

小形高速インラインセンタ

Column Traverse Type High Speed Machining Center

キーワード

高速インラインセンタ、インラインセンタ、1軸NC加工機、フレキシブルトランスファライン (FTL)、フレキシブルライン、コラム移動式横形マシニングセンタ、2面拘束、高速主轴、ATC、高速高能率加工

技術開発部加工技術部

小林 諭

工作機製造所技術部

横川信一

1. はじめに

1980年代に開発されたインラインセンタは、約200台販売された。インラインセンタつまりコラム移動式横形マシニングセンタは、トランスファマシンに変わるFTL(フレキシブルトランスファライン)を構成する機械であり専用機の生産性とマシニングセンタのフレキシビリティを兼ね備えている。

90年代に入り自動車メーカーの生産技術開発において ①高速高能率化 ②フレキシブル化 ③自動化 ④可動率向上、の方向が示された。⁽¹⁾以上の要求を満たすのは、コストパフォーマンスの高い「高速インラインセンタ」が最も適している。その構成要素としては次の新規技術が必要であった。

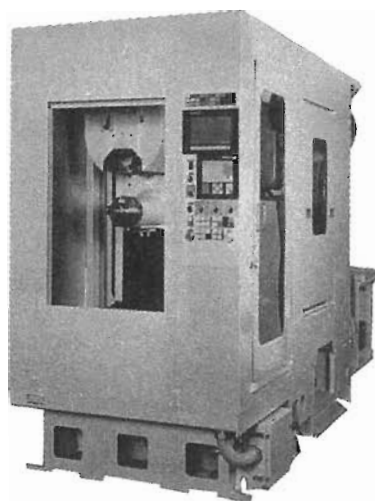
- ・高速移動できる3軸 (X-Y-Z) ユニット
- ・高速回転主轴
- ・高速ATC
- ・デジタルサーボ制御
- ・高速対応ツーリング

当社には上記の要素技術を開発できる技術シーズが有り我々もこれらのニーズに対応するべく「高速インラインセンタ」の開発に取り組んだ。

現在は、シリーズとしてLH, MH, SHの3機種を設定しており図1にその姿、表1に主なる仕様を示す。

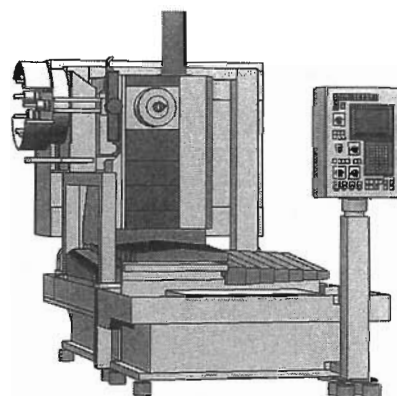
本稿は3シリーズの中の最もコストパフォーマンスの高い「小形高速インラインセンタ」LH544について紹介する。

