

# デンソーロボット

RC5-SMART コントローラ

取扱説明書 追補版

Copyright © 2001 DENSO WAVE INCORPORATED  
All rights reserved.

この取扱説明書の著作権は、株式会社デンソーウェーブにあります。

本書に掲載されている会社名や製品は、一般に各社の商標または登録商標です。

仕様は予告なく変更することがあります。

## はじめに

RC5-SMARTコントローラをお買い上げいただき、誠にありがとうございます。

この製品はロボットあるいはX-Yテーブル等、ACサーボモータ駆動の位置決め機構を制御するためのコントローラです。

本書は、ロボット取扱説明書の追補版として編集してありますので、H\*-Dシリーズ ロボット取扱説明書とあわせてご活用ください。

## 目次

### 第1章 概要

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 1.1 概要.....          | 1-1 |
| 1.2 標準構成品.....       | 1-2 |
| 1.3 オプション品.....      | 1-3 |
| 1.4 仕様.....          | 1-6 |
| 1.5 外形寸法.....        | 1-7 |
| 1.6 コントローラ各部の名称..... | 1-8 |

### 第2章 サーボ機構の設計方法

|                      |      |
|----------------------|------|
| 2.1 メカニズムの設計方法.....  | 2-1  |
| 2.2 サーボモータの選定知識..... | 2-11 |

### 第3章 ACサーボモータの選定

|                        |      |
|------------------------|------|
| 3.1 使用するACサーボモータ.....  | 3-1  |
| 3.2 各ACサーボモータの仕様.....  | 3-6  |
| 3.3 ACサーボモータの外形寸法..... | 3-11 |

### 第4章 各軸パラメータの設定

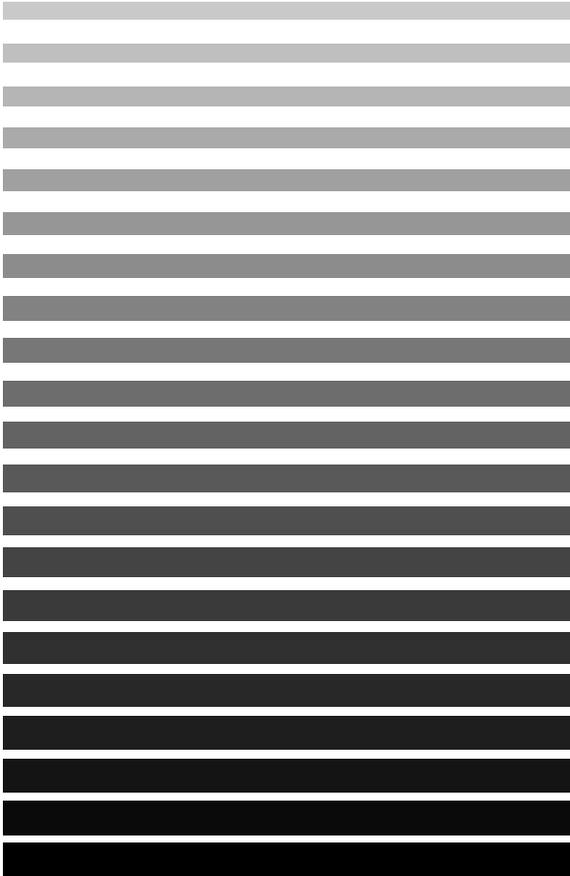
|   |      |
|---|------|
| 4.1 「付加軸軌道生成パラメータ」「付加軸サーボパラメータ」ウィンドウの表示...4-1 |      |
| 4.2 各軸パラメータの設定詳細.....                         | 4-7  |
| 4.3 各軸ゲイン調整.....                              | 4-12 |
| 4.4 各軸専用操作.....                               | 4-24 |
| 4.5 各軸パラメータ設定関連のコマンド.....                     | 4-28 |

### 第5章 機内配線の製作と設置

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 5.1 機内配線製作方法の選択.....      | 5-1 |
| 5.2 エンコーダ系統コネクタのピン配置..... | 5-2 |
| 5.3 モータ電源系統コネクタのピン配置..... | 5-3 |
| 5.4 ACサーボモータの配線色.....     | 5-4 |
| 5.5 エンコーダバックアップ電池の配線..... | 5-5 |
| 5.6 機内配線要領.....           | 5-6 |
| 5.7 コントローラの設置.....        | 5-7 |

# 第1章

## 概要



RC5-SMART コントローラの概要を説明します。



## 目次

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第1章 概要                |     |
| 1.1 概要                | 1-1 |
| ロボット用コントローラとの機能の相違点   | 1-1 |
| RC5-SMART コントローラの駆動能力 | 1-1 |
| 1.2 標準構成              | 1-2 |
| 1.3 オプション品            | 1-3 |
| 1.4 仕様                | 1-6 |
| 1.5 外形寸法              | 1-7 |
| 1.6 コントローラ各部の名称       | 1-8 |

## 1.1 概要

RC5-SMARTは、ロボットあるいはX-Yテーブル等、ACサーボモータ駆動の位置決め機構を制御するためのコントローラです。

RC5-SMART使用したシステムのブロック図を図1-1に示します。

まず、ティーチングペンダントを用いてロボット(X-Yテーブル)を動作させて位置を記憶させます。

また、同時に外部装置と同期のための条件なども記憶させます。その後、自動運転を行なうとメモリに記憶されたデータを読みだしながらロボットはプログラムされた動作を行ないます。

なお、操作方法はRC5コントローラ搭載のロボットと同じです。

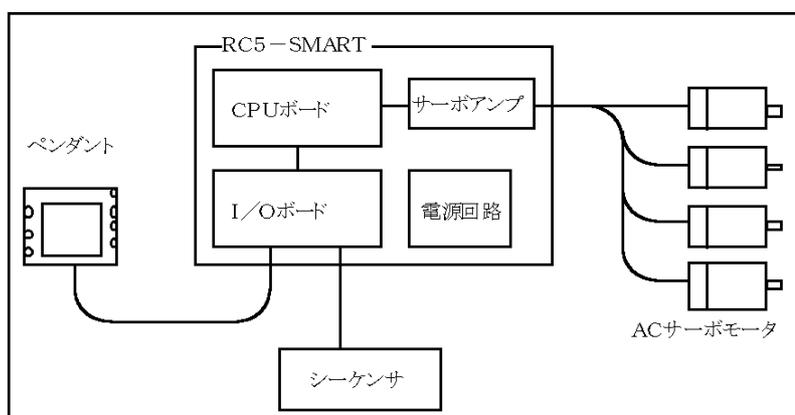


図1-1 システムのブロック図

## ロボット用コントローラとの機能の相違点

RC5-SMARTコントローラの機能は、基本的には4軸ACロボット用コントローラと同じですが、アーム機構が特定できないため、下記の動作やコマンドを使用すると、予期しない動きをする恐れがありますので注意してください。

使用不可の動作 : CP動作 (直線補間MOVE Lや円弧補間MOVE R)  
 TOOL動作  
 ROTATEコマンド  
 座標指示動作 (DRAW)

条件により使用不可の動作 : PALTコマンド  
 APPROACHコマンド  
 DEPARTコマンド

## RC5-SMART コントローラの駆動能力

駆動可能なACサーボモータ容量を表1-1に示します。

表 1-1 駆動能力

| RC5-SMART | モータ容量    | 合計駆動能力  |
|-----------|----------|---------|
| 1～4軸      | 750W以下/軸 | 3.0kW以下 |

注：ACサーボモータは指定品を使用する。(第3章参照)

## 1.2 標準構成品

お買い求めいただきました製品は、下表に示す内容で構成されています。

標準構成品

| No. | 品 名                                | 数 量  |
|-----|------------------------------------|------|
|     | RC5-SMARTコントローラ (注1)               | 1台   |
|     | 取扱説明書(本書)                          | 1冊   |
|     | NetwoRC CD (WINCAPS 試供版とロボット取扱説明書) | 1枚   |
|     | ロボットコントローラ用予備ヒューズ                  | 3個   |
|     | 初期設定フロッピーディスク(1.44MBフォーマット)(注2)    | 1枚   |
|     | ペンダントレス用ダミーコネクタ                    | 1個   |
|     | ハンド制御信号用コネクタセット(CN20、CN21用)        | 1セット |
|     | I/O用電源コネクタ                         | 1個   |
|     | ロボットコントローラ予備出力用IC                  | 1個   |

注1：コントローラのIPMボードは、ACサーボモータに合わせて、工場装着されて出荷されます。従って、コントローラのご注文時には、使用するACサーボモータも同時にご注文ください。

注2：初期設定フロッピーディスクは大切に保存してください。

初期設定フロッピーディスクには、WINCAPS 形式のアームデータが保存されています。

メモリに異常が生じ、ティーチングペンダントにメモリーエラーの表示が出たときは、この初期設定フロッピーディスクのデータをコントローラにロードしてください。

( 設置保守ガイド「6.11 初期設定フロッピーディスクの使用方法」を参照。 )

## 1.3 オプション品

下表に示すオプション品を準備しておりますので、必要に応じてご購入ください。

| 分類     | No. | 品名                      | 備考                                       | 品番          |
|--------|-----|-------------------------|--|-------------|
| モータ    | 1   | ACサーボモータ (50W、ブレーキ無)    | MSM5AZQ6Q                                | 410622-0631 |
|        | 2   | ACサーボモータ (50W、ブレーキ付)    | MSM5AZQ6R                                | 410622-0671 |
|        | 3   | ACサーボモータ (100W、ブレーキ無)   | MSM012Q6U                                | 410622-0391 |
|        | 4   | ACサーボモータ (100W、ブレーキ付)   | MSM012Q6V                                | 410622-0401 |
|        | 5   | ACサーボモータ (200W、ブレーキ無)   | MSM022Q6U                                | 410622-0641 |
|        | 6   | ACサーボモータ (200W、ブレーキ付)   | MSM022Q6V                                | 410622-0681 |
|        | 7   | ACサーボモータ (400W、ブレーキ無)   | MSM042Q6U                                | 410622-0651 |
|        | 8   | ACサーボモータ (400W、ブレーキ付)   | MSM042Q6V                                | 410622-0691 |
|        | 9   | ACサーボモータ (750W、ブレーキ無)   | MSM082Q6U                                | 410622-0661 |
|        | 10  | ACサーボモータ (750W、ブレーキ付)   | MSM082Q6V                                | 410622-0701 |
| 4軸一体配線 | 11  | エンコーダケーブル (3m)          | 中継ボックスを設ける配線用で、<br>中継ボックス～モータ間はお客様<br>手配 | 410141-0040 |
|        | 12  | エンコーダケーブル (6m)          |  | 410141-0050 |
|        | 13  | エンコーダケーブル (可動ケーブル 6m)   |  | 410141-0240 |
|        | 14  | モータケーブル (3m)            | 中継ボックスを設ける配線用で、<br>中継ボックス～モータ間はお客様<br>手配 | 410141-0300 |
|        | 15  | モータケーブル (6m)            |  | 410141-0310 |
|        | 16  | モータケーブル (可動ケーブル 6m)     |  | 410141-0320 |
|        | 17  | エンコーダバックアップ電池           | 全軸一体型(4軸ロボット用と同じ)                        | 410611-0020 |
| 各軸分割配線 | 18  | エンコーダ変換コネクタ             | 50ピン 26ピン×2                              | 410141-0740 |
|        | 19  | モータ変換コネクタ               | 16ピン 10ピン×2                              | 410141-0750 |
|        | 20  | エンコーダケーブル(モータ1台接続用 3m)  | MC2-ENM1-3M                              | 410141-1170 |
|        | 21  | エンコーダケーブル(モータ1台接続用 6m)  | MC2-ENM1-6M                              | 410141-1180 |
|        | 22  | エンコーダケーブル(モータ1台接続用 10m) | MC2-ENM1-10M                             | 410141-1190 |
|        | 23  | エンコーダケーブル(モータ2台接続用 3m)  | MC2-ENM2-3M                              | 410141-1200 |
|        | 24  | エンコーダケーブル(モータ2台接続用 6m)  | MC2-ENM2-6M                              | 410141-1210 |
|        | 25  | エンコーダケーブル(モータ2台接続用 10m) | MC2-ENM2-10M                             | 410141-1220 |
|        | 26  | モータケーブル(モータ1台接続用 3m)    | MC2-PWM1-3M                              | 410141-1140 |
|        | 27  | モータケーブル(モータ1台接続用 6m)    | MC2-PWM1-6M                              | 410141-1150 |
|        | 28  | モータケーブル(モータ1台接続用 10m)   | MC2-PWM1-10M                             | 410141-1160 |
|        | 29  | モータケーブル(モータ2台接続用 3m)    | MC2-PWM2-3M                              | 410141-0590 |
|        | 30  | モータケーブル(モータ2台接続用 6m)    | MC2-PWM2-6M                              | 410141-0600 |
|        | 31  | モータケーブル(モータ2台接続用 10m)   | MC2-PWM2-10M                             | 410141-0610 |
|        | 32  | エンコーダバックアップ電池           | モータ1個に1本使用                               | 410611-0030 |

| 分類          | No.  | 品名                         | 備考                     | 品番                  |
|-------------|------|----------------------------|------------------------|---------------------|
| 電源ケーブル      | 33   | 電源ケーブル (標準仕様)              | (5m)                   | 410141-0010         |
|             | 34   | 電源ケーブル (UL仕様)              | (5m)                   | 410141-1830         |
| I/Oケーブル     | 35   | I/Oケーブルセット                 | (8m)(No.35-1~3各1本で構成)  | 410149-0330         |
|             | 35-1 | インプットケーブル                  | (8m)                   | 410141-1630         |
|             | 35-2 | アウトプットケーブル                 | (8m)                   | 410141-1650         |
|             | 35-3 | ハンドI/Oケーブル                 | (8m)                   | 410141-1740         |
|             | 36   | I/Oケーブルセット(ハンドI/Oケーブルのみ強靱) | (8m)(No.36-1~3各1本で構成)  | 410149-0350         |
|             | 36-1 | インプットケーブル                  | (8m)                   | 410141-1630         |
|             | 36-2 | アウトプットケーブル                 | (8m)                   | 410141-1650         |
|             | 36-3 | ハンドI/Oケーブル(強靱)             | (8m)                   | 410141-1670         |
| I/Oケーブル     | 37   | I/Oケーブルセット                 | (15m)(No.37-1~3各1本で構成) | 410149-0340         |
|             | 37-1 | インプットケーブル                  | (15m)                  | 410141-1640         |
|             | 37-2 | アウトプットケーブル                 | (15m)                  | 410141-1660         |
|             | 37-3 | ハンドI/Oケーブル                 | (15m)                  | 410141-1750         |
|             | 38   | I/Oケーブルセット(ハンドI/Oケーブルのみ強靱) | (15m)(No.38-1~3各1本で構成) | 410149-0360         |
|             | 38-1 | インプットケーブル                  | (15m)                  | 410141-1640         |
|             | 38-2 | アウトプットケーブル                 | (15m)                  | 410141-1660         |
|             | 38-3 | ハンドI/Oケーブル(強靱)             | (15m)                  | 410141-1680         |
| オペレーティングパネル | 39   | オペレーティングパネル (注1)           | (4m)                   | 標準<br>410100-0800   |
|             | 40   | オペレーティングパネル (注1)           | (8m)                   | 海外仕様<br>410100-0970 |
| ペンダント       | 41   | ティーチングペンダント (注1)           | (4m)                   | 標準<br>410100-0810   |
|             | 42   | ティーチングペンダント (注1)           | (8m)                   | 海外仕様<br>410100-0980 |
|             | 43   | ティーチングペンダント (注1)           | (12m)                  | 標準<br>410100-0770   |
|             | 44   | ミニペンダント                    | (4m)                   | 海外仕様<br>410100-0940 |
|             | 45   | ミニペンダント                    | (8m)                   | 標準<br>410100-0780   |
|             | 46   | ミニペンダント                    | (12m)                  | 海外仕様<br>410100-0950 |
|             |      |                            |                        | 標準<br>410100-0790   |
|             |      |                            |                        | 海外仕様<br>410100-0960 |
|             |      |                            | 標準<br>410109-0010      |                     |
|             |      |                            | 海外仕様<br>410109-0020    |                     |
|             |      |                            | 標準<br>410109-0030      |                     |
|             |      |                            | 海外仕様<br>410109-0040    |                     |
|             |      |                            | 標準<br>410109-0050      |                     |
|             |      |                            | 海外仕様<br>410109-0060    |                     |

注1:  
オペレーティングパネル、  
ティーチングペンダントを  
直列に接続するときの  
合計ケーブル長は最長  
12mまでとして  
ください。

| 分類   | No. | 品名                  | 備考             | 品番          |             |
|------|-----|---------------------|----------------|-------------|-------------|
| ソフト  | 47  | WINCAPS             | CD-ROM版        | 標準          | 410090-0840 |
|      |     |                     |                | 英語版         | 410090-0860 |
|      | 48  | WINCAPS             | フロッピーディスク版     | 標準          | 410090-0850 |
|      |     |                     |                | 英語版         | 410090-0870 |
| 視覚関連 | 49  | μ Vision (内蔵視覚) ボード | ( NTSC )       | 410010-0690 |             |
|      | 50  | μ Vision (内蔵視覚) ボード | ( PAL )        | 410010-0700 |             |
|      | 51  | カメラ                 |                | 463980-0030 |             |
|      | 52  | モニタ                 |                | 463980-0020 |             |
|      | 53  | カメラケーブル             | ( 3m )         | 463981-0110 |             |
|      | 54  | カメラケーブル             | ( 5m )         | 463981-0120 |             |
|      | 55  | カメラケーブル             | ( 15m )        | 463981-0160 |             |
|      | 56  | モニタケーブル             | ( BNC ) ( 1m ) | 463981-0010 |             |
|      | 57  | モニタケーブル             | ( BNC ) ( 3m ) | 463981-0030 |             |
|      | 58  | モニタケーブル             | ( BNC ) ( 5m ) | 463981-0050 |             |
| その他  | 59  | イーサネットボード           |                | 410010-0710 |             |
|      | 60  | 内蔵フロッピーディスクドライブ     | ( 1.44MB用 )    | 410010-0520 |             |
|      | 61  | コントローラ保護ボックス        | ( FB - 10 )    | 410181-0060 |             |
|      | 62  | DeviceNetスレーブボード    | ( 子局用 )        | 410010-0720 |             |
|      | 63  | DeviceNetマスタボード     | ( 親局用 )        | 410010-0740 |             |
|      | 64  | PROFIBUSスレーブボード     | ( 子局用 )        | 410010-1190 |             |
|      | 65  | RC5用I/Oコネクタセット      | パラレルI/O用       | 410159-0070 |             |

## 1.4 仕様

RC5-SMARTコントローラの仕様を表1-2に示します。

表 1-2 RC5-SMART コントローラの仕様

| 項目              | 仕様  |                                       |
|-----------------|---|---------------------------------------|
| 適用機種            | RC5-SMART型  |                                       |
| 型式              | RC5-SMT4A   |                                       |
| 制御方式            | PTP   |                                       |
| 制御軸数            | 最大4軸同時  |                                       |
| 駆動方式            | 全軸オールデジタルACサーボ  |                                       |
| メモリ容量           | 1.25MB (5000ステップ、13000ポイント相当)   |                                       |
| 使用言語            | デンソーロボット言語 (SLIM準拠)   |                                       |
| 教示プログラム分割数      | 255   |                                       |
| 教示方式            | 1) リモートティーチング 2) 数値入力(MDI) 3) ダイレクトティーチング                             |                                       |
| 外部信号<br>(I/O)   | 入力信号  | ユーザ開放20点 (シーケンサ12、ハンド入力8) + システム固定36点 |
|                 | 出力信号  | ユーザ開放32点 (シーケンサ24、ハンド出力8) + システム固定33点 |
| 外部通信            | RS-232C : 1回線 イーサネット : 1回線 (オプション)                                    |                                       |
| タイマ機能           | 0.02 ~ 10sec (1/60secきざみ)   |                                       |
| 自己診断機能          | オーバーラン・サーボ異常・メモリ異常・入力ミス など  |                                       |
| エラー表示           | 外部I/O出力/オペレーティングパネル (オプション) にエラーコードを表示<br>ティーチングペンダント (オプション) に日本語で表示 |                                       |
| 電源              | 3相 AC200V-15% ~ AC230V+10%、50/60Hz、3.3kVA                             |                                       |
| 環境条件 (動作時)      | 温度0 ~ 40、湿度90%RH以下 (結露なきこと)   |                                       |
| 保護等級            | IP20  |                                       |
| ケーブル<br>(オプション) | 本体間ケーブル   | 3m、6m (選択)                            |
|                 | I/Oケーブル   | (8m、15m)                              |
|                 | 電源ケーブル  | 5m                                    |
| 質量              | 約16kg (付属ケーブル除く)  |                                       |

### ⚠注意

- ・フィンに触れないでください。やけどの恐れがあります。
- ・指や棒などを入れないでください。ケガのおそれがあります。
- ・保守点検等でフタを開けコントローラ内部に触れる場合は、電源スイッチを切り、電源ケーブルをはずして3分以上経過してから実施してください。感電の恐れがあります。
- ・コントローラの電源投入中はコネクタの脱着をしないでください。感電及び故障の原因になります。

### ⚠設置上の注意事項

- ・コントローラは防塵、防滴、防爆構造にはなっていません。
- ・設置の前には取扱説明書を必ずお読みください。
- ・コントローラの上には物を乗せないでください。

## 1.5 外形寸法

RC5-SMARTコントローラの外形寸法を図1-2に示します。

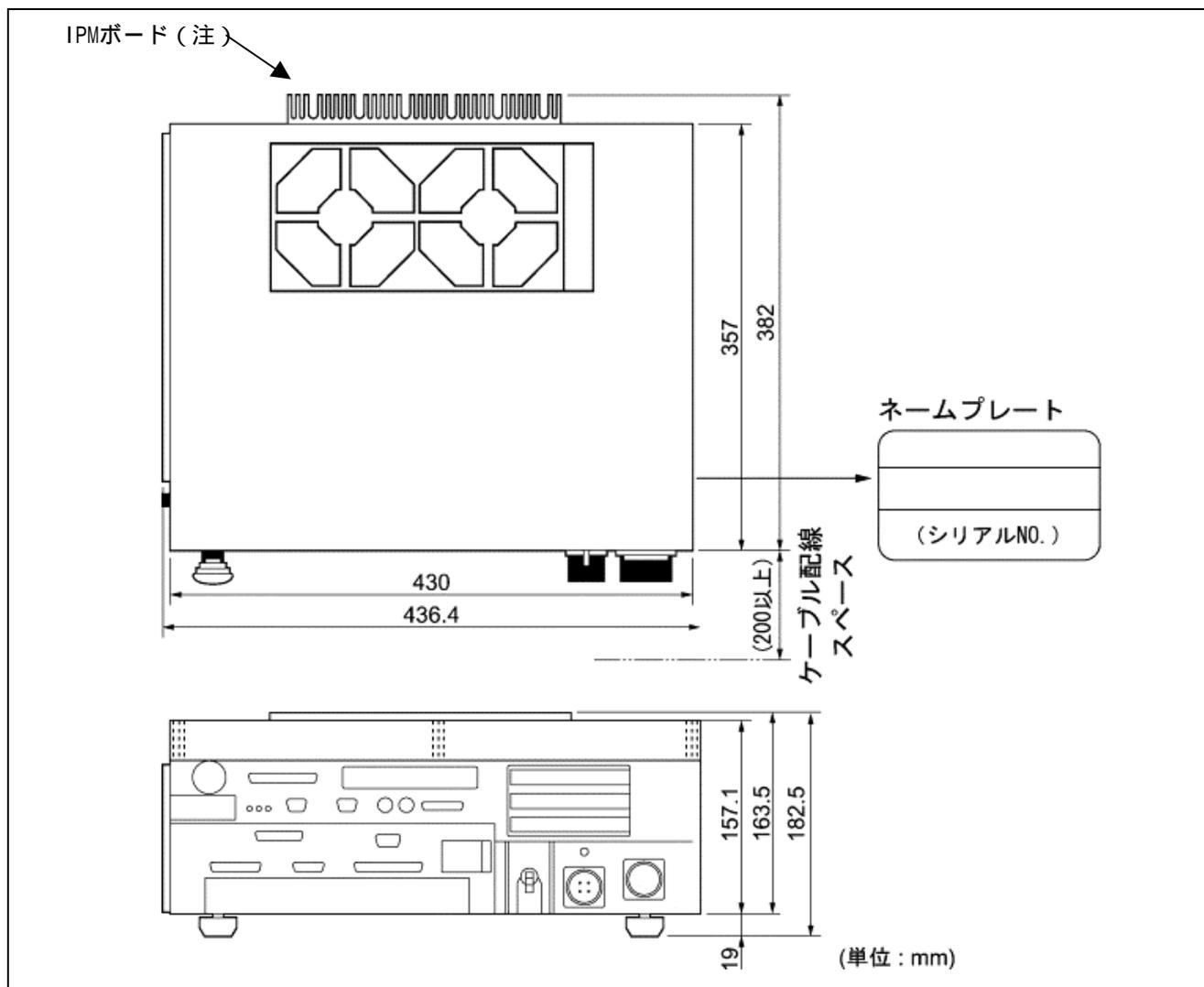


図1-2 外形寸法

注: IPMボードは1軸~4軸までのご注文の仕様(モータ容量)に基づき、装着されて出荷されます。

|          |          |           |      |     |
|----------|----------|-----------|------|-----|
| モータ容量    | 50W、100W | 200W、400W | 750W | なし  |
| IPMボード型式 | SS       | S         | M    | 未装着 |

## 1.6 コントローラ各部の名称

コントローラ各部の名称を、図1-4および表1-3に示します。

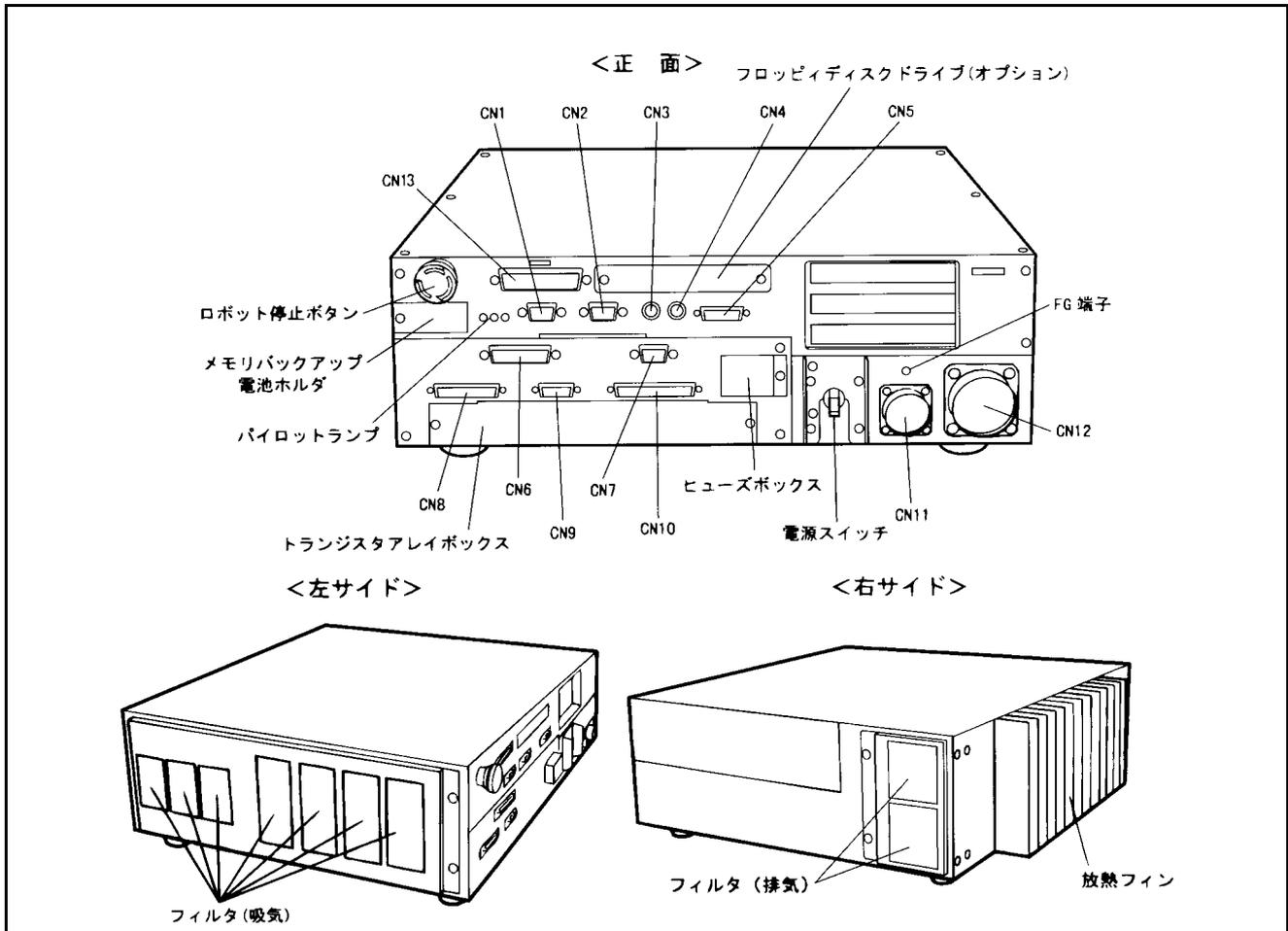


図1-4 コントローラ各部の名称

表1-3 コネクタの名称

| コネクタNo. | 表示        | 名称           | コネクタNo. | 表示       | 名称           |
|---------|-----------|--------------|---------|----------|--------------|
| CN1     | RS232C    | シリアル用コネクタ    | CN8     | INPUT    | 汎用・専用入力用コネクタ |
| CN2     | CRT       | CRT用コネクタ     | CN9     | HAND I/O | ハンドI/O用コネクタ  |
| CN3     | KEYBD     | キーボード用コネクタ   | CN10    | OUTPUT   | 汎用・専用出力用コネクタ |
| CN4     | MOUSE     | PS/2マウス用コネクタ | CN11    | INPUT AC | 電源コネクタ       |
| CN5     | PENDANT   | ペンダント用コネクタ   | CN12    | MOTOR    | モータ用コネクタ     |
| CN6     | PRINTER   | プリンタ用コネクタ    | CN13    | ENCODER  | エンコーダ用コネクタ   |
| CN7     | I/O POWER | I/O用電源コネクタ   |         |          |              |

