

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Robots

Vol. **15B1**
Feb/2008

ロボット事業

機械工具
機能部品
マテリアル

■ 新商品・適用事例紹介

動き自在、7軸"腕"ロボット
「プレストMR20」

"Presto MR20"
---A Robot with "7-axis Arm" for Flexible Movement

〈キーワード〉 ハンドリングロボット・7軸構成・省スペース・
産業機械・自動化・多品種少量生産

ロボット事業部／開発部

高田 昌幸

Masayuki Takata

ファミリーブランド“Presto／プレスト”

“敏捷”、素速い身のこなし。正確に流れを作ります。

要 旨

ものづくりをとり巻く環境は、少子化による労働力の減少や競争の国際化により、さらなる自動化・省人化の努力が続けられており、ロボットへの期待が益々大きくなっている。

こうした期待にこたえるため、NACHIは、ハンドリング用途として、SC,MA,VSシリーズなど豊富なラインナップを揃え、組み立て、加工工程の自動化・省力化や品質の安定化に貢献してきた。

これまでの実績に加え、工具、軸受、油圧機器などのNACHIの広範囲なものづくりの強みを活かし、より人間の「腕」に近く、複雑な作業が可能な7軸構造の新プラットフォームロボット「プレスト MR20」を開発した。

Abstract

The environment surrounding the manufacturing sector poses further efforts for continued machine automation and manpower reduction due to a declining birth rate, diminishing labor force and internationalization of competition. Thus the expectation to robotic technology has increasingly grown.

In order to respond to the expectation, Nachi has presented a wealth of various product lineups of handling robots such as SC, MA and VA Series, contributing to the automation, energy savings and quality stabilization in the assembly and machining processes.

In addition to our proven performance, NACHI has developed a robot with a new platform called, "Presto MR20" that is capable of complicated tasks with 7 axis like a human arm, utilizing our wide-ranging manufacturing strength from Tool, Bearing and Hydraulic Unit divisions.

1. より人間の「腕」に近いロボット

今回、新しく開発した省スペース設置型垂直7関節ロボット「プレストMR20」は、強力で且つ様々な作業条件に適用できる手首負荷能力に加え、7軸構造としたことで、動作領域を拡大した。さらに、周辺装置との干渉も容易に回避できる自由度の高い動作が可能となり、ロボット本体のコンパクトさと合わせ、高密度な設置条件下での作業で威力を発揮する。また、汎用ハンドを組み合わせることで、より多品種少量生産が可能となる。

「プレストMR20」は、最大可搬質量30kgの強力な手首仕様にコンパクトな本体、7軸構成といった特徴を持ったロボットである。その外観を図1に、本体仕様を巻末の表1に示す。

産業機械分野では、多品種少量生産のため、段取り替えが頻繁となり、ロボットによる自動化がすすんでいない。また、工場スペースの観点から、生産効率を上げるために、システム全体の省スペース化が要求される。このような作業環境にターゲットを絞り、より人間の「腕」に近く、複雑な作業が可能な7軸構造の新プラットフォームロボット「プレスト MR20」を開発した。



図1 「プレストMR20」の外観



2. 「プレストMR20」の特長

1) 作業員1人分のコンパクトな本体

人手作業の置換えを狙い、狭いスペースでも設置できるようにアームの前後ストロークや干渉半径・設置面積などを人間と同程度の大きさとした。

人の大きさとの比較を、図2に、干渉半径・設置面積の従来機比較を、図3に示す。

ロボット全高は、1,310mmと小さく、また、従来機と比較して、旋回動作時のロボットフレーム部の干渉半径を約25%小さくし、ベース設置寸法を約40%縮小した。作業員1人分の作業エリアにジャストサイズのロボットであり、コンパクトなロボットセルが可能となった。

