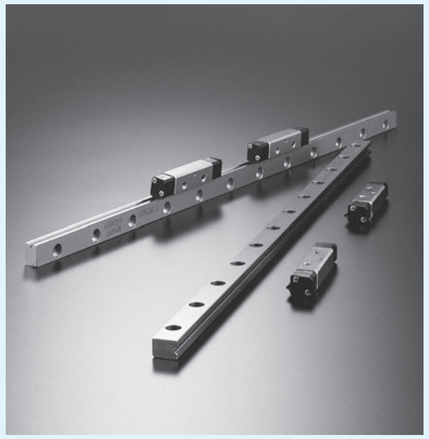
종합해설



선정 개요

리니어웨이 · 리니어롤러웨이의 선정은 요구되는 가장 중요한 사항부터 순차적으로 세부사항 검토를 진행합니다.
일반적인 순서는 다음과 같습니다.

리니어웨이 · 리니어롤러웨이 선정 순서의 일례

정격하중과 수명

직동안내기기의 수명

직동안내기기는 정상적인 운전 상태라도 어느 기간을 지나면 마침내 수명에 다다르게 됩니다. 직동안내기기의 궤도면과 전동체에는 항상 반복하중이 걸려, 재료의 구름 피로에 의한 플레이킹이라고 불리는 인편상 손상(피로 손상)을 일으켜 사용하기 어려워집니다. 이 플레이킹이 궤도면이나 전동체 어느 쪽에 나타날 때까지의 총 주행거리를 직동안내기기의 수명이라고 합니다.
직동안내기기의 수명은 재료의 피로현상에 따른 편차가 있기 때문에, 통계적 처리를 한 정격수명을 사용합니다.

정격수명

직동안내기기의 정격수명이란 한 그룹의 같은 직동안내기기를 동일한 조건에서 각각 따로 주행시켰을 때, 그 중 90%의 직동안내기기가 구름 피로에 의한 재료의 손상을 일으키지 않고 주행할 수 있는 총 주행거리를 말합니다.

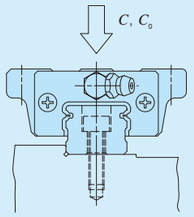


그림 1 정격하중의 방향

기본동정격 하중 C ISO 14728-1 준거

기본동정격 하중이란 한 그룹의 같은 직동안내기기를 각각 따로 주행시켰을 때, 50×10^3m의 정격수명을 이론상 견디는 방향과 크기가 일정한 하중을 말합니다.

기본정정격 하중 C_0 ISO 14728-2 준거

기본정정격 하중이란 최대하중을 받고 있는 전동체와 궤도의 접촉부 중앙에서 일정 수준의 접촉응력을 발생시키는 정하중으로, 정상적인 구름운동을 하는 허용한계의 하중을 말합니다. 일반적으로는 정적안전계수를 검토하여 사용합니다.

정정격 모멘트 T_0, T_X, T_Y

정정격 모멘트란 그림2에 나오는 모멘트를 부하했을 때 최대하중을 받고 있는 전동체와 궤도의 접촉부 중앙에서 일정 수준의 접촉응력을 발생시키는 정적 모멘트로, 정상적인 구름운동을 하는 허용한계의 모멘트를 말합니다. 일반적으로는 정적안전계수를 검토하여 사용합니다.

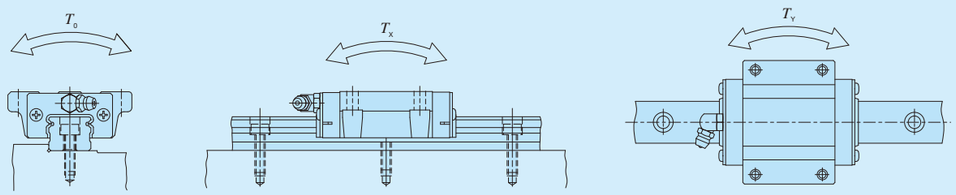


그림 2 정정격 모멘트의 방향

수명 계산식

정격수명은 다음 식으로 계산합니다.

리니어웨이의 경우

$$L=50\left(\frac{C}{P}\right)^3 \quad \cdots\cdots (1)$$

리니어롤러웨이의 경우

$$L=50\left(\frac{C}{P}\right)^{10/3} \quad \cdots\cdots (2)$$

여기서 L : 정격수명 10^3m
C : 기본동정격 하중 N
P : 동등가하중 N

따라서, 스트로크 길이와 분당 왕복횟수가 주어지면 수명 시간은 다음 식에서 산출할 수 있습니다.

$$L_h=\frac{10^6L}{2Sn_1\times60} \quad \cdots\cdots (3)$$

여기서 L_h : 시간으로 나타낸 정격수명 h
S : 스트로크 길이 mm
n_1 : 분당 왕복횟수 cpm

하중계수

직동안내기기에 작용하는 하중은 기계의 진동과 충격 등에 따라 이론하중보다 커집니다. 일반적으로 표 1의 하중계수를 곱하여 부하하중을 구합니다.

표 1 하중계수

운전 조건	f_W
충격 없는 원활한 운전 시	1 ~ 1.2
보통 운전 시	1.2 ~ 1.5
충격하중 동반 운전 시	1.5 ~ 3

정적안전계수

일반적으로 기본정정격 하중 및 정정격 모멘트를 정상적인 구름운동을 하는 허용한계의 하중으로 생각하고 있으나, 직동안내기기의 사용조건과 직동안내기기에 요구되는 성능에 따라 정적안전계수를 검토할 필요가 있습니다.
정적안전계수는 다음 식으로 구하며, 일반적인 값이 표2.1, 표2.2에 나와 있습니다.
또한 (5)식은 모멘트에 대한 대표식입니다. 각각의 방향의 모멘트와 정정격 모멘트를 대응시켜서 산출합니다.

$$f_s=\frac{C_0}{P_0} \quad \cdots\cdots (4)$$

$$f_s=\frac{T_0}{M_0} \quad \cdots\cdots (5)$$

여기서 f_s : 정적안전계수
C_0 : 기본정정격 하중 N
P_0 : 정등가하중 N
T_0 : 정정격 모멘트 N · m
M_0 : 각각의 방향의 모멘트 N · m
(최대 모멘트)

표 2.1 리니어웨이의 정적안전계수

사용 조건	f_s
진동, 충격이 있을 때	3 ~ 5
높은 주행성능을 요구할 때	2 ~ 4
보통 운전 조건 시	1 ~ 3

표 2.2 리니어롤러웨이의 정적안전계수

사용 조건	f_s
진동, 충격이 있을 때	4 ~ 6
높은 주행성능을 요구할 때	3 ~ 5
보통 운전 조건 시	2.5 ~ 3

동등가하중

기본동정격 하중의 방향과는 다른 방향의 부하가 가해질 때나 복합하중이 가해질 때는 동등가하중을 구하여 정격수명을 산출합니다.

각 방향의 하중에서 하방향 및 횡방향의 환산하중을 구합니다.

$$F_{re}=k_r|F_r|+\frac{C_0}{T_0}|M_0|+\frac{C_0}{T_X}|M_X| \quad \cdots\cdots (6)$$

$$F_{ae}=k_a|F_a|+\frac{C_0}{T_Y}|M_Y| \quad \cdots\cdots (7)$$

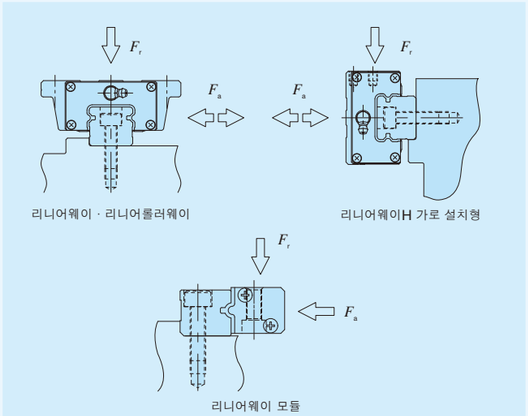
[리니어웨이H 가로 설치형(LWHY)의 경우]

$$F_{ae}=k_a|F_a|+\frac{C_0}{T_0}|M_0|+\frac{C_0}{T_X}|M_X| \quad \cdots\cdots (8)$$

$$F_{re}=k_r|F_r|+\frac{C_0}{T_Y}|M_Y| \quad \cdots\cdots (9)$$

여기서 F_{re} : 하방향 환산하중 N
F_{ae} : 횡방향 환산하중 N
F_r : 하방향 하중 N
F_a : 횡방향 하중 N
M_0 : T_0 방향 모멘트 N · m
M_X : T_X 방향 모멘트 N · m
M_Y : T_Y 방향 모멘트 N · m
k_r, k_a : 하중의 방향에 따른 환산계수(표 3 참조)
C_0 : 기본정정격 하중 N
T_0 : T_0 방향 정정격 모멘트 N · m
T_X : T_X 방향 정정격 모멘트 N · m
T_Y : T_Y 방향 정정격 모멘트 N · m

표 3 하중 방향에 따른 환산계수



시리즈명과 크기			환산계수 k_r $F_r \geqq 0$	환산계수 k_r $F_r < 0$	환산계수 k_a
C루브 리니어웨이L 리니어웨이L	볼 유지식		1	1	1.19
	볼 비유지식		1	1	0.84
C루브 리니어웨이LV			1	1	1.19
C루브 리니어웨이V			1	1.23	1.35
C루브 리니어웨이E 리니어웨이E	15~30		1	1	1
	35~45		1	1.19	1.28
저소음 리니어웨이E			1	1	1
C루브 리니어웨이H 리니어웨이H	8~12		1	1	1.19
	15~30		1	1	1
	35~65		1	1.19	1.28
리니어웨이H 가로 설치형	15~30		1	1	1
	35~45(1)		1	1	0.84 0.95
리니어웨이F	33~42		1	1	1
	69		1	1	1.19
	LWFH		1	1.19	1.28
C루브 리니어웨이UL 리니어웨이U	25, 30		1	1	1.19
	40~86		1	1	1
C루브 리니어롤러웨이 수퍼X 리니어롤러웨이 수퍼X			1	1	1
리니어롤러웨이X			1	1	1
리니어웨이 모듈	LWLM		1	1	0.73
	LWM	1~5	1	1.13	0.73
		6	1	1.28	0.76
	LRWM		1	1	0.58

주(1) k_a의 상단은 우측 방향을, 하단은 좌측 방향을 나타냅니다.

하방향 및 횡방향의 환산하중에서 동등가하중을 구합니다.

$$P=XF_{re}+YF_{ae} \quad \cdots\cdots (10)$$

여기서 P : 동등가하중 N
X, Y : 동등가하중계수(표 4 참조)
F_{re} : 하방향 환산하중 N
F_{ae} : 횡방향 환산하중 N

표 4 동등가하중계수

구분	X	Y
$\|F_{re}\| \geqq \|F_{ae}\|$	1	0.6
$\|F_{re}\| < \|F_{ae}\|$	0.6	1

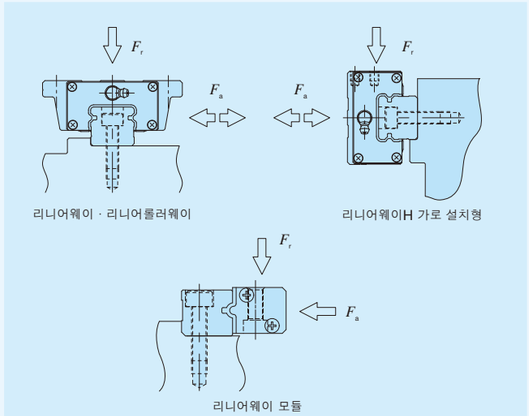
정등가하중

기본정정격 하중의 방향과는 다른 방향의 부하가 가해질 때나 복합하중이 가해질 때는 정등가하중을 구하여 정적안전계수를 산출합니다.

$$P_0=k_{0r}|F_r|+k_{0a}|F_a|+\frac{C_0}{T_0}|M_0|+\frac{C_0}{T_X}|M_X|+\frac{C_0}{T_Y}|M_Y| \quad \cdots\cdots (11)$$

여기서 P_0 : 정등가하중 N
F_r : 하방향 하중 N
F_a : 횡방향 하중 N
M_0 : T_0 방향 모멘트 N · m
M_X : T_X 방향 모멘트 N · m
M_Y : T_Y 방향 모멘트 N · m
k_{0r}, k_{0a} : 하중의 방향에 따른 환산계수(표 5 참조)
C_0 : 기본정정격 하중 N
T_0 : T_0 방향 정정격 모멘트 N · m
T_X : T_X 방향 정정격 모멘트 N · m
T_Y : T_Y 방향 정정격 모멘트 N · m

표 5 하중 방향에 따른 환산계수



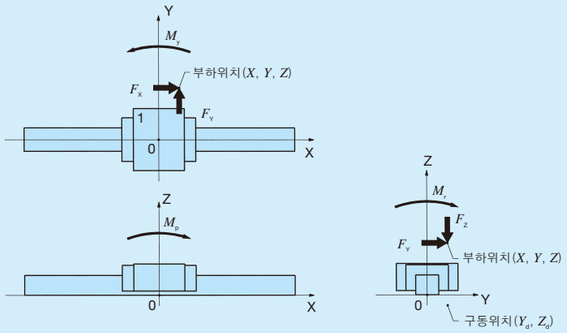
시리즈명과 크기			환산계수 k_{0r} $F_r \geqq 0$	환산계수 k_{0r} $F_r < 0$	환산계수 k_{0a}
C루브 리니어웨이L 리니어웨이L	볼 유지식		1	1	1.19
	볼 비유지식		1	1	0.84
C루브 리니어웨이LV			1	1	1.19
C루브 리니어웨이V			1	1.88	2.08
C루브 리니어웨이E 리니어웨이E	15~30		1	1	1
	35~45		1	1.19	1.28
저소음 리니어웨이E			1	1	1
C루브 리니어웨이H 리니어웨이H	8~12		1	1	1.19
	15~30		1	1	1
	35~65		1	1.19	1.28
리니어웨이H 가로 설치형	15~30		1	1	1
	35~45(1)		1	1	0.78 0.93
리니어웨이F	33~42		1	1	1
	69		1	1	1.19
	LWFH		1	1.19	1.28
C루브 리니어웨이UL 리니어웨이U	25, 30		1	1	1.19
	40~86		1	1	1
C루브 리니어롤러웨이 수퍼X 리니어롤러웨이 수퍼X			1	1	1
리니어롤러웨이X			1	1	1
리니어웨이 모듈	LWLM		1	1	0.60
	LWM	1~5	1	1.19	0.64
		6	1	1.43	0.67
	LRWM		1	1	0.50

주(1) k_{0a}의 상단은 우측 방향을, 하단은 좌측 방향을 나타냅니다.

계산하중

기계 · 장치에 조합된 리니어웨이 · 리니어롤러웨이에 부하되는 하중의 계산 예가 표 6.1~표 6.6에 나와 있습니다.

표 6.1 트랙레일 1개, 슬라이드유닛 1개



슬라이드유닛 번호	슬라이드유닛에 가해지는 하중				
	하방향 하중 F_r	횡방향 하중 F_a	T_0 방향 모멘트 M_0	T_X 방향 모멘트 M_X	T_Y 방향 모멘트 M_Y
1	F_z	F_Y	M_r	M_p	M_y

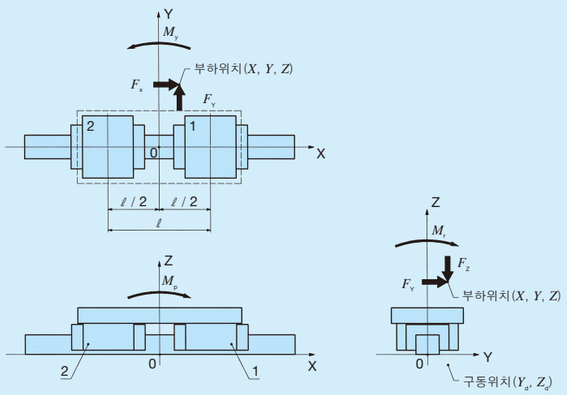
비고. 각 방향의 모멘트 부하 M_r, M_p, M_y는 다음 식으로 구할 수 있습니다.

$M_r = F_Y Z + F_Z Y$

$M_p = F_X(Z - Z_d) + F_Z X$

$M_y = -F_X(Y - Y_d) + F_Y X$

표 6.2 트랙레일 1개, 슬라이드유닛 2개



슬라이드유닛 번호	슬라이드유닛에 가해지는 하중		
	하방향 하중 F_r	횡방향 하중 F_a	T_0 방향 모멘트 M_0
1	$\frac{F_z}{2} + \frac{M_p}{\ell}$	$\frac{F_Y}{2} + \frac{M_y}{\ell}$	$\frac{M_r}{2}$
2	$\frac{F_z}{2} - \frac{M_p}{\ell}$	$\frac{F_Y}{2} - \frac{M_y}{\ell}$	$\frac{M_r}{2}$

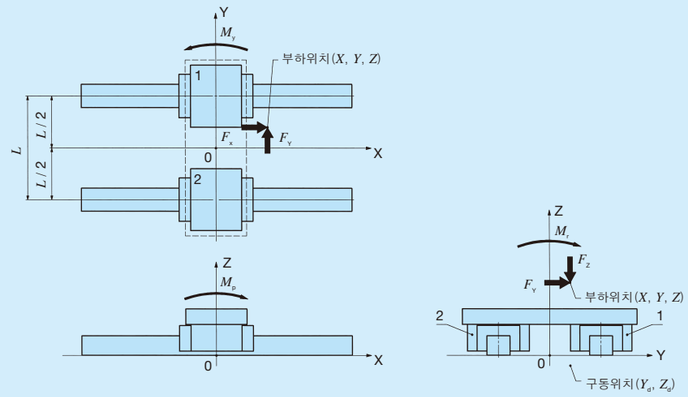
비고. 각 방향의 모멘트 부하 M_r, M_p, M_y는 다음 식으로 구할 수 있습니다.

$M_r = F_Y Z + F_Z Y$

$M_p = F_X(Z - Z_d) + F_Z X$

$M_y = -F_X(Y - Y_d) + F_Y X$

표 6.3 트랙레일 2개, 슬라이드유닛 1개



슬라이드유닛 번호	슬라이드유닛에 가해지는 하중			
	하방향 하중 F_r	횡방향 하중 F_a	T_X 방향 모멘트 M_X	T_Y 방향 모멘트 M_Y
1	$\frac{F_z}{2} + \frac{M_r}{L}$	$\frac{F_Y}{2}$	$\frac{M_p}{2}$	$\frac{M_y}{2}$
2	$\frac{F_z}{2} - \frac{M_r}{L}$	$\frac{F_Y}{2}$	$\frac{M_p}{2}$	$\frac{M_y}{2}$

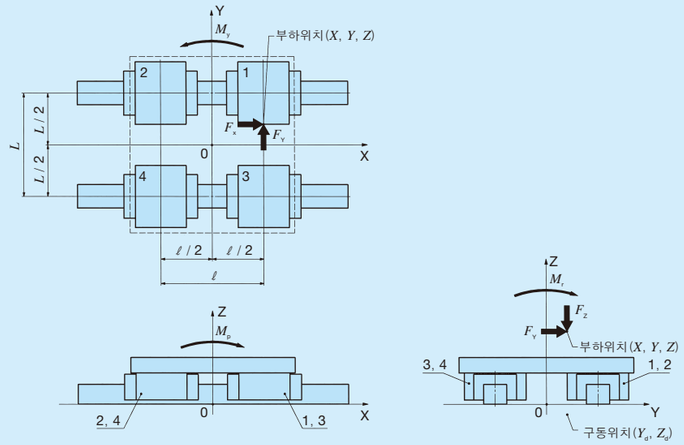
비고. 각 방향의 모멘트 부하 M_r, M_p, M_y는 다음 식으로 구할 수 있습니다.

$M_r = F_Y Z + F_Z Y$

$M_p = F_X(Z - Z_d) + F_Z X$

$M_y = -F_X(Y - Y_d) + F_Y X$

표 6.4 트랙레일 2개, 슬라이드유닛 2개



슬라이드유닛 번호	슬라이드유닛에 가해지는 하중	
	하방향 하중 F_r	횡방향 하중 F_a
1	$\frac{F_z}{4}+\frac{M_r}{2L}+\frac{M_p}{2\ell}$	$\frac{F_Y}{4}+\frac{M_y}{2\ell}$
2	$\frac{F_z}{4}+\frac{M_r}{2L}-\frac{M_p}{2\ell}$	$\frac{F_Y}{4}-\frac{M_y}{2\ell}$
3	$\frac{F_z}{4}-\frac{M_r}{2L}+\frac{M_p}{2\ell}$	$\frac{F_Y}{4}+\frac{M_y}{2\ell}$
4	$\frac{F_z}{4}-\frac{M_r}{2L}-\frac{M_p}{2\ell}$	$\frac{F_Y}{4}-\frac{M_y}{2\ell}$

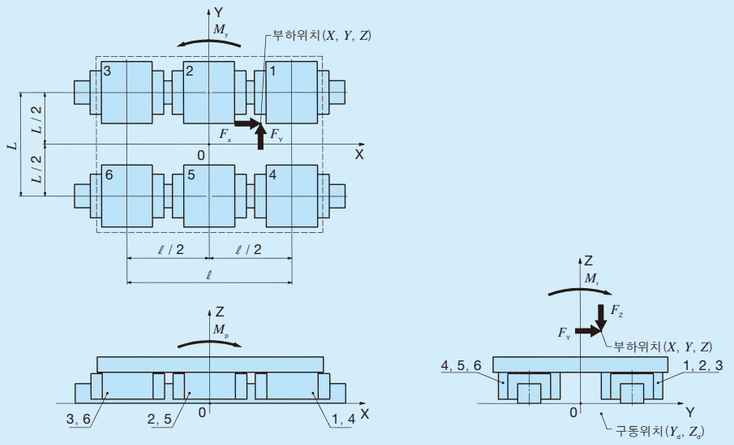
비고. 각 방향의 모멘트 부하 M_r, M_p, M_y는 다음 식으로 구할 수 있습니다.

$M_r = F_Y Z + F_Z Y$

$M_p = F_X(Z - Z_d) + F_Z X$

$M_y = -F_X(Y - Y_d) + F_Y X$

표 6.5 트랙레일 2개, 슬라이드유닛 3개



슬라이드유닛 번호	슬라이드유닛에 가해지는 하중	
	하방향 하중 F_r	횡방향 하중 F_a
1	$\frac{F_z}{6}+\frac{M_r}{3L}+\frac{M_p}{2\ell}$	$\frac{F_Y}{6}+\frac{M_y}{2\ell}$
2	$\frac{F_z}{6}+\frac{M_r}{3L}$	$\frac{F_Y}{6}$
3	$\frac{F_z}{6}+\frac{M_r}{3L}-\frac{M_p}{2\ell}$	$\frac{F_Y}{6}-\frac{M_y}{2\ell}$
4	$\frac{F_z}{6}-\frac{M_r}{3L}+\frac{M_p}{2\ell}$	$\frac{F_Y}{6}+\frac{M_y}{2\ell}$
5	$\frac{F_z}{6}-\frac{M_r}{3\ell}$	$\frac{F_Y}{6}$
6	$\frac{F_z}{6}-\frac{M_r}{3L}-\frac{M_p}{2\ell}$	$\frac{F_Y}{6}-\frac{M_y}{2\ell}$

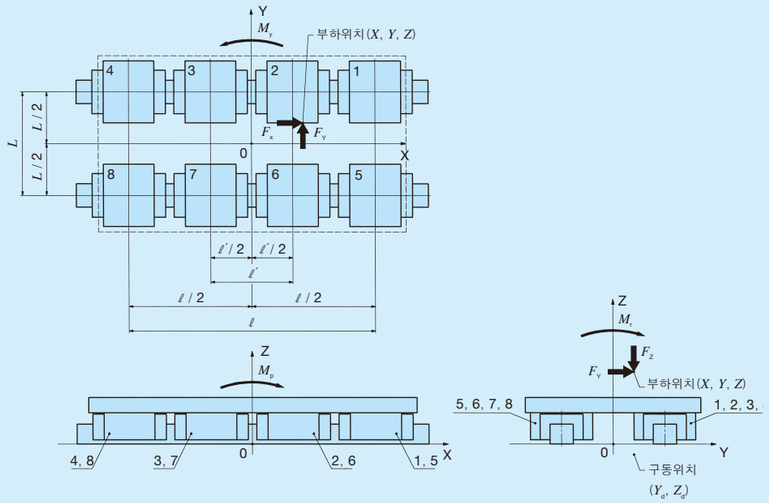
비고. 각 방향의 모멘트 부하 M_r, M_p, M_y는 다음 식으로 구할 수 있습니다.

$M_r = F_Y Z + F_Z Y$

$M_p = F_X(Z - Z_d) + F_Z X$

$M_y = -F_X(Y - Y_d) + F_Y X$

표 6.6 트랙레일 2개, 슬라이드유닛 4개



슬라이드유닛 번호	슬라이드유닛에 가해지는 하중	
	하방향 하중 F_r	횡방향 하중 F_a
1	$\frac{F_z}{8}+\frac{M_r}{4L}+\frac{M_p}{2}\frac{\ell}{\ell^2+\ell'^2}$	$\frac{F_Y}{8}+\frac{M_y}{2}\frac{\ell}{\ell^2+\ell'^2}$
2	$\frac{F_z}{8}+\frac{M_r}{4L}+\frac{M_p}{2}\frac{\ell'}{\ell^2+\ell'^2}$	$\frac{F_Y}{8}+\frac{M_y}{2}\frac{\ell'}{\ell^2+\ell'^2}$
3	$\frac{F_z}{8}+\frac{M_r}{4L}-\frac{M_p}{2}\frac{\ell'}{\ell^2+\ell'^2}$	$\frac{F_Y}{8}-\frac{M_y}{2}\frac{\ell'}{\ell^2+\ell'^2}$
4	$\frac{F_z}{8}+\frac{M_r}{4L}-\frac{M_p}{2}\frac{\ell}{\ell^2+\ell'^2}$	$\frac{F_Y}{8}-\frac{M_y}{2}\frac{\ell}{\ell^2+\ell'^2}$
5	$\frac{F_z}{8}-\frac{M_r}{4L}+\frac{M_p}{2}\frac{\ell}{\ell^2+\ell'^2}$	$\frac{F_Y}{8}+\frac{M_y}{2}\frac{\ell}{\ell^2+\ell'^2}$
6	$\frac{F_z}{8}-\frac{M_r}{4L}+\frac{M_p}{2}\frac{\ell'}{\ell^2+\ell'^2}$	$\frac{F_Y}{8}+\frac{M_y}{2}\frac{\ell'}{\ell^2+\ell'^2}$
7	$\frac{F_z}{8}-\frac{M_r}{4L}-\frac{M_p}{2}\frac{\ell'}{\ell^2+\ell'^2}$	$\frac{F_Y}{8}-\frac{M_y}{2}\frac{\ell'}{\ell^2+\ell'^2}$
8	$\frac{F_z}{8}-\frac{M_r}{4L}-\frac{M_p}{2}\frac{\ell}{\ell^2+\ell'^2}$	$\frac{F_Y}{8}-\frac{M_y}{2}\frac{\ell}{\ell^2+\ell'^2}$

비고. 각 방향의 모멘트 부하 M_r, M_p, M_y는 다음 식으로 구할 수 있습니다.

$M_r=F_Y Z+F_Z Y$

$M_p=F_X(Z-Z_d)+F_Z X$

$M_y=-F_X(Y-Y_d)+F_Y X$

변동하중에 대한 평균하중

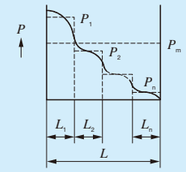
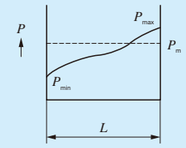
리니어웨이 · 리니어롤러웨이에 가해지는 하중이 변동할 때는 수명 계산식의 동등가하중 P 대신 평균하중 P_m을 사용합니다.
평균하중이란 변동하는 하중과 동등한 수명을 부여하도록 환산된 하중으로, 다음 식을 사용하여 구합니다.

$$P_m=\sqrt[p]{\frac{1}{L}\int_0^L P_n^{\,p}\,dL} \quad \cdots\cdots (12)$$

여기서 P_m : 평균하중 N
L : 총 주행거리 m
P_n : 변동하중 N
p : 지수(볼 타입: 3, 롤러 타입: 10/3)

일반적인 변동하중에 대한 평균하중의 계산 예가 표 7에 나와 있습니다.

표 7 변동하중에 대한 평균하중

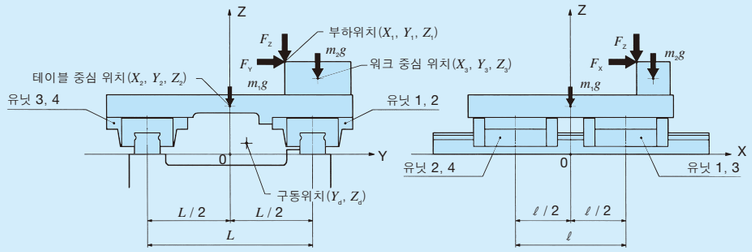
예		평균하중
①단계적으로 변화하는 하중		$P_m=\sqrt[p]{\frac{1}{L}\left(P_1^{\,p}L_1+P_2^{\,p}L_2+\cdots+P_n^{\,p}L_n\right)}$ 여기서 L_1: 하중 P_1을 받아 주행한 총 주행거리 m L_2: 하중 P_2를 받아 주행한 총 주행거리 m L_n: 하중 P_n을 받아 주행한 총 주행거리 m
②단조롭게 변화하는 하중		$P_m\fallingdotseq\frac{1}{3}(2P_{max}+P_{min})$ 여기서 P_{max}: 변동하중의 최대값 N P_{min}: 변동하중의 최소값 N

응용 계산 예

예 1

사용 리니어웨이 ..... ME 25 C2 R640 H
기본동정격 하중 ..... C = 18100 N
기본정정격 하중 ..... C_0 = 21100 N
부하하중 ..... F_{X1} = 1000 N
..... F_{Y1} = 2000 N
..... F_{Z1} = 1000 N
부하위치 ..... X_1 = 60 mm
..... Y_1 = 50 mm
..... Z_1 = 83 mm
테이블 질량 ..... m_1 = 10 kg
테이블 중심 위치 ..... X_2 = 0 mm
..... Y_2 = 0 mm
..... Z_2 = 43 mm

워크 질량 ..... m_2 = 10 kg
워크 중심 위치 ..... X_3 = 75 mm
..... Y_3 = 80 mm
..... Z_3 = 68 mm
분당 왕복횟수 ..... n_1 = 5 cpm
스트로크 길이 ..... S = 100 mm
슬라이드유닛 간 거리 ..... ℓ = 100 mm
트랙레일 간 거리 ..... L = 150 mm
구동위치 ..... Y_d = 150 mm
..... Z_d = 10 mm



예 1의 조건일 때의 수명 시간과 정적안전계수를 산출합니다. 또한 하중계수 f_W는 1.5로 가정합니다.