**注意：** ロボットコントローラのコネクタは、ビス止めまたはリング止めのロック機構となっています。コネクタは、しっかりとロックしてください。ロックしないと接触不良を起こし、エラーが発生する原因になります。  
また、ロボットコントローラの電源スイッチを入れたまま電源コネクタ、モータコネクタを脱着すると、ロボットコントローラの内部回路が破損するおそれがあります。電源スイッチを切ってからコネクタの脱着を行なってください。

## 第2章

# サーボ機構の設計方法

サーボ機構の設計方法について説明します。

## 目次

|                        |      |
|------------------------|------|
| 第2章 サーボ機構の設計方法         |      |
| 2.1 メカニズムの設計方法.....    | 2-1  |
| 2.1.1 メカニズムの例.....     | 2-1  |
| 2.1.2 駆動系の選定.....      | 2-1  |
| 2.1.3 設計例（高速搬送装置）..... | 2-2  |
| 2.1.4 設計上の注意事項.....    | 2-9  |
| 2.2 サーボモータの選定知識.....   | 2-11 |



### 2.1.3 設計例（高速搬送装置）

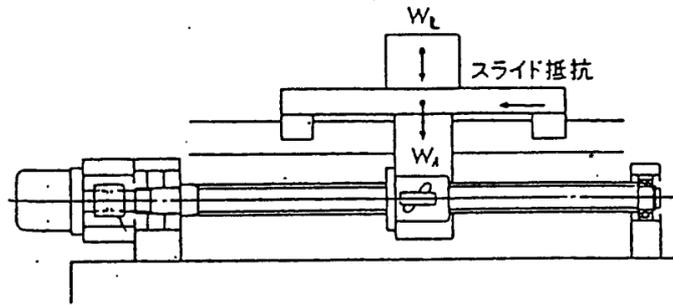


図2-2. 高速搬送装置

〔設計条件〕

1) テーブル設計仕様

テーブル重量： $W_A = 40\text{kg}$

搬送物重量： $W_L = 20\text{kg}$ (最大)

最大ストローク： $S_{max} = 700\text{mm}$

早送り速度： $S_{max} = 1000\text{mm/sec}$  (60m/min)

位置決め精度： $\pm 0.10/700\text{mm}$  (0.01mm/パルス)

繰り返し精度： $\pm 0.010\text{mm}$

要求寿命： $L_t = 25000\text{hr}$  (5年)

摺動面(転がり)： $\mu = 0.01$  (摩擦係数)

駆動モータ：ACモータ ( $N_{max} = 3000\text{rpm}$ )

2) 運転条件

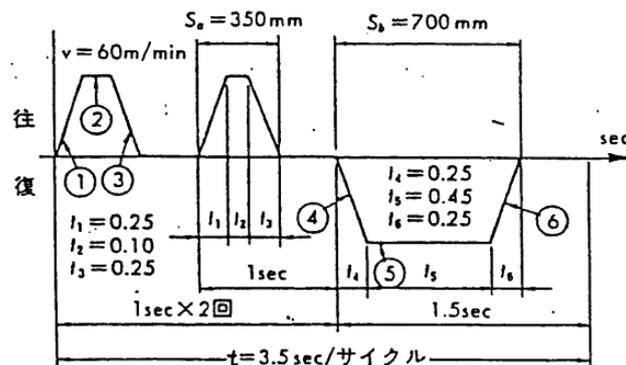


図2-3. 運転条件

〔決定事項〕

1) ねじ軸径、リード、ナットの選定

2) 精度、すきまの選定

について説明する。

〔ねじ軸径、リード、ナットの選定〕

1) リード( $l$ )の選定

DCモータの最高回転数より

$$l \geq \frac{V_{max}}{N_{max}} = \frac{1000 \times 60}{3000} = 20 \text{ (mm)}$$

リード20mm以上の精密大リード品より選定を行う。

2) ねじ長さの仮選定

$$L_s = \text{最大ストローク} + \text{ナット長} + \text{軸端余裕量}$$

$$= 700 + 100 + 100 + 900 \text{ (mm)}$$

3) ねじ軸径の選定

高速送りであり、許容回転数のチェックにより軸径を選定する。軸受支持構造は最も一般的な固定-支持とする。

① 危険速度

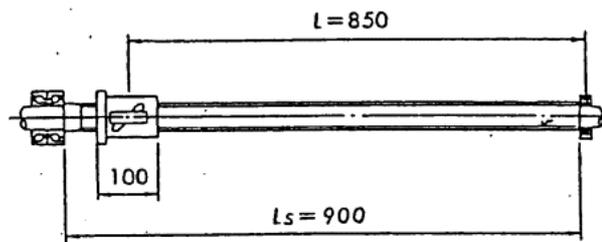


図2-4. ねじ長さの選定

ボールねじの回転数がねじ軸の持つ固有振動数と共振しないよう検討する必要がある。この危険速度の80%以下を許容回転数とする。

$$n = a \times \frac{60\lambda^2}{2\pi L^2} \sqrt{\frac{EI}{rA}} = f \frac{dr}{L^2} \times 10^7 \text{ (rpm)} \dots \dots \dots (1) \text{式}$$

ここで

$a$  : 安全係数 ( $a = 0.8$ )

$E$  : 縦弾性係数 ( $E = 2.06 \times 10^4 \text{ kPa}$ )

$I$  : ねじ軸断面の最小二次モーメント

$$I = \frac{\pi}{64} dr^4 \text{ (mm}^4\text{)}$$

$dr$  : ねじ軸谷径 (mm) (寸法表参照)

$r$  : 材料の比重量 ( $r = 7.8 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^3$ )

$A$  : ねじ軸断面積 ( $A = \pi dr^2 / 4 \text{ mm}^2$ )

$L$  : 取付間距離 (mm)

$f, \lambda$  : ボールねじの取付方法により定まる係数

支持-支持  $f = 9.7$  ( $\lambda = \pi$ )

固定-支持  $f = 15.1$  ( $\lambda = 3.927$ )

固定-固定  $f = 21.9$  ( $\lambda = 4.730$ )

固定-自由  $f = 3.4$  ( $\lambda = 1.875$ )

よって(1)式より

$$dr \geq \frac{n \cdot L^2}{f} \times 10^{-7} (\text{mm})$$

ここで  $L = \text{最大ストローク} + \text{ナット長}/2 + \text{軸端余裕量}$

$$= 700 + 50 + 100 = 850 (\text{mm})$$

$$f = 15.1$$

$$dr = 14.4 (\text{mm})$$

## ② $dm \cdot n$ 値

許容回転数は周速を表わす  $dm \cdot n$  値 ( $dm$ : 鋼球の中心円径 mm  $n$ : 回転数 rpm) から規制される。

一般には

精密用 (精度等級 C 7 以上)

$$dm \cdot n \leq 70,000$$

一般産業用 (精度等級 C 10)

$$dm \cdot n \leq 50,000$$

.....(2)式

よって

$$dm \leq \frac{70000}{n}$$

$$= 23.3 (\text{mm})$$

第1次選定: 軸径 20 (mm)

リード 20 (mm)

## 4) 寿命予測

(加速時①④)

$$a_1 = \frac{V_{max}}{t_1} = \frac{1}{0.25} = 4 (\text{m/sec}^2)$$

$$F_1 = \mu (W_A + W_L) g + (W_A + W_L) a_1$$

$$= 0.01 \times 60 \times 9.8 + 60 \times 4 = 245.9 (\text{N})$$

$$N_1 = \frac{n}{2} = \frac{3000}{2} = 1500 (\text{rpm})$$

$$t_o = 2 \times t_1 + t_s = 0.75 (\text{sec})$$

(定速時②⑤)

$$F_2 = \mu (W_1 + W_2) g = 0.01 \times 60 \times 9.8 = 5.9 (\text{N})$$

$$N_2 = 3000 (\text{rpm})$$

$$t_o = 2 \times t_2 + t_s = 0.65 (\text{sec})$$

(減速時の③⑥)

$$F_3 = -\mu (W_1 + W_2) g + (W_1 + W_2) a_3 = 234 (\text{N})$$

$$N_3 = 1500 (\text{rpm})$$

$$t_c = 2 \times t_3 + t_s = 0.75 (\text{sec})$$

① 平均荷重  $F_m$ 、平均回転数  $N_m$

軸方向荷重がいろいろ変動する場合、その変動する荷重条件における疲れ寿命と等しい寿命となるような平均荷重を求め、寿命を計算すること。

(a) 荷重と回転数が段階的に分けられる場合 (図2-5)

| 軸方向荷重<br>(kgf) | 回 転 数<br>(rpm) | 使用時間<br>又は使用時間割合 |
|----------------|----------------|------------------|
| $F_1$          | $n_1$          | $t_1$            |
| $F_2$          | $n_2$          | $t_2$            |
| ⋮              | ⋮              | ⋮                |
| $F_n$          | $n_n$          | $t_n$            |

平均荷重  $F_m$  は次式により求められる。

$$\text{平均荷重 } F_m = \left( \frac{F_1^3 \cdot n_1 \cdot t_1 + F_2^3 \cdot n_2 \cdot t_2 + \dots + F_n^3 \cdot n_n \cdot t_n}{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + \dots + n_n \cdot t_n} \right)^{1/3} \dots\dots\dots (3) \text{式}$$

なお平均回転数は次式により求められる。

$$N_m = \frac{n_1 \cdot t_1 + n_2 \cdot t_2 + \dots + n_n \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \dots\dots\dots (4) \text{式}$$

(b) 荷重がほぼ直線的に変化する場合 (図2-6)

平均荷重  $F_m$  は近似的に次式により求めることができる。

$$F_m = \frac{1}{3} (F_{min} + 2F_{max}) \dots\dots\dots (5) \text{式}$$

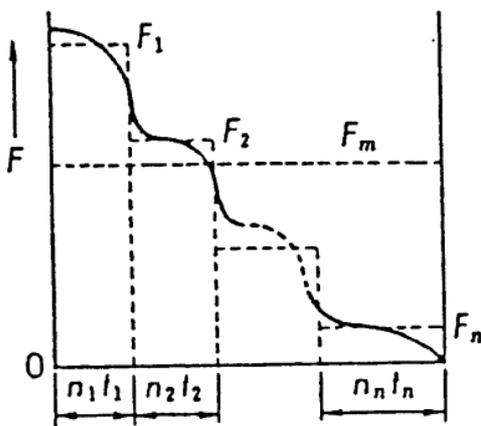


図2-5. 段階的な変動荷重

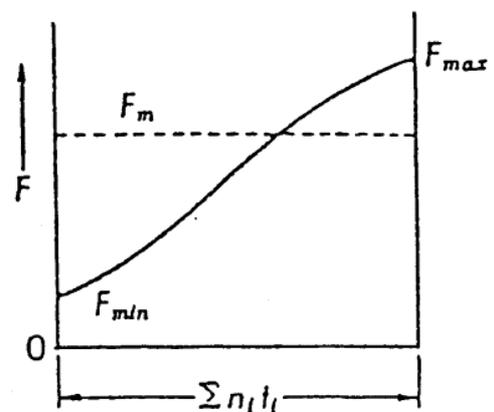


図2-6. 単調な変動荷重

(c) 荷重が正弦曲線的に変化する場合 (図2-7)

平均荷重  $F_m$  は近似的に次式により求めることができる。

図6 (a) のとき  $F_m \approx 0.65F_{max}$   
 (b) のとき  $F_m \approx 0.75F_{max}$  } ..... (6)式

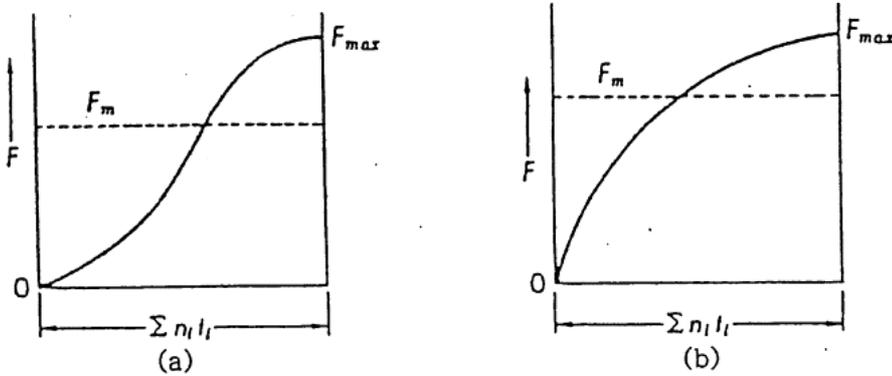


図2-7. 正弦曲線的に変動する荷重

よって (3)、(4) 式より

$$F_m = \left( \frac{F_1^3 \cdot N_1 \cdot t_a + F_2^3 \cdot N_2 \cdot t_b + F_3^3 \cdot N_3 \cdot t_c}{N_1 \cdot t_a + N_2 \cdot t_b + N_3 \cdot t_c} \right)^{1/3} \times g$$

$$= 195 \text{ (N)}$$

$$N_m = \frac{N_1 \cdot t_a + N_2 \cdot t_b + N_3 \cdot t_c}{t}$$

$$= 1200 \text{ (rpm)}$$

② 寿命計算

疲れ寿命は、一般に総回転数で表すが、総回転時間、あるいは総走行距離で表すこともある。疲れ寿命は次式により求められる。

$$L = \left( \frac{Ca}{Fa \cdot f_w} \right) \cdot 10^6 \text{ ..... (7)式}$$

$$Lt = \frac{L}{60n} \text{ ..... (8)式}$$

$$L_s = \frac{L \cdot l}{10^6} \text{ ..... (9)式}$$

- ここで  $L$  : 定格疲れ寿命 (rev)  
 $Lt$  : 寿命時間 (hr)  
 $L_s$  : 走行距離寿命 (km)  
 $Ca$  : 基本動定格荷重 (N)  
 $Fa$  : 軸方向荷重 (N)  
 $n$  : 回転数 (rpm)  
 $l$  : リード (mm)  
 $f_w$  : 荷重係数(運転条件による係数)

|               |         |
|---------------|---------|
| 衝撃のない円滑な運転のとき | 1.0~1.2 |
| 普通の運転のとき      | 1.2~1.5 |
| 衝撃振動を伴う運転のとき  | 1.5~3.0 |

ボールねじの選定にあたって、疲れ寿命をいたずらに長く採ることは、それだけボールねじが大きくなり、経済的でない。参考として、疲れ寿命の一般的な目標値を示す。

- 工作機械 ..... 20,000時間
- 産業機械 ..... 10,000時間
- 自動制御装置 ..... 15,000時間
- 計測装置 ..... 15,000時間

よって、(7)、(8)式より ( $T$ すきま  $Ca = 7056 \text{ kgf}$ )

$$L_i = \left( \frac{Ca}{F_m \cdot f_w} \right)^3 \times \frac{1}{60N_m} \times 10^6$$

$$\approx 380000 \geq 25000 \text{ (hr)}$$

[精度・すきまの選定]

1) 精度等級

位置決め精度  $\pm 0.10/700 \text{ (mm)}$

表2-1より

|  |
|--|
| 精度等級 : C5<br>$E = \pm 0.040/1000 \text{ (mm)}$<br>$e = 0.027 \text{ (mm)}$ |
|--|

表2-1. 累積代表リード誤差 ( $\pm E$ ) と変動 ( $e$ ) の許容値

単位  $\mu\text{m}$

| 精度等級         |       |      | C0      |     | C1      |     | C2      |     | C3      |     | C5      |     |
|--------------|-------|------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
|              | をこえ   | 以下   | $\pm E$ | $e$ |
| ねじ部有効長さ (mm) | —     | 100  | 3       | 3   | 3.5     | 5   | 5       | 7   | 8       | 8   | 18      | 18  |
|              | 100   | 200  | 3.5     | 3   | 4.5     | 5   | 7       | 7   | 10      | 8   | 20      | 18  |
|              | 200   | 315  | 4       | 3.5 | 6       | 5   | 8       | 7   | 12      | 8   | 23      | 18  |
|              | 315   | 400  | 5       | 3.5 | 7       | 5   | 9       | 7   | 13      | 10  | 25      | 20  |
|              | 400   | 500  | 6       | 4   | 8       | 5   | 10      | 7   | 15      | 10  | 27      | 20  |
|              | 500   | 630  | 6       | 4   | 9       | 6   | 11      | 8   | 16      | 12  | 30      | 23  |
|              | 630   | 800  | 7       | 5   | 10      | 7   | 13      | 9   | 18      | 13  | 35      | 25  |
|              | 800   | 1000 | 8       | 6   | 11      | 8   | 15      | 10  | 21      | 15  | 40      | 27  |
|              | 1000  | 1250 | 9       | 6   | 13      | 9   | 18      | 11  | 24      | 16  | 46      | 30  |
|              | 1250  | 1600 | 11      | 7   | 15      | 10  | 21      | 13  | 29      | 18  | 54      | 35  |
|              | 1600  | 2000 | —       | —   | 18      | 11  | 25      | 15  | 35      | 21  | 65      | 40  |
|              | 2000  | 2500 | —       | —   | 22      | 13  | 30      | 18  | 41      | 24  | 77      | 46  |
|              | 2500  | 3150 | —       | —   | 26      | 15  | 36      | 21  | 50      | 29  | 93      | 54  |
|              | 3150  | 4000 | —       | —   | 30      | 18  | 44      | 25  | 60      | 35  | 115     | 65  |
|              | 4000  | 5000 | —       | —   | —       | —   | 52      | 30  | 72      | 41  | 140     | 77  |
|              | 5000  | 6300 | —       | —   | —       | —   | 65      | 36  | 90      | 50  | 170     | 93  |
| 6300         | 8000  | —    | —       | —   | —       | —   | —       | 110 | 60      | 210 | 115     |     |
| 8000         | 10000 | —    | —       | —   | —       | —   | —       | —   | —       | 260 | 140     |     |
| 10000        | 12500 | —    | —       | —   | —       | —   | —       | —   | —       | 320 | 170     |     |

備考 日本精工 (NSK) カタログより

2) 軸方向すきま

繰り返し位置決め精度 :  $\pm 0.010$  (mm)

最小分解能 : 0.01mm/パルス

より

軸方向すきま : Tすきま0.005 (mm) 以下

表2-2. 精度等級と軸方向すきまの組合わせ

単位 mm

| 軸方向<br>すきま<br>精度等級 | Z         | T           | S           | N           | L         |
|--------------------|-----------|-------------|-------------|-------------|-----------|
|                    | 0<br>(予圧) | 0.005<br>以下 | 0.020<br>以下 | 0.050<br>以下 | 0.3<br>以下 |
| C0                 | C0Z       | C0T         | —           | —           | —         |
| C1                 | C1Z       | C1T         | —           | —           | —         |
| C2                 | C2Z       | C2T         | —           | —           | —         |
| C3                 | C3Z       | C3T         | C3S         | —           | —         |
| C5                 | C5Z       | C5T         | C5S         | C5N         | —         |
| C7                 | —         | —           | C7S         | C7N         | C7L       |

[ 結 果 ]

次の仕様のボールネジを使用する。

軸径 : 20mm

リード : 20mm

ねじ長 (仮) : 800mm

精度等級C5軸方向すきま T : 0.005mm以下

2.1.4 設計上の注意事項

SMARTで制御するメカニズムの摺動抵抗は、  
 摺動抵抗(トルク換算)  $\leq 0.2 \times$  モータ定格トルク ( $T$ )  
 とする。

[ボールネジの摺動抵抗]

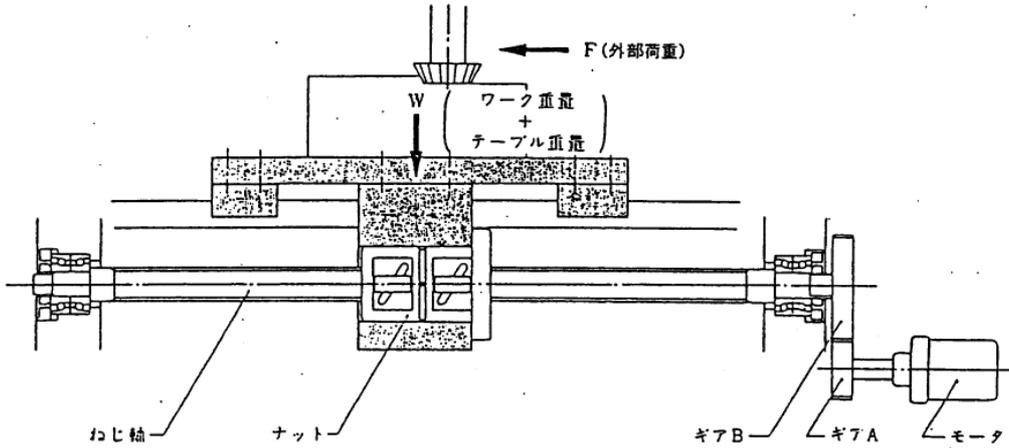


図2-8

1) 外部荷重による摩擦トルク

$$T_p = \frac{Fa \cdot l}{2\pi \cdot \eta}$$

$T_p$ : 外部荷重による摩擦トルク (Nm)

$Fa$ : 軸方向荷重 (N)

$$Fa = F + \mu W$$

$F$ : 外部荷重 (N)

$W$ : ワーク重量+テーブル重量 (N)

$\mu$ : 摺動面の摩擦係数(0.003 ~ 0.004)

$l$ : リード (m)

$\eta$ : 効率(0.9) ... ボールネジ

(1.0) ... LMガイド

2) 予圧による摩擦トルク

$$T_o = k \times \frac{Fao \cdot l}{2\pi}$$

$T_o$ : 予圧による摩擦トルク (Nm)

$Fao$ : 予圧荷重( $Ca$ の5%) (N)

$l$ : リード (N)

$k$ : 予圧ナットの内部摩擦係数(0.1 ~ 0.3)

$Ca$ : 基本定格荷重 (N)

3) モータ定格トルク ( $T_R$ )

モータのカタログを参照の事。

4) 評価

$$(T_p + T_D) \times \left(\frac{N_1}{N_2}\right) \leq 0.2 \times T_R$$

$T_p$ : 外部荷重による摩擦トルク (Nm)

$T_D$ : 予圧による摩擦トルク (Nm)

$T_R$ : モータの定格トルク (Nm)

$N_1$ : ギヤAの歯数

$N_2$ : ギヤBの歯数

5) その他

研削ボールねじを使用する事を推奨する。転造ボールねじはガタが大きく、うまく動作しない場合がある。

[歯車の摺動抵抗]

表2-3に歯車の伝達効率を示す。

食い違い軸歯車以外の伝達効率98%以上の歯車を使用する。この場合、歯車の摺動抵抗(摩擦トルク)は無視出来る。

表2-3. 歯車の分類と種類

| 歯車の分類 | 歯車の種類           | 効率 (%)      |
|-------|-----------------|-------------|
| 平行軸   | 平歯車             | 98.0 - 99.5 |
|       | ラック             |             |
|       | 内歯車             |             |
|       | はすば歯車           |             |
|       | はすばラック<br>やまば歯車 |             |
| 交差軸   | すぐばかさ歯車         | 98.0 - 99.0 |
|       | まがりばかさ歯車        |             |
|       | ゼロールかさ歯車        |             |
| 食い違い軸 | 円筒ウォームギヤ        | 30.0 - 90.0 |
|       | ねじ歯車            | 70.0 - 95.0 |

## 2.2 サーボモータの選定知識

ロボット等のサーボ機構駆動設計において、最適なサーボモータ出力や減速比を選定する上で必要な知識について説明する。

### ① 負荷駆動トルク ( $T$ ) の計算 (モータ軸換算)

|   |            |
|---|------------|
| 駆動トルク = 慣性分 + 摩擦分 + 特殊分<br>$T(\text{Nm}) = (I \cdot \dot{\omega}) + (N \cdot Ki + T_{FM} + T_{FD}) + (Tg + Ts)$ | ..... (1)式 |
|---|------------|

|    |   |
|----|---|
| 但し | $I$ = モータ軸換算の総慣性モーメント (Nms <sup>2</sup> )...④       |
|    | $\dot{\omega}$ = モータ軸角加速度 (rad/s <sup>2</sup> )...⑤ |
|    | $N$ = モータ使用回転数 (rpm)                                |
|    | $Ki$ = 制動定数(モータカタログ参照) (Nm/rpm)                     |
|    | $T_{FM}$ = モータ静摩擦トルク(モータカタログ参照) (Nm)                |
|    | $T_{FD}$ = 伝達系等の摩擦トルク(モータ軸換算) (Nm)...⑥              |
|    | $Tg$ = 動力保持トルク(モータ軸換算) (Nm)...⑦                     |
|    | $Ts$ = 干渉トルク, 遠心力, コリオリの力等(モータ軸換算) (Nm)...⑧         |

### ② モータ最大発生トルク ( $T_M$ ) の計算 (モータ軸換算)

|                                   |
|-----------------------------------|
| $T_M(\text{kgcm}) = I_R \cdot Kt$ |
|-----------------------------------|

|    |                                   |            |
|----|-----------------------------------|------------|
| 但し | $I_R$ = モータに流せる最大電流値 (Ao-p)       | ..... (2)式 |
|    | $Kt$ = トルク定数(モータカタログ参照) (Nm/Ao-p) |            |

または、モータカタログ記載の「瞬時最大トルク」で表す。

[注 意]

$T_M > T$  のこと

ただし、AC-SMARTとして駆動トルク  $T$  はモータ定格トルクの2.5倍以内で設計する。

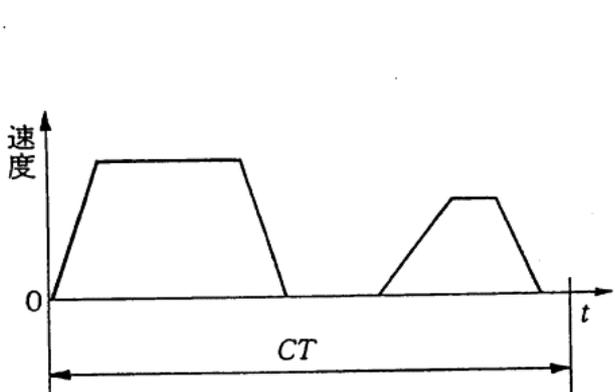
③ 実効トルクの計算と評価

図2-10の様なパターンで動作する場合下式にて1サイクルの実効トルク( $T_i$ )を求める。

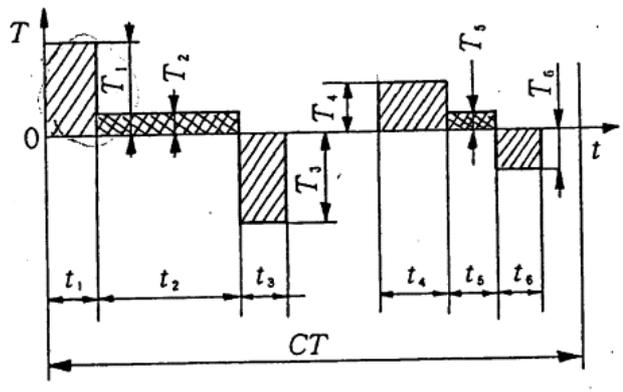
$$T_i(\text{Nm}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (T_i^2 \times t_i)}{CT}} \dots\dots\dots (3) \text{式}$$

