

防災意識の向上のための防災情報提供方法について

EC17050 松田 泰人

1. 研究背景

我が国は、災害が多い国であり、地震や噴火、大雨や台風など色々な災害が起きる。防災対策や減災対策のための諸施設が高度な技術で設計され配置されているが、災害の発生のたびに被災者も多く発生していることが現状である。例えば、2011年3月11日に起こった東日本大震災では避難の見切り遅れや津波の認識のあまきから津波に巻き込まれた被災者の方が助けを求めるニュースが何回も放映された。最近で言えば、2018年6月28日の西日本豪雨で洪水浸水想定区域や土砂災害警戒区域において、避難行動を促す情報が発令されたにも関わらず人的被害が多く発生した。

実際に台風や大雨での災害で逃げ遅れた人の事後談¹⁾では、「自宅に留まった方が安全と判断した」や「浸水する地域だと考えていなかった」など避難判断に必要な情報伝達が不足していたり自宅の浸水リスクについて理解が進んでなかったりしている。

防災対策、減災対策がしっかりしているにも関わらず逃げ遅れる人がいるのは何故か、またどうしたら被災を減らすことが出来るのかを考えてみると、人々の防災意識の向上が必要であると思われる。

2. 研究目的

2021年5月から警戒レベル4の避難指示、避難勧告が避難指示のみとなった。情報が混濁しないように統率することで防災意識についての高まりを感じている。そこで本研究では防災意識に重点を置き、どのような防災情報がどのように提供されるべきかについて考察をする。

3. 研究方法

研究方法としてマイ・タイムラインを被験者に実際に作ってもらい、マイ・タイムラインを作る前と後で被験者に簡単なアンケートを取り、作成前と後での被験者の意識の違いがあるかどうか、防災についてどう考えているかを比べる。本研究では被験者としてわだちコンピューターハウスの3名(被験者A、被験者B、被験者C)に協力していただいた。マイ・タイムライン

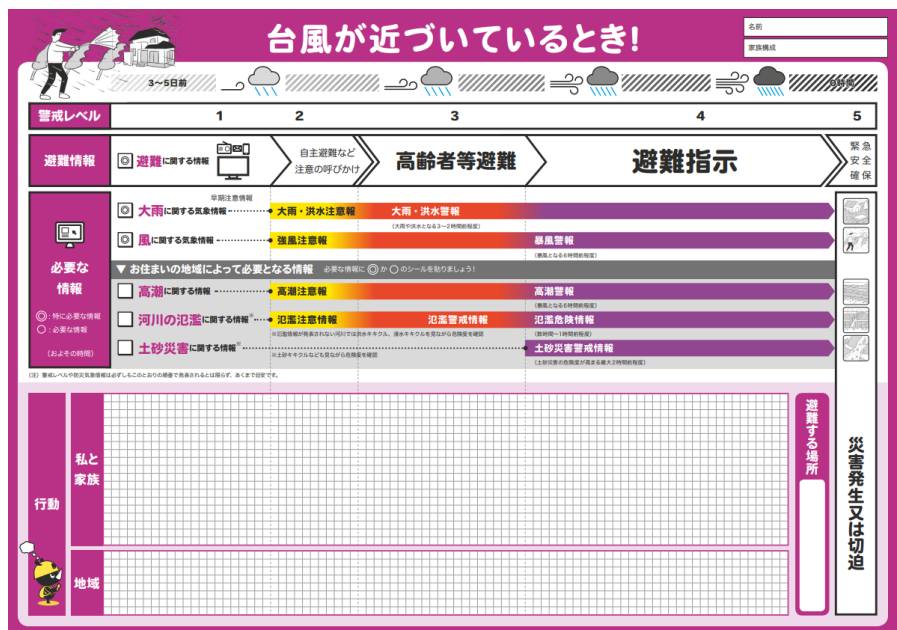


図-1 マイ・タイムラインの様式²⁾

の様式は東京都防災ホームページ²⁾に添付されているマイ・タイムラインシート(図-1)を使う。

4. タイムライン作成過程の考察

(1) 筆者のケース

ハザードマップ(図-3)の浸水想定区域を調べ、マイ・タイムラインを作成した。筆者作成のタイムライン(図-2)では、避難所まで時間があまりかからず周りの地域の人に声をかける余裕が生まれるのではないかと考えた。ハザードマップ(図-3)を調べた結果、洪水や浸水被害想定は低いことがわかったため、自宅待機も視野に入れている。河川の堤防は高めになっており、避難経路に土砂崩れの恐れも無いため比較的避難しやすい。

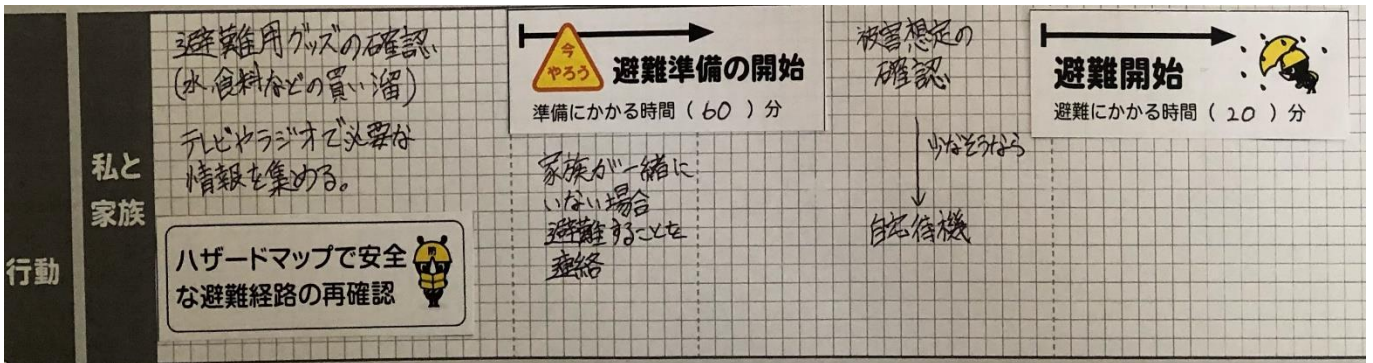


図-2 筆者作成のマイ・タイムライン

(2) 被験者Aのケース

被験者Aの個人的状況は以下の通りである。

- ・ 車椅子を使用している。
- ・ 5階建てのマンションの1階に住んでいる。
- ・ 同じマンション内の人達と避難出来るように話合っている。

上記のことを前提にマイ・タイムライン(図-4)を作成した。そこから以下のことが分かった。

- ・ 避難グッズなど私生活で準備をしているため避難準備にあまり時間を取られない。
- ・ 同じマンション内での避難で健常者に合わせていたら遅れてしまうのではないか。

(3) 被験者Bのケース

被験者Bの個人的状況は以下の通りである。

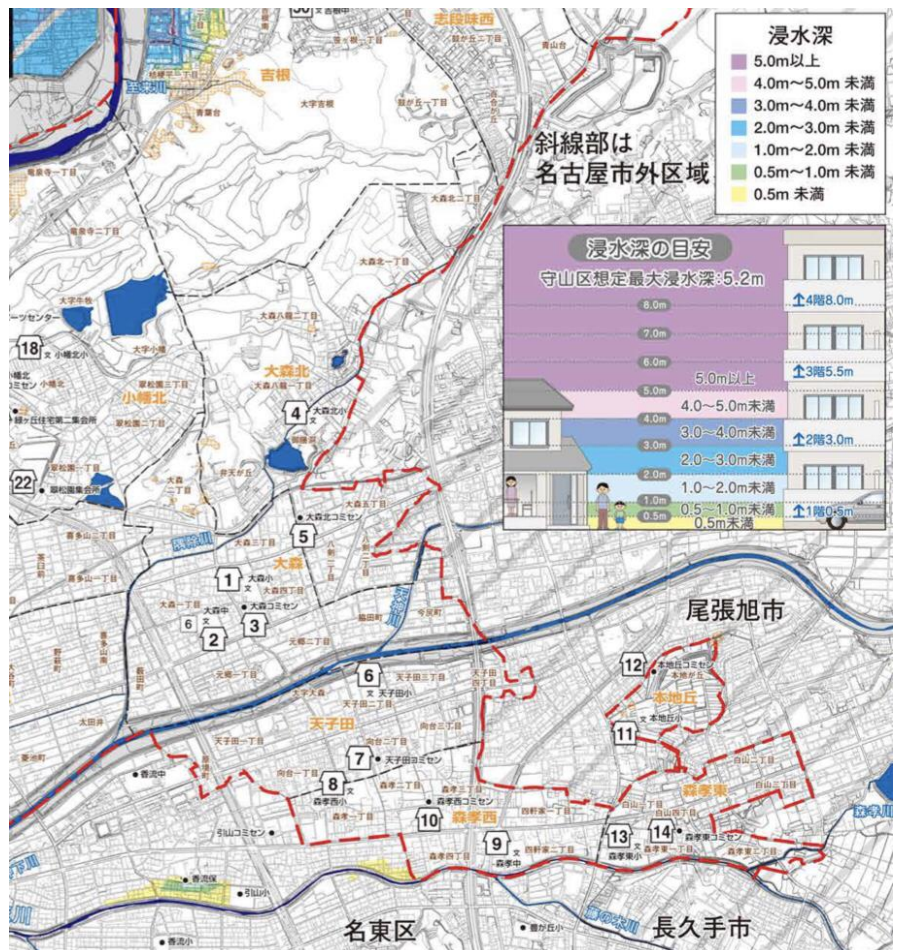


図-3 1時間97mm 想定 of ハザードマップ

- ・車椅子を使用している。
- ・一軒家に住んでいる。
- ・災害が起きたらケアマネージャーに避難の手助けをしてもらう。

上記のことを前提にマイ・タイムライン(図-5)を作成した。そこから以下のことが分かった。

- ・避難所までの経路に河川があり避難が困難になる可能性がある。
- ・避難所までの経路が困難で時間がかかってしまう。

(4)被験者Cのケース

被験者Cの個人的状況は以下の通りである。

- ・松葉杖を使用している。
- ・一軒家に住んでいる。

上記のことを前提にマイ・タイムライン(図-6)を作成した。そこから以下のことが分かった。

- ・松葉杖使用のため避難経路を慎重に選ばなくてはならない。
- ・避難グッズも重たくならないように必要なものを選出しないといけない。

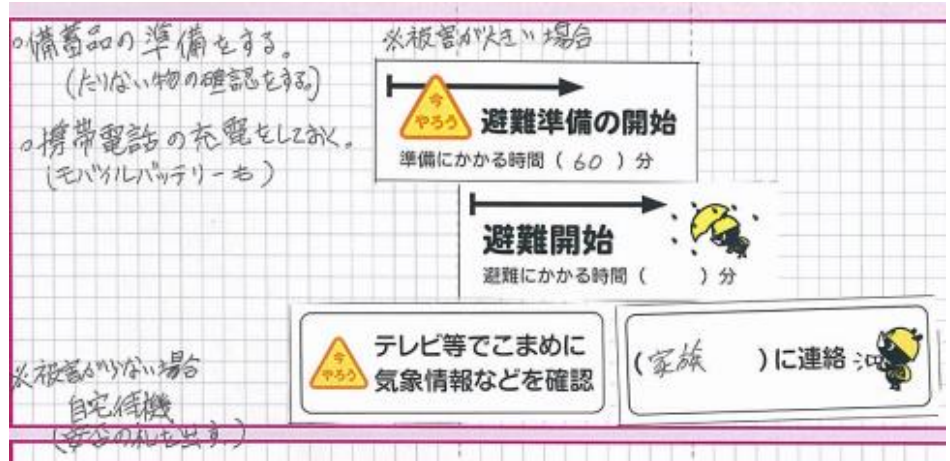


図-4 被験者A作成のマイ・タイムライン



図-5 被験者B作成のマイ・タイムライン

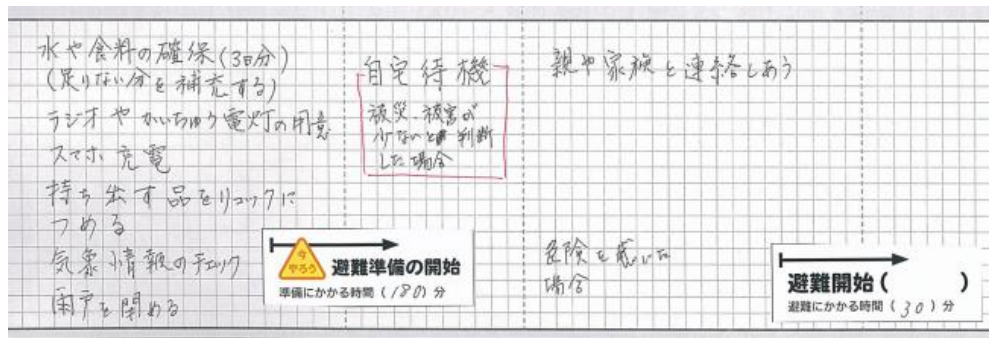


図-6 被験者C作成のマイ・タイムライン

5. 被験者へのアンケートの結果

(1)マイ・タイムラインを作る前

災害時の避難のことを考えているか?の問に関して以下の回答を得た。

被験者Aの回答

防災グッズの準備はしており、避難所も分かるが避難経路、ハザードマップ等を見たことがない。

被験者Bの回答

避難することを考えていない。

被験者Cの回答

避難所に行くとは不便なのでできれば避難したくない。

(2)マイ・タイムラインを作った後の意識の変化は以下の通りである。

被験者 A の回答

できる限り早めに避難しないと間に合わないことが分かり移動困難になる前に避難しようと思った。

被験者共通の回答

ハザードマップを見て危険な場所なの分かり避難の意識をしようと思った。

(3)アンケート結果の考察

作成していただいたマイ・タイムラインを図-4、図-5、図-6 に記す。今回、協力していただいた3名は足に障がいを抱えており、移動が困難となっている。3名とも足が不自由で避難に時間がかかってしまうのが問題点としてあがり、出来れば避難せず自宅で待機した方が安全という考えだった。マイ・タイムラインを作る前では、防災グッズは用意しているが、ハザードマップを調べたり災害が起こった時何をすれば良いのか分からない状態だった。

健常者(例えば筆者)と比べて、準備期間や避難時間に時間を要することがわかった。作る前と後でアンケートをとり、作る前では防災バッグの準備はしているがハザードマップや避難経路の確認はしておらず避難所に行くより自宅の方が安全と3名とも考えていたが、作成後では、ハザードマップを見直し、できる限り早めに避難しないと間に合わないことが分かり避難意識を高めることが出来た。被害想定を確認しつつその時どのような行動をすれば良いかを明確にできたが、自宅にて待機なのか早めに避難をするべきなのか判断する能力はまだ低いと感じた。

6. まとめと今後の展望

本研究では防災意識を高める方法として、マイ・タイムラインの作成を試みた。実際に被災した時に、役に立てられるように遊び感覚 DIG やマイ・タイムラインにより、避難や防災について考えるということを防災訓練などに定期的に取り入れたら良いと思う。

今後はできる限り多くの人にマイ・タイムラインを作ってもらい避難についてどのように考えているのかを知る機会を広める必要があると考える。また実際に被災された方の作成するマイ・タイムラインとの比較も実施するとよい。

謝辞

本研究を行うにあたり、指導教授の磯部友彦先生、中間発表の際には、柴原尚希先生、磯部研究室のメンバーの皆さんには、研究の進め方など様々なご指導を頂きました。また、忙しい中協力していただいたわだちコンピュータハウスの皆様には、感謝の念にたえません。本当にありがとうございました。

参考文献

- 1) 浅野憲周・西崎遼・田中和香子：豪雨災害時の逃げ遅れは、なぜ繰り返されるのか？、市民の安全・安心な暮らしをフェーズフリーにサポートする防災 PF, 2022.1.5,
<https://jbpress.ismedia.jp/articles/-/68251>,(参照 2021-11-2)
- 2) 東京都防災ホームページ：手書きで作るマイ・タイムライン
<https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/mytimeline/1006417.html>,(参照 2021-8-16)
- 3) 名古屋市WEB：守山区の洪水・内水ハザードマップ
<https://www.city.nagoya.jp/bosaikikikanri/page/0000112472.html>,(参照 2021-10-5)

2021 年度卒業研究論文概要

統計データの時系列分析による中心市街地活性化策の検討

EC18005 磯谷 宙治

1.研究目的

大規模小売店舗法の廃止後、平成 10 年に大規模小売店舗立地法が制定され、その中にある中心市街地活性化法によって全国各地で中心市街地活性化の取り組みが行われている。しかし、その効果は薄く空洞化が進んでいる。また、郊外への出店が増えていき、大型ショッピングセンターの影響によって、賑わっていた商店街も店を閉めるところが多く、シャッター通りになっている。私の住む岐阜市も同じ状態となっている。本研究では、岐阜市の商業の変化を調べていき、なぜそのような状態になったかを商業のデータや過去の歴史を振り返り考察していく。

2.研究方法

岐阜市の過去と現在の商業の変化を見るために経済産業省の商業統計を利用する。また、岐阜市の公式サイトに載っている商業統計も利用しながらデータを収集する。集めるデータの内容は、卸売業と小売業、そして歩行者量である。

3.研究結果

(1)戦後の商業

卸売業の 1959 年と 1975 年を見比べた際、事業所数は約 1.7 倍であり、年間商品販売額は約 14 倍になっている。小売業も同様に事業所数は約 1.8 倍であり、年間商品販売額は約 20 倍と大きく変化している。商業の繁栄が大きく進んでいることが分かる。

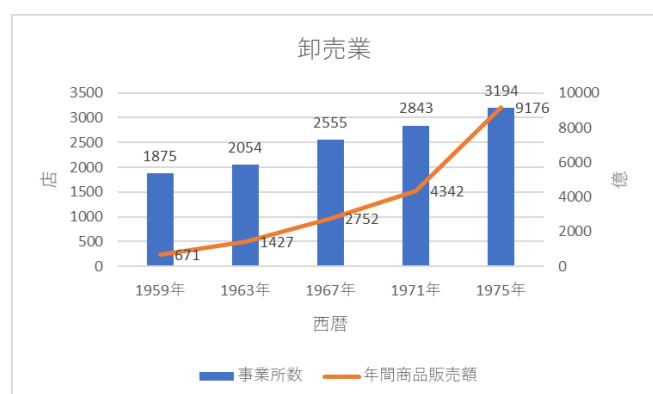


図-1 1959 年から 1975 年の卸売業

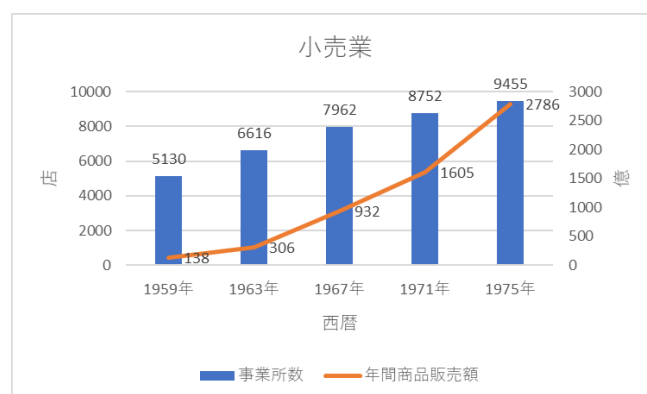


図-2 1959 年から 1975 年の小売業

アパレル産業も同様に 1959 年から事業所数と年間商品販売額ともに上昇している。

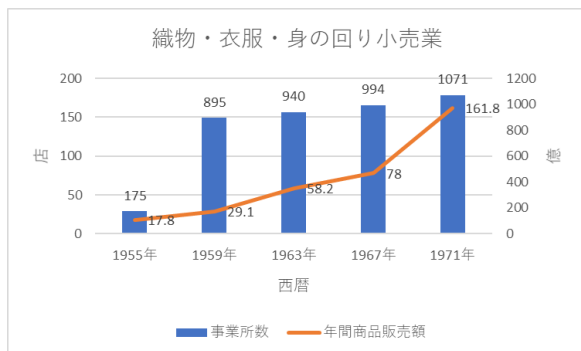


図-3 1955 年から 1971 年のアパレル産業

(2)バブル経済前後の商業

卸売業と小売業どちらも年間商品販売額が上昇していることが分かる。小売業では、事業所数は減少したものの年間商品販売額は上昇していることから1つの事業所あたりの取引が大きくなっていることが分かる。

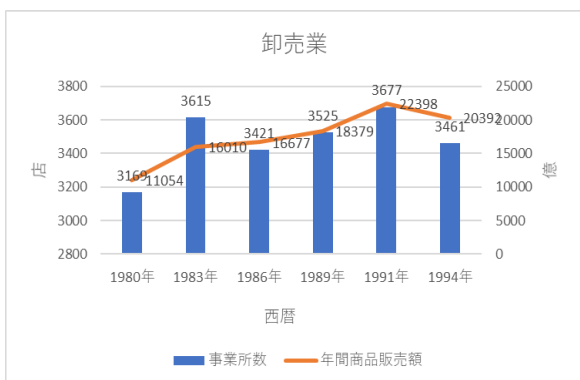


図-4 1980 年から 1994 年の卸売業

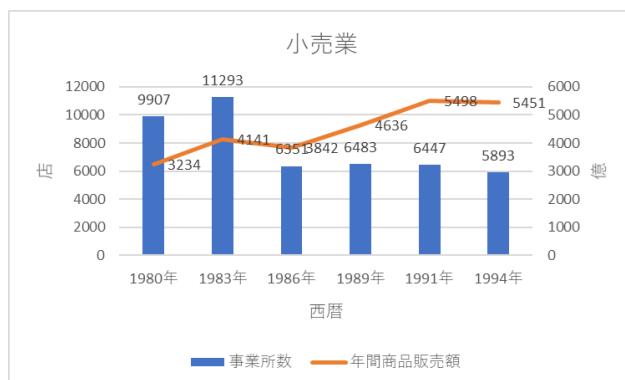


図-5 1980 年から 1994 年の小売業

アパレル産業では、バブル経済によって大きな成果が上がっていることが分かる。1980年に一度事業所数と年間商品販売額が減少しているが、そこからは右上がりとなっているため、発展し続けていることが分かる。

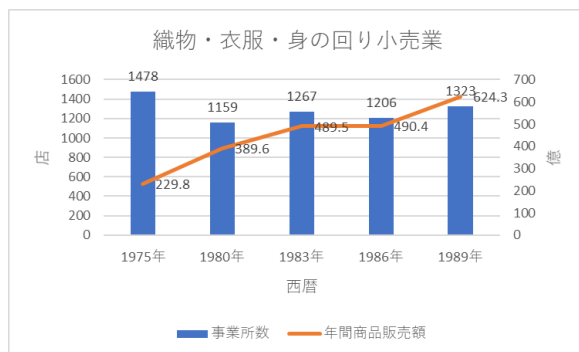


図-6 1975 年から 1989 年のアパレル産業

(3) バブル経済崩壊後の商業

卸売業の1994年と2014年を見比べた際、事業所数は3461店舗から1578店舗まで減少しており、約2分の1になったことが分かる。年間商品販売額も同様に20397億円から11130億円と2分1まで減少していることが分かる。小売業の1994年と2014年を見比べた際、事業所数は5893店舗から2877店舗と減少している。年間商品販売額も同様に5451億円から4150億円と減少していることが分かる。

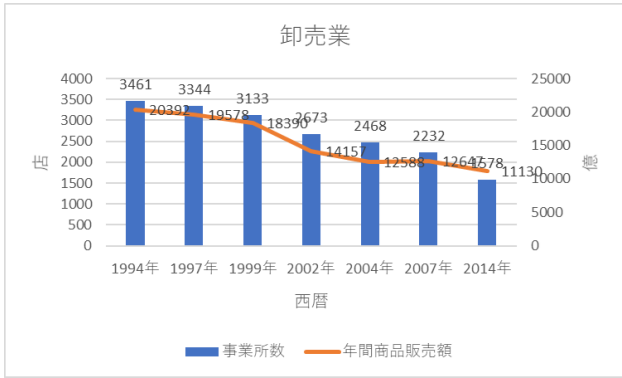


図-7 1994年から2014年の卸売業

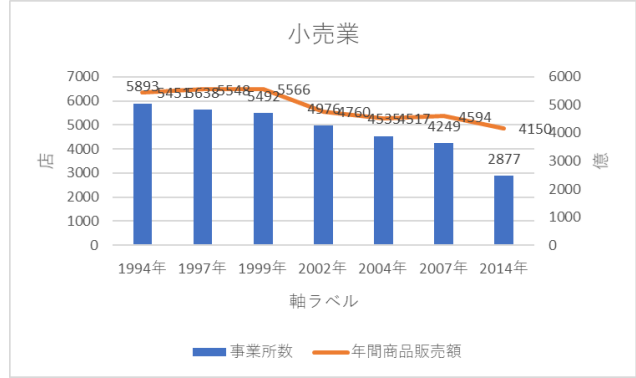


図-8 1994年2014年の小売業

アパレル産業も卸売業と同時に減少している。1991年の事業所数が1442店舗だが、2014年には791店舗と約2分の1まで減少している。年間商品販売額も同様に2分の1まで減少している。

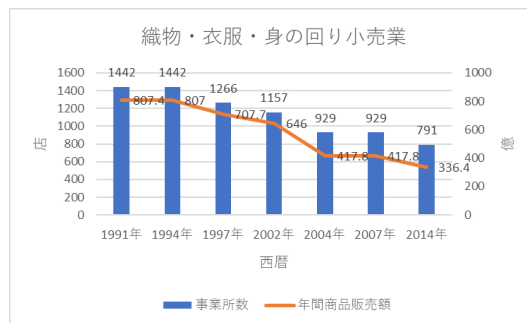


図-9 1991年から2014年のアパレル産業

(4) 平日と休日の歩行者量

1983年のバブル経済に近い時期では、卸売業と小売業が盛んだったことから多くの歩行者がいたことが分かる。しかし、バブル経済崩壊後、歩行者量は平日と休日のどちらも減少し続けていることが分かる。また、名鉄岐阜とJR岐阜の歩行者量の減少から他県からの人が減っていることが分かる。

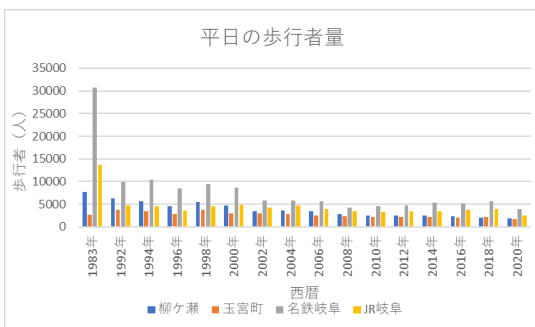


図-10 平日の歩行者量

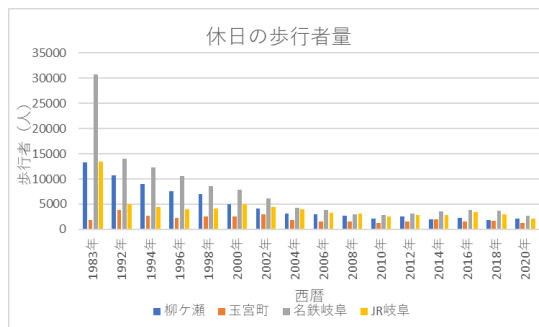


図-11 休日の歩行者量

4. 考察

岐阜市はバブル経済までは多くの人で賑わっており、商業自体も盛んだったことが分かる。全国からバイヤーが集まり、多くの取引がされていたことも分かる。しかし、バブル経済崩壊後から大規模小売店舗法の改正によって、賑わっていた岐阜市の商業が大きなダメージを受けた。やはり、ロードサイド型大型店の出店やショッピングセンターの影響が大きいと感じる。アパレル産業に特化していた岐阜市だが、人の減少によって売り買いすることができず、事業所数が減っているのではないかと考える。岐阜市は車で移動する人が多いため、広い無料駐車場があるショッピングセンターに行く人が多い。しかし、商店街では無料駐車場がなく、有料駐車場しかないため、利用する人が少なく、人の減少につながったと考える。

5. 結論

岐阜市ではアパレル産業を中心に全国へと発信し続けていた。しかし、バブル崩壊や大規模小売店舗法の改正により、苦しみ場面が多くあった。それにより、事業所数と年間商品販売額が減少し続けている。このことは岐阜市の商店街だけではない。全国の商店街でもいえることである。それを変えるべく、多くの地方都市で中心市街地活性化策は行われている。成功している事例もあるが、やはりそのまま変わらずにいる地方都市の方が多い。過去の姿からどのように発展していたのかを学び、それをふまえて商店街に大きな魅力をつくるべきだと考える。

謝辞

本研究のために主指導教授である磯部友彦教授には適切な指導ありがとうございます。心から感謝申し上げます。

参考文献

- 1)岐阜県WEB：岐阜県統計書、<https://www.pref.gifu.lg.jp/page/13401.html> (参照 2021-10-21)
- 2)経済産業省：平成16年度国土施策創発調査、鉄軌道、中心市街地の活性化による公共交通を中心とした地域づくりに関する調査報告書、本編第II部 岐阜市における調査報告、平成17年3月
https://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/souhatu/h16seika/02tetsukidou/02_kei_3.pdf
(参照 2021-10-10)

2021年度卒業研究論文概要

道路における植樹帯と移動空間の調和

EC18015 小野玖太郎

1 研究背景

愛知県名古屋市では約10万4千本(平成26年4月現在)¹⁾の街路樹を管理しており、市域における街路樹密度は、大都市でトップクラスとなっている。街路樹は美しい並木がまちの景観をつくり、新緑や紅葉、花々が人工的な街並みに彩りと季節感を与えるなど、日常生活における身近な緑としての面がある。また周囲の気温上昇を抑える、大気汚染物質を吸着して空気を浄化、車と歩行者を分離、沿道の火災時には熱を吸収、低減するなど、交通環境の向上や災害時に役立つ面がある。

その一方で、秋には落葉が交通を妨げ、景観を悪化させることがある。また掃除が必要になることや、枝葉の剪定などに維持管理費がかかることなどのマイナスの面もある。

しかし前述の利点の方が大きいと考えるため、植樹帯のある街並みを増やすことで、歩行者と自動車の交通環境をより良くした街が作れると考え本研究を行った。

2 研究目的

人や車の移動が優先される道路空間において植樹帯は優先度が低いが、交通を分離し、生活道路では自動車の走行速度を落とす役割などの安全の面、緑を感じられるといった景観の面での利点がある。そのため本研究では、交通、景観の面での植樹帯の役割を再確認しより良い道路を創るための基礎資料を得ることが目的である。

3 研究方法

道路構造令や名古屋市のホームページを参考に植樹帯についての知識を深める。その後、対象地域として選定した名古屋市瑞穂区の植樹帯についての現地調査を行い、植樹帯の樹種、面積、特徴、利点などを調べ、その特徴や傾向を整理する。また瑞穂区の土木事務所の道路管理担当者に話を聞き、疑問点や質問をする。その後、調査した情報をまとめ、植樹帯のある街並みを増やすことができるのかを考察し、問題点や解決策を提案する。

4 植樹帯の機能

道路構造令の解説と運用²⁾に基づき、植樹帯の機能を整理した。植樹帯には良好な交通環境の整備、沿道における生活環境の確保等の機能がある。また都市部の公共空間を形成する役割がある。植樹帯には大きく分け、4つの役割があり、「異種交通の分離により、交通の安全性、快適性の向上」、「植樹によつての効果による通行環境の向上」、「沿道における良好な生活環境の確保」、「都市部の良好な公共空間の形成」の機能がある。

5 植樹帯の調査方法

調査方法は以下のとおりである。対象地区である愛知県名古屋市瑞穂区の6地点の直線道路の歩道を約 200m歩き、植栽升、歩道幅、車道幅、道路付帯物、中央分離帯の横幅、縦幅の計測を行った。また、樹種、その道路の特徴、利用者について調べた。図1に示すように歩道幅を測定する際は、縁石の車道側から建物と歩道の境界線までを測る。また乗り入れ口は歩道の一部として計測する。また中央分離帯の植栽は今回の計測では植樹帯には含めない。

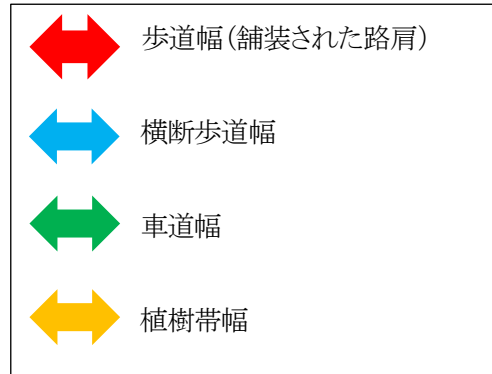
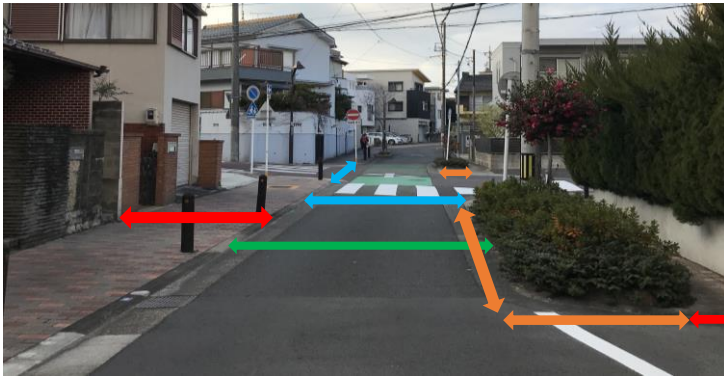


図1 測定方法

6 調査地点の選定

以下の通り、調査地点を選定した。交通量が多く、道幅が広い幹線道路の空港線と山手グリーンロードで各2地点を選定した。(図2の①、②、③、④)。また比較のために、歩道のある生活道路を1地点(図2の⑤)と歩道のない生活道路(コミュニティ道路)を1地点(図2の⑥、⑦)を選定した。図2では赤丸が幹線道路、青丸が歩道のある生活道路、緑丸が歩道のない生活道路を表している。

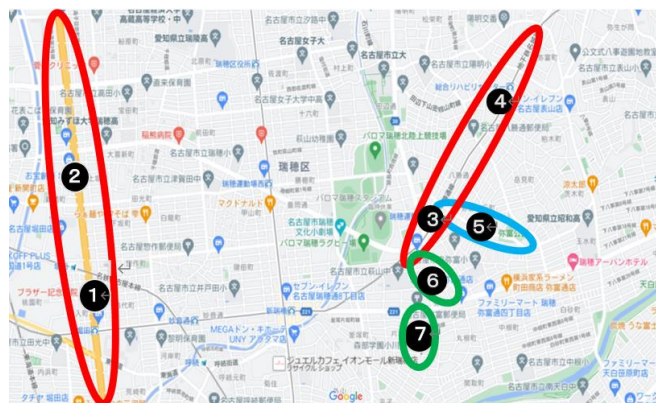


図2 調査範囲と調査地点 (GoogleMapsに加筆)

7 調査結果

各調査地点の道路延長 200m の区間における植樹帯等の寸法(植栽升の横幅・縦幅、歩道幅、車道幅、道路付帯物、中央分離帯の横幅・縦幅)を計測し、調査区間における植樹帯等が占有する面積割合を求めた(図3)。

幹線道路では、中央分離帯の植樹を含めると、中央分離帯の大きい空港線では、道路における植樹帯の面積割合は9~11%、あまり中央分離帯の大きくない山手グリーンロードでは、植樹帯の面積割合は4%となった。歩道のある生活道路⑤区間では、桜の名所である山崎川が近いことや、ソメイヨシノは根上りしやすい樹種であること、植栽升の中に街灯があることで植樹帯の面積が大きくなり、面積割合が14%と面積割合は大きくなった。歩道のない生活道路では、住宅が多い区間では、植樹帯が少なく、舗装された路肩で道路を蛇行させていた。また植樹帯が多い場所は、大きな施設が面していて車の乗り入れ口が少ない所であった。一方で駐車場、住宅、会社などの乗り入れ口が多い所は植樹帯がほとんどなかった。植樹帯は乗り入れ口と0.8~1.6mから離れて設置している所がほとんどだった。このことから植樹帯の

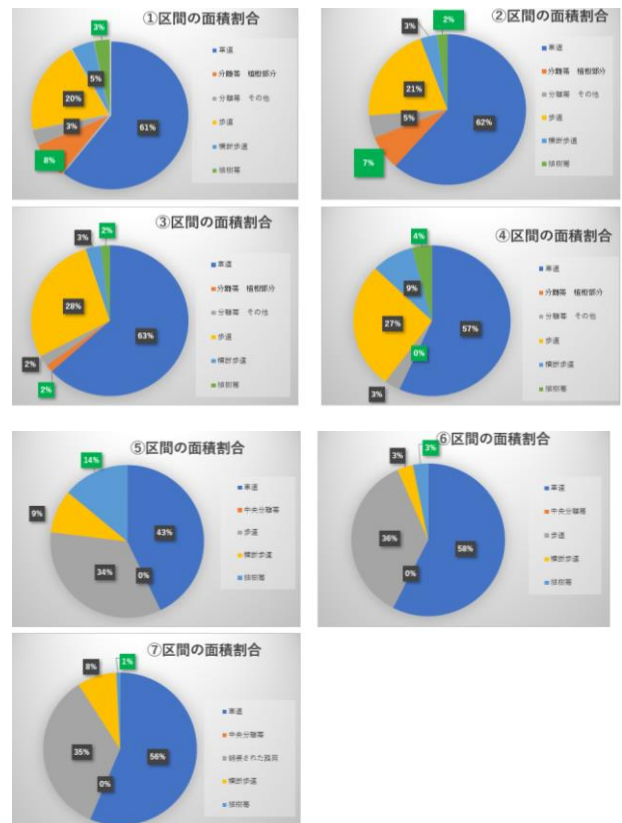


図3 植樹帯等が占有する面積割合

設置には車の乗り入れ口と関係していると思われる。

8 車の乗り入れ口の承認工事・設置基準について⁴⁾

道路管理者以外の方が、新たに道路に関する工事を行う場合は、あらかじめ申請書を提出し、承認を得た上で、自費で工事を施工しなければならない。歩道に車の乗り入れ口を設置する場合は、基準に従った、設置幅にし、ブロックやガードレールを撤去するだけでなく、出入りする車に対応できる舗装や側溝に変更する必要もある。

また植樹帯を撤去する場合は、高木は、乗り入れ口から民地側に向かって左側6m、右側4mの部分に高木があると視界をさえぎることとなり危険となるので、その区間にある高木は伐採しなければならない。また低木は、自費による移植が原則となっている。同一路線の植樹帯の中であいている部分に移植をしなければならない。

移植計画に樹種・本数・移植先等を明記したものを事前に提出し許可をもらう必要がある。また設置基準については、交差点内、交差点の側端から5m以内の部分、横断歩道から前後に5m以内の部分は設置禁止箇所にあたる。設置幅の基準は乗り入れの車によって決まるが、普通自動車の場合は、3mから4mの幅を設ける。設置個所数は原則として、1施設につき1箇所と定められている。

9 植樹帯の現況に関する考察

幹線道路における植樹帯には、自動車と歩行者の交通を分離することで、自動車が歩道に乗り上げることの防止や歩行者の飛び出しを防ぐなどの安全性を向上させる利点がある。また沿道との景観の調和を測るとともに地域全体の風致美観を向上させる利点がある。樹種の選定については、歩道幅が広く、植樹帯の面積を多く取ることが出来る。しかし交通量が多いので、交通の妨げになりやすい実のなる樹種や大気汚染に弱い樹種はふさわしくないと考える。また病気、乾燥、剪定に強い樹種が良いと考える。樹種は高木では、ケヤキ、ナンキンハゼ、トウカエデなど、低木ではシャリンバイ、ヒラドツツジ、サザンカが良いと考える。これらの樹種は今回の調査でもよく植栽されていた。

生活道路の植樹帯の利点は、幹線道路と同じく、歩行者と自動車の交通を分離することや歩行者に快適な道路空間と提供することである。その上、生活道路では生活する住民の快適性を重要視しなければならない。例として騒音や排気ガスなどを防ぐ役割だけでなく、四季を感じることでこの街に住みたいと思わせるようなランドマーク機能も併せ持っている。樹種の選定については、根上りや枝が大きくなりすぎない樹種が良いとされる。またランドマーク機能をもつ樹種が良いと考える。

よって、樹種は高木では、ソメイヨシノ、ハナミズキなどの落葉樹やサザンカ、カナメモチなど、低木ではシャリンバイ、ヒラドツツジ、キンシバイが良いと考える。それに加え歩道のない生活道路(コミュニティ道路)では、植樹帯という障害物を設置することで、車道を蛇行させ心理的、物理的に車の速度を低下させることができる。その結果通過交通を減らす効果も得ることができる。(樹種に関する考察は参考文献3)を参照した。)

10 植樹帯を増やすための問題点

瑞穂区土木事務所の担当者にヒアリングをした。「これ以上、現在植樹帯がない道路に植樹帯を増やす計画はあるか?」と尋ねたところ、「現状はそのような計画はない。理由は名古屋市の街路樹の維持管理予算が足りなく、新しく植樹帯を増やすことが出来ない。」と答えが返ってきた。

名古屋市の街路樹の維持管理予算は近年増加傾向にあるものの、労務単価の上昇により実質的な作業量は減少しており、限られた予算のなかで対応しなければならない。そのため名古屋市は街路樹を増やすのではなく維持管理費が多くかかる、老朽化・大木化した木を更新していく街路樹再生プラン⁶⁾に取り組んでいることがわかった。

11 植樹帯を増やすための解決案

上記の作業を経て、植樹帯を増やすための解決案を以下のように考えた。

「植樹帯が設置してある道路に車の乗り入れ口を新しく造るときは、工事依頼者が自費で、乗り入れ口の両側、もしくは片側に植樹帯を造ることを市町村が奨励する。」

提案理由は以下のとおりである。

今回の現地調査において、植樹帯と車の乗り入れ口の関係について知ることができた。また乗り入れ口の両側は0.8~1.6m空いていることがわかった。よって、植樹帯が歩道で競合している車の乗り入れ口に着目し、このような解決案を考えた。現在の乗り入れ口の工事⁴⁾では、植樹帯を撤去する場合は、高木は、乗り入れ口から民地側に向かって左側6m、右側4mの部分に高木があると視界をさえぎることとなり危険となるので、その区間にある高木は伐採しなければならない。また低木は、自費による移植が原則となっている。

それに加えてこの提案では、工事依頼者が自費で乗り入れ口の両側、もしくは片側に植樹帯を造り、その後の管理を行うことを奨励する。また設置した工事依頼者は、その後の手入れや植物の植え替えなどの、管理をするのを約束に、設置した植樹帯内に花や中低木を植栽することができるようになることや、市町村に収める税金の割引などを特典として、植樹帯の設置を奨励する。これにより、市町村の街路樹の維持管理費を使わずに植樹帯を増やすことができると考えた。

10 まとめ

本研究では、道路構造令や名古屋市のホームページなどを通じて植樹帯についての知識を深めることができた。また名古屋市瑞穂区の植樹帯についての現地調査を、歩道のある生活道路、歩道のない生活道路(コミュニティ道路)で行った。その結果、住宅が少ない方が植樹帯は多く、車の乗り入れ口が多い所では植樹帯が少なくなどの関係も知ることができた。

また瑞穂区の土木事務所の担当者に話を伺い、これ以上植樹帯を増やすには、名古屋市の街路樹の維持管理予算が少ないという問題点を知ることができた。

その状況を踏まえ、特に生活道路において住民の協力により植樹帯を増やすための方策を考案した。

本研究のように、植樹帯の調査・分析することで、今後の道路環境が植樹帯によってよりよくなるのではないかと考える。

今後は、今回調査した場所とは異なる地点、異なる市町村での調査結果を増やすことにより、今回とは違った植樹帯の樹種や利点が発見できると思う。また得られた結果を用いて植樹帯を利用した、安全面、景観面がよりよい道路を造る方法を考えていく必要がある。

謝辞

今回の研究論文の製作にあたりご指導いただきました、指導教授の磯部友彦先生、副査の岡本肇先生、名古屋市瑞穂土木事務所職員の方に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 名古屋市公式ウェブサイト：なごやの街路樹（参照日 2022年1月24日）
<https://www.city.nagoya.jp/kurashi/category/15-4-3-0-0-0-0-0-0.html>
- 2) 公益社団法人 日本道路協会：道路構造令の解説と運用 平成27年6月 pp.255~262
- 3) 松村忍：庭木図鑑 植木ペディア（参照日 2022年1月24日） <https://www.uekipedia.jp/>
- 4) 愛知県 WEB：申請上の留意点 乗り入れ工事（参照日 2022年1月24日）
<https://www.pref.aichi.jp/soshiki/owari-kensetsu/0000060024.html>
- 5) 名古屋市 WEB：街路樹再生なごやプラン（参照日 2022年1月24日）
https://www.city.nagoya.jp/ryokuseidoboku/cmsfiles/contents/0000146/146331/all_plan.pdf

コンパクトシティ実現に向けた地域公共交通のあり方—豊橋市を事例に—

EC18018 加藤 慧大

1. 研究背景

現在、多くの地域で人口減少が本格化しつつある。住民の自動車移動への依存度が高い地域では、バスをはじめとする公共交通利用者の減少が進むことにより、運行サービスが縮小されるなど、地域の公共交通の維持・確保が困難となっている状況も見られる。その傾向を緩和する施策のひとつとして「コンパクトシティ・プラス・ネットワーク」があり、それを目指す動きが各都市で行われている。それを後押しするために、改正都市再生特別措置法（2014）に基づく立地適正化計画¹⁾が日本の各都市で策定されつつある。

2. 研究目的

日本国内で、すでに立地適正化計画が策定されている都市を対象に、それらの都市の地域拠点の設定と誘導される都市機能の関係を調べ、さらに地域公共交通の整備がそれらの関係に及ぼす影響を比較する。

3. 研究方法

研究の対象となる都市を定め、その都市の立地適正化計画を調べる。そして、立地適正化計画における地域拠点の設定、都市機能誘導区域における都市機能の考え方の相違、地域公共交通の考え方の相違を調べる。最後に事例研究として愛知県豊橋市を取り上げ、地域拠点、都市機能、地域公共交通の関係性を考察する。

4. 対象とした都市

事例として取り上げる豊橋市では、路面電車が運行されている。その比較のために現在路面電車が運行されている都市と今後路面電車（LRTを含む）を導入する都市を対象とした。その中で、立地適正化計画を策定していない都市は除外し、表1に示す14都市^{2)~15)}を対象とした。

表1 対象とした都市と立地適正化計画策定年月

	策定年月
札幌市	2016年3月
函館市	2018年3月
富山市	2017年3月
高岡市	2018年12月
福井市	2017年3月
宇都宮市	2017年3月
豊橋市	2018年3月
岡山市	2021年3月
広島市	2019年1月
高知市	2017年1月
松山市	2019年3月
長崎市	2018年3月
熊本市	2016年3月
鹿児島市	2017年3月

5. 立地適正化計画とは¹⁾

2014年8月に都市再生特別措置法の一部を改正する法律が施行され、立地適正化計画制度が創設された。

立地適正化計画は、居住機能や医療・福祉・商業、公共交通等のさまざまな都市機能の誘導により、都市全域を見渡したマスタープランとして位置づけられる市町村マスタープランの高度化版であり、居住や都市の生活を支える機能の誘導によるコンパクトなまちづくりと地域交通の再編との連携により、「コンパクトシティ・プラス・ネットワーク」のまちづくりを進めるためのものである¹⁾。

6. 立地適正化計画の都市間比較

立地適正化計画ではコンパクトシティを目指すにあたり地域や都市機能の特性にあった誘導施設を定められているため、14都市の都心拠点と地域生活拠点に分けて比較した。表2にその結果を示す。表中の○印

は当該施設を都心拠点または地域生活拠点での誘導施設としていることを表す。

また施設配置だけでなく地域公共交通もコンパクトシティ施策では重要になると考え、立地適正化計画内で計画されている地域公共交通について表3に示すように比較した。

公共交通についての計画の比較のために、まず立地適正化計画の中で公共交通をどのように整備するかに関する計画の有無を調べた。立地適正化計画は公共交通について定める計画ではないが、公共交通はコンパクトシティを目指すにあたり必要になってくるものであり、立地適正化計画に記載されている公共交通の政策を比較することにより、その都市が今後公共交通をどのようにしていきたいのかについて精査出来ると考えた。

まず表3に示すように、交通政策のグループ分けをおこない、都市ごとにこのような差異がなぜ生まれたのかについて考察する。また、交通政策について記述なしの都市については、本当に公共交通に対する問題はないのかについて検討した。

7. 誘導施設と地域公共交通に関する考察

表2に基づき、全体を概観するとほとんどの都市の各拠点において商業施設と文化施設が誘導施設に選ばれている。これらの施設

は集客力があるものであり、都市として魅力あるものにするために必要不可欠の施設である。逆に商業施設を誘導施設に定めていない札幌市と長崎市では現在ある商業施設で十分あると考えられていた。また、長崎市ではコンビニエンスストアなどの小規模な商業施設は拠点地域に誘導するのではなく、民間の経済原理に任せて立地するほうが望ましいと考えるため、誘導施設には設定されていなかった。

札幌市、豊橋市、岡山市、広島市の都市拠点には業務施設が誘導施設に選ばれている。業務施設とは主にオフィスビルなどのことを指し、都市の活力の基盤となる「働く場」をつくりだすために必要な施設である。札幌市は人口200万人、広島市は100万人、岡山市は70万人、豊橋市は40万人となっており、札幌市、広島市、岡山市では他の立地適正化計画を比較した都市より人口が多く豊橋市でも少なくない人口になっている。つまり、業務施設は人口の多い都市の都心拠点で誘導施設に選ばれやすく、都市の中心性や発展状況を示すものではないかと考える。そのため、立地適正化計画の意図を解釈する際、業務施設を誘導施設に選定しているかどうかは都市の規模と中心性の高さの一つの目安になると考えられる。

表3では公共交通の政策がどのように記述されているかまとめた。豊橋市と高知市では公共交通の政策は書かれていなかった。そのうち、高知市では現在ある公共交通機関で十分であると記載されていた。しかし、

表2 誘導施設の比較 (①都心拠点、②地域生活拠点)

	医療施設	福祉施設	商業施設	子育て支援	教育施設	文化施設	行政施設	業務施設
札幌市①				○		○	○	○
札幌市②				○		○	○	
函館市①	○	○	○		○	○	○	
函館市②	○	○	○		○	○	○	
富山市①	○		○		○	○		
富山市②	○		○					
高岡市①		○	○		○	○		
高岡市②			○					
福井市①		○	○	○	○	○	○	
福井市②		○	○	○	○	○	○	
宇都宮市①	○	○	○	○	○	○	○	
宇都宮市②	○		○	○	○	○	○	
豊橋市①	○	○	○		○	○	○	○
豊橋市②	○		○				○	
岡山市①	○	○	○		○	○	○	○
岡山市②	○		○		○	○	○	
広島市①	○		○	○	○	○	○	○
広島市②		○	○	○		○	○	
高知市①	○	○	○	○	○	○	○	
高知市②	○	○	○	○	○	○		
松山市①	○	○	○		○	○		
松山市②	○	○	○			○		
長崎市①				○	○	○		
長崎市②				○		○		
熊本市①	○		○			○		
熊本市②	○		○			○		
鹿児島市①	○		○	○		○	○	
鹿児島市②	○		○	○				

高知市の公共交通の利用者は年々減少しており改善は必要であると考えられる。

一方、豊橋市では鉄道駅周辺を地域生活拠点に定め、その駅につながる路線では充実したサービスが提供できていると考えている。その路線以外については記載がなかった。地域生活拠点と都心拠点をつなぐ公共交通は実際に利用者数を維持しており衰退はしていないが、他の地域生活拠点ではない居住誘導区域との公共交通は利用者が減少しているため、何らかの対策が必要であると考えられる。

政策あり（現状維持）と定義した地域では、おもにバリアフリー化、ICカードの導入、ダイヤ改正、料金施策の検討が政策に組み込まれており、現在ある公共交通を見直し、問題を改善することにより利用者数を上げることを目的としていた。

政策あり（向上の）と定義した地域では、現在ある路線の延伸を試みることや新駅の設置を行い都心拠点と地域拠点を含む居住誘導区域の地域公共交通での移動の利便性を高める政策が計画されていた。とくに宇都宮市では約700億円の資金をかけて、LRTによる都心拠点と地域拠点をつなぐ路線を新設する政策がとられている。これらの都市ではコンパクトシティ実現に向けて地域公共交通の重要視し、さまざまな計画がなされている。このことから地域公共交通の活性化はコンパクトシティを目指すにあたり大きな鍵になると考察できる。

表3 公共交通の政策の有無

	政策あり (向上の)	政策あり (現状維持)	記述なし
札幌市	○		
函館市	○		
富山市		○	
高岡市		○	
福井市	○		
宇都宮市	○		
豊橋市			○
岡山市		○	
広島市		○	
高知市			○
松山市		○	
長崎市		○	
熊本市		○	
鹿児島市		○	

8. 豊橋市の地域公共交通政策への示唆

豊橋市は表2、表3から見てもわかるように、公共交通、誘導施設ともに十分な計画がなされていないといえる。上記の考察から豊橋市の立地適正化計画の実現のためには、地域公共交通の更なる充実が必要と考えられる。そのために利用者数が年々減少している現存する公共交通の改善を優先させる必要がある。具体的には、他の都市で多く取り上げているようにバリアフリー化、ICカードの導入、ダイヤ改正について、直ちに取り組むべきである。また豊橋市は他の都市の誘導施設の計画と比較して誘導施設が少ない。

よって、豊橋市では、他都市を参考にして拠点と公共交通との関係性を強化するように立地適正化計画を見直すとともに、地域公共交通についても積極的な政策を行っていかねばならない状況にある。

9. まとめ

今回の研究では豊橋市のコンパクトシティ実現に向けて立地適正化計画に注目し、誘導施設と公共交通の二つの観点から他の都市と比較し、豊橋市に関する改善点を考察した。

全国の路面電車を有する都市間の比較から、公共交通の政策には、現状維持に留まるパターンと、向上策を図るパターンがみられた。とくに、真剣にコンパクトシティを目指している都市では、積極的な公共交通政策を展開していることが分かった。

今回着目した豊橋市の公共交通政策を他の都市と比較すると、まだ不十分なところが多く、根本的な見直しが必要であることが分かった。また、細部に着目するとバリアフリー化が不十分であることやICカード化などの利便性向上に取り組む必要があることが分かった。

10. 課題

本研究の課題を挙げるとしたら、市民の意見を聞けなかったことである。研究を行う中で各都市の掲げる都市計画などを参照して研究を進めていたため、今回調べたものは全て行政側の考えであり、市民側の意見に耳を傾けることができなかった。都市計画とはそこで暮らしている人々の生活が豊かになるためのものだと考えているので、本研究では市民の声をないがしろにしてしまったことが課題である。

謝辞

本研究では指導教授である磯部友彦先生に適切な指導をしていただいたことで完成させることができました。心から感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省WEB：立地適正化計画制度,
https://www.mlit.go.jp/en/toshi/city_plan/compactcity_network.html, (参照 2022-2-15)
- 2) 札幌市WEB：立地適正化計画（平成28年3月策定）,
<https://www.city.sapporo.jp/keikaku/riich/>,
(参照 2022-2-19)
- 3) 函館市WEB：函館市立地適正化計画,
<https://www.city.hakodate.hokkaido.jp/docs/2018030200053/>,
(参照 2022-2-19)
- 4) 富山市WEB：富山市立地適正化計画,
<https://www.city.toyama.toyama.jp/katsuryokutoshisouzoubu/toshikeikakuka/tosikeikaku/ritteikiseikakeikaku.html>,
(参照 2022-2-19)
- 5) 高岡市WEB：立地適正化計画
<https://www.city.takaoka.toyama.jp/toshi/sangyo/toshi/guideline/ricchitekiseika.html>,
(参照 2022-2-19)
- 6) 福井市WEB：福井市立地適正化計画を改訂しました。,
<https://www.city.fukui.lg.jp/sisei/tkeikaku/tkeikaku/ritteikikouhyou.html>, (参照 2022-2-19)
- 7) 宇都宮市WEB：宇都宮市立地適正化計画,
<https://www.city.utsunomiya.tochigi.jp/shisei/machizukuri/1014948/1009282.html>, (参照 2022-2-19)
- 8) 豊橋市WEB：豊橋市立地適正化計画,
<https://www.city.toyohashi.lg.jp/31847.htm>,
(参照 2022-2-19)
- 9) 岡山市WEB：岡山市立地適正化計画（令和3年3月15日公表）,
<https://www.city.okayama.jp/jigyosha/0000022637.html>, (参照 2022-2-20)
- 10) 広島市WEB：「広島市立地適正化計画」について,
<https://www.city.hiroshima.lg.jp/soshiki/129/6561.html>, (参照 2022-2-20)
- 11) 高知市WEB：2017 高知市立地適正化計画,
<https://www.city.kochi.kochi.jp/soshiki/52/2017ritteki2021kaitei.html>, (参照 2022-2-20)
- 12) 松山市WEB：松山市立地適正化計画の策定・公表,
https://www.city.matsuyama.ehime.jp/shisei/machizukuri/compact_network/ritteikikouhyou.html, (参照 2022-2-21)
- 13) 長崎市WEB：長崎市立地適正化計画,
<https://www.city.nagasaki.lg.jp/sumai/659000/659001/p029291.html>, (参照 2022-2-21)
- 14) 熊本市WEB：熊本市立地適正化計画及び熊本市多核連携都市推進協議会について,
https://www.city.kumamoto.jp/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=9398, (参照 2022-2-21)
- 15) 鹿児島市WEB：立地適正化計画,
<https://www.city.kagoshima.lg.jp/machizukuri/toshikekaku/richtekiseika.html>, (参照 2022-2-21)

リニア中央新幹線三重県駅（仮称）の設置が周辺地域の都市政策に及ぼす影響

EC18026 北寺優作

1. 研究背景

現在建設中のリニア中央新幹線は 2036 年に東京-大阪間の全線が完成予定であり、通過する各県には一つずつ停車駅がつくられる。三重県では亀山市のみがリニア中央新幹線の停車駅を誘致していることから、JR 東海は、亀山市に新駅を設置する方針を固めた。この新駅を本論文では仮称として「リニア中央新幹線三重県駅」と呼ぶことにする。

このリニア中央新幹線による地域発展のチャンスを上手く利用するためには、亀山市内に設置される新駅から市内外への二次交通の強化が必要不可欠である。そのために過去に新幹線の停車駅が設置され新たな街を形成した事例などをもとに、亀山市とその周辺の交通がどうあるべきかを検討する必要がある。

2. 研究目的

三重県や亀山市の観光面、交通面など様々な観点による現状を知り、どのようにすればリニア中央新幹線三重県駅を有効活用できるかについて考察する。さらに、リニア中央新幹線の停車駅完成後を見据えて、二次交通という観点から地域発展をどのように支えることができるかについて考察する。

3. 研究方法

過去に新幹線の駅等が設置された地域を取り上げ、新駅所在都市とその周辺都市の都市政策や課題などをまとめる。本研究では 3 つの駅や空港を選定した。一つ目が岐阜羽島駅である。岐阜羽島駅では名古屋に近く、駅開業当時の羽島市の人口が現在の亀山市と同程度であったことから選んだ。二つ目は新鳥栖駅である。新鳥栖駅のある鳥栖市では亀山市と同じように、交通の要衝として栄えた。このことから鳥栖市では九州の高速道路が十字に接続する点であり、亀山市の高速道路と似ていたことから選んだ。三つ目は富士山静岡空港である。富士山静岡空港のある牧之原市では、高速交通体系が一つであることや、高速道路のインターチェンジが近いから選んだ。これらの三つの交通施設の事例を参考に、三重県における都市政策や課題などをまとめる。

4. 過去の新幹線駅や空港の設置による影響

4.1 岐阜羽島駅¹⁾

岐阜羽島駅では、名古屋駅まで 10 分という地理的状況を生かした通勤通学の需要もある。しかし駅周辺には安く利用可能な駐車場が多く、あまり都市開発がされていないのが現状。それは在来線との接続が不便であることが主な要因であると考えられる。岐阜羽島駅から JR 岐阜駅までは約 45 分かかる。そのアクセス方法は岐阜羽島駅から徒歩 2 分の場所にある名鉄新羽島駅から名羽島線で笠松駅へ、笠松駅で名鉄名古屋本線に乗り換えて名鉄岐阜駅に、名鉄岐阜駅から JR 岐阜駅まで徒歩 10 分で到着する。岐阜羽島駅が不便であると感じる理由は在来線との繋がりが悪いことが大きな原因であると考えた。

しかし岐阜羽島駅ならではの特徴もある。岐阜羽島駅では名古屋まで 10 分であることから、まず自家用車で岐阜羽島駅まで来てさらに新幹線を利用するというパークアンドライドが可能である。また、新型コロナ禍において、テレワークやリモート会議等の普及により、地方都市に住みながら、必要な時に新幹線を利用して

大都市に行くという交通需要に無理なく対応できる可能性がある。

4.2 新鳥栖駅²⁾

新鳥栖駅のある鳥栖市では九州の高速道路が十字に接続する点であり、新鳥栖駅から鳥栖インターチェンジまで車で15分程の距離にある。このよ
生かして、鳥栖市では修学旅行生を新鳥栖駅まで呼び込む取り組みや、
新鳥栖駅を拠点とした観光冊子の作成などに取り組んでおり、新鳥栖駅
を中心とした都市政策が行われている。また、新鳥栖駅では住民からの
要望により在来線の長崎本線と接続しているため、在来線との乗り継ぎ
も容易にできる。このことから新鳥栖駅まで新幹線に来て、新鳥栖駅で
特急ハウステンボス号や特急かもめ号などに乗り換えて、佐賀市方面、
長崎方面への移動が可能となった。



図-1 九州の高速道路図³⁾

4.3 富士山静岡空港³⁾

富士山静岡空港では高速道路のインターチェンジが近く静岡県内から自家用車でのアクセスが便利である。このことから航空機やリニア中央新幹線など高速で移動できる交通機関と高速道路の関係は重要であり、それを有効活用すれば、交通施設の利用価値があがると考える。

5. 亀山市と三重県への影響と今後

5.1 亀山市⁴⁾

リニア中央新幹線により亀山市から東京までの所要時間は1時間ほどになる予定である。現在の3時間から2時間もの時間短縮が可能となる。これにより亀山市周辺は東京の通勤圏内となる可能性がある。毎日の通勤は現実的ではないかもしれないが、平日は東京で仕事、休日には亀山市で暮らすという二地域居住も可能になり、転勤時などにおいても引っ越しの有無も含めた選択肢が増えると思われる。また、亀山市は県内の中でも企業誘致に積極的であり、リニア中央新幹線開業後には、IT業界などオンラインでの業務が可能な企業のオフィス誘致などが実現すれば、転入者の増加が期待される。

5.2 三重県⁵⁾

リニア中央新幹線開通により、観光面と経済面で大きな影響がある。

観光面では移動時間の短縮により、東京から日帰りでの観光が可能になったり、三重県への滞在時間の増加から、複数の観光地に訪れることが可能となったり、三重県全体の観光地が活性化すると考えられる。

経済面では、三重県における人口減少率の緩和や第二次産業、第三次産業の事業所数が増加することで、県内企業が新たにモノやサービスを生産した儲け（総付加価値額）が約6.1%増加することが見込まれる。この結果、雇用者数の増加などにつながり、経済の豊かさが向上することに期待される。

6. 三重県全体が有効活用するためには

6.1 在来線の強化

三重県で最も知名度のある観光地は伊勢神宮である。リニア中央新幹線三重県駅を有益な駅にするためには伊勢との関係性が重要である。しかし東京方面から伊勢へのアクセス方法に大きな課題がある。それはリニア中央新幹線を三重県駅まで乗車せずに名古屋駅で近鉄に乗り換えた方が所要時間の短縮になることである。リニア中央新幹線は東京—名古屋間は最速で40分であり、各駅停車のリニア中央新幹線を乗車した場合は60

分である。図2に所要時間の比較を示す。



図-2 現状のままリニア開通の場合

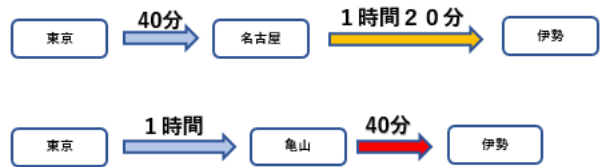


図-3 亀山伊勢間に快速列車が運行した場合

現状では、亀山駅—伊勢市駅間の所要時間は1時間30分であり、快速列車や特急列車が無いのが現状である。そこでリニア中央新幹線三重県駅を有効活用するためには、亀山駅—伊勢市駅間の快速列車の運行が必要であると考えられる。仮に亀山駅—伊勢市駅間を40分で移動できたとすると、図3のようにリニア中央新幹線三重県駅まで利用した場合の方が20分の所要時間の短縮になる。

6.2 周辺都市との道路の強化とバスの整備

鳥栖市の事例を参考に、修学旅行生の積極的な呼び込みや、リニア新駅を拠点とした二次交通の強化が必要であると考えた。三重県には高速道路が多く、全て亀山市に繋がっている。そしてリニア中央新幹線三重県駅は亀山インターチェンジ付近を候補地としていることから、自動車やバスでの二次交通に強いことが長所であると考えられる。このような条件を生かして、修学旅行生などの積極的な呼び込みや、三重県駅を拠点とした観光を促させる取り組みが良いと考えた。



図-4 鈴鹿亀山道路⁶⁾



図-5 北勢バイパス延長⁷⁾



図-6 三重県の高速道路

また、道路交通に強い亀山市だからこそ、周辺都市とのバスの整備や更なる周辺道路の強化が更に利用しやすい駅になると考えた。実際に現在鈴鹿亀山道路（図4）や北勢バイパスの延長（図5）が着工しており、亀山と鈴鹿、四日市のつながりが強化されると考える。

6.3 リニア新駅と在来線駅との接続

岐阜羽島駅では在来線との繋がりに時間がかかるのに対して、新鳥栖駅では、近隣住民から在来線の停車駅の設置を請願され、新鳥栖駅には在来線（長崎本線）が接続している。このことから、新鳥栖駅では新幹線から在来線への乗り換えで、長崎方面や周辺駅へのアクセスが良好であると言える。

三重県駅の第一候補地は亀山インターチェンジ付近（亀山駅から4キロほど離れた場所）であり、既存の在来線駅に接続する訳ではない。そのため、リニア新駅にも在来線を延長させる、もしくは、関西本線亀山駅—関駅区間の間にリニア中央新幹線三重県駅の設置をすれば、在来線と繋がるようにすれば、6.1に提示した提案の実現にもつながる。

7. 結論

本研究では過去の新幹線駅完成後の都市政策や現状の三重県の観光地へのアクセス方法などを調査しリニア中央新幹線三重県駅開業後に必要であると思う都市政策を提案できた。

その結果、駅周辺に大きな駐車場の設置、高速道路までのアクセス、既存の在来線の活用やバスでの二次交通を強化するなど、亀山市そして三重県の立地を生かした二次交通のあり方について考えをまとめることができた。

謝辞

本研究は磯部友彦先生のご指導の下で進めることができ、作成することができました。長期にわたるご指導、感謝いたします。

参考文献

- 1) 健美家株式会社WEB：東海ニュース”残念な駅”と揶揄される東海道新幹線「岐阜羽島駅」周辺の地価が上昇?! 東京も通勤圏になり得るワケ
<https://www.kenbiya.com/ar/ns/region/toukai/4586.html>（参照 2022-2-12）
- 2) 鉄男福岡ブログ：九州の駅：“新鳥栖駅（在来線）請願駅として在来線ホームもできる”
<https://plaza.rakuten.co.jp/rhyme2050/diary/202003010000/>（参照 2021-10-21）
- 3) 富士山静岡空港WEB：“交通アクセス”
<http://www.mtfuji-shizuokaairport.jp/access/>（参照 2021-9-17）
- 4) 亀山市役所WEB：“リニア中央新幹線について 影響報告書”
<https://www.city.kameyama.mie.jp/docs/2014112300444/>（参照 2022-2-12）
- 5) 三重県庁WEB：“リニアで変わる三重県の未来”（参照 2021-10-4）
<https://www.pref.mie.lg.jp/common/content/000942272.pdf>
- 6) 三重県庁WEB：“道路計画 鈴鹿亀山道路の概要”
<https://www.pref.mie.lg.jp/DOROKI/HP/suzukame/index.htm>（参照 2021-12-28）
- 7) 国土交通省中部地方整備局北勢国道事務所WEB：“国道1号北勢バイパス”
<https://www.cbr.mlit.go.jp/hokusei/works/hokusei/>（参照 2021-12-28）

放置自転車の駐車特性の分析

EC18030 近藤 優樹

1. 研究背景

放置自転車は道が狭くなり通行の支障をきたすだけではなく、景観を損ねる、点字ブロックをふさがれる、緊急時の救急活動の妨げになるなどの影響を与えている。

名古屋市では、路上の放置自転車は深刻な問題になっており、駅周辺の放置自転車に関する 2019 年度の全国集計で、名古屋市が約 6600 台となり、前回調査に続き全国の自治体でワーストとなった。市はこれまでも放置自転車対策を進めており、本研究で対象とした栄地区では 2013 年度以降で 5500 台の駐輪場を新設し、ピーク時の 1987 年に比べ 5 分の 1 に減少している。しかし、栄地区など中心市街地では駐輪場整備が需要に追いついていないのが現状である。¹⁾

本研究では栄駅 8 番出入口前（サンシャイン栄前）を対象として取り上げた。（図 - 1）ここを取り上げた理由は駅出入口付近であるが放置自転車禁止区域になっておらず、放置自転車が多い。また、歩道幅も歩行者の多さに比べると余裕があるとはいえないことである。

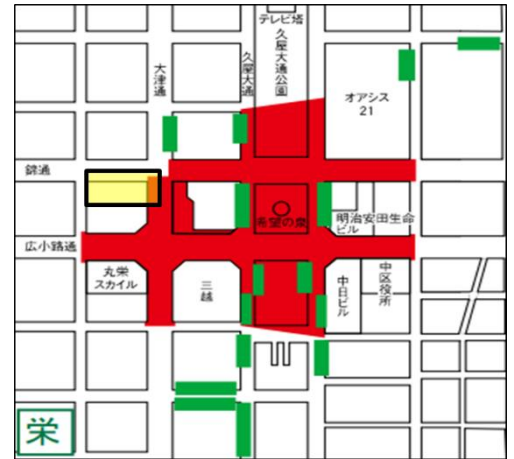


図-1 調査対象箇所（黄色部分）²⁾

【赤：放置禁止区域、緑：無料駐輪場】

2. 研究目的

今回対象とした栄駅 8 番出入口前（サンシャイン栄前）は、放置自転車が多く見受けられているのにも関わらず放置自転車禁止区域に指定されていない。（図 - 2）また、栄駅の他の出入口付近はほとんどが放置自転車禁止区域に指定されている。

そこで路上駐輪の時間帯別台数、路上駐輪後の自転車利用者の行き先を調査し、その特性を明らかにすることにより、今後の対策の基礎資料を得ること、また基礎資料をもとに自分なりの路上駐輪対策案を提案することが目的である。



図-2 対象地区の自転車駐輪状況

3. 研究方法

調査区域は栄駅 8 番出入口前（サンシャイン栄前）の歩道とする。1) 観測日の 6 時から 23 時まで 1 時間ごとに現地観察し時間帯別台数を計測すること、2) 路上駐輪をした後の自転車利用者の行き先を尾行し調査すること、3) 調査から得られたデータをもとに禁止区域の妥当性の把握、路上駐輪対策案の提案をすること、とした。

4. 調査結果

1) 時間的台数の計測

以下の要領で調査した。

日 程：2021年9月15日（水）緊急事態宣言中

天 候：晴れ

気 温：最高 29.8℃、最低 19.5℃

場 所：栄駅 8 番出入口前（サンシャイン栄前）

時 間：6 時～23 時

使用物：数取器（図-3）

内 容：6 時～23 時を 1 時間ごとに観察し、時間帯別台数を計測。



図-3 使用物

ピーク時（15 時）で 100 台近く停まっていた。9 時から 11 時にかけて駐輪台数の変化（増加）が大きいことが分かった。（図 - 4）また、直近の放置自転車禁止区域（すぐ近くの歩道）では、路上駐輪がほとんどなかったことも確認している。（図 - 5）

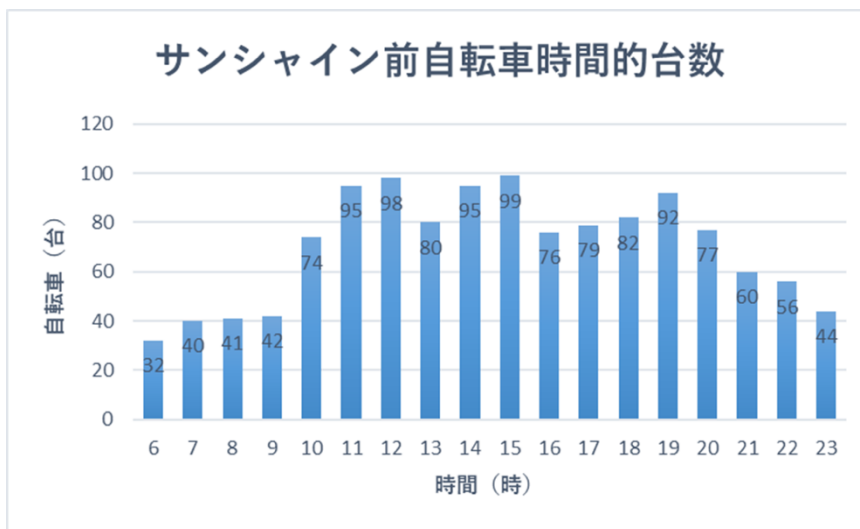


図-4 時間帯別自転車台数

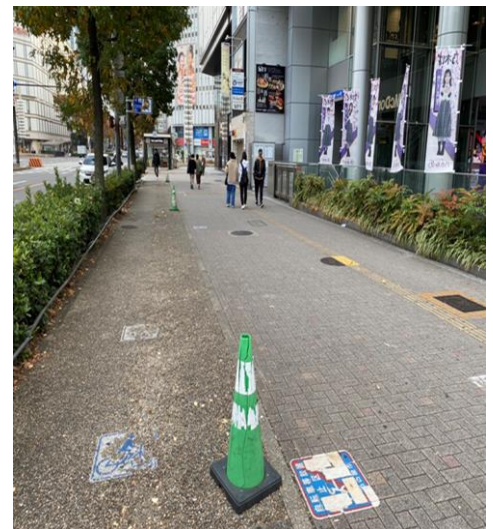


図-5 直近の放置自転車禁止区域

2) 路上駐輪後の自転車利用者の行き先調査

以下の要領で調査した。

日 程：2021年11月8日～2021年11月12日

場 所：同上

時 間：午前9時～午前11時

使用物：A4 バインダー、マップを印刷した紙、ペン（図-6）

協力員：1名（11月8日、10日、11日）

内 容：指定した区域内で路上駐輪をした自転車利用者を尾行し、おおよその行き先を記録。

表-1 路上駐輪後の自転車利用者の行き先調査の調査日状況

	8 日	9 日	10 日	11 日	12 日
天候	晴れ	雨のち曇り	晴れ	晴れ	晴れ
最高気温 (°C)	25.1	19.6	17.7	17.8	17.3
最低気温 (°C)	12.5	13.6	9.8	10	8.2



図-6 使用物

5日間で計207名集計することができた。(調査時間内に路上駐輪した人ほぼ100%)その中でサンシャイン栄の利用者が5割以上であった。また、9割以上の利用者が交差点を超えない場所に行き、サンシャイン栄に設置されている自転車駐輪場(有料)を利用した人は見られなかった。(図-7) サンシャイン栄の4階にはホットヨガ、5、6階にはビューティークリニックがあったためか女性の利用者が多く見受けられた。

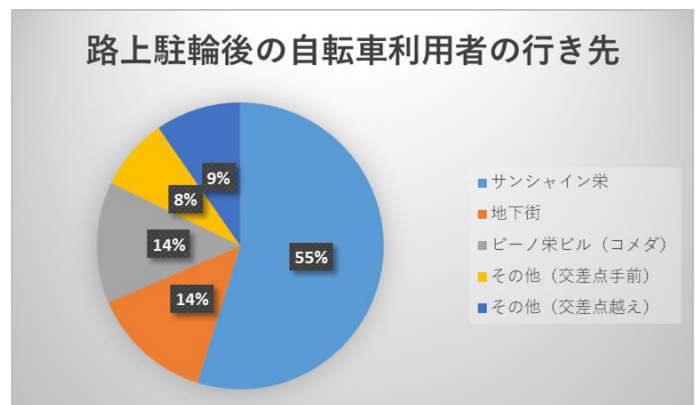


図-7 路上駐輪後の自転車利用者の行き先

5. サンシャイン栄自転車駐輪場概要

表2にサンシャイン栄駐輪場の利用規約を記す。

表-2 サンシャイン栄駐輪場

利用時間	8:30~24:00
駐車できる車両	自転車
駐輪料金	100円/1回

上記以外の時間は入退場ができない。また、原動機付自転車及び自動二輪車の駐車はできず、一回利用は、一営業日内の利用とし、これを超過した場合は、一営業日につき、100円の追加料金が発生する。



図-8 サンシャイン栄駐輪場

6. 考察

(1) 禁止区域の妥当性について

本研究の対象箇所はピーク時で100台近く停まっているのに対して、直近にあるすぐ隣の放置自転車禁止区域では全く停まっていない。また、他の禁止区域とそうでない区域を見比べても極端に差があった。このことから、禁止区域の設定は効果が見られる。地下鉄出入口周辺で景観的にも良くなく歩行者交通量も多い。特に防災面を考慮すると危険な状況になりかねない。歩道幅を考慮すると、路上駐輪の存在は、車いす使用者同

士のすれ違いができない状況を生んでいる。以上から、今回の調査区域も自転車放置禁止区域に加えたほうが良いと思われる。

(2) サンシャイン栄の駐輪場（有料）を利用する人がいない件について

駐輪場を利用しない自転車利用者目線で考えられる意見として、駐輪場の存在を知らない。駐輪するのに手間がかかる。路上に止めていても恐らく撤去されないだろうと思われている。駐輪料金を支払うのをためらっている。などの考え方をしているのではないかと考えられる。以上から、商業ビル内の自転車駐輪場の有効活動を推進する方策も必要である。

7. 路上駐輪対策の提案

栄駅周辺のさまざまな放置自転車禁止区域とそうでない区域を見比べた時、極端に差があるように感じた。実際、本研究の調査で対象箇所（放置自転車禁止区域ではない）はピーク時に100台近く停まっているのに対して、直近の放置自転車禁止区域では全く停まっていなかった。以上から放置自転車禁止区域に指定することで自転車利用者に対して牽制することができ放置自転車の数の緩和につながるのではないかと考えられる。

区域にもよるが自転車利用者の先入観で路上駐輪しても撤去されないだろうと考えている人が多く見受けられた。また、自治体が放置自転車対策にかけている費用は、決して少なくなく放置自転車に対する苦情対応など、自治体職員の労力も大きいだろう。これらより、思い切って民間の力を合わせ、大胆に撤去を強化することにより路上駐輪をすることはいけないという雰囲気を作ることができかつ放置自転車問題解決につながるのではないだろうか。³⁾

8. 結論

本研究では、放置自転車の駐車特性の分析について、栄駅8番出入口前（サンシャイン栄前）を対象として調査した。名古屋市の放置自転車は昔に比べたら改善されてきているが今もなお深刻な問題となっている。今回の調査で明らかになったのは、自転車利用者の駐輪マナーの意識レベルが低い。サンシャイン栄の駐輪場が有効活用されていない。禁止区域の影響力は恐らくかなり大きい。以上の3つである。これらの問題を解決していくには、自治体を中心に自転車利用者に向けて路上駐輪をすることはいけない雰囲気作りや規制を検討する必要があるだろう。

謝辞

本研究の遂行にあたって、磯部先生はじめ名古屋市緑政土木局路政部自転車利用課の皆様から貴重なご助言を頂いた。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 中日新聞WEB：放置自転車は名古屋市が全国ワースト 19年度集計(2020年10月8日)、
<https://www.chunichi.co.jp/amp/article/133533>(参照 2022-1-28)
- 2) 名古屋市：自転車等放置禁止区域、
<https://www.city.nagoya.jp/kurashi/category/2-2-3-3-0-0-0-0-0-0.html>
(参照 2022-1-28)
- 3) 万年直子：発想転換！放置自転車対策でいきいきまちづくり、
<http://www.hitozukuri.or.jp/jinzai/seisaku/81sien/01/09/304.pdf>(参照 2022-1-28)

岐阜県内におけるバリアフリー基本構想の効果比較

EC18033 笹野 功太

1. 研究目的

筆者の最寄り駅である新羽島駅のバリアフリー整備が 2019 年に完成した。エレベーターや障害者用多機能トイレなどが設けられ、高齢者や妊婦や子連れの方など、多くの人の利用のしやすさが増したと思われる。岐阜県内の他の市や町のバリアフリーの現状を調べると、岐阜県内のバリアフリー整備には、市や町が国（国土交通省）に提出したバリアフリー基本構想が元になっていると分かった。それがどのような効果を及ぼしたかについて、岐阜県内での制定事例を調べ、検討する。

2. 研究方法

まず、文献 1) や文献 2) を参考にし、必要となる知識を取り入れる。

次に、各市町のバリアフリー基本構想を web や図書館で調べ集める。見つけれないものは市役所や役場に問い合わせコンタクトをはかる。さらに、国土交通省中部運輸局の方に協力していただき、資料の入手をはかる。

基本構想自体の比較や、達成状況、生かされている事業や取り組みを調べ、現状や課題、その解決方法を考える。

3. バリアフリー基本構想とは

バリアフリー基本構想とは、バリアフリー法第 25 条において、旅客施設など、高齢者、障がい者の利用する施設が集まった地区で市町村が作成できる構想のこと³⁾である。一体的なバリアフリー化を進めることが狙いであり、誰もが暮らしやすいまちづくりに繋がるとされている。

岐阜県内では、計 13 の市町が基本構想を作成している。

4. 岐阜県内の各市町のバリアフリー基本構想について

バリアフリー基本構想の入手状況を表 1 に表した。直接依頼の方法は筆者メールアドレス、電話番号を記載した手紙で行った。B 市と L 町は返信があり基本構想を入手できた。特に B 市では筆者が直接市役所に行き担当者とコンタクトできた。担当者からは、筆者が問い合わせるまで基本構想の存在を知らなかったというコメントをもらった。K 市からの返信があったが、市役所内には基本構想が不在という理由で入手できなかった。C 町からの返信がなかった。F 市と G 市に関しては、中部運輸局に保管されている資料を提供してもらったが、概要版のみの入手となった。

5. 基本構想の項目比較

収集したバリアフリー基本構想の比較にあたって、以下の項目を取り上げた。ア)策定年月、イ)構想の見直し、ウ)別事案の基本構想の作成、エ)市民への公表状況、オ)重点整備地区の面積、カ)重点整備地区内の生活関連施設の数、キ)市民アンケートの有無、ク)ヒアリング調査の有無、ケ)まち歩き（現地調査）の有無、コ)対象障がい者の種類、サ)特定経路・生活関連経路の長さの合計距離、の計 11 項目の内容とする。この概要では 4 つの項目を取り上げて紹介する。

表1 基本構想の各市町の入手状況

(○：本編を入手、△：概要版のみ入手、×：その方法では入手できなかった)

	策定年月	web	地元図書館の web	担当者への直接依頼	中部運輸局の協力
A市(W 駅)	平成 14 年 9 月	○			
B市	平成 14 年 9 月	×	×	○	
C町	平成 15 年 4 月	×	×	×	○
D市(X 駅)	平成 15 年 5 月	×	×		○
E市	平成 15 年 5 月	×	○		
F市	平成 16 年 7 月	×	×		△
G市	平成 16 年 12 月	×	×	×	△
H市	平成 17 年 2 月	○			
I市	平成 17 年 6 月	○			
J町	平成 17 年 6 月	○			
K市	平成 19 年 4 月	×	×	×	○
L町	平成 20 年 4 月	×	×	○	
N市	平成 25 年 7 月	○			
M市(Y 駅)	平成 27 年 4 月	○			
D市(Z 駅)	平成 30 年 3 月	○			

「重点整備地区内の生活関連施設の数」では図1のようなグラフとなった。生活関連施設とは、相当数の高齢者、障がい者等が利用する施設のことであり、駅や官公庁、福祉施設等が対象となる。重点整備地区とは、旅客施設を中心とした地区、高齢者、障害者が利用する施設が集まった地区のことである²⁾。図1をみると生活関連施設の数にはバラつきが見られた。特にZ駅周辺のバリアフリー基本構想では、重点整備地区が駅近辺にしかなく、「重点整備地区の面積」も10haととても小規模であると分かった(図2)。例としてN市では「重点整備地区の面積」は160haである(図3)。この比較をした図を図2と図3に生活関連施設も駅近辺だけでなく、駅から少し離れた範囲にも設定されている。

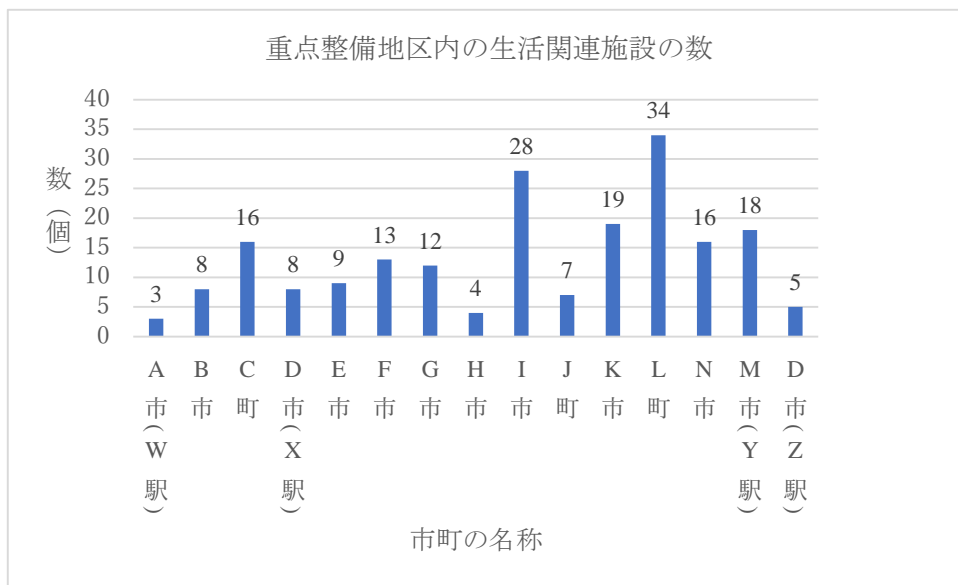


図1 重点整備地区内の生活関連施設の数

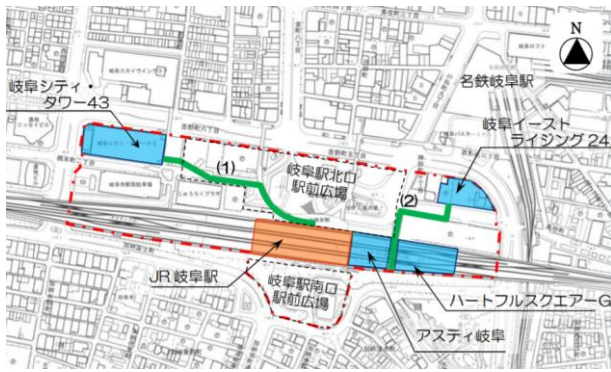


図2 Z駅のバリアフリー基本構想⁵⁾



図3 N市のバリアフリー基本構想⁶⁾

「構想の見直し」では、全13の市町の中で、N市のみの実施していることが分かった。
 「別事案の基本構想の作成」では、A市とD市が行っている。それぞれ表2と表3に示す。

表2 A市の別事案の基本構想

策定年	平成14年	平成27年
月日	9月17日	4月14日
A市	W駅周辺	Y駅周辺

表3 D市の別事案の基本構想

策定年	平成15年	平成30年
月日	5月15日	3月15日
D市	X駅周辺	Z駅周辺

6. 進捗状況、生かされている事業や取り組み、関連計画など

ここでは、特徴のあるN市と、事前にコンタクトを取り問い合わせをした、B市、G市、K市、L町のうち、B市を取り扱う。

・N市：

N市は、13の市町の中で唯一進捗状況の記載をしている市であることが分かった。平成18年度に策定した基本構想に位置付けられた施設（道路、公共交通施設）についての整備状況が、完了、一部完了、未着手、実施中の4つの状況で表されている。

生かされている事業や取り組み、関連計画については、基本構想に記載されている内容より、11以上のものがあると分かった。例として第6次N市総合計画や、障害者計画、バリアフリー推進計画、健康づくり計画などがある。

・B市：

B市役所の方とコンタクトをとった。進捗状況についての質問には、やはり不明との回答だった。しかし生かされている事業では、都市再生整備計画「B市南西地区」において、基本構想の考えを取り入れ、平成18年から22年にかけて事業を行ったということだった。

筆者自身で調べたところ、高齢の方や障がいのある方などは行き来が困難であったV駅のV駅東西自由通路の建設も関連計画であり、基本構想が生かされている事業だと考える。

7. 考察

今回の研究の考察としては、バリアフリー基本構想は存在価値があり、まちづくりに対して役立っているが、改善の余地もあると考えられる。

各市の基本構想の入手状況から、約半数の市町が公表していないという現状が見られたからである。かつては公表されていた可能性はあるものの、計画期間の終了した過去の計画ととらえられ現時点では確認できないという事実は問題である。改善していくことが大切だと考える。また、記載項目の進捗状況並びに基本構想の見直しをしているのは、N市のみであり、全体的に達成状況が不明瞭であった。実際にコンタクトを取った市町では、筆者が問い合わせるまで基本構想の存在を知らなかった、という現状もあったことか

ら、新しい時代を受け継ぐ人に、受け継ぎがされていないのではと考える。これを改善していくためには、例としてN市の取り組みにあるようなバリアフリー推進協議会などを設置し、定期的を開催していく必要があると考える。上記のように基本構想は過去の計画ととらえられているという面もあるが、どの市町でもバリアフリー基本構想の関連している事業や、生かされている事業があったことは基本構想を策定したことの大きな価値の1つになると考える。

問題点としては、Z駅は中心都市にある駅にもかかわらず、生活関連施設が少ないことや、重点整備地区が駅近辺のみなこと、さらには徒歩7分圏内にあるU駅が基本構想に含まれていないことがあげられる。これには鉄道会社との関係や金銭面の関係、さらには担当者のやる気の問題が関係しているのではないかと考える。鉄道周辺のバリアフリー化という市や町は鉄道会社の問題と考えてしまう。そうではなく町全体のバリアフリー化の一環として行う考え方をしていく必要があると考える。

8. まとめ

現状調査やZ駅の問題点から、これまでの基本構想には改善点があることが分かった。一方で、良い点として、N市のように基本構想の見直しを積極的に行い、基本構想の内容を充実させている市や、B市のように基本構想の考えを生かし新たな計画を実施している市がある。いわゆる垂直展開をしている市があることが分かった。また、A市やD市のように他の駅の基本構想を策定している市がある。いわゆる水平展開をしている市もあることも分かった。またここで紹介した以外の市町でも、基本構想が生かされている取り組みや関連事業が多く存在したことから、バリアフリー基本構想はまちづくりに役立っており、存在価値のあるものだと分かった。

そして、基本構想を拡大していくために、1度でも基本構想を策定した市町は、鉄道駅との関わりなど、策定したことならではの経験を次の世代に継承していくことが望まれる。

謝辞

本論文を作成するにあたって多くのご指導をいただきました主指導教授である磯部友彦教授、資料収集にご協力いただいた関係市町のご担当者並びに国土交通省中部運輸局交通政策部バリアフリー推進課の皆様へ謝意を表す。

参考文献

- 1) 交通エコロジー・モビリティ財団：交通バリアフリー法に基づく基本構想策定の手引き、大成出版、2002年
- 2) 交通エコロジー・モビリティ財団：交通バリアフリー法基本構想関連資料集、2001年
- 3) 国土交通省：移動等円滑化促進方針・バリアフリー基本構想作成に関するガイドライン p4
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/barrierfree/content/001390902.pdf> (参照 2021-08-30)
- 4) 国土交通省：基本構想制度の概要 p2
https://www.city.ise.mie.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/007/676/gaiyo.pdf (参照 2021-08-30)
- 5) 岐阜市 WEB：JR 岐阜駅周辺バリアフリー基本構想 p15
https://www.city.gifu.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/010/776/jr-gifu-bf_0.pdf
(参照 2021-08-30)
- 6) 多治見市 WEB：多治見市バリアフリー基本構想 p 56
<https://warp.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11633960/www.city.tajimi.lg.jp/kurashi/toshikekaku/kotsu/documents/kihonkoso.pdf>
(参照 2021-08-30)

名古屋都市圏の都市の発展段階

EC18036 佐藤 楓

1. 研究背景

名古屋市ベッドタウン、いわゆる郊外都市に属する江南市、2021年10月の時点で人口が10万人に達しようとしている。人口は増加傾向にあり江南市は発展していると考えられる。この点から人口を見てその市町村は発展傾向にあるのか、衰退傾向にあるのか現状を調べようと考えた。

2. 研究目的

本研究は市町村の過去から現在までの人口などのデータを集め比較することで地域の現状及び傾向を知ることが目的とする。また今後市町村の評価を行う際の指標の一つにすることを目的とする。

3. 研究方法

研究の対象地域を名古屋都市圏の38市19町1村とする。対象の市町村の人口データをもとに経済面の情報を集める。集めたデータを比較、分析し現状及び傾向を掴む。

4. 名古屋市都市圏¹⁾

名古屋市都市圏は愛知県名古屋市を中心とする都市圏である。都市間の距離が20km以内、人口が10万人以上、昼夜間人口比率が1以上である名古屋市と小牧市が核都市として規定されている。この2都市への通勤通学者が全通勤通学者の5%以上もしくは500人以上である市町村が範囲となっている。

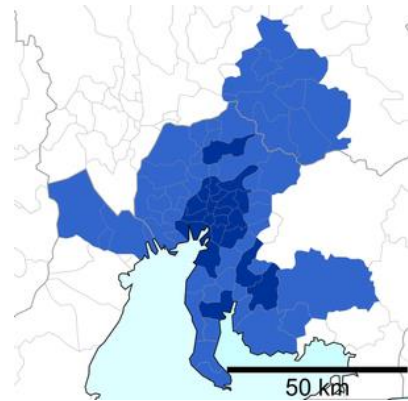


図.1 名古屋都市圏の範囲（青塗の部分）

5. 収集した情報

5.1 データ収集の方法

各市町村のデータを集めるにあたって情報の正確性を考えた結果、国勢調査の情報を扱っている RESAS²⁾ や e-Stat³⁾ のようなデータベースから情報を集めた。

5.2 年ごとのデータ

国勢調査は5年ごとに行われるため、最新のもので2020年から5年ずつ遡ってデータを集めた。可能な限り各年代のデータを集めたが調査の間隔が合わない項目もあるため国勢調査の年に近いものを選択し収集した。表1が5年ごとに合わせて収集できた情報。また小売販売額、卸売販売額、従業者数は年代が合わず国勢調査実施年に近いデータを使用した。

表 1.集めたデータ

総人口	1975年～2020年（5年ごと）
男女別人口	1985年～2020年（5年ごと）
年齢別人口	2000年～2020年（5年ごと）
昼間人口	2005年～2015年（5年ごと）
従業者数	2005年、2009年、2012年～2016年（2年ごと）
市町村民税	1990年～2015年（5年ごと）
地価	2000年～2020年（5年ごと）
農業産出額	1975年、1980年～2006年（1年ごと）、2015年
製造品出荷額	1971年～2014年（1年ごと）
小売・卸売販売額	1974年、1976年～1997年（3年ごと）、1999年、2002年、2004年、2007年、2014年

5.3 合併などで地名、地域に違いがある市町村

1980年～2010年の間に合併や市制施行によって地域や地名の変更でデータの違が出ないように合併前の地域は2020年時点の対象地域に合わせて数値を合計している。表3はデータを集める際に名称が変わっており修正を行った市町村をまとめたものである。

表3.変化が起きた市町村⁴⁾

市町村名	合併した年	概要
可児市	1982年	可児町から市制施行。
日進市	1994年	日進町から市制施行。
弥富市	2000年	弥富町から市制施行。
いなべ市	2003年	北勢町、員弁町、大安町、藤原町が合併。
清須市	2005年	西枇杷島町、清洲町、新川町が合併。2009年に春日町が編入。
愛西市	2005年	佐屋町、立田村、八開村、佐織町が合併。
一宮市	2005年	尾西市、木曾川町が編入。
北名古屋市	2006年	師勝町、西春町が合併。
多治見市	2006年	土岐群笠原町が編入。
長久手市	2008年	長久手町から市制施行
あま市	2010年	七宝町、美和町、甚目寺町が合併。
西尾市	2011年	一色町、吉良町、幡豆町が編入

6. 都市の発展段階

人口面で市町村の発展具合を見るためクラッセンが提唱した都市の発展段階論⁵⁾の都市化、郊外化、逆都市化、再都市化の循環の中でどの位置にあたるかを調べる。各市町村で比較を行うために総人口の変化率を用いる。変化率は「(対象年度の値-対象の前年度の値) / 対象の前年度の値」で求めて比較する。

6.1 結果

変化率の推移をグラフにすると図3のグラフ内で赤く太い線の中心都市である名古屋市は大きな変化が無い。また11の市町村が名古屋市の推移を上回っていた。この名古屋市を都市の発展段階に当てはめると変化は小さいがわずかに人口が増加傾向にある点から都市化がすすんでいると考えられる。また名古屋市を上回る11の市町村は郊外化によって人口が増加傾向、残りの減少傾向にある市町村逆都市化が進んでいると考えた。

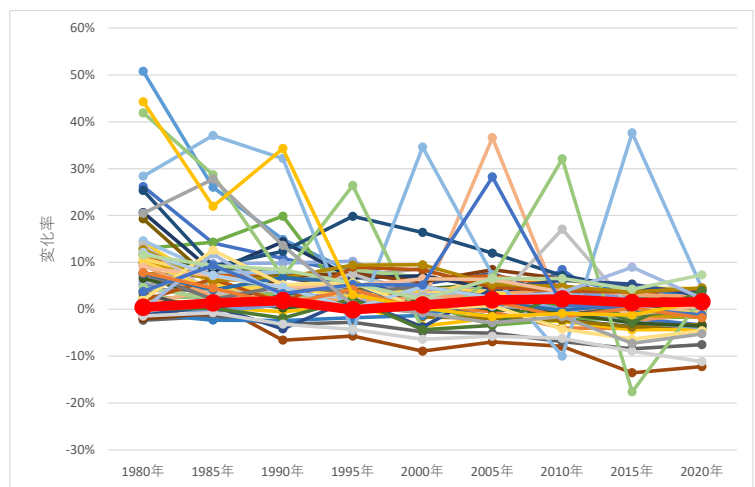


図.3 人口増減の変化率の推移

7. 主成分分析⁶⁾

主成分分析は多くの変数を少ない変数に置き換え要約することでデータを理解しやすくすることが可能である。主成分分析に使うデータは2015年を基準に2010年と2005年との変化率を用意した。分析を行うと元の変数を少なくした変数、主成分として示される。この主成分は1~3つ出ることが多い。また主成分が何ついて示しているかがわからないため分析者が解釈する必要がある。分析によって得られた各市町村の得点を横軸が労働、縦軸が生産の散布図に書き起こしその結果から各市町村の特徴や似た性質を発見する。

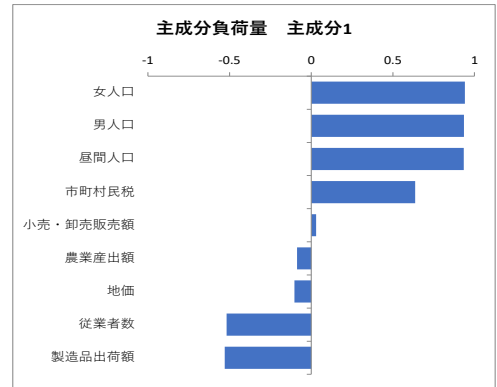


図.4 主成分1

8. 結果

8.1 2015年と2010年の変化率の主成分分析

第一主成分は図3から日中働いている人について、第二主成分は図4より製造品出荷額、従業者数、農業産出額、地価、市町村民税、男女人口が正の値をとっている点、小売、卸売販売額は負の値である点の二点から生産について表していると考えられる。

図5の主成分得点の散布図では第一象限は両主成分が増加傾向、第二象限は主成分1が減少、主成分2が増加傾向、第三象限は両主成分とも減少、第四象限は主成分1が増加、主成分2が減少傾向を表している。図5の散布図でとびぬけている値は西尾市、長久手市、東郷町である。またこの散布図から得点が近い市町村は特徴が似ていることを示す。図2から名古屋市と岡崎市の2市、愛西市と知多市の2市、弥富市と豊明市の2市、瀬戸市と江南市の2市、尾張旭市と東浦町の2市の5組は近い特徴を持っていることが分かった。この分析の結果では両主成分で減少している地域が多かった。

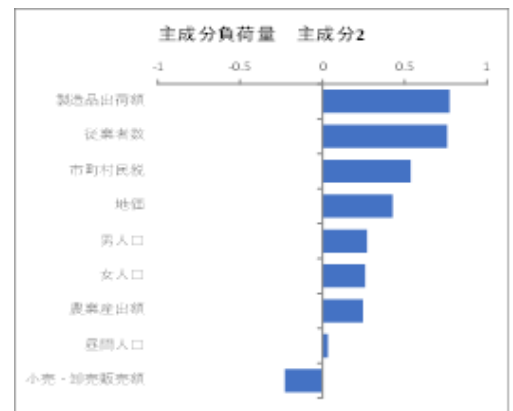
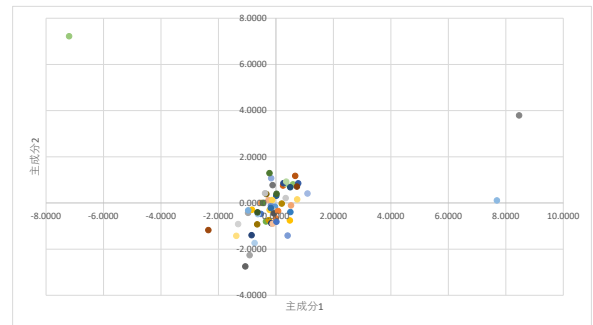


図.5 主成分2



8.2 2015年と2005年の変化率の主成分

図6の第一主成分は2010年との分析の第一主成分と正の値をとる項目は似ているが、製造品出荷額や地価など経済に関する項目も正の値となっている点から、経済に関する総合力だと考えられる。図7の第二主成分は地価、農業産出額、そして昼間、男女人口が正となっている点から農業に関する主成分であると考えられる。

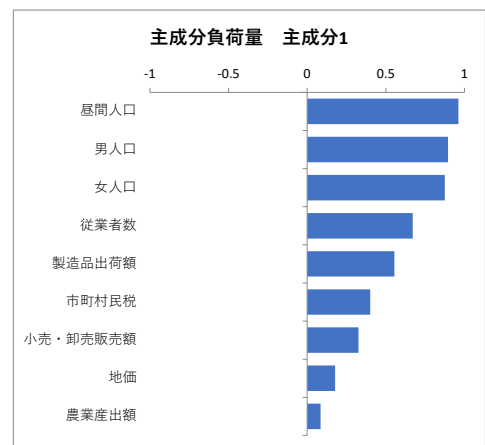


図.7 主成分1

主成分得点を散布図に書くと御嵩町、七宗町、西尾市、弥富市、日進市、長久手市がとびぬけていた。また近い値だった地域は幸田町、小牧市、知立市、北名古屋市、東海市、豊明市の6市、一宮市、碧南市、蟹江町、武豊町、半田市、瀬戸市、東浦町の7町村、飛島村、大治町、常滑市の3市町村の3組が第一、第二主成分の視点で見ると似た特徴であると考えられる

9. まとめ

はじめは人口の増減から発展具合を見ようと考えていたが愛知県の場合は産業面での発展も大きく関わっていたためさらに細かい産業の項目を加えればより特徴を見ることができたと考えた。

分析において2010年との比較で両主成分が負の値をとり衰退していると考えられる市町村が多かった。また生産額では増加傾向にある地域はあったが農業産出額はどの地域も年々減少傾向であった。これは住宅や工場などの開発が進んでいるのも原因の一つとして考えられる。

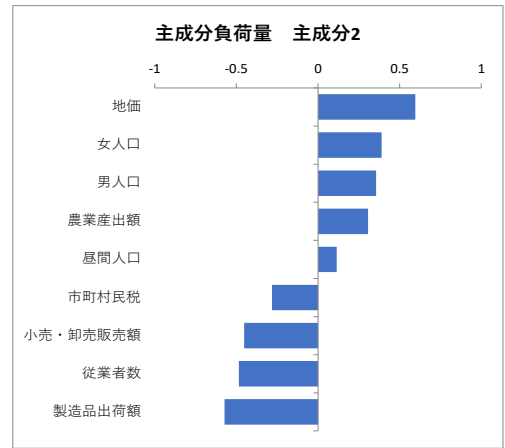


図.8 主成分2

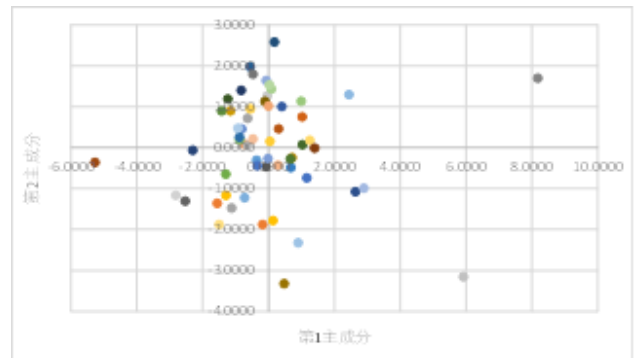


図.9 主成分得点の散布図

参考文献

- 1) 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社：平成26年度総合調査研究（地域経済の将来動向分析に関する調査研究） pp.5~6、
https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/9482678/www.meti.go.jp/meti_lib/report/2015fy/000553.pdf
(参照2021-7-15)
- 2) RESAS地域経済分析システム：<https://resas.go.jp/#/21/21204>（参照2021-7-19）
- 3) e-Stat“政府統計の総合窓口”：<https://www.e-stat.go.jp/>（参照2021-7-19）
- 4) 都道府県市区町村：市区町村変遷情報、<https://uub.jp/upd/>（参照2021-11-6）
- 5) 野田順康：都市化・都市成長の世界的潮流、都市政策研究(18)、福岡アジア都市研究所、pp.1-8、2017年3月
- 6) BellCurve統計WEB：主成分分析-エクセル統計による解析事例、
<https://bellcurve.jp/statistics/blog/12184.html>（参照2021-8-17）

救急救助実績と交通事故死傷者数との関連分析

EC18041 杉本 一真

1. 研究背景

愛知県では交通事故件数、交通死亡事故件数が多い状況が毎年のように繰り返している。とくに平成 15(2003)年から平成 30(2018)年まで交通事故死者数が 16 年連続の全国最悪であった。全国的に死亡事故件数は減ってきているとはいえ、令和 2(2020)年では、全国で 2839 人の方が亡くなっている。

2. 研究目的

日本の救急医療体制の整備が交通事故死傷者数の減少にどのように関係しているかを明らかにする。

3. 研究方法

都道府県別に救急救助実績と交通事故死傷者数との関連を調べるために、(財)交通事故総合分析センター (ITARDA)WEB²⁾や消防白書^{3)~5)}などで、各年度の病院数、救急活動状況(入電から到着までの時間)などを調べる。

調べたデータをエクセルにまとめ、グラフ化などを行う。各年度での比較やなぜその変化が起きたかについて考察する。

表-1 各年度によるデータ比較例 (消防白書を元に筆者が作成)

	平成30年	平成28年	平成23年
死亡事故件数	3449	3790	4481
10万人当たりの(死亡事故件数/事故件数)	801	759	648

分析にあたっては以下の仮説を設定し、その妥当性を検証する。

仮説 a; 救急救命士有資格者数の増加や病院数の増加、到着や病院までの救急車の到着時間の短縮により、死亡事故率は減少する。

仮説 b; 平成 23 年と 30 年のデータでは 30 年のデータになるほど良い方向のデータになっていく。

4. 研究成果

(1) 基礎データの収集・分析

まず、ITARDA 等により、都道府県別の交通事故件数、死亡事故件数などのデータを収集した。

各県の 10 万人当たりの死亡事故件数/事故件数を軸として分析し、表-2 にまとめた。表-2 を見ると死亡事故件数は東京や愛知がとても多いことが分かるが 10 万人当たりの死亡事故件数/事故件数では死亡事故率の高い岩手や福井と比べると 5 分の 1 ほどということが分かる。よって 10 万人当たりの死亡事故件数/事故件数のデータを使う。

表-2 10万人当たりの死亡事故件数/事故件数 (消防白書を元に筆者が作成)

県名	10万人当たりの(死亡事故件数/事故件数)	死亡事故件数
東京	436	142
愛知	536	189
福井	2926	58
岩手	2790	39

(2) 各県の救急救命士有資格者数と面積、人口の分析

各県の救急救命士有資格者数と面積や人口との比較を行った。

仮説 a に従えば、面積、人口ともに少ない人数や小さい面積に一人の救急救命士がついたほうが死亡事故件数は減っていくと考えられる。そのため死亡事故率の低い県に行けば行くほど少ない面積や人口に一人の救急救命士がついている右肩下がりのグラフになるはずである。

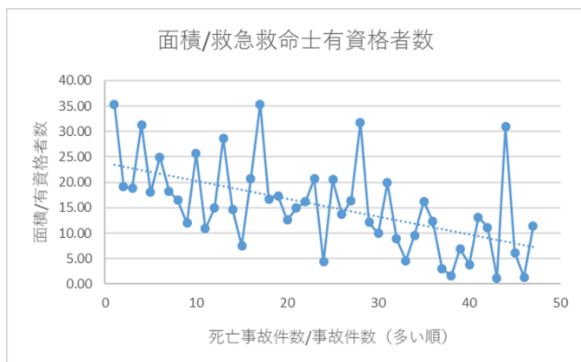


図-1 各県の面積と救急救命士有資格者の関係 (消防白書を元に筆者が作成)

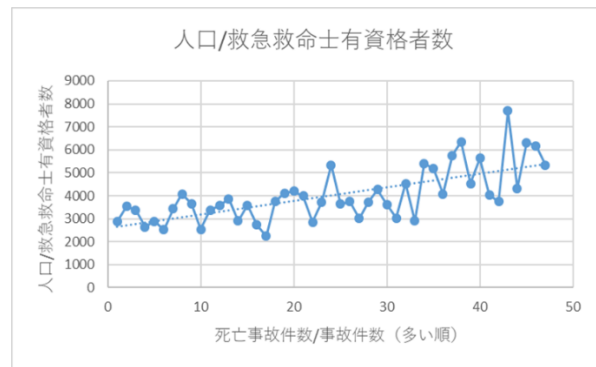


図-2 各県の人口と救急救命士有資格者の関係 (消防白書を元に筆者が作成)

図-1 は仮説 a のとおり多少のふり幅が大きい所もあるが平均的に右肩下がりのグラフになっている。よって死亡事故率の低い県に行けば行くほど小さい面積に一人の救急救命士有資格者がいるということになる。

図-2 は仮説 a とは違い右肩上がりのグラフになった。死亡事故率が高い県に行けば行くほど、少ない人口に一人の救急救命士有資格者がいるという仮説 a とは逆の関係性があることがわかった。

(3) 各県の病院数と面積、人口の分析

各県の病院数と人口、面積の比較を行った。

仮説 a は人口、面積ともに病院数が多いことで死亡事故率は減ると考えるが、特に救急車の受け入れ病院などを考え、右肩下がりのグラフになると考える。

図の縦軸を(面積、人口)/病院数、横軸を死亡事故率の高い県順に並べたものとする。

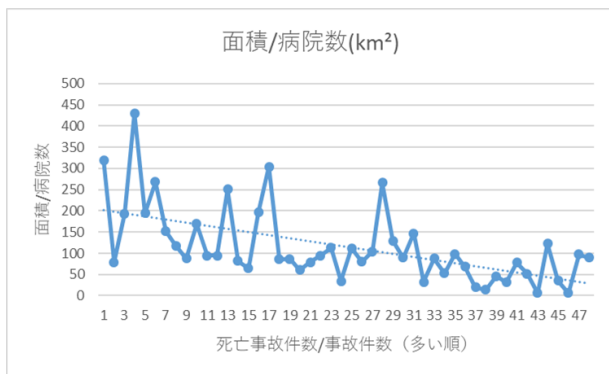


図-4 各県の面積と病院数の関係 (消防白書を元に筆者が作成)

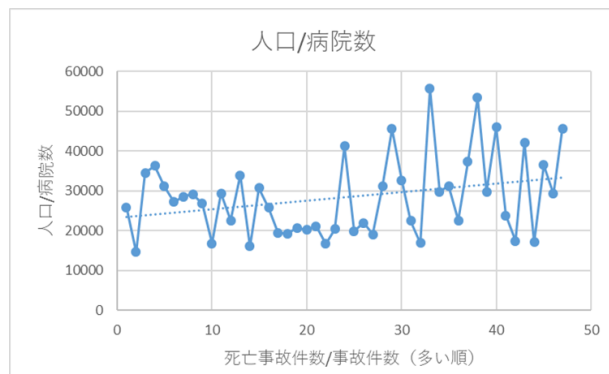


図-5 各県の人口と病院数の関係 (消防白書を元に筆者が作成)

図-4 では仮説 a の通り多少のふり幅はあるが右肩下がりのグラフになった。死亡事故率が低い県に行けば行くほど、小さい面積に一つの病院があることがわかる。

図-5 では仮説 a とは違い人口/救急救命士有資格者と同じで右肩上がりになっており、ふり幅がとても大きい。死亡事故率が低い県になるほど多くの人数に一つの病院があるという結果になった。しかし、ふり幅が大きくあまり信用できないグラフになった。

(4) 高規格車救急車の入電から現着や病着までの分析

高規格救急車の入電から現着まで 10 分以上かかる割合の比較を行う。(平成 23 年と 30 年の比較)

仮説 b では 23 年よりも 30 年のほうが到着時間は短くなり、死亡事故率の低下に大きく関わっていると考える。

縦軸を 10 分以上かかる割合、横軸を都道府県順に並べたものとする。

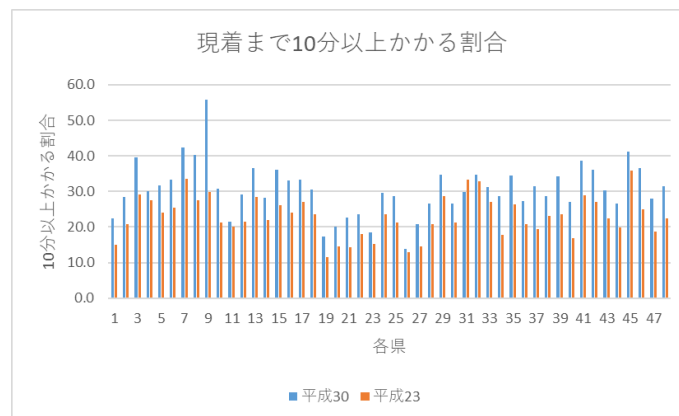


図-6 各県の入電から現着までの 10 分以上かかる割合 (消防白書を元に筆者が作成)

図-6 は 10 分以上かかる割合でほとんどの県が 30 年の方が増えているデータを示している。

この結果は、仮説 b とは反対にほとんどの県で 23 年よりも 30 年のほうが長く時間がかかっているデータが出た。これには救急車の台数の問題やそもそもの救急件数が増加しているのではないかと考えられる。

5. 仮説の妥当性について

救急救命士有資格者の増加や現着までの時間の短縮では面積と比較したところ、死亡事故率が少ない県ほど面積あたりの救急救命士有資格者が多いということが分かった。しかし、人口との比較では逆の傾向が見られた。

23 年から 30 年にかけて、死亡事故件数などは大幅に改善された。その一方で、死亡事故率や現着までの時間は増加している。よって、この状況は仮説 b が成立しない。

6. 考察

今回の研究を通して救急救助と交通死亡事故は深く関連しており、救急救助活動の改善すべき部分やもっと伸ばすべき部分があると考ええる。

面積と病院数や救急救命士有資格者数との比較では予想した通り、死亡事故率の低い県になるほど少ない面積に一人或いは一つの病院があるほうが死亡事故率を減らせことがわかった。

救急救命士有資格者数も病院数も平成 23 年より 30 年のほうが死亡事故率の各県の順位が下がった時のほうが上がった時よりも良いという傾向が見られた。特に面積と病院数の関係では死亡事故率の順位が下がった県と上がった県では 11.6km²の相違が見られた。この関係を重視したほうが良いと考える。消防の方の話だと最近では高齢化ということもあり、病院がいっぱいですぐに運ぶことができないことや、違う病院を探す

こともあるということだった。これは入電から病院までの時間が遅くなることにつながることで、改善策が必要だと考える。

改善策として病床の確保や救急病院の充実があげられる。特に二次救急、三次救急の病院の充実が求められると考える。他には病院と病院をつなぐ道路の整備などがあげられる。

現着まで 10 分以上かかる割合というのが年々増えていっているというのは驚いたが、高規格救急車の不足や事故件数の増加が関わっているのではないかと考える。消防の方の話を聞いたところ規模の小さい市町村では消防の合併を行っており、範囲における高規格車救急車の減少も関わってきているのではないかと考えた。

表-3 各年の死亡事故率³⁾⁴⁾⁵⁾

	30 年	28 年	23 年
死亡事故率	0.00801	0.00759	0.00648

表-3 に 23 年、28 年 30 年の死亡事故率をまとめた。ここから 23 年から 28 年、30 年と死亡事故率が徐々に上がっていっていることがわかる。これは年々死亡事故が減ってきているとは言われているが、それは事故件数が減ってきているということで死亡事故率は逆に増えていっているということである。このように車の発展や道路の整備、煽り運転や携帯を見ての運転などの取り締まりの強化で事故件数は大きく減少しているが、死亡事故率という面で改善すべき点は多いと考える。

7. 結論

救急救命士の人数や病院の数または病床の確保を行うことで死亡事故率は低下していくことが分かった。高齢者の増加や病床の圧迫といった問題があるが、救急救命士有資格者の増員や病床の確保、救急病院の充実などの対策を行うことが必要である。

事故件数の増加で高規格車救急車が常に街を走っており、待機状態があまりないことも現着までの遅れにつながっていると考える。高規格車救急車の増加や高齢者の多い地域には多くの高規格救急車の配置をするべきと考える。

謝辞

適切な指導と春日井市役所の仲介役をしていただいた磯部先生に感謝いたします。
本研究のためにご協力いただいた春日井市役所の職員の方に心から感謝いたします。

参考文献

- 1) 警察庁WEB：令和 2 年における交通事故の発生状況等について、
<https://www.npa.go.jp/news/release/2021/20210218jiko.html> (参照 2021-6-8)
- 2) 交通事故総合分析センターWEB：交通事故統計表データ、
<https://www.itarda.or.jp/materials/statistical/free> (参照 2021-6-8)
- 3) 消防白書 救急編 平成 30 年 (参照 2021-6-15)
https://www.fdma.go.jp/publication/rescue/items/kkkg_h30_01_kyukyuu.pdf
- 4) 消防白書 救急編 平成 28 年 (参照 2021-6-15)
https://www.fdma.go.jp/publication/rescue/items/kkkg_h28_01_kyukyuu.pdf
- 5) 消防白書 救急編 平成 23 年 (参照 2021-6-15)
https://www.fdma.go.jp/pressrelease/houdou/items/h23/2312/231216_1houdou/02_1.pdf

公共交通の機能補強による地域活性化

EC18047 塔本 哲成

1. 研究背景

刈谷市公共施設連絡バス「かりまる」は、平成 31 年度 4 月に改正が行われた。一部の系統の延伸や全ての系統の運行ルート変更が為されたが、一部の区間のみ、経由するバス停はそのままに通行する系統が入れ替えられていた。改正によってバス運行路線の構築を変えるのは、地域住民にとって利用しやすいという印象を与えるための 1 つの手法として理解できるが、設置している停留所や通行する道路を一切変更せず、通行するバスの系統を入れ替えるだけという改正の仕方にどのような意味があるのかが不明である。

2. 研究目的

「かりまる」の各系統がどのような機能を有しているかを分析し、今の運行体制における課題に対してコミュニティバスの有する機能をより活かした解決策または改善策を考案する。また、この改善策等が刈谷市と同様な現状を抱える他の地域に対しても有効であるか、地域活性化に貢献できるかについて考察する。

3. 研究方法

実際に市の公共施設連絡バス「かりまる」に筆者が乗車体験し、その中で留意すべき系統及び区間を抽出する。抽出された系統及び区間において、乗降客の数などの情報収集の他、利用客の目的地を分析する擬似的な OD 調査を行う。他の自治体においてバスの運営形態や環境面などの特徴が似ている地域を参考に、地域活性化に貢献できる対応策を考案する。今回の研究では、「かりまる」の 4 系統運動公園・東刈谷線と 5 系統 小垣江・依佐美線に着目する。

4. 刈谷市公共施設連絡バス「かりまる」の概要

1)4 系統 運動公園・東刈谷線

平成 30 年度までは東刈谷線という路線名で半城土町大原～生きがいセンター間で運行されていた。しかし平成 31 年 4 月 1 日から生きがいセンター停から総合運動公園停まで延伸し、JR 野田新町駅停やミササガパーク停など一部の公共施設付近を経由しないルートへの変更が為され、路線名も現在のものに改名された。

2)5 系統 小垣江・依佐美線

平成 30 年度までは小垣江線という路線名で小垣江駅東口～逢妻駅南口間で運行されていた。平成 31 年度の改正によって旧依佐美線が受け持っていた小垣江駅西口以北の一部の区間、旧東刈谷線が通っていた野田新町駅南口、半城土中町 1 丁目、ミササガパークを経由し、小垣江駅東口～小垣江駅西口間を通行するルートに変更された。

5. 現状調査

1)調査方法

実地調査として筆者が実際にバスに乗車し、各バス停における乗降客数並びに区間ごとの乗客数を記録する。本研究では 4 系統並びに 5 系統について着目し、2021 年 5 月から 2022 年 1 月中旬までの間に約 180 日間に渡ってコミュニティバスに乗車し調査を行った。また市が公表するマスタープランや都市交通戦略、年

度ごとのバスの利用者数などの情報が記載された事業評価シートから情報収集する。また、バスの利用状況や課題について市役所の担当職員にヒヤリング調査を行う。

2) 実地調査の結果

調査期間中に、筆者がバスに乗車し利用客数を計測した結果を表1と表2に示す。これから野田町や半城土町といった駅から離れた地区に住む住民の利用が多いことが分かった。特に野田町新上納停や高須町良停において平日早朝の便では一度に5名以上の乗車があるなど、4系統は筆者の想定した以上に多くの市民が利用していることが分かった。

表1 4系統 運動公園・東刈谷線の主要バス停における乗客数

	8月	9月	10月	11月	12月
東刈谷駅南口	85	82	92	90	80
野田公園	73	70	74	68	66
東刈谷市民センター	89	81	86	79	75
野田町新上納	91	88	87	93	89
たんぽぽ	81	85	77	82	74
高須町良	87	84	80	81	75

表2 5系統 たんぽぽ～刈谷駅南口間の主要バス停における乗客数

	8月	9月	10月	11月	12月
たんぽぽ	64	66	62	63	56
野田新町駅南口	58	55	52	57	48
半城土中町1丁目	54	50	49	52	46
ひまわり	60	61	63	59	55
刈谷豊田総合病院	78	73	76	77	68

3) 担当者へのヒヤリング調査の結果

刈谷市役所都市交通課のコミュニティバス担当の職員から「かりまる」の現状を聞き、コミュニティバスが最適な運営を行える条件を確認した。バスの利用客数の増加や幅広いニーズに応えられる運営を目指したいが、事業コストや民間タクシーの需要面で圧迫をしないバスの動かし方に今も明確な方法が見出せていないことを理解した。

4) 考察

ここまでの調査の結果から、4系統は通勤通学に対応する速達性を持ったトラフィック機能、5系統は市の中部と南部の広範囲を巡回するアクセス機能を有していると考えられる。両系統とも、平日の早朝や午前中の便では学生や社会人などの利用が多く見られたが、日中や休日の便においては利用客の数に差があった。これらから利用客である地域住民が、バスが通る道路の交通量を把握しており、短時間で駅などの主要な施設が集中する刈谷の中心部へ移動することが可能な4系統に利用が集中していると考えられる。そのため普段は5系統を利用している地域住民が利便性の悪さからバスの利用を控えるような状況に陥ることを避けつつ、5系統が持つアクセス機能を活かした改善策が必要となる。

6. 改善策の提案

1)改善策

上記の考察を踏まえ、本研究では野田町新上納停に4系統に加え5系統も停車できるようにルート変更を行うことを提案する。具体的には、現在フローラルガーデンよさみ停～たんぼぼ停の通行のために右左折していた庚申塚信号を直進し、半城土町大組信号と朝日小学校西信号を右左折して野田町新上納停を経由するルートである。図1にその概略図を示す。



図1 「かりまる」5系統変更ルート全体

筆者の実施した実地調査において4系統が経由する野田町新上納停や高須町良停では、早朝では通学の移動手段として多数の社会人や学生が乗車する様子が何度も見られた。鉄道沿線から離れた地域に住む市民の利用が集中することから、速達性という強みを持ちながら常に混雑しがちな状況にあると言える。

さらに依佐美地区では新たな工業団地の造成に伴う市街地整備事業が計画されており(図2参照)、今後様々な事情で自家用車を持たない地域住民の利用が集中する可能性がある他、バスの利便性に難を感じた地域住民が日常生活の移動手段として自家用車を選択し、バスの利用客離れが起こることが予想できる。

これらの課題に対応し、利便性の向上だけでなく快適な車内環境作りを実現するために、複数の系統を通行させ、分散利用が可能な体制を整えるべきだと考える。

2)道路上での調査及び結果

改善案として挙げた、5系統 小垣江・依佐美線フローラルガーデンよさみ停から国道419号線を通して野田町新上納停を経由してたんぼぼ停を目指すルートを取り入れた場合の所要時間について自家用車を使って、とくにルート中の交差点における通過時間を中心に計測した。なお、車の運転は筆者の家族に依頼し、交差点での通過時間の計測は100メートル前から交差点を抜けるまでと設定する。

変更ルート全体の通行時間、並びに左折、右折する交差点における車両通過にかかる時間を計測した結果を表3に示す。これから、5～10分のタイムロスが見込まれることが分かった。

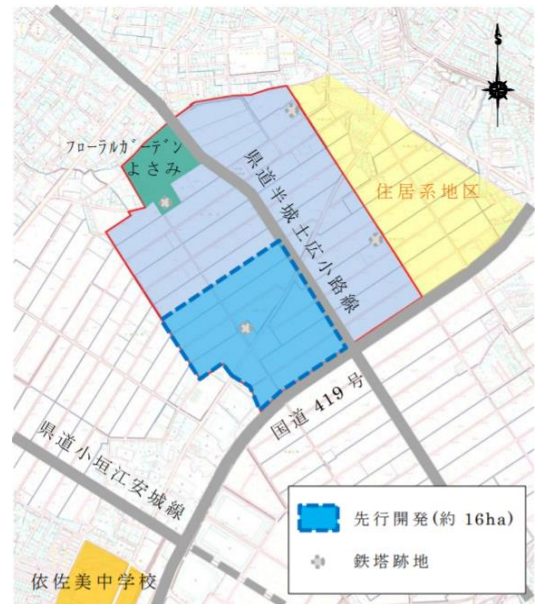


図2 依佐美地区都市計画区域図

表3 考案ルート 小垣江駅西口方面の各交差点及び全行程の経由に必要な時間

	1便	2便	3便	4便
庚申塚	1分20秒	32秒	1分34秒	30秒
半城土町大組	2分1秒	58秒	1分2秒	1分15秒
朝日中学校西	43秒	25秒	22秒	57秒
朝日小学校西	2分15秒	1分32秒	1分43秒	45秒
野田町十三塚	1分15秒	1分2秒	1分	1分18秒
所要時間	12分18秒	10分26秒	10分46秒	10分3秒

3)改善案の利点

提案された改善策は以下の利点を有する。

- a) 駅から離れた地区のバス停から乗車し、刈谷駅や総合病院などの大型施設が集中する刈谷市の中心部への移動を目的として乗車する多くの利用客に対応できること。
- b) 複数の系統を通すことにより、昨今の現状を鑑みた利用客の分散への対応や、利用客と目的地によっては運行するバスが増便したという認識を与えることが可能になること。

4)改善策における課題

なお、改善策には以下の課題も有する。今回のように複数のバス路線を通すことによって集客力を高め、利便性の向上を目指すための運行ルートの変更は、該当する地域住民や今後その地域を生活拠点とする人に対して需要が見込めるが、変更前と比較して目的地への到達時間が更に長引くというデメリットを無視してでも導入すべきではないという意見が多く寄せられる可能性が高い。

7. 結論

今回の研究から一部の区間におけるバス停に複数の路線バスを通す経路の構築は、郊外などの公共交通が密集していない地域の住民に需要が見込めることを見出した。自家用車に頼りがちな現代に、少しでも多くの住民にコミュニティバスを利用してもらえることが地域活性化の一助になると考える。

謝辞 本論文の作成にあたって多くのご指導をいただきました主指導教授の磯部友彦教授、資料収集にご協力いただいた刈谷市役所都市政策部都市交通課の内藤様、池田様、五明様、愛知県春日井市まちづくり推進部都市政策課の米山様に謝意を表する。

8. 参考文献

- 1) 刈谷市 WEB：第3次刈谷市都市計画マスタープラン
<https://www.city.kariya.lg.jp/shisei/machizukuri/1004630/1004631.html>, (参照 2022-01-28)
- 2) 刈谷市 WEB：刈谷市都市交通戦略 第2章 刈谷市における都市交通の現状と課題
https://www.city.kariya.lg.jp/_res/projects/default_project/_page_/001/004/242/2senryaku.pdf,
 (参照 2022-01-28)
- 3) 春日井市 WEB：春日井市地域公共交通計画
<https://www.city.kasugai.lg.jp/shimin/kurashi/1003481/1023674.html>, (参照 2022-01-28)
- 4) 春日井市 WEB：かすがいシティバス はあとふるライナー
<https://www.city.kasugai.lg.jp/shimin/kurashi/1003481/bus/index.html>, (参照 2022-01-28)

聖地巡礼目的の観光の構成要素について

EC18054 中山亜美

1. 研究背景

「君の名は。」「鬼滅の刃」など、近年アニメ文化は広まり、多くの人に受け入れられている。それに伴いアニメファンが増加し、アニメ聖地巡礼を行う人が増えていると考えられる。実際に、町おこしに成功した地方が存在する。アニメ聖地巡礼が増えるということは、交通量も増える。そのため、聖地巡礼は現代社会の観光・交通に大きく関係しているといえる。

2. 研究目的

本研究では、アニメが要因となり聖地化した地域を調べ、その特徴について調査する。

聖地化の成功と失敗の要因を分析することができ、分析結果から聖地化する際に地方自治体や関係各所、住民がどのように関わって行くべきか提案が可能になると考える。また、分析結果から、2021年に放映されたテレビアニメの舞台となり聖地化を目指している岐阜県多治見市を評価、比較し、新たな提案を考察する。

3. 研究方法

本研究では、対象地域が全国に及ぶ。そのため、筆者自身では赴けない場所については、インターネットや過去の論文等の情報収集が重要となる。また、現在の新型コロナウイルス感染症の感染状況を考慮し、書籍や論文、関連 Web サイトでの資料収集を主とする。

本研究では、聖地としての魅力を評価する。そのため、旅行ガイドブックを参考に、見る、食べる、遊ぶ、の3要素に加え、交流する、体験する、の2要素から各アニメの評価を行う。

聖地が存在するアニメを数個選択し、Web サイトや書籍、論文から資料収集を行う。その後各アニメの特徴を分析し、まとめる。

現在聖地化を目指す多治見市において、アニメや活動など資料収集、関連場所への現地調査を行う。その後、資料を基に分析を行う。

各アニメと多治見市の取り組みを比較し、結果から新たな提案を考察する。

4. アニメ聖地巡礼とは

聖地巡礼とは一般的には宗教的な用語である。しかし、近年使用されている聖地巡礼という用語はアニメや漫画等に関わる場所を訪れるという意味でも用いられている。本研究では2つの論文¹⁾²⁾を参考に聖地巡礼をアニメやゲームに関連する地を訪れる意味で用いることにする。

『作品の描写の中で一つの実在する町が細かに再現され舞台の探訪を可能としている「狭義聖地」と、描写の中で実在する町の再現がない「広義聖地」の2種類に大きく分類する。さらに、町を再現した描写がない「広義聖地」を「モデル地」「ゆかりの地」「依り代」の3種類に分類する。』¹⁾

「アニメ聖地巡礼を、アニメやゲーム、マンガ等、オタク系文化のコンテンツ作品の背景として描かれた場所を訪れる行為とする。」²⁾

以上を参考に本研究では、アニメや漫画、ゲーム等作品の背景として描かれた場所、作中の背景・雰囲気と

類似した場所、キャラクターのモデルとなった人物・モチーフが関係している場所、作者と関係している場所を訪れる行為を聖地巡礼と定義する。

5. 各アニメの分析

(1) アニメの選出

はじめに、研究方法で記載した通り本研究で対象とするアニメを選出した。選出するにあたり、聖地巡礼ガイド本2冊³⁴⁾、アニメ聖地巡礼の観光社会学²⁾、アニメツーリズム協会⁵⁾を参考にアニメ「やくならマグカップも」との関連性を参考にした。

選出したアニメは表1に示すとおりである。

表1.アニメタイトル

タイトル	放送日	聖地となった地域	具体的な場所(一部抜粋)
氷菓	2012年4月～9月	岐阜県高山市	斐太高校(神山高校) 荒楠神社 平湯の湯
やくならマグカップも	第1期:2021年4月～6月 第2期:2021年10月～12月	岐阜県多治見市	虎溪山永保時 ながせ商店街 本町オリベストリート 多治見市美濃焼ミュージアム
らき☆すた	2007年4月～9月	埼玉県久喜市(旧鷺宮町) 幸手市	鷺宮神社(鷹宮神社)
けいおん!	第1期:2009年4月～7月 第2期:2010年4月～10月	京都府京都市一帯 滋賀県犬上郡	豊郷小学校 修学院駅
君の名は。	2016年8月 公開	東京都 岐阜県飛騨市 長野県	気多若宮神社 飛騨古川駅
ゆるキャン△	第1期:2018年1月～3月 第2期:2021年1月～4月	山梨県 長野県 静岡県	まかいの牧場 パインウッドオートキャンプ場 見付天神社
天体戦士サンレッド	第1期:2008年10月～09年3月 第2期:2009年10月～10年3月	神奈川県川崎市	二子公園 溝口神社
2.43 清陰高校男子バレー部	2021年1月～3月	福井県	福井県営体育館 東尋坊 大平庵 福井駅前恐竜モニュメント

(2) 聖地巡礼への取り組み

表1に記載したタイトルから、書籍²⁶⁾と各アニメ関連サイト⁷⁸⁾等を参考に、アニメの特徴や取り組みについてまとめ、分析する。

1つ目に、「らき☆すた」、「けいおん!」ともに地域住民の協力があり聖地として有名であるということである。アニメ聖地巡礼の観光社会学²⁾から地元民がファンへ自発的に話しかけ交流を行っていることが分かる。この交流から行われた取り組みが、豊郷小学校の「けいおんカフェ」や土師祭の「らき☆すた神輿」である。このことから、地域住民とファンの相互理解、協力体制が必要であると考えられる。また、これらの取り組みにより、見る、食べる、体験する、の要素が満たされている。

2つ目に、参加型イベントの開催である。「らき☆すた」と「天体戦士サンレッド」では飲食店で、「君の名は。」と「2.43 清陰高校男子バレー部」では駅、地元関連施設にてスタンプラリーやクイズラリー等参加型のイベントが開催されていた。このことから食べる、遊ぶ、交流する、の要素が満たされていると推察する。

6. やくならマグカップも

(1) 聖地化を目指す「やくならマグカップも」とは

「やくならマグカップも」とは、通称「やくも」と呼ばれる岐阜県多治見市を舞台にしたアニメである。本研究と同年に放送していたことから、研究を行うこととした。詳細は以下の通りである。

表2. 「やくならマグカップも」の詳細

ジャンル	学園・日常
アニメ	第1期：2021年4月～6月 第2期：2021年10月～12月
特徴	30分の前半15分にアニメを放送、後半に声優による多治見の探訪が行われる。 ご当地マンガが原作のため、町おこし色が強い。 原作が有志や地元企業が集まり作られたため、地元企業などのタイアップが強い。
聖地	岐阜県多治見市(周辺)
原作	やくならマグカップも
	やくならマグカップも コミカライズ！(2021年9月30日)
	フリーペーパー 2012年～現在
	2010年多治見の有志や企業が集まり、プロジェクトが始動 2012年地元IT企業プラネットがフリーコミックを発行 元気な多治見プロジェクト「やくならマグカップも」

(2) 「やくならマグカップも」と各アニメの比較

表3に「やくならマグカップも」と各アニメの比較をまとめた。るるぶの3要素+独自の2要素、さらに情報発信能力としてTwitterの公式アカウントの有無を示す。

表3.各アニメの評価

	見る	食べる	遊ぶ	交流する	体験する	twitter
けいおん!	○	○	○	○	×	×
らき☆すた	○	○	○	○	○	×
氷菓	○	×	○	○	○	×
ゆるキャン△	○	○	○	×	○	○
君の名は。	○	×	○	○	×	○
やくも	○	○	×	×	○	○
天体戦士サンレッド	○	○	○	○	×	○
2.43 清陰高校男子バレー部	○	×	○	○	○	○

この表3から、「やくならマグカップも」には遊ぶ、交流する、の要素が欠けていることがわかる。

7. 考察

「やくも」が今後聖地化していく上で何が大切かについて考察する。

1つ目に住民の理解と知名度である。「らき☆すた」や「けいおん!」から聖地化には住民との相互理解が大切であるという要素が分析できる。多治見市では、市内で「やくも」を目にする機会が多いが、モザイクタイムミュージアム等観光地HPではやくもとのコラボなど確認することができていない。そのため、多治見市内の観光地とも理解や連携を図っていく必要があると考える。

2つ目に、他聖地化したアニメの研究と、実施した事柄の取り込みである。例えば、聖地巡礼ノートまたは交流ノートである。これは巡礼者同士が現地で交流する手段の1つである。交流する、の要素が欠けている「やくも」に有効であると考え。また、飛び出し坊やのキャラクター化である。「けいおん!」にて地元住民がファンと協力し飛び出し坊やを「けいおん!」のキャラクターにした。このように身近にあるものを少し変化させるだけでも大きな話題性になりえると考えられる。多治見市では市役所職員の名刺を「やくも」デザインにすることが可能となっているが、一般市民やファンとの関わりが少ないため、市民に身近なものの取り組みを行う必要があると考える。その他に「天体戦士サンレッド」ではキャラクターが大使として任命され、

「2.43 清陰高校男子バレー部」では声優が広報担当に任命されている。この事例から、多治見出身者又は「やくも」キャラクターに役職を任命する取り組みを行うことが1つの話題性につながるのではないかと考える。

3つ目に体験型のイベント実施である。「らき☆すた」、「天体戦士サンレッド」、「君の名は。」「2.43 清陰高校男子バレー部」ではスタンプラリー等参加型のイベントが開催されていた。「やくも」にはこのように巡礼者が来ても遊ぶなどの体験する場所が少ない。そこで各アニメが行っていたスタンプラリーなど参加型イベントの開催である。「やくも」の現在の取り組みに、ロケ地にパネルを設置し、その場で専用アプリを使用することで音声ガイドを聞くことが可能であるという物がある。設置されているロケ地パネルを利用しスタンプラリーが行えるのではないかと考えられる。ロケ地パネルは屋外に存在し、スタンプ台の設置は難しい、そこでQRコードなど利用し、実際にハンコがなくても行えるモバイルスタンプラリーといった工夫により取り組みの実施が可能であると考えられる。また、他アニメではクイズラリー形式のイベント等行われているが、クイズのみだけでなく、謎解き要素を含んだイベントも有効であると考えられる。このことから、遊ぶ、の要素を組み込むことが可能であると考えられる。

以上のことから、総じて「やくならマグカップも」は知名度が低いため、さらなる取り組みを行っていく必要がある。しかし、現在は満たせていない状態だと考えられる。また、陶芸が主要なアニメであることから、この部分にさらに特化する必要があると考えられる。

8. まとめ

聖地巡礼とはファンのみ、地域のみなど片方だけでは成功することは難しい。そのため、相互の理解と協力が必要であると分析できる。

本研究で分析したアニメでは見る、食べる、遊ぶ、の要素がそろっているものが多く、聖地巡礼でも重要であることが分かった。さらに交流する、体験する、といった要素が発見できた。

各アニメと「やくならマグカップも」を比較することで、どの要素が足りないか分析を行うことができ、結果、遊ぶ、交流する、の要素が足りないことが分かった。

今後多治見市が聖地化として発展するためには、知名度の向上、不足している要素の取り組み、その他要素の補強となる取り組みが必要である。

謝辞

指導教授である磯部先生には、本研究論文を製作するにあたり多くのご指導いただきました深く感謝致します。

参考文献

- 1) 荒瑞穂、横山ゆりか：アニメ聖地巡礼の分類と観光可能性、2019年度日本地理学会秋季学術大会 https://doi.org/10.14866/ajg.2019a.0_86 (2021-5-19 参照)
- 2) 岡本健：アニメ聖地巡礼の観光社会学、法律文化社、2018、p.268
- 3) 聖地巡礼委員会：アニメ探訪聖地巡礼ガイド、株式会社カンゼン、2013、pp.152-203
- 4) 聖地巡礼委員会：アニメ探訪真聖地巡礼ガイド、株式会社カンゼン、2015、pp.152-191
- 5) アニメツーリズム協会：FEATURED INFO / 注目情報、<https://animetourism88.com/ja> (2021-5-19 参照)
- 6) 酒井亨：アニメが地方を救う!? 「聖地巡礼」の経済効果を考える、株式会社ワニ・ブックス、2016、p.254
- 7) 川崎市高津区 HP：「天体戦士サンレッド」関連、<https://www.city.kawasaki.jp/takatsu/page/0000026356.html> (2022-2-10 参照)
- 8) 2.43 清陰高校男子バレー部 HP：<https://243anime.com/> (2022-2-11 参照)

吹付けコンクリート板の背面状況が打音特性に及ぼす影響

EC18001 青野 紘己

1. 研究の背景, 目的

橋梁等の実構造物の点検方法で打音試験は、非破壊検査方法の中で最も簡便であることから広く利用され、橋梁等の事前検査では主要な検査方法となっている。道路付帯構造物として切土法面などに利用される「コンクリート吹付工」は、昭和 30 年代後半から施行され¹⁾、施工性の良さなどから全国的に広く施行実績もある法面保護工である。コンクリート吹付工の欠陥の検査方法の一つに「打音検査」がある。専門技術者や熟練技術者によって検査が行われているが、明確な判定基準がなく打音の音質等で判定しているのが現状である。それに加え、土木技術者、コンクリート吹付工の検査技術者の高齢化・人手不足が著しい状況である。よって、打音検査における周波数分析・判定条件の研究を進めることで、若年技術者においても内部空隙などの欠陥判定が可能となり、道路施設の維持管理を行えるようにすることが要求されている。既往の研究を調査したところ、吹付コンクリート工の打音特性に関する研究を見つけることができなかった。このため、吹付コンクリート工を打音検査の対象としている点に特色がある。また、本研究では、ひび割れを有する吹付コンクリート板を対象としていることから、背面に空隙がある状態で打音特性に傾向が確認できれば、実構造物背面の空隙の発見に貢献できるとともに、ひび割れ発生要因の検討にも資することができると考えられる。特別な技術を必要とせず実施可能な打音検査技術の確立を目指していることから、技術が確立されれば、道路施設の維持管理に大きく貢献することが期待される。

2. 実験概要

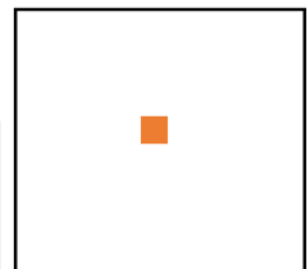
道路付帯構造物である吹付けコンクリート工の法面には、クラック、クリープなどが多く散見され、修繕を必要とするものが多々ある。また、法面背面に水が流れる空間がある場合もある。これらは早急な修繕が要求される。

実物構造にはクラック、施工現場の地質などさまざまな条件が複合して存在している。可能な限り実物構造に近づけるため、試験体 1 つに対し、2 種類の背面状況を作成した。

尚、試験体については、吹付けコンクリート 450mm の正方形、厚さ 50mm、100mm の立方体をそれぞれ 5 種、10 枚を企業に依頼した。さらに、私たちはコンクリート板 450mm の正方形、厚さ 100mm の立方体をそれぞれ 2 枚作成した。共同研究者の伊藤、尾崎、川本との棲み分けとして、彼らは試験体にひび割れを導入、厚さ、検査法で変化を与え、特性を調べることとする。私はそれらの試験体の背面状況に変化を与えることで特性を調べることとする。よって私の厚さは 100mm の試験体吹付けコンクリート枚と、ひび割れを導入した吹付けを 5 枚、コンクリート板 2 枚を用いて、背面状況による打音特性に着目することにした。器具を用いて、音声データを取得する。打撃箇所については、1 つの試験体につき中心のみとした。図 2-1 の打点を一定時間間隔を空け、約 400mm テストハン

表-1
データ処理パラメータ

サンプリング周波数	
441000	
FFT	
サイズ	32768
ノイズ低減	6
感度	14
平滑化	0



450mm × 450mm
図-1
試験体打撃箇所

マーを振り上げ 10 回叩き、1 つの音声データとして保存する。この作業を 10 回行う。吹付けコンクリート、ひび割れを導入した吹付けコンクリート、コンクリート板に 2 種の背面状況を作成することで変化を与え、音圧 (dB) や周波数 (Hz) に違いが出るか照査するためである。

こうして 1 つの背面状況で 1 つの試験体につき、10 個の音声データが取得できる。2 種の背面状況、12 枚の試験体全ての組み合わせの音声データ (120 個) が取得できる。ノイズ処理を終えた音声データを選択し、周波数解析をする。(表 2-3 のパラメータの設定に留意する) 以上の処理により音圧 (dB)、周波数(Hz)のテキストデータを得る。これらのテキストデータをもとに、Excel などを用いて打音特性を調べる。

表-3 試験体の種類と背面状況

実験構造を想定した試験体の種類	背面状況
コンクリート板	乾燥状態のシルト
コンクリート板	湿潤状態のシルト
吹付けコンクリート板	乾燥状態のシルト
吹付けコンクリート板	湿潤状態のシルト
吹付けコンクリートにひび割れを導入	乾燥状態のシルト
吹付けコンクリートにひび割れを導入	湿潤状態のシルト

3. 試験結果

全てのデータにおいて打撃回数による比較、試験体ごとの比較を行い、グラフにまとめたところいくつかの傾向を得ることができた。コンクリート板を打撃した音圧が、湿潤状態のシルトの背面状況の方が、乾燥状態に比べて、音圧が高くなる傾向がある。図-2 は周波数 1000Hz から 4000Hz の音圧が湿潤状態のシルトの方が高いことが多いことが分かる。乾燥状態の場合、陰圧の最大値が一つだけ突出しているが、湿潤状態の場合、音圧が安定している傾向がある。

また、吹付けコンクリート板、ひび割れを導入した吹付けコンクリート板の場合、乾燥状態のシルトに比べて湿潤状態のシルトの方が高い音圧がよく見られる。乾燥状態と湿潤状態では音圧が高くなる箇所がずれていることが確認できる。周波数が約 1000Hz 付近に変化が見られる。しかし、周波数が約 1000Hz 以外の低周波領域ではあまり変化が見られない。全体的に乾燥状態のシルトの方が音圧が高く出やすい傾向にある。以上のことから、ひび割れを導入していない吹付けコンクリート板と同様に、背面状況に応じて多少の変化は見られるが、多少の変化であることが結果として確認することができた。(図-3)



写真 2-1

コンクリート板



写真 2-2

吹付けコンクリート板



写真 2-3

吹付けコンクリート板 (ひび割れ)

※上記の写真は、(試験で使用する試験体) すべて 450mm×450mm 厚さ 100mm である

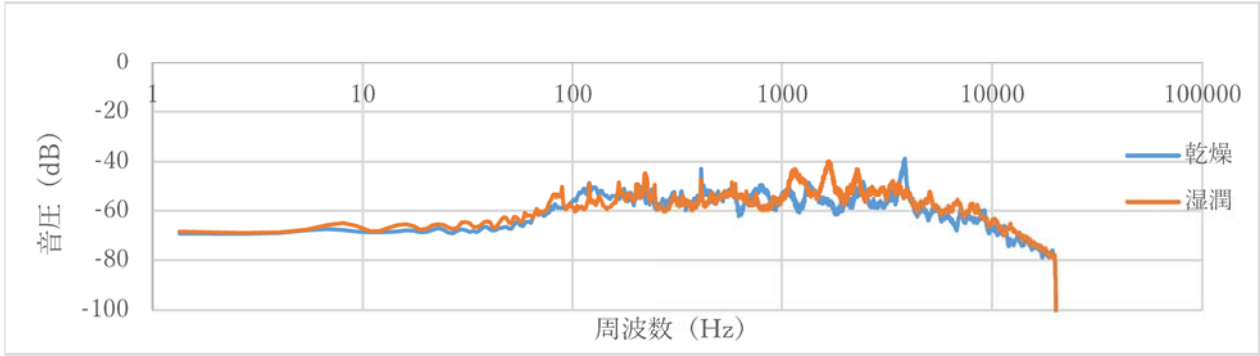


図-2 コンクリート板の打音平均

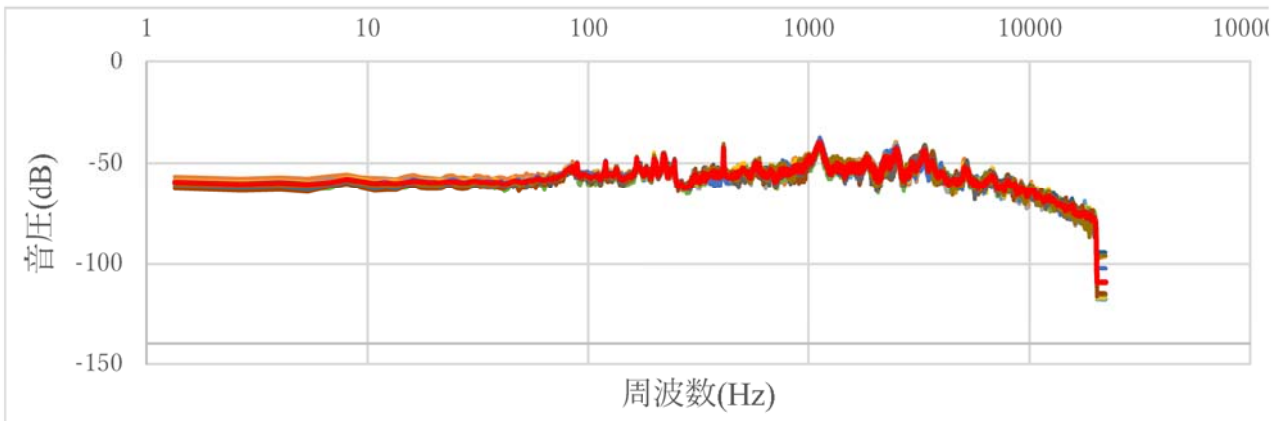


図-3 吹付けコンクリート板の音圧-周波数関係

(湿潤状態での無損傷の吹付けコンクリート板 1-5 (枚目) と損傷した吹付けコンクリート板の比較)

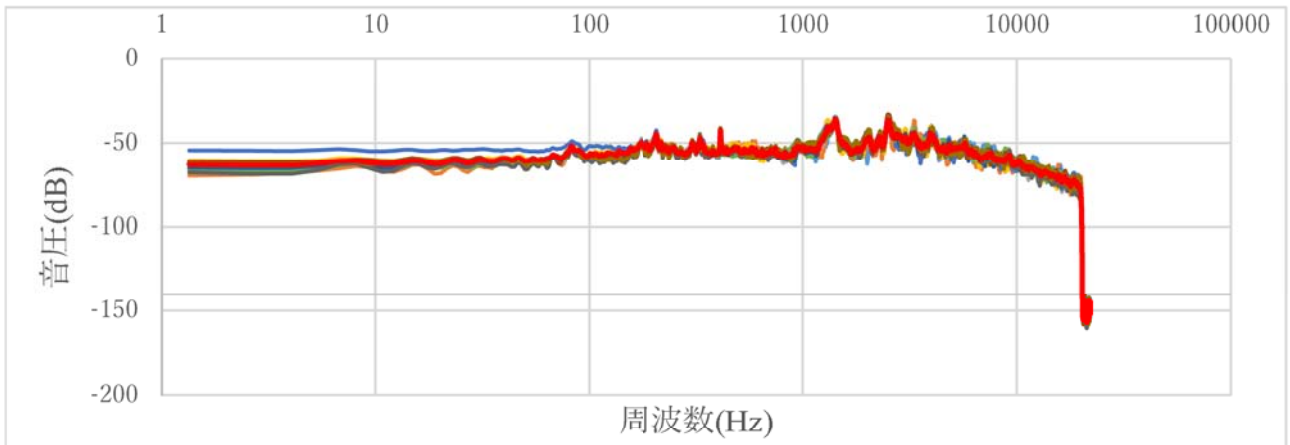


図-4 吹付けコンクリート板の音圧-周波数関係

(乾燥状態での無損傷の吹付けコンクリート板 1-5 (枚目) と損傷した吹付けコンクリート板の比較)

4. 結論

本研究では、特別な技術を必要とせず実地可能な打音検査技術の確立を目指し、コンクリート板、吹付けコンクリート板の背面状況が打音特性に与える傾向を検討した。乾燥状態のシルトと湿潤状態のシルトの音圧

の違い、コンクリート板背面が乾燥状態の場合、音圧の高い位置が極端にずれていることや、吹付けコンクリート板の場合、背面状況に変化を与えても低周波領域での音程が安定していること、乾燥状態と湿潤状態を比較して多少のずれが生じるが大きな変化はないこと、乾燥状態の方が音圧が高くなる傾向、特性などを確認することができた。

しかしながら、それらの特色や傾向は試験体の状態や、試験者のコンディションなど、限られた条件下での傾向、特性で有り、様々な条件が混在する実物構造において効果的なものであるかどうかは判断できない。

今後も、さらに多くの条件を設定し、より実物構造の状態に近づけた検討が必要である。

参考文献

- 1) 田沢雄二郎：吹付コンクリート工法、粉体工学会誌、Vol.25、No.3、pp168-174、1988
- 2) 音声編集フリーソフト Audacity、<https://audacity.softonic.jp> (2020.1 確認)
- 3) <http://data.jci-net.or.jp/>打音特性を用いた劣化診断に関する基礎的研究

打撃方法や材料の違いがコンクリート板の打音特性に及ぼす影響の評価

EC18007 伊藤 大晟

1. 研究背景と目的

道路付帯構造物として、切土法面などに利用される「コンクリート吹付工」は、昭和 30 年代後半から施工され、施工性の良さなどから全国的に広く施工実績もある法面保護工である。一般的にコンクリート構造物は、施工後十数年を経て材料的劣化が進むことで強度劣化を生じる。コンクリート吹付工の欠陥の検査方法の一つに「打音検査」がある。この検査については専門技術者や熟練技術者によって検査が行われているが、明確な判定基準がなく打音の音質等で判定しているのが現状である。さらに、検査をする技術者の高齢化や人手不足が大きな問題となってきた。よって、打音検査の結果から特別な技術を必要とせず、客観的に劣化や損傷部分を判別できる技術の確立が望まれる。

本研究では、無損傷のコンクリート板と吹付けコンクリート板を対象とし、打撃方法を変化させた場合での打音特性傾向を明らかにすることを目的としている。特別な技術を必要とせず実験可能な打音検査技術の確立を目指しているため、技術が確立されれば、道路施設の維持管理に大きく貢献することができる。

2. 打音試験方法

2.1 試験体概要

試験体の大きさは全て一辺 450mm で統一する。その中から厚さが 50mm の物と 100mm の物に分ける。表 1 に示すように 450mm 角で厚さが 50mm と 100mm のコンクリート板が 2 枚ずつ、同じサイズで 450mm 角、厚さ 50mm と 100mm の吹付けコンクリートを 5 枚ずつ、合計 14 枚を用意した。

表 1 試験体の種類と背面状況

実構造物を想定した試験体の種類	背面状況
450mm 角で厚さ 100mm のコンクリート板	シルト
450mm 角で厚さ 50mm のコンクリート板	シルト
450mm 角で厚さ 100mm の吹付コンクリート板	シルト
450mm 角で厚さ 50mm の吹付コンクリート板	シルト

2.2 試験方法概要

打音試験には写真 1 に示すテストハンマーと写真 2 に示すマイクとレコーダを使用した。背面は、地質をすべてシルトで統一して行った。打撃箇所は、中心の一箇所とする。テストハンマーを(約 150mm)振り上げ、一つの試験体につき(ゆっくり・普通・はやく)の三種類の打撃方法で 10 回の打撃を 10 セット、合計一つの試験体につき 300 回たたくことにした。これで一度の打音検査につき、10 個の打音データを取得した。こうして一つの背面状況と 14 種類の試験体の打音データを採取した。

次に打音解析には、扱いが容易な Audacity²⁾を活用する。写真 3 にあるように採取した音声データ(.WAV)の音を



写真 1 テストハンマー

Audacity 上で打音と関係のない雑音を取り除き、ノイズ除去を行う。その後、データ処理を終えた音声データを選択し、高速フーリエ変換を使い周波数解析をする。以上の処理により音圧(dB)、周波数(Hz)のテキストデータ(.txt)を得る。これらのテキストデータをもとに、Excel などを用いて打音特性の傾向を検討した。



写真-2 マイクとレコーダ

3. 試験結果

3.1 音圧と周波数関係(厚さ 50mm の試験体)

周波数解析を行った結果、高速フーリエ変換することで音圧-周波数関係を得た。まずコンクリート板と吹付コンクリート板の比較を行った。図-1 は試験体の打撃方法をゆっくりにした時の音圧-周波数関係である。図-2 は試験体の打撃方法を普通にした時の音圧-周波数関係である。図-3 は試験体の打撃方法をはやくした時の音圧-周波数関係である。これらは全て厚さ 50mm に統一した試験体の比較である。厚さ 50mm のゆっくりと普通にたたいたものを比較した所、周波数 200Hz でコンクリート板、600Hz で吹付コンクリート板の音圧が高くなるのがわかった。また、はやくたたいた時でも 200Hz と 600Hz の音圧がわずかに高くなるのがわかった。50mm の厚さの試験体では周波数 900Hz での音圧が飛びぬけて高くなると思う。また、ゆっくり・普通にたたいた時と比べてはやくたたいた時は、両試験体で打撃方法による音圧-周波数関係に大きなずれが見られなかった。

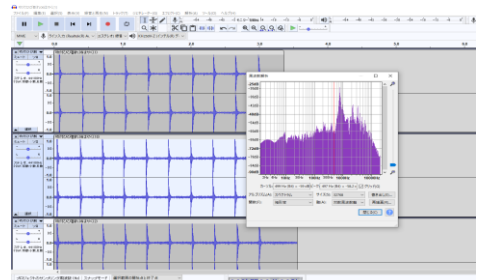


写真-3 高速フーリエ変換(Audacity)

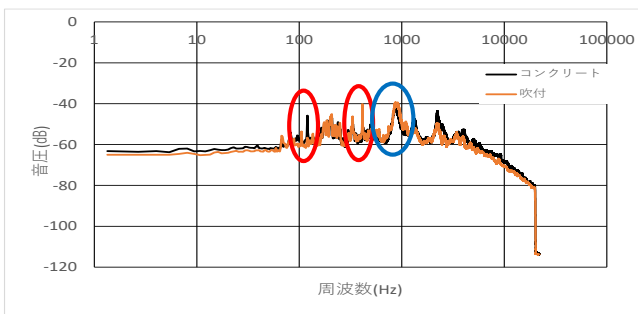


図-1 厚さ 50 mm音圧-周波数関係(ゆっくり)

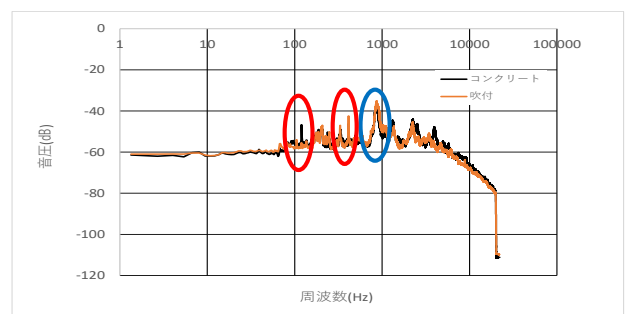


図-2 厚さ 50 mm音圧-周波数関係(普通)

