



경고

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



## Hi5 제어기 기능설명서

로봇간 Arm 간섭 금지

 현대중공업



---

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 - 2012년 3월. 2판  
Copyright © 2012 by Hyundai Heavy Industries Co., Ltd

 현대중공업



# 목 차

## 1. 개요

1. 개요	1-1
1.1. 로봇간 암(Arm)간섭 금지 기능에 대하여	1-2
1.1.1. 기능의 목적	1-2
1.1.2. 기능의 범위	1-2
1.1.3. 기능의 제한사항	1-3
1.1.4. 연관 기능	1-3

## 2. 관련 기능

2. 관련 기능	2-1
2.1. 설정 방법	2-2
2.1.1. HiNet 의 설정	2-2
2.1.2. 암 간섭 방지 기능 설정	2-3
2.1.3. 공통좌표계의 설정	2-6
2.1.4. 암 간섭 영역 설정	2-7
2.1.5. 툴 간섭 영역 설정	2-9
2.2. 간섭의 금지	2-14
2.2.1. 감속 정지	2-14
2.2.2. 즉시 정지	2-16
2.2.3. 재생 동작 중 에러가 발생하는 경우	2-17
2.2.4. 데드락(Dead Lock) 상태에서 처리 방법	2-19
2.2.5. HiNet 네트워크 이상 시 처리	2-20

## 그림 목차

그림 2.1 플랜지 좌표계	2-9
그림 2.2 정상적인 작업 프로그램의 예	2-17
그림 2.3 잘못된 프로그램 예 1	2-17
그림 2.4 잘못된 프로그램 예 2	2-18
그림 2.5 로봇간 암 간섭 금지 해제	2-19
그림 2.6 로봇간 암 간섭 금지 설정	2-19

 현대중공업



현대중공업

1  
개요



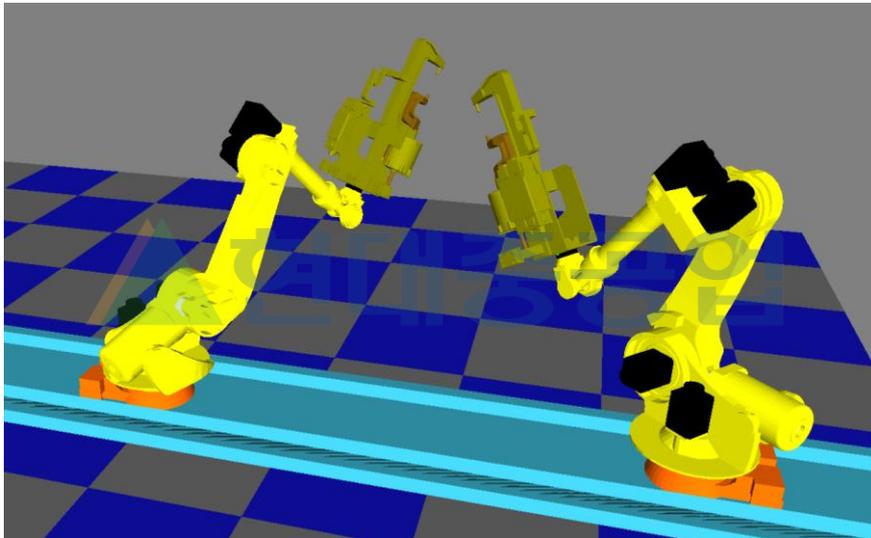
# 1. 개요

## 1.1. 로봇간 암(Arm)간섭 검지 기능에 대하여

### 1.1.1. 기능의 목적

프로그램의 오류나 사용자의 조작실수(조그, 프로그램 작성의 실수)에 의해 의도하지 않게 로봇 암(Arm) 및 툴(Tool) 등이 충돌이 예상될 경우 사전에 로봇을 정지시킴으로써 사고를 예방하는 것입니다.

### 1.1.2. 기능의 범위



로봇의 Tool, Arm의 간섭을 원통으로 간략화 한 모델을 이용하여 간섭을 검지하며, 주행 축을 사용하는 로봇에 대해서도 적용이 가능합니다.

- 본 기능은 Hi5 제어기 버전 MV31.14-00(31 계열), MV32.02-00(32 계열)부터 지원합니다.
- 간섭 검지를 지원하는 로봇은 HiNet에 접속되어야 합니다.
- 간섭 검지 기능을 지원하는 로봇 대수는 협조제어와 동일합니다. (MAX. 4EA)

### 1.1.3. 기능의 제한사항

이 기능을 이용해서 지능적으로 로봇간의 간섭을 자동적으로 회피하고, 로봇간 구동 순위를 자동으로 결정하여 구동할 수는 없습니다.

- 상호 인터록을 사용하지 않고 자동적으로 Arm 간섭을 회피하는 기능을 지원하지 않습니다.
- 상호 로봇 간의 데드락(dead-lock)을 자동적으로 회피하는 기능을 지원하지 않습니다.
- 자신의 암과 툴 간의 간섭은 검지하지 않습니다.