❶슬라이드유닛에 작용하는 하중의 산출

부하하중 및 테이블 중량에 따라 리니어웨이에는 다음과 같은 각 좌표축 주변의 모멘트가 발생합니다.

$$M_r = \Sigma(F_Y Z) + \Sigma(F_Z Y) = F_{Y1}Z_1 + F_{Z1}Y_1 + m_1 g Y_2 + m_2 g Y_3$$
$$= 2000\times 83 + 1000\times 50 + 10\times 9.8\times 0 + 10\times 9.8\times 80 \fallingdotseq 224000$$

$$M_p = \Sigma\{F_X(Z-Z_d)\} + \Sigma(F_Z X) = F_{X1}(Z_1 - Z_d) + F_{Z1}X_1 + m_1 g X_2 + m_2 g X_3$$
$$= 1000\times(83-10) + 1000\times 60 + 10\times 9.8\times 0 + 10\times 9.8\times 75 \fallingdotseq 140000$$

$$M_y = -\Sigma\{F_X(Y-Y_d)\} + \Sigma(F_Y X) = -F_{X1}(Y_1 - Y_d) + F_{Y1}X_1$$
$$= -1000\times(50-150) + 2000\times 60 = 220000$$

여기서 M_r: 롤링 방향 모멘트 N · mm
M_p: 피칭 방향 모멘트 N · mm
M_y: 요잉 방향 모멘트 N · mm

각 슬라이드유닛에 작용하는 하중은 Ⅲ−11페이지의 표 6.4에 따라 산출됩니다.

$$F_{r1} = \frac{\Sigma F_Z}{4} + \frac{M_r}{2L} + \frac{M_p}{2\ell} = \frac{F_{Z1} + m_1 g + m_2 g}{4} + \frac{M_r}{2L} + \frac{M_p}{2\ell}$$
$$= \frac{1000 + 10\times 9.8 + 10\times 9.8}{4} + \frac{224000}{2\times 150} + \frac{140000}{2\times 100}$$
$$\fallingdotseq 1750$$

$$F_{r2} = \frac{\Sigma F_Z}{4} + \frac{M_r}{2L} - \frac{M_p}{2\ell} = \frac{F_{Z1} + m_1 g + m_2 g}{4} + \frac{M_r}{2L} - \frac{M_p}{2\ell} \fallingdotseq 346$$

$$F_{r3} = \frac{\Sigma F_Z}{4} - \frac{M_r}{2L} + \frac{M_p}{2\ell} = \frac{F_{Z1} + m_1 g + m_2 g}{4} - \frac{M_r}{2L} + \frac{M_p}{2\ell} \fallingdotseq 252$$

$$F_{r4} = \frac{\Sigma F_Z}{4} - \frac{M_r}{2L} - \frac{M_p}{2\ell} = \frac{F_{Z1} + m_1 g + m_2 g}{4} - \frac{M_r}{2L} - \frac{M_p}{2\ell}$$
$$\fallingdotseq -1150$$

$$F_{a1} = F_{a3} = \frac{\Sigma F_Y}{4} + \frac{M_y}{2\ell} = \frac{F_{Y1}}{4} + \frac{M_y}{2\ell}$$
$$= \frac{2000}{4} + \frac{220000}{2\times 100} = 1600$$

$$F_{a2} = F_{a4} = \frac{\Sigma F_Y}{4} - \frac{M_y}{2\ell} = \frac{F_{Y1}}{4} - \frac{M_y}{2\ell} = -600$$

❷정격수명의 산출

상하방향 하중 및 횡방향 하중을 Ⅲ−7페이지의 (6)식 및 (7)식에 따라 산출합니다.

$F_{re1} = k_r \mid F_{r1} \mid = 1\times 1750 = 1750$
$F_{re2} = k_r \mid F_{r2} \mid = 1\times 346 = 346$
$F_{re3} = k_r \mid F_{r3} \mid = 1\times 252 = 252$
$F_{re4} = k_r \mid F_{r4} \mid = 1\times 1150 = 1150$
$F_{ae1} = k_a \mid F_{a1} \mid = 1\times 1600 = 1600$
$F_{ae2} = k_a \mid F_{a2} \mid = 1\times 600 = 600$
$F_{ae3} = k_a \mid F_{a3} \mid = 1\times 1600 = 1600$
$F_{ae4} = k_a \mid F_{a4} \mid = 1\times 600 = 600$

여기서 k_r, k_a: 하중 방향에 따른 환산계수(Ⅲ−7페이지의 표 3 참조)

Ⅲ−7페이지의 (10)식에 따라 동등가하중을 산출합니다.

$P_1 = X \mid F_{re1} \mid + Y \mid F_{ae1} \mid = 1\times 1750 + 0.6\times 1600 = 2710$
$P_2 = X \mid F_{re2} \mid + Y \mid F_{ae2} \mid = 0.6\times 346 + 1\times 600 \fallingdotseq 808$
$P_3 = X \mid F_{re3} \mid + Y \mid F_{ae3} \mid = 0.6\times 252 + 1\times 1600 \fallingdotseq 1750$
$P_4 = X \mid F_{re4} \mid + Y \mid F_{ae4} \mid = 1\times 1150 + 0.6\times 600 = 1510$

동등가하중이 가장 큰 슬라이드유닛 1의 정격수명을 구합니다. 정격수명은 Ⅲ−6페이지의 (1)식에 하중계수 f_w(Ⅲ−6페이지의 표 1 참조)를 고려하여 산출합니다.

$$L_1 = 50\left(\frac{C}{f_W P_1}\right)^3 = 50\times\left(\frac{18100}{1.5\times 2710}\right)^3 \fallingdotseq 4410$$

$$L_{h1} = \frac{10^6 L_1}{2S\,n_1\times 60} = \frac{10^6\times 4410}{2\times 100\times 5\times 60} \fallingdotseq 73500$$

이상에 따라 수명 시간은 약 73500시간이 됩니다.

❸정적안전계수의 산출

상하방향 하중 및 횡방향 하중에서 Ⅲ−8페이지의 (11)식에 따라 정등가하중을 산출합니다.

$P_{01} = k_{0r} \mid F_{r1} \mid + k_{0a} \mid F_{a1} \mid = 1\times 1750 + 1\times 1600 = 3350$
$P_{02} = k_{0r} \mid F_{r2} \mid + k_{0a} \mid F_{a2} \mid = 1\times 346 + 1\times 600 = 946$
$P_{03} = k_{0r} \mid F_{r3} \mid + k_{0a} \mid F_{a3} \mid = 1\times 252 + 1\times 1600 = 1852$
$P_{04} = k_{0r} \mid F_{r4} \mid + k_{0a} \mid F_{a4} \mid = 1\times 1150 + 1\times 600 = 1750$

여기서 k_{0r}, k_{0a}: 하중 방향에 따른 환산계수(Ⅲ−8페이지의 표 5 참조)

정등가하중이 가장 큰 슬라이드유닛 1의 정적안전계수를 구합니다. 정적안전계수는 Ⅲ−6페이지의 (4)식으로 산출합니다.

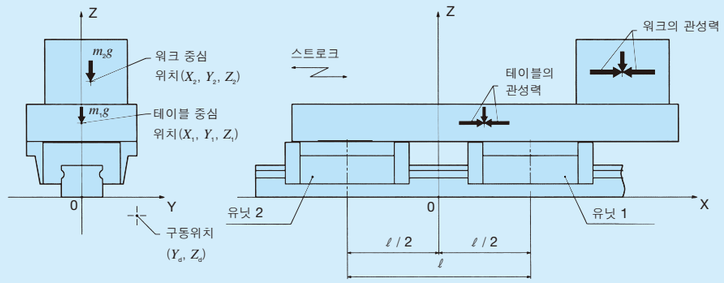
$$f_{s1} = \frac{C_0}{P_{01}} = \frac{21100}{3350} \fallingdotseq 6.3$$

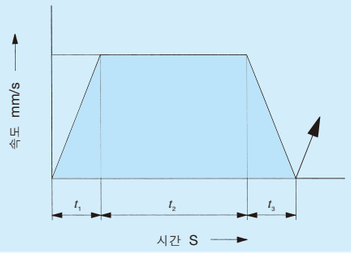
이상에 따라 정적안전계수는 약 6.3이 됩니다.

예 2

사용 리니어웨이 ..... MH 45 C2 R1050 H
기본동정격 하중 ..... C = 74600 N
기본정정격 하중 ..... C_0 = 80200 N
T_0 방향 정정격 모멘트 ..... T_0 = 1610 N · m
테이블 질량 ..... m_1 = 100 kg
테이블 중심 위치 ..... X_1 = 50 mm
..... Y_1 = 0 mm
..... Z_1 = 80 mm
워크 질량 ..... m_2 = 1000 kg
워크 중심 위치 ..... X_2 = 200 mm
..... Y_2 = 10 mm
..... Z_2 = 130 mm

슬라이드유닛 간 거리 ..... ℓ = 200 mm
스트로크 길이 ..... S = 500 mm
분당 왕복횟수 ..... n_1 = 6 cpm
최대 이동 속도 ..... V = 100 mm/s
가속 시간 ..... t_1 = 0.1 s
등속운동 시간 ..... t_2 = 4.9 s
감속 시간 ..... t_3 = 0.1 s
구동위치 ..... Y_d = 60 mm
..... Z_d = −20 mm





예 2의 조건일 때의 수명 시간과 정적안전계수를 산출합니다. 또한 하중계수 f_W는 1.5로 가정합니다.

❶슬라이드유닛에 작용하는 하중의 산출

부하하중 및 테이블의 질량과 관성력에 따라 리니어웨이에는 다음과 같은 각 좌표 축 주변의 모멘트가 발생합니다.

[발진가속일 때]

$$M_r = \Sigma(F_Y Z) + \Sigma(F_Z Y) = m_1 g Y_1 + m_2 g Y_2 = 100\times9.8\times0 + 1000\times9.8\times10 \fallingdotseq 98000$$

$$M_p = \Sigma\{F_X(Z-Z_d)\} + \Sigma(F_Z X) = m_1 \frac{V_{max}}{1000\times t_1}(Z_1-Z_d) + m_2 \frac{V_{max}}{1000\times t_1}(Z_2-Z_d) + m_1 g X_1 + m_2 g X_2 = 100\times\frac{100}{1000\times0.1}\times(80+20) + 1000\times\frac{100}{1000\times0.1}\times(130+20) + 100\times9.8\times50 + 1000\times9.8\times200 \fallingdotseq 2169000$$

$$M_y = -\Sigma\{F_X(Y-Y_d)\} + \Sigma(F_Y X) = -m_1 \frac{V_{max}}{1000\times t_1}(Y_1-Y_d) - m_2 \frac{V_{max}}{1000\times t_1}(Y_2-Y_d) = -100\times\frac{100}{1000\times0.1}\times(0-60) - 1000\times\frac{100}{1000\times0.1}\times(10-60) \fallingdotseq 56000$$

[등속운동일 때]

$$M_r = m_1 g Y_1 + m_2 g Y_2 \fallingdotseq 98000$$

$$M_p = m_1 g X_1 + m_2 g X_2 \fallingdotseq 2010000$$

$$M_y = 0$$

[정지감속일 때]

$$M_r = m_1 g Y_1 + m_2 g Y_2 \fallingdotseq 98000$$

$$M_p = -m_1 \frac{V_{max}}{1000\times t_3}(Z_1-Z_d) - m_2 \frac{V_{max}}{1000\times t_3}(Z_2-Z_d) + m_1 g X_1 + m_2 g X_2 \fallingdotseq 1850000$$

$$M_y = m_1 \frac{V_{max}}{1000\times t_3}(Y_1-Y_d) + m_2 \frac{V_{max}}{1000\times t_3}(Y_2-Y_d) \fallingdotseq -56000$$

여기서 M_r: 롤링 방향 모멘트 N · mm
M_p: 피칭 방향 모멘트 N · mm
M_y: 요잉 방향 모멘트 N · mm

각 슬라이드유닛에 작용하는 하중은 Ⅲ−9페이지의 표 6.2에 따라 산출됩니다.

[발진가속일 때]

$$F_{r1} = \frac{\Sigma F_Z}{2} + \frac{M_p}{\ell} = \frac{m_1 g + m_2 g}{2} + \frac{M_p}{\ell} = \frac{100\times9.8+1000\times9.8}{2} + \frac{2169000}{200} \fallingdotseq 16200$$

$$F_{r2} = \frac{\Sigma F_Z}{2} + \frac{M_p}{\ell} = \frac{m_1 g + m_2 g}{2} - \frac{M_p}{\ell} \fallingdotseq -5460$$

$$F_{a1} = \frac{\Sigma F_Y}{2} + \frac{M_y}{\ell} = 280$$

$$F_{a2} = \frac{\Sigma F_Y}{2} - \frac{M_y}{\ell} = -280$$

$$M_{01} = M_{02} = \frac{M_r}{2} = 49000$$

[등속운동일 때]

$$F_{r1} = \frac{100\times9.8+1000\times9.8}{2} + \frac{2010000}{200} \fallingdotseq 15400$$

$$F_{r2} \fallingdotseq -4660$$

$$F_{a1} = F_{a2} = 0$$

$$M_{01} = M_{02} = 49000$$

[정지감속일 때]

$$F_{r1} = \frac{100\times9.8+1000\times9.8}{2} + \frac{1850000}{200} \fallingdotseq 14600$$

$$F_{r2} \fallingdotseq -3860$$

$$F_{a1} \fallingdotseq -280$$

$$F_{a2} \fallingdotseq 280$$

$$M_{01} = M_{02} = 49000$$

동등가하중과 주행거리의 관계는 단계적으로 변화하므로 Ⅲ−14페이지에 나오는 표 7의 ①에 따라 평균하중을 산출합니다.

$$P_{m1} = \sqrt[3]{\frac{1}{S}\left(P_{1a}{}^3\frac{V_{max}t_1}{2} + P_{1b}{}^3 V_{max}t_2 + P_{1c}{}^3\frac{V_{max}t_3}{2}\right)} = \left\{\frac{1}{500}\times\left(18800^3\times\frac{100\times0.1}{2} + 17800^3\times100\times4.9 + 17200^3\times\frac{100\times0.1}{2}\right)\right\}^{1/3} \fallingdotseq 17800$$

$$P_{m2} = \left\{\frac{1}{500}\times\left(8110^3\times\frac{100\times0.1}{2} + 7100^3\times100\times4.9 + 6510^3\times\frac{100\times0.1}{2}\right)\right\}^{1/3} \fallingdotseq 7110$$

동등가하중이 가장 큰 슬라이드유닛 1의 정격수명을 구합니다. 정격수명은 Ⅲ−6페이지의 (1)식에 하중계수 f_W(Ⅲ−6페이지의 표 1 참조)를 고려하여 산출합니다.

$$L_1 = 50\left(\frac{C}{f_W P_{m1}}\right)^3 = 50\left(\frac{74600}{1.5\times17800}\right)^3 \fallingdotseq 1090$$

$$L_{h1} = \frac{10^6 L_1}{2Sn_1\times60} = \frac{10^6\times1090}{2\times500\times6\times60} \fallingdotseq 3030$$

이상에 따라 수명 시간은 약 3030시간이 됩니다.

❸정적안전계수의 산출

상하방향 하중 및 횡방향 하중에서 Ⅲ−8페이지의 (11)식에 따라 정등가하중을 산출합니다.

[발진가속일 때]

$$P_{01a} = k_{0r}|F_{r1}| + k_{0a}|F_{a1}| + \frac{C_0}{T_0}|M_{01}| = 1\times16200 + 1.28\times280 + \frac{80200}{1610}\times\frac{49000}{1000} \fallingdotseq 19000$$

$$P_{02a} = k_{0r}|F_{r2}| + k_{0a}|F_{a2}| + \frac{C_0}{T_0}|M_{02}| = 1.19\times5460 + 1.28\times280 + \frac{80200}{1610}\times\frac{49000}{1000} \fallingdotseq 9300$$

[등속운동일 때]

$$P_{01b} = 1\times15400 + 1.28\times0 + \frac{80200}{1610}\times\frac{49000}{1000} \fallingdotseq 19000$$

$$P_{02b} = 1.19\times4660 + 1.28\times0 + \frac{80200}{1610}\times\frac{49000}{1000} \fallingdotseq 7990$$

[정지감속일 때]

$$P_{01c} = 1\times14600 + 1.28\times280 + \frac{80200}{1610}\times\frac{49000}{1000} \fallingdotseq 17400$$

$$P_{02c} = 1.19\times3860 + 1.28\times280 + \frac{80200}{1610}\times\frac{49000}{1000} \fallingdotseq 7390$$

정등가하중이 가장 큰 슬라이드유닛 1의 발진가속 시의 정적안전계수를 구합니다. 정적안전계수는 Ⅲ−6페이지의 (4)식으로 산출합니다.

$$f_s = \frac{C_0}{P_{01a}} = \frac{80200}{19000} \fallingdotseq 4.2$$

이상에 따라 정적안전계수는 약 4.2가 됩니다.

❷정격수명의 산출

상하방향 하중, 횡방향 하중 및 T_0 방향 모멘트를 Ⅲ−7페이지의 (6)식 및 (7)식에 따라 환산하여 (10)식에 따라 동등가하중을 산출합니다.

[발진가속일 때]

$$F_{re1} = k_r|F_{r1}| + \frac{C_0}{T_0}|M_{01}| = 1\times16200 + \frac{80200}{1610}\times\frac{49000}{1000} \fallingdotseq 18600$$

$$F_{re2} = 1\times5460 + \frac{80200}{1610}\times\frac{49000}{1000} \fallingdotseq 7900$$

$$F_{ae1} = k_a|F_{a1}| = 1.28\times280 \fallingdotseq 358$$

$$F_{ae2} = 1.28\times280 \fallingdotseq 358$$

$$P_{1a} = X F_{re1} + Y F_{ae1} = 1\times18600 + 0.6\times358 \fallingdotseq 18800$$

$$P_{2a} = X F_{re2} + Y F_{ae2} = 1\times7900 + 0.6\times358 \fallingdotseq 8110$$

[등속운동일 때]

$$F_{re1} = 1\times15400 + \frac{80200}{1610}\times\frac{49000}{1000} \fallingdotseq 17800$$

$$F_{re2} = 1\times4660 + \frac{80200}{1610}\times\frac{49000}{1000} \fallingdotseq 7100$$

$$F_{ae1} = 0$$

$$F_{ae2} = 0$$

$$P_{1b} = 17800$$

$$P_{2b} = 7100$$

[정지감속일 때]

$$F_{re1} = 1\times14600 + \frac{80200}{1610}\times\frac{49000}{1000} \fallingdotseq 17000$$

$$F_{re2} = 1\times3860 + \frac{80200}{1610}\times\frac{49000}{1000} \fallingdotseq 6300$$

$$F_{ae1} = 1.28\times280 \fallingdotseq 358$$

$$F_{ae2} = 1.28\times280 \fallingdotseq 358$$

$$P_{1c} = 1\times17000 + 0.6\times358 \fallingdotseq 17200$$

$$P_{2c} = 1\times6300 + 0.6\times358 \fallingdotseq 6510$$

정밀도

리니어웨이 · 리니어롤러웨이의 정밀도에는 병급, 상급, 정밀급, 초정밀급이 있습니다.

적용할 정밀도 등급의 개요가 표 8에 나와 있습니다. 자세한 내용은 각 시리즈의 해설을 참조하십시오.

표 8 시리즈와 등급

시리즈명 \ 등급(등급기호)	병급 (무기호)	상급 (H)	정밀급 (P)	초정밀급 (SP)	초초정밀급 (UP)
C루브 리니어웨이L 리니어웨이L	–	○	○	–	–
C루브 리니어웨이LV	–	○	–	–	–
C루브 리니어웨이V	○	○	○	○	–
C루브 리니어웨이E 리니어웨이E	○	○	○	○	–
C루브 리니어웨이H 리니어웨이H	–	○	○	○	–
리니어웨이F	–	○	○	○	–
C루브 리니어웨이UL 리니어웨이U	○	○	–	–	–
C루브 리니어롤러웨이 수퍼*X* 리니어롤러웨이 수퍼*X*	–	○	○	○	○
리니어롤러웨이*X*	–	○	○	○	○
리니어웨이 모듈	–	○	○	○	–

예압

예압의 목적

직동안내기구에서는 부하가 작은 가벼운 움직임을 필요로 할 때 직동안내기기에 틈새를 주어 사용하는 경우도 있으나, 용도에 따라 안내기구부의 유격을 없애거나 강성을 높이기 위해 예압을 가해 사용하는 경우도 있습니다.
예압은 궤도면과 전동체와의 접촉부에 미리 내부응력을 발생시켜서 가한다. 직동안내기기의 외부 부하를 이 내부응력이 완충 흡수해서 탄성변위량을 억제하여 강성을 높입니다. (그림 3 참조)

예압의 설정

예압량의 크기는 직동안내기기를 설치할 기계 · 장치 등의 특성과 직동안내기기의 하중 작용 방법 등을 고려하여 결정합니다. 일반적으로 직동안내기기의 예압은 전동체가 볼(강구)일 때는 부하의 1/3 정도, 롤러(원통 롤러)일 때는 1/2 정도를 기준으로 사용하지만, 진동하중과 변동하중이 부하되고 특히 높은 강성을 필요로 할 때는 더욱 큰 예압을 가할 때도 있습니다.
적용할 예압 구분의 개요가 표9에 나와 있습니다. 자세한 내용은 각 시리즈의 해설을 참조하십시오.

예압 선정의 주의

높은 강성을 구할 때도 지나친 예압은 전동체와 궤도 간에 지나친 응력이 발생하여 직동안내기기의 수명을 저하시키는 원인이 됩니다. 예압은 사용 조건에 맞는 적정한 양으로 운전하는 것이 중요합니다. 큰 예압을 가해서 사용할 때는 IKO에 문의하십시오.

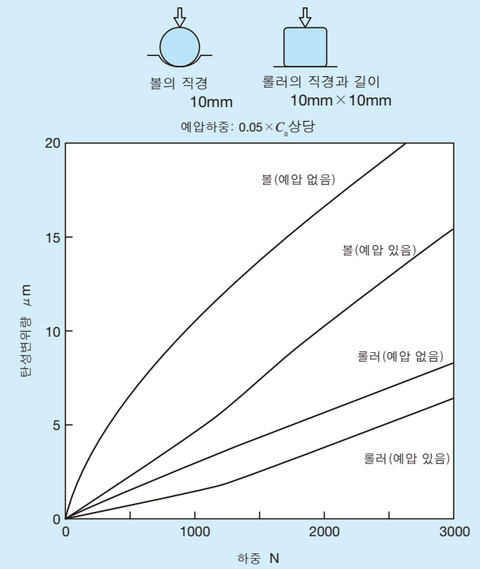


그림 3 예압과 탄성변위의 특성

표 9 시리즈와 예압 구분

시리즈명 \ 예압(예압기호)	틈새 (T_C)	틈새 (T_0)	표준 (무기호)	경예압 (T_1)	중(中)예압 (T_2)	중(重)예압 (T_3)
C루브 리니어웨이L 리니어웨이L	–	○	○	○	–	–
C루브 리니어웨이LV(1)	–	–	–	–	–	–
C루브 리니어웨이V	○	–	○	○	–	–
C루브 리니어웨이E 리니어웨이E	○	–	○	○	○	–
C루브 리니어웨이H 리니어웨이H	–	○	○	○	○	○
리니어웨이F	–	–	○	○	○	–
C루브 리니어웨이UL 리니어웨이U	–	–	○	○	–	–
C루브 리니어롤러웨이 수퍼*X* 리니어롤러웨이 수퍼*X*	–	–	○	○	○	○
리니어롤러웨이*X*	–	–	○	○	○	○

주(1) 약간의 틈새 또는 약간의 예압 상태로 조정되어 있습니다.

마찰

직동안내기기의 마찰

직동안내기기는 미끄럼 안내에 비해 정마찰(기동마찰)이 작고 동마찰과의 차이도 작으며, 속도에 대한 마찰저항의 변화가 작다는 뛰어난 장점이 있습니다. 이 때문에 기계의 동력손실이 적고 직동안내부의 온도 상승도 작으므로 운동의 고속화가 가능합니다.
또한 마찰저항이 작고 변동이 적으므로 운동지령에 대한 응답성이 높아 고정밀도의 위치결정을 할 수 있습니다.

마찰계수

직동안내기기의 마찰저항력은 직동안내기기의 형식, 부하하중, 속도, 윤활제의 특성 등에 의해 좌우됩니다. 일반적으로 경하중과 고속운동 시에는 윤활제와 씰이 주요 원인이 되고, 중(重)하중과 저속운동 시에는 하중의 크기가 원인이 됩니다. 직동안내기기의 마찰저항력을 결정하는 요소는 복잡하나, 일반적으로 다음 식으로 나타냅니다.

$$F = \mu P \quad \cdots\cdots (13)$$

여기서 F: 마찰저항력 N
μ: 동마찰계수
P: 부하하중 N

또한 씰 부착 시는 이 값에 씰 저항을 가산하는데, 그 저항은 씰립의 간섭과 윤활 상태에 따른 영향이 크며 동일하지는 않습니다.
리니어웨이 · 리니어롤러웨이의 운전 중 마찰계수는 윤활과 설치 조건이 적정하고 보통하중일 때, 대체로 표 10의 범위 내에 있습니다. 일반적으로 마찰계수는 작은 하중역에서는 큰 값을 나타냅니다.

표 10 마찰계수

시리즈명	동마찰계수 μ (1)
리니어웨이	0.0040~0.0060
리니어롤러웨이	0.0020~0.0040

주(1) 씰이 없을 때의 값입니다.

윤활

윤활의 목적

직동안내기기에 윤활제를 바르는 목적은 직동안내기기 내부의 궤도면과 전동체 간 등의 금속접촉을 방지하고, 마찰과 마모를 줄여 발열 및 눌러붙음을 방지하는 것에 있습니다. 궤도면과 전동체와의 구름 접촉부에 충분한 유막이 형성되어 있을 때는 부하로 인한 접촉응력을 저감하는 효과도 있습니다. 유막 형성이 충분히 이루어지도록 관리하는 것은 직동안내 기구부의 신뢰성 확보를 위해 중요한 일입니다.

윤활제의 선정

직동안내기기의 성능을 충분히 발휘시키기 위해서는 직동안내기기의 형식, 하중, 속도 등을 고려하여 적정한 윤활제의 종류와 윤활 방법을 선정해야 합니다. 그러나 미끄럼 안내와 비교하면 윤활제에 대한 의존성이 매우 작기 때문에, 급유량 부담이 없고 급유간격도 연장할 수 있으므로 보수관리를 대폭적으로 경감할 수 있습니다. 직동안내기기에 사용되는 윤활제는 크게 나누어 그리스와 오일이 있습니다.

그리스 윤활

직동안내기기에는 일반적으로 리튬계면활성그리스(JIS 조도번호 2호: 윤활유와 그리스의 점도 규격)가 사용되는데, 중(重)하중이 작용하는 용도에서는 극압첨가제를 넣은 그리스를 사용할 것을 권장합니다.
크린 환경과 고진공 환경에서는 합성유를 기유로 한 것과 리튬계 이외의 계면활성을 사용한 것 등 저발진성능과 저증발성능이 뛰어난 그리스도 사용 됩니다. 이러한 환경의 용도에서는 직동안내기기의 사용 조건에 적합하고 또한 윤활성능도 만족하도록 충분히 검토해야 합니다.

표 11 봉입 그리스 일람

시리즈명	봉입 그리스
C루브 리니어웨이L 리니어웨이L	마르템프 PS No.2 [협동유지㈜]
C루브 리니어웨이LV	
C루브 리니어웨이V	알바니아EP그리스2 [쇼와 쉘 석유㈜]
C루브 리니어웨이E 리니어웨이E	
C루브 리니어웨이H(1) 리니어웨이H(1)	
리니어웨이F	
C루브 리니어웨이UL 리니어웨이U(2)	마르템프 PS No.2 [협동유지㈜]
C루브 리니어롤러웨이 수퍼X 리니어롤러웨이 수퍼X	알바니아EP그리스2 [쇼와 쉘 석유㈜]
리니어롤러웨이X	
리니어웨이 모듈	

주(1) 크기 8~12 계열에는 마르템프 PS2가 봉입되어 있습니다.
(2) 크기 40~86 계열에는 알바니아EP그리스2가 봉입되어 있습니다.

그리스 급유간격

양질의 그리스라도 운전시간이 경과함에 따라 그 성능이 열화 되므로 적절히 급유해야 합니다. 그리스의 급유기간은 조건에 따라 다르나, 일반적으로 6개월, 긴 거리를 왕복운동하는 기계 등은 3개월마다 급유할 것을 권장합니다.
또한 윤활 부품 'C루브'를 내장한 직동안내기기는 장기간의 메인터넌스프리를 실현한 제품으로, 직동안내기기에 없어서는 안 되는 윤활을 위한 급유기구와 급유공수가 불필요하게 되어 유지 비용을 대폭적으로 절감할 수 있습니다.

그리스 급유 방법

그리스 닛플 등의 급유기기에서 오래된 그리스가 배출될 때까지 충분히 새로운 그리스를 급유합니다. 급유 후 길들이기 운전을 하면 여분의 그리스가 직동안내기기의 외부로 배출되므로, 배출된 그리스를 제거한 후 운전을 개시합니다.
그리스의 급유량은 직동안내기기의 공간용적에 대하여 1/3~1/2 정도의 비율을 기준으로 급유하는데, 처음 그리스 닛플 등에서 그리스를 공급할 때는 급유경로 내에서 손실이 발생하므로, 이 손실분을 고려해야 합니다.
일반적으로 그리스 급유 직후에는 운동저항이 증대하는 경향이 있습니다. 잉여 그리스 배출 후 다시 10~20왕복 길들이기 운전을 함으로써 작고 안정된 운동저항을 얻을 수 있습니다.
또한 운동저항의 크기가 문제가 되는 용도에서는 그리스의 급유량을 줄이는 경우도 있는데, 윤활성능이 떨어지지 않을 정도의 급유량을 확보하도록 주의하십시오.

윤활 부품 'C루브'

C루브는 미세한 수지 분말을 소결성형하여 만들어진 연통다공 소결수지로, 내부 공간에 발생하는 모세관 현상을 이용하여 다량의 윤활유를 함침시킨 윤활 부품입니다.
윤활유는 트랙레일이 아니라 볼(강구) 또는 롤러(원통 롤러)에 직접 공급됩니다. 슬라이드유닛의 순환로 내에 내장된 C루브에 볼 또는 롤러가 접촉했을 때, 볼 또는 롤러의 표면에 윤활유가 공급되어 순환에 의해 부하영역으로 운반됩니다. 그 결과, 부하영역에서는 항상 최적의 오일량이 확보되어 장기간 윤활성능을 유지합니다.
C루브의 표면은 항상 윤활유로 뒤덮여 있습니다. C루브의 표면에 볼 또는 롤러가 접촉하면 표면장력에 의해 윤활유가 끊어지지 않고 볼 또는 롤러의 표면에 윤활유가 공급됩니다.

