

Technical Information

Wire Race Bearings

1 Wire Race Bearing selection

베어링의 이상적인 선택은 설계 시작 단계 이전에 결정되어야 합니다. 아래의 요건들은 각각의 어플리케이션에 따라 최적의 베어링 선정을 위해 고려되어야 할 사항들입니다.

- 베어링 엘리먼트 (LEL, LER 타입):
 - 통합 용량의 최대 가능 정도
 - 양산 장비 적용시 비용 제한 정도
 - G 예압, 구동 정밀도, 베어링의 직경 등에 기초한 최적의 설계 가능성
- 슬림 베어링 (LSA, LSB 타입):
 - 간편하고 콤팩트한 통합 설계 가능
 - 기존 슬림 베어링 제품에 비해 경제적인 가격
 - 비 예압 방식의 베어링
- 베어링 어셈블리 (LVA, LVB, LVD, LVE 타입):
 - 다양한 선택이 가능한 완제품 형태의 스탠다드 베어링
 - 클리어런스가 전혀 없는 예압 방식 (탁월한 강성과 속도 및 수명)
 - 납기의 최소화
- 베어링 어셈블리 (LVC 타입):
 - 완제품 형태의 고속 회전용 스탠다드 베어링
- 로터리 시스템 (LTA 타입):
 - 고속의 핸들링 작업이나 포지셔닝 작업등에 적합한 웜 드라이브 타입의 스탠다드 로터리 테이블
- 로터리 시스템 (LTB 타입):
 - 고 정밀 측정이나 포지셔닝 작업을 위한 웜기어 타입의 로터리 테이블

1.1 베어링 선정을 위한 파라미터

- 베어링의 재질이나 치수 등에 대한 정보
- 베어링에 대한 하중과 하중인가 구동에 대한 %시간지수
- 회전 속도, 단위 시간에 대한 베어링의 회전각 또는 회전수
- 기어 전달 힘
- 온도, 진공도, 크린룸, 습도 등 기타 구동 조건들

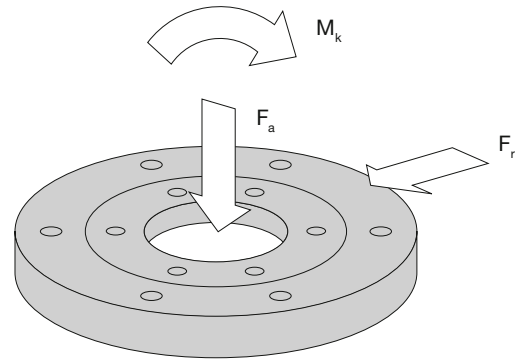
프랑케의 수명계산 프로그램에 의해 대략적인 베어링 선정이 가능합니다. 관련 데이터는 각각의 베어링 타입이 게시된 페이지를 참조하여 주십시오.

1.2

Static and dynamic load-bearing capacity – calculation 정적 하중과 동적 하중 용량 계산

카다로그에 자세하게 게시되어있는 정적하중과 동적하중은 초기 설계시 충분한 자료가 되지만 비례하지는 않습니다. 게시되어 있는 정적하중은 레이디얼 방향 정적하중입니다. 이상적인 설계를 위해 정적하중 액시얼, 레이디얼 모멘트 정적하중 즉 액시얼 방향 및 레이디얼 방향의 동적하중이 필요합니다. 액시얼 하중 값은 대략 2배정도 큼니다.

Calculation 하중 계산



베어링에 가해지는 모든 힘과 모멘트가 베어링 중심에 대한 벡터 힘 F_a 와 F_r 그리고 M_k 로 요약되어야 합니다. 프랑케는 고객의 편의를 위해 복잡한 하중조건이나 속도변화 또는 변동하중등에 대한 계산을 제공합니다.

