MITSUBISHI

Changes for the Better

FATEC

AC서보 스쿨 텍스트
AC서보 실천 코스

한국미쓰비시전기오토메이션(주)

● 안전상의 주의 ●

(실습전에 반드시 읽어 주십시오)

시스템이 설계될 때는, 반드시 관련 매뉴얼을 읽어 주심과 동시에, 안전을 충분히 배려하도록 부탁 드리겠습니다.
또한 실습 시에는 아래의 사항에 충분히 주위를 기울여, 올바른 취급을 해 주시도록 부탁 드리겠습니다.

【실습에서의 주의 사항】

⚠ 주의

● 강사의 지시에 따라 실습을 실시해 주십시오.

● 무단으로 실습기의 유닛을 분리하거나 배선을 바꾸지 말아 주십시오.
고장, 오동작, 상처, 화재의 원인이 됩니다.

● 유닛을 착탈할 때는, 전원을 OFF하고 해 주십시오.
통전중에 실시하면, 유닛의 고장이나 감전의 원인이 됩니다.

● 실습기에서 이상한 냄새/이상한 소리가 발생 되었을 때는,
「전원 스위치」또는「비상 스위치」를 눌러 정지시켜 주십시오.

● 이상이 발생했을 경우에는, 즉시 강사에게 연락해 주십시오.

⚠ 위험

● 감전 사고를 내지 않게, 통전중에는 단자에 접하지 말아 주십시오.

● 안전 커버를 열 때는, 전원을 차단하고, 충분한 안전을 확인하고 나서 작업해 주십시오.

목 차

MEMO

1. AC서보의 기초

1. 1 AC서보란

서보 기구는 JIS(일본공업규격)에서 「물체의 위치, 방위, 자세 등을 제어량으로서 목표의 임의의 변화에 추종되도록 구성된 제어계」라고 정의되고 있습니다, 서보 기구에서는 지령부로부터 목표값(위치, 속도 등)이 입력되면 현재값(위치, 속도 등)을 검출하여, 목표값과 비교해 항상 그 차이가 적게 되도록 제어하고 있습니다.
서보 기구를 구성하는 요소를 서보 요소라고 부르며, 구동앰프(AC 서보앰프), 구동모터(AC 서보모터), 검출기로 구성되어 있습니다. 그 구성 예를 그림1.1에 나타냅니다.

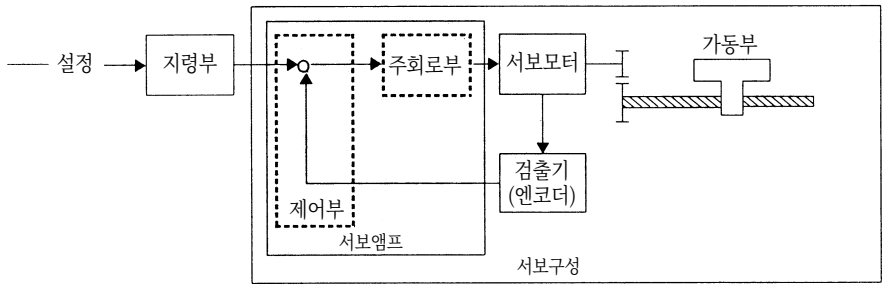


그림1.1 서보 기구의 구성도

1. 2 AC서보의 위치결정과 성능

서보모터는 일반의 모터에 비교하면 서보앰프로부터의 전압 · 전류의 급격한 변화에 응답할 수 있도록 회전자의 관성 모멘트(J 혹은 GD^2라고도 말함), 전기적인 응답성을 특별히 고려하여 설계되고 있습니다. 또한, 서보모터를 구동하는 서보앰프도 속도 · 위치의 제어 지령을 정확하게 신속히 서보모터에 전달할 수 있도록 구성되어 있습니다.
이상과 같은 관점에서, 서보모터(서보앰프와 조합한 종합의 것)를 사용하는데 있어서의 대표적인 특성을 일반적인 가변속 장치인 범용 인버터로 구동한 모터와의 차이를 비교하면서 설명합니다.

(1) 범용 서보의 특징과 각종 제어 장치와의 비교

모터의 특성을 나타내는 일반적인 방법으로 속도 - 토크 특성이 있습니다. 그림1.2에 서보모터와 범용 인버터를 사용한 범용 모터의 특성 비교를 나타냅니다.
이 그림에서, 서보모터의 특징으로서는 다음의 세 가지 점을 들 수 있습니다.

① 속도제어 범위가 넓음
② 토크 특성이 고속 운전시와 저속 운전시에 일정
③ 최대 토크가 큼

주) 최대 토크가 크고, 모터 관성 모멘트가 작기 때문에 급속한 가감속이 생깁니다.

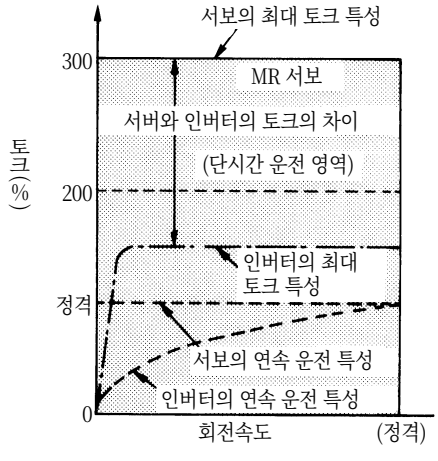


그림1.2 서보와 인버터의 토크 특성 비교

표1.1 서보모터의 주요 성능

항 목	사 양	내 용
속도제어 범위	1 : 1000~5000 (1 : 10)	정격속도 1/1000의 속도까지 회전 안정성, 토크의 저하를 신경쓰지 않고 사용할 수 있습니다.
토크 특성	저속 운전시 토크의 저하가 없음	연속 운전 토크, 최대 토크 모두, 속도제어 범위의 영역에서 일정한 출력 토크를 얻을 수 있습니다. 따라서, 정(定)토크 부하에서도 모든 속도 영역에서 안심하고 사용할 수 있습니다.
최대 토크	약 300% (150%)	순간 최대 토크가 정격 토크의 약 300% 얻을 수 있습니다. 따라서, 급격한 가속/감속에 대응할 수 있기 때문에, 고빈도 위치결정용으로서 사용할 수 있습니다.

주) 사양란 ( ) 내 수치는 범용 인버터의 일반적인 사양입니다.

(2) AC서보의 용도

서보모터의 특징은 앞 항에서 서술한 것 이외에도, 한층 더 서보앰프와 조합했을 때 다른 가변속 장치에는 없는 기능으로서 위치결정 기능이 있습니다.
위치결정 기능에 대한 자세한 내용은 2장에 기재합니다만, 여기에서는 서보 특유의 위치결정 기능과 앞 (1) 항에서 서술한 특징으로부터 서보모터의 대표적인 용도에 대해 설명합니다.

① 위치결정을 필요로 하는 기계

AC서보는 전용의 위치결정 지령 장치와 조합하여 사용하면 고정밀도의 위치결정을 실시할 수가 있습니다.
일반적인 미쓰비시 AC서보의 경우, 모터축으로 4000~262144 분할의 위치결정이 가능하고,
이것은 24m/분(分) ~8m/분(分)의 기계로 1㎛의 위치결정에 충분히 적용을 할 수 있습니다.

〔 적용 예 : 공작기계, 목공기계, 반송기계, 포장기계, 인서터 · 마운터, 각종 피더, 각종 커터, 전용기 〕

② 넓은 변속 범위를 필요로 하는 기계

AC서보는 속도제어 범위 1 : 1000~5000, 속도 변동율 0.01%이하라고 하는 고정밀의 속도제어 성능, 게다가 출력 토크 일정하다고 하는 다른 가변속 모터에 없는 특성을 가지고 있기 때문에, 각종 라인 제어를 비롯하여 하는 고정밀도의 가변속 구동용으로서 사용됩니다.

〔 적용 예 : 인쇄기, 지공기, 필름 제조라인, 연장선기(신선기), 코일기(권선기), 각종 전용기의 이송,
각종 반송 장치, 권취기 · 권출기, 목공기 등의 주축 〕

③ 고빈도의 위치결정

위치결정에 대해서는 ①에서 서술한 것과 같은데, AC서보는 정격 토크의 300%라는 최대 토크를 가지고 있어 모터 단체(단독)의 경우, 정지에서 정격 속도까지 수 10ms의 급격한 가속 · 감속에 추종 할 수 있어 1분간에 100회 이상의 고빈도인 위치결정에도 대응할 수 있습니다.
또한 AC서보를 사용했을 경우, 다른 위치결정의 방식(클러치 · 브레이크, DC모터 등)과 비교 기계적인 접촉부가 없어서 유지*보수성이 용이하고, 주위 온도에 의한 영향을 적게 받는 점 등도 큰 특징으로 말할 수 있습니다.

〔 적용 예 : 프레스 피더, 제대기, 시트 컷, 로더 · 언로더, 충전기, 포장기, 각종 반송 장치, 마운터, 본더 〕

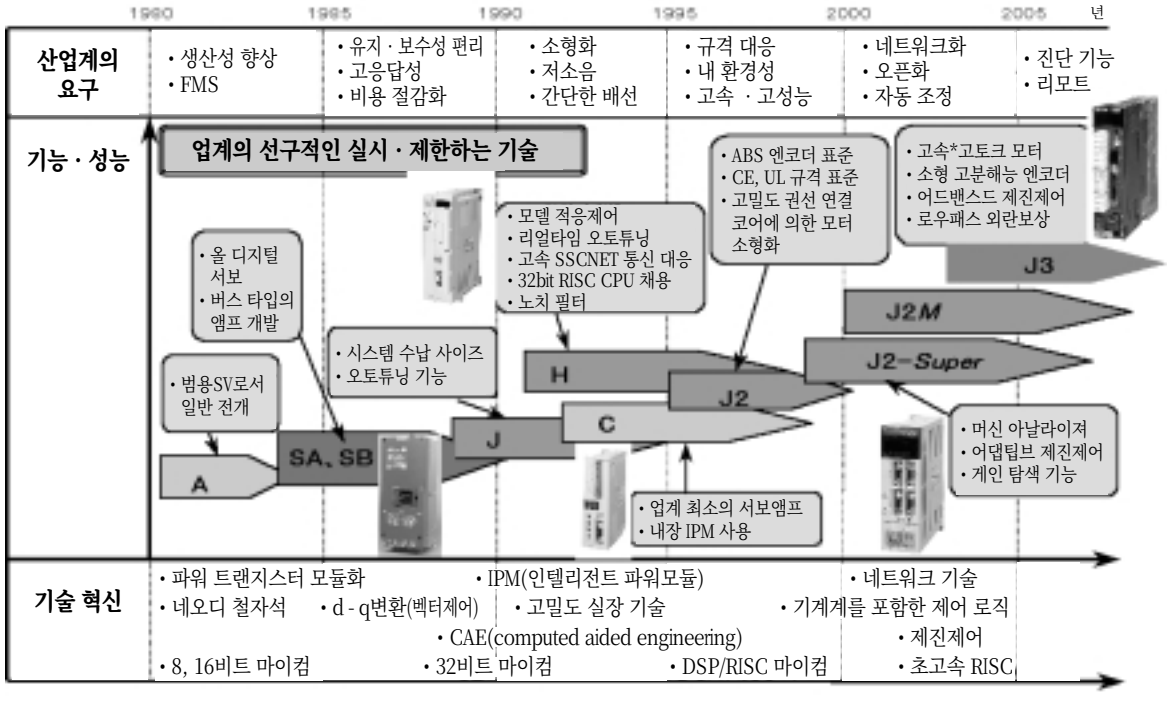
④ 토크제어

속도제어, 위치제어 기능에 가세하여 토크제어도 가능해지고 있는 기종도 있기 때문에, 각종 권취(감기) · 권출(풀기)장치와 같은 장력제어 분야에도 적용할 수 있게 되어 있습니다.

1. 3 MELSERVO에 대해서

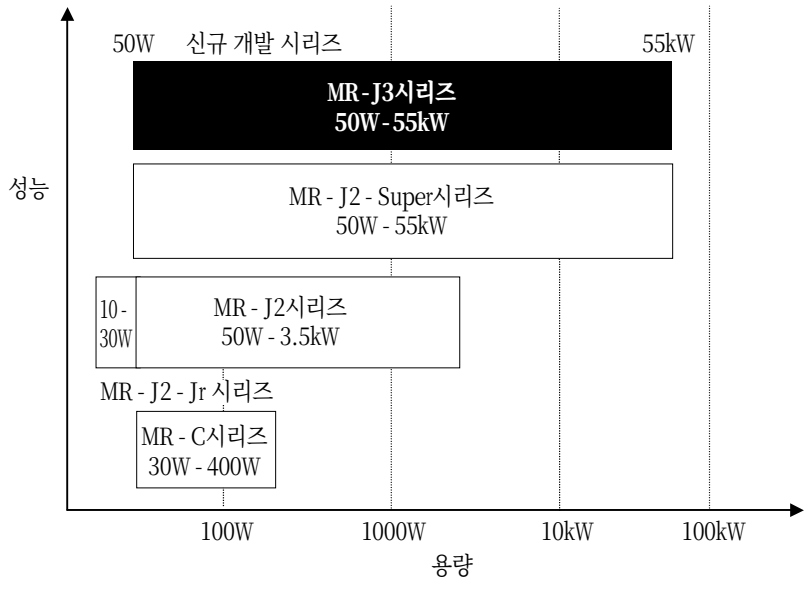
1.3.1 MELSERVO의 로드맵

1982년에 범용 AC서보를 발매 이후, 신제품에는 반드시 기술 혁신을 반영한 신기술과 산업계의 요구 항목을 받아들여 왔습니다.
지금, 서보를 둘러싼 환경은, 차세대로 이행하고 있습니다. 기계의 성능을 최대한 발휘하기 위해서 더욱 고속, 고정밀도의 대응, 기동 시간의 단축, 진단 · 유지 · 보수에 충실, 이러한 요구에 대응하여 개발된 것이 MR−J3시리즈입니다. 아래 표에 MELSERVO의 로드맵을 나타냅니다.



1.3.2 제품의 위치 부여

오른쪽 표에 MELSERVO 시리즈의 위치를 부여 하였습니다.

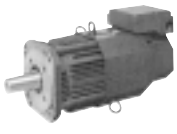


1.3.3 범용 서보앰프 사양 비교표

항목 \ 기종	MR-J3-□A MR-J3-□B MR-J3-□T 시리즈	MR-J2S-□A MR-J2S-□B MR-J2S-CP 시리즈	MR-C□A 시리즈	MR-J2-03A5 MR-J2-03B5 MR-J2-03C5
외형				
특징	● 고성능 타입 ● 고분해능 서보모터 ● MR Configurator 있음 (MRZJW3 - SETUP211 이후) ● 제진제어에 의한 저강성 기계에 대한 진동억제의 향상	● MR - J2의 치환 ● 서보모터는, ABS표준 장착 ● MR Configurator 있음 (MRZJW3 - SETUP111 이후)	● 스텝핑에서의 치환 ● 초소형 ● 모터 판별 기능 ● 셋 - 업 소프트 있음 (MRZJW3 - SETUP61 이후)	● 초소형 소용량 서보 ● MR - J2 시리즈 DC24V 대응 ● 셋 - 업 소프트 있음 (MRZJW3 - SETUP61 이후) ● DIN 레일 설치 가능 ● 32축 멀티드롭 가능
대응 모터 용량	50W - 55kW	50W - 55kW	30W - 400W	10W - 30W
브레이크 · 감속기	있음	있음	있음(단 30W 감속기 부착은 제외)	있음(발매 예정)
엔코더 신호	시리얼 통신	시리얼 통신	시리얼 통신	시리얼 통신
위치 분해능	262144 p/rev	131072 p/rev	4000 p/rev	8192 p/rev
검출방식	INC/ABS	INC/ABS	INC	INC
회전속도 (r/min) 정격 회전속도	2000/3000	1000/2000/3000	3000	3000
회전속도 (r/min) 최대 회전속도	3000/6000	1200/1500/2500/3000/4500	4500	10W - 20W : 5000 30W : 4500
최대 토크 % (정격 토크 %비)	300%	300%	100W이하 400% 그 외 300%	300%
제어모드	위치/속도/토크	위치/속도/토크	위치/속도(내부 2속)	위치/속도/토크
주파수 응답	900Hz (400W의 경우)	550Hz	200Hz	250Hz
제어 이론	모델 적응 제어	모델 적응 제어	모델 적응 제어	모델 적응 제어
오토튜닝	리얼 타임	리얼 타임	리얼 타임	리얼 타임
P/C I/F	표준 장비	표준 장비	옵션	표준 장비
내장 카드 옵션	있음	없음	없음	없음
속도제어 범위	1 : 5000	1 : 5000	-	1 : 1000
I/F용 외부 전원	DC24V 필요	불필요	DC24V 필요	DC24V 필요
회생 브레이크 저항	내장	내장	외부 부착 옵션	없음
다이나믹 브레이크	내장	내장	없음	내장
표시(본체)	5행 표시	5행 표시	3행 표시	4행 표시
설정키 그 외	4개 설정 버튼	4개 설정 버튼	4개 설정 버튼	4개 설정 버튼
아날로그 모니터	2CH (14bit)	2CH (8bit)	없음	없음
펄스 분주 출력	A, B, Z상	A, B, Z상	Z상	A, B, Z상
테스트 모드 운전	가능	가능	가능	가능
모터없이 운전	가능	가능	불가능	가능
EN 대응	취득	취득	취득	취득
UL · cUL 규격 대응	취득	취득	취득	취득
대응 모터	• HF - KP 시리즈 • HF - MP 시리즈 • HF - SP 시리즈 • HC - RP 시리즈 • HC - UP 시리즈 • HC - LP 시리즈 • HA - LP 시리즈	• HC - KFS 시리즈 • HA - MFS 시리즈 • HC - SFS 시리즈 • HC - RFS 시리즈 • HC - UFS 시리즈 • HC - LFS 시리즈 • HA - LFS 시리즈	• HC - PQ 시리즈	• HC - AQ 시리즈

1.3.4 서보모터의 기종 시리즈와 특징

AC서보 MELSERVO—C, J2S, J3시리즈에서는, 기계 대응에 따라 각종 모터를 갖추고 있습니다.
MELSERVO—J2S 시리즈의 모터는 모두 ABS, 17bit(13만 펄스) 엔코더, MELSERVO—J3시리즈의 모터는 모두 ABS, 18bit(26만 펄스) 엔코더를 표준 장착하고 있습니다.

시리즈명			용량 (W)	엔코더 분해능 pulse/rev	엔코더의 대응	정격 회전속도	적용 서보앰프 형명	보호 형식	용도
초소형 소용량		HC - AQ	10W - 30W	8192	INC만	3000r/min	MR - J2 - □5	IP55	• 소형 슬라이더 • 소형 액츄에이터 • 초소형 로보트 • 실린더 등
초저관성 소용량		HC - MP	50W - 750W	262144	ABS/INC 공용	3000r/min	MR - J3	IP65	• 인서터, 마운터, 본더 • 프린트 기판 천공기 • 편물기, 자수기 • 초소형 로보트, 라벨 인쇄기 • 로보트 선단부 등
		HC - MFS	50W - 750W	131072	ABS/INC 공용	3000r/min	MR - J2S	IP55 (IP65)	
		HC - PQ	30W - 400W	4000	INC만	3000r/min	MR - C	IP44	
저관성 소용량		HF - KP	50W - 750W	262144	ABS/INC 공용	3000r/min	MR - J3	IP65	• LCD, 웨이퍼 반송 장치, • 소형 로보트, 소형X - Y 테이블 • 식품기계, 인쇄기 • 서형 로더, 언로더
		HC - KFS	50W - 750W	131072	ABS/INC 공용	3000r/min	MR - J2S	IP55 (IP65)	
중관성 중용량		HF - SP	0.5kW - 7kW	262144	ABS/INC 공용	1000r/min 2000r/min	MR - J3	IP67	• 반송기계 • 전용기계 • 로보트 • X - Y 테이블 등
		HC - SFS	0.5kW - 7kW	131072	ABS/INC 공용	1000r/min 2000r/min 3000r/min	MR - J2S	IP65 (IP67)	
초저관성 중용량		HC - RP	0.75kW - 5kW	262144	ABS/INC 공용	3000r/min	MR - J3	IP65	• 롤 피더 • 로더, 언로더 • 초고빈도 반송기계
		HC - RFS	1kW - 5kW	131072	ABS/INC 공용	3000r/min	MR - J2S	IP65 (IP67)	
저관성 중용량		HC - LP	0.5kW - 3kW	262144	ABS/INC 공용	2000r/min	MR - J3	IP65	• 롤 피더 • 로더, 언로더 • 고빈도 반송기계
플래트형 중용량		HC - UP	0.75kW - 5kW	262144	ABS/INC 공용	2000r/min	MR - J3	IP65	• 로보트 • 반송기계 • 식품 가공기계
		HC - UFS	0.1kW - 5kW	131072	ABS/INC 공용	2000r/min 3000r/min	MR - J2S	IP65	
중·대용량 (400V급 표함)		HA - LP	5kW - 55kW	262144	ABS/INC 공용	1000r/min 1500r/min 2000r/min	MR - J3	IP44	• 사출 성형기 • 반도체 제조 장치 • 대형 반송기 • 프레스 기계
		HA - LFS	5kW - 55kW	131072	ABS/INC 공용	1000r/min 1500r/min 2000r/min	MR - J2S	IP44	

1. 4 AC서보의 구조

1.4.1 서보앰프의 블록도와 동작 원리

아래에 서보앰프의 기본 기능과 동작 원리를 블록도에 의해 나타냅니다.

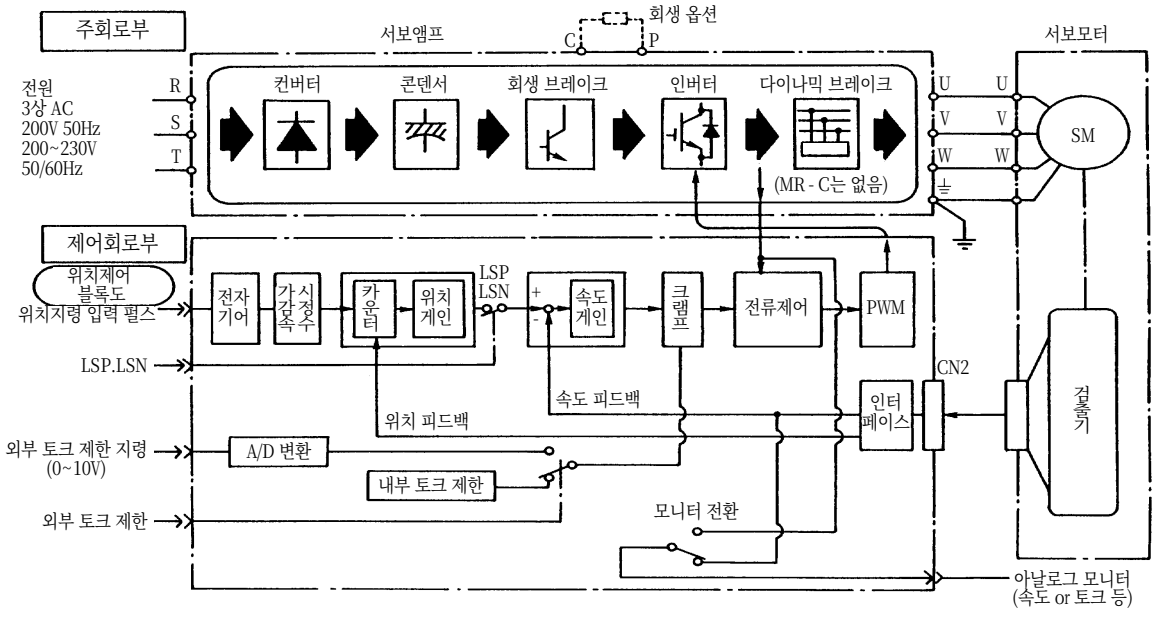


그림1.3 서보의 블록도

(1) 주회로부

주회로부의 기본 기능은, 상용 전원(3상 AC200~230V, 50/60Hz)을 컨버터(다이오드 브릿지, 콘덴서)에 의해 정류 · 평활하여, 인버터(IGBT)에서 정현파 PWM 제어된 임의의 전압 · 주파수의 3상 전류를 모터에 공급해 모터의 속도, 토크를 제어하는 것입니다.

① 컨버터, 평활 콘덴서

상용 전원을 다이오드 브릿지에서 정류하고, 한층 더 평활 콘덴서에서 리플의 적은 직류 전원을 만듭니다.

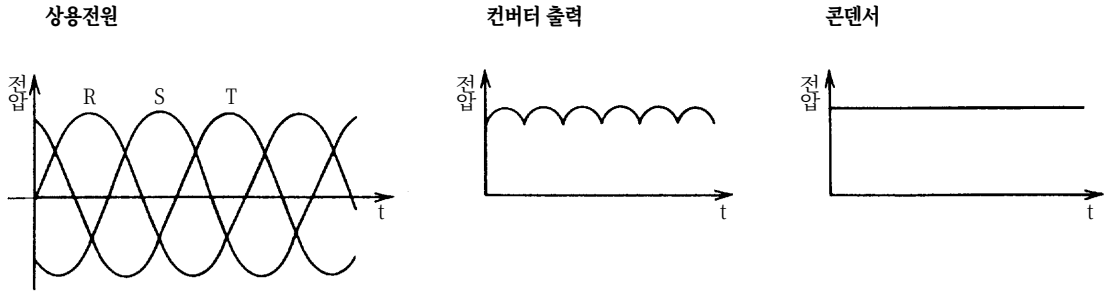


그림1.4 서보앰프 각 부의 전압

② 인버터

인버터는 컨버터, 평활 콘덴서에서 만들어진 직류 전원으로부터 모터의 회전속도에 대응하는 주파수, 부하 토크에 어울리는 크기의 전류를 만들어 모터에 공급합니다.

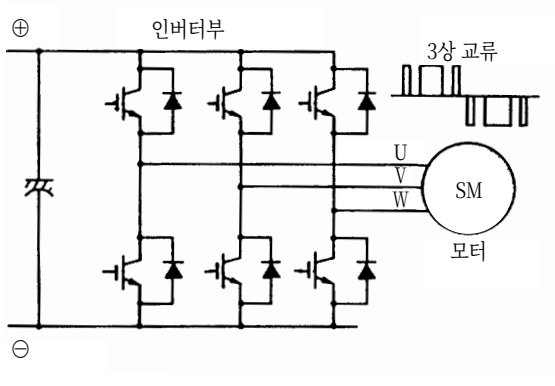


그림1.5 인버터부의 구성

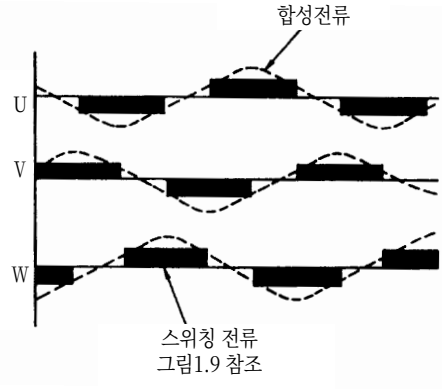


그림1.6 인버터의 출력 전류

그림1.7에 나타내듯이 모터의 회전방향, 회전속도(주파수)는 인버터부 트랜지스터의 온 - 오프의 전환에 의해, 전류의 방향, 통전폭에 따라 제어합니다.
또 전류의 크기는, 통전폭 사이의 온(On)폭에 의해 제어하고 있으며, 이 방식을 PWM 제어(펄스폭 제어)라고 말합니다.

(a) 전류가 작은 경우　　(b) 전류가 큰 경우

그림1.7 PWM에 의한 전류제어

③ 회생 브레이크

1) 회생 브레이크 회로

회생 브레이크는, 지령속도보다 모터의 실제 회전속도가 높아졌을 때, 즉 감속시, 상하축의 하강시, 혹은 권출축으로 제동을 걸치고 있을 때 등에 동작하여, 모터 및 부하가 가지고 있는 회전 에너지를 서보앰프 측에 내장하고 있는 회생저항으로 에너지를 흡수하는 (소비합니다) 것에 의해 제동력을 얻고 있습니다.
이러한 운전 상태를 회생운전이라고 하고, 통상 서보앰프내에는, 회생회로를 마련하고 있습니다.
회생회로는, 이 경우 모터에 있어서는 부하로서 일하기 때문에, 회로의 에너지 소비율에 의해 회생 브레이크력은 달라지며, 또 운전 조건에 의해 회생 에너지량이 좌우되어 큰 회생 에너지를 소비시킬 필요가 있는 경우에는, 서보앰프의 밖에 회로를 마련하여 거기서 소비시킬 수가 있게 되어 있습니다.

2) 회생 브레이크 회로의 종류

● 소용량으로 회생 에너지가 작은 경우, 앞의 평활 콘덴서에 일시적으로 에너지를 충전하여 실시합니다. 이것을 콘덴서 회생 방식이라 하며, 0.4kW정도 이하로 이용됩니다.

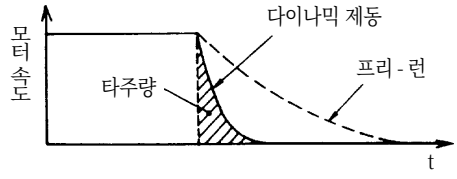
● 중용량에서는 저항기에 전류를 흘려, 열로서 소비시키는 방식이 있습니다. 이것을 저항 회생 방식이라고 부릅니다, 회생 에너지가 커지면 저항기가 커지고, 또한 주위에 발열의 영향 등 문제가 되는 일이 있습니다.

● 대용량으로, 위의 저항 회생 방식의 결점을 커버하기 위해, 최근 회생 에너지를 전원 측에 되돌려 주는 방식도 사용하고 있습니다. 이것을 전원 회생 방식이라고 부릅니다, 11kW정도 이상에서 이용됩니다.

④ 다이나믹 브레이크

전원단, 알람 발생시 등 인버터부의 출력으로 정지(베이스 차단)했을 때, 모터는 프리 - 런이 되어 정지까지 긴 시간을 필요로 하고, 타주량(惰走量)이 커져 스트로크 엔드에 충돌하는 등의 불편이 발생하는 일이 있습니다.

다이나믹 브레이크는 베이스 차단이 되었을 때, 서보모터의 단자간에 적당한 저항기를 개입시켜 단락(합선, short circuit)하여, 회전 에너지를 열소비시켜 신속하게 정지시키는 기능입니다.
다이나믹 브레이크는 통상 앰프에 내장입니다만, MR－C형과 같이 서보앰프와는 따로 설치되는 기종도 있습니다. 또한 다이나믹 브레이크는 정지시의 보관 유지력은 없기 때문에, 상하 전송의 경우 제동과 동시에 메카 브레이크를 걸어 보관 유지시키는 것이 필요합니다.

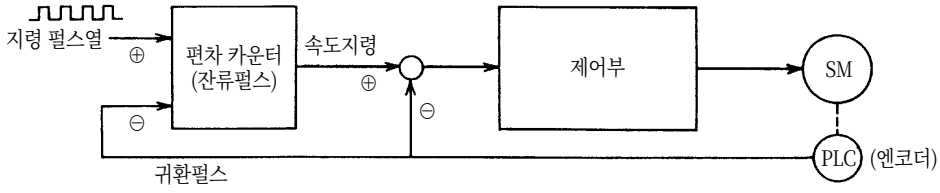


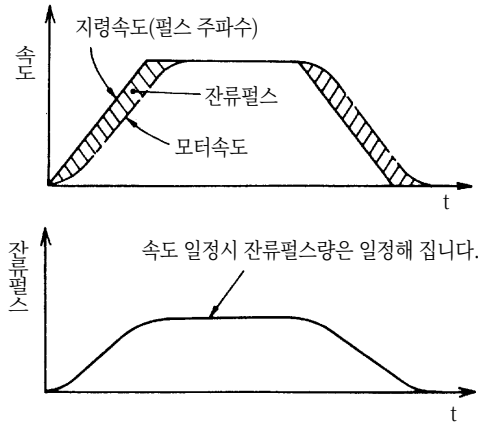
(2) 제어 회로부

마이크로 컴퓨터를 사용해 지령값(목표값)과 현재값으로부터 제어량(위치, 속도, 전류)을 고속 · 고정밀도에 연산 처리하여, 고응답으로 정밀도가 높은 서보제어를 실현함과 동시에, 제어 내용의 모니터, 유닛의 보호를 실시하고 있습니다. 아래에 제어 내용의 개략을 설명합니다.

① 위치제어

펄스열로, 모터의 회전속도 · 방향의 제어와 고정밀도의 위치결정을 실행합니다.





위치제어부에서는 지령펄스가 입력되어도 모터는 지령으로부터 다소 늦게 움직입니다.
이 때문에, 편차 카운터에는 지연 분의 펄스가 누적하여 보관 유지되고 있으며 이것을 잔류펄스라고 합니다.
이 잔류펄스가 속도 지령으로서 속도제어부에 출력됩니다.

② 속도제어

위치제어부 편차 카운터의 출력은 지령속도에 비례하고, 이것이 속도지령이 됩니다.
속도지령부는, 속도지령과 모터속도의 편차를 전류지령으로서 출력합니다.
또한 속도제어 모드로 운전할 때는, 속도지령으로서 외부로부터 아날로그 전압(0~±10V)을 입력합니다.

③ 전류제어 · 3상 발생 회로

전류제어부는 주회로의 인버터를 제어하고 위치지령 또는 속도지령 대로 모터가 움직이도록 모터의 전류를 제어합니다.
이 때문에는, 모터의 계자(회전자의 영구자석의 위치에서 결정됩니다)에 맞춘 3상 교류의 위상을 결정하는 것으로, 속도편차에 대응한 전류를 흘려보냅니다.

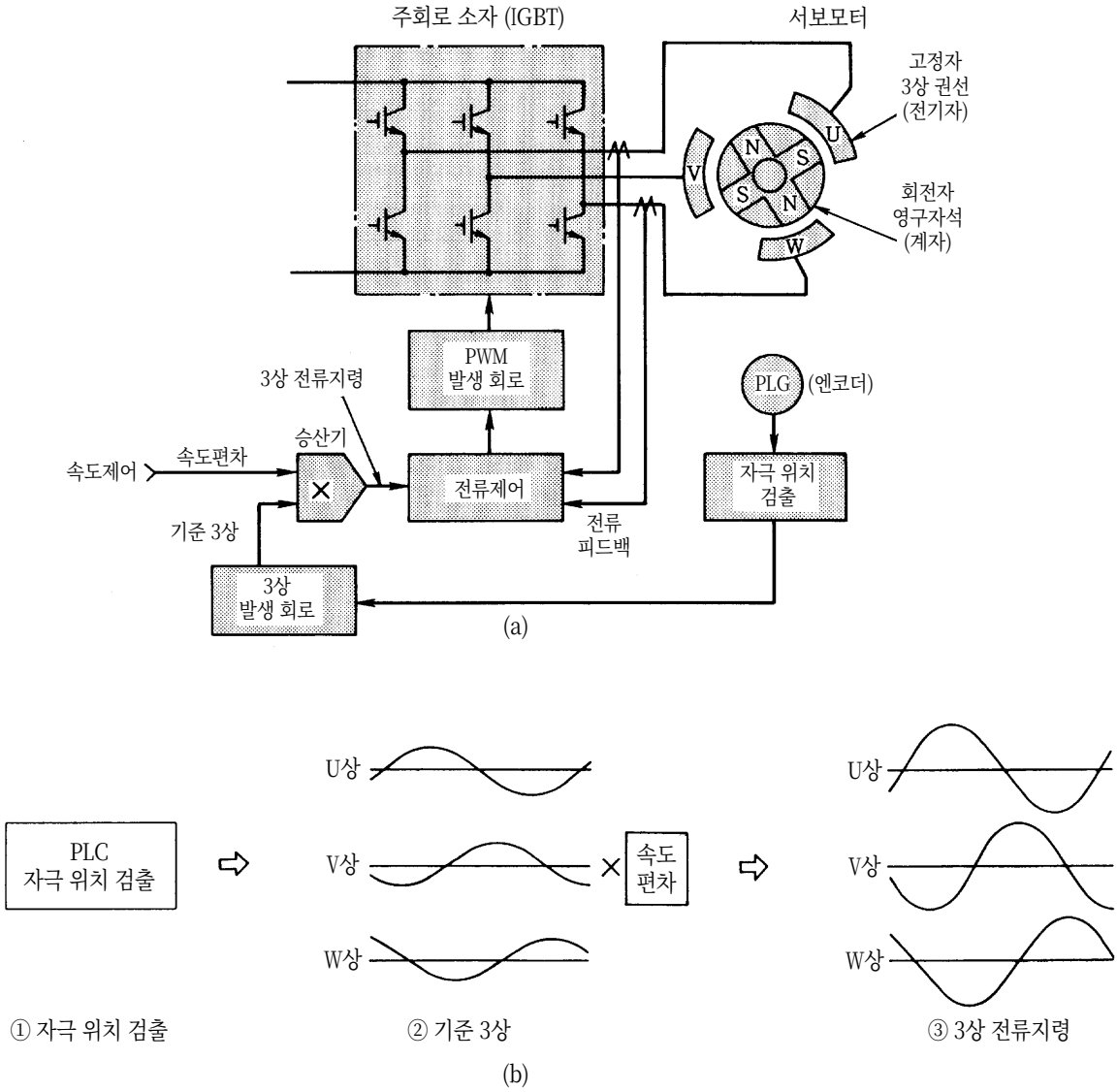


그림1.8 전류제어의 원리

동기 전동기의 경우, 모터 전류는 계자위치(자극 위치)와 위상을 맞출 필요가 있습니다.
그 때문에, 모터의 검출기에는 자극 위치를 검출하는 신호를 가지고 있어 항상 그 위치를 서보앰프에 피드백하고 있습니다. 서보앰프는 그 신호에 의해 3상 발생 회로부에서 기준 3상 전류를 만듭니다. 전류 제어부는, 기준 3상 전류에 속도편차를 걸어 3상 전류지령을 만들어 PWM 회로를 제어합니다.

주) 유도형 서보모터에는, 독립한 계자는 없습니다. 따라서, 자극 위치 검출은 불필요합니다.

PWM 방식은 1사이클 중에 몇 차례의 스위칭 펄스를 발생시켜, 그 펄스폭을 변화시켜 출력전압을 바꾸는 방식입니다. 1초간에 발생하는 스위칭 펄스수를 캐리어 주파수라고 합니다. PWM 방식의 경우에는, 이 캐리어 주파수에 비례한 주파수 성분의 모터 진동 및 모터 소음이 발생합니다.

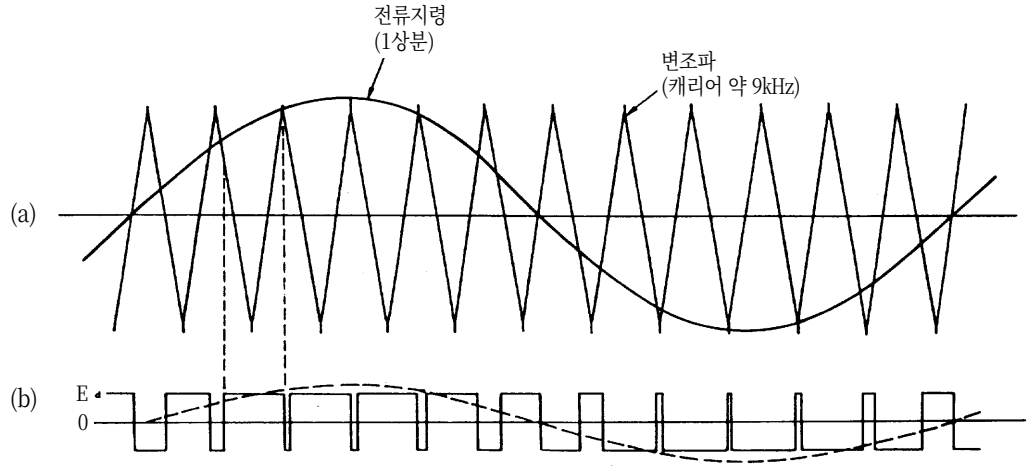


그림1.9 PWM 제어의 원리(MR-J3)

1.4.2 AC 서보모터의 특성과 동작 원리

(1) 특성

서보모터의 출력 토크는 모터에 흘리는 전류에 비례합니다.
또한, 서보앰프는 항상 모터 속도를 검출하여 속도편차에 대응한 전류를 흘리도록 제어하고 있기 때문에, 서보모터는 저속에서 고속까지 일정한 토크로 운전할 수가 있습니다.
서보앰프와 조합된 서보모터의 토크 특성을 오른쪽 그림에 나타냅니다.

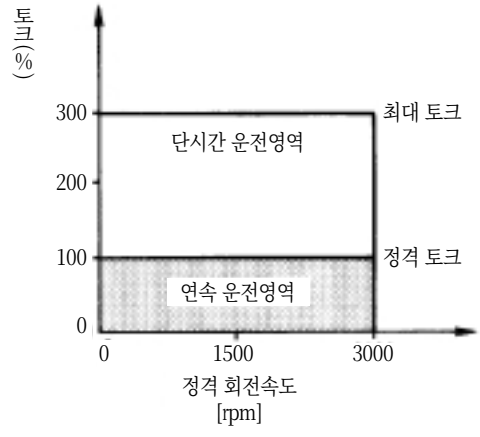
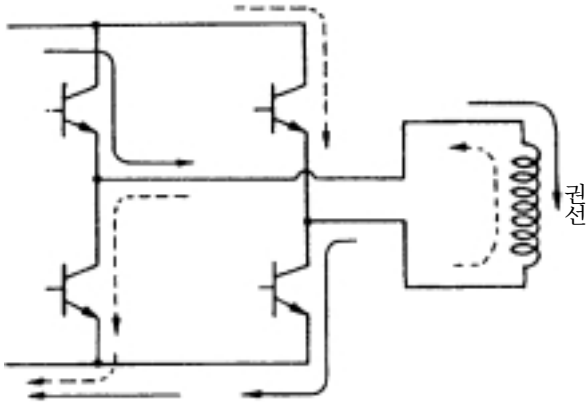


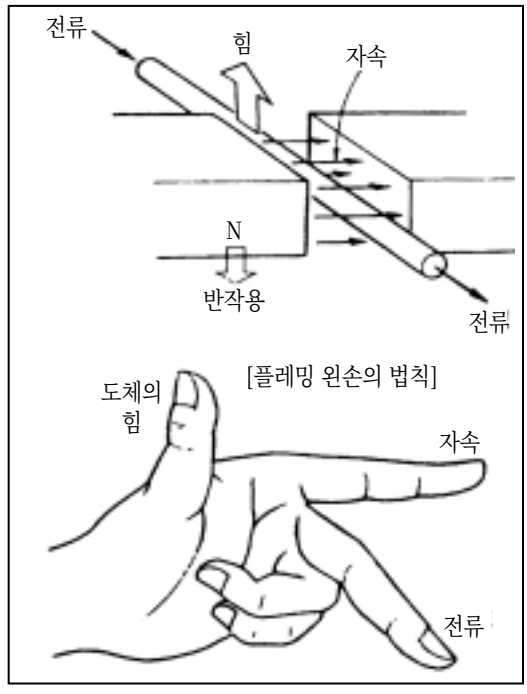
그림1.10 서보모터의 토크 특성

⑵ 동작 원리

소형 · 대형 모든 모터의 동작 원리는 동일하고, 자계중에 있는 도체에 전류를 흘리면 도체에는 힘이 작용한다고 하는 법칙「플레밍 왼손의 법칙」에 따라 토크를 발생합니다. SM형(동기형) AC 서보모터는, 회전자에 영구자석, 고정자에 전류를 흘리는 코일을 배치하고, 회전자의 움직임(회전속도 · 방향, 출력 토크)에 대응한 전류를 고정자 코일에 흘립니다.



SM형 AC 서보모터의 동작 원리



모터 토크의 발생 원리

모터 코일에는, 앰프의 트랜지스터를 ON OFF시켜 회전자 자석으로부터의 자속과 직교 하는 코일에 전류를 흘립니다. 인가 전압은 수kHz로 스위칭되어 흐르는 전류는 코일의 리액턴스에서 평활 되어 정현파가 됩니다. 코일 전압의 ＋－구간은, 모터 샤프트에 직결된 검출기로부터의 자극 위치 검출신호에 의해 판별되어 자속과 전류는, 항상 직교 하도록 제어되기 때문에 통상의 동기모터와 같은 탈조 현상은 없습니다.
발생 토크 T는,

$$T = K_1 \cdot \Phi \cdot I_a \quad \cdots\cdots (1-1)$$

과 권선 전류 Ia에 비례하며 회전속도는,

$$N = \frac{V - I_a \cdot Z}{K_2 \Phi} \quad \cdots\cdots (1-2)$$

로 인가 전압 V에 비례합니다.

기호의 설명	T : 토크	I_a : 전류	N : 회전속도
	K_1, K_2 : 정수	V : 인가 전압	
	Φ : 자속	Z : 권선 저항	

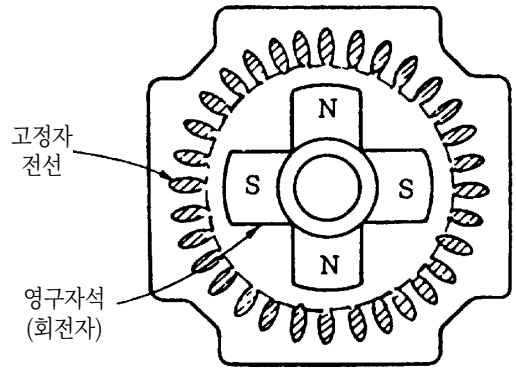


그림1.11 SM형 서보모터 단면

(3) IM형(유도 전동기) 모터(벡터제어 인버터)의 원리

유도 전동기도 토크 발생의 원리는 동기 전동기와 동일합니다. 그러나, 오른쪽 그림에 나타내는 단면도에서 알 수 있듯이 회전자 측에 영구자석이 없고, 식(1 - 1), (1 - 2)의 전류 I_a, 자속Φ을 개별적으로 공급할 수 없습니다. 따라서, 고정자 코일에 전류를 흘려,전자 유도 작용에 의해 회전자 홈에 흐르는 전류와 고정자 코일 전류에 의해 만들어지는 자속으로 토크를 발생합니다. 이와 같이 고정자 코일에는 토크 전류와 자속 전류의 양쪽 모두를 흘리고 있어 이 관계를 식(1 - 3)에 나타냅니다.

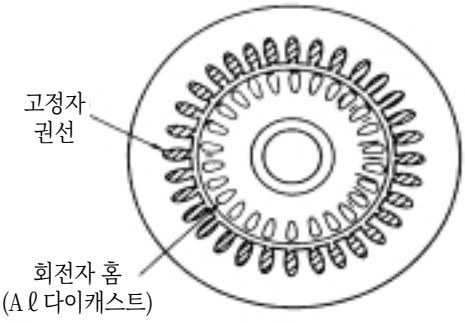


그림1.12 IM형 서보모터 단면

$$T = K_1 \cdot \Phi \cdot I_a \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1 - 1)$$

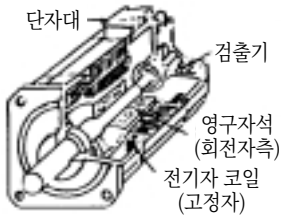
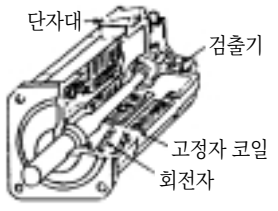
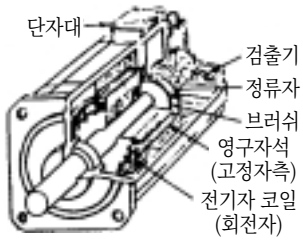
I_1 : 고정자 코일 전류　　I_a : 토크 전류　　I_b : 자속 전류

주) 위의 식은 벡터적인 합이며, 산술적인 합이 아닙니다.

즉, IM형 모터에서는 2개의 전류를 개별적으로 제어할 필요가 있고, 이것을 벡터제어라고 부르고 있습니다. 벡터제어에 의해, IM형 모터는 서보모터와 동일한 토크 특성을 가지고 있습니다.

(4) 서보모터의 종류와 특징

서보모터에는 AC서보, DC서보가 있습니다, AC서보는 한층 더 SM형(동기 전동기), IM형(유도 전동기)으로 나눌 수 있습니다. 표1.2에 각 서보모터의 구조와 특징을 나타냅니다.

유 형	구 조	특 징	
		장 점	단 점
SM형 AC 서보모터		● 유지 · 보수성 용이 ● 내환경성이 뛰어남. ● 대(大), 큰 토크가 가능 ● 정전시의 발전 제동 가능 ● 소형 · 경량 ● 높은 파워 레이트	● 서보앰프가 DC모터용 보다 약간 복잡 ● 모터와 서보앰프 1대 1의 대응이 필요 ● 마그네트는 감자(減磁)의 우려가 있음
IM형 모터		● 유지 · 보수성 용이 ● 내환경성이 뛰어남. ● 고속 · 대(大)토크가 가능 ● 대용량에서는, 효율이 좋음 ● 구조가 견고함	● 서보앰프가 DC모터용 보다 약간 복잡 ● 정전시의 제동이 불가 ● 온도에 의해 특성이 바뀜 ● 모터와 서보앰프 1대 1의 대응이 필요
DC 서보모터		● 서보앰프의 구성이 간단 ● 정전시의 발전 제동이 가능 ● 소용량에서는 낮은 가격 ● 높은 파워 레이트	● 정류자 회전의 보수, 정기 점검이 필요 ● 브러쉬 마모가루가 발생, 깨끗한 장소에서는 사용하기 곤란 ● 정류 브러쉬의 관계로, 고속 대(大) 토크로 사용 불가 ● 마그네트는 감자(減磁)의 우려가 있음

서보모터는 제어가 용이한 DC 서보모터로부터 발전해 왔습니다만, 마이크로 프로세서로 대표되는 전자 디바이스의 발달에 의해 복잡한 제어가 고속으로 됨과 함께, 저가로 할 수 있게 되는 것에 따라 유지 · 보수성 용이하고 모터의 생산성이 좋은 AC 서보모터에 이행하여, 현재는 50W정도 이상은, 거의 SM형 AC서보로 바뀌고 있습니다. 한층 더 IM형 모터는 구조가 견고하고 대형 · 고속화로의 대응이 용이하고, 대용량이 되어 효율도 향상되어서 7.5kW정도 이상에서로 주로 사용되어 지금까지 DC모터가 주류인 대형 라인 제어의, 보다 고정밀도를 위해서 적용 범위가 확대되고 있습니다. 그러나, 최근 벡터제어 인버터가 이 IM형 모터에 취급해 바뀌어 오고 있습니다.

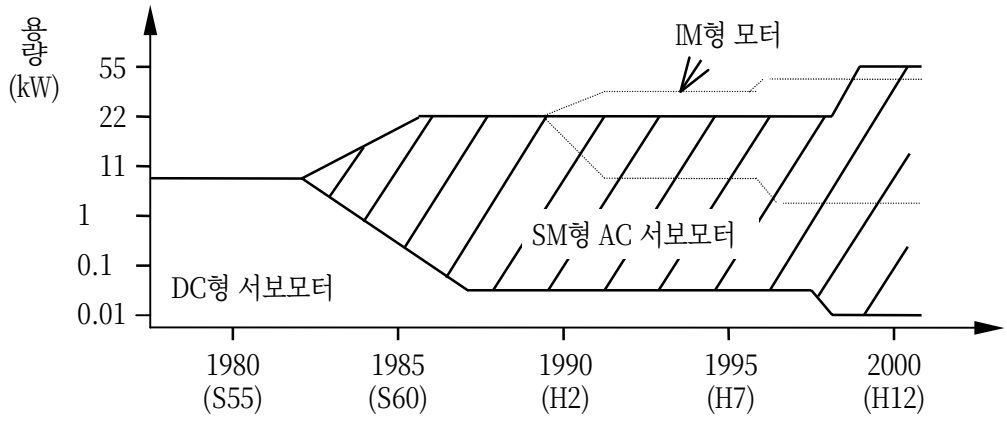


그림1.13 서보모터의 변천

1.4.3 엔코더의 기능과 동작 원리

위에서 설명한 대로 서보제어에서는 지령값에 대한 실제의 값(모터의 속도, 위치)을 피드백 하고, 그 편차가 적게 되도록 제어하고 있습니다. 따라서, 검출기는 서보 시스템의 매우 중요한요소입니다.

(1) 엔코더의 구조

아래 그림에, 검출기로서 주로 사용되고 있는 엔코더의 구조를 나타냅니다.

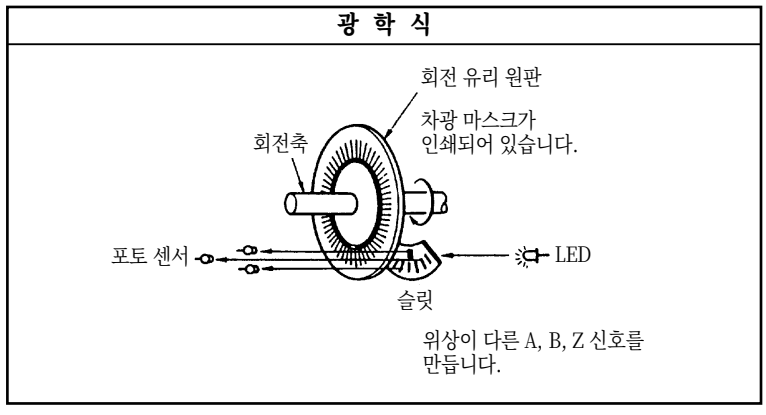


그림1.14 엔코더의 구조

⑵ 엔코더의 기능과 신호의 종류

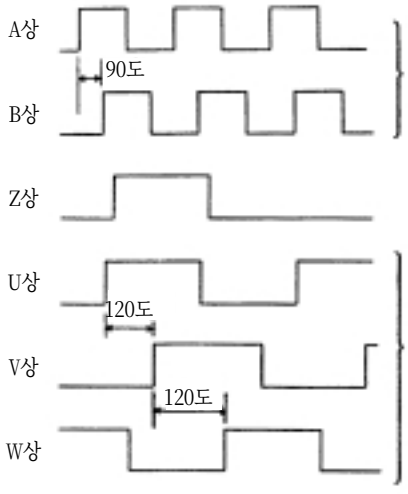
서보모터에 설치되어 있는 엔코더의 기능은 크게 분류하면 아래의 3가지입니다.

1) 모터 위치의 검출(회전방향을 포함함)

2) 모터 속도의 검출(회전방향을 포함함)

3) 모터 자극 위치의 검출(IM형 모터, DC 서보모터는 불필요)

이 가운데, 1), 2)는 모터가 회전하면 인크리멘털에 출력되는 2상 펄스를 사용합니다.



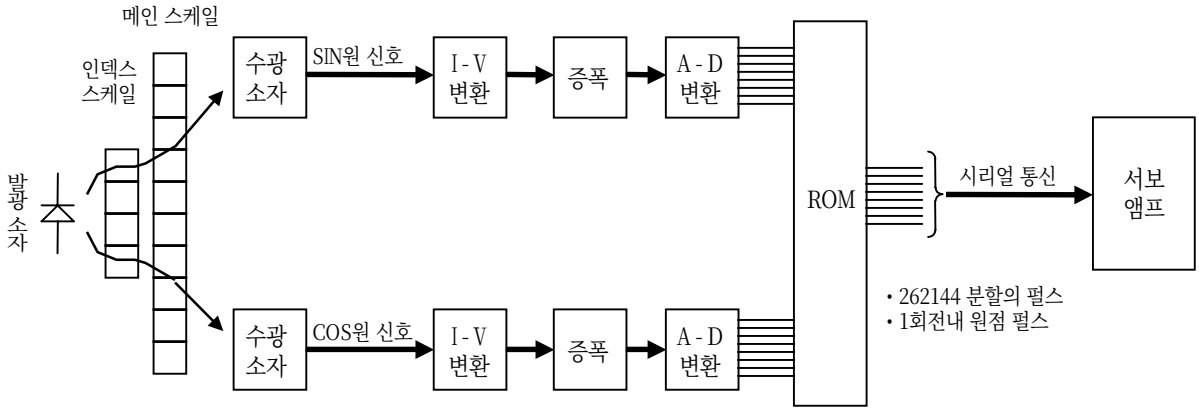
위치, 속도 검출용
수 천 펄스/rev(기종에 따라 다름)

원점복귀 등에 사용
1펄스/rev

자극 위치 검출용
2펄스/rev
(IM형 모터, DC 서보모터에는 없음)

그림1.15 엔코더의 신호

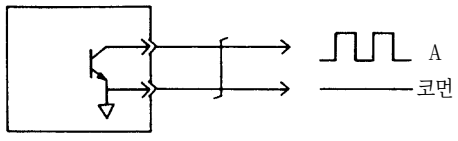
최근의 AC 서보모터에 조립되어 있는 엔코더는, 아래 그림과 같이 SIN원 신호와 COS원 신호에 의해 262144 분할한 펄스와 모터 1회전내 원점 펄스를 만들어, 그 데이터를 시리얼 통신으로 서보앰프에 전송 하는 시리얼 통신 방식으로 행하고 있습니다.



(3) 엔코더 신호의 인터페이스

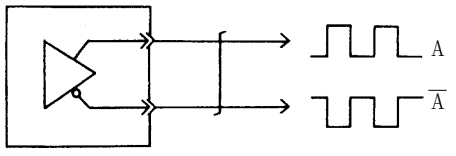
서보모터에서 서보앰프로의 엔코더 신호는 시리얼화하고 있습니다만, 서보앰프에서 나오는 엔코더 신호는 펄스화하여 출력하고 있습니다.
엔코더 출력 신호 인터페이스로서 아래와 같은 2종류가 있습니다. 최근에는 신호 전달이 확실한 차동 드라이버 출력 방식이 주류가 되고 있습니다.
자세한 내용에 대해서는 3.4항을 참조해 주십시오.

● 오픈 컬렉터 출력



장거리 전송시, 파형이 쉽게 둔화되고 노이즈에 약합니다.

● 차동 드라이버 출력



높은 주파수의 전송이 가능하고 노이즈에 강합니다.

그림1.6 인터페이스의 종류

(4) 절대위치 엔코더

최근에는 택트 · 타임의 향상을 재는 의미 등에서, 정전 후의 원점복귀를 불필요로 하는 절대위치 검출 시스템으로 하기 위해서 절대값 엔코더를 모터에 부착하는 경우가 많아지고 있습니다.
절대위치 검출 시스템에서는, 전원 투입시 회전위치를 판단할 필요가 있기 때문에 앞(2) 항의 인크리멘털 신호(A, B)에 첨가하여 오른쪽 구조도에 나타내는 것 같은 절대위치 신호(오른쪽 그림의 경우 7비트)를 출력하고 있습니다. 절대위치 검출의 시스템 블록도를 아래 그림에 나타냅니다.

주) 절대위치 검출기에는, 앞에서 서술의 인크리멘털 신호(A, B상)의 외에 모터 1회전내에서의 절대위치 검출, 원점으로부터의 모터 회전량 카운터가 있어, 메모리에 백업 되고 있기 때문에, 한 번 원점복귀에 의해 위치를 결정해 두면 전원 OFF해도 서보앰프, 콘트롤러는 항상 모터의 위치를 알 수가 있습니다. 따라서, 2번째 이후의 전원 투입시 원점복귀를 실시하지 않아도, 그대로 위치 · 속도제어를 실행할 수가 있습니다.

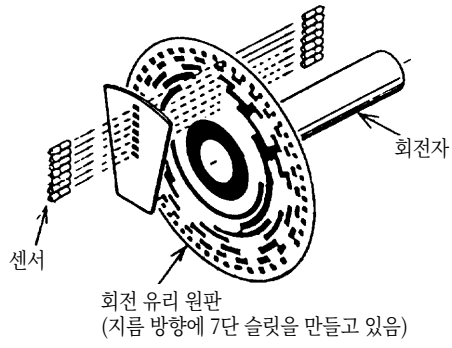


그림1.17 절대위치 엔코더의 구조 예

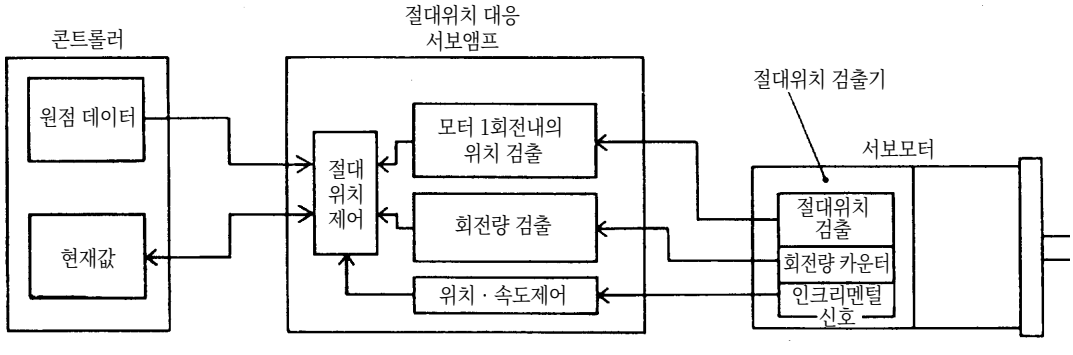


그림1.18 절대위치 시스템의 블록도

⑸ 엔코더의 고분해능화

MELSERVO－J3시리즈의 서보모터는, 소용량에서 중용량까지 전체 기종 ABS, 18bit(262144) 엔코더를 표준으로 했습니다. 게다가 고분해능이면서 엔코더를 포함한 모터 길이는, 종래품과 동일합니다.
고분해능 엔코더의 채용에 의해 응답 주파수의 향상, 저속에서의 속도 피드백의 정밀도 향상, 위치 정밀도의 향상, 지령에 대한 매끄러운 움직임 등을 얻을 수 있습니다.

◆ 타사 현황　　■ 표준　　▩ 비표준

	용량	엔코더 (bit)	12	13	14	15	16	17	18	19	20
J3	- 3.5kW	INC/ABS							■		
J2 - Super	전체 용량	INC/ABS						■			1kW 이상
J2	- 750W	INC/ABS		■							
	1kW—	INC/ABS			■						
A사	- 750W	INC		■							
		ABS					■				
	750W 초(超)	INC						■			
		ABS						■			
B사	- 750W	INC			■						
		ABS		10000				■			
	750W 초(超)	INC			■						
		INC/ABS		10000				■			

■ 고분해능 엔코더의 표준화
13bit(8192), 14bit(16384) ⇒ 17bit(131072) ⇒ 18bit(262144)

MEMO

2. AC서보에 의한 위치결정 제어

2. 1 위치결정의 방법과 정지 정밀도

2.1.1 위치결정의 종류

이동체를 정위치에 소정의 정밀도 내에서 세우는 방법에는, 기계식과 전기식이 있습니다. 기계식에는 일반적으로 스톱퍼에 맞닿는 방식(스톱퍼에 맞닿을 때까지는 인버터의 정지제어나 AC서보의 토크제한이 사용됨)과, 실린더 등에 끼워 강제적으로 위치결정 시키는 방식이 있는데, 정지 위치에 제약을 받습니다. 그에 대하여 전기식은 위치 센서를 마련하는 것으로 수많은 임의의 위치에, 용이하게 위치결정 할 수가 있습니다. 전기식 위치결정에도 위치 검출의 방식이나 제어 방식에 따라 여러 가지의 방법이 있습니다, 아래와 같이 나타내는 속도제어 방식과 위치제어 방식으로 구별됩니다.

(1) 속도제어 방식 : 모터에는 위치결정에 필요로 하는 신호 출력장치가 없고, 기계측에 그것을 백업하기 위한 리미트 SW 등의 장치가 있습니다.

(2) 위치제어 방식 : 기계측에 위치 검출을 위한 장치가 없고, 서보모터측의 검출기로, 보다 고정밀의 위치제어를 실시합니다.

이것을 정리하면, 표2.1이 됩니다.

2.1.2 위치결정 제어와 정지 정밀도에 대해 속도제어 방식의 경우

(1) 리미트 스위치 방식

모터로 운전하고 있는 이동체를 자동적으로 멈출 때는, 통상 리미트 스위치 등으로 위치를 검출하여, 그 신호로 모터를 정지시킵니다(동시에 브레이크를 거는 경우가 많음). 그림2.1은 이동체의 시간에 대한 속도의 관계를 나타낸 것으로 가로축(橫軸)을 시간〔sec〕, 세로축(縱軸)을 속도〔mm/sec〕로 하면 속도 패턴으로 둘러싸인 면적이 이동거리〔mm〕가 됩니다.

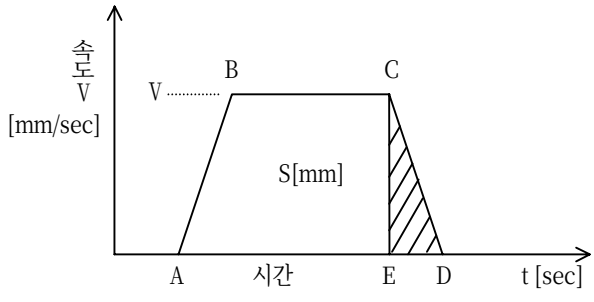


그림2.1 운전(속도) 패턴

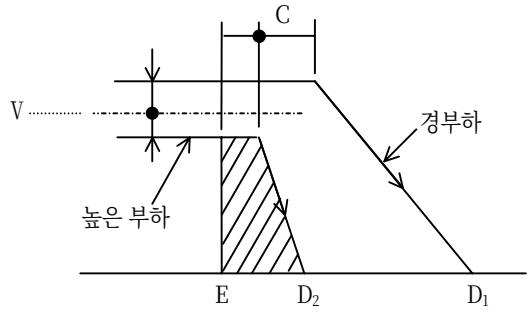


그림2.2 타주(惰走)거리의 불균형

리미트 스위치가 동작하고 나서의 타주(惰走) 거리는 면적 CDE에 해당하고, 정지 정밀도는 이 면적 CDE의 불균형이 됩니다. 여기서 정지 정밀도에 영향을 주는 요소(면적 CDE의 변동 요인)로서는, 그림2.2에 나타냈듯이 정지시간(ED)의 변화(부하 토크의 변동 또는 브레이크 토크의 변동), C점에 있어서의 이동체의 속도 변동, 또 C점의 센서 동작 위치의 불균형 및 센서 동작으로부터 실제로 모터가 감속하기 시작할 때까지의 시간 지연 변화가 있습니다.

이러한 여러 특성의 불균형을 최대한 작게 하는 것은 물론 필요합니다만 가장 효과가 있는 것은 속도V를 작게 하는 방법입니다. 그 때문에 통상의 속도에서의 정지에서 정지 정밀도를 만족하지 않는 경우, 표2.1과 같이 저속 전환용 리미트 스위치를 마련하여 일단 저속으로 한 후 정지시키는 방식이 일반적입니다. 이 방식은 간편하고 한편 정밀도가 높기 때문에 넓게 채용되고 있는데, 결점으로서는 저속에서의 일정시간(크리프 속도라고 함)을 충분히 가지지 않으면 부하 변동 등에 의해 정지용 리미트 스위치를 통과할 때의 속도가 안정되지 않기 때문에, 위치결정에 시간이 걸린다는 점입니다. 또 정지 위치가 많아지면 센서도 많이 필요로 합니다.

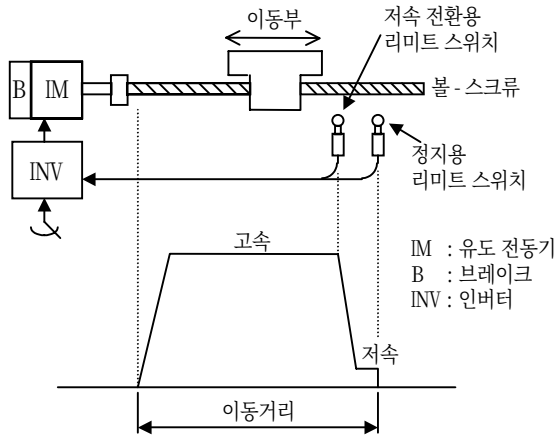
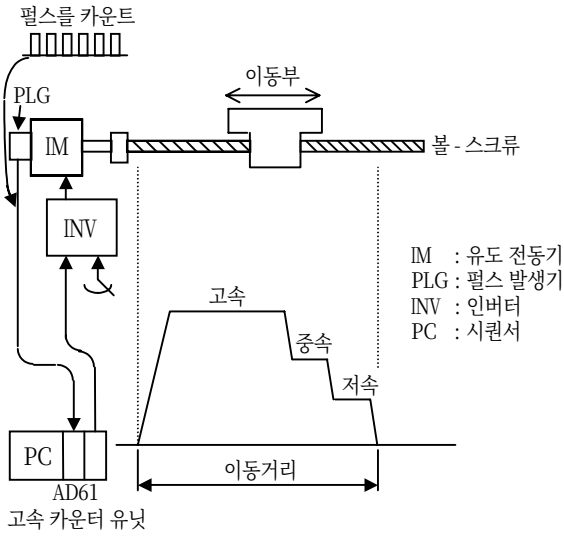
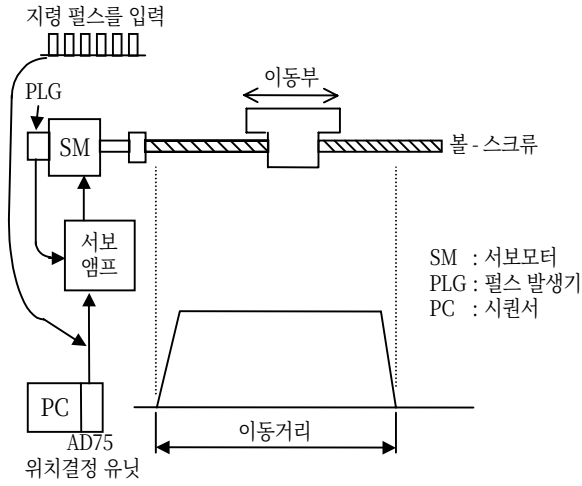
⑵ 펄스 카운트 방식

리미트 스위치 방식을 개량한 방식으로서는 펄스 카운트 방식이 있습니다. 이 방식의 경우, 정지 위치가 임의로 선택 가능하여 감속점이 몇 단으로도 취할 수 있기 때문에 근거리 이동의 경우에 시간 단축이 가능합니다.
정지 정밀도 그 자체는 리미트 스위치 방식과 다르지 않습니다만, 항상 이동체의 현재 위치를 검출하고 있기 때문에 정지 위치를 오버했을 경우 등의 보정은 용이하게 가능해집니다.
그러나 정지 정밀도에 주는 요소는, 리미트 스위치 방식과 같은 문제를 갖고 있기 때문에 정지 정밀도 그 자체가 좋아지는 일은 그다지 기대할 수 없습니다.

⑶ 펄스 지령 방식

서보를 사용한 위치결정 방식은 이상의 결점을 개선한 것으로, 펄스 카운트 방식과 같게 이동체의 위치를 항시 검출함과 동시에, 정지시는 저속의 크리프 속도도 마련하는 일 없이 고속에서 직접 정지 목표 위치로 향해 연속적으로 속도제어하여, 요구 정밀도내에 정지시키는 방식입니다. 속도제어 방식에 대한 위치제어 방식이라고 합니다.

표2.1 위치결정 방식 비교표

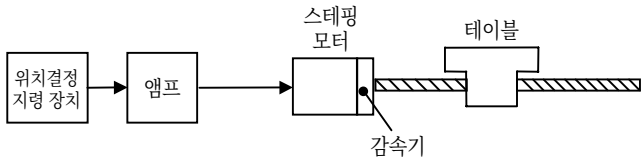
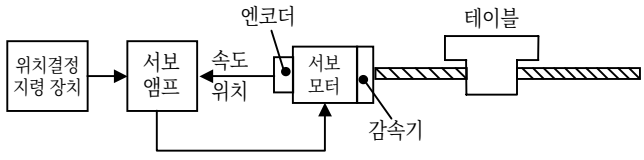
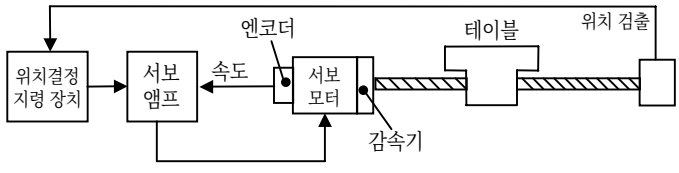
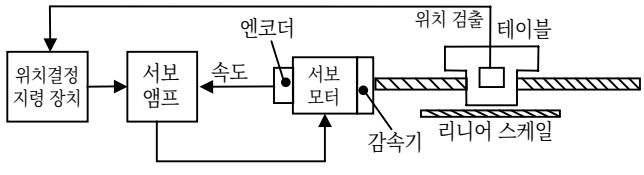
분류	방식	내용	개요 설명도
속도제어 방식	리미트 스위치 방식	이동체가 통과하는 곳에 리미트 스위치를 세트하고, 이동체가 이 스위치를 작동시키면, 그 신호로 정지시키는 방식. 일반적으로는, 2개의 스위치에 의해 최초의 스위치로 저속으로 떨어뜨리고 두 번째의 스위치로 모터를 OFF하고, 브레이크를 걸어 이동체를 정지시킵니다. 특히 위치결정 장치를 필요로 하지 않고 간단한 제어로 저렴한 가격으로 장치의 구성이 가능.	
		(정지 정밀도 기준 …… ±0.5~5.0mm 정도)(주)	
	펄스 카운트 방식	물체를 구동하는 모터나 회전축에 위치 검출기 (펄스 엔코더 등)를 세트하고, 거기에서 나오는 펄스 수를 고속 카운터로 계수 합니다. 펄스는 이동거리에 비례하므로 카운터가 예정값에 이르면 정지 신호를 내어 이동체를 정지시킵니다. 이 방식에서는 리미트 스위치 등을 생략할 수가 있어 위치 변경이 용이합니다. (MELSEC—A시리즈의 AD61 고속 카운터 유닛 등을 사용할 수 있습니다.)	
		(정지 정밀도 기준 …… ±0.5~5.0mm 정도)(주)	
위치제어 방식	펄스 지령 방식	구동 모터에는, 입력된 펄스수에 비례하여 회전하는 AC 서보모터를 사용합니다. AC 서보모터의 서보앰프에 이동거리에 대응하는 수의 펄스를 입력하는 것으로써 펄스수에 비례하여 고속의 위치결정을 할 수 있습니다. (MELSEC—A시리즈의 1~3축 위치결정 유닛 AD75P1 - S3등을 사용할 수 있습니다.)	
		(정지 정밀도 기준 …… ±0.001~0.05mm 정도)	

주) 정지 정밀도는 저속 속도가 10[mm/sec]~100[mm/sec]의 경우를 나타냅니다.

2.1.3 위치제어 방식의 종류

서보에 의한 위치결정 제어는 위치의 검출을 항상 피드백하는 방식인데, 이 검출 방식에도 표2.2에 나타내는 것 같은 종류가 있습니다.
(오픈 루프 방식은 서보가 아니지만, 클로즈드 루프와의 비교에 있어 표시 했습니다.)

표2.2 위치제어 방식의 종류

루프 방식		구 성	특 징
오픈 루프			● 피드백이 없어 서보라고 부르지 않습니다. ● 과부하로 탈조(운전 정지)합니다. ● 소용량 밖에 없습니다.
세미 클로즈드 루프	모터축 검출		● 구성 간단 ● 응답이 제일 빠릅니다 ● 제어계가 안정, 안심하게 사용할 수 있습니다. ● 감속기의 백래시 보정 필요합니다
	송신 나사단 검출		● 구성이 약간 복잡(별도의 검출기 필요) ● 감속기나 전송 나사의 영향으로 불안정이 되기 쉽습니다 ● 감속기의 백래시 보정 불필요
풀 - 클로즈드 루프			● 고가(高價)의 위치 검출기 필요 ● 기어나 전송 나사의 영향으로 불안정이 되기 쉽고, 응답을 높게 할 수 없습니다. ● 감속기의 백래시 보정 불필요

AC서보 MELSERVO 시리즈는, 제어계의 안정성과 사용자의 취급 용이성을 중요시하여 모터축 검출 방식의 세미 클로즈드 루프를 채용하고 있습니다.

2. 2 AC서보에 의한 위치결정 제어의 기본

아래에 펄스 지령 방식에 의한 위치결정 제어에 대해 설명합니다.

2.2.1 위치 검출과 모터 1회전당의 펄스수

AC서보 MELSERVO 시리즈에서는 2.1.3항에서 설명한 것처럼, 모터축에 직결한 엔코더(검출기)에 의해 모터의 회전위치 즉 기계의 위치를 검출하는 세미 클로즈드 루프 방식을 채용하고 있습니다.
엔코더에서는 모터의 회전각에 대응한 펄스 신호가 발생하고, 이 펄스 신호를 서보앰프에서 받아 들여 위치결정 제어를 실시합니다.(엔코더의 자세한 내용은 1.4.3항 참조)
이 피드백 펄스는, 모터에 연결된 기계 이동의 흐름(분해능)을 결정하는 기준이 되며, 모터 1회전당의 펄스수가 많을 수록, 고정밀의 위치결정 제어를 할 수 있습니다. HF－KP형의 서보모터의 경우에는 262144 펄스(262144 p/rev로 표현됨)로 되어 있습니다.(1.3.4항 참조)

2.2.2 위치 서보의 관해서

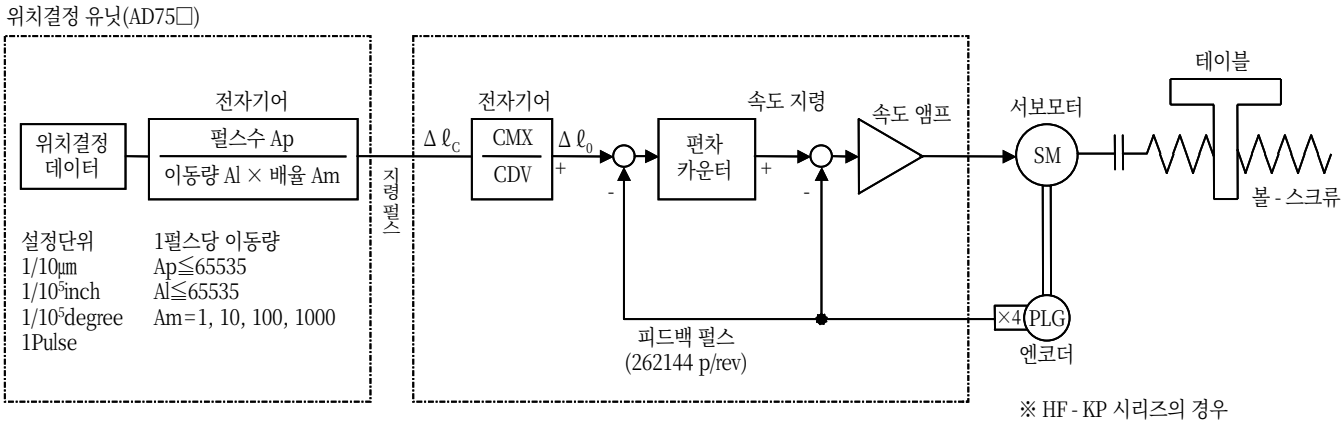


그림2.3 위치 서보의 구성

서보모터에 의한 위치결정이란 위치결정 지령 장치로부터 지령 펄스가 입력되면, 서보앰프는 지령 펄스와 모터 회전수에 대응한 피드백 펄스를 편차 카운터에 받아 들여, 그 차이가 영(零)이 되도록 모터를 제어하는 것입니다. 이 때문에 서보모터는 지령 펄스에 의해 엄밀한 위치결정을 하는 것이 가능해졌습니다. 서보에 의한 위치결정 제어의 기본이 되는 것은 서보앰프에 대한 지령 1펄스당 모터축(기계)의 움직임이며,

① 기계의 이송량은 총지령 펄스수에 비례합니다.

② 기계의 속도는 지령 펄스열의 속도(펄스 주파수)에 비례합니다.

③ 최종 ±1 펄스의 범위에서 위치결정 완료하고, 이후 위치 지령이 없는 한, 서보 록 상태로 그 위치를 보관 유지하는 것입니다.

(1) 편차 카운터와 모터의 회전량

편차 카운터에서는 위치결정 지령 장치에서의 지령 펄스를 가산하는 것과 동시에, 피드백 펄스가 되돌아 오면 카운터의 값을 감산해 갑니다. 편차 카운터의 값(잔류 펄스)이 크면 속도 지령이 커지게 되어 고속으로 모터는 회전하고, 목표 정지 위치에 가까워지면 지령 펄스가 감소하고, 영(零)이 되면 편차 카운터의 출력이 내려가기 때문에 모터 속도도 저하됩니다. 편차 카운터의 값(잔류 펄스)이 영(零)이 되면 속도 지령도 영(零)이 되어 모터는 정지합니다. 그러므로 편차 카운터의 출력은 피드백 펄스의 수, 즉 모터의 회전량이 지령 펄스의 수와 같게 되도록 자동 제어하는 기능을 갖고 있습니다.
예를 들면, 피드백 펄스 262144p/rev의 MELSERVO－J3시리즈의 모터 HF－KP를 1/2 회전시키려면 위치결정 지령 장치에서 131072 펄스 입력할 필요가 있습니다.

(2) 모터 회전속도

편차 카운터의 제어에 의해, 모터의 회전각도와 지령 펄스의 양이 비례하므로 모터의 회전속도는 지령 펄스열의 속도에 비례합니다.
예를 들면, HF－KP시리즈의 모터를 3000r/min로 운전하려면, 1분간에 지령 펄스를 3000 회전×262144 펄스 = 786.432×10^6펄스, 1초간으로 하면 $786.432\times10^6/60=13107.2\times10^3$ 펄스 (13107.2×10^3PPS =13107.2kpps라고 표현함)를 위치결정 지령 장치에서 입력할 필요가 있습니다.
통상은, 지령 장치측, 서보앰프측의 전자기어 기능을 사용해 입력합니다.

(3) 위치결정 완료와 서보 록

편차 카운터의 출력(잔류 펄스)이 영(零)이 되면, 즉 지령 펄스의 수와 피드백 펄스의 수가 일치하면 위치결정 완료가 됩니다. 그 후, 만약 어떠한 외력에 의해 서보모터가 회전하면, 엔코더에서 피드백 펄스가 편차 카운터에 입력되어, 편차 카운터에서는 속도 지령이 나와, 항상 잔류 펄스가 영(零)이 될 방향으로 모터를 회전 수정하고, 항상 정위치에 머물게 하는 기능이 있습니다. 이것을 서보 록이라고 합니다.

2. 3 위치결정 정밀도

2.3.1 1펄스당 기계의 이송량

1펄스당의 기계의 이송량이 기계의 이동하는 최소단위가 됩니다. 그림 2.4(1)과 같이 기계계가 볼 - 스크류, 한편 감속기가 없는 경우의 1펄스당의 기계의 이송량 $\Delta\ell_0$는 식(2－1)과 같이 됩니다. 기계계가 볼 - 스크류 이외의 경우, 또, 감속기가 붙었을 경우, 1펄스당의 기계의 이송량을 계산하려면 , 모터 1회전당 기계의 이송량 ΔS를 기준으로 생각합니다. 식(2－1)의 ΔS에 그림 2.4의 모터 1회전당의 이송량을 대입하면, 1펄스당 이송량 $\Delta\ell_0$를 구할 수가 있습니다.

$$\Delta\ell_0=\frac{\Delta S}{P_{fo}}=\frac{\Delta S}{262144}\ [mm/pulse] \quad \cdots\cdots (2-1)$$

단, P_{fo} : 모터 1회전당의 피드백 펄스수
P_{fo}의 값은, 엔코더 분해능과 동일하고, 모터의 타입에 따라 다릅니다.
HC－PQ 타입은 4000[pulse/rev], HC－SFS 타입은 131072[pulse/rev] 입니다. (1.3.4항 참조)

그림2.4에 기계계의 예와 ΔS의 계산식을 나타냅니다.

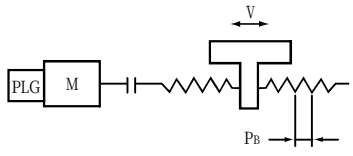
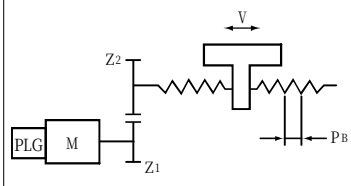
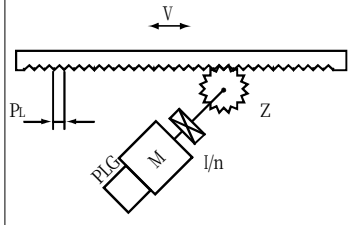
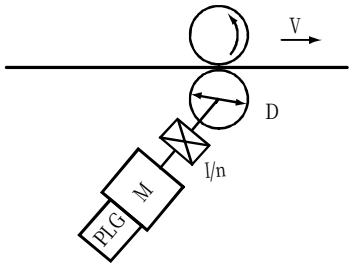
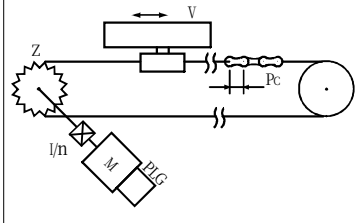
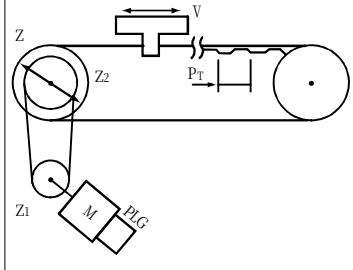
	(1) 볼-스크류(직결)	(2) 볼-스크류(기어 연결)	(3) 랙 & 피니온
구동방식			
모터 1회전당의 이송량	$\Delta S = P_B$	$\Delta S = P_B \cdot \frac{Z_1}{Z_2} = P_B \cdot \frac{1}{n}$	$\Delta S = P_L \cdot Z \cdot \frac{1}{n}$ Z : 피니온의 톱니수
	(4) 롤 피드	(5) 체인에 의한 구동(직결)	(6) 체인, 타이밍 벨트 구동
구동방식			
모터 1회전당의 이송량	$\Delta S = \pi \cdot D \cdot \frac{1}{n}$	$\Delta S = P_C \cdot Z \cdot \frac{1}{n}$ Z : 스프로켓의 톱니수	$\Delta S = P_T \cdot Z \cdot \frac{Z_1}{Z_2} = P_T \cdot Z \cdot \frac{1}{n}$ Z : 풀리의 톱니수

그림2.4 각 종 기계계의 모터 1회전당의 이송량(ΔS)

2.3.2 기계의 종합 정밀도와 전기측 정밀도에 대해서

기계의 종합 정밀도Δ ε= 기계측 정밀도+전기측 정밀도가 됩니다.
기계측 정밀도는 기계 메이커에서 검토합니다.
전기측 정밀도는 기계축에 있어서 1펄스당의 이송량 $\Delta \ell_0$〔mm/pulse〕에 의존합니다.

미쓰비시 MELSERVO 시리즈를 사용하면, 최종적으로 전자기어 출력 펄스의 ±1 펄스이내 (기계축 환산±$\Delta \ell_0$)에서 정지하고, 서보 록 상태로 들어갑니다. 서보 록 상태에서는 다음의 지령 펄스가 오지 않는 한 그 상태를 보관 유지합니다. 따라서 전기측 정밀도 ±$\Delta \ell_0$가 기계의 종합 정밀도$\Delta \varepsilon$에 영향을 미치지 않게, 일반적으로는,

$$\Delta \ell_0 \leqq \left(\frac{1}{5} \sim \frac{1}{10}\right) \times \Delta \varepsilon \quad \cdots\cdots (2-2)$$

를 만족하도록 설정합니다.

<참고> 기계의 종합 정밀도$\Delta \varepsilon$와 1펄스당 이송량 $\Delta \ell_0$

기계의 종합 정밀도$\Delta \varepsilon$를 고려하여 1펄스당 이송량 $\Delta \ell_0$를 요구할 수가 있습니다.

2. 4 기계 최고속도에 대한 모터 회전속도

그림 2.5와 같이 기계계가 기어로 변속되어 볼 - 스크류 구동되는 경우, 기계의 속도V〔mm/min〕에 대한 모터 회전속도 N〔r/min〕은 식(2−3)과 같이 됩니다.

$$\text{모터 회전속도} \leqq \frac{\text{기계의 속도}}{\text{볼 - 스크류의 리드}} \times \frac{1}{\text{감속비}} \quad \cdots\cdots (2-3)$$

따라서, 볼 - 스크류 리드 P_B〔mm〕, 감속비 1/n로 하는 식(2~3)은

$$N \leqq \frac{V}{\Delta S} = \frac{V}{P_B} \cdot n \ [r/min] \quad \cdots\cdots (2-4)$$

기계 최고속도 V_0가 정해져 있다면, 이 V_0에 대응하는 모터의 회전속도를 가능한 한 정격 회전속도 Nr〔r/min〕을 넘지 않는 가까운 값에 선정하면, 위치결정 정밀도를 높게 취할 수 있어 모터의 파워를 유효하게 이용할 수 있습니다.

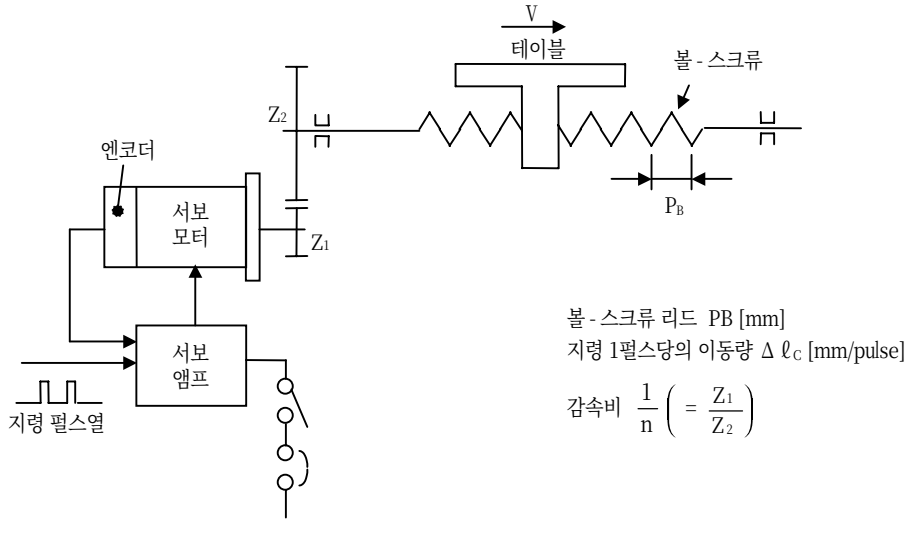


그림2.5 기계속도와 모터속도의 관련

2. 5 지령 펄스

위치 서보에 대해 위치결정 지령 장치로부터 입력되는 펄스수와 같은 수의 피드백 펄스수의 이동이 있고, 한층 더 정상 운전시, 모터는 지령 펄스와 피드백 펄스가 어울리는, 균형 있는 속도로 운전됩니다. 그 때문에 위치결정을 위한 최소 지령 단위와 1펄스당의 기계 이송량(2.3.1항)의 관계에 정합성(整合性)이 잡히고 있는지, 또 기계 최고 회전속도 시의 펄스 주파수가 위치결정 지령 장치, 서보앰프 상호 만족하고 있는지를 확인해 둘 필요가 있습니다.

2.5.1 전자기어 기능

전자기어 기능은 위치결정 지령 장치측, 서보앰프측 양쪽 모두에 있습니다. 여기에서는 서보앰프측의 전자기어에 대해 설명합니다.
AC서보 MELSERVO－J3시리즈는, 전자기어 기능을 가지고 있기 때문에 기계계에 맞추어 검출기를 선정할 필요가 없고 유연한 위치결정이 가능합니다. 아래에 그 기능에 대해 설명합니다.

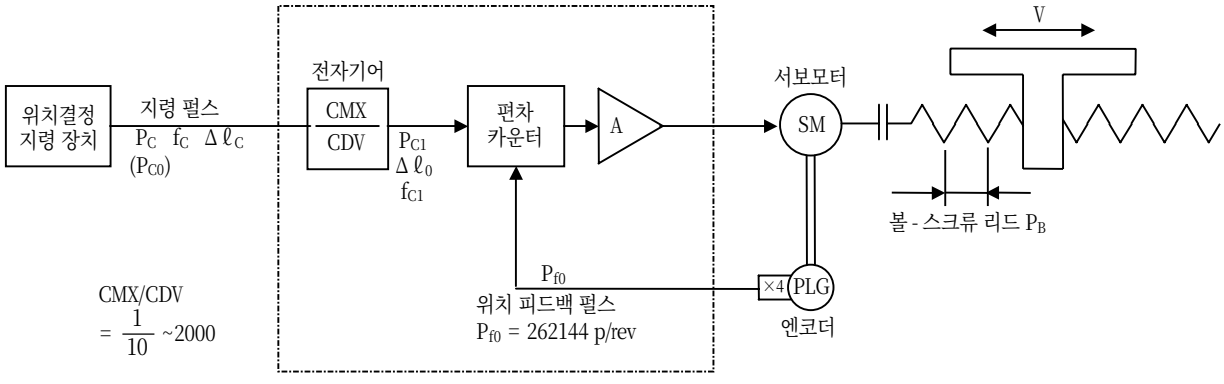


그림2.6 전자기어 기능의 설명

전자기어의 기능을 블록도로 나타낸 것이 그림2.6입니다. 아래에 기능과 관계식을 정리합니다.

그림에 대해

P_C : 지령 펄스수 〔pulse〕

P_{C1} : 편차 카운터 입력 펄스수 〔pulse〕

P_{f0} : 모터 1회전당의 피드백 펄스수 〔pulse/rev〕

P_{C0} : 모터 1회전당의 지령 펄스수 〔pulse/rev〕

f_C : 지령 펄스 주파수 〔pps〕

f_{C1} : 편차 카운터 입력 지령 펄스 주파수 〔pps〕

$\Delta \ell_0$: 피드백 1펄스당의 기계 이동량 〔mm/pulse〕

$\Delta \ell_C$: 지령 1펄스당의 기계 이동량 〔mm/pulse〕

CMX : 지령 펄스 배율 분자

CDV : 지령 펄스 배율 분모

<참고> 전자기어의 기능

전자기어 기능은 위치결정 지령 장치측, 서보앰프측 양쪽 모두에 있습니다.
서보앰프의 전자기어는, 엔코더의 끝수를 정리하기 위해 최대 지령 펄스 주파수를 초과하지않게 설정하고, 위치결정 지령 장치의 전자기어로, 기계계를 포함한 위치결정 데이터의 단위에 맞도록 섬세한 설정을 합니다.

(1) 위치결정 정밀도 $\Delta \ell_0$와 설정 분해능 $\Delta \ell_c$는 분리해서 설정할 수가 있으며 $\Delta \ell_c$는 전자기어에 의해 끝수가 없는 값에 배합할 수가 있습니다.