但し

- |                  |                                     |      |
|------------------|-------------------------------------|------|
| $T_1$            | } ... 駆動トルク((1)式の $T$ )             | (Nm) |
| $T_4$            |                                     |      |
| $T_3$            | } ... 減速トルク((1)式の $T$ から摩擦トルク分を減ずる) | (Nm) |
| $T_6$            |                                     |      |
| $T_2$            | } ... 摩擦トルク+特殊トルク                   | (Nm) |
| $T_5$            |                                     |      |
| $t_1 \dots\dots$ | $T_1 \sim T_6$ の時間                  | (秒)  |
| $CT$             | サイクル・タイム                            | (秒)  |



速度線図



トルク線図

図2-10 実効トルクの評価

(a) モータ単体での評価

$T_i < T_R$  (モータカタログ記載の定格トルク) のこと

ただし、エンコーダ回路の熱的使用限界 (70℃) により、モータ定格トルクの80%以内で使用する。

モータ定格トルクの80%以上となる場合、エンコーダ回路の温度について測定し、確認する。

④ 総慣性モーメント(I)の計算 (モータ軸換算)

(a) 回転アームの場合 (図2-11)

$$\begin{aligned}
 I(\text{Nms}^2) &= (I_L + I_A + I_{G4}) \times (RG1 \times RG2)^2 \dots\dots\dots (\text{減速2段部}) \\
 &\quad + (I_{G3} + I_{G2}) \times (RG1)^2 \dots\dots\dots (\text{減速1段部}) \\
 &\quad + (I_{G1} + I_C + I_M + I_E + I_B) \dots\dots\dots (\text{減速なし部}) \dots\dots\dots (4) \text{式}
 \end{aligned}$$

但し

|          |  |
|----------|--|
| $I_L$    | : 負荷Wのアーム回転軸回りの慣性モーメント (Nms <sup>2</sup> ) |
| $I_A$    | : アームのアーム回転軸回りの慣性モーメント (Nms <sup>2</sup> ) |
| $I_{G1}$ | : 1段目ピニオンの慣性モーメント (Nms <sup>2</sup> )      |
| $I_{G2}$ | : 1段目ギヤの慣性モーメント (Nms <sup>2</sup> )        |
| $I_{G3}$ | : 2段目ピニオンの慣性モーメント (Nms <sup>2</sup> )      |
| $I_{G4}$ | : 2段目ギヤの慣性モーメント (Nms <sup>2</sup> )        |
| $I_C$    | : カップリングの慣性モーメント (Nms <sup>2</sup> )       |
| $I_M$    | : モータ電機子の慣性モーメント (Nms <sup>2</sup> )       |
| $I_E$    | : エンコーダの慣性モーメント (Nms <sup>2</sup> )        |
| $I_B$    | : 内蔵ブレーキの慣性モーメント (Nms <sup>2</sup> )       |
| RG1      | : 1段目ギヤ比 $(\frac{1}{n})$                   |
| RG2      | : 2段目ギヤ比 $(\frac{1}{n})$                   |

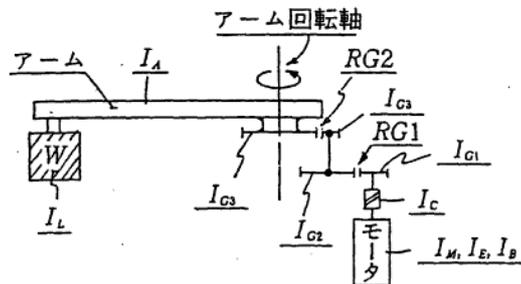


図2-11 回転アーム

(b) 直動アームの場合 (図2-12)

$$\begin{aligned}
 I(\text{Nms}^2) &= W_L + W_A \times \left(\frac{\ell}{2\pi}\right)^2 \times (RG1)^2 \dots\dots\dots (\text{減速2段部}) \\
 &\quad + (I_S + I_{G2}) \times (RG1)^2 \dots\dots\dots (\text{減速1段部}) \\
 &\quad + I_{G1} + I_C + I_M + I_E + I_B \dots\dots\dots (\text{減速なし部}) \dots\dots\dots (5) \text{式}
 \end{aligned}$$

但し

|        |                                     |
|--------|-------------------------------------|
| $W_L$  | : 負荷の重量 (kg)                        |
| $W_A$  | : アームの重量 (kg)                       |
| $I_S$  | : ボールネジの慣性モーメント (Nms <sup>2</sup> ) |
| $\ell$ | : ボールネジのリード (m/回転)                  |

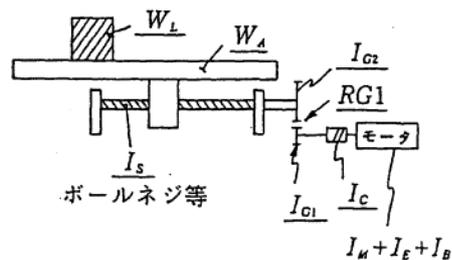


図2-12 直動アーム

(C) 回転体の慣性モーメント ( $I_1$ ) の計算 (図2-13)

$$I_1 (\text{Nms}^2) = \frac{\pi}{32} (D^4 - d^4) \times h \times \rho \times \frac{1}{9.8} \dots\dots\dots (6) \text{式}$$

但し

- D : 外径 (m)
- d : 内径 (m)
- h : 厚み (m)
- $\rho$  : 比重 ( $\text{kg/m}^3$ )

※ 尚慣性が  $GD^2$  で表現されてる場合は  $4 \times g$  で除すること。

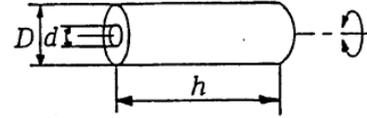


図2-13 回転体

(d) 複雑形状体の慣性モーメント ( $I_2$ ) の計算 (図2-14)

複雑な形状の物体の慣性モーメントは定式化できないので、物体を分割して、各々の分割片毎に慣性モーメントを求め、その総和を物体の慣性モーメントとする。

$$I_2 (\text{Nms}^2) = \sum_{i=1}^{n} (W_i \times y_i^2) \dots\dots\dots (7) \text{式}$$

但し

- $W_i$  = 分割片の重量 (kg)
- $y_i$  = 回転中心から分割片中心までの距離 (m)

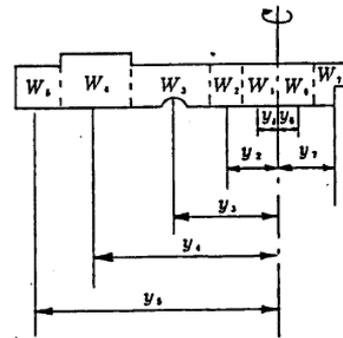


図2-14 複雑形状体

⑤ モータ軸角加速度 ( $\omega$ ) の計算

(a) 回転アームの場合

$$\dot{\omega} (\text{rad/s}^2) = \frac{\theta \cdot 2\pi}{360 \cdot t \cdot RG} \dots\dots\dots (8) \text{式}$$

(b) 直線運動の場合

$$\dot{\omega} (\text{rad/s}^2) = \frac{V \cdot 2\pi}{l \cdot t \cdot RG} \dots\dots\dots (9) \text{式}$$

但し

- t = 加速時間 (秒)
- $\theta$  = アーム回転速度 ( $^\circ/\text{s}$ )
- V = 直線速度 (m/s)
- RG = 総減速比 ( $\frac{1}{n}$ )
- l = ボールネジ、ラック&ピニオン } リード (m/回転)

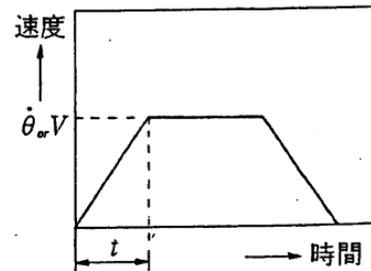


図2-15 角加速度

⑥ 伝達系等の摩擦トルク ( $T_{FD}$ )

摺動部やシール、減速機等の摩擦トルクを減速比で除してモータ軸換算の摩擦トルクとする。特に減速する前の伝達機構の摩擦トルクは直接モータに加わるので、充分注意すること。

⑦ 重力保持トルク ( $T_g$ )

重力保持が必要な場合、保持する物体の重量をギヤ比で除して、モータ軸換算の重力トルクとする。但しエアシリンダやカウンタウェイトで重力バランスをとる場合は重力保持トルクは“0”であるが、エアシリンダの摺動抵抗や、慣性モーメントの増加に注意すること。

⑧ 特殊な負荷トルク ( $T_s$ )

自由度が2以上ある場合、他の軸の動作にて、干渉トルクや遠心力やコリオリの力を受ける場合がある。メカの構成や動作速度からこれらの力を求め、ギヤ比で除してモータ軸換算のトルクとする。

(a) 干渉トルクの例

(i) 2関節アームで、第2アームの駆動トルク ( $T_R$ ) が第1アームに加わる。(図2-16)

(ii) 直線運動と回転軸の組み合わせでも直線軸の加速度 ( $\alpha$ ) が回転軸のオフセット荷重 ( $W$ ) に加わり、オフセット距離 ( $r$ ) に比例した回転軸回りのトルク ( $T_{\pi}$ ) が発生する。

(図2-17)

$$T_{\pi} = \frac{W \cdot \alpha \cdot r}{g} \quad (g: \text{重力加速度 } 9.8\text{m/s}^2)$$

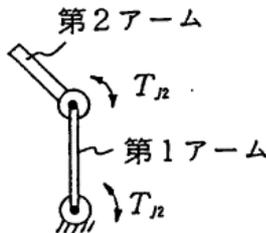


図2-16 干渉トルク i

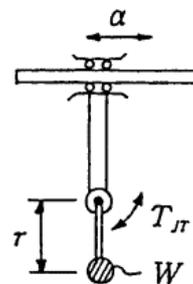


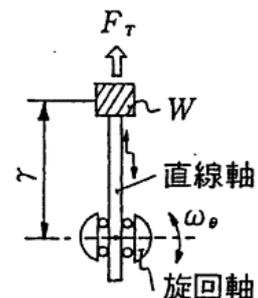
図2-17 干渉トルク ii

(b) 遠心力 ( $F_r$ ) の例

施回軸上の物体 ( $W$ ) には、旋回軸角速度 ( $\omega_0$ ) の2乗と回転半径 ( $r$ ) に比例し、中心から外に向かって遠心力 ( $F_r$ ) が発生する。(図2-18)

$$F_r = \frac{W}{g} \cdot r \cdot \omega_0^2$$

※ 図2-18では、直線軸が遠心力を支える。



(c) コリオリの力( $F_c$ )の例

回転軸上の物体( $W$ )が $V_w$ の速度で動作するとき、物体( $W$ )には、 $W$ と、回転軸角速度( $\omega_e$ )と速度( $V_w$ )の2倍に比例し、 $V_w$ と直角の方向にコリオリの力( $F_c$ )が発生する。

(図2-19)

$$F_c = 2 \cdot \frac{W}{g} \cdot V_w \cdot \omega_e$$

図2-19では回転軸に、コリオリの力( $F_c$ )と半径( $r$ )を乗じたトルクが発生し、また直線軸には、コリオリの力( $F_c$ )と摺動部摩擦係数を乗じた摩擦抵抗が発生する。

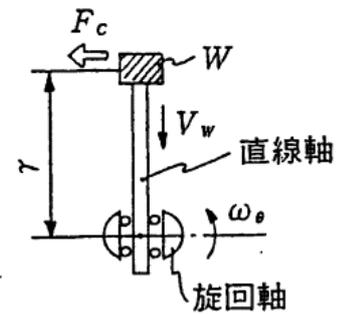


図2-19 コリオリの力

## 第3章

# AC サーボモータの選定

AC サーボモータは指定の10種類のなかから選定します。本章では、各ACサーボモータ選定のための資料を掲載します。

## 目次

|                           |      |
|---------------------------|------|
| 第3章 ACサーボモータの選定           |      |
| 3.1 使用する AC サーボモータ .....  | 3-1  |
| 3.1.1 AC サーボモータ一覧.....    | 3-1  |
| 3.1.2 AC サーボモータの出荷形態..... | 3-1  |
| 3.1.3 AC サーボモータの特性一覧..... | 3-2  |
| 3.1.4 詳細仕様 .....          | 3-3  |
| 3.2 各 AC サーボモータの仕様.....   | 3-6  |
| 3.3 AC サーボモータの外形寸法.....   | 3-11 |

## 第3章 ACサーボモータの選定

### 3.1 使用するACサーボモータ

#### 3.1.1 ACサーボモーター一覧

RC5-SMARTに使用するACサーボモータは、表3-1の中から選択します。  
使用するACサーボモータに合わせてコントローラのIPMボードを装着するので、ACサーボモータの手配はコントローラと同時に行なってください。  
なお、使用するACサーボモータは全型式ともアブソリュートエンコーダを採用しているため、CALレスによる素早い立ち上げが可能です。

表3-1 RC5-SMART に使用する AC サーボモーター一覧

| モータ容量 | ブレーキの有無 | モータ型式     | 品番          |
|-------|---------|-----------|-------------|
| 50w   | 無し      | MSM5AZQ6Q | 410622-0631 |
|       | 有り      | MSM5AZQ6R | 410622-0671 |
| 100w  | 無し      | MSM012Q6U | 410622-0391 |
|       | 有り      | MSM012Q6V | 410622-0401 |
| 200w  | 無し      | MSM022Q6U | 410622-0641 |
|       | 有り      | MSM022Q6V | 410622-0681 |
| 400w  | 無し      | MSM042Q6U | 410622-0651 |
|       | 有り      | MSM042Q6V | 410622-0691 |
| 750w  | 無し      | MSM082Q6U | 410622-0661 |
|       | 有り      | MSM082Q6V | 410622-0701 |

#### 3.1.2 ACサーボモータの出荷形態

ACサーボモータのケーブルは図3-1に示すように、端末処理されたコネクタ付きの状態でお届けされます。

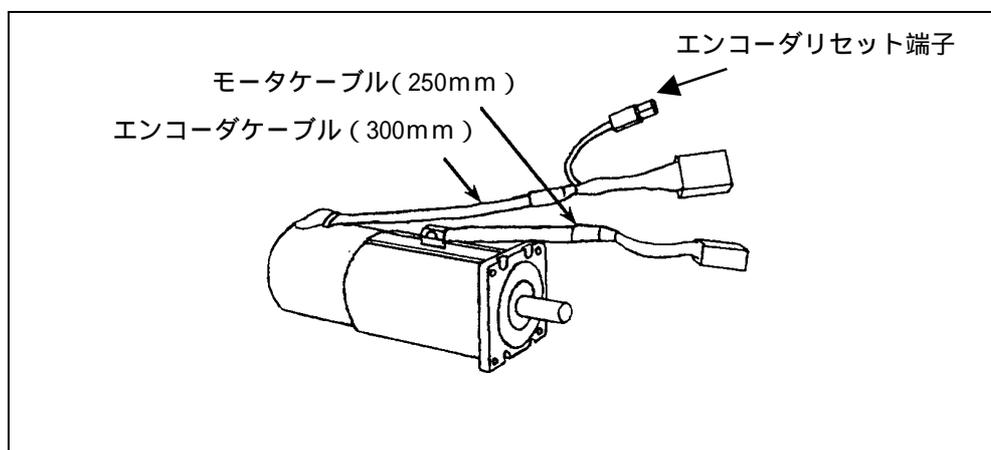


図3-1 ACサーボモータの出荷形態

### 3.1.3 ACサーボモータの特性一覧

各ACサーボモータの主な特性を表3-2に示します。

表 3-2 ACサーボモータ特性一覧

| モータ型式              |                              | MSM5A                        | MSM01           | MSM02           | MSM04           | MSM08           |         |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|
| 定格出力               | W                            | 50                           | 100             | 200             | 400             | 750             |         |
| 定格回転速度             | r/min                        | 3000                         | 3000            | 3000            | 3000            | 3000            |         |
| 最高回転速度             | r/min                        | 5000                         | 5000            | 5000            | 5000            | 4500            |         |
| 定格トルク              | Nm                           | 0.16                         | 0.32            | 0.64            | 1.30            | 2.40            |         |
| 瞬間最大トルク            | Nm                           | 0.48                         | 0.95            | 1.91            | 3.80            | 7.10            |         |
| ロータイナーシャ (ブレーキ無し)  | $\times 10^{-4}\text{kgm}^2$ | 0.036                        | 0.072           | 0.180           | 0.380           | 1.340           |         |
| ロータイナーシャ (ブレーキ付き)  | $\times 10^{-4}\text{kgm}^2$ | 0.041                        | 0.076           | 0.210           | 0.410           | 1.420           |         |
| 定格電流 (注 1)         | Arms                         | 1.0                          | 1.0             | 1.6             | 2.5             | 4.3             |         |
| トルク定数 (注 2)        | $\text{Nm}/\text{A}_{0-p}$   | $0.11 \pm 10\%$              | $0.26 \pm 10\%$ | $0.30 \pm 10\%$ | $0.38 \pm 10\%$ | $0.43 \pm 10\%$ |         |
| 質量 (ブレーキ無し)        | kg                           | 0.37                         | 0.60            | 1.10            | 1.70            | 3.20            |         |
| 質量 (ブレーキ付き)        | kg                           | 0.56                         | 0.80            | 1.50            | 2.10            | 3.80            |         |
| ブレーキ仕様             | 静止摩擦トルク                      | Nm                           | 0.29 以上         |                 | 1.27 以上         |                 | 2.45 以上 |
|                    | 回転部イナーシャ (代表特性値)             | $\times 10^{-4}\text{kgm}^2$ | 0.003           |                 | 0.03            |                 | 0.09    |
|                    | 釈放電圧                         | DC, V                        | 1 以上            |                 |                 |                 |         |
|                    | 励磁電圧                         | DC, V                        | 24 $\pm 10\%$   |                 |                 |                 |         |
| 励磁電流 (冷時 at 24VDC) | DC, A                        | 0.32 以下                      |                 | 0.38 以下         |                 | 0.44 以下         |         |

注 1：定格電流の単位は実効電流値 (Arms) で表す。

注 2：トルク定数の単位はピーク電流値 ( $\text{Nm}/\text{A}_{0-p}$ ) で表す。

## 第3章 ACサーボモータの選定

### 3.1.4 詳細仕様

#### (1) 性能

| 項目          | 内容   |
|-------------|--|
| 耐熱性（許容周囲温度） | ・ 運転時 0 ~ +40<br>・ 放置時 -20 ~ +80   |
| 耐湿性（許容周囲湿度） | 90%RH以下（結露なきこと）  |
| 絶縁抵抗        | DC500Vメガにて冷時20M以上（モータ部：フレーム、リード線間）   |
| 耐圧          | ・ AC1000Vに1分間またはAC1800Vに1秒間耐えること（モータ部）<br>・ AC1200Vに1秒間耐えること（ブレーキ部）  |
| 瞬時最高回転速度    | 最高回転速度の100%  |
| 耐振          | ・ $49\text{m/s}^2$ 以下 X、Y、Z（ただし、モータ停止時は $24.5\text{m/s}^2$ 以下）<br>・ 共振点にて $24.5\text{m/s}^2$ 以下 X、Y、Z 1000万回 |
| 衝撃          | $490\text{m/s}^2$ 各2回（実力値）   |
| 保護構造        | IP40   |

#### (2) 組立精度

外形寸法図による。

- ・ 軸振れは軸横方向で測定
  - ・ フランジ面の直角度、インロー偏心は軸上方向で測定
- エンドプレイ（軸方向ガタ）は0.3mm以下

#### (3) 機器への取付

モータ軸と機器の結合は、フレキシブル継手等を使用する。

剛体継手を使用した場合、わずかな芯ズレで軸に過大な力が作用し、軸破損の原因となる。

都合により剛体継手を使用する場合、モータ軸との取付精度や強度について確認する。

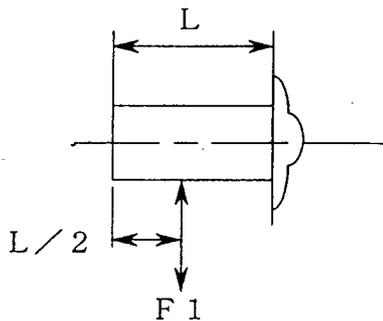
モータには位置検出器が内蔵されており、機器との結合時にモータ軸に過大な力を加えた場合、検出器が破損する場合がありますので十分注意して組み立てること。

リード線は引っ張らない。また、繰り返し曲げには使用しない。

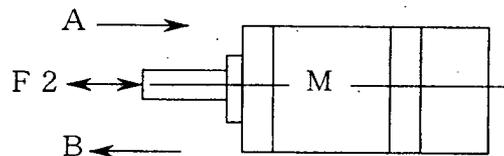
( 4 ) 軸許容荷重 [単位: N]

| モータ         |           | 組立時                |            |       | 運転時                |                    |
|-------------|-----------|--------------------|------------|-------|--------------------|--------------------|
|             |           | ラジアル<br>荷重<br>(F1) | スラスト荷重(F2) |       | ラジアル<br>荷重<br>(F1) | スラスト<br>荷重<br>(F2) |
| 品番          | 型式        |                    | A 方向       | B 方向  |                    |                    |
| 410622-0631 | MSM5AZQ6Q | 147                | 88         | 117.6 | 68.6               | 58                 |
| 410622-0671 | MSM5AZQ6R | 147                | 88         | 117.6 | 73.5               | 58                 |
| 410622-0391 | MSM012Q6U | 147                | 88         | 117.6 | 73.5               | 58                 |
| 410622-0401 | MSM012Q6V | 147                | 88         | 117.6 | 78.4               | 58                 |
| 410622-0641 | MSM022Q6U | 392                | 147        | 196   | 245                | 98                 |
| 410622-0681 | MSM022Q6V | 392                | 147        | 196   | 249.9              | 98                 |
| 410622-0651 | MSM042Q6U | 392                | 147        | 196   | 249.9              | 98                 |
| 410622-0691 | MSM042Q6V | 392                | 147        | 196   | 254.8              | 98                 |
| 410622-0661 | MSM082Q6U | 686                | 294        | 392   | 392                | 147                |
| 410622-0701 | MSM082Q6V | 686                | 294        | 392   | 411.6              | 147                |

ラジアル荷重位置 ( F1 )



スラスト荷重方向 ( F2 )



( 5 ) モータブレーキの仕様

| Item 項目               | Unit 単位                    | 適用モータ          |                |          |
|-----------------------|----------------------------|----------------|----------------|----------|
|                       |                            | MSM5A<br>MSM01 | MSM02<br>MSM04 | MSM08    |
| 静摩擦トルク                | Nm                         | 0.29 以上        | 1.27 以上        | 2.45 以上  |
| 回転イナーシャ (代表特性値)       | $10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> | 0.003          | 0.03           | 0.09     |
| アマチュア吸引時間             | ms                         | 25 以下          | 50 以下          | 60 以下    |
| アマチュア解放時間<br>(代表特性値)  | ms                         | 20 以下          | 15 以下          | 15 以下    |
| 釈放電圧                  | V, DC                      | 1 以上           | 1 以上           | 1 以上     |
| 励磁電圧                  | V, DC                      | 24 ± 10%       | 24 ± 10%       | 24 ± 10% |
| 励磁電流<br>(冷時 at 24VDC) | A, DC                      | 0.32 以下        | 0.38 以下        | 0.44 以下  |

モータ内の内蔵ブレーキは、保持または停電時の非常停止用に使用する。

非常時以外モータが回転中に、励磁を OFF し制動ブレーキとして繰り返し使用しない。

本ブレーキの出荷時のバックラッシュは±1°以下とする。

## 第3章 ACサーボモータの選定

### (6) リード線色と信号

モータリード線

| モータ側    | 名称     |
|---------|--------|
| 赤       | U      |
| 黄 (注 1) | V      |
| 黒       | W      |
| 黄 / 緑   | E (FG) |

ブレーキリード線

| ブレーキ側 | 名称   |
|-------|------|
| 灰     | ブレーキ |
| 灰     | ブレーキ |

注 1 : 750W 用のみ V 相は白色

エンコーダリード線

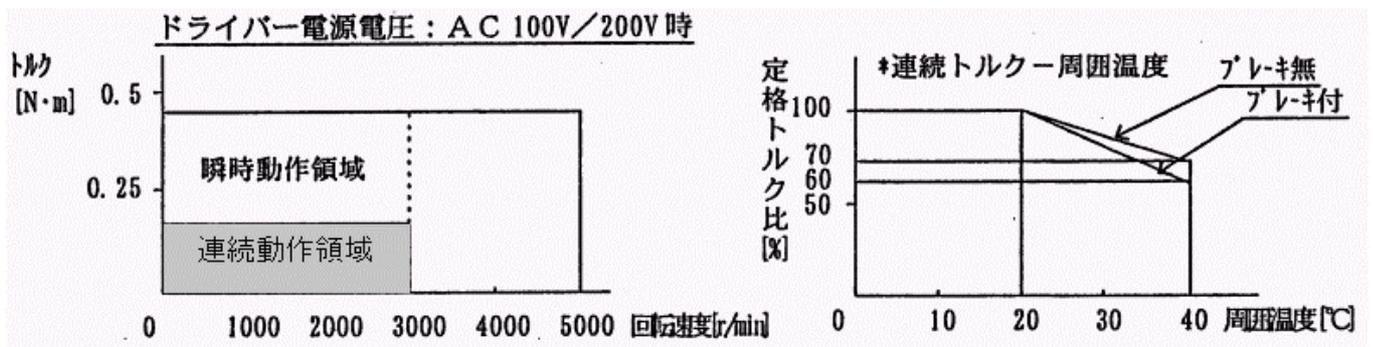
| エンコーダ側 | 名称           | 備考     |
|--------|--------------|--------|
| 赤      | A 相          | ツイストペア |
| 桃      | $\bar{A}$ 相  |        |
| 黄緑     | B 相          | ツイストペア |
| 青      | $\bar{B}$ 相  |        |
| 黄      | Z 相          | ツイストペア |
| 橙      | $\bar{Z}$ 相  |        |
| 肌色     | BAT          | ツイストペア |
| 茶      | COMMON       |        |
| 深緑     | CLR          | ツイストペア |
| 灰      | FG           |        |
| 水色     | RX 相         | ツイストペア |
| 紫      | $\bar{RX}$ 相 |        |
| 白      | +5 V         | ツイストペア |
| 黒      | 0 V          |        |
| シールド線  | シールド         |        |

## 3.2 各 AC サーボモータの仕様

50W用

| 品番       |   | 410622-0631          | 410622-0671          |               |
|----------|---|----------------------|----------------------|---------------|
| モータ型式    | SI 単位   | MSM5AZQ6Q<br>(ブレーキ無) | MSM5AZQ6R<br>(ブレーキ付) | 備考            |
| 定格出力     | W   | 50                   | ←                    |               |
| 定格       | %   | (*100)               | ←                    | * 下記特性曲線による   |
| 極数       |   | 8                    | ←                    |               |
| 定格回転速度   | r/min   | 3000                 | ←                    |               |
| 最高回転速度   | r/min   | 5000                 | ←                    |               |
| 定格トルク    | N·m   | 0.16                 | ←                    |               |
| 瞬時最大トルク  | N·m   | 0.48                 | ←                    |               |
| 定格電流     | A (rms)                                       | (1.0)                | ←                    |               |
| ロータイナーシャ | $\times 10^{-4}$ kg·m <sup>2</sup>            | 0.036                | 0.041                |               |
| 電氣的時定数   | ms  | (0.72)               | ←                    |               |
| 機械的時定数   | ms  | 1.7                  | 2.0                  |               |
| パワーレイト   | kW/s  | 7.0                  | 6.1                  |               |
| 瞬時最大電流   | A (O-P)                                       | (4.3)                | ←                    |               |
| 誘起電圧定数   | $\times 10^{-3}$<br>V (O-P)/min <sup>-1</sup> | 12.0 ± 10%           | ←                    |               |
| トルク定数    | N·m/A (O-P)                                   | 0.11 ± 10%           | ←                    |               |
| 相抵抗      | $\Omega$                                      | 4.3 ± 7%             | ←                    |               |
| 相インダクタンス | mH  | (3.1)                | ←                    | *中心値          |
| 絶縁階級     |   | B                    | ←                    |               |
| 振動階級     |   | V-15                 | ←                    |               |
| 塗装色      |   | アイボリーホワイト            | ←                    | *7.2Y 9.4/0.8 |
| 質量       | kg  | 0.37                 | 0.56                 |               |
| 構造       |   | 全閉自冷                 | ←                    | *オイルシール付      |
| 駆動電源電圧   | V <sub>AC</sub>                               | 100/200              | ←                    |               |