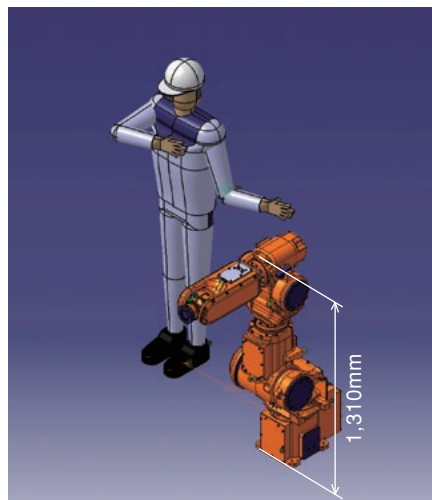


図2 作業員1人分のコンパクトな本体

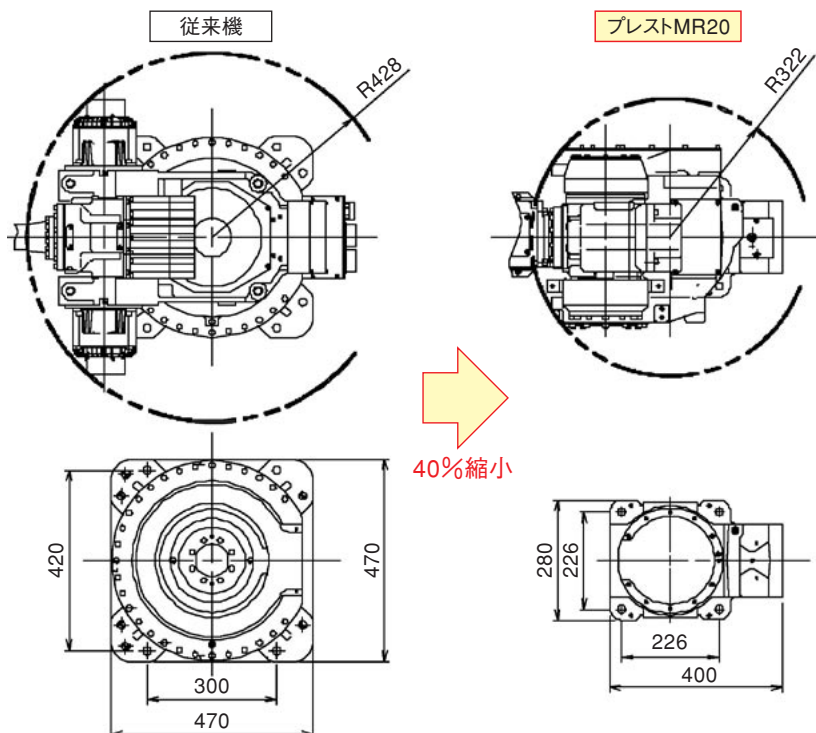


図3 干渉半径・設置面積の比較

2) 7軸構成と広い動作範囲

従来の6軸構成では、動作姿勢の制約から、図4に示すように工作機械の前に設置するのが一般的であり、機械の安全性が悪くなる影響があった。これを回避するために、図5に示す様な7軸構成を採用し、図6の様に機械の横に設置できるようにした。

7軸としたことでロボットの干渉領域が縮減し、可動範囲が拡大したことで、より狭いスペースでの動作が可能となり、より人間の「腕」に近いフレキシブルな動作を実現した。

ただし、単に7軸構成としただけでは、最小リーチポイントの可動領域が大きくなるだけで、前後ストロークが不足する。この問題を解決するため、J1軸の旋回中心からオフセットした位置にJ2軸を配置した。これにより、最大リーチポイントを大きく、さらにJ1軸を反転させることで最小リーチポイントを小さくすることができ、十分な前後ストロークと広い動作範囲が確保できた。拡大した動作範囲を、図7に示す。

