

# 耐環境性に すぐれた ハンドリング ロボット SL04-AS

Handing Robot SL04-AS



キーワード

ハンドリングロボット, 小型ロボット,  
省スペース, 防塵防沫性,  
小型制御装置, 研究用ロボット



技術開発部  
ロボット開発部  
伊東輝樹

技術開発部  
ロボット開発部  
塩原日佳

## 1. はじめに

当社では、複数台の工作機械のワーク搬送や着脱作業用途向けに走行形ハンドリングロボットMAシリーズを1989年から商品化している。このロボットは、工作機械の多台持ちが可能のため、加工中のロボットの待ち時間を短くできる。これまで、加工、搬送、組立工程のFA化を行い、高い評価を受けている。

今回、このMAシリーズで蓄積したワーク搬送や着脱作業などの技術を継承し、工作機単体のFA化を目指したハンドリングロボットSL04-ASを開発した。このロボットはコンパクト、省スペース、フレキシブルをコンセプトに、使いやすさを追求したロボットである。

本稿では、SL04-ASの特長とそれを生かした適用例を紹介する。

## 2. SL04-ASの概略

### 2.1 概要

SL04-ASは、可搬質量4kgの垂直多関節形である。その外観を図1に、動作範囲図を図2に示す。また、ロボット本体の仕様を表1に示す。ロボット本体は、5軸構成で、その動作軸を図3に示す。SL04-ASはコンパクトで省スペース、広い動作範囲、優れた耐環境性などを特長としたロボットである。

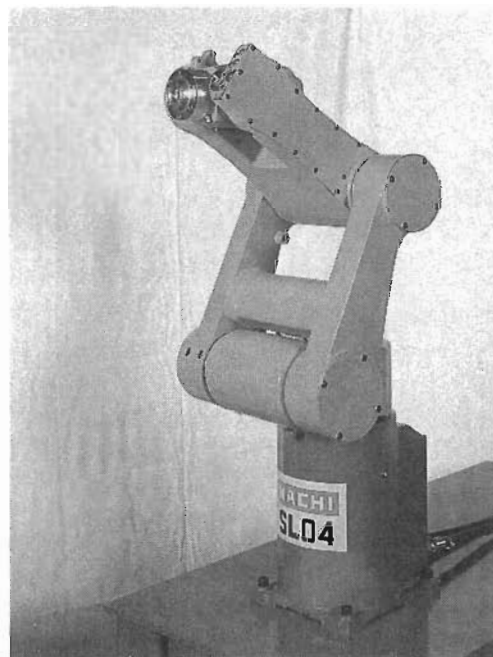


図1. SL04ロボットの外観

AS制御装置は、SL04専用開発したコンパクトな制御装置で、用途に応じた2種類のタイプを用意している。一つは、制御部本体のみのユニット形で工作機械の制御装置などに組込が可能としたもので、もう一方は、制御部本体を防塵防滴構造のボックスに収納した自立形で、ロボットシステム内に自由な設置が可能としたものである。これらの外形を図4に示す。

