

# MR-J2S의 게인 조정 매뉴얼

## 목 차

<b>제 1 장 개요</b>	<b>1- 1~1- 2</b>
1.1 개요 . . . . .	1- 1
1.2 서보 게인조정에 필요한 기기 . . . . .	1- 1
<b>제 2 장 게인조정을 하기전에</b>	
<b>2- 1~2- 6</b>	
2.1 모델 적응제어란 . . . . .	2- 1
2.2 최적인 게인조정을 하기위해서는 . . . . .	2- 2
2.2.1 게인조정의 목적을 명확히 한다 . . . . .	2- 2
2.2.2 게인조정의 기본사항 . . . . .	2- 2
2.2.3 게인조정후의 확인사항 . . . . .	2- 2
2.3 게인조정모드의 종류 . . . . .	2- 3
2.4 파라미터와 서보모터 동작과의 관계 . . . . .	2- 4
2.5 서보게인 조정순서 . . . . .	2- 5
<b>제 3 장 오토 튜닝</b>	
<b>3- 1~3- 4</b>	
3.1 오토 튜닝이란 . . . . .	3- 1
3.2 부하 이너셔의 추정 . . . . .	3- 1
3.3 오토 튜닝에 의한 조정 순서 . . . . .	3- 2
3.4 오토 튜닝 모드에서의 조정방법 . . . . .	3- 3
3.5 오토튜닝 실행시의 주의점 . . . . .	3- 4
<b>제 4 장 머신아날라이저 측정·노치필터 설정방법</b>	
<b>4- 1~4- 6</b>	
4.1 머신아날라이저 기능이란 . . . . .	4- 1
4.2 노치 필터 설정방법 . . . . .	4- 2
4.2.1 기계공진주파수의 측정방법 . . . . .	4- 2
4.2.2 노치필터 (기계공진억제필터) 의 설정 . . . . .	4- 3
4.2.3 노치필터 (기계공진억제필터) 의 설정예 . . . . .	4- 4
<b>제 5 장 매뉴얼튜닝</b>	
<b>5- 1~5- 4</b>	
5.1 매뉴얼튜닝 . . . . .	5- 1
5.2 조정순서 . . . . .	5- 1
5.3 조정시에 사용하는 주요 파라미터 . . . . .	5- 2
5.4 게인의 적정범위에 대하여 . . . . .	5- 2
5.5 매뉴얼튜닝방법 . . . . .	5- 2
5.5.1 정지정전시간이 긴 경우 . . . . .	5- 2
5.5.2 오버슈트가 큰 경우 . . . . .	5- 2
5.5.3 잔류진동이 큰 경우 (INP신호) . . . . .	5- 2
5.5.4 속도변동이 큰 경우 (정속회전시) . . . . .	5- 3
5.6 요구성능을 만족하지 않는 경우의 대응 . . . . .	5- 3

제 6 장 피드 포워드 제어 6- 1~6- 2

6.1	사용효과와 영향	6- 1
6.2	제어 블록	6- 1
6.3	사용방법	6- 1
6.3.1	정지정정시간을 단축하는 경우	6- 1
6.3.2	간류펄스를 감소하는 경우	6- 1
6.4	서보모터 동작의 경향	6- 2
6.5	모델적응제어와의 차이점에 대해서	6- 2
6.6	사용할 수 없는 지령 패턴	6- 2

제 7 장 가변 게인제어 7- 1~7- 4

7.1	사용효과와 영향	7- 1
7.2	제어 블록	7- 1
7.3	파라미터	7- 1
7.4	사용방법	7- 2
7.4.1	진동을 억제하는 경우	7- 2
7.4.2	서보모터 동작중의 소음을 억제하는 경우	7- 2
7.4.3	정지시의 발진을 억제하는 경우	7- 2
7.4.4	부하변동이 큰 경우	7- 3

제 8 장 미진동억제 제어 8- 1~8- 2

8.1	사용효과와 영향	8- 1
8.2	제어 블록	8- 1
8.3	사용방법	8- 1

제 9 장 풀 클로즈드 루프 제어 9- 1~9- 2

9.1	사용효과와 영향	9- 1
9.2	제어 블록	9- 1
9.3	제어의 특징	9- 1
9.4	조정방법	9- 2
9.4.1	제인 조정	9- 2
9.4.2	듀얼 F/B 필터의 조정	9- 2

제 10 장 보간운전/텐덤운전제어 10- 1~10- 2

10.1	컨트롤러의 선정 定	10- 1
10.2	보간운전의 조정방법	10- 1
10.3	텐덤운전의 조정방법	10- 2
10.3.1	텐덤운전이란	10- 2
10.3.2	텐덤운전의 조정방법	10- 2

## 제 1 장 개요

## 1.1.개요

본 기술자료집은, MELSERVO-J2S 시리즈에 있어서의 서보 게인조정방법에 대하여 설명한 것입니다. 본 기술자료집에 기재되지않은 항목이나 각 파라미터 상세내용에 대해서는, 각시리즈의 기술자료집을 참조바랍니다.

## 1.2.서보 게인조정에 필요한 기기

- |                 |   |
|-----------------|---|
| (1) SETUP S/W   | : MRZJW3-SETUP1□□                               |
| (2) PC 통신 CABLE | : MR-CPCATCBL3M                                 |
| (3) PC          | : Windows95, 98 이 동작하는 DOS/V (IBM PC/AT 호환기) PC |
| (4) 보수용중계카드     | : MR-J2CN3TMMR-J2S-700□이하,<br>아날로그모니터/EM1 입력용)  |
| (5) 버스케이블       | : MR-J2HBUS□M (서보앰프 - 보수중계카드간)                  |



2.1.모델 적응제어란

서보에 요구된 성능으로는

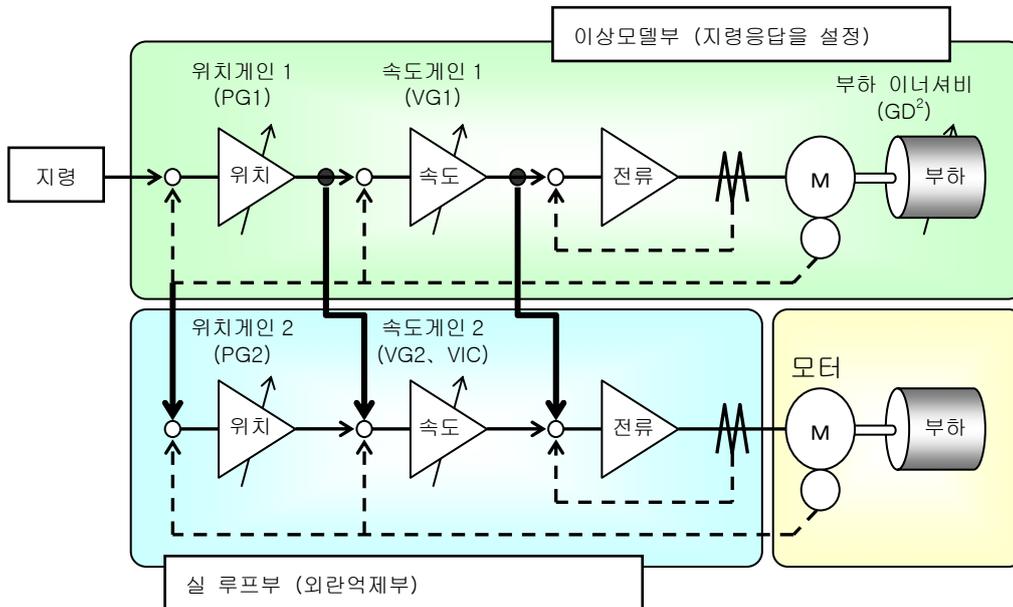
- (1) 지령에 대한 추종성 (지령응답)
- (2) 부하토크등에 영향을 받지않고, 속도·위치를 일정하게 유지할 것 (외란응답)

이 있습니다.

PI·PID 제어등의 제어방식에서는, 1 개의 제어부에서 상기의 2 개의 성능을 추구하고 있습니다. 이 경우, 기계계의 백 래쉬나 저항성등의 원인으로 계인을 올리지 못하는 경우, 상기(1)의 지령응답도 저하되어 버립니다.

이것을 개선한 것이 모델 적응제어로, 이상모델부에서 지령응답을, 실 루프부에서 외란응답 및 안정성을 맡게 됩니다.

모델 적응제어 블록도

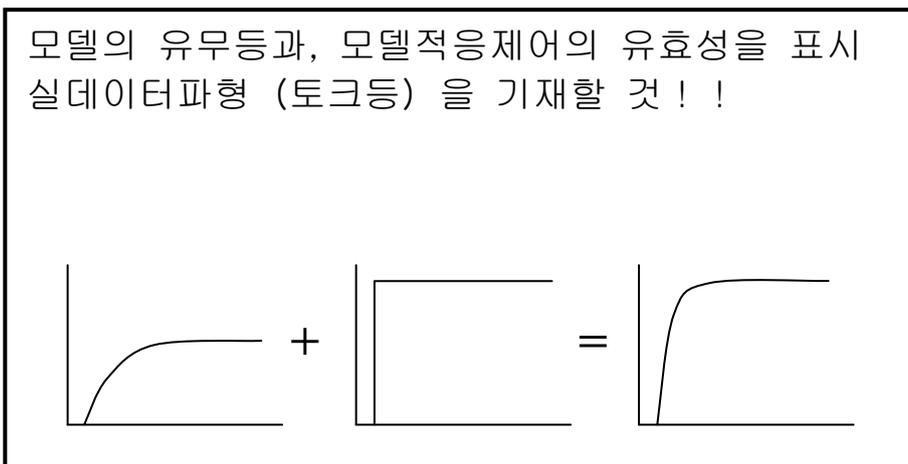


이상 모델부는, 이상적인 서보앰프와, 백래쉬등이 전혀 없는 부하 관성으로부터 구성되어있습니다. 제어계에 지령펄스가 입력되면, 이상모델부에서는 이상적인 위치응답·속도응답·토크응답이 계산되어, 실 루프부에 지령과 함께 출력됩니다.

실 루프부는, 이상모델부로부터 입력된 지령과 엔코더 F/B 에 오차가 외란등에 의해 생긴 경우에, 오차를 보정하는 동작을 합니다.(외란억제)

이와 같이 모델적응제어는, 지령응답과 외란응답이 각각 설정할수 있으므로, 손쉽게 조정이 가능하며,

PI·PID 제어등의 제어방식에 비해서, 서보의 성능을 높일 수가 있습니다.

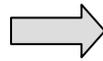
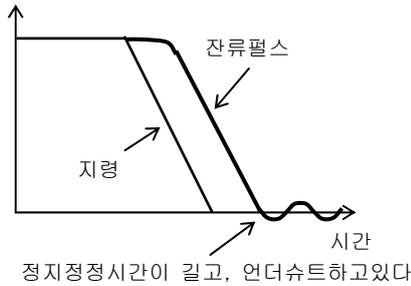


2.2.최적의 계인조정을 하기 위해서는

2.2.1.계인조정의 목적을 명확히 한다

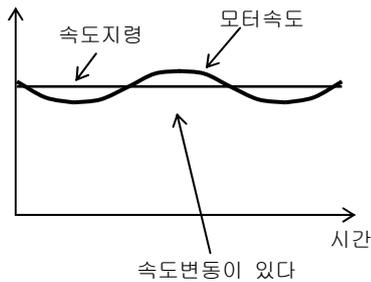
우선은, 계인조정의 목적을 명확하게할 필요성이 있습니다.  
 사용자에게 있어 지금 무엇이, 문제인지를 확인하여, 계인조정의 목표치를 설정한 다음,  
 계인조정을 실행하여 주세요.

예 1. 정정특성에 문제가 있는 경우



- 측정한 파형 : 지령과 잔류펄스
- 고객의 목표치를 확인한다 : 정지정정시간, 정지정도 (인포지션범위)

예 2. 속도변동이 있는 경우



- 측정한 파형 : 모터속도와 출력토크
- 고객의 목표치를 확인한다 : 속도변동의 허용범위

2.2.2.계인조정의 기본사항

- 한번설정된 계인은, 변경하는 것은 곤란하다.
- 기계가 복제된 경우에도, 동일계인으로 정상동작하도록, 마진을 가진 계인설정을 실시할 것
- 전달계가 벨트나 체인의 경우는, 텐션에 의해 진동주파수가 변화한다.
- 실제 장치의 동작상태를 잘 관찰하여, 가장 문제가 되는 동작(축)을 중점적으로 실시한다
- 고객이 만족하는 것이 제일 (조정을 빠르게 할 수 있는것에 메리트를 갖는 고객도 있음)

2.2.3.계인조정후의 확인사항

- 복수의 위치결정 스트로크에서의 파형관찰 →전스트로크에서 동일한 정정특성인가?
- 출력토크파형의 관찰 →급격한 변화가 있는가?
- 실효부하율·피크부하율의 관찰 →사양범위내인가? 용량부족이 아닌가?
- 회생부하율의 관찰 →사양범위내인가? 회생옵션의 필요없는가?

## 2.3. 계인조정모드의 종류

MR-J2S 시리즈에서는, 하기의 표시된 5 종류의 계인조정모드가 있습니다.  
장치사양이나 운전방법을 조합하여, 계인조정모드를 선택하여 서보계인조정을 행합니다.

계인조정모드	용 도
오토 튜닝 모드 1	응답성설정의 변화만으로, 조정이 가능한 모드입니다. 우선은, 이 모드에서 조정을 행합니다.
오토 튜닝 모드 2	오토튜닝모드 1 에서는, 부하변동이 크고 부하관성모멘트비의 추정이 정상적으로 행해지지 않을 경우에 사용합니다.
매뉴얼 모드 1	오토튜닝으로는 만족할 수 없는 경우에, 3 개의 계인설정만으로, 간단하게 조정이 가능한 모드입니다.
매뉴얼 모드 2	고속정정시등을 하고 싶은 경우에, 모든 계인을 매뉴얼로 조정 할 수 있습니다.
보간 모드	2 축이상의 위치계인(PG1)을 같이 사용 할 경우에 사용합니다. 그 외의 경우에는, 일반적으로 사용하지 않습니다.

