

7. 特殊調整機能

第7章 特殊調整機能	2
7.1 タフドライブ機能	2
7.1.1 過負荷タフドライブ機能	2
7.1.2 振動タフドライブ機能	3
7.1.3 瞬停タフドライブ機能	5
7.2 機械共振抑制機能	7
7.2.1 機能ブロック図	7
7.2.2 アダプティブフィルタⅡ	7
7.2.3 機械共振抑制フィルタ	9
7.2.4 アドバンスト制振制御	10
7.2.5 ローパスフィルタ	14
7.3 ゲイン切換え機能	14
7.3.1 用途	14
7.3.2 機能ブロック図	15
7.3.3 パラメータ	16
7.3.4 ゲイン切換えの手順	18

7. 特殊調整機能

第7章 特殊調整機能

7.1 タフドライブ機能

ポイント

- タフドライブ機能の有効/無効は、パラメータNo.PA04(タフドライブ機能選択)で設定してください。(4. 1. 5項参照)

タフドライブ機能とは、通常ではアラームになるような場合でも装置が停止しないよう、運転を継続させる機能です。

7.1.1 過負荷タフドライブ機能



注意

- 過負荷タフドライブの作動により、運転パターンが変更されます。運転パターンの変更によって、装置に問題が発生しないことを事前に確認してください。テスト運転モードの強制タフドライブ運転により、過負荷タフドライブ作動時の運転パターンを確認することができます。(5. 10. 5項参照)

過負荷タフドライブ機能とは、実効負荷率が過負荷アラームレベル付近まで上昇すると、自動的に負荷率を約70%まで低減させてアラームを回避する機能です。過負荷タフドライブが作動すると、ドライバはインポジション(INP)、零速度検出(ZSP)がONになる時間を遅延させます。位置制御モードの場合、上位側はインポジション(INP)がONになるまで次の指令を保留します。位置決めモードの場合、インポジション(INP)がONになるまで位置指令の出力を保留します。

パラメータNo.PD20(機能選択D-1)を“□1□□”に設定することで、ドライバからタフドライブ中(MTTR)を出力することができます。

ポイント

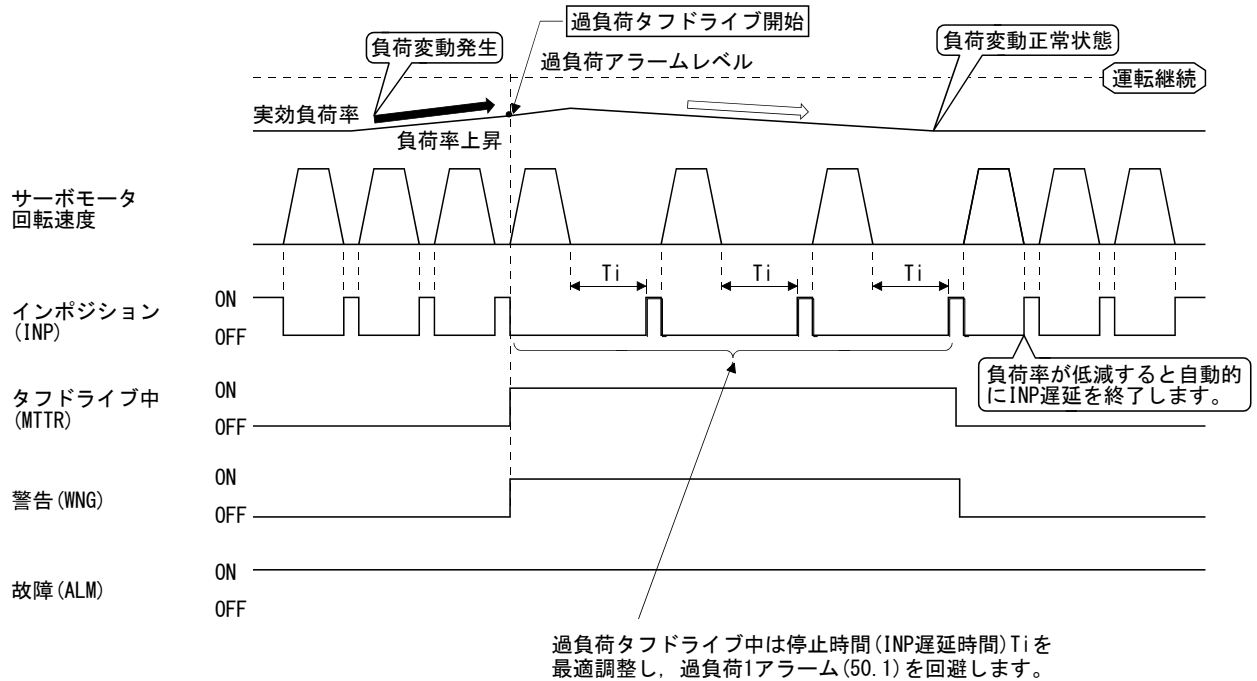
- 過負荷タフドライブ機能は、位置制御モードおよび位置決めモードでのみ有効です。
- マシンタクト(稼動時間)を下げることで一時的な負荷変動による負荷率増加を回避し、運転を継続できます。インポジション(INP)遅延時間はドライバ側で最適値を自動計算します。
- 上位側がINPタイムアウトエラーにならないよう、インポジション(INP)の最大遅延時間をパラメータNo.PC26(過負荷タフドライブ詳細設定)で制限することができます。



ただし、次に示す場合では、過負荷タフドライブ機能は効果がありません。

7. 特殊調整機能

- (1) 一時的に実効負荷率が200%をこえている場合。
- (2) 上下軸の保持トルクなど、停止時の負荷が増加する場合。



過負荷タフドライブが作動した場合、表示モード(アラームモード)のタフドライブ回数が+1されます。(5.5節参照)

7.1.2 振動タフドライブ機能

振動タフドライブ機能とは、機械の経年変化や個体差により、機械共振が発生した場合にも瞬時にフィルタを再設定し、振動を防ぐ機能です。

振動タフドライブ機能で機械共振抑制フィルタを再設定するためには、あらかじめパラメータNo.PB13(機械共振抑制フィルタ1)、パラメータNo.PB15(機械共振抑制フィルタ2)が設定されている必要があります。

パラメータNo.PB13およびPB15の設定は、次の方法で行ってください。

- (1) ワンタッチ調整の実施(6.1節参照)
- (2) マニュアル設定(4.2.2項参照)