2.1 Terms, dimensions 기호 와 단위

C	동적하중	(N)
C_0	정적하중	(N)
F_a	베어링 중심에 작용하는 액시얼 방향 힘	(N)
F_r	베어링 중심에 작용하는 레이디얼 방향 힘	(N)
KKØ	볼 피치 지름 = $(D + d)/2$	(M)
L_n	이론적 구동 수명	(h)
M_k	틸팅 모멘트	(Nm)
P	다이내믹 등가 하중	(N)
P_0	정지 등가 하중	(N)
S_{st}	정지 안전 계수	
X	레이디얼 팩터	
Y	액시얼 팩터	
Z	모멘트 팩터	

2.2 Static calculation 정정격 하중 계산

정지상태 하중은 베어링 구동정지 상태나 볼 피치 원주상의 선속도 0.1 m/s 이하의 저속 회전상태일 경우에 해당합니다. 정지 안전계수 값에 의해 충분한 하중용량의 베어링이 선정되어야 합니다.

$$S_{st} = \frac{C_0}{P_0} \quad (-)$$

$$P_0 = X_0 \cdot F_r + Y_0 \cdot F_a + \frac{2 M_k}{KK\emptyset} \quad (N)$$

2.2.1 Axial and radial factors 액시얼 방향과 래디얼 방향의 팩터

	X_0	Y_0
All bearing types	1.0	0.47

2.2.2 Recommended Static safety S_{st} 추천 정지 안전계수

Ball diameter > 6	S_{st}
진동이 없이 정속한 구동 상태	> 1.8
일반적인 구동	> 2.5
충격 하중이 있거나 고정밀 구동이 필요한 경우	> 8

2.3 Dynamic calculation 동정격 하중 계산

원주 선속도 > 0.1 m/s 인 경우 정정격하중과 동정격 하중에 대한 계산이 필요합니다. 이때 정지안전계수 S_{st} 는 각각의 정격하중에 대하여 최소한의 필요한 값이 되어야 합니다.

2.3.1 Nominal service life 이론적 수명 계산

$$L_h = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot N} \quad (h)$$

2.3.2 Axial and radial loads 액시얼 및 래디얼 방향 하중

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad (N)$$

$\frac{F_a}{F_r} \geq 1$	$\frac{F_a}{F_r} > 1$
X Y	X Y

2.3.3 액시얼 하중과 모멘트 하중 및 $F_r=0, M_k=0$ 인 경우 액시얼 방향 하중 계산

$$F_r = 0, M_k = 0$$

$$P = Y \cdot F_a + Z \cdot \frac{M_k}{KK\emptyset} \quad (N)$$

$0 < \frac{M_k}{F_a} \leq 0.5$	$\frac{M_k}{F_a} > 0.5$
Y Z	X Z

2.3.4 래디얼 하중과 모멘트 하중 및 $F_a=0, M_k=0$ 인 경우 래디얼 방향 하중 계산

$$F_r = 0, M_k = 0$$

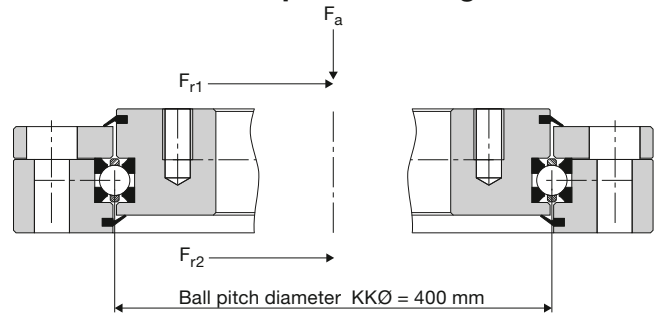
$$P = X \cdot F_r + Z \cdot \frac{M_k}{KK\emptyset} \quad (N)$$

$0 < \frac{M_k}{F_r} \leq 0.5$	$\frac{M_k}{F_r} > 0.5$
X Z	X Z

프랑케는 고객의 편의를 위해 래디얼 방향, 액시얼 방향 및 모멘트 하중에 대한 계산을 제공하오니 요청하여 주시기 바랍니다..

