

インライン形マシニングセンタ TOP センタ[®]F シリーズの開発

Development of In-Line-Type Machining Center "TOP Center F Series"

酒井浩一 K. SAKAI 鈴木勝志 K. SUZUKI 大木 稔 M. OHKI

Demand, particularly from automakers, for machines able to cope flexibly with volume fluctuations and possessing international competitiveness have been increasing. In order to satisfy such demands, we have carried out a full model change on our TOP center G series machining center, which was developed mainly for machining automobile parts, to create our F series.

Key Words: In-line-type machining center, compact, standardization, module

1. はじめに

MC・NC 工作機械を用いて加工する工作物にはさまざまな特性があり、本来対象となる工作物の特性に最適な工作機械を選択することが望ましい。しかし、現在市場に多く見受けられる汎用化された設備での最適化は困難であり、加工する製品に対して機械サイズが大きく、また不要な機能まで付属した設備を選択せざるを得ないことがあるのが実状である。

最近、より効率的で、またコストパフォーマンスの高い生産設備を構築するため、工作物に見合う設備が強く求められるようになってきた。

2. 工作物の特性と加工設備

ここでいう工作物の主な特性を5つ挙げると、(1)大きさ、(2)材質、(3)加工精度、(4)生産量、および(5)製品の切替え性であり、それぞれの特性に応じて適する設備は異なる。

大きさについては工作物サイズに見合うサイズの設備、材質についてはアルミ・鋳物・鉄系により加工負荷が大きく異なるため、それに見合った剛性を有した設備、加工精度については必要な機械本体精度を有し、また熱変位による精度低下防止に対応した設備などが必要とされる。生産量の増減や製品の切替え頻度によっては選択する設備の形態が大きく異なる。

すなわち、生産量が多く製品の切替え頻度が低い特性の工作物の場合は工程分割をし、たとえば穴あけ工程においては多数穴を同時に加工できるような加工設備が求められる。一方、生産量が少なく製品の切替え頻度が高い特性の工作物の場合は工程集約を行うため、XYZ軸の他にA軸B軸を有し工作物を多方向から加工可能な設備が求められる。工作物の加工工程に対して最適な設備とするために、これまでは特性に合わせ、都度設計する専用機で対応されてきたが、この方法ではコストや納期面で問題が残る。工作物に見合った設備の低コスト化と短納期化を実現するため、設備をいくつかの要素に分けそれを標準モジュールとし、その組合せにより工作物の特性に最適な設備を構成できるTOPセンタ[®]Fシリーズを開発したので紹介する。送りモジュールは各軸ストロークをシリーズ化、主軸モジュールは加工負荷に応じた軸受やテーパサイズをシリーズ化し、これらの組合せで大きなサイズで軽切削加工に対応する設備や小さなサイズで重切削加工に対応する設備などを容易に構築することができるようにした。

標準モジュールを表1にその組合せ例を表2に示す。標準モジュールを開発することにより、通常1機種/1年の開発期間を6機種/1.5年で開発することができた。

表1 標準モジュール
Standard module

基本 モジュール	ベッド			コラム			主軸					ターンテーブル		
	幅			C1 剛性大	C2 剛性中	C3	S1	S2	S3	S4	S5	円テーブル		パレット
	B1	B2	B3				#40	#40	#30	#30	#30	T1	T2	T3
	850	990	1 190				8 000 min ⁻¹	10 000 min ⁻¹	12 000 min ⁻¹	15 000 min ⁻¹	30 000 min ⁻¹	NC	90°割出	□400

基本 モジュール	ATC							APC		制御盤		油気圧	
	#40			#30				パレットサイズ		E1	E2 (E1+α)	H1	H2 (H1+温調)
	Sアーム	ダイレクト		ダイレクト				P1	P2				
	A1 26本	A2 10本	A3 16本	A4 5本	A5 10本	A6 16本	A7 20本	□300 簡易型	□400				