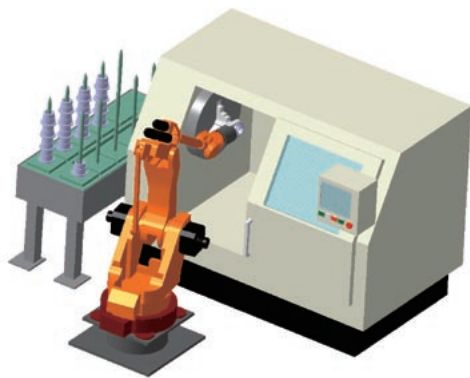


図4 従来機でのローディングシステム例

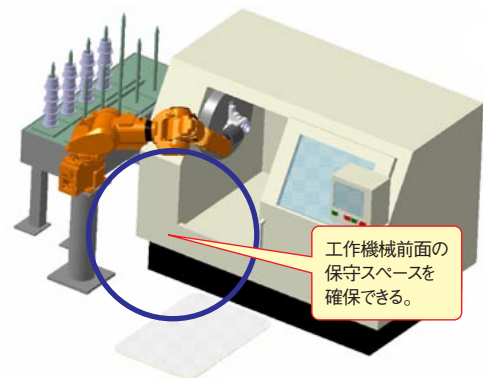


図6 MR20によるローディングシステム例



図5 7軸構成図

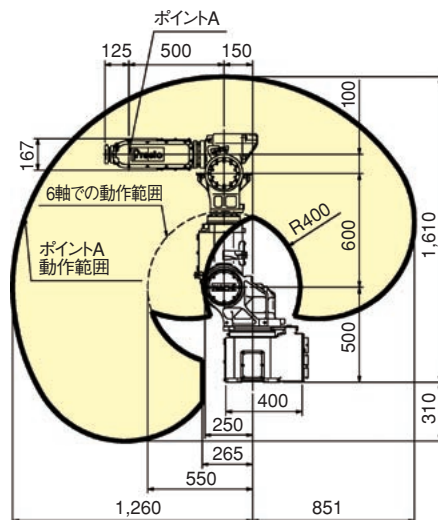


図7 動作範囲及び本体寸法図

3) より人間の「腕」に近いフレキシブルな姿勢 (実質動作範囲の拡大)

狭いスペースでの作業効率を上げるため、ロボットの直線動作領域を拡大した。従来機のような6軸構成のロボットでは、J5軸の動作範囲制限によるロボットの姿勢制限があり、手首フランジが上向きの際、ロボットの最小リーチポイント付近での直線動作が不可能であった。「プレストMR20」では、図8に示すように、7軸目の動きを利用し、それを回避した動作ができるようになり、無駄なく動作領域を活用できる。これにより、ワーク下方からのアプローチも可能となり、治具やワークの姿勢を問わないレイアウトが可能となる。

(回り込むアーム姿勢)

さらに、7軸目の冗長軸を利用することで、図9に示すように、同じ位置への動作に対して自由なアーム姿勢をとることができる。回り込む姿勢をとることで、周辺機器などの干渉物を避けてターゲットにアプローチできるなど、適用性が格段に向上した。

このようにフレキシブルな動作ができ、さらに前述した小さな設置スペースと干渉半径を持つことを含めて、設置条件を選ばない自由なレイアウト設計が可能となる。

(特異点姿勢を回避)

次に、ロボットが動作する軌跡上に、特異点^{※1}姿勢がある場合、ロボットがスムーズに動作しなくなることがある。このような場合、6軸構成のロボットでは、動作ポイントを追加するなど回避が複雑であるが、「プレストMR20」は、動作に自由度が増したことにより、容易に特異点姿勢を回避し、あらゆる動作でスムーズなモーションを実現できる。このことから、次の動作へ移行する最適姿勢への準備も容易に設定でき、ロボットの無駄な動作を削減し、ラインタクトの短縮にも貢献できる。

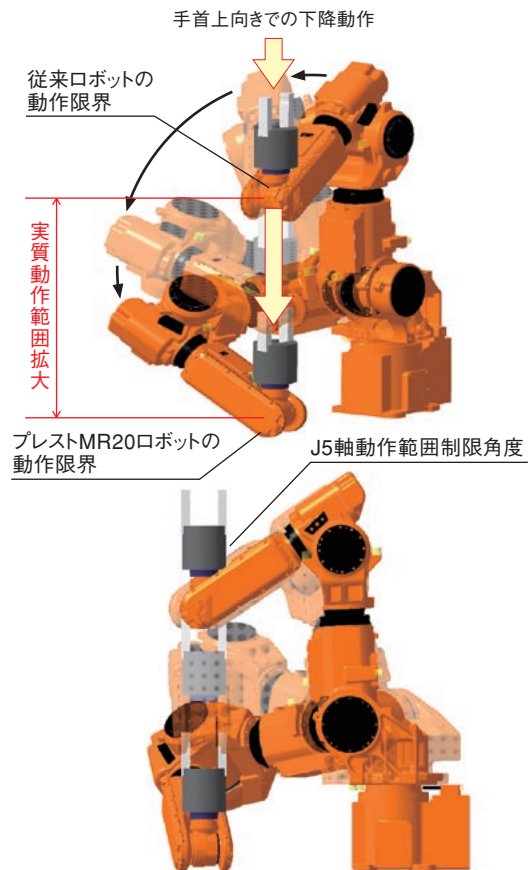


図8 直線動作領域の拡大

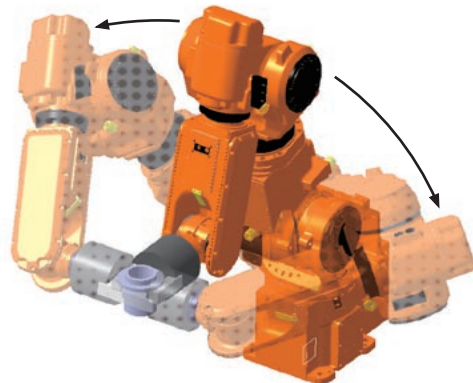


図9 自由なアーム姿勢の例

4) 強力な手首負荷能力

産業機械分野では、取り扱い品目が多いことから、ワークの大きさも様々である。大きなワークの場合、可搬質量を満足していても、重心位置が遠くなるため適用できない場合がある。これに対応するため、手首トルクを従来機より、J5軸は2.5倍、J6軸は2.8倍と大幅に強化した。手首トルクマップを、図10に示す。