계인조정모드와 파라미터에는 다음에 표시된 관계가 있습니다.

## 【계인조정모드와 파라미터의 관계】

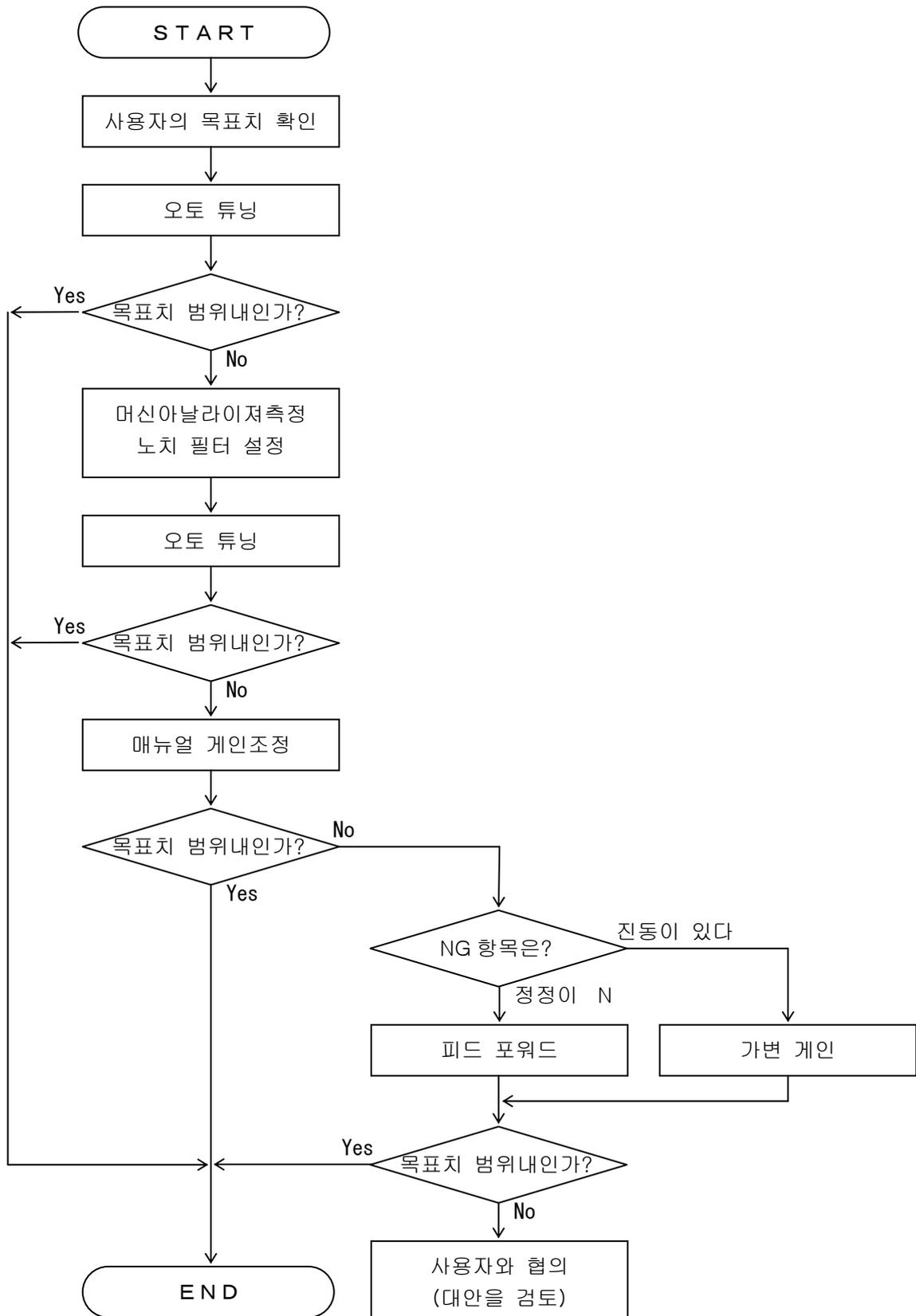
계인조정모드	부하관성모멘트비의 추정	파라미터	
		자동으로 설정된다	매뉴얼로 설정한다
오토튜닝 모드 1	상시추정	GD2 (부하이너셔비) PG1 (위치제어계인 1) VG1 (속도제어계인 1) PG2 (위치제어계인 2) VG2 (속도제어계인 2) VIC (속도적분보상)	RSP (서보응답성)
오토튜닝 모드 2	GD2 (부하이너셔비)의 설정치로 고정	PG1 (위치제어계인 1) VG1 (속도제어계인 1) PG2 (위치제어계인 2) VG2 (속도제어계인 2) VIC (속도적분보상)	RSP (서보응답성) GD2 (부하이너셔비)
매뉴얼 모드 1		VG1 (속도제어계인 1) PG2 (위치제어계인 2)	GD2 (부하이너셔비) PG1 (위치제어계인 1) VG2 (속도제어계인 2) VIC (속도적분보상)
매뉴얼 모드 2		없음	GD2 (부하이너셔비) PG1 (위치제어계인 1) VG1 (속도제어계인 1) PG2 (위치제어계인 2) VG2 (속도제어계인 2) VIC (속도적분보상)
보간모드	상시추정	GD2 (부하이너셔비) PG2 (위치제어계인 2) VG2 (속도제어계인 2) VIC (속도적분보상)	PG1 (위치제어계인 1) VG1 (속도제어계인 1)

2.4.파라미터와 서보모터 동작과의 관계

각 파라미터와 서보모터동작에는, 다음과 같은 관계가 있으므로 계인조정시에 참고하여 주십시오.

파라미터	효과	응답성을 올렸을때의 효과	응답성을 너무 올렸을때의 동작
<p><b>위치제어게인 1(PG1)</b></p> <p>위치제어루프의 응답성을 결정하는 파라미터입니다. 크게하면 위치지령에 대한 추종성이 좋아지지만, 너무 올렸을때는 오버슈트가 발생하기가 쉽습니다.</p>	◎	<p>정정시간의 단축에 효과가 있음</p>	<p>오버 슈트가 발생</p>
<p><b>속도제어게인 1(VG1)</b></p> <p>일반적으로 이 파라미터는 변경할 필요가 없습니다. 크게하면 응답성이 좋아지지만, 너무 크게 하면 기계계가 진동하기 쉬워집니다.</p>	△	<p>오버 슈트에 효과가 있음</p>	<p>진동·소음이 발생(저주파)</p>
<p><b>위치제어게인 2(PG2)</b></p> <p>부하외란에 대한 위치응답을 높일 때 설정합니다. 크게하면 응답성이 좋아지지만, 너무 크게하면 진동이나 소음이 발생하기 쉽습니다.</p>	△	<p>정정시간의 단축에 효과 있음</p>	<p>진동·소음이 발생(저주파)</p>
<p><b>속도제어게인 2(VG2)</b></p> <p>속도제어루프의 응답성을 결정하는 파라미터입니다. 크게하면 부하외란에 대한 응답성이 좋아지지만, 너무 크게하면 기계계가 진동하기 쉽습니다.</p>	◎	<p>정정시간의 단축에 효과 있음</p>	<p>진동·소음이 발생(고주파)</p>
<p><b>속도적분보상(VIC)</b></p> <p>속도제어루프의 비례적분제어에 대한 시정수입니다. 적게하면 응답성이 좋아집니다. 부하관성 모멘트비가 큰 경우나 기계계가 진동요소가 있는 경우에는, 어느정도 크게 하지 않으면 기계계가 진동하기 쉽습니다.</p>	○	<p>오버 슈트에 효과 있음</p>	<p>진동·소음이 발생(저주파)</p>

2.5.서보게인 조정순서





3.1.오토 튜닝이란

서보앰프 제어에서는, 피드백제어를 실시하고 있기 때문에, 서보모터에 접속된 기계의 부하관성에 의해서 속도루프의 응답대역이 변화합니다.

이것을 보상하여, 서보계의 성능을 확보하기 위해서, 기계계(의 부하이너셔)에 맞는 게인을 조정할 필요 가있습니다.

리얼타임 오토튜닝은, 실제 운전중에 이상모델의 가감속특성과 실제 서보모터의 가감속특성의 차이로

부터 추정된 관성모멘트에 맞는 피드백게인을 산출합니다.

가감속시간이나 부하의 상태가 변화하면, 기계마찰이나 상하축의 언밸런스 토크등의 추정조건이

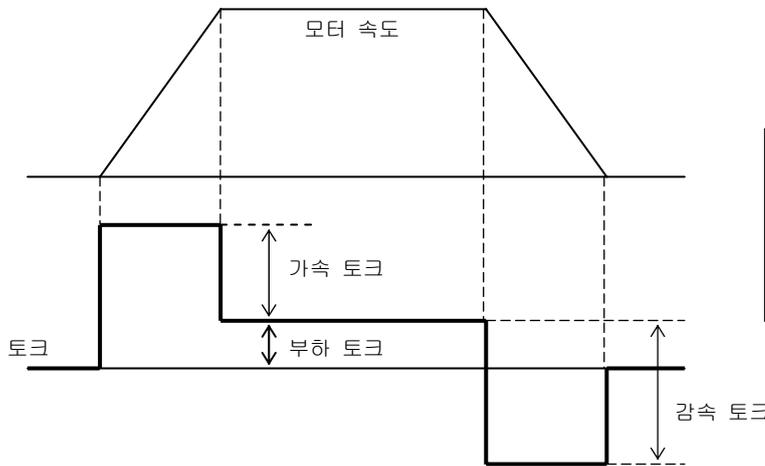
나쁜

경우에도 기계에 알맞은 최적의 게인치를 자동적으로 설정합니다.

3.2.부하 이너셔의 추정



서보모터가 가속할때에 필요한 토크는, 다음과 같이 산출합니다.



$$\tau = J \times d\omega / dt + TL$$

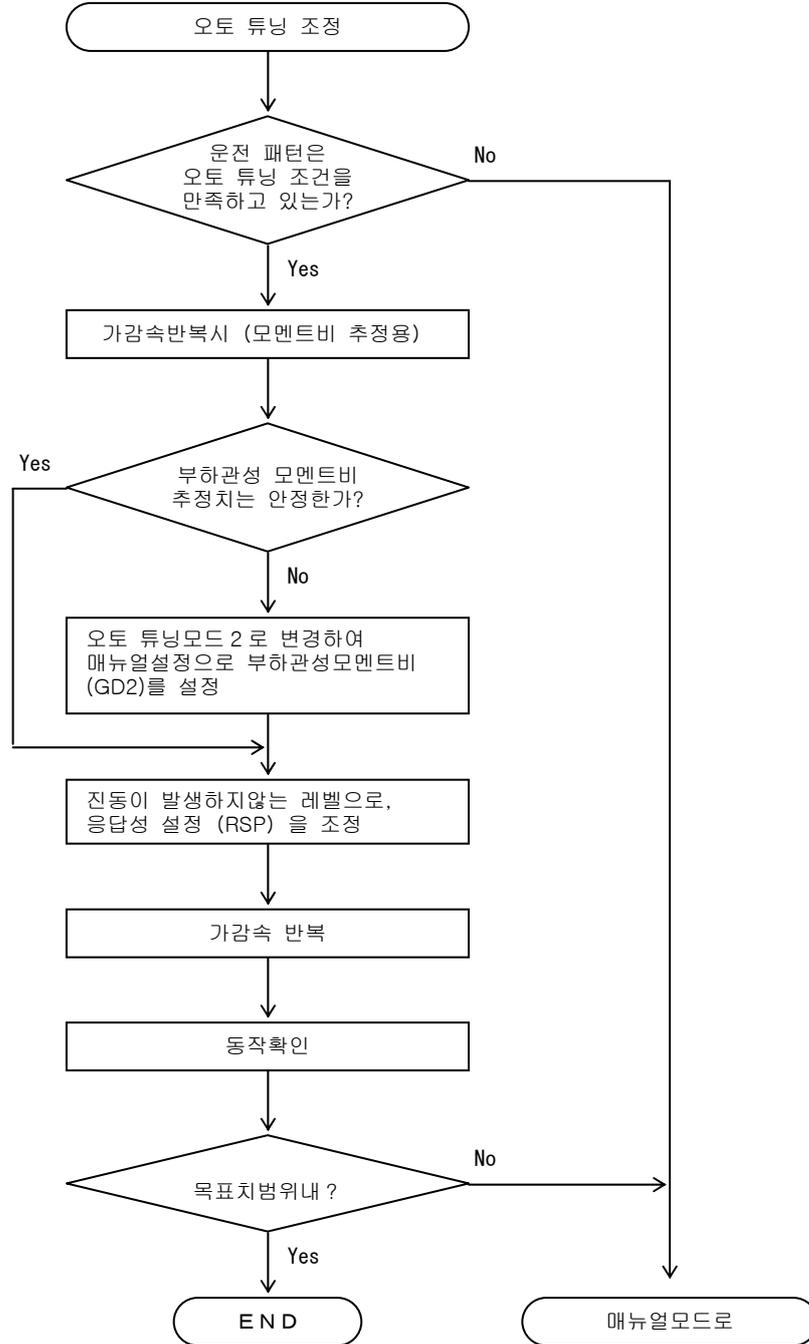
$\tau$  : 모터 토크  
 $d\omega / dt$  : 모터가감속  
 $J$  : 이너셔  
 $TL$  : 부하 토크

가속과 감속을 하는 것으로, 부하토크 TL 를 취소할 때, 이너셔비를 가감속하는 토크를 구한다. 가감속을 반복하는 것으로  $\tau$  와  $d\omega / dt$  로 이너셔 J 가 구해진다.



