

高精度・高品位加工を実現する大形高精度加工機 MVR・Fx

Double Column Machining Center, MVR・Fx Capable of High-precision and High-quality Maching



三菱重工工作機械株式会社
営業戦略業務部
トータルソリューショングループ
☎(077)501-3822

自動車をはじめとした製品の軽量化やデザイン複雑化を背景に、金型加工機に対しても加工精度や加工面品位の要求が高まっている。金型の品質が満足できない場合は、時間をかけて加工をやり直したり、加工後に職人が手作業で修正している。生産性向上や職人不足の観点からは、1回目の機械加工で品質を満足するべきであるが、汎用の5面加工機では十分に応えることができていない。金型を高精度・高品位に加工することができるよう機械本体構造や制御方法を一から見直し、独自技術を盛り込んだ大形高精度加工機 MVR・Fx を製品化した。MVR・Fx は“ゼロへの挑戦”をコンセプトに掲げ、加工における段差ゼロ、形状誤差ゼロ、手仕上げゼロを達成するために様々な加工事例に取り組み進化を続けてきた。今回新たに高精度割出5軸ヘッド(ユニバーサルヘッド)と撮像式工具測定システム Visionplus Tool を開発し、加工に対する多角的なアプローチを実現したので紹介する。

1. 特長

(1) 機械本体構造

自動車の金型を加工することができる大形の加工機でありながら、0.01mm 以下の加工精度を達成する構造となっている。送り装置は指令どおりに正確に追従させるため、ボールねじ両端にモータを直結した独自の構造としている。特にテーブル部は 10 トンを超える金型を載せるため、2本のボールねじを4つのモータで駆動する技術的特長がある。従来のボールねじとモータを1つずつ使用して間にギア減速を介したのものより、機械的なガタやボールねじのねじれを抑えて高レスポンス駆動を達成する。駆動加減速による振動を発生させないように、従来比 1.8 倍幅のコラムやオーバーハングのないクロスレール門型構造とし、テーブルには金型を載せた時のたわみを抑制する3列ガイド構造とするなど、大幅に剛性を高めている。駆動による機械自体の発熱や、機械を設置した環境温度が変化することで熱変位が生じると加工精度悪化につながるため、熱変位対策は徹底して行っている。送り装置はボールねじや軸受、モータ取付面といったすべての発熱部を油冷却し、駆動による温度上昇を抑制している。コラムには温度制御媒体として特殊液体を封入し、温度変化に影響されない構造としている(図1)。なお、再現性の高い安定した精度を確保するため、電気的な熱変位補正は行っていない。

(2) 制御方法

高精度制御を実現するため独自制御 HGP3 を採用している。テーブルを駆動する4モータはマルチ同期制御を行い、高いゲイン設定としている。負荷が高い状況でも、応答性が良く安定した駆動が可能である。駆動方向が反転する部分は、インテリジェント摩擦補正により自動的に補正量を変更し、高い加工面品位を実現する。さらに、フィードフォワード制御とフィードバック制御を組み合わせた振動制御により、加工面品位を向上させながら高速化の両立を図っている。

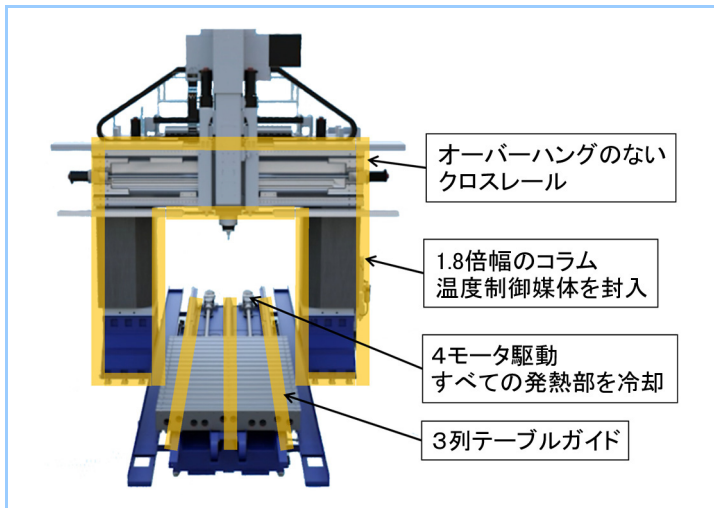


図1 機械本体の特長

(3) 割出5軸ヘッド

MVR・Fx の標準主軸ヘッドは工具角度固定式だが、加工内容によっては工具角度を変えて、加工条件を向上することが求められる。そのため、新たに割出5軸ヘッドを開発して製品化した。割出5軸ヘッドは標準主軸と自動交換することが可能で、標準主軸と同じく最高毎分20000回転の高速主軸としている。割出5軸ヘッドは複雑な構造となることから、主軸回転時に不均一な発熱が生じて精度誤差が発生しやすく、また、振動が大きくなりやすいといった課題があった。本機の主軸には、独自の主軸内外冷却と特殊ジェット潤滑技術を採用することで課題を解決しており、低速から高速回転まで発熱と振動を抑えた安定性の高い特長を実現している(図2)。

