

6. 一般的なゲイン調整

第6章 一般的なゲイン調整	2
6.1 調整方法の種類	2
6.1.1 ドライバ単体での調整	2
6.1.2 セットアップソフトウェア (MR Configurator2™) による調整	3
6.2 ワンタッチ調整	4
6.2.1 ワンタッチ調整の流れ	5
6.2.2 ワンタッチ調整の表示遷移・操作方法	6
6.2.3 ワンタッチ調整時の注意	11
6.3 オートチューニング	12
6.3.1 オートチューニングモード	12
6.3.2 オートチューニングモードの基本	13
6.3.3 オートチューニングによる調整手順	14
6.3.4 オートチューニングモードでの応答性設定	15
6.4 マニュアルモード	16
6.5 2ゲイン調整モード	20

6. 一般的なゲイン調整

第6章 一般的なゲイン調整

ポイント
<ul style="list-style-type: none"> ●トルク制御モードで使用する場合、ゲイン調整を行う必要はありません。 ●ゲイン調整を行うにあたり、機械をサーボモータの最大トルクで運転していないことを確認してください。最大トルクを超えた状態で運転を行うと、機械に振動が発生するなどの予期しない動きになる場合があります。また、機械の個体差を考慮して余裕のある調整を行ってください。運転中のサーボモータの発生トルクをサーボモータ最大トルクの90%以下にすることを推奨します。 ●制振制御チューニングモードの場合、[Pr. PB07] の設定範囲に制限があります。詳細については7.1.5項 (4) を参照してください。

6.1 調整方法の種類

6.1.1 ドライバ単体での調整

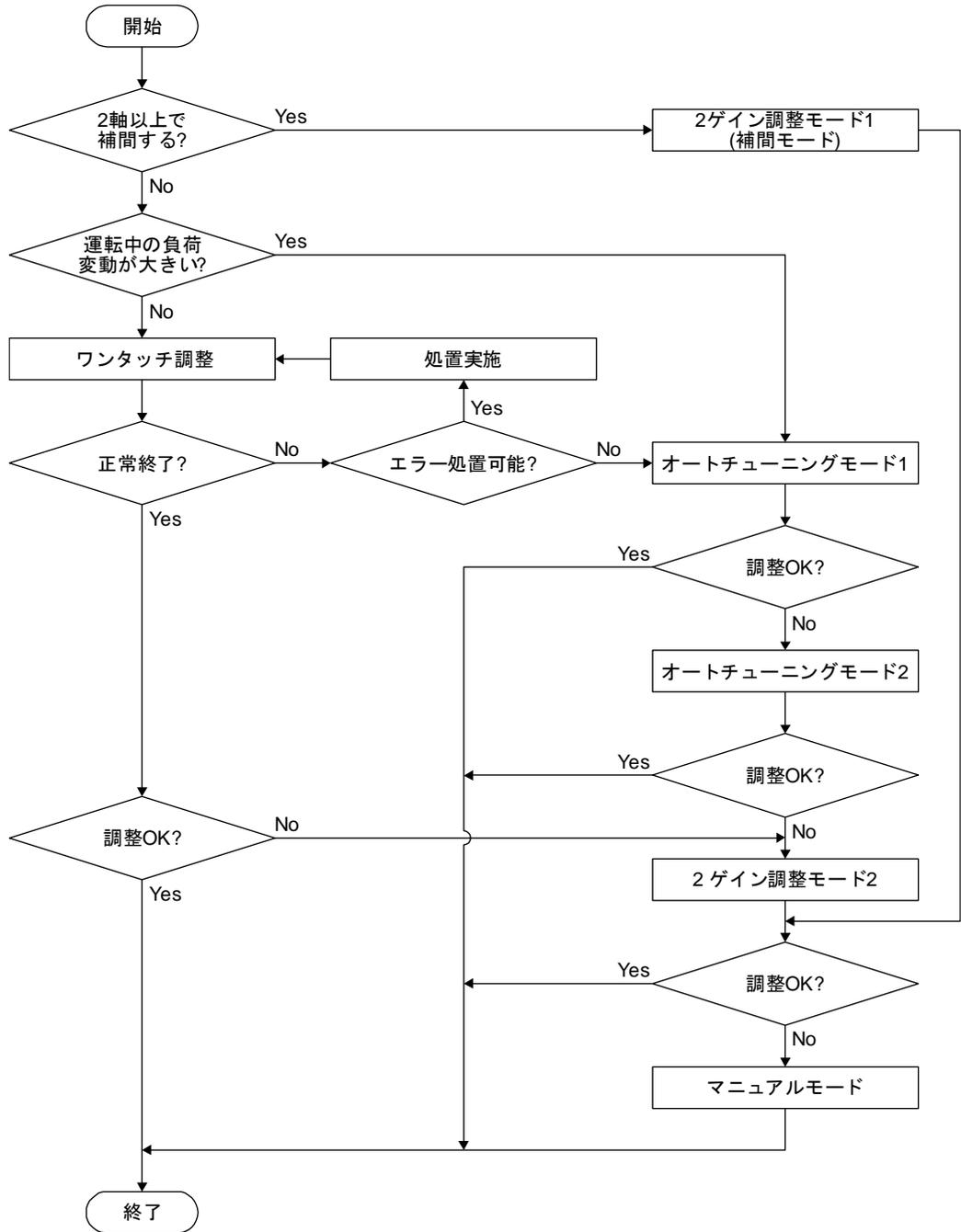
ドライバ単体で行えるゲイン調整を次の表に示します。ゲイン調整は、はじめに "オートチューニングモード1" を実施してください。満足のいく調整が得られない場合は、"オートチューニングモード2", "マニュアルモード" の順に実施してください。

