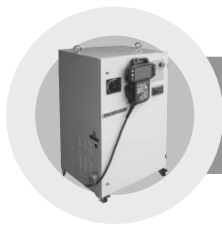




경고



모든 설치 작업은 반드시 자격있는
설치기사에 의해 수행되어야 하며
관련 법규 및 규정을 준수하여야 합니다.



Hi5 제어기 기능설명서

서보프리





본 제품 설명서에서 제공되는 정보는 현대중공업의 자산입니다.
현대중공업의 서면에 의한 동의 없이 전부 또는 일부를 무단 전재 및 재배포할 수 없으며,
제 3 자에게 제공되거나 다른 목적에 사용할 수 없습니다.

본 설명서는 사전 예고 없이 변경될 수 있습니다.

Printed in Korea - 2012 년 7 월 . 1 판
Copyright © 2012 by Hyundai Heavy Industries Co., Ltd





목 차

1. 기능 개요	1-1
1.1. 서론	1-2
1.2. 기능 요약	1-2
2. 사용 방법	2-1
2.1. 서보프리 프로그램 구조	2-2
2.2. 서보프리 명령문	2-3
2.2.1. LIMIT 문	2-3
2.2.2. ServoFree 문	2-4
2.3. 서보프리 기능 사용방법	2-5
3. 기타	3-1
3.1. 특기 사항	3-2
3.2. 사출물 핸들링 작업 예	3-3

현대중공업

그림 목차

그림 1.1 서보프리 예 (로봇좌표계의 +Y 방향으로 기능을 활성화한 경우)	1-2
그림 2.1 최대 밀림거리	2-3
그림 2.2 서보프리 기능 동작여부 확인 순서도	2-5
그림 2.3 서보프리 기능 동작여부 확인 프로그램 예	2-6
그림 2.4 서보프리 기능 게인 튜닝 순서도	2-6
그림 3.1 서보프리 추천 방향	3-2
그림 3.2 사출물 핸들링 작업	3-3





현대중공업

1

기능 개요



1. 기능 개요

서보프리

1.1. 서론

서보프리 기능은 로봇에 작용하는 외력에 반응하여 로봇 툴이 자연스럽게 밀릴 수 있는 기능으로 소프트웨어적으로 동작하기 때문에 기능을 사용함에 있어 힘센서 등 추가적인 하드웨어가 필요 없습니다. 서보프리 기능이 없는 (또는 서보프리 기능이 비활성화된) 로봇은 계획된 지령을 충실히 추종하도록 제어되기 때문에 외력이 가해져도 밀리지 않습니다. 따라서 사출기 성형품 취출 작업과 같이 사출기 이젝터의 움직임에 맞춰 로봇 툴이 자연스럽게 밀리기 위해서는 서보프리 기능이 필요합니다.

외력에 대해 밀릴 수 있는 방향은 제어기에서 제공하는 좌표계 중 하나의 축 방향이며, 사용자 (User) 좌표계를 이용해 공간상 임의의 직선을 따라 로봇이 밀리게 할 수 있습니다. 로봇이 밀리는 동안에 툴 자세는 바뀌지 않으며, 서보프리 기능이 활성화되기 직전의 툴 자세를 유지하며 밀리게 됩니다.

