

B1 Robots

壁掛型省スペースロボット「MZ12W」

"MZ12W" Space-saving, Wall-mounted Robot

キーワード | 中大型ロボット・基板搬送・壁掛構造・中空手首・IP67
省スペース

ロボット事業部／ロボット開発部

井田 信也 Shinya Ida

要 旨

壁掛型省スペースロボット「MZ12W」は、狭い設置場所でラックへの電子基板の挿入、取出しができるロボットとして開発した。根元にある第1軸を地面と平行に配置することで、6軸垂直多関節構造でありながら、狭い設置場所でも動作可能となる。

また、この省スペース性とパワフルな手首トルクを活かし、大型工作物・ハンドのマシンローディングなどにも応用できる。

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、信頼性が高く多様なアプリケーションに対応しやすい設計とした。

Abstract

“MZ12W”, space-saving, wall-mounted robot is developed to achieve the movement of taking in and out electronic substrates at the racks located in a narrow space. By placing 1st axis at the base parallel to the ground, it can operate in narrow places even though “MZ12W” has a 6-axis vertical articulated structure.

In addition, it can be used for the loading of large parts to a machine with its hand because of maneuverability in a narrow space by utilizing its powerful wrist torque.

Furthermore, wiring and piping required for various applications are built in the body as standard features in addition to our unique hollow wrist structure. This reduces the risk of wiring interference with peripheral devices. “MZ12W” is designed to easily adapt to various applications, ensuring higher reliability.

1. 壁掛型省スペースロボット開発の狙い

ものづくりの現場では、生産年齢人口の減少に伴う人手不足や人件費高騰を背景に、様々な分野でロボット導入による自動化が拡大している。

自動車、一般産機分野では6軸垂直多関節型が多く使用されている中、電機、電子分野の基板搬送工程では、スカラ型ロボットと走行装置の組みあわせのシステムが多くみられる。これらのシステムでは、走行装置との組みあわせにより設備導入費用が膨らむ、動作姿勢が限られ拡張性がないといった課題があった。

また、自動車、一般産機分野のローディング用途でも設置場所が狭い場合、従来の6軸垂直多関節型ロボットでは、ロボット旋回動作時に周辺設備との干渉が問題になり、ロボットを導入できない、レイアウトを変更せざるを得ないケースがあった。

これらの課題を解決するために、第1軸を地面と平行に配置した、6軸垂直多関節型で広い動作範囲を有し、フレキシブルな姿勢が可能な「MZ12W」を開発した。

ここでは、「MZ12W」の特長について紹介する。

2. 「MZ12W」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。「MZ12W」は、一般的な6軸垂直多関節ロボットとは異なり、第1軸が地面と水平に配置された構造だが、ベースはコンパクトに設計されており、アームはスマートでコンパクトなMZのシリーズ機と統一したデザインとしている。

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 「MZ12W」の外観

表1 「MZ12W」の基本仕様

項目		仕様
ロボット型式		MZ12W-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	$\pm 1.66\text{rad} (\pm 95 \text{ deg})$
	第2軸	$-1.22\text{rad} \sim +3.14\text{rad}$ ($-70\text{deg} \sim +180\text{deg}$)
	第3軸	$-2.57\text{rad} \sim +3.67\text{rad}$ ($-147\text{deg} \sim +210 \text{ deg}$)
	第4軸	$\pm 3.32\text{rad} (\pm 190\text{deg})$
	第5軸	$\pm 2.36\text{rad} (\pm 135\text{deg})$
	第6軸	$\pm 6.28\text{rad} (\pm 360\text{deg})$
最大速度	第1軸	4.54rad/s (260deg/s)
	第2軸	4.01rad/s (230deg/s)
	第3軸	4.54rad/s (260deg/s)
	第4軸	8.2rad/s (470deg/s)
	第5軸	4.89rad/s (280deg/s)
	第6軸	10.82rad/s (620deg/s)
可搬質量	手首部	12kg
手首許容静負荷トルク	第4軸	55.0N・m
	第5軸	55.0N・m
	第6軸	50.0N・m
手首許容最大慣性モーメント *1	第4軸	3.0kg・m ²
	第5軸	3.0kg・m ²
	第6軸	2.6kg・m ²
位置繰り返し精度 *2		$\pm 0.04\text{mm}$
設置方法		床置／傾斜／天吊
耐環境性		ロボット本体 IP67相当
本体質量		195kg