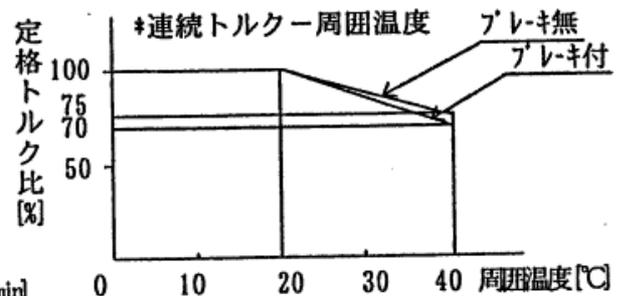
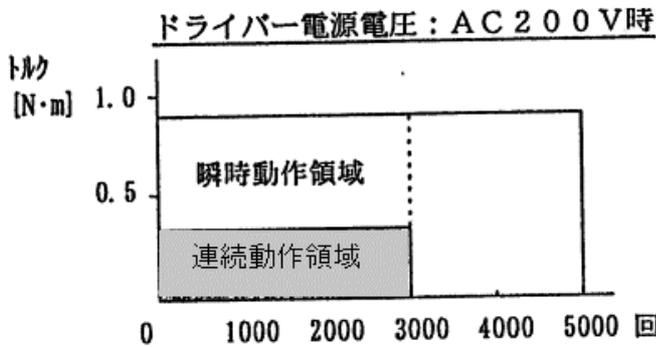
- ・ 上記特性は、テスト用ドライバと組み合わせ調整後の代表値。(代表値 at 20 )
- ・ S - T 特性 (代表値)
- ・ 連続トルクは、一定測定条件でのモータ特性のバラツキを考慮した結果の値。



100W用

| 品番       |   | 410622-0391          | 410622-0401          |               |
|----------|---|----------------------|----------------------|---------------|
| モータ型式    | SI unit                                       | MSM012Q6U<br>(ブレーキ無) | MSM012Q6V<br>(ブレーキ付) | 備考            |
| 定格出力     | W   | 100                  | ←                    |               |
| 定格       | %   | (*100)               | ←                    | * 下記特性曲線による   |
| 極数       |   | 8                    | ←                    |               |
| 定格回転速度   | r/min   | 3000                 | ←                    |               |
| 最高回転速度   | r/min   | 5000                 | ←                    |               |
| 定格トルク    | N·m   | 0.32                 | ←                    |               |
| 瞬時最大トルク  | N·m   | 0.95                 | ←                    |               |
| 定格電流     | A (rms)                                       | (1.0)                | ←                    |               |
| ロータイナーシャ | $\times 10^{-4}$ kg·m <sup>2</sup>            | 0.072                | 0.076                |               |
| 電気的時定数   | ms  | (0.71)               | ←                    |               |
| 機械的時定数   | ms  | 0.89                 | 0.95                 |               |
| パワーレイト   | kW/s  | 14.1                 | 13.2                 |               |
| 瞬時最大電流   | A (O-P)                                       | (4.3)                | ←                    |               |
| 誘起電圧定数   | $\times 10^{-3}$<br>V (O-P)/min <sup>-1</sup> | 27.6 ± 10%           | ←                    |               |
| トルク定数    | N·m/A (O-P)                                   | 0.26 ± 10%           | ←                    |               |
| 相抵抗      | $\Omega$                                      | 5.8 ± 7%             | ←                    |               |
| 相インダクタンス | mH  | (4.1)                | ←                    | *中心値          |
| 絶縁階級     |   | B                    | ←                    |               |
| 振動階級     |   | V-15                 | ←                    |               |
| 塗装色      |   | アイボリーホワイト            | ←                    | *7.2Y 9.4/0.8 |
| 質量       | kg  | 0.6                  | 0.8                  |               |
| 構造       |   | 全閉自冷                 | ←                    | *オイルシール付      |
| 駆動電源電圧   | V <sub>AC</sub>                               | 200                  | ←                    |               |

- ・ 上記特性は、テスト用ドライバと組み合わせ調整後の代表値。(代表値 at 20 )
- ・ S - T特性 (代表値)
- ・ 連続トルクは、一定測定条件でのモータ特性のバラツキを考慮した結果の値。

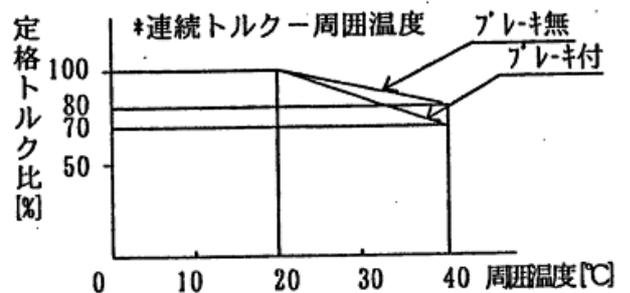
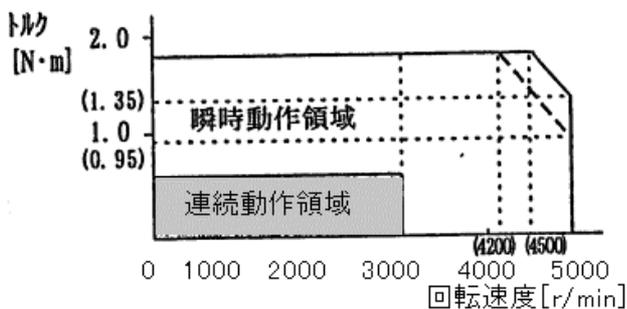


200W用

| 品番       |   | 410622-0641          | 410622-0681          |               |
|----------|---|----------------------|----------------------|---------------|
| モータ型式    | SI unit                                       | MSM022Q6U<br>(ブレーキ無) | MSM022Q6V<br>(ブレーキ付) | 備考            |
| 定格出力     | W   | 200                  | ←                    |               |
| 定格       | %   | (*100)               | ←                    | *下記特性曲線による    |
| 極数       |   | 8                    | ←                    |               |
| 定格回転速度   | r/min   | 3000                 | ←                    |               |
| 最高回転速度   | r/min   | 5000                 | ←                    |               |
| 定格トルク    | N·m   | 0.64                 | ←                    |               |
| 瞬時最大トルク  | N·m   | 1.91                 | ←                    |               |
| 定格電流     | A (rms)                                       | (1.6)                | ←                    |               |
| ロータイナーシャ | $\times 10^{-4}$ kg·m <sup>2</sup>            | 0.18                 | 0.21                 |               |
| 電氣的時定数   | ms  | (3.2)                | ←                    |               |
| 機械的時定数   | ms  | 0.64                 | 0.75                 |               |
| パワーレイト   | kW/s  | 23.0                 | 19.7                 |               |
| 瞬時最大電流   | A (O-P)                                       | (6.9)                | ←                    |               |
| 誘起電圧定数   | $\times 10^{-3}$<br>V (O-P)/min <sup>-1</sup> | 31.4 ± 10%           | ←                    |               |
| トルク定数    | N·m/A (O-P)                                   | 0.30 ± 10%           | ←                    |               |
| 相抵抗      | $\Omega$                                      | 2.2 ± 7%             | ←                    |               |
| 相インダクタンス | mH  | (7.0)                | ←                    | *中心値          |
| 絶縁階級     |   | B                    | ←                    |               |
| 振動階級     |   | V-15                 | ←                    |               |
| 塗装色      |   | アイボリーホワイト            | ←                    | *7.2Y 9.4/0.8 |
| 質量       | kg  | 1.1                  | 1.5                  |               |
| 構造       |   | 全閉自冷                 | ←                    | *オイルシール付      |
| 駆動電源電圧   | V <sub>AC</sub>                               | 200                  | ←                    |               |

- ・ 上記特性は、テスト用ドライバと組み合わせ調整後の代表値。(代表値 at 20 )
- ・ S - T特性 (代表値)
- ・ 連続トルクは、一定測定条件でのモータ特性のバラツキを考慮した結果の値。

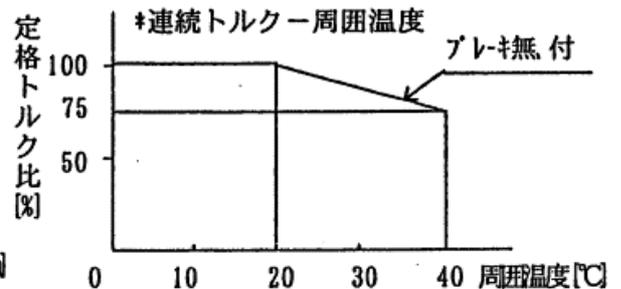
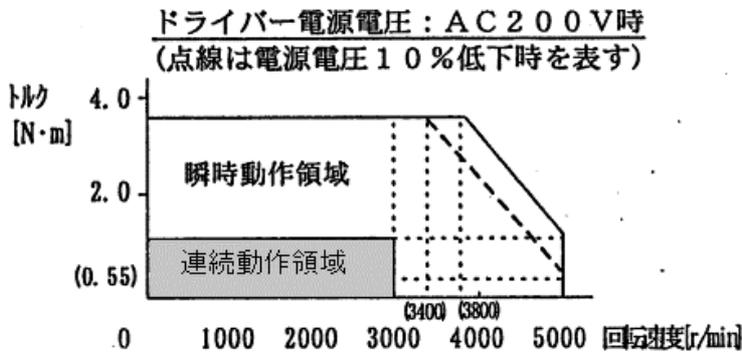
ドライバー電源電圧：AC200V時  
(点線は電源電圧10%低下時を表す)



400W用

| 品番       |   | 410622-0651          | 410622-0691          |               |
|----------|---|----------------------|----------------------|---------------|
| モータ型式    | SI unit                                       | MSM042Q6U<br>(ブレーキ無) | MSM042Q6V<br>(ブレーキ付) | 備考            |
| 定格出力     | W   | 400                  | ←                    |               |
| 定格       | %   | (*100)               | ←                    | * 下記特性曲線による   |
| 極数       |   | 8                    | ←                    |               |
| 定格回転速度   | r/min   | 3000                 | ←                    |               |
| 最高回転速度   | r/min   | 5000                 | ←                    |               |
| 定格トルク    | N·m   | 1.3                  | ←                    |               |
| 瞬時最大トルク  | N·m   | 3.8                  | ←                    |               |
| 定格電流     | A (rms)                                       | (2.5)                | ←                    |               |
| ロータイナーシャ | $\times 10^{-4}$ kg·m <sup>2</sup>            | 0.38                 | 0.41                 |               |
| 電氣的時定数   | ms  | (4.0)                | ←                    |               |
| 機械的時定数   | ms  | 0.53                 | 0.57                 |               |
| パワーレイト   | kW/s  | 42.5                 | 39.4                 |               |
| 瞬時最大電流   | A (O-P)                                       | (10.5)               | ←                    |               |
| 誘起電圧定数   | $\times 10^{-3}$<br>V (O-P)/min <sup>-1</sup> | 40.2 ± 10%           | ←                    |               |
| トルク定数    | N·m/A (O-P)                                   | 0.38 ± 10%           | ←                    |               |
| 相抵抗      | $\Omega$                                      | 1.35 ± 7%            | ←                    |               |
| 相インダクタンス | mH  | (5.4)                | ←                    | *中心値          |
| 絶縁階級     |   | B                    | ←                    |               |
| 振動階級     |   | V-15                 | ←                    |               |
| 塗装色      |   | アイボリーホワイト            | ←                    | *7.2Y 9.4/0.8 |
| 質量       | kg  | 1.7                  | 2.1                  |               |
| 構造       |   | 全閉自冷                 | ←                    | *オイルシール付      |
| 駆動電源電圧   | V <sub>AC</sub>                               | 200                  | ←                    |               |

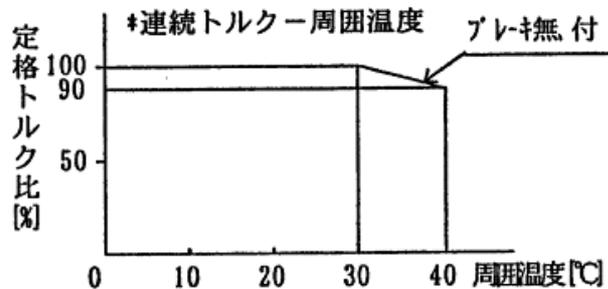
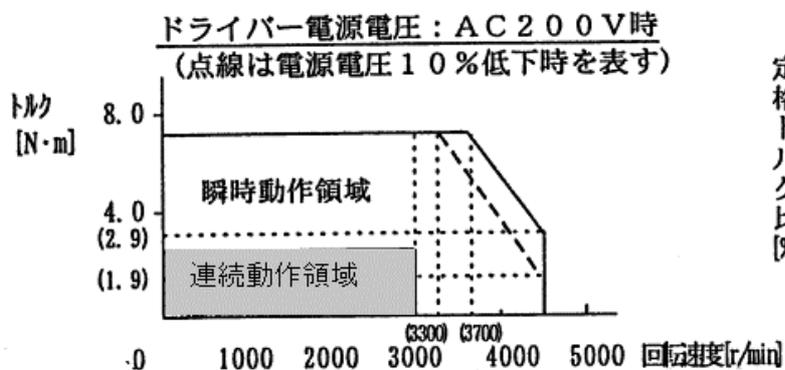
- ・ 上記特性は、テスト用ドライバと組み合わせ調整後の代表値。(代表値 at 20 )
- ・ S - T特性 (代表値)
- ・ 連続トルクは、一定測定条件でのモータ特性のバラツキを考慮した結果の値。



750W用

| 品番       |  | 410622-0661          | 410622-0701          |               |
|----------|--|----------------------|----------------------|---------------|
| モータ型式    | SI unit  | MSM082Q6U<br>(ブレーキ無) | MSM082Q6V<br>(ブレーキ付) | 備考            |
| 定格出力     | W  | 750                  | ←                    |               |
| 定格       | %  | (*100)               | ←                    | * 下記特性曲線による   |
| 極数       |  | 8                    | ←                    |               |
| 定格回転速度   | r/min  | 3000                 | ←                    |               |
| 最高回転速度   | r/min  | 4500                 | ←                    |               |
| 定格トルク    | N·m  | 2.4                  | ←                    |               |
| 瞬時最大トルク  | N·m  | 6.9                  | ←                    |               |
| 定格電流     | A (rms)  | (4.3)                | ←                    |               |
| ロータイナーシャ | $\times 10^{-4} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$         | 1.34                 | 1.42                 |               |
| 電氣的時定数   | ms   | (7.9)                | ←                    |               |
| 機械的時定数   | ms   | 0.42                 | 0.45                 |               |
| パワーレイト   | kW/s   | 42.2                 | 39.9                 |               |
| 瞬時最大電流   | A (O-P)  | (18.6)               | ←                    |               |
| 誘起電圧定数   | $\times 10^{-3} \text{ V}_{(O-P)}/\text{min}^{-1}$ | $45.3 \pm 10\%$      | ←                    |               |
| トルク定数    | N·m/A (O-P)  | $0.43 \pm 10\%$      | ←                    |               |
| 相抵抗      | $\Omega$   | $0.39 \pm 7\%$       | ←                    |               |
| 相インダクタンス | mH   | (3.1)                | ←                    | *中心値          |
| 絶縁階級     |  | B                    | ←                    |               |
| 振動階級     |  | V-15                 | ←                    |               |
| 塗装色      |  | アイボリーホワイト            | ←                    | *7.2Y 9.4/0.8 |
| 質量       | kg   | 3.2                  | 3.8                  |               |
| 構造       |  | 全閉自冷                 | ←                    | *オイルシール付      |
| 駆動電源電圧   | V <sub>AC</sub>                                    | 200                  | ←                    |               |

- ・ 上記特性は、テスト用ドライバと組み合わせ調整後の代表値。(代表値 at 20 )
- ・ S - T特性 (代表値)
- ・ 連続トルクは、一定測定条件でのモータ特性のバラツキを考慮した結果の値。



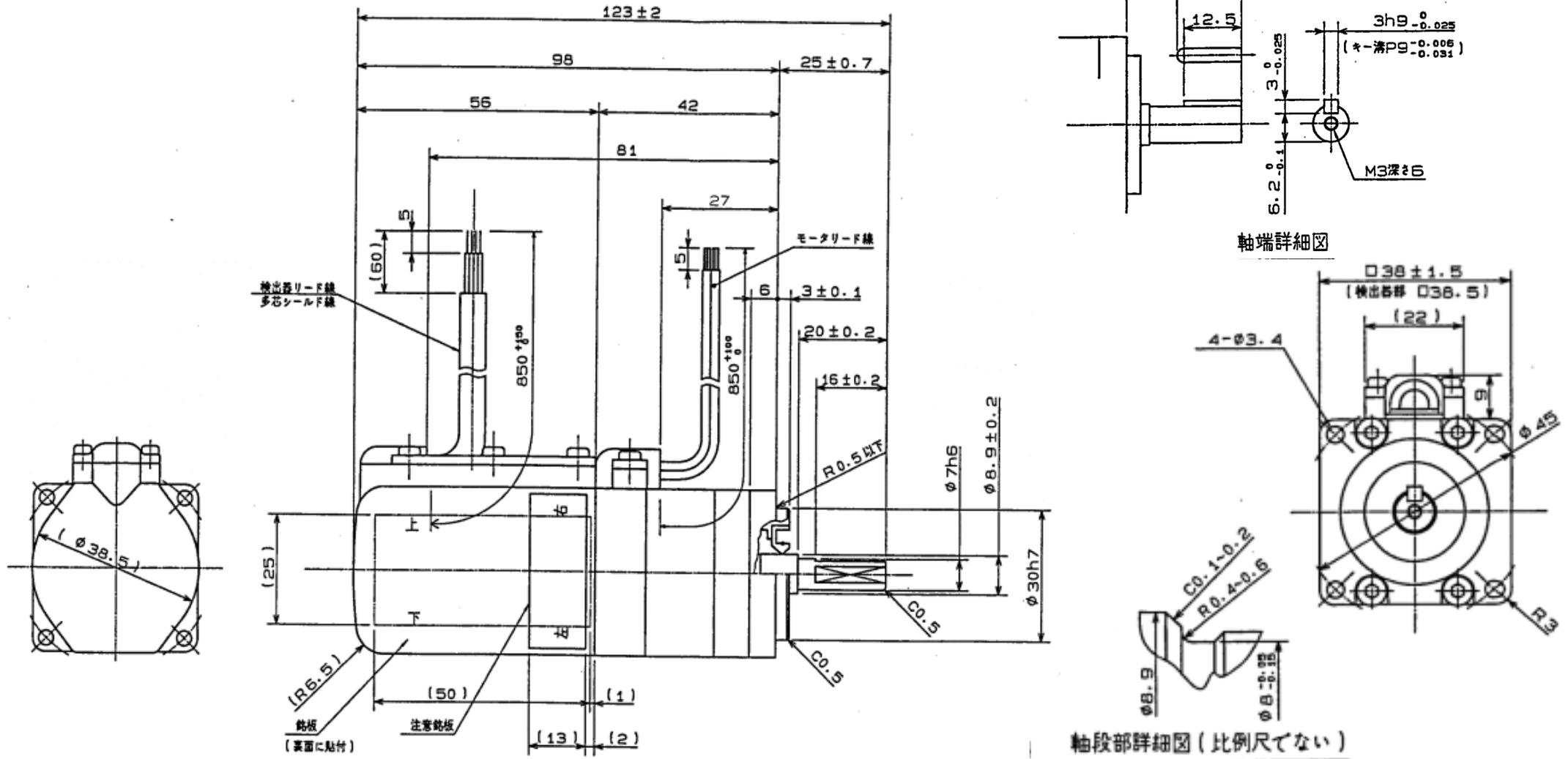
### 3.3 ACサーボモータの外形寸法

#### ■50W ブレーキ無

| 品番          | 型式        | 定格出力 | 定格回転速度     | 最高回転速度   | ブレーキ |
|-------------|-----------|------|------------|----------|------|
| 410622-0631 | MSM5AZQ6Q | 50 W | 3000 r/min | 5000 rpm | 無    |

注記 1. 組立精度は日本工作機械工業会規格(MAS402-1981)に準拠しています。(TIR値)

- ・軸端の振れ0.03 (軸出中央)
  - ・フランジ面の軸に対する直角度0.08 (45°)
  - ・フランジはめ合い外形の軸に対する偏心率0.06 (インロー中央)
2. フランジ取付ボルトは六角穴付ボルトを使用してください。  
 3. リード線の長さは、P3-1を参照してください。



# ■ 50W ブレーキ付

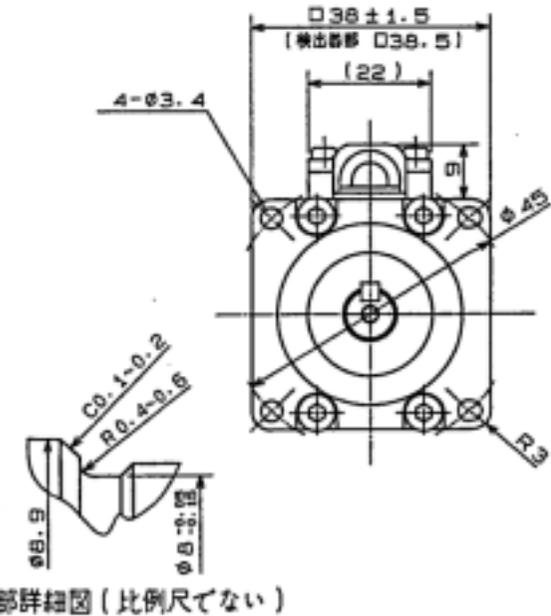
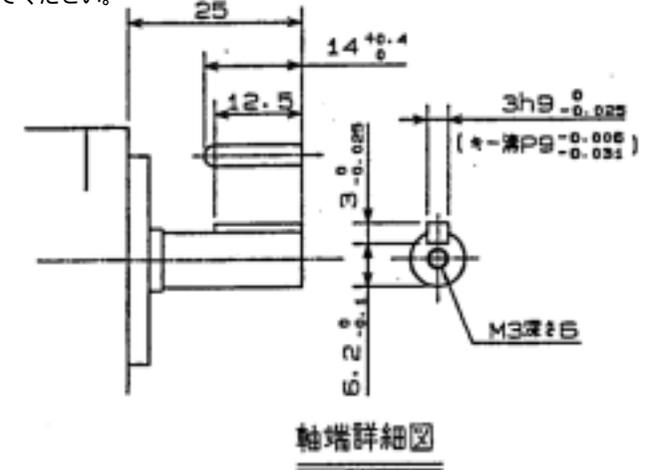
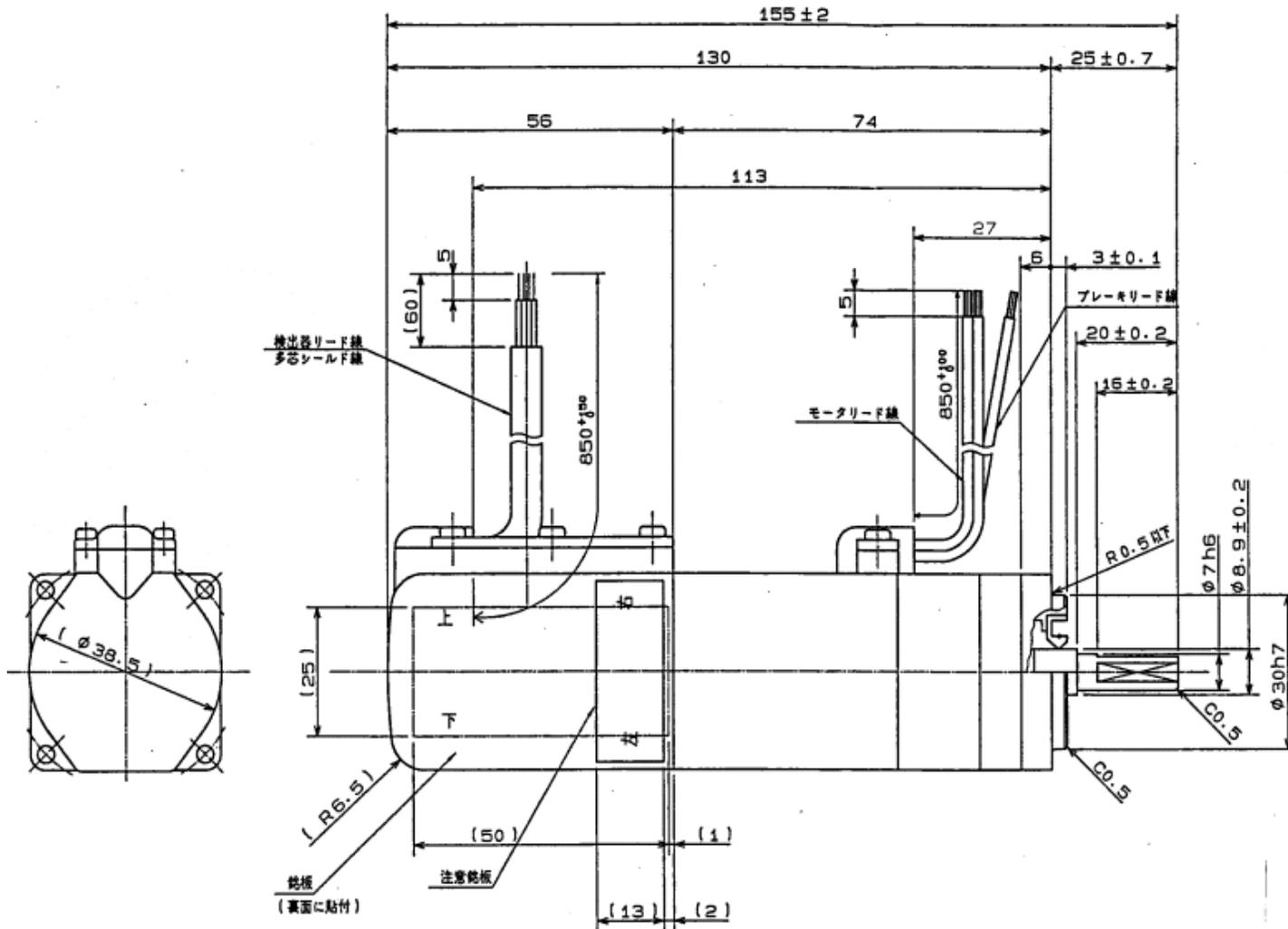
| 品番          | 型式        | 定格出力 | 定格回転速度     | 最高回転度    | ブレーキ |
|-------------|-----------|------|------------|----------|------|
| 410622-0671 | MSM5AZQ6R | 50 W | 3000 r/min | 5000 rpm | 付    |

注記 1. 組立精度は日本工作機械工業会規格(MAS402-1981)に準拠しています。(TIR値)

- ・軸端の振れ0.03 (軸出中央)
- ・フランジ面の軸に対する直角度0.08 ( 45)
- ・フランジはめ合い外形の軸に対する偏心度 0.06 (インロー中央)