(1) ゲイン調整モード説明

ゲイン調整モード	[Pr. PA08] の設定	負荷慣性モーメント比の推定	自動的に設定されるパラメータ	マニュアルで設定するパラメータ
オートチューニングモード1 (初期値)	___1	常時推定	GD2 ([Pr. PB06]) PG1 ([Pr. PB07]) PG2 ([Pr. PB08]) VG2 ([Pr. PB09]) VIC ([Pr. PB10])	RSP ([Pr. PA09])
オートチューニングモード2	___2	[Pr. PB06] の値に固定	PG1 ([Pr. PB07]) PG2 ([Pr. PB08]) VG2 ([Pr. PB09]) VIC ([Pr. PB10])	GD2 ([Pr. PB06]) RSP ([Pr. PA09])
マニュアルモード	___3		/	GD2 ([Pr. PB06]) PG1 ([Pr. PB07]) PG2 ([Pr. PB08]) VG2 ([Pr. PB09]) VIC ([Pr. PB10])
2ゲイン調整モード1 (補間モード)	___0	常時推定	GD2 ([Pr. PB06]) PG2 ([Pr. PB08]) VG2 ([Pr. PB09]) VIC ([Pr. PB10])	PG1 ([Pr. PB07]) RSP ([Pr. PA09])
2ゲイン調整モード2	___4	[Pr. PB06] の値に固定	PG2 ([Pr. PB08]) VG2 ([Pr. PB09]) VIC ([Pr. PB10])	GD2 ([Pr. PB06]) PG1 ([Pr. PB07]) RSP ([Pr. PA09])

6. 一般的なゲイン調整

(2) 調整の順序とモードの使い分け



6.1.2 セットアップソフトウェア (MR Configurator2™) による調整

セットアップソフトウェア (MR Configurator2™) とドライバを組み合わせることで実行できる機能と調整を示します。

機能	内容	調整内容
マシンアナライザ	機械とサーボモータを結合した状態で、パーソナルコンピュータ側からサーボにランダム加振指令を与え、機械の応答性を測定することにより、機械系の特性を測定することができます。	機械共振の周波数を把握し、機械共振抑制フィルタのノッチ周波数を決定できます。

6. 一般的なゲイン調整

6.2 ワンタッチ調整

ポイント
<ul style="list-style-type: none"> ●ワンタッチ調整完了後, [Pr. PA08] の "ゲイン調整モード選択" は "2ゲイン調整モード2 (_ _ _ 4)" に変更されます。再度, [Pr. PB06 負荷慣性モーメント比] を推定したい場合, [Pr. PA08] の "ゲイン調整モード選択" を "オートチューニングモード1 (_ _ _ 1)" に設定してください。 ●ワンタッチ調整を実施する場合, [Pr. PA21 ワンタッチ調整機能選択] が " _ _ _ 1 " (初期値) であることを確認してください。 ●ネットワーク経由のワンタッチ調整については, 18章以降を参照してください。

セットアップソフトウェア (MR Configurator2™) を接続し, ワンタッチ調整画面を開くと, ワンタッチ調整を実施することができます。ワンタッチ調整では, 次のパラメータが自動調整されます。