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. 「MZ12W」の特長

1) 省スペース

一般的な6軸垂直多関節ロボットでは、根本にある第1軸が地面に垂直に配置されているのに対し、「MZ12W」は、第1軸を地面と平行に配置した壁掛型構造となっている。

狭小レイアウトでロボットを検討する場合、一般的な6軸垂直多関節ロボットでは、第1軸旋回動作時に、自身のアームが周辺設備と干渉しやすく、上下、前後の単純動作からなるスカラ型ロボットが使用される場合が多かった。(図2)

「MZ12W」は、第1軸が地面に垂直に配置されていることで振り子動作となり、自身のアームと干渉せず動作可能で、狭小レイアウトでの使用が可能となる。(図3)

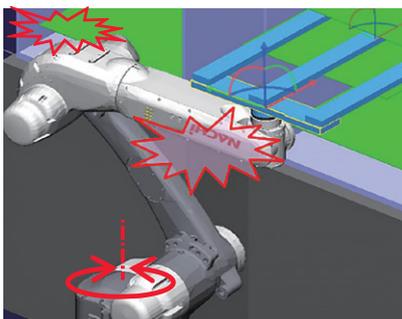


図2 床置きロボット第1軸旋回動作時の干渉

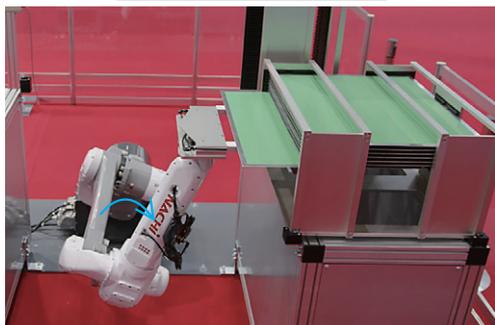
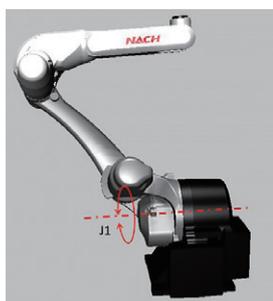


図3 「MZ12W」第1軸振り子動作

2) 広い動作範囲

「MZ12W」は、動作エリアをロボット上方にすることで、通常の6軸垂直多関節型ロボットと同等の広い動作範囲を実現した。この利点を活かし、これまでスカラロボットと走行装置で構成されていた電子基板のラック挿入システムなどに、走行装置無しで導入が可能となる。(図4、図5)