### 1.1.4. 연관 기능

- 협조제어 기능, HiNet
- 큐브 간섭 방지 기능



 현대중공업



현대중공업

2

관련 기능

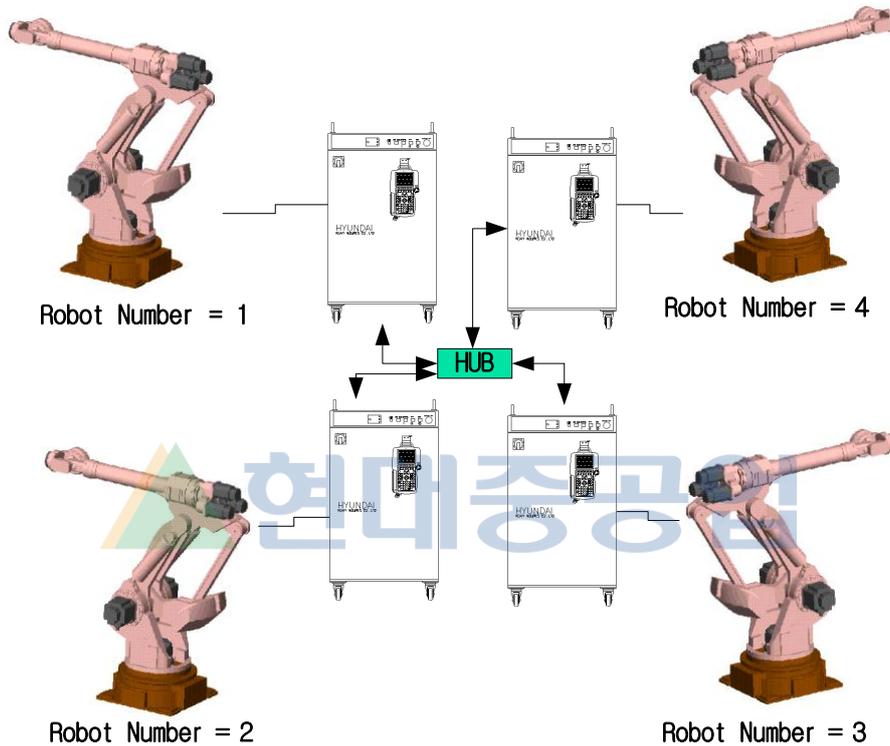


## 2. 관련 기능

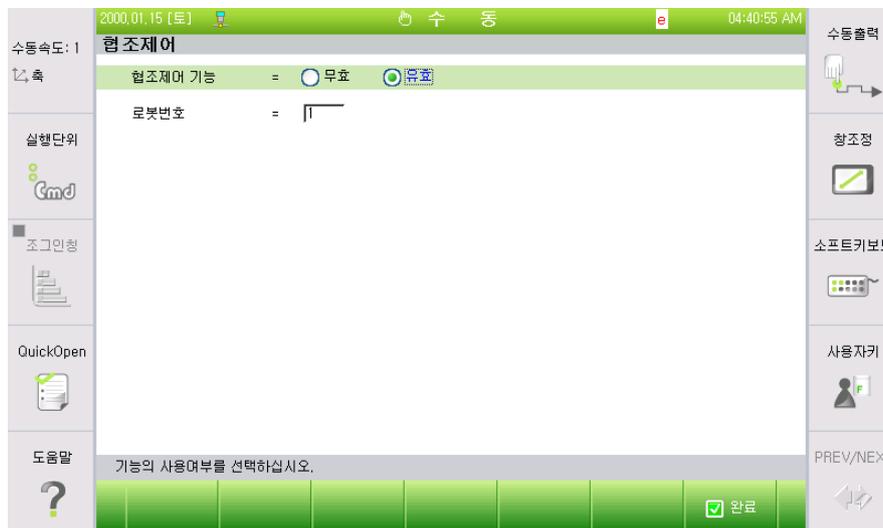
### 2.1. 설정 방법

#### 2.1.1. HiNet 의 설정

협조제어 기능을 유효로 하고 로봇 번호를 중복되지 않도록 설정합니다. 로봇은 최대 4 개까지 HiNet 에 접속할 수 있습니다.

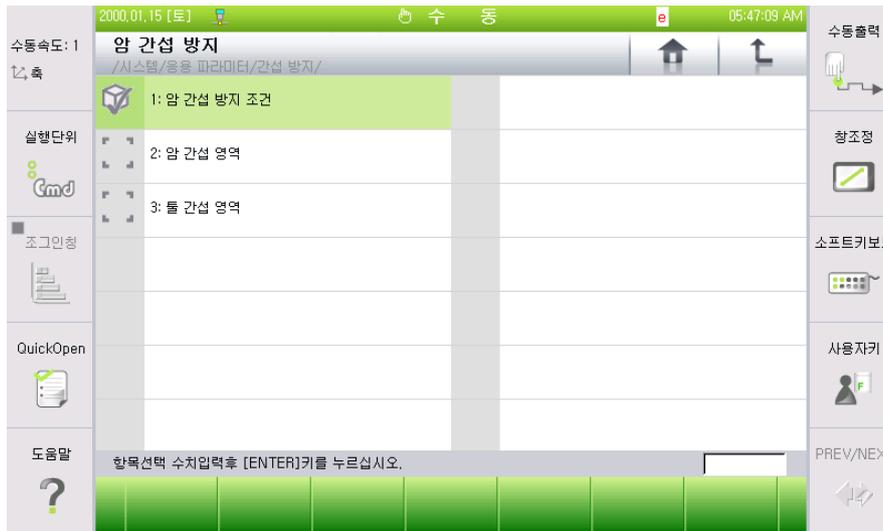


『[F2]: 시스템』 → 『2: 제어파라미터』 → 『9: 네트워크』 → 『3: 서비스』 → 『1: 협조제어』를 선택하여 아래와 같이 로봇 번호와 협조제어 기능을 유효로 설정합니다.

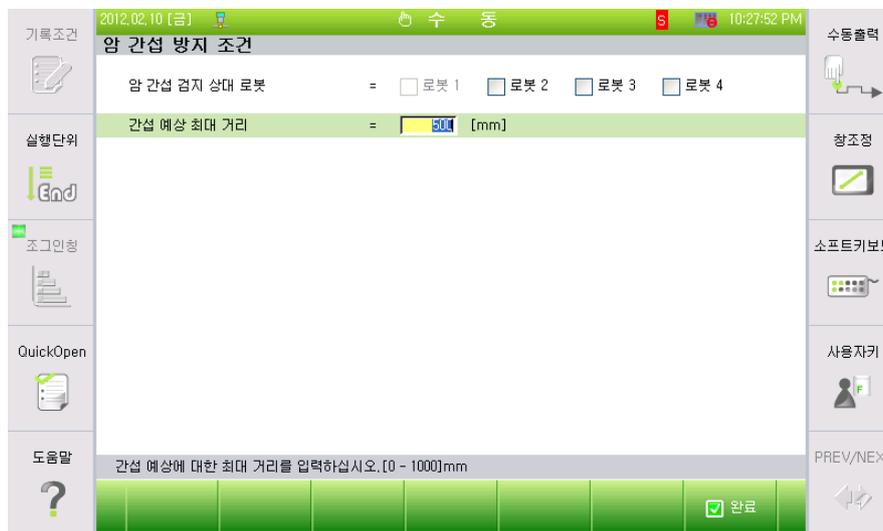


2.1.2. 암 간섭 방지 기능 설정

『[F2]: 시스템』 → 『4: 응용 파라미터』 → 『7: 간섭방지』 → 『2: 암 간섭방지』 를 선택합니다.



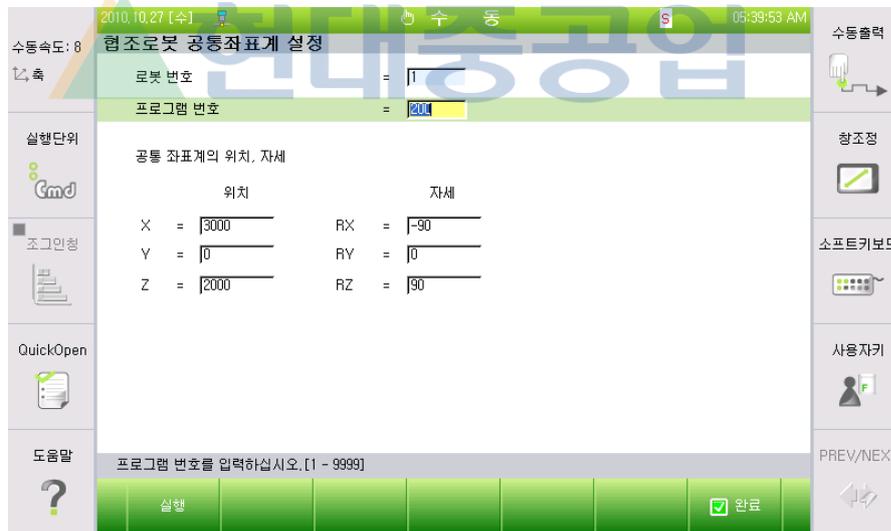
『1: 암 간섭 방지 조건』을 선택하여 암 간섭 방지를 유효로 설정하기 위해서 ‘암 간섭 금지 상대 로봇’을 선택합니다.