(2) 모터를 정격 회전속도로 운전할 때의 편차 카운터 입력 펄스 주파수는 고정(식(2−11) 참조)입니다만, 그것보다 낮은 지령 펄스 주파수로 운전할 수가 있습니다.

(1) 전자기어 설정과 지령 펄스의 관계

① 지령 펄스에 전자기어비를 곱한 펄스가 편차 카운터의 입력 펄스가 됩니다.

$$P_{C1} = P_C \cdot \frac{CMX}{CDV} \quad \cdots\cdots (2-5)$$

여기서 P_C : 지령 펄스수 〔pulse〕
P_{C1} : 편차 카운터 입력 펄스수 〔pulse〕
CMX : 지령 펄스 배율 분자
CDV : 지령 펄스 배율 분모

그림2.7에 전자기어비 CMX/CDV=8일 때의 P_C와 P_{C1}의 관계를 나타냅니다.

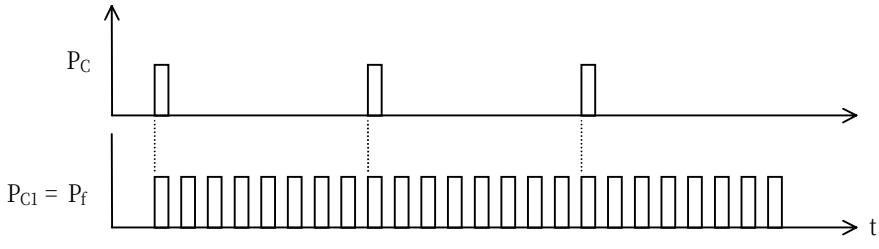


그림2.7 전자기어비 8일 경우의 전자기어 설정부 입출력의 관계

② 펄스 주파수에 대해서도 마찬가지로

$$f_{C1} = f_C \cdot \frac{CMX}{CDV} \quad \cdots\cdots (2-6)$$

여기서 f_C : 지령 펄스 주파수 〔pps〕
f_{C1} : 편차 카운터 입력 펄스 주파수 〔pps〕

③ 전자기어는 위치제어 루프의 밖에 구성되기 때문에, 지령 펄스 배율을 어떠한 값으로 설정해도 항상

모터축 상에서의 분해능은 $\left(\frac{1}{\text{엔코더 분해능}} \times 360_{\circ} \right)$ 이 됩니다.

단, 위치결정 정밀도는 : 지령 1펄스당의 기계 이동량(mm/pulse)에 의해 결정됩니다.

④ 전자기어비를 1이하로 설정하면, 지령 펄스 입력이 1에서는 편차 카운터에는 출력되지 않습니다.
배율 후의 값이 1이 되었을 때 출력됩니다.

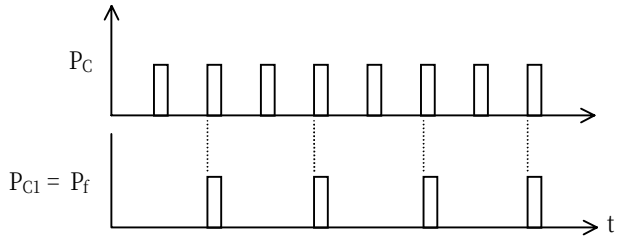


그림2.8 전자기어비 1/2일 경우의 전자기어 설정부 입출력의 관계

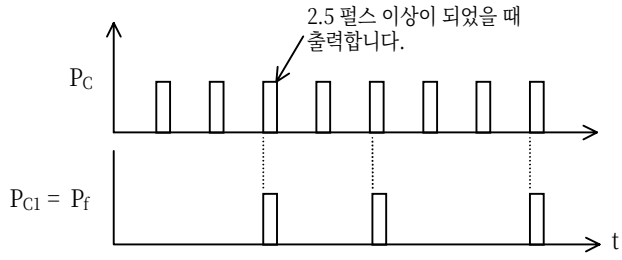


그림2.9 전자기어비 2/5일 경우의 전자기어 설정부 입출력의 관계

⑤ MR−J3 서보앰프의 경우, 전자기어의 비 및 분모, 분자의 설정 범위는 아래와 같습니다.

$$\frac{1}{10} < \frac{CMX}{CDV} < 2000 \quad \cdots\cdots (2-7)$$

CMX : 1~1048576의 정수　　CDV : 1~1048576의 정수

(2) 전자기어비의 설정과 기계계와의 관계를 아래에 표시합니다.

① 모터축의 회전 각도는 위치 피드백 펄스 1펄스분 $\left(\frac{1}{\text{엔코더 분해능}} \times 360_{\circ} \right)$ 이 이동 단위가 됩니다.

※ HF - KP 모터의 경우 엔코더의 분해능은 262144가 됩니다.

$$\Delta \ell_0 = \frac{P_B}{P_{f0}} = \frac{P_B}{\text{엔코더 분해능}} \quad \cdots\cdots (2-8)$$

여기서 P_{f0} : 모터 1회전당의 피드백 펄스수〔pulse/rev〕

주) 감속비가 있는 경우는 $\Delta \ell_0 = \frac{P_B}{\text{엔코더 분해능}} \cdot \frac{1}{n}$ 이 됩니다. $\frac{1}{n}$ = 감속비

(3) 편차 카운터의 입력 1펄스가 위치 피드백 1펄스의 모터 회전에 동일해지기 때문에 지령 펄스에 전자기어를 곱한 것으로 지령 1펄스당의 모터 회전각도=기계 이동량을 임의의 값으로 설정할 수 있어 끝수가 없는 값 (1 μm, 10 μm 등)으로 할 수가 있습니다.
지령측에서 본 모터 1회전당의 펄스수 P_{C0}와 피드백측의 모터 1회전당의 펄스수 P_{f0}와의 사이에는 식(2−5)와 같이

$$P_{C0} \cdot \frac{CMX}{CDV} = P_{f0} \quad \cdots\cdots (2-5)$$

의 관계가 있습니다. 식(2−8)의 지령측에서 본 1펄스당의 이동량으로 나타내면

$$\Delta \ell_C = \frac{P_B}{P_{C0}} \quad \cdots\cdots (2-8)$$

되어, 한층 더 (2 - 5)의 관계로부터

$$\Delta \ell_C = \frac{P_B}{P_{C0}} = \frac{P_B}{P_{f0}} \cdot \frac{CMX}{CDV} = \Delta \ell_0 \cdot \frac{CMX}{CDV} \quad \cdots\cdots (2 - 9)$$

에 의해 전자기어비를

$$\frac{CMX}{CDV} = \frac{\Delta \ell_C}{\Delta \ell_0} = \Delta \ell_C \cdot \frac{P_{f0}}{P_B} \quad \cdots\cdots (2 - 10)$$

으로 설정하면, 지령 1펄스당의 이동량 $\Delta \ell_C$를 기계계(P_{f0}, P_B)에 의하지 않고 임의의 값으로 할 수가 있습니다.

(4) 모터 속도는 지령 펄스를 전자기어비 배(倍)가 된 후의 편차 카운터에 입력되는 펄스열주파수 f_{C1}에 의해 결정되기 때문에, 위치결정 지령 장치의 출력 펄스수(지령 펄스 주파수) f_C가 작은 경우에서도 f_{C1}를 크게 해 고속으로 회전시킬 수가 있습니다.
모터가 일정 속도시, 편차 카운터의 입력 펄스 주파수(f_{C1})와 피드백 펄스 주파수 f_F가 균형을 이루므로 모터 속도와 전자기어의 관계는 식(2−11)에서 표현됩니다.

$$f_{C1} = f_C \cdot \frac{CMX}{CDV} = P_{f0} \cdot \frac{N}{60} \quad \cdots\cdots (2 - 11)$$

여기서 f_C : 지령 펄스 주파수 〔pps〕
f_{C1} : 편차 카운터 입력 펄스 주파수 〔pps〕
N : 모터 회전속도 〔r/min〕

따라서 지령 펄스 주파수 f_C로 모터를 회전속도 N으로 운전할 때의 전자기어비는

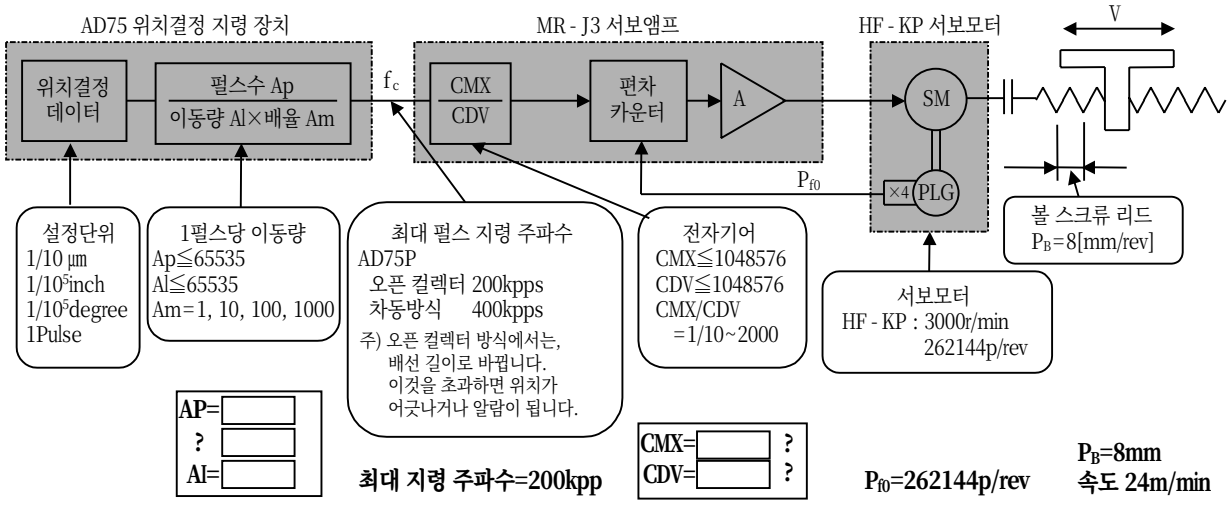
$$\frac{CMX}{CDV} = \frac{f_{C1}}{f_C} = \frac{1}{f_C} \cdot P_{f0} \cdot \frac{N}{60} \quad \cdots\cdots (2 - 12)$$

예를 들면, 지령펄스 주파수 200kpps일 때, 서보모터(HF - KP시리즈)를 3000r/min으로 회전시키기 위한 전자기어비 $\frac{CMX}{CDV}$는

$$\frac{CMX}{CDV} = \frac{1}{200000} \times 262144 \times \frac{3000}{60} = \frac{8192}{125}$$

가 됩니다.

예제 2.1



문제 (1) 피드백 1펄스당의 기계 이동량 $\Delta \ell_0$를 구하시오.

문제 (2) AD75측 전자기어를 1/1, 기계 이동량 $\Delta \ell_C$=0.1[㎛/pulse]로 했을 경우의 지령 1펄스당의 경우의 서보앰프측 전자기어비 K를 구하시오

문제 (3) 문제(2)에서 요구한 K의 경우, 모터가 3000[r/min]시의 지령 펄스 주파수 f_C를 구하시오.

문제 (4) 지령 펄스 주파수 200kpps일 때의 서보앰프측 전자기어비 K를 구하시오.

문제(1) 식(2 - 8) 의해

$$\Delta \ell_0 = \frac{P_B}{P_{f0}} = \frac{8}{262144} \quad 0.0305 \times 10^{-3}\ [\mathrm{mm/pulse}]$$

※. 위치결정 300mm로 했을 경우, $300 \div 0.0305 \times 10^{-3} = 9836065.574$ 펄스가 되어 끝수가 발생하게 됩니다.

문제(2) 서보모터의 피드백 1펄스당의 이동량 (0.061×10^{-3}[mm/pulse])의 서보모터를 위치결정 장치의 기계 이동량 (0.1×10^{-3}[mm/pulse])으로 제어하기 위한 전자기어비를 산출합니다.
식(2 - 10) 의해

$$K = \frac{CMX}{CDV} = \Delta \ell_C \cdot \frac{P_{f0}}{P_B} = 0.1 \times 10^{-3} \times \frac{262144}{8} = \frac{2048}{625}$$

위의 전자기어를 입력했을 경우의 $\Delta \ell_C$는

$$\Delta \ell_C = \frac{P_B}{P_{f0}} \times \frac{CMX}{CDV} = \frac{8}{262144} \times \frac{2048}{625} = 0.0001\ [\mathrm{mm/pulse}]$$

※. 위치결정 300 mm로 했을 경우, $300 \div 0.0001 = 3000000$ 펄스가 되어 끝수는 나오지 않습니다.
※. 위에서 요구한 전자기어비로 AD75 위치결정 지령 장치의 최대 지령 주파수 200kpps를 초과하지 않는지 확인할 필요가 있습니다.

문제(3) 식(2 - 11) 의해

$$f_{C1} = P_{f0} \times \frac{N}{60} = 262144 \times \frac{3000}{60} = 13107200 \text{〔pps〕}$$

식(2 - 6) 의해

$$f_C = \frac{CDV}{CMX} \cdot f_{C1} = \frac{625}{2048} \times 13107200 = 4000000 = 4000 \text{〔kpps〕}$$

※. 지령 펄스 주파수가 AD75의 최대 지령 펄스 주파수 200kpps를 초과하면 제어할 수 없습니다.
(→AD75의 최대 지령 펄스 주파수 200 kpps일 때의 서보앰프측 전자기어를 구합니다.)

문제(4) 식(2 - 6) 의해

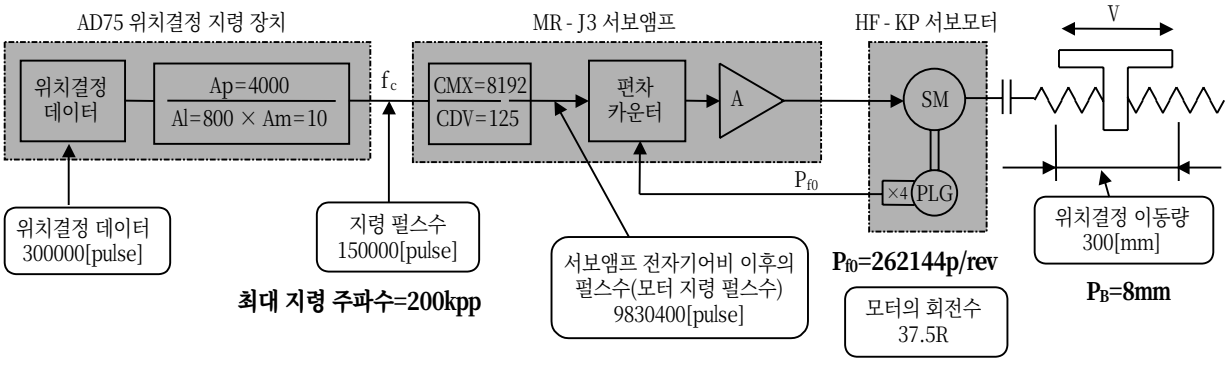
$$f_C = \frac{CDV}{CMX} \cdot f_{C1} \Rightarrow \frac{CMX}{CDV} = \frac{f_{C1}}{f_C} = \frac{13107200}{200 \times 10^{-3}} = \frac{8192}{125}$$

위의 전자기어를 입력했을 경우의 위치결정 정밀도 $\Delta \ell_0$를 확인해 봅니다.

$$\Delta \ell_C = \frac{P_B}{P_{f0}} \times \frac{CMX}{CDV} = \frac{8}{262144} \times \frac{8192}{125} = 0.002 \text{〔mm/pulse〕}$$

예제 2.1의 정리

위치결정 300mm의 경우를 생각해 봅니다.



2.5.2 최대 입력 펄스 주파수

서보앰프 최대 입력 주파수는 다음의 조건으로 정해집니다.

(1) MR−J3시리즈는, 최대 입력 펄스 주파수(오픈컬렉터…200kpps, 차동리시버…1Mpps)에서 서보모터를 정격 회전속도까지 사용할 수 있도록, 식(2−11), (2−12)에 의해 전자기어의 값을 선정합니다.
그리고 지령 장치를 포함한 전체의 최대 입력 펄스 주파수는,위의 서보앰프와 지령 장치의 양쪽 모두 만족하는 최대 주파수가 됩니다.(위치결정 지령 장치의 최대 출력 펄스 주파수는 부록4 참조)

예제 2.2

(1) MR−J3(3000r/min) 시리즈의 오픈 컬렉터 입력의 최대 입력 펄스 주파수는 몇 kpps인가?

(2) MR−J3의 정격 회전속도를 최대 입력 펄스 주파수 이하로 사용하는 경우,
MR−J3의 전자기어 K의 범위를 구하시오.

(3) 오픈 컬렉터 입력의 경우, MR−J3, AD75 전체적으로 최대 입력 펄스 주파수는 몇 kpps인가?

(1) 200kpps입니다.

(2) (2 - 11), (2 - 12)에 의해 전자기어의 값 K의 범위는

$$f_{C1} = P_{f0} \times \frac{3000}{60} = 262144 \times \frac{3000}{60} = 13107.2 \times 10^3 \text{pps} \quad 2000 > K \geqq \frac{f_{C1}}{f_C} = \frac{13107.2 \times 10^3}{200 \times 10^3} = \frac{65536}{1000}$$

(3) MR - J3와 AD75의 양쪽 모두 만족하는 주파수는 200kpps입니다.

예제 2.3

(1) MR−J3(3000r/min) 시리즈의 차동 입력의 최대 입력 펄스 주파수는 몇 kpps인가?

(2) MR−J3의 정격 회전속도를 최대 입력 펄스 주파수 이하로 사용하는 경우,
MR−J3의 전자기어 K의 범위를 구하시오.

(3) 차동 입력의 경우, MR−J3, AD75 전체적으로 최대 입력 펄스 주파수는 몇 kpps인가?

(1) 1Mpps입니다.

(2) (2 - 11), (2 - 12)에 의해 전자기어의 값 K의 범위는

$$f_{C1} = P_{f0} \times \frac{3000}{60} = 262144 \times \frac{3000}{60} = 13107.2 \times 10^3 \text{pps} \quad 2000 > K \geqq \frac{f_{C1}}{f_C} = \frac{13107.2 \times 10^3}{1 \times 10^6} = \frac{32768}{2500}$$

(3) MR - J3와 AD75의 양쪽 모두 만족하는 주파수는 400kpps입니다.

2. 6 속도패턴과 정지 정정(整定)시간

2.6.1 속도패턴과 잔류 펄스의 움직임

잔류 펄스와 서보앰프의 편차 카운터에 있어서의 지령 펄스와 피드백 펄스의 차이를 말합니다.
그 움직임을 그림2.10에 나타냅니다.

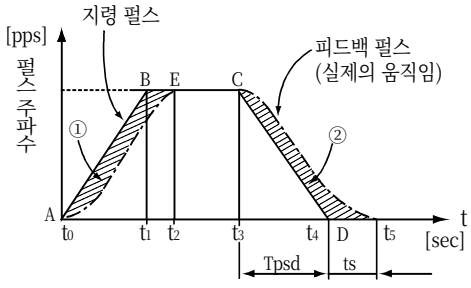


그림2.10 속도패턴과 잔류 펄스

(1) $t_0 \rightarrow t_2$간의 동작

지령 펄스에 대해, 서보모터의 가속 지연에 의해 엔코더에서의 피드백 펄스가 늦어 잔류 펄스 ε이 발생합니다.

$$\varepsilon = \frac{f_{C1}}{PG1} = \frac{K \cdot f_C}{PG1} \text{〔pulse〕} \cdots\cdots (2-13)$$

PG1: 위치제어 게인1

$$K : \frac{CMX}{CDV}$$

(2) $t_2 \rightarrow t_3$간의 동작

식(2−13)의 잔류 펄스분의 지연을 유지하면서, 지령 펄스와 서보모터의 회전속도를 동기하여 운전합니다.

(3) $t_3 \rightarrow t_4$간의 동작

식(2−13)의 위치 지연을 되찾도록 움직입니다. t_4(지령 펄스가 종료한 시점)에 대해도 모터는 지령 위치에 도달하고 있지 않고, 지령 펄스는 없어져도 모터는 아직 움직이고 있습니다.

(4) $t_4 \rightarrow t_5$간의 동작

나머지의 잔류 펄스를 전부 내보내도록 움직입니다. 이 t_4에서 t_5간의 시간을 정지 정정(整定)시간 t_s라고 합니다.

(5) 모터의 움직임

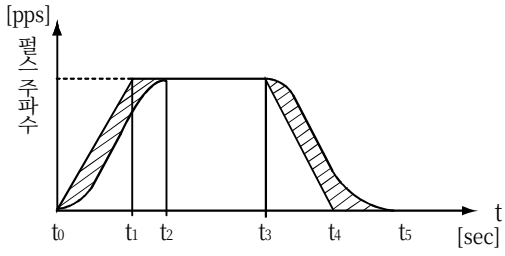
실제의 움직임은 모터 회전속도도 잔류 펄스도 지수 함수적으로 움직입니다.
마지막에는 잔류 펄스를 모두 내보내고 정정하여 , 서보 록 상태로 들어갑니다.

그 결과

지령 펄스의 지령량(면적 ABCD)=실제의 이송량(면적 AECF)
또한
가속시 잔류분①(면적 ABEA)=감속시 감소분②(면적 CFDC)

가 됩니다.

예제 2.4



왼쪽 그림에 대해 PG1=36〔sec^{-1}〕로서 아래와 같이 편차 카운터의 입력에 있어서의 잔류 펄스 ε를 구하시오.
$f_{C1}=K\cdot f_C=180k, 18k, 0.9k, 72$[pps]
또한 $\Delta \ell_0=0.01$[mm/pulse]로 했을 때 그 잔류 펄스를 전송 길이로 환산하시오.
단 HF－KP모터를 사용했을 경우
(전자기어비 K=1/16)

ε=K · f_C/PG1〔pulse〕에서, 각각 다음과 같습니다.

K · f_C = 180kpps의 경우(1318r/min)

$$\varepsilon=\frac{180000}{36}=5000\text{〔pulse〕}$$, 이송 길이 환산값 5000×0.01=50〔mm〕

K · f_C = 18kpps의 경우(132r/min)

$$\varepsilon=\frac{18000}{36}=500\text{〔pulse〕}$$, 이송 길이 환산값 500×0.01=5〔mm〕

K · f_C = 0.9kpps의 경우(6.6r/min)

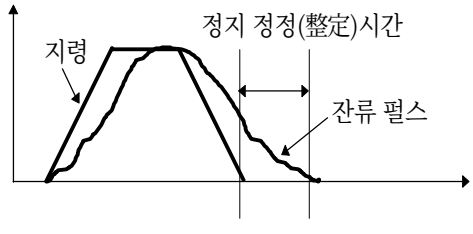
$$\varepsilon=\frac{900}{36}=25\text{〔pulse〕}$$, 이송 길이 환산값 25×0.01=0.25〔mm〕

K · f_C = 72pps의 경우(0.53r/min)

$$\varepsilon=\frac{72}{36}=2\text{〔pulse〕}$$, 이송 길이 환산값 2×0.01=0.02〔mm〕

2.6.2 정지 정정(整定)시간 ts

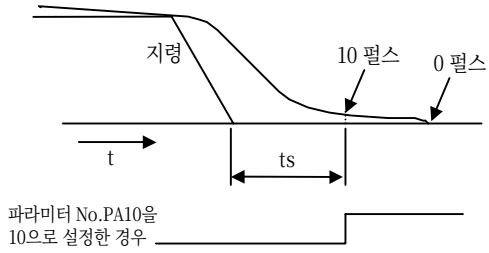
정지 정정(整定)시간이란, 지령을 내려 끝내고 나서, 위치결정이 완료할 때까지의 시간을 나타내며, 인서터, 마운터 등의 부품 실장기에서는, 이 정정(整定)시간에 택 - 타임을 결정할 수 있기 때문에, 시간 단축이 매우 중요한 팩터입니다.



정지 정정(整定)시간은, 모델 적응제어의 모델측 위치제어 게인1(PG1)에 의해 개략치를 구할 수가 있습니다.
다만, 위치제어 게인1의 값은, 기계의 상황이나 부하 관성 모멘트의 값 등에도 크게 영향을 받기 때문에,
고빈도 운전의 전송과 고응답의 정지 정정(整定)이 요구되는 경우에는, 기계계도 포함한 대응을 고려할 필요가 있습니다.
약 10펄스 이하가 될 때까지의 정지 정정(整定)시간은 경험적으로 아래와 같은 식이 됩니다.

$$ts \quad \frac{3}{PG1}(sec)$$

기계가 요구하고 있는 정밀도내에 잔류 펄스가 들어가면,
서보모터가 움직여도, 정지했다고 간주, 위치결정 완료 신호를 출력합니다.
정지 정정(整定)시간은, 고빈도 위치결정시의 사이클 타임에 영향을 줍니다.



2. 7 기계계와 응답 설정과의 관계

2.7.1 응답 설정

종래의 제어 방식에서는, 서보의 위치루프 게인이나 속도루프 게인을 각각의 기계 조건에 맞추어 조정할 필요가 있었습니다. 특히 부하의 관성 모멘트비나 기계 강성에 대해서는, 서보계의 각 루프와의 관계를 충분히 알 필요가 있고, 조정에 시간을 필요로 하는 경우가, 많이 있었습니다.
MELSERVO－J3, J2S, C시리즈에서는, 모델 적응제어, 리얼타임 오토튜닝을 행하고 있기 때문에, 오토튜닝 응답 설정을 기계의 강성에 알맞은 값으로 설정하는 것만으로, 이상 모델부, 실 루프부 모두 자동적으로 최적인 게인으로 조정됩니다.
오토튜닝 응답 설정에 대해서는, 파라미터에서 설정할 수가 있습니다.
아래와 같이 MR－J3에 대해 표로 정리했으므로, 참고로 해 주십시오.

표2.3 MR-J3 파라미터 No.PA09

설정값	오토튜닝 응답성	기계의 기준
1~9	저응답(低應答)	기계 강성이 낮은 것. 벨트, 체인 구동, 백래시가 큰 기계 등.
10~14	저중응답(低中應答)	평균적인 범용 기계의 강성 레벨. 벨트, 체인, 랙&피니언 구동 등. 출하시의 설정값.
15~19	중응답(中應答)	기계 강성의 약간 높은 레벨. 볼 - 스크류, 강성의 높은 타이밍 벨트 등으로 응답을 높이고 싶을 때.
21~24	중고응답(中高應答)	기계 강성이 높고, 고빈도로 위치결정을 실시하는 용도.
35~32	고응답(高應答)	기계 강성이 매우 높고, 초고빈도로 위치결정을 실시하고 싶은 용도.

주) 기계가 헌팅을 일으키거나 기어음이 큰 경우에는 설정값을 작게 합니다.
정지 정정(整定)시간을 짧게 하는 등, 성능을 향상시키는 경우에는 설정값을 크게 합니다.

2.7.2 리얼타임 오토튜닝

오토튜닝 응답 설정값을 파라미터로 설정하고, 서보모터를 움직이면, 그 때의 부하 관성 모멘트를 자동적으로 튜닝하고, 설정된 응답 설정값에 대해, 각 제어 루프의 게인(위치,속도)을 최적인 값으로 설정합니다.
이 때, 기계계에 대한 오토튜닝 응답 설정값이, 적절하지 않으면 진동이 발생하거나 불안정하게 되기 때문에 재차 오토튜닝 설정값을 다시 조정해 주십시오.
튜닝 한 부하의 관성 모멘트 결과는, 상태 표시 모니터의 부하 관성 모멘트비로 확인할 수 있습니다.
추천 부하 관성 모멘트비는 응답성, 회생 에너지, 다이나믹 브레이크 등의 제약이 있습니다.

통상, 부하 관성 모멘트비는, 서보모터에 대해, 기준으로서 30배 이하를 추천합니다.
(자세한 내용은 각 카탈로그를 참고 바랍니다.)
대부분의 기계에서는 리얼타임 오토튜닝으로 설정할 수 있습니다만, 한계(최적)까지 조정할 필요가 있을 때는, 매뉴얼로 게인 조정합니다.

<참고> 매뉴얼 게인의 조정의 방법

부하 관성 모멘트가 과대한 경우,승강축에서 언밸런스 하중이 매우 크고 정상적인 튜닝을 얻을 수 없을 때, 또 기계가 오토튜닝 응답 설정으로 대응할 수 없을 때는, 매뉴얼에서, 각 게인 조정을 실시합니다.
상세한 내용에 대해서는, 5.3.3항을 참조해 주십시오.

MEMO

3. 위치결정 지령 장치

3. 1 서보 기능과 위치결정 지령 장치의 분담(分擔)

AC서보에 의한 위치결정 제어는 지령 펄스열을 발생하는 위치결정 지령 장치와 서보앰프가 각각 아래와 같이 기능을 분담하여 행해집니다.

3.1.1 위치결정 지령 장치측의 기능

(1) 기계의 이송량에 해당하는 지령 펄스의 출력

(2) 기계 속도의 결정(지령 펄스 주파수)

(3) 운전패턴의 결정(가감속 시정수)

(4) 이론상의 기계 위치를 기억합니다.

3.1.2 서보앰프측의 기능

(1) 위치결정 지령 장치로부터의 펄스열에 따라, 지령 위치로의 위치결정 제어

(2) 서보 록 기능

(3) 위치결정 완료 신호의 출력 기능

3. 2 위치결정 지령 장치의 분류와 구성

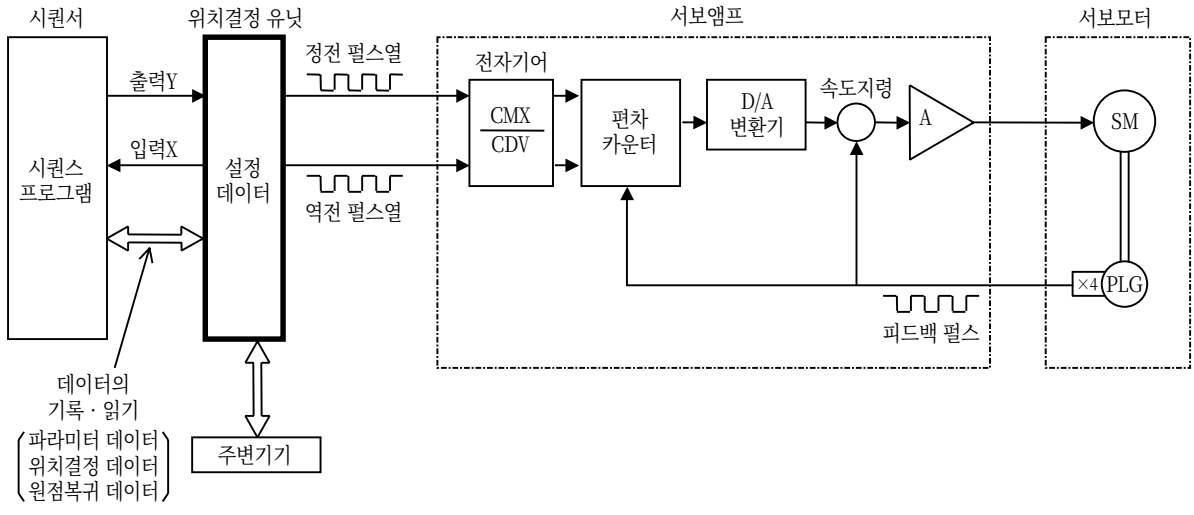


그림3.1 위치결정 시스템의 구성

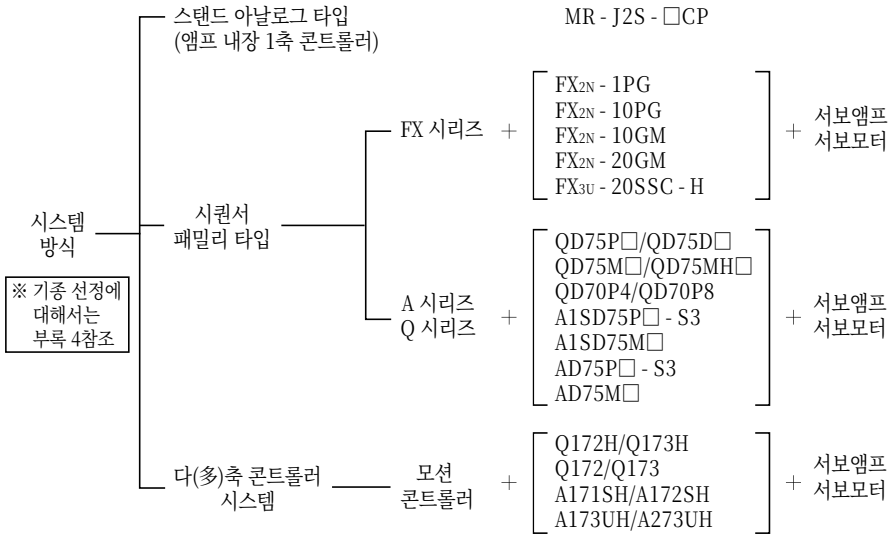
①. 위치결정 유닛에서 나온 펄스열을 편차 카운터로 적산(積算)하고, 이 펄스의 집합양이 D/A변환되어 직류 아날로그 전압이 되어 속도지령이 됩니다.

②. 속도지령에 의해 모터는 회전하고, 동시에 PLG보다 피드백 펄스가 편차 카운터로 돌아와 잔류 펄스를 감산(減算)합니다.

③. 위치결정 유닛에서 나와 있는 펄스열이 감속지령이 되면 편차 카운터의 집합 펄스가 없어져 모터는 정지합니다.

3. 위치결정 지령 장치

서보모터의 용도가 다방면으로 나뉘며, 또 상위 콘트롤러 사이와의 시스템화가 진행되고 있는 현상에 있어 서보모터용 위치결정 장치에 대해서도 매우 많은 것이 제안되고 제품화되고 있습니다.
따라서 용도에 맞은 위치결정 지령 장치를 선택하는 것은, 서보 시스템의 효율화, 코스트 퍼퍼먼스의 추구에 있어 서보모터의 선정과 같이 지극히 중요한 포인트가 됩니다.
이상의 관점에서 아래에 각종 위치결정 콘트롤러의 분류, 기능에 대해 설명합니다.



(1) 시스템 방식

위치결정 지령 장치, 서보앰프를 포함한 서보 시스템 방식은 다음과 같이 됩니다.

(2) 제어축 수

통상 1대의 위치결정 지령 장치로 동시에 몇 대의 서보모터/서보앰프를 제어할 수 있는지를 말합니다.
또 복수의 제어축 수를 가지고 있는 경우, 동시제어 방식인지 독립제어 방식인지를 알 수 있습니다.

제어축 수

1축 …… QD75P1, QD75D1, QD75M1, A1SD75P1 - S3, A1SD75M1, FX2N - 10GM, MR - J2S□CP
2축 …… QD75P2, QD75D2, QD75M2, A1SD75P2 - S3, A1SD75M2, FX2N - 20GM, FX3U - 20SSC - H
3축 …… A1SD75P3 - S3, A1SD75M3
4축 …… QD75P4, QD75D4, QD75M4, QD70P4, A171SH, QD75MH
8축 …… QD70P8, Q172, A172SH, Q172H
32축 …… Q173, A173UH, A273UH, Q173H

(3) 동시제어 · 독립제어

① 동시제어 …… 2축 이상의 제어축 수를 가지고 있는 위치결정 지령 장치에 대해, 복수축을 동시에 제어하는 기능을 말합니다.
즉, 복수축의 제어가 1개의 프로그램으로 만들어져 운전모드(자동, 수동, 원점복귀 등), 시동 · 정지는 동시에 행해집니다. 또 이 경우, 최근에는 보간제어를 할 수 있는 것이 많아지고 있습니다.

② 독립제어 …… 2축 이상의 제어축 수를 가지고 있는 위치결정 지령 장치에 대해, 각 축을 독립으로 제어하는 기능을 말합니다.
즉, 각 축의 제어는 개개의 프로그램으로 만들어져 운전모드(자동, 수동, 원점복귀 등), 시동 · 정지도 개별적으로 실시할 수 있습니다.

(4) 보간제어

복수축의 제어를 서로 관련시켜 실시하게 하는 기능으로, 통상 직선보간과 원호보간이 있습니다.

① 직선보간 …… 시점에서 종점(목표 위치)까지를 최단으로 연결하도록 복수축을 제어합니다.
이 경우의 궤적은 직선이 되기 때문에, 직선보간이라 부르며 통상 2축 직선보간, 3축 직선보간이 있습니다.

그림3.2 직선보간의 동작

적합기종
- 2축 직선보간 …… FX2N - 20GM, FX3U - 20SSC - H, QD75P2, QD75D2, QD75M2, AD75P2 - S3, AD75M2 등
- 3축 직선보간 …… QD75P4, QD75D4, QD75M4, QD75MH4, Q172H, Q173H, Q172, Q173, A273UH 등 (2축 직선보간도 가능)

② 원호보간 …… 시점에서 종점(목표 위치)까지를 원호로 연결하도록 복수축을 제어합니다.
2점간을 묶는 원호의 궤적에는 무수하기 때문에, 프로그램에서는 2점의 위치와 동시에 원호의 반경, 중심 위치, 방향 등을 지정합니다.

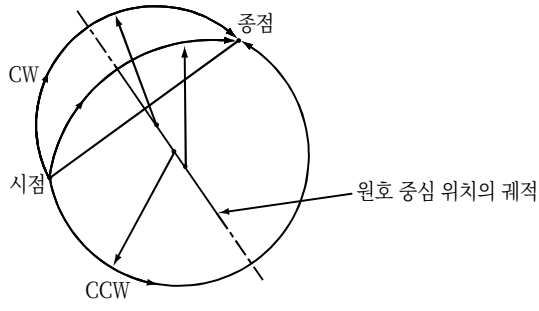


그림3.3 원호보간의 동작

적합기종 …… FX2N - 20GM, FX3U - 20SSC - H, QD75P2/P4, QD75D2/D4, QD75M2/M4, QD75MH2/4, A1SD75 - P2/P3 - S3, A1SD75M2/M3, Q172, Q173, Q172H, Q173H, A273UH 등

(5) 절대위치 검출

서보모터에 절대위치 검출기를 장착하면 전원단 후의 원점복귀를 실행하지 않아도 기계 위치를 위치결정 지령 장치가 백 - 업하여 그 위치로부터 자동 운전을 할 수 있는 시스템입니다.
절대위치 검출 시스템을 구성하기 위해서는, 절대위치 검출기부 모터, 대응하는 서보앰프, 위치결정 지령 장치가 필요합니다.
아래의 SSCNET에 대응한 위치결정 지령 장치, 서보앰프, 모터를 사용하면, 절대위치 검출 시스템을 간단하게 구성할 수 있습니다.

위치결정 지령 장치	서보앰프	모터
Q172H	MR - J3 - □B 시리즈	HF - KP HF - MP HF - SP HC - RP HC - UP HC - LP HA - LP
Q173H		
QD75MH		
FX_{3U} - 20SSC - H		
Q172H	MR - J2S - □B 시리즈 MR - J2M - □B 시리즈	HC - KFS HC - MFS HC - SFS HC - RFS HC - UFS HC - LFS HA - LFS
Q173H		
QD75M		

(6) 위치결정 프로그램의 종류

프로그램의 종류를 기종 대응으로 비교하면 아래와 같이 됩니다.

위치결정 프로그램
- 시퀀스 프로그램 …… FX_{2N} - 1PG, FX_{2N} - 10PG, QD75, QD70, A1SD75, AD75, QD75
- 위치결정 전용 명령…… FX_{2N} - 10GM, FX_{2N} - 20GM, FX_{3U} - 20SSC - H
- 모션 프로그램 (NC 언어 · 전용 언어) …… Q172H, Q173H, Q172, Q173, A171SH, A172SH, A173UH, A273UH
- 접점 …… MR - J2S - □CP

3. 3 위치결정 지령 장치의 설정 데이터

QD75D 위치결정 지령 장치의 설정 데이터를 설명합니다.

3.3.1 기본 파라미터/상세 파라미터

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">항목</th><th colspan="4">설정 범위</th><th rowspan="2">초기값</th></tr>
<tr><th>mm</th><th>inch</th><th>degree</th><th>pulse</th></tr>
<tr><td rowspan="6">기본
파라미터1</td><td>Pr.1 단위 설정</td><td colspan="2">0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Pr.2 1회전당의 펄스수</td><td colspan="4">1~65535 pulse</td><td>20000</td></tr>
<tr><td>Pr.3 1회전당의 이동량</td><td colspan="2">1~65535
×10^{-1} μm</td><td>1~65535
×10^{-5} inch</td><td>1~65535
×10^{-5} degree</td><td>1~65535
pulse</td><td>20000</td></tr>
<tr><td>Pr.4 단위 배율</td><td colspan="4">1:1배 10:10배 100:100배 1000:1000배</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Pr.5 펄스 출력모드</td><td colspan="4">0 : PULSE/SIGN 모드, 1: CW/CCW 모드, 2 : A상/B상 모드(4체배)
3 : A상/B상 모드(1체배)</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Pr.6 회전방향 설정</td><td colspan="4">0 : 정전 펄스 출력으로 현재값 증가 1 : 역전 펄스 출력으로 현재값 증가</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Pr.7 시동시 바이어스 속도</td><td colspan="2">0~2000000000
×10^{-2} mm/min</td><td>0~2000000000
×10^{-3} inch/min</td><td>0~2000000000
×10^{-3} degree/min</td><td>0~1000000
pulse/s</td><td>0</td></tr>
<tr><td rowspan="3">기본
파라미터2</td><td>Pr.8 속도제한값</td><td colspan="2">1~2000000000
×10^{-2} mm/min</td><td>1~2000000000
×10^{-3} inch/min</td><td>1~2000000000
×10^{-3} degree/min</td><td>1~1000000
pulse</td><td>200000</td></tr>
<tr><td>Pr.9 가속시간</td><td colspan="4" rowspan="2">1~8388608 ms</td><td>1000</td></tr>
<tr><td>Pr.10 감속시간</td><td>1000</td></tr>
<tr><td rowspan="15">상세
파라미터1</td><td>Pr.11 백래시 보정량</td><td colspan="2">0~65535
×10^{-1} μm</td><td>0~65535
×10^{-5} inch</td><td>0~65535
×10^{-5} degree</td><td>0~65535
pulse</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Pr.12 소프트웨어 스트로크
리미트 상한값</td><td colspan="2" rowspan="2">- 2147483648~
2147483647
×10^{-1} μm</td><td rowspan="2">- 2147483648~
2147483647
×10^{-5} inch</td><td rowspan="2">0~35999999
×10^{-5} degree</td><td rowspan="2">- 2147483648~
2147483647
pulse</td><td>2147483647</td></tr>
<tr><td>Pr.13 소프트웨어 스트로크
리미트 하한값</td><td>- 2147483648</td></tr>
<tr><td>Pr.14 소프트웨어 스트로크
리미트 선택</td><td colspan="4">0 : 전송 현재값에 소프트웨어 스트로크 리미트를 겁니다
1 : 전송 기계값에 소프트웨어 스트로크 리미트를 겁니다</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Pr.15 소프트웨어 스트로크
리미트 유효/무효 설정</td><td colspan="4">0 : JOG 운전, 인칭 운전, 수동펄서 운전시의 소프트웨어 스트로크 리미트가 유효
1 : JOG 운전, 인칭 운전, 수동펄서 운전시의 소프트웨어 스트로크 리미트가 무효</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Pr.16 지령 인포지션 범위</td><td colspan="2">1~2147483647
×10^{-1} μm</td><td>1~2147483647
×10^{-5} inch</td><td>1~2147483647
×10^{-5} degree</td><td>1~2147483647
pulse</td><td>100</td></tr>
<tr><td>Pr.17 토크제한 설정값</td><td colspan="4">1~500%</td><td>300</td></tr>
<tr><td>Pr.18 M코드 ON신호 출력 타이밍</td><td colspan="3">0 : WITH 모드</td><td colspan="2">1 : AFTER 모드</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Pr.19 속도 전환 모드</td><td colspan="3">0 : 표준속도 전환 모드</td><td colspan="2">1 : 앞당김(전(前)의 속도 전환 모드</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Pr.20 보간속도 지정 방식</td><td colspan="3">0 : 합성속도</td><td colspan="2">1 : 기준축 속도</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Pr.21 속도제어시의 이송 현재값</td><td colspan="4">0 : 속도제어시, 전송 현재값의 갱신을 실시하지 않습니다
1 : 속도제어시, 전송 현재값의 갱신을 실시합니다
2 : 속도제어시, 전송 현재값의 0 클리어를 실시합니다</td><td>0</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Pr.22 입력신호 논리 선택</td><td>b0</td><td>하한 리미트</td><td>b3</td><td>정지신호</td><td>b6</td><td>근접신호</td><td rowspan="4">각 비트값이
0 : 부(負, -)논리
1 : 정(正, +)논리
(미사용 비트는
0을 설정)</td><td rowspan="3">0</td></tr>
<tr><td>b1</td><td>상한 리미트</td><td>b4</td><td>외부지령</td><td>b7,
b9~b15</td><td>미사용</td></tr>
<tr><td>b2</td><td>드라이버 유닛
트레이</td><td>b5</td><td>영점신호</td><td>b8</td><td>수동펄서
입력</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Pr.23 출력신호 논리 선택</td><td>b0</td><td>지령펄스
신호</td><td>b2</td><td>미사용</td><td>b4</td><td>편차 카운터
클리어</td><td rowspan="2">0</td></tr>
<tr><td>b1</td><td>미사용</td><td>b3</td><td>미사용</td><td>b5~b15</td><td>미사용</td></tr>
<tr><td>Pr.24 수동펄서 입력 선택</td><td colspan="4">0 : A상/B상 4체배 1 : A상/B상 2체배 2 : A상/B상 1체배
3 : PULSE/SIGN 모드</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Pr.150 속도 · 위치 기능 선택</td><td colspan="4">0 : INC 모드의 속도 · 위치 전환 제어
1 : ABS 모드의 속도 · 위치 전환 제어</td><td>0</td></tr>
</table>

항목		설정 범위				초기값
		mm	inch	degree	pulse	
상세 파라미터2	Pr.25 가속시간1	1~8388608 ms				1000
	Pr.26 가속시간2					1000
	Pr.27 가속시간3					1000
	Pr.28 감속시간1					1000
	Pr.29 감속시간2					1000
	Pr.30 감속시간3					1000
	Pr.31 JOG 속도제한값	1~2000000000 ×10^{-2} mm/min	1~2000000000 ×10^{-3} inch/min	1~2000000000 ×10^{-3} degree/min	1~1000000 pulse	20000
	Pr.32 JOG 운전 가속시간 선택	0~3				0
	Pr.33 JOG 운전 감속시간 선택					0
	Pr.34 가감속 처리 선택	0 : 자동 사다리꼴 가감속 처리		1 : S자 가감속 처리		0
	Pr.35 S자 비율	1~100%				100
	Pr.36 급정지 감속시간	1~8388608 ms				1000
	Pr.37 정지 그룹1 급정지 선택	0 : 통상의 감속 정지 1 : 급정지				0
	Pr.38 정지 그룹2 급정지 선택					0
	Pr.39 정지 그룹3 급정지 선택					0
	Pr.40 위치결정 완료신호 출력시간	0~65535 ms				300
	Pr.41 원호보간 오차 허용범위	0~100000 ×10^{-1} μm	0~100000 ×10^{-5} inch	0~100000 ×10^{-5} degree	0~100000 pulse	100
	Pr.42 외부 지령 기능 선택	0 : 외부 위치결정 시동 2 : 속도 · 위치/위치 · 속도제어 절환 요구		1 : 외부 속도변경 요구 3 : 스킵요구		0

3.3.2 원점복귀 기본 파라미터/원점복귀 상세 파라미터

항목		설정 범위				초기값
		mm	inch	degree	pulse	
원점복귀 기본 파라미터	Pr.43 원점복귀 방식	0 : 근접도그식 1 : 스톱퍼 정지① (드웰타임의 타임 - 업에 의합니다) 2 : 스톱퍼 정지② (스톱퍼에 해당되었을 때의 영점신호에 의합니다) 3 : 스톱퍼 정지③ (근접도그 없음 방식) 4 : 카운트식① (영점신호를 사용합니다) 5 : 카운트식② (영점신호를 사용하지 않습니다)				0
	Pr.44 원점복귀 방향	0 : 정(+)방향 (어드레스 증가 방향) 1 : 부(-)방향 (어드레스 감소 방향)				0
	Pr.45 원점 어드레스	-2147483648~ 2147483647 ×10^{-1} μm	-2147483648~ 2147483647 ×10^{-5} inch	0~35999999 ×10^{-5} degree	-2147483648~ 2147483647 pulse	0
	Pr.46 원점복귀 속도	1~2000000000 ×10^{-2} mm/min	1~2000000000 ×10^{-3} inch/min	1~2000000000 ×10^{-3} degree/min	1~1000000 pulse/s	1
	Pr.47 크리프 속도					1
	Pr.48 원점복귀 리트라이	0 : 상하한 리미트 스위치에 의한 원점복귀 리트라이를 실시하지 않습니다 1 : 상하한 리미트 스위치에 의한 원점복귀 리트라이를 실시합니다				0
원점복귀 상세 파라미터	Pr.49 원점복귀 드웰타임	0~65535 ms				0
	Pr.50 근접도그 ON 후의 이동량 설정	0~2147483647 ×10^{-1} μm	0~2147483647 ×10^{-5} inch	0~2147483647 ×10^{-5} degree	0~2147483647 pulse	0
	Pr.51 원점복귀 가속시간 선택	0~3				0
	Pr.52 원점복귀 감속시간 선택					0
	Pr.53 원점 시프트량	-2147483648~ 2147483647 ×10^{-1} μm	-2147483648~ 2147483647 ×10^{-5} inch	0~35999999 ×10^{-5} degree	-2147483648~ 2147483647 pulse	0
	Pr.54 원점복귀 토크제한값	1~300%				300
	Pr.55 편차 카운터 클리어 신호 출력시간	1~65535 ms				11
	Pr.56 원점 시프트시 속도 지정	0 : 원점복귀 속도 1 : 크리프 속도				0
	Pr.57 원점복귀 리트라이시 드웰타임	0~65535 ms				0

3.3.3 위치결정 데이터

<table>
<tr><th rowspan="2">단 위
항 목</th><th colspan="4">설정 범위</th><th rowspan="2">초기값</th></tr>
<tr><th>mm</th><th>inch</th><th>degree</th><th>pulse</th></tr>
<tr><td>운전 패턴</td><td colspan="4">종료(00) : 위치결정 종료(정지합니다)
연속(01) : 연속 위치결정 제어(다음의 위치결정 데이터No.를 시동합니다)
궤적(11) : 연속 궤적제어(정지하지 않고 다음의 위치결정 데이터No.의 종점 어드레스로 갑니다)</td><td>종료</td></tr>
<tr><td>제어 방식</td><td colspan="4"><table>
<tr><th>주변기기의 표시</th><th>설정 내용</th><th>코드번호</th></tr>
<tr><td>1 : ABS 직선1</td><td>1축의 직선제어(ABS)</td><td>01H</td></tr>
<tr><td>2 : INC 직선1</td><td>1축의 직선제어(INC)</td><td>02H</td></tr>
<tr><td>3 : 정치수 이송1</td><td>1축의 정치수 이송제어</td><td>03H</td></tr>
<tr><td>4 : 정전 속도1</td><td>1축의 속도제어(정전)</td><td>04H</td></tr>
<tr><td>5 : 역전 속도1</td><td>1축의 속도제어(역전)</td><td>05H</td></tr>
<tr><td>6 : 정전 속 · 위</td><td>속도 · 위치 전환제어(정전)</td><td>06H</td></tr>
<tr><td>7 : 역전 속 · 위</td><td>속도 · 위치 전환제어(역전)</td><td>07H</td></tr>
<tr><td>8 : 정전 위 · 속</td><td>위치 · 속도 전환제어(정전)</td><td>08H</td></tr>
<tr><td>9 : 역전 위 · 속</td><td>위치 · 속도 전환제어(역전)</td><td>09H</td></tr>
<tr><td>A : ABS 직선2</td><td>2축의 직선보간 제어(ABS)</td><td>0AH</td></tr>
<tr><td>B : INC 직선2</td><td>2축의 직선보간 제어(INC)</td><td>0BH</td></tr>
<tr><td>C : 정치수 이송2</td><td>2축의 직선보간에 의한 정치수 이송제어</td><td>0CH</td></tr>
<tr><td>D : ABS 원호보</td><td>보조점 지정의 원호보간 제어(ABS)</td><td>0DH</td></tr>
<tr><td>E : INC 원호보</td><td>보조점 지정의 원호보간 제어(INC)</td><td>0EH</td></tr>
<tr><td>F : ABS 원호 오른쪽</td><td>중심점 지정의 원호보간 제어(ABS, CW)</td><td>0FH</td></tr>
<tr><td>G : ABS 원호 왼쪽</td><td>중심점 지정의 원호보간 제어(ABS, CCW)</td><td>10H</td></tr>
<tr><td>H : INC 원호 오른쪽</td><td>중심점 지정의 원호보간 제어(INC, CW)</td><td>11H</td></tr>
<tr><td>I : INC 원호 왼쪽</td><td>중심점 지정의 원호보간 제어(INC, CCW)</td><td>12H</td></tr>
<tr><td>J : 정전 속도2</td><td>2축의 속도제어(정전)</td><td>13H</td></tr>
<tr><td>K : 역전 속도2</td><td>2축의 속도제어(역전)</td><td>14H</td></tr>
<tr><td>L : ABS 직선3</td><td>3축의 직선보간 제어(ABS)</td><td>15H</td></tr>
<tr><td>M : INC 직선3</td><td>3축의 직선보간 제어(INC)</td><td>16H</td></tr>
<tr><td>N : 정치수 이송3</td><td>3축의 직선보간에 의한 정치수 이송제어</td><td>17H</td></tr>
<tr><td>O : 정전 속도3</td><td>3축의 속도제어(정전)</td><td>18H</td></tr>
<tr><td>P : 역전 속도3</td><td>3축의 속도제어(역전)</td><td>19H</td></tr>
<tr><td>Q : ABS 직선4</td><td>4축의 직선보간 제어(ABS)</td><td>1AH</td></tr>
<tr><td>R : INC 직선4</td><td>4축의 직선보간 제어(INC)</td><td>1BH</td></tr>
<tr><td>S : 정치수 이송4</td><td>4축의 직선보간에 의한 정치수 이송제어</td><td>1CH</td></tr>
<tr><td>T : 정전 속도4</td><td>4축의 속도제어(정전)</td><td>1DH</td></tr>
<tr><td>U : 역전 속도4</td><td>4축의 속도제어(역전)</td><td>1EH</td></tr>
<tr><td>V : NOP</td><td>NOP 명령</td><td>80H</td></tr>
<tr><td>W : 현재값 변경</td><td>현재값 변경</td><td>81H</td></tr>
<tr><td>X : JUMP 명령</td><td>JUMP 명령</td><td>82H</td></tr>
<tr><td>Y : LOOP</td><td>LOOP~LEND의 선두(先頭)</td><td>83H</td></tr>
<tr><td>Z : LEND</td><td>LOOP~LEND의 최후미(最後尾)</td><td>84H</td></tr>
</table></td><td>-</td></tr>
<tr><td>가속시간 No.</td><td colspan="4">0~3(기본 파라미터2와 상세 파라미터2의 중에서 가속시간 0~3을 선택합니다)</td><td>0</td></tr>
<tr><td>감속시간 No.</td><td colspan="4">0~3(기본 파라미터2와 상세 파라미터2의 중에서 감속시간 0~3을 선택합니다)</td><td>0</td></tr>
</table>

항 목 \ 단 위		설정 범위				초기값
		mm	inch	degree	pulse	
보간 대상축		0~3(2축보간 운전을 실시하는 경우의「보간 대상축」(상대축)을 설정합니다) 0 : 축 1을 보간 대상축(상대축)으로 합니다 1 : 축 2를 보간 대상축(상대축)으로 합니다 2 : 축 3을 보간 대상축(상대축)으로 합니다 3 : 축 4를 보간 대상축(상대축)으로 합니다				0
위치결정 어드레스 /이동량	앱솔루트 (ABS) 현재값 변경	- 214748364.8~ 214748364.7㎛	- 21474.83648~ 21474.83647inch	0~359.99999degree	- 2147483648~ 2147483647pulse	0
	인크리멘털 (INC) 정치수 이송	- 214748364.8~ 214748364.7㎛	- 21474.83648~ 21474.83647inch	- 21474.83648~ 21474.83647degree	- 2147483648~ 2147483647pulse	0
	속 · 위, 위 · 속 전환 제어	0~214748364.7㎛	0~21474.83647inch	0~21474.83647 degree 주)	0~2147483647pulse	0
원호 어드레스 (보조점 또는 중심점)		- 214748364.8~ 214748364.7㎛	- 21474.83648~ 21474.83647inch	-	- 2147483648~ 2147483647pulse	0
속도 지령		0.01~20000000.00 mm/min	0.001~2000000.000 inch/min	0.001~2000000.000 degree/min	1~1000000 pulse/s	0
		- 1(커렌트 속도) 전의 위치결정 데이터와 같은 속도				
드웰타임	JUMP명령 이외	0~65535ms(드웰타임) 시간을 경과후에 위치결정 완료 신호가 ON합니다.				0
	JUMP명령	1~600(점프처 위치결정 데이터)				
M코드	JUMP명령, LOOP 이외	0~65535(M코드)				0
	JUMP명령	0~10(조건 데이터No.) 0 : 무조건으로 점프합니다. 1~10 : 조건 성립으로 점프합니다.				
	LOOP	0~65535(반복 횟수)				

주) 속도 · 위치 전환제어에서 ABS 모드의 경우에는, 0~ 359.99999의 어드레스를 설정합니다.

위치결정 데이터 설정예

데이터 No.	운전 패턴	제어 방식	가속시간 [ms]	감속시간 [ms]	보간 대상축	위치결정 어드레스 /이동량[㎛]	원호 어스레스	지령속도 [mm/min]	드웰타임 [ms]	M코드
1	0 : 종료	1 : ABS 직선1	0 : 100	0 : 100	-	50000.0	0.0	2000.00	0	0
2	0 : 종료	1 : ABS 직선1	0 : 100	0 : 100	-	75000.0	0.0	2000.00	0	0
3	0 : 종료	1 : ABS 직선1	0 : 100	0 : 100	-	100000.0	0.0	2000.00	0	0
4	0 : 종료	1 : ABS 직선1	0 : 100	0 : 100	-	150000.0	0.0	2000.00	0	0
5	0 : 종료	1 : ABS 직선1	0 : 100	0 : 100	-	200000.0	0.0	2000.00	0	0
6	0 : 종료	1 : ABS 직선1	0 : 100	0 : 100	-	25000.0	0.0	2000.00	0	0
7	0 : 종료	0 : 지정 없음	0 : 100	0 : 100	-	0.0	0.0	0.00	0	0
8	0 : 종료	0 : 지정 없음	0 : 100	0 : 100	-	0.0	0.0	0.00	0	0
9	0 : 종료	0 : 지정 없음	0 : 100	0 : 100	-	0.0	0.0	0.00	0	0
10	0 : 종료	0 : 지정 없음	0 : 100	0 : 100	-	0.0	0.0	0.00	0	0

3. 4 위치 지령 인터페이스

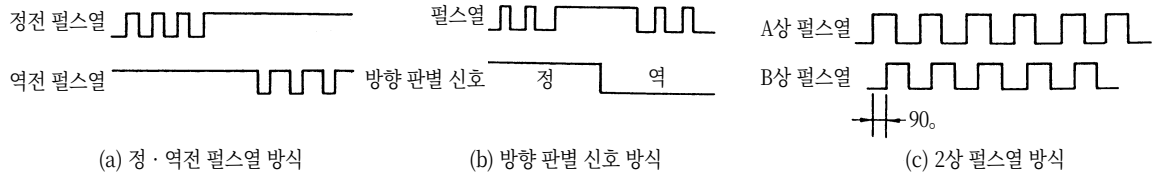
종래, 위치결정 지령 장치로부터 서보앰프로 출력되는 위치 지령으로서는 펄스열이 일반적이었습니다, 최근에는 각 유닛이 마이크로 프로세서(CPU)로 소프트웨어화 · 올 디지털화 됨에 따라, 그 궁극의 모습으로서 위치결정 지령 장치와 서보앰프 CPU끼리의 버스 라인을 결합하는 방식도 출현하여, 보다 고정밀도로 고도의 시스템을 구축할 수 있게 되었습니다.
펄스열 방식이에서도 인터페이스에는 몇 개의 종류가 있기 때문에 아래에 정리하여 각 기종 대응, 각각의 특징을 나타냅니다.

위치 지령 인터페이스

- 버스 결합 방식 (SSC 네트 대응) ····· [위치결정 지령 장치]
  Q172H, Q173H, Q172, Q173, A171SH, A172SH, A173UH, A273UH, AD75M, A1SD75M, QD75MH, QD75M, FX3U - 20SSC - H
  [서보앰프]
  MR - J3 - □B, MR - J2S - □B, MR - J2M - □B
- 펄스열 방식 (범용 인터페이스) ····· [위치결정 지령 장치]
  FX2N - 1PG, FX2N - 10PG, FX2N - 10GM, FX2N - 20GM, QD75P, QD75D, QD70, AD75P, A1SD75P 등
  [서보앰프]
  MR - J3 - □A, MR - J2S - □A 등
- 접점 방식 (앰프 일체형) ····· [위치결정 기능 내장 서보앰프]
  MR - J2S - □CP

〔펄스열 인터페이스의 종류〕

① 정 · 역전 펄스열 방식과 펄스열 · 방향 판별 신호 방식
펄스열에는 모터의 회전방향을 지정하는 방법으로서 회전방향에 따라 다른 단자에서 입력하는 방식과 회전방향 판별 신호에 의한 전환 방식이 있습니다.
또한, 동기 엔코더에서 직접 펄스열을 입력하는 경우 2상 펄스열 방식이 됩니다.

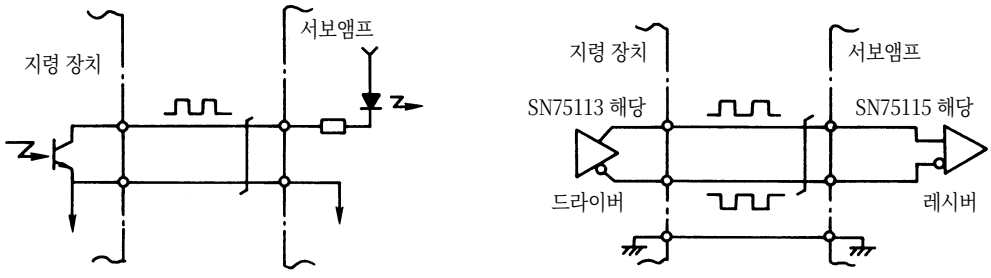


(a) 정 · 역전 펄스열 방식 (b) 방향 판별 신호 방식 (c) 2상 펄스열 방식

그림3.4 회전방향의 지령 방식

② 오픈 콜렉터 출력 타입과 차동 드라이버 출력 타입
인터페이스의 하드웨어로서 이 2종류가 있습니다. 종래는 간단한 오픈 콜렉터 출력 타입이 주류였지만, 펄스열의 고속화 · 내노이즈성의 향상 등으로 최근에는 차동 드라이버 출력 타입이 많아지고 있습니다.
당사 QD75D는 차동 드라이버 출력 타입, QD75P는 오픈 콜렉터 출력 타입으로 되어 있습니다.

[하드웨어 구성 예]



(a) 오픈 콜렉터 출력 타입(최대 200kpps)　　(b) 차동 드라이버 출력 타입(최대 1Mpps)

그림3.5 펄스열의 하드웨어 예

[펄스열 형태]

(a) 오픈 콜렉터 방식　　(b) 차동방식

그림3.6 펄스열 형태

3. 5 위치결정 지령 장치에 의한 위치결정 제어의 기본

3.5.1 기계의 이동방향과 서보모터 회전방향

서보모터의 회전방향은, 부하측에서 보아 반시계 방향을 정전(CCW)이라고 정하고 있습니다.
또, 기계의 이동에 있어서의 정방향은, 일반적으로 좌표가 증가할 방향을 말합니다.
기계의 이동방향과 TJ보모터의 회전방향을 맞추기 위해, 서보모터의 회전방향을 변경할 필요가 생겼을 경우, 위치결정 지령 장치의 파라미터 등으로 회전방향을 설정하고 변경합니다. 서보모터 단자의 상을 바꿔 교체에 의한 회전방향의 변경은, 정상 동작을 할 수 없게 되기 때문에 실시할 수 없습니다.
이 회전방향의 변경 방법은, 위치결정 지령 장치의 기종이 달라도 동일합니다.
또한, 회전방향은 JOG 운전모드 등의 기능을 사용하여, 확인합니다.

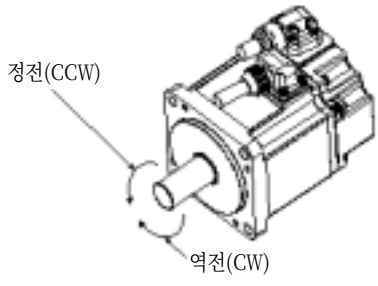


그림3.7 서보모터의 회전방향

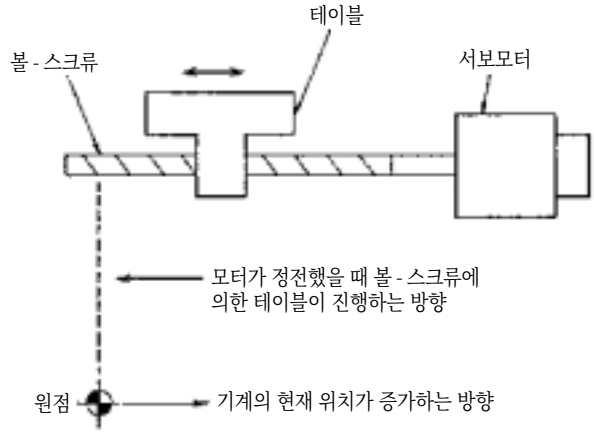


그림3.8 회전방향의 설정 예

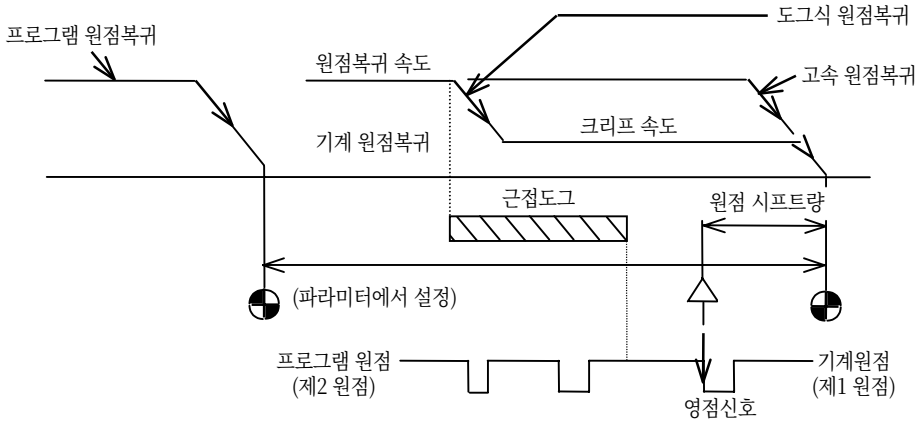
그림 3.8에 나타내는 기계의 경우, 서보모터가 정전에서, 기계는 좌표가 감소할 방향(부(負, -)방향)으로 진행됩니다. 따라서 이 경우, 서보모터의 회전방향은 역전과 위치결정 지령 장치로 설정합니다.

3.5.2 원점복귀의 종류

(1) 원점복귀의 종류

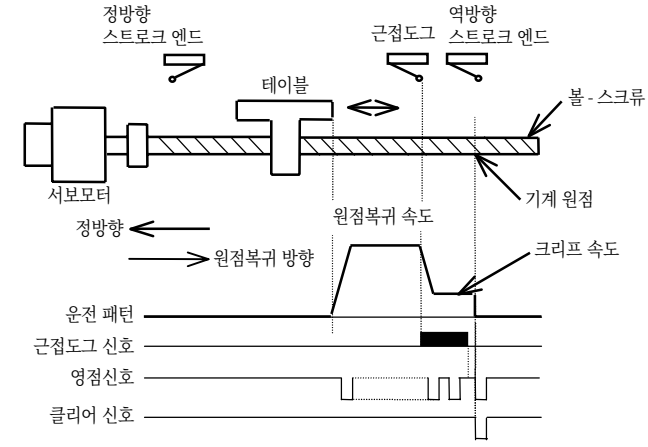
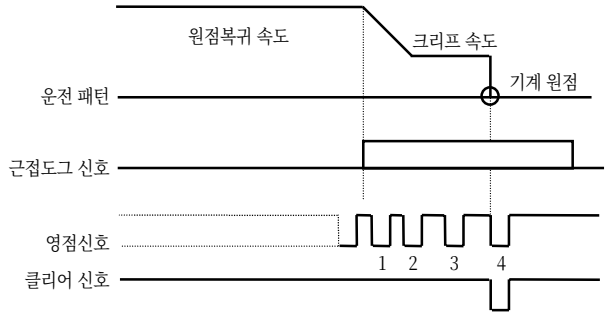
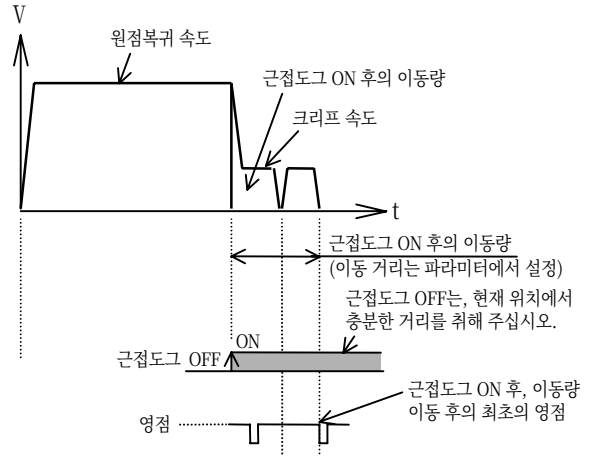
	원점복귀의 종류	원점의 종류	동작 내용
수동·자동 원점복귀	근접도그식 원점복귀	기계 원점 (제1 원점)	근접도그 신호 OFF→ON에 의해, 크리프 속도로 감속하고, 근접도그 ON→OFF 후, 서보앰프에서의 영점신호에 의해 출력 펄스를 정지함과 동시에, 클리어 신호를 출력하여, 편차 카운터의 집합 펄스를 영으로 하여, 원점복귀를 완료합니다.
	고속 원점복귀	기계 원점 (제1 원점)	크리프 속도를 사용하지 않고, 원점복귀 속도(고속)만으로 기계 원점에 복귀하는 원점복귀를 말합니다. 처음에는 도그식 원점복귀에서 기계 원점을 정할 필요가 있습니다.
자동원점복귀	프로그램 원점복귀	프로그램 원점 (제2 원점)	파라미터로 설정된 프로그램 원점(대기 위치)에 원점복귀 속도로 복귀하는 원점복귀를 말합니다.

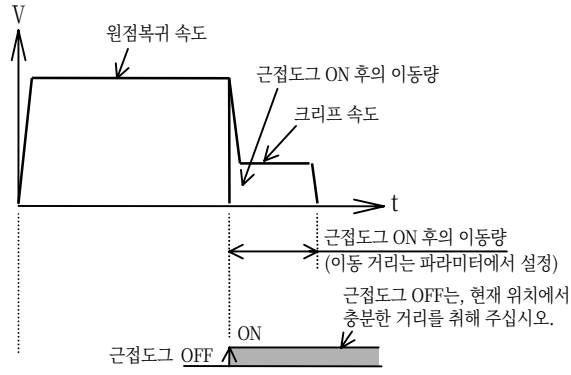
도그식 원점복귀, 고속 원점복귀, 프로그램 원점복귀의 동작

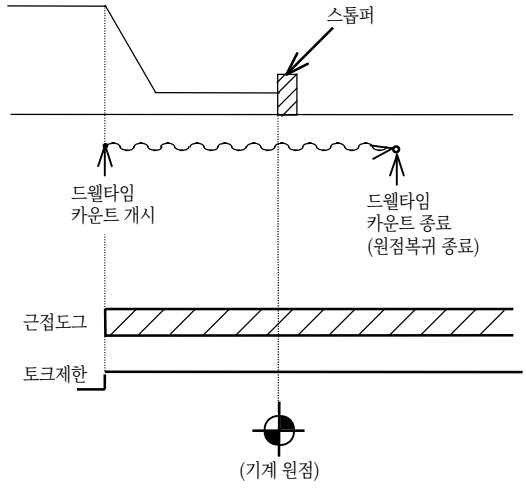


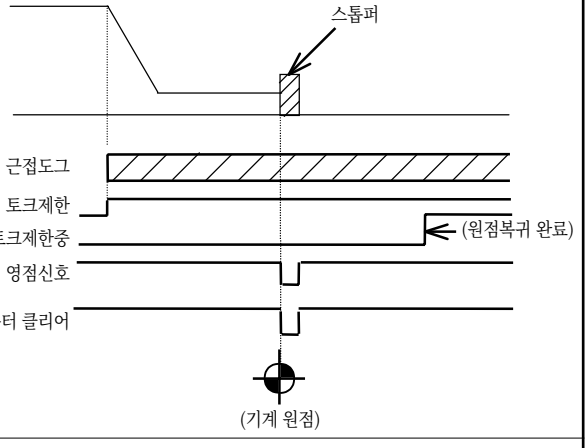
(2) 원점복귀 방법의 종류

원점복귀 방법에는, 다음의 4종류가 있습니다.

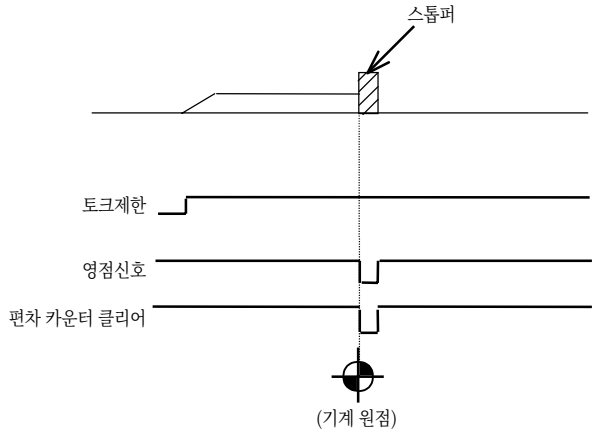
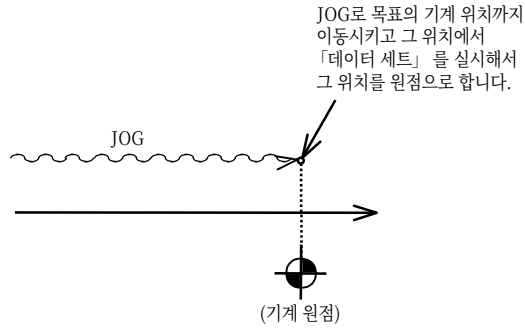
<table>
<tr><th colspan="4">원점복귀 방법</th><th>원점복귀의 동작 유형 예</th></tr>
<tr><td rowspan="4">근접도그식 원점복귀</td><td rowspan="2">근접도그식
원점복귀①</td><td>동작</td><td>근접도그 신호 OFF→ON에 의해, 크리프 속도로 감속하고, 근접도그 ON→OFF 후, 서보앰프에서의 영점신호에 의해 출력 펄스를 정지함과 동시에, 클리어 신호를 출력하여, 편차 카운터의 집합 펄스를 영으로 하여, 원점복귀를 완료합니다.</td><td rowspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>특징</td><td>도그 길이와 설치 위치의 결정에는 충분히 주의가 필요하지만, 원점복귀의 반복 정밀도가 좋아, 기계에 무리가 가지 않는 등 좋은 점이 있습니다.</td></tr>
<tr><td colspan="4">대응 기종 : QD75, AD75, 모션 시리즈</td></tr>
<tr><td rowspan="2">근접도그식
원점복귀②</td><td>동작</td><td>근접도그 신호가 ON 하면, 크리프 속도로 감속함과 동시에, 영점신호를 카운트 개시합니다. 영점신호가 설정 횟수가 되면 즉시 펄스열 신호 출력을 정지하여, 클리어 신호를 서보앰프에 출력하고, 서보모터를 정지시키고 원점으로 합니다.</td><td rowspan="2">영점신호 카운트 수(설정값=4)일 때를 아래 그림에 나타냈습니다.
 
</td></tr>
<tr><td>특징</td><td>도그 길이나 설치 위치의 결정에는 비교적 주의를 필요로 하지 않습니다. 그러나, 도그의 검출에 사용하는 스위치 등의 반복하는 동작의 정밀도나, 원점복귀 속도에 의해, 카운트 개시시에 흔들림이 생깁니다.
이것에 의해, 원점복귀의 반복 정밀도를 나쁘게 하기 때문에 주의가 필요합니다.</td></tr>
<tr><td colspan="4">대응 기종 : FX 시리즈</td></tr>
<tr><td rowspan="4">카운트식 원점복귀</td><td rowspan="2">카운트식
원점복귀①</td><td>동작</td><td>근접도그 신호가 ON하면, 원점복귀 속도에서 크리프 속도로 감속합니다. 근접도그 ON상에서의 원점복귀 및 원점복귀의 연속 시동도 실시할 수도 있습니다. 근접도그 ON로부터 지정된 이동량분 이동 후, 최초의 영점신호를 검출하면, 즉시 펄스 신호 출력을 정지하고, 클리어 신호를 서보앰프에 출력합니다. 그리고, 서보모터를 정지시키고 원점으로 합니다.</td><td rowspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>특징</td><td>도그 길이나 설치 위치의 결정에는 비교적 주의를 필요로 하지 않습니다. 그러나, 도그의 검출에 사용하는 스위치 등의 반복하는 동작의 정밀도나, 원점복귀 속도에 의해, 카운트 개시시에 흔들림이 생깁니다. 이것에 의해, 원점복귀의 반복 정밀도를 나쁘게 하기 때문에 주의가 필요합니다.</td></tr>
<tr><td colspan="4">대응 기종 : QD75, AD75, 모션 시리즈</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="4">원점복귀 방법</th><th>원점복귀의 동작 유형 예</th></tr>
<tr><td rowspan="2">카운트식 원점복귀</td><td rowspan="2">카운트식
원점복귀②</td><td>동
작</td><td>근접도그 신호가 ON하면, 원점복귀 속도에서 크리프 속도로 감속합니다.
근접도그 ON상에서의 원점복귀 및 원점복귀의 연속 시동도 실시할 수도 있습니다.
근접도그 ON에서 지정된 이동량분 이동 후, 즉시 펄스 신호 출력을 정지하고, 클리어 신호를 서보앰프에 출력합니다. 그리고, 서보모터를 정지시키고 원점으로 합니다.</td><td rowspan="2"> 

대응 기종 : QD75, AD75 시리즈</td></tr>
<tr><td>특
징</td><td>도그 길이나 설치 위치의 결정에는 비교적 주의를 필요로 하지 않습니다. 그러나, 도그의 검출에 사용하는 스위치 등의 반복하는 동작의 정밀도나, 원점복귀 속도에 의해, 카운트 개시시에 흔들림이 생깁니다. 이것에 의해, 원점복귀의 반복 정밀도를 나쁘게 하기 때문에 주의가 필요합니다. 1ms정도의 오차가 발생합니다.</td></tr>
<tr><td rowspan="4">스톱퍼 정지 원점복귀</td><td rowspan="2">스톱퍼식
원점복귀①</td><td>동
작</td><td>근접도그 신호가 ON 하면, 원점복귀 속도에서 크리프 속도로 감속함과 동시에, 경과 시간의 카운트를 개시합니다. 기계를 스톱퍼에 부딪히게 하고 정지시켜, 설정 시간(드웰타임) 경과후, 펄스열 신호 출력을 정지하여, 클리어 신호를 서보앰프에 출력합니다. 그리고, 서보모터를 정지시키고 원점으로 합니다. 도중에 도그 신호가 OFF 해도, 설정 시간(드웰타임) 경과후가 아니면 원점복귀 완료가 되지 않습니다.</td><td rowspan="2"> 

대응 기종 : QD75, AD75 시리즈</td></tr>
<tr><td>특
징</td><td>도그 길이와 크리프 속도 및 설정 시간(드웰타임)의 결정에 충분히 주의가 필요합니다. 크리프 속도는 스톱퍼 부딪히게 했을 때의 충격을 줄이기 위해 충분히 낮추게 하여, 토크제한을 하여 스톱퍼나 기계의 강도를 충분히 고려할 필요가 있습니다. 설정 시간(드웰타임)은, 기계가 스톱퍼에 도달할 때까지의 시간에, 서보앰프의 과부하 보호가 동작하는 시간을 가미하여 설정합니다. 그리고 기계를 스톱퍼에 부딪히게 하고 정지시키기 때문에 폐해가 발생하여, 원점복귀의 반복 정밀도가 나빠지므로 주의가 필요합니다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">스톱퍼식
원점복귀②</td><td>동
작</td><td>근접도그 신호가 ON하면, 크리프 속도로 감속하고, 한층 더 이동합니다.
기계를 스톱퍼에 부딪히게 하고 정지시켜, 서보앰프에서 설정 토크제한값 이르러, 정지 상태를 확인한 신호(토크제한중)에 의해, 영점신호로 콘트롤러로부터 펄스 출력이 정지하고 원점복귀 완료합니다.</td><td rowspan="2"> 

대응 기종 : QD75, AD75 시리즈</td></tr>
<tr><td>특
징</td><td>스톱퍼식 원점복귀①과 같은 주의가 필요합니다. 또, 도중에 도그 신호가 OFF 해도, 위의 토크제한 신호가 입력되지 않으면 원점복귀 완료가 되지 않습니다. 토크제한을 거는 방법에는, QD75나 AD75로 설정하는 경우와 서보앰프에 직접 아날로그 지령을 실시하는 경우가 있습니다.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="3">원점복귀 방법</th><th>원점복귀의 동작 유형 예</th></tr>
<tr><td rowspan="2">스톱퍼 정지 원점복귀</td><td rowspan="2">스톱퍼식
원점복귀③</td><td>동
작</td><td>원점복귀 시동시부터 크리프 속도로
이동하고, 기계를 스톱퍼에 부딪히게 하고
정지시킵니다.
영점신호(정지 상태를 확인한 신호)로
콘트롤러에서 펄스 출력을 정지하고,
클리어 신호를 서보앰프에 출력하여
원점복귀 완료합니다.</td><td rowspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>특
징</td><td>스톱퍼식 원점복귀②와 같은 주의가
필요합니다.
근접도그 신호를 필요로 하지 않습니다.
크리프 속도에 감속하는 거리가, 충분히
설치되지 않아도 사용할 수 있습니다.</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>대응 기종 : QD75, AD75 시리즈</td></tr>
<tr><td rowspan="2">데이터 세트식
원점복귀</td><td rowspan="2"></td><td>동
작</td><td>절대위치 검출 시스템의 경우에, 실행할 수
있는 원점복귀 방법입니다.
JOG 운전 등으로 기계를 임의의 위치로
이동시켜, 원점복귀를 실행하는 것으로써,
그 위치를 원점으로 합니다.
(모터는 움직이지 않습니다)</td><td rowspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>특
징</td><td>전원 투입 후, 원점복귀를 실행하기까지
영점을 통과해 둘 필요가 있습니다.
전원 OFF시의 현재값 표시와 전원 ON시의
현재값 표시는, 모터 회전으로 최대 약 1%의
오차가 나옵니다.
원점복귀에 사용하는 원점복귀 데이터는,
원점복귀 방법의 선택과 원점 어드레스의
설정 뿐입니다.</td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td>대응 기종 : QD75(SSC 네트 대응), AD75(SSC 네트 대응),
모션 시리즈</td></tr>
</table>

MEMO

4. 1 기능 일람

MR−J3의 기능 일람을 기재합니다.

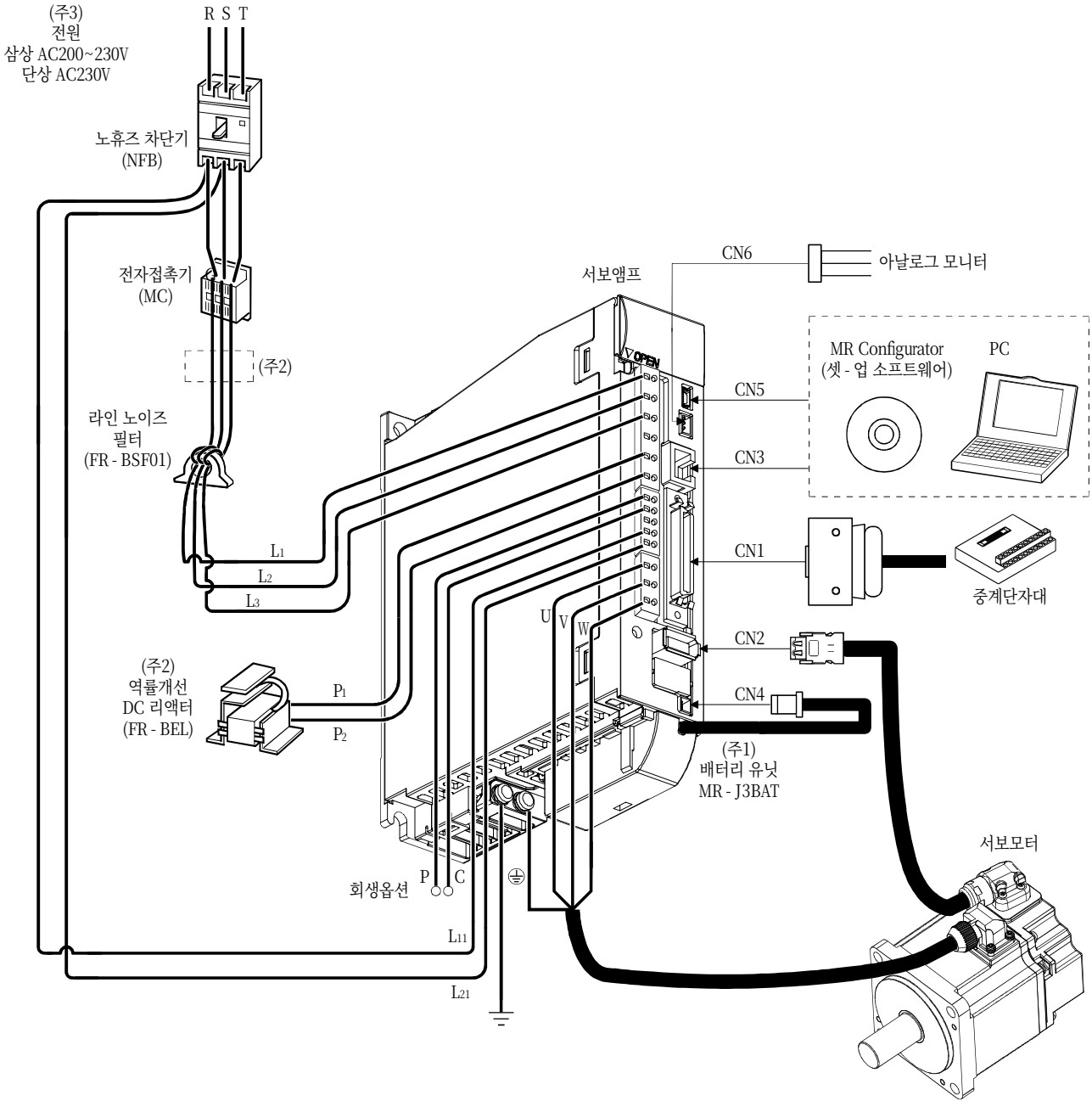
기능	(주) 제어모드	기능	(주) 제어모드
위치제어 모드	P	위치 스무딩	P
속도제어 모드	S	S자 가감속 시정수	S · T
토크제어 모드	T	회생옵션	P · S · T
위치/속도제어 전환 모드	P/S	알람 이력 클리어	P · S · T
속도/토크제어 전환 모드	S/T	전원 순시정전 재시동	S
토크/위치제어 전환 모드	T/P	지령펄스 선택	P
고분해능 엔코더	P · S · T	입력신호 선택	P · S · T
절대위치 검출 시스템	P	토크제한	P · S
게인 전환 기능	P · S	속도제한	T
어드밴스트 제진제어	P	기능 표시	P · S · T
어댑티브 필터II	P · S · T	외부 입출력 신호 표시	P · S · T
로우패스 필터	P · S · T	출력신호(D0) 강제 출력	P · S · T
머신 아날라이저 기능	P	VC 자동 옵셋	S · T
머신 시뮬레이션	P	테스트 운전모드	P · S · T
게인 서치 기능	P	아날로그 모니터 출력	P · S · T
미진동 억제제어	P	MR Configurator(셋 - 업 소프트웨어)	P · S · T
전자기어	P	알람코드 출력	P · S · T
오토튜닝	P · S	앰프 고장 진단 기능	P · S · T

주) P : 위치제어 모드, S : 속도제어 모드, T : 토크제어 모드
P/S : 위치/속도제어 전환 모드, S/T : 속도/토크제어 전환 모드, T/P : 토크/위치제어 전환 모드

4. 2 주변기기와의 구성

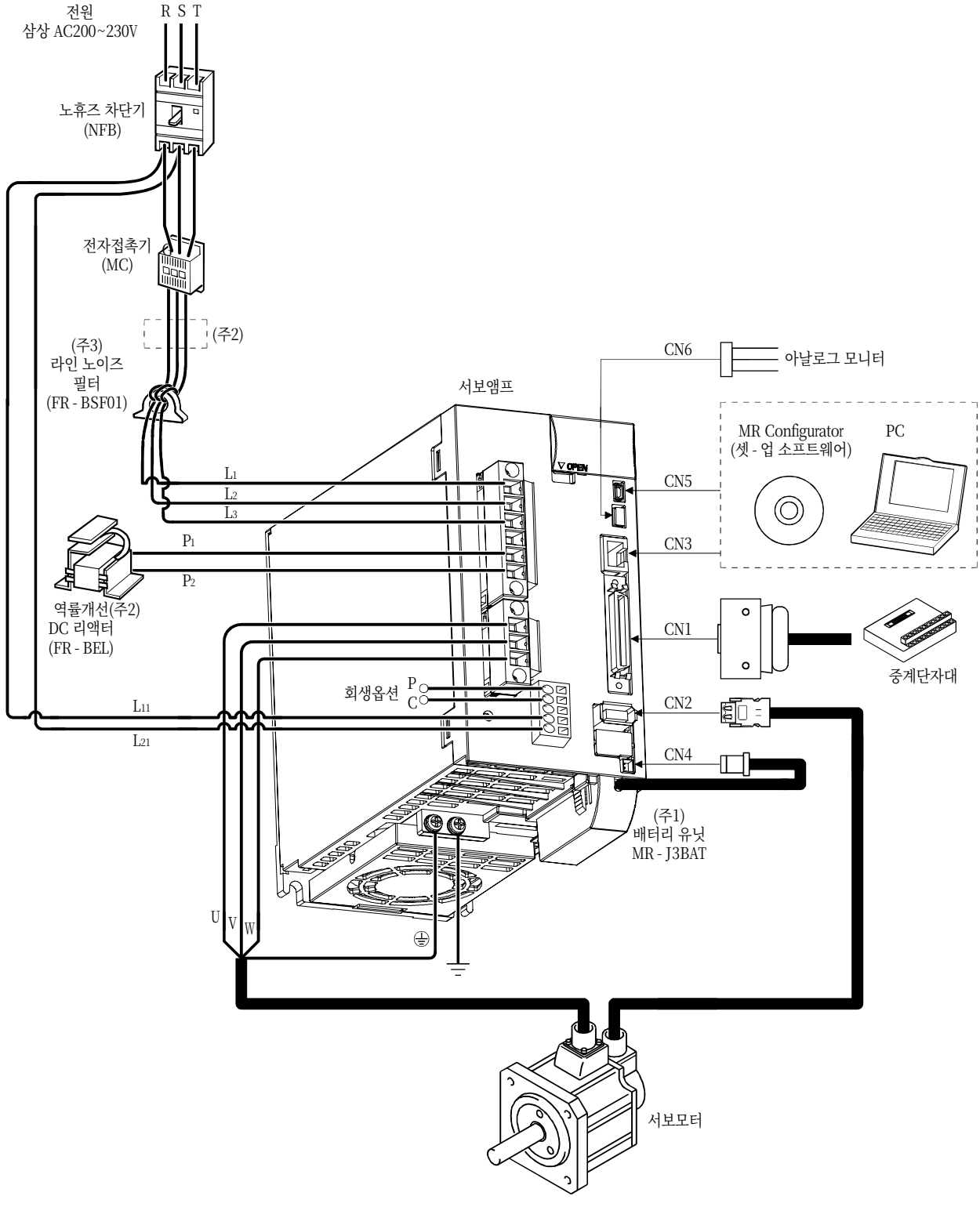
MR—J3시리즈 서보앰프는 아래 그림에 나타내듯이 외부 기기와의 접속, 모니터 · 진단 및 파라미터의 설정 등 모든 조작을 앰프 전면(前面)에서 가능하게 되어 있습니다.
그 때문에 제어반내에 장착 상태에서도 쉽게 이러한 작업을 실시할 수가 있습니다.

(1) MR-J3-100A 이하



주) 1. 배터리 유닛은 옵션품입니다. 위치제어 모드의 절대위치 검출 시스템에서 사용합니다.
2. AC 리액터도 사용할 수 있습니다. 이 경우 DC 리액터는 사용할 수 없습니다.
3. 단상 AC230V는 MR - J3 - 70A 이하에서 대응합니다.

