

# 高性能ミーリングチャックの工具把持特性評価と活用事例

上智大学 理工学部  
機能創造理工学科  
精密工学研究室 教授

坂本 治久

ミーリングチャックによる工具の把持精度や把持剛性は加工特性に直接影響を及ぼすため、精密加工における重要な因子となっている。しかしながら、その重要性が認識されているにもかかわらず、それらの工具把持特性については評価手法や指標の共通化や標準化が十分ではない。このため、サブライヤーやユーザはそれを独自の手法で評価せざるを得ず、多様なチャックを客観的に評価するに比較・評価することが難しくなっている。そこでここでは共通的に適用可能なミーリングチャックの工具把持特性の評価手法について述べることにし、その活用事例を紹介する。

## 工具把持特性の定義とその評価方法

表は、筆者らが提案しているミーリングチャックの工具把持特性とその定義を示している。工具把持特性は、工具把持精度、ねじり荷重に対する滑り限度、曲げ剛性、動特性の四つに分けて評価できる。それぞれの評価方法についてはこれまでに学会などで報告してきており、多様なチャックに対応できる計測システムが既に構築できている。

工具把持精度とは、ツールシャフト部の軸心に対する取り付けた工具の軸心の偏心や傾きの小ささを意味し、工具交換に伴うバラつきも評価対象となる。焼きばめ式チャックや油圧式チャックはこの特性に優れ、繰り返し精度良く工具を把持できる。

滑り限度は工具把持トルクとして定められる。工具に負荷するねじり荷重を増していくと、あるトルクを境に工具が滑り始める。この限度が工具把持トルクであり、工具把持トルクが高いほど強力な切削加工に適用できる。これも焼きばめ式チャックが優れるが、最近では油圧機構あるいは歯車機構を活用して把持力

特 性	定量化パラメータ	定 義	望ましい状態
把持精度	刃先相当の位置における偏心量	工具後の5倍の突き出し位置のシャック軸心に対する工具軸心の偏心量	小さいほど取り付け精度に優れる
	工具傾き	テーパシャック軸心に対する工具軸心の傾きの大きさ	
滑り限度	チャック出口偏心量	チャック出口でのテーパシャック軸心に対する工具軸心の偏心量	
	工具把持トルク	徐々にねじりモーメントを負荷した際に滑りが生じる境界ねじりトルク	大きいほど強力に工具を把持できる
曲げ剛性	単位把持長さ当たりのバネ定数	チャックの工具把持部における単位長さ当たりの等価バネ定数	大きいほど曲げ変位を抑制できる
	把持力作用開始位置	工具が曲げたわみを生じ始める点のチャック出口からの長さ	小さいほど曲げ変位を抑制できる
動特性	動剛性	コンプライアンス伝達関数のピークの逆数	大きいほど振動振幅を抑制できる
	減衰比	インパルス加振における時系列応答における振動振幅の対数減衰比	大きいほど振動を早く収束させる

## ホーコス

ホーコスは「省エネ」「環境」をテーマに工作機械を開発してきた。特に独自技術の「主軸内部ミキシング方式MQL(iMQL)」は昨今の電力事情などにより、各分野から大きく注目されている。「iMQL」とは従来の切削加工で大量に必要とされる切削油剤の使用量を極限まで削減して加工を行う技術。切削油剤供給用の大型ボンプが不要で、1分間当たりの消費電力が大幅に削減できる。最適な切削油剤を工具先端からピンポイントで加工点に供給でき、切り粉排出性も向上することから加工時間の短縮が図れる。仕事量当たりの消費電力を3分の1にすることも可能だ。また、各種ベッドレスマシニングセンターをはじめ、このシステムを搭載した設備をラインアップしている。

## 有力企業の製品・技術

順不同

## 東亜精機工業

東亜精機工業はマシニングセンターなどに用いる治具の専門メーカーとして、国内トップクラスのシェアを占める。業界に先駆け社内設計部門を設けワークに合わせた最適な治具の設計から製造まで一貫して手がける完全受注生産方式を実現。特に、自動車部品分野で多くの実績を持つ。治具の精度は、最終組み付け後で約10分の1の精度が求められるケースが多い。同社では、高精度を追求してきた技術を生かし、ユーザの精度要求に応じた治具を数多く生み出している。さらに、ワンチャックによる任意複合加工に対応する5軸加工治具など、高精度化や段取り替え時間の短縮につながる製品も用意している。