7. 特殊調整機能

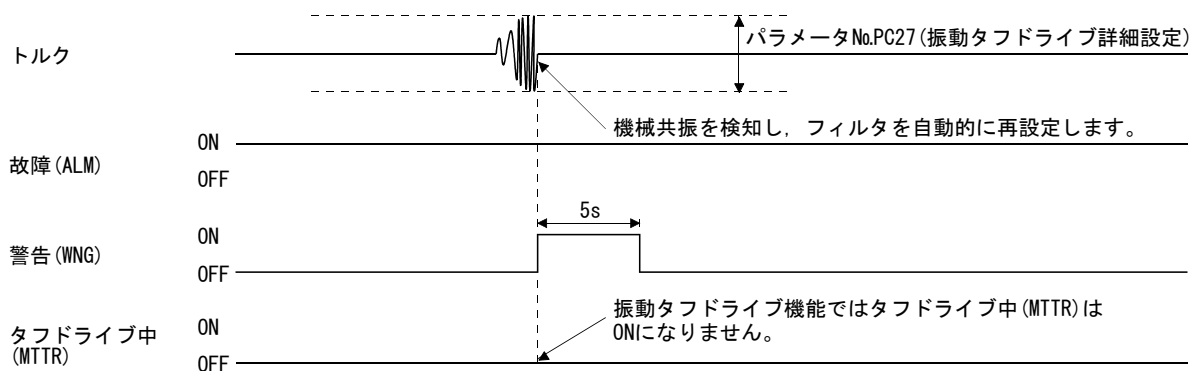
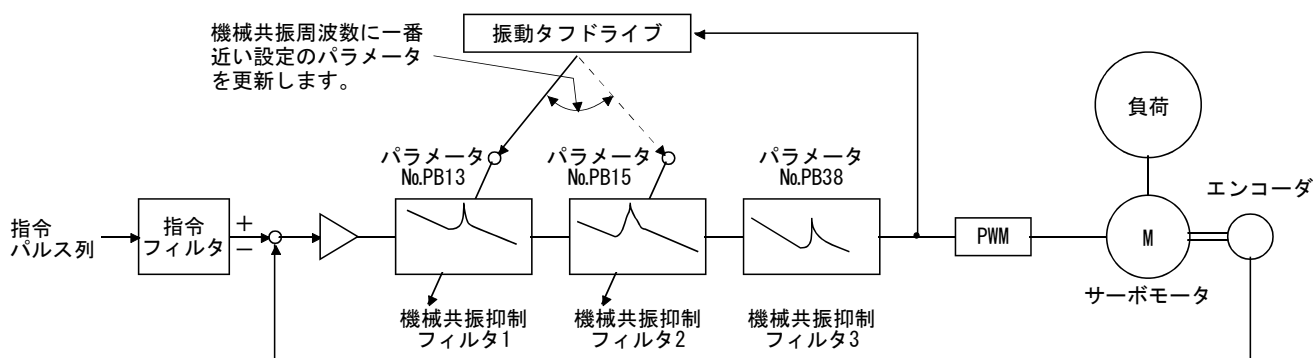
振動タフドライブ機能は、検出した機械共振周波数がパラメータNo.PB13(機械共振抑制フィルタ1)およびパラメータNo.PB15(機械共振抑制フィルタ2)の設定値に対して±30%の範囲内の場合に作動します。

振動タフドライブ機能の検知レベルはパラメータNo.PC27(振動タフドライブ詳細設定)で感度を設定することができます。

ポイント
● 振動タフドライブ機能によるパラメータNo.PB13・PB15の再設定は常時実行されますが、EEP-ROMへの書き込み回数は1回/1時間に制限されます。 ● 振動タフドライブ機能では、機械共振抑制フィルタ3(パラメータNo.PB38)は再設定されません。

次図に振動タフドライブ機能の機能ブロック図を示します。

検出した機械共振周波数をパラメータNo.PB13(機械共振抑制フィルタ1)およびパラメータNo.PB15(機械共振抑制フィルタ2)と比較し、差が小さい方のパラメータNo.に検出した機械共振周波数を再設定します。



振動タフドライブが作動した場合、表示モード(アラームモード)のタフドライブ回数が+1されます。(5.5節参照)

7. 特殊調整機能

7.1.3 瞬停タフドライブ機能



注意

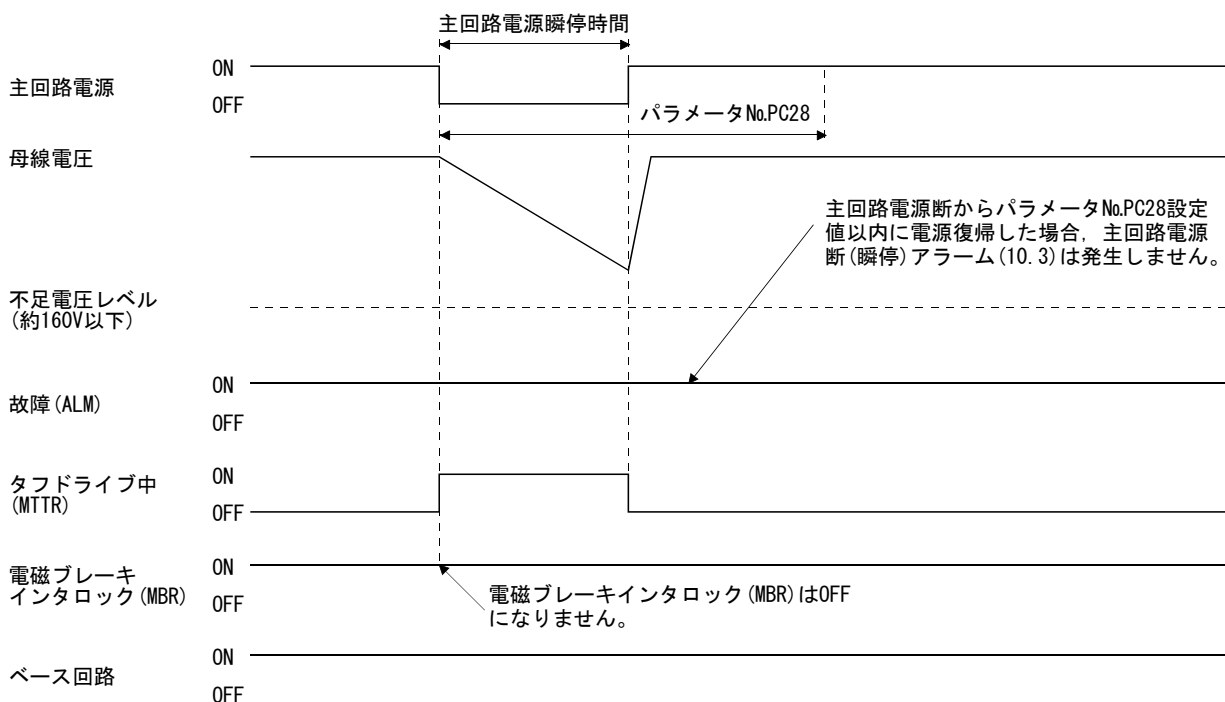
- 瞬停タフドライブ中は、パラメータNo.PC28(瞬停タフドライブ詳細設定)の設定値や負荷状況により、トルクが制限されることがあります。
- 瞬停タフドライブ機能により瞬停耐量は増加しますが、SEMI-F47規格に対応するものではありません。