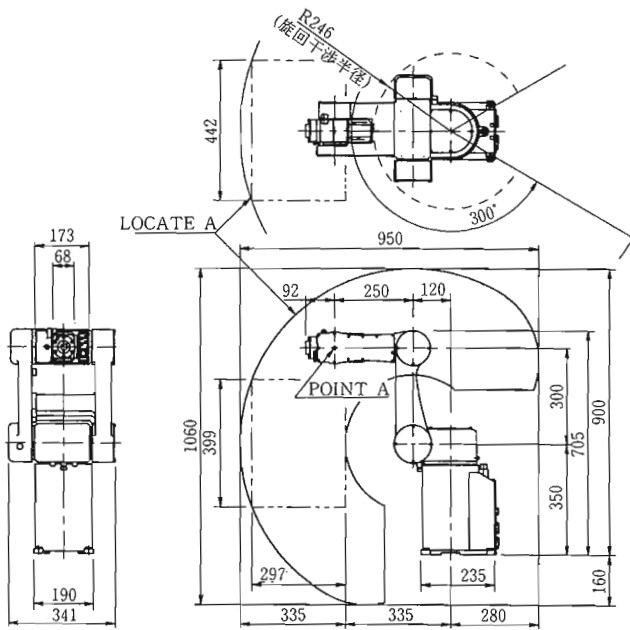


図2. 動作範囲図

表1 SL04ロボット本体仕様

項目		仕様	
ロボット型式		SL04	
構造		関節形	
自由度		5	
駆動方式		ACサーボ方式	
最大動作範囲	腕	1軸(S)	施回 $\pm 2.62\text{rad}(\pm 150^\circ)$
		2軸(H)	前後 $+2.09 \sim -1.05\text{rad}(+120^\circ - 60^\circ)$
		3軸(V)	上下 $\pm 2.36\text{rad}(\pm 135^\circ)$
	手首	4軸(R2)	曲げ $\pm 2.09\text{rad}(\pm 120^\circ)$
		5軸(B)	回転 $\pm 3.14\text{rad}(\pm 180^\circ)$
最大速度	腕	1軸(S)	施回 $2.62\text{rad/s}(150^\circ/\text{s})$
		2軸(H)	前後 $2.62\text{rad/s}(150^\circ/\text{s})$
		3軸(V)	上下 $3.14\text{rad/s}(180^\circ/\text{s})$
	手首	4軸(R2)	曲げ $2.97\text{rad/s}(170^\circ/\text{s})$
		5軸(B)	回転 $4.36\text{rad/s}(250^\circ/\text{s})$
可搬質量		4kg	
手トルク	4軸(R2)	曲げ	$7.25\text{N}\cdot\text{m}(0.74\text{kgf}\cdot\text{m})$
	5軸(B)	回転	$3.92\text{N}\cdot\text{m}(0.40\text{kgf}\cdot\text{m})$
位置繰返し精度		$\pm 0.04\text{mm}$	
周囲温度		$0 \sim 45^\circ\text{C}(273 \sim 318\text{K})$	
設置条件		床置き	
本体質量		36kg	

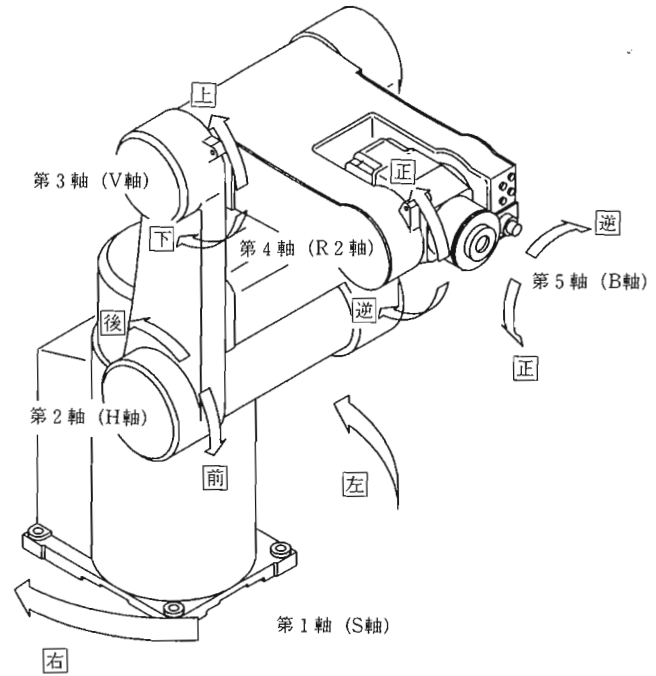
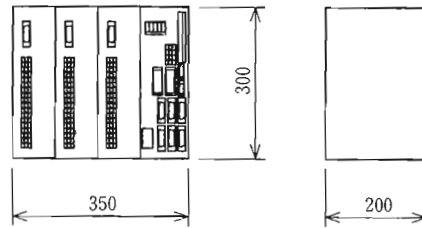
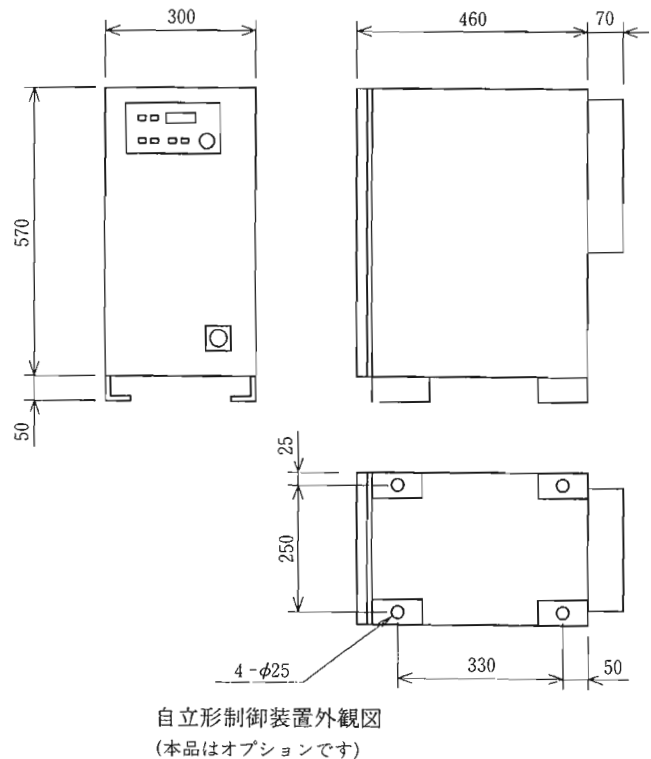