오일 윤활

오일로 윤활할 때는 하중이 클수록 고점도, 속도가 빠를수록 저점도의 오일을 고릅니다. 중(重)하중이 작용하는 일이 많은 직동안내기기에서는 일반적으로 68mm^2/s 정도의 것이 사용되는데, 경하중으로 고속운동하는 용도에서는 13mm^2/s 정도의 윤활유가 사용되는 경우도 있습니다.

이종 그리스의 혼합

이종 그리스의 혼합은 기유, 계면활성, 첨가제의 성상에 변화가 생겨 윤활성능을 극단적으로 저하시키거나, 첨가제의 화학변화 등에 의한 문제를 일으킬 염려가 있습니다. 오래된 그리스를 완전히 제거한 후 새로운 그리스를 충전하십시오.

표 12 직동안내기기에 사용할 그리스 상표

상표		기유	증점제	조도	사용온도 범위(2) ℃	용도
알바니아EP그리스2	[쇼와 쉘 석유㈜]	광유	리튬계	284	−20~110	일반용도 · 극압첨가제 함유
알바니아 그리스S2	[쇼와 쉘 석유㈜]	광유	리튬계	283	−25~120	일반용도
마르템프 PS No.2	[협동유지㈜]	합성유 · 광유	리튬계	275	−50~130	일반용도
IKO크린 환경용 저발진 그리스CG2	[일본톰슨㈜]	합성유	우레아계	280	−40~200	크린 환경용 긴 수명
IKO크린 환경용 저발진 그리스CGL	[일본톰슨㈜]	합성유 · 광유	리튬계 /칼슘	225	−30~120	크린 환경용 저습동
DEMNUM™ 그리스 L−200(1)	[다이킨공업㈜]	합성유	PTFE계	280	−60~300	크린 환경용
클뤼버알파 GR Y−VAC3	[NOK 클뤼버㈜]	합성유	PTFE계	No.3	−20~250	진공용
IKO방청 그리스AF2	[일본톰슨㈜]	합성유	우레아계	285	−50~170	프레팅 방지
6459그리스N	[쇼와 쉘 석유㈜]	광유	폴리우레아	305	−	프레팅 방지

주(1) 급유간격을 짧게 설정하십시오.
(2) 사용온도 범위는 그리스 제조회사의 카탈로그 값을 인용하고 있으나, 고온환경 하의 상용을 보증하는 것은 아닙니다.
비고 1. DEMNUM™은 다이킨공업의 상표입니다.
2. 사용하실 때는 선정한 그리스 제조회사의 카탈로그를 확인하십시오.
기재 이외 용도의 그리스에 대해서도 IKO에 문의하십시오.

미니 그리스 인젝터

미니 그리스 인젝터는 오일 주입구가 있는 리니어웨이 · 리니어롤러웨이의 그리스 급유 전용 기구입니다. 그리스의 종류와 미니 그리스 인젝터의 사양이 표 13에 나와 있습니다.

표 13 그리스의 종류와 미니 그리스 인젝터

호칭번호	그리스명	내용량	급유침 외경
MG10/MT2	마르템프 PS No.2[협동유지㈜]	10ml	ϕ1mm
MG10/CG2	IKO크린 환경용 저발진 그리스CG2		
MG2.5/EP2	알바니아EP그리스2[쇼와 셸 석유㈜]	2.5ml	
MG2.5/CG2	IKO크린 환경용 저발진 그리스CG2		
MG2.5/CGL	IKO크린 환경용 저발진 그리스CGL		
MG2.5/AF2	IKO방청 그리스AF2		

그리스 닛플과 급유 노즐

그리스 닛플의 사양과 적합한 급유 노즐의 형식이 표 14.1 및 표 14.2에, 급유 노즐의 사양이 표 15에 나와 있습니다.

표 14.1 그리스 닛플과 적합급유 노즐

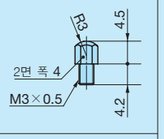
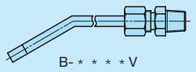
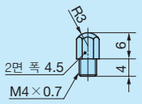
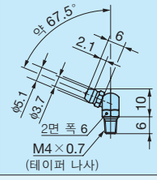
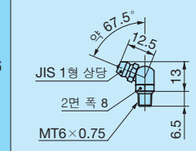
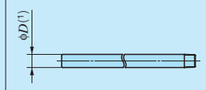
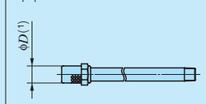
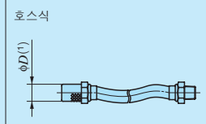
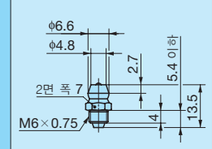
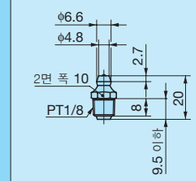
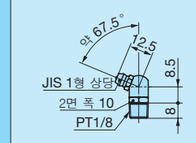
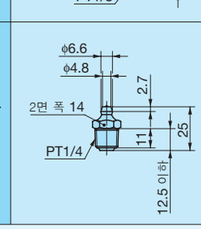
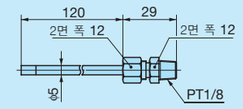
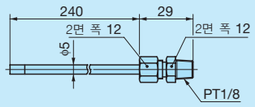
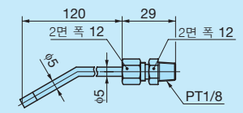
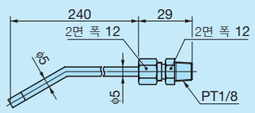
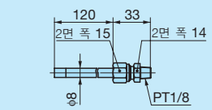
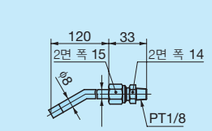
그리스 닛플		적합급유 노즐	
형식	치수 형상	형식	형상
A-M3		A-5120V A-5240V B-5120V B-5240V	스트레이트식 A-＊＊＊＊V 스트레이트식 앵글 부착  B-＊＊＊＊V
A-M4			
B-M4		A-8120V B-8120V	

표 14.2 그리스 닛플과 적합급유 노즐

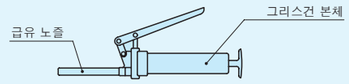
그리스 닛플		적합급유 노즐	
형식	치수 형상	형식	형상
B-M6		시판품	스트레이트식  척식  호스식 
JIS 1형			
JIS 2형			
JIS 4형			
A-PT 1/4			

주(1) 시판되는 스트레이트식, 척식 및 호스식 급유 노즐 외경 D는 13mm 이하를 권장합니다.

표 15 급유 노즐의 형식과 치수

형식	치수 형상
A-5120V	
A-5240V	
B-5120V	
B-5240V	
A-8120V	
B-8120V	

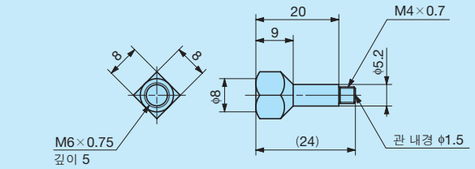
비고 표에 나온 급유 노즐은 아래 그림과 같은 일반적인 시판 그리스건 본체에 부착하여 사용할 수 있습니다. 원하실 때는 급유 노즐의 형식을 지정하여 IKO에 주문하십시오.



배관이음

그리스의 집중 급유나 오일 윤활을 실시할 때는 배관용 암나사 사이즈에 맞는 배관이음이 준비되어 있으므로 그리스 닛플 또는 잠금 캡을 빼고 배관이음을 설치하십시오. 또한 배관이음의 상면이 슬라이드유닛 상면과 동일하거나 높아지는 경우가 있으므로 배관이음의 치수와 각 형식의 치수표의 H_3 치수를 확인한 후 사용하십시오. 배관 이음의 호칭번호 및 치수가 그림 4.1, 그림 4.2 및 표 16.1, 표 16.2, 표 16.3, 표 16.4에 나와 있습니다. 또한 특별사양을 지정한 것에는 일부 적용할 수 없는 경우가 있습니다. 원하실 때는 배관이음을 설치하여 납품하므로 IKO에 문의하십시오.

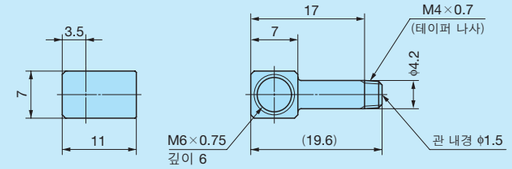
호칭번호	SC4-20S



비고 MX 시리즈, LRX 시리즈에는 대응하지 않습니다.

그림 4.1 M4×0.7용 배관이음(스트레이트형)

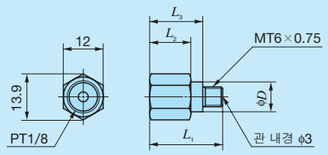
호칭번호	LC4-17



비고 암나사(M6×0.75)에는 표 16.1의 스트레이트형 배관 이음을 설치할 것을 권장합니다.

그림 4.2 M4×0.7용 배관이음(L형)

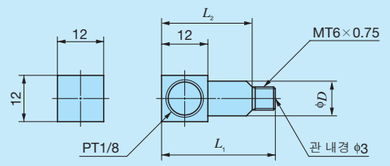
표 16.1 M6×0.75용 배관이음(스트레이트형)



단위 mm

호칭번호	L_1	L_2	L_3	D
SC6-16	22	12.4	16	9
SC6-22S	28	12	22	6
SC6-25S	31	12	25	6

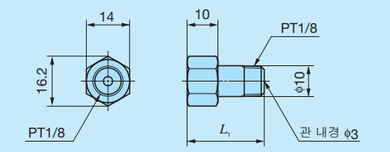
표 16.2 M6×0.75용 배관이음(L형)



단위 mm

호칭번호	L_1	L_2	D
LC6-18	25	18	9
LC6-22S	28	–	6
LC6-24	30.5	23.5	9
LC6-25S	31	–	6

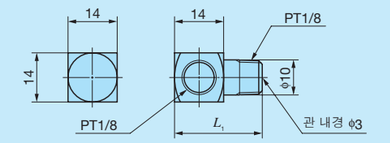
표 16.3 PT1/8용 배관이음(스트레이트형)



단위 mm

호칭번호	L_1
SC1/8-19S	25
SC1/8-34S	40

표 16.4 PT1/8용 배관이음(L형)



단위 mm

호칭번호	L_1
LC1/8-19S	25
LC1/8-34S	40

방진

방진의 목적

직동안내기기의 성능을 충분히 발휘하려면 외부에서의 티끌이나 먼지 등의 유해 물질의 침입을 방지하는 것이 중요합니다. 모든 운전 조건에 대해 효과적인 밀봉장치나 방진장치를 선정하십시오.

방진 방법

리니어웨이 · 리니어롤러웨이는 측면 씰을 표준 장비하고 있지만, 특별사양인 더블 씰이나 스크레이퍼를 장착하면 방진 효과를 더 높일 수 있습니다. 또한 트랙레일의 취부 홀을 덮기 위한 캡이나 커버 테이프(그림 5), 트랙레일 상면에 취부 홀이 없는 상방향 설치 사양 트랙레일(그림 6)은 방진 효과의 신뢰성을 더욱 높일 수 있습니다.
그러나 다량의 티끌이나 먼지가 부유하는 경우나 절삭가루 또는 모래 먼지와 같이 비교적 큰 이물질이 궤도면에 부착되는 경우는 완전한 방진은 어려우며, 벨로우즈(그림 7) 또는 텔레스코프식 실드 등으로 전체를 덮는 방법을 권장합니다.
커버 테이프나 상방향 설치 사양 트랙레일을 원하실 때는 IKO에 문의하십시오.

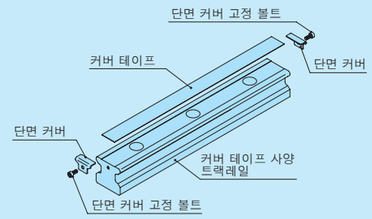


그림 5 커버 테이프

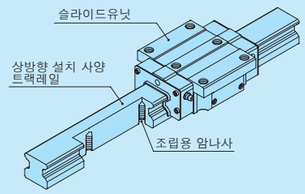


그림 6 상방향 설치 사양 트랙레일

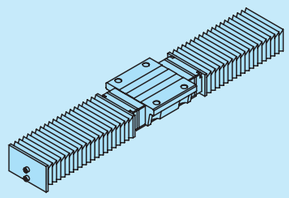


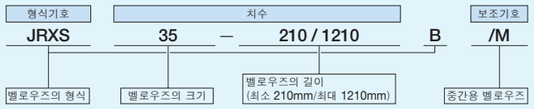
그림 7 벨로우즈

전용 벨로우즈

전용 벨로우즈는 리니어웨이 · 리니어롤러웨이의 치수에 맞춰 제작되므로 설치가 용이하고 방진 효과가 뛰어납니다.
또한 거꾸로 매달아서 사용하는 사양이나 내열 사양의 재료를 원하실 때는 IKO에 문의하십시오.

벨로우즈의 호칭번호

전용 벨로우즈의 호칭번호는 형식기호 · 치수 · 보조기호로 구성되며, 아래에 기본적인 배열이 나와 있습니다.



벨로우즈의 최소 길이 산출 기준

전용 벨로우즈는 다음 식으로 필요한 나사산수(Threads per Inch)를 결정하여 최소 필요 길이를 산출합니다.

$$ns = \frac{S}{\ell s_{max} - \ell s_{min}}$$

여기서 ns : 나사산수(Threads per Inch) (소수점 이하 올림)
S : 스트로크 길이 mm
ℓs_{max} :1산의 최대 길이(표 18.1, 표 18.2 참조)
ℓs_{min} :1산의 최소 길이(표 18.1, 표 18.2 참조)

$$L_{min} = ns \times \ell s_{min} + m \times 5 + 10$$
$$L_{max} = S + L_{min}$$

여기서 L_{min} : 벨로우즈의 최소 길이 mm
L_{max} : 벨로우즈의 최대 길이 mm
m : 중간 플레이트의 개수(표 17 참조)

표 17 전용 벨로우즈의 중간 플레이트 개수

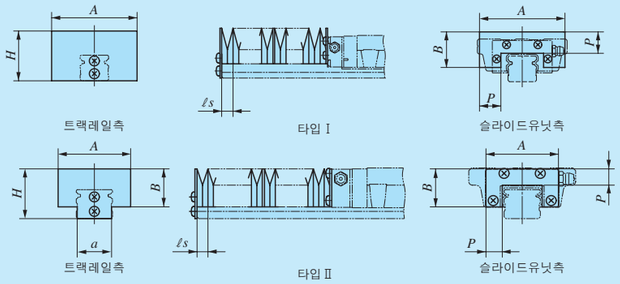
형식	전용 벨로우즈의 P 치수(1) mm 을(를) 초과	이하	중간 플레이트 개수 m
JEF JRES	–	35	$m = \frac{ns}{7} - 1$
JES JHS JFS JRXS···B JFFS	–	22	$m = \frac{ns}{16}$ 단, $ns \leqq 20$일 때는 $m = 0$
	22	25	$m = \frac{ns}{12}$ 단, $ns \leqq 18$일 때는 $m = 0$
	25	35	$m = \frac{ns}{8}$

주(1) P 치수는 표 18.1, 표 18.2를 참조하십시오.
비고 중간 플레이트의 개수 m은 JEF 및 JRES의 경우는 소수점 이하 올림, 그 밖에는 소수점 이하 버림으로 합니다.

중간용 벨로우즈

각 슬라이드유닛의 중간에 벨로우즈를 설치할 때는 설치 플레이트가 다르므로 호칭번호 끝에 "/M"을 붙여서 지시하십시오.
또한 길게 사용할 때나 가로 설치로 사용할 때 최적인 강화형 벨로우즈도 제작하고 있습니다. 이 벨로우즈는 폭 치수A가 표준 벨로우즈보다 커집니다. 원하실 때는 IKO에 문의하십시오.

표 18.1 전용 벨로우즈의 적용과 치수

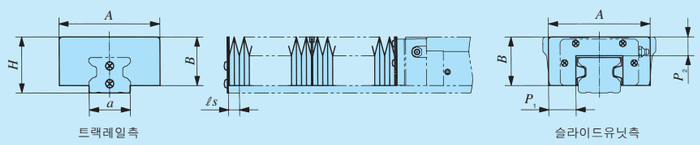


단위 mm

시리즈명	크기	전용 벨로우즈의 형식기호	타입	H	A	a	B	P	ℓs_{min}	ℓs_{max}
C루브 리니어웨이E 리니어웨이E	15	JEF 15	Ⅱ	23.5	34	14	17	8	2	9
	20	JEF 20		27.5	40	19	21	9	2	10
	25	JEF 25		32	46	22	24	10	2	11
	30	JES 30		42	70	27	35	15	2	14
	35	JES 35		48	85	33	40	18	2	18.5
	45	JES 45		60	105	44	50	22	2	23.5
C루브 리3니어웨이H 리니어웨이H(1)	15	JHS 15	Ⅰ	31(2)	55	–	19.5	15	2	14
	20	JHS 20		35(2)	60	–	25	15	2	14
	25	JHS 25		39(2)	64	–	29.5	15	2	14
	30	JHS 30		42	70	–	35	15	2	14
	35	JHS 35		48	85	–	40	18	2	18.5
	45	JHS 45		60	105	–	50	22	2	23.5
	55	JHS 55		70	120	–	57	25	2	28
	65	JHS 65		90	158	–	76	35	2	42
리니어웨이F	33	JFFS 33	Ⅱ	26(2)	66(3)	–	23	15	2	15
	37	JFFS 37	Ⅱ	27.5(2)	70(3)	–	24	15	2	15
	40	JFS 40	Ⅰ	32(2)	80	–	27	15	2	14
	42	JFFS 42	Ⅱ	30.5(2)	76(3)	–	27.5	15	2	15
	60	JFS 60	Ⅰ	36(2)	100	–	30	15	2	14
	69	JFFS 69	Ⅱ	36(2)	106	–	31.5	15	2	15
	90	JFS 90	Ⅰ	50	150	–	43	22	2	23.5

주(1) 가로 설치형 LWHY에는 적용하지 않습니다.
(2) 슬라이드유닛의 어셈블리 치수 H보다 높아지는 것도 있습니다. 각 시리즈 치수표의 H 치수를 확인하십시오.
(3) 슬라이드유닛의 W_2 치수보다 넓어지는 것도 있습니다. 각 시리즈 치수표의 W_2 치수를 확인하십시오.

표 18.2 전용 벨로우즈의 적용과 치수



단위 mm

시리즈명	크기	전용 벨로우즈의 형식기호	H	A	a	B	P_1	P_2	ℓs_{min}	ℓs_{max}
C루브 리니어롤러웨이 수퍼X 리니어롤러웨이 수퍼X	15	JRES 15	34(1)	55(2)	14	30	17.5	15	2	15
	20	JRES 20	39(1)	60(2)	19	34	15	15	2	15
	25	JRES 25	42(1)	65(2)	22	36	16.5	15	2	15
	30	JRES 30	46(1)	70(2)	27	39.5	15	15	2	15
	35	JRES 35	48	88(2)	33	41.5	24	15	2	15
	45	JRES 45	60	108(2)	44	52	29	20	2	21
	55	JRES 55	70	122(2)	52	61	31	22	2	23.5
	65	JRES 65	88	140(2)	61	76	25	25	2	30
	85	JRES 85	107	180	82	89	30	30	2	36
리니어롤러웨이X	25	JRXS 25···B	40	60	22	34	15	12	2	10
	35	JRXS 35···B	48	88	34	41.5	24	15	2	14
	45	JRXS 45···B	60	108	44	52	29	20	2	21
	55	JRXS 55···B	70	122	54	61	31	22	2	23.5
	75	JRXS 75···B	90	160	74	80	40	30	2	36

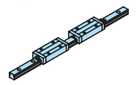
주(1) 슬라이드유닛의 어셈블리 치수 H 보다 높아지는 것도 있습니다. 각 시리즈 치수표의 H 치수를 확인하십시오.
(2) 슬라이드유닛의 W_2 치수보다 넓어지는 것도 있습니다. 각 시리즈 치수표의 W_2 치수를 확인하십시오.

발주 시의 호칭번호와 수량

리니어웨이 · 리니어롤러웨이를 세트품으로 주문하실 때는 트랙레일의 개수를 단위로 하는 세트 수를 지시하십시오. 프리콤비네이션 사양의 슬라이드유닛 또는 트랙레일 단품의 경우는 각각의 개수를 지시하십시오.

비호환성사양

세트품



(1세트를 원하실 때)

호칭번호의 표시 예

LWESG 25 C2 R640 SL T1 P /FU

발주 수
1세트

프리콤비네이션 사양

슬라이드유닛 단품

(2개를 원하실 때)

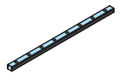
호칭번호의 표시 예

LWESG 25 C1 SL T1 P SO /U

C1만 지정할 수 있습니다.
S1 또는 S2를 지정하십시오.

발주 수
2개

트랙레일 단품



(1개를 원하실 때)

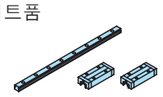
호칭번호의 표시 예

LWE 25 R640 SL P SO /F

S1 또는 S2를 지정하십시오.

발주 수
1개

세트품



(1세트를 원하실 때)

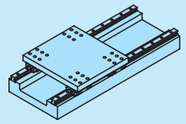
호칭번호의 표시 예

LWESG 25 C2 R640 SL T1 P SO /FU

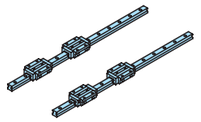
S1 또는 S2를 지정하십시오.

발주 수
1세트

복수세트를 1조로 하는 사양일 때(특별사양 /W)



리니어웨이 · 리니어롤러웨이



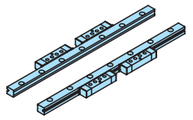
(2세트 1조를 원하실 때)

호칭번호의 표시 예

LRX 45 C2 R1260 T3 SP /W2

발주 수
2세트

리니어웨이 모듈



(2세트 1조를 원하실 때)

호칭번호의 표시 예

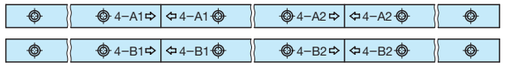
LWM 2 M2 R480 P /W2

발주 수
2세트

특별사양

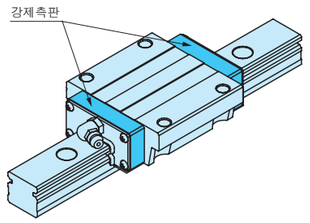
리니어웨이 · 리니어롤러웨이에는 Ⅲ－29페이지부터 Ⅲ－35페이지에 나오는 특별사양이 준비되어 있습니다. 적용하는 특별사양에는 제한이 있으므로 세부사항은 각 시리즈의 해설을 참조하십시오.

연결트랙레일 /A



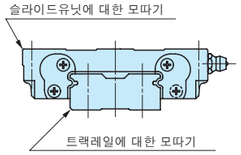
비호환성사양의 트랙레일이 최대 길이를 초과할 때는 2개 이상의 트랙레일을 직선 운동 방향으로 연결하여 사용합니다. 연결할 각 트랙레일의 길이 및 개수는 IKO에 문의하십시오.

강제측판 /BS



표준 장비인 합성수지제 측판을 스텐레스강제 측판으로 재조합합니다. 슬라이드유닛의 전장 치수는 변하지 않습니다.
또한 내열성 향상을 목적으로 할 때는 "씰 없음(보조기호 /N)"과의 병용을 권장합니다.

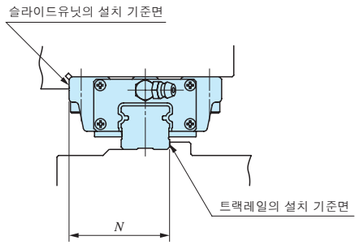
기준면 모따기 /C /CC



슬라이드유닛 및 트랙레일의 설치 기준면에 모따기를 추가합니다.

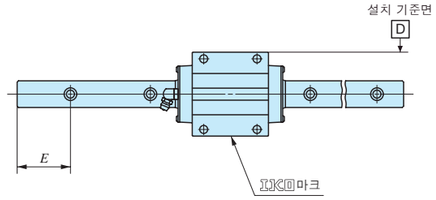
① /C 트랙레일의 설치 기준면에 모따기를 추가합니다.
② /CC 슬라이드유닛과 트랙레일의 설치 기준면에 모따기를 추가합니다.

역표준면 /D



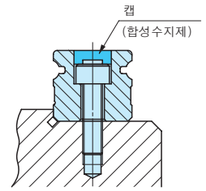
트랙레일의 설치 기준면을 표준 위치와 반대로 합니다. N 치수의 정밀도나 주행 시 평행도는 변하지 않습니다.

트랙레일의 취부 홀 위치지정 /E



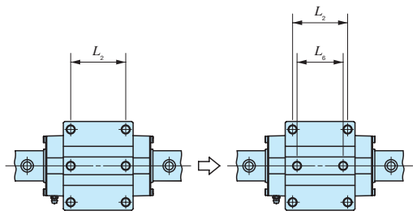
슬라이드유닛의 IKO마크측에서 보았을 때 트랙레일 왼쪽 끝의 취부 홀에서 왼쪽 단면까지의 E 치수를 지시하여 트랙레일의 취부 홀의 위치를 지정합니다.
"/E"의 뒤에 치수(mm 단위로 표시)를 붙여서 지시하십시오.
또한 E 치수의 범위에는 제한이 있으므로 IKO에 문의하십시오.
리니어웨이H 가로 설치형 및 리니어웨이 모듈 시리즈는 각 시리즈의 해설을 참조하십시오.

트랙레일의 취부 홀용 캡 /F



트랙레일 취부 홀용의 전용 캡을 첨부합니다. 트랙레일의 취부 홀을 막아서 운동 방향의 씰 성능을 향상시킵니다. 알루미늄 합금제 캡도 있으므로 IKO에 문의하십시오.

슬라이드유닛의 중앙 취부 홀 간 치수 변경 /GE

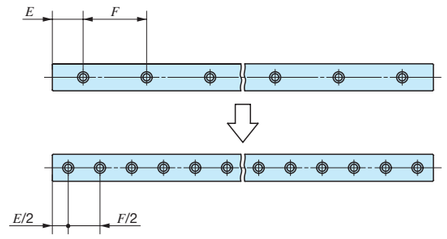


슬라이드유닛 중앙의 취부 홀 간 치수를 변경합니다.

하이브리드 C루브 리니어웨이 /HB

슬라이드유닛에 조합되는 전동체의 재료를 세라믹(질화규소) 재질로 변경합니다.

트랙레일의 취부 홀 하프피치 /HP

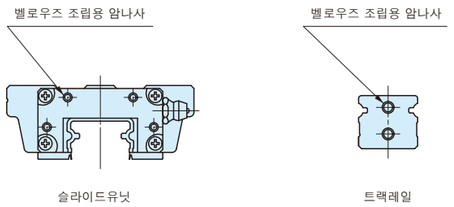


트랙레일 취부 홀의 피치를 표준인 F 치수의 1/2로 변경합니다. 트랙레일 취부 홀용 볼트를 첨부하는 사양일 때는 취부 홀 수만큼 첨부합니다.

벨로우즈적표 /I

H 치수 · *N* 치수 및 슬라이드유닛의 주행 시 평행도의 검사성적표를 1세트마다 첨부합니다.

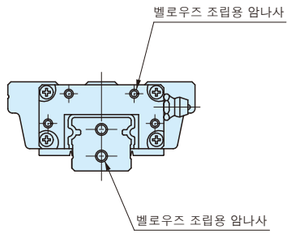
벨로우즈 조립용 암나사(단체) /J /JR /JL



프리콤비네이션 사양의 슬라이드유닛 단품 또는 트랙레일 단체에 벨로우즈 조립용 암나사를 부착합니다.

① /J 슬라이드유닛 또는 트랙레일의 양단면에 암나사를 부착합니다.
② /JR 슬라이드유닛의 IKO마크측에서 보았을 때 우측 단면에 암나사를 부착합니다.
③ /JL 슬라이드유닛의 IKO마크측에서 보았을 때 좌측 단면에 암나사를 부착합니다.

벨로우즈 조립용 암나사(세트품) /J /JJ /JR /JS /JJS



프리콤비네이션 사양의 세트품 또는 비호환성사양의 제품인 경우, 슬라이드유닛과 트랙레일에 벨로우즈 조립용 암나사를 부착합니다.

① /J 트랙레일의 양단에 가장 가까운 슬라이드유닛의 단면과 트랙레일의 양단면에 암나사를 부착합니다. (슬라이드유닛이 1개일 때는 양단면에 부착합니다.)
② /JJ 슬라이드유닛이 2개 이상일 때는 모든 슬라이드유닛의 양단면과 트랙레일의 양단면에 암나사를 부착합니다. (슬라이드유닛이 1개일 때는 "/J"라고 지시하십시오.)
③ /JR 트랙레일의 양단면에 암나사를 부착합니다.
④ /JS 트랙레일의 양단에 가장 가까운 슬라이드유닛의 단면에 암나사를 부착합니다. (슬라이드유닛이 1개일 때는 양단면에 부착합니다.)
⑤ /JJS 슬라이드유닛이 2개 이상일 때는 모든 슬라이드유닛의 양단면에 암나사를 부착합니다. (슬라이드유닛이 1개일 때는 "/JS"라고 지시하십시오.)

흑색크롬 피막처리 /LC /LR /LCR

흑색의 침투성 크롬 피막처리 후 아크릴수지를 코팅하여 방청능력을 향상시킵니다.

① /LC 케이싱에 처리를 실시합니다.
② /LR 트랙레일에 처리를 실시합니다.
③ /LCR 케이싱과 트랙레일에 처리를 실시합니다.

불소흑색크롬 피막처리 /LFC /LFR /LFCR

흑색의 침투성 크롬 피막처리 후 불소수지를 코팅하여 방청능력을 더욱 향상시킵니다. 또한 표면에 이물질이 부착되기 어려워집니다.

① /LFC 케이싱에 처리를 실시합니다.
② /LFR 트랙레일에 처리를 실시합니다.
③ /LFCR 케이싱과 트랙레일에 처리를 실시합니다.

트랙레일 취부용 볼트 첨부 /MA

권장하는 트랙레일 취부용 볼트를 첨부합니다. 볼트의 사이즈는 치수표를 참조하십시오.

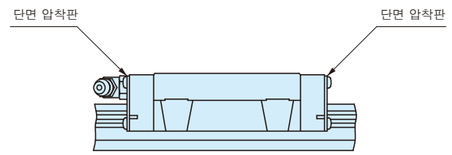
트랙레일 취부용 볼트 첨부 안 함 /MN

트랙레일 취부용 볼트를 첨부하지 않습니다.

