

# e500H 横形マシニングセンタの開発

## Development of e500H Horizontal Spindle Machining Center

今西耕造 K. IMANISHI 大塚義夫 Y. OOTSUKA

We have developed the Horizontal Spindle Machining Center e500H to be base machine for cell manufacturing system as a machine tool that leads its class in simple and cost performance. Based on technology cultivated through our manufacturing know-how, which features high cutting performance and productivity, and e500H configure a multiple of cell-line for customer's manufacturing.

**Key Words:** horizontal spindle machining center, high speed, minimum floor space, roller guide

### 1. はじめに

自動車部品などの生産において、マシニングセンタを複数台並べて構成する工程集約型フレキシブルセルライン方式が取り入れられるようになって久しい。近年、市場のグローバル化とともに顧客からの要求が一層多様化し生産量の予想が難しくなり、より柔軟に多品種変量生産に対応できる設備が望まれている。

また設備投資意欲の旺盛な新興国市場などにおいては、大量生産に適する工程分割型のトランスファーラインが採用される一方、短時間で生産準備を整え、早期に生産を開始し利益を生み出すことができる工程集約型のマシニングセンタセルラインも好まれる傾向にある。

### 2. 開発の狙い

当社はセル生産に適したマシニングセンタとしてFH-Jシリーズを販売し高い評価を得ている。ここで紹介するe500H横形マシニングセンタは、FH-Jシリーズの高い生産性や油圧治具への対応性が容易などの特長を受け継ぎ、よりシンプルでコストパフォーマンスの高いセル生産向けマシニングセンタのベースマシンとして新規に開発された。

本機は顧客のライン形態に合わせてパレットチェンジャ有無の仕様の選択や、工程に合わせて#40か#50の主軸が選択できるなど、より多様なセルラインを構成することができる。



図1 e500H 横形マシニングセンタ  
e500H Horizontal Spindle Machining Center

### 3. 特長

本機の仕様を表1に示す。また、機械の全体構成を図2に示す。

#### 3.1 高速性能

本機は高い生産性を実現するために、高能率の切削や送りの高速化に耐え得る高剛性の機械構成とすることにより、切削時間および非切削時間の短縮を図った。

早送り速度および早送り加速度は、クラス最高レベルの60m/min、 $9.8\text{m/s}^2$  (X, Y, Z軸)とし、B軸早送り回転速度も $40\text{min}^{-1}$ として、位置決め時間を短縮した。高速性能を発揮するため、CAE解析の活用により、移動体を支えるベッドやコラム、移動体のテーブルなどは十分な剛性を持たせ、送りにはころガイドを採用して剛性を向上させた。またFH-Jシリーズ同様高速カム式ATC装置を採用し、工具交換時間は2.5秒(C-C時間、#40主軸仕様)とした。

表1 主な仕様  
Main specifications

仕様			#40 主軸	#50 主軸
送り装置	X 軸工程	mm	730	
	Y 軸工程	mm	630	
	Z 軸工程	mm	850	
	早送り速度	m/min	60	
	早送り加速度	m/s <sup>2</sup>	9.8	
テーブル	作業面の大きさ	mm	500 × 500	
	最大工作物振り×高さ	mm	φ800 × 900	
	工作物許容質量	kg	500	
主軸	主軸テーパサイズ	—	BT No. 40	BT No. 50
	主軸回転速度	min <sup>-1</sup>	12 000	6 000
	主軸出力	kW	22/18.5	30/25
ATC	工具本数	本	20 (40)	20 (40)
	工具交換時間	s	2.5 (C - C)	3.6 (C - C)
	最大工具径	mm	φ140	φ285
	最大工具長	mm	560	560
	最大工具質量	kg	8	27
制御	CNC	—	MC50 (JTEKT) + TOYOPUC	
設置面積	幅×奥行	mm	2 200 × 3 650	2 745 × 3 650
			2 330 × 4 570 (APC 付)	2 875 × 4 570 (APC 付)