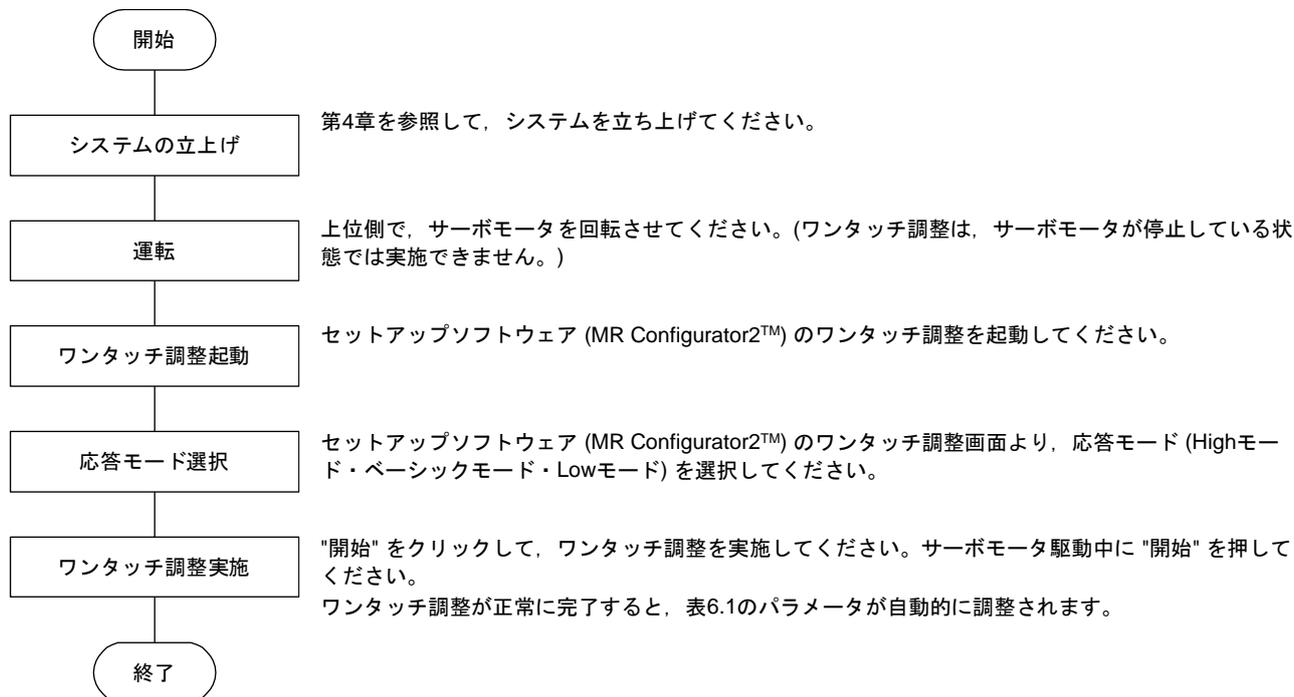
表6.1 ワンタッチ調整で自動調整されるパラメーター一覧

パラメータ	略称	名称	パラメータ	略称	名称
PA08	ATU	オートチューニングモード	PB15	NH2	機械共振抑制フィルタ2
PA09	RSP	オートチューニング応答性	PB16	NHQ2	ノッチ形状選択2
PB01	FILT	アダプティブチューニングモード (アダプティブフィルタⅡ)	PB18	LPF	ローパスフィルタ設定
PB02	VRFT	制振制御チューニングモード (アドバンスト制振制御Ⅱ)	PB19	VRF11	制振制御1 振動周波数設定
PB06	GD2	負荷慣性モーメント比	PB20	VRF12	制振制御1 共振周波数設定
PB07	PG1	モデル制御ゲイン	PB21	VRF13	制振制御1 振動周波数ダンピング設定
PB08	PG2	位置制御ゲイン	PB22	VRF14	制振制御1 共振周波数ダンピング設定
PB09	VG2	速度制御ゲイン	PB23	VFBF	ローパスフィルタ選択
PB10	VIC	速度積分補償	PB47	NHQ3	ノッチ形状選択3
PB12	OVA	オーバシュート量補正	PB48	NH4	機械共振抑制フィルタ4
PB13	NH1	機械共振抑制フィルタ1	PB49	NHQ4	ノッチ形状選択4
PB14	NHQ1	ノッチ形状選択1	PB51	NHQ5	ノッチ形状選択5
			PE41	EOP3	機能選択E-3

6. 一般的なゲイン調整

6.2.1 ワンタッチ調整の流れ

次に示す手順でワンタッチ調整を実施してください。

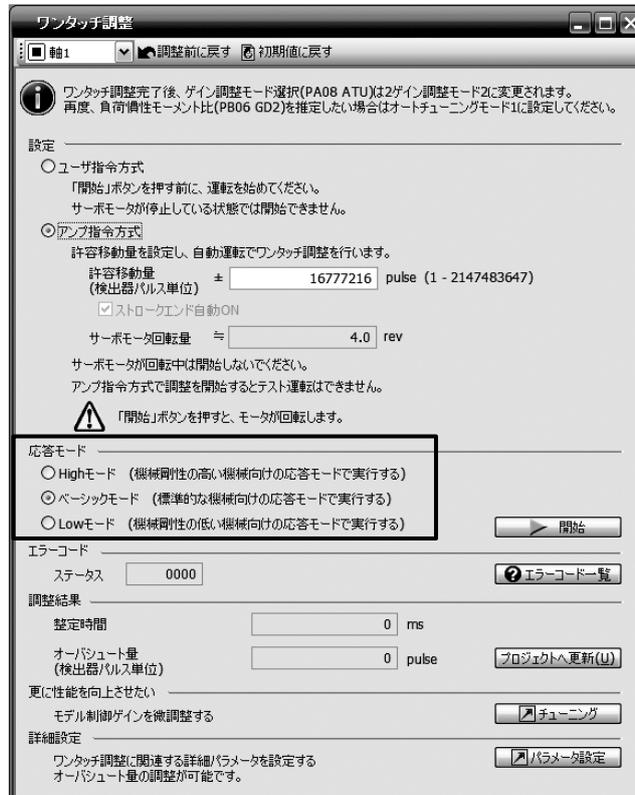


6. 一般的なゲイン調整

6.2.2 ワンタッチ調整の表示遷移・操作方法

(1) 応答モードの選択

セットアップソフトウェア (MR Configurator2™) のワンタッチ調整ウインドウで、ワンタッチ調整の応答モード (3種類) を選択してください。



応答モード	説明
Highモード	機械剛性が高い装置向けの応答モードです。(注)
ベーシックモード	標準的な機械向けの応答モードです。
Lowモード	機械剛性が低い装置向けの応答モードです。

注. 上位側の通信周期が2 ms以上の場合、ゲインが高めに調整されることがあります。
この場合、ベーシックモードまたはLowモードで再調整してください。

6. 一般的なゲイン調整

応答モードの目安については次の表を参照してください。

表6.3 応答モードの目安

応答モード			応答性	機械の特性
Lowモード	ベーシックモード	Highモード		対応する機械の目安
↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓ ↑ ↓	<p>アームロボット 一般工作機搬送機 高精度工作機 インサータマウンタボンダ</p>

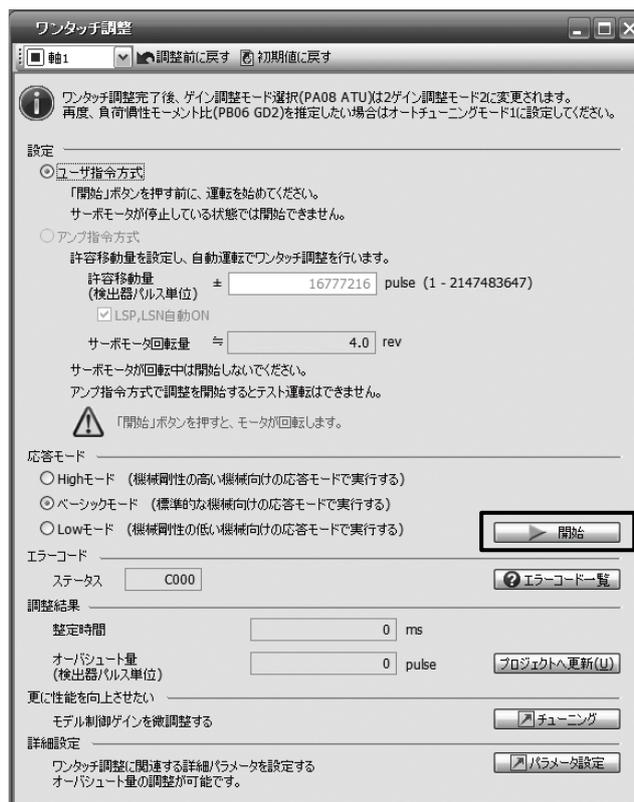
6. 一般的なゲイン調整

(2) ワンタッチ調整の実施

ポイント

- ワンタッチ調整中にオーバシュートがインポジション範囲内で許容できる装置の場合、[Pr. PA25 ワンタッチ調整オーバシュート許容レベル]の値を変更することで、整定時間の短縮および応答性の向上を図ることができます。