취부 홀 사이즈 변경 /M4

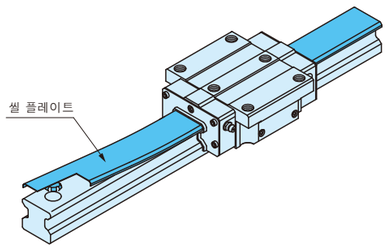
ME15의 M3용 트랙레일 취부 홀을 M4용 트랙레일 취부 홀로 합니다. 트랙레일 취부용 볼트 첨부(보조기호 "/MA")와 조합할 때는 "/MA4"라고 지시하십시오.

씰 없음 /N



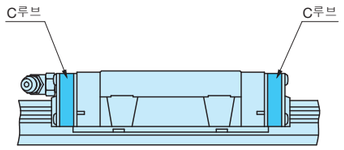
슬라이드유닛의 운동저항을 줄이고 싶은 경우, 양측의 측면 씰을 트랙레일과 비접촉 단면 압착판으로 바꿀 수 있습니다. 또한 하면 씰은 부착하지 않습니다.
또한 이 사양에서 방진 효과는 얻을 수 없습니다.

트랙레일용 씰 플레이트 /PS



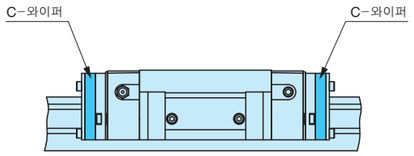
트랙레일용 씰 플레이트를 설치하여 납품합니다. 트랙레일을 조립한 후 U자형으로 성형한 스텐레스강제 박판으로 상면을 덮어서 씰 성능이 한 단계 더 향상시킵니다. 측면 씰은 전용 씰로 변경됩니다.
또한 씰 플레이트를 설치할 때는 동봉된 씰 플레이트 취급 설명서를 참조하십시오.

C루브 부착 /Q



슬라이드유닛의 측면 씰 안쪽에 윤활제를 함침시킨 C루브를 장착하여 윤활제의 급유간격을 연장시킬 수 있습니다.

C-와이퍼 /RC /RCC



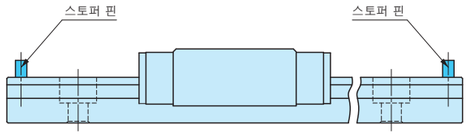
슬라이드유닛의 단면에 C-와이퍼를 설치하여 방진성을 높입니다.
또한 C-와이퍼 부착 슬라이드유닛에는 내면 씰(/UR) 및 스크레이퍼(/Z)를 동시에 장착합니다.

① /RC 트랙레일의 양단에 가장 가까운 슬라이드유닛의 단면에 C-와이퍼를 부착합니다. 슬라이드유닛이 1개일 때는 양단면에 부착합니다.
② /RCC 슬라이드유닛이 2개 이상일 때는 모든 슬라이드유닛의 양단면에 C-와이퍼를 부착합니다.

특수환경용 씰 /RE

표준 장비인 측면 씰 및 하면 씰을 고온환경에서 사용할 수 있는 특수환경용 씰로 변경합니다.

스토퍼 핀부착 트랙레일 /S

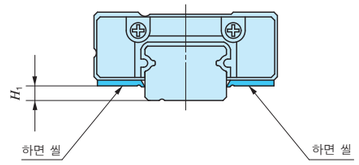


슬라이드유닛의 빠짐 방지를 위해 트랙레일의 양단에 스토퍼 핀을 설치합니다.

연결사양 트랙레일(프리콤비네이션 사양) /T

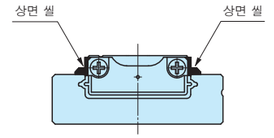
프리콤비네이션 사양의 트랙레일을 직선 운동 방향으로 연결할 수 있게 양단의 연결부를 완성합니다.
트랙레일의 호환성기호는 같은 기호끼리 연결하십시오. 또한 비호환성사양일 때는 연결트랙레일 "/A"를 지시하십시오.

하면 씰(1) /U

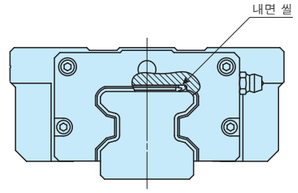


하방향에서의 이물질 침입을 방지하기 위해 슬라이드유닛의 하면에 씰을 부착합니다.

주(1) C루브 리니어웨이UL, 리니어웨이U의 경우는 "상면 씰"입니다. 상방향에서의 이물질 침입을 방지하기 위해 슬라이드유닛의 상부 측면에 씰을 부착합니다.

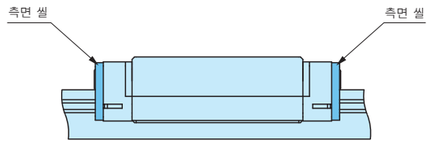


내면 씰 /UR



슬라이드유닛 내부에 내면 씰을 부착합니다.
내면 씰이 트랙레일 상면에서의 이물질에 대해 원통 롤러 순환부의 방진성을 높입니다.

측면 씰 /US



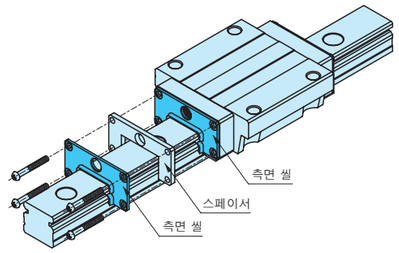
슬라이드유닛 양쪽의 스크레이퍼 대신 측면 씰을 설치하여 방진성을 높입니다.

더블 씰(단체) /V /VR /VL

프리콤비네이션 사양의 슬라이드유닛 단품에 측면 씰을 이중으로 부착하여 방진성을 높입니다.

① /V 슬라이드유닛의 양단면을 더블 씰로 합니다.
② /VR 슬라이드유닛의 IKO마크측에서 보았을 때 우측 단면을 더블 씰로 합니다.
③ /VL 슬라이드유닛의 IKO마크측에서 보았을 때 좌측 단면을 더블 씰로 합니다.

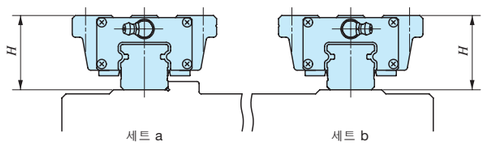
더블 씰(세트품) /V /VV



프리콤비네이션 사양의 세트품 또는 비호환성사양 제품의 슬라이드유닛에 측면 씰을 이중으로 부착하여 방진성을 높입니다.

① /V 트랙레일의 양단에 가장 가까운 슬라이드유닛의 단면을 더블 씰로 합니다. 슬라이드유닛이 1개일 때는 양단면에 부착합니다.
② /VV 슬라이드유닛이 2개 이상일 때는 모든 슬라이드유닛의 양단면을 더블 씰로 합니다.

복수세트 1조 /W



동일 평면상에 있는 복수세트의 리니어웨이 · 리니어롤러웨이의 H 치수의 상호차를 규격 범위로 맞춥니다.
복수세트에서 H 치수의 상호차는 1세트에서의 정밀도와 동일합니다.
"/W"의 뒤에 세트 수를 붙여서 개수 단위로 지시하십시오.

그리스 지정 /YCG /YCL /YAF /YBR /YNG

봉입할 그리스를 보조기호로 변경할 수 있습니다.

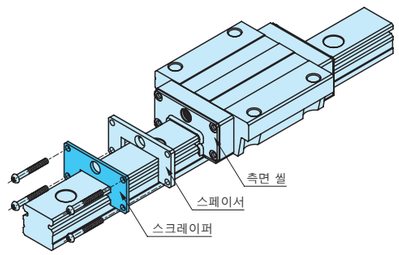
① /YCG 크린 환경용 저발진 그리스CG2를 봉입합니다.
② /YCL 크린 환경용 저발진 그리스CGL을 봉입합니다.
③ /YAF 방청 그리스AF2를 봉입합니다.
④ /YBR 모리코트 BR2−플러스 그리스[다우코닝㈜]를 봉입합니다.
⑤ /YNG 그리스를 봉입하지 않습니다.

스크레이퍼(단체) /Z /ZR /ZL

프리콤비네이션 사양의 슬라이드유닛 단품에 금속제 스크레이퍼를 설치합니다.
스크레이퍼는 비접촉 구조이며, 트랙레일에 부착되는 큰 이물질을 효과적으로 배제합니다.

① /Z 슬라이드유닛의 양단면에 스크레이퍼를 부착합니다.
② /ZR 슬라이드유닛의 IKO마크측에서 보았을 때 우측 단면에 스크레이퍼를 부착합니다.
③ /ZL 슬라이드유닛의 IKO마크측에서 보았을 때 좌측 단면에 스크레이퍼를 부착합니다.

스크레이퍼(세트품) /Z /ZZ



프리콤비네이션 사양의 세트품 또는 비호환성사양 제품의 슬라이드유닛에 금속제 스크레이퍼를 설치합니다.
스크레이퍼는 비접촉 구조이며, 트랙레일에 부착되는 큰 이물질을 효과적으로 배제합니다.

① /Z 트랙레일의 양단에 가장 가까운 슬라이드유닛의 단면에 스크레이퍼를 부착합니다. 슬라이드유닛이 1개일 때는 양단면에 부착합니다.
② /ZZ 슬라이드유닛이 2개 이상일 때는 모든 슬라이드유닛의 양단면에 스크레이퍼를 부착합니다.

사용상의 주의

사용온도

C루브를 내장한 직동안내기기의 사용온도는 최고 80℃까지 사용할 수 있습니다. C루브를 내장하고 있지 않은 직동안내기기의 사용온도는 최고 120℃까지, 연속으로 사용하는 경우는 100℃까지의 온도에서 사용할 수 있습니다. 온도가 100℃를 넘을 때는 IKO에 문의하십시오.
특별사양에서 C루브 부착(보조기호 "/Q")을 지정한 경우는 최고 80℃까지로 사용하십시오.

복수의 슬라이드유닛을 접근시켜 사용할 때

복수의 슬라이드유닛을 접근시켜 사용할 때는 기계 · 장치 등의 슬라이드유닛의 설치 정밀도의 오차에 의해 계산 이상의 하중이 부하되는 경우가 있습니다. 이런 경우는 부하하중을 계산값보다 크게 보아야 합니다.

횡방향 설치 또는 역설치할 때

리니어웨이E 및 리니어웨이F를 횡방향 설치 또는 역설치할 때는 슬라이드유닛 내부로의 이물질 침입을 방지하기 위해 필요에 따라 하면 씰이 부착된 특별사양(보조기호 "/U")을 지시하십시오.

운전속도

리니어웨이 · 리니어롤러웨이의 운전속도의 한계값은 운동의 특성, 부하하중의 크기, 윤활 상태, 설치 정밀도, 환경온도 등 다양한 운전조건에 좌우됩니다.
일반적인 운전 조건에서의 최고 속도를 기준으로 실적이나 경험치에서 얻은 참고값이 표 19에 나와 있습니다.

표 19 최고 속도의 기준

크기	최고 속도 m/min
35	180
45	120
55	100
65	75

세정 · 탈지

C루브를 내장한 직동안내기기는 탈지 기능이 있는 유기용제, 백등유 등으로 세정하지 마십시오.

오일 윤활 시의 윤활유 공급 부위

윤활유 공급이 중력적하식일 때는 공급 부위보다 위에 있는 궤도에는 윤활유가 충분히 공급되지 않을 수 있으므로 윤활경로와 공급 부위를 검토해야 합니다. 이러한 용도인 경우는 IKO에 문의하십시오.

설치 시의 주의

복수세트를 동시에 설치할 때

●프리콤비네이션 사양의 제품
프리콤비네이션 사양의 제품은 슬라이드유닛과 트랙레일의 호환성기호("S1" 또는 "S2")가 같은 것끼리 조합하십시오.
●비호환성사양의 제품
납품 시의 슬라이드유닛과 트랙레일의 조합을 변경하지 말고 사용하십시오.
●복수세트를 그룹으로 한 제품
복수세트를 1조로 한 특별사양(보조기호 "/W")의 제품은 납품 시의 그룹으로 상호차를 관리하므로 다른 그룹과 혼동하지 말고 설치하십시오.

슬라이드유닛과 트랙레일의 조립

트랙레일에 슬라이드유닛을 조립할 때는 슬라이드유닛과 트랙레일의 홈을 정확하게 맞춰서 평행으로 가만히 슬라이드유닛을 이동시키십시오. 거칠게 다루면 씰의 손상이나 볼(강구) · 원통 롤러의 탈락 등의 원인이 됩니다.
삽입 슬리브가 부속품으로 이미 첨부된 제품의 경우, 삽입 슬리브를 사용하면 슬라이드유닛과 트랙레일의 조립이 더욱 간편해집니다.
삽입 슬리브는 표 21.1 및 표 21.2에 나온 제품에 부속품으로 첨부되어 있지만, 첨부되지 않은 제품도 준비되어 있으므로 원하실 때는 IKO에 문의하십시오.

설치 정밀도

리니어웨이 · 리니어롤러웨이의 설치면의 정밀도나 설치 시 정밀도의 오차는 계산값을 초과하는 큰 하중을 발생시키는 경우가 있습니다. 이러한 하중은 수명에도 악영향을 주므로 주의해야 합니다. 트랙레일이나 슬라이드유닛의 설치부에는 요구되는 운동 정밀도나 강성 등의 사용 조건에 따라 높은 가공 정밀도와 조립 정밀도를 확보하고, 해당 정밀도와 성능을 유지할 수 있는 설치구조를 검토하는 것이 리니어웨이 · 리니어롤러웨이의 신뢰성을 높입니다.
복수세트를 사용하는 세트 간의 설치 평행도의 일반적인 기준이 표 20에 나와 있습니다.

표 20 설치 2평면의 평행도 단위 μm

등급	병급 (무기호)	상급 (H)	정밀급 (P)	초정밀급 (SP)	초초정밀급 (UP)
평행도	30		20	10	6

설치 기준면 상단 모서리 높이와 모서리 반경

상대측의 기준면 코너의 형상은 그림 8과 같이 여유 부분을 만들 것을 권장하지만 모서리 반경을 만들어 사용할 수도 있습니다. 상대측의 설치 기준면 상단 모서리 높이와 모서리 반경의 권장 치수는 각 시리즈의 해설을 참조하십시오.

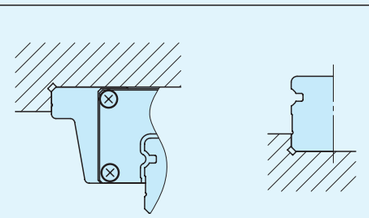


그림 8 설치 기준면 코너의 형상

표 21.1 삽입 슬리브 첨부 제품

○: 첨부

시리즈명과 크기		프리콤비네이션		비호환성사양
		유닛 단품	세트품	세트품
C루브 리니어웨이L 리니어웨이L		○	표 21.2 참조	표 21.2 참조
C루브 리니어웨이LV		–	–	
C루브 리니어웨이V		–	–	–
C루브 리니어웨이E 리니어웨이E		○	–	–
C루브 리니어웨이H 리니어웨이H	8~12	○	○	○
	15~65	○	–	–
	수퍼롱	○	○	○
리니어웨이F		○	–	–
C루브 리니어웨이UL 리니어웨이U	25, 30	–	–	○
	40~86	–	–	–
C루브 리니어롤러웨이 수퍼X 리니어롤러웨이 수퍼X	10~30	○	○	○
	35~65	○	–	–
	수퍼롱	○	○	○
	85, 100	–	–	–
리니어롤러웨이X		–	–	–

표 21.2 C루브 리니어웨이L, C루브 리니어웨이LV, 리니어웨이L의 삽입 슬리브 첨부 모델 번호

C루브 리니어웨이L		C루브 리니어웨이LV	리니어웨이L	
표준형	광폭형	표준형	표준형	광폭형
–	–	–	LWL 2	LWLF 4
MLC 3	MLFC 6	–	LWLC 3	LWLFC 6
ML 3	MLF 6	–	LWL 3	LWLF 6
MLC 5	MLFC 10	–	LWLC 5···B	LWLFC 10···B
ML 5	MLF 10	–	LWL 5···B	LWLF 10···B
MLC 7	MLFC 14	MLV 7	LWLC 7···B	LWLFC 14···B
ML 7	MLF 14	–	LWL 7···B	LWLF 14···B
MLG 7	MLFG 14	–	LWLG 7···B	LWLFG 14···B
MLC 9	MLFC 18	MLV 9	LWLC 9···B	LWLFC 18···B
ML 9	MLF 18	–	LWL 9···B	LWLF 18···B
MLG 9	MLFG 18	–	LWLG 9···B	LWLFG 18···B
MLL 9	–	–	LWLG 12···B	LWLFG 24···B
MLG 12	MLFG 24	–	LWLG 15···B	LWLFG 30···B
MLL 12	–	–	LWLG 20···B	LWLFG 42···B
MLG 15	MLFG 30	–	LWLG 25···B	–
MLL 15	–	–	–	–
MLG 20	MLFG 42	–	–	–
MLG 25	–	–	–	–

설치면의 청정화

리니어웨이 · 리니어롤러웨이를 설치할 기계 · 장치의 설치면 및 설치 기준면은 버(Burr)와 흠집을 오일－스톤 등으로 제거하고 방청유나 먼지를 깨끗한 천으로 닦아내십시오.

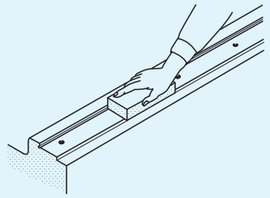


그림 9 설치면의 청정화

트랙레일 취부 홀용 캡의 설치

특별사양의 트랙레일 취부 홀용 캡(보조기호 "/F")을 트랙레일에 설치할 때는 평평한 지지 도구를 사용하여 트랙레일 상면과 동일한 면이 되도록 조금씩 두드려 넣으십시오.

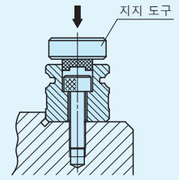


그림 10 트랙레일 취부 홀용 캡의 설치

고정나사의 체결 토크

리니어웨이 · 리니어롤러웨이를 설치할 때의 고정나사의 일반적인 체결 토크가 표 22에 나와 있습니다. 기계 · 장치의 진동 충격이 클 때나 하중변동이 클 때 또는 모멘트가 부하될 때는 필요에 따라 1.2배에서 1.5배 정도의 토크로 고정합니다.
또한 상대부재가 강철이나 알루미늄 합금 등일 때는 상대부재의 강도 특성에 따라 체결 토크를 감소시키십시오.
자세한 내용은 각 시리즈의 해설을 참조하십시오.
트랙레일 취부용 볼트는 표 23에 나온 제품에 부속품으로 첨부되어 있지만, 첨부되지 않은 제품도 준비되어 있으므로 원하실 때는 IKO에 문의하십시오.

표 22 고정나사의 체결 토크

나사의 호칭	체결 토크 N · m			
	탄소강제 나사 (강도구분 8.8)	탄소강제 나사 (강도구분 10.9)	탄소강제 나사 (강도구분 12.9)	스텐레스강제 나사 (성상구분 A2－70)
M 1 ×0.25	–	–	–	0.04
M 1.4×0.3	–	–	–	0.10
M 1.6×0.35	–	–	–	0.15
M 2 ×0.4	–	–	–	0.31
M 2.3×0.4	–	–	–	0.49
M 2.5×0.45	–	–	–	0.62
M 2.6×0.45	–	–	–	0.70
M 3 ×0.5	1.3	–	1.8	1.1
M 4 ×0.7	2.9	–	4.1	2.5
M 5 ×0.8	5.7	–	8.0	5.0
M 6 ×1	–	–	13.6	8.5
M 8 ×1.25	–	–	32.7	20.4
M10 ×1.5	–	–	63.9	–
M12 ×1.75	–	–	110	–
M14 ×2	–	–	175	–
M16 ×2	–	–	268	–
M20 ×2.5	–	–	522	–
M24 ×3	–	749	–	–
M30 ×3.5	–	1 490	–	–

표 23 트랙레일 취부용 첨부 볼트의 사양

시리즈			첨부 볼트의 사양		
	크기	재료의 종류	종류	재질	구분
C루브 리니어웨이L 표준형(1)	1~ 3(2)	스텐레스강제	JCIS 10-70정밀 기기용 십자 구멍 붙이 냄비 머리 소형 나사	스텐레스강제	-
리니어웨이L 표준형(1)	5	스텐레스강제	JCIS 10-70정밀 기기용 십자 구멍 붙이 냄비 머리 소형 나사	스텐레스강제	-
	7~ 25	스텐레스강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	스텐레스강제	성상구분 A2-70
	9~ 20	탄소강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	탄소강제	강도구분 8.8
C루브 리니어웨이L 광폭형(1)	4~ 10	스텐레스강제	JCIS 10-70정밀 기기용 십자 구멍 붙이 냄비 머리 소형 나사	스텐레스강제	-
리니어웨이L 광폭형(1)	14~ 42	스텐레스강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	스텐레스강제	성상구분 A2-70
	18~ 42	탄소강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	탄소강제	강도구분 8.8
C루브 리니어웨이LV		스텐레스강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	스텐레스강제	성상구분 A2-70
C루브 리니어웨이V(3)		탄소강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	탄소강제	강도구분 12.9
C루브 리니어웨이E(3)		스텐레스강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	스텐레스강제	성상구분 A2-70
리니어웨이E(3)		탄소강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	탄소강제	강도구분 12.9
C루브 리니어웨이H(4)	8~ 30	스텐레스강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	스텐레스강제	성상구분 A2-70
리니어웨이H(5)	12	탄소강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	탄소강제	강도구분 8.8
	15~ 65	탄소강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	탄소강제	강도구분 12.9
리니어웨이F		스텐레스강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	스텐레스강제	성상구분 A2-70
		탄소강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	탄소강제	강도구분 12.9
C루브 리니어웨이UL(3)	25	스텐레스강제	JCIS 10-70정밀 기기용 십자 구멍 붙이 냄비 머리 소형 나사	스텐레스강제	-
	30	스텐레스강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	스텐레스강제	성상구분 A2-70
리니어웨이U(3)	40~ 86	탄소강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	탄소강제	강도구분 12.9
C루브 리니어롤러웨이 수퍼X(4)	10~ 65	스텐레스강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	스텐레스강제	성상구분 A2-70
리니어롤러웨이 수퍼X		탄소강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	탄소강제	강도구분 12.9
	85~100	탄소강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	탄소강제	강도구분 10.9
리니어롤러웨이X	25~ 55	탄소강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	탄소강제	강도구분 12.9
	75	탄소강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	탄소강제	강도구분 10.9
리니어웨이LM(6)		스텐레스강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	스텐레스강제	성상구분 A2-70
리니어웨이M(7) 리니어롤러웨이M(7)		탄소강제	JIS B 1176 육각구멍붙이 볼트	탄소강제	강도구분 12.9

주(1) 탭레일 사양에는 볼트가 첨부되어 있지 않습니다.
(2) 볼트는 첨부되어 있지 않습니다. IKO에서 준비한 볼트의 사양입니다.
(3) 볼트는 첨부되어 있지 않습니다. 특별사양 "/MA"(트랙레일 취부용 볼트 첨부)를 지정한 경우의 사양입니다.
(4) 세트품에는 볼트가 첨부되어 있지 않습니다. 특별사양 "/MA"(트랙레일 취부용 볼트 첨부)를 지정한 경우의 사양입니다.
(5) LWH…MU에는 볼트가 첨부되어 있지 않습니다.
(6) 슬라이드 멤버 취부용 볼트는 첨부되어 있지 않습니다.
(7) 슬라이드 멤버 취부용 볼트도 첨부되어 있습니다.

설치면, 설치 기준면과 일반적인 설치구조

리니어웨이 · 리니어롤러웨이를 설치할 때는 테이블 및 베드의 설치 기준면에 트랙레일과 슬라이드유닛의 설치 기준면 B · D를 정확하게 맞춰서 고정합니다. (그림 11 참조)
설치 기준면 B · D 및 설치면 A · C는 정밀하게 연삭가공되어 있습니다. 기계 · 장치 등 상대측의 설치면도 고정밀도로 가공하여 바르게 설치하면 안정된 고정밀도의 직선 운동이 가능합니다.

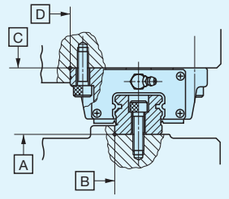


그림 11 리니어웨이 · 리니어롤러웨이의 설치 기준면과 일반적인 설치구조

슬라이드유닛의 설치 기준면은 IKO마크의 반대쪽입니다. 또한 트랙레일의 설치 기준면은 트랙레일의 상면에 있는 IKO 마크를 정위치로 보았을 때 그 위쪽 측면(화살표 방향)입니다. (그림 12 참조)

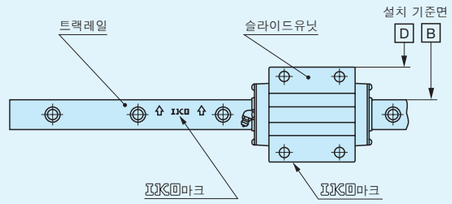


그림 12 리니어웨이 · 리니어롤러웨이의 설치 기준면의 위치(대표적인 예)

하중 방향과 설치구조

리니어웨이 · 리니어롤러웨이에 횡방향 하중이나 교번하중 또는 변동하중이 가해질 때는 그림 13, 그림 14에 나온 것과 같이 슬라이드유닛 및 트랙레일의 측면을 단단하게 고정하십시오.
하중이 작을 때나 사용 조건이 엄격하지 않을 때는 그림 15, 그림 16에 나온 설치 방법도 사용할 수 있습니다.

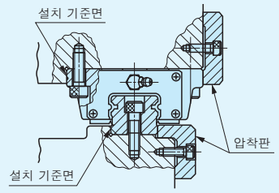


그림 13 압착판을 사용한 설치 사례

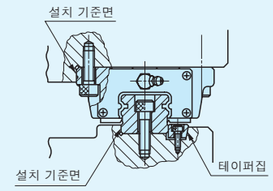


그림 14 테이퍼집을 사용한 설치 사례

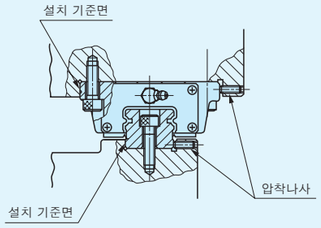


그림 15 압착나사를 사용한 설치 사례

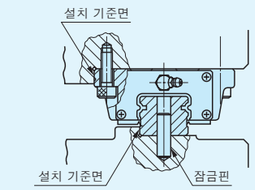


그림 16 잠금핀을 사용한 설치 사례

설치 사례

리니어웨이 · 리니어롤러웨이의 일반적인 설치 순서가 리니어웨이를 대표적인 예로 하여 예 1~4에 나와 있습니다.

예 1 일반적인 조립

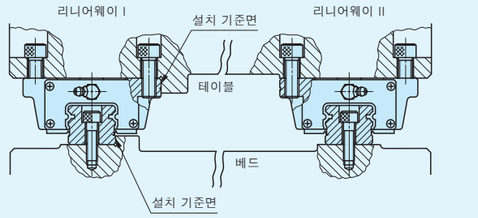


그림 17 설치 사례 1

충격이 없는 일반적인 용도일 때는 기준측 베드와 테이블에 설치 기준면을 만들고 다음 순서에 따라 설치합니다. (그림 17 참조)

❶설치면과 설치 기준면의 청정화

· 리니어웨이를 설치할 기계 · 장치의 설치 기준면 및 설치면의 버(Burr)와 흠집을 오일-스톤 등으로 제거하고 깨끗한 천으로 닦아냅니다(그림 18 참조).
· 리니어웨이의 설치 기준면 및 설치면의 방청유나 먼지를 깨끗한 천으로 닦아냅니다.

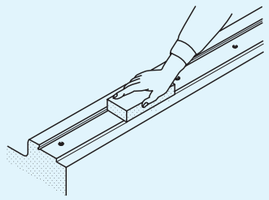


그림 18 설치면의 청정화

❷리니어웨이 I, II의 트랙레일 임시 고정

· 리니어웨이의 트랙레일의 설치 기준면에 정확하게 맞춰서 임시 고정합니다. (그림 19 참조)
이때 고정 볼트가 취부 홀과 간섭되지 않는지 확인하십시오.
· 리니어웨이 II의 트랙레일을 베드에 고정합니다.

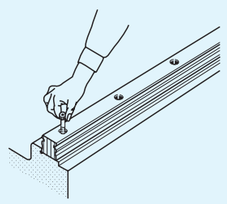


그림 19 트랙레일의 임시 고정

❸리니어웨이 I의 트랙레일 고정

· 소형 바이스 등을 사용하여 트랙레일의 설치 기준면을 베드의 설치 기준면에 밀착시켜 동일한 위치에 있는 고정 볼트를 조입니다. 한쪽 끝부터 이 방법을 반복해서 차례로 트랙레일을 고정합니다. (그림 20 참조)
· 리니어웨이 II의 트랙레일은 임시 고정한 상태로 둡니다.

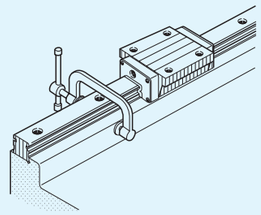


그림 20 기준측 트랙레일의 고정

❹리니어웨이 I, II의 슬라이드유닛 임시 고정

· 리니어웨이를 테이블의 설치위치에 맞춰서 테이블을 가만히 올려놓습니다.
· 리니어웨이 I, II의 슬라이드유닛을 테이블에 임시 고정합니다.

❺리니어웨이 I의 슬라이드유닛 고정

· 리니어웨이 I의 슬라이드유닛의 설치 기준면을 테이블의 설치 기준면에 정확하게 맞춰서 고정합니다.

❻리니어웨이 II의 슬라이드유닛 고정

· 리니어웨이 II의 슬라이드유닛 중 1개를 운동 방향으로 정확하게 고정하고 나머지 슬라이드유닛은 임시 고정한 상태로 둡니다. (그림 21 참조)

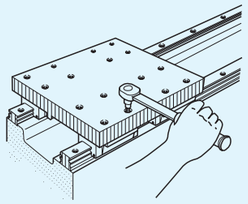


그림 21 슬라이드유닛의 고정

❼리니어웨이 II의 트랙레일 고정

· 테이블을 이동하고 원활한 운동 상황을 확인하면서 리니어웨이 II의 트랙레일을 고정합니다. 이때 리니어웨이 II의 고정된 슬라이드유닛이 통과한 직후의 고정 볼트를 조입니다. 한쪽 끝부터 이 방법을 반복해서 차례로 트랙레일을 고정합니다. (그림 22 참조)

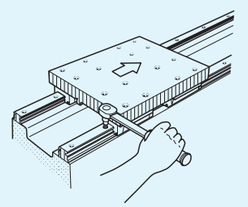


그림 22 종동측 트랙레일의 고정

❽리니어웨이 II의 슬라이드유닛 고정

· 리니어웨이 II의 나머지 슬라이드유닛을 고정합니다.