LH



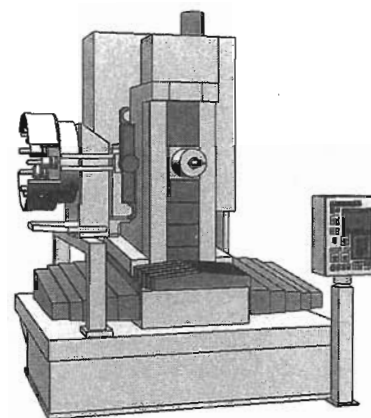
高速軽切削向き
ハイコストパフォーマンス

MH



高速切削向き
ハイスピード

SH



重切削向き
ハイパワー

図1 高速インラインセンタシリーズ

表1 高速インラインセンタ主なる仕様

仕様諸元		LH 544	MH 545-1	MH 545-2	SH 655
対象ワーク	アルミ	小物	中・大物	大物	(オーバースペック)
	鋳物	小物	中物	大物	(オーバースペック)
	鋼		小物	中物	大物
主軸	ツールシャンク	BT 40・KM 6350	BT 40・KM 6350	BT 50・KM 10080	BT 50・KM 10080
	最大トルク Nm	48	70 [167]	191	191
	最大回転数 min ⁻¹	10,000	8,000 [12,000]	6,000	6,000
	モータ Kw	7.5/5.5	11/7.5 [22/18.5ピルトイン]	15/11	15/11
送り軸	ストローク mm (X・Y・Z)	500×400×400 [500×400×600]	500×400×500 [500×500×600]	500×400×500 [500×500×600]	600×500×500 [600×500×600]
	ガイド方式	直動ガイド(ボール)	直動ガイド(ローラ)	直動ガイド(ローラ)	角スライド+ローラ保持
	早送り速度 m/min	30	36	36	24
スラスト力 N		4,000	5,000	7,000	10,000
A T C	形式	前面ドラム式	アーム+ドラム式	アーム+ドラム式	アーム+ドラム式
	工具本数	8 [12, 16]	8 [12, 16]	8 [12, 16]	8 [12, 16]
	工具交換時間 (T-T) sec	2.2・2.0	2.2・2.0	2.2・2.0	2.2・2.0
最大工具寸法(径×長さ)		90×250	130×250	150×250	150×250
最大工具質量 Kg		5	8	15	15
機械寸法 mm (W×D×H)		1,200×3,150×2,400	1,550×3,300×2,660	1,550×3,300×2,660	2,150×3,300×3,300
機械質量 Kg		3,700	6,500	6,700	9,500
NC装置 NUCLEUS 80 D (NACHI) (注)三菱・FANUC仕様も対応できます。					
クーラント装置		横置き	横置き	横置き	横置き
オプション仕様		スピンドルスルー 高圧クーラント仕様 クーラントタンク直下置き	高速主軸(ピルトインモータ) スピンドルスルー 高圧クーラント仕様 クーラントタンク直下置き	U軸主軸 スピンドルスルー 高圧クーラント仕様 クーラントタンク直下置き	U軸主軸 スピンドルスルー 高圧クーラント仕様 クーラントタンク直下置き

[] 内はオプションです。

2. 小形高速インラインセンタ LH544

本機はアルミ、鋳物、鋼の穴明け・座ぐり・タップ加工をターゲットに開発されたコラム移動式横形マシニングセンタであり軽負荷のボーリング、フライス加工も可能である。

2.1 開発のコンセプト

高性能・コンパクト・コストパフォーマンスを追求し、お客様に満足して頂ける機械を提供する。

2.2 特長

- (1) コラム移動式のためジグが固定となり加工物の搬送つまり自動化対応が容易である。
また加工ポイント直下にメインスライド部が無く、切り屑の侵入が無い。

図2にコラム移動式構造を示す。

- (2) 単体機仕様とFTL仕様の2種。
・単体機仕様

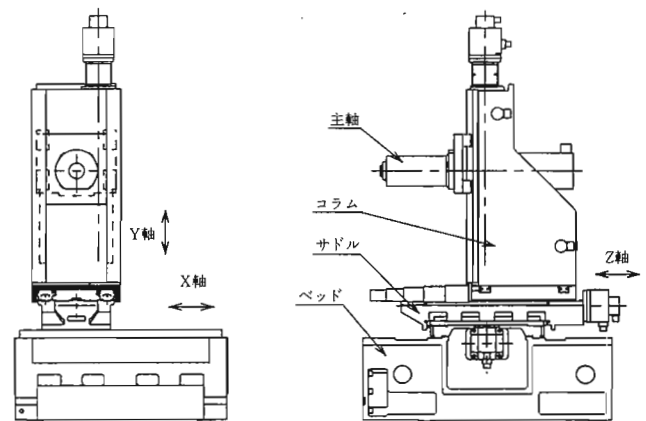


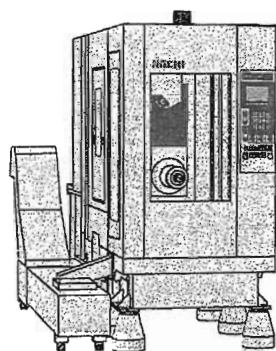
図2 コラム移動式構造

一般機械工場のマシニングセンタとして、ロボットなどの組み合わせによるセルシステムの要素機械として位置付ける。

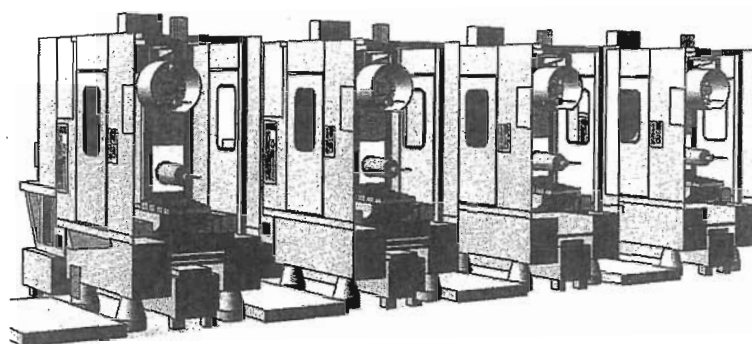
・FTL仕様

フレキシブル生産ラインの要素機械として位置付ける。

図3に単体機仕様とFTL仕様を示す。



単体機仕様
(クーラント装置横置き型)