(2) MR-J3-200A 이상

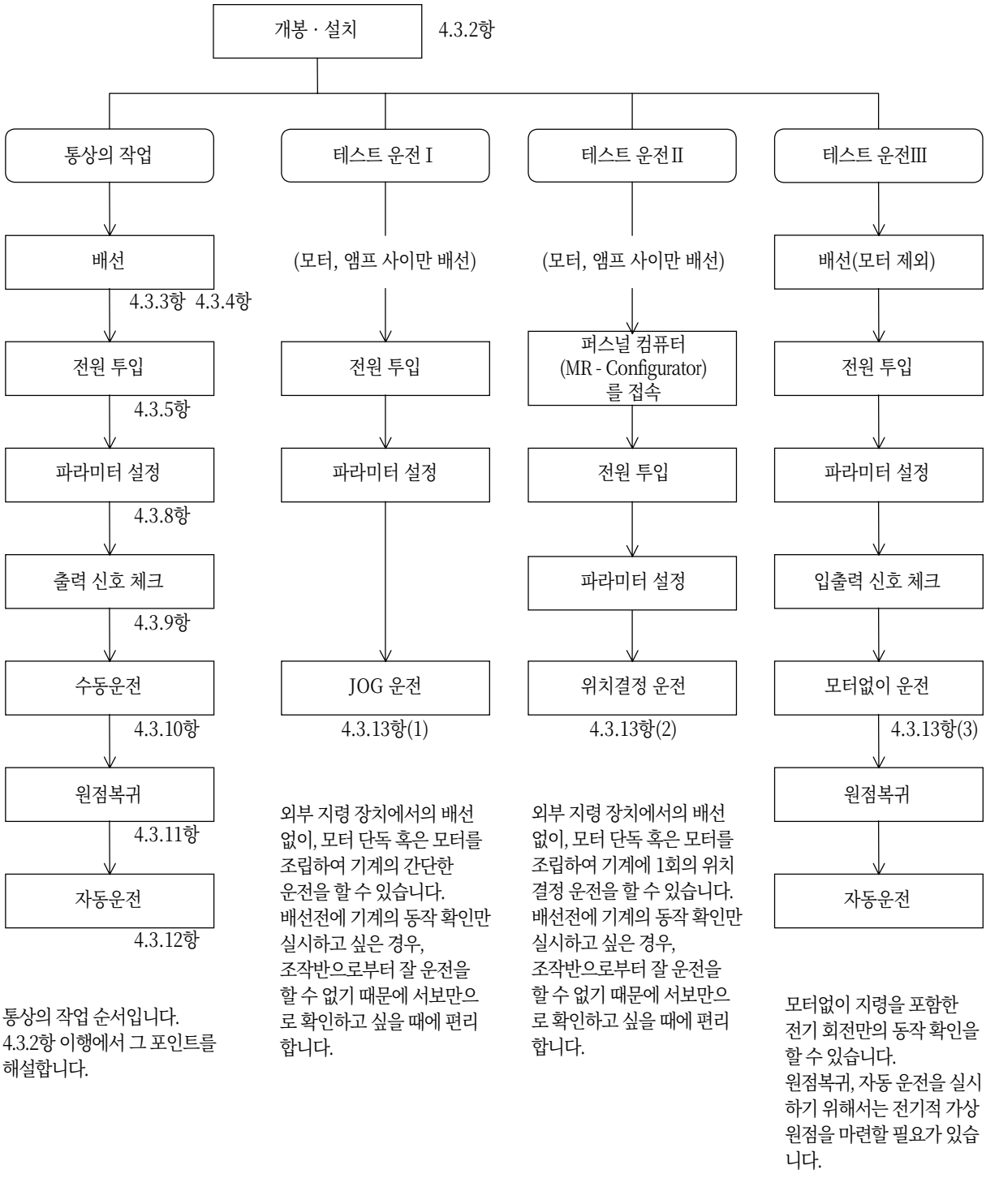


주) 1. 배터리 유닛은 옵션품입니다. 위치제어 모드의 절대위치 검출 시스템에서 사용합니다.
2. AC 리액터도 사용할 수 있습니다.이 경우 DC 리액터는 사용할 수 없습니다.
3. MR - J3 - 350A의 경우, FR - BLF를 사용해 주십시오.

4. 3 설치부터 운전

제품을 구입하면 서보모터, 서보앰프를 기계 및 제어반에 조립하여 운전을 실시합니다.
이러한 작업은 제품에 첨부의「취급 설명서」에 따라 실시합니다만, 작업 순서에 따라, 4.3.1항에 전체의 작업의 흐름을, 4.3.2항 아래 순서에 각 작업의 포인트에 대해 해설합니다.

4.3.1 설치에서 운전까지의 작업 흐름



4.3.2 설치

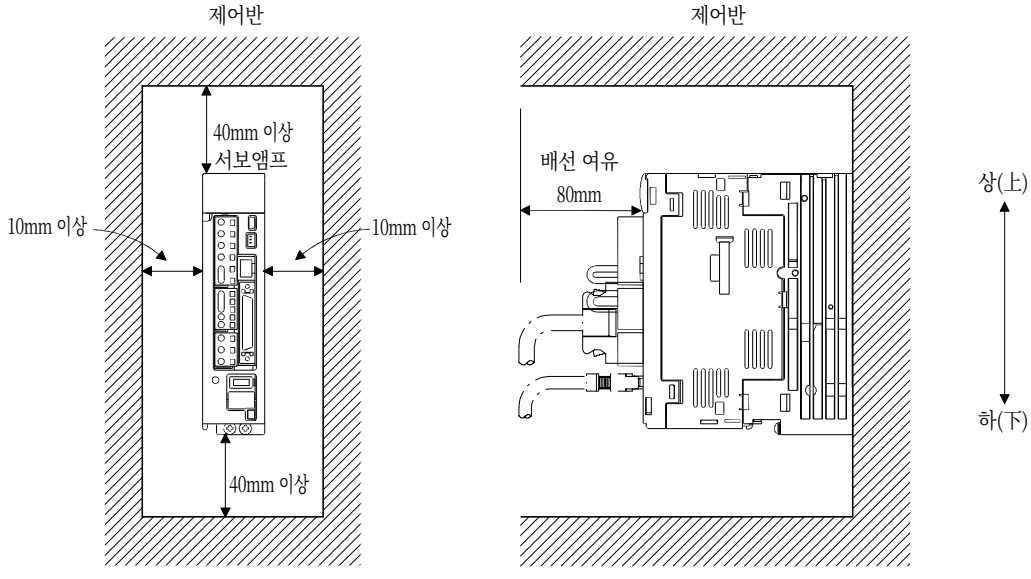
[서보앰프]

(1) 사용환경 조건

환 경	조 건
주 위 온 도	0℃~+55℃(동결이 없을것)
주 위 습 도	90%RH 이하(결로가 없을것)
보 존 온 도	-20℃~+65℃(동결이 없을것)
보 존 습 도	90%RH 이하(결로가 없을것)
분 위 기	옥내(직사 광선이 비치지 않을 것), 부식성 가스 · 인화성 가스 · 오일 미스트 · 먼지가 없을 것.
표 고	해발 1000m 이하
진 동	5.9m/s^2(0.6 G) 이하

(2) 부착 방향과 간격

① 1대 설치의 경우

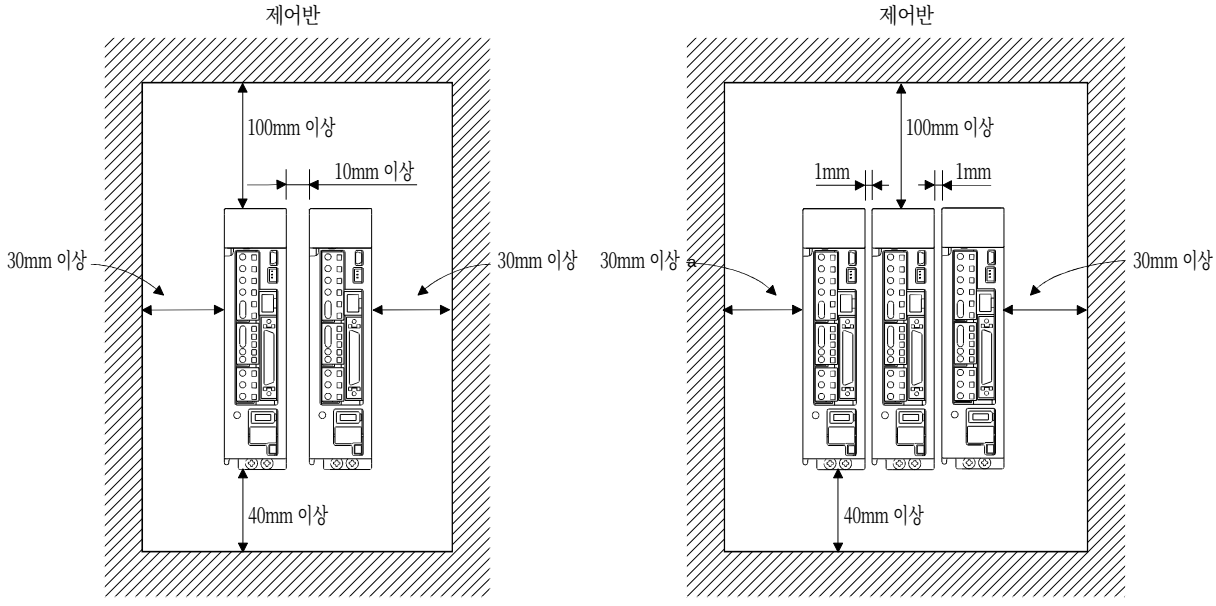


② 2대 이상 설치의 경우

서보앰프 표면과 제어반 내면과의 간격을 크게 벌리거나 팬을 설치하여 제어반 내부 온도가 환경조건을 넘지 않게 해 주십시오.

서보앰프를 밀착 장착하는 경우, 부착 공차를 고려해서 서보앰프와 1mm의 간격을 두십시오.

이 경우, 주위 온도를 0~45℃로 하던지, 실효 부하율이 75% 이하로 사용해 주십시오.



간격에 여유를 주는 경우

밀착 장착하는 경우

③ 그 외

회생옵션 등 발열성의 기기를 사용하는 경우에는, 발열량을 충분히 고려하여, 서보앰프에 영향이 없게 설치해 주십시오. 서보앰프는 수직인 벽에 상하 올바르게 설치해 주십시오.

(3) 이물질의 침입

① 제어반 조립중에는 드릴 등에 의한 절삭 가루가 서보앰프내에 들어가지 않게 해 주십시오.

② 제어반의 틈새나 천정 등에 설치한 팬에서, 기름 · 물 · 금속가루 등이 서보앰프내에 들어가지 않게 해 주십시오.

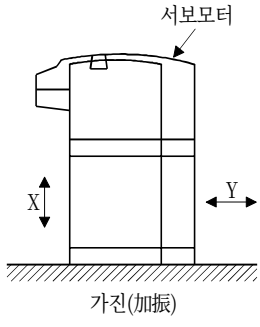
③ 유해 가스나 먼지가 많은 장소에 제어반을 설치하는 경우에는 에어 퍼지(제어반 외부에서 청정 공기를 압송해 내압을 외압보다 높게 함)를 설치하여, 제어반내에 유해 가스, 먼지가 들어가지 않게 해 주십시오.

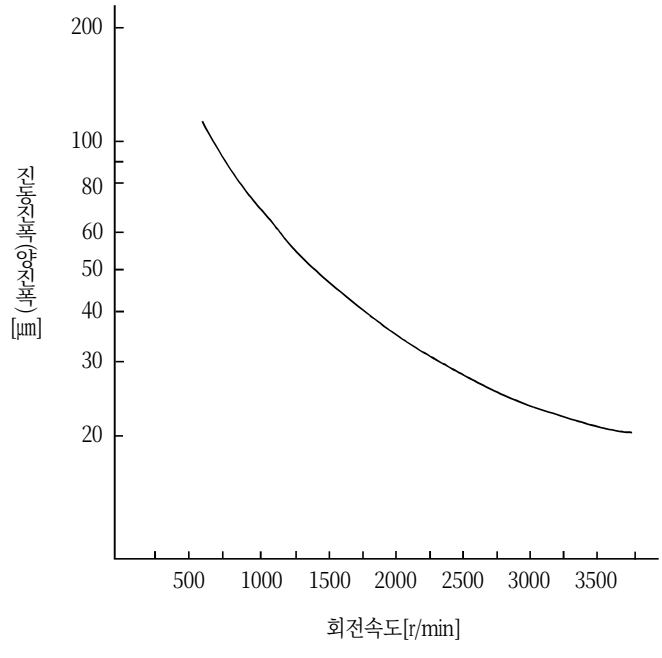
[서보모터의 설치]

(1) 사용환경 조건

환 경	조 건		
주 위 온 도	0℃~+40℃(동결이 없을것)		
주 위 습 도	80%RH 이하(결로가 없을것)		
보 존 온 도	-15℃~+70℃(동결이 없을것)		
보 존 습 도	90%RH 이하(결로가 없을것)		
분 위 기	옥내(직사 광선이 비치지 않을 것), 부식성 가스 · 인화성 가스 · 오일 미스트 · 먼지가 없을 것.		
표 고	해발 1000m 이하		
진 동	HC-KP 시리즈 HC-MP 시리즈 HC-AQ 시리즈	HC-KFS 시리즈 HC-MFS 시리즈 HC-UFS13~73	X, Y : 49m/s²(5G)
	HF-SP52~152	HC-SFS81 HC-SFS52~152 HC-SFS53~153 HC-RFS 시리즈 HC-UFS72 · 152	X, Y : 24.5m/s²(2.5G)
	HF-SP202 · 352	HC-SFS121 · 201 HC-SFS202 · 352 HC-SFS203 · 353 HC-UFS202	X : 24.5m/s²(2.5G) Y : 49m/s²(5G)
	HF-SP301	HC-SFS301	X : 24.5m/s²(2.5G) Y : 29.4m/s²(3G)
	HA-LP30K24~55K24	HA-LFS30K24~55K24	X, Y : 9.8m/s²(2G)

각 진동 조건의 진폭은 다음과 같습니다.





(2) 부착 방향과 간격

부착 방향을 다음에 있는 표에 나타냅니다.

서보모터 시리즈	설치 방향	비고
HF-KP HF-SP	모든 방향으로 설치 가능	수평 방향으로 설치할 경우, 컨넥터부를 아래 쪽으로 향하는 것을 추천 합니다.
HC-KFS HC-MFS HC-SFS HC-RFS HC-UFS		
HC-AQ		
HA-LH		
HA-LF	수평 방향에서 다리를 아래 방향으로	부착 방법은, 다리의 사용 또는 플랜지의 사용, 둘 중 하나로 해주십시오.

전자 브레이크가 부착된 서보모터를 축 위쪽 방향으로 설치했을 경우, 브레이크판의 접동음이 날 수 있으나 비정상(이상)이지는 않습니다.

감속기부 서보모터는 반드시 지정되어 있는 방향으로 설치해 주십시오. 기름이 새거나, 화재 · 고장의 원인이 됩니다.

(3) 운반

검출기나 축을 잡고 운반하지 말아 주십시오.

(4) 부하 장착시의 주의(샤프트에 대한 충격 방지)

① 키 홈이 부착된 서보모터의 경우, 축에 풀리를 장착하려면 축 선단의 나사구멍을 이용해 주십시오. 부착은, 우선 축의 나사구멍에 양쪽 나사 볼트를 넣어 커플링의 단면에 와셔를 맞혀 너트로 단단히 조여서 밀어 넣어 주십시오.

② 키 홈이 부착된 서보모터에서는, 풀리의 장착에는, 샤프트 선단의 나사구멍을 이용해 주십시오. 키 홈이 없는 샤프트는 마찰 이음새 등을 사용해 주십시오.

③ 풀리를 뽑을 때는, 풀리 빼기를 사용하여 샤프트에 충격을 주지 않게 해 주십시오.

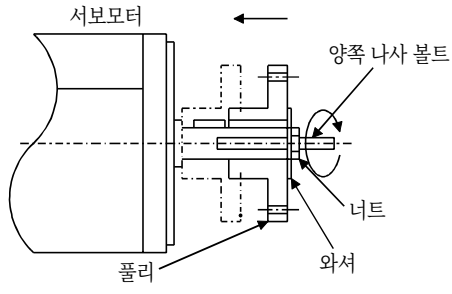
④ 축에 단 풀리 등의 회전 부분에는 안전 확보를 위해 보호 커버 등을 마련해 주십시오.

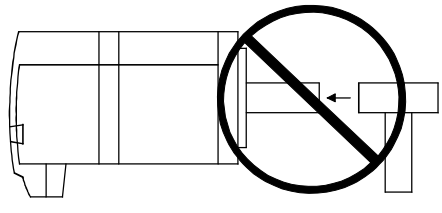
⑤ 축에 풀리를 달 때, 축단 나사 가공품이 필요한 경우에는 당사에 문의해 주십시오.

⑥ 조립시 등 축단을 해머 등으로 절대로 치지 말아 주십시오.

⑦ 서보모터를 붙어 있는 검출기의 방향은 변경할 수 없습니다.

⑧ 서보모터의 부착에는, 스프링 금속판 등을 사용하여 진동에 의해 볼트가 느슨해지지 않게 충분히 단단히 조여 주십시오.





(5) 축의 허용 하중

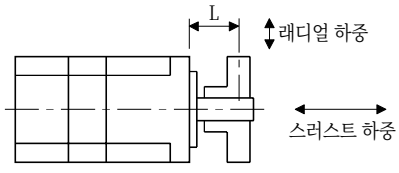
① 플렉시블(flexible) 커플링을 사용하여, 축심 차이를 축의 허용 래디얼 하중 이하로 해 주십시오.

② 풀리 · 스프록켓 및 타이밍 벨트를 사용하는 경우에는, 허용 래디얼 하중에 들어가도록 선정해 주십시오.

③ 리짓트(강성) 커플링은 축에 과대한 휨 하중이 더해져, 축 파손 할 가능성이 있으므로, 사용하지 말아 주십시오.

서보모터		(주1) L [mm]	허용 래디얼 하중		허용 스러스트 하중	
			[N]	(주2) [kgf]	[N]	(주2) [kgf]
HF-KP HC-MFS	053 · 13	25	88	9.0	59	6.0
	23 · 43	30	245	25.0	98	10.0
	73	40	392	40.0	147	15.0
(주3) HF-SP HC-SFS	81	55	980	100.0	490	50.0
	121~301	79	2058	210.0	980	100.0
	52~152	55	980	100.0	490	50.0
	202~702	79	2058	210.0	980	100.0
	53~153	55	980	100.0	490	50.0
	203 · 353	79	2058	210.0	980	100.0
HC-RFS	103~203	45	686	70.0	196	20.0
	353 · 503	63	980	100.0	392	40.0
HC-UFS	72 · 152	55	637	65.0	490	50.0
	202	65	882	90.0	784	80.0
	352 · 502	65	1176	120.0	784	80.0
	13	25	88	9.0	59	6.0
	23 · 43	30	245	25.0	98	10.0
	73	40	392	40.0	147	15.0
HC-KFS	23 · 43	30	245	25.0	98	10.0
HC-AQ	0135	16	34	3.5	14	1.5
	0235	16	44.0	4.5	14	1.5
	0335	16	49	5.0	14	1.5
HA-LFS	30K24 · 37K24	140	3234	330	1470	150
	45K24 · 55K24	140	1900	500	1960	200

주) 1. 표중의 기호는 아래 그림에 의합니다.



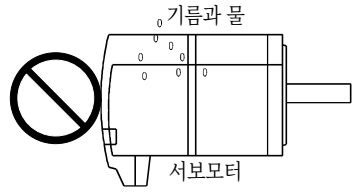
L : 플랜지 부착면에서의 부하 하중 중심까지의 거리

2. 참고값입니다.
3. HF-SP는 52~352 입니다.

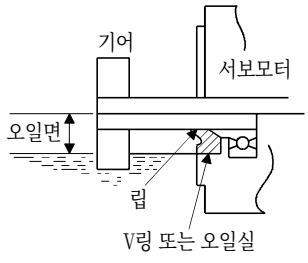
(6) 유수 대책

① 오른쪽표의 서보모터는 방수 구조가 아닙니다. 유수(기름과물)가 서보모터에 덜어지지 않게 해 주십시오. 특히 HF－KP · HC－AQ · HC－KFS · HC－MFS는 축 관통부에 유수가 떨어지지 않게 해 주십시오.

서보모터 시리즈	보호방식
HF - KP	IP65
HF - SP	IP67
HC - AQ · HC - KFS · HC - MFS	IP55



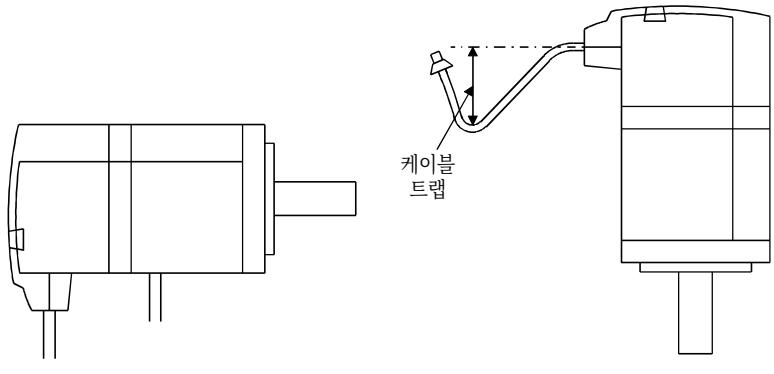
② 서보모터에 기어박스를 달았을 경우, 기어박스내의 오일 레벨은 항상 서보모터의 축의 오일실 립보다 낮게 해 주십시오. 오일실 립보다 높은 경우, 모터내에 오일이 침입하여, 고장의 원인이 됩니다.
또한, 기어박스에는 공기구멍을 마련하여, 내압이 높게 안 되게 해 주십시오.
HF－KP · HC－AQ · HC－ MFS · HC－KFS 시리즈에는 V링 · 오일실부가 없기 때문에 이러한 기어박스는 사용할 수 없습니다. 기어박스측에서 오일을 차단해 주십시오.



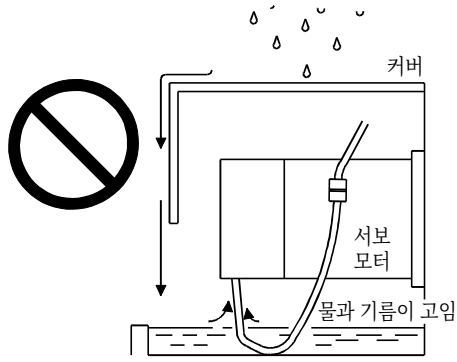
서보모터		오일면 높이 [mm]
HC - SFS	81	20
	121~301	25
	52~152	20
	202~702	25
	53~153	20
	203 · 353	25
HC - RFS	103~503	20

서보모터		오일면 높이 [mm]
HC - UFS	72 · 152	20
	202~502	25
	13	12
	23 · 43	14
	73	20
HA - LFS	30K24 · 37K24	45
	45K24 · 55K24	48

③ 서보모터를 수평으로 설치하는 경우, 전원 케이블 · 검출기 케이블은 하향으로 해 주십시오. 수직 혹은 비스듬하게 다는 경우에는 케이블 트랩을 마련해 주십시오.

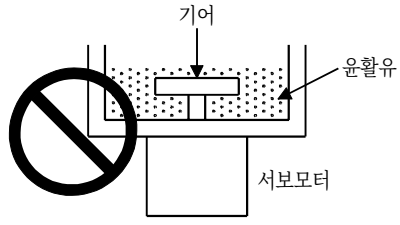


④ 케이블이 물과 기름속에 잠긴 상태로 사용하지 말아 주십시오.(오른쪽 그림)



<불량> 모세관 현상

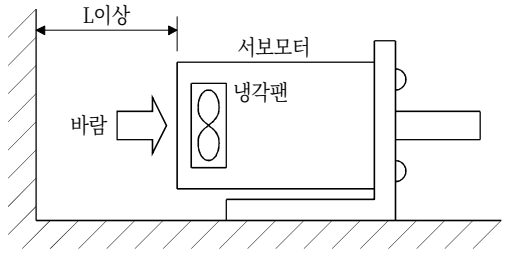
⑤ 축단 상부에 설치하는 경우에는 기어박스 등에서 기름이 서보모터 내부에 침입하지 않게 해 주십시오.



(7) 냉각용 팬

HA—LFS 서보모터에는 냉각용 팬이 부착되어 있습니다. 서보모터의 흡기면측과 벽측과의 간격은 다음과 같은 거리를 확보해 주십시오.

서보모터 시리즈	거리L [mm]
HA - LP HA - LFS	150



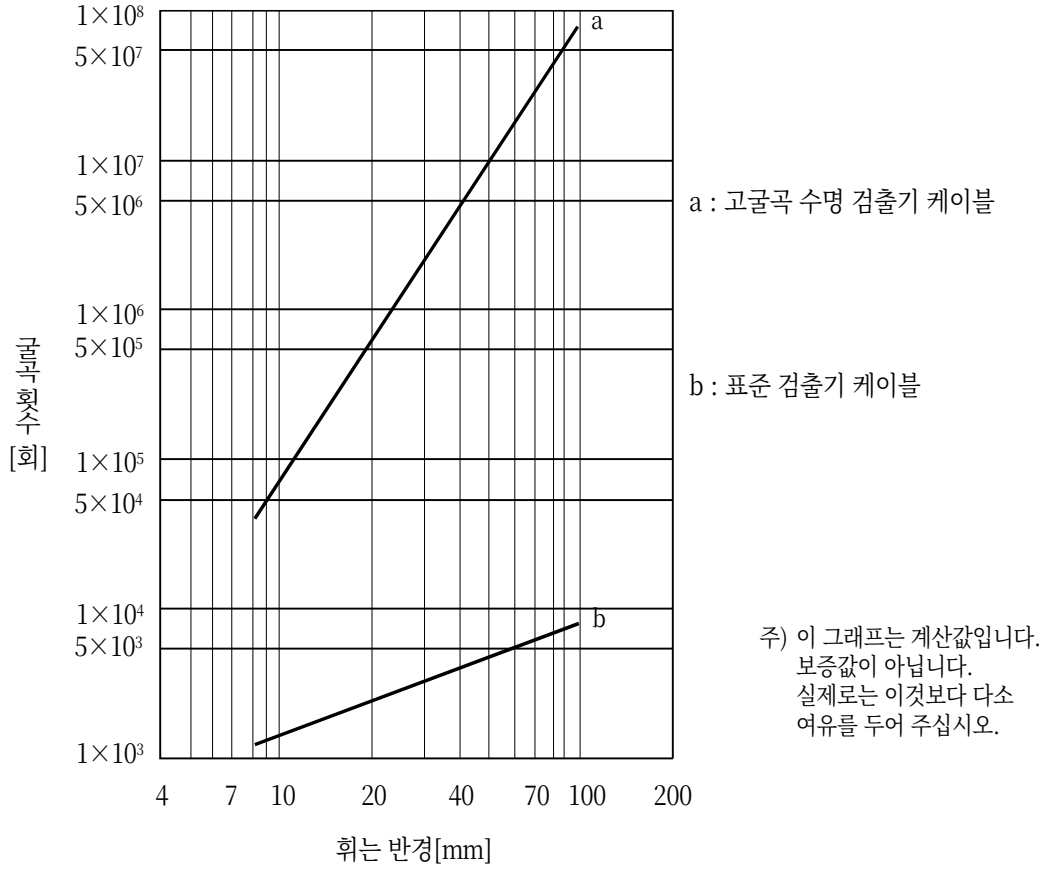
(8) 케이블 스트레스

① 케이블의 클램프 방법을 충분히 검토하고, 케이블 접속부에 굴곡 스트레스 및 케이블 자중 스트레스가 더해지지 않게 해 주십시오.

② 서보모터가 이동하는 용도에서는 케이블에, 무리한 스트레스가 더해지지 않게 해 주십시오.
검출기 케이블, 서보모터의 배선이 케이블 베어에 수납되는 등, 서보모터가 이동하는 것 같은 경우에는, 케이블 굴곡부가 옵션의 검출기 케이블의 범위내가 되도록 해 주십시오. 서보모터 부속의 검출기 케이블, 전원 케이블은 고정해 주십시오.

③ 케이블 외피가 예리한 절삭 부스러기에 의해 잘리고, 기계의 모서리에 닿아서 마모되고, 사람 또는 차가 케이블을 밟는 등의 우려가 없도록 해 주십시오.

④ 검출기 케이블의 굴곡 수명을 아래 그림에 나타냅니다. 실제로는 이것보다 다소 여유를 두어 주십시오.
서보모터가 이동하는 것 같은 기계에 설치하는 경우에는, 가능한 한 굴곡 반경을 크게 해 주십시오.



검출기 케이블 굴곡 수명

4.3.3 배선 계통과 시퀀스

(1) 전원 투입 순서

① 전원의 배선은 반드시 3.1절과 같이, 주회로 전원(삼상 200V：L1 · L2 · L3, 단상 230V： L1 · L2)에 전자 접촉기를 사용해 주십시오. 외부 시퀀스로 알람 발생과 동시에 전자 접촉기를 OFF로 하도록 구성해 주십시오.

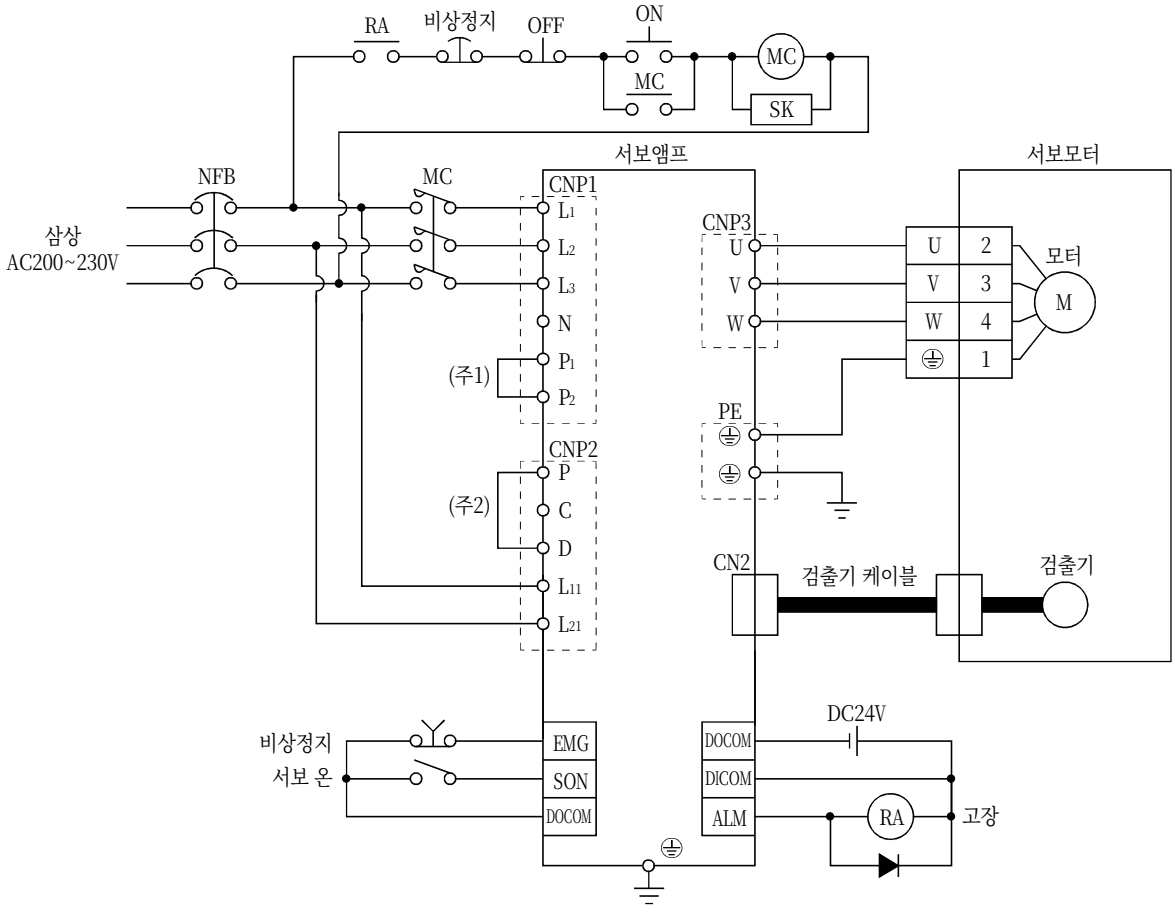
② 제어회로 전원 L11 · L21는 주회로 전원과 동시 또는 먼저 투입해 주십시오. 주회로 전원이 투입되어 있지 않으면 표시부에 경고를 표시됩니다만 주회로 전원을 투입하면 경고는 사라지고 정상적으로 동작합니다.

③ 서보앰프는 주회로 전원 투입 후 약 1~2s로 서보 온(SON)을 받아들일 수가 있습니다.
따라서, 주회로 전원을 투입과 동시에 서보 온(SON)을 ON으로 하면, 약 1~2s 후에 베이스 회로가 ON이 되어,한층 더 약 20ms 후에 준비완료(RD)가 ON이 되어 운전 가능 상태가 됩니다.
(본 항(2) 참조)

④ 리셋(RES)을 ON으로 하면 베이스 차단이 되어, 서보모터축이 프리 상태가 됩니다.

(2) 접속 예

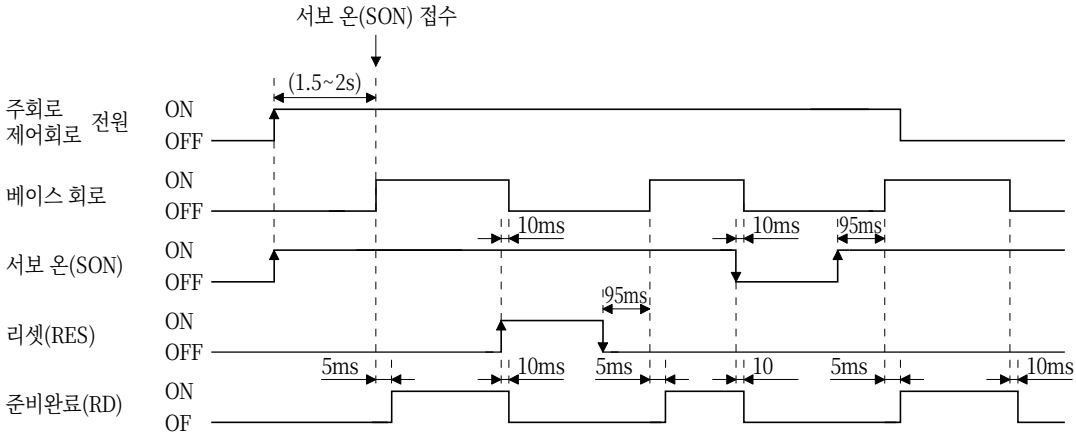
전원 · 주회로는, 본 절에 나타내듯이 알람 발생을 검지하여, 전원을 차단하는 것과 동시에, 서보 온(SON)도 OFF로 하는 것 같은 배선으로 해 주십시오. 전원의 입력선에는 반드시 노휴즈 차단기(NFB)를 사용해 주십시오.



주) 1. 반드시 P1 - P2간을 접속해 주십시오.(출하 상태에서 배선이 끝난 상태입니다.)
2. 반드시 P - D간을 접속해 주십시오.(출하 상태에서 배선이 끝난 상태입니다.)

전원 주회로의 배선

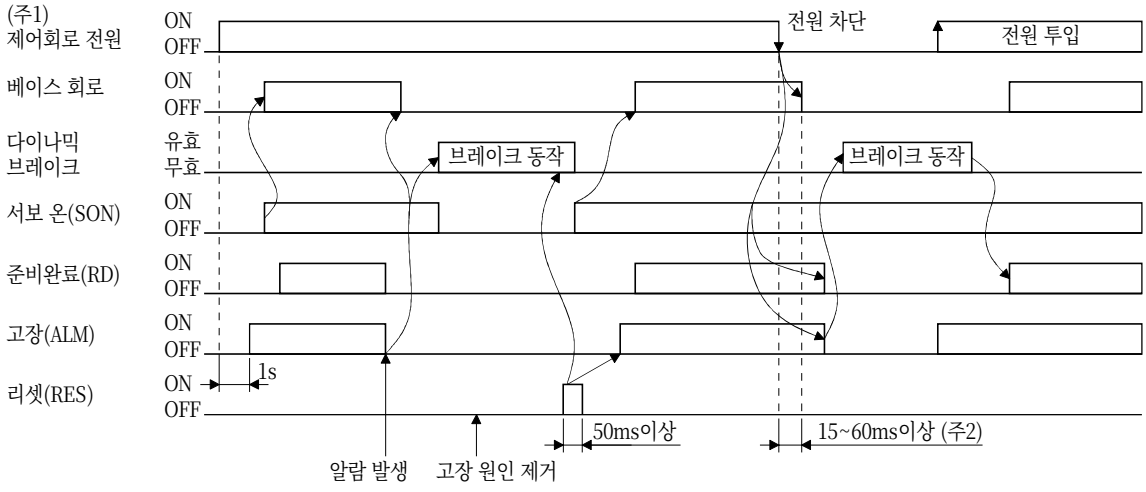
(3) 타이밍 차트



전원 투입의 타이밍 차트

(4) 알람 발생시의 타이밍 차트

서보앰프에 알람이 발생하면 베이스 차단이 되어, 서보모터는, 다이나믹 브레이크가 동작하여 정지합니다. 동시에 외부 시퀀스에 의해 주회로 전원을 차단해 주십시오.
알람 해제는 제어회로 전원의 OFF→ON, 현재 알람 화면에서“ SET ”버튼을 누르거나, 또는 리셋(RES)의 OFF→ON로 실시합니다, 그러나 알람의 원인이 제거되지 않는 한 해제할 수 없습니다.



주) 1. 알람 발생과 동시에 주회로 전원을 차단해 주십시오.
2. 운전 상태에 따라 바뀝니다.

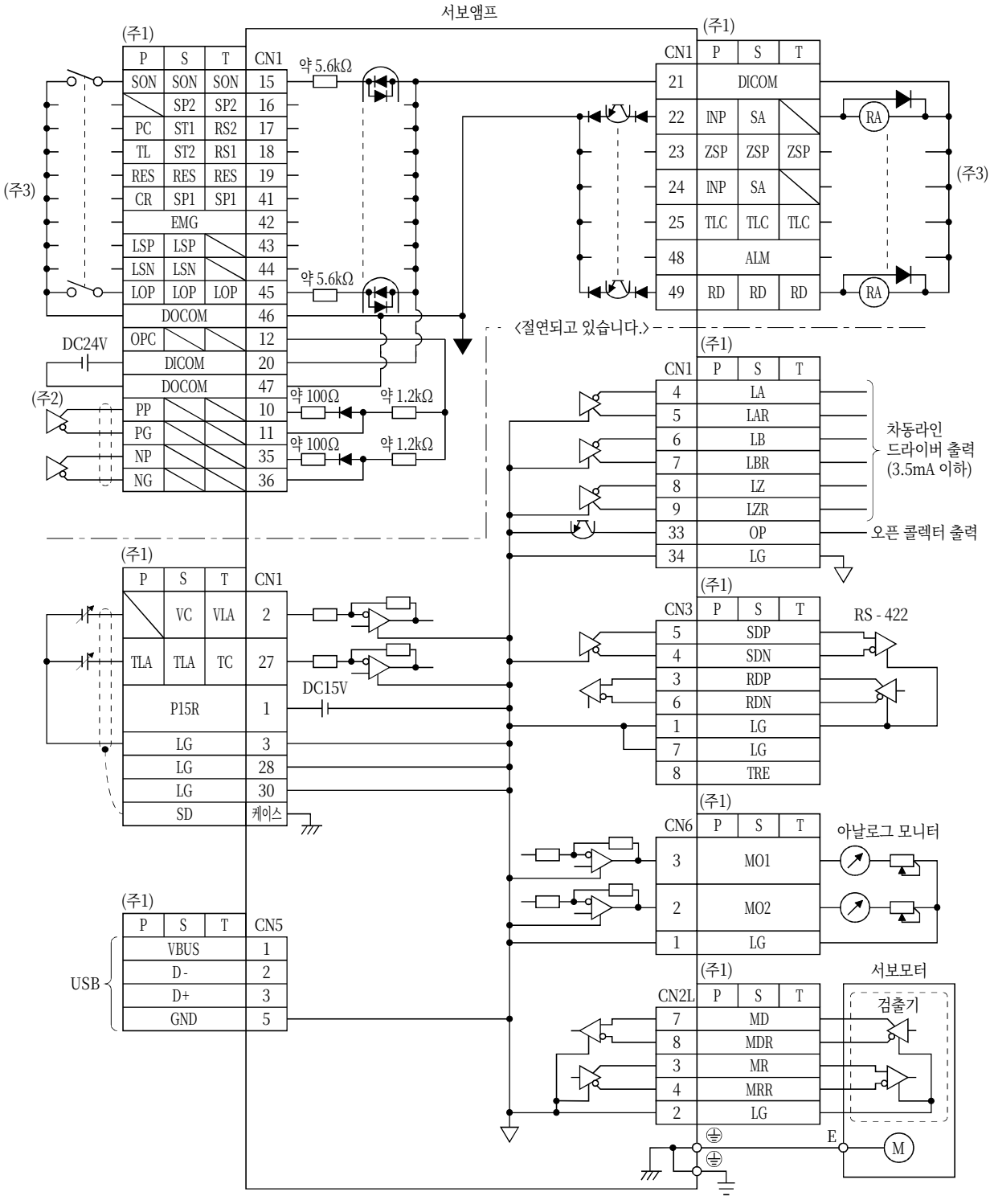
① 과전류 · 과부하1 · 과부하2
과전류(AL.32) · 과부하1(AL.50) · 과부하2(AL.51)의 알람 발생시에 발생 요인을 제거하지 않은채, 제어회로 전원 OFF→ON으로 반복하여 알람 해제하고 운전하면, 온도 상승에 의해 서보앰프, 서보모터가 고장나는 일이 있습니다. 발생 원인을 확실히 없애는 것과 동시에, 약 30분의 냉각 시간을 두고 나서 운전을 재개해 주십시오.

② 회생 이상
회생 이상(AL.30) 발생시에 제어회로 전원 OFF→ON으로 반복하여 알람 해제하고 운전하면,
외부 회생 저항의 발열에 의한 사고의 원인이 되는 일이 있습니다.

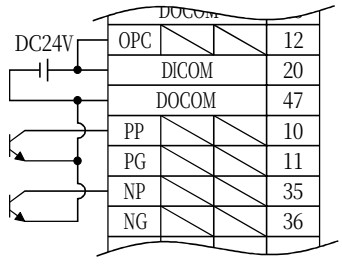
③ 전원의 순간 정지
60ms 이상의 제어회로 전원의 정전이 발생하여 복전 했을 경우, 또는 모선 전압이 DC200V 이하로
전압강하 한 뒤, 복전 하면 부족 전압(AL.10)이 발생합니다. 한층 더 정전이 계속되면 제어회로 전원이
OFF가 됩니다. 이 상태에서 정전이 해제되면 알람은 소거되어 서보 온(SON)이 ON 상태이면,
급시동합니다. 위험 방지를 위해 알람이 발생하면 서보 온(SON)을 OFF로 하는 것 같은 시퀀스를
구성해 주십시오.

④ 위치제어 모드(인크리멘털)의 경우
알람이 발생하면, 원점을 소실합니다. 알람 해제 후 운전을 재개하는 경우, 원점복귀를 실행해 주십시오.

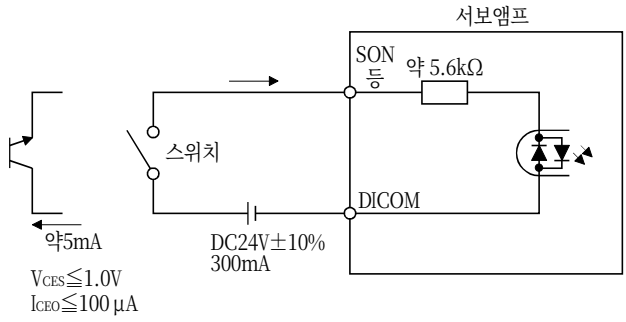
⑸ 커몬 라인


서보앰프
(주1)
CN1
P S T
SON SON SON 15
SP2 SP2 16
PC ST1 RS2 17
TL ST2 RS1 18
RES RES RES 19
CR SP1 SP1 41
EMG 42
LSP LSP 43
LSN LSN 44
LOP LOP LOP 45
DOCOM 46
OPC 12
DICOM 20
DOCOM 47
PP 10
PG 11
NP 35
NG 36
약 5.6kΩ
약 100Ω
약 1.2kΩ
(주3)
DC24V
(주2)
CN1
P S T
21 DICOM
22 INP SA
23 ZSP ZSP ZSP
24 INP SA
25 TLC TLC TLC
48 ALM
49 RD RD RD
RA
<절연되고 있습니다.>
CN1
4 LA
5 LAR
6 LB
7 LBR
8 LZ
9 LZR
33 OP
34 LG
차동라인 드라이버 출력 (3.5mA 이하)
오픈 콜렉터 출력
CN1
P S T
VC VLA 2
TLA TLA TC 27
P15R 1
LG 3
LG 28
LG 30
SD 케이스
DC15V
CN3
5 SDP
4 SDN
3 RDP
6 RDN
1 LG
7 LG
8 TRE
RS - 422
CN6
3 MO1
2 MO2
1 LG
아날로그 모니터
CN5
VBUS 1
D- 2
D+ 3
GND 5
USB
CN2L
7 MD
8 MDR
3 MR
4 MRR
2 LG
서보모터
검출기
E
M

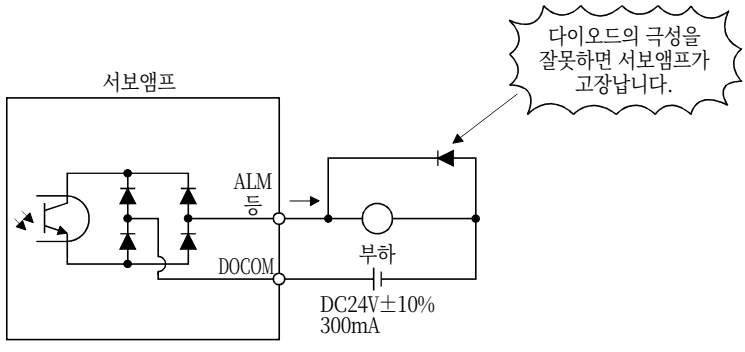
주) 1. P : 위치제어 모드 S : 속도제어 모드 T : 토크제어 모드
2. 차동 라인 드라이버 펄스열 입력의 경우입니다. 오픈 콜렉터 펄스열 입력의 경우에는, 다음과 같은 접속으로 해 주십시오.



3. 싱크 입출력 인터페이스의 경우입니다. 소스 입출력 인터페이스에 대해서는 다음의 그림을 참조해 주십시오.



소스 입력 인터페이스

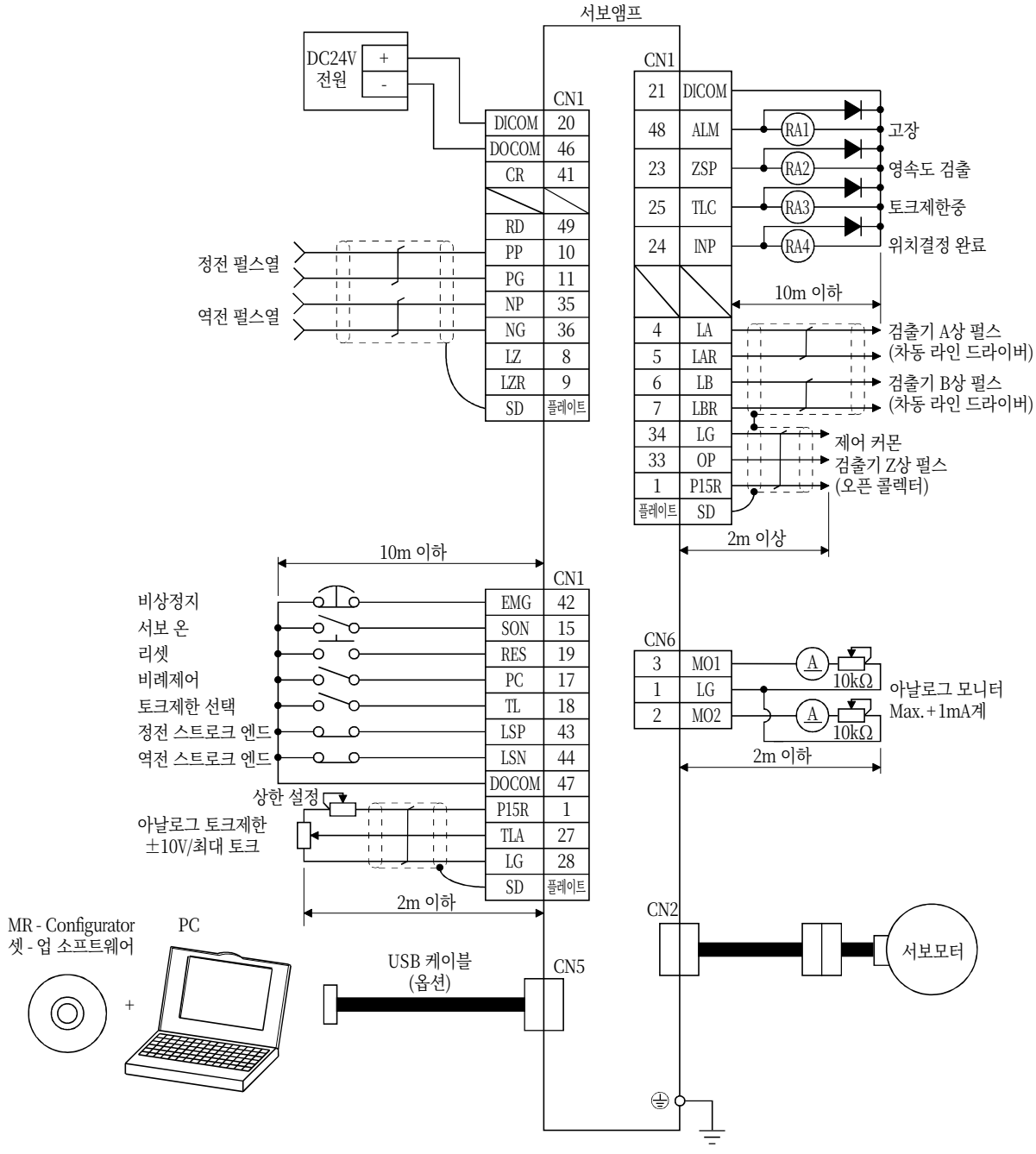


소스 출력 인터페이스

4.3.4 표준 접속도

(1) 위치제어

① 전(全) 입출력 신호의 접속



위치제어시의 접속 I

② 최소한 필요한 입출력 신호의 접속

모터를 움직이기 위해서는, 최소한 아래의 접속이 필요합니다. 출력 신호의 접속은 불필요합니다.

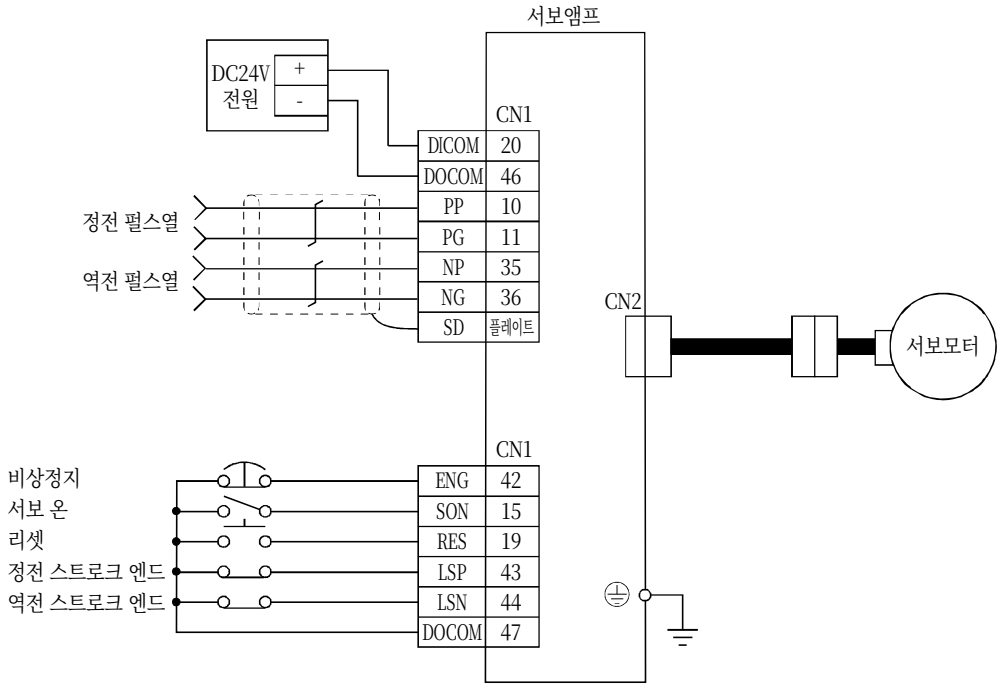
1) 서보 온 ……주회로를 살리기 위한 신호이므로 운전전에 반드시 온(ON) 해 두는 것이 필요합니다. 온 하면 서보 록 상태가 됩니다.

2) 정 · 역전 스트로크 엔드 ……통상 기계단에 있는 리미트 스위치와 접속합니다. 오프(OFF)가 되면 그 방향으로 움직이지 않습니다. 역방향으로 움직입니다. 롤 피드와 같이 기계단 리미트 스위치가 없는 경우에는, DOCOM간을 항시 합선 해 주십시오.

3) 정 · 역전 펄스열 ……펄스열이 입력되면, 모터는 펄스의 주파수 · 수에 대응해서 움직입니다. 입력이 없으면 정지하여 서보 록 됩니다.

4) 리셋 ……알람의 해제에 사용합니다. 알람 해제는 주회로 전원 오프(OFF)에서도 할 수 있기 때문에, 절대 필요한 신호가 아닙니다. 또 리셋 신호를 온(ON) 하면 서보 록이 해제되고 모터 프리가 됩니다.

5) 비상정지 ……운전시에는, 비상정지 신호(EMG)를 비상정지 스위치(B접점)로 반드시 DOCOM과 합선 해 주십시오.



위치제어시의 접속Ⅱ

③ QD75로 운전하는 경우의 최소한 필요한 입출력 신호의 접속

1) 서보 온

2) 정 · 역전 스트로크 엔드

3) 정 · 역전 펄스열… QD75의 단자와 아래 그림과 같이 접속합니다.

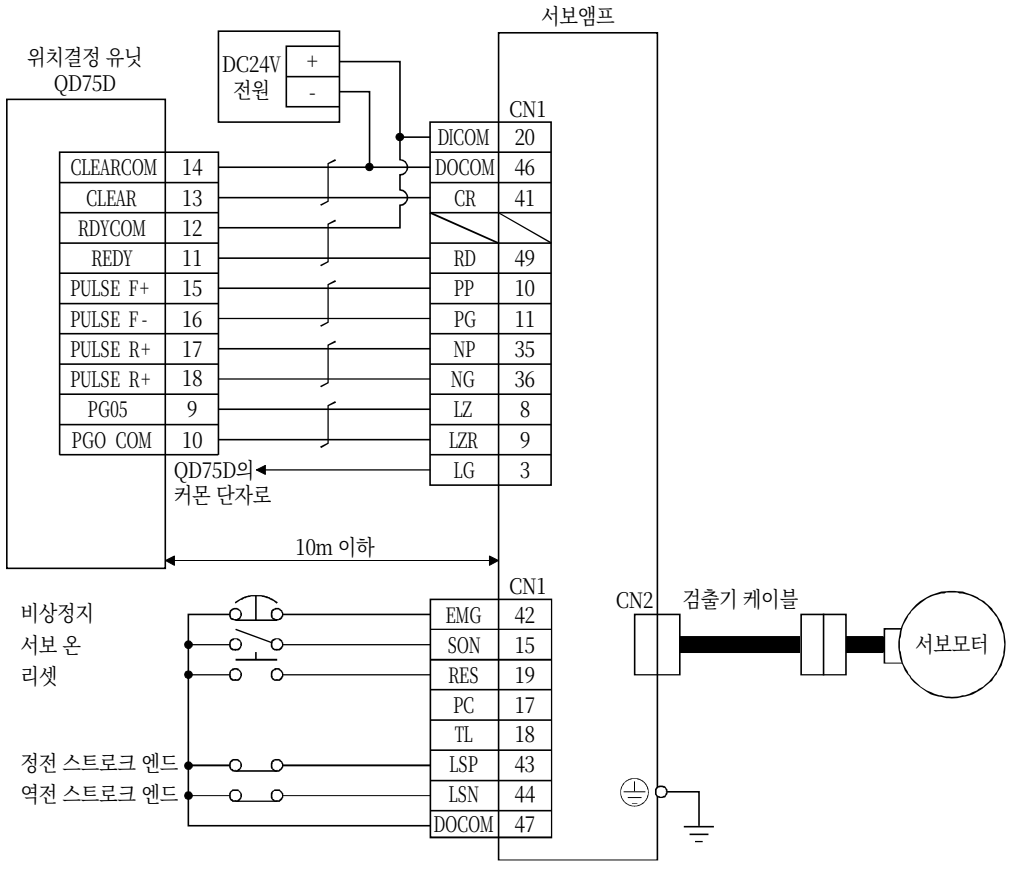
4) 리셋

5) 클리어 …… 원점복귀시의 카운터 클리어를 위해 사용합니다.

6) 영펄스 …… 원점복귀시의 원점 신호로서 사용합니다.

7) 준비완료 …… 서보 온(ON) 상태를 QD75에 출력하고, 인터록 신호로서 사용합니다.

8) 비상정지 …… 운전시에는, 비상정지 신호(EMG)를 비상정지 스위치(B접점)로 반드시 DOCOM과 합선해 주십시오.



※Q75에 관한 접속의 자세한 내용은 QD75의 설명서를 참고로 해 주십시오.

위치제어시의 접속III

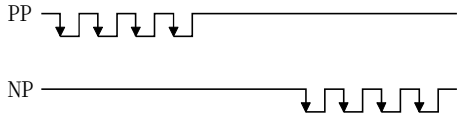
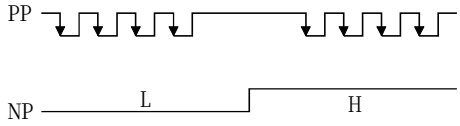
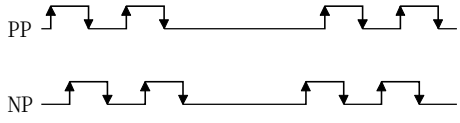
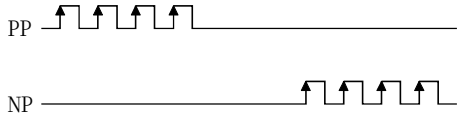
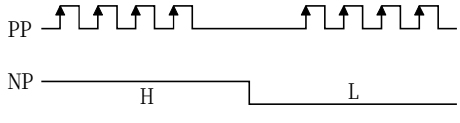
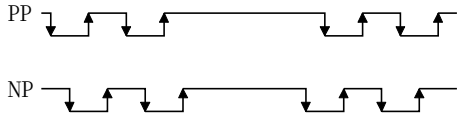
【보충 설명】

① 펄스열 입력의 종류

지령 펄스는, 정전/역전 펄스열을 오픈 콜렉터 방식 또는 차동방식에서 입력하는 것이 일반적이며, FX2N－20GM/10GM/10PG/1PG, QD75P/QD75D, QD70P, AD75P/A1SD75P의 경우도 이것에 해당합니다.

MR－J3시리즈 앰프는, 그 이외의 여러 가지의 지령 유닛의 펄스열에 대응할 수 있도록 아래의 펄스열도 파라미터의 전환에서 대응할 수 있게 되어 있습니다.

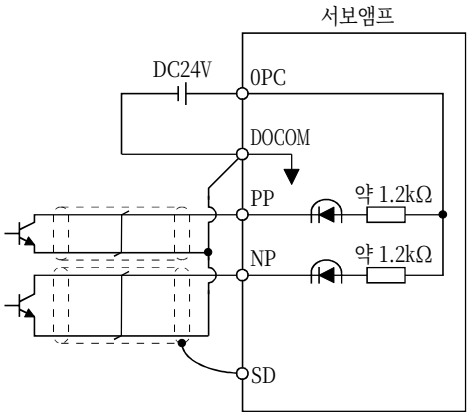
1) 펄스열 형태의 종류

파라미터 No.PA13의 설정값	펄스열 형태		정전 지령시	역전 지령시	비고
0010h	부(負-)논리	정전 펄스열 역전 펄스열			QD75P, QD75D, QD70P, FX2N - 20GM/10GM/10PG/1PG (출하시 설정값) A1SD75P - S3, AD75P - S3
0011h		펄스열+부호			QD75P, QD75D, QD70P, A1SD75P - S3, AD75P - S3, FX2N - 20GM/10GM/10PG/1PG
0012h		A상 펄스열 B상 펄스열			QD75P, QD75D, A1SD75P - S3, AD75P - S3
0000h	정(正+)논리	정전 펄스열 역전 펄스열			QD75P, QD75D, QD70P A1SD75P - S3, AD75P - S3 (출하시 설정값)
0001h		펄스열+부호			QD75P, QD75D, QD70P, A1SD75P - S3, AD75P - S3
0002h		A상 펄스열 B상 펄스열			QD75P, QD75D, A1SD75P - S3, AD75P - S3

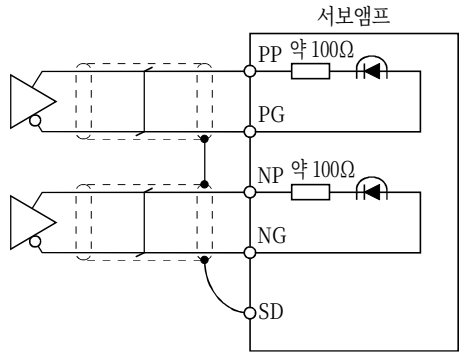
(주) 표중의 ⌐↑└ 또는 ⌐↓└ 의 화살표는 펄스열을 받아 들이는 타이밍을 나타냈습니다.

2) 하드웨어의 종류

지령 유닛의 하드웨어에 맞추어, 다음 구성의 선택을 할 수 있습니다.



(a) 오픈 콜렉터 방식



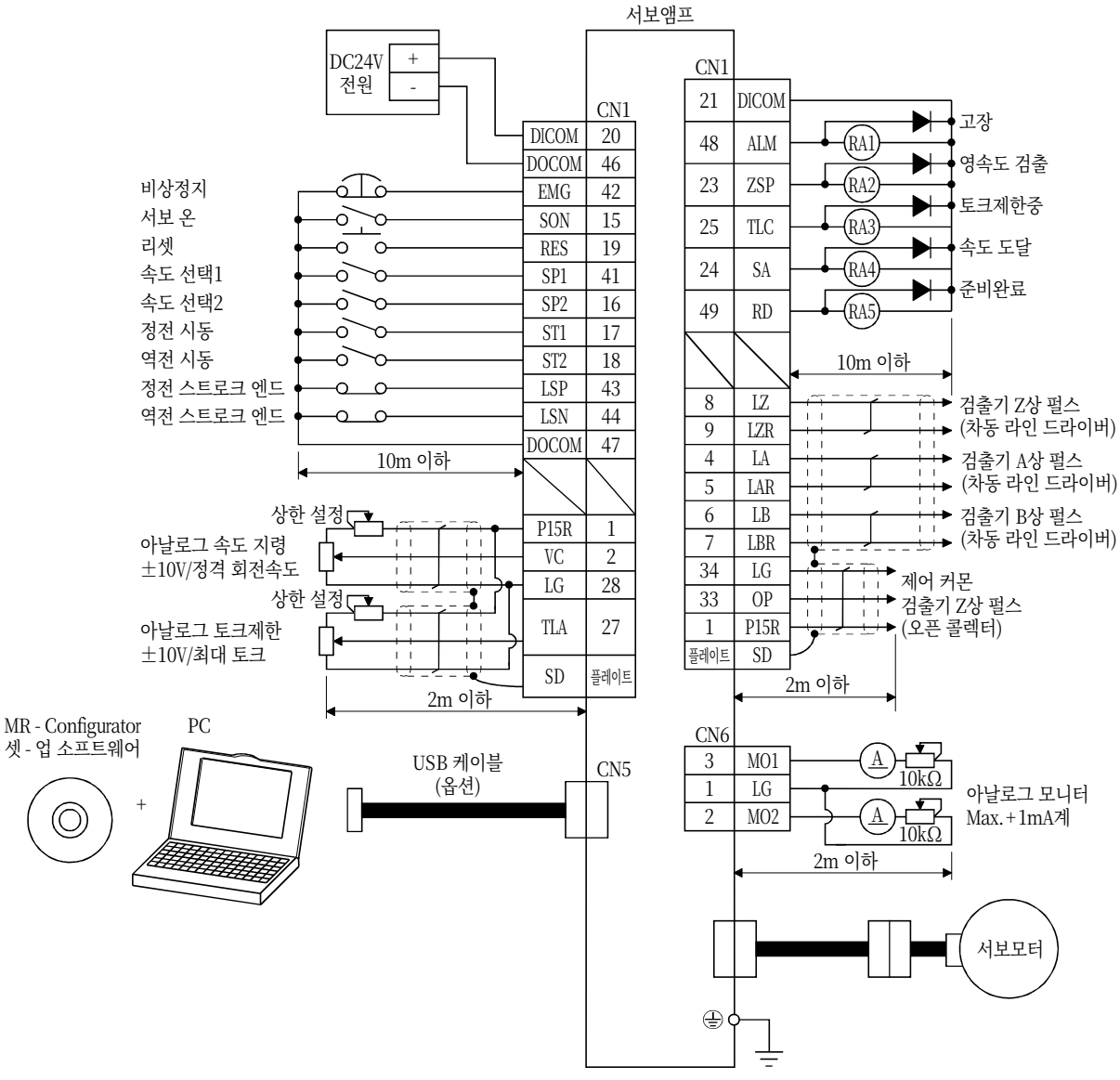
(b) 차동 라인 드라이버 방식

② 토크제한

파라미터No.PA11(정전 토크제한) · 파라미터No.PA12(역전 토크제한)를 설정하면, 운전중에 항상 최대 토크를 제한합니다.

(2) 속도제어

① 전(全) 입출력 신호의 접속



속도제어시의 접속 I

② 최소한 필요한 입출력 신호의 접속

모터를 움직이기 위해서는, 최소한 아래의 접속이 필요합니다. 출력 신호의 접속은 불필요합니다.

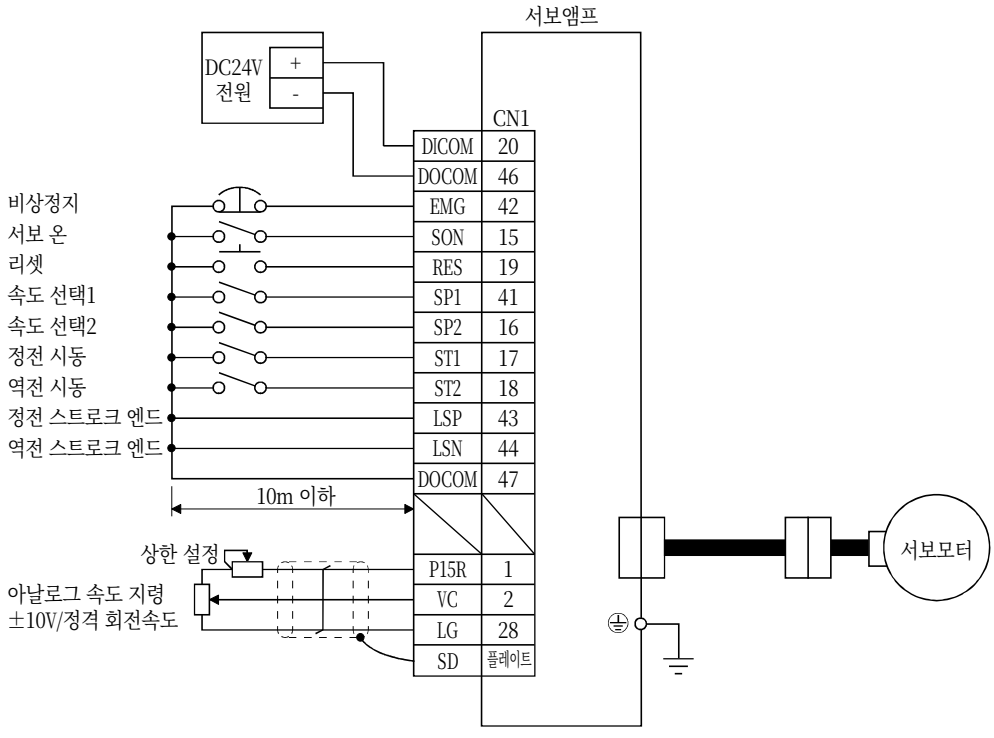
1) 서보 온 …… 주회로를 살리기 위한 신호이므로 운전전에 반드시 온(ON) 해 두는 것이 필요합니다. 온 하면 서보 록 상태가 됩니다.

2) 속도 선택 1 · 2 …… 속도 지령을 파라미터 설정값 또는 외부 아날로그 설정값으로 할지를 선택합니다. 아래 그림은 외부 아날로그 속도 지령에 의한 경우입니다.

3) 정전 · 역전 시동 …… 시동 신호로서 사용합니다.

4) 리셋 …… 알람의 해제에 사용합니다. 알람 해제는 주회로 전원 오프에서도 할 수 있기 때문에, 절대 필요한 신호가 아닙니다.
또한 리셋 신호를 온 하면 서보 록이 해제되고 모터 프리가 됩니다.

5) 비상정지 …… 운전시에는,비상정지 신호(EMG)를 비상정지 스위치(B접점)로 반드시 SG와 합선 해 주십시오.



속도제어시의 접속Ⅱ

【보충 설명】 속도 지령 회로의 구성

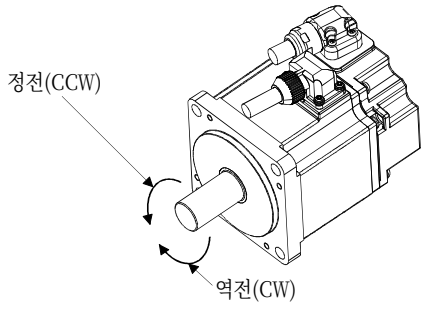
(1) 속도 선택1(SP1)・속도 선택2(SP2)로 속도 지령값
속도 선택1(SP1)・속도 선택2(SP2)를 사용하여 내부 속도 지령1~3에 의한 회전속도의 설정과 아날로그 속도 지령(VC)에 의한 회전속도의 설정을 다음에 있는 표와 같이 선택합니다.

(주) 외부 입력 신호		회전속도의 지령값
SP2	SP1	
0	0	아날로그 속도 지령(VC)
0	1	내부 속도 지령1(파라미터No.PC05)
1	0	내부 속도 지령2(파라미터No.PC06)
1	1	내부 속도 지령3(파라미터No.PC07)

주) 0 : OFF
1 : ON

(2) 정전 시동(ST1)・역전 시동(ST2)
모터의 시동・정지를 정전 시동(ST1)・역전 시동(ST2)에서 실시합니다. ST1, ST2 양쪽 모두 OFF 또는 ON 되면 감속・정지하고, 서보 록 상태가 됩니다. 속도 설정을 외부 아날로그 전압에서 실시하는 경우, 모터 회전방향과 전압극성, 시동 신호와의 관계는 아래 표와 같이 됩니다.

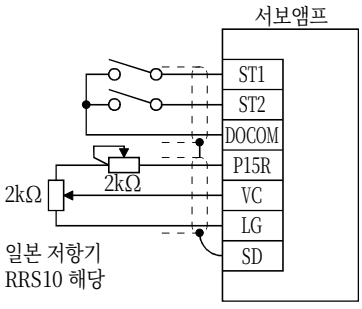
(주) 외부 입력 신호		아날로그 속도 지령(VC)		
ST2	ST1	+극성	0V	-극성
1	1	정지 (서보 록)	정지 (서보 록)	정지 (서보 록)
0	1	CCW	정지 (서보 록 없음)	CW
1	0	CW		CCW
1	1	정지 (서보 록)	정지 (서보 록)	정지 (서보 록)



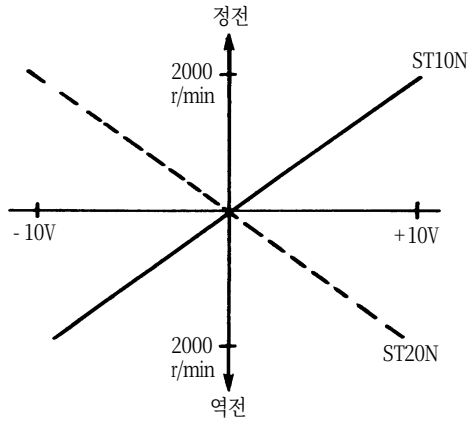
(3) 외부 배선 예

외부 아날로그 전압에 의한 속도 지령 회로의 구성을 나타냅니다.

① 아날로그 전압의 극성을 ⊕만으로 정 · 역 운전하는 경우



속도지령 회로의 구성 I

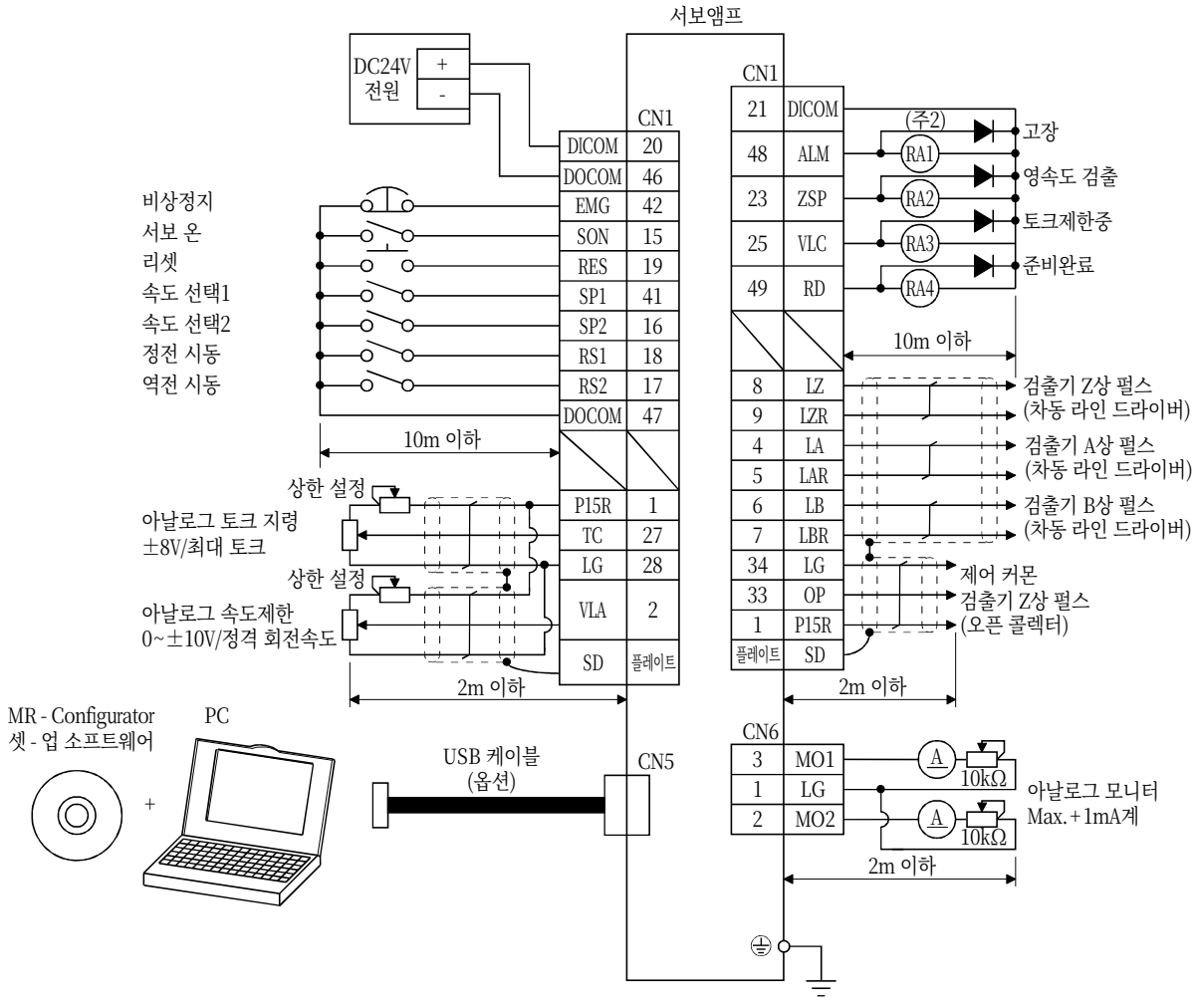


(4) 토크제한

파라미터No.PA11(정전 토크제한) · 파라미터No.PA12(역전 토크제한)를 설정하면, 운전중에는 항상 최대 토크를 제한합니다.

(3) 토크제어

① 전(全) 입출력 신호의 접속



토크제어의 접속

【보충 설명】

① 토크제어 회로의 구성

a. 토크 지령과 발생 토크 아날로그 토크 지령(TC)의 인가 전압과 서보모터의 발생 토크의 관계를 오른쪽 그림에 나타냅니다. 전압에 대한 출력 토크의 지령값은 제품에 따라 약 5%의 격차가 있습니다.
또한, 전압이 -0.05~+0.05V의 경우, 발생 토크가 변동하는 일이 있습니다. 아날로그 토크 지령(TC)을 사용했을 경우의 정전 선택(RS1)·역전 선택(RS2)에 의한 토크의 발생 방향을 표4.1에 나타냅니다.

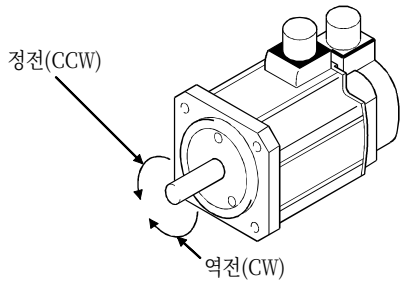
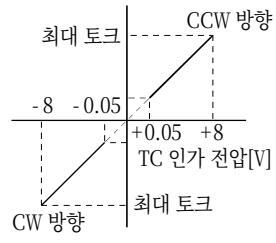


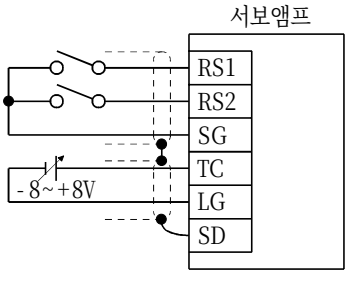
표4.1 토크 발생 방향

RS1-SG간	RS2-SG간	회전 방향		
		+극성	0V	-극성
개방	개방	토크 없음	토크 없음	토크 없음
단락	개방	CCW(정전 역행·역전 회생		CW(역전 역행·정전 회생
개방	단락	CW(역전 역행·정전 회생		CCW(정전 역행·역전 회생
단락	단락	토크 없음		토크 없음



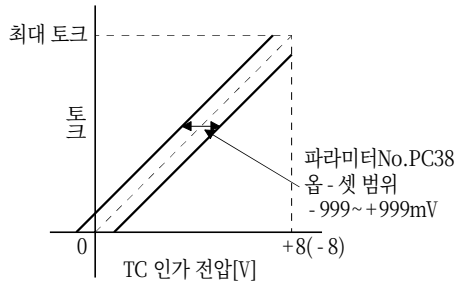
토크제한 레벨(RS1 : ON일 때)

b. 접속도
다음의 그림과 같이 접속해 주십시오.



접속 예

c. 아날로그 토크 지령 옵-셋
파라미터No.38으로 TC 인가 전압에 대해서 다음의 그림과 같이 -999~999mV의 옵-셋 전압을 가산할 수 있습니다.



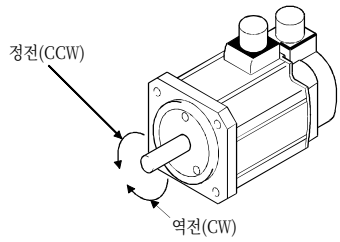
아날로그 토크 지령 옵-셋 범위

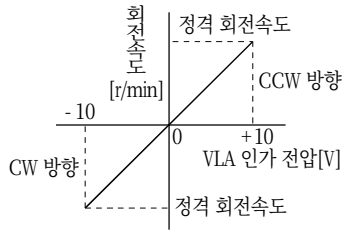
② 토크제한
파라미터No.PA11(정전 토크제한)·파라미터No.PA12(역전 토크제한)를 설정하면, 운전중에는 항상 최대 토크를 제한합니다. 제한값과 서보모터의 발생 토크의 관계는 위의 ①과 같습니다. 다만, 아날로그 토크제한(TLA)은 사용할 수 없습니다.

③ 속도제한

a. 속도제한값과 회전속도

파라미터No.PC05~PC11(내부 속도제한 1~7)로 설정한 회전속도, 또는 아날로그 속도제한(VLA)의 인가 전압으로 설정한 회전속도를 제한합니다. 아날로그 속도제한(VLA)의 인가 전압과 서보모터 회전속도의 관계를 오른쪽 그림에 나타냅니다. 정전 선택(RS1)・역전 선택(RS2)에 의한 제한 방향을 표4.2에 나타냅니다.





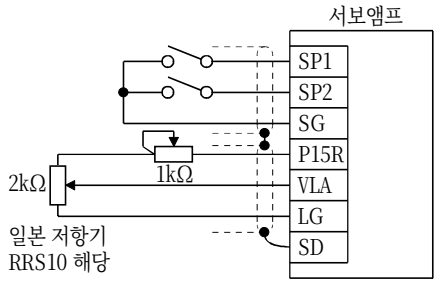
VLA 인가 전압과 회전속도(RS1 : ON일 때)

표4.2 RS1・RS2과 속도제한 방향

RS1-SG간	RS2-SG간	속도제한 방향		
		아날로그 속도제한(VLA)		내부 속도제한
		+극성	-극성	1~3
단락	개방	CCW	CW	CCW
개방	단락	CW	CCW	CW

b. 접속도

일반적으로는 다음의 그림과 같이 접속해 주십시오.



접속 예1

토크제한과 토크제어

모터의 발생하는 토크는 전류에 비례하기 때문에, AC 서보모터의 전류를 제어하면 모터가 발생하는 토크를 자유롭게 컨트롤 할 수가 있습니다.
통상, AC 서보모터(동기형)는 300% 정도의 최대 토크를 갖고 있는데, 위치나 속도를 제어하고 있을 때 임의의 값 이상으로 토크가 발생하지 않게 제한하는 것을「토크제한」이라고 부릅니다.
한편, 모터의 발생 토크가 항상 있는 값에 일정에 유지하도록 제어하는 것이「토크제어」입니다.
토크제한은 감속기의 보호나 누름(프레스) 동작시의 힘의 제한 등에 사용되며 부하나 기계에 필요 이상의 힘이 더해지지 않게 제어합니다.
토크제어는 감는 장치(권취기) 등에서, 속도가 바뀌어도 재료에 참가하는 힘(장력)을 항상 일정하게 할 경우에 사용하고, 속도는 발생 토크와 부하 토크에 의존합니다.

c. 속도 선택1(SP1)・속도 선택2(SP2)・속도 선택3(SP3)으로 속도 지령값 속도 선택1(SP1)・
속도 선택2(SP2)・속도 선택3(SP3)을 사용하여 내부 속도 지령1~7에 의한 회전속도의 설정과 아날로그 속도제한(VLA)에 의한 회전속도의 설정을 표4.3과 같이 선택합니다.
공장 출하 상태의 MR-J3A 서보앰프에서는, 속도 선택3(SP3)은 외부 입력 신호에 할당할 수 있고 있지 않을 수도 있습니다. 속도 선택3(SP3)을 파라미터 No.PD03~PD12로 외부 입력 신호로서 컨넥터 CN1의 핀에 할당하는 것으로, 내부 속도 지령4~7을 사용할 수 있게 됩니다.
다만, 본 실습기의 경우, 속도 선택3(SP3)을 할당하여 스위치로 선택할 수 있지 않게 되어 있으므로, 내부 속도 지령4~7은 사용할 수 없습니다. 내부 속도 지령1~7로 속도를 지령했을 경우, 주위 온도에 의한 속도의 변동은 없습니다.

표4.3 SP1・SP2・SP3과 속도 지령값

(주) 입력 신호			속도 지령
SP3	SP2	SP1	
0	0	0	아날로그 속도제한(VLA)
0	0	1	내부 속도제한1(파라미터No.PC05)
0	1	0	내부 속도제한2(파라미터No.PC06)
0	1	1	내부 속도제한3(파라미터No.PC07)
1	0	0	내부 속도제한4(파라미터No.PC08)
1	0	1	내부 속도제한5(파라미터No.PC09)
1	1	0	내부 속도제한6(파라미터No.PC10)
1	1	1	내부 속도제한7(파라미터No.PC11)

주) 0 : SG간을 OFF(개방)
1 : SG간을 ON(단락)

d. 속도제한중(VLC)
서보모터의 회전속도가 내부 속도제한1~7, 또는 아날로그 속도제한으로, 제한한 회전속도에 이르렀을 때 VLC—SG간이 도통이 됩니다.

4.3.5 전원 투입

(1) 확인

전원 투입 전에, 4.3.2. 4.3.3으로 간 설치, 배선을 재차 충분히 확인합니다.

(a) 설치 …… 4.3.2항에 근거하여 설치 상태를 확인합니다. 특히, 제어반내 발생열체에 의한 앰프 주위 온도에 미치는 영향, 발열체와 케이블류의 접촉, 서보모터의 방수・방유 대책에 대해 체크합니다.

(b) 배선 …… 4.3.3항에 근거하여 배선의 확인을 실시합니다. 특히, 주회로의 접속을 잘못하면 유닛의 파손으로 연결되는 일도 있기 때문에 꼼꼼한 확인이 필요합니다.

다음 페이지에 주된 항목을 열거하였는데, 그 외에도 각 기종 고유의 문제도 있기 때문에, 자세한 내용은 개개의 취급 설명서, 기술 자료에 따라 주십시오.

(2) 배선

운전하기 전에 다음의 체크를 해 주십시오.

(a) 전원계의 배선

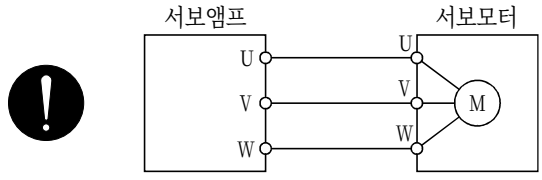
주회로 · 제어회로 전원을 투입하기 전에, 다음 사항에 대해 확인해 주십시오.

① 전원계의 배선

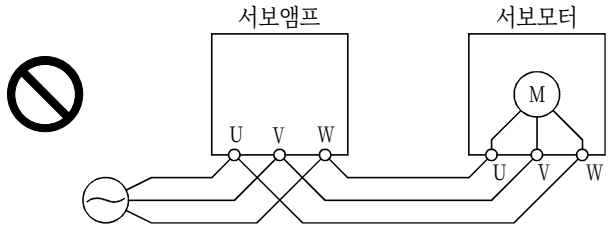
서보앰프의 전원 입력 단자(L1 · L2 · L3 · L11 · L21)에 공급되는 전원은 규정의 사양을 만족하고 있을 것.

② 서보앰프 · 서보모터의 접속

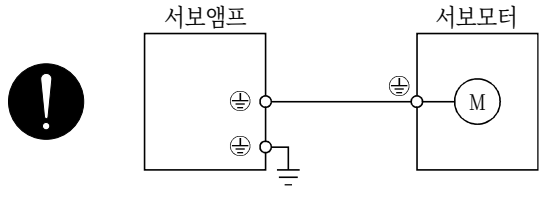
• 서보앰프의 서보모터 동력 단자(U · V · W)와 서보모터의 전원 입력 단자(U · V · W)의 상이 일치하고 있을 것.



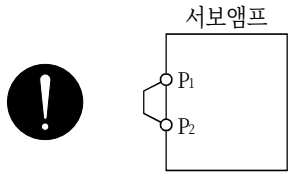
• 서보앰프에 공급하는 전원을 서보모터 동력 단자(U · V · W)에 접속하고 있지 않을 것.
접속하고 있는 서보앰프 · 서보모터가 고장납니다.



• 서보모터의 어스 단자는 서보앰프의 PE단자에 접속되어 있을 것.



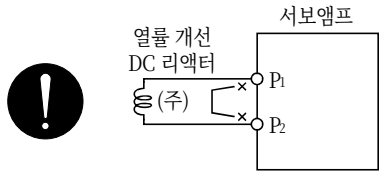
• P1 - P2간이 접속되어 있을 것.



③ 옵션 · 주변기기를 사용하고 있는 경우

• 회생옵션은 트위스트선을 사용하여, P - C간에 접속되어 있을 것.

• 역률 개선 DC 리액터는 P1 - P2간에 접속되어 있을 것.



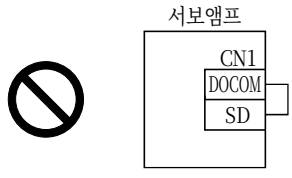
(주) 반드시 P1 - P2간의 배선을 제외해 주십시오.

(b) 입출력 신호의 배선

① 입출력 신호가 올바르게 접속되어 있을 것.
DO강제 출력을 사용하면 CN1 컨넥터의 핀을 강제적으로 ON/OFF로 할 수 있습니다.
이 기능을 이용하여 배선 체크가 가능합니다. 이 경우, 제어회로 전원만 투입해 주십시오.

② 컨넥터 CN1의 핀에 DC24V를 넘는 전압이 가해지지 않을 것.

③ 컨넥터 CN1의 SD와 DOCOM을 합선으로 하고 있지 않을 것.



(3) 주변 환경

(a) 케이블의 처리

① 배선 케이블에 무리한 힘이 가해지지 않을 것.

② 검출기 케이블은 굴곡 수명을 넘는 상태가 되지 않을 것.

③ 서보모터의 컨넥터 부분에 무리한 힘이 가해지지 않을 것.

(b) 환경

전선 쓰레기, 금속가루 등으로 신호선이나 전원선이 합선 되어 있는 곳이 없을 것.

(4) 기계부

① 서보모터의 설치 부분, 축과 기계의 접속부의 나사의 느슨함이 없을 것.

② 서보모터 및 서보모터가 조립된 기계가 운전 가능할 것.

(5) 전원 투입

운전전의 확인이 끝나면 다음의 순서로 전원을 투입합니다.

① SON(서보 온) 신호는 OFF로 해 둡니다.

↓

② 전원의 브레이커를 ON 합니다.

↓

③ 운전 준비구를 눌러 입력측 MC를 ON합니다. } 위치결정 유닛 등 지령측의 전원보다 전에, 또는 동시에 서보 전원을 ON 합니다.

↓

④ 지령측의 전원을 ON합니다.

↓

⑤ 파라미터 설정 4.3.8항

↓

⑥ 외부 입출력 신호 체크 4.3.9항

↓

⑦ SON 신호를 ON합니다.

※ 이 때 지령측에서 속도, 위치 지령이 「0」이 되고 있는 것을 확인하고 나서 ON 해 주십시오.

↓

⑧ 수동 운전 4.3.10항

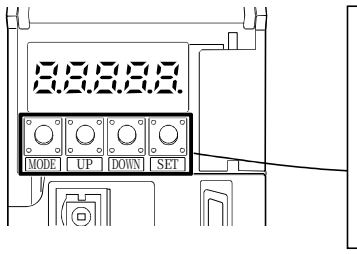
〈참고〉 각 운전모드에 있어서의 조작 순서는 4.3.14항을 참조해 주십시오.

실습기 활용

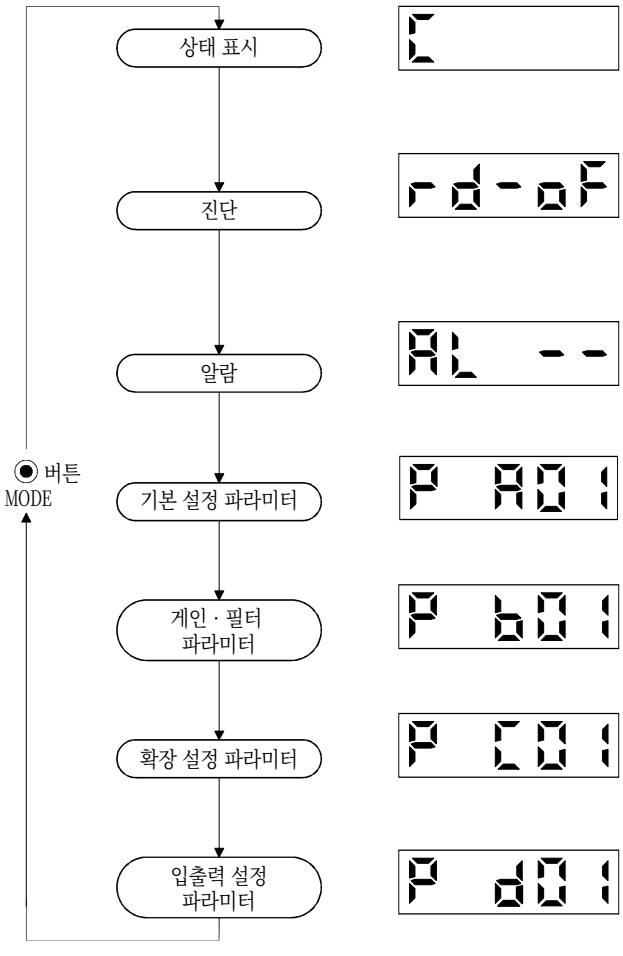
4.3.6 표시 · 진단 기능

MR—J3형 앰프는, 서보의 모든 제어를 디지털화하고 있기 때문에, 각종의 제어량 또는 상태량을 수시로 꺼내 표시시킬 수가 있습니다.
서보앰프 전면의 표시부(5자릿수 7세그먼트 표시기)에서 상태 표시, 파라미터 설정 등을 실시합니다.
운전전의 파라미터 설정, 이상시의 고장 진단, 외부 시퀀스의 확인, 운전중 상태 확인 등을 실시해 주십시오.
다음 그림에 표시의 이동 그림을 나타냅니다.

(1) 표시 이동도



MODE	표시 모드의 변경 Low/High의 변환
UP	표시 · 데이터의 이동
DOWN	표시 · 데이터의 천이
SET	표시 · 데이터의 확정 데이터의 클리어



기능
서보 상태 표시. 전원 투입시는, [ ] 을 표시합니다. (주)
시퀀스 표시 · 외부 신호 표시 · 출력 신호(DO) 강제 출력 · 테스트 운전 · 소프트웨어 버전 표시 · VC자동 옵 - 셋 · 모터 시리즈 ID표시 · 모터 타입 ID표시 · 모터 검출기 ID표시 · 외부 검출기 ID표시 · 파라미터 기록 금지 일차 해제 표시.
현재 알람 표시 · 알람 이력 표시 · 파라미터 에러No. 표시.
기본 설정 파라미터의 표시와 설정.
게인 · 필터 파라미터의 표시와 설정.
확장 설정 파라미터의 표시와 설정.
입출력 설정 파라미터의 표시와 설정.

(주) MR Configurator로 서보앰프에 축 명칭을 설정했을 경우, 축 명칭을 표시한 후에 서보 상태를 표시합니다.

표시 이동 그림

(2) 상태 표시 모드

운전중의 서보 상태를 5자릿수 7세그먼트 LED의 표시부에 표시합니다.

UP, DOWN 버튼으로 임의로 내용을 변경할 수 있습니다. 선택하면 심볼을 표시하고, SET 버튼을 누르면 그 데이터를 표시합니다.