3.3.오토 튜닝에 의한 조정 순서

하기의 오토 튜닝에서의 조정순서를 표시합니다.



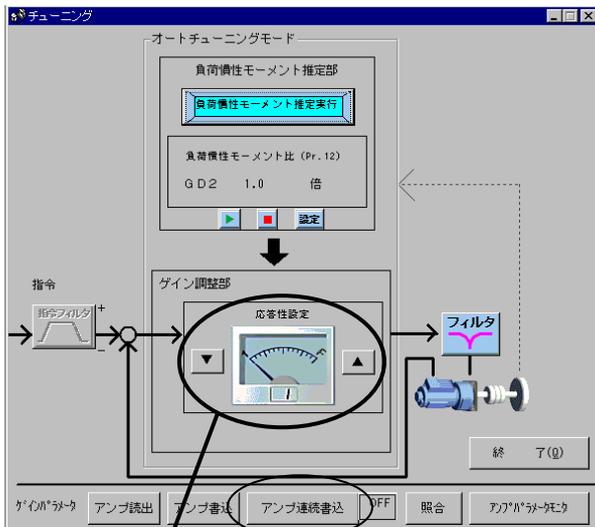
<b>포인트</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 오토 튜닝모드 1 은 다음의 조건을 만족하지않으면, 정상적으로 동작하지않는 경우가 있습니다.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2000r/min 에 도달하는 시간이 5s 이하의 가감속 시정수로 있다.</li> <li>• 회전속도가 150r/min 이상으로 있다.</li> <li>• 서보모터에 대한 부하관성모멘트비가 100 배이하로 있다.</li> <li>• 가감속토크가 정격 토크의 10%이상으로 있다.</li> </ul> </li> <li>● 가감속중에 급격한 외란토크가 더해지는 운전조건이나 극단적으로 형체가 큰 기계의 경우에도 오토튜닝이 정상으로 동작하지 않을 수가 있습니다. 이러한 경우, 오토튜닝모드 2 또는 매뉴얼모드 1,2 로 게인조정을 하여 주십시오.</li> </ul>
------------	---

3.4. 오토 튜닝 모드에서의 조정방법

셋-업 소프트웨어를 사용하는 경우, 게인조정방법을 다음에 표시합니다.

- (1) 튜닝화면에서, 응답성설정을 UP 한다. (처음에는 응답성을 1 부터 시작한다.)
- (2) 실제의 장치에서, 가감속 동작을 수회 반복한다.
- (3) 이때의 서보모터 동작을 그래프 화면으로 관찰한다. (게인조정 목적의 동작파형)
- (4) 목표치를 만족할때까지, (1)~(3)을 반복.
- (5) 그외의 서보모터의 동작에 대해서도 문제가 없는지를 확인한다.
- (6) 목표치를 만족한 응답성으로부터, 다시 (1)~(3)을 반복, 응답성의 한계치를 확인한다. (여유를 확인, 한계치에서 응답성 2 단계분의 여유가 필요)
- (7) 게인조정완료.

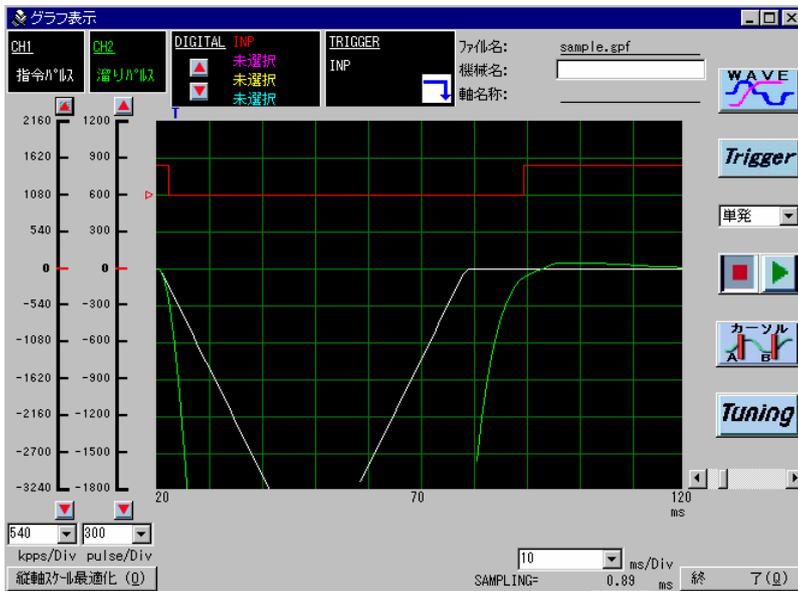
셋-업 소프트웨어의 튜닝화면



상시 서보앰프에 쓰기로 하면 사용하기 편리함.

응답성설정을 변경하여, 그래프화면에서 서보모터의 동작확인을 한다.

셋-업소프트웨어의 그래프화면



응답성 설정 (RSP)	기계 특성		
	기계 강성	기계공진 주파수의 범위	대응기계의 특성
1	낮다	15Hz	
2		20Hz	
3		25Hz	
4		30Hz	
5		35Hz	
6	중	45Hz	
7		55Hz	
8		70Hz	
9		85Hz	
A		105Hz	
B	↓	130Hz	
C		160Hz	
D		200Hz	
E		240Hz	
F		300Hz	
	높다		

## 3.5.오토튜닝 실행시의 주의점

No	현상 · 상태	대안 · 주의점
1	오토튜닝 1(부하이너셔의 추정)의 실시 조건은?	오토튜닝에 의한 부하 관성의 추정은 다음의 조건을 만족하지 않으면 정상적으로 동작하지 않는 경우가 있습니다. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2000r/min 에 이를 때까지의 시간이 5s 이하의 가감속도</li> <li>• 회전 속도가 150 r/min 이상</li> <li>• 서보모터에 대한 부하 관성비가 100 배 이하</li> <li>• 가감 속도 토크가 정격 토크의 10%이상</li> </ul> 이러한 조건을 만족시키지 못 하는 경우에는 오토튜닝 모드 2 또는 메뉴얼 모드에서 조정합니다
2	응답성설정의 설정기준은?	기본적으로 응답성을 설정하는 경우에는, 기계측의 상태를 확인하면서 저응답부터 설정해 갈 것입니다. 만일, 기계측에 대해서 부적절한 설정을 실시했을 경우, 기계측에서 공진·현탕이 발생하는 일이 있습니다. 이러한 경우는, 진동 발생시점에서 2 단계정도 내린 응답성이, 설정의 상한치가 됩니다.
3	부하관성모멘트(JL)이 크다.	오토튜닝에서는, 그 성능을 넘는 범위외(서보모터에 대한 부하 관성 모멘트비가 100 배 이상)의 경우, 안정된 튜닝이 되지 않는 경우가 있습니다. 이러한 경우는, 메뉴얼 모드에서 게인 조정을 실시합니다.
4	운전중의 부하이너셔(JL)의 변화가 현저한 경우	운전중의 부하관성모멘트(JL)가 아주 작을 경우, 부하관성이 변화할 경우에, 오버 쉷이 발생하는 일이 있습니다. 이러한 경우는, 오토튜닝모드 1 은 피해, 오토튜닝모드 2 또는 메뉴얼 모드에서 조정을 실시합니다.
5	부하이너셔비가 공장출하치와 크게 차이가 나는 경우	부하관성비가 공장출하치와 크게 차이가 나는 상태로, 오토튜닝을 실시했을 경우, 진동이나 이음이 발생해, 정상적인 게인 조정이 행 없는 것이 있습니다. 이러한 경우는, 실제의 부하 관성 모멘트비를 계산해, 개략의 부하 관성비를 설정한 후, 재차 오토 튜닝을 실시해 주세요.
6	MR-J2S-□B 타입 사용상의 주의	MR-J2S-□입의 경우, 위치결정운전중에 셋-업 소프트웨어로부터 게인조정하는 것은 가능합니다만, 서보앰프의 전원 리셋트 혹은 컨트롤러의 CPU 리셋트·전원리셋트시에 컨트롤러 내부에 저장된 파라미터치가 서보앰프에 전송되어 유효가 됩니다. 따라서, 서보앰프측에서 게인조정을 행했을 경우는, 그 결과를 반드시 컨트롤러의 파라미터에 반영시켜 주세요.

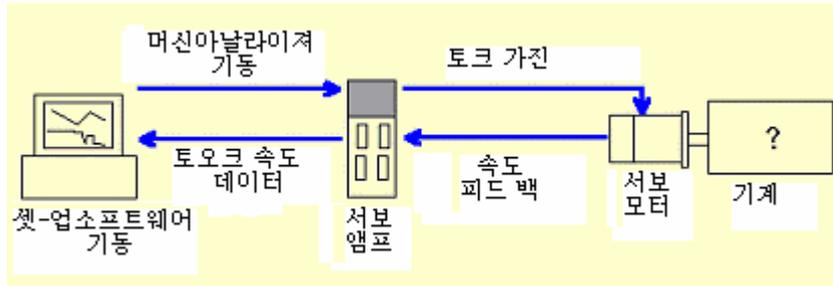
4.1. 머신아날라이저 기능이란

서보앰프가 서보모터를 약 0.1~2.0 초간 랜덤토크를 가진하여, 그때의 모터 회전속도를 측정합니다.

그렇게하여 셋-업소프트웨어는 서보앰프에서, 토크와 회전속도를 읽어 해석을 합니다.

그 결과, 기계의 모터토크에 대한 속도의 응답주파수 특성을 측정하는것이 가능합니다.

이 주파수 특성을 보는 것으로 부터, 기계계가 어떤 주파수에 공진점을 가지고 있는지를 파악하는 것이 가능, 기계진동억제필터(노치 필터)의 설정등을 간단하게 할수 있는 기능입니다.



기계계의 주파수특성은 통상, 게인과 위상의 주파수에 대한 관계도(밴드선도)에 의해서 나타납니다.

게인은 토크입력에 대한 기계계 응답의 크기를 나타내도 있어, 위상은 토크입력에 대한 기계계의 속도응답의 위상지연을 나타내고있습니다. 기계계가 고강성으로, 공진점이 없는 경우에는 그림 3-1 과 같이 게인은 직선적으로 됩니다.

일반적으로 기계계에는 반드시 어떤 공진점이 있어 머신아날라이저에서는 그 공진주파수나 크기를 측정하는 것이 가능합니다.

그림 3-2 는 기계계에 300Hz 에서 공진점이 존재했을 때의 측정에입니다.

공진점에서는 게인이 상승해 입력토크에 대한 기계의 응답을 높이기때문에, 속도게인을 올려가면, 그 공진점주파수에서 기계가 진동하기 쉬워 집니다.

기계계의 공진주파수를 측정할수 있으면, 이 결과를 가지고 기계공진억제필터의 주파수를 결정할 수 있고 게인을 올렸을 때의 기계공진을 억제하는 것도 가능합니다.

그림 3-1 공진점이 없는 경우의 특성도

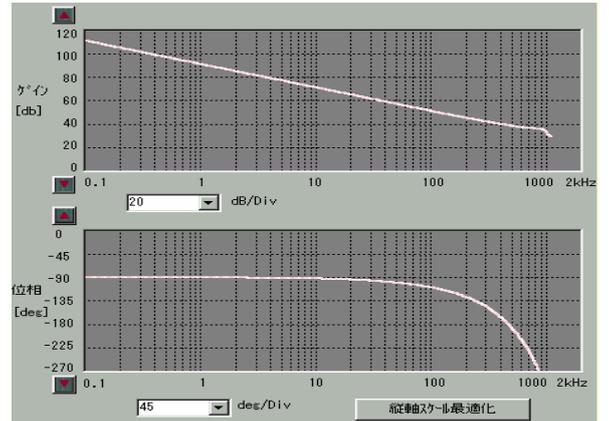
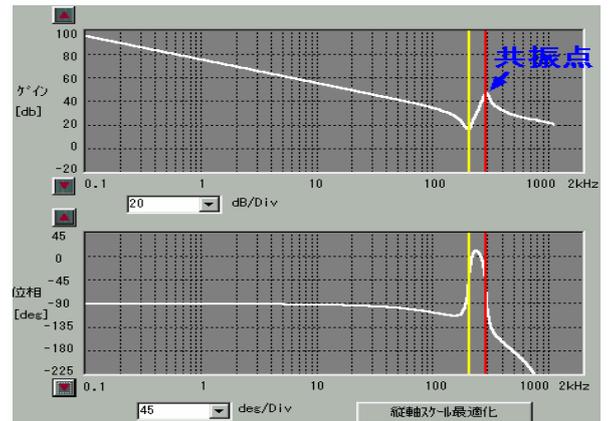


그림 3-2 공진점이 있는 경우의 특성도



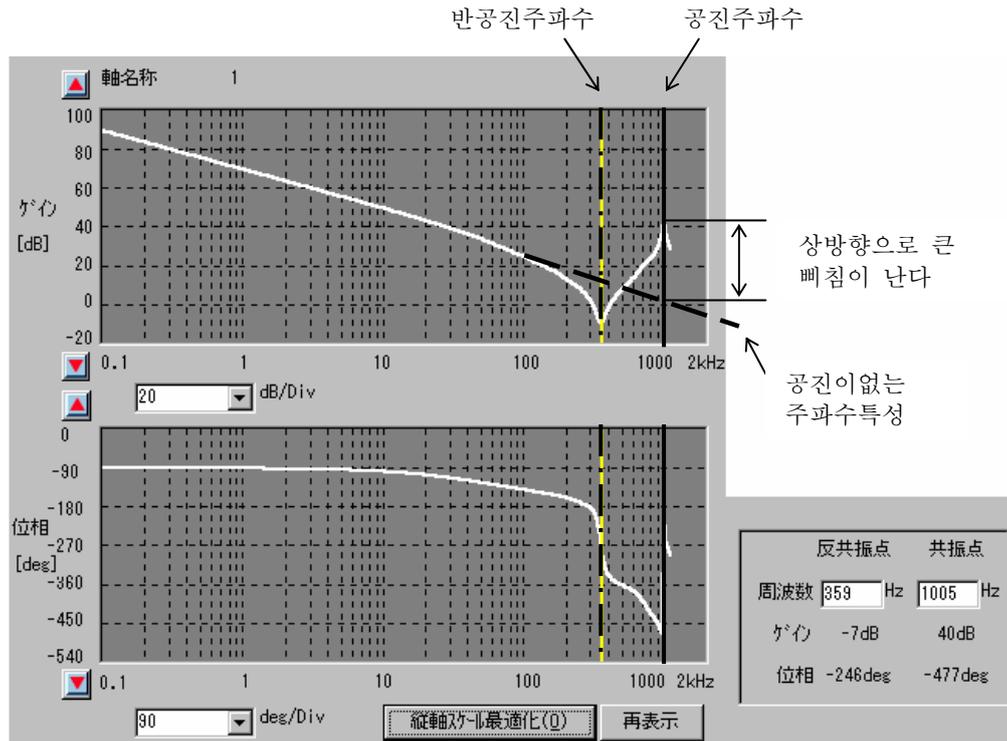
포인트

- 노치필터(공진억제필터), 아답티브제진제어를 설정되어 있으면 각 필터가 설정된 상태에서의 응답주파수를 측정합니다. 기계의 공진주파수를 측정하는 경우에는, 설정되어있는 모든 필터를 무효화하여주십시오. 또한 필터의 효과를 확인한 경우는, 필터를 설정한 상태에서 머신아날라이저기능을 실시하여 주십시오.