Technical information

3 Calculation example of bearing elements



베어링 엘리먼트에 대한 하중 계산 예

Load data:

Load case A (static load) 하중 조건 A (정지상태 하중)

베어링 중심에 작용하는 액시얼 방향 힘 $F_a = 22 \text{ kN}$
 (자체 중량 + 부하 하중)
 작업 등에 의한 래디얼 방향 하중 $F_{r1} = 4.2 \text{ kN}$

Technical Information

Load case B (dynamic load) 하중조건 B (다이나믹 하중)

베어링 중심에 작용하는 액시얼 방향 힘 (자체 중량 + 부하 하중)	$F_a = 22 \text{ kN}$
드라이브로 작용하는 래디얼 방향 힘	$F_{r2} = 1.5 \text{ kN}$
평균 구동 속도	$n = 9.5 \text{ 1/min}$

Calculation 베어링 엘리먼트 LEL 4 KKØ 400 mm 적용 계산

Data: C_{0a}	= 240 kN
C_{0r}	= 113 kN

Calculation:

Load case A (정지상태 하중)

$$S_{st} = \frac{1}{\frac{22}{240} + \frac{4.2}{113}}$$

Safety $S_{st} = 7.8$ (베어링 일반적인 구동 시 충분한 수치)

Load case B (다이나믹 하중)

$$S = \frac{1}{\frac{22}{240} + \frac{1.5}{113}}$$

Safety $S = 9.5$ (2.2.2의 최소 안전계수 요구수치 보다 높음)

Service life $L_h = \left(\frac{29}{20.2}\right)^3 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 9.5} = 5200 \text{ h}$
베어링 수명

$$(P = 0.86 \cdot 1.5 \text{ kN} + 0.86 \cdot 22 \text{ kN} = 20.2 \text{ kN})$$

4 베어링 하우징에 대한 설계 및 생산

베어링 엘리먼트는 두 개 또는 여러개의 세그먼트 형태의 볼 장착 케이지로 구성되어 있습니다. 레이스 링은 절단되어 오픈 형태로 그로 인해 엘리먼트 조립시 유연하게 마운팅될 수 있습니다.

볼들의 안전 규격은 class 3(DIN 5401)입니다. 배송된 볼만 사용해 주십시오. 만약 볼을 일부 잃어버리신 경우 베어링의 정밀도 등에 영향을 미치지 않도록 다른 모든 볼들도 함께 교체하시기 바랍니다.

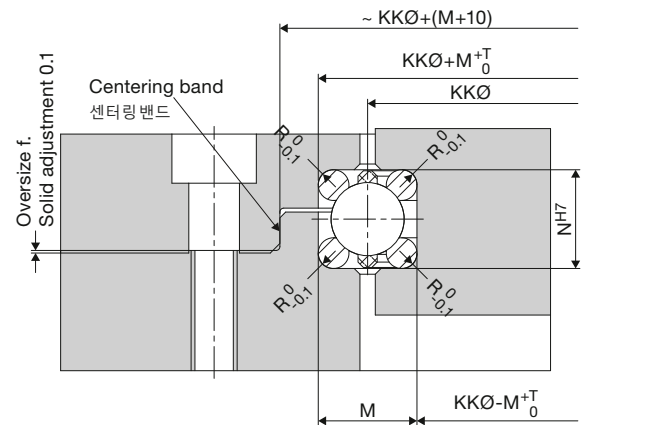
설계와 이상적인 제품 생산 또한 예약의 적절한 세팅은 베어링의 수명 보장을 위해 매우 중요합니다. 베어링의 모든 레이스웨이에 골고루 하중이 분포되도록 하며 모든 볼들이 이상적으로 레이스웨이를 구를 수 있도록 합니다. 와이어 베드에 대한 설계와 생산은 각각의 베어링 엘리먼트와 슬림베어링에 따라 다릅니다. 다음의 설명들을 참조하여 주시기 바랍니다.

4.1 LEL 타입 베어링 엘리먼트를 위한 와이어 베드 설계

LEL 타입 베어링 엘리먼트는 구동능력 및 회전 정밀도 등에 있어 최상의 정도를 나타냅니다. 하지만 동시에 와이어 베드 설계에 있어 최상의 치수가 필요합니다. 다음의 매우 중요한 두 개의 파라미터를 참조해 주시기 바랍니다 :

1. 연마 가공을 통한 예약 조절 (sold adjustment)

연마 가공을 이용하여 적절한 예약을 인가하기 위해 하우징의 조립되는 부품들의 조립면에 대한 설계가 중요합니다. 조립되는 면의 치수는 연마 가공 여유를 남겨놓아 조립 시 연마 작업을 통하여 적절한 예약으로 조립되도록 합니다.