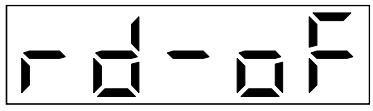
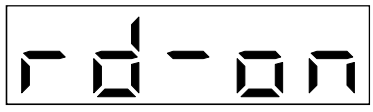
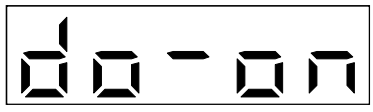
표4.4

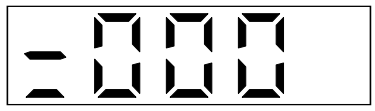
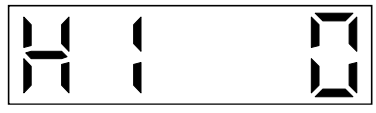
상태 표시	심볼	단위	내용	표시 범위
귀환펄스 누적	C	pulse	서보모터 검출기에서의 귀환펄스를 카운터로 표시합니다. ±99999를 초과해도 카운터되는데, 서보앰프 표시부에서는 5자릿수 표시를 위해, 실제값의 아래 5자릿수의 표시가 됩니다. " SET "버튼을 누르면" 0 "이 됩니다. 역전시는 2, 3, 4, 5 자릿수째의 소수점이 점등합니다.	- 99999 ~ 99999
서보모터 회전속도	r	r/min	서보모터의 회전속도를 표시합니다. 0.1r/min 단위를 반올림하여 나타냅니다.	- 7200 ~ 7200
잔류펄스	E	pulse	편차 카운터의 잔류펄스를 표시합니다. 역전 펄스는 2, 3, 4, 5 자릿수째의 소수점이 점등합니다. 서보앰프 표시부에서는 5자릿수 표시이므로, 실제 값의 아래 5자릿수를 표시합니다. 표시하는 펄스수는 전자기어를 곱하기 전의 값입니다.	- 99999 ~ 99999
지령펄스 누적	P	pulse	위치 지령 입력 펄스를 카운터하여 나타냅니다. 전자기어(CMX/CDV)를 곱하기 전의 값을 나타내므로, 귀환펄스 누적 표시와 일치하지 않을 수 있습니다. ±99999를 초과해도 카운터되지만, 서보앰프 표시부에서는 5자릿수 표시이므로, 실제값의 아래 5자릿수의 표시가 됩니다. " SET "버튼을 누르면 0이 됩니다. 역전시는 2, 3, 4, 5 자릿수째의 소수점이 점등합니다.	- 99999 ~ 99999
지령펄스 주파수	n	kpps	위치지령 입력 펄스의 주파수를 나타냅니다. 전자기어(CMX/CDV)를 곱하기 전의 값을 나타냅니다.	- 1500 ~ 1500
아날로그 속도지령 전압 아날로그 속도제한 전압	F	V	(1) 토크제어 모드 아날로그 속도제한(VLA)의 입력전압을 나타냅니다.	- 10.00 ~ +10.00
			(2) 속도제어 모드 아날로그 속도지령(VC)의 입력전압을 나타냅니다.	
아날로그 토크지령 전압 아날로그 토크제한 전압	U	V	(1) 위치제어 모드 · 속도제어 모드 아날로그 토크제한(TLA)의 전압을 나타냅니다.	0 ~ +10.00
			(2) 토크제어 모드 아날로그 토크지령(TC)의 전압을 나타냅니다.	- 8.00 ~ +8.00
회생 부하율	L	%	허용 회생 전력에 대한 회생 전력의 비율을 %로 표시합니다.	0 ~ 100
실효 부하율	J	%	연속 실효 부하 토크를 표시합니다. 정격 전류를 100%로 하고, 과거 15초간의 최고값을 표시합니다.	0 ~ 300
피크 부하율	b	%	최대 발생 토크를 표시합니다. 정격 토크를 100%로 하고, 과거 15초간의 최고값을 표시합니다.	0 ~ 400
순시 발생 토크	T	%	순시 발생 토크를 표시합니다. 정격 토크를 100%로서 발생하고 있는 토크를 리얼타임으로 표시합니다.	0 ~ 400
1회전내 위치 (1pulse 단위)	Cy1	pulse	1회전내 위치를 검출기의 펄스 단위로 표시합니다. 최대 펄스수를 넘으면 0으로 복귀하지만 서보앰프 표시부에서는 5자릿수 표시이므로 실제값 하위 5자릿수의 표시가 됩니다. CCW방향으로 회전하면 가산됩니다.	0 ~ 99999
1회전내 위치 (100pulse 단위)	Cy2	100 pulse	1회전내 위치를 검출기의 100펄스 단위로 표시합니다. 최대 펄스수를 넘으면" 0 "으로 복귀합니다. CCW방향으로 회전하면 가산됩니다.	0 ~ 2621
ABS 카운터	LS	rev	절대위치 검출시스템으로 원점에서의 이동량을 절대위치 검출기의 다회전 카운터값으로 표시합니다.	- 32768 ~ 32767
부하관성 모멘트비	dC	배	서보모터의 관성 모멘트에 대한 서보모터 축 환산 부하관성 모멘트비의 추정값을 표시합니다.	0.0 ~ 300.0
모선 전압	Pn	V	주회로 컨버터(P - N간)의 전압을 표시합니다.	0 ~ 450

(3) 진단 표시 모드

외부 시퀀스 상태를 확인할 때 등에 사용합니다.

표4.5 진단 표시 일람표

명칭		표시	내용
시퀀스			준비 미완료. 이니셜라이즈 중 또는 알람이 발생했을 때.
			준비완료. 이니셜라이즈 완료 후, 서보 ON하여 운전 가능 상태일 때.
외부 입출력 신호 표시		6. 7절을 참조 4.3.9항을 참조	외부 입출력 신호의 ON/OFF 상태를 표시합니다. 각 세그먼트의 상부가 입력신호, 하부가 출력신호로 대응합니다.
출력 신호(DO) 강제 출력			디지털 출력 신호를 강제적으로 ON/OFF 할 수 있습니다. 상세한 사항은 6.8절을 참조하십시오.
테스트 운전모드	JOG 운전		외부의 지령 장치로 부터 지령이 없는 상태에서 JOG운전을 실행할 수 있습니다. 상세한 사항은 6.9.2항을 참조하십시오.
	위치결정 운전		외부의 지령 장치로 부터 지령이 없는 상태에서 1회의 위치결정 운전을 실행할 수 있습니다. 위치결정 운전을 실행하려면, MR Configurator (셋 - 업 소프트웨어)MRZJW3 - SETUP211E가 필요합니다. 상세 내용은 6.9.3항을 참조해 주십시오.
	모터없이 운전		서보모터를 접속하지 않고 외부 입력 신호에 대해 실제로 서보모터가 동작하고 있는것과 같이 출력 신호를 내거나 상태 표시를 모니터할 수 있습니다. 상세 내용은 6.9.4항을 참조해 주십시오.
	머신 어날라이저 운전		서보앰프를 연결하는 것만으로 기계계의 공진점을 측정할 수 있습니다. 머신 어날라이저 운전을 실행하려면 MR Configurator(셋 - 업 소프트웨어) MRZJW3 - SETUP211E가 필요합니다. 상세 내용은 12.8절을 참조해 주십시오.
	앰프 진단		서보앰프의 입출력 인터페이스가 정상적으로 기능하고 있는지 간이적인 고장 진단을 할 수가 있습니다.앰프 진단을 실행하려면 진단용케이블(MR - J3ACHECK)과 MR Configurator(셋 - 업 소프트웨어) MRZJW3 - SETUP211E가 필요합니다. 상세 내용은 12.8절을 참조해 주십시오.

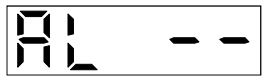
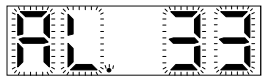
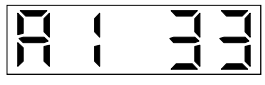
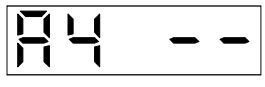
명칭	표시	내용
소프트웨어 버전 Low		소프트웨어 버전을 표시합니다.
소프트웨어 버전 High		소프트웨어 시스템 번호를 표시합니다.
VC 자동 옵셋		아날로그 속도 지령(VC) 또는 아날로그 속도제한(VLA)을 0V로 해도 서보앰프의 내부 및 외부 아날로그 회로의 옵셋 전압에 의해 서보모터가 천천히 회전하는 경우에 자동적으로 옵셋 전압의 영조정을 실행합니다. 사용하는 경우는 다음의 순서로 유효하게 해 주십시오. 유효로 하면 파라미터 No.PC37의 값이 자동조정한 옵셋 전압이 됩니다. ①" SET "를 1회 누릅니다. ②" UP "" DOWN "으로 1자릿수째의 숫자를 1로 합니다. ③" SET "를 누릅니다. VC 또는 VLA의 입력 전압이 ±0.4V이상인 경우는, 이 기능은 사용할 수 없습니다.
모터 시리즈 ID		" SET "버튼을 누르면 현재 접속되어 있는 서보모터의 모터 시리즈 ID를 표시합니다. 표시 내용은 별매인 MELSERVO 서보모터 기술자료집을 참조 하십시오.
모터 타입 ID		" SET "버튼을 누르면 현재 접속되어 있는 서보모터의 모터 타입 ID를 표시합니다. 표시 내용은 별매인 MELSERVO 서보모터 기술자료집을 참조 하십시오.
검출기 ID		" SET "버튼을 누르면 현재 접속되어 있는 서보모터의 검출기 ID를 표시합니다. 표시 내용은 별매인 MELSERVO 서보모터 기술자료집을 참조 하십시오.
메이커 조정용		메이커 조정용입니다.
메이커 조정용		메이커 조정용입니다.

실습기 활용

(4) 알람 표시 모드

현재 알람과 과거 알람이력 및 파라미터 에러를 표시합니다.
표시부의 하위 2자릿수에서 발생한 알람번호와 에러가 있는 파라미터 No.를 표시합니다.

표4.6

명칭	표시	내용
현재 알람		알람이 발생하고 있지 않습니다.
		과전압(AL.33)이 발생했습니다. 알람 발생시에 점멸합니다.
알람 이력		1회 전(前)에 과부하1(AL.50)이 발생했습니다.
		2회 전(前)에 과전압(AL.33)이 발생했습니다.
		3회 전(前)에 부족전압(AL.10)이 발생했습니다.
		4회 전(前)에 과속도(AL.31)가 발생했습니다.
		5회 전(前)에 알람이 발생하고 있지 않습니다.
		6회 전(前)에 알람이 발생하고 있지 않습니다.
파라미터 에러		파라미터 이상(AL.37)이 발생하고 있지 않습니다.
		파라미터 No.PA12 데이터내용의 이상.

알람 발생시의 기능

① 어떠한 모드 화면에서도 현재 발생하고 있는 알람을 표시합니다.

② 알람 발생중이라도 조작부의 버튼을 눌러 다른 화면을 볼 수가 있습니다. 이때, 4자릿수째의 소수점은 점멸상태 입니다.

③ 알람의 클리어는 전원의 OFF→ON, 또는 현재 알람 화면에서 SET 버튼을 누릅니다. 단, 알람의 원인을 없애고 나서 실행해 주십시오.

④ 알람 이력의 소거는 파라미터 No.PC18에서 실행합니다.

⑤ 알람 이력 표시 화면에서 SET 를 2s이상 누르면 다음과 같은 상세 정보 표시 화면을 표시합니다. 단, 본 내용은 메이커 보수용입니다.

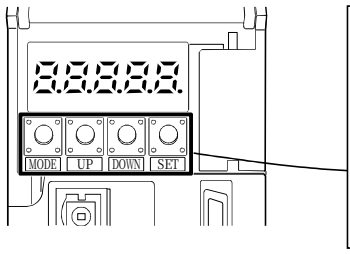

메이커 보수용 상세 화면

⑥ UP , DOWN 으로 다음의 이력으로 이동합니다.

실습기 활용

⑸ 표시부의 조작

표시 및 파라미터의 설정은 앰프 전면의 LED 표시기와 누름 버튼 스위치(아래 그림)에서 실시합니다.
이하에 조작 순서에 대해 설명합니다.

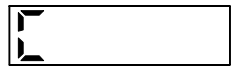


MODE	표시 모드의 변경 Low/High의 변환
UP	표시 · 데이터의 이동
DOWN	표시 · 데이터의 천이
SET	표시 · 데이터의 확정 데이터의 클리어

(5 - 1) 전원 투입

① 서보 온 신호(SON)를 OFF 합니다.

② 전원(NFB)을 투입하면 표시부에 C(귀환 펄스 누적)를 표시합니다.
(위치제어 모드의 경우)

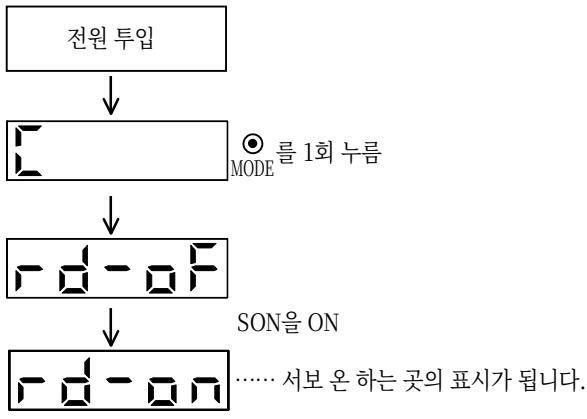


> 알림 전원 투입시의 초기 표시는 제어 모드에 의해 바뀝니다.
> 위치제어 모드의 경우 : C (귀환 펄스 누적)
> 속도제어 모드의 경우 : r (모터 회전속도)
> 토크제어 모드의 경우 : U (토크 지령 전압)
> 또한, 파라미터 No.PC36에서, 전원 투입시의 초기 표시를 변경할 수가 있습니다.

(5 - 2) SON 신호 ON

서보 온 신호(SON)를 ON 하면, 운전 가능 상태가 되어, 서보모터축이 잠깁니다. (서보 록 상태)
서보 록 되지 않는 경우, 서보 온 상태가 되지 않습니다. 진단 표시에서 외부 시퀀스의 확인을 실시해 주십시오.

확인 방법



실습기 활용

(5 - 3) 상태 표시

상태 표시의 초기 표시는 제어 모드에 따라 다릅니다. 위치제어 모드의 경우, 최초로 표시되는 상태는 「귀환 펄스 누적」으로 〈DOWN〉을 누르면 4.3.6항(1)의 표시 이동 그림의 표시의 위에서 밑으로 표시 내용이 이행 합니다. 〈UP〉스위치를 누르면 위로 되돌아갑니다.
최초의 표시를 임의의 내용으로 하고 싶은 경우에는 파라미터No.PC18에서 선택할 수 있습니다.

(5 - 4) 진단 표시

상태 표시 모드로부터 〈MODE〉버튼을 누르면, 진단 표시 모드로 옮깁니다. 〈UP〉〈DOWN〉버튼으로 보고 싶은 내용에 맞춥니다.

(5 - 5) 알람의 표시

알람의 내용, 이력을 보고 싶은 경우에는, 진단 표시 모드로부터 재차 〈MODE〉버튼을 누르면 현재의 알람 코드가 표시됩니다.
현재 알람이 발생하고 있지 않을 때는

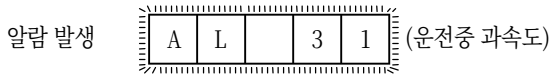
A	L		-	-

로 표시됩니다.

〈UP〉버튼을 누르면 1회전의 알람 코드가 표시되어 6회 전(前)까지 이력을 볼 수가 있습니다. 알람 이력은 전원 OFF후에도 보존됩니다.

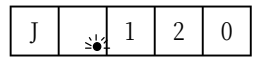
(5 - 6) 운전중에 알람 발생시

운전중에 알람이 동작하면, 어느 표시 화면에서나 즉시 현재 알람이 표시됩니다.



(주) 알람 발생중에서도 다른 표시를 볼 수 있지만, 어느 표시 모드의 경우에서도 4번째의 소수점이 점멸합니다.

예) 알람 발생중 실효 부하율을 보았을 경우 4번째의 소수점이 점멸합니다.



4.3.7 파라미터

디지털 서보는, 종래의 아날로그 서보로 행해지고 있던 게인 조정, 아날로그 입출력 신호의 옵 - 셋 조정 등을 파라미터에서 설정합니다. 또한, 위치/속도/토크의 제어 모드의 선택 이외의, 기능의 전환을 실시합니다.
아래 표에 MR—J3형 서보앰프의 파라미터 일람표를 나타냅니다.

(1) 파라미터 일람표(조작 방법의 자세한 내용은, 4.3.8항을 참조)

⚠ 주의	● 파라미터의 극단적인 조정 · 변경은 동작이 불안정하게 되기 때문에, 결코 실시하지 말아 주십시오.

MR - J3 - A서보앰프에서는 파라미터를 기능별로 다음 그룹으로 분류하고 있습니다.

파라미터 그룹	주된 내용
기본 설정 파라미터 (No.PA□□)	이 서보앰프를 위치제어 모드로 사용하는 경우, 이 파라미터에서 기본적인 설정을 실행합니다.
게인 · 필터 파라미터 (No.PB□□)	매뉴얼로 게인을 조정하는 경우에, 이 파라미터를 사용합니다.
확장 설정 파라미터 (No.PC□□)	이 서보앰프를 속도제어 모드 · 토크제어 모드로 사용하는 경우, 주로 이 파라미터를 사용합니다.
입출력 설정 파라미터 (No.PD□□)	서보앰프의 입출력 신호를 변경하는 경우에 사용합니다.

이 서보를 위치제어 모드로서 사용하는 경우, 주로 기본 설정 파라미터(No.PA□□)를 설정하는 것으로, 도입시에 있어서의 기본적인 파라미터의 설정이 가능합니다.
파라미터 약칭 앞에 *표가 붙은 파라미터는, 설정 후 일단 전원을 OFF로 하고, 재투입하면 유효하게 됩니다.

(a) 기본 설정 파라미터 일람

No.	약칭	명칭	초기값	단위	제어모드		
					위치	속도	토크
PA01	*STY	제어 모드	0000h		○	○	○
PA02	*REG	회생옵션	0000h		○	○	○
PA03	*ABS	절대위치 검출 시스템	0000h		○		
PA04	*AOP1	기능 선택 A - 1	0000h		○	○	○
PA05	*FBP	1회전당 지령 입력 펄스수	0		○		
PA06	CMX	전자기어 분자(지령 입력 펄스 배율 분자)	1		○		
PA07	CDV	전자기어 분모(지령 입력 펄스 배율 분모)	1		○		
PA08	ATU	오토튜닝 모드	0001h		○	○	
PA09	RSP	오토튜닝 응답성	12		○	○	
PA10	INP	인포지션 범위	100	pulse	○		
PA11	TLP	정전 토크 제한	100.0	%	○	○	○
PA12	TLN	역전 토크 제한	100.0	%	○	○	○
PA13	*PLSS	지령펄스 입력 형태	0000h		○		
PA14	*POL	회전 방향 선택	0		○		
PA15	*ENR	검출기 출력 펄스	4000	pulse/rev	○	○	○
PA16		메이커 설정용	0				
PA17			0000h				
PA18			0000h				
PA19	*BLK	파라미터 기입 금지	000Bh		○	○	○

(b) 게인 · 필터 파라미터 일람

No.	약칭	명칭	초기값	단위	제어모드		
					위치	속도	토크
PB01	FILT	어댑티브 튜닝 모드(어댑티브 필터II)	0000h		○	○	
PB02	VRFT	제진제어 튜닝 모드(어드밴스드 제진제어)	0000h		○		
PB03	PST	위치지령 가감속 시정수(위치 스무딩)	0	ms	○		
PB04	FFC	피드 포워드 게인	0	%	○		
PB05		메이커 설정용	500				
PB06	GD2	서보모터에 대한 부하관성 모멘트비	7.0	배	○	○	
PB07	PG1	모델제어 게인	24	rad/s	○		
PB08	PG2	위치제어 게인	37	rad/s	○	○	
PB09	VG2	속도제어 게인	823	rad/s	○	○	
PB10	VIC	속도 적분 보상	33.7	ms	○	○	
PB11	VDC	속도 미분 보상	980		○	○	
PB12		메이커 설정용	0				
PB13	NH1	기계공진 억제필터1	4500	Hz	○	○	
PB14	NHQ1	노치 형상 선택1	0000h		○	○	
PB15	NH2	기계공진 억제필터2	4500	Hz	○	○	
PB16	NHQ2	노치 형상 선택2	0000h		○	○	
PB17		메이커 설정용	0000				
PB18	LPF	로우패스 필터 설정	3141	rad/s	○	○	
PB19	VRF1	제진제어 진동 주파수 설정	100.0	Hz	○		
PB20	VRF2	제진제어 공진 주파수 설정	100.0	Hz	○		
PB21		메이커 설정용	0.0				
PB22			0.0				
PB23	VFBF	로우패스 필터 선택	0000h		○	○	
PB24	*MVS	미진동 억제 제어 선택	0000h		○		
PB25	*BOP1	기능 선택B-1	0000h		○		
PB26	*CDP	게인 전환 선택	0000h		○	○	
PB27	CDL	게인 전환 조건	10		○	○	
PB28	CDT	게인 전환 시정수	1	ms	○	○	
PB29	GD2B	게인 전환 서보모터에 대한 부하관성 모멘트비	7.0	배	○	○	
PB30	PG2B	게인 전환 위치제어 게인	37	rad/s	○		
PB31	VG2B	게인 전환 속도제어 게인	823	rad/s	○	○	
PB32	VICB	게인 전환 속도 적분 보상	33.7	ms	○	○	
PB33	VRF1B	게인 전환 제진제어 진동 주파수 설정	100.0	Hz	○		
PB34	VRF2B	게인 전환 제진제어 공진 주파수 설정	100.0	Hz	○		
PB35		메이커 설정용	0.0				
PB36			0.0				
PB37			100				
PB38			0				
PB39			0				
PB40			0				
PB41			1125				

No.	약칭	명칭	초기값	단위	제어모드		
					위치	속도	토크
PB42		메이커 설정용	1125				
PB43			0004h				
PB44			0.0				
PB45			0000h				

(c) 확장설정 파라미터 일람

No.	약칭	명칭	초기값	단위	제어모드		
					위치	속도	토크
PC01	STA	속도 가속 시정수	0	ms		○	○
PC02	STB	속도 감속 시정수	0	ms		○	○
PC03	STC	S자 가감속 시정수	0	ms		○	○
PC04	TQC	토크 지령 시정수	0	ms			○
PC05	SC1	내부 속도 지령1	100	r/min		○	
		내부 속도 제한1					○
PC06	SC2	내부 속도 지령2	500	r/min		○	
		내부 속도 제한2					○
PC07	SC3	내부 속도 지령3	1000	r/min		○	
		내부 속도 제한3					○
PC08	SC4	내부 속도 지령4	200	r/min		○	
		내부 속도 제한4					○
PC09	SC5	내부 속도 지령5	300	r/min		○	
		내부 속도 제한5					○
PC10	SC6	내부 속도 지령6	500	r/min		○	
		내부 속도 제한6					○
PC11	SC7	내부 속도 지령7	800	r/min		○	
		내부 속도 제한7					○
PC12	VCM	아날로그 속도지령 최대 회전속도	0	r/min		○	
		아날로그 속도제한 최대 회전속도					○
PC13	TLC	아날로그 토크 지령 최대 출력	100.0	%			○
PC14	MOD1	아날로그 모니터1 출력	0000h		○	○	○
PC15	MOD2	아날로그 모니터2 출력	0001h		○	○	○
PC16	MBR	전자 브레이크 시퀀스 출력	100	ms	○	○	○
PC17	ZSP	영속도	50	r/min	○	○	○
PC18	*BPS	알람 이력 클리어	0000h		○	○	○
PC19	*ENRS	검출기 펄스 출력 선택	0000h		○	○	○
PC20	*SNO	국번 설정	0	국	○	○	○
PC21	*SOP	통신 기능 선택	0000h		○	○	○
PC22	*COP1	기능 선택C-1	0000h		○	○	○
PC23	*COP2	기능 선택C-2	0000h			○	○
PC24	*COP3	기능 선택C-3	0000h		○		
PC25		메이커 설정용	0000h				
PC26	*COP5	기능 선택C-5	0000h		○	○	
PC27		메이커 설정용	0000h				
PC28			0000h				
PC29			0000h				
PC30	STA2	속도 가속 시정수2	0	ms		○	○
PC31	STB2	속도 감속 시정수2	0	ms		○	○
PC32	CMX2	지령 입력 펄스 배율 분자2	1		○		
PC33	CMX3	지령 입력 펄스 배율 분자3	1		○		

No.	약칭	명칭	초기값	단위	제어모드		
					위치	속도	토크
PC34	CMX4	지령 입력 펄스 배율분자4	1		○		
PC35	TL2	내부 토크 제한2	100.0	%	○	○	○
PC36	*DMD	상태 표시 선택	0000h		○	○	○
PC37	VC0	아날로그 속도 지령 옵셋	0	mV		○	
		아날로그 속도 제한 옵셋					○
PC38	TP0	아날로그 토크 지령 옵셋	0	mV			○
		아날로그 토크 제한 옵셋				○	
PC39	MO1	아날로그 모니터1 옵셋	0	mV	○	○	○
PC40	MO2	아날로그 모니터2 옵셋	0	mV	○	○	○
PC41		메이커 설정용	0				
PC42			0				
PC43			0				
PC44			0				
PC45			0				
PC46			0				
PC47			0				
PC48			0				
PC49			0				
PC50			0				

(d) 입출력 설정 파라미터 일람

No.	약칭	명칭	초기값	단위	제어모드		
					위치	속도	토크
PD01	*DIA1	입력 신호 자동 ON선택1	0000h		○	○	○
PD02		메이커 설정용	0000h				
PD03	*DI 1	입력 신호 디바이스 선택1(CN1 - 15)	00020202h		○	○	○
PD04	*DI2	입력 신호 디바이스 선택2(CN1 - 16)	00212100h		○	○	○
PD05	*DI3	입력 신호 디바이스 선택3(CN1 - 17)	00070704h		○	○	○
PD06	*DI4	입력 신호 디바이스 선택4(CN1 - 18)	00080805h		○	○	○
PD07	*DI5	입력 신호 디바이스 선택5(CN1 - 19)	00030303h		○	○	○
PD08	*DI6	입력 신호 디바이스 선택6(CN1 - 41)	00202006h		○	○	○
PD09		메이커 설정용	00000000h				
PD10	*DI8	입력 신호 디바이스 선택8(CN1 - 43)	00000A0Ah		○	○	○
PD11	*DI9	입력 신호 디바이스 선택9(CN1 - 44)	00000B0Bh		○	○	○
PD12	*DI10	입력 신호 디바이스 선택10(CN1 - 45)	00232323h		○	○	○
PD13	*DO1	출력 신호 디바이스 선택1(CN1 - 22)	0004h		○	○	○
PD14	*DO2	출력 신호 디바이스 선택2(CN1 - 23)	000Ch		○	○	○
PD15	*DO3	출력 신호 디바이스 선택3(CN1 - 24)	0004h		○	○	○
PD16	*DO4	출력 신호 디바이스 선택4(CN1 - 25)	0007h		○	○	○
PD17		메이커 설정용	0003h				
PD18	*DO6	출력 신호 디바이스 선택6(CN1 - 49)	0002h		○	○	○
PD19	*DIF	입력 필터 설정	0002h		○	○	○
PD20	*DOP1	기능 선택D - 1	0000h		○	○	○
PD21		메이커 설정용	000h				
PD22	*DOP3	기능 선택D - 3	0000h		○		
PD23		메이커 설정용	0000h				
PD24	*DOP5	기능 선택D - 5	0000h		○	○	○
PD25		메이커 설정용	0				
PD26			0				
PD27			0				
PD28			0				
PD29			0				
PD30			0				

(2) 운전전에 반드시 설정 또는 확인하는 파라미터

여기서 설명하는 파라미터는, 설정이 잘못되어 있으면 모터가 움직이지 않기도 하고, 알람이 되거나 합니다.
운전전에 반드시 확인하여, 초기값과 다른 경우에는 설정을 변경해 주십시오.

(a) 파라미터 기입금지

파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PA19	*BLK	파라미터 기입금지	000Bh		본문 참조	○	○	○

포인트

● 이 파라미터는 설정 후, 전원을 OFF→ON으로 하면 유효하게 됩니다.

이 서보앰프는 출하 상태에서는 기본 설정 파라미터, 게인 · 필터 파라미터, 확장 설정 파라미터의 설정 변경이 가능하게 되어 있습니다. 파라미터 No.PA19의 설정으로 불필요한 변경을 방지하도록 기입을 금지할 수가 있습니다.
아래 표에 파라미터 No.PA19의 설정에 의한 참조, 기입 유효한 파라미터를 나타냅니다.
○이 붙어 있는 파라미터의 조작을 할 수 있습니다.

파라미터 No.PA19의 설정값	설정값의 조작	기본 설정 파라미터 No.PA□□	게인 · 필터 파라미터 No.PB□□	확장 설정 파라미터 No.PC□□	입출력 설정 파라미터 No.PD□□
0000h	참조	○			
	기입	○			
000Bh (초기값)	참조	○	○	○	
	기입	○	○	○	
000Ch	참조	○	○	○	○
	기입	○	○	○	○
100Bh	참조	○			
	기입	파라미터 No.PA19만			
100Ch	참조	○	○	○	○
	기입	파라미터 No.PA19만			

(b) 제어모드의 선택

파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PA01	*STY	제어모드	0000h		본문 참조	○	○	○

포인트

● 이 파라미터는 설정 후, 전원을 OFF→ON으로 하면 유효하게 됩니다.

서보앰프의 제어모드를 선택합니다.

파라미터 No.PA01

0	0	0	

제어 모드의 선택
0 : 위치제어 모드
1 : 위치제어 모드와 속도제어 모드
2 : 속도제어 모드
3 : 속도제어 모드와 토크제어 모드
4 : 토크제어 모드
5 : 토크제어 모드와 위치제어 모드

(c) 회생옵션의 선택

파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PA02	*REG	회생옵션	0000h		본문 참조	○	○	○

포인트

● 이 파라미터는 설정 후, 전원을 OFF→ON으로 하면 유효하게 됩니다.
● 설정을 잘못하면 회생옵션을 소실하는 경우가 있습니다.
● 서보앰프와 조합되지 않은 회생옵션을 선택하면 파라미터 이상(AL.37)이 됩니다.

회생옵션을 사용하는 경우, 이 파라미터를 설정합니다.

파라미터 No.PA02

0	0		

회생옵션의 선택
00 : 회생옵션을 사용하지 않습니다
• MR-J3-10A의 경우, 회생 저항기를 사용하지 않습니다
• MR-J3-20A이상 700A이하의 경우, 내장 회생 저항기를 사용합니다
• MR-J3-11KA(4) 이상의 서보앰프에서 부속의 회생 저항기 또는 회생옵션 사용시
01 : FR-BU(-H) · FR-RC(-H) · FR-CV(-H)
02 : MR-RB032
03 : MR-RB12
04 : MR-RB32
05 : MR-RB30
06 : MR-RB50
08 : MR-RB31
09 : MR-RB51
FA : MR-J3-11KA(4) 이상에서 부속의 회생 저항기를 팬으로 냉각하고, 능력 UP 할 때

(d) 절대위치 검출시스템을 사용합니다.

파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PA03	*ABS	절대위치 검출시스템	0000h		본문 참조	○		

포인트

● 이 파라미터는 설정 후, 전원을 OFF→ON으로 하면 유효하게 됩니다.

위치제어 모드에서 절대위치 검출시스템을 사용하는 경우, 이 파라미터를 설정합니다.

파라미터 No.PA03

0	0	0	

절대위치 검출 시스템의 선택(제15장 참조)
0 : 인크리멘털 시스템으로 사용한다.
1 : 절대위치 검출 시스템으로 사용하는 DIO에 의한 ABS 전송
2 : 절대위치 검출 시스템으로 사용하는 통신에 의한 ABS 전송

(e) 전자 브레이크 인터록(MBR)을 사용합니다.

파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PA04	*AOP1	기능선택 A-1	0000h		본문 참조	○	○	○

포인트

● 이 파라미터는 설정 후, 전원을 OFF→ON으로 하면 유효하게 됩니다.

CN1-23핀에 전자 브레이크를 할당하는 경우, 이 파라미터를 설정합니다.

파라미터 No.PA04

0		0	0

CN1-23핀의 기능 선택
0 : 파라미터 No.PD14로 할당한 출력 디바이스
1 : 전자 브레이크 인터록(MBR)

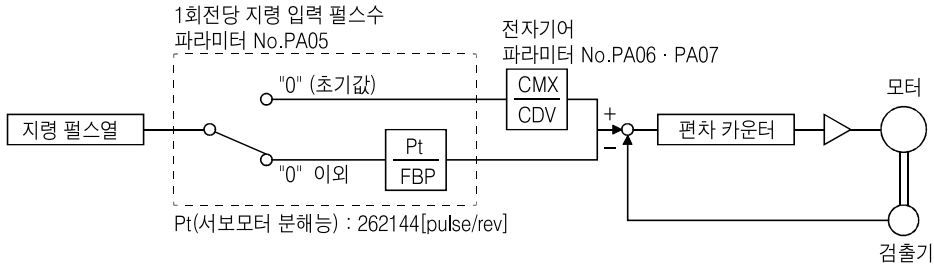
(f) 서보모터 1회전당 지령 입력 펄스수

파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PA05	*FBP	1회전당 지령 입력 펄스수	0		0 · 1000 ~ 50000	○		

포인트

● 이 파라미터는 설정 후, 전원을 OFF→ON으로 하면 유효하게 됩니다.

파라미터 No.PA05에서“ 0 ”(초기값)을 설정하면 전자기어(파라미터 No.PA06 · No.PA07)가 유효하게 됩니다.“ 0 ”이외를 설정하면 설정한 값이 서보모터를 1회전 시키므로 필요한 지령 입력 펄스가 됩니다. 이 때, 전자기어는 무효가 됩니다.



파라미터 No.PA05의 설정값	내 용
0	전자기어(파라미터 No.PA06 · No.PA07)가 유효
1000 ~ 50000	서보모터를 1회전 시키는데 필요한 지령 입력 펄스수[pulse]

(g) 전자기어

파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PA06	CMX	전자기어 분자(지령펄스 배율분자)	1		1~1048576	○		
PA07	CDV	전자기어 분모(지령펄스 배율분모)	1		1~1048576	○		

⚠ 주의 ● 설정을 잘못하면 예기치 않은 고속 회전이 되어 부상의 원인이 됩니다.

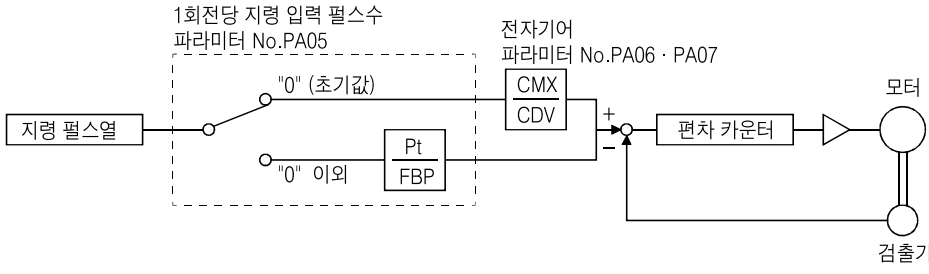
포인트

● 전자기어 설정 범위의 기준은 $\frac{1}{10} < \frac{CMX}{CDV} < 2000$ 입니다. 범위 외의 값을 설정하면, 가감속시에 소리가 나거나 설정한 속도 · 가감도 시정수로 운전할 수 없는 경우가 있습니다.

● 전자기어의 설정은 설정오류에 의한 폭주를 막기 위해, 반드시 서보 OFF 상태에서 실행해 주십시오.

① 전자기어의 개요

입력 펄스에 대해, 임의의 배율로 기계를 이동시킬 수도 있습니다.



$$\frac{CMX}{CDV} = \frac{\text{파라미터 No.PA06}}{\text{파라미터 No.PA07}}$$

전자기어의 계산방법을 다음의 설정 예로 설명합니다.

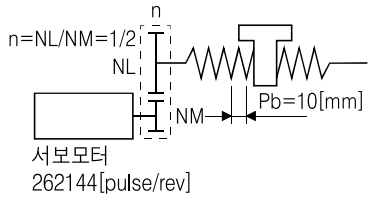
포인트

● 전자기어를 계산하려면 다음의 제원 기호가 필요하게 됩니다.

Pb : 볼나사 리드[mm]
n : 감속비
Pt : 서보모터 분해능[pulse/rev]
$\Delta \ell_0$: 지령 1펄스당 이동량[mm/pulse]
ΔS : 서보모터 1회전당 이동량[mm/rev]
$\Delta \theta_0$: 1펄스당 각도[°/pulse]
Δθ : 1회전당 각도[°/rev]

• 1펄스당 10㎛ 단위로 이동시킬 경우

기계의 사양

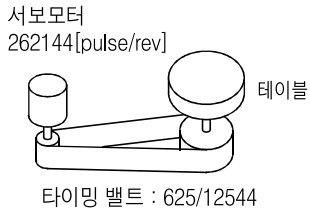


볼스크류 리드 : Pb = 10[mm]
감속비 : n = 1/2
서보모터 분해능 : Pt = 262144[pulse/rev]

$$\frac{CMX}{CDV} = \Delta\ell_0 \cdot \frac{Pt}{\Delta S} = \Delta\ell_0 \cdot \frac{Pt}{n \cdot Pb} = 10\times10^{-3} \cdot \frac{262144}{1/2 \cdot 10} = \frac{524288}{1000} = \frac{65536}{125}$$

따라서, CMX=65536, CDV=125를 설정합니다.

• 컨베이어의 설정 예
1펄스당 0.01° 단위로 회전시킬 경우



기계의 사양

테이블 : 360°/rev
감속비 : n = 625/12544
서보모터 분해능 : Pt = 262144[pulse/rev]

$$\frac{CMX}{CDV} = \Delta\theta_0 \cdot \frac{Pt}{\Delta\theta} = 0.01 \cdot \frac{262144}{625/12544 \cdot 360} = \frac{102760448}{703125} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (5.1)$$

이대로는 CMX가 설정 범위에 들어가 있지 않으므로 약분할 필요가 있습니다.
CMX를 설정 범위 이하까지 약분 하면, 소수점 이하 첫째자리를 사사오입 합니다.

$$\frac{CMX}{CDV} = \frac{102760448}{703125} = \frac{822083.6}{5625} \qquad \frac{822084}{5625}$$

따라서, CMX=822084, CDV=5625을 설정합니다.

포인트

● 인덱스 테이블 등으로 무한으로 한 방향으로 회전하려는 경우, 반올림 분량의 오차가 누적하여 인덱스 위치가 벗어납니다.
예를 들어 앞의 예에서 지령을 36000pulse 입력해도 테이블은

$$36000 \cdot \frac{822084}{5625} \cdot \frac{1}{262144} \cdot \frac{625}{12544} \cdot 360^\circ = 360.00018^\circ$$

밖에 회전하지 않으므로 테이블 위에서 동일 위치에 위치결정 할수 없습니다.

② 약분할 때의 주의사항

가급적이면 약분전의 계산값과 약분한 결과 계산값이 근사값이 되도록 할 필요가 있습니다.
본 항(1)(b)의 사례의 경우, CDV에 단수가 나오지 않도록 약분하면, 오차가 작아집니다.
약분전의 공식(5.1)의 분수를 계산하면 다음과 같아집니다.

$$\frac{CMX}{CDV} = \frac{102760488}{7023125} = 146.1481927 \cdots\cdots (5.2)$$

CMX의 단수가 나오지 않도록 약분한 경우, 다음과 같아집니다.

$$\frac{CMX}{CDV} = \frac{102760488}{7023125} = \frac{917504}{6277.9} \quad \frac{917504}{62778} = 146.1459063 \cdots\cdots (5.3)$$

CDV의 단수가 나오지 않도록 약분한 경우, 다음과 같아집니다.

$$\frac{CMX}{CDV} = \frac{102760488}{7023125} = \frac{822083.6}{5625} \quad \frac{822084}{5625} = 146.1482667 \cdots\cdots (5.4)$$

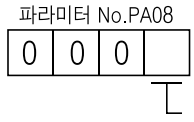
이 결과, 공식(5.2)의 계산결과에 근사값은 공식(5.4)의 결과일 수 있습니다. 이에 따라 본 항(1)(b)의 설정값은 CMX=822084, CDV=5625이 됩니다.

(h) 오토튜닝

파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PA08	ATU	오토튜닝 모드	0001h		본문 참조	○	○	
PA09	RSP	오토튜닝 응답성	12		1~32	○	○	

오토튜닝을 사용해서 게인 조정을 실행합니다.

① 오토튜닝 모드(파라미터 No.PA08)
게인 조정 모드를 선택합니다.



설정값	게인 조정 모드	자동 설정되는 파라미터 No.(주)
0	보간 모드	PB06 · PB08 · PB09 · PB10
1	오토튜닝 모드1	PB06 · PB07 · PB08 · PB09 · PB10
2	오토튜닝 모드2	PB07 · PB08 · PB09 · PB10
3	매뉴얼 모드	

(주) 각 파라미터의 명칭은 다음과 같습니다.

파라미터 No.	명 칭
PB06	서보모터에 대한 부하관성 모멘트비
PB07	모델제어 게인
PB08	위치제어 게인
PB09	속도제어 게인
PB10	속도 적분 보상

② 오토튜닝 응답성(파라미터 No.PA09)

기계가 헌팅을 발생시키거나 기어음이 큰 경우에는 설정값을 작게 해 주십시오. 정지 조정시간을 짧게 하는 등, 성능을 향상시키는 경우에는 설정값을 크게 해 주십시오.

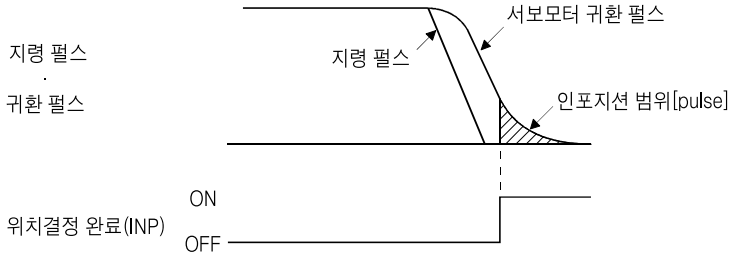
설정값	응답성	기계공진 주파수의 기준[Hz]
1	저응답	10.0
2		11.3
3		12.7
4		14.3
5		16.1
6		18.1
7		20.4
8		23.0
9		25.9
10		29.2
11		32.9
12		37.0
13		41.7
14		47.0
15		52.9
16	중응답	59.6

설정값	응답성	기계공진 주파수의 기준[Hz]
17	중응답	67.1
18		75.6
19		85.2
20		95.9
21		108.0
22		121.7
23		137.1
24		154.4
25		173.9
26		195.9
27		220.6
28		248.5
29		279.9
30		315.3
31		355.1
32	고응답	400.0

(i) 인포지션 범위

파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PA10	INP	인포지션 범위	100	pulse	0~10000	○		

위치결정 완료(INP)를 출력하는 범위를 전자기어를 계산하기전의 지령펄스 단위로 설정합니다.
파라미터 No.PC24의 설정으로 검출기 출력 펄스 단위로 변경할 수 있습니다.



(j) 토크 제한

파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PA11	TLP	정전 토크 제한	100.0	%	1~1000	○	○	○
PA12	TLN	역전 토크 제한	100.0	%	1~1000	○	○	○

서보모터의 발생 토크를 제한할 수가 있습니다.

① 정전 토크 제한(파라미터 No.PA11)
최대 토크=100[%]로서 설정합니다. 서보모터의 CCW역행시, CW회생시의 토크를 제한하는 경우에 설정합니다.“ 0.0 ”으로 설정하면 토크를 발생하지 않습니다.
아날로그 모니터 출력으로 토크를 출력하는 경우, 이 파라미터 또는 파라미터 No.PA12(역전 토크 제한값)중에서 작은 값의 토크가 최대 출력전압(+8V)이 됩니다.

② 역전 토크 제한(파라미터 No.PA12)
최대 토크=100[%]로서 설정합니다. 서보모터의 CW역행시, CCW회생시의 토크를 제한하는 경우에 설정합니다.“ 0.0 ”으로 설정하면 토크를 발생하지 않습니다.

(h) 지령펄스 입력 형태의 선택

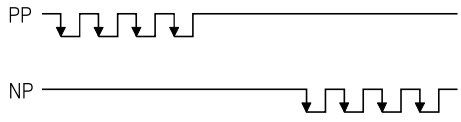
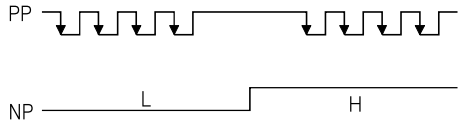
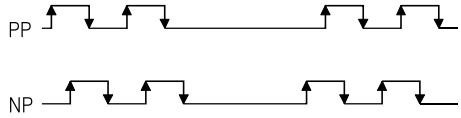
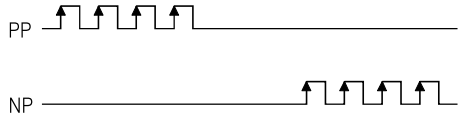
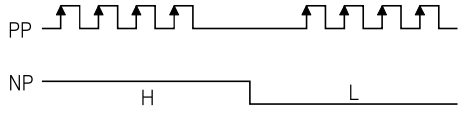
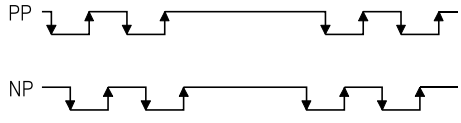
파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PA13	*PLSS	지령펄스 입력형태의 선택	0000h		본문 참조	○		

포인트

● 이 파라미터는 설정 후, 전원을 OFF→ON으로 하면 유효하게 됩니다.

펄스열 입력 신호의 입력 형태를 선택합니다. 지령펄스는 3종류의 형상으로 입력할 수 있고, 정논리 · 음논리를 선택할 수 있습니다.
표중의 ⌐↑⌐ 또는 ⌐↓⌐의 화살표는 펄스열을 도입하는 타이밍을 나타냅니다. A · B상 펄스열은 4체배되어 도입됩니다.

지령펄스 입력형태의 선택

설정값	펄스열 형태		정전 지령시 / 역전 지령시
0010h	부논리	정전 펄스열 역전 펄스열	
0011h		펄스열+부호	
0012h		A상 펄스열 B상 펄스열	
0000h	정논리	정전 펄스열 역전 펄스열	
0001h		펄스열+부호	
0002h		A상 펄스열 B상 펄스열	

(l) 서보모터 회전 방향의 선택

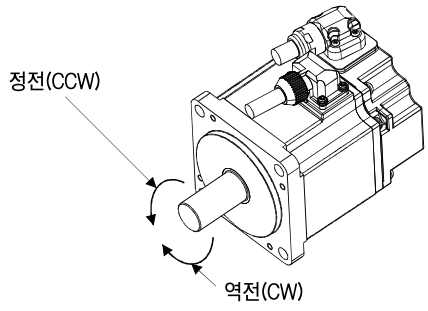
파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PA14	*POL	회전방향 선택	0		0 · 1	○		

포인트

● 이 파라미터는 설정 후, 전원을 OFF→ON으로 하면 유효하게 됩니다.

입력하는 펄스열에 대한 서보모터의 회전 방향을 선택합니다.

파라미터 No.14의 설정값	서보모터 회전방향	
	정전 펄스 입력시(주)	역전 펄스 입력시(주)
0	CCW	CW
1	CW	CCW



(m) 검출기 출력 펄스

파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PA15	*ENR	검출기 출력 펄스	4000	pulse /rev	1 ~ 100000	○		

포인트

● 이 파라미터는 설정 후, 전원을 OFF→ON으로 하면 유효하게 됩니다.

서보앰프가 출력하는 검출기 펄스(A상, B상)를 설정합니다. A상 · B상 펄스를 4체배한 값을 설정해 주십시오.
파라미터 No.PC19로 출력 펄스 설정 또는 출력 분주비 설정을 선택할 수 있습니다.
실제로 출력되는 A상 · B상 펄스의 펄스수는 설정한 펄스수의 1/4배가 됩니다.
또한, 출력 최대 주파수는 4.6Mpps(4체배후)가 됩니다. 넘지 않는 범위에서 사용해 주십시오.

① 출력 펄스 지정의 경우
파라미터 No.PC19를“ □□0□ ”(초기값)로 설정합니다.
서보모터 1회전당 펄스수를 설정합니다.
출력 펄스=설정값[pulse/rev]
예를 들면, 파라미터 No.PA15에“ 5600 ”을 설정한 경우, 실제로 출력되는 A상 · B상 펄스는 다음과 같이 됩니다.

$$\text{A상 · B상 출력 펄스} = \frac{5600}{4} = 1400[\text{pulse}]$$

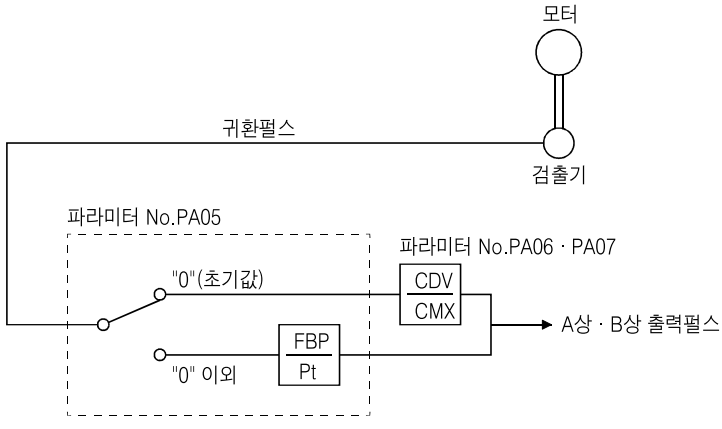
② 출력 분주비 설정의 경우
파라미터 No.PC19를“ □□1□ ”로 설정합니다.
서보모터 1회 당 펄스수에 대해 설정한 값으로 분주합니다.

$$\text{출력 펄스} = \frac{\text{서보모터 1회전당 분해능}}{\text{설정값}} [\text{pulse/rev}]$$

예를 들면, 파라미터 No.PA15에“ 8 ”을 설정했을 경우, 실제로 출력되는 A상 · B상 펄스는 다음과 같이 됩니다.

$$\text{A상 · B상 출력 펄스} = \frac{262144}{8} \cdot \frac{1}{4} = 8192[\text{pulse}]$$

③ 지령펄스와 같은 펄스열을 출력시키는 경우
파라미터 No.PC19를“ □□2□ ”로 설정해 주십시오. 서보모터 검출기로부터의 귀환펄스를 다음과 같이 가공해서 출력합니다.
귀환펄스를 지령펄스와 동일 펄스 단위로 출력할 수가 있습니다.

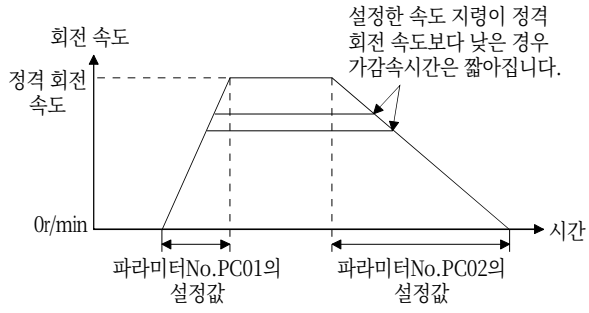


(n) 속도제어 모드에 있어서의 운전 패턴

파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PC01	STA	속도 가속 시정수	0	ms	0 ~ 50000		○	
PC02	STB	속도 감속 시정수	0	ms	0 ~ 50000		○	
PC05	SC1	내부 속도 지령1	100	r/min	0~ 순시 허용 회전속도		○	(주) ○
PC06	SC2	내부 속도 지령2	500	r/min			○	
PC07	SC3	내부 속도 지령3	1000	r/min			○	
PC08	SC4	내부 속도 지령4	200	r/min			○	
PC09	SC5	내부 속도 지령5	300	r/min			○	
PC10	SC6	내부 속도 지령6	500	r/min			○	
PC11	SC7	내부 속도 지령7	600	r/min			○	

(주) 토크제어 모드의 경우, 이러한 파라미터는 내부 속도제한이 됩니다.

속도제어 모드에 있어서의 운전 패턴을 설정합니다.

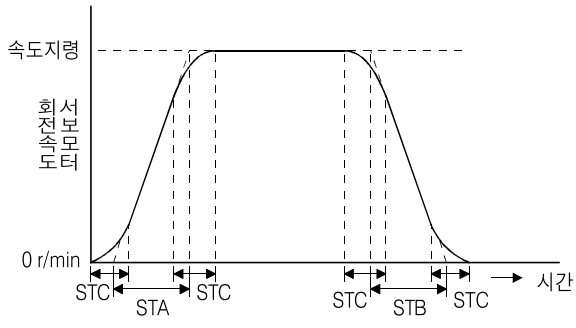


예를 들면, 정격 회전속도가 3000r/min의 서보모터의 경우, 0r/min부터 1000r/min까지 1s로 가속하려면, 3000(3s)을 설정합니다.

(o) S자 가감속 시정수

파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PC03	STC	S자 가감속 시정수	0	ms	0~1000		○	○

서보모터의 시동 · 정지를 부드럽게 합니다.
S자 가감속시의 원호부분의 시간을 설정합니다.



STA : 속도 가속 시정수(파라미터 No.PC01)
STB : 속도 감속 시정수(파라미터 No.PC02)
STC : S자 가감속 가속 시정수(파라미터 No.PC03)

STA(속도 가속 시정수) 또는 STB(속도 감속 시정수)를 길게 설정하면 S자 가감속 시정수의 설정에 대해서 원호 부분의 시간에 오차가 발생할 수가 있습니다.
실제 원호 부분의 시간의 상한값은,

가속시에는 $\frac{2000000}{STA}$, 감속시에는 $\frac{2000000}{STB}$ 로 제한됩니다.

(예) STA=20000, STB=5000, STC=200으로 설정하면 실제 원호 부분의 시간은 다음과 같이 됩니다.

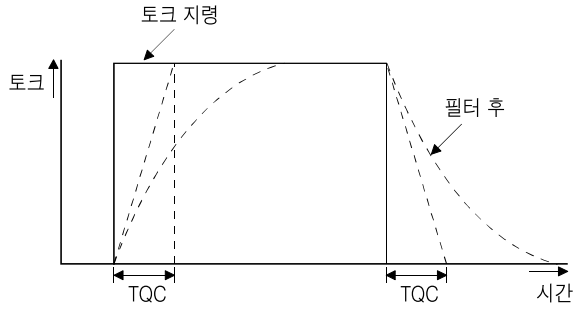
가속시 : 100[ms] ($\frac{2000000}{20000} = 100[ms] < 200[ms]$ 이므로 100[ms]로 제한됩니다.)

감속시 : 200[ms] ($\frac{2000000}{5000} = 400[ms] > 200[ms]$ 이므로 설정대로 200[ms]가 됩니다.)

(p) 토크 지령 시정수

파라미터			초기값	단위	설정 범위	제어모드		
No.	약칭	명 칭				위치	속도	토크
PC04	TQC	토크 지령 시정수	0	ms	0~20000		○	○

토크 지령에 대한 일차 지연 필터의 정수를 설정합니다.



TQC : 토크 지령 시정수

실습기 활용

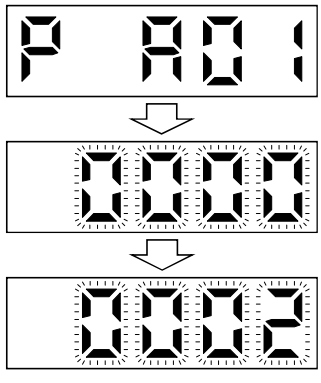
4.3.8 파라미터 설정

전원 투입 후, 운전의 조건에 대응한 파라미터값을 초기설정 합니다. 4.3.7항으로 말한 파라미터가 있으므로 설계 사양에 따라 설정해 주십시오.
특히 4.3.7항(2)에서 말한 파라미터에 대해서는 반드시 확인해 주십시오.

【조작 순서】
〈MODE〉버튼을 눌러 기본 설정 파라미터 모드로 합니다.
〈UP〉버튼을 누르면 파라미터No.가 PA01부터 차례로 PA19까지 이행합니다. 〈DOWN〉버튼을 누르면 반대로 이행합니다.
파라미터의 내용을 변경하고 싶은 경우, 아래와 같은 조작을 실시해 주십시오.

① 〈MODE〉버튼으로 표시 모드를 파라미터 모드에 맞춥니다.
↓
② 〈UP〉〈DOWN〉버튼으로 변경하고 싶은 파라미터No.의 위치에 맞춥니다.
↓
③ 〈SET〉버튼을 누릅니다. 지정한 파라미터No.의 설정값이 표시됩니다.
(설정값이 6자릿수 이상의 경우, 아래 4자릿수를 표시. <MODE>버튼으로 위의 자릿수로 전환)
↓
④ 〈SET〉버튼을 누르면 설정값이 점멸합니다.
↓
⑤ 〈UP〉〈DOWN〉버튼으로 점멸중의 설정값을 변경합니다.
↓
⑥ 〈SET〉버튼을 눌러 확정합니다.
↓
⑦ 설정에 전원의 재투입이 필요한 파라미터의 경우, 전원을 OFF→ON 합니다.

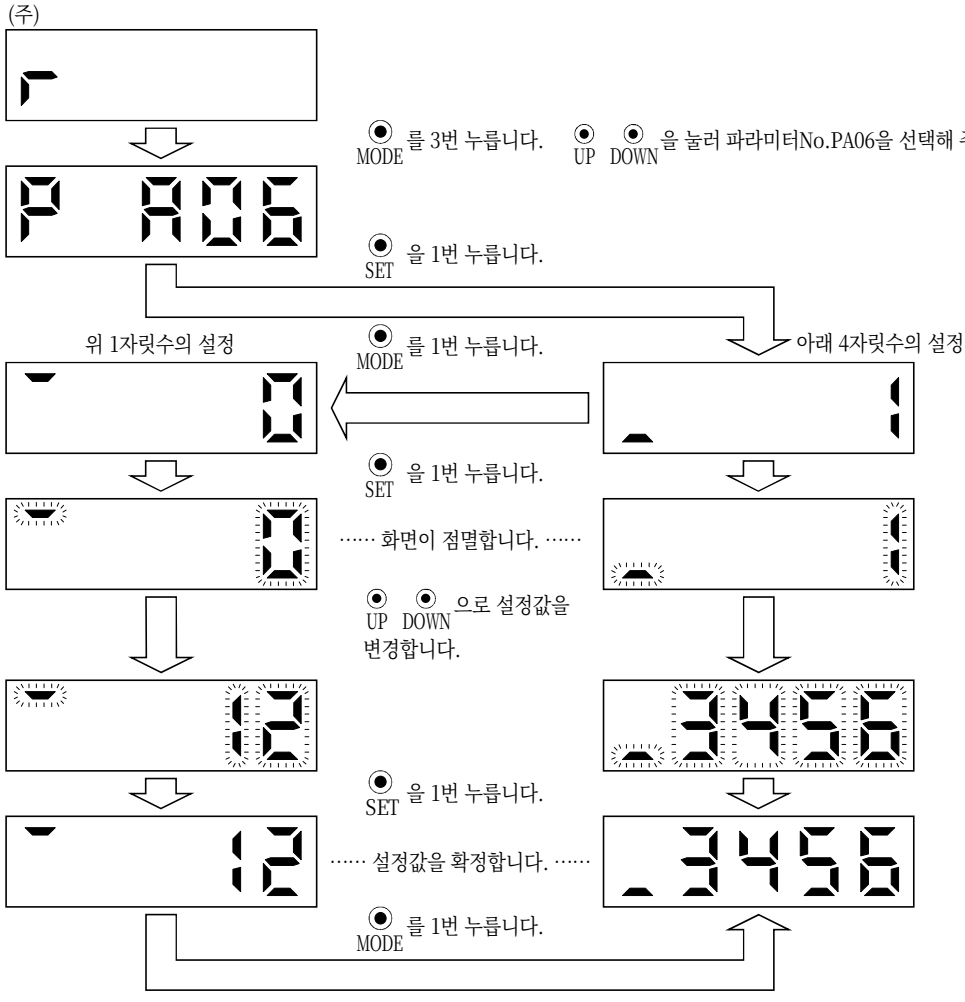
〔파라미터 설정 예(설정값이 5자릿수 이하)〕 예로서 서보를 속도제어 모드로 변경하는 경우의, 전원 투입 후의 조작 방법을 나타냅니다.



····· 파라미터No.를 나타냅니다.
UP DOWN 을 누르면 No.가 바뀝니다.
SET 을 2번 누릅니다.
····· 지정한 파라미터의 설정값이 점멸합니다.
UP 을 2번 누릅니다.
····· 점멸중에는 설정값을 변경할 수 있습니다.
UP DOWN 을 사용해 주십시오.
(□□□2 : 속도모드)
SET 을 눌러서 확정합니다.

다음의 파라미터로 옮기려면" UP "" DOWN "버튼을 눌러 주십시오.
파라미터No.PA01의 변경은, 설정값을 변경한 뒤에 일단 전원을 OFF로 하고, 재투입하면 유효하게 됩니다.

〔**파라미터 설정 예(설정값이 6자릿수 이상)**〕 예로서 전자기어 분자 데이터(파라미터 No.PA06)를 " 123456 "으로 변경하는 경우의 조작 방법을 나타냅니다.



(주) 전원 투입시 상태 표시 화면을 파라미터 No.PC36으로 서보모터 회전속도로 설정했을 경우입니다.

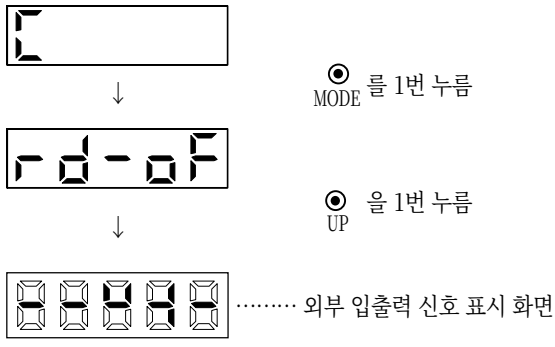
실습기 활용

4.3.9 외부 입출력 신호 체크

운전을 시작하기 전에, 조작반, 주변 릴레이 등과 서보앰프의 입출력 신호가 배선도 대로 접속되어 있는지, 체크합니다.
여기에서는, 서보앰프의 표시부로 체크할 수 있는 서보앰프 입출력 신호의 ON/OFF 진단 방법에 대해 설명합니다.

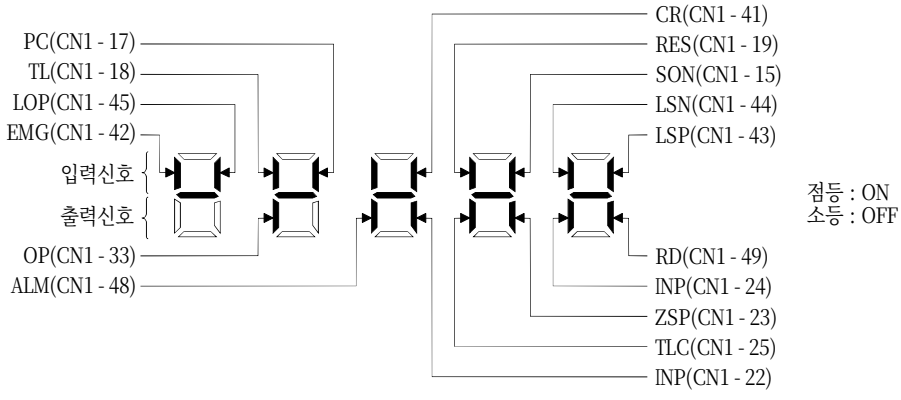
① 조작

전원 투입 후의 표시부 화면을 나타냅니다.



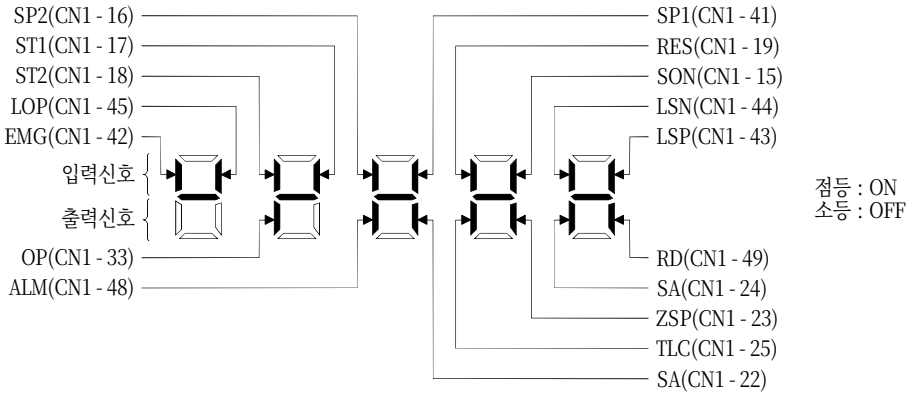
② 표시 내용

위치제어의 경우

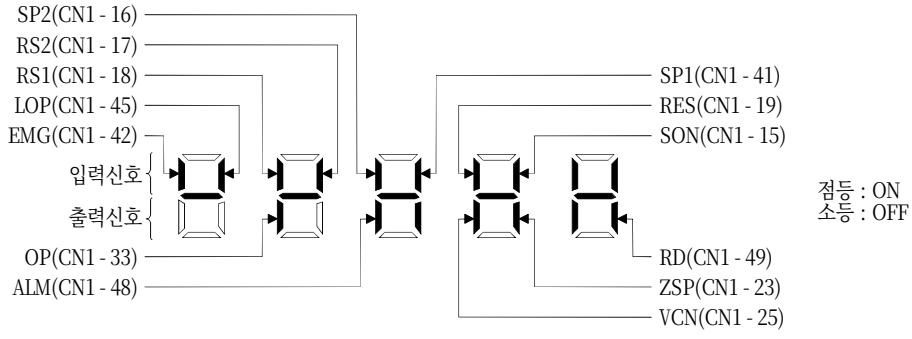


실습기 활용

속도제어의 경우

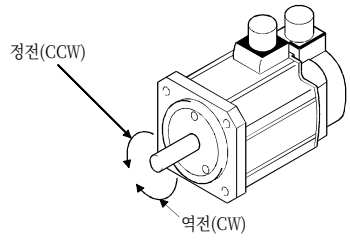


토크제어의 경우



4.3.10 수동 운전

기계 조작반에서, 우선 수동 운전을 실시하고, 기계의 체크, 스트로크 엔드 등 기계측 신호의 체크를 실시하고, 필요하면 원인 조사를 면밀하게 실시합니다. 특히 아래와 같은 사항을 체크합니다.



1) 우선 모터 단체에서 저속의 운전 지령을 주어 모터의 회전 방향, 이상음, 이상 진동의 유 · 무를 확인합니다.
2) 기계는 순조롭게 움직이는지, 이동 방향은 올바른지, 또 진동 · 이상음의 발생은 없는가.
3) 모터로부터 이상음의 발생하지 않는가.
4) 기계 속도와 설정 속도는 일치하고 있는가.
5) 기계단의 스트로크 엔드 신호는 정상적으로 동작하는가. 충돌하지 않는가.
6) 기계 조작 제어반상의 각 입출력 신호와 동작의 관계는 정상적인가.
7) 고정부(조임부)의 느슨함 등은 없는가.
8) 기계에 대해 케이블이 이동하는 경우, 충분히 여유가 있는지, 느슨하지는 않는가.

4.3.11 원점복귀

수동 운전에서 기계의 동작 확인이 끝나면, 원점복귀를 실시하고, 기계의 기준 위치(원점)와 위치결정 유닛의 원점을 맞춥니다.

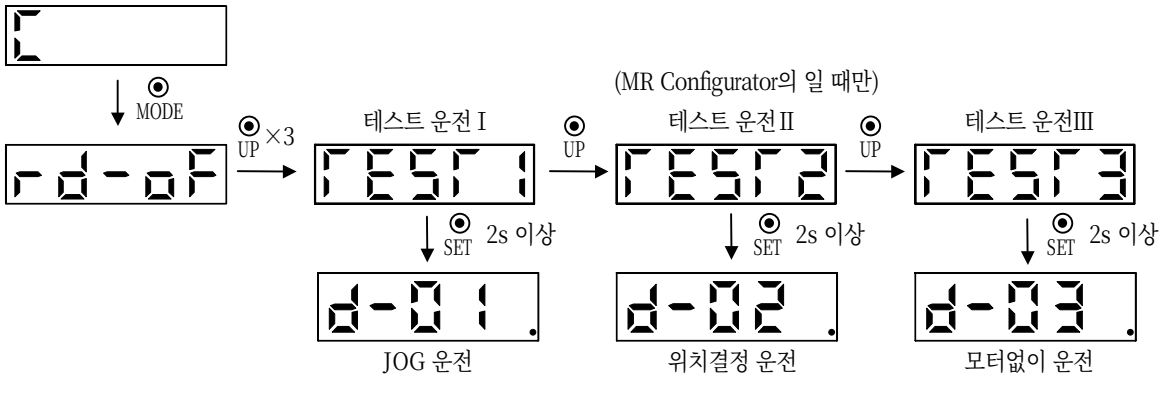
4.3.12 자동 운전

별도로 작성된 위치결정의 프로그램에 의해 수동 운전을 실시합니다.
프로그램 대로 움직이는가 최종적인 동작 확인을 실시합니다.
동작 확인이 끝나면 연속 운전에서 부하율 등의 확인, 기계의 확인 등을 실시합니다.

① 회생 부하율	표시	L			5	0
② 실행 부하율	표시	J			7	0
③ 피크 부하율	표시	b		2	0	0

4.3.13 테스트 운전

서보앰프 앞면의 표시부에서 지령측의 배선없이 모터 운전, 또는 모터없이의 지령측과 앰프에서의 시뮬레이션 운전을 할 수 있습니다.



주의
- 테스트 운전모드는 서보의 동작 확인용입니다. 기계의 동작 확인용이 아닙니다. 기계와 조합해 사용하지 말아 주십시오.
- 동작 이상을 일으켰을 경우에는 외부 비상정지(EMG)를 사용해 정지해 주십시오.

포인트
- 테스트 운전모드는 절대위치 검출 시스템에서는 사용할 수 없습니다. 파라미터 No.PA03에서 인크리멘털로 설정하고 나서 사용해 주십시오.
- 위치결정 운전을 실시하려면 MR Configurator(셋 - 업 소프트웨어)가 필요합니다.
- 서보 온(SON) 신호를 OFF로 하지 않으면 테스트 운전을 실행할 수 없습니다.

(1) JOG 운전

외부의 지령 장치로부터 지령이 없는 상태로 JOG 운전을 실행할 수 있습니다.

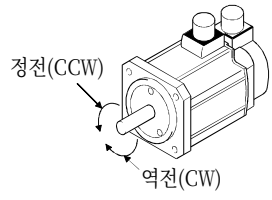
1) 조작 · 운전

" UP "" DOWN "버튼을 누르고 있는 동안, 서보모터가 회전합니다. 버튼을 떼면 정지합니다.
MR - Configurator(셋 - 업 소프트웨어)를 사용할 경우, 운전의 조건을 변경할 수 있습니다.
운전의 초기 조건과 설정범위를 다음표에 나타냅니다.

항목	초기 설정값	설정 범위
회전속도[r/min]	200	0~순시 허용 회전속도
가감속 시정수[ms]	1000	0~50000

버튼의 설명을 다음표에 나타냅니다.

버튼	내용
" UP "	누르면 CCW방향으로 회전합니다. 떼면 정지합니다.
" DOWN "	누르면 CW방향으로 회전합니다. 떼면 정지합니다.



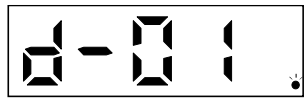
MR - Configurator(셋 - 업 소프트웨어)를 사용하여 JOG운전을 행할 경우, 운전중에 통신 케이블이 제거되면 서보모터는 감속 정지 합니다.

2) 상태 표시

JOG 운전중에 서보의 상태를 확인할 수 있습니다.
JOG 운전 가능상태에서" MODE "버튼을 누르면 상태 표시 화면이 됩니다. 이 화면 상태에서, JOG 운전을 " UP "" DOWN "버튼으로 실행하십시오." MODE "버튼을 누를때마다 다음 상태 표시 화면으로 바뀌고, 한 바퀴 돌면 JOG 운전 가능한 상태화면으로 복귀합니다. 상태 표시내용의 상세한 사항에 대해서는 6. 3절을 참조 하십시오. 테스트 운전모드 상태에서" UP "" DOWN "버튼을 사용하여 상태 표시 화면을 변경할 수 없습니다.

3) JOG 운전의 종료

JOG 운전은 한번 전원을 차단하던가," MODE "버튼을 눌러서 다음 화면으로 한 다음," SET "버튼을 2s 이상 눌러서 종료 하십시오.



(2) 위치결정 운전(MR Configurator가 필요합니다)

외부의 지령 장치로부터 지령이 없는 상태로 1회의 위치결정 운전을 실행할 수 있습니다.
(자세한 내용은 5.3.4(7)항에 따릅니다.)

(3) 모터없이 운전

서보모터를 접속하지 않고 외부 입력 신호에 대해서 실제로 서보모터가 동작하는 출력 신호를 내거나 상태를 표시할 수 있습니다. 상위 프로그래머블 콘트롤러 등의 시퀀스 체크에 사용할 수 있습니다.

1) 조작 · 운전

SON를 OFF로 하고 나서 모터없이 운전을 선택해 주십시오. 그 후, 통상 운전과 같이 외부에서 조작해 주십시오.

2) 상태 표시

모터없이 운전중에 서보 상태를 확인할 수 있습니다.
모터없이 운전 가능 상태에서“ MODE ”버튼을 누르면 상태 표시 화면이 됩니다. 이 화면 상태에서 모터없이 운전을 실행할 수 있습니다.“ MODE ”버튼을 누를 때 마다 다음 상태 표시 화면으로 이동, 일주 하면 모터없이 운전 가능 상태 화면으로 복귀합니다. 상태 표시 내용의 상세 내용에 대하여는 4.3.6(2)항을 참조해 주십시오. 테스트 운전모드 상태에서“ UP ”“ DOWN ”버튼을 사용해서 상태 표시 화면을 변경할 수는 없습니다.

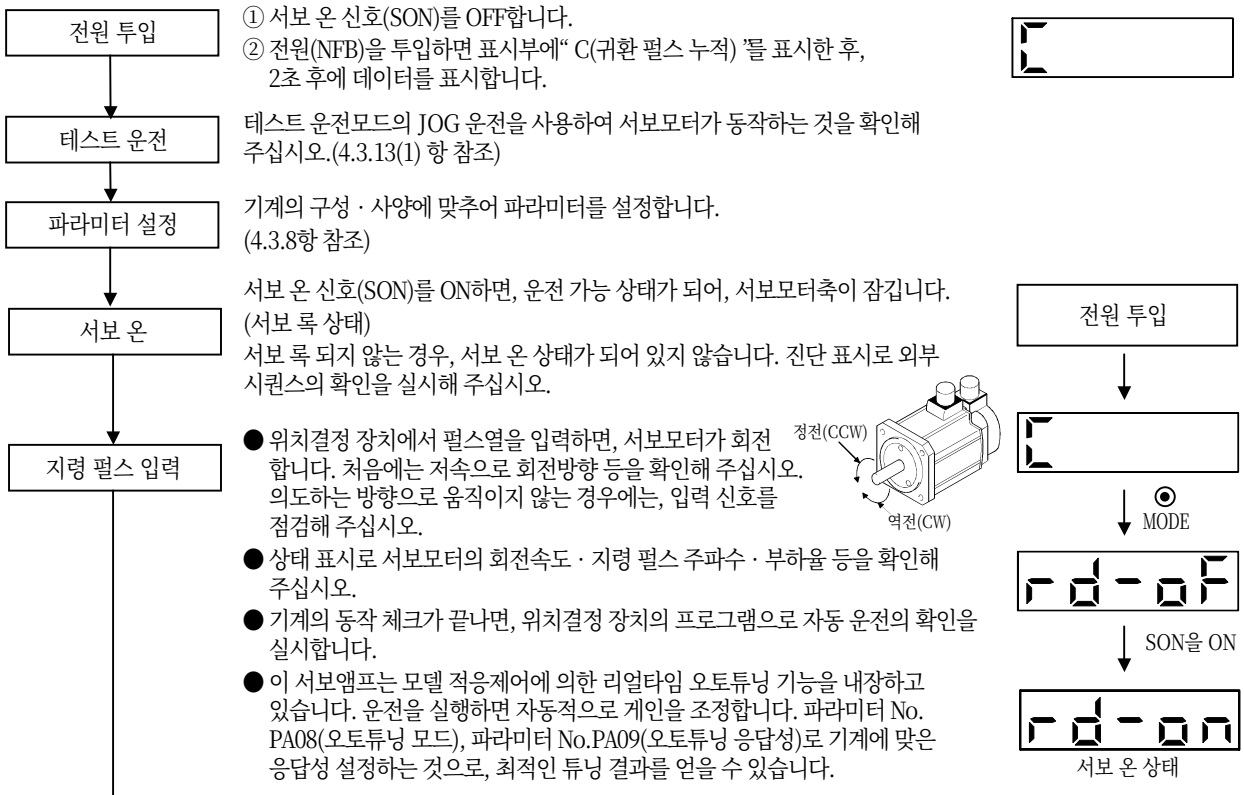
3) 모터 없이 운전의 종료

모터없이 운전을 종료하려면 전원을 OFF로 해 주십시오.

4.3.14 각 운전모드에 있어서의 조작 순서 (정리함)

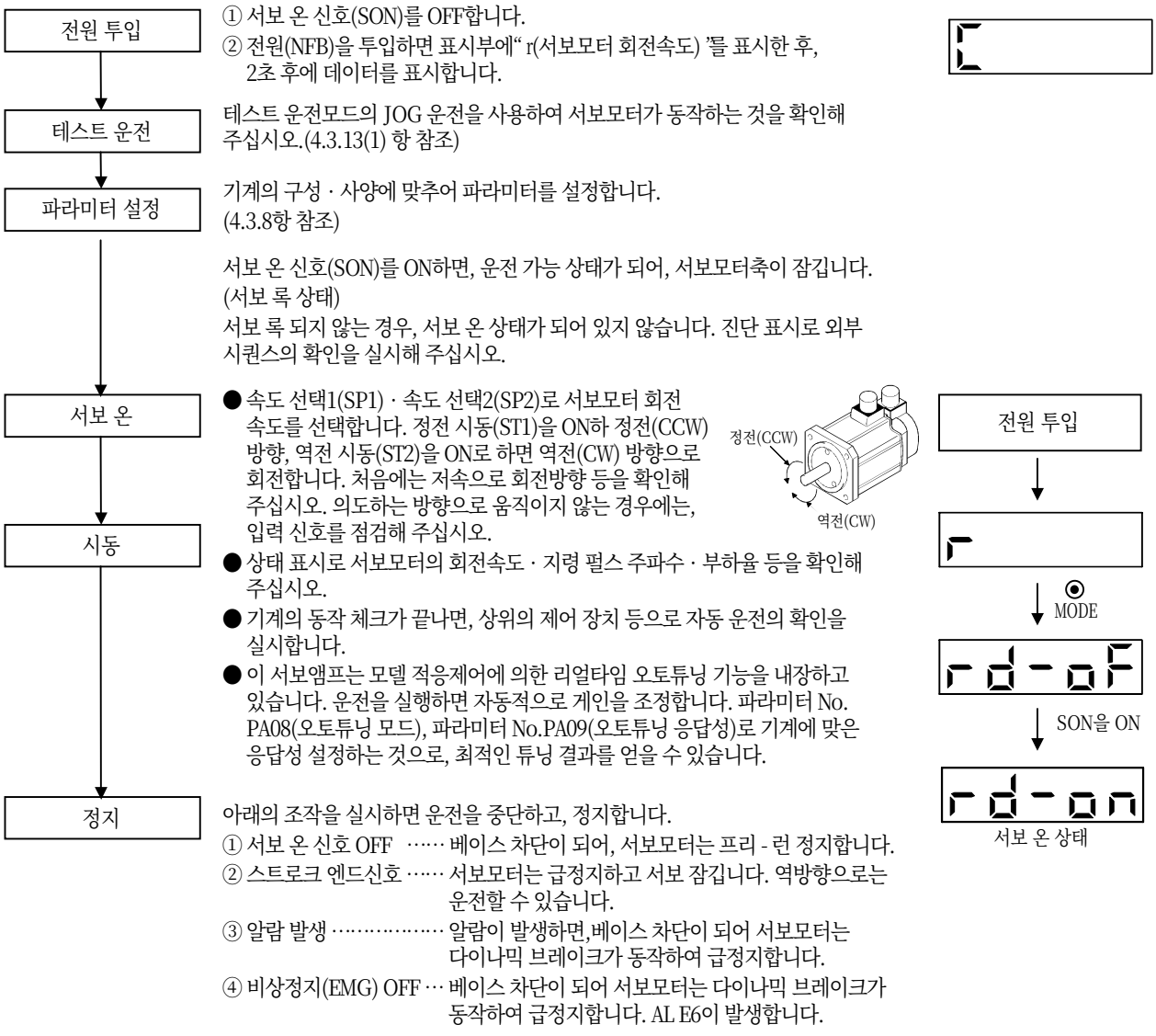
(1) 위치제어 모드

서보모터와 기계를 분리하고, 정상적으로 동작하는 것을 확인하고 나서 기계와 연결해 주십시오.



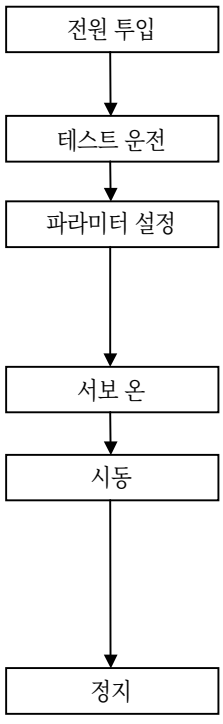
(2) 속도제어 모드

서보모터와 기계를 분리하고, 정상적으로 동작하는 것을 확인하고 나서 기계와 연결해 주십시오.

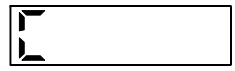


(3) 토크제어 모드

서보모터와 기계를 분리하고, 정상적으로 동작하는 것을 확인하고 나서 기계와 연결해 주십시오.



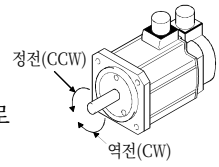
① 서보 온 신호(SON)를 OFF합니다.
② 전원(NFB)을 투입하면 표시부에" U(토크 지령 전압) "를 표시한 후, 2초 후에 데이터를 표시합니다.



테스트 운전모드의 JOG 운전을 사용하여 서보모터가 동작하는 것을 확인해 주십시오.(4.3.13(1)항 참조)

기계의 구성 · 사양에 맞추어 파라미터를 설정합니다. (4.3.8항 참조)

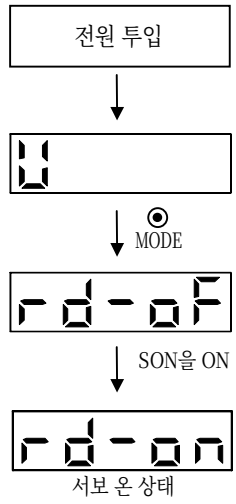
서보 온 신호(SON)를 ON 하면, 운전 가능 상태가 됩니다. 진단 표시로 외부 시퀀스의 확인을 실시해 주십시오.



● 속도 선택1(SP1) · 속도 선택2(SP2)로 서보모터의 속도제한값을 선택합니다. 정전 선택(RS1)을 ON하면 정전(CCW) 방향, 역전 선택(RS2)을 ON으로 하면 역전(CW) 방향으로 토크를 발생합니다. 처음에는 저속으로 회전방향 등을 확인해 주십시오. 의도하는 방향으로 움직이지 않는 경우에는,입력 신호를 점검해 주십시오.

● 상태 표시로 서보모터의 회전속도 · 지령 펄스 주파수 · 부하율 등을 확인해 주십시오.

● 기계의 동작 체크가 끝나면, 상위의 제어 장치 등으로 자동 운전의 확인을 실시합니다.



아래의 조작을 실시하면 운전을 중단하고, 정지합니다.

① 서보 온 신호 OFF …… 베이스 차단이 되어, 서보모터는 프리 - 런 정지합니다.
② 알람 발생 …… 알람이 발생하면,베이스 차단이 되어 서보모터는 다이나믹 브레이크가 동작하여 급정지합니다.
③ 비상정지(EMG) OFF … 베이스 차단이 되어 서보모터는 다이나믹 브레이크가 동작하여 급정지합니다. AL E6이 발생합니다.
④ 정전 선택(RS1) 신호 · 역전 선택(RS2) 신호의 동시 ON 또는 동시 OFF 서보모터는 프리 - 런이 됩니다.

4.3.15 기동 · 진단에 편리한 기능

4.3.9항「외부 입출력 신호 체크」, 4.3.13항「테스트 운전」의 외에도 MR—J3 서보앰프는 기동*진단에 편리한 기능을 갖추고 있습니다. 아래에 그 주된 항목을 열거합니다.

① 오토튜닝 …… 부하의 관성 모멘트에 맞추어 서보 게인을 자동조정 합니다.
기계의 조건에 대응하여 고(高), 중(中),저(低)를 선택할 수 있습니다.

② VC자동 옵 - 셋 …… 속도 지령 등 아날로그 입력 신호의 옵 - 셋을 자동 보정합니다.

③ 정지 이유 표시 …… 모터가 정지하고 있을 때, 그 요인을 표시부의 세그먼트로 나타냅니다.
트러블 슈팅에 편리합니다.

④ DO강제 출력…… 앰프의 디지털 출력 신호를 강제 출력합니다. 외부 릴레이, 램프 등의 체크를 할 수 있기 때문에 기동에 편리합니다.

⑤ 머신 시뮬레이션 …… 머신 아날라이저의 결과를 기초로, 기계의 움직임을 퍼스널 컴퓨터의 화면상에서 시뮬레이션 할 수가 있습니다.

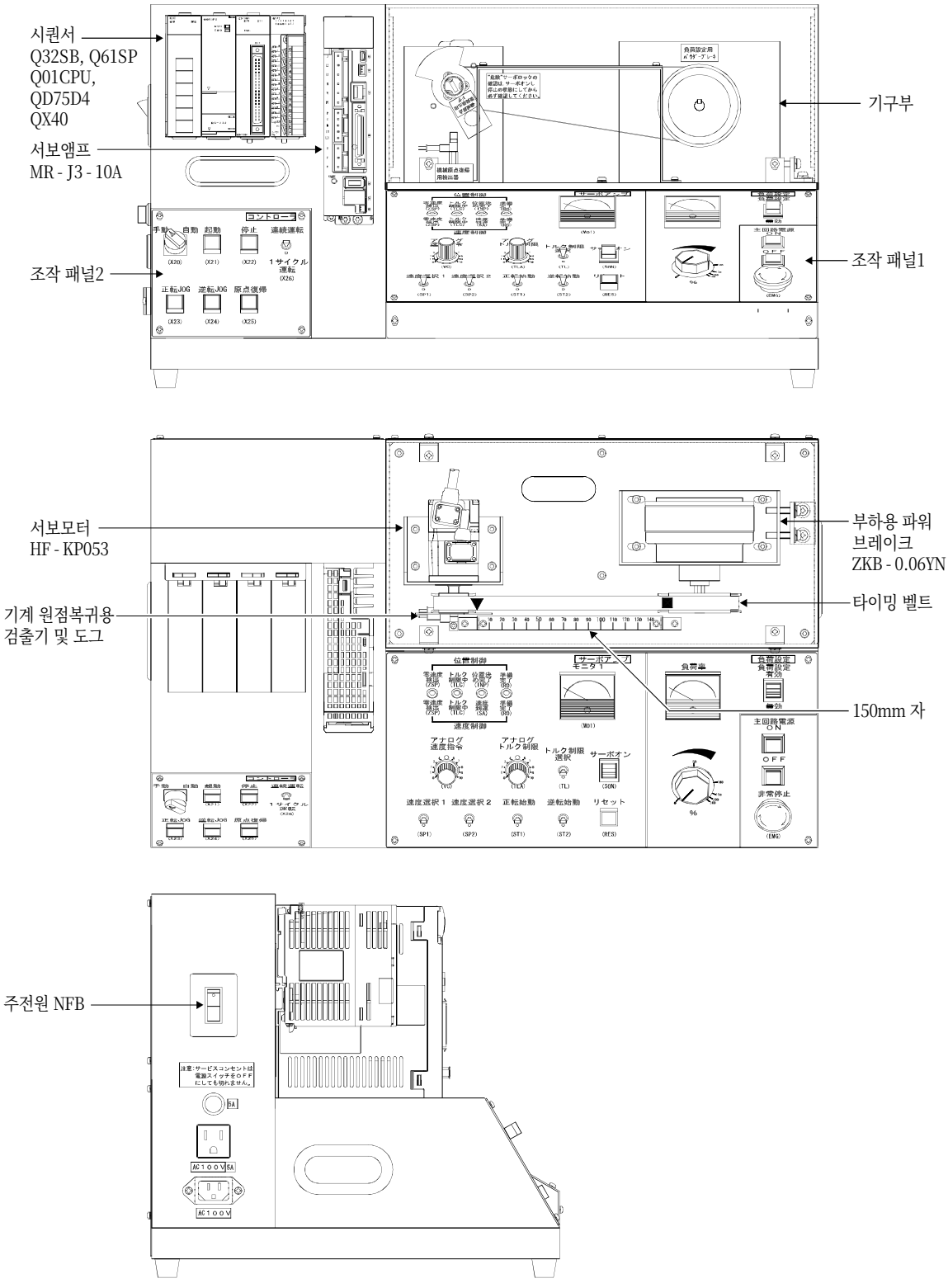
⑥ 게인 서치 기능 …… 퍼스널 컴퓨터가 자동으로 게인을 변화시키면서, 단시간에 오버슈트 없는 게인을 찾아냅니다.

(주) 머신 시뮬레이션, 게인 서치 기능을 실행할 경우에는 MR Configurator가 필요합니다.

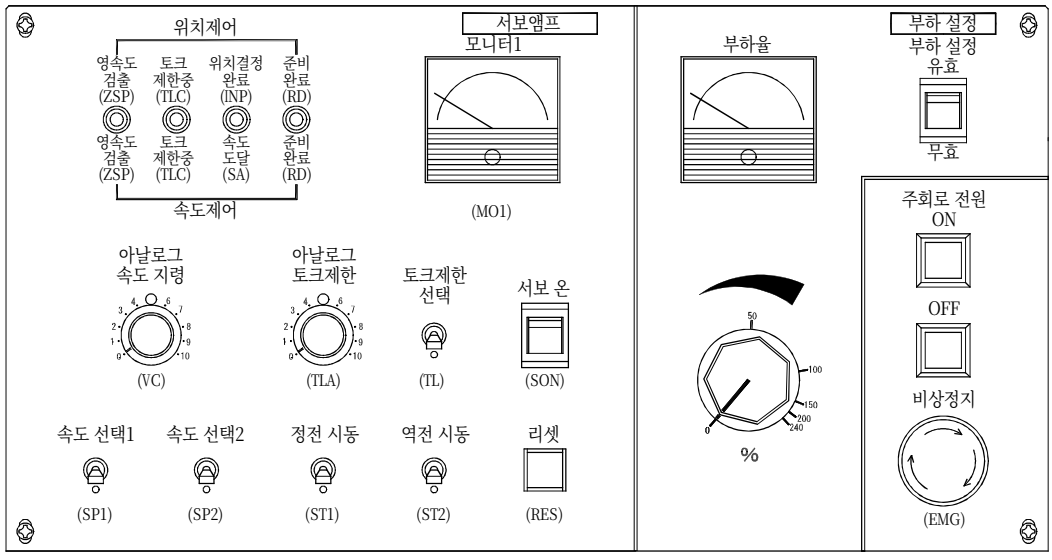
MEMO

5. 1 AC서보 트레이닝 장치의 개요

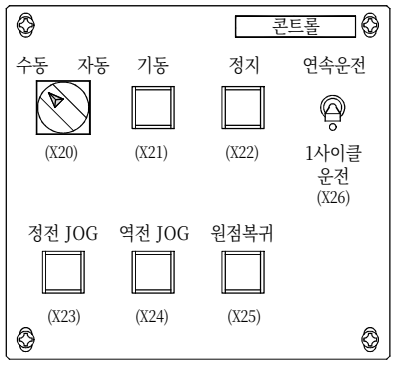
5.1.1 실습기 외관 · 구성



5.1.2 입출력 조작 패널의 구성



조작 패널1



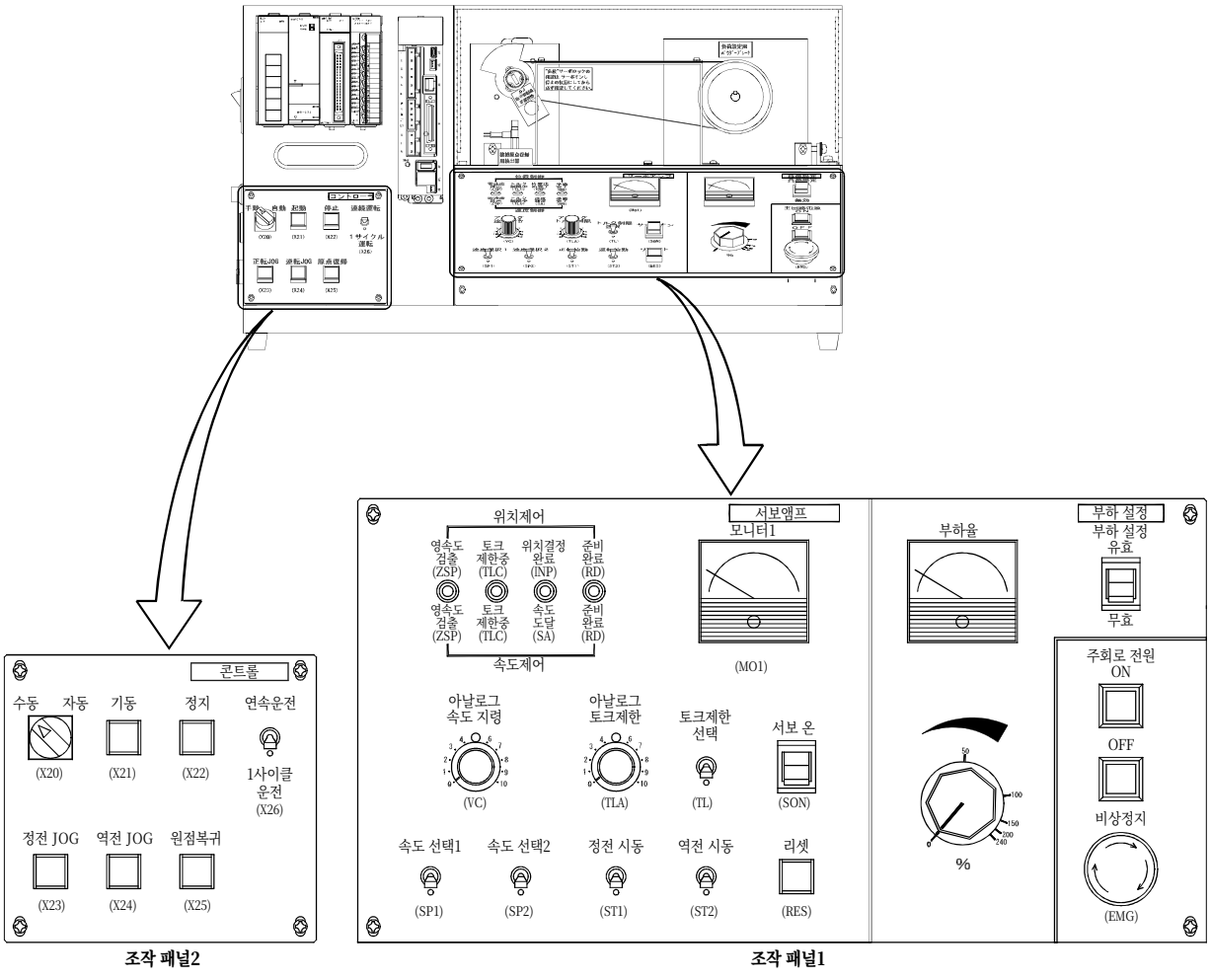
조작 패널2

5. 2 MR-J3 서보앰프의 실습

5.2.1 위치제어

(1) 전원 투입전의 설정

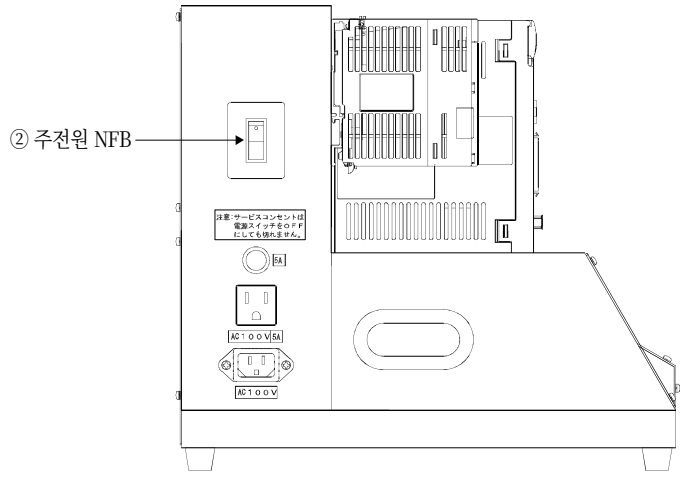
조작 스위치는 반드시 모두 OFF로 설정해 주십시오.



