

**ここに
も！
モレスコ
MORESCO**

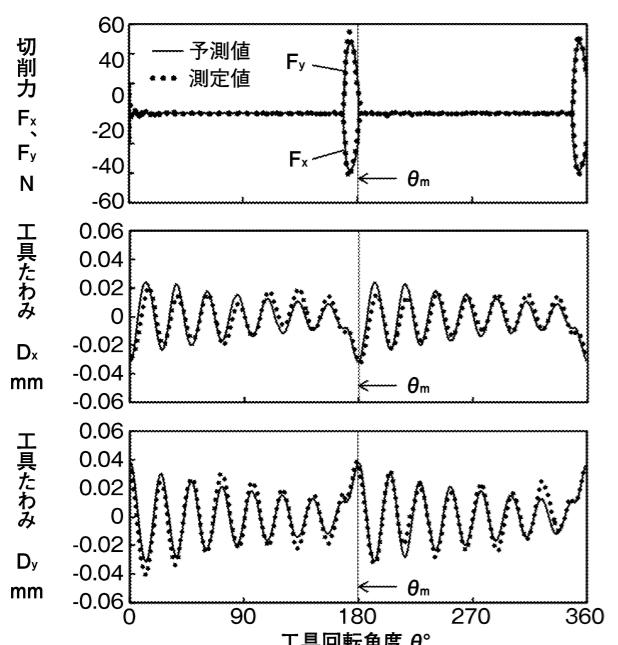
世の中を走らせる
高機能潤滑剤の
エキスパート

株式会社 MORESCO
カスタマーセンター TEL.06-6262-3385
<http://www.moresco.co.jp/>



超硬合金丸棒、
特に2穴、3穴オイルホール材のことなら

AFCジャパン株式会社
〒114-0012 東京都田端新町3-4-5
Tel. 03-5692-6600 www.afccarbide.jp



工具:φ20mmR1mmL130mm. 2枚刃ラジアスエンドミル
被削材:KTSM21. 傾斜角89.5° 切削条件:回転数2700min⁻¹
送り速度1350mm/min. 切り込み0.2mm. ピックフィード0.5mm

図1 工具1回転中の切削力と工具たわみ

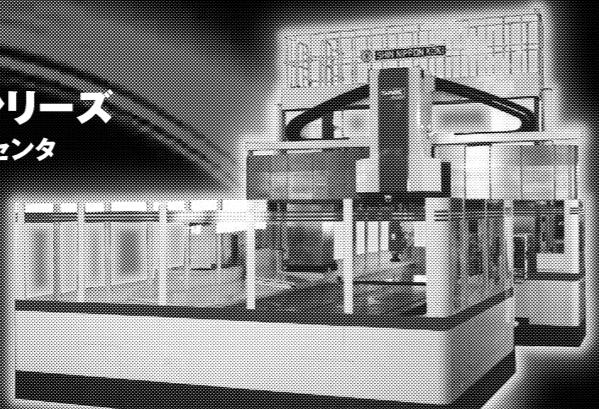
夢をかたちに…

Giving shape to dreams

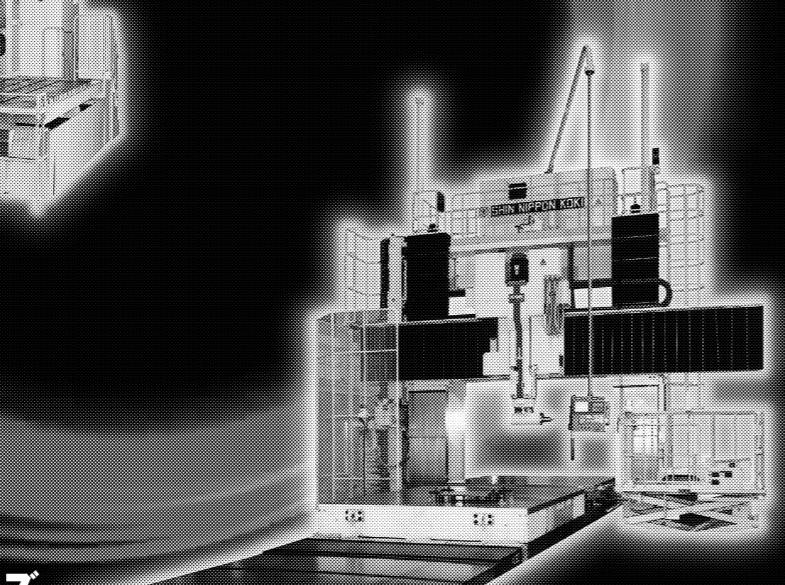
SNK

門型加工機
シリーズ

RB-Mシリーズ
高速マルチセンタ



DCシリーズ
高速形状加工機



HFシリーズ
大型マルチセンタ

www.snkco.jp

新日本工機株式会社

本社 〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町2-4-1 TEL.(06)6261-3131 東京支社 / TEL.(03)6250-8851
名古屋支店 / TEL.(052)209-9099 仙台出張所 / TEL.(022)722-4115 幕張出張所 / TEL.(082)221-8556