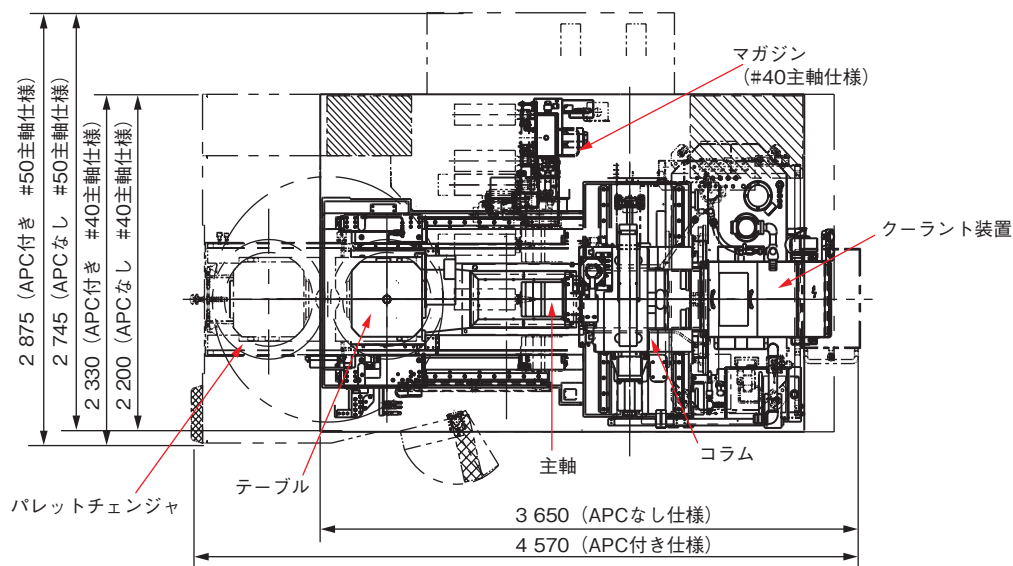


図2 機械の構成  
Machine layout

### 3.2 省スペース

より小さな機械で生産ラインを構築することは、スペース生産効率を上げる意味で重要である。本機では、小型機器の採用と機器配置の見直しにより、従来機比38%削減の500角パレットクラスで最小の設置面積を実現した。さらに最小の設置面積でありながら広い工作

物領域を有し、特にZ軸移動量を850mmとしたことで工作物振りと長い工具の干渉が避けられ、容易に治具設計ができるよう考慮した。

### 3.3 高精度対応

部品加工における繰返し位置決め精度を安定させるためには、機械の周囲の温度変化に対してバランスの良い

熱変形をする機械構成が重要である。本機はCAEを用いた熱容量解析を繰返し行い、ベッドやコラムなどのリブ構成を熱的にバランス良く配置した。また、主軸の伸びを補正する主軸熱変位補正機能(図3)、スケールフィードバック機能、およびタッチセンサ機能をオプション設定し、より高精度を求められる加工にも対応できるようにした。

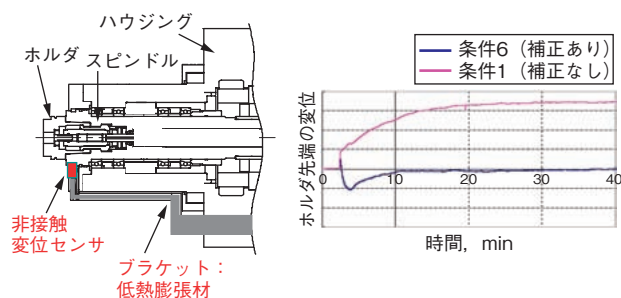


図3 主軸熱変位補正機能

Thermal displacement compensation of spindle

### 3.4 油圧治具対応の容易化

自動化が進む今日の生産ラインにおいては、工作物を油圧で保持する機会が多い。この場合、油圧治具への作動油やエアの供給には、一般的には治具に設けたディストリビュータに機械カバーの天井から吊り下げたホースをつないだり、大掛かりなカプラ装置を外部に設けなければならないため、治具設計に制約を受けたり高コストになる場合があった。

本機ではテーブル内部のディストリビュータを介した油圧用ポート5個、エア用ポート3個をパレット上面に標準で設け(図4)、治具の下面から作動油およびエアを供給できるようにした。この方式においては切削領域内に油気圧供給要素が無いのでシンプルに治具を構成でき、ツーリング設計も容易である。さらに油圧やエア用ポートの切替えは、従来のように機械メーカーが顧客ごとにシーケンス回路を組むのではなく、Mコードで切替えできるようにしたため治具動作サイクルを顧客自身でプログラムでき、生産準備や治具変更などにも柔軟に対応できる。なお、パレットチェンジャを装備した場合の加工室側での常時油圧供給は2ポートとなる。