FTL仕様
(クーラント装置直下置き型)

図3 単体機仕様とFTL仕様

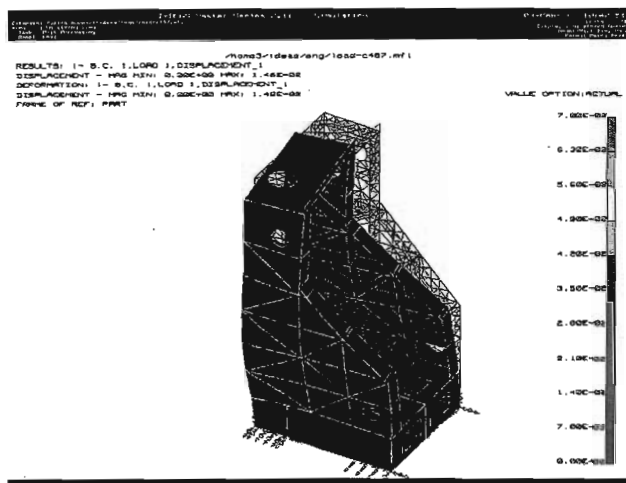


図4 コラム解析例

(3) 本体幅1,200mmのスリムでコンパクトな機械。
省スペース化のニーズが強い中でX軸ストローク500mmを確保して、機械本体幅1,200mmを実現した。またX軸モータは送りボールねじと直結取付方式にて安全性の向上を図っている。

(4) 軽量で高剛性な本体構造により、送り加速度0.4G狙い。

CAEによるFEM解析にて軽量高剛性なコラムを実現し、スライドにリニアボールガイドを使用する事によりX・Y・Z軸の送り加速度は、目標値を達成した。

図4にFEM解析例を示す。

(5) 主軸

- 標準タイプは、モータ直結型の採用により安全性の向上を図っている。オプションとしてタイミングベルト駆動の高圧クーラントスピンドルスルー型も準備している。最高回転数は $10,000 \text{ min}^{-1}$ 。

$8,000 \text{ min}^{-1}$ までの立上り時間は、標準タイプで1.3秒、オプションタイプで1.6秒を達成した。

- クランプ用皿バネのスピンドル軸外周取付方式により、全長を100mm以上短縮化した。また皿バネの点検も容易にできる。

- 主軸端は、BT40と2面拘束タイプのKM6350を標準として準備している。2面拘束タイプは、結合部の剛性アップ、ATCによるツール交換時の繰り返し精度アップ、高速回転時のテーパ部の広がり防止を目的としており高速高能率加工時代の主流になると思われる。

主軸径は $\phi 65$ で前側アンギュラベアリングには、アンクランプ力が作用しない方式を採用している。潤滑方式は、間欠形オイルミストを採用している。

(6) ATC

- マガジン-主軸直接交換方式(アームレス、前面ドラム方式)により装置の簡素化を図り、ツール交換時間は、各ユニットの早送りとマガジンのサーボモータ駆動によりアームレス方式での最短時間2秒(T-T)を実現した。

