

# 走行形ハンドリングロボット MA15E

NACHI Traverse Type Handling Robot MA15E

## キーワード

ハンドリングロボット、ロボット走行装置、防塵防水手首、高速動作、天吊り仕様

ロボット事業部  
ロボット製造所技術部  
伊東 輝樹

## 1. はじめに

不二越では複数台の工作機械へのワーク搬送や着脱作業などのハンドリング用途に特化したロボットとして、MA シリーズを商品化している。これまで同シリーズを用いた加工・搬送・組立工程の自動化は、多くのユーザから高い評価を受け、200 台以上の納入実績がある。可搬質量 5kg から始まった MA シリーズは、ラインナップを可搬質量 30kg までに拡大してきた。

今回、本シリーズの中核機種である MA15D の後継機として MA15E を開発した。MA15E は今までのシリーズで蓄積した加工・搬送・組立工程の自動化技術を基に、多様化するユーザニーズに対応するために全面改良を行ったロボットである。

本稿では、MA15E の特長とそれを生かした適用事例を紹介する。

が挙げられる。ユーザニーズとしてはサイクルタイムの短縮があり、そのためロボットには高速動作が求められる。

MA シリーズは、複数台の工作機械へのワーク搬送などのハンドリング作業が主であり、長ピッチの移動が多い。

このような作業でのサイクルタイム短縮には、加速性よりも最高速度の向上が有効である。

## 2. MA15E の概略

### 2.1 概要

MA15E は可搬質量 15kg の垂直多関節型ロボットである。その外観を図 1 に、動作範囲を図 2 に示す。ロボット本体の仕様を表 1 に示す。

ロボットの構成は手首ねじり (B 軸)、手首曲げ (R2 軸)、腕上下 (V 軸)、腕前後 (H 軸) の垂直多関節型ロボットアームに走行軸 (T 軸) を付加した 5 軸構成としている。その動作軸を図 3 に示す。

### 2.2 特長

#### 2.2.1 高速動作

ロボットの導入目的の 1 つとして、生産性の向上

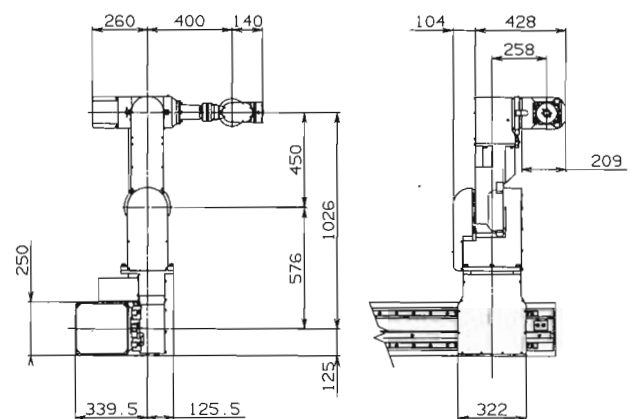
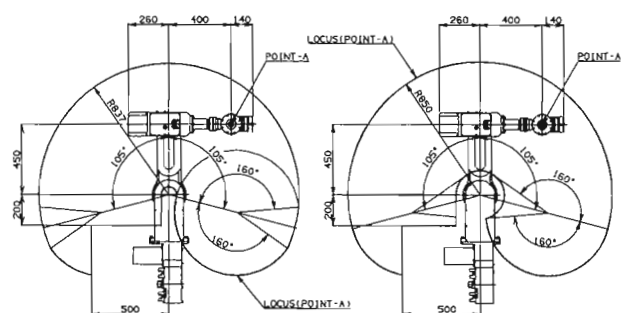