表2 組合せ例
Example of combinations

ベッド	コラム	主軸	ターン テーブル	ATC	APC	制御盤	油気圧	
B2	C3	S3 #30	T1	A6	—	E1	H1	→ 小型 A部品加工機 (#30)
B2	C3	S3 #30	—	A4	—	E1	H1	→ 小型 B部品加工機 (#30)
B1	C2	S1 #40	T1	A5	—	E1	H2	→ 小型 C部品加工機 (#40)
B3	C3	S3 #30	T1	A4	—	E1	H1	→ 大型 D部品加工機 (#30)
B3	C2	S2 #40	T1	A2	—	E1	H2	→ 大型 E部品加工機 (#40)
B3	C3	S3 #30	T1	A7	—	E1	H1	→ 大型 F部品加工機 (#30)
B3	C1	S1 #40	T3	A1	P2	E2	H2	→ 大型 G部品加工機 (#40)

3. 本機の特長


最初に開発した #30 機 F3 シリーズの製品特長について以下に紹介する。

3.1 ラインコストの低減

設備構造部材を高強度材料で薄肉鋳造し、剛性解析によるシミュレーションを用いて最適化設計を行い設備剛性を確保した。また、従来ボールガイドを用いていたが、剛性の高いローラガイドを用いるなどによりサイズアップせずに従来 #40 機で加工していた工程を #30 機に取り込み、アルミシリンダブロックであれば #30 機の使用比率を従来の 16% から 77% まで高め、ライントータルコストを 30% 低減した。#30、#40 とは、工具サイズを表し、一般的には #30 は BT30、#40 は BT40 を示す。

- ・前後左右面 荒仕上げミーリング
- ・座削り加工
- ・仕上げボーリング加工
- ・リーマ加工

} 従来#40機の加工を#30に取込み



実績	
面粗Rz	1.7Z
直角度	0.038
平面度	0.021
段差	0.002

図1 従来機の加工
Machining by conventional machine

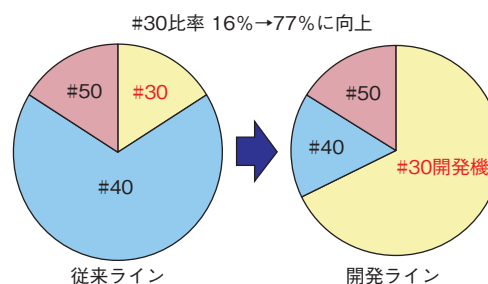


図2 設備台数比率
Ratio of number of machines

3.2 シンプルな構造=信頼性の向上

設備コストの削減と高い信頼性を確保するため、設備としては必要機能を最小限の部品でシンプルに構築するよう設計方針を定め開発に取り組んだ。

たとえば、主軸の工具アンクランプのメカ連動による油圧レス化、可動配管配線のケーブルベアレス化、センサのデバイス通信化、AC100 ボルト電源レス化などが挙げられる。

その結果、部品点数は従来 #40 機比約 50%、#30 機比約 30% 削減できた。

3.3 コンパクト

構成要素の小型化による設備単体のコンパクト化と、ラインとしての小型化の両面に取り組んだ。

3.3.1 構成要素の小型化による設備単体のコンパクト化

要素の小型化技術の一例として、設備のスペースに大きく影響する制御盤の小型化技術を紹介する。複数軸のアンブを小型一体化することでアンブのサイズを従来の 1/2 にした。また、省配線のためのデバイスネット通信方式の採用、リレー部品削減のための安全回路のソフト化、制御盤内の端子削減のためのプリント基板化などによって、電気部品、配線数を削除することができた。これにより、制御盤サイズを小型化することができた。その他、クーラントタンクの小型化、油圧機器の小型化により、設備スペースが従来に対し 57% (43% 削減) にできた。

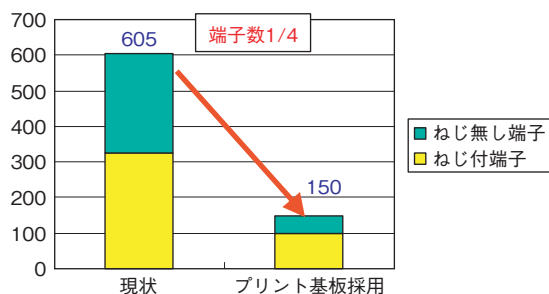


図3 プリント基板採用による制御端子数の削減
Reduction of number of control terminals by use of printed board