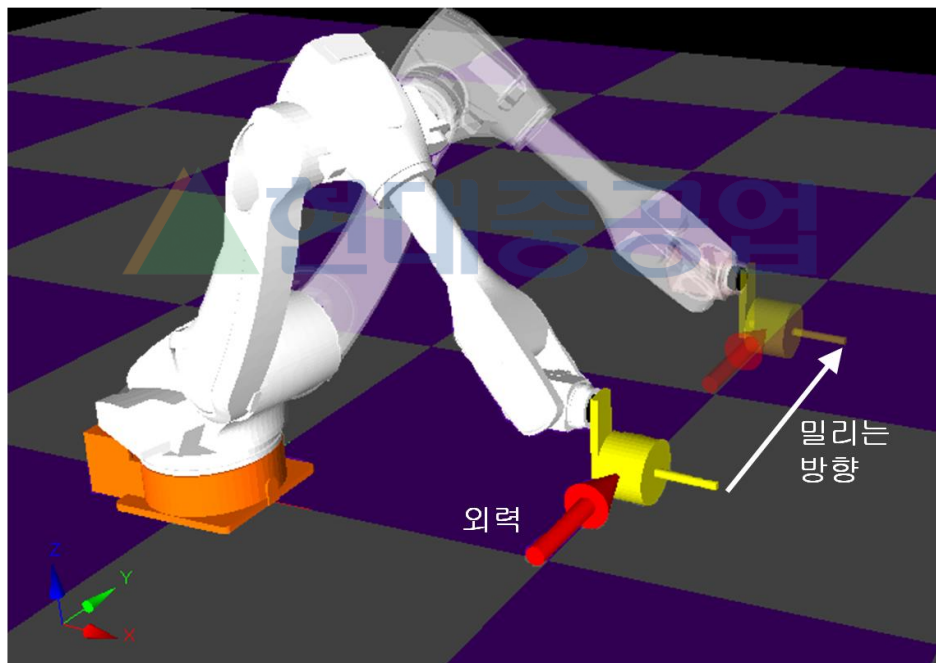


그림 1.1 서보프리 예 (로봇좌표계의 +Y 방향으로 기능을 활성화한 경우)

1.2. 기능 요약

- 밀림 방향 : 사용자가 선택한 좌표계의 +X, -X, +Y, -Y, +Z, -Z 방향 중 하나의 방향
- 지원 좌표계 : 베이스 좌표계, 로봇 좌표계, 툴 좌표계, 사용자(User) 좌표계
- 밀리는 동안 툴 자세가 유지됨.
- 가능한 최대 밀림거리 : 1,000mm
- 가능한 최대 밀림속도 : 300mm/s
- 적용가능 로봇 : 6 축 시리얼링크형 로봇



현대중공업

2

사용 방법



2. 사용 방법

서보프리

2.1. 서보프리 프로그램 구조

서보프리 기능을 사용하기 위해서는 먼저 최대 밀림거리와 최대 밀림속도를 설정해야 합니다. 그 다음으로 기준 좌표계와 밀림방향을 입력합니다. 서보프리 기능이 활성화된 후에는 외력을 가하는 장치에 작업시작 신호를 송신하고, 작업종료 신호수신을 대기합니다. 밀림 작업이 모두 종료된 후에는 서보프리 기능을 비활성화시킵니다.

구분	설명	프로그램 예
조건설정 및 기능개시	최대 밀림거리, 최대 밀림속도, 기준 좌표계, 밀림방향, 게인 등을 설정하고, 서보프리 기능을 on 합니다.	LIMIT POS,+Y=500 LIMIT VEL,Y=300 ServoFree ON,CRD=1, ...
밀림구간	서보프리 기능이 활성화된 상태이며, 실제로 로봇 톨이 밀리는 구간입니다. 외력을 가하는 장치(사출기 등)와 DIO 통신을 통해 로봇 톨을 밀 것을 지시하거나 작업종료 신호 등을 수신합니다.	D010=1 WAIT D110
기능종료	서보프리 기능을 off 합니다.	ServoFree OFF

2.2. 서보프리 명령문

서보프리 기능에 사용되는 명령문은 최대 밀림거리와 최대 밀림속도 설정을 위한 'LIMIT' 명령문과 서보프리 기능의 활성화/비활성화에 사용되는 'ServoFree' 명령문입니다.