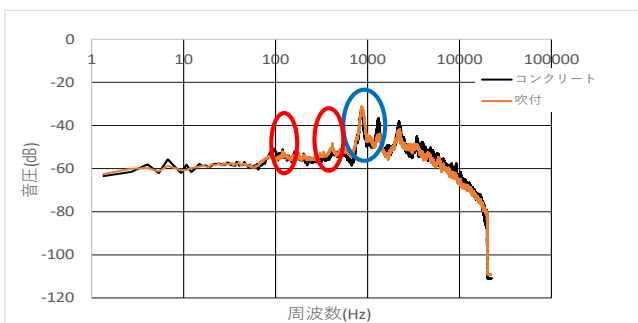


図-3 厚さ 50 mm音圧-周波数関係(はやく)

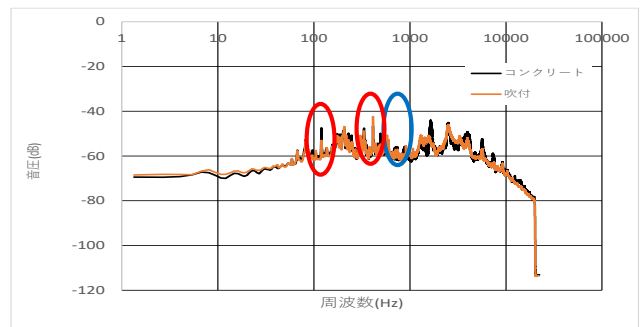


図-4 厚さ 100 mm音圧-周波数関係(ゆっくり)

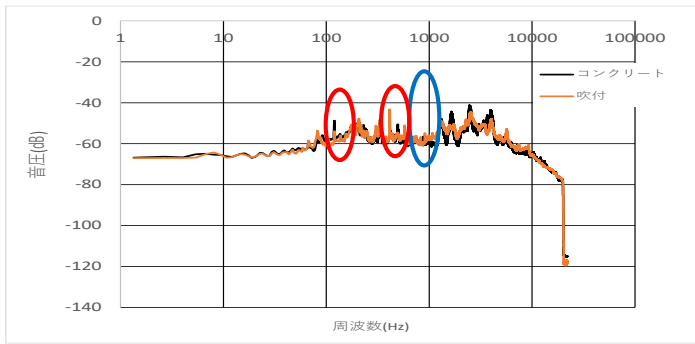


図-5 厚さ 100 mm音圧一周波数関係 (普通)

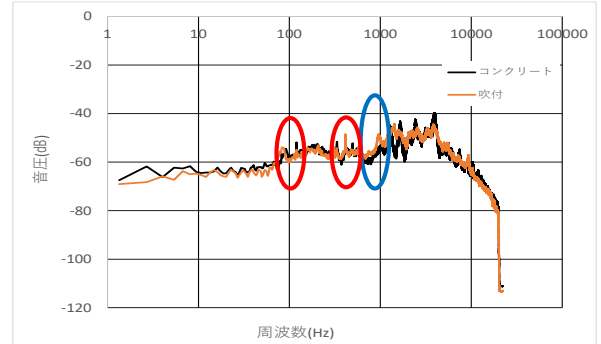


図-6 厚さ 100 mm音圧一周波数関係 (はやく)

3.2 音圧と周波数関係(厚さ 100mm の試験体)

上記の図-4~6 は厚さ 100mm の試験体を先程と同様ゆっくり・普通・はやく三種類の打撃方法に分けて比較したものである。図-4~6 を見るとわかるように厚さ 50 mm と同様、周波数 200Hz でコンクリート板、600Hz で吹付コンクリート板の音圧が高くなった。厚さ 50 mm の際にはやくたたいた時は、両試験体で打撃方法による音圧一周波数関係に大きなずれが見られなかったが、図-6 のはやくたたいた平均をみると、両試験体の音圧一周波数関係に少しの違いが出るのがわかった。さらに、厚さ 50mm の試験体の場合、900Hz で音圧が大きくなっていたが、厚さ 100mm の試験体では逆に 900Hz で音圧が減少していた。

このことから、音圧の高さに違いは生まれるが、周波数には大きな違いはでなかった。よって、二種の試験体で打音特性に影響を及ぼすのか調べた結果、材料の違いや打撃方法では打音特性に影響はないことがわかった。

4. 結論

この研究は、特別な技術や経験が無い技術者でも実験可能な打音検査技術の確立を目指し、コンクリート板や吹付コンクリート板の打撃方法や材料の違いが打音特性に及ぼす影響を検討した。

本研究で得られた成果として、厚さを統一したコンクリート板と吹付コンクリート板で音圧一周波数関係に大差はないことがわかった。また、コンクリート板と吹付コンクリート板の厚みが 50mm の場合では、900Hz における音圧が特に高くなることや、同じ周波数 900Hz で厚み 100mm の試験体では逆に音圧が低くなっていること、厚さ 50 mm の打撃方法はやく以外で 200Hz と 600Hz で各試験体の音圧が高くなることなど、いくつかの傾向を確認することができた。このことから、材料の違いや打撃方法では打音特性に影響を及ぼさないと考えた。

しかし、試験体の配合を変えたときに打音特性に影響がでるかもしれないことから、一概に効果的とは言えないと判断した。

参考文献

- 1) 田沢雄二郎：吹付コンクリート工法、粉体工学会誌、Vol.25,No3,pp168-174,1988
- 2) 音声編集フリーソフト Audacity、<https://audacity.softonic.jp> (2022. 1 確認)

ひび割れ状況が吹付けコンクリート板の打音検査に及ぼす影響

EC18014 尾崎 龍吾

1. 目的

コンクリート吹付工は昭和 30 年代後半から施工され、施工性の良さなどから全国的に広く施工実績もある法面保護工である。一般的にコンクリート構造物は、外力作用等によりひび割れが発生する。そのため、検査として、全国的に実施されている打音検査については、専門技術者や熟練技術者によって検査が行われているが、打音の音質等で判定しているのが現状である。また、近年土木技術者不足が問題になっているが、コンクリート吹付工の検査技術者の高齢化、人手不足も著しい状況である¹⁾。よって、打音検査における音波分析・判定条件の研究を進め、若年技術者においても道路施設の維持管理を行えるようにすることが求められている。そこで本研究では、特別な技術や経験が無い若年技術者でも数値的な違いで判断できれば吹付コンクリート工のあらゆる状況下で判定できる打音検査技術の確立を目的とした。また、ひび割れの有り無しの違いなどが分かっていないと判断することができ無い。そこで、沢山のデータがあれば今後人の目で違いを判断するのではなく、AI で判断することができる可能性があるため、沢山のデータを取得しました。

2. 打音試験方法

2.1 試験体概要

試験体は、写真 1 に示す 100 mm×450 mm×450 mm無損傷の試験体 5 枚（5 枚中の 1 枚）、写真 2 に示す 50 mm×450 mm×450 mm無損傷の試験体 5 枚（5 枚中の 1 枚）、写真 3 に示す、写真 1 の試験体を十字にひび割れさせたもの、写真 4 に示す、写真 1 の試験体を縦にひび割れさせたもの、写真 5 に示す、写真 2 の試験体を十字にひび割れさせたもの、写真 6 に示す、写真 1 の試験体を縦にひび割れさせたものの合計 14 枚を用いた。

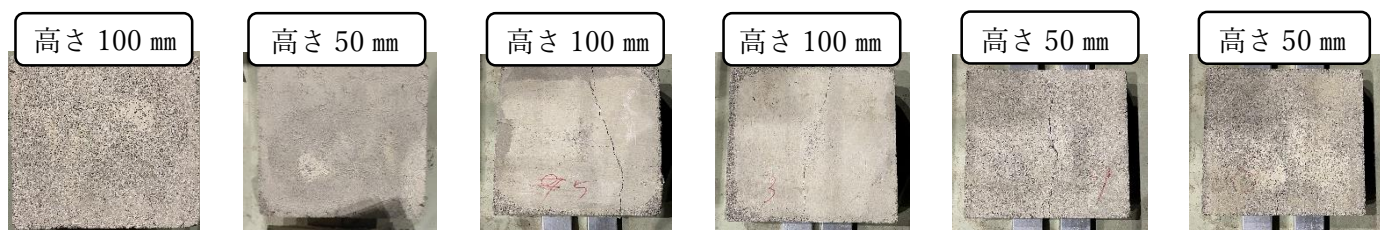


写真 1. 無損傷板例

写真 2. 無損傷板

写真 3. ひび割れ(十字)

写真 4. ひび割れ(縦)

写真 5. ひび割れ(十字)

写真 6. ひび割れ(縦)

2.2 試験方法概要

打音試験には、写真 7 に示すテストハンマーとマイクと録音機を使用した。これらは、一般に市販されているものである。打音試験は 18 号館北側加工場で行った。写真 8 に示す、背面に空間が生じないように、試験体背面にシルトを敷いた。打撃点は、無損傷、ひび割れ共に試験体中央部を 10 回の打撃を計 10 回繰り返して録音機で音データを取得した。ひび割れの試験体は側面を 10 回の打撃を計 10 回同様に行った。



写真 7. 試験器具



写真 8. シルト

打音解析には、扱いが容易な Audacity²⁾ を活用した。写真 9 のように打音データの高速フーリエ変換を行った。解析のスペクトル表示を利用し、サイズは 32768、関数は短形窓で統一し、打撃音の音圧と周波数関係を得た。

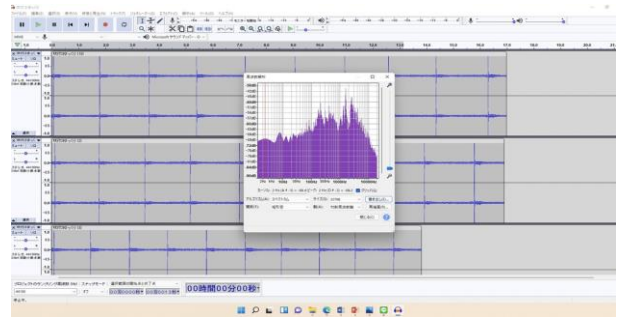


写真 9. Audacity

3. 試験結果

吹付コンクリート無損傷の打音データを Audacity にて高速フーリエ変換することで音圧-周波数関係を得た。その一例が図 1 である。100 mm × 450 mm × 450 mm の試験体 5 枚と 50 mm × 450 mm × 450 mm 5 枚の試験体それぞれ高速フーリエ変換し音圧-周波数関係を得た。同じ大きさだった事から、これからのひび割れとの比較は図 2、図 3 で示した音圧-周波数関係の平均と比較していく。吹付 1 はデータの特徴のズレが生じた為、省いた。

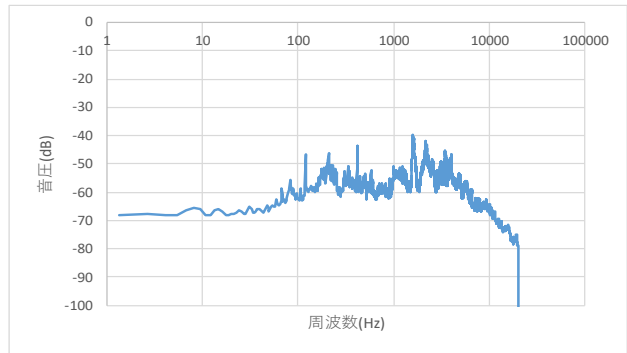


図 1. 吹付 1 無損傷の音圧-周波数関係

3.1 厚さ別の無損傷平均の音圧-周波数関係

厚さ 100 mm の平均を表した図 2 より音圧-周波数関係を読み取っていく。100 mm × 450 mm × 450 mm の試験体の特徴として周波数が 100(Hz)の手前から波形が変化しており、80(Hz)あたりで大きく乱れている。また、2000(Hz)から 5000(Hz)あたりにかけて 3 回に分けて大きく乱れている。

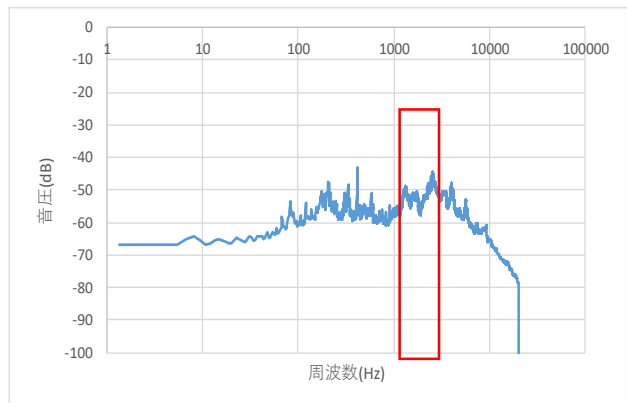


図 2. 吹付 1~5 の音圧-周波数関係の平均

次に図 3 を見てみると、図 2 と同様に 80(Hz)あたりから波形の乱れが発生している。800(Hz)あたりまでは試験体の厚さの変化では大きな違いが見られなかった。しかし、図 3 の音圧 割合-周波数関係で大きな特徴としては、周波数が 900(Hz)付近に大きな波形の乱れが確認できる。以上のことから、これらの音圧割合-周波数関係の大きな波形の乱れは、試験体の厚さによって違いが出る。

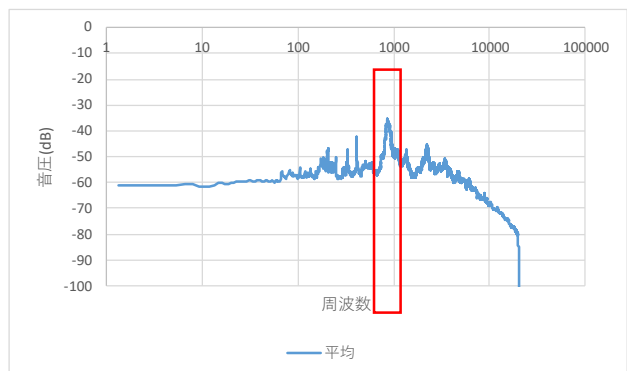


図 3. 吹付 6~10 の音圧-周波数関係の平均

3.2 無損傷の平均とひび割れ関係

図 2、図 3 に示したデータと写真 3~写真 6 の 4 枚の吹付けコンクリート板を厚さ別に比較していく。図 4 は写真 3 の試験体の中心を打撃したもので、図 5 は写真 3 の打撃場所を側面にしたものである。この平均とひび割れの音圧-周波数関係のデータを写真 4、写真 5、写真 6 と同様に比較していく。図 6~図 11 は図 4 図 5 同様に無損傷の平均とひび割れの中心を打撃したものと、側面を打撃したもの計 8 個である。図 4

と図5の関係と比較すると、中心を打撃した場合だと周波数に対する波形は共通の部分がある。しかし、周波数に対する音圧がひび割れている試験体の波が大きく変動している。図5の側面を打撃した方と比較すると、中心を打撃した時と似ているが800(Hz)~1000(Hz)の時の周波数が乱れている傾向にある。

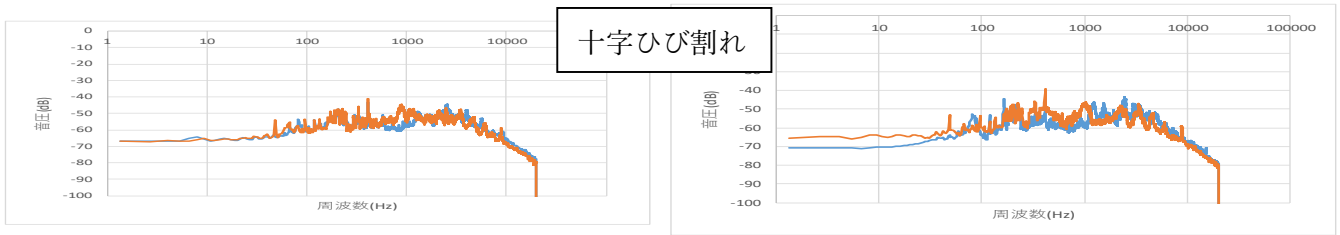


図4, 無損傷の平均とひび割れ関係 (写真3)

図5, 無損傷の平均とひび割れ関係側面 (写真3)



図6, 無損傷の平均とひび割れ関係 (写真4)

図7, 無損傷の平均とひび割れ関係側面 (写真4)

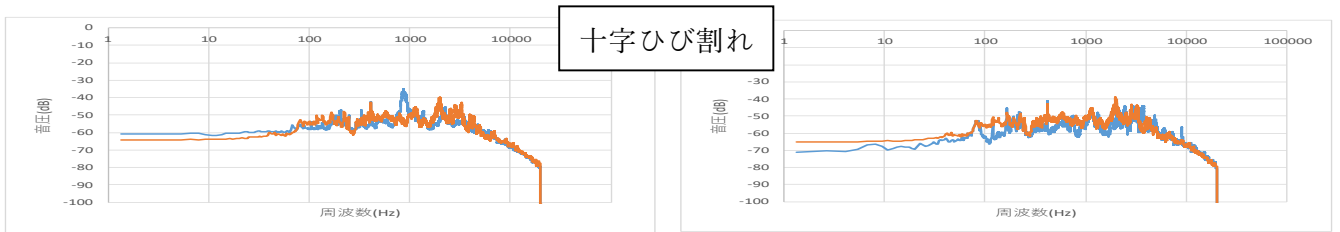


図8, 無損傷の平均とひび割れ関係 (写真5)

図9, 無損傷の平均とひび割れ関係側面 (写真5)

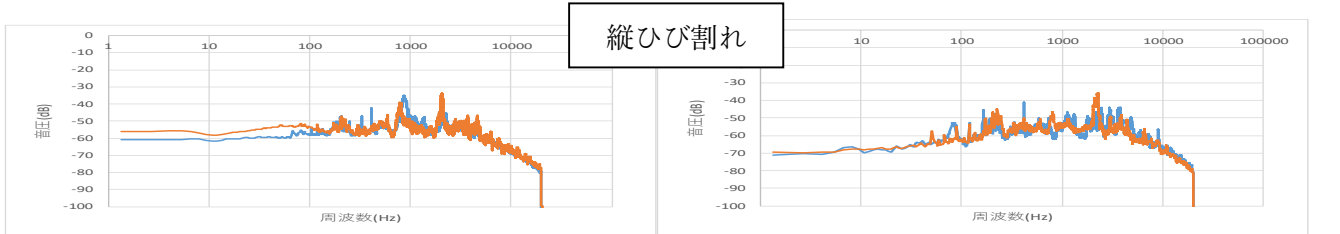


図10, 無損傷の平均とひび割れ関係 (写真6)

図11, 無損傷の平均とひび割れ関係側面 (写真6)

図4の無損傷板と十字にひび割れを導入したものの中心を打撃した時の比較。平面の中心を打撃した時は縦ひび割れの時もそうだったが、スタートから800Hzあたりまで大きな違いは見当たらない。ここで大きな違いが出るのは、800Hzから1000Hzにかけてひび割れを導入した方が音圧の乱れが確認できる。

次に図5の、無損傷板と十字ひび割れを導入したものの側面を打撃した時の比較。側面のデータはスタートから2000Hzまで共通しているところはなく、ひび割れを導入した時が最高で-40dBも高くなっていることが確認できる。また、縦ひび割れと同様に3000Hzを超えてから波形は似ているが周波数のずれが確認できた。また図6を比較すると、1000Hzあたりまではあまり違いが確認できず、2000Hzあたりでひび割れを導入した方が約10dBも高くなっていることが確認できた。それ以降も波形は似ているものの周波数にズレが生じていることも確認できる。次に図7の無損傷と縦にひび割れを導入したものの側面を打撃した時のものの比較を行なう。側面を打撃した時だと、スタートの音圧から約5dBもの違いがあることが確認できる。1000Hzまで全く類似しているところが見られなかった。3000Hzを超えてから波形が似てきた為、スタートから2000Hzにかけて大きな違いが出る事が確認できた。

次に厚さ 50mm の無損傷板とひび割れ板の比較を行っていく。

次に図 8 の比較をしていく。500Hz あたりの音圧の乱れがひび割れには無かった。また、特徴であった 900Hz の音圧も高くなっていないことが確認できる。図 9 を比較していく。比べると音圧の大きく違いがあるのが分かる。また、ひび割れを導入したものの音圧が最初から高いことが確認できる。500Hz の音圧の乱れの特徴は似ているが、音圧が高いことが確認できた。図 10 の無損傷板と縦にひび割れを導入したものの中心を打撃した時の比較を見ていく。スタートの音圧の変化があるのが確認できる。また、50mm の無損傷板の特徴として 500Hz あたりに音圧の乱れが見られたものの、ひび割れと導入した時には見られなかった。900Hz で音圧が高くなっているのはひび割れ板も同じ特徴があり、4000Hz あたりでもう一度音圧が高くなるが、ひび割れの試験体が約 10dB ほど大きいことがわかった。次に図 11 の比較をしていく。無損傷の特徴の 500Hz に音圧が高くなっているが、ひび割れにはそのような特徴は見られなかった。ひび割れ板は 4000Hz に一度大きな音圧の乱れが確認できる。

4. 結論

試験結果から、吹付けコンクリート板の厚さを変化させると 800(Hz)から 1000(Hz)の音圧が変化している事が分かる。また、音圧-周波数でひび割れが導入されているか、無損傷なのか区別は出来ると考える。しかし、ひび割れの種類までは検討出来ていない為、より詳細な検討が必要である。

参考文献

- 1) 愛知県吹付法面定期点検要領 (案), <https://www.pref.aichi.jp/douroiji/image/fukitsukenorimen.pdf> (2021.8 確認)
- 2) 音声編集フリーソフト Audacity. <https://audacity.softonic.jp> (2022.1 確認)

コンクリート板の材質・寸法が打音特性に及ぼす影響

EC18024 川本 宜論

1 研究背景と目的

全国的に行われている「打音特性」については、専門的技術者や熟年技術者によって検査が行われており、ひび割れ発生が特定できると好ましいと言われている。さらに、背面の状況が推定できると良いが、明確な判定基準がなく打音の音質等で判定しているのが現状である。近年、土木技術者不足が叫ばれて久しいが、コンクリート吹付工の検高速フーリエ変換は、音響・振動測定分野において重要な解析手法です。FFT を使うことにより、ある信号をいくつかの周波数成分に分解し、それらの大きさをスペクトルとして表すことができます。査技術者の高齢化・人手不足も著しい状況である。よって、打音検査における周波数分析・判定条件の研究を進めることで、若年技術者においても内部隙間などの欠陥判定が可能になり、道路施設の維持管理を行えるようにする事が要求されている。¹⁾

従来の打音試験では、吹付コンクリート板のみで行っていた。試験体のサイズは 450mm 角を使用しており、背面状況は砂地、コンクリートの上、シルト、12 mm と 24mm の隙間をいれて比較した。よって本研究では今回から、コンクリート板を追加し打音試験での打音特性を検討した。目的は吹付コンクリート板からコンクリート板に材料が変化した場合や試験体の寸法が打音特性に及ぼす影響を調べることで、実像構造物に貢献できること。特別な技術や経験がない若年技術者でもあらゆる状況下で判断できる打音検査技術の確立を目指しているため、打音特性に関する基礎知見を得ることを目指している。技術が確立されれば、道路施設の維持管理に大きく貢献することができる。

2. 打音試験方法

2.1 試験体概要

試験体は写真 1 に示すように 1 辺が 200 mm の正方形、厚さが 50 mm を 2 枚(試験体 1, 2)、100 mm を 2 枚(試験体 3, 4)。写真 2 で示すように 1 辺が 450 mm の正方形、厚さが 50 mm を 2 枚(試験体 5, 6)、100 mm を 2 枚(試験体 7, 8))。写真 3 で示すように 1 辺が 700 mm の正方形、厚さ 50 mm を 2 枚(試験体 9, 10)、100 mm を 2 枚(試験体 11, 12)の計 12 枚用いた。

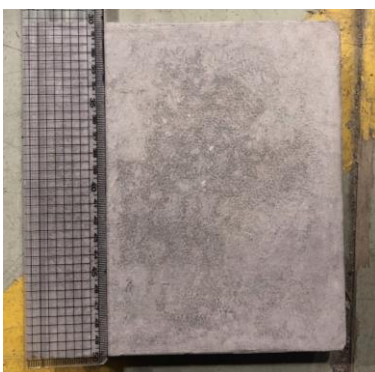


写真 1 1 辺 200 mm の試験体



写真 2 1 辺 450 mm の試験体



写真 3 1 辺 700 mm の試験体

2.2 試験方法概要

打音試験には写真4に示すテストハンマーと写真5に示すマイクと録音機を使用した。これらは一般に販売されているものである。打音試験は18号館施設内の北側加工場で実施し、試験体背面状況がすべての試験で同一で、かつ試験体背面に空間が生じないように、写真6で示すように試験体背面にシルトを敷いた。

実験では、3種類の打撃方法を行う。打撃点は試験体中央部で1回の録音で10回打撃した。これを一つのデータとする。これを10セット繰り返す。1種類目は間隔を開けて打撃するもの。2種類目は通常スピードで打撃するもの。3種類目は間隔を開けずに打撃するものである。打撃方法の定義は間隔を開けて打撃するが約2秒間に1回のスピードで打撃。通常スピードで打撃するが約1秒に1回の打撃。間隔を開けずに打撃するが試験体を連打するこれを基準とする。

打音解析には、扱いが容易な Audacity²⁾ を活用した。

写真7のように打音データの高速フーリエ変換を行うことで、そのデータをもとに打撃音の音圧と周波数関係を得た。



写真4 テストハンマー

写真5 マイクと録音機

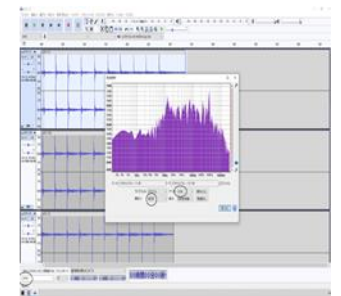


写真6 背面地質(シルト)

写真7 Audacity

3. 試験結果

3.1 音圧-周波数関係(同じ寸法で打撃方法を変化させた場合)

図1は200mm角の試験体で厚さ50mmの音圧-周波数関係を示している。3種類の打撃方法は共に3つの音圧-周波数変化が確認できた。1つ目は周波数が413Hz付近で音圧は卓越していた。2つ目は周波数が2493Hz付近で音圧は卓越していた。3つ目は周波数が3834Hz付近で音圧は卓越していた。この結果は450mm角の試験体でも700mm角の試験体でも同様なことが言えた。図2は200mm角の試験体で厚さを100mmの音圧-周波数関係を示している。50mm厚と同様に3つの音圧-周波数関係が確認できた。1つ目は周波数が413付近Hzで音圧は卓越していた。2つ目は周波数が2598Hz付近で音圧は卓越していた。3つ目は周波数が3920Hz付近で音圧は卓越していた。この結果も同様

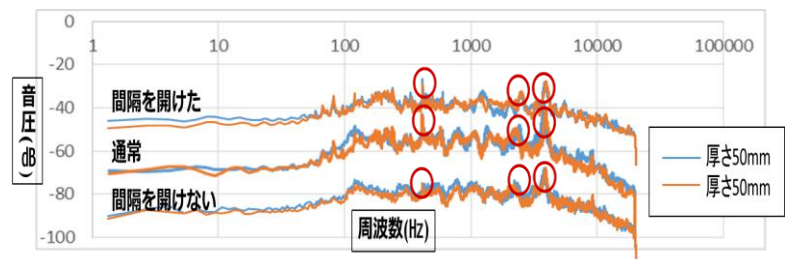


図1 200mm角 厚さ50mm
音圧-周波数関係

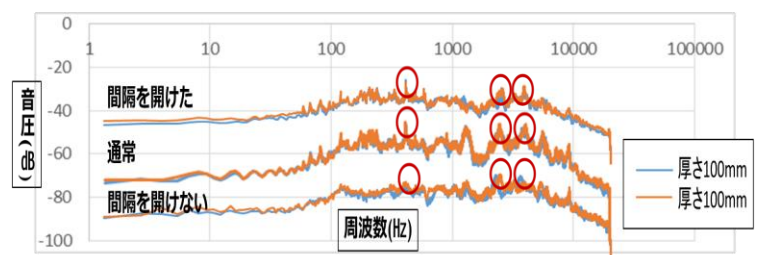


図2 200mm角 厚さ100mm
音圧-周波数関係

この結果も同様

に 450mm 角の試験体でも 700mm 角の試験体でも同様なことが言えた。以上のことから同じ寸法で打撃方法を変化させた場合は明確な違いは見られなかった。

3.2 音圧-周波数関係(寸法と打撃方法を変化させた場合)50mm厚 試験体 1,5,9

試験体の寸法と打撃方法を変化させた場合で打音特性に影響があるのか検討した。まず、50mm厚から説明する。図4は間隔を開けて打撃した200mm角,450mm角,700mm角の音圧・周波数関係である。200mm角では1000Hz~10000Hzの間で音圧が一番卓越していた。450mm角では1000Hz~10000Hzの間で音圧が一番卓越していて、2つ大きな周波数の振幅があり音圧が卓越していた。700mm角では100Hz~1000Hzの間で一つ大きく音圧が卓越していた。さらに、1000Hzを少し超えた所でも音圧が卓越していた。図5は通常スピードで打撃した音圧-周波数関係。図6は間隔を開けずに打撃した音圧-周波数関係である。3つの図から分かるように打撃方法の違いだけでは周波数に大きな違いは見られなかった。その結果の具体的な値を数値化しました。間隔を開けた打撃の場合、200mm角では3845Hzで音圧が卓越した。450mm角のでは1647Hzと2488Hzで音圧が卓越した。700mm角では、406Hzと1112Hzで音圧が卓越した。通常スピードで打撃した場合、200mm角では3834Hzで音圧が卓越した。450mm角では1640Hzと2460Hzで音圧が卓越した。700mm角では407Hzと1110Hzで音圧が卓越した。間隔を開けずに打撃した場合、200mm角では3807Hzで音圧が卓越した。450mm角では、1631Hzと2600Hzで音圧が卓越した。700mm角では407Hzと1117Hzで音圧が卓越した。このように50mm厚で打撃方法を変化させても明確な違いはなかった。しかし、試験体の寸法の変化で比較すると大きく違いが分かった。

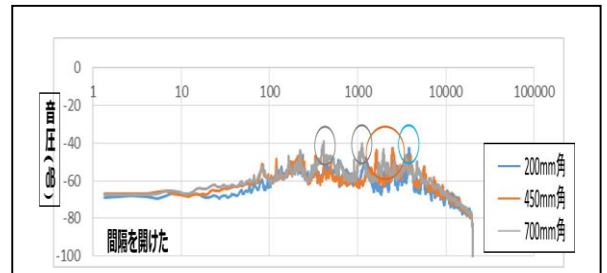


図4 間隔を開けて打撃した音圧-周波数関係

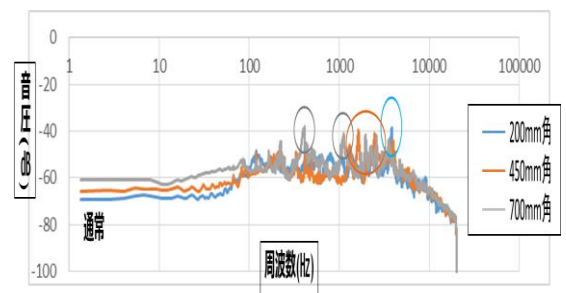


図5 通常スピードで打撃した音圧-周波数関係

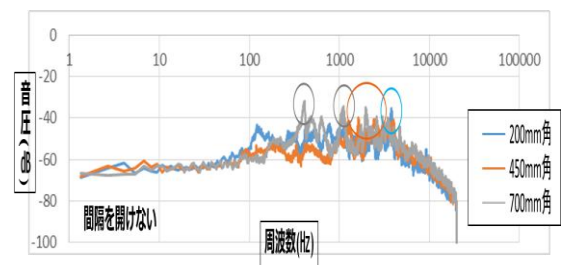


図6 間隔を開けずに打撃した音圧-周波数関係

3.3 音圧-周波数関係(寸法と打撃方法を変化させた場合)100mm厚 試験体 4,8,12

次に100mm厚の比較を行った。試験体は200mm角,450mm角,図7は通常スピードで打撃した音圧-周波数関係である。先ほどの50mmと同様に、100mm厚でも試験体と打撃方法をそれぞれ比べても、音圧に明確な違いは見られなかった。その具体的な値を数値化した。間隔を開けた打撃の場合、200mm角では8924Hzで音圧が卓越した。450mm角のでは884Hzと1351Hzで音圧が卓越した。700mm角では、413Hzと1102Hzで音圧が卓越した。通常スピードで打撃した場合、200mm角では9203Hzで音圧が卓越した。

450mm角では880Hzと1326Hzで音圧が卓越した。700mm角では413Hzと1098Hzで音圧が卓越した。間隔

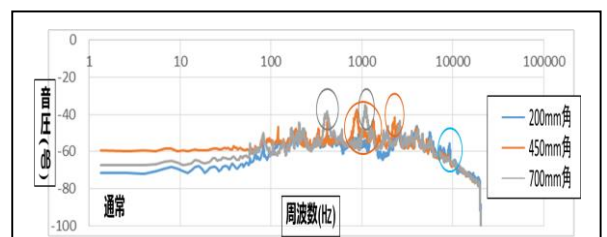


図7 通常スピードで打撃した音圧-周波数関係

を開けずに打撃した場合、200mm 角では 9202Hz で音圧が卓越した。450mm 角では、881Hz と 1320Hz で音圧が卓越した。700mm 角では 394Hz と 1100Hz で音圧が卓越した。このように 100mm 厚で打撃方法を変化させても明確な違いはなかった。しかし、試験体の寸法の変化で比較すると大きく違いが分かった。

3.4 試験体の寸法が打音特性に及ぼす影響(厚さの比較)

50mm 厚と 100mm 厚を比較した場合は打撃方法を変化させても 700mm 角では音圧の卓越した数値には大きな違いは見られなかった。しかし、200mm 角と 450 mm角の試験体のそれぞれの音圧の卓越した数値を比較すると大きな違いが見られた。

4. 結論

本研究では、特別な技術や経験がない若年技術者でもコンクリート版のあらゆるサイズの状況下でも判定できる打音研究技術の確立を目指し、コンクリート版に及ぼす影響を検討した。背面地質は統一しシルトを使用した。試験結果から分かった傾向を以下に示す。

4.1 音圧-周波数関係(同じ寸法で打撃方法を変化させた場合)

200mm 角で厚さ 50mm の試験体で打音検査を行った場合、3 種類の打撃方法は共に 3 つの音圧-周波数変化が確認できた。この結果は 200mm 角で厚さを 100mm に変化させても同じような傾向が見られた。この結果は 450mm 角の試験体でも 700mm 角の試験体でも同様なことが言えた。同じ寸法で打撃方法を変化させた場合は、明確な違いは見られなかった。

4.2 音圧-周波数関係(寸法と打撃方法を変化させた場合)

実験結果より、50 mm厚で打撃方法を変化させても明確な違いは見られなかった。しかし、試験体の寸法で比較すると大きく違いが分かった。100mm 厚でも同様な結果が得られた。

4.3 試験体の寸法が打音特性に及ぼす影響(厚さの比較)

50mm 厚と 100mm 厚で比較をした時に、700mm 角の試験体では音圧に大きな変化は見られなかった。しかし、200mm 角と 450 mm角では音圧に大きな違いが見られた。この結果より、今回の実験では試験体の中央部を打撃しているので、音の反射で試験体と音圧に影響を及ぼすと考えた。よって厚さの比較では音圧が変化するとは一概には言えない。

本研究の打音試験では、3 つのことが分かった。

1 つ目は打音試験を変化させても音圧-周波数関係を評価しても打音特性に明確な違いは見られなかった。2 つ目はコンクリート板の寸法の違いで打音特性に明確な違いが確認できる。3 つ目は寸法が大きい試験体のもほど小さい周波数で音圧の卓越が見られた。

この結果から、コンクリート板の大小で音圧が卓越する周波数が異なるということ、実像構造物に適用できれば、目に見えない構造物の不具合が打音検査により判定することが可能ではないかと考えた。

参考文献

- 1) 田沢雄二郎：吹付コンクリート工法，粉体工学会誌，Vol25、No3,pp168-174,1988 (2021.8 確認)
- 2) 音声編集ソフト Audacity <https://audacity.softonic.jp> (2022.1 確認)
- 3) 伊藤大晟 卒業研究 打撃方法や材料の違いがコンクリート板の打音特性に及ぼす影響の評価(2022.1 確認)

グラウト未充填部で PC 鋼材が破断した PC 部材の解析的性能評価

EC18027 小池 聖

1. 研究の背景と目的

高度経済成長期から多くの PC 橋が建設されているが、近年では老朽化してきている PC 橋が増えてきており、これを適切に維持管理して安全に共用を継続できるようにしていくことを求められている。また、老朽化したコンクリート構造物での合理的な維持管理では、経年などの経年などで劣化・損傷した構造物が保有する残存構造性能を適切に評価する技術が必要であることが考えられる。PC 橋の損傷に塩害があり、グラウト充填不良や橋面および桁端部の防水処理が施されていないことによる雨水の侵入での PC 鋼材の腐食の破断が報告されている。これらの損傷した PC 橋に対する性能評価手法は十分に確立されていない。そこで本研究では、埼玉大学の横田らの PC 鋼材を人為的に切断した PC はりを使用して、グラウト未充填状態を人為的に作成したものとグラウト未充填区間を再注入した 2 つの PC はりの载荷試験¹⁾を解析対象として、グラウト充填不足と PC 鋼材の破断を組み合わせた状態での耐荷特性と充填不良部を変数としたパラメトリック解析でのグラウト未充填と再注入を行い評価可能な数値的解析を目的とする。

2. 解析対象と解析概要

2.1 解析対象とした実験の概要

本研究では解析の対象とした PC はりの諸元では、断面が $200 \times 200 \text{mm}$ で支間長 2400mm である。はり下縁には 3 本の SD345(D6)引張鉄筋、はり上縁には 2 本の SD345(D6)圧縮鉄筋が配置されている。有効数字 145mm の位置で PC 鋼材に単線が付着性能を有するインデント PC 鋼線 SWPD1L7mm を鋼製シース($\phi 18$)に配置して緊張後に部分的にグラウトを充填したポストテンション方式である。グラウト充填不足のコンクリートとグラウトの圧縮強度はそれぞれ 42.7N/mm^2 および 64.4N/mm^2 であり、グラウト未充填区間の再注入のコンクリートとグラウトの圧縮強度はそれぞれ 42.1N/mm^2 および 65.8N/mm^2 である。また、図-1 には解析対象の供試体が示されている。図中の×印が PC 鋼材を切断した箇所である。PC はりのそれぞれのグラウト未充填区間とグラウト再注入区間でのシース内に小さなスポンジ片を挿入することでグラウト未充填状態を人為的に作成し、更にその区間内において PC はりの側面からコンクリートコアドリルで PC 鋼材を切断した。また、PC 鋼材の切断後に、グラウト未充填区間において自然流下方式を使ってグラウトの再注入が行っている。グラウト未充填区間と再注入区間はそれぞれ同じである。

2.2 解析概要

解析には、3次元格子等価連続体モデル (LECOM)²⁾に野中の付着モデル³⁾を使用した。本研究では PC 鋼材とグラウト間の付着強度パラメータを $\alpha=0.15$ 、と設定して解析を行っている。PC 鋼材の破断と関係してグラウト未充填とグラウト再注入に違いによって耐荷性能がどのような変化をするかを解析する。

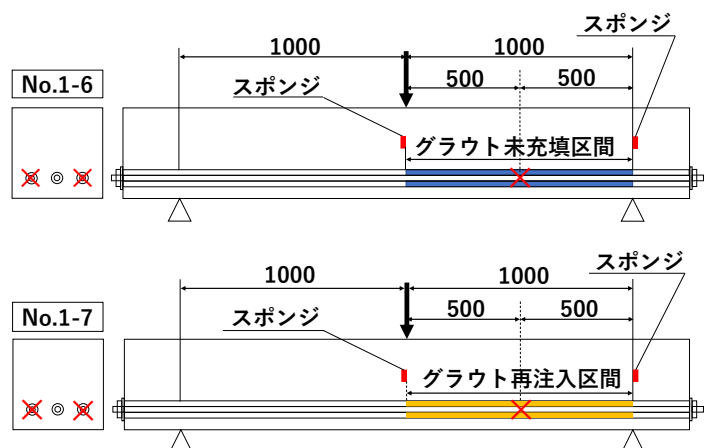


図-1 解析対象の供試体

3. 実験と解析の比較結果

図-2 に実験と解析の比較を示す。実験と解析を比較して、わずかな差異が認められるが、比較的精度がよく、実験結果を予測している。No.1-6 の実験と解析、No.1-7 の実験と解析でグラウト再注入が行われた結果では No.1-6 より耐荷力が大幅に向上することが確認される。だが No.1-7 の実験と解析での No.1-7($\alpha=0.15$)の時の解析で耐荷性能が大きく異なったため、 $\alpha=0.03$ の場合での解析を行ったところ No.1-7 の実験には近づいたが降伏しなかった。その原因として No.1-7 の実験では、再注入したグラウトと PC 鋼材の付着は初期最大値の付着により低下した及び実験でスポンジを使用しているためスポンジが付着性状の低下に影響したためかと考える。解析での No.1-7($\alpha=0.15$)では、グラウト再注入によりコンクリートの一体化のしやすさから付着性が高まり、鉄筋のように引張抵抗材としてある程度の機能を果たしているため大幅な回復ができたのではないかと考える。No.1-7 の実験では、グラウト再注入でシース管の中でグラウトの固まり具合が悪かったことによって、付着の確保ができていなかったのではないかと考える。

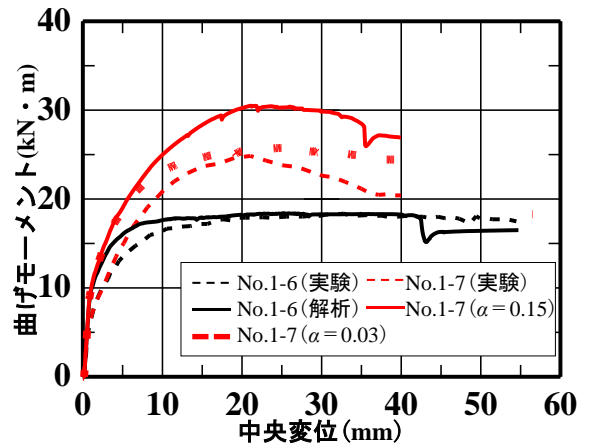


図-2 実験と解析の比較

図-3 に最大荷重時における切断した PC 鋼材と断面幅中央に配置する PC 鋼材の軸方向のひずみ分布を示す。破断した PC 鋼材に着目すると No.1-6 ではスパン中央から 1000mm までの範囲でグラウト未充填区間の PC ひずみが 0 になっていることや残り 2 つの No.1-7 でスパン中央から 1000mm までの範囲で PC ひずみの値が生じ耐荷力が回復したこと、No.1-6 と No.1-7 でスパン中央から 500mm のところで切断されているため PC ひずみが 0 になっていることが確認できる。スパン中央に着目すると破断した PC 鋼材では、No.1-6 と No.1-7 で比較すると No.1-7 で PC ひずみが向上していることから、再注入によって破断した PC 鋼材は荷重に対して抵抗したことが確認できる。破断していない PC 鋼材では No.1-6 と No.1-7($\alpha=0.03$)で比較すると No.1-7($\alpha=0.03$)では PC ひずみがわずかに減少しているが、No.1-7($\alpha=0.15$)では大幅に減少していることが確認できた。その結果から破断した PC 鋼材にグラウト再注入されることによって破断していない PC 鋼材の負担が減り PC は全体の耐荷力が向上したことやスパン中央で破断した PC 鋼材が降伏ひずみを超えた時に耐荷力が向上するのではないかと考える。

図-4 に最大荷重時における断面幅中央に配置される引張鉄筋の部材軸方向のひずみ分布を示す。スパン中央に着目すると No.1-6 と No.1-7($\alpha=0.03$)で比較すると No.1-7($\alpha=0.03$)では鉄筋ひずみがわずかに減少しているが、No.1-7($\alpha=0.15$)では大幅に減少していることが確認できた。原因として PC ひずみの時と同じ考察となるがグラウト再注入されたことによって鉄筋ひずみが減少し耐荷力が向上しているが No.1-7($\alpha=0.15$)では、ス

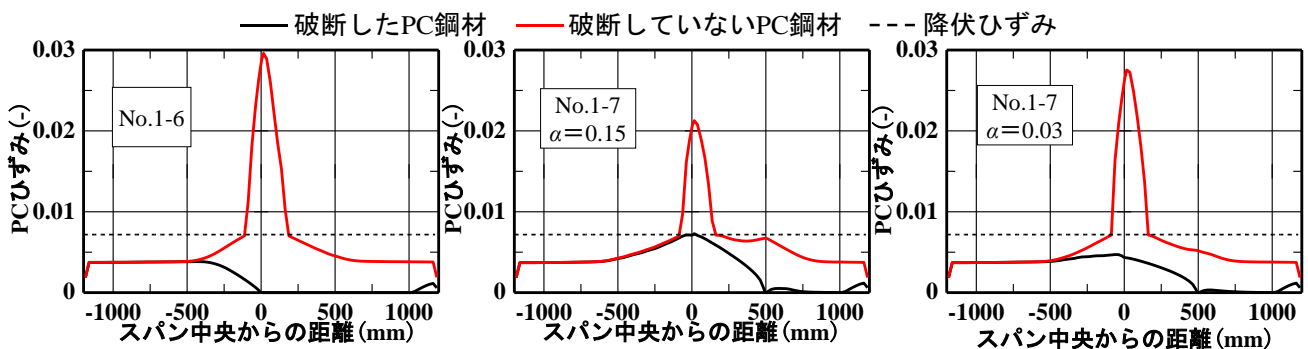


図-3 PC 鋼材のひずみ分布

左 : No.1-6 真ん中 : No.1-7 ($\alpha=0.15$) 右 : No.1-7 ($\alpha=0.03$)

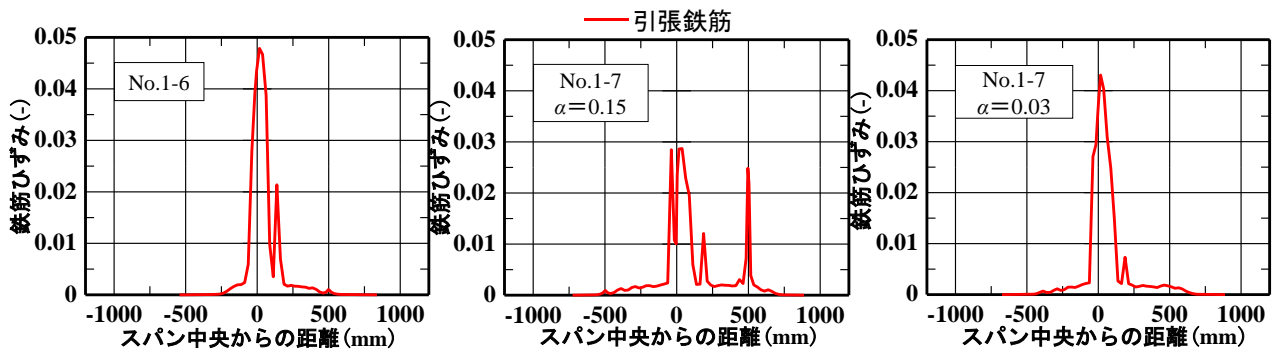


図-4 鉄筋のひずみ分布

左 : No.1-6 真ん中 : No.1-7 ($\alpha=0.15$) 右 : No.1-7 ($\alpha=0.03$)

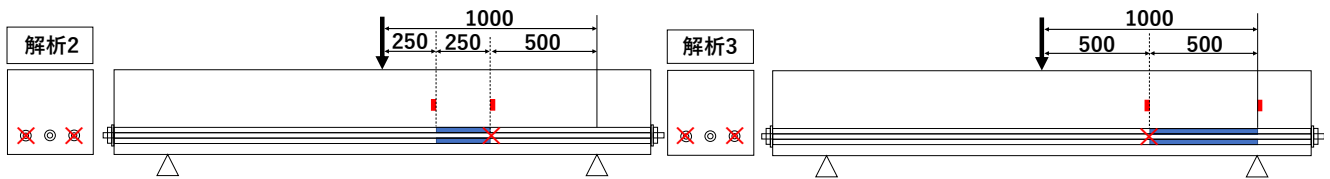


図-5 パラメトリック解析でのPCはり (注 : ×切断位置)

パン中央から1000mmの範囲でグラウトが再注入され、コンクリートの一体化が高まり中央スパンから500mmのところまでひび割れが生じているため、荷重に対して力が分散されたことによって耐力が大幅に向上したのではないかと考える。

4. 充填不良部を変数としたパラメトリック解析

図-1でNo.1-6とNo.1-7を解析で使用したPCはりを利用して、グラウト未充填区間と再注入区間を破断している箇所と関係するように中央スパンの右半分での範囲として6種類のグラウト未充填区間と再注入区間のPCはりを作成してそのうちの2種類を図-5に示す。図-5のPCはりをそれぞれ解析2・解析3とした。切断箇所と載荷位置は同じとなっている。

5. パラメトリック解析の結果

図-6にパラメトリック解析での曲げモーメント-変位関係を示す。今回はNo.1-6とNo.1-7の解析結果を含めて比較を行った。まず一番左のグラウト未充填では曲げモーメントの値がそれぞれ異なった。これは載荷位置付近でのグラウト未充填区間によって耐力性能がそれぞれ異なることが確認できる。図-6の真ん中では、No.1-7と解析2では左の図のグラウト未充填区間からグラウト再注入ができ、耐力が大幅に向上することが確認される。だが、解析3の未充填と再注入であまり変わらなかったためグラウトの有無関係していないこ

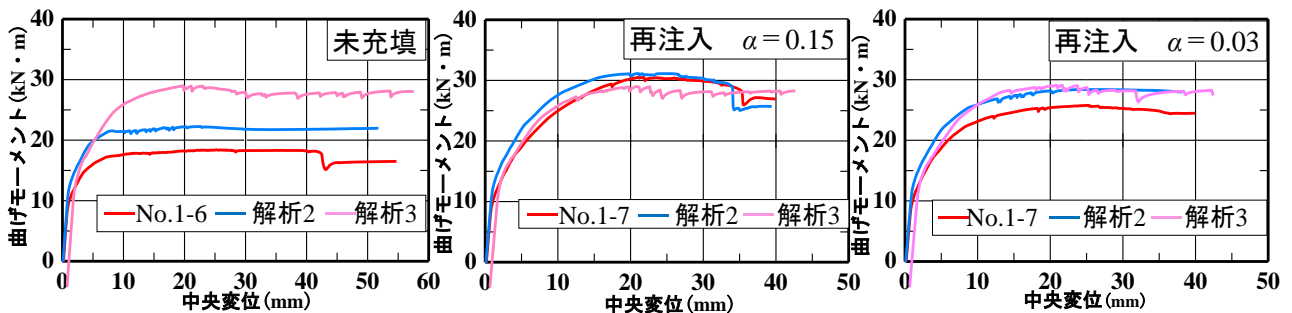


図-6 曲げモーメント-変位関係

(左 : 未充填の解析 真ん中 : 再注入の解析($\alpha=0.15$) 右 : 再注入の解析($\alpha=0.03$))

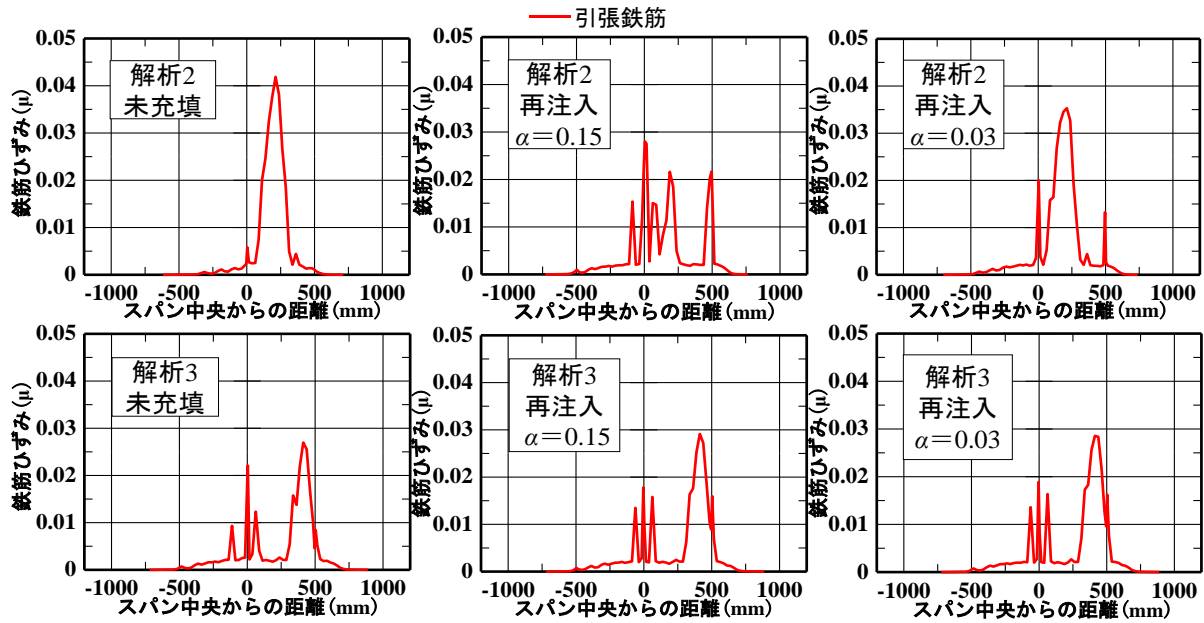


図-7 鉄筋のひずみ分布

左：未充填 真ん中：再注入($\alpha=0.15$) 右：再注入($\alpha=0.03$)

とが判明した。右の図では未充填の時よりは向上しているが再注入($\alpha=0.15$)ほど向上していないためコンクリートの一体化の不具合でそれぞれのグラウト再注入区間でグラウトの固まりが悪かったと考える。

図-7に最大荷重時における断面幅中央に配置される引張鉄筋の部材軸方向のひずみ分布を示し、上3つは解析2、下3つは解析3を示す。解析2では図-4と同じように再注入($\alpha=0.15$)で大幅に鉄筋ひずみが減少したため引張鉄筋の負担が減っていることが確認できたが、解析3はグラウトの有無に関係なく耐荷力が高いためあまり変化が起きなかった。解析2と解析3のグラウト未充填での一番大きな鉄筋ひずみで、スパン中央からの距離で解析2では187.5mm、解析3では412.5mmとグラウト未充填区間によって一番鉄筋ひずみが大きい場所が異なることが確認できる。

6. 結論

本研究では、PC鋼材の破断を有するポストテンション方式PCはり部材にグラウト未充填区間およびグラウト再注入区間の構造性能が可能な数値解析技術を構築した。本解析手法は、グラウト未充填区間を設けるためにシース管に小さなスポンジ片を仕込みPC鋼材を人為的に切断したPCはりを載荷試験に適用した結果、以下の結論を得た。本研究手法で、グラウト未充填区間でPC鋼材が破断した場合PC鋼材の機能が失われるため、大幅な耐荷力の低下につながることや載荷位置付近にグラウト未充填区間がある場合とない場合で耐荷力の違いが予測できる。グラウト未充填区間をグラウト再注入した場合では、耐荷力が大幅に改善されるが付着の違いによって、耐荷力の変化が予測可能である。よって、グラウトと付着の重要性が再認識されたとと言える。最後に解析精度向上には、PC鋼材の摩擦力やグラウトとの付着挙動の適切なモデル化が必要である。

参考文献

- 1) 横田 敏広・Isuru WIJAYAWARDANE・睦好宏史：腐食したPC鋼材を有するPC梁の耐荷力特性と解析的性能評価手法の検討，土木学会論文集 E2(材料・コンクリート構造)Vol.74, No.4, 218-233, 2018.
- 2) 石川靖晃・伊藤睦・荒畑智志・河合真樹・原健悟：コンクリート構造物建設シミュレータの開発－各種初期応力影響下の保有耐荷力解析プラットフォーム－，J-STAGE 53 巻 2 号, pp172-180, 2015
- 3) 野中萌生：鉄筋とコンクリート間の付着モデルの開発，2019年度中部大学卒業論文

鉄筋腐食した RC はり部材の耐荷性能評価に関する研究

EC18051 中野 彰人

1. 序論

はじめに供用中の鉄筋コンクリート RC 構造物において、鉄筋腐食に関する問題が顕在化してきている⁵⁾。鉄筋が腐食すると、鉄筋自体の体積が減少することに加え、膨張圧によりかぶりコンクリートに腐食ひび割れが生じる。このような劣化現象が RC 構造物の耐荷性能に及ぼす影響は大きいと考えられる。鉄筋腐食と RC 部材の構造性能の関係を明らかにすることは、既存構造物の維持管理において必須である。そこで本研究では、鉄筋腐食した RC はり部材の耐荷性能評価手法の開発を主眼とし、鉄筋腐食に伴う材料劣化の考慮の有無が、耐荷力に及ぼす影響を評価することを目的とし、鉄筋腐食が原因で起きる断面積の減少、付着劣化、腐食ひび割れの3つの材料劣化の考慮の有無が、鉄筋腐食した RC はり部材の解析結果に及ぼす影響を評価した。

2. 解析対象と解析概要

2.1 解析対象とした実験の概要

解析の対象とした RC はりの諸元を図-1に示す。試験体の側面のかぶりは22mm、下面は37mmである。腐食による定着部の破壊を防止するために、軸方向鉄筋は、端部を直角に折り曲げて、定着している。せん断耐荷力に対するコンクリートの貢献分に着目するため、せん断スパン内には、せん断補強鉄筋を配置していない。支点と載荷点位置に組立鉄筋を用いた。図-2に解析モデルと腐食位置を示す。

試験パラメータは、軸方向鉄筋の腐食の発生位置と腐食領域の幅である。腐食発生位置は、試験体支間中央の等モーメント区間およびせん断スパン中央とした。腐食区間の幅は、125mm および 250mm とした。また、せん断スパン中央を電食させる試験体では、片側のせん断スパンに 125mm のスポンジを接触させたときと両側のせん断スパンに 125mm のスポンジを接触させた2体の試験体を用意した。図-2に腐食位置を示している。黒塗りつぶされている部分が腐食領域である。腐食鉄筋の質量減少率の最大値が、同等になるように、電食試験時の総電流量を試験体ごとに管理した。

実験では、図-2に示す位置に載荷点・支点が設けられ、せん断スパン比は約 2.74 である。計測項目は、荷重、支点および RC はりスパン中央の鉛直変位とする。

2.2 解析概要

解析には、3次元格子等価連続体モデル LECOM に野中の付着モデル³⁾を使用した。図-2 解析モデルと腐食位置を示した。

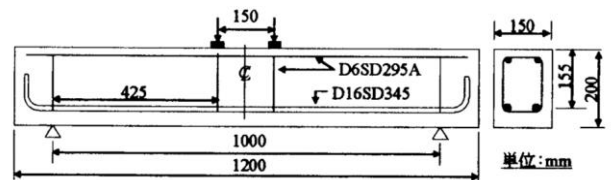


図-1 解析対象としたはり部材の諸元

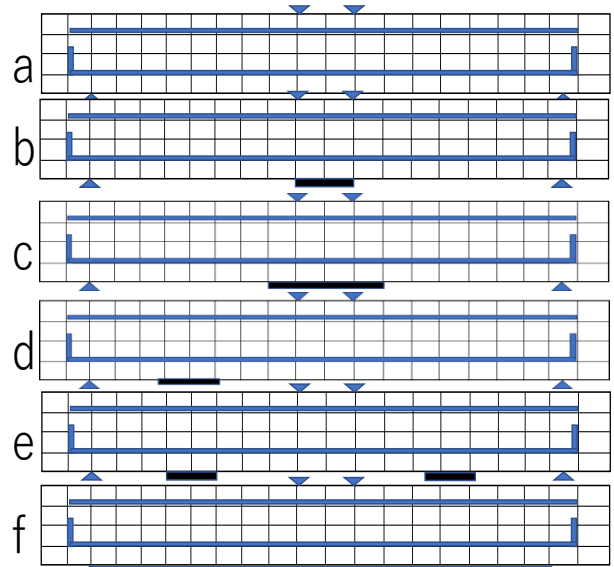


図-2 解析モデルと腐食位置

本研究の解析概要は、鉄筋腐食による付着劣化が RC はり部材の挙動にどのように影響するかを検討する。付着特性の変化や付着劣化の分布状況によってせん断耐力に変化があるか否かを明らかにするために、付着応力 α や付着劣化の分布を変化させた数値解析を行う。なお α を 0.1、0.001 とした。

3. 解析結果

3.1 荷重－変位関係の比較

図-3 に解析により出た荷重－変位関係のグラフを示す。完全付着と付着考慮を比較してみた。荷重の差異はあるが、似たようなグラフとなっており、せん断破壊していることがわかる。次に付着考慮 1（鋼材断面積低減+付着考慮+腐食ひび割れ部の付着を少し考慮するため α を 0.001 に設定）と付着考慮 2（付着考慮 1 の α を 0.1 変更）を比較してみた。グラフを比較すると、a～e のグラフは似たようなグラフになっており、変化は見られない。しかし f のグラフは、20kN 手前の段階でひび割れしており実験のグラフよりもだいぶ柔らかい試験体になってしまっている。横ひび割れ部には腐食はほぼないと考えていたがグラフからある程度の腐食があることが予測される。そのため α を 0.1 に設定し解析した結果、実験のグラフと近いグラフとなった。しかし、実際には、面積低減を図ることは困難であるため面積低減を無しにしたグラフが付着低減+面積低減無のグラフである。付着低減 2 と比べると、f のグラフが面積低減を考えたグラフよりも早い段階でせん断破壊している。やはり腐食部が多いと面積の低下が大きくなり耐力が低下し、せん断破壊してしまったと考える。

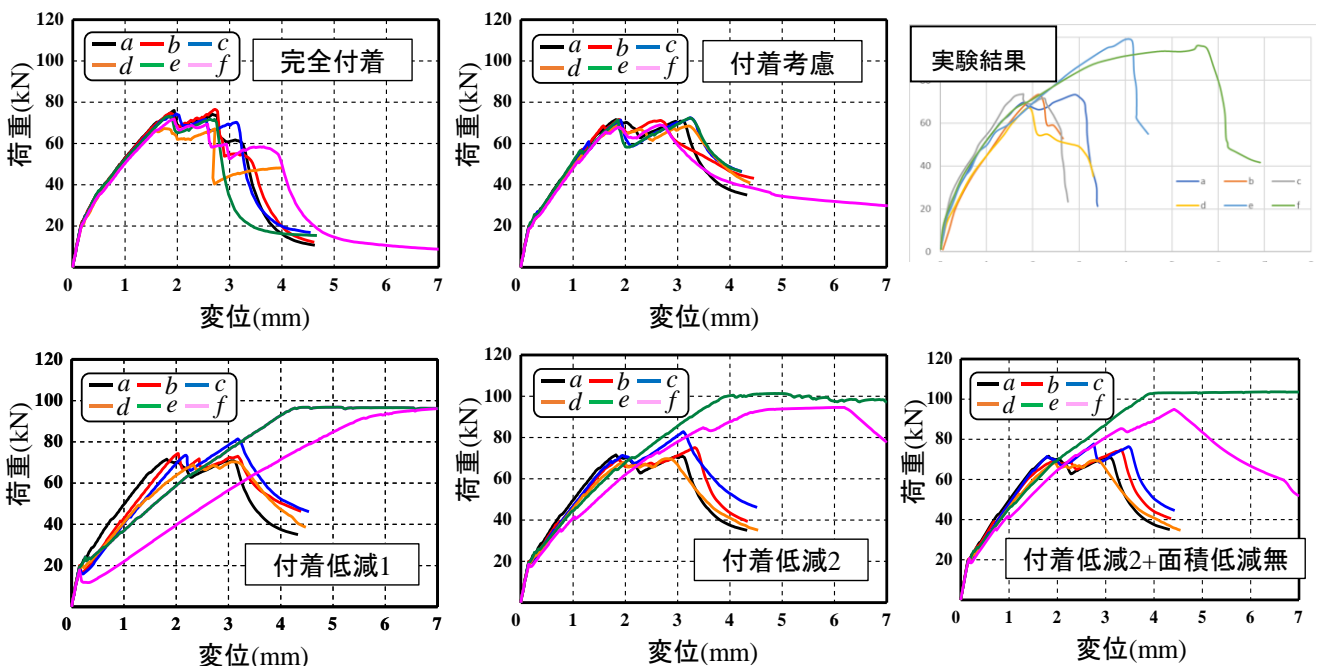


図-3 荷重－変位関係の比較

3.2 ひび割れ性状の比較

図-4 に解析によるひび割れ図を示す。荷重－変位関係の際に実験値に最も類似していた α が 0.1 の際のひび割れ図を比較する。解析によるひび割れ図を見ると、腐食位置にひび割れが出ていることから腐食の場所によって斜めひび割れが変化することが分かった。斜めひび割れの位置が c だけ反対側に発生してしまっている。おそらく実験の際に機械的な摩擦が発生したことが原因だと考えられる。d の試験体の。が解析結果よりもひび割れ本数減少している。e の試験体は腐食位置が左右対称であるがひび割れは左に偏ってしまっている。腐食ひび割れが均等ではないことが原因だと考える。

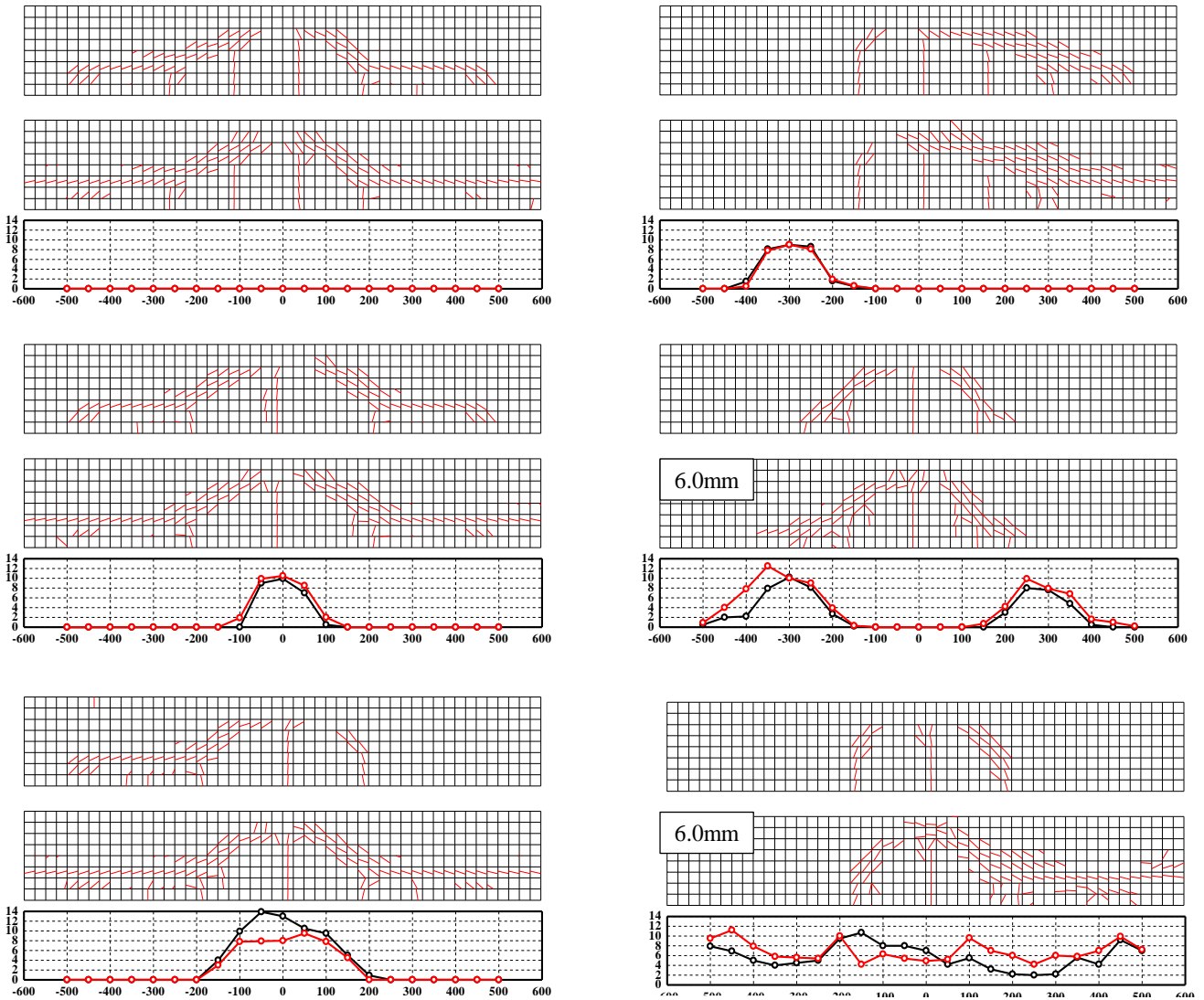


図-4 解析によるひび割れ図 ($\alpha = 0.1$)

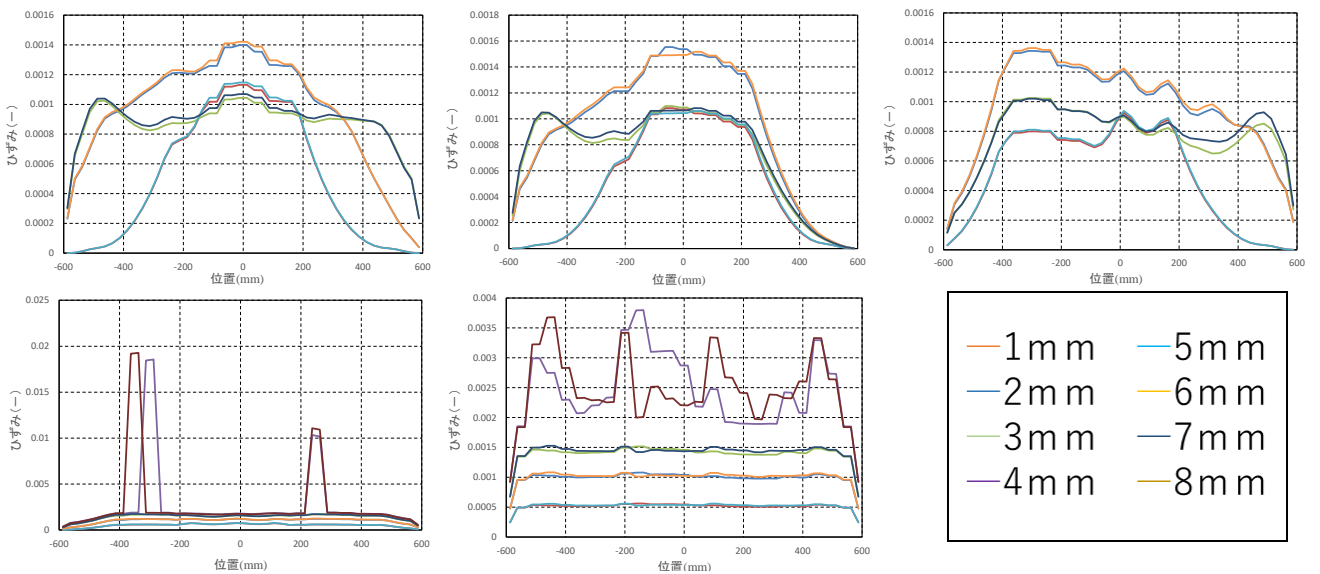


図-5 解析結果のひずみ分布 (付着低減 2)

3.3 鉄筋ひずみの評価

図-5 に付着低減 2、図-6 に付着手減 2+面積低減無し of 解析により得られた鉄筋ひずみとその発生位置の関係を示す。鉄筋ひずみも 3.2 ひび割れ性状の比較同様 α が 0.1 の際の鉄筋ひずみを比較する。b、c のひず

みは比較的似たようなグラフを示している。図-5 と図-6 を比較する。e を見ると、ひずみの位置が大きく変わっていることがわかる。f を比較すると付着低減 2 より、付着低減 2+面積低減無しの方が大きな値になっていることがわかる。さらに全体を見て、PC 鋼材切断箇所から約 600mm 離れた箇所では切断の影響がなくなることがわかる。

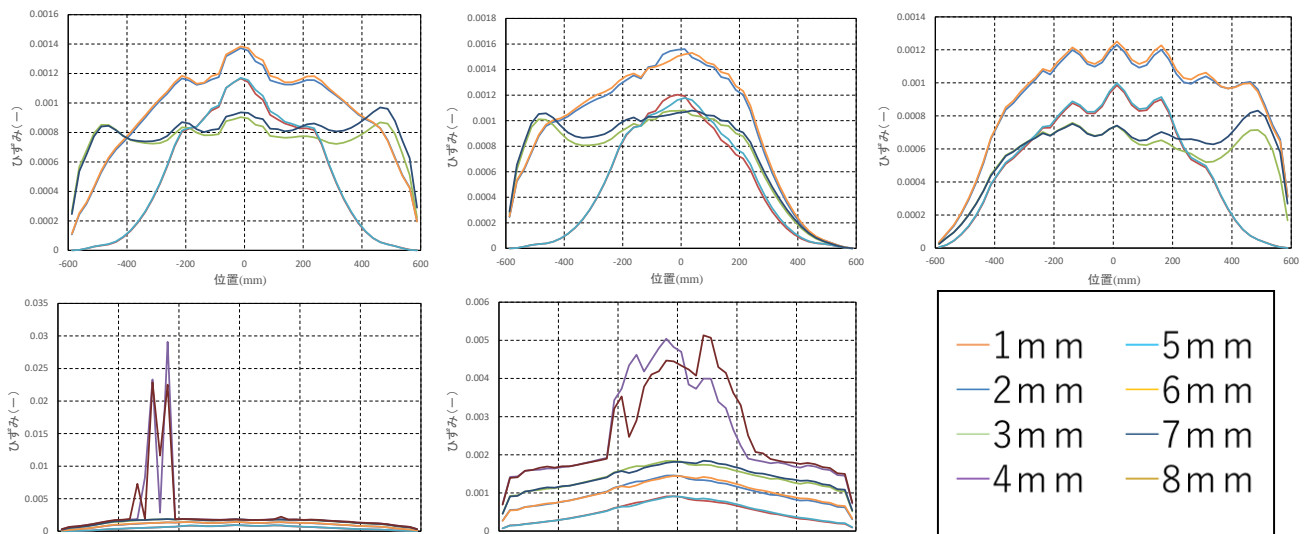


図-6 解析結果のひずみ分布（付着低減 2+面積低減無）

4. 結論

本研究では、鉄筋腐食に伴う材料劣化の考慮の有無が耐荷挙動に及ぼす影響を評価した。断面積減少の考慮は腐食が部分的に起きている場合には簡易的でも結果は出るが、全スパンの腐食している場合には断面積減少を考慮しなければ鉄筋腐食の耐荷性能を評価できない。断面積の減少によりその部位に荷重が偏ってしまうことを確認した。ひび割れは壊れる際には大きな破壊となる。そのためどの程度まで解析で出せるかを知ることが建物を維持していくうえで大切である。

参考文献

- 1) 横田敏広・Isuru WIJAYAWARDANE・睦好宏史：腐食した PC 鋼材を有する PC 梁の耐荷力特性と解析的性能評価手法の検討，土木学会論文集 E2（材料・コンクリート構造）、Vol.74, No.4, 218-233, 2018.
- 2) ダダボエブ アフロル：破断した PC 鋼材を有する PC はりの解析的性能評価手法の検討、2020 年度中部大学卒業論文，2021.2
- 3) 野中萌生：鉄筋とコンクリート間の付着モデルの開発，2019 年度中部大学卒業論文，2020.2
- 4) 島 弘、周 礼良、岡村 甫：マッシブなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の付着応力-すべり-ひずみ関係、土木学会論文集 Vol.378/V-6、pp.165-174, 1987.
- 5) 角田真彦ほか：局所的な鉄筋腐食を有する RC はり部材のせん断耐荷性能に関する研究、コンクリート：工学年次論文集，VQ1 . 30, No, 3. 2008

鉄筋の付着が RC はりの部材の挙動に及ぼす影響の評価

EC18061 平野 舜弥

1. 序論

昭和 40 年代前半までに建設された鉄筋コンクリート (RC) 構造物には、一般に丸鋼が用いられていた。また、当時の設計基準に基づいて建設された構造物は、現行の示方書で設計された構造物に比べ、補強鉄筋が比較的少ないのが特徴である。近年、頻繁する大型地震に対応するために、現在も供用されている。これらの構造物に対して耐震性の検討を行う必要がある。しかし、丸鋼は異形鉄筋に比べ付着性能が劣るため、現行の性能調査¹⁾の前提となる付着・定着性能を満足しないことが推測され、このことは、現行の照査方法が使えないことにもつながる。また、付着・定着性能不良の点では、鉄筋腐食した RC 構造物に通じるところがある。そこで本研究では、既往の付着を人為的に制御した RC はり部材²⁾や丸鋼を用いた低鉄筋比 RC 部材³⁾の載荷実験の数値解析を通じて、鉄筋の付着や定着が部材の耐荷挙動に及ぼす影響を評価することを目的とする。

2. 解析概要と解析対象とした実験の概要

2.1 解析概要

解析ツールに、各種初期応力影響下の保有耐荷力解析プラットフォーム⁴⁾を使用した。コンクリート構成則には、3次元格子等価連続体モデル⁵⁾を使用し、材料物性値には、実験で確認された値を使用した。なお、応力一等価一軸ひずみ関係等は参考文献⁶⁾を参照されたい。引張鉄筋をトラス要素でモデル化し、野中の付着モデル⁶⁾を使用してコンクリートとの付着を考慮した。付着応力-すべり関係には、島ら⁷⁾の付着応力-すべり-鉄筋ひずみ関係を準用した。ここで、解析対象とした実験で使用された鉄筋は丸鋼や付着が制御されているので、その影響を考慮するため、式(1)に示すように付着強度パラメータ α を導入した。

$$\tau = \alpha \times 0.73 f_c' (\ln(1 + 5s))^3 / (1 + \varepsilon \times 10^5) \quad s = 1000 S / D \quad (1)$$

ここで、 D は鋼材径、 ε は鋼材ひずみであり、本研究ではすべり量 S を鋼材節点位置における鋼材とコンクリート間の相対変位とした。なお、その他の鉄筋は埋込み鉄筋要素でモデル化することで完全付着とした。

2.2 解析対象とした実験の概要

池田ら²⁾は、付着の有無が RC はりのせん断破壊性状に及ぼす影響、付着の有無とせん断耐力との関係および付着の有無と残存アーチ機構との関係などを実験および解析により求めている。その中で、鉄筋コンクリートはりにおいて、引張鉄筋の付着が無く、かつ、両端で十分に定着されているならば、せん断スパン比が特に小さくない限り、斜めひびわれが発生せず、せん断破壊に至らないことを指摘している。そこで本研究では、まず池田らの実験に対して、付着強度パラメータ α を変数としたパラメトリックスタディを実施することで、付着応力の程度が RC はりの耐荷挙動に及ぼす影響を評価した。解析対象とした RC はりの諸元を図-1に示す。

MOHDらの研究で使用された RC はりの諸元と解析モデルを図-2に示す。解析では、引張鉄筋に丸鋼を使用したせん断スパン比 5.0 の RC はりを対象として、図-2に示すように定着部のモデル化方法の違いが耐荷挙動に及ぼす影響を評価することを目的とした。定着モデル1は、折り曲げ部鉄筋のモデル化を簡略化して、定着を確保するために、両端鉄筋要素の付着剛性を高くしたモデルである。定着モデル2は、折り曲げ鉄筋部を直角にモデル化し、付着特性は、他の鉄筋部位と同様としたモデルである。

3. 解析結果

3.1 付着強度が耐荷挙動に及ぼす影響の評価

まず本研究の解析方法が妥当であるか否かを示すために二羽式により健全な部材のせん断耐力の算定を行い、載荷試験によって得られたせん断耐力、解析によって得られたせん断耐力の比較を行う。

二羽式によって算出されたせん断耐力は 58.2kN であり実験値では 48kN であった。図-3 を見て取れるように解析結果も概ね近い値になったことが分かる。したがって、本研究で行った解析方法は妥当であるということが言える。異形鉄筋 α は 0.025, 0.05, 0.075, 0.1~0.9 まで数値を 0.1 変化させたが 0.1~0.9 まではグラフの形や数値が近似しているため 0.4, 0.9 を使用した。

図-5 を見ると定着モデル1では、付着が高いものでもひび割れが発生してからは一定の推移を示し、定着モデル2は $\alpha=0.1$ の時は定着モデルと同じ挙動だが、 $\alpha=0.001, 0.01$ は徐々に推移が上がりひび割れが起きてからの推移も一定ではないことが分かる。

図-6 の丸鋼のひずみ分布を比較すると、ひび割れが発生するまでは付着が高いが定着部のモデルを変えた結果の比較で 0.1 は同じだが定着部のモデル化で結果が変わる。図-4 の異形鉄筋のひずみ分布を比較するとひび割れが発生する以前、固定端から離れるほど大きくなったが、ひび割れが発生した直後に、固定端付近のひずみが増加した。 $\alpha=0.025$ は付着が少ないが曲げ破壊になっていて挙動としては正しいが $\alpha=0.05$ からはせん断破壊している。丸鋼でも最初は付着が高いが、ひび割れが発生すると変わり始める。このことから α の数値を変えるのではなく 2.1 で書いた(1)のひずみの関数の数値を適切にするほうが良いと考える。また、付着だけでなく定着部を考えなければいけない。付着が良ければ鉄筋の引張力は近い距離でコンクリートに伝わるため、ひび割れ間隔は狭くなり、逆に付着が低いとひび割れ間隔は広くなることが分かる。 $\alpha=0.025, 0.05$ は分布する回数が少ないが $\alpha=0.4, 0.9$ は数値を

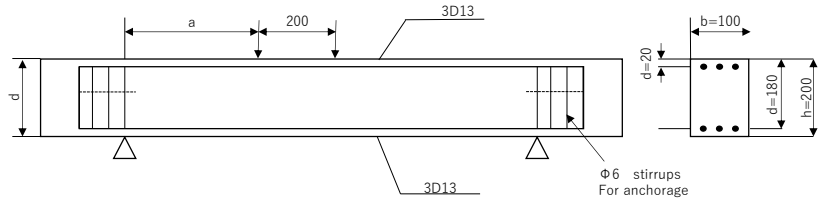


図-1 RC はりの諸元²⁾

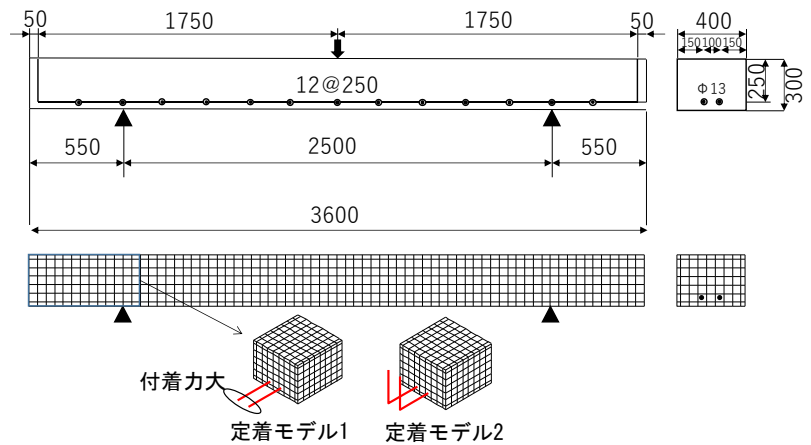


図-2 RC はりの諸元³⁾と解析モデル

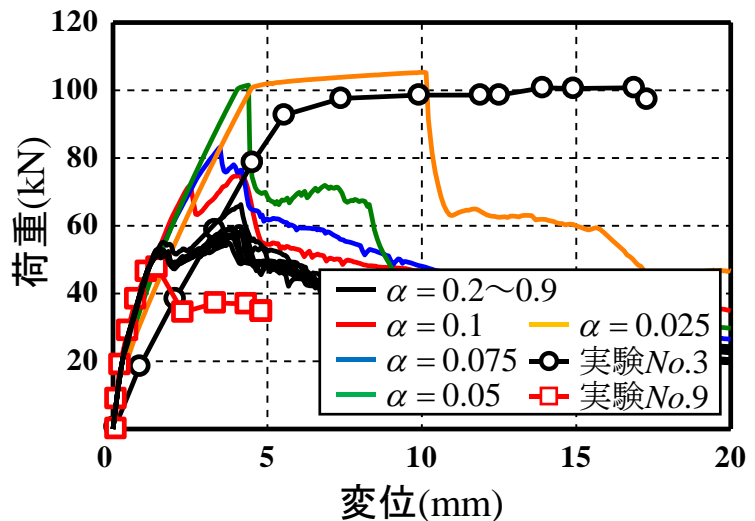
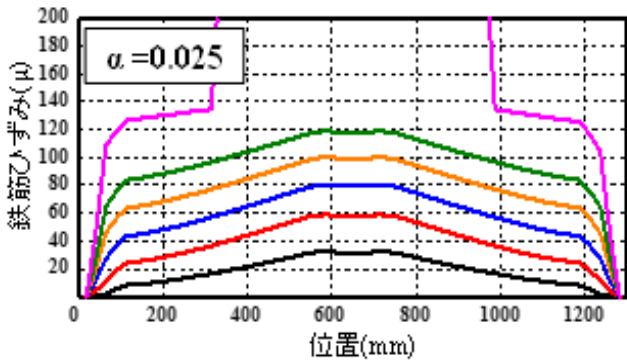
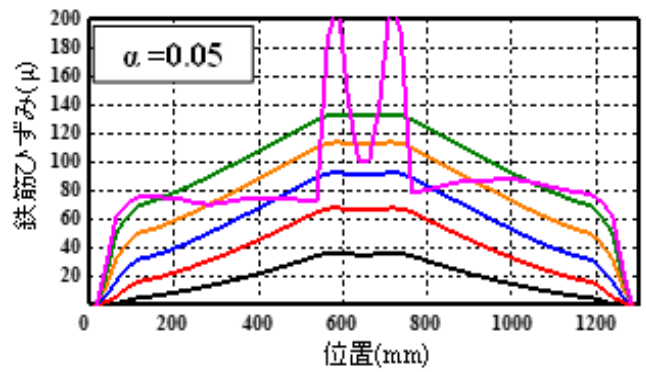


図-3 a/d=2.5 の供試体の支間中央における荷重—たわみの解析値

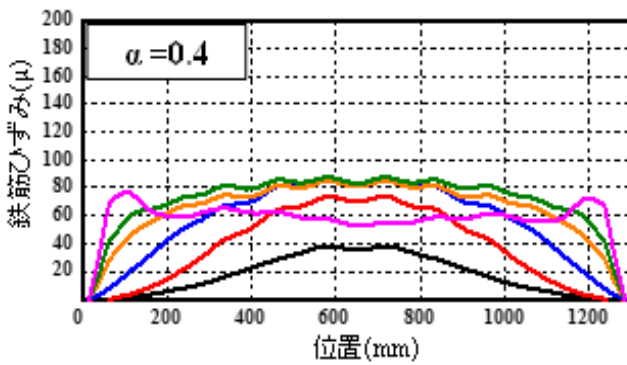
変えることで徐々に分布する回数が増え始め $\alpha=0.1$ からは α の数値が大きくなるにつれて、分布する回数と幅が狭くなっていることが分かる。丸鋼は付着の値を変えても数値が変わるだけで、ひび割れの間隔はなく、荷重がかかっているところでひび割れが起こるため異形鉄筋のほうが、複合効果があると考えられる。



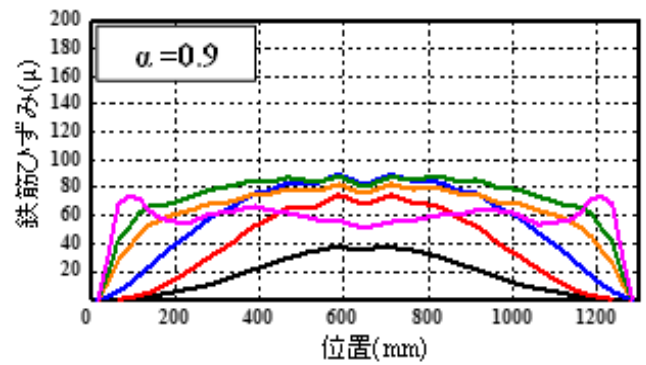
(a) 付着応力=0.025



(b) 付着応力=0.05



(c) 付着応力=0.4



(d) 付着応力=0.9

図-4 異形鉄筋のひずみ分布

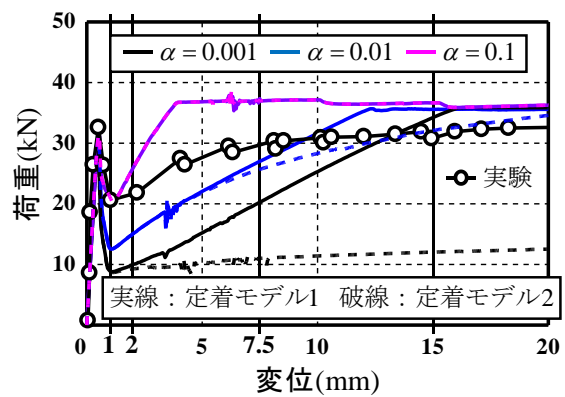
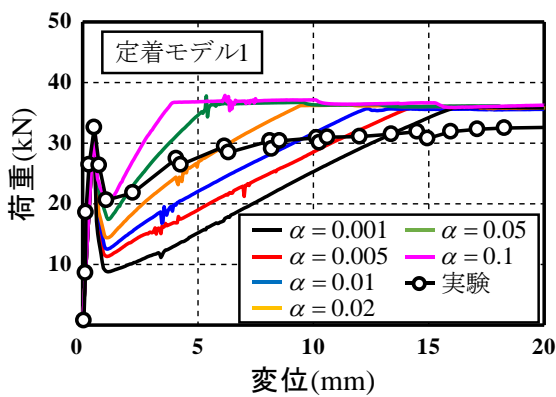


図-5 断面積減少後の応力・ひずみ状態

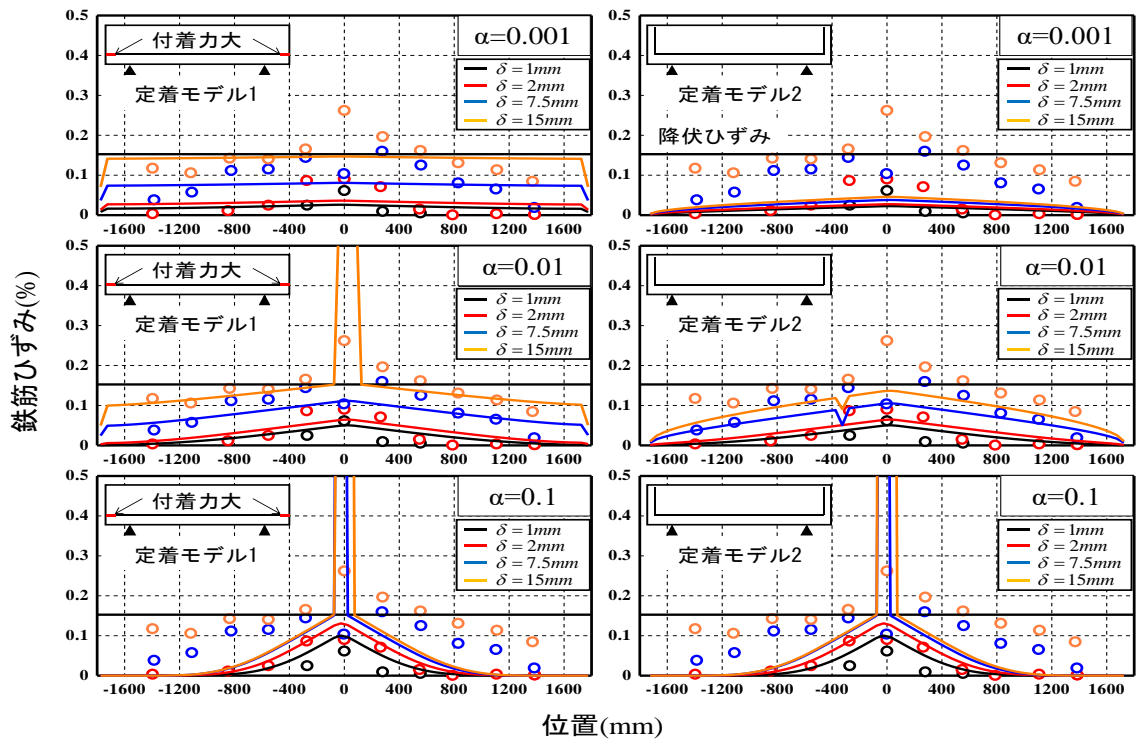


図-6 一様な鋼材断面減少時の荷重-変位関係

4. 結論

本研究では、既往の付着を人為的に制御した RC はり部材²⁾や丸鋼を用いた低鉄筋比 RC 部材³⁾の載荷実験の数値解析を通じて、鉄筋の付着や定着が部材の耐荷挙動に及ぼす影響を評価し以下の結果を得た。

- 1) 付着の有無がひび割れの形状や分散性に影響を与えるため、鉄筋の付着は必要不可欠である。
- 2) 付着力が大きいと鉄筋の引張力は近いコンクリートに伝わるためひび割れ間隔は狭くなりせん断破壊するが、逆に付着力が小さいとひび割れ間隔が広くなり曲げ破壊する。
- 3) 付着だけでなく定着部の考慮も必要である。
- 4) 丸鋼でも初めは付着力があるが、ひび割れが発生後またはすべりはじめた時、付着力が減少する。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書 設計編 2017 年制定，2018.
- 2) 池田尚治，宇治公隆：鉄筋コンクリートはりのせん断耐荷挙動に及ぼす鉄筋の付着の影響に関する研究，土木学会論文集報告集，第 293 号，pp.101-109，1980.
- 3) MOHD WILDAN，中村 光，國枝 稔，Kongkeo, P.：丸鋼を用いた低鉄筋比 RC はりの挙動の評価，土木学会中部支部研究発表会概要集，pp.453-454，2009.
- 4) 石川靖晃・伊藤睦・荒畑智志・河合真樹・原健悟：コンクリート構造物建設シミュレータの開発—各種初期応力影響下の保有耐荷力解析プラットフォーム—，コンクリート工学 53 巻 2 号，pp172-180，2015.
- 5) 伊藤 睦，Kongkeo, P.，中村 光，田辺忠頭：格子等価連続体法による鉄筋コンクリート部材の有限要素解析，土木学会論文集，No.767/V-64，pp.115-129，2004.
- 6) 野中萌生：鉄筋とコンクリート間の付着モデルの開発，2019 年度中部大学卒業論文，2020.2.
- 7) 島 弘，周 礼良，岡村 甫：マッシュなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の付着応力-すべり-ひずみ関係，土木学会論文集 Vol.378/V-6，pp.165-174，1987.

付着モデルの高度化に関する研究

EC18062 藤井 敏

1. 序論

一般に、鉄筋コンクリート（RC）構造物の挙動を評価する場合、鉄筋とコンクリートは完全付着として取り扱い、付着の特性については、Tension Stiffening 効果を考慮したコンクリートの引張応力とひずみの関係などによって間接的に考慮される。しかしながら付着特性は、鉄筋降伏以前の変形やひび割れ性状、あるいは破壊モードに影響を与えると考えられることから、解析によって RC 構造物の挙動を正確に予測するためには、より適切な付着モデルの導入が必要である。そこで本研究では、新たな付着モデルを研究室で開発を進める解析コードに導入することを目的とする。既往の両引き試験結果と解析結果を比較することで、提案する付着モデルの妥当性、コンクリート要素寸法や鉄筋の配置位置が解に及ぼす影響について検討を行った¹⁾²⁾。

2. 解析概要

2.1 解析対象と検討内容

本研究では、柴山らの引張試験²⁾を対象として、有限要素解析による解析を実施する。図-1に側面と断面のメッシュ分割を示す。図-1に示す様々なコンクリート要素寸法ならびに鉄筋配置状況のメッシュ分割モデルを用いて、メッシュ分割が解に及ぼす影響を評価する。なお、鉄筋配置位置はコンクリート断面中央であるが、図に示すように、各解析モデルでは、鉄筋要素がコンクリート要素の中央にある、コンクリート要素面上にあるなど、解析モデル上のコンクリート要素位置と鉄筋要素位置に違いがみられる場合を想定している。

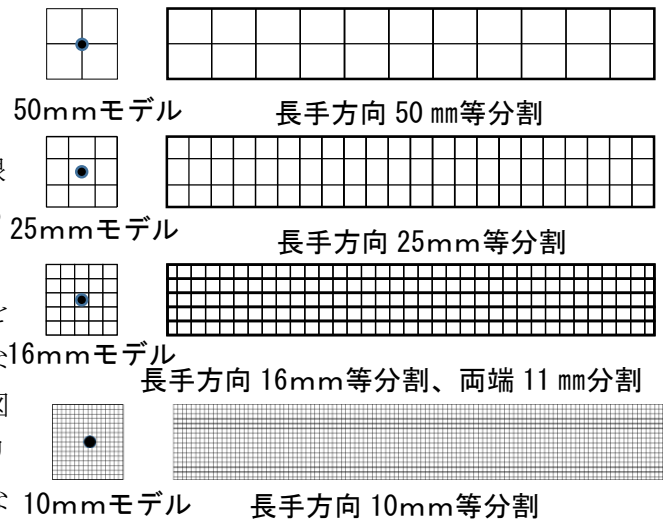


図-1 側面と断面のメッシュ分割

2.2 付着モデルの概要

図-2に付着モデルの概要を示す。本モデルでは、すべりをコンクリート要素内の鉄筋節点位置のコンクリート仮想節点の変位と鉄筋節点変位の相対変位と仮定した。また鉄筋要素に沿ったすべり分布を鉄筋位置のすべり量を線形補完することで定義している。図中の

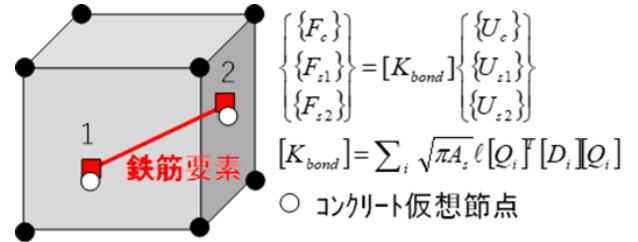


図-2 付着モデルの概要

は、コンクリートおよび鉄筋節点変位とすべり量を関連付けるマトリクスであり、は付着応力-すべり関係マトリクスである。本付着モデルによる付着剛性マトリクスは、Gauss-Legendre の積分公式を用いて鉄筋側面積で積分することで求められる。鉄筋軸方向の付着応力-すべり関係には、島らが提案する付着応力-すべり-鉄筋ひずみ関係³⁾を準用し、鉄筋直交方向は、コンクリートの変形に鉄筋が追随する弾性モデルとした。このように本モデルは、一般的なコンクリート節点と鉄筋節点をリンクバネで結合するモデルではなく、付着応力-すべり関係に鉄筋ひずみの影響を陽に取り入れることができる点などに特徴がある。なお、島らのモデルでは、すべり量はあるコンクリート中で鉄筋が動かない点を基準とした鉄筋各点の変位量と定

義している。これは、本付着モデルでのすべり量と定義が異なるので、本モデルでは、付着強度の増減が制御可能な強度パラメータ α を付着応力-すべり-鉄筋ひずみ関係に導入した。付着応力-すべり関係には、島ら⁴⁾により異形鉄筋に対して提案された付着応力-すべり-鉄筋ひずみ関係を準用した。ここで、かぶり厚などが付着強度に及ぼす影響を考慮するために、式

$$\tau = \alpha \times 0.73 f_c' (\ln(1 + 5s))^3 / (1 + \varepsilon \times 10^5) \quad s = 1000S / D \quad (1)$$

3. 解析結果

3.1 解析結果

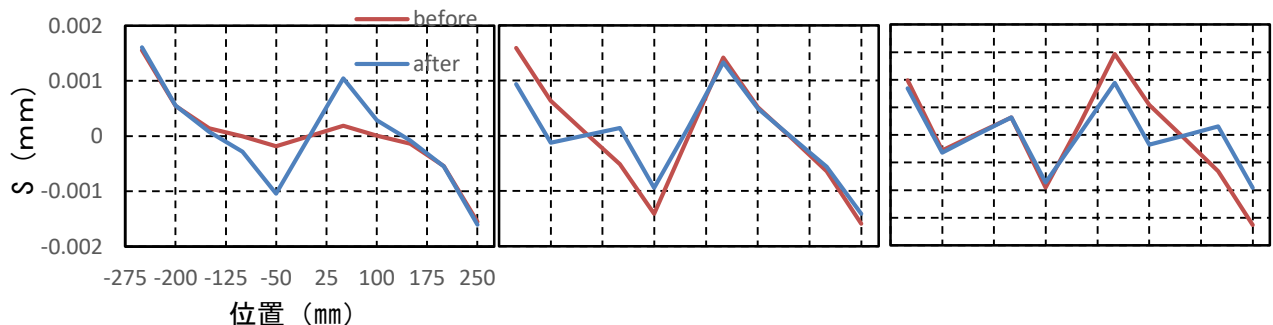
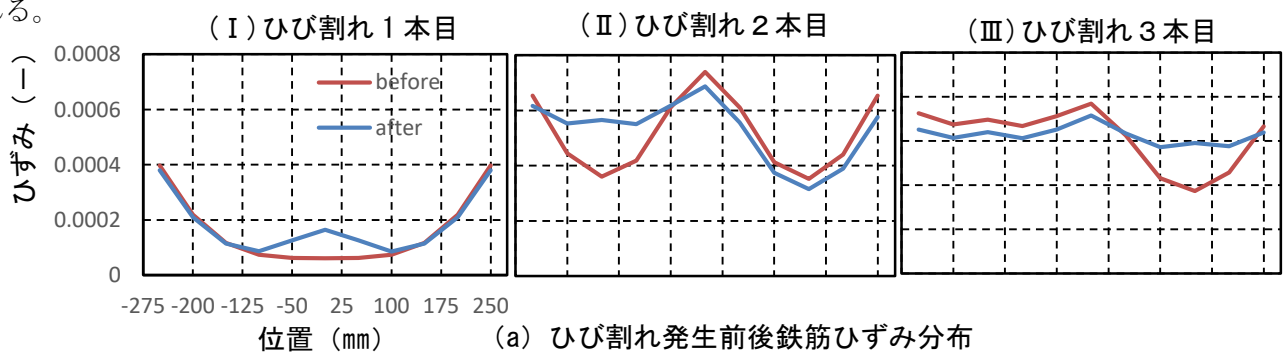
本研究で提案する付着モデルにおける付着パラメータ α の推奨値を推定するため、メッシュ分割した供試体の α それぞれの値を 0.3~0.9 まで変化させて解析を行ったところ 50mmメッシュ分割の $\alpha=0.4$ が最も試験結果に模擬した。表-1に各解析モデルの α ごとのひび割れ発生数を示す。また、図-3に各分布のひび割れ発生前後のグラフ、鉄筋ひずみ分布、すべり分布、付着応力分布を示す。また、図-4に50mmメッシュ分割した α が 0.4 のときの荷重-平均ひずみ分布を示す。

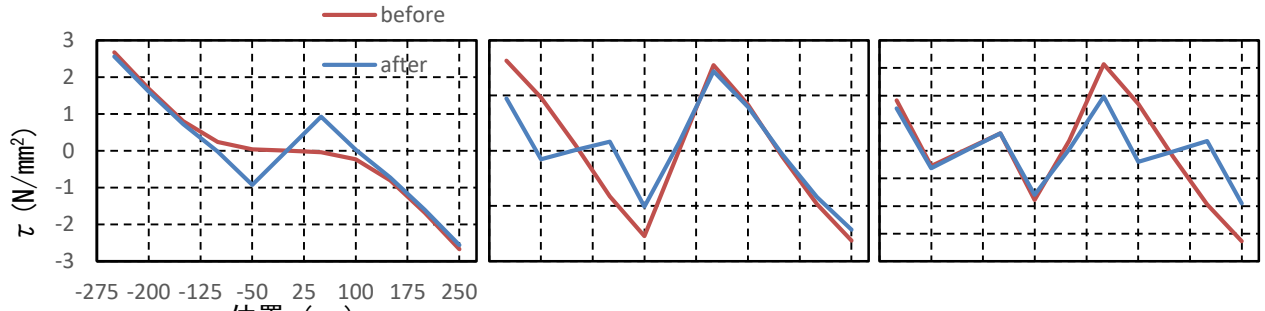
メッシュ分割した解析モデル (mm)	10	16	25	50
α				
0.3	2	2	2	1
0.4	3	3	3	3
0.5	3	2	4	2
0.6	3	2	2	2
0.7	3	4	3	2
0.8	3	3	4	2
0.9	3	5	5	2

図-3のすべり分布については、ひびわれ発生直前、引抜き方向に大きくなったが、ひびわれの発生に伴い、すべり量は減少した。また、付着応力分布については、すべり分布と同じような傾向を示しており、試験結果と模擬できている。鉄筋ひずみ分布は、ひびわれ発生前後でひずみが大幅に増減した。これは、コンクリートのひびわれ発生に伴う軟化過程における、ひずみの局所化が発現したと考えられる。分布図および、ひび割れ発生数を比較しても試験結果を模擬できていると言える。

3.2 50mmにメッシュ分割した供試体のひび割れ発生前後の分布に関する考察

図-3のひび割れ発生前後の付着応力分布では、3本目に発生したひび割れ発生時の付着応力は1本目と2本目のひび割れ発生時の付着応力よりも小さいことがわかる。これは、先行するひび割れ周辺の内部クラックの影響などにより十分な付着長さが取れない場合があり、これが3本目のひび割れ発生前の付着応力が1本目および2本目のひび割れ発生前の付着応力より小さくなった原因であると考えられる。鉄筋ひずみ分布に関しては、1本目のひび割れは0.0002あたりで発生しているが、2本目、3本目のひび割れは0.0006あたりで発生している。これは、前述したとおり先行して発生したひび割れの影響などによるものであると考えられる。





(c) ひび割れ発生前後の付着応力分布
 図-3 各分布のひび割れ発生前後のグラフ

3.3 供試体のメッシュ分割数の違いによる影響評価

図-5 に α が 0.4 のときの各解析モデルの長手方向のひび割れ断面図を示す。

図-5 では、各解析モデルの 1 本目から 3 本目のひび割れ発生時の断面図を比較しているが、メッシュ分割が細かいほどひび割れの広がり方がより詳細に確認でき、はっきりとひび割れが確認できる荷重段階が増加している傾向がみられる。

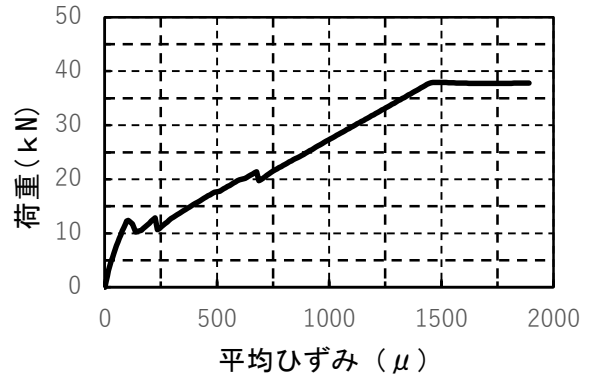
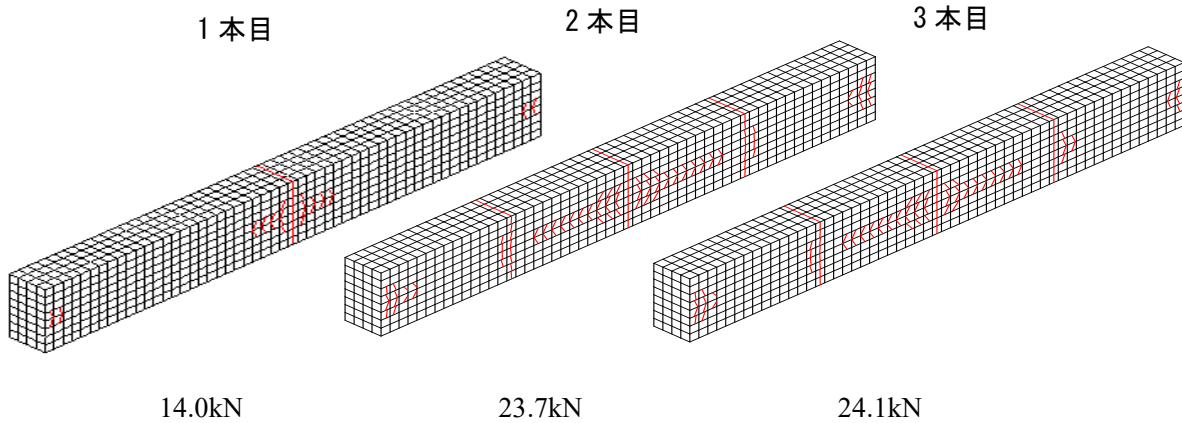
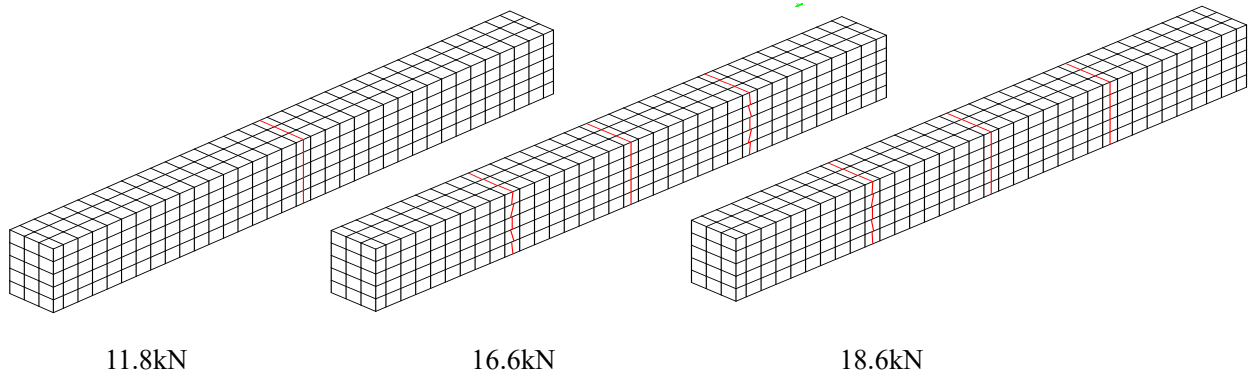


図-4 荷重-平均ひずみ



(a) 10mmメッシュ分割の断面



(b) 16mmメッシュ分割の断面

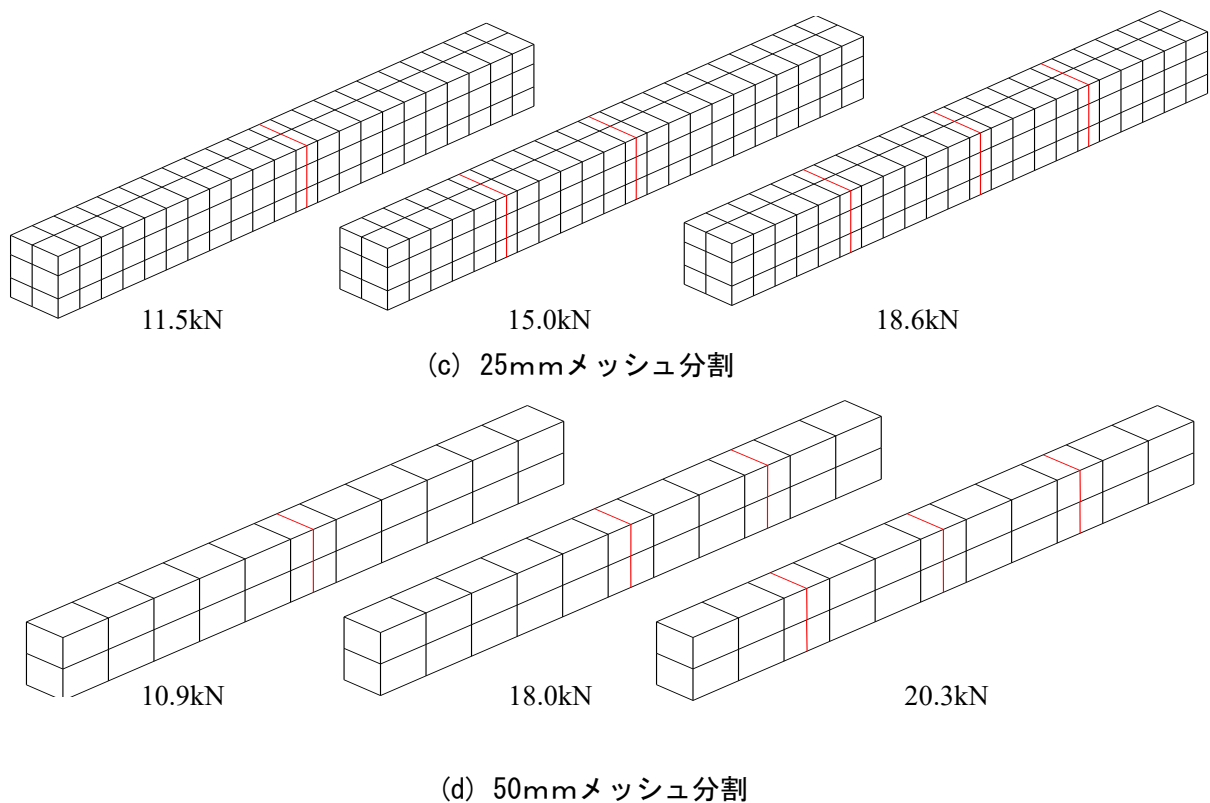


図-5 α が 0.4 のときの各解析モデルの長手方向のひび割れ断面図

4. 結論

本研究では、3 次元的な付着性状を評価することが可能となる付着モデルを提案し、その妥当性の検証において、鉄筋とコンクリート間の付着特性を評価することを目的としたモデル解析を行った。また、解析条件を変えた場合の解に与える影響を解析的に評価し、以下の結果を得た。

付着強度パラメータ α やメッシュ分数割、鉄筋要素位置は、ひび割れ発生数、付着応力、ひずみに影響を与える。また、メッシュ分割はひび割れ発生の仕方、鉄筋要素位置はひび割れ発生 1 本目以降のひび割れ発生の仕方に影響する。

付着強度パラメータ α やメッシュ分数割、鉄筋要素位置が解に及ぼす影響を評価するのに、細かいメッシュ分割が良いとは限らない。

今回の解析で、かぶり厚 40mm の鉄筋コンクリートでは、 $\alpha=0.4$ 、50mm のメッシュ分割が良い結果を得られた。

参考文献

- 1) 飯塚 敬・檜貝 勇・斉藤 成彦：かぶり厚の影響を考慮した異形鉄筋の付着応力-すべりひずみ関係、土木学会論文集 E2 (材料・コンクリート構造 67 巻 2 号 p.280-296, 2011.
- 2) 柴山 淳：分布型光ファイバセンサを用いた RC 部材の準連続的なひずみ計測法、日本建築学会技術報告集 第 26 巻 第 63 号, 543-548, 2020 年 6 月
- 3) 玉井宏 樹・桑原功旺・園田佳巨：鉄筋腐食により劣化した RC 梁部材の曲げ耐荷性能および耐衝撃性能に関する基礎的研究 構造工学論文集 Vol.63A pp.1224-1236 土木学会 2017. 3.
- 4) 島 弘, 周 礼良, 岡村 甫：マッシュなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の付着応力-すべりひずみ関係, 土木学会論文集 Vol.378/V-6, pp.165-174, 1987.

PC 鋼材の断面欠損量が PC はりの残存性能に及ぼす影響の数値解析評価

EC18064 松島 伶維

1. 序論

高度経済成長期から建設された多くのコンクリート構造物が老朽化し、これらを適切に維持管理することでその長寿命化が求められている。また老朽化したコンクリート構造物の合理的な維持管理計画の策定には、経年などで劣化・損傷した構造物が保有する残存構造成能を適切に評価する技術が必要である。このため横田らは、ポストテンション方式のプレストレストコンクリートはり部材の PC 鋼材を人為的に切断することにより、PC 鋼材の破断位置や量が部材の耐荷性能に及ぼす影響を評価する実験を実施している。しかしながら、5 年に 1 度の橋梁点検が義務付けられている現在においては、PC 鋼材が破断に至るまでの劣化が放置されることは少ないと考えられる。そこで本研究では、材料劣化した PC 部材の残存耐荷性能評価と補修・補強時期の検討に資するために、横田らの実験供試体を対象に PC 鋼材の断面積低下が、プレストレスの減少領域、PC 鋼材のひずみ量の変化および耐荷性能に及ぼす影響を評価することを目的とする。

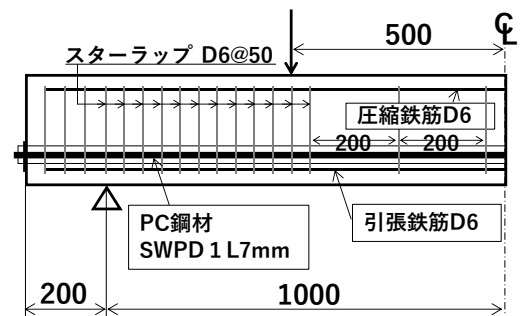


図-1 PC はりの諸元

2. 解析概要との試験概要

2.1 解析対象とした実験の概要

解析の対象とした PC はりの諸元¹⁾を図-1 に示す。PC 鋼材と鉄筋の降伏強度はそれぞれ 1435 N/mm²および 475 N/mm²であり、コンクリートの圧縮強度は平均値で 56.6 N/mm²、グラウトの圧縮強度は平均値で 88.7 N/mm²である。横田らは、図-2 に示す×印位置で PC 鋼材をはり側面から φ15mm のコアボーリングを用いて切断している。実験で確認された破壊形態は、全ての供試体において引張鉄筋および切断しなかった PC 鋼材の降伏が先行し、PC 鋼材の破断前に支間中央または載荷点付近の上縁コンクリート圧壊である¹⁾。

2.2 解析手法と実験挙動の評価

解析には、アフロル²⁾と野中³⁾の解析手法を使用した。PC 鋼材とグラウト間の付着応力-すべり関係には、島ら⁴⁾により異形鉄筋に対して提案された付着応力-すべり-鉄筋ひずみ関係を準用した。ここで、実験で使用される PC 鋼材は丸鋼であるので、式(1)に示すように、付着強度パラメータ α を導入した。

$$\tau = \alpha \times 0.73 f_c' (\ln(1 + 5s))^3 / (1 + \varepsilon \times 10^5) \quad (1)$$

$$s = 1000 S / D$$

ここで、D は鋼材径、ε は鋼材ひずみであり、本研究ではすべり

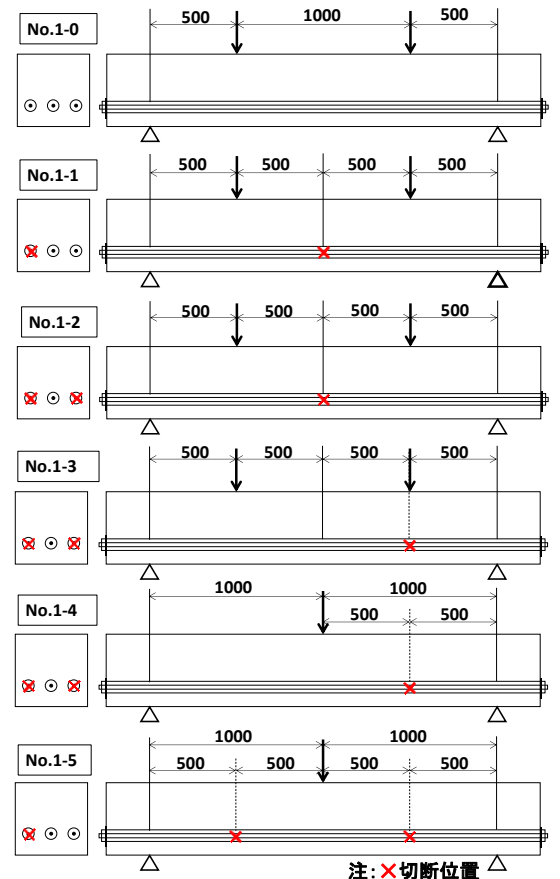


図-2 PC 鋼材の切断位置と載荷方法

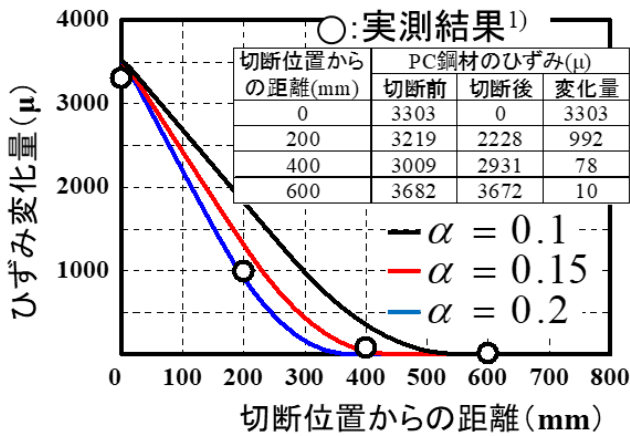


図-3 α の同定

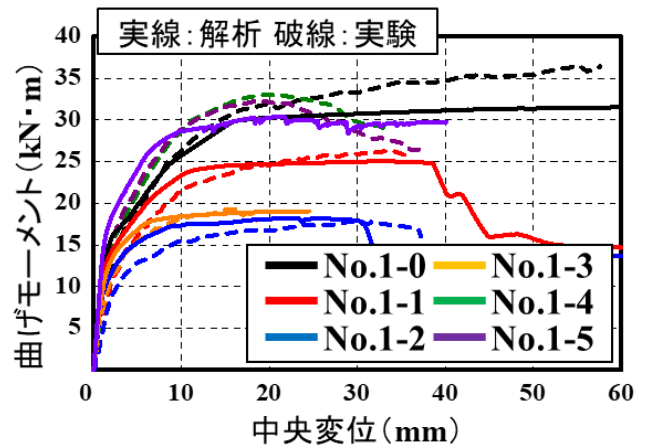


図-4 実験と解析結果の比較

量 S を鋼材節点位置における鋼材とグラウト間の相対変位とした。また解析では、アンボンド状態で 3500μ の緊張力を導入したのちにグラウトをモデル化し、式(1)中の鋼材ひずみ ε は、グラウト後の鋼材ひずみの変化量の大きさの最大値とした。

検討に先立ち、アフロル²⁾と同様に、付着強度パラメータ α の再同定と解析結果手法の妥当性再評価を行った。付着強度パラメータ α の同定には、No.1-2 の供試体において PC 鋼材切断時のひずみ量変化の計測結果を使用した。図-3 に実験と解析の鋼材切断時のひずみ変化量の比較を示す。図より本検討では、 α 値を 0.15 とすることとした。図-4 に、実験と解析結果の曲げモーメントー中央変位関係の比較を示す。図より本解析手法は、実験で確認された曲げモーメントー中央変位関係を妥当な精度で予測できる。

2.3 検討概要

本研究では、PC 鋼材の断面積減少量が断面積減少要素のひずみ増加量、PC 鋼材要素の最大緊張ひずみ減少量およびプレストレスの減少領域に及ぼす影響を評価するために、図-5 に示すように断面内に配置された 3 本の PC 鋼材のうち、×印の 3 本、2 本および 1 本の PC 鋼材断面積を 1 割ずつ段階的に減少させる数値実験を実施した。なお、緊張力導入によりはりは上方に反るので、図-6 に示すように、PC 鋼材の断面積を減少させる断面位置を 3 種想定し、図-6 に示すように断面位置で PC 鋼材の断面積を減少させる領域を変化させることで、断面積減少領域と要素数が解に及ぼす影響も評価することとした。なお、また、横田らの実験では、3 本の PC 鋼材のうち 2 本もしくは 1 本を人為的に切断しているため、3 本の健全な断面積量を 100%として、緊張力の導入とグラウト後に 3 本の PC 鋼材断面積を一律に 10%、20%、33%、50%および 66%低下させたのちに荷重載荷する数値実験を実施した。断面減少量に着目すると、10%低減が No.1-0、33%低減が No.1-1、66%低減が No.1-2 に相当する。

3. 解析結果

3.1 PC 鋼材の断面減少がプレストレスの減少領域および鋼材ひずみ分布に及ぼす影響

図-7 に一例として 3 つの断面位置で 3 本の PC 鋼材断面積を段階的に 1 割ずつ断面減少させたときの鋼材ひずみ分布を示す。図中の赤線は、断面積を 6 割低下させたときの鋼材ひずみ分布である。また、図-7 から得られる断面積減少要素のひずみ増加量、PC 鋼材の緊張ひずみ最大減少量および緊張力が回復するまでの距離と断面積減少率の関係を図-8 に示す。図-7 から分かるように、PC 鋼材の断面積を減少させる断面位置を変化させても、ひずみ分布の状況にほぼ影響しない結果となった。これは、本数値実験で使用したはりの寸法が小さいためであると考えられるので、今後、実構造物レベルでの検討が必要である。また同様な理由により、断面積を減少させる PC 鋼材を 3 本、2 本、1 本と変化させても、断面を減少させた PC 鋼材のひずみ分布に顕

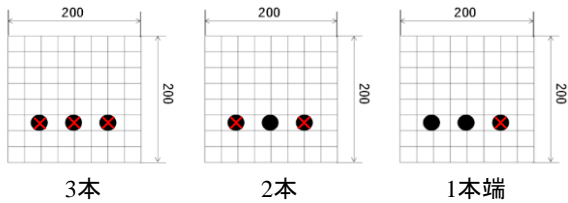


図-5 断面積を減少させた PC 鋼材の組合せ

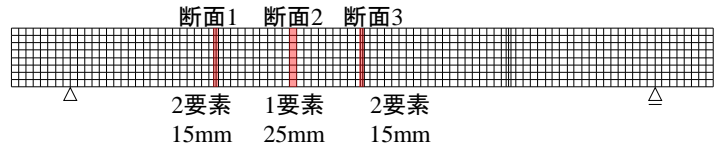


図-6 鋼材断面積を減少させた断面位置

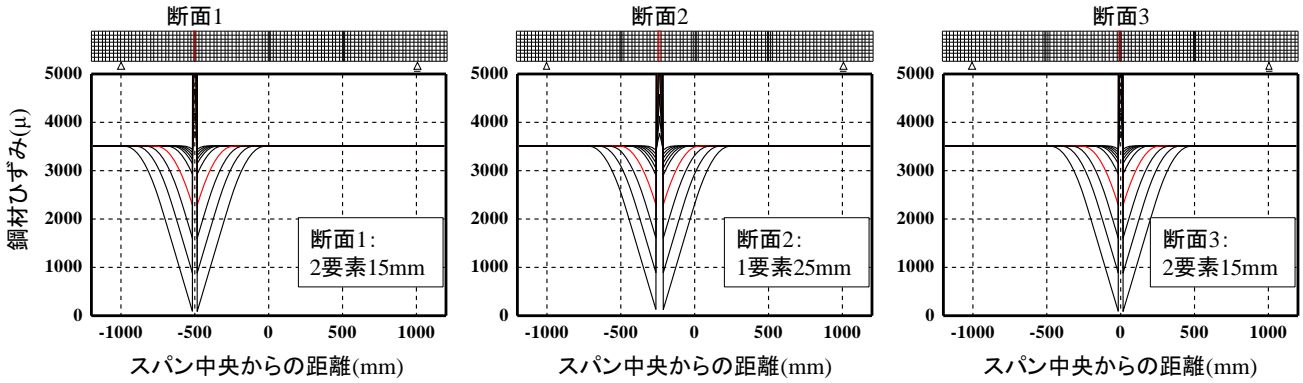
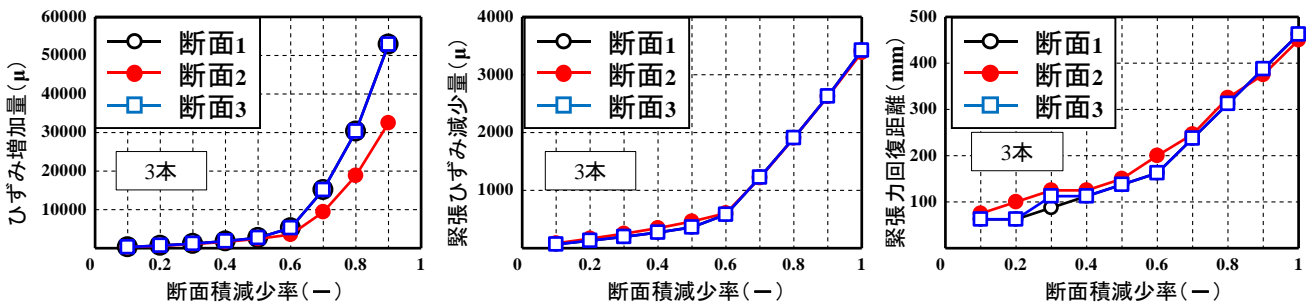


図-7 断面 1 から 3 の鋼材断面積減少時の鋼材ひずみ分布



(a) 断面積減少要素のひずみ増加量 (b) 最大緊張ひずみ減少量 (c) 緊張力が回復するまでの距離

図-8 断面減少率が緊張力に及ぼす影響

著な差異は確認されなかった。

図-8(a)より、断面 1・3 と断面 2 の断面積減少要素のひずみ増加量に差異が認められ、断面減少率が 6 割を超えるとひずみが急激に増加する結果が得られた。前者の理由は、断面 1・3 と 2 では解析している領域が異なり、断面 1・3 は 15mm の領域で断面積を減少させているのに対し、断面 2 では 25mm の領域で断面積を減少させているためと考えられる。断面積を減少させた PC 鋼材要素と節点を共有する要素間で力の釣合いを確認したところ、鋼材のみでは力の釣合いを満足していなかったため、ひずみ増加量に差異が生じた理由は、要素寸法が大きくなった分、伸びに対する付着抵抗がより大きくなったためである。

この解析結果から、例えば腐食領域が局所化すればするほど、腐食部位のひずみは大きくなりひいては破断に至る可能性があることを説明できる。なお、本検討では、断面減少に伴う付着力の低下は、付着応力が低下するのではなく、鋼材断面を円として、断面積減少に伴う側面積の低下により考慮している。後者の理由は、断面減少率が 6 割程度となると、PC 鋼材が降伏したためと考えられる。これを確認するために、PC 鋼材の応力

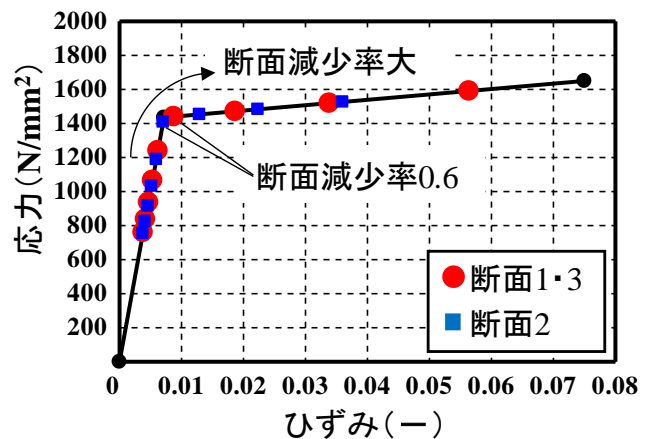


図-9 断面積減少後の応力・ひずみ状態

一ひずみ関係上に、断面積減少後の応力・ひずみ点をプロットした結果を図-9に示す。

図-8(b)より、図-8(a)と同様に、断面積が減少する要素が降伏するとひずみの減少量も急激に大きくなる事が分かる。その一方で、断面積が減少する要素寸法の影響は確認できない。

図-8(c)より断面減少率が大きくなると、ほぼ一定間隔で緊張力が回復するまでの距離が長くなる。また、断面1・2・3と断面位置がスパン中央に向かうにつれて断面減少率が1のとき、わずかではあるが緊張力が回復するまでの距離が長くなる。このような挙動を実造物においても精度良く評価することができれば、材料劣化したPC桁の残存プレストレス量や鋼材劣化した部位の推定が可能になると考えられる。図-3と図-8(c)を比較すると、切断面に近づくほど緊張回復距離が大きくなると考えられる。

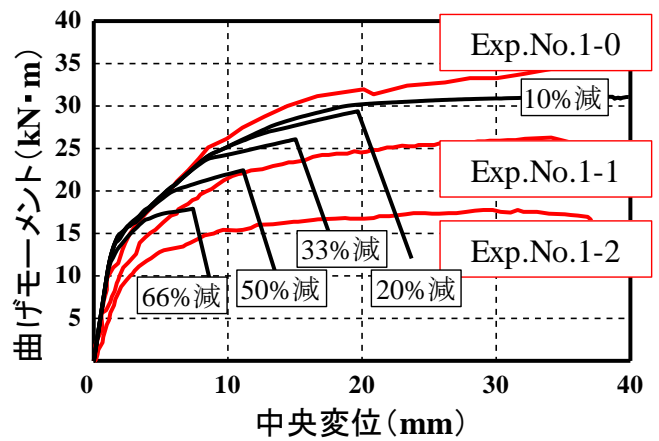


図-10 一様な鋼材断面減少時の荷重-変位関係

3.2 PC鋼材の断面減少が耐荷性能に及ぼす影響

PC鋼材の断面減少量の違いが耐荷特性に及ぼす影響を検討するため、No.1-0~No.1-2の諸元でスパン中央断面の3本のPC鋼材の断面積をグラウト後に一様に10%、20%、33%、50%および66%低減させたのちに荷重載荷した。図-10に一様な鋼材断面減少時の荷重-変位関係を示す。図より、PC鋼材の断面積が断面内で一様に低下すると、断面減少量が同じでも挙動が異なり、PC鋼材の破断により、変形性能が低下することが予測された。なお、10%低減時には鋼材破断は確認されず、健全な供試体と変わらないことが分かった。

4. 結論

本研究では、アフロル²⁾と同様に、付着強度パラメータ α の再同定と解析結果手法の妥当性再評価を行い、PC鋼材の断面積低下が、プレストレスの減少領域、PC鋼材のひずみ量の変化および耐荷性能に及ぼす影響を評価するため、PC鋼材を3本、2本および1本のPC鋼材断面積を1割ずつ段階的に減少させる数値実験を実施した。本検討は α 値を0.15とすることで本解析手法は、実験で確認された曲げモーメント-中央変位関係を妥当な精度で予測することができる。また、PC鋼材の断面積を減少させる断面位置を変化させても、ひずみ分布の状況にはほぼ影響しない結果となった。また、1割ずつ断面減少を行うことで6割以上になった時、降伏することで断面減少率が緊張力に及ぼす影響が大きくなることを数値解析的に評価した。最後に解析精度向上には、実造物レベルの検討が必要である。

参考文献

- 1) 横田敏広・Isuru WIJAYAWARDANE・睦好宏史：腐食したPC鋼材を有するPC梁の耐荷力特性と解析的性能評価手法の検討、土木学会論文集E2(材料・コンクリート構造)、Vol.74, No.4, 218-233, 2018.
- 2) ダダボエブ アフロル：破断したPC鋼材を有するPCはりの解析的性能評価手法の検討、2020年度中部大学卒業論文、2021.2
- 3) 野中萌生：鉄筋とコンクリート間の付着モデルの開発、2019年度中部大学卒業論文、2020.2
- 4) 島 弘, 周 礼良, 岡村 甫：マッシュなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の付着応力-すべり-ひずみ関係、土木学会論文集 Vol.378/V-6, pp.165-174, 1987.

被災した実橋梁の応力状態の評価

EC18078 横山 千尋

1. 研究の背景, 目的

1.1 ひずみ計測を行った経緯について

本研究では、被災した橋の主桁、伸縮装置切断時のひずみゲージを用いてひずみ計測を行い、実橋梁の応力状態の調査及び検討を行う。本研究で調査する実橋梁付近にて、土砂崩れが発生した。これの影響によって、橋台の移動や伸縮装置の密着、主桁とパラペットの密着が確認された。これらの被災状況を元に、本研究では応力状態の調査及び検討を行う。応力状態の計測のために伸縮装置、桁の切断時時のひずみ計測をひずみゲージを用いて行った。また、本研究では、この実橋梁の改修工事の一環として、調査を行う。

1.2 ひずみ計測を行った結果

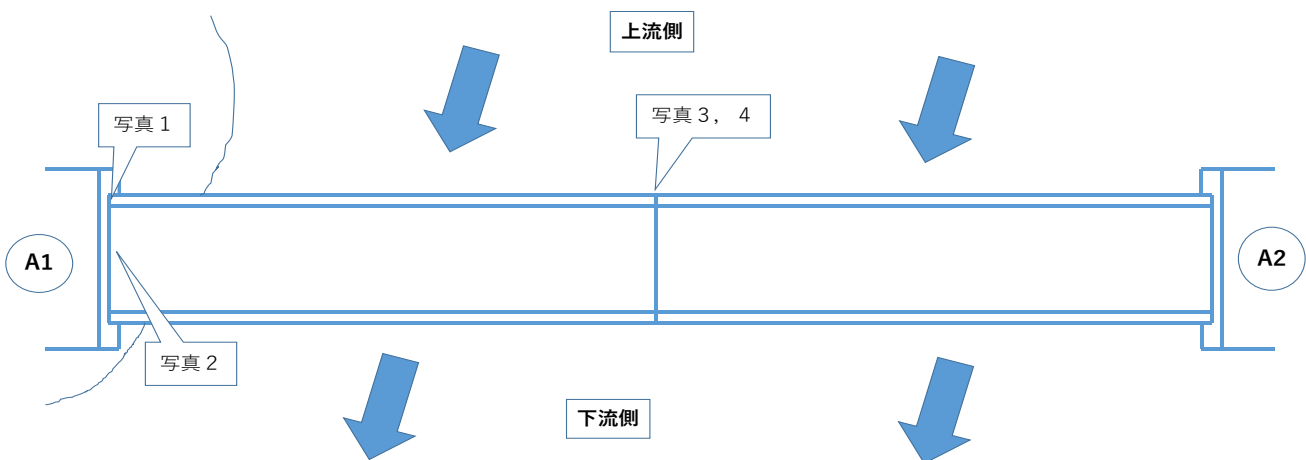
ひずみ計測前の調査から、パラペットと主桁の接触(写真1)、伸縮装置の遊間の異常(写真2, 3, 4)が確認された。ひずみ計測を行った結果、これらが原因で以下の3つのひずみ挙動が確認された。

I. 被災によって橋台の移動が起こった。桁とパラペットが接触し、それによって実橋梁が桁長手方向に縮み、伸縮装置の密着が起こったと予想した。また、伸縮装置、主桁を切断することで、圧縮力が解放されひずみ計測の結果が伸びると予想された。しかし、伸縮装置と主桁切断後の計測結果では、ひずみが縮んでいることがわかった。よって、伸縮装置を介して導入された偏心軸力による軸力と曲げモーメントが作用していると予想する。

II. 桁長手方向の同一高さの軸力は同じであることから、同一高さのひずみ変化も同じであると予想されたが、異なったことから上流側桁とパラペットの接触により導入された軸力が働いていると予想する。

III. 上流側の伸縮装置は密着していることが確認されたが、下流側の伸縮装置には、遊間が確認された。そして、ひずみの結果からも、左右の桁で圧力解放時のひずみ挙動が異なったことから、A1 上部の上流側から下流側方向に移動に伴う、軸力と曲げモーメントが発生していると予想する。

本研究では、軸力の推定、I. からIII. の詳細検討を目的とした。



図—1 実橋梁の簡易図

2. 概要

2.1 本研究で調査した実橋梁の被災状況

本研究で調査した、実橋梁の被災状況は以下に示す。また、調査した実橋梁を簡易的に図1で示す。

写真-1では、A1上流側の主桁とパラペットの密着が確認できる。上流側の主桁とパラペットが密着する原因として、A1の橋台付近にて土砂崩れが発生したことで橋台が移動したことが原因と考えられる。

そして、上流側の主桁とパラペット接触したことで、写真-2.3のように、伸縮装置が密着して導入された軸力によって、遊間に異常が発生したと考えられる。



写真-1 A1上流側の主桁と
パラペットの密着



写真-2 A1伸縮装置の密着



写真-3 橋の中間地点の伸縮装置
(上流側)



写真-4 橋の中間地点の伸縮装置
(下流側)

2.2 ひずみ計測概要, 時期, 位置, 5mmのひずみゲージ, 温度計測について

2021年8月5日(木)9:30頃から15:00頃の期間において、A1から3.5m, 8.5m, 13.5m位置の上流側および下流側の桁の橋軸方向のひずみ変化量を計測した。正確な計測位置については、図-2に示す。本文では、A1から3.5m, 8.5m, 13.5m位置をそれぞれ断面1, 断面2, 断面3と称し、上流側の桁をA, 下流側の桁をBとしている。ひずみ計測に使用したひずみゲージは、(株)東京測器研究所製のFLAB-5-11¹⁾であり、ゲージ長は5mmである。ひずみゲージ貼付け前に、所定の位置の桁の塗装を除去、紙やすりでの整形およびアセトンによる清掃を実施してからひずみゲージを貼付けたのちに、9:30頃のひずみ値を初期値ゼロとして、10分間隔でひずみ変化量の計測を行った。ひずみ計測と併せて、計測されたひずみ変化値の温度補正を行うために、30分間隔でひずみ計測を行った3断面の桁両側および下フランジ下面の温度を、赤外線放射温度計(FLUKE社製62MAX+)²⁾を用いて計測した。

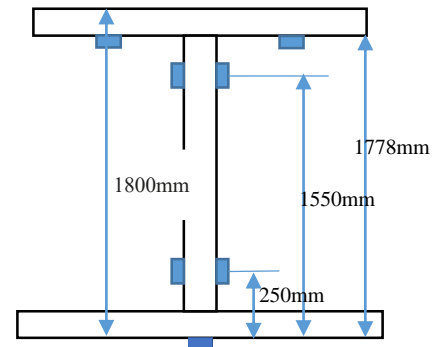


図-2 ひずみゲージの位置

2.3 計測結果

図-3に温度変化履歴を用いて補正したひずみ変化量の経時変化を示す。ここで、温度補正とは、桁材料の線膨張係数を $12\mu/\text{C}$ と仮定して、ひずみ計測開始時からの温度変化に伴う伸縮量を計測値から差し引くことを意味する。このため、外部拘束や内部拘束の影響を考慮していない。また、計測したひずみは、9:30頃のひずみを初期値ゼロとしてからの変化量である。図中の赤線区間は、伸縮装置の切断に要した期間であり、黒線区間は、上流側桁端部の切断に要した期間である。ひずみ変化量は、マイナス値側への変化は収縮を、プラス値側への変化は伸びを意味する。

図-3より、伸縮装置切断時には、桁のひずみは圧縮側に推移している。これは、伸縮装置を介して橋断面に導入された偏心軸力により、切断前の橋がたわんでいたためと推測される。上流側桁端部を切断時には、上流側桁で軸力が解放された結果、下流側桁では、ひずみが圧縮側に推移している。この理由は、ひずみ変化量の挙動が断面位置で異なることも含めて、両桁が床版と横桁介して連結しているためと考えられる。

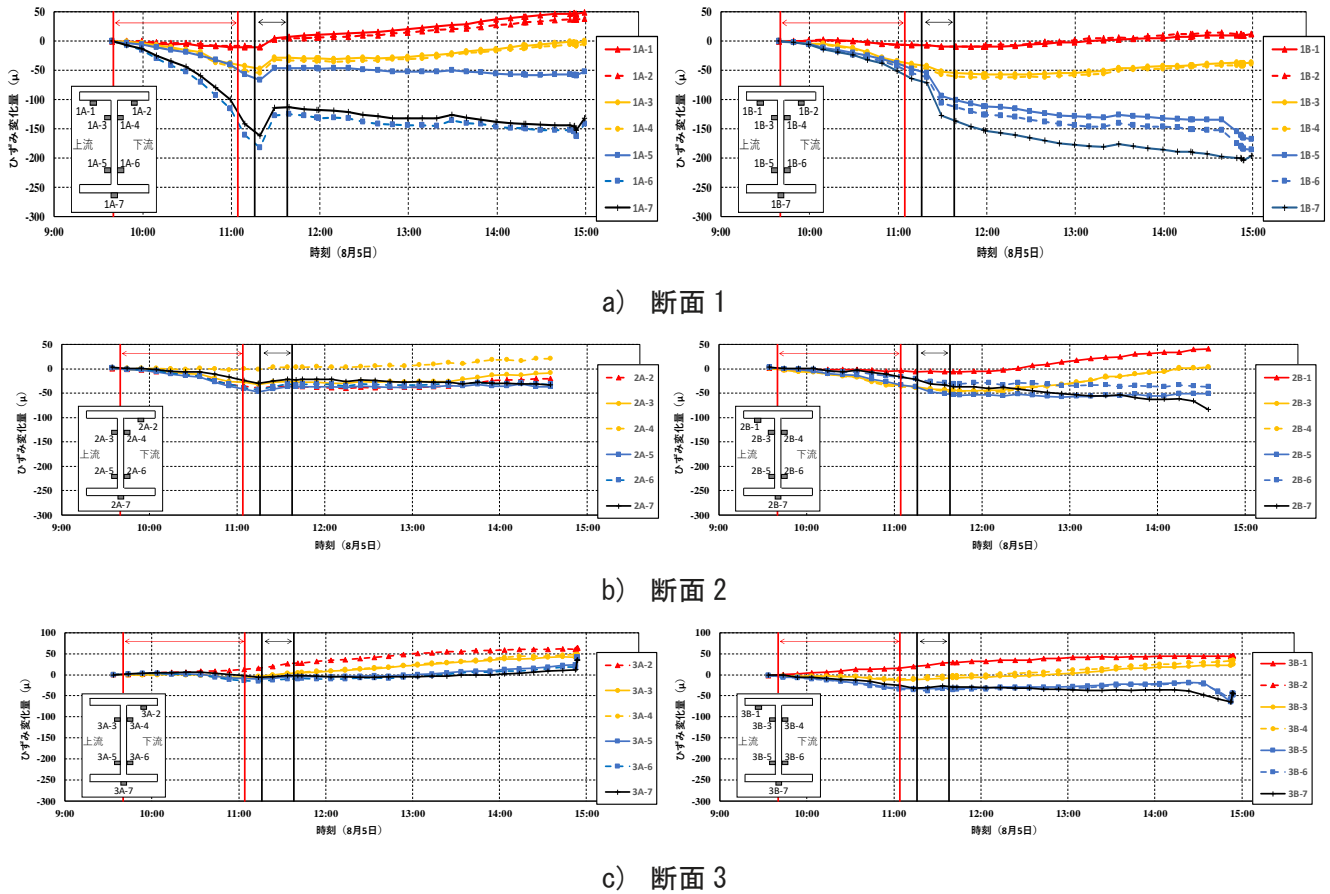


図-3 桁のひずみ変化 (左：上流側桁，右：下流側桁)

3. 検討内容, 結論

ひずみ変化量の計測結果から、橋桁に断面力が生じた要因には、以下3つが考えられる。これらの詳細検討を行う。

3.1 伸縮装置を介して導入された偏心軸力による軸力と曲げモーメント

主桁、床版の断面積、配鉄筋から、断面2次モーメントを求める。ひずみ計測の実測値と計算で出した、ひずみを照らし合わせて、軸力の推定を実施した。10:49 時点の実測値と計算によって導いたひずみを図-4 に示す。また、実構造物のため配鉄筋や形状が複雑であるため、この計算では横桁の影響を考えず、構造の簡略化を図って計算を行った。結果から、軸力の推定は困難であるという結論に至った。要因は、被災前の実測値がなかったことで、被災によるひずみの変位が正確な値が出なかったことが考えられる。そして、構造の簡略化を図ったことが要因だと考えられる。ひずみの実測値が伸びると予想されていたが伸びた原因については軸力の推定からは求められなかったが、被災によって伸縮装置を介して導入された偏心軸力によって実橋梁がたわんでいたとして、間違いはないと考える。

3.2 上流側桁とパラペットの接触により導入された軸力

検討するにあたり、図-5 に示すように桁と横桁をはり要素でモデル化した構造解析を実施した。また、床版の剛性は考慮せず、主桁と横桁の剛性のみ考慮したのち解析を行った。境界条件は、A2 の支承を簡易にモデル化する程度で、上流側および下流側端部に、棒要素のパネを仮定した。図-5 で示すように、A1 上流側に強制変位 10mm 作用させた。この結果、上流側桁では断面に圧縮の軸力が作用し、下流側桁では、断面に引張の軸力が作用する

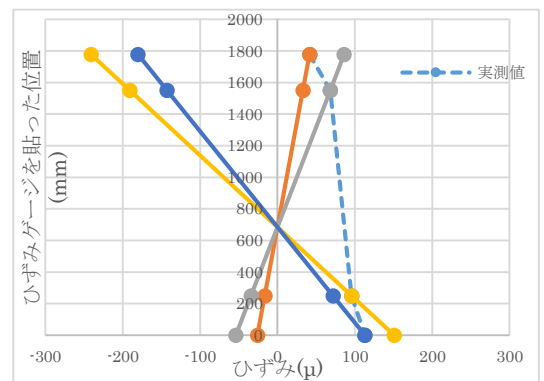


図-4 10:49 時点の各点のひずみ(上流側)

結果が得られた。このため、上流側桁端部を切断した際に、外力作用がなくなったため、上流側桁のひずみは引張に推移し、下流側のひずみは圧縮側に推移したものと考えられる。なお、この解析で両桁断面に生じる曲げモーメントはわずかであった。

3.3 A1 上部の上流側から下流側方向に移動に伴う軸力と曲げモーメント

3.2 と同じ解析モデルに図-7 に示すように、A1 上部桁に上流側から下流側に 10mm の強制変位 を作用させた。この結果、変形モードでは、A2 上部の節点は、上流側では伸縮装置が開く方向に変位し、下流側では閉じる方向に変位した。また、A2 上部では、図に示す方向の曲げモーメントが生じた。軸力分布では、上流側の桁では引張の軸力が、下流側の桁では圧縮の軸力が橋 軸方向に分布する結果が得られた。断面 1、断面 2 および断面 3 において、切断時のひずみ変化量に差異が生じた理由は、III. の変形 に伴う軸力分布の変化によるものと推測される。

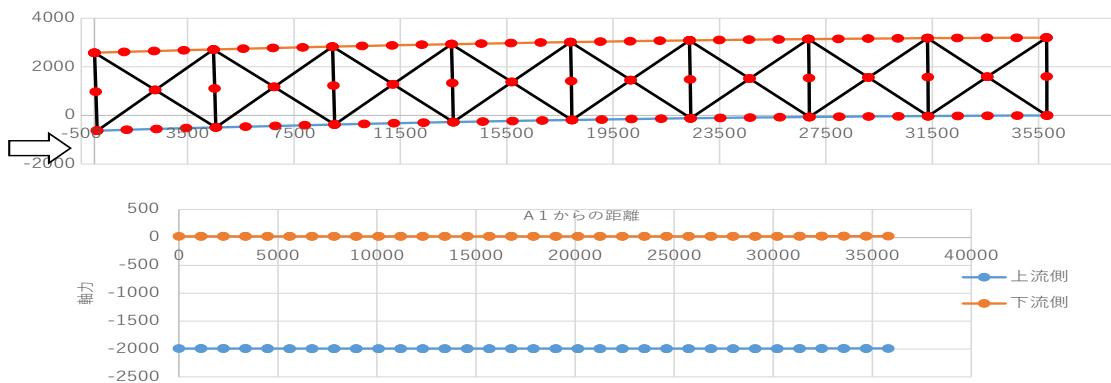


図-5 上流側桁に橋軸方向の強制変位を与えた際の解析結果(上：変形図，下：軸力分布)

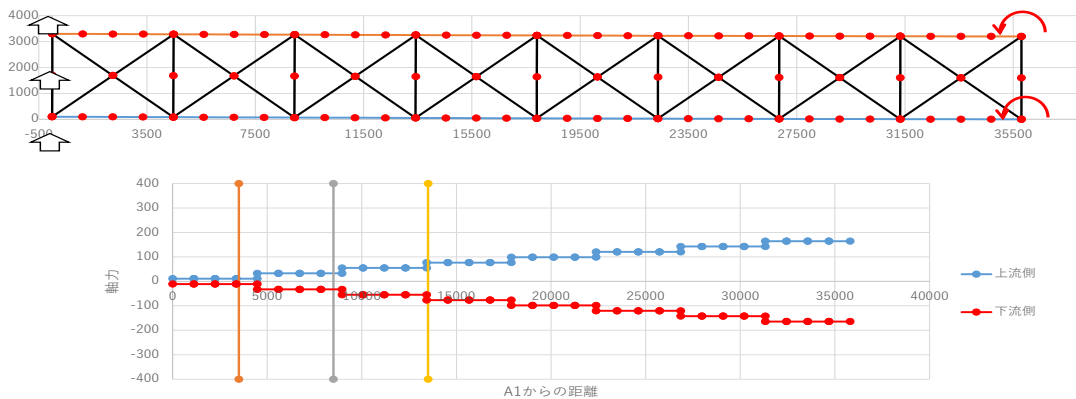


図-6 A1 上部桁に上流側から下流側に強制変位を与えた際の解析結果((上：変形図，下：軸力分布)

4. 結論

本研究では、被災した橋梁の初期応力状態、損傷状況の理論的解明を目的とし、補修工事の一環で計測された、不明なひずみ挙動と損傷が生じた理由の要因を理論的に説明することができた。

参考文献

- 1) ひずみゲージ：<https://tml.jp/e-gaugeshop/gaugelist.html> 2021年8月23日
- 2) 赤外線放射温度計：62 MAX+ Handheld Infrared Laser Thermometer | Fluke 2021年8月23日

三重県のコロナ禍における移住施策の実態に関する研究

EC 17047 藤原悠真

1. 研究の背景と目的

新型コロナウイルスが確認されてから約2年弱が経った。その中で、新型コロナウイルスの感染拡大を回避するために、企業には通勤抑制を、国民には外出を控える行動が要請された結果、従来の感染者数を大幅に減少させたが、それと引き換えに問題となっているのが飲食店や宿泊などの産業問題、特に大きな問題と言える地方部への地方創生に対する影響だ。新型コロナウイルスによって地方部は都市部からの流動人口が減り、観光客などの人の流動が抑えられ、地方部は様々な影響を受けている。それらを表している事例として三重県が挙げられる。理由として、三重県は大きく分けて北勢、伊賀、中勢、南勢、東紀州と分かれており、北勢、中勢や伊賀は都市部とのアクセスが整っている上に、地方創生がうまく進んでいる。しかし、観光地域でありながら過疎化が進んでいる南勢、深刻な過疎化問題を抱えている東紀州と各地域によって異なる。この研究において、エリアを三重県に絞り、移住者、相談者が増減した地域を調べ、各地域の移住施策の実態を明らかにすることを本研究の目的とする。

2. 研究の枠組み

2.1 研究対象地の概要

三重県の全市町を研究対象地とする。三重県は東海地方西南部に位置する県で人口は(2021年11月1日現在)1,755,693人である。三重県の29市町ある中で桑名市、四日市市、鈴鹿市、津市、松坂市、伊勢市の6市町で全体の70%弱を占めている。また、伊勢市を除き残りの5市町は北勢や中勢で、南勢や東紀州は深刻な過疎化が進んでいるのが現状だ。移住施策は多くの都道府県や市町村で行われているが、三重県では県内の29市町による政策への取り組み方や移住への重要性が大変異なる。南勢や東紀州では過疎化という社会問題の観点から、観光業に力を入れ、特に移住施策に取り組んできた。それら

が新型コロナウイルスによって人口の流動が抑制された状況により、地域復興への影響を受けている。

2.2 研究方法

コロナウイルスがもたらした都市部から地方部への流動傾向に焦点を置き、人の従来の流動スタイルがコロナ禍で変わったのではないかとこのころに着目した。まず、三重県庁が行った2019年の2020年の移住者数、相談者数データからどの地域で増加、減少したか、どの地域からの移住者が増加、減少したのかをまとめた。また、三重県の全市町へヒアリング調査を行い、移住に対する各地域の特徴を表にまとめた。その結果、北勢、伊賀、中勢、南勢、東紀州の区域で移住施策の取り組みや重要性の違いが見えてきた。それらからさらに実態を深めるために、移住者や相談件数も多く、移住施策に対して盛んに取り組んでいた伊賀地域、観光地域でありながら深刻な過疎化が進んでいる南勢、東紀州地域(計14市町)にアンケート調査を行なった。その後、アンケート結果をまとめるために、2019年(コロナ前)、2020年(コロナ禍)2021年の相談件数と移住者数、各地域の移住者の立地の傾向を表にまとめた。また、各地域の移住施策の違い、相談者と移住者の属性、コロナ前、コロナ禍での移住者、相談者の変化も表にまとめ、結果を結論に記した。

3. 三重県のコロナ禍での移住活動実態

3.1 年代別で比較した三重県の移住の全体像

三重県庁が行った移住統計データから、コロナ前とコロナ禍の2019年と2020年の着目し、年代別で比較した三重県の移住者数と相談者数の増減、コロナ前とコロナ禍での各地域の増減を調べた。

3.2 年代別で比較した三重県の移住者数と相談者数

統計データから2019年の移住者数が383人、2020年が514人と約150人増加していることがわかる。しかし、相談件数は2019年が1455件、2020年が1098件と約350件減少していることがわかった。

3.3 コロナ前とコロナ禍での各地域の増減

2019年（コロナ前）の移住者数は北勢40人、中勢99人、南勢58人、伊賀121人、東紀州65人で2020年（コロナ禍）の移住者数は北勢68人、中勢131人、南勢71人、伊賀175人、東紀州69人となった。減少した地域はなく増加した地域ばかりだが、伊賀地域は約50人ともっとも増加した地域である。また、2019年（コロナ前）の移住前の地域では、関東87人、東海84人、近畿164人、その他46人で2020年（コロナ禍）の移住前の地域では、関東108人、東海137人、近畿211人、その他58人となった。やはり三重県付近の地域が多いことがわかった。

3.4 移住者数と相談者数、各地域の関連性

これらの関係性として、コロナ前の2019年に移住先に相談をし、コロナ禍である2020年に移住を決断した。移住先である伊賀や中勢に移住者が集中しているのは、東海や近畿または都市部へアクセスが良好な地域に集まりやすいからと考えた。

4. 各市町へのヒアリング調査

4.1 ヒアリング調査の概要

三重県の各市町の移住活動を知るため、各市町へ「コロナ前と現在の移住施策や取り組み」と「コロナ禍で変化した移住施策」について調べた。

4.2 ヒアリング調査の対象者

三重県の全市町(2022年現在29市町)を対象地域とし、各市町の企画課、地域課、まちづくり推進課などに電話調査を行った。

4.3 ヒアリング結果（回収率29/29）

4.3-1 「コロナ前と現在の移住施策と取り組み」

「コロナ前と現在の移住施策と取り組み」についての活動の中身は、表1から表5の通りである。表1から、北勢は日本三大都市圏の愛知県近郊ということもあり、地方創生はうまく進んでおり、移住政策に取り組むというよりは、現在いる地域住民への交通整備や環境づくりに励んでい

表1 北勢地域の活動

いなべ市	変化はなし。オンラインの取り組みのみ。
東員町	県外からの移住者は少ない。
桑名市	変化はなし。相談会でオンラインの実施。
木曽岬町	変化はなし。
朝日町	変化はなし。
川越町	近隣の市町からの移住者が主。
四日市市	移住者に変化なし。相談件数は増加傾向。
菰野町	主な変化はなし。
鈴鹿市	オンラインの活用など。
亀山市	移住ネットと、移住フェアに参加する程度。

た。また、表2の伊賀は都市部（愛知、大阪）への交通アクセスが良好で移住政策にも取り組んでおり、結果からも移住者、相談者が増加していた。また表3から、中勢は県の間接地に位置するため各地域へのアクセスが整っており、人口も集中している地域になる。そのため、移住政策に取り組まなくても、すでに地域住民で満たされていた。それから、表4の南勢は観光地域でありながら過疎化問題の現状を抱えている。結果から分かるように上記の3つの地域に比べ移住政策に取り組んでいるが都市部との繋がりというよりも地方特有の自然環境に恵まれているため、都市部へのアクセスというところでは他の地域に劣るのではと考えた。そして、表5の東紀州も観光地域でありながら、三重県の最南部に位置するため、都市部へのアクセスも困難で深刻な過疎化が進んでいるのが現状だ。そのため、都市部との流動が遮断されたコロナ禍で地方創生の被害を一番受けているのはこの地域であると考えた。

表2 伊賀地域の活動

伊賀市	オンラインの活用、今年6月にはオンライン移住フェスティバルに参加、相談件数の増加。
名張市	名張市オンライン移住相談、近畿地方の方々の移住、相談、またUターンでの件数も増えた。