## 4.2. 노치 필터의 설정방법

## 4.2.1. 기계공진주파수의 측정방법

셋-업소프트웨어의 머신아날라이저기능의 결과로부터 기계계의 공진주파수를 측정합니다. 보드선도의 상단에 표시되는 게인치로 공진이 없는 이상적인 주파수특성에 대하여, 윗방향으로 크게 뺄쳐나온 주파수가 기계의 공진점이 됩니다. 복수의 뺄쳐나옴이 보이는 경우는, 그 중에 뺄쳐나옴이 가장 큰 주파수를 필터로 설정하는 대상으로 합니다. 반대로, 아래방향으로 가장 크게 뺄쳐 나온 주파수가 반 공진점이 됩니다.



4.2.2. 노치 필터 (기계공진억제 필터)의 설정

노치필터(기계 공진억제 필터)는 특정 주파수의 계인을 내리는 것으로, 기계계의 공진을 억제하는 것이 가능한 필터기능으로 계인을 내리는 주파수(노치필터)와 계인을 내리는 깊이를 설정할 수 있습니다.

노치필터는, 서보계에 있어 지연요소가 됩니다. 주파수 및 노치의 깊이의 설정항목을 잘못 설정하면 반대로 진동이 커지기도 하기 때문에, 적절한 값을 설정할 필요가 있습니다.

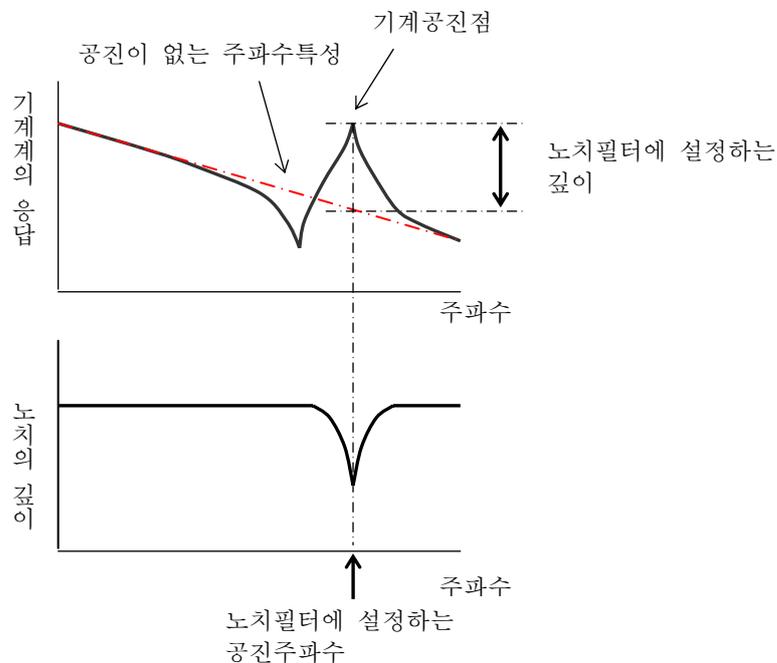
실제의 파라미터 설정은, 아래에 나타낸 노치주파수와 노치의 깊이의 조합으로 선택합니다. 해당하는 주파수가 없는 경우는, 가장 가까운 주파수를 설정합니다. 주파수가 중간으로 된 경우에는, 낮은 쪽의 주파수를 선택합니다.

노치 주파수 선택 [Hz]

설정치	주파수	설정치	주파수	설정치	주파수	설정치	주파수
00	무효	08	562.5	10	281.3	18	187.5
01	4500	09	500	11	264.7	19	180
02	2250	0A	450	12	250	1A	173.1
03	1500	0B	409.1	13	236.8	1B	166.7
04	1125	0C	375	14	225	1C	160.1
05	900	0D	346.2	15	214.3	1D	155.2
06	750	0E	321.4	16	204.5	1E	150
07	642.9	0F	300	17	195.7	1F	145.2

노치 깊이 선택

설정치	깊다	계인
0	깊다	-40dB
1	↑	-14dB
2	↓	-8dB
3	낮다	-4dB



4.2.3. 노치필터 (기계공진억제필터)의 설정예

아래그림 (그림 4-1)은, 기계계에 공진점이 있는 경우의 머신아날라이즈결과입니다.

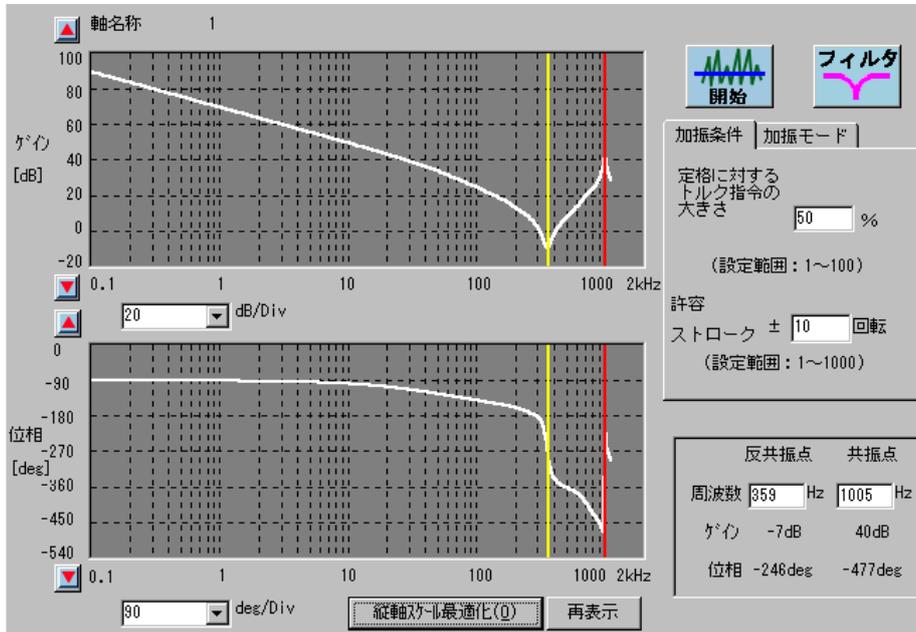


그림 4-1 머신아날라이저 결과(공진점있음)

1000Hz 부근에 공진주파수가 있기때문에, 속도제어게인(VG2)를 올리면, 이 주파수 부근에서 진동이 발생합니다. (그림 4-2 참조)

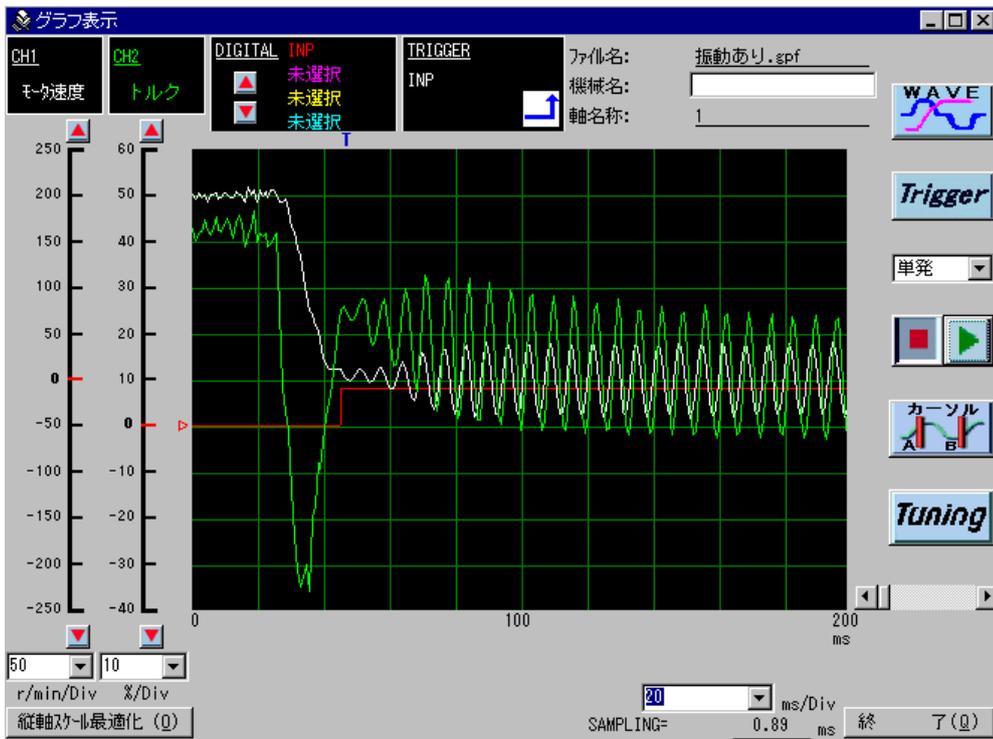


그림 4-2 서보모터 동작과형 (모터속도와 출력토크)

아래그림 (그림 4-3)은, 노치필터로 900Hz, -40dB 를 설정한 경우의 머신 아날라이저결과입니다. 노치필터의 결과로부터, 게인의 증가가 20dB 정도억제되어 있습니다.

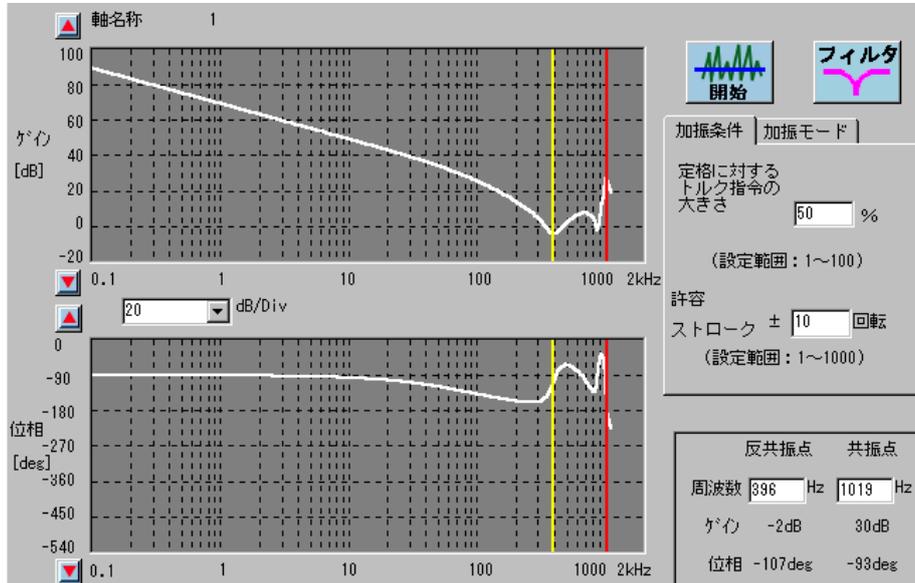


그림 4-3 머신 아날라이저 결과 (노치필터 900Hz, -40dB 설정)

동일한 속도제어게인 2 (VG2) 를 올렸을 경우에서도, 진동이 발생하지 않게 되었습니다. (아래그림 4-4 참조)