フランジからの重心位置の最大距離は、15kg可搬時の比較で、75mmから425mmと5.7倍となっており、実際の使い勝手のよさは、手首トルク値以上のものとなっている。

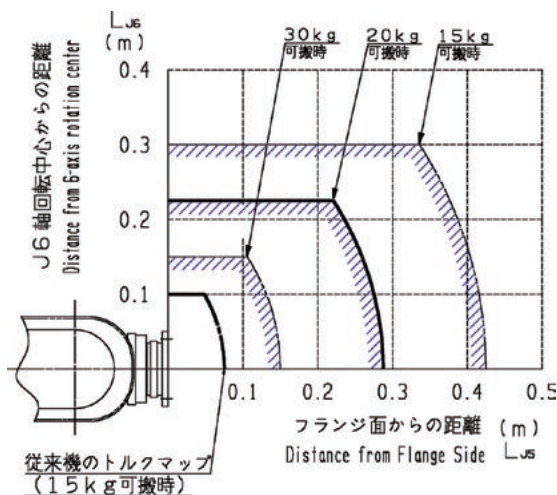


図10 手首トルクマップ

※2 (フレキシブルハンドの装着)

また、頻繁な段取り替えを無くすため、汎用ハンドの開発もすすめている。こうしたハンドは、高機能なため、大きくなることが多く、重心位置が遠くなる。将来、多様なハンドの装着も考慮し、手首トルクを強化した。

機械部品、板金部品、樹脂部品など多彩なワークをつかむ「手」として、あらゆる形状にフィットするフレキシブルハンドを開発。形状や大きさが異なるワークに対し、つかむ方向や指の開閉ストローク(Max200mm)を無段階に設定が可能のため、ハンド交換が不要、ロボット本体と同一のコントローラー(制御装置)で、同期制御を可能にした。

また、非常停止時や電源ダウン時にも保持力をキープし、ワークの落下を防止する新機構を採用するなど、安全面・品質面にも配慮した。

NACHIが開発したフレキシブルハンドの装着例を、図11に示す。



図11 フレキシブルハンド装着例

5) 可搬質量の可変対応

ロボットの周辺には、治具やワークパレットが配置される。これらは、一般的に適用ワークより重く、それらの移動には別の装置が用いられる。これらの搬送のとり扱いやワークの加工前後の質量変化にも対応できるように、動作範囲を規制することで、可搬質量をアップできるようにした。動作ストロークと可搬質量の関係を示す。

これにより、より一層シンプルな自動化システムの構築が可能となる。

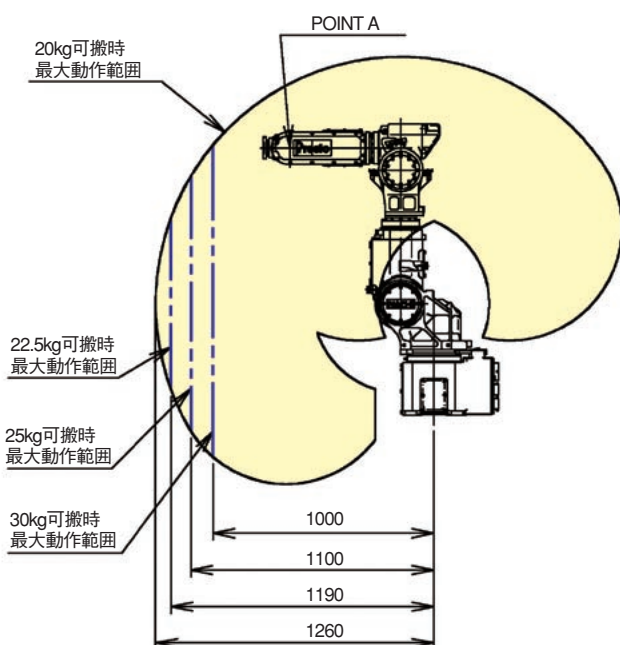


図12 動作ストロークと可搬質量

6) 豊富なアプリケーション対応

多品種の生産や、複合的な作業にも対応できるように、エア用配管 $\phi 6 \times 2$ 系統、入出力信号用として18芯を準備している。また、様々な汎用ハンドへの対応を見越して、8軸目の追加軸用の配線を標準で内蔵している。