本項 (1) で応答モードを選択し、サーボモータが駆動している状態で "開始" を押すと、ワンタッチ調整を開始します。サーボモータ停止中に "開始" を押すと、エラーコードのステータスに "C002" または "C004" が表示されます。(エラーコードについては本項 (4) を参照してください。)



ワンタッチ調整中は次のように進捗状況が表示されます。進捗が100%になると調整が完了します。



ワンタッチ調整が完了すると、調整パラメータをドライバに書き込みます。エラーコードのステータスに "0000" が表示されます。また、調整完了後には、"調整結果" に整定時間とオーバシュート量が表示されます。

6. 一般的なゲイン調整

(3) ワンタッチ調整の中止

ワンタッチ調整中に中止ボタンを押すと、ワンタッチ調整は中止されます。

ワンタッチ調整が中止になると、エラーコードのステータスに "C000" が表示されます。

(4) エラー発生時

調整中に調整エラーが発生した場合には、ワンタッチ調整が終了します。このとき、エラーコードのステータスにエラーコードが表示されるので、調整エラーが発生した原因を確認してください。

エラーコード	名称	内容	処置
C000	調整中キャンセル	ワンタッチ調整中に中止ボタンを押した。	
C001	オーバシュート過大	オーバシュートが [Pr. PA10 インポジション範囲] で設定した値より大きい。	インポジションの設定を大きくしてください。
C002	調整中サーボオフ	サーボオフになっている状態でワンタッチ調整を実施しようとした。	サーボオンにしてからワンタッチ調整を実施してください。
C003	制御モード異常	制御モードがトルクモードのときにワンタッチ調整を実施しようとした。	上位側からの制御モードを位置モードまたは速度モードにして、ワンタッチ調整を実施してください。
C004	タイムアウト	1. 運転中の1サイクル時間が30 sを超えている。	運転中の1サイクル時間を30 s以下にしてください。
		2. 指令速度が低い。	サーボモータ速度を100 r/min以上にしてください。
		3. 連続運転の運転間隔が短い。	運転中の停止間隔を200 ms程度確保してください。
C005	負荷慣性モーメント比推定ミス	1. ワンタッチ調整時の負荷慣性モーメント比推定に失敗した。	次の推定条件を満たすように運転してください。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 加減速時定数が2000 r/minに達するまでの時間が5 s以下である。 ・ サーボモータ速度が150 r/min以上である。 ・ サーボモータに対する負荷慣性モーメント比が100倍以下である。 ・ 加減速トルクが定格トルクの10%以上である。
		2. 発振などの影響により負荷慣性モーメント比推定を行えなかった。	次のように負荷慣性モーメント比推定を行わないオートチューニングモードに設定したあとに、ワンタッチ調整を実施してください。 <ul style="list-style-type: none"> ・ [Pr. PA08] の "ゲイン調整モード選択" で "オートチューニングモード2 (___2)", "マニュアルモード (___3)" または "2ゲイン調整モード2 (___4)" を選択してください。 ・ [Pr. PB06 負荷慣性モーメント比] をマニュアル設定により正しく設定してください。
C00F	ワンタッチ調整無効	[Pr. PA21] の "ワンタッチ調整機能選択" が "無効 (___0)" になっている。	パラメータを "有効 (___1)" にしてください。

6. 一般的なゲイン調整

(5) アラーム発生時

ワンタッチ調整中にアラームが発生した場合、ワンタッチ調整は中止されます。
アラームの原因を取り除き、再度ワンタッチ調整を実施してください。

(6) 警告発生時

ワンタッチ調整中に運転が継続できる警告が発生した場合、ワンタッチ調整は継続して実行され
ます。

ワンタッチ調整中に運転が継続できない警告が発生した場合、ワンタッチ調整は中止されます。

(7) ワンタッチ調整の初期化

ワンタッチ調整で調整した結果をクリアすることができます。

クリアすることができるパラメータについては表6.1を参照してください。

セットアップソフトウェア (MR Configurator2™) のワンタッチ調整画面の "調整前に戻す" を押す
と、"開始" を押す前のパラメータ設定値に戻すことができます。

また、セットアップソフトウェア (MR Configurator2™) のワンタッチ調整画面の "初期値に戻す" を
押すと、工場出荷時のパラメータに書き換えることができます。



ワンタッチ調整の初期化が完了すると、次のウィンドウを表示します。(初期値に戻す場合)



6. 一般的なゲイン調整

6.2.3 ワンタッチ調整時の注意

- (1) トルクモードの場合、ワンタッチ調整はできません。
- (2) アラームまたは運転が継続できない警告が発生している場合、ワンタッチ調整はできません。
- (3) 次のテスト運転モードを実行している場合、ワンタッチ調整はできません。
 - (a) 出力信号 (DO) 強制出力
 - (b) モータなし運転
- (4) ゲイン切換え機能を有効にしてワンタッチ調整を実施した場合、調整中に振動または異音が発生することがあります。