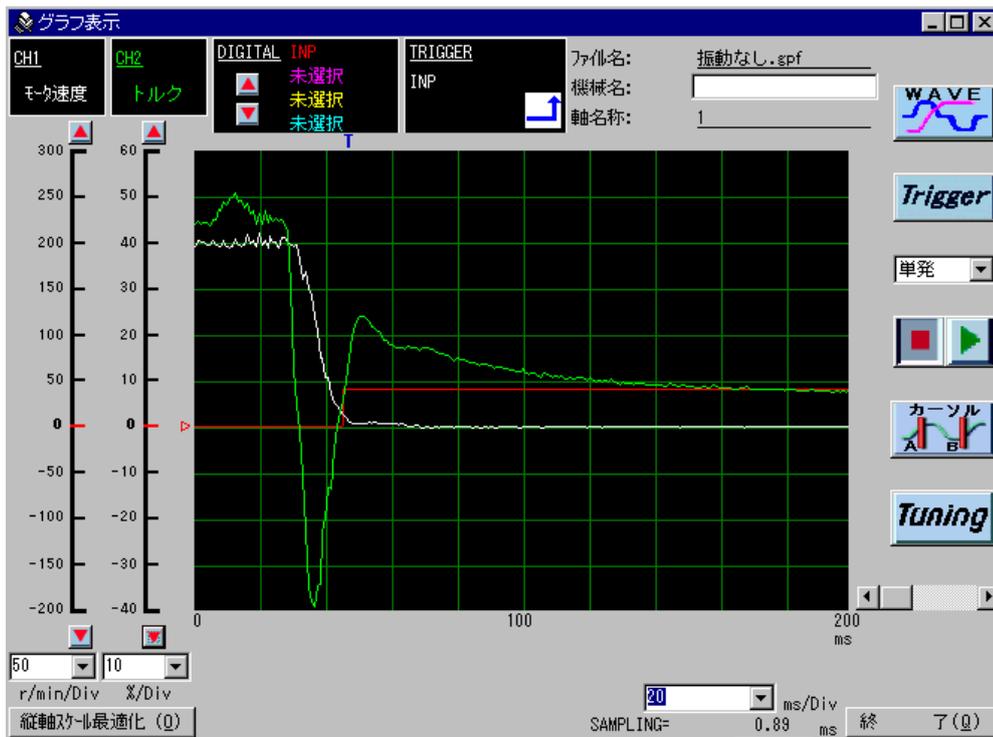


그림 4-4 서보모터 동작과형 (모터속도와 출력토크)



5.1.매뉴얼튜닝

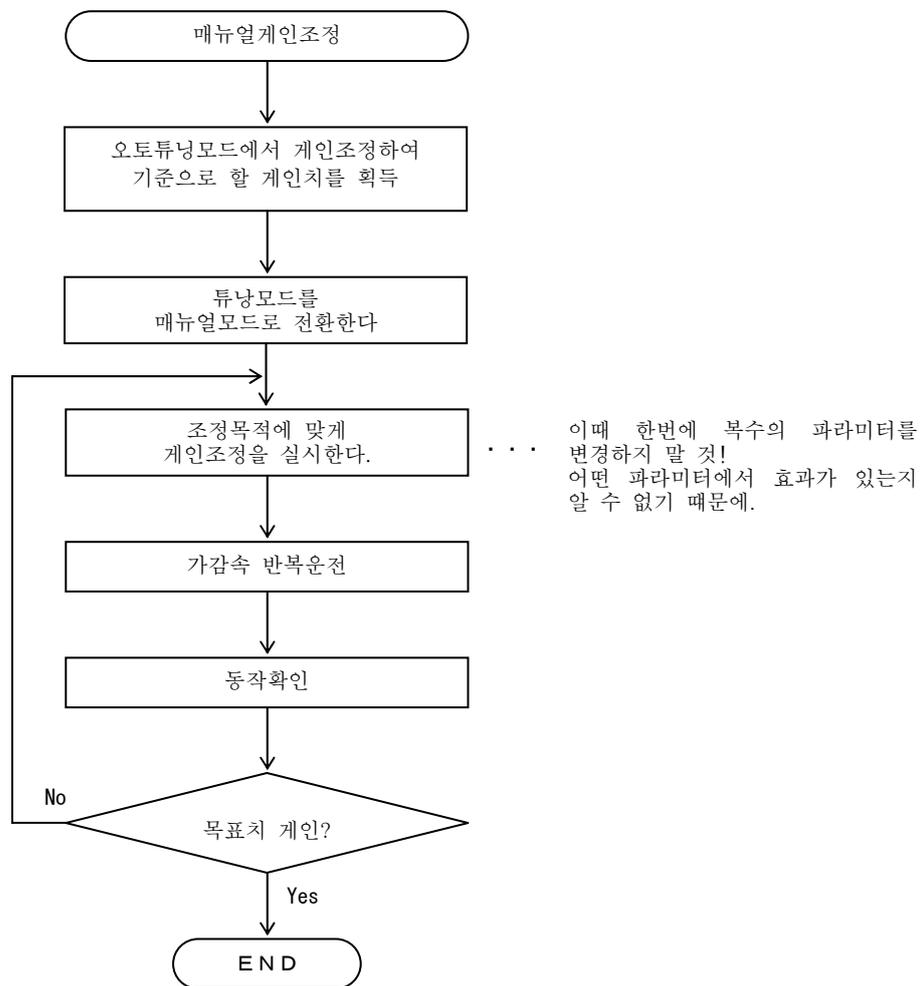
오토튜닝에서의 게인조정으로 목표치를 만족할 수 없는 경우나, 오토튜닝조건을 만족하지 않는 경우에는 매뉴얼로 게인조정을 할 필요가 있습니다.

본 장에서는 매뉴얼모드에서의 게인조정방법을 목적별로 설명하고 있습니다.

또한, 특수한 제어방법에 대한 조정방법에 대해서는, 제 6 장이후를 참조하여 주십시오.

5.2.조정순서

매뉴얼모드에서의 게인조정을 효율적으로 하기 위해서는, 우선은 오토튜닝모드에서 어느 정도 게인조정을 해, 이때의 게인치를 기준으로 하여 매뉴얼모드에서 미세조정을 합니다.



5.3.조정에 사용하고 있는 주요 파라미터

매뉴얼에서의 조정을 할, 주요 파라미터는 하기와 표와 같습니다.

파라미터		단위	설정범위
약칭	명칭		
GD2	서보모터에 대한 부하 관성모멘트비 (부하이너지비)	배	0 ~ 300.0
PG1	위치제어게인 1	rad/s	4 ~ 2000
VG1	속도제어게인 1	rad/s	20 ~ 8000
PG2	위치제어게인 2	rad/s	1 ~ 1000
VG2	속도제어게인 2	rad/s	20 ~ 20000
VIC	속도적분보상	ms	1 ~ 1000

각 게인을 변경한경우의 서보모터동작특성에 대해서는, 『2.4. 파라미터와 서보모터동작』의 항목을 참조하여 주십시오.

5.4.게인의 적정범위에 대해서

매뉴얼에서 게인조정을 실시할 때의 각 게인의 적정범위(한계치)는 다음 공식으로 구할 수 있습니다.

파라미터명칭	적정범위 (한계치)의 산출 방법
속도제어게인 2 (VG2)	VG2 가 다른 게인의 적정범위를 결정하는 기준이 되므로, 제일 먼저 실제 장치에서 VG2 의 적정범위를(한계치)를 구합니다. 위치결정동작을 하면서, VG2 를 올려가면 공진이나 진동이 발생합니다. 그때의 수치에서 70 ~ 80%(마진고려)를 VG2 의 적정범위(한계치)로 합니다.

속도루프 응답주파수를  $\omega$  로하여, ( $\omega = VG2 / (1 + JL/JM)$ ,  $JL/JM =$  부하관성모멘트비 (GD2) )

파라미터명칭	적정범위 (한계치) 의 산출 방법	
위치제어게인 1 (PG1)	$PG1 \square \omega / (3 \sim 5)$	기준치
속도제어게인 1 (VG1)	$VG1 \square 5 * PG1$	절대 조건
위치제어게인 2 (PG2)	$PG2 \square \omega / (3 \sim 5)$	절대 조건
속도 적분 보상 (VIC)	$VIC \square (2000 \sim 3000) / \omega$	절대 조건

각 게인은, 상기의 범위내에서 설정하여 주십시오.

VG1, PG2, VIC 은, 상기범위를 초과하면 제어루프의 안정성을 잃게 됩니다.

또한, 상기 범위내의 수치를 설정한 경우이라도, 동작조건에 의한 서보모터동작이 불안정하게 될 가능성이 있으므로, 실제의 동작을 확인하면서 조정을 하여 주시길 바랍니다.

5.5.매뉴얼튜닝방법

5.5.1.정지정정시간이 긴 경우

(1) 사전 확인 사항

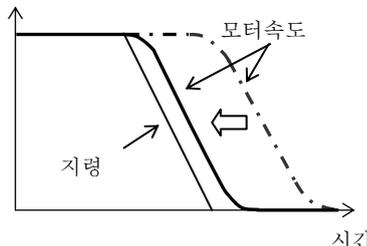
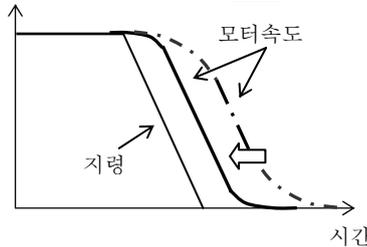
- ①인포지션 범위 (INP) 설정치를 확인하여 주십시오.  
고객의 장치사양을 기본으로 설정치가 맞는지 확인합니다.
- ②노치 필터 (기계공진 억제필터) 를 설정하는 것만으로 오토튜닝에서의 응답성을 올릴 수가 있습니다.  
노치필터를 설정하여도 정지정정시간이 목표치를 만족하지 못하는 경우에는 다음 방법으로 조정을 하여 주십시오.

(2) 조정용파라미터

◎ : 효과대, ○ : 효과 있음 (또는 주파라미터에 관련하여 조정필요) . △ : 효과 있음 (단, 악영향도 있음)

파라미터		단위	설정범위	기준 변동량 (조정전 수치에 대한)	효과
약칭	명칭				
GD2	부하관성모멘트비 (부하이너서비)	배	0 ~ 300.0	---	---
PG1	위치제어게인 1	rad/s	4 ~ 2000	5 ~ 10% ↑	◎
VG1	속도제어게인 1	rad/s	20 ~ 8000	---	---
PG2	위치제어게인 2	rad/s	1 ~ 1000	5 ~ 10% ↑	○
VG2	속도제어게인 2	rad/s	20 ~ 20000	5 ~ 10% ↑	○
VIC	속도적분보상	ms	1 ~ 1000	5% ↓	○
PST	위치지령가감속시정수 (A 타입만※) ※ B 타입은 콘트롤러측의 가감속패턴	ms	0 ~ 20000	수 ms ↓	○

(3) 조정장법

단계	조정방법, 순서	악영향
1	<p>①위치제어게인 1 (PG1) 을 <input type="text" value="↑"/> , 지령에 대한 응답성을 올린다.</p>  <p>②①에서 보다 오버슈트가 발생하는 경우에는, 속도제어게인 2 (VG2) 를 <input type="text" value="↑"/> , 속도적분보상 (VIC) 를 <input type="text" value="↓"/> 조정한다</p>	
2	<p>①위치제어게인 2 (PG2) 를 <input type="text" value="↑"/></p> 	
3	<p>①위치지령 가감속시정수 (PST) 가 들어가 있는 경우에는 시정수를 <input type="text" value="↓"/></p>	

(4) 목표치를 만족하지 않는 경우의 처리

위치제어게인 1 (PG1) 를  려도 목표치를 만족하지 않는 경우, 피드포워드 게인제어를 이용하는 방법이 있습니다. 여기에 대해서는 『제 6 장 피드포워드 게인제어』를 참조하여 주십시오.

5.5.2.오버슈트가 큰 경우

(1) 사전 확인 사항

기계 마찰이나 지령의 가감속도패턴의 변화에 의해, 오버슈트량도 변화하기 때문에, 위치 결정 운전에서 있어서의 최악 조건을 파악해 주세요. (최악 조건에서 게인조정 실시)

(2) 조정용파라미터

◎ : 효과대, ○ : 효과 있음 (또는 주파라미터에 관련하여 조정필요) . △ : 효과 있음 (단, 악영향도 있음)

파라미터		단위	설정범위	기준 변동량 (조정전 수치에 대한)	효과
약칭	명칭				
GD2	부하관성모멘트비 (부하이너서비)	배	0 ~ 300.0	---	---
PG1	위치제어게인 1	rad/s	4 ~ 2000	5 ~ 10% ↓	◎
VG1	속도제어게인 1	rad/s	20 ~ 8000	5 ~ 10% ↑	○
PG2	위치제어게인 2	rad/s	1 ~ 1000	---	---
VG2	속도제어게인 2	rad/s	20 ~ 20000	5 ~ 10% ↑	○
VIC	속도적분보상	ms	1 ~ 1000	5% ↓	○
PST	위치지령가감속시정수 (A 타입만*) * B 타입은 콘트롤러측의 가감속패턴	ms	0 ~ 20000	수 ms ↑	△

(3) 조정방법

단계	조정방법·순서	악영향
1	① 정지정정시간에 여유가 있는 경우에는, 위치제어게인 1 (PG1) 을 <input type="text" value="↓"/> 하여 지령에 대한 응답성을 낮춘다. 	정지정정시간이 길어진다.
2	① 속도제어게인 2 (VG2) 을 <input type="text" value="↑"/>	
3	① 속도적분보상 (VIC) 을 <input type="text" value="↓"/>	
4	① 속도제어게인 1 (VG1) 을 <input type="text" value="↑"/>	
5	① 위치지령 가감속 시정수 (PST) 를 설정한다. 이미 설정되어 있는 경우에는 시정수를 <input type="text" value="↑"/>	정지정정시간이 길어진다

(4) 목표치를 만족하지 않는 경우의 처리

가변게인제어를 이용하는 방법이 있습니다.  
여기에 대해서는 『제 7 장 가변게인제어』를 참조하여주십시오.

5.5.3. 잔류진동이 큰 경우 (INP 신호 진동)

(1) 사전확인사항

기계계의 공진으로부터 진동이 발생하고 있는 경우에는, 노치필터 (기계공진억제필터) 로 대응할 수 경우가 있으므로, 머신아날라이저의 결과를 토대로 노치필터를 설정하여 주십시오.