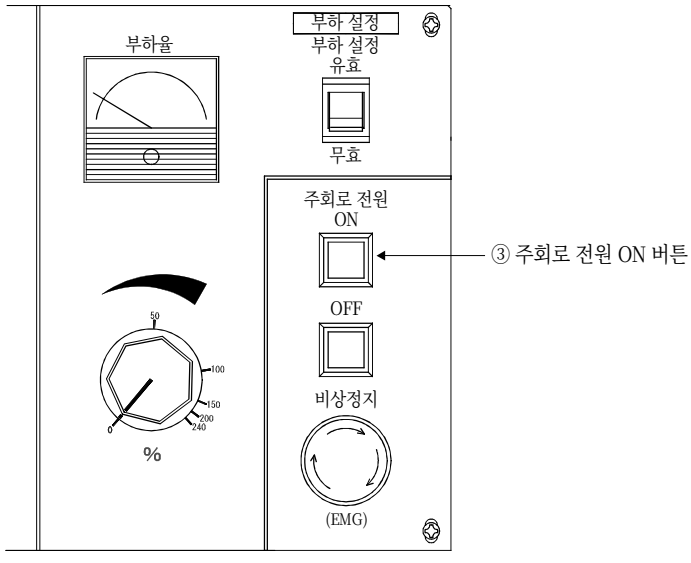
⑵ 전원 투입

① 부속의 AC100V 케이블을 콘센트의 형상(2극 평행 또는 2극 평행 접지부)에 맞추어 접속해 주십시오.

② 주전원 NFB를 ON해 주십시오.



③ 주회로 전원 ON버튼을 눌러 주십시오. 서보앰프의 주회로에 전원이 들어갑니다.



(3) 파라미터의 설정

실습기 운전 전에, 아래 표의 트레이닝 장치의 설정값(위치제어)에 파라미터를 설정합니다.
파라미터의 설정 방법은 4.3.8항 참조.

포인트

● 파라미터 약칭 앞에 *표가 붙은 파라미터는 설정후 일단 전원을 OFF로하고 재투입하면 유효하게 됩니다.

(a) 기본 파라미터 일람

No.	약칭	명칭	제어모드			초기값	단위	실습기의 설정값	
			위치	속도	토크			위치제어	속도제어
PA01	*STY	제어 모드	○	○	○	0000h		0000	0002
PA02	*REG	회생옵션	○	○	○	0000h		0000	0000
PA03	*ABS	절대위치 검출 시스템	○			0000h		0000	0000
PA04	*AOP1	기능 선택 A - 1	○	○	○	0000h		0000	0000
PA05	*FBP	1회전당 지령 입력 펄스수	○			0		0	0
PA06	CMX	전자기어 분자(지령 입력 펄스 배율 분자)	○			1		262144	262144
PA07	CDV	전자기어 분모(지령 입력 펄스 배율 분모)	○			1		10000	10000
PA08	ATU	오토튜닝 모드	○	○		0001h		0001	0001
PA09	RSP	오토튜닝 응답성	○	○		12		18	18
PA10	INP	인포지션 범위	○			100	pulse	100	100
PA11	TLP	정전 토크 제한	○	○	○	100.0	%	100.0	100.0
PA12	TLN	역전 토크 제한	○	○	○	100.0	%	100.0	100.0
PA13	*PLSS	지령펄스 입력 형태	○			0000h		0000	0000
PA14	*POL	회전 방향 선택	○			0		0	0
PA15	*ENR	검출기 출력 펄스	○	○	○	4000	pulse/rev	4000	4000
PA16		메이커 설정용				0		0	0
PA17						0000h		0000	0000
PA18						0000h		0000	0000
PA19	*BLK	파라미터 기입 금지	○	○	○	000Bh		000C	000C

(b) 게인 · 필터 파라미터 일람

No.	약칭	명칭	제어모드			초기값	단위	실습기의 설정값	
			위치	속도	토크			위치제어	속도제어
PB01	FILT	어댑티브 튜닝 모드(어댑티브 필터Ⅱ)	○	○		0000h		0000	0000
PB02	VRFT	제진제어 튜닝 모드(어드밴스드 제진제어)	○			0000h		0000	0000
PB03	PST	위치지령 가감속 시정수(위치 스무딩)	○			0	ms	0	0
PB04	FFC	피드 포워드 게인	○			0	%	0	0
PB05		메이커 설정용				500		500	500
PB06	GD2	서보모터에 대한 부하관성 모멘트비	○	○		7.0	배	7.0	7.0
PB07	PG1	모델제어 게인	○			24	rad/s	24	24
PB08	PG2	위치제어 게인	○	○		37	rad/s	37	37
PB09	VG2	속도제어 게인	○	○		823	rad/s	823	823
PB10	VIC	속도 적분 보상	○	○		33.7	ms	33.7	33.7
PB11	VDC	속도 미분 보상	○	○		980		980	980
PB12		메이커 설정용				0		0	0
PB13	NH1	기계공진 억제필터1	○	○		4500	Hz	4500	4500
PB14	NHQ1	노치 형상 선택1	○	○		0000h		0000	0000
PB15	NH2	기계공진 억제필터2	○	○		4500	Hz	4500	4500
PB16	NHQ2	노치 형상 선택2	○	○		0000h		0000	0000
PB17		메이커 설정용				0000		(주)	(주)
PB18	LPF	로우패스 필터 설정	○	○		3141	rad/s	3141	3141
PB19	VRF1	제진제어 진동 주파수 설정	○			100.0	Hz	100.0	100.0
PB20	VRF2	제진제어 공진 주파수 설정	○			100.0	Hz	100.0	100.0
PB21		메이커 설정용				0.0		0.00	0.00
PB22						0.0		0.00	0.00
PB23	VFBF	로우패스 필터 선택	○	○		0000h		0000	0000
PB24	*MVS	미진동 억제 제어 선택	○			0000h		0000	0000
PB25	*BOP1	기능 선택B - 1	○			0000h		0000	0000
PB26	*CDP	게인 전환 선택	○	○		0000h		0000	0000
PB27	CDL	게인 전환 조건	○	○		10		10	10
PB28	CDT	게인 전환 시정수	○	○		1	ms	1	1
PB29	GD2B	게인 전환 서보모터에 대한 부하관성 모멘트비	○	○		7.0	배	7.0	7.0
PB30	PG2B	게인 전환 위치제어 게인	○			37	rad/s	37	37
PB31	VG2B	게인 전환 속도제어 게인	○	○		823	rad/s	823	823
PB32	VICB	게인 전환 속도 적분 보상	○	○		33.7	ms	33.7	33.7
PB33	VRF1B	게인 전환 제진제어 진동 주파수 설정	○			100.0	Hz	100.0	100.0
PB34	VRF2B	게인 전환 제진제어 공진 주파수 설정	○			100.0	Hz	100.0	100.0
PB35		메이커 설정용				0.0		0.00	0.00
PB36						0.0		0.00	0.00
PB37						100		100	100
PB38						0		0.0	0.0
PB39						0		0.0	0.0
PB40						0		0.0	0.0
PB41						1125		1125	1125
PB42						1125		1125	1125
PB43						0004h		0004	0004
PB44						0.0		0000	0000
PB45						0000h		0000	0000

(주) 자동적으로 임의의 값이 설정됩니다.

(c) 확장설정 파라미터 일람

No.	약칭	명칭	제어모드			초기값	단위	실습기의 설정값	
			위치	속도	토크			위치제어	속도제어
PC01	STA	속도 가속 시정수		○	○	0	ms	0	0
PC02	STB	속도 감속 시정수		○	○	0	ms	0	0
PC03	STC	S자 가감속 시정수		○	○	0	ms	0	0
PC04	TQC	토크 지령 시정수			○	0	ms	0	0
PC05	SC1	내부 속도 지령1		○		100	r/min	100	100
		내부 속도 제한1			○				
PC06	SC2	내부 속도 지령2		○		500	r/min	500	500
		내부 속도 제한2			○				
PC07	SC3	내부 속도 지령3		○		1000	r/min	1000	1000
		내부 속도 제한3			○				
PC08	SC4	내부 속도 지령4		○		200	r/min	200	200
		내부 속도 제한4			○				
PC09	SC5	내부 속도 지령5		○		300	r/min	300	300
		내부 속도 제한5			○				
PC10	SC6	내부 속도 지령6		○		500	r/min	500	500
		내부 속도 제한6			○				
PC11	SC7	내부 속도 지령7		○		800	r/min	800	800
		내부 속도 제한7			○				
PC12	VCM	아날로그 속도지령 최대 회전속도		○		0	r/min	0	0
		아날로그 속도제한 최대 회전속도			○				
PC13	TLC	아날로그 토크 지령 최대 출력			○	100.0	%	100.0	100.0
PC14	MOD1	아날로그 모니터1 출력	○	○	○	0000h		0002	0002
PC15	MOD2	아날로그 모니터2 출력	○	○	○	0001h		0003	0003
PC16	MBR	전자 브레이크 시퀀스 출력	○	○	○	100	ms	100	100
PC17	ZSP	영속도	○	○	○	50	r/min	50	50
PC18	*BPS	알람 이력 클리어	○	○	○	0000h		0000	0000
PC19	*ENRS	검출기 펄스 출력 선택	○	○	○	0000h		0000	0000
PC20	*SNO	국번 설정	○	○	○	0	국	0	0
PC21	*SOP	통신 기능 선택	○	○	○	0000h		0000	0000
PC22	*COP1	기능 선택C - 1	○	○	○	0000h		0000	0000
PC23	*COP2	기능 선택C - 2		○	○	0000h		0000	0000
PC24	*COP3	기능 선택C - 3	○			0000h		0000	0000
PC25		메이커 설정용				0000h		0000	0000
PC26	*COP5	기능 선택C - 5	○	○		0000h		0000	0000
PC27		메이커 설정용				0000h		0000	0000
PC28						0000h		0000	0000
PC29						0000h		0000	0000
PC30	STA2	속도 가속 시정수2		○	○	0	ms	0	0
PC31	STB2	속도 감속 시정수2		○	○	0	ms	0	0
PC32	CMX2	지령 입력 펄스 배율 분자2	○			1		1	1
PC33	CMX3	지령 입력 펄스 배율 분자3	○			1		1	1

No.	약칭	명칭	제어모드			초기값	단위	실습기의 설정값	
			위치	속도	토크			위치제어	속도제어
PC34	CMX4	지령 입력 펄스 배율분자4	○			1		1	1
PC35	TL2	내부 토크 제한2	○	○	○	100.0	%	100.0	100.0
PC36	*DMD	상태 표시 선택	○	○	○	0000h		0000	0000
PC37	VC0	아날로그 속도 지령 옵셋		○		0	mV	0	0
		아날로그 속도 제한 옵셋			○				
PC38	TP0	아날로그 토크 지령 옵셋			○	0	mV	0	0
		아날로그 토크 제한 옵셋		○					
PC39	MO1	아날로그 모니터1 옵셋	○	○	○	0	mV	0	0
PC40	MO2	아날로그 모니터2 옵셋	○	○	○	0	mV	0	0
PC41		메이커 설정용				0		0	0
PC42						0		0	0
PC43						0		0000	0000
PC44						0		0000	0000
PC45						0		0000	0000
PC46						0		0000	0000
PC47						0		0000	0000
PC48						0		0000	0000
PC49						0		0000	0000
PC50						0		0000	0000

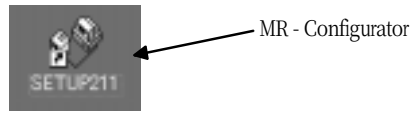
(d) 입출력 설정 파라미터 일람

No.	약칭	명칭	제어모드			초기값	단위	실습기의 설정값	
			위치	속도	토크			위치제어	속도제어
PD01	*DIA1	입력 신호 자동 ON선택1	○	○	○	0000h		0C00	0C00
PD02		메이커 설정용				0000h		0000	0000
PD03	*DI 1	입력 신호 디바이스 선택1(CN1 - 15)	○	○	○	00020202h		00020202	00020202
PD04	*DI2	입력 신호 디바이스 선택2(CN1 - 16)	○	○	○	00212100h		00212100	00212100
PD05	*DI3	입력 신호 디바이스 선택3(CN1 - 17)	○	○	○	00070704h		00070700	00070700
PD06	*DI4	입력 신호 디바이스 선택4(CN1 - 18)	○	○	○	00080805h		00000505	00000505
PD07	*DI5	입력 신호 디바이스 선택5(CN1 - 19)	○	○	○	00030303h		00030303	00030303
PD08	*DI6	입력 신호 디바이스 선택6(CN1 - 41)	○	○	○	00202006h		00060606	00060606
PD09		메이커 설정용				00000000h		00000000	00000000
PD10	*DI8	입력 신호 디바이스 선택8(CN1 - 43)	○	○	○	00000A0Ah		00080800	00080800
PD11	*DI9	입력 신호 디바이스 선택9(CN1 - 44)	○	○	○	00000B0Bh		00202000	00202000
PD12	*DI10	입력 신호 디바이스 선택10(CN1 - 45)	○	○	○	00232323h		00232323	00232323
PD13	*DO1	출력 신호 디바이스 선택1(CN1 - 22)	○	○	○	0004h		0002	0002
PD14	*DO2	출력 신호 디바이스 선택2(CN1 - 23)	○	○	○	000Ch		000C	000C
PD15	*DO3	출력 신호 디바이스 선택3(CN1 - 24)	○	○	○	0004h		0004	0004
PD16	*DO4	출력 신호 디바이스 선택4(CN1 - 25)	○	○	○	0007h		0007	0007
PD17		메이커 설정용				0003h		0003	0003
PD18	*DO6	출력 신호 디바이스 선택6(CN1 - 49)	○	○	○	0002h		0002	0002
PD19	*DIF	입력 필터 설정	○	○	○	0002h		0002	0002
PD20	*DOP1	기능 선택D - 1	○	○	○	0000h		0000	0000
PD21		메이커 설정용				000h		0000	0000
PD22	*DOP3	기능 선택D - 3	○			0000h		0000	0000
PD23		메이커 설정용				0000h		0000	0000
PD24	*DOP5	기능 선택D - 5	○	○	○	0000h		0000	0000
PD25		메이커 설정용				0		0000	0000
PD26						0		0000	0000
PD27						0		0000	0000
PD28						0		0000	0000
PD29						0		0000	0000
PD30						0		0000	0000

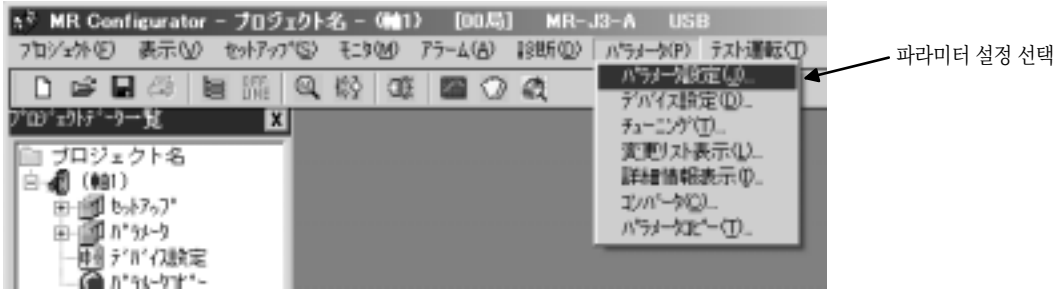
(4) MR Configurator(셋 - 업 소프트웨어)에 의한 파라미터 설정

이미 MR Configurator(셋 - 업 소프트웨어)가 인스톨 되고 있는 PC와 서보앰프를 접속하여 간단하게 파라미터의 확인 · 설정을 할 수 있습니다.
아래에 그 확인 · 설정 방법을 나타냅니다.

①. Setup211 아이콘을 더블 클릭



②. (P) 파라미터에서 파라미터 설정(J)을 선택



③. 아래와 같이 파라미터 일람 윈도우가 열려, 파라미터1의 읽기, 기록, 조합 등이 생깁니다.
실습기의 파라미터를 설정해 보십시오.

⑸ 운전

ⓐ 서보 온

서보 온(SON)을 ON으로 하고 서보 온 해 주십시오.

ⓑ JOG 운전

① 수동/자동 변환 스위치를 수동측으로 합니다.

② 정전 JOG 버튼을 ON하면 모터가 정전측(반시계 방향)으로 회전합니다.
(버튼이 ON중에만)

③ 역전 JOG 버튼을 ON하면 모터가 역전측(시계 방향)으로 회전합니다.
(버튼이 ON중에만)

ⓒ 자동 운전

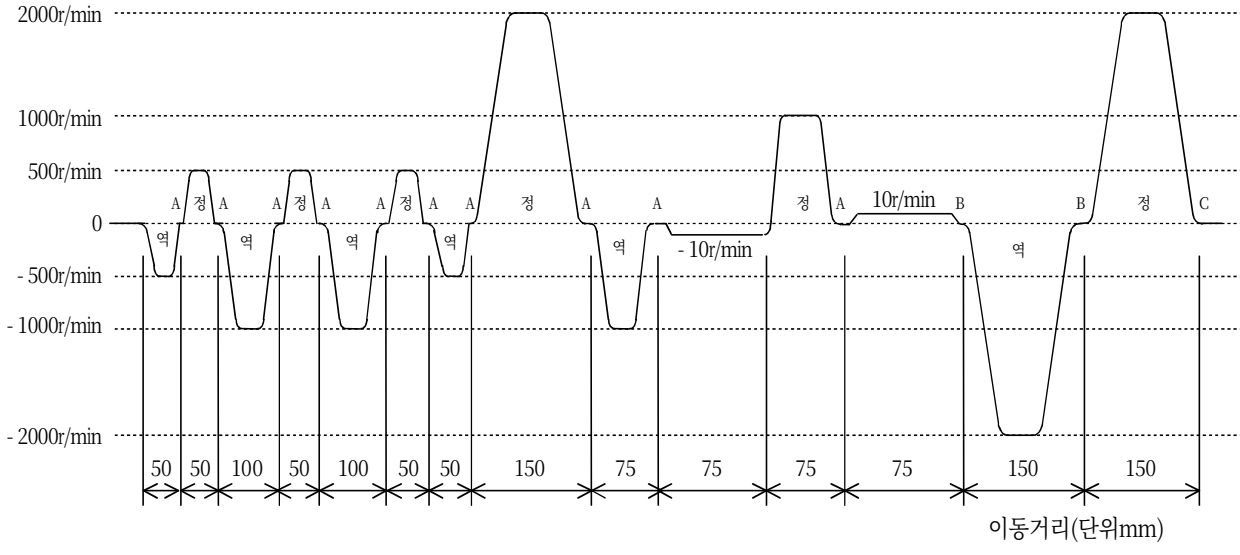
자동 운전 전에 원점복귀를 실시해 주십시오.

① 수동/자동 변환 스위치를 수동측으로 합니다.

② 원점복귀 버튼을 ON하면, 모터는 원점복귀 합니다.
원점복귀의 동작은 3.5.2항을 참조해 주십시오.
자동 운전하는 경우에는, 수동/자동 변환 스위치를 자동측으로 해 주십시오.

③ 연속 운전/1사이클 운전 스위치를 1사이클 운전으로 하고, 기동 버튼을 누르면, 아래 그림 패턴의 운전을 1회 실시합니다.
운전을 도중에 정지하는 경우에는, 정지 버튼을 눌러 주십시오.

④ 연속 운전/1사이클 운전 스위치를 연속 운전으로 하고, 기동 버튼을 누르면, 아래 그림 패턴의 운전을 반복해 실시합니다.
운전을 도중에 정지하는 경우에는, 정지 버튼을 눌러 주십시오.



(주) A, B, C는, 드웰타임 A=500ms, B=1s, C=2s

(d) 타이밍 벨트 기구부와 원점 출력 조작에 대해

이 실습기의 메카부(타이밍 기구부)의 제원은 다음과 같이 되어 있습니다.

① 타이밍 벨트 기구의 제원

No.	항목	제원
1	벨트 길이	L=550mm(1주(周))
2	서보모터측 풀리의 치수	Z1=20
3	파워 브레이크측 풀리의 치수	Z2=40
4	벨트의 치수	Z3=110
5	서보모터측 풀리의 관성 모멘트	$J_{P1}=0.109kgcm^2$
6	파워 브레이크측 풀리의 관성 모멘트	$J_{P2}=0.709kgcm^2$
7	파워 브레이크 자신의 관성 모멘트	$J_a=0.61kgcm^2$
8	서보모터 자신의 관성 모멘트	$J_M=0.052kgcm^2$
9	모터 1회전당의 벨트 이동량	ΔS=100mm
10	모터의 피드백 펄스	$P_{f0}=262144P/rev$

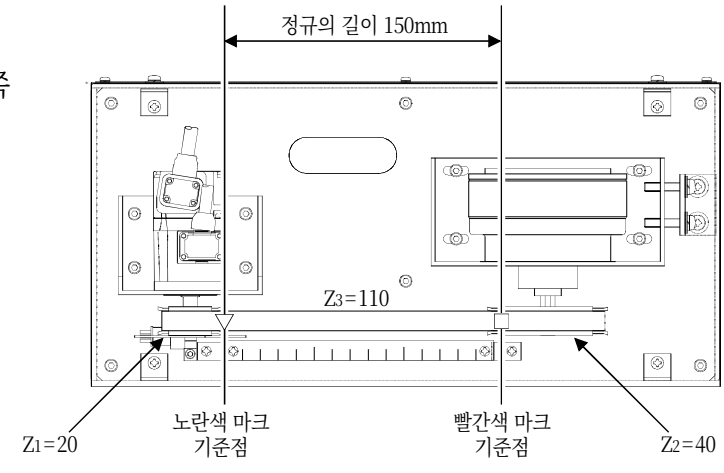
<메모>

모터축 환산 부하 관성 모멘트 J_L을 구하시오.

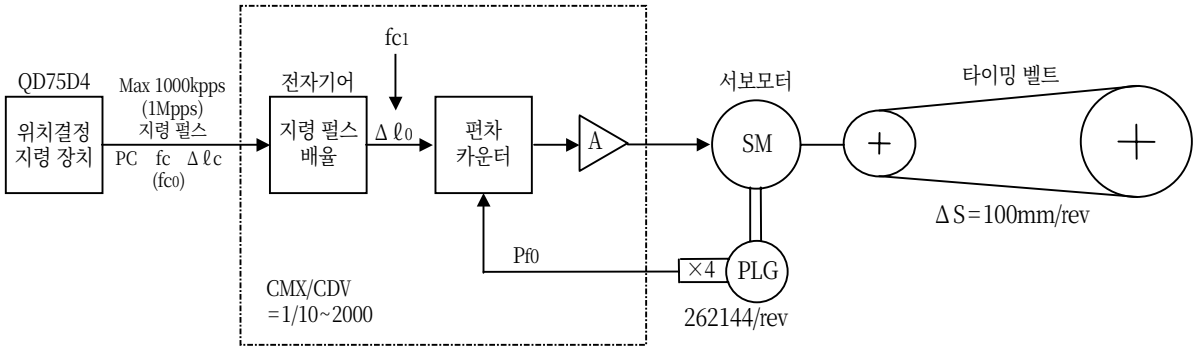
$$J_L = J_{P1} + \frac{J_{P2} + J_a}{(Z_2/Z_1)^2} = 0.109 + \frac{0.719 + 0.61}{2^2} \quad 0.44kgcm^2$$

모터와 부하의 관성 모멘트비는, $J_L/J_M=0.44/0.052$ 8.5배가 됩니다.

② 원점 출발 조작은, 기계 원점복귀 스위치 ON을 11회 반복하면 오른쪽 그림과 같이 기준점이 세트 됩니다. 즉 11회에 1회 오른쪽 그림과 같이 기준점이 일치하게 됩니다.



$$n = \frac{L}{\Delta S} = \frac{550}{100} = \frac{11}{2}$$



(e) 각종 파라미터 설정에 의한 동작 확인(파라미터의 자세한 내용은 4.3.7항 참조)

① 전자기어(파라미터№PA06, PA07)의 설정과 생각

1펄스당의 벨트의 이동량 Δℓc=0.001mm(1㎛) 단위로 가능한지를 검토해 봅니다.

$$\text{전자기어는 } \frac{CMX}{CDV} = \frac{\text{모터의 피드백 펄스 } Pf0 \times \text{1펄스당 벨트의 이동량 } \Delta \ell c}{\text{모터 1회전당 벨트의 이동량 } \Delta S}$$

$$= \frac{262144 \times 0.001}{100} = \frac{32768}{12500} = \frac{8192}{3125}$$

② 전자기어비 8192/3125의 경우, 모터가 3000 r/min때의 fc를 구합니다.

1펄스당의 벨트의 이동량 Δℓc=0.001 mm(1㎛) 단위로 가능한가를 검토해 봅니다.

$$N = \frac{fc \times 60 \times CMX/CDV}{Pf0} = \frac{fc \times 60 \times 8192/3125}{262144} = 3000 r/min$$

$$fc = \frac{262144 \times 3000}{60 \times 8192/3125} = 5000kpps > 1000kpps$$

위치결정 장치 QD75D4의 최대 지령 주파수는 1000kpps(1Mpps) 최대 지령 주파수를 초과하기 때문에, 설정 불가입니다.

③ 1펄스당 벨트의 이동량 Δℓc=0.05mm(50㎛) 단위로 검토해 봅니다.

$$\text{전자기어는 } \frac{CMX}{CDV} = \frac{262144 \times 0.05}{100} = \frac{327680}{2500} = \frac{16384}{125}$$

전자기어비 16384/125의 경우, 모터가 3000r/min때의 fc를 요구합니다.

$$fc = \frac{262144 \times 3000}{60 \times 16384/125} = 100kpps < 1000kpps$$

위치결정 장치 QD75D4의 최대 지령 주파수는 1000kpps(1Mpps) 6000r/min일 때에도 200kpps＜1000kpps가 되어, 최대 지령 주파수를 초과하지 않기 때문에 문제 없습니다.

※ 결론적로서 서보앰프측 파라미터의 설정은

지령펄스 배율 분자(파라미터No.PA06)：16384

지령펄스 배율 분모(파라미터No.PA07)：125로 설정합니다.

※ 본 트레이닝 장치에서는, 6000r/min의 지령 주파수를 1000kpps로 하고 있기 때문에, 전자기어비의 설정을

지령펄스 배율 분자(파라미터No.PA06)：262144

지령펄스 배율 분모(파라미터No.PA07)：10000으로 설정합니다.

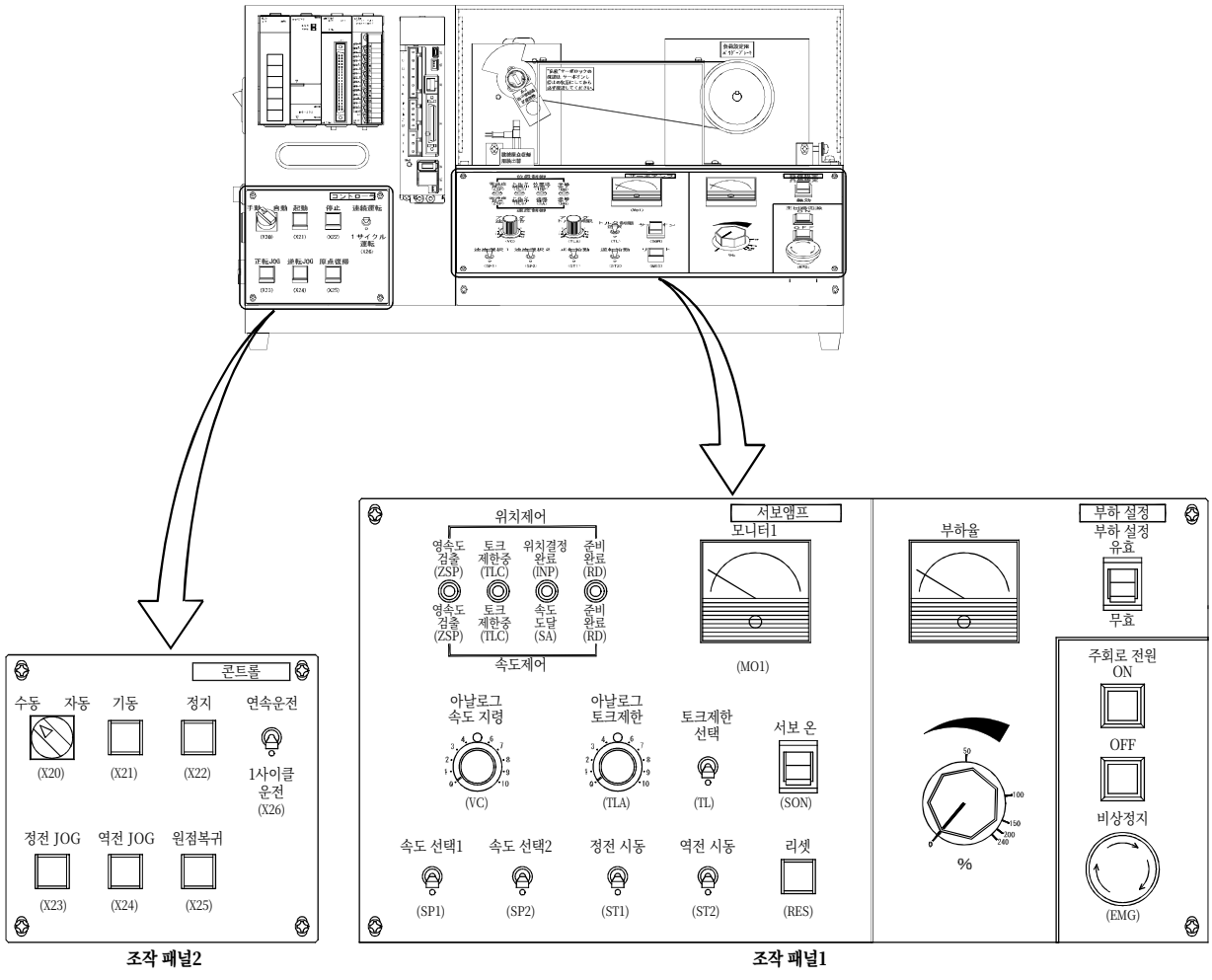
④ 인포지션 범위(파라미터No.PA10)를 설정합니다.

⑤ 위치제어 게인(파라미터No.PB07 · PB08)을 설정합니다.

5.2.2 속도제어

(1) 전원 투입전의 설정

조작 스위치는 반드시 모두 OFF로 설정해 주십시오.



(2) 전원 투입

5.2.1항(2)을 참조하여 전원을 투입합니다.

(3) 파라미터의 설정

실습기 운전 전에, 5.2.1항(3)의 트레이닝 장치의 설정값(속도제어)으로 파라미터를 설정합니다.

(4) 운전

(a) 내부 3속 운전

① 아래와 같이 순서로 조작하고, 정회전 · 역전의 속도가 내부 속도 지령값1~3(파라미터No.PC05~PC07)으로 회전하는 것을 확인해 주십시오.
속도의 확인은, 서보앰프 전면의 표시부(5자릿수 7세그먼트 표시기) 또는, PC상의 MR Configurator의 모니터로 확인할 수 있습니다.

② 내부 속도 지령값 1~3(파라미터№PC05~PC07)을 변경하여 확인해 보십시오.

(b) 외부 아날로그 속도지령(VC) 운전

내부 3속(속도 선택1, 속도 선택2)을 OFF로 하면(자) VC입력에 의한 운전을 할 수 있습니다.

① 정전 시동 또는, 역전 시동 스위치를 ON으로 하고, 아날로그 속도 지령 볼륨을 돌리는 것으로 임의로 속도를 가변할 수 있는 것을 확인해 주십시오.

※ 속도지령 영으로 모터가 회전할 때는, 외부 속도지령 신호의 입력 옵 - 셋에 의하는 것으로, 내부 속도지령으로 운전할 때는 발생하지 않습니다.
이러한 경우, 5.2.2항(4) (c) ④방법으로 모터의 회전을 멈출 수가 있습니다.

(c) 각종 파라미터에 의한 설정 확인(파라미터의 자세한 내용은 4.3.7항 참조)

① 가감속 시정수의 확인
속도 가속 시정수(파라미터No.PC01), 속도 감속 시정수(파라미터No.PC02)를 설정하고 동작을 확인해 주십시오.

설정 예 …… 파라미터No.PC01 : 0→1000 (1초)
파라미터No.PC02 : 0→2000 (2초)

② S자 가감속 시정수의 확인
속도 가속 시정수(파라미터No.PC01), 속도 감속 시정수(파라미터No.PC02), S자 가감속 시정수(파라미터No.PC03)를 설정하고 동작을 확인해 주십시오.
자세한 내용은 4.3.7항(2)의 (o)를 참조해 주십시오.

③ 토크제한값의 확인
내부 토크제한(파라미터No.PA11 · PA12)을 설정하고, 모터의 정지 상태에 드라이버를 이용하여 서보모터축에서 발생 토크를 확인해 주십시오.

설정 예 …… 정전 토크제한 (파라미터No.PA11) : 100% → 33%
(최대 토크의 1/3에 토크를 제한하고, 정격 토크 이상 출력할 수 없게 됩니다.)

토크제한 선택 스위치를 ON하면, 아날로그 토크제한 볼륨이 유효하게 됩니다.

④ VC 옵 - 셋의 조정
아날로그 속도지령 옵 - 셋(파라미터No.PC37)을 설정하고, 지령 속도 전압이 0V일 때, 모터가 회전하지 않게 조정합니다.

설정 예 …… 아날로그 속도지령(파라미터No.PC37) : 0mV → □□mV
(정전 시동을 ON으로 했을 때, CCW 방향으로 회전해 버리는 경우에는 마이너스의 값을 설정)

⑤ 아날로그 모니터 옵 - 셋의 조정
아날로그 모니터 ch1 옵 - 셋(파라미터No.PC39)을 설정하고, 모니터 출력 메터를 보정합니다

⑥ 모니터 출력의 설정
아날로그 모니터1 출력(파라미터No.PC14)을 설정하고, 모니터 출력의 내용을 변경할 수가 있습니다.

설정 예 …… 0002 : 모터 회전속도(+8V/최대 회전속도)
0003 : 발생 토크(+8V/최대 토크)

⑦ 상태 표시의 설정

상태 표시 선택(파라미터No.PC36)을 설정하고, 전원 투입시에 표시하는 상태 표시를 선택합니다.

설정 예 …… □100 : 귀환 펄스 누적
□101 : 서보모터 회전속도

⑧ 각종 상태 표시의 확인

1) 모터 운전중에 부하 설정기를 사용하여 피크 부하율, 실효 부하율 등의 표시 내용을 확인해 주십시오.

2) 10V 지령시 아날로그 속도지령 최대 회전속도(파라미터No.PC12)를 0→2000으로 하고 속도지령F, 회전속도 r, 속도 메터(메터 지침의 편차)의 출력을 확인해 주십시오.

5. 3 운전 상태의 조정

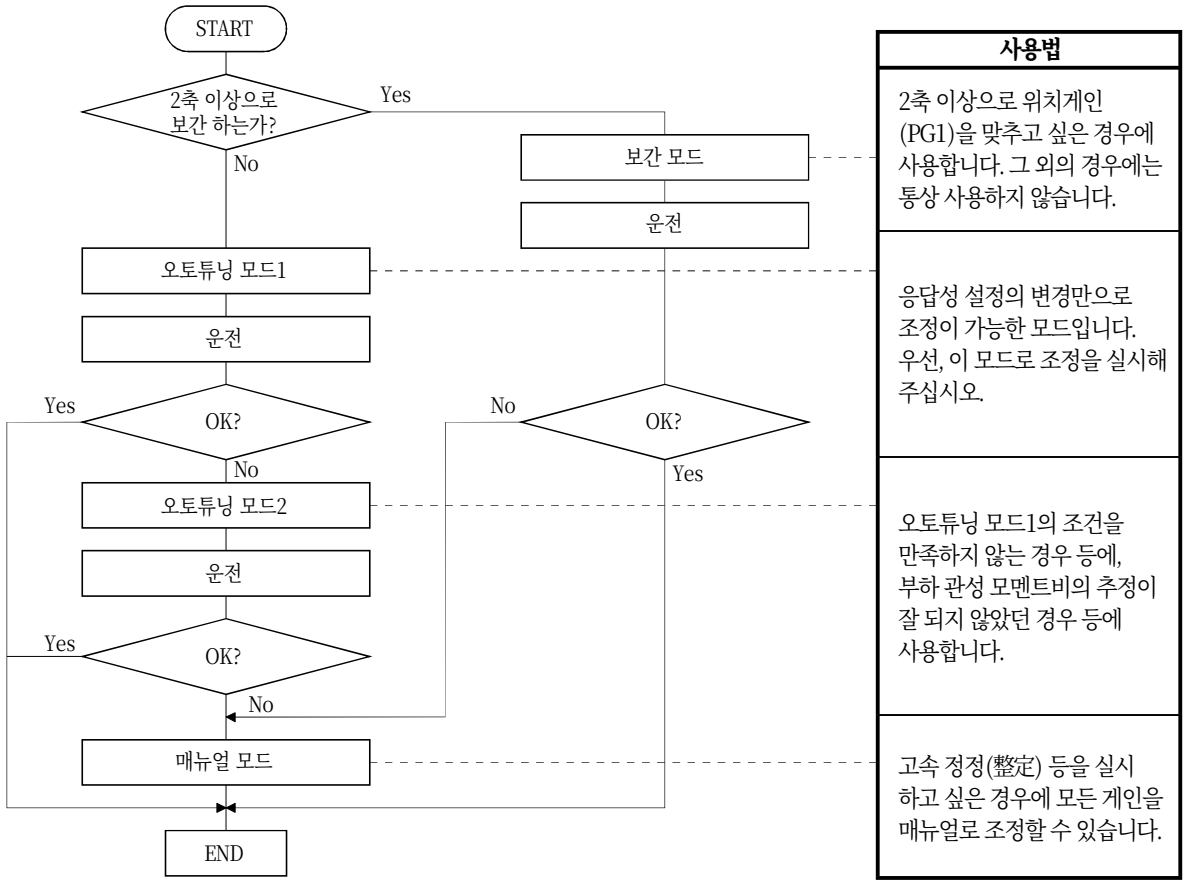
5.3.1 서보앰프 단체(單體)에서의 조정

서보앰프 단체로 실시할 수 있는 게인 조정을 나타냅니다. 게인 조정은, 처음에 오토튜닝 모드1을 실시해 주십시오. 만족할만한 조정을 얻을 수 없는 경우에는, 오토튜닝 모드2, 매뉴얼 모드의 순서로 실시해 주십시오.

(1)게인 조정 모드 설명

게인 조정 모드	파라미터No.PA08의 설정	부하 관성 모멘트비의 설정	자동적으로 설정되는 파라미터	매뉴얼로 설정하는 파라미터
오토튜닝 모드1 (초기값)	0001	항시 추정	GD2(파라미터No.PB06) PG1(파라미터No.PB07) PG2(파라미터No.PB08) VG2(파라미터No.PB09) VIC(파라미터No.PB10)	파라미터No.PA09의 응답성 설정
오토튜닝 모드2	0002	파라미터No.PB06의 값에 고정	PG1(파라미터No.PB07) PG2(파라미터No.PB08) VG2(파라미터No.PB09) VIC(파라미터No.PB10)	GD2(파라미터No.PB06) 파라미터No.PA09의 응답성 설정
매뉴얼 모드	0003			GD2(파라미터No.PB06) PG1(파라미터No.PB07) PG2(파라미터No.PB08) VG2(파라미터No.PB09) VIC(파라미터No.PB10)
보간 모드	0000	항시 추정	GD2(파라미터No.PB06) PG2(파라미터No.PB08) VG2(파라미터No.PB09) VIC(파라미터No.PB10)	PG1(파라미터No.PB07)

⑵ 조정의 순서와 모드의 사용 구분



5.3.2 오토튜닝

(1) 오토튜닝 모드

서보앰프에는 기계의 특성(부하 관성 모멘트비)을 리얼타임으로 추정하고, 그 값에 대응한 최적인 게인을 자동적으로 설정하는 리얼타임 오토튜닝 기능을 내장하고 있습니다. 이 기능에 의해 서보앰프의 게인 조정을 용이하게 실시할 수가 있습니다.

(a) 오토튜닝 모드1

서보앰프는 출하 상태에서 오토튜닝 모드1의 설정이 되어 있습니다.
이 모드에서는 기계의 부하 관성 모멘트비를 항시 추정하고, 최적 게인을 자동적으로 설정합니다.
오토튜닝 모드1에 의해 자동적으로 조정되는 파라미터는 다음에 있는 표와 같습니다.

파라미터No.	약칭	명칭
PB06	GD2	서보모터에 대한 부하 관성 모멘트비
PB07	PG1	모델제어 게인
PB08	PG2	위치제어 게인
PB09	VG2	속도제어 게인
PB10	VIC	속도 적분 보상

포인트

● 오토튜닝 모드1은 다음의 조건을 만족하지 않으면 정상적으로 동작하지 않는 경우가 있습니다.
- 2000r/min에 이를 때까지의 시간이 5s 이하의 가감속 시정수로 있습니다.
- 회전속도가 150r/min 이상입니다.
- 서보모터에 대한 부하 관성 모멘트비가 100배 이하입니다.
- 가감속 토크가 정격 토크의 10% 이상입니다.

● 가감속 도중에 급격한 외란 토크가 더해지는 것 같은 운전 조건이나 극단적으로 반동의 큰 기계의 경우에도 오토튜닝이 정상적으로 기능하지 않는 것이 있습니다. 이러한 경우, 오토튜닝 모드2 또는 매뉴얼 모드로 게인 조정을 실시해 주십시오.

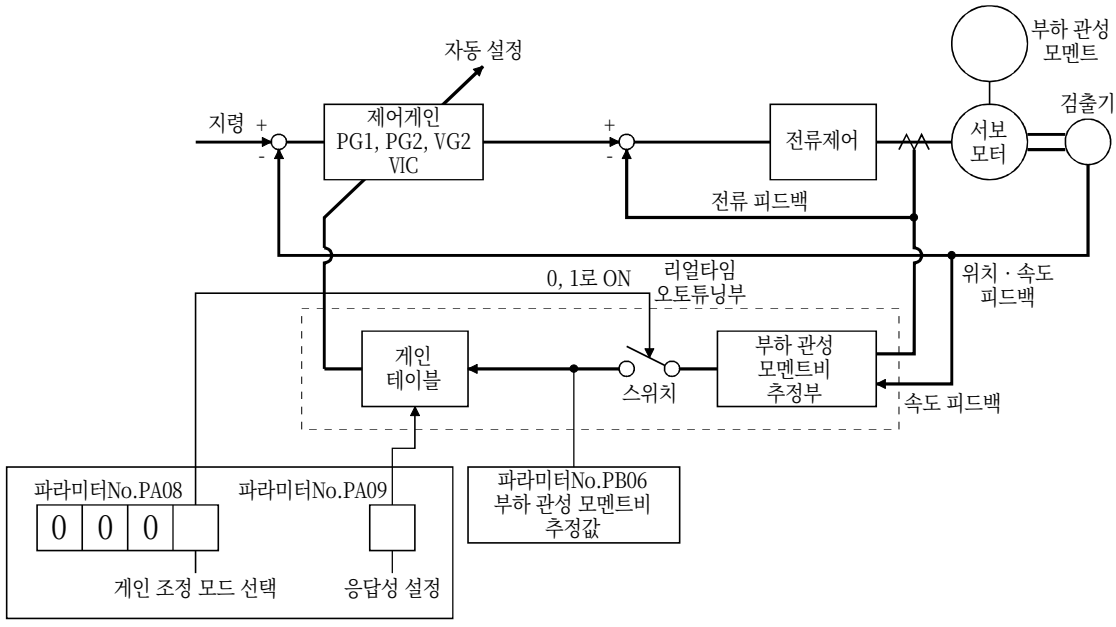
(b) 오토튜닝 모드2

오토튜닝 모드2는 오토튜닝 모드1에서는 정상적인 게인 조정을 실시할 수 없는 경우에 사용합니다.
이 모드에서는 부하 관성 모멘트비의 추정은 실시하지 않으므로, 올바른 부하 관성 모멘트비(파라미터No. PB06)의 값을 설정해 주십시오.
오토튜닝 모드2에 의해 자동적으로 조정되는 파라미터는 다음에 있는 표와 같습니다.

파라미터No.	약칭	명칭
PB07	PG1	모델제어 게인
PB08	PG2	위치제어 게인
PB09	VG2	속도제어 게인
PB10	VIC	속도 적분 보상

⑵ 오토튜닝 모드의 동작

리얼타임 오토튜닝의 블럭도를 나타냅니다.



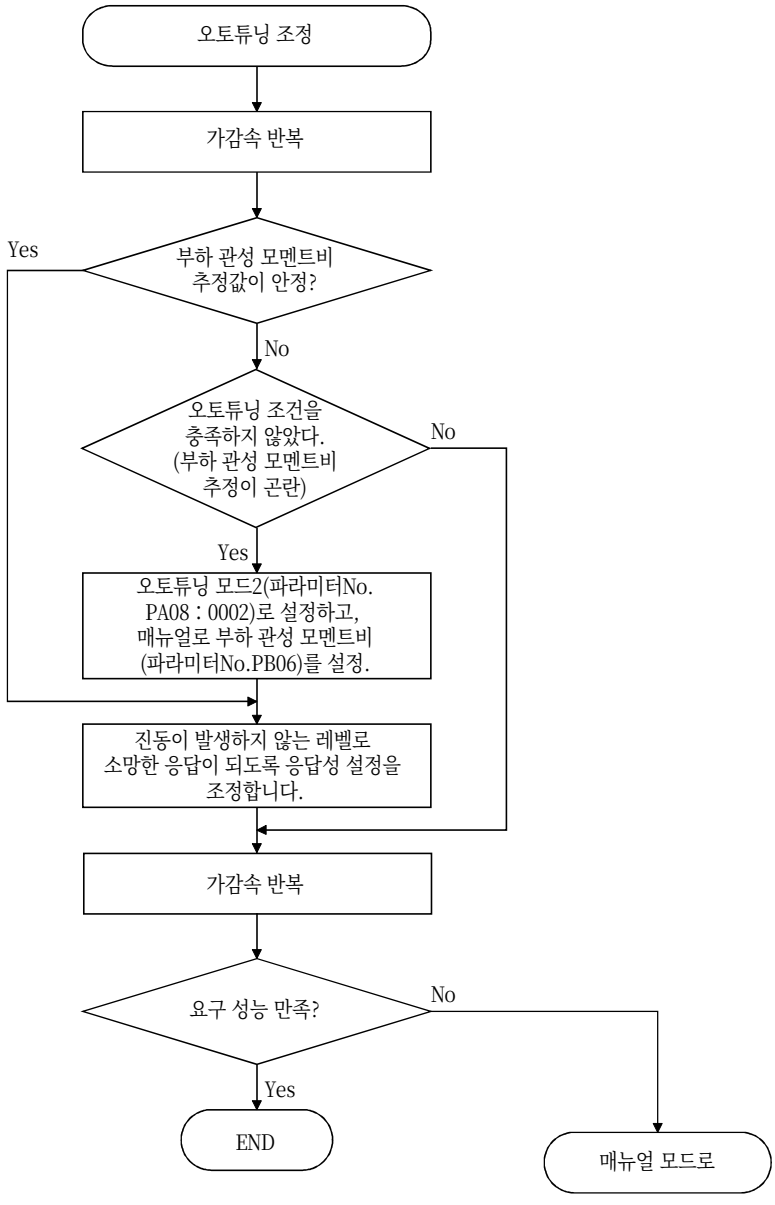
서보모터를 가감속 운전시키면, 관성 모멘트비 추정부는 서보모터의 전류와 서보모터 속도에서 항상 부하 관성 모멘트비를 추정합니다. 추정된 결과는, 파라미터No.PB06(서보모터에 대한 부하 관성 모멘트비)에 기입해 집니다.이 결과는 MR Configurator(셋 - 업 소프트웨어) 상태 표시 화면에서 확인할 수 있습니다.
부하 관성 모멘트비의 값을 미리 알고 있는 경우나, 추정이 잘 되지 않는 경우에는,“ 오토튜닝 모드2 ” (파라미터No.PA08 : 0002)로 설정하여, 부하 관성 모멘트비의 추정을 정지(위에 그림중 스위치를 OFF)시켜, 매뉴얼로 부하 관성 모멘트비(파라미터No.PB06)를 설정해 주십시오.
설정된 부하 관성 모멘트비(파라미터No.PB06)의 값과 응답성(파라미터No.PA09)으로부터, 내부에 가지고 있는 게인 테이블에 근거하여, 최적인 제어 게인을 자동 설정합니다.
오토튜닝의 결과는 전원 투입으로부터 60분 마다 서보앰프의 EEP - ROM에 보존됩니다.
전원 투입시에는 EEP - ROM에 보존한 각 제어 게인의 값을 초기값으로서 오토튜닝을 실시합니다.

포인트

- 운전중에 급격한 외란 토크가 더해지는 경우, 관성 모멘트비의 추정이 일시적으로 오동작 하는 경우가 있습니다. 이러한 경우, 오토튜닝 모드2(파라미터No.PA08 : 0002)로 설정하고, 올바른 부하 관성 모멘트비(파라미터No.PB06)를 설정해 주십시오.
- 오토튜닝 모드1 · 오토튜닝 모드2의 몇 개의 설정으로부터 매뉴얼 모드의 설정으로 변경하면 현재의 제어 게인 및 부하 관성 모멘트비 추정값을 EEP - ROM에 보존합니다.

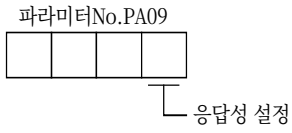
(3) 오토튜닝에 의한 조정 순서

출하시는 오토튜닝이 유효하게 되어 있기 때문에, 서보모터를 운전하는 것만으로 기계에 맞는 최적 게인을 자동 설정합니다. 필요에 따라서, 응답성 설정의 값을 변경하는 것만으로 조정은 완료합니다.
조정 순서를 나타냅니다.

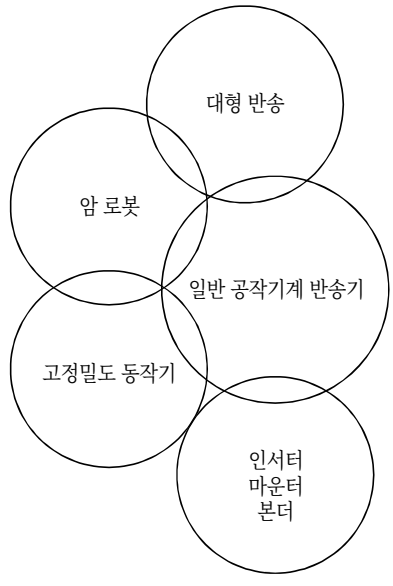


(4) 오토튜닝 모드에서의 응답성 설정

서보계 전체의 응답성(파라미터No.PA09)을 설정합니다. 응답성 설정을 크게 하는 만큼 지령에 대한 추종성이나 정정(整定) 시간은 짧아지지만, 너무 크게 하면 진동이 발생합니다.
이 때문에, 진동이 발생하지 않는 범위에서 소망한 응답성을 얻을 수 있도록 설정해 주십시오.
100Hz를 넘는 것 같은 기계에는 공진이 있기 때문에 소망한 응답성까지 응답성 설정을 크게 할 수 없는 경우에는, 필터튜닝 모드(파라미터No.PB01)나 기계공진 억제필터(파라미터No.PB13~PB16)로, 기계공진을 억제할 수가 있습니다. 기계공진을 억제하는 것으로,응답성 설정을 크게 할 수가 있는 경우도 있습니다.



응답성 설정	기계의 특성		
	기계 강성	기계공진 주파수의 기준[Hz]	대응하는 기계의 기준
1	낮음	10.0	
2		11.3	
3		12.7	
4		14.3	
5		16.1	
6		18.1	
7		20.4	
8		23.0	
9		25.9	
10		29.2	
11		32.9	
12		37.0	
13		41.7	
14		47.0	
15		52.9	
16	중간	59.6	
17		67.1	
18		75.6	
19		85.2	
20		95.9	
21		108.0	
22		121.7	
23		137.1	
24		154.4	
25		173.9	
26		195.9	
27		220.6	
28		248.5	
29		279.9	
30		315.3	
31		355.1	
32	높음	400.0	



5.3.3 매뉴얼 모드

오토튜닝에서는 만족하는 조정을 할 수 없었던 경우, 모든 게인에 의한 매뉴얼 조정을 할 수가 있습니다.

포인트

● 기계 공진이 발생하는 경우, 필터튜닝 모드(파라미터No.PB01)나 기계공진 억제필터(파라미터No.PB13~PB16)로, 기계공진을 억제할 수가 있습니다. (5.4.2항 참조)

(1) 속도제어의 경우

(a) 파라미터

게인 조정에 사용하는 파라미터는 다음과 같습니다.

파라미터No.	약칭	명칭
PB06	GD2	서보모터에 대한 부하 관성 모멘트비
PB09	VG2	속도제어 게인
PB10	VIC	속도 적분 보상

(b) 조정 순서

순서	조작	내용
1	서보모터에 대한 부하 관성 모멘트비에 추정값을 설정해 주십시오.	
2	속도제어 게인을 진동이나 이상음이 나지 않는 범위에서 크게 하시고, 진동이 발생하면 조금 되돌립니다.	속도제어 게인을 크게 합니다.
3	속도 적분 보상을 진동이 나오지 않는 범위에서 작게 해 주시고, 진동이 발생하면 조금 되돌립니다.	속도 적분 보상의 시정수를 작게 합니다.
4	기계계의 공진 등에 의해 게인을 크게 하지 못하고, 원하는 응답성을 얻을 수 없는 경우, 필터튜닝 모드나 기계공진 억제필터에 의해 공진을 억제한 후, 순서 2 · 3을 실시하면 응답성을 높이는 경우가 있습니다.	기계공진의 억제. 5.4.1 · 5.4.2항 참조
5	정정(整定) 특성이나 회전 상태를 보면서 각 게인을 미세 조정합니다.	미세 조정

(c) 조정 내용

① 속도제어 게인(파라미터No.PB09)

속도제어 루프의 응답성을 결정하는 파라미터입니다. 이 값을 크게 설정하면 응답은 높아지지만, 너무 크게 하면 기계계가 진동하기 쉬워집니다. 실제의 속도 루프의 응답 주파수는 다음식과 같이 됩니다.

$$\text{속도 루프 응답 주파수(Hz)} = \frac{\text{속도제어 게인 설정값}}{(1+\text{서보모터에 대한 부하 관성 모멘트비})\times 2\pi}$$

② 속도 적분 보상(VIC : 파라미터No.PB10)

지령에 대한 정상 편차를 없게 하기 위해서 속도제어 루프는 비례 적분제어가 되어 있습니다.
속도 적분 보상은 이 적분제어의 시정수를 설정합니다. 설정값을 크게 하면 응답성은 나빠집니다.
그러나, 부하 관성 모멘트비가 큰 경우나, 기계계에 진동 요소가 있는 경우에는, 어느 정도 크게 하지 않으면 기계계가 진동하기 쉬워집니다. 기준으로서는 다음식과 같이 됩니다.

$$\text{속도 적분 보상 설정값(ms)} \geqq \frac{2000\sim3000}{\text{속도제어 게인 설정값}/(1+\text{서보모터에 대한 부하 관성 모멘트비 설정값})}$$

(2) 위치제어의 경우

(a) 파라미터

게인 조정에 사용하는 파라미터는 다음과 같습니다.

파라미터No.	약칭	명칭
PB06	GD2	서보모터에 대한 부하 관성 모멘트비
PB07	PG1	모델제어 게인
PB08	PG2	위치제어 게인
PB09	VG2	속도제어 게인
PB10	VIC	속도 적분 보상

(b) 조정 순서

순서	조작	내용
1	서보모터에 대한 부하 관성 모멘트비에 추정값을 설정해 주십시오.	
2	모델제어 게인을 작게 설정합니다.	
3	속도제어 게인을 진동이나 이상음이 나지 않는 범위에서 크게 해주시고, 진동이 발생하면 조금 되돌립니다.	속도제어 게인을 크게 합니다.
4	속도 적분 보상을 진동이 나오지 않는 범위에서 작게 해주시고, 진동이 발생하면 조금 되돌립니다.	속도 적분 보상의 시정수를 작게 합니다.
5	모델제어 게인을 크게 해 갈 것입니다.	위치제어 게인을 크게 합니다.
6	기계계의 공진 등에 의해 게인을 크게 하지 못하고, 원하는 응답성을 얻을 수 없는 경우, 필터튜닝 모드나 기계공진 억제필터에 의해 공진을 억제한 후, 순서 3~5를 실시하면 응답성을 높이는경우가 있습니다.	기계공진의 억제. 5.4.1항 참조
7	정정(整定) 특성이나 회전 상태를 보면서 각 게인을 미세 조정합니다.	미세 조정

ⓒ 조정 내용

① 모델제어 게인(파라미터No.PB07)

위치제어 루프의 응답성을 결정하는 파라미터입니다. 모델제어 게인을 크게 하면 위치 지령에 대한 추종성은 좋아지지만, 너무 크게 하면 정정시에 오버슈트가 발생할 수가 있습니다.

$$\text{모델제어 게인의 기준} \leqq \frac{\text{속도제어 게인 설정값}}{(1+\text{서보모터에 대한 부하 관성 모멘트비})} \times \left(\frac{1}{4} \sim \frac{1}{8}\right)$$

② 속도제어 게인(파라미터No.PB09)

속도제어 루프의 응답성을 결정하는 파라미터입니다. 이 값을 크게 설정하면 응답성은 높아지지만, 너무 크게 하면 기계계가 진동하기 쉬워집니다. 실제의 속도 루프의 응답 주파수는 다음식과 같이 됩니다.

$$\text{속도 루프 응답 주파수(Hz)} = \frac{\text{속도제어 게인 설정값}}{(1+\text{서보모터에 대한 부하 관성 모멘트비}) \times 2\pi}$$

③ 속도 적분 보상(파라미터No.PB10)

지령에 대한 정상 편차를 없게 하기 위해서 속도제어 루프는 비례 적분제어가 되어 있습니다.
속도 적분 보상은 이 적분제어의 시정수를 설정합니다. 설정값을 크게하면 응답성은 나빠집니다.
그러나,부하 관성 모멘트비가 큰 경우나, 기계계에 진동 요소가 있는 경우에는, 어느 정도 크게 하지 않으면 기계계가 진동하기 쉬워집니다. 기준으로서는 다음식과 같이 됩니다.

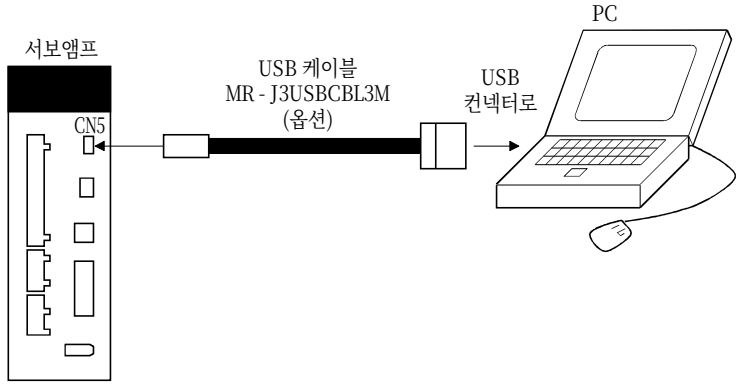
$$\text{속도 적분 보상 설정값(ms)} \geqq \frac{2000 \sim 3000}{\text{속도제어 게인 설정값}/(1+\text{서보모터에 대한 부하 관성 모멘트비 설정값})}$$

5.3.4 MR Configurator에 의한 조정

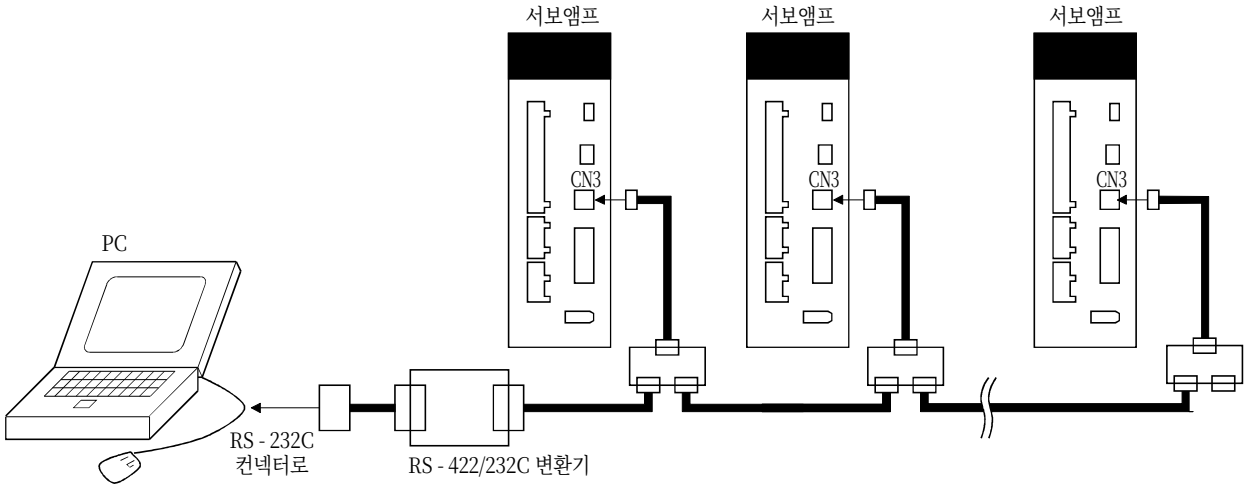
(1) 통신 I/F

MELSERVO−J3시리즈는, 종래의 RS−422 인터페이스에 가세하여 USB 인터페이스를 표준 장비 했습니다. 통신 가능한 데이터로서는 파라미터 내용(각종 게인도 포함함), 모니터 관계(전류, 속도, 잔류 펄스 등 앰프 LED에 표시할 수 있는 내용), I/O의 입출력 신호, 알람 표시 등이 가능합니다.
통신에 필요한 프로토콜, 커멘드 관계는 공개되고 있기 때문에 사용자 사이드에서 통신용의 소프트를 작성하는 일도 가능합니다.

◆ **USB의 경우**

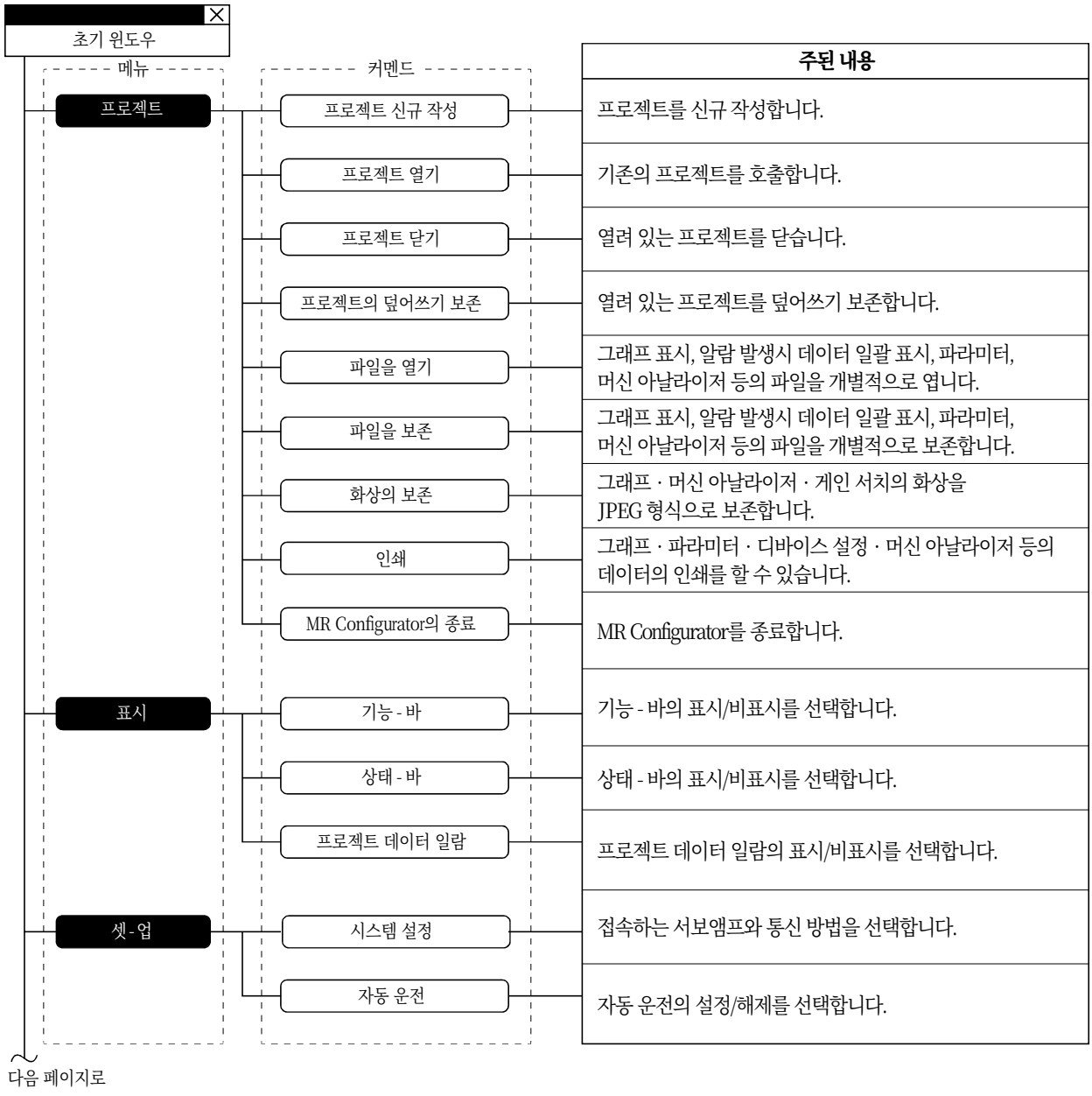


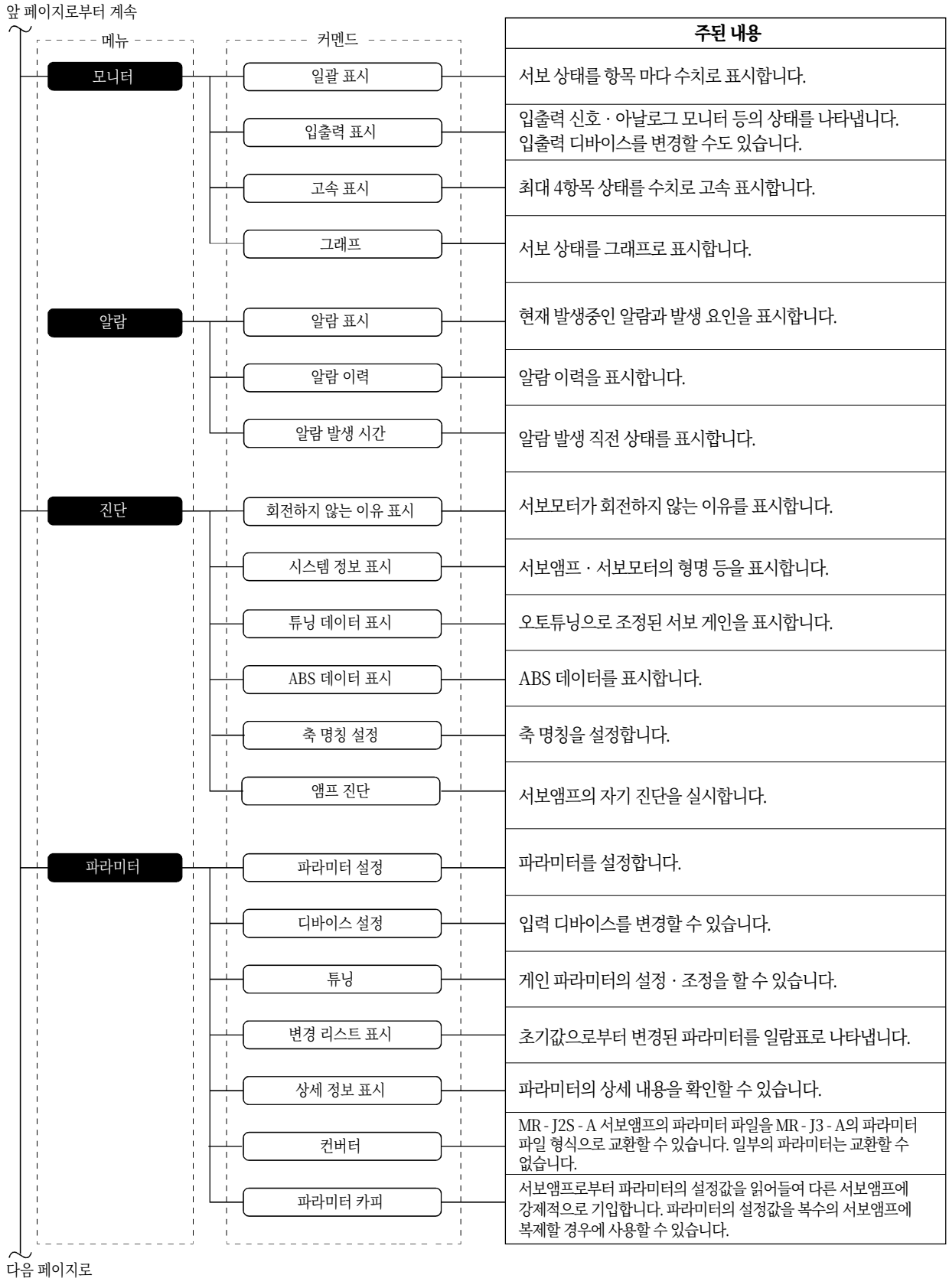
◆ **RS-422의 경우**

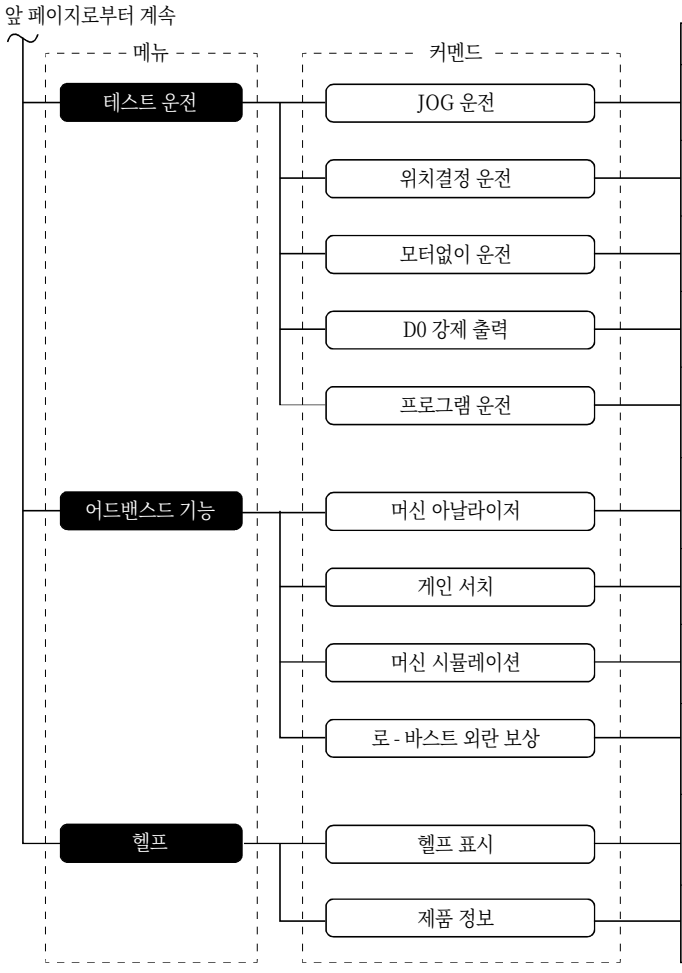


(2) MR Configurator의 기능

MR Configurator에는, 다음의 기능이 있습니다.




앞 페이지로부터 계속
메뉴
커멘드
주된 내용
모니터
일괄 표시
서보 상태를 항목 마다 수치로 표시합니다.
입출력 표시
입출력 신호 · 아날로그 모니터 등의 상태를 나타냅니다.
입출력 디바이스를 변경할 수도 있습니다.
고속 표시
최대 4항목 상태를 수치로 고속 표시합니다.
그래프
서보 상태를 그래프로 표시합니다.
알람
알람 표시
현재 발생중인 알람과 발생 요인을 표시합니다.
알람 이력
알람 이력을 표시합니다.
알람 발생 시간
알람 발생 직전 상태를 표시합니다.
진단
회전하지 않는 이유 표시
서보모터가 회전하지 않는 이유를 표시합니다.
시스템 정보 표시
서보앰프 · 서보모터의 형명 등을 표시합니다.
튜닝 데이터 표시
오토튜닝으로 조정된 서보 게인을 표시합니다.
ABS 데이터 표시
ABS 데이터를 표시합니다.
축 명칭 설정
축 명칭을 설정합니다.
앰프 진단
서보앰프의 자기 진단을 실시합니다.
파라미터
파라미터 설정
파라미터를 설정합니다.
디바이스 설정
입력 디바이스를 변경할 수 있습니다.
튜닝
게인 파라미터의 설정 · 조정을 할 수 있습니다.
변경 리스트 표시
초기값으로부터 변경된 파라미터를 일람표로 나타냅니다.
상세 정보 표시
파라미터의 상세 내용을 확인할 수 있습니다.
컨버터
MR - J2S - A 서보앰프의 파라미터 파일을 MR - J3 - A의 파라미터 파일 형식으로 교환할 수 있습니다. 일부의 파라미터는 교환할 수 없습니다.
파라미터 카피
서보앰프로부터 파라미터의 설정값을 읽어들여 다른 서보앰프에 강제적으로 기입합니다. 파라미터의 설정값을 복수의 서보앰프에 복제할 경우에 사용할 수 있습니다.
다음 페이지로



주된 내용
JOG 운전을 실행합니다.
위치결정 운전을 실행합니다.
모터 없음 운전을 실행합니다.
DO 강제 출력을 실행합니다.
프로그램 운전을 실행합니다.
머신 아날라이저를 실행합니다.
게인 서치를 실행합니다.
머신 시뮬레이션을 실행합니다.
로 - 바스트 외란 보상의 파라미터를 설정합니다.
MR Configurator의 헬프를 표시합니다.
버젼 정보를 표시합니다.

(3) 그래프([모니터] - [그래프]메뉴)

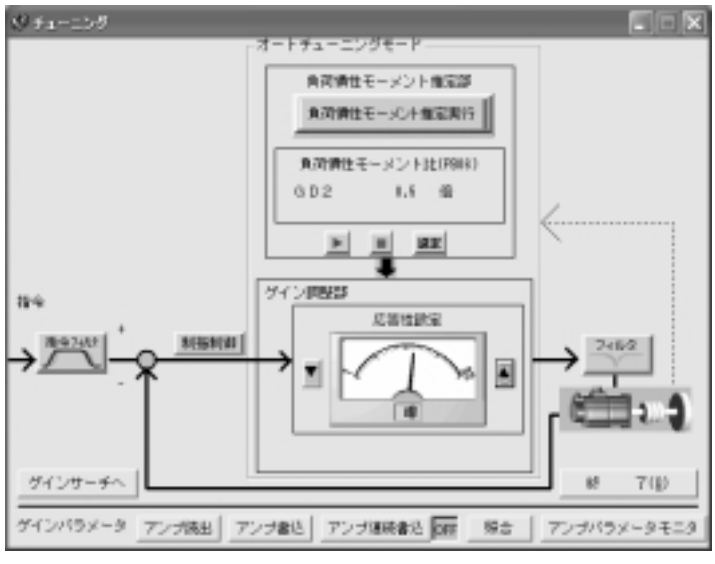
그래프 윈도우에서는, 임의 선택한 모니터 그래프 데이터를 그래프 표시합니다.

조작 순서

① 출력하는 파형의 선택
　아날로그 CH1에 모터 속도
↓ 아날로그 CH2에 토크
　아날로그 CH3에 잔류 펄스
　(100 펄스 단위)
　디지털에 INP를 선택
② 수집 조건의 설정
↓ 트리거에 INP 상승을 설정
③ 파형 데이터의 수집
　가로축 샘플링을 500ms/Div
↓ 스타트 버튼  클릭
　실습기 자동 운전 스타트
　(조작 패널의 기동 버튼을 ON)
④ 수집한 파형의 관측
↓ 세로축 스케일의 조정
⑤ 파형 데이터의 보존
↓ [프로젝트] - [파일을 보존]메뉴
⑥ 그래프의 종료
※자세한 내용은 헬프로 확인할 수 있습니다.

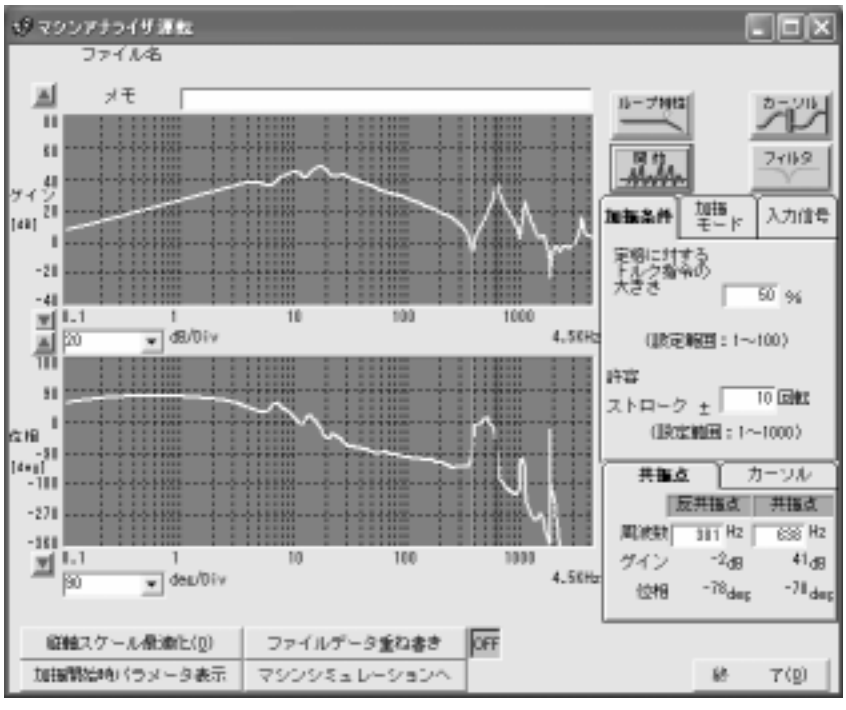
(4) 튜닝([파라미터] - [튜닝]메뉴)

튜닝 윈도우로, 그래프를 보면서 게인을 조정할 수 있습니다.



(5) 머신 아날라이저([어드밴스드 기능] - [머신 아날라이저]메뉴)

기계계의 주파수 특성은 통상, 게인과 위상의 주파수에 대한 관계도(보드선 그림)에 의해 나타내집니다.
게인은 토크 입력에 대한 기계계의 응답의 크기를 나타내고 있고 위상은 토크 입력에 대한 기계계의 속도 응답의 위상 지연을 나타내고 있습니다.
기계계가 강체로, 공진점이 없는 경우에는 게인은 직선적으로 됩니다.
일반적으로 기계계에는 반드시 어떠한 공진점이 있어, 머신 아날라이저에서는 그 공진의 주파수나 크기를 측정할 수가 있습니다.
아래 그림은 기계계에 638Hz의 공진점이 존재했을 때의 측정 예입니다.
공진점에서는 게인이 상승하여 입력 토크에 대한 기계의 응답이 높아지기 때문에, 속도 게인을 높이면 그 공진점 주파수에서 기계가 진동하기 쉬워집니다.

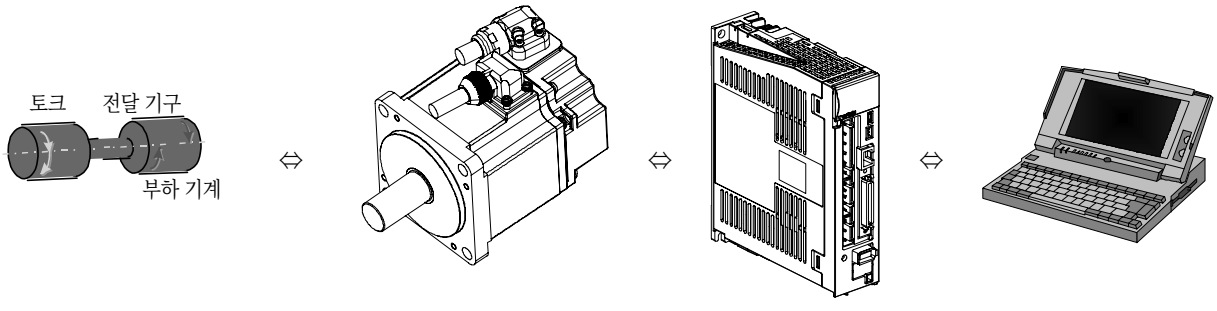


조작 순서

① 머신 아날라이저의 설정
↓ 디폴트 그대로
② 머신 아날라이저의 실행
↓  버튼을 클릭
③ 파형 데이터의 관측
↓ 공진점, 반공진점 확인
④ 필터의 설정
↓ 공진하고 있지 않으면 불필요
⑤ 파일 보존
↓ [프로젝트] - [파일을 보존]메뉴
-
⑥ 종료
※자세한 내용은 헬프로 확인할 수 있습니다.

황색 : 반공진점　　적색 : 공진점

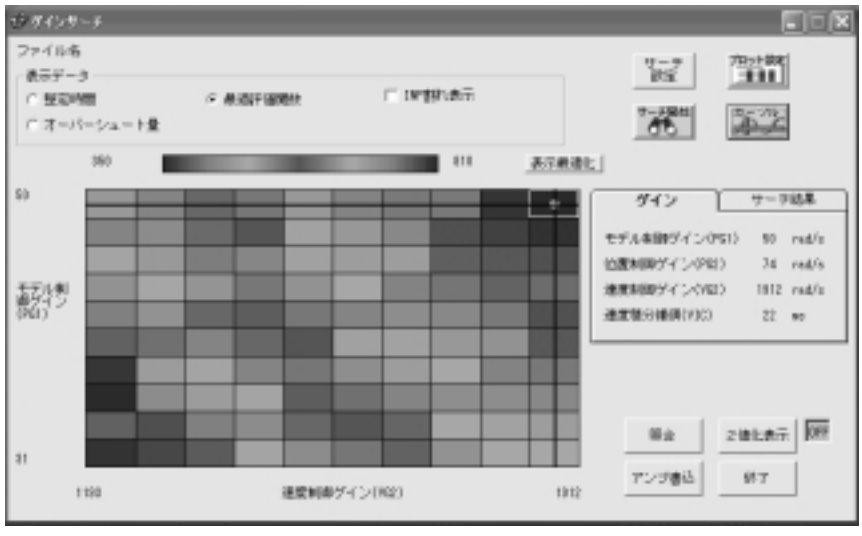
기계계의 공진 주파수를 측정할 수 있으면, 이 결과를 토대로 기계공진 억제필터(파라미터 No.PB13, 파라미터 No.PB15)의 주파수를 결정할 수가 있어 게인을 올렸을 때의 기계 진동을 억제할 수가 있습니다.



(6) 게인 서치([어드밴스드 기능]-[게인 서치]메뉴)

위치제어에 대해, 정정 특성이 가장 좋아지는 게인을 자동적으로 탐색하는 기능입니다.
통상의 왕복 운전 상태로 게인 서치를 실행하면, 제어 게인을 변화시키면서 정정 특성을 평가 함수로 평가하여, 평가 함수값이 최소가 되는 게인을 찾습니다.
게인 서치는 게인을 자동적으로 변화시키면서 정정 특성을 측정합니다.
그 때문에, 기계가 발진 등을 일으키지 않는 안전한 게인의 범위를 MR Configurator측에 설정할 필요가 있지만, MR Configurator는 머신 아날라이저의 결과로부터 이 안전한「속도제어 게인2(VG2)」범위를 자동 인식합니다.

※ 게인 서치를 실행하기 전에 표시되는“ 게인 서치시의 주의 ”를 잘 읽어 실시해 주십시오.
정확한 탐색을 할 수 없는 경우가 있습니다.



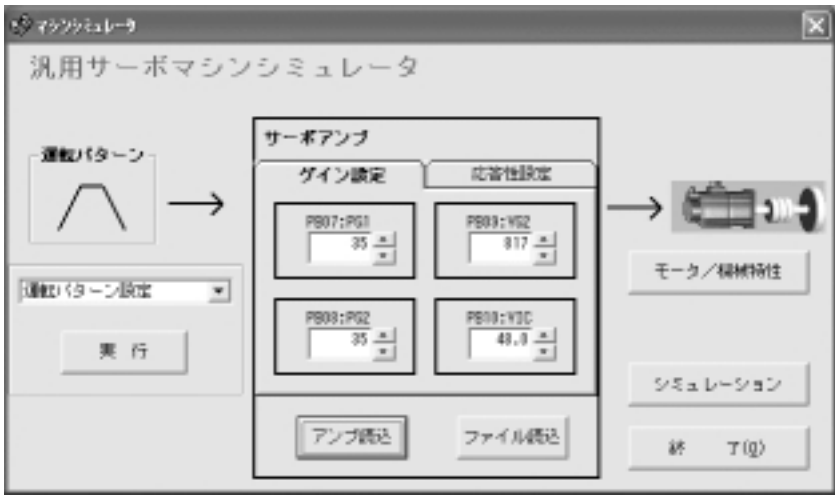
조작 순서

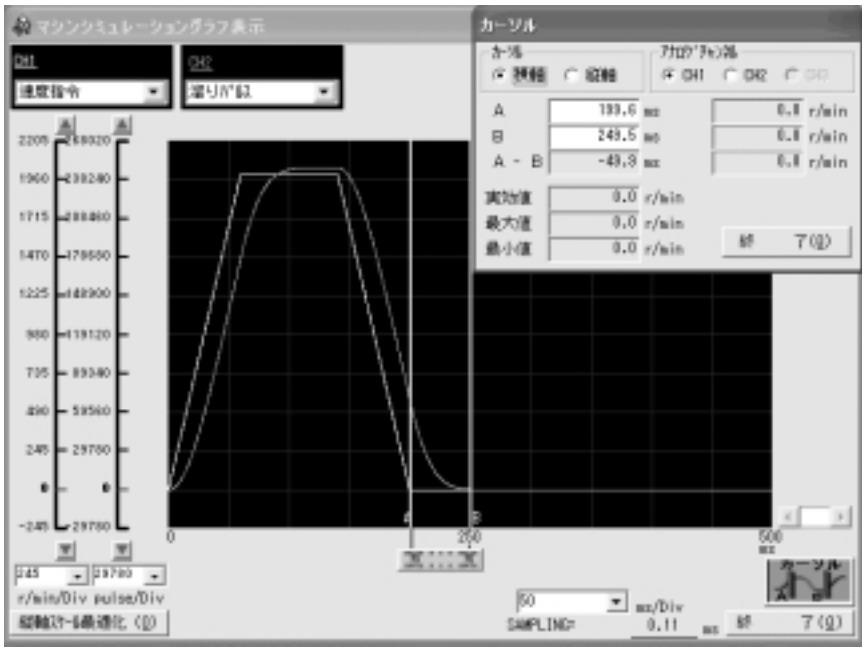
① 인포지션 범위의 설정
↓ 인포지션 범위
(파라미터 No.PA10)
: ”100 ”을 확인
↓
② 게인 서치의 실행
실습기 자동 운전 스타트
↓ (조작 패널에서 연속 운전을 선택하고, 기동 버튼을 ON)
※ 다음의 머신 시뮬레이션에서 사용하기 위해, 게인 서치 결과와 정정시간을 메모
(결과가 표시되면, 정지버튼을 ON)
③ 게인 서치 결과의 조합
↓ 본 실습에서는 확인만
④ 게인 서치 결과의 기록
↓ 본 실습에서는 실시하지 않습니다
게인 서치의 종료

※자세한 내용은 헬프로 확인할 수 있습니다.

(7) 머신 시뮬레이션([어드밴스드 기능] - [머신 시뮬레이션]메뉴)

머신 아날라이저에 의해 얻을 수 있던 기계계의 특성을 이용하여, MR Configurator상에서 운전 시뮬레이션 하고, 속도, 토크, 잔류 펄스 등을 시뮬레이션 파형으로서 확인할 수가 있습니다.
지령 패턴, 서보모터 용량이나 게인을 변경하면서, 시뮬레이션 파형의 변화를 볼 수가 있습니다.





조작 순서

① 속도지령의 설정
↓ 디폴트값을 사용
② 모터 및 부하 기계 특성의 설정
모터 / 기계 특성 버튼 클릭
매뉴얼에서 기계 특성에 값을 입력
↓ 부하 관성 모멘트비 : 8.5배※
공진 주파수 : 머신 아날라이저의 결과(약 650Hz)
③ 머신 시뮬레이션의 실행
↓ シミュレーション 버튼 클릭
④ 표시 파형의 선택
CH1에 지령 속도
CH2에 잔류 펄스
↓ [illegible] (Q) 버튼 클릭
⑤ 게인의 설정
각 게인을 게인 서치의 값에 입력후.
↓ 다시시뮬레이션 해 결과를 비교
⑥ 머신 시뮬레이션의 종료
※자세한 내용은 헬프로 확인할 수 있습니다.

※부하 관성 모멘트비는, 5.2.1절 (5)의 (d)로 산출한 값입니다.

- 머신 아날라이저의 결과에는 실제 기기의 마찰량이 포함되어 있지 않으므로 정지시의 미소한 정정 특성 등은 실제와는 맞지 않을 경우가 있습니다.
- [매뉴얼에서 특성을 입력]할 경우에는, 어디까지나 간단한 기계 모델을 사용하므로 정밀도는 악화되지 않습니다.

(8) 테스트 운전(위치결정 운전)([테스트 운전] - [위치결정 운전]메뉴)

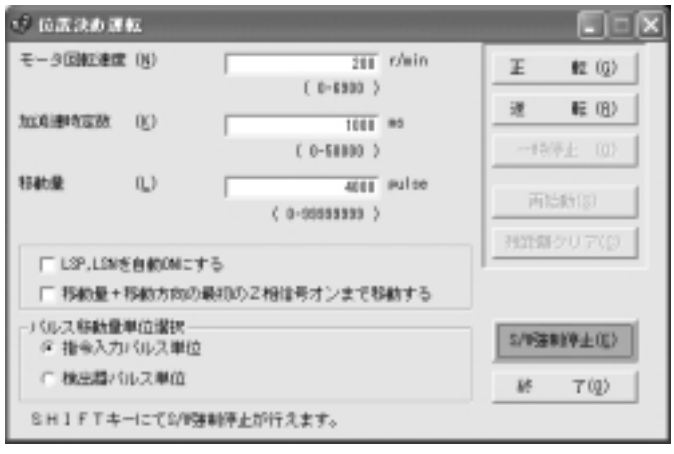
외부의 지령 장치로부터 지령이 없는 상태로 1회의 위치결정 운전을 실행할 수 있습니다.

(a) 조작 · 운전

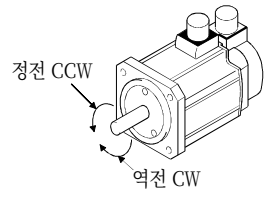
위치 결정 운전을 실시하는 경우, EMG—DOCOM간을 접속해 주십시오.
MR Configurator상의“ 정전 ”“ 역전 ”버튼을 누르면 서보모터가 회전하여, 설정된 이동량을 이동하고 정지합니다. 운전의 조건은 MR Configurator상에서 변경할 수 있는 운전의 초기 조건과 설정 범위를 다음에 있는 표에 나타냅니다.

항 목	초기 설정값	설정범위
모터 회전속도[r/min]	200	0~순시 허용 회전속도
가감속 시정수[ms]	1000	0~50000
이동량[pulse]	4000	0~99999999

키의 설명을 다음 표에 나타냈습니다.