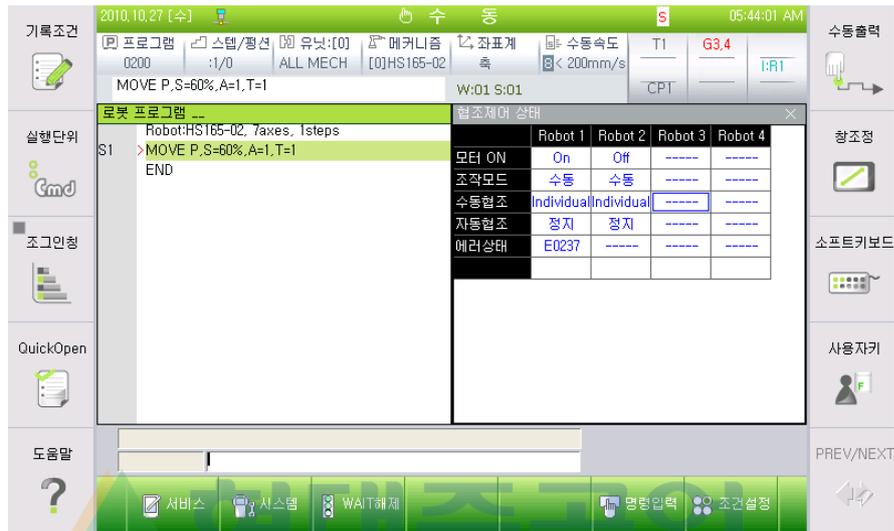
<p><b>발생 가능한 에러 원인</b></p>	<p>만일 간섭 검지를 자신의 로봇에서 설정한 상대 로봇의 협조제어가 '무효'로 설정되어 있거나, 상대 로봇이 협조제어 HiNet 네트워크에 참여하지 않은 경우, 상대 로봇의 Arm 간섭 방지 조건을 설정하지 않은 경우, 그리고 마지막으로 상대 로봇의 공통좌표계가 설정되어 있지 않은 경우 에러가 발생합니다.</p>
<p><b>에러 메시지</b></p>	<p>E0244 로봇 0)의 Arm 간섭검지가 불가능한 상태임</p>
<p><b>조치 방법</b></p>	<p>아래의 내용을 점검하십시오.</p>

상기 에러가 발생할 경우 다음 사항을 점검하십시오.

- (1) 상대 로봇의 협조제어가 유효 상태이고 공통 좌표계를 설정하였는지 확인하십시오. 상대 로봇의 TP 에서 협조제어 공통좌표계 설정이 되어 있는지는 『F2: 시스템』 → 『6: 자동정수설정』 → 『5: 협조로봇 공통좌표계설정』에서 확인하십시오.



- (2) 해당 로봇이 HiNet 네트워크에 참여하고 있는지 확인하십시오. HiNet 네트워크 상태는 『[F1]: 서비스』 → 『1: 모니터링』 → 『10: 협조제어 데이터』 → 『1: 협조제어 상태』를 선택하면 화면 오른쪽에 로봇 1~4의 상태가 나타납니다. 이때 '----'와 같이 표시된 로봇은 협조제어 네트워크에 참여하지 못한 네트워크입니다. 이때는 해당 로봇의 전원을 재 투입하여 정상적으로 표시되는지 확인하십시오. 전원을 재 투입 하여도 해결되지 않는 경우는 협조제어의 설정과 네트워크 연결선의 불량 등을 재 점검하시기 바랍니다.



### 2.1.3. 공통좌표계의 설정

로봇간 Arm 간섭 검지를 위해서는 협조제어를 위한 공통 좌표계 설정이 필요합니다.

- ① 공통좌표계를 설정하기 전에 뾰족한 툴을 준비하여 자동정수 설정을 완료하십시오
- ② 자동 정수 설정으로 정확한 툴 정보를 찾아낸 상태에서 3 점을 교시하십시오
- ③ 자세한 내용은 Hi5 협조제어 사용자 설명서를 참고하시기 바랍니다.

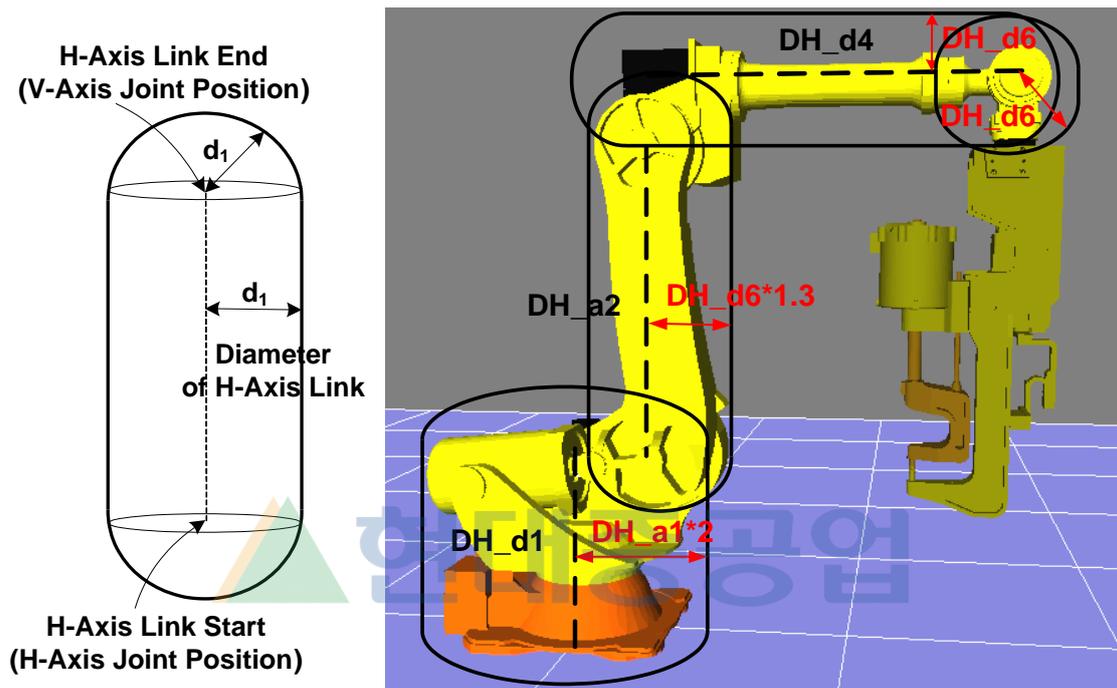
상대 로봇과 자신의 로봇이 모두 공통좌표계 설정이 되어 있어야 합니다. 자신의 로봇이 협조제어가 무효이거나 공통좌표계 설정이 되지 않은 경우에는 조그와 플레이백이 되지 않습니다.

발생 가능한 에러 원인	자신의 로봇이 협조제어 무효상태이거나 공통 좌표계를 설정하지 않고 Arm 간섭검지 조건을 설정한 경우
에러 메시지	E1342 로봇 협조 상태, 공통 좌표계가 무효임
조치 방법	본 기능을 사용하기 위해서는 반드시 로봇 협조와 공통좌표계 설정을 선행하여야 합니다.