2.2.1. LIMIT 문

설명	서보프리 기능을 활성화하기 전 최대 밀림거리와 최대 밀림속도를 설정하는 명령문입니다.		
입력방법	『[F6]: 명령입력』 → 『[F1]: 모션, I/O』 → 『PREV/NEXT』 → 『PREV/NEXT』 → 『[F7]: LIMIT』		
문법	LIMIT POS, <방향별 제한값> LIMIT VEL, <방향별 제한값>		
파라미터	제한대상	POS	최대 밀림거리 설정
		VEL	최대 밀림속도 설정
	방향별 제한값	POS 경우	0~1,000[mm]
		VEL 경우	0~300[mm/s]
사용 예	LIMIT POS, +Y=500 LIMIT VEL, Y=300	최대 밀림거리는 +Y 방향으로 500[mm], 최대 밀림속도는 Y 방향으로 300[mm/s]로 설정	
참고사항	▪ ServoFree ON을 실행하기 전에 반드시 LIMIT 명령문을 이용해 밀리고자 하는 방향에 대한 최대 밀림거리와 최대 밀림속도를 설정해야 합니다. ▪ 최대 밀림거리까지 밀렸을 경우 외력이 가해져도 더 이상 밀리지 않습니다. ▪ 아무리 큰 외력이 가해져도 최대 밀림속도 이상으로는 로봇 톨이 밀리지 않습니다. ▪ 제한값이 0으로 입력되거나 입력되지 않은 축 방향으로는 밀리지 않습니다.		

참고로 최대 밀림거리는 톨 끝의 밀림 시작점부터 최대 밀릴 수 있는 밀림 끝점 사이의 직선거리이며, 다음 그림과 같습니다.

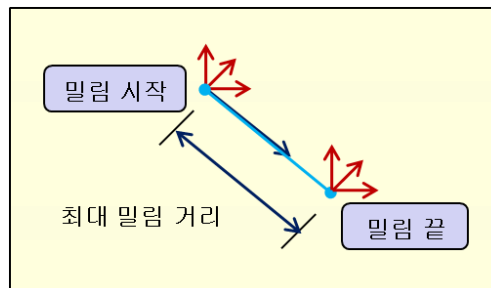


그림 2.1 최대 밀림거리

2.2.2. ServoFree 문

설명	서보프리 기능을 활성화(On)하거나 비활성화(Off)하는 명령문입니다.		
입력방법	『[F6]: 명령입력』 → 『[F1]: 모션, I/O』 → 『PREV/NEXT』 → 『PREV/NEXT』 → 『[F4]: ServoFree』		
문법	LIMIT ON, <사용좌표계(CRD)>, <밀림방향(DIR)>, <민감도게인(GAIN)>, <외력문턱값(F)> LIMIT OFF		
파라미터	사용여부	ON	서보프리 기능 활성화
		OFF	서보프리 기능 비활성화
	사용좌표계(CRD)	0: 베이스, 1: 로봇, 2: 툴, 3: U(현재 사용자 좌표계), 4: Un(사용자 좌표계 n)	
	밀림방향(DIR)	+X, -X, +Y, -Y, +Z, -Z 중 택 1	
	민감도게인(GAIN)	1~100	
	외력문턱값(F)	1~100	
사용 예	ServoFree ON, CRD=1, DIR=+Y, GAIN=50, F=50		
	밀림방향을 로봇좌표계의 +Y 방향으로 하여 서보프리 기능을 활성화		
참고사항	- 민감도게인(GAIN)은 1~100 사이 값이며, 값이 클수록 외력에 대해 민감하게 반응 합니다. 즉, 같은 외력일 경우 GAIN=100 인 경우, GAIN=1 인 경우에 비해 더 빠른 속도로 밀립니다. - 외력문턱값(F)를 크게 할수록 같은 속도로 밀리는데 보다 더 큰 힘이 필요합니다. 외력이 없어도 로봇이 밀려나갈 경우 F 를 크게 설정합니다.		

