

高精度門形加工機“MVR-E χ ”の特徴と加工事例

Features of High-precision 5-face Machining Center MVR-E χ and Cutting Case Example.



機械・設備システムドメイン
 工作機械事業部
 設備機械営業グループ
 ☎(077)552-9768

自動車や家電機器の大型部品製造に必要な大形金型は、海外での生産が拡大する一方、安定かつ高品位に金型を加工する要求が高まっているため、金型生産の国内回帰の動きも見られる。また、最近、金型用加工機に対して、磨きレス水準の加工面品位や熱変位等に起因する加工面段差低減など、面品位の高精度化が一層求められている。

そこで、当社では先に発売した高精度マシニングセンタ“LH250”の高精度技術を搭載した大形の門形加工機“MVR-E χ （イーエックス）”を発売した（表1）。以下に高精度加工を実現するMVR-E χ の特徴と加工事例を紹介する。

表1 MVR-E χ シリーズの主な仕様（標準仕様機）

項目\形式		MVR25E χ	MVR30E χ	MVR35E χ	MVR40E χ	MVR45E χ
テーブル	作業面積	幅(mm)	1500	2000	2500	3000
		長さ(mm)	3000	3000	4000	
	積載質量(トン/m)	12/3.0	20/3.0	25/4.0		35/6.0
コラム幅(mm)		2050	2550	3250	3750	4250
主軸端～ワーク取付面の距離(mm)		1650		1,850		
主軸頭	ラムの大きさ(mm)		350×350			
	主軸回転速度(回転/分)		20～8000			
	主軸電動機出力(kW)		22/30(連続/30分)			
ATC 工具本数(本)		50				
機械質量(トン/作業面長さ:mm)		33.5/3000	33.5/3000	51.6/4000	59.6/4000	98.2/6000

1. MVR-E χ シリーズの特徴

大形金型の製造は数十時間にも及ぶため、主軸回転時の発熱に伴う主軸熱伸びや機械周囲の気温変化による熱変形が発生する。その熱変形が加工面段差の要因となり、手仕上げレス実現の阻害要因になっている。一般的に大形の工作機械には熱対称構造や熱変形に対する補正技術が採用されているが、いずれの補正技術も機械や工具の傾き補正は出来ないため、手仕上げレスを目指すためには熱変形補正に頼らない技術改善が必要になってきた。そこで MVR-E χ シリーズでは高精度門形マシニングセンタ LH250 で培った主軸冷却技術と潤滑最適化技術を採用することで、高速回転時の主軸の熱伸びと軸受等の発熱を抑制し、熱変形補正なしで高精度加工を実現できる構造とした。また、主軸の効率的な冷却技術により、主軸低速回転時の主軸軸受の予圧を高めることで荒加工にも耐えられる構造とし、低速域での重切削加工と高速・高精度の仕上げ加工を両立した高精度主軸とした。

機械本体に関しても熱変形補正なしで高精度加工を可能とするため、外気温の変化による熱変形を抑制する“サーモスタビライザコラム”を標準搭載し、熱補正機能では修正できないコラムの傾きや縮みといった熱変形までも低減した。例えば、機械周囲温度が7℃変化した時のX軸とZ

軸の直角度変化を 500mm 当たり6 μm 以内と極限まで抑制することで、機械設置場所の環境温度変化にも影響されにくい構造としている。同時にサドルやクロスレールといった機械の主要構造体の剛性も高めており、ラムを 800mm 繰り出した状態でもハイパワーで安定した切削加工を可能とした(図1)。

