

1. 実機試運転の前に

1 - 1 実機試運転の前提条件

モータ単体運転や最低限の調整（サーボアンプやS L Mパラメタ）が完了していることが前提です。

具体的には、＜導入編＞の以下の作業が完了していることを確認下さい。

初期導入作業	PCソフトインストールなど
ダミー運転	S L M単独での運転・操作
モータ単体運転の準備	サーボなどの配線など
モータ単体運転	モータを空回しで試運転

1 - 2 関連図面・マニュアル

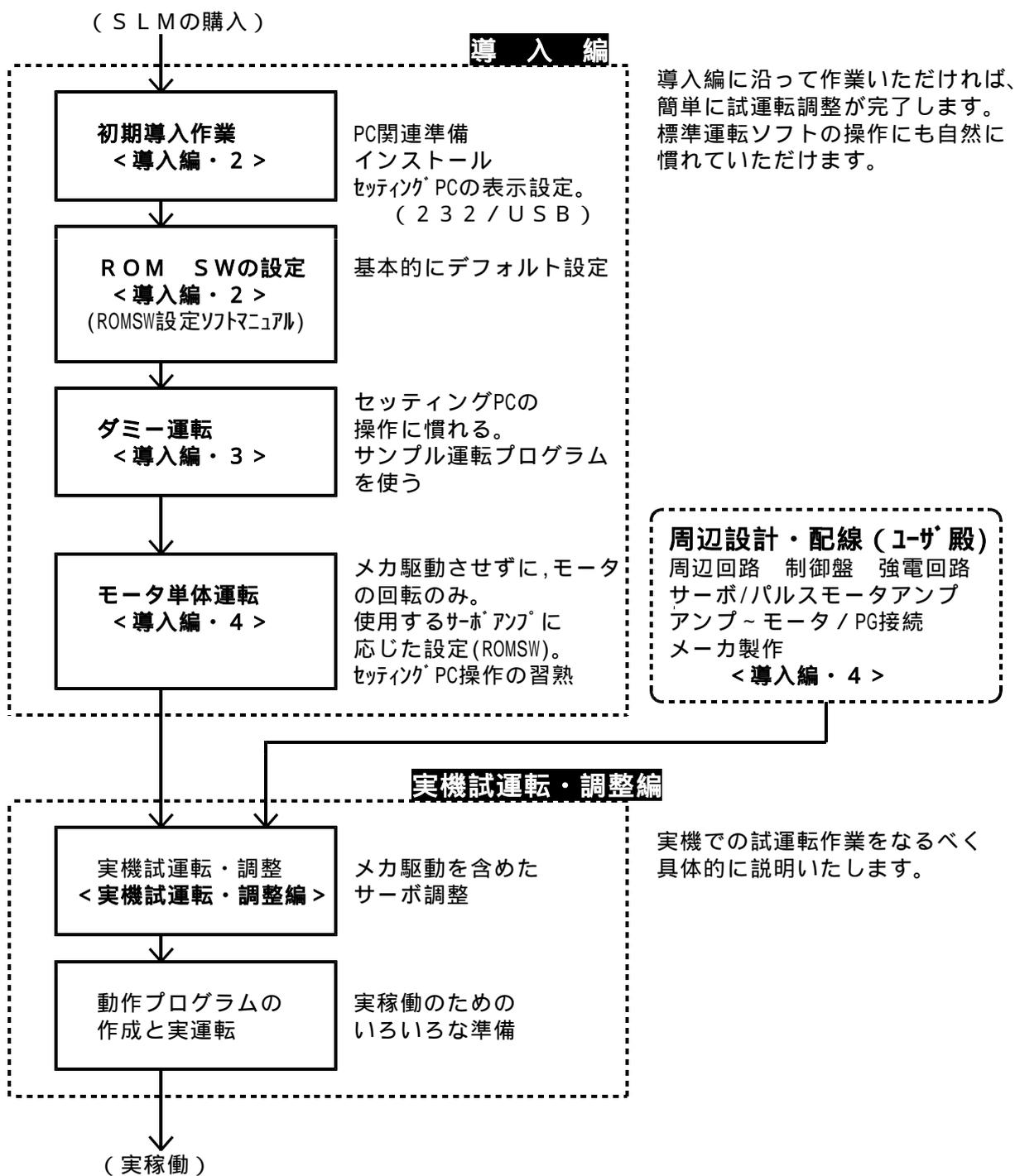
関連する図面とマニュアルを準備下さい。

S L M関連マニュアル	S L Mユーザーズマニュアル	TB00-0800（本書）
	S L MセッティングPCマニュアル	TB00-0802
	S L MROM SW設定ソフトマニュアル	TB00-0801

周辺回路図 （ユーザ殿設計）	展開接続図 ケーブル図など
-------------------	------------------

サーボ / パルスモータアンプのマニュアルや説明書（各メーカー）

2. 導入から試運転・調整までの作業フロー（概略）

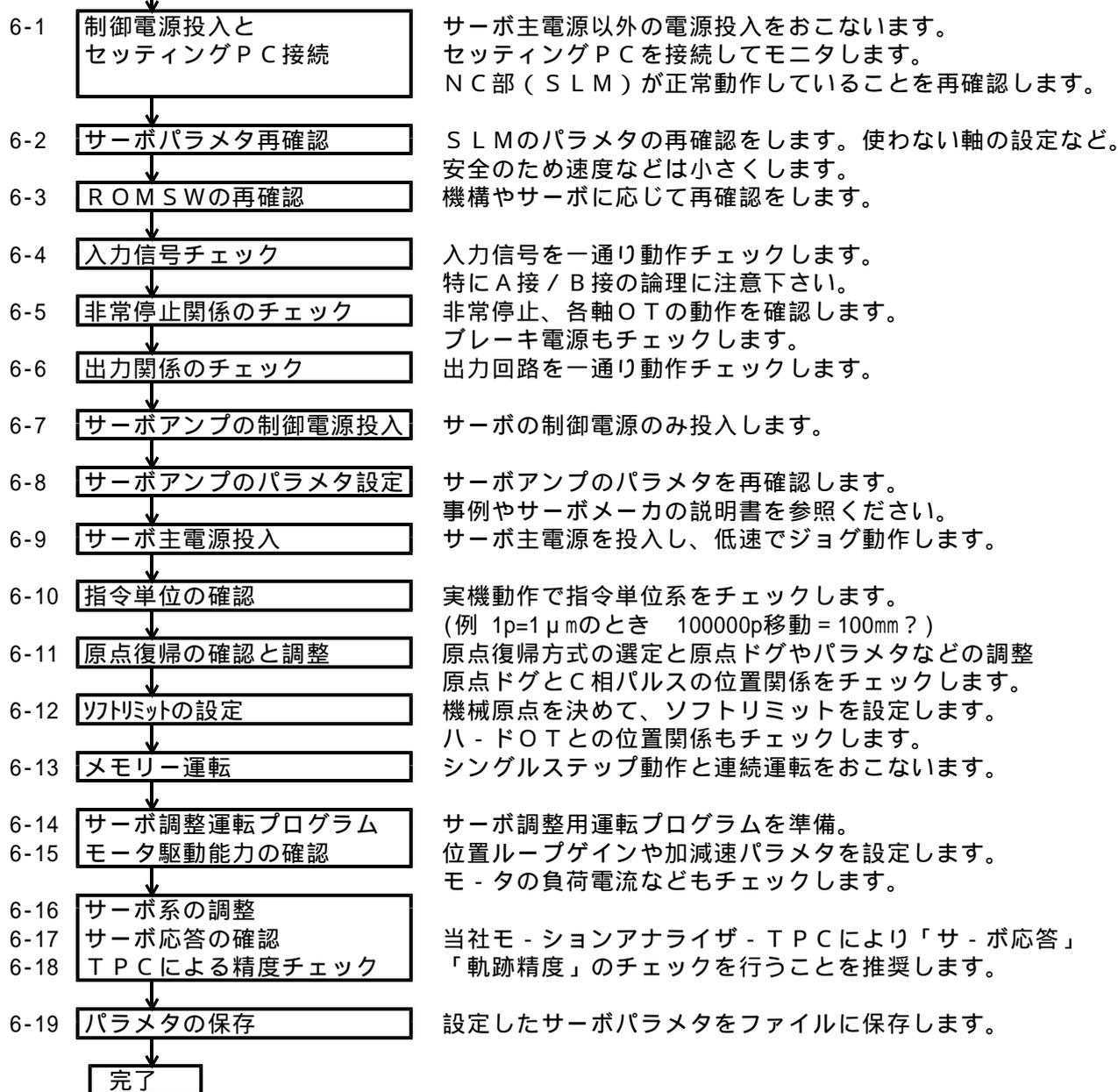


3. 実機試運転・調整の概要 **メカ組合せ試運転**

対象のマシにより、詳細手順は多少異なります。ここでは代表的な例について説明します。
特にリンク系のロボットや落下軸のあるマシンでは、ブレーキ動作が安全上で非常に重要です。
サ - ボオフのときにブレ - キが正常動作しないと、自重で落下する危険性もあります。

