

ハイコストパフォーマンスCNC“E70シリーズ”

濱本 進*
小林誠治*
堤下洋治*

High Cost Performance CNC "E70 Series"

Susumu Hamamoto, Seiji Kobayashi, Yoji Tsutsumishita

要 旨

新興国の経済成長に伴い、工作機械市場には一般機械部品の加工を中心とする2軸旋盤、また、簡易マシニングセンタなどのローエンド工作機械の需要が増えている。

このボリュームゾーンのニーズに応えるため、今回CNC (Computerized Numerical Control) “E70シリーズ”を新規開発した。

E70シリーズは、市場で評価されている上位機種一般向け“M700V/M70Vシリーズ”のインターフェース及び操作性を継承し、高信頼性・省エネルギー等新規設計のほか、需要の最も多い2軸旋盤を中心に、簡易マシニングセンタ及び

簡易研削盤でも使えるコストパフォーマンスの高い機種として開発した。

また、今後の加工精度向上に対する要求を見据え、新規開発したドライブユニット“MDS-DJ”シリーズを採用した。

さらに、NC (Numerical Control) エンジニアリングツール群との接続を可能にし、工作機械メーカー及びエンドユーザーにとって製品の使いやすさを向上させた。

本稿では、E70シリーズの特長及びその開発内容について述べる。



1. ま え が き

国内及び欧米市場向けに、三菱電機はこれまで上位NC機種M700Vシリーズの機能を強化することで対応するほか、新興国市場のニーズに合うハイコストパフォーマンスのパネルインタタイプ機種E70シリーズを新規開発した。

本稿では、新機種E70シリーズについて述べるほか、ボリュームゾーンの市場ニーズに応えるためのトータルソリューション提案として、新規ドライブユニットMDS-DJシリーズ、及びNCエンジニアリングツール群についても製品の特長を述べる。

2. 三菱CNC E70シリーズ

2.1 ハイコストパフォーマンスハードウェア

最適なコストパフォーマンスを提供する一方、製品力をアップするため、ユーザーインターフェースの標準搭載、省エネルギー及び高信頼性を配慮したハードウェアの設計と開発を行った。

開発のポイントを次に示す。

- (1) 大容量プログラムの加工、データの入出力を容易に実現するために、パソコンと接続するEthernet^(注1)、前面USB(Universal Serial Bus)インターフェース、前面コンパクトフラッシュ(CF)^(注2)インターフェース(図1)を標準搭載した。
- (2) 旋盤用のシートキーをラインアップに新規追加した。
- (3) 最適コストパフォーマンスを提供するためにI/O点数を64/48点とし、上位機種よりも削減した。
- (4) 需要の多いインバータ主軸駆動に対し、アナログ出力を標準搭載した。
- (5) 省エネルギーと長寿命化を実現するために8.4型表示ユニットの液晶パネルにLED(Light Emitting Diode)バックライトを採用した。

外形上では、E70シリーズは、上位機種であるM70V、M700Vシリーズと同等にし、低価格機種という位置付けながら、使用感を統一した。

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス株の登録商標である。
 (注2) コンパクトフラッシュは、SanDisk Corp.の登録商標である。

