

B8 Robots

スリム型高速・高精度ロボット「MZ50Fシリーズ」

"MZ50F Series" High-Speed, High-Precision, Slim Robots

キーワード ■ 中大型ロボット・中空手首・IP67・高速・高精度

ロボット事業部／ロボット開発部

山崎 純輝 Junki Yamazaki

要 旨

スリム型高速・高精度ロボット「MZ50Fシリーズ」は、クラストップレベルの作業領域とパワフルな手首トルクを実現し、大型工作物・ハンドに対応し、ローディングをはじめ、工程間搬送など幅広い用途での使用を可能とした。

また、ロボットの防塵防滴(IP67)、防錆対応を標準装備し、粉塵、水滴が飛散する環境に対応した。

さらに、NACHI独自の中空手首構造に加え、各種アプリケーションで要望される配線・配管を機体内に標準装備することで周辺装置との配線などの干渉リスクを低減させ、信頼性の向上と、多様なアプリケーションに対応しやすい設計とした。

Abstract

“MZ50F Series” consists of slim robots with high speed and high precision features and achieves the top-level work area in class and powerful wrist torque. It works with a large part and a hand, which allows a wide-ranging usage from loading to transferring of a large part between processes.

In addition, “MZ50F Series” is equipped with dust-proof/drip-proof (IP67) and rust-proof as standard features to withstand the environment where dust and droplets are dispersed.

Furthermore, in addition to NACHI’s own hollow-wrist structure, “MZ50F Series” is designed to be equipped with built-in wiring and piping as standard features which are required for various applications, which will reduce risk of wiring interference with peripheral devices, improve reliability and support various applications.

1. スリム型高速・高精度ロボット開発の狙い

製造業向けロボット市場の成長ドライバーは中国を中心としたアジア市場となる見通しであり、今後、自動車関連、電機・電子関連、一般産機関連を中心にロボットの導入が加速すると予想されている。中でも、可搬重量クラスでとくに伸び率が大きいのは、可搬重量20kg以上クラスのロボットである。このクラスのロボットは、多様なアプリケーションで使用されるボリュームゾーンのため、市場からの需要が非常に高い重要なクラスのロボットである。

一方で、ロボット市場が拡大している中、ロボット導入のノウハウをもった技術者は不足している。例えば、設備立上げ前の事前シミュレーションでは、ロボット本体外側に敷設されるケーブルや配管などは、その挙動が予測できないため、ロボット導入後の、ティーチング修正に大幅な時間とスキルが必要になるなどの問題が生じており、ケーブルや配管をロボットに内蔵することが求められている。

また、このクラスの重要なアプリケーションとして、電子基板後工程での搬送や、工作機のクーラント液がロボットに直接かかる環境でロボットが使用されるため、ロボットの防塵、防滴性が求められている。

このようなニーズに対応するため、従来機「MC50シリーズ」を刷新し、モーター、ケーブルをアームに内蔵し、スリムで滑らかなデザインとした「MZ50Fシリーズ」を開発した。「MZ50Fシリーズ」は、35kg可搬、50kg可搬、70kg可搬の3タイプ「MZ35F」「MZ50F」「MZ70F」をラインナップする。

ここでは、「MZ50Fシリーズ」の特長について紹介する。

2. 「MZ50Fシリーズ」の概要

1) 外観と仕様

ロボットの外観を図1に、基本仕様を表1に示す。「MZ50Fシリーズ」の開発にあたっては、MZシリーズとしての高速性を表現するとともに、親しみやすさをデザインのポイントとした。

また、MZシリーズの特長として、NACHI独自の中空手首構造に加え、ロボット用ケーブルおよび、アプリケーション用のケーブル・チューブを全てアーム内に内蔵することで、スリムですっきりとした外観とともに、ユーザーの利便性を高めている。