図 1 ロボット本体外観



(a)標準：内回し (b)特殊：外回し

図 2 ロボット動作範囲

表1 基本仕様一覧

項目		仕様
ロボット型式		MA15E-01
構造		関節形 (走行装置付)
自由度		5
駆動方式		ACサーボ方式
最大動作範囲	腕	T 左右 最大ストローク 20m (標準ストローク 4.5m)
		H 前後 $\pm 1.83 \text{ rad}$ ( $\pm 105^\circ$ )
		V 上下 $\pm 2.79 \text{ rad}$ ( $\pm 160^\circ$ )
	手首	R2 曲げ $\pm 2.18 \text{ rad}$ ( $\pm 125^\circ$ )
		B 回転 $\pm 7.85 \text{ rad}$ ( $\pm 450^\circ$ )
最大速度	腕	T 左右 2.1m/s
		H 前後 2.09 rad/s (120°/s)
		V 上下 2.44 rad/s (140°/s)
	手首	R2 曲げ 4.59 rad/s (263°/s)
		B 回転 7.85 rad/s (450°/s)
可搬質量	手首部	15kg
手首トルク	R2 曲げ	31.4 N·m (3.2 kgf·m)
	B 回転	15.7 N·m (1.6 kgf·m)
位置繰り返し精度	ロボット本体: $\pm 0.1 \text{ mm}$ 走行軸: $\pm 0.3 \text{ mm}$ (JIS B 8432 に準ずる)	
周囲温度	0~45°C (273~318K)	
周囲湿度	20~85%RH (但し、結露なきこと)	
設置条件	床置、天吊	
本体質量	115kg (走行レールを除く)	

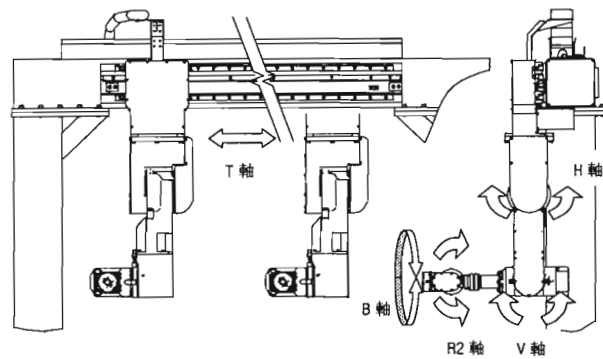


図3 動作軸方向

表2 最高速度の比較表

軸	MA15E	比較	MA15D (当社従来機)
T 左右	2100mm/s	>	2000mm/s
H 前後	2.09 rad/s (120°/s)	>	1.66 rad/s (95°/s)
V 上下	2.44 rad/s (140°/s)	>	2.18 rad/s (125°/s)
R2 曲げ	4.59 rad/s (263°/s)	>	3.14 rad/s (180°/s)
B 回転	7.85 rad/s (450°/s)	>	

したが、ハンドリング作業でのサイクルタイム短縮に対応するため、最高速度にウェイトをおいた減速比を選定し、従来機に比べ、全軸で最高速度・加速性能を向上させた。特に最高速度は最大 46%のスピードアップ (R2 軸) を実現している。その比較を表 2 に示す。

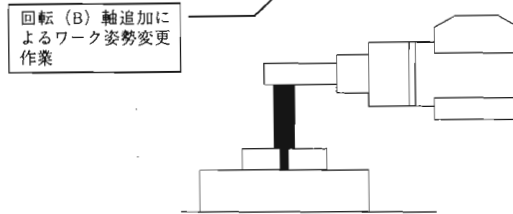
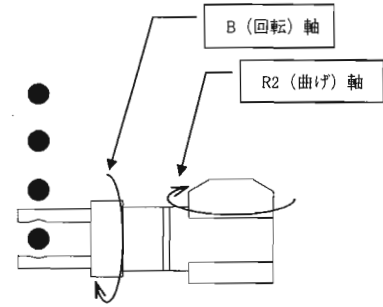


図4 ワーク姿勢変更作業の例

サイクルタイムの評価に使用している社内標準ハンドリングパターン (1.35m 走行) では、従来機に比べサイクルタイムが 10%以上短くなっており、生産性の向上が可能である。

### 2.2.2 容易なシステムアップ

ロボットには、それ自体で目的の作業をすることはできないため、ユーザのアプリケーションに対応したハンド装置を装着すること (システムアップ) が必要である。したが、ロボットにはシステムアップの容易さが求められる。