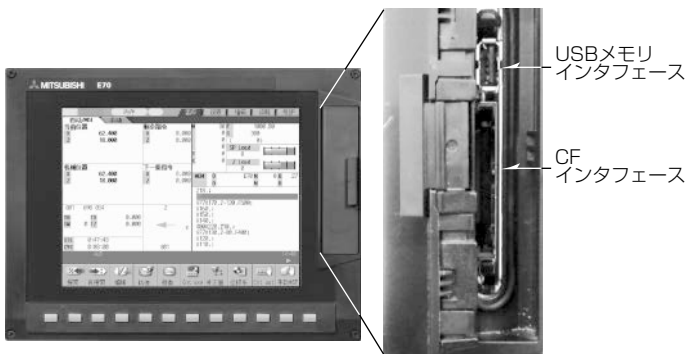


図1. 前面USBと前面CFインターフェース

2.2 2軸旋盤及び簡易M/Cに適する機能開発

E70シリーズは、2軸旋盤及び簡易M/C(マシニングセンタ)に適しており、主に次の特長がある。

- (1) NC軸及び主軸の軸数仕様は、それぞれ2軸旋盤と簡易M/Cに合わせた(表1)。
- (2) 上位機種と同等の精度を持つ内部1ナノメートルの位置補間演算によって、滑らかな加工指令を出力し、後述のコンバータ内蔵型の超小型ドライブユニットDJシリーズとの組合せで高い加工精度を実現した(図2)。
- (3) PLC(Programmable Logic Controller)のプログラムでは、記憶容量を一般の旋盤でも必要とされている8,000ステップとし、ラダーの高速処理によって高生産性を実現した。
- (4) 操作面では、上位機種と同じ画面デザインにすることで使用感を統一し、さらに、カスタム画面の表示も可能とした。
- (5) パラメータ設定・操作上でトラブルシューティングに用いるガイダンスをコンパクトフラッシュに格納する方式を採用し、ガイダンスの要否をユーザー側で選択可能とした。

表1. E70シリーズ仕様

	マシニングセンタ系	旋盤系
制御軸数	最大軸数(NC軸+主軸+PCL軸)	6
	最大NC軸数(系統合計)	3
	最大主軸数	2
	最大PLC軸数	2
	最大同時輪郭制御軸数	3
最大系統数	1	1
最小指令単位	0.1µm	
最小制御単位	1nm	
最大プログラム記憶容量	230kB(600m)	
最大シーケンスプログラム記憶容量	8,000ステップ	
HMIカスタイズ機能	NC Designer	
パラメータ/アラームガイダンス	CFに格納	

HMI : Human Machine Interface

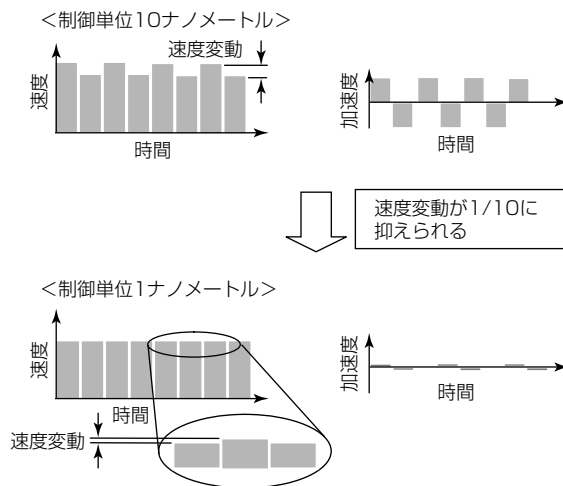


図2. ナノメートル補間

3. MDS-DJドライブユニット

E70シリーズ開発と同時に、サーボ・主軸ドライブユニットも高性能・コンパクトサイズMDS-DJシリーズを開発・ラインアップした(図3, 表2)。



図3. MDS-DJシリーズの外観

表2. MDS-DJシリーズの主な新機能^(注3)

	サーボ	主軸
制御機能	・高速同期タップ制御(OMF-DD制御) ・OMF-FF制御	・高速同期タップ制御(OMF-DD制御) ・OMF-FF制御
補正制御	・適応追従型機械共振抑制フィルタ ・ロストモーション補正タイプ4 ・フルクロード象限突起補正	・適応追従型機械共振抑制フィルタ ・ロストモーション補正タイプ3 ・主軸モータ温度補正機能
シーケンス機能	・規定速度出力 ・STO(安全トルク停止)機能	・規定速度出力 ・STO(安全トルク停止)機能

(注3) MDS-D-SVJ3/SPJ3比
OMR: Optimum Machine Response, FF: Feed Forward, DD: Direct Detect

3.1 MDS-DJシリーズの特長

MDS-DJシリーズは、電源内蔵型の超小型ドライブユニットで0.1~3.5kWのサーボモータ、0.4~11kWの主軸モータに対応する小型のM/Cや旋盤に最適なドライブユニットである(表3, 表4)。

MDS-DJシリーズの特長を次に示す。

(1) 超小型

ユニットの高さ168mm(主軸5.5~7.5kWは250mm, 11kWは300mm)のコンパクト設計で制御盤の小型化に貢献する。また、低損失パワーモジュールの採用によって、主軸5.5~7.5kW(MDS-DJ-SP-100/120)はユニット幅を従来機種MDS-D-SPJ3シリーズの130mmから105mmへ約20%の小型化を実現した。

