

PV640J 立形マシニングセンタ

PV640J Vertical Machining Center

大木 稔 M. OHKI

The PV640J is a high speed, highly efficient vertical machining center, which has been designed for machining aluminum components predominately automotive related. Customers in this market sector have a strong demand for productivity improvement per surface area, which has compelled us to drastically reduce the required floor space to be the smallest in class.

The rapid feedrate and tool changing time (C-C) of #40 specifications are 60m/min. and 2.3 seconds respectively, both of which are positioned at the top level in its class.

By placing all of the feed drive system to the upper portion of the unit and thus fixing the table, the table can have a load mass as great as 500kg, excellent for a small machine. Having such a feature allows the mounting of automatic fixtures to the machine as well as providing an additional axis so that customers are free to perform a variety of production patterns.

Key Words : in-line-type machining center, high speed, high precision, high rigidity.

1. はじめに

近年、国内のマシニングセンタ市場の中で、自動車業界向けの立形マシニングセンタは景気変動の影響を受けず、堅調な需要が続いている。これは加工する製品のサイズやコストに見合った工作機械が求められる中、立形設備が省スペース、低コストであることがその理由として挙げられる。今回、PV640Jは、自動車業界などで多く使われるアルミ系・鉄系部品を高能率に加工するインラインに適した立形マシニングセンタとして開発された。



図1 PV640J 立形マシニングセンタ
PV640J Vertical Machining Center

2. 開発のねらい

当社がこれまで横形TOPセンタ®で培ってきた技術を基に、ドリル・タップ加工のみでなく大径フライス加工、鉄系工作物加工など広い用途に対応でき、また熱変位に対する補正機能の充実により仕上加工も可能な設備としてPV640J 立形マシニングセンタを開発した。

3. 開発機の特長

PV640Jの機械配置図を図2に示し、その特長を以下に述べる。

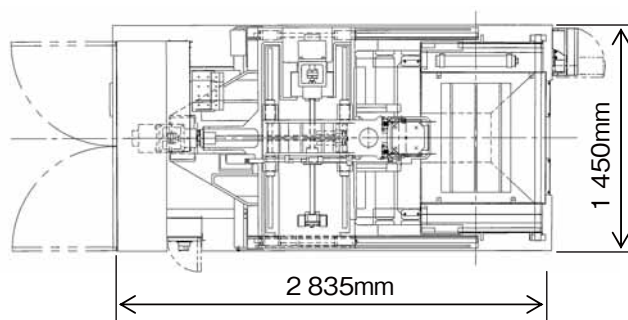


図2 機械配置図
Machine layout

3.1 インラインに適したマシン構成

インラインに適した治具側固定のマシン構成により、横形TOPセンタ®と同様に手搬送や前面ロボット搬送など各種の搬送方式に対応でき、質量の大きな油圧自動治具の搭載も容易にできる構造になっている（図3）。

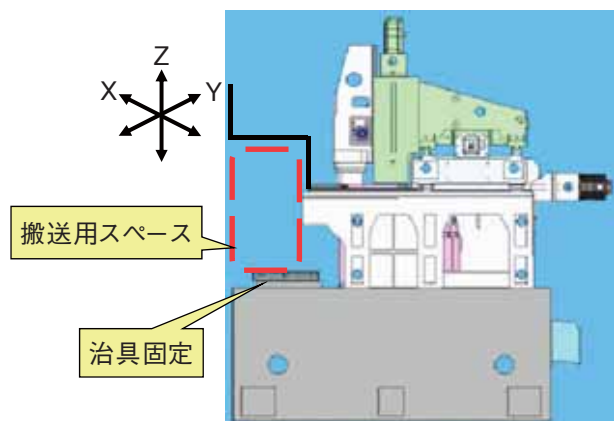


図3 治具取付け部
Fixture-mounting portion

3.2 高負荷〔荒加工〕から高精度〔仕上加工〕まで広い用途に使用可能

3.2.1 荒工程取込みのための高剛性技術

移動物を上方にコンパクトに配置することにより、テーブル移動構造の立形マシニングに比べ、加工点からガイドまでのストレスパスが小さく高剛性となる機械構造を採用した（図4）。

