

종합해설



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 주행거리(°)를 말합니다.

주(°) 스트로크 로터리 부싱은 총 회전수로 나타냅니다.

기본동정격 하중 C

기본동정격 하중이란 한 그룹의 같은 직동안내기기를 각각 따로 주행시켰을 때, 표 1에서 나타내는 정격수명을 이론상 건디는 방향과 크기가 일정한 하중을 말합니다.

표 1 정격하중

시리즈	정격수명
크로스롤러웨이 롤러웨이 · 플랫케이지	100×10 ³ m
볼 슬라이드 볼스플라인 리니어 부싱	50×10 ³ m
스트로크 로터리 부싱	10°회전

기본정정격 하중 C_0

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

허용하중 F

허용하중이란 최대 접촉응력을 받는 접촉부에서 전동체와 궤도면과의 탄성 변형량의 합이 작아 원활한 구름운동을 하는 하중을 말합니다. 따라서 매우 원활한 운동이며 고정밀도를 필요로 할 때는 부하하중이 허용 하중을 넘지 않는 범위 내에서 사용하십시오.

동정격 토크 T

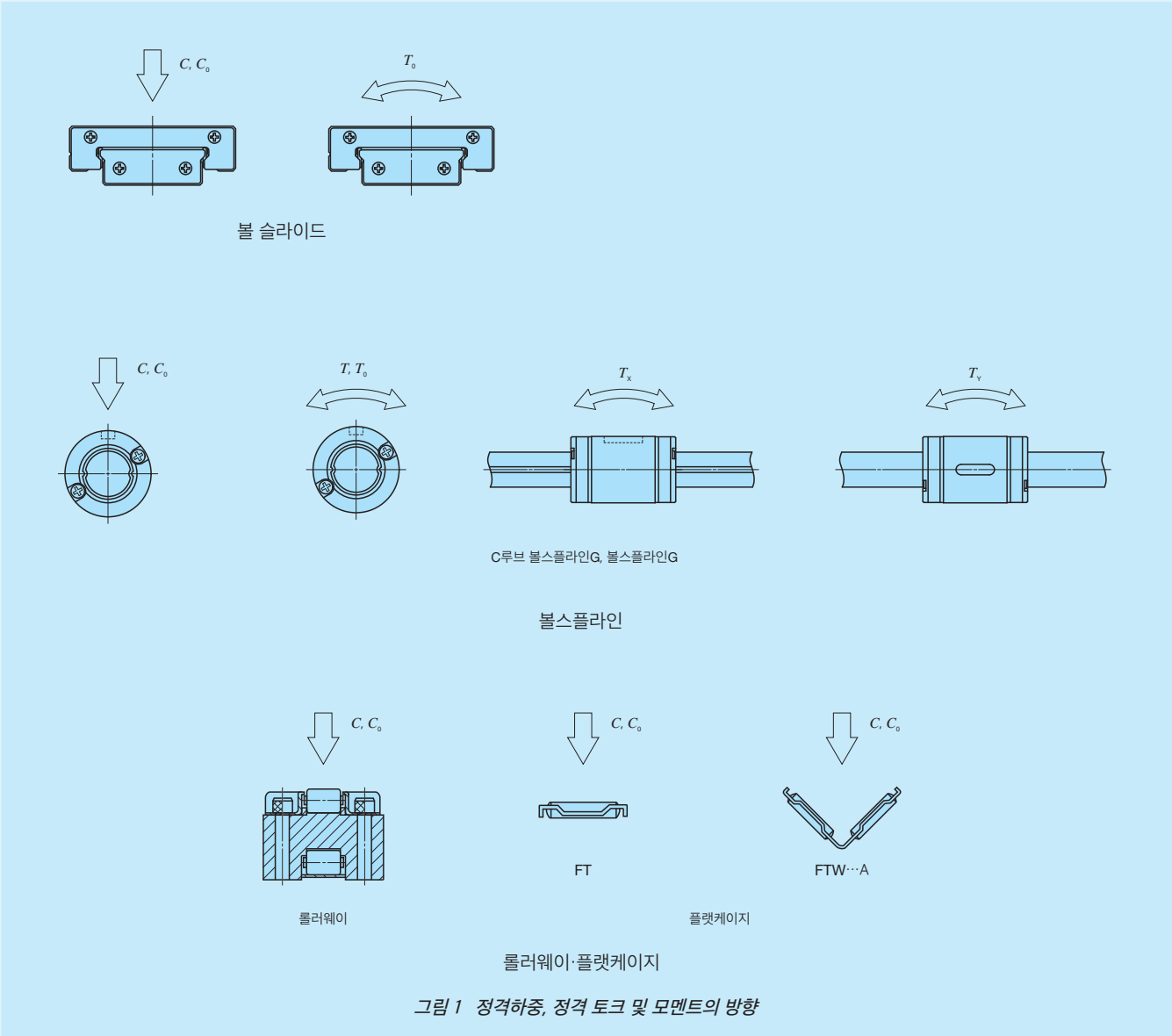
동정격 토크란 한 그룹의 같은 볼스플라인을 각각 따로 주행시켰을 때, 그 중 90%가 구름 피로에 의한 재료의 손상이 없고 50×10³m를 주행할 수 있는 방향과 크기가 일정한 토크를 말합니다.