(2) 安全/省配線機能の向上

IEC/EN61800-5-2の安全機能STO(Safe Torque Off: 安全トルク停止)機能に準拠している。動力遮断に必要な電磁開閉器を削減し、制御盤の小型化・省配線化に貢献する。図4はシステム全軸の動力遮断を行う場合であるが、ドライブユニットに搭載されたSTO信号コネクタに停止信号を入力することで主軸だけをトルク停止させるという使い方も可能である。

表3. MDS-DJ-V1仕様一覧

ドライブユニット型名	MDS-DJ-V1-10	MDS-DJ-V1-15	MDS-DJ-V1-30	MDS-DJ-V1-40	MDS-DJ-V1-80	MDS-DJ-V1-100
ドライブユニット種類	サーボ1軸(コンバータ付き)					
定格出力 (kW)	0.3	0.4	0.7	1.0	2.0	3.5
電源入力	定格電圧 (V)	AC200(50Hz)/AC200~230(60Hz)			許容電圧変動率: +10%, -15%以内	
	定格電流 (A)	1.5	2.9	3.8	5.0	16.0
制御電源入力	電圧 (V)	AC200(50Hz)/AC200~230(60Hz)			許容電圧変動率: +10%, -15%以内	
	電流 (A)	MAX 0.2				
	周波数 (Hz)	50/60 許容周波数変動: ±5%以内				
制御方式	正弦波PWM					
回生方式	抵抗回生方式					
ダイナミックブレーキ	内蔵					
機械端検出器	対応					
冷却方式	自然冷却			強制風冷		
ユニット質量 (kg)	0.8	1.0	1.4	2.3	2.3	2.3
外形寸法(W×H×D) (mm)	40×168×135	40×168×170	60×168×185	90×168×195		

PWM: Pulse Width Modulation

表4. MDS-DJ-SP仕様一覧

ドライブユニット型名	MDS-DJ-SP-20	MDS-DJ-SP-40	MDS-DJ-SP-80	MDS-DJ-SP-100	MDS-DJ-SP-120	MDS-DJ-SP-160
ドライブユニット種類	主軸1軸(コンバータ付き)					
定格出力 (kW)	0.8	2.2	3.7	5.5	7.5	11.0
電源入力	定格電圧 (V)	AC200(50Hz)/AC200~230(60Hz)			許容電圧変動率: +10%, -15%以内	
	定格電流 (A)	2.6	9.0	10.5	16.0	35.4
制御電源入力	電圧 (V)	AC200(50Hz)/AC200~230(60Hz)			許容電圧変動率: +10%, -15%以内	
	電流 (A)	MAX 0.2				
	周波数 (Hz)	50/60 許容周波数変動: ±5%以内				
制御方式	正弦波PWM					
回生方式	抵抗回生方式					
ダイナミックブレーキ	内蔵					
機械端検出器	対応					
冷却方式	強制風冷					
ユニット質量 (kg)	1.4	2.1	2.1	4.0	4.0	6.2
外形寸法(W×H×D) (mm)	60×168×185	90×168×195		105×250×200		172×300×200

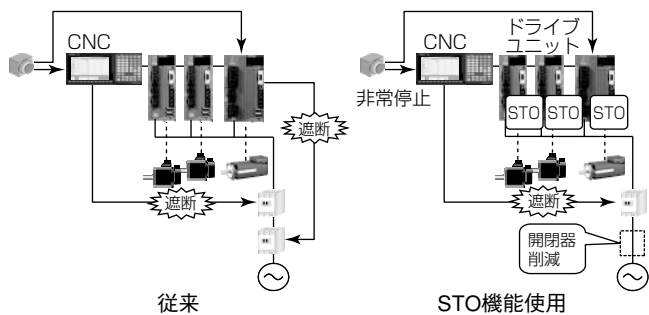


図 4. STO機能使用例と効果

(3) 高機能化

高速サーボ制御アーキテクチャを集積した専用実行エンジンを採用している。制御・補正機能については上位機種である“MDS-D2シリーズ”と同等を実現した。高機能化によって、小型・廉価機向けだけでなく、M/Cでのテーブル軸、旋盤でのミル主軸等、高級機へのオプション軸追加用途にも有効に活用できる。

4. NCエンジニアリングツール

三菱CNCでは、工作機械メーカー及びエンドユーザー向けに、三菱CNCをより使いやすくする豊富なNCエンジニアリングツールを取りそろえており、これらも新機種E70シリーズに対応させた。

4.1 ユーザーサポートツール“MELSOFT NC Trainer”