瞬停タフドライブ機能とは、運転中に瞬時停電が発生した場合でも、瞬停アラームを回避させる機能です。瞬停タフドライブが作動すると、瞬時停電時に主回路コンデンサに充電された電気エネルギーを使用して瞬停耐量を増加させます。主回路電源の瞬時停電アラーム判定時間はパラメータNo.PC28(瞬停タフドライブ詳細設定)で変更することができます。

ポイント

- 瞬停タフドライブ中は電磁ブレーキインタロック (MBR) はOFFになりません。
- パラメータNo.PC28(瞬停タフドライブ詳細設定)の設定値にかかわらず、瞬停時の負荷が大きい場合は母線電圧低下による不足電圧アラーム(10.2)になる場合があります。

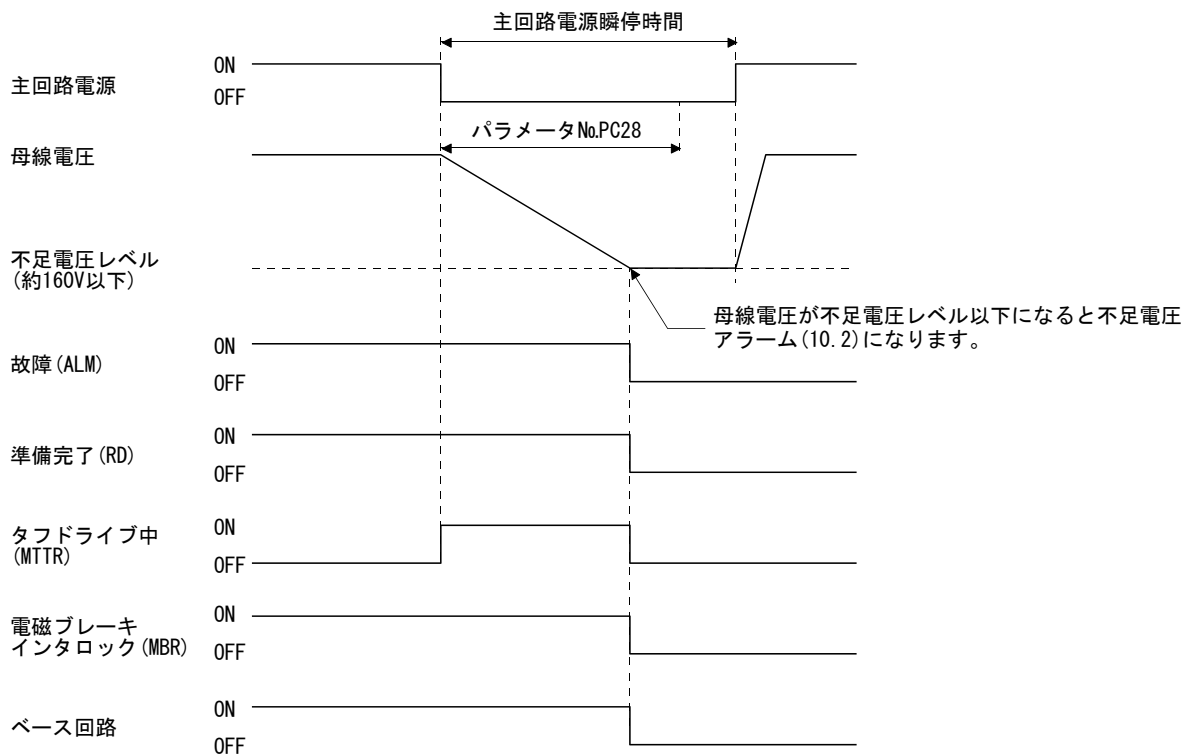
(1) 主回路電源瞬停時間<パラメータNo.PC28(瞬停タフドライブ詳細設定)の場合



瞬停タフドライブが作動した場合、表示モード(アラームモード)のタフドライブ回数が+1されます。(5.5節参照)

7. 特殊調整機能

(2) 主回路電源瞬停中に不足電圧になった場合



(3) 主回路電源瞬停時間>パラメータNo.PC28(瞬停タフドライブ詳細設定)の場合

瞬停タフドライブ機能が有効でも、主回路電源瞬停時間がパラメータNo.PC28の設定値をこえると主回路電源断(瞬停)アラーム(10.3)になります。

7. 特殊調整機能

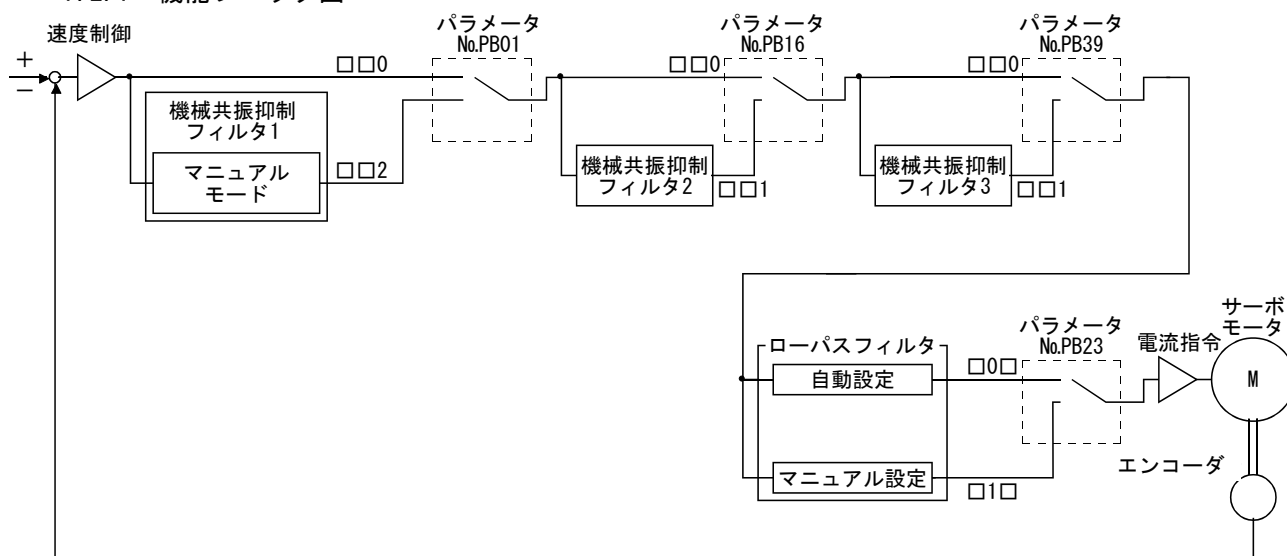
7.2 機械共振抑制機能

ポイント

- 本節で示す機能は、一般的には使用する必要はありません。機械の状態が第6章の調整方法では満足できない場合に使用してください。

機械系に固有の共振点がある場合、サーボ系の応答性を上げていくと、その共振周波数で機械系が共振(振動や異音)する場合があります。機械共振抑制フィルタとアダプティブチューニングを使用することで、機械系の共振を抑えることができます。

