

鳥取県における CAE ソフトウェアを活用した切削加工技術高度化支援の取り組み

佐藤崇弘

1. 鳥取県産業技術センターの紹介

鳥取県産業技術センターは、平成 20 年ころから CAE 関連業務に本格的に取り組み始め、現在では表 1 に示すように様々な現象を評価できるソフトウェアを整備し、技術支援、研究開発、人材育成に活用している。また、測定機、3 次元関連ソフトウェア、センサなどと各種 CAE ソフトウェアを連携させることで、解析結果の信頼性向上、不良原因の検証、設計段階における事前評価、試作品の評価などに取り組んでいる。

本稿では、様々な分野におけるシミュレーションの中で切削加工にシミュレーションを適用した技術支援事例を紹介する。

2. 切削加工技術高度化支援の取り組み

切削加工分野では、従来から加工現象評価を通じた不良原因評価、工具開発、加工手法の検討などに取り組んできた。具体的には、高速度カメラ、切削動力計、サーモグラフィ、非接触変位センサなどを活用した現象の見える化である。昔から「百聞は一見にしかず」といわれているが切削加工現場においても同様である。現象を見える化することで、次の対策につながり、さらには技術の情報共有ができる。

そのような中、切削加工分野における CAE ソフトウェアは従来解析選任者向けであったが、近年中小企業においても活用できる GUI が開発されてきた。その一つが切削加工シミュレーションソフトウェア (AdvantEdge FEM) であり、鳥取県産業技術センターでも平成 23 年に整備し、工具開発や挙動評価などに活用している。また、図

1 に示すように工具の性能評価が可能な実験設備と CAE を連携させる支援体制を構築している。

3. 切削工具開発に CAE を適用した事例

3.1 CAE を適用した課題

図 2 に示すような NC 旋盤による 5 工程の製造方法を 3 行程に集約するための工具開発を行った事例について紹介する。対象製品は、材質が SUS303 で加工形状は外径 2.5mm のカップ状のものである。

3.2 解析に用いた工具形状データの作成

工具の 3 次元形状データは、工具研磨装置から出力される stl データがあるものと、データがなく工具そのものしかないものがあった。データがないものについては、非接触三次元測定機 (インフィニティフォーカス G4) を用いて全周測定により stl データを取得した。解析ソフトで読込可能な 3 次元データは step データと stl データであるが、stl データからメッシングを行うと最も重要な切れ刃エッジがいびつになる。また、2 種類の stl データともデータの抜けや不完全な縫合状態になっていた。

そこで、リバースエンジニアリングソフト (Geomagic Design X)

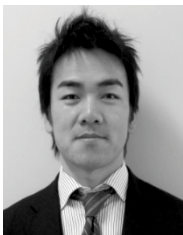


Fig.1 各種設備を連携させた工具の性能評価

Table1 CAE ソフトウェア

種類	名称
汎用解析ソフト	ANSYS Mechanical Enterprise
	Solidworks simulation premium
衝撃解析ソフト	ANSYS LS-DYNA
プレス成形解析ソフト	JSTAMP
鍛造解析ソフト	DEFORM
切削加工	AdvantEdge FEM
シミュレーションソフト	Production Module

筆者紹介



さとうたかひろ
 地方独立行政法人鳥取県産業技術センター 主任研究員
 2003年に鳥取県産業技術センターに入社し、切削加工、CAD/CAM/CAE 関連業務に従事。切削シミュレーションソフトと実験を連携させた小径ドリルの挙動評価に関する研究を実施し、2014年に鳥取大学大学院工学研究科機械宇宙工学専攻博士課程を修了。