図1 「MZ50F」の外観

表1 「MZ50Fシリーズ」の基本仕様

項目		仕様		
ロボット型式		MZ35F-01	MZ50F-01	MZ70F-01
構造		関節形		
自由度		6		
駆動方式		ACサーボ方式		
最大動作範囲	第1軸	±180 deg		
	第2軸	-135 ~ +80 deg		
	第3軸	-143.5 ~ +260 deg		
	第4軸	±190 deg		
	第5軸	±145 deg		
	第6軸	±360 deg		
最大速度	第1軸	3.32 rad/s	3.23 rad/s	3.14 rad/s
	第2軸	3.14 rad/s	3.14 rad/s	2.53 rad/s
	第3軸	3.40 rad/s	3.23 rad/s	2.96 rad/s
	第4軸	4.88 rad/s	4.54 rad/s	4.19 rad/s
	第5軸	5.41 rad/s	4.54 rad/s	4.19 rad/s
	第6軸	7.33 rad/s	6.46 rad/s	6.11 rad/s
可搬質量	手首部	35kg	50kg	70kg
手首許容静負荷トルク	第4軸	165N・m	216N・m	309N・m
	第5軸	165N・m	216N・m	309N・m
	第6軸	102N・m	147N・m	170N・m
手首許容最大慣性モーメント*1	第4軸	16kg・m ²	30kg・m ²	30kg・m ²
	第5軸	16kg・m ²	30kg・m ²	30kg・m ²
	第6軸	5kg・m ²	12kg・m ²	12kg・m ²
位置繰り返し精度*2		±0.06mm		
設置方法		床置、天吊		
耐環境性		ロボット本体 IP67相当		
本体質量		608kg		

1[rad] = 180/π[°], 1[N・m] = 1/9.8[kgf・m]

*1: 手首許容最大慣性モーメントは、手首負荷条件により異なりますので、注意してください。

*2: 「JIS B 8432」に準拠しています。

3. MZ50Fシリーズの特長

1) 高い汎用性

「MZ50F」は、従来機「MC50」と比較して、高速性能を保ちつつ、クラストップの最大リーチと広い動作範囲を実現した。(図2、図3)

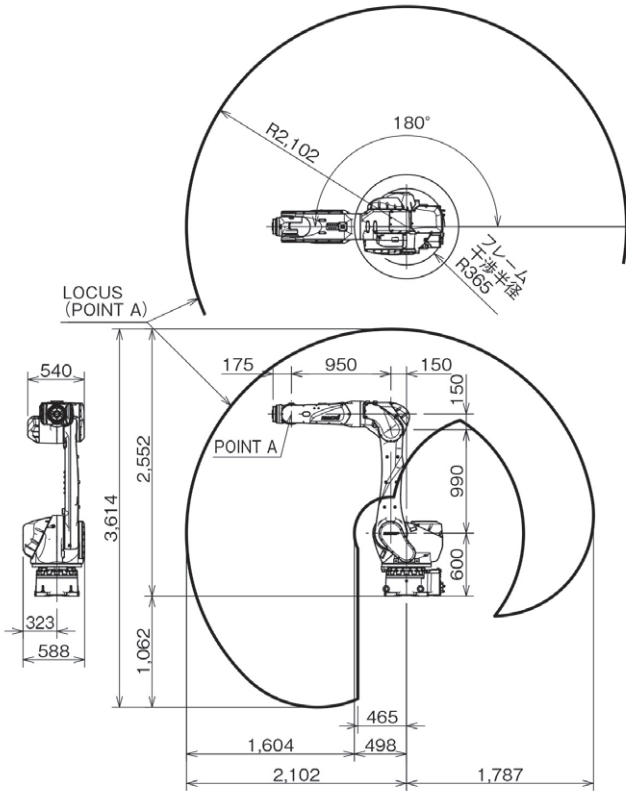


図2 「MZ50F」動作範囲

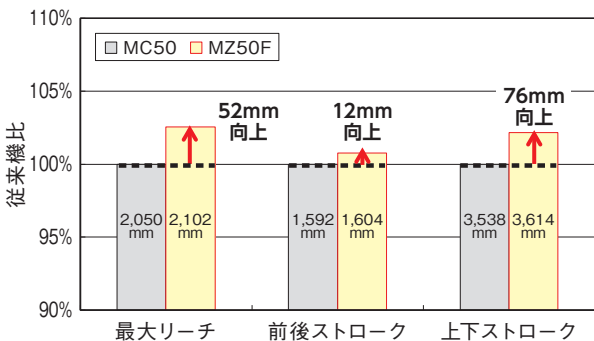


図3 従来機との動作範囲比較

また、従来機「MC50シリーズ」より手首トルクマップの面積を拡大し、パワフルな手首トルクで大型工作物・ハンドに対応し、ローディングをはじめ、部品の組立・搬送など幅広い用途で使用可能とした。(図4、図5、図6)