工作機械へのワーク着脱作業では、ワークをパレットからチャックへ、逆にチャックからパレットへ移す際には、ワーク姿勢の変更動作 (図 4) が必要になることが多い。

手首が曲げ軸 (R2 軸) のみの 1 軸構成では、上記の動作に対応することが難しく、回転機構をハンド装置側に付加する必要がある。この場合、ハンド装置は複雑で重いものとなり、システム検討とハンド設計に時間を要した。また、把持できるワーク質量も制限を受けるといった問題があった。

MA15E では、システムでの使い勝手を向上させるため、手首にねじり軸 (B 軸) を追加し、5 軸構成のロボットとした。この結果、以下の効果を得ることで、システム検討が容易となり、コストパフォーマンスが向上する。

- ① ハンド装置の簡素化、軽量化が可能
- ② ハンド装置の設計が容易

(市販ハンドの使用が可能)

- ③ 把持できるワーク質量の増加
- ④ 斜め姿勢作業 (図5) への対応が可能

### 2.2.3 防水手首

MA シリーズの主用途である工作機械の周辺環境は、クーラントの飛沫、オイルミスト、金属粉塵などが発生する悪環境の場合がある。特に、ロボットの手首は、ワークの着脱作業で工作機械のカバー内に侵入するため、直接、クーラントを浴びる可能性がある。したがって、ロボットの手首には「粉塵が内部に侵入することなく、いかなる方向からのクーラントの直接噴流によっても運転に影響しない保護構造」が求められる。

MA15E では手首部の保護レベルを防水仕様にアップし、上記のような保護構造を実現した。防水仕様の手首を採用することにより、悪環境での対応力を強化している。この手首部の評価として、図6に示す防水試験を一ヶ月間実施し、粉塵やクーラント

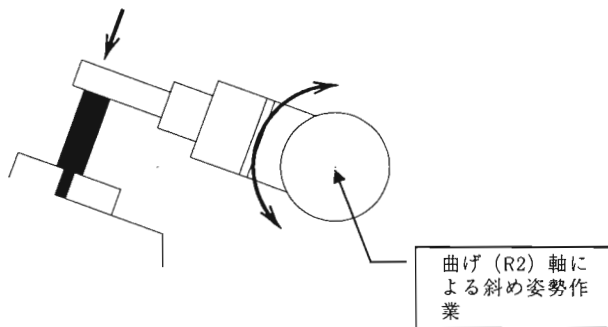


図5 斜め姿勢作業の例

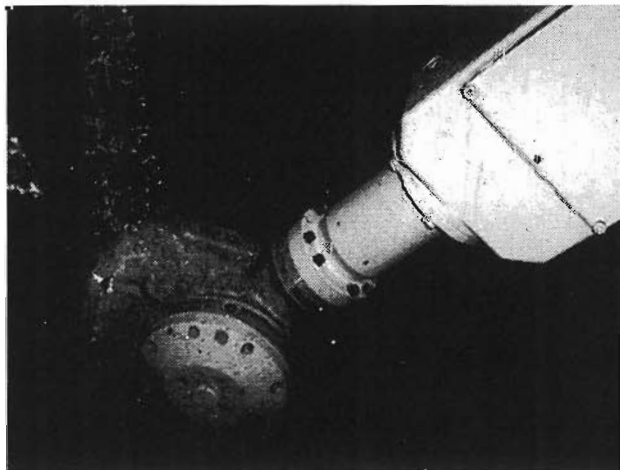


図6 防水試験の様子

が内部に侵入しないことを確認している。

さらに、手首部の全てのシール部品にはフッ素ゴム系のものを採用しており、塩素系クーラント液にも対応できる。

### 2.2.4 高信頼性

ロボットには、高い信頼性が求められる。このため、MA15E では、減速機やモータなどの重要部品は、すでに SC シリーズなどで信頼性が確認され、実績のあるものを採用した。一番の問題となる機体内配線構造は実績のある MA15D と同じ構造としている。一方、MA15D から改良した箇所については、別途ベンチテストにて信頼性を評価しており、社内基準をクリアしている。

また、推奨予備部品であるモータが SC15F (手首モータ)、SC35F/50F (主軸モータ) と共通のため、すでに SC シリーズをお使い頂いているユーザには、新たに予備部品モータを購入する必要がなく、予備品の費用や管理の低減といった利点がある。