2. フランジ取付ボルトは六角穴付ボルトを使用してください。

3. リード線の長さは、P3-1を参照してください。



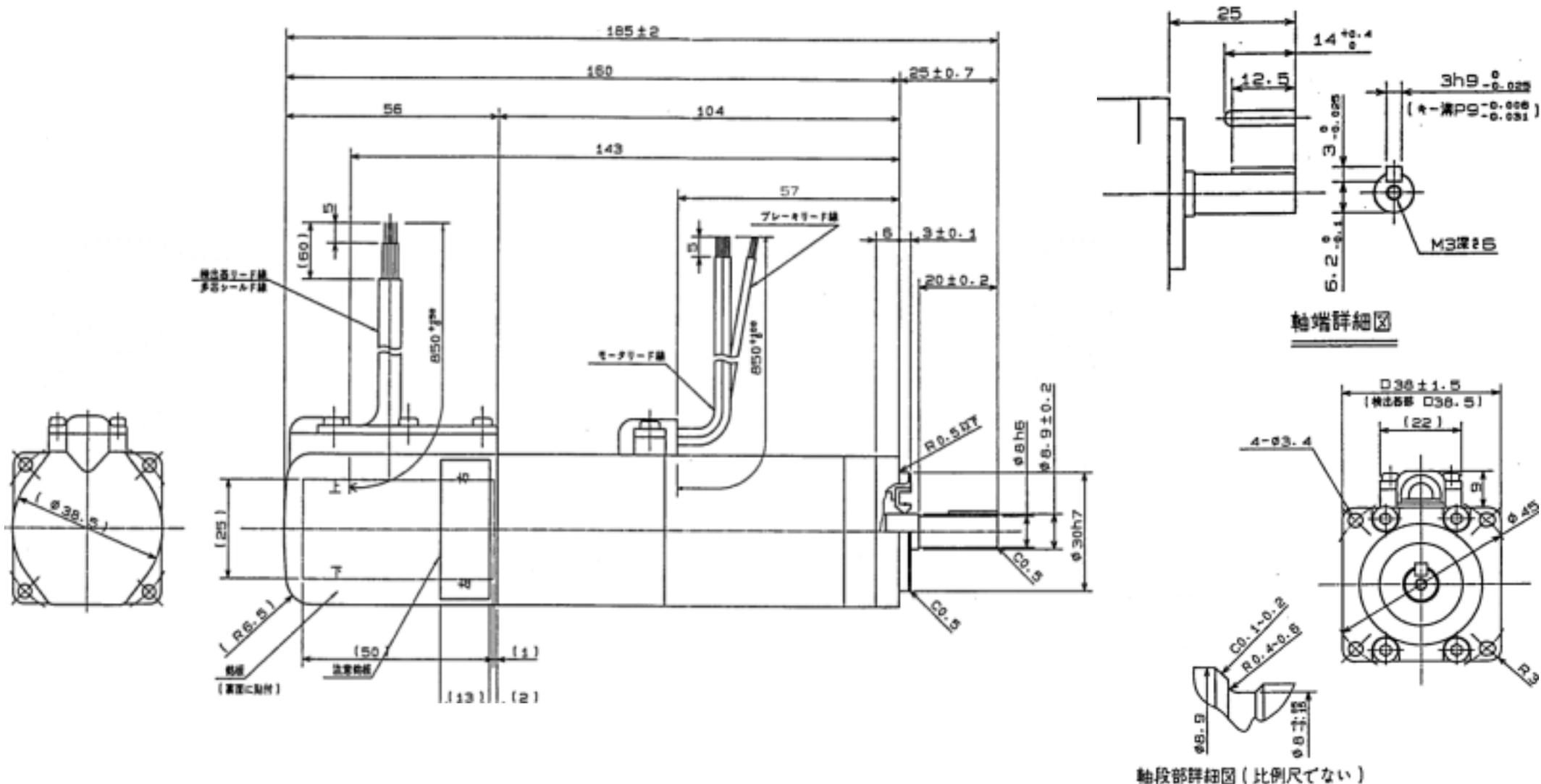


## ■100W ブレーキ付

| 品番          | 型式        | 定格出力  | 定格回転速度     | 最高回転速度     | ブレーキ |
|-------------|-----------|-------|------------|------------|------|
| 410622-0401 | MSM012Q6V | 100 W | 3000 r/min | 5000 r/min | 付    |

注記 1. 組立精度は日本工作機械工業会規格(MAS402-1981)に準拠しています。(TIR値)

- ・軸端の振れ0.03 (軸出中央)
  - ・フランジ面の軸に対する直角度0.08 ( 45)
  - ・フランジはめ合い外形の軸に対する偏心率 0.06 (インロー中央)
2. フランジ取付ボルトは六角穴付ボルトを使用してください。
  3. リード線の長さは、P3-1を参照してください。
  4. キーはキー溝に挿入せず、モータ同梱とします。

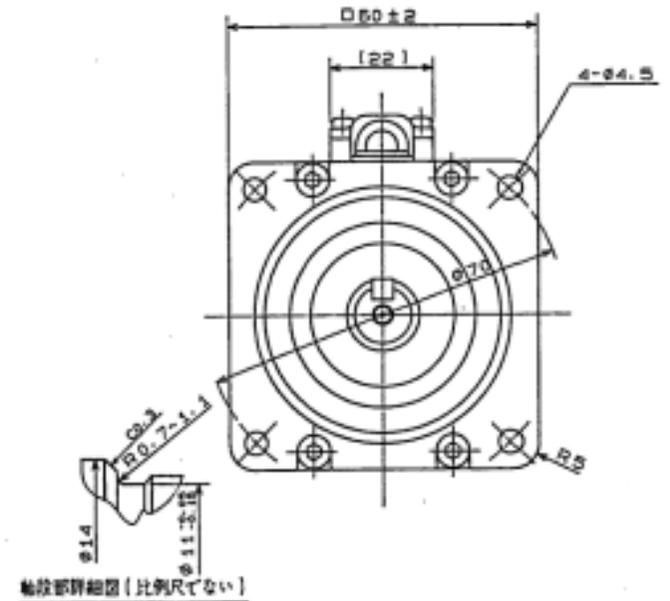
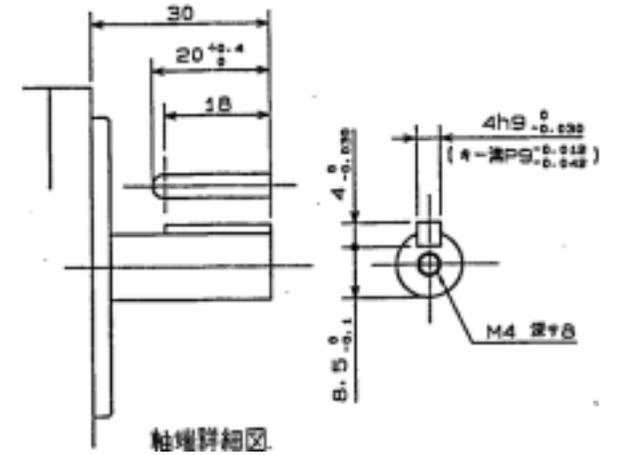
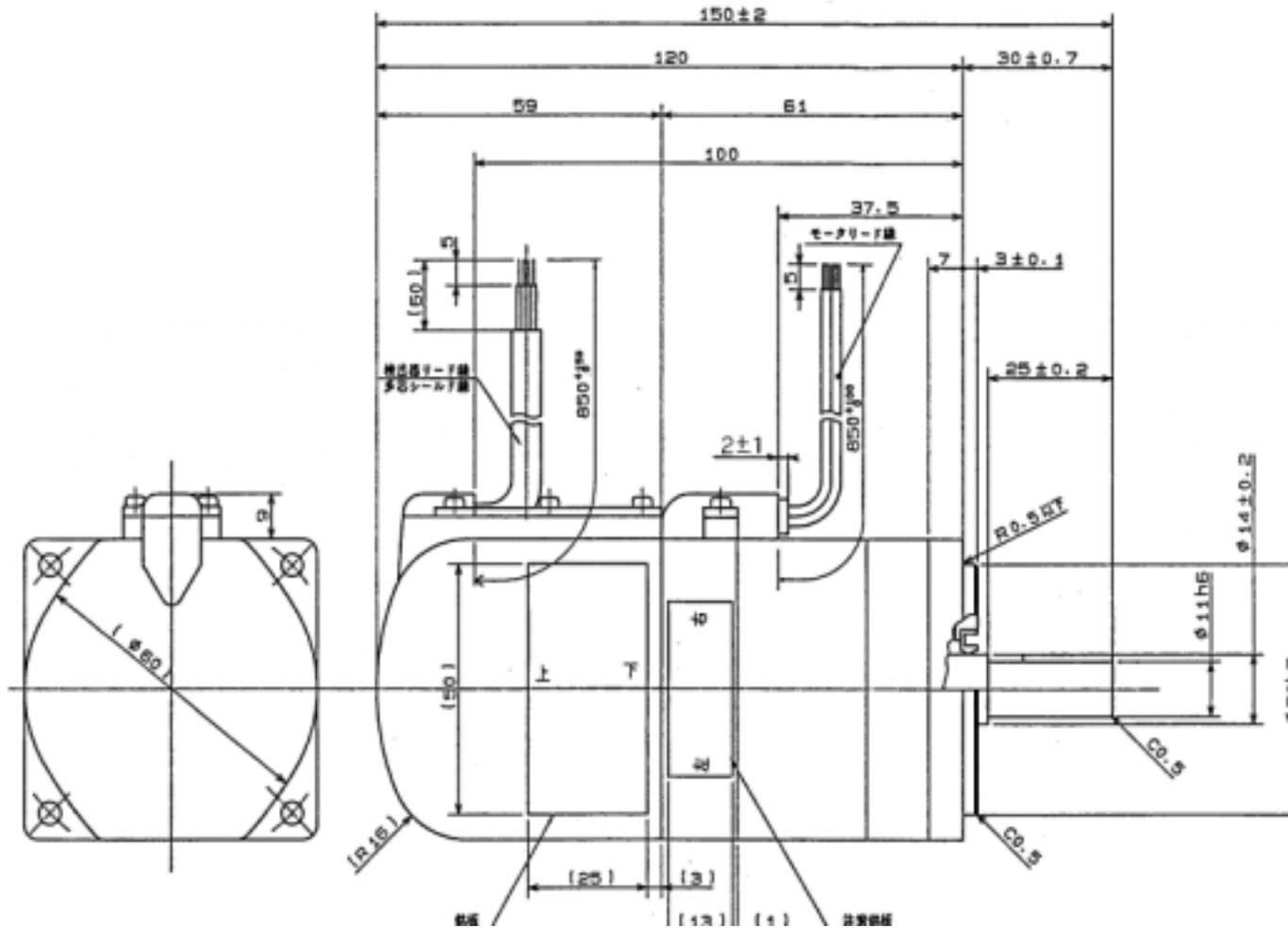


#### ■ 200W ブレーキ無

| 品番          | 型式        | 定格出力  | 定格回転速度     | 最高回転速度     | ブレーキ |
|-------------|-----------|-------|------------|------------|------|
| 410622-0641 | MSM022Q6U | 200 W | 3000 r/min | 5000 r/min | 無    |

注記 1. 組立精度は日本工作機械工業会規格(MAS402-1981)に準拠しています。(TIR値)

- ・軸端の振れ0.03 (軸出中央)
  - ・フランジ面の軸に対する直角度0.08 ( 70)
  - ・フランジはめ合い外形の軸に対する偏心度 0.06 (インロー中央)
2. フランジ取付ボルトは六角穴付ボルトを使用してください。
  3. リード線の長さは、P3-1を参照してください。
  4. キーはキー溝に挿入せず、モータ同梱とします。

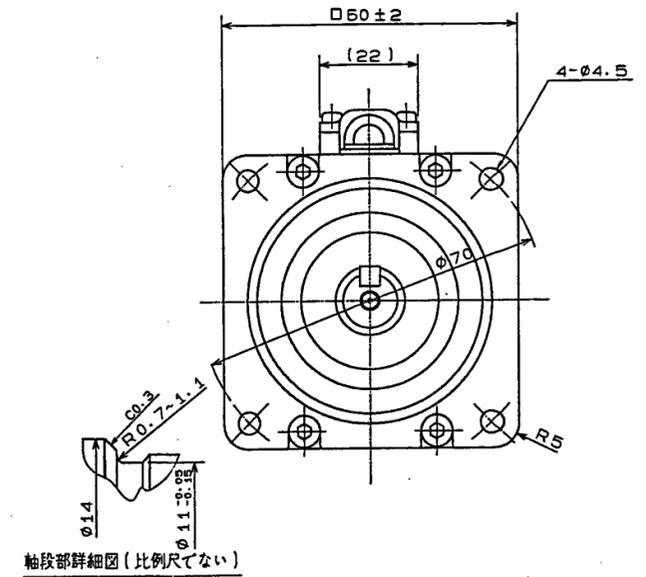
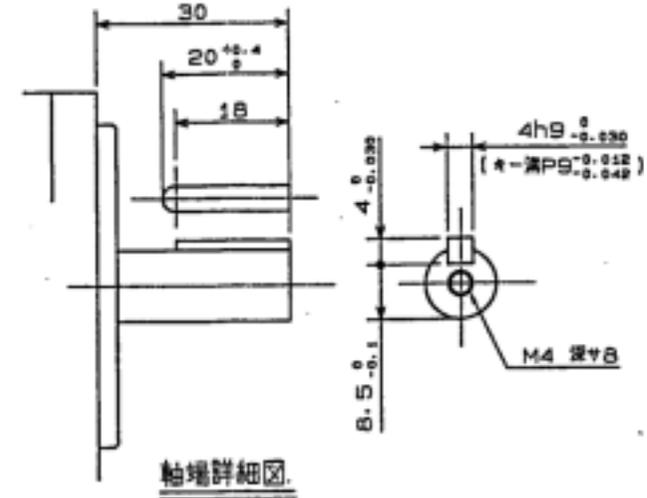
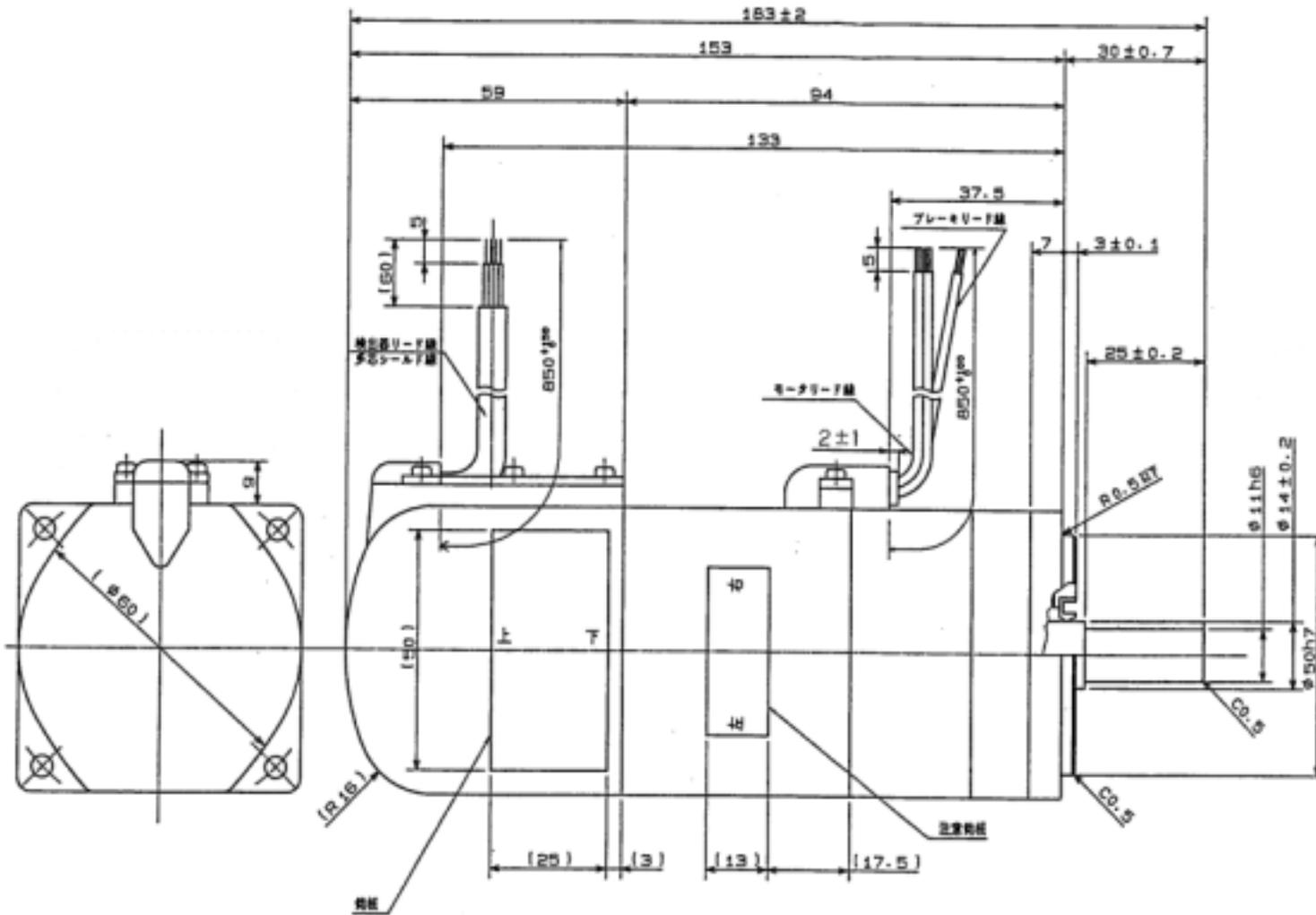


## ■ 200W ブレーキ付

| 品番          | 型式        | 定格出力  | 定格回転速度     | 最高回転速度     | ブレーキ |
|-------------|-----------|-------|------------|------------|------|
| 410622-0681 | MSM022Q6V | 200 W | 3000 r/min | 5000 r/min | 付    |

注記 1. 組立精度は日本工作機械工業会規格(MAS402-1981)に準拠しています。(TIR値)

- ・軸端の振れ0.03(軸出中央)
  - ・フランジ面の軸に対する直角度0.08(70)
  - ・フランジはめ合い外形の軸に対する偏心率0.06(インロー中央)
- フランジ取付ボルトは六角穴付ボルトを使用してください。
  - リード線の長さは、P3-1を参照してください。
  - キーはキー溝に挿入せず、モータ同梱とします。

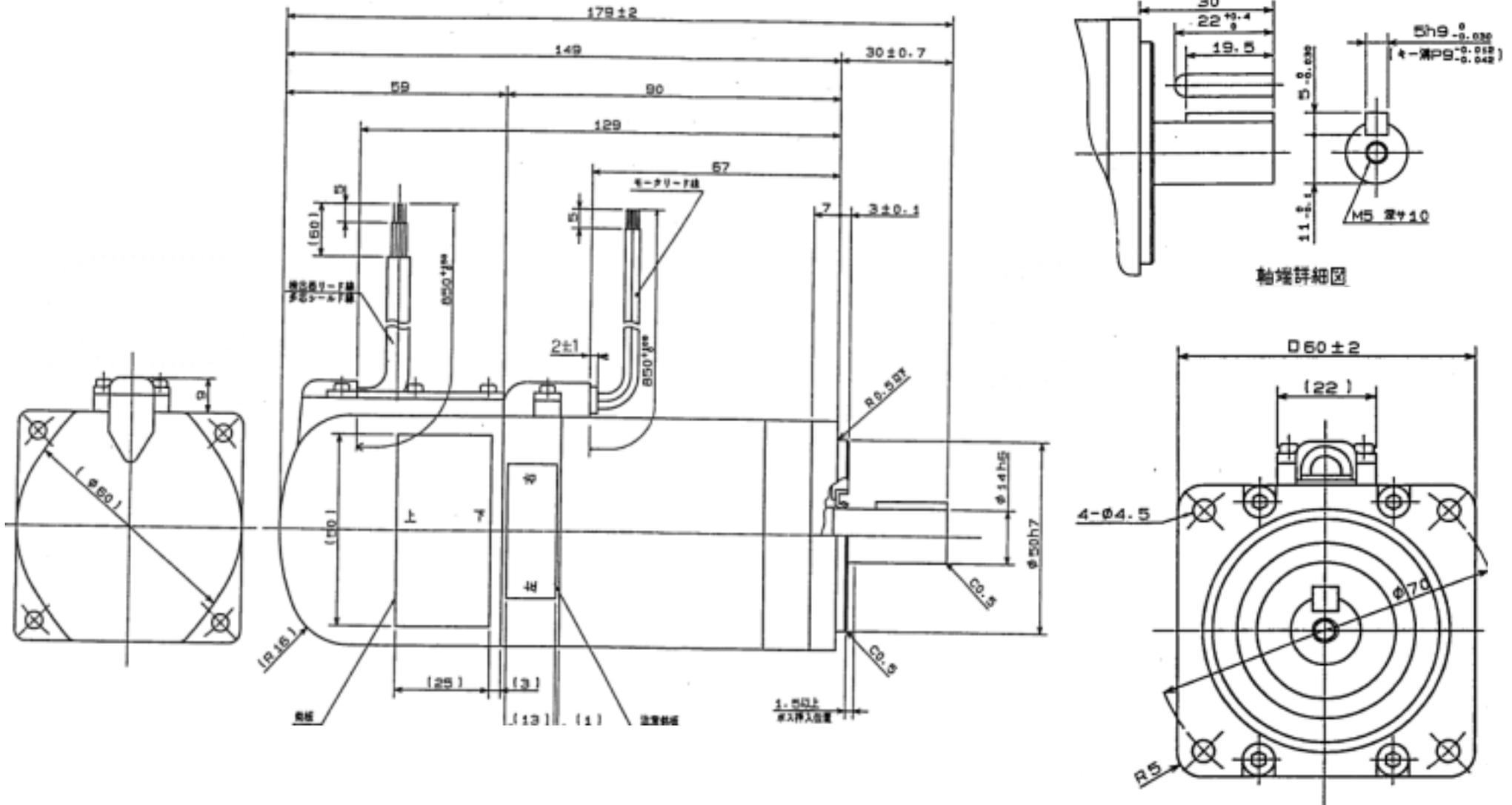


#### ■ 400W ブレーキ無

| 品番          | 型式        | 定格出力  | 定格回転速度     | 最高回転速度     | ブレーキ |
|-------------|-----------|-------|------------|------------|------|
| 410622-0651 | MSM042Q6U | 400 W | 3000 r/min | 5000 r/min | 無    |

注記 1. 組立精度は日本工作機械工業会規格(MAS402-1981)に準拠しています。(TIR値)

- ・軸端の振れ0.03 (軸出中央)
  - ・フランジ面の軸に対する直角度0.08 (70)
  - ・フランジはめ合い外形の軸に対する偏心率0.06 (インロー中央)
2. フランジ取付ボルトは六角穴付ボルトを使用してください。
  3. リード線の長さは、P3-1を参照してください。
  4. キーはキー溝に挿入せず、モータ同梱とします。





■ 750W ブレーキ無

| 品番          | 型式        | 定格出力  | 定格回転速度     | 最高回転速度     | ブレーキ |
|-------------|-----------|-------|------------|------------|------|
| 410622-0661 | MSM082Q6U | 750 W | 3000 r/min | 4500 r/min | 無    |

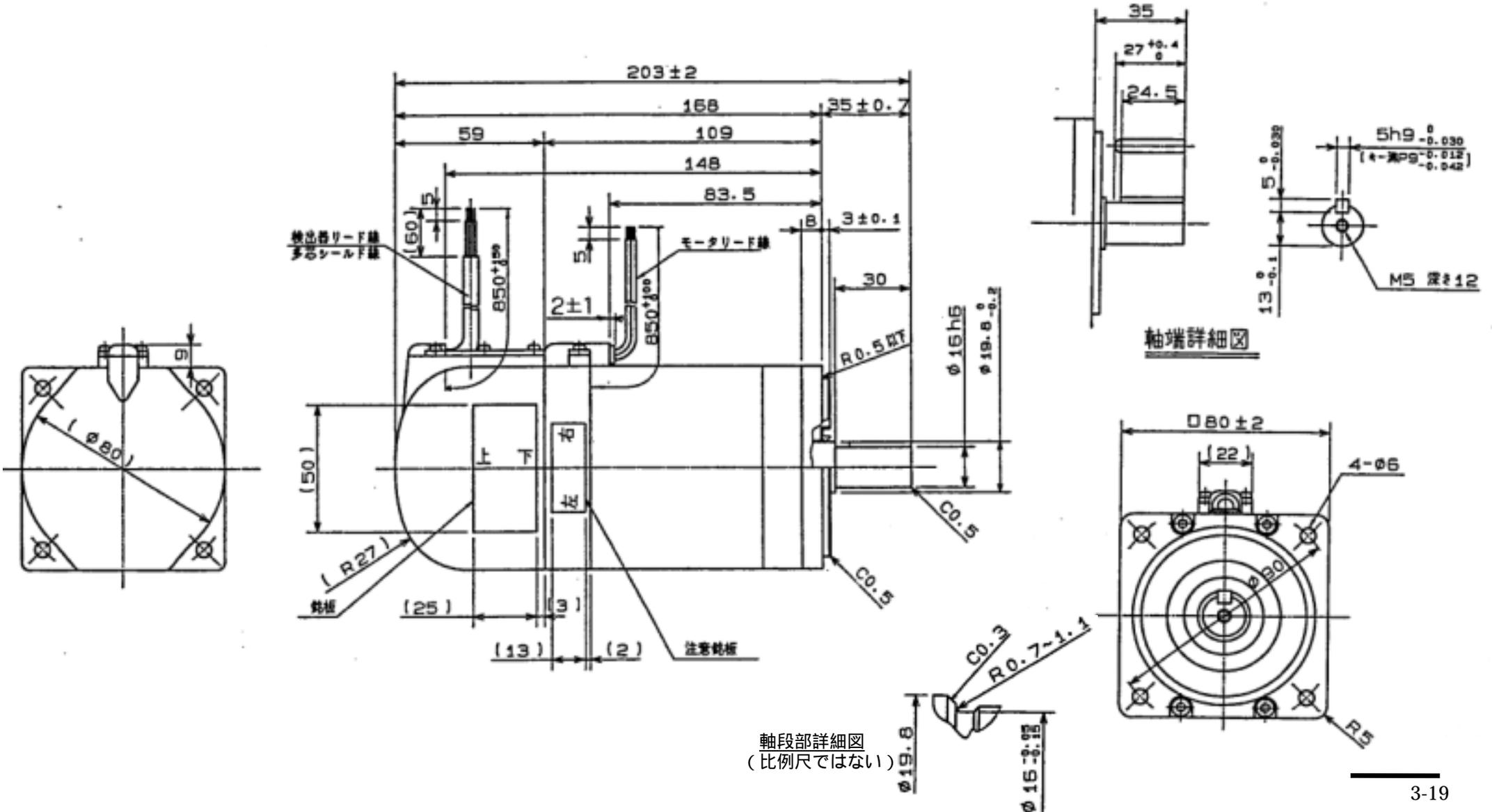
注記 1. 組立精度は日本工作機械工業会規格(MAS402-1981)に準拠しています。(TIR値)

- ・軸端の振れ0.03(軸出中央)
- ・フランジ面の軸に対する直角度0.08(90°)
- ・フランジはめ合い外形の軸に対する偏心率0.06(インロー中央)