2.3. 서보프리 기능 사용방법

1 단계 : 서보프리 기능 동작여부 확인

서보프리의 세부 계인을 튜닝하기 전에 사용 로봇에서 서보프리 기능이 동작하는지 확인합니다. 로봇에 외력을 가하지 않아도 로봇이 움직이게 만들기 위해 가장 큰 민감도(GAIN=100)와 가장 작은 외란문턱값(F=1)으로 설정합니다.

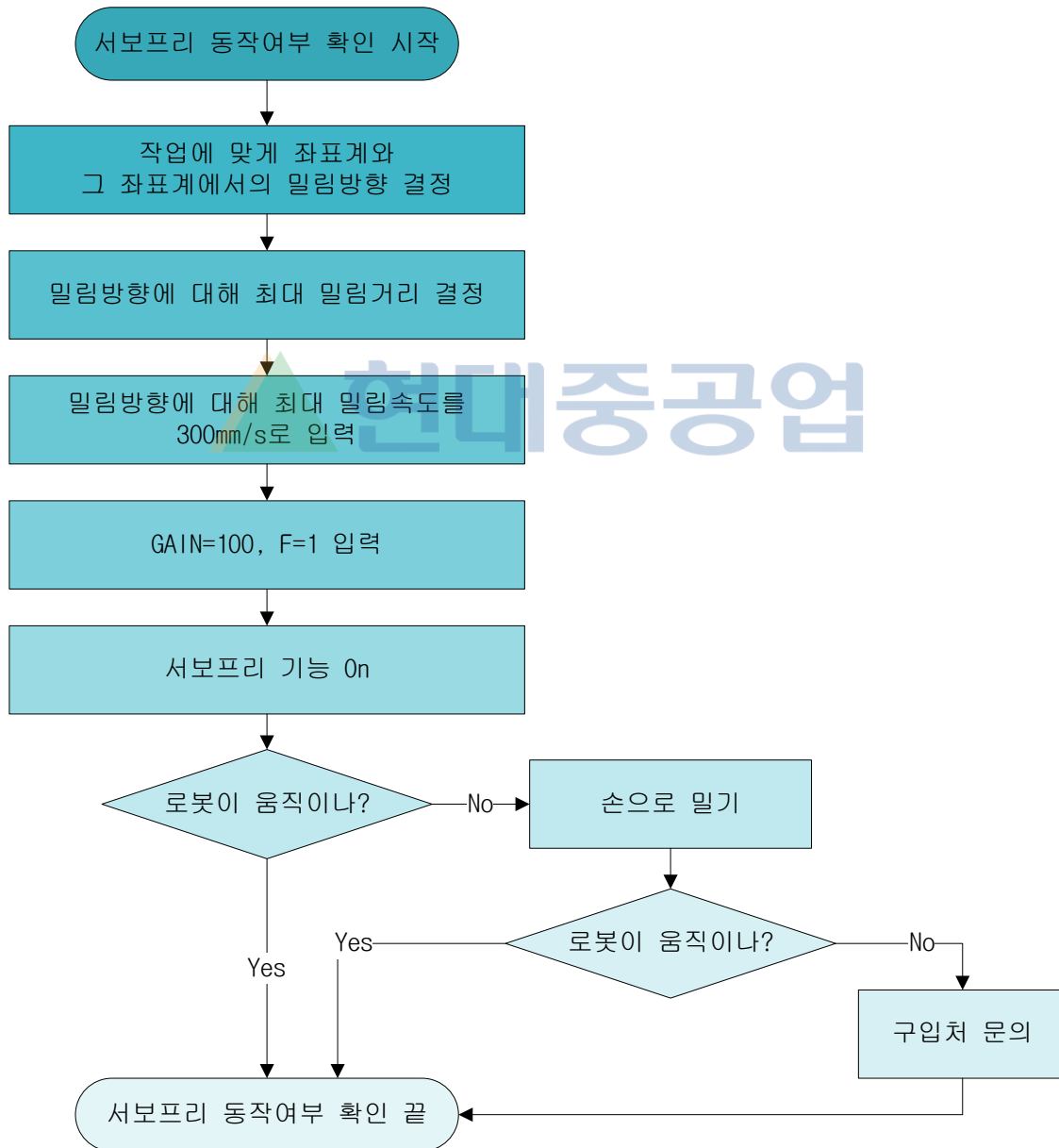


그림 2.2 서보프리 기능 동작여부 확인 순서도

```

S1  MOVE P,S=10%,A=1,T=1
    DELAY 2.0
    LIMIT POS,+Y=500
    LIMIT VEL,Y=300
    ServoFree ON,CRD=1,DIR=+Y,GAIN=100,F=1
    DELAY 10
    ServoFree OFF
    END

```

그림 2.3 서보프리 기능 동작여부 확인 프로그램 예

2 단계 : 작업에 맞춰 세부 게인 튜닝

사용 로봇에서 서보프리 기능이 동작함을 확인한 후 작업에 알맞도록 세부 게인을 튜닝합니다. 서보프리 기능을 on 한 후 외력이 없는 상태에서 로봇이 움직이지 않도록 외란문턱값 F를 1부터 점차 증가시킵니다. 그 후 작업에 알맞은 민감도를 얻을 때까지 민감도게인 GAIN을 조절하고, 밀리는 속도에 따라 최대 밀림속도를 조절합니다.