モ - タ単体運転が正常に完了していることを前提としています。

詳細説明の項目



4. 制御盤の製作（準備）

モータ単体運転までは、制御ユニットをとりあえずの製作で済ませている場合もありますが、実機運転では、正式に完成させておく必要があります。
配線チェックなども完全に完了させてください。
導入編4.「モータ単体運転の準備」を再度ご確認ください。
特にアースは、安全上もノイズ対策としても重要です。

一般には、以下のような図面を作成して、確認します。

展開接続図	例：テクノHP会員コーナ	TE00-0587
材料表	例：テクノHP会員コーナ	製作仕様例 TB04-1890
ケーブル図	例：マニュアル<ハード編>	
組立・配線図		
部品配置図		
板金図（制御盤構造図）		

5. 機構側の準備

5 - 1 モータの取り付け

各モータメーカーの説明書にしたがって、取り付けてください。
カップリングやタイミングベルトなどがゆるんでいると思わぬ事故になる危険性があります。

可動部では、ケーブルは一般的にロボットケーブルを使用します。
モータメーカーに問い合わせてください。

5 - 2 機体配線

配線チェックは大変重要ですので入念におこなってください。
特に強電関係の配線を十分にチェックします。

信号ケーブル	ケーブル製作時点で確実にチェックして下さい。 特に混色や接触不良などは、試運転作業を大幅に遅らせる原因になります。 必ず事前に十分なチェックをおこなってください。
強電配線	電源やリレー回路などの配線ミスは、焼損の原因になる場合があります。 必ず配線図と照合チェックして下さい。 また、線サイズ、端子カシメ、ネジ締めなどもチェックして下さい。

- 注1 リレーコイルや電磁開閉器には、必ずサージサプレッサーを入れて下さい。
＜ハード編＞3 - 3「入出力信号の電氣的仕様」を参照下さい。
- 注2 一般信号ケーブルと強電回路は配線経路を極力分離して下さい。
- 注3 ケーブルのシールドは、アースプレートやクランプ用金具にて制御盤アースへ落として下さい。

6. 実機試運転の作業

6 - 1 制御電源投入

PCのセッティングPCソフトを起動してください。

次にSLMとIO関係の制御電源を入れてください。

サーボ主電源は、安全のためオフにしておきます。

非常停止などの入力によって、サーボ主電源回路のリレー制御でオフさせてください。

SLMの入力電圧(5V)やI/O用の電源電圧(24V)を確認して下さい。

制御用電源 5V(5.00~5.15V:CN3 1番~2番の間)

IO用DC24V 24V±10%

注記 本来は、モータ単体運転の準備作業で確認済みです。

SLMのLED1の点滅を確認してください。

セッティングPCソフトの運転画面で位置情報にゼロ表示ができることを確認してください。

導入編の3.「ダミー運転」と同じ作業です。

6 - 2 サーボパラメタの再確認

サーボ(制御軸)に関するパラメタです。実機に応じて最適な値を設定します。

セッティングPC「パラメタ画面」で設定します。

サーボパラメタ設定画面

	X	Y	Z	A
DAゲイン	5.00	5.00	5.00	5.00
INPOS量	50	50	50	50
ER上限値	4000	4000	4000	1000
ER飽和量	4000	4000	4000	4000
PTP時定数	200	200	200	200
PTP速度	30000	30000	30000	30000
JOG速度	30000	30000	30000	30000
補間時定数	30	30	30	30
+側ソフトリミット	1000000	1000000	1000000	1000000
-側ソフトリミット	1000000	1000000	1000000	1000000
原点距離	1000	1000	1000	1000
アプロード速度	7500	7500	7500	7500
原点復帰方向	無し	無し	無し	無し
原点復帰順位	0	0	0	0
原点復帰逃げ量	2000	2000	2000	2000
バックラッシュ補正量	0	0	0	0
原点復帰速度	30000	30000	30000	30000
形状補正係数	0	0	0	0
S字加速減速	0	0	0	0
ホームポジション距離	0	0	0	0
ホームポジション順位	0	0	0	0

1 : 「DAゲイン」「ER上限値」「ER飽和量」は、SLMでは無効です。(入力しないで下さい)
2 : 速度関連のパラメタ(PTP速度、JOG速度)は、安全のため、初めは低速に設定してください。
3 : 「原点復帰方向」を「無し」に設定しておけば、原点復帰をしなくても、メモリ運転が可能です。

6 - 3 ROMSWの再確認

実機の状態に応じてROMSWを再設定します。基本的には、単体運転で完了しています。

画面	ROMSW名	内容	ROMSWマニュアル参照
基本ROMSW	有効制御軸	使用する軸を選択	項目 4 - 1
	パルスエレクタック	最大pps	
軸設定ROMSW	C相原点復帰	C相原点復帰をする	項目 4 - 1
	C相論理	場合のみ設定してください。	
	指令/FBパルス	パルス出力形態 パルス出力幅	項目 4 - 1 補足 5 - 1

設定例 安川電機 サーボ () 三菱電機 J 2 オリエンタルモータ ステップ

ROMSW項目	安川	三菱 J 2	リインテラ ステップ
基本ROMSW			
パルスエレクタック	512k (1 M)	同左	2 5 6 k
軸設定ROMSW			
C相原点復帰	適宜	同左	適宜
C相論理	正	同左	正
パルス出力モード	A / B	同左	CW / CCW
パルス出力幅	1 倍	同左	1 倍
指令極性	適宜	同左	適宜
電子ギヤ	適宜	同左	適宜
FB入力ポート	適宜	同左	適宜
FB入力極性	正	同左	正
任意分周値	適宜	同左	適宜

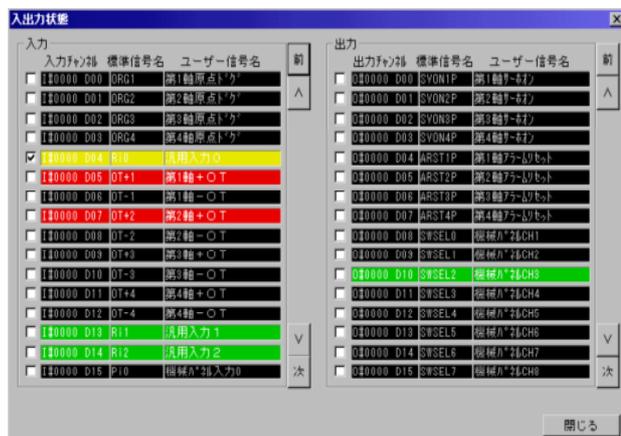
パルスモードの場合の注意 パルスエレクタック (最大 p p s) パルス出力モード (波形) パルス幅
FB入力極性 A相すすみが 正
標準配線を元にした極性です。(配線が変われば、極性もかわります)

6 - 4 入力信号のチェック

配線してある入力信号を一通りON/OFFさせて、セッティングPCのI/O画面で確認してください。特に、アラーム関連の入力は重要です。OT (オーバトラベル)、非常停止、サーボアラームなどは、十分に確認してください。

機体側のLSや近接SWをオン/オフさせてモニタ - 画面のON/OFFでチェックします。都合で機体配線が無い入力は、端子台などでショート/オープンさせてチェックします。

入出力モニタリング画面



入力信号の論理設定 (A 接 / B 接) の変更が必要な場合は、ROMSW設定ソフトでおこなってください。

6 - 5 非常停止関係のチェック

「非常停止」や「OT入力」でサーボ主電源断（SLMからのSVM出力OFF）することをチェックします。

非常停止入力を解除して電源投入します。→サーボ主電源が投入されます。

サーボ主電源がONした状態で、「非常停止」及び「各OT入力」（b接点のショートなら、オ・ブンにする）にて、主電源断になることを確認して下さい。

サーボ主電源が入らない場合は、他にアラーム要因があります。
セッティングPCのモニター画面にて、アラーム要因を確認して下さい。

<ブレーキ電源チェック>

注意

落下軸の場合、ブレーキの動作チェックをします。ここではサーボフリーのまま、ブレーキ解除しますので、落下防止の処置（材木などによる支え）をして下さい。
SVM ONにて、ブレーキ電圧が発生し、ブレーキは解除します。ブレーキ解除のディレータイムも長め（2～3秒）に設定して下さい。