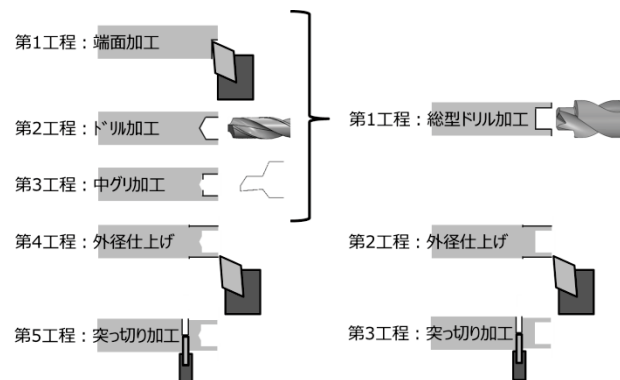


Fig.2 従来の製造工程と改善後の製造工程

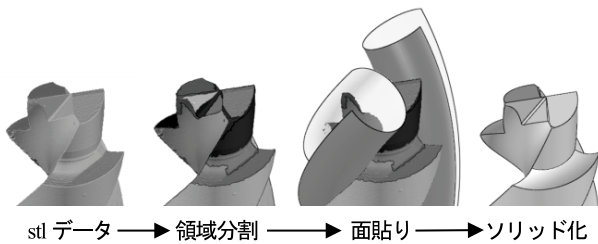


Fig.3 stl データから 3次元モデル化を行う方法

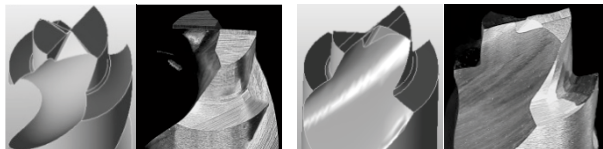


Fig.4 3次元モデル化した工具と試作した工具

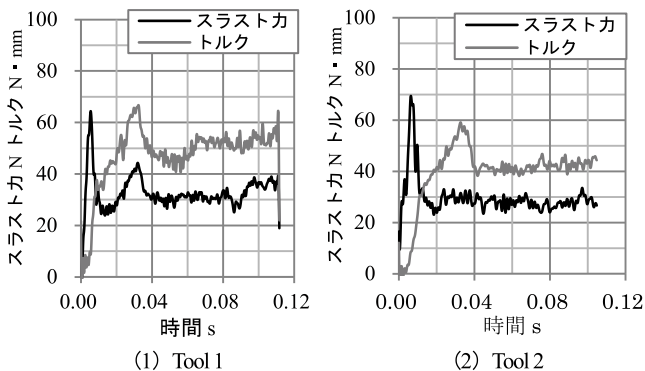


Fig.5 シミュレーションによる切削抵抗の違い

の stl 編集機能を用いてエッジ形状を保ったまま stl を縫合した後、図 3 に示すように面貼りを行いソリッド化した。図 4 にリバースした工具形状データ (左側) と実際に試作した工具 (右側) の写真を示す。なお、実際の評価は合計 4 種類の工具について行ったが今回はその内の 2 種類について紹介する。

3.3 解析結果

解析は、静的な解析と動的な解析に分けて行った。まず、静的な解析として ANSYS を用いて剛性評価 (変位量の比較)、耐折損性評価 (相当応力による比較) を行った。その結果から工具を絞り込んだ後、動的な解析として AdvantEdge FEM を用いて切削抵抗、切りくずの排出性を評価した。以下、動的な解析結果について述べる。

図 5 に切削シミュレーションで得られた加工初期の切削抵抗を示す。図から 2 つの工具でトルクについては大きな違いはないもののスラスト力については Tool 2 が Tool 1 に比べて 2 割程度低減している。

図 6 に切りくず排出状況 (工具は非表示) を示す。図から Tool 1 では、切りくずが工具と被削材の間に挟まれているのに対して、Tool 2 では切りくずが円錐らせん状となり理想的な排出になっていることがわかる。この結果から Tool 2 の方が良いと判断できる。

3.4 実験結果

シミュレーションの加工条件と同条件で加工実験を行った。図 7 に穴あけ全工程における切削抵抗を示す。図より、トルクは Tool 1 において振動成分が確認できるが平均をとると Tool 2 と変わらない。スラスト力は Tool 1 と比較して Tool 2 が 2 割程度低いことがわかる。

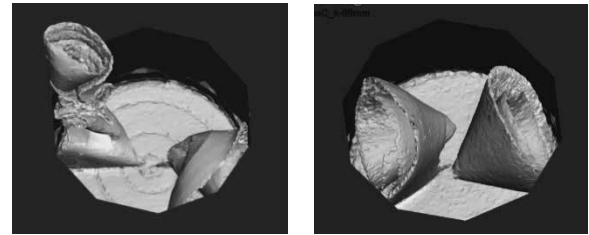


Fig.6 シミュレーションによる切りくず排出状況の違い

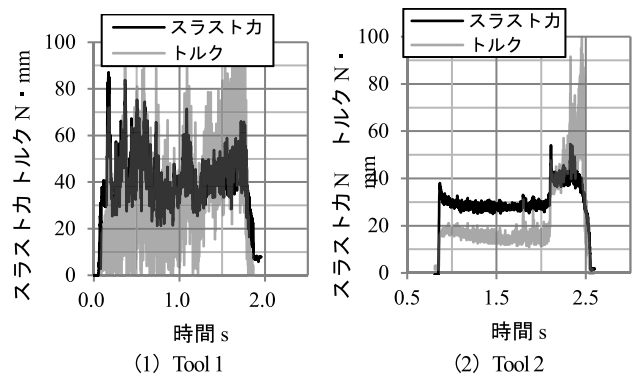


Fig.7 実験による切削抵抗の違い



Fig.8 実験による切りくず排出状況の違い

なお、解析結果と比較してトルクの振動成分が再現できていない点については、穴あけすべての工程を解析していないため切りくず排出不良に伴う切削抵抗の変動を考慮できていないためと推測する。

図 8 に加工中における切りくず排出状況を高速カメラで観察した結果を示す。図より、解析結果と同様に Tool 1 は切りくずつまりが発生している様子が確認できるが Tool 2 は円錐らせん状の切りくず形状になっており解析結果と酷似していることがわかる。以上の結果から、絶対値は解析結果と若干のずれはあるが、比較評価する上では十分であることがわかる。

4. 結言

本手法で工具開発を行ったことで、短時間で工具開発が行うことができ、その結果 32% の生産性向上につながった。

謝辞

本稿は、鳥取県内で錠前の加工を行っている株式会社ゴール米子工場 (鳥取県米子市) と取り組んだ改善事例であり、工具形状開発・試作などは株式会社西研 (広島県広島市) にて取り組まれた事例を紹介した。また、実験で使用した機器は公益財団法人 JKA の補助を受けて整備されたものである。関係各位に謝意を表します。