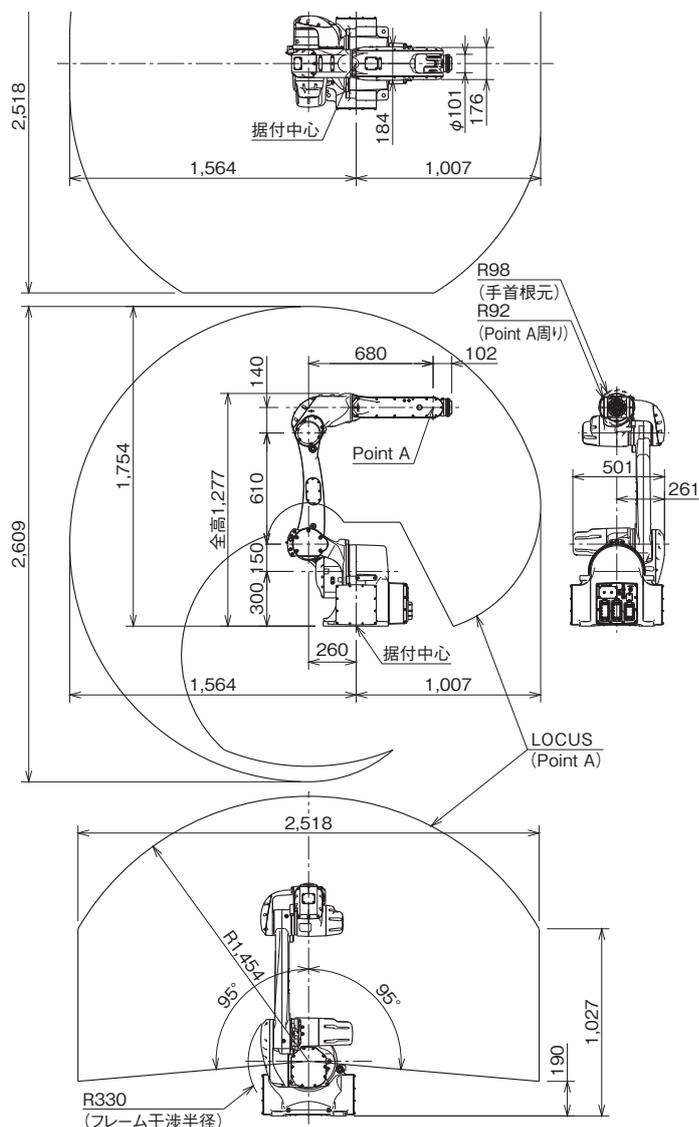


図4 「MZ12W」動作範囲

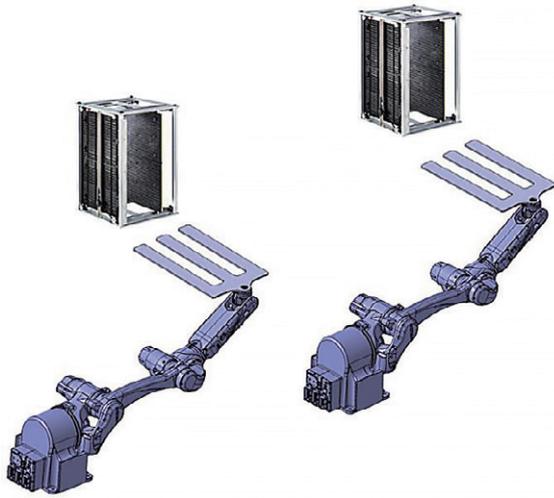


図5 基板ラック間 搬送イメージ

3) 軌跡精度の向上

本ロボットは、通常が多関節ロボットと比較して、第1軸には重力方向の力が加わり続けて動作するので、ギヤのバックラッシの影響が出にくく、構造的に軌跡を改善した。

また、ロボットの手先が描く軌跡と教示点間を結ぶ理想軌跡との差を少なくし、軌跡精度が大幅に向上するファインモーション機能という制御ソフトをオプションで準備している。この機能とあわせて使用することで、軌跡精度はさらに改善する。

4) 大型ツールに対応

ベース機のMZ12H(通常床置きタイプ) から手首内部部品を強化することで、MZ12Hから大幅に手首能力をアップした。大型の電子基板、加工工作物などの搬送にも対応できるようにした。(図6、図7)

5) 適応性の向上

レイアウトによっては、制御装置と接続するハーネスが周辺設備と干渉し、問題になることがある。本ロボットは、オプションでハーネス引き出し方向を3方向から選択できるようにし、狭小レイアウトでも導入しやすくした。(図8)