6 - 6 出力信号のチェック

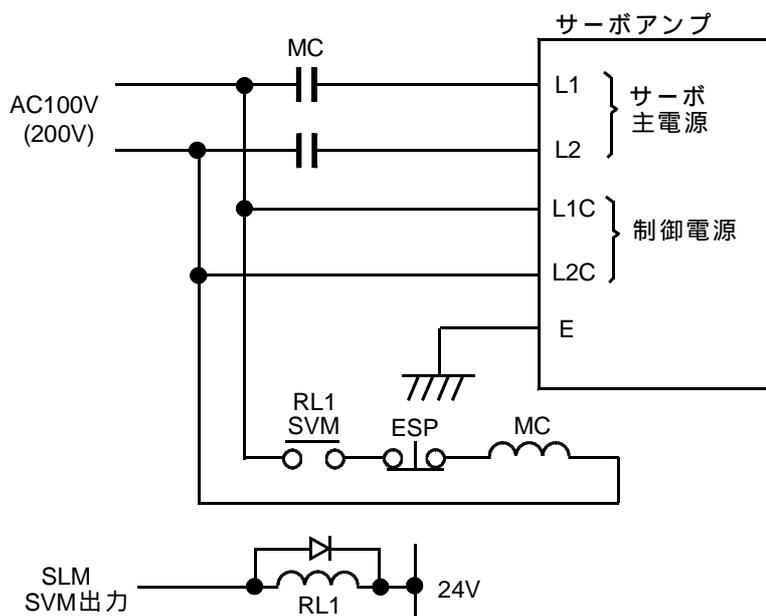
セッティングPCの「入出力画面」で配線している出力信号をON/OFFさせてリレー、ランプ、ソレノイド、シリンダなどを動作させて確認してください。
ただし、出力がオン/オフして具体的に作用する結果をあらかじめ想定し、安全であることを確認したうえで、おこなう必要があります。
出力動作が電氣的にも機械的にも干渉する場合があります。このような場合、周囲状況やお互いの出力状態を十分に確認しながら、慎重に動作させてください。

6 - 7 サーボアンプの制御電源投入

サーボアンプの制御電源が投入できる状態であれば、主電源を入れずにサーボのパラメタを確認・調整できます。

サーボアンプの電源端子が制御電源と主電源が別々のタイプの場合は、以下のように配線し主電源がオフしていても制御電源が投入できるようにして下さい。

サーボアンプ電源 例

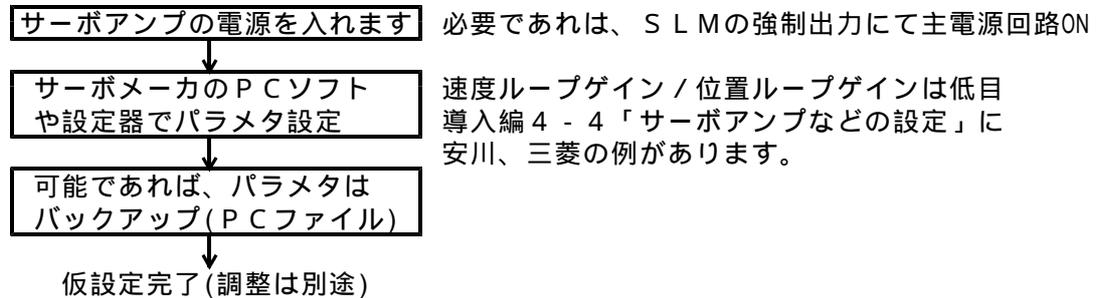


6 - 8 サーボアンプのパラメタ設定

使用するサーボやパルスモータアンプの設定をおこないます。

具体的設定方法は各アンプメーカーの説明を参照下さい。

また、基本的な考え方は、本マニュアルの<実機試運転・調整編>7項「サーボ系の制御性能」を参照下さい。



最初の段階では、以下のようにサーボアンプのパラメタを設定するとより安全です。

- (1) トルクリミット：ぶつけても機械が壊れないように50%程度に下げる。
(まれに、摩擦や重量荷重で定常時に50%以上のトルクを必要とすることもあります。
この場合は、動作に支障が無い程度のトルクリミット70%~80%として下さい。)
- (2) 速度リミット：安全な速度に制限しておく

6 - 9 サーボ主電源投入

非常停止やOTを解除して電源投入を行うとサーボ主電源が入ります。非常停止ボタンに手をおいて電源投入して下さい。

乱調や急な動作をした場合は、すぐに非常停止を押して下さい。

サーボロックを確認後、ジョグ操作により+方向、-方向に動かして様子を見ます。メカ端にぶつけないように注意して下さい。(±OTは、必ずチェック完了して置いてください)はじめは、なるべく低速で動かして下さい。(オーバライドで10%にするなど)

<サーボが乱調したとき>

配線不良やPGF、Bの逆極性の可能性があります。モータとPGの配線や極性のチェックを行ってください。

<未完成の軸など>

未完成や使用したくない軸があれば、セッティングPCで軸設定により、使用禁止にできます。セッティングPC運転画面 操作メニューの「制御軸」「軸設定」詳細は、セッティングPCマニュアル「5-2-4-1 軸設定画面」を参照下さい。

6 - 10 指令単位の確認

念のため指令単位に間違いがないか、全軸それぞれに確認します。

例 1p=1 μ m 100000pの送り = 正確に100mm?

例 1p=0.001° 90000pの送り = 正確に90°?

異なる場合 オーダ設定/メカ諸元(ギヤ比、ボールネジなど)を確認下さい。
また、「指令パルス電子ギヤ」の設定(ROM SW)が必要な場合もあります。

電子ギヤの確認

セッティングPCソフトで仮に10mm相当のパルス量をインチング送り

メカの移動が正確に10mm 電子ギヤは、ok

メカの移動が10mmでない 電子ギヤを再計算。

10mmである必要は、ありません。わかりやすい移動量を指定して下さい。

設定ミスにより、1パルスの移動量が桁違いなどで大きく異なっている場合、予想の

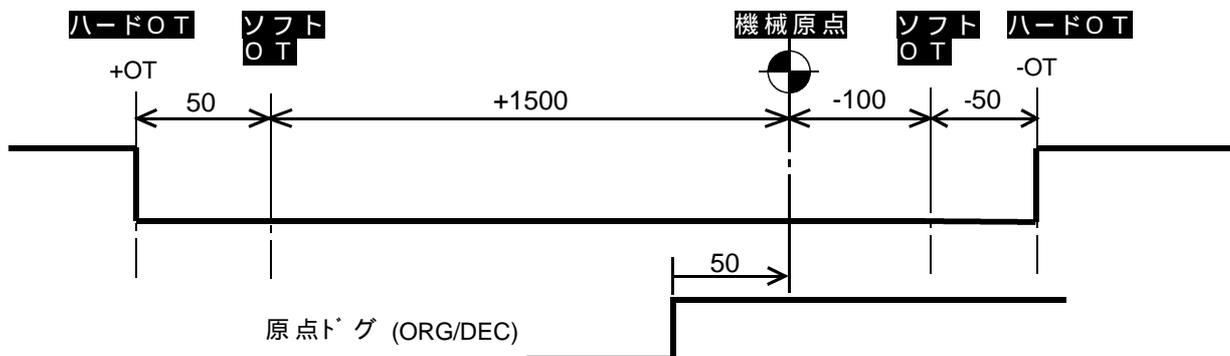
10倍以上の距離を動くこともあります。OT動作の確認、移動量を極端に小さくする、送り速度を低速にするなど安全に配慮しておこなってください。

6 - 1 1 原点復帰の確認と調整(メカ組合せ試運転)