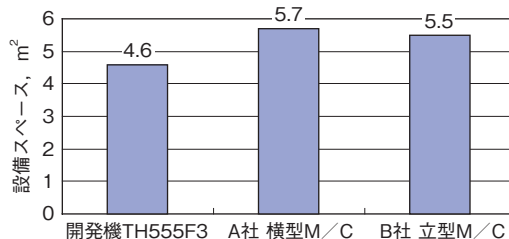


図4 競合他社との設備スペース比較
Equipment space comparison with competitor

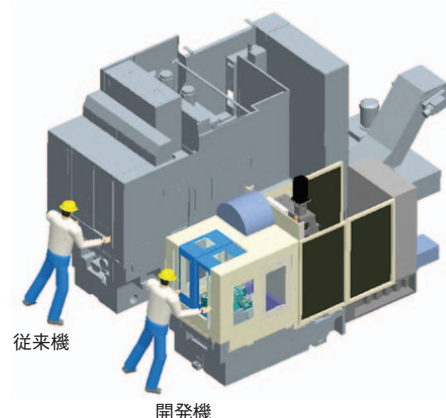


図5 TOPセンタ®Fシリーズ
TOP center F series

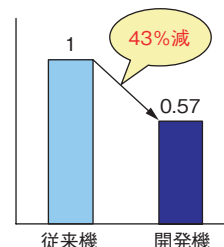


図6 設備スペース比較
Comparison of machine space

3.3.2 ラインとしての省スペース化

機械単体としての小型化に加え、設備として ATC 位置、モータ、ボールねじなど保守に関する部分を左右対称の R 仕様、L 仕様に造り分け 2 台単位にマシン間レスとすることでラインスペースを従来比 60% 減と大幅に削減することができた。

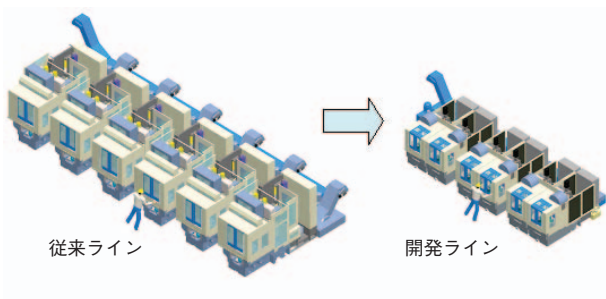


図7 R/L仕様によるマシン間レスライン
Zero space between machines by R/L specifications

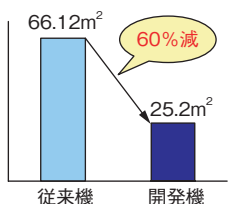


図8 ラインスペース比較
Comparison of line space

3.4 省エネルギー

Fシリーズの開発において #40 から #30 へのダウンサイジングや主軸の油圧レス化による消費電力の削減などの他に、クーラント使用量の少量化（従来比 30% 減）にも取り組んでいる。

クーラント量を低減する方策として

- (1) 設備の小型化による切りくず飛散範囲の最小化
- (2) 切りくず直下処理ベットおよびベットオイルパン傾斜角の増大による切りくず処理能力の向上
- (3) 低圧損タイプのクーラントバルブの採用や、クーラント配管の圧損低減の実施
- (4) 省エネルギーノズルの配置による切りくず流しクーラント量の低減