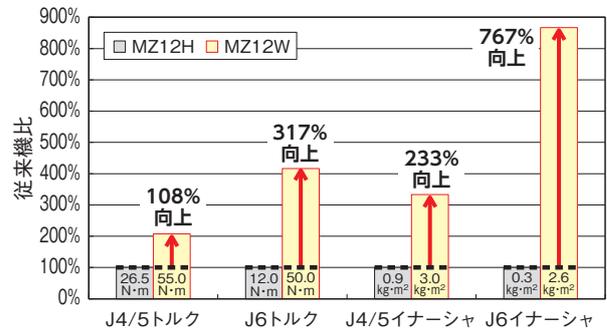


図6 手首能力の比較

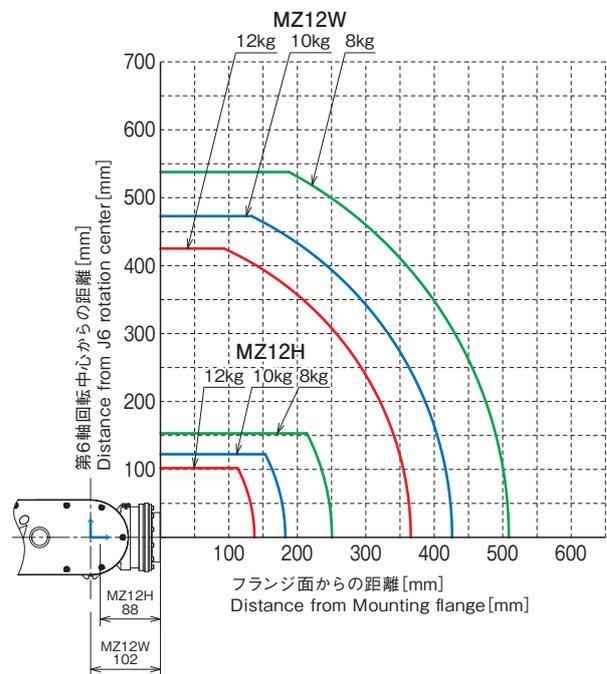


図7 手首トルクマップ比較

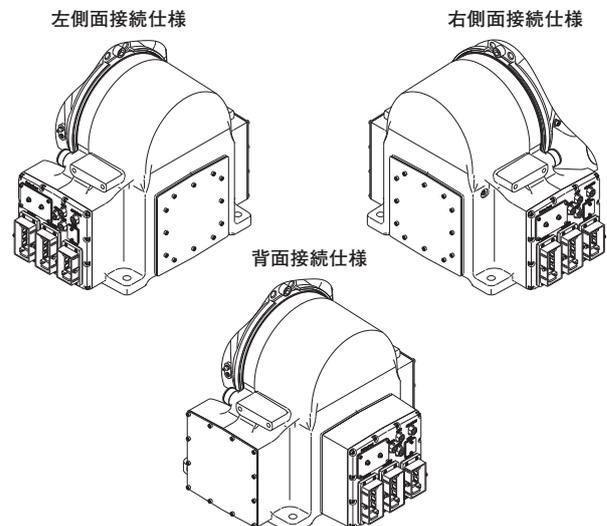


図8 選択可能なハーネス引き出し方向

また、スカラ型とは異なり垂直多関節構造による自由な姿勢制御が可能となり、ハンド挿入姿勢を工程にあわせてフレキシブルに変化させることができる。(図9)

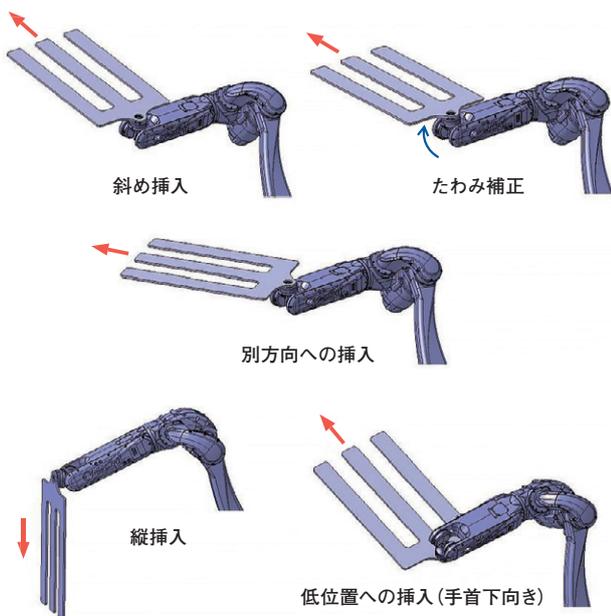


図9 フレキシブルなハンド挿入方向

ロボット本体の防水・防塵機能は、標準でIP67相当を実現し、部品を防錆仕様とすることで、粉塵、水滴が飛散する環境および、クリーン環境にも対応し、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。

また、電子基板のラック挿入などクリーン環境用途ではハンドよりロボット本体が下側で動作するので、ハンドや電子基板にコンタミなどの異物が付着するリスクを低減できる。(図10)