정정격 토크 T_0 정정격 모멘트 T_0, T_x, T_y

정정격 토크 및 정정격 모멘트란 토크 또는 모멘트(그림 1 참조)를 부하했을 때, 최대하중을 받고 있는 전동체와 궤도의 접촉부 중앙에서 일정 수준의 접촉응력을 일으키는 정적 토크 또는 모멘트를 말하며, 정상적인 구름운동을 하는 허용한계의 토크 또는 모멘트를 말합니다. 일반적으로는 정적안전계수를 검토하여 사용합니다.

하중의 방향과 정격하중

직동안내기기는 하중의 방향에 맞춰 정격하중을 보정하여 사용합니다. 치수 표에서 나타내는 기본동정격 하중, 기본정정격 하중을 보정하여 사용하지만, 시리즈에 따라 보정 값이 다르므로 각 시리즈의 해설을 참조하십시오.



비고 크로스롤러웨이, 리니어 부싱은 각 시리즈의 해설을 참조하십시오.

수명 계산식

직동안내기기의 정격수명과 기본동정격 하중 사이에는 표 2.1, 표 2.2의 관계가 있습니다.

표 2.1 시리즈별 수명 계산식

시리즈	정격수명의 산출식		기호 설명
	총 주행거리 10 ³ m	수명 시간 h	
크로스롤러웨이 롤러웨이 · 플랫케이지	$L = 100 \left(\frac{C}{P} \right)^{\frac{10}{3}}$	$L_h = \frac{10^6 L}{2S n_1 \times 60}$	L : 정격수명 10 ³ m C : 기본동정격 하중 N T : 동정격 토크 N · m P : 동등가하중(또는 부하하중) N M : 부하 토크 N · m L_h : 시간으로 나타낸 정격수명 h S : 스트로크 길이 mm n_1 : 분당 왕복횟수 min ⁻¹
볼 슬라이드 리니어 부상	$L = 50 \left(\frac{C}{P} \right)^3$		
볼스플라인	$L = 50 \left(\frac{C}{P} \right)^3$ $L = 50 \left(\frac{T}{M} \right)^3$		