## 2.1.4. 암 간섭 영역 설정

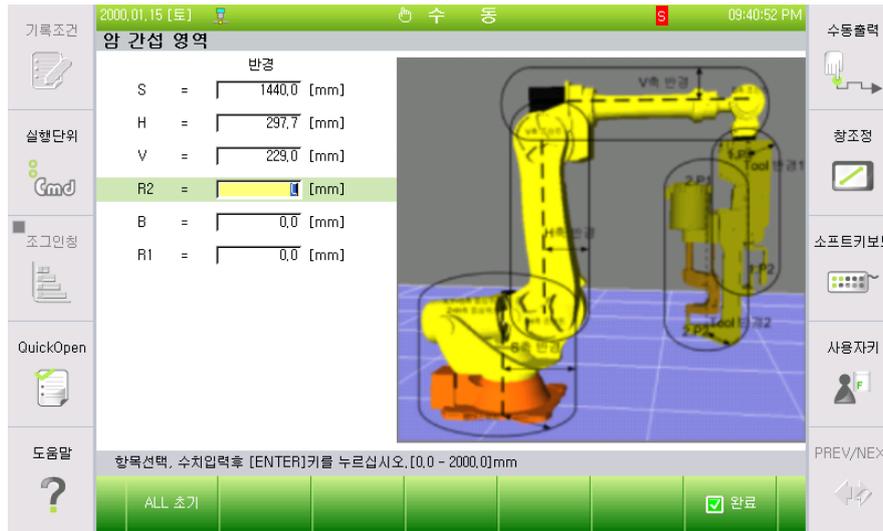
암 간섭 영역의 모델은 양쪽 면이 반구(Hemi-Sphere)로 이루어진 원통으로 되어 있습니다. 예를 들어 H 축의 경우에 아래와 같이 H 축의 조인트 위치부터 V 축의 조인트 위치까지를 반경을 설정하여 모델링 할 수 있습니다.



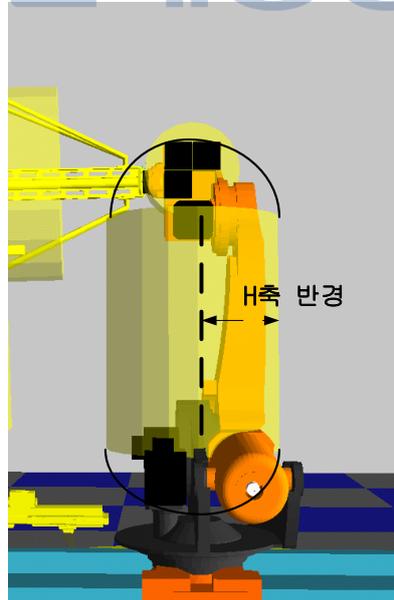
로봇 본체 암에 대한 원통 링크 모델은 S 축, H 축, V 축 그리고 B 축에 적용됩니다. 각 축의 반경의 기본 설정 값은 다음과 같이 결정되었습니다. 추가적인 설비가 로봇에 장착되었을 경우 해당 축의 반경을 기본 값 보다 크게 설정하여 사용하시기 바랍니다.

- S 축 반경 : S 축의 회전 중심에서 H 축 조인트 거리의 두 배 설정
- H 축 반경 : B 축 회전 중심에서 Flange 면까지의 거리의 1.8 배
- V 축 반경 : B 축 회전 중심에서 Flange 면까지의 거리

『[F2]: 시스템』 → 『4: 응용 파라미터』 → 『7: 간섭방지』 → 『2: 암 간섭방지』 → 『2: 암 간섭 영역』을 선택하면 현재 기본으로 설정되어 있는 반경을 볼 수 있습니다. 기본 설정 값을 변경하고자 하는 경우 설정 값을 입력하고 “[F7]: 완료” 키를 누릅니다. 기본 값으로 복귀하고자 하는 경우에는 “[F1]: ALL 초기” 를 선택하면 기본 값을 다시 불러 올 수 있습니다.



현재 로봇 암 간섭은 S, H, V 축의 설정 값으로 모든 축을 검지할 수 있도록 지원하고 있습니다.



만일 기본값보다 줄여서 사용하고자 하는 경우 매우 주의를 요합니다.

예를 들어 HS165 같은 시리얼 링크의 H 축은 위의 그림과 같이 S 축의 중심에서 오른쪽으로 오프셋이 있습니다. H 축의 간섭검지 영역은 상기의 그림과 같이 S 축 회전 중심에서 H 축 링크를 따라 V 축 회전 중심까지 잇는 선분을 기준으로 설정되기 때문에 H 축 반경은 S 축 회전 중심에서 H 축 링크를 모두 포함 할 수 있는 크기로 설정되어야 합니다.

## 2.1.5. 툴 간섭 영역 설정

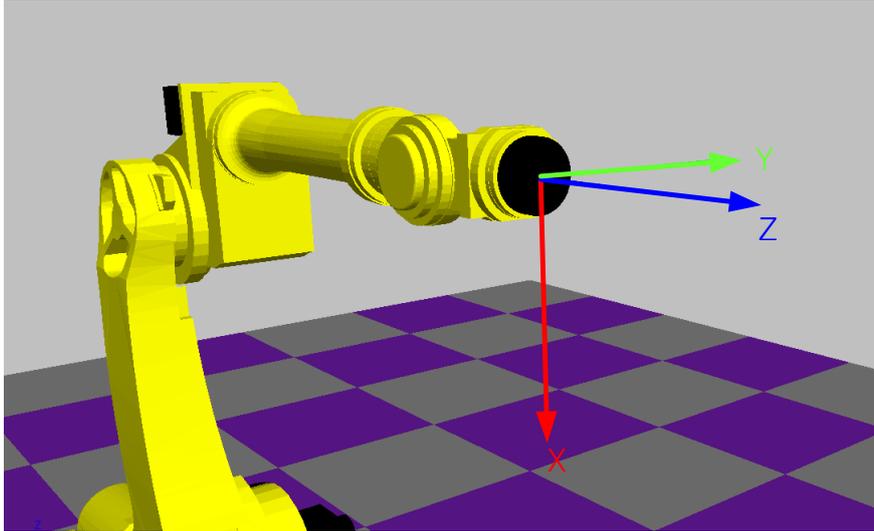


그림 2.1 플랜지 좌표계

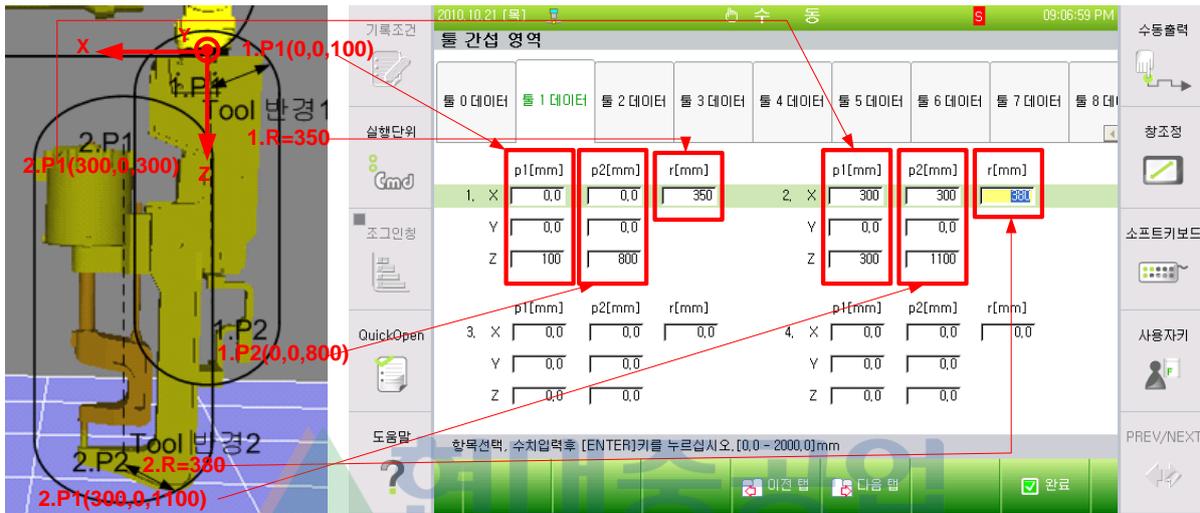
각 툴 번호에 대한 툴 간섭 영역을 설정하기 위해서는 로봇 플랜지 좌표계를 기준으로 작성합니다. 로봇이 기준자세에 있는 경우 플랜지 좌표계는, 플랜지 면에 수직하여 밖으로 나가는 방향이 Z이고 아래방향이 X방향 그리고 로봇의 왼쪽 방향이 Y방향입니다.