예 2 직선 운동의 정밀도와 강성이 필요할 때의 조립

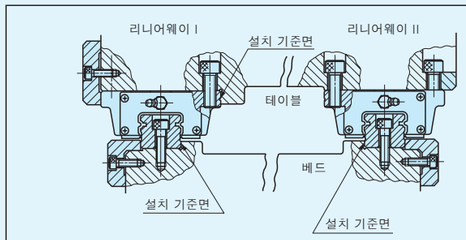


그림 23 설치 사례 2

직선 운동의 정밀도와 강성이 필요할 때는 베드의 설치 기준면을 2군데, 테이블의 설치 기준면을 1군데 만들고, 다음 순서에 따라 설치합니다. (그림 23 참조)

❶설치면과 설치 기준면의 청정화

· 리니어웨이를 설치할 기계 · 장치의 설치 기준면 및 설치면의 버(Burr)와 흠집을 오일-스톤 등으로 제거하고 깨끗한 천으로 닦아냅니다(그림 24 참조).
· 리니어웨이의 설치 기준면 및 설치면의 방청유나 먼지를 깨끗한 천으로 닦아냅니다.

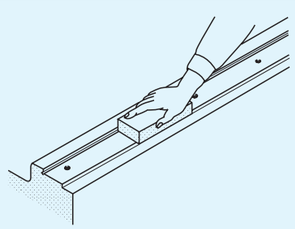


그림 24 설치면의 청정화

❷리니어웨이 I, II의 트랙레일 임시 고정

· 리니어웨이의 트랙레일의 설치 기준면에 정확하게 맞춰서 임시 고정합니다. (그림 25 참조)
이때 고정 볼트가 취부 홀과 간섭되지 않는지 확인하십시오.

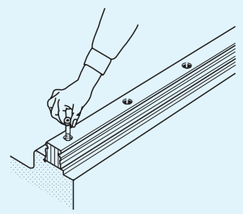


그림 25 트랙레일의 임시 고정

❸리니어웨이 I, II의 트랙레일 고정

· 리니어웨이 I의 트랙레일 설치 기준면을 압착판 또는 압착나사로 베드의 설치 기준면에 밀착시켜 동일한 위치에 있는 트랙레일 고정 볼트를 조입니다. 한쪽 끝부터 이 방법을 반복해서 차례로 트랙레일을 고정합니다. (그림 26 참조)

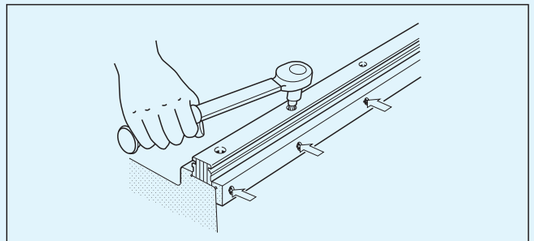


그림 26 트랙레일의 고정

❹리니어웨이 I, II의 슬라이드유닛 임시 고정

· 슬라이드유닛을 테이블의 설치위치에 맞추고 테이블을 가만히 올려놓습니다. 리니어웨이 I, II의 슬라이드유닛을 테이블에 임시 고정합니다.

❺리니어웨이 I의 슬라이드유닛 고정

· 리니어웨이 I의 슬라이드유닛의 설치 기준면을 압착판 또는 압착나사로 테이블의 설치 기준면에 정확하게 맞춰서 고정합니다.

❻리니어웨이 II의 슬라이드유닛 고정

· 테이블을 이동하고 원활한 운동 상황을 확인한 후 리니어웨이 II의 슬라이드유닛을 고정합니다. (그림 27 참조)

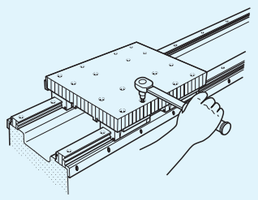


그림 27 슬라이드유닛의 고정

예 3　슬라이드유닛을 트랙레일에서 분리하여 고정할 때의 조립

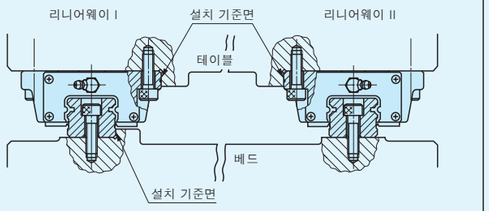


그림 28　설치 사례 3

테이블을 올려놓은 상태에서 확실하게 고정할 수 없는 경우는 베드의 설치 기준면을 1군데, 테이블의 설치 기준면을 2군데 만들고, 다음 순서에 따라 설치합니다. (그림 28 참조)

❶설치면과 설치 기준면의 청정화

· 리니어웨이를 설치할 기계 · 장치의 설치 기준면 및 설치면의 버(Burr)와 흠집을 오일–스톤 등으로 제거하고 깨끗한 천으로 닦아냅니다(그림 29 참조).
· 리니어웨이의 설치 기준면 및 설치면의 방청유나 먼지를 깨끗한 천으로 닦아냅니다.

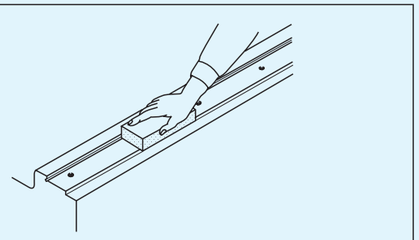


그림 29　설치면의 청정화

❷리니어웨이 I, II의 트랙레일 임시 고정

· 리니어웨이의 트랙레일의 설치 기준면에 정확하게 맞춰서 임시 고정합니다. (그림 30 참조)
이때 고정 볼트가 취부 홀과 간섭되지 않는지 확인하십시오.

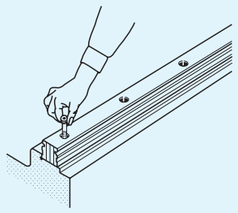


그림 30　트랙레일의 임시 고정

❸리니어웨이 I의 트랙레일 고정

· 소형 바이스 등을 사용하여 트랙레일의 설치 기준면을 베드의 설치 기준면에 밀착시켜 동일한 위치에 있는 고정 볼트를 조입니다. 한쪽 끝부터 이 방법을 반복해서 차례로 트랙레일을 고정합니다. (그림 31 참조)
· 리니어웨이 II의 트랙레일은 임시 고정한 상태로 둡니다.

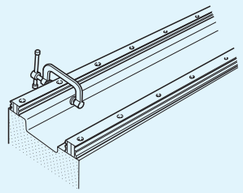


그림 31　트랙레일의 고정

❹트랙레일과 슬라이드유닛의 분리

· 리니어웨이 I, II의 트랙레일과 슬라이드유닛의 조합 및 위치 관계를 확인한 후 슬라이드유닛을 트랙레일에서 각각 분리합니다.

❺리니어웨이 I, II의 슬라이드유닛 고정

· 리니어웨이 I, II의 슬라이드유닛의 설치 기준면에 정확하게 맞춰서 고정합니다. (그림 32 참조)

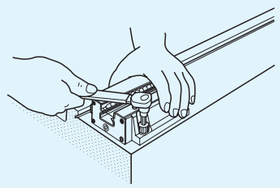


그림 32　슬라이드유닛의 고정

❻트랙레일과 슬라이드유닛의 세트

· 테이블에 고정된 슬라이드유닛을 베드에 고정 및 임시 고정된 트랙레일에 위치를 맞춰 평행을 유지하면서 천천히 신중하게 삽입하여 조합합니다.

❼리니어웨이 II의 트랙레일 고정

· 테이블을 이동하고 원활한 운동 상황을 확인하면서 리니어웨이 II의 트랙레일을 고정합니다. 이때 리니어웨이 II의 고정된 슬라이드유닛이 통과한 직후에 고정 볼트를 조입니다. 한쪽 끝부터 이 방법을 반복해서 차례로 트랙레일을 고정합니다.

예 4　리니어웨이 모듈의 조립

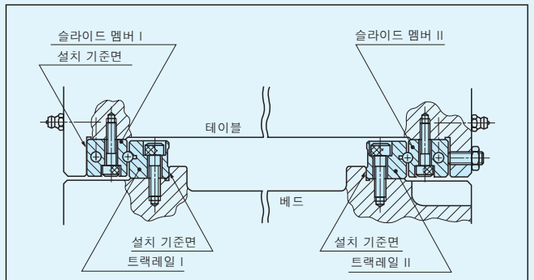


그림 33　설치 사례 4

리니어웨이 모듈은 그림 33과 같이 통상 2세트를 병렬로 사용합니다. 이 경우의 설치는 일반적으로 다음 순서에 따릅니다(그림 33 참조).

❶설치면과 설치 기준면의 청정화

· 리니어웨이 모듈을 설치할 기계 · 장치의 설치 기준면 및 설치면의 버(Burr)와 흠집을 오일–스톤 등으로 제거하고 깨끗한 천으로 닦아냅니다(그림 34 참조).
· 리니어웨이 모듈의 설치 기준면 및 설치면의 방청유나 먼지를 깨끗한 천으로 닦아냅니다.

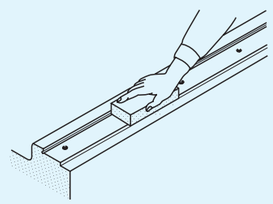


그림 34　설치면의 청정화

❷트랙레일의 고정

· 베드의 설치 기준면에 트랙레일 I, II의 설치 기준면을 정확하게 맞춰서 소형 바이스 등을 사용하여 밀착시켜 동일한 위치에 있는 고정 볼트를 조입니다(그림 35 참조).

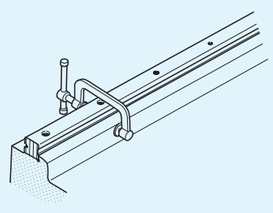


그림 35　트랙레일의 고정

❸슬라이드 멤버의 고정

· 테이블의 설치 기준면에 슬라이드 멤버 I의 설치 기준면을 정확하게 맞춘 후 고정 볼트를 조여서 고정하고, 슬라이드 멤버 II는 임시 고정합니다(그림 36 참조).

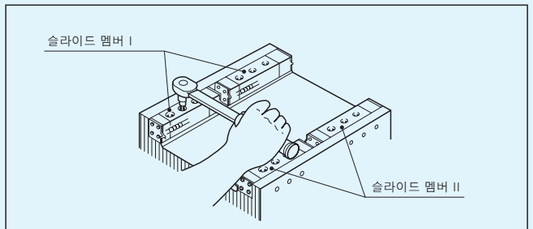


그림 36　슬라이드 멤버의 고정

❹테이블과 베드의 세트

· 테이블에 고정된 슬라이드 멤버를 베드에 고정된 트랙레일에 위치를 맞춰 평행을 유지하면서 천천히 신중하게 삽입하여 조립합니다.

❺슬라이드 멤버 II의 고정

· 그림 37과 같이 다이얼게이지로 틈새를 측정하면서 중앙의 예압조정나사부터 시작하여 모든 예압조정나사를 조입니다.
· 테이블을 좌우로 움직여 다이얼게이지의 진동이 멈춘 지점이 예압제로 또는 약간의 예압 상태입니다.
· 예압 조정이 종료된 후 고정 볼트를 조여서 고정합니다.

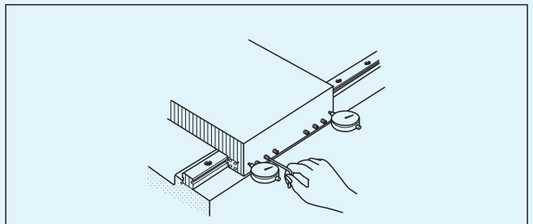


그림 37　예압조정

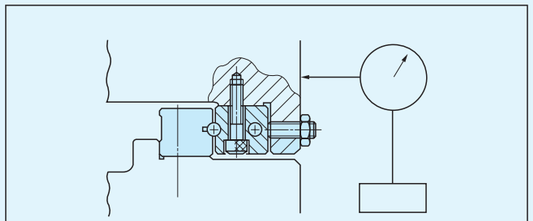


그림 38　예압조정 확인 방법의 예

기준측 트랙레일의 설치 방법

기준측 트랙레일의 설치 방법은 다음과 같습니다. 기계 · 장치의 사양에 맞는 방법으로 설치하십시오.

❶설치 기준면을 사용하는 방법

· 트랙레일의 설치 기준면을 압착판이나 소형 바이스 등을 사용하여 베드의 설치 기준면에 밀착시켜 동일한 위치에 있는 고정 볼트를 조입니다. 한쪽 끝부터 이 방법을 반복해서 차례로 트랙레일을 고정합니다.

❷임시 기준면을 사용하는 방법

· 베드의 설치면 근처에 임시 기준면을 만들어 트랙레일을 임시 고정한 후, 그림 39과 같이 측정스탠드를 슬라이드유닛 상면에 고정하고 인디케이터를 임시 기준면에 대고 트랙레일의 한쪽부터 진직도를 만들면서 차례로 고정합니다.

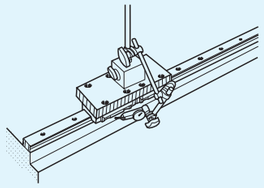


그림 39 임시 기준면을 사용하는 방법

❸스트레이트 에지에 의한 방법

· 트랙레일을 임시 고정한 후 그림 40과 같이 인디케이터를 트랙레일의 설치 기준면에 대고, 스트레이트 에지를 기준으로 트랙레일의 한쪽부터 진직도를 만들면서 차례로 고정합니다.

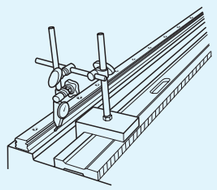


그림 40 스트레이트 에지에 의한 방법

종동측 트랙레일의 설치 방법

종동측 트랙레일의 설치 방법은 다음과 같습니다. 기계 · 장치의 사양에 맞는 방법으로 설치하십시오.

❶설치 기준면을 사용하는 방법

· 트랙레일의 설치 기준면을 압착판이나 소형 바이스 등을 사용하여 베드의 설치 기준면에 밀착시켜 동일한 위치에 있는 고정 볼트를 조입니다. 한쪽 끝부터 이 방법을 반복해서 차례로 트랙레일을 고정합니다.

❷기준측 트랙레일을 모방하는 방법

· 기준측 트랙레일을 정확하게 설치하고 종동측 슬라이드유닛 중 1개를 운동방향으로 정확하게 설치한 후, 나머지 슬라이드유닛과 트랙레일을 임시 고정하고 원활한 운동 상황을 확인하면서 종동측 트랙레일을 한쪽부터 차례로 고정합니다.

❸스트레이트 에지에 의한 방법

· 트랙레일을 임시 고정한 후 그림 40과 같이 인디케이터를 트랙레일의 설치 기준면에 대고, 스트레이트 에지를 기준으로 트랙레일의 한쪽부터 진직도를 만들면서 차례로 고정합니다.

❹기준측 리니어웨이를 사용하는 방법

· 그림 41과 같이 측정스탠드를 기준측 슬라이드유닛 상면에 고정한 후 인디케이터를 종동측 트랙레일의 설치 기준면에 대고 한쪽부터 평행도를 만들면서 차례로 고정합니다.

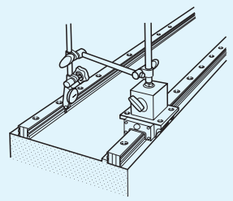


그림 41 기준측 리니어웨이를 사용하는 방법

트랙레일을 연결하여 사용할 때의 설치 순서

복수의 트랙레일을 연결하여 사용할 때는 특별사양의 연결트랙레일(비호환성사양, 보조기호 "/A") 또는 연결사양 트랙레일(프리콤비네이션 사양, 보조기호 "/T")을 지정해야 합니다.
연결트랙레일에는 그림 42와 같은 연결 마크가 트랙레일 단부 상면에 표시되어 있습니다. 트랙레일을 연결하여 설치하는 방법은 일반적으로 다음 순서에 따릅니다.

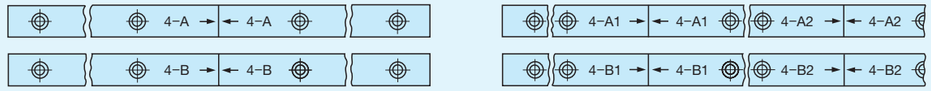


그림 42 연결 마크

❶트랙레일 단부 상면의 연결 마크를 맞춰서 임시 고정합니다. 또한 연결사양 트랙레일은 프리콤비네이션 사양으로 완성되므로 연결 위치 지정이 없습니다.

❷베드의 설치 기준면에 트랙레일의 설치 기준면을 정확하게 맞춰서 차례로 고정합니다. 이때 트랙레일의 연결부에 단차가 생기지 않도록 소형 바이스 등을 사용하여 베드의 설치 기준면에 트랙레일의 설치 기준면이 밀착되도록 고정합니다. (그림 43 참조)