工作機械産業

エンドミルのたわみに 起因する加工誤差と 表面粗さの予測と応用

切削中の工具は数百度
以上の高温下で10~9
乗(ギガ)パスカルオ
ンの高応力が作用する
過酷な環境にさらされ
る。そのため工具には
高硬度、高強度、高韌
性、優れた熱特性、耐化
学反応性などが要求さ
れる。近年、「コーティング
技術の高性能化が積極的
に進められている。また、
エンドミルにおいては
高い送り速度を可能と
する切れ刃形状や耐ビビ
リ性を向上させる不等ビ
ビツ工具などの開発が行
われている。

切削加工面は工具切れ
刃と被削物との相対的な
力計とレーザードップラ
ー振動計を用いて行い、
JIS規格による後述する方
法で予測した。

工具のたわみや振動回
数(寸法精度)や表面粗さは、
工具の形状誤差、振れ回
数、摩耗、被削物の工具
変位および静的動的の
への凝着などによる影響
が大きい誤差要因になる
ことが多い。たわみや振
動は切削条件や加工方法
によって大きく依存するため、
それらの決定が重要となる。
ところが、加工現場
では試し削りなどによる
誤差の影響を受ける。

エンドミル加工を取り巻く環境

加工誤差と表面粗さの予測

エンドミル工具は一般に曲げ剛性が小さいため、切削力の作用によ
る工具のたわみや振動によって加工誤差や表面粗さが悪化する問題が
生じやすい。筆者は切削力による工具の振動現象を考慮して工具切
刃の運動軌跡を解析することにより、加工誤差と表面粗さを予測す
るソフトウェアの開発を行っている。このソフトウェアは予測に基づ
いて加工誤差を補償するように数値制御(NC)データを自動修正す
ることが可能である。以下、技術の概要とソフトウェアの適用例につ
いて紹介する。

西川 隆敏
副生産システム研究部
主任研究員

広島県立総合技術研究所
西部工業技術センター
生産技術アカデミー
主幹研究員

エンドミル加工では一
般に工具の曲げ剛性が小
さいため、これらのう
ち工具のたわみや振動
が大きな誤差要因になる
ことが多い。たわみや振
動は切削条件や加工方法
によって大きく依存するため、
それらの決定が重要とな
ることだが、加工現場
では試し削りなどによる
誤差の影響を受ける。

工具のたわみや振動回
数(寸法精度)や表面粗さは、
工具の形状誤差、振れ回
数、摩耗、被削物の工具
変位および静的動的の
への凝着などによる影響
が大きい誤差要因になる
ことが多い。たわみや振
動は切削条件や加工方法
によって大きく依存するため、
それらの決定が重要とな
ることだが、加工現場
では試し削りなどによる
誤差の影響を受ける。

工具のたわみや振動回
数(寸法精度)や表面粗さは、
工具の形状誤差、振れ回
数、摩耗、被削物の工具
変位および静的動的の
への凝着などによる影響
が大きい誤差要因になる
ことが多い。たわみや振
動は切削条件や加工方法
によって大きく依存するため、
それらの決定が重要とな
ることだが、加工現場
では試し削りなどによる
誤差の影響を受ける。

計算には切削に関する
切削刃位置や仕上げ
面角度などを情報が必要
となる。ところが、金型
などの大規模なNCデータ
では、これらの計算負
担が高くなる。そのため
パソコン内蔵され
ているグラフィックスハ
ードウェアの描画機能を
計算に用いることにより
高速化を実現している。

また、本ソフトウェア
はNCデータ修正機能を
備えており、切削力を一
度に高精度な加工が
実現できると考えられ
る。

工具を対象にして、切削力
の作用による工具の振動
現象を考慮して加工誤差
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

筆者はエンドミル加
工を用いて、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

計算には切削に関する
切削刃位置や仕上げ
面角度などを情報が必要
となる。ところが、金型
などの大規模なNCデータ
では、これらの計算負
担が高くなる。そのため
パソコン内蔵され
ているグラフィックスハ
ードウェアの描画機能を
計算に用いることにより
高速化を実現している。

また、本ソフトウェア
はNCデータ修正機能を
備えており、切削力を一
度に高精度な加工が
実現できると考えられ
る。

工具を対象にして、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

筆者はエンドミル加
工を用いて、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

計算には切削に関する
切削刃位置や仕上げ
面角度などを情報が必要
となる。ところが、金型
などの大規模なNCデータ
では、これらの計算負
担が高くなる。そのため
パソコン内蔵され
ているグラフィックスハ
ードウェアの描画機能を
計算に用いることにより
高速化を実現している。