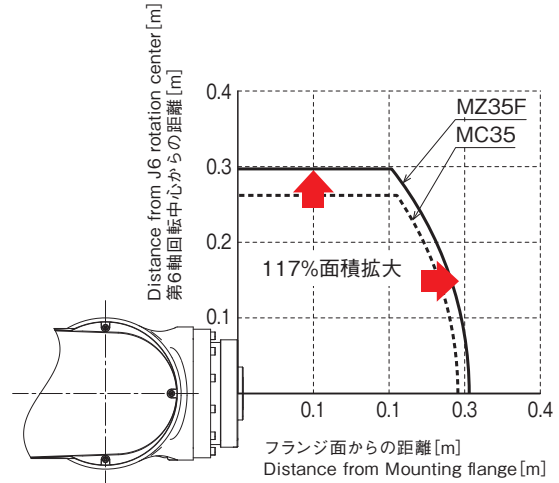


図4 「MZ35F」手首トルクマップ

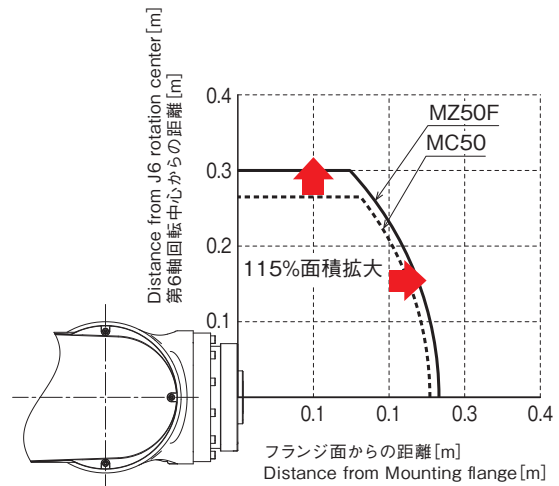


図5 「MZ50F」手首トルクマップ

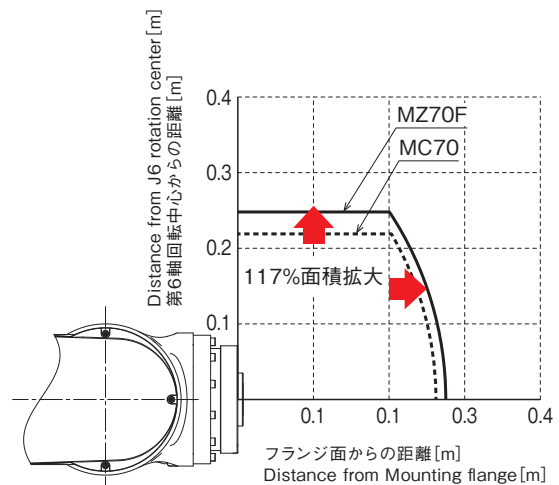


図6 「MZ70F」手首トルクマップ

「MZ50Fシリーズ」は「MC50シリーズ」と比較し、省スペース化を目的としてクラストップの最小設置面積を実現した。(図7)

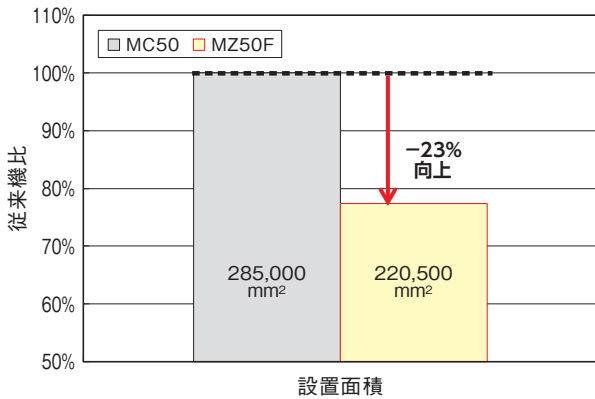


図7 従来機との設置面積比較

その他、ロボット本体の防水・防塵機能は、従来機はオプション対応にてIP65相当であったが、標準仕様でIP67相当を実現し、ロボット本体の部品を防錆仕様とすることで、粉塵、水滴が飛散する環境にも対応し、多様なアプリケーションに適応しやすいロボットとした。