6. 一般的なゲイン調整

6.3 オートチューニング

6.3.1 オートチューニングモード

ドライバは機械の特性 (負荷慣性モーメント比) をリアルタイムに推定し、その値に応じた最適なゲインを自動的に設定するリアルタイムオートチューニング機能を内蔵しています。この機能によりドライバのゲイン調整を容易に行うことができます。

(1) オートチューニングモード1

ドライバは出荷状態でオートチューニングモード1の設定になっています。

このモードでは機械の負荷慣性モーメント比を常時推定し、最適ゲインを自動的に設定します。

オートチューニングモード1により自動的に調整されるパラメータは次の表のとおりです。

パラメータ	略称	名称
PB06	GD2	負荷慣性モーメント比
PB07	PG1	モデル制御ゲイン
PB08	PG2	位置制御ゲイン
PB09	VG2	速度制御ゲイン
PB10	VIC	速度積分補償

ポイント

- オートチューニングモード1は次の条件をすべて満たさないと、正常に機能しない場合があります。
 - ・加減速時定数が2000 r/minに達するまでの時間が5 s以下である。
 - ・回転速度が150 r/min以上である。
 - ・サーボモータに対する負荷慣性モーメント比が100倍以下である。
 - ・加減速トルクが定格トルクの10%以上である。
- 加減速中に急激な外乱トルクが加わるような運転条件や極端にガタの大きな機械の場合にもオートチューニングが正常に機能しないことがあります。このような場合、オートチューニングモード2またはマニュアルモードでゲイン調整を行ってください。

(2) オートチューニングモード2

オートチューニングモード2はオートチューニングモード1では正常なゲイン調整が行えない場合に使用してください。このモードでは負荷慣性モーメント比の推定を行いませんので、[Pr. PB06] で正しい負荷慣性モーメント比の値を設定してください。

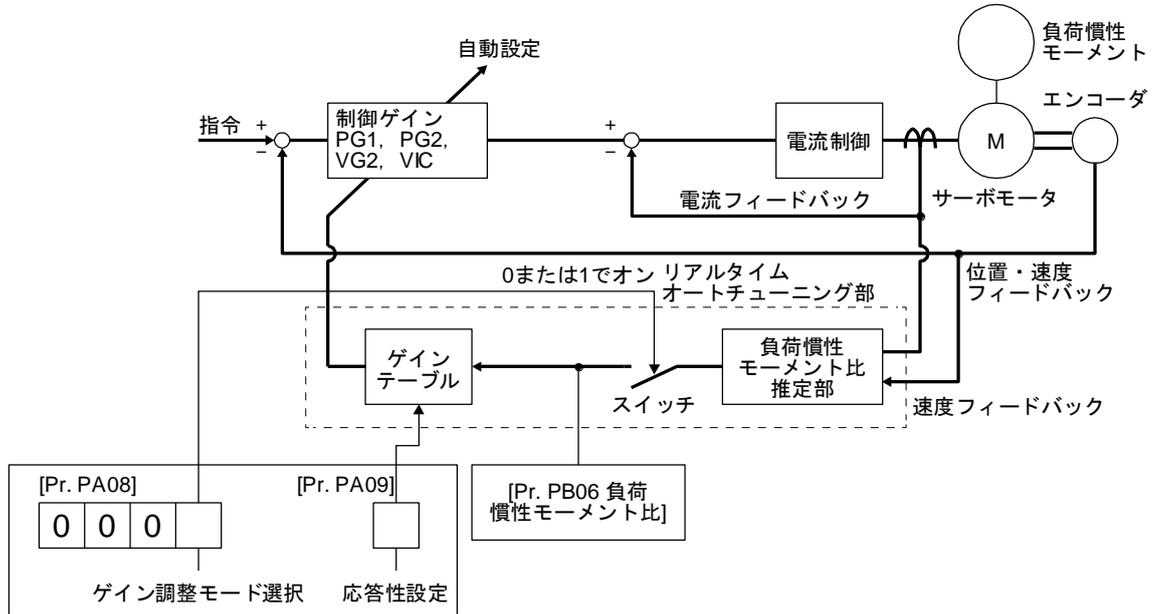
オートチューニングモード2により自動的に調整されるパラメータは次の表のとおりです。

パラメータ	略称	名称
PB07	PG1	モデル制御ゲイン
PB08	PG2	位置制御ゲイン
PB09	VG2	速度制御ゲイン
PB10	VIC	速度積分補償

6. 一般的なゲイン調整

6.3.2 オートチューニングモードの基本

リアルタイムオートチューニングのブロック図を次に示します。



サーボモータを加減速運転させると、負荷慣性モーメント比推定部はサーボモータの電流とサーボモータ速度から常に負荷慣性モーメント比を推定します。推定された結果は、[Pr. PB06 負荷慣性モーメント比]に書き込まれます。この結果はセットアップソフトウェア (MR Configurator2™) の状態表示画面で確認できます。

負荷慣性モーメント比の値があらかじめ分かっている場合、または推定がうまく行かない場合、[Pr. PA08]の"ゲイン調整モード選択"を"オートチューニングモード2 (__ _ 2)"に設定して負荷慣性モーメント比の推定を停止(上の図中のスイッチをオフ)させたあと、マニュアルで負荷慣性モーメント比([Pr. PB06])を設定してください。

設定された負荷慣性モーメント比([Pr. PB06])の値と応答性([Pr. PA09])から、内部に持っているゲインテーブルに基づいて、最適な制御ゲインを自動設定します。