ロボットの耐環境性としては、ロボット本体でIP65相当の防塵防滴性を持ち、切削油や、加工粉の飛散する状況下にも対応した仕様となっている。

(ビジョンセンサーの搭載)

人間の「目」にあたるビジョンセンサー(NV-AX)を搭載することにより、ストッカー内のワークの形状、位置、傾きなどを瞬時に認識。これまでオペレーターが並べ替えていたワークを、バラ積みされたままでとり出すことが可能になる。

また、周囲環境(明るさ、背景)の変化に左右されにくい、高い認識力を発揮する視覚3Dセンサー機能(ステレオビジョン、クロスレーザー、レーザースキャンなど)もラインアップした。

3. 産業機械の需要に応える

これまで自動車、電機・電子産業はいち早くロボットの導入をすすめて、日本のリーディング産業としてものがつくりを牽引してきた。一方、それらを支える幅広い一般産業機械分野では、ロボット化が浸透していない状況にあり、今後は、自動化(人手不足対策)、コスト対応、品質向上などの観点から、産業機械分野でロボットの需要が拡大すると予想される。

今回紹介した省スペース設置型垂直7関節ロボット「プレストMR20」は、従来機以上に様々な使用条件に対応できる、自由度の高い省スペース設置型垂直7関節ロボットであり、適用性・汎用性が格段に向上している。これにより、ロボットを用いた自動化がより促進されると確信する。

(社内で導入テスト)

今回の開発では「プレストMR20」、フレキシブルハンド、ビジョンセンサーについて、社内で導入し、テスト、改良を重ねて、商品化に成功した。

今後、切削工具、ベアリング、油圧機器、特殊鋼など社内の生産ラインにおいて、自社製ロボットを積極的に導入し、自動化による生産性と品質の向上を推進する中で、ロボット本体や要素技術の開発・改良に加え、アプリケーション技術、ノウハウの蓄積にとり組み、魅力あるロボットを開発し、提供していく。

用語解説

※1 特異点姿勢

この場合、2軸以上の回転軸心が、一直線上に並んだ姿勢など、モーション計算上の解が無数に存在する姿勢。

※2 フレキシブルハンド

NACHIが開発した、クランプ方向、把持ストロークを無段階に設定できる汎用ハンド装置。

表1 プレストMR20基本仕様

項目	仕様	
ロボット型式	MR20	
構造	関節型	
自由度	7	
駆動方式	ACサーボ方式	
最大動作範囲	JT1	±3.14rad(±180°)
	JT2	+2.27~-0.87rad(+120~-5°)
	JT7	±3.14rad(±180°)
	JT3	+2.35~-2.89rad(+135~-16°)
	JT4	±3.14rad(±180°)
	JT5	±2.35rad(±135°)
JT6	±6.28rad(±360°)	
最大速度	JT1	2.91rad/s(170°/s)
	JT2	2.91rad/s(170°/s)
	JT7	2.91rad/s(170°/s)
	JT3	2.91rad/s(170°/s)
	JT4	4.36rad/s(250°/s)
	JT5	4.36rad/s(250°/s)
JT6	5.23rad/s(300°/s)	
可搬質量	20kg(最大30kg)	
手首トルク	JT5	80.8Nm
	JT6	80.8Nm
	JT7	44.1Nm
手首慣性モーメント	JT5	6.0kgm ²
	JT6	6.0kgm ²
	JT7	2.3kgm ²
位置繰り返し精度	±0.1mm	
最高使用空気圧力	0.49MPa(5.0kgf/cm ²)以下	
周囲温度	0~45°C	
設置条件	床置・天吊り	
耐環境性	IP65相当(防塵防滴)	
本体質量	220kg	

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

※手首負荷質量により動作範囲が制限されます。
 ※手首許容慣性モーメントは、手首負荷条件により異なりますので、ご注意ください。
 ※有機溶剤、酸、アルカリ、塩素系、ガソリン系切削液などシール部材を劣化させる液体は使用できません。

関連記事

1) 中屋 正幸：3次元認識対応「ロボット視覚装置 NV-AX」、NACHI TECHNICAL REPORT、Vol.14 B2、October(2007)