図3. 動作軸



ユニット形制御装置外観図



自立形制御装置外観図  
(本品はオプションです)

図4. 制御装置外観図

## 2.2 特長

### (1) コンパクト、省スペース

SL04-ASでは、駆動部機構にモータ、減速機の直結構造を採用し、図2に示すように全幅341mm、基本高さ705mmとコンパクトな外観を実現した。設置面積もロボット本体側がA4サイズ以下の190×235(mm)、自立形制御装置側が約A3サイズの300×460(mm)と省スペースにして、設置レイアウトを容易にした。また、ロボットの本体質量は36kgと軽量化されており、搬送、設置も容易になっている。これらより新規ラインはもちろん、設置スペースが限られた既存ラインへもロボット導入が容易に行える。

### (2) クラス最大の動作範囲と可搬質量

設置面積が同じロボットを比較した場合、大きな動作範囲を持つロボットのほうが使いやすい。SL04-ASはクラス最大の動作範囲を有している。前方動作範囲には図2に示すようにW442×D297×H399(mm)の直方体が入り、他社同等機と比べて収納できる直方体は、体積比で約2.8倍の大きさである。また、後方動作範囲も十分に確保しており、幅の狭い作業環境でも旋回せずに後方へのワーク搬送ができる。

可搬質量はロボット機種を選択する場合の重要な項目で、大きな可搬質量を持つロボットのほうが使いやすい。SL04-ASの可搬質量は4kgとし、このクラスのロボットの一般的な可搬質量(3kg)より大きくした。見かけ上は約3割の仕様アップであるが、ハンド質量(約2kg)を考慮して把持できるワーク質量を比較した場合、3kg可搬の1kgに対し、SL04-ASは2kgと2倍になる。さらに、ワーク質量が1kgであればダブルハンドの使用も可能で作業性の向上を図ることができる。

### (3) 優れた耐環境性

通常のロボットを工作機械周辺で作業させる場合、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環境のため、ロボットジャケットを装備させる必要がある。これは駆動部への異物侵入による故障から、ロボット本体を保護するため必要ではあるが、ロボットの使いやすさや導入の容易さを損ね