なお、オプションとしてスイングアーム交換方式のATCも準備している。

- 標準仕様は、マガジンの前後シフト機能により機械前側より作業によるツール交換が容易に可能。

- マガジンは自動開閉式のカバーにて加工時は密閉されており、ツーリングを切屑やミストから保護している。図5にATCの機構を示す。

(7) 給油系統(潤滑ユニット、油圧ユニット)を機械右側後部にまとめる事により、安全性の向上を図っている。

(8) クーラントタンクは、横置きを標準とし、オプションとして機械の直下置きも準備している。

なお、図3に横置きと直下置きの例を示している。

2.3 加工能力

本機を開発試作以来、加工評価試験を実施する中で現段階における加工能力として表2にその条件を示す。

なお、今後加工評価試験を継続する中で加工条件がアップできる可能性もある。

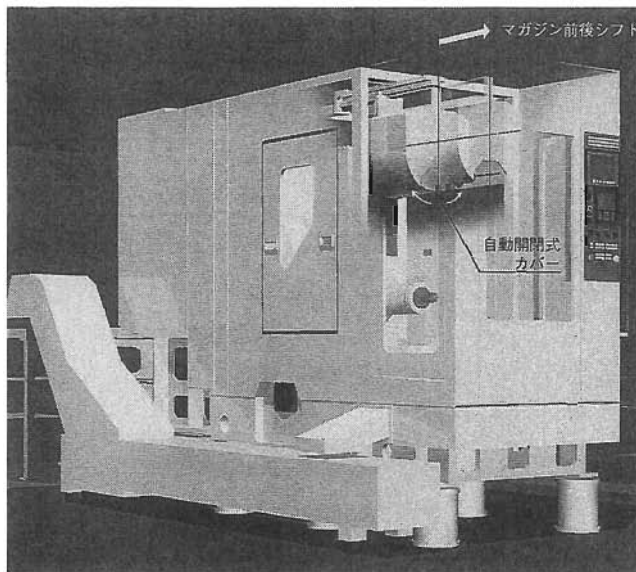


図5 ATCの機構

表2 LH544の加工能力

穴明け						
加工物	ドリル径 mm	ドリル材質	切削条件			
			送り速度(F) m/min	回転数 rpm	送り(f) mm/rev	
AC4C	φ25	ハイス窒化	225	450	0.5	
FCD45	φ20	超硬ソリッド	400	800	0.5	
S45C	φ18	ハイス窒化	133	530	0.25	
フライス カッタ径φ80, 加工幅60mm						
加工物	使用チップ	切削条件				切込み mm
		送り速度(F) m/min	回転数 rpm	送り(f) mm/rev		
AC4C	超硬コーティング 5枚刃	3,000	3,000	1.0	3.0	
FCD45	↑ 6枚刃	290	480	0.6	2.0	
S45C	↑ 5枚刃	240	480	0.5	2.0	
ボーリング						
加工物	穴径 mm	使用チップ	切削条件			
			送り速度(F) m/min	回転数 rpm	送り(f) mm/rev	取代(径) mm
AC4C	φ29	超硬コーティング	212	2,120	0.1	1.5
FCD45	φ26	↑	92	1,840	0.05	1.0
S45C	φ26	サーメット	92	1,840	0.05	1.0