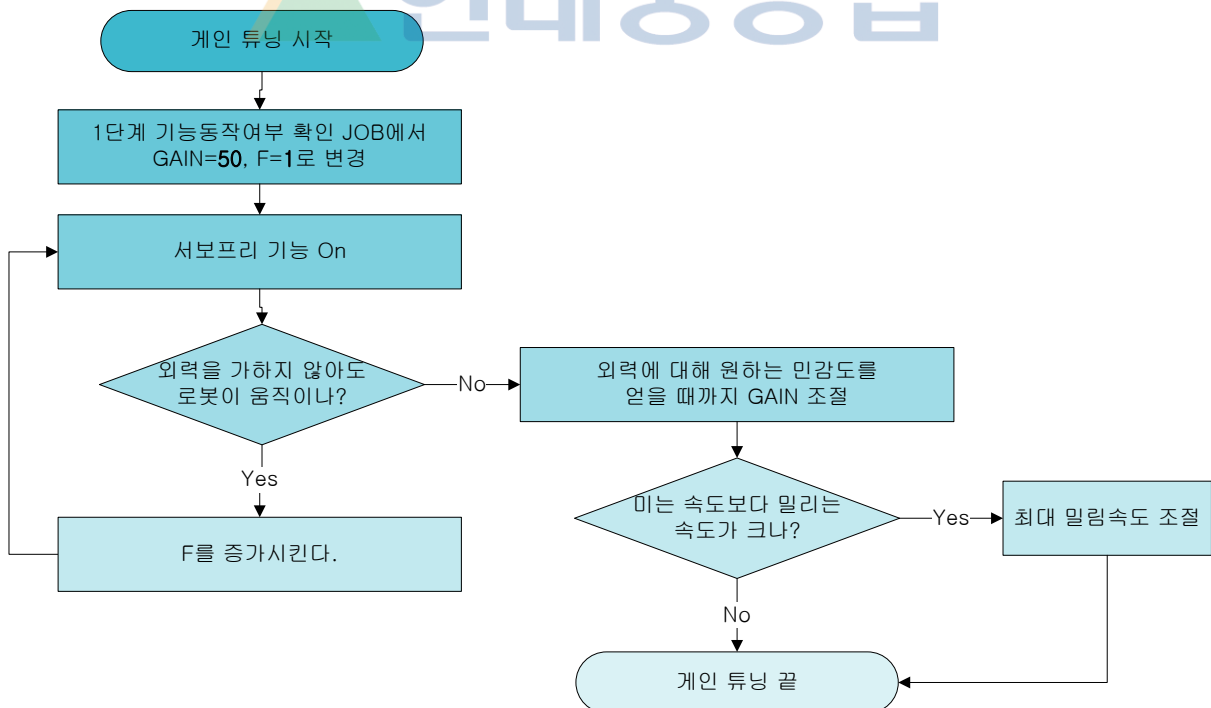


그림 2.4 서보프리 기능 게인 튜닝 순서도



현대중공업

3

기타



3. 기타

서보프리

3.1. 특기 사항

- (1) 외력에 가장 민감하게 반응하는 방향은 로봇좌표계의 좌우방향($\pm Y$)입니다. 서보프리 작업을 위해 로봇 툴이 로봇좌표계의 +Y 또는 -Y 방향으로 밀리도록 로봇을 설치할 것을 추천합니다.

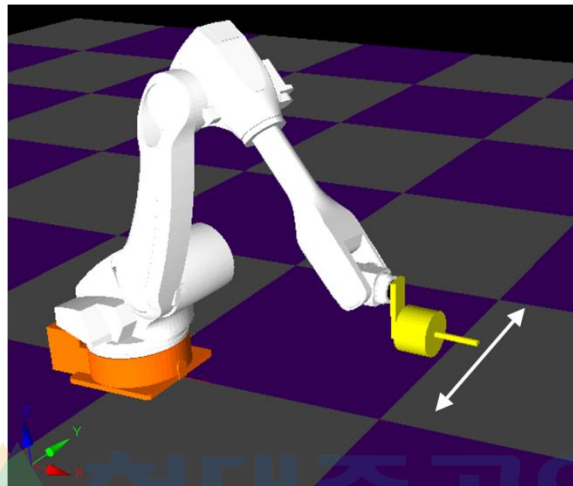


그림 3.1 서보프리 추천 방향

- (2) 로봇이 특정 스텝으로 이동 후 곧바로 서보프리를 on 할 경우 외력 추정오차가 커질 수 있습니다. 서보프리 기능을 활성화시키기 전에 2초 정도 시간지연(DELAY 2.0)을 입력하는 것이 좋습니다.
- (3) 최대 밀림속도는 로봇을 미는 속도보다 크거나 같게 설정돼 있어야 합니다. 최대 밀림속도가 로봇을 미는 속도보다 작게 설정돼 있을 경우, 로봇에 과도한 외력이 가해져 기구부가 파손될 수 있습니다. 설정 가능한 최대 밀림속도는 300mm/s입니다.