ている。

このような悪環境でも使いやすいようにSL04-ASでは、駆動部のオイルシール構造や回転部のシール構造を強化して、ロボットジャケットの装備を不要にした。ロボット本体自体の保護レベルは、IP54(防塵防沫性)に準拠しているため、悪環境への導入も容易に行える。

さらに、塩素系などの特殊切削油にも対応できるように全シール材をフッ素に変更したタイプもオプションで用意している。

### (4) 高速動作

SL04-ASでは、高速で円滑な動作を実現しており、図5に示す動作パターンのサイクルタイムは、1.2秒と他社同等機と比較して20%も高速となっている。

### (5) AS制御装置

AS制御装置もロボット本体同様、使いやすさを追求している。本制御装置の最大制御軸数は6軸とし、ロボット本体の他に走行軸などの付加軸も同時に制御することができる。

周辺機器との結合を容易にするため、外部インターフェースとして入力24点、出力16点を用意し、おのおの48点、32点に拡張できるようにした。また、通信ポートにRS232Cを備え、直接、パソコンを制御装置と接続して、ロボットの操作やプログラミングの作成・編集に利用できるようにした。

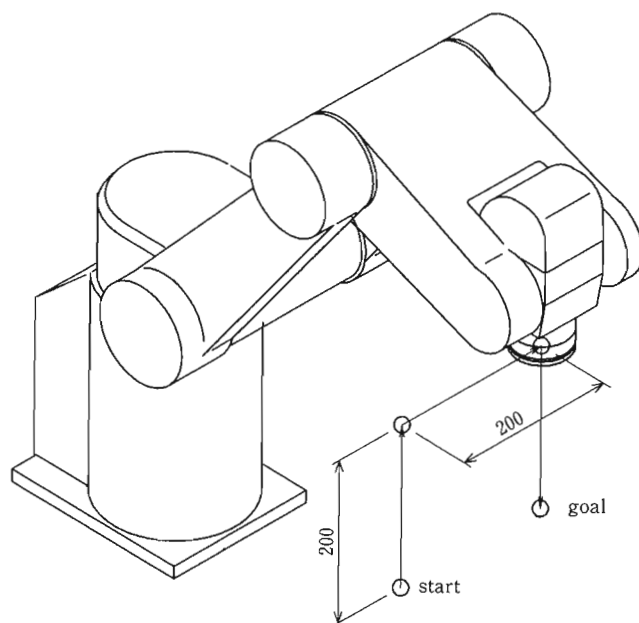


図5. 動作パターン

プログラミングは、ティーチングプレイバックとロボット言語の併用が可能である。特に、パレタイズ作業向けには、ティーチング工数を削減できるように基本パターンプログラムを数種類用意しており、ロボットの据付位置、チャック位置、ワーク形状およびパレット位置の入力だけでプログラムが作成できる。ロボット言語によるパレタイズプログラムの例を図6に示す。