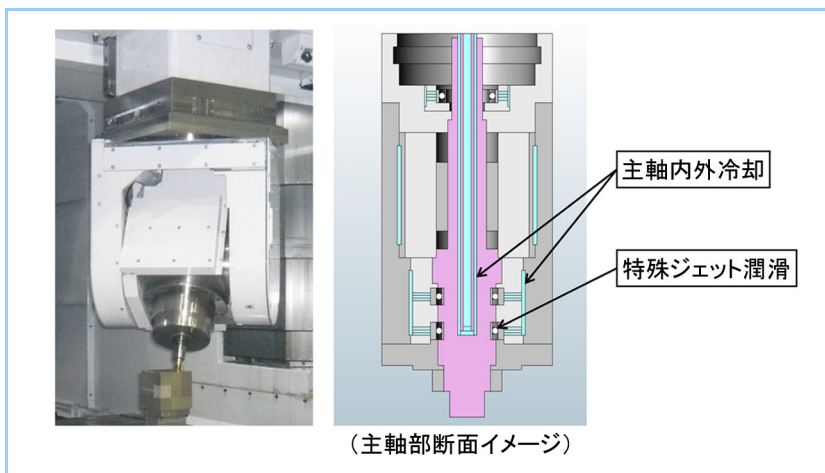


図2 割出5軸ヘッドの特長

(4) 撮像式工具測定システム

割出5軸ヘッドで角度をつけた工具が測定できるよう、高精度カメラを使った Visionplus Tool を併せて開発した。工具長さや径といった一般的な測定に加え、実際に使用する角度と回転状態の工具刃先位置を3次元的にかつ連続で測定することができる。カメラは1つでありながら、装置自体を水平方向に回転させる機構を設けることで、2方向から撮影することができ、3次元的に刃先位置測定ができる(図3)。また、連続的な測定により刃先位置が安定しているか確認することができるため、熱変位安定状態を自動判定する機能をもっている。これにより、機械オペレータの経験と勘に頼らず、自動で高精度加工が可能となる。

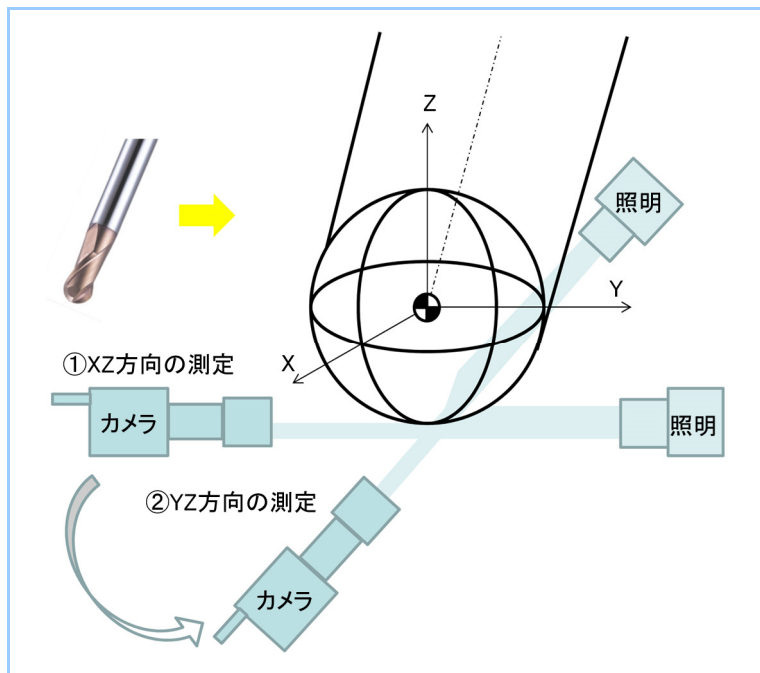


図3 工具測定イメージ

2. 高精度加工事例

新たに開発した割出5軸ヘッドと撮像式工具測定システム Visionplus Tool を使用し、自動車バンパー樹脂金型を加工した(図4)。このような金型はサイズが大きく、複雑な形状である一方で、要求品質は非常に高い。工具種類や工具角度が何度も変わり、加工時間も数百時間になることから環境温度変化の影響も受けやすく、高精度と高品位を両立させるには難易度が高い加工といえる。特に、条件が違う加工面間には段差が発生しやすく、汎用の5面加工機をベースとした金型加工では機械オペレータが工具高さ合わせや暖気運転等の工夫を行ったとしても、0.03mm以上の段差が生じることも多い。MVR・Fxで行った今回の加工では、自動運転ながら0.01mm以下の段差に仕上がっていることが確認できた。さらに、光沢がある良好な面品位を得られており、機械本体の高い性能を証明することができた。

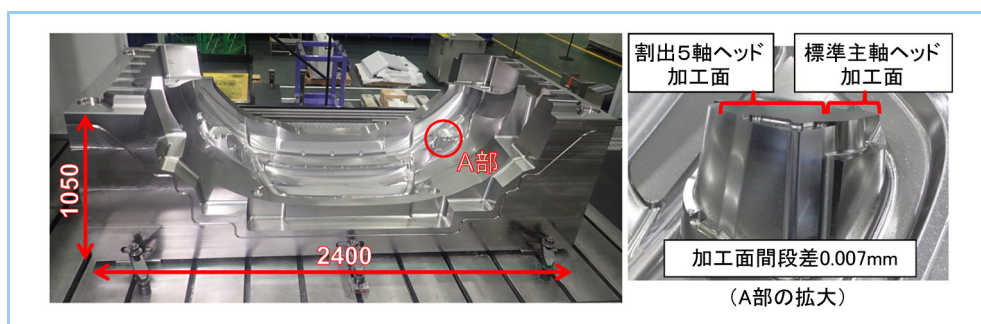


図4 自動車バンパー樹脂金型加工事例

3. 今後の展開

MVR・Fx のコンセプトであるゼロへの挑戦を継続し、さらなる機械性能向上に努めるとともに、加工事例を増やしていく。また、ワーク測定などの周辺アプリケーション技術を含め、お客様ニーズに応えた開発を進めていく。