2. フランジ取付ボルトは六角穴付ボルトを使用してください。

3. リード線の長さは、P3-1を参照してください。

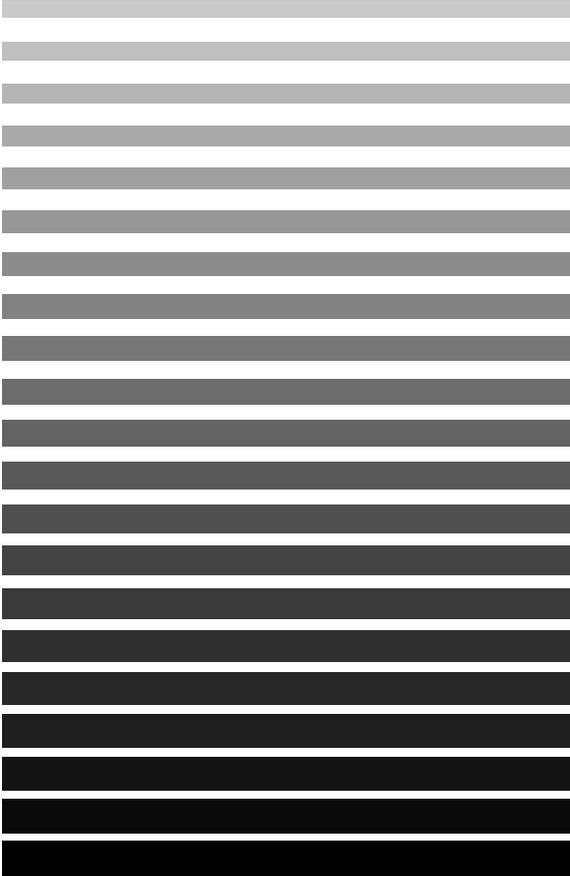
4. キーはキー溝に挿入せず、モータ同梱とします。





## 第 4 章

# 各軸パラメータの設定



この章では、各軸パラメータの設定方法について説明します。

## 目次

### 第4章 各軸パラメータの設定

|  |      |
|--|------|
| 4.1 「付加軸軌道生成パラメータ」「付加軸サーボパラメータ」ウインドウの表示..... | 4-1  |
| 4.2 各軸パラメータの設定詳細.....                        | 4-7  |
| 4.3 各軸ゲイン調整.....                             | 4-12 |
| 4.3.1 オートゲインチューニング実施方法.....                  | 4-13 |
| [1] オートゲインチューニング実施時の条件.....                  | 4-13 |
| [2] オートゲインチューニングの操作手順.....                   | 4-13 |
| 4.3.2 マニュアルゲインチューニングの実施方法.....               | 4-17 |
| [1] パラメータ詳細説明.....                           | 4-18 |
| [2] サーボ単軸データのモニタ機能.....                      | 4-20 |
| [3] マニュアルゲインチューニングの操作手順.....                 | 4-22 |
| [4] 速度制御系ゲインの簡易調整方法.....                     | 4-23 |
| 4.4 各軸専用操作.....                              | 4-24 |
| 4.4.1 各軸 CALSET 方法.....                      | 4-24 |
| 4.4.2 全軸ブレーキ解除とロック方法.....                    | 4-25 |
| 4.4.3 各軸エンコーダのリセット方法.....                    | 4-26 |
| 4.5 各軸パラメータ設定関連のコマンド.....                    | 4-27 |
| [1] サーボ単軸データモニタ機能のコマンド.....                  | 4-27 |
| SetMonitorCond.....                          | 4-27 |
| StartSrvMonitor.....                         | 4-28 |
| StopSrvMonitor.....                          | 4-28 |
| ClearSrvMonitor.....                         | 4-29 |
| [2] 動作中断機能のコマンド.....                         | 4-30 |
| MotionSkip.....                              | 4-30 |
| MotionComp.....                              | 4-31 |
| [3] サーボ内部データ取得コマンド.....                      | 4-32 |
| GetSrvData.....                              | 4-32 |
| GetJntData.....                              | 4-33 |

# 第4章 各軸パラメータの設定

各軸を使用するには、各軸のパラメータを設定しておく必要があります。各軸パラメータには、以下の2種類があり、いずれもティーチングペンダントを使用して設定します。

- (1) 各軸軌道生成パラメータ  
各軸の動作条件（速度、加速度、可動範囲など）を設定するパラメータ
- (2) 各軸サーボパラメータ  
各軸サーボ系のゲインなどを設定するパラメータ

## 4.1 「付加軸軌道生成パラメータ」「付加軸サーボパラメータ」ウインドウの表示

- (1) [付加軸設定]画面の表示

操作経路： 基本画面 [F2 アーム] [F12 保守] [F7 付加軸設定]



[付加軸設定]画面

### (2) 各軸軌道生成パラメータ変更方法



上の[付加軸設定]画面で[F7 付加軸軌道]を押すと、次の[付加軸軌道生成]ウィンドウが現れます。

カーソルキーまたはジョグダイヤルで該当軸(例では1軸)を選択してください。



[OK]を押すと[付加軸軌道生成パラメータ]ウィンドウが表示されます。ここで、各軸軌道生成パラメータのパラメータ値を変更し、[OK]を押してください。(手順は「4.2 各軸パラメータの設定詳細」を参照)



パラメータ詳細は、次ページ「表4.1 各軸軌道生成パラメーター一覧」を参照してください。

注意: [OK]入力後、即時有効になるパラメータと、コントローラの電源を再投入しないと有効にならないパラメータがあります。

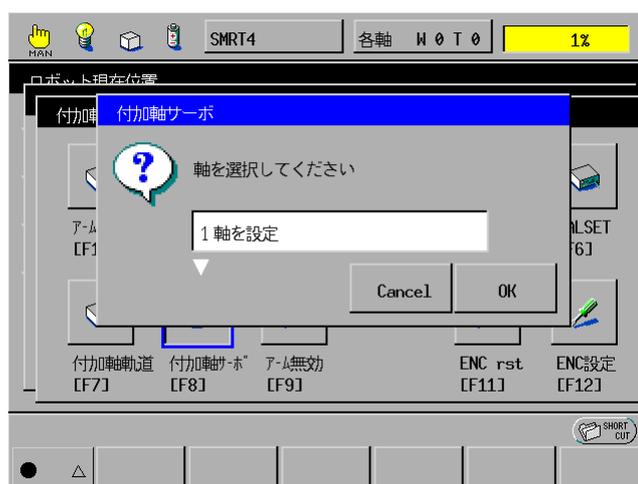
表 4.1 各軸軌道生成パラメータ一覧

| パラメータの名称                      | 設定範囲     | 出荷<br>設定値 | 単位                | 内容  | 備考   | 電源再投入 |
|-------------------------------|----------|-----------|-------------------|---|--|-------|
| 無限回転設定<br>(0:無、1:有)           | 0        | 0         |                   | 付加軸を使用する場合のみ有効です。(モータを一定方向に16384回転以上回転させる合、1に設定。)             | RC5-SMARTでは、付加軸仕様が無いため、本設定は変更しない。                          | 要     |
| 直動、回転軸設定<br>(0:直動軸、<br>1:回転軸) | 0または1    | 1         |                   | モータを接続する機械が、直動軸の場合は0、回転軸の場合は1を設定してください。                       |  | 要     |
| モータ回転方向<br>(0:CCW、1:CW)       | 0または1    | 0         |                   | モータのCCW方向(負荷側から見て)を機械の+方向とする場合は0、-方向とする場合は1を設定してください。         |  | 要     |
| モータ最高速度<br>設定(rpm)            | 1~5000   | 3000      | rpm               | モータの最高速度を設定してください。  |  | 要     |
| 最高速度加速<br>時間設定(ms)            | 1~       | 200       | ms                | モータが最高速度に達するまでの加速時間を設定してください。                                 |  | 要     |
| 減速比または<br>リード(mm/r)           | 0.00001~ | 100       | リード*時<br>mm/r     | 回転軸の場合は減速比(モータ回転量/軸回転量)を、直動軸の場合はモータ1回転あたりの移動量(リード)を、設定してください。 | 最大100,000まで設定できますが、大きな値を設定すると桁落ちが生じ、入力値と表示値に誤差が生じる場合があります。 | 要     |
| 動作範囲チェック<br>(0:無、1:有)         | 0または1    | 1         |                   | 動作範囲をチェックし、範囲外時にエラーとする場合は1を設定してください。                          |  | 要     |
| +側動作範囲設定<br>(度)(mm)           |          | 360       | 回転軸時:度<br>直動軸時:mm | +側の動作範囲を設定してください。   |  | 不要    |
| -側動作範囲設定<br>(度)(mm)           |          | -360      | 回転軸時:度<br>直動軸時:mm | -側の動作範囲を設定してください。   |  | 不要    |
| キャリセット基準位置<br>設定(度)(mm)       |          | 0         | 回転軸時:度<br>直動軸時:mm | キャリセット時の基準位置を設定してください。  |  | 不要    |

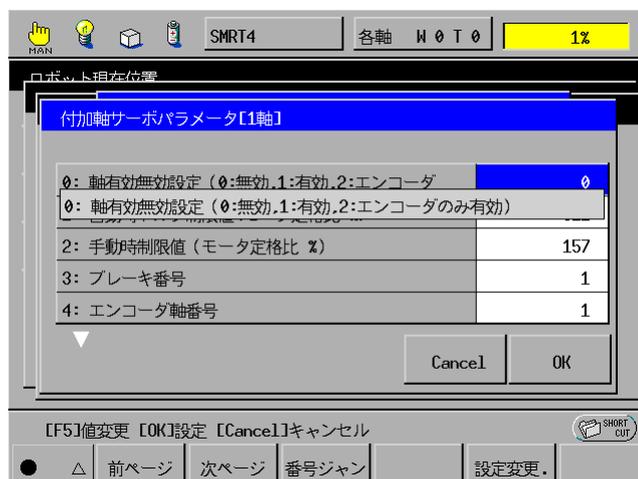
### (3) 各軸サーボパラメータ変更方法



上の[付加軸設定]画面で[F8 付加軸サーボ]を押すと、次の[付加軸サーボ]ウィンドウが現れます。カーソルキーまたはジョグダイヤルで該当軸（例では1軸）を選択してください。



[OK]を押すと[付加軸サーボパラメータ]ウィンドウが表示されます。ここで、各軸サーボパラメータのパラメータ値を変更し、[OK]を押してください。（手順は「4.2 各軸パラメータの設定詳細」を参照）



パラメータ詳細は、「表4.2 各軸サーボパラメータ一覧」を参照してください。

注意： [OK]入力後、即時有効になるパラメータとコントローラの電源再投入しないと有効にならないパラメータがあります。

表 4.2 付加軸サーボパラメータ一覧

| パラメータの名称                                   | 設定範囲  | 出荷<br>設定値 | 単位 | 内容  | 備考  | 電源再投入 |
|--|-------|-----------|----|---|---|-------|
| 軸有効無効設定<br>(0:無効、1:有効、<br>2:エンコーダのみ<br>有効) | 0~2   |           |    | モータを接続し、駆動する場合は1、エンコーダのみ使用する場合は2に設定してください。                                | 「エンコーダのみ有効:2」に設定した場合、モータON時にブレーキは解除されます。偏荷重が加わる場合は、偏荷重方向に動作しますので、ご注意ください。 | 要     |
| 自動時制限値<br>(モータ定格比 %)                       | 0~400 | 300       | %  | 自動モード時のトルク制限値を設定してください。   |   | 不要    |
| 手動時制限値<br>(モータ定格比 %)                       | 0~400 | 150       | %  | 手動モード時のトルク制限値を設定してください。   |   | 不要    |
| ブレーキ番号                                     | 0~8   |           |    | モータブレーキリレー番号表示  | 変更できません   |       |
| エンコーダID番号                                  | 1~8   |           |    | エンコーダ軸番号表示  | 変更できません   |       |
| スロット番号                                     | 1~8   |           |    | パワーモジュールスロット番号表示  | 変更できません   |       |
| 位置ループゲイン                                   | 1~    | 64        |    | 位置制御系の応答性を設定します。値を大きくすると、位置決め時間が短くなります。                                   | 位置ループゲインは、式4.3-1により単位換算できます。<br>(4.3項参照)                                  | 不要    |
| 位置ループフィード<br>フォワードゲイン(%)                   | 0~100 | 0         | %  | 位置制御系の速度フィードフォワード量を設定します。値を大きくすると位置偏差が小さくなり応答性が上がりますが、オーバーシュートが生じやすくなります。 |   | 不要    |

## 第4章 各軸パラメータの設定

| パラメータの名称   | 設定範囲  | 出荷<br>設定値                                      | 単位 | 内容  | 備考   | 電源再投入 |
|--|-------|--|----|---|--|-------|
| 位置偏差許容値<br>(パルス)   | 1～    | 30000  |    | 位置偏差の許容値を設定します。設定値を超える位置偏差が生じた場合、エラーとなります。                  | 位置偏差許容値は、式4.3-2を満たす様に設定してください。<br>(4.3項参照)           | 不要    |
| 速度ループ<br>比例ゲイン   | 1～    | 200<br>(200W<br>以上)<br><br>400<br>(400W<br>以上) |    | 速度制御系の応答性を設定します。値を大きくすると位置ループゲインを大きく設定できるため、応答性が高くできます。     | 速度ループ比例ゲインは、式4.3-3により速度応答周波数(Hz)に換算できます。<br>(4.3項参照) | 不要    |
| 速度ループ<br>積分ゲイン   | 0～    | 10   |    | 速度制御系の積分補償ゲインを設定します。値を大きくすると、停止後の速度偏差が早く収束します。              | 速度ループ積分ゲインは式4.3-4により、積分時定数に換算できます。<br>(4.3項参照)       | 不要    |
| フィルタ設定   | 0～15  | 8  |    | トルク指令部の一次遅れフィルタの帯域を設定します。値を大きくすると、ローパスフィルタの時定数が小さくなります。     |  | 不要    |
| トルクオフセット設定<br>(モータ定格比 %)                                     | 0～100 | 0  | %  | トルク指令値のオフセット値を設定します。モータに偏荷重が加わる(重力方向動作)場合、オフセットにて偏荷重を補償します。 | オートゲインチューニング時、「重力補償有り」に設定すると、トルクオフセット値が自動的に設定されます。   | 不要    |
| モータ出力<br>(50W:1、100W:2、<br>200W:3、400W:4、<br>750W:5、1.5KW:6) | 1～6   |  |    | 接続モータの出力表示  | 変更できません。   |       |

## 4.2 各軸パラメータの設定詳細

各軸のモータを接続した状態で各軸軌道生成パラメータと各軸サーボパラメータを設定する必要があります。パラメータ設定手順は以下のとおりです。

### (1) エンコーダのリセット

出荷時エンコーダはバックアップ電池に接続されていないため、「J\*エンコーダシステムダウン異常」、「J\*エンコーダスピードオーバ」が発生します。この場合、エンコーダのリセットを実施し、コントローラを再投入してください。リセット手順は、「4.4.3 各軸モータエンコーダのリセット方法」を参照してください。

### (2) 軌道生成パラメータ設定

[各軸軌道生成パラメータ]ウインドウの表示手順は、4.1項を参照してください。

#### (2-1) 無限回転設定（「本設定値0：無」は変更しないでください。）



### (2-2) 動作条件設定

直動 / 回転軸設定、モータ回転方向、モータ最高速度、最高速度加速時間、減速比またはリード、動作範囲チェック、+側動作範囲、-側動作範囲、キヤルセット基準位置を設定してください。

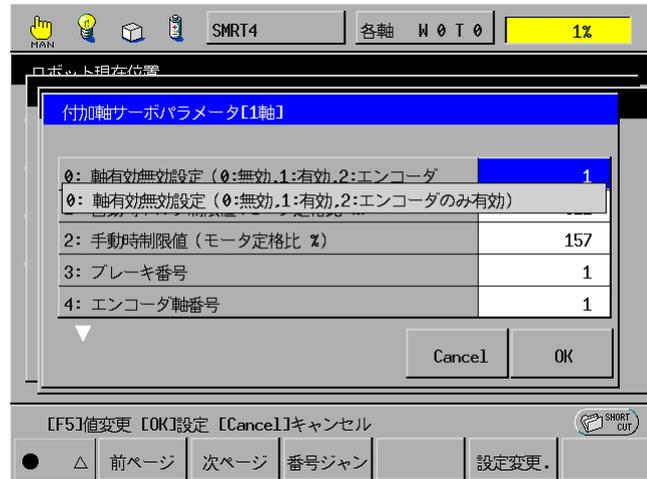


### (3) 各軸サーボパラメータ設定

[各軸サーボパラメータ]ウィンドウの表示手順は、4.1項を参照してください。

#### (3-1) 軸有効設定

付加軸サーボパラメータの「軸有効無効設定」を「1:有効」に設定してください。



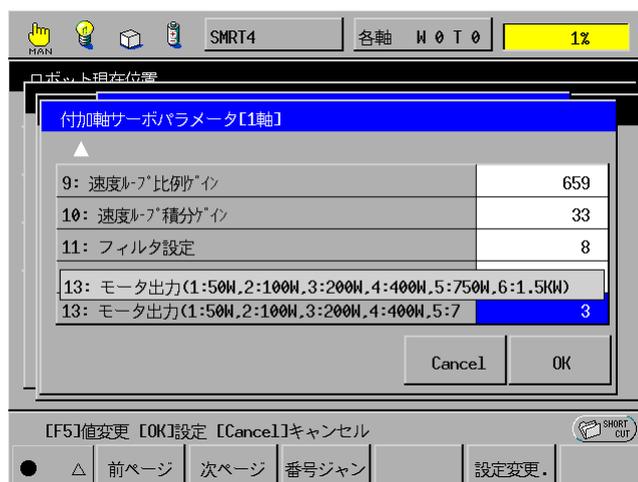
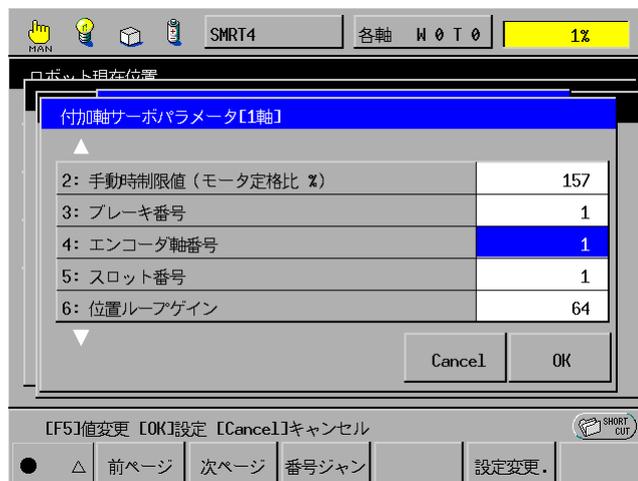
#### (3-2) トルク制限値の設定

「自動時トルク制限値」と「手動時制限値」を設定してください。



### (3-3) エンコーダ軸番号、スロット番号、モータ出力確認

エンコーダ軸番号、スロット番号が軸番号と一致していることを確認してください。また、モータ出力が正しく設定されていることを確認ください。



(1) ~ (3)実施後、コントローラの電源を再投入してください。

---

#### (4) 配線の確認

##### (4-1) ブレーキ配線確認

各軸モータがブレーキ付きの場合は、ブレーキを解除し、指定した軸と同一の軸のブレーキが解除されることを確認ください。ブレーキ解除方法は「4.4.2 各軸ブレーキ解除とロック方法」を参照してください。

注：ロボット軸のブレーキを解除すると、アームが落下する場合があります。誤ってロボット軸のブレーキを解除しないようご注意ください。

##### (4-2) エンコーダ配線確認

各軸モータのブレーキを解除した状態で、モータに外力を加えて動かしてください。ティーチングペンダントの[ロボット現在位置]ウィンドウにて、設定中のモータの対応する軸が変化することを確認してください。

##### (4-3) モータ配線確認

モータ電源を投入し、速度設定をSP10程度に設定し、手動各軸モードで手動動作することを確認してください。

手動動作時にモータが発振したり、エラー停止する場合は、モータ線の配線を確認してください。配線に異常がない場合は、各軸サーボパラメータの位置ループゲイン、速度ループ比例ゲインを徐々に下げてください。

#### (5) キャルセット実施

各軸モータのブレーキを解除し、キャルセット基準位置へ機械を移動してください。「4.4.1 各軸CALSET方法」を参照し、キャルセット基準位置にてキャルセットを実行してください。

注：ロボット軸をキャルセットすると、ロボットの基準角度が変化します。誤ってロボット軸をキャルセットしないようご注意ください。

キャルセット実行後、キャリブレーションを実行してください。

#### (7) 動作確認

手動各軸モードで手動動作し、機械が、+側動作範囲、-側動作範囲を超えた時、エラーを検出することを確認してください。

また、ペンダントの各軸位置表示にて、動作変位量とペンダント表示の変化量が一致することをご確認してください。一致しない場合は、ギヤ比、リードに誤りがないか確認してください。

### 4.3 各軸ゲイン調整

4.2項にて各軸の動作条件を設定し、手動動作にて動作確認を完了した後、サーボ系のゲインを調整します。ゲイン調整は、オートゲインチューニングとマニュアルゲインチューニングの2種類があります。

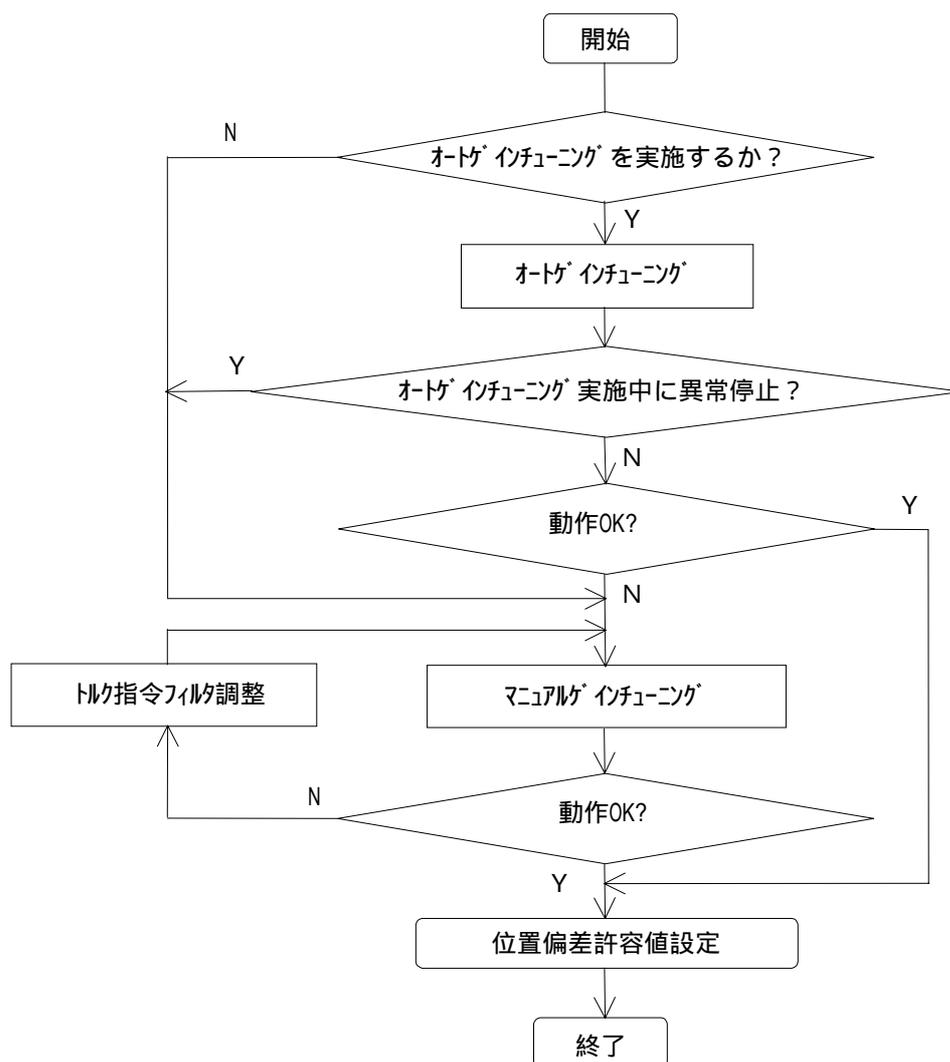
(1) オートゲインチューニング

コントローラ内部にてあらかじめ決められたパターンで加減速動作し、その時の動作から、負荷イナーシャを推定し、それに応じた適切なゲインを自動的に設定します。

(2) マニュアルゲインチューニング

4.3.2項「[2] サーボ単軸データのモニタ機能」にてモータの速度指令値、速度、偏差、トルク指令値をモニタし、最良な動きになるように、ゲインやフィルタのパラメータを調整します。

以下の手順でサーボ系のゲインを調整してください。



### 4.3.1 オートゲインチューニング実施方法

オートゲインチューニングは、以下[1]に示す条件を満たす機械にて実施してください。下記条件を満たさない場合、オートチューニング中にエラーが発生し、オートゲインチューニングが中断する場合があります。このような場合は、マニュアルゲインチューニングを実施してください。

#### [ 1 ] オートゲインチューニング実施時の条件

- (1) 負荷イナーシャは、モータイナーシャの15倍以内で大きく変動しない。
- (2) モータ、カップリングも含め機械の機械剛性が高い。
- (3) ギヤなどのバックラッシュが小さい。
- (4) モータがCCW方向(反時計回り)に2回転、CW方向(時計回り)に2回転の正逆転回転しても問題ない。

#### [ 2 ] オートゲインチューニングの操作手順

- (1) モータ電源をONし、キャリブレーションを実行してください。  
自動モード、ティーチチェックモードの場合は、手動モードに切り替えてください。
- (2) CCW方向(反時計回り)に2回転、CW方向(時計回り)に2回転の正逆転回転しても問題ない位置へ移動してください。
- (3) ティーチングペンダントで[付加軸設定]画面を表示してください。  
操作経路： 基本画面 [F2 アーム] [F12 保守] [F7 付加軸設定]
- (4) [F5 オートゲイン]を押して、[オートゲインチューニング]ウインドウを表示します。  
オートゲインチューニングを実行する軸番号、動作開始方向を選択してください。





(5) 機械剛性を選択します。機械剛性は、以下の基準を参考に選択してください。



| 駆動方式        | 機械剛性の値 |
|-------------|--------|
| ボールネジ直結     | 4 ~ 8  |
| ボールネジ減速機付き  | 3 ~ 7  |
| タイミングベルト    | 3 ~ 6  |
| ギヤ、ラック&ピニオン | 2 ~ 6  |
| その他低剛性の機械   | 1 ~ 3  |

(6) 重力補償を行なうかどうかを選択します。



モータに偏荷重が加わる場合、「重力補償有り」を選択してください。

注： 偏荷重が加わる状態で「重力補償無し」を選択すると、オートチューニング時に重力方向に落下し、エラーが発生します。モータ偏荷重が加わる状態でオートゲインチューニングを実行する際は、必ず「重力補償有り」を選択してください。

オートゲインチューニング時の「重力補償有り」を選択すると、各軸サーボパラメータのトルクオフセット値を自動的に計算します。各軸設定画面で[F8 付加軸サーボ]を押し[付加軸サーボパラメータ設定画面]を表示し、[OK]を押すと計算されたトルクオフセット値が保存されます。

注： 計算されたトルクオフセット値を保存しないと、コントローラ電源をOFFすることでトルクオフセット値は、元の値に戻ります。

(7) デッドマンスイッチを押してください。オートゲインチューニング動作時は、デッドマンスイッチを押した状態で実行してください。オートゲインチューニング動作中にデッドマンスイッチをはなすと、オートゲインチューニング動作が中断します。

注： オートゲインチューニング動作中にペンダントのキーを押すと、オートゲインチューニング動作は中断されます。オートゲインチューニング動作中は、デッドマンスイッチ以外のキーを押さないようにご注意ください。

注： [付加軸サーボパラメータ]ウインドウで、軸有効無効設定を「2：エンコーダのみ有効」に設定した場合、オートゲインチューニング実行時に「実行できません」のエラーが発生します。

- (8) 実行確認メッセージにて[OK]を選択すると、オートゲインチューニング動作を開始します。モータCCW/CW方向2回転の往復動作を2回繰り返して、初期ゲインを計算した後、最大8往復の微調整動作をします。8往復以内でゲインが確定すれば、オートゲインチューニングは完了です。



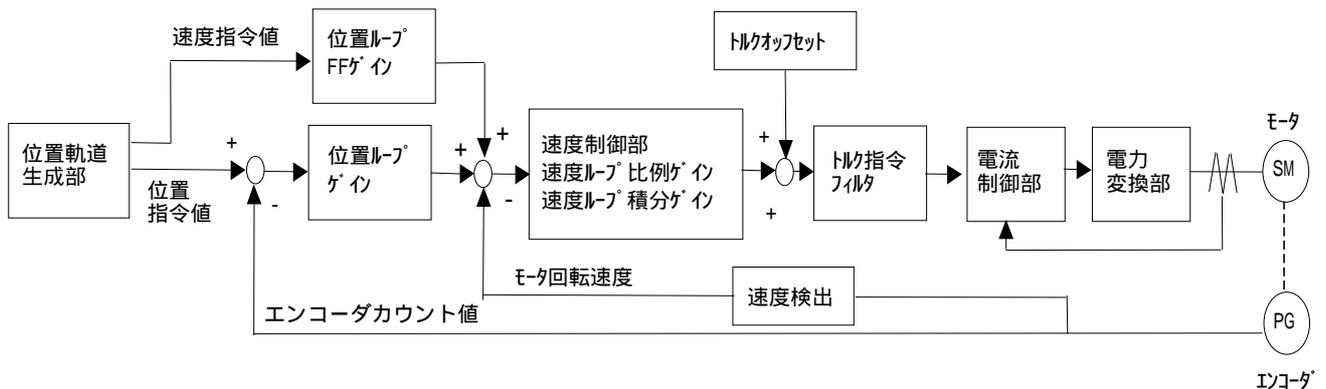
- (9) 8往復の微調整動作の後、以下の警告が発生する場合があります。
- 「オートチューニングゲイン微調整ワーニング1」：動作停止時、若干のオーバーシュートがある。
  - 「オートチューニングゲイン微調整ワーニング2」：動作停止時、若干の整定遅れがある。
  - 「オートチューニングゲイン微調整ワーニング3」：動作中に微発振現象がある。
- ワーニングが発生しても、動作に問題がなければ、そのままゲイン調整を完了してください。異音や振動などがあり、動作に問題がある場合は、機械剛性を変更し、再度オートゲインチューニングを実施するかマニュアルゲインチューニングを実施してください。
- (10) 剛性が低い機械に高剛性を選択したり、逆に剛性が高い機械に低剛性を選択すると、オートゲインチューニング中にエラーが発生する場合があります。この場合は、機械剛性を変更し、再度オートゲインチューニングを実施してください。