툴 번호 하나 당 4개의 간섭 영역을 설정할 수 있습니다. 로봇 프로그램에서 사용하는 툴 번호는 반드시 툴 간섭 영역을 설정하십시오. 이 설정이 되어 있지 않으면 툴 간섭 검지가 되지 않습니다.

(1) 서보컨 설정의 예

툴 간섭 영역의 설정은 툴 플랜지(Tool Flange) 면에 설정된 좌표로부터 시작점과 종료점 그리고 반경을 설정하여 툴의 간섭영역을 설정할 수 있습니다. 툴 번호 하나 당 4 개의 간섭 영역을 설정할 수 있습니다.

플랜지 좌표계 방향과 설정 예는 아래의 그림을 참고하십시오.

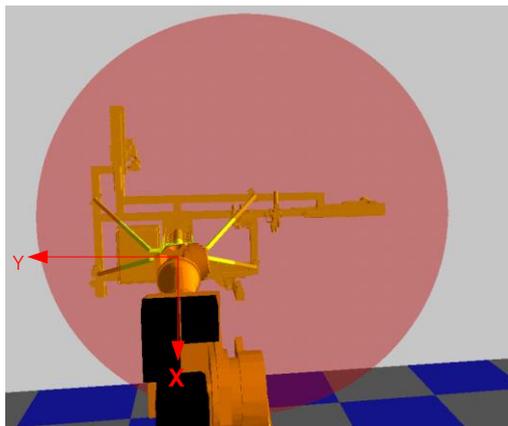
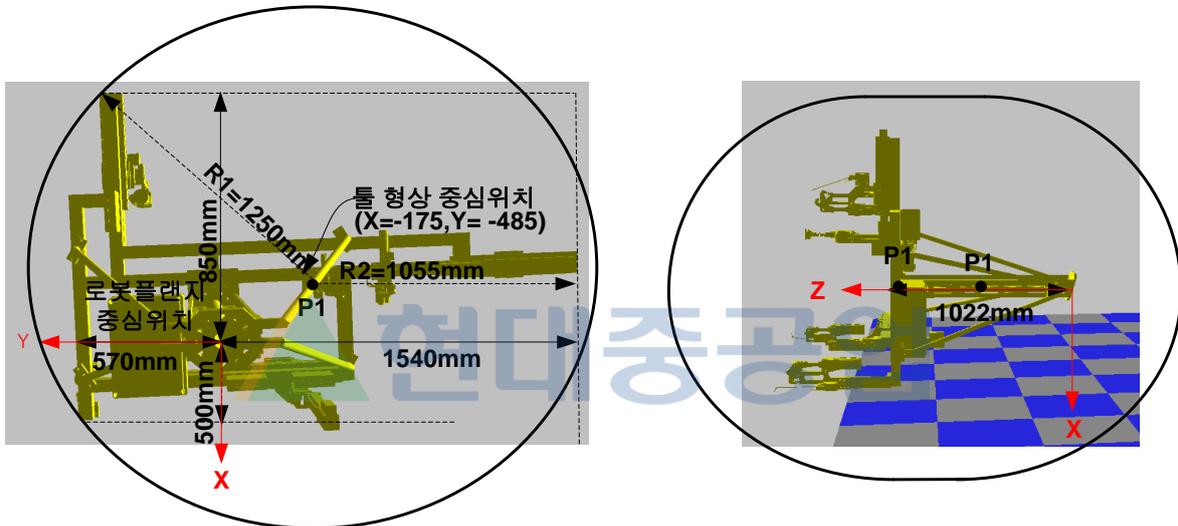


(2) 행거 설정의 예

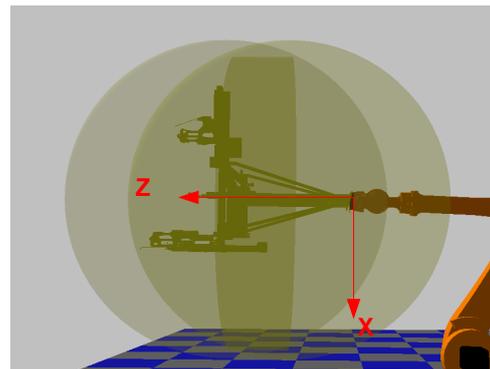
- 툴 간섭 설정 영역을 1개만 설정하는 경우

플랜지의 중심을 기준으로 대칭이 아닌 툴의 경우 툴 간섭 영역을 1개로 설정하고자 할 때는 툴 형상의 중심위치 및 중심위치와 툴의 모서리와의 최대거리를 반지름으로 설정하는 방법을 사용할 수 있습니다.

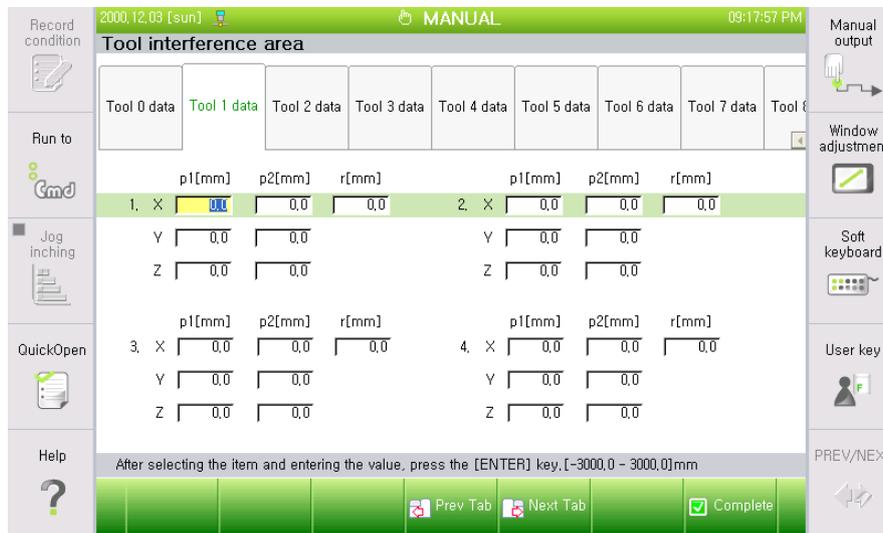
아래의 예에서 로봇 좌표계 기준으로  $X=-175, Y=-485$  이며 반경은 R1과 R2 중에 R1이 크므로 1250 보다 다소 크게 1300 으로 설정합니다. 반지름을 1300 으로 설정하게 되면 원통의 각 면에 반구(hemi-sphere)가 설정되는 점을 감안하여 Z의 위치는  $P1=(-175, -485, 500), P2=(-175, -485, 1000)$ 를 각각 설정합니다.