버튼	내용
“ 정전 ”	누르면 CCW 방향으로 회전합니다.
“ 역전 ”	누르면 CW 방향으로 회전합니다.
“ 일시정지 ”	운전중에 누르면, 일시정지합니다. 재차“ 일시정지 ”버튼을 누르면 남은 거리를 소거합니다. 재개하는 경우에는, 운전을 개시한 버튼과 같은 버튼을 누릅니다.



위치결정 운전중에 통신케이블이 빠지면, 서보모터는 급정지합니다.

(b) 상태 표시

위치결정 운전중이라도 서보 상태 표시를 모니터 할 수 있습니다.

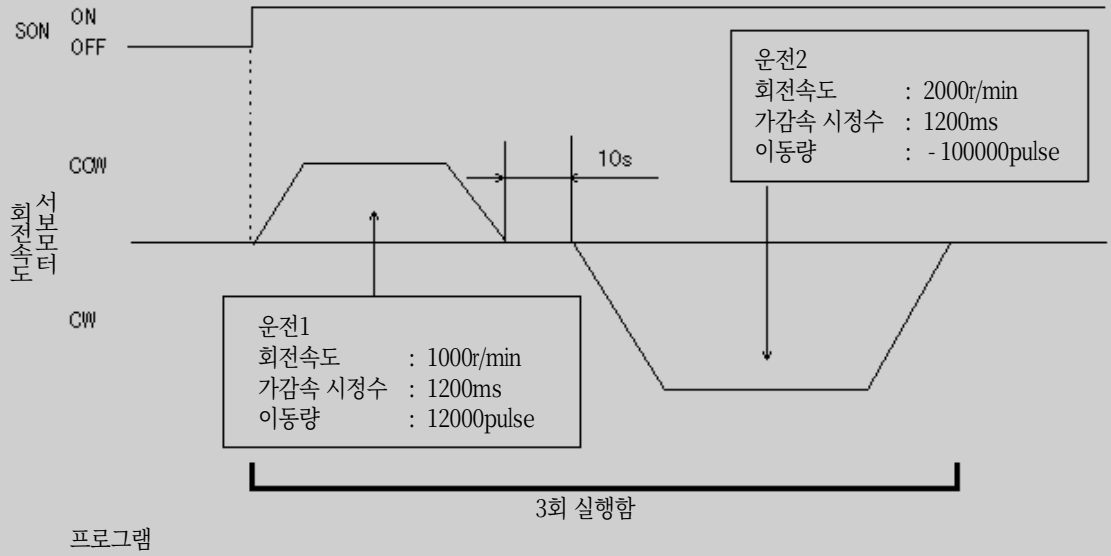
포인트

● 위치결정 운전을 실시하려면 MR Configurator가 필요합니다.

(9) 테스트 운전(프로그램 운전)([테스트 운전] - [프로그램 운전]메뉴)

(a) 프로그램 예

<기동(G)>버튼을 누르면, 동시에 SON이 자동 ON하여 운전을 개시합니다.




```
프로그램
  TIMES(3)-------------- STOP까지의 프로그램을 3회 반복합니다
  SYNC(O)--------------- 입력 신호의 설정 O (SON)이 ON 되기까지
                         프로그램의 실행을 기다립니다.
  SPN(1000)------------- 지령 회전속도 1000r/min을 설정합니다.
  STC(1200)------------- 가감속 시정수 1200ms를 설정합니다
  MOV(12000)------------ CCW 방향으로 12000펄스 이동합니다.
  TIM(10) --------------- 10초간 다음 운전을 기다립니다.
  SPN(2000)------------- 지령 회전속도 2000r/min을 설정합니다
  MOV( - 100000)--------- CW 방향으로 100000펄스 이동합니다.
```

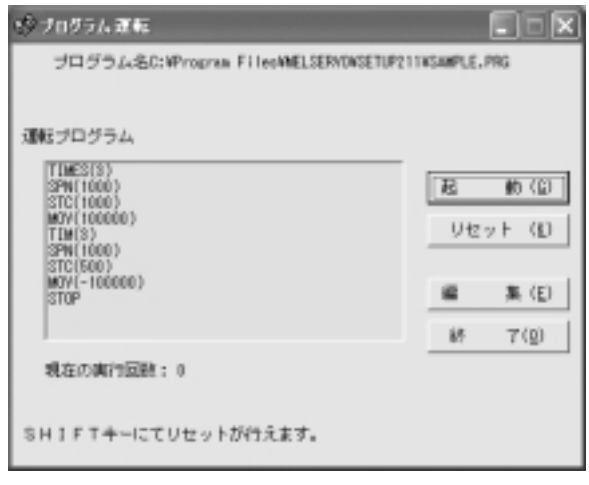
운전1
운전2

프로그램은 반각으로 기술하고, 행의 마지막은 개행(<Enter>키를 누름) 하십시오.

운전1, 운전2의 가감속 시정수는 같습니다. 이 경우, 운전2에서의 가감속 시정수의 설정은 필요 없습니다. 이와 같이 운전 프로그램은, 전의 운전에서 변경하는 설정값만 기술해 주십시오.

(주) 「프로그램 운전」윈도우와 다른 윈도우(「모니터 일괄표시」 윈도우 등)를 동시에 표시하여 프로그램 운전했을 경우, 프로그램의 진행이 지연되고, 드웰 지령 시간이 설정값보다 길어지는 일이 있습니다.

프로그램 운전 간이 언어의 자세한 내용은 헬프로 확인할 수 있습니다.



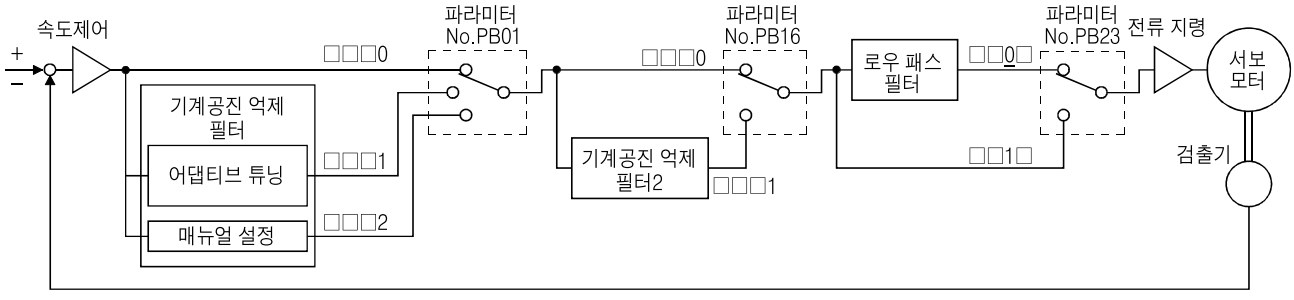
5. 4 특수 조정 기능

포인트

● 본 장에서 나타낸 기능은 일반적으로는 사용할 필요가 없습니다.
기계의 상태가 5.3절의 조정방법으로는 만족할 수 없는 경우에 사용 하십시오.

기계계에 고유의 공진점이 있는 경우, 서보계의 응답성을 높이면, 그 공진 주파수로 기계계가 공진(진동과 이상음)하는 경우가 있습니다. 기계공진 억제필터와 어댑티브 튜닝 기능을 사용하면 기계계의 공진을 억제할 수 있습니다.

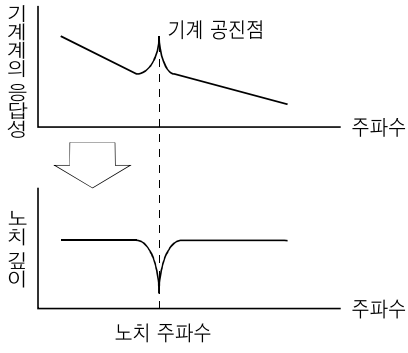
기능 블럭도



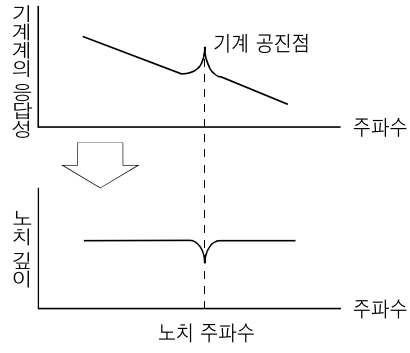
5.4.1 기계공진 억제필터II

(1) 기능

어댑티브 필터II(어댑티브 튜닝)는 서보앰프가 일정시간 기계공진을 검출해서 필터 특성을 자동적으로 설정하고 기계계의 진동을 억제하는 기능입니다. 필터 특성(주파수 · 깊이)은 자동으로 설정되므로 기계계의 공진 주파수를 의식할 필요가 없습니다.



기계공진이 크고, 주파수가 낮은 경우



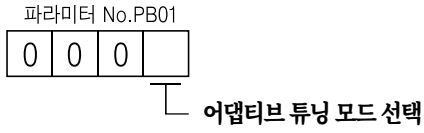
기계공진이 작고, 주파수가 높은 경우

포인트

● 어댑티브 튜닝 모드로 대응 가능한 기계공진의 주파수는 약 100~2.25kHz입니다.
이 범위외의 공진 주파수에 대해서는 효과는 없습니다.
● 복잡한 공진 특성을 가지는 기계계의 경우, 효과를 얻을 수 없는 경우가 있습니다.

(2) 파라미터

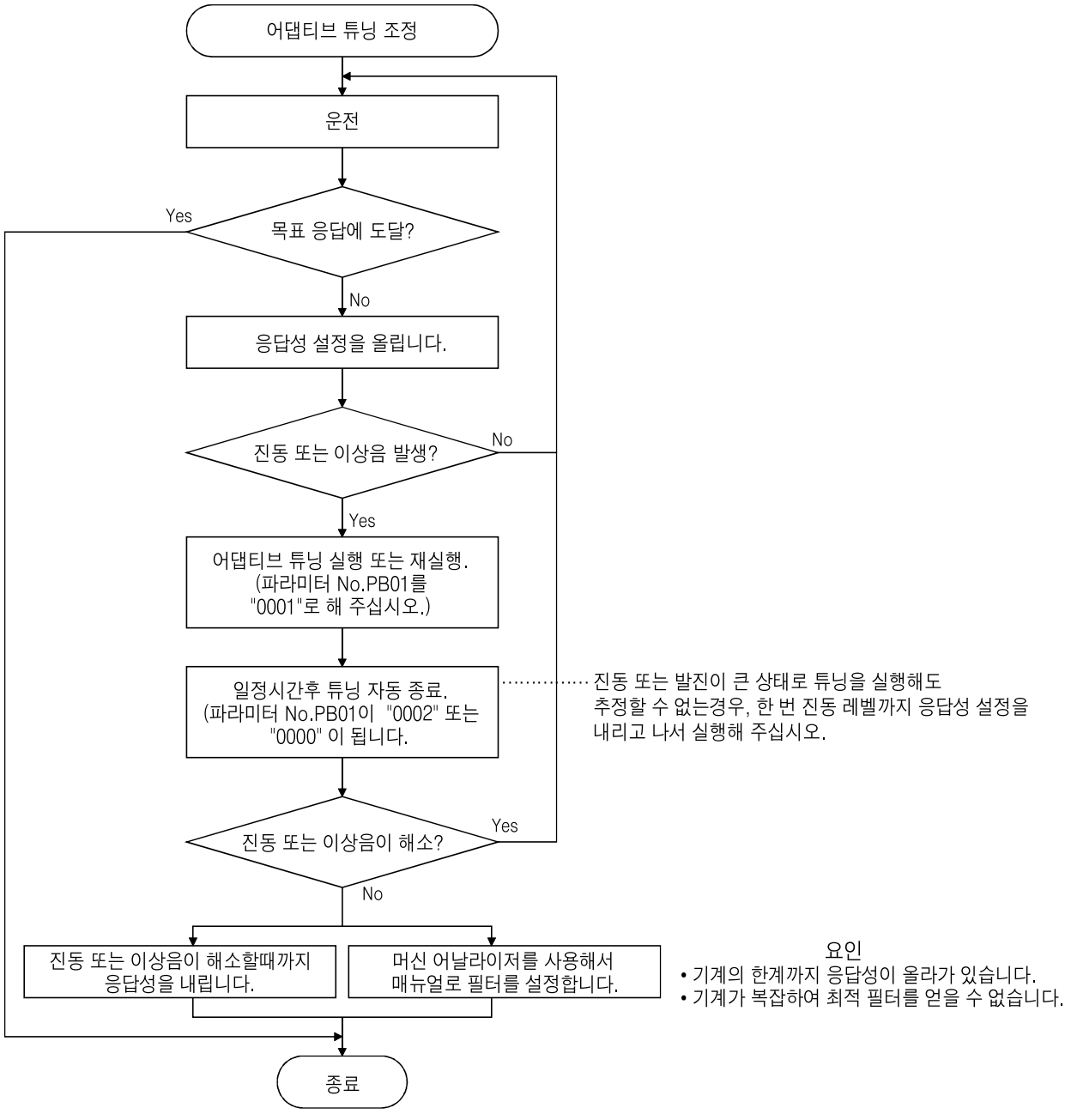
어댑티브 튜닝 모드(파라미터 No.PB01)의 동작을 선택합니다.



설정값	필터 조정 모드	자동 설정되는 파라미터
0	필터 OFF	(주)
1	어댑티브 튜닝 모드	파라미터 No.PB13 파라미터 No.PB14
2	매뉴얼 모드	

(주) 파라미터 No.PB13 · PB14는 초기값에 고정됩니다.

⑶ 어댑티브 튜닝 모드 순서



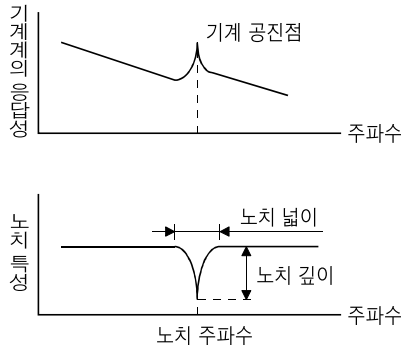
포인트

- "필터 OFF"로 출하 초기값으로 복귀할 수가 있습니다.
- 어댑티브 튜닝을 실행하면 수초간 강제적으로 가진신호를 부가하므로 진동음이 커집니다.
- 어댑티브 튜닝을 실행하면 최대 10초간 기계공진을 검출해서 필터를 생성합니다. 필터 생성후, 자동적으로 매뉴얼 모드로 이행합니다.
- 어댑티브 튜닝은 현재 설정되어 있는 제어 게인으로 최적인 필터를 생성합니다. 응답성 설정을 올렸을 때에 진동이 발생하는 경우에는 어댑티브 튜닝을 재차 실행해 주십시오.
- 어댑티브 튜닝은 설정되어 있는 제어 게인에서 최적인 노치깊이의 필터를 생성합니다. 기계공진에 대해서 한층 더 필터 마진을 갖게하고 싶은 경우에는, 매뉴얼 모드로 노치 깊이를 깊게 해 주십시오.

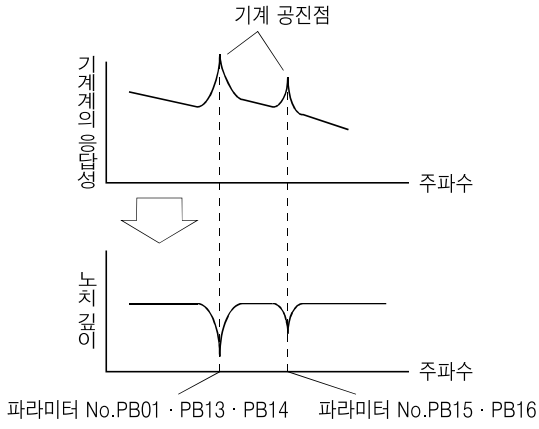
5.4.2 기계공진 억제필터

(1) 기능

기계공진 억제필터는 특정 주파수의 게인을 내리면 기계계의 공진을 억제할 수가 있는 필터기능(노치 필터)입니다. 게인을 내리는 주파수(노치 주파수)와 게인을 내리는 깊이와 넓이를 설정할 수 있습니다.



기계공진 억제필터1(파라미터 No.PB13 · PB14)과 기계공진 억제필터2(파라미터 No.PB15 · PB16)에 의해, 2개의 공진 주파수의 진동을 억제할 수 있습니다.
필터 튜닝 모드에서 어댑티브 튜닝을 실행하면 기계공진 억제필터를 자동조정 할 수가 있습니다.
어댑티브 튜닝 ON시에는 일정시간후에 매뉴얼 모드로 이행합니다.
매뉴얼 모드시에는 기계공진 억제필터1에 의한 매뉴얼 설정이 가능합니다.



(2) 파라미터

(a) 기계공진 억제필터1(파라미터 No.PB13 · PB14)

기계공진 억제필터1(파라미터 No.PB13 · PB14)의 노치 주파수 · 노치 깊이 · 노치 넓이를 설정합니다. 필터 튜닝 모드(파라미터 No.PB01)로“ 매뉴얼 모드 ”를 선택한 경우, 기계공진 억제필터1의 설정이 유효하게 됩니다.

(b) 기계공진 억제필터2(파라미터 No.PB15 · PB16)

기계공진 억제필터2(파라미터 No.PB15 · PB16)의 설정 방법은 기계공진 억제필터1(파라미터 No.PB13 · PB14)과 동일합니다. 단, 기계공진 억제필터2는 필터 튜닝 모드의 유효 · 무효에 관계없이 설정할 수 있습니다.

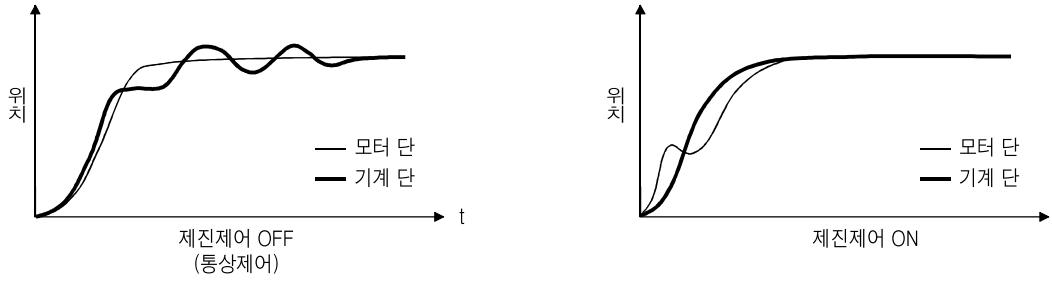
포인트

- 기계공진 억제필터는 서보계에 있어서는 지연 요소가 됩니다. 이 때문에, 잘못된 공진 주파수를 설정하거나 노치 깊이를 너무 깊고 넓게 하면, 진동이 커지는 경우가 있습니다.
- 기계공진 주파수를 모르는 경우는, 노치 주파수를 높은쪽으로부터 내려 주십시오. 진동이 가장 작아진 점이 최적 노치 주파수의 설정입니다.
- 노치 깊이는 깊은쪽이 기계공진을 억제하는 효과가 있지만, 위상 지연은 크게 되므로 역으로 진동이 커지는 경우가 있습니다.
- 노치 넓이를 넓게 하면 기계공진을 억제하는 효과가 있지만, 위상 지연은 크게 되므로 역으로 진동이 커지는 경우가 있습니다.
- MR Configurator(셋 - 업 소프트웨어)의 머신 어날라이저에 의해, 기계 특성을 미리 파악할 수 있습니다. 따라서 필요한 노치 주파수와 깊이를 결정할 수가 있습니다.

5.4.3 어드밴스드 제진제어

(1) 기능

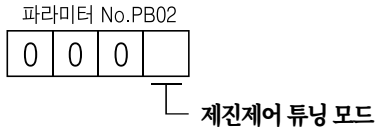
제진제어는 워크단의 진동이나 가대의 흔들림 등, 기계단의 진동을 더욱 억제하고 싶은 경우에 사용합니다.
기계를 흔들리지 않도록 모터측 동작을 조절해서 위치결정합니다.



어드밴스드 제진제어(제진제어 튜닝 모드 파라미터 No.PB02)를 실행하면 기계단의 진동 주파수를 자동적으로 추정하여 기계단의 진동을 억제시킬 수가 있습니다.
또한, 제진제어 튜닝 모드시에는 일정 횟수 동작후에 매뉴얼 모드로 이행합니다. 매뉴얼 모드시에는 제진제어 진동 주파수 설정(파라미터 No.PB19), 제진제어 공진 주파수 설정(파라미터 No.PB20)에 의한 매뉴얼 설정이 가능합니다.

(2) 파라미터

제진제어 튜닝 모드(파라미터 No.PB02)의 동작을 선택합니다.



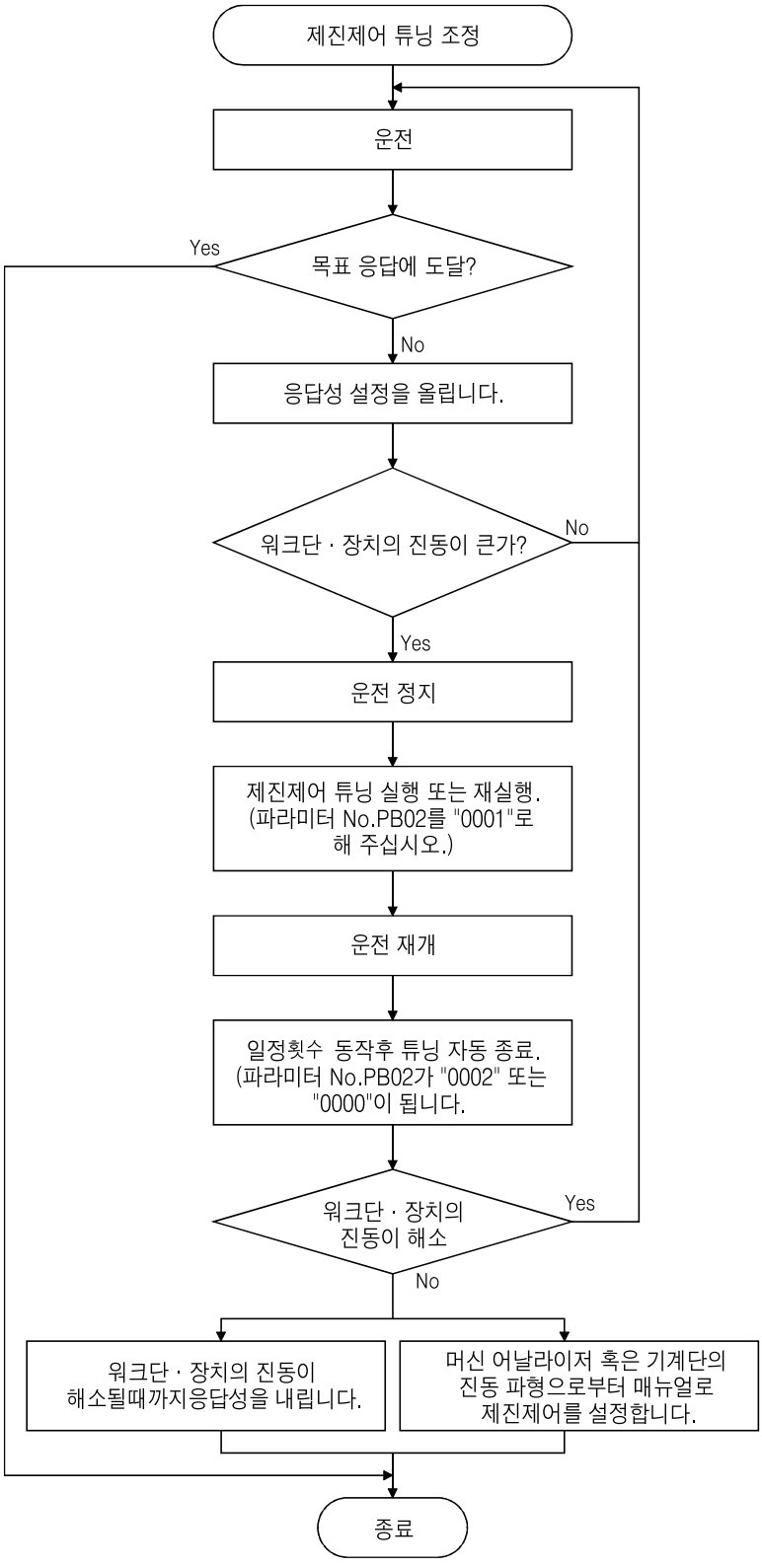
설정값	제진제어 조정 모드	자동 설정되는 파라미터
0	제진제어 OFF	(주)
1	제진제어 튜닝 모드(어드밴스드 제진제어)	파라미터 No.PB19 파라미터 No.PB20
2	매뉴얼 모드	

(주) 파라미터 No.PB19 · PB20는 초기값에 고정됩니다.

포인트

- 오토튜닝 모드(파라미터 No.PA08)가 오토튜닝 모드2(“ 0002 ”), 매뉴얼 모드(“ 0003 ”)시에 유효하게 됩니다.
- 제진제어 튜닝 모드에서 대응 가능한 기계공진 주파수는 1.0Hz~100.0Hz입니다. 이 범위외의 진동에 대해서는 효과는 없습니다.
- 제진제어 관련 파라미터(파라미터 No.PB02 · PB19 · PB20 · PB33 · PB34)를 변경할 때는, 모터를 정지하고 나서 변경해 주십시오. 쇼크의 원인이 됩니다.
- 제진제어 튜닝 실행중의 위치결정 운전에 충분히 진동이 감쇠해서 정지할때까지의 정지시간을 마련해 주십시오.
- 제진제어 튜닝은 모터단의 잔류 진동이 작으면 정상으로 추정하지 않는 경우가 있습니다.
- 제진제어 튜닝은 현재 설정되어 있는 제어 게인에서 최적인 파라미터를 설정합니다. 응답성 설정을 올렸을 때에는 제진제어 튜닝을 재차 설정해 주십시오.

⑶ 제진제어 튜닝 모드 순서



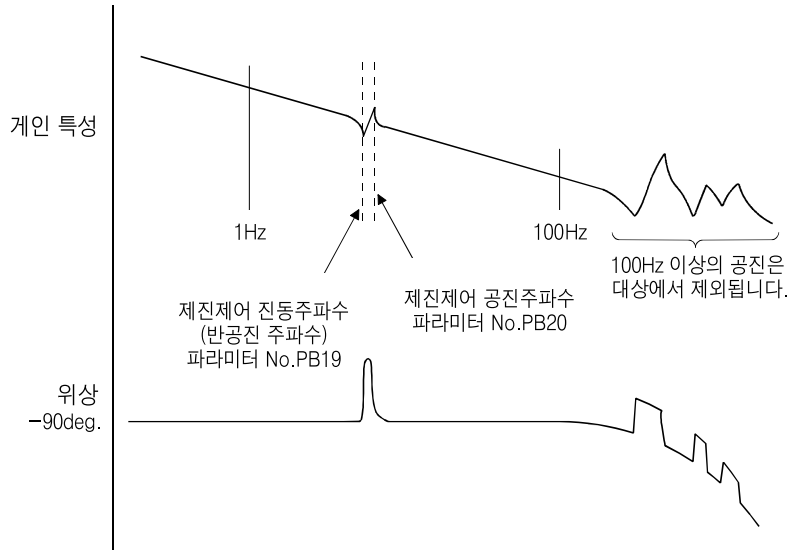
요 인

- 기계단의 진동이 모터단까지 전달되어 있지 않으므로 추정할 수 없습니다.
- 모델 위치 게인이 기계단의 진동주파수 (제진제어의 한계)까지 응답성이 올라가 있습니다.

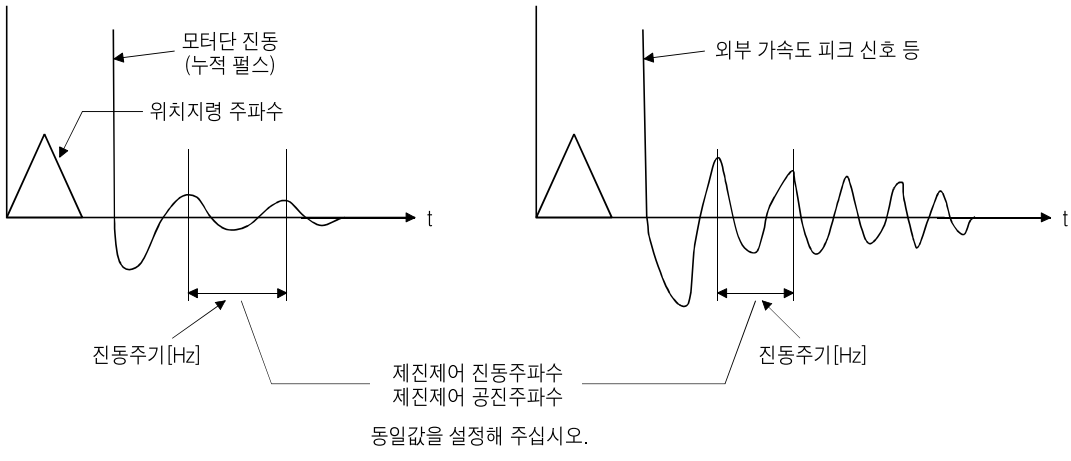
(4) 제진제어 매뉴얼 모드

워크단의 진동이나 장치의 흔들림을 머신 어날라이저에 의한 측정이나 외부의 계측기로측정해서 제진제어 진동 주파수 설정(파라미터 No.PB19), 제진제어 공진 주파수 설정(파라미터 No.PB20)을 설정하면 제진제어를 매뉴얼로 설정할 수가 있습니다.

(a) MR Configurator 머신 어날라이저, 또는 외부 FFT 기기로 진동 피크를 확인할 수 있는 경우



(b) 모니터 신호나 외부 센서에 의해 진동을 확인할 수 있는 경우



포인트

- 모터단의 진동에 기계단의 진동이 나타나지 않는 경우, 모터단의 진동 주파수를 설정해도 효과는 없습니다.
- 머신 어날라이저나 외부 FFT기기로 반공진주파수와 공진 주파수를 확인할 수 있는 경우, 동일값이 아니고 개별적으로 설정하는 편이 제진성능은 좋아집니다.
- 모델제어 게인(파라미터 No.PB07)값과 진동 주파수와의 관계가 다음의 경우에는 제진제어의 효과는 없습니다. 응답성 설정을 내리는 등의 방법으로 PG1를 내리고 나서 설정해 주십시오.

$$\frac{1}{2\pi}(1.5\times PG1) > \text{진동 주파수}$$

5.4.4 로우패스 필터

(1) 기능

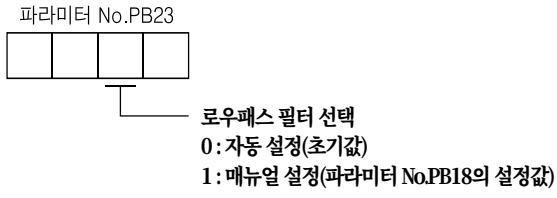
볼스크류 등을 사용한 경우, 서보계의 응답성을 올려가면, 높은 주파수의 공진을 발생할 수 있습니다.
이것을 막기 위해서 출하 초기값에서 토크 지령에 대한 로우패스 필터가 유효하게 되어 있습니다.
이 로우패스 필터의 필터 주파수는 다음 식의 값이 되도록 자동조정됩니다.

$$\text{필터 주파수(rad/s)} = \frac{VG2}{1+GD2} \times 10$$

파라미터 No.PB23를“ □□1□ ”으로 설정하면, 파라미터 No.PB18에서 매뉴얼 설정할 수가 있습니다.

(2) 파라미터

로우패스 필터 선택(파라미터 No.PB23)의 동작을 설정합니다.



5.4.5 게인 변환 기능

게인을 변환할 수 있는 기능입니다. 회전중과 정지중의 게인을 변환하거나, 운전중에 외부 신호를 사용하여 게인을 변환할 수 있습니다.

(1) 용도

이 기능은 다음과 같은 경우에 사용합니다.

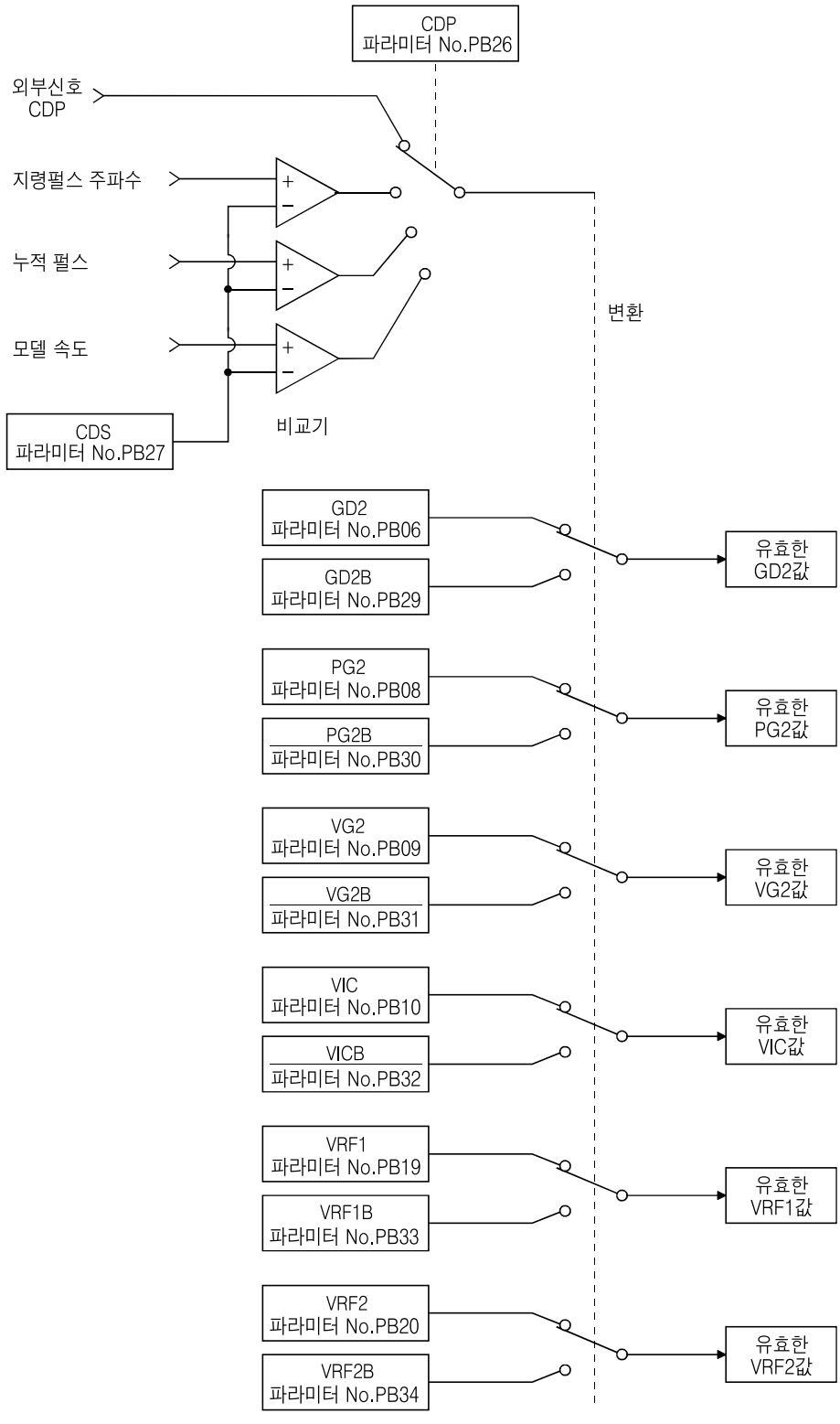
(a) 서보 록(Lock)중에는 게인을 높이고 싶지만, 회전중에는 구동음을 낮추기 위해 게인을 내리고 싶은 경우.

(b) 정지 정정시간을 짧게 하기 위해 정정시의 게인을 높이고 싶은 경우.

(c) 정지중에 부하관성 모멘트비가 크게 변동(대차에 큰 반송물이 실린 경우 등)하므로, 서보계의 안정성을 확보하도록 외부 신호로 게인을 변환하고 싶은 경우.

(2) 기능 블럭도

게인 변환 선택 CDP(파라미터 No.PB26) · 게인 변환 조건 CDS(파라미터 No.PB27)에 의해 선택된 조건에 의거하여, 실제 루프의 유효한 제어 게인 PG2, VG2, VIC 및 GD2를 변환합니다.



(3) 파라미터

게인 변환을 이용할 경우, 조정 모드는 반드시 파라미터 No.PA08(오토튜닝)을" □□□3 "으로 설정하고, 게인 조정 모드를 매뉴얼 모드로 해 주십시오. 오토튜닝 모드 자체로는 게인 변환 기능은 사용할 수 없습니다.

파라미터 No.	약칭	명칭	단위	내용
PB06	GD2	서보모터에 대한 부하관성 모멘트비	배	변환전의 제어 파라미터
PB07	PG1	모델제어 게인	rad/s	모델의 위치, 속도 게인에서 지령에 대한 응답성을 설정합니다. 항상 유효합니다.
PB08	PG2	위치제어 게인	rad/s	
PB09	VG2	속도제어 게인	rad/s	
PB10	VIC	속도 적분 보상	ms	
PB29	GD2B	게인 변환 서보모터에 대한 부하관성 모멘트비	배	변환 후의 서보모터에 대한 부하관성 모멘트비를 설정합니다.
PB30	PG2B	게인 변환 위치제어 게인	rad/s	변환후의 위치제어 게인을 설정합니다.
PB31	VG2B	게인 변환 속도제어 게인	rad/s	변환후의 속도제어 게인을 설정합니다.
PB32	VICB	게인 변환 속도 적분 보상	ms	변환후의 속도 적분 보상 시정수를 설정합니다.
PB26	CDP	게인 변환 선택		변환 조건을 선택합니다.
PB27	CDS	게인 변환 조건	kpps pulse r/min	변환 조건의 값을 설정합니다.
PB28	CDT	게인 변환 시정수	ms	변환시의 게인의 변화에 대한 필터 완화시간을 설정할 수 있습니다.
PB33	VRF1B	게인 변환 제진제어 진동 주파수 설정	Hz	변환후의 진동 주파수를 설정합니다.
PB34	VRF2B	게인 변환 제진제어 공진 주파수 설정	Hz	변환 후의 공진 주파수를 설정합니다.

(a) 파라미터 No.PB06~PB10

이러한 파라미터는 통상 매뉴얼 조정과 동일합니다. 게인 변환을 행하면 서보모터에 대한 부하관성 모멘트비 · 위치제어 게인 · 속도제어 게인 및 속도 적분 보상의 값을 변경할 수가 있습니다.

(b) 게인 변환 서보모터에 대한 부하관성 모멘트비(파라미터 No.PB29)

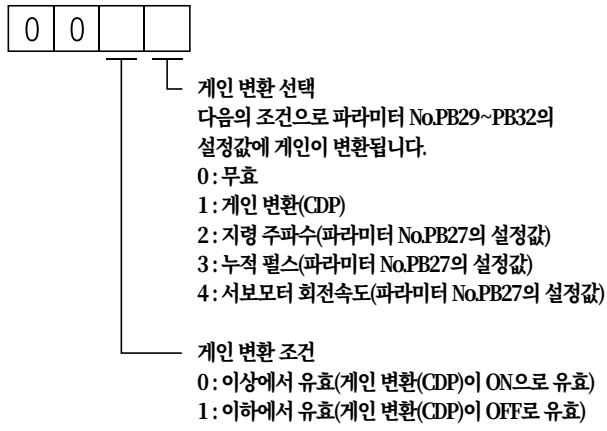
변환후의 모터에 대한 부하관성 모멘트비를 설정합니다. 부하관성 모멘트비가 변화하지 않는 경우는 서보모터에 대한 부하관성 모멘트비(파라미터 No.PB06)의 값과 동일하게 해 주십시오.

(c) 게인 변환 위치제어 게인(파라미터 No.PB30), 게인 변환 속도제어 게인(파라미터 No.PB31), 게인 변환 속도 적분 보상(파라미터 No.PB32)

게인 변환후의 위치제어 게인 · 속도제어 게인 · 속도 적분 보상을 설정합니다.

(d) 게인 변환 선택(파라미터 No.PB26)

게인의 변환 조건을 설정합니다. 1자리째 및 2자리째에 변환의 조건을 선택합니다. 여기서 1자릿수째를 " 1 "로 설정한 경우, 외부 입력신호의 게인 변환(CDP)으로 변환할 수 있습니다. 게인 변환 신호(CDP)는 파라미터 No.PD03~PD08 · PD10~PD12에서 핀에 할당할수가 있습니다.



(e) 게인 변환 조건(파라미터 No.PB27)

게인 변환 선택(파라미터 No.PB26)으로" 지령 주파수 "" 잔류펄스 "" 서보모터 회전속도 "를 선택한 경우에, 게인을 변환하는 레벨을 설정합니다.

설정 단위는 다음과 같습니다.

게인 변환 조건	단위
지령 주파수	kpps
잔류펄스	pulse
서보모터 회전속도	r/min

(f) 게인 변환 시정수(파라미터 No.PB28)

게인 변환 시에 각 게인에 대해 1차 지연 필터를 설정할 수 있습니다.

게인 변환시의 게인 차이가 큰 경우에, 기계에 대한 쇼크를 완화하기 위해 사용합니다.

(4) 게인 변환의 동작

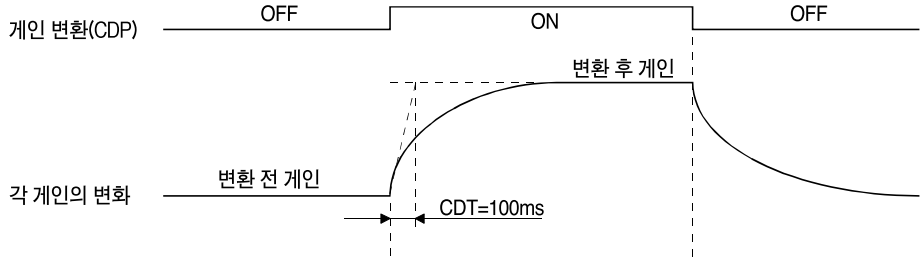
설정 예를 들어 설명합니다.

(a) 외부 입력에 의한 변환을 선택하는 경우

① 설정

파라미터 No.	약칭	명칭	설정값	단위
PB06	GD2	서보모터에 대한 부하관성 모멘트비	4.0	배
PB07	PG1	모델제어 게인	100	rad/s
PB08	PG2	위치제어 게인	120	rad/s
PB09	VG2	속도제어 게인	3000	rad/s
PB10	VIC	속도 적분 보상	20	ms
PB29	GD2B	게인 변환 서보모터에 대한 부하관성 모멘트비	10.0	배
PB30	PG2B	게인 변환 위치제어 게인	84	rad/s
PB31	VG2B	게인 변환 속도제어 게인	4000	rad/s
PB32	VICB	게인 변환 속도 적분 보상	50	ms
PB26	CDP	게인 변환 선택	0001 (입력신호의 ON/OFF로 변환)	
PB28	CDT	게인 변환 시정수	100	ms
PB33	VRF1B	게인 변환 제진제어 진동 주파수 설정	변환후의 진동 주파수를 설정합니다.	Hz
PB34	VRF2B	게인 변환 제진제어 공진 주파수 설정	변환후의 공진 주파수를 설정합니다.	Hz

② 변환시의 동작



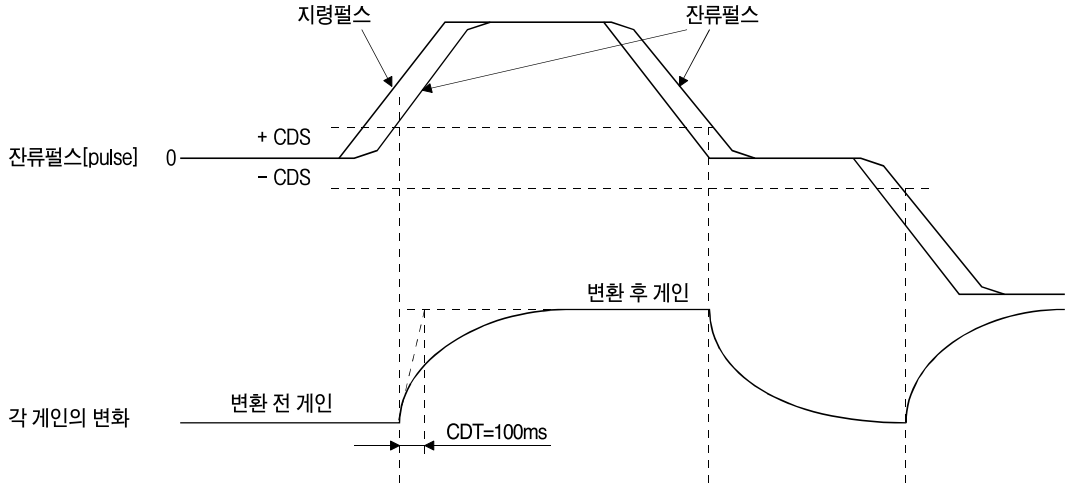
모델제어 게인	100				
모터에 대한 부하관성 모멘트비	4.0	→	10.0	→	4.0
위치제어 게인	120	→	84	→	120
속도제어 게인	3000	→	4000	→	3000
속도 적분 보상	20	→	50	→	20

(b) 잔류펄스에 의한 변환을 선택하는 경우

① 설정

파라미터 No.	약칭	명칭	설정값	단위
PB06	GD2	서보모터에 대한 부하관성 모멘트비	4.0	배
PB07	PG1	모델제어 게인	100	rad/s
PB08	PG2	위치제어 게인	120	rad/s
PB09	VG2	속도제어 게인	3000	rad/s
PB10	VIC	속도 적분 보상	20	ms
PB29	GD2B	게인 변환 서보모터에 대한 부하관성 모멘트비	10.0	배
PB30	PG2B	게인 변환 위치제어 게인	84	rad/s
PB31	VG2B	게인 변환 속도제어 게인	4000	rad/s
PB32	VICB	게인 변환 속도 적분 보상	50	ms
PB26	CDP	게인 변환 선택	0003 (잔류펄스로 변환)	
PB27	CDS	게인 변환 조건	50	pulse
PB28	CDT	게인 변환 시정수	100	ms

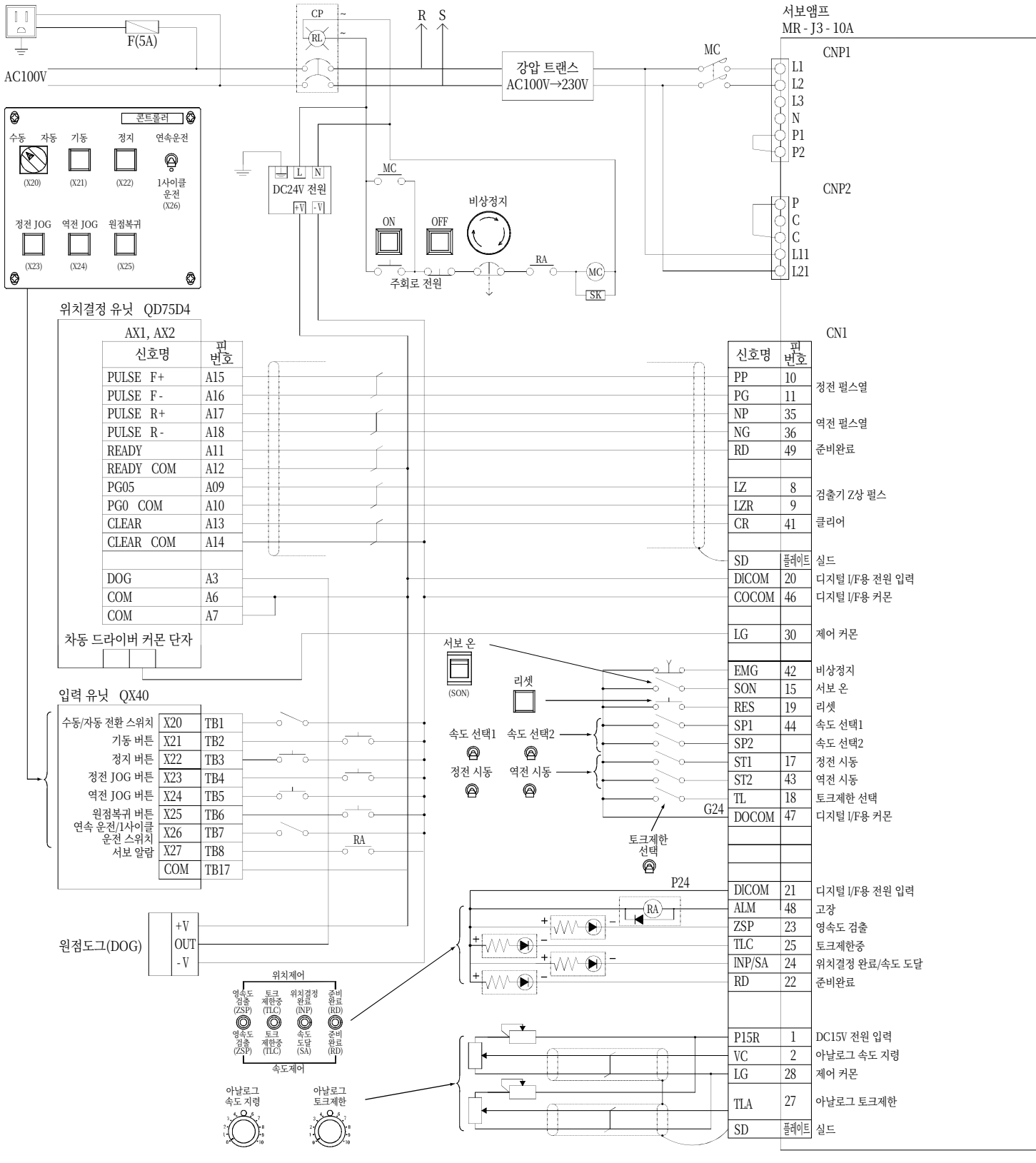
② 변환시의 동작

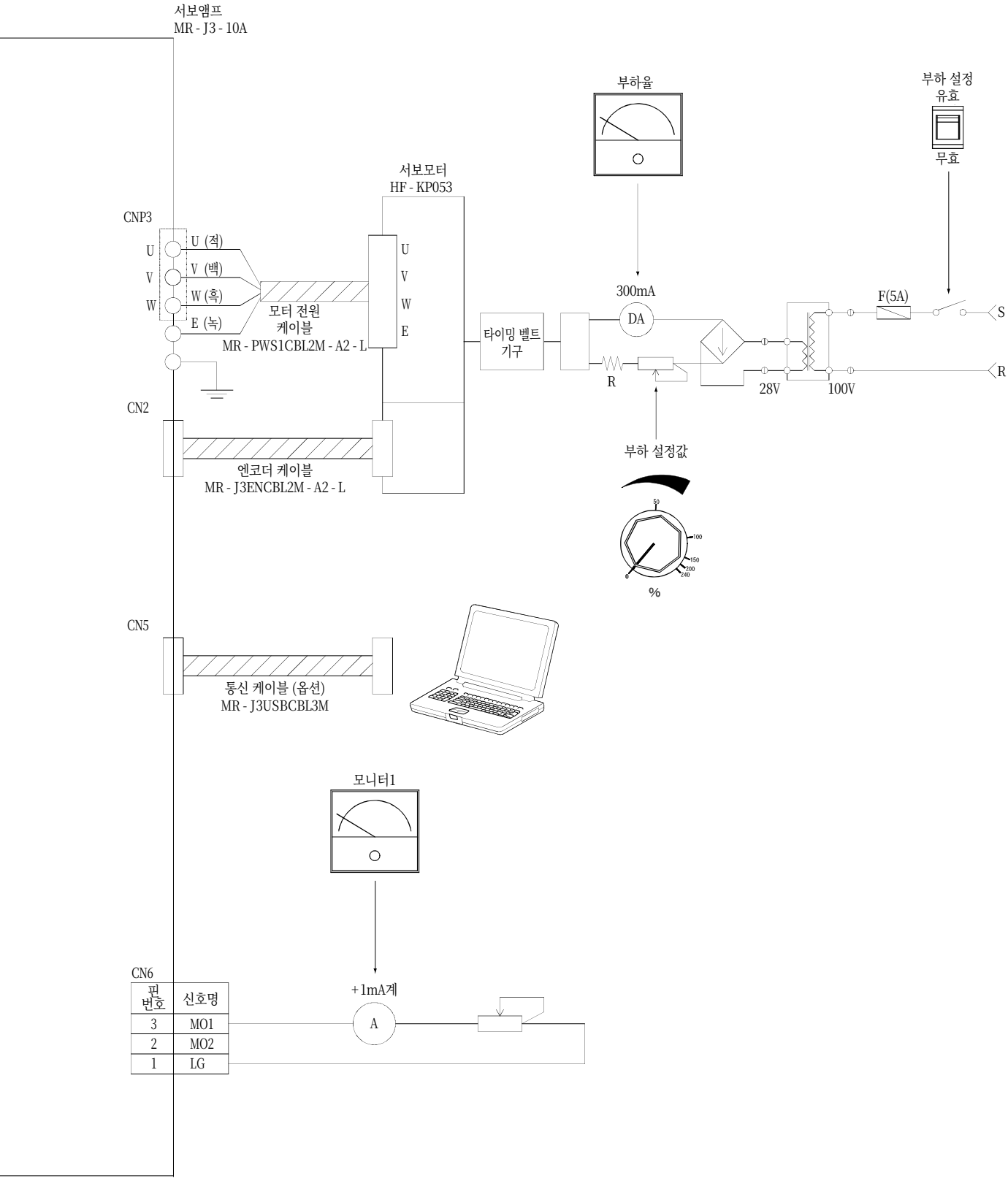


모델제어 게인	100						
모터에 대한 부하관성 모멘트비	4.0	→	10.0	→	4.0	→	10.0
위치제어 게인	120	→	84	→	120	→	84
속도제어 게인	3000	→	4000	→	3000	→	4000
속도 적분 보상	20	→	50	→	20	→	50

MEMO

5.4.6 실습기의 접속


서보앰프
MR - J3 - 10A
CNP1
L1
L2
L3
N
P1
P2
CNP2
P
C
C
L11
L21
AC100V
F(5A)
CP
RL
R S
강압 트랜스
AC100V→230V
MC
콘트롤러
수동 자동 기동 정지 연속운전
(X20) (X21) (X22) 1사이클 운전 (X26)
정전 JOG 역전 JOG 원점복귀
(X23) (X24) (X25)
DC24V 전원
+V -V
비상정지
ON OFF
주회로 전원
RA
SK
위치결정 유닛 QD75D4
AX1, AX2
신호명 핀번호
PULSE F+ A15
PULSE F- A16
PULSE R+ A17
PULSE R- A18
READY A11
READY COM A12
PG05 A09
PG0 COM A10
CLEAR A13
CLEAR COM A14
DOG A3
COM A6
COM A7
차동 드라이버 커먼 단자
CN1
신호명 핀번호
PP 10 정전 펄스열
PG 11
NP 35 역전 펄스열
NG 36
RD 49 준비완료
LZ 8 검출기 Z상 펄스
LZR 9
CR 41 클리어
SD 플레이트 실드
DICOM 20 디지털 I/F용 전원 입력
COCOM 46 디지털 I/F용 커몬
LG 30 제어 커몬
서보 온
(SON)
리셋
EMG 42 비상정지
SON 15 서보 온
RES 19 리셋
SP1 44 속도 선택1
SP2 속도 선택2
ST1 17 정전 시동
ST2 43 역전 시동
TL 18 토크제한 선택
DOCOM 47 디지털 I/F용 커몬
G24
속도 선택1
속도 선택2
정전 시동
역전 시동
토크제한 선택
입력 유닛 QX40
수동/자동 전환 스위치 X20 TB1
기동 버튼 X21 TB2
정지 버튼 X22 TB3
정전 JOG 버튼 X23 TB4
역전 JOG 버튼 X24 TB5
원점복귀 버튼 X25 TB6
연속 운전/1사이클 운전 스위치 X26 TB7
서보 알람 X27 TB8
COM TB17
RA
원점도그(DOG)
+V
OUT
- V
P24
DICOM 21 디지털 I/F용 전원 입력
ALM 48 고장
ZSP 23 영속도 검출
TLC 25 토크제한중
INP/SA 24 위치결정 완료/속도 도달
RD 22 준비완료
위치제어
영속도 검출 (ZSP)
토크 제한중 (TLC)
위치결정 완료 (INP)
준비 완료 (RD)
속도제어
P15R 1 DC15V 전원 입력
VC 2 아날로그 속도 지령
LG 28 제어 커몬
TLA 27 아날로그 토크제한
SD 플레이트 실드
아날로그 속도 지령
아날로그 토크제한


서보앰프
MR - J3 - 10A
부하율
부하 설정
유효
무효
서보모터
HF - KP053
CNP3
U
V
W
U (적)
V (백)
W (흑)
E (녹)
모터 전원
케이블
MR - PWS1CBL2M - A2 - L
U
V
W
E
타이밍 벨트
기구
300mA
DA
R
F(5A)
S
R
28V
100V
CN2
엔코더 케이블
MR - J3ENCBL2M - A2 - L
부하 설정값
%
CN5
통신 케이블 (옵션)
MR - J3USBCBL3M
모니터1
+1mA계
A
CN6
핀 번호
신호명
3
MO1
2
MO2
1
LG

MEMO

6. 선정

6. 1 모터 용량의 임시 선정

기계 구동 기구에 대해, AC 서보의 용량을 선정하는 개략의 기준은 다음과 같습니다.

(1) 제어 루프의 안정성상의 기준

부하 관성 모멘트 JL ≦ 모터 회전자 관성 모멘트 JM × 추천 부하 관성 모멘트비

(2) 부하 토크에 대해서의 여유

부하 토크 TL ≦ 모터 정격 토크 TM × 0.5~0.8

6.1.1 부하 관성 모멘트 JL

모터의 부하가 되는, 모터 출력 축으로 결합된 슈판링 기구, 커플링 이후의 구동계의 관성 모멘트를 말합니다.
모터의 전자 브레이크 및 감속기의 관성 모멘트도 더해집니다.
또한 AC 서보계에서는 부하 관성 모멘트 JL의 단위는 〔kg · cm²〕를 사용하여, 부하 관성 모멘트의 계산식을 표6.1에 나타냅니다.

6.1.2 부하 토크 TL

모터의 부하가 되는 기계의 가동부에 일하는 추진력, 마찰력 및 언밸런스 토크 등을 말합니다.
또한 부하 토크 TL의 단위는 〔N · m〕를 사용하여, 부하 토크의 계산식을 표7.2에 나타냅니다.

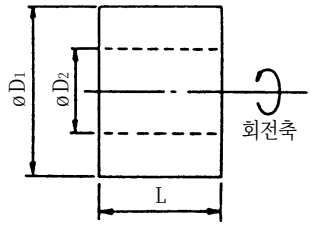
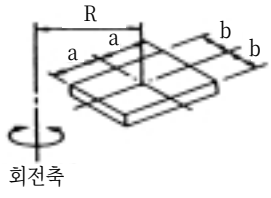
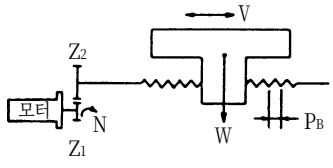
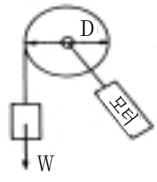
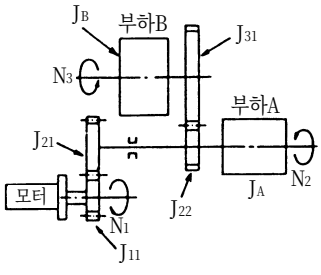
비고 계산식의 제원 기호는 부록1에 의합니다.

6.1.3 부하 관성 모멘트 · 부하 토크의 계산식

(1) 부하 관성 모멘트의 계산식

대표적인 관성 모멘트의 계산식을 표 6.1에 나타냅니다.

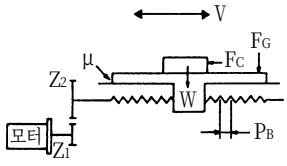
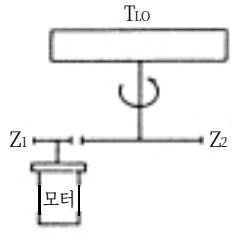
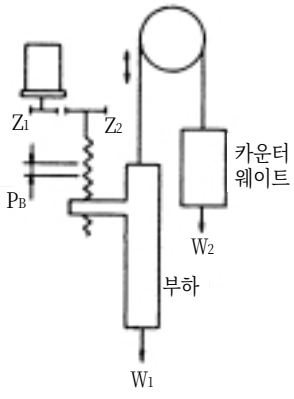
표6.1 부하 관성 모멘트의 계산

종 류	기 구	계 산 식
1. 원통		$J_L = \frac{\pi \cdot \rho \cdot L}{32} \cdot (D_1^4 - D_2^4) = \frac{W}{8} \cdot (D_1^2 + D_2^2)$ ····· (6 - 1) J_L : 부하 관성 모멘트 [kg · cm²] ρ : 원통 재료의 밀도 [kg/cm³] L : 원통의 길이 [cm] D_1 : 원통의 외경 [cm] D_2 : 원통의 내경 [cm] W : 원통의 질량 [kg] 참고 데이터 재료의 밀도 철 ····· $7.8 \cdot 10^{-3}$ [kg/cm³] 알루미늄 ··· $2.7 \cdot 10^{-3}$ [kg/cm³] 동 ····· $8.96 \cdot 10^{-3}$ [kg/cm³]
2. 각주		$J_L = W\left(\frac{a^2 + b^2}{3} + R^2\right)$ ····· (6 - 2) a, b, R : 왼쪽 그림 [cm]
3. 직선 운동하는 물체		$J_L = W \cdot \left(\frac{V}{600\omega}\right)^2 = W \cdot \left(\frac{1}{2\pi N} \cdot \frac{V}{10}\right)^2 = W \cdot \left(\frac{\Delta S}{20\pi}\right)^2$ ····· (6 - 3) J_L : 모터축 환산 부하 관성 모멘트 [kg · cm²] V : 직선 운동하는 물체의 속도 [mm/min] N : 모터의 회전속도 [r/min] $\Delta S = P_B \cdot \frac{Z_1}{Z_2}$ Z_1, Z_2 : 기어의 톱니수
4. 메달아 낮출 수 있는 물체		$J_L = \frac{W}{4} \cdot D^2 + J_P$ ····· (6 - 4) J_P : 풀리의 관성 모멘트 [kg · cm²] D : 풀리의 직경 [cm]
5. 모터축 환산 부하 관성 모멘트		$J_L = J_{11} + (J_{21} + J_{22} + J_A) \cdot \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 + (J_{31} + J_B) \cdot \left(\frac{N_3}{N_1}\right)^2$ ····· (6 - 5) J_A, J_B : 부하A, B의 관성 모멘트 [kg · cm²] $J_{11} \sim J_{31}$: 톱니바퀴의 관성 모멘트 [kg · cm²] $N_1 \sim N_3$: 각 축의 회전속도 [r/min]

(2) 부하 토크의 계산식

대표적인 부하 토크의 계산식을 표 6.2에 나타냅니다.

표6.2 부하 토크의 계산식

종 류	기 구	계 산 식
직선 운동		$T_L = \frac{F}{2\times10^3\pi\eta} \cdot \left(\frac{V}{N}\right) = \frac{F\cdot\Delta S}{2\times10^3\pi\eta}$ ····· (6-6) F : 직선 운동 하는 기계의 축방향의 힘(추진력) [N] η : 구동계의 효율 예를 들어 왼쪽의 그림과 같이, 테이블을 움직이는 경우의 힘F는 다음에 의해 구할 수 있습니다. $F - F_C + \mu(W\cdot g + F_G)$ ····· (6-7) F_C : 가동부의 축방향으로 움직이는 힘(추진력) [N] F_G : 테이블 안내면의 고정력 [N] μ : 마찰 계수 V : 직선 운동 하는 물체의 속도 [mm/min] N : 모터의 회전속도 [r/min] W : 물체의 질량 [kg] g : 중력의 가속도 [9.8m/s²] ΔS : 모터 1회전당의 운동 물체의 이송량 [mm]
회전 운동		$T_L = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{1}{\eta} \cdot T_{LO} + T_F$ ····· (6-8) T_{LO} : 부하축 상(上)의 부하 토크 [N·m] T_L : 모터축 환산의 마찰 부하 토크 [N·m] T_F : 가동부의 마찰 토크 [N·m]
상하 운동		상승의 경우 $T_L = T_U + T_F$ ····· (6-9) 하강의 경우 $T_L = -\eta^2\cdot T_U + T_F$ ····· (6-10) T_U : 언밸런스 토크 [N·m] T_F : 가동부의 마찰 토크 [N·m] $T_U = \frac{(W_1 - W_2)\cdot g}{2\times10^3\pi\eta} \cdot \left(\frac{V}{N}\right) = \frac{(W_1 - W_2)\cdot g\cdot\Delta S}{2\times10^3\pi\eta}$ ····· (6-11) $T_F = \frac{\mu\cdot(W_1+W_2)\cdot g\cdot\Delta S}{2\times10^3\pi\eta}$ ····· (6-12) W_1 : 부하의 질량 [kg] W_2 : 카운터 웨이트의 질량 [kg] η : 구동부 효율 μ : 마찰 계수(시프부(部))

6. 2 감속비

서보모터의 능력을 충분히 발휘시키기 위해서는, 서보모터의 파워를 가장 효율적으로 끌어낼 것,
기계를 포함한 서보계를 안정적으로 사용함과 동시에 응답성을 높여 사용하는 것이 중요합니다.
여기서는, 서보모터와 기계의 사이에 개재하는 감속비가 큰 요소가 됩니다.
아래에 감속비를 올바르게 선정하기 위한 조건에 대해 설명합니다.

(1)모터 출력(파워)을 최대에 사용하기 위해서는, 기계 최고속시에 모터가 정격 회전속도로 운전되도록 선정합니다.

① 서보모터는 정격 회전속도에서 최대 출력(정격 출력)이 됩니다.

② 기계의 모터축 환산 부하 토크, 모터축 환산 부하 관성 모멘트는 감속비를 크게 할수록 작아집니다.
즉 정격 회전속도로 운전되도록 감속비를 선택했을 때 모터에서 본 부하는 가장 가벼워집니다.

(2)서보계를 안정되게 응답을 올리기 위한 부하 관성 모멘트비는, 추천 부하 관성 모멘트비 배 이하(HC - MFS 모터의 경우 30배 이하)가 되도록 감속비, 모터 용량을 선정합니다.

$$\text{부하 관성 모멘트비 } m = \frac{\text{모터축 환산 부하 } J_L}{\text{모터 } J_M} < \text{추천 부하 관성 모멘트비}$$

부하 관성 모멘트비가 작을 수록 응답을 올릴 수가 있습니다. 따라서 특히 고빈도 전송일 때는 가급적이면 작게 ($m<2$)되도록 선정합니다.

(3) 위치결정 정밀도를 확보하기 위해 1펄스당의 이송량 $\Delta \ell_0$가 작을 수록 유리합니다.
기계 정밀도 Δ 와 $\Delta \ell_0$와의 관계는 통상 아래와 같이 기준으로 합니다.

$$\Delta \ell_0 < \left(\frac{1}{5} \sim \frac{1}{10} \right) \times \Delta \varepsilon$$

주) $\Delta \ell_0$와 감속비의 관계에 대해서는 2.5.1항 참조

〈참고〉

1. 가속시 파워는 $m=1$으로 했을 때 가장 작아집니다. 즉 감속비
$1/n = \sqrt{J_M/J_L}$ 로 설정합니다. 일반적으로 이 감속비를 최적 감속비라고 합니다.

2. 평평한 톱니바퀴, 풀리 등으로 감속하는 경우, 감속비를 크게하기 위해 기계측의 풀리 지름을 크게 하면 감속하기 위해 반대로 부하 관성 모멘트가 커지는 일이 있기 때문에 주의해 주십시오.

6. 3 운전 패턴과 모터 소요 토크

운전 패턴은, 일반적으로 가속시간 Tpsa, 정속 운전시간 tc, 감속시간 Tpsd, 정지 정정시간 ts 및 정지시간 tst에 분할하여 검토합니다.
관성 모멘트를 가지는 물체(부하 관성 모멘트 J_L)를 가속할 경우에 필요로 하는 에너지를 가속 토크 Ta와 같이 감속할 때를 감속 토크 Td라고 합니다.
또한, 정속 운전에서 감속하여 정지 정정시간 ts의 사이는, 정속 운전중과 같은 마찰 부하 토크 T_L이 작용하고 있습니다.

6.3.1 가속 토크 Ta

가속 토크 Ta의 계산식은 식(6—13)과 같아,

$$Ta = \frac{(J_L + J_M) \cdot No}{9.55 \times 10^4 \cdot Tpsa} \cdot (1 - \varepsilon^{-\frac{Tpsa}{Tp}}) \quad [N \cdot m] \cdots\cdots (6 - 13)$$

간단하게 계산식(7—14)을 이용합니다.

$$Ta = \frac{(J_L + J_M) \cdot No}{9.55 \times 10^4 \cdot Tpsa} \quad [N \cdot m] \cdots\cdots (6 - 14)$$

6.3.2 감속 토크 Td

감속 토크 Td의 계산식은 식(6—15)와 같아,

$$Td = \frac{(J_L + J_M) \cdot No}{9.55 \times 10^4 \cdot Tpsd} \cdot (1 - \varepsilon^{-\frac{Tpsa}{Tp}}) \quad [N \cdot m] \cdots\cdots (6 - 15)$$

간단하게 계산식(7—16)을 이용합니다.

$$Td = \frac{(J_L + J_M) \cdot No}{9.55 \times 10^4 \cdot Tpsd} \quad [N \cdot m] \cdots\cdots (6 - 16)$$

또한 Tpsa=Tpsd 때 가속 토크, 감속 토크는, 동일값 Ta=—(Td)가 됩니다.

6.3.3 운전 패턴

지금까지 말해 온 것을 운전 패턴으로서 정리하면 다음과 같게 됩니다.

① 일정 속도시에 필요한 모터 토크는 모터축 환산 부하 토르크 T_L이 됩니다.

② 모터축 환산 부하 토르크 T_L는 승강용 등의 경우, 조건에 따라서는 마이너스 토크가 됩니다.

③ 가감속시에 필요한 모터 토크는 다음과 같이 됩니다.

가속시 필요한 모터 토크 T_{Ma}=부하 토크 T_L+가속 토크 Ta
감속시 필요한 모터 토크 T_{Md}=부하 토크 T_L−감속 토크 Td

④ $T_{Md}=T_L-Td>0$ 일 때는 역행 감속이 되어, 모터가 기계에 에너지를 공급하면서 감속하고 있습니다.

⑤ $T_{Md}=T_L-Td<0$ 일 때는 회생 제동(회생 모드)이 되어, 모터는 기계에 브레이크를 걸면서 감속해 갈 것입니다. 회생 전력이 모터측에서 앰프측에 흐릅니다.

⑥ 감속 패턴 및 토크 패턴을 정리하면 그림6.1과 같이 됩니다.

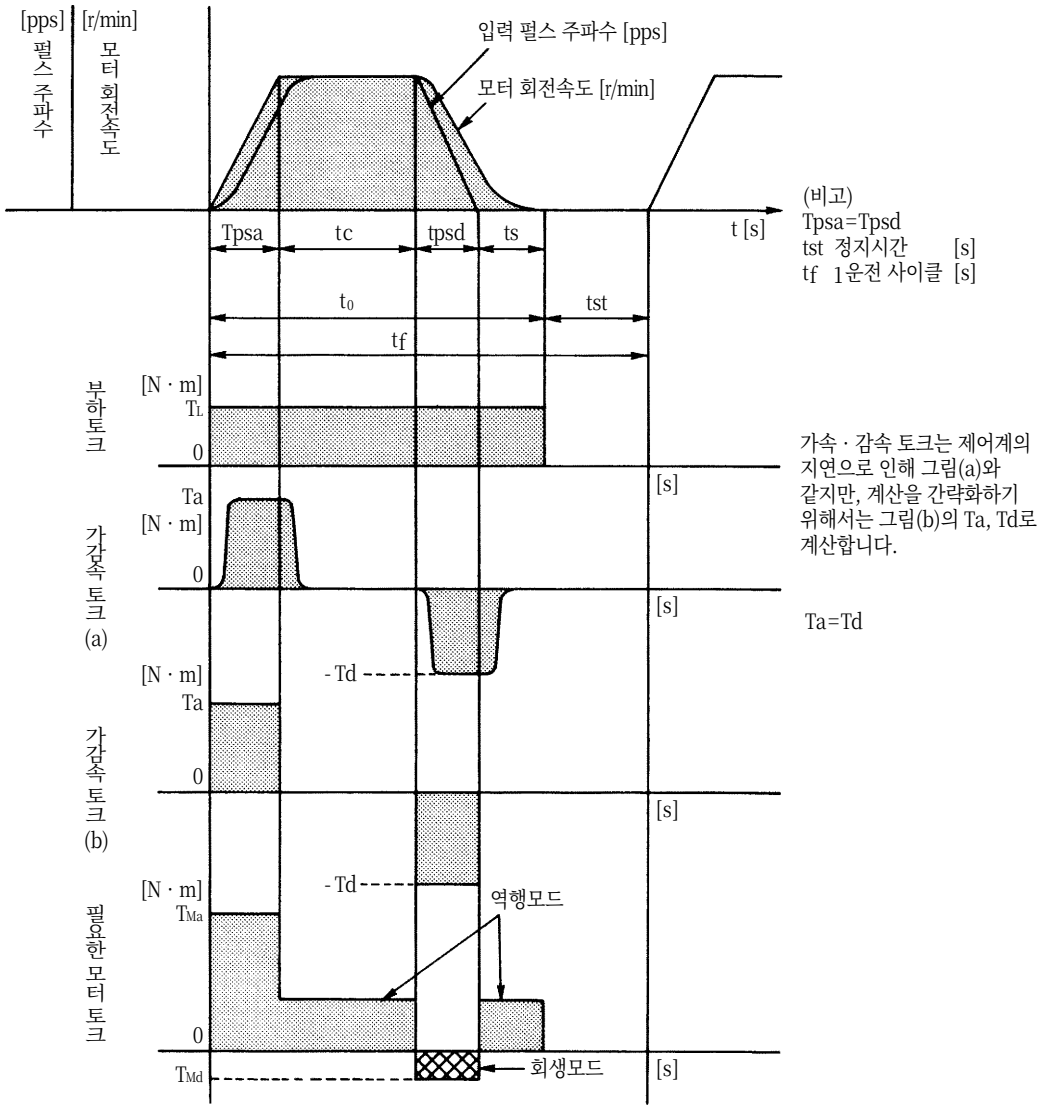


그림6.1 운전 패턴과 각 구간 토크 패턴

6.3.4 모터 용량의 결정

모터의 사용 여부는 그림6.1의 필요 모터 토크를 보증할 수 있는지 여부를 우선 판정하지만, 이외에 반복하여 사용하기 위한 모터 온도 상승, 회생 브레이크의 열용량에 대한 검토를 필요로 합니다.
임시 선정한 모터는, 아래와 같은 3개의 조건을 만족하면 사용할 수 있습니다.

① 그림6.1의 가속시 필요한 모터 토크 T_{Ma}

$$T_{Ma} = T_L + Ta < \text{모터 최대 토크 } T_{Mmax} \quad \cdots\cdots (6-17)$$

② 그림 6.1의 감속시 필요한 모터 토크 T_{Md}

$$T_{Md} = T_L - Td < \text{모터 최대 토크 } T_{Mmax} \quad \cdots\cdots (6-18)$$

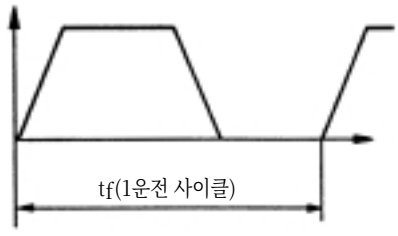
③ 연속 실효 부하 토크 Trms

$$Trms \leqq \text{모터정격 토크 } T_M \quad \cdots\cdots (6-19)$$

연속 실효 부하 토크 Trms란, 간단한 사이클 타임 운전하는 모터의 온도 상승이 연속 운전했을 경우에 동등이 되는 부하 토크를 나타냅니다. 따라서 $Trms \leq T_M$ 이라면 온도적으로 문제가 없습니다.
그림6.1의 경우의 Trms는 다음식에 의해 구합니다.

$$Trms = \sqrt{\frac{T_{Ma}^2 \cdot Tpsa + T_L^2 \cdot (t_0 - Tpsa - Tpsd - Ts) + T_{Md}^2 \cdot Tpsd}{t_f}} \ [N \cdot m] \quad \cdots\cdots (6-20)$$

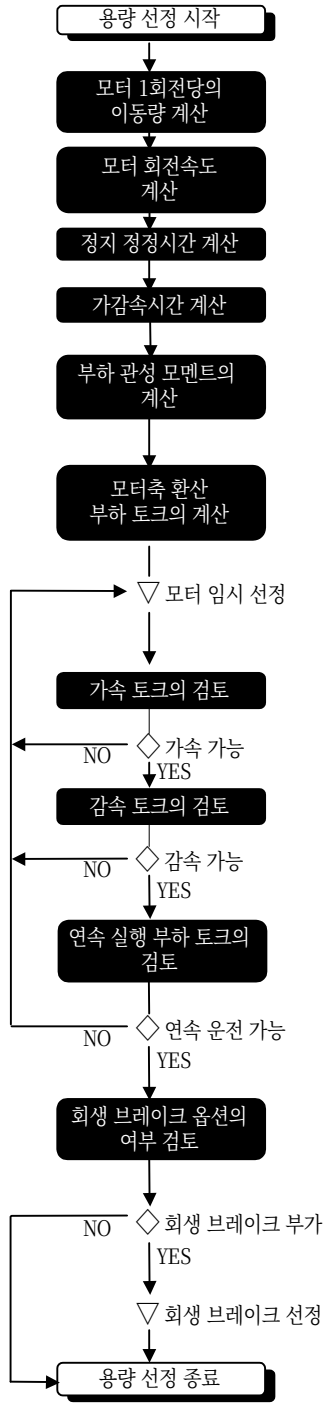
위의 ①, ②, ③의 몇 개의 조건이 만족하지 않는 경우에는, 기계측 조건, 운전 패턴, 모터 용량 등의 재검토를 실시하여, 같은 순서로 재검토를 실시해 주십시오.
위의 ①, ②, ③의 조건을 모두 만족하면, 임시 선정한 모터로 계획대로의 속도 패턴, 사이클 타임에서의 운전을 해도, 토크, 온도 상승 모두 문제는 없습니다.
다만, 토크 패턴에 대해 마이너스(−) 토크가 생기는 경우, 서보앰프의 회생 브레이크의 능력을 검토할 필요가 있습니다. 6.3.5항의 회생 브레이크 옵션의 필요와 불필요 여부 검토를 참조해 주십시오.



6.3.5 용량 선정 흐름도와 계산

(1) 볼-스크류의 수평

① 선정 흐름도



선정 개요	판정
모터1회전당의 이동량을 계산 $\Delta S = PB \times 1/n \times 1/nm$ [mm/rev]	————
모터 회전속도를 계산 $N0 = V0/\Delta S$ [r/min]	————
정지 정정시간을 계산 $ts = 3 \times 1/Kp$ [s]	————
가감속시간을 계산 $Tsa = Tsd = t0 - (L/V0 \times 60 + ts)$ [s]	————
모터축 환산 부하 관성 모멘트를 계산 $JB = \{(n \times 0.0078 \times (LB/10))/32\} \times (DB/10)^4$ [Kg · cm²] $JF = (WT+WL) \times (\Delta S/20\pi)^2$ [Kg · cm²] $JL = JMG+JMB+JF+\{JG+JC+J0+JB \times (1/n)^2\} \times (1/nm)^2$ [Kg · cm²]	————
모터축 환산 부하 토크를 계산 $TL = \{(Fc+\mu \times (WT+WL) \times g+FG)\} \times \Delta S\}/(2000 \times \pi \times \eta)$ [N · m]	————
모터의 정격 토크가 모터축 환산 부하 토크 이상 관성 모멘트비가 추천 부하 관성 모멘트비(카다로그값) 이하 모터 정격 회전속도가 위치결정시의 모터 회전속도 이상 전기 정밀도가 요구 스펙내 $\Delta L = (\Delta S/Pf) \times 1000$ [μm/pulse]	(0.5~0.8) · Ttyp > TL m = JL/JM < 카다로그 값 NR > N0 ΔL < 요구 스펙
가속 토크(가속시에 필요한 모터 소요 토크)를 계산 $TMa = \{((JL+JM) \times N0)/(9.55 \times 10000 \times Tsa)\} + TL$ [N · m] 모터의 최대 토크가, 가속 토크보다 큰 것을 확인	Tmax > TMa
감속 토크(감속시에 필요한 모터 소요 토크)를 계산 $TMd = -\{((JL+JM) \times N0)/(9.55 \times 10000 \times Tsa)\} + TL$ [N · m] 모터의 최대 토크가, 감속 토크보다 큰 것을 확인 피크 부하율이 300% 이내 $Rp = \{(\lvert TMa \rvert, \lvert TMd \rvert$의 최대값)$\}/Ttyp \} \times 100$	Tmax > TMd Rp < 300
연속 실행 부하 토크를 계산 $tc = t0 - Tsa - Tsd - ts$ [s] $Trms = \sqrt{(TMa^2 \times Tsa + TL^2 \times tc + TMd^2 \times Tsd)/tf}$ [N · m] 모터의 정격 토크가, 연속 실행 부하 토크보다 큰 것을 확인 실효 부하율이 100% 이내 $Rrms = (Trms/Ttyp) \times 100$	Ttyp > Trms Rrms < 100
회생 전력을 계산 $Ea = 0.1047 \times NO/2 \times TMa \times Tsa$ [J] $Ed = 0.1047 \times NO/2 \times TMd \times Tsd$ [J] $Ef = 0.1047 \times NO \times TL \times tc$ [J] 회생 에너지가 발생하고 있는지 확인 Em = Ea, Ed, Ef의 중 부(-)에너지 합계의 절대값 $Pr = \{\eta m \times Em - (Wa \times t) - Ec\}/tf$ [W] 회생 전력 이상의 허용 회생 브레이크 옵션을 선정 회생 부하율이 100% 이내 $Ld = (Pr/Ptyp) \times 100$	Pr > 0 회생 옵션 > Pr Ld < 100

② 선정에 필요한 부하 · 운전에 관한 제원 기호

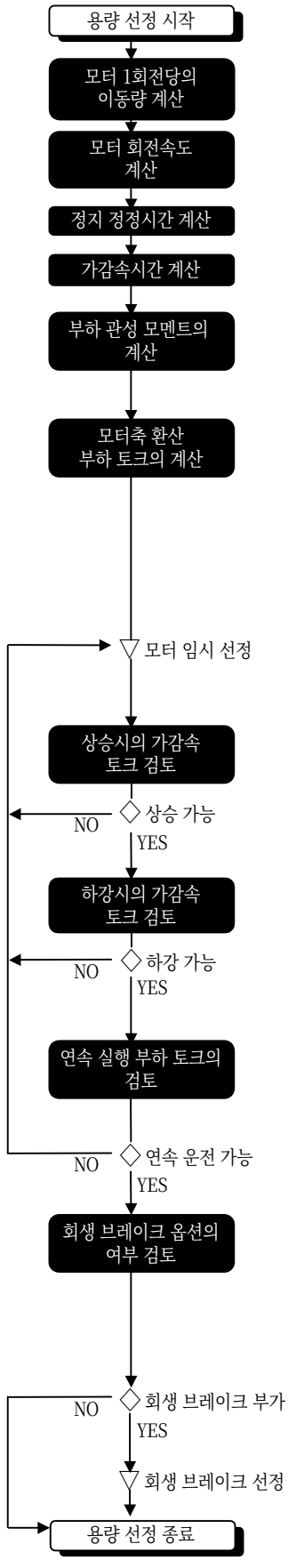
	용 어	기 호		단 위
기계측제원	테이블 질량	WT		kg
	부하 질량	WL		kg
	부하 반항력	Fc		N
	테이블 안내면의 고정력	FG		N
	속도 감속비	1/n		
	감속기 관성 모멘트	JG		kg · cm²
	커플링 관성 모멘트	JC		kg · cm²
	그 외의 출력축 환산 관성 모멘트	JO		kg · cm²
	볼 - 스크류 리드	PB		mm
	볼 - 스크류 직경	DB		mm
	볼 - 스크류 길이	LB		mm
	구동부 효율	η		
	마찰 계수	μ		
	빠른 이송 속도	VO		mm/min
	위치결정 길이	L		mm
	위치결정 시간	tO		s
	1사이클 시간	tf		s
검토에 이용되는 제원	모터 1회전당의 이동량	ΔS		mm/rev
	모터 회전속도	NO		r/min
	정지 정정시간	ts		s
	가속시간	Tsa		s
	감속시간	Tsd		s
	볼 - 스크류의 관성 모멘트	JB		kg · cm²
	직선 운동에 대한 물체의 관성 모멘트	JF		kg · cm²
	모터축 환산 부하 관성 모멘트	JL		kg · cm²
	모터축 환산 부하 토크	TL		N · m
	가속 토크(가속시에 필요한 모터 소요 토크)	TMa		N · m
	감속 토크(감속시에 필요한 모터 소요 토크)	TMd		N · m
	연속 실행 부하 토크	Trms		N · m
	회생 전력	Pr		W
	가속시 에너지	Ea		J
	감속시 에너지	Ed		J
	정속시 에너지	Ef		J
	부(-) 에너지 합계의 절대값	Em		J
	최대 회생 전력	Pmax		W
	최대 회생시의 구간 에너지	Emax		J
	감속기 부착 모터의 감속비	1/nm	※1	
	엔코더 분해능	Pf	※1	pulse/rev
	위치 루프 게인	Kp		1/s
	감속기 부착 모터의 감속기의 관성 모멘트	JMG	※1	kg · cm²
	브레이크 부착 모터의 브레이크 관성 모멘트	JMB	※1	kg · cm²
	모터 관성 모멘트	JM	※1	kg · cm²
	추천 부하 관성 모멘트비	m	※1	
	모터의 정격 회전속도	NR	※1	r/min
	중력 가속도	g		m/s²
	모터의 최대 토크	Tmax	※1	N · m
	모터의 정격 토크	Ttyp	※1	N · m
	모터 역효율	ηm	※1	%
	앰프 로스	Wa	※1	W
	회생 동작시간	t		s
	콘덴서 충전 에너지	EC	※1	J
	회생 유닛의 정격 전력	Ptyp	※1	W
	최대 회생시의 회생시간	tmax		s

주 (1) 기호에 max, min의 부호가 있는 경우(예 : Tmax)에는 각각 최대값, 최소값을 의미합니다.
(2) 기호에 1. 2. 3. n의 첨자가 있는 경우(예 : I_1, I_2)에는 기호가 나타내는 양(量) 중에서, 각각 조건이 다른 경우의 양(量)을 나타냅니다.

※1. 임시 선정한 용량의 서보모터와 서보앰프의 조합에 따라 결정된 수치입니다.
※2. 용량 선정에 최저로 필요한 사양은, 부하와의 연결 방식, 위치결정 정밀도와 위 표의 진한 부분입니다 .

(2) 볼 스크류 수직

① 선정 흐름도



선정 개요	판정
모터1회전당의 이동량을 계산 $\Delta S = PB \times 1/n \times 1/nm$ [mm/rev]	————
모터 회전속도를 계산 $N0 = V0/\Delta S$ [r/min]	————
정지 정정시간을 계산 $ts = 3 \times 1/Kp$ [s]	————
가감속시간을 계산 $Tsa = Tsd = t0 - (L/V0 \times 60 + ts)$ [s]	————
모터축 환산 부하 관성 모멘트를 계산 $JB = \{(\pi \times 0.0078 \times (LB/10))/32\} \times (DB/10)^4$ [Kg · cm²] $JF = (WT + WL + WC) \times (\Delta S/20\pi)^2$ [Kg · cm²] $JL = JMG + JMB + JF + \{JG + JC + J0 + JB \times (1/n)^2\} \times (1/nm)^2$ [Kg · cm²]	————
모터축 환산 부하 토크를 계산 $TU = \{(Fc + (WT + WL - WC) \times g) \times \Delta S\}/2000 \times \pi$ [N · m] $TF = \{\mu \times ((WT + WL + WC) \times g + FG) \times \Delta S\}/2000 \times \pi$ [N · m] $TLu = (TU + TF)/\eta$ [N · m] $(-TU + TF) > 0 : TLd = (-TU + TF)/\eta$ [N · m] $(-TU + TF) < 0 : TLd = (-TU + TF) \times \eta$ [N · m]	————
모터의 정격 토크가 상승시 모터축 환산 부하 토크 이상 모터의 정격 토크가 하강시 모터축 환산 부하 토크 이상 관성 모멘트비가 추천 부하 관성 모멘트비(카다로그값) 이하 모터 정격 회전속도가 위치결정시의 모터 회전속도 이상 전기 정밀도가 요구 스펙내 $\Delta L = (\Delta S/Pf) \times 1000$ [μm/pulse]	(0.5~0.8) · Ttyp > Tlu (0.5~0.8) · Ttyp > Tld m = JL/JM < 카다로그값 NR > N0 ΔL < 요구 스펙
상승시 가감 속도 토크를 계산 가속 $TMau = \{((JL + JM) \times N0)/(9.55 \times 10000 \times Tsa)\} + TLu$ [N · m] 감속 $TMdu = -\{((JL + JM) \times N0)/(9.55 \times 10000 \times Tsd)\} + TLu$ [N · m] 모터의 최대 토크가, 상승시 가속 토크보다 큰 것을 확인 모터의 최대 토크가, 하강시 가속 토크보다 큰 것을 확인	 Tmax > TMau Tmax > TMdu
하강시 가감 속도 토크를 계산 가속 $TMad = \{((JL + JM) \times N0)/(9.55 \times 10000 \times Tsa)\} + TLd$ [N · m] 감속 $TMdd = -\{((JL + JM) \times N0)/(9.55 \times 10000 \times Tsd)\} + TLd$ [N · m] 모터의 최대 토크가, 상승시 감속 토크보다 큰 것을 확인 모터의 최대 토크가, 하강시 감속 토크보다 큰 것을 확인 피크 부하율이 300%이내 $Rp = \{(\lvert TMa \rvert, \lvert TMd \rvert \text{의 최대값})\}/Ttyp \times 100$	 Tmax > TMad Tmax > TMdd Rp < 300
연속 실행 부하 토크를 계산 $tc = t0 - Tsa - Tsd - ts$ [s] $trms = \sqrt{\frac{Tmau^2 + Tmad^2) \times Tsa + (Tmdu^2 + TMdd^2) \times Tsd + (Tlu^2 + TLd^2) \times tc + TU^2 \times (tf - 2 \times t0 + 2 \times ts)}{tf}}$ 모터의 정격 토크가, 연속 실행 부하 토크보다 큰 것을 확인 실효 부하율이100%이내 $Rrms = (Trms^2/Ttyp) \times 100$	 Ttyp > Trms Rrms < 100
회생 전력을 계산 $Eau = 0.1047 \times NO/2 \times TMau \times Tsa$ [J] $Edu = 0.1047 \times NO/2 \times TMdu \times Tsd$ [J] $Efu = 0.1047 \times NO \times TLu \times tc$ [J] $Ead = 0.1047 \times NO/2 \times TMad \times Tsa$ [J] $Edd = 0.1047 \times NO/2 \times TMdd \times Tsd$ [J] $Efd = 0.1047 \times NO \times TLd \times tc$ [J] 회생 에너지가 발생하고 있는지 확인 Em=Eau, Edu, Efu, Ead, Edd, Efd 중 부(-)에너지 합계의 절대값 $Pr = \{\eta m \times Em - (Wa \times t) - Ec\}/tf$ [W] 회생 전력 이상의 허용 회생 브레이크 옵션을 선정 회생 부하율이100%이내 $Ld = (Pr/Ptyp) \times 100$	 Pr > 0 회생 옵션 > Pr Ld < 100

② 선정에 필요한 부하 · 운전에 관한 제원 기호

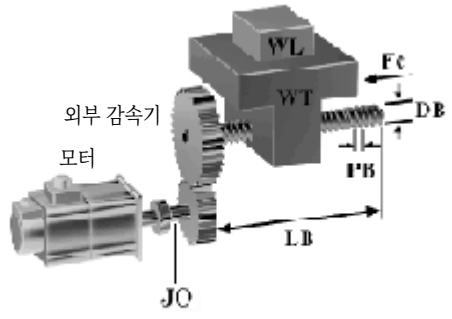
	용 어	기 호		단 위
기계측 제원	테이블 질량	WT		kg
	부하 질량	WL		kg
	카운터 웨이트 질량	WC		kg
	부하 반항력	Fc		N
	테이블 안내면의 고정력	FG		N
	속도 감속비	1/n		
	감속기 관성 모멘트	JG		kg · cm²
	커플링 관성 모멘트	JC		kg · cm²
	그 외의 출력축 환산 관성 모멘트	JO		kg · cm²
	볼 - 스크류 리드	PB		mm
	볼 - 스크류 직경	DB		mm
	볼 - 스크류 길이	LB		mm
	구동부 효율	η		
	마찰 계수	μ		
	빠른 이송 속도	VO		mm/min
	위치결정 길이	L		mm
	위치결정 시간	tO		s
	1사이클 시간	tf		s
검토에 이용되는 제원	모터 1회전당의 이동량	ΔS		mm/rev
	모터 회전속도	NO		r/min
	정지 정정시간	ts		s
	가속시간	Tsa		s
	감속시간	Tsd		s
	볼 - 스크류의 관성 모멘트	JB		kg · cm²
	직선 운동에 대한 물체의 관성 모멘트	JF		kg · cm²
	모터축 환산 부하 관성 모멘트	JL		kg · cm²
	모터축 환산 부하 토크	TL		N · m
	가속 토크(가속시에 필요한 모터 소요 토크)	TMa		N · m
	감속 토크(감속시에 필요한 모터 소요 토크)	TMd		N · m
	연속 실행 부하 토크	Trms		N · m
	회생 전력	Pr		W
	가속시 에너지	Ea		J
	감속시 에너지	Ed		J
	정속시 에너지	Ef		J
	부(-) 에너지 합계의 절대값	Em		J
	최대 회생 전력	Pmax		W
	최대 회생시의 구간 에너지	Emax		J
	감속기 부착 모터의 감속비	1/nm	※1	
	엔코더 분해능	Pf	※1	pulse/rev
	위치 루프 게인	Kp		1/s
	감속기 부착 모터의 감속기의 관성 모멘트	JMG	※1	kg · cm²
	브레이크 부착 모터의 브레이크 관성 모멘트	JMB	※1	kg · cm²
	모터 관성 모멘트	JM	※1	kg · cm²
	추천 부하 관성 모멘트비	m	※1	
	모터의 정격 회전속도	NR	※1	r/min
	중력 가속도	g		m/s²
	모터의 최대 토크	Tmax	※1	N · m
	모터의 정격 토크	Ttyp	※1	N · m
	모터 역효율	ηm	※1	%
	앰프 로스	Wa	※1	W
	회생 동작시간	t		s
	콘덴서 충전 에너지	EC	※1	J
	회생 유닛의 정격 전력	Ptyp	※1	W
	최대 회생시의 회생시간	tmax		s

주 (1) 기호에 max, min의 부호가 있는 경우(예 : Tmax)에는 각각 최대값, 최소값을 의미합니다.
(2) 기호에 1. 2. 3. n의 첨자가 있는 경우(예 : I_1, I_2)에는 기호가 나타내는 양(量) 중에서, 각각 조건이 다른 경우의 양(量)을 나타냅니다.
※1. 임시 선정한 용량의 서보모터와 서보앰프의 조합에 따라 결정된 수치입니다.
※2. 용량 선정에 최저로 필요한 사양은, 부하와의 연결 방식, 위치결정 정밀도와 위 표의 진한 부분입니다 .