表3 中勢地域の活動

津市	変化なし。
松坂市	相談件数は上昇傾向にある。
明和町	相談件数は多少増えたが、あまり変化はない。
多気町	移住者は昨年より増加したが、数人程度
大台町	県内の方へ対面での登録、相談、物件の内覧。

表4 南勢地域の活動

玉城町	Zoomを用いた交流やオンラインの活用。
伊勢市	伊勢移住パンフレットの作成、オンラインの実施やYouTubeチャンネルでの移住促進。
鳥羽市	オンラインコミュニティサイトを作成。
志摩市	2020年には21世帯45人だった。これは去年からの2倍に当たる。
度会町	町のポータルサイトを作成、近隣市町村との合同オンライン移住相談会。
南伊勢町	Zoom等で空き家バンクの内覧。
大紀町	相談件数増加傾向、県内の方への対面実施。

表5 東紀州地域の活動

紀北町	オンラインでのプロモーションなど。
尾鷲市	オンラインでの移住相談、空き家の内覧、相談件数や移住者は横ばい。
熊野市	都市部の方からの相談は多い。
御浜町	例年の相談件数30件がコロナ禍で90件。年間約10名の方が移住している。
紀宝町	オンラインでの相談会など。

4.3-2 「コロナ禍で変化した移住施策」

「コロナ禍で変化した移住施策」についての活動の中身は、オンラインの活用、WebサイトやYouTubeの開設、県内の方のみの移住体験など工夫しながら活動が行われているのがわかった。これらの活動は、ほとんどの市町で行われていた。

5. 各市町へのアンケート調査

5.1 アンケート調査の概要

移住活動の実態を探るべく、三重県庁の統計データとヒアリング調査から、移住者が集まり地域としても積極的に移住に取り組んでいる伊賀地域(図1)、観光地域ながら過疎化問題を抱えている南勢(図2)、東紀州地域(図3)の3つの地域に着目した。



図1 伊賀地域 図2 南勢地域 図3 東紀州地域

5.2 アンケート調査の対象者

伊賀地域、南勢地域、東紀州地域の企画課、地域課、まちづくり推進課などを対象とした。

5.3 アンケート結果

回収率は伊賀 2/2、南勢 4/7、東紀州 5/5 である。

5.3-1 各地域の相談件数と移住者数の違い

表6のデータから、2019年(コロナ前)と2020年(コロナ禍)の移住者を比較した時、増加した地域は、伊賀地域(伊賀市、名張市)と南勢地域(志摩市)、東紀州地域(熊野市)である。さらに、2019年(コロナ前)と2020年(コロナ禍)の相談者を比較した時、増加した地域は伊賀地域(伊賀市)、南勢地域(志摩市)、東紀州地域(紀北町、熊野市、御浜町、紀宝町)である。これらから、2019年(コロナ前)と2020年(コロナ禍)を比較して、移住者と相談者の両方が増加した地域は伊賀市、志摩市、熊野市であり、3つの地域に共通していえることが観光地域であることだ。それぞれの地域に特徴と言える観光地があり、

表6 年代別移住者数、相談者数

地域/人	移住者			相談者			
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	
伊賀	伊賀市	88	94	58	1,105	1,236	676
	名張市	64	113	不明	323	227	不明
南勢	鳥羽市	37	25	16	不明	不明	不明
	志摩市	20	45	不明	93	120	不明
	南伊勢町	42	32	15	168	151	96
	大紀町	19	15	不明	不明	不明	不明
東紀州	紀北町	不明	不明	不明	62	74	53
	尾鷲市	31	31	22	1,252	1,057	308
	熊野市	10	23	14	319	698	不明
	御浜町	33	33	43	95	121	81
	紀宝町	26	18	22	16	31	20

伊賀は伊賀流忍者博物館、志摩は志摩スペイン村、熊野は熊野古道である。これらの結果が移住に関連しているのではと考えた。

5.3-2 各地域の移住者の居住立地傾向

表7から、伊賀と南勢、東紀州では地域の周辺環境によって変わることがわかった。伊賀は周辺に海岸地帯がないことから市街地、旧集落地帯や田園地帯に人が集まっていた。また、南勢は市街地、山林、田園地帯や海岸地帯周辺と市街地を除き周辺に自然環境が整っている地帯に人が集まっていた。同様に、東紀州でも同じことが言える。旧集落地帯を除き山林、田園地帯や海岸地帯周辺と地域によって移住者が求める立地傾向は違うことが明らかになった。その結果、5.3-1で述べた「観光地がある地域に移住者が集まりやすい」は、周辺環境が整っている上で成り立っていると考えた。周辺環境というのも自然環境のことで、都心では味わえないような地方特有の自然に囲まれた生活と、休日に観光地へ出かけるというライフスタイルを求め、その条件に合う伊賀市、志摩市、熊野市に集まっているとわかった。

表7 各地域の立地傾向

地域属性/市町数	伊賀	南勢	東紀州
中心市街地	1	2	0
戦前に形成された市街地	0	0	0
戦後に形成された市街地	1	0	0
旧集落地帯	1	0	2
景勝地域	0	0	0
観光地域	0	0	0
山林地帯	0	1	1
田園地帯	1	2	2
海岸地帯周辺	0	3	2
その他	0	0	0

5.3-3 各地域の移住政策

表8から、伊賀地域は移住政策に関してサポートが充実していることがわかるが、南勢、東紀州地域は政策への取り組みが各市町によって異なっていた。本来、地域を問わず全市町が項目欄にある政策を行なっていれば良い話だが、空き家の現状や地域の金銭面なところで難しくなっている。しかし、移住政策が多い地域に移住者が集まっているのは現状だ。伊賀地域の伊賀市、名張市はほとんどの政策を行なっており、移住者が多いことと関連していると言えるだろう。

表8 各地域の移住政策

政策/市町数	伊賀	南勢	東紀州
空き家バンク	2	4	5
求人バンク	0	1	0
移住サイト	2	3	5
新築取得補助金	0	2	3
中古住宅取得支援金	1	2	1
空き家リフォーム事業補助金	2	2	3
空き家リノベーション事業補助金	2	1	3
移住体験セミナー	1	3	2
移住体験ツアー	2	3	3
企業支援	1	2	0
就労支援	2	2	4
就農支援	2	1	3
移住相談専用窓口	2	2	2
ワンストップ移住相談窓口	2	3	3
若者子育て支援金	2	1	0
子育て支援金(全世帯対象)	2	1	0
子供医療費助成制度	2	4	3
風景づくり助成金	0	0	0
結婚新生活支援事業	0	1	1
(%)	71%	50%	43%

5.3-4 各地域の移住者と相談者の属性

表9から分かる通り、全ての地域において30代以上の会社員や自営業の方の移住者、相談者が多い。しかし、全ての地域で20代の若者の移住者、相談者は0であった。これは、過疎化が進んでいる南勢や東紀州地域において非常に深刻な問題と言えるだろう。また、全ての地域の移住者、相談者が三重県付近の中部、近畿の方が多くことから、いつでも帰郷できる環境に移住を考え、また実際に移住を行っていると考えた。それから、関東の方からも全ての地域にお

いて移住者、相談者が多いことがわかる。その理由として、5.3-2で述べた「都心では味わえないような地方特有の自然に囲まれた生活」を求めていることから、増加したのではと関連付けた。

表9 各地域の属性

伊賀地域 (単位:市町数)									
年齢別		職業別				地域別			
年齢	移住者	相談者	職業	移住者	相談者	地域	移住者	相談者	
20代	0	0	会社員	2	2	北海道	0	0	
30代	2	2	公務員	0	0	東北	0	0	
40代	1	0	自営業	2	2	関東	2	2	
50代	1	2	主婦	0	0	中部	2	2	
65歳以上	2	1	学生	0	0	近畿	2	2	
			求職中	0	0	中国四国	0	0	
			定年後	0	0	九州	0	0	
			年金	1	1	三重県内	0	0	
南勢地域 (単位:市町数)									
年齢別		職業別				地域別			
年齢	移住者	相談者	職業	移住者	相談者	地域	移住者	相談者	
20代	0	0	会社員	1	2	北海道	0	0	
30代	4	3	公務員	0	0	東北	0	0	
40代	1	0	自営業	2	2	関東	3	2	
50代	4	3	主婦	0	0	中部	2	1	
65歳以上	3	3	学生	0	0	近畿	4	3	
			求職中	1	1	中国四国	0	0	
			定年後	1	1	九州	1	1	
			年金	0	0	三重県内	1	1	
東紀州地域 (単位:市町数)									
年齢別		職業別				地域別			
年齢	移住者	相談者	職業	移住者	相談者	地域	移住者	相談者	
20代	0	0	会社員	3	3	北海道	0	0	
30代	4	3	公務員	0	0	東北	0	0	
40代	4	4	自営業	4	4	関東	2	4	
50代	3	3	主婦	1	1	中部	3	5	
65歳以上	1	2	学生	0	0	近畿	3	5	
			求職中	3	3	中国四国	0	0	
			定年後	0	0	九州	0	0	
			年金	1	1	三重県内	0	0	

5.3-5 コロナ前、コロナ禍の移住者、相談者の変化

表10のコロナ前(2019年)とコロナ禍(2020年)での変化について、ほとんどの地域が「少し変化した」と答えた。その理由として、コロナウイルスによる都市部から地方部への流動傾向の変化が考えられる。コロナ前の都市部から地方部への流動傾向は観光業や宿泊業が多かったが、コロナ禍では観光業と宿泊業では流動人口を得られなくなった。つまり、従来の流動傾向が地方部に機能しなくなった今、次の流動傾向は移住による流動人口の増加と考える。また、今回行なったアンケートの「どのようにコロナ禍で変化したか(年齢や職業などの属性)」からも、多くの地域が「都市部からの移住者、相談者が増え、フリーランスの方やリモートで勤務可能な方が短期移住を行なっている」と答えた。コロナ禍

で都市部から地方部への移住を希望している方が多く、都市部での忙しい日々から地方部へのゆっくりした生活を求め、フリーランスの方やリモートで勤務可能な方が単年や期間限定移住を用いて移住を行なったために、移住者が増加したとわかった。

表10 各地域の変化

変化度/市町数	伊賀	南勢	東紀州
かなり変化した	0	0	0
少し変化した	2	3	5
変化なし	0	1	0
わからない	0	0	0

6. 考察

コロナ禍において移住者、相談者が増加した地域と減少した地域があるとわかった。移住者が増加した地域には、観光地があり、移住政策が多く取り込まれており、周辺には整った自然環境があった。特に移住者、相談者が集中していた伊賀市では、地方特有の自然に囲まれた生活と近辺に観光地があり、移住政策が整っていたことが挙げられる。それと反して減少した地域には、移住政策が少なく、観光地も少ないため、減少したと考えた。また、コロナウイルスによる移住への影響はほとんどの地域が「少し変化した」と答えた。これらの理由として、コロナ禍で都市部から地方部への移住を希望している方が多く、都市部での忙しい日々から地方部へのゆっくりした生活を求め、フリーランスの方やリモートで勤務可能な方が単年や期間限定移住を用いて移住を行なったため、移住者が増加したとわかった。

7. 結論

コロナ禍でも移住者が増加した地域と移住者が移住地域に求める条件の関連性として、観光地があり、移住政策が多く取り込まれており、周辺には整った自然環境がある地域と結論づけた。

参考文献

- 1) 三重県戦略企画部企画課, 三重県まち・ひと・しごと創生総合戦略改正版,
<https://www.pref.mie.lg.jp/common/content/000776826.pdf>, (2021-08-15)
- 2) 三重県戦略企画部広聴広報課, 三重県、全国の地方移住経験者に対する意識調査を実施,
<https://kyodonewsprwire.jp/release/202003248363>, (2020-09-06)

新社会人の居場所・サードプレイスに関する研究

～現実世界と仮想世界の間で～

EC 17049 星野 圭吾

1. 研究の背景と目的

ストレス社会の日本はサードプレイス（以降、省略するときはサードプレイスを TP とする。）の理解の風潮が少ない。しかし、地域コミュニティの弱体化が問題視されている中、TP は今後益々必要になり、地域活性化の核として期待が高まっている。そんな中、マイプレイス型の TP などの概念が重要視されるようになり、SNS の普及により、現実世界だけではなく仮想世界という新しい形の TP が形成された。またコロナ禍により外出の機会が減少し、自宅に滞在する時間が増えたことにより、自宅にいながらも仮想世界に身を置くことで TP が形成される。ネットや技術の発展により、今までの現実世界の TP だけではなく仮想世界の TP も多数存在するようになった。まちづくりの議論では交流型 TP ばかりに視点がいきがちでマイプレイス型が重要視されないが、本研究では新社会人（20 代）を研究の対象として、仮想世界の TP を調べ、現実世界とのつながりを明らかにすることを目的とする。このことにより、現代の TP の形を知り、彼らの悩み・ストレスを少しでも和らげるためのきっかけに繋げることができる。

2. 研究の枠組み

2.1 研究対象

新社会人 20 代を本研究の対象とし、比較対象として 30 代以降の社会人への調査も行った。また、現実世界と仮想世界の TP も研究対象とした。

2.2 研究方法

研究方法としては、現実世界と仮想世界の TP に関する資料やデータ、新社会人（20 代）が抱える悩み・ストレスに関するデータを入手し、基本情報

の把握と整理を行った。さらに、研究対象である新社会人（20 代）を対象にしたアンケートを実施することで、彼らの仮想世界の TP の考え方、また、実際に現在利用している場所（現実世界）を調査した。具体的な調査方法としては、Google Form でアンケートを作成し、新社会人が多く集まる名古屋駅や栄周辺で配布した。他に、都市建設と関係する新社会人に調査を依頼した。また、SNS などを利用してランダムにアンケート配布を行った。最後に Google Form でアンケートを実施して集まった回答のデータを分析し、現実世界と仮想世界の TP の主な利用目的や利用されるものの傾向を分析した。

3. ゲームアプリ・SNS の分析

仮想世界のサードプレイスの理解を深めるため、SNS やゲームアプリといった人々が関わり合える環境がある分野について調査を行う。主要 SNS の 2016 年から 2019 年の MAU 数（月に 1 回以上利用や活動があったユーザー数）をみると、Facebook は 2019 年に MAU 数が下がってしまったが、それ以外の SNS は MAU 数が増加傾向にあることがわかる。利用ユーザー数が増加傾向にあることがわかる。

(図 1)

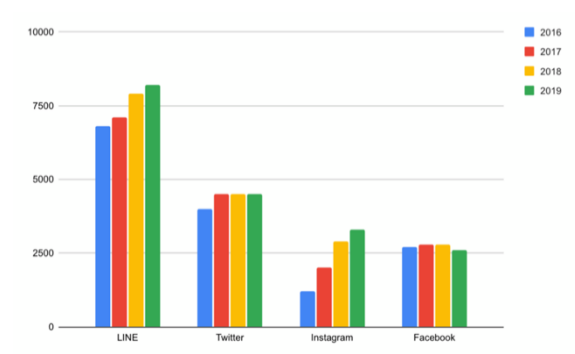


図 1 主要 SNS の MAU 数の推移

利用頻度の高い SNS の MAU 数をまとめる。(表 1) 日本の人口が約 1 億人なのを考慮すると、表 1 を見ると多くの人が SNS を活用していることがわかる。

表 1 各 SNS の MAU 数

	MAU数
Facebook	2600万人
Twitter	4500万アカウント
Instagram	3300万人 (以上)
LINE	8900万人
YouTube	6500万人
TikTok	950万人

ゲームアプリは MMORPG といった人との交流が図れるものを主に調査した。MMORPG とは「大規模多人数同時参加型オンライン RPG」のこと。人口が多い人気スマホ MMORPG を示す。(表 2)

表 2 MMORPG プレイ人口数

ゲームタイトル	プレイ人口
Goddess	8000万人
アヴァベル	1200万人
剣と魔法のログレス	900万人
イルーナ戦記	800万人
トーラム	700万人
ミトラスフィア	400万人
黒騎士と白の魔法	400万人
オルクスオンライン	300万人
イザナギオンライン	300万人
リネージェ2	200万人

4. サードプレイスに関するアンケート分析

本研究に関するアンケートで 75 名から回答を得た。研究対象である 20 代では男性が 24 名、女性が 25 名、比較対象である 30 代以降では男性が 20 名、女性が 6 名から集まった。(表 3)

表 3 各年代の男女比

	20代	30代以降	総合計
男性	24名	20名	75名
女性	25名	6名	

普段から仲のいい人の有無を聞いた。(表 4) 知り合いや、友達の数とは違い、仲のいい人となるとなんでも話せる人などと限られてくるのでどの年代

も数が限られてくる。また、普段から仲のいい人とのコミュニケーションをとる方法や場所で 20 代と 30 代以降での大きな違いはあまりなく、主に 20 代は SNS でのやりとりが多く見られる。(表 5) しかし 30 代以降を見ると居酒屋で仲のいい人とコミュニケーションを取ることが一番多い。これは仮想世界でのやりとりよりも直接会ってコミュニケーションを取ることが 20 代よりも好まれることがわかる。

表 4 各年代の仲のいい人の有無

	20代		30代以降	
かなりいる	6名	12%	1名	4%
多少いる	35名	71%	13名	50%
あまりいない	7名	14%	11名	42%
いない	1名	3%	1名	4%

表 5 仲のいい人とのコミュニケーション方法・場所

	20代		30代以降	
現実世界				
カフェでお茶をしながら	17名	34%	4名	15%
居酒屋に行く	16名	32%	13名	50%
飲食店に行く	2名	4%		
公園で話す	1名	2%		
スーパー銭湯	1名	2%		
家で話す	1名	2%		
遊びに行くなど	1名	2%		
職場でコミュニケーションを取る	1名	2%		
仮想世界				
LINEで話す	34名	69%	12名	46%
SNSでやりとり	20名	40%	5名	19%
電話で話す	15名	30%	4名	15%
ゲームのチャットで話す	3名	6%	1名	3%
ZOOMで飲み会	1名	2%	2名	7%
Discord			1名	3%

表 6 悩み・ストレスの打ち明け方法や場所

	20代		30代以降	
現実世界				
居酒屋	17名	34%	15名	57%
友達の家	15名	30%	1名	3%
カフェ	12名	24%	4名	15%
ドライブ	3名	6%		
公園	2名	4%	1名	3%
会社	2名	4%	6名	23%
家族に相談	2名	4%		
飲食店	1名	2%		
自己解決	1名	2%		
悩み・ストレスを考えない	1名	2%		
自宅			5名	19%
誰かに直接会う			1名	3%
家族以外には打ち明けない			1名	3%
仮想世界				
LINE	26名	53%	12名	46%
電話	25名	51%	13名	50%
SNS	14名	28%	3名	11%
ZOOM			1名	3%

悩み・ストレスの打ち明け方や解消方法では、20 代は SNS が中心的に使用されることが多く、30 代以降では直接会話ができる場面や SNS による方法といった

ばらつきが見られる。

悩み・ストレスの打ち明け方法や場所を普段から仲のいい人とのコミュニケーション方法の表と比べてみると、類似している点がある。やはり気軽に人とのコミュニケーションをはかれる方法としてLINE、電話やSNSはかなりの人が利用していることがわかる。30代以降に関しては20代とは違い、直接会うことを重要視していることがわかる。悩み・ストレスの解消方法ではどの年代も1人で解消する方法と誰かに助けてもらう方法をバランスよく使用している。(表6、7)

表7 悩み・ストレスの解消方法

	20代		30代以降	
現実世界				
お酒を飲む	14名	28%	15名	57%
自分の好きなところに行く	14名	28%	10名	38%
スポーツをする	10名	20%	6名	23%
散歩をする	7名	14%	3名	11%
悩み・ストレスを解消する特定の場所がある	4名	8%		
ジムに行く	3名	6%	3名	11%
寝る	2名	4%		
公園に行く	2名	4%	2名	7%
自己解決	2名	4%		
映画鑑賞	1名	2%		
バイクに乗る	1名	2%		
ジョギングをする	1名	2%	4名	15%
ショッピング	1名	2%		
タバコを吸う	1名	2%		
ギャンブル	1名	2%		
遊びに行く	1名	2%		
ゴルフ	1名	2%		
サイクリングをする			1名	3%
ピアノを弾く			1名	3%
人と喋る			1名	3%
仮想世界				
YouTubeを見る	23名	46%	4名	8%
友達と電話をする	21名	42%	5名	10%
SNSを見る	17名	34%	4名	8%
LINEをする	15名	30%	5名	10%
オンラインゲーム	7名	14%	4名	8%

悩み・ストレスの解消方法で自分の好きなところに行く、または悩み・ストレスを解消する特定の場所がある人にその場所を聞いた。(表8)

表8 具体的な場所

20代	30代以降
カラオケ	買い物
自然が多いところ	旅行に出かける
バイクで走って楽しめる道や景色のいいところ	自宅
岐阜基地	山・海
温泉	温泉、登山、ドライブ
景色の綺麗なところ	音楽が聴ける場所、書店
コンサート	
美術館	
東京の好きな場所	
家	
地元にある山	
劇場	
美容室	
ゴルフ場	

社会人になってからの悩み・ストレスは圧倒的に人間関係や環境の変化が多くなっていく。特に20代と30代以降で目立って多いのが、職場での人間関係と生活習慣の変化になっていく。(表9)

表9 社会人になってからの悩み・ストレス

	20代		30代以降	
職場での人間関係	27名	55%	13名	50%
生活習慣の変化	21名	42%	12名	46%
友達や恋人になかなか会えない	15名	30%	2名	7%
給料	15名	30%	5名	19%
通勤時間の長さ	8名	16%	2名	7%
交友関係	6名	12%	2名	7%
飲み会の誘い	6名	12%	4名	15%
接客対応	1名	2%		
人の悪いところ	1名	2%		
業務内容	1名	2%	2名	7%
キャリアプラン	1名	2%		
バイクに乗る時間が減った	1名	2%		
テレワーク	1名	2%		

社会人になってから感じた悩み・ストレスの具体的な内容を聞いた。(表10)

表10 具体的な内容

20代	
上司が仕事をしない	
社会人の付き合いがめんどくさい	
初対面の人に対する礼儀を持っていない人が多い	
友達と予定を合わせる時間がない	
上司や先輩に媚びるのが疲れる	
後輩が使えない	
他部署の先輩に依頼をする頃が多く、その調整に苦心する。	
今の業務が向いてなく、今後会社で活躍できるのかという漠然とした不安	
30代以降	
学生時代は好きなことを好きな人とできたが、社会人になると選択の余地がない	

各年代のサードプレイスの有無について聞いた。サードプレイスへの理解の風潮が少ないことから、この質問をする際にサードプレイスの説明を付け加えたところ、20代はサードプレイスを持っている人が多く見られる。しかし、30代以降はサードプレイスがない人が半分以上いることがわかった。(表11)

表11 各年代サードプレイスの有無

	20代		30代以降	
複数ある	22名	44%	9名	34%
1つある	22名	44%	3名	11%
ない	5名	12%	14名	55%

各年代にサードプレイスに対してどのようなこ

とを求めているか明らかにした。(表 12) サードプレイスに求めるものとしてはどの年代を見ても、現実世界では1人でリラックスできる空間や会話がある空間が人気で、仮想世界では会話がある空間を重視している人が多い。

表 12 サードプレイスに求めるもの

	20代		30代以降	
現実世界				
リラックスできる	31名	63%	20名	76%
会話を楽しむ	30名	61%	11名	42%
1人になれる空間が欲しい	21名	42%	9名	34%
時間を忘れることができる	15名	30%	9名	34%
遊び心がある	14名	28%	7名	26%
人との新しい出会い	9名	18%	3名	11%
気軽に参加できる	8名	16%	6名	23%
人々が対等な関係であり平等	7名	14%	4名	15%
仮想世界				
会話を楽しむ	10名	20%	4名	15%
時間を忘れることができる	9名	18%	3名	11%
遊び心がある	8名	16%	2名	7%
リラックスできる	8名	16%	3名	11%
人との新しい出会い	6名	12%		
気軽に参加できる	6名	12%	4名	15%
人々が対等な関係で平等	2名	4%	1名	3%
1人になれる空間が欲しい	2名	4%		

5. 考察

本研究を通して新社会人(20代)がどのような形のTPを形成しており、具体的に現実世界と仮想世界のTPに求めるものを調査して、彼らの悩み・ストレスの解消方法やそれらの方法のTPとのつながりを明らかにした。また、30代以降の社会人にもアンケートを行ったことで20代とのTPに求めるものの違いが明確になった。日本では現在、交流型TPよりマイプレイス型のTPが好まれる傾向にあると考える。(マイプレイス型とは他人と干渉せずに個人がのんびりと過ごせる場を意味する。)アンケートの結果からは、仮想世界のTPに対する理解が少なく、自分自身の仮想世界のTPに気づいてない人が多く見られた。誰かに相談したり打ち明けたりと人との交流を図って悩み・ストレスを解消したいが、見ず知らずの人と交流は図らず、親しい人に相談するなど交流型TPの風潮は少なくマイプレイス型TPに大きく偏りがあり、特定の人との交流を好む人が多く見られた。他には、コロナ禍で人と会う機会が減ったり、外出の規制により悩み・ストレスを感じている人が多かった。この悩み・ストレスに関し

てはコロナが終息すれば解決される。新社会人(20代)が悩み・ストレスを解消するためにSPのあるべき姿は、特定の心を許せる人という現実空間、或いは1人になれる現実空間に身を置きながら仮想世界で親しい人と連絡を取れる空間がいいのではないかと考える。

6. 結論

このような傾向にあることから、現実世界・仮想世界のTPはともに、マイプレイス型が好まれる現代において個人の間を充実させるために適しており、両者のサードプレイスのかけている部分をうまく補い合っている。

参考文献

- 1)相良 友哉：地域住民の交流拠点としてのコミュニティスタジオに関する報告 —「第三の場」としての機能と可能性—, 人間生活文化研究, No.30, pp.852-859, 2020年。(参照 2021-5-1)
- 2)高谷 邦彦：サードプレイスとしてのTwitter, 名古屋短期大学研究紀要, No.57, pp.1-13, 2019年。(参照 2021-5-1)
- 3)バーチャル・サードプレイス ～ネットにおける第三の居場所, 2020年4月16日, <https://mamimumeme.com/3-6/virtual-thirdplace>. (参照 2021-6-16)
- 4) 2021年6月更新! 12のソーシャルメディア最新動向データまとめ, Social Media Lab-by Gaiax, 2021年6月3日 <https://gaiax-socialmedialab.jp/post-30833/>. (参照 2021-6-20)
- 5)松本 大知：『サードプレイス』はいかなる場所か? 訳書で徹底議論, リーディングクラブ#4, ソトノバ, 2020年9月23日, <https://sotonoba.place/readingclub4>. (参照 2021-6-20)
- 6)総務省統計局, 人口統計, <https://www.stat.go.jp/data/jinsui/pdf/202101.pdf>. (参照 2022-1-20)
- 7)人口の多いMMORPGスマホアプリ20選, 2019年7月11日, <https://mmorpg-app.net/10370>, (参照 2022-1-20)

オフィス街に位置する公園でののんびり過ごす滞在者の動向に関する研究
～‘Hisaya-odori Park’を対象地として～

EC18003 飯田和也

1. 研究の背景と目的

現代社会では新型コロナウイルスの感染拡大を抑えるため、「3つの密を避ける」ことが市民にとって守るべき大原則として掲げられている。そのため、国民は外出自粛を求められるようになった。しかし、室内に引きこもった状態では精神的疲労の増加が懸念される。そのため感染症対策をしながら精神的疲労を解消できる場として、公園の価値が現在再認識されている。実際、公園での滞在が幸福感を改善させるという調査結果も発表されており、のんびりできる公園は今後もずっと必要不可欠な存在であると予想される。こんな情勢の中でリニューアルされた‘Hisaya-odori Park’はストレスフルなオフィス街に位置しており、社会人にとって1人でのんびりできる空間となる重大な役割も担っている。‘Hisaya-odori Park’はサードプレイスの観点から見ると休日は交流型、平日はマイプレイス型として利用されているのではないかと考えている。そこで平日の公園滞在者の居場所や属性、行動内容を調査し‘Hisaya-odori Park’がオフィス街に位置する公園としてマイプレイス型の居場所であるのか検証する。また、今後の公園デザインにおいてマイプレイスとして精神的疲労を和らぐ空間のポイントを見出すことも本研究の目的とする。

2. 研究の枠組み

2.1 対象地域の概要

本研究では、愛知県名古屋市中区に位置する‘Hisaya-odori Park’のオープン空間を研究対象とする。公園内は南北にコンセプトの異なる4つのZONEに分かれていることが大きな特徴である(図1)。北部のZONE1に行くほど広場を多く有する日常性の高いエリアに、南部のZONE4に行くほどお店の多く集まる商業エリアとしての側面が強くなっている。

調査対象地はオープン空間での利用者の居場所が少ないZONE2を除くZONE1、ZONE3、ZONE4に絞った。さらに事前に行った観察調査から、調査をするにあたって無理のない広さかつ飲食店を除くオープン空間かつ利用者の多く集まる場所に焦点を当てて新たにエリア1、エリア2、エリア3とした。

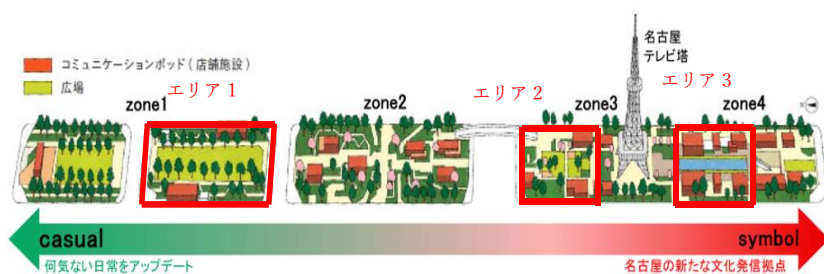


図1 ‘Hisaya-odori Park’の平面図

(引用:<https://www.aichinow.jp/spots/detail/3245/>)

2.2 研究方法

本研究では、オフィス街に位置する公園でののんびり過ごす滞在者の動向に関する研究を行い、のんびりするために訪れたくなる公園の在り方を明らかにする。そこで2021年8月から12月にかけて表1に示す平日の10日間行動観察調査を行った。行動観察調査は、社会人の出勤前・退勤後の様子も把握できるよう8:00～18:00まで行った。事前の調査で公園利用客が多く見られることが分かっていたため、各エリアの1時間おきの様子を写真として瞬間的に記録した。また、写真からは滞在者の位置や行動内容、属性と性別を観察し記録する。尚、本研究では滞在している利用者のみを対象とするため、歩行者は調査対象外とする。

3. ‘Hisaya-odori Park’ の利用実態と調査結果

3.1 日別、時間帯別で見る滞在者数

表1の横軸は時間帯を示しており、その中でもエリアごとに色分けして滞在者数をまとめた。ここから気温が高い8月、9月は気温が低い12月と比べて8時、9時、17時以降の涼しい時間帯に滞在者が多いことが分かる。反対に12月は8月、9月と比べて10時～16時頃の暖かい時間帯に滞在者が多いことが分かる。秋は比較的1日中滞在者が多く見られた。また、蔓延防止等重点措置から緊急事態宣言へと移ったにも関わらず、滞在者の合計人数は大幅に増加した。この理由としては愛知県の新型コロナウイルスの新規感染者数が大幅に減少したからだと考えられる。

表1 全調査日の滞在者の人数

日	愛知県の新型コロナウイルス感染者数(人)	天気	気温(℃)			合計人数(人)			8時(人)		9時(人)		10時(人)		11時(人)		12時(人)		13時(人)		14時(人)		15時(人)		16時(人)		17時(人)		18時(人)												
			平均	最高	最低	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3									
8/26(木)	839	晴れ	33	35	30	62	63	69	3	3	1	2	0	1	3	0	3	3	1	9	7	8	3	6	4	2	5	1	2	3	3	13	8	11	10	17	12	13	5	20	12
9/10(金)	410	晴れ	33	34	29	203	68	120	6	4	1	5	4	5	6	1	0	4	5	4	7	7	2	19	2	3	21	5	3	23	6	14	24	7	29	31	28	27	47	19	32
9/17(金)	133	雨	24	27	22	30	32	55	1	1	5	1	0	2	9	0	7	5	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	3	5	16	17	7	12	17	0	0	0	0		
9/22(水)	102	曇り時々雨	26	29	23	66	69	104	2	3	3	3	0	11	3	0	1	6	1	0	0	0	9	1	8	2	0	0	2	1	19	15	19	33	20	26	28	1	7	12	
10/7(木)	21	曇り時々晴れ	26	28	22	195	100	138	2	8	1	11	1	3	8	2	13	13	6	15	26	15	13	24	13	11	26	10	5	28	13	17	17	12	24	23	4	15	17	16	21
10/21(木)	16	晴れ時々曇り	16	18	10	132	98	134	2	2	2	1	4	1	4	3	0	8	6	11	12	13	15	16	13	12	11	11	23	17	14	9	39	19	20	8	11	27	4	2	14
10/28(木)	11	晴れ	21	24	12	181	125	128	3	2	0	2	4	4	4	3	4	14	16	12	19	19	7	51	16	12	52	23	22	30	12	26	4	10	8	1	5	12	1	16	21
11/11(木)	8	曇り時々晴れ	15	18	10	102	84	115	2	3	2	6	2	5	7	5	7	4	5	11	25	17	17	14	16	17	18	9	17	11	4	13	15	5	6	0	1	8	0	17	12
12/2(木)	4	晴れ	9	12	3	76	50	88	3	0	0	1	0	0	1	0	3	5	2	5	7	8	11	22	1	14	12	11	9	3	7	16	10	11	18	1	10	4	1	0	8
12/9(木)	9	晴れ	13	15	5	61	54	122	0	0	1	0	0	3	4	3	12	3	13	8	17	16	14	12	19	17	2	26	5	7	21	1	10	4	0	0	8	0	0	8	
合計人数(人)					1108	763	1073	24	26	16	32	18	24	57	20	40	69	52	84	133	105	84	175	78	99	164	72	107	122	67	151	138	120	169	118	109	159	76	96	140	
合計人数(人)					2944			66			74			117			205			322			352			343			340			427			386			312			

日ごとの塗り分け ■:緊急事態宣言 ■:蔓延防止等重点

3.2 行動内容から見る公園内の利用実態

図2は全調査日の各エリアで観察された滞在者の行動内容の回数を合算したものである。図を見ると、公園内で多く見られた行動内容には「休憩(外見上の動きがほぼない)」、「会話」、「スマートフォン」が上位に挙がっていることから、対象の公園には特別何かをするわけではなくのんびりすることを目的として訪れる滞在者が多いと予想される。そこで、特に多く見られた「休憩」していた利用者に着目する。まず全行動内容の内、「休憩」が観察された回数の割合をエリアごとに計算した結果、エリア1は25.8%、エリア2は18.3%、エリア3は23.0%であり、どのエリアも「休憩」していた滞在者は20%前後いることが分かった。

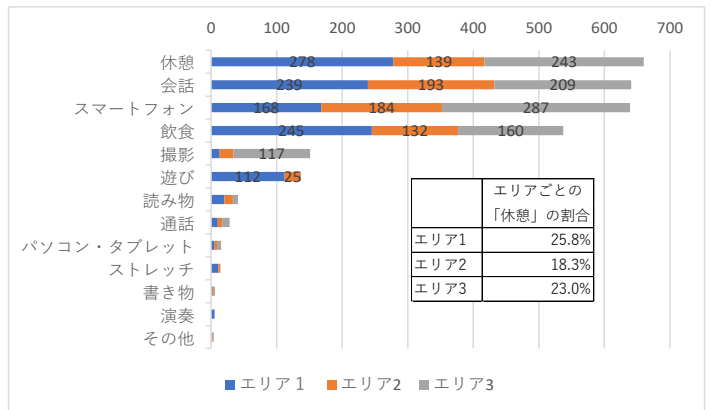


図2 エリアごとに比較した行動内容の回数

3.3 属性、季節、時間帯から見た「休憩」滞在者数のエリア比較

次に「休憩」していた滞在者を属性、季節、時間帯に着目してそれぞれエリアごとに比較した。属性ごとに区分した「休憩」の回数をグラフ化した図3を見るとどのエリアでも社会人の利用が特に多いことが分かる。季節ごとに区分した「休憩」の回数をグラフ化した図4では、比較的1日中晴れていた調査日を夏秋冬

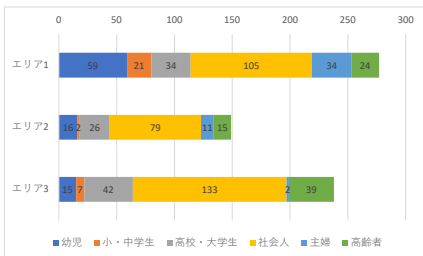


図3 属性ごとに区分した「休憩」の回数

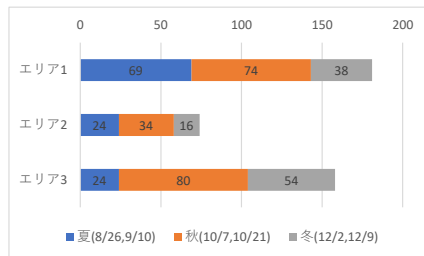


図4 季節ごとに区分した「休憩」の回数

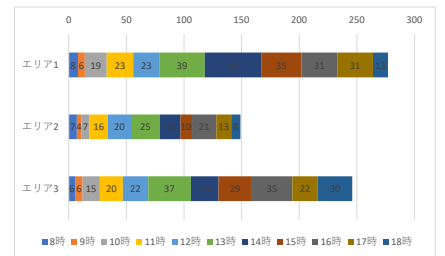


図5 時間帯で区分した「休憩」の回数

の季節ごとに2日間ずつ選りエリア比較した。その結果、どのエリアでも過ごしやすい気温である秋に多くの「休憩」利用者が見られた。しかし、エリア1では夏にも秋とほとんど変わらない程多くの「休憩」利用者が見られた。時間帯で区分した「休憩」の回数をグラフ化した図5を見ると、朝から昼ごろにかけて次第に滞在者数は増加していき、エリア1とエリア2ではそこから夜にかけて減少した。エリア3だけは夜も多くの飲食店が営業しており、辺りが明るく活気があるため滞在者は昼ごろからほとんど変化しなかった。

3.4 グループ構成人数と滞在者の居場所の関係

上述から、対象とする公園では「休憩」をしている滞在者が特に多く見られたわけだが、これはグループを構成する人数で意味合いが変わってくると考えられる。なぜなら人数が多いグループほど観察時にたまたまグループの輪から抜けていた可能性があると考えられるからである。そこで、「休憩」をしている各エリアの滞在者をグループの構成人数で比較した場合、特徴が一番顕著に表れたのがエリア1だった。1人で公園に訪れた滞在者のほとんどがベンチや木陰、縁石を居場所としていることが分かる。また、2人組の場合は1人の滞在者よりも芝生を居場所としている人が多いことが見受けられる。さらに3人組以上のグループではベンチや木の下、縁石を居場所とする割合は減り、逆に芝生を居場所とする割合が増えている。予想通りグループの構成人数が多い場合、たまたま観察時に「休憩」をしていた人も本来はグループ全体として別の目的で訪れていたと捉えることができる。この点も踏まえると、のんびりすることを目的として訪れる滞在者は少人数(1人で訪れた滞在者と2人組で訪れた滞在者)であり、ベンチや木陰、縁石に多く見られることが分かった。これらの居場所ののんびりするうえで重要であると考えられる。

エリアごとに比較した場合、図の右端のベンチでは特に滞在者が多く見られた。その理由として、このベンチからは水場に反射したテレビ塔も見ることができるからといったことが考えられる。よってこのエリアは街のシンボルを活かした造りになっていることが分かった。

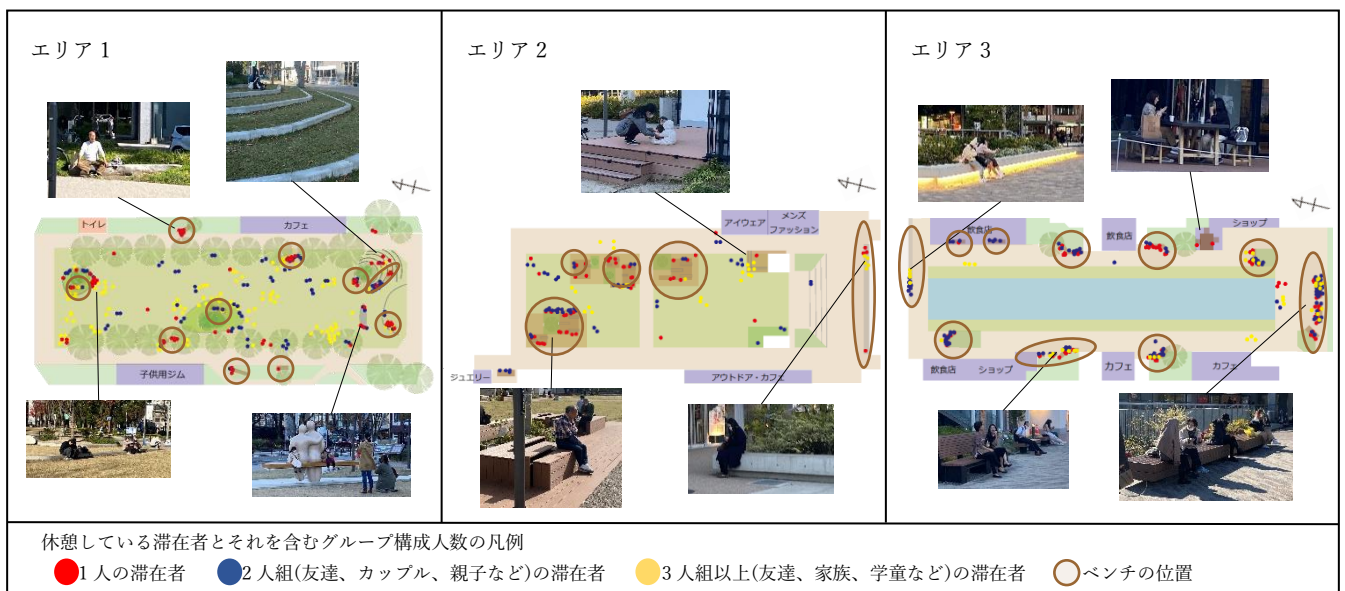


図6 グループ構成人数で比較した「休憩」している滞在者の居場所

3.5 時間変化と滞在者の居場所の関係

各エリアの中で滞在者の居場所の種類が最も多く存在するエリア1に着目し、一日の中で時間帯ごとに「休憩」していた滞在者の居場所をグループ構成人数が分かるようにして比較した(図7)。調査日は全調査日の中で最もエリア1の滞在者が多く見られた9/10(金)に決めた。2時間ずつエリア1の様子を見た時、9時・10時は図の上部に数人だけ見られた。12時・13時は人数が少し増え、居場所の位置にばらつきが出た。14時・15時はまた少し人数が増え、居場所が図の下部に集中した。17時・18時はさらに人数が増え、居場所の位置にばらつきが出た。また、対象の公園は東西をビルに囲まれており、図7のような日陰の変化が見られる。以上のことから、滞在者の居場所と日照条件には密接な関係があることが分かった。

3.6 属性、性別とグループ構成人数の関係

少人数グループに属している「休憩」滞在者数と全行動内容の全滞在者数をそれぞれ集計し、属性ごとに比較してまとめたものが表3である。この際、幼児・児童に関しては性別の判断が難しいため、男女の人数をまとめて整理した。

対象とする公園では社会人の利用者が圧倒的に多く見られたため、オフィス街に位置する公園として上手く機能していることが分かった。また、高齢者の全体としての滞在者が少ないことも都心に位置する公園であるからだと予想されるが、その中でも1人で訪れている滞在者の割合は高く、リラックスする場として利用されていた。男女の違いに注目すると、どの年齢層も休憩をしている少人数グループの滞在者数に大きな差はなかった。しかし、その中でも男性は1人で訪れる割合が高く、反対に女性は2人組で訪れる割合が高いことが分かった。

4 結論

オフィス街に位置する‘Hisaya-odori Park’では仮定通り多くの社会人がマイプレイスとしてのんびり滞在している様子が見られた。また、精神的疲労緩和のためののんびりできる公園の在り方を考えるという目的に対し、のんびりとしていた滞在者は少人数グループでベンチや縁石、木陰を居場所とすること、さらには日照条件も非常に重要であることが判明した。しかし、これらの利用者にはグループ構成人数や属性、性別によって違いがあることが明らかとなった。これには属性や性別によって精神的疲労の緩和方法が異なることを表していると考えられる。つまり、のんびりできる公園の在り方とは日照条件や滞在しやすい居場所を設けることはもちろん、その公園で滞在する属性や性別に寄り添って設計することが必要である。この論文では明らかにできなかった公園滞在者の本来の来園目的をヒアリング調査によって明確にしたり、はじめは考えていなかった周辺の環境が異なる公園での調査も行う必要が出てきた。今後、新型コロナウイルスが収束したとしても引き続き精神的疲労を緩和するための公園の在り方について追究していきたい。

注釈

1) STUDY HACKER：ストレスだらけのビジネスパーソンに20分間の「公園滞在」をすすめるワケ。

<https://studyhacker.net/columns/kouen-de-stress> (参照 2021-08-10)

参考文献

1) 畠山 雄豪, 丹羽 由佳理, 佐野 友紀, 菊池 雄介, 佐藤 泰：立地環境および利用者傾向が行動分布に与える影響 行動観察調査からみたカフェのサードプレイス利用分析-その1-, 日本建築学会計画系論文集, No. 711, 1067, 2015年5月

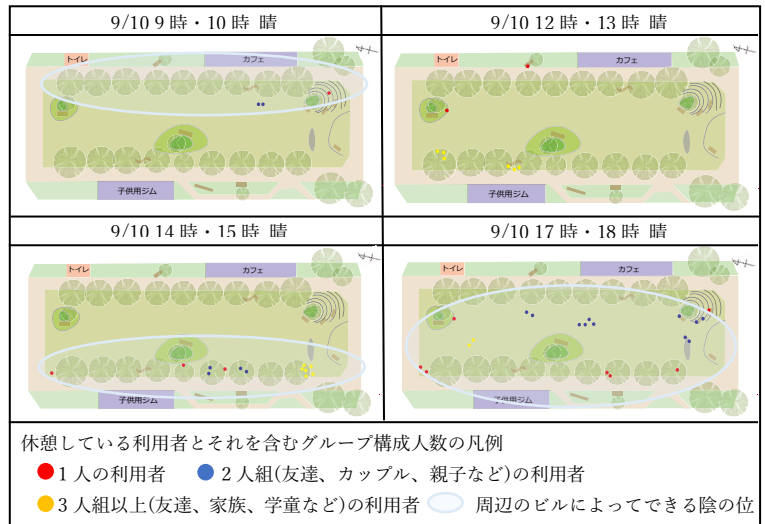


図7 時間変化から見る滞在者の居場

表3 「休憩」している少人数グループと全行動内容の全利用者から見る属性比較

	休憩			全行動内容 ④全利用者数(人)
	①1人(人)	②2人組(人)	③少人数グループ (①+②)(人)	
幼児	0	27	27	170
小・中学生(男)	0	5	5	39
小・中学生(女)	1	13	14	61
高校・大学生(男)	55	44	99	202
高校・大学生(女)	20	116	136	400
社会人(男)	299	58	357	757
社会人(女)	202	131	333	761
主婦	0	27	27	135
高齢者(男)	50	8	58	86
高齢者(女)	22	16	38	95

緑化推進都市・刈谷市における公園と周辺住環境の評価に関する研究

EC18016 柏原 純菜

1. 研究の背景と目的

都市の中における「緑」は、良好な都市景観の向上、地球温暖化の緩和、精神的癒し等、豊かなまちづくりを進めるために欠かせない要素である。そういったまちの「緑」を身近に感じられる公共スペースとして公園が挙げられる。年々緑や自然が減少している中で都市における公園の重要性に注目した。またその公園づくりを進めるうえで、周辺住民からの評価は公園単体の評価同様に考えるべきである。

さらに、2020 年より新型コロナウイルスが感染拡大しており、人々の生活に大きな影響を与えている。変わりゆく生活様式に伴い、今後の公園の在り方や需要についても変化していくと考えられる。現在の公園の利用実態・利用者意識の調査から、求められる公園、公園内や市内における緑の在り方を考察する。また周辺住民に対する意識調査や、公園単体での調査との比較により、緑のつながりとして公園が与える影響について考察する。

2. 研究の枠組み

2-1 研究対象の概要

研究対象地は、愛知県刈谷市にある「ミササガパーク」「フローラルガーデンよさみ」とそれぞれの周辺 400m 圏内とする。(図 1 に示す。) 刈谷市は緑化推進都市を独自で宣言している市であり、魅力あふれる公園づくり事業などの取り組みを行っているため、まちづくりを進めるうえで公園や緑化に力を入れている。

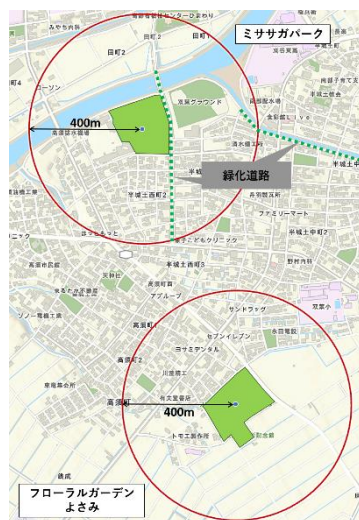


図 1 研究対象地の位置

選出した 2 つの公園は、第 2 次刈谷市緑の基本計画にて設定されている緑化重点地区の一つである「フローラルガーデンよさみ一帯」に含まれている公園であり、刈谷市の緑の拠点としても位置付けられている。フローラルガーデンよさみ一帯は「彩りと安らぎ」というテーマにて緑づくりが進められているため、それらにも着目をして研究を進めていく。



図 2 ミササガパーク園内



図 3 フローラルガーデンよさみ園内

各公園の概要として、ミササガパーク(猿渡公園)は 2001 年に開設された 3.0ha の近隣公園である。刈谷市と姉妹提携都市であるカナダのミササガ市との友好を記念して整備された公園であり、デイキャンプ場、バラ園、外周に植栽されている針葉樹などが公園の特徴として挙げられる。周辺の住環境としては、住宅街の中にある公園であり、河川や整備された緑化道路と隣り合っている。

フローラルガーデンよさみは、2007 年に開設された 4.3ha の公園であり、分類としてはその他の公園として記されている近隣公園規模の公園である。依佐美送信所跡地に作られた公園であり、温室やカフェ、ミニ SL やウォーキングコースのある公園である。住宅と田のちょうど中心に位置する公園である。



写真 1 外から見たミササガパーク



写真 2 外から見たフローラルガーデンよさみ

2-2 調査方法

刈谷市の公園緑地課・まちづくり推進課へのヒアリング調査、公園利用者および周辺住民へのアンケート調査を行う。対象公園についての意識・評価を明らかにするとともに公園周辺の住環境について調査する。また新型コロナウイルスの影響についても調査を行う。周辺地域についてはポスティングにて、近隣公園、市内の緑について、住環境についてなどのアンケートを行う。公園内、周辺地域のアンケートはそれぞれ Google フォームで作成し、URL にて行ってもらうこととする。

3. 調査

3-1 刈谷市公園緑地課へのヒアリング調査

刈谷市都市政策部公園緑地課へ、市内の公園やまちづくりに関するヒアリング調査を行った。目的は、市内の取り組み、市が考える問題などを明らかにし、実際の公園利用者や刈谷市民の意見と重ねて考え

表1 ヒアリング調査概要

調査日	11月26日
調査対象	刈谷市都市政策部公園緑地課 堀場庸介さん
ヒアリング内容	<ul style="list-style-type: none"> ・刈谷市独自で宣言している緑化推進都市の宣言について ・刈谷市緑の基本計画について ・魅力あふれる公園づくり事業について ・フローラルガーデンよさみ・ミササガパークについて ・その他関連資料提供のお願い

るためである。ヒアリング詳細は表1に示す。

緑の基本計画については、第3次の計画を施行するために現在取り組んでおり、令和5年の3月に施工される予定である。その中で第2次との変更点として、緑を考える4つの視点「環境」「安全」「活力」「生活」に「活用」という新たな視点が加わる。また、緑の増加ではなく維持することを目標に緑づくりを行っていくとのことであった。

図4に示す提供資から、調査対象公園を含む刈谷市の主要公園の新型コロナウイルス感染拡大前後の人流の変化であり、新型コロナウイルスの流行前後では公園利用の人流の流れは減少傾向にあることが分かった。

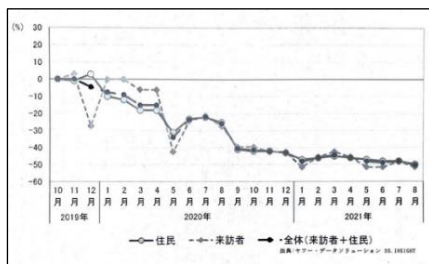


図4 新型コロナウイルス流行前後での刈谷市内の公園来園者の変化 (刈谷市提供資料より)

3-2 公園利用者に対する意識調査

各公園利用者に対し、公園の利用状況や意識に関するアンケート調査を行った。新型コロナウイルス感染拡大のため、Google フォームにてアンケートを作成しQRコードを配布した。目的は、公園の利用実態、利用者の意識を明らかにすること、公園同士での比較から求められる公園を考察すること、周辺住民へのアンケートと重ね合わせ、住環境と公園の関係について考えることである。

表2 公園利用者アンケート概要

調査日	11月6日、11月11日、11月14日、11月15日、12月16日、12月30日	
調査時間帯	13:00~17:00	
調査方法	QRコード配布によるアンケート調査	
対象場所	ミササガパーク	フローラルガーデンよさみ
対象者	ミササガパーク利用者	フローラルガーデンよさみ利用者
回答数	20	21

表3 公園利用者アンケート項目

<ul style="list-style-type: none"> ・性別 ・年齢 ・職業 ・居住地域 ・交通手段 ・公園までの所要時間 ・来園時間 ・滞在時間 ・誰と来たか ・利用頻度 ・公園の利用目的 ・本公園を選んだ理由 ・公園内でお気に入りの場所 ・他に利用頻度の高い公園 ・本公園の満足度 ・本公園の気に入っている点 ・本公園の不満な点 ・本公園の自然に対する印象 ・利用していて彩りや安らぎを感じるか ・コロナ前後で本公園の利用頻度 ・コロナ禍における公園の利用目的の変化 ・自宅・職場以外でよく利用する施設 ・今公園に求める要素 ・都市公園において緑の必要性を感じるか ・生活の中で緑を求めることがあるか ・刈谷市に緑は多いと感じるか
--

公園利用者アンケートの概要・項目は表2、3に示す。以下、アンケート結果をまとめた。

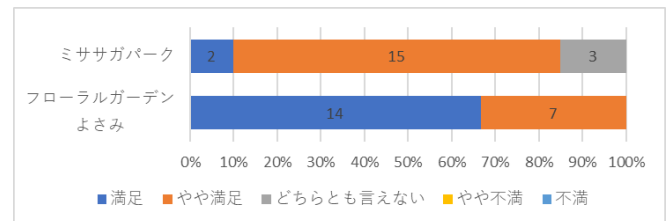


図5 公園の満足度

図5に示す公園の満足度として、ミササガパークは不満、やや不満の回答はないが、やや満足という回答が多かった。フローラルガーデンよさみはどちらとも言えない以下の回答がなく、満足という回答率がかなり高いため2つの公園でかなり差がある。

表4 公園の気に入っている点・不満な点

	気に入っている点	不満な点
ミササガパーク	<ul style="list-style-type: none"> ・自然が多くある ・治安がよく穏やかな雰囲気 ・広々としていて過ごしやすい ・人が多すぎなくて静か ・景観が良い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ゴミが前よりも増えた ・ベンチがあまり綺麗ではない ・カフェがない ・トイレが暗い ・全体的に狭い ・夜怖い ・最近手入れが行き届いていない ・前ほどの絶景が見れなくなった
フローラルガーデンよさみ	<ul style="list-style-type: none"> ・子供が多くにぎやかである ・綺麗で静か ・ミニSLがある ・休憩できる場所が多い ・安全にウォーキングできる ・マルシェ ・自然豊か ・子供の遊具が充実している 	<ul style="list-style-type: none"> ・ウォーキングコースがない ・土日にテイクアウトのお店がほしい ・新しい遊具が欲しい ・虫が多い ・遊具使用時に密になりやすい ・一部手入れされていない

表4より、ミササガパークでは自然や景観を気に入っている利用者が多く、フローラルガーデンよさみでは子供の利用しやすさが重視されていた。

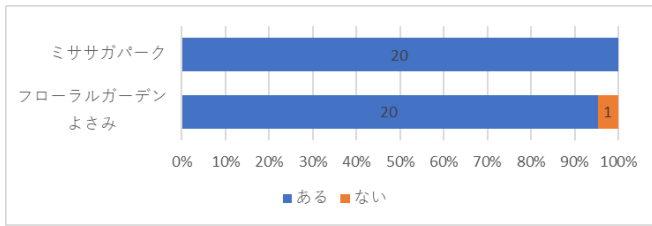


図6 公園を利用して彩りや安らぎを感じることもあるか

図6より両公園を含む緑化重点地区の緑づくりのテーマである彩りと安らぎはどちらの公園でもかなり感じられていた。四季が感じられることや花壇の花、芝生などから彩りを感じていた。

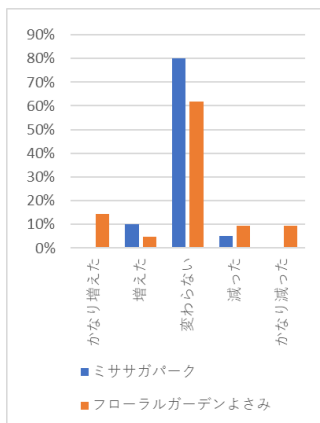


図7 新型コロナウイルス流行前後での公園の利用頻度

図7、8より、新型コロナウイルス流行前後での公園の利用頻度、利用目的はどちらの公園でもあまり変わらなかった。しかし中には時間帯によっては公園の利用を避けるという人や、PCの作業を外の空気を吸いながらやるために訪れる人もおり、少なからず影響はあった。

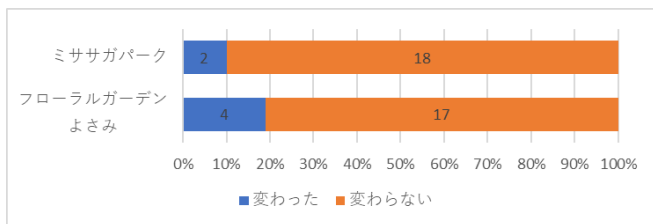


図8 新型コロナウイルス流行後の公園の利用目的の変化

図9より、公園利用者の居住地では、ミササガパークの利用者の8割が刈谷市民だったが、フローラルガーデンよさみの利用者の約半数が刈谷市民ではなく、刈谷市外から訪れていた。

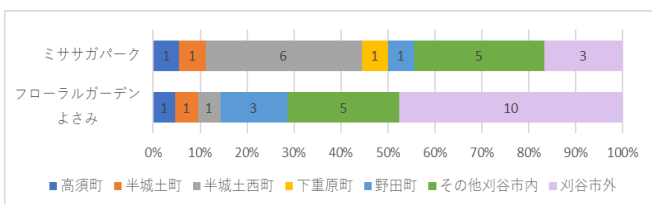


図9 公園利用者の居住地

3-3 公園の周辺住民による住環境の評価

各公園 400m圏内で、住環境や公園に関するアンケート調査を行った。新型コロナウイルス感染拡大のため、Google フォームにてアンケートを作成しQRコードをポスティングにて配布した。目的は、公園周辺住民の意識を明らかにすること、周辺公園利用者へのアンケートと重ね合わせ、住環境と公園の関係について考えることである。公園周辺住民へのアンケートの概要・項目は表5、6に示す。

表5 公園周辺住民アンケート概要

配布日	11月13日、11月14日、11月18日	
回答期限	2021年11月26日	
調査方法	QRコード配布によるアンケート調査(ポスティング)	
対象公園	ミササガパーク	フローラルガーデンよさみ
対象場所	ミササガパーク 400m圏内	フローラルガーデンよさみ 400m圏内
配布数	435	419
回答数	57	42
回答率	13.1%	10.0%

表6 公園周辺住民アンケート項目

- ・年齢 ・居住地域 ・住み始めたのはいつ頃か ・居住形態 ・同居者
- ・この地域に住もうと思ったきっかけ ・この地域の満足度 ・満足している点
- ・不満に感じる点 ・居住地域周辺に求める公共施設や機能
- ・緑の拠点である対象公園が与える影響 ・家から対象公園までの距離
- ・対象公園を利用することはあるか ・利用目的 ・対象公園の周辺地域内での役割
- ・生活の中で緑を求めることはあるか ・刈谷市に緑は多いと感じるか

以下、アンケート結果をまとめた。

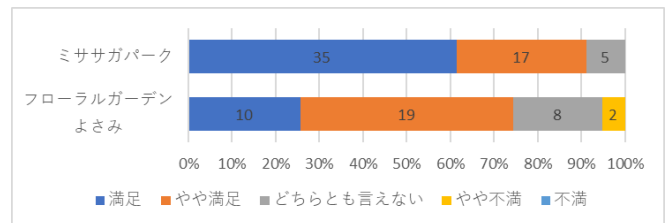


図10 居住地域の満足度

図10の居住地域の満足度は、ミササガパーク周辺では満足と答えた人が60%、やや満足も含めると90%以上であり、かなり満足度が高かった。フローラルガーデンよさみ周辺は約30%が満足とは言えない結果となり、満足という回答をした人も、ミササガパーク周辺に比べて、半分以下であった。

満足している点として、図11より公園の有無がどちらも最も高い割合を占めている。しかし景観の良さ・緑地環境の項目ではミササガパーク周辺とフローラルガーデンよさみ周辺では大きく差が出ている。

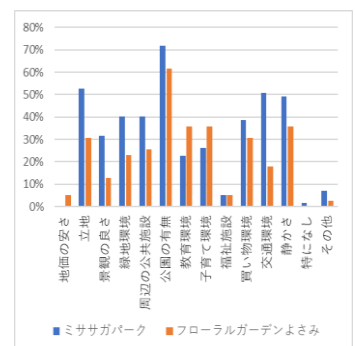


図11 居住地域の満足している点

表 7 居住地域の不満点

ミササガパーク	<ul style="list-style-type: none"> ・駅が遠い ・車の通行量の多さ(騒音) ・買い物環境 ・地価が高い ・駐車違反がある ・人が冷たい ・バスの本数が少ない ・飲食店が少ない ・ごみ捨てのマナー ・豪雨、津波被害が心配 ・夜暗い ・夜中の騒音 ・公園の花が少ない ・公園の草が多い ・虫が多い ・バーベキュー場のマナー
フローラルガーデンよさみ	<ul style="list-style-type: none"> ・交通量 ・バスの本数が少ない ・駅が遠い ・地価が高い ・個人のお店が無くなっていく ・スーパーがない ・道の間狭い ・歩道の狭さ ・公園が騒がしい ・腰高の植栽の手入れ ・鳥フン、虫の多さ

表 7 に示す居住地の不満点では、公園利用者のマナーや虫、雑草や公園内の花の量などの、公園周辺の住環境であるからこそその問題も複数挙げられた。

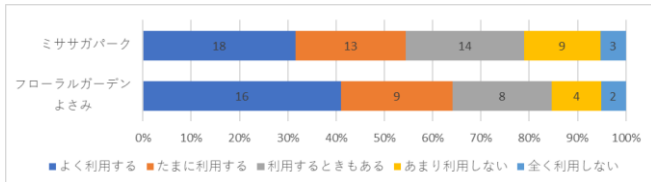


図 12 対象公園を利用するか

図 12 よりどちらも周辺住民の約半数はしばしば対象公園を利用しているが、フローラルガーデンよさみ周辺の方が少しだけ多く公園を利用している。

図 13 より周辺地域から見た対象公園のそれぞれの役割は、ミササガパーク周辺では心の安らぎや緑保全のため、フローラルガーデンよさみ周辺では体を動かす事や子供の遊び場として、周辺住民からそれぞれ異なる役割だと考えられている。

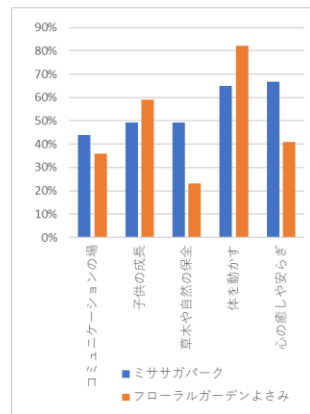


図 13 対象公園の周辺地域内での役割

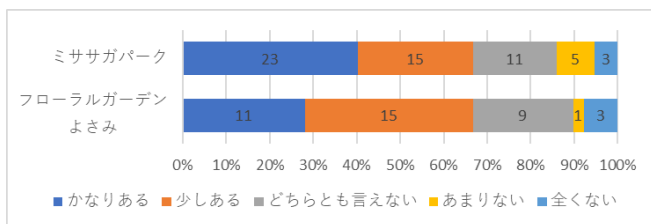


図 14 生活の中で緑を求めることがあるか

生活の中で緑を求めることがあるかについては、図 14 よりどちらの公園周辺でも 6 割以上の周辺住民が少なからず生活の中で緑を求めることがあるが、ミササガパーク周辺に居住している人の方が生活の中で緑を求めることが多い。

4. まとめ

公園利用者の公園の満足度と、周辺住民の住環境

への満足度の評価は真逆となっていた。フローラルガーデンよさみは公園単体での満足度が高く、ミササガパークは公園単体での満足度はフローラルガーデンよさみほど高くないが住環境としての満足度が高いという結果になった。また、住環境の満足している点で、ミササガパークは、公園の有無だけでなく緑地環境、景観で高い評価を得ていたことから、ミササガパーク周辺の方が公園単体だけでなく周辺の河川や緑化道路を含めて、住環境に影響を与えていると考えられる。生活の中で緑を求める割合も、ミササガパーク周辺に居住する人の方が多いと感じていたため、やはり公園や周辺の環境が与える影響だと考えられる。隣接している住宅地からの公園の見え方としても、ミササガパークは公園外周に針葉常緑樹・広葉常緑樹等の植栽がされているため公園周辺からも緑や自然を感じることが出来るが、フローラルガーデンよさみは比較的内部から感じられる自然が多いため、周辺からも緑を感じられるミササガパーク周辺住環境の居心地の良さに繋がっていると考えられる。利用者の属性としても、ミササガパークは周辺住民、フローラルガーデンよさみは市街からの利用者が多く、その点も踏まえるとやはり市外からの利用者が多いフローラルガーデンよさみは公園単体としての利用価値や評価は高いが、居住地の近隣にある公園としてはあまり影響を及ぼす公園ではないと考えられる。公園づくりを今後進めていくうえで、公園単体の魅力だけではなく、周辺住民に与える癒しや安らぎにおいても重きを置いて考えるべきである。

また、新型コロナウイルスの影響では、公園自体の来園者数は減少していたが、現在も利用している人の意識としてはそこまで大きな変化はなかった。しかし、利用をしづらくなったと感じる人もいる反面、気分転換や外の空気を吸うなど、今だからこそ公園を利用したいと考える人もいる。公園や緑の、癒しや安らぎの空間としての需要は高まっているため、いかに利用しやすい公園づくりを行えるかを考えていく必要がある。

参考文献

- 1) 刈谷市公式ウェブサイト <https://www.city.kariya.lg.jp/> (参照 2020-11-26)

歩きたくなるまちの条件に関する研究
～愛知県日進市のウォーキングマップに着目して～

EC18029 小久保 聡真

1.研究の背景と目的

1.1 研究の背景と目的

日本では、平均寿命と健康寿命は年々上昇しているものの、この差が縮まっていないことが危険視されている。今後この差が拡大していけば、医療や介護のための費用が増加していき、経済的、身体的に負担が大きくなっていく。この問題を個人が意識していき、できるだけ早い段階で健康づくりに取り組むことが必要である。この健康寿命の延伸の方法として、本研究では「ウォーキング」に着目した。日頃から歩くことを意識することで、心身の健康促進に繋がると考える。近年では「ウォーカブル」といった、「居心地がよく歩きたくなるまちなかづくり」をコンセプトに、現代の車社会から歩行者中心の社会へ変えていくことを目指した政策が注目されている。この政策によってまちに賑わいが生まれ、国民の健康に繋がるといった効果が期待できる。このような、歩くことへの関心が高まっている中で、歩行者がどのような環境で歩きたくなるのかを明らかにすることが本研究の目的である。

2.研究の枠組み

2.1 日進市について

日進市は健康に関する取り組みをいくつか行っている。その一つとして、「いきいき健康プランにしん21」という市民の健康づくりを進めるための基本計画がある。この計画の主旨である健康寿命の延伸につなげる施策として取り上げられたのが、ウォーキングであり、これを普及するために「ヘルピーウォーキングマップ」を作成した。コースが8つ設定されており、調査場所をある程度絞るためにも、このマップを研究対象として、本研究を進めることとした。



写真1：ヘルピーウォーキングマップ

2.2 研究方法

研究は三つの調査を行う。まず、ヘルピーウォーキングマップに関するヒアリング調査である。日進市保健センターで担当の方にこのマップに関するヒアリングを行い、作成の背景や目的を明らかにし、そこから市の考える歩きやすさを見つけられると考える。続いて、調査対象地での目視調査である。これは、次に行うアンケート調査のために、ウォーキングを行う人がどれだけいるのかを事前に把握するためであるが、歩きやすさに関する環境等を目視でわかる範囲で明らかにすることも目的とする。最後に、アンケート調査である。調査対象地でウォーキングを行う方を対象にし、実際にウォーキングを行う人が考えるまちの歩きやすさ、歩きたくなるまちの条件を明らかにすることを目的とする。

2.3 調査対象

事前にこのマップの全8コースを歩き、人が多い場所3カ所を調査場所に決定した。また、目視調査では対象者の基準を三つに分けて行っていく。

1つ目は、ウォーキング目的だと目視でわかるような格好の人とする。ジャージやウインドブレーカー、ランニングシューズなど運動を目的としている服装をした人を想定する。(写真2の①参照)

2つ目は、ウォーキング目的かどうか目視では判断しづらい人とする。動きやすそうではあるが、スポーツブランドではなさそうな服や靴を身につけている人を想定する。(写真2の②参照)

3つ目は、ウォーキング目的ではないと目視で判断できる人とする。スーツを着用した人、動きにくそうな服装、足下は革靴、サンダルなど運動に適さないものを着用している人を想定する。(写真2の③参照)



写真2：観察者の服装のイメージ

この3つの分類以外にもランニング、犬の散歩を別で記録する。

3.ウォーキングマップの作成背景と利用状況

3.1 ヒアリング調査の概要

ヘルピーウォーキングマップの作成背景、経緯、利用状況を把握するために、ヒアリング調査を行った。これらを明かし、そこから市の考える歩きやすさを知ることができると考えた。

表1：ヒアリング調査概要

日程	2021年10月20日(木)、11月4日(木)
場所	日進市保健センター
方法	担当の方に直接質問

表2：日進市健康保険センターでのヒアリング項目

・ウォーキングマップ作成の成果	・利用している年齢層
・作成時に参考にしたもの	・工夫点
・マップ完成前後での歩行者数の変化	・コロナ禍前後の利用者の変化
・コース作成時に整備した道	・安全面の配慮
・マップ完成後に改良した部分	・コース作成時で大変だったこと
・コースに川沿いが多い理由	・マップを活用した行事等の有無
・比較的利用の多いコース、少ないコース	・今後のマップの改良、コース変更の予定
・短、中、長距離での利用率	

3.2 作成の目的と背景

日進市では、市民の健康づくりを進めるための基本計画「いきいき健康プランにっしん21」を策定し、この計画の主旨である健康寿命の延伸の方法として取り上げられているウォーキングを普及するために身近な地域である市内の小中学校区別にウォーキングコースを設定した。経緯については次の表の通りである。利用状況に関しては、作成後の調査はしていないとのことで、把握することはできなかった。よって、この調査でわからなかったことを明らかにすることも本研究の意義と捉え、研究を進めた。

表3：ウォーキングマップ作成の経緯

時期	内容
平成5年度	県事業「健康の道等整備事業補助金」を活用し「にっしん健康の道」を整備
平成22年度	「にっしん健康の道」を「香久山小学校区コース（にっしん健康の道）」に位置づけ
平成23年9月	「梨の木小学校区コース」、「相野山小学校区コース」作成
平成24年3月	「南小学校区コース」、「北小学校区コース」作成
平成24年度	「東小学校区コース」、「西・赤池小学校区コース」作成
平成25年度	全域版マップ作成（7コース掲載したもの）
平成28年度	「竹の山小学校区コース」作成

4.目視調査

4.1 目視調査の概要

調査は、北小学校区コースの川沿いの道、香久山小学校区コースの香久山1号緑地、梨の木小学校区コースの愛知池の一部分で行った。時間帯はウォーキングを行う人が多いと予測される朝と夕方を選んだ。それぞれの場所で朝6時～8時と夕方3時半から5時半に分けて調査を行った。

各調査場所の説明は以下の通りである。

表4：目視調査概要

日程	2021年11月1日(月)、2日(火)、4日(木)
対象	①川沿いの道②香久山1号緑地③愛知池
方法	調査対象地3カ所でウォーキングを行う人の数を観察

①川沿いの道 (写真3参照)

住宅地から少し離れており、道沿いには川の他に畑や草木がある。街灯は無く、夜間は歩けない。



写真3：川沿いの道にウォーキングコース
(2021年12月16日 Googlemapより引用したものを筆者加工)

②香久山1号緑地 (写真4参照)

住宅地のすぐ側にあり、道沿いには小さな川と草木がある。隣には公園もあり、公園には街灯がある。車は通行できない。

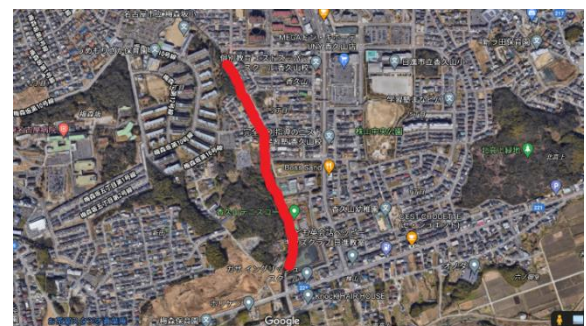


写真4：香久山1号緑地のウォーキングコース
(2021年12月16日 Googlemapより引用したものを筆者加工)

③愛知池 (写真5参照)

池の周辺にある道で、住宅地からは少し離れている。駐車場が2カ所あり、近くには駅もある。隣には会社がある。一周7.4kmで、道沿いには草木がある。堤防沿いのみ街灯がある。車は通れない。

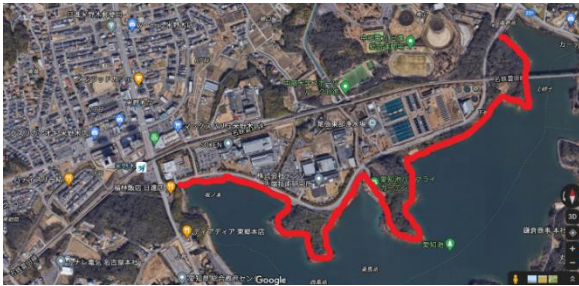


写真5: 愛知池のウォーキングコース

(2021年12月16日 Googlemap より引用したものを筆者加工)

4.2 各調査場所の利用状況

目視調査の結果は表5の通りである。

表5: 11月12月の歩行者数

	川沿いの道 (朝)		川沿いの道 (夕)		香久山1号緑地 (朝)		香久山1号緑地 (夕)		愛知池 (朝)		愛知池 (夕)	
	11月	12月	11月	12月	11月	12月	11月	12月	11月	12月	11月	12月
総人数	24	21	12	9	20	18	19	15	28	26	22	37
①	19	14	6	4	17	14	13	12	18	16	13	18
②	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
③	4	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
ランニング	0	0	2	2	0	1	0	0	10	10	9	15
犬の散歩	4	5	4	3	2	3	4	2	0	0	0	2

夕方よりも朝の方がウォーキングをしている人が多かった。街灯が無く、日没後は歩くことが困難であり、明るい時間帯を選んで歩いているといった理由が考えられる。この調査で、歩行者の最も多いのが愛知池であることがわかった。これは、コースが曲がりくねっており景色の変化を楽しめることが理由であると考えられる。(写真6参照)

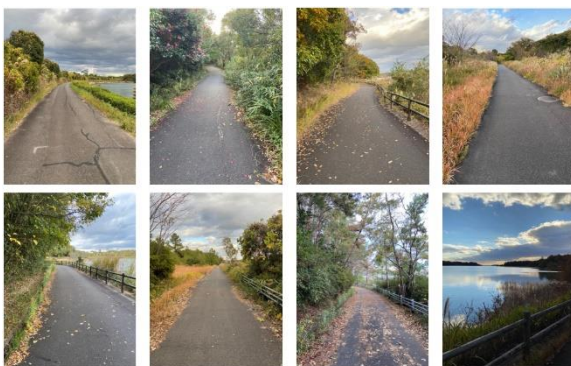


写真6: ウォーキングコースの景色 (愛知池)

4.3 11月と12月の比較

11月と12月では、歩く人の数はあまり変化しなかった。川沿いの道では、11月、12月ともに夕方での歩行者数が少ないという結果になった。他の2カ所ではこのような変化がなかった。

5. アンケート調査

5.1 アンケート調査の概要

アンケート調査は、調査対象地3カ所で実際にウォーキングを行っている人に協力をお願いした。

表6: アンケート調査概要

日程	2021年11月8日、11日、15日、16日、18日、23日
対象	①川沿いの道②香久山1号緑地③愛知池
方法	調査対象地3カ所でウォーキングを行う人へアンケート調査
回答人数	52人

5.2 歩きたい、歩きやすいと思えるまち

3カ所とも「たくさんの緑」と答える人が最も多く、割合も高かった。ウォーキングのために整備された道、車通りが少ない、といった回答もどの場所でも回答数が比較的近かった。また、川沿いの道で

表7: アンケート調査項目

・性別	・普段(本日以外)のウォーキングの目的
・年齢	・1回のウォーキング時間
・ウォーキングをよく行うか	・コロナによる頻度、目的の変化
・この場所で歩く頻度	・日進市にはどのくらい住んでいるか
・この場所を選んだ理由	・普段生活していて歩きやすいと感じるか
・本日のウォーキングの目的	・歩きたい、歩きやすいと思えるまちには何が必要か
・ウォーキングの頻度	

「池や川などの水辺空間」の回答が一人に対して、他2カ所では複数いた。川沿いの道はガードレールで遮られているのに対して、香久山1号緑地では、鎖で遮られており、川がよく見え、良い印象であると考えられる。(写真7参照)

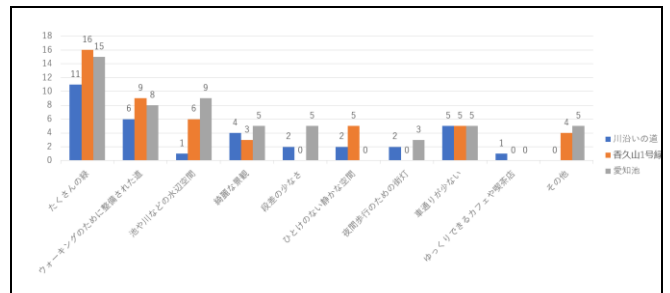


図1: 歩きたい、歩きやすいと思えるまちには何が必要か

表8: 図1の結果の割合表記

	川沿いの道	香久山1号緑地	愛知池
たくさんの緑	79%	94%	71%
ウォーキングのために整備された道	43%	53%	38%
池や川などの水辺空間	7%	35%	43%
綺麗な景観	29%	18%	24%
段差の少なさ	14%	0%	24%
ひとけのない静かな空間	14%	29%	0%
夜間歩行のための街灯	14%	0%	14%
車通りが少ない	36%	29%	24%
ゆっくりできるカフェや喫茶店	7%	0%	0%
その他	0%	24%	24%



写真7：川沿いの柵の違い

5.3 ウォーキングの頻度

頻度を場所ごとで見ると、川沿いの道は毎日歩く人が大半であるのに対して、他2カ所では週に2、3回の回答が多かった。香久山1号緑地と愛知池は日進市以外のまちからも近い場所に位置しており、他の市民の利用もあることから、利用者の住居からの距離に関係していると考えられる。

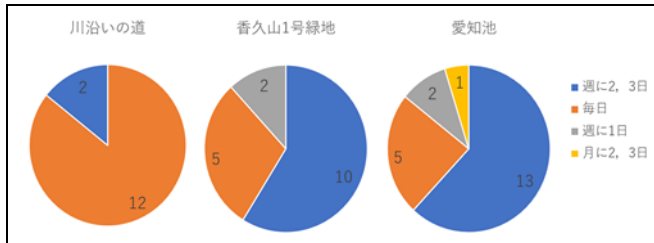


図2：ウォーキングの頻度

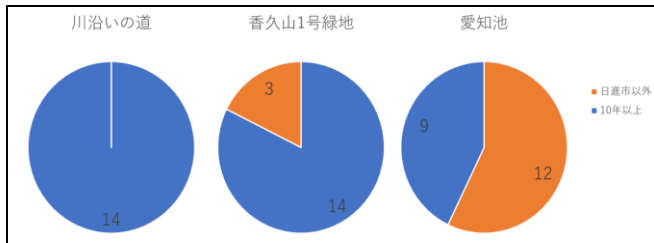


図3：日進市に住んでいる期間

5.4 一回のウォーキング時間について

ウォーキングの時間は、川沿いの道は短時間の人が多く、他2カ所では、比較的長い時間ウォーキングを行う人が多かった。また、愛知池の回答者のほとんどが1時間以上を解答されていた。

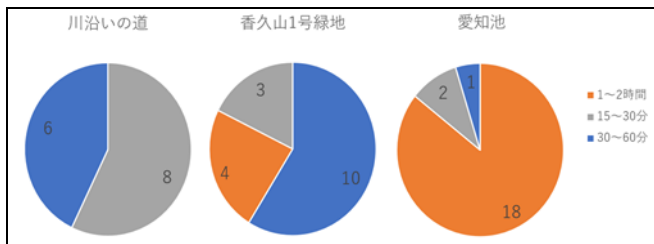


図4：1回のウォーキング時間

5.5 コロナによる影響

コロナによるウォーキングの頻度の変化を調査したところ、ほとんどが「変化なし」と答えていた。

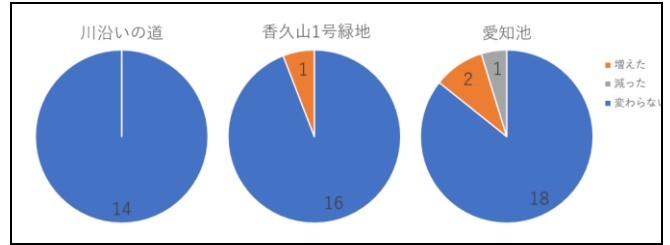


図5：コロナ禍前後でのウォーキングの頻度の変化

6 まとめ

6.1 調査結果からの考察

今回の調査で、緑の多さが重要視されるということがわかった。緑の量や種類によって、歩く人からの印象が変わり、歩く人の数に影響してくると思われる。周辺環境によって利用頻度や時間が変化することから、住宅地からの距離、公共交通機関の有無などアクセス面にも配慮した環境の整備をすることも、歩く人の増加へ繋がると考えられる。目視調査では、街灯の設置が歩く人の増加を見込めると考えていたが、アンケート調査で街灯を求める人が少なく、夜間よりも景観などを楽しめる朝方に歩いている傾向があると考えられる。歩いている人の数は愛知池が一番多く、歩いている時間も長いことから、景色の変化を楽しむことを目的としていることも考えられる。また、川が見えやすい柵のほうが良い印象であり、歩く空間と水辺空間との境界の作り方も重要であると考えられる。

6.2 結論

緑の多い場所に道を整備するか、今ある道に緑を増やことで歩く人の増加が見込める。曲がりくねったコースを整備し、景色に変化をつくることも効果的である。川や池には、歩く人にそれらが見えやすい柵をつくとよい。交通面の整備を行い、アクセスしやすくすることも歩きたいという動機に繋がってくる。

参考文献

- 健康と“観光”を同時に強化、ウォーキングで実現するまちづくり
<https://jichitai.works/article/details/424>(2021年12月15日参照)
- いきいき健康プランにしん 21-日進市-
<https://www.city.nisshin.lg.jp/department/kenko/kenko/3/2/3449.html>(2021年12月15日参照)

コロナ禍における大学キャンパス内の学習場所に関する研究

－ 中部大学を対象として －

EC18057 野田梨花子

1. 研究背景と目的

新型コロナウイルス感染拡大により、多くの大学で遠隔授業が導入された。現在は対面授業と組み合わせて対応され、新型コロナウイルスの感染収束後も遠隔授業で得たものを引き継ぎ、対面授業と遠隔授業を組み合わせた新しい大学教育の在り方が求められると考えられる。一方大学において遠隔授業と対面授業の混在が一般化した例は新型コロナウイルスの感染拡大以前ではほとんど見られず、現在でも大学の学習環境がどうあるべきであるかについてはまだ十分に検討されていないのが現状である。また本研究では郊外型キャンパスを対象とする事に研究の意義がある。郊外型のキャンパスは自然豊かな広大なキャンパスであり開放的な雰囲気にあふれる静かな環境で勉強やクラブ活動に熱中できる反面、通学に時間がかかると共に周辺にカフェやショッピングモールなどが無いことが多く、遅い時間まで勉強したり学生同士が交流する場が少ないとされる。その中でも特に学生街の無い郊外型キャンパスでは家と大学の行き来だけになりがちである。よって大学キャンパス内に充実した学習環境が必要である。また以上のことから中部大学を調査対象地とする。中部大学は周辺に学生街がない郊外型キャンパスである。よって本研究ではコロナ禍において学生の大学キャンパス内での学習場所の現状を明らかにする。そして新型コロナウイルス感染拡大が未だに終息せず、今後も遠隔授業の活用が考えられる中で、大学の学習環境の在り方を考察することを目的とする。

2. 研究の枠組み

2.1 調査対象地概要

本研究の調査対象地である中部大学春日井キャンパスは周辺に学生街の無い郊外型キャンパスである。また大学キャンパス内の主な学習場所としては、附属三浦記念図書館、別棟で不言実行館コモンズセンター

が設置されている。また遠隔授業用講義室として9、10、21、25、31、51、71号館の講義室を開放している。大学キャンパスのほぼ中心に位置するキャンパスプラザ1階には学生ラウンジがあり、2階には机と椅子が設置されている。その他にも、食堂が3カ所と、大学キャンパスの中心から離れた50号館や70号館にはそれぞれ学生ラウンジが設置されている。

2.2 研究方法

本研究では、大学キャンパス内の学習場所の利用実態や学習場所の選択条件を明らかにするためのアンケート調査を行う。アンケート結果の分析から大学キャンパス内の学習場所の問題点を捉えた。また大学キャンパス内の「ラーニングコモンズ」に着目し、運営を行うコモンズサポーターに利用実態の調査としてヒアリング調査を行った。これらの調査結果からコロナ禍における大学の学習環境の在り方を考察する。

3. アンケート調査

3.1 アンケート概要

工学部都市建設工学科の1年生(71名)2年生(75名)3年生(45名)を対象にアンケート調査を行った。なお4年生は授業数が少ないと考えられるため調査対象から除外した。調査の概要は(表1)に記す。アンケートの目的は大学キャンパス内の学習場所の利用実態や学習場所の選択条件を明らかにすることで大学キャンパス内の学習場所の問題点を捉えと共にコロナ禍における大学の学習環境の在り方を考察することである。

表1 アンケート概要

対象	1年生	2年生	3年生
日時	2021年11月12日(金)	2021年11月19日(金)	2021年12月10日~17日(金)
方法	アンケート用紙配布、記入後回収		Googleフォームを用いたwebアンケート

表2 アンケート項目

<ul style="list-style-type: none"> ・性別・居住形態・通学時間・普段の学習場所・学習がはかどると感じる場所 ・オンデマンド型授業の受講時間・普段何人で学習するか・学習場所に求める事 ・大学キャンパス内での学習場所・大学キャンパス内での学習場所に求める事 ・遠隔授業用講義室の利用実態・空きコマどこで過ごすか・空きコマでの行動 ・空きコマ何人で過ごすか・大学での滞在場所と移動動線

3.3 アンケート結果

3.3.1 学習場所の現状について

各学年のほとんどの学生がレポート課題や授業の予習復習を自宅で行っていることが分かった。次に大学という回答が多い。また zoom 等の同時双方型遠隔授業やオンデマンド型の遠隔授業も自宅で行う学生が最も多い。現状として学生は対面授業以外の学習を自宅で行っていることが分かる。

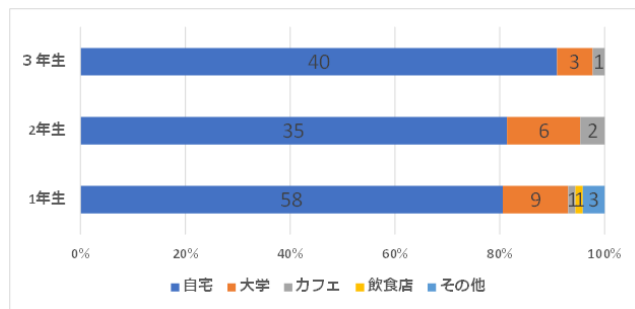


図1 レポート課題、授業の予習・復習

3.3.2 大学キャンパス内での学習場所の利用実態

レポート課題、遠隔授業ともに大学キャンパス内で行う際は講義室で行うことが多いという回答が最も多い。ここでいう講義室というのは授業で利用されていない空き教室のことである。次に図書館という回答が多い。また遠隔授業では(表5)、(表6)で示すように遠隔授業用講義室という回答も見受けられるが、スチューデントcommonsとラーニングcommonsは共にほとんど学習の際に利用されていないことが分かるよって、commonsセンターや遠隔授業用講義室など、大学が提供する学習場所はあまり使用されていないことが分かる。

表4 レポート課題、授業の予習・復習

選択肢	1年生		2年生		3年生	
	人数(人)	割合	人数(人)	割合	人数(人)	割合
①図書館	24	34%	20	27%	8	19%
②食堂	6	9%	10	13%	2	5%
③キャンパスプラザF1	6	9%	8	11%	2	5%
④キャンパスプラザF2	1	1%	1	1%	1	2%
⑤講義室	30	42%	30	40%	22	51%
⑥スチューデントcommons	1	1%	2	3%	2	5%
⑦ラーニングcommons	0	0%	1	1%	2	5%
⑧遠隔授業用講義室	1	1%	1	1%	1	2%
⑨その他	2	3%	2	3%	3	6%

表5 zoom 等の同時双方型遠隔授業

選択肢	1年生		2年生		3年生	
	人数(人)	割合	人数(人)	割合	人数(人)	割合
①図書館	10	14%	10	13%	5	12%
②食堂	6	9%	8	11%	1	2%
③キャンパスプラザF1	6	9%	5	7%	3	7%
④キャンパスプラザF2	1	1%	3	4%	1	2%
⑤講義室	36	51%	37	49%	26	61%
⑥スチューデントcommons	3	4%	2	3%	1	2%
⑦ラーニングcommons	0	0%	1	1%	1	2%
⑧遠隔授業用講義室	6	8%	6	8%	1	2%
⑨その他	3	4%	3	4%	4	10%

表6 オンデマンド型の遠隔授業

選択肢	1年生		2年生		3年生	
	人数(人)	割合	人数(人)	割合	人数(人)	割合
①図書館	15	21%	25	19%	5	12%
②食堂	8	12%	25	19%	1	2%
③キャンパスプラザF1	6	9%	7	5%	3	7%
④キャンパスプラザF2	0	0%	9	7%	1	2%
⑤講義室	31	44%	40	30%	26	61%
⑥スチューデントcommons	1	1%	3	2%	1	2%
⑦ラーニングcommons	0	0%	3	2%	1	2%
⑧遠隔授業用講義室	4	6%	12	9%	1	2%
⑨その他	5	7%	9	7%	4	10%

3.3.4 大学キャンパス内での学習場所の選択条件

学習場所を選択する際に何を考慮するのかについて、何も条件を設けない時を(図2)、大学キャンパス内で選択するという条件を設けた時を(図3)に示す。何も条件を設けない時には静かであることが学習場所を選択する際に最も重要であることが分かる。大学キャンパス内で学習場所を選択する際には友達と話せることが重要であることが分かる。2つの結果を比較すると、静かである、長時間利用できる、設備が整っているはどちらでも比較的回答数が多いのに対し(図2)より(図3)では飲食ができるが飛躍的に増加していることが分かる。よって大学内キャンパス内で学習場所を選択する際は普段の学習場所とは別に、友達と相談し合いながらや飲食しながらなど、学習の合間にリフレッシュできることが重要であると考えられる。

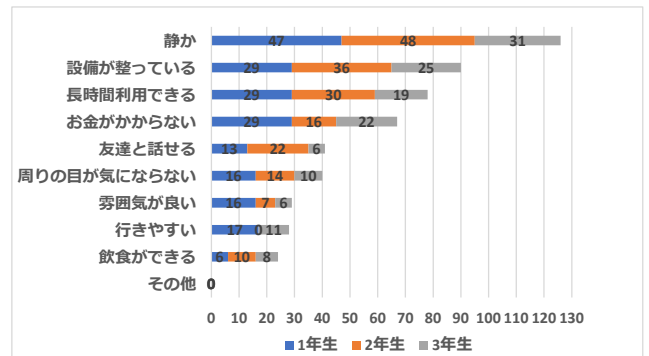


図2 学習場所の選択条件

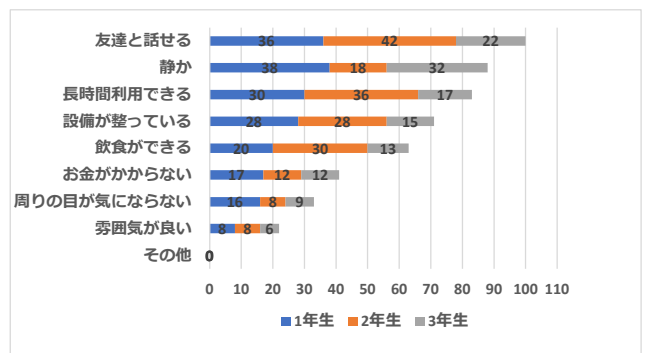


図3 大学キャンパス内の学習場所の選択条件

3.3.5 大学キャンパス内での学生の行動

学生のある1日の大学キャンパス内に到着してから帰宅するまでに訪れた場所を記述すると共に、通っ

た道を大学キャンパス内のマップに記した結果を(図4)に示す。(図4)について、マップ上に学生が滞在した場所を青い丸印で表した。丸印は滞在した人数が5人以上の場所に限り丸印が大きいほど滞在した人数が多いということである。また赤い線は学生が通った道を表す。なお線が太いほど通った学生が多いことを表す。(図4)から主に工学部の授業が行われる9号館、都市建設工学科の授業が行われる5号館と18号館に滞在していることが多いことが分かる。また大学に到着してから、上記の建物をつなぐ道を学生が良く通っていることが分かる。さらに記述の回答から得られた結果のほぼすべてが、大学に到着してから講義室で履修した講義を受け、その日の全ての講義を受けたのちそのまま帰宅するというものであった。各学年空きコマがない学生が多く、大学キャンパス内の移動も授業と授業の教室を行き来する移動のみで、授業後に大学キャンパスに残って学習したり友達と交流する学生はほとんどいないことが分かった。



図4 大学キャンパス内での行動

3.3.6 遠隔授業用講義室の利用実態

(図5)が示すように、各学年で、コモンスセンターと同様に遠隔授業用講義室もあまり使用されていないことが分かる。

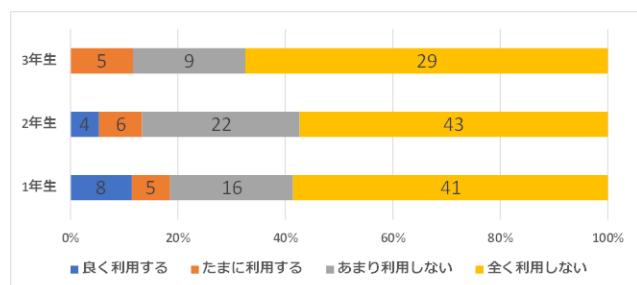


図5 遠隔授業用講義室利用実態

4. ラーニングコモンスの実態調査

4.2 ラーニングコモンスの利用実態

学習場所としての利用が少ないというアンケート結果を受け、コモンスセンターの中でもさらに学習場所として位置図けられているラーニングコモンスに着目し、実態を調査することで使用されない要因を探ることを目的とし、コモンスセンターを運営し利用者をサポートするコモンスサポーターにヒアリング調査を行う。調査の概要は(表7)に記す。

日時	2021年12月22日(火)
質問者	コモンスサポーター
質問内容	・利用者数・利用者の学部学科・使用ルール・利用状況・コロナ前後での変化・遠隔授業について

表7 ヒアリング調査概要

4.1 ラーニングコモンス概要

不言実行館の3階に位置し、レポート作成などの自習ほかグループワークやディスカッション、zoom等の同時双方型の遠隔授業などに利用できる。グループ席を中心に椅子や可動式机などが設置されている。クワイエットルームと呼ばれる会話禁止で、個人利用者向けのエリアもある。利用のルールとしては、①飲食禁止、②机やいすなどの使用後は整理整頓を行う、③携帯電話はマナーモードにする、④大声は禁止である。⑤学習活動に関わらないゲームや各種勧誘活動は禁止である。

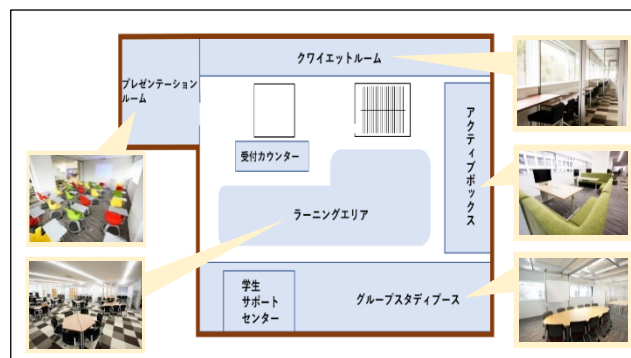


図6 ラーニングコモンス概要図(参考:中部大学ホームページ)

4.2.1 利用者の実態について

2021年12月13日から17日までの5日間の利用者数と利用者の学部学科のデータを得た。そのデータから各学部の在籍者数のうちのラーニング・コモンスの利用者の割合を(表8)に示す。(表8)より、ラーニングコモンスの利用者の割合はそれぞれの学部の在籍者の20%にも満たない事がわかる。またコモンスサポーターによると同じ学生の利用が多く、学生に広く利用されているとは言えないことというを考慮すると、実際にはより低い割合になると考えられる。

表8 各学部在籍者数における利用者の割合

学部	在籍者数(人)	利用者数(人)	割合
工学部	3647	690	18%
経営情報学部	1251	153	5%
国際関係学部	562	135	2%
人文学部	1650	67	4%
応用生物学部	1410	62	10%
生命健康科学部	1454	10	11%
現代教育学部	648	5	1%

4.2.2 使用ルールについて

概要で述べたホームページに記載のある4つの大まかな使用ルールに加え、ペットボトルなどのフタつきの飲料のみ持ち込み可能であるほかカードゲームや居眠りは禁止である。大声は禁止であるが、交流の場であるため学習などの際の相談は積極的に行ってほしいとのことである。利用時間に制限などはない。ラーニングコモンズがあまり使用されない要因の一つとして厳しい使用ルールが挙げられると考える。

4.2.3 コロナ前後での変化について

新型コロナウイルスの感染拡大防止のため、机に対して椅子の数を減らしたり、入口に検温や学生の入退場を記録する場を設けるなど対策を行っている。また新型コロナウイルス感染拡大の前よりも後の方が利用者が増加したことが分かった。遠隔授業の導入によりレポート課題やzoomでの授業が増加したからであると考えられる。各学生の利用時間の傾向から授業の間の1コマなど空きコマに利用する学生が多いと考える。

5. まとめ

5.1 郊外型キャンパス内に必要な学習場所

昨年は新型コロナウイルス影響により授業は遠隔授業となりキャンパスに来ることも出来なくなった。新しい友達を作ることも出来ないまま、自宅で過ごさざるを得なくなったことは学生にとって心細く不安であったと考えられる。特に下宿をしている学生や一人暮らしを始めたばかりの1年生は、誰もいない部屋で一人パソコンに向かう毎日が始まり、孤独感や孤立感を感じたことであろう。一方、家族と同居していてもプライバシーが確保できない自室がないため落ち着いて遠隔授業を受けられない学生もいたと考えられる。一度は通常の対面授業を再開する動きのあった各大学で再び遠隔授業へ方向転換されたが、第5波が終息するにつれ、対面授業が再び再開された。今後も変わりゆく状況に授業形態も対応していかなければならないため完全に対面授業のみにするのではなく遠隔授業を活用

することが望まれていると考えられる。今後も遠隔授業の導入が推進されると考えられる中、学生に学習成果をもたらすと共に、孤独感や孤立感を和らげる環境が大学キャンパス内に必要であると考えられる。特に、調査対象地である中部大学のような郊外型のキャンパスに通う学生は家と大学の行き来だけになりがちであるのと共に、対面授業と遠隔授業が混同した現在は、大学に来る機会も減り、対面授業のために大学へ来た際も、授業を受けてすぐに帰宅するという学生が多いとされるため、より孤独感や孤立感を感じやすいと考えられる。そのため、このような学習場所が必要であると考えられる。

5.2 自主学習を促すカフェスペースの導入

学習や学生らの交流を促すために設けられた共有スペースであるラーニングコモンズはあまり利用されていないのが現状である。アンケート調査より学生が学習する場所において、飲食ができることが重要であるとされるため、ラーニングコモンズにカフェスペースの導入を提案する。カフェスペースを設備することで、気軽にラーニングコモンズに立ち寄る学生が増加し、能動的な学習を促進させる可能性がある。さらに、使用ルールを緩めることで、学生が学習の合間にリフレッシュの時間を設けられ、長時間滞在を促し、学習の持続が期待できると考える。

5.2 屋外に学習場所を設置

使用されていないとされる屋外のベンチやなどを学習場所にすることを提案する。机やイスなどを学習のしやすいものすると共にコンセントやWi-Fi環境の設備を充実させることにより学習しやすい環境にする。屋外に学習場所を設置することで孤独感・孤立感の解消、リフレッシュ効果に加え新型コロナウイルス感染拡大防止や大学キャンパス内ににぎわいを生み出す効果が期待できる。広大なキャンパスを十分に活用し、多種多様な学習場所を大学キャンパス内のあらゆる場所に設置し、学生が自由に選択できる環境にすることが学生の大学キャンパスの利用を促すと考える。

参考文献

- 1) 中部大学ホームページ：https://www.chubu.ac.jp（参照2022-1-5）
- 2) 山田崇史，森口元貴：大学生のストレス解消に利用されるサードプレイスに関する研究：郊外型キャンパスに通う学生を対象として，都市計画論文集，第53巻，pp.1215-1222，2007年

施設建設を伴う SDGs モデル事業の実態とその可能性に関する研究

1. 研究の背景と目的

世界中で SDGs が重要視されている。日本では、優れた SDGs の取り組みを提案した市を「SDGs 未来都市」に選定し、その中でも特に優れた提案をした市を「自治体 SDGs モデル事業」に選定している。三重県いなべ市は早くから SDGs に目をつけてまちづくりを行っている。そして 2020 年 7 月に「SDGs 未来都市」及び「自治体 SDGs モデル事業」に選定されている。いなべ市が提案した SDGs は、1つの拠点を定め、そこに SDGs の概念を絡めるというもので、施設建設を伴う取り組みを行っている。しかし SDGs を取り入れる際に施設建設を伴うまちづくりは、他の「自治体 SDGs モデル事業」と比べてみても珍しいことである。そこで施設建設を伴う SDGs モデル事業はいなべ市にどのような効果をもたらしているかを行政、市民の視点から明らかにする。加えてこの事業の実態の詳細を調査し、SDGs の概念を付与したことで、施設建設を伴うまちづくりの可能性がどのように広がりうるかを考察することを目的とする。

2. 研究の枠組み

2.1 「にぎわいの森」づくりの沿革

「にぎわいの森」は、未整備であった森を整備し、新庁舎に隣接して 2019 年にオープンした。単なる商業施設ではなく、農業振興や生業・就農促進、商業・観光振興、市民協働の促進など、まちづくり、人づくりの拠点として位置づけされた施設である。いなべ市と SDGs と「にぎわいの森」の関わる流れを表したものが図 1 である。2016 年から 2020 年までの 5 年計画であるにぎわいの森活性化計画が 1 年前倒しで新たな 5 年計画である inabe にぎわいプラン the road to 2024 に変更された。変更された理由は、にぎわいの森活性化計画の時点では計画書に SDGs が反映されていなかった。そこで SDGs を反映させるために 1 年前倒しして新たな 5 年計画となる inabe にぎわいプラン the road to 2024 が作られた。

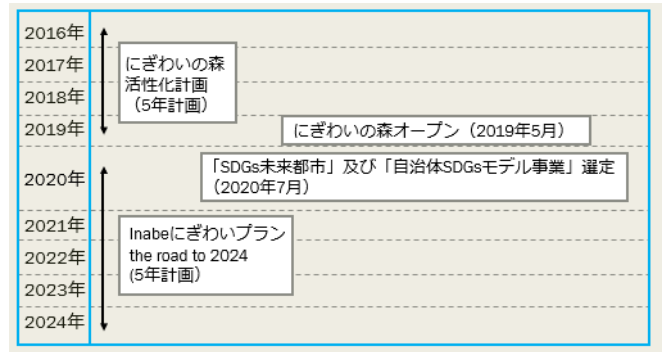


図 1 にぎわいの森の沿革

2.2 いなべ市の「自治体 SDGs モデル事業」

いなべ市が「SDGs 未来都市」及び「自治体 SDGs モデル事業」に選定された際に提案された概要が図 2 である。グリーンインフラ商業施設「にぎわいの森」を先導例として鈴鹿山脈の山辺までの市内広域観光回遊を目指している。SDGs には 17 の目標と 169 のターゲットがある。いなべ市が提案した「自治体 SDGs モデル事業」と関連する目標を表 1 に示す。



図 2 いなべ市の提案概要

(引用：いなべ市ホームページ)

表 1 いなべ市の SDGs に関連する目標

番号	目標
4	質の高い教育をみんなに
6	安全な水とトイレを世界中に
8	働きがいも経済成長も
9	産業と技術革新の基盤をつくる
11	住み続けられるまちづくりを
12	作る責任つかう責任
15	陸の豊かさも守ろう

2. 3 研究内容と研究方法

いなべ市が、SDGs を取り入れたグリーンインフラ商業施設「にぎわいの森」をつくる際のそのプロセスを知るため、そして「にぎわいの森」がいなべ市に現時点でもたらしていると考えられる効果についても明らかにするためにいなべ市役所に対してのヒアリング調査と資料調達を行う。実態を知ること、指針や新たな施策を取り入れたまちのつくり方の変化について分かる。なぜなら、にぎわいの森活性化計画時点の「にぎわいの森」づくりは、SDGs について考えられていなかった。しかし新たな計画書である inabe にぎわいプラン the road to 2024 では、「にぎわいの森」づくりを例として、SDGs を取り入れたいなべ市のまちづくりの考え方が明確となった。そこから SDGs という概念が入ったことで SDGs を取り入れたまちづくりの様子が分かるためである。次に、「にぎわいの森」を訪れる人に対してアンケート調査を行う。アンケート調査によりにぎわいの森の役割や、「訪れた人」と「SDGs」と「にぎわいの森」の三者の関係を調査する。

3. 「にぎわいの森」づくり

3. 1 調査内容・調査方法

「にぎわいの森」がつくられた実態と「にぎわいの森」づくりの目的を探るために、いなべ市役所に対してヒアリング調査と資料調達を行った。調査相手のグリーンクリエイティブいなべは、「にぎわいの森」の運営団体である。

表2 ヒアリング調査概要

調査日	2021年10月25日(月)
調査相手	農林商工部商工観光課 企画部政策課 グリーンクリエイティブいなべ

3. 2 調査結果

実際に行ったヒアリング内容が表3である。ヒアリング結果から、にぎわいの森活性化計画では SDGs を視野に入れていなかったが、2018年の施政方針から SDGs を取り入れ、「SDGs 未来都市」を目指した「にぎわいの森」づくりが始まったことが分かる。「にぎわいの森」がグリーンインフラ商業施設ということもあり、コロナの影響を受けにくいことで入込客数に貢献している。

表3 ヒアリング内容

質問1、計画書の変更内容・経緯
回答1、SDGsを反映させるため
質問2、にぎわいの森をつくった経緯
回答2、市内回遊のハブ施設とするため。 2018年の施政方針として「SDGs未来都市」を目指すことを挙げる。 そして「SDGs未来都市」を視野に入れて「にぎわいの森」がオープン。
質問3、にぎわいの森がもたらす影響
回答3、「にぎわいの森」の入込客数は2020年度354624人。いなべ市全体は660359人。
質問4、にぎわいの森の建設費用
回答4、建設費用は5.4億円。合併特例債を用いることにより2/3は市町村にお金を戻す。市が払うお金は実質1/3になる。
質問5、出店舗の家賃
回答5、建設費を30年で割って各家賃を計算している。

3. 3 計画書の比較と内容

2016年から2020年予定であったにぎわいの森活性化計画の時点では、SDGsが取り入れられていないこともあり、1年前倒しでSDGsを取り入れた新しい計画である inabe にぎわいプラン road to 2024 に変更された。2016年から2020年予定であった5年計画であるにぎわいの森活性化計画は現在公開されていない。しかし市役所に対するヒアリング調査を行った際に資料を提供してもらった。その内容を表4にまとめる。そしてSDGsが反映された2020年から2024年の5年計画である inabe にぎわいプラン the road to 2024 の内容を表5にまとめる。

表4 SDGs 反映前のにぎわいの森活性化計画

計画書名	にぎわいの森活性化計画
内容	トップクラスのお店をいなべ市に創る。 若者たちにとって可能性のある街。
	にぎわいの森5大効果 ・にぎわい創出 ・人づくり効果 ・農業と商業の活性化 ・就職する若者の定住効果 ・イメージアップ効果
計画	3者(貸す人、借りる人、街)の幸せ 空き店舗施設活用を通じて若者の企業・定住を進める。 いなべ市全体の回遊滞留を進める。
	2016年 基礎から充実 2017年 充実から集大成 2018年 オープン 2019年 持続的インフラ 2020年 にぎわい定着、市全体がブランド化

(「にぎわいの森活性化計画」より作成)

にぎわいの森活性化計画の主な内容としては、「にぎわいの森」の効果や、今後の計画が書かれている。

表5 SDGsを反映した inabe にぎわいプラン the road to 2024

inabe にぎわいプラン the road to 2024	
位置づけ	<ul style="list-style-type: none"> ・官民連携によるパートナーシップでクリエイティブな発想のまちづくりを目指す。 ・にぎわいの森を核とした市内回遊など市全体の活性化を目指す。 ・SDGsを施策推進のために必要な視点の一つ
にぎわいの森	単なる商業施設ではなく、SDGs推進農業復興や生業・就農促進、商業・観光振興、市民協働の促進など、まちづくり、人づくりの拠点
課題	1つ目、市内観光回遊 市内全体がにぎわう仕組み 2つ目、農業・商業振興 名古屋等都市圏への販路開拓 3つ目、生業支援、移住促進 若者の夢や希望が叶えられるような総合的な支援 4つ目、市民協働 柔軟な発想による市民協働のまちづくり企画を実行する必要がある 5つ目、持続可能なまちづくり SDGsをグリーンクリエイティブいなべに取り入れる
重要取組	<ul style="list-style-type: none"> ・にぎわい創出、市内回遊 ・地元商品のプロモーション強化、販路開拓 ・DMO敵機能を備えた地域産業の創出、空き家の解消 ・官民連携による地域資源を活かしたSDGsの取り組み推進
目指すまちの姿	<ul style="list-style-type: none"> ・市外からいなべ市への注目、交流人口増加 ・地域活性化 ・雇用増加 ・まちづくりにおけるダイバーシティの実現 ・資源が循環できる拠点の整備 ・いなべ市ならではのビジネスが成立 ・パートナーシップを重視
重要取組	<ul style="list-style-type: none"> ・核となるにぎわいの森の入込客数増加 ・にぎわいの森から市内回遊へとつなげる仕組みづくり ・市内移住・出店者の増加 ・地域商社機能を備え、地元製品の販路を拡大し、商工業を振興 ・自立自走のまちづくりを実践 ・移住や空き家の有効活用 ・地域資源を有効活用し、市内でビジネスの創出
計画	2020年 地方創生SDGsの基礎構築 2021年 にぎわいの森から市内回遊の定着 2022年 まちづくりの拡大（DMO、地域商社） 2023年 市外へ、世界へ、販路拡大 2024年 にぎわい定着、市全体がブランド化

（「inabe にぎわいプラン the road to 2024」より作成）

表4、表5より、計画書の変更点や追加された点をまとめると、いなべ市の位置づけ、課題、目指すべきまちの姿が明確になった。環境、社会、経済の3側面を統合する施策を推進し、官民連携によるパートナーシップでクリエイティブな発想のまちづくりを目指すことが新たな位置づけとなった。「にぎわいの森」は、にぎわいの森活性化計画時点では人づくりのきっかけ、ローカルセンスなまち、いなべのモデルづくりであったが、inabe にぎわいプラン the road to 2024 ではさらにグリーンインフラ商業施設となり SDGsの拠点施設となった。移住者がカジュアルな店をオープンする、ダイバーシティの実現、地域資源を活かした SDGsの取り組み、そしてにぎわいの森を核とした市内回遊など市全体に対する波及効果がより考えられるようになった。

4. 「にぎわいの森」と人の動向について

4.1 調査内容・調査方法

にぎわいの森を訪れた人に対してアンケート調査を行った。調査概要を表6とする。調査場所は、「にぎわいの森」内の Inabes shop の敷地を借り、すれ違う人に直接声を掛けてアンケートに答えてもらった。

表6 アンケート調査概要

調査日	2021年11月20（土）、12月17日（金）
調査対象	「にぎわいの森」観光客
総数	21件
調査内容	<ul style="list-style-type: none"> ・年齢 ・性別 ・来た回数 ・来る目的 ・住んでいる地域 ・SDGsという言葉を知っているか ・にぎわいの森を知ったきっかけ ・「自治体SDGsモデル事業」の認知度 ・市内の他の観光場所に行くか ・個人で行っているSDGs ・にぎわいの森の改善点

4.2 調査結果

アンケート調査の結果を図3から図7とする。図3と図5は複数回答が可能である。

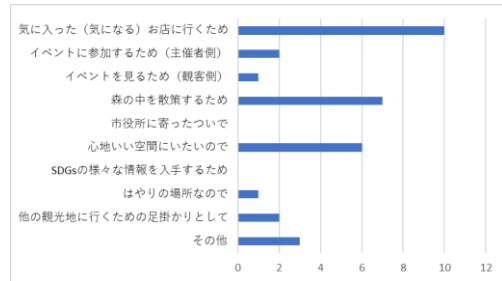


図3 「にぎわいの森」を訪れる目的

図3は、「にぎわいの森」を訪れる目的を調査した結果である。いなべ市のSDGsの核となる「にぎわいの森」ではあるが、調査結果からSDGsについて学ぶために「にぎわいの森」へ訪れる人はいないことが分かる。市役所と併設されているが、「にぎわいの森」単体を目的に訪れる人が多いことも分かる。

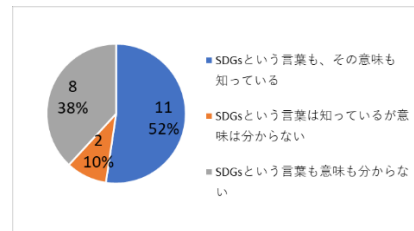


図4 SDGsという言葉の認知度

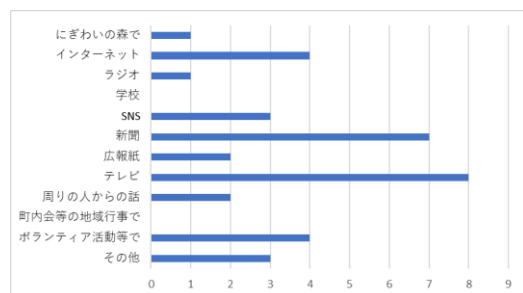


図5 SDGsを知ったきっかけ

図4は、「にぎわいの森」を訪れる人はSDGsという言葉を知っているかを調査した結果である。図5は、SDGsを知ったきっかけを調査した結果である。調査結果から「にぎわいの森」を訪れた半数の人しかSDGsという言葉を知らないことが分かる。「にぎわいの森」はSDGsを知るきっかけにはなっていない。その他の意見では、仕事でSDGsを知ることが多い結果となった。

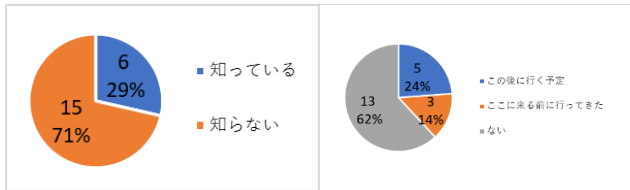


図6 いなべ市のSDGs認知度 図7 市内観光回遊の現状

図6は、いなべ市が「自治体SDGsモデル事業」に選定されたことを知っているかを調査した結果である。結果から、30%しか認知されていない。いなべ市はSDGsに積極的に取り組んでいるが、「にぎわいの森」の観光客は、いなべ市のSDGsについてよく知らないことが分かる。図7は、「にぎわいの森」を訪れた人が他の観光地に行く予定があるかを調べた結果である。この結果より、市内観光回遊の現状は上手くいっていない。

5. 考察

SDGsを取り入れるために施設建設を伴うまちづくりの可能性は、あると考える。いなべ市は、自然豊かなことが特徴ではあったが、それを上手に活かしていなかった。そんないなべ市が、SDGsという、大きなアピールできるものを手に入れ、自然とSDGsを絡めたグリーンインフラ商業施設に取り組んだことで観光客が増加したと考える。しかし市民のいなべ市のSDGsに対する認知度は低いことから官民連携を目指すのであれば、市民への普及ができておらずより重要視する必要がある。市内広域観光回遊の現状は不十分である。アンケートの結果からも不十分であることが分かる。現在、「にぎわいの森」を先導例とした山辺までの市内観光回遊は、取り組み途中ということもあり、これが成功すれば観光の選択肢が増える。そしてSDGsの面で見ても、いなべ市全体で取り組めるようになる。もしSDGsという項目が無かった時を想定すると、「にぎわいの森」づくりに

は影響は少ない。しかしその先の「にぎわいの森」を先導例とした市全体への取り組みはSDGsという項目が大きく関わってくると考える。

6. まとめ

いなべ市のように、SDGsを取り入れた施設建設を伴うまちづくりを行うのは、他の「自治体SDGsモデル事業」に選定された市町村を見ても珍しいことである。本研究では、そのようなまちづくりの実態や、可能性を評価することを目的に行ってきたが、結果として可能性は大いにあると評価した。ヒアリング調査から「にぎわいの森」づくりの経緯や過程が分かる。アンケート調査では、「にぎわいの森」を訪れる人の動向や意識が分かった。コロナウイルスの影響もあり、観光客が減少しているが、いなべ市の取り組みは自然と絡めた商業施設であるためウイルス環境に左右されにくい。そのため山辺まで観光地が広がれば大きな魅力となる。

謝辞

本研究に関わる全ての人に助けてもらいました。ありがとうございました。

参考文献

- 1)いなべ市企画部政策課：にぎわいの森活性化計画,いなべ市役所,2016年2月
- 2)いなべ市企画部政策課：inabe にぎわいプラン the road to 2024いなべ市公式ウェブサイト,いなべ市役所,2020年3月
<https://www.city.inabe.mie.jp/shisei/keikaku/keikaku/1009265.html>, (参照 2021-11-27)
- 3)いなべ市企画部政策課：SDGs 未来都市・自治体SDGsモデル事業に選定|いなべ市公式ウェブサイト,いなべ市役所, 2021-12-8
<https://www.city.inabe.mie.jp/shisei/keikaku/1008293/1009856.html>, (参照 2021-12-18)
- 4)田辺信宏：SDGsをいかしたまちづくり,日本教育行政学会年報, No45, pp.148-151, 2019年

陶磁器産業地域における関連事業所の立地変容に関する研究
 ～多治見市を事例として～

EC18068 森下 翔太

1. 研究の背景と目的

わが国の地場産業地域は概して衰退が激しい。しかしこのような衰退や人口減少を前提にしつつも、地場産業地域としての魅力を保ち、また地場産業を軸とした新しい産業創出をしやすいするための、生活者の生業、文化、ライフスタイル、コミュニティ特性に基づいた街並み・住環境・土地利用のあるべき空間像構築・計画理論を探求していくことは重要であると考えます。

本研究では、日本三大陶器と言われる焼き物の一つである美濃焼に注目をする。

美濃焼の産地である多治見市・瑞浪市・土岐市・加見市内、多治見市は美濃焼の産地の中でも最も事業所の減少率が高く陶磁器産業の事業所数は1986年では634件あったが2018年では146件になっており488件減少し23.0%しか残っていない¹⁾、出荷額では平成3年から平成28年までで169,59百万円減少しており美濃焼産地の中でも最も影響を受けていると思われる。

そして、多治見市のここ10年の詳しい事業所の立地動向の全体像と、景観に影響を与えうる大規模事業所の立地動向を明らかにすることを目的とする。

2. 研究の枠組み

2.1 対象地域

本研究では、美濃焼の産地である岐阜県多治見市の陶磁器産業の事業所を研究対象とする。

2.2 研究方法

研究方法としては、iタウンページにて2021年度が多治見市の事業所を調べ業種別に分け住所を取り出し、2011年度の事業所データは冊子版のタウンページから取り出した。次に2011年と2021年の事業所が比較できるようにExcelでまとめた。Excelにてまとめた業種別のデータより2011年と2021年の

事業所の変化数を調べた。GISを使用し一目で事業所の場所を分かるようにするために座標をGoogleマップにて1つずつ取り出した。取り出した座標を使用し事業所の場所を業種別や年代別などでGISを使用し示す。GISにて無くなった事業所でのカーネル密度を使用する事により、特に衰退が激しいと思われる地域を見つけカーネル密度が濃い地点の事業所の現在の様子をGoogleマップや住宅地図を使用し様子を調べる。

現在の様子を調べることにより業種別や無くなった事業所が現在どうなっているかの傾向が分かると思われる。

2.3 業種別の分類

業種別の細かい分類。

表1 分類表

業種	種類
製造業	顔料、タイル、窯業原料、電気絶縁材料、ガラス加工、陶芸材料、ガラス工芸（ステンドグラス）、陶磁器上絵付、ガラス食器製造卸、陶磁器製型製版、ガラス製造卸、陶磁器製造、ガラス繊維、配管材料、ガラス容器製造卸、風呂釜浴槽、かわら、理化学機械器具、かわら（家庭用）、匣鉢（こうばち（窯道具））、れんが、白土ベントナイト、衛生設備陶器、築炉工事、酒具、電気炉、七宝焼、窯業機械、食器、手芸品、食器（業務用）、工芸作家、石灰、陶芸家、セラミック製品加工、耐火材料
卸売業	工芸品、陶磁器卸、民芸品、陶芸教室
小売業	陶工芸店、やきもの工芸店、陶磁器店

3. 業種別でのタウンページ上での事業所データ

業種別での事業所の変化はすべての業種で2011年時の70%前後に減少したことが分かる。(表2) 種別に細かく見るとガラス食器製造・卸、陶工芸店・やきもの工芸店の2つが完全になくなった業種であり、窯業原料、陶磁器上絵付、陶磁器製造・製版の3つの減少割合が最も高くこれらは伝統的な陶磁器を作る際に重要とされる業種である。(表3)

表 2 全事業所数の変化

業種別分類	2011年	2021年	減少数	割合
製造業	619	454	165	73%
卸売業	271	190	81	70%
小売業	49	35	14	71%
全事業所	939	679	260	72%

表 3 減少した業種別の細かい分類

業種別分類		2011年	2021年	減少数	割合
製造業	窯業原料	53	22	31	42%
	ガラス食器製造・卸	1	0	1	0%
	れんが	3	2	1	67%
	セラミックス製品・加工	9	8	1	89%
	タイル	237	164	73	69%
	陶芸材料	19	15	4	79%
	陶磁器上絵付	44	22	22	50%
	陶磁器製型・製版	26	15	11	58%
	陶磁器製造	182	113	69	62%
	窯業機械	3	2	1	67%
	陶芸家	10	9	1	90%
耐火材料	11	10	1	91%	
卸売業	陶磁器卸	264	182	82	69%
小売業	陶工芸店・やきもの工芸店	3	0	3	0%
	陶磁器店	46	35	11	76%

4. 多治見市の立地動向

陶磁器産業の事業所の場所を Google マップより座標を取り出し GIS を使用し見ることにより、地域ごとの特色を見つけることが出来た。

製造業は日本有数の陶磁器製造地域である瀬戸市とも近くモザイクタイルを古くから製造してきた笠原地区がとても多いが小売業が1つもないことが分かった。小売・卸売業は JR（中央本線）の多治見駅や国道 19 号線がある多治見市内に数が多いことが分かる。多治見市にある旭ヶ丘地区には陶磁器産業の製造業、卸売業、小売業のすべてや他の業種の工場などが集まっている工場団地がある。

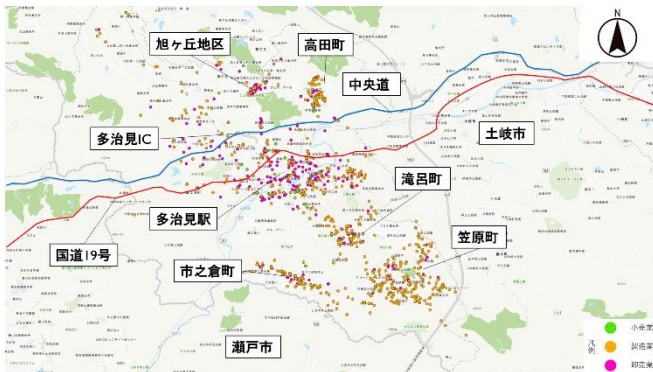


図 1 陶磁器産業系事業所の立地動向(2011年)

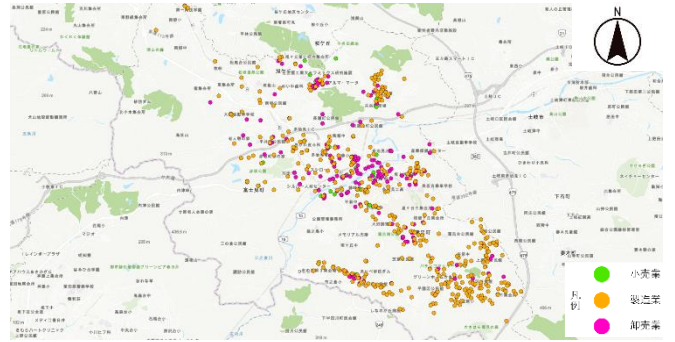


図 2 陶磁器産業系事業所の立地動向(2021年)

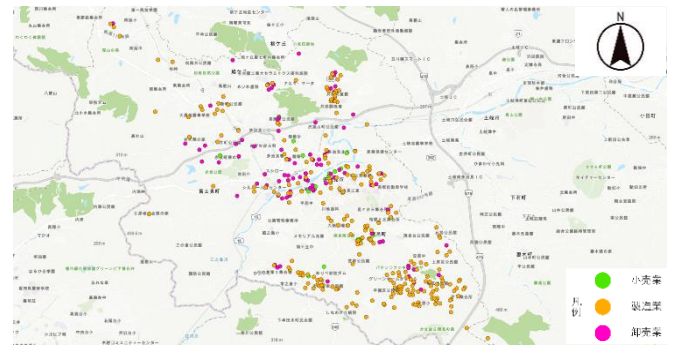


図 3 10年間(2011年～2021年)で減少した事業所の立地動向

4.1 他の陶磁器産業地域との比較¹⁾

美濃焼と関係性があり瀬戸焼の産地である、多治見と隣あっている瀬戸市を比較対象とする。

表 4 跡地まとめ

	瀬戸市	多治見市
製造業	古くから陶磁器産業を営んでいた地区や中心市街地	
	市内西部	市内南部
小売業	中心市街地に集中している	
卸売業	古くからの集落ごとにある	土岐川を挟んだ北部を中心に広く分布している

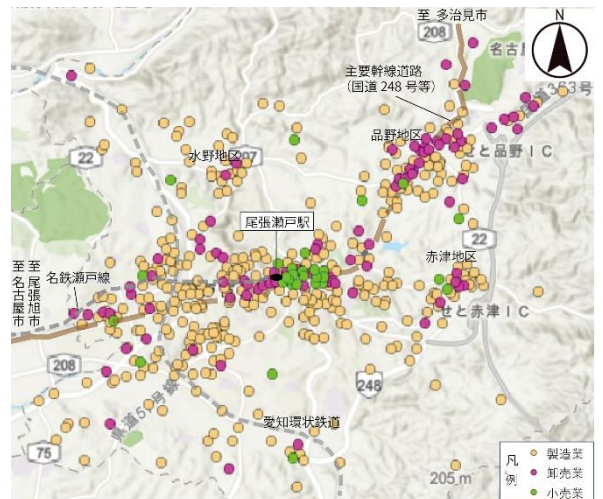


図 4 陶磁器産業系事業所の立地動向 (2011年) 瀬戸市

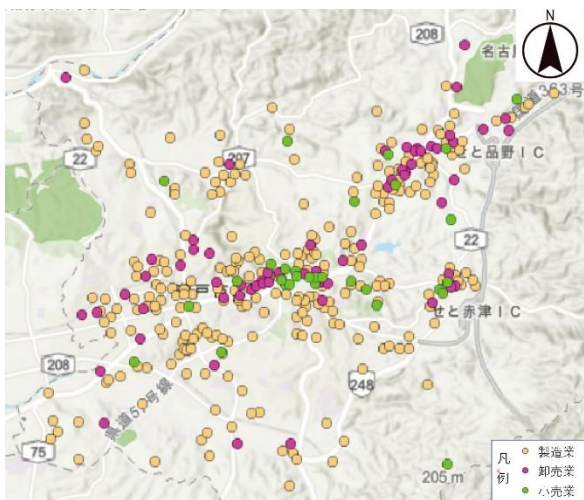


図5 陶磁器産業系事業所の立地動向 (2021年) 瀬戸市

5. GIS データ(カーネル密度)

カーネル密度とは、カーネル関数を使用してポイントまたはライン・フィーチャから単位面積ごとの値を計算し、各ポイントまたはラインに滑らかなサーフェスを出力する。サーフェスの値はポイントの位置で最大になり、ポイントから離れるにしたがって小さくなり検索半径で 0 となり、検索範囲を大きくするほど滑らかで単純化されたサーフェスが作成され小さいほど詳細なサーフェスが作成される事である。²⁾

そのカーネル密度を見ることにより、無くなった事業所が多く集まっている為、都市へ多大な影響を与えられていると考えられる地域を知ることができる事や、これから対応すべき地域や陶磁器らしさを保つための優先度をつけるための判断基準ともなる。

図6より笠原町、滝呂町、多治見駅周辺の中心市街地、高田町、市之倉町の5地区のカーネル密度が特に高いことが分かる。よってこの5つの地区は陶磁器産業の衰退が分かる地域であり事業所が無くなることにより陶磁器の街らしさが失われ都市に影響が出ていると考えることが出来る地域である。

また、この5地区の中で特に滝呂町地区はカーネル密度の広がり方が小さいため衰退している事業所がほかの4地区より密集していることが分かる。

5つの地区の中で滝呂町が最も都市に影響を受けていると考えることができる。

その5地区を対象とし事業所の跡地などを見ていくことにより都市全体を知ることができると考える。

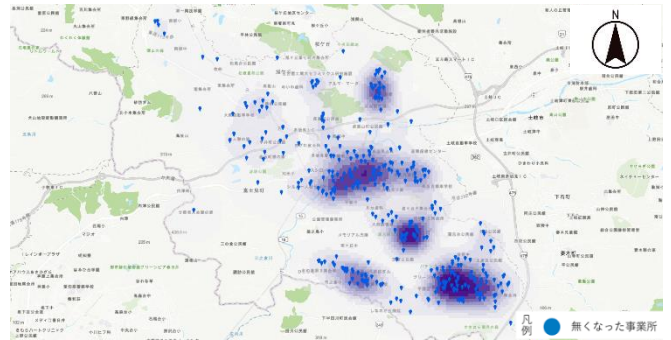


図6 10年間(2011年～2021年)で減少した事業所でのカーネル密度

6. カーネル密度より選択した事業所の跡地

6.1 無くなった事業所まとめ

カーネル密度が濃い場所に注目し無くなったと思われる事業所の跡地を Google マップ、住宅地図を使用し調べた。

調べた事業所の数は96個で、事業所の現在の様子としてはその土地でなにかしら営業を続けている事業所が最も多く全体の約47%であった

次に多いのは住宅になった場合で約23%であった。

だが土地が大きい事業所の11事業所に注目すると、違う会社名に変更などがあるが約72%の事業所が名前と土地が残っており営業しているとわかる。都市に大きな影響を与えられると考えられる大きな土地を持つ事業所の大多数は営業していることが分かった。(224㎡以上の建築面積を分析)

多治見市の減少した事業所の特色としては、複数名前が入って営業をしているところや、会社名を変えて営業を続けている場所が多かった。

また、多治見駅周辺の中心市街地に注目すると住宅になった場所では、マンションになった場合が多かった。しかし、郊外に注目すると住宅になった場合ではすべてが一軒家の住宅になっていることが分かった。

表5 カーネル密度より選択した事業所 (96件)

	事業所数	割合
残っている	28	29%
違う会社	17	18%
残っていない		
住宅	22	23%
飲食店	1	1%
空き家	18	19%
空き地	4	4%
不明	6	6%

表 6 大規模事業所 (11 件)

	事業所数	割合
残っている	6	55%
違う会社	2	18%
残っていない		
住宅	1	9%
飲食店	0	0%
空き家	1	9%
空き地	1	9%
不明	0	0%

6.2 GIS データ (無くなった事業所)

無くなった事業所を GIS 上で見ることにより、地域ごとの特徴や傾向が分かる為下記の図 6 にて表した。

それにより市之倉地区では住宅になった場所が 1 か所に密集していることが分かった。多治見駅周辺の中心市街地では空き地になった事業所が存在しなく空き家になっているのも 1 件だけだが笠原町地区では空き家や空き地となっている場所が多いことがわかる。

また、空き家や空き地になった事業所の 9 割程度が中小規模の事業所でありその事業所が密集していることが多く景観や空間的な部分での都市への影響が大きく出ていると考えられる。

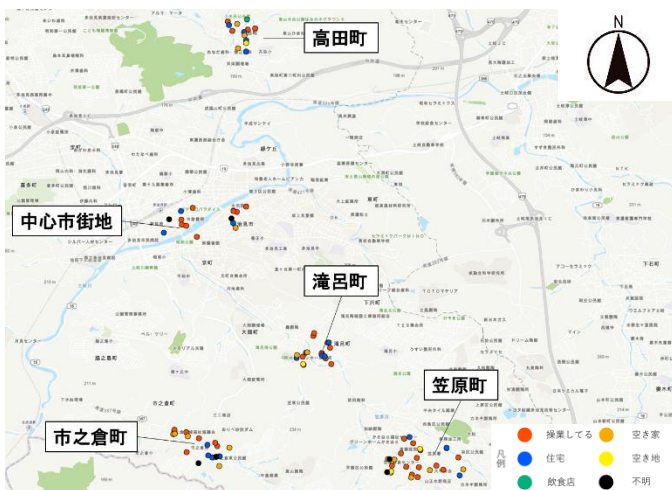


図 7 無くなった事業所の跡地の分布

7. 考察・まとめ

多治見市は笠原地区に製造業、小売・卸売業は JR 多治見駅や国道 19 号線がある地域に多い。また全体的に 30%ほどの事業所がすべての業種でな

くなっていることも多治見市の特色の 1 つである。

また、無くなった事業所の立地変容としては地域別にみると JR (中央本線) の多治見駅周辺の中心市街地では空き家などにはならず住宅だとマンションに土地利用がされているというのが分かった。笠原町地区では無くなった事業所の半数以上が製造業であり空き家になっている場所が多く存在していることが分かった。無くなってしまった事業所すべてが完全に無くなってしまった訳ではなく、違う会社やそのまま営業をしていると思われる事業所が多いことが分かった。

土地が大きい事業所は都市への影響が大きい為重要視されるが、多治見市の土地が大きな事業所の跡地ではより営業を続けている事業所が多いことが分かった為、多治見市では土地が大きな事業所が無くなったことによる都市への影響は少ないものだと考えることが出来る。

しかし、その他の中小規模の事業所に着目をする中心市街地の駅周辺では跡地の有効活用がされており操業している場所でも景観を変えずに操業している場所が多いことが分かった。しかしそれ以外の地域では跡地は住宅になる場合や空き地や住宅になっている場所が多く密集しているため景観的や空間的に都市へ影響が出ており陶磁器の街らしさを失っていること分かる。特に多治見駅周辺などの中心市街地ではなく笠原町や高田町などの郊外にその傾向が大きく出ている事が分かった。

8. 注釈

1) 岡本 肇、永野 聡、白井直之:「陶磁器産業衰退期における関連事業所の立地動向と空間的課題に関する考察」: 日本建築学会学術講演梗概集 (都市計画), pp253-254, 2021 年 9 月

2)esri ジャパン

<https://www.esri.com/gis-guide/spatial/density-analysis/>(参照 2022 年 1 月 5 日)

9. 参考文献

1) iTown ページ <https://itp.ne.jp/>

(参照 2021 年 5 月 11 日,12 日,13 日,14 日,16 日)

2)ゼンリン電子住宅地図 デジタウン

岐阜県多治見市 2021 年 7 月発行

3)NTT 西日本 デイリータウンページ 岐阜県版(2011 年 11 月)

4)NTT 西日本 ビジネスタウンページ 岐阜県版(2011 年 11 月)

2021 年度卒業研究論文概要

陶磁器産業地域における関連事業所の立地動向と利用実態
～常滑市を事例として～

EC18077 山田竜太

1. 研究の背景と目的

わが国の地場産業地域は衰退が激しい。その中でも、愛知県常滑市の常滑焼は日本六古窯の一つとして 1000 年以上の焼物の歴史を誇っているが、近年、土管や盆栽鉢などを生産してきた旧製陶所の取り壊しが相次いでおり、衰退が特に激しい¹⁾。しかしこのような衰退を前提としながらも、常滑市の陶磁器産業地域としての魅力を保ち、陶磁器産業を軸とした新しい産業創出をしやすいするための生活者の生業・文化・ライフスタイル・コミュニティ特性に基づいた街並み・住環境・土地利用のあるべき空間像構築・計画理論を探究していくことは重要であると考えられる。

このようなことから、本研究では団塊の世代の引退に伴う世代交代期である 2011 年～2021 年の常滑市に着目して、ここ 10 年の陶磁器関連事業所の立地動向と利用実態を明らかにすることが目的である。

2. 研究の枠組み

2.1 研究対象の範囲と概要

本研究の対象の範囲は愛知県常滑市である。常滑市は尾張地方で知多半島の西海岸に位置している。焼き物の産地として知られており、瀬戸、信楽、越前、丹波、備前と並び日本六古窯の一つとされ、その中でも最も古く最大の規模とされている。

2.2 研究方法

常滑市の陶磁器関連事業所の立地動向を明らかにするために 2011 年時は冊子版のタウンページより取り出し、2021 年時は職業別電話帳 (i タウンページ) にて事業所の名称、数、住所を取り出し、2011 年時と 2021 年時の比較ができるように業種別に分類し Excel にてまとめる。これらのデータより 2011 年時と 2021 年時の事業所の変化数を調べる。また Google マップより事業所の座標を 1 つずつ取り出して ArcGIS のジオコーディング機能を利用すること

により、2011 年時と 2021 年時の事業所の立地動向を把握する。

さらに ArcGIS を利用して、ここ 10 年で減少した事業所が多い地域を見つけて、その地域に着目して利用実態を現地調査、電話の問い合わせにより把握する。

3. 常滑市の陶磁器関連事業所データ

3.1 事業所データ

団塊の世代の引退に伴う世代交代期であるここ 10 年 (2011 年～2021 年) の変容に着目した。製造業に加えて、卸売業、小売業の陶磁器関連事業所も対象とし、事業所数をカウントした (表 1)。さらに、そこから業種別に分類して細分化することによって事業所の 10 年間の変容を調査した (表 2)。

表 1 より全事業所は 2011 年時の 71% (87 件減少) に減少した可能性があることが明らかになった。また、卸売業が 2011 年時の 89% (4 件減少) に減少しており、多治見市や瀬戸市と比べると割合は高い傾向にあり、他の陶磁器産業地域とは違う傾向が見られた。

表 2 よりさらに細かく見ていくと、製造業の分類のタイルが 2011 年時の 94% (1 件減少) に減少しており、常滑市はタイルの産地として有名なことからあまり減少していないと考えられる。また、卸売業の分類の陶磁器卸、陶芸教室もそれぞれ 2011 年時の 87% (4 件)、100% (0 件) に減少しており、割合が高いことが分かる。常滑市にはセラモール (とこなめ焼卸団地)、やきもの散歩道があり、卸売業がここ 10 年間であまり衰退しておらず、盛んであることが考えられる。

表 1 全事業所数の変容

業種別分類	2011	2021	減少数	割合
製造業	229	159	70	69%
卸売業	38	34	4	89%
小売業	37	24	13	65%
計	304	217	87	71%

表2 減少・変化しなかった業種別の変容

	業種別分類	2011	2021	減少数	割合
製造業	顔料	18	13	5	72%
	ガラス加工	1	0	1	0%
	かわら(家庭用)	2	0	2	0%
	食器	1	1	0	100%
	タイル	16	15	1	94%
	陶磁器製型・製版	9	3	6	33%
	陶磁器製造	147	100	47	68%
	築炉工事	2	0	2	0%
	窯業機械	1	1	0	100%
卸売業	陶磁器卸	30	26	4	87%
	陶芸教室	8	8	0	100%
小売業	陶芸店・やきもの工芸店	11	5	6	45%
	陶磁器店	26	19	7	73%

3.2 事業所の立地動向 (2011年～2021年)

2011年時と2021年時の陶磁器関連事業所の立地動向を把握した(図1、図2)。

製造業は中心市街地(常滑市栄町、常滑駅)を中心にそこから全体的に分布している。卸売業・小売業は中心市街地やセラモールに多く分布している。中心市街地に着目すると、卸売業・小売業は道路沿いに分布している。多治見市と比較をすると、多治見市にも旭ヶ丘地区に製造業、卸売業、小売業が集まっている工場団地があり、常滑市にも同じような場所であるセラモールが存在し、ここでは製造業、卸売業、小売業がそろっていることも明らかになった。このような団地は減少数が少ないことから、別の関連事業所に変容しやすいと考えられる。

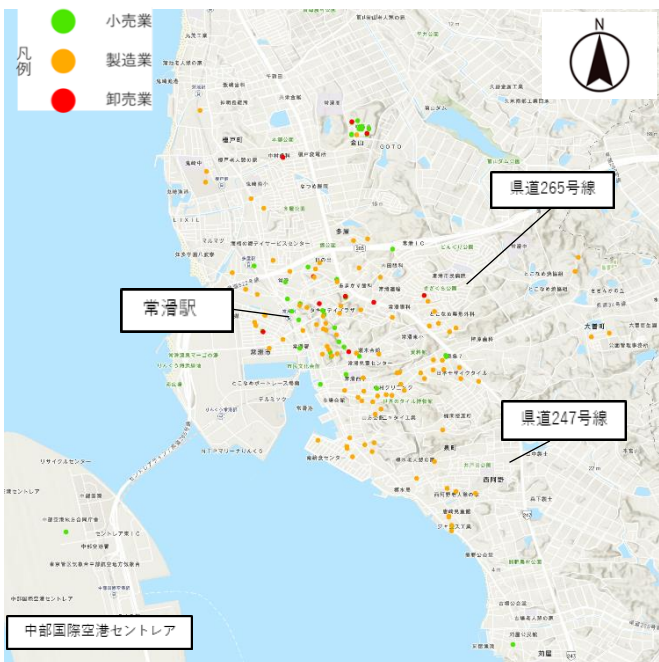


図1 陶磁器関連事業の立地動向 (2011年)

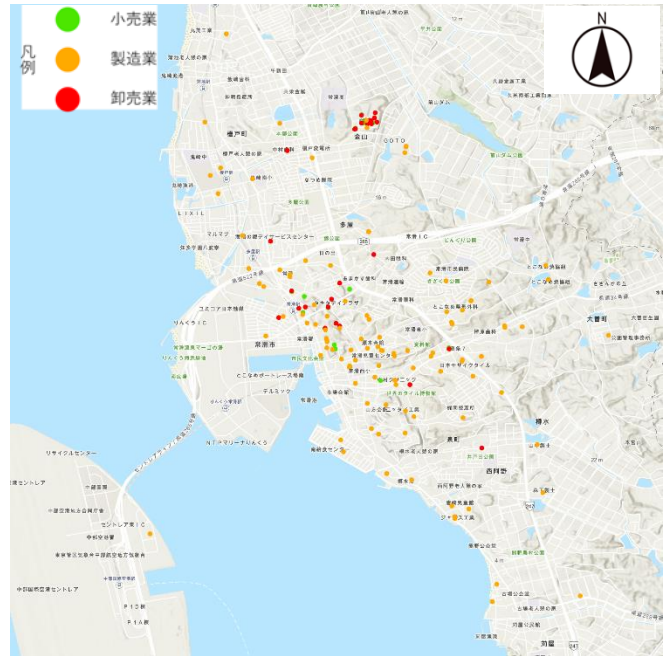


図2 陶磁器関連事業所の立地動向 (2021年)

3.3 減少した事業所の立地動向 (2011年～2021年)

2011年時から2021年時にかけて減少した陶磁器関連事業所の立地動向を把握した(図3)。

図3より製造業を営んでいる事業所がこの10年間で多く減少しており、製造業、卸売業、小売業のどの分類も分布上、どこの場所でも減少していることが分かった。さらに ArcGIS のカーネル密度を地図上に記すことで、ここ10年間で減少した事業所が特に集中している地域が常滑市栄町ということが明らかになった(図4)。

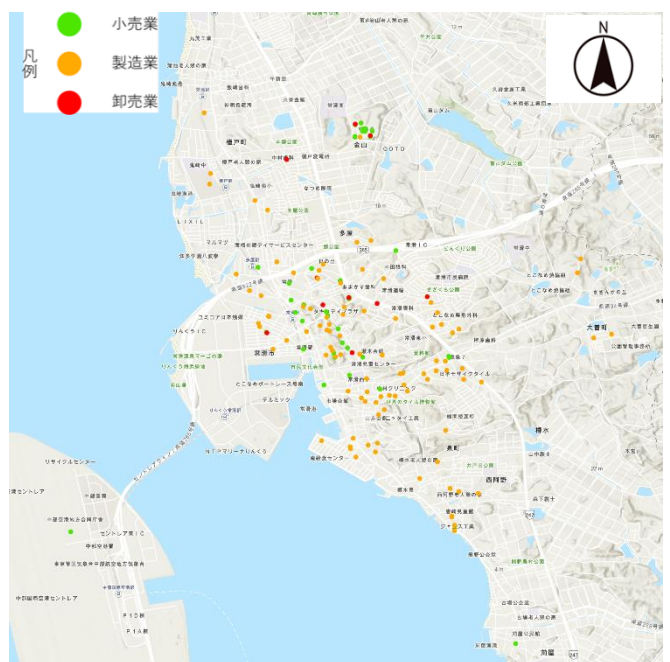


図3 10年間で減少した事業所の立地動向

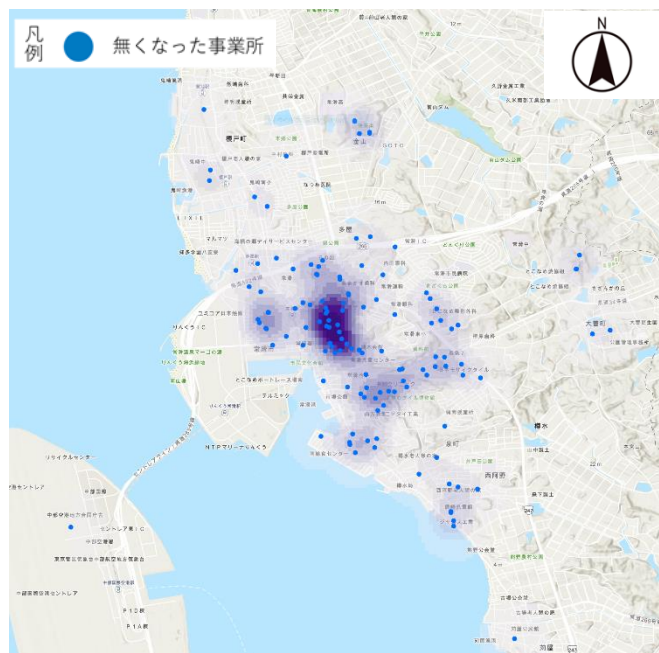


図4 10年間で減少した事業所のカーネル密度

4. 常滑市栄町の調査

4.1 調査地域の範囲と目的

3.3 減少した事業所の立地動向(2011年～2021年)より常滑市栄町に減少した事業所が多く集まっていることが明らかになったため、常滑市栄町を範囲で現地調査を行う。

職業別電話帳(iタウンページ)上から陶磁器関連事業所の名称はなくなっているが、そのまま操業していたり、違う店舗に変わっていたり、完全になくなっていたりと様々な可能性があるので実際に足を運んで写真を撮ったり、電話で問い合わせることで事業所の操業の有無・利活用状況をまとめることで利用実態を把握することを目的とする。

4.2 栄町の無くなった事業所

iタウンページ上より無くなった事業所の名称、住宅地図(2020年6月発行)の記載の有無をまとめた(表3)。

表3より19件の事業所がiタウンページ上より無くなった可能性があることが明らかになった。内訳は、ガラス加工が1件、タイルが1件、陶磁器製造が8件、陶磁器卸が1件、陶芸店・やきもの工芸店が2件、陶磁器店が4件、陶芸家が2件となっていて、陶磁器製造や陶磁器店といった業種が特に多いことが明らかになった。また住宅地図には、11件が記載されていて、8件が記載されていないことが

明らかになった。

表3 栄町の減少したと思われる事業所

業種	事業所	住宅地図
ガラス加工	グラス・ワークス・楽	○
タイル	渡辺接着	○
陶磁器製造	猪飼護	○
	人水陶苑(有)	×
	代忠製陶所	○
	陶陽	○
	松下松長製陶所	○
	松下良一	○
	山文製陶所 工場	○
	有趣陶房	×
陶磁器卸	丸貞片岡製陶	×
陶芸店・やきもの工芸店	あずさ雅の庵	×
	古都里	×
陶磁器店	とこなめ工房	○
	どっかん工房	×
	MA-YU	×
	モリーナ	○
陶芸家	水野静仙	○
	渡辺立広	×
計	19件	

4.3 現地調査

栄町の減少したと思われる事業所(19件)の現地調査を行った。内容としては、現地調査により事業所の操業の有無を調査し撮影をする。それでも判断ができない事業所には電話で問い合わせることにより操業の有無を確認する。

表4 現地調査の概要

日程	10月23日、11月20日、1月15日、1月20日
対象	栄町の減少したと思われる事業所 19件
内容	操業状況の調査(写真、電話での問い合わせ)

4.4 現地調査結果

現地調査の結果は、名称が変わらずそのまま操業しているのが8件、名称が変わって操業しているのが7件、空き工房が3件、マンションに変わっているのが1件という結果になった。名称が変わって操業している事業所の中で工務店として操業している場合や改装してカフェになっている場所もあり、陶磁器には関連していない事業所が7件という結果

になった(表5、表6、表7)。

5. 考察・結論

常滑市では10年間で多くの陶磁器関連事業所が減少している可能性があることが明らかになった。また常滑市栄町に着目すると、減少したと思われる事業所は空き工房、マンションになっている場所があり、さらには工務店、カフェといった陶磁器関連ではない店になっている場所が合わせて11件あることが明らかになった。しかしカフェや工務店などは、事業内容は違うが、陶磁器産業地域としての名残を感じることができるよう景観設計されており、魅力を保っていると感じた。また操業していない事業所は、4件の内3件が空き工房となっているが、現在でも建物は残っているので、今後の利活用によっては陶磁器産業地域として可能性がある

考える。

7. 注釈

1) 中日新聞 「失われる陶都の風景」の記事より一部抜粋(参照 6月11日)

8. 参考文献

1) 岡本肇, 永野聡, 白井直之 「陶磁器産業衰退期における関連事業所の立地動向と空間的課題に関する考察」, 2021年9月, 日本建築学会学術講演梗概集(都市計画), pp.253-254

2) 常滑市ホームページ

www.city.tokoname.aichi.jp/ (参照 2021年11月28日)

3) iタウンページ

<https://itp.ne.jp/> (参照 2021年5月13日)

4) NTT西日本『ビジネス タウンページ 愛知県版'11.8』(2011年)

5) NTT西日本『デイリー タウンページ 愛知県版'11.8』(2011年)

6) ゼンリン電子住宅地図 デジタウン 愛知県常滑市 2020年6月発行

表5 操業している事業所(名称変わらない)

事業所	操業状況
▶ガラス・ワークス・楽▶渡辺接着▶猪飼護▶人水陶苑 ▶代忠製陶所▶山文製陶所 工場▶モリーナ▶水野静仙	○

表6 操業している事業所(名称が変わっている)









事業所	操業状況	写真
松下松長製陶所 ↓ 陶浜八	○	
あずさ雅の庵 ↓ 一心窯	○	
古都里 ↓ ギャラリー NaNaMa	○	
とこなめ工房 ↓ 陶磁器会館	○	

表7 操業していない事業所

事業所	操業状況	写真
陶陽	×(空き工房)	
松下良一	×(空き工房)	
丸貞片岡製陶	×(マンション)	
渡辺立広	×(空き工房)	

“公園都市”としての魅力向上に関する研究
～各務原市における住民評価調査を通じて～

EC18079 横山 民斗

1.研究の背景と目的

「歩いているだけでまるで公園の中にいるかのように緑の豊かさを感じることができるまち」と定義されている¹⁾“公園都市”を目指してきた各務原市(以下「本市」)の都市づくりは、2009年に開催された「住みよい都市づくり国際コンクール」で世界第3位という成績を取っており、国際的にも高い評価を受けている。そのため、今後も“公園都市”に代表されるまちとして持続的に発展し続けていくことが求められている。

また、本市は現在、市全体が公園であるかのようなまちを目指しているが、市内全ての緑を整備することは実際には難しく、重点的なアプローチがされてきた。そして、優先して緑が整備されてきた場所を利用する人は市民の中でも一部であり、自宅とその付近のみで生活している人は多いと言える。特に新型コロナウイルスの影響により、この傾向がより一層強くなった²⁾。したがって、住民が日常生活において緑を魅力的に感じられるようにすることが理想の公園都市に近づくために目指すべき姿であると考えられる。しかし、現在の本市が住民にとって高く評価される都市であるのかについて説明するためには具体性に欠けている。

本研究では、各務原市の住民が自宅周辺の緑に対してどのように感じているのか調査することで、“公園都市”として魅力を向上させるための方向性を探ることを目的とする。

2.研究の枠組み

2.1.対象地域の概要

各務原市は岐阜県の南部に位置しており、木曽川が東西に県境となって流れている都市である。本市は平成13年より公園都市づくりを目指してたくさんの公園をつくり、現在は188か所の都市公園が存在している。また、市全体が公園であるかのようなまちを実現に向けて、日本一の総延長を誇る31kmの桜並木を整備してきた。なかでも新境川堤の桜は「日本さくら名所100選」に選ばれている¹⁾。

緑地率は28%、1人当たりの公園面積は16.36m²と

いった緑地確保状況である。

2.2.研究方法

まず、本市における公園都市づくりの概要を把握した後、Arc GIS Proを用いて整備実態にもとづいた市内の緑地の分布を把握する空間分析を行った。

また、Arc GIS Proを利用して住民評価が高いと思われる地域を仮定した後、アンケート調査によって、果たして本当にその地域が住民にとって“公園都市”として高く評価されているのかについて明らかにした。その後、調査の結果をグラフに表すことで分析を行った。

3.整備実態に基づいた空間分析

3.1.住区基幹公園の配置

本市の整備実態を把握するために、統計資料をもとに市内全ての都市公園の位置を確認した。また、公園整備が進んでいる地域と進んでいない地域を把握するために、都市公園のうち住区基幹公園のみを抽出した。地区公園、近隣公園、街区公園それぞれの誘致距離をもとにArc GIS Proを用いてバッファ(指定した距離にもとづいて作成した範囲エリア)を作成し、公園整備の実態を把握した(図1)。中心市街地を含む那加地区と東部の鵜沼地区を中心に公園が集まっている傾向がみられた。

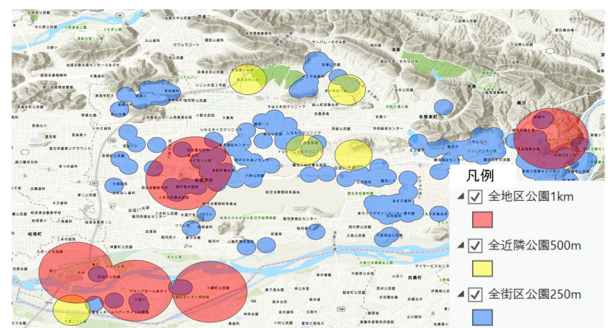


図1 住区基幹公園の配置とバッファ

3.2.アンケート調査の対象地域

本市の公園都市づくりは市全体が公園であるかのようなまちを目指している。言い換えると、市内いつ

どこにいても緑が感じられるようにすることを目標としている。そのため、日常生活で緑を魅力的に感じているべきだと考える地域を対象としてアンケートを行う。本研究では、具体的に「用途地域であること」、「DID 地区であること」、「公園が近くにあること」を条件として対象地域を絞った。

まず、国土数値情報の用途地域と DID のデータを用いて該当範囲を把握した。また、都市公園の機能を最大限に発揮させるために定められている誘致距離³⁾をもとに Arc GIS Pro でバッファを作成し、公園が十分に整備されている地域を把握した。これらの結果をもとにインターセクト（重なる部分を抽出する機能）を用いて、条件に該当する地域を解析した（図2）。解析結果をもとにアンケート調査の対象地域を「那加雄飛ヶ丘町」、「つつじが丘」に設定した。つつじが丘については、市役所と自治会長に許可を頂いた4丁目、6丁目、8丁目のみを対象とする。

そして、これらの地域を対象としてアンケート調査を行うが、アンケートで得られた評価の特徴とそれぞれの対象地域の空間的特徴は互いに影響し合うため、各地域の空間的特徴を捉えて比較することは重要であると考え。そのため、現地へ向かい、写真を撮影するとともに空間的な特徴を整理した（表1、写真1、写真2）。那加雄飛ヶ丘町は平坦になっているのに対し、つつじが丘は全域で起伏のある場所が多いことなどにおいて空間的特徴が異なった。また、各対象地域の様子を Google Map の航空写真で把握した（写真3、写真4）。

表1 対象地の様子と空間的特徴

那加雄飛ヶ丘町	つつじが丘
	
<ul style="list-style-type: none"> 平坦になっている つつじが丘に比べ道幅が狭い 付近に学びの森(4)が存在する 付近に中心市街地が存在する 集合住宅がある(6付近) 	<ul style="list-style-type: none"> 起伏がある 開放的な景観である 付近に山が存在する 池が複数存在する(新池、つつじヶ丘公園(3)内の池など)



写真3 那加雄飛ヶ丘町の航空写真



写真4 つつじが丘の航空写真

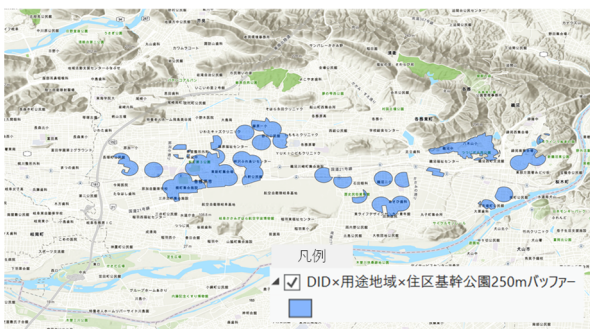


図2 対象地設定条件をもとにして解析した範囲



写真1 那加雄飛ヶ丘町の様子



写真2 つつじが丘の様子

4.住民評価調査

4.1.アンケート調査の概要

“公園都市”としての評価を確認するため、那加雄飛ヶ丘町とつつじが丘に住む方にアンケートを行った（表2）。那加雄飛ヶ丘町は依頼数660件のうち回答数51件で回答率は7%、つつじが丘は依頼数419件のうち回答数96件で回答率は22%であり、合計147件の回答を得た。また、「市全体が公園のような空間であるか」が確認できる質問を作成した（図3）。