(2) 조정용파라미터

◎ : 효과대, ○ : 효과 있음 (또는 주파라미터에 관련하여 조정필요) . △ : 효과 있음 (단, 악영향도 있음)

파라미터		단위	설정범위	기준 변동량 (조정전 수치에 대한)	결과
약칭	명칭				
GD2	부하관성모멘트비 (부하이너서비)	배	0 ~ 300.0	---	---
PG1	위치제어게인 1	rad/s	4 ~ 2000	---	---
VG1	속도제어게인 1	rad/s	20 ~ 8000	---	---
PG2	위치제어게인 2	rad/s	1 ~ 1000	5 ~ 10% ↑	○
VG2	속도제어게인 2	rad/s	20 ~ 20000	5 ~ 10% ↓	○
VIC	속도적분보상	ms	1 ~ 1000	5% ↓	○
PST	위치지령가감속시정수 (A 타입만*) * B 타입은 콘트롤러측의 가감속패턴	ms	0 ~ 20000	수 ms ↑	△

(3) 조정방법

단계	조정방법, 순서	악영향
1	①속도제어게인 2 (VG2) ↓ 결과가 좋아지지 않는 경우는 원상복귀하여 주십시오.	
2	①속도적분보상 (VIC) ↓	
3	①위치제어게인 2 (PG2) ↑	
4	①위치지령가감속시정수 (PST) 를 설정한다. 이미 설정되어 있는 경우에는 시정수를 ↑	정지정정시간이 길어진다.

(4) 목표치를 만족하지 않는 경우의 처리

가변게인제어를 이용하는 방법이 있습니다.  
여기에 대해서는 『제 7 장 가변게인제어』를 참조하여 주십시오.

5.5.4.속도변동이 큰 경우 (정속회전시)

(1) 사전확인사항

모터의 속도는 운전속도, 부하조건 (이너샤·토크 마찰들) 과 설정게인에 의해 크게 변화하므로, 측정시에나 데이터비교시에는 주의하여 주십시오.

(2) 조정용 파라미터

◎ : 효과大, ○ : 효과 있음 (또는 주파라미터에 관련하여 조정필요) . △ : 효과 있음 (단, 악영향도 있음)

파라미터		단위	설정범위	기준 변동량 (조정전 수치에 대한)	결과
약칭	명칭				
GD2	부하관성모멘트비 (부하이너서비)	배	0 ~ 300.0	---	---
PG1	위치제어게인 1	rad/s	4 ~ 2000	---	---
VG1	속도제어게인 1	rad/s	20 ~ 8000	---	---
PG2	위치제어게인 2	rad/s	1 ~ 1000	5 ~ 10% ↑	○
VG2	속도제어게인 2	rad/s	20 ~ 20000	5 ~ 10% ↑	○
VIC	속도적분보상	ms	1 ~ 1000	5% ↓	○

(3) 조정방법

단계	조정방법·순서	악영향
1	①속도제어게인 2 (VG2) 를 <input type="text" value="↑"/>	
2	①속도적분보상 (VIC) 를 <input type="text" value="↓"/>	
3	①위치제어게인 2 (PG2) 를 <input type="text" value="↑"/>	

(4) 목표치를 만족하지 않는 경우의 처리

컨트롤러에서의 지령분해능의 영향으로 인한 가능성이 있습니다.  
지령분해능의 영향인 경우, 상기의 조정방법으로는 개선되지 않습니다.  
하기의 대책을 검토하여 주십시오.

- ①컨트롤러의 지령분해능을 올린다  
(MR-J2S-A→MR-J2S-B 으로, 오픈 콜렉터→차동방식등)
- ②지령케이블의 노이즈대책
- ③위치 스무징 시정수 설정

5.6.요구성능을 만족할 수 없는 경우의 대응

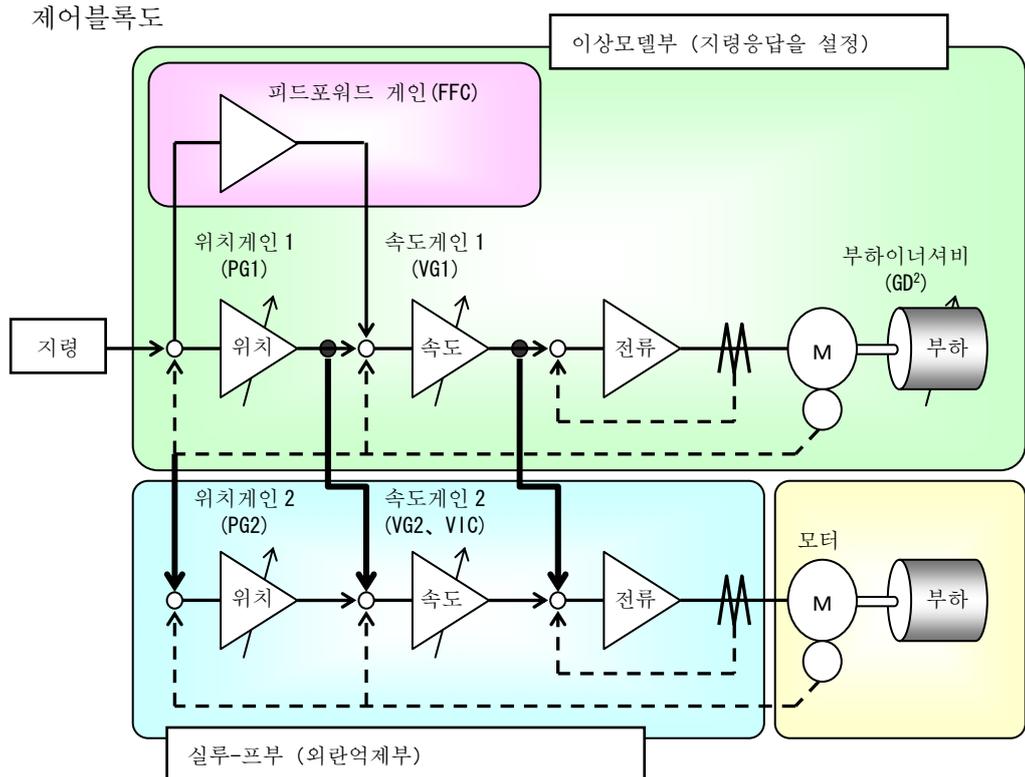
No	증상	대책·유의점
1	정지정정시간이 목표범위내에 되지않을때	①목표치의 재검토 (정당성위 검토)
2	기계강성이 약하다 (진동발생으로 인한 정지정정시간의 지연)	①기계강성을 올리도록 한다.
3	부하관성모멘트 (JL) 가 너무 클때	①모터의 재검토 ②부하의 경감
4	속도변동이 목표범위내 되지않을때	①감속기의 추가 검토 ②코아리스 리니어서보의 검토(소용량)



6.1.사용효과와 영향

항목	내용
사용효과	①정지정정시간의 단축 ②잔류펄스의 감소
고려되는 악영향	가속및 감속시에 오버슈트가 된다.

6.2.제어 블록



6.3.사용방법

6.3.1.정지정정시간을 단축하는 경우

- (1) 조정방법
  - ① 피드포워드 게인을 5%씩  합니다.
  - ② 오버 슈트하는 경우에는, 직전의 설정치로 합니다.  
(30% 정도에서 한계가 되는 경우가 많음)
- (2) 주의사항
  - ① 가속도를 변화시킨 경우에는, 재차 피드포워드게인을 조정할 필요가 있습니다.
  - ② 모델제어측의 게인 (PG1, VG1) 을 변경한 경우는, 재차 피드포워드게인을 조정할 필요가 있습니다.

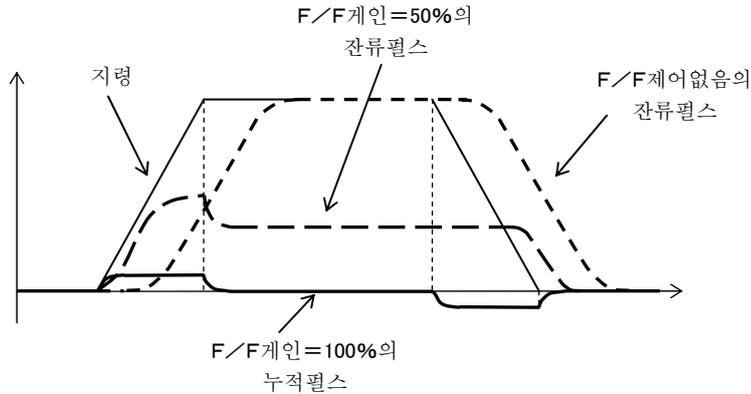
6.3.2.잔류펄스를 감소하는 경우

- (1) 조정방법
 

케릭제어를 실시할때, 동작중의 잔류펄스를 작게하여 동작케릭정도를 향상하고 싶은 경우에 사용합니다.

오버슈트의 제약이 없는 경우에는 50% 정도까지 설정하는 것도 가능합니다.

6.4.서보모터의 동작 경향



피드포워드 제어없음	피드포워드 제어있음	
	최상 상태	게인을 너무 올린 경우

6.5.모델적응제어와의 차이점에 대하여

피드포워드제어 및 모델적응제어는, 양쪽 모두 2 자유도 제어계 (안정성과 응답성을 독립으로 설정가능) 되어있기 때문에, 피드포워드게인을 설정하는 경우와, 모델적응제어의 위치제어게인 1 (PG1) 을 증가시키는 경우에는 같은 효과를 보는 것이 가능합니다.

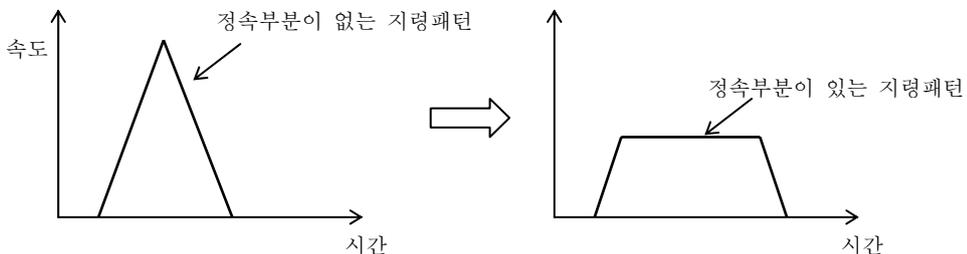
또한, 모델적응에 비해, 피드포워드 제어가 빨리 목표위치에 도달하는 경향이 있어, 오버슈트량이 커지게 됩니다.

타사 서보에서는, 모델 제어부(PG1, VG1)가 없기 때문에, 응답을 빠르게 하기 위해서는 피드포워드 제어를 할 수 밖에 없기에, 타사 서보를 사용하고 있는 고객에서는, 피드포워드 제어가 친숙하게 여겨지고 있는 케이스가 많다.

6.6.사용할 수 없는 지령 패턴

피드포워드 제어는, 아래 그림에 나타내고 있는 삼각파형 (쇼트스트로크+고속) 의 운전패턴에서는 사용할 수 없습니다.

피드포워드 제어를 사용한 경우, 필히 정속부분이 있는 지령패턴이 되도록 하여주십시오.



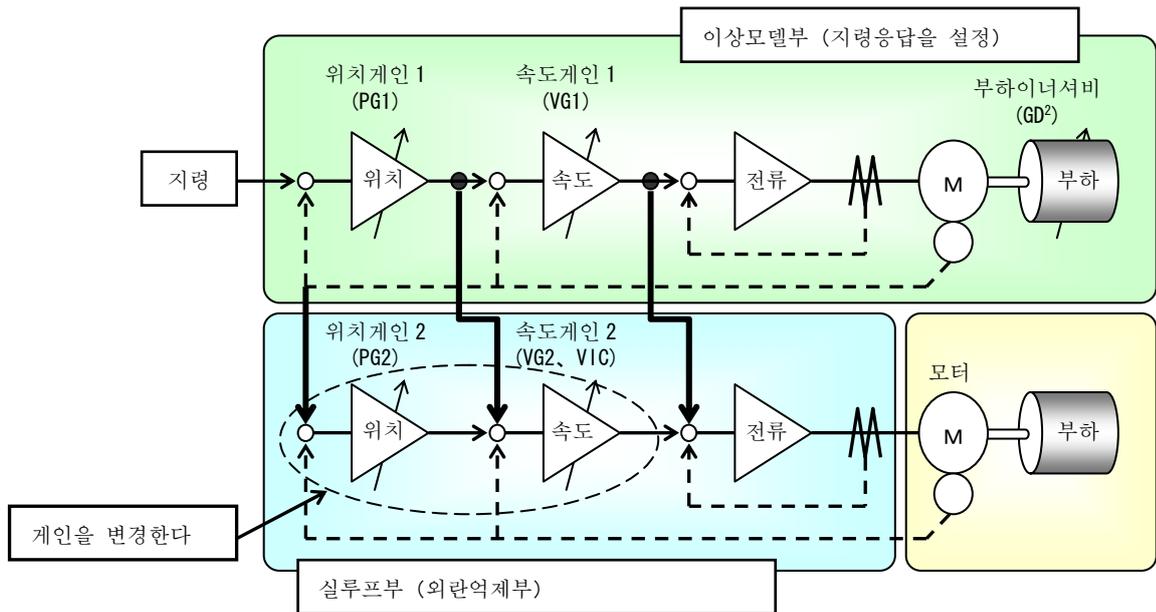
제 7 장 가변계인제어

7.1. 사용효과와 영향

항목	내용
사용 효과	①진동의 억제 (200Hz 이하) ②서보모터 동작중의 소음억제 ③정지시의 발진억제 ④부하변동등이 큰 경우의 계인절환
고려되는 악영향	조정이 어렵다.