### 4.3.2 マニュアルゲインチューニングの実施方法

マニュアルゲインチューニングで調整可能なパラメータは、以下の通りです。

- (1) 位置ループゲイン
- (2) 位置ループフィードフォワードゲイン
- (3) 位置偏差許容値
- (4) 速度ループ比例ゲイン
- (5) 速度ループ積分ゲイン
- (6) トルク指令フィルタ
- (7) トルクオフセット

サーボ系の簡単なブロック線図は、下図のようになっています。



サーボ系は3つのフィードバック系（位置ループ、速度ループ、電流ループ）から成り、内側のループ程、応答性を高くする必要があります。内側のループが外側のループに対し十分な応答性を確保しないと、応答性が劣化し振動的になります。

調整していただくのは、位置ループと速度ループのゲインです。電流ループに関しては十分な応答性を確保しています。

### [ 1 ] パラメータ詳細説明

(1) 位置ループゲイン

位置制御系の応答性を設定します。設定する位置ループゲインは無次元量ですが、次式で[1/s]の単位に換算できます。

$$\text{位置ループゲイン} \times 125 / 256 \quad [1/s] \quad (\text{式 4.3-1})$$

例えば、位置ループゲイン32は、15.625 [1/s]に対応します。

位置ループゲインの値を大きくすると、位置決め時間が短くなります。ただし、機械系の固有振動数以上にゲインを上げると振動やオーバーシュートが生じやすくなります。例えば、固有振動数が20[Hz]の場合、位置ループゲインは、20[1/s]すなわち、41程度に設定ください。

(2) 位置ループフィードフォワードゲイン

位置制御系の速度フィードフォワード量を設定します。値を大きく設定すると位置偏差が小さくなり応答性が上がります。100に設定すると一定速度で動作中の位置偏差がほぼ0となります。ただし、値を大きく設定すると、振動やオーバーシュートが生じやすくなります。

(3) 位置偏差許容値

位置偏差の許容値を設定します。設定値を超える位置偏差が生じた場合、エラーとなります。位置偏差許容値は、次式を満たすように設定してください。

$$\begin{aligned} & [\text{位置偏差許容値}] > [\text{モータ最高速度設定値 (rpm)}] \times \\ & (1.0 - [\text{位置ループフィードゲイン}(\%)] \times 0.01) / [\text{位置ループゲイン}] \times 524288 / 1875 \end{aligned} \quad (\text{式 4.3-2})$$

(4) 速度ループ比例ゲイン

速度制御系の応答性を設定します。値を大きくすると位置ループゲインを大きく設定できるため、応答性が高くできます。設定する速度ループゲインは、次式にて速度応答周波数(Hz)に換算できます。

$$\begin{aligned} \text{速度応答周波数(Hz)} = & [\text{速度ループ比例ゲイン}] / \\ & [\text{モータロータイナーシャ(kgm}^2\text{)} + \text{モータ軸換算負荷イナーシャ(kgm}^2\text{)}] \times \\ & [\text{電流制御系ゲイン}] / (2 \quad ) \end{aligned} \quad (\text{式 4.3-3})$$

電流制御系ゲインは、下表のようになります。

| モータ型式           | モータ出力 | 電流制御系ゲイン  |
|-----------------|-------|-----------|
| MSM5AZQ2Q ( R ) | 50W   | 1.783E-05 |
| MSM012Q2U ( V ) | 100W  | 3.875E-05 |
| MSM022Q2U ( V ) | 200W  | 9.620E-04 |
| MSM042Q2U ( V ) | 400W  | 1.202E-04 |
| MSM052Q2U ( V ) | 750W  | 3.222E-04 |

(5) 速度ループ積分ゲイン

速度制御系の積分補償ゲインを設定します。次式にて速度ループ積分ゲインより、速度ループ積分時定数(ms)が換算できます。

$$\text{速度ループ積分時定数(ms)} = 0.5 \times [\text{速度ループ比例ゲイン}] / [\text{速度ループ積分ゲイン}] \quad (\text{式 4.3-4})$$

値を大きくすると、積分時定数が小さくなり、停止後の速度偏差が早く収束します。ただし、剛性の低い機械で値を大きくすると、残留振動の収束性が低下します。

(6) トルク指令フィルタ

トルク指令部の一次遅れフィルタの帯域を設定します。設定値と帯域の関係を下表に示します。

|         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|
| フィルタ値   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 帯域 (Hz) | 775 | 540 | 422 | 341 | 280 | 230 | 188 | 152 | 121 | 92 | 66 | 43 | 21 |

(7) トルクオフセット

トルク指令値のオフセット値を設定します。重力などによりモータに偏荷重が加わる場合、トルクオフセットにて偏荷重を補償します。最大で定格トルク分のオフセットを設定できます。

一度に大きなトルクオフセットを設定すると、モータ電源投入直後に設定方向に機械が動作する場合があります。トルクオフセットは次項「[2]サーボ単軸データのモニタ機能」にてトルク指令値と偏差波形を確認の上、徐々に値を変化させてください。

また、「4.3.1 オートゲインチューニング実施方法」で説明したように、オートゲインチューニング時に「重力補償有り」を選択した場合、トルクオフセット値が自動的に設定されます。

### [ 2 ] サーボ単軸データのモニタ機能

指定した軸のサーボ内部データを取り出し、グラフ表示する機能です。

#### (1) モニタ条件

一度にモニタ可能なデータは、1250個です。サンプリング間隔を1msに設定した場合は、1.25秒、8msに設定した場合は、10秒分のデータをモニタできます。

モニタ可能なデータは、以下5種類です。一度に2種類のデータをモニタできません。

- 1) モータ速度指令値  
モータ回転速度の指令値。単位は(rpm)
- 2) モータ速度現在値  
モータ回転速度の実測値。単位は(rpm)
- 3) モータ角度偏差  
モータ角度指令値とモータ角度実測値との偏差。単位は(Pulse)
- 4) トルク指令値  
モータのトルク指令値からトルクオフセットを除いた値。単位は定格トルク比(%)
- 5) モータ電流値  
モータ3相の電流検出値の絶対値のうち、最大となる値。単位は定格電流比(%)

#### (2) モニタ条件設定方法

ユーザプログラムにてサーボ単軸データモニタ条件設定ライブラリをCALLし、モニタ条件を設定してください。詳細は、4.5項「SetMonitorCond」を参照してください。

モニタ開始後は、終了するまでモニタ条件を変更できません。モニタ開始前にモニタ条件を設定してください。

#### (3) モニタ開始、終了方法

ユーザプログラムにてサーボ単軸データモニタ開始(StartSrvMonitor)、終了(StopSrvMonitor)、データクリア(ClearSrvMonitor)を実行し、データモニタのタイミングを設定します。詳細は、4.5項「StartSrvMonitor」、「StopSrvMonitor」、「ClearSrvMonitor」を参照してください。

データモニタ開始から終了までのデータ数が1250個未満の場合は、開始から終了までのデータをモニタします。1250個を超える場合は、終了以前1250個のデータをモニタします。

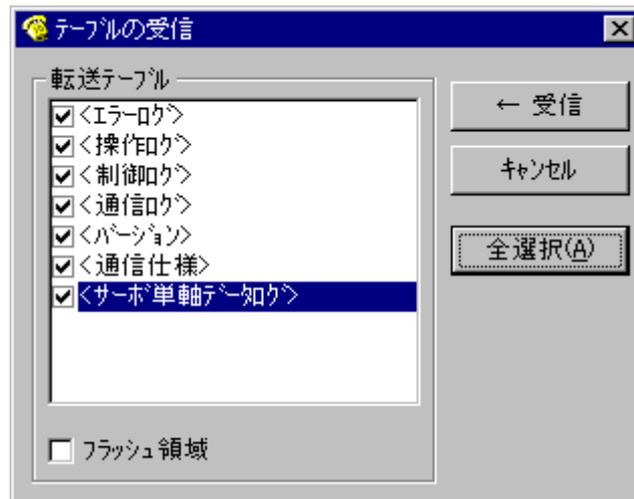
また、モニタ開始から終了までの間にエラーなどが発生しモータ電源がOFFした場合は、モータOFF後400サンプルとモータOFF前最大850サンプルのデータをモニタします。

#### (4) モニタデータのグラフ表示方法

WINCAPS のログマネージャにてモニタデータをグラフ表示できます。

##### (4.1) モニタデータ取り込み

WINCAPS のログマネージャにてモニタデータを受信します。通信設定マネージャで通信接続後、ログマネージャの「ファイル(F)」メニューから[インポート]を選択し、[テーブルの受信]ダイアログボックスのメニューから<サーボ単軸データログ>を選択し、ログデータを受信してください。



##### (4.2) モニタデータのグラフ表示

ログマネージャの「ツール(T)」メニューから[サーボ単軸データグラフ(G)]を選択します。グラフのスケール、オフセットを調整し、データを確認してください。



#### (5) モニタデータのファイル保存方法

WINCAPS のログマネージャにてモニタデータをCSVファイルに保存できます。

ログマネージャの「ファイル(F)」メニューから[エクスポート(E)] [サーボ単軸データ]を選択します。データがCSV形式で保存されます。

### [ 3 ] マニュアルゲインチューニングの操作手順

(1) 位置ループゲインの初期値を設定

位置ループゲインを機械の固有振動数と同程度に設定します。

固有振動数が20(Hz)の場合、位置ループゲインは、 $20(1/s)$ すなわち、式4.3-1により $20 \times 256 / 125 = 41$ に設定ください。固有振動数が不明の場合は、出荷時の設定(64)にしてください。

(2) トルクオフセットを調整

モータにほぼ一定の偏荷重が加わる場合、トルクオフセットを調整し、偏荷重分のオフセットトルクを設定ください。

(3) 速度ループ比例ゲインの限界値を求める

速度ループ比例ゲインを徐々に上げ、異音や振動が発生する限界値を求めます。

(4) トルク指令値フィルタの効果の確認

トルク指令値フィルタを0に設定し、再度、速度ループ比例ゲインの限界値を求めます。速度ループ比例ゲインの限界値が下がる場合は、出荷時の設定(8)に戻してください。

(5) 速度ループ比例ゲインを設定

(3)、(4)で求めた速度ループ比例ゲインの限界値に対し0.8倍した値を速度ループ比例ゲインとします。

(6) 速度ループ積分ゲインを調整

速度ループ積分ゲインを徐々に上げ、整定時間、オーバシュート、アンダーシュートが小さくなる様に調整します。

(7) 位置ループゲインを調整

(6)調整後、振動が残る場合、位置ループゲインを低減してください。(3)～(6)で調整後、整定時間をさらに低減した場合は、異音や振動が生じない程度に位置ループゲインを徐々に上げてください。

(8) 位置ループフィードフォワードゲインを調整

整定時間をさらに低減した場合は、異音や振動が生じない程度に位置ループフィードフォワードゲインを徐々に上げてください。

(9) 全動作範囲、全速度域での動作確認

速度を徐々に変化させ、全動作範囲を動作させてください。特定場所で異音、振動が発生する場合は、機械の摺動にむらがないか確認してください。

また、特定速度で異音が発生する場合、トルク指令フィルタを調整し、異音低減できないか確認してください。機械の調整、トルクフィルタ調整にて異音がおさまらない場合は、速度ループ比例ゲイン、速度ループ積分ゲインを同一比率で低減してください。(次項「[ 4 ]速度制御系ゲインの簡易調整方法」を使用すると便利です。)

特定速度で振動が、発生する場合は、速度ループ積分ゲイン、位置ループゲイン、位置ループフィードフォワードゲインを低減してください。

注：本サーボモータは、モータ1回転に4回のトルクリップルが生じます。また、減速機も1回転あたり特定回数のトルクリップルが存在する場合があります。

トルクリップルの周波数が動作速度によって変化するため、リップル周波数と機械の固有振動数が一致する速度で動作が振動的になる場合があります。特定速度の振動が大きい場合は、上記同様、速度ループ積分ゲイン、位置ループゲイン、位置ループフィードフォワードゲインを低減してください。

## [ 4 ] 速度制御系ゲインの簡易調整方法

式 4.3-4に示すように、速度ループ比例ゲインと速度ループ積分ゲインの比は、速度ループ積分時定数となるため、速度制御系ゲインの微調整時は、速度ループ比例ゲインと速度ループ積分ゲインを同一比率で変更します。同一比率で調整するこの機能が、速度制御系ゲイン簡易調整機能です。ティーチングペンダントを使って調整します。

(1) ティーチングペンダントにて[ゲイン簡易調整]画面を開く

操作経路：基本画面 [F2 アーム] [F6 補助機能] [F7 使用条件] [F3 番号ジャンプ]にて59番指定

(2) 調整する軸に対応した「ゲイン減少割合(J\*)」に設定値を入力

現在の速度ループ比例ゲイン、速度ループ積分ゲインが調整割合倍した値になります。

設定値と調整割合の関係を下表に示します。

|      |     |     |     |     |     |   |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| 設定値  | -5  | -4  | -3  | -2  | -1  | 0 | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 調整割合 | 1.5 | 1.4 | 1.3 | 1.2 | 1.1 | 1 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.5 |

## 4.4 各軸専用操作

### 4.4.1 各軸 CALSET 方法

- (1) [保守機能 (アーム)] ウィンドウの表示

操作経路： 基本画面 [F2 アーム] [F12 保守]



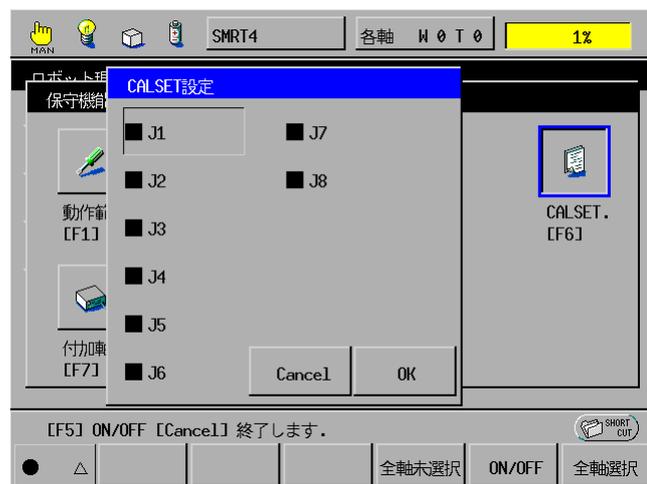
F6

- (2) [CALSET設定] ウィンドウの表示

[F6 CALSET] を押し、[CALSET設定] ウィンドウを表示します。

- (3) 各軸のCALSET

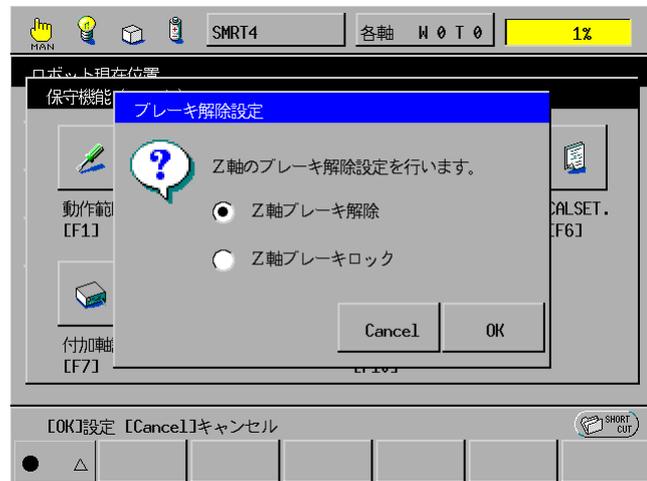
CALSETする軸を指定し[OK]を押すと、指定した軸のCALSETを実施します。



## 4.4.2 全軸ブレーキ解除とロック方法

### (1) [ブレーキ解除設定]ウィンドウの表示

操作経路： 基本画面 [F2 アーム] [F12 保守] [F3 ブレーキ]



F3

### (2) 全軸ブレーキの解除またはロック

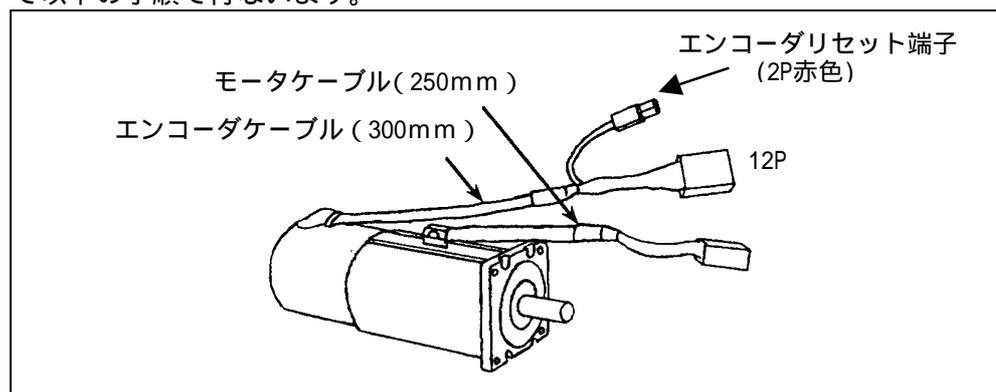
- ・「Z軸ブレーキ解除」を選択してOKを押すと、全軸のブレーキが解除されます。
- ・「Z軸ブレーキロック」を選択してOKを押すと、全軸のブレーキがロックされます。

解除またはロックを選択してOKを押すと、設定変更確認画面が表示されます。安全を確認のうえ、OKを押すと設定が変更されます。



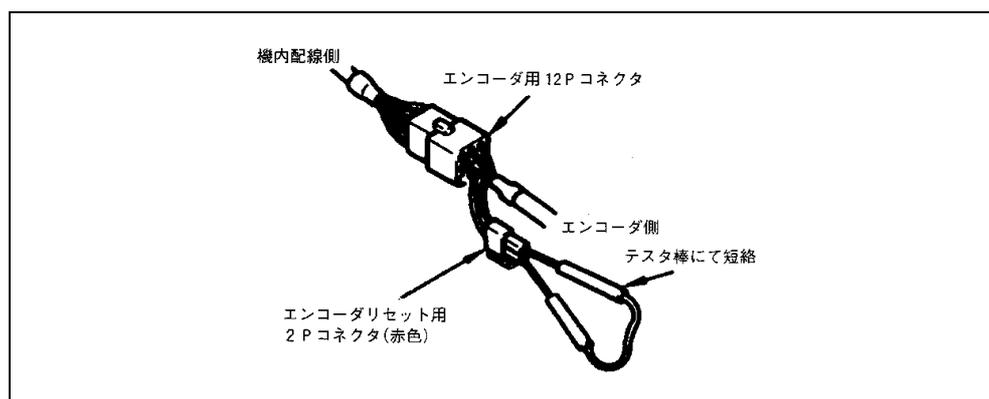
### 4.4.3 各軸エンコーダのリセット方法

初めてACサーボモータを使用するとき、エンコーダ内カウンタ回路を初期化（エンコーダのリセット）する必要があります。（エラー6411～6414発生時）また、エンコーダバックアップ電池の寿命等で、エラー6411～6414が発生した場合やコントローラ電源OFF時にモータに過大な衝撃が加わりエラー6771～6774が発生した場合は、エンコーダをリセットしてCALSETを行なう必要があります。エンコーダのリセットは各軸のモータがコントローラと接続された状態で以下の手順で行ないます。



- (1) エラー番号の末尾の数値で対象軸を確認する。（エラー6411なら1軸）
- (2) コントローラの電源をOFFします。
- (3) 対象軸のエンコーダリセット端子を引き出します。
- (4) 対象軸のエンコーダリセット端子（赤色の2Pコネクタ）をテスト棒等で短絡します。

注意：他の部分に誤って短絡させないでください。エンコーダリセット端子には、+5Vが供給されているため、コントローラおよびモータエンコーダを破損させる恐れがあります。



- (5) コントローラの電源をONにして、約10秒経過したら、コントローラの電源をOFFしにしてください。（リセット端子の短絡を外しリセットの完了）
- (6) エンコーダリセットを行なった対象軸のCALSETを実施します。（「4.4.1 各軸CALSET方法」を参照）

注意：CALSETを必ず実施してください。エンコーダリセットを行なっただけでは、ロボットの動作範囲を規制するソフトリミットが有効にならず、設備等と干渉する恐れがあります。

## 4.5 各軸パラメータ設定関連のコマンド

注： 以下に説明するコマンドは標準ロボット用にも使用される共通のコマンドです。

### [ 1 ] サーボ単軸データモニタ機能のコマンド

## SetMonitorCond

**機能** サーボ単軸データモニタ機能のモニタ条件を設定します。(Ver. 1.5 以降対応)

**書式** SetMonitorCond(<軸番号>,<モニタデータ 1 選択>,<モニタデータ 2 選択>,<サンプリング間隔>)

**説明** サーボ単軸データモニタ機能のモニタ条件として、モニタする軸番号、モニタするデータ(2種類)、サンプリング間隔(ms)を設定します。モニタ可能なデータは以下の5種類で、<モニタデータ 1 選択>,<モニタデータ 2 選択>の指定により一度に2種類のデータを選択できます。

| <モニタデータ 1 選択><br><モニタデータ 2 選択> | モニタするデータ                                     |
|--------------------------------|--|
| 0                              | モータ速度指令値 [r/min]                             |
| 1                              | モータ速度現在値 (実速度)[r/min]                        |
| 2                              | モータトルク指令値 (トルクオフセットを除いた値)<br>[定格比 %]         |
| 3                              | モータ角度偏差 (モータ角度指令値-モータ実角度)<br>[Pulse]         |
| 4                              | モータ電流絶対値 (モータ3相の電流検出値の絶対値のうち、最大となる値) [定格比 %] |

<サンプリング間隔>は、1 ~ 8 ms の8刻みで設定します。

### マクロ定義

**関連項目** ClearSrvMonitor, StartSrvMonitor, StopSrvMonitor

**注意事項**

- (1) モニタ開始命令(StartSrvMonitor)実行後、本命令を実行すると、エラー「6001 実行できません」が発生します。必ずモニタ開始前に条件を設定してください。
- (2) 軸番号、データ種類、サンプリング間隔に誤った数値を設定した場合、エラー「範囲外です」が発生します。エラー発生時は指定値を確認ください。

### 用例

CALL SetMonitorCond(7,0,3,4) '7軸の速度指令値、角度偏差、を4ms毎に取り込む設定を  
'します。

CALL StartSrvMonitor 'データモニタを開始します'

## StartSrvMonitor

|      |  |
|------|--|
| 機能   | サーボ単軸データモニタを開始します。(Ver. 1.5以降対応)   |
| 書式   | StartSrvMonitor  |
| 説明   | サーボ単軸データモニタを開始します。StartSrvMonitor を実行後 StopSrvMonitor を実行するまで、最大 1250 個のサーボデータを取得します。  |
| 関連項目 | ClearSrvMonitor, SetMonitorCond, StopSrvMonitor  |
| 注意事項 | <ol style="list-style-type: none"><li>(1) StartSrvMonitor 実行(モニタ開始)から StopSrvMonitor 実行(モニタ終了)までのデータ数が 1250 個未満の場合は、開始から終了までのデータをモニタします。1250 個を超える場合は、終了以前 1250 個のデータをモニタします。</li><li>(2) モニタ開始から終了までの間にエラーなどが発生しモータ電源がOFFした場合は、モータ OFF 後 400 個とモータ OFF 前、最大 850 個のデータをモニタします。</li><li>(3) モータ OFF 中はデータモニタできません。モータ ON 状態で実行してください。</li></ol> |

### 用例

```
CALL SetMonitorCond(7,0,3,4) '7軸の速度指令値、角度偏差、を4ms毎に取り込む設定を  
                              'します。  
CALL StartSrvMonitor         'データモニタを開始します。
```

## StopSrvMonitor

|      |   |
|------|---|
| 機能   | サーボ単軸データモニタを終了します。(Ver. 1.5以降対応)  |
| 書式   | StopSrvMonitor  |
| 説明   | サーボ単軸データモニタを終了します。StartSrvMonitor を実行後 StopSrvMonitor を実行するまで最大 1250 個のサーボデータを取得します。  |
| 関連項目 | ClearSrvMonitor, SetMonitorCond, StartSrvMonitor  |
| 注意事項 | <ol style="list-style-type: none"><li>(1) StartSrvMonitor 実行(モニタ開始)から StopSrvMonitor 実行(モニタ終了)までのデータ数が 1250 個未満の場合は、開始から終了までのデータをモニタします。1250 個を超える場合は、終了以前 1250 個のデータをモニタします。</li><li>(2) モニタ開始から終了までの間にエラー等が発生しモータ電源がOFFした場合は、モータ OFF 後 400 個とモータ OFF 前、最大 850 個のデータをモニタします。</li></ol> |

### 用例

```
CALL StopSrvMonitor         'データモニタを終了します。
```

---

# ClearSrvMonitor

**機能**                    サーボ単軸データモニタの取得データのポインタを初期化します。(Ver. 1.5 以降対応)

**書式**                    ClearSrvMonitor

**説明**                    サーボ単軸データモニタの取得データのポインタを初期化し、新たに 1250 個のデータ取得を開始します。

**関連項目**              ClearSrvMonitor, SetMonitorCond, StartSrvMonitor

**注意事項**              ClearSrvMonitor 実行(クリア)から StopSrvMonitor 実行(モニタ終了)までのデータ数が 1250 個未満の場合は、クリアから終了までのデータをモニタします。1250 個を超える場合は、終了以前 1250 個のデータをモニタします。

## 用例

```
CALL StartSrvMonitor            'データモニタを開始します。
:
:
CALL ClearSrvMonitor            'StartSrvMonitor 以降のデータをクリアします。
:
:
CALL StopSrvMonitor            'データモニタを終了します。
                                 'ClearSrvMonitor から StopSrvMonitor 間のデータを
                                 'モニタします。
```

## [ 2 ] 動作中断機能のコマンド

# MotionSkip

|       |   |
|-------|---|
| 機能    | 実行中の動作命令を中断します。(Ver. 1.5 以降対応)  |
| 書式    | MotionSkip  |
| 説明    | MotionSkip 命令を実行したタスクで実行中の動作命令のみを中断します。別タスクの動作は中断しません。  |
| マクロ定義 |   |
| 関連項目  | GetJntData, GetSrvData  |
| 注意事項  | <p>(1) 制御権を取得(TAKEARM)したタスクにて実行ください。制御権未取得の場合は、エラー「実行できません」が発生します。</p> <p>(2) ロボット動作タスクにて MotionSkip 命令を実行した場合、ロボット動作命令を中断します。付加軸動作タスクにて MotionSkip 命令を実行した場合は付加軸動作を中断します。</p> <p>ロボットと付加軸を含むアームグループの動作タスクにて MotionSkip 命令を実行した場合、ロボット、付加軸とも動作を中断します。</p> |

## 用例

```
defjnt lj1
defsg lf1
move p,P1,next
lj1=GetSrvData(2)      '各軸の偏差を取り込む
lf1=ABS(JOINT(2,lj1))  '2軸の偏差を抽出する
if lf1 > 10000 then
  CALL MotionSkip      '2軸の偏差が 10000(Pulse)を超えたら動作命令を中断する
endif
```