툴 간섭 영역 설정 정면도



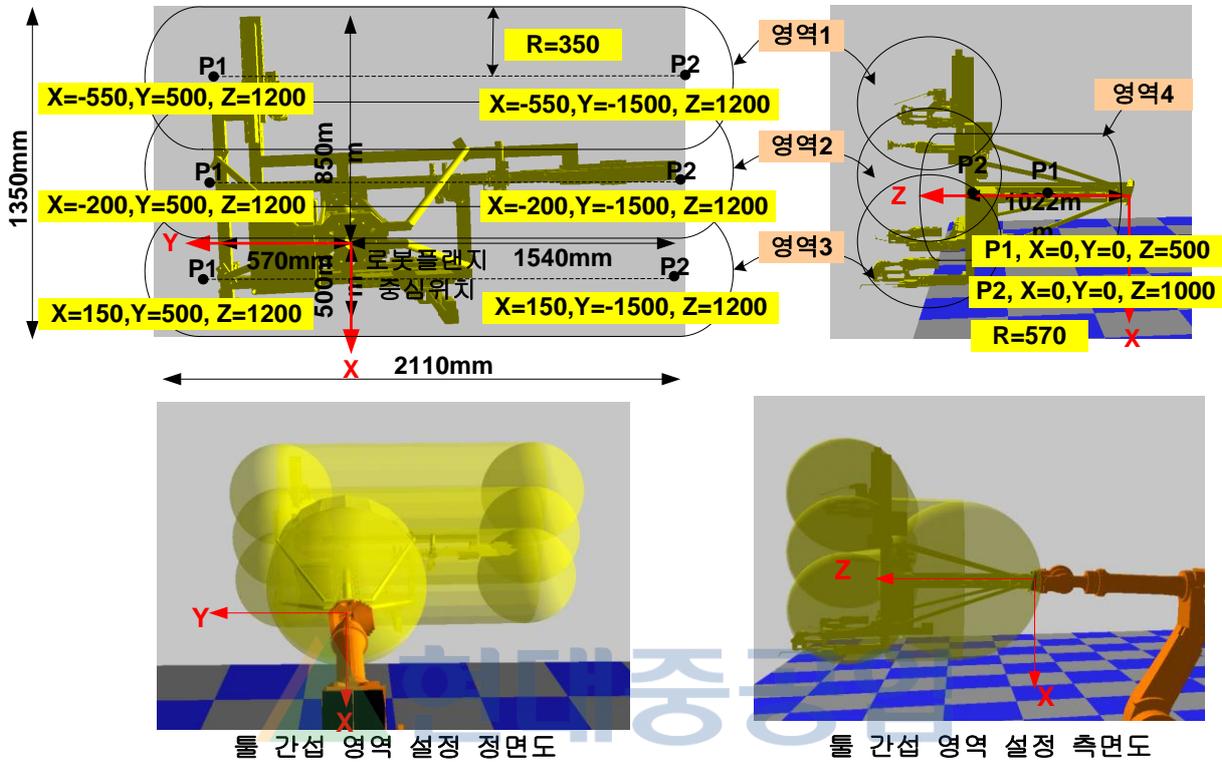
툴 간섭 영역 설정 측면도



그러나 상기와 같이 반지름을 크게 설정할 경우 툴의 실제 모양보다 불필요하게 크게 설정되는 것을 피할 수 없습니다. 따라서 정밀하게 툴의 영역을 설정할 필요가 있을 경우에는 여러 개로 나누어서 모델링 하여야 합니다.



- 툴 간섭 설정 영역을 4 개로 설정하는 경우



행거와 같이 툴이 큰 경우 영역을 나누어 설정하면 툴 간섭영역을 과대하게 설정하는 것을 방지할 수 있습니다. 아래의 예와 같이 가로 2110mm 세로 1350mm 의 툴이라고 생각하면 세로 영역을 3 등분하여 약 350mm 의 반지름을 갖는 원통 3 개의 영역 1~3 으로 모델링 할 수 있습니다. 마지막으로 플랜지에서 툴까지의 옅셋을 영역 4 로 설정하면 아래와 같은 설정이 가능합니다.

툴 0 데이터	툴 1 데이터	툴 2 데이터	툴 3 데이터	툴 4 데이터	툴 5 데이터	툴 6 데이터	툴 7 데이터	툴 8 데이터
	p1[mm]	p2[mm]	r[mm]		p1[mm]	p2[mm]	r[mm]	
1. X	-550.0	-550.0	350.0	2. X	-200.0	-200.0	350.0	
	Y	500.0	-1500.0		Y	500.0	-1500.0	
	Z	1200.0	1200.0		Z	1200.0	1200.0	
	p1[mm]	p2[mm]	r[mm]		p1[mm]	p2[mm]	r[mm]	
3. X	150.0	150.0	350.0	4. X	0.0	0.0	570.0	
	Y	500.0	-1500.0		Y	0.0	0.0	
	Z	1200.0	1200.0		Z	500.0	1000.0	

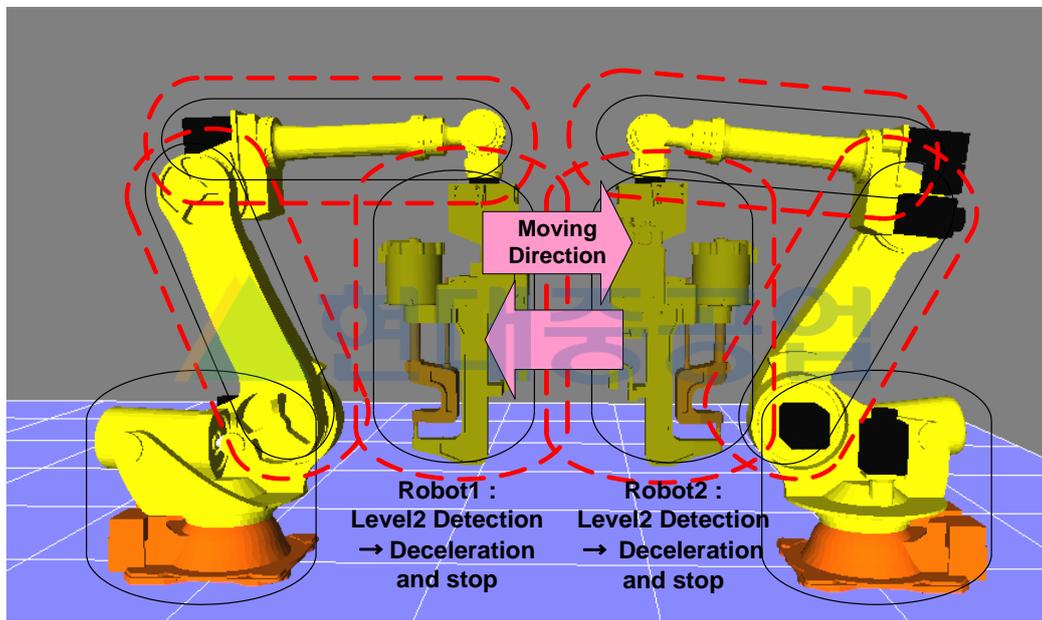
항목선택, 수치입력후 [ENTER]키를 누르십시오. [-3000.0 - 3000.0]mm

## 2.2. 간섭의 검지

### 2.2.1. 감속 정지

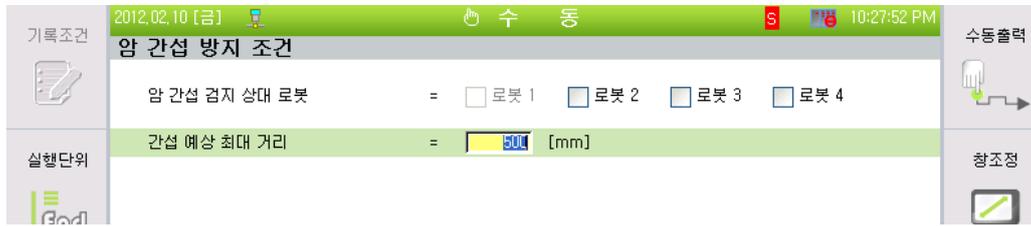
사용자가 설정한 암 간섭 영역 및 툴 간섭 영역을 침범한 후에 감속 정지할 경우 감속 정지 거리 및 로봇의 관성 때문에 에러를 검지하더라도 로봇은 충돌할 수도 있습니다. 따라서 로봇의 속도를 고려하여 영역을 확장하여 간섭을 검지합니다.