2) 高速かつ高精度

CAEを用いた最適設計により、ロボット本体を軽量化し、各軸動作の高速化を実現した。

また、軽量化に伴う剛性低下を最小限に抑制し、軌跡精度(最大ズレ量)を従来機「MC50シリーズ」の約半分まで向上した。(図8)

加えて、位置繰返し精度±0.06mmと高精度を実現している。

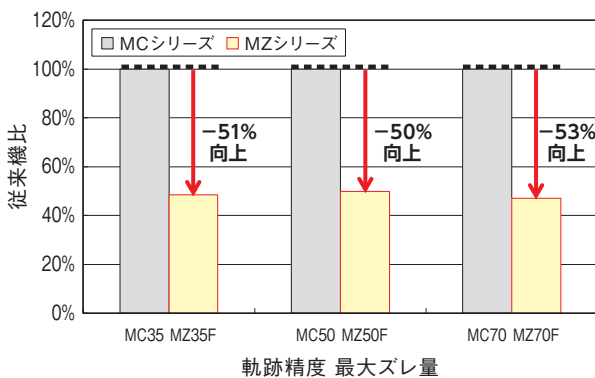


図8 従来機との軌跡精度 最大ズレ量の比較

3) 多彩な標準アプリケーション配線、配管

「MZ50F」は、標準でアーム上まで表2に示す配線、配管を標準装備している。各種アプリケーションで要望される配線・配管を標準対応することができ、ロボット本体外側の配線・配管の引き回しは不要となり、ユーザーの利便性を高めている。(図9)

表2 アプリケーション仕様(標準装備)

種類	仕様
信号線	24芯 *1
エアチューブ	外径φ10 / 内径φ6.5 ×2本*2 外径φ8 / 内径φ5 ×8本*3
LANケーブル	1本
追加軸	1軸分(電源線、信号線)

*1: オプションソレノイドバルブ選択時は12～18芯
*2: オプションソレノイドバルブ選択時は1本
*3: オプションソレノイドバルブ選択時に8本使用可能

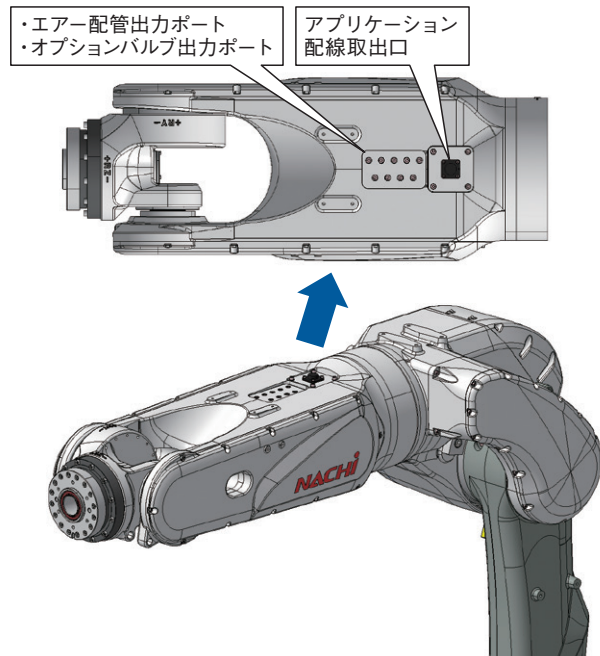


図9 アプリケーション配線・配管出力ポート

4) スマートなケーブル引き回しとアプリケーション事例

「MZ50Fシリーズ」では手首軸の第5軸と第6軸部に、NACHI独自の中空構造を採用した。25kg可搬の「MZ25」の直径30mmに対して、直径40mmと約33%の大型化、最適サイズ設計とすることで、表3に示す50kgクラスのロボットとして想定される多くのアプリケーションへの適用を可能とした。

手首中空径を大型化することによって、ロボットアームから手首先端のハンドまでの配線・配管の引き回し本数を増加させるとともに、手首中空部を使用することで、すっきりとしたスマートなケーブル引き回しとなり、周辺設備との干渉リスクを大幅に低減することが可能となる。(図10)