### 2.3 シリーズ化

双腕協調など、力制御の研究で得た経験からモーション

コントロールに適したトルク入力タイプをシリーズで用意している。その仕様を表2に示す。

表2 トルク入力タイプ仕様

項目	仕様
トルク入力	DC0~5V (トルク0入力: DC2.5V) (内部で±511パルスにA/D変換して使用) トルク入力スキャン周期: 50US
トルク入力/プレイバック 切り換え	5Vロジック信号 (5Vでトルク入力) 各軸単位で切り換え可能
デジタルI/O	AS側入力: サーボ電源入, サーボ電源切 非常停止, 起動, 停止 自動/数示 AS側出力: サーボ電源 ON, 起動中, 異常 DC24V制御

```

10 P1=(700,1300,450,-90,90,-90) ポーズ変数P1にワーク掴み位置の姿勢を定義する。
    (X座標, Y座標, Z座標, R-M角, B-角, Y-角)
20 P2=(-30,1000,450,-90,90,-90) ポーズ変数P2, P3及びP4にてパレットの大きさを定
    義する。
30 P3=(-30,1400,520,-90,90,-90)
40 P4=(-530,1400,520,-90,90,-90)
50 FOR V1%=1 TO 30
60 PALLET P10,P2,P3,P4,4,5,V1%   バレット番号
    バレット番号V1%に対応するロボット姿勢をP10に格
    納する。
70 MOVE L,P1,S=500,H=0,A=0       P1の姿勢へ直線補間で移動する。
80 WAIT IC1]                       入力信号1がセットするまで待つ。
90 MOVE L,P*+(0.0,-100),S=150     現在位置よりZ方向に-100mm移動する。
100 DELAY 0.5                       タイマー0.5秒
110 SET MC1]                        出力信号1をセットする。(つかみ移動)
120 MOVE L,P*+(80.0,100),S=150     現在位置よりZ方向に100mm移動する。
130 MOVE L,P10,S=500              パレット上に移動する。
140 MOVE L,P*+(0.0,-100),S=150     現在位置よりZ方向に-100mm移動する。
150 DELAY 0.5                       タイマー0.5秒
160 RESET MC1]                     出力信号1をリセットする。(はなし移動)
170 DELAY 0.5                       タイマー0.5秒
180 MOVE L,P*+(0.0,100),S=150      現在位置よりZ方向に100mm移動する。
190 NEXT                             繰返し
200 END                             終了

```

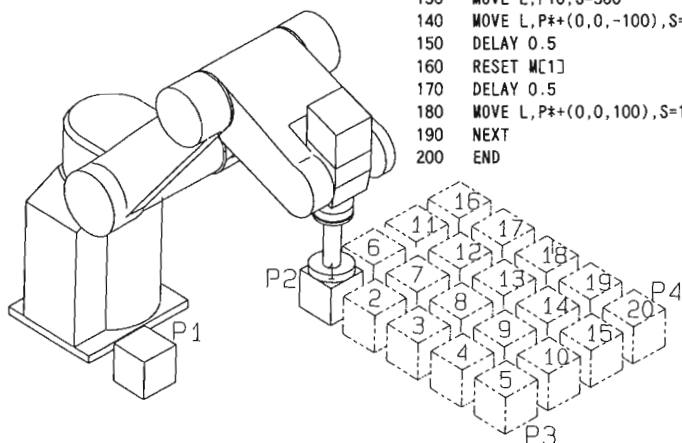


図6. ロボット言語によるプログラム例

## 3. 適用事例

### 3.1 工作機械への適用例 (図7参照)

工作機械のローディング/アンローディングとワークパレットへのパレタイズ作業に適用した例である。本例では切削油剤を使用する悪環境であるが、SL04-ASはIP54に準拠した保護構造を有しているため、導入が容易であった。また、省スペース、軽量な特長を生かし、旋盤の主軸台上部に搭載して、スペースの有効利用を行った。

本例のワーク質量は2kgであり、このクラスの一般的な3kg可搬のロボットでは採用が困難であったが、SL04-AS

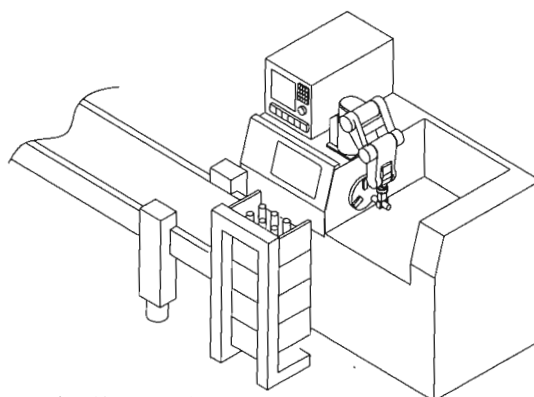


図7. 工作機械への適用例

は可搬質量 4 kg で把持可能であったことが、採用のポイントとなった。さらに、SL04-ASはこのクラスのロボットで唯一、全軸にブレーキを搭載しており、非通電時も手首姿勢が保持される。このため、動作時の停電で手首が垂れ、周辺機器などと干渉することがない。このことも、採用のポイントとなった。