표 2.2 스트로크 로터리 부상의 수명 계산식

시리즈	총 회전수 10 ⁶ 회전	정격수명의 산출식		기호 설명
		수명 시간 h		
회전 운동	$L = \left(\frac{C}{P} \right)^3$	$L_h = \frac{10^6 L}{60 \sqrt{(D_{PW} n)^2 + (10S n_1)^2} / D_{PW}}$	L : 정격수명 10 ⁶ 회전 C : 기본동정격 하중 N P : 부하하중 N L_h : 시간으로 나타낸 정격수명 h n : 회전속도 min ⁻¹ n_1 : 분당 왕복횟수 min ⁻¹ S : 스트로크 길이 mm D_{PW} : 볼 세트 피치경 mm ($D_{PW} \approx 1.15 F_w$) F_w : 내접원경 mm	
회전과 왕복의 복합운동				
왕복 직선 운동		$L_h = \frac{10^6 L}{600 S n_1 / (\sqrt{D_{PW}})}$		

온도계수

사용온도가 150℃를 넘으면 허용 접촉응력이 저하되기 때문에, 다음 식에 따라 기본동정격 하중을 보정합니다.

$C_t = f_t C$ (1)

여기에 C_t : 온도 상승을 고려한 기본동정격 하중 N
 f_t : 온도계수(그림 2 참조)
 C : 기본동정격 하중 N

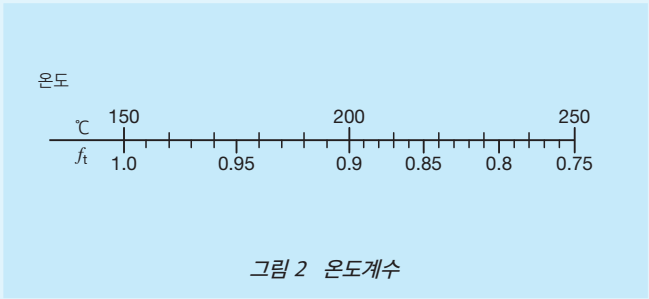


그림 2 온도계수

경도계수

궤도면의 경도는 58~64HRC가 필요합니다. 58HRC보다 낮을 때는 다음 식에 따라 기본동정격 하중을 보정합니다.

$C_H = f_H C$ (2)

여기에 C_H : 경도를 고려한 기본동정격 하중 N
 f_H : 경도계수(그림 3 참조)
 C : 기본동정격 하중 N

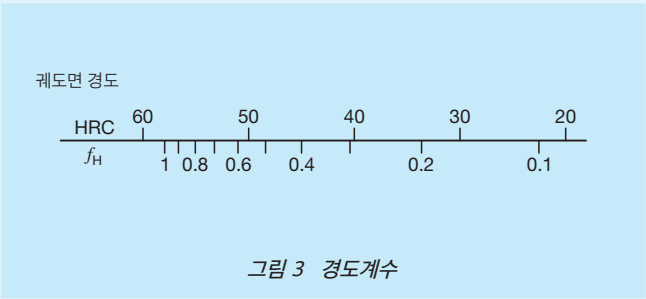


그림 3 경도계수

하중계수

직동안내기기에 작용하는 하중은 기계의 진동과 충격 등에 따라 이론하중보다 커집니다. 일반적으로 표 3의 하중계수를 곱하여 부하하중을 구합니다.

표 3 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 모멘트(또는 정정격 토크)를 정상적인 구름운동을 하는 허용한계의 하중으로 생각하고 있으나, 직동안내기기의 사용 조건과 직동안내기기에 요구되는 성능에 따라 정적안전계수를 검토할 필요가 있습니다.

정적안전계수는 다음 식에서 구해지는데, 일반적인 값을 표 4에서 나타냅니다.

또한 식(4)는 모멘트 또는 토크에 대한 대표식입니다. 각각의 방향의 정정격 모멘트와 최대 모멘트를 대응시켜서 산출합니다.