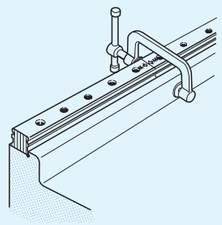


그림 43 트랙레일을 연결하여 고정하는 방법

사용실례 소개

사용실례 소개 - 공작기계 -

복합가공기

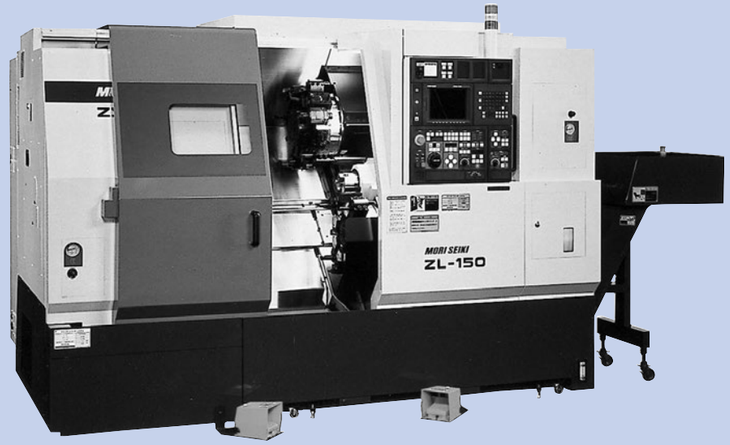
LRX

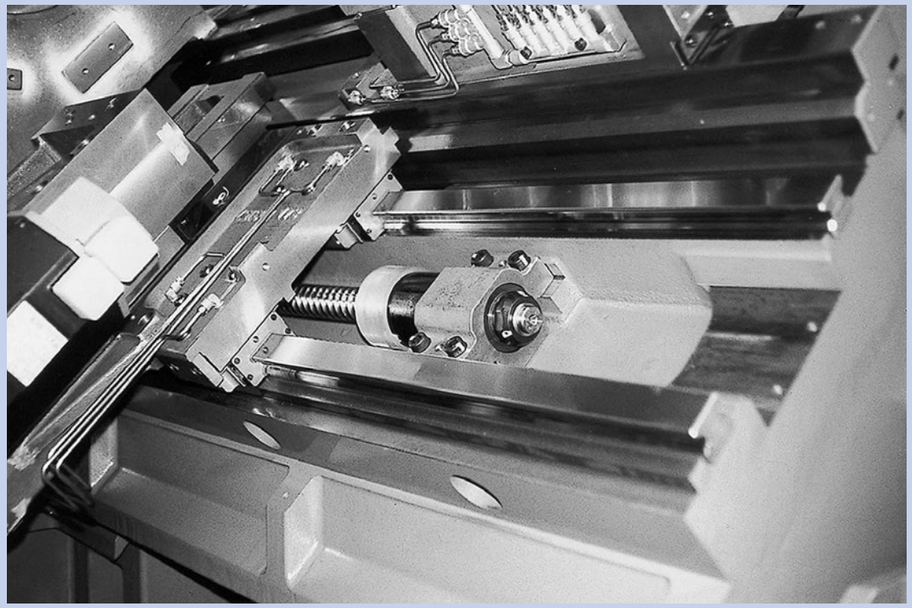
횡형 복합가공기

LRX

4축 제어 CNC 선반

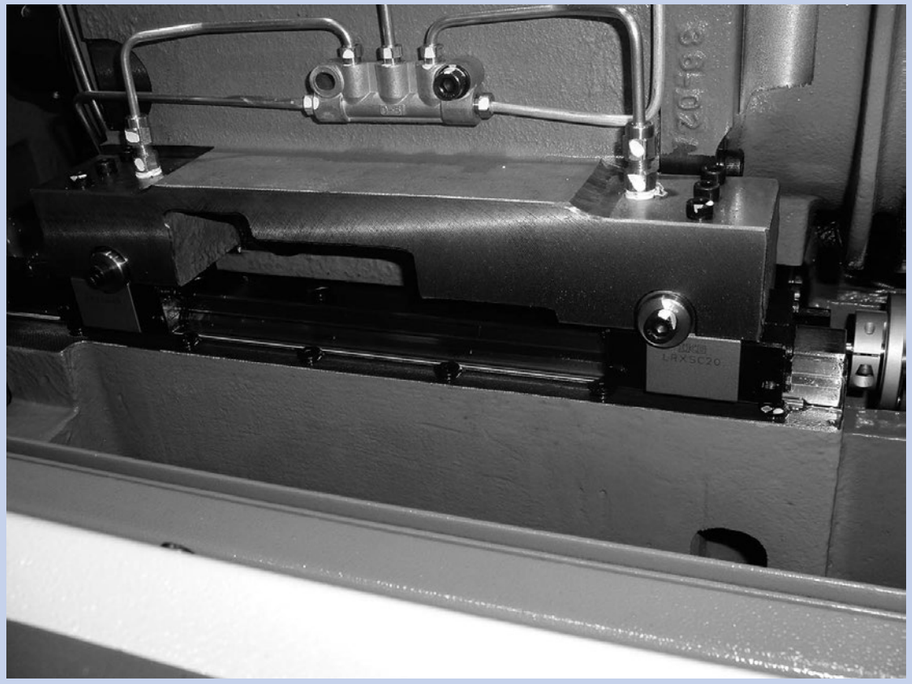
LRX





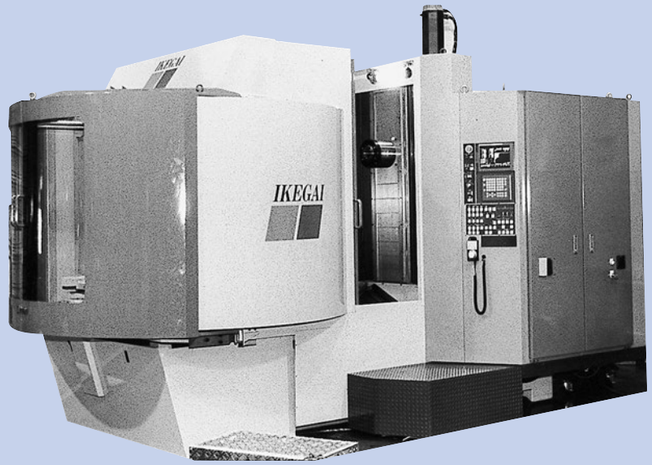
CNC 소형 자동선반

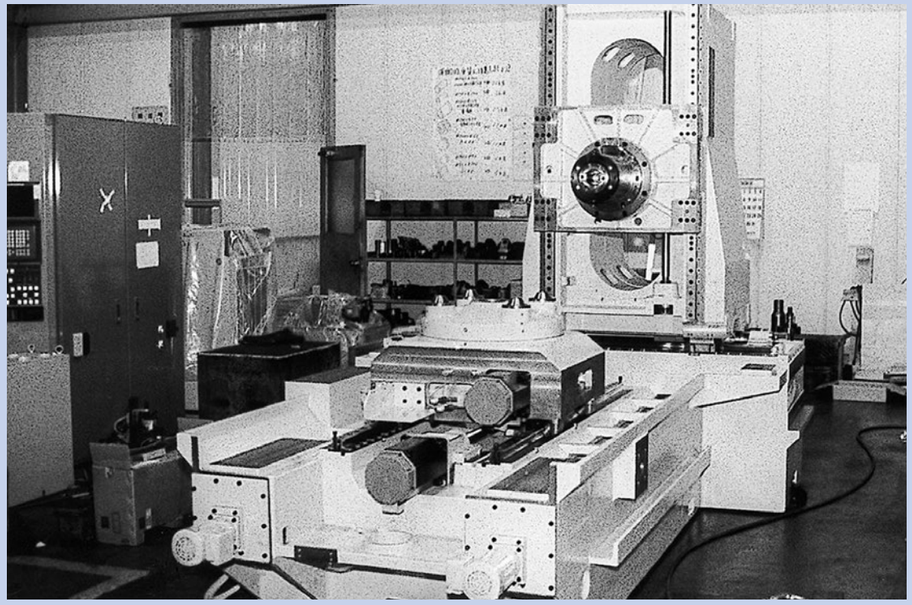
LRXS · LRXSC



횡형 머시닝센터

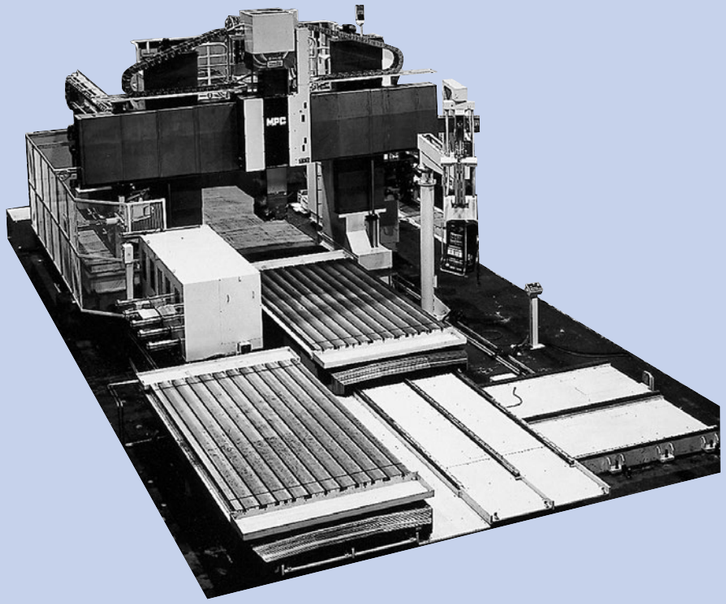
LRX · LRXDG

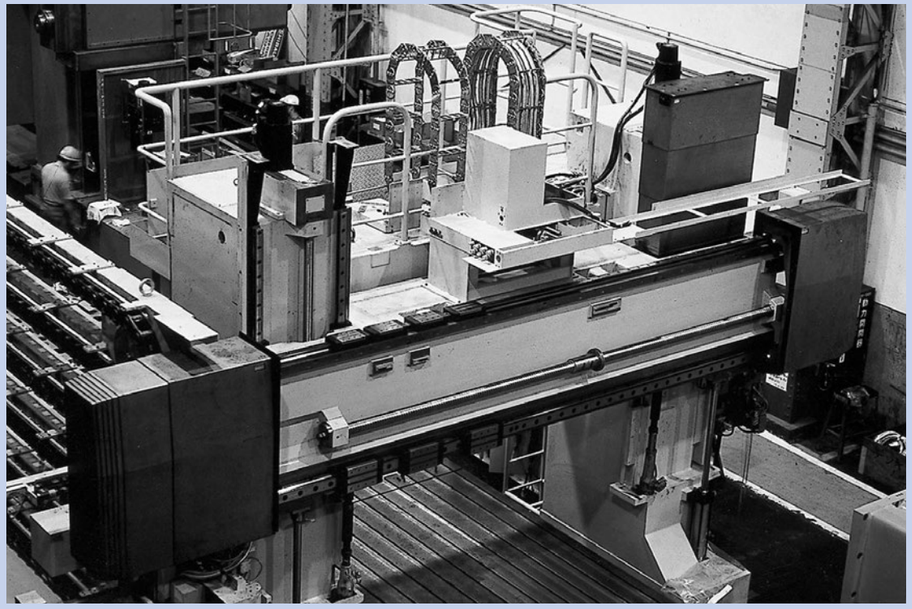




문형 머시닝센터

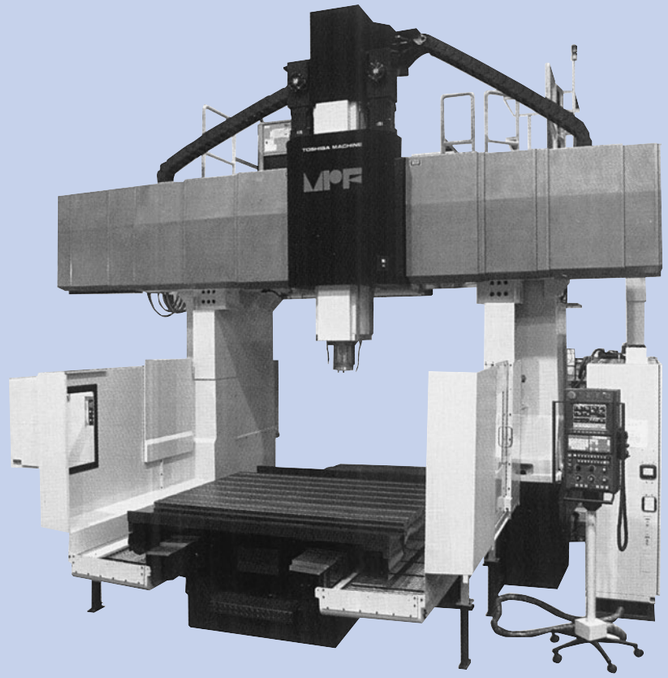
LWHG





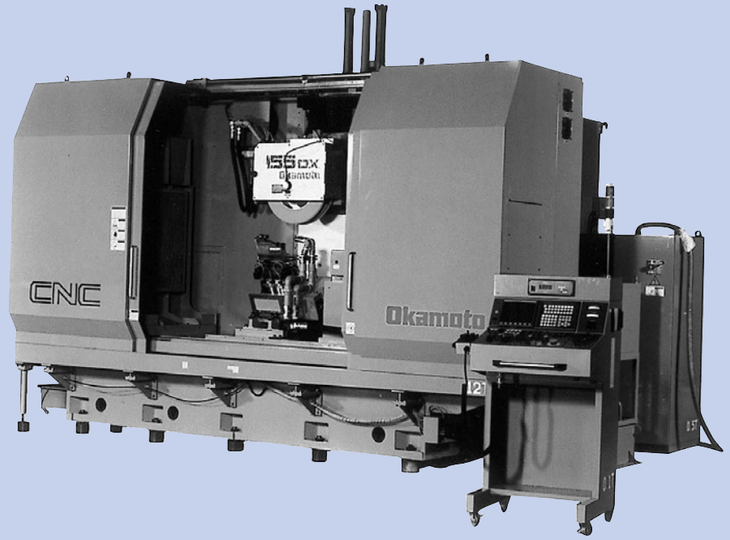
문형 머시닝센터

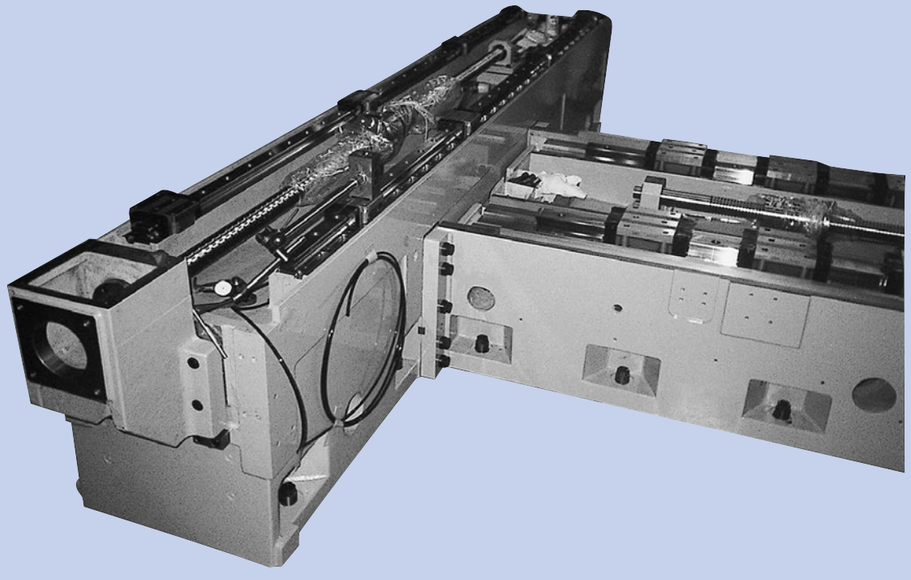
MXG · MXDG



평면 연삭반

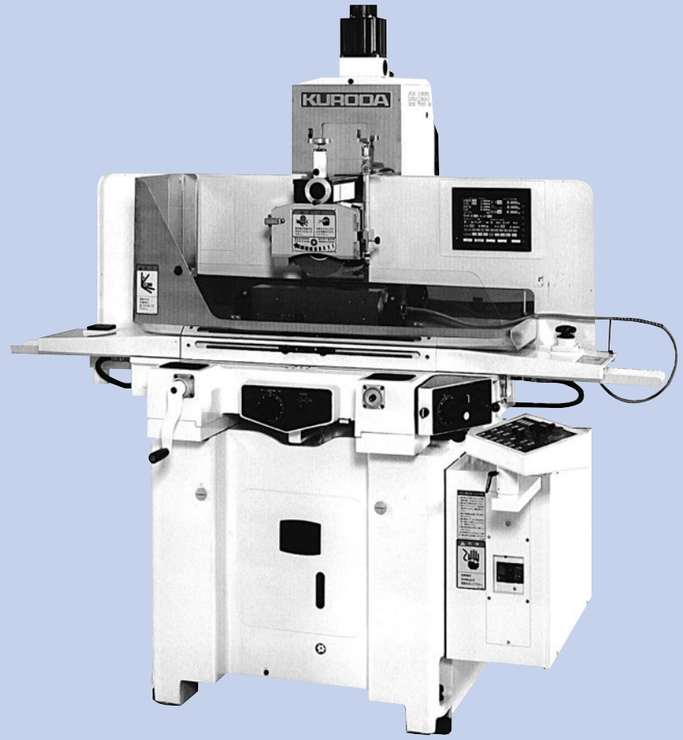
LRX

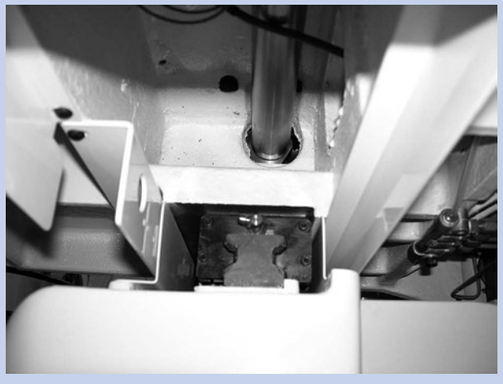




정밀 성형 평면 연삭반

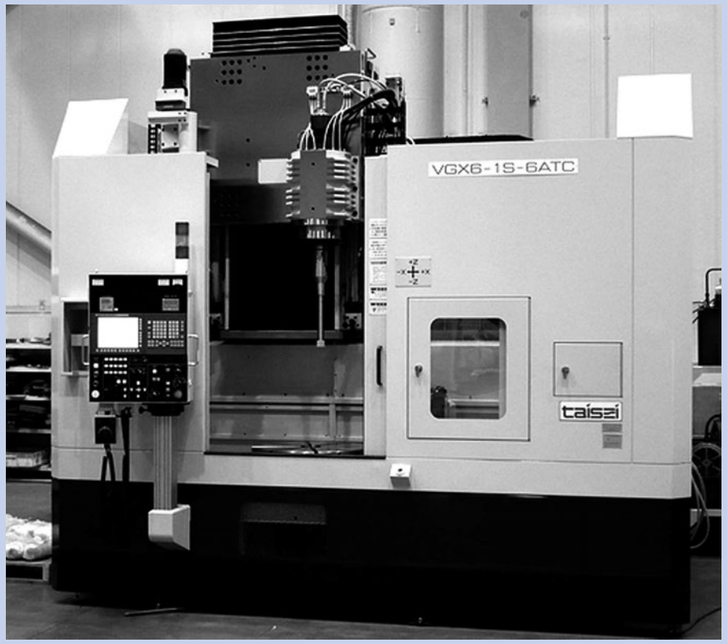
MXD · LRXDG · MHD

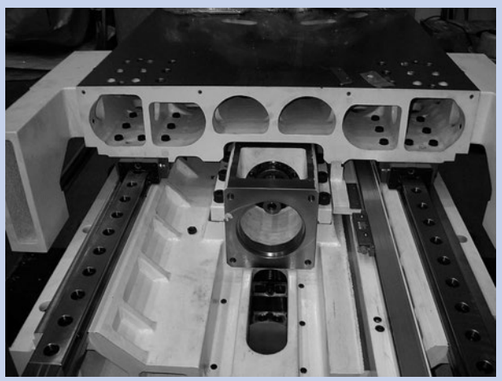




종형 연삭반

MX · MXL



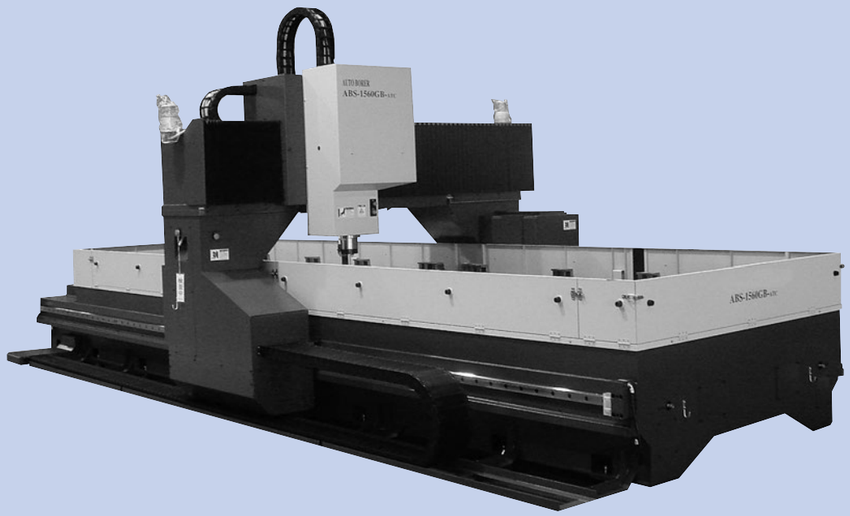


공구 연삭반

LRXDG · LRXG

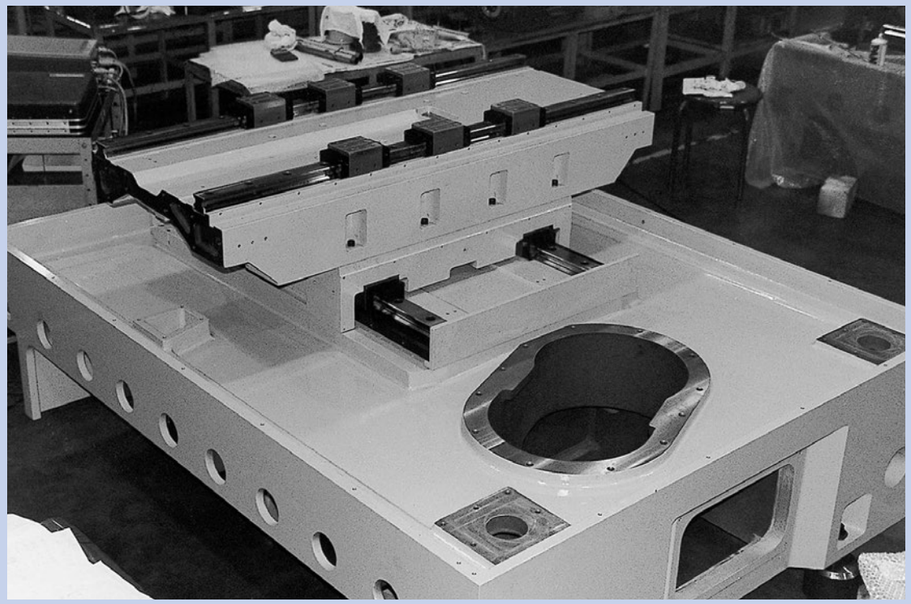
다기능 드릴머신

MXG · MXNG · MXNSG



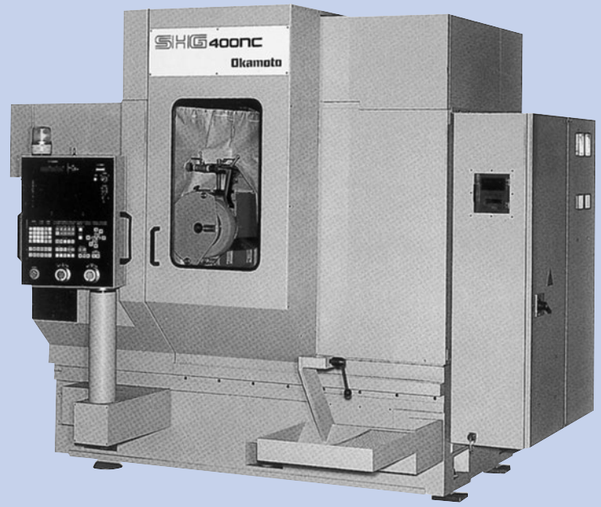
공구 연삭반

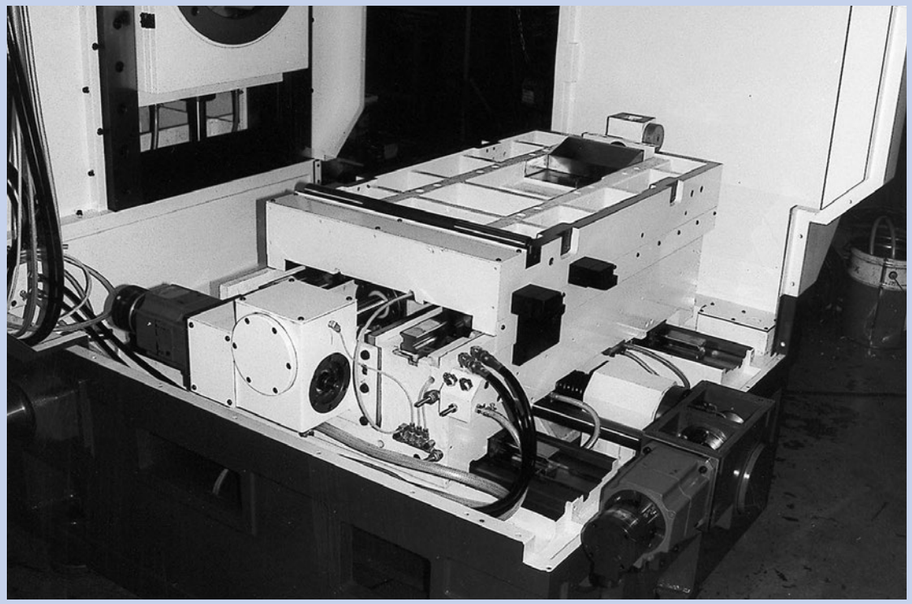
LRXD · LRXDG



동기제어 기어연삭반

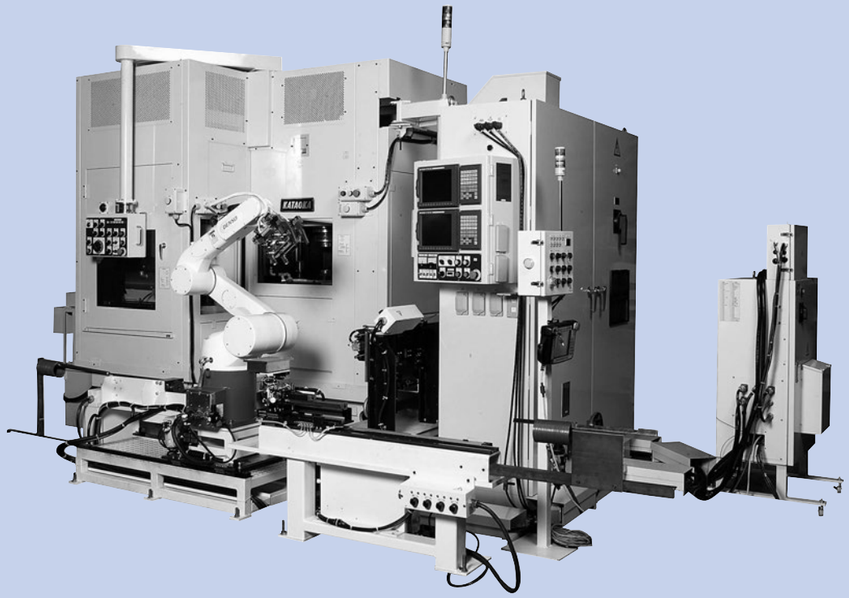
LRXG

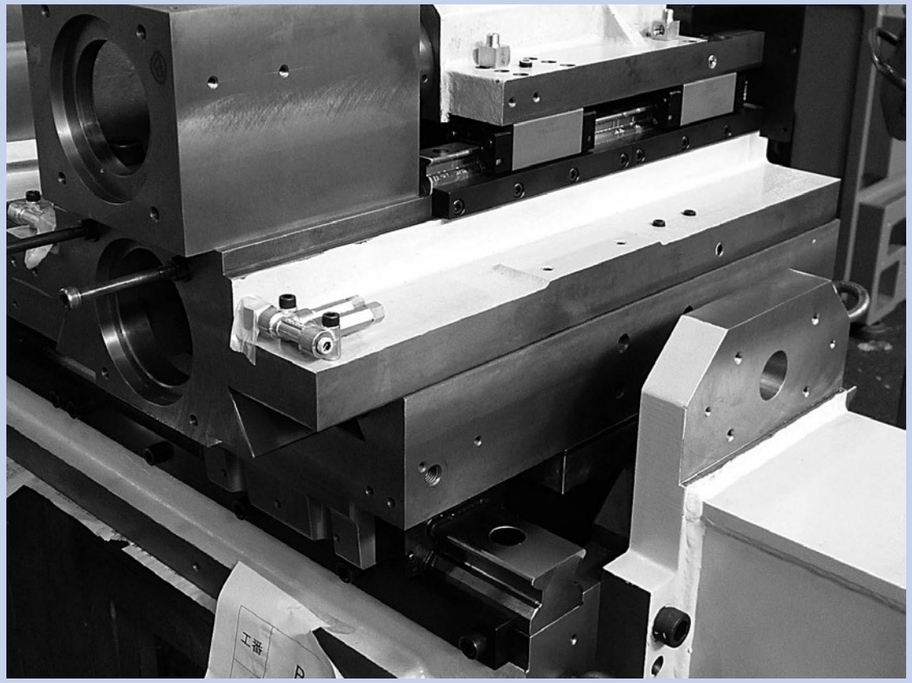




피스톤 링 캠형상 선삭반

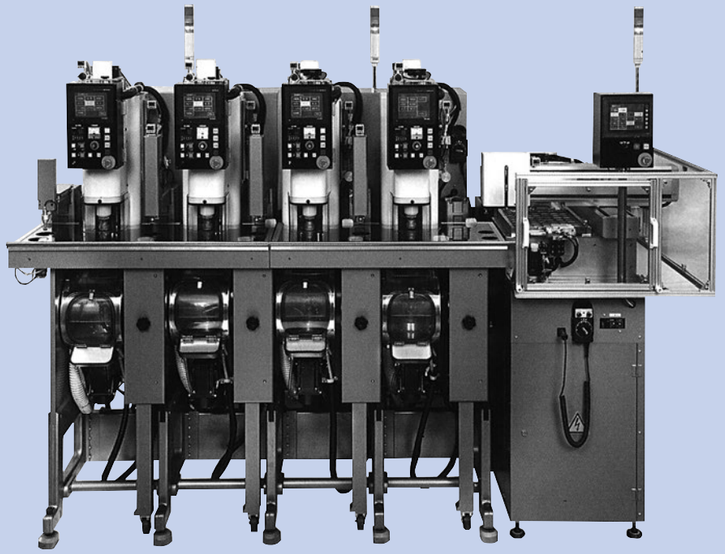
LRXG · LRXD

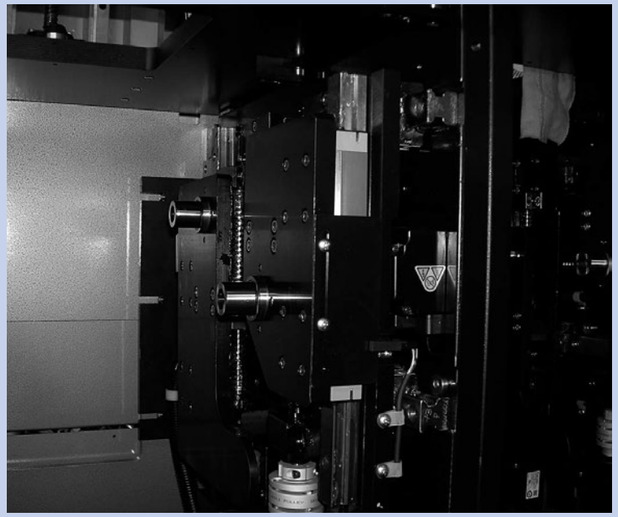




고정밀도 NC 렌즈 연마기

MXD · LRXS



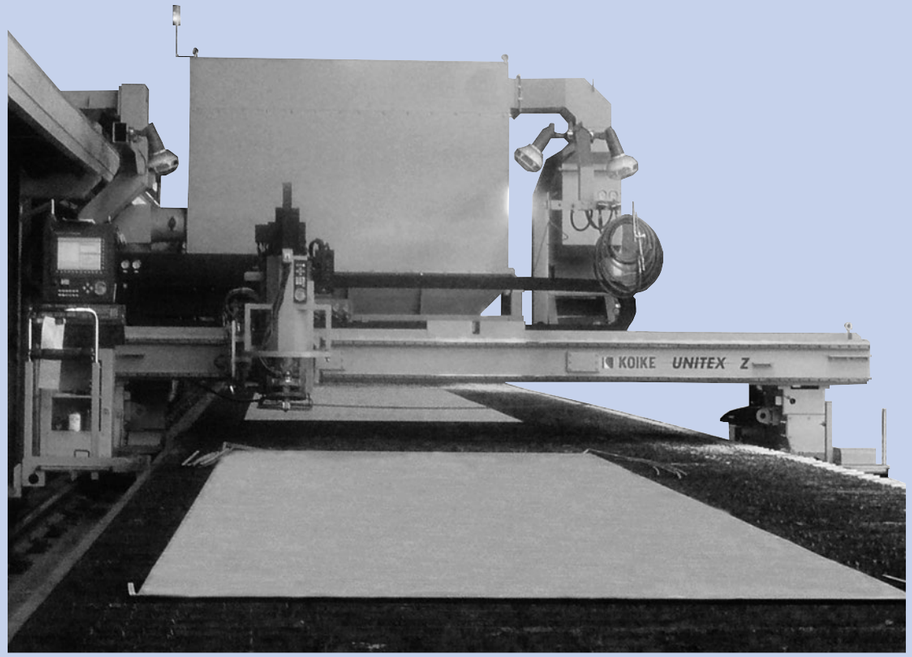


전조반

LRXG

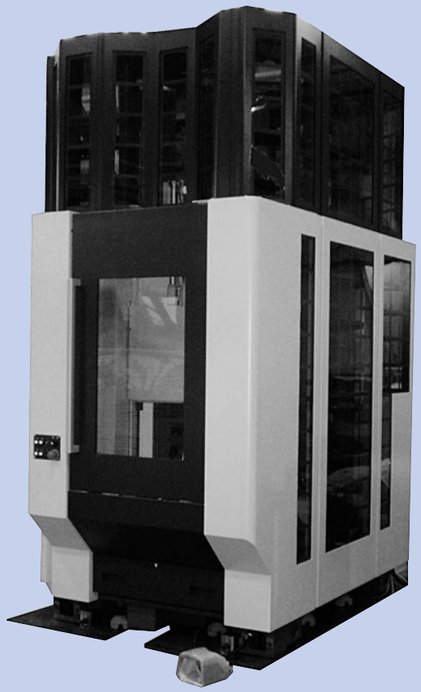
플라즈마 절단기

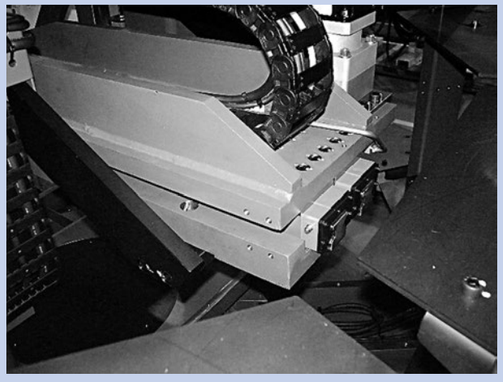
MXG



5축 제어 수직형 머시닝센터용 오토 워크 차저

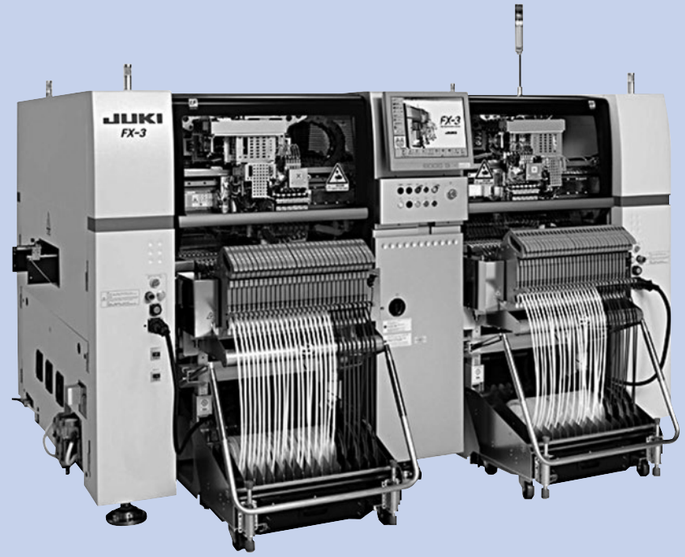
MXDG · MXDL





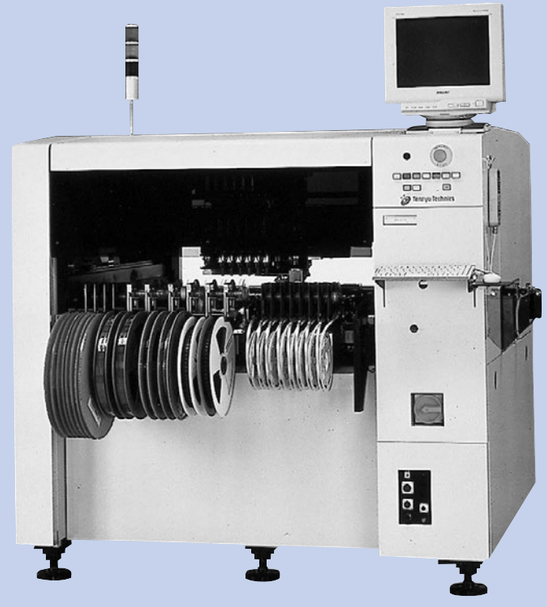
칩 마운터

MXSG · ML · MES · MHD



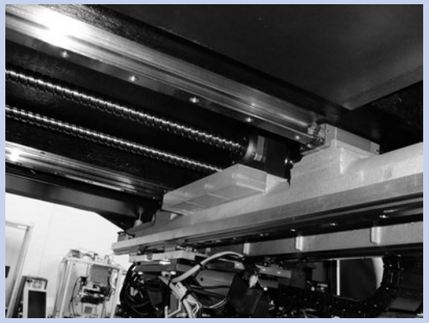
칩 마운터

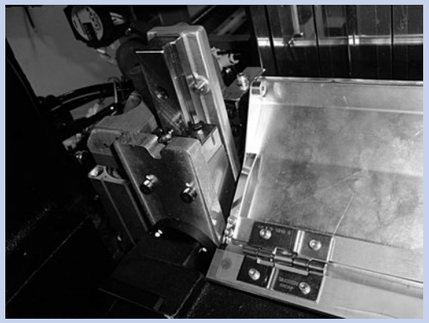
LWLC



2베드 고속 · 다기능 실장기