### 3.2 箱詰め作業への適用例 (図8 参照)

コンベアから流れてくる袋状小物ワークをハンドリングし、箱詰めする作業へ適用した例である。この作業で使用した箱は、W440×D300×H300 (mm) である。このクラス他社機では、水平面にW480×D300 (mm) 面積を確保した場合、最も動作範囲の大きいものでも高さ方向は150mmしか確保できないため、適用が困難であった。しかし、SL04-ASは高さ方向に約400mmを確保でき、求められる動作範囲を十分満たすことができた。このことが、採用のポイントとなった。

また、パレタイズ作業用に用意された基本パターンプログラムを使用することで、ティーチング工数を削減でき、システムを短時間で立ち上げることができた。

### 3.3 研究用ロボットへの適用例 (図9 参照)

研究用に適用した例である。本例では、トルク入力タイプを使用した組立実験システムで、インピーダンス制御やスキル獲得などの研究を行っている。

通常、研究室は測定機器などが多く、設置スペースが限られ、搬送機も十分でないことが多い。したがって、研究用には軽量で省スペースな小形ロボットが求められる。このため、市販の小形ロボットの適用が検討されるが、市販のロボットは制御系が開放されておらず、制御装置の改造

が必要となる。この作業は面倒なため、これら実験システムを自作することが多かった。しかし、SL04-ASのトルク入力タイプは、外部からの信号でロボットをトルク制御することができ、制御装置の改造が不要となっている。このことが採用のポイントとなった。

本例のシステムは、ロボット本体、コントローラ、力センサ、ターミナルおよび平行ハンドで構成されている。これらは、ターミナルを除き、標準オプションとして用意されているので、納入後、実験を直ちに開始することができた。

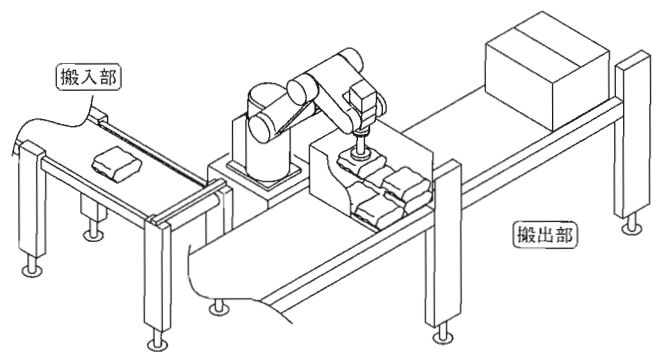


図8. 箱詰め作業への適用例

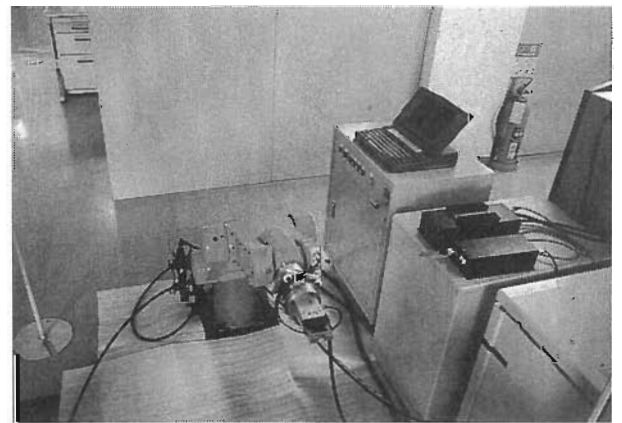


図9. 研究用ロボットへの適用例

## 4. おわりに

今回、開発したSL04-ASは、コンパクトさ、省スペースさ、システム構成の容易さなどで、従来のロボットよりも導入、操作が容易となっている。したがって、ここで紹介した適用事例以外の用途へも手軽に用いることができる。

今後、さらにロボット導入のニーズはさまざまな分野に広がっていくと考えられ、誰もが手軽に使用できるロボットが求められる。SL04-ASは、これらのニーズに十分に答えられるものとする。