表2 アンケート調査の概要

場所	那加雄飛ヶ丘町	つつじが丘
日時	2022/12/8(水)~2022/12/22(水)	2022/12/6(月)~2022/12/20(月)
対象者	那加雄飛ヶ丘町に住む方	つつじが丘町2、4、6丁目に住む方
調査方法	ポスティング形式（回答用紙または、用紙に記載のQRコードから回答）	

図3 アンケート調査の質問項目

<ul style="list-style-type: none"> 性別 年齢 職業 日中の自宅滞在時間（平日・土日） テレワークの頻度 公園の利用頻度 複数の公園利用の有無 最も利用する公園 公園への所要時間 公園への移動手段 最も自然を感じる場所 自然物が与える安らぎ 街路樹景観の満足度 住宅の樹木・生け垣の景観の満足度 自然を求める場面 自然物がつくる景観に満足する時期 散歩の頻度 散歩の目的 歩くときに感じる魅力 歩くときに感じる不安 快適で歩きやすいと感じるか 歩きやすく快適に感じる時期 コロナによる自然の感じ方の変化 最も自然と触れ合う時期 公園都市の認知 緑のまちづくりに関するボランティアへの参加 緑のまちづくりに関して気になること

4.2. アンケート回答者の特徴と公園の利用実態

アンケートの回答者は、調査対象とした2地域いづれにおいても平日は9～12時間家に滞在している方が多かった(図4)。3時間～6時間滞在している方と6時間～9時間滞在している方については同程度の回答人数であった。

那加雄飛ヶ丘町においては雄飛ヶ丘公園、つつじヶ丘においてはつつじヶ丘公園が頻りに利用されていることが分かった(表3)。逆に、桜町第3公園、不動丘公園、入会公園や、八木山公園、つつじヶ丘北公園、つつじヶ丘東公園については最も利用する公園としてほとんど選択されていなかった。

公園を利用する方の中で複数の公園を利用している方は2割程度であり、それ以外の8割の方は1か所の公園のみ利用していることが分かった(図5)。

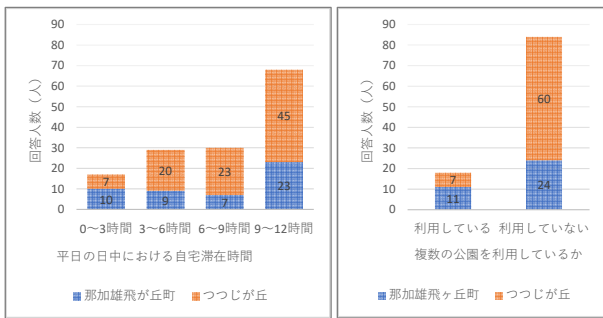


図4 平日の日中における自宅の滞在時間

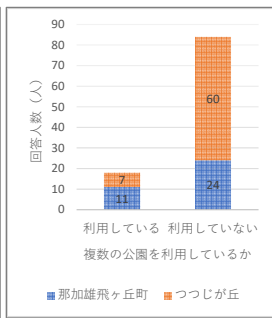


図5 複数の公園を利用しているか

表3 最も利用する公園について(公園の番号は表1に基づく)

那加雄飛ヶ丘町付近の公園		つつじが丘付近の公園	
1.桜町第3公園	2	1.八木山公園	1
2.不動丘公園	2	2.つつじが丘北公園	0
3.入会公園	1	3.つつじが丘公園	34
4.学びの森	6	4.つつじが丘東公園	2
5.雄飛ヶ丘公園	13	5.つつじが丘西公園	5
6.雄飛ヶ丘第一住宅広場	4	6.つつじが丘南公園	13

4.3. 住民評価の特徴

アンケート調査の対象とした2地域の合計件数を調査したところ、対象地を歩くときに歩道が整備されていること、車あまり通らないことに魅力を感じている方が多く、特に安全性に関する選択肢が多く選ばれていた(図6)。次いで、会話の場であることや日陰があること、多様な生物がいることを魅力に感じる方が多かった。

逆に歩くときに不安に思う点については、不安はないと回答する方が多くみられた(図7)。このことから、快適に歩くことができている様子をうかがうことができる。しかし、隠れられる場所の存在や人通

りの少ない場所の存在、見通しの悪さによる交通事故、老木化や強風による倒木、害虫による不快感を挙げられる方も一定数みられた。

また、最も緑を感じる場所については、公園、山、街路樹と回答する方の割合が高く、神社と回答した方も一定数みられた(図8)。次いで、神社、戸建て住宅の樹木、戸建て住宅の生け垣などに緑を感じている方が多かった。

自由記入欄に回答していただいた中で特に多かったものは、落葉樹に関する問題点やその管理に関する問題点であった(表4)。

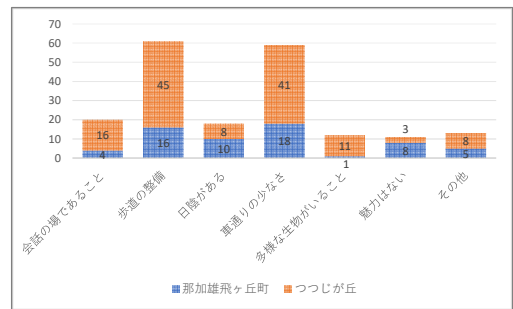


図6 歩くときに感じる魅力

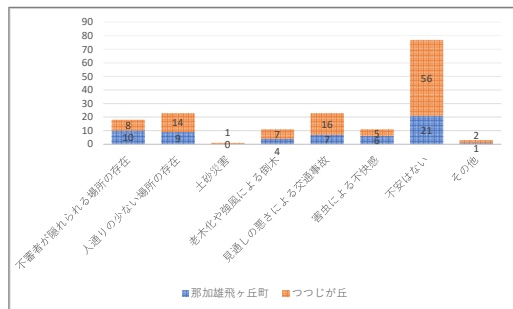


図7 歩くときに感じる不安

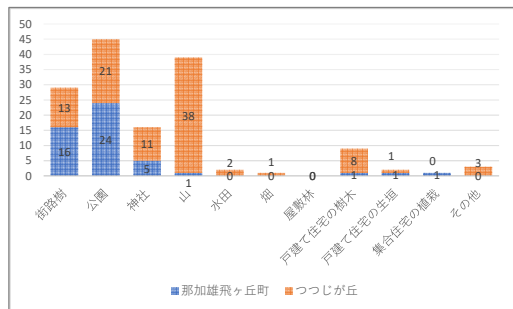


図8 最も緑を感じる場所

表4 「緑のまちづくり」について気になる点

那加雄飛ヶ丘町	つつじが丘
・落葉の掃除が大変 (3人)	・落葉樹が多い (3人)
・街路樹が危険 (3人)	・管理が大変 (3人)
・公園の整備が不十分 (2人) (芝が生えすぎている)	・街路樹は必要ない (2人)

5. 考察

5.1. 住民評価の分析

住宅の樹木や生け垣がつくる景観への満足度調査において「満足している」「少し満足している」と回答した方の割合は、那加雄飛ヶ丘町では3割であったのに対し、つつじヶ丘では6割であり満足度が高かった(図9)。また、街路樹の景観についての質問でも同じようにつつじヶ丘の満足度が高いという結果が得られた(図10)。したがって、つつじヶ丘の方が公園都市づくりにおいて重要である公園と公園をつなぐ空間の景観に対して住民の満足度が高いと言える。また、つつじヶ丘の方が自宅付近を快適に感じており、散歩している方の割合も高かった。このような歩き心地に関する満足度は景観に関する満足度と関連付けることができると考えられる。

最も緑を感じる場所について地域別で見ると、那加雄飛ヶ丘町は山であると回答した方が多いのに対し、つつじヶ丘は公園と回答した方が最も多かった。このことから、山が近くにある場合は山に最も緑を感じやすく、ない場合は公園に最も緑を感じやすいことが考えられる。

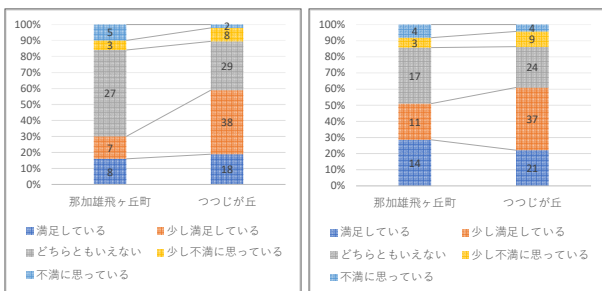


図9 住宅の樹木や生け垣の景観の満足度

図10 街路樹の景観の満足度

5.2. 住民評価と空間的特徴との関係性

アンケート調査の中で那加雄飛ヶ丘町の方が公園を複数利用している方の割合が高いことが明らかになった。このことから、那加雄飛ヶ丘町にはつつじヶ丘とは異なる魅力的な空間的な特徴がみられることが推測できる。公園を複数利用する方が多かったのは、現地調査で捉えた特徴の中でも特に平たんになっていることや、市を代表するような主要な公園が存在していることに起因していると考えられる。

また、本研究のアンケート調査の対象である2地域は、本市が計画として緑のネットワーク化を進めてきた道路が存在する地域であるため、複数の公園を利用する行動は今後の目指していくべき姿であると考えられる。

また、調査対象の2地域を比べると、つつじヶ丘の方が総合的に満足度の高い印象が見受けられた。これは、つつじヶ丘の道幅が広く居心地が良いと考えられることや、起伏が多く健康な生活を送るために魅力的な空間であることに起因していると考えられる。

6. 結論

各務原市は「水と緑の回廊計画」などによって“公園都市”の実現を目指してきた。本研究では各務原市の対象地域でアンケート調査を行うことで公園利用の状況や住民評価に関するデータを得た。そこから明らかになった課題は見つめ直すべき点である。特に、まちを歩くときに不安に思う点の中で回答者が多くみられた「不審者が隠れられる場所の存在」や「見通しの悪さによる交通事故」については、自由回答欄の「街路樹が危険」や「街路樹は必要ない」などの意見と共通する問題点であり、魅力ある“公園都市”として今後も発展していくための課題であると言える。

また、住民は街路樹や公園に強く緑を感じていることから、行政で管理している場所が住民評価に与える影響は大きいと言える。そのため、本市が“公園都市”としての魅力を向上させるには行政のアプローチが重要であると考えられる。街路樹や公園においては、適切に維持管理をしていくことで魅力向上につながると考える。そして、行政で管理していない私有地においては、住民への意識づけによって魅力を向上させられると考える。

謝辞

アンケート調査を行うに当たり各務原市役所まちづくり推進課、那加雄飛ヶ丘町とつつじヶ丘の自治会長の皆様に関わっていただきました。この場を借りて深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 各務原市役所：公園都市各務原、各務原市公式ウェブサイト 2021-02-12、<https://www.city.kakamigahara.lg.jp/> (参照 2021-11-3)
- 2) 尾谷 悠介、嶽山 洋志、山本 聡、薬師寺 恒治、中瀬 勲：都市公園における新型コロナウイルス感染症の流行が公園利用に及ぼす影響、日本都市計画学会関西支部研究発表会講演概要集、18巻、p1~4、2020
https://www.jstage.jst.go.jp/article/cpijkansai/18/0/18_1/_article-char/ja/ (参照 2021-08-03)
- 3) 国土交通省都市局：都市公園法運用指針の改定、2018-03、<https://www.mlit.go.jp/crd/park/joho/houritsu/pdf/H290615shinkyu.pdf> (参照 2021-9-16)

津波被害想定が大きい地域の防災意識に関する研究
 ～豊橋市神野新田町五号町を事例として～

EC18082 渡邊公基

1. 研究の背景と目的

南海トラフ巨大地震は 30 年以内に 70～80%の確率で発生すると考えられていて、最大でマグニチュード9クラスの地震、最大30mを超える巨大津波が押し寄せると予測されている。このような南海トラフ巨大地震からの被害を軽減させて、少しでも多くの人を守るために対策をして備える必要がある。また、高齢者や障害者など、災害時に支援が必要な「避難行動要支援者」の名簿の作成が義務化され、「個別避難計画」の重要性が高まっている。今回の研究では、津波浸水被害想定が大きい地域の住民の防災意識とその意識を形成する要因を明らかにすることを目的とし、今後の対策のあり方に役立てる。

2. 研究の枠組み

2.1 対象地域

本研究では、津波到達時間が9分と1番速く、津波浸水被害想定が大きい地域の豊橋市神野新田町五号町を対象とする。対象地は77世帯から形成されていて農業振興地域である。似たような地域が全国各地でも存在すると予測する。図1は対象地を表したものである。

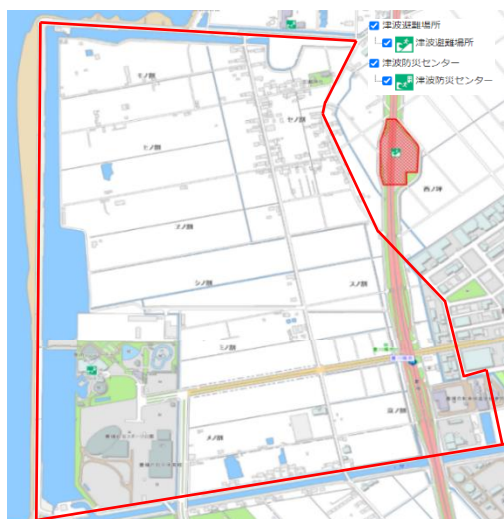


図1 豊橋市神野新田町五号町

2.2 研究方法

研究方法としては、豊橋市市役所と打ち合わせをし、対象地で災害対策を行っている自治会長とコンタクトを取った。2021年9月30日に自治会長にヒアリング調査を行い、その後、対象地の77世帯の住民にポスティングでアンケート調査を行った。調査期間としては、配布日を2021年10月13日、回収日を2021年10月27日に設定した。その結果から津波浸水被害想定が大きい地域の防災意識を分析する。さらに、防災意識が低いと予想されている若い年代(20～30代)とそれ以外の年代の防災意識の違いを比較し、防災意識の問題点を明らかにする。

3. 調査結果

3.1 ヒアリング調査

自治会長にヒアリング調査を行うことは対象地の住民の特徴、地域の特徴、避難訓練の実施の現状、地域の過去の災害、自治会長自身の意見を明らかにすることを目的としている。表1は自治会長に行ったヒアリング調査結果をまとめたものである。

表1 ヒアリング調査

2021年9月30日 五号町自治会長	
質問項目	回答
住民の特徴	ほとんどは昔から住んでいる住人が多い。
地域の特徴	農業振興地域であり、海岸堤防がある。
避難訓練の実施	新型コロナの影響で避難訓練の実施が出来ていない。
地域の過去の災害	台風被害や液状化被害も大きい地域でもある。 ここ最近では、大きな地震が起きていない地域である。
自治会長の意見	自治会長は、自分の家の物や生き物が大切に避難しない。 海岸堤防が強化されたため安全だと思う。

3.2 アンケート調査結果

表2は今回のアンケート調査で作成したアンケート調査用紙の内容である。この31問の設問から地域住民の特色、災害危機管理能力、防災・減災対策の意欲、共助の意識に関係のある以下の問11をピックアップし、若い年代とそれ以外の年代で比較をして分析を行った。

表2 アンケート内容

問1. 性別	問17. 津波災害を含めた防災・減災対策 (複数選択可)
問2. 年齢	問18. 対策をされていない理由 (複数選択可)
問3. 家族に20代の有無	問19. 自宅以外の場所への避難対策 (複数選択可)
問4. 家族に高齢者 (65歳以上) の有無	問20. 避難場所や津波避難ビルの認知
問5. 家族に災害時に1人で避難が困難な何らかの障害を持っている方の有無	問21. 普段の防災や災害に関する情報を得る手段 (複数選択可)
問6. 職業	問22. 緊急時の防災や災害に関する情報を得る手段 (複数選択可)
問7. 居住地の選択理由 (複数選択可)	問23. 災害ボランティアの参加の有無
問8. いっしょから神野新田町に住んでいるか	問24. 今後災害ボランティアに参加したいか
問9. 育った地域	問25. 1人で避難が困難な方がいる場所の有無
問10. 以前住んでいた地域	問26. 普段のコミュニティ活動や自治会活動に参加の有無
問11. 最も長く居住していた地域	問27. 避難するためのインフラが整備されていると思うか
問12. 引っ越しを考えたか	問28. 避難場所や避難経路の不満
問13. 居住地域が津波災害に対して安全か	問29. 不満足
問14. 安全安全と思うか	問30. 豊橋市総合防災訓練の参加の有無
問15. 安全確認方法を決めているか	問31. その他、行政・自治会に要望事項
問16. 安全確認方法 (複数選択可)	

1) 回答者の属性

表3は回答者の属性を表している。77世帯中39件のアンケートを回収し、内訳は若い年代は6件、それ以外の年代は33件である。アンケートの回収率は50.6%であり、若い年代もそれ以外の年代も男性の回答者が多い。

表3 回答者の属性

性別	若い年代	割合	それ以外の年代	割合
男性	4	67%	23	70%
女性	2	33%	10	30%
合計	6	100%	33	100%

2) 職業

表4は回答者の職業を年代別に比較したものである。若い年代は会社員の回答者が3件で1番多い。学生が2件、公務員が1件いる。自営業、専業主婦、農業従事者、アルバイト、その他の回答者はいない。それ以外の年代は農業従事者の回答者が12件で1番多い。自営業が8件、会社員、専業主婦、その他が4件ずついる。アルバイトが1件いる。公務員、学生の回答者はいない。

表4 職業

職業	若い年代	割合	それ以外の年代	割合
会社員	3	50%	4	12%
自営業	0	0%	8	24%
公務員	1	17%	0	0%
専業主婦	0	0%	4	12%
農業従事者	0	0%	12	36%
アルバイト	0	0%	1	3%
学生	2	33%	0	0%
その他	0	0%	4	12%

3) 居住地の選択理由 (複数選択可)

表5は回答者の居住地の選択理由を年代別で比較したものである。若い年代は出身地であるという回

答者が6件で1番多い。親、兄弟が近くに住んでいるが1件いる。それ以外の年代も出身地であるという回答者が27件で1番多い。その他が7件、地価が安い、景観が良い、地価が安い、利便性が良い、周辺環境が良い、子育て環境が良い、福祉や介護の環境が良い、親、兄弟が近くに住んでいる、親戚が近くに住んでいるが1件ずついる。

表5 居住地の選択理由

居住地の選択理由	若い年代	割合	それ以外の年代	割合
出身地である	6	100%	27	82%
仕事の都合上	0	0%	0	0%
景観が良い	0	0%	1	3%
地価が安い	0	0%	2	6%
利便性が良い	0	0%	0	0%
周辺環境が良い	0	0%	0	0%
子育て環境が良い	0	0%	1	3%
福祉や介護の環境が良い	0	0%	0	0%
親、兄弟が近くに住んでいる	1	17%	1	3%
親戚が近くに住んでいる	0	0%	1	3%
コミュニティが形成されている	0	0%	0	0%
その他	0	0%	7	21%

4) 育った地域

表6は回答者の育った地域を年代別に比較したものである。若い年代は豊橋市神野新田町の回答者が6件いる。それ以外の年代は豊橋市神野新田町の回答者が26件で1番多い。豊橋市清洲町、豊橋市老津町、豊橋市菰口町、豊橋市牟呂町、豊橋市向山西町、新城市中宇利、豊川市一宮町が1件ずついる。

表6 育った地域

育った地域	若い年代	割合	それ以外の年代	割合
豊橋市神野新田町	6	100%	26	79%
豊橋市清洲町	0	0%	1	3%
豊橋市老津町	0	0%	1	3%
豊橋市菰口町	0	0%	1	3%
豊橋市牟呂町	0	0%	1	3%
豊橋市向山西町	0	0%	1	3%
新城市中宇利	0	0%	1	3%
豊川市一宮町	0	0%	1	3%

5) 居住地は津波災害に対して安全か

表7は居住地が津波災害に対して安全かという問を年代別に比較したものである。若い年代は危険だと思うの回答者が4件で1番多い。やや危険だと思うが2件いる。やや安全だと思う、とても安全だと思う、分からないという回答者はいない。それ以外の年代も危険だと思うという回答者が19件で1番多い。やや危険だと思うが12件、やや安全だと思う

が2件いる。とても安全だと思う、分からないという回答者はいない。

表7 居住地は津波災害に対して安全か

居住地は津波災害に対して安全か	若い年代	割合	それ以外の年代	割合
とても安全だと思う	0	0%	0	0%
やや安全だと思う	0	0%	2	6%
やや危険だと思う	2	33%	12	36%
危険だと思う	4	67%	19	58%
分からない	0	0%	0	0%

6) 引っ越しを考えているか

表8は回答者が引っ越しを考えているかを年代別に比較したものである。若い年代は考えてはいるが可能性がある、永住するつもりという回答者が3件ずついる。具体的に考えている、したいが具体的には考えていない、分からないという回答者はいない。それ以外の年代は永住するつもりで19件で1番多い。考えてはいるが可能性があるが5件、したいが具体的には考えていないが4件、分からないが3件、具体的に考えているが2件いる。

表8 引っ越しを考えているか

引っ越しを考えているか	若い年代	割合	それ以外の年代	割合
具体的に考えている	0	0%	2	6%
したいが具体的に考えていない	0	0%	4	12%
考えてはいるが可能性がある	3	50%	5	15%
永住するつもりである	3	50%	19	58%
分からない	0	0%	3	9%

7) 安否確認方法を決めているか

表9は回答者が安否確認方法を決めているかを年代別に比較したものである。若い年代はあまり決めていないという回答者が6件いる。全く決めていない、決めていない、具体的に決めていないという回答者が20件で1番多い。全く決めていないが11件、決めていないが2件、具体的に決めていないという回答者はいない。

表9 安否確認方法を決めているか

安否確認方法を決めているか	若い年代	割合	それ以外の年代	割合
具体的に決めている	0	0%	0	0%
決めている	0	0%	2	6%
あまり決めていない	6	100%	20	61%
全く決めていない	0	0%	11	33%

8) 津波災害を含めた防災・減災対策(複数選択)

表10は回答者の津波災害を含めた防災・減災対策を年代別に比較したものである。若い年代は非常

用食品などの備蓄、避難場所・経路の確認をするという回答者が4件ずついる。ハザードマップの確認、家具などの転倒、落下防止策、家族間での連絡方法の確認、消防団・自主防災組織の活動や地元で行われる防災訓練等の参加、特に対策していないが1件ずついる。それ以外の年代は避難場所、経路の確認をするという回答者が12件で1番多い。非常用食品などの備蓄、消防団・自主防災組織の活動や地元で行われる防災訓練等の参加、特に対策していないが11件ずついる。寝室に懐中電灯やスリッパ等を用意が7件、家具などの転倒・落下防止が6件、ハザードマップの確認が4件、家族間での連絡方法の確認が3件、その他が1件いる。

表10 津波災害を含めた防災・減災対策

津波災害を含めた防災・減災対策	若い年代	割合	それ以外の年代	割合
非常用食品などの備蓄	4	67%	11	33%
避難場所、経路の確認	4	67%	12	36%
ハザードマップの確認	1	17%	4	12%
寝室に懐中電灯やスリッパ等を用意	0	0%	7	21%
家具などの転倒、落下防止策	1	17%	6	18%
家族間での連絡方法の確認	1	17%	3	9%
消防団・自主防災組織の活動や地元で行われる防災訓練等の参加	1	17%	11	33%
特に対策していない	1	17%	11	33%
その他	0	0%	1	3%

9) 今後災害ボランティアの参加したいか

表12は回答者が今後災害ボランティアに参加したいかを年代別に比較したものである。若い年代はやや参加したくないという回答者が3件で1番多い。参加したくないが2件、やや参加したいが1件いる。参加したいという回答者はいない。それ以外の年代はやや参加したいという回答者が17件で1番多い。参加したくないが12件、やや参加したくないが3件、参加したいが1件いる。

表12 今後災害ボランティアに参加したいか

今後災害ボランティアの参加したいか	若い年代	割合	それ以外の年代	割合
参加したい	0	0%	1	3%
やや参加したい	1	17%	17	52%
やや参加したくない	3	50%	3	9%
参加したくない	2	33%	12	36%

10) 豊橋市総合防災訓練の参加の有無

表13は回答者が豊橋市総合防災訓練に参加しているかを年代別に比較したものである。若い年代は参加していないという回答者が6件いる。参加している、ほとんど参加している、たまに参加している、あまり参加していないという回答者はいない。それ以外の年代はたまに参加しているという回答者が

15 件で 1 番多い。参加していないが 11 件、参加しているが 4 件、あまり参加していないが 3 件いる。ほとんど参加しているという回答者はいない。

表 13 豊橋市総合防災訓練の参加の有無

豊橋市総合防災訓練の参加の有無	若い年代	割合	それ以外の年代	割合
参加している	0	0%	4	12%
ほとんど参加している	0	0%	0	0%
たまに参加している	0	0%	15	45%
あまり参加していない	0	0%	3	9%
参加していない	6	100%	11	33%

11) 1 人で避難が困難な方がいる場所の把握

表 14 は回答者が 1 人で避難が困難な方がいる場所の把握をしているかを年代別に比較したものである。若い年代は把握していないという回答者が 6 件いる。把握している、大体把握している、少し把握しているという回答者はいない。それ以外の年代は把握していないという回答者が 13 件で 1 番多い。少し把握しているが 11 件、大体把握しているが 5 件、把握しているが 4 件いる。

表 14 1 人で避難が困難な方がいる場所の把握

1人で避難が困難な方がいる場所の把握	若い年代	割合	それ以外の年代	割合
把握している	0	0%	4	12%
大体把握している	0	0%	5	15%
少し把握している	0	0%	11	33%
把握していない	6	100%	13	39%

12) 普段のコミュニティ活動や自治会活動への参加

表 14 は回答者が普段のコミュニティ活動や自治会活動に参加しているかを年代別に比較したものである。若い年代はあまり参加していないという回答者が 5 件で 1 番多い。たまに参加しているが 1 件いる。参加している、ほとんど参加している、参加していないという回答者はいない。それ以外の年代はたまに参加しているという回答者が 14 件で 1 番多い。参加しているが 10 件、あまり参加していないが 6 件、参加していないが 3 件、ほとんど参加しているが 1 件いる。

普段のコミュニティ活動や自治会活動への参加

普段のコミュニティ活動や自治会活動に参加の有無	若い年代	割合	それ以外の年代	割合
参加している	0	0%	10	30%
ほとんど参加している	0	0%	1	3%
たまに参加している	1	17%	14	42%
あまり参加していない	5	83%	6	18%
参加していない	0	0%	3	9%

4. 考察とまとめ

本研究では、津波浸水被害想定が大きい地域の防災意識の現状が分かった。この地域で危険だと感じながら住み続けている理由としては、若い年代は育った地域であり、それ以外の年代は農業従事者が多いため容易に地域から離れることが出来ないことが考えられる。危険と感じながら住んでいる住民が多いが、津波被害に対してあまり対策をしていない住民も多いことが分かった。若い年代に限らず、地域全体の防災意識が低いことが分かった。これらの理由としては、この地域では大きな地震が起きていないことが要因であると考えられる。津波被害を軽減させる共助の面では、若い年代が中心となって動くことが大切であるが、この地域では、若い年代の居住地が一極集中している部分があると考えられ、さらに若い年代の回答者は、どこに一人で避難が困難な方が住んでいるか把握していない回答者が多いため、共助の面が弱いと考えられる。また、今後災害ボランティアに参加したいかという問に対しては、参加する意欲が低く、防災訓練の参加率も低いことが分かった。それ以外の年代は参加の意欲が高く、若い年代の共助の意識の低さが目立つ。これらのことから、共助の強化という面では、特に若い年代の防災意識の向上が必要不可欠である。防災意識の向上に加え、若い年代の居住地を地域に分散させる必要がある。津波災害を含めた防災・減災対策の間に対しては、若い年代もそれ以外の年代もハザードマップの確認を行っている回答者が圧倒的に少ない。また、避難場所に不満を持っている住民もいるので、避難場所の設備、避難場所の数を増やすなどの改善をすることも必要である。さらに、個別避難計画の作成をし、ソフト対策のハザードマップと合わせて住民に共有することで、津波被害の軽減に役立てることができると考える。

参考文献

- 1) 福田清乃, 村尾 修, 熊谷良雄: 水害常襲地域における住民の防災意識の風化に関する研究, 地域安全学会梗概集, No.12, pp.35-38, 2002 年 11 月
- 2) 豊橋市ホームページ: 防災危機管理課, 防災マップ (ハザードマップ), ちずみる豊橋
<https://www2.wagmap.jp/toyohashi/G0303A> (参照 2022-01-06)

高速道路における新たな点検技術の費用便益分析

EC17026 清水 翔太

1. はじめに

現在、全国で様々なインフラ構造物が管理されているが、古い基準で設計された構造物を中心として、健全性の低下が明らかになってきている。そのいずれも維持管理を目的とした定期点検が義務付けられているが、部分的な補修を行っても健全性を引き上げることが困難になってきており、今後も損傷が飛躍的に増加することが想定される。

全体の半数以上が高齢化構造物となると予測されている状況に加え、技術者の数が管理する橋梁の数に対して圧倒的に少ないことから、新たな点検技術の必要性が期待されている。この事態を改善するために、西日本高速道路株式会社では、新たなコンクリート構造物点検システム「Auto CIMA」¹⁾の開発を行っている（図 1）。Auto CIMA では、地上作業による安全性の確保や、自動撮影と貼り合わせ技術による効率化、画像処理による自動ひび割れ検出等が可能であり、近接目視点検と併用、または単体利用することで、従来の点検効率を上回ることが期待されている（図 2）。



図 1 Auto CIMA

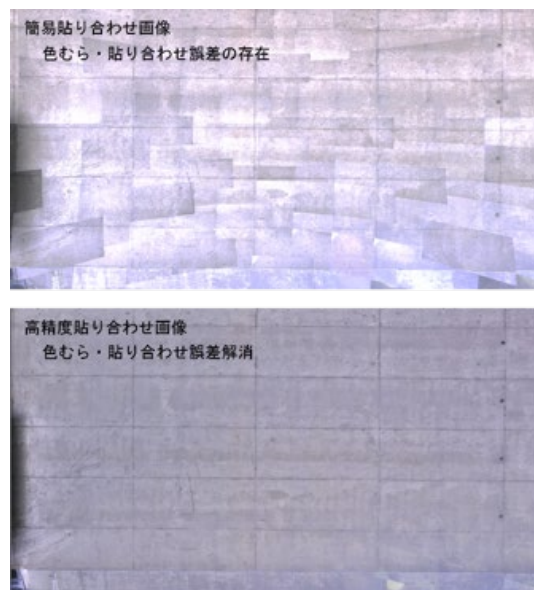


図 2 高精度貼り合わせ画像

2. 研究目的および研究対象

本研究は、従来の方法で行われた近接目視点検において、開発段階である「Auto CIMA」を使用した場合を想定し、事業者側（会社）また、それらによって便益を得る利用者側（管理者等）の観点から、費用便益を比較することを目的とする。

2.1 調査対象

各点検方法の調査対象工事を以下に示す。

- ・ 従来工法：川宮駅高架橋（近接目視点検、橋長 129m、有効幅員 7.8m、架設年度 2000 年）²⁾
- ・ Auto CIMA：実験場の PC 橋（近接目視点検、撮影範囲の橋長 12.7m、有効幅員 6.7m）

2.2 比較項目

以下の項目について調査し、比較する。

- ・ 事業者側の比較項目：費用（コスト）
- ・ 事業者側・利用者側双方の比較項目：工期
- ・ 利用者側の比較項目：撮影と記録機能・ひび割れ検出機能

なお、川宮駅高架橋の実験データは、ヒアリング調査によるデータである。実験場の PC 橋のデータは、既存の調査資料を参考にする。

3. 比較方法

3.1 コスト

コストについては、1)機材価格、2)規制費用、を比較する。

1) 機材価格

Auto CIMA においても、従来工法で使用していた道具が必要であり、ここでは追加で必要となるカメラ等の増額分で比較する。主な仕様³⁾・価格は以下の通りである。合計 1,226,982 円となる。

- ・ カメラ (Nikon D4) : 448,000 円
- ・ レンズ (Nikon 200mm ズームレンズ) : 585,580 円
- ・ レーザー測距計 : 7689 円
- ・ 電動雲台 : 13,000 円 (推定)
- ・ 制御用 pc : 150,000 円 (推定)
- ・ 三脚 : 22,713 円 (推定)
- ・ ソフトウェア (価値化不可能)

2) 規制費用

従来工法の近接目視点検と Auto CIMA の点検を比較すると、所要時間に 0.75 倍の差があるため、それに伴い人件費・機材費などの規制費用も 0.75 倍に減額すると考える。

3.2 工期

調査対象工事の概要は以下である。

- ・ 川宮駅高架橋：橋長 129m、有効幅員 7.8m、規制期間 1 日間
- ・ 実験場の PC 橋：撮影範囲の橋長 12.7m、有効幅員 6.7m、規制無し

点検方法は、近接目視で行うことが基本であり、必要に応じて触診や打音等の非破壊検査などと併用して行うこととされている。ここでは、Auto CIMA の性能と比較するために、近接目視のみで点検が行われたと想定して、工期を推計する。

川宮駅高架橋での点検は、点検面積 1006 m²に対して、点検時間が 4 時間であることから、1 時間あたりの点検面積は 251 m²/h となる。

実験場の PC 橋での点検は、点検面積 85 m²に対して、点検時間が 15 分であることから、1 時間あたりの点検面積は 340 m²/h となる

以上より、川宮駅高架橋で Auto CIMA を使用する場合では点検面積 1006 m²に対して、1 時間あたりの点検面積が 340 m²/h であることから、点検時間は 3 時間と推計できる。

3.3 利用者側の比較項目

利用者側の比較項目は、1) 撮影と記録機能、2)ひび割れ検出機能、である。

1) 撮影と記録機能

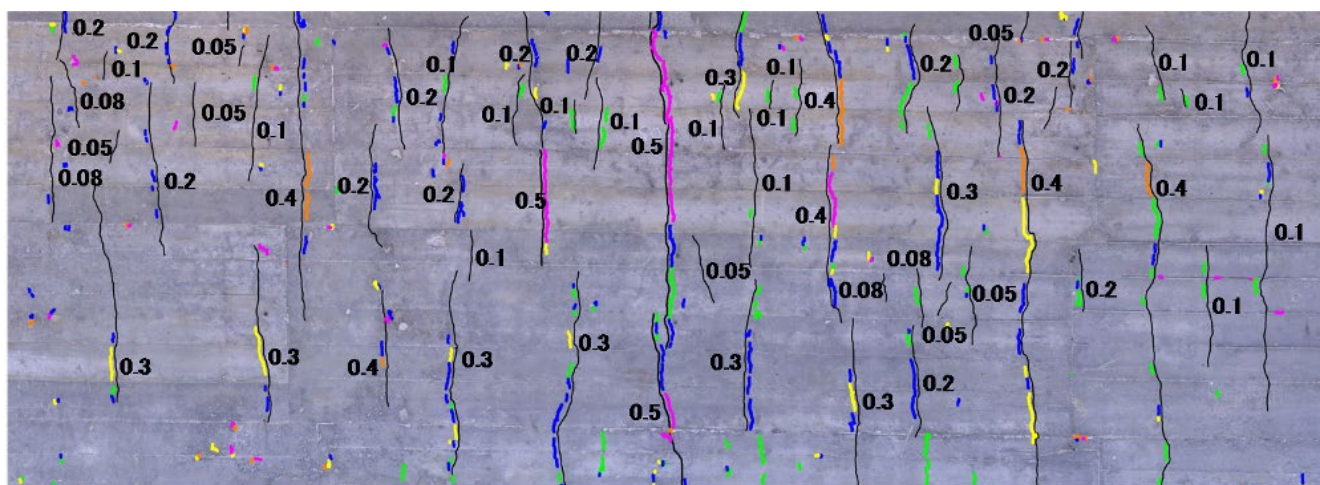
Auto CIMA には、高度貼り合わせ技術がある。そのため、従来の近接目視点検に見られる、記録が手書きの場合に客観性がないこと、詳細な作業であるため工数を必要とすること、記録管理が煩雑になりやすい、などの問題に対して、近接目視点検を効率的に作業できるようにサポートすることができる。

従来の点検方法における撮影と記録にかかる時間を調査することはできなかったが、Auto CIMA の撮影と記録にかかる時間当たりの面積は以下の通りである。

$$85 \text{ m}^2/15\text{min}=340 \text{ m}^2/\text{h}$$

2) ひび割れ検出機能

Auto CIMA では、高度貼り合わせ画像に対して、ひび割れの自動検出を実施することができる（図 3）。ひび割れ検出の精度は、0.2mm 幅以上のひび割れを自動検出、近接目視点検に比べて 80%程度のひび割れ認識である。



: 目視点検ひび割れ
 : 0.2mm未満
 : 0.2mm以上0.3mm未満
 : 0.3mm以上0.4mm未満
 : 0.4mm以上0.5mm未満
 : 0.5mm以上

	0.2mm未満	0.2mm以上 0.3mm未満	0.3mm以上 0.4mm未満	0.4mm以上 0.5mm未満	0.5mm以上
目視延長（全幅対象）	12,0904	7,120	7,593	7,921	3,342
目視延長（0.2mm以上対象）	-	3,850	5,770	6,125	3,240
自動検出延長	2,628	3,111	4,791	5,294	3,033
自動検出率（全幅対象）	22%	44%	63%	67%	91%
自動検出率（0.2mm以上対象）	-	81%	83%	86%	94%

図 3 自動ひび割れ検出機能の精度

従来の点検方法における記録管理を客観的に調査することはできなかったが、自動で画像の貼り合わせや、ひび割れ検出を行うことができる。そのため、管理者にとって以下のメリットが挙げられる。

- ・ 橋梁資料が増えること
- ・ 点検結果の精度評価を行うこと
- ・ 損傷等の経過観測が容易になること

4. 費用便益分析

Auto CIMA は従来工法の道具も使用することから、機材費用は増額分で比較することとした。増額分は 1,226,982 円であり、近接目視のみで点検が行われたことを想定して工期を推計した結果、規制費用や工期は

0.75 倍となった。これが事業者側の費用や便益である。

利用者側の便益については、撮影と記録機能が利用でき、作業時間が短縮可能であること、また、ひび割れ検出機能においては、橋梁資料が増えること、点検結果の精度評価を行うこと、損傷等の経過観測が容易になることが挙げられる。このような便益要素が確認されたが、従来の点検方法における撮影と記録にかかる時間を調査することができず、また、従来の点検方法における記録管理を客観的に調査することはできなかったため、費用便益分析において利用者側の便益を金銭換算することは断念した。

5. 「Auto CIMA」と従来点検方法の比較結果

コスト比較では、規制費用を削減し、工期を短縮できる一方で、機材価格は増額し、橋長が長いほど、メリットが得られる事が分かった。

利用者側の比較項目では、撮影と記録機能やひび割れ検出機能において便益が見込めることが分かったが、費用に対する金銭表現ができていないので、アカウントビリティに活用できない。

経済効果においては、増額分は 1,226,982 円となり、規制費用や工期は 0.75 倍となることが分かった。

6. 考察

工期の短縮がメリットとして挙げられたが、機材価格と合わせると事業者側のデメリットが目立つため、今回対象としている川宮駅高架橋のような橋長の短い区間では、Auto CIMA の使用は向いていないと考えられる。今まで通りの打音検査などは人が行わなければならない、撮影や記録機能が活用できる橋長が長い場合において適用し、従来の点検方法と併用することで、写真撮影、整理の省略を Auto CIMA が行うことで、効率化が実現すると考えられる。

7. まとめ

橋梁の維持管理を効率的に進めていくためには、構造物の変状を早期に発見し変状の進展過程を追跡することが重要である。本研究では、高速道路における新たな点検技術について、Auto CIMA と従来工法とを比較することで、Auto CIMA の便益について明らかにすることができた。費用や工期短縮の比較から、事業者側、利用者側双方にとってメリットのある点検方法であると言えるが、金銭換算できなかった管理者である利用者側の便益においては、技術不足の解消、変状の進展過程の追跡により、結果的にライフサイクルコストの削減につながることも期待できる。ひび割れ検出において見落としの可能性が少なく、客観性のある記録管理が行える Auto CIMA は、今後も様々な場面での活用が期待される。

謝辞

本研究を進めるにあたり、卒業論文指導教員の柴原准教授から多大な助言を賜りましたことに感謝を申し上げます。また、日頃のコミュニケーションを通じて、多くの知識や示唆をいただいた柴原研究室の皆様へ感謝いたします。

参考文献

- 1) NEXCO 西日本インベーションズ株式会社：超高精細画像を用いたコンクリート構造物点検システム (Auto CIMA) (参照 2020-12) , <https://w-nexco-inv.co.jp/tech/auto-cima/>
- 2) NEXCO 西日本インベーションズ株式会社：コンクリート壁面高解像度画像撮影システム (参照 2020-12) , <http://w-nexco-inv.co.jp/it/products/auto-cima.html>
- 3) 名古屋市緑政土木局道路建設部道路建設課：名古屋市道路橋維持管理計画 (参照 2020-12) , <https://www.city.nagoya.jp/ryokuseidoboku/cmsfiles/contents/0000018/18433/dourokyojikanrikeikaku.pdf>

南海トラフ地震における想定被害額の削減方法に関する研究

EC18017 鹿住 涼斗

1. 研究背景と目的

南海トラフ地震には、684 年の白鳳地震から 1946 年の昭和南海地震まで計 9 回の発生記録がある。表 1.1 に、過去に起こった南海トラフ地震の間隔年数を示す。約 100 年から 200 年周期で南海トラフ地震が繰り返されてきたことがわかる。前回起きた、1946 年の昭和南海地震から 2022 年現在まで 76 年の間隔が空いており、南海トラフ地震の発生確率は今後 30 年以内で 70%~80%と言われている¹⁾。

そこで本研究は、東日本大震災の被害額と対策案を参考に、南海トラフ地震においてどのような措置や対策をすれば想定被害額を削減させることができるのかを定量的に明らかにすることを目的とする。

表 1.1 過去の南海トラフ間隔年数¹⁾

年代	南海トラフで繰り返し起きた地震	前回の地震との間隔
684年	白鳳(天武)地震	
887年	仁和地震	203
1096年	永長東海地震	209
1099年	康和南海地震	3
1361年	正平(康安)東海地震	262
1361年	正平(康安)南海地震	0
1498年	明応地震	137
1605年	慶長地震	107
1707年	宝永地震	102
1854年	安政東海地震	147
1854年	安政南海地震	0
1944年	昭和東南海地震	90
1946年	昭和南海地震	2

2. 研究方法

国土交通省が公開している南海トラフ地震の被害想定をもとに算出した予想被害額から、対策案を実行した際に削減できる額を算出する²⁾。

さらに、対策のために掛かる費用を算出し、対策案がどの程度有効なのかを被害額の面から検証する。

3. 研究対象

本研究の対象地域は、日本全国とする。

4. 南海トラフ地震について

4.1 南海トラフ地震の概要

南海トラフ巨大地震は、フィリピン海プレートと

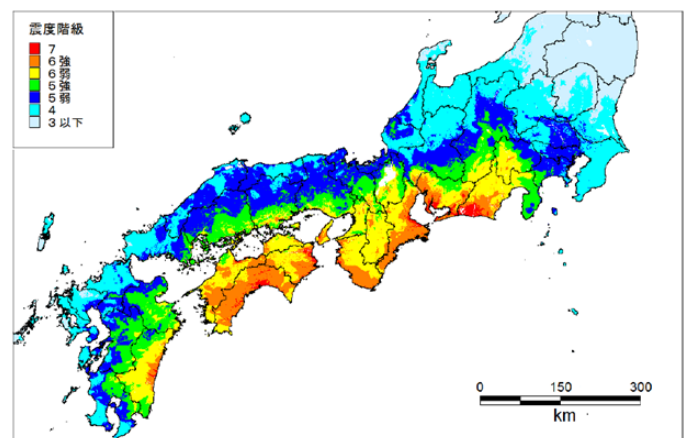
アムールプレートとのプレート境界の沈み込み帯である南海トラフ沿いが震源域と考えられている巨大地震である。時に超巨大地震となることもある。詳しくは南海トラフ沿いの巨大地震と呼ばれる³⁾。

2011 年 8 月に内閣府に設置された「南海トラフの巨大地震モデル検討会」が検討を行っている、南海トラフ沿いで発生すると想定される最大クラスの地震でも「南海トラフ巨大地震」と称されており、南海トラフ地震と略称されることもある。

4.2 南海トラフ地震で想定される震度や津波の高さ

政府の中央防災会議は、科学的に想定される最大クラスの南海トラフ地震(以下、「南海トラフ巨大地震」という)が発生した際の被害を想定している。

この被害想定によれば、南海トラフ巨大地震がひとたび発生すると、静岡県から宮崎県にかけての一部では震度 7 となる可能性があるほか、それに隣接する周辺の広い地域では震度 6 強から 6 弱の強い揺れになると想定されている(図 4.1)。また、関東地方から九州地方にかけての太平洋沿岸の広い地域に 10m を超える大津波の襲来が想定されている⁴⁾。



4.1 南海トラフ巨大地震の震度分布¹⁾
(強震動生成域を陸側寄りに設定した場合)

4.3 南海トラフ地震の被害想定

「基本ケース」は冬の深夜で平均風速の場合、「陸側ケース」は冬の夕方で風速が 8m/s の場合について提示している。冬の深夜は多くの国民が自宅で就寝しているケースであり、避難が遅れる危険性がある。

冬の夕方が一番火を使っている時間帯で火事になりやすいケースである。陸側ケースは最悪のケースと考えられる²⁾。以下に、各ケースの被害想定を示す。

＜基本ケースの被害想定＞

- ・ 揺れによる建物全壊棟数：62万7千棟
- ・ 液状化による全壊棟数：11万5千棟
- ・ 地震火災による焼失数：約5万棟

＜陸側ケースの被害想定（最悪のケース）＞

- ・ 揺れによる建物全壊棟数：134万6千棟
- ・ 液状化による全壊棟数：13万4千棟
- ・ 地震火災による焼失数：約8万棟

5. 被害の種類

5.1 経済被害

経済被害とは、地震など自然災害の影響を受けたことに対する被害額の合計のことである。経済被害は直接被害と間接被害の2つに分けられる。

＜直接被害＞

建物・構造物の物理的な損失を金額で表したものである。

(具体例)

- 住宅、家財
- 非住宅建物（オフィスビル等）、建物以外の償却資産、在庫資産
- ライフライン（電気、水道、下水道、通信、ガス）、交通施設、その他公共土木施設

＜間接被害＞

建物被害及び労働力の喪失等によって生じる経済活動の低下による損失を金額で表したものである。

(具体例)

- 生産設備や労働力の喪失に伴う売上高（生産額）・GDPの減少
- 交通機能の支障によって発生する経済活動ロス（時間コスト・事業の機会損失等）

5.2 二次被害

被災した産業や企業が資金や従業員の確保ができずに復旧できない、あるいは復旧に時間を要している間に他の地域や外国の企業に市場を失われることがある。また、漁港が被災して水揚げができなくなり、漁港の傍らにあった水産加工業が衰退し、連鎖して製品を消費市場に運んでいた運送業が衰退するように、取引相手や市場が被災したためにその地で事

業が成立しなくなるなどの産業自体が衰退してしまうことがある。

こうした被害を二次被害という。なお、二次被害から三次被害、さらに四次被害というようにさらに連鎖的に影響を受けることもある⁵⁾。

6. 想定被害額の分析

6.1 被害想定の数値化

経済的な被害は、あらゆる方面で様々な事象が想定されている。しかし、今回の被害想定においてこれら全てを数値化することは、以下の理由により困難であると言われている。

- 1) 変動要因が多種多様で因果関係が明確になっておらず、定量評価のために多くの仮定を積み重ねる必要があり、条件を仮定することすら困難であること。
- 2) 帰任災害における事例が少なく、定量評価手法の構築や妥当性の検討が困難であること²⁾。

そのため、数値化が可能な一部の項目に絞り、被害額を推計しなければならない。

6.2 被害想定を数値化する際の対象項目

表 6.1 に、数値化の対象としている項目を示す。

○：被害額として推計する項目

□：生産・サービス低下による影響の推計の際に生産関数で考慮している項目である。

表 6.1 数値化対象項目²⁾

		被害の様相	対象
民間部門	被災地	建物・資産の被災、喪失	○□
		生産・サービス低下による生産額の減少	○
	全国	失業者の増加	□
		東西間交通寸断に伴う機会損失	○
準公共・公共部門	被災地	経済中枢機能の低下	□
		サプライチェーン寸断による生産額の減少	□
	全国	ライフライン施設の被災	○□
		公共土木施設等の被災	○
		農林漁業関連インフラの被災	○
		なし	

6.3 南海トラフ地震の想定被害額

表 6.1 の項目に絞り、基本ケース及び陸側ケースの2種類の被害額が想定されている（図 6.1）²⁾。

基本ケースは検討のベースとなるものであり、想定被害額は合計で 97.6 兆円となる。

陸側ケースは被害が最大化したケースである。合計で 169.5 兆円の被害が想定されている。

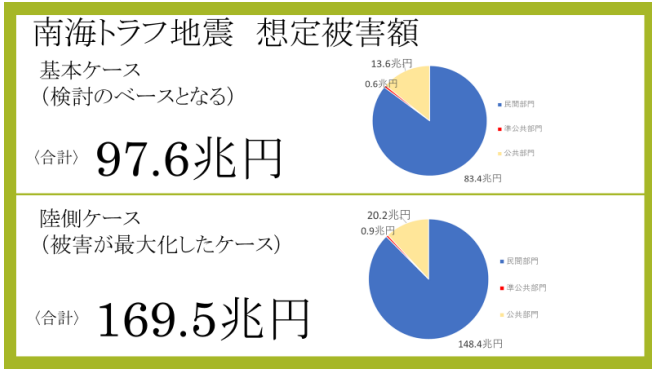


図 6.1 南海トラフ地震の想定被害額

6.4 東日本大震災の被害額内訳

表 6.2 に、東日本大震災の被害額内訳を示す。建築物の被害額が約 10 兆 4 千億円⁴⁾と最も大きいことから、より大規模な地震と予想される南海トラフ地震でも建築物崩壊による被害が大きいのではないかと予想されている。

表 6.2 東日本大震災の被害額内訳⁶⁾

項目	被害額
建築物（住宅・宅地、事務所、工場等）	約 10 兆 4 千億円
ライフライン施設（水道、ガス、電気等）	約 1 兆 3 千億円
社会基盤施設（河川、道路、下水道等）	約 2 兆 2 千億円
農林水産関係（農地、水産関係施設等）	約 1 兆 9 千億円
その他（文教施設、保険医療施設等）	約 1 兆 1 千億円
総計	16 兆 9 千億円

6.5 試算の仮定

南海トラフ地震における対策案の仮定を以下に示す²⁾。

- 1) 建物の耐震率化を 100%とする。
- 2) 急傾斜地崩壊危険箇所の対策整備率を 100%とする。
- 3) 電熱器具からの出火を防止する感電ブレーカー等の設置率を 100%とする。
- 4) 家庭用消化器の消火器材保有率の向上等による初期消化成功率の向上をする。

以上の対策案を実行した場合に削減できた被害額を図 6.2 に示す。

仮定した対策を実施すると、被害額が 169 兆円から約 89 兆円削減された 80.4 兆円（約 5 割減）という結果になる。

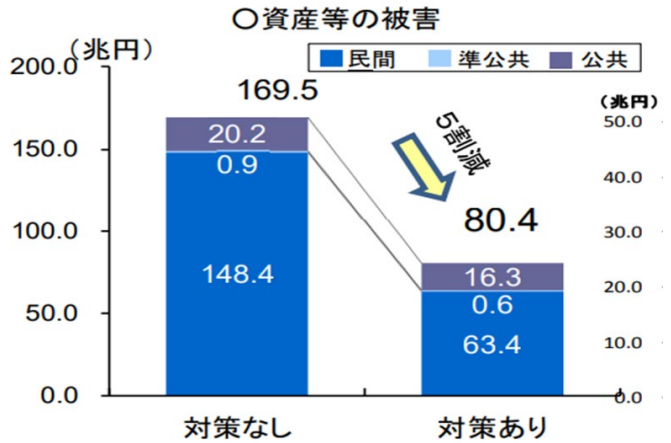


図 6.2 対策案を実行した場合の被害額の削減²⁾

6.6 対策案を実施するために掛かる費用の試算方法

対策案の実施により被害額が削減される一方で、実施のための費用を伴う。本節では、対策案の実施に掛かる費用を試算する。

1) 耐震化率を 100%にするために掛かる費用

[住宅の総戸数]×[普及未達成率]×[1 件当たりに掛かる平均工事費用]

$$= 4950 \text{ 万戸} \times 0.21 \times 150 \text{ 万円} \quad (\text{a})$$

[特定建築物の総棟数]×[普及未達成率]×[1 件当たりに掛かる平均工事費用]

$$= 41 \text{ 万棟} \times 0.20 \times 186 \text{ 万円} \quad (\text{b})$$

式(a)、式(b)で算出した費用の和が耐震化率を 100%にするために掛かる総費用となる。¹⁰⁾

2) 急傾斜地崩壊危険箇所の対策整備率を 100%にするために掛かる費用

[急傾斜地崩壊危険箇所総数]×[普及未達成率]×[1 カ所当たりの工事費用]

$$= 33 \text{ 万 } 156 \text{ カ所} \times 0.74 \times 1 \text{ 億 } 8000 \text{ 万円} \quad (\text{c})$$

3) 感電ブレーカー設置率を 100%にするために掛かる費用

[建築物総数]×[普及未達成率]×[1 件当たりの平均設置費用]

$$= 4991 \text{ 万件} \times 0.94 \times 6 \text{ 万円} \quad (\text{d})$$

6.7 算定結果

6.6 節の方法により、対策案を実行するために掛かる費用を試算した結果を以下に示す。

耐震化率を 100%にするために掛かる費用：

(a)+(b)=15 兆 7450 億円

急傾斜地崩壊危険箇所の対策整備率を 100%にするために掛かる費用：

(c)=43 兆 9768 億円

感電ブレーカー設置率を 100%にするために掛かる費用：

(d)=2 兆 8149 億円

よって、対策を実行するためには、総額 (a)+(b)+(c)+(d)=62 兆 5367 億円の費用が必要となる。

つまり、対策案を実行した場合に削減される被害額は、図 6.2 で示した約 5 割の減少被害額である 89 兆 1000 億円から 62 兆 5367 億円を差し引いた、26 兆 5633 億円と試算される。

7. 考察とまとめ

データと結果をもとに、どの対策を最優先で進めていくべきかを考察する。

まず、耐震化率を 100%にする対策の特徴として、普及率が 79%と一番高い一方で、コストが掛かり、しかも住宅の場合は個人の負担になってしまうというデメリットがある。ただし、条件により補助金が出るケースもある。

次に、急傾斜地崩壊危険箇所の対策については、普及率が 26%と決して高くはなく、コストは約 44 兆円と最大だが、個人の負担ではないという特徴がある。

感電ブレーカーの対策は、コストが低く、費用負担は比較的少ないという特徴があるものの、普及率は 6%と最低である。

以上の特徴を踏まえ、結論としては感電ブレーカー設置率を 100%にする対策を最優先で進めていくことを推奨する。理由は、普及率が低い分伸び代が大きいこと、低コストで負担も少なく短時間で設置が手軽にできること、さらに国からの助成金もあること、が挙げられる。

謝辞

最後に、本研究を進めるにあたり、ご指導を頂きました、卒業論文指導教員の柴原准教授に深く感謝いたします。また、日常的に知識を深める活動にご協力いただきました、柴原研究室のゼミ生徒の皆様にも感謝いたします。

参考文献

1) NHK:南海トラフ巨大地震 被害想定 死者 32 万人超, 災害列島 命を守る情報サイト (参照 2021-

11-10)

https://www3.nhk.or.jp/news/special/saigai/natural-disaster/natural-disaster_04.html

2) 中央防災会議 防災対策推進検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ：南海トラフ巨大地震の被害想定について（第二次報告）～経済的な被害～, 21p, 2013.3 (参照 2021-11-10)

http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taisaku_wg/pdf/20130318_shiryo3.pdf

3) フリー百科事典ウィキペディア：アムールプレート (参照 2021-11-21)

<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%A2%E3%83%A0%E3%83%BC%E3%83%AB%E3%83%97%E3%83%AC%E3%83%BC%E3%83%88>

4) 気象庁：南海トラフ地震で想定される震度や津波の高さ (参照 2021-11-21)

<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/nteq/assumption.html>

5) 名城大学：地震と日本人のこれから (参照 2021-11-21)

<http://www2.meijo-u.ac.jp/~onishi/keikis12/tokusyuu2.html>

6) 内閣府：東日本大震災における被害額の推計について (参照 2021-11-10)

<http://www.bousai.go.jp/2011daishinsai/pdf/110624-1kisyu.pdf>

7) 防災テック：南海トラフ地震の対策として政府が計画をしていること (参照 2021-11-10)

<https://bousai-tech.com/plan/nankaitorahu/>

8) 東京海上日動：地震のメカニズム, あしたの笑顔のためにー防災・減災情報サイト (参照 2021-11-21)

<https://www.tokiomarine-nichido.co.jp/world/egao/taio/earthquake/mechanism.html>

9) 福岡市：急傾斜地崩壊危険区域とは何か, 福岡市よくある質問 Q&A (参照 2021-11-21)

https://www.city.fukuoka.lg.jp/jutaku-toshi/machinami/qa/FAQ_Steep_Slope_01.html

10) 耐震改修ってどのくらいかかるの？ー国土交通省大臣指定耐震改修支援センター一般財団法人日本建築防災協会 (参照 2022-2-10)

[mokuzou_panf2021.pdf \(ishi-kjk.com\)](https://www.mokuzou-panf2021.pdf)

11) 第 3 章耐震化の現状と課題ー長岡市 (参照 2022-2-10)

<https://www.city.nagaoka.niigata.jp/shisei/cate01/file/taisin-plan-04.pdf>

グリーンスローモビリティを活用した環境対策の評価

EC18021 亀山 侑生

1. 研究の背景と目的

現在、世界各国で地球温暖化対策として CO₂ 排出量の削減に向けた取り組みが進んでいる。国土交通省によると、2019 年の CO₂ 総排出量は 11 億 800 万トンであり、中でも運輸部門における CO₂ 排出量は 2 億 600 万トン (18.6%) を占めている。また、自動車全体で運輸部門全体の 86.1% と高い割合を占めている。そのため、自動車全体の CO₂ 排出量の削減が運輸部門における地球温暖化の対策として必要である。自動車からの転換先の一つとして、「グリーンスローモビリティ」が注目を浴びている。このモビリティは自動車よりも運転が容易で高齢者も運転しやすく、高い導入ポテンシャルを有している。また、軽量・コンパクトであることから、道幅が狭く今まで公共交通機関を整備できなかった地域の足になることも期待されている。

そこで本研究は、自動車の CO₂ 排出量の削減を目的として導入されたグリーンスローモビリティの走行における CO₂ 排出量をガソリン車・ディーゼル車と比較し、グリーンスローモビリティがどれほど環境負荷の抑制につながるか分析する。その結果に基づき、グリーンスローモビリティの新たな導入先を提案する。

2. 研究方法

グリーンスローモビリティとして使用されている低速電動車とガソリン車・ディーゼル車の走行により発生する CO₂ 排出量を比較するため、低速電動車の対象車として eCOM-10 (シンクトゥギャザー)、ガソリン車・ディーゼル車の対象車としてハイエース通勤用 (TOYOTA 社)、キャラバン (NISSAN 社) の燃費の値をそれぞれのカタログ値から求める。

また、低速電動車のエネルギー源ある電気、ガソリン車・ディーゼル車の燃料であるガソリン・軽油の製造、燃焼時における CO₂ 排出量をそれぞれ環境省-電気事業者別排出係数²⁾、TOYOTA-ハイエース通勤用環境仕様書³⁾、NISSAN-キャラバン環境仕様書⁴⁾⁵⁾を参照し算定を行う。

そして最後に、既にグリーンスローモビリティが導入された地域を例に⁶⁾、新たな導入先を提案する。

2.1 グリーンスローモビリティについて

自動車による CO₂ 排出量の削減に向け製作された。主に観光地に導入され、地域が抱える様々な交通の課題の解決や低炭素型交通の確立が期待できる。

2.2 低速電動車について

低速電動車とは、時速 20 km 未満で公道での走行が可能な 4 人乗り以上の電気自動車である。特徴として、以下の点が挙げられる。

- 1) CO₂ 排出量が少ない電気自動車
- 2) 時速 20 km 未満なので観光にピッタリ
- 3) 速度制限で安全なため、高齢者でも運転が容易
- 4) 小型なため狭い道でも走行可
- 5) 窓がない解放さが楽しめる
- 6) 家庭用のコンセントから充電できる

3. 各種データと CO₂ 排出量算定結果

3.1 各車の燃費・CO₂ 排出量・乗用人数・使用燃料

表 3.1 に、本研究で比較する自動車の排気ガス (CO₂ 排出量)、乗用人数、使用燃料をまとめる。eCOM-10 の比較対象の乗用車として、乗用人数に大きな差がなく、送迎などで主に使用されているガソリン車・ディーゼル車の中から選定した。

表 3.1 比較対象車の排気ガス (CO₂ 排出量)、乗用人数、使用燃料

車種名	シンクトゥギャザー eCOM-10	NISSAN NV350キャラバン ワゴン	NISSAN NV350キャラバン マイクロバス	NISSAN NV350キャラバン マイクロバス	TOYOTA ハイエース コミュニーター	TOYOTA ハイエース コミュニーター
使用燃料	電気	ガソリン	ガソリン	軽油	ガソリン	軽油
燃費 (km/kWh) または (km/L)	4.35	8.1	8.6	11.2	9.5	11.8
CO ₂ 排出量 (g-CO ₂ /km)	0	287	270	231	244	219
乗用人数 (人)	16	10	14	14	14	14

3.2 燃料製造における CO₂ 排出量

表 3.2 に、各車走行時に必要な燃料を製造する際の CO₂ 排出量を示す。

表 3.2 使用燃料の単位あたりの CO₂ 排出量

使用燃料	電気	ガソリン	軽油
製造におけるCO ₂ 排出量 (kg-CO ₂ /kWhまたはkg-CO ₂ /L)	0.432 (kg-CO ₂ /kWh)	0.557 (kg-CO ₂ /L)	0.369 (kg-CO ₂ /L)

3.3 CO₂ 排出量の比較

図 3.1 に、eCOM-10 とその比較対象車の走行に伴う CO₂ 排出量を走行距離別に示す。5 万 km 走行した時、eCOM-10 の CO₂ 排出量は約 5106kg-CO₂ と算定された。

一方、その他の自動車では、CO₂ 排出量が一番少ないものでも、ハイエースコミュニーター (ディーゼル車) の約 12513kg-CO₂ であり、その差は 7407kg-CO₂ となった。

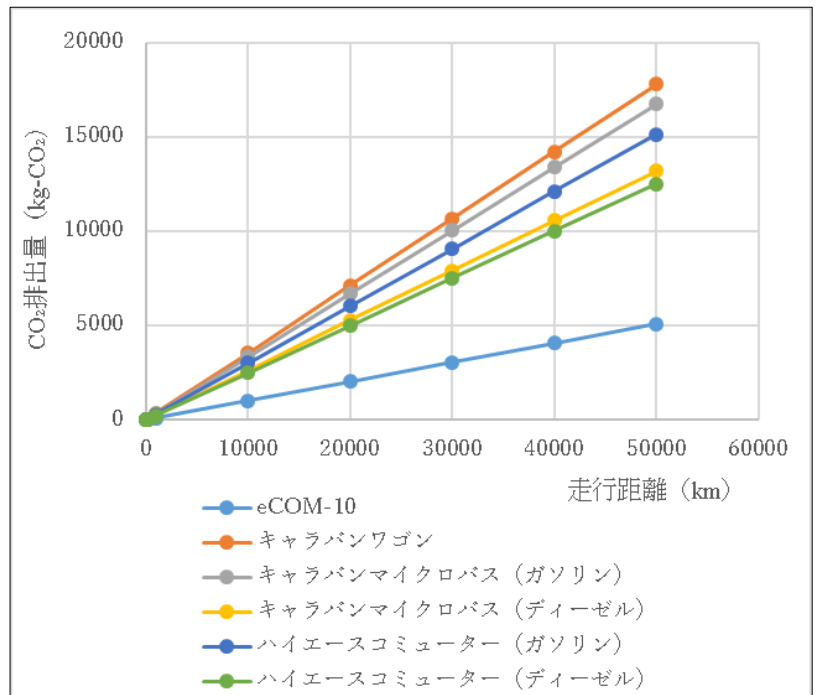


図 3.1 各車の CO₂ 排出量の走行距離に応じた比較

4. 導入先の提案

4.1 導入先

低速電動車の導入先として、静岡県焼津市の焼津駅から焼津さかなセンターまでを往復するグリーンスローモビリティを提案する。図 4.1 に、今回提案する焼津市の焼津駅から焼津さかなセンターまでの運行ルートを示す。



図 4.1 導入先と運行ルート

4.2 選定理由

選定理由として、既にグリーンスローモビリティを実施した約 100 カ所にも及ぶ地域の中で、静岡県沼津市で導入された沼津駅～沼津港間の運行を行った事例が成果を挙げており、その事例と走行距離、観光客数などの条件が非常に類似しているためである。

4.3 導入内容

具体的な導入内容として、平日 7 便、土日祝日 9 便の運行を行う。それに伴い必要な走行距離を表 4.1 に示す。運行期間は、沼津市と同様の 28 日間を想定し、その期間の CO₂ 排出量を比較する。

表 4.1 運行本数と走行距離

	運行本数	走行距離 (km)
平日	7 (往復)	28
土日祝	9 (往復)	36

4.4 予想される成果

図 4.2 に、今回提案する 1 ヶ月間の試験運用によって排出される CO₂ を算定した結果を示す。eCOM-10 では、1 ヶ月間の運用により 80.6kg-CO₂ が排出されることが分かる。また、比較対象車の中で CO₂ 排出量が一番少ない乗用車は、ハイエースコミューターのディーゼル車で 212.2kg-CO₂ となり、一番多い乗用車はキャラバンワゴンの 301.7kg-CO₂ となった。

この結果からも、CO₂ 排出量の観点からは、低速電動車である eCOM-10 が最も優れていることが分かった。

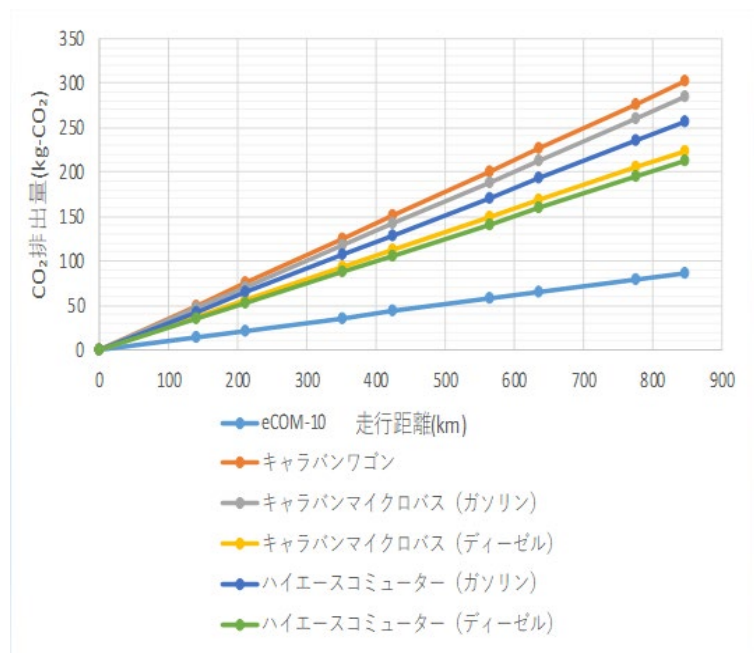


図 4.2 焼津市での導入による CO₂ 排出量比較

5. 考察

走行に伴う CO₂ 排出量の比較から、低速電動車はガソリン車、ディーゼル車に比べて CO₂ 排出量の削減割合が大きかった。このことから、グリーンスローモビリティという環境政策は環境負荷の抑制に繋がると考える。また、より多くの CO₂ 排出量を削減するためには、導入地域を増やしていく必要がある。ただしその一方で、地域によっては、航続距離や運行本数、運行ルートが一車線であるため渋滞が懸念されるといった問題点から導入の難しい観光地が多くあるというのが現状である。そのため、より多くの地域で導入を図るためには、低速電動車の航続距離の向上、充電時間の短縮、導入する地域に合わせた速度設定、などを可能にしていく必要があると考える。

6. まとめ

本研究では、日本の運輸部門が抱える CO₂ 排出量の問題を解決するためにつくられたグリーンスローモビリティという政策がどれほど環境負荷の抑制に繋がるかを走行に伴う CO₂ 排出量の観点からガソリン車、ディーゼル車と比較し、評価を行った。比較を行った結果、低速電動車は比較車両より 6 割以上の CO₂ 排出量の削減に繋がっていると算定された。この結果から、グリーンスローモビリティはたしかに環境負荷の抑制に繋がる政策であると評価できる。しかし、過去の走行実績からグリーンスローモビリティのデメリットとして、航続距離が短いこと、バッテリーの充電時間が長いこと、導入先に合わせて速度制限を変更できないこと、などが挙げられる。グリーンスローモビリティの拡充を目指すためにはこれらの問題を解決していく必要がある。

謝辞

最後に、本研究を進めるにあたり、ご指導いただきました、卒業論文指導教員の柴原准教授に深く感謝いたします。また、日常的に理解を深める活動にご協力いただきました、柴原研究室のゼミ生の皆様にも感謝いたします。

参考文献

- 1) 国土交通省：運輸部門における二酸化炭素排出- (参照 2021-9-10)
https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/sosei_environment_tk_000007.html
- 2) 環境省：電気事業者別排出係数 (参照 2021-11-10)
<https://www.env.go.jp/press/110373.html>
- 3) TOYOTA：ハイエースコンピューター環境仕様書 (参照 2021-12-20)
https://toyota.jp/pages/contents/hiacewagon/005_p_014/pdf/spec/hiacewagon_ecology_202004.pdf
- 4) NISSAN：NV350 キャラバン ガソリン車 (参照 2021-12-20)
https://www.nissan.co.jp/INFO/E_NOTE/NV350CARAVAN/index.html
- 5) NISSAN：NV350 キャラバン ディーゼル車 (参照 2021-12-20)
http://www.nissan.co.jp/INFO/E_NOTE/NV350CARAVAN_D/index.html
- 6) 環境省：グリーンスローモビリティ (参照 2021-12-20)
http://www.env.go.jp/earth/earth/ondanka/green_slow_mobility/index.html
- 7) 沼津市：沼津港の景観の現状と課題 (参照 2022-1-5)
https://www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ke-410/documents/s2_07sankou1.pdf

人口減少社会に対応した都市・居住空間の再編方法に関する研究

EC18023 河部 佑輝

1. 研究の背景と目的

日本は今、「人口減少・超高齢社会」を迎えている。2008年に始まった人口減少は今後加速的に進み、急激な人口減少・少子化、異次元の高齢化が進行することが予測されている（図 1.1）¹⁾。

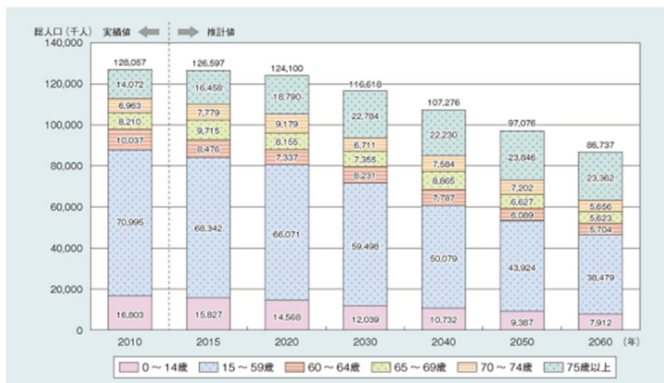


図 1.1 日本の人口推移¹⁾

このような状況の下、都市の市街地の空洞化、郊外の活力低下・衰退等の問題が生じている。また、国や地方の財政余力が低下する中、公共サービスの維持が困難になりつつあるとの指摘もされている。

本研究では、人口減少による中心市街地の空洞化を改善し、街なか居住の回復、地域の生活空間を維持・改善するための具体的な方法について提案していく。

具体的には、以下の項目を提案していく。

- ①(1) 街なかの駐車場に代わる土地活用の必要性
- (2) 定期借地権を用いた低層住宅導入の検証
- ② 空家・空き地の管理と空間改善

2. 研究の枠組み

2.1 研究対象の概要

本研究では、提案項目ごとに対象都市を以下の通り設定する。

- ①(1) 愛知県名古屋市
- (2) 愛知県名古屋市
- ② 愛知県津島市

2.2 研究方法

名古屋市の定期借地権付きマンションと通常のマンション（土地所有）の価格を比較する。また、土地所有者の年間収益（駐車場・高層マンション・中層マンション・低層マンション）を算出し、比較する。

空家・空き地の空間改善については、津島市の最も空き家率が高い旧市街地（図 2.1）²⁾で現地調査を行い、自らの目で現状を把握・将来予測し、空間改善のパターンのか例をいくつか示す。



図 2.1 津島市の各区域における空家等の状況²⁾

3. 研究結果

3.1 街なかの駐車場に代わる土地活用の必要性

表 3.1 より、手間のかからない土地活用の方法として、駐車場の評価されていることが分かる。現状ではこれに代わる有効な土地利用の方法が見出せていないとも言える。こうした現状に対して、駐車場に代わり得る土地活用の方法として、借地権を利用し、土地を保有したまま住宅供給を行うことができれば、街なか居住を促進し、中心市街地の活性化にも大きく寄与できると考えられる。

現状では、散発的に中高層マンションが建設されており、街並みの景観を乱して、周囲からの反対もあり問題化している。そのため、都市の中心市街地で

は、その土地に相応しい景観の調和に配慮した低層の住宅モデルが望まれる。

表 3.1 おすすめの土地活用ランキング³⁾

順位	活用種類
1位	駐車場経営
2位	賃貸住宅経営
3位	事業用借地
4位	老人ホーム経営
5位	太陽光発電
6位	土地信託

3.2 定期借地権を用いた低層住宅導入の検証

通常に分譲方式と比べると、最終的に土地が残らないため、定期借地権付き住宅が成立するのは、8割以下の価格であると一般的に言われている。

また、定期借地権住宅が成立するのは、対分譲比率が80%以下とも言われているが、これに当てはまるのは、図 3.1 より低層住宅のみであることが分かる。

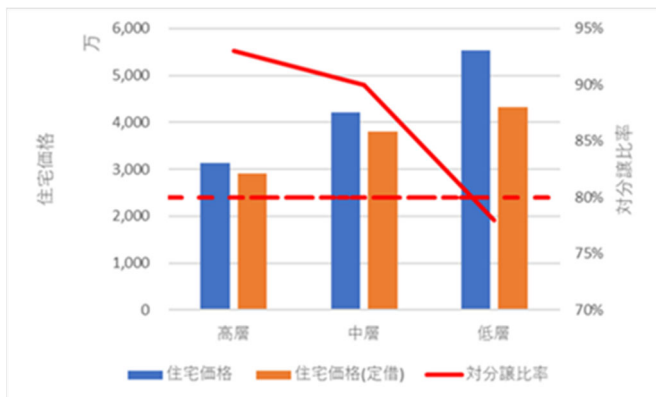


図 3.1 名古屋市における定期借地権付き住宅と通常に分譲マンション価格の比較

このことから、低層の定期借地権付き住宅は、通常に分譲マンションと比較すると割安感があるため成立する可能性がある。また、土地所有者の収益性⁴⁾⁵⁾についても、計算の結果、低層の住宅の場合は駐車場経営と同等の収益性が確保できている (図 3.2)。

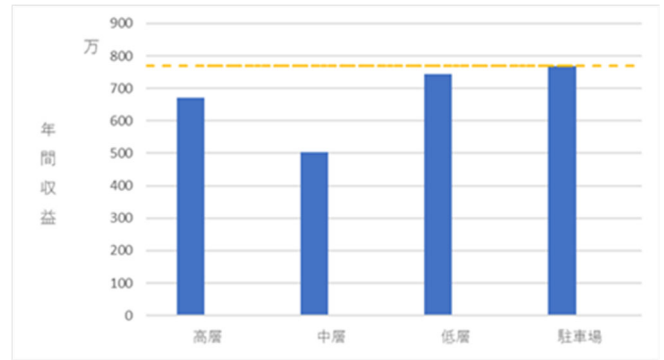


図 3.2 土地所有者の年間収益

3.3 空家・空き地の管理と空間改善

3.3.1 空家・空き地の適切な管理

空き家の多くは管理が不十分で劣化が進んでいるものが多く、周囲の住環境を著しく害している。空き地も敷地の排水処理が不十分なため雨水が浸透し、擁壁に負担がかかっており、劣化が進んでいる。これらは放置しておく危険性が進行するだけでなく、犯罪や青少年の非行の温床ともなる可能性がある。

このような老朽空き家や未利用空き地については、その情報を管理し、補修等による改善や、隣地との合筆などによる活用手法を提案する役割を担う仕組みが求められる。

3.3.2 菜園利用の普及・啓発

菜園は、住民の生きがいの場・触れあいの場だけでなく、維持管理の滞りがちな空き地の最適な管理手法としても位置づけられ、緑化によって住環境を改善する効果も期待できる。

また、景観が良くなるだけでなく、ヒートアイランド現象や都市型洪水といった環境問題の緩和にも役立つ。

3.3.3 改善パターンの検討

空家や空き地の管理が不十分で劣化が進んでいる地域の空間改善を行う方法として、図 3.3 のような基本的な改善パターンを想定した。この基本的な改善パターンを活用し、津島市の特性に応じた空家・空き地の活用方法を検討し、津島市の空間改善を行う。

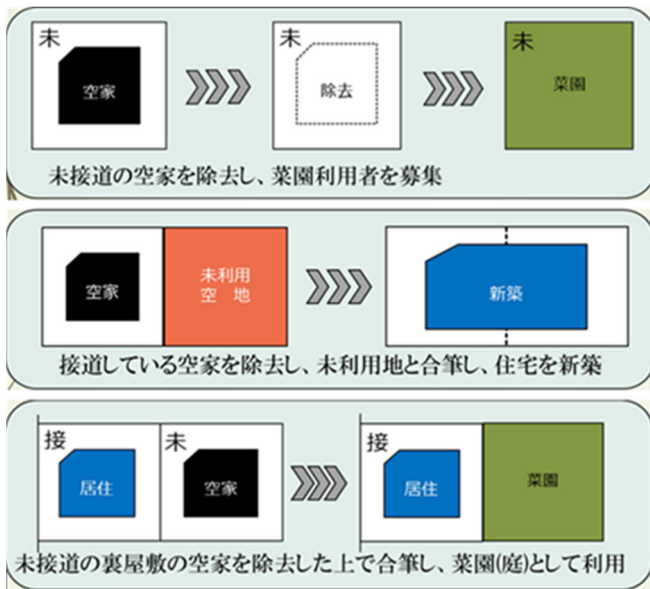


図 3.3 基本的な改善パターン

3.3.4 具体箇所による空間改善

津島市の現状把握と将来予測に基づき、図 3.3 の基本的な改善パターンを活用しつつ、津島市としての将来の空間改善イメージを検討・提案する。

図 3.4 は、現在放置されている空家・空き地である。この旧市街地区では、高齢世帯が多く、その多くが老朽化した住宅に住んでいるため、将来的には今よりも更に空家が増加する恐れがある。そこで前述したいくつかの改善パターンを適用した場合のイメージを図 3.5 に示す。

こうした改善パターンを活用した空間改善によって、管理状態の悪い未利用地や戸数密度を減らし、住環境を改善できると考えられる。

4. 考察

名古屋市では、駐車場経営の収益が高い状況にある。現状では、収益が同等であれば土地の流動性などから駐車場経営が選択される可能性がまだ高いと考える。そのため国や自治体による支援制度の導入が必要と考える。

定期借地には一定の需要は期待できるものの、まだ定期借地に関する認識は低いと考えられる。そのため、需要側と供給側をつなぐ仕組みと普及・啓発が必要であると言える。

空家が増えていくということは、地域の活力低下に繋がっていくのではないかと考えられる。また、住み続けたいと思わせる魅力も薄れていくとも言える。このような事態を防ぐために、市の魅力を向上させる空家活用を通じた取り組みを行うことが必要だと考えられる。

5. まとめ

本研究では、景観に相応しい低層住宅の導入や空家・空き地についてその再編方法について点案を行った。このような地域の生活空間の維持・改善を効果的に進めていくためには、その推進を担っていく地元の組織体制づくりが欠かせないと考えられる。また、そのような、組織づくりを有効的に活用し、展開していくことが、人口減少下の住まい・まちづくりにおいて有効に作用すると考えられる。



図 3.4 津島市の空間改善（現状放置）

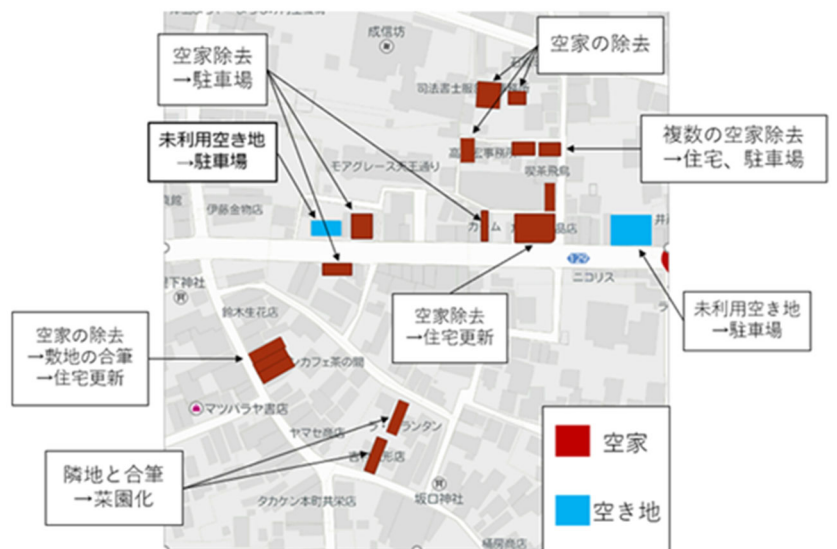


図 3.5 津島市の空間改善（将来予測）

謝辞

最後に、本研究を進めるにあたり、ご指導を頂きました卒業論文指導教員の柴原准教授に深く感謝いたします。また、日常的に理解を深める活動にご協力いただきました、柴原研究室のゼミ生の皆様にも感謝いたします。

参考文献

- 1) 内閣府：将来推計人口でみる 50 年後の日本（参照 2022-01-26）
https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2012/zenbun/s1_1_1_02.html
- 2) 津島市：津島市空家等対策計画，23p，2017.3（参照 2022-01-26）
<https://www.city.tsushima.lg.jp/shisei/machidukuri/akiyataisakukeikaku.files/akiyataisakukeikaku.pdf>
- 3) マイナビニュース：2022 年最新【土地活用おすすめランキング TOP9】（参照 2022-01-26）
<https://news.mynavi.jp/fudosan-toushi/16606>
- 4) 逆瀬川勇造：駐車場の利回り，相続会議ポータルサイト（参照 2022-01-26）
<https://souzoku.asahi.com/article/14215914>
- 5) HOME4U 土地活用：マンション経営の利回りってどのくらい？計算方法や注意点を詳しく解説（参照 2022-01-26）
<https://land.home4u.jp/guide/mansion-management-2-50>
- 6) 国土交通省：空き地対策の推進について（参照 2022-01-26）
<https://www.mlit.go.jp/common/001221285.pdf>
- 7) 鳥取市街なか居住推進調査研究会：土地利用に関するアンケート調査（参照 2022-01-26）
<https://www.city.tottori.lg.jp/www/contents/1238669163305/simple/common/other/49d55e84004.pdf>
- 8) OKAYAMA INTER PARKS：定期借地権とは（参照 2022-01-26）
http://www.rrr.gr.jp/mansion2/inter_parks/teisyaku/
- 9) 不動産の教科書：定期借地権のメリット・デメリット（参照 2022-01-26）
https://www.toshinjuken.co.jp/aichi_nagoya/?p=189

都市建設分野が取り組む SDGs の実態調査

EC18034 笹野 耕平

1. 研究背景と目的

都市建設分野は、人々の生活の基盤である住環境の提供やまちづくり、経済活動の基盤であるインフラ構築・整備、防災、衛生、省エネルギー、環境保護など、事業そのものが SDGs と直結する業界であり、17 の目標のあらゆる局面に大きく関わり、影響力を有していると言える。それゆえ、SDGs を牽引していくべき業界として期待されている。

そこで本研究では、土木業界の上場企業が SDGs の 17 目標にどの程度取り組んでいるのか実態調査することで、今後企業がどのように目標達成に貢献していけばよいのか、どのような対策があるのかを明らかにすることを目的とする。また、都市建設分野に最も関連が深い SDGs 目標 11 にどのように対応しているのか明らかにする。

2. 研究方法

各企業のホームページや CSR 報告書をダウンロードし、SDGs に関係している部分を抽出する。取り組み状況を SDGs の 1~17 目標ごとに表にまとめ、その結果をグラフ化し、どのような傾向があるか整理する。また、最も取り組みが多い目標に着目し、どのような取り組みが行われているか詳細に調査する。

3. 研究対象

本研究では、東証一部上場企業のうち、都市建設分野に関連する企業（ゼネコン、コンサルタントなど）のうち、SDGs に関する記載がある CSR 報告書を発行している 75 社を対象とする。

4. SDGs とは

SDGs は、「Sustainable Development Goals（持続可能な開発目標）」の略称で、2015 年 9 月、ニューヨークの国連本部で行われた国連サミットで採択された、国連 193 カ国が達成を目指す国際目標である。

対象年次は 2016 年から 2030 年までである。

4.1 SDGs の目標とターゲット

表 1 に SDGs の 17 目標を示す。貧困や飢餓、健康、教育、ジェンダー平等、近代的エネルギーへのアクセス、経済成長、包摂的かつ持続可能な産業化、気候変動、海洋資源・森林・生態系の保護、平和で包摂的な社会、持続可能な開発のためのグローバル・パートナーシップの活性化など、対象範囲は非常に幅広い。SDGs のロゴマークからも、目標の多様さが視覚的に分かる（図 1）。また、地球規模の問題を解決するために、「誰ひとり取り残せない」という共通理念のもと、目標を達成するためにより具体的な内容を示したターゲットが示されており、17 目標に対して 169 ターゲットが設定されている。



図 1 SDGs のロゴマーク

4.2 持続可能な開発とは

そもそも国連では、「持続可能な開発」を「将来の世代がそのニーズを満たせる能力を損なうことなしに、現在のニーズを満たす開発」と定義している。つまり、今だけでなく子供、孫といった先の世代までのことを考えた開発が求められている。また、持続可能な開発を実現するうえでは、相互に関連する経済成長、社会包摂性、環境保護という以下に示す 3 つの要素を調和させることが重要であるとされている。

- ① 経済成長：経済活動を通じて富や価値を生み出していくこと

表1 SDGs 目標1~17

目標1	あらゆる場所のあらゆる形態の貧困を終わらせる
目標2	飢餓を終わらせ、食糧安全保障および栄養改善を実現し、持続可能な農業を促進する
目標3	あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を促進する
目標4	すべての人に包摂的かつ公正な質の高い教育を確保し生涯学習の機会を促進する
目標5	ジェンダー平等を達成し、すべての女性および女児の能力強化を行う
目標6	すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する
目標7	すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する
目標8	包摂的かつ持続可能な経済成長及びすべての人々の完全かつ生産的雇用と働きがいのある人間らしい雇用（ディーセント・ワーク）を促進する
目標9	強靱（レジリエント）なインフラ構築、包摂的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進を図る
目標10	各国内および各国間の不平等を是正する
目標11	包摂的で安全かつ強靱（レジリエント）で持続可能な都市および人間居住を実現する
目標12	持続可能な生産消費形態を確保する
目標13	気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる
目標14	持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する
目標15	陸域生態系の保護、回復、持続可能な利用の推進、持続可能な森林の経営、砂漠化への対処、並びに土地の劣化の阻止・回復及び生物多様性の損失を阻止する
目標16	持続可能な開発のための平和で包摂的な社会を促進し、すべての人々に司法へのアクセスを提供し、あらゆるレベルにおいて効果的で説明責任のある包摂的な制度を構築する
目標17	持続可能な開発のための実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化する

- ② 社会的包摂：社会的に弱い立場の人も含め、一人ひとりの人権を尊重すること
 - ③ 環境保護：環境を守っていくこと
- これら経済・社会・環境の3つの要素に配慮し、将来世代に負担を残すことなく現代社会が発展していくことが持続可能な開発である。

して示した「プラネタリー・バウンダリー（地球の限界）」という概念があり、これをみると地球はすでにいくつかの点で限界に達しているとされている（図2）。

4.3 なぜSDGsを取り組まなければならないのか

人間が環境保護や人権に配慮せずに、利益を迫及して野放図な振る舞い続ければ、世界が立ち行かなくなる。利益だけを考えて森林をむやみに伐採すれば、環境は破壊され生物多様性はなくなり将来的に自然の恵みを享受出来なくなる。2019年8月にブラジル北部のアマゾンの熱帯雨林で過去最大規模の火災が発生したが、その一因は、「環境保護」よりも「経済成長」を優先したブラジル政府の政策にあるといわれている。地球環境に関しては、地球で人類が安全に活動できる範囲を化学的に定義し、定量化

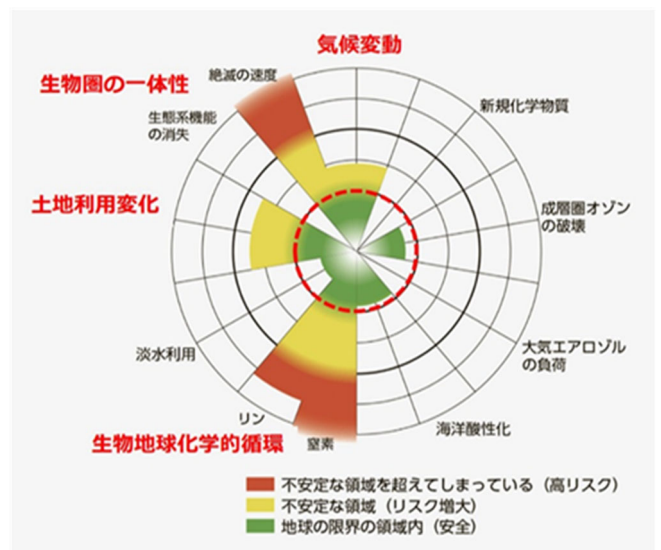


図2 プラネタリー・バウンダリー

また、経済成長の影でその恩恵を受けらず、不満を募らせる人が増えると、社会を不安定化させる要因になる。このようなことを放置すれば、めぐりめぐって世界経済に悪影響を及ぼす。「自分たちさえよければいい」では、結果的に自らの首を絞めることになる。SDGs は私達人類と地球を守るために達成しなければならない国際公約である。

5. 企業の取り組み状況の調査結果

都市建設分野に関連する東証一部上場企業のSDGs への取り組み状況を整理した結果を図 3 に示す。目標 11 の「包摂的で安全かつ強靱（レジリエント）で持続可能な都市および人間居住を実現する」が、75 社中 72 社と最も取り組みが多い。これは都市建設分野そのものに関連する目標であるからこそ、当然の結果であると言える。次に、目標 7、目標 8、目標 9、目標 12、目標 13 に関する取り組みが多い。これらの目標は、環境や経済に関する内容であり、比較的取り組みやすいと考えられる。一方で、目標 1、目標 2 はほとんどの企業が取り組んでいないことが分かった。これは、目標 1、目標 2 がすべての人の人権が尊重され、尊厳をもち、平等に、潜在能力を發揮できるように、また、貧困と飢餓を終わらせ、ジェンダー平等を達成し、すべての人に教育、水と衛生、健康的な生活を保障するなど、人間の根源に係る内容であることから、着手しづらいのではないかと考えられる。

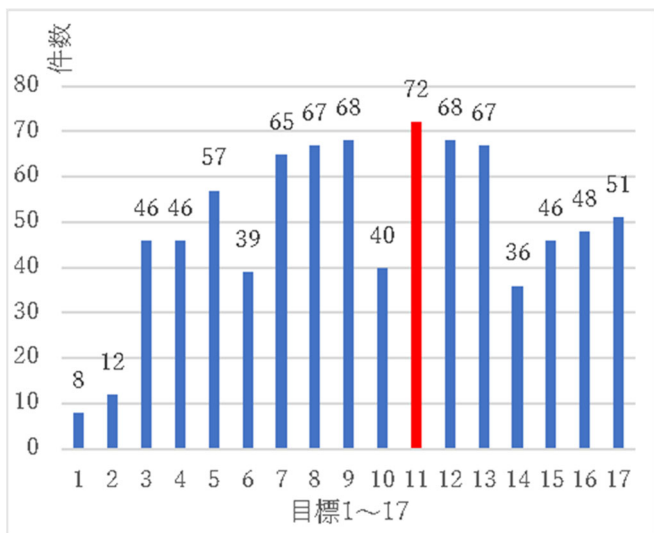


図 3 東証一部上場企業の SDGs への取り組み状況 (目標別)

図 4 に、都市建設分野の東証一部上場が一番取り組んでいる目標 11 に関して、どのターゲットについて取り組んでいるかを整理した結果を示す。

最も取り組みが多かったのは、11.6「2030 年までに、大気の水質及び一般並びにその他の廃棄物の管理に特別な注意を払うことによるものを含め、都市の一人当たりの環境上の悪影響を軽減する」であった。どの企業も廃棄物処理の仕方を工夫しているからであると考えられる。

次いで、11.7「2030 年までに、女性、子供、高齢者及び障害者を含め、人々に安全で包摂的かつ利用が容易な緑地や公共スペースへの普遍的アクセスを提供する」が多い。理由として、インフラ更新事業や市街地再開発への取り組み、社会貢献や各都市部の建物密集区域における公共スペースの割合の平均が高くなるように、企業が地域活動に率先して参加しているからだと考えられる。

3 番目に、11.5「2030 年までに、貧困層及び脆弱な立場にある人々の保護に焦点をあてながら、水関連災害などの災害による死者や被災者数を大幅に削減し、世界の国内総生産比で直接的経済損失を大幅に減らす」が多い。その理由として、事業継続計画 (BCP) の推進を通して、企業の自然災害等への強靱性や適応力の強化に取り組んでいるためだと考えられる。

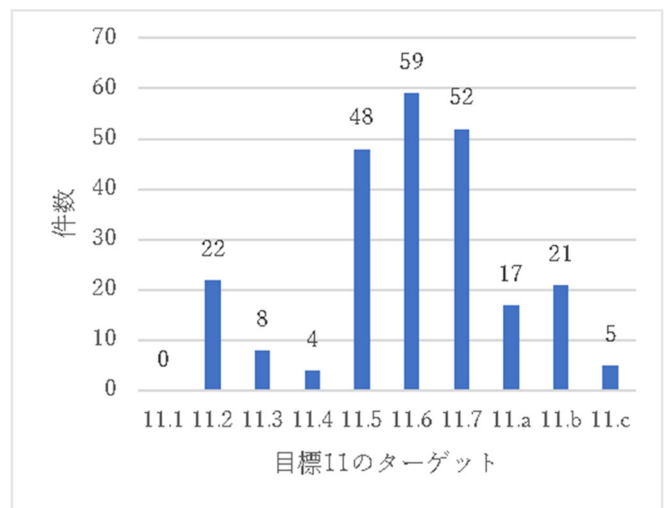


図 4 目標 11 への取り組み状況 (ターゲット別)

6. 考察

以上の結果から、都市建設分野が最も取り組みやすい目標 11 の中でも、取り組みやすいターゲットと

取り組みにくいターゲットがあると考えられる。

ターゲット 11.6 は都市建設分野にかかわらず廃棄物処理方法を工夫することで比較的取り組みやすいと考えられる。

また、ターゲット 11.5 は業継続計画（BCP）の推進を通じた、企業の自然災害等への強靱性や適応力の強化であるため、気候変動や感染症対策が必要な現在、取り組みは必須であると考えられる。

ターゲット 11.7 はインフラ更新事業や市街地再開発に関する取り組みであるため、社会貢献上も取り組むことが望ましい。

目標 11 は、人間生活の場そのものを対象としており、目標 7、目標 13 と密接な関係があり、及ぼす影響も大きい。また、それ以外の目標とも関連する項目であり、大きなビジネスチャンスをもたらすと同時にリスク項目でもあると言える。

7. まとめ

本研究では、都市建設分野が SDGs に対してどの程度貢献しているのか、またどの目標に着目して取り組んでいるのかを明らかにすることができた。目標 11 に取り組むことで、目標 7、目標 13 のような他の目標にも関係することがあることが分かった。

日本は地震や台風など、自然災害が多い国であるため、日頃から防災意識を高めておくことは、SDGs の「住み続けられるまちづくり」にも大きく役に立ち、地域を支える基盤のひとつにもなる。また、SDGs の全ての目標に対応する必要はなく、「できること」「できそうなこと」から取り組み、企業の持続可能性を考慮し、自社の事業に影響度が大きいものを選び出して、アクションする優先順位を決めて実行していくことが大切であると考えられる。

謝辞

最後に、本研究を進めるにあたり終始ご指導を頂きました卒業論文指導教員の柴原准教授に心より感謝いたします。また、助言等ご協力いただきましたゼミ生の皆様にも感謝の意を表します。

参考文献

1) 国際連合広報センター：SDGs（エス・ディー・ジェズ）とは？ 17 の目標ごとの説明，事実と

数字（参照 2021-12-22）

https://www.unic.or.jp/news_press/features_backgrounds/31737/

2) 外務省：JAPAN SDGs Action Platform（参照 2021-12-22）

http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/about/doukou/page23_000779.html

3) 外務省：我々の世界を変革する：持続可能な開発のための 2030 アジェンダ（参照 2021-12-22）

<http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/files/000101402.pdf>

4) TOYOINK: SUSTAINABILITY（持続可能な社会のためにできること）（参照 2021-12-22）

<https://www.toyoink1050plus.com/sustainability/sdgs/>

5) 厚生労働省：CSR（企業の社会的責任）（参照 2021-01-10）

<https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudouseisaku/csr.html>

6) 相模原市：5 つの P とは？5 つの P を知れば SDGs が目指す世界がイメージできる！（参照 2021-12-20）

<https://sdgs.city.sagamihara.kanagawa.jp/sdgs-5p/>

7) IDEAS FOR GOOD：プラネタリー・バウンダリーとは（参照 2021-12-20）

<https://ideasforgood.jp/glossary/planetary-boundaries/>

8) バウンド，功能聡子，佐藤寛：SDGs 超入門，技術評論社 159p，2019

一宮 JCT の渋滞緩和の実現方法に関する研究： PA でのアンケート結果に基づく考察

EC18038 佐藤 颯太郎

1. 研究背景および目的

愛知県一宮市にある一宮 JCT は、名神高速道路と東海北陸自動車道が交わる交通の要衝であり、高速道路の中でも全国的に有数の交通渋滞スポットである。実際、通学時に一宮 JCT を利用すると、交通渋滞に巻き込まれることがあり、時間をロスしてしまっていると感じられる。高速道路では、多くの自動車が 80 km/h～100 km/h で走行している。そのような高速域で走行している自動車は、すぐに停止することが難しく、交通渋滞によって、追突事故をはじめとする大事故が発生してしまう恐れがあり、大変危険である。

そこで本研究では、時間ロスの解消における経済活動の促進および交通事故防止の観点から、一宮 JCT の渋滞緩和の実現方法に関して、PA でのアンケート結果に基づき考察することを目的とする。

2. 一宮 JCT の実際の交通量

一宮 JCT では、平日の通勤ラッシュ時間帯を中心に慢性的な渋滞が発生する。実際にどの程度の自動車が当区間を通行するのか、2022 年 1 月 9 日(日)～15 日(土)の 1 週間における午前 8:00～午前 9:00 の 1 時間あたりの交通量を調査した。その結果を表 1 に、調査場所の写真を図 1 に示す。

土日祝のような休日は、物流のトラックや社用車といった自動車が少ない傾向にあり、交通量も 1500 台～2000 台前後にとどまっている。一方、平日では物流のトラックや社用車が多い傾向にあり、交通量も 3000 台前後を推移している。

現在の道路交通法における高速道路本線上の最高速度は普通自動車が 100 km/h、大型トラックが 80 km/h であり、大型トラックの交通量が増える平日は、必然的に高速道路上の交通の流れが悪くなるのではないかと推測することができる。

表 1 一宮 JCT における 1 時間あたり交通量 (2022 年 1 月 9 日～15 日)

午前8:00～午前9:00の一宮JCTの1時間あたりの交通量							
	1/9(日)	1/10(月)	1/11(火)	1/12(水)	1/13(木)	1/14(金)	1/15(土)
上り線	1412台	1541台	3036台	2480台	3005台	2725台	1876台
下り線	1453台	1727台	2934台	2726台	2987台	3026台	2011台

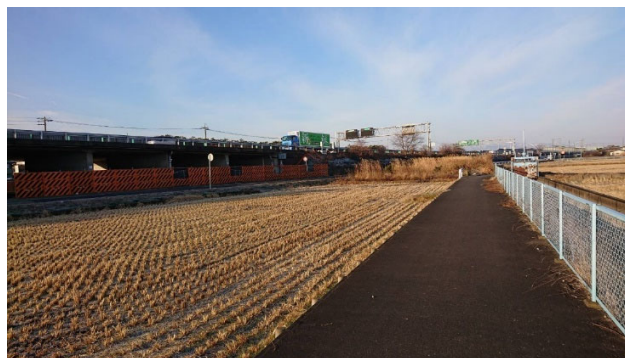


図 1 交通量調査の実施場所

一宮 JCT では、東海北陸自動車道と名神高速道路が交わり、名古屋方面や静岡方面、大阪方面や北陸方面からの自動車が 1ヶ所に集中する。そのため、交通量が大変多く、通勤ラッシュ時間帯になると、30 分程度動けなくなることもあった。

3. 現時点で取り組んでいる交通渋滞緩和策

3.1 ファスナー合流

ネクスコ中日本では、2019 年よりファスナー合流大作戦を実施している。ファスナー合流とは、高速道路の本線上に合流する際、加速車線の先端から 1 台ずつ交互に合流することを言う。1 台ずつ交互に合流する様子がファスナーのように見えることから、ファスナー合流と呼ばれている（図 2）。

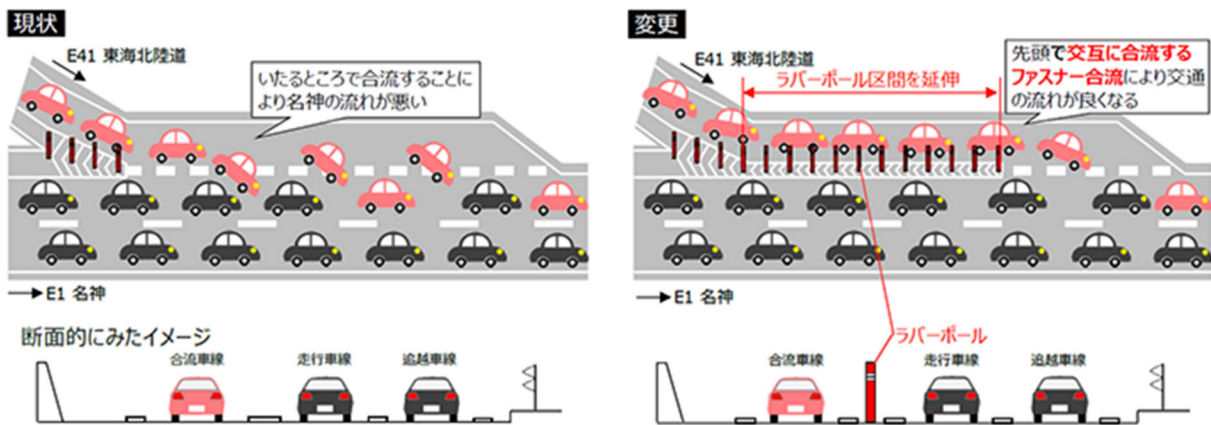


図 2 ファスナー合流のイメージ図

3.2 一宮 IC～一宮 JCT 間の 6 車線（片側 3 車線）化

ネクスコ中日本は 2021 年 12 月 22 日、名神高速道路の一宮 IC～一宮 JCT 間の 6 車線（片側 3 車線）化工事に着手することを発表した。当区間では、朝夕の通勤ラッシュ時間帯を中心に交通渋滞が慢性的に発生しているためである。工事に関しては、現行の道路幅を変更せず、車線幅や路肩幅を変更し、現行の 4 車線(片側 2 車線)から 6 車線(片側 3 車線)へと変更する。車線数を 6 車線にすることにより、1 車線の幅員が 3.60m から 3.25m へ狭まる。同様の交通渋滞対策工事を東名高速道路の音羽蒲郡 IC～豊田 JCT で実施した結果、交通渋滞回数が工事前と比較して約 9 割削減されたため、当区間においても大きな交通渋滞削減効果が期待できると考えられる。

4. PA でのアンケート調査（ヒアリング）内容

一宮 JCT に近いサービスエリアやパーキングエリアを訪問し、実際の利用者に対してアンケート調査（ヒアリング）を実施する。実際の利用者がどのように感じているかを調査するためである。レジャー目的の車の運転手よりもトラックやバス運転手といった職業運転手の方が、交通渋滞の現状や知識が豊富であると考えられるため、職業運転手を中心にヒアリング調査を実施する。第 1 回の調査結果を図 3～図 10 に示す。

ヒアリング内容を以下に示す。

<ヒアリング項目>

- ① 性別：男、女 択一式
- ② 年齢：10代、20代、30代、40代、50代、60代以上 択一式
- ③ 高速道路の利用目的：仕事、レジャー、その他() 択一式
- ④ 高速道路の利用区間：()IC～()IC 記述式
- ⑤ 高速道路の利用頻度：毎日、週1回程度、月1回程度、年1回程度、ほとんど利用しない 択一式
- ⑥ 一宮 JCT が慢性的に交通渋滞が発生しているか：はい、いいえ 択一式
- ⑦ 実際に交通渋滞に巻き込まれた経験があるか (⑥ではいと回答した方のみ)：はい、いいえ 択一式
- ⑧ 交通渋滞緩和に有効だと考える緩和策：
交通渋滞区間の6車線化工事、迂回ルート建設、料金の割高設定、その他() 択一式
- ⑨ 自由記述 () 記述式

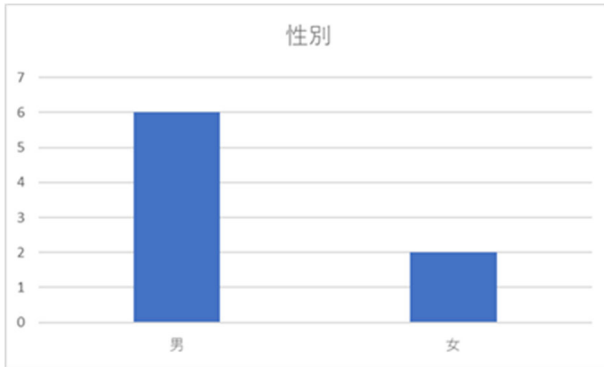


図3 第1回調査結果(性別)



図4 第1回調査結果(年齢)

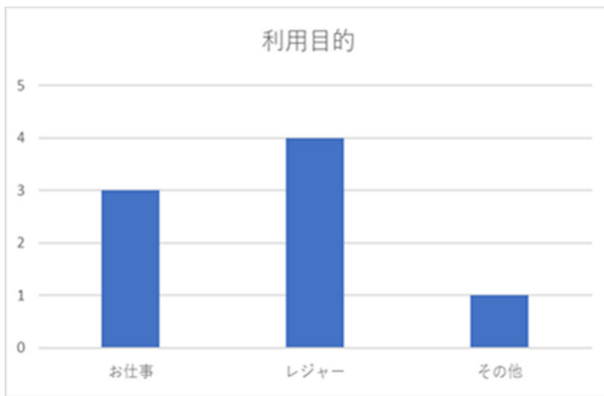


図5 第1回調査結果(利用目的)

利用区間
名古屋IC～大垣IC
浜松西IC～松本IC
駿河湾沼津スマートIC～関広見IC
豊川IC～美濃IC
名古屋IC～多治見IC
横浜町田IC～米原IC
静岡方面～彦根IC
豊田IC～岐阜羽島IC

図6 第1回調査結果(利用区間)

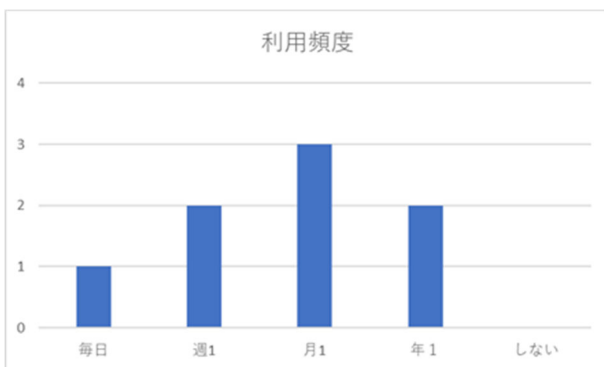


図7 第1回調査結果(利用頻度)

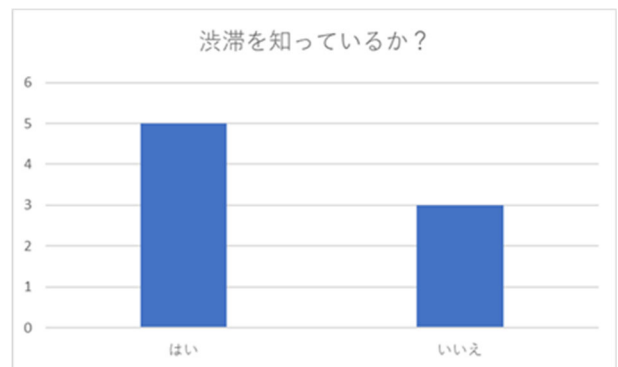


図8 第1回調査結果(渋滞について)

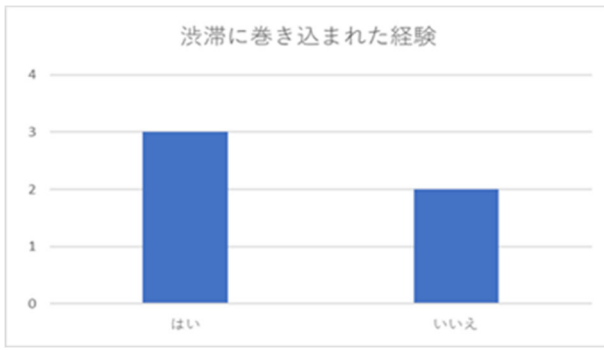


図9 第1回調査結果(渋滞に巻き込まれた経験)

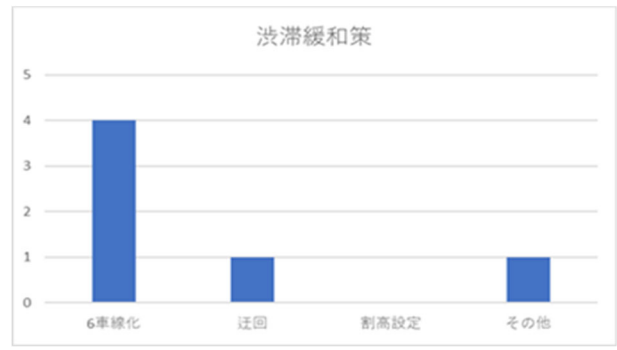


図10 第1回調査結果(渋滞緩和策)

5. まとめ・考察

上記の方法でヒアリング調査を4回実施し、合計31人の高速道路の利用者から回答を得ることができた。回答者は、土日などの休日は仕事で利用する職業ドライバーは少なく、レジャー車を運転する一般ドライバーが多い傾向にあった。一方、平日は職業ドライバーが多く、一般ドライバーが少ない傾向にあった。また、月1回以上定期的に高速道路を利用し、一宮JCTにおいて交通渋滞が発生することを知っている方が多いという結果が得られた。

一宮JCTの交通渋滞緩和はどのような対策を実施すれば実現できそうか、例を提示してヒアリングを実施したところ、例示した6車線(片側3車線)化工事を望む声がほとんどであった。調査人数である31人のうち、迂回ルート建設の有効であると回答した方は1人であり、その他と回答した方も1人であり、高速道路の利用時間の分散との回答であった。

上記の結果から、一宮JCTの6車線(片側3車線)化が最も交通渋滞緩和へと導くことができるのではないかと考えられる。ネクスコ中日本もこの現状を把握していると考えられる。東名高速道路の音羽蒲郡IC～豊田JCTにおいても同様の工事を実施し、交通渋滞回数が約9割減少したという結果が報告されている。一宮JCTにおいても同様の効果が得られるのではないかと期待できる。一宮JCTの6車線(片側3車線)化の実現とファスナー合流の周知および徹底の2つの実施により、大幅な交通渋滞緩和につながるのではないかと推測される。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導いただきました卒業論文指導教員の柴原尚希准教授に深く御礼申し上げます。また、卒業研究にご協力いただきました柴原研究室の皆さまにも感謝いたします。

参考文献

- 1) 浅井建爾：知れば知るほどおもしろい日本の道路がわかる事典，日本実業出版社，240p，2015.10
- 2) 中日本高速道路株式会社：E1名神（一宮IC～一宮JCT）の渋滞対策の工事に着手します～対策により渋滞緩和が期待されます～，ニュースリリース，2021.12（参照2021-12-22）
https://www.c-nexco.co.jp/corporate/pressroom/news_release/5331.html
- 3) 国土交通省愛知県国道事務所：名岐道路（一宮～一宮木曾川）計画段階環境配慮書の公表について，2020.4（参照2021-12-22）
<https://www.cbr.mlit.go.jp/kisya/2020/04/0408.pdf>

気象条件の影響による電子レベルの測定範囲及び精度に関する研究

EC18039 澤野 敬斗

1. 研究の背景と目的

測量で使用する機器は、気象条件(温度補佐を除く)に応じて測定範囲・精度に少なからず影響が出る。これから主流になると考えられている電子レベルについても測量環境の違いによる影響が生じると考えられる。

そこで本研究では、気象条件や測定距離の違いが測定結果に対してどの程度影響を及ぼすか、実測を通して傾向を把握することを目的とする。また、観測中に生じた疑問についても検証する。

2. 研究に用いる機材の概要

2.1 電子レベルの概要

電子レベルは、バーコードスタッフを使用し、レベルがバーコードを読み取りデジタル表示を行う機材である。器械説明書では、測定距離が 1.6m から 100m 程度とされており、測定単位は 0.001m から 0.0001m の 2 種類から選択できる。また、自動補正装置を内蔵している。特徴として、磁力に弱く、直射日光にも弱い。

2.2 オートレベルの概要

視準線を水平にするための自動補正装置を内蔵しているレベルのことを言う。この装置を用いると、チルチングレベルとは異なり、一ヶ所設置するだけで数ヶ所を回転移動させながら作業することができる。回転移動のたびに水平に合わせる手間が減るため、作業を効率化することができる。

3. 気象条件の影響の検証

3.1 方法

温度、湿度、空気温度、路面温度、照度の 5 つを観測項目としておき、レベル設置位置から 10m 毎(最大 130m)の観測を行う。その結果をグラフ化し、測定成果が気象条件に影響しているのかを検証する。

3.2 結果

中部大学構内（総合情報センター前）に、障害物のない直線上 10m 間隔に観測測点を設置し、正しい基準高低差を測定した。測定は 2021 年 8 月 26 日～12 月 21 日の昼間（日没まで）延べ 5 日間で、温度 35.3℃～9.5℃、湿度 73%～40%、路面温度 38.7℃～8.9℃、空気温度 34.4℃～9.3℃、照度 17500Lux～23Lux での条件下で電子レベル計 225 回、オートレベル計 198 回の測定を行った。

その結果、電子レベルでは説明書通り、気象条件が変わっても毎回 100m まで観測できた。測定読み取り高低差は基準高低差に比べ、9 月 1 日、14 日測定時、温度 30℃、湿度 60%、路面温度 33.5℃、空気温度 30℃、照度 17500 Lux で、50m で最大 0.9mm、100m で最大 2.0mm の誤差があったが、補正を行うと 50m で 0.9-0.68(両差)-0.0069(標尺温度 3℃)=0.661、(2.0mm-0.68(両差)-0.0069(標尺温度 3℃)=1.521 となり、往復観測許容範囲 $5\sqrt{0.06}=1.255\text{mm}$ 、100m で $5\sqrt{0.11}=1.658\text{mm}$ 内である。さらに、データを見ると、測量距離に比例し大きくなっていることから、器機視準線誤差の影響であることが大きいと考えられ、明確な気象条件が観測値に影響を与えているというデータの確証は得られなかった。

照度については、観測日に日没まで（1 回のみ 100Lux～測定不能まで）観測した結果、30Lux～20Lux の間で観測不能になることが分かった。

オートレベルについても同様に行った結果、9月1日、7日、10月29日ともに50mで最大3.2mm、100mで最大6.2mmの誤差であった。同日内測定差が50mで最大2mmの誤差であり、電子レベルも同様に補正を行い、データの傾向を見たところ、測定距離に比例しているため、視準線誤差、読み取り誤差である可能性が高いと考えられる。

表1 電子レベル測定成果表

9月7日	B	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	温度	湿度	路面温度	空気温度	照度
電子平均	0.0000	0.0298	0.0954	-0.3047	-0.4571	-0.5032	-0.5234	-0.5297	-0.4954	-0.5555	-0.5223					
13:48測定値	0.000	0.030	0.095	-0.305	-0.457	-0.503	-0.524	-0.530	-0.496	-0.565	-0.523	33.3	65	38.7	32.0	11850
13:48測定差	0.0	0.2	0.5	0.3	0.1	0.2	0.2	0.5	0.6	0.0	1.1					
15:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.457	-0.504	-0.524	-0.531	-0.496	-0.567	-0.524	35.3	55	38.2	33.5	11100
15:00測定差	0.0	0.4	0.6	0.6	0.2	0.5	0.6	1.0	1.0	1.8	1.5					
15:47測定値	0.000	0.030	0.095	-0.305	-0.457	-0.504	-0.524	-0.531	-0.496	-0.566	-0.524	34.5	57	37	34.4	11000
15:47測定差	0.0	0.3	0.6	0.5	0.3	0.6	0.7	0.9	1.0	0.7	1.5					
	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能					23
9月1日	B	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	温度	湿度	路面温度	空気温度	照度
10:00測定値	0.000	0.030	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	28.7	32.3	32.3	30.6	13000
10:00測定差	0.0000	0.3	0.3	0.2	0.4	0.5	0.4	0.5	0.3	0.2	0.6					
11:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.524	-0.531	-0.496	-0.566	-0.523	30.2	57	33.6	30.6	10000
11:00測定差	0.0000	0.4	0.3	0.3	0.5	0.3	0.8	0.9	1.0	0.2	0.8					
13:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.457	-0.503	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.522	30.2	58	33.4	28.5	9750
13:00測定差	0.0000	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	0.0	0.1	0.0	0.4					
14:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.524	-0.531	-0.497	-0.567	-0.524	30.3	60	33.5	30.0	17500
14:00測定差	0.0000	0.5	0.6	0.5	0.9	0.9	1.1	1.5	1.5	1.1	2.0					
15:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.524	30.8	60	34.0	30.6	13500
15:00測定差	0.0000	0.4	0.3	0.2	0.6	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	1.9					
16:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.524	-0.531	-0.497	-0.567	-0.524	30.2	61	32.6	30.2	7500
16:00測定差	0.0000	0.6	0.4	0.4	0.7	0.7	1.1	1.4	1.6	1.5	1.8					
17:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.525	-0.531	-0.497	-0.567	-0.524	29.4	63	31.6	29.2	5150
17:00測定差	0.0000	0.5	0.6	0.7	1.0	0.8	1.1	1.2	1.4	1.1	1.8					
	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能					29
9月7日	B	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	温度	湿度	路面温度	空気温度	照度
13:00測定値	0.000	0.030	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	26.2	67	26.1	26.2	8000
13:00測定差	0.0000	0.2	0.3	0.3	0.8	0.8	1.0	0.5	0.9	0.5	0.8					
14:20測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.503	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	25.2	67	28.2	27.5	5150
14:20測定差	0.0000	0.7	0.8	0.7	0.5	0.2	0.4	0.7	0.3	0.2	0.8					
15:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.306	-0.458	-0.504	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	24.9	68	27.5	24.6	4550
15:00測定差	0.0000	0.7	0.6	0.9	0.7	0.8	1.1	0.6	1.0	0.8	0.7					
16:02測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.457	-0.503	-0.524	-0.530	-0.496	-0.565	-0.522	24.6	69	26.9	24.3	4200
16:02測定差	0.0000	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0					
16:22測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.503	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	24.1	72	26.4	24.0	515
16:22測定差	0.0000	0.7	0.5	0.3	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.0	0.2					
17:30測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	23.7	73	25.8	24.3	550
17:30測定差	0.0000	0.7	0.5	0.5	0.6	0.3	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2					
	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能					23
10月29日	B	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	温度	湿度	路面温度	空気温度	照度
13:45測定値	0.000	0.029	0.095	-0.306	-0.457	-0.503	-0.523	-0.529	-0.496	-0.565	測定不能	21.8	40	21.9	20.9	30500
13:45測定差	0.0000	0.8	0.4	1.4	-0.1	-0.2	-0.3	-0.6	0.6	-0.5	測定不能					
15:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.306	-0.458	-0.503	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	22.2	65	20.0	22.4	15100
15:00測定差	0.0000	0.8	0.4	1.4	0.9	-0.2	0.7	0.4	0.6	0.5	0.8					
	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能					26
12月21日	B	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	温度	湿度	路面温度	空気温度	照度
14:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.306	-0.458	-0.503	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	14.9	53	11.6	14.4	10400
14:00測定差	0.0000	0.8	0.4	1.4	0.9	-0.2	0.7	0.4	0.6	0.5	0.8					
15:45測定値	0.000	0.029	0.095	-0.306	-0.458	-0.503	-0.523	-0.529	-0.495	-0.565	-0.522	9.5	63.5	8.9	9.3	463
15:45測定差	0.0000	0.8	0.4	1.4	0.9	0.2	-0.3	-0.6	-0.4	0.0	0.0					
	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能					27

表2 オートレベル測定成果表

8月26日	B	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	温度	湿度	路面温度	空気温度	照度
電子平均	0.0000	0.0298	0.0954	-0.3047	-0.4571	-0.5032	-0.5234	-0.5297	-0.4954	-0.5655	-0.5223					
13:48測定値	0.000	0.030	0.095	-0.305	-0.457	-0.503	-0.524	-0.530	-0.496	-0.565	-0.523	33.3	65	38.7	32.0	11850
13:48測定差	0.0	0.2	0.5	0.3	0.1	0.2	0.2	0.5	0.6	0.0	1.1					
15:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.457	-0.504	-0.524	-0.531	-0.496	-0.567	-0.524	35.3	55	38.2	33.5	11100
15:00測定差	0.0	0.4	0.6	0.6	0.2	0.5	0.6	1.0	1.0	1.8	1.5					
15:47測定値	0.000	0.030	0.095	-0.305	-0.457	-0.504	-0.524	-0.531	-0.496	-0.566	-0.524	34.5	57	37	34.4	11000
15:47測定差	0.0	0.3	0.6	0.5	0.3	0.6	0.7	0.9	1.0	0.7	1.5					
	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能					23
9月1日	B	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	温度	湿度	路面温度	空気温度	照度
10:00測定値	0.000	0.030	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	28.7	32.3	32.3	30.6	13000
10:00測定差	0.0000	0.3	0.3	0.2	0.4	0.5	0.4	0.5	0.3	0.2	0.6					
11:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.524	-0.531	-0.496	-0.566	-0.523	30.2	57	33.6	30.6	10000
11:00測定差	0.0000	0.4	0.3	0.3	0.5	0.3	0.8	0.9	1.0	0.2	0.8					
13:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.457	-0.503	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.522	30.2	58	33.4	28.5	9750
13:00測定差	0.0000	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	0.0	0.1	0.0	0.4					
14:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.524	-0.531	-0.497	-0.567	-0.524	30.3	60	33.5	30.0	17500
14:00測定差	0.0000	0.5	0.6	0.5	0.9	0.9	1.1	1.5	1.5	1.1	2.0					
15:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.524	30.8	60	34.0	30.6	13500
15:00測定差	0.0000	0.4	0.3	0.2	0.6	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	1.9					
16:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.524	-0.531	-0.497	-0.567	-0.524	30.2	61	32.6	30.2	7500
16:00測定差	0.0000	0.6	0.4	0.4	0.7	0.7	1.1	1.4	1.6	1.5	1.8					
17:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.525	-0.531	-0.497	-0.567	-0.524	29.4	63	31.6	29.2	5150
17:00測定差	0.0000	0.5	0.6	0.7	1.0	0.8	1.1	1.2	1.4	1.1	1.8					
	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能					29
9月7日	B	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	温度	湿度	路面温度	空気温度	照度
13:00測定値	0.000	0.030	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	26.2	67	26.1	26.2	8000
13:00測定差	0.0000	0.2	0.3	0.3	0.8	0.8	1.0	0.5	0.9	0.5	0.8					
14:20測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.503	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	25.2	67	28.2	27.5	5150
14:20測定差	0.0000	0.7	0.8	0.7	0.5	0.2	0.4	0.7	0.3	0.2	0.8					
15:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.306	-0.458	-0.504	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	24.9	68	27.5	24.6	4550
15:00測定差	0.0000	0.7	0.6	0.9	0.7	0.8	1.1	0.6	1.0	0.8	0.7					
16:02測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.457	-0.503	-0.524	-0.530	-0.496	-0.565	-0.522	24.6	69	26.9	24.3	4200
16:02測定差	0.0000	0.4	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0					
16:22測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.503	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	24.1	72	26.4	24.0	515
16:22測定差	0.0000	0.7	0.5	0.3	0.5	0.2	0.5	0.5	0.3	0.0	0.2					
17:30測定値	0.000	0.029	0.095	-0.305	-0.458	-0.504	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	23.7	73	25.8	24.3	550
17:30測定差	0.0000	0.7	0.5	0.5	0.6	0.3	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2					
	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能					23
10月29日	B	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	温度	湿度	路面温度	空気温度	照度
13:45測定値	0.000	0.029	0.095	-0.306	-0.457	-0.503	-0.523	-0.529	-0.496	-0.565	測定不能	21.8	40	21.9	20.9	30500
13:45測定差	0.0000	0.8	0.4	1.4	-0.1	-0.2	-0.3	-0.6	0.6	-0.5	測定不能					
15:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.306	-0.458	-0.503	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	22.2	65	20.0	22.4	15100
15:00測定差	0.0000	0.8	0.4	1.4	0.9	-0.2	0.7	0.4	0.6	0.5	0.8					
	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能					26
12月21日	B	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	温度	湿度	路面温度	空気温度	照度
14:00測定値	0.000	0.029	0.095	-0.306	-0.458	-0.503	-0.524	-0.530	-0.496	-0.566	-0.523	14.9	53	11.6	14.4	10400
14:00測定差	0.0000	0.8	0.4	1.4	0.9	-0.2	0.7	0.4	0.6	0.5	0.8					
15:45測定値	0.000	0.029	0.095	-0.306	-0.458	-0.503	-0.523	-0.529	-0.495	-0.565	-0.522	9.5	63.5	8.9	9.3	463
15:45測定差	0.0000	0.8	0.4	1.4	0.9	0.2	-0.3	-0.6	-0.4	0.0	0.0					
	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能	測定不能					27

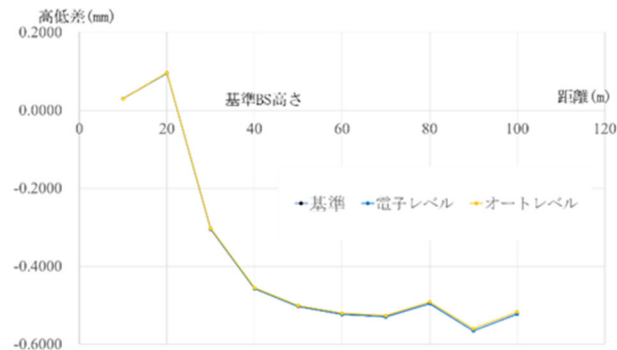


図1 電子レベルとオートレベルの基準高さの関係

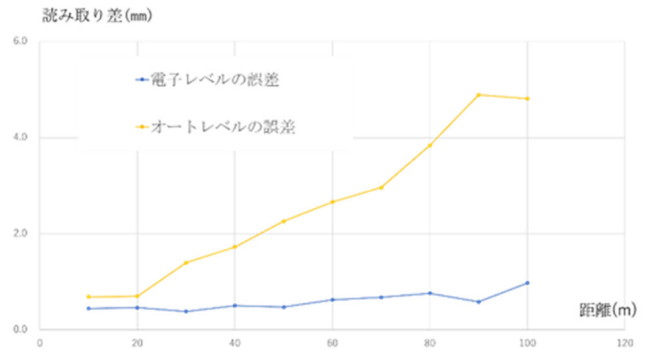


図2 電子レベル、オートレベル誤差の関係

表 3 オートレベル 100m Lux 別読み取り延長対比表

距離	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
LUX	1000	900	800	700	600	500	400	300	200	100
観測結果	1.941	1.940	1.940	1.940	1.940	1.940	1.940	1.940	1.940	測定不可

表 4 オートレベル 50m Lux 別読み取り延長表

距離	50	50	50	50	50	50	50
LUX	100	90	80	70	60	50	40
観測結果	1.925	1.925	1.925	1.925	1.925	1.925	測定不可

表 5 電子レベル 10m Lux 別読み取り延長表

距離	10	10	10	10	10	10	10	10
LUX	100	90	80	70	60	50	40	30
観測結果	1.4723	1.472	1.472	1.472	1.472	1.472	1.472	測定不可

4. 標尺の読み取り幅

4.1 研究方法

10m、50m、100m で観測値付近の読み取り幅に白紙を貼り、読み取り幅に応じた観測を実施する。

4.2 結果

日中 60 回以上の観測を行った結果、測定値から上下に各 10cm～15cm 程度あけることができれば、読み取ることが可能である。また、前提条件として読み取り線位置より白黒一目盛の上下どちらかが見えていなければ測定不能となり、一目盛以上上下に見える場合は合わせて 21cm～30cm 見えていれば測定可能であった。

5. 照度(測定可能照度以下)

5.1 研究方法

暗い場所(測定可能照度以下)で行われる測量において、懐中電灯を使用した場合、懐中電灯の当て方や範囲を変えながら観測を行った。

5.2 結果

懐中電灯を使用して行う場合、オートレベルでは読み取り値付近に光を当てるだけで読み取ることが可能だが、電子レベルでは読み取り可能幅にまんべんなく 30Lux 以上の光を当てないと読み取れないことが分かった。しかし、50m の距離ではまんべんなく 30Lux 以上の光を当てても測定できないことが分かった。

6. まとめと今後の課題

本研究で観測を行った結果、気象条件が違っても大きな変化は生じないことが分かった。一方、照度や標尺の読み取り幅が大きく影響していることが分かった。暗い場所(30LUX 以下の場合)で懐中電灯を使用して行うには、Lux 及び照らす幅が重要であることが分かった。

観測時期の関係から、気温の高い日には測定を実施できておらず、検証結果は十分ではないと考えられる。また、照度について、構内に設置した基準観測場所では街灯に影響される測点があり、暗い場所での測定(10Lux 以下)は、街灯・室内灯の影響が少ない違う場所を選んで行ったため、同じ観測地点でのデータとはなっていない。照度・バーコードスタッフ読み取り可能範囲については、懐中電灯以外にもスタッフに取り付けられる蛍光灯等との比較が今後の課題である。

参考文献

- 1) 株式会社レックス：レベルの違い(参照 2021-8-25)

https://www.rex-rental.jp/faq/product/1184/knowledge/level_difference

コミュニティサイクルを活用した名古屋市のみちづくりに関する研究

EC18048 友松 裕貴

1. 背景

コロナ禍で密を避ける行動が必要とされている現在、電車やバスといった公共交通機関に代わる交通手段の一つとして、コミュニティサイクルと呼ばれる自転車共有サービスが期待されている。名古屋市でも、中区を中心とするエリアにおいて、平坦で道幅が広いといった地理的要因と、他の交通手段と比べ自転車が担う割合が高いという理由から、いち早く導入が進められてきた。2026年に栄地区の再開発、愛知・名古屋アジア競技大会の開催、2027年にリニア中央新幹線が開通するなど、大きく街が変化する計画が進むに伴い、街の回遊性を高めることが必要とされている。

2. 研究目的

本研究では、名古屋市においてコミュニティサイクルの利用拡大を図るためには何が必要かを考察することを目的とする。現在、新たな交通手段の一つとして名古屋市でも本格的に導入が進められているコミュニティサイクルがどのような利用動向や事業効果があるのかは明確になっていない。しかし、コミュニティサイクルの規模を拡大していくにあたり、コミュニティサイクルが街に与える影響を把握する必要があると考える。

そこで、具体的に下記3点を把握する。

- ・ 利用目的
- ・ 自転車需要（シェアサイクル）の有無
- ・ 名古屋市でのコミュニティサイクルの運用状況

3. 調査方法

調査対象範囲は、名古屋市中区を中心とする範囲とする。

また、下記の事項を調べ、今後導入規模を増やしていくにあたり発生してくると考えられる問題点を考察する。さらに、社会実験などで得られた成果を基に、その問題点の解決案を導き提案する。

- ・ 現在、名古屋市で運用されている neuet 株式会社のシェアサイクルサービス「チャリチャリ」を利用し、名古屋駅～栄駅間（図 3.1）、栄駅～金山駅間（図 3.2）を実際に走行する。
- ・ 名古屋市役所の緑政土木局路政部自転車利用課に、過去の社会実験および現在も行われている社会実験の成果をヒアリング調査する。具体的には、「名チャリ社会実験 2009」「名チャリ社会実験 2010」「現在行われている社会実験」の進捗状況を調査する。



図 3.1 名古屋駅～栄駅間の走行ルート



図 3.2 栄駅～金山駅間の走行ルート

4. 調査結果

4.1 各都市における社会実験の結果に基づく考察（ヒアリング調査）

まず、名古屋市における自転車需要の有無を調査する。表 4.1 に、名古屋市とその他の都市で行われた社会実験の結果を示す。都市によってポートの数や利用者数が違うため、利用回数を台数で割った回転率で比較する。無料で実施した場合には、名古屋市（平成 21 年：無料）の回転率が 5.49 回、仙台市（平成 22 年：無料）が回転率 5.96 回と高い利用頻度であった。利用回数を比較すると、名古屋市（平成 21 年：無料）の延べ利用回数が約 9.9 万回、1 日平均利用回数が約 1600 回、仙台市（平成 22 年：無料）の延べ利用回数が約 1.8 万回、1 日平均利用回数が約 600 回となっており、名古屋市の人口は仙台市の約 2 倍であることを考慮しても、シェアサイクルの需要が非常に高い地域であると考えられる。

表 4.1 各都市における社会実験の結果の比較

		名古屋市 (H21:無料)	横浜市 (H21:有料)	広島市 (H21:無料)	名古屋市 (H22:有料)	仙台市 (H22:無料)	金沢市 (H22:有料)	札幌市 (H22:有料)
実施日数	日	60日	26.5日*1	30日	61日	30日	61日	122日
自転車台数	台	300台	100台	110台	300台	100台	100台	100台*1
ポート数	箇所	30箇所	10箇所	11箇所	30箇所	10箇所	10箇所	18箇所
平均ポート配備台数	台/箇所	10台	10台	10台	10台	10台	10台	6台
利用(会員)登録者数	名	30,794名	1,340名	一名	1,905名	5,284名	6,230名	1217名
述べ利用回数	回	98,846回	3,322回	2,228回	26,208回	17,884回	21,622回	11,923回
1日平均利用回数	回/日	1,647.4回	125.4回	74.3回	429.6回	596.1回	354.5回	217回*2
回転率	回/台・日	5.49回	1.25回	0.68回	1.43回	5.96回	3.54回	2.17回
平均利用時間	分/回	32.4分	66.0分 ^(*2)	151.0分 ^(*1)	12.9分	29.0分	分	分
登録者1人あたりの期間中平均利用回数	回/名	3.21回	2.48回	— 回	13.76回	3.38回	3.47回	9.80回
登録者あたり1日平均利用回数	回/日・名	0.05回	0.09回	— 回	0.23回	0.11回	0.06回	0.08回

次に、各都市における利用目的の割合を比較する。図 4.1 に、平成 21～23 年に名古屋市および各都市で行われた社会実験の際の利用目的に関するアンケート結果を示す。平成 21 年の広島市を除いた地域が有料で実験を行っている。名古屋市と平成 23 年の広島市では、通勤・通学の占める割合が非常に高いことが分かる。一方、その他の地域では観光での使用が多い地域が見受けられる。グラフ右側の N 値が各都市で集計したアンケートの総数であり、それぞれの地域で母数にかなりの差があるため一概に比較することはできないが、地域によって利用目的が様々であるということが分かった。

さらに、名古屋市では通勤・通学のための需要が本当にあるのかについて、実際の利用者の声をもとに考察する。「名チャリ社会実験 2010」の利用者を対象としたアンケートによると、運営時間について、8 時開始のところを 7 時開始に、20 時終了のところを 21 時または 22 時終了にしてほしいという要望が多数寄せられた。また、ポートを設置してほしいという回答が半数以上寄せられた地域は実験範囲外の大須地区、金山地区、丸の内地区（役所周辺）であり、オフィスビルなどが集まる地域が多かった。以上より、名古屋市では自転車の需要があり、その中でも通学・通勤による需要が高いということが再確認できる。

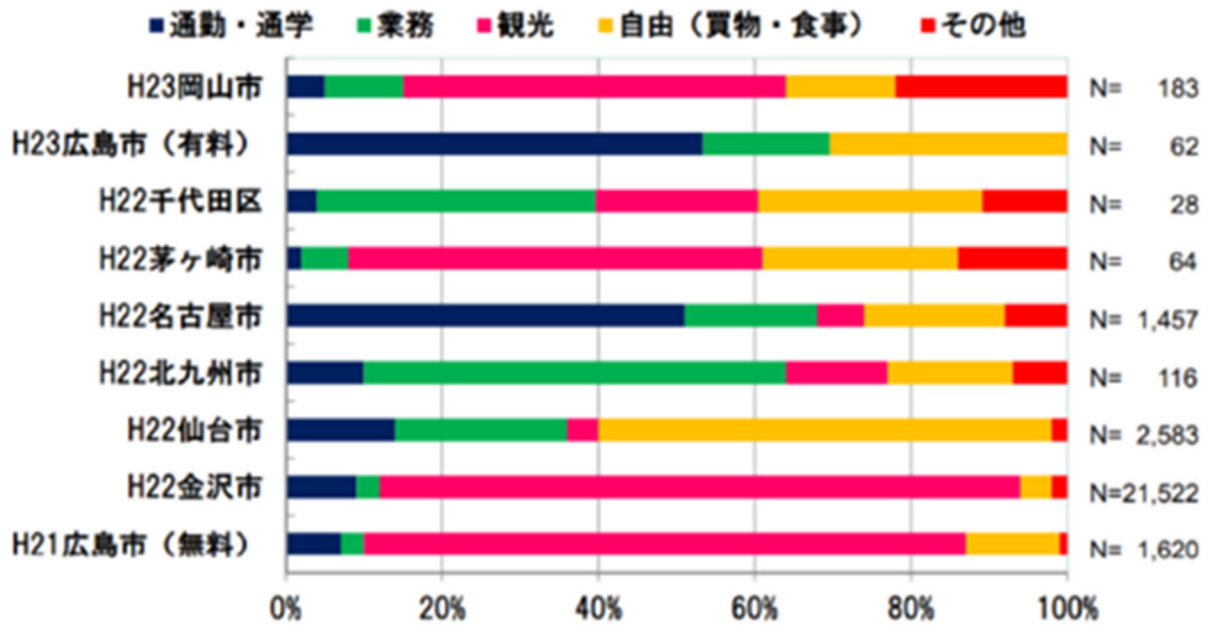


図 4.1 各都市におけるコミュニティサイクルの利用目的比較

4.2 シェアサイクルの使用に基づく考察 (実地調査)

前述のアンケート結果では、自転車の走行空間についての不満の声が数多く寄せられている。そこで、実際にシェアサイクルを使用し、現状を把握する。図 4.2 は、自転車走行時に撮影した写真である (撮影時は停車)。走行空間がしっかりと整備されており、また個人所有の自転車などは所定の位置へ駐輪されており、快適に走ることができた。名古屋市における自転車利用者は、マナーが良いことが見て取れた。図 4.2 (左) より、奥の交差点部分に巻き込み事故防止の柵が設置されており、自転車を運転する人、自動車を運転する人、お互いが安心して走行できる空間になっている。図 4.2 (中央) は、自転車専用道路の写真である。ここでは、こちらから向かう方向は青色に、こちらに向かってくる方向は赤色というように、自転車の走行方向も明確に分離されていた。自転車は軽車両という区分であり、かなりのスピードが出るのにもかかわらず、従来はこうした空間整備が不十分であったことが疑問であったが、今回実際に走行してみたことで、安全性の観点からもこのような自転車走行空間道路を増やしていくべきであることが実感できた。



図 4.2 自転車の走行空間の現状 (著者撮影、撮影時は停車)

走行空間についての課題点は特に見受けられなかったが、ポートについてはマンションなどの見えづらい位置に設置されており、非常に分かりづらいと言える（図 4.3）。運営サイトのマップ上では多数のポートが確認できるにも関わらず、これまで実際のポートを見たことがなかったのは、設置位置が原因であることが確認できた。チャリチャリのポートは赤色でかなり目立つため、ポート自体が広告の役割を担うことができると考えられる。したがって、新規の利用者を獲得していくためには、目立つ位置にポートの設置を行い、非利用者がコミュニティサイクルの認知をするきっかけを作る必要があると考えられる。



図 4.3 ポートの位置（左：車道側から見た場合、右：建物内から見た場合）

5. 考察・まとめ

走行空間に関しては、10年前から整備が進められ改善が図られていたことが分かった。現在、ポートの設置に関しては用地制約、各種許可が得られないなどにより、交通結節点から離れた場所やマンションなどの民地といった分かりづらい場所に設置されていることが多いことが分かった。ポート自体が広告としての役割を担える可能性があるため、目に見える場所に設置し、認知してもらうきっかけ作りをしていく必要がある。

国内では、道路法に基づく道路占用の他、都市再生特別措置法に基づく特例を活用して道路に設置している事例も存在するため、過去の社会実験などの結果を判断材料として、道路上へのポートの設置数の増加を提案できると考えられる。短期的には、ポートへの案内を充実させ、公共交通との接続を容易にするなど、利便性を向上させていくことから始めていく必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通省都市局：シェアサイクルに関する現状と課題（参照 2021-12-22）
<https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/sharecycle/pdf01/03.pdf>
- 2) 国土交通省都市局 街路交通施設課：コミュニティサイクル導入の現状と課題（参照 2021-12-22）
<https://www.mlit.go.jp/common/000189512.pdf>
- 3) 国土交通省：コミュニティサイクルの普及について（参照 2021-12-22）
https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-council/cyclists/pdf7/04jitensha_shiryoku3.pdf
- 4) 名古屋市緑政土木局路政部自転車利用課駐車対策係：名チャリ社会実験 2010 利用者意識アンケート調査結果について（参照 2021-12-22）
<https://www.city.nagoya.jp/ryokuseidoboku/cmsfiles/contents/0000019/19826/useranke-to.pdf>

コロナ禍から探る新しい形態の観光に関する研究

EC18053 中村 颯汰

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響により、観光業はますます大きな打撃を受けている。海外旅行ができない状況になり、国内旅行が観光形態の主流となっている。このような状況のもと、人との接触が少ない観光の形態が好まれる傾向にある。2020 年と 2021 年には観光に関する様々な形態のサービスが提供された。このような観光の形態の大きな変化は新たな形態の変化の先駆けと言える。

そこで本研究では、現在求められている観光の形態やサービスに注目し、様々な「ニューツーリズム」という観点で、今後の観光の形態について考察することを目的とする。

2. 研究方法

インターネットなどから現在の観光の状況を分析し、過去のデータとの比較を行う。さらに、アンケート調査を行い、現在求められている内容を調査し、今後の新たな観光の形態について考察する。アンケートはインターネット上で行い、サンプル数は 100 である。比較対象は、観光庁の 2020 年のデータとし、集計アプリは QiQUMO（キクモ）を使用する。

3. 実際行われている新たな観光への取り組み

3.1 滞在型観光

有名観光地や大型テーマパークなどに短期で一斉に訪れるような物見遊山型ではなく、1 つの地域に滞在し、その土地の文化や暮らしを体感しじっくり楽しむ滞在型観光が、3 密を避けられる旅行スタイルの 1 つとして注目を集めている。

3.2 分散型旅行

分散型旅行とは、時間や場所を分散して混雑を避けるために計画されている旅行形態である。これにより、人気の観光地だけでなく各地の魅力ある場所に行き、ゆっくり旅を楽しむことを目的としている。

4. GOTO トラベルの概要

GOTO トラベル事業は、2020 年 12 月頃に停止し、再開時期が未定となっている。元々旅行代金の 35%と 15%のクーポン券を国が支援すると事業であり、合計半額分の金額を補助し、観光地の消費を促し、観光事業を復興させようとした。当初は、観光する地域、宿泊する地域に行き、その県で地域共通クーポンを当日あるいは翌日までに使用してもらうことを想定していた。しかし再開後は、割引される金額上限が少なくなり、クーポンが使用できる有効範囲が拡大される点に変更になる（図 1）。

	昨年実施時		新たなGo To トラベル事業
割引率	35%	➡	30%
割引上限額（宿泊付） ＜一泊あたり＞	14,000円	➡	交通付き：10,000円 宿泊のみ：7,000円
割引上限額（日帰り）	7,000円	➡	3,000円
地域共通クーポン ＜一泊あたり＞	旅行代金の15%	➡	平日 3,000円 / 休日 1,000円 「平日」「休日」の定義は別途発表予定です。
感染症対策			●ワクチン・検査パッケージの活用 ●旅行後2週間以内に陽性となった際の報告や旅行中の行動履歴の記録。

図 1 GOTO トラベルの変更点
(出典：GOTO トラベル事業所)

5. アンケート調査

5.1 アンケート内容

質問内容の1つ目は、これからどのような旅行がしたいかであり、この質問が観光庁データとの比較対象である。2つ目は、これから観光するならどのようなサービスや対策がほしいかである。

アンケートは、2021年11月12日時点の集計結果である。

5.2 結果、比較

図2の比較結果より、国内旅行と自然が多い地域での観光が好まれている傾向があり、新たな観光の形態が定着しつつあることが分かる。図3より、一人旅や二人旅など人数が少なめでの旅行が好まれていることから、人数と旅行場所は密接な関係にあると考えられ、自然が多くゆっくりできる環境への観光が望まれていると言える。アンケート結果を年代別に集計したところ、年代別で観光についての考え方に差異はないと言える(図4)。また、図5からもコロナ対応への引き続きの配慮が重要であると言える。

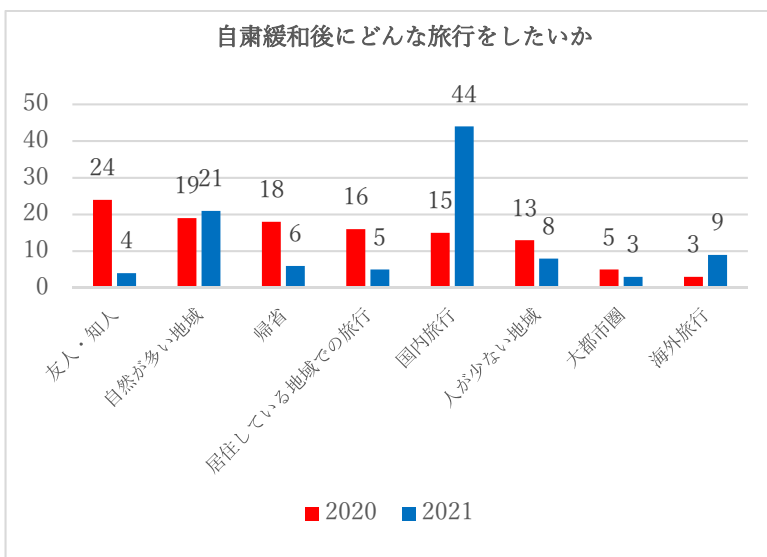


図2 自粛緩和後にどんな旅行をしたいか (2020年観光庁、2021年著者アンケート調査)

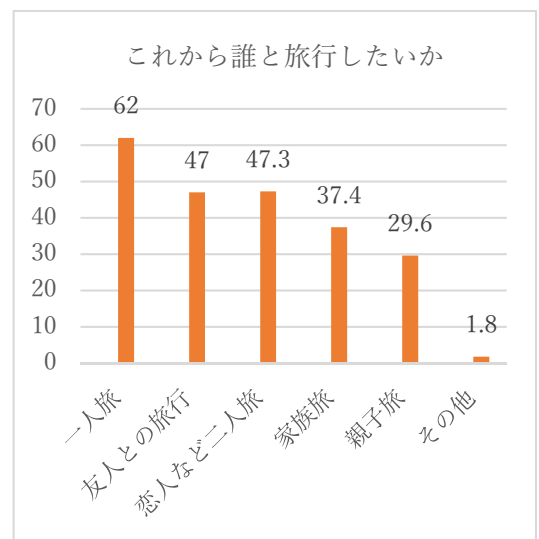


図3 これから誰と旅行したいか (出典：観光庁)

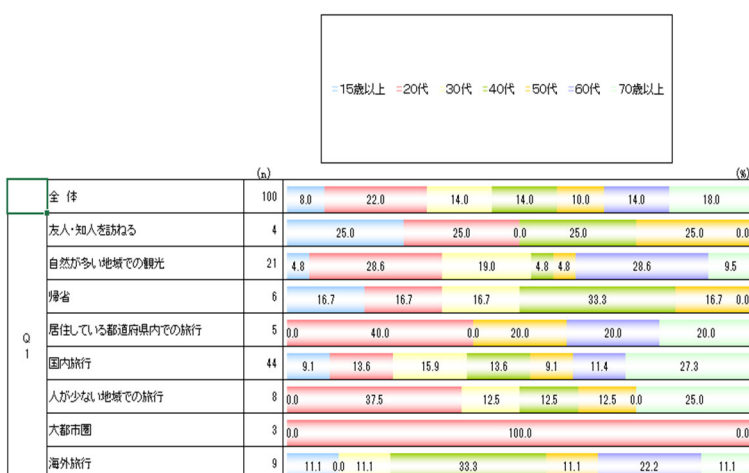


図4 アンケート結果の年代別分布

- <サービス>**
- ・ 安価での旅行
 - ・ 食事や風呂のサービス
 - ・ ワクチン接種者への優待
 - ・ GOTO トラベルなどのキャンペーンの再開
 - ・ 旅行プランの提供
- <対策>**
- ・ 消毒液の設置などの衛生面
 - ・ 人口が密集しないに人数制限を設けるなどの対策
 - ・ 混雑具合がわかるようなアプリがほしい
 - ・ 交通手段や情報の充実
 - ・ 空港での渋滞緩和

図5 サービスや対策に関する意見

6. 様々なツーリズム

6.1 サステナブルツーリズムとレスポンシブルツーリズム

サステナブルツーリズムとは、訪問客、業界、環境および訪問客を受け入れるコミュニティのニーズに対応しつつ、現在および将来の経済、社会、環境への影響を十分に考慮する観光であり、観光客が観光地でコンテンツを消費し楽しむだけでなく、地域の住民や企業のニーズにも対応し、地域経済や環境、社会文化に好影響を与えることが求められているものである。

レスポンシブルツーリズムとは、通称責任ある観光と言われ、サステナブルツーリズムとの相違点は、観光客一人ひとりに責任ある行動を求める点にある。このような考え方がこれから観光客などに求められるマナーの一つになると言える。

6.2 白川郷での事例

白川郷では世界遺産である合掌造り周辺に観光客が多く、オーバーツーリズム問題が起きていた。白川郷では、オーバーツーリズム改善のため、合掌造り周辺以外での文化・習慣の体感を進めるサステナブルツーリズム、レスポンシブルツーリズムを展開した。この政策では、完全予約制にすることで交通渋滞への対処を緩和させたり、来場人数の規制を行うことでオーバーツーリズム問題の解決を図ったりした。

他にも、ミッションラリー（図6）というイベントを行い、地域住民や地域会社と連携し、観光客に文化や歴史を知ってもらうという通過型観光から、滞在型観光に変化させることに成功している。外国人向けに、デジタルマップと音声ガイドを駆使し、白川郷の文化や生活スタイルを体験したいと言う人の集客も図られ、売りが上昇している。

6.3 レスポンシブルツーリズムの認知度

レスポンシブルツーリズムに関するアンケート結果について述べる。アンケートは前述の方法と同様に行い、調査日は2021年12月19日である。アンケート内容は、レスポンシブルツーリズムについてと、レスポンシブルツーリズムの

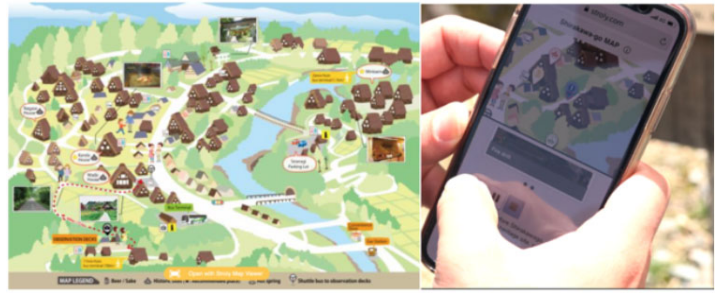


図6 白川郷ミッションラリーの様子
(出典：合掌ホールディングス株)

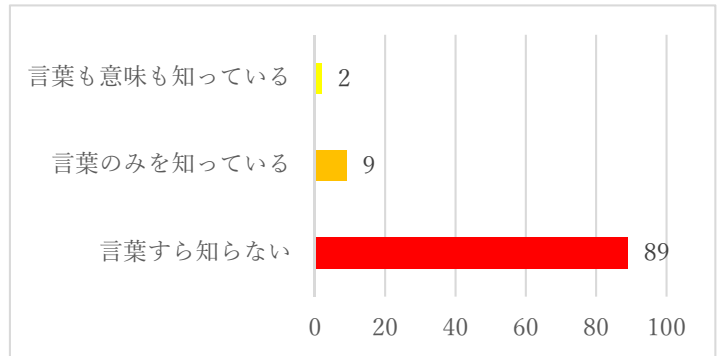


図7 レスポンシブルツーリズムの認知度

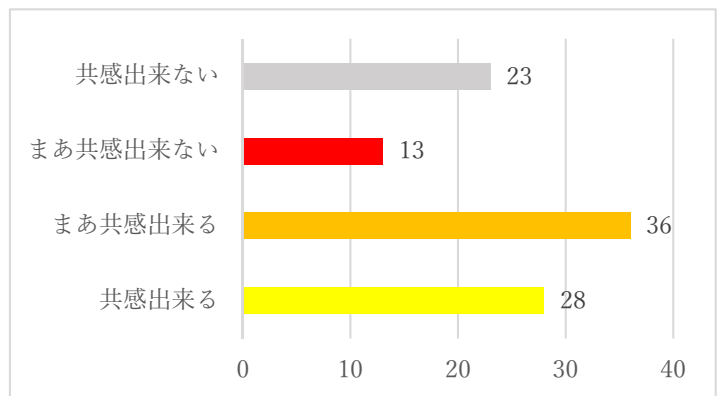


図8 レスポンシブルツーリズムの考え方に共感できるか

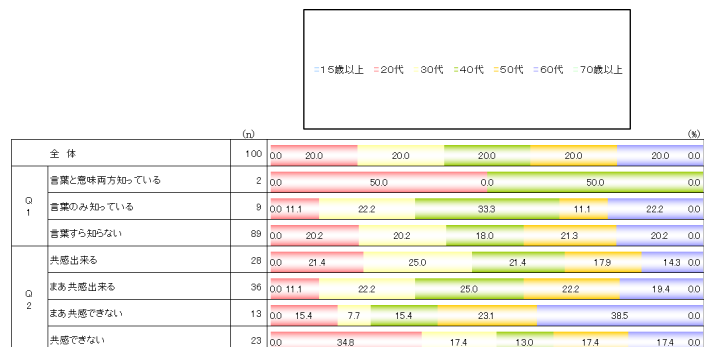


図9 レスポンシブルツーリズムについてのアンケート結果（年代別分類）

考え方に共感できるかについてである。図 7 より、レスポンシブルツーリズムの認知度はほとんどないと言える。しかし、内容を説明した後に考え方に共感できるかと聞いたところ、半数以上が共感できると回答している（図 8）。しかし共感できない人も半数近くいる。さらに図 9 より、共感できない人の年代は、20 代や 60 歳以上の若者や高齢者が多い傾向にある。今後このような年齢層を取り入れていくことが課題になっていくと考えられる。

6.4 考察

現在、求められている観光の形態は、自然や文化を楽しむ観光で、少人数での非接触な観光であると考えられる。そのような場所ではレスポンシブルツーリズムのような形態は有効であると考えられる。そのため、白川郷のような、他地域の類似の場所では規制を行い、文化体験などを予約制にし、情報発信を頻繁に行っていくべきであると考えられる。今後はレスポンシブルツーリズムの認知度を高めていくためにも、観光地側から SNS の更新によりイベントなどを取り上げてもらうなどして、観光客の意識改革を行い、責任ある観光ができる人を増やしていくべきである。

7. まとめ

日本では、現在も第 6 波の最中にあり、今後もコロナ禍に対応していくために、サステナブルツーリズムのような持続可能な観光の形態を発展させていくことで、新たな観光の形態へと変化していくことが期待される。このような形態を維持していくためには、衛生面や人数制限などを行い、非接触であるような観光形態の着実な実施が課題である。また、レスポンシブルツーリズムやサステナブルツーリズムのような形態は、GOTO トラベルのような金銭的クーポンを提供するコンテンツと非常に相性がいいと考えられる。

しかし、レスポンシブルツーリズムのような考え方は認知度が低く、その考え方に共感できる人はまだ少ないというのが現状である。今後は、文化などに関するアクティビティ体験や施設側から、観光客側に対してレスポンシブルツーリズムの考え方に共感できる人を増やす取り組みも求められる。観光事業側や、地域住民、観光客が全員同じ意識を持ち、観光の質を高めていく必要があると言える。

8. 謝辞

最後に、本研究を進めるに当たって終始ご指導いただいた、卒業論文指導教員の柴原准教授に大変深く感謝いたします。また、柴原研究室の皆様にも多くの意見や知識を提供いただき感謝しています。

9. 参考文献

- 1) 国土交通省：令和 3 年版観光白書（参照：2021 年 12 月 1 日）
<https://www.mlit.go.jp/statistics/file000008.html>
- 2) 訪日ラボ：レスポンシブル・ツーリズム（責任ある観光）とは？コロナ禍で注目となった「新しい観光」（参照：2021 年 12 月 5 日）
<https://honichi.com/news/2020/12/28/responsible-tourism>
- 3) 地域考察メディア KAYAKURA：新型コロナウイルスによって日本の観光はこう変わる-コロナ後に広まる 8 つの観光スタイル-（参照：2021 年 12 月 10 日）
<https://kayakura.me/tourism-post-covid19>
- 4) 蓮沼奏太：新型コロナウイルス感染症が観光政策に示した課題，立法と調査，No.428，pp.41-55，2020.10（参照：2021 年 12 月 15 日）
https://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/backnumber/2020pdf/20201001041.pdf

堤防天端の縦断亀裂と堤体基礎の粘土層分布の関係

1.研究背景と目的

2011 年の東北地方太平洋沖地震により海洋型地震の特長である揺れの継続時間が 178 秒と長く、多くの土構造物が液状化の被害を受けた。特に堤防の被害が多く、礎上の堤体内で内部液状化が発生した。堤体基礎が粘性土層を含むことで、堤体が圧密沈下し堤体がめり込み、河川水や雨水が溜まり、閉封飽和域が形成され、地震により液状化が発生したことが明らかとなっている(図-1)。これまで、本研究室では堤体内部液状化の発生が懸念される堤体めり込み箇所の特定化に天端舗装の縦断亀裂の情報が使用できないか検討を行ってきた。そこで、堤体基礎にある一定以上の粘土層厚がある場合に縦断亀裂が発生すること^{1),2)}、特に粘土層が非対称に分布することに起因している可能性が示唆された(図-2)³⁾しかし、その閾値を越えても縦断亀裂が見られない箇所もあり、堤防の横断方向の粘土層の分布をも考慮することが必要であることも明らかとなった。そのため、粘土層の非対称性を表すには、2次元断面情報として画像分析が適しているものとの発想から、深層学習による分析に着目するものである。粘土層から亀裂が発生しているか判断できるようにするのを目的とする。