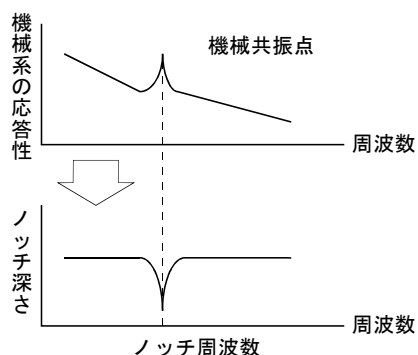
7.2.1 機能ブロック図



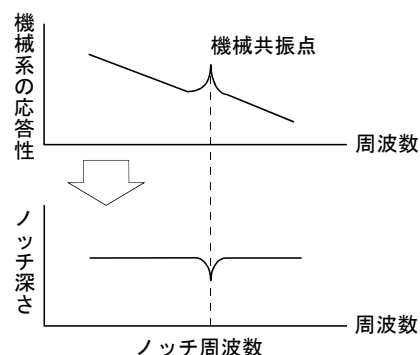
7.2.2 アダプティブフィルタⅡ

(1) 働き

アダプティブフィルタⅡ(アダプティブチューニング)は、ワンタッチ調整によりフィルタ特性を自動的に設定し、機械系の振動を抑制する機能です。フィルタ特性(周波数・深さ)は自動で設定されますので、機械系の共振周波数を意識する必要がありません。



機械共振が大きく、周波数が低い場合



機械共振が小さく、周波数が高い場合

7. 特殊調整機能

ポイント
● ワンタッチ調整を実施した場合、アダプティブチューニングが実施され、機械共振抑制フィルタ1(パラメータNo.PB13)、ノッチ形状選択1(パラメータNo.PB14)が自動設定されます。 ● アダプティブフィルタⅡ(アダプティブチューニング)で対応可能な機械共振の周波数は、約100～2.25kHzです。この範囲外の共振周波数に対しては効果はありません。 ● 複雑な共振特性をもつ機械系の場合、効果が得られない場合があります。

(2) パラメータ

アダプティブチューニングモード(パラメータNo.PB01)のチューニングモードを選択します。

パラメータNo.PB01

0	0	
---	---	--

└─ アダプティブチューニングモード選択

設定値	アダプティブチューニングモード	マニュアルで設定できるパラメータ
0	フィルタOFF	(注1)
2(注2)	マニュアルモード	パラメータNo.PB13 パラメータNo.PB14

注 1. パラメータNo.PB13・PB14は初期値に固定されます。

2. アダプティブフィルタが設定された場合、自動的に“2”に変更されます。

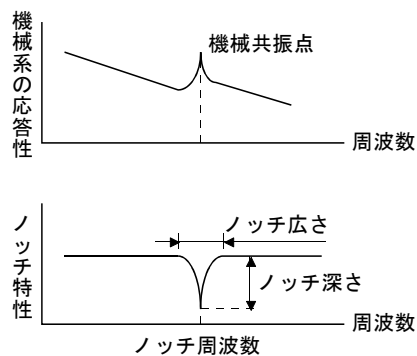
ポイント
● “フィルタOFF”で初期値に戻すことができます。 ● アダプティブチューニングは設定されている制御ゲインに対して最適なノッチ深さのフィルタを生成します。機械共振に対してさらにフィルタマージンを持たせたい場合には、マニュアルモードでノッチ深さを深くしてください。

7. 特殊調整機能

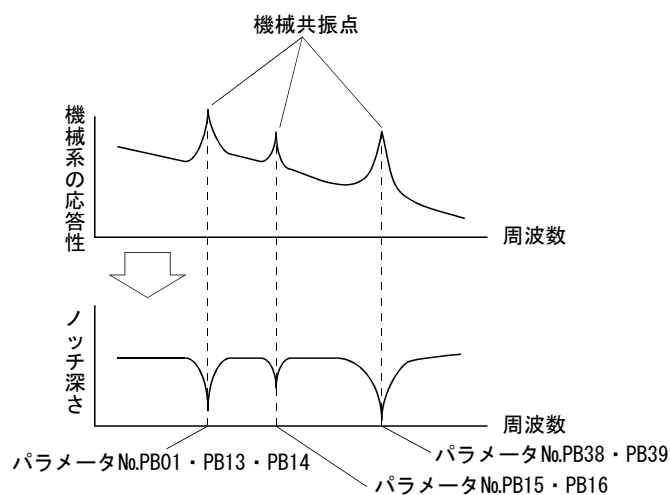
7.2.3 機械共振抑制フィルタ

(1) 働き

機械共振抑制フィルタは特定の周波数のゲインを下げることで機械系の共振を抑制することができるフィルタ機能(ノッチフィルタ)です。ゲインを下げる周波数(ノッチ周波数)とゲインを下げる深さと広さを設定できます。



機械共振抑制フィルタ1, 機械共振抑制フィルタ2, 機械共振抑制フィルタ3により, 3つの共振周波数の振動を抑制できます。



7. 特殊調整機能

(2) パラメータ

機械共振抑制フィルタは、次表に示すパラメータで設定してください。

項目	設定パラメータ		備考
	ノッチ周波数	ノッチ深さ、ノッチ広さ	
機械共振抑制フィルタ1	パラメータNo.PB13	パラメータNo.PB14	アダプティブチューニングモード(パラメータNo.PB01)で“マニュアルモード”を選択した場合、設定値が有効になります。
機械共振抑制フィルタ2	パラメータNo.PB15	パラメータNo.PB16	アダプティブチューニングモード(パラメータNo.PB01)の設定値にかかわらず、常時設定値は有効になります。
機械共振抑制フィルタ3	パラメータNo.PB38	パラメータNo.PB39	