카다로그의 LEL 섹션부의 정보들은 설계 치수를 제공합니다. 와이어 베드는 레이스 링 안착을 위하여 R가공부를 필요로 하지 않습니다. 하지만 가공 톨의 R값은 0.2mm 보다 크지 않아야 합니다.

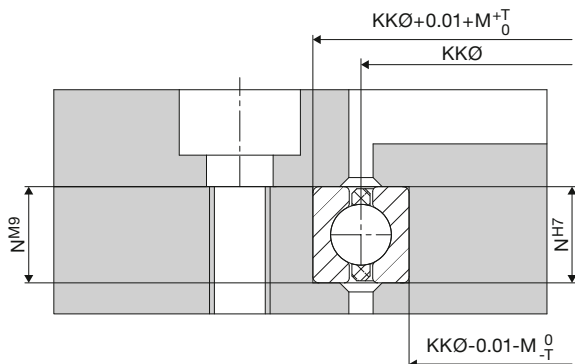
$T = KK\varnothing/10.000$ (dimensions in mm)
Undersize for washers: 0.1 mm

일반적으로 설계 시 베어링의 고정부는 분할하고 회전부는 일체형 부품으로 설계하는 것이 좋습니다. 각 부품들의 정밀도가 필요로 하는 베어링의 정밀도에 영향을 미치게 됩니다. 하지만 분할된 링의 와이어 베드는 래디얼 방향으로 공차가 상쇄되지 않습니다. 두 개의 링사이에 래디얼 및 액시얼 방향 공차는 똑같이 나누어 집니다.

와이어 베드의 진원도는 이론적으로 지름에 대한 공차의 절반입니다. 서로 접합되는 면의 탭 및 홈은 액시얼 방향의 런아웃에 영향을 미치며 와이어 베드의 중심은 래디얼 런아웃의 베이스가 됩니다.

각각의 부품에 대한 평탄도와 평행도는 모든 공차의 절반으로 설계합니다. 베어링이 마운팅되는 부분은 와이어 베드와 함께 한번의 세팅으로 가공되어야 합니다. 와이어 베드의 가공은 머시닝이나 밀링으로 가공이 가능합니다. 가공 면의 추천 조도는 Ra 3.2 이하이며 면의 조도가 좋을수록 베어링의 조립등이 용이하게 됩니다.

4.3 LSA 타입 슬림베어링의 와이어 베드 설계
위에서 설명한 LEL 이나 LER 타입의 베어링 엘리먼트와 달리 LSA 타입 베어링 엘리먼트는 예압 조절이 불가능하며 항상 클리어 런스를 가지고 있습니다. 아래 리스트와 같이 베어링은 0.02~0.08 mm 의 클리어런스를 가지고 있습니다. 와이어 베드는 LER 타입과 같이 분할 되어 있습니다. (클리어런스 세팅 불가)



보다 나은 설계를 위해 분할된 조립 상대물의 분할된 엘리먼트에 있어 아우터 링을 통합시키는 것이 센서블합니다. 링을 조립 상대물에 들어있는 와이어 베드는 레이스 링 안착을 위하여 R가공부를 필요로 하지 않습니다. 하지만 가공 톨의 R값은 0.2mm 보다 크지 않아야 합니다. KK 값이 $\varnothing 300\text{mm}$ 이하인 경우 $T=0.03\text{ mm}$ 이며 $\varnothing 300\text{mm}$ 이상인 경우 $T = 0.04\text{mm}$ 입니다.

와이어 베드의 진원도는 이론적으로 지름 공차의 절반 값입니다. 서로 접합되는 면의 탭 및 홈은 액시얼 방향의 런아웃에 영향을 미치며 래디얼 런아웃을 결정하는 베이스는 언제나 와이어 베드의 동심도입니다.