6.3.6 계산 예

(1)볼-스크류 수평

시스템 구성도



기계측 제원

테이블 질량	WT :	200.00	kg
부하 질량	WL :	50.00	kg
부하 반항력	Fc :	0.01	N
테이블 안내면의 고정력	FG :	0.01	N
감속비(NL/NM)	1/n :	1/1	
감속기 관성 모멘트	JG :	0.20	kg · cm²
커플링 관성 모멘트	JC :	2.00	kg · cm²
그 외의 출력측 환산 관성 모멘트	J0 :	0.10	kg · cm²
볼 - 스크류 리드	PB :	10.00	mm
볼 - 스크류 직경	DB :	20.00	mm
볼 - 스크류 길이	LB :	1500.00	mm
구동부 효율	η :	0.90	
마찰 계수	μ :	0.10	
빠른 이동 송도	V0 :	20000.00	mm/min
위치결정 길이/회	L :	400.00	mm
위치결정 시간	tO :	1.50	s
1사이클 시간	tf :	2.00	s

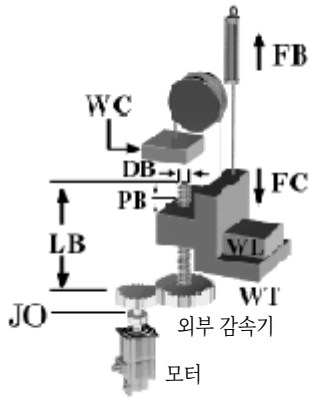
항 목	계 산	비 고
1. 부하 제원의 계산	모터 1회전당의 이동량 산출(감속기가 붙어 있지 않은 모터는 $\frac{1}{nm}$ =1이 됩니다) $\Delta S = PB \times \frac{1}{n} \times \frac{1}{nm}$ = **10×1×1** = **10.0** [mm/rev]	
2. 최고 기계 속도시의 모터 회전속도	모터 회전속도 산출 $N0 = \frac{V0}{\Delta S}$ = **20000/10.0** = **2000** [r/min] <참고> : 요구한 NO가, 모터 최대 회전속도를 초과할 경우에는, 운전을 할 수 없기 때문에, 최고 기계 속도 VO를 작게 하던지, 모터 1회전당의 이송량 ΔS를 크게 할 필요가 있습니다.	
3. 운전 패턴	기계측 사양의 위치결정 시간, 위치결정 속도(최고 기계 속도)로부터, 서보모터의 가감속 시간을 구합니다. 일반적으로, 모터는 직선 가감속에서, 가속, 감속시간은 동일하게 설정되므로, 본 예에서도, 그 전제로 운전 패턴을 구합니다.(위치 루프 게인 Kp는 70으로 합니다.) 가감속 시간은 앞의 그림보다 아래의 요령으로 구합니다. 정지 정정시간 산출 $ts = 3 \times \frac{1}{Kp}$ = **3×1/70** = **0.043** [s] 가감속시간 산출 $Tsa = Tsd = t0 - \left(\frac{L}{V0} \times 60 + ts\right)$ = **1.5-(400/20000×60+0.043)** = **0.257** [s]	

항 목	계 산	비 고
4. 부하 관성 모멘트의 계산	부하 관성 모멘트는 기계 메이커로부터, 제시되어 받는 수치이지만 본 구동계의 경우에는, 다음과 같이 산출할 수 있습니다. 또한 부하 관성 모멘트를 산출하는 경우, 반드시 최종적으로 모터축으로 환산한 값으로 해 둘 필요가 있습니다. ① 볼 - 스크류 $JB = \frac{1}{32} \times \pi \times 0.0078 \times \frac{LB}{10} \times \left(\frac{DB}{10}\right)^4 = \boxed{\frac{1}{32} \times 3.1416 \times 0.0078 \times \frac{1500}{10} \times \left(\frac{20}{10}\right)^4}$ $= \boxed{\mathbf{1.838}}$ [kg · cm²] ② 직선 운동하는 물체 $JF = (WT+WL) \times \left(\frac{\Delta S}{10 \times 2\pi}\right)^2 = \boxed{(200+50) \times \left(\frac{10}{10 \times 2 \times 3.1416}\right)^2}$ $= \boxed{\mathbf{6.333}}$ [kg · cm²] ③ 모터축 환산 부하 관성 모멘트(감속기가 붙지 않은 모터는 JMG=0, 브레이크가 붙지 않은 모터는 JMB=0이 됩니다) $JL = JMG+JMB+JF+\left\{JG+JC+J0+JB \times \left(\frac{1}{n}\right)^2\right\} \times \left(\frac{1}{nm}\right)^2$ $= \boxed{\mathbf{0+0+6.333+\{0.2+2+0.1+1.838 \times (1)^2\} \times 1^2}} = \boxed{\mathbf{10.471}}$ [kg · cm²] <참고> : 관성 모멘트는, 모터가 회전하는 일에 의해 작동되는 물체의 모든 것이 대상이 되기 때문에, 그들 모두를 고려해 둘 필요가 있습니다.	
5. 부하 토크의 계산	부하 토크는 기계 메이커로부터, 제시되어 받는 수치이지만 본 구동계의 경우에는, 다음과 같이 산출할 수 있습니다. 또한 부하 토크를 산출하는 경우, 반드시 최종적으로 모터축으로 환산한 값으로 해 둘 필요가 있습니다. (중력가속도 g=9.8) 모터축 환산 부하토크 TL $TL = \frac{\{(Fc+\mu \times (WT+WL) \times g+FG)\}}{1000} \times \frac{\Delta S}{2\pi} \times \frac{1}{n}$ $= \boxed{\frac{\{0.01+0.1 \times (200+50) \times 9.8+0.01\}}{1000} \times \frac{10}{2 \times 3.1416} \times \frac{1}{0.9}} = \boxed{\mathbf{0.433}}$ [N · m]	
6. 모터의 임시 선정	부하 토크, 부하 관성 모멘트가 구해지면, 모터 용량을, 대략 임시 선정을 할 수 있습니다. 임시 선정의 기준으로는, ① 모터 정격 토크 Ttyp이 부하 토크 이상인 것. (통상 정격 토크 Ttyp의 50~80%정도로 여유를 갖게합니다.) ② 부하 관성 모멘트 JL이 모터 자신의 관성 모멘트 JM의 m배 이하(허용 부하 관성 모멘트비 HC—MFS는 30) 있는 것으로 합니다. 임시 선정 모터 **HC-MFS73** 임시 선정 서보앰프 **MR-J2S-70** Ttyp = **2.4** > TL = **0.433** JM = **0.6** > JL/30 = **0.349**	
7. 가속 · 감속 토크의 계산	이상에서 부하 토크, 부하 관성 모멘트 및, 모터의 운전 패턴이 요구되었으므로,앞 항에서 임시 선정한 모터를 사용하여, 가속, 감속했을 경우의 필요 토크가, 임시 선정한 모터의 최대 토크 이하가 되는 것을 확인합니다. 최대 토크를 초과했을 경우, 앞 항에서 요구한 가감속 시간에 모터가 추종 할 수 없게 되어, 서보 이상이 되는 원인이 됩니다. 가속 토크 $TMa = \left\{\frac{(JL+JM) \times N0}{9.55 \times 10000 \times Tsa}\right\} + TL = \boxed{\frac{(10.471+0.6) \times 2000}{9.55 \times 10000 \times 0.257} + 0.433}$ $= \boxed{\mathbf{1.335}}$ [N · m] < 모터의 최대 토크 Tmax **7.2** 감속 토크 $TMd = -\left\{\frac{(JL+JM) \times N0}{9.55 \times 10000 \times Tsa}\right\} + TL = \boxed{-\frac{(10.471+0.6) \times 2000}{9.55 \times 10000 \times 0.257} + 0.433}$ $= \boxed{\mathbf{-0.469}}$ [N · m] < 모터의 최대 토크 Tmax **7.2**	

항 목	계 산	비 고
8. 연속 실효 부하 토크의 계산	앞 항에서 요구한 운전 패턴과 모터 필요 토크로부터, 연속 실효 부하 토크를 구하고 이 값이 임시 선정한 모터의 정격 토크를 초과하지 않는 것을 확인합니다. 연속 실효 부하 토크 $Trms = \sqrt{\frac{Tma^2 \times Tsa + TL^2 \times (t0 - Tsa - Tsd - ts) + TMd^2 \times Tsd}{tf}}$ $= \sqrt{\frac{1.335^2 \times 0.257 + 0.433^2 \times (1.5 - 0.257 - 0.257 - 0.043) + (-0.469)^2 \times 0.257}{2}}$ = **0.588** [N · m] < 모터의 정격 토크 Ttyp **2.4**	
9. 회생 브레이크 옵션의 여부 검토	회생 전력 및 최대 회생 전력에 의해 회생옵션의 필요와 불필요의 여부를 검토합니다. 가속시 에너지 $Ea = 0.1047 \times \frac{N0}{2} \times TMa \times Tsa$ = **0.1047×2000/2×1.335×0.257** = **35.932** [J] 감속시 에너지 $Ed = 0.1047 \times \frac{N0}{2} \times TMd \times Tsd$ = **0.1047×2000/2×(-0.469)×0.257** = **-12.615** [J] 정속시 에너지 $Ef = 0.1047 \times N0 \times TL \times (t0 - Tsa - Tsd - ts)$ = **0.1047×2000×0.433×0.943** = **85.556** [J] 부(-)에너지 합계의 절대값 Em = | (Ea, Ed, Ef의 중 부(-)에너지 합계 | = **| -12.615 |** = **12.615** [J] 회생 전력 $Pr = \frac{\eta m \times Em - Wa \times t - Ec}{tf}$ = $\frac{(80/100) \times 12.615 - 0 \times 0.257 - 18}{2}$ = **0** [W] **<** 내장 회생 전력 **20** [W] ↑ <: 불필요, >: 필요 회생 브레이크 옵션 불필요 회생 브레이크 옵션 필요 회생 전력 이상의 회생 브레이크를 사용합니다. (형명)	
10. 선정 결과	이상의 검토에서 선정한 결과는 다음과 같습니다. [선정 결과] 서보모터 **HC-MFS73** 서보앰프 **MR-J2S-70A** 회생옵션 **없음** 최고 기계 속도시의 모터 회전속도 : 2000 [r/min] 가속시간 : 0.214 [s] 가속시 필요한 모터 토크 : 1.335 [N · m] 감속시 필요한 모터 토크 : -0.469 [N · m] 연속 실효 부하 토크 : 0.588 [N · m]	

(2) 볼-스크류 수직

시스템 구성도



기계측 제원

테이블 질량	WT :	80.00	kg
부하 질량	WL :	50.00	kg
카운터 웨이트 질량	WC :	100.00	kg
부하 반항력	Fc :	0.01	N
테이블 안내면의 고정력	FG :	0.01	N
감속비(NL/NM)	1/n :	1/2	
감속기 관성 모멘트	JG :	0.20	kg · cm²
커플링 관성 모멘트	JC :	2.00	kg · cm²
그 외의 출력측 환산 관성 모멘트	J0 :	0.10	kg · cm²
볼 - 스크류 리드	PB :	10.00	mm
볼 - 스크류 직경	DB :	20.00	mm
볼 - 스크류 길이	LB :	1500.00	mm
구동부 효율	η :	0.90	
마찰 계수	μ :	0.10	
빠른 이동 송도	V0 :	10000.00	mm/min
위치결정 길이/회	L :	400.00	mm
위치결정 시간	tO :	2.60	s
1사이클 시간	tf :	6.00	s
밸런스 실린더 보관 유지력	FB :	0.00	N

항 목	계 산	비 고
1. 부하 제원의 계산	모터 1회전당의 이동량 산출(감속기가 붙어 있지 않은 모터는 $\frac{1}{nm}$ =1이 됩니다) $\Delta S = PB \times \frac{1}{n} \times \frac{1}{nm}$ = **10×0.5×1** = **5** [mm/rev]	
2. 최고 기계 속도시의 모터 회전속도	모터 회전속도 산출 $N0 = \frac{V0}{\Delta S}$ = **10000/5.0** = **2000** [r/min] <참고> : 요구한 NO가, 모터 최대 회전속도를 초과할 경우에는, 운전을 할 수 없기 때문에, 최고 기계 속도 VO를 작게 하던지, 모터 1회전당의 이송량 ΔS를 크게 할 필요가 있습니다.	
3. 운전 패턴	기계측 사양의 위치결정 시간, 위치결정 속도(최고 기계 속도)로부터, 서보모터의 가감속 시간을 구합니다. 일반적으로, 모터는 직선 가감속에서, 가속, 감속시간은 동일하게 설정되므로, 본 예에서도, 그 전제로 운전 패턴을 구합니다.(위치 루프 게인 Kp는 70으로 합니다.) 가감속시간은 앞의 그림보다 아래의 요령으로 구합니다. 정지 정정시간 산출 $ts = 3 \times \frac{1}{Kp}$ = **3×1/70** = **0.043** [s] 가감속시간 산출 $Tsa = Tsd = t0 - \left(\frac{L}{V0} \times 60 + ts \right)$ = **2.6-(400/10000×60+0.043)** = **0.157** [s]	

항 목	계 산	비 고
4. 부하 관성 모멘트의 계산	부하 관성 모멘트는 기계 메이커로부터, 제시되어 받는 수치이지만 본 구동계의 경우에는, 다음과 같이 산출할 수 있습니다. 또한 부하 관성 모멘트를 산출하는 경우, 반드시 최종적으로 모터축으로 환산한 값으로 해 둘 필요가 있습니다. ① 볼 - 스크류 $JB = \frac{1}{32} \times \pi \times 0.0078 \times \frac{LB}{10} \times \left(\frac{DB}{10}\right)^4 = \boxed{\frac{1}{32} \times 3.1416 \times 0.0078 \times \frac{1500}{10} \times \left(\frac{20}{10}\right)^4}$ $= \boxed{\mathbf{1.838}}$ [kg · cm²] ② 직선 운동하는 물체 $JF = (WT+WL+WC) \times \left(\frac{\Delta S}{10 \times 2\pi}\right)^2 = \boxed{(80+50+100) \times \left(\frac{5.0}{10 \times 2 \times 3.1416}\right)^2}$ $= \boxed{\mathbf{1.456}}$ [kg · cm²] ③ 모터축 환산 부하 관성 모멘트(감속기가 붙지 않은 모터는 JMG=0, 이 됩니다) $JL = JMG + JMB + JF + \left\{ JG + JC + J0 + JB \times \left(\frac{1}{n}\right)^2 \right\} \times \left(\frac{1}{nm}\right)^2$ $= \boxed{\mathbf{0+0.040+1.456+\{0.2+2+0.1+1.838 \times (0.5)^2\} \times 1^2}} = \boxed{\mathbf{4.256}}$ [kg · cm²] <참고> : 관성 모멘트는, 모터가 회전하는 일에 의해 작동되는 물체의 모든 것이 대상이 되기 때문에, 그들 모두를 고려해 둘 필요가 있습니다.	
5. 부하 토크의 계산	부하 토크는 기계 메이커로부터, 제시되어 받는 수치이지만 본 구동계의 경우에는, 다음과 같이 산출할 수 있습니다. 또한 부하 토크를 산출하는 경우, 반드시 최종적으로 모터축으로 환산한 값으로 해 둘 필요가 있습니다. (중력가속도 g=9.8) 언밸런스 토크 $TU = \frac{\{Fc + (WT+WL-WC) \times g\}}{1000} \times \frac{\Delta S}{2\pi} = \boxed{\frac{\{0.01 + (80+50-100) \times 9.8\}}{1000} \times \frac{5}{2 \times 3.1416}}$ $= \boxed{\mathbf{0.234}}$ [N · m] 마찰 토크 $TF = \frac{\mu \times \{(WT+WL+WC) \times g + FG\}}{1000} \times \frac{\Delta S}{2\pi} = \boxed{\frac{0.1 \times \{(80+50+100) \times 9.8 + 0.01\}}{1000} \times \frac{5}{2 \times 3.146}}$ $= \boxed{\mathbf{0.179}}$ [N · m] 상승시 모터축 환산 부하 토크 $TLu = \frac{(TU+TF)}{\eta} = \boxed{\frac{(0.234+0.179)}{0.9}} = \boxed{\mathbf{0.459}}$ [N · m] 하강시 모터축 환산 부하 토크 • (- TU+TF) > 0일 때 $TLd = \frac{-TU+TF}{\eta} = \boxed{\quad} = \boxed{\quad}$ [N · m] • (- TU+TF) < 0일 때 $TLd = (-TU+TF) \times \eta = \boxed{\mathbf{(-0.234+0.179) \times 0.9}} = \boxed{\mathbf{-0.05}}$ [N · m]	
6. 모터의 임시 선정	부하 토크, 부하 관성 모멘트가 구해지면, 모터 용량을, 대략 임시 선정을 할 수 있습니다. 임시 선정의 기준으로는, ① 모터 정격 토크 Ttyp이 부하 토크 이상인 것. (통상 정격 토크 Ttyp의 50~80%정도로 여유를 갖게합니다.) ② 부하 관성 모멘트 JL가 모터 자신의 관성 모멘트 JM의 m배 이하(허용 부하 관성 모멘트비 HC—KFS는 15) 있는 것으로 합니다. ③ 수직축의 모터는 안전상 브레이크부착을 선정합니다. 임시 선정 모터 **HC-MFS43B** 임시 선정 서보앰프 **MR-J2S-40A** Ttyp = **0.64** > TLu= **0.459** Ttyp = **0.64** > TLd= **-0.05** JM= **0.42** > JL/15= **0.2837**	

항 목	계 산	비 고
7. 상승시 가속, 감속 토크의 계산	이상으로 부하 토크, 부하 관성 모멘트 및, 모터의 운전 패턴이 구했으므로, 앞 항에서 임시 선정한 모터를 사용하여, 상승시의 가속, 감속했을 경우의 필요 토크가, 임시 선정한 모터의 최대 토크 이하가 되는 것을 확인합니다. 최대 토크를 초과했을 경우,앞 항에서 구한 가감속시간에 모터가 추종 할 수 없게 되어, 서보 이상이 되는 원인이 됩니다. 상승시 가속 토크 $TMau = \left\{ \frac{(JL+JM)\times N0}{9.55\times 10000\times Tsa} \right\} + TLu = \left\{ \frac{(4.256+0.420)\times 2000}{9.55\times 10000\times 0.157} \right\} + 0.459$ $= \boxed{1.083}$ [N · m] < 모터의 최대 토크 Tmax $\boxed{1.9}$ 상승시 감속 토크 $TMdu = -\left\{ \frac{(JL+JM)\times N0}{9.55\times 10000\times Tsd} \right\} + TLu = \left\{ -\left\{ \frac{(4.256+0.420)\times 2000}{9.55\times 10000\times 0.157} \right\} + 0.459 \right.$ $= \boxed{-0.164}$ [N · m] < 모터의 최대 토크 Tmax $\boxed{1.9}$	
8. 하강시 가속, 감속 토크의 계산	다음에, 하강시의 가속, 감속했을 경우의 필요 토크가, 임시 선정한 모터의 최대 토크 이하가 되는 것을 확인합니다. 최대 토크를 초과했을 경우, 앞 항에서 구한 가감속 시간에 모터가 추종 할 수 없게 되어, 서보 이상이 되는 원인이 됩니다. 하강시 가속 토크 $TMad = \left\{ \frac{(JL+JM)\times N0}{9.55\times 10000\times Tsa} \right\} + TLd = \left\{ \frac{(4.256+0.420)\times 2000}{9.55\times 10000\times 0.157} \right\} + (-0.329)$ $= \boxed{0.911}$ [N · m] < 모터의 최대 토크 Tmax $\boxed{1.9}$ 상승시 감속 토크 $TMdd = -\left\{ \frac{(JL+JM)\times N0}{9.55\times 10000\times Tsd} \right\} + TLd = \left\{ -\left\{ \frac{(4.256+0.420)\times 2000}{9.55\times 10000\times 0.157} \right\} + (-0.329) \right.$ $= \boxed{-0.252}$ [N · m] < 모터의 최대 토크 Tmax $\boxed{1.9}$	
9. 연속 실효 부하 토크의 계산	앞 항에서 요구한 운전 패턴과 모터 필요 토크로부터, 연속 실효 부하 토크를 구하고 이 값이 임시 선정한 모터의 정격 토크를 초과하지 않는 것을 확인합니다. 정속 시간 산출 $tc = t0 - Tsa - Tsd - ts = \boxed{2.6-0.157-0.157-0.043}$ $= \boxed{2.243}$ [s] 연속 실효 부하 토크 $Trms = \sqrt{\frac{(TMau^2+TMad^2)\times Tsa+(TMdu^2+TMdd^2)\times Tsd+(TLu^2+TLd^2)\times tc+TU^2\times(tf-2\times t0+2\times ts)}{tf}}$ $= \sqrt{\frac{(1.083^2+0.911^2)\times 0.157+((-0.164)^2+(-0.252)^2)\times 0.157+(0.459^2+0.329^2)\times 2.243+0.234^2\times(6-2\times 2.6+2\times 0.043)}{6}}$ $= \boxed{0.424}$ [N · m] <모터의 정격 토크 Ttyp $\boxed{0.64}$	

항 목	계 산	비 고
10. 회생 브레이크 옵션의 여부 검토	회생 전력 및 최대 회생 전력에 의해 회생옵션의 필요와 불필요의 여부를 검토합니다. 상승시 가속 에너지 $Eau = \frac{0.1047}{2} \times N0 \times TMau \times Tsa = \boxed{\frac{0.1047}{2} \times 2000 \times 1.318 \times 0.157}$ $= \boxed{\mathbf{17.803}}$ [J] 상승시 감속 에너지 $Edu = \frac{0.1047}{2} \times N0 \times TMdu \times Tsd = \boxed{\frac{0.1047}{2} \times 2000 \times (-0.164) \times 0.157}$ $= \boxed{\mathbf{-2.702}}$ [J] 상승시 정속 에너지 $Efu = 0.1047 \times N0 \times TLu \times tc = \boxed{\mathbf{0.1047 \times 2000 \times 0.459 \times 2.243}} = \boxed{\mathbf{215.585}}$ [J] 하강시 가속 에너지 $Ead = \frac{0.1047}{2} \times N0 \times TMad \times Tsa = \boxed{\frac{0.1047}{2} \times 2000 \times 0.911 \times 0.157}$ $= \boxed{\mathbf{14.971}}$ [J] 하강시 감속 에너지 $Edd = \frac{0.1047}{2} \times N0 \times TMdd \times Tsd = \boxed{\frac{0.1047}{2} \times 2000 \times (-0.252) \times 0.157}$ $= \boxed{\mathbf{-4.146}}$ [J] 하강시 정속 에너지 $Efd = 0.1047 \times N0 \times TLd \times tc = \boxed{\mathbf{0.1047 \times 2000 \times (-0.329) \times 2.243}} = \boxed{\mathbf{154.526}}$ [J] 부(-)에너지 합계의 절대값 $Em = \lvert$ (Eau, Edu, Efu, Ead, Edd, Efd의 중 부(-)에너지 합계 $\rvert$ $= \boxed{\mathbf{\lvert (-2.702)+(-4.146) \rvert}} = \boxed{\mathbf{6.648}}$ [J] 회생 전력 $Pr = \frac{\eta m \times Em - Wa \times t - Ec}{tf} = \boxed{\frac{(70/100) \times 6.846 - 0 \times 2.514 - 9}{6}}$ $= \boxed{\mathbf{0}}$ [W] $\boxed{<}$ 내장 회생 전력 $\boxed{\mathbf{10}}$ [W] ↑ <: 불필요, >: 필요 회생 브레이크 옵션 불필요 회생 브레이크 옵션 필요 회생 전력 이상의 회생 브레이크를 사용합니다. (형명)	

항 목	계 산	비 고
11. 선정 결과	이상의 검토에서 선정한 결과는 다음과 같이 됩니다. [선정 결과] 서보모터 **HC-KFS23B** 서보앰프 **MR-J2S-20A** 회생옵션 **없음** 최고 기계 속도시의 모터 회전속도 : 2000 [r/min] 가속시간 : 0.114 [s] 상승 가속시 필요한 모터 토크 : 1.318 [N · m] 하강 가속시 필요한 모터 토크 : 0.809 [N · m] 상승 감속시 필요한 모터 토크 : -0.400 [N · m] 하강 감속시 필요한 모터 토크 : -0.909 [N · m] 연속 실효 부하 토크 : 0.393 [N · m]	

6. 4 용량 선정 소프트웨어

각 기계에 대응하는 화면을 준비하고 있어 그 제원 정수를 설정하는 것만으로, 최적인 서보앰프, 서보모터(브레이크, 감속기를 포함합니다), 회생옵션을 선정할 수 있습니다.

용량 선정 소프트웨어를 사용하면 아래와 같은 효과가 있습니다.

- 직접하는 계산에 비해, 계산 실수가 없어집니다.
- 계산 누락이 없어집니다.
- 계산 시간을 단축할 수 있습니다

●특징

(1) Windows3.1 · Windows95 대응
Windows3.1 · Windows95 가 동작하는 PC에 대응하고 있습니다.
메모리 : 4MB이상
하드 디스크 : 1MB이상

(2) 풍부한 기계를 준비. 볼 - 스크류, 랙&피니언, 롤 피드, 회전 테이블, 대차, 승강기, 컨베이어, 그 외(관성(이너셔) 직접입력)의 기계에도 대응하고 있습니다.

(3) 단위 변환이 간단합니다. SI단위, MKS 중력 단위, 인치, 파운드 어느 단위에서의 계산 및 변환이, 간단하게 할 수 있습니다.

실습	6 - 12 및 6.15 페이지의 제원을 입력하여 계산 결과를 확인해 주십시오.

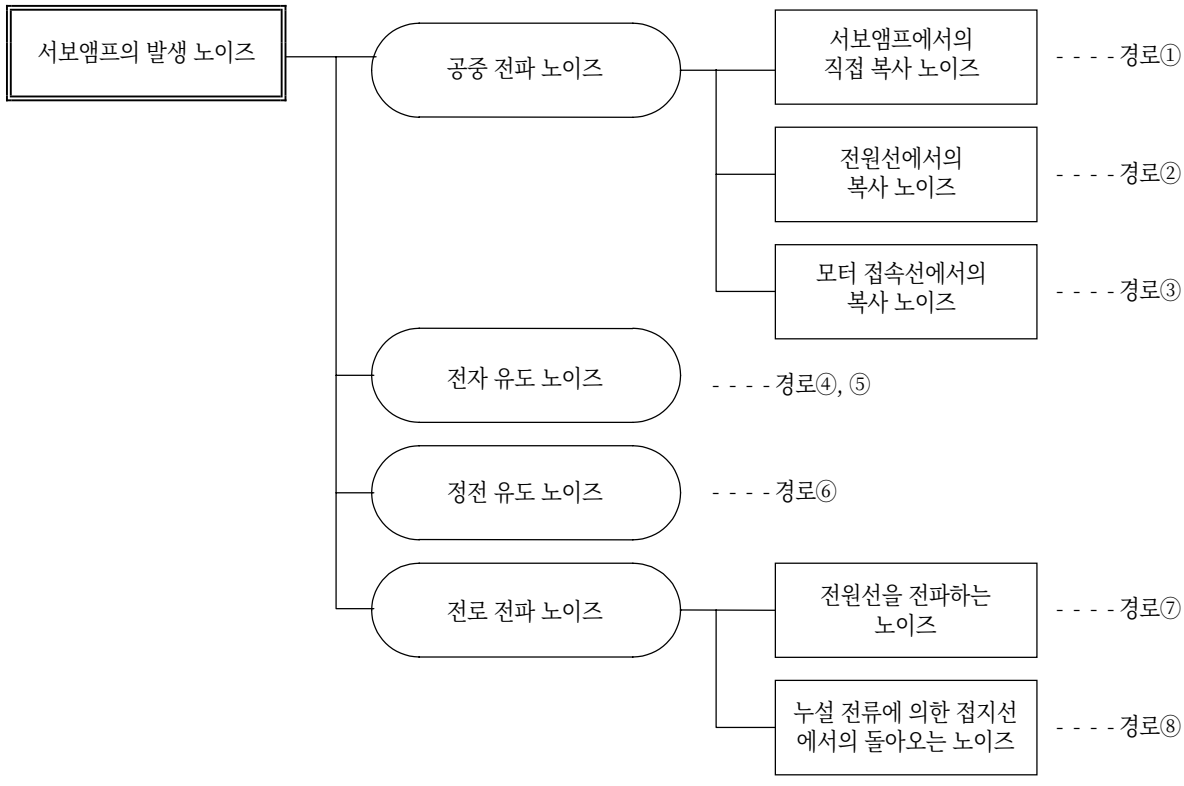
●사양

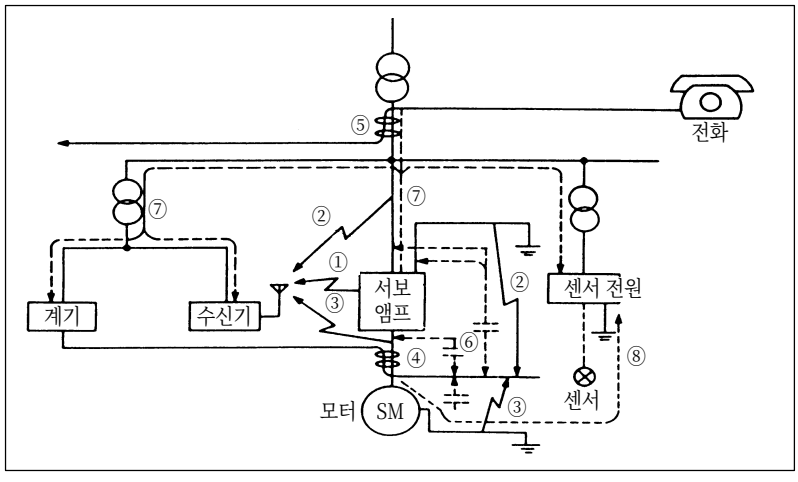
항목		내용
기계 구성 요소의 종류		볼 - 스크류(수평) , 볼 - 스크류(수직) , 랙& 피니언, 롤 피드, 회전 테이블, 대차, 승강기, 컨베이어, 그 외(관성(이너셔) 직접 입력)의 9 종류
결과 출력	항목	선정 서보앰프 형명, 선정 서보앰프 형명, 선정 회생저항 형명, 부하 관성 모멘트, 부하 관성 모멘트비, 피크 토크비, 실효 토크, 실효 토크비, 회생 전력, 회생 전력비
	인쇄	입력 제원, 계산 과정, 계산 결과를 인쇄
	데이터 보존	입력 제원에 파일명을 붙여 보관
관성 모멘트 계산 기능		동심 원통, 축 어긋난 각주, 직선 운동, 매달음(도르레), 감속기의 5 종류

7. 1 노이즈 대책

서보앰프는 상용 전원을 정류, 평활 한 약 300V의 직류 전원을 스위칭하는 것으로써 서보모터를 제어하고 있습니다. 따라서, 서보앰프는 주변기기에 대한 노이즈 발생원이 되어, 서보앰프, 서보모터간의 동력선의 포선(布線),접지 방법 및 서보 주변기기의 노이즈 내량에 의해 노이즈의 트러블을 발생하는 경우가 있습니다.

서보앰프에서 발생하는 노이즈는, 서보앰프 본체 및 서보앰프 주회로(입 · 출력)에 접속되는 전선에서 복사되는 것, 주회로 전선에 근접한 주변기기의 신호선에 전자(電磁)적 및 정전(停電)적으로 유도되는 것, 그리고, 전원 전기 회로선을 전파하는 것으로 크게 나눌 수 있습니다.





7. 노이즈 대책, 누설 전류, 고조파

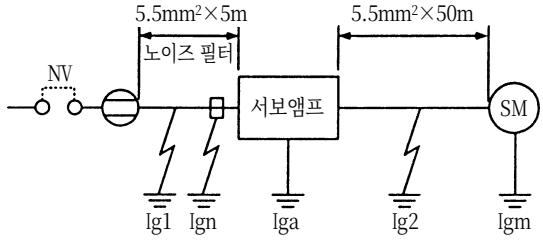
노이즈 전파 경로	대 책
①②③	계측기, 수신기, 센서 등 미약 신호를 취급해, 노이즈의 영향을 접수 오작동하기 쉬운 기기나, 그 신호선이 서보앰프와 동일 제어반내에 수납되어 있거나, 근접하여 포선(布線) 되고 있는 경우에는 노이즈의 공중 전파에 의해 기기가 오작동하는 일이 있기 때문에, 아래와 같은 대책을 할 필요가 있습니다. (1) 영향을 받기 쉬운 기기는, 서보앰프에서 최대한 떼어 놓아 설치합니다. (2) 영향을 받기 쉬운 신호선은, 서보앰프의 입출력선에서 최대한 떼어 놓아 포선(布線) 합니다. (3) 신호선과 동력선(서보앰프 입출력선)의 평행 포선(布線)이나 다발 배선은 피합니다. (4) 입출력선에 라인 노이즈 필터나 입력에 라디오 노이즈 필터를 삽입하면 전선에서의 복사 노이즈를 억제할 수가 있습니다. (5) 신호선이나 동력선에 실드선을 이용하거나 각각 개별의 금속 덕트에 넣으면 한층 더 효과적입니다.
④⑤⑥	신호선이 동력선에 평행 포선(布線) 되어 있거나, 동력선과 함께 묶는 경우에는 전자 유도 노이즈 , 정전 유도 노이즈에 의해, 노이즈가 신호선에 전파하여 오동작 하는 일이 있기 때문에 아래와 같은 대책을 할 필요가 있습니다. (1) 영향을 받기 쉬운 기기는, 서보앰프에서 최대한 떼어 놓아 설치합니다. (2) 영향을 받기 쉬운 신호선은, 서보앰프의 입출력선에서 최대한 떼어 놓아 포선(布線) 합니다. (3) 신호선과 동력선(서보앰프 입출력선)의 평행 포선(布線) 이나 다발 배선은 피합니다. (4) 신호선이나 동력선에 실드선을 이용하거나 각각 개별의 금속 덕트에 넣으면 한층 더 효과적입니다. (5) 신호선에 데이터 라인 필터를 설치합니다.
⑦	주변기기의 전원이 서보앰프와 동일 계통의 전원과 접속되고 있는 경우에는, 서보앰프에서 발생한 노이즈가 전원선을 역류 하는 노이즈에서 기기가 오동작 하는 일이 있기 때문에 아래와 같은 대책을 할 필요가 있습니다. (1) 서보앰프의 동력선(입력선)에 라디오 노이즈 필터(FR－BIF)를 설치합니다. (2) 서보앰프의 동력선에 라인 노이즈 필터(FR－BLF, FR－BSF01)를 설치합니다. (3) 주변기기의 전원선에 데이터 라인 필터를 설치합니다.
⑧	주변기기의 배선이 서보앰프의 배선되는 것에 의해 폐(閉)루프 회로를 구성되어 있는 경우에는, 서보앰프의 접지선에서 누설되는 전류가 흘러들어 기기가 오동작 하는 일이 있습니다. 이러한 때로는, 기기의 접지선을 제외하면 오동작 하지 않게 되는 경우가 있습니다.

7. 2 누설 전류

AC 서보에는 PWM 제어된 고조파의 초퍼 전류가 흐릅니다. 고조파 분량을 포함한 누설 전류는, 상용 전원으로 운전하는 모터에 비해 커집니다.
누전 브레이커는 아래식을 참고로 선정하고, 서보앰프 · 서보모터 등은 확실히 접지를 해 주십시오.
또한, 누설 전류를 줄이도록 입출력의 전선의 포선(布線) 거리는 가능한 한 짧고, 대지와의 간격은 최대한 떼어 놓아 (약 30㎝) 포선해 주십시오.

정격 감도 전류 ≧ 10×{Ig1+Ign+Iga+K×(Ig2+Igm)} [mA]

K : 고조파분을 고려한 정수



누전 브레이커		K
타입	당사품	
고조파 · 서지 대응품	NV - SF NV - CF	1
일반품	NV - CA NV - CS NV - SS	3

Ig1 : 누전 브레이커에서 서보앰프 입력 단자까지의 전기회로의 누설 전류(그림7.1에서 구합니다)
Ig2 : 서보앰프 출력 단자에서 서보모터까지의 전기회로의 누설 전류(그림7.1에서 구합니다)
Ign : 입력측 필터 등을 접속했을 경우의 누설 전류(FR−BIF의 경우에는 1개에 대해 4.4mA)
Iga : 서보앰프의 누설 전류(표7.2 에서 구합니다)
Igm : 서보모터의 누설 전류(표7.1에서 구합니다)

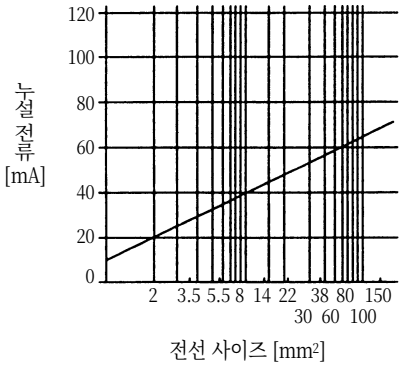


그림7.1 CV 케이블을 금속 배선하는 경우의 1km 주변의 누설 전류 예 (Ig1, Ig2)

표7.1 서보모터의 누설 전류 예(Igm)

서보모터 출력 [kW]	누설 전류 [mA]
0.05~0.5	0.1
0.6~0.1	0.1
1.2~2.2	0.2
3 · 3.5	0.3

표7.2 서보앰프의 누설 전류 예(Iga)

서보앰프 용량 [kW]	누설 전류 [mA]
0.1~0.6	0.1
0.7~3.5	0.15

<주>
EN규격 필터는 누설 전류가 크기 때문에 국내에서는 사용할 수 없는 경우가 있습니다.

7. 3 고조파

7.3.1 기본파와 고조파

고조파와는 기본파(일반적으로는 전원 주파수)의 정수배의 주파수를 가지는 것이라고 정의되고 있어 1개의 기본파와 복수의 고조파를 합성한 것을 비정현파라 부르고 있습니다.(그림 7.3 참조)
비정현파는 일반적으로는 고조파 영역의 고조파(kHz~MHz 오더)까지 포함하고 있지만, 배전 계통의 고조파로서 취급하는 것은 통상 40~50차(~3kHz)이며, 일반적으로 랜덤인 양상을 나타내는 고조파 영역의 문제와는 성질을 달리하고 있습니다. 예를 들면 PC에 의한 전파 장해나 노이즈(7.1항 참조)등의 문제는,기기 하드에 밀착한 로컬인 문제이며, 전력 회로망을 대상으로 하는 고조파와는 그 영향, 대응 수단 모두가 다릅니다 .이것을 우선 명확하게 해 둘 필요가 있습니다.

$$i = i_0 + \sum_{n=1}^{\infty} i_n \cdot \sin(2\pi f n t + \varphi_n) \quad \cdots\cdots (7.1)$$

$n = 1, 2, 3, \cdots\cdots$

f = 기본 주파수

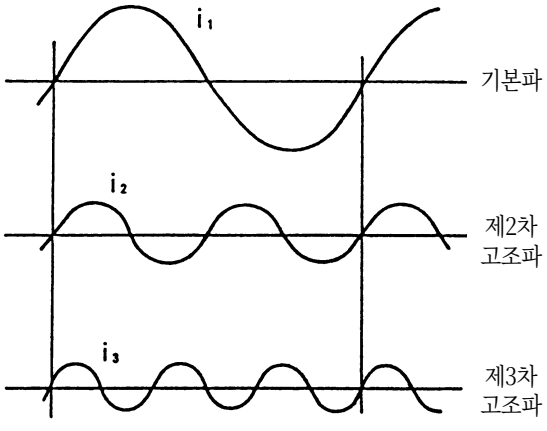


그림7.2 기본파와 고조파

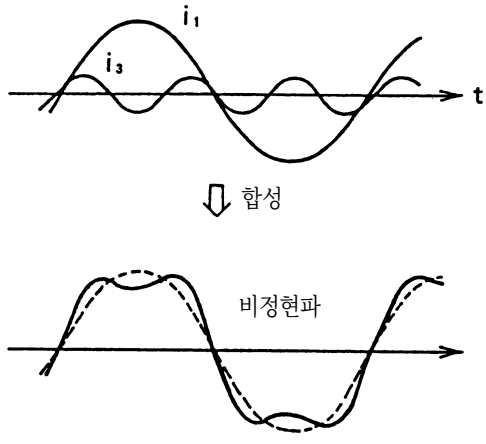


그림7.3 비정현파

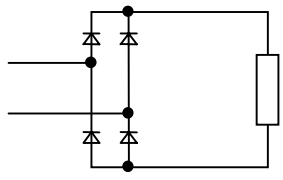
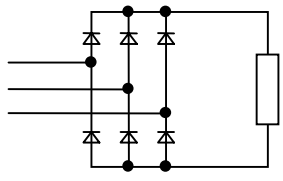
표7.3 고조파와 노이즈의 차이

항목	고조파	노이즈
주파수	통상 40~50차, 3kHz 이하	고조파(수 10kHz~MHz 오더)
환경	대(對)선로 · 전원 임피던스	대(對)공간, 거리, 포선(布線) 경로
정량적 파악	이론 계산이 가능	랜덤에 발생, 정량적 파악 곤란
발생량	부하 용량에 대략 비례	전류 변화율에 의합니다(고속 스위칭만큼 큼)
피해 기기의 내량	기기마다 규격으로 명기	메이커의 기기 사양에 따라서 다릅니다
대책 예	리액터(L)를 붙입니다	거리(ℓ)를 펼칩니다

7.3.2 정류회로와 발생 고조파의 특성

고조파의 발생원으로서는 정류기, 교류 전력 조정기 등이 있습니다. 범용 서보의 컨버터부는 정류기 회로로 이루어져 있으며 많은 고조파를 발생하고 있습니다.
정류기 회로에는 표7.4에 나타내듯이 주회로 방식에 의해 2종류의 것이 있으며, 범용 서보에서는 3상 브릿지 방식이 가장 많이 채용되고 있습니다.

표7.4 정류기 회로 방식과 고조파

회로명	기본 회로도	고조파 차수	고조파 함유율
단상 브릿지		n = 4K±1 K = 1, 2, ……	Kn×1/n
3상 브릿지		n = 6K±1 K = 1, 2, ……	Kn×1/n

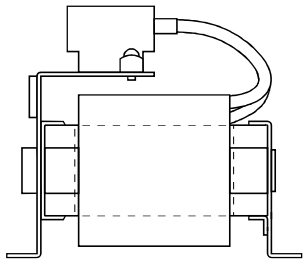
Kn : 제어 지연각, 전류 겹쳐지는 각도 등에 의해 정해지는 계수

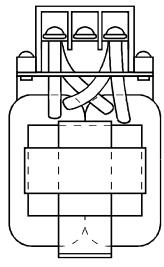
7.3.3 고조파 대책

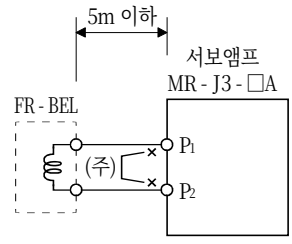
1994년 9월, 통산성(일본)은 고조파 억제 대책에 대해, 고조파 억제 대책 가이드 라인을 제정했습니다.
2004년 1월부터 서보앰프에 대한 전원 고조파 억제에 관한 가이드 라인이 「고압 또는 특별 고압으로 수전하는 수요가의 고조파 억제 가이드 라인」으로 통일되었습니다.
이것에 의해, 이 가이드 라인의 적용 대상이 되는 수요 가전은 사용하는 서보앰프 모두에 대해서 가이드 라인에 근거하여 고조파 전류의 계산을 실시하고, 계약 전력으로 결정된 한도값 이내로 하기 위한 대책이 필요하게 됩니다.
또한 상기 가이드 라인의 적용 대상 밖의 유저전에 일어나서도 종래대로 역률 개선 리액터(FR - BAL 또는 FR - BEL)를 접속해 주십시오.

(1) 역률 개선 DC 리액터(FR-BEL)

역률 개선 DC 리액터는, 역률 개선 AC 리액터(FR - BAL)에 비해 손실을 작게 할 수가 있습니다.
또, 입력측 고조파의 저감에도 효과가 있습니다.



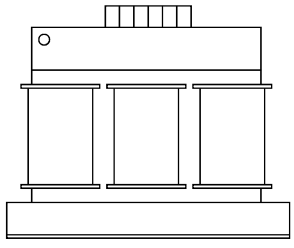


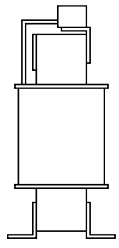


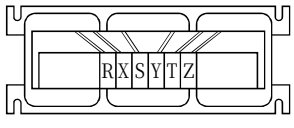
(주) 역률 개선 DC리액터를 사용하는 경우,
P_1 - P_2간의 배선을 분리해 주십시오.

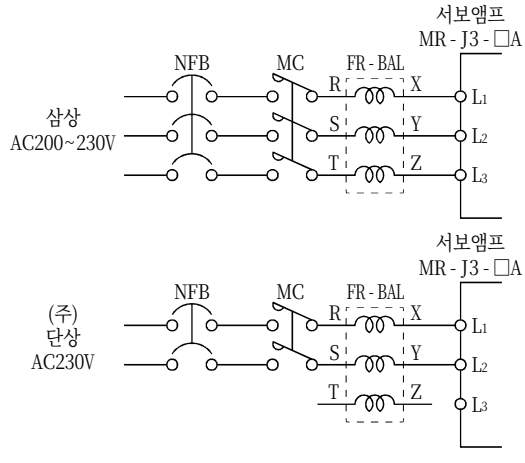
서보앰프	역률 개선 DC 리액터	사용 전원[mm²]
MR - J3 - 10A · 20A	FR - BEL - 0.4K	2(AWG14)
MR - J3 - 40A	FR - BEL - 0.75K	
MR - J3 - 60A · 70A	FR - BEL - 1.5K	
MR - J3 - 100A	FR - BEL - 2.2K	
MR - J3 - 200A	FR - BEL - 3.7K	3.5(AWG12)
MR - J3 - 350A	FR - BEL - 7.5K	5.5(AWG10)

(2) 역률 개선 AC 리액터(MR-BAL)









(주) 단상 AC230V 전원의 경우, 전원은 L_1 · L_2에 접속하고, L_3에는 아무것도 접속하지 말아 주십시오.

서보앰프	역률 개선 AC 리액터
MR - J3 - 10A · 20A · 10A1	FR - BAL - 0.4K
MR - J3 - 40A · 20A1	FR - BAL - 0.75K
MR - J3 - 60A · 70A · 40A1	FR - BAL - 1.5K
MR - J3 - 100A	FR - BAL - 2.2K
MR - J3 - 200A	FR - BAL - 3.7K
MR - J3 - 350A	FR - BAL - 7.5K

8. 보수 · 점검

AC 서보앰프는 반도체소자를 중심으로 구성된 정지 기기이지만, 온도 · 습도 · 먼지 · 진동 등의 사용 환경의 영향이나 사용 부품의 경년 변화(aged deteriration), 수명 등에서 발생하는 트러블을 미연에 방지하기 위해, 일상 점검을 실시할 필요가 있습니다.

8. 1 보수 · 점검시의 주의 사항

AC 서보앰프 내부의 점검을 실시하는 경우에는 전원을 차단한 다음에도, 잠시 동안은 평활 콘덴서가 고전압 상태에 있기 때문에 차지 램프가 소등할 때까지 기다렸다가, 그 후, 주회로 단자 P—N간의 전압이 0V인 것을 테스터 등으로 확인하고 나서 해 주십시오.

8. 2 점검 항목

(1) 일상 점검

● 기본적으로는 운전중에 아래와 같이 이상이 없는가 체크합니다.

(1) 모터가 설정대로 움직임을 하고 있는가.

(2) 설치 장소의 환경에 이상은 없는가.

(3) 냉각 계통에 이상은 없는가.

(4) 이상진동, 이상음은 없는가.

(5) 이상과열, 변색은 없는가.

● 운전중에 통상, 테스터를 갖추고 AC서보의 입력 전압을 체크합니다.

(2) 정기 점검

● 운전을 정지하지 않으면 점검할 수 없는 부분이나, 정기 점검을 필요로 하는 부분을 체크합니다.

(1) 냉각 계통에 이상은 없는가 …… 에어 필터 등의 청소

(2) 고정 체크(느슨함)와 조임 …… 진동, 온도 변화 등의 영향으로, 나사,볼트 등 고정부가 느슨해지는 일이 있기 때문에 자주 확인 후 실시합니다.

(3) 도체, 절연물에 부식, 파손은 없는가.

(4) 절연 저항의 측정

(5) 냉각 팬, 평활 콘덴서, 릴레이의 체크와 교환.

표8.1 일상 점검 및 정기 정검

점검부분	점검 항목	점검 사항	점검 주기		점검 방법	판정 기준	기기
			일상	정기			
전체	주위 환경	주위 온도, 습도, 먼지 등을 확인	○				온도계, 습도계, 기록계
	보존 환경	주위 온도, 습도, 먼지 등을 확인	○		온도, 습도계 등으로 측정	(1) 모터 : - 10℃~+70℃ (동결이 없을 것) 90%RH이하 (결로가 없을 것) 앰프 : - 20℃~+65℃ (동결이 없을 것) 90%RH이하 (결로가 없을 것)	온도계, 습도계, 기록계
	장치 전반	이상 진동, 이상음은 없는가	○		시각, 청각에 의함	이상이 없을 것	-
	전원 전압	주회로 전압은 정상인가	○		서보앰프 단자대 L1, L2, L3의 상(相)사이에 전압 측정	표준 사양을 참조	테스터, 디지털 멀티 메터
주회로	전반	(1) 조임부(고정부)는 느슨해지지 않았는가 (2) 각 부분은 과열 되지 않았는가 (3) 청소		○ ○	(1) 느슨한 부분 조임 (2) 시각에 의함	(1)(2) 이상이 없을것	
	접속 도체 · 전선	(1) 도체에 왜곡은 없는가 (2) 전선류 피복은 파열 되지 않았는가		○	(1)(2) 시각에 의함	(1)(2) 이상이 없을것	
	단자대	손상되지 않았는가?		○	시각에 의함	이상이 없을것	
주회로	평활 콘덴서	(1) 용액이 흘러나오지 않았는가 (2) 안전판은 나와있지 않았는가, 부풀림은 없는가 (3) 정전 용량의 측정		○ ○	(1)(2) 시각에 의함 (3) 용량 측정기로 측정	(1)(2) 이상이 없을것 정격 용량의 85% 이상	용량계
	릴레이	(1) 동작시에 삐삐리 하는 소리는 나지 않는가 (2) 타이터의 동작 시간 확인 (3) 접점에 변동은 없는가		○ ○ ○	(1) 청각에 의함 (2) 전원 ON에서 릴레이 흡인까지의 시간 (3) 시각에 의함	(1) 이상이 없을것 (2) 0.1~0.15초에서 동작 할 것 (2) 이상이 없을것	유니버셜 카운터
	저항기	(1) 저항기 절연물의 갈라짐은 없는가 (2) 단선 유무의 확인		○ ○	(1) 시각에 의함. 시멘트 저항, 권선형 저항류 (2) 한쪽편의 접속을 벗겨 내어 테스터로 측정	(1) 이상이 없을것 (2) 표시 저항값의 ±10% 이내의 오차일 것	테스터, 디지털 멀티 메터

점검 부분	점검 항목	점검 사항	점검 주기		점검 방법	판정 기준	기기
			일상	정기			
제어회로 보호회로	동작 체크	(1) 서보 단체(무부하) 운전에서, 각 상(相) 사이의 출력전압의 밸런스 확인 (2) 시퀀스 보호 동작을 실시하고, 보호 · 표시 회로에 이상이 없을 것		○ ○	(1) 서보앰프 출력단자, U, V, W상(相) 사이의 전압을 측정 (2) 서보앰프의 보호회로 출력을 모의적으로 합선합니다.	(1) 상(相) 사이 전압 밸런스는 4V이내 (2) 시퀀스상, 이상이 동작 할 것	디지털 멀티 메터, 정류형 전압계
냉각계류	냉각 팬	(1) 이상진동, 이상음은 없는가 (2) 접속부의 느슨함은 없는가	○	○	(1) 무통전 상태에서 손으로 돌립니다. (2) 느슨한 부분 조임	(1) 부드럽게 회전할 것 (2) 이상이 없을 것	
표시	표시	차지 램프 및 7세그먼트 LED 표시의 갈라짐은 없는가	○		앰프면의 램프 및 표시기를 나타냅니다.	점등을 확인합니다.	
서보모터	전반	(1) 이상 진동, 이상음은 없는가 (2) 이상한 냄새는 없는가	○ ○		(1) 청각, 체감, 시각에 의함 (2) 과열, 손상 등에 의한 이상한 냄새 확인	(1)(2) 이상이 없을 것	
	검출기	이상 진동, 이상음은 없는가	○		청각, 체감에 의함	이상이 없을 것	
	냉각 팬	(1) 이상 진동, 이상음은 없는가 (2) 먼지, 이물 등이 부착 되어 있지 않은가	○		(1) 무통전 상태에서 손으로 돌린다 (2) 시각에 의함	(1) 부드럽게 회전할 것 (2) 이상이 없을 것	
	베어링	이상 진동, 이상음은 없는가	○		청각, 체감에 의함	이상이 없을 것	

8. 3 부품 교환

다음의 부품은 기계적 마모 혹은 성질상, 경년 열화로 인해, 유닛의 성능 저하, 고장으로 파급되는 일이 있기 때문에 예방 보전을 위해 정기 점검을 실시하는 것과 동시에 정기적 교환을 실시할 필요가 있습니다.

① 평활 콘덴서 : 평활 콘덴서는 리플 전류 등의 영향에 의해 특성이 열화 합니다.
콘덴서의 수명은, 주위 온도와 사용 조건에 크게 좌우되지만, 공조된 통상의 환경조건으로 연속 운전했을 경우, 10년이 수명이 됩니다.

② 릴레이류 : 개폐 전류에 의한 접점 마모로 접촉 불량이 발생합니다. 전원 용량에 의해 좌우되지만 누적 개폐 횟수(개폐 수명) 10만회가 수명이 됩니다.

③ 서보앰프 냉각 팬 : 냉각 팬의 베어링 수명으로 1~3.5만 시간입니다. 따라서, 연속 운전의 경우,
통상 2~3년째를 기준으로서 팬마다 교환할 필요가 있습니다.
또한, 점검시에 이상음, 이상진동을 발견했을 경우에도 교환할 필요가 있습니다.

④ 서보모터 베어링 : 정격 속도 · 정격 부하 운전으로 2~3만 시간을 기준으로 교환해 주십시오.
운전 상황에 좌우되기 때문에 점검시에, 이상음, 이상진동을 발견했을 경우에도 교환이 필요합니다.

⑤ 서보모터 오일실 · V링 : 정격 속도로 5000 Hr를 기준으로서 교환이 필요하게 됩니다. 운전 조건에도 좌우되기 때문에 점검시에 오일 누출 등을 발견했을 경우에도 교환이 필요하게 됩니다.

⑥ 배터리 : 제조일부터 5년이 수명이 됩니다.

표8.2 부품의 표준 교환 년수

부품명		표준 교환 시간	비고
서보앰프	평활 콘덴서	10년	표준 교환 시간은 참고 시간입니다. 표준 교환 시간에 못 미친 경우에서도 이상을 발견하면 교환할 필요가 있습니다.
	릴레이	-	
	냉각팬	1~3만 시간(2~3년)	
서보모터	베어링	2~3만 시간	
	검출기	2~3만 시간	
	오일실 · V링	5000시간	
배터리		제조일에서 5년간	

8. 4 트러블 슈팅

알람이 발생하면 고장 신호(ALM)가 OFF가 되어 표시부에 알람No.을 표시합니다.
서보모터가 정지합니다. 본 항에 따라 알람의 원인을 없애 주십시오. 옵션의 MR Configurator(셋 - 업 소프트웨어)를 사용하면 발생 요인을 참조할 수가 있습니다. MR—J3의 경우, 알람 코드가 출력됩니다.

	표시	(주2)알람코드 CN122 (bit2)	CN123 (bit1)	CN124 (bit0)	명칭	알람 해제 전원 OFF→ON	현재 알람화면에서 "SET" 버튼을 누름	리셋 (RES)
알람	AL.10	0	1	0	부족 전압	○	○	○
	AL.12	0	0	0	메모리 이상1	○		
	AL.13	0	0	0	클럭 이상	○		
	AL.15	0	0	0	메모리 이상2	○		
	AL.16	1	1	0	검출기 이상1(전원 투입시)	○		
	AL.17	0	0	0	기판 이상	○		
	AL.19	0	0	0	메모리 이상3	○		
	AL.1A	1	1	0	모터 조합 이상	○		
	AL.20	1	1	0	검출기 이상2	○		
	AL.24	1	0	0	주회로 이상	○	○	○
	AL.25	1	1	0	절대위치 소실	○		
	AL.30	0	0	1	회생 이상	(주1)○	(주1)○	(주1)○
	AL.31	1	0	1	과속도	○	○	○
	AL.32	1	0	0	과전류	○	○	○
	AL.33	0	0	1	과전압	○	○	○
	AL.35	1	0	1	지령펄스 주파수 이상	○	○	○
	AL.37	0	0	0	파라미터 이상	○		
	AL.45	0	1	1	주회로 소자 과열	○	○	○
	AL.46	0	1	1	서보모터 과열	○	○	○
	AL.47	0	1	1	냉각팬 이상	○		
	AL.50	0	1	1	과부하1	(주1)○	(주1)○	(주1)○
	AL.51	0	1	1	과부하2	(주1)○	(주1)○	(주1)○
	AL.52	1	0	1	오차 과대	○	○	○
	AL.8A	0	0	0	시리얼 통신 타임아웃 이상	○	○	○
	AL.8E	0	0	0	시리얼 통신 이상	○	○	○
	88888				워치 도그	○		

(주) 1. 발생 원인을 제거한 뒤, 약 30분의 냉각 시간을 두고서 실행해 주십시오.
2. 0 : OFF
1 : ON

	표시	명칭
경고	AL.92	배터리 단선 경고
	AL.96	원점 세트 미스 경고
	AL.99	스트로크 리미트 경고
	AL.9F	배터리 경고
	AL.E0	과회생 경고
	AL.E1	과부하 경고1
	AL.E3	절대위치 카운터 경고
	AL.E5	ABS 타임아웃 경고
	AL.E6	서보 강제정지 경고
	AL.E8	냉각팬 회전수 저하 경고
	AL.E9	주회로 OFF 경고
	AL.EA	ABS 서보ON 경고
	AL.EC	과부하 경고2
	AL.ED	출력 와트 오버 경고

⚠ 주의

- 알람 발생시는 원인을 제거하고 안전을 확보한 다음 알람 해제 후, 재 운전하십시오. 부상의 원인이 됩니다.
- 절대위치 소실(AL.25)이 발생했을 경우, 반드시 다시 원점 세트를 해주십시오. 폭주의 원인이 됩니다.

포인트

- 다음의 알람이 발생했을 때에 알람 해제하고 반복해서 운전을 재개하지 말아 주십시오. 서보앰프 · 서보모터 고장의 원인이 됩니다. 발생원인을 제거함과 동시에 30분 이상의 냉각 시간을 두고 나서 운전을 재개해 주십시오.
  - 회생 이상(AL.30)
  - 과부하1(AL.50)
  - 과부하2(AL.51)
- 알람은 전원의 OFF→ON, 현재 알람 화면에서" SET "버튼을 누르던지 또는 리셋(RES)을 ON으로 해제할 수 있습니다. 상세 내용은 9.1절을 참조해 주십시오.

알람이 발생하면 고장신호(ALM)가 OFF되고, 서보모터는 다이나믹 브레이크가 동작하여 정지합니다.
이때 표시부에 알람 No.를 표시합니다.
본 항에 따라 알람의 원인을 제거 하십시오. 옵션의 MR Configurator(셋 - 업 소프트웨어)를 사용하면 발생 요인을 참조할 수 있습니다.

표시	명칭	내용	발생 요인	처치
AL.10	부족 전압	전원 전압이 저하됐습니다. MR - J3 - □A : AC160V 이하 MR - J3 - □A1 : AC83V 이하 MR - J3 - □A4 : AC280V 이하	1. 전원 전압이 낮음. 2. 60ms 이상의 제어 전원 순간 정지 전원이 있었음. 3. 전원 용량 부족으로 시동시 등 전원 전압이 강하했음. 4. 모선 전압이 다음의 전압 이하로 강하했음. MR - J3 - □A : DC200V MR - J3 - □A1 : DC158V MR - J3 - □A4 : AC380V	전원을 재점검 하십시오.
			5. 서보앰프 내의 부품 고장 조사방법 제어회로 전원 이외의 모든 케이블을 제거하고 전원을 ON으로 해도 알람(AL.10)이 발생하는지?	서보앰프를 교환 하십시오.
AL.12	메모리 이상1 (RAM)	RAM 메모리 이상	서보앰프내의 부품의 고장 조사방법 제어회로 전원 이외의 모든 케이블을 제거하고 전원을 ON으로 해도 알람(AL.12 · AL.13중 하나)이 발생하는지?	서보앰프를 교환 하십시오.
AL.13	클럭 이상	프린트 기판의 이상		
AL.15	메모리 이상2 (EEP - ROM)	EEP - ROM 이상	1. 서보 앰프내의 부품의 고장 조사방법 제어회로 전원 이외의 모든 케이블을 제거하고 전원을 ON으로 해도 알람(AL.15)이 발생하는지?	서보앰프를 교환해 주십시오.
			2. EEP - ROM의 기입 횟수가 10만회를 넘었음.	

표시	명칭	내용	발생 요인	처치
AL.16	검출기 이상1 (검출기 투입시)	검출기와 서보앰프의 통신에 이상이 있습니다.	1. 검출기 컨넥터(CN2)가 빠져 있음.	올바르게 접속해 주십시오.
			2. 검출기의 고장	서보모터를 교환해 주십시오.
			3. 검출기 케이블의 불량 (단선 또는 쇼트되어 있음.)	케이블 수리 또는 교환해 주십시오.
			4. 파라미터의 설정으로 검출기 케이블 종류(2선식, 4선식)의 선택을 잘못했음.	파라미터 No.PC22의 4자릿수째를 바르게 설정해 주십시오.
AL.17	기판 이상1	CPU · 부품 이상	서보앰프내의 부품 고장 조사방법 제어회로 전원 이외의 모든 케이블을 제거하고 전원을 ON으로 해도 알람(AL.17 · 19)이 발생하는지?	서보앰프를 교환 하십시오.
AL.19	메모리 이상3 (Flash - ROM)	ROM 메모리 이상		
AL.1A	모터 조합 이상	서보앰프와 서보모터의 조합이 잘못되었습니다.	서보앰프와 서보모터의 조합을 잘못 접속했음.	바르게 조합합니다.
AL.20	검출기 이상2	검출기와 서보앰프의 통신에 이상이 있었습니다.	1. 검출기 컨넥터(CN2)가 빠져 있음.	바르게 접속합니다.
			2. 검출기의 고장	서보모터를 교환해 주십시오.
			3. 검출기 케이블 불량 (단선 또는 쇼트되어 있음.)	케이블 수리 또는 교환해 주십시오.
AL.24	주회로 이상	서보앰프의 서보모터출력(U · V · W)이 지락됐습니다.	1. 전원 입력선과 서보모터 동력선이 접촉하고 있음.	배선을 수정 하십시오.
			2. 서보모터 동력선의 피복이 열화되어 지락됐음.	전선을 교환 하십시오.
			3. 서보앰프의 주회로가 고장났음. 조사방법 U · V · W의 동력선을 서보앰프에서 떼어내고 서보 ON해도 AL.24가 발생하는지?	서보앰프를 교환 하십시오.
AL.25	절대위치 소실	절대위치 데이터에 이상이 있었습니다.	1.검출기내의 전압저하 (배터리가 빠져 있음.)	알람이 발생하고 있는 상태에서 2~3분 방치하고 나서 전원을 차단하고 재차 투입해 주십시오. 반드시 재차 원점 세트를 실행해 주십시오.
			2. 배터리의 전압 저하	배터리를 교환하고, 반드시 재차 원점 세트를 실행해 주십시오.
			3. 배터리 케이블 불량 또는 배터리 불량	
		절대위치 검출시스템에 처음 전원이 투입됐습니다.	4. 원점 세트되어 있지 않음.	알람이 발생하고 있는 상태에서 2~3분 방치하고 나서 전원을 차단하고 재차 투입해 주십시오. 반드시 재차 원점 세트를 실행해 주십시오.

표시	명칭	내용	발생 요인	처치
AL.30	회생 이상	내장 회생 저항기 또는 회생옵션의 허용회생 전력을 초과했습니다.	1. 파라미터 No.PA02의 설정 미스	바르게 설정합니다.
			2. 내장 회생 저항기 또는 회생옵션을 접속하고 있지 않음.	바르게 접속합니다.
			3. 고빈도 운동과 연속회생 운동에 의해 회생옵션의 허용회생 전력을 초과했음. 조사방법 상태 표시에서 회생부하율을 조사합니다.	1. 위치결정 빈도를 떨어 뜨리십시오. 2. 회생옵션을 용량이 큰 것으로 변경하십시오. 3. 부하를 적게 하십시오.
			4. 전원 전압이 비정상적임. MR - J3 - □A : AC260V 이상 MR - J3 - □A1 : AC135V를 넘었음. MR - J3 - □A4 : AC535V 이상	전원을 재점검 하십시오.
			5. 내장 회생저항기 또는 회생옵션의 불량	서보앰프 또는 회생 옵션을 교환 하십시오.
		회생 트랜지스터 이상	6. 회생 트랜지스터가 고장났음. 조사방법 1. 회생옵션이 이상 과열하였습니다. 2. 내장 회생 저항기 또는 회생옵션을 떼어내도 알람이 발생하는지?	서보앰프를 교환 하십시오.
AL.31	과속도	회전속도가 순간 허용 회전속도를 초과했습니다.	1. 입력된 지령펄스 주파수가 지나치게 높음.	지령펄스를 바르게 설정 하십시오.
			2. 가속도 시정수가 작기 때문에 오버슈트가 큼.	가감속 시정수를 크게 하십시오.
			3. 서보계가 불안정하여 오버슈트됨.	1. 서보 게인을 적정값으로 재설정하십시오. 2. 서보 게인으로 설정 불능인 경우는 다음과 같이 하십시오. ① 부하과성 모멘트비를 작게 하십시오. ② 가감속 시정수를 재검토하십시오.
			4. 전자기어 비율이 높음. (파라미터 No.PA06, PA07)	바르게 설정 하십시오.
			5. 검출기의 고장	서보모터를 교환 하십시오.
AL.32	과전류	서보앰프의 허용 전류 이상의 전류가 흐릅니다.	1. 서보모터 동력선(U · V · W)이 단락했음.	배선을 수정 하십시오.
			2. 서보앰프의 트랜지스터(IPM)의 고장 조사방법 U · V · W를 제거하고 전원을 ON으로 해도 알람(AL.32)이 발생하는지?	서보앰프를 교환 하십시오.
			3. 서보모터 동력선(U · V · W)이 지락됐음.	배선을 수정 하십시오.
			4. 외래 노이즈에 의한 과전류 검출회로가 오동작했음.	노이즈 대책을 실행 하십시오.

표시	명칭	내용	발생 요인	처치
AL.33	과전압	컨버터 모선 전압의 입력값이 400V이상이 되었습니다. MR - J3 - □B(1) : DC400V 이상 MR - J3 - □B4 : DC800V 이상	1. 회생옵션을 사용하고 있지 않음.	회생옵션을 사용해 주십시오.
			2. 회생옵션을 사용하고 있지만 파라미터 No.PA02의 설정이" □□00 "(사용하지 않음.)이 되어 있음.	바르게 설정 하십시오.
			3. 내장 회생 저항기 또는 회생옵션의 리드선이 단선 또는 빠져 있음.	1. 리드선을 교환 하십시오. 2. 바르게 접속 하십시오.
			4. 회생 트랜지스터가 고장났음.	서보모터를 교환 하십시오.
			5. 내장 회생 저항기 또는 회생옵션의 단선.	1. 내장 회생 저항기의 경우, 서보앰프를 교환 하십시오. 2. 회생옵션의 경우, 회생옵션 교환 하십시오.
			6. 내장 회생 저항기 또는 회생옵션의 용량 부족.	회생옵션의 추가 또는 용량을 크게 하십시오.
			7. 전원전압이 높음.	전원을 재점검 하십시오.
			8. 서보모터 동력선(U · V · W)이 지락됐음.	배선을 수정해 주십시오.
AL.35	지령펄스 주파수 이상	입력된 수동 펄스 발생기의 펄스 주파수가 지나치게 높습니다.	1. 지령펄스 주파수가 지나치게 높음.	지령펄스 주파수를 적정하게 해 주십시오.
			2. 지령펄스에 노이즈가 혼입되고 있음.	노이즈 대책을 실행 하십시오.
			3. 지령 장치의 고장.	지령장치를 교환해 주십시오.
AL.37	파라미터 이상	파라미터의 설정값이 비정상입니다.	1. 서보앰프의 고장에 의해 파라미터의 설정값과 치환됐음.	서보앰프를 교환해 주십시오.
			2. 파라미터 No.PA02로 사용하는 서보앰프와 조합이 없는 회생옵션을 선택했음.	파라미터 No.02을 바르게 설정 하십시오.
			3. 파라미터의 기입등으로 EEP - ROM의 기록 횟수가 10만회를 넘었음.	서보앰프를 교환해 주십시오.
AL.45	주회로 소자 과열	주회로가 이상 과열됐습니다.	1. 서보앰프의 이상	서보앰프를 교환해 주십시오.
			2. 과부하 상태로 반복해서 전원을 ON/OFF했음.	운전 방법을 재검토 하십시오.
			3. 서보 앰프의 주위 온도가 55℃를 넘었음.	주위 온도가 0~55℃가 되도록 환경을 바꿔 주십시오.
			4. 밀착 장착의 사양을 넘어서 사용하고 있음.	사양의 범위내에서 사용해 주십시오.
AL.46	서보모터 과열	서보모터의 온도가 상승해서 서멀 프로텍터가 동작했습니다.	1. 서보모터의 주위 온도가 40℃를 넘었음.	주위온도가 0~40℃가 되도록 환경을 재검토 하십시오.
			2. 서보모터가 과부하 상태가 되어 있음.	1. 부하를 작게 하십시오. 2. 운전 패턴을 재검토 하십시오. 3. 출력이 큰 서보모터로 해주십시오.
			3. 검출기의 서멀 프로텍터가 고장임.	서보모터를 교환 하십시오.
AL.47	냉각팬 이상	서보앰프의 냉각팬의 회전이 정지했습니다. 또는 팬의 회전속도가 알람 레벨 이하가 됐습니다.	냉각 팬의 수명.(2.5절 참조)	서보 앰프의 냉각팬을 교환해 주십시오.
			팬에 이물질이 끼어서 회전이 정지됐음.	이물질을 제거해 주십시오.
			냉각 팬의 전원이 고장났음.	서보앰프를 교환해 주십시오.

표시	명칭	내용	발생 요인	처치
AL.50	과부하1	서보앰프의 과부하 보호 특성을 초과했습니다.	1. 서보앰프가 연속 출력 전류를 초과하여 사용하고 있음.	1. 부하를 적게 하십시오. 2. 운전 유형을 재검토 하십시오. 3. 출력이 큰 서보모터로 하십시오.
			2. 서보계가 불안정하게 헌팅되어 있음.	1. 가감속을 반복하여 오토튜닝을 실행 하십시오. 2. 오토튜닝의 응답성 설정을 변경 하십시오. 3. 오토튜닝을 OFF 하여 매뉴얼로 게인을 조정 하십시오.
			3. 기계에 충돌했음.	1. 운전 유형을 재검토 하십시오. 2. 리미트 스위치를 설치 하십시오.
			4. 서보모터의 접속 오류 서보앰프의 출력단자 U · V · W와 서보모터의 입력단자 U · V · W가 맞지 않음.	바르게 접속 하십시오.
			5. 검출기의 고장 조사방법 서보 OFF상태에서 서보모터축을 회전시켰을 때, 귀환펄스 누적이 축의 회전각에 비례하여 변화하지 않고, 도중에 숫자가 뛰어 넘거나 복귀하거나 합니다.	서보모터를 교환 하십시오.
AL.51	과부하2	기계 충돌 등으로 최대 출력 전류가 몇 초간 연속해서 흘렀습니다. 서보모터 록일때 : 1s 이상 운전중 일때 : 2.5s 이상	1. 기계에 충돌했음.	1. 운전 유형을 재검토 하십시오. 2. 리미트 스위치를 설치 하십시오.
			2. 서보모터의 접속 오류 서보앰프의 출력단자 U · V · W와 서보모터의 입력단자 U · V · W가 맞지 않음.	바르게 접속하십시오.
			3. 서보계가 불안정하게 헌팅되어 있음.	1. 가감속을 반복해서 오토튜닝을 실행하십시오. 2. 오토튜닝의 응답성 설정을 변경하십시오. 3. 오토튜닝을 OFF 하여 매뉴얼로 게인을 조정 하십시오.
			4. 검출기의 고장 조사방법 서보 OFF상태에서 서보모터축을 천천히 회전시켰을 때, 회전각에 비례하여 귀환펄스 누적이 변화하지 않고, 도중에 숫자가 날아가거나 복귀하거나 합니다.	서보모터를 교환하십시오.

표시	명칭	내용	발생 요인	처치
AL.52	오차과대	모델 위치와 실제 서보모터 위치와의 편차가 3회전을 넘었습니다. (1.2절 기능 블럭도 참조)	1. 가속 시정수가 작음.	가속 시정수를 크게 해 주십시오.
			2. 정전 토크 제한(파라미터 No.PA11), 역전 토크 제한(파라미터 No.PA12)이 작음	토크 제한값을 올려 주십시오.
			3. 전원 전압 강하에 의한 토크 부족으로 기동 불가.	1. 전원 설비 용량을 재검토 하십시오. 2. 출력이 큰 서보모터로 하십시오.
			4. 위치제어 게인(파라미터 No.PB08)의 값이 작음.	설정값을 크게해서 적정하게 동작하도록 조정 하십시오.
			5. 외력에 의해 서보모터 축이 회전되었음.	1. 토크 제한하고 있는 경우, 제한값을 크게 하십시오. 2. 부하를 작게 하십시오. 3. 출력이 큰 서보모터로 하십시오.
			6. 기계에 충돌했음.	1. 운전 패턴을 재검토 하십시오. 2. 리미트 스위치를 설치 하십시오.
			7. 검출기의 고장	서보모터를 교환해 주십시오.
			8. 서보모터의 접속 오류. 서보앰프의 출력단자 U · V · W와 서보모터의 입력단자U · V · W가 맞지 않음.	바르게 접속 하십시오.
AL.8A	시리얼 통신 타임아웃 이상	RS422 통신이 규정 시간 이상 끊겼습니다.	1. 통신 케이블이 단선됐음.	통신케이블을 수리 또는 교환 하십시오.
			2. 규정 시간보다 통신 주기가 길어 졌음.	통신 주기를 짧게 해 주십시오.
			3. 프로토콜이 잘못되어 있음.	프로토콜을 수정 하십시오.
AL.8E	시리얼 통신 이상	서보앰프와 통신기기(PC 등)사이에 시리얼 통신 불량이 생겼습니다.	1. 통신케이블 불량 (단선 또는 쇼트되어 있음.)	케이블을 수리 또는 교환 하십시오.
			2. 통신기기(PC 등)의 고장	통신 기기(PC 등)를 교환 하십시오.
(주) 88888	워치 도그	CPU · 부품 이상	서보앰프내의 부품 고장 조사방법 제어회로 전원 이외의 모든 케이블을 제거하고 전원을 ON으로 해도 알람 (88888)이 발생하는지?	서보앰프를 교환 하십시오.

(주) 전원 투입시에 일순간" 88888 "이 표시되지만, 이상은 아닙니다.

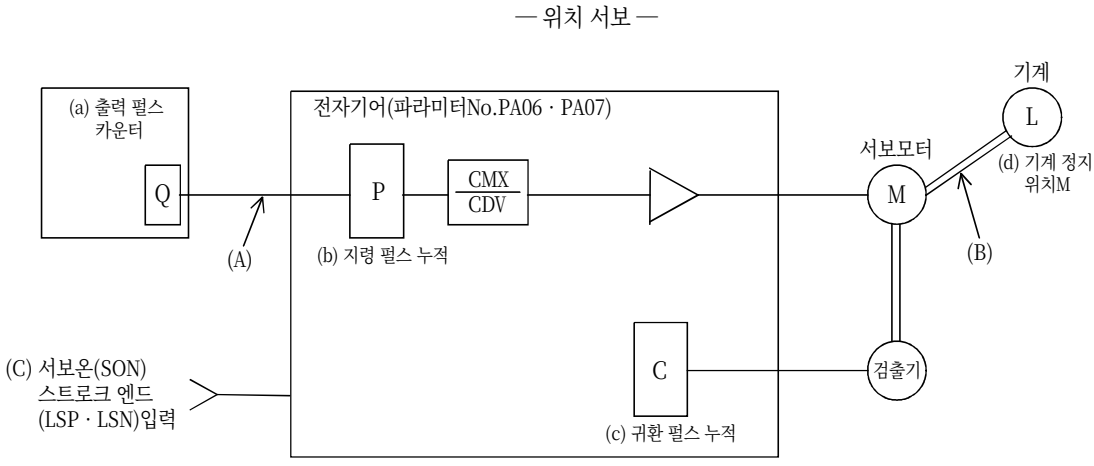
8. 5 경고

AL.E6 및 AL.EA가 발생하면 서보 OFF 상태가 됩니다. 그 외의 경고가 발생한 경우, 운전은 계속할 수 있지만, 알람이 되거나 정상적으로 동작하지 않게 되는 경우가 있습니다.
본 항에 따라서 경고의 원인을 제거해 주십시오. 옵션인 MR Configurator(셋 - 업 소프트웨어)를 사용하면 경고 발생 요인을 참조할 수가 있습니다.

표시	명칭	내용	발생 요인	처치
AL.92	배터리 단선 경고	절대위치 검출시스템용 배터리의 전압이 저하했습니다.	1. 배터리 케이블이 단선되어 있음.	케이블 수리 또는 배터리를 교환 하십시오.
			2. 서보앰프로부터 검출기에 공급되는 배터리의 전압이 약 3V 이하로 저하 됐음.(검출기로 검출)	배터리를 교환 하십시오.
AL.96	원점 세트 미스 경고	원점 세트가 안됐습니다.	1. 인포지션 범위 설정값 이상의 잔류펄스가 남아 있음.	잔류펄스의 발생 요인을 제거 하십시오.
			2. 잔류펄스 소거후에, 지령펄스가 입력되었음.	잔류펄스의 소거후에, 지령펄스를 입력하지 않도록 하십시오.
			3. 크리프속도가 높음.	크리프속도를 내려 주십시오.
AL.99	스트로크 리미트 경고	지령 회전 방향의 리미트 스위치(LSP 또는 LSN)이 OFF가 되었습니다.	리미트 스위치가 유효하게 되었음.	LSP · LSN가 ON이 되도록 운전펄스를 바꿔 주십시오.
AL.9F	배터리 경고	절대위치 검출 시스템용 배터리의 전압이 저하됐습니다.	배터리의 전압이 3.2V 이하로 저하됐음.(서보앰프로 검출)	배터리를 교환 하십시오.
AL.E0	과회생 경고	회생 전력이 내장 회생 저항기 또는 회생옵션의 허용 회생 전력을 넘을 가능성이 있습니다.	내장 회생 저항기 또는 회생옵션의 허용 소생 전력의 85%가 되었음. 조사방법 상태 표시로 회생 부하율을 조사합니다.	1. 위치결정 빈도를 내려 주십시오. 2. 회생옵션을 용량이 큰 것으로 변경 하십시오. 3. 부하를 작게 하십시오.
AL.E1	과부하 경고1	과부하 알람 1 · 2가 될 가능성이 있습니다.	과부하 알람1 · 2 발생 레벨의 85% 이상의 부하가 되었음. 요인 · 조사방법 AL.50, AL.51을 참조 하십시오.	AL.50 · AL.51을 참조 하십시오.
AL.E3	절대위치 카운터 경고	절대위치 검출기의 펄스에 이상이 있습니다.	1. 검출기에 노이즈가 혼입됐음.	노이즈 대책을 실행 하십시오.
			2. 검출기의 고장	서보모터를 교환 하십시오.
		절대위치 검출기의 다회전 카운터값이 최대 회전 범위를 넘었습니다.	3. 원점으로부터 이동량이 32767 회전 또는 - 32768 회전을 넘었음.	재차 원점 세트를 실시해 주십시오.
AL.E5	ABS 타임아웃 경고		1. 프로그래머 풀 콘트롤러의 래더 프로그램 미스	프로그램을 수정하십시오.
			2. 역전 시동(ST2) · 토크 제한중(TLC) 결선 오류.	바르게 접속하십시오.
AL.E6	서보 비상정지 경고	EMG가 OFF가 되어 있습니다.	비상정지가 유효하게 되었음. (EMG를 OFF로 했음.)	안전을 확인하고, 비상정지를 해제하십시오.
AL.E8	냉각팬 회전수 저하 경고	서보앰프의 팬 회전속도가 경고 레벨 이하로 되었습니다. 냉각팬 부착 서보앰프중에서 MR - J3 - 70A · 100A에서는 이 경고는 표시되지 않습니다.	냉각팬의 수명.(2.5절 참조)	서보앰프의 냉각팬을 교환해 주십시오.
			냉각팬의 전원이 고장났음.	서보앰프를 교환해 주십시오.
AL.E9	주회로 OFF 경고	주회로 전원 OFF의 상태에서 서보ON신호(SON)를 ON했습니다.		주회로 전원을 ON으로 해 주십시오.

표시	명칭	내용	발생 요인	처치
AL.EA	ABS 서보ON 경고	절대위치 데이터 전송모드가 된 이후 1s이상 경과한 다음 서보ON 신호(SON)를 ON으로 했습니다.	1. 프로그래머 풀 콘트롤러의 래더 프로그램 미스	프로그램을 수정해 주십시오.
			2. 서보ON(SON) 결선 오류	올바르게 접속해 주십시오.
AL.EC	과부하 경고2	서보모터의 U · V · W중 어느 하나의 특정 상에 집중해서 정격을 넘는 전류가 흐르는 운전이 반복됩니다.	정지시에 모터의 U · V · W중 한 특정상에 전류가 집중해서 흐르는 상태가 반복 발생하고 경고 레벨을 넘었음.	1. 특정 위치결정 어드레스에서의 위치결정 빈도를 내려 주십시오. 2. 부하를 작게 해 주십시오. 3. 서보앰프 · 서보모터의 용량을 큰 것으로 교환해 주십시오.
AL.ED	출력 와트 오버 경고	서보모터의출력와트수(속도×토크)가 정격출력을 넘는 상태가 정상적으로 계속됐습니다.	서보모터의 출력 와트수(속도×토크)가 정격 출력의150%를 넘은 상태로 연속 운전되었음.	1. 서보모터 회전속도를 내려 주십시오. 2. 부하를 작게 해 주십시오.

8. 6 위치 차이(어긋남) 발생시의 원인 조사방법



위의 그림에서, (a) 출력 펄스 카운터 · (b) 지령 펄스 누적 표시, (c) 귀환 펄스 누적 표시 · (d) 기계 정지 위치는, 위치 차이 발생시의 확인 부분입니다.
또한, (A)(B)(C)는 위치 차이 요인을 나타냅니다. 예를 들면, (A) 위치결정 장치와 서보앰프의 배선에 노이즈가 실려, 펄스를 미스 카운트 한 것을 나타냅니다.
위치가 어긋나지 않는 정상적인 상태에서는, 다음의 관계가 성립합니다.

① Q=P(위치결정 장치의 출력 카운터=서보앰프 지령 펄스 누적)

② $P \cdot \frac{CMX(\text{파라미터No.PA06})}{CDV(\text{파라미터No.PA07})}$

= C (지령펄스 누적×전자기어=귀한 펄스 누적)

③ $C \cdot \Delta \ell = M$(귀환 펄스 누적×1펄스당의 이동량=기계 위치)

위치 차이는, 다음의 순서로 확인합니다.

① Q≠P 때
위치결정 장치와 서보앰프의 펄스열 신호의 배선에 노이즈가 실려, 펄스를 미스 카운트 했습니다. (요인 A)

② $P \cdot \frac{CMX}{CDV} \neq C$의 경우

동작중에 서보 온 신호(SON), 정전 · 역전 스트로크 엔드 신호(LSP · LSN)를 OFF 했습니다. 또는, 클리어 신호(CR)를 ON 했습니다. (요인 D)

③ $C \cdot \Delta \ell \neq M$의 경우
검출기 케이블의 배선에 노이즈가 실려, 펄스를 미스 카운트 했습니다. 또는, 서보모터와 기계의 사이에, 기계적인 슬립을 일으켰습니다.

부록1. 제원 기호

부록 표1. 제원 기호 일람표

Ta	: 가속 토크	[N · m]
Td	: 감속 토크	[N · m]
T_{Ma}	: 가속시 필요한 모터 토크	[N · m]
T_{Md}	: 감속시 필요한 모터 토크	[N · m]
T_L	: 모터축 환산 부하 토크	[N · m]
T_U	: 언밸런스 토크	[N · m]
T_F	: 부하 마찰 토크	[N · m]
T_{LO}	: 부하축 상에서의 부호 토크	[N · m]
Trms	: 모터축 환산의 연속 실효 부하 토크	[N · m]
T_M	: 모터 정격 토크	[N · m]
T_{mmax}	: 모터 최대 토크	[N · m]
J_L	: 모터축 환산 부하 관성 모멘트	[kg · cm^2]
J_{LO}	: 부하축 상에서의 부하 관성 모멘트	[kg · cm^2]
J_M	: 모터 자신의 회전자 관성 모멘트	[kg · cm^2]
Nr	: 모터 정격 회전속도	[r/min]
No	: 최고 기계 속도시의 모터 회전속도	[r/min]
N	: 모터 회전속도	[r/min]
Vo	: 최고 기계 속도	[mm/min]
V	: 기계의 속도	[mm/min]
P_B	: 볼 - 스크류의 리드	[mm]
Z_1	: 모터축 측의 기어의 톱니수	
Z_2	: 부하축 측의 기어의 톱니수	

감속비 $1/n = \frac{Z_1}{Z_2}$

1/n < 1일 때 감속, 1/n > 1일 때 증속(가속)

P_f	: 피드백 펄스수	[pulse/rev]
f_{cl}	: 전자기어 출력 펄스 주파수	[pps]
f_c	: 전자기어 입력 펄스 주파수	[pps]
f_0	: 최고 기계 속도시의 입력 펄스 주파수	[pps]
Tpsa	: 지령 펄스 주파수의 가속시간	[s]
Tpsd	: 지령 펄스 주파수의 감속시간	[s]
K_P	: 위치 루프 게인	[s^{-1}]
T_P	: 위치 루프 시정수(TP=1/Kp)	[s]
$\Delta\ell_0$	: 전자기어 출력 1펄스당의 이송량	[mm/pulse]
$\Delta\ell_c$	: 전자기어 입력 1펄스당의 이송량	[mm/pulse]
ℓ	: 1회전당의 이송량	[mm]
P	: 지령 입력 펄스수	[pulse]
t_f	: 1운전 사이클	[s]
t_o	: 위치결정 시간	[s]
t_{st}	: 정지시간	[s]
t_c	: 정격 운전시간	[s]
t_s	: 정지 정정(整正)시간	[s]
m	: 이너셔비(m=JL/JM)	
ε	: 잔류 펄스수	[pulse]
Δε	: 위치결정 정도	[mm]
ΔS	: 모터 1회전당의 이송량	[mm]

예 볼 - 스크류의 경우

직결일 때 $\Delta S = P_B$

감속비 1/n일 때 $\Delta S = P_B \cdot 1/n$

비고 1. 관성 모멘트의 단위를 GD^{2}로 나타내는 경우, GD^2=4×J가 됩니다.

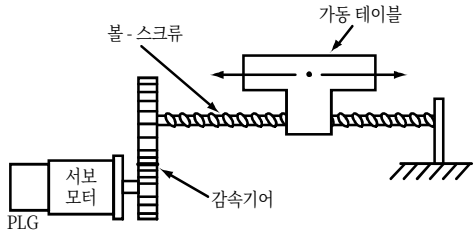
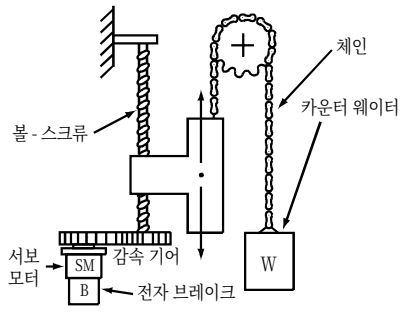
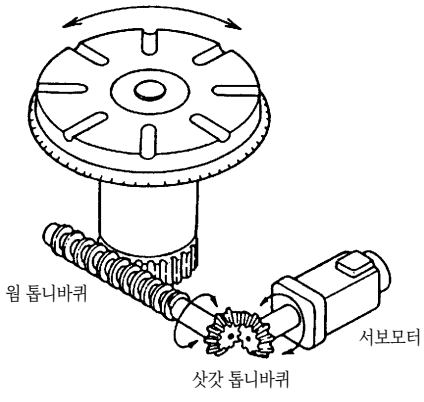
2. 단위계로 1kg · m^2=10000kg · cm^2

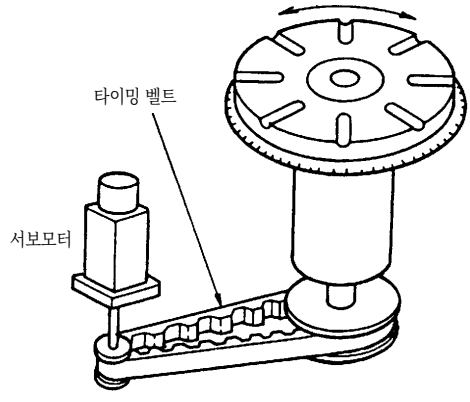
3. 본 제원 기호는 서보앰프를 주체로 하며 입력 및 출력의 관계로 기술하고 있습니다.
위치결정 지령 장치측에서 생각했을 때는
예를 들어, 전자기어 입력 펄스 주파수 f_c→지령 출력 펄스 주파수
전자기어 입력 1펄스당의 이송량 $\Delta\ell_c$→지령 출력 1펄스당의 이송량(지령 최소 전송 단위)로 읽고 바꿉니다.

부록2. 구동계의 종류

(1) 운동 방향의 종류

서보모터에 의한 기계의 구동 방식에는 많은 종류가 있습니다, 목적(요구 정밀도, 전송 정밀도, 주행 거리,작업시의 기계 동작 내용 등)에 대응해 구분하여 사용할 수가 있습니다.
이러한 구동계 기구부를, 분류하여 서보모터와의 관련성을 고려하여 분류하는데, 우선 기계의 운동 방향의 분류를 아래에 나타냅니다. 직선 운동은 지령 단위로서 ㎜, 회전 운동의 경우에는 각도 또는 분할 수가 사용됩니다.
수직 방향 운동의 경우 마이너스 토크가 발생하므로 용량 검토에 주의가 필요합니다.