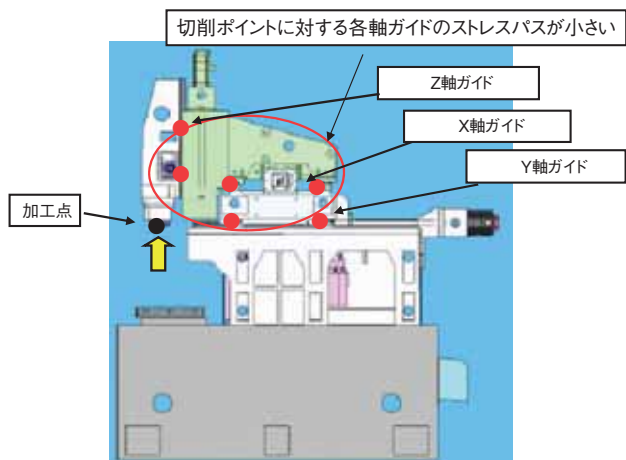


図4 構造
Structure

各送りガイドには、ボールタイプよりも剛性のあるころタイプのガイドを採用し、切削負荷を受けるコラムやサドル、ベッドなどの主要構成部品も構造解析により十分な剛性を有するよう最適ナリブ配置とした（図5）。

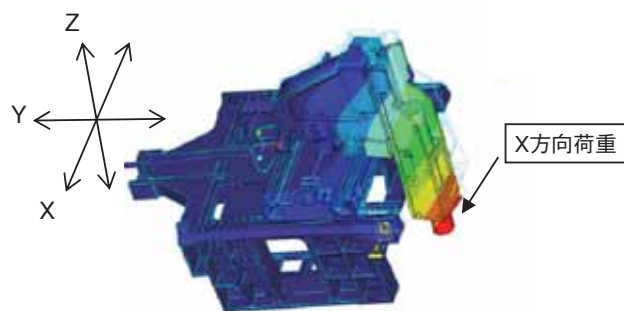


図5 剛性解析
Rigidity analysis

主軸についてはアルミ高速切削用主軸に加え、鉄系工作物の加工を可能にする複列円筒ころ軸受（JTEKT 製）を標準オプションとした。

限界切削テスト結果を表1に示す。

表 1 限界切削試験結果
Critical cutting test results

1) S48C 加工		PV640J	TOP-F	A 社
加工	切削条件	12 000min ⁻¹ 11/7.5/5.5kW	12 000min ⁻¹ 11/7.5kW	12 000min ⁻¹ 11/6.5kW
ドリル加工	径 (mm)	φ28	φ28	φ23
	送り速度 (mm/min)	23	23	24
	主軸回転速度 (min ⁻¹)	227	227	249
タップ加工	サイズ (径 x ピッチ)	M16 x 2.0	M16 x 2.0	M16 x 2.0
	主軸回転速度 (min ⁻¹)	299	299	298
フライス加工 S48C:φ63 フェースミール	切削量 (cc/min)	174	110	48
	送り速度 (mm/min)	3 475	2 212	483
	主軸回転速度 (min ⁻¹)	1 264	1 264	1 209

2) ADC12		PV640J	TOP-F	A 社
加工	切削条件			
ドリル加工	径 (mm)	φ38	φ38	φ38
	送り速度 (mm/min)	151	151	125
	主軸回転速度 (min ⁻¹)	503	503	418
タップ加工	サイズ (径 x ピッチ)	M30 x 3.5	M30 x 3.5	M30 x 3.5
	主軸回転速度 (min ⁻¹)	425	425	424
フライス加工 ADC:φ80 フェースミール	切削量 (cc/min)	1 458	1 300	1 295
	送り速度 (mm/min)	8 100	7 200	4 000
	主軸回転速度 (min ⁻¹)	3 000	3 000	8 000