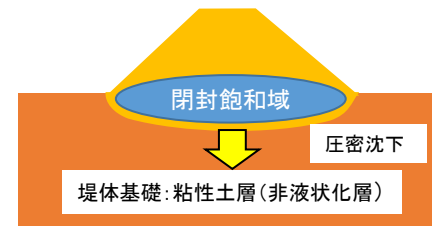


図-1 堤体内部の液状化

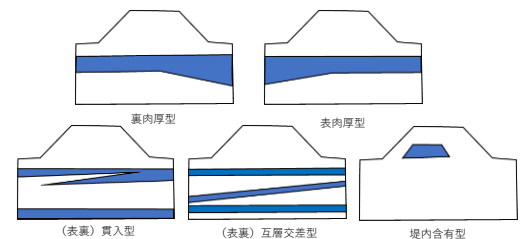


図-2 年度粗分布のパターン分け

2.研究方法

CNN(畳み込みニューラルネットワーク)による天端の舗装亀裂の有無を検査する。図-3、図-4のように、Google ストリートビューを利用することで堤防の亀裂箇所の有無の箇所判断、国総研 HP にある河川堤防の浸透に対する安全性の詳細調査点検結果の堤体地層断面を使用して、亀裂の有無と地層断面を数百以上のデータ組を収集、その際、不要な柱状図や N 値の記述を削除しトレースし粘性土層を黒に着色し 2 値のデータとする。畳み込み層、正規化層、最大プーリング層を繰り返し全結合層から亀裂の有無の可能性を抽出する。また、Grad-CAM アルゴリズム(一種の感度分析)により、堤防横断面図において注目領域がどこであるかを求め、共通項を人間の目で確認することで亀裂発生要因の検出を行う。

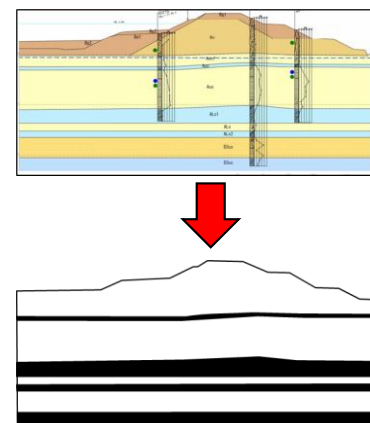


図-3 データトレースの例

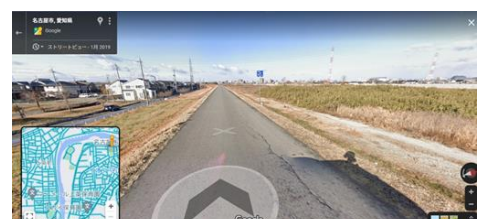


図-4 GoogleMap ストリートビューでの亀裂確認

3.教師データの作成

全国河川の詳細調査点検結果にある横断面図をトレースして粘土層を着色して jpg ファイルとして加工する。縦断亀裂の有無に分けて、それぞれの断面データを分類して同数を教師データとする。一般に、深層解析における顔認識などの画像解析では少なくとも 500 以上のデータが必要となる。今回はトレースして粘土層のみを着色したものでシンプルな画像であることから、データは少ないが、試験的に実施することとした。

使用したデータを表 1 に示す。

表 1 学習に用いた教師データと適用データ

	教師データ		適用データ	
	亀裂あり	亀裂なし	亀裂あり	亀裂なし
魚野川	0	3	0	3
木曾川	2	1	0	2
庄内川	6	8	10	4
長良川	5	1	0	0
矢田川	2	2	1	2
計	15	15	11	11

4. 解析結果

構築したアルゴリズムを用いて、表 1 の適用堤防断面データの推定結果を図 5 に示した。「亀裂あり」データ 11 断面中 6 断面的、「亀裂無し」データ 11 断面中 10 断面的、的中率は 77%であった。データ数が少ない点もあり的中率は高いと言えないが、深層学習の適用の可能性が得られた。また、アルゴリズム作成時にどのような着目点で判別しているかを明るい色付けで示した 1 部の結果を図 6 に示す。すべてのデータに共通する着目点を調べることで、判別要因を明らかにすることが期待できる。

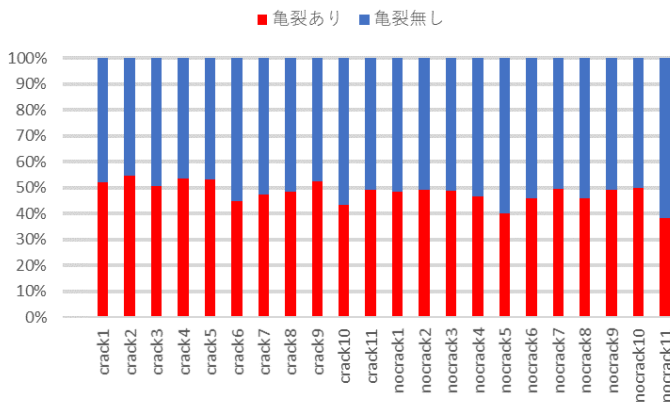


図 5 適用結果

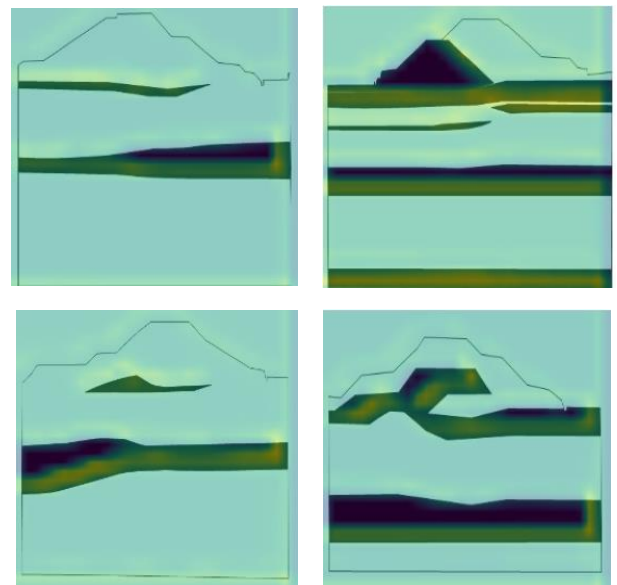


図 6 判別に着目した点 (Grad-CAM)

参考文献

- 1)山田雄大：堤体基礎の支持力と天端舗装の亀裂の関係，2019 年度中部大学卒業論文，pp.2-31，2020.1
- 2)朱発瑜，平田武史，深見秀隆，平野浩之，杉井俊夫：天端縦断亀裂による堤体基礎めり込み危険箇所の評価，令和元年土木学会中部支部研究発表会，2019.
- 3)高田 彬宏：堤体基礎の層構造と天端舗装亀裂の関係について，2020 年度中部大学卒業論文
- 4)土技術政策総合研究所河川研究室：河川堤防の浸透に対する安全性の詳細点検結果情報研究成果・データ，<http://www.nilim.go.jp/lab/fbg/download/download.html>，(参照 2021-8-27)

団粒化技術の透水性に関する耐久性評価

EC18004 石松直幸

1. 研究背景と目的

近年、温暖化の影響により都市では集中豪雨やヒートアイランド現象など都市における諸問題など様々な場所で問題発生している。図 1.1、図 1.2 のグラフから近年の平均降水量の増加、集中豪雨の発生件数の増加が分かる。このままでは、都市における諸問題など多くの問題に悪影響が出るかも知れない。こうした中、降水の地盤への浸透を向上させることで、河川への負担を減らす事や、降雨時の雨を透水後、保水力を向上させること事で晴天時の気化熱効果で熱中症対策をするなど団粒化剤を用いた地盤改良が実施されるようになってきている。団粒化構造は多くの問題を改善・解決・対策する事ができる技術である。従来の植生を目的に使用されるものではなく、工学用に使用するものである。特に後者の場合には、その耐久性について評価が必要となる。耐久性（使用限度年数）が分かれば計画的に維持管理ができることにも繋がる。このため本研究では団粒化技術を透水性の耐久性を実験により評価することを目的としている。

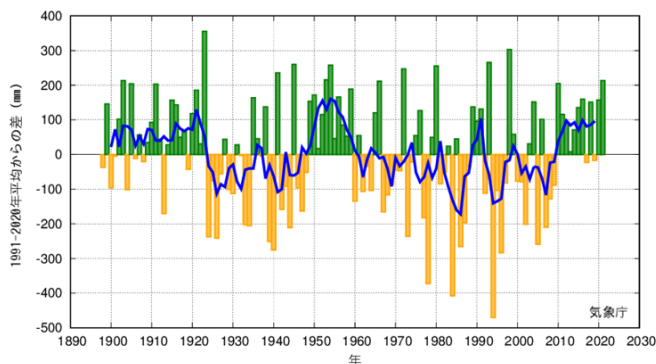


図 1.1 日本の平均降水量偏差

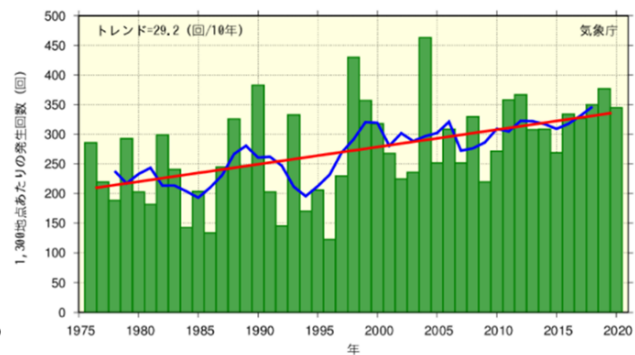
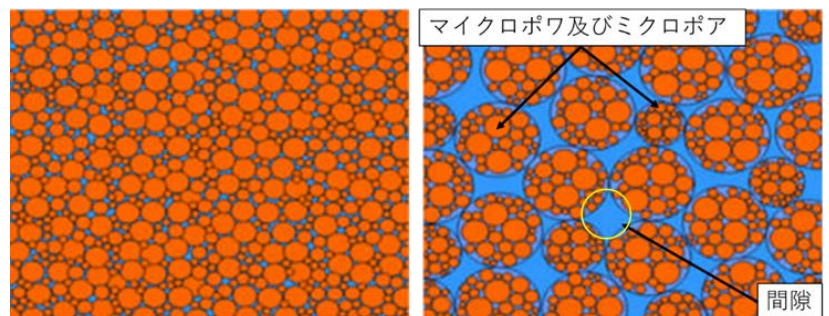


図 1.2 日本の年間集中豪雨発生件数の経年変化

図 1.1 の棒グラフは各年の降雨量の基準値（1991 年～2020 年の 30 年平均値）からの偏差、太線（青）は偏差の 5 年移動平均を示す。図 1.2 の棒グラフは集中豪雨（ここでは、1 時間あたり 50mm の降雨量を集中豪雨と定義している）の年間発生回数、太線（青）は 5 年移動平均値、直線（赤）は長期変化傾向を示す。

2. 団粒構造について

団粒構造とは土に添加物を配合し各粒径の土粒子を結合させ、より大きな粒状にグルーピングすることである。図 2.1 に表しているように、団粒構造を有する土は、各粒径の土粒子グルーピングされた粒子群の間に、単粒構造と比べ、相対的に大きな連続の間隙が形成している。こ



単粒構造

団粒構造

図 2.1 単粒構造と団粒構造

の間隙が団粒構造の持つ高い透水効果を果たしている。また、各グルーピングされた粒子群の中には、単粒構造のように各粒径の土粒子が緊密に結合しているため、間隙水に強い吸着力が働き、地下水位に連動させ、長期間で湿潤状態を維持することができる。すなわち、団粒構造は透水性が高いとともに、必要な程度の保水性もあり、透水特性を両立させることができる。

3. 研究方法

本研究では、工学用に使用されている団粒化技術の耐久年数を透水性により評価する研究である。団粒化試料として河口建設株式会社による改良土(団粒化剤に GB2000 を使用)を使用する。また、試験方法として、透水性を長期的に測定可能な通水促進試験を考案し採用している。

通水促進試験について

通水促進試験とは、定水位透水試験をベースにした室内透水試験である。特徴としては動水勾配の調整が可能であり、動水勾配を大きくすることで試験時間を短縮することができる。試験方法は、通水前に飽和透水係数を測定しておき、年間平均雨量を1年分、2年分、3年分・・・50年分と通水させ、1年ごとに透水係数を測定す

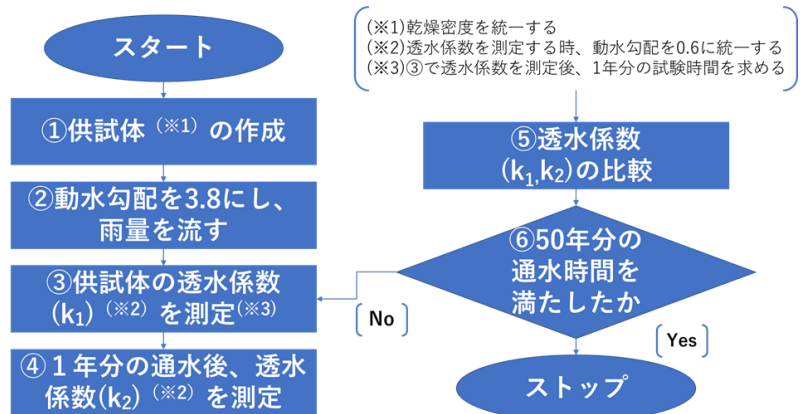


図 3.1 通水促進試験のフロー図

ることで 50 年間の透水係数を測定する。その時の、透水係数から透水係数の低下による劣化を調べ評価する。50年分と選定した理由として土木構造物などは50年を老朽化の基準としているため、50年を評価対象に選定した。また、具体的な通水促進試験のフロー図を図 3.1 に示す。

- ・年間平均雨量≒1年分の通水量と仮定
- ・流量=透水係数×動水勾配×試験時間
(ダルシーの法則 $v = ki$ より)
- ・アメダスデータ¹⁾より、年間平均雨量が 1781.3mm である、計算上 1800mm で考える

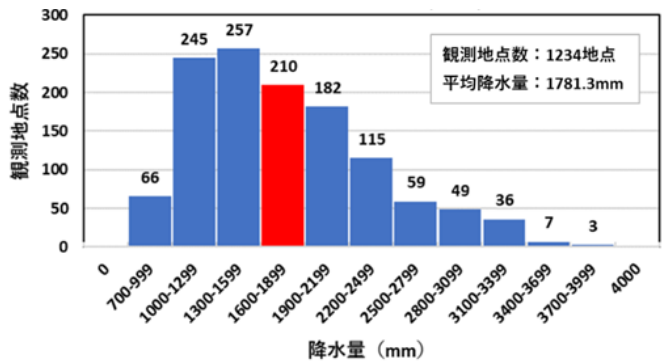


図 3.2 全国年間平均雨量

1) 動水勾配の選定方法

図 3.3 は流量が 1800mm、動水勾配を 1~10、透水係数を $5 \times 10^{-5}(m/s)$ としたときの動水勾配と試験時間の関係を示している。

- ・動水勾配 1 は、長期にわたる実験になる。
- ・動水勾配 10 は、短期の実験になるが、水を流す管路に負担が大きくなり管路損失の恐れがある。

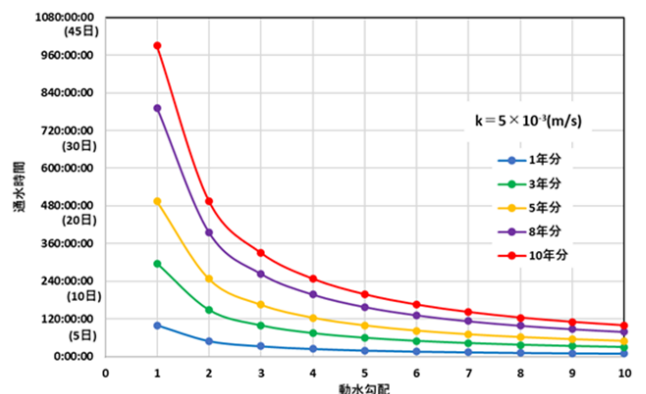


図 3.3 動水勾配と試験時間

これらの点を考慮した上、実験の性質上1年ごとの透水係数を測定する必要があるため、動水勾配は4にするのが良いと考えた。

実際の試験では、試料の透水係数が未知であるため今回の仮データを参考にしている。実験装置の仕様上、動水勾配を3.8としている。

2) 通水促進試験装置

透水試験装置を改良し、通水促進試験ができるように改良した実験装置図を図3.3に示す。動水勾配が大きく、流速が早くなるため管路の水頭損失が懸念されることから、供試体の上下にピエゾメータを立て、実際の供試体にかかる全水頭差を求めることとする。

透水係数を計測する際には、水位差を60mm、通水時には380mmできるように給水水槽の高さを変化させることができる。透水係数は、排水槽に流れた流量を3分間計測し計算で求める。

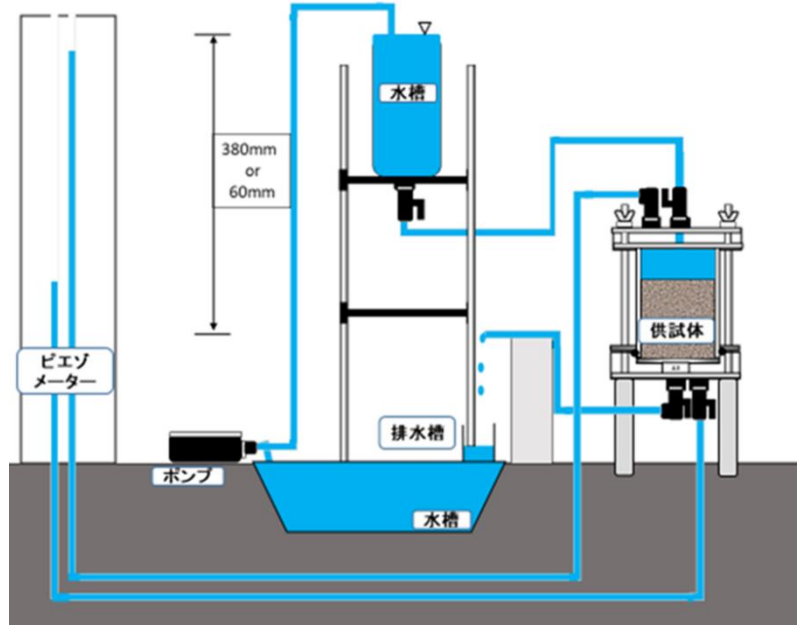


図 3.4 通水促進試験装置図

3) 供試体

本試験で使用する試料は、河口建設株式会社による改良土を2種類使用している。透水係数は、湯地の種類、密度、飽和度によって大きく異なるため、通水促進試験を行うにあたり乾燥密度を統一している。また、飽和度が高いほど正確な透水係数が測れることから、二酸化炭素を用い、飽和度を高めた。以下に供試体作成の手順をまとめる。

- ① 二酸化炭素を試験容器に流し入れる
- ② 試料を少しずつ入れる
- ③ 突砂法により締固めを行う
- ④ ①～③を3度繰り返す
- ⑤ 供試体の下部から水を少量ずつ流し入れる
- ⑥ 満水になり供試体内の空気が抜けたら数日供試体を放置する

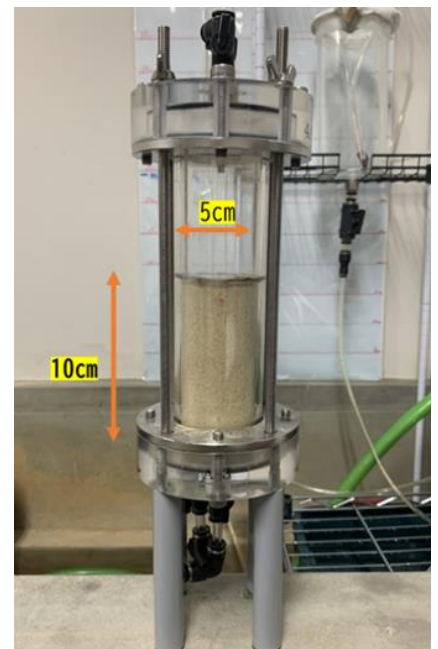


写真 3.1 供試体

⑥で数日供試体を放置するのは、二酸化炭素が水に溶けやすいという性質と飽和度を高めることを考えである。

4. 試験結果

通水促進試験によって、50年分の平均降水量を団粒化した試料に流した。通水促進試験を行った試料は2種類であり、それぞれの試料で行った試験結果を図4.1、図4.2に示す。

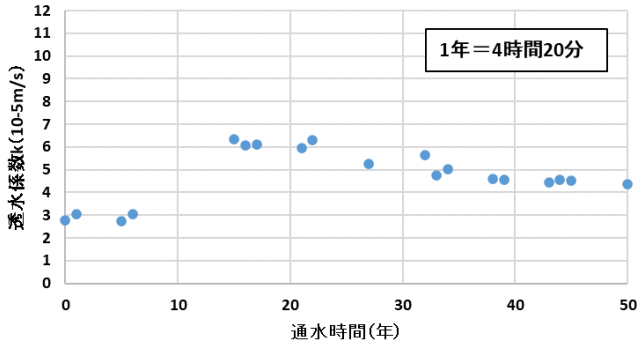


図 4.1 改良土の透水係数変化

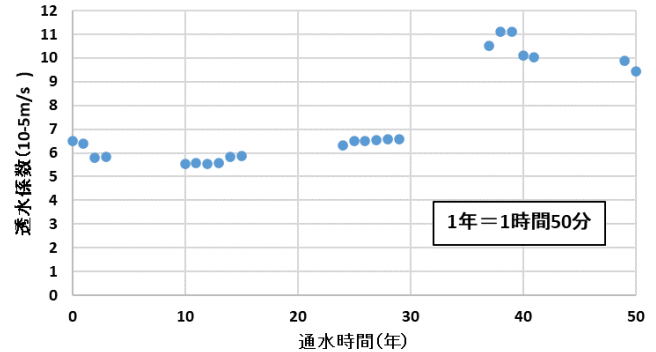


図 4.2 高蔵寺中学校改良土の透水係数変化

図4.1の改良土は乾燥密度が1.35g/cm³であり図4.2の改良土は乾燥密度が1.36g/cm³である。

2つのグラフを見ると50年後の透水係数は増加しており、耐久性は問題ないと思われる。しかし、2つのグラフ共に透水係数が急に上がり、そこから徐々に下がっているように読み取れる。このことから、団粒構造が壊れたため、急に透水係数が上がったのではないかと考える。また、目視で確認することはできなかったが、団粒構造が壊れたことにより、供試体の下部部分にある金網から細かい粒子が流れ出したことも原因ではないかと考える。

5. 結論

本研究による通水促進試験で、団粒化剤GB2000を用いた団粒土を透水性から耐久性評価を行った。その結果、高い透水性を長期間維持する事は可能であるが、団粒化構造の崩壊から細かい粒子の流出により透水性以外の低下が見込まれ、安全性を考え、定期的なメンテナンスが必要である。

参考文献

- 1) 気象庁ホームページ 各種データ・資料 <https://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>.(2021.07 参照)
- 2) 社団法人 地盤工学会 土質試験 基本と手引き,地盤工学会,pp.19-21,27-35,91-98,2010年
- 3) 河口建設株式会社ホームページ ATTAC トースクレイ工法 <http://www.kawaguchi-kk.co.jp/tousui.html>
- 4) 伊藤教授の土質力学講座 第2章 土の基本的性質及び物理的性質 <https://www.con-pro.net/readings/soil/chapter02-01.html>
- 5) ヘルシー・スポーツ建設株式会社ホームページ <http://www.healthy-clay.com/blog2/3259/>
- 6) 杉井俊夫、岡本英朗：団粒化構造による透水性保水型土系舗装の評価,土木中部支部研究発表会,2010.3
- 7) 長島修司：団粒化された路盤材料の浸透・力学特性に関する研究,平成25年度卒業論文,2013
- 8) 伊藤友成：路床路盤材への団粒構造土の適用,平成24年度卒業論文,2012

新たな保水量試験の提案

EC18006 伊藤 健登

1.研究目的

現在、路面温度上昇抑制舗装研究会によるインターロッキングブロックの保水量試験が提案されている。しかし、団粒化を利用した保水性舗装の保水量試験方法を適用とすると、団粒化した土の方が、明らかに保水量が小さくなるという課題があった。試験の過程の中で水浸試料を水から出して、試験内の水分量を計測するために、大きな間隙がある団粒化した材料は水中から取り出すことで排水を始めてしまうことに起因しており、保水量計測方法の改善が求められていた。

本研究では2課題を設定しており、それは以下である。1)団粒化した際に大きな間隙から排水される前に保水量を測ることができないか新たな試験方法の提案を行う。2)ヒートアイランド防止には、蒸発していく速度に依存する。そのために蒸発速度試験を実施し、団粒土と単粒土の表面における蒸発速度の違いはあるのか測定する。

2つの課題を実験(保水量試験、蒸発量試験、土の保水試験)によって、それぞれの相互関係について明らかにふることが本研究の目的である。

2.試料

高蔵寺中学校のグラウンドの土を試料として用いた。未改良土と改良土の2つの試料を用いる。改良土の方は団粒化剤(GT-2000)を使用して団粒構造に変え改良した。団粒化することで細かい粒径がまとめられるため、粒径の分布に変化が見られる。

3. 研究方法

バルブ付き給水タンクに蒸留水を満たす。

次にモールドの質量を電子秤で測った後、供試体を充填せずに、モールドをビーカーに入れる。バルブ付き給水タンクを給水タンク用スタンドに取り付け、バルブ付き給水タンクの口はモールド高さと同じになるように、スタンドの高さを調整する。注水が止まったら、バルブを閉めモールドおよび周りに入った水の体積(V1)を測る。今回は電子秤でも測るため質量(M1)ともする。

続いて供試体を作成する。供試体を1.5kgランマーを用いて、3層に分け4回ずつ計12回モールドに入れて締め固める。湿潤した試料を用いる場合には含水比を別途計測しておく。

そして供試体へ浸水していく。バルブ付き給水タンクを蒸留水で満たす。締め固めた供試体を、ビーカーに入れ、先程の同じようにモールドの高さと給水タンクの口が同じ高さになるようスタンドの高さを調節し注水する。モールド内の水位がモールド外側の水位と等しくなっていることを確認し、バルブを閉じ、注水を終える。その後、土中および周りに入った水の体積(V2)を図る。今回は電子秤でも測るため質量(M2)ともする。

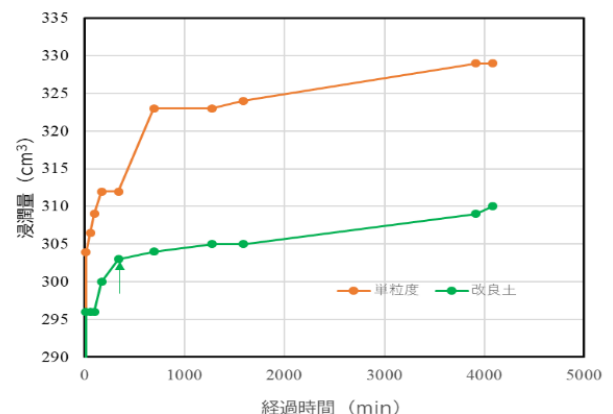


図1 経過時間と湿潤量のグラフ

図の矢印の部分がモールドの重さが最大値になった部分であり、経過時間でいうと335分が経過した時である。この値で保水量を後に計算した。理由はモールド内の水が蒸発していくせいでV2が大きくなっていき飽和度が100%を超えてしまうため。

4. 計算

保水量 VR (ℓ/m³) の計算は、次のとおり行う。
 湿潤した試料を用いる場合には、含水比 w (%) を用いる。

5.結果

表1 実験結果

土の保水量試験				
調査件名	改良土		試験年月日	
試料番号			試験者	
供試体の突き固めの方法		土粒子密度 ρs g/m ³	2.639	内径 cm
ランマー質量 kg	1.5	突固め回数 回/層	4	高さ ⁽¹⁾ cm
落下高さ cm	20	突固め層数 層	3	容積 V ⁽¹⁾ cm ³
締固めのエネルギー Ec		179.7		質量 m ⁽¹⁾ g
測定 No.	1	2	モールド+供試体	モールドのみ
(試料+モールド)質量 m ₂ ⁽²⁾ g	386.454	給水タンク初期 M ₀ g	455.0	489.0
湿潤密度 ρ _t g/cm ³	1.764	給水タンク残量 M ₀ g	152.0	9.9
平均含水比 w %	13.5	流入量(供試体+モールド+容器) M ₁ =M ₀ -M ₁ g		303.0
乾燥密度 ρ _d g/cm ³	1.554	流入量(モールド+容器) M ₂ =M ₀ -M ₂ g		479.1
初期水分量 m _w g	41.1	流入量(供試体) M ₃ =M ₁ -(M ₂ -M ₀) g		20.2
乾燥土の質量 m _s cm ³	305.2	給水後の供試体内水分量 M ₃ =M ₃ +m _w g		61.3
乾燥土の体積 V _s cm ³	115.7	lm ³ 当たりの保水量 g/m ³		312.3
容器 No.	112	68	水位 H cm	10.5
m _a g	100.83	106.84	閉鎖比 e	0.698
m _b g	96.51	101.85	給水後の含水比 w %	20.1
m _c g	64.90	64.15	給水後の飽和度 S _r %	76.0
w %	13.7	13.2		-

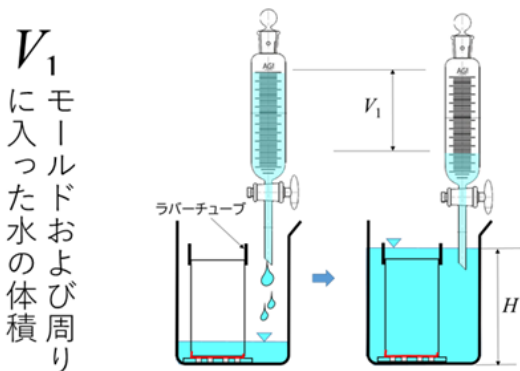


図2 V1の簡略図

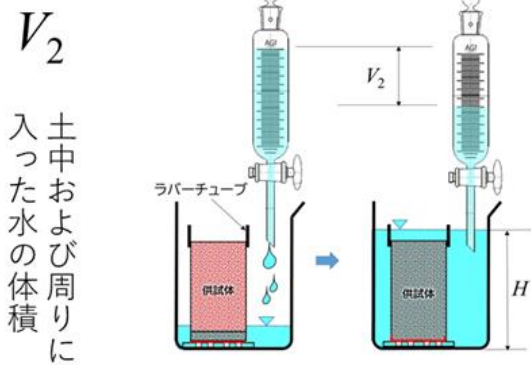


図3 V2の簡略図

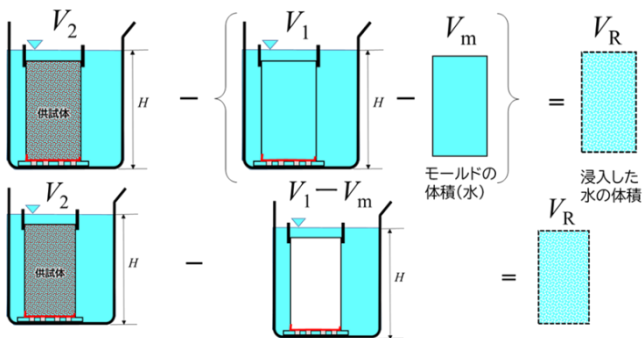


図4 VR保水量の計算方法の簡略図

6.おわりに

本研究の結果以下のことが得られた。改良土ではやはり空気の間隙により排水を無くして測定することで保水量は背景にも述べた問題を解決し測定することができ、短粒土よりもしっかりと値が大きく出ることがわかった。

また空気の間隙による排水は防げたがモールドの水面からの蒸発は防ぐことはできなかったため新たな改善策が求められる。

水面を合わせておかないと流入量は水面の高さの変わった体積分ズレしてしまうためしっかりと毎回意識する必要があると考える。

謝辞：本研究室の佐竹凌弥氏の協力を得ました。ここに記して誠意を表します。

参考文献：

- 1) 路面温度上昇抑制委員会：保水性舗装, pp. 1 - 3, 平成 23 年 7 月
http://www.coolhosouken.com/images_h2/data02.pdf
- 2) 石井雅都・杉井俊夫：原位置における透水性・保水性に関する研究, 土木学会中部支部研究発表会, pp. 3-30, 2019

分割法に基づく土圧計算評価

EC18028 小泉 詩織

1. はじめに

現在、擁壁の主働土圧合力計算は極限平衡状態にある剛体壁面の背面土の土くさびを考え、その土くさびが剛体壁面に沿って滑り出すという仮定のもと計算される。すなわち、図1のABC土くさびの自重、剛体壁面およびすべり面に作用する力からなる力の三角形を描き、力のつりあいをもとに土圧を求めるクーロン土圧が用いられている。

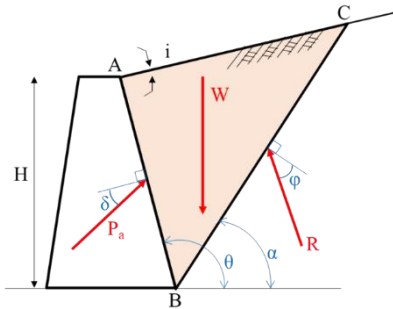


図1 クーロンの土くさび

しかし、クーロン土圧は背面土の層が互層である場合や、地下水面がある場合、壁面摩擦角 δ というものに対応することができないが、本来は斜面安定計算に用いる分割法を利用することで、それらに対応した主働土圧合力が計算可能となるという仮説を立て、円弧半径・主働土圧合力・壁面摩擦角の関係を図に示すことを目的とする。

2. マクロ(VBA)の作成

本研究では Excel の VBA によりプログラミングを行い図2の手順でマクロを作成して解析を行う。

主働土圧合力の算出方法は、円弧の角度が 90° を超える場合は、x座標を鉛直に裏込め土と重なるまで伸ばし、擁壁裏のかかと点Bが原点(0,0)となるように図を作成し、x=0より左側を擁壁側、右側を裏込め土側として計算を行う。

相対誤差の等高線マップ作成は、相対誤差 v をグリッド点上の中心点で求め、等高線マップを作成することで、円弧の中心の推察を行う。

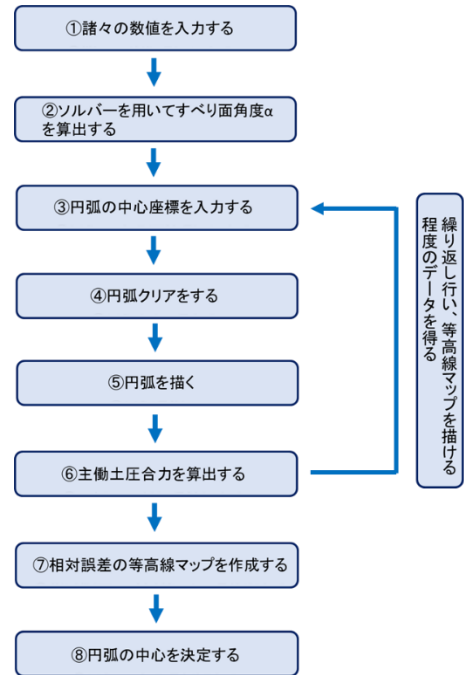


図2 マクロ作成の手順

3. 円弧の中心の推察

相対誤差 v を式(1)のように定義し、図3のように相対誤差の等高線マップを作成する。紫色の部分がかクーロン土圧で求めた主働土圧合力と分割法で求めた主働土圧合力の相対誤差が0になる箇所である。

$$v = \frac{|P_a - P'|}{P_a} \quad (1)$$

ここに、 v : 相対誤差(-), P_a : クーロン土圧で求めた主働土圧合力(kN/m), P' : 分割法で求めた主働土圧合力(kN/m)である。

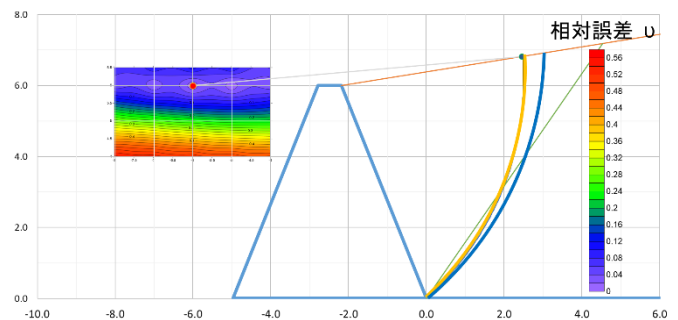


図3 円弧の中心

図3の場合、主働土圧合力の相対誤差が0になる箇所は2か所存在する。このような場合は、実際に円弧を描き、よりすべり面に沿う円弧になる場合を中心座標とする。図3では、中青色の(-5.0, 6.0)と黄色の(-6.0, 6.0)という2箇所の中心座標があるが、黄色の方がよりすべり面に沿う円弧となるため、黄色をこの場合の中心座標とする。

4. 解析ケース

擁壁の高さ H や、壁面摩擦角 δ が円弧半径、主働土圧合力に何かしらの影響を与えることは容易に予測することができるため、擁壁の高さ H と壁面摩擦角 δ を変えた9ケース表1について検証を行う。これらの結果から、円弧半径、主働土圧合力、壁面摩擦角の関係性を示すこととする。

	擁壁の高さ H (m)	壁面摩擦角 δ (°)
ケースA	3	10
ケースB	3	20
ケースC	3	30
ケースD	6	10
ケースE	6	20
ケースF	6	30
ケースG	9	10
ケースH	9	20
ケースI	9	30

表1 解析ケース

また、マクロの作成において初めに諸々の数値を入力する必要がある。擁壁の高さ H と壁面摩擦角 δ を変化させて検証を行うが、その他の値は同じであり、表2に本解析で使用了した諸々の数値を示す。

表2 本解析で使用了した諸々の数値

裏込め土の湿潤単位体積重量 γ_t	18KN/m ³
裏込め土の内部摩擦角 ϕ	30°
背面土の傾斜角 θ	110°
裏込め土の傾斜角 i	10°

5. 解析結果

擁壁の高さ H 、壁面摩擦角 δ を変化させていくと表3の結果が得られた。これを基に、壁面摩擦角 δ と、円弧中心 x 座標、円弧中心 y 座標、円弧半径 R 、主働土圧合力 Pa の関係を可視化する。

表3 解析結果

	擁壁の高さ H (m)	壁面摩擦角 δ (°)	円弧中心 x 座標 (m)	円弧中心 y 座標 (m)	主働土圧合力 Pa (kN/m)	円弧半径 R (m)	すべり面角度 α' (°)
ケースA	3	10	-1.5	3.4	45.191	3.716	23.210
ケースB	3	20	-3	3	45.977	4.243	45.023
ケースC	3	30	-4	3	48.803	5.000	53.157
ケースD	6	10	-4	6.5	180.762	7.632	31.624
ケースE	6	20	-6	6	183.908	8.485	45.023
ケースF	6	30	-7	6	195.211	9.220	49.424
ケースG	9	10	-6	10	406.715	11.662	30.980
ケースH	9	20	-8	9	413.793	12.042	41.655
ケースI	9	30	-11	9	439.224	14.213	50.736

以下に図4,図5として壁面摩擦角 δ と円弧中心 x 座標、円弧中心 y 座標の関係を示す。

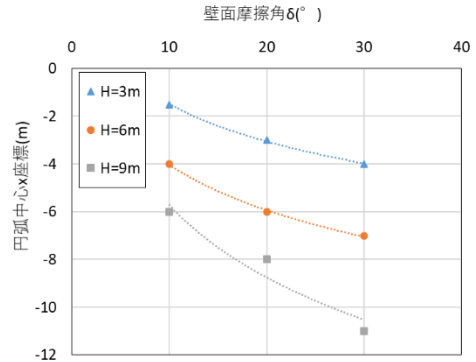


図4 円弧中心 x 座標と壁面摩擦角 δ

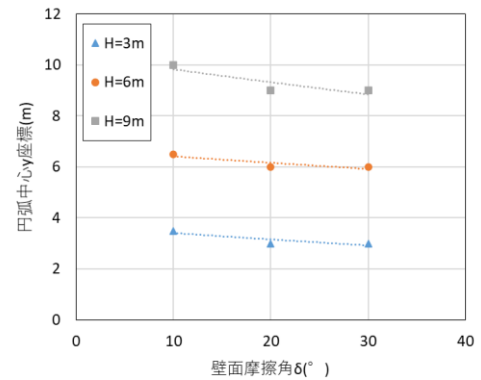


図5 円弧中心 y 座標と壁面摩擦角 δ

6. まとめ

クーロン土圧と同じ結果を得る分割法を実施した結果、得られた知見を以下にまとめる。

- 1)円弧中心 x 座標は、擁壁の高さ H が高くなればなるほど、壁面摩擦角 δ が大きくなればなるほど、擁壁から離れていく。
- 2)円弧中心 y 座標は、壁面摩擦角 δ が 10° の時は擁壁の高さよりも上にあるが、20° 以降は擁壁の高さにかかわらず、擁壁と同じ高さに収束する。
- 3)円弧半径 R は擁壁の高さ H が大きくなればなるほど、壁面摩擦角 δ が大きくなればなるほど大きくなる。
- 4)主働土圧合力は擁壁の高さ H が大きくなればなるほど大きくなる。また、壁面摩擦角 δ が大きくなればなるほど大きくなるがその程度は若干である。

【謝辞】本研究において、岐阜大学名誉教授佐藤健先生のご協力いただきました。ここに謝意を表します。

【参考文献】1)西村友良,藤研一,杉井俊夫,小林康昭,規矩大義,須網功二:基礎から学ぶ土質工学,朝倉書店,pp103-105.2007年

原位置における地盤の水理特性の評価に関する研究

EC18035 佐竹 凌弥

1. 研究目的

土の水理特性を計測することにより、安全な生活をする上で欠かせない災害防止や危険予知など様々なことが分かる。地盤工学会において「地下水面より上の地盤を対象とした透水試験方法」が設定された。この方法は、不飽和状態にある地盤が、降雨や地下水位上昇により現場飽和状態に達したとき、現地での最も大きい透水係数を求めることを目的としたものであった。現在、その中の一つの負圧浸入計を使った試験方法は実務でも利用されるようになった。しかし、降雨後の地盤の浸潤状態が高い場合など計測が困難になる場合があった。またこれまで保水性について計測する試験は装置が高価となることから実務での実施現実的でなく室内での実施しかなかった。そこで本研究は負圧浸入系を用いて、その過程で得られるデータから、これらの問題を解決しようとするものである。

2. 負圧浸入系

負圧浸入計 (図 1) は、一定の負圧を負荷しながら試験地盤を湿潤させ、湿潤開始からの経過時間と、経過時間あたりの湿潤量から透水係数を求める試験器具である。原理は Wooding の浸入速度と Gardner の不飽和透水係数式を用いたものである。実験方法は、負圧浸入計の貯水タンクと圧力調整タンクに水を入れる。次に圧力調整官を使って浸潤水頭 (負圧) を調整しゴム管でふたをした。水を入れた負圧浸入計をあらかじめ決めておいた地点に持っていき支柱で支えながら計測をし、水の浸透量を確認しながらストップウォッチで時間を測り 30 秒ごとの貯水タンクの残りの水の量を計測するやりかたである。その負圧浸入計を使い実際に小学校グラウンドで負圧を複数段階に変えて実施し、透水試験を行った。また、今回の現場透水試験は二箇所に分けて実験を実施した。一か所目の地点では負圧のみを与えて実験を行ったが二か所目の地点では飽和状態の浸透量を計測するた

め、負圧と正圧を与えて試験をおこなった。本来、負圧浸入計は負圧水頭を

地盤に浸潤していく試験器具であるが (図 1)、負圧浸入計で正圧を発生させ浸潤させるために (図 2) のように負圧浸入計を設定した。通常、図 1 のような $-h_a + h_b \leq 0$ により負圧は求められるが正圧を発生させるため図 2 のように h_b の長さを h_a よりも長くすることで $-h_a + h_b \geq 0$ になり正圧を発生させた。

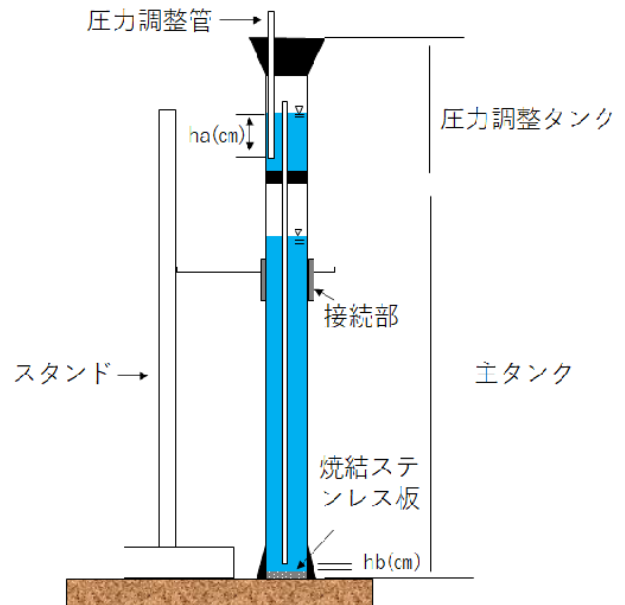


図 1 負圧浸入計

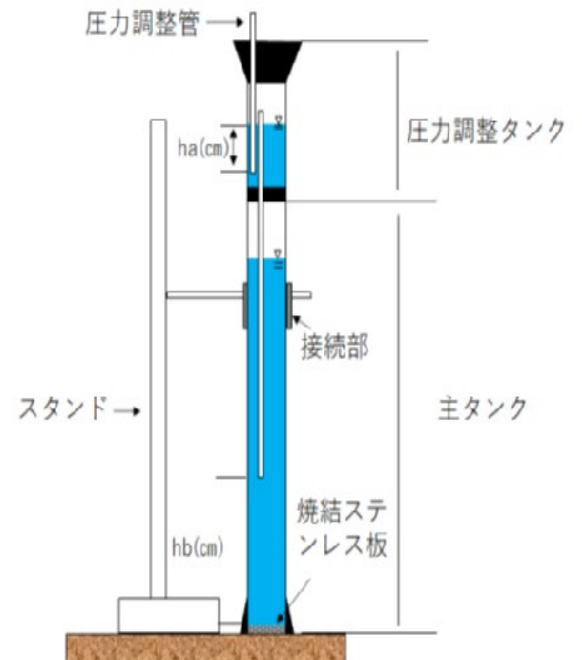


図 2 改良型負圧浸入計

3. 透水試験の結果

実際に小学校グラウンドの負圧浸入計による透水試験を実施した。実験をグラウンドの二箇所で行いそれぞれの地点で与える湿潤水頭を複数段階に分けて実施し、浸透流量を測った。1か所目の地点 *a* では湿潤水頭を三段階に分けて行った。二つ目の地点 *b* では湿潤水頭を負圧と正圧の七段階に分けて行った。図 3 は地

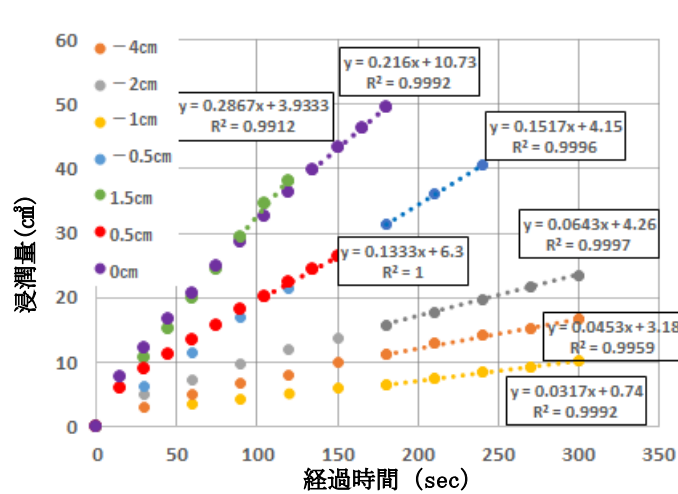


図 3 地点 B の透水試験結果

点 *b* の浸潤量と経過時間のグラフである。どちらの地点も初期の不飽和状態である場合には不飽和透水数よりも吸引圧による動水勾配が大きく非常常流であるが、飽和になると浸潤流速（グラフの勾配）が一定の定常流となった。また各地点の透水係数を式 1 より求めた。

$$K_{fs} = \frac{2.3 \times b}{\pi \times R^2 + \frac{4R}{1/a}} \quad (1)$$

ここに *R* : 給水ディスク半径 *b* : 切片 *a* : 土壌パラメータである。図 4 は地点 *b* の浸潤水頭と定常浸透量の関係

をグラフで表した。正圧を与えた場合でも負圧データと合わせることで線形回帰することができ、*a* と *b* を求めることができたことから透水係数を求めることができた。負圧を与えた地点 *a* も同様に透水係数を求めた。

地点 *a* での透水係数は 1.38×10^{-3} (cm/s) となり地点 *b* では、 4.77×10^{-3} (cm/s) となった。このことから線形回帰できたことから正圧でも透水係数を求めることができた。また負圧浸入計を用いて、飽和度が高い地盤での試験も改良を加えた負圧浸入計を用いて正圧を発生させることにより試験が可能になると考える。

4. 水分特性曲線と van Genuchten モデル

本研究では現場透水試験の結果から水分特性曲線を作成し保水性の評価を行った。保水性は、水分特性曲線の内側の面積により評価される。水分特性曲線を表すモデルとして式 2 に示す van Genuchten モデルを使用した。

$$S_e = \frac{1}{\left(1 + |\alpha h|^n\right)^{\frac{1}{n}}} \quad (2)$$

ここに、*S_e* : 有効飽和度(-)、*h* : 負の圧力水頭(cm)、*α_w*, *n* : van Genuchten モデルパラメータである。

また地点 *a*・*b* での定常流となったこの勾配である浸潤フラックスの大きさは負荷する浸潤水頭によって異なる

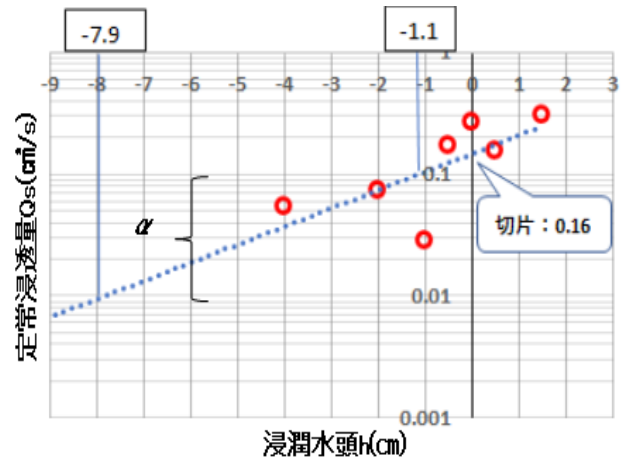


図 4 地点 *b* の浸潤水頭と定常浸透量

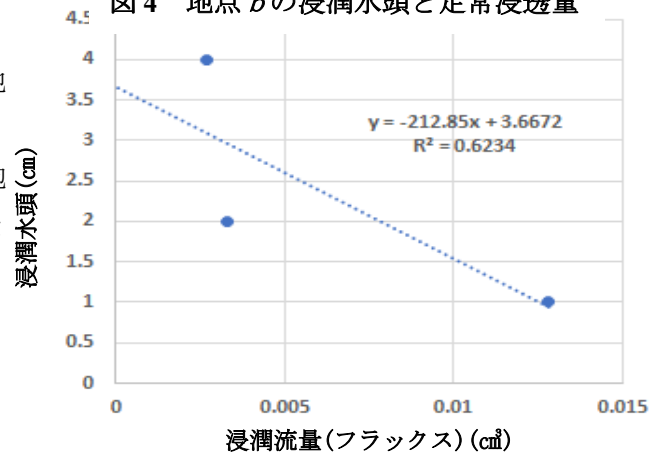


図 5 地点 *a* 浸潤フラックスと圧力水頭

ることが分かる。(図5)(図6)これより理論上、浸潤速度がゼロとなりうる負圧水頭に相当し、図5図6の切片が負圧浸入計の負圧水頭と飽和地盤の吸引圧が平衡する水頭であることが図7のイメージ図のようにいえるものと考えられた。この水頭は、地下水の毛管帯のように飽和であるが負圧である状態の最も大きい値と考えられるために、浸潤過程における水浸入値に等しいと考えられる。

そのことは別途の研究で水分特性曲線のVGモデルの水浸入値の逆数と言われている $1/aw$ と平衡の負圧水頭の関係が一致していることを得ており図5より $aw=1/1.837=0.544$ 、図6より $aw=0.358$ を得た。

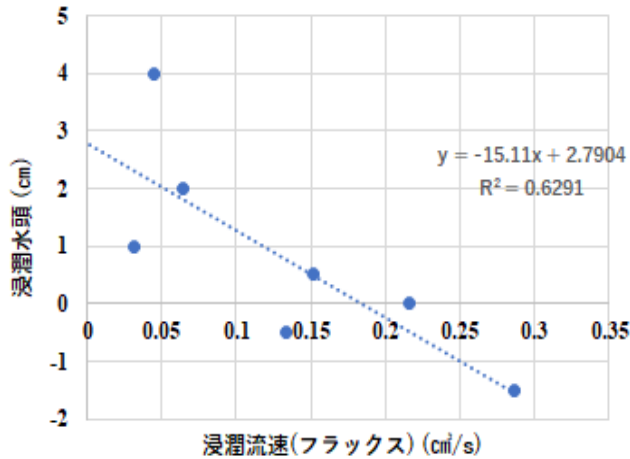


図6 地点 a 浸潤フラックスと圧力水頭

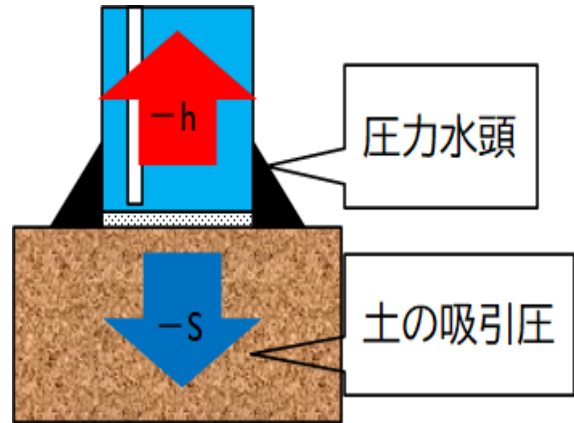


図7 負圧水頭の平衡イメージ

4. 粒度分布と水分特性曲線

水分特性曲線を決定するVGモデルにはもう一つありそれは、傾きに関するパラメータ n である。粒度分布と間隙径分布の形状、間隙径分布と水分特性曲線を反時計回りに90度回転させたものとの形状がほぼ一致することが別途の研究によって証明されている。この二つの証明から、粒度分布と水分特性曲線の形状も一致するのではと考え検証をおこなった。方法としては、約800種類の不飽和土の土壌貯留、油圧伝導率、水拡散率データなどが記載されているデータベースであるUNSODA(不飽和データ)を用いた。van Genuchtenモデルのパラメータの n は勾配に影響を与えるパラメータとなっているのでvan Genuchtenモデルの n と粒度分布の勾配が一致すると考えた。粒度分布から求める n を n' とおき、 D_{100} 、 D_0 を推定し、式3のような形で n' を求めた。

$$n' = \frac{1}{\log(D_{100}/D_0)} \quad (3)$$

ここに D_{100} : 100%粒径(mm)、 D_0 : 0%粒径(mm)である。

本研究では11種類のデータを用いて浸潤過程のvan Genuchtenモデルのパラメータ aw と n を求めた(図8) また、11種類の粒度分布をデータから作成した(図9)。以上のようにUNSODAから得られた粒度分布の勾配 n' とvGパラメータ n との関係を図10に示す。水分特性曲線のvGモデルの n と粒度分布より求めた勾配 n' は相関がいいことがわかる。しかし相関はいいが、 n' と n の値に多少のズレが生じている。相関が良いことからズレ幅がほぼ一定になっているため、 n' の値に回帰直線の傾き(0.5339)の逆数である、1.9をかけた。 n' の値に回帰直線の傾きの逆数をかけることにより、 n と n' の値がほぼ等しくなった。この結果から本研究で提案する粒度分布の勾配から求めた n の値を1.9倍することによって、vGモデルのパラメータである n の推定をおこなうことができると考えられる。

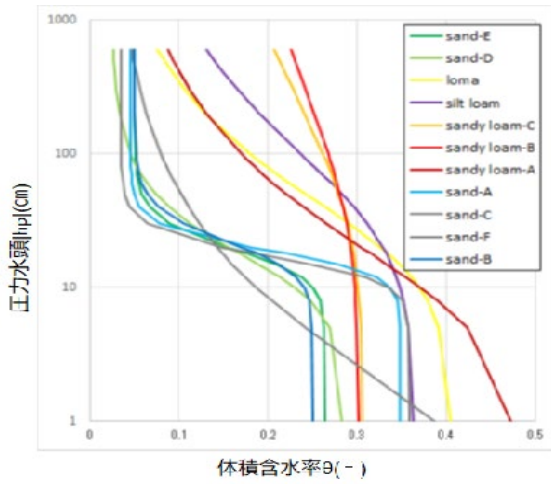


図 8 11 種類の水分特性曲線

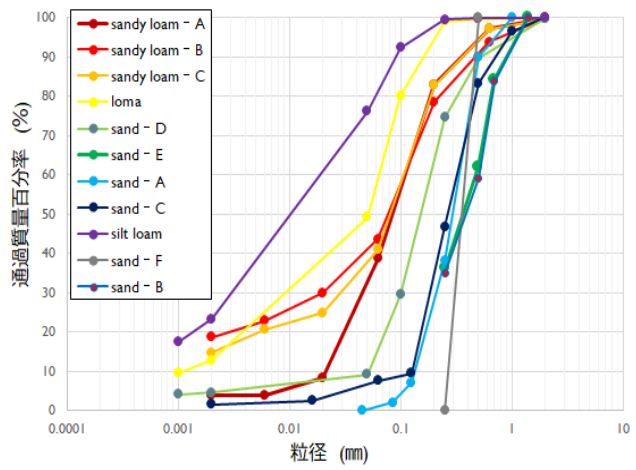


図 9 11 種類の粒度分布

よって図 11 に示す粒度試験結果から $n^*=1.245$ が得られた。また図 5 および図 6 から aw の値を得ておりこれらの情報から vG モデルで示した水分特性曲線を図 12 に示す。

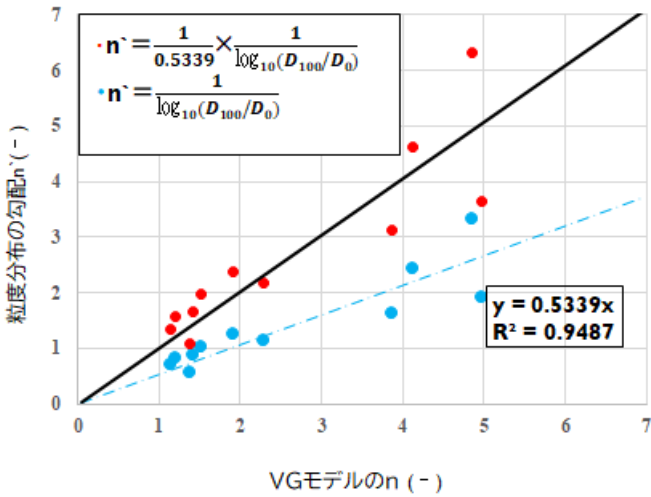


図 10 粒度分布の勾配 n^* と vG モデル n

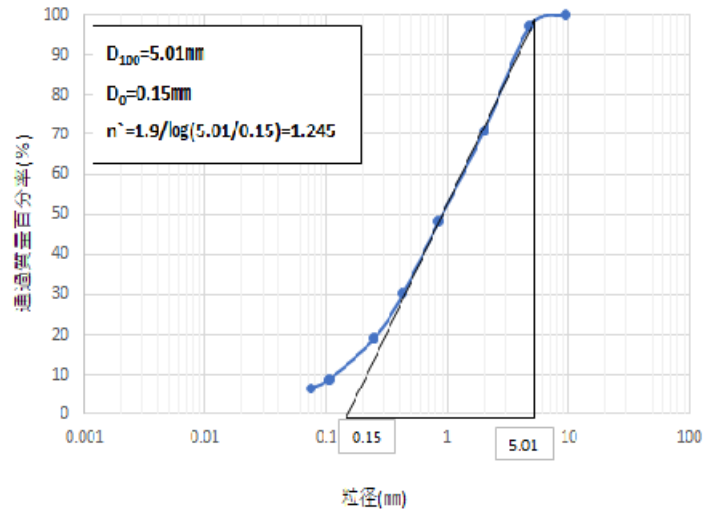


図 11 粒度分布と n^*

5. 室内試験との比較

各地点と室内試験の水分特性曲線を比較し、ほとんど形状が一致した。また地点 B の水分特性曲線が地点 A とほぼ一致していることから、透水試験より浸潤流速と浸潤水頭の切片 aw を求める事によって現場で水分特性曲線が求められると考える。

謝辞: 実験の実施において、本研究室の伊藤建登氏の協力を得ました。ここに記して誠意を表します。

参考文献

- 1) 松原祥平・杉井俊夫・浅野憲雄：水分特性曲線からの保水性指標の提案，土木学会中部支部研究発表会Ⅲ036, pp. 259 - 260, 2011 年 3 月
- 2) 杉井俊夫・余川弘至・森太俊・石井雅都：原位置における保水性評価に関する研究, 第 55 回地盤工学研究発表会 2020 年 6 月 21 日 - 22 日

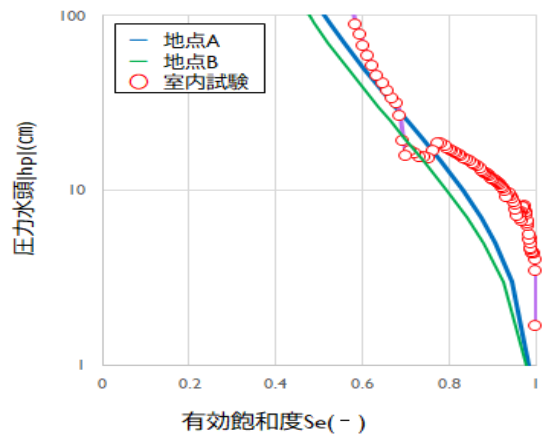


図 12 各地点の水分特性曲線の形状

団粒化した土の浸透破壊について

EC18037 佐藤駿太

1. はじめに

平成 24 年の矢部川で浸透による堤防の決壊が発生し周辺の地域に大きな被害を与えた。この災害は「越水なき破堤」と言われており、浸透による堤防の決壊であり、浸透破壊の一つであるパイピング現象が原因である¹⁾。浸透破壊とは、間隙水圧の上昇による有効応力の喪失による土の破壊である。

本研究では浸透による堤防決壊の新しい対策として団粒化技術が有効ではないかと考えた。団粒化技術は材料に団粒化剤を加えることで透水性、保水性を上げることができる技術である。団粒化により透水性が上がると、間隙水の損失エネルギーが大きくなるので有効応力の減少が少なくなる。そのため浸透破壊の対策になる。

浸透破壊の発生を判断するテルツァーギの限界動水勾配³⁾は土全体の体積に対する総間隙の体積の割合の平均的な間隙比のみであらわされている。団粒化することにより図 1、図 2 に示すように間隙径の大きさの分布は異なる。そのため平均値である間隙比が同じであっても限界動水勾配は適用できるか不明である。本研究は鉛直次元浸透破壊実験を行い、団粒土のテルツァーギの限界動水勾配と浸透破壊発生時の動水勾配の関係を調べる。

2. 団粒化技術

団粒化技術は単粒構造の土（単粒土）に添加物（本研究では高分子ポリマー）を配合し各粒径の土粒子を結合させ、単粒土を団粒構造の土（団粒土）にする技術である³⁾。団粒化技術により、図 3 のように単粒構造が細かい粒子がまとめられた粒子群となり、大きな間隙（マクロポア）と小さな間隙（ミクロポア）へと改良される。マクロポアにより余計な水が排水され、ミクロポアにより水を保水するため、透水性と

保水性が向上する。

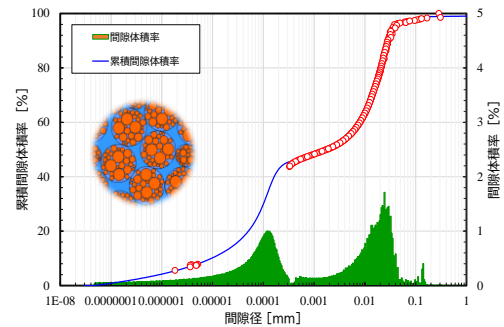


図 1 団粒土の間隙径分布

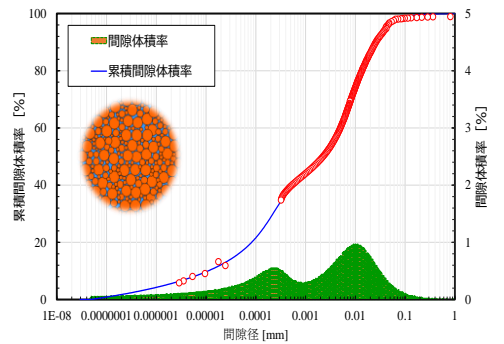


図 2 単粒土の間隙径分布

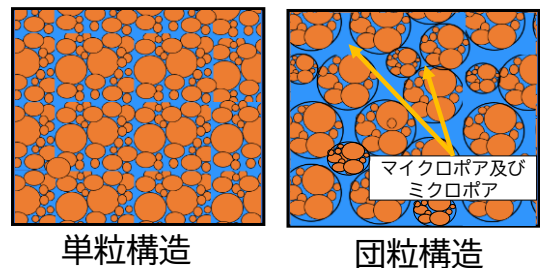


図 3 単粒構造及び団粒構造

3. 団粒化指数

団粒化技術により、団粒化の程度を適量的に表す指標として全国トース研究組合が定めた「団粒化指数」³⁾を用いる。団粒化が進むのは、主に原土中の粘

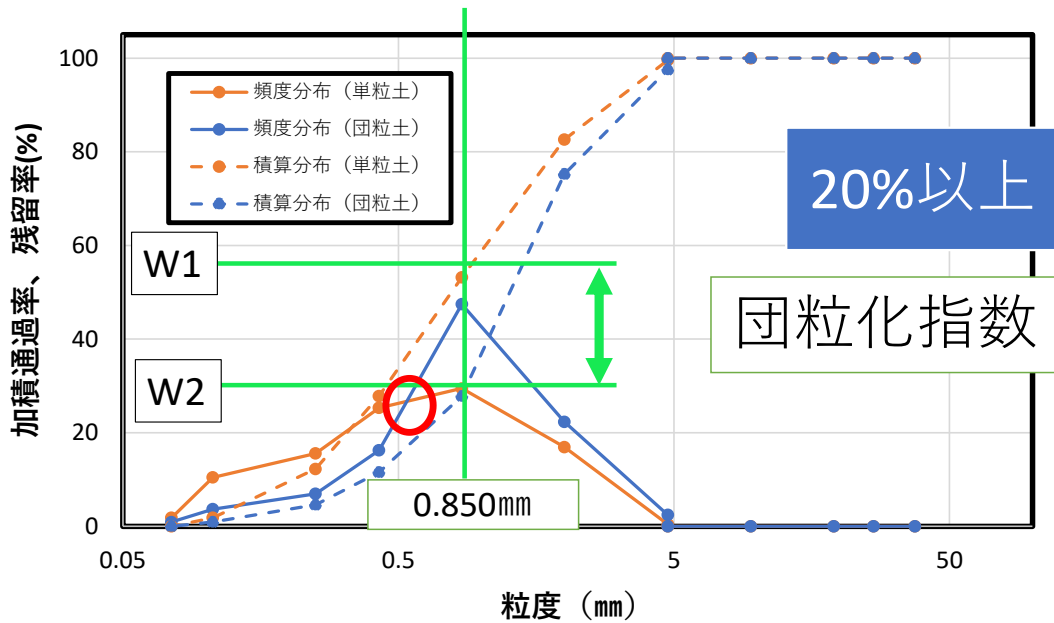


図4 団粒化指数の測定

土やシルト及び細砂からなる微細粒子部分であり、処理により、微細粒子相互の終結による団粒・粗粒子化と既存粒子表面への固着による粗粒子化が進むものと考えられる。団粒化指数が 20%以上で十分に団粒化していると判断される。

測定・評価方法(手順)は JISA1204 を基準とし、以下に示す。

- 1) 風土を風乾(バットに薄く広げ、1 昼夜以上放置し恒量化を確認)して、風乾試料を 1kg 準備する。
- 2) 風乾試料を 2 分割し、一つに団粒化改良を加え①未処理原土、②改良土のふるい分け試料を得る。ただし、②は 3 日から 1 週間程度の養生期間を要する。
- 3) ふるい分け試料は各々 300 g ~ 500 g とし、①は「湿式ふるい分け試験」、②は「乾式ふるい分け試験」により粒度分布を測定する。(JIS Z8801 規定のふるいをを用い、最小目開きを 0.075 mm とし、最大目開きは 20 mm 程度とする。)
- 4) 各々の測定結果について、粒度区毎のふるい上残留率と積算ふるい下含有率を求める。
- 5) 団粒化限界粒度前後における、積算ふるい下含有率の差を求め、大きいほうを団粒化指数とする。

3. 鉛直一次元浸透破壊

(1) 目的

団粒化技術が浸透破壊の対策になるかどうかを調べるために、団粒化前後で鉛直一次元浸透破壊実験を行う。本研究は団粒土の限界動水勾配の実験値とテルツァーギの限界動水勾配から求めた理論値の差から透水性を評価し団粒化技術が浸透破壊の対策になることを確認する。

(2) 使用した試料

柏原小学校の土を未改良(単粒土)と団粒化改良した土(団粒土)に分けて使用した。団粒土は実験を行う前に団粒化指数をそれぞれ計測した。土質試験として粒度試験⁴⁾と密度試験を表 1 に記す。

表 1 土質試験結果

	60% 粒径	10% 粒径	均等係数	土粒子の密度
	D_{60} mm	D_{10} mm	U_c	ρ_s g/cm ³
単粒	0.925	0.270	3.426	2.631
団粒	0.850	0.340	2.500	2.654

(3) 試験方法

- 1) 図 5 に示すように試験機を作成した。本試験では昇降式タンクによって、水位差(間隙水圧)の調整をした。さらに、ピエゾメーターを供試体と

つなげ、水位差の測定、浸透破壊発生の確認を行った。供試体内は全水頭が位置水頭のみであるのでピクノメーターで水位差の測定を行うことができる。また、流量を測定し、ダルシー則より透水係数を測定した。

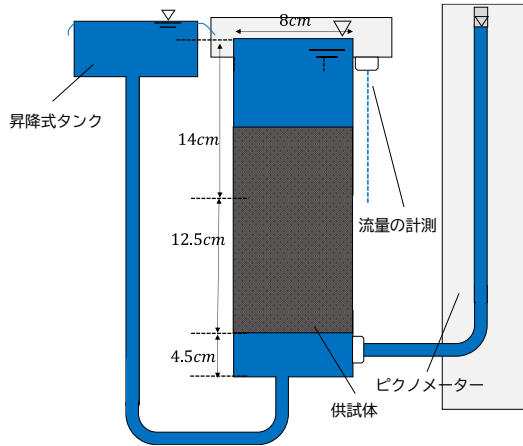


図5 試験器具

- 2) 供試体を作成した。本研究では試料を三層にわけ、それぞれ同じように締め固めることで、供試体内の間隙比を一定にした。そして、供試体に昇降式タンク、ピエゾメーターをつなげ水を流した。この時、供試体内の空気を二酸化炭素に置換することで、試料を完全に飽和させた。これは、二酸化炭素の空気より重く、水に溶けるといいう性質を利用している。
- 3) 昇降式タンクで水位差を調節し、30秒間、流量をそれぞれ三回ずつ測定した。測定した流量の平均値を試験データとして、採用した。供試体内に水道が発生、拡大し供試体が破壊するまで水位差を上げた。

4. 試験結果

4.1 透水性

本研究のデータケースを表2に示す。横軸に動水勾配、縦軸に流速cm/sをとり、間隙比と団粒化指数ごとの単粒土と団粒土における透水性をダルシー則により測定した結果を図6に示す。ダルシー則により動水勾配と、流速cm/sは比例の関係にありこの時の傾きを透水係数とし、土の透水性を示す。しかし、動水勾配が大きくなり、浸透破壊が発生すると流速cm/sが急激に大きくなりダルシー則が適用できない。こ

の、流速cm/sが急激に早くなる時の動水勾配を限界動水勾配とし、図6では赤い丸で示している。

表2 データケース

実験ケース	間隙比 (e)	団粒化指数 (I_d)
単粒土	A: 0.463	
	B: 0.536	
	C: 0.634	
団粒土	D: 0.56	21
	E: 0.623	22
	F: 0.75	27
団粒化失敗	0.84	14

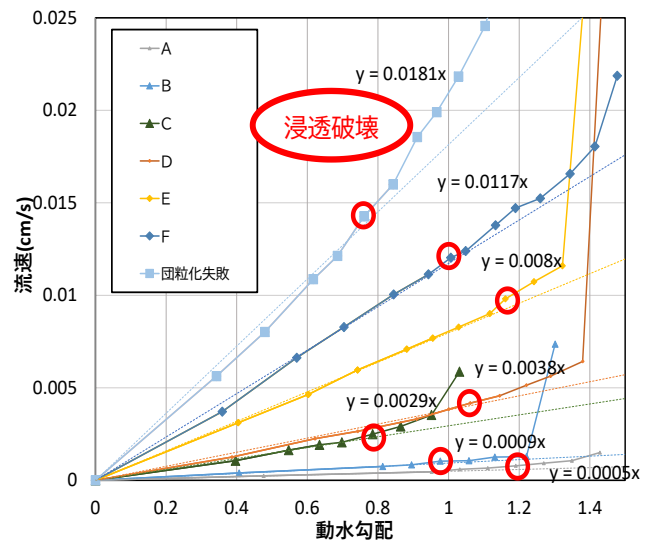


図6 透水性の評価

4.2 限界動水勾配

横軸に間隙比、縦軸に図6より求めた浸透破壊発生時の導水勾配をテルツァーギの限界動水勾配の計算値で割った数値をとり、間隙比とテルツァーギの限界動水勾配の関係を図7に示した。縦軸が1.0に近づくほどテルツァーギ式で求めた限界動水勾配で浸透破壊が発生する。そのため、縦軸の値が1.0より大きくなるほど、テルツァーギ式で求めた計算値よりも大きな動水勾配で、浸透破壊が発生し、1.0より小さくなるほど計算値より小さい動水勾配で、浸透破壊が発生する。図7の団粒土の上にある数値はそれぞれの団粒土の団粒化指数を示している。

4.3 実験結果の考察

図7が示すように、単粒土はテルツァーギ式で求めた限界動水勾配よりも小さな値で浸透破壊が発生

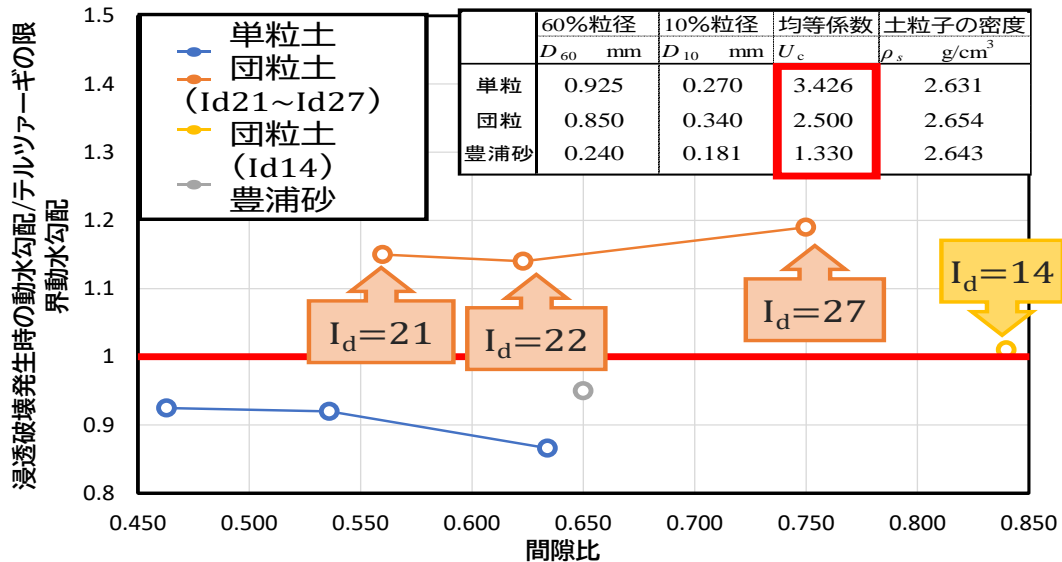


図7 浸透破壊発生時のテルツァーギの限界動水勾配

している。これは、本研究で使用した柏原小学校の土の均等係数は大きく、粒度にばらつきがあるため、小さい間隙で水が詰まり、間隙水のエネルギー損失が大きくなり、さらに、大きい間隙から細かい粒子が流失し局所的な浸透破壊が発生することが理由である。豊浦砂は柏原小学校の土よりも均等係数が小さく粒度にばらつきが少ないため、間隙径分布にばらつきがなく間隙水のエネルギー損失が小さくなっている。そのため、テルツァーギ式で求めた動水勾配と近い値で浸透破壊が発生している。

図7が示す通り間隙比と縦軸の関係は変わらない。単粒土は横軸の間隙比をおおきくすると、間隙比が小さいときよりも小さい動水勾配で浸透破壊が発生している。これは、間隙比を大きくするときは締固めを緩くする必要があり、緩い締固めだと大きい間隙がより多くできてしまうため空気が入りやすくなってしまったことが原因として考えられる。団粒土は団粒化指数が大きくなるごとに縦軸の値が大きくなり、同じくらいの団粒化指数では縦軸の値はそれほど変わらない。これらのことから、同じ間隙比でも団粒化が進むほど透水性がよくなり、より大きい動水勾配で、浸透破壊が発生することが分かる。

5. まとめ

団粒土の団粒化指数を大きくするほど、限界動水勾配が大きくなった。そして、団粒化指数が20を超える(十分に団粒化した)と、テルツァーギ式で求め

た限界動水勾配よりも大きな動水勾配で、浸透破壊が発生することを得た。しかし、今回行った試験は室内試験であり、実際の環境とは異なるため実際の堤防で浸透破壊の対策になるかわかっていない。そのため、浸透による堤防の決壊の対策になるか検討するためには、実際の堤防に近づけた模型実験を行う必要がある。

6. 参考文献

- 1) 国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川研究室 福島雅紀:”破堤現象と堤防強化”,基礎水理シンポジウム 2020
- 2) 杉井俊夫、山田公夫、名倉晋:限界流速から見た浸透破壊の発生と進行,地盤工学会誌 57 (9) , 2009-00-01
- 3) 西村友良、佐藤研一、杉井俊夫、小林康昭、規短大義、須綱功二:“基礎から学ぶ土質工学”,朝倉書店, pp. 44-56,
- 4) 細野康代、吉嶺充俊:豊浦砂の粒度分布,土木学会第 64 回年次学術講演会(平成 21 年 9 月), III-168

自由度の高い水分特性曲線モデルの構築

EC18045 種瀬 香凜

1. はじめに

土中水の挙動をシミュレーションする際に欠かせない水分特性曲線は、これまで van Genuchten モデルを代表に多くの研究者らが提案してきた。一方、杉井ら¹⁾は水分特性曲線から粒状材料の間隙くびれ径の分布を示すことを得てきたが、提案されている水分特性曲線モデルは、団粒化した土など双峰性を有する間隙径分布の場合や最小の間隙径までを示すことができなかつた。つまり、水分特性曲線モデルからの間隙径の推定を行う場合、モデル形状の影響を受けていた。そこで本研究は、実験データを忠実に再現できる水分特性曲線モデルの構築を目的に、杉井・宇野が提案したロジスティック曲線を用いたモデル（以下 SU モデル）²⁾を改良することを目的としている。

2. SU モデル（オリジナルモデル）の概要

SU モデルはロジスティクス曲線を利用したモデル(式(1))であり、本研究ではオリジナルモデルとして用いることとする。本モデルは、0~1 までを連続関数として2つのパラメータで表現できること、パラメータの推定も線形回帰で行えることから容易である特徴を有する。

$$Se = [1 + \exp(A + B \log_{10}|h|)]^{-1} \quad (1)$$

$$Se = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} \quad (2)$$

ここに、 Se : 有効飽和度、 θ : 体積含水率、 θ_r : 最小水分容量、 θ_s : 飽和体積含水率、 h : サクション水頭、 A 、 B はフィッティングパラメータである。

式(1)を変形して式(3)の負の圧力水頭 hp の 1 次式が得られ、このときパラメータ A と B を容易に回帰して求めることができる。

$$\log_e \left(\frac{1}{Se} - 1 \right) = A + B \log_{10}|h_p| \quad (3)$$

図 1 には、単峰性の試料 (Sample-1) と双峰性の試料 (Sample-2) の試験データに式(3)のモデルをフィッティングした結果を示している。通常の土試料のような単峰性の Sample-1 の水分特性曲線は、SU モデル

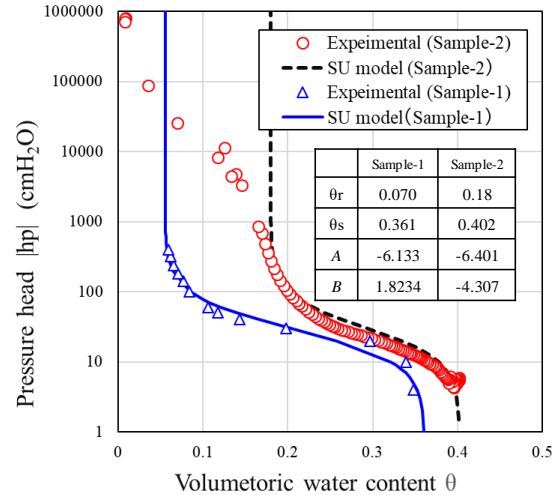


図 1 SU モデルによる実験値のフィッティング

で十分表現できているが、Sample-2 の双峰性の実験結果には一部しか再現できていないことが明らかである。

3. 低飽和域 (吸着水分領域) に対応したモデル

Peter, Durner and Iden³⁾らは、吸着水だけとなる低水分量域を考慮した PDI model を提案した。これまでのモデルでは、吸着水だけの低水分量域は最小水分容量 (θ_r) 以下については表現できておらず、体積含水率 $\theta=0$ にはならなかつた。本モデルでは θ_r よりも低い水分領域を関数で表し、最終的には $\theta=0$ となる形をとっており、自由度が増やすとともにより正確に物理現象を表すものとなっている。

$$\theta(h) = \theta^{cap}(h) + \theta^{ad}(h) = (\theta_s - \theta_r)S^{cap} + \theta_r S^{ad} \quad (4)$$

ここに、 S^{cap} はメニスカス水の飽和関数、 S^{ad} は吸着水の飽和関数、 θ_r は吸着水のための最小水分容量である。

$h=h_0$ で体積含水比がゼロに達することを保証するために、 S^{cap} は単峰性モデルでスケーリングされた式(5)とおく。

$$\theta(h) = (\theta_s - \theta_r) \frac{\Gamma(h) - \Gamma_0}{1 - \Gamma_0} + \theta_r S^{ad} \quad (5)$$

ここで、 $\Gamma(h)$ は単峰性の水分特性曲線関数モデル (ここでは、式(1)の Se) であり、 Γ_0 は $h=h_0$ の時の単峰性の水分特性曲線関数の有効飽和度 Se の値となる。

4. 双峰性モデル

団粒構造などの階段状になった水分特性曲線に対応した2つの単峰性を組み合わせた双峰性のモデル(Bimodal model)がDurnerにより提案されている。二つの山の間隙径分布を持つ水分特性曲線で導かれる。単峰性モデルよりも自由度が高いため、複雑な水分特性曲線をフィッティング精度が高くなる。

$$\theta(h) = (\theta_s - \theta_r) \sum_{i=1}^2 w_i \Gamma(h)_i + \theta_r \quad (6)$$

ここに、 w_i は*i*(双峰性の場合には*i*=2)に関する重みの係数であり、 $0 < w_i < 1$ 、 $\sum w_i = 1$ である。

5. 土の保水性試験(蒸発法+サイクロメータ法)

低いサクションから高いサクションまで計測する必要があるから、2つの試験装置では計測する。

(1) 蒸発法

図2に示すように電子バランス上に、負圧を計測できるテンションメータを挿入した供試体を載せ、蒸発していくときの負圧と供試体内の水分の経時変化を求める(|*h_p*|=約900cm水頭まで)。

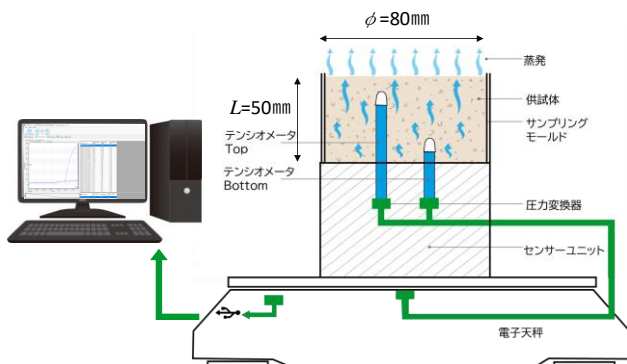


図2 蒸発法(Hyprop)装置の概要

(2) チルドミラー式サイクロメータ

図3のチルドミラー式のサイクロメータにより、1点ずつ水分量を蒸発させながら計測していく。サイクロメータによる土中水のポテンシャルは、式(7)で求める。

$$\phi = \rho_w \frac{RT}{M} \ln \left(\frac{p}{p_0} \right) \quad (7)$$

ここに、 ϕ : 土中水ポテンシャル、 ρ_w : 水の密度(g/cm^3)、 R : 気体定数($8.314\text{J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$)、 T : 絶対温度(K)、 M : 水の分子量(kg/mol)、 p/p_0 : 相対湿度、 p : 土中水と平衡している水蒸気の圧力、 p_0 : 等温大気圧下の蒸留水と平衡している水蒸気の圧力である。

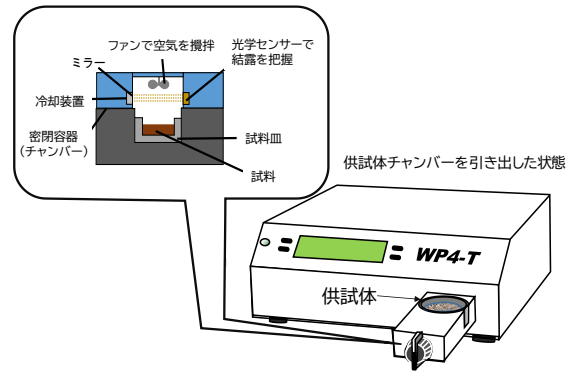


図3 チルドミラー式サイクロメータの概要

6. 改良した自由度の高いモデルによる推定

今回、双峰性を示す団粒化しに対し、オリジナルモデルに2つのモデルを組み合わせる適用を調べた。フィッティング結果を図4に示す。

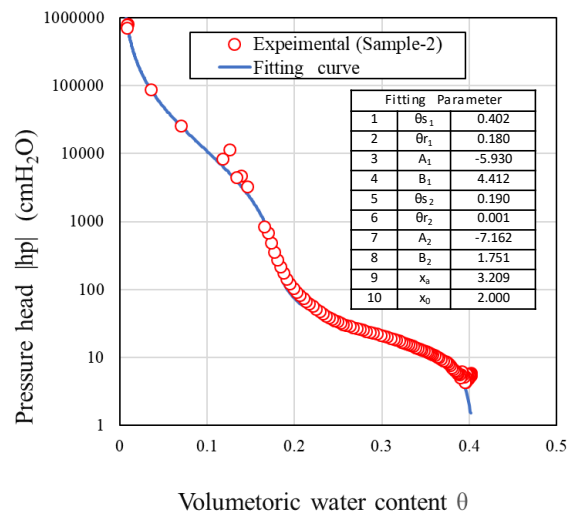


図4 実験値の提案モデルによる再現

サイクロメータでの計測範囲(|*h_p*|=1000cm以上)では、離散的なデータとなる。今回、自由度の高いモデルにより実験データを忠実に再現することができたと同時に、10個のパラメータで推定が可能となる。

7. おわりに

推定パラメータを少なくすることができた。

【参考文献】1) 杉井俊夫・川部らら: 水分特性曲線を用いた砂の間隙構造の評価, 地盤工学会誌, Vol.67, No.9, pp.12~15, 2019. 2) 杉井俊夫・宇野尚雄: 簡便な不飽和浸透特性のモデル化, 不飽和地盤の透水性に関わる諸問題シンポジウム発表論文集, p.179-184,1996. 3) A. Haghverdi, M. Najarchi, H. S. Ozturk and W. Durner: Studying Unimodal, Bimodal, PDI and Bimodal-PDI Variants of Multiple Soil Water Retention Models: I. Direct Model Fit Using the Extended Evaporation and Dewpoint Method, pp.6-9,2020..

団粒化による液状化抑制技術の検証

EC18055 長坂 勇希

1. はじめに

埋設管の浮き上がりや埋め戻し材の沈下といった液状化の被害は、管の破損によるライフラインの停止や道路では交通障害をもたらす。また、高度経済成長期に整備された管路の老朽化が進んでおり、それに伴い管路の更新需要の増加が予想される¹⁾。そこで本研究では埋設管の交換において埋め戻し材に団粒技術の適用を目的に、改良前の土と改良後の土の液状化モデル実験を実施する。特に実験を用いて、①加速度の変化の確認、②過剰間隙水圧比の変化の確認、③噴砂・噴水状態の確認、④体積変化(地表面変化量)の確認により液状化の抑制効果を検証する。

2. 試料

試料は現地(福岡県みやま市瀬高町)から掘削された土を現場土とする。実験では埋め戻し材に団粒化剤(GB-2000)を用いて団粒土を作成して使用する。団粒化することで細かい粒径がまとまるため、粒径分布に変化がみられる。本実験では改良前と改良後の2つの試料を使用して液状化モデル実験を実施する。

3. 方法

3.1 液状化実験による団粒化剤の評価

図1のように液状化モデル実験を実施した。同じ方法で締め固めをして現場土(単粒)と現場土(団粒)をそれぞれ作成した。現場土の中には塩化ビニル管を埋めた。また、地盤の設計は東京都品川区の道路占用配置基準¹⁾の水道管を参考にしたHは圧力計から求めた水位で水位差から過剰間隙水圧比を計算する。

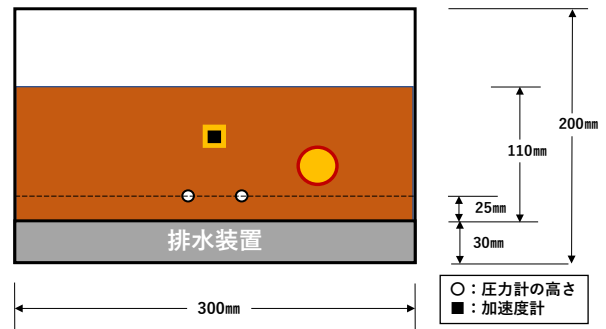


図1 液状化モデル実験

3.2 粒径による団粒化剤の評価

図2は今回使用する現場土の粒径加積曲線である。団粒土は10~30%粒径で単粒土より大きくなったため均等係数が1に近づく。よって、団粒化すると粒径幅が小さくなる。

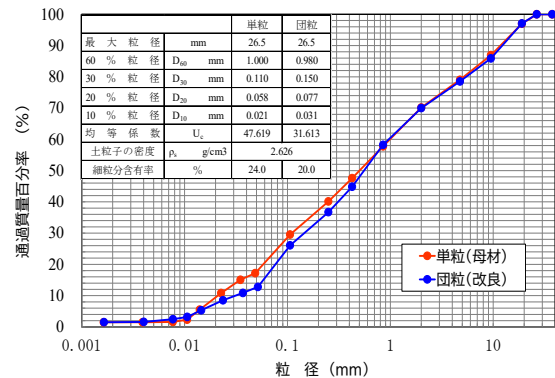


図2 粒径加積曲線

3.3 液状化実験の結果

①加速度の変化の確認

単粒土と団粒土の加速度が同じかを確認するために図4は、それぞれの振動台の周波数を示した。単粒土は2.69Hz、団粒土は2.75Hzであった。単粒土と団粒土の周波数はほぼ同じであったため、加速度は単粒土と団粒土は同じ速さで振動していることが分かった。

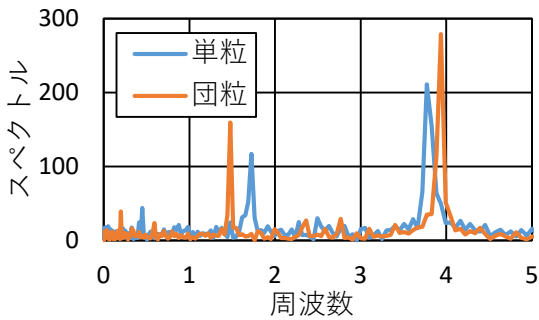


図4 振動台の揺れの周波数

②過剰間隙水圧比の変化の確認

図3は過剰間隙水圧比を示している。単粒土、団粒土それぞれの赤い丸の部分に着目すると過剰間隙水圧比の上昇の仕方に違いがみられる。それは、土中の水の動きを示して、単粒土は水位が急激に上昇したため、直角に曲がり一定になった。これに対し、単粒土は水位がゆっくり上昇していったため、円を描く感じで曲がり、一定になったと考えられる。また、団粒土は、単粒土よりも過剰間隙水圧比が上昇しにくいことが分かる。

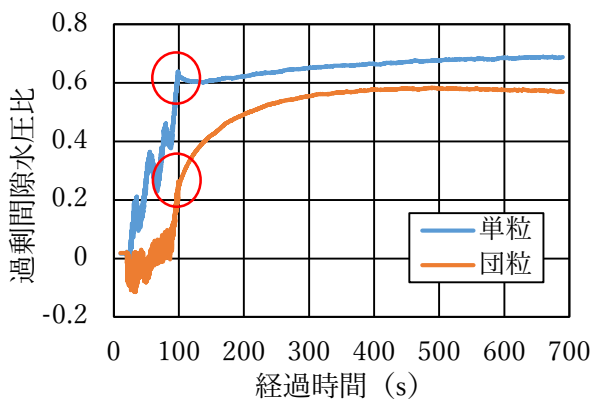


図3 過剰間隙水圧比

③液状化後の噴砂噴水状態の確認

実験後の噴砂噴水状態の結果を写真1は横からで写真2は上から撮影したものである。単粒土は振動台を揺らした数秒後に棒が沈んでいき、地表面に水が浮き上がってきた。団粒土は地表面に水がみられず、棒は5mm程沈んだことが確認された。このことから団粒土は、単粒土よりも棒の沈む量が小さいことが分かった。すなわち、有効応力が軽減され、地盤の支持力が保たれたといえる。

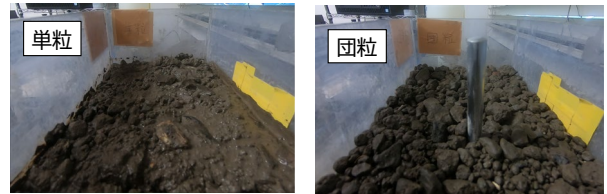


写真1 噴砂噴水後（横から撮影）

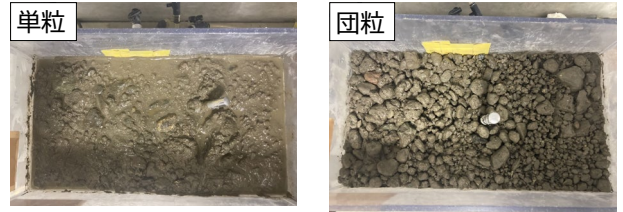


写真2 噴砂噴水後（上から撮影）

④液状化後の体積変化（地表面変化量）

本実験では、振動前、振動後の2回メジャーで地盤高さをはかり地盤沈下量を調べた。単粒土は2.4%で団粒土は1.0%それぞれ沈下した。このことから団粒土のほうが単粒よりも地盤沈下が小さいことが考えられる。



写真3 体積変化後

4. おわりに

本研究では以下の3つが得られた。1つ目は②から団粒土は単粒土より過剰間隙水圧比が上昇しにくいことが確認できた。2つ目は③から団粒土は単粒土よりも有効応力が軽減され、地盤の支持力の低下を抑えられることが確認できた。3つ目は④から団粒土のほうが単粒土よりも地盤沈下が小さいことが確認できた。

謝辞

中部大学教授杉井俊夫先生に実験の手順、論文の書き方などご指導をしていただきました。誠にありがとうございます。

【参考文献】

1) 東京都品川区：”道路占用許可基準および道路占用物件配置標準”, p.35,2016-03

越流時における堤体内の浸透流解析

EC18070 安田 健太郎

1. はじめに

近年、ゲリラ豪雨や線状降雨帯などの環境の変化が大きく災害の規模や頻度が増加している傾向にある。千曲川の破堤のように、スーパー台風や豪雨の頻発により、これまでの河川の流量を上回る流量が発生し、越水による破堤が増加している。図-1に示すように、越流時には堤体全てが水で覆われ、急激な水位上昇時には堤体内に間隙空気が閉じこめられることが予想される。間隙空気が圧縮されると間隙空気圧が上昇し、堤体内からの間隙空気圧をうけ、越水時に堤体内部から弱体化することも考えられ、間隙空気圧の増加量がどの程度になるか重要となる。本研究では、気液二層流の解析をとおして間隙空気圧の増加について調べることを目的に、1次元鉛直モデルによるプログラムの構築をおこなった。

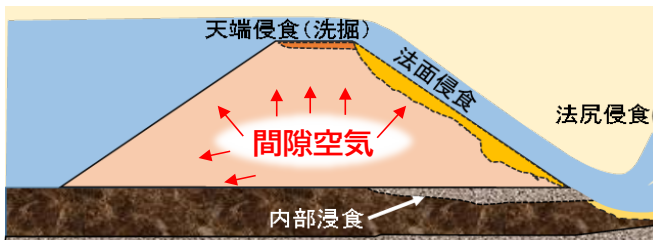


図-1 越流時の堤体と間隙空気圧

2. 研究方法

鉛直一次元の流れを時間によって流れが変化する差分法のブロック分割法による非定常解析を行う。支配方程式には、ダルシー法則と連続式を用いたRichardsの方程式を使用する。

$$c' \frac{\partial h_p}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k_x \frac{\partial h_p}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k_y \frac{\partial h_p}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial h_p}{\partial z} + k_z \right) \quad (1)$$

ここに、 h_p : 圧力水頭、 t : 時間、 $k_x \cdot k_y \cdot k_z$: 透水係数、 c' : 比貯留係数(s_s) × 比水分容量(c)である。

式(1)を鉛直一次元の流れとすると式(2)となる。

$$c' \frac{\partial h_p}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial h_p}{\partial z} + k_z \right) \quad (2)$$

これを差分法に基づいて式(3)を使って図-3のように傾きを求めるような形で差分化を行う。

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\partial y}{\partial x} = \frac{\partial h_p}{\partial z} \quad (3)$$

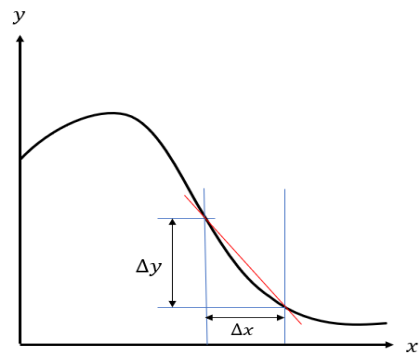


図-3 差分法

1) Richards 方程式の差分化

既知の圧力水頭である図-4の1、2、3と Δt 後の未知の圧力水頭の4、5、6として、中心に位置する赤の点 ($j, t+1/2$) を元に差分化を行うことで、式(4)を得る。

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial h}{\partial z} + k_z \right) = k_A \frac{h_4 + h_1 - h_5 - h_2}{2\Delta z^2} - k_B \frac{h_5 + h_2 - h_6 - h_3}{2\Delta z^2} + \frac{k_A - k_B}{\Delta z} \quad (4)$$

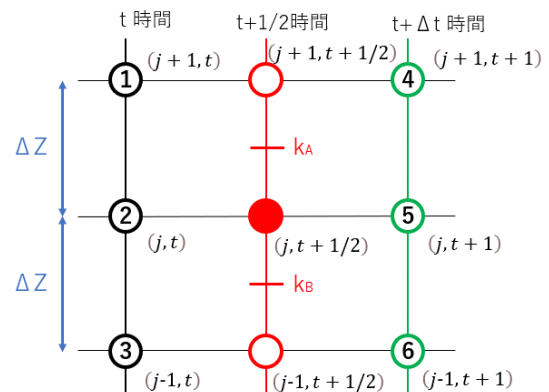


図-4 二次元の差分化と格子点

次に説明する条件の下でプログラム化することで、圧力水頭の解析を行った。解析は図-5, 6 に示す。

2) 初期条件・境界条件

- ・各点飽和しておりでの圧力水頭は静水圧とする。
- ・点1と点2の圧力水頭の関係は Δz を10cmとするとき、全水頭が等しいため、点1の圧力水頭は点2の圧力水頭より-10cm低い水頭とする。
- ・強制排水で点10での圧力水頭は-10cmとする。
- ・上端給水での点1で圧力水頭は10cmとする。

3) 浸透特性モデル

浸透特性モデルは、van Genuchten model¹⁾を用いた Mualem の式を使用、パラメータを表1に示す。

$$S_e = [1 + |a\phi|^n]^{-m} \quad (4)$$

$$m = 1 - \frac{1}{n} \quad (5)$$

$$S_e = \frac{\theta - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} \quad (6)$$

$$k_u = k_s \cdot S_e^{0.5} [1 + |a\phi|^n]^{-m} \quad (7)$$

$$c = \alpha(n-1)(\theta_s - \theta_r) S_e^{1/m} (1 - S_e^{1/m})^m \quad (8)$$

ここに、 θ : 測定される体積含水率、 θ_s : 飽和体積含水率、 θ_r : 残留水分(最小含水量)、 ϕ : 圧力水頭、 a, n, m : モデル推定パラメータである。

表1 解析パラメータ

パラメータ		数値	単位
メッシュデータ	$\Delta z =$	10	cm
	接点数 N =	10	
飽和透水係数 $k_s =$		2.00E-02	cm/s
比貯留係数 $S_s =$		1.00E-05	1/cm
不飽和浸透特性	$\alpha =$	0.005	1/cm
	$n =$	2.3	
	$m =$	0.565	$m=1-1/n$
	$\theta_s =$	0.39	
	$\theta_r =$	0.03	

3. EXCELを使用した解析結果

初期条件と境界条件から鉛直一次元の土柱の飽和状態から下端から強制排水を行い、その後上部に越水深をかけた状態で上端給水の解析を行った。それぞれの時間経過による圧力水頭の時間的変化を図-5, 6 にそれぞれ示す。

強制排水

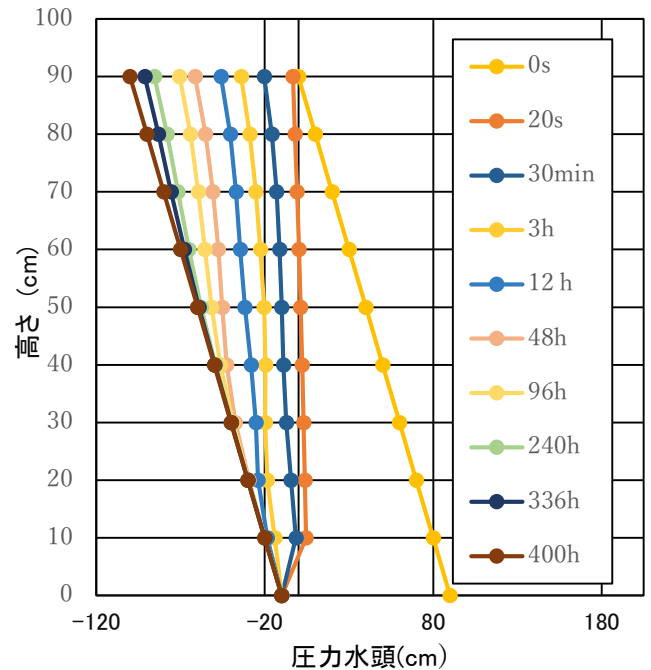


図-5 飽和状態から強制排水時の圧力水頭

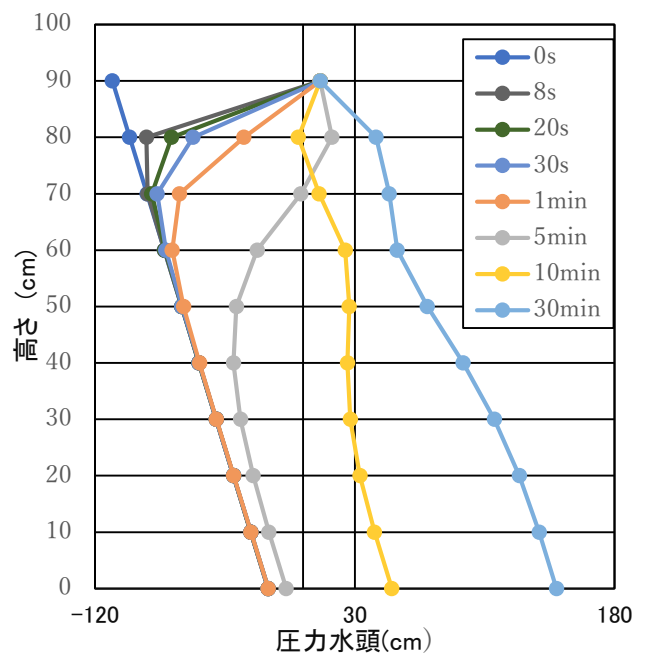


図-6 10cmの越水深を与えた時の圧力水頭

4. 気液二相流のそれぞれの支配方程式の差分化

(液相)

$$nC' \left(\frac{\partial P_a}{\partial t} - \frac{\partial P_w}{\partial t} \right) = \frac{\partial}{\partial z} \left(k_{rw} k_w \left(\frac{\partial p_w}{\partial z} + 1 \right) \right) \quad (9)$$

(気相)

$$n \left\{ (1 - s_r) B' - \frac{c'}{\beta_a} \right\} \frac{\partial P_a}{\partial t} + n \frac{c'}{\beta_a} \frac{\partial P_w}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{k_{ra} k_a}{\beta_a} \frac{\partial p_a}{\partial z} \right) \quad (10)$$

ここで P_w : 圧力水頭、 P_a : 間隙空気圧、 t : 時間、
 c' : 比貯留係数(S_s) \times 比水分容量(c)、 β_a : 構成体積率、 s_r : 有効飽和度、 k_{ra} : 相対透気係数、 k_{rw} : 相対透過係数、 $B' = d(1/\beta_a)$ 、
 $k_w = k/\mu_w$: 相対透気係数の平均 $k_a = k/\mu_a$: 相対透過係数の平均とする。そして、空気相と水相それぞれを図-4の差分格子点を作成し、差分化する。また、計算における前提条件として以下を示す。

$$k_A = k_{rw} k_w \Big|_{j-\frac{1}{2}}^{t+\frac{1}{2}} = \frac{k_{11} + k_2}{2} \quad (11)$$

$$k_B = k_{rw} k_w \Big|_{j+\frac{1}{2}}^{t+\frac{1}{2}} = \frac{k_2 + k_3}{2} \quad (12)$$

$$k_C = \frac{k_{ra}}{\beta_a} k_a \Big|_{j-\frac{1}{2}}^{t+\frac{1}{2}} = \frac{k_4 + k_5}{-2} \quad (13)$$

$$k_D = \frac{k_{ra}}{\beta_a} k_a \Big|_{j+\frac{1}{2}}^{t+\frac{1}{2}} = \frac{k_5 + k_6}{-2} \quad (14)$$

(液相)

$$nC \frac{P_8 - P_2}{\Delta t} = k_B \frac{P_3 + P_7 - P_2 - P_8}{2\Delta z^2} - k_A \frac{P_2 + P_8 - P_1 - P_9}{2\Delta z^2} + \frac{k_B - k_A}{\Delta z} \quad (15)$$

(気相)

$$n \left\{ (1 - s_r) B' - \frac{c'}{\beta_a} \right\} \frac{P_{11} - P_5}{\Delta t} + n \frac{c'}{\beta_a} \frac{P_8 - P_2}{\Delta t} = k_D \frac{P_6 + P_{12} - P_5 - P_{11}}{2\Delta z^2} - k_C \frac{P_6 + P_{12} - P_5 - P_{11}}{2\Delta z^2} \quad (16)$$

5. 差分化式のパラメータ

これらの浸透特性モデルとして、van Genuchten model である(4)式、(5)式、(6)式を用いる。そして表2にパラメータを示す。

$$k_{rw} = k_{sa} S_e^{0.5} \left\{ 1 - (1 - S_e^{1/m})^m \right\}^2 \quad (17)$$

$$k_{ra} = k_{sa} (1 - S_e)^{1/3} (1 - S_e^{1/m})^{2m} \quad (18)$$

そして、(37)式は van Genuchten model にある

$$S_e = \frac{1}{\{1 + (ap_c)^n\}^m} \quad (19)$$

の式を p_c で微分すると以下の(17)式となる

$$c = \frac{ds_w}{dp_c} = -a^n m n (1 - s_r) p_c^{n-1} \{1 + (ap_c)^n\}^{-m-1} \quad (20)$$

空気相と水相の支配方程式の関係式として、

$$P_c = h_a - h_p \quad (21)$$

を用いる。そして、(17),(18),(19),(20)の式と表2をパラメータとして用いて解析を行う。

ここに k_{sa} : 飽和透水係数、 S_e : 有効飽和度、 p_c : 圧力水頭、 a, n, m : モデル推定パラメータである。

表2 二相流のパラメータ

パラメーター		数値	単位
メッシュデータ	$\Delta z =$	10	cm
	接点数 N =	10	—
飽和透水係数 $k_{sw} =$		1.00E-03	cm/s
飽和透気係数 $k_{sa} =$		1.28E-01	cm/s
比貯留係数 $S_s =$		1.00E-05	1/cm
不飽和浸透特性	$\alpha =$	0.05	1/cm
	$n =$	2.3	
	$m =$	0.565	$m = 1 - 1/n$
	Sr =	3	%
	$n(= \theta_s) =$	0.4	
	$\theta_r =$	0.03	
温度 t		20	°C

6. 初期条件と境界条件

- 各点飽和しておりでの圧力水頭は静水圧とする。
- 強制排水で点1での間隙空気圧を20hPaとし、圧力水頭では非排水条件とする。
- 上端給水で圧力水頭と間隙空気圧はそれぞれ非排水条件とする。

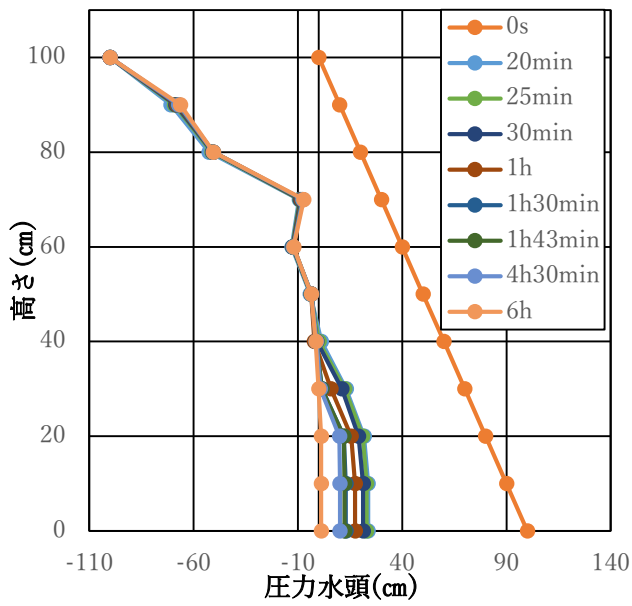


図-7 強制排水時の圧力水頭の挙動

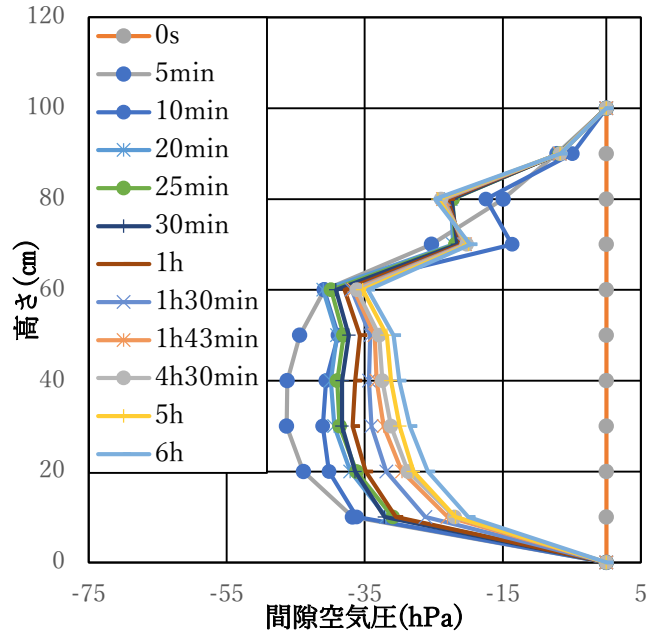


図-8 強制排水時の間隙空気圧の挙動

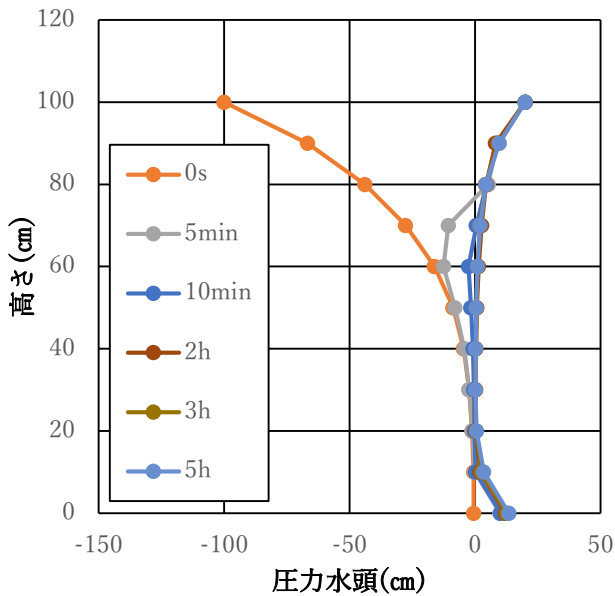


図-9 越水深 20cm 時の圧力水頭の挙動

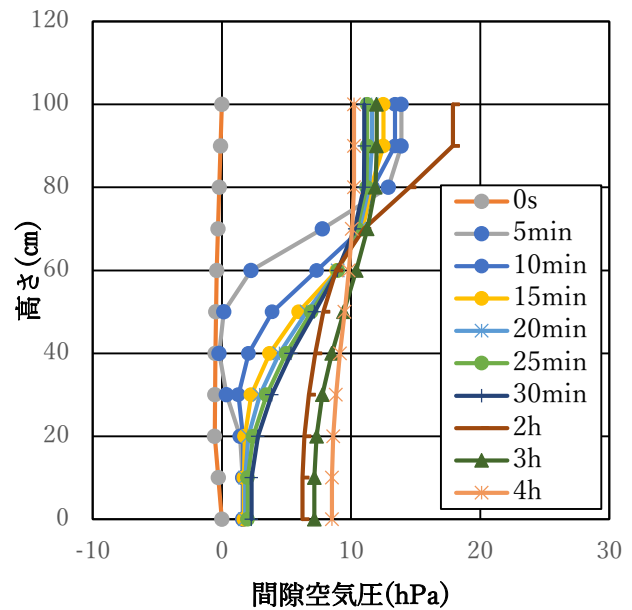


図-10 越水深 10cm 時の間隙空気圧の挙動

・点1と点2の圧力水頭の関係は Δz を 20 cm とするとき、全水頭が等しいため、点1の圧力水頭は点2の圧力水頭より -10 cm 低い水頭とする。

7. 解析結果

初期条件と境界条件から鉛直一次元の土柱の飽和状態から上端から空気圧による強制排水を行いその後上部に水圧をかけた状態で上端給水の解析を行った。それぞれの時間経過による圧力水頭と間隙空気圧の時間的変化を図-7～10にそれぞれ示す。

8. おわりに

80cm 程度の高さで最大 14hPa になり条件によっては変わるが、越水深の 65% くらいの空気圧が発生する。

参考文献

1) van Genuchten, M.: A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:892-898, 1980.

ATTAC 工法により改良されたグラウンドの流出係数の変化

EC18071 山口 凱生

1.研究背景と目的

豪雨災害が多発し、都市化が進みアスファルトやコンクリートが多くなったことで、地盤内への浸透がほぼなくなり、そのまま流出することで河川に流入または湛水することになる。そうした対策として、グラウンド改良時などに団粒化舗装が施工されるようになり、地盤への浸透を増加させ、透水性を大きく改善させることができるのがわかっている。設計において、流出係数といった指標が用いられている（表1 土地利用と流出係数）。そのため、団粒化に改良することで、どの程度の流出係数に抑えられるのかが求められることになる。透水係数と流出係数の関係を明らかにした研究はこれまでになく、団粒化技術を設計に利用できないか検証する。

表1 土地利用と流出係数

地表面の種類		流出係数
路面	舗装	0.70~0.95
	砂利道	0.30~0.70
砂質土の芝生	勾配 0-2%	0.05~0.10
	勾配 2-7%	0.10~0.15
	勾配 7%以上	0.15~0.20
粘性土の芝生	勾配 0-2%	0.13~0.17
	勾配 2-7%	0.18~0.22
	勾配 7%以上	0.25~0.35
公園、広場		0.10~0.25
田,水面		0.70~0.80
畑		0.10~0.30
競技場		0.20~0.35
運動場(雨水排水施設あり)		0.80
ゴルフ場(雨水排水施設あり)		0.50

2.団粒化とは

自然堆積した土や発生した土は単粒構造(a)を有している。単粒構造の土は一つ一つの粒はとても細かく、単粒土と呼ばれている。単粒土の土粒子間に隙はない。だが僅かな水分を含むとサクシヨンの発生により、団粒構造(b)となるが、水分の増加に伴い単粒構造に戻る。

土を団粒構造に改良することで、透水性、保水性を向上させることができる。また大きな隙（マクロポア）と小さな隙（ミクロポア）の構造に変化させることで、水の通り易さである透水性が向上する。これまで透水性が高い土は、保水性に劣ることが一般的であったが、団粒化によってミクロポアに保水することで保水性も高くすることができる。さらには、細かい粒子を団粒化することは、水中でも飛散・流出することが少なく、目詰まりも起こしにくい性質に変えることができる。

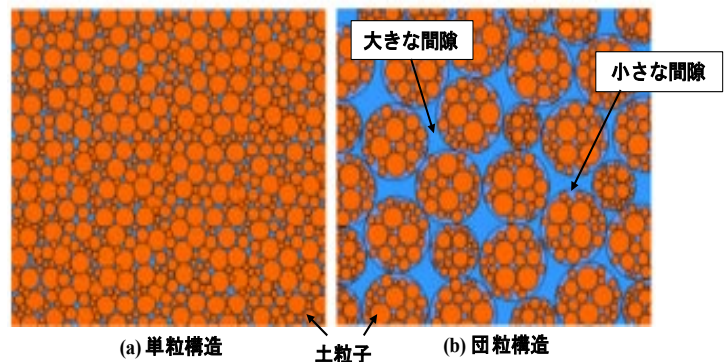


図1 単粒構造と団粒構造

2.1 団粒化舗装 (ATTAC 工法)

国土交通省大臣認可の全国トース技術研究組合では表層地盤の団粒化改良の普及を行っている ATTAC 工法と呼ばれる本工法は土に団粒化剤を配合し、土を団粒構造に変え、透水性と水性を向上させる工法である。硬さの調節ができ、軟らかいグラウンドから硬めの園路まで、幅広く使用することができる。

土を立体網目状の団粒構造に改良することにより雨水の透水性と保水性を高めることができる。団粒構造に改良した土は微粒子が結合し塊を作るため、水の通りがよくなり排水性が向上します。

透水性が改良され、透水機能が向上することで降雨後の水溜りの発生を抑え、保水性があるため通常のクレイ舗装と比べ、砂埃が立ちにくくなる。また、表層に保水した水の蒸発時に、気化熱の冷却効果により地表面の温度上昇を抑える効果があり、熱中症対策にも期待される。さらに、団粒構造を長期間保持することができ、降雨後も舗装材の硬度変化が少なく、泥濘化を低減することができる。現地の砂を利用したりサイクルが可能で、環境に対する負荷を軽減する効果がある。

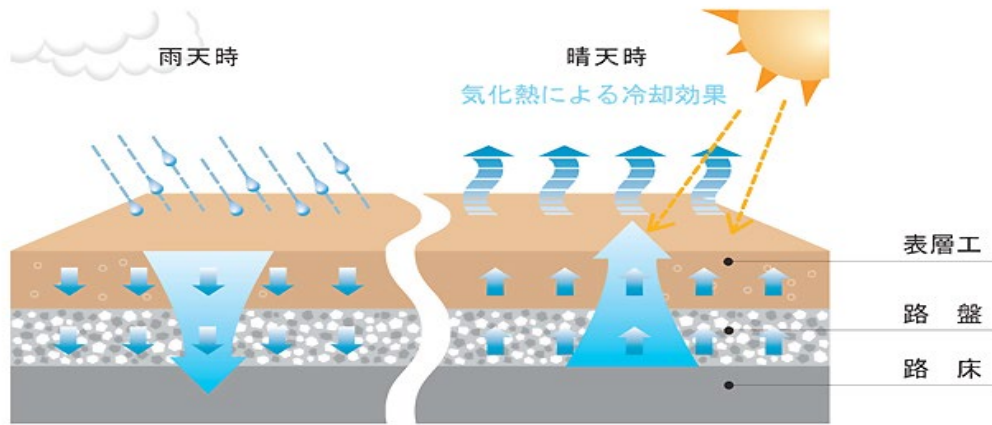


図2 ATTAC 工法の仕組み

3. 試料

今回実験に用いる試料を、どのような性質かを知るために、地盤材料の工学的分類(土質実験と基本の手引き)を用いて小分類を行った。

改良後(団粒土)の方が、粒径が大きかった。

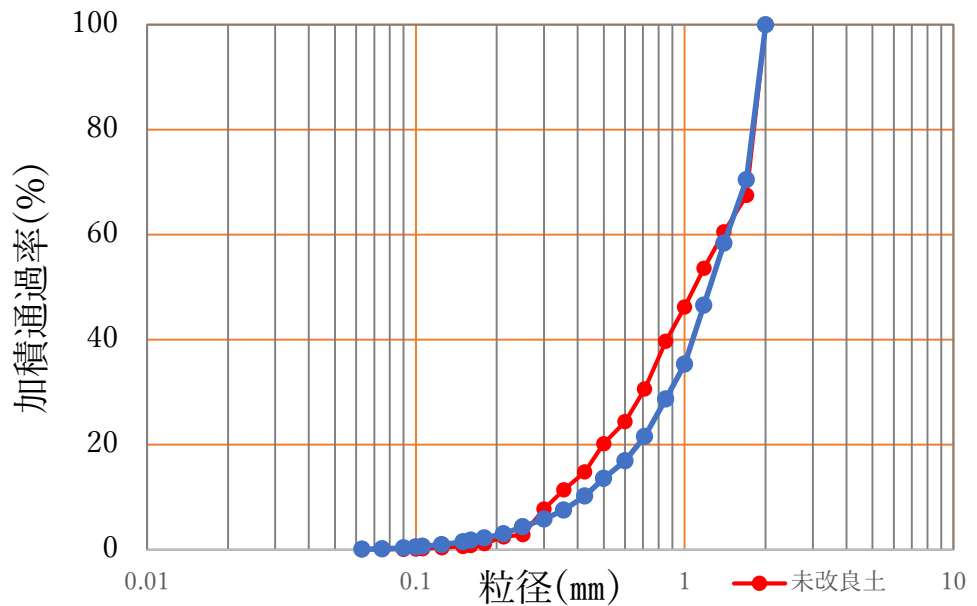


図3 粒径加積曲線

4. 検証結果

4.1 流出係数

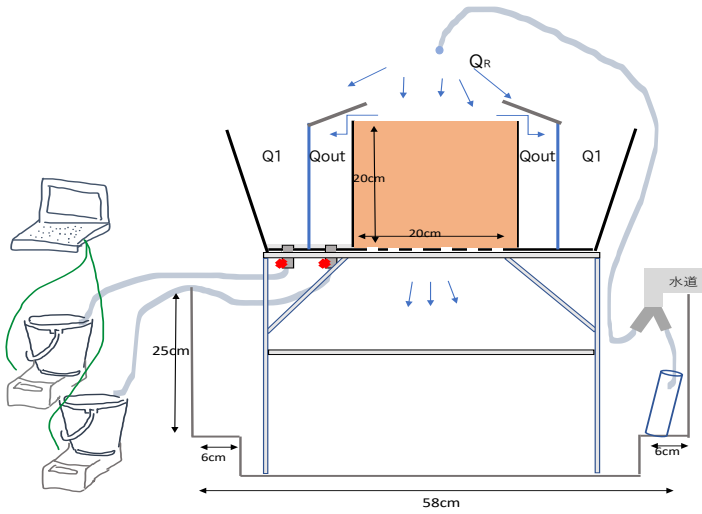


図 4-1 実験装置の概要

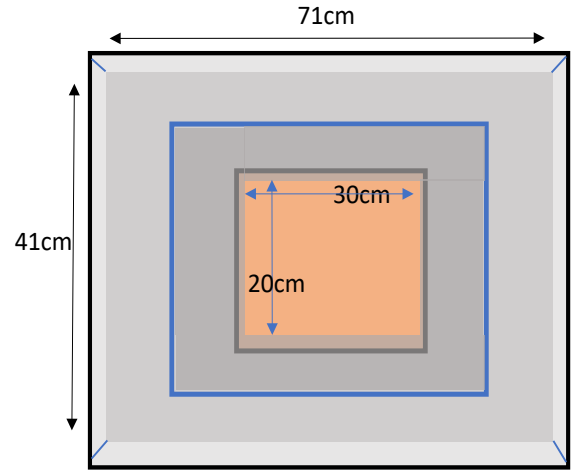


図 4-2 実験装置の概要

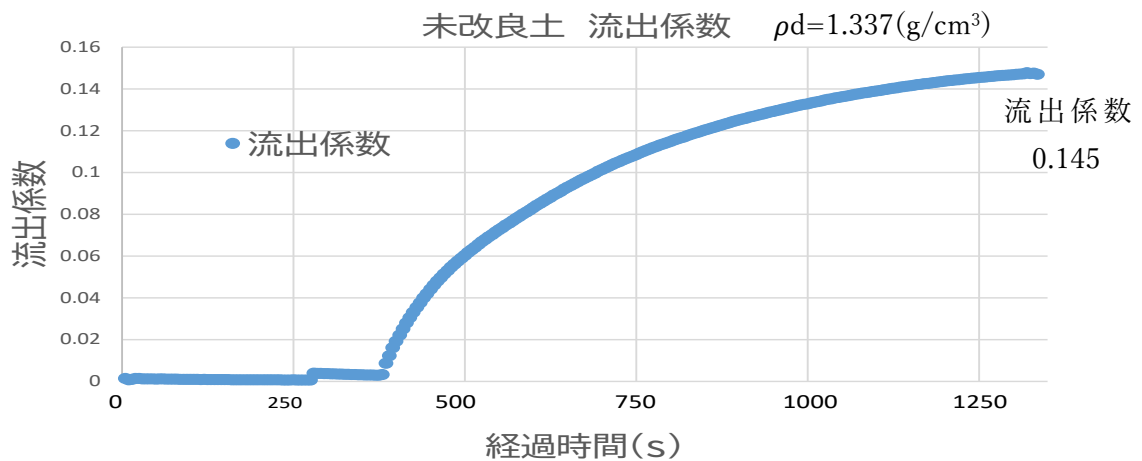
実験装置（図 4-1 実験装置 概要 図 4-2 実験装置 概要）を作成した。

実験方法

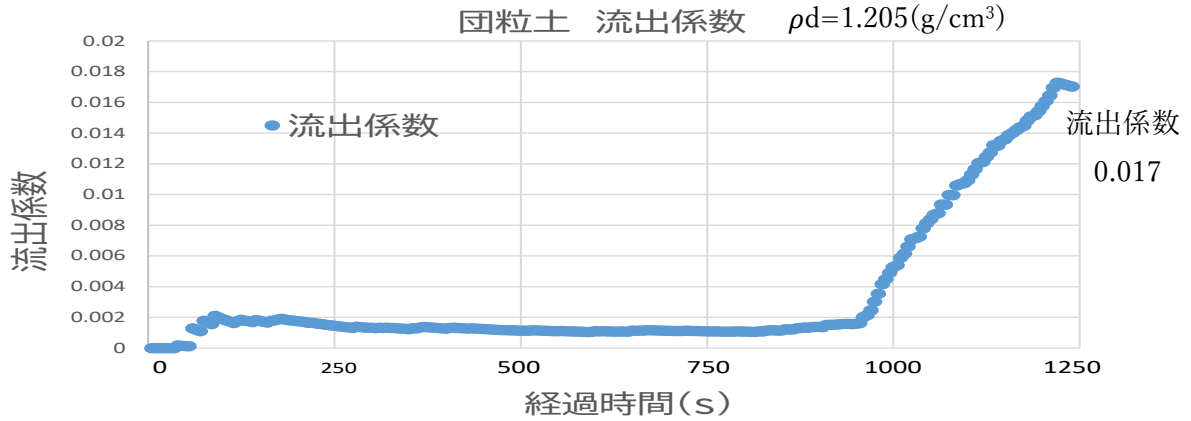
- ① 水道から2つホースをつけ最初に一つの方で降雨量を調節した、降雨量はすべて30秒間で430mLになるよう調節をおこなった。
- ② 試料に散水させ流下した流量をバケツに流れるように穴を空け、ホースでわたり質量を量りパソコンで5秒間隔に記録するようにおこなった。

この実験装置での流出係数算出方法

$$\text{流出係数} = \frac{Q_{out}}{Q_R - Q_1} \quad (4.1)$$



4-3 流出係数の時間変化



4-4 流出係数の時間変化

4.2 透水係数

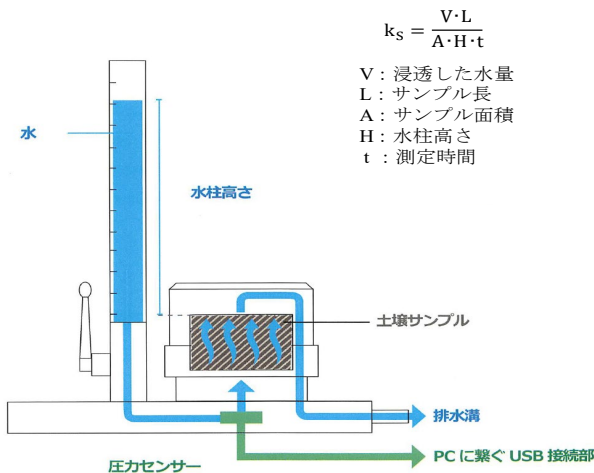


図 4-5 KSAT の機能の概要

$$k_s = \frac{V \cdot L}{A \cdot H \cdot t}$$

V: 浸透した水量
L: サンプル長
A: サンプル面積
H: 水柱高さ
t: 測定時間

本研究では飽和透水係数測定装置 (meter 社製)KSAT を使用することで常に変水位透水試験により透水係数を測定した。KSAT は、非常に正確な電子測定により、土の透水性に関わらず常に変水位透水試験で測定することが可能であり、透水係数の測定が完全に自動化されているため目盛の読み間違いといったヒューマンエラーをなくすることができる。

未改良土：透水係数 $1.37 \times 10^{-5} \text{m/s}$

団粒土： 透水係数 $2.15 \times 10^{-4} \text{m/s}$

まとめ

団粒構造の場合、未改良の試料から 10%以上、流出係数が低く、今回の降雨量では 16 分ほどでは水溜ができないということがわかった。

団粒化すると透水係数が 10^{-5}m/s から 10^{-4}m/s に 10 倍に変化するにしたがって流出係数は 0.145 から 0.017 と約 10 倍流出係数を抑えられることがわかった。

謝辞：杉井教授および実験を手伝っていただいた長坂勇希君に、また実験装置の作成に長い時間がかかってしまい研究室のメンバー皆様に作成のお手伝いをいただいたこと、ここに記して御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1)岸井 徳雄・大倉 博：実験斜面に於ける表面流出の発生に関する研究，第 25 回水理講演会論文集，pp.147～152，1981.
- 2)吉野 文雄：現地実験による表面流出の研究，土木学会論文報告集，第 330 号，pp.59～67，1983.
- 3 森脇 寛：降雨実験による畑地模型の表面流出について，国立防災科学技術センター研究報告，第 30 号，pp.65～83，1983.
- 4) 国土交通省水管理,国土保全局：流出雨水量の最大値を算定する際に用いる土地利用形態ごとの流出係数を定める告示，平成 16 年国土交通省告示第 521 号，p.30，2004.

春日井市の内水氾濫に関する数値解析的検討

EC18010 大橋 直人

1. はじめに

近年、全国各地で台風による大雨やゲリラ豪雨による豪雨災害が増加しており、甚大な被害に見舞われている。特に、平成30年7月の豪雨および令和元年の台風19号による豪雨では日本各地で記録的な大雨となった。また、愛知県春日井市では平成23年9月に発生した台風15号による大雨の影響により床上浸水214戸、床下浸水183戸、高蔵寺駅の地下空間への浸水、アンダーパスの冠水、避難者数618人と甚大な被害を受けた。このように内水氾濫は身近なものとなっているため、内水氾濫の対策を行うことは近い将来非常に重要である。その検討のためには、内水氾濫を表現する数値解析モデルが重要なツールとなる。本研究では、春日市を対象とした内水氾濫の解析を行い、その特徴を明らかにすることと、解析モデルの活用について考察する。

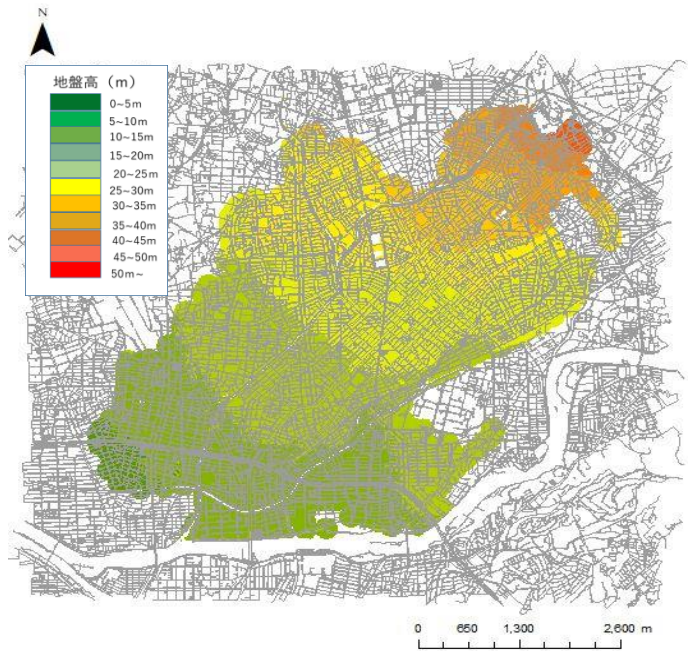


図1 計算領域 地盤高

2. 解析モデルおよび計算条件

本研究では、横倉氏¹⁾の内水氾濫解析モデルを活用する。今回は春日井市にあるマンホールの場所を調べてマンホールから半径150mのところまでの落込み流量の範囲の組み合わせで計算を行う。時間雨量20mmの雨が3時間降る条件、時間雨量50mmの雨が3時間降る条件、時間雨量100mmの雨が3時間降る条件を用いて計算した。その結果を用いて、地上の浸水の様子を考察する。また、時間雨量60mmの雨が2時間降るときの最大浸水深も調べる。



図2 マンホールの位置

3. 計算結果とその活用

3.1 時間雨量の違いによる浸水の様子

図3、図4、図5にそれぞれの条件における浸水の様子を示す。

図3の結果のように1時間で20mmの雨を3時間降らせた場合は地盤の低い地域が少し浸水した。浸水した場所を見てみたところ、住宅街であった。この場所は少ない雨の量にもかかわらず浸水してしまったので、排水機能が不十分である可能性がある。

しかし、今回は春日井市の南西部を計算領域とし、その境界部分は流ることが無いとしているので、境界地域では雨水が溜まっている可能性がある。したがって、本来であれば計算外の領域に雨水が流れると思われる。地蔵川や庄内川の近くの水域を対象に検討を進める。

次に時間雨量50mmの最大浸水深を示した図4の結果から、時間雨量が50mmに増えると浸水する地域が増えている様子が分かる。雨量50mmがどれくらいの雨かというと一般的に非常に激しい雨と分類され傘が全く役に立たない状態のことを意味する。図4から、南の低い土地から順に浸水していくのが分かる。

最後に時間雨量100mmの最大浸水深を示した図5の結果から、雨量が100mmになると、50mmで浸水している箇所は0.5m以上浸水する地域もあり、そこが危険な地域であることが分かる。雨量100mmがどのくらいの雨かという息苦しくなるような圧迫感があり、人が恐怖を感じるくらいである。また視界が悪くなり水しぶきであたり一面が白くなり危険な状態である。

3.2 マンホール内の浸水と地上の浸水

つぎに、時間雨量60mmを2時間降らせたときの最大浸水深を調べる。

図6に時間雨量60mmが2時間継続した場合の地上の浸水の様子を示す。最大浸水深を示した図6の結果から、浸水がみられる地域を3つに区分した。予測可能地域は、満管率が高くなった後に浸水が発生している地域であり、またマンホール内の水位が地盤高を超えてから浸水が発生しているため、マンホール内の水位の情報から浸水を予測することが可能である。予測不可能地域Iでは、マンホールが満管になる前に地上の浸水が生じており、予測不可能地域IIでは、マンホール内の水位上昇が急であり、マンホール内が満管にな

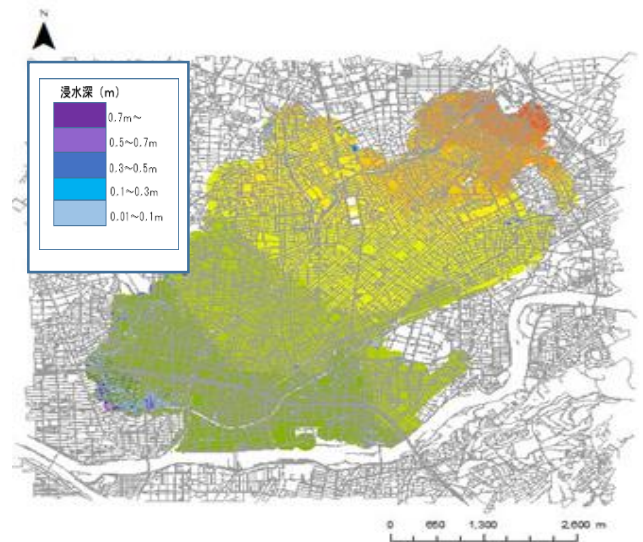


図3 最大浸水深 (20mm/hの場合)

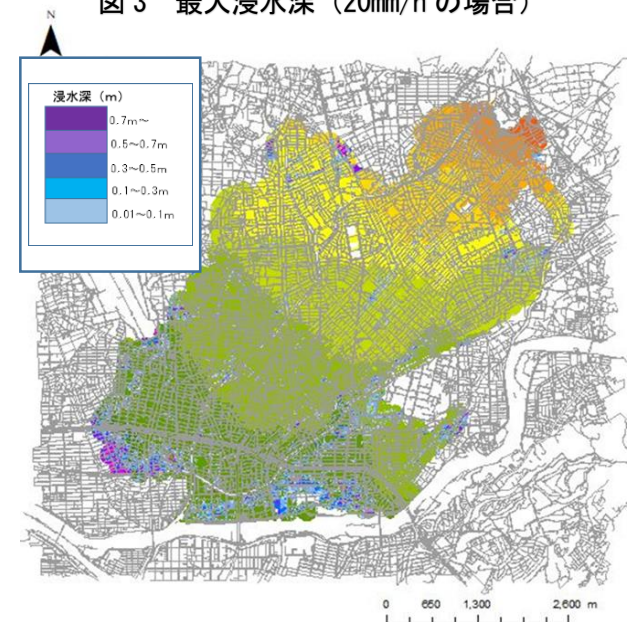


図4 最大浸水深 (50mm/hの場合)

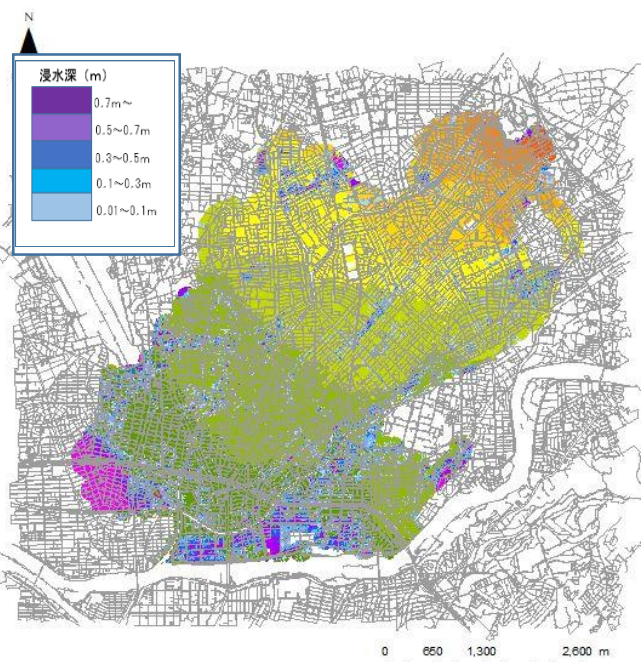


図5 最大浸水深 (100mm/hの場合)

ると同時に地上の浸水が生じているため、マンホールの水位情報から地上の浸水を予測することは難しい結果となった。

図7に浸水の様子を拡大して示す。また、図8にA地点とB地点のマンホール内水位と地盤の水位を示す。図8より地上の浸水が始まる前にマンホール内の水位が徐々に増加していることがわかる。マンホール内の水位変化をみると、A点では振動が発生している。水位振動の要因として、マンホールから地上への吹き出しや、地上からの流入、さらに、満管状況になりスロットモデルによる影響や、河川との接続箇所における影響などが考えられる。仮に下水道内（マンホール）に水位計を設置すれば、図8のような情報が得られる。ここで、マンホール内の8割の水位を基準と仮定すれば、道路規制（例えば水深30cm、車のマフラーに水が入り故障となる）までにはA地点で約2時間、B地点で約1時間のリードタイムが得られる。このことから、このようなシミュレーション結果の活用として、効果的な浸水対策のための水位計設置場所の把握が考えられる。

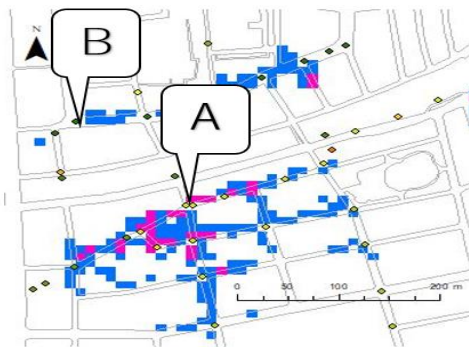


図7 最大浸水深の分布
(赤色 0.5m~、青色 0.3m~0.5m)

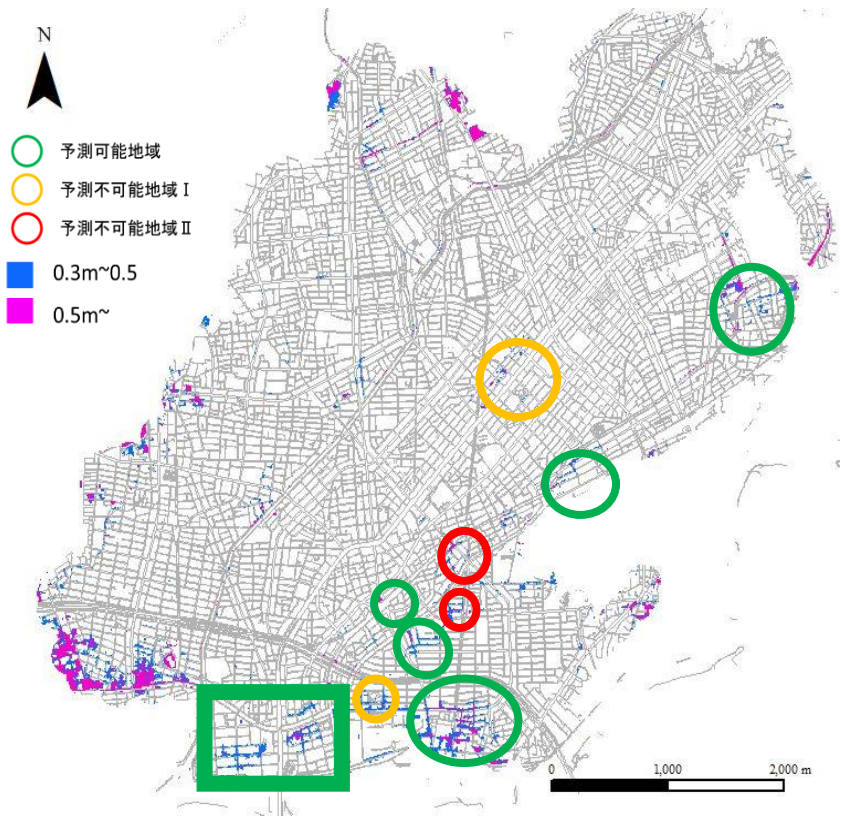


図6 最大浸水深の分布

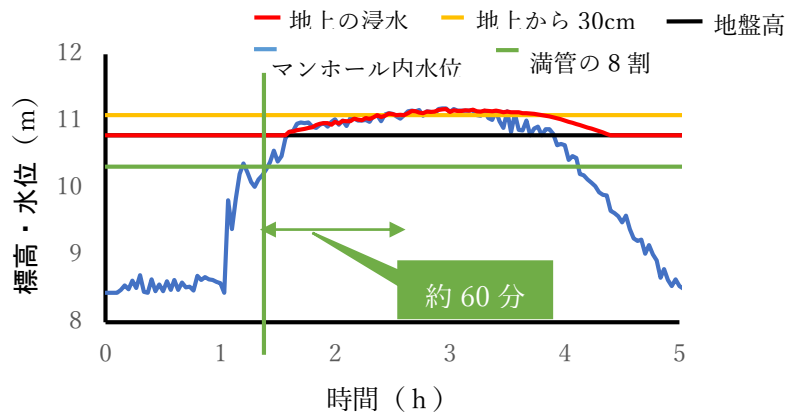
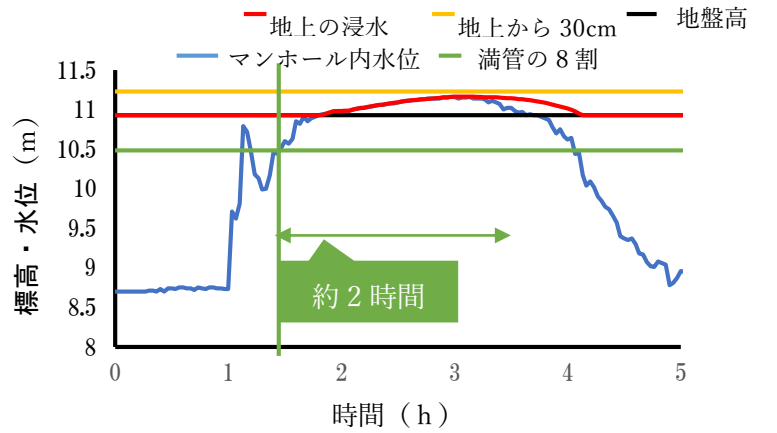


図8 マンホール内の水位と地上の浸水深

4. おわりに

本研究により、まず、どのくらいの強さの雨でどの地域が浸水してしまうかが理解できる。これによって浸水してしまう地域に住んでいる市民はどこが危険か分かり、どこに避難すれば助かる確率が上がるのかが分かる。また浸水対策として、どの地域の排水機能を向上させればいいかが理解できる。さらに、シミュレーションの活用として、効果的な浸水対策のための水位計設置場所の把握を行うことができる。

参考文献

- 1) 春日井市における内水氾濫解析モデルの改良とその活用の試み 横倉昌信・武田誠・村瀬将隆：土木学会論文集 B1(水工学) Vol.77,No.2,I_529-I_534 2021.
- 2) 村瀬将隆・武田誠・矢神卓也・高橋俊彦・大矢航平・山内琳太郎：下水道内水位計測と数値解析による春日井市の内水氾濫対策の検討、土木学会論文集 B1 (水工学) Vol.75,No.2,I_1267-I_1272,2019.
- 3) 武田誠・高橋俊彦・長尾佳幸・平山康典・松尾直規：都市域の内水氾濫モデルの検討と浸水時対策への応用について、土木学会論文集 B1 (水工学) Vol.68,No.4,I_1015-I_1020,2012.

春日井市の浸水被害を対象としたBCPに関する検討

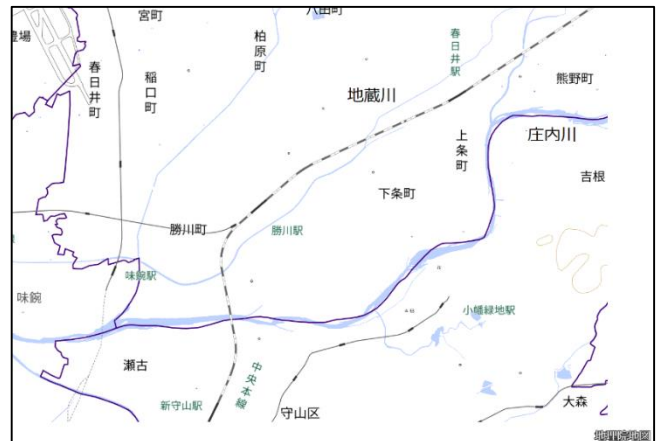
EC18025 北川 礼佳

1. はじめに

近年、2019年千曲川、2020年球磨川など大規模な浸水災害が多発しており、気候変動による洪水災害の激甚化を考慮すれば、超過洪水に関わる対策を十分に検討する必要がある。また、災害による被害をゼロにすることは困難なため、災害が生じた場合の事業への影響を許容レベル以下に抑えるべく、事業継続計画(BCP: Business Continuity Plan)の作成が推し進められている。これまでの経験により、災害の被害が大きい地域ではBCP作成が進んでいるが、中部地方に存在する愛知県春日井市では、災害による被害が比較的少なくBCP作成がそれほど進められていないのが現状である。そこで本研究では、春日井市勝川地区に存在する企業のBCP作成状況とBCP作成に関わる課題や重要方針を整理する。

2. 対象地区

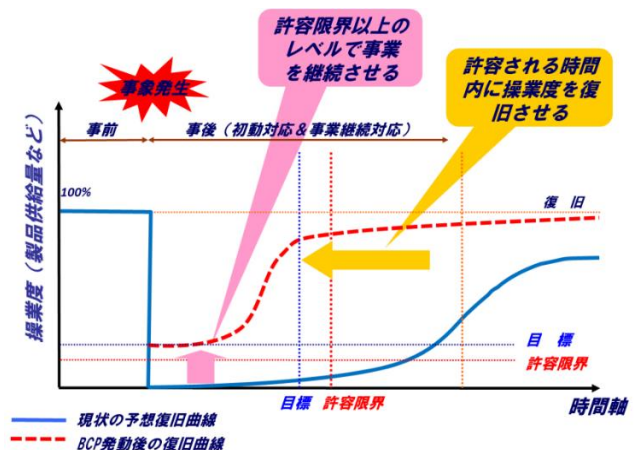
対象とする春日井市勝川・南部地区を図一1に示す。この地区は、鳥居松段丘、庄内川および地藏川、八田川、内津川に囲まれており、2000年の東海豪雨、2011年の台風19号に伴う豪雨時において浸水被害を受けている。一方、この地域には春日井市を代表する企業も多く集積している。仮に庄内川破堤や豪雨に伴う浸水被害が生じた場合、大きな経済被害が想定されることから、企業活動の復興に関わるBCPの充実が望まれる。令和3年10月に、春日井市、春日井商工会議所、中部大学、環境防災総合政策研究機構が主動し、経済産業省中部経済産業局、国土交通省中部地方整備局庄内川河川事務所、愛知県尾張建設事務所がオブザーバー参加となる「春日井勝川・南部地区タイムライン水防研究会」が設立された。当地区には母体となる立地企業等のグループが無いいため、主要企業へ水防災タイムラインの必要性を説明して参画を呼び掛けるとともにBCP策定状況などを調査した。本研究では、これまでの活動を通じて得られた成果を示すとともに、企業BCPとしての重要項目について、議論した成果や他研究からの情報等を整理する。



図一1 春日井市勝川・南部地区¹⁾

3. BCPとは

BCP(Business Continuity Plan)とは、事業継続計画のことで、災害が発生した場合にいかにより事業への影響を最小限にするかを事前に計画したものである。経済産業省事業継続計画ガイドライン²⁾によるとBCPは、事故や災害が発生した際に、「如何に事業を継続させるか」若しくは「如何に事業を目標として設定した時間



図一2 BCP概念図³⁾

内に再開させるか」について様々な観点から対策を講じることであり、そのための計画自体を指すとされている。災害が発生しても事業を中断させることなく、復旧を迅速に行い事業継続させていくために必要なものである。

4. BCP の必要性

日本では、地震や火災、本研究対象である水害、近年では新型コロナウイルス感染症(COVID-19)などの感染症による影響があり、事業の停止や事業継続が困難になるケースがみられる。この場合、財物への直接の被害や、事業が停止している間の利益を失うばかりでなく、取引先や顧客を失う大きな原因となり、事業継続からの撤退を余儀なくされることになりかねない。そのため、企業は、個々の事業形態・特性などを考えたうえで、企業存続に必要不可欠な「事業存続」を死守するための行動計画である「事業継続計画(BCP: Business Continuity Plan)」を作成することが必要となる。

5. 研究方法

BCP に関して、文献調査による情報の収集・整理を行うとともに当地区の企業へヒアリング調査を実施した。文献調査は主に、BCP の基本情報と作成方法、他地域での作成事例、重要項目等の情報収集を行った。ヒアリング調査では、春日井市の中小企業に対して支援を行っている春日井商工会議所³⁾にお願いし、BCP 作成における重要項目や今後の方針等を調査した。これらの成果を基に、BCP 作成にかかわる課題や重要方針について検討を行い、それらの整理を行った。また、本研究は「春日井勝川・南部地区タイムライン水防災研究会」に情報共有を行うことで、各企業との BCP 作成の連携を取り、地域の防災力向上を図る。

6. 調査結果の概要

文献調査とヒアリング調査結果を以下に記す。

[1] 文献調査

災害ごとの BCP の違いとして、国土交通省が内閣府「企業の事業継続の取組に関する実態調査」(平成 24 年 3 月)⁴⁾を基に作成した、浸水被害防止に向けた取組事例集⁵⁾によると、地震を想定した BCP と比較して、水害を想定した BCP の策定は進んでいないのが現状であるようだ。図-3 はそれを図式化したものである。大企業が個々の業務やシステムへの影響が大きいと考える災害リスクは、1 位は地震(61.0%)で、6 位は水害(27.7%)であり、地震と比較して水害への関心は低くなっている。

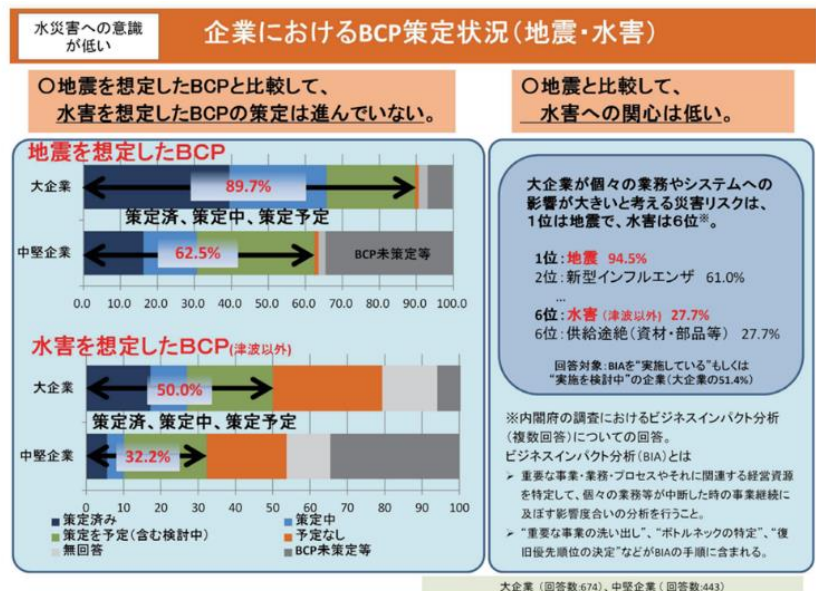


図-3 企業における BCP 策定状況(地震・水害)

当地区の商店街での作成事例として、あいち BCP モデル BCP 取り組み事例集⁵⁾に本研究に該当する地区の駅前商店街での BCP 作成事例が記載されている。勝川駅前通商店街では、商店街と各店舗の BCP 作成の際に集団研修を行い、「商店街 BCP 掲示板」を作成した。「商店街 BCP 掲示板」は、BCP に関する情報が掲載されているもので、商店街の目立ちやすい場所に設置することで、いつでも防災や BCP に関する情報を見

ることが可能なものである。ハザードマップなどの災害想定を掲示しておくことで、防災情報を周知させるとともに、防災意識を高めることも可能であるため、商店街だけでなく企業や街の防災にも活かせるのではないかと考える。この集団研修の狙いは、各店舗の取り組みが、結果として商店街全体の防災力の底上げになることである。やり方としては、商店街全体でまとめてできる部分と、各店舗それぞれがやらなければならない部分とを分けて考え、効率的に各店舗のBCPを作成するという方法である。各店舗はBCPの中心となる「重要業務」と「復旧目標」を決定し、商店街全体では被災後まず初めに対応が必要となる「救援活動」や「二次災害の防止」などを決定する。個々の店舗がそれぞれで防災に取り組むのではなく、商店街が一体となり個々の店舗でも取り組むことで、商店街全体の防災力を結果的に底上げすることが望める。



写真—1 ヒアリング調査の様子

[2] ヒアリング調査

関東や関西、九州地方は近年大きな災害もあったことから、災害に対する意識が強くBCPが浸透し始めているが、本研究対象である春日井市勝川地区が存在する中部地方は、比較的大きな災害に見舞われたことがなく、他の地域に比べるとBCPに対してあまり意識は高くないようである。

表—1 は春日井商工会議所の事業者向けBCP策定支援実績を示している。BCP策定済の企業は少ないため、今後も継続的な策定支援が必要と考えられる。

春日井市は、BCPに関して「防災関連事業助成金」として助成金の制度を取り扱っている。助成金は、事業継

表—1 春日井商工会議所のBCP策定支援

日付		内容
平成23年度	8月22日	第1回BCP作成研修① (基本的知識)
	9月29日	第2回BCP作成研修② (課題対応等)
	11月25日	第3回BCP作成研修③ (課題対応等)
平成24年度	6月14日	BCP事例発表会 災害時お役立カードを配布
平成25年度		BCPチェックシートを配布
令和2年度	10月21日	BCPセミナー
令和3年度	7月28日	BCPワークショップ
		BCP計画査定事後フォロー

表—2 防災関連事業助成金の詳細

助成要件	助成額	限度額
①事業継続計画(BCP)又は事業継続強化計画の策定又は改訂を行う場合 (1事業者につき1回までの助成) 事業を完了した日から90日以内に交付申請すること	対象経費の50%以内	100万円/年
②防災関連設備等の整備を行う場合 1 事業継続計画(BCP)又は事業継続強化計画に基づいて、非常時において使用するもの(設置が義務付けられているものを除く。)であること 2 投資額(リース契約の場合は、リース期間における支払予定額の総額)が100万円以上のものであること 着手30日前までに交付申請を行うこと 事業完了後、令和4年3月31日までに実績報告すること	対象経費(リース料においては、令和3年4月1日から令和4年3月31日までに支払う総額)の50%以内	300万円/年
③事業の用に供する建物(不動産賃貸業における賃貸物件を除く。)に行う耐震診断を実施する場合(当該建物につき、初回のもの) 着手30日前までに認定申請を行うこと 事業を完了した日から90日以内に交付申請をすること	対象経費の20%以内	300万円/年

続計画(BCP)又は経済産業大臣が認定する事業継続強化計画に基づく防災や緊急時の対応に関連する機器・設備類の整備や、耐震診断の実施など、企業が継続するための取組に対して支援を行うものである。表—2は、春日井市 令和3年度版 企業支援ガイド⁶⁾に掲載されている「防災関連事業助成金」についてである。助成金の制度はあるが、実際に活用された例があるのは大手企業のみであることがヒアリング調査から明らかになった。助成金の認識を広めることで、BCP作成に前向きな検討が行えると考える。現状では、BCP作成を推し進めながら、最低限行える行動を確立し、その情報を拡散していく必要があると考えられる。

大原ら⁷⁾は平成30年7月豪雨災害を対象に、被害事業所の直接被害・間接被害の実態分析のためにアンケート調査を行っている。その結果から、営業の継続や再開の妨げになった要因として、「物流の途絶」の他に、「断水」、「道路の復旧が進まなかった」、「従業員が出勤できなかった」など間接的被害による復旧、事業再開の遅れの想定も重要となる。この情報の支援には国や県などの公的機関からの情報発信も重要と考える。さらに、営業の継続や再開に役立った要因として、「公的な補助金」「保険金」「取引先・関連先からの物的支援」の他に、同業者からの物的支援も挙がっていた。この点は、地域でBCPを議論することのメリットともいえる。

8. おわりに

本研究では、春日井市勝川地区の企業BCPについて、文献調査とヒアリング調査の結果から得られたことを基に、今後のBCP作成方針について検討を行った。現在の状況ではBCPがあまり浸透していないため、BCPを周知させる必要がある。また、本研究の対象地区である春日井市勝川地区は、現在まで比較的大きな災害に見舞われておらず、災害対策の意識が薄いと考えられる。今後、災害による被害にあう可能性は十分に考えられるため、事業を継続させるためにもBCPの必要性を伝えていくべきである。災害が発生してからではなく、事前の対策として計画を立てておくことで、よりその効果を発揮することが可能と考えられる。さらに、個々の企業が事業継続を目指してだけでなく、他企業や地域と連携したBCPを推し進め、地域全体でも支えあっていくことで、さらなる効果が望めると考える。BCP作成を推し進め、企業間の連携を強めることで、地域全体の防災力向上を行っていくことが必要である。

参考文献

- 1)国土地理院 地理院地図 Vector : <https://maps.gsi.go.jp/vector/> (最終アクセス 2021-12-16)
- 2)経済産業省：事業継続計画策定ガイドライン(企業における情報セキュリティガバナンスの在り方に関する研究会 報告書),
https://www.meti.go.jp/policy/netsecurity/docs/secgov/2005_JigyoKeizokuKeikakuSakuteiGuideline.pdf
(最終アクセス 2022-01-27)
- 3)春日井商工会議所 HP : <https://www.kcci.or.jp/> (最終アクセス 2021-12-14)
- 4)内閣府：企業の事業継続の取組に関する実態調査，平成24年3月，
https://www.bousai.go.jp/kyoiku/kigyuu/topics/pdf/kentoukai12_10.pdf (最終アクセス 2022-01-26)
- 5) 愛知県：あいちBCPモデル BCP取組み事例集, pp.3-5, 平成20年3月，
<https://www.pref.aichi.jp/uploaded/attachment/352507.pdf> (最終アクセス 2022-01-27)
- 6)春日井市：企業支援ガイド, p.5, 令和3年度版
- 7)大原美保, 南雲直子, 藤兼雅和：平成30年7月豪雨災害による被災事業所の直接被害・間接被害の実態分析, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.77, No.2, I_1387-1392, 2021.