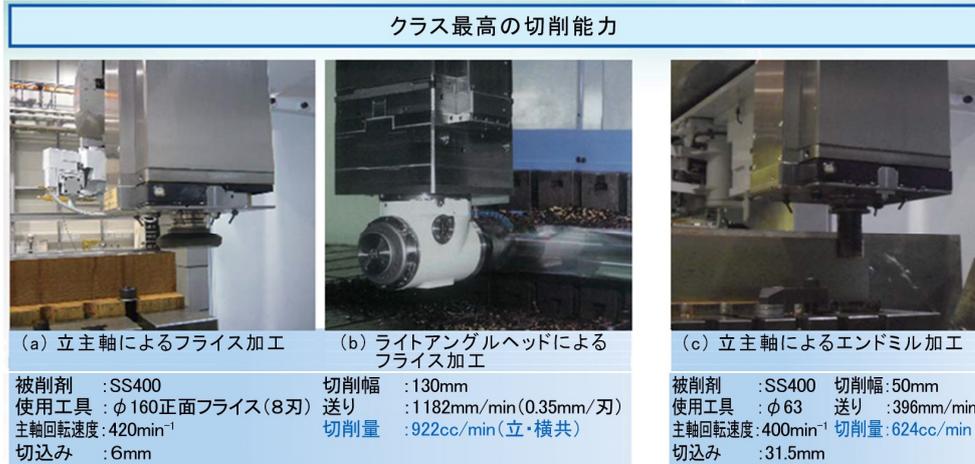


図1 重切削加工事例

2. 加工事例

MVR-E χ の高精度主軸とサーモスタビライザコラムによる熱変位抑制構造の効果を示すため、A5052 テストピースを用いた高精度加工(立軸加工)結果を示す(図2)。テスト加工は、主軸熱伸び補正などの一切の電氣的な熱変形補正をしない状態とし、主軸熱伸びを意図的に発生させるため主軸回転数を 1000min^{-1} から 8000min^{-1} に変化させて行っている。また、主軸熱伸び量が短時間に安定することを示すため、主軸回転数変化後 30 分以内に加工を行っている。一般的には低速から高速への変化時、又は高速から低速への変化時に比較的大きな熱変形が発生するが、テスト環境のような比較的主軸の熱伸びが発生しやすい状況下においても加工面の段差は最大でも $1\mu\text{m}$ であり、段差が小さく高精度な加工面が得られた。

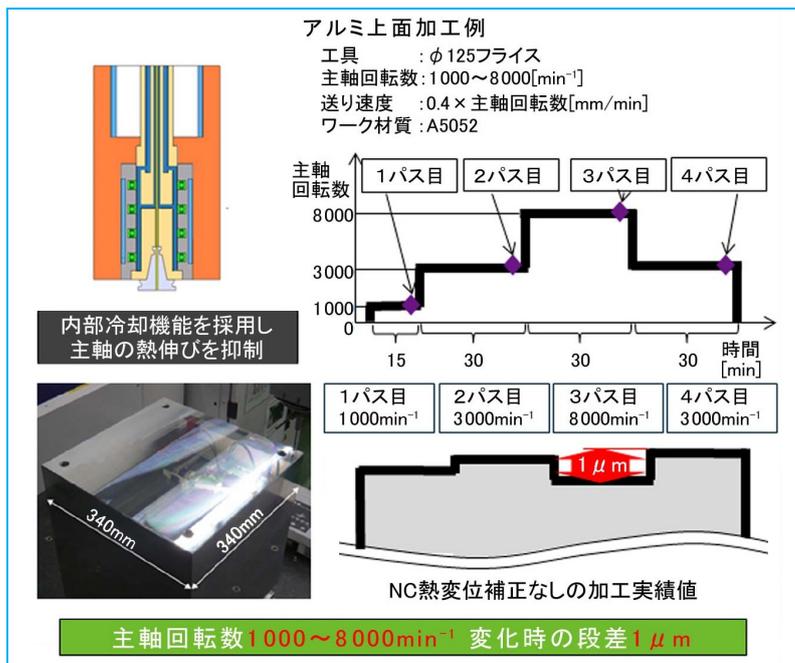


図2 高精度加工事例(立軸加工)

また、機械周囲温度変化時の機械の熱変形、特にコラム倒れ等による加工面段差が低減できることを確認するため、アングルヘッド(横主軸)を装着してアルミテストピースの高精度側面加工(横軸加工)を行った(図3)。その結果、機械周囲の外気温が $5.5^\circ\text{C}/18$ 時間変動した状態でも1

パスごとに数時間の間隔をあけて加工したパス同士の間には段差も $8\mu\text{m}$ と少なく、外気温の変化に対して熱変形しにくく加工面段差が発生しにくい構造であることを示した。さらに、直角度がほとんど変化しないことから、一般部品加工における五面加工の直角度や穴ピッチ精度等でも安定した高精度加工を可能とした。