3.2.2 仕上行程取込みのための高精度技術

高剛性三点支持ベッドの採用により「置きポン」を達成している。三点支持により、事前に検証した精度を納入据付時に一回で再現を可能としている。また、工場の床の変位の影響を受け難いため、長期的に安定した精度維持が可能である。

仕上行程の取込みのために 1) 発熱を抑える（移動物の軽量化）2) 熱による影響を受け難い構造（ベッド上にオイルパンを設けクーラントの熱をベッドと遮断することで熱変位を抑える）さらに 3) 熱変位の補正（移動物の運動によるボールねじの発熱による熱膨張を補正する BTS 機能（図 6）を採用する）により、高精度の位置決めを実現した（図 7）。

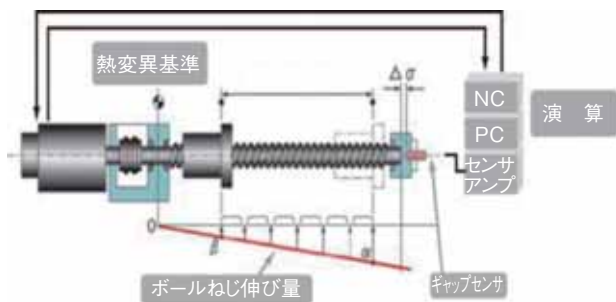


図 6 BTS 機能
BTS functions

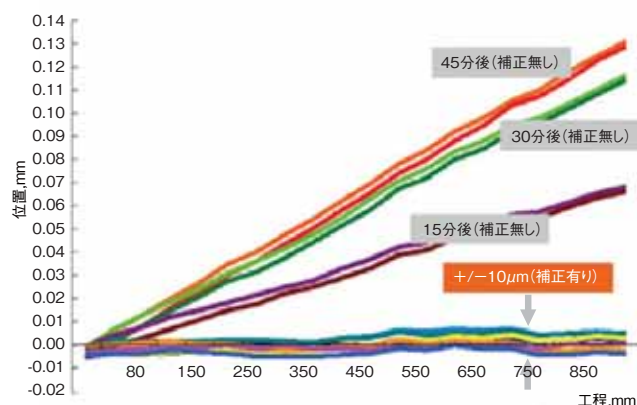


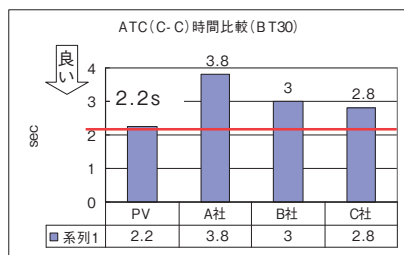
図 7 熱変位データ
Thermal displacement data

3.3 生産性の向上

機械能力の向上による切削時間の短縮に加え、製品加工のサイクルタイムの約 7 割を占める非切削時間の短縮のために、移動物の軽量化による高速 60m/min 高加速度 1G (Z 軸) の送り仕様を採用した。シンプルなダイレクトマガジン方式でこのクラストップレベルの ATC 時間を達成している（図 8）。

また、作業者による工作物脱着の時間をゼロにできる治具チェンジャ仕様を標準オプション化した。

BT30主軸機



BT40主軸機

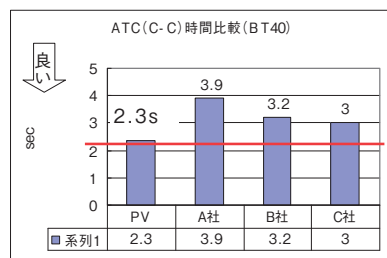


図8 ATC 時間
ATC time

3.4 高い信頼性

横形TOPセンタ®で培った高い信頼性技術を PV640J にも採用している。優れた切りくず処理を可能にするため、センタートラフの大型化と治具下に何も置かない構造により、切りくず処理性を向上させている。また、加工ゾーンをXYカバー・立カバーで囲い、切くず飛散範囲を極小化している（図9）。