- (4) 최대 밀림거리까지 밀린 상태에서 계속하여 로봇 툴을 밀 경우, 로봇에 과도한 외력이 가해져 기구부가 파손될 수 있습니다. 따라서 로봇 툴이 실제로 밀릴 거리보다 크게 최대 밀림거리를 설정해야 합니다. 설정 가능한 최대 밀림거리는 1,000mm입니다.
- (5) 툴중량 오차 등의 영향으로 외력이 사라진 후에도 로봇 툴이 정지하지 않고 계속 밀려나갈 수 있으며, 이 경우 로봇 툴과 주변장치가 충돌할 위험이 있습니다. 최대 밀림거리를 알맞게 설정함으로써 외력이 사라진 후 로봇 툴이 계속 밀려나가다가도 일정 거리 내에서 정지하게 만들 수 있습니다.
- (6) 서보프리 티칭 프로그램에 사용되는 툴번호의 부하정보에는 그리퍼와 그리퍼로 핸들링할 workpiece를 포함한 정보를 입력해야 합니다. 수동으로 정확한 부하정보를 입력하기 어려운 경우 '부하추정' 기능을 사용할 것을 추천합니다.

3.2. 사출물 핸들링 작업 예

서보프리 기능을 이용해 사출기 사출물을 핸들링하는 작업을 수행하는 순서는 다음과 같습니다.