베어링이 마운팅되는 부분은 와이어 베드와 함께 한번의 세팅으로 가공되어야 합니다. 와이어 베드의 가공은 머시닝이나 밀링으로 가공이 가능합니다. 가공 면의 추천 조도는 Ra 3.2 이하이며 면의 조도가 좋을수록 베어링의 조립등이 용이하게 됩니다.

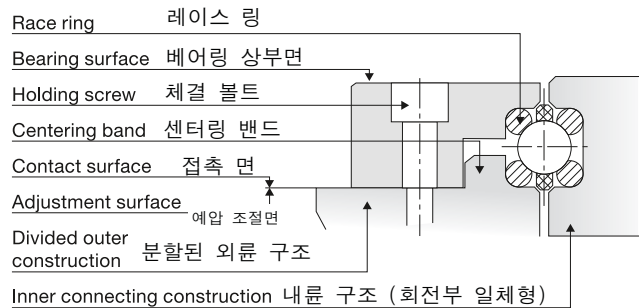
5 Assembly (조립)

5.1 베어링 엘리먼트 장착 및 예압 조절

5.1.1 와셔를 이용한 세팅

와셔를 이용하는 방법은 가장 경제적이고 유연한 방법으로 회전 저항 역시 조절이 가능합니다.

와셔는 볼트의 지름과 무관하게 다양한 두께로 주문이 가능합니다. (Accessories P.65 참조)



필요사항:

- 내륜 또는 외륜 분할 형태 구조.
- 분할부의 한쪽면의 높이는 0.3~0.5mm 작은 치수로 설계합니다. 이 틈새는 와셔를 삽입하기 위한 틈새입니다.
- 접합부의 분할된 면은 센터링 밴드를 이용하여 고정시켜야 합니다. 이것은 레이스 웨이가 평행하게 구동되도록 보장해주는 유일한 장치입니다.

장착 및 세팅:

일체형 부품에 레이스 링을 조립 합니다.
베어링을 조립하는 동안 레이스 링이 떨어지지 않도록 레이스 링의 베드부분에 그리스를 도포해 줍니다.
이때 두개의 레이스 링들은 서로 절단 부분이 180°가 되도록 장착 합니다. 분할 된 부품에도 같은 방법으로 레이스 링을 조립합니다.

볼 케이지를 장착한 후 베어링 엘리먼트에 그리스를 도포합니다. (6.1 윤활 및 유지보수 참조). 분할 부분을 조립하기 전에 조립볼트 부분에 와셔를 삽입합니다. 와셔의 두께는 틈새의 두께와는 무관합니다. (위 설명 참조)

볼트(6.5 스크류 조립 참조)를 조여 조립한 후 회전 저항을 측정합니다. 완성된 베어링을 2~3회 360° 회전시킵니다. 만약 측정된 회전 저항의 값이 5~10%를 벗어나는 경우 모든 와셔의 두께를 바꾸어 위의 과정을 반복합니다.

*세팅 방법은 2.1과 2.2에 설명되어 있습니다.

*Applies to both setting methods: 2.1 and 2.2.

5.1.2 연마가공을 이용한 예압 조절

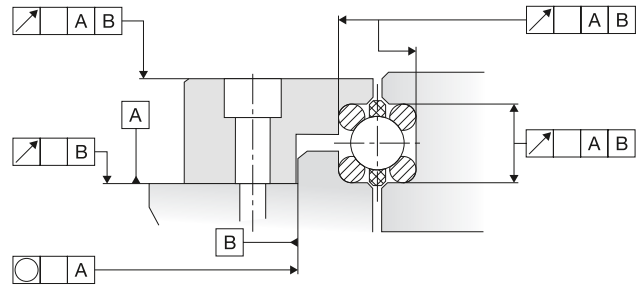
예압 조절면의 정확한 치수를 연마 가공을 하여 맞추게 됩니다. 이 방법은 베어링 하우징의 분할된 부분 조립시 조립면들이 최상의 정밀도를 갖게되어 조립 가공물간의 스트레스를 없애줍니다.