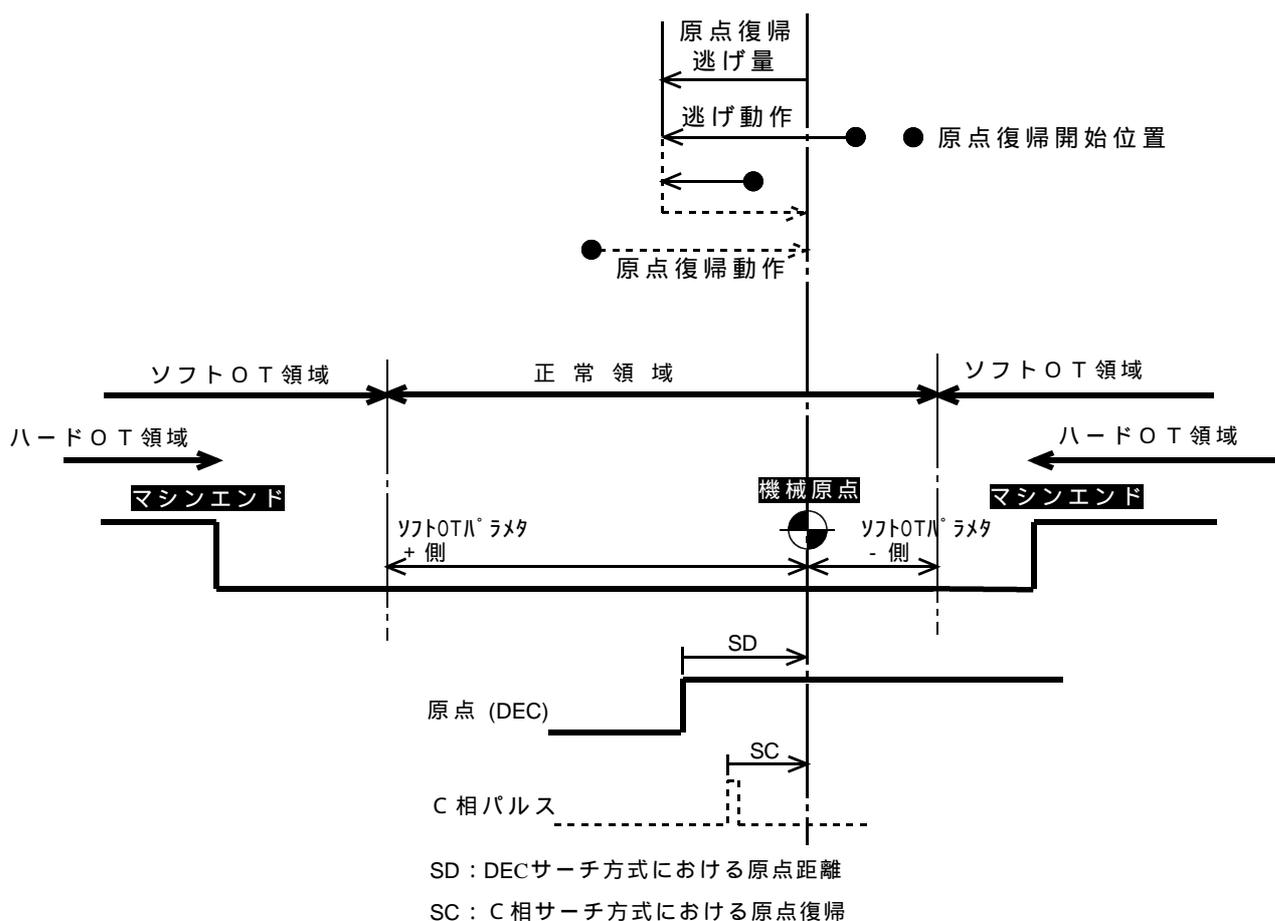
6 - 1 1 - 1 各軸ストロークの整理(機構設計)

本来、ストロークに対して、DEC変化点位置、機械原点、ソフトOT位置、ハードOT位置など図面上で整理して、数値化しておきます。(以下のような図)
これにならって、DEC位置や原点位置の確認や調整をおこないます。

軸ストロークの設計例



6 - 1 1 - 2 軸ストロークと機械原点の関係



6 - 1 1 - 3 原点復帰方式の選択 (D E Cサーチ / C相サーチ)

原点復帰方式の選択をしてください。

R O M S W 軸設定 : C相原点復帰

無効 (デフォルト) : D E Cサーチ方式 原点 L S (D E C / O R G) のみ使用

有効 : C相サーチ方式 原点 L S と C相 F B パルスを使用

D E Cサーチ方式とC相サーチ方式の動作については、

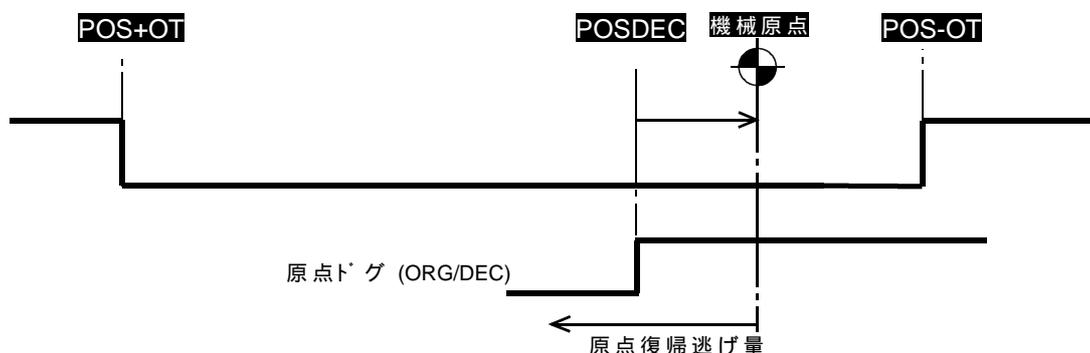
「ユーザーズマニュアル」<機能編 8-5.原点復帰の動作>(TB00-0800G)を参照して下さい。

6 - 1 1 - 3 - 1 D E Cサーチ方式の場合

軸を手動でゆっくり動かして、どこでD E C信号やO T信号がO F F / O N変化するかを確認して下さい。

センサのL E Dが見える場合は、それを目視し、変化点の座標を記録します。

あるいは、I O画面でO N / O F F表示を見ながら運転し、変化時の座標を記録します。



注) の位置計測は、電源投入した位置 (仮原点) から適当でかまいません。
ただし、同じ仮原点で計測してください。

± O T位置の記録 P O S + O T P O S - O T

ストロークが十分か? (P O S + O T) - (P O S - O T) が予定通りか?

O Tセンサの位置が悪ければ、位置を調整。十分なストロークを確保。

本当のメカ端 (ぶつかる位置) との差も考慮。(ちゃんっと止まる余裕)

原点信号変化位置の記録 P O S D E C

D E C位置が悪ければ調整。

原点距離の設定

D E C位置が決まったら、次にサーボパラメタ「原点距離」を設定します。

原点復帰逃げ量の設定

の値の2倍程度を設定。

原点復帰速度を低速にして、原点復帰動作をおこなってください。

複数回おこなって、必ず一定の位置に原点復帰する事を確認してください。

6 - 1 1 - 3 - 2 C相サーチ方式

上記の と までは、同じです。

C相パルスが確認できる場合

オシロやサーボのモニタでC相パルスを確認できる場合は、ゆっくり送りながらDEC変化点後のC相位置を記録してください。

C相パルスが確認できない場合

C相パルスが、DEC後の「あるところ」で発生すると仮定して原点復帰をおこなって、間接的に確認します。

原点距離を0に設定して、原点復帰します。

繰り返しおこなって、必ず同じ位置に原点復帰する事を確認します。

その位置が、C相の位置です。

そこから、設定したい原点までの距離を改めて原点距離に設定します。

<繰り返して原点復帰位置がずれる場合>

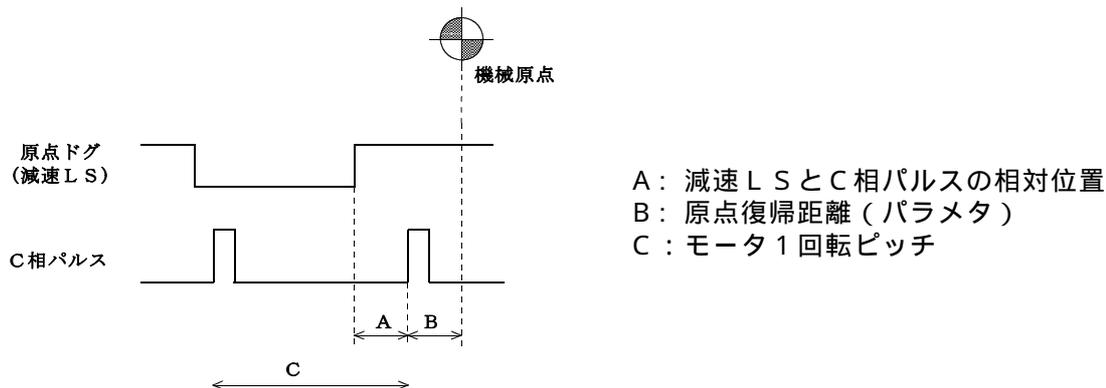
a. C相論理を確認してください。

逆論理では、DEC後にすぐにC相が有効と判断してしまいます。

b. DECの変化点とC相が重なっていないかどうかを確認して下さい。

<原点ドグの変化点とC相の確認> (C相サーチ方式の場合)