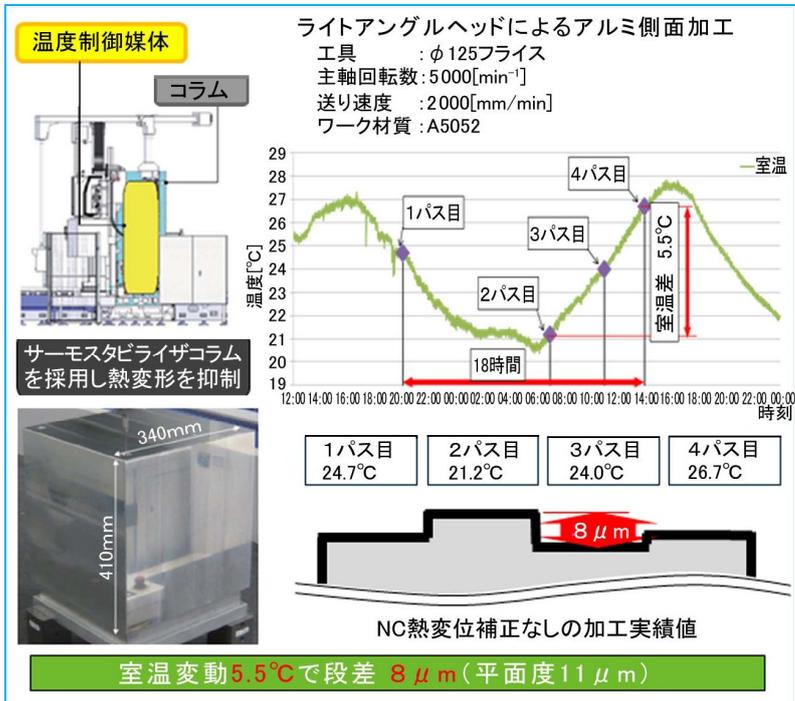


図3 高精度加工事例(横軸加工)

実際に 40 時間以上に及ぶ金型モデルサンプル加工においても高精度主軸とサーモスタビライザコラムの効果を確認している(図4)。複数の異なる工具径による仕上げ面の加工面段差も小さく、段差が発生しやすい仕上げ面のつなぎ部分でも最大で $1.5\mu\text{m}$ に抑制でき、また、金型の寸法精度や面沿い加工の加工形状の乱れもなく、手仕上げレスを達成できるほどの高品位な加工面を得られた。

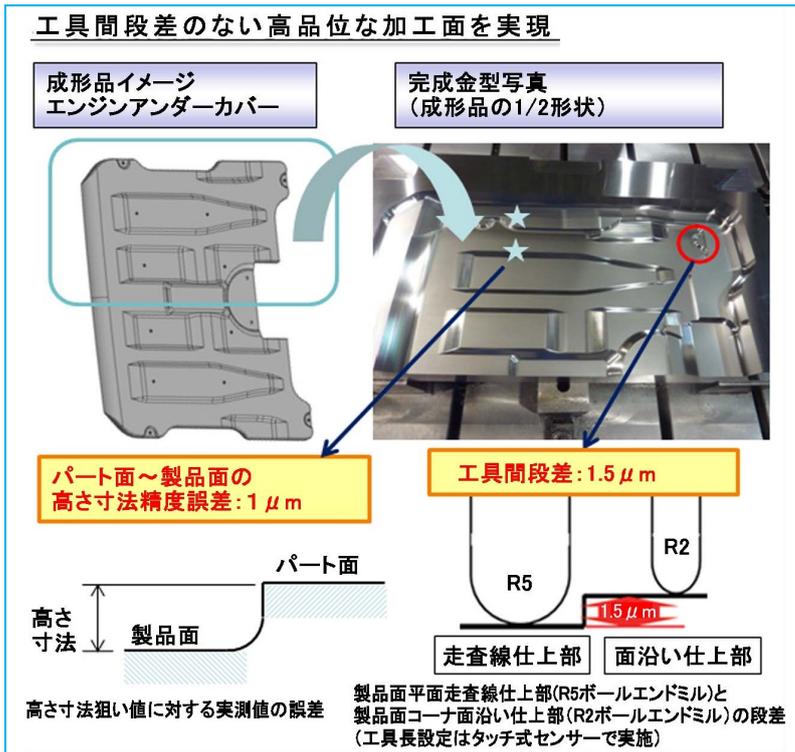


図4 高精度主軸とサーモスタビライザコラムの効果

3. 多様な加工を実現するアタッチメント

MVR-E λ はお客様の多種多様な加工をサポートするため、豊富なアタッチメントを装着可能としている(図5)。5面加工用のライトアングルアタッチメントはもとより、ワークへの接近性を良くするエクステンションヘッド、傾斜面加工に最適なユニバーサルヘッドを準備した。また、金型などの高速仕上げ加工に最適なハイスピードユニバーサルヘッド、航空機や鉄道部品の曲面形状加工を可能とした5軸ヘッド等のアタッチメントを活用することで、“リードタイム”の短縮、自動化、及び高精度加工など加工現場のニーズに対応した。



図5 各種アタッチメントのラインアップ