필요 준비 사항:

- 내륜 또는 외륜 분할 구조
- 가공물 사이즈에 맞는 평면 연마 기계
- 예압 조절을 위하여 분할 부분의 레이스 링 베드 높이 치수를 0.1mm 남겨둡니다.
- 분할된 두 개의 링은 센터링 밴드로 고정되어야 합니다. 이것은 두 레이스 웨이 사이의 평행도를 향상시킵니다.

장착 및 세팅::

볼 케이지를 삽입하고 분할된 링(예압 조절 링)을 조립합니다. 볼트를 모두 조여 조립하고(6.5 볼트 조립 참조) 베어링을 2~3회 360° 회전시킨 후 다이얼 게이지를 이용하여 내륜과 외륜 사이의 클리어런스를 측정합니다. 예압 조절 링을 다시 분해 하여 측정된 값에 0.02~0.03mm 를 더하여 평면 연마 작업을 합니다.



예압 조절 면과 레이스웨이의 평행도를 확보하기 위해 적절한 예압 치수를 설계 단계에서 결정하는 것이 좋습니다. 연마 작업으로 인한 분진을 완전히 제거한 후 예압 조절 링을 조립하고 위에 설명한 것과 같이 베어링을 구동시킵니다. 그리고 회전 저항을 측정합니다. 측정된 저항 수치가 기준보다 5~10% 이상 벗어나다면 위의 작업을 반복합니다. 조립 완료 후 윤활유 주입구를 통하여 윤활유를 주입합니다. (6.1 윤활 및 유지보수 참조)

프랑케 베어링은 -10°C ~ +70°C 의 온도조건에서 지속적인 사용하도록 설계되어 있으며 간헐적으로 +120°C 까지 사용이 가능합니다. 그리스 윤활시 원주 선속도는 10m/s 이며 오일 윤활시 12m/s입니다. 베어링 엘리먼트의 사용 수명을 위해 예압 세팅은 중요한 요소입니다.

베어링의 예압은 외부의 하중을 레이스웨이에 골고루 분산시켜 볼이 지정된 위치에서 이상적으로 구를수 있도록 합니다. 베어링의 예압은 실을 조립하지 않은 상태에서 카다로그에 게시된 각각의 베어링 엘리먼트 타입별 그래프의 값을 참조하여 세팅합니다.

Note:

베어링의 예압 조절은 공차 범위 내에서 베어링의 예압을 세팅하시는 것이 바람직합니다.

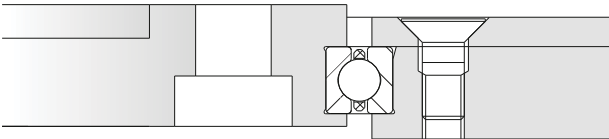
5.2 LSA 슬림베어링 타입 조립 및 예압 조절

LSA 타입은 와이어 레이스 베어링 기술의 지속적인 개발로 탄생한 제품입니다. 기존 와이어 레이스 베어링을 구성하는 4개의 레이스 링 대신에 LSA 타입은 단 2개의 레이스 와이어로 구성되어 하나의 제품을 완성합니다. 이 2개의 레이스 와이어의 특별한 프로파일로 인하여 LSA 타입 내부 볼들은 레이스 웨이와 4 포인트 접촉을 하고 있습니다. 이러한 특징으로 인하여 기존 타사의 슬림 베어링과 같은 하중 용량 특성을 가지고 있으며 마운팅 및 예압 조절 등이 매우 간편합니다.

베어링의 조립은 다음의 순서를 따릅니다. :

1. 부드러운 천 등으로 조립 구성품들을 청소합니다.
2. 레이스 링에 그리스를 도포합니다 (뒷면/rear side).
3. LSA의 내륜 링을 하우징의 내륜에 삽입합니다.
이때 외륜은 LSA의 레이스 링 끝단에서 분할되어 있도록 합니다.
4. 볼 케이지와 외륜을 내륜과 가조립합니다.
이때 볼 케이지가 밖으로 빠져나오지 않도록 외륜의 끝단을 같이 잡아 줍니다.
5. 외륜의 커버 부분을 닫습니다.
6. 볼트를 조여 조립합니다.