早送り速度(PTP速度)、アプローチ速度などは、なるべく低速に設定しておこなって下さい。
C相サーチ方式では、原点ドグとC相パルスの位置関係を確認して下さい。



Aの値の条件 $0.1 \times C < A < 0.9 \times C$ C: モータ1回転ピッチ

【Aの値の確認方法】

セッティングPCのポジション/表示の「相対移動量」には、原点復帰の完了時にはAの値が表示されます。(原点復帰完了の直後のみです)

この時表示される値は、任意分周や電子ギアを掛けていないFBパルスそのものの値です。アプローチ速度が速いと値のバラツキがありますので、何回おこなっても上の条件を満足するように、原点ドグ位置を調整下さい。

【具体例】

条件 モータ1回転 4000p (1000p × 4 逓倍)

(1) C相サーチ方式で原点復帰をします。

(2) 「相対移動量」の表示でAの値を確認します。

400 A 3600 NO(NG) → 原点ドグ位置をずらして(1)からやりなおし。

(5~6回動作) YES(OK) → (5~6回とも全てOK)終了

Aの値が0や4000に近い場合は、C相と原点ドグが重なっていて問題になります。

6 - 1 1 - 4 同一指令 2 軸制御での原点復帰

同一指令 2 軸制御(平行軸)の原点復帰では、2 軸の D E C 信号や C (Z) 相パルスの位置を合わせる必要があります。

原点復帰方式	2 軸の各信号の位置合わせの必要性		同一指令 2 軸への適用
	原点(D E C) / O T	Z (C) 相	
C 相サーチ	D E C		推奨
D E C サーチ	D E C 両エッジとも同じ位置	使用せず	同一指令 2 軸には、不向き。 Z (C) 相基準でない 精度が悪い。
O T サーチ	O T エッジが同じ位置	使用せず	

原点(D E C)信号 (C 相サーチ方式のとき)

両軸の原点信号(D E C)の前のエッジ位置があっている方がベターです。

前のエッジ位置が異なる場合

サーボパラメタの「原点復帰速度」と「アプローチ速度」が同じであれば問題ありません。

C 相 (Z 相)

両軸の C 相の位置をできるだけ合わせてください。

原点距離(サーボパラメタ)の調整

両軸の原点距離(サーボパラメタ)は、原点復帰完了で正確に平行になるように調整下さい。

平行軸の O T 信号位置

お互いの軸の O T 発生位置をできるだけ合わせてください。

起動時に O T での折り返しによる原点復帰を行う場合があります。

また、万一 O T となる場合、片軸だけでなく両軸とも O T 発生となる方が自然です。

D E C / O T 信号の並列入力

上記の理由から D E C や O T は、同じセンサーの信号を両軸用として並列配線する方法が現実的です。ただし、原点復帰方式が D E C サーチ / O T サーチの場合は、各々のセンサが基準なので、別々に入力してください。

C 相位置の合わせ方

回転型モータでカップリングや機構連結が外せる場合

カップリングや機構連結を外して、各々のモータが独立に回転できるようにして、「原点距離」を同じ設定で、原点復帰してください。原点復帰が完了した状態で、機構を連結すれば、両軸の C 相位置は合います。

特に、あらかじめ、モータ単体で C 相位置を確認して、モータシャフトに印をつけておくと、機構組立で簡単に位置あわせができます。

回転型モータでカップリングを外せない時

原点復帰速度などを低速にして、原点距離を同じ設定で、仮に原点復帰してください。

原点復帰完了した位置で、両軸の平行度のずれを計測します。そのずれが大きい場合は、やはりカップリングを外して、ずれをキャンセルする方向にモータ軸を回転させて、カップリングを再固定してください。

リニアスケールなど

通常はスケールに Z 相位置のマークがあります。両軸の位置があうように組み付けて下さい。

C 相位置が直接に確認できる場合

サーボアンプやツールソフトで、C 相位置が確認できる場合は、それを利用して下さい。

同一指令 2 軸の原点復帰の補足説明

原点復帰完了までの両軸のずれ

同一指令 2 軸（平行軸）でも、電源投入後から原点復帰が完了するまでは、一般にお互いに多少のズレがあります。両軸の原点復帰は、同時におこないますが、原点信号や C 相信号の位置がずれていると、一連のお互いの動きのタイミングに多少のずれが生じます。

2 軸の機構連結が強い場合

2 軸の連結が強い場合は、両軸の誤差も少ない反面、多少の誤差であっても平行性の崩れによって、異常摩擦が発生する危険性があります。このような応用では、各軸の原点や C 相を正確に一致させておく必要があります。また、アプローチ速度や原点復帰速度も低めが安全です。

2 軸の機構連結が弱い場合

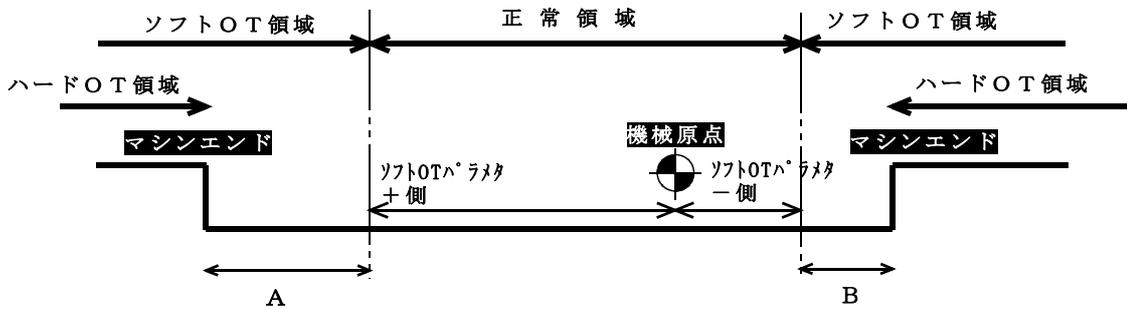
お互いの軸の機構干渉が少ない場合は、お互いの原点や C 相がずれていても、ほとんど問題はありません。

6 - 1 2 ソフトリミットの設定(メカ組合せ試運転)

機械原点の位置が決まったら、最終的なソフトウェアストロークリミットのパラメタを設定して下さい。

+ (-)OTになるまでゆっくりと移動。 → その位置(機械座標値)より、すこし内側に+ (-)ソフトリミットを設定。

機械原点位置を変更した場合には、ソフトリミットの再設定が必要です。



AやBの値は、大きい方が安全ですが、その分 正常領域が狭くなります。

<ハードOT領域>

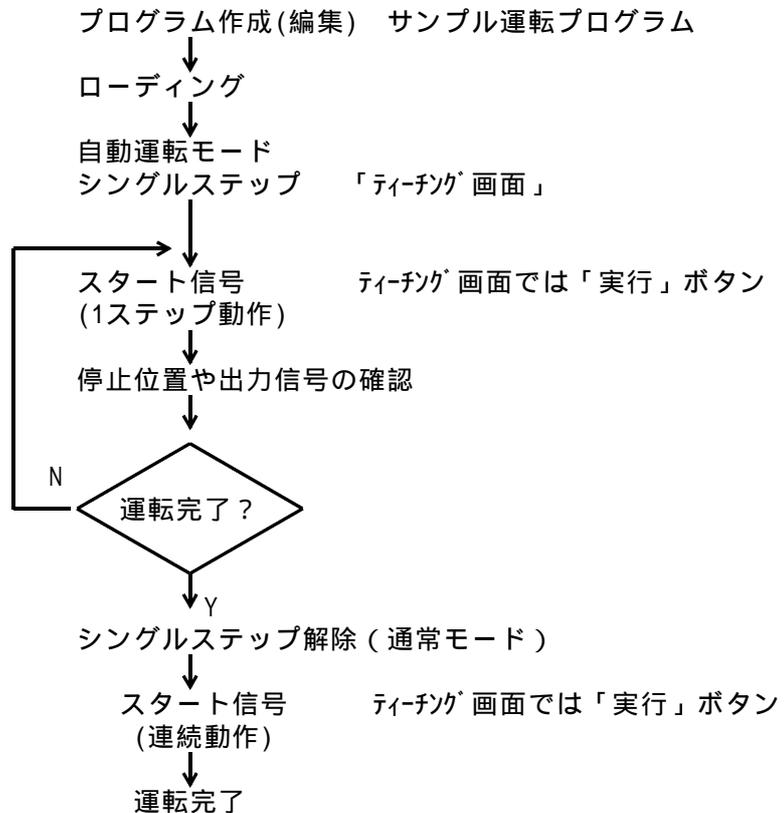
ハードOTから実際のマシンエンドまでの距離も大きい方が安全ですが、現実には数10mmが一般的です。

ある程度的高速でハードOTに入った場合は、惰走でマシンエンドにぶつかる可能性があります。マシン設計においては、**物理的な安全策(メカダンパーなど)**を必ずおこなって下さい。