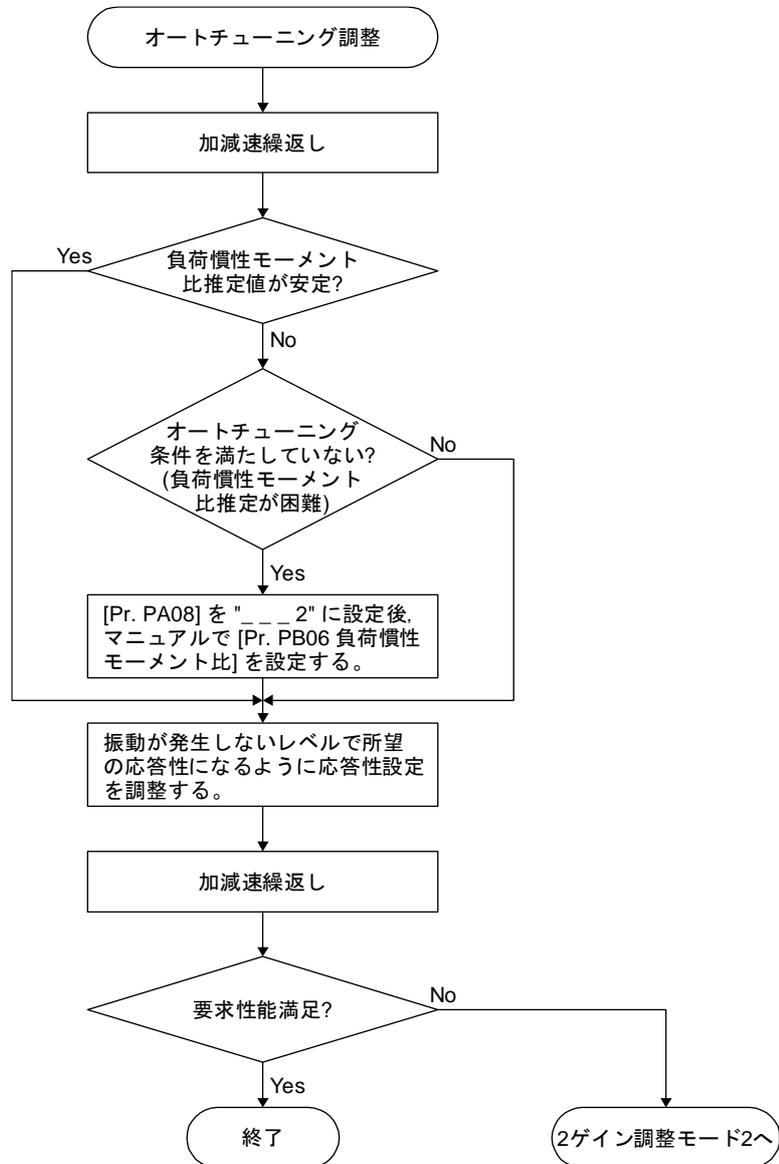
オートチューニングの結果は電源投入から60分ごとにドライバのEEP-ROMに保存されます。電源投入時にはEEP-ROMに保存した各制御ゲインの値を初期値としてオートチューニングを行います。

ポイント
<ul style="list-style-type: none"> ● 運転中に急激な外乱トルクが加わる場合、負荷慣性モーメント比を一時的に誤推定することがあります。このような場合、[Pr. PA08]の"ゲイン調整モード選択"を"オートチューニングモード2 (__ _ 2)"に設定後、正しい負荷慣性モーメント比([Pr. PB06])を設定してください。 ● オートチューニングモード1またはオートチューニングモード2のいずれかの設定からマニュアルモードの設定に変更すると現在の制御ゲインおよび負荷慣性モーメント比推定値をEEP-ROMに保存します。

6. 一般的なゲイン調整

6.3.3 オートチューニングによる調整手順

出荷時はオートチューニングが有効になっていますので、サーボモータを運転するだけで機械に合った最適ゲインを自動設定します。必要に応じて、応答性設定の値を変更するだけで調整は完了します。調整手順を次に示します。



6. 一般的なゲイン調整

6.3.4 オートチューニングモードでの応答性設定

サーボ系全体の応答性を [Pr. PA09] で設定してください。応答性設定を大きくするほど指令に対する追従性が良くなり整定時間は短くなりますが、大きくしすぎると振動が発生します。このため、振動が発生しない範囲で所望の応答性が得られるように設定してください。

100 Hzを超えるような機械共振が原因で所望の応答性まで応答性設定が大きくできない場合、[Pr. PB01] のフィルタチューニングモード選択および [Pr. PB13] ~ [Pr. PB16], [Pr. PB46] ~ [Pr. PB51] の機械共振抑制フィルタで、機械共振を抑えることができます。機械共振を抑えることで、応答性設定を大きくできる場合もあります。アダプティブチューニングモード、機械共振抑制フィルタの設定については7.1.1項および7.1.2項を参照してください。

[Pr. PA09]

設定値	機械の特性		設定値	機械の特性	
	応答性	機械共振周波数の目安 [Hz]		応答性	機械共振周波数の目安 [Hz]
1	↑ ↓	2.7	21	↑ ↓	67.1
2		3.6	22		75.6
3		4.9	23		85.2
4		6.6	24		95.9
5		10.0	25		108.0
6		11.3	26		121.7
7		12.7	27		137.1
8		14.3	28		154.4
9		16.1	29		173.9
10		18.1	30		195.9
11		20.4	31		220.6
12		23.0	32		248.5
13		25.9	33		279.9
14		29.2	34		315.3
15		32.9	35		355.1
16		37.0	36		400.0
17		41.7	37		446.6
18		47.0	38		501.2
19		52.9	39		571.5
20	中応答	59.6	40		高応答

6. 一般的なゲイン調整

6.4 マニュアルモード

オートチューニングでは満足する調整ができなかった場合、すべてのゲインに対してマニュアル調整が行えます。

ポイント
●機械共振が発生する場合、[Pr. PB01]のフィルタチューニングモード選択や[Pr. PB13]～[Pr. PB16]、[Pr. PB46]～[Pr. PB51]の機械共振抑制フィルタで、機械共振を抑えることができます。(7.1.1項、7.1.2項参照)