<table>
<tr><td rowspan="2">직선운동</td><td colspan="2">운동방향의 구분</td></tr>
<tr><td>서보앰프</td><td>수직방향(승강)</td></tr>
<tr><td></td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td></td><td>● 볼 - 스크류를 비롯해서 랙&피니언, 벨트 등을 이용하여 각종 기계의 테이블 전송이나 반송기에 사용되는 가장 일반적인 구동 형태</td><td>● 반송기의 승강축이나, 로보트 상하축 등에 사용되는 구동 형태. 그림과 같이 부하 밸런스용의 카운터 웨이트를 붙이는 것이 많고, 또 정전시의 흘러내림 방지를 위해서 전자 브레이크 부착 모터를 사용합니다.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">회전 운동</td><td colspan="2"> 

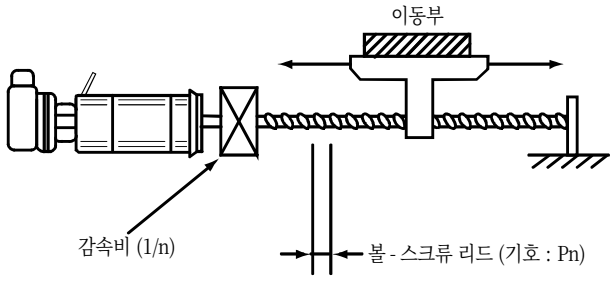
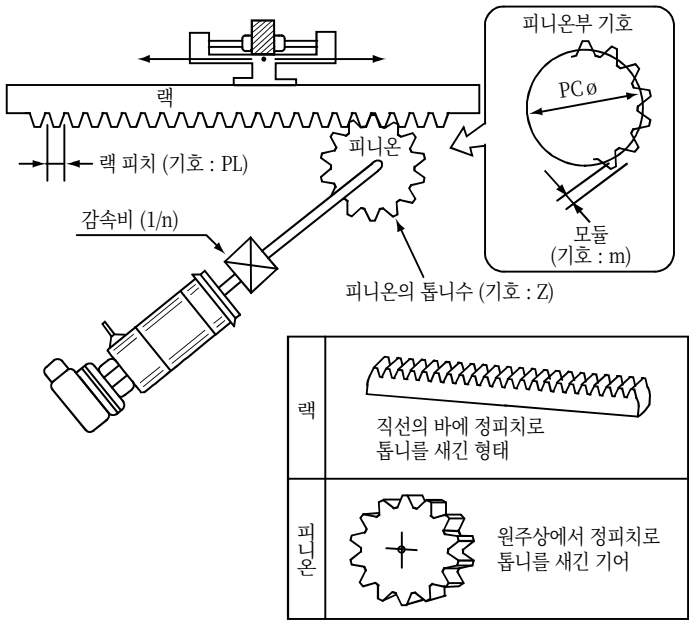
[예1. 기어에 의한 연결]


[예2. 벨트에 의한 연결]</td></tr>
<tr><td colspan="2">● 인덱스 테이블 등의 회전축에 사용되는 구동 형태
일반적으로 부하축(테이블 회전축)의 회전속도는 작고, 기어 혹은 풀리 치수비에 의해 감속하여 사용하는 것이 많습니다.</td></tr>
</table>

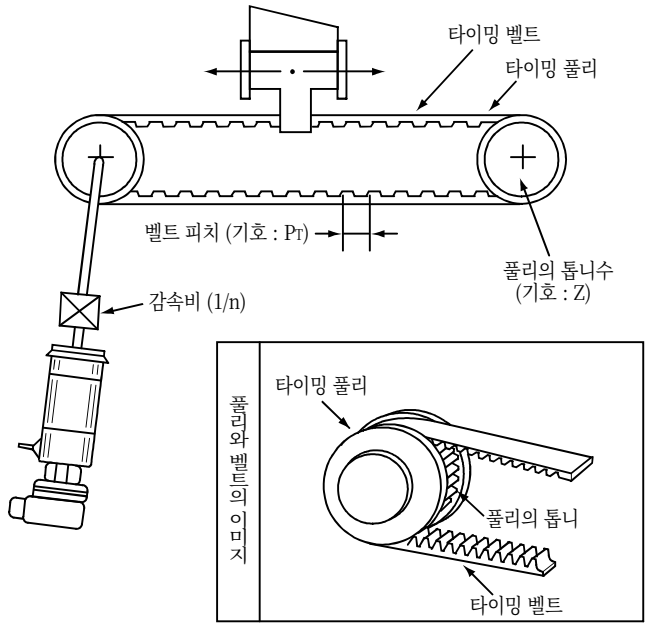
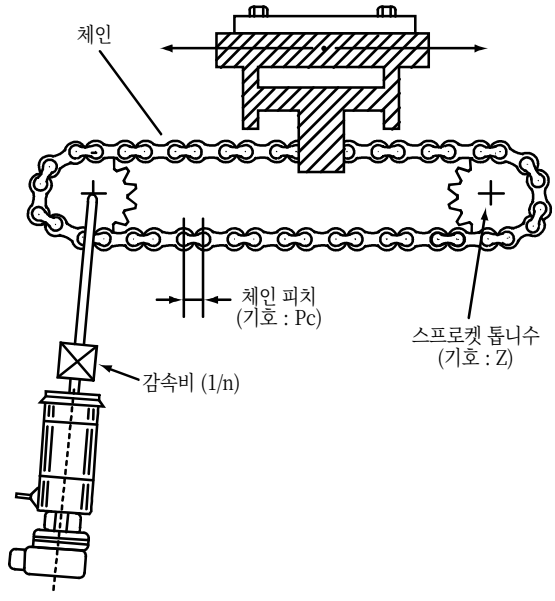
부록 그림1 운전 방향의 종류

(2) 구동 방식의 실제 예

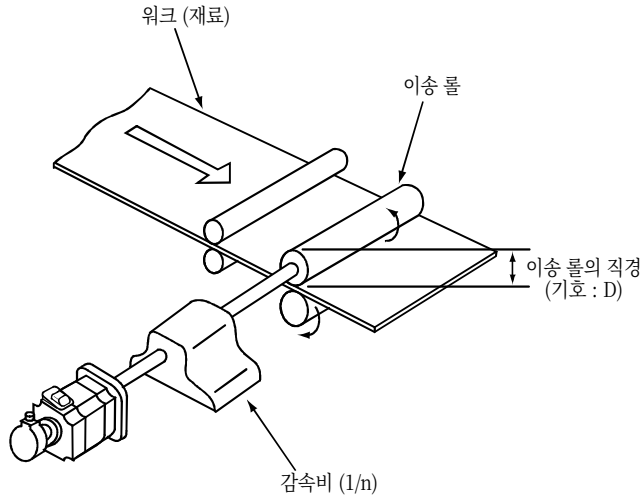
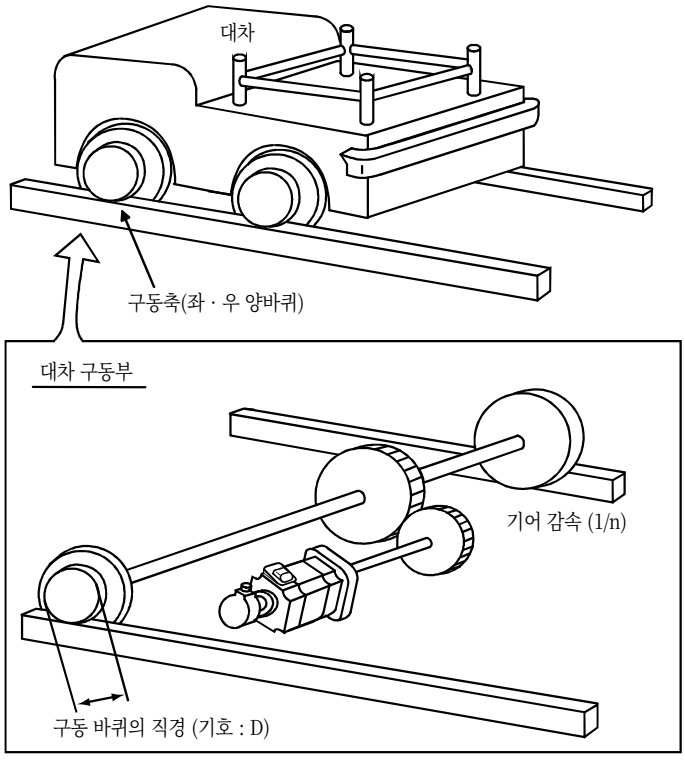
위치 서보에 의한 위치결정 제어를 실시하는 경우, 1펄스당의 기계의 이동량이 기본이 됩니다.
그것을 계산하는 경우, 모터 1회전당의 기계 이동량(기호 : ΔS, 단위 : ㎜)을 결정해 둘 필요가 있습니다.
(1)에 나타낸 직선 운동에 이용되는 각종 구동계의 개요를 그림으로 가리켜 기본적인 공식에 대해 설명합니다.

구동 방식의 종류		특징과 기본 공식
① 볼 - 스크류		● 비교적 짧은 이동 거리에서 고정밀도의 위치결정을 실시하는 경우의 대표적인 구동 방식. ● 왼쪽 그림에 나타내는 볼 - 스크류 리드가 작아질수록 정밀도는 높고, 전송 정밀도는 낮아집니다. (구동 서보가 동일한 경우) 기본 공식 모터 1회전당의 이동량 $\Delta S(mm)=P_B(mm)\cdot 1/n$ 감속기가 없고 커플링 직결의 경우에는 $\Delta S=P_B$
② 랙 & 피니온		● 비교적 긴 거리의 위치결정에 사용되는 구동 방식. ● 통상적으로, 피니언측이 고정되어 랙측이 이동하는 방식이 많지만, 랙 고정으로 피니언측이 모터부를 포함하여 이동하는 경우도 있습니다. 기본 공식 $\Delta S(mm)=P_L(mm)\cdot Z\cdot 1/n$ 또는 $\Delta S=PC\phi\cdot\pi\cdot 1/n$

부록 그림2 구동 방식(그 외1)

구동 방식의 종류		특징과 기본 공식
③ 타이밍벨트		● 대형 반송기에서 정밀 기계까지의 넓은 분야에서, 사용되고 있는 구동 방식. ● 일반의 모터에서 많이 이용되는 V벨트나 평벨트와 달리, 풀리와 벨트의 이빨이 맞물려 보내기 때문에, 미끄럼짐에 의한 오차는 없습니다. 다만, 벨트의 재질에 따라서는, 마모 등, 경년 변화에 의한 정밀도 저하가 발생하기 때문에, 유지*보수에 대한 배려가 필요. 또한, 벨트 피치는 인치계로 제작되고 있으며 지령 펄스와 이송량의 설정을 생각하는 경우, mm환산에서는 끝수가 생기므로 주의가 필요. 기본 공식 $\Delta S(mm) = P_T(mm) \cdot Z \cdot 1/n$
④ 체인		● 주로 대형의 반송기계에 사용되는 것이 많은 구동 방식. ● 장거리를 고속으로 전송하는 경우에 적합합니다. ● 체인 피치는 타이밍 벨트 같이 인치계이며, 이송량 설정에는 주의가 필요. 또 초기 늘어남이 생겨 정밀도에 영향을 미칠 것을 고려하여 넣는 대책이 필요합니다. 기본 공식 $\Delta S(mm) = P_C(mm) \cdot Z \cdot 1/n$

부록 그림2 구동 방식(그 외2)

구동 방식의 종류		특징과 기본 공식
⑤ 롤 - 피더		● 롤을 회전시켜 마찰력에 의해 워크를 전송하는 방식. ● 프레스 머신용 롤 피더로 대표되는 정치수 이송이나, 필름 시트, 종이 등의 전송 (드로 제어나 커터 등)에 많이 이용되고 있습니다. ● 위치결정 정밀도를 향상시키기 위해서는, 롤과 재료간의 미끄러짐(슬립)을 방지, 롤을 정확한 진원으로 가공할 필요가 있습니다. ● 원래 π가 무리수인 것으로부터, 지령 펄스와 이송량의 환산의 끝수는 피하는 보정이 필요합니다. 기본 공식 $\Delta S(mm) = \pi \cdot D(mm) \cdot 1/n$
⑥ 대차 주행		● 주행 대차를 지탱하는 부분에 서보모터를 탑재하고, 주행의 구동원으로서 이용하는 방식. ● 왼쪽 그림과 같이, 구동용의 차바퀴를 서보모터가 회전시키는 방식이 일반적 이지만, 차바퀴와 레일간의 미끄럼이 발생하지 않게 충분한 배려가 필요합니다. ● 왼쪽 그림 이외의 방식으로서는, 랙&피니언을 이용하여, 랙 고정에서 피니언부를 주행시키는 기구도 많이 이용되고 있습니다. 기본 공식 (왼쪽 그림의 경우) $\Delta S(mm) = \pi \cdot D(mm) \cdot 1/n$

부록 그림2 구동 방식(그 외3)

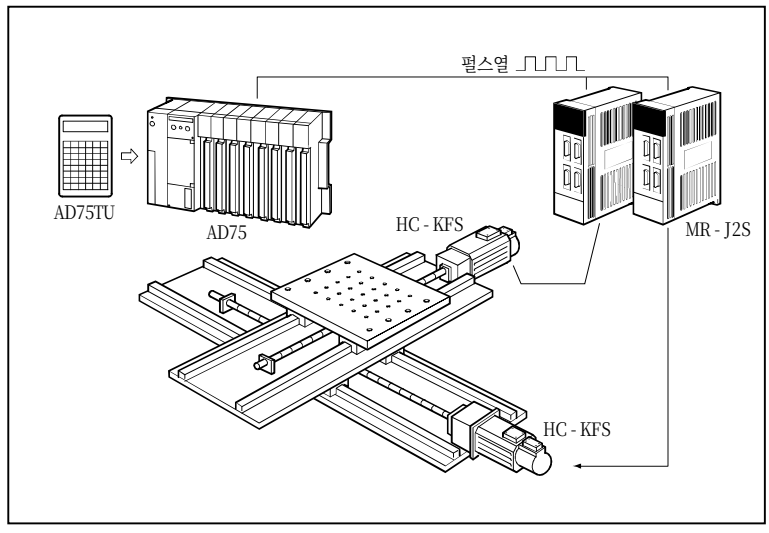
부록3. 응용 사례

서보모터를 이용한 대표적인 응용 사례 몇 가지를 아래와 같이 나타냅니다.

(1) X-Y테이블

□ 시퀀서 MELSEC - A시리즈로, 임의에 프로그램을 짜 연속적으로 X-Y전용 테이블을 AC서보에 의해 고속, 고정밀의 위치결정을 실시합니다.

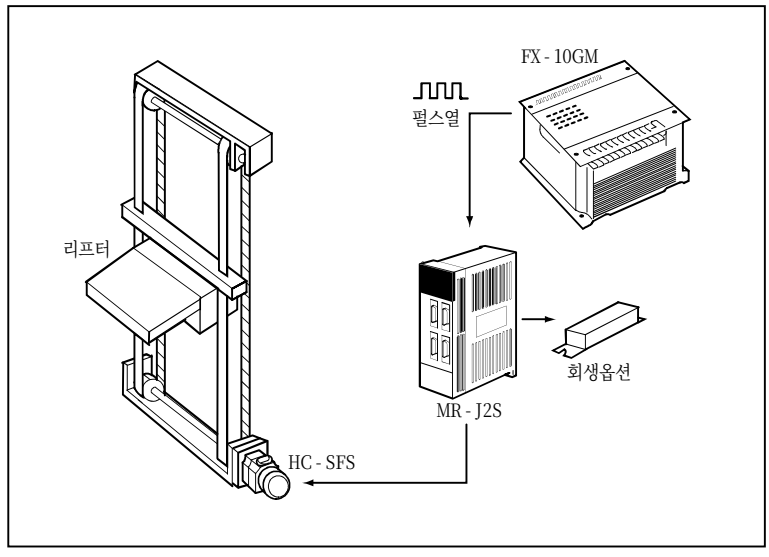
■ 사용 기기
HC - KFS형 서보모터
MR - J2S형 서보앰프
AD75형 2축 위치결정 유닛



(2) 반송기 (수직)

□ FX - 10GM위치결정 유닛의 프로그램에 의해 승강 리프터의 반송 위치결정을 실시합니다. 정전시 낙하 방지를 위해 전자 브레이크 부착 서보모터를 사용합니다.

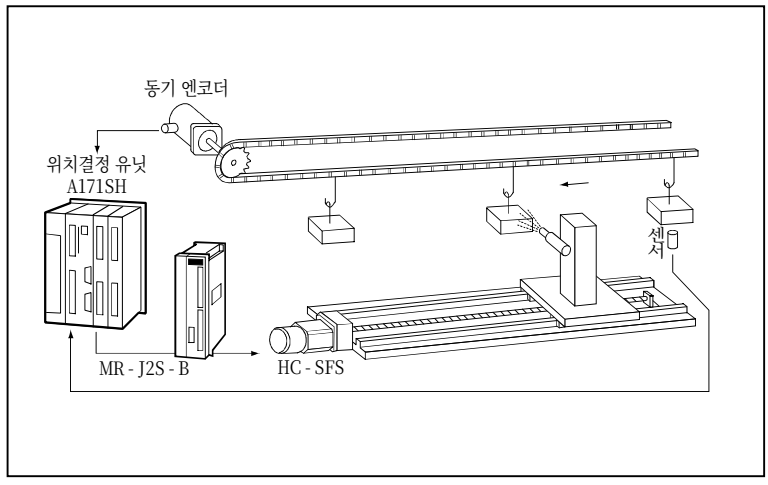
■ 사용 기기
HC - SFS형 서보모터
MR - J2S형 디지털 서보앰프
MR - RB□형 회생옵션
FX - 10GM형 위치결정 유닛



(3) 동기 전송 (도장 라인)

□ 센서에 의해 제품의 위치를 검출하여 엔코더 신호에 의해 동기 전송을 합니다. 소정 거리에서 보낸 다음 원래 위치로 돌아와, 다음 제품의 도착을 기다립니다.

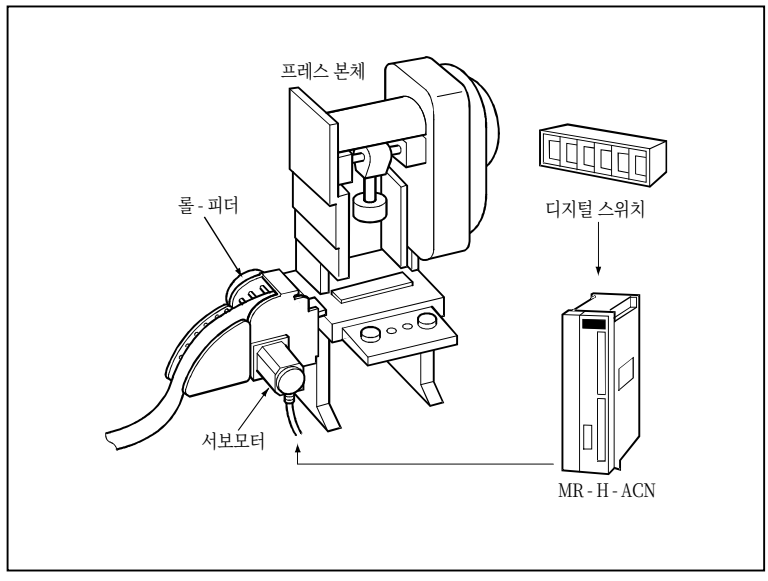
■ 사용 기기
HC - SFS형 서보모터
MR - J2S - B형 서보앰프
A171SH형 모션 콘트롤러
동기용 엔코더



(4) 프레스 · 롤 피더

□ AC 서보모터로, 피드 롤을 구동하여, 재료를 정치수 길이만 공급합니다. 재료는 프레스 헤드가 상승중에 프레스에 공급되어 위치결정 완료 후, 뚫립니다. 이송량은, 외부 디지털 스위치에서 서보앰프에 지령합니다.

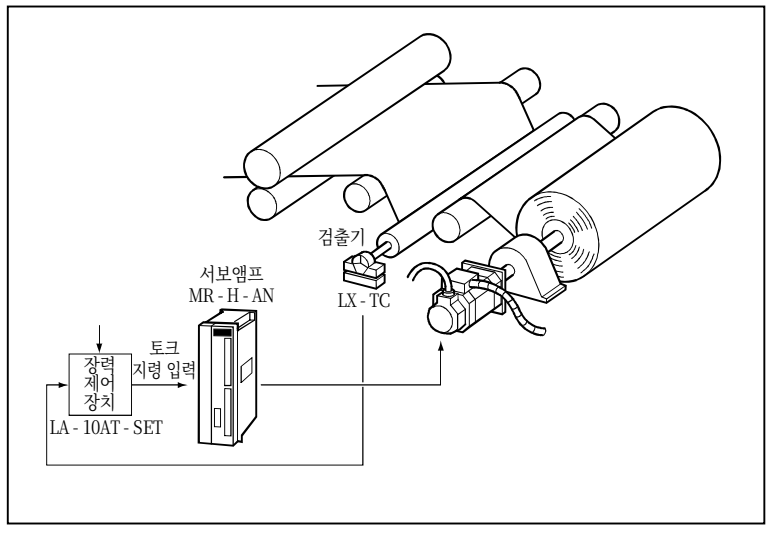
■ 사용 기기
HC - SF형 서보모터
MR - H - ACN형 1축 앰프
내장 콘트롤러



(5) 토크제어 (장력제어)

□ 토크제어 모드의 디지털 서보와 장력 검출기 · 장력 제어장치를 조합하여, 시트재를 감아 장력제어를 실시합니다.

■ 사용 기기
HC - SF형 서보모터
MR - HAN형 서보앰프
LX - TC형 장력 검출기
LA - 10AT - SET 장력 제어장치

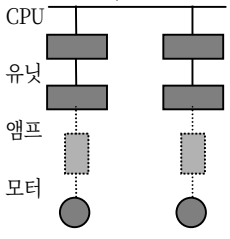
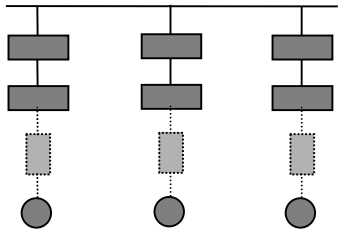


MEMO

콘트롤러 위치결정 유닛 타입		유닛 종류	FX2N-1PG	FX2N-10PG	FX2N-10GM	FX2N-20GM	QD75D1 QD75P1	QD75D2 QD75P2	QD75D4 QD75P4
시스템 구성	PC간 네트워크 CPU 위치결정 유닛 서보앰프 서보모터	(주) ① 콘트롤러/앰프 사이의 실선은 패스 접속을 나타냅니다 ② 파선은 펄스열을 나타냅니다	CC - LINK(MNET/MINI) CPU 유닛 앰프 모터				MELSECNET/H		
I/F 사양	위치결정 유닛~앰프	펄스열/ 버스 접속	펄스열				펄스열		
지령 언어 (사용 언어)		*	언어 레스+래더		데이터 테이블 방식		데이터 테이블 방식+래더		
엔코더 사양		INC/ABS 방식	INC/ABS	INC/ABS	INC/ABS		INC/ABS		
최대 제어 가능 축 수			1축	1축	1축	2축	1축	2축	4축
출력 펄스 주파수			10KPPS	100KPPS	200KPPS	200KPPS	QD75D□ : 1MPPS (차동 드라이버) QD75P□ : 200KPPS (오픈 콜렉터)		
보간제어 기능			*	*	*	직선/원호	*	직선/원호보간	
주요한 제어 기능			위치/속도	위치/속도	위치/속도	위치/속도	위치/속도/위치 · 속도 전환/ 속도 · 위치 전환/정치수 이송		
위치결정 유닛/콘트롤러군의 기종 선정의 포인트 및 장점		① 서보 제어 축 수	소규모 축 제어용	소규모 축 제어용	1축 제어용	2축 제어용	1축 제어용	2축 제어용	4축 제어용
		② 시퀀스 기능 (I/O 점수) (메모리 용량)	위치결정 데이터는, 모두 래더, 소규모 I/O 시스템용		FX2N, FX2NC 와 접속 단독시는 3.8K 스텝	FX2N, FX2NC 와 접속 단독시는 7.8K 스텝	QCPU는 임의로 선택 가능. 위치 데이터는 데이터 테이블 방식 (600 포인트/축)		
		③ 서보 제어 기능	간단 위치 결정용	간단 위치 결정용	1축	2축의 직선 원호보간 기능 있음	1축	직선, 원호보간 제어, 속도 · 위치제어, 위치 · 속도제어, 정치수 이송 외	
		④ 가격 퍼포먼스 그 외	소형에서 저렴한 시스템. CPU와의 조합으로 사용.	소형에서 저렴한 시스템. CPU와의 조합으로 사용.	소형에서 저렴한 시스템. 단독으로 사용가능.	소형에서 저렴한 시스템. 단독으로 사용가능.	소형(1슬롯 32점 점유), 저렴. CPU~유닛 사이는 래더 위치결정 유닛~서보앰프 사이는 펄스열, 케이블 길이는 제약 있음. 전자기어는 QD75, 서보앰프 양쪽 모두 사용가능 위치 데이터는 플래시 ROM에 저장 (배터리 불필요)		
적용 서보앰프 시스템군		*	MR - J2 - Jr MR - J2S - A MR - J3 - A 그 외 펄스열 I/F 방식은 모두 사용가능.				MR - J2 - Jr MR - J2S - A MR - J3 - A 그 외 펄스열 I/F 방식은 모두 사용가능.		
주변 기기	위치결정용 프로그래밍 툴 및 S/W 패키지		GX Developer FX - 20P FX - 10P		E - 20P FX - PCS - VPS/WIN		(Windows 판) GX Configurator - QP		

<특기 사항>

1. CC - Link 대응의 서보앰프는 MR - J2S - CP - S084형이 됩니다. 서보앰프 접속 대수는 마스터 유닛 1대로 최대 42대(1국 점유시), 2국 점유시는 21대가 됩니다.
2. CC - Link 대응의 인버터는, 아래와 같이.
   ① FR - A500 시리즈는, 내장 오션 FR - A5NC를 장착. 접속 대수는 마스터 유닛 1대로 최대 42대(리모트 디바이스국, 로컬국에 의해 접속 대수는 다릅니다)
   ② FR - E500 시리즈는 FR - E520 - 0.1KN~FR - E520 - 7.5KN과 형명이 다릅니다.
3. A273UHCPU 의 기본 베이스에는, 시퀀서 A시리즈용 특수 유닛은 장착할 수 없습니다.

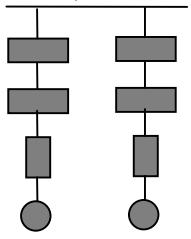
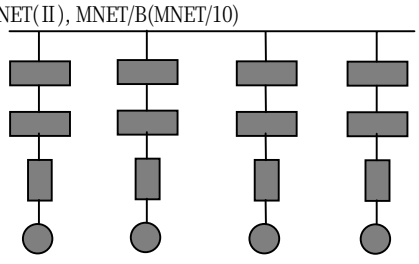
QD70P4	QD70P8	AD75P1-S3 A1SD75P1-S3	AD75P2-S3 A1SD75P2-S3	AD75P3-S3 A1SD75P3-S3
MELSECNET/H  		MNET(Ⅱ), MNET/B(MNET/10) 		
펄스열		펄스열		
데이터 테이블 방식+래더		데이터 테이블 방식+래더		
INC/ABS		INC/(ABS), ABS 방식 사용시는 ABS 통신용 프로그램이 필요.		
4축	8축	1축	2축	3축
200KPPS		차동 드라이버 : 400KPPS 오픈 콜렉터 : 200KPPS		
*	*	*	직선/원호보간	
위치/속도 · 위치전환		위치/속도/위치 · 속도 전환/ 속도 · 위치 전환/정치수 이송		
4축 제어용	8축 제어용	1축 제어용	2축 제어용	3축 제어용
QCPU는 임의로 선택 가능. 위치 데이터는 데이터 테이블 방식 (10포인트/축)		ACPU는 임의로 선택 가능. 위치 데이터는 데이터 테이블 방식 (600 포인트/축 CPU 쓰기 방식시에는 100 포인트/축까지 가능)		
위치제어, 속도 · 위치 전환		1축	직선, 원호보간 제어, 속도/위치제어, 정치수 이송 외	
소형(1슬롯 32점 점유), 저렴. CPU~유닛 사이는 래더 위치결정 유닛~서보앰프 사이 는, 펄스열, 케이블 길이는 제약 있음. 전자기어는 서보앰프만 사용가능 위치 데이터는 플래시 ROM에 저장 (배터리 불필요)		중형(1슬롯 32점 점유), 저렴. CPU~유닛 사이는 FROM/TO 명령. 위치결정 유닛~서보앰프는, 펄스열, 케이블 길이는 제약 있음. 전자기어는 AD75, 서보앰프 양쪽 모두 사용 가능 위치 데이터는 플래시 ROM에 저장 (배터리 불필요)		
MR-J2-Jr MR-J2S-A MR-J3-A 그 외 펄스열 I/F 방식은 모두 사용가능.		MR-J2-Jr MR-J2S-A MR-J3-A 그 외 펄스열 I/F 방식은 모두 사용가능.		
(Windows 판) GX Configurator-QT		(Windows 판) GX Configurator-AP (DOS/V, PC98 PC) SW*NX-AD75P SW*IVD-AD75P		

4. 각 종 시스템 선정의 포인트는 ① 시퀀스 기능 ② 서보 기능 ③ 제어축 수 ④ 코스트 퍼포먼스 ⑤ 프로그램성 ⑥ 시스템 규모, 확장성 등에 따라 선정이 필요.
5. SFC(모션측) 방식 Windows-NT 판도 있습니다. A171SH에서는 대응 불가능.
6. 액츄에이터 I/F유닛(아날로그 출력)의 사용으로 MR-J2-A, 벡터 INV, 타사 벡터 INV 등의 구동도 가능하고 텐션 컨트롤 등의 토크제어도 가능.
7. 풀-클로즈드 루프제어는 MR-J2S-A, MR-J2S-B의 특수 제품으로 가능.
8. QD75M, AD75M(A1SD75M) 사용시는 서보앰프측 파라미터도 포함하며 모두, 위치결정 유닛측에서 실시합니다. 따라서, 소프트웨어를 사용하는 것이,프로그램은 간단. 특히 고정의 파라미터는 소프트의 사용을 추천.

콘트롤러 위치결정 유닛 타입		유닛 종류	QD75M1	QD75M2	QD75M4	AD75M1 A1SD75M1	AD75M2 A1SD75M2	AD75M3 A1SD75M3
시스템 구성	PC간 네트워크	(주) ① 콘트롤러/앰프 사이의 실선은 패스 접속을 나타냅니다 ② 파선은 펄스열을 나타냅니다	MELSECNET/H			MNET(Ⅱ), MNET/B(MNET/10)		
	CPU		CPU					
	위치결정 유닛		유닛					
	서보앰프		앰프					
	서보모터		모터					
I/F 사양	위치결정 유닛~앰프	펄스열/ 버스 접속	버스 접속			버스 접속		
지령 언어 (사용 언어)		*	데이터 테이블 방식+래더			데이터 테이블 방식+래더		
엔코더 사양		INC/ABS 방식	INC/ABS			INC/ABS		
최대 제어 가능 축 수			1축	2축	4축	1축	2축	3축
출력 펄스 주파수			고속 시리얼 통신 방식			고속 시리얼 통신 방식		
보간제어 기능			*	직선/원호보간		*	직선/원호보간	
주요한 제어 기능			위치/속도/위치 · 속도 전환/ 속도 · 위치 전환/정치수 이송			위치/속도/위치 · 속도 교체 정치수 이송		
위치결정 유닛/콘트롤러군의 기종 선정의 포인트 및 장점		① 서보 제어 축 수	1축 제어용	2축 제어용	4축 제어용	1축 제어용	2축 제어용	3축 제어용
		② 시퀀스 기능 (I/O 점수) (메모리 용량)	QCPU는 임의로 선택 가능. 위치 데이터는 데이터 테이블 방식 (600 포인트/축) (ABS 사용시에도 통신용 프로그램 불필요)			ACPU는 임의로 선택 가능. 위치 데이터는 데이터 테이블 방식 (600포인트/축, CPU 기록 방식시에는 100포인트/축까지 가능) (ABS 사용시도 통신용 프로그램 불필요)		
		③ 서보 제어 기능	1축	직선, 원호보간 제어, 속도 · 위치제어, 위치 · 속도제어, 정치수 이송 외		1축 제어용	직선, 원호보간 제어, 속도/위치제어, 정치수 이송 외	
		④ 가격 퍼포먼스 그 외	소형(1슬롯 32점 점유), 저렴, 배선 용이 CPU~유닛 사이는 래더. 위치결정 유닛~서보앰프 사이는 SSCNET버스, 전체축 서보 ON 신호 Y1이 필요. 서보앰프내 전자기어는 사용 불가(없음) 수동펄서 사용시는 전자기어 배율이 걸림. QD75M측에서 서보앰프의 일부 파라미터가 설정 가능.			중형(1슬롯 32점 점유), 저렴, 배선 용이 CPU~유닛 사이는 FROM/TO 명령. 위치결정 유닛~서보앰프 사이는 SSCNET버스, 전체축 서보 ON 신호 Y15가 필요. ABS 사양의 무한 길이 위치결정은 불가. 서보앰프내 전자기어는 사용 불가(없음) 수동펄서 사용시는 전자기어 배율이 걸림. AD75M측에서 서보앰프의 일부 파라미터가 설정 가능.		
적용 서보앰프 시스템군		*	MR - J2 - B MR - J2S - B MR - H - BN(풀 - 클로즈드 제어도 가능) <종단 저항 필요>			MR - J2 - B MR - J2S - B MR - H - BN(풀 - 클로즈드 제어도 가능) <종단 저항 필요>		
주변 기기	위치결정용 프로그래밍 툴 및 S/W 패키지		(Windows 판) GX Configurator - QP			(Windows 판) GX Configurator - AP (DOS/V, PC98 PC) SW*NX - AD75P SW*IVD - AD75P		

<특기 사항>

1. CC - Link 대응의 서보앰프는 MR - J2S - CP - S084형이 됩니다. 서보앰프 접속 대수는 마스터 유닛 1대로 최대 42대(1국 점유시), 2국 점유시는 21대가 됩니다.
2. CC - Link 대응의 인버터는, 아래와 같이.
   ① FR - A500 시리즈는, 내장 오션 FR - A5NC를 장착. 접속 대수는 마스터 유닛 1대로 최대 42대(리모트 디바이스국, 로컬국에 의해 접속 대수는 다릅니다)
   ② FR - E500 시리즈는 FR - E520 - 0.1KN~FR - E520 - 7.5KN과 형명이 다릅니다.
3. A273UHCPU 의 기본 베이스에는, 시퀀서 A시리즈용 특수 유닛은 장착할 수 없습니다.

<table>
<tr><th>Q172CPUN</th><th>Q173CPUN</th><th>A171SH
CPU</th><th>A172SH
CPU</th><th>A173UH
CPU</th><th>A273UH
CPU</th><th>MR-J2S-□CP</th></tr>
<tr><td colspan="2">MELSECNET/H
  </td><td colspan="4">MNET(Ⅱ), MNET/B(MNET/10)
  </td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">버스 접속</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="6">전용 언어 방식+래더
(NC 언어 SV42 있음)</td><td>포인트 테이블 방식
/접점 입력</td></tr>
<tr><td colspan="6">INC/ABS</td><td>INC/ABS</td></tr>
<tr><td>8축</td><td>32축</td><td>4축</td><td>8축</td><td>32축</td><td>32축</td><td>1축</td></tr>
<tr><td colspan="6">고속 시리얼 통신 방식</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="6">직선/원호보간</td><td>*</td></tr>
<tr><td colspan="6">위치/속도/위치 · 속도 전환
정치수 이송/위치 추종제어/캠</td><td>위치</td></tr>
<tr><td>max 8축
제어용</td><td>max 32축
제어용</td><td>max 4축
제어용</td><td>max 8축
제어용</td><td>max 32축
제어용</td><td>max 32축
제어용</td><td>1축
제어용</td></tr>
<tr><td colspan="2">QCPU는 임의로 선택 가능.(멀티
CPU 시스템시)
Q25HCPU 사용시
I/O=256점
34ns/스텝</td><td>A2SH 상당
I/O=512점
14K스텝
0.25 μs/스텝</td><td>A2SH-S1 상당
I/O=1024점
30K스텝
0.25 μs/스텝</td><td>A3U 상당
I/O=2048점
60K스텝
0.15 μs/스텝</td><td>A3U 상당
I/O=2048점
60K스텝
0.15 μs/스텝</td><td>위치결정 데이터는 모두
내장의 포인트 테이블 방식
소규모 I/O 시스템용</td></tr>
<tr><td colspan="6">4축 직선, 2축 원호보간 제어,
속도/위치, 등속제어, 정치수 이송
위치 추종제어</td><td>간단 위치결정용</td></tr>
<tr><td colspan="6">① 모션 언어, NC 언어 사용(SV43)
② SV13/SV22/SV43/SV51 선택 가능
③ 콘트롤러~서보앰프 사이는 SSCNET 방식
④ ABS 무한 길이 위치결정 가능</td><td>소형에서 저렴한 시스템
단독으로 사용가능.</td></tr>
<tr><td colspan="6">MR-J2-B
MR-J2S-B
MR-H-BN(풀-클로즈드 제어도 가능)
<종단 저항 필요></td><td>MR-J2S-□CP</td></tr>
<tr><td colspan="2">(Windows 판)
MT Developer</td><td colspan="4">(DOS/V, PC98 PC) (MS-DOS 판)
OS용 : SW*SRX-SV13/SW*NX-SV13
주변용 : SW*SRX-GSV13/22
: SW*NX-GSV13/22
: SW**-CAMP</td><td>범용 PC
본체 조작부</td></tr>
</table>

4. 각 종 시스템 선정의 포인트는 ① 시퀀스 기능 ② 서보 기능 ③ 제어축 수 ④ 코스트 퍼포먼스 ⑤ 프로그램성 ⑥ 시스템 규모, 확장성 등에 따라 선정이 필요.
5. SFC(모션측) 방식 Windows-NT 판도 있습니다. A171SH에서는 대응 불가능.
6. 액츄에이터 I/F유닛(아날로그 출력)의 사용으로 MR-J2-A, 벡터 INV, 타사 벡터 INV 등의 구동도 가능하고 텐션 컨트롤 등의 토크제어도 가능.
7. 풀-클로즈드 루프제어는 MR-J2S-A, MR-J2S-B의 특수 제품으로 가능.
8. QD75M, AD75M(A1SD75M) 사용시는 서보앰프측 파라미터도 포함하며 모두, 위치결정 유닛측에서 실시합니다. 따라서, 소프트웨어를 사용하는 것이,프로그램은 간단. 특히 고정의 파라미터는 소프트의 사용을 추천.

부록5. 용어집

어댑티브 제진제어

기계계에 고유의 공진점이 있는 경우, 서보계의 응답을 올려 가면, 그 공진 주파수로 기계계가 공진(진동이나 이상음)하는 경우가 있습니다. 어댑티브 제진제어는, 서보앰프가 기계공진을 검출하여 필터 특성을 자동적으로 설정하고, 기계계의 진동을 억제하는 기능입니다.

아날로그 제어<반 ; 디지털 제어>

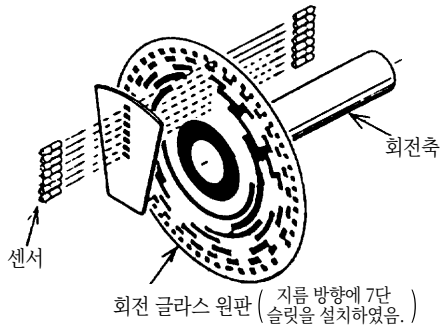
오피앰프 등, 아날로그 소자를 사용하여 구성된 제어 회로에 의해 실현된 제어 방식입니다.

앱솔루트(절대위치) 검출기<반 ; 인크리멘트 검출기>

검출기 1회전내의 각도 데이터를 외부에 출력할 수 있도록 한 검출기로, 360도를 8~12비트 데이터로 불러 낼 수 있는 것이 일반적으로 사용되고 있습니다.

서보모터의 검출기로서 사용하면, 모터 1회전내의 위치가 알기 위해 회전량 카운터와 조합하여 절대위치 시스템을 구성할 경우에 사용됩니다.

아래 그림은 일반적인 절대위치 검출기의 구조로, 이 경우 7비트의 절대위치 신호를 출력합니다.



절대위치 엔코더의 구조 예

위치루프 게인

위치제어에 대해 그 지령에 대한 응답성을 나타내는 것입니다. 속도제어계를 Gv(s)로 해 정리한 위치제어의 블럭도를 나타냅니다.

여기서 위치루프 게인은

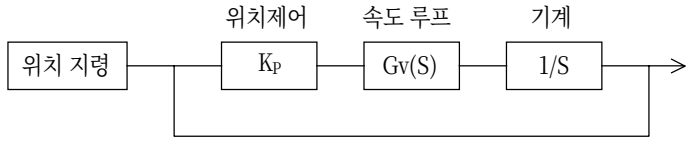
위치루프 게인=$K_p \cdot Gv(s) = K_p$ (1/sec)

속도루프는, 피드백이 있으므로 게인은,

약 1입니다.

여기서 위치루프 게인은, 위치의 응답성으로서 나타내며

Kp=ωpc(rad/sec)가 됩니다.



1차 지연 시정수

지수함수의 시정수로 최종값의 63%에 이를 때까지의 시간입니다.(「가속 시정수」의 항의 그림 참조)

이너셔(관성 모멘트)

관성 모멘트의 항을 참조해 주십시오.

임펙트 드롭

피드백 제어에 있어서의 입력 지령에 대한 출력의 변동폭을 나타내는 값으로서 그 시간적인 응답 특성을 나타내기 위해 스텝상에 부하를 변화시켰을 때의, 그 일시적인 변동량의 크기, 및 연속 시간으로서 나타냅니다.
특히 적분 동작을 포함하고 있을 때 유효가 됩니다.

응답성

서보계에서는, 위치, 속도, 전류 루프가 있지만, 각각의 지령에 대한 추종성을 나타내는 것이며 일반적으로는, 속도 응답성을 가리키고 있습니다.

올 디지털 제어(디지털 제어)

마이크로 컴퓨터나 그 주변의 LSI 및 논리 IC로 구성된 회로에 의해 제어되는 방식입니다.

오토튜닝(리얼타임 오토튜닝)

서보모터가 구동하는 기계의 성능(특히 응답성, 안정성)은, 기계의 특성(관성 모멘트, 강성)에 좌우됩니다.
그래서, 기계의 성능을 최고로 가지고 가기 위해서 조정하는 조작이 필요하며, 이 조작을 튜닝이라고 합니다.
오토튜닝이란, 위의 튜닝을 자동적으로 실시하는 기능으로, 보통은 서보앰프로 설정하는 속도 루프 게인, 위치루프 게인을 자동조정 하는 기능을 가리킵니다.
리얼타임 오토튜닝이란, 특히 기계의 특성이 운전중에 변화해도 튜닝이 항상 추종하여 자동적으로 행해지는 기능을 가리킵니다.

회생 브레이크

통상, 모터로 부하를 구동할 때 앰프에서 모터에 전력을 공급합니다. 이 상태를 역행이라고 합니다, 이것에 대해 모터 감속시나 하강 부하를 구동하는 경우와 같이 부하의 속도를 감속시킬 때는 모터와 부하가 가지고 있는 회전 에너지가 앰프로 흘러듭니다. 이 상태를 회생이라고 합니다. 서보앰프에서는 콘덴서와 저항에서 회생 에너지를 소비시켜 회생 브레이크 토크를 얻고 있습니다. 회생 브레이크 토크는 감속 패턴에 따라 자동적으로 조정됩니다만, 회생 빈도가 높은 경우에는 회생옵션을 사용합니다.

회전 불균형

지령에 대한 순간의 회전속도 변동 불균형으로 일반적으로는 저속시는 약간 크고, 고속시에는 작아집니다.

각 주파수(ω)

연속 정현파를 나타내는 단위로서 매초당의 사이클 수를 Hz(헤르츠)로 나타냅니다. 이것을 각도(래디언)로 나타낸 것이 각 주파수입니다. 주파수 fHz 때 2πfrad/sec로 환산됩니다.

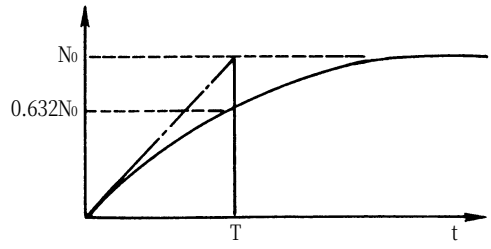
가속시간

모터의 속도를 변화시킬 때, 현재의 회전속도에서 다음의 회전속도에 이를 때까지의 시간 일입니다.

가속 시정수

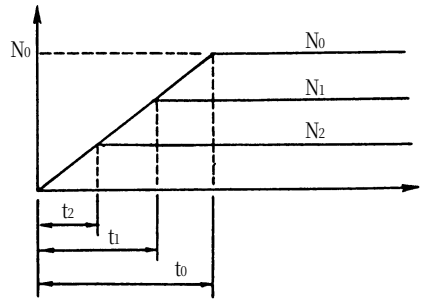
모터가 정지 상태에서 특정의 회전속도(정격 회전속도, 파라미터의 제한속도 등)까지 가속할 때, 가속 개시부터 완료까지의 시간의 일입니다.

※ 1차 지연 함수의 가속 패턴의 경우에는, 실제속도가 목표속도의 63.5%에 이를 때의 시간을 말합니다.



1차 지연 시정수

1차 지연 시정수를 갖는 가속 패턴
가속시간과 가속 시정수



t_0 : 기준 속도까지의 가속시간=가속 시정수
t_1 : 회전속도 N_1까지의 가속시간
t_2 : 회전속도 N_2까지의 가속시간

가속도

회전속도의 변화를, 가속시간에 대한 비율로 나타낸 것으로, 회전속도의 변화의 시간에 대한 기울기가 됩니다.
또한 일반적으로 가속도라고 하는 경우에는, 직선 운동시에 이용되고〔m/s^2〕로 나타냅니다.

관성 모멘트(관성)

회전체의 회전 무게를 나타내는 양입니다. 직선 운동에 있어서의 질량에 상당합니다.

정의식 $J=m \cdot r^2$
여기서 J : 관성 모멘트 [$kg \cdot cm^2$]
m : 질량 [kg]
r : 회전 반경 [cm]

또한 종래부터 관성 모멘트를 나타내는 양으로서 GD^2가 이용됩니다만, 이것은, 위에 식의 r(반경)을 2r(직경)로 나타낸 것으로

$$GD^2=m \cdot (2r)^2=4J$$

의 관계가 있습니다.

게인 서치

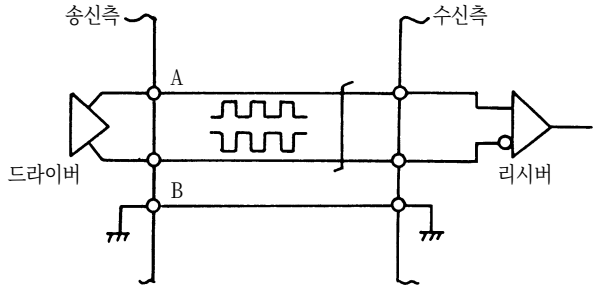
정정 특성이 가장 좋아지는 게인을 자동적으로 탐색할 수가 있습니다.(위치제어 모드시만 유효)
자동으로 게인을 변화시키면서, 정정시간이 최단에 오버슈트의 작은 게인을 찾아냅니다.
높은 수준의 조정이 필요할 때에 위력을 발휘합니다.
또, 게인 서치를 실행할 때까지의 사전 준비는, 게인 서치 설정 위저드에 따라 간단하게 실시할 수가 있습니다.

콘덴서 회생

회생 에너지를, 주회로의 콘덴서에 충전하여 회생 운전을 실시하는 방법입니다. 열의 발생이 없기 때문에, 회생 에너지가 콘덴서 충전 에너지보다 작으면 반복 사용할 수 있지만, 콘덴서에 충전할 수 있는 에너지는 작기 때문에, 소용량 기종에 적용되고 있습니다.

차동전송 방식

하나의 신호를 전송하는 경우, 신호와 극성의 반전한 신호를 동시에 대응하여 전송하는 방식입니다.
수신측은, 신호의 논리를 세트로 판단할 수 있기 때문에, 내(耐)노이즈성이 뛰어나며 펄스열의 입출력 등 고속의 신호의 전송에 이용됩니다. 일반적으로, 발신측을 드라이버, 수신측을 리시버라고 부르며, 전용 IC가 사용됩니다.

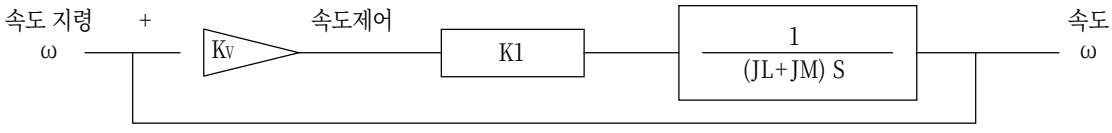


주파수 응답(특성)

속도 응답성을 정량적으로 나타내는 것입니다. 속도 지령을 10r/min정도의 미소한 속도 지령으로서 정현파장에 변화시켰을 때, 실제의 모터가 어느 주파수까지 응답할 수 있는지를 나타내는 것으로 ωc〔rad/sec〕또는, fc(Hz)로서 나타냅니다. 이 주파수 응답을 올리려면, 속도루프 게인을 크게 하면 좋지만, 지나치게 너무 크게 하면 기계계의 강성 등에 의해 진동이나 불안정하게 되기 쉬워집니다.

속도루프 게인

속도제어에 대해, 지령에 대한 응답성을 나타내는 것입니다. 모터에 의해 정해지는 정수를 K1로 하면



일역의 속도루프 게인은

$$\text{속도루프 게인} = \frac{K1 \cdot K_V}{J_M + J_L}$$ 이 됩니다.

K_V : 속도 앰프 게인
J_L : 부하 이너셔
J_M : 모터 이너셔

속도 변동율

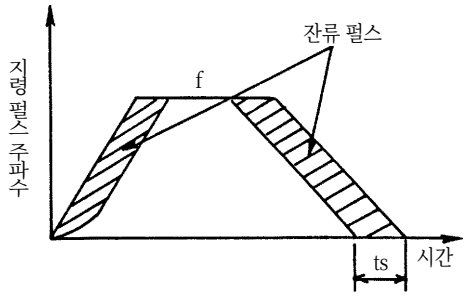
속도제어에 있어서의 입력 지령에 대한 출력속도의 변동폭을 나타내는 값으로서 일반적으로 정격 부하시의 회전속도를 기준으로, 무부하 또는 역방향의 정격 부하값이 되었을 때의 회전속도의 변동량의 비율을 말합니다. 종래는 증폭율에 관계한 옵 - 셋으로서 표현되고 있었습니다만, 적분 동작을 짜넣고 있는 경우, 다른 요인이 많이 발생하므로 오히려 임펙트 드롭 특성에 주목할 필요가 있습니다.

다이나믹 브레이크

정전시나 서보앰프 고장시, 기계를 급속하게 정지시키는 경우에 사용하는 브레이크 기능으로 전자 브레이크보다 큰 브레이크 토크를 얻을 수 있습니다. 다만, 정지시의 보관 유지 토크는 없습니다. MR－H 서보앰프에 내장되고 있습니다. 유도 전압기를 이용한 IM 서보에는, 이 기능은 없습니다.

잔류 펄스

위치 서보 운전시, 서보앰프내에 쌓이고 있는 위치편차(펄스수)로, 저속시,항상 지령 펄스 주파수에 비례합니다. 위치결정 완료에서 ±1펄스 이내가 됩니다.



지락

서보앰프의 주전원 회로의 선(다이오드 정류 후의 P, N), 모터의 동력선(U, V, W)중 한쪽이 대지와 합선 되고 있는 상태를 말합니다.

정지 정정(整定)시간

서보모터는, 위치 지령에 대해서 일정한 편차를 가지고 움직입니다. 따라서, 정지시 지령이 완료하고 나서 서보모터가 정지하기까지는, 지연시간이 있습니다.
이 지연시간을 정지 정정시간이라고 말합니다, 위의 잔류 펄스의 그림의 ts의 시간에 개략 3Tp를 전망합니다.
(Tp : 위치 루프 시정수)
서보모터의 운전 패턴을 검토할 때는, 이 정지 정정시간을 고려할 필요가 있습니다.

저항 회생

회생 에너지를, 앰프의 모선에 접속된 저항기로 흘려보내 열소비시켜, 제동 토크를 얻는 방식입니다.

디지털 제어(반대어 : 아날로그 제어)

디지털 소자로 구성된 제어회로에 의해 실현된 제어 방식입니다. 최근에는, 연산량의 증대에 대응해 마이크로 컴퓨터, 마이크로 프로세서를 사용하여, 제어를 소프트웨어에서 처리하는 방식이 많아지고 있습니다.
디지털 제어 방식의 이점은, 옵 - 셋, 온도 드리프트가 없게 성능이 안정되고 재현성이 높습니다.

전자기어

지령 펄스에 대한 피드백 펄스의 비율을 바꾸는 것을 말합니다. 다만 위치의 분해능은 엔코더에 의해 정해지기 때문에 바뀌지 않습니다. 비율 변경은 파라미터에 의해 분수 설정을 할 수 있습니다.
기계적 기어와 달라, 감속비를 높게 해도 모터의 토크는 증가하지 않습니다.

전원 회생

회생 에너지를 앰프의 모선을 개입시켜 전원 측에 되돌리는 방식입니다. 전원 측에 되돌리기 위한 전용의 유닛이 필요하지만, 저항 회생 방식에 비해 열의 발생이 적고, 회생 에너지가 큰 경우 설치 치수도 작아지는 이점이 있기 때문에, 주로 대용량 기종, 승강축 등 연속 회생이 되는 운전에서 사용됩니다.

전자 브레이크

전자 브레이크부착 모터에 장착된 전자 브레이크는, 상하축 구동 등에서 정전시나 서보앰프 고장시의 흘러내림 방지용, 혹은 정지시의 보호용으로서 사용하는 무려(無勵) 동작형 브레이크입니다.

토크 직선성

토크 지령에 대해, 모터의 발생하는 토크와의 관계를 나타냅니다. 특히 토크제어에서 사용하는 경우, 토크 제로 부근에서는, 불감대가 있습니다. 또한, 모터에 사용하고 있는 자석은, 온도에 의해 자력이 변화하여, 그 결과 토크 직선성에도 영향을 줍니다. 페라이트 자석으로 −0.2/℃, 희토류 자석으로 −0.33/℃입니다.

파워 레이트

모터가 낼 수 있는 출력 상승률로 정토크 모터의 경우 모터 자신을 가속하는 경우의 속도를 나타내고 있으며, 다음과 같이 정의되고 있습니다.

$$Q = \frac{T_R^2}{J_M} \times 10 \ [kW/s]$$

T_R : 모터 출력 토크 [N · m]

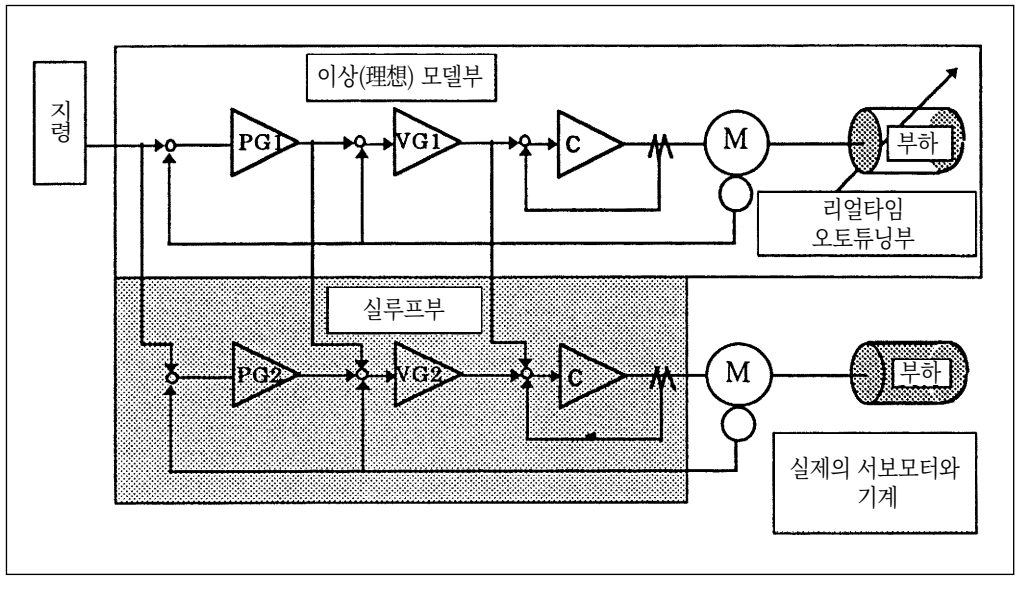
J_M : 모터의 관성 모멘트 [kg · cm^2]

비례제어

비례제어를 P제어라고도 합니다만, 조작량 Y가, 편차값 ε에 비례하는 것으로 Y= εKp로 나타냅니다. 위치결정 완료 후, 기계적으로 록된 모터가 1펄스 분량이라도 마련되어 있으면 모터에는 큰 전류가 흘러, 위치 차이를 보정하려고 합니다. 이것을 피하기 위해서 위치결정 완료와 동시에 비례제어로 하면 토크 게인이 낮아져, 전류가 억제됩니다. 또한, 비례제어로 하는 것으로 서보 록시의 진동을 억제할 수가 있습니다.
여기서 비례제어는, 돌발적인 외란에 대해서는, 즉시 편차를 없애도록 일하지만, 연속적 외란에 대해서는, 편차를 완전하게 없앨 수 없습니다. 이것은, 연속적인 외란에 대해, 수정할 방향으로 제어계는 동작을 계속하기 때문이며, 그러기 위해서는, 어느 정도의 편차가 필요하기 때문입니다.

모델적응 제어와 리얼타임 오토튜닝

모델적응 제어란, 리얼타임 오토튜닝에 의해 얻을 수 있던 부하의 관성을 기초로 모델루프와 실루프의 게인을, 자동적으로 설정하고, 지령에는 고응답으로, 기계에는 안정이 되도록 설정을 실행할 수가 있는 미쓰비시 독자적인 제어 논리로, 현대 제어 이론에 근거하여 개발한 것입니다.



「설명」

모델적응 제어란, 앞장 그림에서 나타냈듯이 제어 논리안에,

(1) 이상 모델부

(2) 리얼타임 오토튜닝부

(3) 실루프부(외란억제부)

의 3개의 부분으로 구성되어 있습니다.
이상 모델부는,리얼타임 오토튜닝에 의해 추정된 관성에 대해 최적인 게인을 조정합니다. 기계의 외란, 반동 등이 없기 때문에, 각 게인은 고응답화해도 양호한 특성을 나타냅니다. 잔류 펄스나 정지 정정시간의 산출에는, 모델측의 위치루프 게인(PG1)을 사용합니다.
리얼타임 오토튜닝은, 가속 감속시의 전류와 시간에서, 부하의 관성을 산출합니다.
반송 기계 등과 같이 관성이 크게 바뀌는 기계에는, 매우 유효합니다. 또한, 리얼타임 오토 튜닝을 사용할 수 없는 기계(상하축으로 언밸런스가 큰 경우, 부하 관성이, 허용값을 초과하는 경우, 보간 운전등 잔류 펄스를 일정하게 하고 싶은 경우 등)에서는, 매뉴얼 설정도 가능합니다.
실루프부(외란 억제부)에서는, 종래의 PI제어에 근거하여 설계되고 있어 외란 토크에 의해, 이상 모델부에서 만들어진 모델속도와 실제의 모터속도에 오차가 생겼을 경우, 실루프부에서 모델속도에 추종하기 위하여 실루프측에서 토크 지령이 나옵니다.
외란에 대한 억제 효과를 주기 위해서는, 게인을 높게 설정하지만, 너무 크게하면 진동의 원인이 됩니다.
이 게인의 값도 관성비에 대해 적정한 레벨로 조정됩니다.
모델부 및 실루프부의 적정 게인의 값은, 설정된 리얼타임 오토튜닝 응답 설정값에 근거하여 설정되기 때문에, 응답을 올리고 싶을 때는, 응답 설정값의 재검토가 필요하게 됩니다.
이상과 같이 모델적응 제어가, 구성되어 있기 때문에, 종래의 방식으로는, 조정을 할 수 없었던 복잡한 기계의 조정이나 초고빈도의 용도 등에 간단하게 대응할 수 있게 되었습니다.

피드백 제어

폐루프로 지령과 실속도의 차이를 검출하여, 이 차이를 감소시키도록 지령값에 보정을 가하는 제어를 말합니다.

피드 포워드 제어

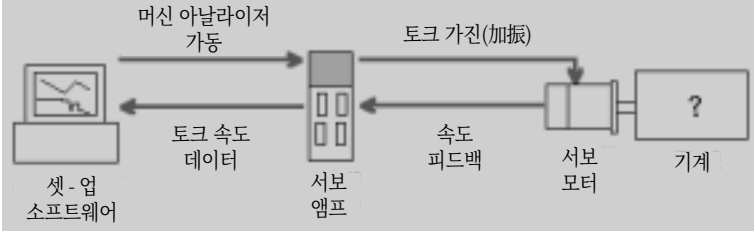
위치루프 제어일 때 펄스 지령이 입력되면 잔류 펄스가 증가하기 전에 속도 지령을 내도록 제어하는 것을 말합니다.

모선 전압

전원 컨버터부에서 정류 되어 일단 직류로 변환된 전압이, 인버터부에서 재차 교류로 변환되어 AC모터를 구동하는데, 이 직류부의 전압을 모선 전압이라고 합니다.

머신 아날라이저

서보앰프가 서보모터를 약 0.1~2초간 랜덤 토크로 가진(加振)하여, 그 때의 회전속도를 측정합니다.
그리고, MR Configurator가 서보앰프에서 토크와 회전속도 데이터를 읽고 해석을 실시합니다.
그 결과, 기계의 모터 토크에 대한 속도의 응답 주파수 특성을 측정할 수가 있습니다.
이 주파수 특성을 보는 것으로, 기계계가 어느 주파수에 공진점을 가지고 있는지를 파악할 수가 있어 기계진동 억제필터의 설정 등을 쉽게 실시할 수 있습니다.



머신 시뮬레이션

머신 아날라이저에 의해 얻을 수 있던 기계계의 특성을 이용하여, MR Configurator상에서 운전 시뮬레이션 하여, 속도, 토크, 잔류 펄스 등을 시뮬레이션 파형으로서 확인할 수가 있습니다.
지령 패턴, 서보모터 용량이나 게인을 변경하면서, 시뮬레이션 파형의 변화를 볼 수가 있습니다.

RISC

RISC와는“ Reduced Instruction Set Computer ”의 약어로 종래형의 마이크로 프로세서(RISC에 대해서 CISC로 부름)와 비교해 명령, 명령 포맷이 간소화된 새로운 타입의 컴퓨터입니다.
이 때문에 처리 속도를 올릴 수가 있기 때문에, 서보의 모델적응 제어와 같이 방대한 연산 처리를 리얼타임으로 실행할 수가 있습니다.

백래시 보정

기계계에는, 대부분이라고 해도 좋을 정도로, 불감대(빈틈)가 있습니다. 이 불감대를 백래시라고 합니다.
백래시가 있으면, 서보모터가 회전해도 그 만큼 기계는 움직이지 않습니다. 따라서, 위치결정 지령 장치의 현재 위치와 기계의 위치에 백래시 분량의 오차가 생깁니다. 다만, 오차는 누적하지 않습니다. 이 오차를 보정하기 위해, 다음의 백래시 보정 기능이 있습니다.
백래시량을 위치결정 지령 장치의 파라미터로 설정하면, 서보모터의 회전방향이 변화했을 때만, 백래시분량에 해당하는 펄스열 신호를 여분으로 출력합니다. 이 때, 모터는 회전하지만, 기계는 이동하지 않습니다.
또한, 위치결정 지령 장치는,이 펄스열 신호를 현재 위치로서 카운트 하지 않습니다.
이와 같이, 기계의 위치와 위치결정 지령 장치의 현재 위치를 일치시켜, 백래시에 의한 오차를 보정합니다.

① 백래시 보정은, 원점복귀 실행 후, 유효가 됩니다.

② 백래시의 설정 변경을 실시했을 경우, 반드시 원점복귀를 실시할 필요가 있습니다.

스트로크 엔드

기계에는 이동 가능한 범위(스트로크)가 있어, 이 범위 내에서 위치제어합니다.
그리고 기계가, 잘못해서 이 범위를 넘었을 때는 기계의 보호를 위해 강제적으로 정지시킬 필요가 있습니다.
스트로크 엔드의 설정에는, 다음의 2가지 방법이 있습니다.

① 기계의 양단에 리미트 스위치를 마련하여 위치결정 지령 장치 또는 서보앰프의 스트로크 엔드 단자에 접속합니다. 이 리미트 스위치가 동작하면, 즉석에서 서보모터를 정지시킵니다.

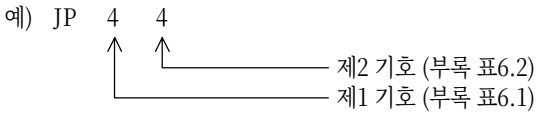
② 위치결정 지령 장치의 파라미터에 그 범위를 설정합니다. 소프트 리미트라고도 하며, 위치결정 시동시에 범위 체크를 실시하여 에러를 발생시켜, 서보모터를 움직이지 않게 합니다.

기계의 동작 범위는 위의 ① 기계 리미트 ② 소프트 리미트 양쪽 모두에서 제약되어 리미트를 넘으면 정지하기 때문에 반대 방향으로 시동하여 탈출시킵니다. 최초의 운전시는, 우선 스트로크 엔드 리미트의 동작을 확인하는 것이 필요합니다.
한편, 회전 테이블과 같이 스트로크 엔드가 있으면 불편한 기계도 있습니다. 이 경우, 위치결정 지령 장치 또는 서보앰프의 스트로크 엔드 단자는, 합선하여 사용합니다. 또한, 위치결정 지령 장치에서의 대응은, 기종에 따라 파라미터에 「사용하지 않음」이라고 설정하는 것과 적당한 위치에서, 현재 위치 변경을 실시하지 않으면 안 되는 것이 있습니다.

부록6. 모터의 보호 형식

(1) JIS에 의한 분류

전동기의 보호 형식의 기호는 JP의 후에 부록 표6.1의 기호를 제1 기호, 부록 표6.2의 기호를 제2 기호로서 나열합니다.



(주) 옥외의 경우에는 W, 방폭형의 경우에는 E, 그 외 유해한 바깥 공기에 대한 보호 형식의 경우에는 C를, JP와 제1 기호의 사이에 삽입합니다.
(예JPW44) E, C는 1EC의 규격에는 없습니다.

부록 표6.1 인체 및 고형(固形) 이물에 대한 보호 형식 (제1 기호)

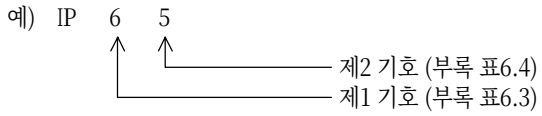
형식	기호	설명
무(無)보호형	0	인체에 접촉, 고형 이물의 침입에 대해서, 특별한 보호를 행하지 않은 구조
반(半)보호형	1	인체의 큰 부분, 예를 들면, 손이 잘못하여 기내의 회전 부분 또는 유도(誘導) 부분에 접하지 않게 한 구조
보호형	2	직경 50mm를 넘는 고형 이물이 침입하지 않게 한 구조 손가락 등이 기내의 회전 부분 또는 도전 부분에 접하지 않게 한 구조 직경 12mm를 넘는 고형 이물이 침입하지 않게 한 구조
전폐형	4	공구 · 전선 등 최소 폭 또는 최소 두께가 1mm보다 큰 것이 기내 회전 부분 또는 유전(誘電) 부분에 접하지 않게 한 구조 직경 1mm를 넘는 고형 이물이 침입하지 않게 한 구조 다만, 배수 구멍 및 외선의 흡기구, 배기구는 기호2의 구조로 좋습니다.
방진형	5	어떠한 물체도, 기내의 회전 부분 또는 유전(誘電) 부분에 접하지 않게 한 구조 먼지의 침입을 극력 방지하고, 비록 침입해도 정상적인 운전에 지장이 없게 한 구조

부록 표6.2 물의 침입에 대한 보호 형식 (제2 기호)

형식	기호	설명
무(無)보호형	0	물의 침입에 대해서 특별한 보호를 행하지 않은 구조
방적(防滴)형	2	연직에서 15 °이내의 방향으로 낙하하는 물방울에 의해 유해한 영향을 받지 않는 구조
방우(防雨)형	3	연직에서 60 °이내의 방향으로 낙하하는 물방울에 의해 유해한 영향을 받지 않는 구조
방말(防沫)형	4	어떠한 방향에서의 물방울에 의해도 유해한 영향을 받지 않는 구조
방분류(防噴流)형	5	어떠한 방향에서의 기류에 의해도 유해한 영향을 받지 않는 구조
방파랑(防波浪)형	6	어떠한 방향에서의 강한 기류에 의해도 유해한 영향을 받지 않는 구조
방침(防浸)형	7	지정의 물의 침입 및 시간에 수중에 잠기어, 비록 물이 침입해도 유해한 영향을 받지 않는 구조
수중(水中)형	8	수중에서 정상적으로 운전할 수 있는 구조

(2) IEC에 의한 분류

전동기의 보호 형식은 IP의 후에 부록 표6.3의 기호를 제1 기호, 부표6.4의 기호를 제2 기호로서 나열합니다.



부록 표6.3 고형(固形) 이물 침입 보호의 등급 (제1 기호)

형식	기호	설명
무(無)보호	0	비(非)보호
직경≧50mm	1	손 등, 50mm이상의 고형 이물이 침입하지 않게 보호.
직경≧12.5mm	2	손가락 등, 12mm이상의 고형 이물이 침입하지 않게 보호.
직경≧2.5mm	3	공구의 끝단과 와이어 등, 직경 2.5mm이상의 고형 이물이 침입하지 않게 보호.
직경≧1.0mm	4	와이어나 얇은 판 등, 직경 1.0mm이상의 고형 이물이 침입하지 않게 보호.
방진형	5	분진으로부터의 보호. 정상 동작을 저해하는 것 같은 분진의 침입이 없음.
내진형	6	안전한 방진 구조. 분진의 침입이 전혀 없음.

부록 표6.4 물의 침입에 대한 보호의 등급 (제2 기호)

형식	기호	설명
무(無)보호	0	비(非)보호
수직 낙하	1	복수(復水) 등, 수직에 낙하하는 물방울로부터의 보호.
낙하 (15도 편향)	2	수직에서 15도의 범위의 물방울로부터의 보호.
산수(散水)	3	수직에서 60도의 범위의 물보라로부터의 보호.
비말(飛沫)	4	모든 방향의 비말수(飛沫水)로부터의 보호.
분류(噴流)	5	모든 방향의 분류수(噴流水)로부터의 보호.
폭분류(暴噴流)	6	파랑과 같이 강력한 분류수(噴流水)로부터의 보호. 정상 동작을 저해하는 것 같은 물의 침입이 없음.
일시적 수몰	7	150mm에서 1m 수몰 해도, 정상 동작을 저해하는 것 같은 물의 침입이 없음.
연속적 수몰	8	수중에서의 사용이 가능. 수면 아래에서도 장시간 사용 가능.

부록7. QD75D4의 설정값(실습기)

(1) 파라미터(축1)

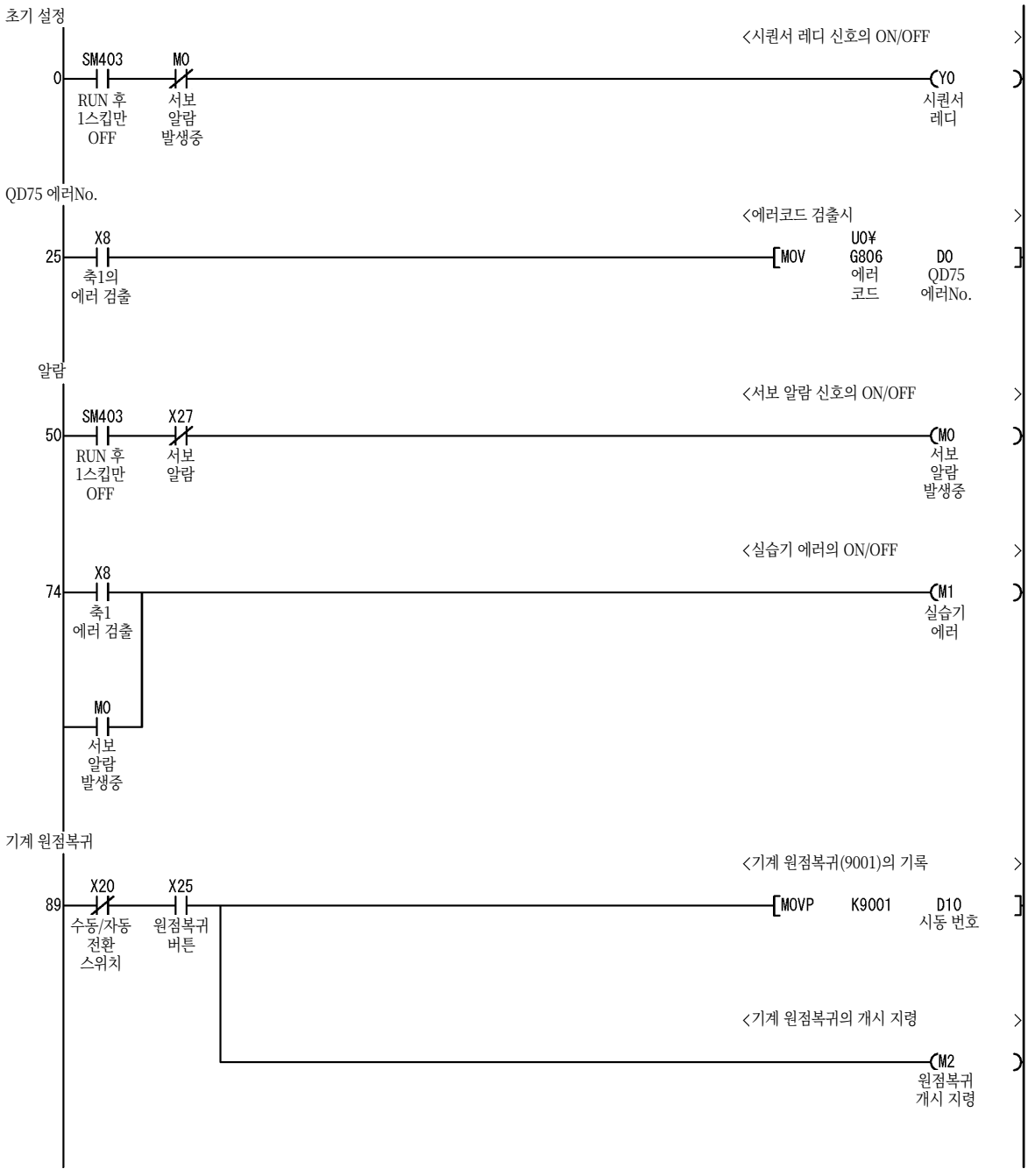
항목		설정값	비고
기본 파라미터1	단위 설정	0	mm
	1회전당의 펄스수	1pls	
	1회전당의 이동량	10.0 μm	
	단위 배율	1	×1배
	펄스 출력모드	1	CW/CCW 모드
	회전방향 설정	0	정전 펄스 출력으로 현재값 증가
	시동시 바이어스 속도	0.00mm/min	
기본 파라미터2	속도제한값	600000.00mm/min	
	가속시간0	10ms	
	감속시간0	10ms	
상세 파라미터1	백래시 보정량	0.0 μm	
	소프트웨어 스트로크 리미트 상한값	214748364.7 μm	
	소프트웨어 스트로크 리미트 하한값	- 214748364.8 μm	
	소프트웨어 스트로크 리미트 선택	0	전송 현재값에 대해서 소프트웨어 리미트를 걸칩니다.
	소프트웨어 스트로크 리미트 유효/ 무효 선택	1	무효
	지령 인포지션 범위	100.0 μm	
	토크제한 설정값	300%	
	M코드 ON신호 출력 타이밍	0	WITH 모드
	속도 전환 모드	0	표준 속도 전환모드
	보간 속도 지정 방법	0	합성속도
	속도제어시의 전송 현재값	0	전송 현재값의 갱신을 실시하지 않음
	하한 리미트	1	정(正, +)논리
	상한 리미트	1	정(正, +)논리
	드라이브 유닛 레디	0	부(負, -)논리
	정지신호	0	부(負, -)논리
	외부 지령	0	부(負, -)논리
	영점신호	0	부(負, -)논리
	근접신호	0	부(負, -)논리
	수동펄서 입력	0	부(負, -)논리
	지령 펄스 신호	0	부(負, -)논리
	편차 카운터 클리어	0	부(負, -)논리
	수동펄서 입력 선택	0	A상/B상 모드
	속도 · 위치 기능 선택	0	속도 · 위치 전환제어 (INC 모드)

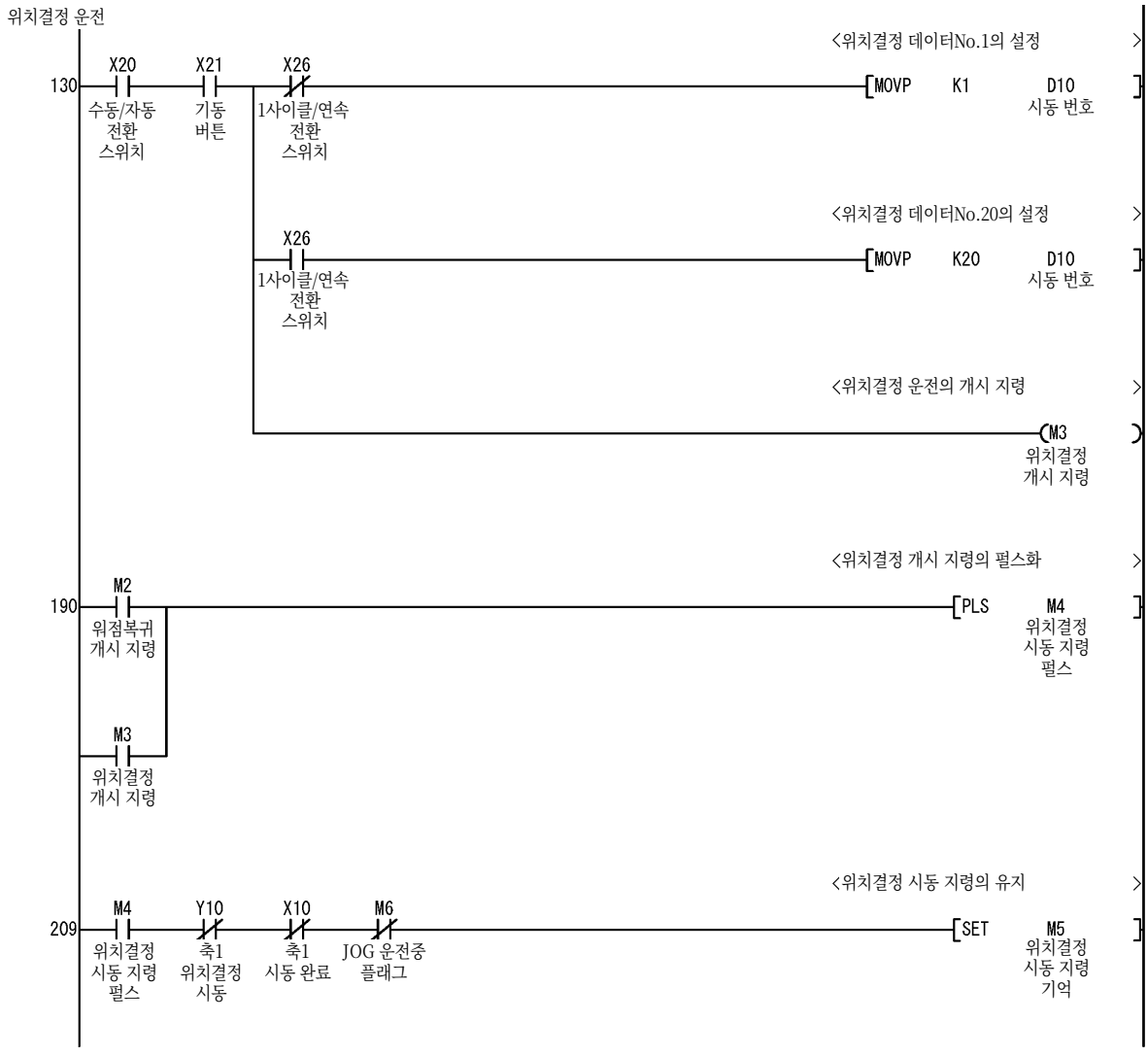
항목		설정값	비고
상세 파라미터2	가속시간1	10ms	
	가속시간2	50ms	
	가속시간3	1000ms	
	감속시간1	10ms	
	감속시간2	50ms	
	감속시간3	1000ms	
	JOG 속도제한값	600000.00mm/min	
	JOG 운전 가속시간 선택	0	10ms
	JOG 운전 감속시간 선택	0	10ms
	가감속 처리 선택	0	사다리꼴 가감속 처리
	S자 비율	100%	
	급정지 감속시간	1000ms	
	정지 그룹1 급정지 선택	0	통상의 감속 정지
	정지 그룹2 급정지 선택	0	통상의 감속 정지
	정지 그룹3 급정지 선택	0	통상의 감속 정지
	위치결정 완료 신호 출력시간	300ms	
	원호보간 오차 허용 범위	10.0㎛	
	외부 지령 기능 선택	0	외부 위치결정 시동
원점복귀 기본 파라미터	원점복귀 방식	0	근접도그식
	원점복귀 방향	1	부(負, -)방향(어드레스 감소 방향)
	원점 어드레스	0.0㎛	
	원점복귀 속도	5000.00mm/min	
	크리프 속도	1000.00mm/min	
	원점복귀 리트라이	1	리미트 스위치에 의한 원점복귀 리트라이를 실시합니다.
원점복귀 상세 파라미터	원점복귀 드웰타임	0ms	
	근접도그 ON 후의 이동량 설정	0.0㎛	
	원점복귀 가속시간 선택	3	1000ms
	원점복귀 감속시간 선택	3	1000ms
	원점 시프트량	0.0㎛	
	원점복귀 토크제한값	300%	
	편차 카운터 클리어 신호 출력시간	11ms	
	원점 시프트시 속도 지정	0	원점복귀 속도
	원점복귀 리트라이시 드웰타임	0ms	

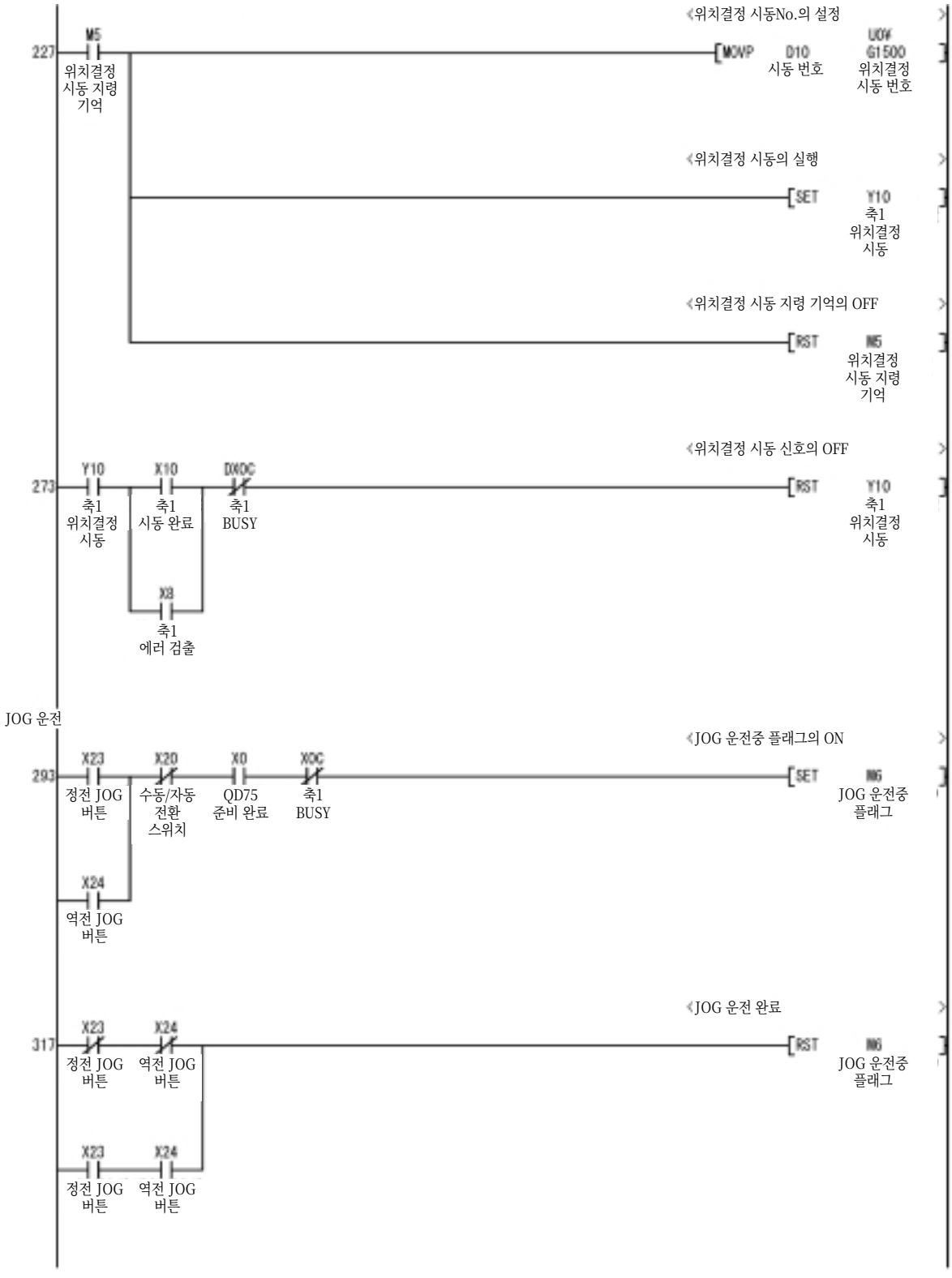
(2) 위치결정 데이터(축1)

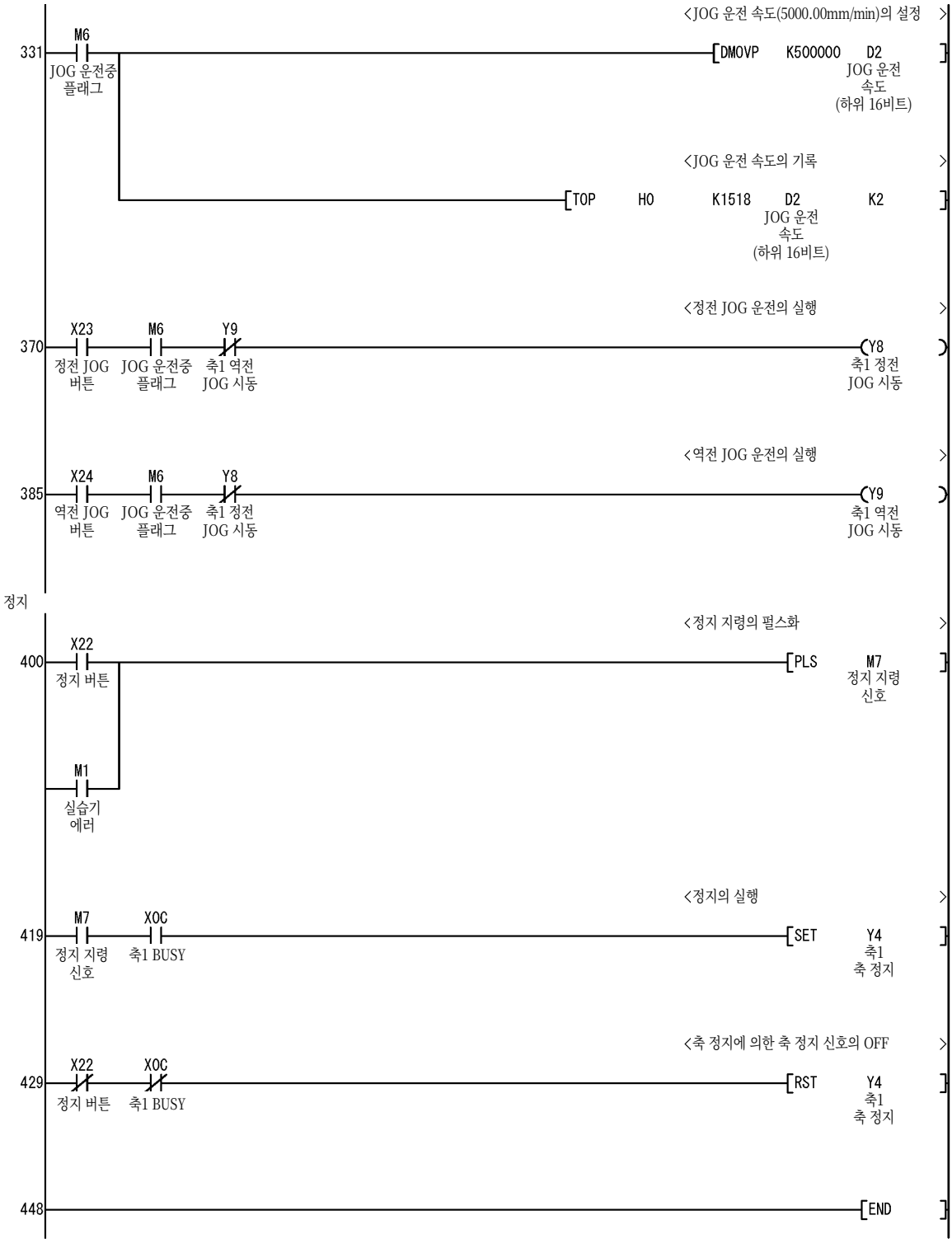
데이터 No.	운전 패턴	제어 방식	가속시간	감속시간	보간 대상축	위치결정 어드레스	지령 속도	드웰타임	M코드
1	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	- 50000.0	50000.00	500	0
2	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	50000.0	50000.00	500	0
3	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	- 100000.0	100000.00	500	0
4	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	50000.0	50000.00	500	0
5	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	- 100000.0	100000.00	500	3
6	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	50000.0	50000.00	500	0
7	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	- 50000.0	50000.00	500	0
8	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	150000.0	200000.00	500	0
9	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	- 75000.0	100000.00	500	0
10	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	- 75000.0	1000.00	1000	0
11	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	75000.0	100000.00	500	0
12	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	75000.0	1000.00	1000	0
13	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	- 150000.0	200000.00	1000	0
14	0 : 종료	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	150000.0	200000.00	2000	0
15	0 : 종료	0 : 설정 없음	0 : 10ms	0 : 10ms	-	0.0	0.00	0	0
16	0 : 종료	0 : 설정 없음	0 : 10ms	0 : 10ms	-	0.0	0.00	0	0
17	0 : 종료	0 : 설정 없음	0 : 10ms	0 : 10ms	-	0.0	0.00	0	0
18	0 : 종료	0 : 설정 없음	0 : 10ms	0 : 10ms	-	0.0	0.00	0	0
19	0 : 종료	0 : 설정 없음	0 : 10ms	0 : 10ms	-	0.0	0.00	0	0
20	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	0.0	1000.00	0	0
21	0 : 종료	Y : LOOP	0 : 10ms	0 : 10ms	-	0.0	0.00	0	65535
22	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	- 50000.0	50000.00	500	0
23	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	50000.0	50000.00	500	0
24	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	- 100000.0	100000.00	500	0
25	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	50000.0	50000.00	500	0
26	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	- 100000.0	100000.00	500	3
27	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	50000.0	50000.00	500	0
28	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	- 50000.0	50000.00	500	0
29	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	150000.0	200000.00	500	0
30	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	- 75000.0	100000.00	500	0
31	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	- 75000.0	1000.00	1000	0
32	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	75000.0	100000.00	500	0
33	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	75000.0	1000.00	1000	0
34	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	- 150000.0	200000.00	1000	0
35	1 : 연속	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	150000.0	200000.00	2000	0
36	0 : 종료	Z : LEND	0 : 10ms	0 : 10ms	-	0.0	0.00	0	0
37	0 : 종료	2 : INC 직선1	0 : 10ms	0 : 10ms	-	0.0	1000.00	0	0

(3) 시퀀스 프로그램


초기 설정
<시퀀서 레디 신호의 ON/OFF
0
SM403
RUN 후 1스킵만 OFF
M0
서보 알람 발생중
Y0
시퀀서 레디
QD75 에러No.
<에러코드 검출시
25
X8
축1의 에러 검출
MOV
U0¥G806
에러 코드
D0
QD75 에러No.
알람
<서보 알람 신호의 ON/OFF
50
SM403
RUN 후 1스킵만 OFF
X27
서보 알람
M0
서보 알람 발생중
<실습기 에러의 ON/OFF
74
X8
축1 에러 검출
M1
실습기 에러
M0
서보 알람 발생중
기계 원점복귀
<기계 원점복귀(9001)의 기록
89
X20
수동/자동 전환 스위치
X25
원점복귀 버튼
MOVP
K9001
D10
시동 번호
<기계 원점복귀의 개시 지령
M2
원점복귀 개시 지령


위치결정 운전
<위치결정 데이터No.1의 설정
130
X20
수동/자동 전환 스위치
X21
기동 버튼
X26
1사이클/연속 전환 스위치
MOVP K1 D10
시동 번호
<위치결정 데이터No.20의 설정
X26
1사이클/연속 전환 스위치
MOVP K20 D10
시동 번호
<위치결정 운전의 개시 지령
M3
위치결정 개시 지령
<위치결정 개시 지령의 펄스화
190
M2
원점복귀 개시 지령
M3
위치결정 개시 지령
PLS M4
위치결정 시동 지령 펄스
<위치결정 시동 지령의 유지
209
M4
위치결정 시동 지령 펄스
Y10
축1 위치결정 시동
X10
축1 시동 완료
M6
JOG 운전중 플래그
SET M5
위치결정 시동 지령 기억


《위치결정 시동No.의 설정
227
M5
위치결정 시동 지령 기억
MOVP
D10
시동 번호
U0¥G1500
위치결정 시동 번호
《위치결정 시동의 실행
SET
Y10
축1 위치결정 시동
《위치결정 시동 지령 기억의 OFF
RST
M5
위치결정 시동 지령 기억
《위치결정 시동 신호의 OFF
273
Y10
축1 위치결정 시동
X10
축1 시동 완료
D¥0C
축1 BUSY
X8
축1 에러 검출
RST
Y10
축1 위치결정 시동
JOG 운전
《JOG 운전중 플래그의 ON
293
X23
정전 JOG 버튼
X20
수동/자동 전환 스위치
X0
QD75 준비 완료
X0C
축1 BUSY
X24
역전 JOG 버튼
SET
M6
JOG 운전중 플래그
《JOG 운전 완료
317
X23
정전 JOG 버튼
X24
역전 JOG 버튼
RST
M6
JOG 운전중 플래그


<JOG 운전 속도(5000.00mm/min)의 설정
331
M6
JOG 운전중 플래그
DMOVP K500000 D2
JOG 운전 속도 (하위 16비트)
<JOG 운전 속도의 기록
TOP H0 K1518 D2 K2
JOG 운전 속도 (하위 16비트)
<정전 JOG 운전의 실행
370
X23
정전 JOG 버튼
M6
JOG 운전중 플래그
Y9
축1 역전 JOG 시동
Y8
축1 정전 JOG 시동
<역전 JOG 운전의 실행
385
X24
역전 JOG 버튼
M6
JOG 운전중 플래그
Y8
축1 정전 JOG 시동
Y9
축1 역전 JOG 시동
정지
<정지 지령의 펄스화
400
X22
정지 버튼
PLS M7
정지 지령 신호
M1
실습기 에러
<정지의 실행
419
M7
정지 지령 신호
X0C
축1 BUSY
SET Y4
축1 축 정지
<축 정지에 의한 축 정지 신호의 OFF
429
X22
정지 버튼
X0C
축1 BUSY
RST Y4
축1 축 정지
448
END

MEMO

MEMO

MEMO

미쓰비시 범용 AC서보 스쿨 텍스트

MITSUBISHI ELECTRIC
韓國三菱電機AUTOMATION(株)

본　　사 : 157-200　서울특별시 강서구 가양동 1480-6
TEL. 02)3660-9515~19 FAX. 02)3664-8372/8335

부산영업소 : 617-726　부산광역시 사상구 괘법동 578
산업용품유통상가 업무동 206호
TEL. 051)319-3747~9　FAX. 051)319-3768

대구영업소 : 702-845　대구광역시 북구 산격2동 1666
크리스탈빌딩 603호
TEL. 053)604-6047　FAX. 053)604-6049

F.A　센 터 : 서울특별시 강서구 가양동 1480-6 2F
TEL. 02)3660-9607　FAX. 02)3663-0475

http://www.mitsubishi-automation.co.kr

SH(명)-3171-J(0407)MEE(취급설명서 번호)　한국미쓰비시전기오토메이션(주) 2007년 2월 제작