また、本ソフトウェア
はNCデータ修正機能を
備えており、切削力を一
度に高精度な加工が
実現できると考えられ
る。

工具を対象にして、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

筆者はエンドミル加
工を用いて、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

計算には切削に関する
切削刃位置や仕上げ
面角度などを情報が必要
となる。ところが、金型
などの大規模なNCデータ
では、これらの計算負
担が高くなる。そのため
パソコン内蔵され
ているグラフィックスハ
ードウェアの描画機能を
計算に用いることにより
高速化を実現している。

また、本ソフトウェア
はNCデータ修正機能を
備えており、切削力を一
度に高精度な加工が
実現できると考えられ
る。

工具を対象にして、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

筆者はエンドミル加
工を用いて、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

計算には切削に関する
切削刃位置や仕上げ
面角度などを情報が必要
となる。ところが、金型
などの大規模なNCデータ
では、これらの計算負
担が高くなる。そのため
パソコン内蔵され
ているグラフィックスハ
ードウェアの描画機能を
計算に用いることにより
高速化を実現している。

また、本ソフトウェア
はNCデータ修正機能を
備えており、切削力を一
度に高精度な加工が
実現できると考えられ
る。

工具を対象にして、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

筆者はエンドミル加
工を用いて、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

計算には切削に関する
切削刃位置や仕上げ
面角度などを情報が必要
となる。ところが、金型
などの大規模なNCデータ
では、これらの計算負
担が高くなる。そのため
パソコン内蔵され
ているグラフィックスハ
ードウェアの描画機能を
計算に用いることにより
高速化を実現している。

また、本ソフトウェア
はNCデータ修正機能を
備えており、切削力を一
度に高精度な加工が
実現できると考えられ
る。

工具を対象にして、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

筆者はエンドミル加
工を用いて、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

計算には切削に関する
切削刃位置や仕上げ
面角度などを情報が必要
となる。ところが、金型
などの大規模なNCデータ
では、これらの計算負
担が高くなる。そのため
パソコン内蔵され
ているグラフィックスハ
ードウェアの描画機能を
計算に用いることにより
高速化を実現している。

また、本ソフトウェア
はNCデータ修正機能を
備えており、切削力を一
度に高精度な加工が
実現できると考えられ
る。

工具を対象にして、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

筆者はエンドミル加
工を用いて、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

計算には切削に関する
切削刃位置や仕上げ
面角度などを情報が必要
となる。ところが、金型
などの大規模なNCデータ
では、これらの計算負
担が高くなる。そのため
パソコン内蔵され
ているグラフィックスハ
ードウェアの描画機能を
計算に用いることにより
高速化を実現している。

また、本ソフトウェア
はNCデータ修正機能を
備えており、切削力を一
度に高精度な加工が
実現できると考えられ
る。

工具を対象にして、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

筆者はエンドミル加
工を用いて、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

計算には切削に関する
切削刃位置や仕上げ
面角度などを情報が必要
となる。ところが、金型
などの大規模なNCデータ
では、これらの計算負
担が高くなる。そのため
パソコン内蔵され
ているグラフィックスハ
ードウェアの描画機能を
計算に用いることにより
高速化を実現している。

また、本ソフトウェア
はNCデータ修正機能を
備えており、切削力を一
度に高精度な加工が
実現できると考えられ
る。

工具を対象にして、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

筆者はエンドミル加
工を用いて、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

計算には切削に関する
切削刃位置や仕上げ
面角度などを情報が必要
となる。ところが、金型
などの大規模なNCデータ
では、これらの計算負
担が高くなる。そのため
パソコン内蔵され
ているグラフィックスハ
ードウェアの描画機能を
計算に用いることにより
高速化を実現している。

また、本ソフトウェア
はNCデータ修正機能を
備えており、切削力を一
度に高精度な加工が
実現できると考えられ
る。

工具を対象にして、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

筆者はエンドミル加
工を用いて、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。

計算には切削に関する
切削刃位置や仕上げ
面角度などを情報が必要
となる。ところが、金型
などの大規模なNCデータ
では、これらの計算負
担が高くなる。そのため
パソコン内蔵され
ているグラフィックスハ
ードウェアの描画機能を
計算に用いることにより
高速化を実現している。

また、本ソフトウェア
はNCデータ修正機能を
備えており、切削力を一
度に高精度な加工が
実現できると考えられ
る。

工具を対象にして、切削力の計
算は瞬間切削モデルを用
いておらず、切れ刃を仮想的
に複数の微小切れ刃に分割
して、各微小切れ刃の作用
と表面粗さを予測するソ
フトウェアを開発してい
る。