6 - 1 3 メモリー運転(単体試運転 / メカ組合せ試運転)

出荷CDの中のサンプル運転プログラムを適当に選択して、以下のように運転して下さい。
また「出力制御」や「入力処理」についても、各々の機械仕様に合せて作成して下さい。
はじめは、オーバライドを下げた低速で行い、その後速度を上げて下さい。

< 概略手順 >



6 - 1 4 サーボ調整用動作プログラム

サーボ調整用としては、1軸毎の往復動作を直線補間(指数形加減速)で作成して下さい。

```
例 PTPA X0;
CALL SUB L100; /*100往復*/
END;
:SUB
LIN X100000 F100000;
TIMO.1;
LIN X - 100000;
TIMO.1;
END;
```

はじめは、補間時定数を30~50msec程度(機構によります)として、往復動作させます。
サーボ系の確認としては、補間時定数をゼロでおこなうことも意味があります。
上記例では、停止待ち時間(ドウェル)を入れています。静止摩擦と動摩擦を行き来するのが確認のポイントの一つです。
ある程度の高速で、サーボ系のゲインの上限などを確認します。
極低速では、摩擦や外乱による速度リップルの確認をします。
まれに、サーボメーカーのロギング機能では、極低速のサンプリングがうまくできない場合があります。テクノのTPC-EXCELでは、そのような評価も可能です。

6 - 1 5 モータの駆動能力の確認

1 軸毎の往復動作運転プログラムにて、モータ駆動能力の確認をします。
補間時定数をゼロとして、サーボ応答波形と電流（トルク）波形を確認してください。
サーボアンプメーカの調整用ソフトでモニタリングできます。

< 加速 / 減速トルク >

加速トルクが定格トルクの 100% 以下が理想的です。補間（加減速）時定数を大きくすることで、指令速度変化がなめらかになり、加速減速のピークトルクは下がります。

< 定常（摩擦）トルク >

定常（摩擦）トルクが 100% 近い場合は、モータのパワー不足です。摩擦を小さくするか、モータの再選択が必要です。

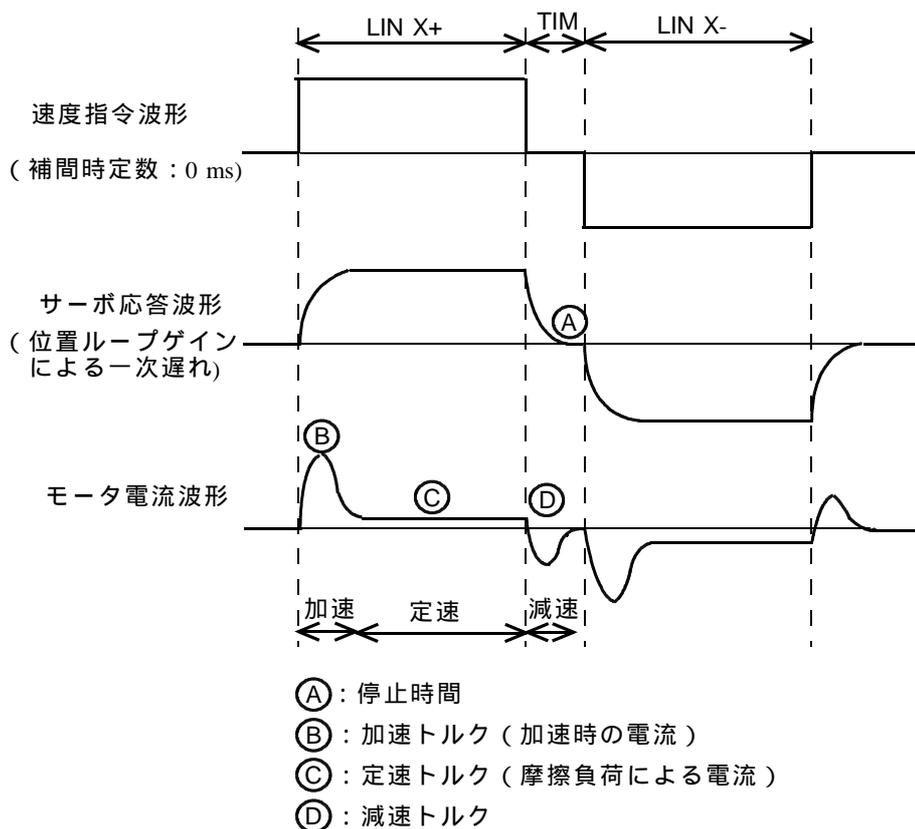
定常（摩擦）トルクは、水平軸であれば通常は 10% 以下です。大きくても 30% 以下になるように選択いただきたいです。

< 上下軸 >

上下軸では、重力の影響で方向によって違いが生じます。下がりながら停止したときと、あがりながら停止したときでは、停止時の保持トルクにも差がでることがあります。このような非線形性は、無い方が良いですが、カウンタバランスが無い上下機構では、多少発生します。

モータのトルクは、定格トルクを 100% として、その比で表現します。

100% 以上のトルクを一定時間発生させるとオーバーロードエラーになります。



6 - 1 6 サーボ系の調整

実際の運転に応じた位置ループゲインや加減速定数を設定します。6 - 1 4の動作プログラムを使います。

分類		調整箇所	第1～4軸(パルス指令軸)	
制御性の調整	速度ループ	サーボアンプの調整 (パラメタ設定)	使用上の設定	参照・本マニュアル6.サーボ系の制御性能
	位置ループ		速度ループゲイン(上限値)	・各サーボアンプメーカーマニュアル
			位置ループゲイン(最適値) (全軸同一)	
指令系の調整	S L M 加速度	PTP時定数	なめらかな早送りを可能とする最小値	
	S L M 送り速度	補間時定数	なめらか補間送りを可能とする最小値	
	S L M 軌跡形状補正	PTP速度 JOG速度 原点復帰速度 形状補正係数 <オプション>	早送り速度 手動送り速度 原点復帰の早送り速度 軌跡形状を特に改善したい場合 同係数 位置ループゲイン	

6 - 1 7 サーボ応答の確認

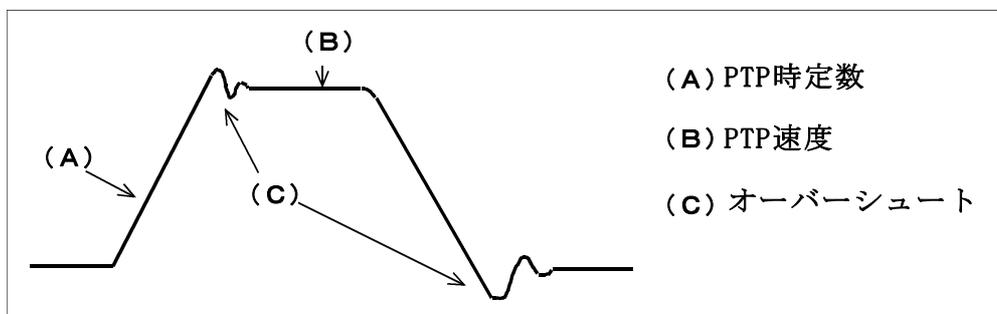
実際には、送り速度、加減速定数、 K_p の関係でオーバーシュートや発振が発生する場合があります。

実際の動きに対してオーバーシュートのないサーボ応答にする必要があります。

サーボ応答の観測方法は、「サーボアンプの速度モニタ(各社ソフト)」、「TPCロギング機能とTPC-EXCELによる解析」、などがあります。

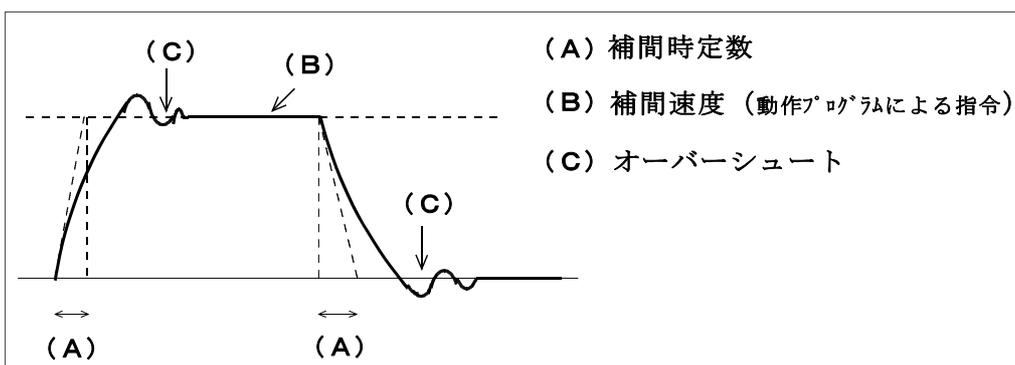
TPC-EXCELソフトを用いれば、サーボ応答だけでなく、軌跡精度や実動作の局所的動作も詳細にチェックできます。