---

# MotionComp

**機能** 動作命令実行が完了したかどうかを判断します。(Ver. 1.5以降対応)

**書式** MotionComp(<動作命令完了状態>)

**説明** 動作命令実行完了の時、1を<動作命令完了状態>で返します。

MotionComp 命令を実行したタスクで実行中の動作命令の実行完了を判断します。別タスクの動作は判断しません。

命令がエンコーダ値確認動作の場合、エンコーダ値収束にて動作完了と判断します。それ以外の場合は、動作指令値が停止した時動作完了と判断します。

## マクロ定義

**関連項目** GetSrvData, GetJntData, MotionSkip

- 注意事項**
- (1) 制御権を取得(TAKEARM)したタスクにて実行ください。制御権未取得の場合は、エラー「実行できません」が発生します。
  - (2) ロボット動作タスクにて MotionComp 命令を実行した場合、ロボット動作命令の完了を判断します。付加軸動作タスクにて MotionComp 命令を実行した場合は付加軸動作の完了を判断します。  
ロボットと付加軸を含むアームグループの動作タスクにて MotionComp 命令を実行した場合、ロボット、付加軸同期動作を完了と判断します
  - (3) 瞬時停止中は、動作中と判断します。
  - (4) <動作命令完了状態>にローカル変数を使用する場合、ローカル変数はあらかじめ0に初期化しておいてください。

## 用例

```
defint comp=0           '動作命令完了状態の初期化
defjnt lj1
defsg lf1
move p,P1,next
DO
  lj1=GetSrvData(2)     '各軸の偏差を取り込む
  lf1=ABS(JOINT(2,lj1)) '2軸の偏差を抽出する
  if lf1 > 10000 then
    CALL MotionSkip    '2軸の偏差が10000(Pulse)を超えたら動作命令を中断し、
                      'ループを終了します。
  EXIT DO
endif
CALL MotionComp(comp)
LOOP UNTIL comp=1     '動作命令が完了するまでループします。
```

[ 3 ] サーボ内部データ取得コマンド

# GetSrvData

**機能**                    ロボット軸のサーボ内部データを取得します。(Ver. 1.5以降対応)

**書式**                    <サーボ内部データ> = GetSrvData(<データ番号>)

**説明**                    <データ番号>で指定したサーボ内部データを取得します。

<サーボ内部データ>は、ジョイント型のデータで、ロボット軸のデータがセットされます。データ番号により以下のデータが取得されます。

| <データ番号> | <サーボ内部データ>                     |
|---------|--------------------------------|
| 1       | モータ速度現在値 [rpm]                 |
| 2       | モータ角度偏差 [Pulse]                |
| 4       | モータ電流絶対値 [定格比 %]               |
| 5       | モータトルク指令値(重力補償分は除く) [定格比 %]    |
| 8       | 各軸位置、角度指令値 [mm or deg]         |
| 17      | ツール端速度(ワーク座標系, 位置3成分のみ) [mm/s] |
| 18      | ツール端偏差(ワーク座標系, 位置3成分のみ) [mm]   |
| 19      | ツール端速度(ツール座標系, 位置3成分のみ) [mm/s] |
| 20      | ツール端偏差(ツール座標系, 位置3成分のみ) [mm]   |

## マクロ定義

**関連項目**            GetJntData

- 注意事項**
- (1) 上記以外のデータ番号は、予約番号です。30 まで指定してもエラーになりませんが、指定しないでください。
  - (2) サーボ単軸モニタ実行中にサーボデータを取得すると、取得時間が大幅に伸びる場合があります。サーボ単軸モニタ機能と併用する場合はご注意ください。
  - (3) <データ番号>を変更すると、変更時間がかかる場合があります。<データ番号>の切替えは最小限にしてください。
  - (4) ロボット制御権を取得(TAKEARM)したタスクにて実行ください。ロボット制御権未取得の場合は、エラー「21F7 アームセマフォを取得できません」が発生します。

## 用例

```
def jnt vel
def sng absv, xvel, yvel, zvel
vel=GetSrvData(17)           'ツール端速度を取得する。
xvel=JOINT(1,vel)           'ワーク座標 X 成分抽出
yvel=JOINT(2,vel)           'ワーク座標 Y 成分抽出
zvel=JOINT(3,vel)           'ワーク座標 Z 成分抽出
absv = SQR(xvel*xvel+yvel*yvel+zvel*zvel) 'ツール端合成速度計算
```

# GetJntData

**機能** 指定軸のサーボ内部データを取得します。(Ver. 1.5 以降対応)

**書式** <指定軸サーボ内部データ> = GetJntData(<データ番号>、<軸番号>)

**説明** <データ番号>と<軸番号>で指定した指定軸のサーボ内部データを取得します。  
<指定軸サーボ内部データ>は、F型(単精度実数型)のデータで、指定軸のデータがセットされます。データ番号により以下のデータが取得されます。

| <データ番号> | <サーボ内部データ>                  |
|---------|-----------------------------|
| 1       | モータ速度現在値 [rpm]              |
| 2       | モータ角度偏差 [Pulse]             |
| 4       | モータ電流絶対値 [定格比 %]            |
| 5       | モータトルク指令値(重力補償分は除く) [定格比 %] |
| 8       | 各軸位置、角度 [mm or deg]         |

## マクロ定義

**関連項目** GetSrvData

- 注意事項**
- (1) 上記以外のデータ番号は、予約番号です。30 まで指定してもエラーになりませんが、指定しないでください。
  - (2) サーボ単軸モニタ実行中にサーボデータを取得すると、取得時間が大幅に伸びる場合があります。サーボ単軸モニタ機能と併用する場合はご注意ください。
  - (3) <データ番号>を変更すると、変更時間がかかる場合があります。<データ番号>の切替えは最小限にしてください。
  - (4) 制御権を取得(TAKEARM)したタスクにて実行ください。制御権未取得の場合は、エラー「セマフォを取得できません」が発生します。

## 用例

```
defsnv vel  
vel=GetJntData(1,7)          ‘ 7 軸のモータ速度を取得します。
```

## 第 5 章

# 機内配線の製作と設置

ここでは、コネクタのピン配置など、機内配線の製作に必要なデータと設置について説明します。

## 目次

### 第5章 機内配線の製作と設置

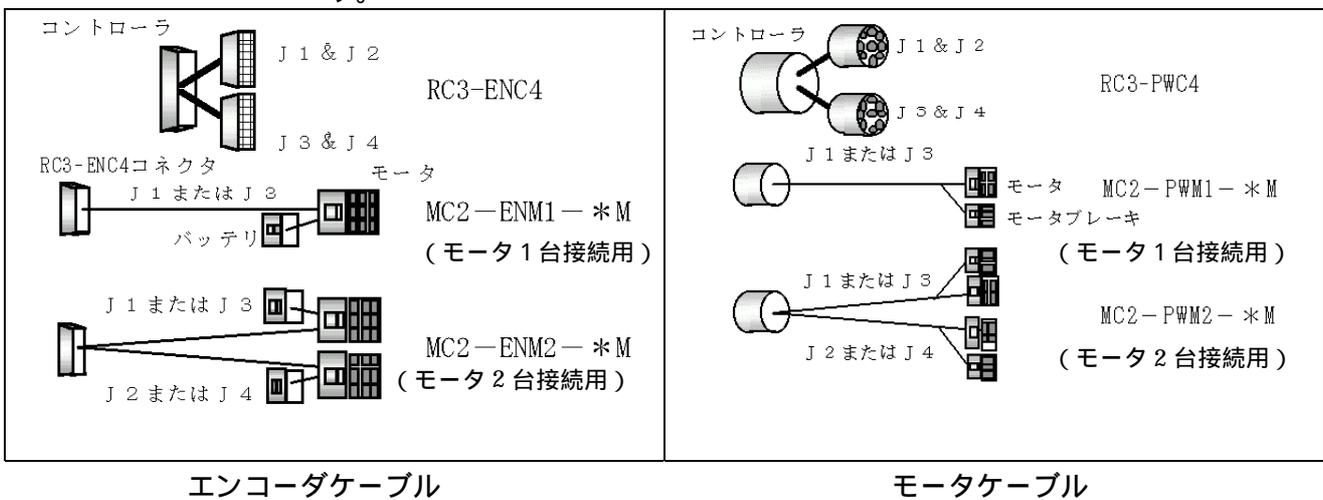
|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 5.1 機内配線製作方法の選択 .....      | 5-1 |
| [ 1 ] 各軸分割配線の機内配線 .....    | 5-1 |
| [ 2 ] 4軸一体配線 .....         | 5-1 |
| 5.2 エンコーダ系統コネクタのピン配置 ..... | 5-2 |
| 5.3 モータ電源系統コネクタのピン配置 ..... | 5-3 |
| 5.4 AC サーボモータの配線色 .....    | 5-4 |
| 5.5 エンコーダバックアップ電池の配線 ..... | 5-5 |
| 5.6 機内配線要領 .....           | 5-6 |
| 5.7 コントローラの設置 .....        | 5-7 |
| 5.7.1 コントローラの設置環境 .....    | 5-7 |
| 5.7.2 電源の配線 .....          | 5-7 |
| 5.7.3 配線時の注意 .....         | 5-7 |

## 5.1 機内配線製作方法の選択

RC5-SMARTコントローラとACサーボモータを接続する機内配線は、「1.3 オプション品」に記載の「4軸一体配線」または「各軸分割配線」のオプション設定部品を利用して製作します。

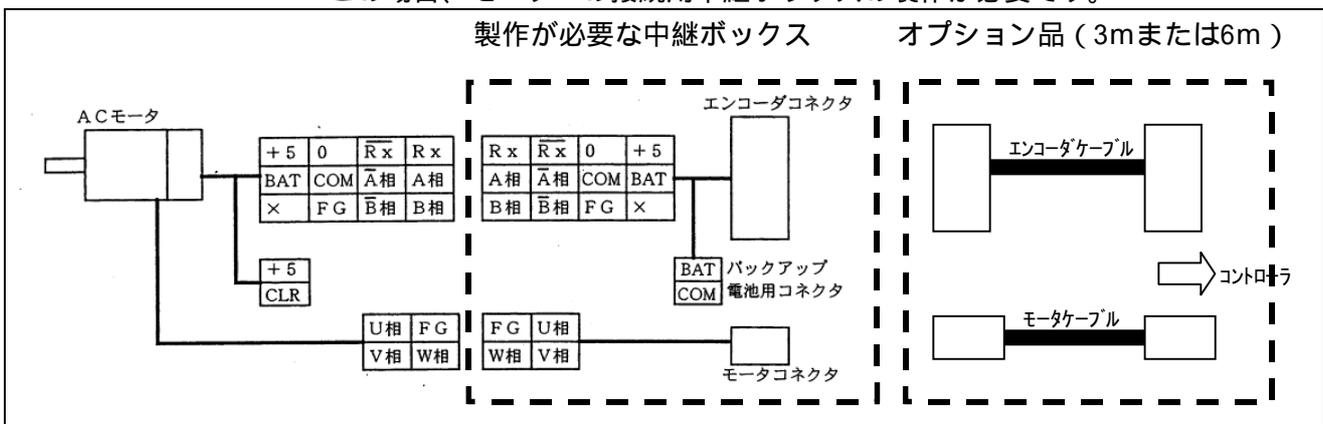
### [ 1 ] 各軸分割配線の機内配線

オプション設定のエンコーダ変換コネクタ・エンコーダケーブル・モータ変換コネクタ・モータケーブルおよびエンコーダバックアップ電池を選択使用して接続します。この場合は、直接接続できるので、配線製作の手番が省略できます。



### [ 2 ] 4軸一体配線

オプション設定のエンコーダケーブル・モータケーブルおよびエンコーダバックアップ電池を利用して、機内配線を製作します。  
この場合、モータへの接続用中継ボックスの製作が必要です。

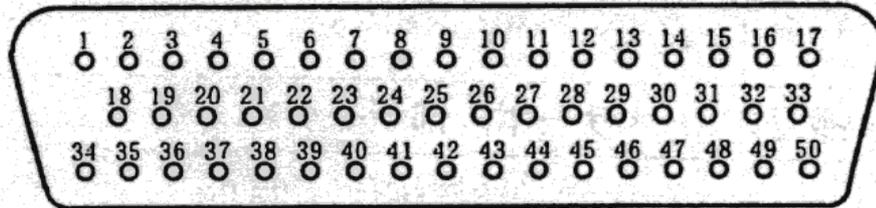


この機内配線を製作するのに必要なデータや、注意事項について、以下に説明します。

## 5.2 エンコーダ系統コネクタのピン配置

### (1) コントローラのエンコーダコネクタ (CN9) のピン配置

コネクタ型式：

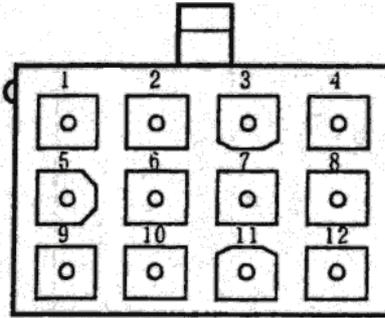


ピン側結合面からみた図

| 端子No. | 名称              | 端子No. | 名称              |
|-------|-----------------|-------|-----------------|
| 1     | 1軸モータエンコーダ A相   | 18    | 3軸モータエンコーダ A相   |
| 2     | 1軸モータエンコーダ A相   | 19    | 3軸モータエンコーダ A相   |
| 3     | 1軸モータエンコーダ B相   | 20    | 3軸モータエンコーダ B相   |
| 4     | 1軸モータエンコーダ B相   | 21    | 3軸モータエンコーダ B相   |
| 5     | 1軸モータエンコーダ R X相 | 22    | 3軸モータエンコーダ R X相 |
| 6     | 1軸モータエンコーダ R X相 | 23    | 3軸モータエンコーダ R X相 |
| 7     | 2軸モータエンコーダ A相   | 24    | 4軸モータエンコーダ A相   |
| 8     | 2軸モータエンコーダ A相   | 25    | 4軸モータエンコーダ A相   |
| 9     | 2軸モータエンコーダ B相   | 26    | 4軸モータエンコーダ B相   |
| 10    | 2軸モータエンコーダ B相   | 27    | 4軸モータエンコーダ B相   |
| 11    | 2軸モータエンコーダ R X相 | 28    | 4軸モータエンコーダ R X相 |
| 12    | 2軸モータエンコーダ R X相 | 29    | 4軸モータエンコーダ R X相 |
| 13    |                 | 30    | 3軸モータエンコーダ +5V  |
| 14    | 1軸モータエンコーダ +5V  | 31    | 4軸モータエンコーダ +5V  |
| 15    | 2軸モータエンコーダ +5V  | 32    | 3軸モータエンコーダ 0V   |
| 16    | 1軸モータエンコーダ 0V   | 33    | 4軸モータエンコーダ 0V   |
| 17    | 2軸モータエンコーダ 0V   |       |                 |

(2) モータエンコーダ用12Pコネクタのピン配置

コネクタ型式：



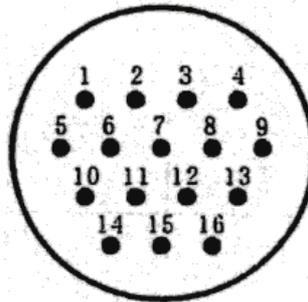
機内配線ピン側結合面から見た図

| 端子No. | 名称                         | 端子No. | 名称                        |
|-------|----------------------------|-------|---------------------------|
| 1     | モータエンコーダ +5V               | 7     | モータエンコーダ $\overline{A}$ 相 |
| 2     | モータエンコーダ 0V                | 8     | モータエンコーダ A相               |
| 3     | モータエンコーダ $\overline{R}$ X相 | 9     |                           |
| 4     | モータエンコーダ R X相              | 10    | モータエンコーダ シールド             |
| 5     | エンコーダバックアップ 3.6V           | 11    | モータエンコーダ $\overline{B}$ 相 |
| 6     | エンコーダバックアップ 0V             | 12    | モータエンコーダ B相               |

### 5.3 モータ電源系統コネクタのピン配置

(1) コントローラのモータコネクタ(CN10)のピン配置

コネクタ型式：

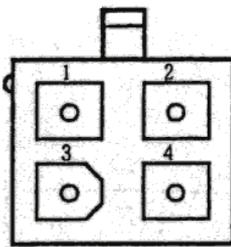


ピン側結合面から見た図

| 端子No. | 名称       | 端子No. | 名称         |
|-------|----------|-------|------------|
| 1     | 1軸モータ U相 | 9     | 3軸モータ W相   |
| 2     | 2軸モータ U相 | 10    | 4軸モータ U相   |
| 3     | 2軸モータ V相 | 11    | 4軸モータ V相   |
| 4     | 3軸モータ U相 | 12    | ブレーキ解除用24V |
| 5     | 1軸モータ V相 | 13    | GND        |
| 6     | 1軸モータ W相 | 14    | 4軸モータ W相   |
| 7     | 2軸モータ W相 | 15    |            |
| 8     | 3軸モータ V相 | 16    | ブレーキ解除用0V  |

(2) モータ電源用4Pコネクタのピン配置

コネクタ型式：

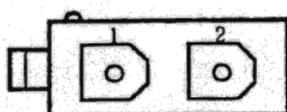


機内配線ピン側結合面から見た図

| 端子No. | 名称      |
|-------|---------|
| 1     | モータ U相  |
| 2     | モータ GND |
| 3     | モータ V相  |
| 4     | モータ W相  |

(3) モータブレーキ用2Pコネクタのピン配置

コネクタ型式：



機内配線ピン側結合面から見た図

| 端子No. | 名称          |
|-------|-------------|
| 1     | ブレーキ解除用 24V |
| 2     | ブレーキ解除用 0V  |

## 5.4 AC サーボモータの配線色

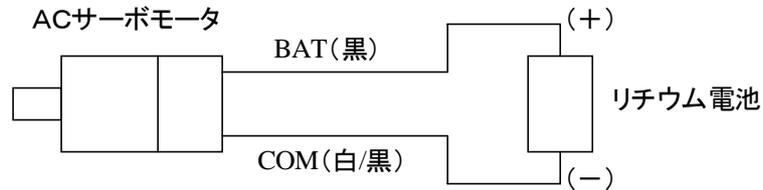
ACサーボモータの配線色を下表に示します。

| エンコーダ部        |     | モータ部                |     | ブレーキ部          |     |
|---------------|-----|---------------------|-----|----------------|-----|
| 信号名           | 配線色 | 信号名                 | 配線色 | 信号名            | 配線色 |
| A相            | 赤   | U相                  | 赤   | ブレーキ           | 黄   |
| A相            | 桃   | V相                  | 黄   | ブレーキ           | 黄   |
| B相            | 黄緑  | W相                  | 黒   | 注：ブレーキ信号は極性なし。 |     |
| B相            | 青   | FG                  | 緑/黄 |                |     |
| Z相            | 黄   | 注：エンコーダ信号のZ相は使用しない。 |     |                |     |
| Z相            | 橙   |                     |     |                |     |
| BAT           | 肌色  |                     |     |                |     |
| COM           | 茶   |                     |     |                |     |
| CLR           | 深緑  |                     |     |                |     |
| FG            | 灰   |                     |     |                |     |
| R $\bar{X}$ 相 | 紫   |                     |     |                |     |
| RX相           | 水色  |                     |     |                |     |
| +5V           | 白   |                     |     |                |     |
| 0V            | 黒   |                     |     |                |     |

## 5.5 エンコーダバックアップ電池の配線

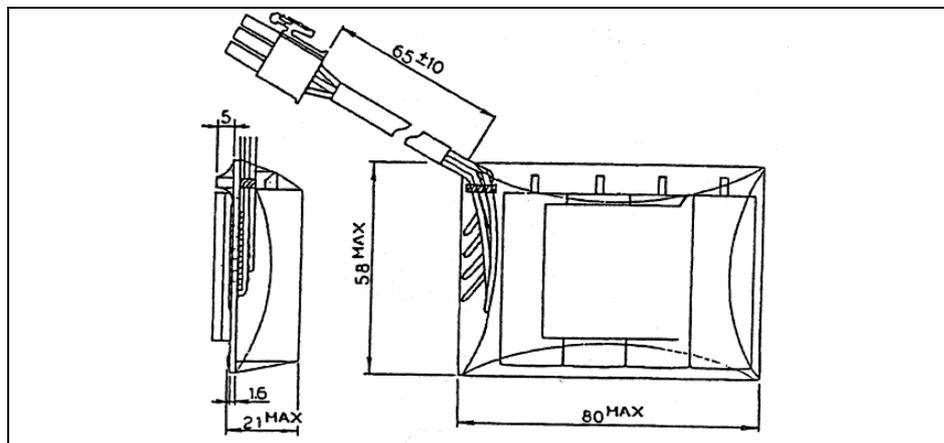
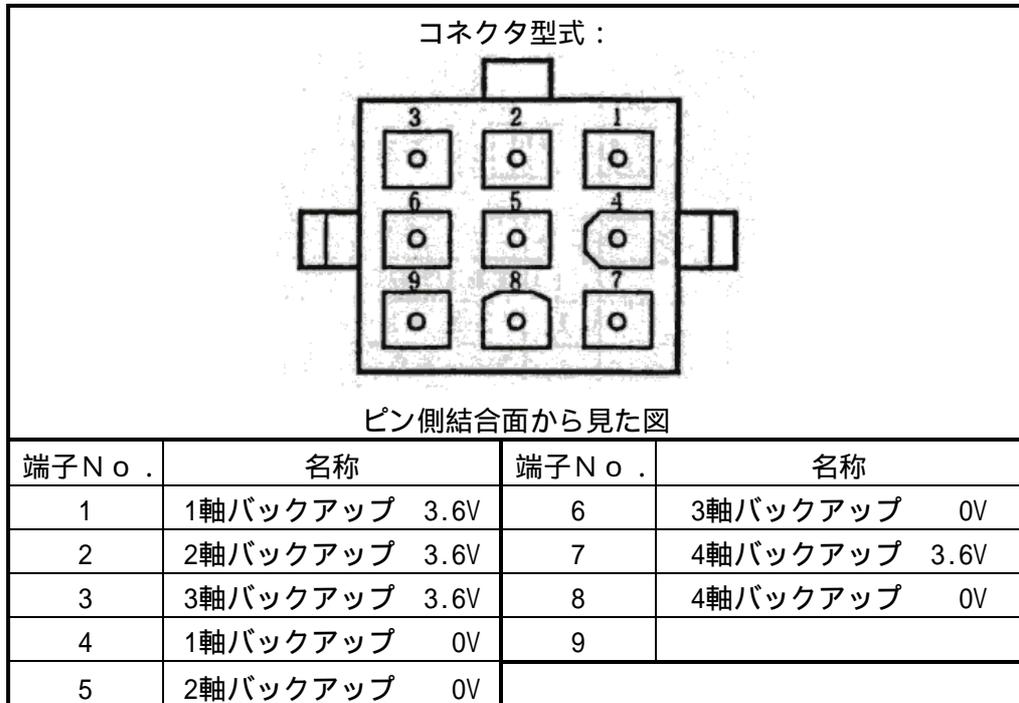
絶対位置エンコーダ回路による位置データの記憶のために、リチウム電池を下図のように接続します。

エンコーダバックアップ電池は、HM/HS-Dシリーズ（4軸ロボット）に使用のものと同じものを使用し、2年毎の定期交換部品です。



バックアップ電池のコネクタピン配置と外形寸法を下図に示します。

バックアップ電池のピン配置



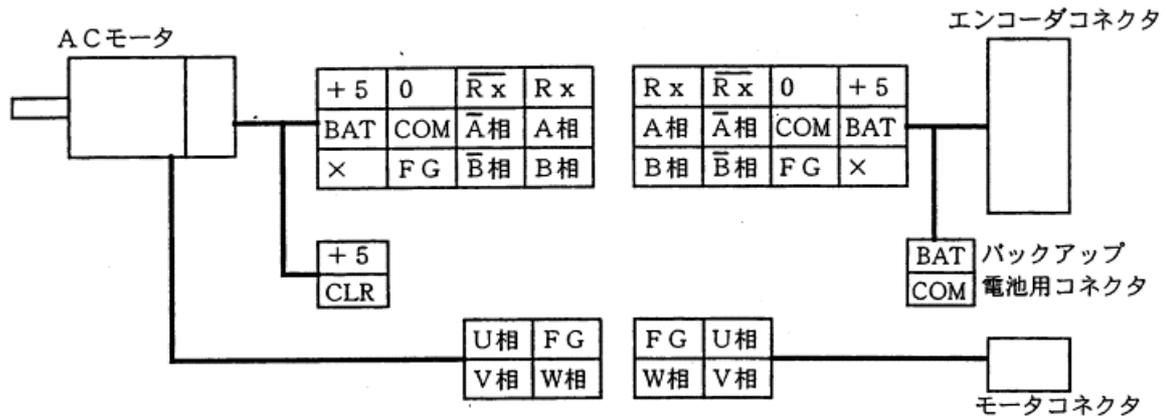
バックアップ電池の外形寸法

## 5.6 機内配線要領

機内配線で使用するコネクタやケーブルは、下図のように配線します。

絶対値エンコーダはシリアル通信によるデータ転送を行なうため、次の点に注意して、シールドやFGは確実に結線してください。

- ・各軸のエンコーダシールド線はコネクタねじ部に接続する。
- ・配線の引き回しは、ノイズ発生源から遠ざける。
- ・エンコーダ線とモータ線は一緒に束ねない。



**⚠注意：** エンコーダ線とモータ線の配線は、絶対に間違えないでください。  
 また、配線終了後に必ず点検と確認を行なってください。  
 誤った配線をする、メカ（モータ）の振動による過電流エラーや誤動作（RX相とRX相の誤配線時等）の原因となります。

## 5.7 コントローラの設置

### 5.7.1 コントローラの設置環境

コントローラの設置環境を下表に示します。

| 項目      | 仕様  |
|---------|---|
| 周囲温度    | 運 転 時：0～40<br>保管・運送時：-10～60   |
| 湿度      | 運 転 時：90%以下（結露不可）<br>保管・運送時：75%以下（結露不可）   |
| 振動      | 運 転 時：4.9 m/s <sup>2</sup> (0.5G) 以下<br>保管・運送時：29.4 m/s <sup>2</sup> (3G) 以下  |
| 安全な設置環境 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・可燃性ガス・引火性液体等の雰囲気でないこと</li> <li>・金属加工の削りクズ等導電性物質が飛散している雰囲気でないこと</li> <li>・酸・アルカリ等の腐食性ガスの雰囲気でないこと</li> <li>・インバータ、高周波発振器、溶接機等の電気ノイズ源の近傍でないこと</li> </ul> |
| 作業スペース等 | 点検等のスペースが充分確保されていること  |
| 接地条件    | D種接地（接地抵抗100 以下）  |

注意：ロボットを含む設備に電気溶接を行なうときは、必ずコントローラの電源を切り全てのコネクタを外してください。

### 5.7.2 電源の配線

- ・コントローラ用電源は溶接用電源とは必ず別電源から配線してください。
- ・AC200V電源ケーブルのアース線（緑）は、確実に接続してください。
- ・AC200V電源のアースは、D種接地（接地抵抗100 以下）にしてください。
- ・RC5-SMARTで使用する漏電ブレーカは、「インバータ対応」のものを使用してください。
- ・AC200V幹線、ケーブルは下表を参考に準備してください。

電源の仕様

|   |  |
|---|--|
| 電源電圧 : 3相AC 200V - 15% ~ 230V +10%<br>50/60Hz<br>電源投入時の瞬間最大電流 : 50A (1/50秒もしくは1/60秒)<br>許容瞬時停電時間 : 30ms | 電源コネクタ (CN11) のピン配列<br><br>A: AC200V R相<br>B: AC200V S相<br>C: AC200V T相<br>D: アース<br>(ピン側結合面から) |
|---|--|

### 5.7.3 配線時の注意

ティーチングペンダントケーブル・I/Oケーブル・エンコーダケーブルなどの弱電線と、モータケーブル・AC200V電源ケーブルなどの強電線とを束ねたり、エンコーダ線を強電機器（モータ・溶接機・パーツフィーダなど）の近くに付設しないでください。



# デンソーロボット

RC5-SMART コントローラ

---

取扱説明書 追補版

初 版 2001 年 10 月

株式会社デンソーウェーブ FA 事業部

---

10C5

この取扱説明書の一部または全部を無断で複製・転載することはお断りします。

この説明書の内容は将来予告なしに変更することがあります。

本書の内容については、万全を期して作成いたしました。万が一不審の点や誤り、記載もれなど、お気づきの点がありましたら、ご連絡ください。

運用した結果の影響については、上項にかかわらず責任を負いかねますのでご了承ください。