7.2. 제어블록

제어블록도



7.3. 파라미터

약칭	명칭과 기능	초기치	단위	설정항목
GD2B	서보모터에 대한 부하관성모멘트비 2 계인절환 유효시의 서보모터에 대한 부하관성 모멘트비를 설정합니다.	70	0.1 배	0 ~ 300
PG2B	위치제어게인 2 변경비율 계인절환 유효시의 위치제어게인 2에 대한 변경비율을 설정합니다. 오토튜닝 무효시 유효가 됩니다.	100	%	10 ~ 200
VG2B	속도제어게인 2 변경비율 계인절환 유효시의 속도제어게인 2에 대한 변경비율을 설정합니다. 오토튜닝 무효시 유효가 됩니다.	100	%	10 ~ 200
VICB	속도적분보상변경비율 계인절환 유효시의 속도적분보상에 대한 변경비율을 설정합니다. 오토튜닝 무효시 유효가 됩니다.	100	%	50 ~ 1000
*CDP	계인절환 기능 계인절환 조건을 선택합니다. 0 0 0 ■ 0 : 무효 1 : 계인절환 (CDP) 신호를 ON 2 : 지령주파수가 CDS의 설정치 이상 3 : 잔류펄스가 CDS의 설정치 이상 4 : 서보모터의 회전수가 CDS의 설정치 이상	0000	--	0000 ~ 0004
CDS	계인절환 조건 *CDP에서 선택한 계인절환 조건 (지령주파수, 잔류펄스, 서보모터회전 속도)의 수치를 설정합니다. 설정치의 단위는 절환조건에 따라 다릅니다.	10	kpps pulse r/min	0 ~ 9999
CDT	계인절환 시정수 *CDP, CDS에서 설정된 조건에 대하여 계인을 절환하는 시정수를 설정합니다.	1	ms	0 ~ 100

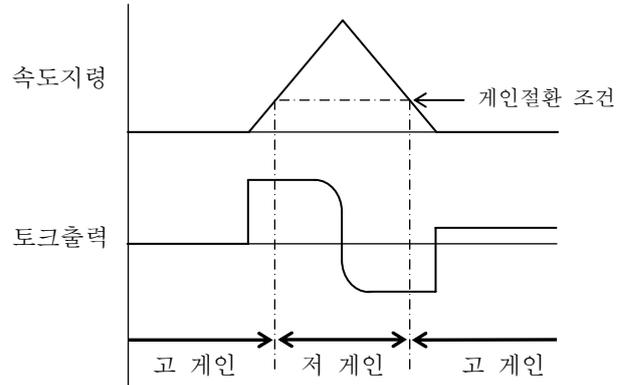
7.4. 사용방법

7.4.1. 진동을 억제하는 경우

가속으로부터 감속의 변화점에 대해서는, 서보모터로서의 출력 토크에 고주파 성분(주파수는 서보앰프의 응답성에 의함)을 포함합니다. 그 고주파 성분이, 기계의 공진주파수를 넘으면, 기계가 진동을 하여 잔류진동이 발생하는 경우가 있습니다. 계인변환을 사용해토크 변화점에서의 서보 응답을 떨어뜨리는 것으로, 진동을 억제할 수 있습니다. 계인변환을 사용하면, 정지정정특성이 변화하기 때문에, 재차 확인이 필요하게 됩니다.

파라미터	설정치의 기준
GD2B	GD2 와 동일치
PG2B	50~100%
VG2B	50~100%
VICB	100~200%
절환선택	지령주파수 · 잔류펄스 모터회전수
시정수	1~10ms

주) 계인절환후에도, 각 계인의 안정관계가 필요합니다.

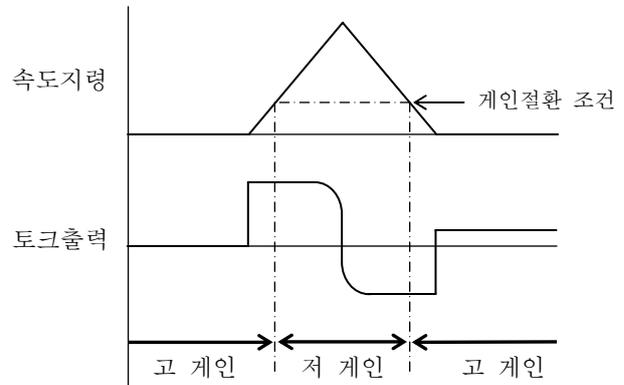


7.4.2. 서보모터 동작 중의 소음을 억제하는 경우

동작중은, 서보모터의 회전수 (1f 등) 에 의존한, 주파수 성분이 커지게 됩니다. 가속중에는, 여러가지서성분을 포함하므로, 그 주파수가 기계계의 공진주파수와 일치한 경우 소음이 발생할 가능성이 있습니다. 이런 경우에 서보모터 동작중의 계인을 내리는 것으로 소음을 억제하는 것이 가능합니다.

파라미터	설정치의 기준
GD2B	GD2 와 동일치
PG2B	50~100%
VG2B	50~100%
VICB	100~200%
절환선택	지령주파수 · 잔류펄스 모터회전수
시정수	1~10ms

주) 계인절환후에도, 각 계인의 안정관계가 필요합니다.

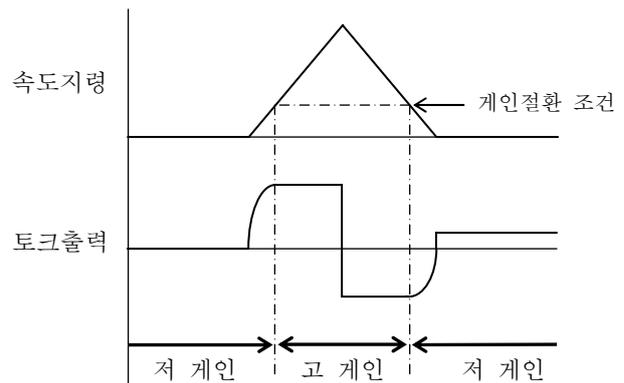


7.4.3. 정지시의 진동을 억제하는 경우

기계의 백래시등으로부터 정지시 진동을 억제하기 위해 정지시의 계인을 내리는 것으로 진동을 억제하는 것이 가능합니다.

파라미터	설정치의 기준
GD2B	GD2 와 동일치
PG2B	100~120%
VG2B	100~120%
VICB	80~100%
절환선택	지령주파수 · 잔류펄스 모터회전수
시정수	1~10ms

주) 계인절환후에도, 각 계인의 안정관계가 필요합니다.

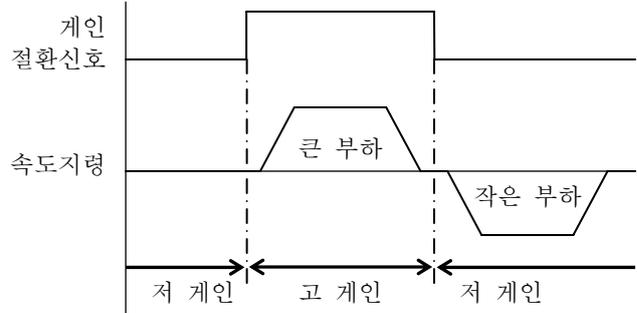


7.4.4. 부하변동이 큰 경우

부하등이 크게 변화하는 기계에서, 미리 부하변동량과 타이밍을 알고 있는 경우에 유효합니다. 가변게인절환을 사용하지 않는 경우는 부하가 큰 쪽에 게인을 맞출 필요가 있기 때문에 동일 게인으로 운전하면 부하가 작게 되는 경우에는 응답이 나빠지게 됩니다. 게인의 절환신호를 컨트롤러 (시퀀서나 모션컨트롤러) 에서 부하변동에 맞추어서 게인을 절환하는 것으로부터 동작의 균일성을 도모할 수 있습니다.

과라미터	설정치의 기본
GD2	변동량에 맞춘다
PG2	100%
VG2	10~200%
VIC	100%
절환선택	게인절환신호
시정수	1~10ms

주) 게인절환후에도, 각 게인의 안정관계가 필요합니다.





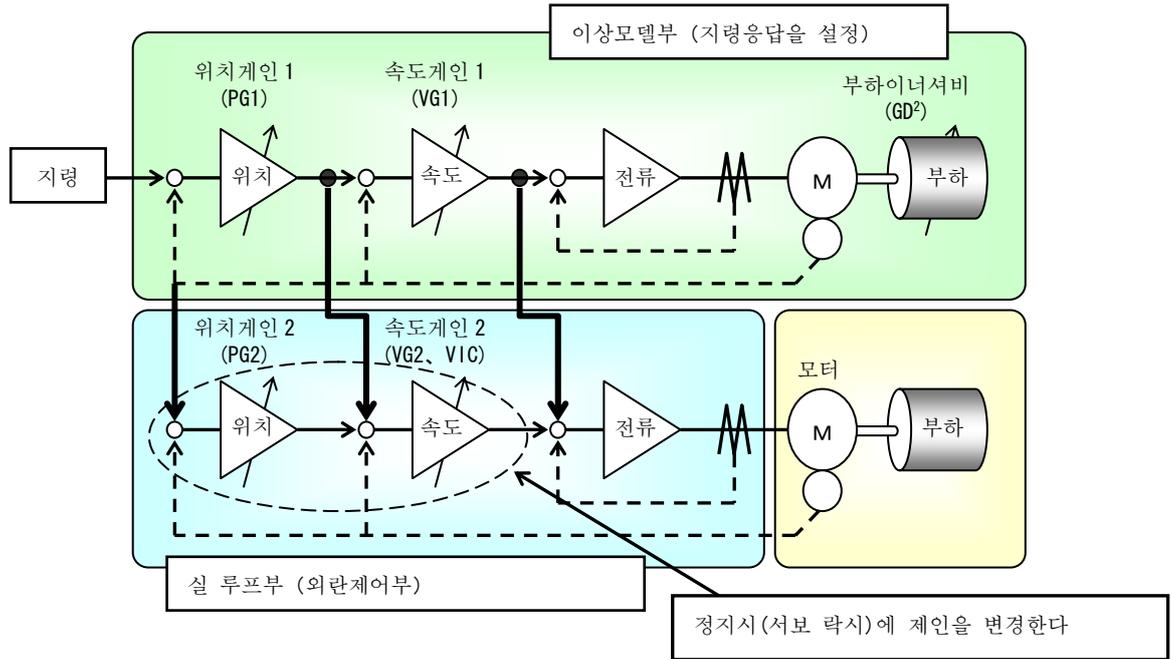
제 8 장 미진동 억제제어

8.1. 사용효과와 영향

항목	내용
사용효과	정지시의 미진동의 억제
예상되는 악영향	정지시의 서보 락이 약해진다

8.2. 제어 블록

제어블록도



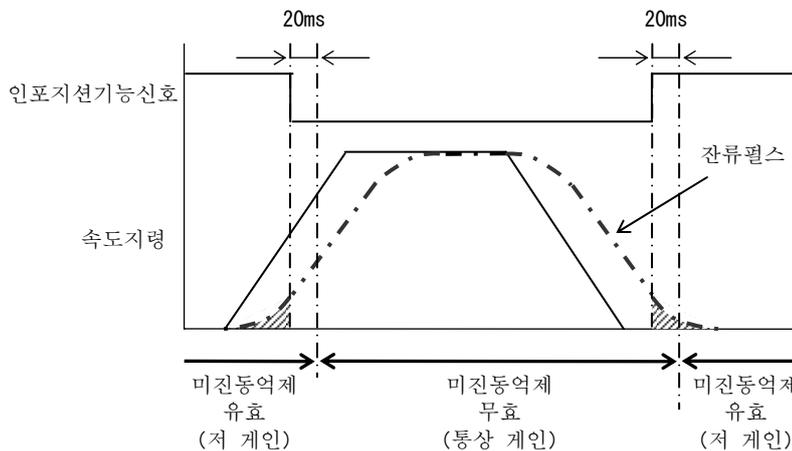
8.3. 사용방법

정지시 (서보 락시) 에 미진동이 발생한 경우에, 미진동억제기능을 유효로 설정하여 사용합니다.

미진동억제기능은, 정지시에만 유효한 기능으로 실루프부의 게인을 변경하는 것으로 부터 정지시의 진동을 억제합니다.

단, 정지시의 자기유지력 (서보 락) 이 약간 약해지게 됩니다.

또한, 오토튜닝 유효시에는 미진동억제기능은 사용할 수 없습니다.





제 9 장 풀 클로즈드 루프제어

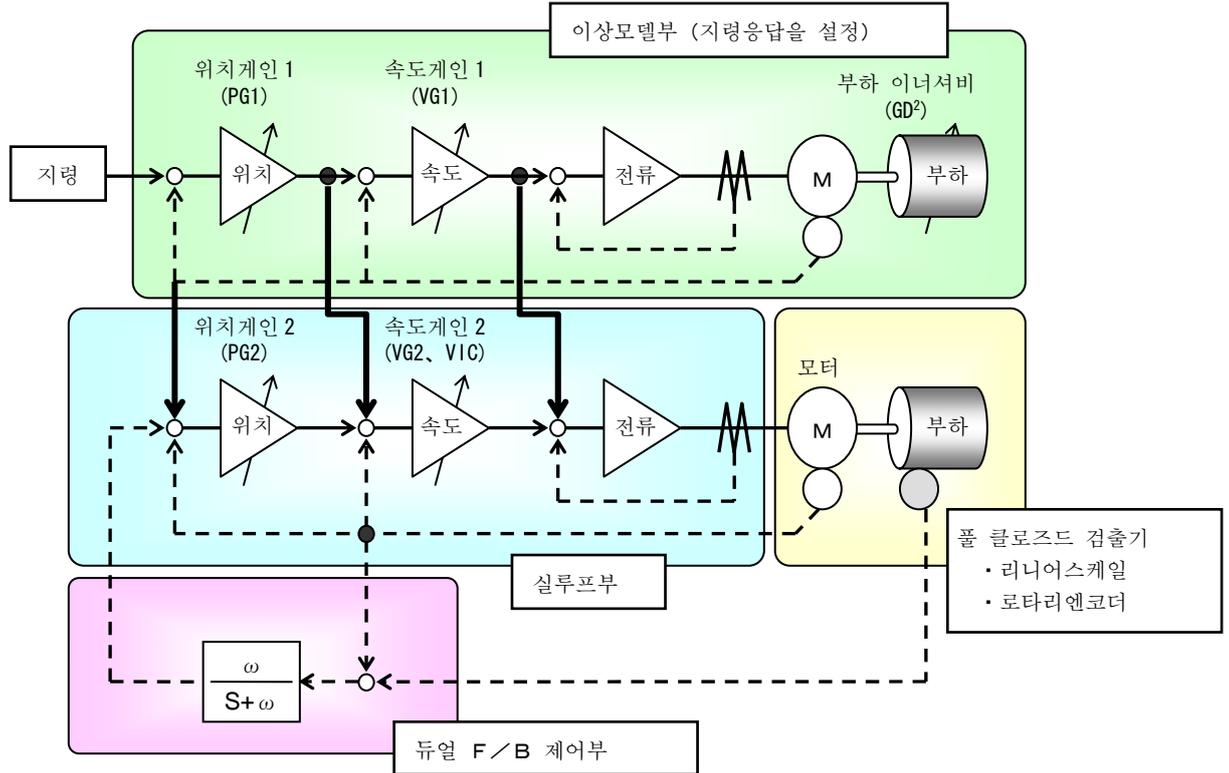
풀 클로즈드제어를 하려면, 풀 클로즈드제어 대응의 특수앰프가 필요합니다.  
서보앰프형명, 상세사양에 대해서는 풀 클로즈드제어 대응의 기술자료집을 참조하여 주십시오.