$f_s = \frac{C_0}{P_0}$ (3)

$f_s = \frac{T_0}{M_0}$ (4)

여기에 f_s : 정적안전계수
 C_0 : 기본정정격 하중 N
 P_0 : 정등가하중 N
(또는 부하하중(최대하중))
 T_0 : 정정격 모멘트 N · m
(또는 정정격 토크)
 M_0 : 각각의 방향의 모멘트 또는 토크 N · m
(최대 모멘트 또는 최대 토크)

표 4 정적안전계수

시리즈	사용 조건과 정적안전계수		
	진동, 충격이 있을 때	높은 주행성능을 요구할 때	보통 운전 조건 시
크로스롤러웨이	4 ~6	3~5	2.5~3
볼 슬라이드	3 ~5	2~4	1 ~3
볼스플라인	5 ~7	4~6	3 ~5
리니어 부상	2.5	2	1.5
스트로크 로터리 부상	2.5	2	1.5
롤러웨이 · 플랫케이지	4 ~6	3~5	2.5~3

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 4 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.

예압 선정의 주의

높은 강성을 구할 때도 지나친 예압은 전동체와 궤도 간에 지나친 응력이 발생하여 직동안내기기의 수명을 저하시키는 원인이 됩니다. 예압은 사용 조건에 맞는 적절한 양으로 운전하는 것이 중요합니다. 큰 예압을 가해서 사용할 때는 IKO에 문의하십시오.
또한 리니어 부상과 스트로크 로터리 부상은 큰 예압을 가할 수 없으므로 주의해야 합니다.

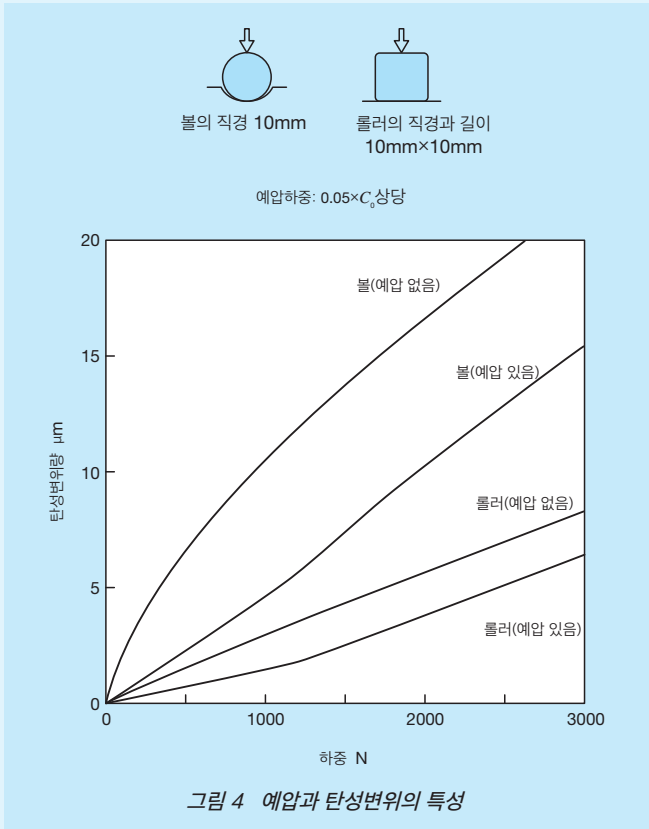


그림 4 예압과 탄성변위의 특성

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 썰이 주요 원인이 되고, 중(重)하중과 저속운동 시에는 하중의 크기가 원인이 됩니다. 직동안내기기의 마찰저항력을 결정하는 요소는 복잡하나, 일반적으로 다음 식으로 나타냅니다.

$$F = \mu P \dots\dots\dots(3)$$

여기에 F : 마찰저항력 N
 μ : 동마찰계수
 P : 부하하중 N

또한 썰 부착 시는 이 값에 썰 저항을 가산하는데, 그 저항은 썰립의 간섭과 윤활 상태에 따른 영향이 크며 동일하지는 않습니다. 직동안내기기의 운전 중 마찰계수는 윤활과 설치 조건이 적정하고 보통하중일 때, 대체로 표 5의 범위 내에 있습니다. 일반적으로 마찰계수는 작은 하중역에서는 큰 값을 나타냅니다.