図1 工具把持精度評価システムの構成

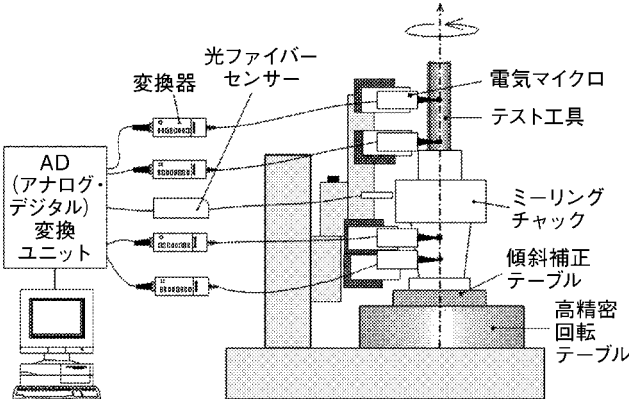
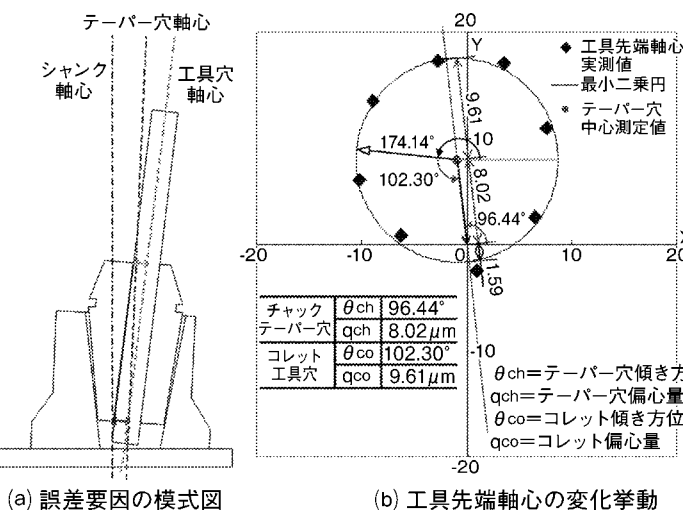


図2 コレット式チャックの工具把持精度の向上原理



## 評価の活用事例 コレット式チャックにおける把持精度の向上

図1は、工具把持精度の評価システムの構成を示している。把持精度は高精度回転テーブルにテスト工具を把持したミーリングチャックを配置し、テーパシャック部とテスト工具のそれぞれ2断面の回転中心を計測して定める。測定結果からシャックの軸心が定まり、それに対する工具の軸心の偏心や傾きが定められる。コレット式チャックは工具把持精度が低いと評価されることも多い。実際に欧米の代表的メーカーのコレット式チャックの把持精度を計測したところ、直径20mmの工具における突き出し100mm程度の偏心が平均で約10分の1、最大で20分の1に達していた。しかしながら、偏心の平均値とバラツキの大きさが同じ程度となっており、精度良く工具を把持できる場合もある。そこでコレット式チャックの工具把持精度について検討した。

図2は、コレット式チャックにおける工具把持精度の向上原理を示している。図2(a)はコレット式チャックにおける誤差要因を模式的に示している。コレット式チャックにおいて、シャック軸心に対してコレットを嵌める際の偏心や傾きが原因で、工具の軸心の狂いが生じることがある。これを修正することで工具把持精度が向上する。図2(b)はコレットを回しながら測定した工具先端の軸心の変化挙動を示している。コレットの回転に伴って、工具先端の軸心が円を描くように変化する。同図の原点はシャック部の軸心に対応し、そこから隔たりが小さいほど工具把持精度が良い。このチャックでは最大18分の1の偏心を生じているが、コレットを180度反転させると偏心はわずか1.59分の1まで低減できることが分かった。

## おわりに

数多くの優れたミーリングチャックが開発されてきており、それぞれ優れた工具把持特性を有している。しかしながら、多様なチャックを実践的に活用するためには、それらの特性を把握した上で適切に選択して用いる必要がある。ここで紹介したように工具把持特性の評価方法は既に原理的に確立されており、それに基づくミーリングチャックの活用技術の向上は現実のものとなりつつあると言える。

夢をかたちに...