に取り組んだ。

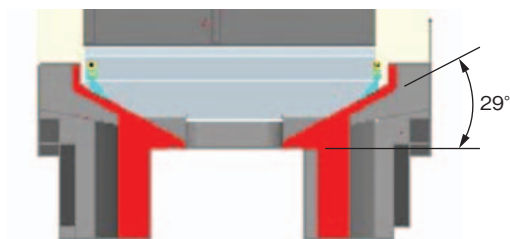


図9 開発機のテーブル下のオイルパン断面
Cross-section of oil pan (under table) of developed machine

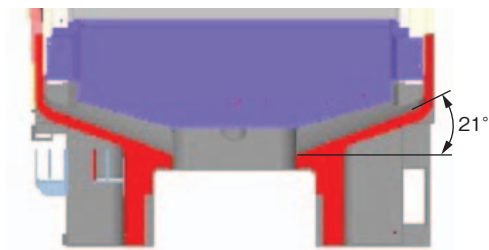


図10 開発機のオイルパン断面
Cross-section of oil pan of developed machine

4. モジュールの組合せ事例

小型工作物を対象としたモジュールの組合せによる設備事例を紹介する。

小型モジュールを組み合わせ X 軸ストローク 300mm で機械巾 990mm の設備を R/L 組合せ 2 台単位のマシン間レスとしクラス最小のスペースを実現できる。

また、主軸については 1 台は #30 モジュールを搭載し、1 台は #40 モジュールを搭載、外観寸法がまったく同じ機械で工程負荷に応じて #30 と #40 の加工が可能な設備が構築できる。

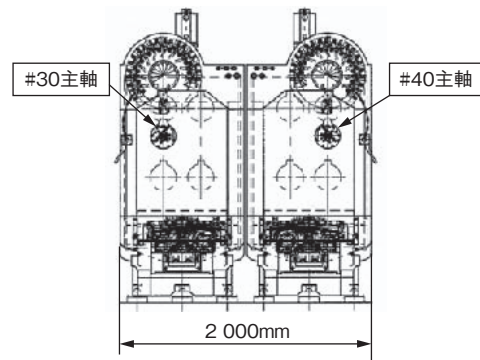


図11 R/Lマシン間レス
Zero space between R/L machines

5. 主な仕様

表3 機械仕様
Machine specifications

項目		TH355F3L	TH355F4R
移動量	X 軸, mm	300	300
	Y 軸, mm	550	550
	Z 軸, mm	530	530
送り	早送り, m/min	60	60
	切削送り, m/min	0.001 ~ 30	0.001 ~ 30
主軸	主軸回転速度, min ⁻¹	15 000	15 000
	主軸端面形状	BT30	HSK-A63
	主軸許容スラスト荷重, kN	2	5
ATC	工具本数, 本	5	5
	工具質量, kg	6	15
電動機	主軸用 30 分定格 / 連続, kW	7.5/5.7	7.5/5.5
性能・能力	位置決め精度, mm	± 0.003/ 全長	± 0.003/ 全長
	繰返し位置決め精度, mm	± 0.002	± 0.002
機械寸法	幅, mm	1 190	1 190
	奥行 (タンク含), mm	3 850	3 850
質量, kg		5 500	5 500

6. 機械配置

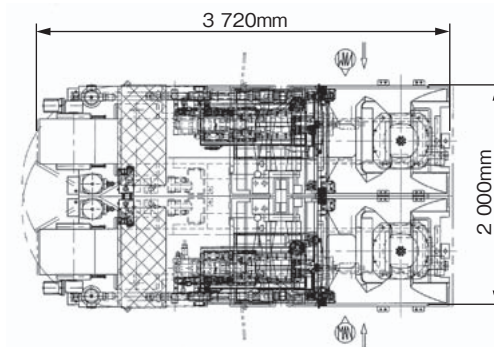


図12 機械配置図
Machine layout

7. おわりに

小型でシンプルな標準モジュールを開発し、必要最小限の機能で構成する設備 F シリーズの販売をまず #30 シリーズより 2006 年後半から開始し、2007 年中には従来のシリーズを #40 シリーズを含めすべて新しいシリーズへの置換えを計画している。本 F シリーズ開発で、多様な顧客のニーズにこたえていきたい。

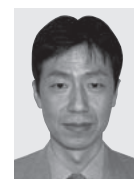
筆者



酒井浩一*
K. SAKAI



鈴木勝志*
K. SUZUKI



大木 稔*
M. OHKI

* 工作機械・メカトロ事業本部 商品開発部