표 5 마찰계수

시리즈명	동마찰계수 $\mu(^{\circ})$
크로스롤러웨이	0.0010~0.0030
볼 슬라이드	0.0010~0.0020
볼스플라인	0.0020~0.0040
리니어 부싱	0.0020~0.0030
스트로크 로터리 부싱	0.0006~0.0012
롤러웨이	0.0020~0.0040
플랫케이지	0.0010~0.0030

주(¹) 썰이 없을 때의 값입니다.

윤활

윤활의 목적

직동안내기기에 윤활제를 바르는 목적은 직동안내기기 내부의 궤도면과 전동체 간 등의 금속접촉을 방지하고, 마찰과 마모를 줄여 발열 및 놀러붙음을 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 적절한 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 사용됩니다. 이러한 환경의 용도에서는 직동안내기기의 사용 조건에 적합하고 또한 윤활성능도 만족하도록 충분히 검토해야 합니다.

표 6 봉입 그리스 일람

시리즈명	봉입 그리스
C루브 볼스플라인G 볼스플라인G	알바니아EP그리스2 [Shell Lubricants Japan K.K.]

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 메인テナンス프리를 실현한 제품으로, 직동안내기기에 없어서는 안 되는 윤활을 위한 급유기구와 급유공수가 불필요하게 되어 유지 비용을 대폭적으로 삭감할 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.

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 7 직동안내기기에 사용할 그리스 상표

상표		기유	증점제	조도	사용온도 범위(°) ℃	용도
알바니아EP그리스2	[Shell Lubricants Japan K.K.]	광유	리튬계	284	-20~110	일반용도 · 극압첨가제 함유
알바니아 그리스S2	[Shell Lubricants Japan K.K.]	광유	리튬계	283	-25~120	일반용도
마르템프 PS No.2	[협동유지㈜]	합성유 · 광유	리튬계	275	-50~130	일반용도
IKO 크린 환경용 저발진 그리스CG2	[일본토슨㈜]	합성유	우레아계	280	-40~200	크린 환경용 긴 수명
IKO 크린 환경용 저발진 그리스CGL	[일본토슨㈜]	합성유 · 광유	리튬계 /칼슘	225	-30~120	크린 환경용 저습동
크리버알파 GR Y-VAC3(Ⅰ)	[NOK 크리버(주)]	합성유	PTFE계	No.3	-20~250	진공용
IKO 프레팅 방지 그리스AF2	[일본토슨㈜]	합성유	우레아계	285	-50~170	프레팅 방지
6459그리스N	[Shell Lubricants Japan K.K.]	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 사용할 때는 선정한 그리스 제조회사의 카탈로그를 확인하십시오. 기재된 용도 이외의 그리스에 대해서는 IKO에 문의하십시오.

사용상의 주의

세정 · 탈지

C루브를 내장한 직동안내기기는 탈지 능력이 있는 유기 용제, 백등유 등으로 세정하는 것을 금지합니다.

기름 성분에 관한 주의 사항

직동안내기기는 방청유 또는 그리스 등을 사용하고 있습니다. 따라서 사용 조건에 따라 기름이 떨어지거나 비산의 가능성이 있으므로 필요에 따라 차폐판 등의 설치를 검토해 주십시오.

오일 윤활

오일로 윤활할 때는 하중이 클수록 고점도, 속도가 빠를수록 저점도의 오일을 고릅니다. 중(重)하중이 작용하는 일이 많은 직동안내기기에서는 일반적으로 68mm²/s 정도의 것이 사용되는데, 경하중으로 고속운동하는 용도에서는 13mm²/s 정도의 윤활유가 사용되는 경우도 있습니다.