表3 適用可能なアプリケーション例

	使用配線・配管数				
	エア φ8 mm	エア φ10 mm	信号線 (12芯)	LAN ケーブル	追加 軸
ハンドリング(電動ハンド+ATC*1)	2		1	1	1
ハンドリング(エアハンド+ATC*1)	6		1	1	
マシンローディング	4	1	1		
組立(カセンサ)	2		1		
検査(視覚センサ)	2		1	1	

*1:ATC オートツールチェンジャー

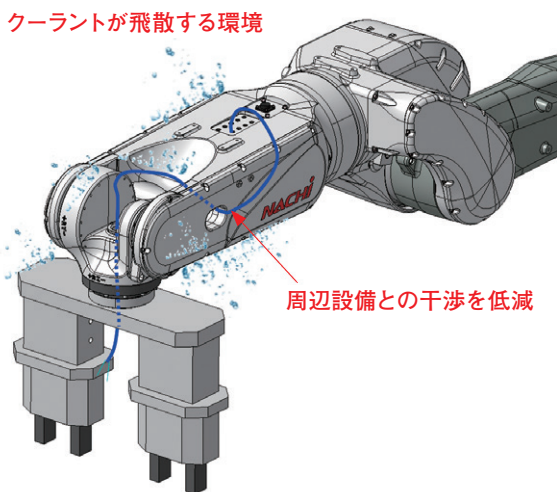


図10 アプリケーション例

5) アーム内蔵ソレノイドバルブオプション

「MZ50F」では、シリーズ機である「MZ25」と同様に、表4に示すオプションソレノイドバルブを選択可能とした。エアブロー用2ポートバルブは、ハンド用バルブ(2位置ダブルまたは3位置オールポートブロック)とあわせてアームに内蔵できる構造とした。(図11)

表4 オプションソレノイドバルブ

種類	連数
2位置ダブル	1～4連
3位置オールポートブロック	1～4連
エアブロー用2ポートバルブ	1ヶ

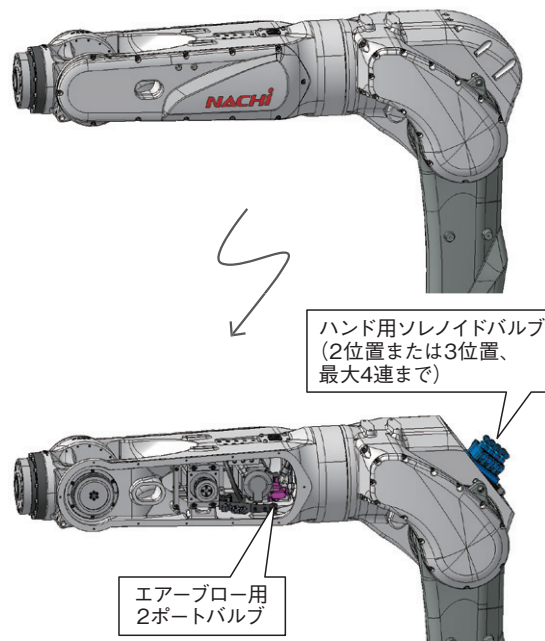


図11 アーム内蔵オプションバルブ

6) FD18制御装置

「MZ50Fシリーズ」の制御装置は、新型のFD18制御装置を用いる。FD18制御装置はパワートランジスタや強電部品のサイズダウンや冷却方式の最適化により、従来品FD11制御装置と比較して体積を47%削減し、横幅はわずか300mmと設置面積(従来機比59%)を大幅に減少し、設備の工場レイアウトでユーザーの利便性を高めた。(図12、図13)

FD18制御装置は、演算性能や安全性能はFD11制御装置と同等であり、高速制御、高精度軌跡制御、2重化安全回路といった基本機能はFD11制御装置を踏襲している。(表5)