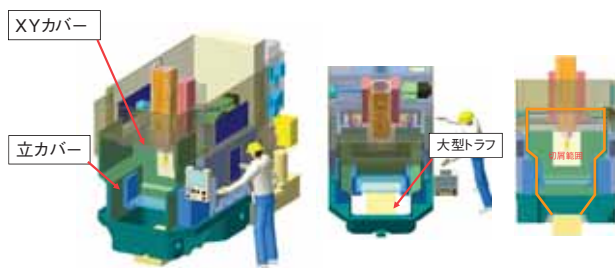


図9 センタートラフベッド
Center trough bed

アームレスダイレクトマガジンおよび主軸メカアンプによる油圧不使用により部品点数を削減し、シンプルスリム構造として信頼性を向上させた（図10）。

アームレスダイレクトマガジン



メカアンプ主軸



図10 構造
Structure

3.5 環境:省エネルギー

主軸アンプの油圧不使用およびグリス潤滑を採用した。

XYZ 移動物を上方にコンパクトに配置し、移動部の小型軽量化を実施して、消費電力を削減した（図11）。

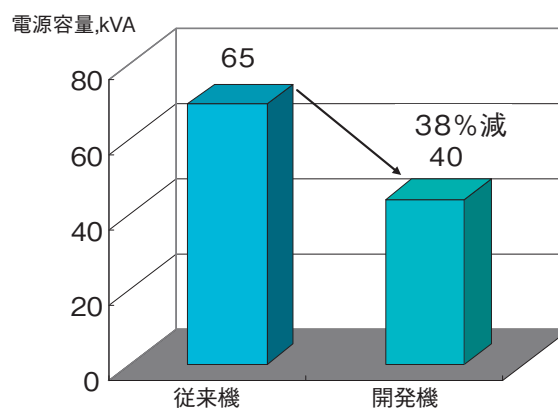


図11 電源容量
Power supply capacity

4.機械仕様

機械仕様を表 2 に示す。

表 2 主な仕様
Principal specifications

機種		PV340J	PV640J			
X 工程	mm	350	600			
Y 工程	mm	400	400			
Z 工程	mm	400	400			
早送り速度	m/min	60	60			
主軸テーパ	－	#30	# 30	# 30 ショート	# 40	#40 高剛性
主軸回転速度	min ^{－1}	12 000	12 000	12 000	12 000	8 000
主軸出力	kW	3.7/5.5	3.7/5.5	5.5/7.5/11	5.5/7.5/11	5.5/7.5/11
工具本数	本	14	14 (OP 20, 30, 40)			
最大工具径	mm	φ80	φ80 (最大 φ125)			
最大工具長	mm	200	300			
最大工具重量	kg	3.5	3.5		8	
チルト装置	オプション	最大旋回径 φ600	最大旋回径 φ600			
パレットチェンジャ	オプション	－	2 パレット治具チェンジャ			
油圧治具対応	オプション	油圧治具パッケージ	油圧治具パッケージ			
フロアスペース	幅 mm	1 200	1 450			
	奥行 mm	2 835	2 835			
	面積 m ²	3.4	4.1			

5.おわりに

今回、立形マシニングセンタの開発においては、横形 TOPセンタ[®]で実績のあるボールねじ熱変位補正などの高精度技術を盛り込むことにより、仕上げ行程でも充分に使える性能を備えることができた。これによりドリル・タップ加工機にはない高い付加価値を実現した。

今後も市場ニーズを先取りし、お客様に満足してご使用いただける機械の開発に努力していきたい。

筆 者



大木 稔*

M. OHKI

* 工作機械・メカトロ事業本部 商品開発部