아래의 그림은 로봇이 서로 접근하는 방향으로 이동하고 있는 경우 간섭예상 영역(Level2 검지 영역)이 생성되어 간섭을 미리 검지하는 개념입니다. 점선으로 표시된 영역이 간섭 예상 영역이고 실선으로 표시된 선이 사용자가 설정한 간섭 영역입니다.



간섭 예상 영역은 로봇의 이동 속도와 정지 시간을 계산하여 그 거리만큼 자동으로 설정되지만 사용자는 그 최대 값을 ‘간섭 예상 최대 거리’로 설정 할 수 있습니다.

제어기에서 계산하는 간섭 예상 거리는 로봇이 고속으로 이동할 때는 여기에 설정된 간섭영역에 간섭 예상 최대거리를 더하여 간섭을 검지합니다. 간섭 예상 거리 구간에서는 감속 정지를 하게 되며 간섭 영역에 진입할 경우 감속 없이 즉시 정지합니다. 로봇이 저속으로 이동하여 제어기 내부에서 계산한 예상 거리가 ‘간섭 예상 최대 거리’보다 작은 경우에는 간섭 예상 최대 거리 이내에 들어오더라도 간섭 검지를 하지 않습니다.

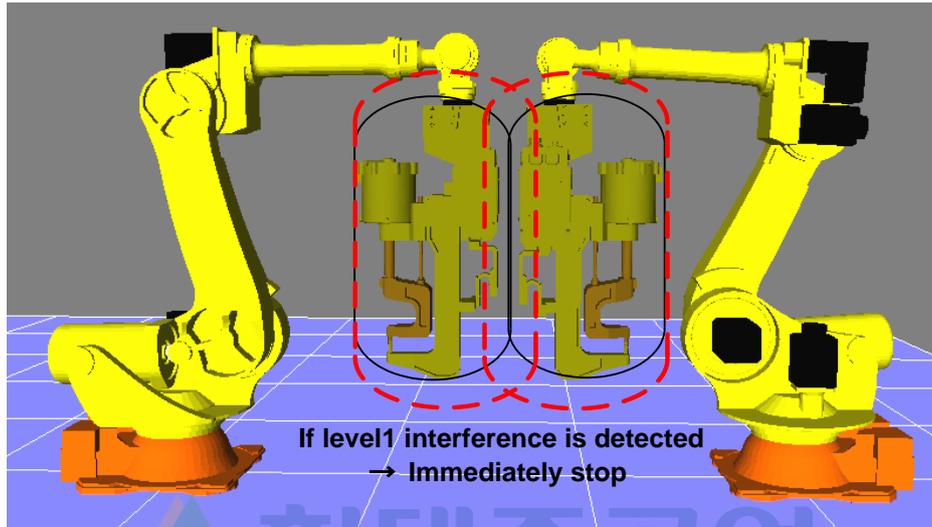


발생 가능한 에러 원인	로봇이 이동 중에 다른 로봇의 간섭 예상 영역을 침범할 경우 아래와 같은 경고와 에러 메시지가 동시에 발생하고 정지합니다.
에러 메시지	W0147 로봇 0)과 ARM 간섭이 예상되어 정지함 E0237 로봇 0)과 ARM 간섭 영역 검지
조치 방법	정상적인 로봇 프로그램의 재생 중에 상기와 같은 경고가 발생할 경우 작업 프로그램을 다시 점검해 주십시오.



### 2.2.2. 즉시 정지

간섭 예상 검지(Level2 검지 영역)에서 감속하여 정지하여도 로봇의 정지 시 감속도 때문에 간섭 영역을 침범할 수 밖에 없는 경우가 있습니다. 간섭영역으로 설정한 범위를 직접적으로 초과하는 경우에는 감속정지 하지 않고 즉시 정지 처리 합니다.



발생 가능한 에러 원인	Arm 과 Tool 영역을 침범한 경우
에러 메시지	E0237 로봇 0)과 ARM 간섭 영역 검지
조치 방법	정상적인 로봇 프로그램의 재생 중에 상기와 같은 경고가 발생할 경우 작업 프로그램을 다시 점검해 주십시오.

2.2.3. 재생 동작 중 에러가 발생하는 경우

아래 그림과 같이 두 로봇이 주행 축 위의 S1 에서 S2 로 각각 이동하는 경우 두 로봇의 S2 위치가 툴 간섭영역과 간섭 예상 최대거리를 합한 것 보다 떨어져 있는 경우 상기와 W0147 이나 E0237 이 발생하지 않습니다. 이러한 작업 작업프로그램이 정상적인 경우입니다.

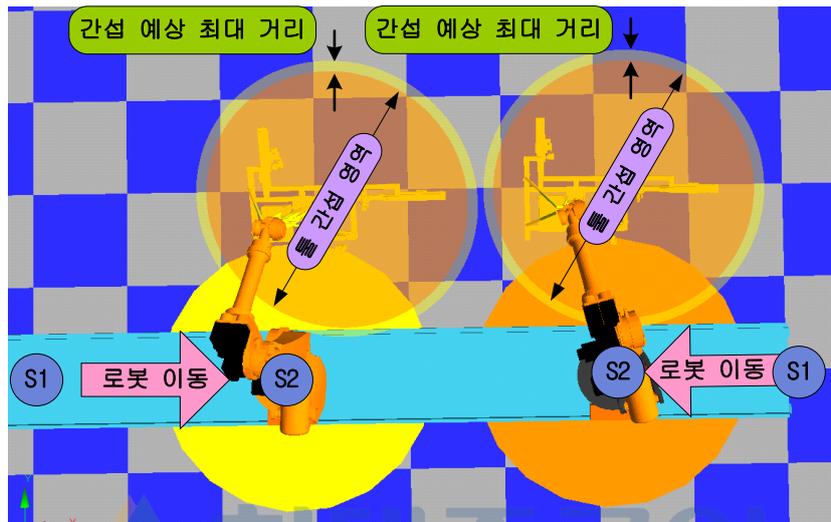


그림 2.2 정상적인 작업 프로그램의 예

아래의 그림과 같이 설정한 툴 간섭영역과는 약간 떨어져 있으나 간섭 예상 최대 거리 이내에 S2 가 교시되어 있는 경우입니다. 로봇이 저속으로 움직일 때는 에러(W0147 이나 E0237)가 발생하지 않으나 로봇이 고속(W0147 이나 E0237)으로 움직일 때는 에러가 발생할 수 있습니다. 이러한 경우는 재생 속도 및 경우에 따라 에러가 발생할 수도 있고 발생하지 않을 수도 있는 문제가 있습니다. 이와 같이 교시 하지 않도록 주의하십시오.