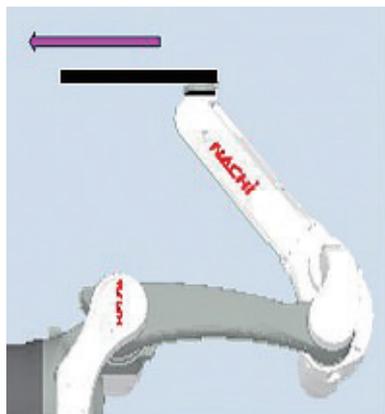


図10 電子基板ラック挿入イメージ

6) アプリケーション仕様と中空手首

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。

また、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、手首中空部に配線、配管を通すことで、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。

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φ6 / 内径φ4×2本 外径φ8 / 内径φ5×1本
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

7) CFDs制御装置

「MZ12W」で用いるCFDs制御装置は、独自設計により、従来品CFDと比較して、容積を62%、設置面積を57%、重量を48%削減したコンパクトな制御装置である。重ね置き、縦置き可能でレイアウトの自由度が高く、利便性が高い。(図11、12)

また、ティーチペンダントは、本体とケーブルがコネクタ分離式となっており、個別に交換が可能となっている。さらに、オプションでサーボハンド用追加1軸+その他追加1軸の計2軸の対応が可能となっており、拡張性も高い。(表3)



図11 CFDs制御装置

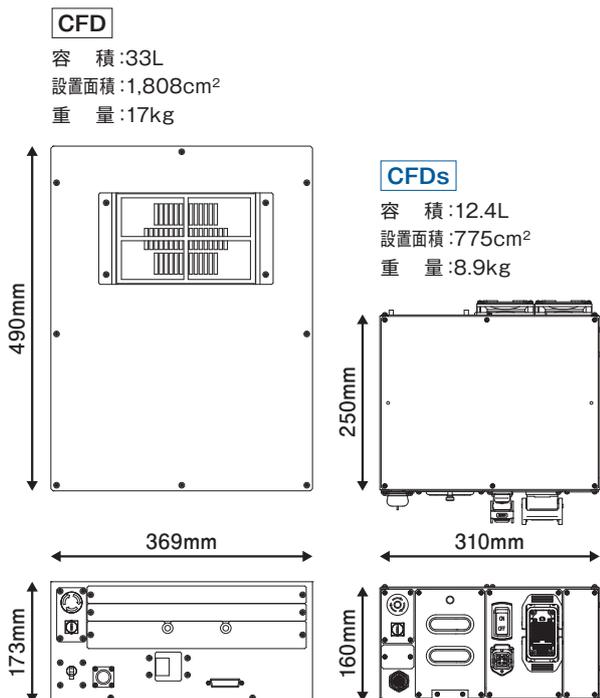


図12 制御装置サイズ比較

表3 CFDs制御装置基本仕様

	CFDs制御装置
適用コンピュータ	MZ12W以下(可搬質量12kg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)
安全機能	PLd(カテゴリ3)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 (うちプログラム含むユーザー使用可能領域 約2.24GB)
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ポジションインネーブルSW、非常停止釦付き IP65相当、質量 0.9kg
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, 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)
オプションスロット	NACHI製基板専用 2スロット
外形寸法	310(W)×250(D)×160(H) (ファンモーター、スイッチ類、コネクタ類は含まず)
電源仕様	単相200-230V±10% 50/60Hz
保護等級	IP20相当 (オプションでIP54相当に対応可)
周囲温度	0~40°C
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。

4. 今後の展開

今回新たにMZシリーズに加わった「MZ12W」について、第1軸壁掛型構造による特徴を中心に紹介した。

今後は、「MZ12W」の第1軸壁掛構造の特徴を引き継ぎ、可搬重量、リーチアップしたシリーズ機のラインナップを拡充し、多種多様な用途、分野に適用しやすいロボットを開発していく。

参考文献

- 1)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)
- 2)井田 信也:フルカバー小型ロボット「MZ12」
NACHI TECHNICAL REPORT, Vol.32 B3, Nov (2017)
- 3)岡田 俊範:中型中空ロボット「MZ25」
NACHI TECHNICAL REPORT, Vol.36 B1, Nov (2019)