(1) 速度制御の場合

(a) パラメータ

ゲイン調整に使用するパラメータは次のとおりです。

パラメータ	略称	名称
PB06	GD2	負荷慣性モーメント比
PB07	PG1	モデル制御ゲイン
PB09	VG2	速度制御ゲイン
PB10	VIC	速度積分補償

(b) 調整手順

手順	操作	内容
1	オートチューニングにより大まかな調整を行います。6.3.3項を参照してください。	
2	オートチューニングをマニュアルモード ([Pr. PA08]: ___ 3) に変更してください。	
3	負荷慣性モーメント比に推定値を設定してください。(オートチューニングによる推定値が正しい場合は設定を変更する必要はありません。)	
4	モデル制御ゲインを小さくしてください。 速度積分補償を大きくしてください。	
5	速度制御ゲインを振動や異音がない範囲で大きくしていき、振動が発生したら少し戻してください。	速度制御ゲインを大きくします。
6	速度積分補償を振動が出ない範囲で小さくしていき、振動が発生したら少し戻してください。	速度積分補償の時定数を小さくします。
7	モデル制御ゲインを大きくしていき、オーバシュートが発生したら少し戻してください。	モデル制御ゲインを大きくします。
8	機械系の共振などによりゲインを大きくできず、所望の応答性が得られない場合、アダプティブチューニングモードや機械共振抑制フィルタにより共振を抑制したのち、手順3～7を実施すると応答性を上げられることがあります。	機械共振の抑制 7.1.1項および7.1.2項参照
9	サーボモータの動きを見ながら各ゲインを微調整してください。	微調整

6. 一般的なゲイン調整

(c) パラメータの調整方法

1) [Pr. PB09 速度制御ゲイン]

速度制御ループの応答性を決めるパラメータです。この値を大きく設定すると応答は高くなりますが、大きくしすぎると機械系が振動しやすくなります。実際の速度ループの応答周波数は次の式ようになります。

$$\text{速度ループ応答周波数 [Hz]} = \frac{\text{速度制御ゲイン}}{(1 + \text{サーボモータに対する負荷慣性モーメント比}) \times 2\pi}$$

2) [Pr. PB10 速度積分補償]

指令に対する定常偏差をなくすために速度制御ループは比例積分制御になっています。速度積分補償はこの積分制御の時定数を設定してください。設定値を大きくすると応答性は低くなります。しかし、負荷慣性モーメント比が大きい場合、または機械系に振動要素がある場合には、ある程度大きくしないと機械系が振動しやすくなります。目安としては次の式ようになります。

$$\begin{aligned} &\text{速度積分補償設定値 [ms]} \\ &\geq \frac{2000 \sim 3000}{\text{速度制御ゲイン}/(1 + \text{サーボモータに対する負荷慣性モーメント比})} \end{aligned}$$

3) [Pr. PB07 モデル制御ゲイン]

速度指令に対する応答性を決めるパラメータです。モデル制御ゲインを大きくすると速度指令に対する追従性は良くなりますが、大きくしすぎると整定時にオーバシュートを生じやすくなります。

$$\text{モデル制御ゲインの目安} \leq \frac{\text{速度制御ゲイン}}{(1 + \text{サーボモータに対する負荷慣性モーメント比})} \times \left(\frac{1}{4} \sim \frac{1}{8} \right)$$

(2) 位置制御の場合

(a) パラメータ

ゲイン調整に使用するパラメータは次のとおりです。

パラメータ	略称	名称
PB06	GD2	負荷慣性モーメント比
PB07	PG1	モデル制御ゲイン
PB08	PG2	位置制御ゲイン
PB09	VG2	速度制御ゲイン
PB10	VIC	速度積分補償

6. 一般的なゲイン調整

(b) 調整手順

手順	操作	内容
1	オートチューニングにより大まかな調整を行います。6.3.3項を参照してください。	
2	オートチューニングをマニュアルモード ([Pr. PA08]: ___3) に変更してください。	
3	負荷慣性モーメント比に推定値を設定してください。(オートチューニングによる推定値が正しい場合は設定を変更する必要はありません。)	
4	モデル制御ゲイン、位置制御ゲインを小さくしてください。速度積分補償を大きくしてください。	
5	速度制御ゲインを振動や異音が出ない範囲で大きくしていき、振動が発生したら少し戻してください。	速度制御ゲインを大きくしてください。
6	速度積分補償を振動が出ない範囲で小さくしていき、振動が発生したら少し戻してください。	速度積分補償の時定数を小さくしてください。
7	位置制御ゲインを大きくしていき、振動が発生したら少し戻してください。	位置制御ゲインを大きくしてください。
8	モデル制御ゲインを大きくしていき、オーバシュートが発生したら少し戻してください。	モデル制御ゲインを大きくしてください。
9	機械系の共振などによりゲインを大きくできず、所望の応答性が得られない場合、アダプティブチューニングモードや機械共振抑制フィルタにより共振を抑制したのち、手順3～8を実施すると応答性を上げられることがあります。	機械共振の抑制 7.1.1項および7.1.2項
10	整定特性やサーボモータの動きを見ながら各ゲインを微調整してください。	微調整

(c) パラメータの調整方法

1) [Pr. PB09 速度制御ゲイン]

速度制御ループの応答性を決めるパラメータです。この値を大きく設定すると応答性は高くなりますが、大きくしすぎると機械系が振動しやすくなります。実際の速度ループの応答周波数は次の式のようになります。

$$\text{速度制御ゲイン} \\ \text{速度制御ゲイン} \\ \text{速度ループ応答周波数 [Hz]} = \frac{\text{速度制御ゲイン}}{(1 + \text{サーボモータに対する負荷慣性モーメント比}) \times 2\pi}$$

2) [Pr. PB10 速度積分補償]