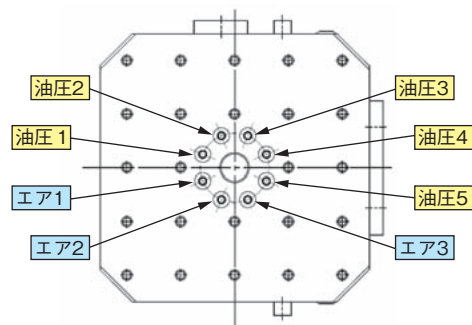


図4 パレットスルー方式による油圧供給

Pallet through type of hydraulic pressure supply

### 3.5 接近性・操作性

本機は手作業による工作物の脱着を想定し、パレット中心から正面扉までの距離を短く設計した。またクレーンなどによる治具や工作物の搬出入、カバー天井から作業員への切削油の滴り防止などを考慮して正面開口部を天井部までとした。同様にデバッグ作業用の側面扉も、天井部まで開口させ、頭上を開放し手元の明るさを向上させた(図5)。



図5 作業員扉

Operator door

### 3.6 信頼性・省エネルギー

量産部品の加工ラインでしばしば問題となる加工室内の切りくず堆積については、ベッド中央に大きな開口部を設けて切削点の直下で切りくずを回収できるセントラフ構造を採用するとともに、機械内の天井部やベッドのシュート部に切りくず洗浄ノズルを適所に配置して対応している。各ノズルへの切削液の供給は圧力損失が少ないタイプの鋼管および継ぎ手を選定し、ポンプサイズを過度に大きくすることなく十分な流量を確保できる構成とした。

また主軸軸受やボールねじ、リニアガイドはグリース潤滑方式とし廃油やオイルミストの排出およびエア消費量を削減して対環境性向上と省エネルギーを図った。

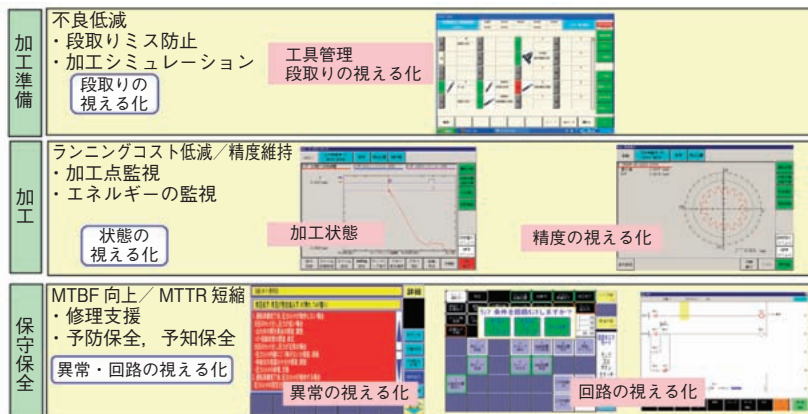


図6 MC50とTOYOPUCが実現する「見える化」  
System configuration of MC50 and TOYOPUC

### 3.7 MC50 CNC 装置の特長

本機の制御システムは、当社が独自で切削加工機用に開発した CNC 装置「MC50」と、見える化が容易に実現できる PLC として高い評価を得ている「TOYOPUC®」を搭載している。MC50は切削加工に必要な NC 機能に徹底的に絞り込み、単純・簡単で分かりやすい操作性と高速化技術にこだわったパソコンベースの CNC 装置である。機械操作者に分かりやすい日常・段取り・保守の作業レベル別メニュー構成や、電気シーケンス回路の知識や熟練保全マンのような経験がなくても異常状態や復帰方法が分かる保守画面構成など、当社が生産ラインから得た多くのノウハウを結集した HMI としている。

### 4. おわりに

世界の生産拠点が新興国に移りつつある昨今において、日本の部品メーカーも、より迅速かつ柔軟に、日本で生産する場合と同等の高品質で現地生産することが求められている。これに伴い、生産方式も工程分割型よりも品質管理や生産準備が容易な工程集約型セル生産方式への移行が加速することが予想される。これからもこのような顧客からの要求や時代の流れに則したより良い設備を開発するよう努めたい。

### 筆者



今西耕造\*

K. IMANISHI



大塚義夫\*

Y. OOTSUKA

\* 工作機械・メカトロ事業本部 開発部