### 2.2.5 選べるロボット構成

MA シリーズは、ロボット設置形態・アーム配置・アーム回し・走行ストロークなどお客様のシステムに合わせ、最適なロボット構成の選択ができることを特長としている。

MA15E もこれらを継承している。ロボット構成の選択項目一覧表を表3に、各仕様を図7~10に示す。

表3 ロボット選択項目一覧表

走行ストローク	設置方法	アーム配置	アーム回し
標準：1.5m~4.5m (1m 毎) 標準以外は都度対応	床置	左勝手	内回し
	天吊	右勝手	外回し

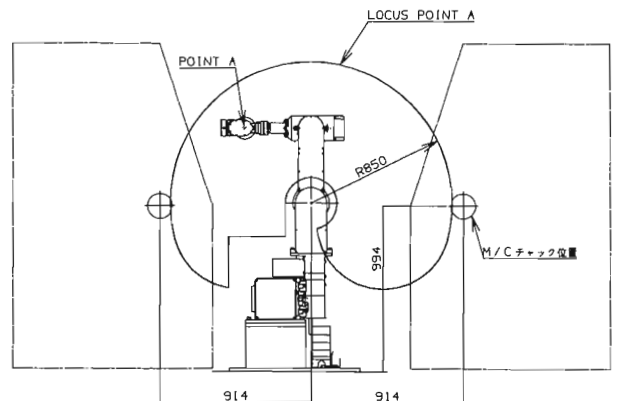


図7 床置仕様

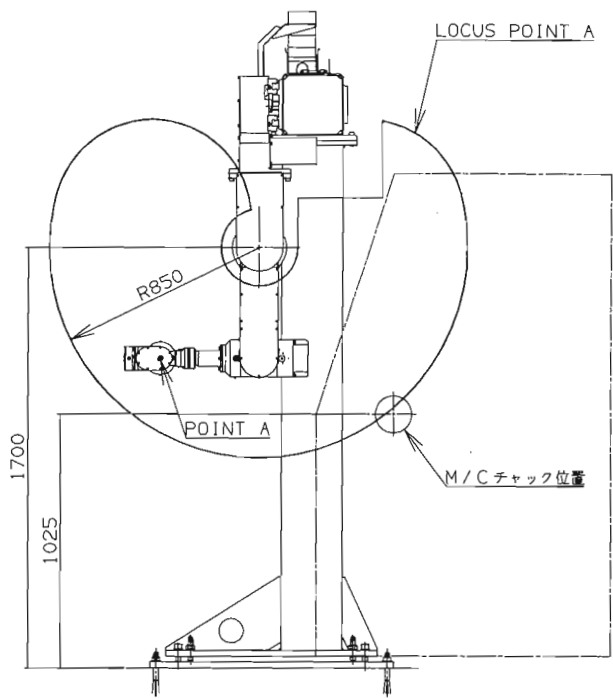


図8 天吊仕様

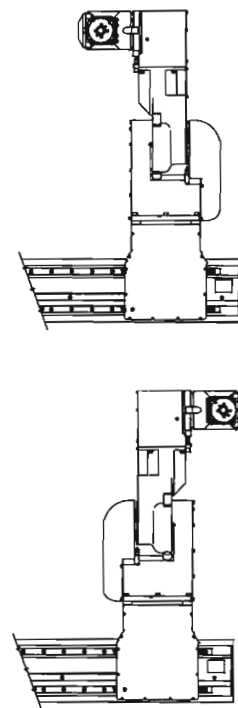


図9 アーム配置 (上：左勝手仕様, 下：右勝手仕様)