指令に対する定常偏差をなくすために速度制御ループは比例積分制御になっています。速度積分補償はこの積分制御の時定数を設定してください。設定値を大きくすると応答性は低くなります。しかし、負荷慣性モーメント比が大きい場合、または機械系に振動要素がある場合には、ある程度大きくしないと機械系が振動しやすくなります。目安としては次の式のようになります。

$$\text{速度積分補償設定値 [ms]} \\ \geq \frac{2000 \sim 3000}{\text{速度制御ゲイン}/(1 + \text{サーボモータに対する負荷慣性モーメント比})}$$

6. 一般的なゲイン調整

3) [Pr. PB08 位置制御ゲイン]

位置制御ループの外乱に対する応答性を決めるパラメータです。位置制御ゲインを大きくすると外乱に対する応答性は高くなりますが、大きくしすぎると機械系が振動しやすくなります。

$$\text{位置制御ゲインの目安} \leq \frac{\text{速度制御ゲイン}}{(1 + \text{サーボモータに対する負荷慣性モーメント比})} \times \left(\frac{1}{4} \sim \frac{1}{8} \right)$$

4) [Pr. PB07 モデル制御ゲイン]

位置指令に対する応答性を決めるパラメータです。モデル制御ゲインを大きくすると位置指令に対する追従性は良くなりますが、大きくしすぎると整定時にオーバーシュートを生じやすくなります。

$$\text{モデル制御ゲインの目安} \leq \frac{\text{速度制御ゲイン}}{(1 + \text{サーボモータに対する負荷慣性モーメント比})} \times \left(\frac{1}{4} \sim \frac{1}{8} \right)$$

6. 一般的なゲイン調整

6.5 2ゲイン調整モード

2ゲイン調整モードは、X-Yテーブルなどで2軸以上のサーボモータの補間運転を行う際に、各軸の位置制御ゲインを合わせたい場合に使用してください。このモードでは、指令に対する追従性を決めるモデル制御ゲインをマニュアルで設定し、その他のゲイン調整用パラメータを自動的に設定します。

(1) 2ゲイン調整モード1

2ゲイン調整モード1は、指令に対する追従性を決めるモデル制御ゲインをマニュアルで設定してください。負荷慣性モーメント比を常時推定し、オートチューニングの応答性によって、その他のゲイン調整用パラメータを最適なゲインに自動的に設定します。

2ゲイン調整モード1で使用するパラメータは次のとおりです。

(a) 自動調整パラメータ

次のパラメータはオートチューニングにより自動調整されます。

パラメータ	略称	名称
PB06	GD2	負荷慣性モーメント比
PB08	PG2	位置制御ゲイン
PB09	VG2	速度制御ゲイン
PB10	VIC	速度積分補償

(b) マニュアル調整パラメータ

次のパラメータはマニュアルにより調整可能です。

パラメータ	略称	名称
PA09	RSP	オートチューニング応答性
PB07	PG1	モデル制御ゲイン

(2) 2ゲイン調整モード2

2ゲイン調整モード2は、2ゲイン調整モード1では正常なゲイン調整が行えない場合に使用してください。このモードでは、負荷慣性モーメント比の推定を行いませんので、正しい負荷慣性モーメント比 ([Pr. PB06]) を設定してください。

2ゲイン調整モード2で使用するパラメータは次のとおりです。

(a) 自動調整パラメータ

次のパラメータはオートチューニングにより自動調整されます。

パラメータ	略称	名称
PB08	PG2	位置制御ゲイン
PB09	VG2	速度制御ゲイン
PB10	VIC	速度積分補償

(b) マニュアル調整パラメータ

次のパラメータはマニュアルにより調整可能です。

パラメータ	略称	名称
PA09	RSP	オートチューニング応答性
PB06	GD2	負荷慣性モーメント比
PB07	PG1	モデル制御ゲイン

6. 一般的なゲイン調整

(3) 2ゲイン調整モードの調整手順

ポイント
●2ゲイン調整モードで使用する軸は、[Pr. PB07 モデル制御ゲイン] の設定値を同一にしてください。

手順	操作	内容
1	オートチューニングモードに設定してください。	オートチューニングモード1にしてください。
2	運転しながら、[Pr. PA09] の応答性の設定値を大きくしていき、振動が発生したら戻してください。	オートチューニングモード1による調整
3	モデル制御ゲインの値と負荷慣性モーメント比を確認してください。	設定上限の確認
4	2ゲイン調整モード1 ([Pr. PA08]: ___0) に設定してください。	2ゲイン調整モード1 (補間モード) にしてください。
5	負荷慣性モーメント比が設計値と異なる場合、2ゲイン調整モード2 ([Pr. PA08]: ___4) に設定後、負荷慣性モーメント比 ([Pr. PB06]) を設定してください。	負荷慣性モーメント比の確認
6	補間するすべての軸のモデル制御ゲインを同一の値に設定してください。そのとき、モデル制御ゲインが最も小さい軸の設定値に合わせてください。	モデル制御ゲインを設定してください。
7	補間特性や回転の状態を見ながらモデル制御ゲイン、および応答性設定を微調整してください。	微調整

(4) パラメータの調整方法

[Pr. PB07 モデル制御ゲイン]

位置制御のループの応答性を決めるパラメータです。モデル制御ゲインを大きくすると位置指令に対する追従性は良くなりますが、大きくしすぎると整定時にオーバシュートを生じやすくなります。溜りパルス量は、次の式で決まります。

$$\text{溜りパルス量 [pulse]} = \frac{\text{位置指令周波数 [pulse/s]}}{\text{モデル制御ゲイン設定値}}$$

位置指令周波数は運転モードによって変わります。

$$\text{位置指令周波数} = \frac{\text{回転速度 [r/min]}}{60} \times \text{エンコーダ分解能 (サーボモータ1回転あたりのパルス数)}$$