9.1. 사용 효과와 영향

항목	내용
사용효과	기계단의 정도에, 위치결정제어가 가능
예산되는 악영향	응답성이 늦게 될 가능성이 있음

9.2. 제어 블록

제어블록도



9.3. 제어의 특징

풀 클로즈드제어의 주 특징은 다음과 같습니다.

제어모드	항목	내용
세미 클로즈드제어	특징	모터단의 정보에 의해 위치를 제어합니다.
	장점	기계의 영향(기계공진등)을 받지 않기때문에, 서보앰프의 게인을 올려 정정시간을 단축할 수 있습니다.
	결점	모터단이 정지하고 있어도, 기계단이 진동하고 있거나 기계단의 정도가 나오지 않을 가능성이 있습니다.
듀얼 F/B 제어	특징	모터단의 정보와 기계단의 정보에 의해 위치를 제어합니다.
	장점	운전중에는 모터단, 정지시는 기계단의 정보로 차례차례 변환하여 제어하는 것으로서, 운전중의 게인을 올릴 수 있어 정정시간을 단축할 수 있습니다. 정지시에는 기계단의 정도에서 정지합니다.
	결점	특별히 없음
풀 클로즈드제어	특징	기계단의 정보에 의해 위치를 제어합니다.
	장점	정지시 뿐만 아니라, 동작중에도 기계단의 정도가 나옵니다.
	결점	기계의 영향(기계공진등)을 받기쉬워, 서보앰프의 게인을 올릴 수 없어, 정정시간이 길어집니다.

9. 4. 조정방법

9. 4. 1. 게인 조정

듀얼 F/B 제어, 풀 클로즈드 제어의 어느 제어 모드에 대해서도, 게인 조정은 세미 클로즈드 제어 모드와 같은 게인 조정 방법입니다.

9. 4. 2. 듀얼 F/B 필터의 조정

셋-업소프트웨어의 그래프기능등으로, 서보동작과형을 확인하면서 듀얼 F/B 필터를 조정합니다.

듀얼 F/B 필터의 조정은 게인조정 후에 합니다.

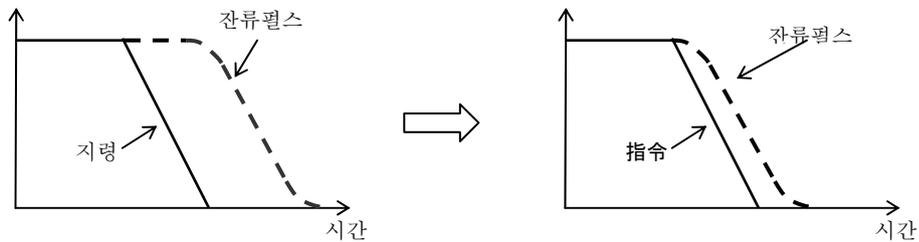
듀얼 F/B 필터는, 설정치에 의해 아래와 같은 동작이 됩니다.

항목	듀얼 F/B 필터의 설정치	
	소 1 (초기치=10)	대 PG2 설정치의 1/2
진동	발생이 적다	발생하기 쉽다
정정시간	길어진다	줄어든다

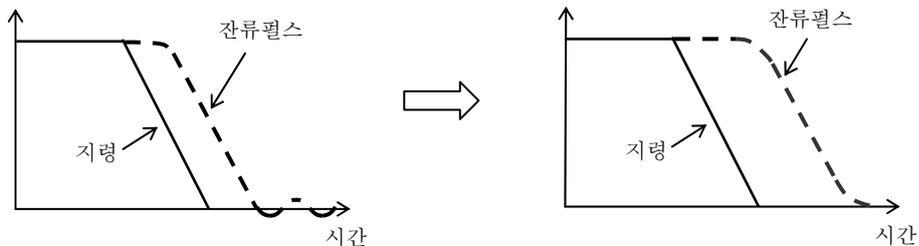
듀얼 F/B 필터의 설정치를 크게하면, 정정시간은 짧아집니다만, 풀 클로즈드 검출기의 진동의 영향을 받기 쉬워지기 때문에, 모터 진동이 커집니다.

듀얼 F/B 필터의 설정치의 최대는, 위치제어게인 2(PG2)의 설정치 1/2 이하로 하여 주십시오.

【정정시간의 단축】 : 듀얼 F/B 필터를 크게 한다.



【진동의 억제】 : 듀얼 F/B 필터를 작게 한다.



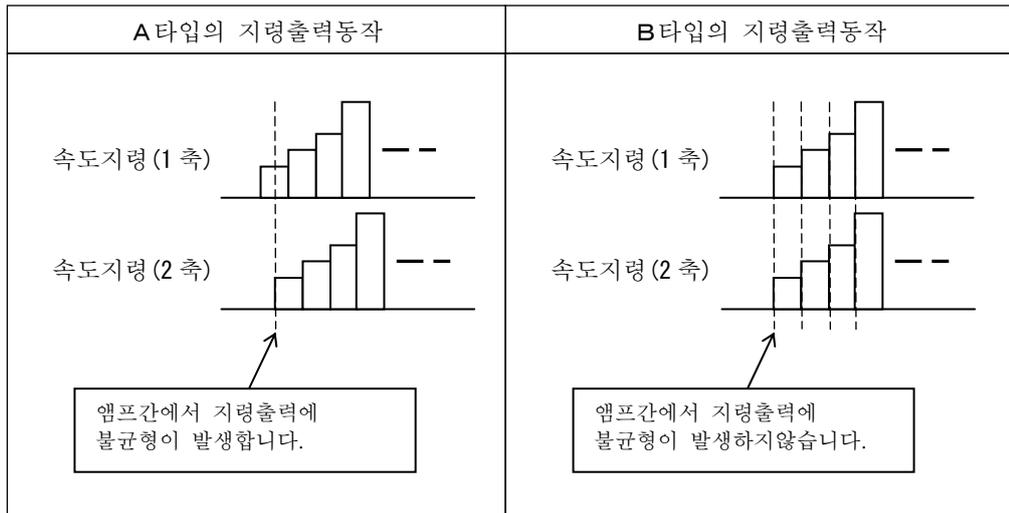
제 10 장 보간운전/텐덤운전제어

10.1. 컨트롤러의 선정

보간운전(2~4 축) 및 텐덤운전(2 축)에서는 위치결정을 하는 복수 축간의 위상동기가 중요합니다.

MR-J2S-A 등의 범용펄스 입력타입의 서보앰프는, 지령이 입력되는 타이밍이나, 엔코더로부터의 F/B 펄스의 복귀타이밍이 각서보앰프마다 다르기 때문에, 보간/텐덤운전에는 적합하지 않습니다.

MR-J2S-B 등 SSCNET 통신을 사용한 서보앰프에서는, 서보앰프의 내부처리 타이밍을 포함하여 동기제어를 하고있어, 지령레벨에서의 동기정도가 좋기 때문에 보간/텐덤운전에 적합합니다.



10.2. 보간운전시의 조정방법

복수축을 보간운전하는 경우는, 서보응답성이 가장 낮은 축의 계인을 기준으로 하여, 그외의 축을 조정할 필요가 있습니다.

각 파라미터의 설정에 대해서는 아래 표를 참조하여 전체의 축이 동일한 서보응답성이 되도록 설정하여 주십시오.

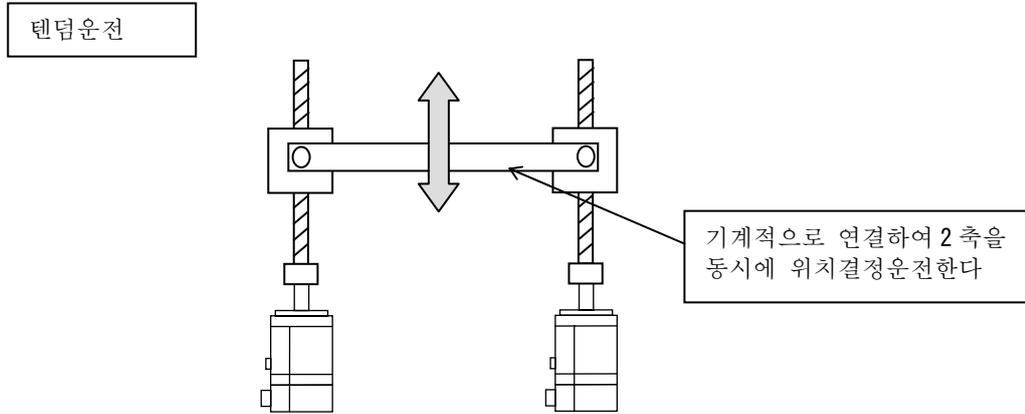
또한 누적펄스가 적은 쪽이 보간동작시의 궤적정밀도가 향상된 것으로 모델축의 응답을 가능한 높게 설정하여 주십시오.

파라미터	설정내용	비고
GD2	각축마다의 부하이너서비를 설정	
PG1	전축 동일의 계인치를 설정	
VG1	전축 동일의 계인치를 설정	
PG2	가능한 한 동일계인치를 설정	
VG2	가능한 한 동일의 응답성으로 한다	$VG2 = \omega \times (1 + GD2)$ ( $\omega$ : 속도루프응답)
VIC	가능한 한 동일계인치를 설정	

10.3. 텐덤운전의 조정방법

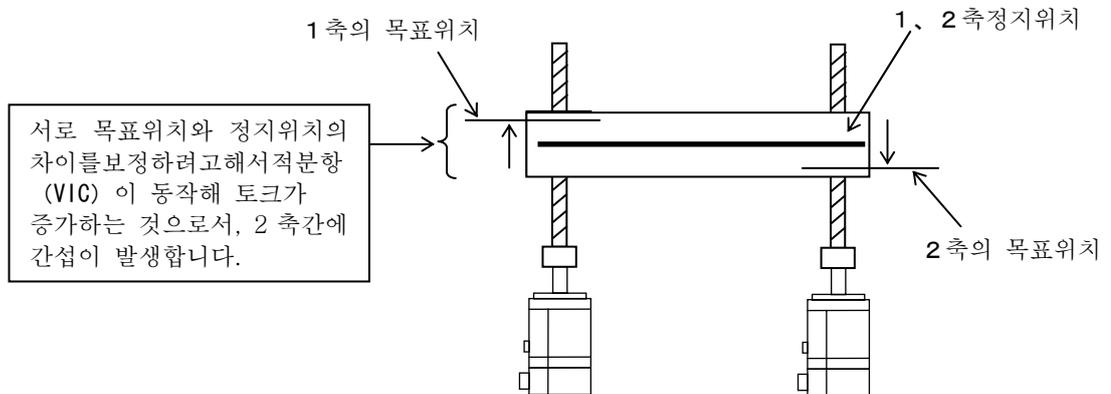
10.3.1. 텐덤운전이란

제어하는 2 축이 기구적으로 연결된 상태에서 위치결정운전하는 기계구성입니다. 컨트롤러 지령에서는 동기운전이나 직선보간명령을 사용해 위치결정 동작을 시킵니다.



10.3.2. 텐덤운전의 조정방법

기본적으로 서보계인의 조정방법은 보간운전시와 동일합니다. 만일, 2 축의 강성이 매우 높은 기구의 경우는, 각축의 원점복귀위치의 틀어짐이나, 리니어스케일의 위치정도 (풀클로즈드제어, 리니어서보의 경우) 등의 원인으로부터, 2 축간의 간섭 (싸움) 이 발생할 가능성이 있습니다.



이러한 경우에는 한쪽의 서보앰프에 PID 제어를 사용하여 적분항의 영향을 경감시키는 방법으로 대응하여 주십시오. PID 제어로 한 서보모터에는, 정상 편차가 남습니다만, 위치정밀도는 통상제어 (PI 제어) 의 서보모터측으로 확보할 수 있습니다. 또한, 이때 2 축의 출력토크에는 불균형이 발생합니다. 로스트모션·백래쉬·기계강성등의 영향으로 간섭(싸움)이 어느 정도의 레벨로 발생하는지를 판단하는 것은 어렵습니다만, 2 축간의 강성이 매우 높고 볼 스크류 구동의 경우이라면, 서보모터간의 거리가 1 m 이하일 때에는 특히 주의가 필요합니다.