

新しいドリル形状を創成するシステムの開発

中部大学 河合貴未央, 竹内芳美, OSG 株式会社 今泉紀行, 櫻井正俊

現在のドリル開発の一部工程を短縮し, 材料費削減, 顧客満足度の向上を目指して, 新しいドリル形状を創成するシステムの開発をする. 現状のドリル形状創成システムでは切れ刃, 溝部などを含むドリル断面形状の数式化が難しい. 数式化をしなければ, ドリルの諸元を求めることができず実用的ではない. 本研究では, ドリル加工用砥石形状からドリル断面形状を予測できるシステム開発を行った.

1. はじめに

NC 工作機械の発達により, 今まで製作が困難であった複雑な形状を効率よく, 高精度に加工をすることが可能になっている. そこで, ドリルにはより加工精度を高めるために, 従来よりも工夫した形状のドリルの開発が求められるようになってきている. 現在, 新しい形状のドリルを製作するためには, メーカーが顧客から注文を受け製品化するまでの過程において確認のための試し研削が必要である. しかし, 研削には時間がかかり, 一回で確認が済まないことも考えられる. したがって段取りに時間をとられてしまい, 確認の研削をする度に材料が必要となり, その研削を複数回行えば段取りの時間と材料費が増加する.

そこで, コンピュータ上で新しい形状のドリルの完成形状を確認することができるシステムを開発できれば, 試しの研削が不要となり, 材料費の削減ができると考えられる. また, 機械が製品を研削している間に次の製品のシミュレーションを行うことができ, 段取りの時間の削減もできる. 注文から製品化までの時間が短縮されることで顧客満足度の向上といった効果も考えられている.

しかし, 現状では砥石の研削軌跡から加工後のドリルの外形線の算出に時間がかかり, 正確な形状を確認することができない. また, 外形線に関数表現しなければ図 1 に示す, ドリルのすくい角などのドリル諸元が得られず, システムとして実用化することは困難である.

本研究では, これらの問題を解決するためにドロネー三角形分割と点の内外判別を利用した外形線の抽出と, ドリル外形線に関数表現する方法を提案し, ドリル形状創成システム開発をする.

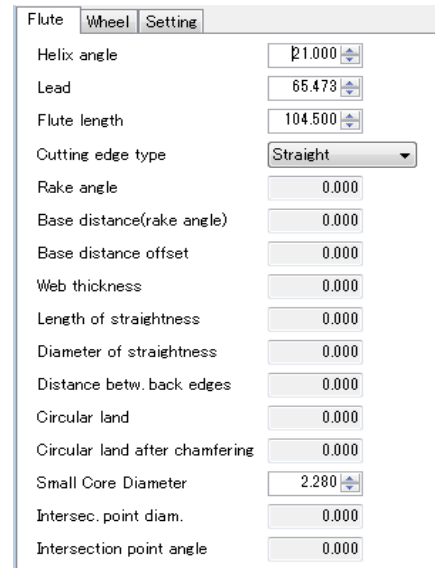


Fig.1 Drill shape

2. ドリル形状創成の概要

ドリルの創成にあたっては, 削り出したい溝の形状に適した砥石を選定し, 図 2 のように工作物に対して砥石に振り角をつけ, 切り込み量を徐々に増やしていき, 溝を形成する. この砥石形状の動き合わせによって創成されるドリル形状が予測できると考えられる. この研究で開発するシステムでは図 3 に示すように, ドリルの完成形状を軸方向に垂直な断面から確認することができる.

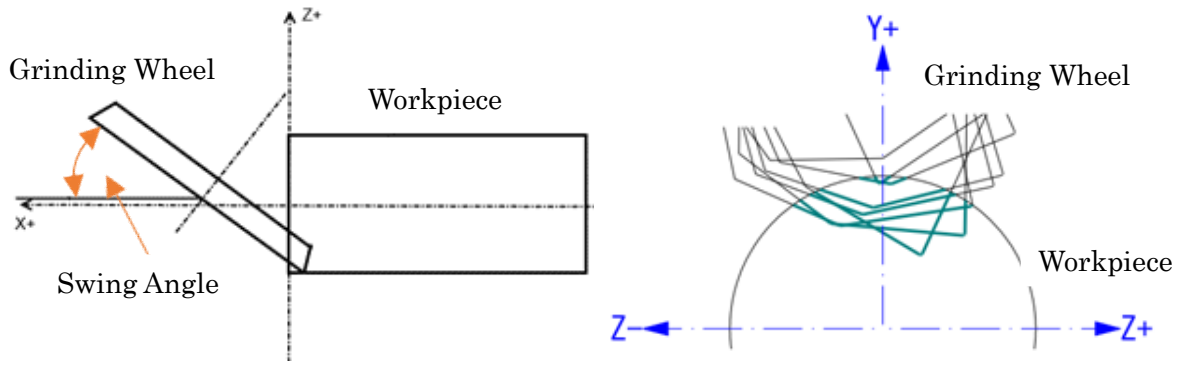


Fig.2 Creation of drill shape by grinding wheel

3. ドリル形状の抽出

3.1 三角形分割

ドリルの外形線を算出するために、図4で示すように砥石表面を線分解することで研削軌跡を点で表した。

この点群の中からドリルの断面形状を表すこととなる点を取り出すためにドロネー三角形分割を利用する。これによって図5のように点と点を線で結ぶことができる。

三角形分割をした点の中からドリル形状を表すこととなる点を抽出するために図6のような手法を利用した。すなわち、点同士を線で結んでいくと線と線が重なるところとそうでないところがあり、外形を求めるには線が重ならない点のみを残せばよい。よってこの処理をすることで形状を表す点を求められる。しかし、三角形分割のみでは正確なドリル溝形状を抽出することが困難なため、さらに点の内外判別の計算を行う。研削軌跡の線を多角形ループとし、三角形分割で算出した三角形の重心がループの内外どちらにあるかを確認し、ループの外にある三角形を削除した。この計算によってより正確な溝形状の抽出ができた。最後に、溝形状を表す点だけを求めるために不要な点を削除する。そのために、図6の方法で抽出した点において、ある一点とその両隣の点で内積の計算を行った。この過程で計算値が極端に変化する点が2つあり、この点を含む2つの点の間に存在する点を残すことで溝形状を表す点のみを抽出できた。