< P T P の速度モニター >



(C)の値がなくなるか、許容の大きさになるように(A)PTP時定数や K_p を調整します。一般に(B)については、仕様面から決められます。

< 直線補間の速度モニター >



PTP同様に(C)の大きさを見ながら(A)補間時定数や K_p を調整します。

6 - 1 8 T P C による精度チェック

当社モーションアナライザ「T P C - E X C E L」により機械系を含めたトタルの精度チェックを行うことをお進めします。

バックラッシュ、異常な摩擦、振動、オバシユトなどが定量的に測定できます。ただしF Bを取り込めるのは最大2軸です。

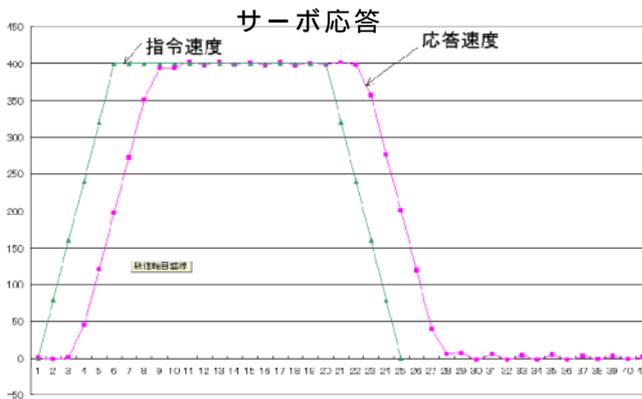
詳細はテクノHP会員コーナーの「T P C - E X C E L 説明書」を参照下さい。

T P C - E X C E L 精度解析処理

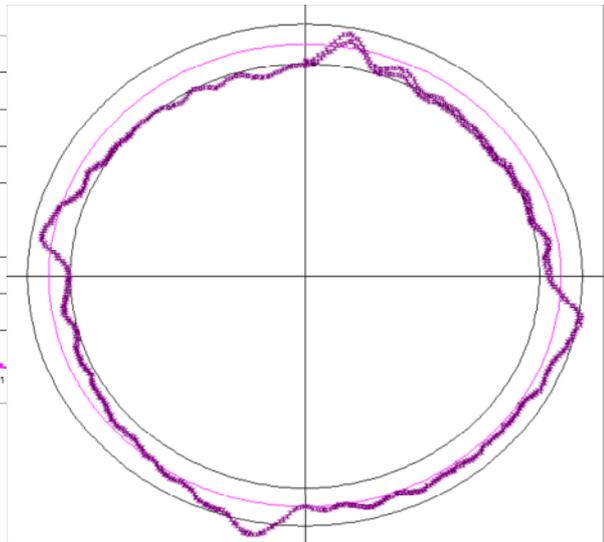
時系列データファイルをE X C E L 専用ソフトで解析・グラフィック表示します。

サーボ応答解析	各軸の速度カーブ
軌跡解析	2軸の合成軌跡
直線精度解析	理想直線との誤差分を拡大
真円精度解析	理想円弧との誤差分を拡大

サーボ応答解析



真円精度解析



6 - 1 9 パラメタの保存(単体試運転/メカ組合せ試運転)

設定したパラメタは機械に対して最適調整した大事なデータです。セッティングP C にて必ずファイルにセーブして保存して下さい。
ファイル名としては、機械の名称などに合わせて管理しやすい名称として下さい。
ファイルに保存しておけば、他の機械の調整やパラメタを誤って変更してしまった場合、簡単に再ロードできます。

6 - 2 0 オーバトラベルからの復旧（ソフトOT / ハードOT）

< ソフトリミットエラー - >

運転プログラムや操作のミスでソフトリミットにかかるると停止します。
手動モードのジョグでは、戻す方向には操作できますので、そのまま戻せます。

< ハ - ドOTエラー - >

ハ - ドOTを越えた場合は以下のいずれかで対処して下さい。
a. 機械が手でもどる場合は、もとの位置にもどします。（アラームでサーボオフ状態）
b. 「OT無視モ - ド」にして、リセット入力するとアラ - ムは消えます。安全を十分に確認してジョグ送りにて戻して下さい。

復旧後は「OT無視モ - ド」をすみやかに解除（正常なモ - ドに戻す）して下さい。

6 - 2 1 その他の注意点

< 軸の安全な位置への移動 >

運転確認を完了した軸については、機械構造や周囲との関係、他の軸との関係から最も安全と思われる位置に移動して、他の軸のチェックへ移行して下さい。

< 落下軸の注意 >

正常なサーボロックを確認するまで、おさえの材木などは、はずさないで下さい。
万一落下しても機械を壊さないような保護をしてください。

< ゲインの仮調整 >

ジョグ動作でなめらかにモータが回転するように、とりあえず速度ループゲインや位置ループゲインを仮調整して下さい。
全体的に安定動作が確認できたら、正式にサーボゲインの調整をしてください。

7 . サーボ系の制御性能

7 - 1 サーボ系とは？

サーボ系とは、以下の要素が組み合わさった制御系です。その特性は、各要素の総合的な性能で決まります。性能への責任（重要度）としては、> > > > です。
テクノHPでは、サーボ系の基本的な説明もしています。ご興味ある方は、参照下さい。
テクノHP 会員コーナ 「サーボマスターテキスト」

サーボ系の要素	おもな役割や機能	サーボ系への責任
機構	ボールネジ、カップリングガイド、駆動に関するすべての機能	機構の剛性が高く、正確であることがもっとも重要。
検出器（位置、速度）	エンコーダやスケール位置検出（速度検出）	F B制御の基本情報。特に速度ループ制御が重要。
モータ	電気を力に変換パワーを出す。	所望の力や速度を出すパワーが重要。
サーボアンプ	モータの電流、速度、位置の制御。トルク外乱などにもうち勝って制御。	摩擦や外乱に負けずに正確に所望の速度で動くためのF B制御。
モーションコントローラ	生産のための動作指示。各サーボアンプへの指示。	多軸の同期性や軌跡精度。なめらかで高精度な軌跡制御。

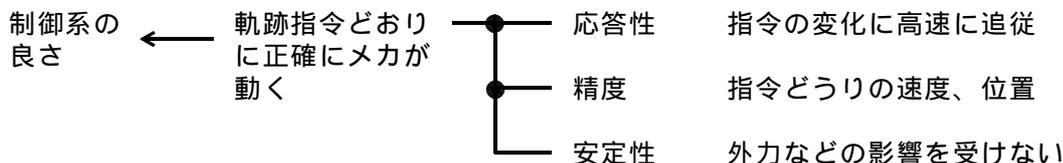
7 - 2 機械の剛性の重要性

機械の剛性が高くなければ、高精度なサーボ系の調整は困難です。
ユーザ殿(機械設計担当者)は、まず機械の剛性を高めることに努力下さい。

機械の剛性	高(良)	低(悪)
機械的「ガタ」	ない	ある
ねじりバネ要素	小 (かたい)	大(やわらかい) 細くて長いボールネジ など
イナーシャ	小	大
ボールネジの張り タイミングベルトの張り	強	弱

7 - 3 制御系の良さ

制御系の良さ（ダイナミクスな精度）とは、次のようなことです。



< 静的な精度 > 位置決め応用

位置決めのみが必要であれば、静的な精度のみが制御対象です。
移動途中は問いません。軌跡誤差、速度リップルなどが発生しても作業上は問題ありません。
位置決め後に止まった状態で作業します。
搬送機、簡単な穴あけ機などです。
このような応用では、制御系がそれほど良くなくても問題にはならない傾向です。