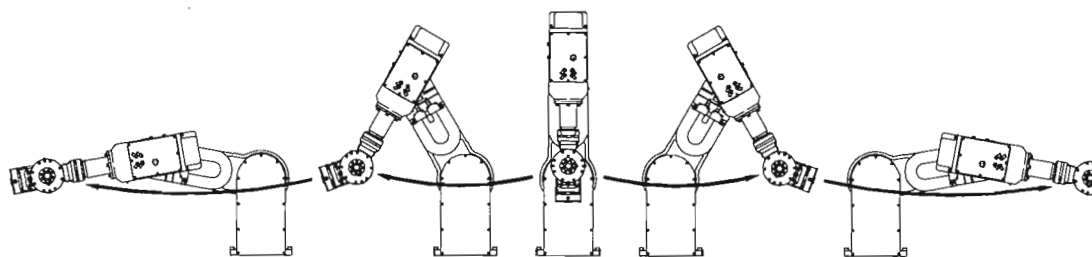


図10-1 内回し時のアーム回し

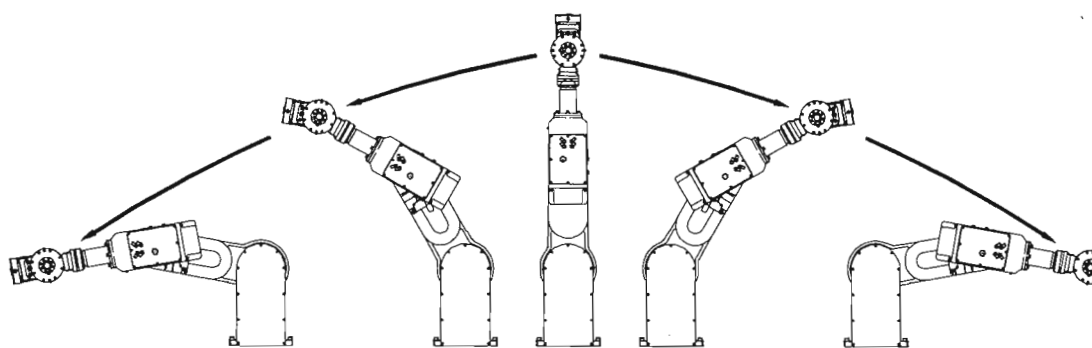


図10-2 外回し時のアーム回し

### 3. 適用事例

#### 3.1 1ロボット+1M/Cの適用事例 (図11)

ポンプ部品のボールスプラインブローチ加工ラインに床置き仕様のMA15Eを適用した例で、1ロボット+1M/Cのシステム構成である。

この作業概要を表4に示す。

本例の対象ワークの質量は0.3~7.2kgで、種類は24種類である。このような多種のワークに対応するために7種類の爪を用意しており、爪の付け替えのみでハンドの段取りができるようになっている。

本例では、ブローチ盤で塩素系クーラント液を用

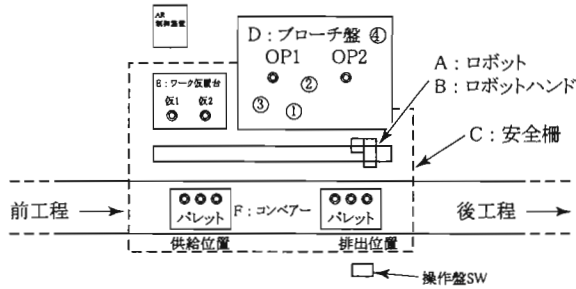


図 11 1ロボット+1M/Cの適用事例

表 4 作業概況および作業順序

No.	作業概要
1	OP2 (仕上げ) ワークを“仮置き台 1”にハンドリング
2	OP1 (粗仕上げ) 完了ワークを“OP2”へローディング
3	“仮置き台 2”の未加工ワークを“OP1”へローディング
4	ブローチ盤加工開始(ワーク内面をインターナルブローチにて加工)
5	加工中に仮置き台 1 にハンドリングした①の加工完了ワークを“搬出パレット”にハンドリング
6	“搬出パレット”から未加工ワークを“仮置き台 2”にハンドリング (3 で使用)
7	ブローチ盤加工完了後、1にもどる

いており、ロボット導入にあたっては、ロボットジャケットまたはオイルガードなどを装備してロボットを保護するか、特殊仕様のロボットが必要となっていた。しかし、MA15Eは塩素系クーラント液対応の防水手首を採用しているため、このような特殊仕様対応が不要であり、採用されるポイントとなった。