以上の計算で抽出されたドリル形状を図7に示す。ハッチングされている部分が実際のドリルの形状である。

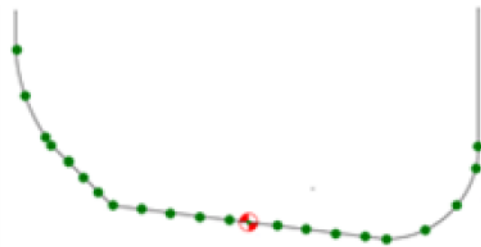


Fig.4 Cross-section of approximated grinding wheel

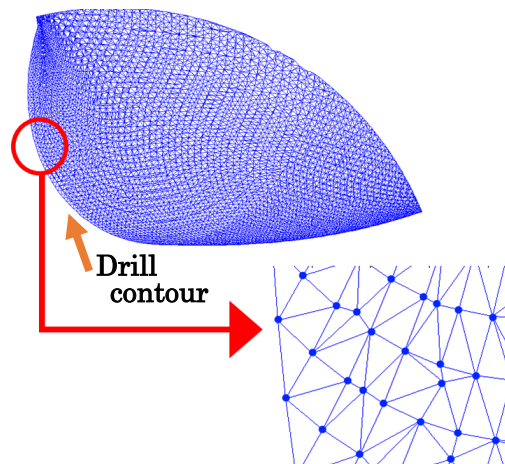


Fig.5 Application of the Delaunay triangulation method to the grinding wheel contour curve

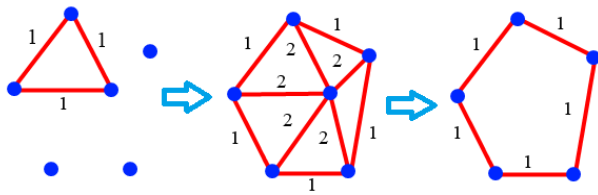


Fig.6 Processing of Delaunay triangulation

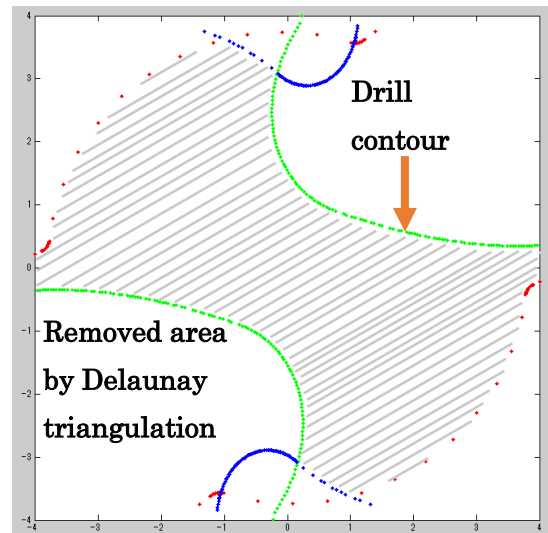


Fig.7 Drill shape extraction

3.2 ドリル断面形状の関数表現

形状を関数表現するにあたって、与えられた全部の点を通る式を考えると次数の高い式になり、複雑になる。そこで、全ての点を用いるのではなく、諸元を計算するときに必要な点を最小二乗法で近似する。これにより、低い次数で溝形状を関数表現できる。

4. 創成されたドリル形状諸元の算出

実際にある形状のドリルから形状を抽出し、ドリル形状諸元を求めたものが表1である。現時点ではすべての諸元が求められていないが、すべてを求められるよう開発を進める。

Table1 Calculation results

WX-MS-GDS-5(Drill)		
Various elements of Drill	Reference value	Calculated value
Base distance(rake angle) (mm)	0.17	—
Rake angle(°)	5.41	5.398
Web thickness(mm)	0.9	0.908
Length of straightness(mm)	1.769	1.7451
Diameter of straightness(mm)	1.65	—
Distance betw.back edges(mm)	1.681	1.6854
Circular land(°)	85	87.37
Intersec.point diam(mm)	4.59	—
Intersection point angle(mm)	95.864	—

5. おわりに

ドリルを製作する前にドリル加工用砥石形状からドリル形状諸元を予測することを目指したシステム開発を行った。その結果、以下の結論を得た。

1. ドリル溝形状を抽出するために、ドロネー三角形分割および、点の多角形ループに対する内外判定を利用し、一部形状において実現することができた。
2. 最小二乗法で溝形状を関数表現し、主なドリル諸元を算出できた。

しかし、ドリル諸元を全て算出することができていないので引き続き、全てのドリル形状諸元を求めていく予定である。

参考文献

- 1) 伊理正夫, 越塚武志: 計算幾何学と地理情報処理, 第2版, 共立出版 (1993), 126
- 2) 柴田順二・古木拓夫・豊田元弘・綿貫芳雄・清水哲, NC 工具研削におけるドリル切れ刃創成のための砥石形状に関する検討, 日本機械学会論文集, 59-559, C (1993), 927-931
- 3) 譚学厚, 平田富夫: 計算幾何学入門, 第1版, 森北出版株式会社 (2001)