- (1) 사출물을 잡기 위해 P1 위치로 로봇을 움직입니다.
- (2) 그리퍼를 닫아 사출물을 잡습니다.
- (3) 서보프리 초기조건을 설정하고 기능을 on 합니다.
- (4) 사출기에 사출시작 명령을 전달합니다.
- (5) 사출기 이젝터가 사출물을 미는 동안 설정된 밀림방향을 따라 밀립니다. (P1→P1')
- (6) 사출작업 완료 신호를 대기합니다.
- (7) 서보프리 기능을 off 합니다.
- (8) 사출물을 P2 위치로 옮깁니다.

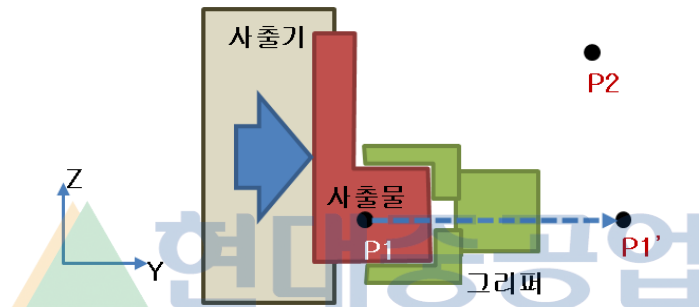


그림 3.2 사출물 핸들링 작업

위 작업에 해당하는 작업 프로그램은 다음과 같습니다.

구분	프로그램
사출기로 이동	MOVE P,P1,S=50%,A=1,T=1
그리퍼 닫기	D01=1
시간 지연	DELAY 2.0
서보프리 조건설정 & 기능 개시	LIMIT POS,+Y=500 LIMIT VEL,Y=300 ServoFree ON,CRD=1,DIR=+Y,GAIN=50,F=50
사출시작 명령	D010=1
사출작업완료 대기	WAIT D11
기능 종료	ServoFree OFF
사출물 이송	MOVE P,P2,S=100%,A=1,T=1





- **Head Office**

Tel. 82-52-202-7901 / Fax. 82-52-202-7900
1, Jeonha-dong, Dong-gu, Ulsan, Korea

- **A/S Center**

Tel. 82-52-202-5041 / Fax. 82-52-202-7960

- **Seoul Office**

Tel. 82-2-746-4711 / Fax. 82-2-746-4720
140-2, Gye-dong, Jongno-gu, Seoul, Korea

- **Ansan Office**

Tel. 82-31-409-4945 / Fax. 82-31-409-4946
1431-2, Sa-dong, Sangnok-gu, Ansan-si, Gyeonggi-do, Korea

- **Cheonan Office**

Tel. 82-41-576-4294 / Fax. 82-41-576-4296
355-15, Daga-dong, Cheonan-si, Chungcheongnam-do, Korea

- **Daegu Office**

Tel. 82-53-746-6232 / Fax. 82-53-746-6231
223-5, Beomeo 2-dong, Suseong-gu, Daegu, Korea

- **Gwangju Office**

Tel. 82-62-363-5272 / Fax. 82-62-363-5273
415-2, Nongseong-dong, Seo-gu, Gwangju, Korea

- **본사**

Tel. 052-202-7901 / Fax. 052-202-7900
울산광역시 동구 전하동 1번지

- **A/S 센터**

Tel. 82-52-202-5041 / Fax. 82-52-202-7960

- **서울 사무소**

Tel. 02-746-4711 / Fax. 02-746-4720
서울특별시 종로구 계동 140-2번지

- **안산 사무소**

Tel. 031-409-4959 / Fax. 031-409-4946
경기도 안산시 상록구 사동 1431-2번지

- **천안 사무소**

Tel. 041-576-4294 / Fax. 041-576-4296
충남 천안시 다가동 355-15번지

- **대구 사무소**

Tel. 053-746-6232 / Fax. 053-746-6231
대구광역시 수성구 범어 2동 223-5번지

- **광주 사무소**

Tel. 062-363-5272 / Fax. 062-363-5273
광주광역시 서구 농성동 415-2번지