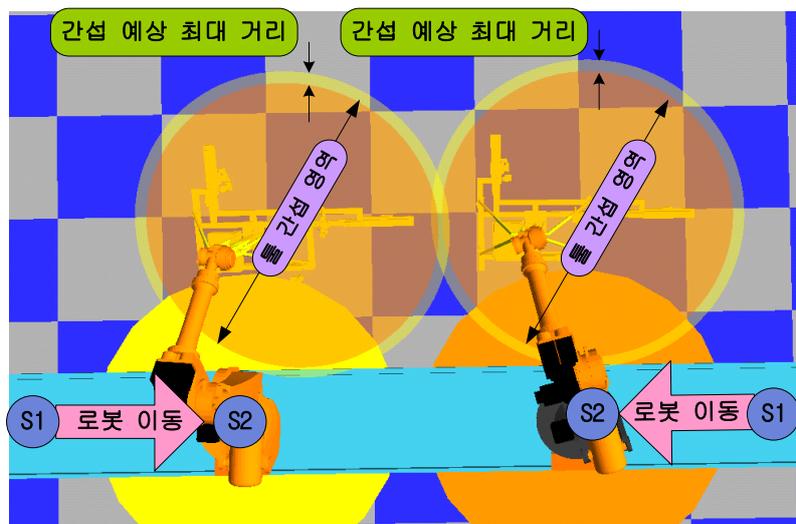


그림 2.3 잘못된 프로그램 예 1

아래의 그림과 같이 설정한 툴 간섭영역을 완전히 침범하도록 S2 를 교시한 경우에는 로봇의 속도와 무관하게 로봇이 서로 S2 로 이동할 때 에러(W0147 이나 E0237)가 발생합니다.

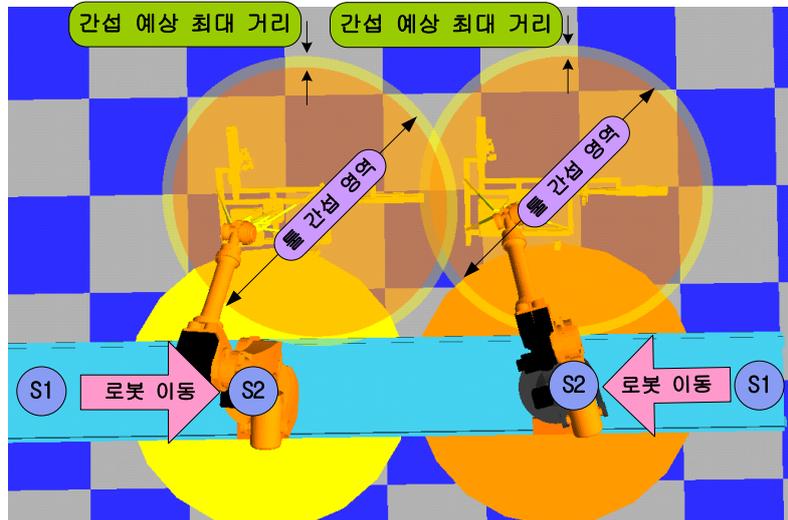


그림 2.4 잘못된 프로그램 예 2

상기와 같은 경우 '툴 간섭 영역' 을 축소하거나 '간섭 예상 최대 거리' 를 축소하여 에러가 발생하지 않도록 조치할 수 있습니다.



툴 간섭 영역을 너무 축소해서 실제 툴 보다 작게 설정하면 로봇 간에 충돌이 발생할 수 있습니다.

### 2.2.4. 데드락(Dead Lock) 상태에서 처리 방법

데드락은 두 로봇이 서로 간섭 영역을 침범하여 조그나 프로그램으로 더 이상 로봇을 움직일 수 없는 상태입니다.

이때는 간섭된 로봇을 상대 로봇과의 간섭 검지를 ‘해제’ 하여 조그 기능을 이용하여 사용자의 주의 하에 간섭영역을 빠져나가야 합니다.

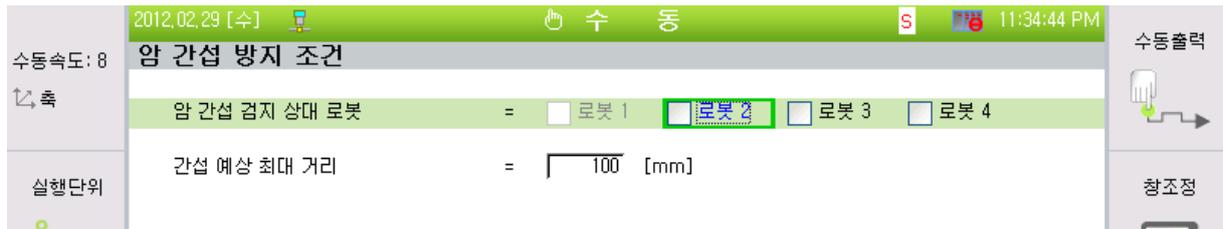


그림 2.5 로봇간 암 간섭 검지 해제

간섭영역을 빠져나간 후에는 상대 로봇 번호를 체크 하여 복귀하여 사용합니다.

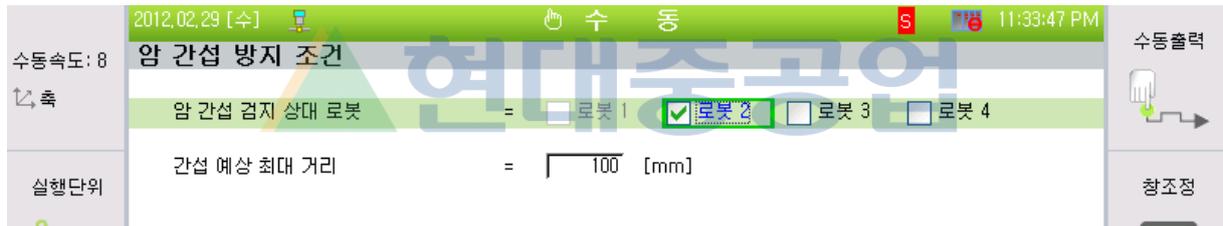


그림 2.6 로봇간 암 간섭 검지 설정

### 2.2.5. HiNet 네트워크 이상 시 처리

HiNet 네트워크가 정상적이지 않으면 로봇간 Arm 간섭 검지가 정상적으로 이루어질 수가 없습니다. 따라서 HiNet 네트워크에 문제가 발생하는 경우 다음과 같은 에러가 발생합니다.

발생 가능한 에러 원인	자신의 HiNet 네트워크가 단절된 경우
에러 메시지	E0205 시스템의 HiNet 통신 이상
조치 방법	자신의 로봇의 네트워크 케이블을 확인하십시오. 협조제어 상태 모니터링을 참조하여 협조제어 상태를 정상으로 복귀되도록 하십시오.

발생 가능한 에러 원인	간섭 검지 조건을 설정한 설정한 상대 로봇과의 HiNet 네트워크가 단절된 경우
에러 메시지	E0244 로봇 0)의 Arm 간섭검지가 불가능한 상태임
조치 방법	해당 로봇의 로봇의 네트워크 케이블을 확인하십시오. 협조제어 상태 모니터링을 참조하여 협조제어 상태를 정상으로 복귀되도록 하십시오.



● **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. 031-409-4945 / 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