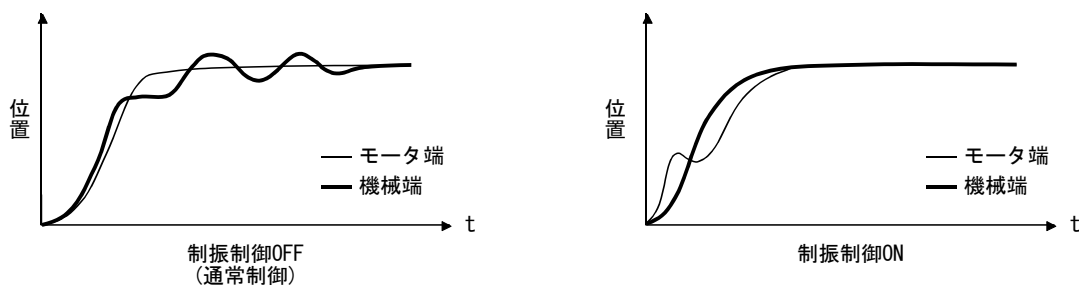
ポイント

- 機械共振抑制フィルタはサーボ系にとっては遅れ要素になります。このため、間違った共振周波数を設定したり、ノッチの深さを深く広くしすぎると、振動が大きくなる場合があります。
- 機械共振の周波数がわからない場合は、ノッチ周波数を高い方から下げてください。振動が最も小さくなった点が最適なノッチ周波数の設定です。
- ノッチ深さは深い方が機械共振を抑える効果がありますが、位相遅れは大きくなりますので、逆に振動が大きくなる場合があります。
- ノッチ広さを広くすると機械共振を抑える効果がありますが、位相遅れは大きくなりますので、逆に振動が大きくなる場合があります。

7.2.4 アドバンスト制振制御

(1) 働き

制振制御はワーク端の振動や架台の揺れなど、機械端の振動をより抑えたい場合に使用します。機械を揺らさないようにモータ側の動きを調節して位置決めします。



アドバンスト制振制御(制振制御チューニングモード(パラメータNo.PB02))を実行することにより、機械端の振動周波数を自動的に推定し、機械端の振動を抑えることができます。

また、制振制御チューニングモード時には、一定回数位置決め運転後にマニュアルモードに移行します。マニュアルモード時には、制振制御 振動周波数設定(パラメータNo.PB19)、制振制御 共振周波数設定(パラメータNo.PB20)によるマニュアル設定が可能です。

7. 特殊調整機能

(2) パラメータ

制振制御チューニングモード(パラメータNo.PB02)のチューニングモードを選択します。

パラメータNo.PB02

0	0	
---	---	--

└─ 制振制御チューニングモード

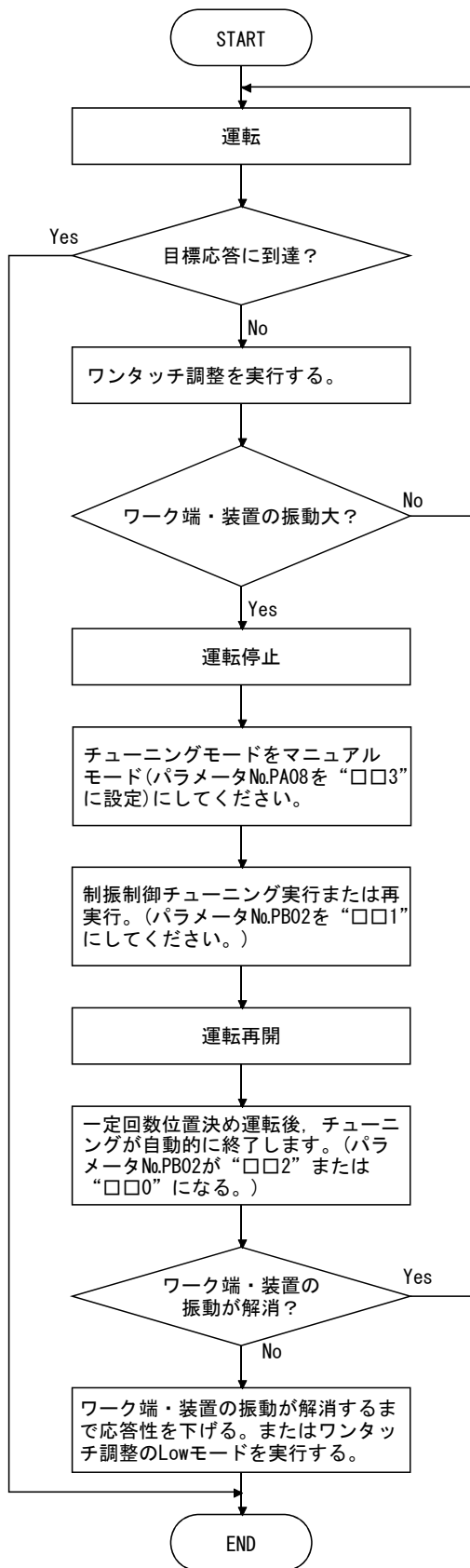
設定値	制振制御チューニングモード	自動設定されるパラメータ
0	制振制御OFF	(注)
1	制振制御チューニングモード (アドバンスト制振制御)	パラメータNo.PB19 パラメータNo.PB20
2	マニュアルモード	

注. パラメータNo.PB19・PB20は初期値に固定されます。

ポイント

- 制振制御チューニングモード(アドバンスト制振制御)を実行する場合、本項(3)の手順にしたがって実行してください。
- オートチューニングモード(パラメータNo.PA08)がマニュアルモード(“□□3”)のときに有効になります。
- 制振制御チューニングモードで対応可能な機械共振の周波数は1.0～100.0Hzです。この範囲外の振動に対しては効果はありません。
- 制振制御関連パラメータ(パラメータNo.PB02・PB19・PB20・PB33・PB34・PB38・PB39)を変更する際は、サーボモータを停止してから変更してください。予期しない動きの原因になります。
- 制振制御チューニング実行中の位置決め運転では、十分振動が減衰して停止するまでの停止時間を設けてください。
- 制振制御チューニングはモータ端の残留振動が小さいと正常に推定できない場合があります。
- 制振制御チューニングは現在設定されている制御ゲインで最適なパラメータを設定します。応答性設定を上げたときには制振制御チューニングを再度設定してください。