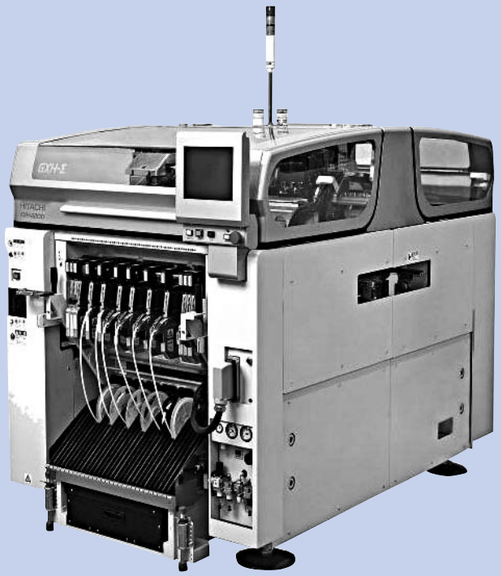
MXS · MXSG · MLFG





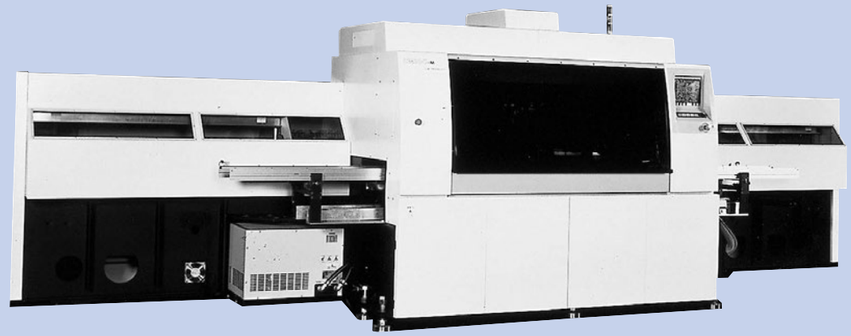
고속 모듈러 마운터

LRXD · MLG · MLF



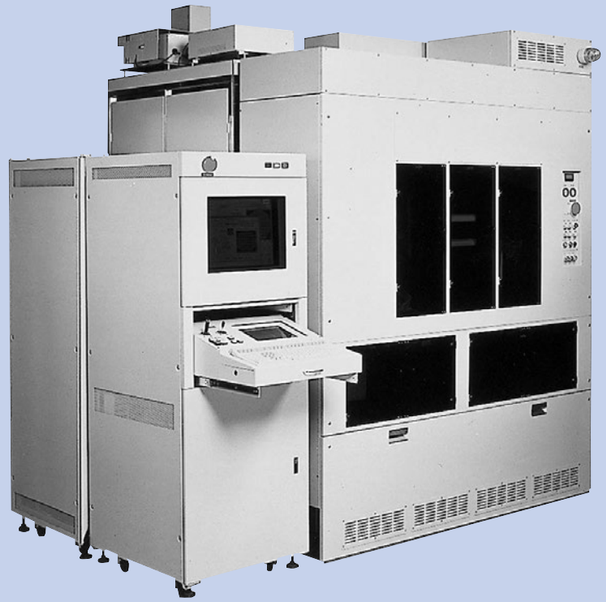
고속 칩 마운터

LWLF · LWHS · LWHSG



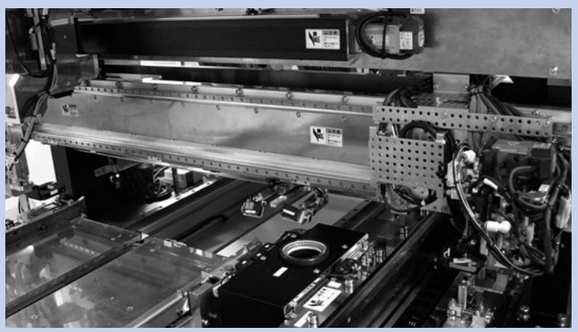
스텝퍼

LWL · LWLF · LWHS



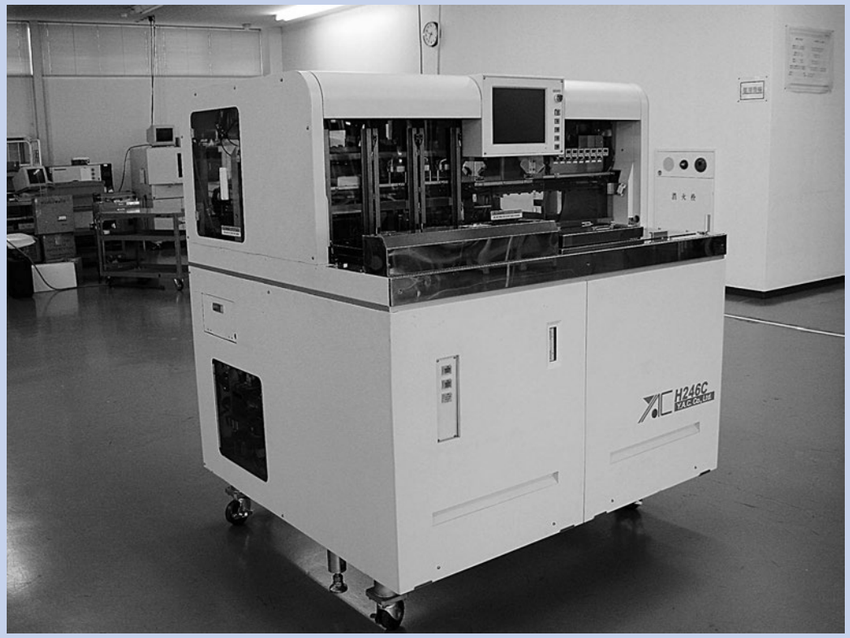
번인 핸들러

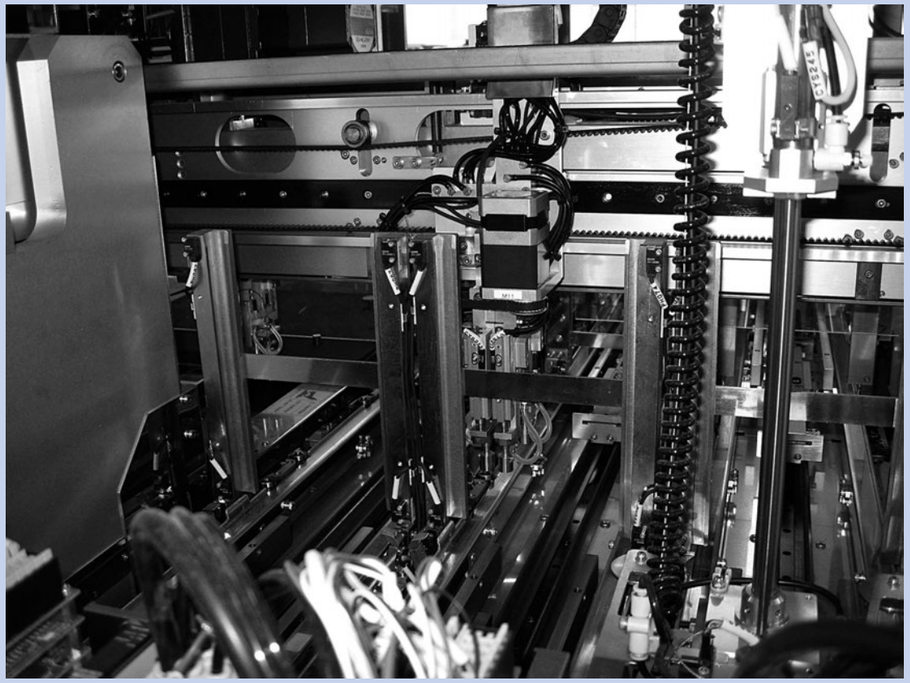
ML · LWHS



IC 핸들러

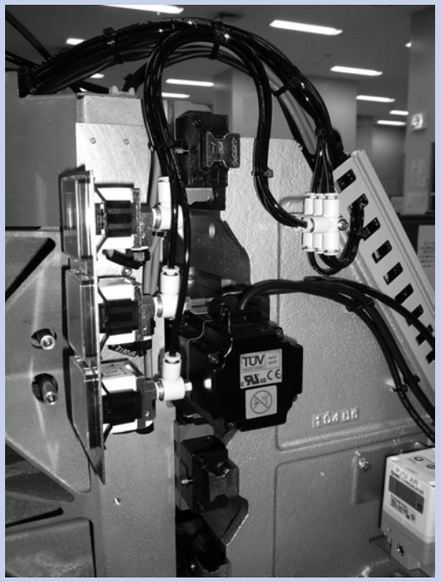
LWHD

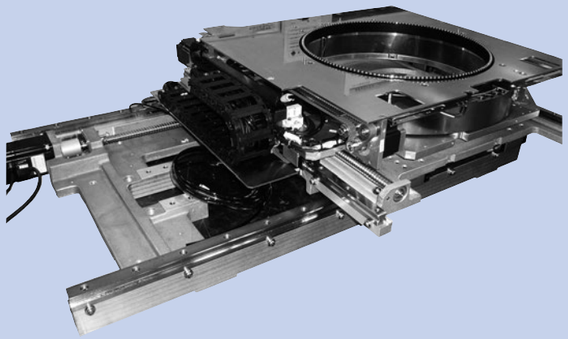




다이본더

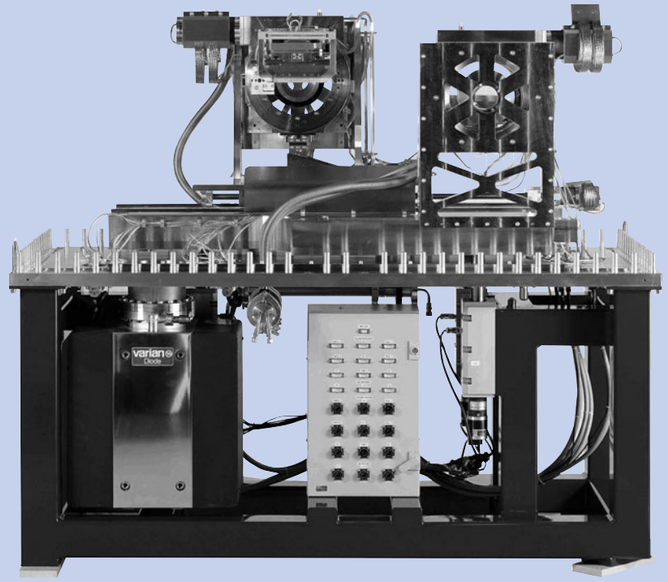
LRXD · LRXS

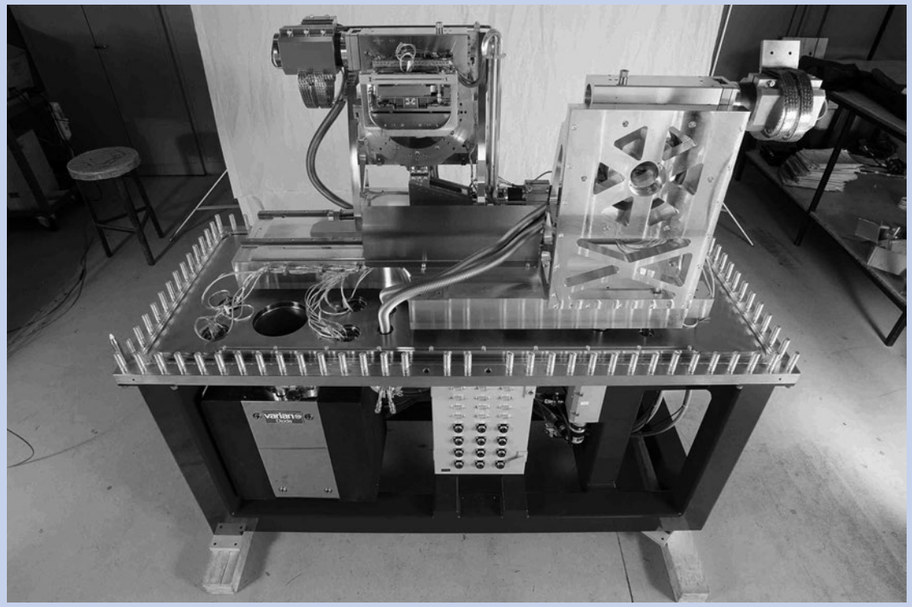




분광기

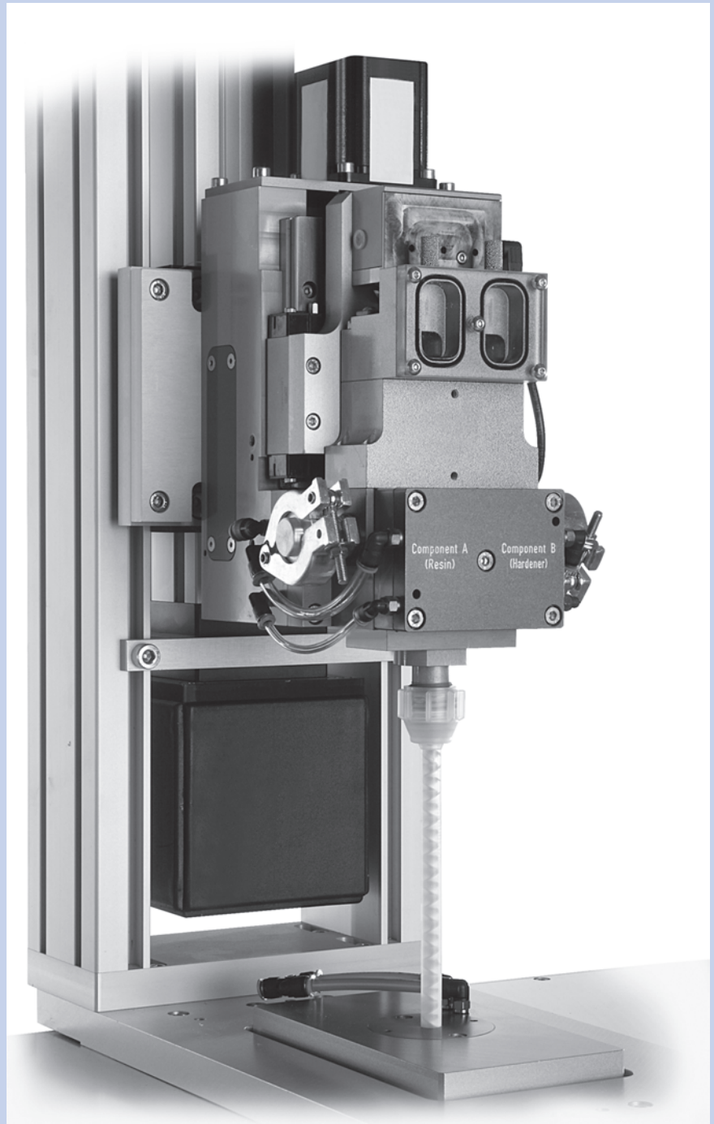
LWL





전자기기용 수지부품 성형기

LRXDG



오프셋 윤전 인쇄기

LWH · LWHDG

다두식 전자 자수기

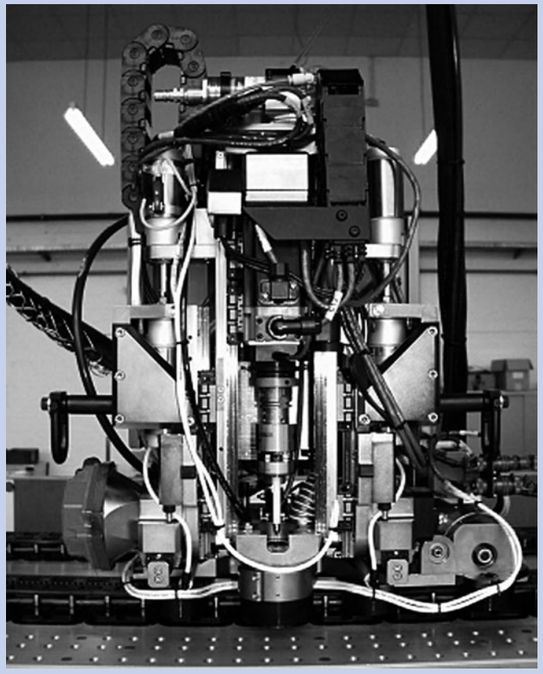
LWL

신문포장기

LWHS

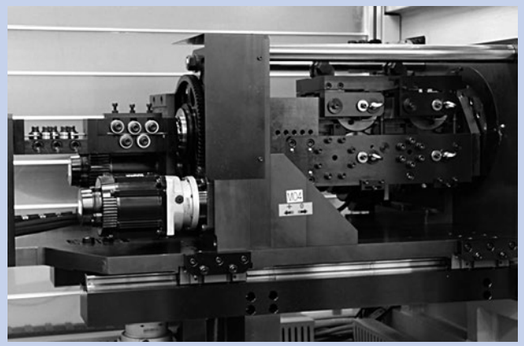
항공기 동체 패널 용접기

LRXD · LWL



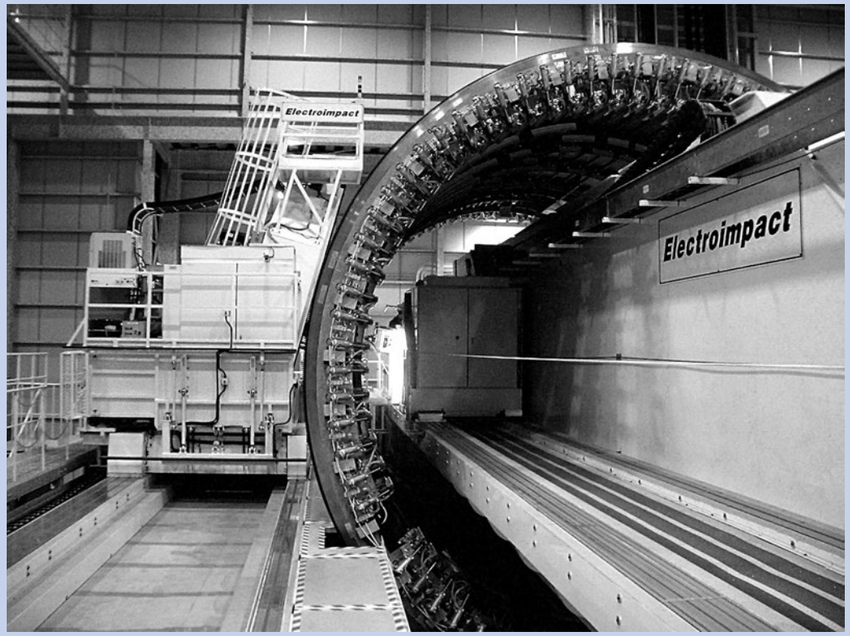
스프링 제조기

MXG · MXDG · MXSG · MXNSG



항공기 동체 패널 부착장치

LRX

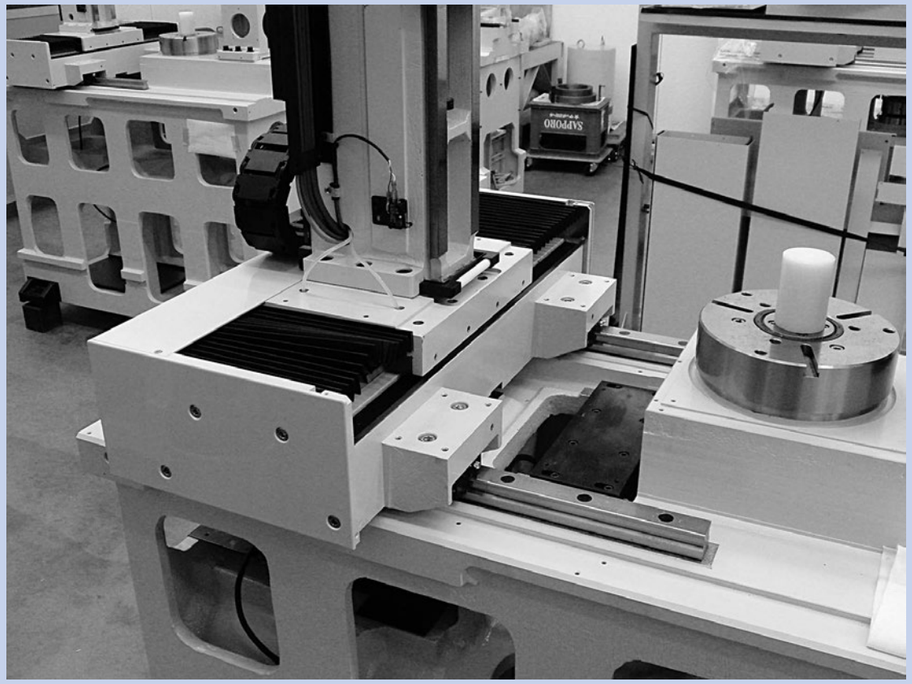


사출성형기

LWES

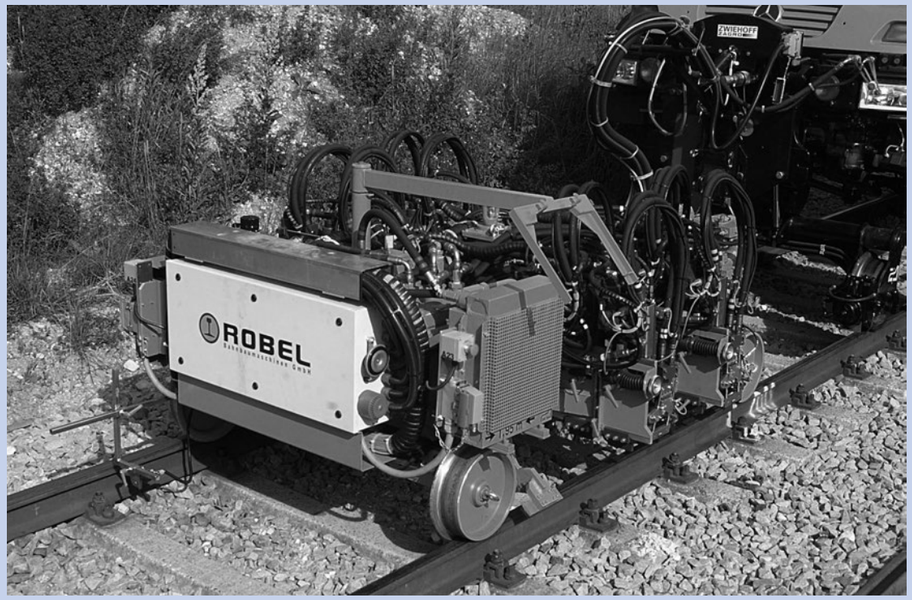
CNC 기어 검사장치

LRX



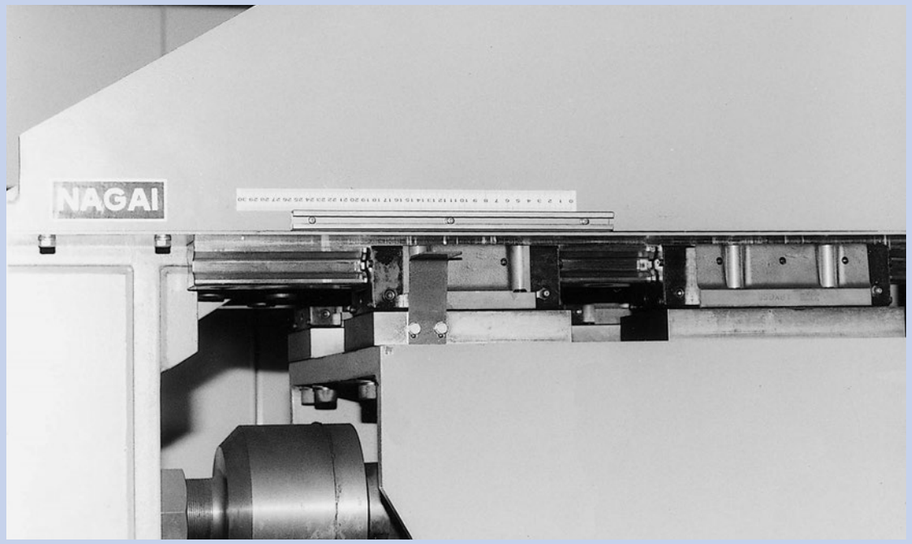
철도선로의 제조 · 보수장치

LRXG



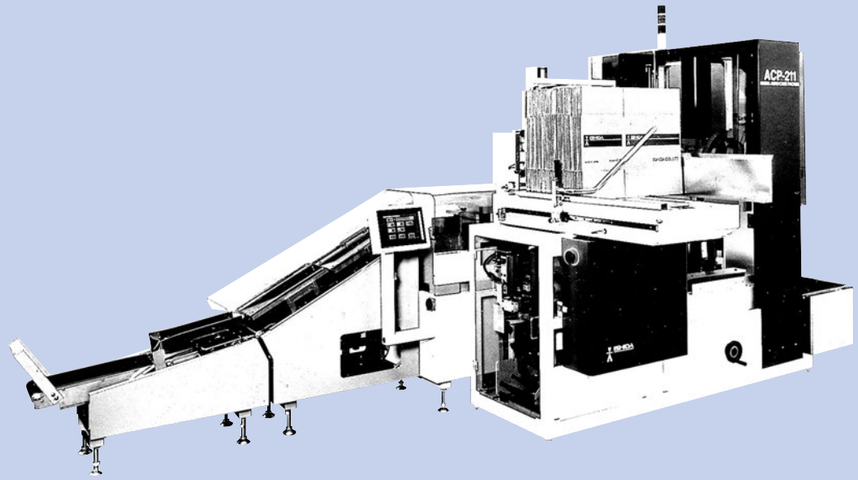
고압 고밀도 목재 압축 가공 시스템

LRXG



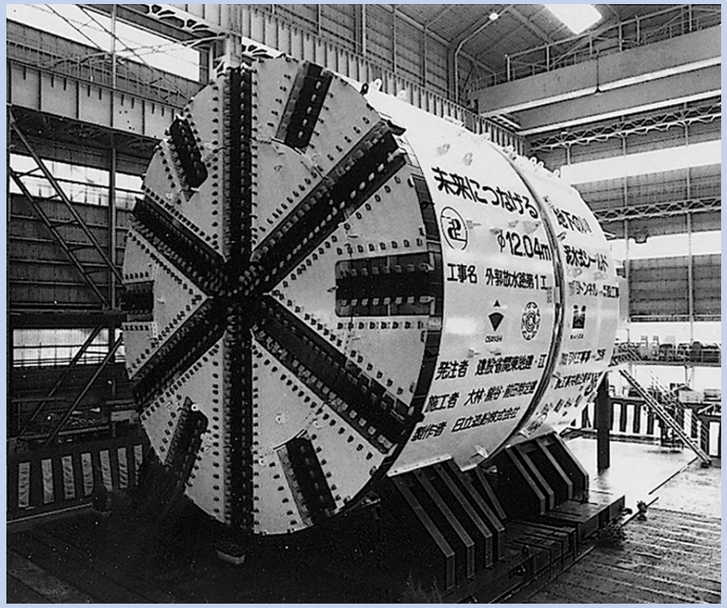
케이스패커

LWL · LWES · LWH · LWHS · LWHDG



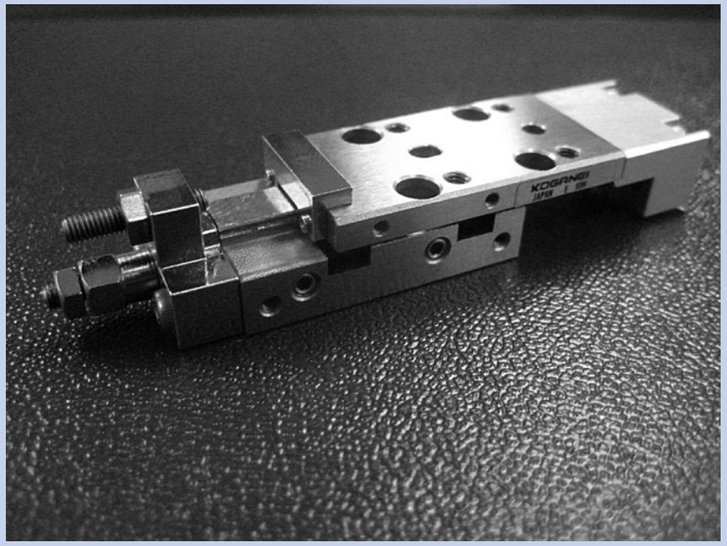
실드식 터널 굴착기

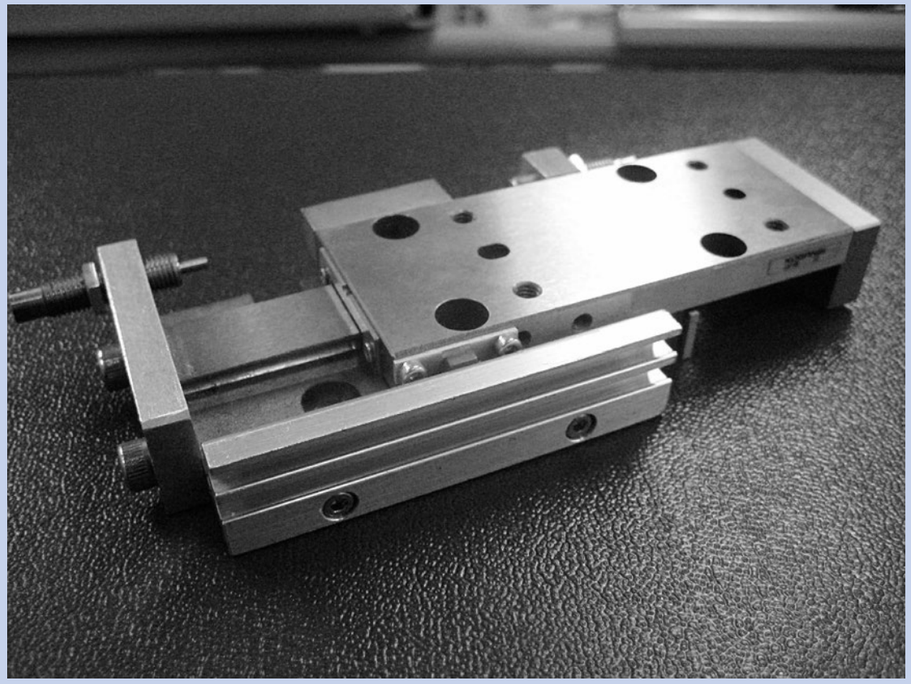
LRXDG · LWHS



공압 실린더 유닛

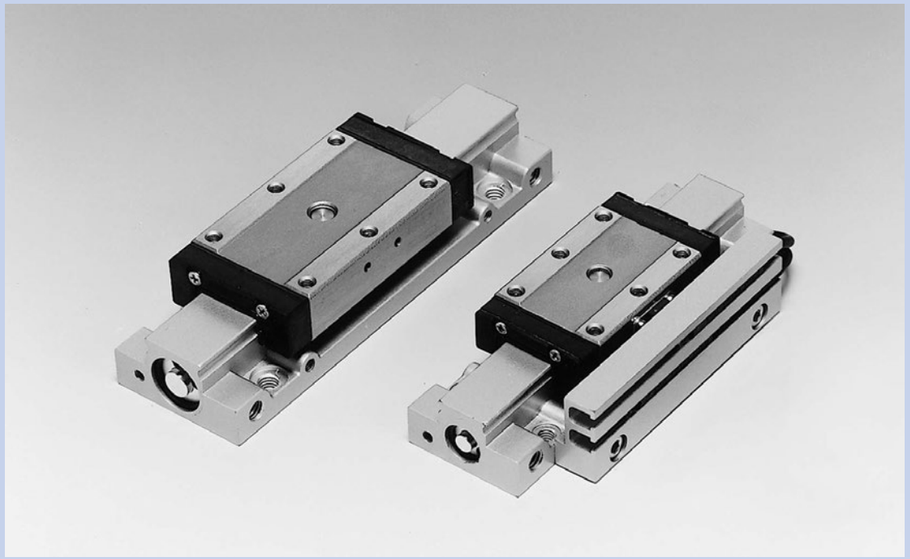
LWL





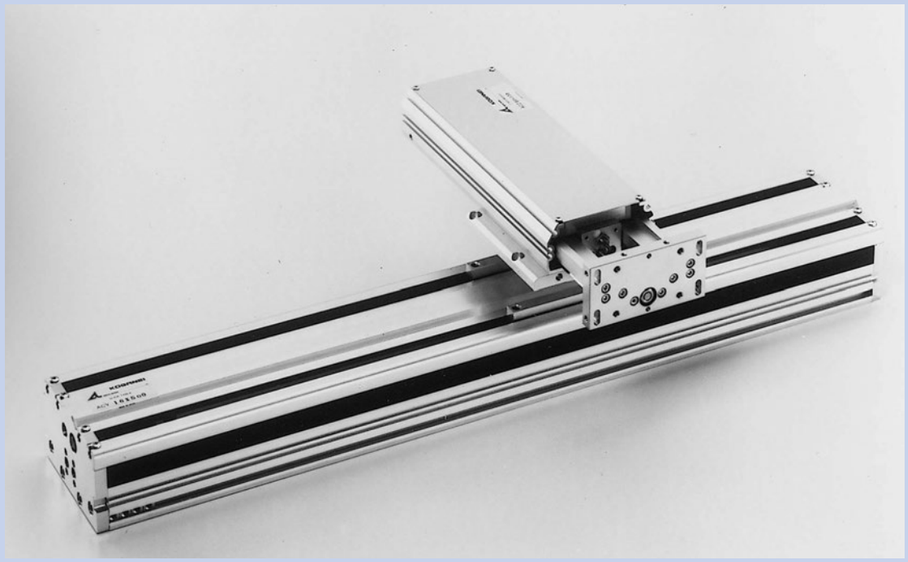
공압 액츄에이터

LWL



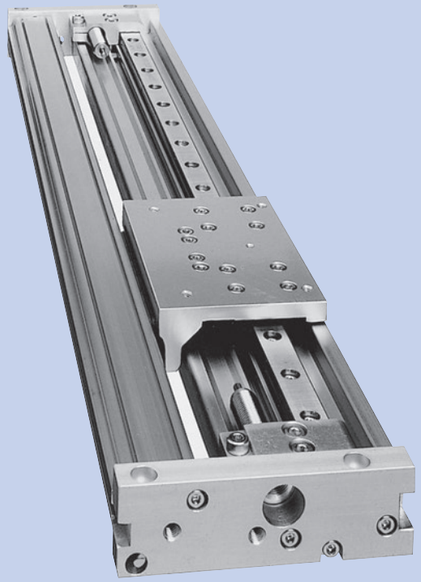
공압 슬라이드 테이블

LWL



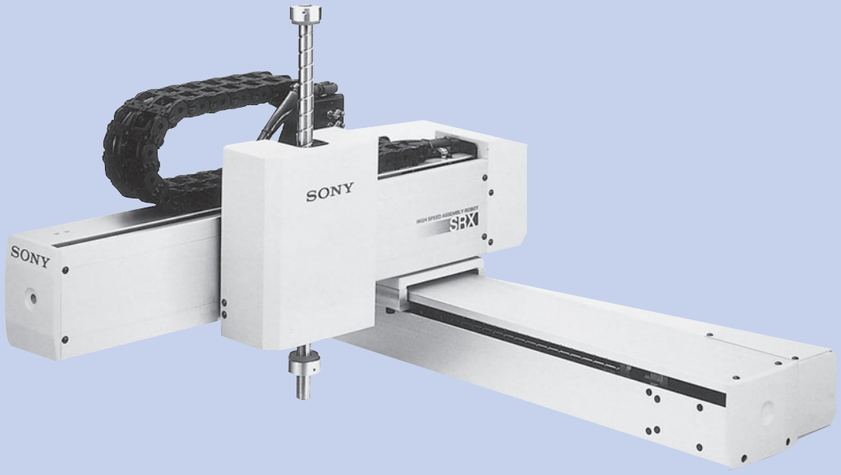
로드리스 실린더

LWL



직교 로봇

LWHD



제표

제표

●단위 환산율표

SI, CGS계 및 중력계 단위 대조표

양 / 단위계	길이	질량	시간	가속도	힘	응력, 압력
SI	m	kg	s	m/s^2	N	Pa
CGS계	cm	g	s	Gal	dyn	dyn/cm^2
동력계	m	$kgf \cdot s^2/m$	s	m/s^2	kgf	kgf/m^2