水理実験による流れの可視化

EC18031 後藤 和輝

1. はじめに

河川における深掘れや護岸の剥離、側岸侵食など、流れによる災害は多く見られる。そのような課題の対策を検討するためには、流れの様子を把握する必要がある。この種の課題解決に対しては、現地観測、数値解析、水理実験といった方法が適用される。近年では、高性能なコンピュータが身近なものとなり、デジタル計測技術が注目され、これらを用いた流れ場における計測技術が実用化されている。デジタル画像処理の最も代表的な例が粒子画像流速測定法 (Particle Image Velocimetry: PIV) である。この測定法は、可視化された2次元画像に記録されている画像情報を解析することで流速を計測するものであり、高解像度の流速分布情報や、時間方向にも多くの情報を得ることができる。

中部大学では、開水路流れの水理実験装置があるが、これまで活用できる状況ではなかった。2020年度から、水を流すための電力の確保、下流ゲートの作成、計測装置 (PIV システム) の整備を行い、水理実験ができるまでに準備を進めてきた。本研究では、開水路に、河床、植生を変化させた場を作成し、様々な流れ場を計測することで、その様子を明らかにし、考察すると共に、水理実験の活用について、その概要を整理し、今後の活用のための基礎をつくりたいと考える。



写真-1 水理実験装置



写真-2 PIV 装置

2. 研究方法

2.1 実験水路

実験水路は全長 13m、幅 0.3m、矩形断面の開水路であり、河床勾配は 1.7/1000 である。

2.2 PIV の測定原理

PIV は、流れ場における多点の瞬間速度を非接触で得ることができる流体計測法である。PIV を用いた水理実験では、流体に

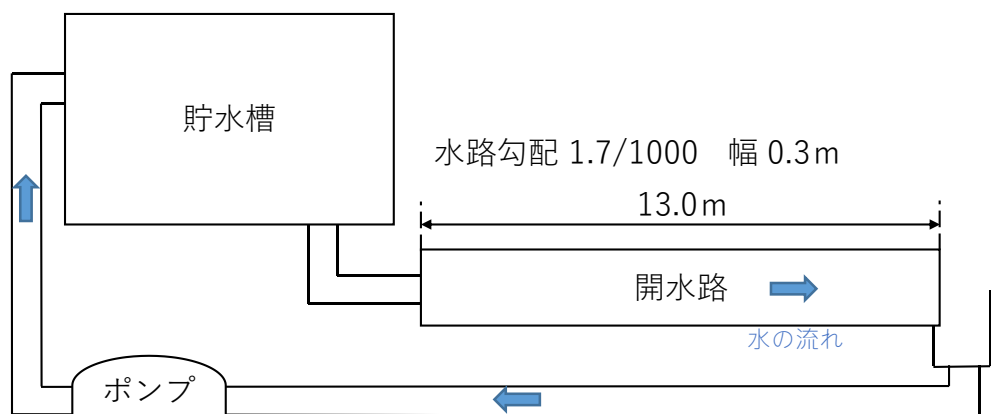


図-1 水理実験装置の簡略図

トレーサー粒子を混入させ、レーザシートを照射し、これをカメラで撮影しフレーム間の微小時間における粒子の変異ベクトルを画像処理により求め、流体の速度ベクトルを算出する。PIV 解析の動画撮影には USB 高速度カメラ K5 (カトウ光研製) を使用し、撮影時の設定は 300fps、解像度 640×480pixel で行う。横からの撮影を case1、上からの撮影を case2 とした。レーザシートには PIV Laser (カトウ光研

製)、PIV 解析には Flow Expert2D2C (カトウ光研製) を使用する。解析で得られた生データについて、誤ベクトルと判断できるものは除去し、近傍ベクトルの平均を用いてデータを補間したベクトルを使用する。本研究のトレーサー粒子としては粒径 $90\ \mu\text{m}$ 、比重 1.01 のダイヤイオン HP20SS (三菱ケミカル製) を使用し、撮影時に水と混合した状態で水路上流付近から投入する。撮影場所は、水路下流ゲートから 2~3m 上流側の場所とした。トレーサー粒子の光を撮影できるように、水路壁面片側を黒くした。

2.3 河床

河床として使用する材料は、図-2 (a) の長さ 300 mm、幅 290 mm、厚さ 6 mm と 9 mm の鉄板である。植生として使用するものは、図-2 (b) の長さ 300 mm、幅 300 mm、厚さ 15 mm のジョイント人工芝 (ダイソー製) である。石がある河床として使用したものは、図-2 (c) のツボ押しが大きくなる (La-VIE 製) を厚さ 6 mm の鉄板に、ネジで止めたものである。石の粒径はおおよそ 1.5 cm と 4 cm である。

2.4 レーザー照射位置

レーザーの照射位置は、case1 では流れ場の幅 30 cm のうち、流れ方向の左壁面から 5 cm (左 2)、10 cm (左 1)、15 cm (真中) とする。case2 では、水深 8 cm のうち、水面から 2 cm (上)、4 cm (中)、6 cm (下) とする。

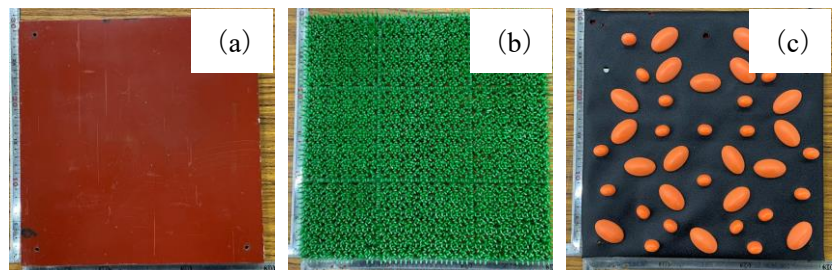


図-2 河床 : (a) 河床 A、(b) 河床 B、(c) 河床 C

2.5 課題の設定

本研究では、開水路流れの実験装置を用い、PIV を活用した実験システムを構築する。PIV 解析によって得られた流速の妥当性を確認する。さらに河床、植生を変化させた場を作成し、様々な流れ場を計測する。

3. 実験結果と考察

3.1 PIV の妥当性の判断

本研究を行っていく中で、PIV によって得られたデータの妥当性を明らかにすることは極めて重要な問題である。妥当性の判断には、単位時間あたりに面を通過する質量を計測し、流速を算出する質量流量と比較を行う。

質量流量によって得られた流速は $18.78\ \text{cm/s}$ であった。PIV によって得られた流速は、case1 では $19.03\ \text{cm/s}$ 、case2 では $18.61\ \text{cm/s}$ となった。質量流量と PIV の流速を比較すると、case1 では $0.25\ \text{cm/s}$ の差、case2 では $0.17\ \text{cm/s}$ の差であり、それぞれ質量流量の約 2% 以内であるので、この差は許容誤差であると考えられる。したがって、PIV によって得られた流速の妥当性が示された。しかし、PIV の流速

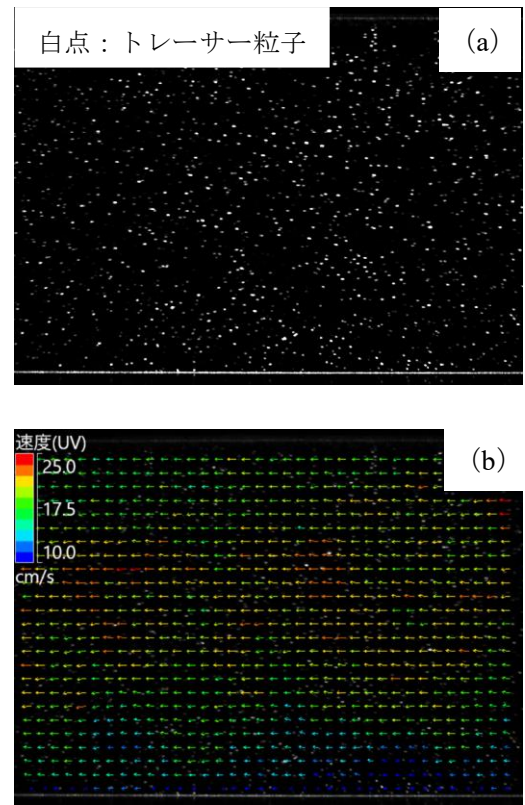


図-2 PIV 解析による流速ベクトル(case1 河床 A 左 2) : (a) 解析前 (b) 解析後

はレーザーの照射位置が等間隔でなかった場合や、校正画像の設定によって平均流速は、質量流量の流速と大きな差が生じる。そのため流速の比較を行う際には、カメラやレーザーのセッティングが極めて重要である。

3.2 河床・壁面による流れの変化

従来から開水路の流れについて「流れの構造は水深で変化する」、「壁面からの距離によって流速が変化する」といわれている。その現象をPIVによって裏付けるため、横もしくは上から、河床 A の流れ場の撮影を行い、河床や壁面と平均流速の関係に注目した。

図-3 (a) は水深-流速の関係を示している。水深の変化によって流速が変化している。また壁面に近づくにつれて、流速が遅くなっているとともに、最速位置が変化していることが確認できる。この結果から、流速の最速位置は壁面からの距離によって、変動していることが明らかになった。

図-3 (b) は、流れ場の横断方向距離（壁面からの距離）-流速の関係を示しているものである。壁面からの距離によって流速が変化している。また河床に近づくにつれて流速が遅くなっている。しかし、下（水面から6 cm）では、壁面から離れていても流速があまり早くなっていないことが確認できる。これは、河床の粗度によって流速が遅くなっていると考えられる。この結果から河床および壁面は、流れに大きく影響していることが明らかになった。

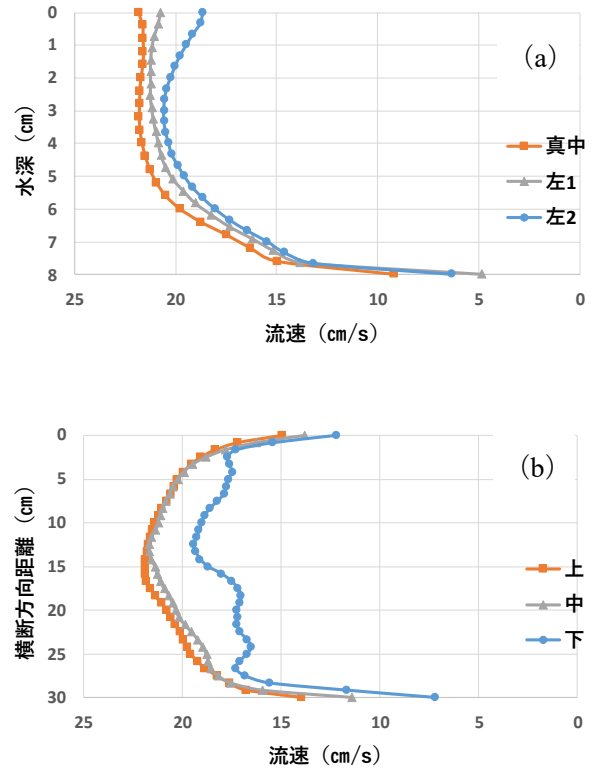


図-3 流速分布 河床 A :
(a) 水深-流速 (b) 横断方向距離-流速

3.3 河床材料による流れの変化

河床材料（粗度）を変化させることで流れ場にどのような影響を与えているのかを明らかにする。本研究で使用している開水路実験装置の河床や壁面は平らにできており、実際の河川の環境と異なっている。このことから河床を実際の河川に近づくように、植生に見立てた河床（図-2 (b)）、石が多くある河床（図-2 (c)）を作成した。これらの河床を用いて流れ場にどのような影響があるのかを比較した。

図-4 は、河床を変化した時の水深と流速の関係を示した図である。河床 A に比べて、河床 B、河床 C は、河床付近の流速が遅くなり、それに伴い河床付近以外の流速が速くなることを確認できた。この結果から、河床の粗度が大きくなるほど、河床と水面の流速差は大きくなることが明らかになった。また、壁面に近づくにつれて粗度が大きいと流速分布の変化が強くなることが明らかになった。

図-5 は、河床を変化した時の流れ場の横断方向距離と流速の関係を示した図である。粗度が変化しても、壁面から離れると流速が速くなることを確認できる。この結果から、河床を変化させても流速は壁面から離れるにつれて速くなることが明らかになった。図-5 (a) の上、図-5 (b) の中では、河床の粗度が変化しても流速分布の形はあまり変化がないが、図-5 (c) の下では流速分布の形が大きく変化している。このことから、河床の粗度の変化によって、河床付近では流れに乱れが生じていると考えられる。

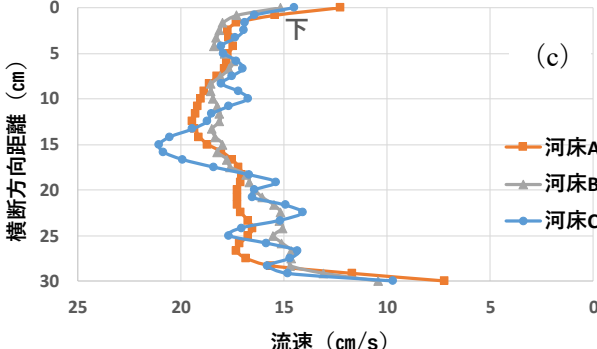
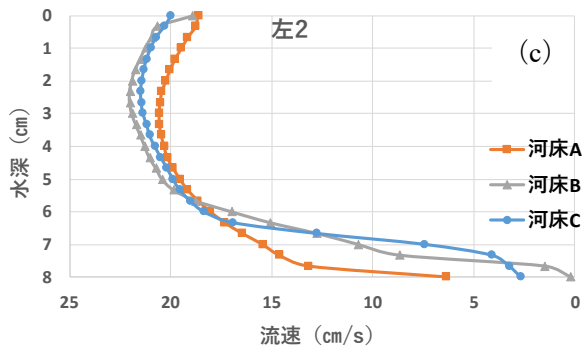
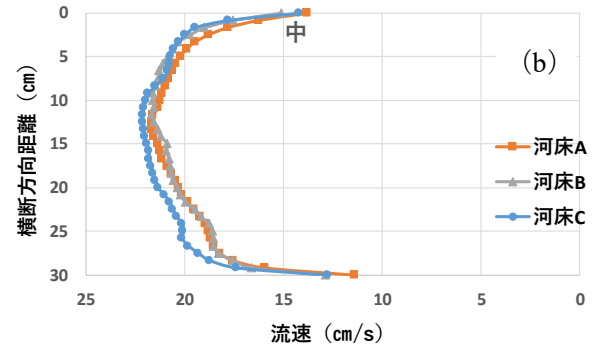
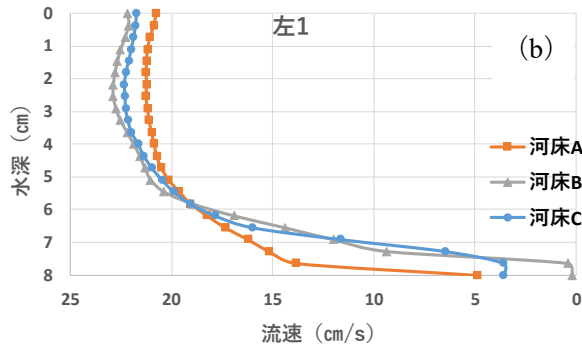
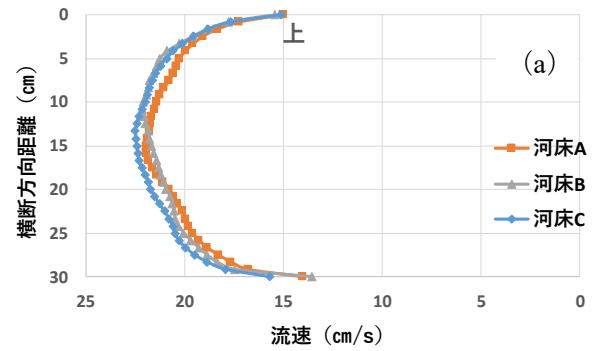
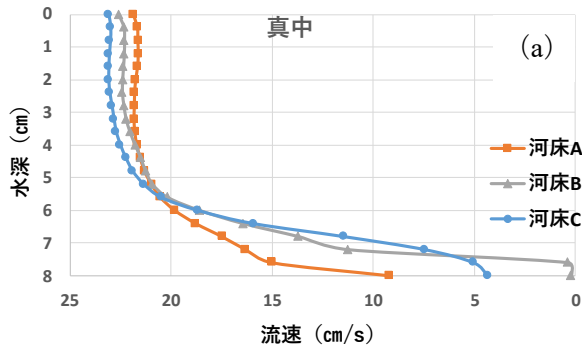


図-4 水深—流速：
(a) 真中 (b) 左1 (c) 左2

図-5 横断方向距離—流速：
(a) 上 (b) 中 (c) 下

4. おわりに

本研究では、PIV システムの基礎構築を行った。また PIV 解析によって得られたデータの妥当性を質量流量によって確認した。さらに河床と流速の関係、壁面と流速の関係を流速分布に示し、比較を行った。河床を変化させることで、流れ場による流速の違いを明らかにした。

本研究により、河床の粗度変化によって河床付近の流れに乱れが生じていることを示した。しかし、どのような乱れが生じているのかを解明するまでには至らなかったため、河床付近の乱れ構造の解明が今後の課題として残った。

参考文献

- 1) 関根正人, 中間遼太, 鷹津明季: PIV 解析を用いた河床付近で生じる乱れの構造と流砂現象に関する実験的検討, 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol. 77, No. 2, I_696, 2021.
- 2) 西谷隆亘, 牧野立平, 小野正文: P I Vによる開水路流れの流速分布に関する研究, 土木学会年次学術講演会講演概要集第2部, 60巻, pp. 529-530, 2005.

庄内川における大規模浸水に対する対策の検討

1. はじめに

近年、2019年千曲川、2020年球磨川など大規模な浸水災害が多発しており、気候変動による洪水被害の甚大化も懸念される。都市域において氾濫災害が発生すれば甚大な人的かつ経済的被害となることから、計画規模以上の超過洪水に対しても十分な検討が必要と考える。洪水災害を防ぐ対策として地下放水路（例えば、首都圏外郭放水路や大阪寝屋川北部地下河川など）の整備が進められている。本研究では、庄内川における超過洪水による浸水の様子を考察するとともに、仮に地下河川を設置した場合の効果について明らかにすることを研究目的とする。

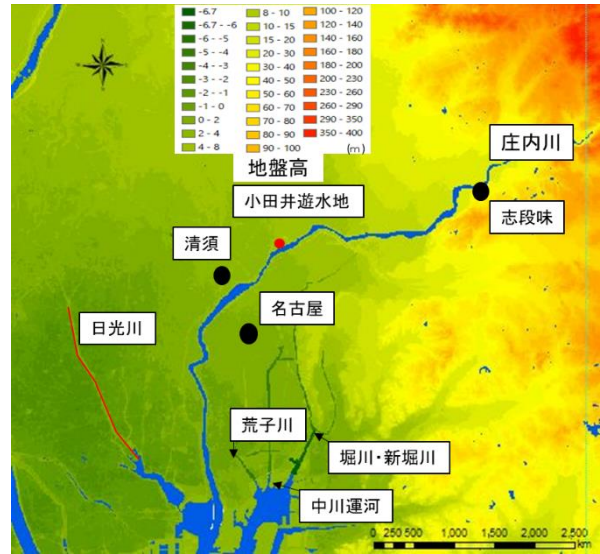


図1 計算領域

2. 計算方法と計算条件

本研究では、武田ら¹⁾の解析モデルを活用した。洪水流を1次元不定流モデル、地表面の氾濫流をデカルト座標の平面2次元不定流モデルで解析し、互いを越流公式で接続する。河川格子と氾濫格子の対応関係を作成し、河川からの越流が生じれば自動で氾濫が計算され、氾濫域から河川への戻りも計算される。さらに、地下空間の浸水モデルを組み込み、地下街と地下鉄駅を一つのボックスとし、水の連続式を用いてその水理を表現し、駅や地下街の入口における氾濫水の流入流出は越流公式を用いて表現した。地下鉄線路を伝う流れはスロットモデルを用いた1次元不定流モデルで解析した。計算領域は図1のようであり、庄内川上流に流量を与えた。ここでは、立川ら²⁾が得たピーク流量8000 m³/sの洪水流量を基に、上流域の氾濫を考慮した解析による境界条件を求めた³⁾。計算では、ピーク流量を変更した場合（例えば、計画流量4400 m³/s）の検討と、放水路を小田井遊水地や志段味に設置した場合の検討を行った。

3. 超過洪水の洪水流下および氾濫特性

図2に河川断面における最大流量を、図3に最大浸水深の分布を示す。本図から流量の増減が示されており、32km付近(志段味)では氾濫した水の戻りが見られるが、17km付近(小田井遊水地)では氾濫した流量の戻りが無く、河川外に広がっている。なお、庄内川の計画流量は4400 m³/sであるが、本研究で用いた

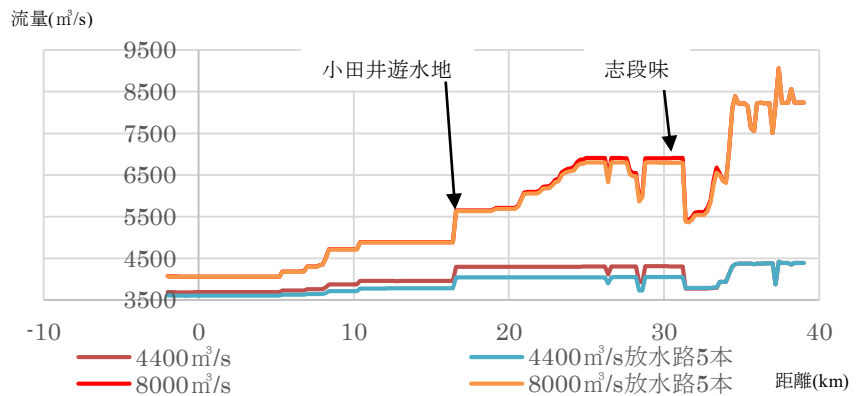


図2 河床断面における最大流量

河川データは計画断面ではなく、実際にはダム操作などによる流量調整もあることから、計算では計画規模の洪水でも氾濫が生じている。本計算では、小田井遊水地への流入があり、そこからの氾濫が広がっている。ピーク流量が8000 m³/sの場合、ピーク流量が4400 m³/s時に比べあふれた水が流下し、下流の河川流量が

減少している。

図3をみれば、32km付近(志段味)から広域に広がっていることが分かる。紙面の都合上示すことができないが、図3と図4の治水分類図を比較すると、旧河川区域(氾濫原)で浸水している様子が分かる。17km(小田井遊水地)より下流は氾濫原が広く分布していることから、超過洪水による溢れた氾濫水も広く流下している。この様子から、17kmより下流に副堤などを作って、超過洪水をできる限り川(または適切な流下箇所)に沿った流れとさせるよう工夫することも重要な治水対策であると言える。

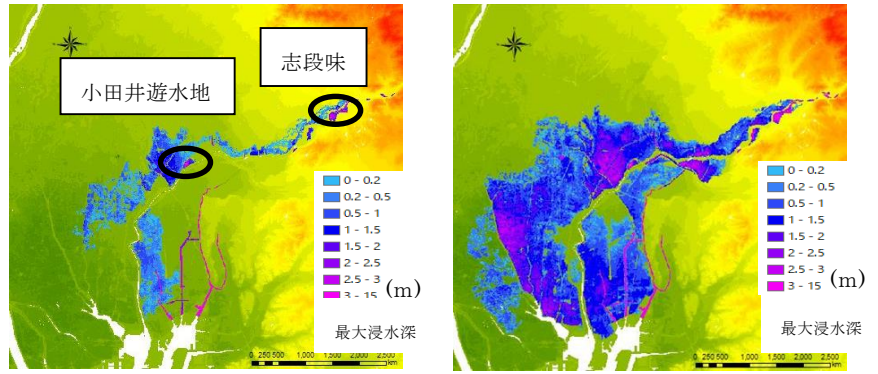


図3 最大浸水深の分布 (ピーク流量: 左: 4400 m³/s, 右: 8000 m³/s)

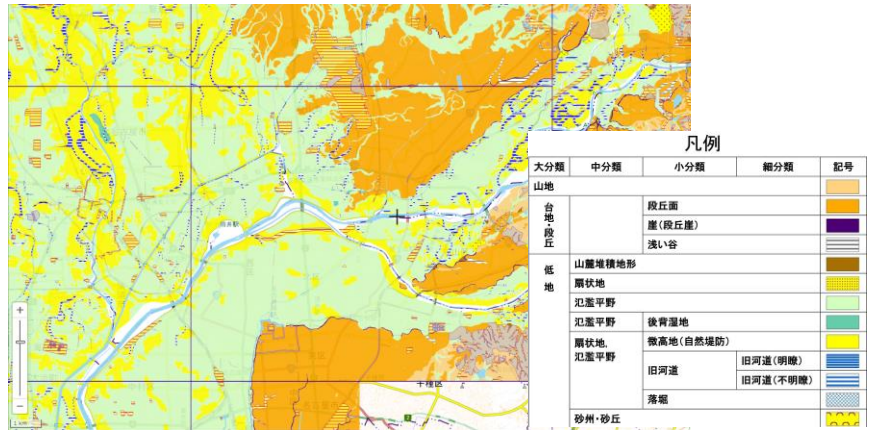


図4 治水分類図

4. 地下河川建設に伴う洪水および氾濫への効果

CASE Aとして、小田井遊水地から下流へ流れる地下放水路が有る場合の検討を行った。CASE(ローマ字)_ (数字)の数字の箇所は、放水路の本数を表している。直径10mの管を想定し、本数を1, 2, 5本と変えて検討した。下流は中川運河の河口に繋げており、海に直接つなげている。その

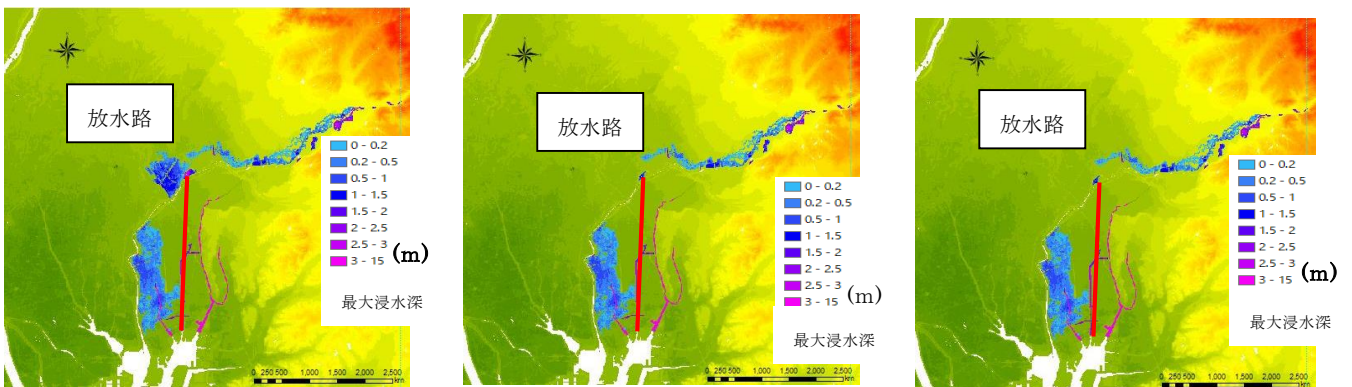


図5 CASEAの最大浸水深の分布 (放水路 左: 1本, 中: 2本, 右: 5本)

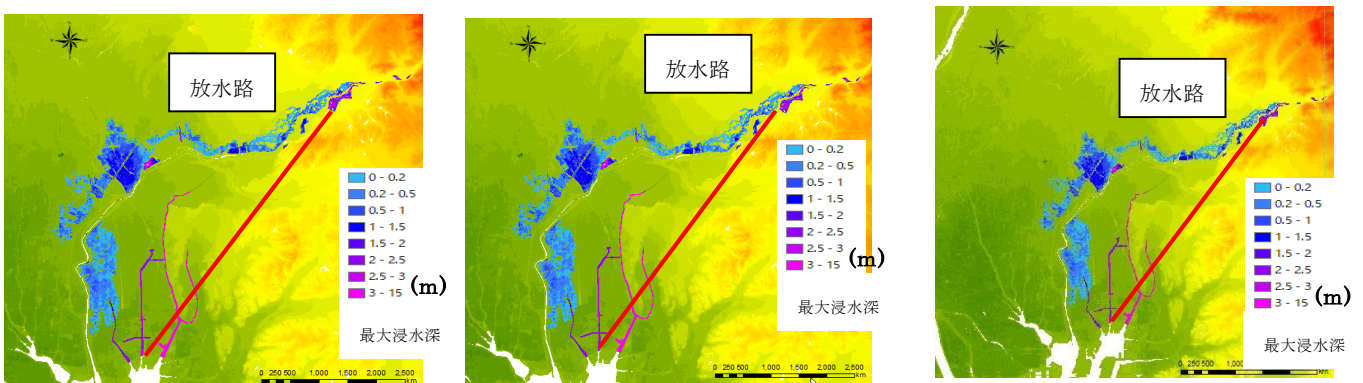


図6 CASEBの最大浸水深の分布 (放水路 左: 1本, 中: 3本, 右: 5本)

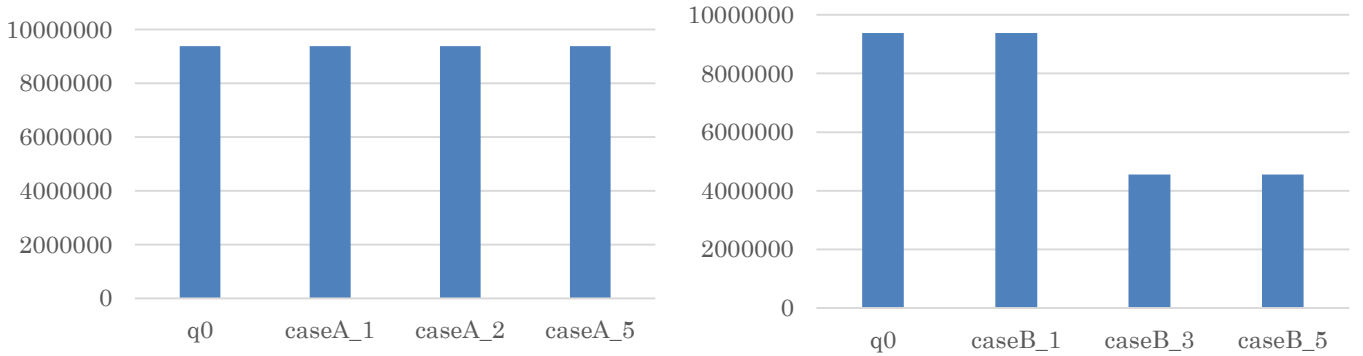


図7 志段味放水路より下流の氾濫水量 (左:CASEA, 右:CASEB)

結果, 河川洪水流には大きな影響を与えなかったが, 図4に示した4400 m³/sの場合, 放水路2, 5本では小田井遊水地からの氾濫が抑制されていた. これは, 図3図7より, 小田井遊水地の氾濫水のみ放水し, 小田井遊水地より発生した氾濫水に戻りがないため, 氾濫水量も変動が無かったと考える. また, 庄内川は志段

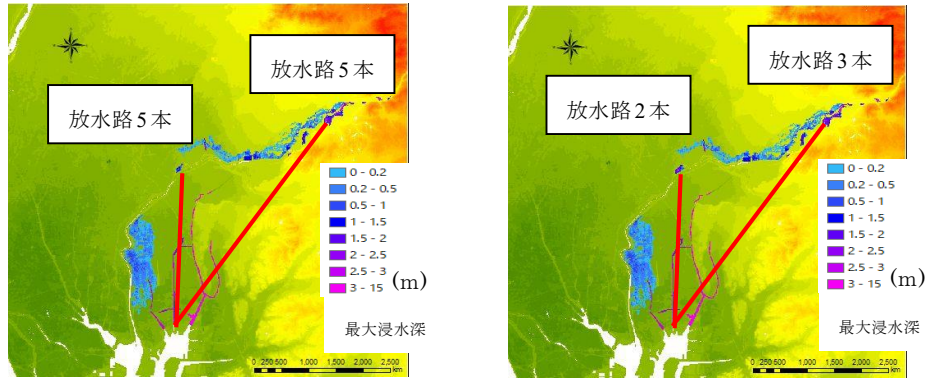


図8 CASECの最大浸水深の分布 (放水路 左:2本3本, 右:5本5本)

味箇所越水が生じるので, CASE Bとして, 志段味から下流へ流れる地下放水路が有る場合の検討を行い, 図6に示した. 31.2kmの断面における13.5h~59hの通過水量から0kmの通過水量を引いたものがその河川で生じた氾濫水量である. その値を図7に示す. 管の条件はCASE Aと違い, 1, 3, 5本になっている. 放水路の設置により, 庄内川の流量が低下し, その低下流量は3, 5本設置の場合259 m³/sの値となった. 流量4400 m³/sの場合, 図3, 図6のように下流側の流量の低下と, 図7右図に示したように氾濫水量の低下が示された. CASE Bでは清須, 大治といったCASE Aで抑制させることので

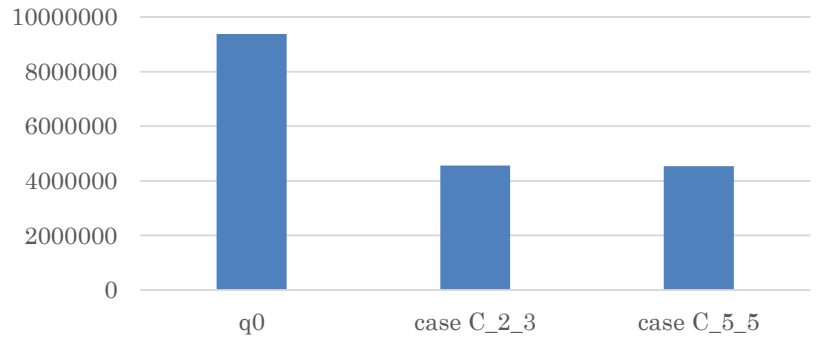


図9 河床断面における最大流量 (ピーク流量4400 m³/s, 8000 m³/s)

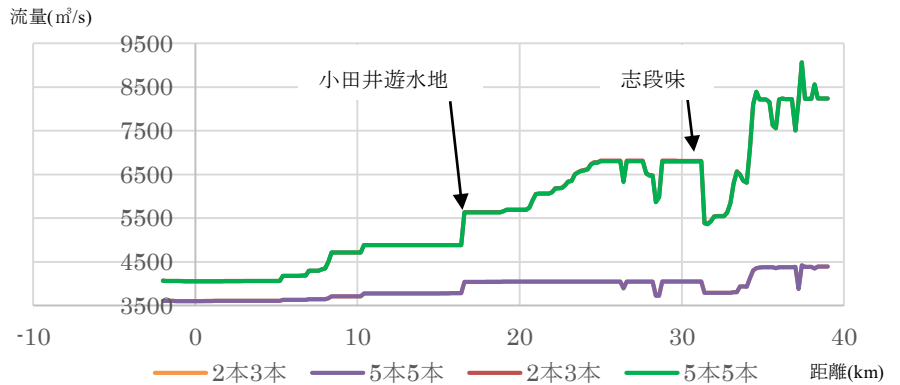


図10 河床断面における最大流量 (ピーク流量, 下:4400 m³/s, 上8000 m³/s)

できていた地域の氾濫が確認できた. したがって, CASE

Cとして, 小田井遊水地と志段味に放水路を設置した場合の検討を行った. 図6に, 放水路の上流が小田井遊水地2本, 志段味3本(左図)の場合と小田井遊水地5本, 志段味5本(右図)の場合を示した. この結果, CASE Aのように小田井遊水地からの氾濫を抑制し, CASE Bのように下流側の流量の低下と氾濫水の低下が示された. しかし, 図8の右図, 図10(4400 m³/s 5本5本)では, 放水路の本数を増やしたが,

氾濫域と庄内川に流れる流量にさらなる変化は見られなかった。これより、流量 4400 m³/s の場合には、小田井遊水地 2 本、志段味 3 本より本数を増やしても庄内川の流量が低下することは無いと考える。

上記より、CASE A と CASE B の影響を受けている CASE C を使用し、ピーク流量 8000 m³/s の場合の検討を行う。8000 m³/s は庄内川の計画流量 4400 m³/s と違い流量が非常に多い。そのため、図 11 のように氾濫域が大きく、図 4 のように放水路を設置したことによる影響を強く受けることが出来ていない。

また、図 3 より志段味で放水路を設置した際の庄内川の流量の減少は大きくなく、志段味に設置した放水路上流より下流域への影響は少ない。そのため、庄内川の流量が関係している庄内川左岸側の氾濫域に減少が見られない。しかし、図 11 左図に比べ図 11 右図は、流量が 8000 m³/s の場合だが氾濫域の減少がある。これは、図 12 のように流量が 8000 m³/s の場合、小田井遊水地に放水路が 2 本設置されているのみ

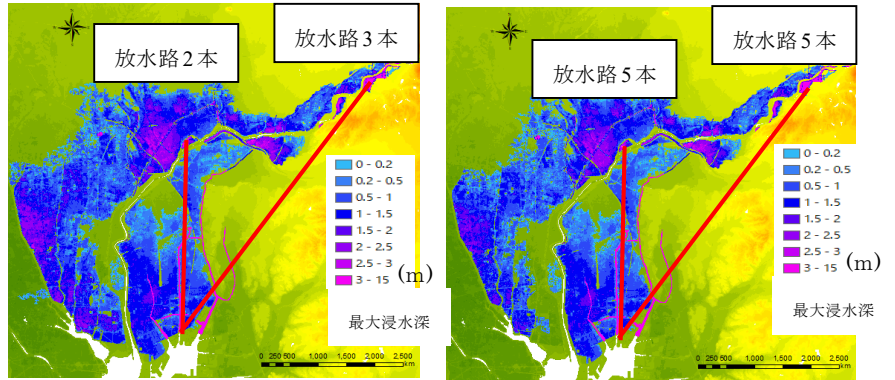


図 11 CASEC の最大浸水深の分布 (放水路 左: 2 本 3 本, 右: 5 本 5 本)

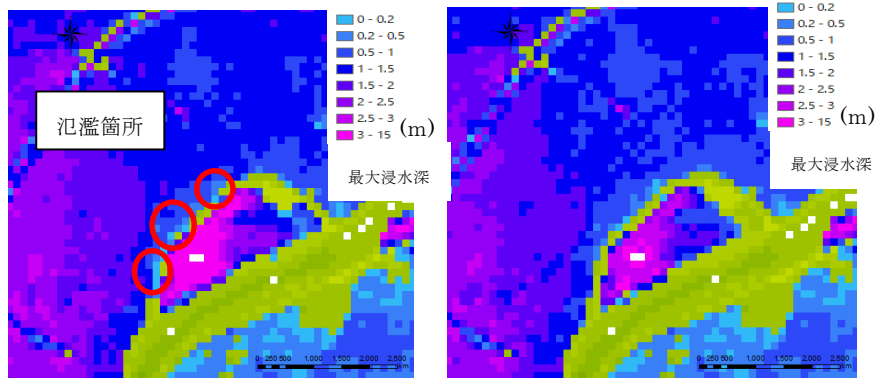


図 12 小田井遊水地の氾濫状況 (左: 2 本, 右: 5 本)

だと排水が間に合わないが、放水路を 5 本に増やしたため排水が間に合い、小田井遊水地からの氾濫を抑制できたと考える。したがって、放水路を増やせば氾濫域や流量に与える影響が大きくなるのではなく、設置個所によって排水できる上限があるため、本数を増やすのではなく、放水路を設置する適切な位置と本数を決め、検討していく必要がある。また、流量 8000 m³/s の洪水の場合、放水路の流量が相対的に小さいので大きな改善効果はみられなかった。このことから、放水路などを建設する場合、どれくらいの超過洪水を対象にするかを定め、費用対効果を十分に検討する必要があると考える。

5. おわりに

本研究では、超過洪水を対象に、庄内川の洪水流下特性および氾濫特性を明らかにした。さらに、仮に放水路を建設した場合の効果について考察を進めた。超過洪水の場合の氾濫・戻りを示す地区が存在することから、そのような場所を活用した放水路建設は適切と考える。一方、対象とする流量規模を明確にしないと、放水路の効果も小さくなる可能性があると考え。

参考文献

- 1) 武田誠, 村瀬将隆, 中島勇介, 川池健司, 松尾直規: 地下鉄を考慮した都市の浸水解析, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第 21 巻, pp. 153-160, 2016.
- 2) 立川康人, 宮脇航平, 田中智大, 加藤雅也, 萬和明, 市川温: 超多数アンサンブル気候予測実験データを用いた極値河川流量の将来変化の分析. 土木学会論文集 B1(水工学), 73(3), 77-90. ,2017.
- 3) 武田誠, 大溝諒介, 川池健司, 田中智弘, 立川康人: 将来予測における大規模洪水を対象とした想定浸水の検討, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol. 77, No. 2, I_7-I_12, 2021.
- 4) 国土地理院: 治水分類図, 中部地域, <https://maps.gsi.go.jp/#13/35.216384/136.943378/&base=std&ls=std%7C1cmfc2&blend=0&disp=11&lcd=1cmfc2&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1&d=m> (2022 年 2/1 最終アクセス)

河川における流れの現地観測

EC18052 中野 功基

1. はじめに

河川の流速が速いと浸食作用が生じる。川にはたくさんの土砂があり、その土砂が川底などにぶつかり、川の底や岸を削る。また、河川の流速が遅いと滞留が生じる。長時間水が滞留すると流入した汚濁負荷は蓄積され、植物プランクトンなどによる内部生産の増加によって水質が悪化し滞留生じる。そのような課題の対策を検討するためには、流れの様子を把握する必要がある。この種の課題解決に対し、現地観測、数値解析、水理実験といった方法が適用される。なかでも現地観測は、実際の流れ場の様子を測るものであり、最も重要な検討手法である。



写真1 滞留の様子

中部大学には、電磁流速計や電波流速計などの流速計がある。それぞれの流速計には特徴があり、これらの流速計の特徴を明らかにすることは、実際の流れを計測するときの重要な前提情報となる。

2. 研究目的

本研究では、電磁流速計、電波流速計、それぞれの流速計によって流速値がどのように表現されているかを考察する。さらに流速計の比較によってそれぞれの能力や精度を理解することで、今後現地観測を行ううえで役立つ検討資料を得ることを研究目的とする。

3. 流速計の計測原理

3.1 電磁流速計

電磁流速計は、液体の粘度・温度・圧力・密度に影響を受けず、ファラデーの法則を利用して流速を測定する。本研究で用いる電磁流速計は海洋だけに限らず河川、水路、湖沼でも測定可能な電磁誘導方式のポータブル型流向流速計である。深度センサー、水温センサーが標準装備されており、測定水深が確認できるほか、水温の鉛直プロファイル測定としても利用可能である。また、表示部には2Mバイトのフラッシュメモリーカレンダー機能を装備していて、測定データを自動記録しながら、正確な測定が続けられる。



写真2 電磁流速計

3.2.1 電波流速計

電波流速計は、ドップラー効果を利用した計測法であり、観測点から照射された電波が、移動する水面の位相にぶつかり、反射した電波の周波数がドップラー効果により変化したのを捉え、水面位相の移動速度を求める。

- ①川面の波にマイクロ波を照射する。
- ②波に当たったマイクロ波が返ってくる。
- ③その時に返ってくるマイクロ波は、波のスピードに応じて周波数が変化する。



写真3 電波流速計

④その周波数の変化分を調べれば、川の流速が分かる。

3.2.2 ドップラー効果

ドップラー効果とは、1842年にドップラーにより発見された移動する波源の振動数変化である。波源と観測者が相対運動をしているとき、波源から送られて来た波の振動数は、両者が近づきつつあるときは、波源の振動数より大きく観測され、両者が遠ざかりつつあるときは、小さく観測される現象を言う。

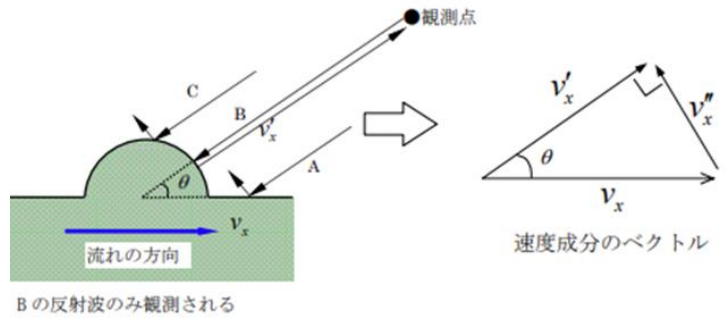


図1 ドップラー効果の原理

4. 浮子による流速測定

信頼できる流速を観測するために、浮子を採用した。浮子による流速測定は、浮子を投下してある区間を流下する時間を計測し、その区間の表面流速を計測する。今回は、測定中に重さが変わらないように写真の浸透性のない容器を使用した。また、容器の中を空としたもの、水を半分入れたもの、水を限界まで入れたもの3種類で行った。容器の中が空の状態は空気抵抗により、値が変動が大きかった。したがって、2回目を降水を半分入れたものを用いて計測を行う。

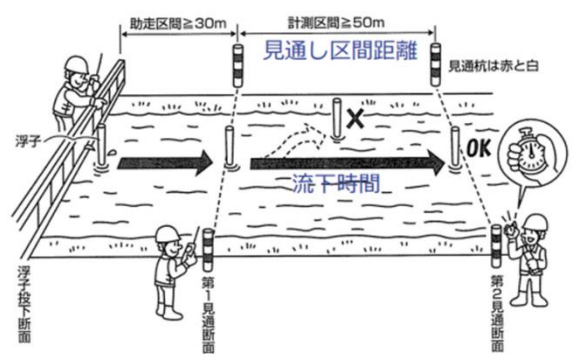


図2 浮子の様子

5. 現地観測

5.1 流速計の設置方法

電波流速計は観測点から照射された電波が移動する水面の位相にぶつかり、反射した電波の周波数がドップラー効果により変化したのを捉え、水面位相の移動速度を求める。河川の流速は下に行くにつれ、遅くなる。電波流速計は川面を測定するため、電磁流速計の流速センサーは川面に近くなるようにする。

5.2 観測場所



図3 第2回観測場所



写真4 実際の河川の様子

5.3 結果

電磁流速計

表 1 ①観測場所

	Vel(cm/s)	DeF(m)	Dir(°)	Tmp(°C)
①-1	0.8	0.2	223.7	20.36
①-2	0.5	0.2	154.1	20.36
①-3	0.7	0.2	219.1	20.37
①平均	0.67	0.20	199.0	20.36

表 2 ②観測場所

	Vel(cm/s)	DeF(m)	Dir(°)	Tmp(°C)
②-1	1	0.21	162.1	20.38
②-2	1.1	0.2	187.2	20.39
②-3	0.9	0.21	156.6	20.39
②平均	1.0	0.21	168.6	20.39

表 3 ③観測場所

	Vel(cm/s)	DeF(m)	Dir(°)	Tmp(°C)
③-1	0.5	0.21	159.7	20.47
③-2	0.6	0.21	194.2	20.48
③-3	0.5	0.21	143.4	20.49
③平均	0.53	0.21	165.8	20.48



写真 5 電波流速計観測の様子

電波流速計

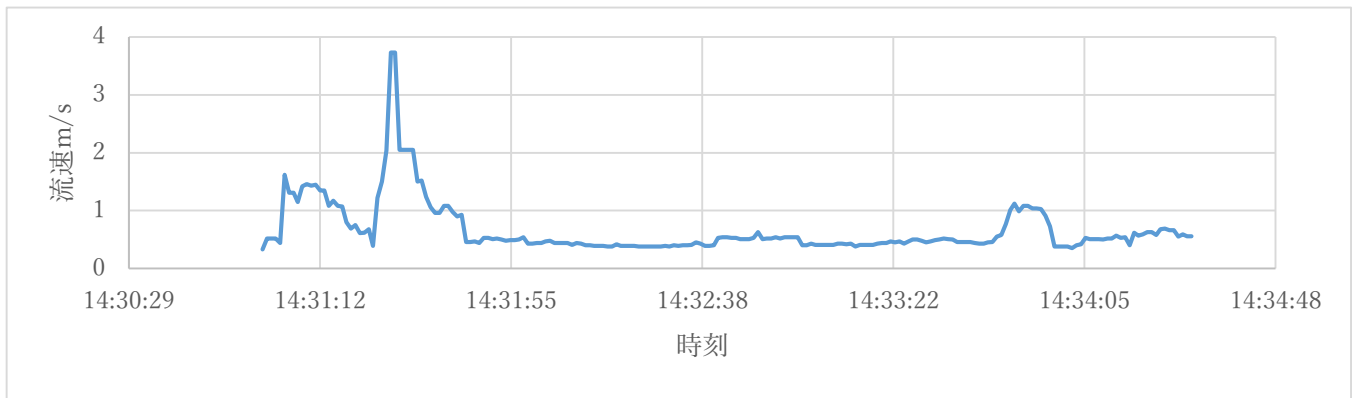


図 4 得られたデータ(すべて)

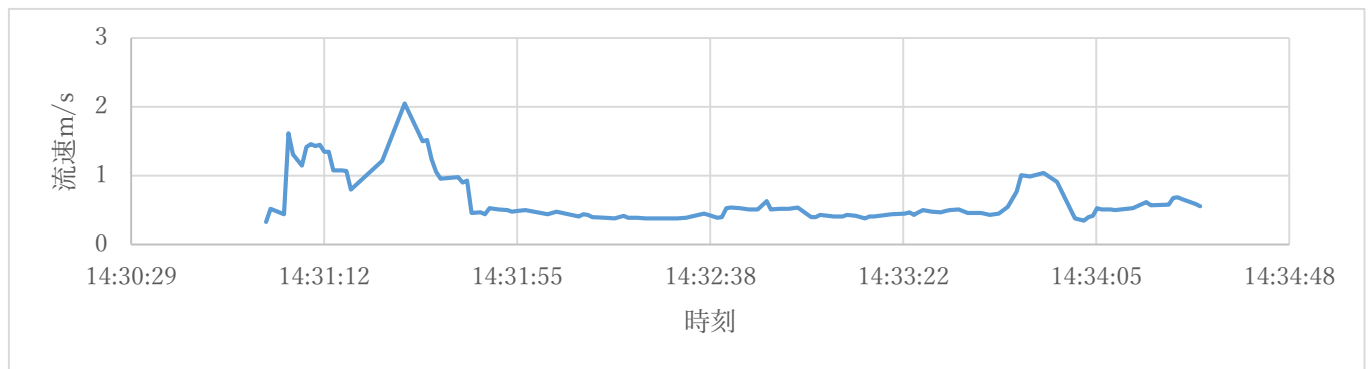


図 5 得られたデータ(OKのみ)

浮子

表4 ①観測点

半	s	流速
1回	24.06	0.29
2回	22.98	0.30
3回	22.38	0.31
4回	20.32	0.34
5回	20.85	0.34
	平均	0.32

表5 ②観測点

半	s	流速
1回	27.64	0.25
2回	23.45	0.30
3回	20.36	0.34
	平均	0.30

表6 観測点

半	S	流速
1回	23.89	0.29
2回	20.62	0.34
3回	24.35	0.29
	平均	0.31

5.4 考察

比較において、電磁流速計は、深度センサー、水温センサーが標準装備されている。深度センサーは河川の形状を把握することができる。水温センサーは、水温変化の実態を把握することができる。また、水理実験室で行った精度の確認では、行った実験との誤差は1mmと誤差が少なく精度が良い。しかし、観測を行う際に人数が必要になる。また、接触式の為、危険性もある。電波流速計は省人化を実現し、1人での観測が可能である。また、非接触式のため安全に観測を行うことができる。複雑な作業や設定がなく、即座に観測を行うことができる。自動計測機能も搭載されているため、立ちあがりから立ち下がりまで観測を行うことができ、ピークをとらえることができる。

今回観測した内津川は流速0.5m/s以上が安定して観測できる場所がないため、計測が安定的に行うことができなかった。また、水面までの距離に制限があり、最大20mまでの観測しか行えないことも分かった。

5. おわりに

本研究では、現地観測により得られた電磁流速計、電波流速計のデータの比較によってそれぞれの利点、欠点について確認できた。また、実際の河川で観測を行うことで流速の不定や危険性など、現地観測の実施により流速観測の理解を深めることができた。今後は荒天時の観測や流量の多くなる雨の降った翌日に観測を行う必要がある。

6. 参考文献

- 1) 株式会社ハイドロ総合技術研究所：www.hydrasoken.co.jp/ (2021/12/22 確認)
- 2) 電磁流向流速計 AEM213-DA：<https://www.eg.aktio.co.jp/>(2022/01/28 確認)
- 3) Appendix C 電波流速計：www.pwri.go.jp/team/hydro_eng/manual/manual_C.pdf(2022/01/28 確認)
- 4) 直読式流速計シリーズ JFE アドバンテック株式会社：<https://www.jfe-advantech.co.jp/products/ocean-ryusoku.html>(2022/01/28 確認)
- 5) 河川情報取扱技術研修(電波式流速計について)：http://www.river.or.jp/kougi2021_7-2.pdf(2022/01/28 確認)
- 6) 川の作用(浸食・運搬・堆積)と地形(V字谷・扇状地・三角州・三日月湖) | 中学受験理科：
<https://www.irohbook.com/river-landform>(2021/12/22 確認)
- 7) 生活で変わること。川のこと：<http://natunaldokawaru.blog97.fc2.com/blog-entry-481.html>(2021/12/22 確認)

大阪における地下空間を考慮した浸水解析

EC18059 原 健悟

1. はじめに

近年世界各地で、地下空間の利用が盛んに行われている。その一方で、洪水による地下浸水の被害もみられる。2021年7月22日に中国では、豪雨により地下鉄で約12人が亡くなった¹⁾。日本でも同じく、水害によって地下空間に大規模な浸水被害を受ける可能性がある。そのため、水害による被害を予測し、対策を立てることが重要な課題である。

西脇ら²⁾は、大阪を対象に、地下鉄線路の有無による浸水特性を明らかにし、時間変化の観点から地上の浸水特性を考察した。本研究では、大阪の地下空間を考慮した都市浸水解析を実施し、破堤箇所による浸水特性、地下鉄線路の危険性を考察する。

2. 解析モデル

洪水流を1次元不定流モデル、地表面の氾濫流をデカルト座標の平面2次元不定流モデルで解析し、互いを越流公式で接続している。また、氾濫水は複数ある地上の入口から地下街・地下鉄駅へ流入・流出し、地下街・地下鉄駅では地上からの流入・流出流量と鉄道路線への流入・流出流量を考慮して連続式により水の収支が計算される。さらに地下鉄線路を伝う流れはスロットモデルを用いた1次元不定流モデルで表現した。

3. 計算条件

図-1に計算領域を示す。ここでは、淀川の想定破堤氾濫を対象とする。地上域を50m格子で、地下鉄線路も概ね50m格子で表現し、淀川沿いの小河川を考慮した。図-2の淀川の計画洪水流量(12000 m³/s)をピーク流量とする洪水を想定し、ピーク時(19時)に淀川左岸が100mの幅で破堤する(堤防天端高が地盤高に置き換わる)とした。ここでは、破堤箇所を淀川河口から9km上流地点、15km上流地点の2種類とし、時間の観点から浸水特性を考察する。

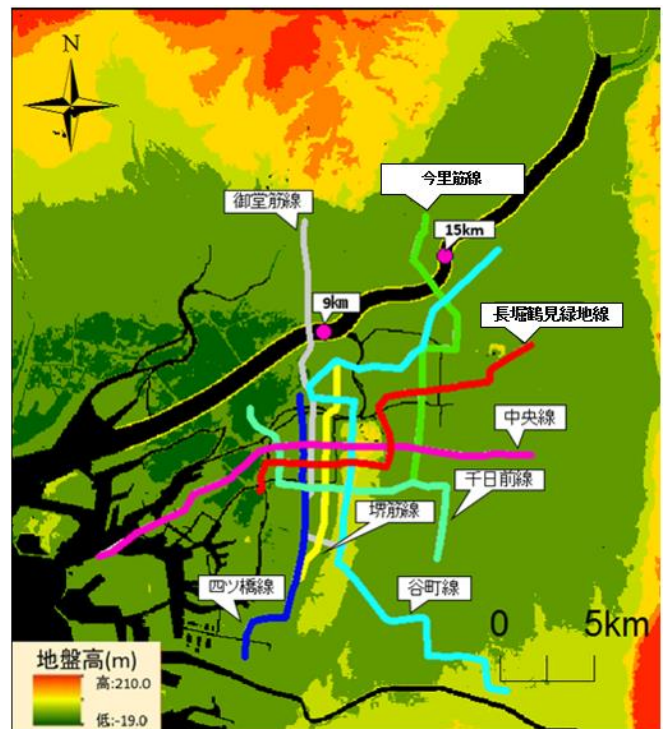


図-1 計算領域図

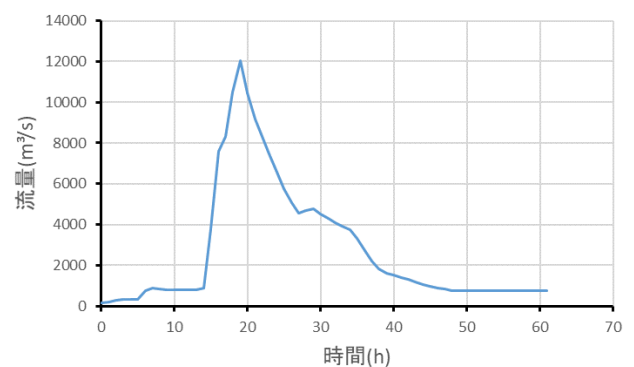


図-2 計算条件

4. 解析結果

4.1 最大浸水深と洪水の時間変化の比較

図-3に、破堤箇所9km地点で破堤させたときと、破堤箇所15km地点で破堤させたときの最大浸水深の様子を示す。地下鉄を考慮することにより浸水の様子に大きな違いが生じていることが分かる。地下鉄を考慮することで、河川を超えて浸水が広がって

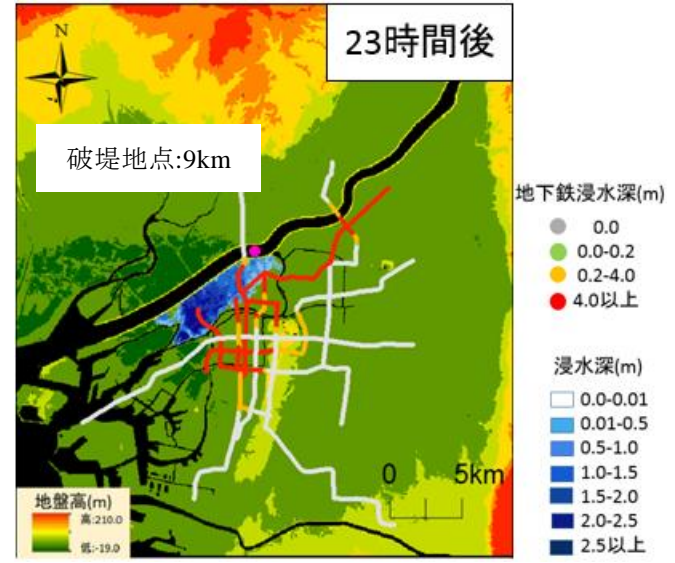
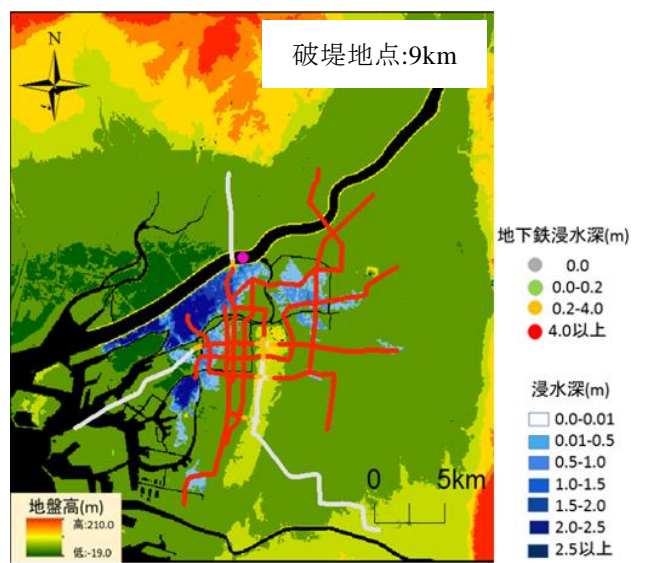
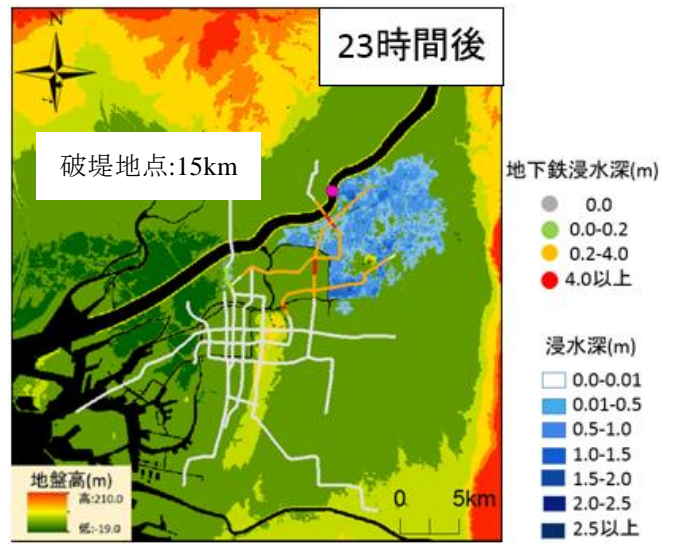
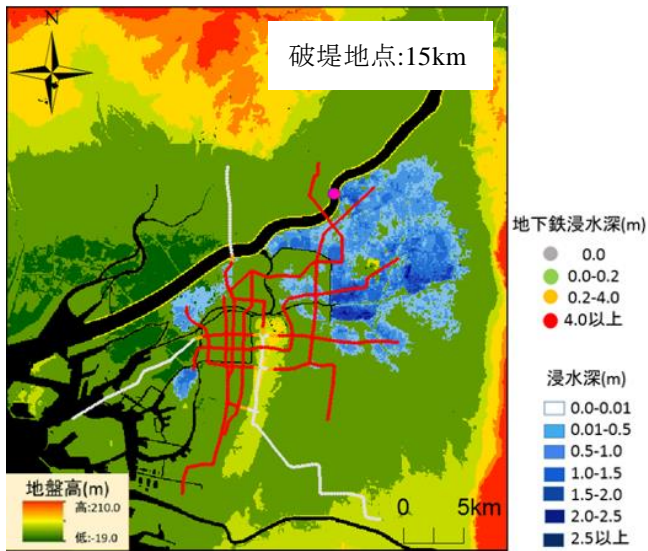


図-3 最大浸水深の分布

図-4 23 時間後の浸水の様子

おり、地下鉄駅からの吹き出しにより、浸水が広域に及んでいる。

地下鉄の浸水を見ると、御堂筋線、谷町線、中央線以外の路線において、地下鉄トンネルの高さ 4.0 m を越え、満水になっていることが分かる。これらにより、本計算条件の場合、地下鉄トンネルは極めて危険な状況になることが分かる。地下鉄浸水の広がる範囲において 9km 地点で破堤させた場合と、15km 地点で破堤させた場合ではあまり変化が出ていないことが分かる。しかし、地下鉄浸水は 9km 地点で破堤させたときの方が広がり早いことから、9km 地点で破堤させたときの方が危険度は高いと考えられる。破堤箇所 15km の場合では、逆に地下浸水の広がり遅く満水の場所が出てくるのに 23 時間後まで時間がかかっている。図-4 に 23 時間後（破堤から 4 時間後）の浸水の様子を示す。

4.2 浸水深の到達時間の比較

次に地下空間への浸水深の到達時間について考察する。到達時間は 1 時間ごとに 12 時間後までの状態を表現した。

以下では、破堤 9km 地点 (図-5) と破堤箇所 15km 地点 (図-6) の 0.05m, 0.1m, 0.2m, 1.0m, 2.0m, 4.35m に到達した時間 (破堤からの時間) を色分けで示している。

図-5 の破堤 9km 地点の到達時間を見ると 0.05m から 4.35m と色の変化があまり無い状態であった。このことから、早い段階で地下鉄の浸水深が満水である 4.35m に到達していることが分かる。細かく見ていくと、破堤箇所から遠いところだと浸水の到達

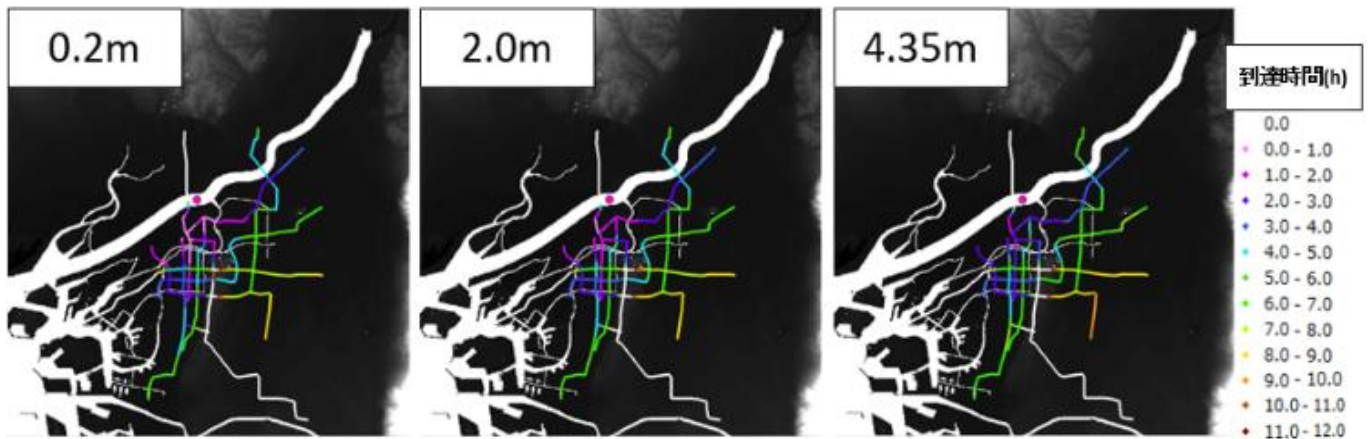


図-5 地下鉄の浸水深の到達時間（破堤箇所：9km）

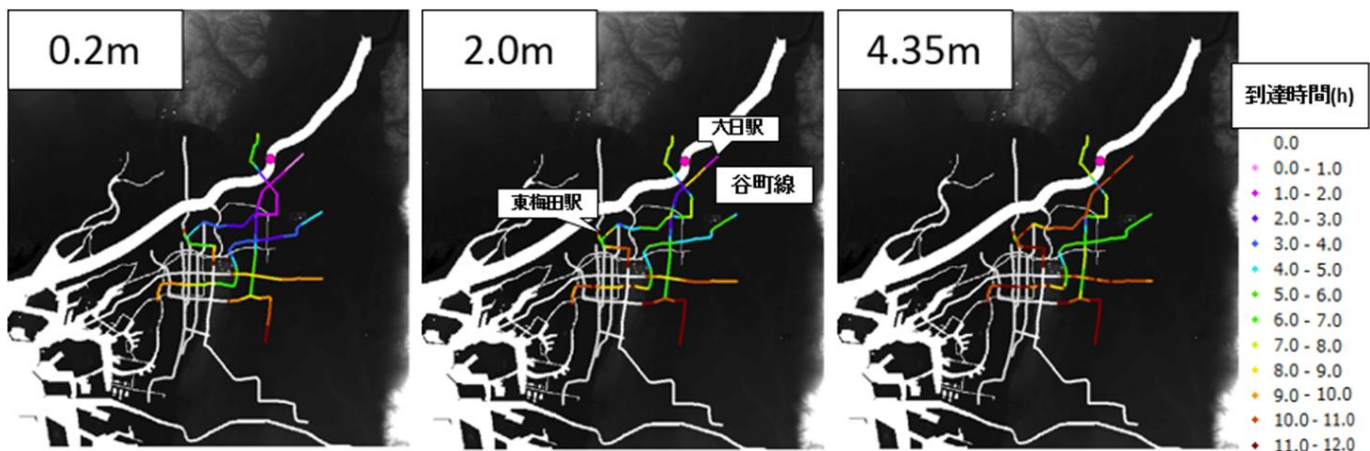


図-6 地下鉄の浸水深の到達時間（破堤箇所：15km）

時間が約 6 時間～9 時間ほどと地下鉄浸水深の変化があまりないが、谷町線の大日駅から東梅田駅の区間では 0.2m から 2.0m の間で到達時間に変化が出ていることが分かりやすくなっている。地下浸水深が 2.0m にもなると電車に影響が生じて、走行ができなくなると考えると破堤箇所付近では 1 時間以内に避難できなければ、非常に危険な状態になると分かる。

図-6 の破堤箇所 15km 地点の到達時間を見ると 0.2m 以降からの色の変化が大きく生じていることが分かる。このことから、地下鉄の浸水深は破堤箇所 9km 地点の状況に比べ 4.35m に達する区間が遅いことが分かる。破堤箇所付近を見ると、2.0m までは谷町線の大日駅から守口駅は 2 時間以内で到達していることが分かり、4.35m の満水に到達するのに 10 時間以上も掛かっていることが分かる。また、広い範囲でも谷町線が 2.0m から 4.35m の到達時間の変化が大きく、満水に到達するのに 10 時間以上掛かっている。

地下鉄浸水深の到達時間は破堤箇所 15km 地点の方が満水に到達するのが遅いため破堤箇所 9km 地点に比べ危険度は低く、12 時間以内での地下浸水は広がり範囲が狭いことが分かる。

破堤箇所 15km 地点の 12 時間以降の影響は図-7 に示した。被害の大きい 2.0m と 4.35m の到達時間の様子を見ると、約 21 時間後に破堤箇所 15km から離れた四ツ橋線も満水になることが分かる。

5. おわりに

本研究では、浸水深が基準の高さに達する時間を対象とした浸水解析を行い、地下空間に着目して大阪の計算結果の考察を行った。破堤箇所を淀川河口から 9km 地点と 15km 地点の計 2 種類とし、地下浸水の時間変化、危険性の検討を行った。まず、破堤箇所が河口から 9km 地点と 15km の地点どちらも地下鉄線路を伝う氾濫水によって浸水被害が拡大していることが分かった。水深が基準の高さに達

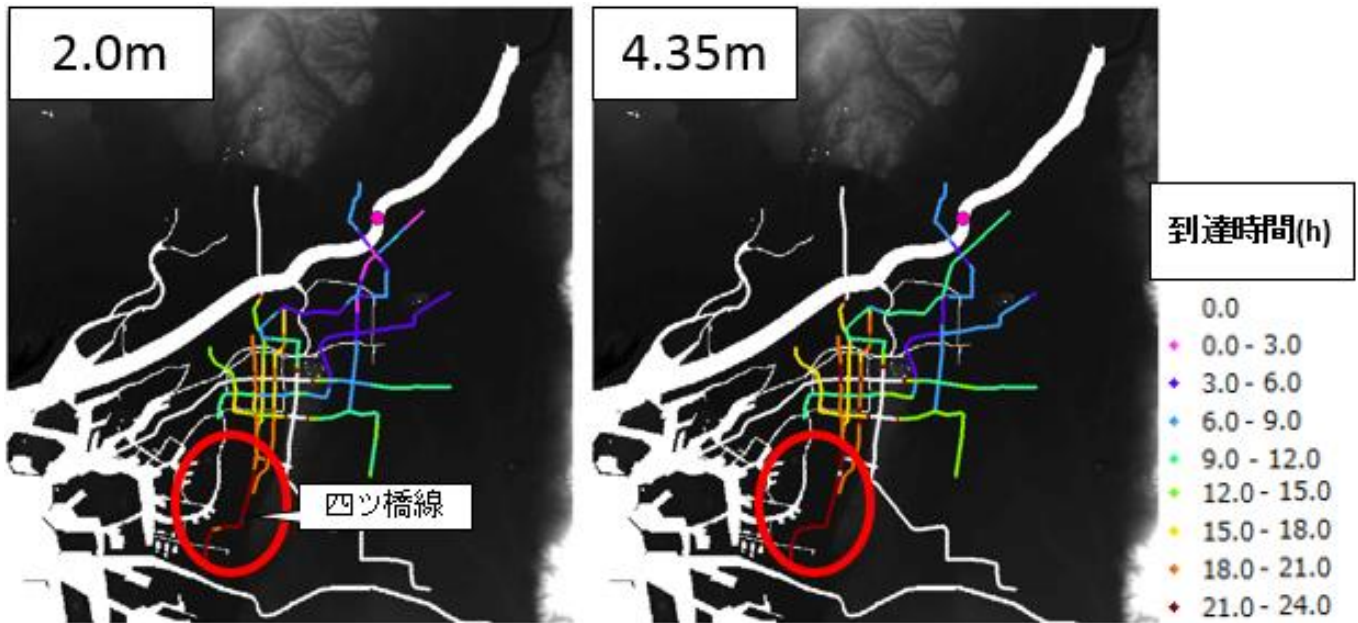


図-7 地下鉄の浸水深の到達時間（破堤箇所：15km 24時間までを考慮）

する時間では破堤点付近と地下鉄線路を伝う氾濫水による浸水では河口から 9km 地点で破堤させたときでは 12 時間、河口から 15km 地点で破堤させたときでは 24 時間ほどのズレがあることから、破堤してから避難するまでの時間があるため、地下鉄線路を伝う氾濫水による浸水の危険度は河口から 9km 地点の方が高いと考えられる。地下浸水深の到達時間からも分かるように、破堤箇所 9km 地点と 15km 地点を比較すると満水である 4.35m に広範囲に影響を与えるのは破堤箇所 9km 地点であることが分かった。また、最大浸水深を見ると地下鉄への影響はどちらの破堤箇所もあまり変化は見られなかった。これらのことから、河口から 9km 地点と 15km 地点で破堤させたときの比較により 9km 地点の方が地下浸水深が満水になるのが早く、浸水の広がりも早く危険度が非常に高いということが分かった。

これらより、地下空間の浸水の特性や、地下浸水深の到達時間について解析を行うことで、浸水の特徴をより明らかにすることができたと考えられる。

参考文献

- 1) 中国・河南省の洪水、地下鉄の車内に浸水
www.bbc.com › Japanese
(2022年1月25日確認)
- 2) 西脇翔, 土田拓輝, 武田 誠, 村瀬将隆, 佐藤大介, 松尾直規: 小河川を考慮した大阪の都市浸水解析の検討, 令和元年度土木学会中部支部研究発表会, II-51, 2020.
- 3) 濱口舜, 石垣泰輔, 尾崎平, 戸田圭一: 記録的水災害に対する大規模地下空間の浸水脆弱性に関する検討, 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol. 72, No. 4, I_1363-I_1368, 2016.
- 4) 村瀬将隆, 中島勇介, 武田誠, 川池健司, 松尾直規: 地下鉄を考慮した名古屋と大阪の大規模浸水解析, 土木学会論文集B1 (水工学) Vol. 73, No. 4, I_1441-I_1446, 2017.
- 5) 大阪府/大阪府を襲った主な災害
<http://www.pref.osaka.lg.jp/kasenkankyo/boujyo/ka-konosaigai.html>
(2022年1月15日確認)

名古屋における地下空間を考慮した浸水解析

EC18060 平田悠真

1. はじめに

現在、移動手段が多様化しており、地下鉄などの地下空間の活用も盛んになっている。2021年7月21日に中国中部では、集中豪雨により地下鉄が浸水し、数百人が閉じ込められ、12人が死亡、5人が負傷した。また日本においても1999年6月、2003年7月に福岡市で豪雨による地下浸水が起き、地下街や地下鉄の機能が一時麻痺した。将来の気候変動による洪水の甚大化を考えれば、都市の地下浸水は特に注意すべき災害事象といえる。都市浸水に関する対策を検討する場合、数値解析が有効な手段となる。今後、数値解析を用いて、都市空間における水害の被害予測を行い、その様子を視覚化し、対策を立てることが必要である。本研究は、名古屋を対象に地下空間を考慮した都市浸水解析を実施し、破堤箇所による浸水特性、地下鉄線路の危険性の考察を行った。名古屋における庄内川破堤時の地下鉄線路・地上の浸水について詳細に検討することにより、名古屋における地下鉄の浸水特性の変化と、浸水に至るまでの時間変化をまとめ、危険性を明らかにした。

2. 解析モデル

洪水流を1次元不定流モデル、地表面の氾濫流をデカルト座標の平面2次元不定流モデルで解析し、互いを越流公式で接続する。また、地下街および地下鉄駅を一つのボックスとしてとらえ、水の連続式を用いてその水理を表現し、さらに地下鉄線路を伝う流れはスロットモデルを用いた1次元不定流モデルで解析した。

3. 計算領域および計算条件

図-1に計算領域を示す。本計算では庄内川の想定破堤氾濫を対象とする。地上域を50m格子で表現し、地下鉄線路も概ね50m格子で表現し、名古屋港へつながる堀川と、中川運河、荒子川のポンプ排水を考慮した。地下鉄は幅7.75m、高さ4.35mの矩形断面として考える。庄内川の計画洪水流量(4400 m³/s)をピーク流量とす

る洪水を想定し、ピーク時(19時)に庄内川左岸が100mの幅で破堤する(堤防天端高が地盤高に置き換わる)とした。また破堤箇所を庄内川河口から17km、15km、11km、9km、7km地点とした。計算時間は36時間とし、10分毎に地下街・地下鉄の浸水結果を出力した。また本研究では、破堤箇所を比較し、最も浸水範囲が大きい17km地点での破堤を中心に考察し、他の地点の計算結果とも比較し考察する。

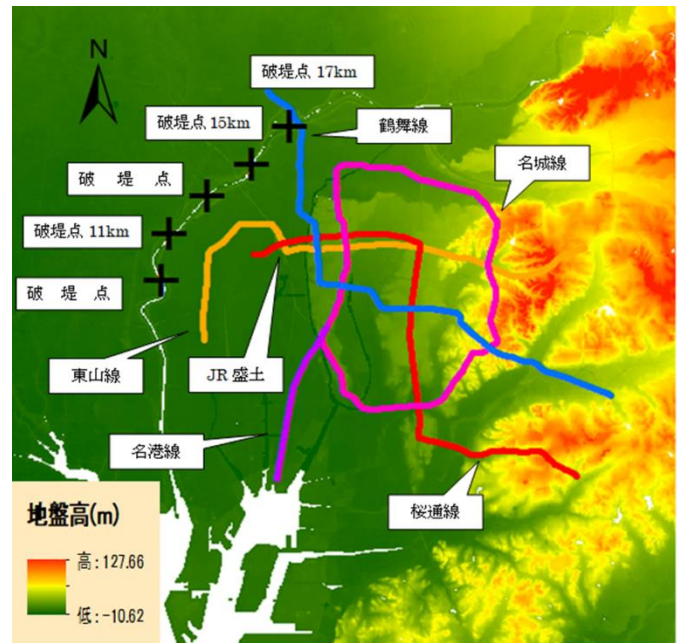


図-1 計算領域

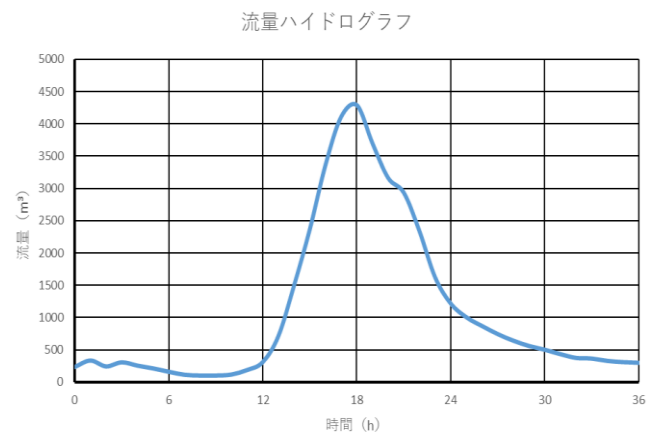


図-2 庄内川の流量ハイドログラフ

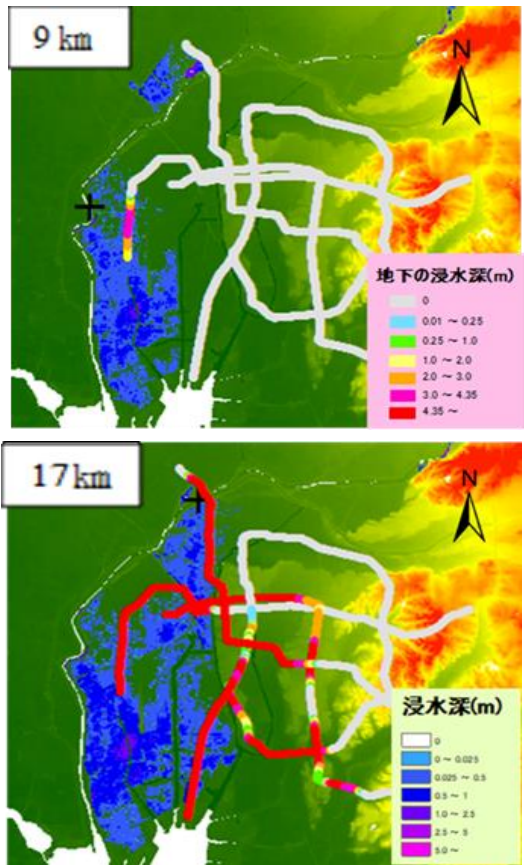


図-3 9 km, 17km 地点で破堤した場合の地上の最大浸水深

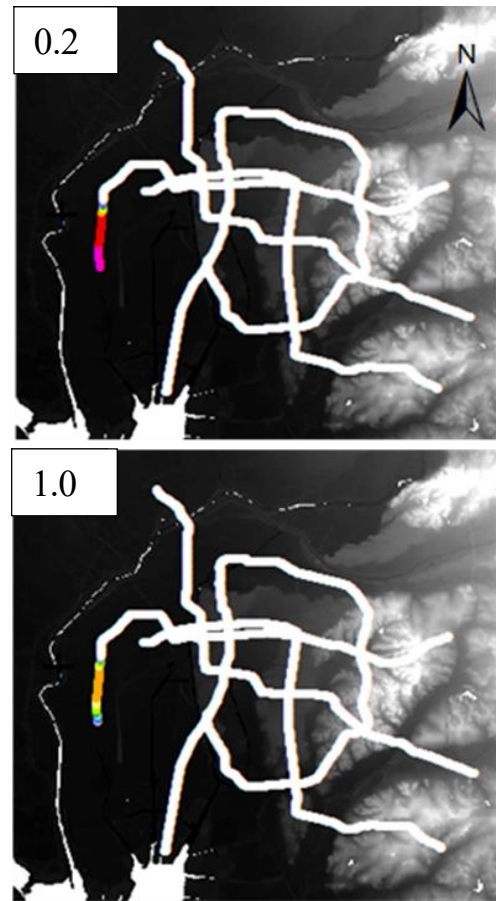


図-4 浸水深(0.2m,1.0m)への時間到達時間

4. 計算結果および考察

4.1 9km,17km の最大浸水深の比較

図-3に破堤箇所9km,17km地点の浸水の様子を示す。破堤点9 km地点では、東山線のみ地下空間への浸水もあり、被害の範囲は少ないが、一部の地下鉄では、浸水の高さが3m~4.35mまで行くため、危険性が高いことが分かる。破堤点17 km地点では、破堤点9 km地点に比べ、清水となる4.35mを超える清水が多数あり、被害範囲が広く、危険性も高いことが分かる。

4.2.1 破堤点9kmの地下鉄線路への浸水到達時間

図-4に地下鉄内の1.0mまでの浸水到達時間を示す。0.05m~0.2mまでは1時間から3時間までの間で早い段階で到達する。0.1mまでは、最短で1時間30分で到達し、地下鉄線路を走行する電車に影響が生じる条件となる0.2mでは、最短で1時間40分10秒で到達する。お腹当たりを1mとし、身動きが取れなくなる条件となる1.0mでは、最短で3時間10分20秒で到達し、遅い場所では、10時間30分で到達する。

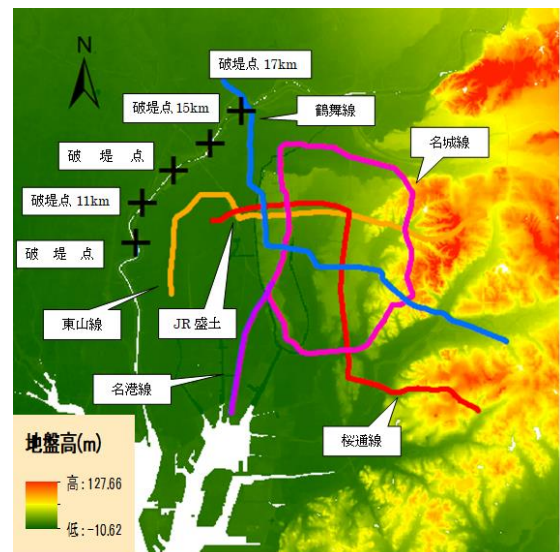


図-5 地下鉄線路の始点と向きと駅名

4.2.2 地下鉄線路の始点と向きと駅名

図-5に地下鉄線路の始点と向きと駅名を示す。

- 東山線は高畑駅から始まる。
- 鶴舞線は上小田井駅から始まる。
- 桜通線は中村区役所駅から始まる。
- 名港線は金山駅から始まる。
- 名城線は栄駅から下向きへ一回りする。

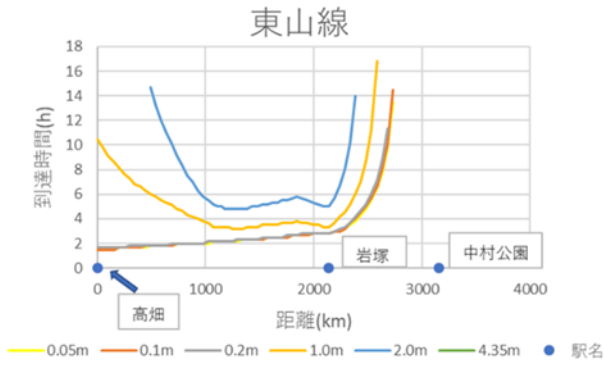


図-6 破堤点 9km の線路別の浸水到達時間

4.2.3 破堤点 9km の線路別の浸水到達時間

図-6 の横軸に始点からの距離を、縦軸に規定浸水深の到達時間を示す。図-6 の東山線のみ浸水が生じた。0.05m、0.1m の危険度の低い高さでは、高畑駅から岩塚駅にかけて1～2時間で到達し、最短で1時間30分で到達する。地下鉄線路を走行する電車に影響が生じる条件となる0.2mでは、最短で1時間40分10秒で到達する。1.0m、2.0m の危険度の高い浸水は高畑駅から岩塚駅の間で生じ、始点から1500km周辺が集中して到達時間の早いことが分かった。また4.35mの浸水に到達する箇所はなかった。以上から、9km地点では、1時間40分で電車の走行が難しくなり、東山線高畑駅周辺では、1.0m、2.0mまで浸水の高さが到達するので、危険であることが分かる。被害範囲は狭いが、一部では2mまで到達し、危険性が高いことが分かる。

4.3.1 破堤点 17km の地下線路への浸水到達時間

図7に規定浸水深の到達時間の分布を示す。0.05m-0.1mの浸水は最短で鶴舞線で19分、東山線は1時間10分10秒で到達する。0.2mの浸水は、鶴舞線においては最短で30分で到達し、1.0mでは、鶴舞線において最短で1時間で到達する。2.0mでは、鶴舞線で1時間20分で到達し、桜通線では、1時間30分で到達し、東山線では1時間40分10秒で到達する。17km地点では、地下鉄線路が満水となる危険度の高い4.35mに早く到達し、東山線、鶴舞線が非常に危険であることが分かる。9km地点と比較すると、被害が甚大であり、金山駅に到達した浸水が名城線に流れ込むことで、地上の氾濫水は、名城線に到達しないが、地下鉄が浸水することが分かる。

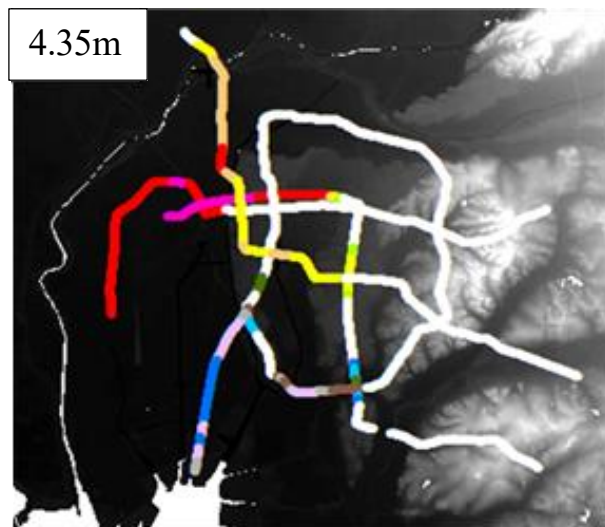
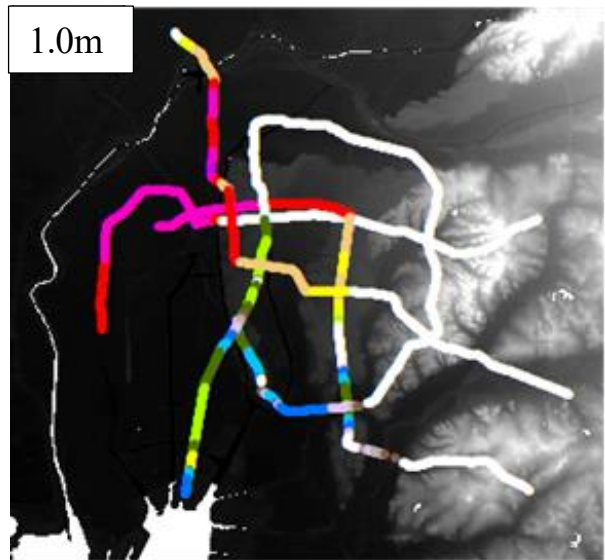
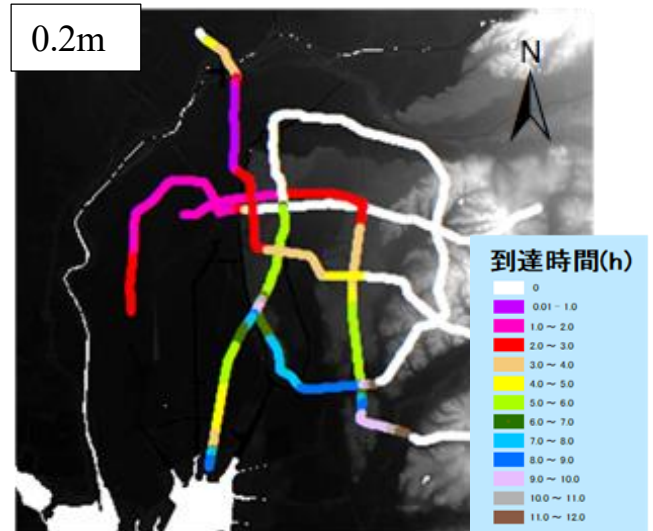


図-7 浸水深(0.2m,1.0m,4.35m)への時間到達時間

4.3.2 破堤点 17km の線路別の浸水到達時間

図-8 で見ていくと、鶴舞線では、庄内通駅、浅間町駅において、浸水深 1.0m は1時間から2時間で生じ、浅間町駅では、4.35m の浸水に2時間半で到達する。桜通線では、名古屋駅と久屋大通駅において2時間半で4.35m に到達する。東山線は浸水する大部分が、浸水深 4.35m に3時間以内に到達するなど非常に危険である。初めに鶴舞線庄内通駅に浸水が生じることが分かる。そこから浅間町駅へと流れていく。次に地表の氾濫水が桜通線、東山線の名古屋駅に入り、そこから各駅に浸水していく。東山線の中村公園駅、高畑駅は2.5時間で浸水深4.35mまで到達するが、地表の氾濫水は2.5時間後にはまだ浸水していないため、名古屋駅に流入した地下浸水が被害を出していることが読み取れる。また地表の氾濫水が届いていない名城線においては、鶴舞線と繋がる上前津駅や、東山線と繋がる栄駅、鶴舞線に繋がる久屋大通駅から流入した地下浸水により被害が出たことが分かる。以上のことから17kmでは一番初めに被害のする庄内通駅、浅間町駅が危険度が高いことが分かる。また名古屋駅は活動する人が多く、地表の氾濫水により、浸水深が4.35mにいち早く到達し、ほかの線路に流入し、被害を広げるため、危険度がとても高く、補修の必要な駅であることが分かる。

5. おわりに

本研究の成果を以下にまとめる。

- (1) 名古屋における浸水の破堤箇所・時間的な変化を詳細にまとめることで、将来的に起こり得る大規模水害発生時の浸水特性を確認できた。
- (2) 地下空間に着目し、破堤点による地下空間の浸水の特性や、規定した浸水深への到達時間が分かり、活動人口の多い名古屋駅も4.35mに二時間半で到達し、まだ地上の氾濫水が到達していない東山線高畑駅を満水にするなど、地下空間を通り、ほかの線路、駅に多大な影響を与えるなど補修、対策を重点的にすべき駅を確認できた。

参考文献

- 1) 藤田涼子：名古屋における地下空間を考慮した浸水解析,中部大学_工学部_工学科_都市建設工学科_卒業論文,2020年
- 2) 村瀬将隆・中島勇介・武田誠・川池健司・松尾直規：地下鉄を考慮した名古屋と大阪の大規模浸水解析,土木学会論文集B1(水学),vol.73.No.4,I_1441-I_1446.

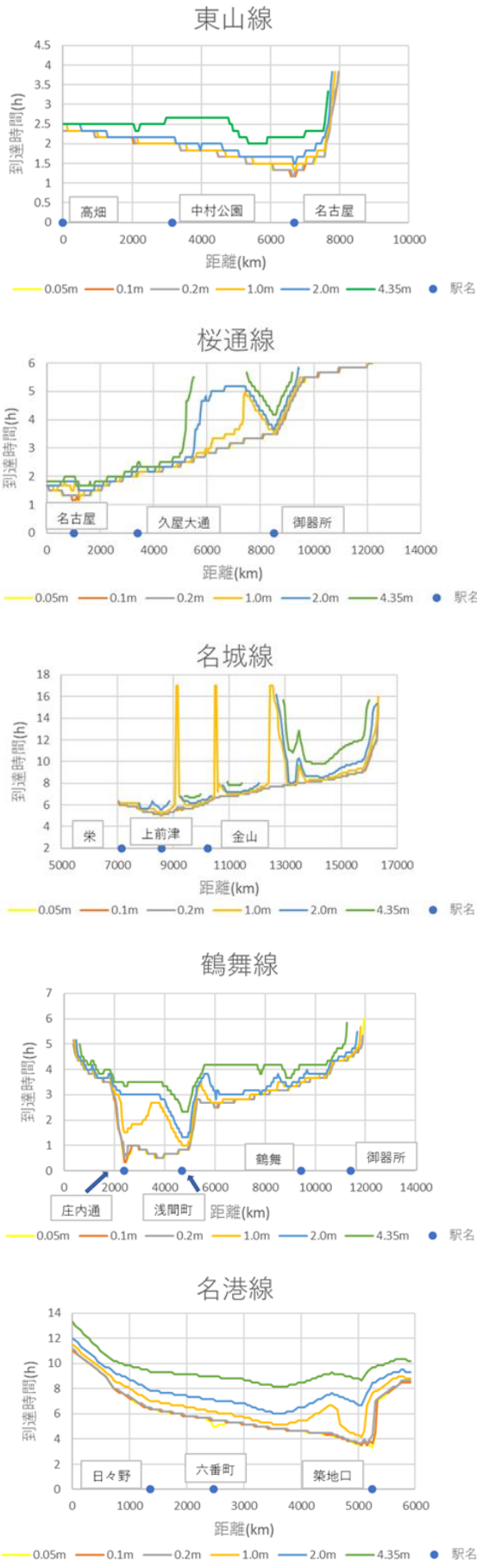


図-8 破堤点 17km の線路別の浸水到達時間

地下街の避難シミュレーションに関する基礎的研究

EC18063 松井 柁輝

1. はじめに

近年、2019年千曲川、2020年球磨川など大規模な浸水災害が多発しており、都市域における大規模な氾濫災害の発生も懸念される。仮に、大規模な浸水が都市域で生じれば、その氾濫水は低いところへ流れ広がる。都市には、地下鉄や地下街などの地下空間が存在し、そこへの流入は甚大な人的・経済的な被害を生じさせる。武田ら¹⁾は、名古屋駅前地下街を対象に庄内川の洪水による想定破堤氾濫の数値計算を行い、名古屋駅前地下街への流入と地下街の浸水の様子を検討した。そこでは、単位幅比力による避難困難度指標を用いて避難の様子を考察した。本研究では、地下街の浸水時の避難行動を詳細に検討するために、避難シミュレーションの構築を目的とする。

2. 地下街の避難シミュレーションモデルの検討

2.1 エリアにおける出口への移動

避難シミュレーションについて、これまで多くの研究が行われている²⁾³⁾⁴⁾。ここでは、地下街における避難を対象とし、個人の移動を数値モデルで表現する。個人は現在地から出口まで移動するとし、個人はある速度(本研究の場合1.4m/sとした)を持って移動する。

まず、図1のように計算領域を5m格子で表現し、その中央に人を配置した。個人の移動する方向は、A出口などの目標の方向と、B出口毎に計算格子中央の出口からの距離を求め、人の現在地から出口への最短となる隣接格子の中心方向の2つを考えた。その結果を図2と図3に示す。Bの場合、図3のように、ある経路に人が集中し、人の移動として不自然と判断した。そこで、出口への移動はAの方法を採用する。なお、図4は出口が複数ある場合の人の移動の様子を示す。それぞれが目的とする出口に移動していることが分かる。

2.2 通路を伝う移動

つぎに、通路を伝う人の移動を考える。対象領域を図5に示す。本図から通路を伝って、距離のある出口へ移動する様子を検討する。まず、Aのモデルで出口方向へ移動すると、図6のように、壁の中へ移動してしまうことから、通路を意識した人の移動を検討する必要がある。そこで、エリア毎に番号を付けて、出口があるエリアに人が来たらAの方法で出口に向かい、別のエリアから出口へ向かう場合に、次に進むエリア情報、次のエリアへの目標となる格子位置情報を与えて、そこへ移動するようにモデ

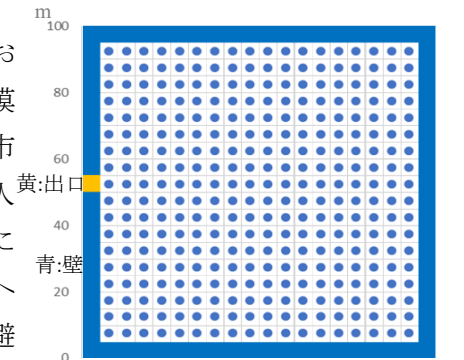


図1 モデル領域と初期配置^m

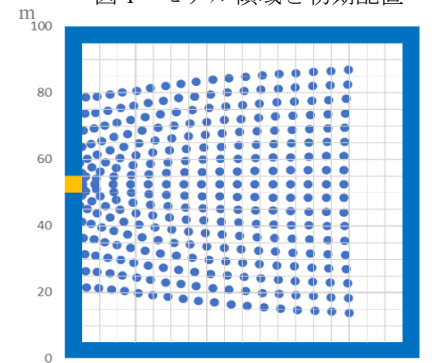


図2 人の移動(10秒後 Aの場合)^m

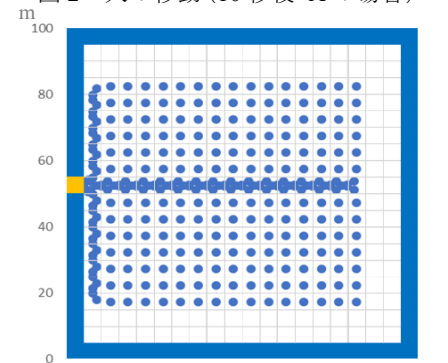


図3 人の移動(10秒後 Bの場合)^m

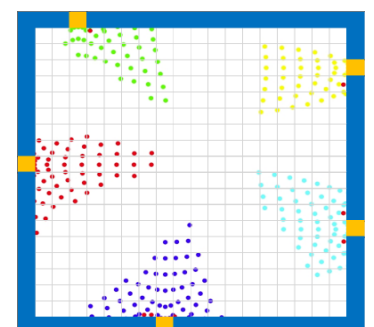


図4 人の移動(多数出口あり)

ル化を行った。その計算結果を見ると、通路を通じて出口への人の移動が示されていたが、わずかに壁に入った人が次の目標となるエリア情報（格子位置情報）が得られずに誤った動きをしていた。そこで、Aの方法で目的地へ向かう人が壁の中に入ってしまった場合、Bの方式で再度移動を計算することで、壁の中への移動を妨げるよう工夫した。その結果が図8である。本図から、通路を伝って別の出口に移動する人の様子が確認される。今後は、出口への複数の経路がある通路を想定した解析を行うと共に、人の密度（込み具合）による歩行速度の減少、年齢や性別による歩行速度の違いなどを考慮することが課題と考える。

3. おわりに

本報では、地下街を対象に人の移動に関するモデル開発を行った。現状では第一段階の検討であるが、今後、人の移動に関わる様々な要因を考慮して避難シミュレーションモデルの高度化を進めたい。さらに、開発されたモデルを活用して、地下浸水時の避難について考察したいと考えている。

参考文献

- 1) 武田誠, 鷲山陸, 佐藤大介, 村瀬将隆: 洪水を対象とした名古屋駅前地下街の浸水解析と避難に関わる検討, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第26巻, pp.37-43, 土木学会, 2021.
- 2) 武田誠, 井上和也, 戸田圭一, 川池健司: 高潮ハザードマップと避難に関する二・三の検討, 第44回海岸工学論文集, pp.356-360, 1997.
- 3) 関根正人: 複雑な構造をもつ地下鉄駅構内の浸水過程と避難誘導に関する数値解析, 水工学論文集, 第54巻, pp.907-912, 2010.
- 4) 尾崎平, 河南友也, 檀 寛成, 石垣泰輔: 内水氾濫と避難シミュレーションによる地下空間浸水対策の評価, 地下空間シンポジウム論文・報告集, 第26巻, pp.8-17, 2020.

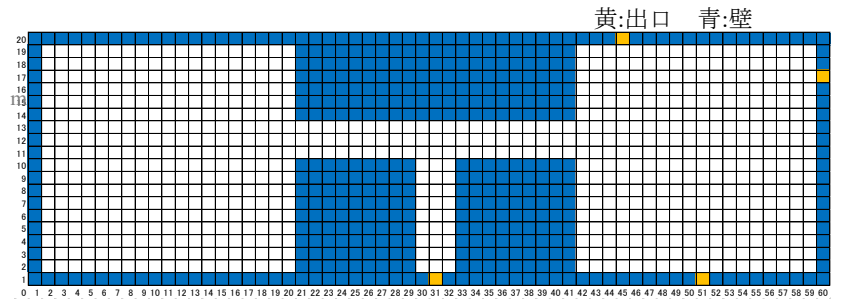


図5 通路が有る場合のモデル領域

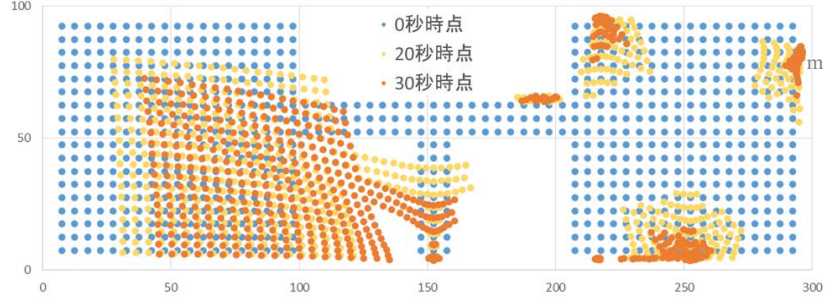


図6 人の移動の計算結果

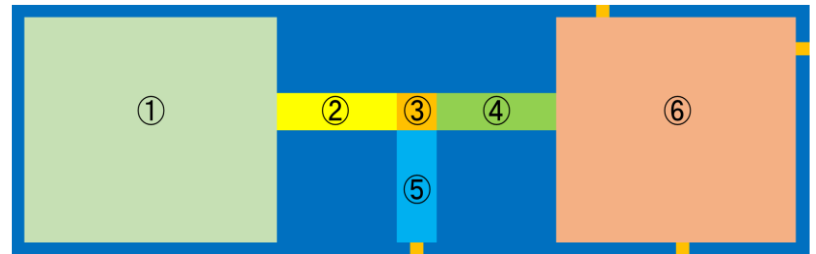


図7 領域の区分

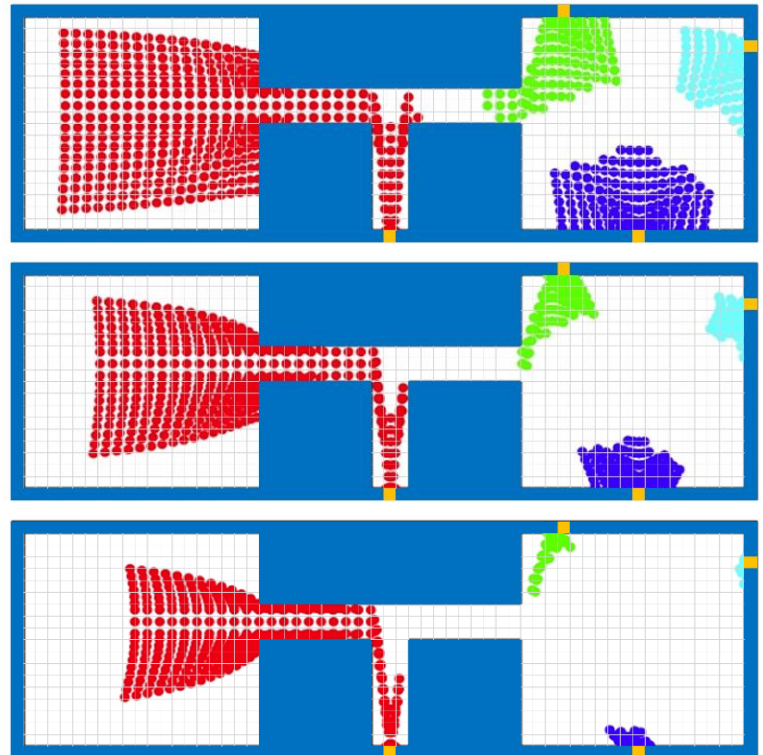


図8 人の移動の計算結果（壁のモデル化有り）

水理解析における並列計算の適用

1. 研究背景, 目的

近年, 洪水による大規模な破堤氾濫が生じ, 甚大な浸水被害が多く発生している. 気候変動による予測では, 今後も大雨や短時間に降る強い雨の頻度はさらに増加するとされている. これらの災害対策を検討する場合, 浸水解析は重要なツールとなる. また都市の浸水は, 道路や建物, 小河川などの細かな都市構造の影響を受けて広がることから, 計算格子は小さく設定することが望ましい. そのような場合は計算容量の制約があるため, 計算領域は狭くとらざるを得ない. 小さな計算格子を用いた広域の氾濫解析は, 現在望まれている解析技術といえる. 本研究では, 中部大学にある SCOPE¹⁾²⁾を活用して, 並列計算を用いた流れの解析および浸水解析のシステム構築を行う. 並列計算は中部大学武田研究室初の試みである. 計算時間の短縮と精度向上が見込まれる.

2. 計算条件

計算式は浅水方程式を用いる. 縦 20m, 横 20mの格子を縦 20 個, 横 100 個配置し矩形の川を想定する. 左側を上流, 右側を下流として上流から流量 Q を与え, 下流には等流水深を与える. ここで, 下流側左岸に浅瀬を想定して隆起させた. 本研究では, 1つのプロセッサーでの解析 (以下, 逐次計算と呼ぶ) と2つのプロセッサーでの解析 (以下, 並列計算と呼ぶ) を行う.

並列計算では流量や等流水深, 地形条件及び計算式は逐次計算と同じである. 違いは大きく2つある. 1つ目はプロセッサー2つを使って領域を半分に分け, 各プロセッサーで計算を行うことである. 2つ目は各プロセッサーの計算結果を共有するためにプロセッサー間で通信が行われることである. 左半分をプロセッサーA, 右半分をプロセッサーBの計算領域とする. イメージ図を図1に示した. 解析する時間は1時間で, 流量を時間によって変動させる. これを図2に示した. 計算開始から 1200 秒後が

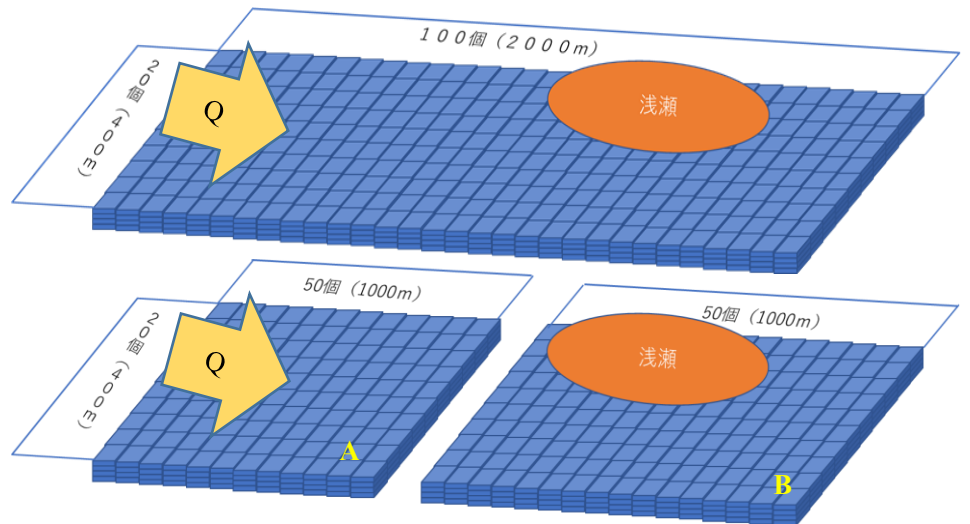


図1. 計算条件イメージ
上段: 逐次計算 下段: 並列計算

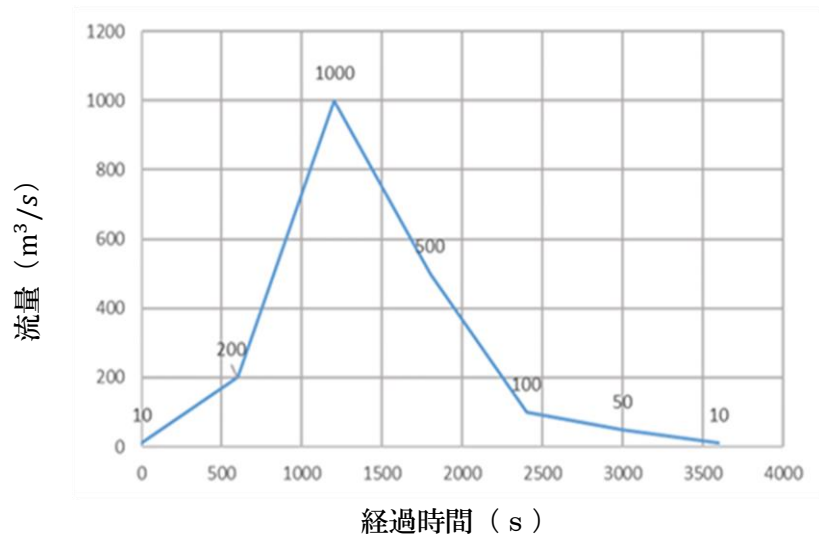


図2. 流量 Q の時間変化

1000m³/sで最大となっている。以下に並列計算の計算手順を、図3にフロー図を示す。ここで、逐次計算の場合はプロセッサが1つであるため、「1次元データの作成、データの受け渡し、1次元データから2次元データへの変換」の過程が存在しない。

0 計算開始。

1 地盤高や境界条件等を読み込む。

2 時間 T=0s に設定する。

3-1-A, B 運動量方程式を使って運動量を計算する。

-2-A 下端2列の計算結果を1次元データに変換。

-B 上端2列の計算結果を1次元データに変換。

-3-A 変換したデータをBへ送る。

-B 変換したデータをAへ送る。

-4-A Bのデータを受け取る。

-B Aのデータを受け取る。

4-1-A, B 連続式を使って水深を計算する。

-2-A 下端2列の計算結果を1次元データに変換。

-B 上端2列の計算結果を1次元データに変換。

-3-A 変換したデータをBへ送る。

-B 変換したデータをAへ送る。

-4-A Bのデータを受け取る。

-B Aのデータを受け取る。

5 水深を使って流速を計算する。

6 一定時間毎の得られたデータをファイルに書き込む。

7 $T=T+\Delta T$ (0.01s)。

8 $T>T_{max}$ (3600s) になるまで3から繰り返す。

9 計算終了。

計算終了後、計算結果はプロセッサ毎に出力されるので出力されたデータを統合する必要がある。

3. 結果, 考察

逐次計算と並列計算について、以下の4つのデータを出力した。

- 1 時間 T が 300s 毎の、すべての格子の x 方向の流速 (m/s)。
- 2 T が 300s 毎の、すべての格子の y 方向の流速 (m/s)。
- 3 T が 300s 毎の、すべての格子の水深 (m)。
- 4 プログラム解析にかかった時間 (s)。

計算精度の確認のため、流速のデータを用いてベクトル図を作成した。また、全格子の流速の絶対値を出して「逐次計算の結果-並列計算の結果」を計算し、エクセルのカラースケールを用いて差を確認した。水深も同様に差を確認した。以上の結果の一部を下記にまとめる。

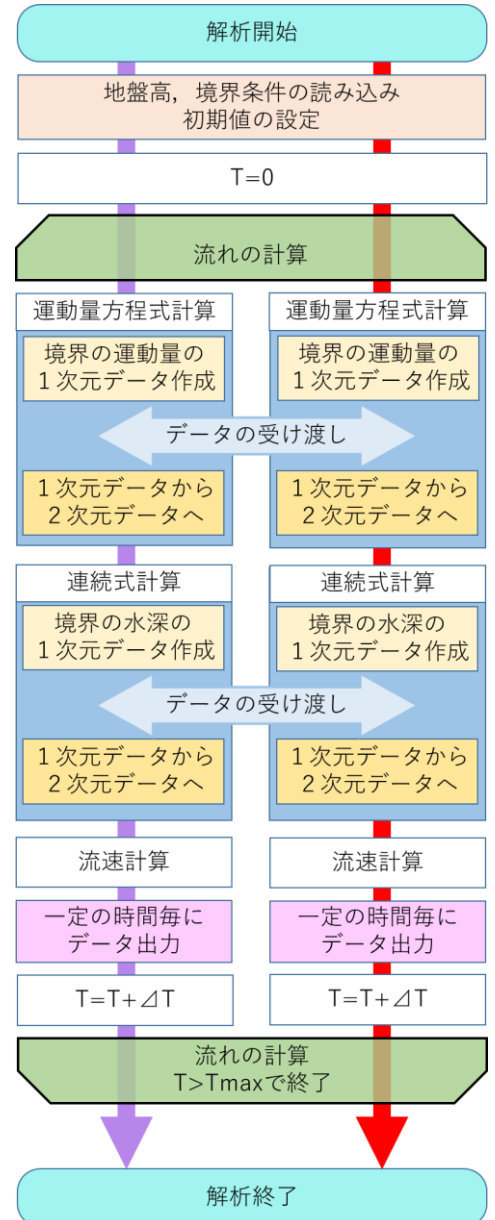


図3. 並列計算手順のフロー図

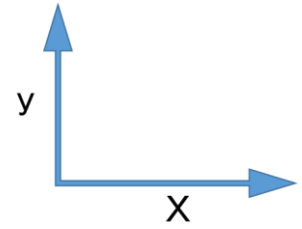
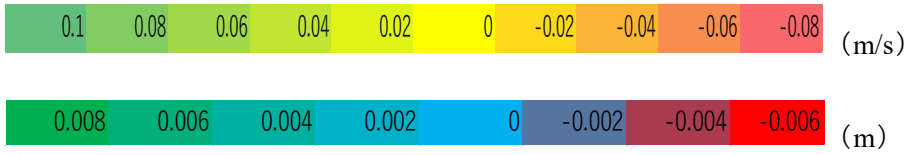


図4. 差の分布のスケール
(上：流速，下：水深)

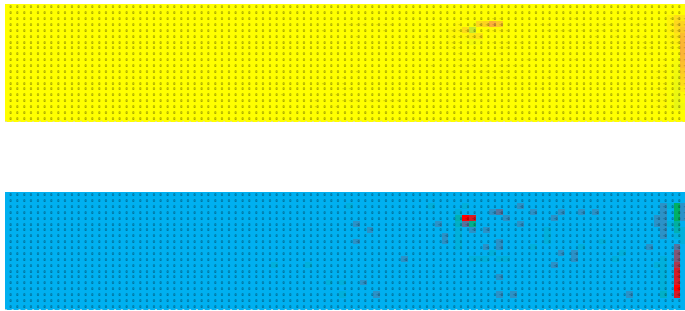


図5. 1500s の差の分布
(上：流速，下：水深)

3m/s

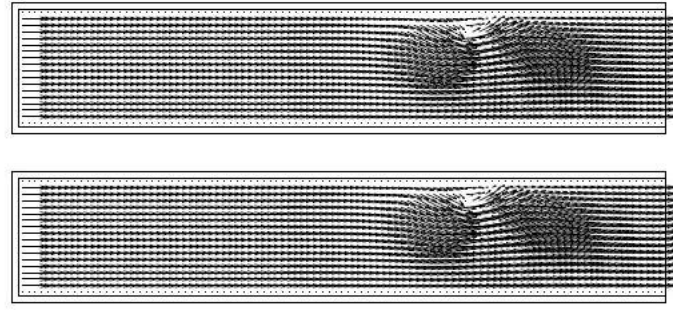


図8. 1500s のベクトル図
(上：逐次計算，下：並列計算)

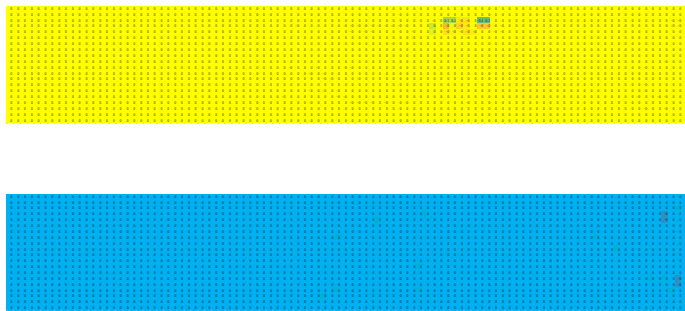


図6. 2400s の差の分布
(上：流速，下：水深)

3m/s

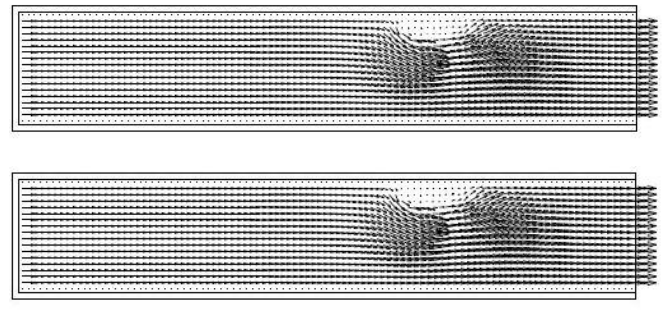


図9. 2400s のベクトル図
(上：逐次計算，下：並列計算)

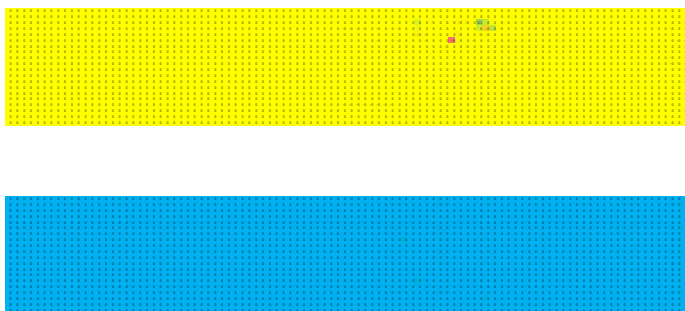


図7. 3000s の差の分布
(上：流速，下：水深)

3m/s

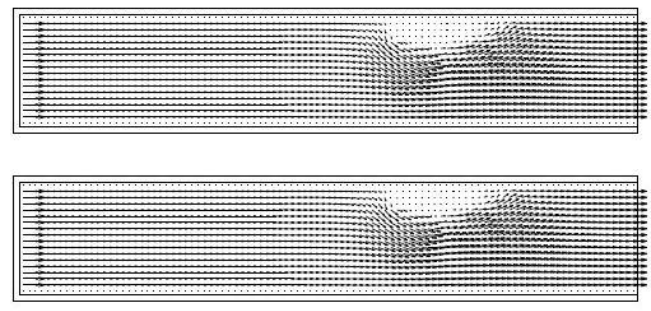


図10. 3000s のベクトル図
(上：逐次計算，下：並列計算)

ここまでの結果より、並列計算はエラーすることなく最後まで計算された。そして、ベクトル図を見ると誤差はほとんど確認できない。よって解析は成功したと考える。

また流速の差は、2400sの時に最大0.098m/s、3000sの時に最小-0.076m/sであった。これらを各時間の平均流速、「差と平均流速」の百分率と共に表1にまとめた。この差は6,7%と小さいとは言えないが、差が発生した箇所のほとんどは浅瀬や境界条件の付近かつ短時間であった。加えて、発生した差が以降の計算に大きく影響した様子は見られなかった。

次に水深の差は、1500sの時に最大0.007m、及び最小-0.006mであった。これらを平均水深、「差と平均水深」の百分率と共に表2にまとめた。この差は1%未満と小さいため、無視できる誤差である。

最後にプログラム解析にかかった時間を表3にまとめた。計算にかかった時間は、解析開始コマンドの前に「解析時間をウインドに表示」させるコマンドを入力することで測った⁵⁾。並列計算の解析時間は逐次計算の約64%に短縮できた。ここで、初めは計算時間が50%近くになると考えていたが、約64%までしか短縮されなかった。これはプロセッサ間での通信が発生しているためであり、通信回数が少なければもう少し短縮できると考える。

表1. 平均流速と流速の差の最大、最小及び割合

	平均流速 (m/s)	最大値 (m/s)	最小値 (m/s)	百分率 (%)
2400s 時	1.532	0.098		6.4
3000s 時	1.077		-0.076	-7.1

表2. 平均水深と水深の差の最大、最小及び割合

	平均水深 (m)	最大値 (m)	最小値 (m)	百分率 (%)
1500s 時	1.057	0.007		0.7
			-0.006	-0.6

表3. 逐次計算と並列計算の解析時間

	解析時間	システム CPU 時間	ユーザー CPU 時間	コマンド実行時の CPU 使用率
逐次計算	140.43s	0.02s	139.01s	99%
並列計算	89.71s	0.22s	179.10s	199%

4. 成果と今後の課題

本研究では以下の成果が得られた。

- ・並列計算がエラーなしで解析できた。
- ・計算時間は大幅に短縮できる。
- ・誤差が小さいため計算精度は妥当である。

次に今後の課題を記す。

- ・今回扱った計算は情報量が少ないため、今回よりも広範囲で複雑な流れで解析を行った場合でも精度が保てるかを見ていく必要がある。
- ・今回は2つのプロセッサを使用した。使用するプロセッサを増やした場合の精度や計算時間がどのように変化するかを見ていく必要がある。

参考文献

- 1) 浅野栄治：SCOPE 並列計算利用講習会 2021,
MPIによる並列プログラミング～差分法二次元分割～, 中部大学 SCOPE 資料, 2021.
- 2) 中部大学：SCOPEについて <http://www.dg.chubu.ac.jp/about.html> (参照 2021-9-15)
- 3) SE おっさん：フローチャートで簡単にループを抜ける方法！2つの図形と3つの判定
<https://kenko-keep.com/loop-exit/> (参照 2022-1-11)
- 4) いのき：フローチャートループ（繰り返し）の意味と書き方
<https://www.edrawsoft.com/jp/how-to-make-flowchart-loop.html> (参照 2022-1-11)
- 5) 西村めぐみ：【time】コマンド（外部コマンド）——コマンドの実行時間と実行時のシステムリソース情報を計測する <https://atmarkit.itmedia.co.jp/ait/articles/1810/25/news022.html> (参照 2021-12-21)

東京を対象とした都市浸水に関する検討

EC18072 山口貴誉

1. はじめに

近年，地球温暖化により，大雨による洪水氾濫が世界各地で発生している．平成16年10月に発生した台風22号では，東京都港区の地下鉄麻布十番駅の出入口より雨水が流れ込み，改札通路，ホームおよび線路が冠水し，南北線は一時不通となった．東京では地下鉄や地下街といった地下空間が高度に開発されている．東京の地下鉄は1日に約498万人利用しており，都市部で大規模な浸水が生じれば甚大な被害が考えられる．そのため，東京における浸水状況を予測し，危険性を明確にし対策を行う必要がある．本研究では，東京を対象とした浸水解析を検討する．武田研究室で過去に行われた研究を踏まえ，特にGISを用いて解析結果の表示を工夫して，地下空間に注目して東京の浸水特性と浸水対策を検討する．それにより，東京の地下空間の浸水状況を明らかにし，危険性を明確にし，対策を検討する．

2. 解析モデル

本研究では，河川を1次元不定流モデルで，地表面氾濫流をデカルト座標の平面2次元不定流モデルで解析し，互いを越流公式で接続している．地上は50mの計算格子を設定し，河川は200mで区分した．また，地下街・地下鉄駅を1つのボックスとしてとらえ，氾濫水は複数ある地上の入口から地下街・地下鉄駅へ流入・流出し，地下街・地下鉄駅では地上の入口からの流入・流出流量と地下鉄路線への流入・流出流量を考慮して連続式により水の収支が計算される．また，地下街・地下鉄駅に繋がっている路線では地上からの流入・流出流量が考慮され，その他の路線では考慮されずに，スロットモデルを用いた1次元不定流解析で水の流れを表現した．

3. 地下鉄データの修正

これまでの武田研究室での東京の浸水解析では，荒川の左岸側で地下浸水が確認された．そのため，220個の駅情報と1454個の入口座標を1つずつGISで表示し確認を行った．三田駅，高輪台駅，五反田駅，戸越駅，曙橋駅，岩本町駅，菊川駅，一之江駅，篠崎駅，本八幡駅，新高島平駅，高島平駅，志村三丁目駅，志村坂上駅，御成門駅の計15駅の入口座標28か所を修正した．図-1は，寺井¹⁾による小河川や堤防を考慮していない場合の，河口から12km地点の破堤による24時間後の解析結果である．この解析結果では，荒川の左岸側の地下鉄に浸水が生じていることが分かる．図-2は，データを修正した後の解析結果である．荒川左岸の浸水が無くなり，より現実的な解析を行えるようになった．本研究では，修正した地下鉄のデータを使用する．

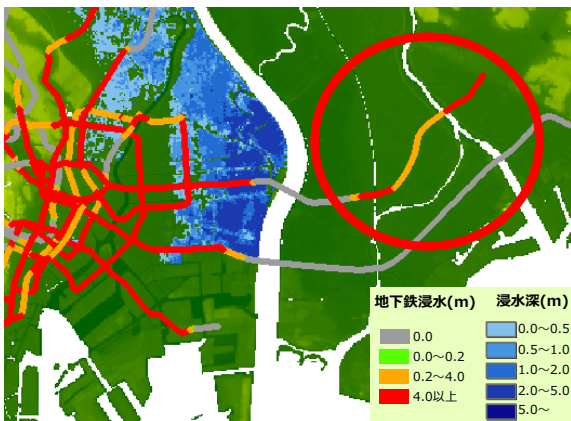


図-1 修正前の解析結果

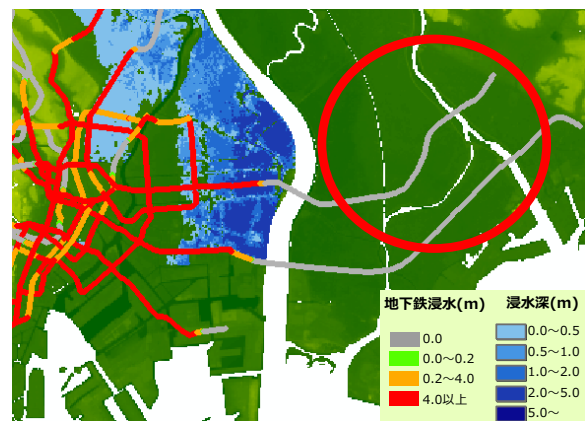


図-2 修正後の解析結果

4. 計算領域および計算条件

本研究では、東京都内の荒川流域を対象とする。計算領域を図-3 に示す。荒川の計画洪水流量 $7000\text{m}^3/\text{s}$ をピーク流量とする洪水流量ハイドログラフを上流端に与え、ピークとなる 19 時間後に破堤させた。下流端には振幅 1m, 周期 12 時間の潮汐変動を与えた。河口から 12km 地点, 16.5km を破堤箇所とし、破堤幅は 100m とした。本研究ではポンプによる排水は考慮していない。

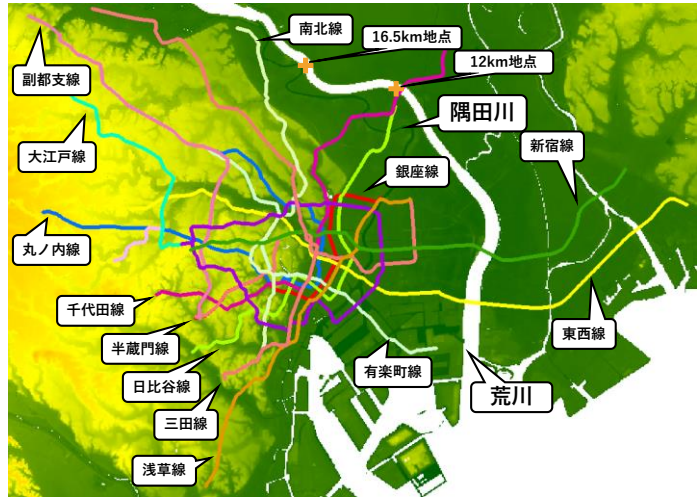


図-3 計算領域

5.1 12km 地点破堤の場合

図-4 に、破堤箇所 12km 地点の最大浸水深を示す。図-5 に、破堤箇所 12km 地点の地下浸水の到達時間を示す。破堤地点が河口から 12km では、0.2m の地下浸水が 0.5 時間後には生じている。0.2m の地下浸水は電車の走行に影響がある深さである。3 時間後には東京駅まで 0.2m の浸水がみられる。24 時間後には多くの路線で 0.2m の浸水が起きていることが分かる。また、4.35m の地下浸水は満水の状態であり 1 時間後から生じている。1.5 時間後には北千住駅周辺に満水の区間が多くみられる。24 時間後には東京駅周辺にも多くの区間で満水になることが分かる。

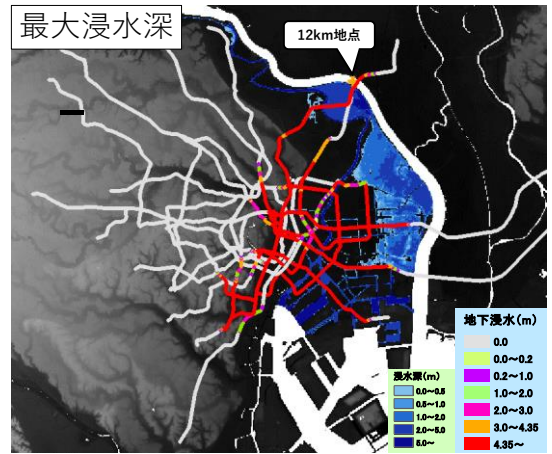


図-4 破堤箇所 12km 地点の最大浸水深

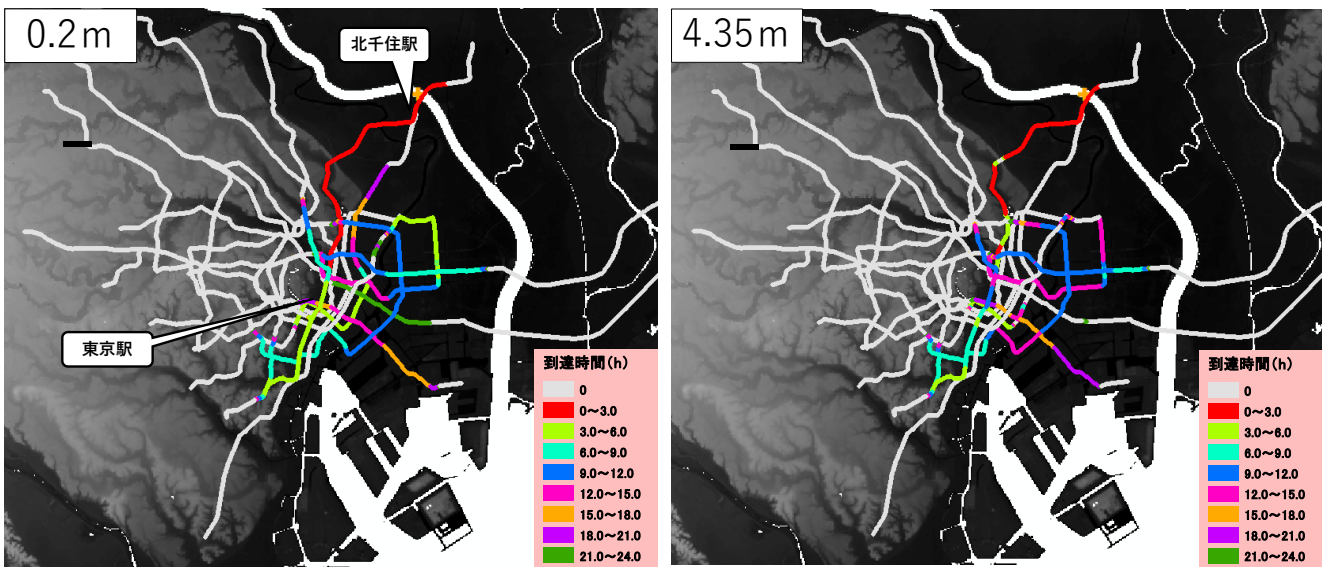


図-5 破堤箇所 12km 地点の地下浸水の到達時間

5.2 16.5km 地点破堤の場合

図-6 に、破堤箇所 16.5km 地点の最大浸水深を示す。図-7 に、破堤箇所 16.5km 地点の地下浸水の到達時間を示す。破堤地点が河口から 16.5km では、0.2m の地下浸水が 2 時間後には南北線で起きている。2.5 時間後には町屋駅周辺でも地下浸水が起きている。24 時間後には南北線、千代田線で多くの区間で浸水がみられる。また、4.35m の地下浸水は 2.5 時間後から王子神谷駅周辺から浸水が起きている。24 時間後には南北線、千代田線で浸水が起きていることが分かる。

16.5km 地点では破堤箇所から近い王子神谷駅から地下浸水が起きていることが分かった。2.5 時間後に地上の浸水が町屋駅周辺まで来ており地下浸水が起きていることが分かった。

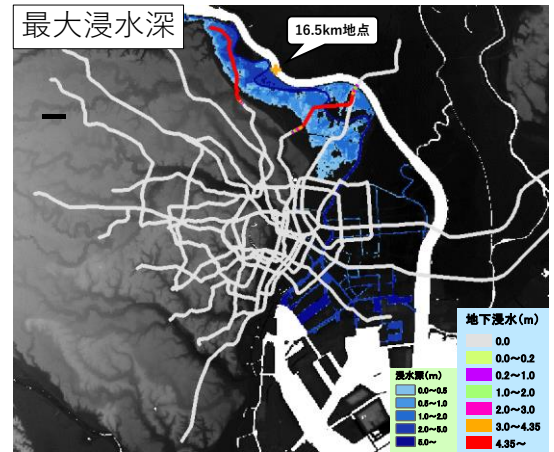


図-6 破堤箇所 16.5km 地点の最大浸水深

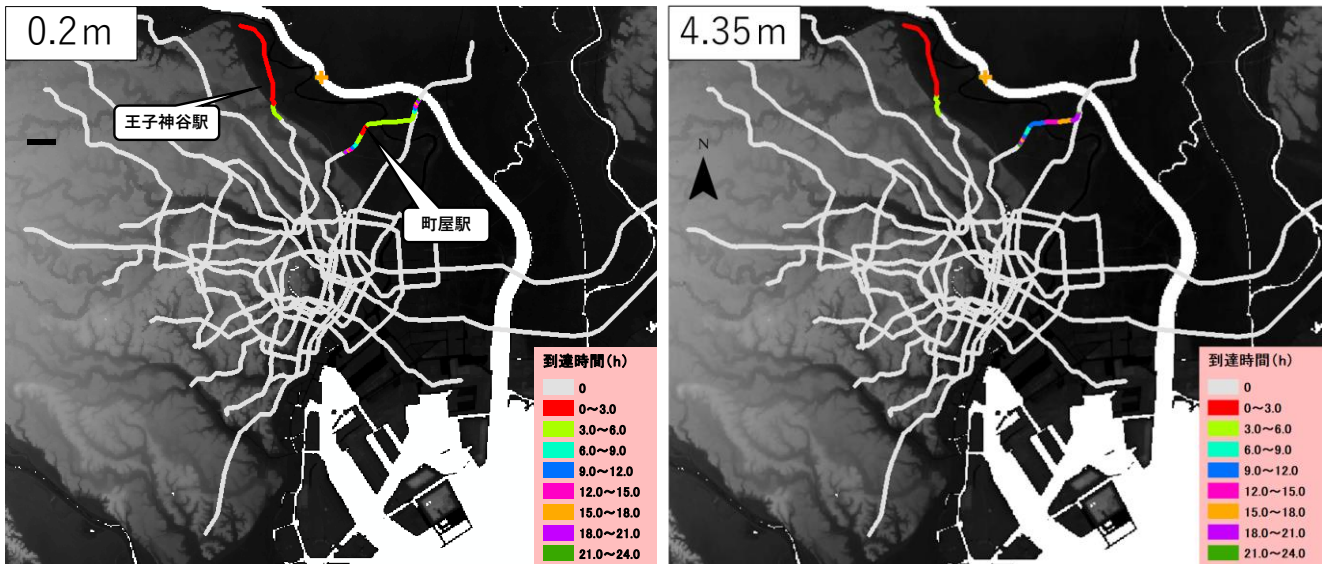


図-7 破堤箇所 16.5km 地点の地下浸水の到達時間

5.3 3km 地点から 19km 地点の破堤による結果の整理

図-8 に、3km 地点から 19km 地点の 1km ごとの解析結果から得た、地下浸水 2m の到達時間の最短の情報を示す。また、図-9 に、最大浸水深の解析結果を重ねた図（最大値）を示す。図-8 より、南北線の赤羽岩淵駅から王子駅まで、千代田線の北千住駅から湯島駅まで、新宿線の住吉駅から大島駅までが 1 時間から 2 時間で浸水 2m に到達するため危険性が高いことが分かる。また、日比谷駅、大手町駅周辺でも 3 時間から 6 時間後には浸水が生じており、安全とはいえないことが分かる。図-9 より、多くの区間で満水のある場所があり、荒川が破堤した時は地下空間が危険だということが分かる。

6. おわりに

本研究では、先行研究を踏まえ地下空間に着目して東京の浸水解析を行った。破堤箇所による浸水特性、地下浸水に至るまでの時間変化をまとめ、危険性の検討を行った。

16.5km 地点では南北線の王子神谷駅や千代田線の町屋駅から地下浸水が起きており、地上の浸水に伴い地下浸水が起きたことが分かる。24 時間後でも地下浸水はそこまで広がらないことが分かる。12km 地点では、千代田線

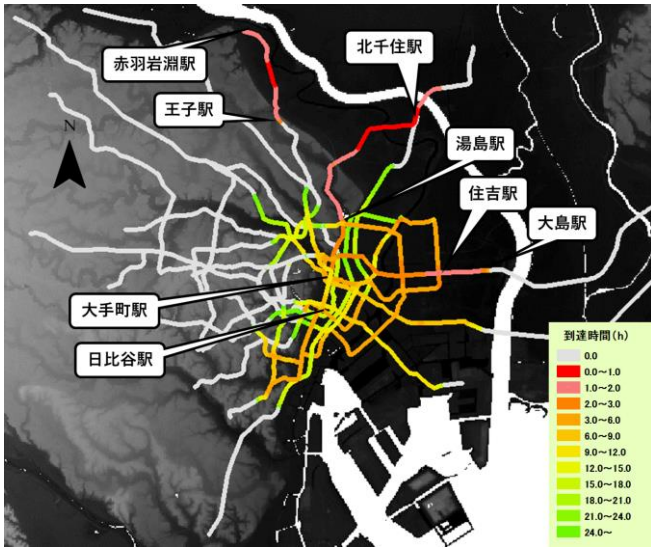


図-8 地下浸水 2m の到達時間

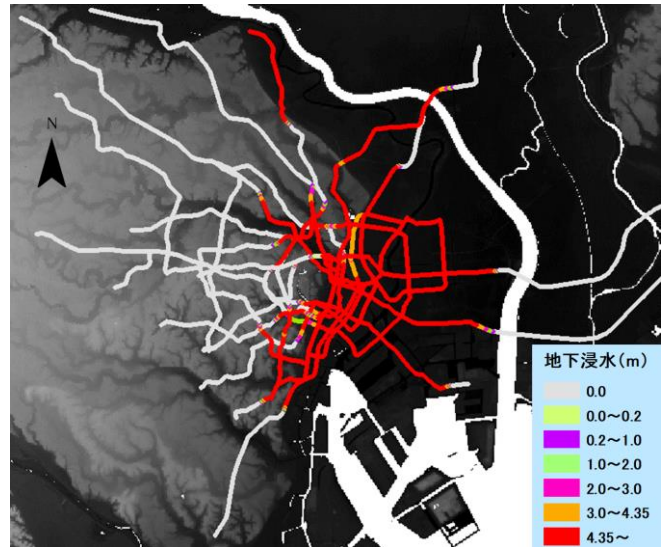


図-9 最大浸水深

の北千住駅から浸水が始まった。24 時間後には地下浸水は広範囲にみられた。地上の浸水では荒川右岸側で浸水が起きており、東京駅周辺では地上の浸水はないため地下空間によって広がっていることが分かった。12km 地点は 16.5km 地点に比べて地下浸水が広範囲にみられた。大手町駅、日比谷駅には複数の線路があるため大手町駅、日比谷駅まで地下浸水が起きると被害が拡大していると考えられる。地下は地上より低いため流入しやすく、地上に比べて早く広範囲に広がるため危険性が高いことが分かった。

荒川に近い南北線、千代田線、新宿線は地下浸水が 1 時間から 2 時間で 2m に到達しやすいため危険性が高いことが分かった。特に、大手町駅、日比谷駅がある千代田線への流入量を減らす、または防ぐことで浸水を減らせれば地下浸水の被害を軽減できると考えられる。

以上より、地下浸水に至るまでの時間による浸水解析を行うことで浸水の特徴を明らかにすることができた。

参考文献

- 1) 寺井大稀：東京都における地下空間および小河川を考慮した浸水解析，令和 2 年度中部大学卒業論文概要，2020
- 2) 森兼政行・井上知美・石垣泰輔・尾崎平・戸田圭一 地下駅を考慮した大規模地下空間での浸水特性と浸水対応策の効果に関する検討 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol.68, No.4, I_1003-I_1008, 2012.
- 3) 国土交通省 台風 22 号
https://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/bousai/saigai/2005/28.pdf (参照 2022-01-12)

高蔵寺ニュータウンの廃校利用施設の実態と課題

EC18008 伊藤 遼

1. 研究の目的

少子高齢化に伴い、全国的に廃校が増加している。様々な廃校舎の利活用がある中で高蔵寺ニュータウンでの廃校舎の利活用に注目した。高蔵寺ニュータウンの活性化を目的として作られた施設がどんな活動をして人を呼んでいるのか、今後の課題を調べる。

2. 研究の方法

全国のニュータウンでの廃校施設の利活用について情報を整理する。その中でも高蔵寺ニュータウンの遊休施設（グルッポふじとう）の利活用について調べる。グルッポふじとう内の各施設の利用者数を調査する。各データの整理・分析をし、問題点を考える。

3. ニュータウンにおける遊休施設の利活用の動向

日本では少子高齢化が進んでいる。同じく全国のニュータウンでも少子高齢化が進んでいる。それに伴い、廃校が増加している。廃校施設を利活用することでニュータウンを活性化させようと様々な活用の方法が取られている。鳩山ニュータウンでは、「鳩山町コミュニティ・マルシェ」という複合施設、多摩ニュータウンでは「デジタルハリウッド」という学校撮影スタジオ、泉北ニュータウンでは「シェアタウン泉ヶ丘ネクスト」という短大を中心に若者と高齢者が共生する教育、福祉のまちを作ったりしている。また千里ニュータウンでも子育て・学びの拠点づくりとして再整備されている。高蔵寺ニュータウンでは「グルッポふじとう」という多世代交流施設が整備された。



図1 グルッポふじとう

4. 廃校施設の利活用の動向

平成14年度から平成29年度に発生した廃校の施設は6580校ある。その廃校になった中で74.5%が何らかの形で活用されている。また活用されていないのは25.5%であり、そのうちの19.7%は活用の用途が決まっていないものである。残りの2.7%は取り壊しの予定である。

表1 廃校の活用状況

施設が現存している廃校の数	6580校	
活用されているもの	4905校	74.5%
活用されていないもの	1675校	25.5%
活用の用途が決まっている	204校	3.1%
活用の用途が決まっていない	1295校	19.7%
取り壊しを予定	176校	2.7%

出典 参考文献1)より作成

利活用には様々な廃校の活用用途がある。主な活用用途は社会体育施設 45.5%、社会教育施設・文化施設 34.3%、企業等の施設・創業支援施設 22.5%、福祉施設・医療施設等 20.2%、体験交流施設等 13.7%、庁舎等 12.0%、備蓄倉庫 5.0%、大学 2.1%、住宅 0.6%である。

表2 主な活用用途

	平成14年度～平成29年度		
	校舎	屋内運動場	合計
学校（大学を除く）	1756校	1717校	3473校
社会体育施設	164校	1417校	1581校(45.5%)
社会教育施設・文化施設	744校	450校	1194校(34.3%)
福祉施設・医療施設等	511校	194校	705校(20.2%)
企業等の施設・創業支援施設	526校	257校	783校(22.5%)
庁舎等	306校	111校	417校(12.0%)
体験交流施設等	302校	175校	477校(13.7%)
備蓄倉庫	113校	64校	177校(5.0%)
大学	41校	35校	76校(2.1%)
住宅	15校	7校	22校(0.6%)

出典 参考文献2)より作成

5. グルッポふじとうの概要

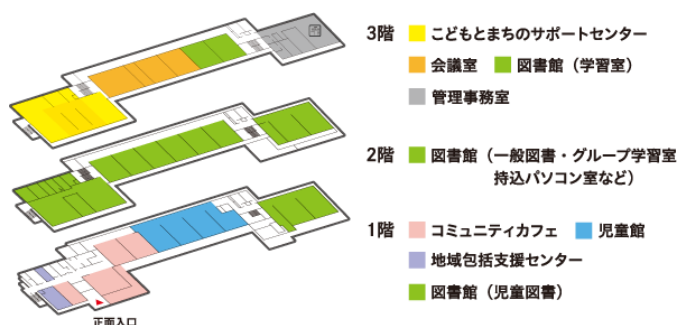


図2 グルッポふじとう施設図



図3 グルッポふじとう全体図

グルッポふじとうは愛知県にある高蔵寺ニュータウンのほぼ中心に位置する春日井藤山台 1-1 にあり、藤山台にあった旧藤山台東小学校を再利用した施設である。高蔵寺リ・ニュータウン計画の1つとして人々を呼びもどすためとして作られました。この施設は、「まなび」「交流」「居場所」をコンセプトとした多世代交流拠点施設で、図書館、児童館、コミュニティーカフェ、地域包括支援センター、こどもとまちのサポートセンター、貸会議室、体育館、運動場、駐車場などで構成される。

6. グルッポふじとうに関する調査

6-1. 利用者のデータの整理・分析

図2のグラフは平成30年度の「図書館」「児童館」「コミュニティーカフェ」「こどものまちのサポートセンター」の各利用者数である。基本的に安定していて3、4月が多くなっている。コミュニティーカフェは2

月、3月、4月の春に利用者が多くなっている。児童館は2月、3月、4月の春と8月が多くなっている。8月は夏休みでイベントが多くできるので利用者数が全体的に多いと考えられる。図書館は一年通してあまり利用者数は変わらなかった。

図3のグラフは令和元年度～令和2年度の「図書館」「学習室」「児童館」「コミュニティーカフェ」「こどものまちサポートセンター」のグラフである。

愛知県では2020年4/7～5/6と2021年1/8～2/7に緊急事態宣言が出された。その期間は大きく下がっている。緊急事態宣言が終わるとそれぞれ回復に向かっているがコミュニティーカフェは従来の半分以下になっている。

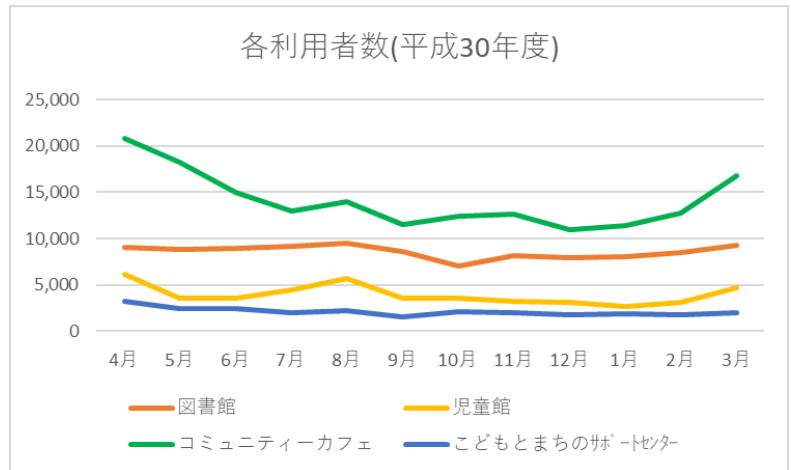


図4 各利用者数

出典 高蔵寺まちづくり会社資料より作成

6-2. 実施イベントの整理・分析

図4のグラフは主催者別のイベント回数である。グルッポふじとうでは様々なイベントが行われている。主催者は主に「高蔵寺まちづくり会社」「NPO法人まちのエキスパネット」「児童館」「図書館」「地域包括支援センター」に分けられる。左のグラフは主催者別のイベント開催回数である。ここから児童館で行われるイベントが非常に多いことが分かる。高蔵寺を活性化するためには若い世代に引っ越してもらう必要がある。子どもが小さい親に来てもらえるように児童館のイベントを多くしていると考えられる。

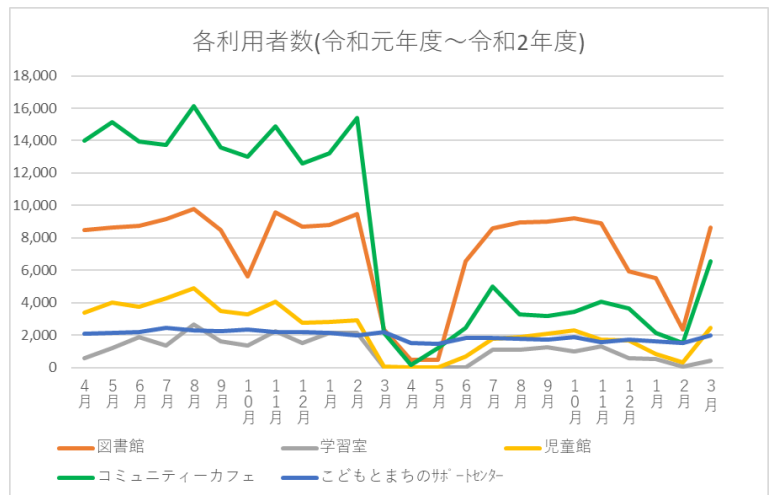


図5 各利用者数

出典 高蔵寺まちづくり会社資料より作成

6-3. コロナの影響と今後に関するヒアリング

なぜ児童館のイベントが多いのかという質問に石川勇三営業企画部長に答えてもらった。まず始めに小学校が地域のシンボルである。親はどこの小学校に入れるかで住む地域を決めることもある。また小学校が無くなると高齢化も進む。これらより小学校は大事な役割を果たしている。そしてグルッポふじとうにはニーズと政策がある。ニーズは高所得者に対して

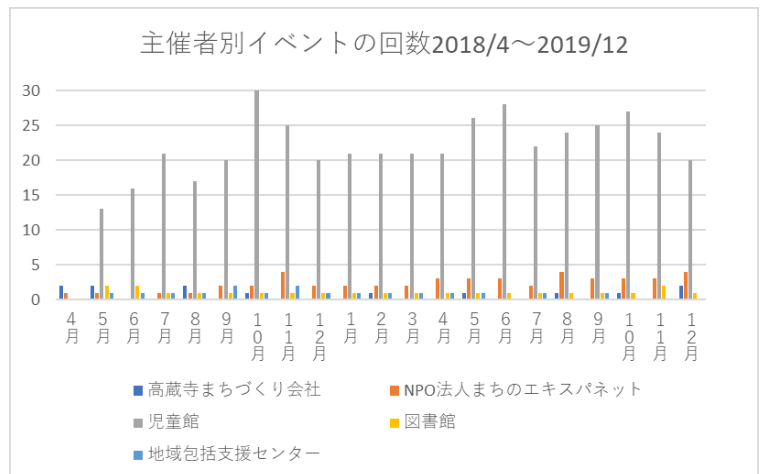


図6 主催者別イベント回数

出典 高蔵寺まちづくり会社資料より作成

図書館をすることである。政策は 0～3 歳の親に施設に来てもらうために児童館のイベントを増やすことである。

表 3 はイベント後に移動した組を観察したものである。

表 3 調査結果

	全体	えんがわルーム	カフェ	大屋根スペース	全体で移動した人
11/4 晴れ 19°	21 組	6 組 28%	1 組 4%	4 組 19%	11 組 52%
11/11 晴れ 16°	18 組	1 組 5%	2 組 11%	5 組 27%	8 組 44%
11/18 晴れ 16°	25 組	2 組 8%	0 組 0%	5 組 20%	7 組 28%
11/25 晴れ 13°	16 組	3 組 18%	4 組 25%	5 組 31%	12 組 75%
12/2 晴れ 9°	22 組	2 組 9%	0 組 0%	7 組 31%	9 組 40%
平均	20.4 組	2.8 組 13.6%	1.4 組 8%	5.2 組 25.6%	9.4 組 47.8%

出典 調査より作成

イベント後に移動するのは大屋根スペースの人数が一番多いことが分かる。これは屋外で子どもが遊ぶスペースがあるためである。また室内より屋外の方がコロナウイルスの危険が少ない点もある。カフェが一番少なかった。室内で小さい子どもを連れて行くのは大変なので少なくなっている。またお金もかかる点もある。えんがわルームは座敷があるのでそこでお弁当を食べることが多い。また全体で見ると平均で 47.8%の人が3つのうちどこかに移動して時間を過ごしている。よって子育て中の親の仲間作りに繋がっている。

7. まとめ

全国で少子高齢化が進みそれに伴い廃校も増加している。廃校舎の利活用の中で高蔵寺ニュータウンでの利活用に注目した。グルッポふじとうの利用者数を調べると、緊急事態宣言の影響で大きく下がっている。コロナの影響は今後も続くと思われる。グルッポふじとうでは人を呼ぶためのイベントが開催される。その中でも児童館のイベントが多くなっている。イベントを見に訪問したときにイベント後に親同士で交流があることがわかった。そこでイベント後に移動した組を観察した。結果は表 3 の通りで半分に近い人が移動していた。これは子育ての仲間作りに繋がっている。イベントに来ない人には人たちには情報は届きにくいのでその動きも取り入れる必要がある。

石川部長に話を伺った時に 0～3 歳の親は SNS を使っている世代とおっしゃっていたので LINE での情報発信だけでなく、Instagram でも発信をして普段施設に来ないひとでも目につくようにする必要がある。

参考文献

- 1) “「みんなの廃校プロジェクト」廃校活用の現状と可能性”, 文部科学省, <https://www.mlit.go.jp> (参照 2021-06-13).
- 2) “平成 30 年度廃校施設等活用状況実態調査の結果について”, 文部科学省, <https://www.mext.go.jp> (参照 2021-06-13).
- 3) “春日井市公式ホームページ”, 春日井市. 2021~. <https://www.city.kasugai.lg.jp>, (参照 2021-7-20)
- 4) “グルッポふじとう Web|-高蔵寺ニュータウン”高蔵寺ニュータウン. <https://kozoji-nt.com> (参照 2021-10-3)

柳ヶ瀬商店街における空きビルのリノベーションについて

EC18011 岡田 樹晏

1. 目的

岐阜県岐阜市にある柳瀬商店街は約130年の歴史を持つ商店街でかつては多くの方が賑わいを見せる場所となっていた。しかし、現在の柳ヶ瀬商店街では使われなくなった古いビルやシャッターが下りたままの状態の店などが多く並びシャッター街として認識されつつある。そんな中でも柳ヶ瀬商店街がかつての賑わいを見せるために取り組みを行っていることを知り、その活動が空きビルのリノベーションだということも知った。古くからの商店街の雰囲気を生かしながら現代の柳ヶ瀬として再生させる活動に興味を持ち、研究することで活動の全貌を明らかにすることにした。