(3) 制振制御チューニング手順



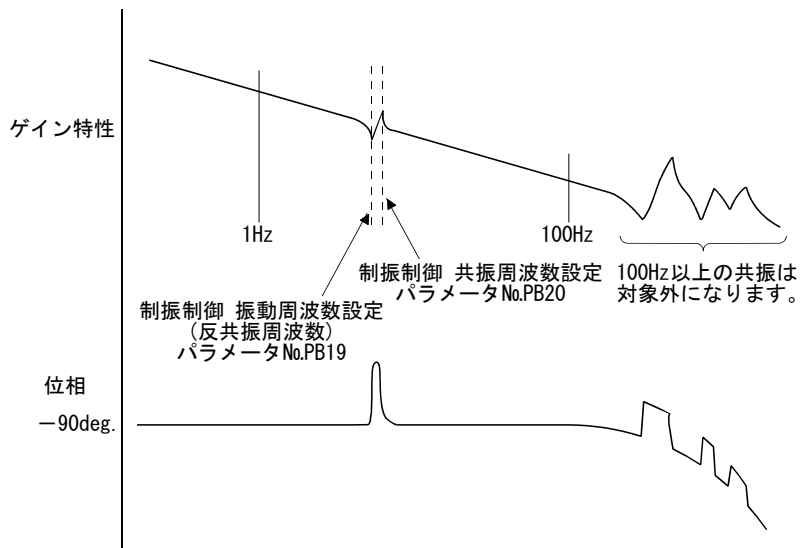
要因

- ・機械端の振動がモータ端まで伝わっていないために推定できない。
- ・モデル位置ゲインが機械端の振動周波数(制振制御の限界)まで応答性が上がっている。

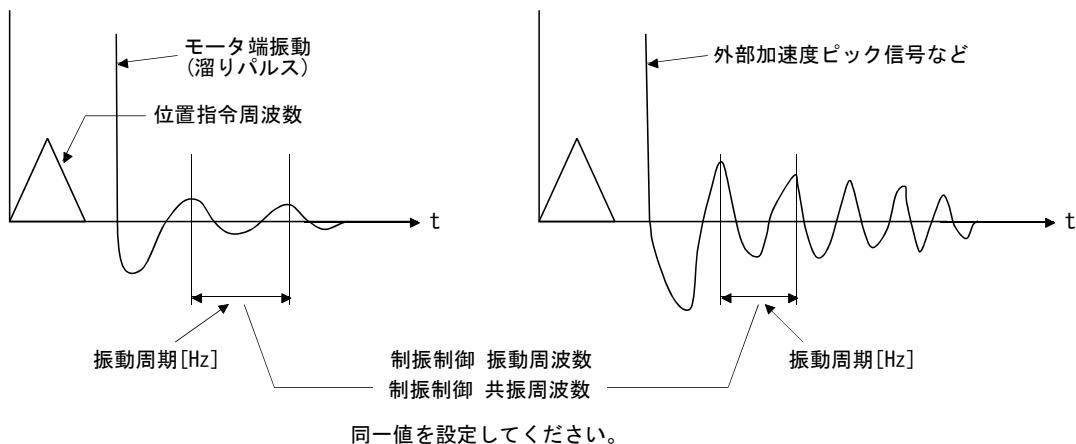
(4) 制振制御マニュアルモード

ワーク端の振動や装置の揺れを外部の計測器で測定し、制振制御 振動周波数設定(パラメータNo.PB19)、制振制御 共振周波数設定(パラメータNo.PB20)を設定することで制振制御をマニュアルで設定することができます。

(a) 外部の計測器で振動ピークが確認できる場合



(b) 外部の計測器により振動が確認できる場合



ポイント

- モータ端に機械端の振動が伝わっていない場合、モータ端の振動周波数を設定しても効果はありません。
- 外部の計測器で振動周波数(反共振周波数)と共振周波数が確認できる場合、パラメータNo.PB19およびPB20には同一値ではなく、個別に設定する方が制振性能は良くなります。

7. 特殊調整機能

7.2.5 ローパスフィルタ

(1) 働き

ボールねじなどを使用した場合、サーボ系の応答性を上げていくと、高い周波数の共振が発生することがあります。これを防ぐために、トルク指令に対するローパスフィルタが有効になっています。初期値では、ローパスフィルタのフィルタ周波数は次式の値になるように自動調整されます。

$$\text{フィルタ周波数 (rad/s)} = \frac{VG2}{1 + GD2} \times 10$$

パラメータNo.PB23を“□1□”に設定すると、パラメータNo.PB18でマニュアル設定することができます。

(2) パラメータ

ローパスフィルタ選択 (パラメータNo.PB23) を設定します。

パラメータNo.PB23

0 □ 0

ローパスフィルタ選択

0 : 自動設定 (初期値)

1 : マニュアル設定 (パラメータNo.PB18の設定値)