Giving shape to dreams

連続5軸加工から傾斜面加工まであらゆる加工に対応する5軸マシニングセンター

●5軸マシニングセンター CMV-150

- テーブル作業面の大きさ(mm) 1,500×1,500
- 主軸回転速度 (min<sup>-1</sup>) 40~8,000
- 各軸移動量 (X×Y×Z) 2,000×1,530×1,700(mm) (A×C) +30~-120×連続回転

コストパフォーマンスと生産性を両立させたRBシリーズの最新鋭機

高速マルチセンタ RB-5M

- テーブル作業面の大きさ (mm) (X×Y) 5,000×2,500
- 主軸回転速度 (min<sup>-1</sup>) 40~8,000
- 各軸移動量 (mm) (X×Y×Z×W) 5,250×3,400×600×1,400

新日本工機株式会社

www.snkc.co.jp

本社/大阪市中央区北久宝寺町2-4-1 TEL (06) 6261-3131 東京支社/TEL (03) 3272-0371 名古屋支店/TEL (052) 571-8401 広島出張所/TEL (082) 221-8556

MQL給油(超微量給油)から潤滑主体まで!!

セミドライ式給油冷却機

マジックカット e-ミスト

- 微調節がしやすいので、わずか5ml/時のセミドライ給油が可能。
- 液量チェッカーで目標のできるの液量管理が簡単。

●デモ機貸出中●

お気軽にお問い合わせください。

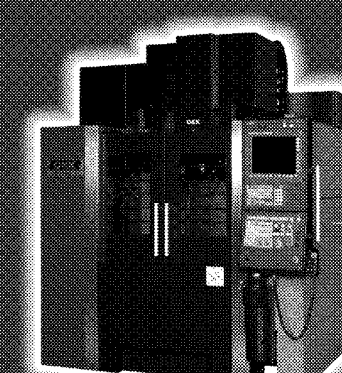


扶桑精機株式会社

〒113-0021 東京都文京区本駒込6-12-17  
TEL03-3947-1331 FAX03-3947-1319  
http://www.fusoseiki.co.jp

本体剛性と主軸剛性を高め、削りにこだわった『加工の本格派マシン』VM/R Series!!

立形マシニングセンタ VM43R



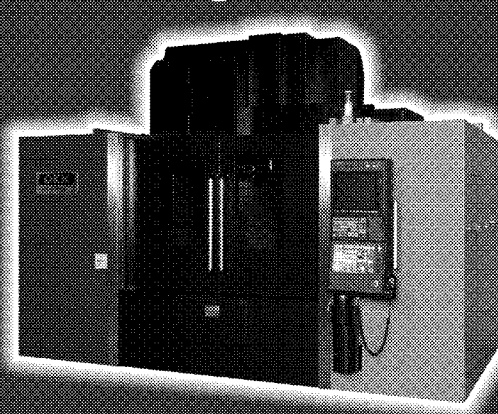
- 主要仕様
- 各軸移動量(X×Y×Z) : 630×430×460mm
  - 作業面の大きさ : 800×420mm
  - 工作物許容質量 : 500kg
  - 早送り速度(X・Y×Z) : 30×20m/min
  - 工具収納本数 : 20本
  - 機械の高さ : 2626mm
  - 所要床面の大きさ : 1980×2655mm

立形マシニングセンタ VM53R



- 主要仕様
- 各軸移動量(X×Y×Z) : 1050×530×510mm
  - 作業面の大きさ : 1050×560mm
  - 工作物許容質量 : 800kg
  - 早送り速度(X・Y×Z) : 30×20m/min
  - 工具収納本数 : 30本
  - 機械の高さ : 2815mm
  - 所要床面の大きさ : 2780×2980mm

立形マシニングセンタ VM76R



- 主要仕様
- 各軸移動量(X×Y×Z) : 1540×760×660mm
  - 作業面の大きさ : 1550×760mm
  - 工作物許容質量 : 1500kg
  - 早送り速度(X・Y×Z) : 24×20m/min
  - 工具収納本数 : 30本
  - 機械の高さ : 3300mm
  - 所要床面の大きさ : 3980×3700mm

OKK

本社 東京支店 伊丹市北伊丹8-10

TEL 072(782)5121 FAX 072(772)5156

支店 さいたま市北区日進町3-610

TEL 048(665)9900 FAX 048(665)9903

大阪機工株式会社

名古屋支店

〒465-0092 名古屋市中区社台3-151

TEL 052(777)0890 FAX 052(777)0896

ホームページhttp://www.okk.co.jp