2. 研究概要

(1) 柳ヶ瀬商店街

柳ヶ瀬商店街とは岐阜県岐阜市にある繁華街・歓楽街である。中部地方有数の繁華街とされている。



図1.柳ヶ瀬商店街位置

(2) 柳ヶ瀬商店街内のリノベーションされた施設一覧

表1.柳ヶ瀬商店街内のリノベーションされた施設

施設名	完成年	元施設	住所	
やながせ倉庫	2004年	築50年空きビル	岐阜市弥生町10丁目	アトリエ&ギャラリーショップ
やながせ倉庫南館	2017年	みそしげビル1階	岐阜市柳ヶ瀬通2-24	古道具mokkumokku
まちでつくるビル	2012年	家具展示場の5階建てのビル	岐阜市美殿町17	シェアオフィス
カンダマチノート	2015年	築50年の雑居ビル	岐阜市神田町3-3	シェアアトリエ
ロイヤル40	2017年	ロイヤル劇場ビルの空き区画	岐阜市日ノ出町1丁目20	アパレル・シェアショップ
矢沢ビル	2015年	築50年のテナントビル	岐阜市美殿町40	古本屋・岐阜大学研究室・デザイン事務所等
サロン・ドマルイチ	2019年	喫茶店マルイチ	岐阜市日ノ出町2丁目5-6	喫茶店・ギャラリー/イベントスペース・オフィス・シェアハウス



写真 1-1 やながせ倉庫



写真 1-2 やながせ倉庫南館



写真 1-3 サロン・ド マルイチ



写真 1-4 ロイヤル 40



写真 1-5 カンダマチノート



写真 1-6 まちでつくるビル

(3) リノベーションとは

リフォームと比べて大規模な建物の改修で、機能・価値の再生を目的とする。柳ヶ瀬商店街の空きビルリノベーションをすることによって生まれるメリットは 1. 新設や建て替えに比べて費用を削減できる 2. 使われていなかったビルが再び使われて活気づくことによって柳ヶ瀬商店街の雰囲気・イメージアップ 3. 古い建物の魅力を引き出し、現代の柳ヶ瀬に落とし込むことができる。などが挙げられる。



写真 1-7 矢沢ビル

3. 柳ヶ瀬内での活動

(1) リノベーションスクール

遊休化している不動産や周辺に存在するさまざまな資源を見出し、どうすればそのエリアの価値を上げ地域を生まれ変わらせることができるかを、チームメイトとともに真摯に向き合いビジネスプランを創り出す実践型スクールである。2019年8月と2020年11月の計2回開催された。

(2) やながせ R テラス

リノベーションに関する情報発信や遊休不動産の活用や出店、イベントの相談等の相談を対応する窓口。公益的スペース（休憩スペース）や多目的スペース（セミナーやワークショップの開催）などもある。管理運営は一般財団法人岐阜市にぎわいまち公社によって行われている。

(3) SUNDAY BUILDING MARKET

2014年9月にスタートしたハンドメイドのアクセサリや革製品、お菓子やパンが並ぶイベント。半年の間に出品者は100店舗を超え、人気飲食店では売り切れが出るほどの反響が出ている。



写真2 SUNDAY BUILDING MARKETの様子

4. ヒヤリング調査

柳ヶ瀬内にある岐阜市にぎわいまち公社に訪れ実際に柳ヶ瀬のまちづくりに関わってらっしゃる白橋様にヒヤリング調査を行った。

質問内容は(1)やながせRテラスについて(2)遊休不動産・リノベーションに関して(3)リノベーションスクールに関して(4)今後の課題と展望についての大きく分けて4つを質問した。

表2.ヒヤリング調査結果

質問内容	回答
(1) 合計何人体制で運営しているのか	公社職員が交代で行っている。職員4名・バイト2名の体制で行っている。
(1) どんな人が運営にかかわっているのか	基本的には公社職員が対応している。必要に応じて、行政や街づくり会社など連携を取っている。資格等を持つ専門家は少ない
(2) 遊休不動産の活用や出店、イベントの相談件数	イベント等に関する相談23件 不動産活用・出店に関する相談21件。
(2) 柳ヶ瀬内の遊休不動産数	総店舗数261 空き店舗数18
(2) 現在計画中・進行中のリノベーション	2・3件の計画が現在進行中。
(2) リノベ街づくりによって生まれた人流、集客への効果	リノベによって効果をもたらしているというよりは、サンビルなどのイベントを通して柳ヶ瀬に触れてもらうことでまち全体として集客効果をもたらしている。このことからビルをリノベーションしたから柳ヶ瀬が活気づいたわけではない。
(3) 計2回のリノベスクールを通して生まれた成果	1回目 4件の案。2回目 2件の案が出た。しかしコロナの影響で実行する段階までは進まなかった。
(3) リノベスクールに参加している人の年齢層	19歳～58歳くらいまでの幅広い年代が参加。
(4) リノベ街づくりを進めるうえでの課題	不動産オーナーの方の理解を深めること。また、行政と民間の連携が重要である、行政が民間を応援する姿勢も必要。
(4) 今後さらにどのような取り組みを展開する必要があるか	事業を積極的に取り組む人やそれを支援する人をどんどん集めていく必要がある。街づくりを自分たちで行うという意識改革。自費中などに気分転換での近場の散歩などを通して、公園が少ないなど自分たちのまちに何も無いということに気付いた人も多いと思う。その気づきと街の課題を自分たちで変化させていくという気持ちが人々に芽生えたらいいと思っている。

ヒヤリング調査を行ったことでリノベーションによる効果のみにより柳ヶ瀬商店街の活性化を狙っているわけではない。SUNDAY BUILDING MARKETを通して柳ヶ瀬商店街という場所で買い物をする文化を形成。その後イベント日以外に柳ヶ瀬を訪れる人が増え、整備したりリノベーションしたビル等が賑わいを見せるというまち全体を通しての活動が結果的に活性化につながることを知った。

柳ヶ瀬で買い物をする文化を形成する
(サンデービルジングマーケット)

柳ヶ瀬商店街内のコンテンツ整備
(リノベーション等)

リノベーションをして施設を増やしたから、柳ヶ瀬が活性化するわけではない。

図2.ヒヤリング調査結果後感じた事

6. インタビュー調査

ヒヤリング調査後、柳ヶ瀬商店街の活性化に向けた活動には商店街全体としての取り組みや SUNDAY BUILDING MARKET の存在が大きいことを知り、過去に2度 SUNDAY BUILDING MARKET に出店したことがある友人を見つけ出したためインタビュー調査を行うことにした。

インタビューを行った友人は名古屋製菓専門学校を卒業し、現在パティシエとして活躍している。

インタビュー内容は、SUNDAY BUILDING MARKETに出店した経緯やイベントの雰囲気、どんなものを出店してどれくらい売れたのかなどを質問し出展者目線で答えてもらった。

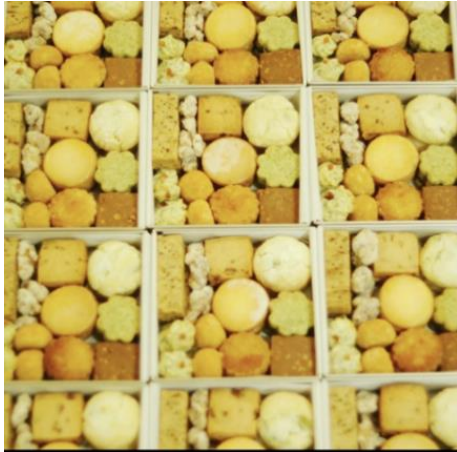


写真 3.4 実際に出店した焼き菓子

7. インタビュー調査結果

表 3.インタビュー調査結果

買い物をしてくれたお客さんに関して	2回とも完売で、年齢層(見た目)は20代~60代まで幅広くて、若い人とか年配の人は焼き菓子1袋とかをよく買っていて、40代くらいの特に女性が焼き菓子缶をよく買ってくれた。人は午前中から昼にかけて特に多くて、夕方の終了間際はまばら。
サンプル全体の雰囲気に関して	お客さんも他の出店者さんも穏やかな人が多かったり、店とお客さんで仲良さそうだったり、店同士で仲良さそうだった。イベント全体の雰囲気はとても良くて活気づいていた。自分たちもお客さんとして来てみたくなった。
出店した経緯に関して	出店する経緯は、「自分たちの作りたい菓子は一般の方々に受け入れてもらえるのだろうか?」という疑問と、将来自分の店を持つためにお店としてやっていくにはまず何がどれだけ必要か、初期投資はこの規模でどれくらいかかるのか、どんな事をやらしたら買物をしてくれるのか(展示の仕方、インスタ等での宣伝、ショップカードやロゴ・看板等々)という事を実際にやることで本当の事を自分の肌で感じておきたくて、今のうちにできるサンプルで挑戦してみようと思って出店することにした。

8. 研究結果・考察

リノベ街づくりというものはハード面の整備という点が目立ちがちだが、ハード面の整備のみによって町全体が活性化するわけではない。むしろ、整備した施設に訪れる人をどのように獲得するかという点が最も重要な点であり難しい点でもある。柳ヶ瀬商店街は SUNDAY BUILDING MARKET や商店街内での数多くのイベントを通して柳ヶ瀬商店街に訪れる人を増やすという戦略を取り、その成果として柳ヶ瀬商店街内に買い物に訪れる人を獲得していった。このように順序立てた計画が必要であり、それがあって初めてリノベーションによって整備された店が街の活性化に生きる。

土地の魅力を活かしながら町おこしをするためにはその土地にあった戦略が必要であり、柳ヶ瀬商店街の場合はリノベーションという形で店舗整備を行うことで柳ヶ瀬商店街の雰囲気を活かしながら比較的安価に整備ができるという点で最適な方法の一つであったといえるだろう。

また、SUNDAY BUILDING MARKET というイベントは若者の挑戦の場としても生かされており単にまちづくりのみに収まっていない魅力的な活動だった。

イベントに出店した方やお客さんとして訪れた方が柳ヶ瀬商店街の魅力を感じ取って将来的に柳ヶ瀬商店街へなにかしらの形で関わる人が生まれることがあるならば更に魅力的な商店街になるだろう。

参考文献

1) リノベのススメ (参照 vol.192 vol.194 vol.196)

https://colocal.jp/topics/lifestyle/renovation/20200310_132674.html

2) まちづくり事例

<https://machi.smrj.go.jp/machi/public/example/180815gifu03.html>

空間シミュレーションゲームを用いたまちづくりワークショップについて

EC18012 小黒 大輝

1. 研究の背景と目的

まちづくりワークショップにおいてコロナ禍では、大人数での開催は厳しくなっている。さらに、少子高齢化社会であるため、若者の意見が少なくなっている点がある。そのワークショップでは、想定される成果物の表現が様々ある。CGや模型、レゴブロック¹⁾などが上げられるだろう。そんな中、オンラインで開催可能な若者に人気の **Minecraft** というゲームに注目し、利点や問題点を整理した上で新たなまちづくりワークショップを提案する。



写真1 レゴブロックで街を再現

2. 研究の方法

Minecraft を用いたまちづくりワークショップを行っている団体を対象に、実施スケジュールや開催場所、人数や製作物など調べ、それらを1つの表でまとめ比較する。また、実際に存在する街を製作物とした団体にヒアリング調査を実施した。

3. Minecraft の概要

そもそも **Minecraft** と言うのは世界中で最も親しまれているゲームであり、主に PC やスマートフォンでプレイされている。**Minecraft** の世界では、ほぼすべての物体が、約1メートルの立方体で表されている。その中でユーザーの目的に合わせて建築がやりやすいもので遊べたり、1から資材を集めて、サバイバル生活をしながらプレイするモードなど、様々な楽しみ方があるサンドボックス型ゲームだ。さらに **MOD** と呼ばれるものでゲーム内を改造することも許されている。

4. Minecraft を用いたまちづくりワークショップの把握

SNS やオンライン、情報発信技術の向上により、全国各地で多くの団体が、**Minecraft** を活用したワークショップを開催している。

そもそも **Minecraft** には4種類ある。それは、Java版、統合版、教育版、その他である。多くの主催者は、この中でも教育版を活用している。教育版は、プログラミング教育・情報教育・協同学習などの教材として使えるようにした教育向けエディションである。監視や行動制限をかけることができる。

参加者の多くは小学生から中学生が多いが、1部高校生に向けた **Minecraft** ワークショップも存在する。しかし、20歳以上を対象としたワークショップは現時点では存在しない。そこで、実際に **Minecraft** をプレイしている年齢層を把握するため、10歳ごとに分けられている調査結果を参照すると全体の48%が10代で30%ほどが20代であった。決して20代が少ないという訳でもないことが分かる。²⁾



写真2 ワークショップの様子

5. Minecraft まちづくりワークショップに関する調査

5-1. 実施方法の比較

今回、ワークショップにおいて Minecraft を用いて実施した団体は 14 団体である。これらの実施方法を比較するため、表でまとめると次のとおりである。

表1 Minecraft を用いたワークショップの実施方法の比較

主催者	テーマ	期間	対象	人数
リバイブ熊本	マイクラフトまちづくりワークショップ	H29.3.20	小学校4年生～6年生	8人
佐賀県 こども未来課	未来の街づくりプロジェクト	H30.7.30～8.5	北海道と佐賀県の小学校5年生～6年生	29人
Innovation Power	マイクラで遊んで考える！世界の課題解決体験 (SDGs)	R2.1.19	小学校4～6年生	16人
アルスクール	家をつくろう	R2.11.13～11.31	アルスクールに通う子供	6人
日本マイクロソフト	スポーツ施設のある街をデザインしよう	R1.9.23	15歳以下の男女	30名以内のチーム×133
コーダー道場名護	教育版マイクラフトワークショップ	R1.6.29	小学生～中学生	20人
ソニー企業株式会社	みんなでチャレンジ！ご当地クラフト	H.27.3.22～4.5	親子	9人
株式会社ビヨンド	新卒採用活動にマイクラフト	R.3.26とR.3.3.11	高校生	各20人
CA Tech kids	立命館小学校の地元、京都の観光名所を案内しよう	H29.9.1～H30.3.28	立命館小学校の6年生	小学6年生全員
株式会社みらいスクール	マイクラフトで楽しむ！キッズプログラミング教室	R3.6.20	小学校1年生～6年生	16人
MCEdu2016実行委員会	宮沢賢治の「やまなし」の世界をマイクラフトで再現しよう	H28.8.21	小学校4年生～6年生	9人
角川ドワンゴ学園	バーチャルなまちづくり	R3.3.1と3.3と3.5	中学生～高校生	100人
専修大学	仮想空間の中に楽しいコミュニケーションを生み出す仕掛けをつくろう	R2.8.9	入学希望者	12人
たらぎ財団	理想の多良木町をマイクラでつくろう	R3.3.19～3.21	小学校4年生～6年生	23人

Minecraft を用いたワークショップを行っている事例をまとめてみると、複数日開催されているのは 14 団体中 7 団体であり、対象者がほとんど小中学生の中、高校生を対象にしているのは 3 団体存在した。

5-2. ヒアリング調査

今回、ワークショップで実際の街を Minecraft で再現している団体 3 つに絞り、ヒアリング調査を行った。対象団体はリバイブくまもと、佐賀県こども未来課、たらぎ財団である。主な質問項目は以下の通りである。

表2 共通質問

①具体的なタイムスケジュール ②協力してくれた人、団体 ③Minecraft を活用したきっかけ ④開催の目的 ⑤参加費 ⑥操作に慣れない子が居たか ⑦今後も Minecraft を活用していきたいか ⑧コロナ禍での開催ではどうか(オンライン等)
--

表3 個別質問

①熊本県 リバイブ熊本主催 ・共同制作物か個別制作物か ②佐賀、北海道 佐賀県子供未来課主催 ・合同でやった際の苦勞した点、良かった点 ③熊本県 たらぎ財団主催 ・大人数で行う大変さ、利点

今回、多くの質問がある中で、共通質問③Minecraftを活用したきっかけ④開催の目的、個別質問に限定してヒアリング調査結果を以下の表に紹介する。

表4 各団体へのアンケート調査結果

主催者	部署・役職・氏名	日時	場所	Minecraftを活用したきっかけ	開催の目的	個別質問
リバイブくまもと	(部署)企画・検討部門 (役職)運営委員会 (氏名)内山彰	2021年 7月12日 15時	zoom	身近にパソコンがある中で学校では学べないツールを活用し、ゲームであるMinecraftを活用することで、一つのきっかけにしてほしかった。	熊本地震を経験した被災地域の子どもの対象に、心のケアと居場所づくり、そして論理的思考や情報活用能力、社会性の向上を目的とした学びの場を提供する。	●共同制作物か個別制作物か 自分の家を作る時は個別質で作ったが、最終的な制作物は共同制作物。
佐賀県こども未来課	(部署)佐賀県こども未来課 (役職)子育てし大県推進担当係長 (氏名)野口 亜紀子	2021年 10月6日 14時	メール	平成30年は、明治維新150年、北海道命名150年の節目であるため、札幌で都市計画を行った佐賀藩主の島義勇に縁のある佐賀県と北海道で交流事業を行った。	まちづくりを体験することで、島義勇などの先人たちのまちづくりへの想いを体感してもらうため。	●合同で開催した苦労した点 良かった点 マインクラフトの習熟度や、性格等を考慮し4人から5人程度のグループでの開催したことがよかった。
たらぎ財団	(部署)企画観光課 (役職)地方創生推進課 (氏名)栃原誠・才津宜大	2021年 9月18日 11時	Google meet	Minecraft事務局長の土井さんにMinecraftを活用して地域活性化したらといわれ、実行することになった。	多良木町はIT化に遅れているため、Minecraftを活用しパソコンに触れさせ、地域活性化を図る。	●大人数で行う苦労、利点 子供たちの情緒が高ぶるのでそのコントロールが大変。 保護者にも好評を貰った。

5-3. 調査結果のまとめ

今回ヒアリング調査を行ったことで浮かび上がった共通点やポイントを以下にまとめた。

- ①市役所が主催している②複数日で開催している③基本参加費は無料④子供たちは情緒が不安定であるため予定通りに進行するのが大変である⑤オンラインで開催可能だが、基本対面でワークショップを開催したい⑥YouTubeなどで、全体公開しているワークショップは少ない、の計6点である。

6. 新しいまちづくりワークショップの提案

以上の調査結果をもとに新しい形のワークショップを提案する。表3ではその参加にあたっての詳細とスケジュールをまとめた。

表5 提案するワークショップの詳細

参加詳細		スケジュール
テーマ	未来を描こうMinecraftワークショップ	1日目 9:30~10:30 まちづくり講座・班決め
主催者	清須市役所	11:00~12:00 現地見学 13:00~15:00 マインクラフトの基本操作講習
開催期間	3日間	2日目 9:30~10:30 グループで開発地の構成を話し合う
場所	清須市役所	11:45~12:00 実際にマインクラフトでの制作する① 13:00~17:00 実際にマインクラフトで制作する②
参加対象	高校生1年~大学4年 定員16人	3日目 9:30~12:00 実際にマインクラフトで制作する③ 13:00~14:00 発表会
費用	無料	

今回、清須市役所内でまちづくり講座や班決めを行った後、現地調査を行うため、清須市役所から歩いて 10 分以内の場所対象地域として今回ワークショップを進める。右の図 1 に赤い枠で示されている地域である。



図 1 対象地域 (航空写真)

今回の細かいテーマとしては若者が集まりやすい街をテーマに設定し、**Minecraft** で制作を進めていく。そういった観点から今回の対象者を高校生から大学生と決めた。今まで調査を進めてきた団体は主に対象者は小学生である。ですが小学生を対象とする理由は明確にあった。それは子供たちのプログラミング教育や柔軟な考え方を持たせることも目的としている団体が多かった。今回提案するワークショップはそういった目的ではなく活動的に動いている高校生や大学生を対象とし、その学生らにリアルな経験や考えをもとに今回のワークショップを開催する。

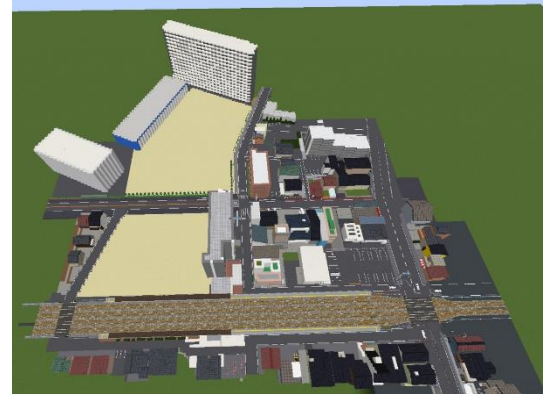


図 2 対象地域 (Minecraft)

図 2 は、学生に配布し制作を進める **Minecraft** のワールドだが図 1 と比較すると開発地点だけが薄い黄色でまっさらな土地になっていることがわかる。これを事前に市役所側が制作し準備しておくことになる。このワールドでは今回使用したパソコンのスペックも考え、3 種類の **MOD** を使い現実に近いものを制作した。そして図 3 では、そのワークショップで予想されるまちづくりの一例である。今回作ったものは上半分に噴水広場と 3 つの建物からなるエリア。この 3 つの建物ではカフェやレストランを想定している。そして上のエリアの下半分では、ドライブスルーも行える有名チェーン店を制作した。そして一番下のエリアだが、中規模の商業施設を設置した。その屋上では野球やサッカーなど体を動かせる施設をつけることで学生の集まりやすい街を完成させた。



図 3 完成予想図 (Minecraft)

7. まとめ

今回、提案するワークショップを考案した中で、気づいた点がある。それは 1 人で配布ワールドを作成するには時間がかかること。もちろん複数人いればそれも倍速に進んでいくので解決策はある。またパソコンのスペックの限界まで **MOD** の数を入れてしまうとパソコンが重くなり壊れることだ。直接的な原因かははっきりしないが、今回使用したパソコンも負荷をかけすぎ、毎回起動時にエラーが出てしまうようになった。しかし、これも高スペックのパソコンを用意することで解決出来る。

これらのことと言えるのは比較的前準備が必要になるが、若者にワークショップに参加してもらい活気のあるまちづくりをする手段として **Minecraft** を活用することは、非常に便利なツールの一つであるということが言えるのではないだろうか。

参考文献

- 1) 渋谷文化：子ども達とレゴで作る <https://www.shibuyabunka.com/phone/blog.php?id=937>(参照 2021.4.14)
- 2) App App：10 代に人気の「マインクラフト」アプリのユーザー獲得方法【有料ゲーム特集】
<https://lab.appa.pe/2016-03/minecraft-app-html.html>(参照 2021.6.21)

犬山市の観光まちづくりの実態と経緯の分析

EC18022 河橋史弥

1. 研究の目的

近年観光客増加により引き起こされている観光地の問題を把握し、対策案を提示し実行することで観光地の利便性や安全性が確保される。そんな中今年にはコロナの影響で外国人観光客が少なく、国内でも外出する機会が減ったことで全国の観光地で比較的観光客が減少した年である。コロナが終息し観光客が元に戻った際、観光地での問題が多発しない為に現状で改善策を講じておくことが必要である。

2. 研究の方法

調査する観光地として犬山城下町を取り上げる。まず犬山城下町の観光客の現状を知るために定点調査として主要な通りで断面交通量調査を行う。また犬山市の主要な通りにおける店舗の変遷を調査し、過去の店舗からの変化を見て現在の通りに必要な店舗があるか考察する。

3. 犬山市における観光まちづくりの概況

犬山市は愛知県の最北部に位置する都市であり、犬山城と有楽苑の2つの国宝がある。またすぐ近くに木曾川が流れており、愛知県内で鶺鴒など、川を起用した観光をできるのは犬山だけである。犬山城に着目すると入込客数は犬山市観光戦略から常に増加傾向にあり2018年では約62万人を記録している。また2004年から見ると約41万人増加しており、犬山城下町も大きな賑わいが出ている。城下町目的の観光客も多い。宿泊者の動向として減少傾向にある。犬山の宿泊者率は2018年で2.4%と日帰り旅行者が圧倒的に多い現状である。また2019年度に1番の宿泊数を誇っていた名鉄犬山ホテルが営業を終えたことで宿泊者が減少した。同じ場所にホテルインディゴ犬山有楽苑が開業予定であり宿泊者増加が期待されている。コロナ禍での観光客の動向として外国人観光客や中年層の観光客の減少から全体としては赤字の店舗が多い。一方で本町通りでは若い女性が多く、若い女性の来訪という点では新型コロナウイルスの影響も見られない。逆にコロナ禍でも客が増え、売上も伸びている場所もあるなど店舗によって好不調の差が出ている現状である。新型コロナウイルスの影響で観光はどこも落ち込んでいるというイメージを持たれているが犬山では逆の現象も起きていて女性受けする店舗では行列が出来るほど混雑している。

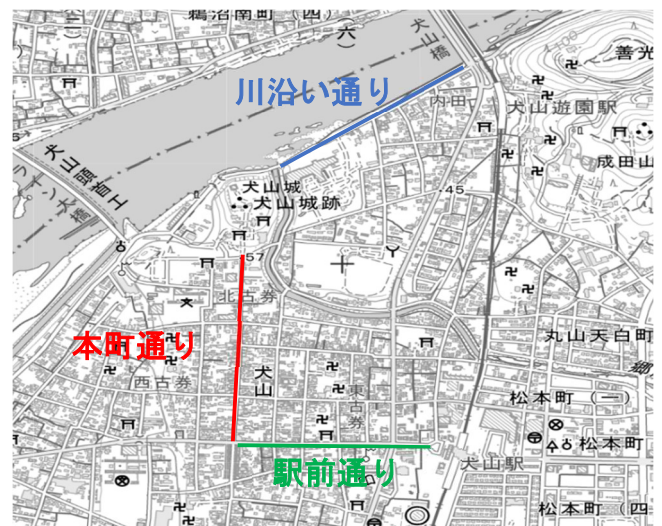


写真1 犬山市地図

参照 国土地理院より

4. 観光の実態に関する定点調査

定点調査として川端通り、本町通り、駅前通りの3地点で断面交通量調査を行った。同時に観光客層を知るためカップル、親子ずれ、若者男女、中年層男女の分け方で分けて調査を行った。本町通りを代表例として記載し、他の地点でも同じようにグラフで示した。

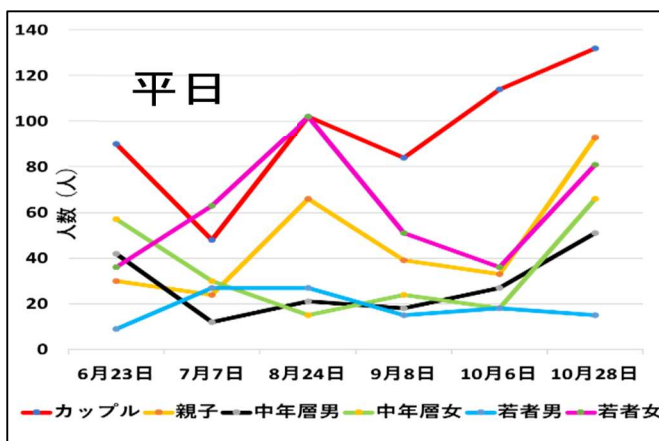


図1 平日での本町通りの調査結果

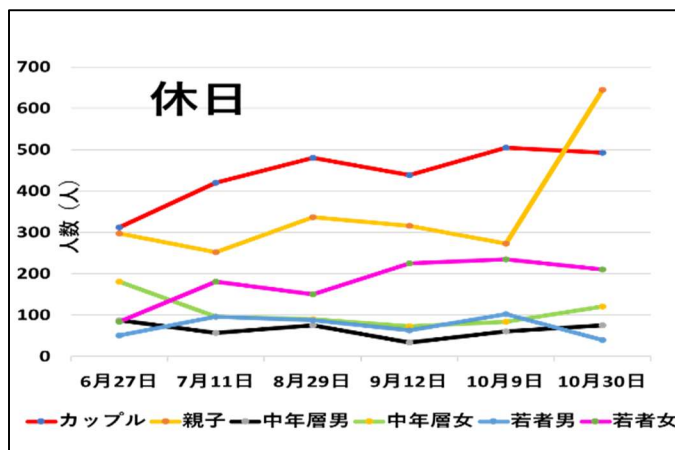


図2 休日での本町通りの調査結果

本町通りの特徴として平日はカップルと若者女性の割合が大きい。また男性が少なく女性の割合が多いことが分かる。コロナ関連として9月8日は緊急事態宣言であり、それ以前は蔓延防止措置が取られていたが図を見ても大きい変化はない。10月に入ってから若者男性以外の属性が急激に増えており、犬山でコロナの影響を最も受けた中年層女性も大きく増えていることから少しずつ観光客が戻ってきている。休日を見るとカップルは安定して数が多く、平日に比べ親子連れの割合が多い結果だった。親子連れが10月に入って急増している。親子連れは一番外出を控える層だというイメージがあり、このことからコロナの影響が少なくなっていることが分かる。

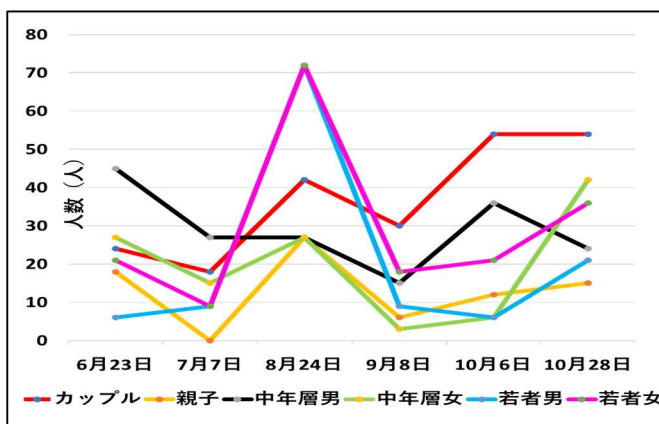


図3 平日での駅前通りの調査結果

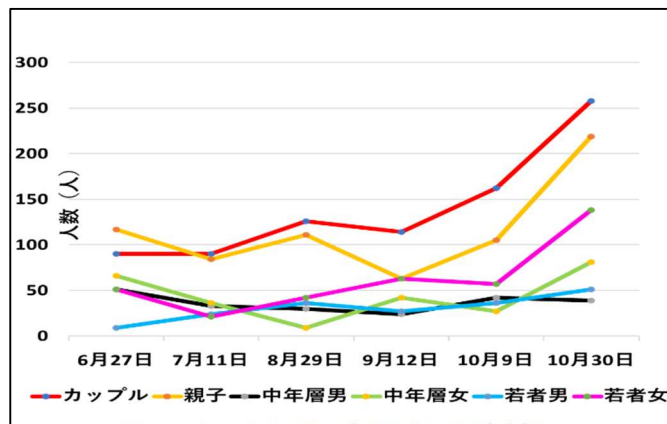


図4 休日での駅前通りの調査結果

駅前通りの調査結果から分かることとして平日は本町通り同様カップルが比較的多いが、中年層の割合は本町通りより多い結果である。駅前通りと言うことで夏休み時の調査日は犬山高校の学生の通行が圧倒的だった。また10月後半の調査結果は中年層女性が増加しており、コロナ前の主要な観光客層であった中年層の人が戻ってきていることが分かる。休日は10月後半を見ると男性は増加していないがその他は大きく増加している。本町通りに比べ全体の数が半分となっているため、単純に電車で来る観光客より車で来る観光客が多いことが分かる。

川沿い通りは図を省略したが調査結果から平日休日どちらも観光客層は集中しておらず特徴はない。どちらも地元の人が散歩やサイクリングを楽しんでいる人が多く、観光客の通行はほとんど見られない。

5. 主要な通りにおける店舗の変遷

店舗変遷調査は年が進むごとにどのような店舗が増えたり減ったりしているか住宅地図を基に調べることで現在に必要な店舗を知るために行う。調査場所として変化が大きかった川沿いと本町通りで調査を行い、1971年を最も古いデータとして10年ごとの住宅地図を用いた。例として本町通りの1区間を例として示し

た。図3の様にそれぞれ地区と道の東西で分けて行った。店舗の種類は宿泊施設、飲食施設、物販施設、歴史関連の施設、体験施設に分類し、施設以外の場所をまとめて空き地住宅で表した。

本町通りの店舗の変遷調査結果は表1の通りである。

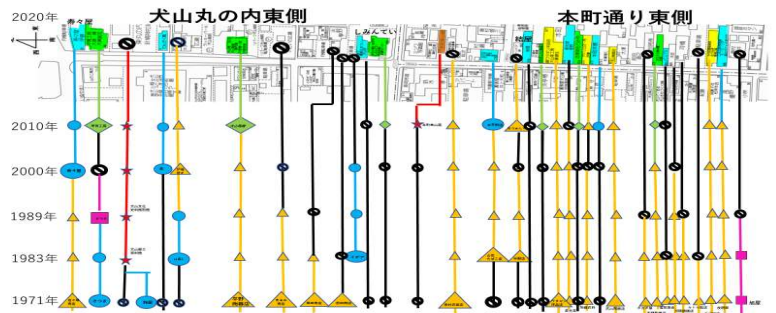


図5 本町通り店舗変遷調査結果

表1 本町通りの変遷調査結果 (軒)

	1971	1983	1989	2000	2010	2020
宿泊施設	1	1	1	0	0	0
飲食施設	10	11	9	9	15	29
物販施設	84	74	65	47	38	26
歴史関連	1	2	3	5	7	7
体験施設	3	2	2	2	8	9

本町通りの調査結果から分かることとして物販施設の減少が大きい。1971年と2020年を比べると約3分の1まで減少している。歴史的背景から1988年にイトーヨーカドー犬山店が出来たことで移転する店舗があったことが減少の要因の一つと言える。昔は地元の人が使う商店街だった為施設のほとんどが物販施設だったが現在は観光客に合わせて飲食施設などが多くなっている。また2000年から飲食施設と体験施設が多くなっていることも分かった。特に飲食施設は2010年から2020年の間に約2倍の店舗数に増加している。歴史的背景から2009年に電線地中化を完了したことで観光地として賑わい始めたことが要因の一つと言える。全体として地元の人が利用する店舗から観光者向けの店舗に変化していることが分かる。

次に川沿い通りの結果は表2の通りである。

表2 川沿い通りの変遷調査結果 (軒)

	1971	1983	1989	2000	2010	2020
宿泊施設	10	10	9	7	5	3
飲食施設	7	7	7	3	3	3
物販施設	5	5	3	1	1	0
歴史関連	0	0	0	0	0	0
体験施設	0	0	0	0	0	0

川沿い通りの結果から分かることとして一番言えることは宿泊施設が徐々に減少している。城下町の宿泊施設のほとんどが川沿い通りにあるため宿泊施設の減少に伴って宿泊者減少につながっている。昔は物販施設が5か所あったが、現在は無くなっている。歴史関連の施設や体験施設が昔から存在したことがない。現在の観光地化した城下町を踏まえると観光客が惹かれる店舗がほとんど無いことが分かる。

6. 犬山市役所での意見交換

11月24日犬山市役所職員の方々と意見交換を行った。経営部企画広報課から2名と経済環境部観光課から3名、国際開発コンサルタントから1名の方々の前で発表して意見を頂いた。頂いた意見として施設名の読み方の指摘からスライドを見やすくするための指摘を頂いてその後修正した。また犬山市の現状の一致や観光課の方々のまちづくりの方向性も理解でき良い意見交換ができた。



写真2 市役所での意見交換の様子

7. 調査を踏まえた今後のまちづくり案

最初に本町通りのまちづくり案として丸の内地区と本町、中本町地区と下本町地区の3地区に分けた。

丸の内地区のまちづくり案としては丸の内地区における店舗の割合が多い施設の質の向上や増設するべきである。断面交通量調査から犬山城が休業していた時期でも城下町の観光客数は多かったことから、城下町目的の観光客が多いことが分かる。犬山城までの道のりであるので観光客の通行は多いため興味を引く様な施設があるべきである。店舗変遷調査から丸の内地区は体験施設と歴史関連の施設が多い地区である為、今ある施設の質を向上させたり増設したりするべきである。観光客の内若者が多いことから若者が興味を持つような体験施設を作るべきである。城下町内を着物で歩く人が増えてきていることから着付けの施設などがあると観光地として活性化できるし本町通りに集中している観光客の分散にも繋がり観光地として発展する。



写真3 城下町での着物観光
参照 犬山観光情報より

本町、中本町地区のまちづくり案としてゆっくり飲食できる施設と地元の人が通いやすい物販施設が必要である。断面交通量調査から観光客の大半がカップルと家族連れであり徐々に家族連れが増加している。また本町通りは食べ歩き飲食店が多いためゆっくり飲食する場所が必要である。店舗変遷調査から以前は住民中心の商店街だった。観光客が多くなり飲食施設が多くなっている為、住民の人が行きやすい物販施設などあることで観光客と地元の人どちらにも優しいまちとなる。



写真4・5 食べ歩きスイーツ例
参照 芳川屋・ホンマチコーヒーサイト

下本町地区のまちづくり案として整備や開発して過去の様な商店街の活気を取り戻すとともに観光客層に合わせた施設を建てるべきである。断面交通量調査より観光客の通行はほとんどない。店舗変遷調査より過去は商店街として栄えていたが現在は店舗が少なく暗いイメージがある。そのため若者や家族連れが興味を持つような施設があることで観光客の分散に繋がる。また過去の商店街の様な活気が出れば、地元の人も通うようになり、観光地としても地元の人が通う商店街としても活性化する。

川端通りのまちづくり案としてホテルインディゴ犬山有楽苑の周りに施設を増やし、川沿い通りを発展させるべきである。また宿泊者を増やすために宿泊施設を増やすことが必要である。断面交通量調査より観光客の通行はほとんどない。観光客が行く目的がない為、通行が無いことが分かる。店舗変遷調査から全ての施設が減少しているが宿泊施設の減少が最も注目される。宿泊者が少なく日帰り客がほとんどの現状で宿泊者を増やす取り組みは観光地として必要である。そんな中ホテルインディゴ犬山有楽苑の開業が大きく影響を与えることになる。ホテル周辺に店舗を建て、川沿い通りを発展させることが必要である。

参考文献

1)犬山市：犬山市観光戦略会議, 2021-04-10,

<https://www.city.inuyama.aichi.jp/shisei/shiyakusho/1004219/1006132.html>,(参照 2021-04-15)

2)国土地理院：地理院地図, (参照 2021-12-22)

<https://88sekaiisan.org/map/#5/35.362222/138.731389/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>

高蔵寺駅南口商店街の変遷と課題解決について

EC18042 鈴木大河

1. 目的・背景

商店街は、戦後復興期から高度経済成長にかけて数を増やしていき、駅前や中心市街地で商売するなど、街の顔として存在しており、地域の活性化や地域コミュニティを形成する場として地域に貢献してきた。その後、百貨店が台頭してきたことにより、商店街が百貨店と競合することとなったが1974年に施行された大規模商売店規制法により大型店舗の出店が規制されていた。しかし2000年代になると大規模商売店規制法が廃止され大規模商売店立地法に代わったことにより大型店舗への規制緩和が行われた。それに伴い、郊外の大規模商業施設が増加し、商店街を中心とする中心市街地は空洞化していった。近年、商店街が抱える課題は多岐にわたり、空き店舗の増加、後継者不足、大型店との競合など問題が山積みになっている。



写真-1 高蔵寺駅商店街

高蔵寺駅南口商店街も同様の問題を抱えており、空き店舗の増加や後継者不足など、当時の栄えていたころの面影はなくなっている。この調査を通じ、高蔵寺駅南口商店街の現状や今までの年代ごとの店舗の移り変わりをすることで商店街の抱える問題や課題解決に向けた解決策を検討することを目的とする。

2. 研究方法

まず、春日井市のゼンリン住宅地図のより、高蔵寺駅南口の調査対象範囲から住宅用途以外の建物を抽出し、抽出した建物から小売業、飲食業、サービス業の3つに分類し、さらに小売業から8つ、飲食業から3つ、サービス業から9つの業種に分類した1970年から現在までの10年間隔の図に分け、商業施設の変遷を把握し比較と考察を行う。その結果を踏まえてヒアリングを行い、高蔵寺南口商店街における課題解決を考える。



図-1 調査の対象範囲

3. 高蔵寺駅南口商店街の概況

高蔵寺駅商店街は、高蔵寺駅をはさんだ南側北側にあり、北側は高蔵寺町北3丁目から北5丁目を地域であり、南側は高蔵寺町1丁目から8丁目という、東西の広い範囲を占めている。中でも高蔵寺駅南側では駅前商店街、新町通り商店街、本町通り商店街が古くからあり、多くの商店・金融機関が集積している。



図-2 1970年の高蔵寺駅南口商店街の概況

近年、高蔵寺リ・ニュータウン計画に基づき、高蔵寺駅

周辺では高蔵寺ニュータウン及び周辺地区の玄関口として魅力ある街づくりのため JR 高蔵寺駅周辺の再整備が行われている。高蔵寺駅は JR 中央本線と愛知環状鉄道線との接続駅となっており多くの人が乗り降りする駅となっている。また高蔵寺駅から北の方向にある高蔵寺ニュータウンは、日本の高度経済成長期を支えた大規模住宅地であり、千里ニュータウン、多摩ニュータウンとともに日本三大ニュータウンである。昭和 43 年から入居が始まり、平成 27 年 4 月 1 日時点で 45,217 人(市全体の 14.6%)が入居している。

高蔵寺駅南口商店街は 1990 年代までは多くの商店が営業しており、商店街として賑わいを見せていたが、2000 年代になってくると駅中心から外側の店舗が徐々に減少し始め、2020 年になると殆どの商店が消失してしまった。

4. 高蔵寺駅南口商店街の変遷の把握

普通の商店街は、八百屋、魚屋、肉屋など食料品を扱う商店がワンセットとなって商店街に入っていることが多いが高蔵寺駅南口商店街は、1970 年の時点で農協協同組合の組合マーケットが隣接していたこともあり、商店街に食料品を扱う商店が少なく、食料品を扱う商店は酒屋や洋菓子店など特出した物を扱う商店しかなかった。1970 年は飲食やサービス業の商店が少なく小売業などの商店が多く、日用品や家電、家具、衣服などの商店が揃っており、日常生活に必要なものが何でも揃うような商店街であった。1980 年代になると区画整理が行われ店舗が若干減少したが、おもちゃ屋や薬局などが増加し、商店の数が 1970 年代とあまり変わらない年代となった。

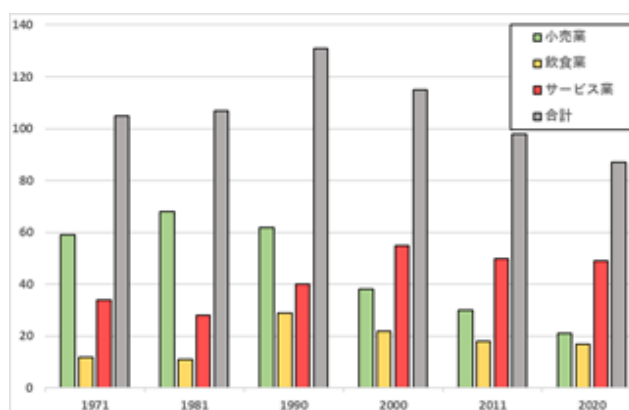


図-3 10年ごとの商店の変遷

1990 年代になると小売業の商店が減少し始めたが飲食業やサービス業の商店が多く増加し、今回の研究の中で一番商店が多い年代となった。駅前の通りを中心に商業ビルが多く建設され、その多くのビルに料理屋や、居酒屋、塾やカルチャースクールなど今まで商店街になかった業種の店舗が多く開業した。しかし駅前の通りで商店が多く開業した一方で駅周辺から外側の商店が多く閉業した。2000 年代から 2010 年代にかけては、さらに駅周辺から外側の商店が閉業したが駅周辺の商業ビルでは法律事務所や弁護士法人などのサービス業が増加した。殆どの業種の商店が減少している一方で理容室、美容室だけが増加を続けており 2010 年では 21 店舗もあった。2020 年では駅周辺から外側の一部の場所では理容室、美容室以外が殆ど閉業してしまい、小売業が減少した。

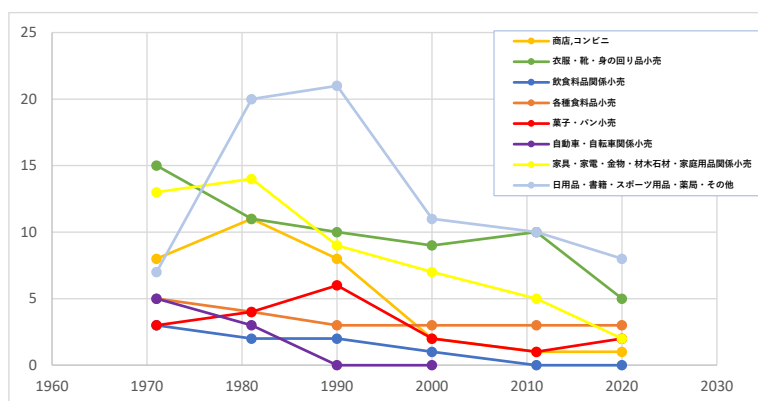


図-4 10年ごとの小売業の変遷

5. 高蔵寺駅南口商店街の変遷の分析

5.1 調査方法

1970 年から 2020 年までの 10 年間隔に分けて作った図から、最盛期であった 1990 年にあった店舗が

2020年までに残った商店、なくなった商店はいつ頃閉業したかを調査し、また、現在ある店舗がいつ開業したかを知ることによって現在の高蔵寺駅南口商店街の移り変わりを知る。その結果を踏まえて現在高蔵寺駅南口商店街が抱えている課題を考察する。

5.2 最盛期と比較した店舗の滅失・存続

図-5は最盛期の商店が現在まで続いているか、いつ頃閉業したかを色分けした図である。青は現在でも続いている商店で赤くなるほど古くに閉業した商店である。図-5では駅前の通りから外側の店舗が1990年以降に多く閉業している。閉業した商店はほとんど1990年から2010年の間に閉業しており2010年から2020年の間に閉業した商店は少ない。閉業した商店の殆どが小売業と飲食業でサービス業は比較的少なく現在まで続いていることがわかる。現在まで続いているサービス業の殆どの商店が塾や理容室、美容室である。



図-5 最盛期と比較した店舗の滅失・存続

塾や理容、美容室などのサービス業は初期費用が少なく、小売業や飲食業のように仕入れなどがいないため、時代ごとの流行などに合わせる必要がないので商店が減少することはなく商店街の商店の減少と比較的関係がない。しかし駅周辺から外側の小売業、飲食業の商店が閉業している一方で一部の場所では現在まで続いている小売業の商店がある。そのような商店は専門的なものを扱っている商店が多く、駅周辺から外側でも専門的なものを扱う商店なら現在でも需要がある。

5.3 現在から見た店舗の変遷

図-6は現在ある店舗の変遷を表した図である。青いほど最近できた商店で赤くなるほど古くにできた焦点である。現在ある商店の半数以上は比較的最近にできた商店が多い。近年にできた商店の殆どが飲食業かサービス業であり、その殆どの商店が駅前の商業ビルに入った商店である。1970年代に多くの商店が並んでいた駅前の本町通り、新町通りの商店街側では新たに商店が入ってくるのがかなり少ない。一部に場所では空き店舗を賃貸として貸し出している店舗があり、アイス屋や韓国料理やなどが近年新しく入っているが、殆どの店舗が空き店舗のままなので商店が孤立した状態になっている。また、近年では駅前の通りからさらに外側の場所では駐車場や、新たに住宅地が増えている。

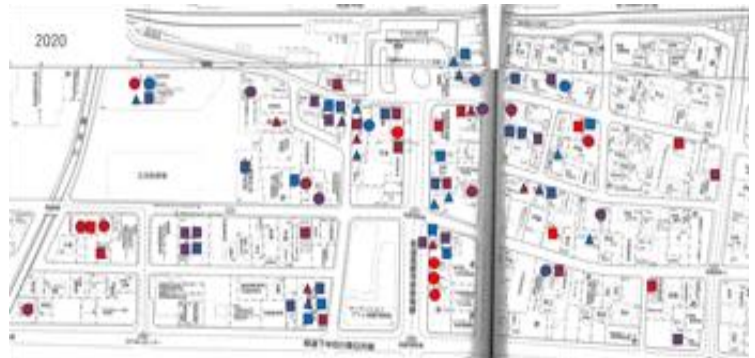


図-6 現在から見た店舗の変遷

現在の高蔵寺駅南口商店街は出店する商店はあるが、駅前で出店する場所が商業ビルしかなく、駅前の本町通り、新町通り商店街で商店として営業していた所有者が空き店舗を貸すまたは売却するなどの行動がないので空き店舗のまま商店街に新たに商店が入ってこない。

6. 店主へのヒアリング

表-5 は実際に高蔵寺駅南口商店街で現在も営業している商店へヒアリングに行った際の質問と回答ある。みのりやでは主に玄米を専門として扱っている米販売の商店である。伯山堂はハンドメイドの印鑑を専門として扱っている商店であり、店主は二年まで高蔵寺組合の副会長であった。二つの商店共に 1970 年代以前から営業しており、高蔵寺駅南口商店街についてヒアリングするには適正である。

高蔵寺駅商店街で営業していて、大きく変化したことはあるかという質問に対して、伯山堂が、バブルがはじけたことにより何を売っても売れなくなったというのがとても印象に残った。実際に 1970 年代から 1980 年代の間は玩具屋やペットショップなどの生活必需品以外の商店が増加しており、1990 年代になると減少していることからバブルが終わったことが商店街にも影響したと考えられる。現状感じている課題などという質問に対しては両店舗ともに後継者がいない、経営者の高齢化、客が街や大型商業施設に行ってしまうので商店として難しいなどがあつた。実際に 1990 年代にあつた商店などは大型商業施設などで買えるものと同じようなものを扱っている商店が多く、今回ヒアリングを行った商店のような大型商業施設にない専門的なものを扱う商店しか現在の高蔵寺商店街で営業していくことが出来ていない。しかし、現在の高蔵寺南口商店街はそのような商店も少なく商店ごとがまばらなので全体として利用者が少ない。商店街として取り組みたいことはという質問に対しては両店舗ともに、取り組めるほど商店が残っていないと答えた。また伯山堂の店主は、現在高蔵寺商店街組合に参加している商店が 20 店舗ほどしかないと言っていたことから、高蔵寺商店街の商店が連携を取って商店街のため協力していないと考えられる。行政に望むことはという質問に対しては行政がやることは説明がなく、現在の高蔵寺駅の改修に関しても組合に説明がなかったと回答しており、高蔵寺商店街組合と行政とが連携が取れていないと考える。

7. まとめ

現在の高蔵寺駅南口商店街は新たに入ってくる商店はあるが商業ビルなどの 1 部の場所にしか入ってくる場がなく、駅前からすぐ近くの本町通り、新町通りでは空き店舗があるものの所有者に売却または貸すなどの意思がないので空き店舗のままで商店街に新たに商店が入ってこない。そのためには行政と高蔵寺商店街組合とが協力し合い所有者へ空き店舗を空き店舗を活用するよう提案または、有効利用策を所有者に提案する必要がある。そのうえで空き店舗の情報を発信し出店希望者等への誘致活動をする必要がある。

参考文献

- 1) 春日井市ゼンリン住宅地図 (1971 年 1981 年 1990 年 2000 年 2010 年 2020 年)

表-1 店主へのヒアリング

みのりや(米販売店)		伯山堂(封蝋、ゴム印販売店)	
質問	高蔵寺駅周辺で商店をしていて、大きく変化したことは何だったか?		
回答	1970~1980の区画整理、商店街の客足が伸びると期待し区画整理を了承し、土地の3分の1を売ったが、何も変わらなかった	回答	バブルがはじけたこと。当時は何を売っても売れていたが売れなくなった
質問	現在感じている課題などは?		
回答	経営者の高齢化や後継者不足、また物を買うときに街へ出て行ってしまう 私の店は玄米専門で売っているので固定客で何とかなっている。特出した店でないと感じる	回答	後継者がいない、大型商業施設で大体の物は買えるので尖ったものでないと商店として売っていくのは難しい
質問	商店街として取り組みたいことは?		
回答	現状、取り組めるほど商店が残っていない	回答	現状、取り組めるほど商店が残っていない
質問	行政に望むことは?		
回答	特になし	回答	行政がやることは行政だけで組合に説明がない。 現在高蔵寺駅を改修しているが、それについても組合に説明がなかった。地域と連携をとってほしい
質問	近年高蔵寺駅周辺にマンションが何棟か立っているそれにより客足が伸びたか?		
回答	何も変わらなかった	回答	最初はマンションが建てられたことで期待する人もいたが何も変わらなかった

人流データを活用したスマートシティの実態と課題

1. 研究の目的

まちづくりを進める上で、人口減少、高齢化、地球温暖化などの様々な社会問題に直面する。その中で、AI、IoTをはじめとする各種技術開発が急速に進展する中、これらの新技術を取り入れたまちづくりをスマートシティと呼び、政府において推進されている。取り組みの中で人の流れを定量的なデータとして表す、人流データに着目をした。そこで、スマートシティの取り組みの中で、それぞれの特徴、課題を調べる事で、これからのスマートシティでどの方法が適正なのか考察出来る事を目的としている。

2. 研究の方法

スマートシティ官民連携プラットフォームに登録された計画を細かく分析を行い、数個に絞り、それらの計画を比較する。また、計画を担当しているグループ、会社にヒアリング調査や、開催されているツアーで現地調査を実施した。

3. スマートシティ及びプラットフォームの概要

スマートシティのコンセプトとして、市民(利用者)中心主義、ビジョン・課題フォーカス、分野 間・都市間連携の重視の3つの基本理念がある。その上で、公正性・包摂性の確保、プライバシーの確保、運営面・資金面での持続可能の確保、セキュリティ・レジリエンスの確保、相互運用性・オープン生・透明感の確保の5つの基本原則を守ってスマートシティに取り組む。スマートシティの取り組みとして、エネルギー、金融、防災、健康・医療、見守り・安全、教育、などが挙げられる。新技術や官民各種データを活用して市民一人一人に寄り添ったサービスや各種分野におけるマネジメントの高度化等により、市民の幸福度向上につながる意義がある。また、Society5.0、ひいてはSDGsの達成の切り札としても注目を浴び、強く推進されている。都市だけでなく、豊かな自然と共生した地域作りもスマートシティの取り組みに含まれる。

スマートシティ官民連携プラットフォームとは企業、大学・研究機関、地方公共団体、関係府省等から構成される、スマートシティ官民連携プラットフォームを軸に、官民が一体となって全国各地のスマートシティの取組を強力に推進された187個(2021/5/20)の計画がある。スマートシティに関するするニーズ・シーズ提案する会社、GoogleJapan 合同会社、JR 日本コンサルタンツ、NTTのグループ会社などの様々な会社が会員になっている。

4. スマートシティの全国取組の分析

1) 分野別の傾向

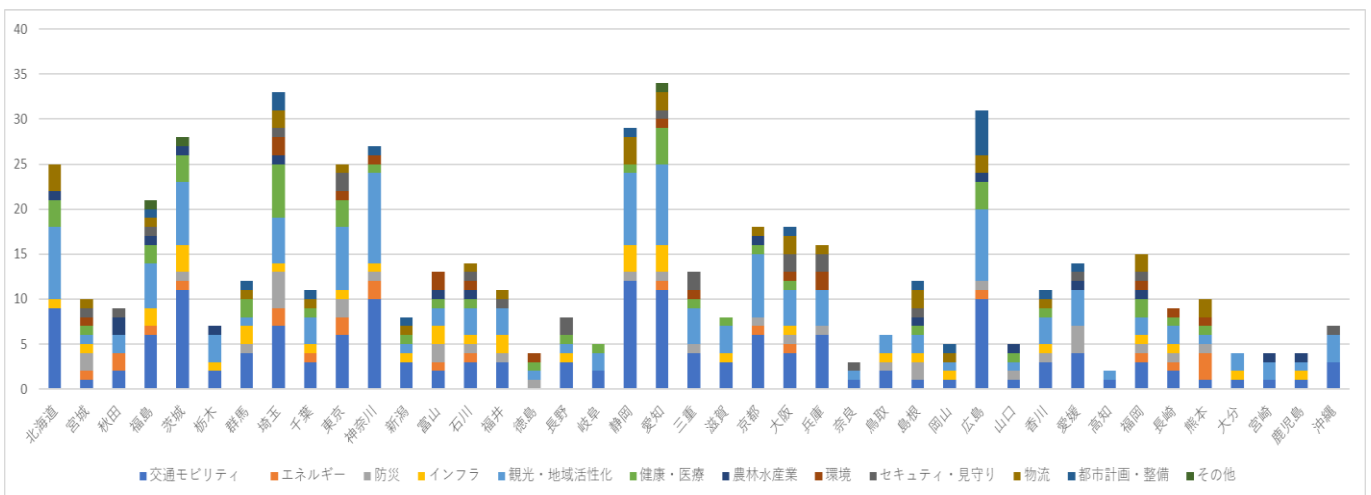


図 1: 県別スマートシティ

スマートシティ官民連携プラットフォームに登録された187個(2021/5/20)を、交通モビリティ、エネルギー、防災インフラ、観光・地域活性化、健康・医療、農林水産業、環境、セキュリティ・見守り、物流、都

市計画・整備、その他の11個と県ごとに細かくグループ分けをした。結果、図1のようになった。全分野合わせると、愛知県が最大の34件の計画が実施されており、次に埼玉県33件、広島県31件となった。都会よりの県が比較的多くなっている傾向が見られた。ちなみに、最小は高知県の2件である。それぞれの分野で見ていくと、交通モビリティが最大の159件となり、次に観光・地域活性化140件、健康・医療47件となった。話題になっている自動運転車、高齢者の交通手段などといった背景から、交通モビリティ分野が他の分野より突き抜けている。

2) 詳細調査対象の抽出

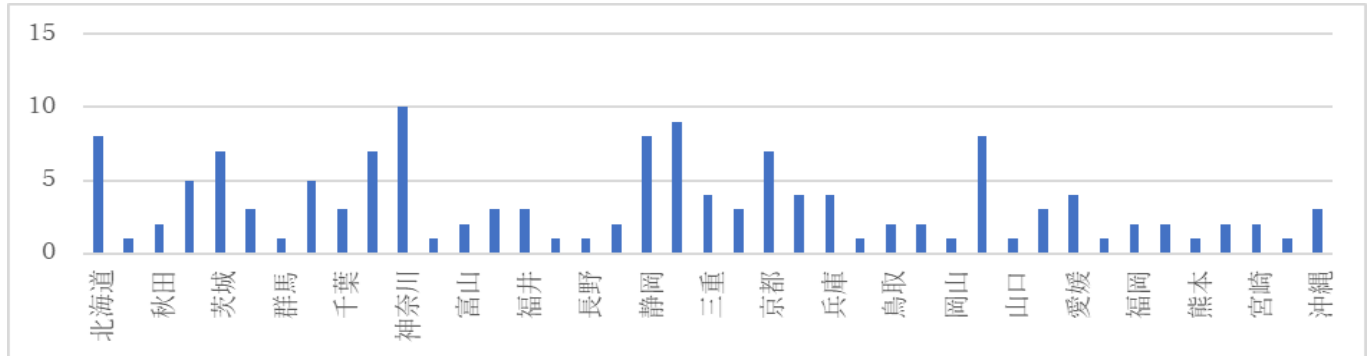


図 2 ; 観光・地域活性化

全分野で、全県が取り組んでいる他の分野と比べて取り組んでいる平均が高い、観光・地域活性化をピックアップ。神奈川県が最大10個の計画を実施。AI旅行計画、交通手段と連携サービスなどがある。色々な事例がある中で、AIカメラ、センサーを用いる人流データに着目をした。着目した結果、豊洲スマートシティ、柏の葉スマートシティ、羽田第1ゾーンスマートシティの3つをピックアップし、今回の研究対象とする。

5. 抽出事例に関する調査

1) 3つの事例の概要

3つの人流データを比べると使用方法が異なっている。豊洲スマートシティでは、来訪者データ分析(空き状態)、施設の混雑やビジネスユースの課題等の混雑緩和策や課題解決策のためにパーソンプローブデータを使用する。柏の葉スマートシティでは、まちの回遊・滞在率の向上、利益率向上等の魅力向上策、情報発信、誘客・再訪の促進のためにAIカメラとWi-Fiセンサーを活用されている。羽田第1ゾーンスマートシティでは、取得した人流情報を、3DK-Fieldというソフトに格納されている空間情報上に統合する事での見える化、エリアマネジメント施策の効果把握と最適な施策立案に活用する事でオープンスペースでのイベントの効果測定、混雑状況の緩和施策に繋がる等のためにビーコンやレーザーカウンターを使用されている。

2) ヒアリング調査

表 1 ; 柏の葉スマートシティのヒアリング調査

質問	回答
・2021年度はサービス開始・運用、柏駅エリアでの小型機利用実証と記載されていました。その進み具合について教えてくださいませんか。	<ul style="list-style-type: none"> ・小型探査機は、現在開発中にあり、小型探査機によるセンシングはまだ行われていない。 ・現行の探査機を普通自動車に取り付けし、実証を進めている ・取得したデータの解析をするAIの強化も進めています
・AIカメラ、Wi-FiAPの設置具合について。	<ul style="list-style-type: none"> ・AIカメラは柏の葉の現地数ヶ所に設置済み。 ・Wi-FiAPは未設置。
・AIカメラ、のメリットデメリットについて。	<ul style="list-style-type: none"> ・メリット；パブリックスペースに設置したカメラとデジタル技術（AI）を組み合わせ、様々なサービスに活用する事で、安心・安全な街であるための防犯インフラの整備に繋がる。 ・デメリット；プライバシーについて→一般社団法人UDCKタウンマネジメントが適切な管理・運用を行う。
・利用実証している現場を拝見することは可能か。	<ul style="list-style-type: none"> ・ツアーが開催されている。現地にいった確認。

ネットを使って調べるだけでは、分からない部分があり、担当者に質問をするヒアリング調査を実施した。今回、柏の葉スマートシティと羽田第1ゾーンスマートシティの担当者に対応して頂いた。

柏の葉スマートシティの担当者、柏市役所 企画部経営戦略課の高橋佳久様に対して、2021年10月上旬にメールを通してヒアリング調査を実施した。内容は表1の通りである。AIカメラは人流データを収集するだけでなく見守り・異常行動検知、危険時の立ち入り検知、人流データを街づくりに活用の3つのサービスがある。防犯対策にも使用されており、色々な分野でも使えるのではないだろうか。

表 2 ; 羽田第1ゾーンスマートシティのヒアリング調査

質問	回答
・ビーコンの役割について	・アプリが登録された機械から位置情報を収集、その機械に情報を発信する役割がある。
・ビーコンのメリットデメリットについて、また、デメリットを補う対策はあるのでしょうか	・多数設置しないと正確性が低い。それに伴い、設置する数が多くなる。
・イベントの開催について	・コロナの状況で、あまり開催できておらず情報収集が出来ていない状態。
・利用実証している現場を拝見することは可能か。	・ツアーが開催されている。現地について確認。

羽田第1ゾーンスマートシティの担当者、鹿島建設株式会社 開発事業本部 事業部の徳光勇人様と2021年10月26日9時から30分間ほど、オンライン会議アプリを使用してヒアリング調査を実施した。内容は、表2の通りである。ビーコンのデメリットである正確性において多数設置しなければいけない分、費用が多くかかる。

3) 現地調査

ヒアリング調査だけでなく、実際に自身の目で確認、体験をするべく現地調査を実施した。今回は、実際に建てられた柏の葉スマートシティと羽田第1ゾーンスマートシティの二つへ足を運んだ。



図 3 ; AR アプリ

羽田第1ゾーンスマートシティの計画地である、羽田イノベーションシティにて2020年1月4日の9:30から11:00までの1時間半現地調査を行った。現地に着後、左の図3のHICityと言うARアプリケーションをインストールした。これは、ビーコンでスマートフォンから位置情報を収集し、現地で使える様々なサービスを提供している。現時点(2020年1月4日)で使えるサービスは、2022年に完成予定の建物の完成イメージをARで閲覧できる二期完成予想ARと、HICity内の施設をARで案内するARナビゲーションの2つである。今回、二期完成予想ARで図4のように6カ所で閲覧が出来た。目的地にある目印となる物にスマートフォンで合わせる



図 4 ; AR 位置



図 5 ; 3階テラススペースから見たAR

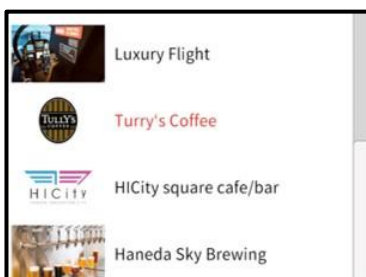


図 6 ; 行き先欄

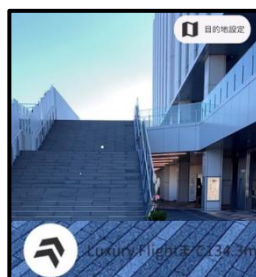


図 7 ; 案内図

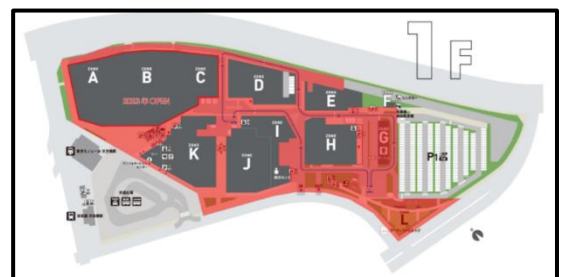


図 8 ; ビーコン位置測位可能範囲

と、図5のように実際に建てられる場所に仮想建物が現れる。360度見渡せ、構造も細かく場所によっては内装が施されており、HICityの未来像が想像しやすい。ARナビゲーションは、図6のようにHICity内にある施設欄があり、行きたい場所を選択すると図7のように行き先まで矢印で案内するサービスである。今回の現地調査でビーコンの実物を見る事は出来なかったが、図8のようにビーコンを多数設置する事で位置測位の範囲が広くなり、正確性の高いARサービスが提供出来る。実際に体験する事でその正確性がわかる。



図9 ; AIカメラ 図10 ; AIカメラ設置図

つくばエクスプレスの柏の葉キャンパス駅周辺にて、まちづくりプロジェクトの説明がある、柏の葉スマートシティツアー・ゲートスクエアコースに1月5日10:00から11:30までの1時間半のツアーに参加をした。内容は、最初に施設内で柏の葉の歴史、今後の柏の葉についての説明があり、次に外に出てスマートシティに関する施設に訪ねた。また、ツアー後にAIカメラが設置されているアクアテラスへ15分ほど調査を行った。図10のように、アクアテラスと駅周辺にいくつかAIカメラが多数設置されており、アクアテラスには子供が多く何かトラブルが起きた時に警備員が駆けつけてくれる、そういった防犯・安全面の効果が見込めた。

6. まとめ

現在、全国各地で地域の課題や地域活性化に取り組むスマートシティが増えている。各地によって様々な取り組み方法があり、中には、農業を活かして活性化につなげる、デジタルを活用した林業など、地域特性を活かしたスマートシティがあった。発展を遂げていく中で地域それぞれの特徴が濃くなり、観光地として大きな効果が得られるのではないだろうか。

今回、豊洲スマートシティ、柏の葉スマートシティ、羽田第1ゾーンスマートシティの3つを対象に研究してみると、住民、来訪者に対して情報の見える化のサービス提供が共通していた。身近にある物、スマートフォン、パソコン、インフォメーションにある電光掲示板などで、お店、各エリアなどの混雑状況やお店までの道なりが確認できる。現地調査の時に宿泊したホテルでは、温泉の混雑状況が目視できるといった情報の見える化があり、身近に増える。これは、コロナの状況で、密にならないようにといった事も関係しているだろう。人流データを用いる事でショッピングモールや街での混雑緩和策や、より楽しめる情報発信の提供、安心・安全にも繋がるなど問題解決への効果が見込めた。羽田第1ゾーンスマートシティのビーコンは、正確性と高めるために多大な費用がかかるが、位置測位の範囲が広くなり、正確性の高いARサービスが提供出来る。柏の葉スマートシティのAIカメラは、住民の安心・安全が得られるが、AIカメラによる個人情報収集のデータの扱い・管理をしっかりと行わなければならない。今回は、ビーコン、AIカメラの二つのメリットデメリットが分かったが二つだけではあまり比較する情報がなく他の人流データに関する情報収集の仕方についてもっと調べるべきである。

今回の課題点は、ネット、ヒアリング調査、現地調査と様々な方法で調査を行ったが、計画自体が新しいという事もあり、人流データに関する情報があまり得られなかった事である。また、コロナの時期という事もあり人が少なく、人流データの情報収集が少なくなってしまう事があった。それゆえに、それぞれのスマートシティの取り組みのメリットデメリットに関してあまり分からない部分が多い。ただ、後に調べてみると新しい情報が増えていたので、定期的に調べる事を心がけるべきである。

参考文献

- HANEDA INNOVATION CITY HP
<https://haneda-innovation-city.com> (参照 2022-1-14)
- 内閣府 HP スマートシティ
https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/smartcity/index.html (参照 2021-12-6)
- スマートシティ官民連携プラットフォーム HP
<https://www.mlit.go.jp/scpf/index.html> (参照 2021-12-6)
- UDCKTM HP
<https://www.udcktm.or.jp/ai/index.html> (参照 2021-10-19)
- TOYOSU SMART CITY HP
<https://toyosu-smartcity.com/index.html> (参照 2022-1-5)

令和3年度卒業研究論文概要

千代保稲荷門前商店街の形成過程について

EC18049 豊田新太郎

1. 研究の目的

岐阜県海津市内に千代保稲荷神社がある。千代保稲荷神社は日本の稲荷神社のひとつで、その門前町は食べ歩きで有名である。しかしなぜ食べ歩きで有名になったのかはあまり明らかになっていない。そこで、千代保稲荷門前町の形成過程を調べ、どのようにして千代保稲荷門前町が発展していったのかを明らかにする。

2. 研究の方法

千代保稲荷門前町の店舗がどのようにして発展していったのか調べるために住宅地図を使用する。できるだけ古い住宅地図を使い、発展の様子を明らかにするために飲食店や物販など店舗によって色分けを行い、一番古い住宅地図から約10年ごとに住宅地図を比較する。また、現地の方にヒアリング調査を行い、千代保稲荷門前町の発展の様子を明らかにする。

3. 千代保稲荷門前町の概要

千代保稲荷神社は、岐阜県海津市にある稲荷神社であり、通称「おちょぼさん」として親しまれている。地元では京都の伏見稲荷、愛知の豊川稲荷とともに、日本三大稲荷の一つともいわれることもあり年間200万人以上の参拝者が訪れている。多くの参拝客でにぎわう千代保稲荷神社だが、参拝する楽しみの一つに、参道にずらりと軒を連ねる店でのショッピング、串カツや川魚料理、草餅などの地元名物を楽しむことができる。門前町の参道は、東口から南口まで約700mあり、両側に120件ほどの店が立ち並ぶ。

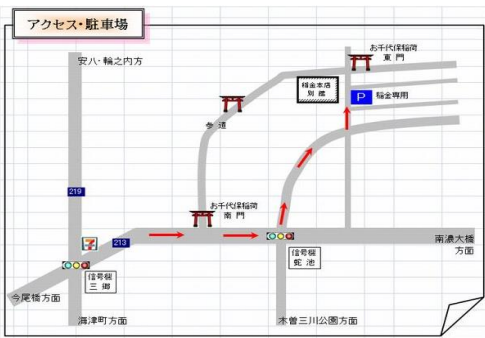


図-1 千代保稲荷神社の交通アクセス



図-2 千代保稲荷門前町の様子

4. 住宅地図の比較による商店街の形成過程



図-3 1969年の千代保稲荷門前町周辺地図



図-4 1982年の千代保稲荷門前町周辺地図



図-5 1990年の千代保稲荷門前町周辺地図



図-6 2002年の千代保稲荷門前町周辺地図



図-7 2010年の千代保稲荷門前町周辺地図

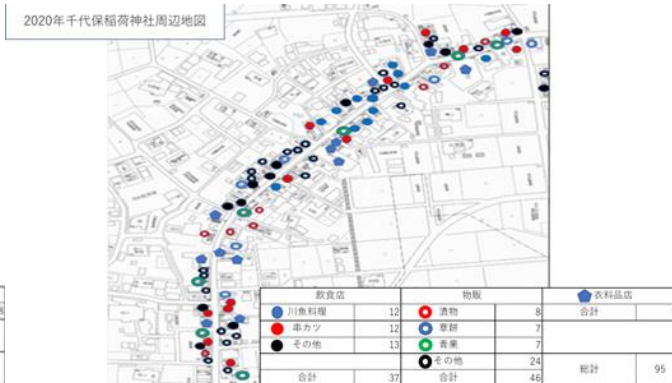


図-8 2020年の千代保稲荷門前町周辺地図

これら各年代の千代保稲荷門前町周辺地図を使って大きく変化のあった年代をピックアップした。

まず、1969年と1982年を比較すると、全体的に大きく店舗が拡大していることが分かる。1969年の時点では川魚料理を経営する店舗がほとんどだったが、1982年までに物販の店舗が急増していることが分かる。また川魚料理だけでなく串カツ店も増加している。次に2002年と2010年を比較すると、2002年から2010年の間に約20店舗もの増加が確認できる。この20店舗の中で特に串カツ店と物販の増加が目立ち、この約10年で食べ歩き文化が大きく発展していったことが確認できる。また千代保稲荷名物を扱う老舗では、川魚料理店と草餅を扱う店舗の増加は完全に止まってしまっているが、漬物店と衣料品店が姉妹店を展開し大きく拡大していることも確認できた。最後に2010年と2020年の比較の比較だが、この10年でさらに20店舗ほど増加し、門前町全体に店舗が大きく拡大していることが分かる。また串カツ店の増加も確認できるが、千代保稲荷名物以外の飲食店や物販（カレー専門店や居酒屋、アイスクリーム専門店など）の増加も確認できた。このことから千代保稲荷門前町の名物だけでなく、門前町に訪れる人々のあらゆるニーズに応えられるように発展していることが分かる。

右の図-9は2020年時点で千代保稲荷門前町内で営業が確認できている店舗を年代別に色分けしたものである。この図を見て分かったことがいくつかある。1969年と1982年に経営を始めた店舗は青枠内に集中しており、それ以降に経営を始めた店舗は赤枠内に集中していることが分かる。このことから、昔からある千代保稲荷名物店舗は基本的に青枠内に集中しており、現代の人々のニーズに応えた店舗は赤枠内に集中していることが分かる。

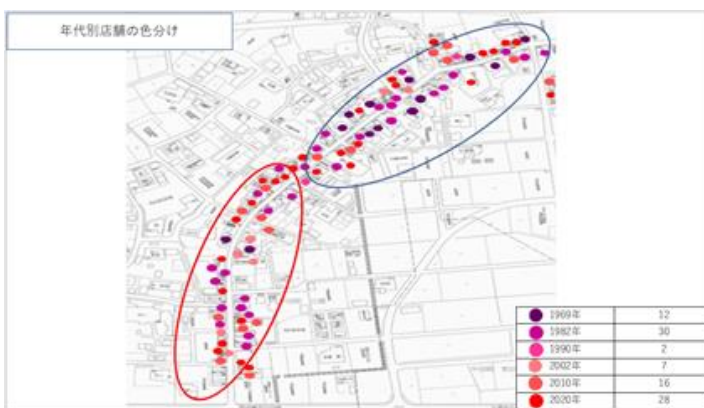


図-9 年代別店舗色分け

5. 商店街店主へのヒアリング

千代保稲荷神社の門前町の歴史について、より詳しく知るために海津市の商工観光課に連絡をし、現地の歴史について詳しい方を紹介していただき、その方にヒアリング調査を行った。ヒアリング調査に協力して下さった方は「ほていや」の三代目の店主の吉田二一さんである。

「ほていや」は千代保稲荷神社の門前町にある川魚料理屋であり、その歴史は長く、100年ほど続いている。内容については以下のとおりである。



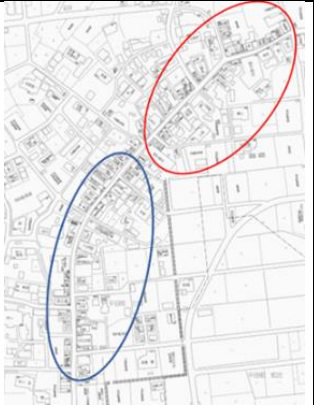
図-10 ほていや店舗写真

表-1 ヒアリング調査内容

	質問内容	回答
1	千代保稲荷門前町はいつごろ形成されたのか？その背景でご存知のことはあるか。	千代保稲荷門前町は100年ほど前に形成され、門前町の中で一番古い店舗は八穂長という川魚料理屋である。八穂長を中心にして川魚料理屋が広がっていった。
2	最初に川魚料理が始まったのはなぜか？	千代保稲荷神社は水郷地帯で、木曾川、揖斐川、長良川に囲まれており、それらの川でコイやナマズ、フナなどの川魚が獲れた。それを商品化し売り出したため川魚料理屋が始まった。現在では川魚料理屋は、川魚料理以外にも扱っており時代に適応している。
3	その後、千代保稲荷門前町はどのように発展してきたのか？串カツ屋などの名物が集まってきた背景でご存知のことはあるか。	串カツは露店から始まり、それまでに個人で串カツ店を営んでいる店舗は門前町にはなかった。門前町に串カツの露店を出したところヒットし、それを真似する店舗が増え、串カツ文化ができた。 漬物店は、百姓が大根などの野菜を栽培し、栽培した野菜を自分たちで漬け、家庭で食べられていたものを門前町に売りに出したため始まった。 草餅は、千代保稲荷神社周辺に群生していたヨモギを採取し、おやつとしてヨモギ餅を作って食べられていたものを門前町に売りに出したため始まった。
4	門前町に来る客層の変化を感じますか？（年代、性別など）	門前町に訪れる客層は大きく変化した。千代保稲荷神社は商売繁盛にご利益があるとされていたため昔は、神社に祈願する目的で訪れた商売人がほとんどだった。しかし、現在では観光地として門前町に遊びに来る人、千代保稲荷神社の名物を求めてやってくる人がほとんどであり、客層も幅広い年代が訪れるようになった。



図-11 木曾三川との位置関係

5	<p>門前町の店舗の経営者に変化を感じますか？（世代交代、新規参入など）</p>	<p>門前町で店舗を経営する人々も大きく変化した。 年齢的に経営が厳しい店舗は世代交代をし、店舗を継承している。 ※図-12 赤枠内の店舗 大家さんから借りているテナントで経営し、流行りのものを売り出す店舗。こちらに世代交代は無い。 ※図-12 青枠内の店舗</p>	 <p>図-12 門前町地図</p>
6	<p>門前町の変化の中で良くなった点と悪くなった点を教えてください。</p>	<p>良くなった点は観光地化したため、門前町に幅広い世代が訪れるようになったこと。悪くなった点は若者が増え治安が悪くなったこと。（座り込み通行の妨げ）</p>	
7	<p>良くなった点がある場合、さらに発展するためにすべきことはあるか？</p>	<p>さらに良くするには若者があまりお金を使いたがらないため、お金を使ってもらえるように若者受けの良いものを増やす。</p>	
8	<p>悪くなった点がある場合、さらに発展するためにすべきことは何か？</p>	<p>悪い点の改善策は、人々の通行の妨げにならないように座れる場所を増やし、若者に座り込みをさせない環境づくりをする。</p>	
9	<p>門前町全体で活性化のために力を入れていることはありますか？</p>	<p>特になし。常連さんがリピートし、口コミもあり自然と門前町が栄えた。</p>	
10	<p>自らの店舗の活性化のために力を入れていることは何ですか？</p>	<p>特になし。門前町が栄えるとともに栄えた。</p>	
11	<p>その他、千代保稲荷門前町についてお考え事がありますか？</p>	<p>若い人のアイデアがもっと必要である。</p>	

6. まとめ

ヒアリング調査を行って調査結果から次のようなことが分かった。

門前町の発展の背景には千代保稲荷門前町に訪れる人々の根強い支持と名物を作り上げた店舗の経営者の工夫があった。千代保稲荷神社周辺の豊かな自然で育った川魚、農業によって得た豊富な野菜、大量に群生していたヨモギを余すことなく使い商品化しようと試み店舗の経営者は工夫をしてきた。また、昔から門前町に訪れている人々はこれらの商品をリピートし、その歴史が廃れないように取り組んできたのだ。さらなる発展を望むには世代交代によって長年経営を続けている店舗は、そこに訪れる人々がリピートし歴史が廃れないように取り組み、移り変わりに激しい店舗はより多くのアイデアを落とし、現代では何が人々から求められているかを見極めることが必要である。

参考文献

- 1) 岐阜県海津市[ゼンリン住宅地図] (1969年 1982年 1990年 2002年 2010年 2020年)
- 2) 千代保稲荷神社について <https://www.city.kaizu.lg.jp/kanko/0000000326.html> (2021-6-16 参照)

画像投稿 SNS を用いた地方自治体の観光情報発信について

EC18050 内木彩有里

1. 研究の目的

昨今では SNS が普及し、そこから得られる情報をソースに動く人が増えており、各自治体も各種 SNS を利用している。だが、実際は各自治体本人たちが発信する情報よりもまとめサイトや第三者が発信する情報の方が人気の高いことがあり(図 1)、自治体が発信したい情報が十分に利用者に届いていないと感じたため、正確な情報を持つ自治体の情報が確実に届くために人目を引く情報発信の仕方の傾向を検証する。



図 1 まとめサイトと行政公式アカウントのフォロワー数の差の例

2. 研究の方法

投稿に対する「いいね」の数ではその投稿の人気度合いの指標になるので、今回は情報閲覧者の数を調べるためフォロワー数に基準の焦点を当てて比較する。

選定した都市が運用するインスタグラムアカウントを、フォロワー数を増やすために良いとされている項目について比較し、フォロワー数が多いアカウントと少ないアカウントとどのような違いがでるかを検証し、かつどのような運用の仕方がフォロワー数を多くする要因になっているのかを考察する。

3. 比較対象都市の選定

都市の知名度とフォロワー数の関係性を見る為に、魅力度が高い市町村ランキングのトップ 10 にランクインした市町村を選定した¹⁾。また、それら全国の市町村と東海三県の市町村とのアカウントの運用を比べるために各県から 5 つずつの市町村を選定した。東海三県に関しては魅力度のランキングがなかったため、各県での人気スポットランキングに入るものの順位が高いものから順にその所在地の市町村にポイントをつけてそれぞれ 5 市町村を選定した²⁾。

そのうち、全国での魅力度ランキング 10 位の仙台市はインスタグラムアカウントの運用が無かったため除外し、北海道函館市と三重県志摩市は市と観光協会が運営するアカウント両方を比較対象とし、計 26 個のアカウント³⁾を比較した。

4. 観光情報 SNS の自治体間比較評価

フォロワー数を増やすとされている項目をいくつか選び比較する⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

まず外国人観光客を意識したローマ字や英単語のタグがどれだけついているかを比較した(図 2)。4 はローマ字だけでなく英単語のタグもつけている、3 はローマ字などのタグをよくつけている、2 はローマ字のタグが少ない、または投稿によってあったりなかつ

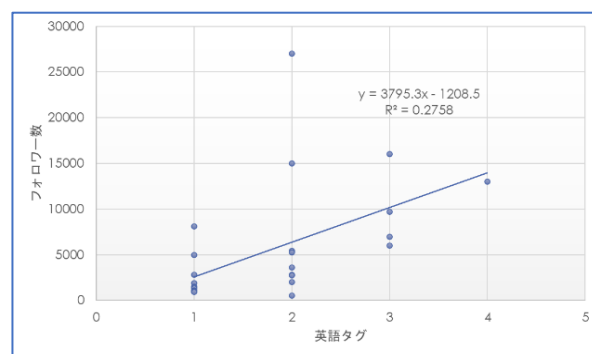


図 2 英語のタグとフォロワー数の関係

たりする、1はローマ字のタグが無い、というふうに区分した。相関係数は約0.28とでた。

2つ目に各自治体で独自のタグを作っているかどうかを比較した(図3)。3は独自のタグの利用がありさらにキャプションやプロフィールにて利用誘導がある、2は利用のみ、1は独自のタグは無い、で区分し、また都市名などのみのタグなどは1にカウントした。神戸は独自のタグ自体はなかったもののタグ付けの誘導があったため3にカウントし、志摩市観光協会がタグの利用誘導自体はあるものの独自のタグではないので1にカウントしている。相関係数は約0.35とでた。

3つ目にひとつの投稿にどれだけの量のタグをつけているかを比較した(図4)。2は基本的に10個以上のタグをつけている、1は基本的に10個以下しかつけていない、に区分した。相関係数は約0.21とでた。

4つ目に位置情報の添付があるかどうかを比較した(図5)。今回はアクセス情報などの紹介方法の一つとして直接地図アプリに繋がるリンクの添付があるかないかをみており、キャプション内に記載があるかどうかは調査外としている。3はほぼ全ての投稿に位置情報があり、2は一部の投稿にあり、1は位置情報の添付無しで区分した。相関係数は0.03とでた。

5つ目にリポストの量を比較した(図6)。4は投稿のほぼ全てがリポスト、3はリポストが多め、2はたまにリポストされる、1はリポストの投稿はほぼ無い、で区分した。相関係数は-0.0001とでた。

最後に写真のクオリティを比較した(図7)。色味5点、構図5点の計10点満点で写真のクオリティを評価した。色味は色の鮮やかさがあるか、またそういった写真がどれだけあるかどうかで点数をつけ、構図は被写体を様々な構図で撮れているか、また構図を意識した写真であるかどうかで点数をつけた。相関係数は0.27とでた。

これらの比較では大きな相関はでなかったが、その中で正の相関が僅かに出たものが“英語タグ”、“独自のタグ”、“写真クオリティ”の3つである。英語タグを付けるアカウントは外国人利用者が閲覧している可能性が高く、より多くの人たちに投稿を見てもらえているようである。独自のタグは、ありきたりなタグでは他の投稿に埋もれ目立つことができないため特徴のあるタグをつけることが良いとされており、その役割を果たしている。

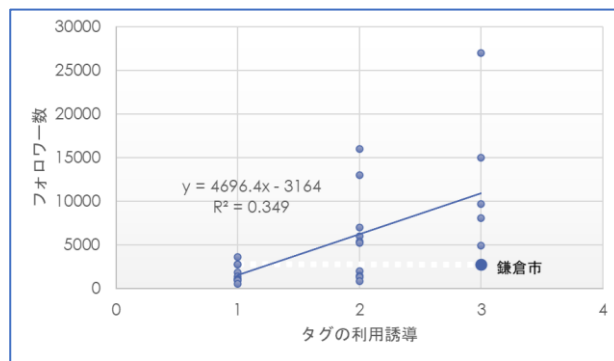


図3 独自のタグの利用状況とフォロワー数の関係

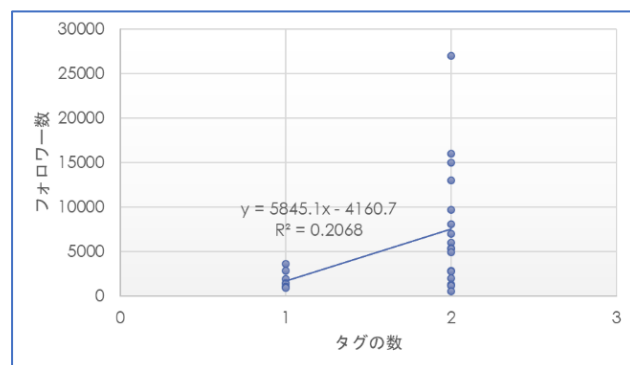


図4 タグの量とフォロワー数の関係

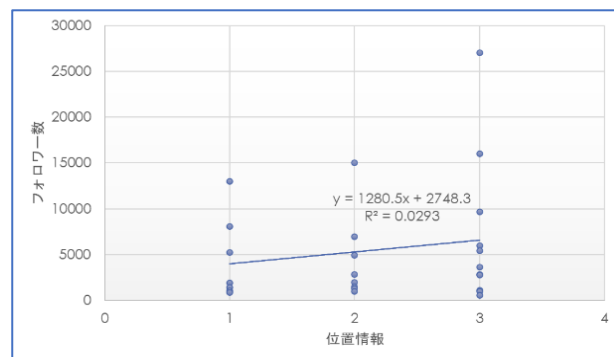


図5 位置情報の有無とフォロワー数の関係

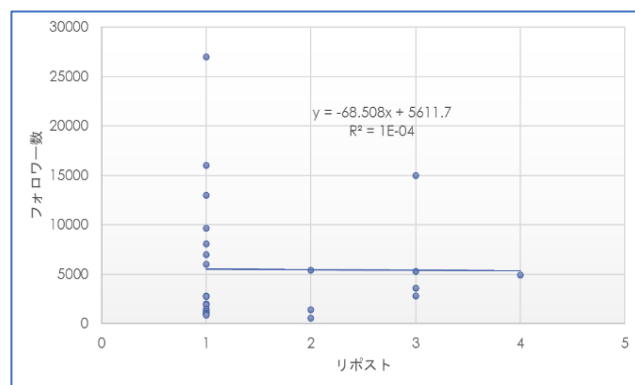


図6 リポストの量とフォロワー数の関係

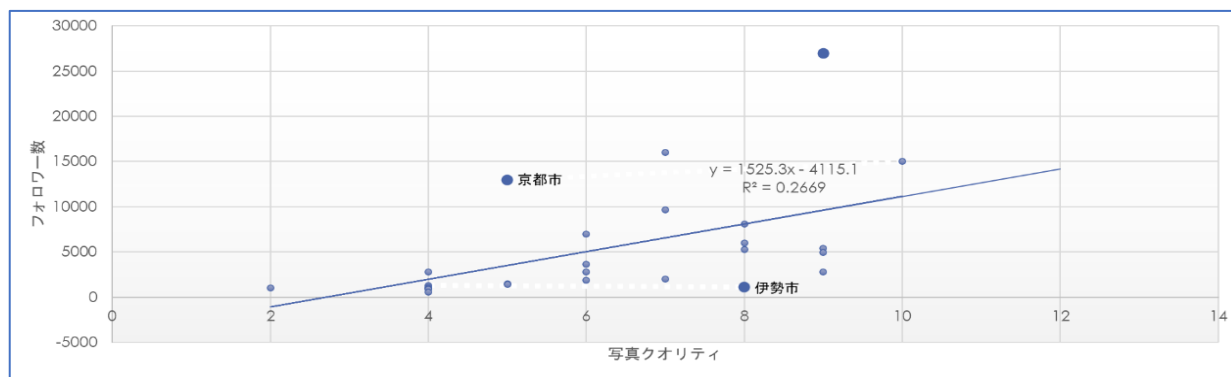


図7 写真クオリティとフォロワー数の関係

しかしただ独自のタグをつければ良いというわけではないというのが図3中の鎌倉市から見てとれる。写真クオリティの高さがフォロワー数との関連があるのは予想通りではあったが、ただただクオリティが高ければ良いという訳ではないというのが、図7中の伊勢市や京都市から見てとれる。

その他運営団体や公式サイトとの連携なども比較したがこれらはフォロワー数との関係が見られなかった。

今回の調査ではデータにばらつきが見られたため、その他の影響がないか個々のアカウントの特徴も比較した。下記のアカウントの特徴から見えるように、写真のクオリティが高くても現地に行って自分の目で見られるような写真でないもの、真似し辛い写真が多いアカウントはフォロワー数が伸びていない傾向がある。またフォロワー数が多いアカウントは人が写りこむ写真が少なく、写っていてもスナップショット的なものであった。くわえてイベント情報などを載せる際にチラシなどの画像をそのまま載せる投稿が少なく、Instagram用に別画像を準備しているなどの手間をかけていた。

5. フォロワー数の多い自治体のアカウントの特徴

フォロワー数1位の神戸市は、サムネイルが正方形になってしまうことを考慮した構図で画像が作られており、こういった場所の紹介なのかが一目でわかるように工夫されている(図8)。また投稿の中身は画像内に文字を入れ込むことでキャプションを深読みせず魅力を知れるようになっている。

また写真クオリティは10点満点中5点と今一步ではあるがフォロワー数4位の京都市は、紅葉や桜の時期に投稿が集中して動きは少ないが特殊な機械(ドローン)を使ったような写真が無いので真似して撮れるような写真が多く、キャプション内で撮影地や撮影日などの情報を紹介している。



図8 神戸市の投稿一覧

6. フォロワー数の少ない自治体のアカウントの特徴

独自のタグを付けているのにフォロワー数は3000以下の鎌倉市は、市の紹介と言うよりはミス鎌倉の紹介になっている部分があり、彼女らが何をしたかなど旅行を想起させる情報の発信が少なく、また真似したいと思える写真も少ない(図9)。

また写真クオリティは8点と高いがフォロワー数は1500以下の伊勢市は、お菓子などのお土産の紹介がメインで投稿されているが、セット的な背景で真似し辛い写真が多い。そして建物などの写真では曇り空の時のもので色味が欠けた写真が多く、かつ撮影場所の情報が少ない。



図9 鎌倉市の投稿一覧

7. 犬山市役所との意見交流

犬山市役所の企画広報課と観光課と犬山市のインスタグラム運用について意見交流を行った(図 10)。

企画課の担当者からは、真似し辛い写真が多いアカウントはフォロワー数が少ないという結果に関し、真似したいと思われる写真はこういった写真なのかを分析できると良いのではという意見と、イベントや桜、紅葉などの旬な情報に関する調査もあるといいのではという意見をもらった。観光課の担当者からは被写体のジャンル(風景なのか食べ物なのか)とフォロワー数の関係を調べられたら良いのではという意見も得た。

企画課の担当者からその市のことを知っているからその市に旅行に行こうとするのではないかと意見をももらったが、施設やスポットに行きたいとなってからその所在地について調べることも少なくない。最初に「旅行に行きたい」と思う観光の動機の部分が情報を提供する側と情報を探す側で差があることがわかった。そのためにインスタグラム利用者が興味を持つ情報を上手く発信できていないようである。



図 10 犬山市役所の職員の方との意見交流会の様子

6. まとめ

インスタグラムでは、投稿をクリックしてもらわないとキャプションなど詳しい情報を伝えることができないので一枚目の写真でいかに興味を引けるかが大きな課題であるが、今回フォロワー数を増やすためにすると良いと言われている項目とフォロワー数との関連を実際に調べ、フォロワー数を多くするにはそれらの項目が必ずしも効果を発揮するわけではなく、様々な要因が組み合わさっていることがわかった。また、自治体が発信したい情報と利用者が求めている情報には少しズレがあり、いかに利用者が求めるものに変換できるかが重要である。

今回はタグの数やリンクがあるかないかなど付加されたものを中心に比較したため、今後の課題としてキャプションなど中身の深い分析ができると良い。またイベント事などの一時的な情報の発信のようなアカウントの動きを見る研究も今後実施していきたい。

参考文献

- 1)【データ】「地域ブランド調査 2020」| (kankokeizai.com) 2020-10-19. <https://www.kankokeizai.com/> (参照 2021-5-13).
- 2) 【2021 最新】 愛知・岐阜・三重の人気観光スポットランキング TOP30 | RETRIP[リトリップ] (rtrp.jp) <https://retrip.jp/> (参照 2021-5-13).
- 3)各自治体インスタグラムアカウント URL・参照日省略
- 4) インスタアンテナ (insta-antenna.com) 2017-11-17. <https://insta-antenna.com/instagram-city-promotion> (参照 2021-12-14).
- 5) マネタイズ HACK (monetizehack.com) 2019-9-3. <https://monetizehack.com/monetize/how-to-chihou-instagram/> (参照 2021-12-14).
- 6) インフルエンサーマーケティング研究所 (collatech.co.jp) 2020-4-9. https://collatech.co.jp/ifm-lab/instagram/instagram_business/3926 (参照 2021-12-14).
- 7) ぐらしのマーケットマガジン (curama.jp) <https://curama.jp/magazine/717/> (参照 2021-12-14).

東海三県におけるインフラツーリズムの推進状況と課題

EC18056 野口 恭平

1. 研究の目的

インフラツーリズムの取り組みとして国土交通省によるポータルサイトの開設や、民間が主催するようなインフラツアーの増加が見られる。しかしインフラツーリズムの認知度は低く、集客が多い施設も少ない。そこで東海三県のインフラツーリズムの現状を調査することで課題を探ることが目的である。

2. 研究の方法

インターネットでインフラツーリズムの概要を調査し、中でも資料室のあるインフラ施設、4カ所について現地で調査を行い、結果の比較、現地の状況からインフラツーリズムの課題を探る。

3. インフラツーリズムの概要

インフラツーリズムとはインフラストラクチャーや土木景観、土木工事を楽しむ観光旅行のことを指し、その魅力は、巨大な構造物のダイナミックな景観を楽しむ、非日常体験を味わう、インフラ施設の役割や背景を学ぶ、周辺の観光資源を楽しめるところにある。

インフラツーリズムは、長年伝わる祭りや行事は地域の歴史や文化の表れ、風物詩に彩りを添えるもの、歴史的、文化的な価値が認められているもので、日本や地域の歴史や文化を学べるもの、年に一度しかない祭りやイベントを支えているもの、観光名所になっているもの、大胆なアイデアを取り入れたもの、タイミングを

逃すと二度と見ることができない建設現場、身近にあるインフラを地域の工夫で財産にしているもの、なかなか来訪できない、意外なところにあるもの、インフラを学習するもの、以上の9つのテーマに分けることが出来る。今回の研究ではインフラを学習するものである資料室のあるインフラ施設を調査した。

平成28年に国土交通省の取り組みとしてインフラツーリズムのポータルサイトを開設、四半期毎に施設を取り上げており、旅行会社等と施設管理者が調整し、民間が主催するインフラツアーが年々増加している。しかし国土交通省が平成30年に行った調査では対象にした1,000人の一般市民の内インフラツーリズムという言葉を知っている人はわずか16%という結果になった。だがインフラ施設を見学したいと思うかの調査ではインフラツーリズムを知っていると答えた人の内94%、知らないと答えた人の中でも68%の人が見学をしたいと答えている。さらに訪日外国人に対するインフラツーリズムに興味があるかの調査では87%の人が興味があると回答している。これらのことからインフラツーリズム拡大の取り組みは行っており、一般市民、

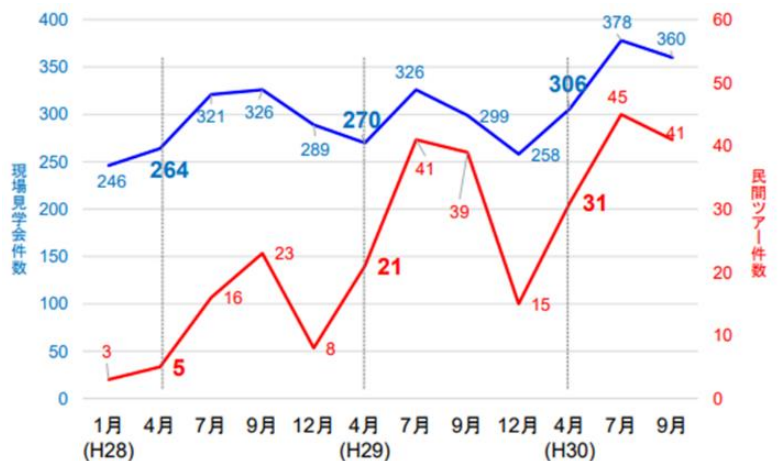


図1 インフラツーリズムポータルサイト掲載件数
出典：インフラツーリズム有識者懇談会資料2

訪日外国人の興味はあるが認知度が追いついていないのが現状である。

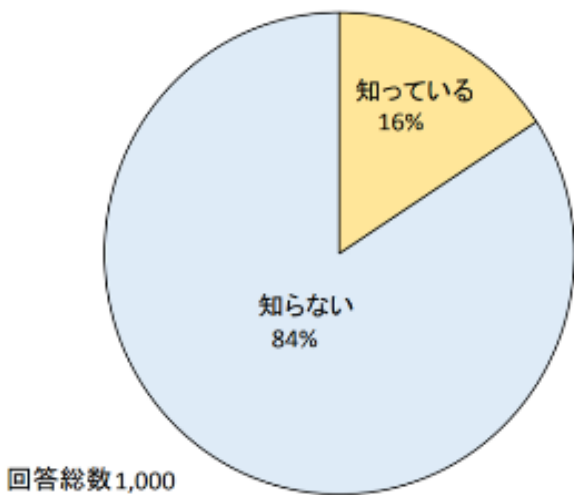


図2 インフラツーリズムという言葉を知っているか

出典：インフラツーリズム有識者懇談会資料2

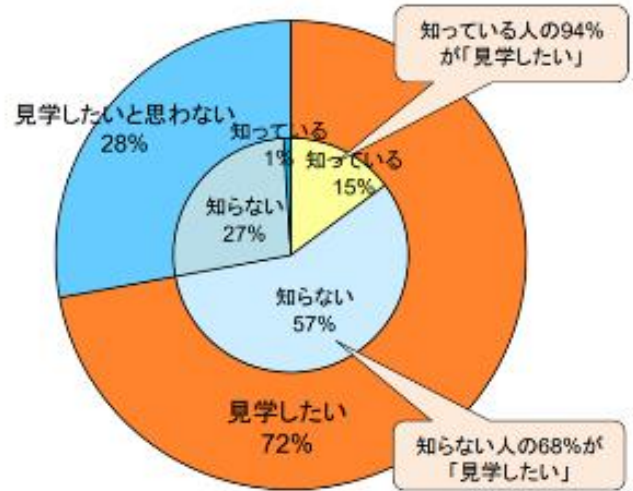


図3 インフラ施設を見学したいと思うか

出典：インフラツーリズム有識者懇談会資料2

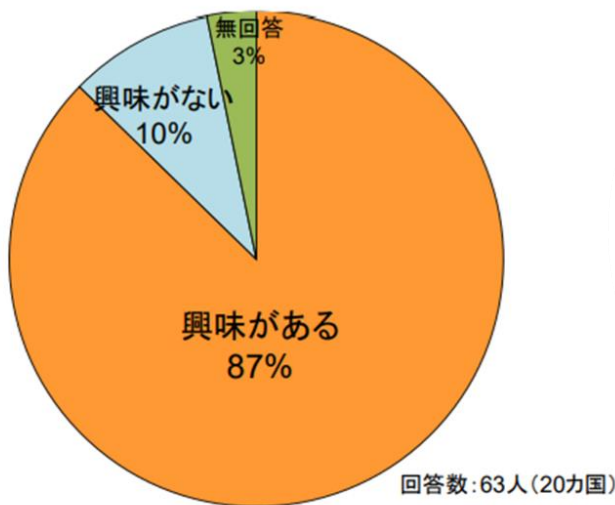


図4 訪日外国人へのアンケート「インフラツーリズムに興味があるか」

出典：インフラツーリズム有識者懇談会資料2

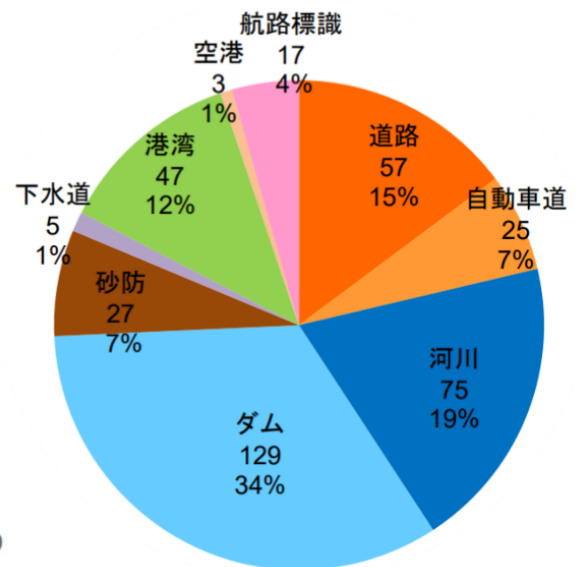


図5 ポータルサイトに取り上げられたインフラ施設の数

出典：インフラツーリズム有識者懇談会資料2

4. 東海3県の取組状況

インフラツーリズムポータルサイトに掲載されているツアーは東海三県で合計30件である。なかでも河川、ダム系のツアーが充実している。

表1 東海三県インフラツーリズム件数

	河川・ダム	道路関係	施設見学	建設工事	防災	総計
愛知県	4	1	1	1	1	8
岐阜県	6	4	1	0	0	11
三重県	3	6	2	0	0	11
総計	13	11	4	1	1	30

5. 拠点施設の現地調査

資料室のあるインフラ施設である長良川河口堰（三重県桑名市長島町十日外面 136）、上野遊水池（三重県伊賀市小田町 242）、小里川ダム（岐阜県恵那市山岡町田代 1565-21）、奥飛騨さぼろ塾（岐阜県高山市奥飛騨温泉郷中尾 2-34）の4カ所について現地で調査を行った。調査項目は表1にまとめた16項目である。結果をまとめたものが下の表3である。

表3 調査項目

名称	チラシ、パンフレット、冊子の有無
日時	Wi-Fi
営業時間	外国語案内
来場人数（見学時）	施設の内容
アクセス	工夫
入館料	周辺の食事場所
トイレの有無	周辺の観光施設
休憩スペースの有無	地域との連携

表2 調査結果

名称	長良川河口堰	上野遊水池	小里川ダム	奥飛騨さぼろ塾
場所	三重県桑名市長島町十日外面136	三重県伊賀市小田町242	岐阜県恵那市山岡町田代1565-21	10月26日（火）岐阜県高山市奥飛騨温泉郷中尾2-34
日時	11/2(火)	11/22(月)	11/18(木)	10月26日（火）
営業時間	火曜～日曜10時～16時（年末年始除く）	平日10時～16時（12/29～1/3除く）	平日の月曜日以外11:00～16:00 例外あり	5月～11月9:00～16:30
来場人数（見学時）	0人	0人	0人	0人
アクセス	車（長島ICから10分、湾岸長島ICから15分）電車近鉄長島から徒歩29分	車 名阪国道上野IC下りる → R422方面北へ約3km 電車 伊賀鉄道「上野市駅」下車 → 北西に徒歩約12分 JR関西線「伊賀上野駅」下車 → 南に徒歩約15分	中央自動車道瑞浪IC下車	車もしくは濃飛バス中尾高原口で下車
入館料	無料	無料	無料	無料
トイレの有無	あり	職員と共用	あり	あり
休憩スペースの有無	あり	あり	あり	あり
チラシ、パンフレット、冊子の有無	あり	あり	あり	あり
Wi-Fi	なし	なし	なし	あり
外国語案内	なし	なし	なし	あり
施設の内容	木曾川、長良川河口堰に関する展示	伊賀市の洪水の歴史と遊水池、管理センターの仕事についての展示	管理所に資料室、ダム堤体の解放、展望テラス	さぼろの役割と歴史の資料
工夫	映像を使った展示、魚道	コスト削減のため予約時のみ解放	ライトアップ、ワークショップの開催	神通川水系砂防事務所のTwitter、アンケートの実施
周辺の食事場所	あり	あり	あり	あり
周辺の観光施設	なばなの里、ナガシマリゾート	伊賀流忍者博物館、伊賀上野城	道の駅おばあちゃん市山岡日本一の木製水車	温泉、旅館、奥飛騨クマ牧場
地域との連携	施設見学、クイズラリー	いがぶら（上野遊水池の旅）を開催	小里川湖周辺ウォーキング、見にとりっ×戦トリップスタンプラリー	飛騨砂守ツアー

営業日が4カ所の内2カ所で平日のみ、営業時間も16時、16時30分と早い時間に閉館しており観光施設として訪れにくい。基本設備について、外国語案内以外は比較的整備されている。ただし、上野遊水池の資料室は問い合わせがあった時だけの解放でトイレは職員も使うものを使っており、Wi-Fiも整っていない。

展示内容はそれぞれインフラ施設の役割や歴史についてである。周辺に食事場所、観光施設があり、地域との連携でスタンプラリーなどがおこなわれており公共交通機関では不便なところもあるが周遊が出来る。

6. まとめ

以上の調査結果から見てきたインフラツーリズムの課題は、PR の工夫、インバウンドを含めた観光客の受け入れ体制の充実、地域との連携、施設の見せ方の工夫の4点である。まずPR の工夫について、ポータルサイトでのインフラ施設の掲載数が年々増加しており、インフラツーリズムへの興味はあるが認知度が低いのが問題である。またホームページの情報が少なく確認や予約は電話でしなければならない施設がある。

次にインバウンドを含めた観光客の受け入れ体制について、開館しているのが平日であるところ、閉館時間が早い施設が目立つ、来客用のトイレやWi-Fiなどの基本設備が整っていないところがあり観光施設としては訪れにくい。また事前調査では外国人観光客のインフラツーリズムへの関心が強いことがわかったが、今回調査した施設の多くでは外国語案内がない、また施設の方からも対応に困るとの話が聞けた。

次に、地域との連携についてで、交通の便が悪いところでは食事場所に困る、他の観光施設との距離が離れているなど、周遊に難がある。また、いがぶらなどの周辺地域とのイベントでは集客のチャンスであるが、施設ではデータを取っておらず、次に生かすことが難しい。このような機会こそ、広報周知、データの収集が必要である。

最後に施設の見せ方の問題でまず、展示物が古く、映像を使ったものや、ゲームなどは動かないものもある、またデータも古いものが多い、展示物が専門的なものになるので、職員が常に案内できるようになっている方が内容を理解しやすく、楽しめるが、事前予約や声をかけてくれれば案内をすと言った施設が多く、職員の不足や施設も見せ方に課題がある。

参考文献

国土交通省総合政策局：インフラツーリズム ポータルサイト

<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/infratourism/> (参照 2021-8-2)

国土交通省：インフラツーリズム有識者懇談会

https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/sogoseisaku_region_tk_000068.html (参照 2021-8-27)

図6 現地調査（奥飛騨さぼろ塾）



図7 動かない展示物



図8 スマートフォンで
の外国語案内



High mountains, towering at over 3,000 m
A harsh environment where trees cannot grow
Mountains crumbling in heavy winds and rain
Giant rocks rolling downstream



岐阜県における道の駅の相互比較

EC18058 服部 光樹

1. 研究の目的

岐阜県は道の駅の駅数全国第2位である56ヶ所の道の駅があり、道の駅の事業に積極的な県である。各駅にそれぞれ特徴があり、設備やサービスが異なる。そこで、道の駅の道路利用者への設備やサービス、地域住民へのサービスによる地域活性化への寄与を調査し比較を行う。そして、現在の岐阜県の道の駅の現状や課題を踏まえた上で、これからの道の駅の取り組みについて検討し、道の駅の発展に貢献する。

2. 研究の方法

インターネットで岐阜県内の道の駅の特徴や設備を調査し、各道の駅の比較を行う。その中で、設立が一番古い駅・設立が一番新しい駅・特徴的な取り組みを行っている駅の合計10ヶ所をピックアップする。それぞれの駅に、電話で担当者の方へのヒアリング調査と現地調査を行い現状把握し、これからの対策や取り組みを考える。

3. 道の駅制度の概要

1) 道の駅誕生の経緯

旅行などで長距離ドライブを行う人や女性や高齢者の運転者が増えているなかで、高速道路におけるサービスエリアやパーキングエリアのように、一般道路にもすべての人が気軽に立ち寄り、自由に休憩することができる場所が必要とされている。

さらに、このような休憩施設では、周辺地域の文化や特産物などの情報を提供でき、それらを活用した個性的で各駅でそれぞれ特徴を持ったサービスを提供することが可能であり、それにより地域活性化が促進されていく。

こうした背景があり、道路利用者や地域住民に休憩場所やサービスを提供する道の駅は誕生した。

2) 道の駅とは

道の駅は、すべての道路利用者が快適に道路を利用できる環境をつくることや周辺地域の地域活性化を目的とした施設である。

道の駅には、訪れた人が無料で気軽に利用できる駐車場やトイレなどの休憩機能、地域の観光案内や交通状況などの情報を提供する情報提供機能、地域交流を行い地域との連携を強化する地域連携機能の3つの機能がある。また、近年では防災備蓄倉庫やヘリポートといった防災機能を備えた道の駅もある。

3) 岐阜県の道の駅の特徴

岐阜県には、道の駅の駅数1位の北海道の129駅に次ぐ、56駅の道の駅がある。地元の野菜や特産物の販売や、それらを使った料理を提供している道の駅が多く見られる。豊かな自然や自然の中でのレジャー体験を満喫することができる道の駅もある。



図-1 岐阜県の道の駅の分布
出典：岐阜県公式ホームページ

4. 岐阜県内の道の駅の比較

1) 機能の比較

右図は、岐阜県内の道の駅の機能の分布表である。トイレ、駐車場、電話、身障者用トイレはすべての道の駅に設置されている。ATMが設置されている道の駅が岐阜県全体で10ヶ所もなく、併設されているショップやレストランでお金が必要となったときや緊急時にお金が必要なときに非常に不便である。

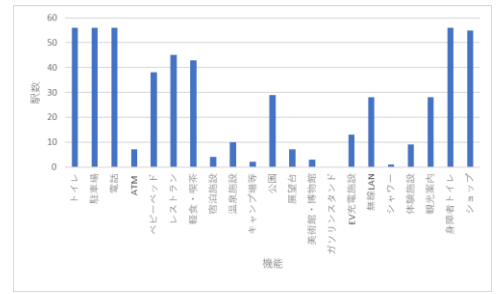


図-2 道の駅の機能の分布

出典：筆者作成

2) 開業年月日の比較

右図は、岐阜県の道の駅の開業年月日の分布である。1996～2005年の10年の間に現在ある道の駅の半分以上が開業している。これは、1990年代後半に全国的に直売所ブームが起きることで道の駅での直売の形態が注目されるようになり全国的に道の駅が増え、岐阜県もその例に漏れず増加したことが要因である。ここ10年で開業した道の駅は僅か4ヶ所であり、近年は増加が比較的緩やかである。最初に開業した道の駅は1989年の明宝であり、最後に開業した道の駅は2018年のパレットピアおおのである。

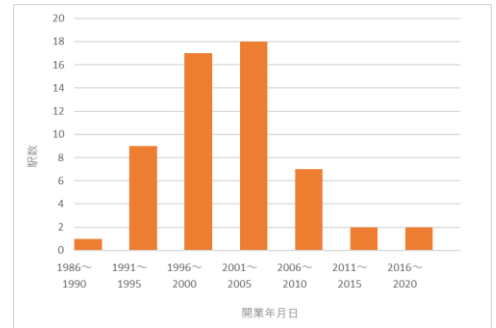


図-3 道の駅の開業年月日の分布

出典：筆者作成

5. 現地調査・ヒアリング調査

1) 調査対象の駅と調査項目

調査を行う駅は、表-1に記載されている10ヶ所の道の駅である。

一番登録が古い道の駅は主に、設備に手を加えているのか、開業時には行っていない新たな取り組みを何か行っているのかを調査する。一番登録の新しい道の駅は、設備や取り組みにおける既存の駅との違いを調査する。特徴的な取り組みを行っている道の駅は、どのような経緯でその取り組みが行われているのかを調査する。また、調査対象のすべての駅において、普通車とトラックの停車台数、トイレの状態、バリアフリーの状況、Wi-Fiがあるか、入店者数、コロナウィルスの影響を調査する。

2) ヒアリング調査の結果

表-2はヒアリング調査をまとめたものである。登録が一番新しい駅は全て大きな改装をしておらず内部の改築や模様替えやトイレの改修のみに留まっている。そのため駅自体が陳腐化してきており、近年に開業された駅に比べ面白みが無い。登録が一番新しいパレットピアおおでは、災害の際に地域の方の避難場所となるような設備があったり、周辺地区に子供が多いため子育て支援施設を建てたりと、地域住民に寄り添った道の駅である。特徴的な取り組みを行っている駅の経緯の多くは、人口が少なく高齢者が多いため高齢者の生きがいをづくりや生活のために行ったことが元となって今の取り組みに繋がっていることが多く、地域のニーズに合わせた取り組みを行っているといえる。

また、地域振興に関する取り組みについてヒアリング調査したところ、すべての道の駅で地元の特産物や野菜を売っていたり、レストランがある道の駅ではそれらを使用した料理を提供したりと地域資源の活用を積極的に行っている。道路の清掃や敷地内の広場を用いたイベントを行っていたが現在はコロナウィルスの影響で取り組みを中止している駅もあった。

表-1 調査対象の道の駅

登録が一番古い道の駅	美並
	パスカル清見
	明宝
	花街道付知
登録が一番新しい道の駅	美濃白川
	パレットピアおおの
特徴的な取り組みを行っている道の駅	おばあちゃん市山岡
	飛騨金山ぬく森の里温泉
	桜の郷荘川
	賤母

出典：筆者作成

表-2 ヒアリング調査の結果

登録が一番古い道の駅	名称	開業時からの設備のままなのか	新たな取り組みを行っているか
	美並	・平成24年11月に内部改築	・惣菜コーナーを始めた
	パスカル清見	・大きな改装はしていない ・トイレを洋式にした	・料理のテイクアウトを行っている
	明宝	・基本そのまま使っている ・店内の装飾を変えた ・平成28年までにトイレを新しくした	・敷地内に個人事業主の店があり、その店を随時更新している
	花街道付知	・そのまま使用している	・テイクアウトを始めた
	美濃白川	・トイレなどの改修を行っている ・中の模様替えを行っている	・愛知や東京で行われている道の駅のイベントに、物産を出している
登録が一番新しい道の駅	名称	既存の駅との違い	設立された経緯
	パレットピアおおの	・防災備蓄倉庫等を備えている ・子育て支援施設がある ・災害対策活動を行うための防災拠点となる	・周辺に道の駅がなく、みんなが集まれる場所をつくるため ・子供が多い地区であり、気軽に遊べる場所をつくるため
特徴的な取り組みを行っている道の駅	名称	行っている取り組み	取り組みを初めた経緯
	おばあちゃん市・山岡	・高齢者雇用	・高齢者の生きがいをづくりを目的として、山岡のおばあちゃん市をつくった
	飛騨金山ぬく森の里温泉	・小さな拠点	・元々、諸施設が集約されている地区に、道の駅を整備
	桜の郷荘川	・地域住民の健康増進に資する取組	・地域の高齢者や足の弱い方が温泉に来られるように、サービスとして始めた
賤母	・インバウンド観光に対応した施設整備や活動	・そもそもインバウンド観光への対応をほとんど行っていない	

出典:筆者作成



図-4 飛騨金山ぬく森の里温泉に併設されている病院



図-5 パレットピアおおの内の子育て支援施設



図-6 桜の郷荘川の敷地内の屋内運動場

3) 現地調査の結果

表-3 と表-4 は現地調査の結果である。トイレの状態は近年開業された駅であるほどきれいな傾向にある。Wi-Fi は全ての道の駅に整備されている。日平均入店者数は各道の駅で明確に差が出ている。スロープは、10ヶ所中9ヶ所あり、道の駅賤母は階段しか設置されていなかった。開業が比較的最近の道の駅は、駐車場

表-3 現地調査の結果1

名称	停車台数(普通車)	停車台数(トラック)	トイレの状態	Wi-Fi	日平均入店者数
美並	17台	7台	比較的きれい	有	700人
パスカル清見	6台	0台	少し汚い	有	150人
明宝	29台	3台	かなりきれい	有	353人
花街道付知	6台	0台	比較的きれい	有	188人
美濃白川	49台	3台	比較的きれい	有	450人
パレットピアおおの	131台	5台	とてもきれい	有	1150人
おばあちゃん市・山岡	12台	0台	かなりきれい	有	1200人
飛騨金山ぬく森の里温泉	13台	0台	とてもきれい	有	150人
桜の郷荘川	11台	0台	比較的きれい	有	280人
賤母	33台	5台	比較的きれい	有	300人

出典:筆者作成

とトイレや建物との間に段差があまり無いようになっていた。点字ブロックは、10ヶ所中5ヶ所あり、他の設備に比べ設置されていないところが多く、早急な対応が必要である。身障者用駐車場と身障者用トイレは、調査を行ったすべての道の駅に設置されていた。しかし、身障者用駐車場に屋根が設置されていない駅が3ヶ所あったり、身障者用トイレがオストメイト（人工肛門保有者・人工膀胱保有者）対応になっていない駅が7ヶ所あったりと、トイレと駐車場に関してはすべての駅に身障者用のものが備わっているものの未だ完璧な設備が設置されているとは言い難い状況にある。

4) コロナウィルスの影響

図-7は、コロナウィルスの影響をまとめた図である。どこの道の駅も、売り上げか客足に影響が出ており、花街道付知では売り上げがコロナ前である令和元年の6割に満たなかったり、美濃白川では客足がコロナ前の6割ほどになっていたりしている。緊急事態宣言が発令されていた期間のみ臨時休業を行った道の駅もあった。

表-4 現地調査の結果 2

名称	バリアフリー			
	スロープ	点字ブロック	身障者用トイレ	身障者用駐車場
美並	有	無	有	有
バスカル清見	有	無	有	有
明宝	有	無	有	有
花街道付知	有	有	有	有
美濃白川	有	無	有	有
パレットピアおおの	有	有	有	有
おばあちゃん市・山岡	有	有	有	有
飛騨金山ぬく森の里温泉	有	有	有	有
桜の郷荘川	有	有	有	有
賤母	無	無	有	有

出典：筆者作成

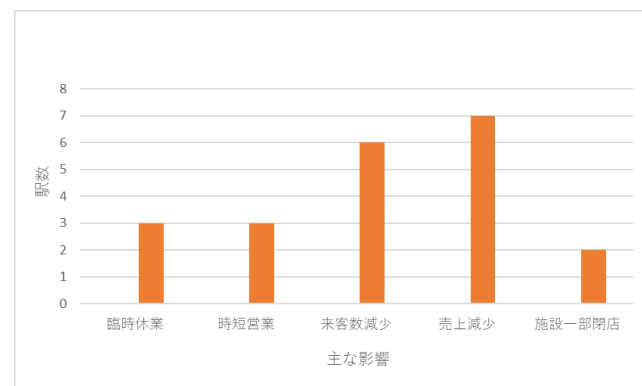


図-7 コロナウィルスの影響

出典：筆者作成

6. まとめ

観光客やドライバーが安心して休憩できる設備があったり、地域住民の要望に応えた取り組みを行っていたりする道の駅があった中で、大きな改装を一度も行っていない、野菜や特産物の販売のみに留まり個性が無い、バリアフリー設備が完璧に整っていない、過疎地域の道の駅の来客数が少ない、コロナウィルスの影響を受けているといった課題が見られた。

地域振興による地域との交流をより一層行い、さらに観光客がその地域に魅力を感じさせるような情報発信やイベントを行う必要がある。設備やサービスが充実していない道の駅は最新の道の駅に習い、バリアフリー設備や駐車場、トイレなどの休憩機能の強化と子育て支援や高齢者支援など周辺地域のニーズに合わせた更新をしていく必要がある、そのためにも地域住民と共に道の駅の運営を考えていくことが必要である。過疎地域や高齢者の多い地域では、飛騨金山ぬく森の里温泉のように小さな拠点の取り組みを行い、道の駅周辺に病院などの日常生活に必要な施設の集約をすることが必要である。新型コロナウイルスにより売り上げや客足に大きな影響が出ているため、料理のテイクアウトや商品の配達サービスなどのコロナ禍で需要の高いサービスを行っていく必要がある。

これらによって、個性があり道路利用者と周辺住民のどちらの支えにもなる道の駅の運営を期待できる。

参考文献

- ・国土交通省 道の駅案内：<https://www.mlit.go.jp/road/Michi-no-Eki/outline.html> (参照 2021-11-25)
- ・道の駅公式ホームページ 道の駅の取り組み：<https://www.michi-no-eki.jp/about> (参照 2021-4-14)
- ・岐阜県の「道の駅」 - 岐阜県公式ホームページ (道路維持課)
<https://www.pref.gifu.lg.jp/page/1467.html> (参照 2021-4-14)
- ・遠藤一幸 松本行真「道の駅の差別化の特性と今後の課題」
https://researchmap.jp/read0139275/published_papers/1939790/attachment_file.pdf (参照 2021-11-14)

Park-PFI を適用した久屋大通公園の利用の実態と課題

EC18065 松永実和

1. 研究目的

全国の公園の中で Park-PFI という新たな時代の仕様都市公園の在り方がある。そのような公園が全国で増えてきており、公園本来の目的を果たしているのかに興味を持ったため取り組みたいと思った。

2. 研究方法

- 1) Park-PFI の知識をインターネットや本で得る。
- 2) 現状の久屋大通公園の特徴やその地域の特性を知ることと、過去の公園の在り方、その地域周辺の特徴を知る。
- 3) 久屋大通公園を現地調査する。
- 4) 収集したデータを表や図で表し、統計データを取り分析する。



図 1 久屋大通公園

3. Park-PFI 制度の概要¹⁾

Park-PFI 制度とは、2017 年の都市公園法（1956 年法律第 79 号）の改正により新たに設けられた。飲食店や売店などの公園の利便性が向上する施設の設置と、該当する施設の収益を活用してだれもが利用できる園路や広場等の特定の公園施設の整備・改修等を一体的に行う者を、公募により選ぶ「公募設置管理制度」のことである。

4. 名古屋市における Park-PFI の導入状況²⁾

名古屋市に存在する公園は 1460 個である。そのうち、2016 年に創立した名城公園の tonarino は Park-PFI の試行状態である。2020 年に創立した久屋大通公園は Park-PFI を導入した。昭和区に位置する鶴舞公園は Park-PFI を公募している。（2021 年 12 月 21 日現在）

5. 久屋大通公園の現地調査

5.1 調査対象の概要³⁾

テーマごとに 4 つの Zone にわかれており、新しい学びや憩いの場として利用でき、イベントや店舗等によりコミュニケーションを創出する新しい公園である。

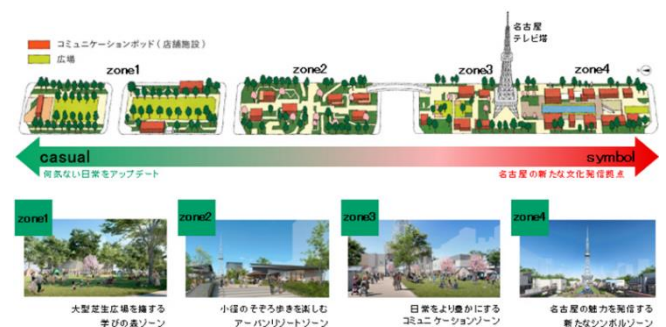


図 2 久屋大通公園のマップ

5.2 調査の実施

- 1) 7.8.9 月では公園を通る人数、男女比、年代別、グループ別について調査を行う。
- 2) 10 月では公園の利用者の「すわる」行為に着目して調査を行う。また、各 Zone の中でどのあたりに人数分布があるのかについて調査を行う。

*Zone1 と 2 は 11:00~12:00、14:00~15:00、17:00~18:00、Zone3 と 4 は 12:00~13:00、15:00~16:00、18:00~19:00 の中から 30 分間観察を行った。

図 3-1 より、全体的に Zone4 の利用者が多くなっている。平日は Zone2 の利用者が少なく、土曜日は Zone1 の利用者が少ない。このことから、久屋大通公園を通過する人は、南側の Zone3 や Zone4 の利用者が多く、北側の Zone1 や Zone2 の利用者が少なくなっている。また、Zone3 の利用者はどの日でもあまり変化がない。よって、常に人が多くいて、コミュニケーションが取れている。

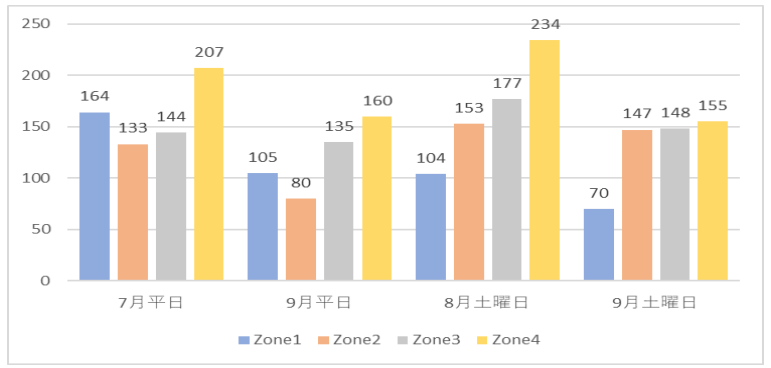


図 3-1 総数

図 3-2 より、全体的に男性の人数よりも女性の人数が多くなっている。また、9月の利用者は男女比の差が激しくなっている。女性の利用客が多いことから、女性には利便性が高くなっている。さらに、平日と土曜日での男女の割合にはあまり変化が見られなく、男女ともに利用しやすくなっている。

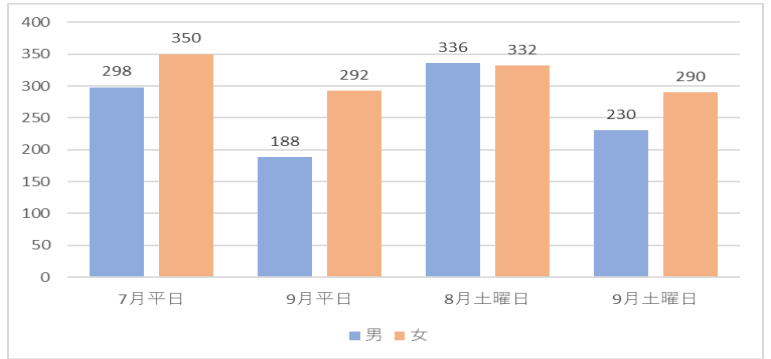


図 3-2 男女比

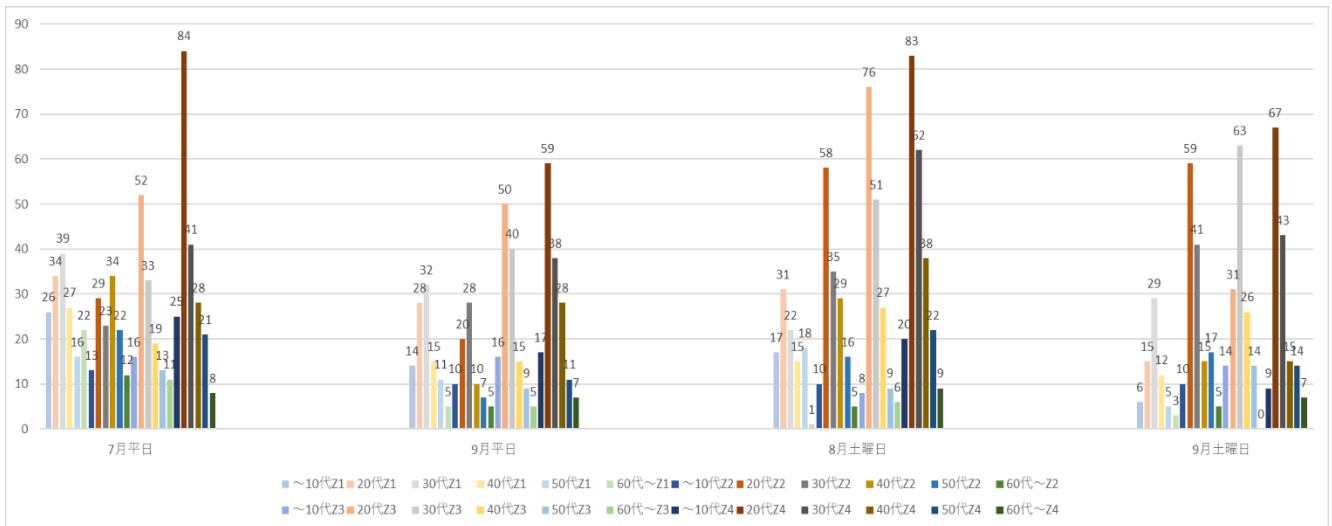


図 3-3 年代別

図 3-3 より、どの日でも年代別の割合の変化は少なくなっている。また、全体的に 20 代と 30 代の割合が多く、60 代の割合が少なくなっている。このことから、20 代や 30 代の若者が利用しやすい環境となっている。

図 3-4 より、全体的に 1 人行動や 2 人行動をしている人が大半を占めている。平日は 1 人行動している人が多く、土曜日は 2 人行動している人が多い。また、3 人行動と 4 人行動を比較すると、3 人行動が多くなっている。このことから、久屋大通公園には少人数で行きやすく、個人でも利用しやすくなっている。

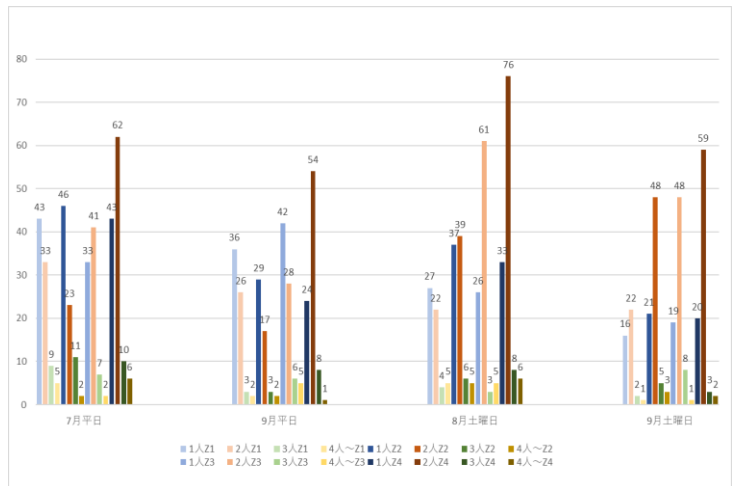


図 3-4 グループ別

5.3 「すわる」行為に着目した調査

図 4-1 より、Zone ごとで比較すると、Zone1 と Zone4 の利用者が多くなっている。また、公園の利用者は平日よりも土曜日の方が多くなっている。ベンチの利用者が多くみられるが、Zone1 の土曜日のみ芝生の利用者が多くなっている。その他は、本来すわる目的ではないところの平らな所を表している。

図 4-2 より、Zone2 の利用者以外は話している人が一番多くなっている。Zone2 の利用者は散歩をしている人が多い。また、平日と土曜日ともに公園での行動の変化は少なく、話すとスマホを触ることは、平日と土曜日ともに全ての Zone で行われている。

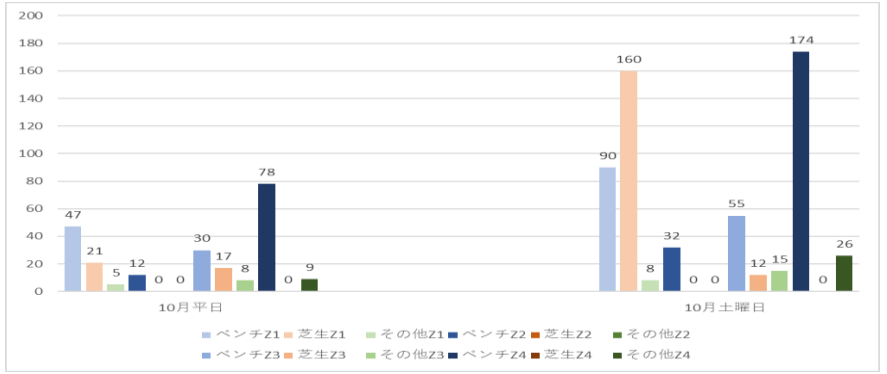


図 4-1 すわる場所 (*Zone2 と Zone4 は芝生無し)

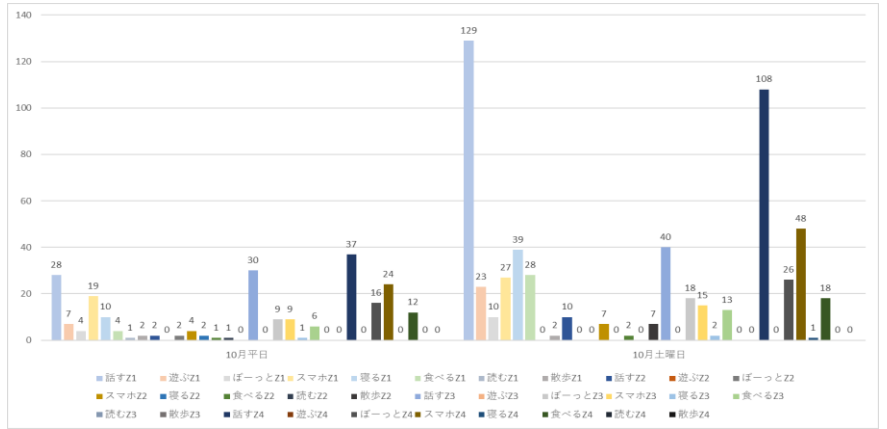


図 4-2 すわる行為

5.4 Zone ごとの時間変化による人数分布 4)

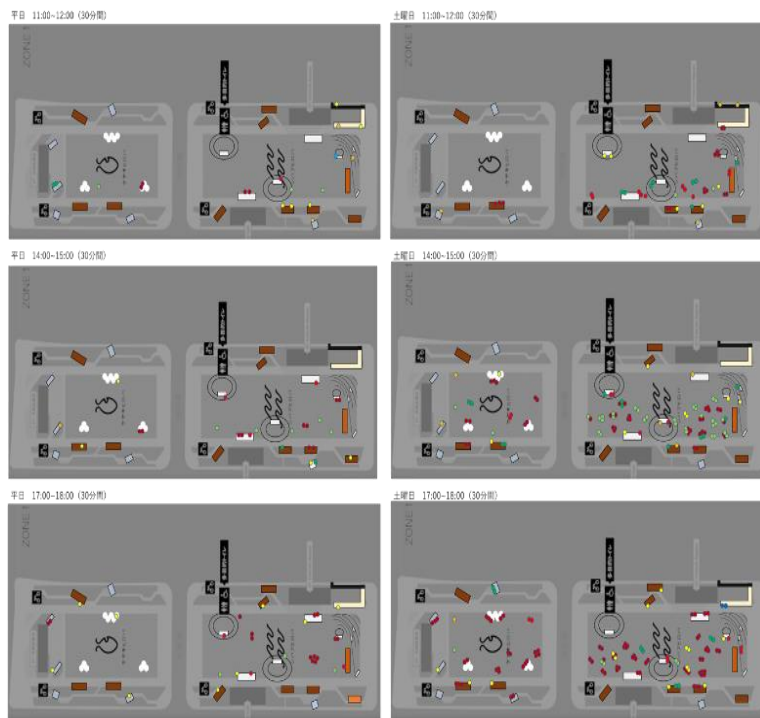


図 5-1 Zone1 人数分布

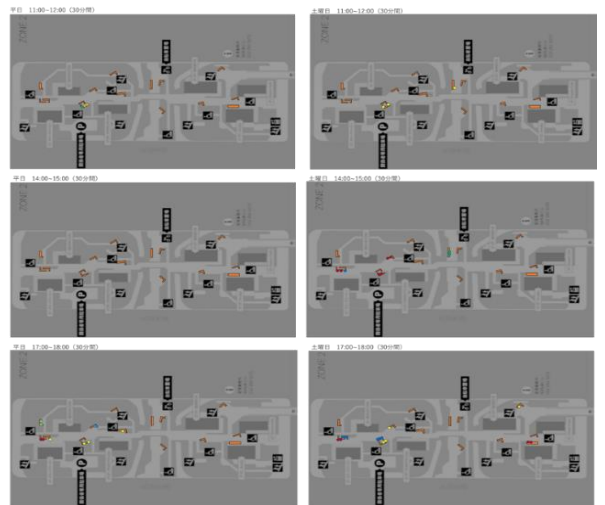


図 5-2 Zone2 人数分布

● 話す	□ 石
● 遊ぶ	□ コンクリート
● ぼーっと	□ 木
● スマホ	□ モニュメント
● 寝る	□ あみあみベンチ
● 食べる	□ 石垣風
● 読む	□ 塔の足
● 散歩	□ テーブル合体型
	□ 木の幹

図 5-3 凡例

図 5-1 より、北側のケヤキヒロバよりも南側のシバフヒロバの利用者が多くなっている。また、平日と土曜日ともに時間が夕方になるにつれて西側から東側に利用者が移動する。なぜなら、太陽の光で日陰になる面積が増えていくからである。

図 5-2 より、利用者は北側に多くなっている。南側はお店の前にあるベンチが多く、お店の人に見られたりするので、利用しづらくなっている。

図 5-3 は、各 Zone の人数分布の凡例をあらわしている。

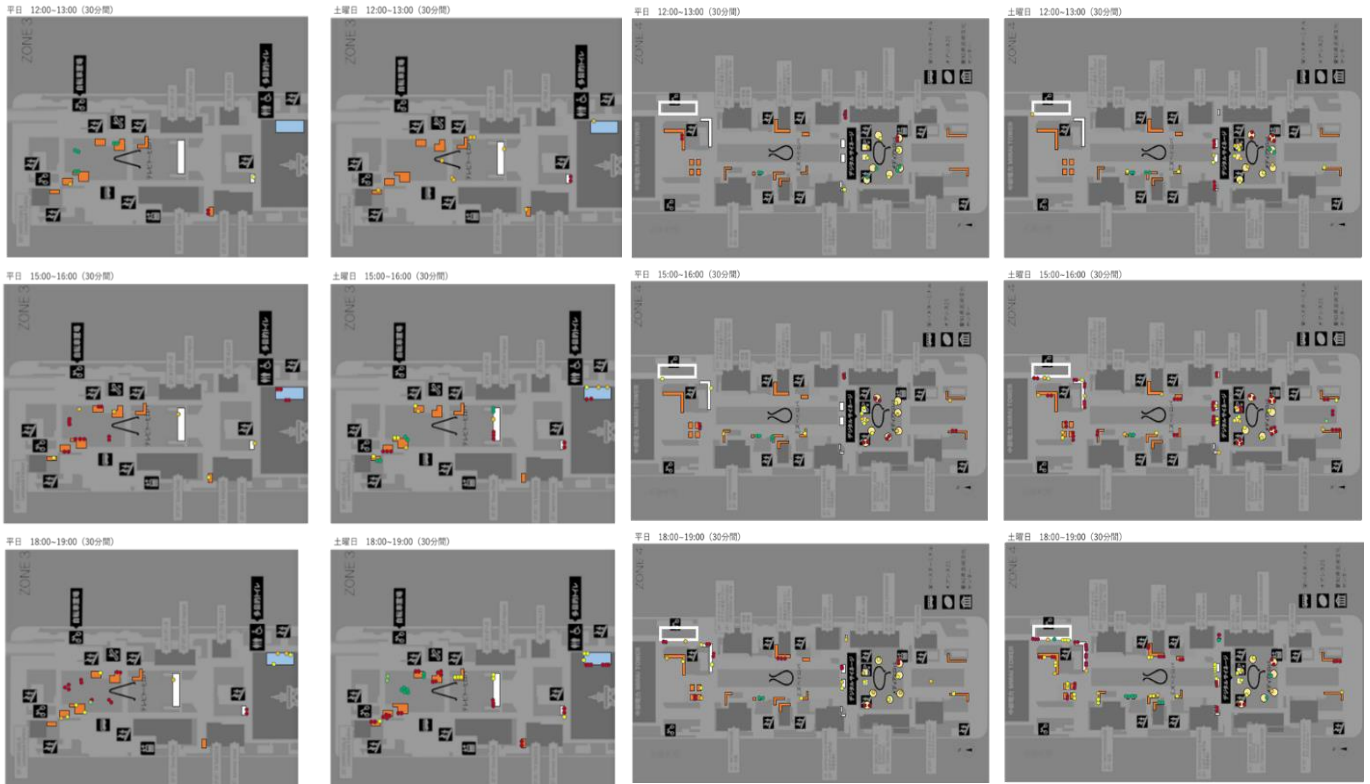


図 5-4 Zone3 人数分布

図 5-5 Zone4 人数分布

図 5-4 より、テレビ塔の足に座る人が多くみられる。よって、目の前にトイレがあることから、トイレ待ちをしている人が多くなっていた。また、土曜日はイベントで芝生が利用できなくなっていたため、芝生の利用者が少なく、ベンチの利用者が多くなっている。

図 5-5 より、階段を下った場所にあるメディアヒロバにはどの時間帯でも机やイスが埋まっており、常に人が多くいた。しかし、電光掲示板を見ている人よりも、スマホを触っている人や食事をしている人、ぼーっとしている人が多かった。また、平日と土曜日ともに夕方になるにつれて、人が多くなっていった。

6. まとめ

各 Zone それぞれ狙いの目的通りの公園の在り方になっている。Zone1 では、芝生を利用して小学生前後の子を対象ににぎわっていた。Zone2 では、そぞろ歩きはあまり感じなかったが、「すわる」行為よりも歩いている人が多かったため、散歩に向いている。Zone3 では、芝生やベンチで長時間滞在している人が多く、話しやすい空間になっている。Zone4 では、飲食店が多くにぎわっており、人が多く行き来してきて栄えている。これからは、さらなる賑わいと魅力が出るように、久屋大通公園の店舗を利用したイトインの利用客を増やし、公園の利用を最大限に活かすことが大切にする必要がある。

参考文献

- 1) [三井不動産 | 日本最大級の Park-PFI 事業「Hisaya-odori Park」2020 年秋誕生 \(mitsuiufudosan.co.jp\)](https://www.mitsuiufudosan.co.jp/corporate/news/2020/0623/)
https://www.mitsuiufudosan.co.jp/corporate/news/2020/0623/ (2021 年 12 月 20 日参照)
- 2) [公園 | ナゴヤ情報分析データシステム【NIADS】 \(nagoya-analytics.com\)](http://nagoya-analytics.com/life02/)
http://nagoya-analytics.com/life02/ (2021 年 12 月 20 日参照)
- 3) [名古屋市:久屋大通公園 \(北エリア・テレビ塔エリア\) の利用について \(暮らしの情報\) \(city.nagoya.jp\)](https://www.city.nagoya.jp/jutakutoshi/page/0000132799.html)
https://www.city.nagoya.jp/jutakutoshi/page/0000132799.html (2021 年 12 月 20 日参照)
- 4) [園内マップ | Hisaya-odori Park \(久屋大通公園\) \(rhp.nagoya\)https://rhp.nagoya/map.html](https://rhp.nagoya/map.html) (2021 年 12 月 20 日参照)

MPM を用いた地盤材料の変形解析

EC17025 清水 幹太

1. 研究背景

近年、巨大地震の危険性、異常気象に伴い、浸透崩壊、斜面崩壊、液状化など地盤の大変形・流動に関わる危険性について年々関心が高まっている。このような背景の下で、地盤の大変形・流動化の様子をシミュレーションし、各対策地点のリスクを定量的に評価することの重要性が指摘されている。

しかし現状としては、地盤の大変形・流動のシミュレーションを可能にする解析手法は未だ明確に確立していない。従来の数値解析法は、大きく分けて格子法と粒子法に分けられる。格子法は実績が多いが、問題点として、大変形解析時にメッシュ形状が破綻する点、メッシュを再分割する場合の計算負荷が大きい点が挙げられる。一方、粒子法は地盤の数値解析においても適用例が報告されており、格子法で挙げたの問題を解決しているという点で、格子法に比べて有利な解析手法と言える。しかし計算効率の悪さや解析精度等の問題点がある。

今回使用する MPM(Material Point Method)の特徴としては、大変形まで含めた数値解析が可能となる点や、既存の格子法の計算技術がそのまま適用できる点、隣接粒子検索に費やす計算負荷が少ない点などが挙げられ、格子法や粒子法に比べて優位な解析手法とされている。¹⁾ 以上の特徴から、実際に MPM を使用した解析を行い、上記で挙げた地盤災害のリスク評価や、地盤の大変形問題に対して有効であるかを示す必要がある。

2. 研究目的

今まで有効とされてきた数値解析手法の長所を併せ持った MPM を取り入れるに当たって、構成則を取り入れた基礎的な地盤材料の変形解析を行い、その変形挙動を確認・比較し、プログラムの有効性と、大変形解析への適用性を確認する。

3. 研究方法

粒子とメッシュにより解析モデルを作成し、それぞれ解析パラメーターを入力し、境界条件を与えて解析を行う。そして出力結果を確認し、理論値・形状の比較により評価していく。

4. MPM について

MPM の概要と定式化について説明する。

4.1 MPM の概要

MPM とは、Lagrange 的手法と Euler 的手法を連成した解析手法であり、Particle in cell (PIC) 法と呼ばれる手法の一種である。PIC 法の中でも代表的な手法が Sulsky により提案された Material Point Method (MPM) である。この手法では連続体を粒子の集合として Lagrange 的にモデル化した上で、粒子群裏に固定した格子群 (バックグラウンドメッシュ) で Euler 的にひずみ増分を計算する。

ここで、バックグラウンドメッシュで Euler 的に計算する部分は FEM と同様であり、地盤のような構成則が複雑なものにも適用性がよく、境界条件も明確に表現することが可能である。また長年蓄積された FEM の解析技術を適用可能であり、地盤の変形解析で長年スタンダードな手法として普及している FEM の延長線上の手法として可能性を大いに有した解析手法である。さらに MPS や SPH などと比べて解析固有のパラメーターを有さないことも大きな利点である。²⁾

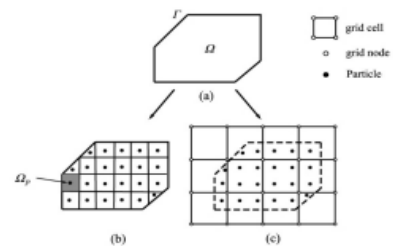


図1 MPM のイメージ図

4.2 MPM の定式化

MPM では連続体を粒子の集合として表し、応力・ひずみ等の物理量を粒子群により輸送する。一定時間刻み Δt 毎にそれらの物理量を粒子群が存在する空間に固定した背面格子 (バックグラウンドメッシュ) の格子点に内挿関数を通じて集約し、運動方程式を解き格子点速度を求める。格子点速度からひずみ増分 $\Delta \epsilon$ を求め、それに伴う格子の変形に従い粒子の位置、物理量を更新する。変形した格子は次ステップの計算に備え粒子を残して元に戻り、それを繰り返すことで計算していく。以下に定式化の代表的な部分を記載する。

式 (1) ～式 (14) にある上添え字 k は計算ステップを表す。
また格子点物理量は上添え字 g 、粒子物理量は下添え字 p で表している。

粒子質量から次式より格子点質量を算出する。 m_g 、 m_p 、 S_p 、 n_p はそれぞれ、格子点質量、粒子質量、粒子位置 における形状関数、格子内にある粒子数、である。

$$m_g^k = \sum_{i=1}^{n_p} m_{p,i} S_{p,i} \quad (1)$$

粒子応力から次式より格子点内力を算出する。 f_g^{int} 、 ρ_p 、 G_p 、 σ_p 、 σ_p^{ini} はそれぞれ、格子点内力、粒子密度、形状関数の導関数、粒子応力、粒子初期応力である。

$$f_g^{int} = - \sum_{i=1}^{n_p} \frac{m_{p,i}^k}{\rho_{p,i}^k} G_{p,i}^T (\sigma_{p,i}^k - \sigma_{p,i}^{ini}) \quad (2)$$

体積力係数 g^k から格子点外力 f_g^{ext} を次式より算出する。

$$f_g^{ext} = m_g^k \cdot g^k \quad (3)$$

式 (1) ～式 (3) から格子点における運動方程式が自由度毎に立てられ、格子点加速度 a_g を式 (4) より算出する。

$$a_g^k = \frac{1}{m_g^k} (f_g^{int,k} + f_g^{ext,k}) \quad (4)$$

粒子の座標を次式により算出する。 x 、 v_g 、 Δt 、 n_g は粒子座標、格子点速度、時間刻み、粒子が所属する格子の頂点数、である。

$$x^{k+1} = x^k + \Delta t \cdot \sum_{i=1}^{n_g} v_{g,i}^k N_{p,i}^k \quad (5)$$

粒子変位 u を式 (6) から算出する。

$$u^{k+1} = u^k + \Delta t \cdot \sum_{i=1}^{n_g} v_{g,i}^k N_{p,i}^k \quad (6)$$

式 (1) ～式 (4) と式 (5)、式 (6) は独立な関係にあるので、どちらを先に計算しても結果に影響はない。

粒子体積、密度を式 (7)、式 (8) から算出する。 $volume$ は体積、 ε_v は体積ひずみである。上添え字の 0 は初期値を表す。

$$volume^{k+1} = volume^0 \cdot (1 + \varepsilon_v^k) \quad (7)$$

$$\rho^{k+1} = \frac{\rho^0}{(1 + \varepsilon_v^k)} \quad (8)$$

粒子加速度 a_p を式 (9) から算出する。

$$a_p^k = \sum_{i=1}^{n_g} a_{g,i}^k N_{p,i}^k \quad (9)$$

粒子速度 v_p を式 (10) から算出する。

$$v_p^{k+1} = v_p^k + \Delta t \cdot a_p^k \quad (10)$$

格子点速度 v_g を式 (11) から算出する。

$$v_g^{k+1} = \sum_{i=1}^{n_p} \frac{N_{p,i} m_{p,i}}{m_g^k} v_p^{k+1} \quad (11)$$

粒子のひずみ ε_p を式 (12a)、式 (12b) から算出する。

$\Delta\varepsilon_p$ は Δt 間の粒子ひずみ増分である。

$$\Delta\varepsilon_g^{k+1} = \frac{\Delta t}{2} \cdot \sum_{i=1}^{n_g} (G_{p,i} v_g^{k+1} + (G_{p,i} v_g^{k+1})^T) \quad (12a)$$

$$\varepsilon_p^{k+1} = \varepsilon_p^k + \Delta\varepsilon_p^{k+1} \quad (12b)$$

粒子の応力 σ_p を式 (13a)、式 (13b) から算出する。 K は素剛性マトリックス、 $\Delta\sigma_p$ は Δt 間の粒子応力増分である。

$$\Delta\sigma_p^{k+1} = K \cdot \Delta\varepsilon_p^{k+1} \quad (13a)$$

$$\sigma_p^{k+1} = \sigma_p^k + \Delta\sigma_p^{k+1} \quad (13b)$$

式 (1) ～式 (13) の一連の手順が解析の 1 ステップに相当する。この間の時間刻みは Δt であり、 t 時間の計算を行う場合は $t/\Delta t$ ステップだけ上記手順を繰り返す。

5. 数値シミュレーション

プログラムが正常に動いているか、そして地盤材料の変形への適用性を確認するため、3 種類の検証を行った。

5.1 重力作用の確認

作成した解析モデルに、重力加速度かけ、それが正常に作用しているかを確認する。

5.1.1 解析条件

図 2 のように空中に地盤モデルを配置し、重力加速度をかけて自由落下させ、底面に接するまでの速度を求めて、理論値と比較する。本解析では、メッシュサイズは 0.10m、粒子数は 200 個、計算時間は 10 秒である。本解析で用いた解析パラメータを表 1 に示す。速度の理論値は式 (14) により決定した。 v は速度、 a は加速度、 t は時間である。

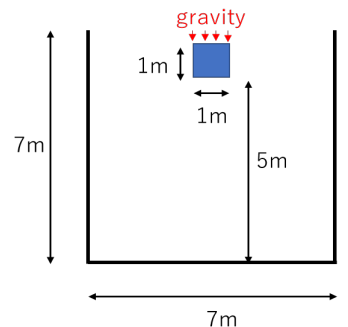


図 2 解析モデル

$$v = at \quad (14)$$

表1 解析パラメーター

地盤材料の密度 ρ (kg/m ³)	1000.0
時間増分 Δt (s)	0.01
重力加速度 g (m/s ²)	9.81

5.1.2 解析結果

図3に時間ごとの速度を出力した結果と理論値との比較を示す。出力した速度が理論値と近い値となり、重力加速度が適切に作用しているのが確認できた。

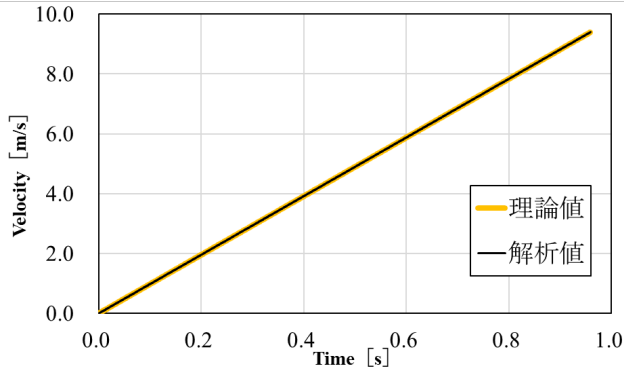


図3 時間と速度の関係

5.2 初期応力の確認

次に重力をかけた時の自重の圧力を確認し、初期応力が適切に出力されているかを確認する。

5.2.1 解析条件

図6のような解析モデルに重力をかけ、モデル上面から0.1mごとの圧力を求める。表2は解析に用いたパラメーターを示している。本解析では、メッシュサイズは0.10m、粒子数は200個、計算時間は10秒である。図5に解析モデルを示す。圧力の理論値は式(15)により決定した。 p は圧力、 ρ は密度、 g は重力加速度、 h は深度である。

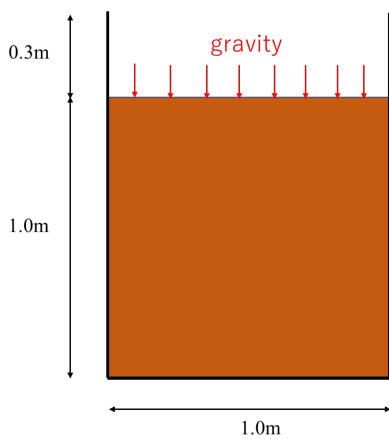


図4 解析モデル
 $p = \rho gh$ (15)

表2 解析パラメーター

地盤材料の密度 ρ (kg/m ³)	1000.0
時間増分 Δt (s)	0.001
重力加速度 g (m/s ²)	9.81

5.2.2 解析結果

図5に深度ごとの圧力を出力した結果と理論値との

比較を示す。出力した圧力が理論値に近い値となり、初期応力が適切に出力されているのが確認できた。

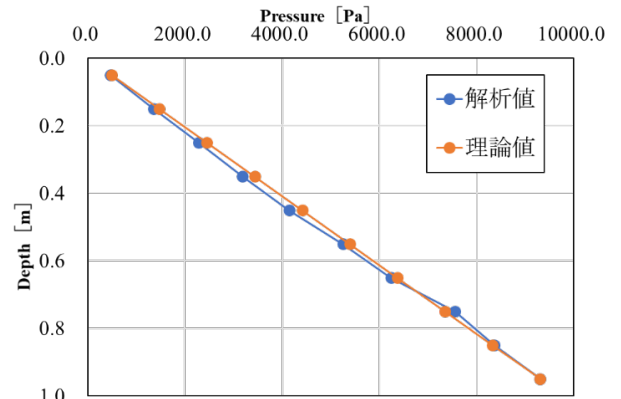


図5 深度と圧力の関係

5.3 砂塊の形状解析

Moriguchi³⁾の研究を参考に、地盤材料の流動を模擬した数値シミュレーションを行った。地盤を構成する材料は粒状材料、粘性材料の2種類である。地盤材料に重力のみを与えて変形させ、地盤材料の違いによる変形挙動の違いについて検討する。

5.3.1 解析条件

図6、図7は本解析で用いた2次元と3次元の解析モデルである。メッシュサイズ ($\Delta x = \Delta y$) は0.010mである。本解析に用いた解析パラメーターを表1に示す。表2に示すように粘着力と内部摩擦角を変化させて5ケースの解析を行った。Case1 および Case2 は粒状材料であり、Case3 から Case5 は粘性材料である。解析時間は5秒で、構成則はDrucker-Pragerモデルを使用している。

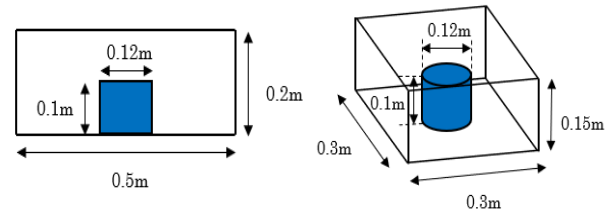


図6 2次元解析モデル

図7 3次元解析モデル

表3 解析パラメーター

地盤材料の密度 ρ (kg/m ³)	1000.0
時間増分 Δt (s)	0.001
重力加速度 g (m/s ²)	9.81

表4 解析ケース

case	1	2	3	4
内部摩擦角 ϕ (deg)	30.0	45.0	0.0	0.0
粘着力 c (Pa)	0.0	0.0	300.0	800.0

5.3.2 解析結果と考察

まず、図8では2次元でのcase1の内部摩擦角のみを与えたモデルと、case3の粘着力のみを与えたモデルの時間ごとの変形形状を示す。図のようにcase1とcase3では、変形の

仕方に違いがあることが確認できた。

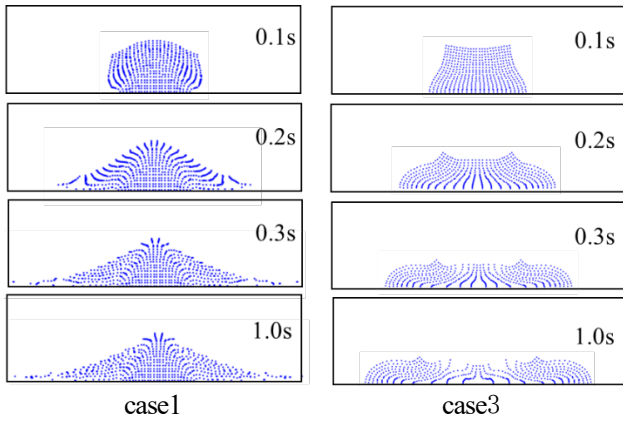


図8 粒状材料と粘性材料の変形形状比較

次に、2次元での内部摩擦角のみを与えた case1 と case2 の時間ごとの変形形状を比較する。図9を見ると、この2ケースでは変形の仕方は似ているのが分かる。しかし、変形後を見ると表面の角度に違いが出ており、内部摩擦角の数値を上げると壊れにくくなっているのが確認できる。

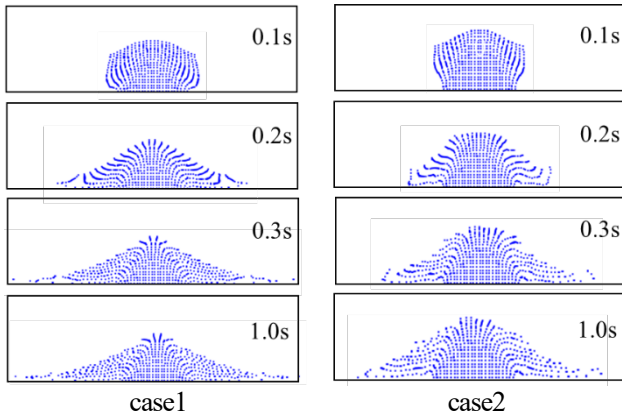


図9 粒状材料同士の形状変化比較

次に、2次元での粘着力のみを与えた case3 と case4 の時間ごとの変形形状を比較する。図10を見ると、この2ケースでは、図9とは異なり、変形の仕方に違いが出た。そして、粘着力を上げることによってモデルが壊れにくくなっていることが確認できる。

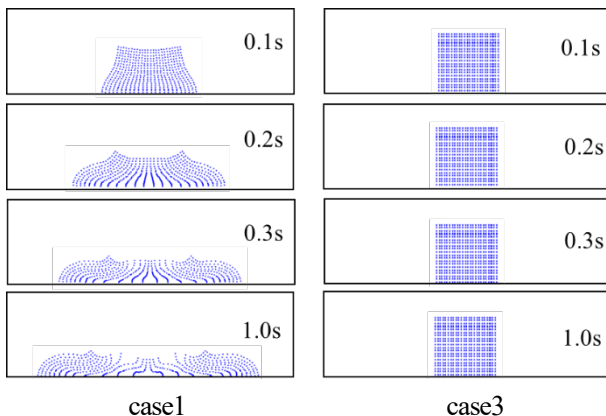


図10 粘性材料同士の变形形状比較

次に、全4ケースの最終形状を比較する。図11を見ると、粒状材料と粘性材料では変形の仕方は違うが、それぞれの数値を高くすることで壊れにくくなることが分かった。

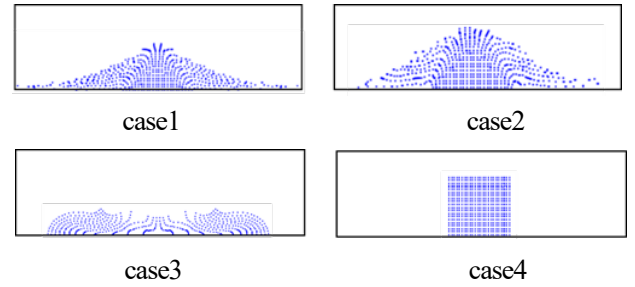


図11 全ケースの最終変形形状比較

最後に、3次元での全4ケースの最終形状を確認する。図12を見ると、図11の2次元モデルと同様に、3次元でも各ケースにおいて、形状の違いが見られる。そして、図13と比較しても、それぞれ似た形状変化をしていることから、3次元でも同じように表現できることが分かった。

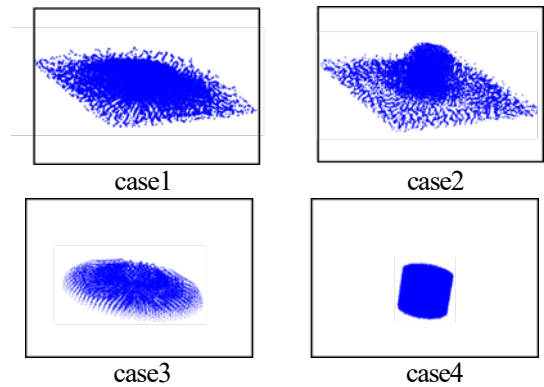


図12 3次元の全ケース最終変形形状比較

6. まとめと今後の展望

今回行った解析では、MPMのプログラムが正常に作用していること、そして構成式を用いた地盤材料の大変形に対するの適用性を持つ可能性を示すことができた。

今後は、実験の再現解析、地震外力の載荷解析などを行い、MPMの適用範囲を増やしていく必要がある。

謝辞

余川先生と研究室の仲間には感謝の気持ちでいっぱいです。本当にありがとうございました。

【参考文献】

- 1) 桐山貴俊, Material Point Method を用いた地盤材料の大変形解析, 清水建設研究報告, 第92号, 平成27年.
- 2) 阿部慶太, 篠田昌弘: Material Point Method を用いた地盤の変形・流動解析, 地盤工学会誌, No.59-3, 2010年.
- 3) Shuji Moriguchi CIP-based numerical analysis for large deformation of geomaterial, Gifu University, Japan, 2011

LIQCA による盛土直下の液状化解析と対策

EC18009 大野 祥平

1. 研究背景

地震による影響により、河川堤防や道路盛土直下の地盤が液状化する事による盛土構造物の被害が確認されている。液状化とは、地盤内にある密ではない土粒子が地震等の外的要因により発生する現象である。実際に、平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震で被害が報告されている。地震動等の外力を受ける前の安定した砂質土や砂地盤で砂の粒子同士のせん断応力による摩擦により地盤が安定を保たれている。このような地盤で、地下水位の高い場所もしくは地下水位が何かの要因で上昇した場所で、地震や建設工事などの連続した振動が加わると、その繰り返しせん断によって体積が減少し、間隙水圧が増加し、その結果、有効応力が減少する。これに伴い有効応力が減少して、これが 0 になったとき液状化現象が起きる(図 1)。このとき地盤は急激に耐力を失う。これにより、土より重たい構造物は沈み、土より軽い構造物は浮き上がるという被害が生じる。この被害は、地平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震で報告されている。被害事例として、茨城県那珂市の那珂 I.C. 周辺の高速道路盛土(写真 1)や、宮城県遠田郡美里町南小牛田を通る国道 108 号(写真 2)にて盛土直下部の地盤の液状化が報告されている被害のメカニズムとして地震による盛土直下の地盤にて液状化が発生する(図 2)。液状化により盛土部分を支えられなくなり沈下する。これにより、盛土上部の道路が破壊され通行出来なくなる。しかし、道路盛土は緊急輸送路として利用される可能性があり、液状化による被害で通行出来なくなると人命にも関わる。その為本研究では、盛土直下の液状化解析と対策を検討する。

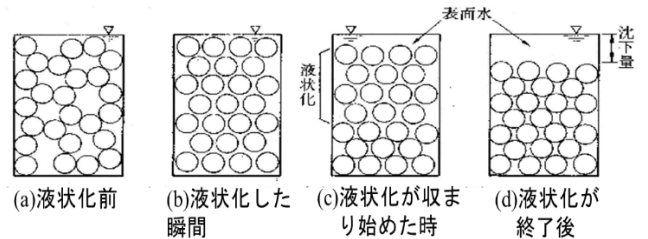


図 1 液状化のメカニズム



写真 1 那珂 I.C. 周辺の高速道路盛土



写真 2 国道 108 号

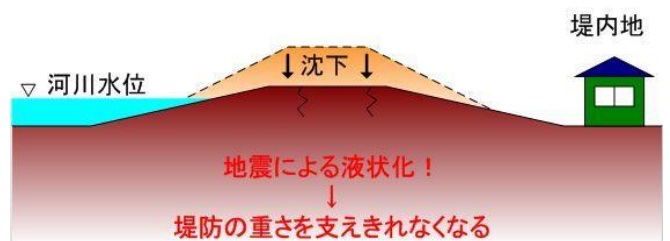


図 2 被害メカニズム

2. 研究目的

本研究の目的として、道路盛土が地震等の外的要因による液状化被害を減らすことにある。その為、解

析ソフトの LIQCA2D を使い、被害の低減を目的とした SECURE-G 工法が 5m 以上の場合でも有効なのか、液状化時の条件が変わればどのような変化があるのか、またそのときにこの対策は有効なのかを検証する。

3. 研究方法

本研究では、2次元有効応力解析プログラム LIQCA2D(以下、LIQCA2D と呼称)を使用する。LIQCA2D の解析は、解析結果を二次元のモデル化を行い効果の検証を行なう。LIQCA2D の概要として、土の有効応力に基づき、土の相と水の相に関する力の釣り合いを考慮して定式化されている有限要素法プログラムである。また特長として、有効応力解析が可能であり、土と水の相互作用を解析可能である。そして、動的解析が可能であり、慣性が働くものを対象とした解析が可能(今回は地震動を対象とした)である。解析の手順として、自重のみが働いている時の初期応力解析を行ない、盛土を地盤上に乗せた時の地盤の応力を求める。このとき、盛土直下部に液状化対策ありと、なしの2つの解析を行なう必要がある。次に地震動を入力し、初期応力解析で得た応力を用いた動的解析を行う。

4. 解析条件

解析を行なう上で、初期データと解析条件から必要なデータを入力する必要がある。その為、以下の条件にて解析を実行し、どのようなモデルを想定したかを載せる。また検討ケースとして、液状化対策ありとなしの2種類と盛り土高さを 2m, 6m, 10m の3種類、液状化強度を 50%, 70% の2種類の合計 36 ケースで検証する。

表 1 静的解析パラメータ

表 2 動的解析パラメータ

パラメータ名		液状化層 Dr=50%	液状化層 Dr=70%
		東北粒砂7号 繰返し弾塑性 Okaモデル	東北粒砂7号 繰返し弾塑性 Okaモデル
モデル化			
透水係数	$k(m/sec)$	1.30E-04	1.30E-04
初期間隙比	e_0	0.870	0.786
圧縮係数	λ	0.025	0.025
膨潤係数	κ	0.0100	0.0100
無次元初期せん断係数比	G_0/σ'_v	93.75	190.5
過圧密比	OCR	1.2	1.2
変相応力比	M^*_n	0.692	0.692
破壊応力比	M^*_f	1.329	1.329
硬化パラメータ	B_0	330	350
硬化パラメータ	B_1	33	33
硬化パラメータ	C_f	-	-
異方性消失のパラメータ	C_d	2000	2000
規準ひずみ (塑性剛性)	γ^{ps}_v	0.050	0.050
規準ひずみ (弾性剛性)	γ^{es}_v	0.100	0.100
ダレリソク係数	D_0	3.50	3.00
ダレリソク係数	n	3.5	3.8

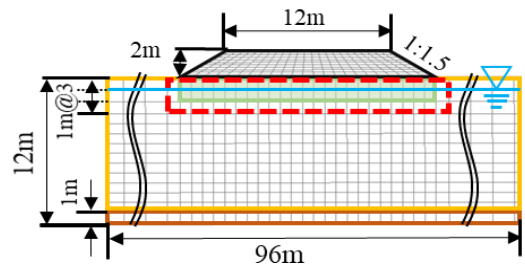


図 3 高さ 2m のモデル

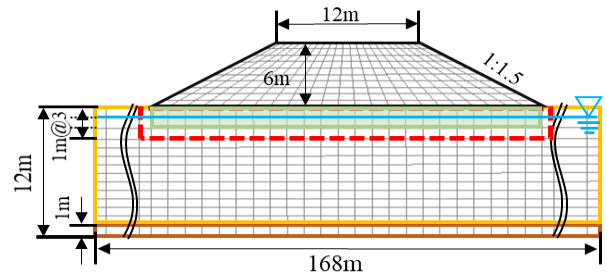


図 4 高さ 6m のモデル

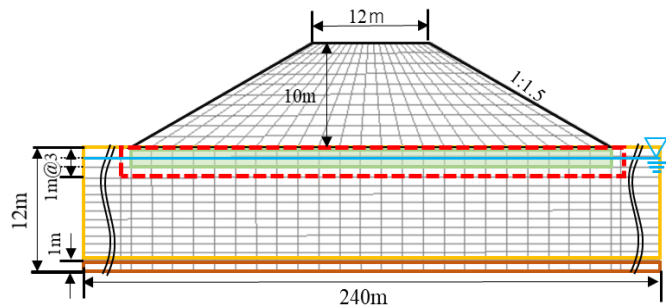


図 5 高さ 10m のモデル

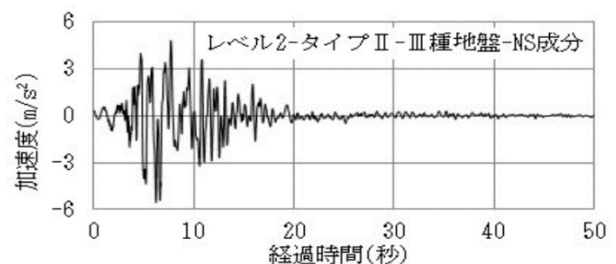


図 6 入力地震動

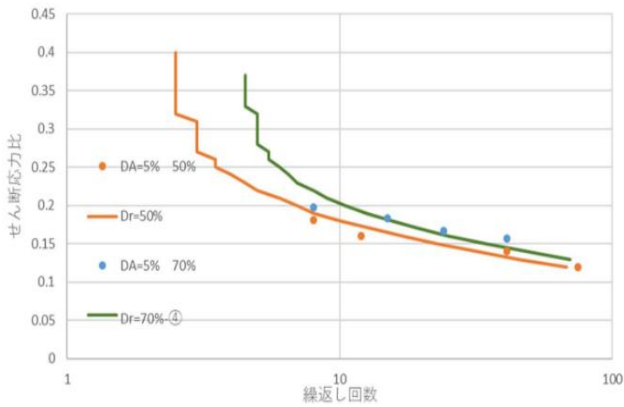


図7 液状化強度曲線

5. 解析結果

図 5.1 と図 5.2 の結果は、相対密度 50%、液状化層 2m、盛土高さ 10m で図 5.1 が対策あり、図 5.2 が対策なしの結果である(図中の数値は盛土天端中央部の沈下量であり図下のバーは液状化の指数を表す)。検討ケースが多いため、結果の比較しやすい2種類を選定した。盛土ストレッチングと盛土高さの比較結果を図 10 から図 13 に示す。図 10 は相対密度 50%で対策なし、図 11 は相対密度 50%で対策あり、図 12 は相対密度 70%で対策なし、図 13 は相対密度 70%で対策ありをまとめたものである。また、盛土圧縮量と盛土高さの比較結果を図 3.49 から図 3.52 に示す。図 14 は相対密度 50%で対策なし、図 3.46 は相対密度 50%で対策あり、図 3.47 は相対密度 70%で対策なし、図 3.48 は相対密度 70%で対策ありをまとめたものである。この2ケースを比較して、対策なしでは、盛土直下の地盤が赤く表記され液状化が発生しており液状化を抑制出来ていない。しかし対策ありでは、盛土直下の地盤は青く表記され液状化していない液状化を抑制することが出来た。また盛土天端中央部の沈下量は、対策ありの方が液状化を抑制したことにより沈下を抑制する事が出来た。この結果は、他の 34 ケースでも同様の傾向となった。しかし、盛土の高さが高いほど、沈下量が大きくなる。これは、対策を行なうことで沈下量は抑制出来る。盛土ストレッチングと盛土高さでは、図 10 から図 13 より盛土の高さが高いほどストレッチング量が大きくなるが、対策を行うことでストレッチング量を抑制できる。そして、盛土圧縮量と盛土高さの比較結果からは、圧縮ひずみも抑制できている。よって、盛土高さ、液状化層の高さ、液状化強度が変化してもこの対策は有効であると考えられる。

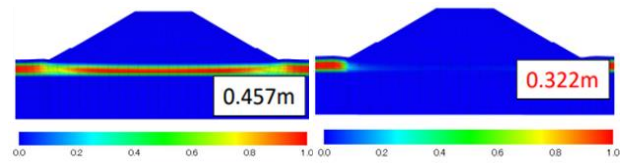


図8 対策なし

図9 対策あり

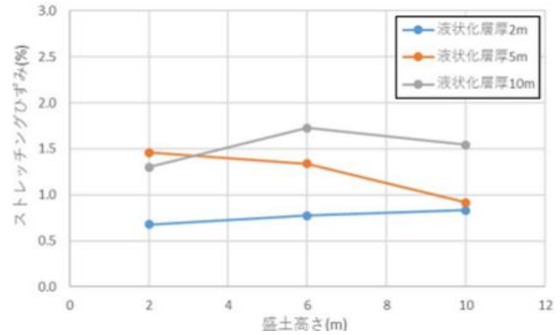


図10 盛土ストレッチングと盛土高さ

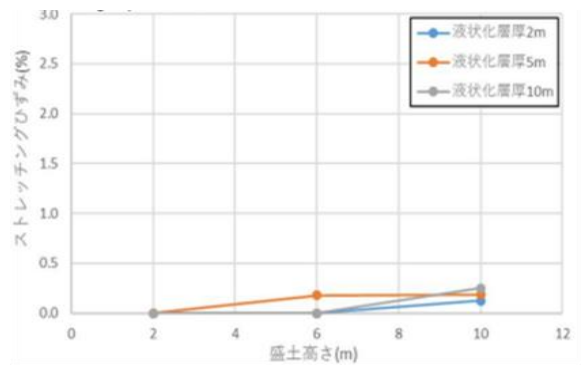


図11 盛土ストレッチングと盛土高さ

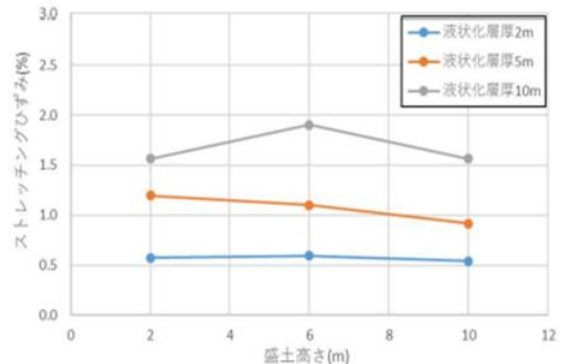


図12 盛土ストレッチングと盛土高さ

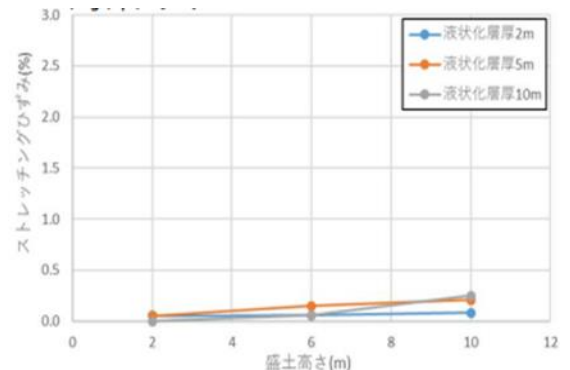


図13 盛土ストレッチングと盛土高さ

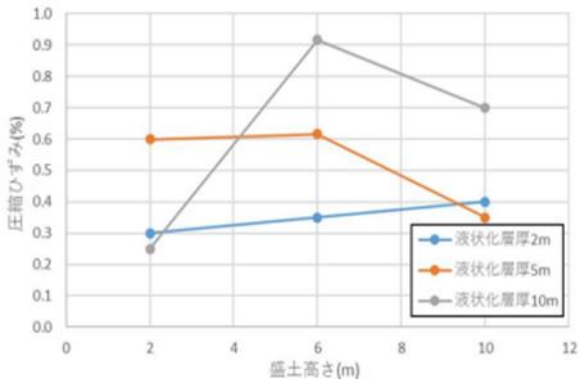


図 14 盛土圧縮量と盛土高さ

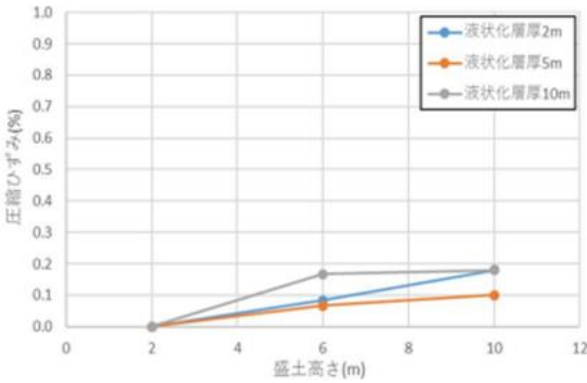


図 15 盛土圧縮量と盛土高さ

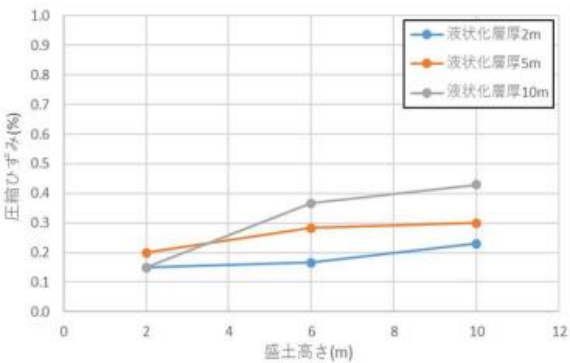


図 16 盛土圧縮量と盛土高さ

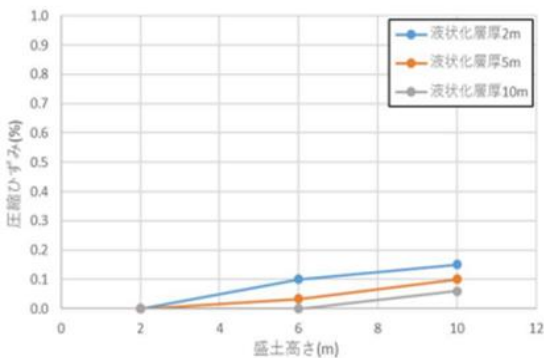


図 17 盛土圧縮量と盛土高さ

6. まとめ

本研究から以下の知見を得た。

- ・盛土高さが高いほど、沈下量が大きくなることが、対策を行うことで沈下量を抑制出来る事が分かった。

- ・液状化層の高さが変化しても、対策による効果は得られる事が分かった。

- ・液状化強度の相対密度が変化しても効果は得られる事が分かった。

以上のことから、本研究で目的としたジオシンセティックスを利用した SECURE-G 工法が 5m 以上の場合でも有効であると考えられる。

7. 今後の展望

本研究では解析手法による SECURE-G 工法が 5m 以上の場合でも有効かを検証した。そのため、実際の挙動などが不明である。効果の検証をさらに進める為に遠心実験による検証を行うことが良いのではないかと考える。また解析では、盛土の拘束圧依存性の有無が本研究では触れることができなかった。そのため、今後は盛土の拘束圧依存性の有無について解析することにより研究目的が更に明確に検証出来るようになる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、余川講師には様々な助言、ご意見を頂きました。ありがとうございました。また杉井教授には、中間発表にて私に足りない知識や結果についてご指導頂きました。ありがとうございました。

【参考文献】

- 1.1) 秦 吉弥, 一井 康二, 常田 賢一, 野津 厚, 横田 聖哉, 金田 和男: サイト特性置換手法に基づく 2011 年東北地方太平洋沖地震とその最大余震における盛土被災地点での地震動の推定, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol. 68, No. 4(地震工学論文集第 31-b 巻), I-315-I-330, 2012.
- 1.2) 福島 宏文, 佐藤 厚子, 林 宏親, 橋本 聖, 梶取 真一: 盛土の被害, 寒地土木研究所月報
- 1.3) 一般社団法人 LIQCA 液状化地盤研究所: LIQCA2D21(2021 年公開版)資料, 一般社団法人 LIQCA 液状化地盤研究所.2021
- 1.4) 安部哲生ら: 土と高強度帯状ジオシンセティックスとの複合体の強度発現機構についての基礎的検討, ジオシンセティックス 論文集第 17 巻, 2002, 12
- 1.5) 吉見 吉昭: 砂地盤の液状化第 2 章液状化のメカニズム, pp.5-18, 技報堂出版, 1991.