NC Trainerは、Gコードプログラムの作成や簡易プログラミング機能“NAVI MILL/NAVI LATHE”による加工プログラムの作成、段取り操作やプログラム運転前のプログラムチェック、CNCと同様のプログラム運転やグラフィックトレース等、CNCの一連の操作をオフライン環境で容易に習得できるトレーニング用ユーザーサポートツールである。

4.2 開発支援ツール“MELSOFT NC Trainer plus”

NC Trainer plusは、工作機械メーカー向けのCNCカスタムソフト開発支援ツールである(図5)。機械操作パネルのカスタマイズや、セットアップツール“NC Configurator2”で作成したCNCのパラメータを入力することで、顧客の機械仕様に合わせた開発環境がパソコン上に構築できる。NC Trainer plusでカスタマイズした各種データを“NC Trainer”にインポートすることで、工作機械に適した操作、専用の保守サービス・トレーニング環境を提供することができる。

- (1) “NC Designer”で作成したカスタム画面の表示・操作が行える開発環境を提供する。また、作成したカスタム画面は、NC制御ユニットを用意しなくてもVisual C++^(注4)によるオフラインデバッグを行うことができる。
- (2) PLCオンボード編集画面からNC内蔵のPLC回路を作成することができる。また、ラダー作成ツール“GX Developer”を使用したPLC回路の開発を行うこともできる。
- (3) APLC(Advanced Programmable Logic Controller)

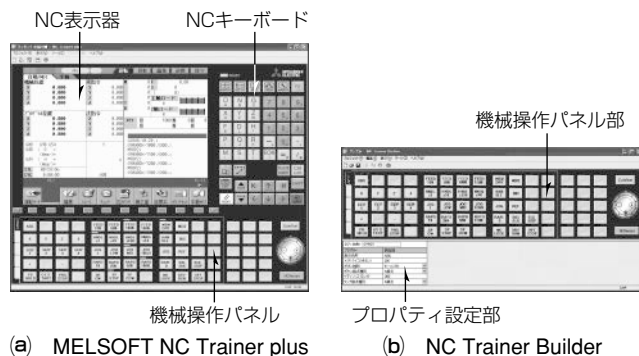


図 5. MELSOFT NC Trainer plus

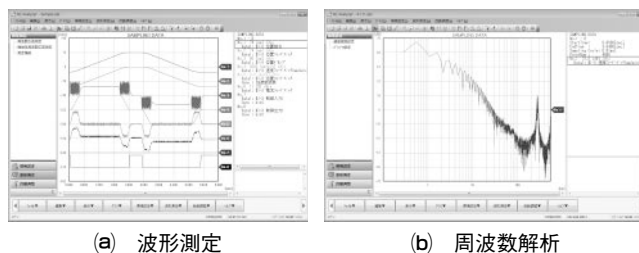


図 6. MELSOFT NC Analyzer

開放用のC言語プログラムのデバッグを、NC制御ユニットがなくても、Visual C++でコンパイルし、NC Trainer plusで動作確認を行うことができる。APLC開放は、NC制御ユニット動作を開放するための機能で、この環境でデバッグを完了したプログラムを実機で動作するためには、専用コンパイラが必要である。

(注4) Visual C++は、Microsoft Corp. の登録商標である。

4.3 調整支援ツール“MELSOFT NC Analyzer”

NC Analyzerは、サーボパラメータの自動調整機能に加え、波形測定や解析機能等を備えたCNCサーボ向けの調整支援ツールである(図6)。また、各種データ解析機能も用意し、機械ごとの特性データの管理や不具合解析の効率化等も支援する。

このツールを使用することで、近年のリニアモータやDD(Direct Drive)モータを搭載した工作機械における高速・高加速度化、高精度化に対する要求に対応できる。また、NC工作機械市場のグローバル化によって困難になってきている海外ユーザーサポート面でも、十分な技術支援を提供することができる。さらに、例えば1台あたり約6時間必要としていたサーボ3軸の工作機械における調整を、10分程度で可能とするなど大幅な調整時間の短縮を実現する。

5. む す び

付加価値を高め、高精度・高機能を追求する国内及び欧米市場と、安くて大量生産する新興市場の両極化傾向は今後も継続する。上位機種における開発強化をすると同時に、新興市場のニーズに合わせて開発したCNC E70シリーズとドライブユニットMDS-DJシリーズは、市場ニーズに更にマッチさせるため今後も開発を継続する計画である。