### 3.2 1ロボット+2M/Cの適用事例 (図 12)

ベアリング内・外輪ハンドリングシステムに天吊り仕様のMA15Eを適用した例で、1ロボット+2M/Cのシステム構成である。1台のロボットで内外輪素材をハンドリングし、内外輪の各工程で裏面・表面加工を行うシステムである。この作業概要を表5に示す。

本例の対象ワークの質量は最大3.6kgで、ワーク寸法は内輪内径がφ40~90、外輪外径がφ90~170である。このような内外径差が大きいワークに対応するために、爪をコの字形(図13)とし、外輪は外径を、内輪は内径を把持するようにした。これにより1種類のハンドで対応可能とし、段取り替えを容易にしている。

このラインは既存であり、設置スペースが限られていた。このため、旋回軸を持った従来型ロボットに走行装置を付加した搬送システムを導入する場合、ロボットの干渉領域が大きいため、レイアウト変更が必要となり、導入が困難であった。しかし、MA15Eは旋回軸の代わりに走行軸を付加したコンパクトな

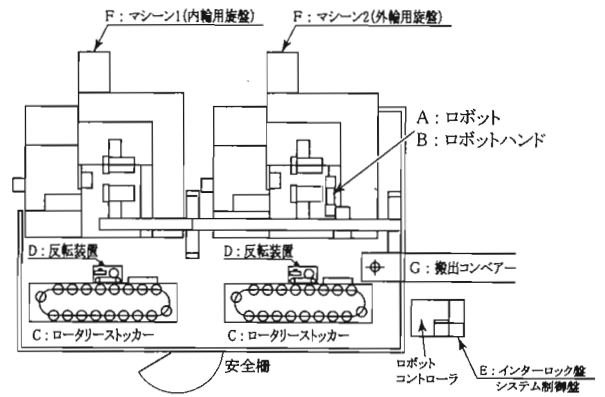


図 12 1ロボット+2M/Cの適用事例

表 5 作業概況および作業順序

No.	内輪工程 (マシン 1)	外輪工程 (マシン 2)
1	マシン 1 より両側加工完了ワークを取り出し、ロータリーストッカー1に搬出	加工中 (裏側を加工)
2	ロータリーストッカー1に未加工ワークを取り出してローディングし加工開始	加工終了 (両側加工完了)
3	加工中	両側加工完了ワークを取り出し、搬出コンベアーに搬出
4	加工終了	ロータリーストッカー2の未加工ワークを取り出してローディングし加工開始
5	表側加工完了ワーク (裏側未加工) を取り出し反転装置に搬出し反転	加工中 (表側のみ加工)
6	裏側加工完了ワークを反転装置 1 より再ローディングし加工開始	加工終了
7	加工中 (裏側を加工)	表側加工完了ワーク (裏側未加工) を取り出し反転装置に搬出し反転
8	加工終了 (両側加工完了)、1に戻る	裏側加工完了ワークを反転装置 1 より再ローディングし加工開始、1に戻る

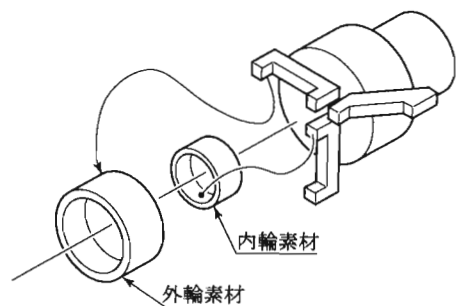


図 13 ハンド

ロボットであり、従来型ロボットに比べ干渉領域が小さい。さらに、天吊り仕様の対応も可能であったため、それを採用することにより工作機械のレイアウト変更が不要となった。また、天吊り仕様ゆえ、床面が機械の保守スペースとして確保できる。これらが採用のポイントとなり、導入される事となった。

#### 4. おわりに

今回開発した MA15E は、これまでの MA シリーズの適用事例をもとに、工作機械のハンドリング作業で求められるニーズを見直し、最高速度の向上・動作自由度の拡大・防水手首の採用を行った。これらにより、システム導入をさらに容易化させ、ここで紹介した適用事例以外の用途へも手軽に導入していただけると確信する。

今後ロボットに求められるニーズは、さらに多様化していくものと考えられるが、MA15E は十分に応じれるものとする。