2.4 使用例

(1) ロボット使用のセルシステム

・機械構成

小形高速インラインセンタ LH544 1台

高速インラインセンタ MH545-1 1台

ターンテーブル, 加工ジグ2セット付き

機械側ジグに取付のワークを加工中に、前側ジグのワークを脱着する。

・搬送

NACHI ROBOT SC15

・加工物

油圧ピストンポンプケース 材質: FC300

・加工工程

LH…基準面, 基準穴加工

MH…内部シャフト穴とボディとの貼り付け面加工

・1サイクル 約60秒

図6にレイアウト図を示す。

尚、本システムは第18回日本国際工作機械見本市に出展する。

(2) 自動車部品加工フレキシブルライン

・機械構成

小形高速インラインセンタ LH544 2台

高速インラインセンタ MH545-2 2台

高速インラインセンタ SH655 2台

・加工物

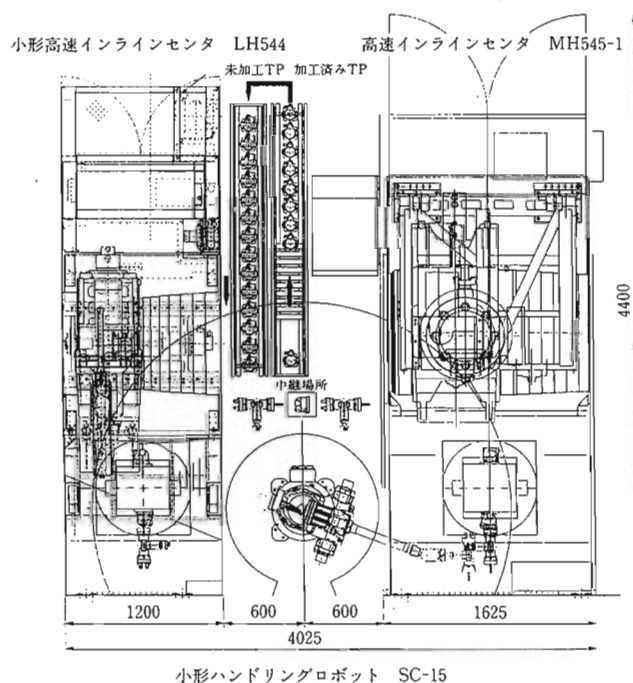


図6 ロボット使用のセルシステム

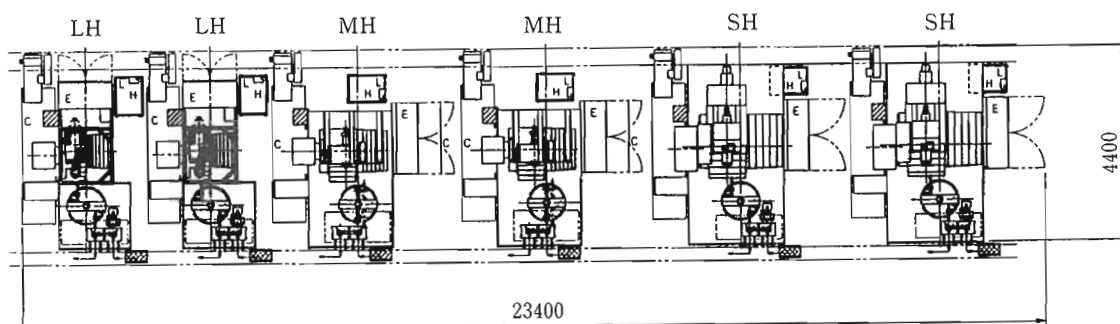


図7 自動車部品加工フレキシブルライン

足回り部品 材質：FCD

・加工工程

LH…ドリル穴, タップ

MH…ドリル穴, タップ, フライス, リーマ

SH…フライス, ボーリング

・1サイクル 約120秒

図7にレイアウト図を示す。

2.5 高速高能率加工

本機は高速高能率加工機として従来機に対し、切削時間及び非切削時間の短縮化を目的としている。

切削時間短縮の手段は、高速回転主軸・切削送り速度アップ・高速同期タップ加工がある。

非切削時間短縮の手段は、早送り速度アップ・送り加速度アップ・ATC時間短縮などがある。

図8に従来機と本機のサイクルタイムの比較を示す。

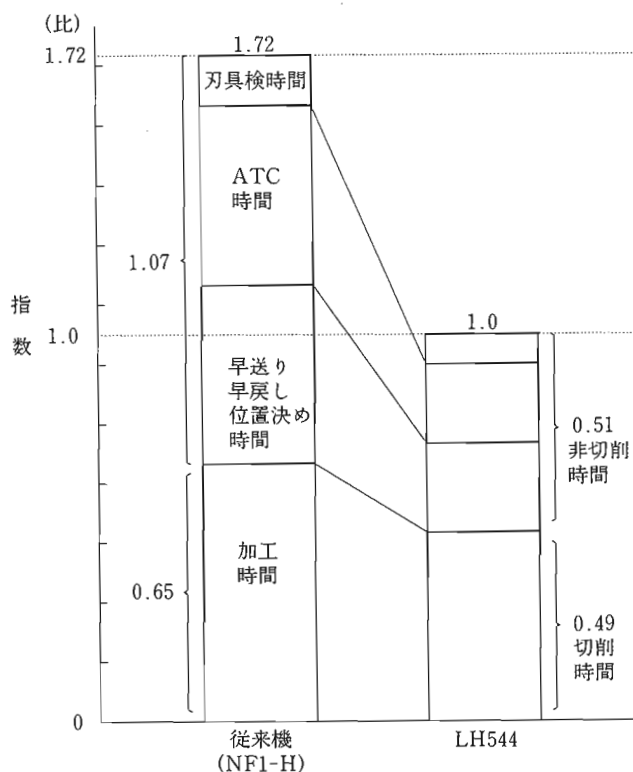


図8 従来機とLH544のサイクルタイムの比較 (ドリル穴、タップ加工の例、ワーク脱着時間は除く)

3. おわりに

高速インラインセンタは、技術開発部と工作機部門が協業で全力を挙げて開発した機械であり高速高能率加工の代表機種としてお客様に満足して使ってもらえると信じている。しかし今後さらに、コストダウン、可動率向上、ジグ・搬送装置のフレキシブル化、U軸機能付き主軸、より高速回転の主軸などのユーザニーズに対応し、よりハイレベルなシステム技術として確立する必要がある。今後とも『お客様に満足して頂ける設備創り』をめざして行きたい。

文献

(1) 芳賀 実：高速・高能率加工

1993年機械加工工ルブシンポジウム'93