SI 단위로 환산

양	단위 명칭	기호	SI로의 환산율	SI단위 명칭	기호
각도	도 분 초	° ′ ″	$\pi/180$ $\pi/10\ 800$ $\pi/648\ 000$	라디안	rad
길이	미터 미크론 옹스트롬 X선 단위 해리	m μ Å n mile	1 10^{-6} 10^{-10} $\approx 1.002\ 08 \times 10^{-13}$ 1852	미터	m
면적	제곱미터 아르 헥타르	m^2 a ha	1 10^2 10^4	제곱미터	m^2
체적	입방미터 리터	m^3 l, L	1 10^{-3}	입방미터	m^3
질량	킬로그램 톤 원자 질량 단위	kg t u	1 10^3 $\approx 1.660\ 57 \times 10^{-27}$	킬로그램	kg
시간	초 분 시 일	s min h d	1 60 3 600 86 400	초	s
속도	미터 매초 노트	m/s kn	1 1 852/3 600	미터 매초	m/s
주파수 및 진동수	사이클	s^{-1}	1	헤르츠	Hz
회전수	회 매분	min^{-1}	1/60	매 초	s^{-1}
각속도	라디안 매초	rad/s	1	라디안 매초	rad/s
가속도	미터 매초 매초 지	m/s^2 G	1 9.806 65	미터 매초 매초	m/s^2
힘	중량 킬로그램 중량톤 다인	kgf tf dyn	9.806 65 9 806.65 10^{-5}	뉴턴	N
힘의 모멘트	중량 킬로그램미터	kgf · m	9.806 65	뉴턴미터	N · m
응력 및 압력	중량 킬로그램 매 제곱미터 중량 킬로그램 매 제곱센티미터 중량 킬로그램 매 제곱밀리미터	kgf/m^2 kgf/cm^2 kgf/mm^2	9.806 65 $9.806\ 65 \times 10^4$ $9.806\ 65 \times 10^6$	파스칼	Pa

에너지	공률	온도	점도	동점도	자속	자속 밀도	자계 강도
J	W	K	Pa · s	m^2/s	Wb	T	A/m
erg	erg/s	℃	P	St	Mx	Gs	Oe
kgf · m	kgf · m/s	℃	$kgf \cdot s/m^2$	m^2/s	—	—	—

양	단위 명칭	기호	SI로의 환산율	SI단위 명칭	기호
압력	수주미터 수은주 밀리미터 토르 기압 바	mH_2O mmHg Torr atm bar	9 806.65 101 325/760 101 325/760 101 325 10^5	파스칼	Pa
에너지	에르그 IT칼로리 중량 킬로그램미터 킬로와트 시 불마력 시 전자 볼트	erg cal_{IT} kgf · m kW · h PS · h eV	10^{-7} 4.186 8 9.806 65 3.600×10^6 $\approx 2.647\ 79 \times 10^6$ $\approx 1.602\ 19 \times 10^{-19}$	줄	J
공률 및 동력	와트 불마력 중량 킬로그램미터 매초	W PS kgf · m/s	1 ≈735.5 9.806 65	와트	W
점도	푸아즈 센티푸아즈 중량 킬로그램초 매 제곱미터	P cP $kgf \cdot s/m^2$	10^{-1} 10^{-3} 9.806 65	파스칼초	Pa · s
동점도	스토크스 센티스토크스	St cSt	10^{-4} 10^{-6}	제곱미터 매초	m^2/s
온도	도	℃	+273.15	켈빈	K
방사능 조사선량 흡수선량 선량당량	퀴리 뢴트겐 래드 렘	Ci R rad rem	3.7×10^{10} 2.58×10^{-4} 10^{-2} 10^{-2}	베크렐 쿨롬 매 킬로그램 그레이 시버트	Bq C/kg Gy Sv
자속	맥스웰	Mx	10^{-8}	웨버	Wb
자속 밀도	감마 가우스	γ Gs	10^{-9} 10^{-4}	테슬라	T
자계 강도	에르스텟	Oe	$10^3/4\pi$	암페어 매 미터	A/m
전기량 전위차 정전용량 (전기)저항 (전기의)컨덕턴스 인덕턴스 전류	쿨롬 볼트 패럿 옴 지멘스 헨리 암페어	C V F Ω S H A	1 1 1 1 1 1 1	쿨롬 볼트 패럿 옴 지멘스 헨리 암페어	C V F Ω S H A

●inch – mm 환산표

1 inch=25.4mm

inch 분수	inch 소수	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"
	0		25.400	50.800	76.200	101.600	127.000	152.400	177.800	203.200
1 / 64"	0.015625	0.397	25.797	51.197	76.597	101.997	127.397	152.797	178.197	203.597
1 / 32"	0.031250	0.794	26.194	51.594	76.994	102.394	127.794	153.194	178.594	203.994
3 / 64"	0.046875	1.191	26.591	51.991	77.391	102.791	128.191	153.591	178.991	204.391
1 / 16"	0.062500	1.588	26.988	52.388	77.788	103.188	128.588	153.988	179.388	204.788
5 / 64"	0.078125	1.984	27.384	52.784	78.184	103.584	128.984	154.384	179.784	205.184
3 / 32"	0.093750	2.381	27.781	53.181	78.581	103.981	129.381	154.781	180.181	205.581
7 / 64"	0.109375	2.778	28.178	53.578	78.978	104.378	129.778	155.178	180.578	205.978
1 / 8"	0.125000	3.175	28.575	53.975	79.375	104.775	130.175	155.575	180.975	206.375
9 / 64"	0.140625	3.572	28.972	54.372	79.772	105.172	130.572	155.972	181.372	206.772
5 / 32"	0.156250	3.969	29.369	54.769	80.169	105.569	130.969	156.369	181.769	207.169
11 / 64"	0.171875	4.366	29.766	55.166	80.566	105.966	131.366	156.766	182.166	207.566
3 / 16"	0.187500	4.762	30.162	55.562	80.962	106.362	131.762	157.162	182.562	207.962
13 / 64"	0.203125	5.159	30.559	55.959	81.359	106.759	132.159	157.559	182.959	208.359
7 / 32"	0.218750	5.556	30.956	56.356	81.756	107.156	132.556	157.956	183.356	208.756
15 / 64"	0.234375	5.953	31.353	56.753	82.153	107.553	132.953	158.353	183.753	209.153
1 / 4"	0.250000	6.350	31.750	57.150	82.550	107.950	133.350	158.750	184.150	209.550
17 / 64"	0.265625	6.747	32.147	57.547	82.947	108.347	133.747	159.147	184.547	209.947
9 / 32"	0.281250	7.144	32.544	57.944	83.344	108.744	134.144	159.544	184.944	210.344
19 / 64"	0.296875	7.541	32.941	58.341	83.741	109.141	134.541	159.941	185.341	210.741
5 / 16"	0.312500	7.938	33.338	58.738	84.138	109.538	134.938	160.338	185.738	211.138
21 / 64"	0.328125	8.334	33.734	59.134	84.534	109.934	135.334	160.734	186.134	211.534
11 / 32"	0.343750	8.731	34.131	59.531	84.931	110.331	135.731	161.131	186.531	211.931
23 / 64"	0.359375	9.128	34.528	59.928	85.328	110.728	136.128	161.528	186.928	212.328
3 / 8"	0.375000	9.525	34.925	60.325	85.725	111.125	136.525	161.925	187.325	212.725
25 / 64"	0.390625	9.922	35.322	60.722	86.122	111.522	136.922	162.322	187.722	213.122
13 / 32"	0.406250	10.319	35.719	61.119	86.519	111.919	137.319	162.719	188.119	213.519
27 / 64"	0.421875	10.716	36.116	61.516	86.916	112.316	137.716	163.116	188.516	213.916
7 / 16"	0.437500	11.112	36.512	61.912	87.312	112.712	138.112	163.512	188.912	214.312
29 / 64"	0.453125	11.509	36.909	62.309	87.709	113.109	138.509	163.909	189.309	214.709
15 / 32"	0.468750	11.906	37.306	62.706	88.106	113.506	138.906	164.306	189.706	215.106
31 / 64"	0.484375	12.303	37.703	63.103	88.503	113.903	139.303	164.703	190.103	215.503
1 / 2"	0.500000	12.700	38.100	63.500	88.900	114.300	139.700	165.100	190.500	215.900

1 inch=25.4mm

inch 분수	inch 소수	0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"
33 / 64"	0.515625	13.097	38.497	63.897	89.297	114.697	140.097	165.497	190.897	216.297
17 / 32"	0.531250	13.494	38.894	64.294	89.694	115.094	140.494	165.894	191.294	216.694
35 / 64"	0.546875	13.891	39.291	64.691	90.091	115.491	140.891	166.291	191.691	217.091
9 / 16"	0.562500	14.288	39.688	65.088	90.488	115.888	141.288	166.688	192.088	217.488
37 / 64"	0.578125	14.684	40.084	65.484	90.884	116.284	141.684	167.084	192.484	217.884
19 / 32"	0.593750	15.081	40.481	65.881	91.281	116.681	142.081	167.481	192.881	218.281
39 / 64"	0.609375	15.478	40.878	66.278	91.678	117.078	142.478	167.878	193.278	218.678
5 / 8"	0.625000	15.875	41.275	66.675	92.075	117.475	142.875	168.275	193.675	219.075
41 / 64"	0.640625	16.272	41.672	67.072	92.472	117.872	143.272	168.672	194.072	219.472
21 / 32"	0.656250	16.669	42.069	67.469	92.869	118.269	143.669	169.069	194.469	219.869
43 / 64"	0.671875	17.066	42.466	67.866	93.266	118.666	144.066	169.466	194.866	220.266
11 / 16"	0.687500	17.462	42.862	68.262	93.662	119.062	144.462	169.862	195.262	220.662
45 / 64"	0.703125	17.859	43.259	68.659	94.059	119.459	144.859	170.259	195.659	221.059
23 / 32"	0.718750	18.256	43.656	69.056	94.456	119.856	145.256	170.656	196.056	221.456
47 / 64"	0.734375	18.653	44.053	69.453	94.853	120.253	145.653	171.053	196.453	221.853
3 / 4"	0.750000	19.050	44.450	69.850	95.250	120.650	146.050	171.450	196.850	222.250
49 / 64"	0.765625	19.447	44.847	70.247	95.647	121.047	146.447	171.847	197.247	222.647
25 / 32"	0.781250	19.844	45.244	70.644	96.044	121.444	146.844	172.244	197.644	223.044
51 / 64"	0.796875	20.241	45.641	71.041	96.441	121.841	147.241	172.641	198.041	223.441
13 / 16"	0.812500	20.638	46.038	71.438	96.838	122.238	147.638	173.038	198.438	223.838
53 / 64"	0.828125	21.034	46.434	71.834	97.234	122.634	148.034	173.434	198.834	224.234
27 / 32"	0.843750	21.431	46.831	72.231	97.631	123.031	148.431	173.831	199.231	224.631
55 / 64"	0.859375	21.828	47.228	72.628	98.028	123.428	148.828	174.228	199.628	225.028
7 / 8"	0.875000	22.225	47.625	73.025	98.425	123.825	149.225	174.625	200.025	225.425
57 / 64"	0.890625	22.622	48.022	73.422	98.822	124.222	149.622	175.022	200.422	225.822
29 / 32"	0.906250	23.019	48.419	73.819	99.219	124.619	150.019	175.419	200.819	226.219
59 / 64"	0.921875	23.416	48.816	74.216	99.616	125.016	150.416	175.816	201.216	226.616
15 / 16"	0.937500	23.812	49.212	74.612	100.012	125.412	150.812	176.212	201.612	227.012
61 / 64"	0.953125	24.209	49.609	75.009	100.409	125.809	151.209	176.609	202.009	227.409
31 / 32"	0.968750	24.606	50.006	75.406	100.806	126.206	151.606	177.006	202.406	227.806
63 / 64"	0.984375	25.003	50.403	75.803	101.203	126.603	152.003	177.403	202.803	228.203

●경도 환산표 (참고)

로크웰 C스케일 경도 하중 1471N HRC	비커스 경도 HV	브리넬 경도 표준 볼	브리넬 경도 텅스텐카바이드 볼	로크웰 경도 A스케일 하중 588.4N 다이아몬드 원추압자	로크웰 경도 B스케일 하중 980.7N 직경 1/16in 볼	쇼어 경도 HS
68	940	—	—	85.6	—	97
67	900	—	—	85.0	—	95
66	865	—	—	84.5	—	92
65	832	—	(739)	83.9	—	91
64	800	—	(722)	83.4	—	88
63	772	—	(705)	82.8	—	87
62	746	—	(688)	82.3	—	85
61	720	—	(670)	81.8	—	83
60	697	—	(654)	81.2	—	81
59	674	—	(634)	80.7	—	80
58	653	—	615	80.1	—	78
57	633	—	595	79.6	—	76
56	613	—	577	79.0	—	75
55	595	—	560	78.5	—	74
54	577	—	543	78.0	—	72
53	560	—	525	77.4	—	71
52	544	(500)	512	76.8	—	69
51	528	(487)	496	76.3	—	68
50	513	(475)	481	75.9	—	67
49	498	(464)	469	75.2	—	66
48	484	451	455	74.7	—	64
47	471	442	443	74.1	—	63
46	458	432	432	73.6	—	62
45	446	421	421	73.1	—	60
44	434	409	409	72.5	—	58
43	423	400	400	72.0	—	57
42	412	390	390	71.5	—	56
41	402	381	381	70.9	—	55
40	392	371	371	70.4	—	54
39	382	362	362	69.9	—	52

로크웰 C스케일 경도 하중 1471N HRC	비커스 경도 HV	브리넬 경도 표준 볼	브리넬 경도 텅스텐카바이드 볼	로크웰 경도 A스케일 하중 588.4N 다이아몬드 원추압자	로크웰 경도 B스케일 하중 980.7N 직경 1/16in 볼	쇼어 경도 HS
38	372	353	353	69.4	—	51
37	363	344	344	68.9	—	50
36	354	336	336	68.4	(109.0)	49
35	345	327	327	67.9	(108.5)	48
34	336	319	319	67.4	(108.0)	47
33	327	311	311	66.8	(107.5)	46
32	318	301	301	66.3	(107.0)	44
31	310	294	294	65.8	(106.0)	43
30	302	286	286	65.3	(105.5)	42
29	294	279	279	64.7	(104.5)	41
28	286	271	271	64.3	(104.0)	41
27	279	264	264	63.8	(103.0)	40
26	272	258	258	63.3	(102.5)	38
25	266	253	253	62.8	(101.5)	38
24	260	247	247	62.4	(101.0)	37
23	254	243	243	62.0	100.0	36
22	248	237	237	61.5	99.0	35
21	243	231	231	61.0	98.5	35
20	238	226	226	60.5	97.8	34
(18)	230	219	219	—	96.7	33
(16)	222	212	212	—	95.5	32
(14)	213	203	203	—	93.9	31
(12)	204	194	194	—	92.3	29
(10)	196	187	187	—	90.7	28
(8)	188	179	179	—	89.5	27
(6)	180	171	171	—	87.1	26
(4)	173	165	165	—	85.5	25
(2)	166	158	158	—	83.5	24
(0)	160	152	152	—	81.7	24

●축의 치수 허용차

단위 μm

직경의 구분 mm		b12		c12		d6		e6		e12		f5		f6		g5	
을(를) 초과	이하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
–	3	−140	− 240	− 60	− 160	− 20	− 26	− 14	− 20	− 14	−114	− 6	−10	− 6	− 12	− 2	− 6
3	6	−140	− 260	− 70	− 190	− 30	− 38	− 20	− 28	− 20	−140	−10	−15	−10	− 18	− 4	− 9
6	10	−150	− 300	− 80	− 230	− 40	− 49	− 25	− 34	− 25	−175	−13	−19	−13	− 22	− 5	−11
10	18	−150	− 330	− 95	− 275	− 50	− 61	− 32	− 43	− 32	−212	−16	−24	−16	− 27	− 6	−14
18	30	−160	− 370	−110	− 320	− 65	− 78	− 40	− 53	− 40	−250	−20	−29	−20	− 33	− 7	−16
30	40	−170	− 420	−120	− 370	− 80	− 96	− 50	− 66	− 50	−300	−25	−36	−25	− 41	− 9	−20
40	50	−180	− 430	−130	− 380												
50	65	−190	− 490	−140	− 440	−100	−119	− 60	− 79	− 60	−360	−30	−43	−30	− 49	−10	−23
65	80	−200	− 500	−150	− 450												
80	100	−220	− 570	−170	− 520	−120	−142	− 72	− 94	− 72	−422	−36	−51	−36	− 58	−12	−27
100	120	−240	− 590	−180	− 530												
120	140	−260	− 660	−200	− 600	−145	−170	− 85	−110	− 85	−485	−43	−61	−43	− 68	−14	−32
140	160	−280	− 680	−210	− 610												
160	180	−310	− 710	−230	− 630												
180	200	−340	− 800	−240	− 700	−170	−199	−100	−129	−100	−560	−50	−70	−50	− 79	−15	−35
200	225	−380	− 840	−260	− 720												
225	250	−420	− 880	−280	− 740												
250	280	−480	−1000	−300	− 820	−190	−222	−110	−142	−110	−630	−56	−79	−56	− 88	−17	−40
280	315	−540	−1060	−330	− 850												
315	355	−600	−1170	−360	− 930	−210	−246	−125	−161	−125	−695	−62	−87	−62	− 98	−18	−43
355	400	−680	−1250	−400	− 970												
400	450	−760	−1390	−440	−1070	−230	−270	−135	−175	−135	−765	−68	−95	−68	−108	−20	−47
450	500	−840	−1470	−480	−1110												

직경의 구분 mm		g6		h5		h6		h7		h8		h9		h10		h11		직경의 구분 mm	
상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	을(를) 초과	이하
− 2	− 8	0	− 4	0	− 6	0	−10	0	−14	0	− 25	0	− 40	0	− 60	–	3
− 4	−12	0	− 5	0	− 8	0	−12	0	−18	0	− 30	0	− 48	0	− 75	3	6
− 5	−14	0	− 6	0	− 9	0	−15	0	−22	0	− 36	0	− 58	0	− 90	6	10
− 6	−17	0	− 8	0	−11	0	−18	0	−27	0	− 43	0	− 70	0	−110	10	18
− 7	−20	0	− 9	0	−13	0	−21	0	−33	0	− 52	0	− 84	0	−130	18	30
− 9	−25	0	−11	0	−16	0	−25	0	−39	0	− 62	0	−100	0	−160	30	40
																40	50
−10	−29	0	−13	0	−19	0	−30	0	−46	0	− 74	0	−120	0	−190	50	65
																65	80
−12	−34	0	−15	0	−22	0	−35	0	−54	0	− 87	0	−140	0	−220	80	100
																100	120
−14	−39	0	−18	0	−25	0	−40	0	−63	0	−100	0	−160	0	−250	120	140
																140	160
																160	180
−15	−44	0	−20	0	−29	0	−46	0	−72	0	−115	0	−185	0	−290	180	200
																200	225
																225	250
−17	−49	0	−23	0	−32	0	−52	0	−81	0	−130	0	−210	0	−320	250	280
																280	315
−18	−54	0	−25	0	−36	0	−57	0	−89	0	−140	0	−230	0	−360	315	355
																355	400
−20	−60	0	−27	0	−40	0	−63	0	−97	0	−155	0	−250	0	−400	400	450
																450	500

단위 μm

직경의 구분 mm		h12		js5		j5		js6		j6		j7		k5		k6	
을(를) 초과	이하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
–	3	0	−100	+ 2	− 2	+2	− 2	+ 3	− 3	+ 4	− 2	+ 6	− 4	+ 4	0	+ 6	0
3	6	0	−120	+ 2.5	− 2.5	+3	− 2	+ 4	− 4	+ 6	− 2	+ 8	− 4	+ 6	+1	+ 9	+1
6	10	0	−150	+ 3	− 3	+4	− 2	+ 4.5	− 4.5	+ 7	− 2	+10	− 5	+ 7	+1	+10	+1
10	18	0	−180	+ 4	− 4	+5	− 3	+ 5.5	− 5.5	+ 8	− 3	+12	− 6	+ 9	+1	+12	+1
18	30	0	−210	+ 4.5	− 4.5	+5	− 4	+ 6.5	− 6.5	+ 9	− 4	+13	− 8	+11	+2	+15	+2
30	40	0	−250	+ 5.5	− 5.5	+6	− 5	+ 8	− 8	+11	− 5	+15	−10	+13	+2	+18	+2
40	50																
50	65	0	−300	+ 6.5	− 6.5	+6	− 7	+ 9.5	− 9.5	+12	− 7	+18	−12	+15	+2	+21	+2
65	80																
80	100	0	−350	+ 7.5	− 7.5	+6	− 9	+11	−11	+13	− 9	+20	−15	+18	+3	+25	+3
100	120																
120	140	0	−400	+ 9	− 9	+7	−11	+12.5	−12.5	+14	−11	+22	−18	+21	+3	+28	+3
140	160																
160	180																
180	200	0	−460	+10	−10	+7	−13	+14.5	−14.5	+16	−13	+25	−21	+24	+4	+33	+4
200	225																
225	250																
250	280	0	−520	+11.5	−11.5	+7	−16	+16	−16	+16	−16	+26	−26	+27	+4	+36	+4
280	315																
315	355	0	−570	+12.5	−12.5	+7	−18	+18	−18	+18	−18	+29	−28	+29	+4	+40	+4
355	400																
400	450	0	−630	+13.5	−13.5	+7	−20	+20	−20	+20	−20	+31	−32	+32	+5	+45	+5
450	500																

직경의 구분 mm		m5		m6		n5		n6		p6		직경의 구분 mm	
상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	을(를) 초과	이하
+ 6	+ 2	+ 8	+ 2	+ 8	+ 4	+10	+ 4	+ 12	+ 6	–	3
+ 9	+ 4	+12	+ 4	+13	+ 8	+16	+ 8	+ 20	+12	3	6
+12	+ 6	+15	+ 6	+16	+10	+19	+10	+ 24	+15	6	10
+15	+ 7	+18	+ 7	+20	+12	+23	+12	+ 29	+18	10	18
+17	+ 8	+21	+ 8	+24	+15	+28	+15	+ 35	+22	18	30
+20	+ 9	+25	+ 9	+28	+17	+33	+17	+ 42	+26	30	40
										40	50
+24	+11	+30	+11	+33	+20	+39	+20	+ 51	+32	50	65
										65	80
+28	+13	+35	+13	+38	+23	+45	+23	+ 59	+37	80	100
										100	120
+33	+15	+40	+15	+45	+27	+52	+27	+ 68	+43	120	140
										140	160
										160	180
+37	+17	+46	+17	+51	+31	+60	+31	+ 79	+50	180	200
										200	225
										225	250
+43	+20	+52	+20	+57	+34	+66	+34	+ 88	+56	250	280
										280	315
+46	+21	+57	+21	+62	+37	+73	+37	+ 98	+62	315	355
										355	400
+50	+23	+63	+23	+67	+40	+80	+40	+108	+68	400	450
										450	500

●하우징 구멍의 치수 허용차

단위 μm

직경의 구분 mm		B12		E7		E11		E12		F6		F7		G6		G7	
을(를) 초과	이하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
–	3	+ 240	+140	+ 24	+ 14	+ 74	+ 14	+114	+ 14	+ 12	+ 6	+ 16	+ 6	+ 8	+ 2	+12	+ 2
3	6	+ 260	+140	+ 32	+ 20	+ 95	+ 20	+140	+ 20	+ 18	+10	+ 22	+10	+12	+ 4	+16	+ 4
6	10	+ 300	+150	+ 40	+ 25	+115	+ 25	+175	+ 25	+ 22	+13	+ 28	+13	+14	+ 5	+20	+ 5
10	18	+ 330	+150	+ 50	+ 32	+142	+ 32	+212	+ 32	+ 27	+16	+ 34	+16	+17	+ 6	+24	+ 6
18	30	+ 370	+160	+ 61	+ 40	+170	+ 40	+250	+ 40	+ 33	+20	+ 41	+20	+20	+ 7	+28	+ 7
30	40	+ 420	+170	+ 75	+ 50	+210	+ 50	+300	+ 50	+ 41	+25	+ 50	+25	+25	+ 9	+34	+ 9
40	50	+ 430	+180														
50	65	+ 490	+190	+ 90	+ 60	+250	+ 60	+360	+ 60	+ 49	+30	+ 60	+30	+29	+10	+40	+10
65	80	+ 500	+200														
80	100	+ 570	+220	+107	+ 72	+292	+ 72	+422	+ 72	+ 58	+36	+ 71	+36	+34	+12	+47	+12
100	120	+ 590	+240														
120	140	+ 660	+260	+125	+ 85	+335	+ 85	+485	+ 85	+ 68	+43	+ 83	+43	+39	+14	+54	+14
140	160	+ 680	+280														
160	180	+ 710	+310														
180	200	+ 800	+340	+146	+100	+390	+100	+560	+100	+ 79	+50	+ 96	+50	+44	+15	+61	+15
200	225	+ 840	+380														
225	250	+ 880	+420														
250	280	+1000	+480	+162	+110	+430	+110	+630	+110	+ 88	+56	+108	+56	+49	+17	+69	+17
280	315	+1060	+540														
315	355	+1170	+600	+182	+125	+485	+125	+695	+125	+ 98	+62	+119	+62	+54	+18	+75	+18
355	400	+1250	+680														
400	450	+1390	+760	+198	+135	+535	+135	+765	+135	+108	+68	+131	+68	+60	+20	+83	+20
450	500	+1470	+840														

H6		H7		H8		H9		H10		H11		JS6		J6		직경의 구분 mm	
상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	을(를) 초과	이하
+ 6	0	+10	0	+14	0	+ 25	0	+ 40	0	+ 60	0	+ 3	– 3	+ 2	–4	–	3
+ 8	0	+12	0	+18	0	+ 30	0	+ 48	0	+ 75	0	+ 4	– 4	+ 5	–3	3	6
+ 9	0	+15	0	+22	0	+ 36	0	+ 58	0	+ 90	0	+ 4.5	– 4.5	+ 5	–4	6	10
+11	0	+18	0	+27	0	+ 43	0	+ 70	0	+110	0	+ 5.5	– 5.5	+ 6	–5	10	18
+13	0	+21	0	+33	0	+ 52	0	+ 84	0	+130	0	+ 6.5	– 6.5	+ 8	–5	18	30
+16	0	+25	0	+39	0	+ 62	0	+100	0	+160	0	+ 8	– 8	+10	–6	30	40
																40	50
+19	0	+30	0	+46	0	+ 74	0	+120	0	+190	0	+ 9.5	– 9.5	+13	–6	50	65
																65	80
+22	0	+35	0	+54	0	+ 87	0	+140	0	+220	0	+11	–11	+16	–6	80	100
																100	120
+25	0	+40	0	+63	0	+100	0	+160	0	+250	0	+12.5	–12.5	+18	–7	120	140
																140	160
																160	180
+29	0	+46	0	+72	0	+115	0	+185	0	+290	0	+14.5	–14.5	+22	–7	180	200
																200	225
																225	250
+32	0	+52	0	+81	0	+130	0	+210	0	+320	0	+16	–16	+25	–7	250	280
																280	315
+36	0	+57	0	+89	0	+140	0	+230	0	+360	0	+18	–18	+29	–7	315	355
																355	400
+40	0	+63	0	+97	0	+155	0	+250	0	+400	0	+20	–20	+33	–7	400	450
																450	500

단위 μm

직경의 구분 mm		JS7		J7		K5		K6		K7		M6		M7		N6	
을(를) 초과	이하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
–	3	+ 5	– 5	+ 4	– 6	0	– 4	0	– 6	0	–10	– 2	– 8	–2	–12	– 4	–10
3	6	+ 6	– 6	+ 6	– 6	0	– 5	+2	– 6	+ 3	– 9	– 1	– 9	0	–12	– 5	–13
6	10	+ 7	– 7	+ 8	– 7	+1	– 5	+2	– 7	+ 5	–10	– 3	–12	0	–15	– 7	–16
10	18	+ 9	– 9	+10	– 8	+2	– 6	+2	– 9	+ 6	–12	– 4	–15	0	–18	– 9	–20
18	30	+10	–10	+12	– 9	+1	– 8	+2	–11	+ 6	–15	– 4	–17	0	–21	–11	–24
30	40	+12	–12	+14	–11	+2	– 9	+3	–13	+ 7	–18	– 4	–20	0	–25	–12	–28
40	50																
50	65	+15	–15	+18	–12	+3	–10	+4	–15	+ 9	–21	– 5	–24	0	–30	–14	–33
65	80																
80	100	+17	–17	+22	–13	+2	–13	+4	–18	+10	–25	– 6	–28	0	–35	–16	–38
100	120																
120	140	+20	–20	+26	–14	+3	–15	+4	–21	+12	–28	– 8	–33	0	–40	–20	–45
140	160																
160	180																
180	200	+23	–23	+30	–16	+2	–18	+5	–24	+13	–33	– 8	–37	0	–46	–22	–51
200	225																
225	250																
250	280	+26	–26	+36	–16	+3	–20	+5	–27	+16	–36	– 9	–41	0	–52	–25	–57
280	315																
315	355	+28	–28	+39	–18	+3	–22	+7	–29	+17	–40	–10	–46	0	–57	–26	–62
355	400																
400	450	+31	–31	+43	–20	+2	–25	+8	–32	+18	–45	–10	–50	0	–63	–27	–67
450	500																

N7		P6		P7		R7		S7		직경의 구분 mm	
상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	을(를) 초과	이하
– 4	–14	– 6	–12	– 6	– 16	– 10	– 20	– 14	– 24	–	3
– 4	–16	– 9	–17	– 8	– 20	– 11	– 23	– 15	– 27	3	6
– 4	–19	–12	–21	– 9	– 24	– 13	– 28	– 17	– 32	6	10
– 5	–23	–15	–26	–11	– 29	– 16	– 34	– 21	– 39	10	18
– 7	–28	–18	–31	–14	– 35	– 20	– 41	– 27	– 48	18	30
– 8	–33	–21	–37	–17	– 42	– 25	– 50	– 34	– 59	30	40
										40	50
– 9	–39	–26	–45	–21	– 51	– 30	– 60	– 42	– 72	50	65
						– 32	– 62	– 48	– 78	65	80
–10	–45	–30	–52	–24	– 59	– 38	– 73	– 58	– 93	80	100
						– 41	– 76	– 66	– 101	100	120
–12	–52	–36	–61	–28	– 68	– 48	– 88	– 77	–117	120	140
						– 50	– 90	– 85	–125	140	160
						– 53	– 93	– 93	–133	160	180
–14	–60	–41	–70	–33	– 79	– 60	–106	–105	–151	180	200
						– 63	–109	–113	–159	200	225
						– 67	–113	–123	–169	225	250
–14	–66	–47	–79	–36	– 88	– 74	–126	–138	–190	250	280
						– 78	–130	–150	–202	280	315
–16	–73	–51	–87	–41	– 98	– 87	–144	–169	–226	315	355
						– 93	–150	–187	–244	355	400
–17	–80	–55	–95	–45	–108	–103	–166	–209	–272	400	450
						–109	–172	–229	–292	450	500