地盤改良における気泡混入したセメント改良材の強度に関する研究

EC18013 刑部俊輔

1. はじめに

地盤安定処理工法は、比較的地表近くの改良が主体であり、中間的な位置に支持層がある場合や液状化が起きやすいような砂地盤が厚い場合に採用される工法である。一方、近年では、より深い位置の改良を可能とすることができる中層改良工法が開発されるようになった。基本的には、砂と改良材と水を配合し、スラリー状にした材料を原位置土と混合することで改良地盤を構築することが多い。しかし、砂地盤を対象とする施工では、砂特有の透水性の高さから、スラリー状にした材料より水分が逸水してしまうことで流動性が低下する。流動性が低下すると機械に高い負荷(摩擦力)が生じ、機械攪拌できないといった施工性に関わる問題が生じる。これらを解決するための方法として、シールド工法技術で用いられる気泡シールド工法¹⁾がある。気泡を注入することで、掘削土の流動性や止水性を向上させるとともに、チャンバ内での掘削土の付着(機械への負荷)が低減できるため、施工性を確保できることが分かっている。これら気泡を用いるような工法は、幅広い土質に適応することが求められるため、気泡材の濃度や気泡注入量が高くなる傾向にある。このとき、ほぼ元の土砂の性状へ戻す必要がある場合、特殊気泡材を散布する後処理が必要となる²⁾。本研究で対象とする工法³⁾は、中層混合を主体とするため、砂地盤でも砂のみの単一層が主となることが多い。桑原³⁾は、地盤改良を行うにあたり、改良深度に適した機械抵抗を求めることで、施工性の向上だけに必要な最低限の気泡量を提案している。そこで本研究では、鹿島硅砂7号 ($\rho_s=2.646\text{g/cm}^3, D_{60}=0.2\text{mm}, D_{30}=0.15\text{mm}$) を母材料として、気泡の有無および改良材(高炉セメントB種)量などの地盤材料の条件を変えた供試体を作成し、一軸圧縮試験を実施することで、地盤強度の変化を把握する事や、強度と施工性を両立できるような配合条件の最適解を見つけることを目的とした。図1に研究のイメージを示す。

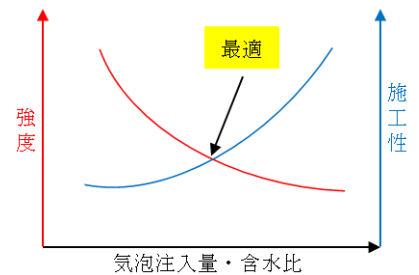


図1 研究のイメージ図

2. 実験方法

本研究では、気泡による地盤強度の変化を把握する事や、強度と施工性を両立できるような配合条件の最適解を見つけることを目的とするために気泡注入量や含水比を変えた配合で一軸圧縮試験を行う。まず、土質特性を把握するための、土粒子の密度試験、土の粒度試験および土の透水試験を行う。その後、配合条件の決定を行い、施工性の評価を行うためにベーンせん断試験およびテーブルフロー試験を行った。その後、供試体を作成する。供試体作成手順は、まず鹿島硅砂7号を3分間空練りしたのち、セメントと気泡を混入したセメントミルクと5分間混ぜ合わせる。その後、室内温度20°C、湿度70%で供試体を養生した。養生後、強度を評価するために一軸圧縮試験を行った。図2の工程で行う。なお、供試体作成時に共通の条件である固化剤添加量は 100kg/m^3 、水セメント比は70%、N数は3である。

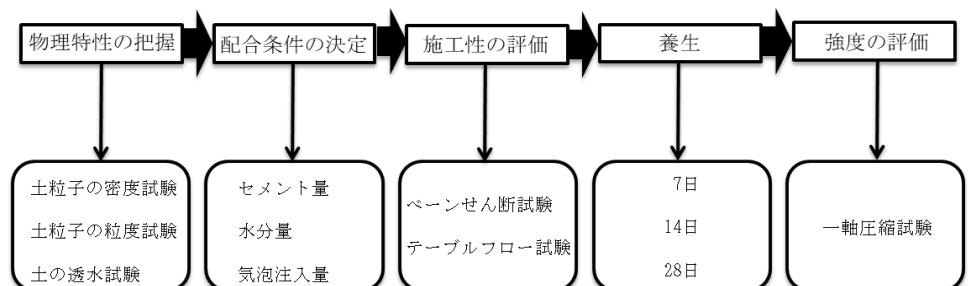


図2 本研究実験手順

3. 新しいタッピング方法の提案

桑原ら³⁾は、供試体を作成する際に紙モールド(内径：直径 5cm 高さ 10cm)を使用し、モールドを手を持ち改良土を 3 層 15 回でタッピング試験を行ったが、手にモールドを持ちタッピングを行うことで人為的誤差が生まれることが分かった。そのため、本研究では、タッピングを行う際に手に持つのではなく、テーブルフロー試験機を使用することでタッピングによるモールドに加えらるエネルギーを均一にする。この方法を用いれば、誰が試験を行っても、密度のばらつきを少なくすることが出来るようになると思われる。図 3 に鹿島硅砂 7 号，含水比 15%，固化剤添加量 100kg/m³，水セメント比 70%，気泡を入れた条件で，手およびテーブルフロー試験機を使用し，それぞれ 3 層 15 回タッピングを行った，密度結果の一例を示す。図 3 に示す通り，供試体作成手法により，密度のばらつきが小さくなる事が分かる。

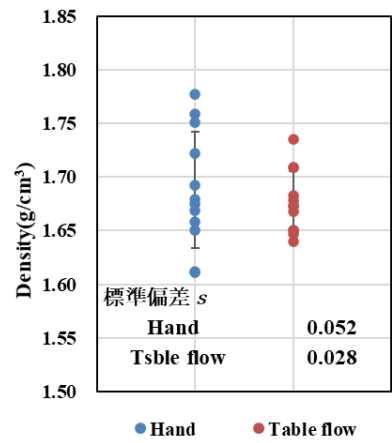


図 3 タッピング方法変更による密度変化



写真 1 供試体作成の様子

本節では、供試体作成時のタッピング方法にテーブルフロー試験機を用いて、気泡の有無と含水比 15%およびタッピング回数を 5 回, 10 回, 15 回, 20 回, 30 回, 35 回に変更しながら供試体を作成し，タッピング回数による密度変化および強度変化について把握した。写真 1 に供試体作成の様子を示す。

図 4 にタッピング回数と密度の関係，図 5 にタッピング回数と強度の関係を図 6 に密度と強度の関係を示す。図 4 より，タッピング回数 5 回以外，気泡なしが全体的に高い密度の傾向にある。気泡の有無を問わず，タッピング回数 15 回までは供試体密度が増加する傾向にあり，20 回以降は供試体密度の増加は見られない傾向にある。また，気泡ありでは密度のばらつきがなくなる。気泡なしでは，タッピング回数の増加するほど，供試体密度が高くなる傾向にある。気泡を混ぜることで流動性が上がり密度のばらつきがなくなる一方で，タッピングによる体積変化を妨げる原因になっていると考えられる。

図 5 より，気泡ありはタッピング数と強度に有意な関係がみられなかった一方で，気泡なしでは，タッピング回数を増やすと強度が右肩上がりになる傾向が得られた。図 6 より，気泡ありでは，密度は低いが高い強度が得られた。気泡なしでは，全体的に密度が高いほど強度が高くなる傾向にあり，密度と強度に相関がある結果が得られた。気泡なしでは，供試体内で強度の高い箇所と弱い箇所が混在している可能性があり，気泡ありでは，粒子間で気泡が残存していることから均等に弱く締め固まることで，気泡ありなし同じ密度であっても気泡ありの方が，強度が高くなると考えられる。そのため，気泡を添加しない供試体内の密度の低い箇所と高い箇所が混在している場合を想定し，数値解析を用いて強度変化を把握した。

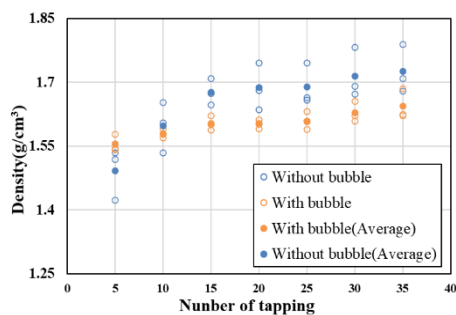


図 4 タッピング回数と密度の関係

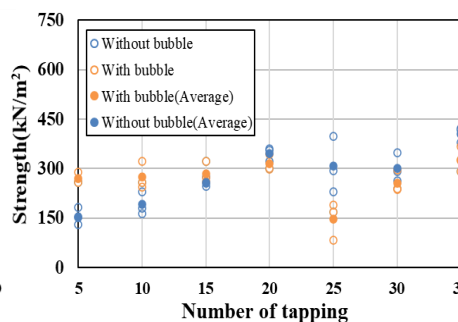


図 5 タッピング回数と強度の関係
(養生日数 14 日)

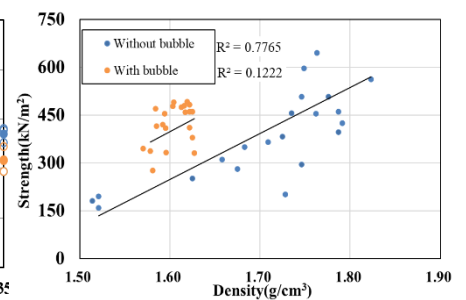


図 6 密度と強度の関係
(養生日数 28 日)

4. 数値解析

本研究で使用する解析ソフトは、マイダスアイティージャパン製の地盤汎用ソフト GTS-NX である。前節の結果から、気泡なし供試体内で強度の高い箇所と弱い箇所が混在している可能性があるため、供試体全体の密度を前節の試験結果の平均値である 1.672g/cm^3 で固定し、表 1 で供試体各部の密度が異なっている箇所に割り当てる材料データを算出した。表 1 で算出した材料データを図 7 の検討するケースに割り当て、数値解析を用いて強度にどのような変化があるのか把握した。結果を図 8 「応力～ひずみ」関係比較に示す。

図 8 よりケース 1 のピーク強度は 354.50kN/m^2 となり、全ケースの中で一番高い強度が得られた。ケース 2～ケース 5 では、供試体内の密度のばらつきが大きいケースになるにつれ強度が低くなる傾向が得られた。平均して同じ密度の供試体でも、供試体内に密度のばらつきがあれば強度が低くなる。つまり、供試体内の密度が低い箇所が応力を負担し、ひずむため、密度が低い箇所の強度が供試体全体の強度として得られていることが分かった。そのため、気泡を添加することによるメリットは、前節の結果から、施工現場における機械と改良土を攪拌する際に生じる摩擦力の低減のみならず改良後の地盤内の密度を一定にするといった働きがあることが分かった。

5. 気泡と施工性について

ここでは、気泡添加による流動性向上性能について確認し実施工への適用性について検討した。条件としてテーブルフロー値(以下 TF 値)に対し、含水比を 5%～15%、気泡注入量 10%～30%に変更することで気泡の有無と施工性の関係を評価する。含水比と TF 値の関係を図 9 に、気泡注入量と TF 値の関係を図 10 に示す。図 9 より、気泡の有無にかかわらず、含水比が増えるにつれて流動性が上がる傾向がみられる。しかし気泡を注入することで大幅に流動性が改善される。一方、含水比 5%では、気泡の有無による流動性の違いがみられないことから、低含水比の場合、気泡の効果が発揮できない可能性がある。

図 10 より、含水比 5%、10%同様に気泡注入量を増やすことで流動性が上がる傾向が得られた。

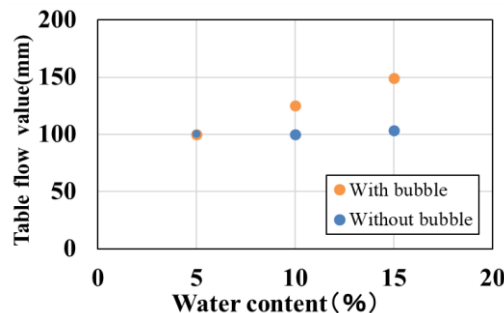


図 9 含水比と TF 値の関係

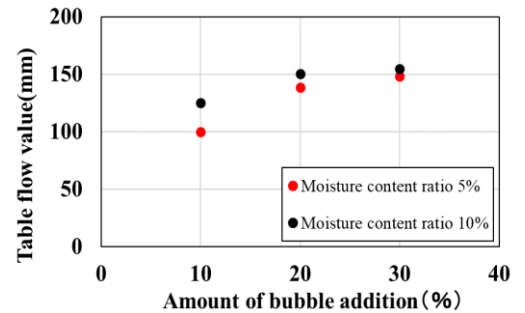


図 10 気泡注入量と TF 値の関係

表 1 材料パラメータ

	弾性係数 (kN/m ²)	ポアソン比 (-)	湿潤密度 (g/cm ³)	粘着力 (kN/m ²)	内部摩擦角 (deg)
材料1	45,875.280	0.3	1.521	79.694	0
材料2	56,785.921	0.3	1.597	130.013	0
材料3	67,696.562	0.3	1.672	180.332	0
材料4	78,607.204	0.3	1.748	230.651	0
材料5	89,517.845	0.3	1.823	280.969	0

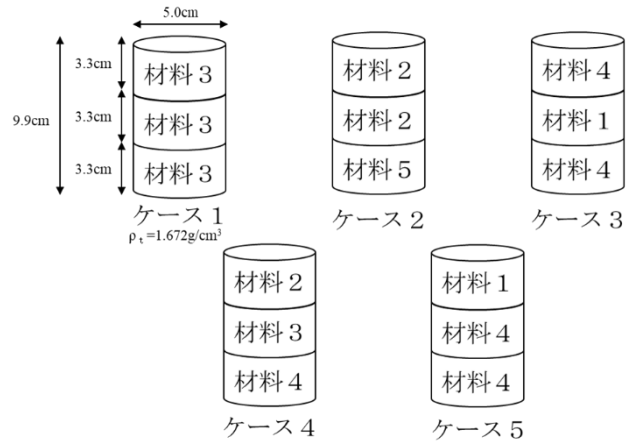


図 7 検討ケース

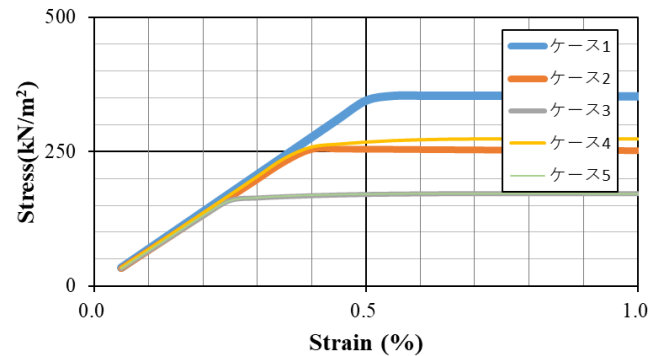


図 8 「応力～ひずみ」関係比較

6. 気泡と強度の関係について

気泡添加による強度発現効果について確認し、実施工への適用性について検討する。条件として、強度に対し含水比5%~15%、気泡注入量10%~30%に変更することで気泡と強度の関係を評価する。含水比と強度の関係を図11に、気泡注入量と強度の関係を図12示す。

図11より、気泡ありでは含水比5%で最も高い強度が得られ、含水比を増やすごとに強度が下がっていく傾向が得られた。気泡なしでは含水比10%で最も高い強度が得られた。図12より、含水比5%では気泡注入量20%で一番強度の高い結果が得られ、含水比10%では気泡注入量を増やすにつれて強度が右肩下がりになる傾向が得られた。一般的に含水比が高いほど、空隙が大きいほど、強度は小さくなると考えられるが、含水比5%の場合、気泡注入量を20%で配合する場合に、最も高い強度が得られるという結果になった。その原因を明らかにするために、気泡注入量10%、含水比15%、気泡の有無を供試体の作成条件にして、密度(湿潤密度)と強度の関係を整理した。密度と強度の関係を図13に示す。

図13より、気泡ありの方が低密度であっても気泡なしより強度が高い傾向が得られた。この結果は供試体の作成方法によると考えられる。写真2に試験実施前の供試体状況を示す。気泡なしでは、密度が高いにもかかわらず、大きな空隙目立ち、供試体内で密度の高い箇所と低い箇所が混在しているように見える。一方、気泡ありの供試体では、密度は低いものの大きな空隙が確認できない。気泡なしでは、荷重を載荷した際、供試体内の低密度箇所にひずみが集中して十分な強度が得られなかったと推察される。気泡ありでは粒子間で気泡が残存している、かつ、流動性の高いことから均等に弱く締め固まることで低密度であっても、高い強度が得られたと考えられる。つまり、強度を高くするには地盤内の密度を均一にするために、ある程度の流動性が必要ということが分かった。

7. おわりに

本研究では、気泡の有無および改良材量などの地盤材料の条件を変えた供試体を作成し、一軸圧縮試験を実施した。その結果、気泡を添加することにより、流動性の向上と改良後の地盤内を均一な密度で作成できるメリットを確認することができた。本研究で用いた材料および条件では、含水比5%時に、気泡注入量20%とすることで、施工に必要な流動性および高い強度が得られた。一方、含水比10%時に気泡注入量を10%にした場合、TF値と強度が確保できた。これらの結果は、特定条件下での結果であり、一般性をもっていないことから、さらなる考察を行い、様々な地盤に対して適用可能な気泡の添加量等を検討していく予定である。

参考文献

- 1) シールド工法技術協会：<http://shield-method.gr.jp/> (2021.12.17 参照)
- 2) 木村ら：シールド工事用の高発泡性気泡材の開発，大林組技術研究所報, No.80, pp1-6, 2016.
- 3) 桑原ら：気泡混入したセメント改良の施工向上メカニズムと改良強度に関する実験的研究,第56回地盤工学会研究発表会, No.13-3-2-06, 2021.

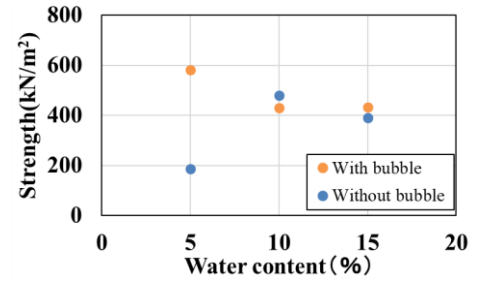


図11 含水比と強度の関係

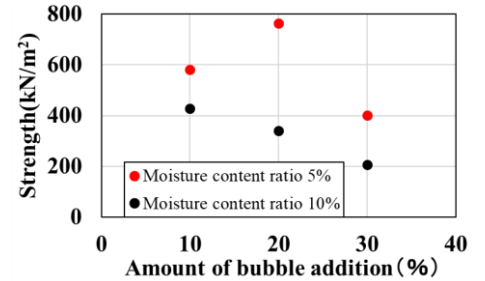


図12 気泡注入量と強度の関係

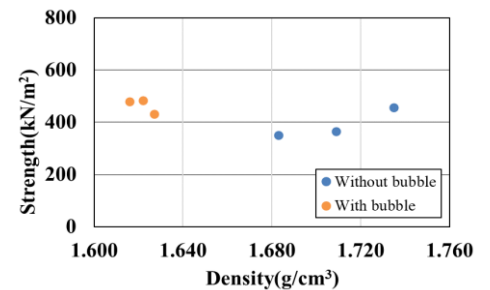


図13 密度と強度の関係



写真2 供試体

マイクロ波を用いた焼結体強度に関する研究

EC18019 加藤 大喜

1. 研究背景

近年では石炭火力発電所による発電で石炭灰や二酸化炭素の排出量が問題視されている。そのため、効率的に石炭からエネルギーに変換する研究によりその後に出る石炭灰の発生量や二酸化炭素の排出量が大幅に減少しているが、発生量はまだまだ多く再利用されずに最終処分されてしまうのが現状である。また石炭灰は人体に悪影響を及ぼす有害物質がある特定有害産業廃棄物に分類されるため、安定化処理を行った上で処分する必要がある。今までの処理方法では安定化処理は出来ていたが、その後に環境面や廃棄容量が増大してしまうなどの問題点があった。そのため、これらの問題を解決することや二酸化炭素の処理方法を考えることで処分と環境面の両立が可能になる。

2. 研究目的

本研究ではマイクロ波装置を用いて石炭火力発電所などから発生する石炭灰と二酸化炭素を吸着させ粉末状からマイクロ波加熱により焼結体にし、安定化処理を施す。そして二酸化炭素の吸着状態と運搬時や廃棄時に壊れることがないようにどのような条件だと強度が強くなるかを調べることを目的とする。石炭灰を安定化処理するために、従来の方法ではなかったマイクロ波を用いることで、環境面や廃棄容量、工場などから排出される二酸化炭素の排出量を少なくすることが期待できる。

3. 研究方法

石炭火力発電から出る灰などをマイクロ波加熱装置により CO₂ を流しながら様々な加熱条件で加熱し焼結させる。その後、各加熱条件で固体化させた焼結体の高さ、直径を計り、載荷試験により焼結体の強度、ひずみ及び応力を求める。そして供試体の強度が高くなる条件を調べる。

4. 各試料の概要

新小野田灰、水島灰、炭酸カルシウム(CaCO₃)、食塩(NaCl)の試料を使用して実験を行う。新小野田灰と水島灰の成分は成分分析によって図-1~2 の様な結果になった。

試料の質量比率を 4:1:1:1 になるように各試料を計り(誤差±0.0009g 以内)、それらをよく混ぜた後に、1.5g(誤差±0.0009g 以内)試料を取り出し、Hmax、Emax のマイクロ波で照射加熱することで供試体を作成する。

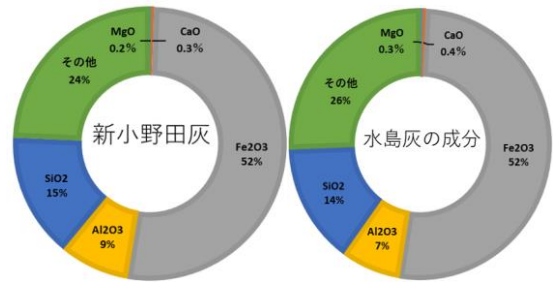


図-1 新小野田灰の成分 図-2 水島灰の成分

5. マグネトロン式マイクロ波加熱装置

マグネトロン式マイクロ波加熱装置(写真 1 参照)を本実験では使用した。本装置は、電磁波の最大の位置を調整することによって、試料にマイクロ波エネルギーを集中的に照射することが出来る。しかし本装置ではサイズに制限があるのでガラスの容器(アンプル)に試料を入れて加熱を行う。本装置の仕組みとして、電磁波が試料に照射されることにより分子が高速で振動し摩擦熱が起きることで温度が上昇する。加熱条件は1分間に10W ずつ上げていき、焼結体温度が300°Cを超えたら、ゆっくり温度を上げる場合は1秒間で1°C上がるようにW数を調整する。素早く上げる場合は300W まで電力を上げ、目標温度になるまでW数を調整する(目標温度は700,800,900,1000,1100°Cの5種類とする)。焼結体温度が目標温度に達したところで、そのまま1分間温度を維持するようにW数を調整し

ながら加熱を続けた。その後、温度を素早く下げる場合はマイクロ波の照射を止め、温度が常温になるまで放置し、ゆっくり温度を下げる場合は10秒で10°C下がるようにW数を調整し温度を下げる。

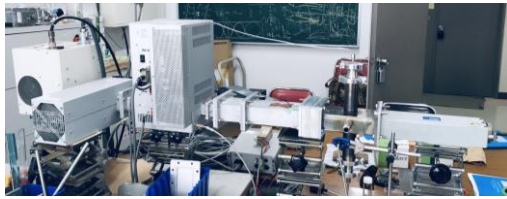


写真1 マグネトロン式マイクロ波試験装置

6. 载荷試験

焼結体の圧壊強度を求めるために载荷試験装置(写真2参照)を用いて载荷試験を行った。この装置は変位計と荷重計により、ひずみや荷重の大きさを調べ、最大強度を求めることが出来る。しかし本試験で使用した焼結体は小さかったため、通常の試験機では、試験が出来なかった。そのため载荷試験機に改良を加え、実験を行った。



写真2 载荷試験装置

7. 蛍光 X 線分析(XRF)



写真3 蛍光 X 線分析(XRF)

液体、固体、粉末などほぼ全ての形態を前処理なしに測定可能である。また蛍光 X 線分析(XRF)(写真3参照)は非常に成熟した分析手法であるため、国際的によく使われている機器分析手法となっている。測定元素範囲はベリリウム(Be)からアメリシウム(Am)と広範囲な元素を調べることが出来、試料を構成する元素の種類と濃度を正確に分析することが出来る。

7. 実験考察

図-3~4 の圧縮強度結果から加熱時の温度が700°C、800°C、900°C、1,000°Cの焼結体においては温度上昇に伴い強度の増加傾向にあったが、一方1,100°Cで焼結した焼結体では強度が低下することが分かった。強度が増加する理由としては試料のガラス化による影響が強いと思われるが、1,100°Cを超えると粘りが無くなってしてしまうため強度が下がってしまったと考えられる。

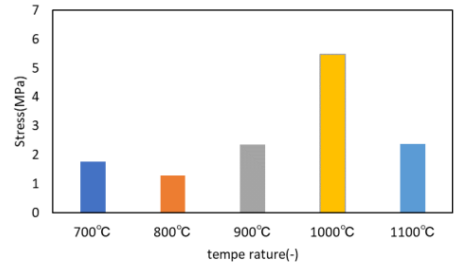


図-3 Hmax の圧壊強度と温度のグラフ

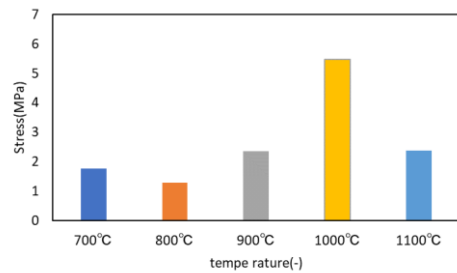


図-4 Emax の圧壊強度と温度のグラフ

そして図-3~4 の最大強度と温度勾配(ここでの温度勾配とは上昇値では300のから目標温度、低下値は目標温度から300°Cの2地点間の温度の時間変化量)の関係を表した図-5~8では、上昇値では温度勾配が大きく(急)なると強度増加の要因となると考察される。また低下値では温度勾配の変化が見られなかった。理由としてはマイクロ波加熱装置の出力を0にしたため同じような温度勾配になったと考えられる。

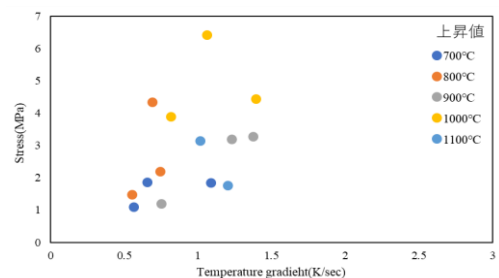


図-5 Hmax 上昇値の温度勾配結果

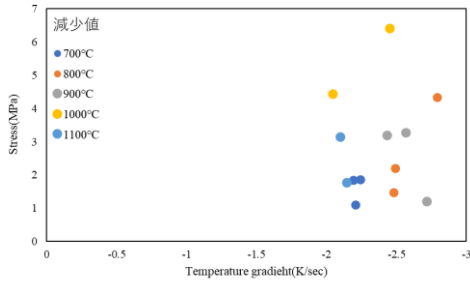


図-6 Hmax 低下値の温度勾配結果

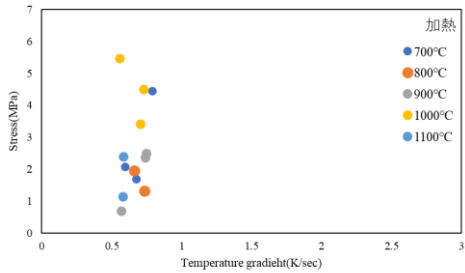


図-7 Emax 上昇値の温度勾配結果

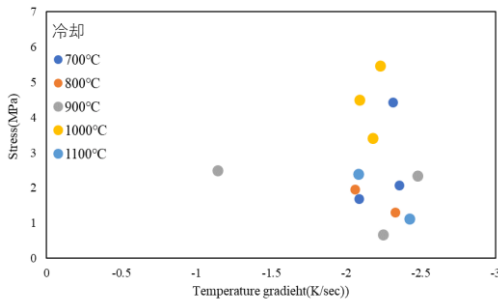


図-8 Hmax 低下値の温度勾配結果

この結果から加熱時の温度の上げ方、温度の下げ方が強度上昇に繋がると考えたため表-1のような加熱条件で加熱し、焼結体作成を行った。加熱の様子としては図-10 のようになった。到達温度は一番強度が高かった 1,000°Cで行った。

表-1 Case の温度変更

	温度の上げ方	温度の下げ方
Case1	①	③
Case2	②	③
Case3	②	④
Case4	①	④
温度の上げ方 条件		
① 一秒で1°C上昇させる		
② 300°Cを超えたら800Wし、温度を上昇させる		
温度の下げ方 条件		
③ マイクロ波の照射を止め温度を下げる。		
④ 10秒で10°C温度が下がるよう温度を下げる。		

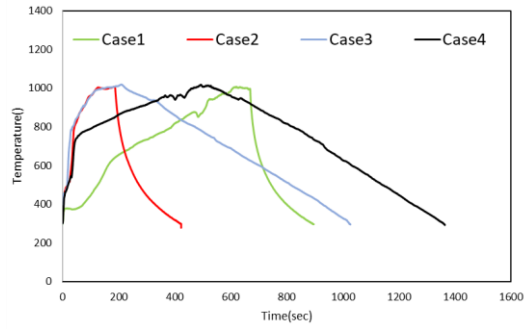


図-10 焼結体の加熱グラフ

その結果、図-11~12 のような結果が得られた。それぞれの枠で囲っているのは同条件で作成した焼結体で、緑色の枠で囲っているものが Case1、赤色が Case2、青色が Case3、黒色が Case4 の結果であり、この結果から加熱時は一秒間に一度温度を上げていき、冷却時はマイクロ波の照射を止め温度を下げることで強度を上昇させる要因に繋がることが分かった。

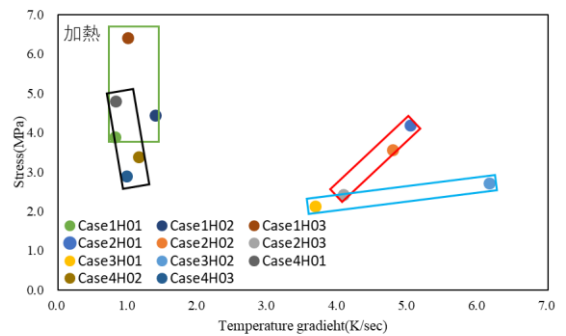


図-11 温度の上げ方結果

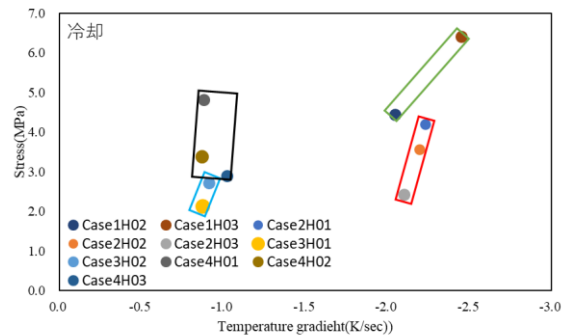


図-12 温度の下げ方結果

そして、Case1~Case4 の焼結体と加熱前の試料を XRF 分析によって成分分析を行ったところ、図-13~16 の結果を得た。この結果から加熱前の試料と比べて少し C と O の吸着率は下がってしまった場

合と加熱前の試料と比べて倍ほど吸着率が上がった場合があった。吸着率が上がってしまった焼結体については加熱前より多くなってしまっているため計測時の不備によるものだと考える。しかし CO₂の吸着は行われていることが確認できたため加熱によって CO₂を吸着させることができると分かった。

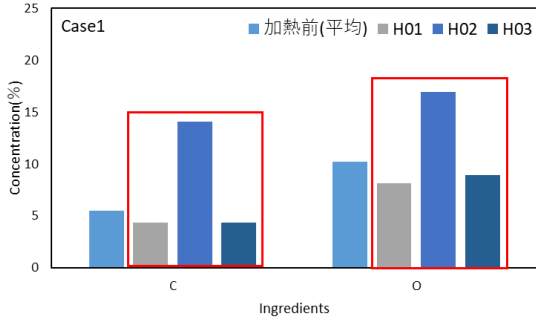


図-13 Case1 の CO₂濃度

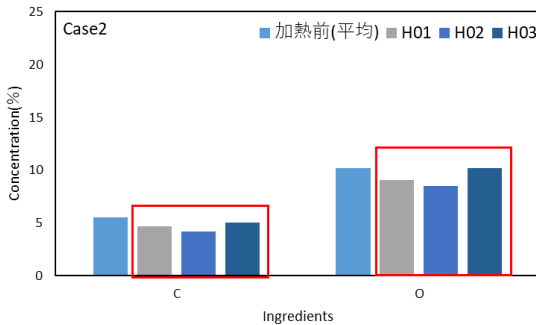


図-14 Case2 の CO₂濃度

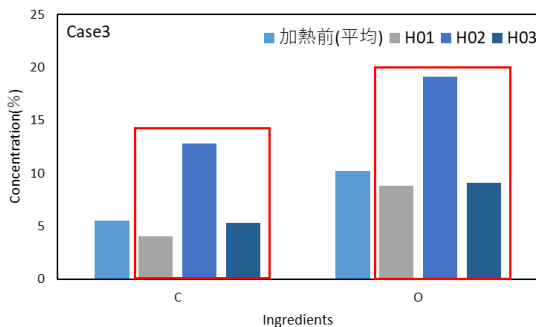


図-15 Case3 の CO₂濃度

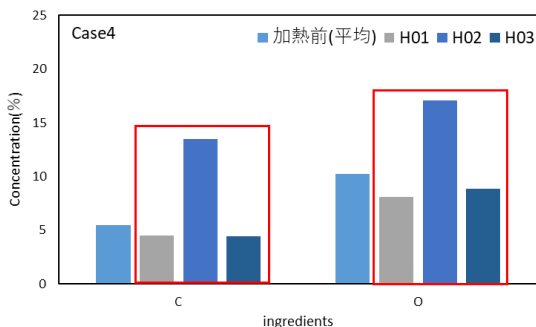


図-16 4 回目の CO₂濃度

8. 結論

本研究結果から温度と強度、温度勾配と強度に強い相関がみられた。その結果として、加熱時の到達温度が 1,000°Cで 1分維持すること、加熱時には 1秒に 1°C温度を上げ、冷却時はマイクロ波の照射を止め温度を素早く下げることが焼結体の強度上昇に繋がると判明した。また成分分析によってどの Case の焼結体でも CO₂の吸着が見られたことで試料の雰囲気や CO₂で加熱を行う事でどの加熱条件でも CO₂が吸着することが分かった。今後の課題としては CO₂との吸着を確認するために使用した炭酸カルシウムをコンクリート廃材に変え、CO₂の吸着や強度が同じような結果が出るか検討する。

参考文献

- 1) マイクロ波化学-反応, プロセスと工学応用 発行所 三共出版株式会社
URL: <http://www.japan-flyash.com/process.html>
- 2) 粉じんの吸入ばく露による健康障害を評価する, 労働安全衛生総合研究所
URL: https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/mail_mag/2013/58-column.html
(参照 2021/12/23)
- 3) 酸化カルシウムの炭酸化反応, 服部豪夫・毛利純一, 公益社団法人 日本セラミックス協会, 1981年 89 巻 1034 号 p. 568-571
- 4) 石炭灰全国実態調査報告書, 一般財団法人石炭エネルギーセンター, 令和 2 年 3 月, P6~9, 表 5 石炭灰発生量及び石炭使用量,
URL: http://www.jcoal.or.jp/ashdb/ashstatistics/upload/H30_ashstatistics.pdf, (参照 2021/12/07)
- 5) 石炭灰の処理, JERA, フライアッシュ (Fly Ash) とは?
URL: <https://www.jera.co.jp/business/thermal-power/environment/waste/coal-ash/>
(参照 2021/12/15)
- 6) 一般財団法人, MST 材料科学技術振興財団, [XRF] 蛍光 X 線分析法, 原理
URL: <https://www.mst.or.jp/method/tabid/168/Default.aspx>, (参照 2022/01/24)

既製杭工法における支持力機構のパラメトリックスタディー

EC18020 亀井 温斗

1. 研究背景

地震大国の我が国において、近年、軟弱地盤における地盤沈下などの被害が大きく問題視されている。地盤沈下などの被害から構造物を守る工法として、杭基礎工法がある。杭の安全指針の拠り所となる「考え方」や「指針」を示すものが「建設基礎構造設計指針」や「平成 13 年国土交通省告示第 1113 号第 6」などである。この指針や告示では必要な荷重試験などを行い、性能を確認すれば、杭の許容支持力を自由に設定できる。その際、現場実大規模実験により性能を評価されるが、すべての地盤条件や杭の条件で実施することはコスト面で現実的ではない。数値解析によるパラメトリックスタディーを行えば、すべての地盤条件でデータが確認でき、コスト面でも現実的である。

2. 研究目的

本研究の目的は、解析ソフト内で実際の地盤内の挙動を再現できるようにすることである。数値解析によるパラメトリックスタディーを行い、現場実大規模実験で起こる地盤内の挙動を可視化できるようになれば、新たな杭の形状開発や、推定支持力の算出などに役立つといえる。

3. 研究手法

本研究では、地盤分野汎用ソフト(以下、GTS-NX)を使用する。GTS-NX 内で、杭、根固め液、地盤をモデル化し、数値解析を行うことで支持力機構を求める。

4. 解析条件

解析条件は表 1 のとおりである。

表 1 解析条件

重力加速度 (m/sec ²)	9.80665
上載圧部分の荷重荷重 (kN/m ²)	186
強制変位の最大値(m)	0.2

本研究では、杭径 0.7m、杭長 10m とし、杭先端から 0.7m 分をモデル化している。土被り圧は等分布荷重として地盤全体に荷重する。図 1 に 3 次元モデル、

図 2 に断面図を示す。

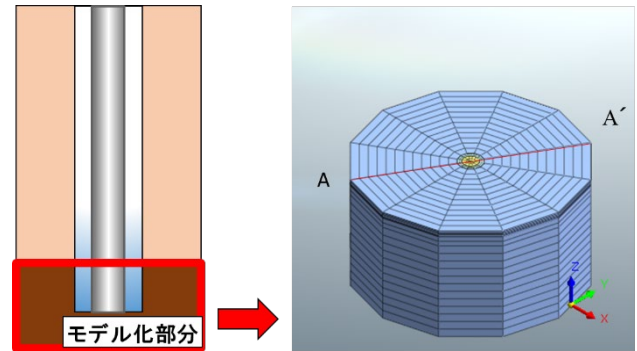


図 1 3次元モデル

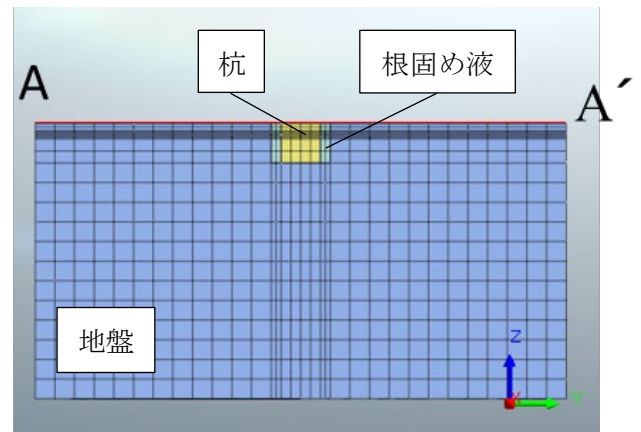


図 2 断面図

また、地盤側面は水平方向に変位しないように、地盤底面は水平方向及び鉛直方向に変位しないように変位を拘束した。変位拘束を可視化したモデルを図 3 に示す。

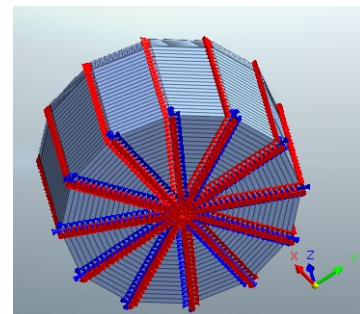


図 3 変位拘束

杭の支持力は、杭頭部を剛体連結し杭頭部中心に強制変位を加え、その時の反力を支持力とした。極限支持力は岡原ら¹⁾の研究によると、杭径の 10%沈下すると極限支持力が発現するとみなすことができる

という結論がある。そのため、本研究でも杭径の 10% 沈下した時、すなわち 0.07m 沈下したときの支持力を極限支持力とした。

5. 材料パラメータ

杭、根固め液、地盤の一部の材料パラメータは過去の事例²³⁾を基に決定した。弾性係数 E と内部摩擦角 ϕ は、道路橋示法書に記載されている式、及び大崎式を用いて決定した(式(1)及び式(2)参照)。杭、根固め液、地盤の材料モデルは Mohr-Coulomb である。

$$E=2,800N \quad \dots(1)$$

$$\phi = \sqrt{20N} + 15 \quad \dots(2)$$

ここで、 N とは N 値である。

6. 解析領域の比較

過去の事例²³⁾で、杭の载荷に対して応力分布に影響が見られない地盤の広さとして、地盤の水平長さの半径 28.875m、鉛直長さは 29.050m に設定していた。しかし、モデル化する地盤の大きさ(以下、解析領域)の変化によって、支持力がどのように変化するか把握できていない。そのため、解析領域を 9 ケースに分けて変化させ、支持力の変化を比較した。

6.1. 解析条件

9 ケースの解析領域のパラメータは図 4 及び表 2 のとおりである。

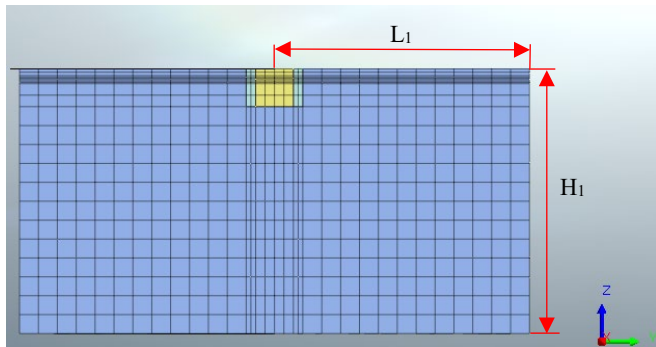


図 4 解析領域断面図

表 2 解析領域パラメータ

解析ケース	半径 L_1 (m)	鉛直長さ H_1 (m)	node	element
ケース 1	28.875	29.050	13,502	12,960
ケース 2	4.725	4.900	4,584	4,224
ケース 3	28.875	15.925	9,892	9,360
ケース 4	15.750	29.050	9,062	8,640
ケース 5	28.875	9.3625	8,087	7,560
ケース 6	7.875	29.050	6,398	6,048

ケース 7	28.875	5.425	7,004	6,480
ケース 8	5.250	29.050	5,510	5,184
ケース 9	5.250	5.425	2,900	2,592

モデル地盤の領域は、変位拘束による変位制御を用いて再現した。

6.2. 解析結果及び考察

ケース 1~ケース 9 の「反力~変位」関係のグラフを図 5 に、地盤の鉛直長さと極限支持力の関係を図 6 に、地盤の水平長さの半径と極限支持力の関係を図 7 に示す。

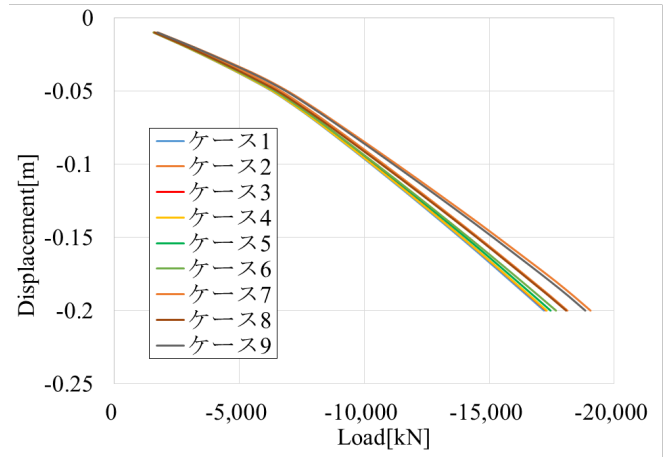


図 5 ケース 1~ケース 9「反力~変位」関係

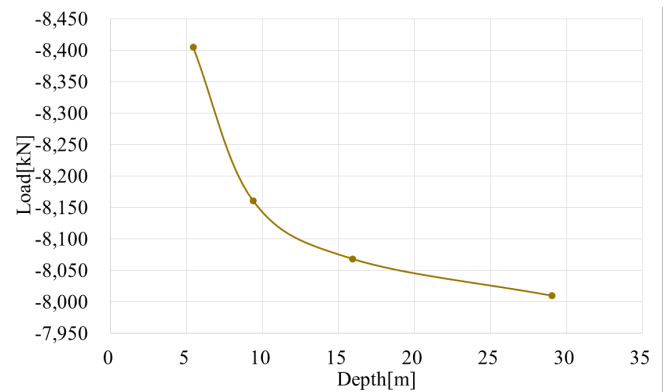


図 6 地盤の鉛直長さと極限支持力の関係

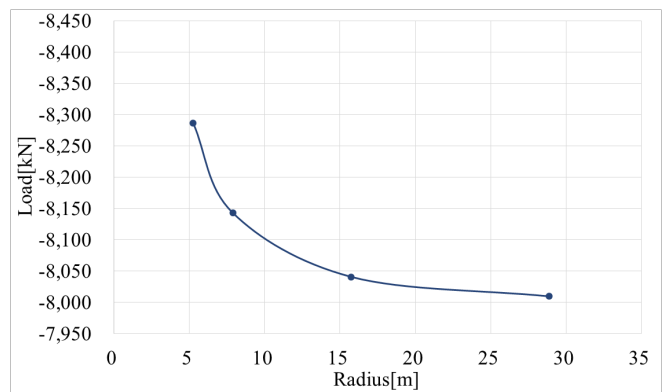


図 7 地盤の水平長さの半径と極限支持力の関係

ケース 1~ケース 9 の結果、水平長さ及び鉛直長さが短くなるほど、反力が大きく出てしまうことが分

かった。水平長さ及び鉛直長さが長いほど反力の誤差が小さいことも分かった。これは体積ひずみの上限値の差が原因であると考えられる。ケース 7 ではひずみを受け持つ範囲が少ないため、反力が大きくなってしまっていることが確認できる。(図 8 参照)

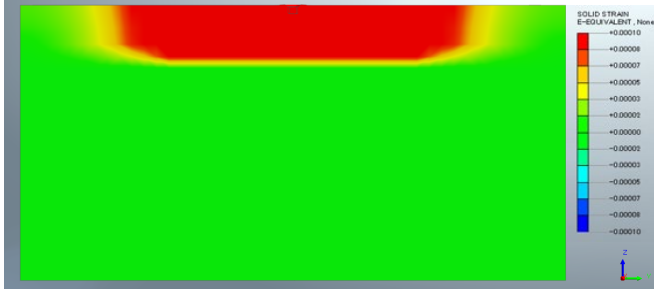


図 8 等価ひずみコンター図(ケース 7)

図 6 及び図 7 より、地盤の半径、深さともに 20m 以降はグラフの傾きが緩やかになり、ひずみによる反力の誤差は少なくなることが確認できる。以上の結果より、杭頭からの地盤深さ、地盤半径に対する強制変位の大きさは 1%までが安全であると考えられる。

7. 一軸圧縮試験の再現解析

数値解析によるパラメトリックスタディーを行い、現場実大規模実験で起こる地盤内の挙動を GTS-NX 内で可視化するにあたって、想定される挙動と同じ挙動になるかを確認する必要がある。そのため、杭の解析ではなく、一軸圧縮試験のデータを用いて再現解析を行い、実際の挙動と同じ挙動を GTS-NX 内で再現できるかを確認する。

7.1. 解析条件

再現解析に使用する供試体のパラメータは、実際の一軸圧縮試験の結果をもとに表 3 のように決定した。

表 3 一軸圧縮試験再現解析パラメータ

弾性係数(kN/m ²)	217,270.287
湿潤単位重量(kN/m ³)	15.4506925
粘着力(kN/m ²)	534.7704
ポアソン比	0.3

弾性係数及び粘着力の算出には道路橋示方書に記載されている式を用いた。(式(3)及び式(4)参照)

$$C=q_u/2 \quad \cdots(3)$$

$$\sigma=E\varepsilon \quad \cdots(4)$$

ここで、C は粘着力、 q_u はピーク強度、 σ は垂直応力、E は弾性係数、 ε はひずみである。

メッシュの作成では、2D メッシュを 12 分割し、

360°を 36 分割して回転軸を対象に回転させた。(図 9 参照)

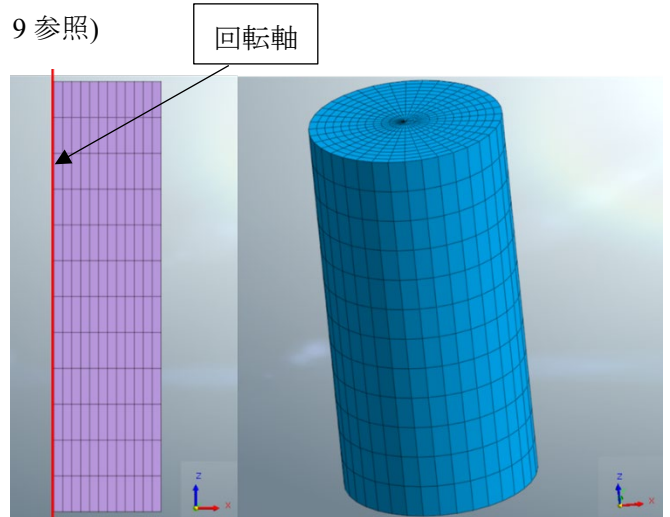


図 9 供試体モデル

再現した供試体の底面を X 軸方向、Y 軸方向及び Z 軸方向に変位しないように拘束した。その後、再現した供試体の上面を剛体連結し、1mm の強制変位を与え、その反力を確認した。

7.2. 結果及び考察

実際の一軸圧縮試験のピーク強度は 1069.541N/mm²であり、再現解析により算出されたピーク強度は 1051.263kN/m²であった。その差は 18.278kN/m²となり、再現解析によって実際の一軸圧縮試験とほぼ同じ値が得られた。実際の一軸圧縮試験と再現解析の比較グラフを図 10 に示す。

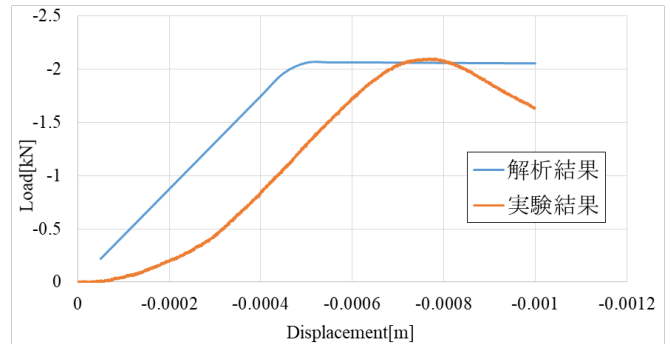


図 10 実験・解析「反力~変位」関係比較グラフ

結果から、ピーク強度の算出では今回の解析手法が有効であると考えられる。しかし、ピーク時の変位に差が出てしまったことから、今後も解析手法に検討が必要であると考えられる。

8. 軸対称解析

本研究では解析モデルが対称軸を中心に回転方向に同一モデル、同一荷重である。そのため、任意断面を二次元モデルで解析する手法である軸対称解析が有効である。そのイメージ図を図 11 に示す。

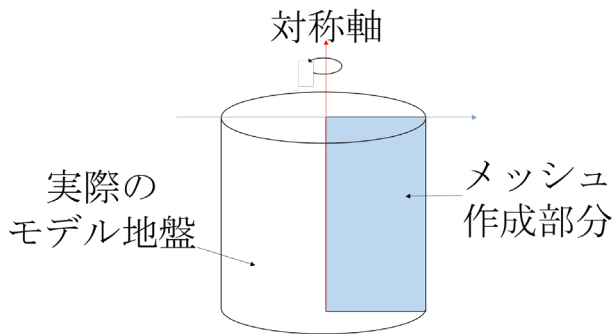


図 11 軸対称解析イメージ図

過去の事例²³⁾では 2D メッシュを、12 分割し 360° 回転させていたため、杭の形状が正 12 角柱であった。軸対称解析では杭の形状が円柱になるため、応力状態、支持力への影響が変化すると考えられる。

8.1. 解析手法

過去の事例²³⁾で使用していた 3D 解析と同じ条件で軸対称解析を行い、杭の形状変化による応力状態及び支持力の変化を確認する。

8.2. 解析結果及び考察

3D 解析での極限支持力は 8675.56kN、軸対象解析での極限支持力は 9475.46kN であった。3D 解析及び軸対称解析の 0.7m 沈下時の全応力分布を図 12 に、ひずみ分布を図 13 に示す。

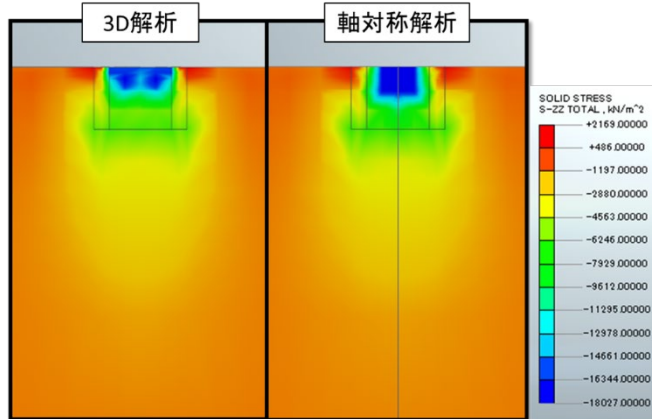


図 12 0.7m 沈下時の全応力コンター図

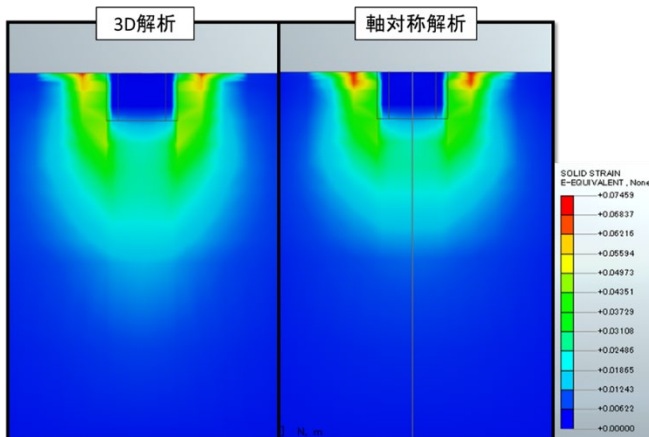


図 13 0.7m 沈下時の等価ひずみコンター図

杭の体積及び形状に変化(図 14 参照)により杭内部の圧力状態が変化し、極限支持力の変化が確認できた。

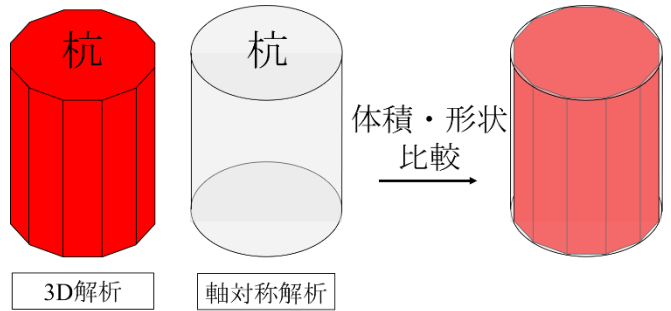


図 14 杭の形状比較

9. 結論

本研究で得られた結論を以下に述べる。

- (1) 地盤分野の解析を行うにあたり、解析領域の変化による全応力分布の変化は見られなかった。
- (2) 地盤分野の解析を行うにあたり、変位を受け持つひずみの領域によって反力が大きく変化することが確認できた。その際、水平方向の領域変化より、鉛直方向の領域変化の方が支持力に大きく影響を与える事が確認できた。
- (3) 杭を 0.2m 沈下させた解析において、杭頭からの地盤深さ及び地盤半径はともに 20m あればひずみによる反力の誤差は少なかった。この結果から、杭の解析の場合、杭頭からの地盤深さ及び地盤半径に対する強制変位の大きさは、1%までが安全であるといえる。
- (4) 一軸圧縮試験の再現解析を行う際、ピーク強度の算出には本研究の解析手法が有効であるが、ピーク時のひずみの算出には検討が必要である。
- (5) 軸対称解析の結果から、杭の形状及び体積の微量な変化で、杭内部の圧力分布に影響があり、極限支持力に差が出る事が確認できた。

【参考文献】

- 1) 岡原美知夫, 中谷昌一, 田口敬二, 松井謙二: 軸方向押し込み力に対する杭の支持特性に関する研究, 土木学会論文集, 第 418 号, 1990.
- 2) 藤澤竜輝: 既製コンクリート杭の根固め部が極限支持力に与える影響, 2019 年度中部大学, 卒業論文, 2019.
- 3) 大西隆文: 杭の先端形状及び根固め液が極限支持力に与える影響, 2020 年度中部大学, 卒業論文, 2020.

輪荷重による路床下部の局部的地盤変形の検証実験

EC18043 高木 駿平

1. 研究背景と目的

近年、日本各地において、ライフラインの主要な施設である「電気・水道・電話」などの線構造物を共同溝などに集約することで、災害に強いライフラインを構築する観点で市街地の「無電柱対策」事業が進められている。ここで、共同溝などの大型施設を構築するためには、高額な費用と発進・到達施設の用地が必要となり、一般的な住宅地のような市街地では施工困難となる。よって、一般的な市街地や郊外の住宅地などで、道路面下に各線を直接浅層埋設する手法でライフラインの補強を実施している。

道路下の埋設管設置では、各公的機関等から施工基準などが公表されているほか、各種の耐震研究がなされ地震時など緊急対応の対応が進められている。しかしながら、埋設管敷設置に伴う路面変状等が既存の埋設管等に与える影響（地盤変位）については論ずる研究は少なく、路面変状を個々に対応している。路面変状の原因については、埋設管設置に伴う路面掘削が制限されるため、埋設工事に伴う埋め戻し作業で十分に締固めがされないことがあげられる。このため、工事後の舗装補修を何度も実施しなければならない状況が裏付けており、この路面変状が一般的な交通弱者と称される人たちの生活を脅かす一因にもなる。

このような地盤変位特性を理解することは、埋設管敷設の基礎的資料となるほか、地盤変位による埋設管局部変状が他の埋設管や周辺地震対策などの対策検討に役立つと考えられる。

2. 実験概要

今回の研究では、埋設管敷設後の路面変状を生じさせる埋め戻し土への載荷重（輪荷重）と地盤圧縮特性を把握することを目的とし、模式実験を実施し地盤変状を把握する。一般的に路床土では、最大粒径 150mm 以下¹⁾ としており、模式実験を行うために実験試料も 1/10 スケールとした。よって、最大粒径 10mm 程度の礫質土、砂質土、細粒土の 3 種類の土砂を利用した。これらの土を強化プラスチックの容器内へ、埋設管深度 1.5m、掘削幅約 1m を 1/10 スケールに縮小して締固め模式地盤を構築した。なお、実験地盤としては、中部大学周辺の丘陵・周辺平坦地を想定し、大学内で採取した「瀬戸層群」の粗粒土と市販の川砂を用いた。

今回実験では地盤変形が確認できるまで重錘落下を続け、同時に写真撮影などを行って地盤変位の影響範囲なども測定することとした。加えて、沈下実験後に浸水させ、高含水状態での沈下特性も観察した。

3. 研究方法

① 土質試験

- 物理試験・含水比試験・土粒子の密度試験・粒度試験・液性限界塑性限界試験
- 力学的試験・締固め試験

② 模式実験（予備実験）

- 作成地盤密度・ ρ_{dmax} の 90%密度（施工管理基準の最低値¹⁾）
- 容器寸法・40×25×28 cm（模式地盤は、幅 16.3mm、奥行き 22.0mm、深さ 15mm）
- 重錘落下条件・重錘質量 2kg・落下高さ 1～2mm

③ 本実験

- 予備実験より容器寸法の見直し、実験回数などを見直した。
- 振動荷重（回数）と沈下量・範囲の関係を測定・・・ロードセルなどを用い落下回数と荷重等を把握し、実験途中で変位を写真撮影・測定
- 沈下実験後、浸水させ高含水状態の沈下特性把握。

④ 整理・解析

- 地盤沈下特性を把握する。今後の問題点などを検討する。



模式地盤の写真

4. 実験仕様

- ・相似則 1/10 スケールする。
- ・実験土砂層厚さ（供試体厚さ） $H > 15.0\text{cm}$ 以上
- ・実験土砂層幅（供試体幅） $B > 15.0\text{cm}$ 以上
- ・輪荷重 $T20 \cdot \cdot 8\text{Kg/cm}^2 \cdot \cdot$ この荷重を重錘の上下することで移動荷重を再現する。
- ・荷重載荷間隔・・・輪荷重が 30Km/h で移動すると想定し、集中加重の載荷間隔（車間距離）を 15m と想定すると、 8.3m/sec で荷重が移動する。 15m の間隔を 8.3m で除すると、荷重移動間隔 3.6sec となる。よって、 $3 \sim 4\text{sec}$ 間隔で荷重を落下させる。
- ・載荷重としては、 $T20$ の 0.4 （荷重分割割合）で分割し、荷重接地面積（ $1,000\text{cm}^2$ ）で除すると、 8Kg/cm^2 （相似則から $8,000\text{g/cm}^2$ ）となる。この荷重を目安にして落下させる重錘の質量・形状などを考慮する。よって、 $T20$ 荷重 1 通行が約 240 回の重錘落下となり、1,000 回以上の重錘落下で L 交通並みの輪荷重作用となる。

5. 実験結果

5-1.室内土質試験結果

室内土質試験結果として、今回の実験に用いた試料は、粘土混じり礫（GC）シルト混じり砂（S-M）シルト混じり砂（M-S）であった（室内土質試験結果一覧表参照）。また、それらの試料を用いて「突き固めによる締固め試験」を行い、今回の実験における各試料の締固め密度を設定した。

室内土質試験結果一覧表

土の種類	砂質土	礫質土	細粒土
含水比W (%)	6.1	0.6	0.7
土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)	2.719	2.673	2.669
液性限界 w_L (%)	NP	NP	16.6
塑性限界 w_P (%)	NP	NP	16.1
塑性指数IP	NP	NP	0.5
60%粒径 D_{60} (mm)	2.6	5.6	0.86
30%粒径 D_{30} (mm)	0.9	1.5	0.43
FC (0.075mm以下) (%)	1.2	1.7	0.9

5-2.予備試験結果

予備実験では、当初の実験計画のような実験ができるかを確認した。結果と以下のとおりである。

- ・器具が動くことが分かったため、全体の固定法を変更。
- ・川砂は内部摩擦角 ϕ が大きいから沈下量・幅が広い。
- ・ 2mm 以下内部摩擦角 ϕ が小さいから広がらない。
- ・重錘落下を 1,000 回として模式地盤の沈下・幅などを



砂質土

細粒土

計測した。その結果、模式地盤の土質・密度にかかわらず、重錘落下 1,000 回以下で地盤変位が収束することが判明した。

・予備実験より、当初の実験計画通り、供試体密度： $\rho_{max} \times 0.9$ 、重錘落下回数 1,000 回程度とした。

6. 本実験結果

6-1. 実験概要

今回の実験では、右図に示すような実験容器を用い、「礫質土」、「砂質土」、「細粒土」を予め土質試験から求めた所定の密度 ($\rho_{dmax} \times 0.9$) で締固めて模式地盤を作製した。実験は、重錘を落下させることで上載荷重を作用させ、実際と同様な地盤変形が生じるかを確認した。

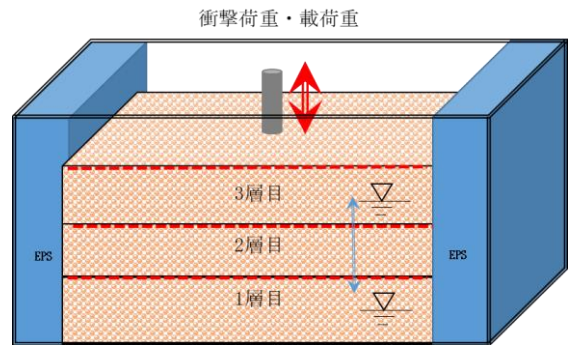


図1 実験器具概要

上載荷重としての重錘落下は、L 交通程度の輪荷重が作用するとして、重錘を 1,000 回程度落下させるとともに、100 回ごとに写真撮影や模式地盤内の沈下特性（色砂などで境界を明確にした）などについて測定した。今回の実験で求められた地盤沈下特性などを以下にまとめる。

6-2. 沈下特性

今回の実験では、図2~4のような沈下・変位特性が観察された。

今回の実験で重錘落下による模式地盤の鉛直沈下量と深度別沈下幅（水平変位）を実験中の撮影写真より図りだし、変位状況を図示した。この結果より、以下のような特徴が判明した。

- ① 最も沈下が大きい重錘落下箇所において、いずれの土砂も重錘落下 200 回程度までが、最も大きな沈下を示している。これは、輪荷重の作用が小さくても沈下が短期間で進むことを示している。
- ② 今回の実験で用いた「礫質土」、「細粒土」は、基本的に同種の土砂で、礫分量だけが異なるものである。図に示す礫質土・細粒土ともに、模式地盤の下方変位幅が一般的に言われる分散角 30 度よりかなり小さい。対して、砂質土は、図中の赤破線で示すように分散角が広がっている。
- ③ 模式地盤表面，深度 3cm 位置，深度 8cm 位置（実地盤では、各深度の 10 倍位置）では、大半が深度 8cm で鉛直沈下が収束しているといえる。これは、輪荷重などの上載圧が、埋設管敷設位置（GL-1.0m 依存）まで達していないと判定でき、周辺域の大きな地盤変更がなければ埋設管へ異常な荷重が作用していないといえる。

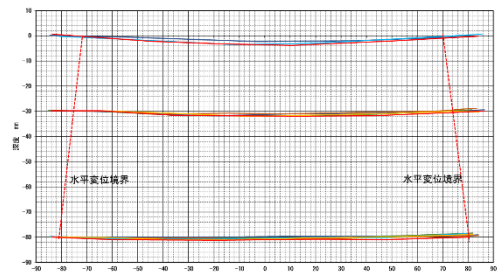


図2 礫質土の鉛直・水平特性図

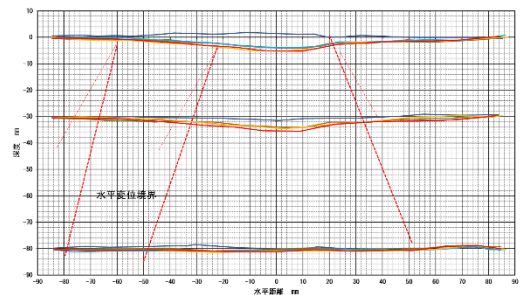


図3 砂質土の鉛直・水平特性図

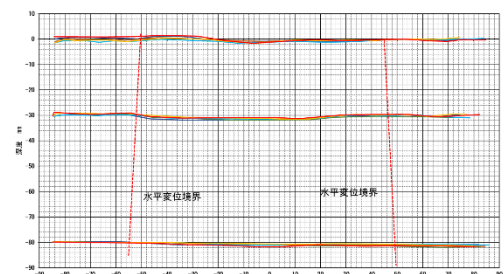


図4 細粒土の鉛直・水平特性図

6-3. 沈下幅について

今回の実験では、土質により輪荷重による沈下特性が異なると想定されたため、衝撃回数と水平変化の関係も把握した。先の図2~4に、地盤表面・中間層の衝撃荷重による地盤変位特性を示した。以下にそ

の結果をまとめる。

- ① 図2に示す礫質土の沈下特性から、一般的に言われる荷重分散角 30 度で土中の下方移動が生じると想定していた。実験結果から、想定より小さな分散角であった。この原因としては、礫質土のわりに礫含有量が小さく、土中の礫も「円礫状」であるため「内部摩擦角」が小さかったと考えられる。また、図4に示す細粒土も同様な分散角（10 度程度）であることからもうかがえる。つまり、当該地方の掘削礫質土の多くは、この傾向にあるのではないかと考えられる。
- ② 図3に示す砂質土層では、重錘落下付近の沈下が大きく、その影響は深度 3cm の沈下特性にも表れている。ただし、深度 8cm では沈下の影響はほとんどないといえる。ここで、砂質土の荷重分散角は 15~20 度と実験に用いた礫質土・細粒土より大きく、細粒成分を含んでいない砂質土であるため相応の内部摩擦角を有しているためと考えられる。
- ③ 今回の実験で用いた3種類の土砂で構築した模式地盤では、表面下 8cm（実地盤では、0.8m）で、輪荷重の影響が殆ど見受けられないことが判明している。ここで、実験では締固めなどが不均一となることが多いが、地盤の不均一性を考慮に入れても今回の実験では上載荷重による局所的な異常沈下（水平方向においても）見受けられないといえる。

6.4.浸透水の影響について

- ① 図5は、埋設化管戻し土の衝撃沈下特性を終了した後、供試体上部から水を浸透させ、沈下実験を続けた結果である（落下回数が、1,000 回から始まる）。結果として、地盤表面で礫質土・砂質土の沈下増大が確認された。しかしながら、細粒土は、地盤表面の沈下はスポット的と考えられ、GL-3cm 位置では沈下が確認されている。
- ② 埋設管埋め戻し後の浸水条件では、沈下が収束した乾燥土が再び沈下することが分かった。つまり、施工後に「水みち」や「雨水」などが、浸透すると変状補修した箇所でも再度沈下する。

7. まとめ

今回の実験では、埋設管敷設に伴う路面変形などについて以下のような特性があることが判明した。

- 埋め戻し土の沈下変形は、施工後短期間に発現し始めるが、比較的短期間で収束すると考えられる。
- 埋め戻し土の沈下変形は、地表面下 1.0m 以深まで達しないことが判明した。結果として、現在の施工手法で埋設管に異常な荷重が作用しないことが判明した。
- 埋設管埋め戻し沈下収束後に浸透水が作用すると、再沈下（地盤変形）を発生させるほか、変位深度も増大することが判明した。つまり、埋め戻し施工では、排水条件を考慮しないと埋設管への異常な荷重が作用する危険性がある。

8. 今後の課題

今回の実験では、乾燥土の沈下特性をある程度把握できた。しかしながら、水平方向への変位伝播や浸透水の影響など、克服すべき課題が判明した。埋設管は、地下水の通り道になることも多いので、特に浸透水と地盤変状についての研究が望まれる。

<参考文献> 1) 道路土工施工指針・その他の施工管理基準書

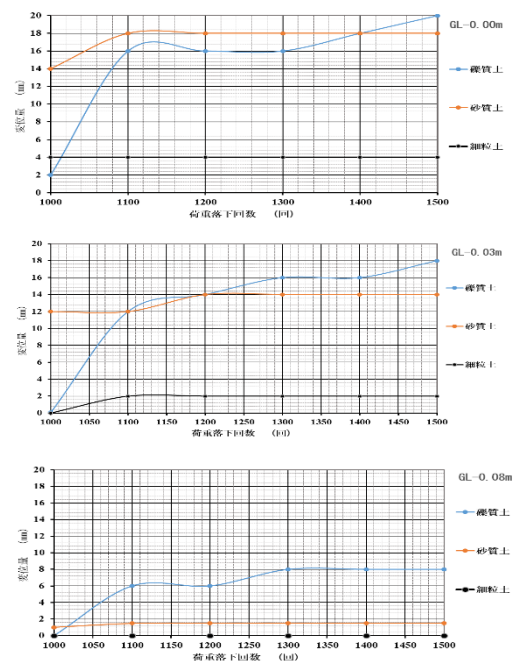


図5 浸水後の各深度沈下量

盛土造成地の滑動崩落防止対策

EC18044 田中練

1.研究背景・目的

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災により、海岸や潟の埋立地などで、地盤の液状化が発生し、戸建て住宅などの小規模構造物に傾斜や沈下などの被害が生じた（写真.1 参照）。そのため東北地方太平洋沖地震後、平坦地における地盤液状化や研究は数多くされてきた¹⁾。2018 年 9 月 6 日に発生した北海道胆振東部地震では、傾斜地での地盤液状化被害が確認された。この地震では、傾斜地に造成された盛土が地盤液状化を起こした（写真.2 参照）²⁾。そのため、平坦地とは異なり大規模な流動が起き、その上に建つ住宅は甚大な被害を受けた。しかし、平坦地に比べて大きな被害になるにもかかわらず、傾斜地での地盤液状化対策や研究があまりなされていないのが現状である。適切な対策を講じる前にどのような被害が生じるか確認しておく必要がある。ここでは、傾斜地に造成された盛土造成地を対象に検討を行う。そこで本研究では、傾斜地に造成された盛土造成地の被害を減少させることを目的とする。



写真.1 液状化被害状況 写真.2 北海道胆振東部地震

2.実験方法

地震発生時の液状化被害や滑動崩落、擁壁の倒壊などを確認するために、水平方向に加振可能な空圧式振動台と両面をアクリルとして剛土槽(内寸：幅 1,200 mm×奥行 300 mm×高さ 450 mm)を組み合わせたものを使用し、1/40 スケールの平面ひずみ条件で模型振動台実験を行う。（写真.3 参照）実験では、住宅沈下や地盤変化を確認することができるように土槽に小型カメラ（Gopro）を設置する。地盤材料は三河

珪砂 6 号を使用し、水中落下法で粘性流体（メトローズ水溶液）を用いて盛土・斜面を制作した。基礎地盤を固定するために猫よけシートを土槽底面に引き、猫除けシート上部にスタイルホームを使用し固定した。

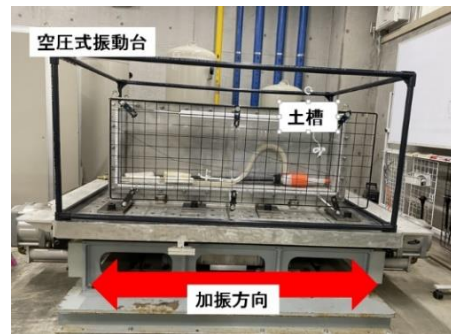
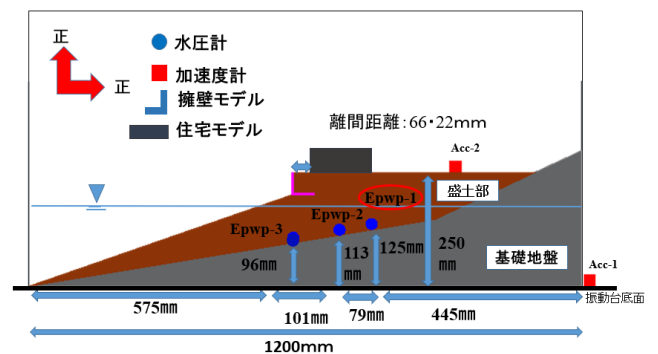


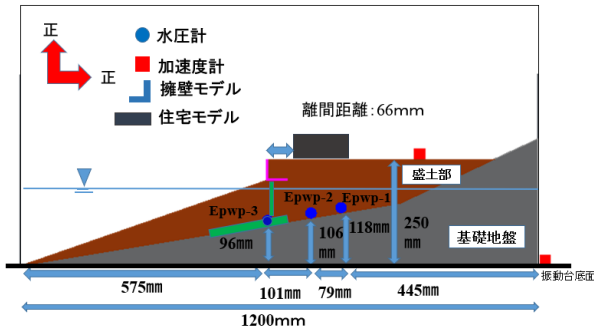
写真.3.実験装置

3.検討ケース

実験は基礎地盤の平均勾配 14 度とし、主働すべり角を考え擁壁と住宅との離間距離を検討する。擁壁と住宅の離間距離は 66mm（実規模：約 2.6m）、22mm（実規模：0.8m）の 2 ケース。離間距離 66mm と 22mm の 2 ケースに対策をし、擁壁下部に杭を設置し、対策をする 2 ケースを検討する。計測器の設置状況概要図および計測器の正方向を図.1 に示す。入力する地震動は震度 6 を想定した最大加速度 400gal 程度、周波数 10Hz の加振時間 4 秒を使用する。図.2 に加速度の時刻歴を示す。



(a) CASE1.2



(b) CASE3.4

図.1 計測器設置状況概要

表.1 検討ケース

	離間距離	地震動波形	震度(気象庁)	相対密度	対策
ケース1	22mm	図2参照	震度6強	50%	なし
ケース2	66mm	図2参照	震度6強	50%	なし
ケース3	22mm	図2参照	震度6強	50%	あり
ケース4	66mm	図2参照	震度6強	50%	あり

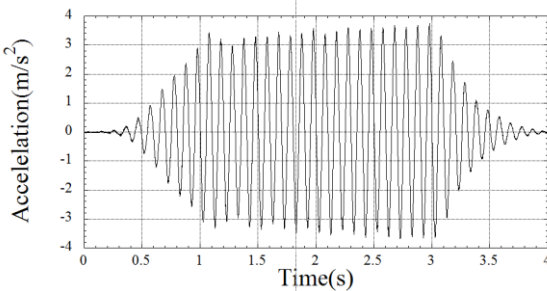


図.2 CASE1,2,3,4 加速度の時刻歴

3.1 擁壁モデル・住宅モデル

擁壁は名古屋市宅造用 L 型擁壁³⁾を参考として 1/40 スケールにしたアルミ製の擁壁(立て壁: 50mm, 底板: 50mm, 厚さ: 3mm)を使用する。根入れ深さは 10mm に設定する。宅地造成等規制法⁴⁾より常時、地震時の転倒・滑動・基礎地盤の支持力に対する安全照査を行い、すべての条件で満足している。

住宅は木造二階建てのべた基礎住宅とした。木造二階建て住宅の接地圧を荷重指針から 15kPa に設定した。この住宅を荷重調整用のアルミプレートでモデル化した。1/40 スケール住宅モデルの接地圧が 0.25kPa になるように、アルミプレートの厚さを 15mm に設定した。また住宅の前面に、動画解析によって住宅の沈下量、水平移動量を測定するためにマーカーを貼付した。アルミプレートが沈下した際、砂がかぶり動画解析でマーカーが追えない可能性がある。そのため発泡スチロールを使用し沈下しても

マーカーが追えるようにした。住宅・擁壁モデルの詳細を写真-4 に示す。

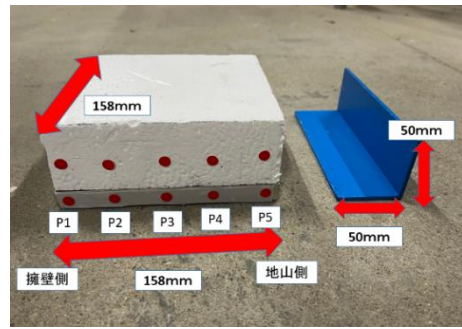
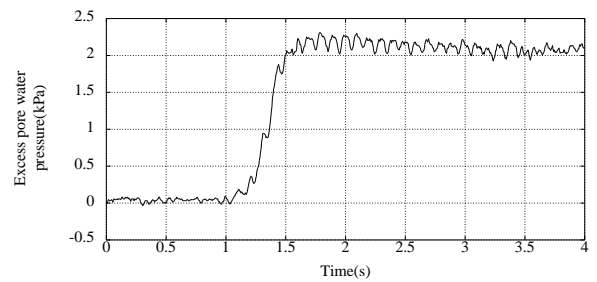


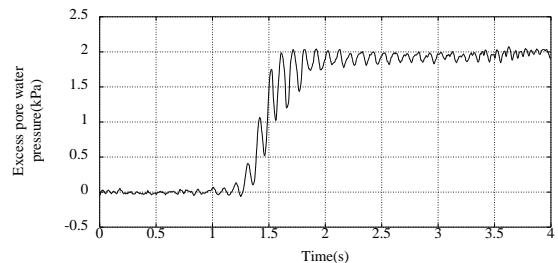
写真-4 住宅・擁壁モデル

4.結果・考察

図.3 に、CASE1, 2 で得られた過剰間隙水圧の図中 1(a)の Epwp-1 の時刻歴、写真-5 に実験後の変形状況を示す。図.4, 5 に動画解析より求めた住宅の水平移動量、住宅の沈下量の時刻歴を示す。なお、過剰間隙水圧、住宅の水平移動量、住宅の沈下量は加振部のみを切り取った。CASE1,2 は図.3, 4 より加振 1 秒後に達する直前から過剰間隙水圧が上昇し、地盤が軟化し始めたと考えられる。軟化したことにより住宅の沈下、擁壁の傾倒が確認できた。図.4 より住宅が擁壁に近いと水平移動量が大きくなる。図.5 より住宅が擁壁から離れても近くても住宅が不等沈下を起こした。

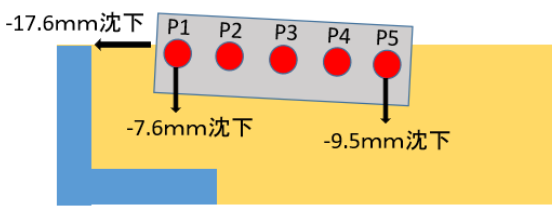


(a) CASE1

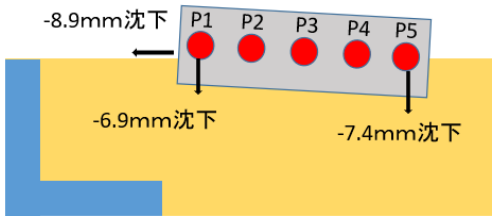


(b)CASE2

図.3 住宅下の過剰間隙水圧時刻歴 (図.1 中、赤丸地点)

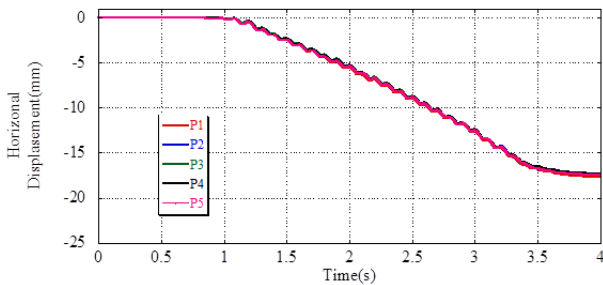


(a) CASE1

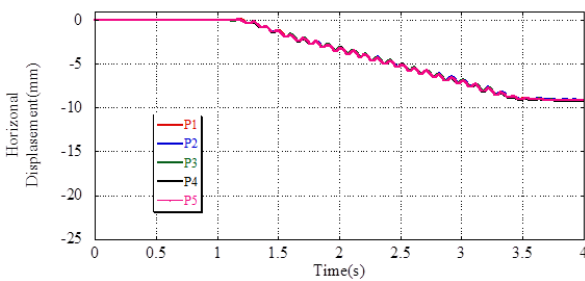


(b) CASE2

写真-5 実験後の変形状況

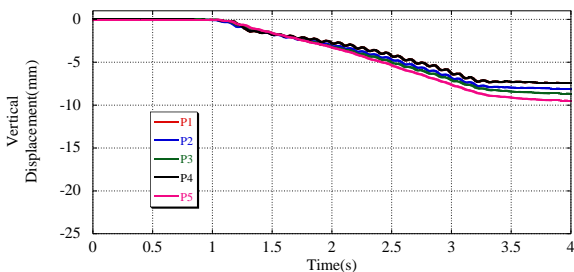


(a) CASE1

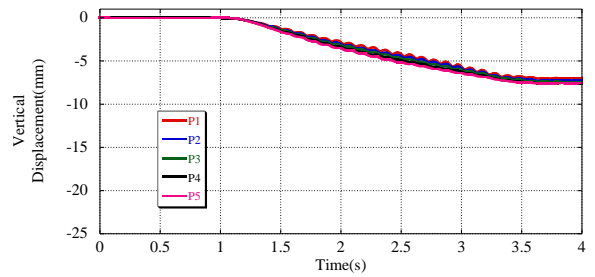


(b) CASE2

図.4 住宅の水平移動量



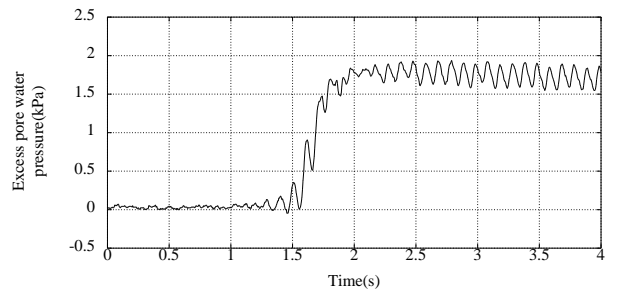
(a) CASE1



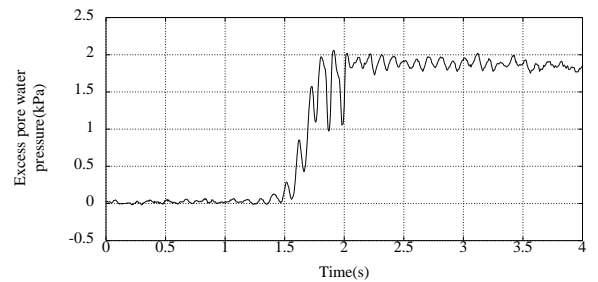
(b) CASE2

図.5 住宅沈下量

次に擁壁に対策を施した, CASE3, 4 について考察する。図.6 に CASE3, 4 で得られた E_{pwp-1} の過剰間隙水圧の時刻歴を示す。写真-6 に実験後の変形状況を示す。図.7, 8 に住宅の水平変位, 住宅の沈下量の時刻歴を示す。CASE3, 4 は加振 1 秒後に達する直前から過剰間隙水圧が上昇し, 地盤が軟化し始めたと考えられる。軟化したことにより, 住宅の沈下が確認できた。図.7 の結果より水平方向への移動量は擁壁の移動が杭により抑制されたため, 変位を抑制することができたと考える。図.8 の結果より CASE3 では住宅の擁壁側基礎部が擁壁の底面上にあるため抑制されたと考える。

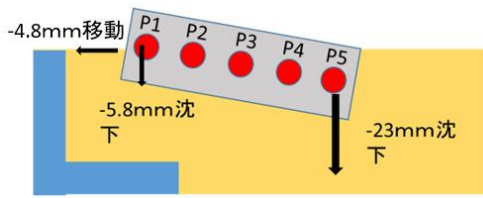


(a) CASE3

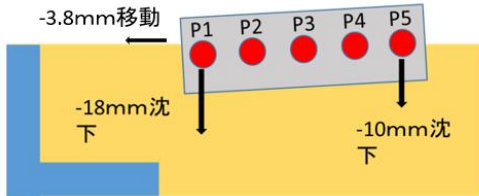


(b) CASE4

図.6 住宅下の過剰間隙水圧
(図.1 中, 赤丸地点)

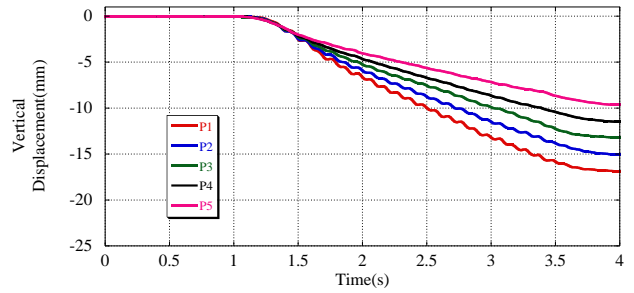


(a) CASE3



(b)CASE4

写真-6 実験後の変形状況

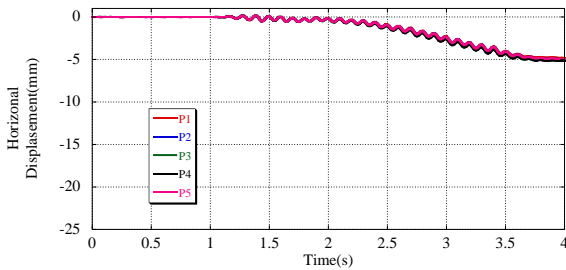


(b) CASE4

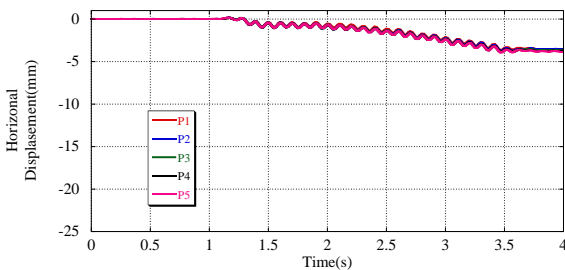
図.8 住宅沈下量

表.2CASE1,2,3,4

	過剰間隙水圧	住宅水平移動量	住宅擁壁側沈下量	地山側住宅沈下量
CASE1	2.34kpa	-17.6mm	-7.6mm	-9.5mm
CASE2	2.10kpa	-8.9mm	-6.9mm	-6.9mm
CASE3	1.95kpa	-4.8mm	-5.8mm	-23mm
CASE4	2.15kpa	10mm	-18mm	-10mm

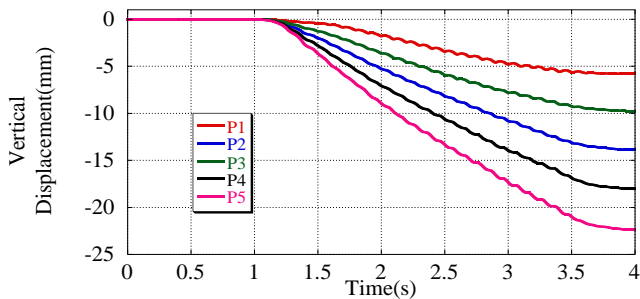


(a) CASE3



(b) CASE4

図.7 住宅の水平移動量



(a) CASE3

5.結論

表.2 より過剰間隙水圧は CASE,1,2,3,4 すべて似た値となった。擁壁と住宅の離間距離の違いでは住宅と擁壁が近いと住宅が不等沈下を引き起こすことがわかった。擁壁下部に対策をすることによって住宅の水平変位を抑えられたが鉛直方向に対しては住宅の傾斜も確認された。水平変位量は抑制することはできるが住宅に被害が出てしまう。

6.参考文献

- 1) 廣瀬亘・加瀬善洋・川上源太郎・小安浩理・ト部厚志:平成 30 年北海道胆振東部地震に伴う地表変動および強振動による被害, 北海道地質研究所報告、第 90 号,15-32,2018.
- 2) 芹川 由布子ら:既設戸建住宅を対象とした丸太を用いた液状化対策工法に関する基礎的研究, 地震工学論文集第 35 巻, 2016 年 72 巻 4 号 pp. 489-495, 2016.
- 3) 名古屋市:名古屋市宅地造成工事技術指針(第 8 章・第 9 章:擁壁の標準構造図), pp.42-52, 2016.
- 4) 右城 猛:擁壁の設計法と計算例, 理工図書, P397, 2014

ブロック積み擁壁の破壊機構に関する実験的研究 -示力線方程式との比較-

EC18073 山崎 魁斗

1. 研究背景

これまで日本では多くの地震災害に遭遇し被害を受けている。2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震や2016年4月16日に発生した熊本地震などによる人的被害や家屋の被害などが多く報告されている。地震時の被害の一つとして宅地擁壁の崩壊が挙げられる。熊本地震では熊本県内で4,043件の宅地擁壁が被災した¹⁾。宅地擁壁に用いられる擁壁は、空石積み擁壁、間知ブロック擁壁、鉄筋コンクリート擁壁、増積み擁壁などが存在する。中でもブロック積み擁壁が多く採用され、転倒などの被害が多数報告されている(写真1(a)および(b)参照)。そのためブロック積み擁壁の安定性の評価方法や耐震性能の確認、耐震補強などが緊急の課題となっている。耐震補強技術などを発展させるために振動台を用いた実験は行われているが、設計に落とし込まれていないのが現状である。



(a)東日本大震災



(b)熊本地震

写真1 地震による擁壁被害²⁾

2. 研究目的

地震により既存不適格擁壁や老朽化したブロック積み擁壁の被害が多く報告されている。そのためブロック積み擁壁の安定性の評価方法や耐震性能の確認などが緊急課題となっている。本研究の目的は、ブロック積み擁壁を対象とした模型載荷実験と示力線方程式の結果を比較し、示力線方程式の適応範囲を明らかにすることである。さらに模型載荷実験から擁壁の変形から崩壊に至るまでの挙動を確認し、擁壁の安定性や保有耐力を確認することである。なお、示力線方程式とは空積みブロック擁壁に用いられる安定計算方法である。

3. 実験模型について

本実験に使用する擁壁模型は、熊本県益城町に設置されている被災したブロック積み擁壁の形状を参考にし、1/15スケールにしたもの(1ブロック:D25×W25×H20mm)を使用する。底版ブロックとして、高さ150mmの直角三角柱(底辺25mm×高さ14.5mm)の模型を用いた。使用するブロック模型は、コンクリートと単位体積重量の値が近いアルミニウムで作成した。実験模型の作成方法は幅1,200mm奥行き150mm高さ450mmの土槽内に盛土地盤を作成し、盛土斜面にブロックを擁壁角度が60°になるように布積みで8段積み上げて作成した。本実験の地盤は、相対密度を均一にするため、空中落下法を用いて作成した。本実験の相対密度は60%に設定した。地盤材料は三河珪砂6号を使用した。実験模型のイメージ図を図1に示す。

本実験では、最も劣化した状態のブロック積み擁壁を対象として実験を行う。どの程度劣化した状態で壊れるかを確認するため、はじめに最も劣化したケースを行う。空積みの擁壁を最も劣化した状態とし、空積み模型で実験を行った。

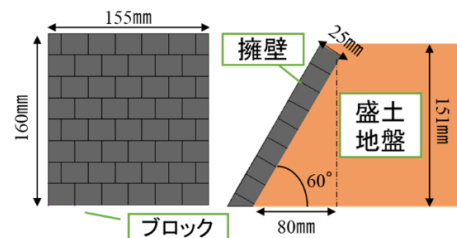


図1 1/15スケール実験模型イメージ図

4. 実験方法

本研究ではブロック積み擁壁を対象とし、擁壁の変形から崩壊に至るまでの挙動を確認し、擁壁の安定性や保有耐力を確認するため、模型載荷実験を行う。実験模型を作成し、擁壁裏の盛土裏に載荷装置を設置し水平に載荷する。徐々に載荷していき、擁壁の変形と土圧の関係を把握する。模型載荷実験のイメージ、各種計測器の設置位置を図2に示す。

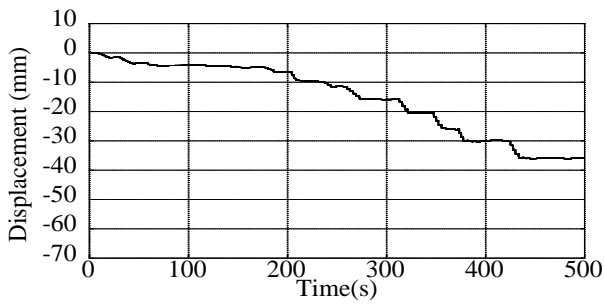


図 6 擁壁面下部の計測結果

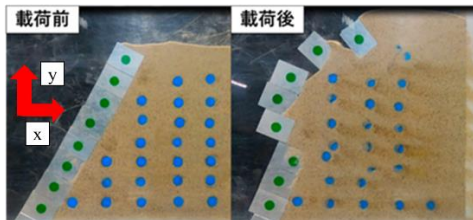


写真 2 荷重前後の擁壁模型

図 7 に図 3 の土圧計番号の通り、1 ~4 の土圧計の計測結果とジャッキ変位の関係図、図 8 に擁壁高さとのジャッキ変位ごとに計測した土圧の図を示す。図 7 の結果から 1, 2 の最大土圧よりも 3, 4 の最大土圧の方が約 3 倍大きいことが分かる。そして図 8 の結果からジャッキ変位が 10mm 時の約 18kN/m² で土圧が抜けていくことが分かるため、この擁壁模型は約 18kN/m² で擁壁として機能しなくなると考える。

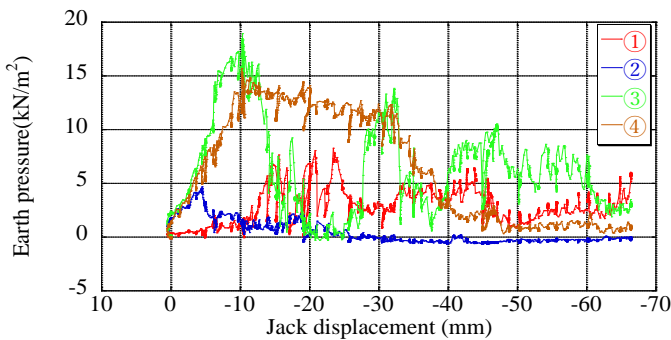


図 7 土圧計の計測結果

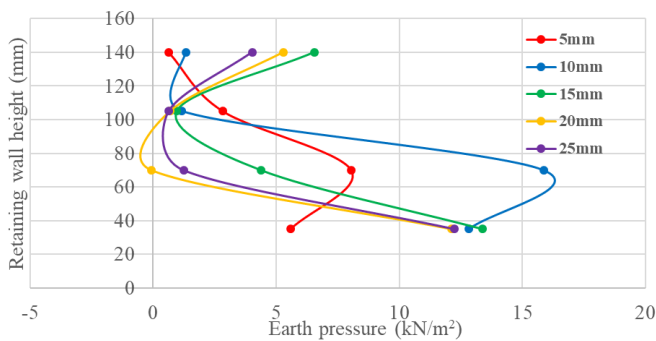


図 8 擁壁高さごとの土圧の変化

図 9 にマーカーの設置位置とマーカー番号、図 10 にブロックのマーカーの開始点からの距離、図 11 に地盤内のマーカーの開始点からの距離、図 12 に荷重前後のマーカーの動きを示す。図 10~11 の開始点からの距離の結果から変位が大きい所と小さい所があることが分かる。図 10~12 の結果から荷重前後のマーカーの動きから赤線を引いたところよりも下はあまりマーカーが動いていないことが分かる。

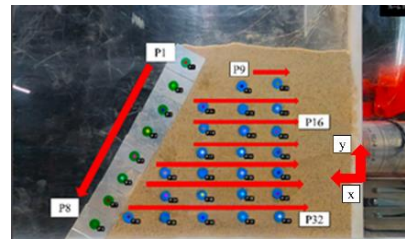


図 9 マーカーの設置位置とマーカー番号

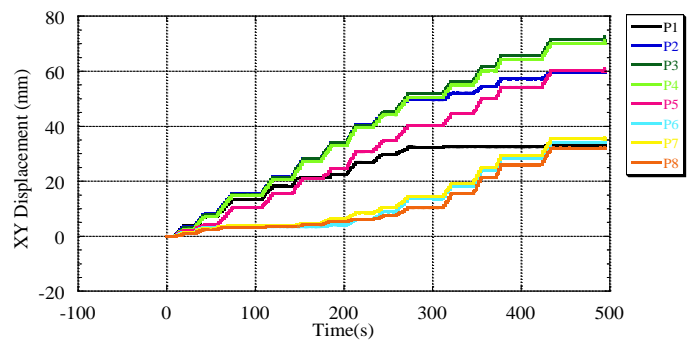


図 10 ブロックの開始点からの距離 (水平鉛直)

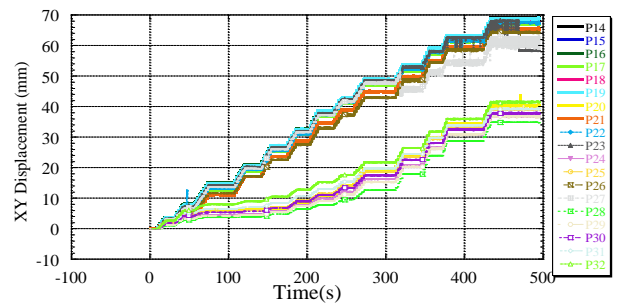


図 11 地盤の開始点からの距離 (水平鉛直)

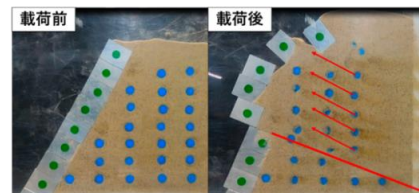


図 12 荷重前後のマーカーの動き

表 2 に示力線方程式に用いる実験模型のパラメータ、図 13 に示力線方程式の結果を示す。本研究では、水平荷重によって生じた土圧を設計水平震度に変換し、示力線方程式を行った。土圧と設計水平震度の関係式を式(3)に示す。W で表される土塊の重量は、載

荷時に崩壊角が確認できなかったため、図 14 のようにくさび型をイメージして考えた。示力線方程式の結果から、擁壁は 1/3 線よりも後方に存在するため安定しているといえる。しかし実験では擁壁として機能しておらず、設計と現実に乖離がある。考察として設計水平震度が原因ではないかと考えられる。

表 2 実験模型のパラメータ

ϕ (内部摩擦角)	37.5°	b(天端幅)	0.025m
δ (壁面摩擦角)	25.0°	α_0 (擁壁傾斜角)	60°
γ (地盤密度)	16kN/m ³	β (地表面傾斜角度)	0°
γ_s (ブロック密度)	27.0kN/m ³	q(等分布荷重)	0kN/m ²
K_A (土圧係数)	0.061	k_h (設計水平震度)	0.185

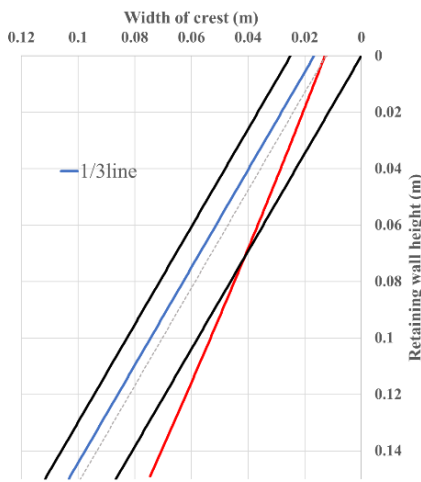


図 13 示力線方程式結果

$$k_h = \frac{P_A}{W} = xgal = \frac{18000kN/m}{16kN/m^3 \times 0.006m^2 \times 1000} \dots (3)$$

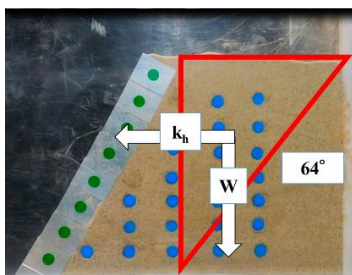


図 14 土塊重量の考え方

7. まとめ・今後の展望

実験の結果と示力線方程式による計算結果を比較した結果、現実と設計に乖離があることが分かった。原因として設計水平震度が影響ではないかと考察した。水平載荷実験を行うことで地震力を再現したつもりだったが、水平に載荷できなかったため再現できなかったと考えられる。そして現在用いられてい

る設計水平震度にも原因があると考察している。そのため今後の展望として、傾斜模型実験を実施する。土槽内に実験模型を作成し、土槽全体を傾斜させ、設計水平震度を実験模型に与えることで地震力を再現する。そして傾斜模型実験と示力線方程式を比較し、現在用いられている設計水平震度が正しいのかを明らかにすることを目的とする。図 15 に実験イメージ図、表 3 に傾斜角度と設計水平震度の関係を示す。

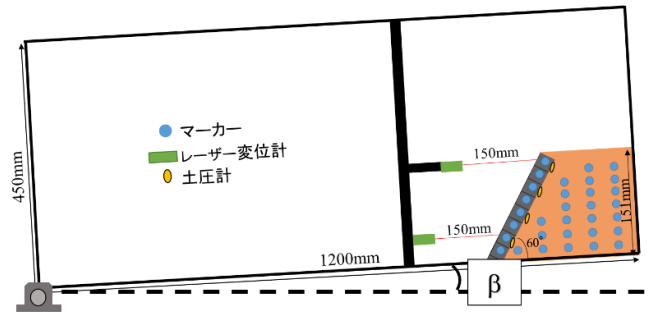


図 15 傾斜模型実験イメージ図

表 3 傾斜角度と設計水平震度の関係

傾斜角度 β (°)	設計水平震度 k_h
1	0.02
5	0.09
10	0.18
15	0.27

謝辞

本研究にあたり、東京都市大学の伊藤和也教授の研究を参考にさせていただきました。ありがとうございました。

【参考文献】

- 五味晃大, 山田雅一, 塩入志緒里, 関根さやか: 2016年熊本地震による益城町における擁壁被害調査, 平成28年度日本大学理工学部学術講演会予稿集, B-70, pp174-175, 2016.
- 被災宅地危険度判定連絡協議会 <http://www.hisaitakuti.jp/case.html>, (参照 2021-12-15).
- 高倉正人: わかりやすいもたれ式・ブロック積み擁壁の設計と解説, 現代理工学出版, P70-82, 1995.
- 南和産業株式会社 http://www.nanwa-sangyo.com/06_Use1/06_F_Use_03.html, (参照 2021-12-15).

環境に配慮したアスファルト舗装の実現

EC18074 山下頼樹

1. 研究背景

近年では大量に発生するアスファルトやコンクリートの建設廃材は埋め立てなどによる処理はますます難しくなっており、建設資材として再利用する必要性に迫られている。そこで本研究では、廃材を破碎、選別しマイクロ波で CO₂ を流しながら加熱し路盤材に CO₂ を吸着させ、再生砕石としてコンクリートの基礎材、道路用の路盤材として再利用することが可能である。

2. 研究目的

本研究では環境配慮を考えると共に各 5 種類の路盤材をマイクロ波で CO₂ を流しながら加熱し、CO₂ との吸着率、またはどのような試料が CO₂ を吸着しやすいのかを確認し、道路地盤に埋めることを目的とする。マイクロ波での加熱条件や CO₂ との関係性のある物質等を成分分析の結果を用いて考察する。

3. 研究方法

本研究では初めに各 5 つの路盤材、高炉スラグ、細砂、RC-40(セメント)、再生アスファルト混合物、単粒度砕石、を成分分析で調べ、それぞれ CO₂ との関係性のある物質(Ca, CaO 等)を確認し、マイクロ波加熱を行う。マイクロ波で加熱後、どの路盤材が一番 CO₂ との吸着率があるか成分分析を再度行い加熱温度やどんな物質が CO₂ との吸着率が高いかを考察する。それぞれ粒径を揃えるため 1 分間粉碎して混ぜる。

4. 実験装置について

4.1 wonder blender 機

路盤材の粒径を均一にさせるために使用する。写真 1 の装置で 5 つの路盤材を砕く。

4.2 XRF(X-ray fluorescence analysis)分析装置

本装置は液体、固体、粉末いかなる試料形状にも関わらず、様々な試料の元素分析を行うことができる分析機である。ベリリウム(Be)からウラン(U)までの

元素を幅広いダイナミックレンジで高い精度、正確に分析することが可能であり、本研究で用いる試料の成分を調べるために使用する。写真-2 に XRF 分析装置を示す。

4.3 マグネトロン式マイクロ波加熱装置

本装置は電界と磁界の放射位置を変えることができ、試料にマイクロ波が効果的に当たるよう加熱することができる。特徴として高速加熱や選択加熱等ができる。写真 3 にマイクロ波加熱装置を示す。

4.4 XRD(X-ray diffraction) 分析装置

本装置は一定波長の X 線を分析試料に照射すると散乱された X 線は、物質の原子・分子の配列状態によって物質特有のパターンを示す。この解析パターンから物質を構成している成分の格子間隔を知る方法である。この装置を用いてマイクロ波で加熱した焼結体の化学物を調べることを目的とする。写真 4 に XRD 分析装置を示す。



写真 1 wonder blender 機



写真 2 XRF 分析装置



写真3 マイクロ波加熱装置



写真4 XRD 分析装置

5. 各試料の概要

本研究では各5種類の路盤材を使用する。表-1に各5種類の路盤材を示す。

表-1 使用する路盤材

試料名	具体的な材料
高炉スラグ	徐冷スラグ+水砕スラグ等
細砂	山砂+荒砂+砂利
RC-40	コンクリートを砕いたもの +アスファルト合材(1割)
再生アスファルト混合物	石油アスファルト
単粒度碎石	天然石

6. XRF 分析結果および考察

6.1 加熱前 XRF 分析結果

図-1の結果から、高炉スラグはCaを約30%含んでおり、Ca(カルシウム)はCO₂を吸収しやすいため、加熱の際CO₂との吸着が期待されると考える。そのため高炉スラグを中心にマイクロ波加熱を行った。

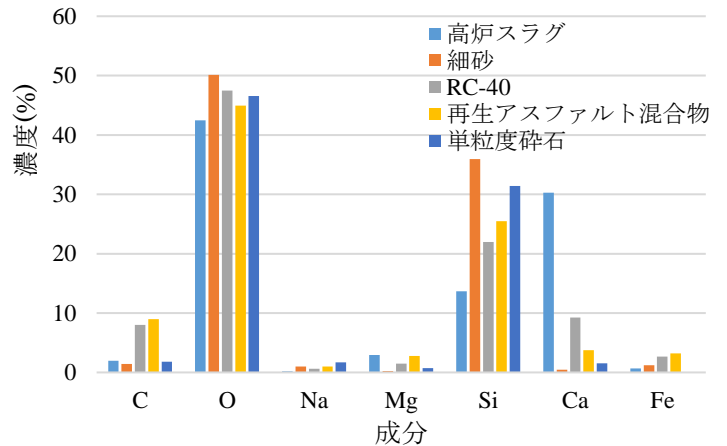


図-1 加熱前の分析結果

6.2.1 加熱後の XRF 分析結果

図-2, 図-3のグラフは高炉スラグの加熱後の分析結果でありCとOの変化についてまとめたグラフである。また、加熱前と比べてCとOが増加していればCO₂が吸着したと考えられるためCとOに着目した。試料は乳鉢で5分間混ぜ、粒径は数nm~50nmで高炉スラグ1.5g, 水0.8gでマイクロ波加熱を行う。それぞれ目標温度に達したら温度を一定に保たせるため1分間W数を調整させる。また500°C, 700°Cでの加熱では、マイクロ波が試料を通しやすいため、加熱の際、マイクロ波が試料に影響しやすいように加熱材を用いてマイクロ波加熱を行った。

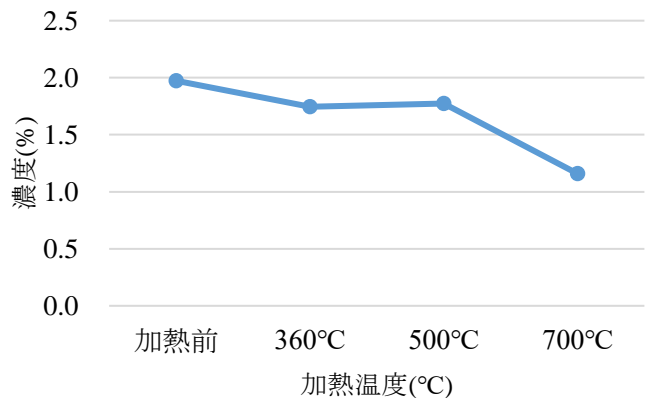


図-2 Cの分析結果

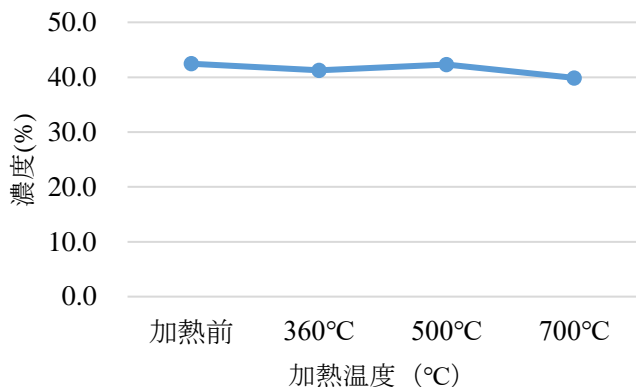


図-3 O の分析結果

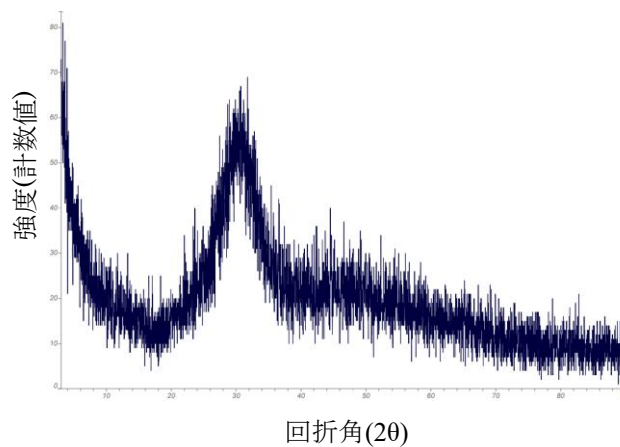


図-4 高炉スラグ(360°C)

6.2.2 考察

図-2 の分析結果から、加熱前と比べると濃度が低下傾向であった。原因として、高温で加熱した際、熱分解が起きたため減少したと考えられる。図-3 の分析結果ではあまり変化が無かった。また XRF 分析では元素分析に適した装置であり化学物分析はできないため、実際にマイクロ波で加熱後、CaCO₃、または Ca を含んでいる物質になっているかを確認するため、XRD 分析で調べる必要があると考えた。

7. XRD 分析結果および考察

XRD 分析では様々な角度から試料の結晶構造を調べ、解析回折角(横軸)、強度(縦軸)で表される。また回折角(横軸)は試料を 0 度から 90 度の様々な角度から分析したときの回折角(θ)を表す。強度(縦軸)は 1 秒間に検出器が取り込んだ回折 X 線数であり、原子と原子の間の距離を表す。図-4～図-6 はそれぞれ高炉スラグ 360°C, 500°C, 700°C, でマイクロ波加熱した後の XRD 分析結果である。図-4 から 360°C では結晶構造ができていないため測定不可能であった。図-5 の 500°C も同様に結晶構造ができていないため測定不可能であった。図-6 から 700°C では結晶構造あり、Ca₂Al(AlSiO₇) (ゲーレン石) の結晶構造が確認された。

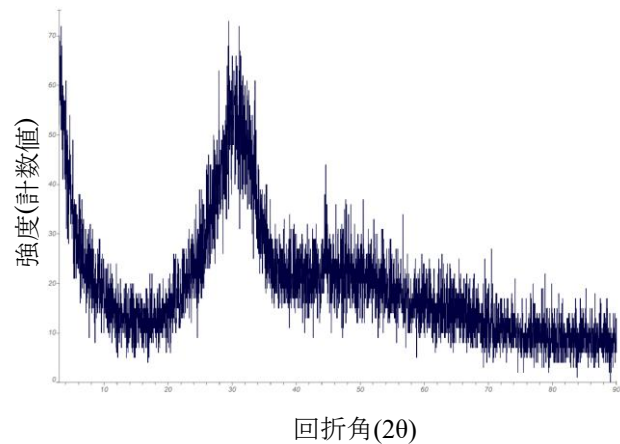


図-5 高炉スラグ(500°C)

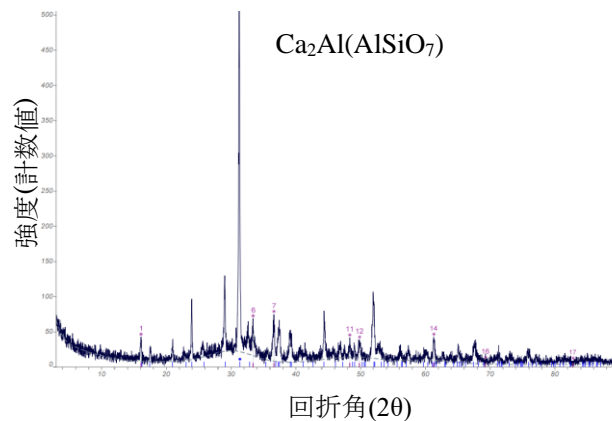


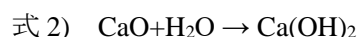
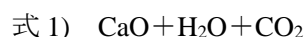
図-6 高炉スラグ(700°C)

8. まとめ

本研究結果、高炉スラグを CO₂ で流しながらマイクロ波加熱をしたが成分分析の結果あまり変化がなかった。また XRD 分析では CaCO₃ は見られなかったが、700°Cでは Ca₂Al(AlSiO₇)の結晶構造が確認された。また XRD 分析での測定不可や Ca を含んでいたのにも関わらず CO₂ の吸着がなかった原因として XRF の結果から本研究で使用したスラグには様々な物質が混入していたため分析が難しかったのではないかと考える。

9. 今後の課題

今回の結果では CO₂ はあまり試料との吸着がみられなかった。本研究で使用した高炉スラグには様々な物質が含まれていたため、マイクロ波で加熱の際、CO₂ との吸着が難しかったと考えられる。その際の化学反応式を式 1) に示す。なお、この高炉スラグの不純な物質を飛ばすために 700°Cから 1,000°Cで 1 度加熱して水に浸透させ、その後、再度加熱することで CO₂ との吸着が見られるのではないかと考える。その際の化学反応式を式 2), 式 3) に示す。また純粋な高炉スラグであれば CO₂ との吸着が見られると考えられる。



謝辞

本研究を行うにあたり多くの方々にご指導を頂きました。指導教官の中部大学都市建設工学科の余川弘至講師からは多大なことを学びました。心より感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 株式会社ウィルコン,再生砕石(リサイクル砕石)

URL:<http://willcon.rgr.jp/rc-40/about.html>

(参照 2021/11/25)

環境展望台,環境技術解説

URL:<https://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=68>

(参照 2021/12/3)

- 4.2) 元素分析,プロセス・品質管理

URL: https://www.bruker.com/ja/products-and-solutions/elemental-analyzers/xrf-spectrometers.html?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=xrf

(参照 2021/12/7)

MST 材料科学技術振興財団

URL:<https://www.mst.or.jp/method/tabid/168/Default.asp>

(参照 2021/12/7)

分析化学、実技シリーズ機器分析編

著 河合 潤

(参照 2021/12/9)

- 4.3) マイクロ波加熱とは？(電子レンジの加熱原理って？)

URL:<http://www.microwave.jp/mw.html>

(参照 2021/12/20)

URL:https://mwcc.jp/service_technology/microwave/

(参照 2021/12/20)

マイクロ波化学 反応、プロセスと工学応用

2013/12 堀越智 篠原真毅 三共出版

(参照 2021/12/7)

史上最強図解、これならわかる電磁気学

東海大学理学部物理学教授 著 遠藤 雅守

(参照 2021/12/21)

- 4.4) JAIMA,X 線解析装置の原理と応用

URL:<https://www.jaima.or.jp/jp/analytical/basic/xray/xrd/>

(参照 2021/12/22)

- 7) 粉末 X 線解析の実際

第 3 版 中井泉 泉富士夫

(参照 2022/1/4)

造成地における滑動崩落と液状化の対策に関する研究

EC18080 吉田圭佑

1.研究背景・目的

2018年9月6日に発生した北海道胆振東部地震では、傾斜地での地盤液状化被害が確認された。平坦地とは異なり大規模な地盤流動が起き、その上に建つ住宅は甚大な被害を受けた(写真-1 参照)¹⁾。平坦地に比べて被害が大きくなるのにもかかわらず、傾斜地での液状化対策や研究がなされていないのが現状である。ここでは、傾斜地に造成された盛土造成地を対象に検討を行う。

そこで本研究では、傾斜地で液状化が発生した場合の危険度を把握するために、様々な条件下で検討を行った。はじめに、降雨等による影響を考慮するために盛土内の含水比や湿潤方法を変更したケースで検討を行った。さらに住宅への被害を軽減する方法の1つとして、住宅直下の地盤をセメント改良(以下、地盤改良)したケースの被害軽減効果について検討を行った。



写真-1 造成地での被害状況¹⁾

2.実験方法

地震発生時の液状化被害や滑動崩落、擁壁の崩壊などを確認するために、水平方向に加振可能な空圧式振動台を使用した。土槽は、両面をアクリルとした剛土槽(内寸:幅 1,200mm×奥行 300mm×高さ 450mm)で2ケース同時加振が可能である(写真 1 参照)。実験

はいずれも実規模の 1/40 スケールであり、相似則²⁾を考慮して平面ひずみ条件で行った。図-1 に傾斜地モデルの一例を示す。図中には水圧計や加速度計などの計測器の配置位置も併せて示す。また、住宅や地盤には、マーカーを設置し、動画解析により住宅沈下や地盤変形を確認することができるようにした。動画は、土槽に取り付けた小型カメラ(Gopro)で撮影されている。地盤材料は三河珪砂 6 号を使用し、水中落下法等を用いて作成した。間隙流体に相似則を考慮した粘性流体を使用して盛土・斜面を製作した。なお地山となる基礎地盤は十分な強度を発揮できるようにサンドモルタルで作成した。

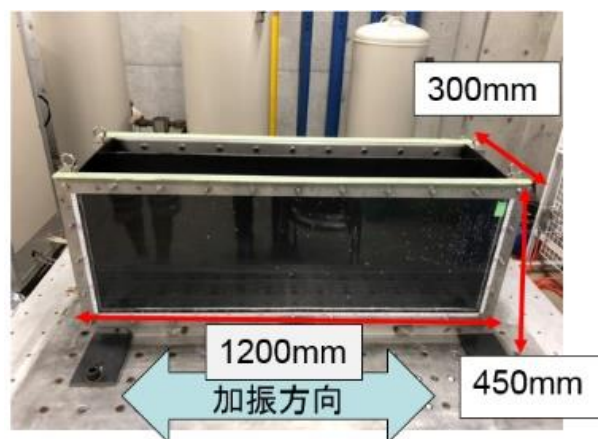


写真-2 振動台および土槽

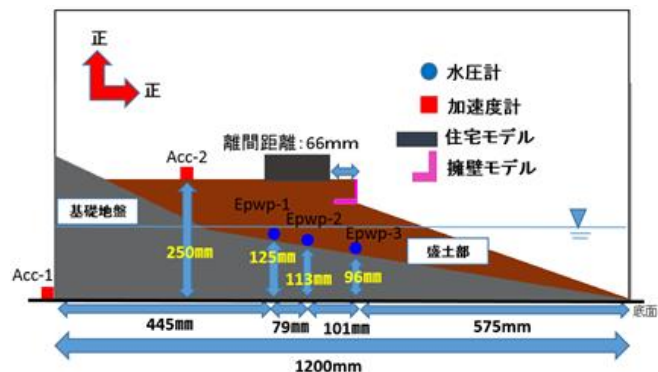


図-1 検討ケースの一例

3. 検討ケース

本研究では、地盤条件等を変化させ、計 4 ケースの実験を行った。Case1 は盛土内に水位が無い健全な盛土造成地を想定したケースであり、乾燥した砂地盤に含水比が 5%となるように調整したのちに、モデルを作成したケースである。Case2 は、降雨直後に地震が発生したことを想定したケースである。モデルの作成方法は、Case1 の振動実験後に土槽内に加水し、図-1 の高さまで水位上昇させ、3 日間放置することで作成した。Case3 は盛土造成地にとって最も厳しい地盤条件となるように、盛土を水中落下法で作成し、完全な飽和地盤状態にしたのちに、図-1 の水面位置まで水位を下げ、加振実験を行ったものである。Case4 は、住宅下(住宅基礎の擁壁底板間)に地盤改良を施したことを想定したケースで、擁壁下部地盤まで水中落下法で地盤を作製したのち、あらかじめ作製したサンドモルタルを住宅下部地盤に敷いた。表-1 に検討ケースを示す。なお、地震動は、全ケース同じものを用いており、基盤相当で震度 6 強程度で、地表面で最大加速度 450gal となるような、周波数 10Hz、加振時間 4 秒の地震動を振動台に入力した。図-3 に振動台に取り付けた加速度計の時刻歴波形を示す。

表 1 検討ケース

	地震動強度	盛土相対密度	地盤状況	想定されるイメージ
CASE1	気象庁震度6	50%	地表面含水比5%	健全な盛土
CASE2	気象庁震度6	50%	地表面含水比30%	降雨直後地震
CASE3	気象庁震度6	50%	地表面含水比30%	盛土内飽和
CASE4	気象庁震度6	50%	地表面含水比30%	液状化対策考慮

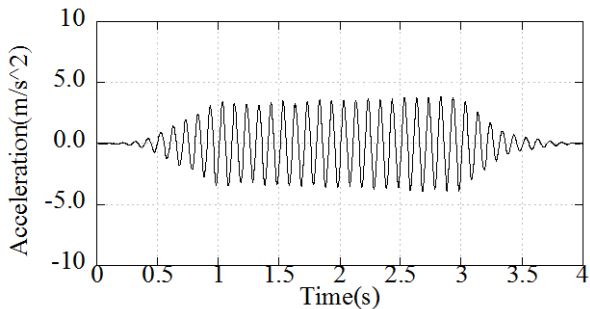


図-2 加速度の時刻歴

4. 擁壁モデル・住宅モデル

擁壁は、名古屋市宅造用 L 型擁壁⁶⁾を参考として 1/40 スケールにしたアルミ製の擁壁(立て壁:50mm、底板 50mm、厚さ:3mm)を使用する。根入深さは 10mm に設定する。なお実験条件は宅地造成等規制法より常時、地震時の転倒・滑動・基礎地盤の支持力に対する安全照査を行い、すべての条件で満足している。

対象住宅は、木造二階建てのべた基礎住宅とした。木造二階建て住宅の接地圧を荷重指針から 15kPa に設定した。この住宅の上部に発泡スチロールを付けたアルミプレートで住宅をモデル化した。1/40 スケール住宅モデルの接地圧が 0.25kPa になるように、アルミプレートの厚さを 150mm に設定した。

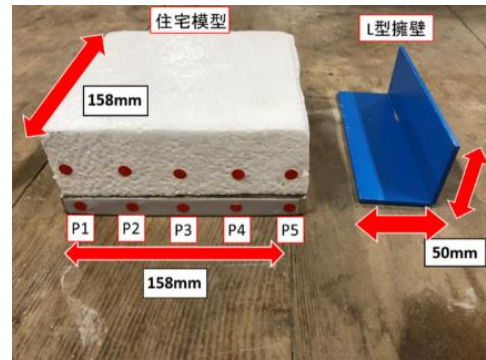


写真-3 L 型擁壁・住宅模型

5. 結果・考察

図-3 に各ケースの過剰間隙水圧(図-1 中 Epwp-2 の水圧計)の時刻歴を示す。住宅下の過剰間隙水圧を比較すると、CASE1 を除いて、いずれのケースも過剰間隙水圧が初期有効上載圧(2.3kPa)にまで達しており、液状化が発生していることがわかる。過剰間隙水圧が上昇するタイミングも概ね一致していることから、不飽和状態から水位上昇をさせたケースと飽和状態から水位を下げたケースでは、液状化の強度に大きな違いは生じていないことがわかる。また、住宅下対策を施した場合でも、擁壁下の地盤の液状化の抑制には寄与しないことが分かった。

図-4 に各ケースの住宅の水平変位の時刻歴を示す。CASE1 では、水平変位は地震中であっても確認できなかった。一方、CASE2 では振動終了後に 12mm、CASE3 では振動終了後に 9mm、CASE4 では振動終了後に 12mm の住宅の水平変位が確認された。過剰

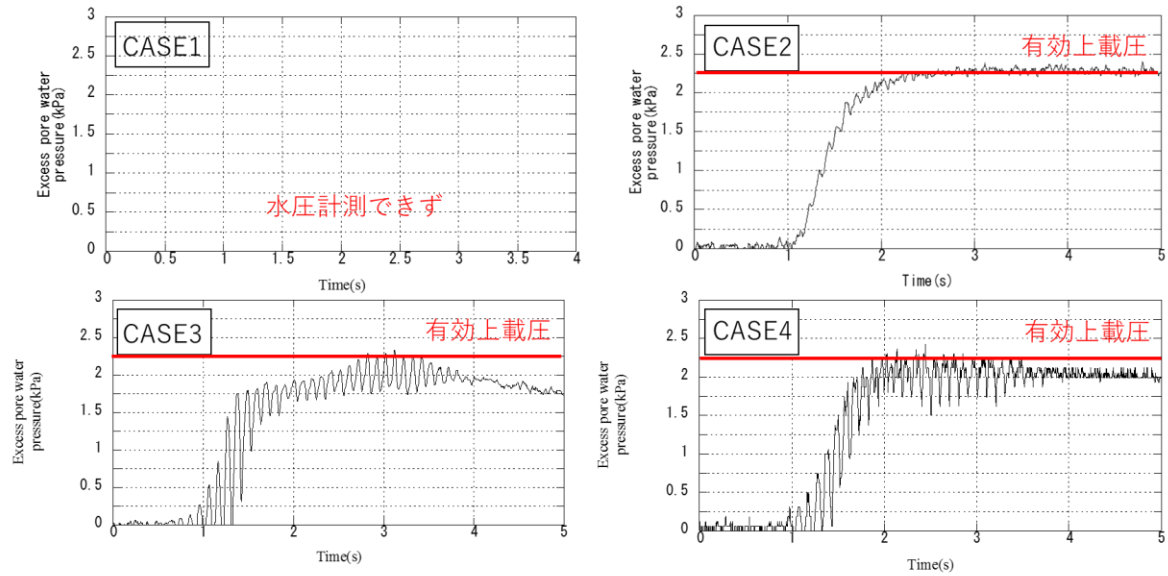


図-3 過剰間隙水圧の時刻歴

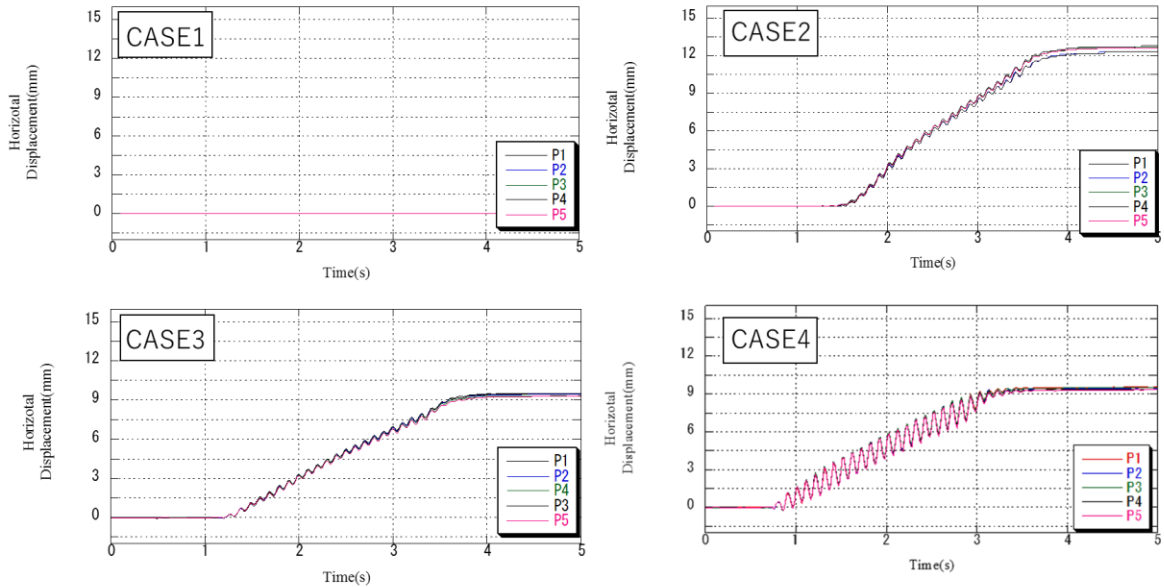


図-4 住宅水平変位の時刻歴

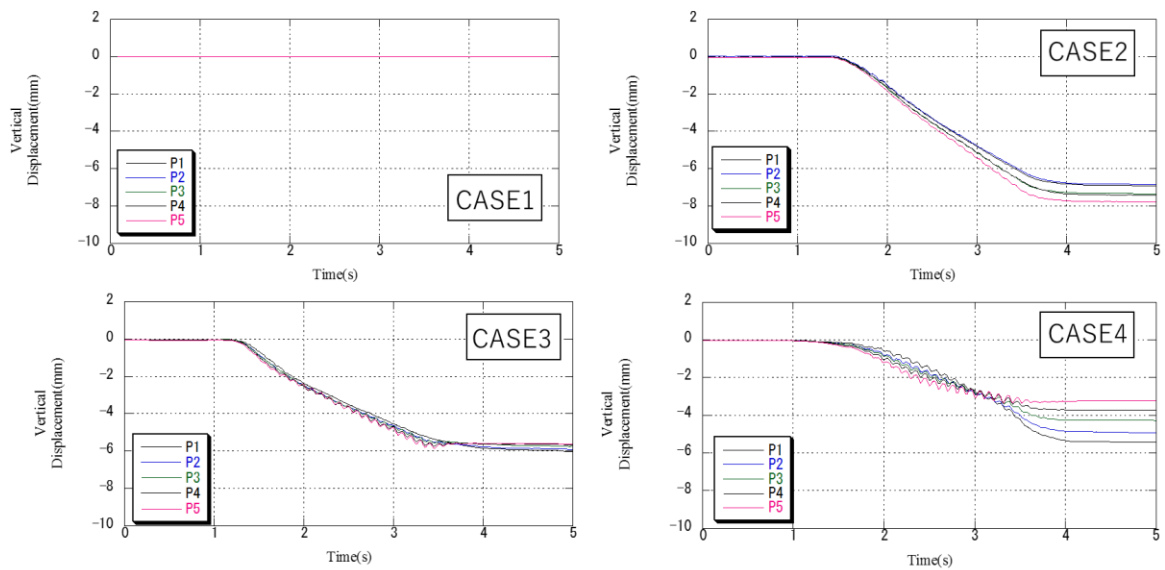


図-5 住宅鉛直変位の時刻歴

間隙水圧と同様に、モデルの作成方法は異なるが、CASE2 と CASE3 では大きな違いがみられなかった。一方、対策の有無の比較をすると、住宅下に対策を実施した CASE4 の沈下量が 12mm と最も大きく、住宅の水平変位量の抑制には寄与していないことがわかる。これは、サンドモルタルが現地盤よりも重量があるため、地震動による慣性力を大きく受けたため、擁壁が前面に傾倒し、合わせて住宅の水平変位を大きくしてしまったものと考えられる。

図-5 に各ケースの住宅の鉛直変位の時刻歴を示す。

これまでと同様に CASE1 に関しては、沈下が確認できなかった。CASE2～4 については沈下が確認された。モデルの作成方法は異なる CASE2 と CASE3 を比較すると、2mm 程度 Case2 の沈下量が大きく、P1 と P5 に差が生じていることから住宅が傾斜していることを示している。この傾斜は、間隙水を浸透させる際に、地盤内を均一にすることができなかったこと、もしくは不飽和砂でモデル地盤を作成する際に生じた密度差が影響しているものと推察される。なお、対策を実施した CASE4 については、平均沈下量が 4mm とどのケースに比べてもやや小さいものの、P1 と P5 の沈下量差が大きく、住宅が大きく傾斜してしまっていることがわかる。CASE3 の結果については、安間ら³⁾でも同様の傾向が得られており、擁壁底板から離れれば、住宅は沈下し、水平移動をするが傾斜はしないという結果と同様の結果を示している。一方、CASE4 は、安間ら³⁾の行った実験のうち、擁壁底板上に住宅が設置されているケースと同様に擁壁は反時計回りに転倒するとともに、住宅もその方向に傾斜している。これは地盤の液状化に伴い支持力を失うことで、地盤改良体自体を支えられなくなり、擁壁が離れるほど沈下が大きくなるためと考えられる。

5. 結論

図-6 に結果の概要図を示し、以下に本研究で得られた結論を示す。

- ・CASE1 のように、降雨等の水を適切に処理することができ、盛土内が液状化しない条件であれば、住宅への被害は大きくならない。一方、地震直前に降雨等

が発生し、盛土内に雨水等が残存している場合 (CASE2) には、飽和状態 (CASE3) と変わらず、大きな住宅被害が生じる可能性が高い。

- ・住宅下のみならず地盤改良などの対策を施した場合にも、住宅に被害が生じる可能性は高く、盛土全体(もしくは擁壁下部地盤)の対策を実施する必要があると考えられる。

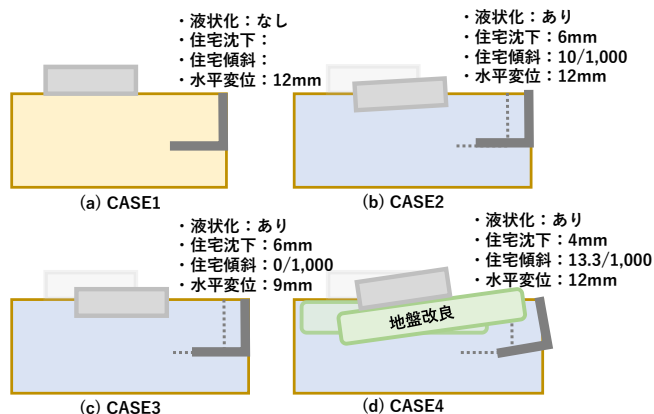


図-6 結果概要図

6. 今後の課題と展望

造成地における地形的要因は、無数に存在する。例えば、基礎地盤の傾斜や盛土高さなどが変われば、住宅への被害度も異なる事が予測される。また本研究では、大規模造成地中に存在するひな壇上宅地の一部を取り出したモデルを対象としており、隣り合う住宅などの影響は無視されている。これらの住宅や盛土地全体の影響も考慮する必要があると考えられる。今後、これらを統一的に評価できる手法や研究の提案が望まれる。

参考文献

- 1) 廣瀬亘・加瀬善洋・川上源太郎・小安浩理・ト部厚志: 平成 30 年度北海道胆振東部地震に伴う地表変動および強振動による被害, 北海道地質研究所報告, 第 90 号, pp.15-32, pp.2018.
- 2) Susumu Iai: Similitude for shaking table test on soil-structure -fluid model in 1-g gravitational field, Soil and Foundations, Vol.29, No1, pp.105-1018, 1989.
- 3) 安間匡志・余川 弘至・渡邊 翔: 地震時の擁壁不同沈下が住宅被害にもたらす影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), No.20278, pp.555-556, 2020.