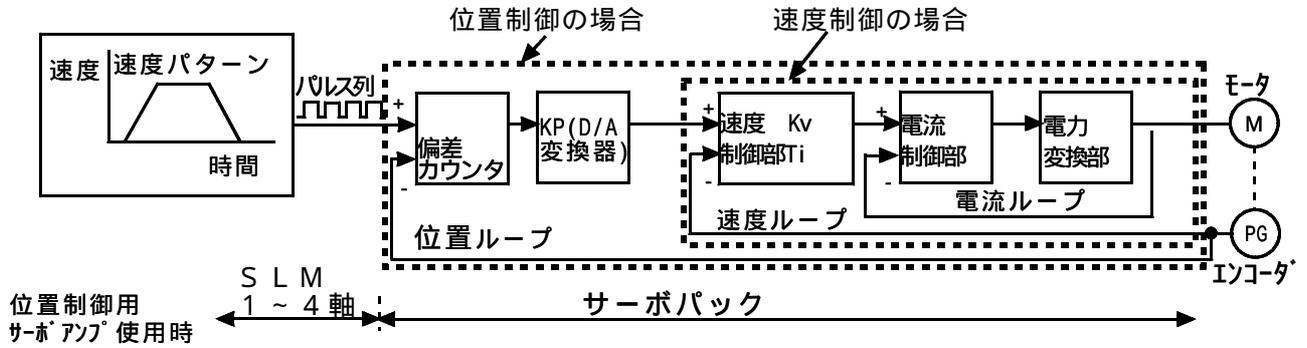
< 動的な精度 > 軌跡制御の応用

切削、研磨、巻線、カッティングなどでは、移動中も作業しており、軌跡そのものが重要です。
速度リップル、速度ムラ、多軸の同期誤差が致命的な結果になります。
このような応用では、制御系の良さ（ダイナミクスな精度）が必要になります。

7 - 4 サーボ系の3重ループ

サーボ系は、図のような3重ループの制御になっています。
 そのため、制御性能の責任は以下の順番で生じます。

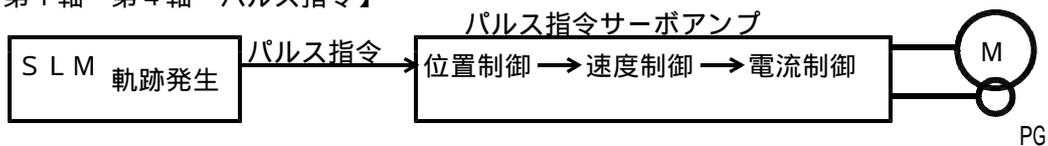
メカ剛性 > サーボモータの特性 > サーボアンプの特性 > 位置ループの特性
 P G (検出器の精度) > 電流ループ・速度ループ > サーボアンプ又は S L M



KP : 位置ループゲイン
 KV : 速度ループゲイン
 TI : 積分時定数

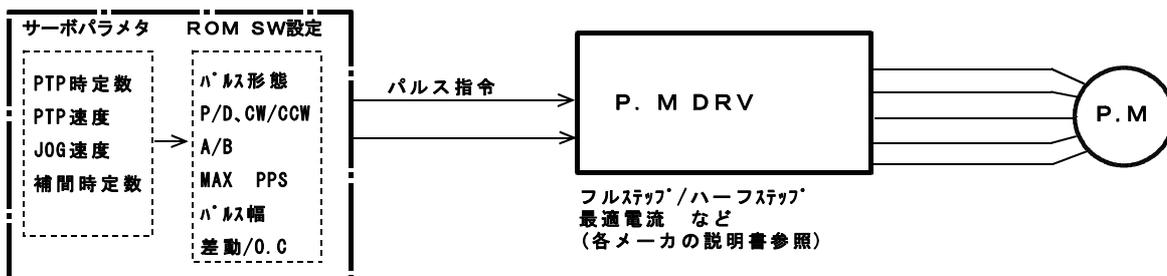
7 - 5 SLMとサーボ系の関係

【第1軸～第4軸 パルス指令】



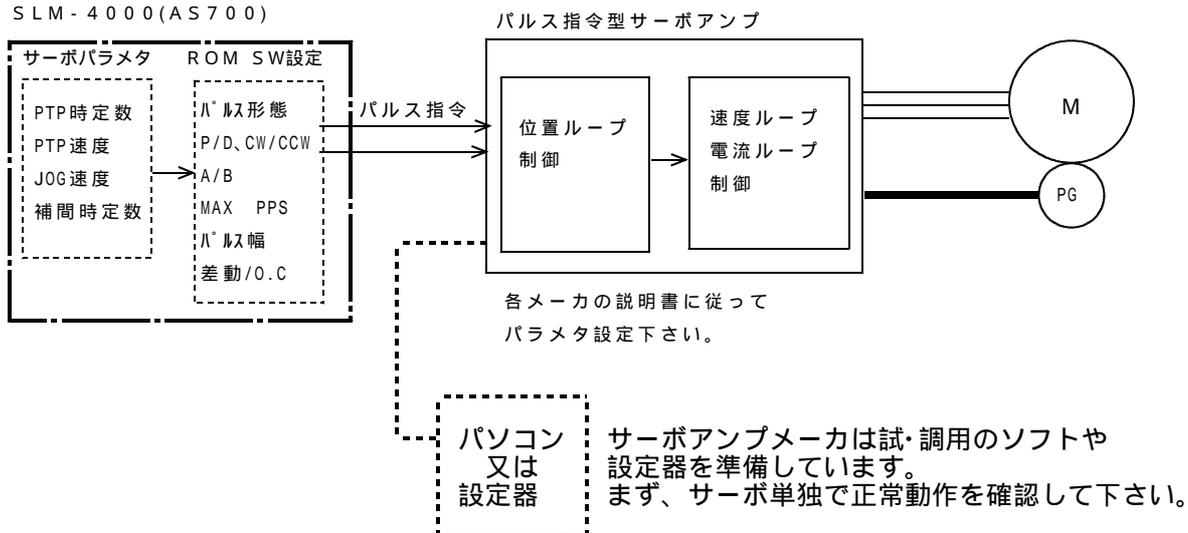
7 - 5 - 1 パルスモータの場合(第1軸～第4軸)

SLM-4000(AS700)



7 - 5 - 2 パルス指令型サーボの場合(第1軸～第4軸)

SLM-4000(AS700)



8 . サーボモータ応用時の一般的注意

8 - 1 モータの選定

負荷イナーシャ、最高速度、加減速時間、1パルス移動量などの条件をもとに選定します。詳細は各サーボメーカーの説明書を参照下さい。
最近のACサーボは、加速性能は高いものの、定速回転(特に低速)での速度リップルが大きい傾向があります。サーボアンプの速度ループゲインを上げることで、このリップルを小さくします。

モータ選定用のソフトも各サーボメーカーから提供されています。
また、「年間サポート」を契約いただいているお客様には、テクノにてモータ選定のご支援もいたします。

8 - 2 速度ループゲイン調整

サーボアンプのパラメタ調整にて、速度ループゲインを上げていきます。往復運転をしながら、速度ループゲインを上げていき、発振限界のゲインを探します。
メカのストロークに対して、中央/両端どの場所でも発振させない値にして下さい。

注意 (1)発振させると、非常に大きな音が出ます。また、メカ強度が不足(特にカップリングなど)している部分は、まれにこわれる可能性があります。
発振が生じた場合は、すぐに速度ループゲインを大きく下げて発振を止めて下さい。
一端発振すると、少しゲインを下げてでも止まりません。

(2)メカ調整(ボールネジ/ベルトの張りなど)により速度ループゲインの上限値は変わります。

8 - 3 ACサーボの単体動作とパラメタ設定

7 - 5 - 2の構成図のように、サーボの制御性の調整はサーボアンプのパラメタ設定によりおこないます。この場合、各サーボメーカーのPCソフトや設定器による単体動作が基本です。

8 - 4 多軸のゲイン調整

複数軸で補間動作をさせ、軌跡精度を重視する応用では、以下のパラメタについては必ず一致させて下さい。

位置ループゲイン	-----	サーボアンプパラメタ
補間時定数(指数形/直線形)	-----	S L Mパラメタ

8 - 5 各社サーボの調整例

導入編4 - 4「サーボアンプなどの設定」に安川電機、三菱電機MR - J2の例があります。参考にしてください。

また、「年間サポート」を契約いただいているお客様には、テクノにてサーボアンプの設定のご支援もいたします。

9 . パルスモータ使用時の一般的注意

9 - 1 モータの選定

負荷イナーシャ、最高速度、加減速レート、1パルス移動量などの条件をもとに選定します。詳細は各パルスモータメーカーの説明書を参照下さい。

「オリエンタルモータ総合カタログ」には、詳細な説明があります。

9 - 2 脱調の確認

使用する最高速度、加減速レートにて往復運動させて位置ずれがないことを確認して下さい。一般に脱調時には、通常とは音が異なります。

1.1

9 - 3 S L M側の設定

以下の設定が必要です。

ROM SW	最高PPS(パルスジェネレータクロック)		
	パルス幅	パルス出力モード(信号形態)、指令出力極性	
サーボパラメタ	早送り速度	加減速定数	その他

9 - 4 発熱

パルスモータアンプは、消費電力が大きいため発熱が大です。制御盤の熱対策は、十分に考慮して下さい。

9 - 5 ケーブル長と励磁電圧

アンプ～モータ間のケーブル長が長くなると励磁電圧を上げる必要が生じます。(詳細は各メーカーの説明書を参照)