7.3 ゲイン切換え機能

ポイント

- 本節で示す機能は、一般的には使用する必要はありません。機械の状態が第6章の調整方法では満足できない場合に使用してください。

ゲインを切り換えることができる機能です。入力デバイスまたはゲイン切換え条件 (サーボモータ回転速度など) を使用してゲインを切り換えることができます。

7.3.1 用途

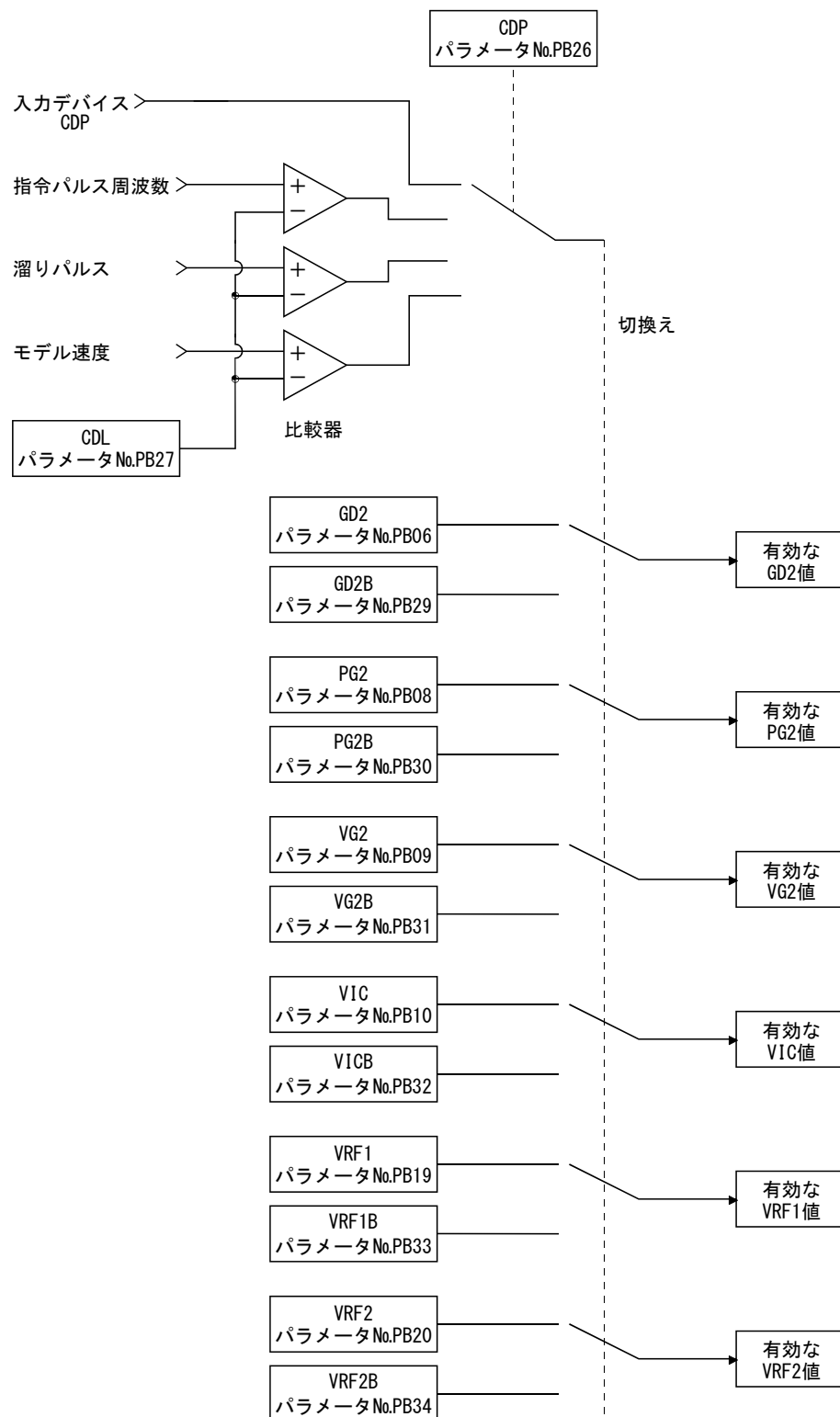
この機能は次のような場合に使います。

- (1) サーボロック中のゲインは高くしたいが、回転中は駆動音を抑えるためにゲインを下げたい場合。
- (2) 停止整定時間を短くするために整定時のゲインを上げたい場合。
- (3) 停止中に負荷慣性モーメント比が大きく変動する (台車に大きな搬送物が載る場合など) ため、サーボ系の安定性を確保するよう、入力デバイスでゲインを切り換えたい場合。

7. 特殊調整機能

7.3.2 機能ブロック図

ゲイン切換え選択CDP(パラメータNo.PB26)・ゲイン切換え条件CDL(パラメータNo.PB27)により選択された条件に基づいて、実ループの有効な制御ゲインPG2, VG2, VIC, GD2, VRF1およびVRF2を切り換えます。



7. 特殊調整機能

7.3.3 パラメータ

ゲイン切換え機能を用いる場合、必ずパラメータNo.PA08(オートチューニングモード)を“□□3”に設定し、チューニングモード設定をマニュアルモードにしてください。オートチューニングモードのままではゲイン切換え機能は使用できません。

パラメータNo.	略称	名称	単位	内容
PB06	GD2	サーボモータに対する負荷慣性モーメント比	倍	切換え前の制御パラメータ
PB07	PG1	モデル制御ゲイン	rad/s	モデルの位置、速度ゲインで指令に対する応答性を設定します。常に有効です。
PB08	PG2	位置制御ゲイン	rad/s	
PB09	VG2	速度制御ゲイン	rad/s	
PB10	VIC	速度積分補償	ms	
PB29	GD2B	ゲイン切換え サーボモータに対する負荷慣性モーメント比	倍	切換え後のサーボモータに対する負荷慣性モーメント比を設定します。
PB30	PG2B	ゲイン切換え 位置制御ゲイン	rad/s	切換え後の位置制御ゲインを設定します。
PB31	VG2B	ゲイン切換え 速度制御ゲイン	rad/s	切換え後の速度制御ゲインを設定します。
PB32	VICB	ゲイン切換え 速度積分補償	ms	切換え後の速度積分補償時定数を設定します。
PB26	CDP	ゲイン切換え選択		切換え条件を選択します。
PB27	CDL	ゲイン切換え条件	kpps pulse r/min	切換え条件の値を設定します。
PB28	CDT	ゲイン切換え時定数	ms	切換え時のゲインの変化に対するフィルタ時定数を設定します。
PB33	VRF1B	ゲイン切換え 制振制御 振動周波数設定	Hz	切換え後の振動周波数を設定します。
PB34	VRF2B	ゲイン切換え 制振制御 共振周波数設定	Hz	切換え後の共振周波数を設定します。

(1) パラメータNo.PB06～PB10

これらのパラメータは、通常のマニュアル調整と同一です。ゲイン切換えを行うと、サーボモータに対する負荷慣性モーメント比・位置制御ゲイン・速度制御ゲインおよび速度積分補償の値を変更することができます。

(2) ゲイン切換え サーボモータに対する負荷慣性モーメント比(パラメータNo.PB29)

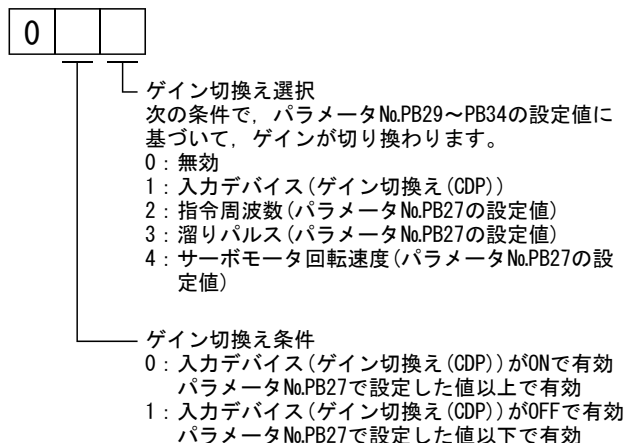
切換え後のサーボモータに対する負荷慣性モーメント比を設定します。負荷慣性モーメント比が変化しない場合は、サーボモータに対する負荷慣性モーメント比(パラメータNo.PB06)の値と同一にしてください。

(3) ゲイン切換え 位置制御ゲイン(パラメータNo.PB30)、ゲイン切換え 速度制御ゲイン(パラメータNo.PB31)、ゲイン切換え 速度積分補償(パラメータNo.PB32)

ゲイン切換え後の位置制御ゲイン・速度制御ゲイン・速度積分補償を設定します。

(4) ゲイン切換え選択(パラメータNo.PB26)

ゲインの切換え条件を設定します。1桁目および2桁目で切換えの条件を選択します。ここで1桁目を“1”に設定した場合、入力デバイスのゲイン切換え(CDP)で切り換えることができます。ゲイン切換え(CDP)は、パラメータNo.PD03～PD14でCN1-3ピン～CN1-8ピンに割り付けることができます。



(5) ゲイン切換え条件(パラメータNo.PB27)