윤활 부품 'C루브'

C루브 볼스플라인G는 윤활 부품 'C루브'를 내장하고 있습니다. C루브는 미세한 수지 분말을 소결성형하여 만들어진 연통다공 소결수지로, 내부 공간에 발생하는 모세관 현상을 이용하여 다량의 윤활유를 함침시킨 윤활 부품입니다. 윤활유는 스피라인 축이 아니라 직접 볼(강구)에 공급됩니다. 외통 순환로 내에 내장된 C루브에 볼이 접촉했을 때, 볼의 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 볼이 접촉하면, 표면장력에 의해 윤활유가 끊어지지 않고 볼의 표면에 공급됩니다.

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 · 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	°	π/180	라디안	rad
	분	'	π/10 800		
	초	"	π/648 000		
길이	미터	m	1	미터	m
	미크론	μ	10 ⁻⁶		
	옹스트롬	Å	10 ⁻¹⁰		
	X선 단위		≈1.002 08×10 ⁻¹³		
면적	제곱미터	m ²	1	제곱미터	m ²
	아르	a	10 ²		
	헥타르	ha	10 ⁴		
체적	입방미터	m ³	1	입방미터	m ³
	리터	l, L	10 ⁻³		
질량	킬로그램	kg	1	킬로그램	kg
	톤	t	10 ³		
	원자 질량 단위	u	≈1.660 57×10 ⁻²⁷		
시간	초	s	1	초	s
	분	min	60		
	시	h	3 600		
	일	d	86 400		
속도	미터 매초	m/s	1	미터 매초	m/s
	노트	kn	1 852/3 600		
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	m/s ²	1	미터 매초 매초	m/s ²
	지	G	9.806 65		
힘	중량 킬로그램	kgf	9.806 65	뉴턴	N
	중량톤	tf	9 806.65		
	다인	dyn	10 ⁻⁵		
힘의 모멘트	중량 킬로그램미터	kgf · m	9.806 65	뉴턴미터	N · m
응력 및 압력	중량 킬로그램 매 제곱미터	kgf/m ²	9.806 65	파스칼	Pa
	중량 킬로그램 매 제곱센티미터	kgf/cm ²	9.806 65×10 ⁴		
	중량 킬로그램 매 제곱밀리미터	kgf/mm ²	9.806 65×10 ⁶		

제표

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 · s/m ²	m ² /s	—	—	—

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

●inch - mm 환산표

1 inch=25.4mm

inch		0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"
분수	소수									
	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		0"	1"	2"	3"	4"	5"	6"	7"	8"
분수	소수									
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		로크웰 경도		쇼어 경도 HS
		표준 볼	텅스텐카바이드 볼	A스케일 하중 588.4N 다이아몬드 원추압자	B스케일 하중 980.7N 직경 ¹ / ₁₆ in 볼	
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		로크웰 경도		쇼어 경도 HS
		표준 볼	텅스텐카바이드 볼	A스케일 하중 588.4N 다이아몬드 원추압자	B스케일 하중 980.7N 직경 ¹ / ₁₆ in 볼	
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

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												
140	160	-280	- 680	-210	- 610	-145	-170	- 85	-110	- 85	-485	-43	-61	-43	- 68	-14	-32
160	180	-310	- 710	-230	- 630												
180	200	-340	- 800	-240	- 700												
200	225	-380	- 840	-260	- 720	-170	-199	-100	-129	-100	-560	-50	-70	-50	- 79	-15	-35
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		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																

단위 μm

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

단위 μm

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

●하우징 구멍의 치수 허용차

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														
140	160	+ 680	+280	+125	+ 85	+335	+ 85	+485	+ 85	+ 68	+43	+ 83	+43	+39	+14	+54	+14
160	180	+ 710	+310														
180	200	+ 800	+340														
200	225	+ 840	+380	+146	+100	+390	+100	+560	+100	+ 79	+50	+ 96	+50	+44	+15	+61	+15
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														

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																

단위 μm

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

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