図12 FD18制御装置

表5 FD18制御装置基本仕様

	FD18制御装置
適用マニピュレータ	SRA250以下(可搬質量250kg以下)
標準制御軸数	標準6軸
最大制御軸数(軸追加)	8軸(2軸追加)
安全性能	ロボット監視ユニットなし: PLd(カテゴリ3準拠) ロボット監視ユニットあり: PLe(カテゴリ4準拠)
教示方式	ティーチングプレイバック
プログラム選択数	9,999種
メモリ容量	32GB CFastカード (22,400,000ステップ相当)
ティーチペンダント	5.7"カラーLCD付 (640×480、バックライト付き、 65,536色表示) 3ポジションイネーブルSW、 非常停止釦付き IP65相当、質量 0.96kg
ソフトウェアPLC	制御装置組み込み型のシーケンサ
操作パネル	モード切替スイッチ(教示/再生) 非常停止ボタン
イーサネット	ファイルのアップダウンロードが イーサネットで可能(1ポート)
フィールドバス	各種フィールドバスに対応 CC-Link, CC-Link IE Field, FL-net, EtherCATスレーブ、 Profinet, EtherNet/IP, DeviceNet, PROFIBUSに対応
記憶方式	フラッシュメモリ
外部記憶装置	USBメモリ
オプションスロット	PCI×2スロット
外形寸法	300(W)×600(D)×530(H)
電源仕様	3相200-220V
保護等級	IP54相当
周囲温度	0~45℃
周囲湿度	20~85%(結露なきこと)

DeviceNetおよび、EtherNet/IPは
ODVA(Open DeviceNet Vender Association, Inc.)の登録商標です。
CC-LinkはCC-Link協会(CC-Link Partner Association: CLPA)の登録商標です。
PROFIBUSおよび、PROFINETはPROFIBUS & PROFINET Internationalの登録商標です。

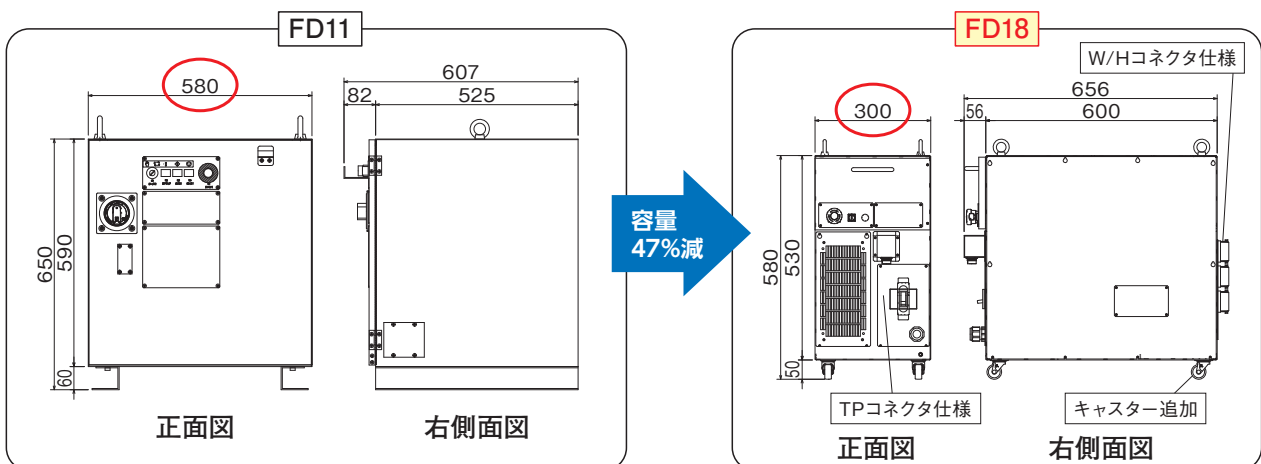


図13 制御装置サイズ比較

4. さらなるニーズへの対応

今回新たにMZシリーズに加わった「MZ50F」について、従来機との比較を中心に特長を紹介した。

今後は、「MZ50F」をベースとして、ロングアーム対応など中型MZシリーズのラインナップを拡充し、様々なカスタマーのニーズに応えることのできる魅力ある商品を開発していく。

参考文献

- 1) 小坂 俊介:
“パワフル&コンパクト” 多目的ロボット「プレストMC35,MC50,MC70」
NACHI TECHNICAL REPORT, Vol.19 B1, Sep (2009)
- 2) 小坂 俊介・杉岡 和美: 世界最速、軽量コンパクトロボット「MZ07-CFD」
NACHI TECHNICAL REPORT, Vol.26 B2, Oct (2013)
- 3) 井田 信也: フルカバー小型ロボット「MZ12」
NACHI TECHNICAL REPORT, Vol.32 B3, Nov (2017)
- 4) 岡田 俊範: 中型中空ロボット「MZ25」
NACHI TECHNICAL REPORT, Vol.36 B1, Nov (2019)