ゲイン切換え選択(パラメータNo.PB26)で“指令周波数”“溜りパルス”“サーボモータ回転速度”を選択した場合に、ゲインを切り換えるレベルを設定します。設定単位は次のようになります。

ゲイン切換え条件	単位
指令周波数	kpps
溜りパルス	pulse
サーボモータ回転速度	r/min

(6) ゲイン切換え時定数(パラメータNo.PB28)

ゲイン切換え時に各ゲインに対して一次遅れのフィルタを設定できます。ゲイン切換え時のゲインの差が大きな場合に、機械の予期しない動きを抑えるためなどに使用します。

(7) ゲイン切換え制振制御

ゲイン切換え制振制御は、入力デバイス(ゲイン切換え(CDP))のON/OFFで切り換える場合でのみ使用できます。

7. 特殊調整機能

7.3.4 ゲイン切換えの手順

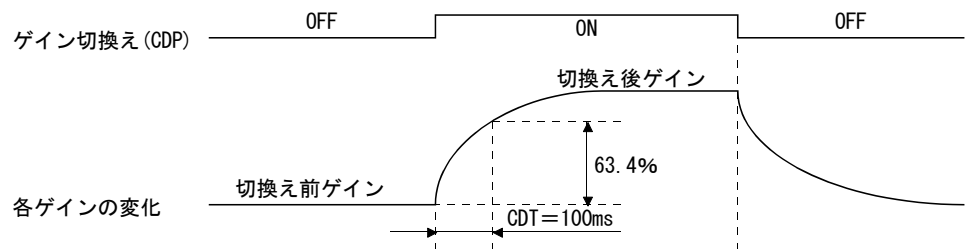
設定例を挙げて説明します。

(1) 入力デバイス (CDP) による切換えを選択した場合

(a) 設定

パラメータNo.	略称	名称	設定値	単位
PB06	GD2	サーボモータに対する負荷慣性モーメント比	4.0	倍
PB07	PG1	モデル制御ゲイン	100	rad/s
PB08	PG2	位置制御ゲイン	120	rad/s
PB09	VG2	速度制御ゲイン	3000	rad/s
PB10	VIC	速度積分補償	20	ms
PB19	VRF1	制振制御 振動周波数設定	50	Hz
PB20	VRF2	制振制御 共振周波数設定	50	Hz
PB29	GD2B	ゲイン切換え サーボモータに対する負荷慣性モーメント比	10.0	倍
PB30	PG2B	ゲイン切換え 位置制御ゲイン	84	rad/s
PB31	VG2B	ゲイン切換え 速度制御ゲイン	4000	rad/s
PB32	VICB	ゲイン切換え 速度積分補償	50	ms
PB26	CDP	ゲイン切換え選択	001 (入力デバイス (CDP) の ON/OFF で切り換える)	
PB28	CDT	ゲイン切換え時定数	100	ms
PB33	VRF1B	ゲイン切換え 制振制御 振動周波数設定	60	Hz
PB34	VRF2B	ゲイン切換え 制振制御 共振周波数設定	60	Hz

(b) 切換え時のタイミングチャート



モデル制御ゲイン			100	
サーボモータに対する負荷慣性モーメント比	4.0	→	10.0	→ 4.0
位置制御ゲイン	120	→	84	→ 120
速度制御ゲイン	3000	→	4000	→ 3000
速度積分補償	20	→	50	→ 20
制振制御 振動周波数設定	50	→	60	→ 50
制振制御 共振周波数設定	50	→	60	→ 50

7. 特殊調整機能

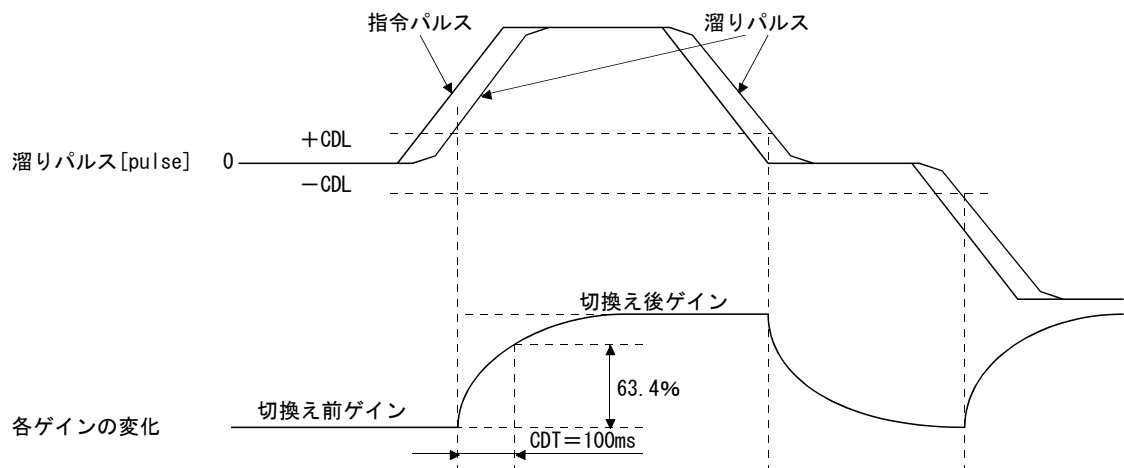
(2) 溜りパルスによる切換えを選択した場合

この場合、ゲイン切換え制振制御は使用できません。

(a) 設定

パラメータNo.	略称	名称	設定値	単位
PB06	GD2	サーボモータに対する負荷慣性モーメント比	4.0	倍
PB07	PG1	モデル制御ゲイン	100	rad/s
PB08	PG2	位置制御ゲイン	120	rad/s
PB09	VG2	速度制御ゲイン	3000	rad/s
PB10	VIC	速度積分補償	20	ms
PB29	GD2B	ゲイン切換え サーボモータに対する負荷慣性モーメント比	10.0	倍
PB30	PG2B	ゲイン切換え 位置制御ゲイン	84	rad/s
PB31	VG2B	ゲイン切換え 速度制御ゲイン	4000	rad/s
PB32	VICB	ゲイン切換え 速度積分補償	50	ms
PB26	CDP	ゲイン切換え選択 (溜りパルスで切り換える)	003	
PB27	CDL	ゲイン切換え条件	50	pulse
PB28	CDT	ゲイン切換え時定数	100	ms

(b) 切換え時のタイミングチャート



モデル制御ゲイン	100						
サーボモータに対する負荷慣性モーメント比	4.0	→	10.0	→	4.0	→	10.0
位置制御ゲイン	120	→	84	→	120	→	84
速度制御ゲイン	3000	→	4000	→	3000	→	4000
速度積分補償	20	→	50	→	20	→	50