Installation proposal 설치 제안 예시:



Slim bearings type LSB

LSB 타입 슬림베어링은 매우 높은 탄력성을 가지고 있으며 반제품 형태의 와이어 레이스 베어링으로 콤팩트한 마운팅 공간에 간편하게 장착할 수 있습니다. 슬림 베어링 LSB의 베어링 엘리먼트(4개의 연마 레이스 링과 볼 케이지로 구성)는 내륜과 외륜이 스틸재질 슬리브로 둘러싸여 있습니다. 슬리브는 절단 되어 있어 반제품 형태의 베어링으로 다이렉트 마운팅이 가능합니다. 완제품 형태의 연마타입 스탠드 슬림베어링과 달리 프랑케 슬림베어링의 클리어런스는 하우징의 외륜과 내륜의 위치 조절과는 무관합니다. 그러므로 베어링의 장착과 분해가 쉽고 간편하며 특별한 공구나 열처리 등을 필요로 하지 않습니다.

프랑케 베어링은 -10°C ~ +70°C 의 온도조건에서 지속적인 사용하도록 설계되어 있으며 간헐적으로 +120°C 까지 사용이 가능합니다. 그리스 윤활시 원주 선속도는 10m/s 이며 오일 윤활시 12m/s입니다. 베어링 엘리먼트의 사용 수명을 위해 예압 세팅은 중요한 요소입니다.

베어링의 예압은 외부의 하중을 레이스 웨이에 골고루 분산시켜 볼이 지정된 위치에서 이상적으로 구를수 있도록 합니다. 베어링의 예압은 싨을 조립하지 않은 상태에서 카다로그에 게시된 각각의 베어링 엘리먼트 타입별 그래프의 값을 참조하여 세팅합니다.

Note: 베어링의 예압 조절은 공차 범위 내에서 베어링의 예압을 세팅하시는 것이 바람직합니다.

5.2.1 와셔를 이용한 세팅

와셔를 이용한 예압 세팅은 가장 경제적이면서도 유연한 방법으로 베어링의 회전 저항을 줄일 수도 있습니다. 와셔는 볼트의 지름과 무관하게 다양한 두께로 주문이 가능합니다. (Accessories P.65 참조)

필요사항:

- 내륜 또는 외륜 분할 형태 구조
- 분할부의 한쪽면의 높이는 0.3~0.5mm 작은 치수로 설계합니다. 이 틈새는 와셔를 삽입하기 위한 틈새입니다.
-

접합부의 분할된 면은 센터링 밴드를 이용하여 고정시켜야 합니다. 이것은 레이스 웨이가 평행하게 구동되도록 보장해주는 유일한 장치입니다.

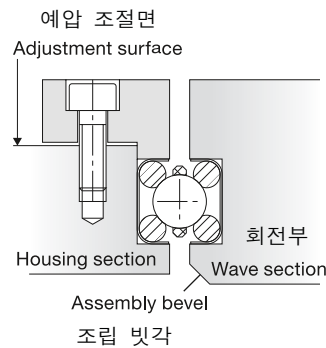
베어링 장착 예 A :

슬림 베어링을 베어링 하우징에 삽입합니다. 하우징의 분할부 커버를 조립 하기 전 와셔를 볼트 조립 부에 삽입합니다. 와셔의 두께는 구조물 사이의 틈새 사이즈와는 무관합니다.

(위 설명 참조). 볼트를 조여 조립하고

(6.5 Screw connections 참조) 베어링을 2~3회 360° 회전 시킨 후 베어링의 회전 저항을 측정합니다.

만약 측정된 회전 저항 값이 기준치에서 5~10%를 벗어난다면 모든 와셔의 두께를 재 조정한 후 위의 순서를 반복합니다.



5.2.2 하우징 가공을 통한 예압 세팅

베어링의 하우징 자체로 예압을 조절하는 경우 조절면의 정확한 치수를 위하여 연마 작업이 필요합니다. 이 방법은 베어링의 분할 조립면들 사이에 스트레스를 없애주어 최상의 정밀도를 갖게 됩니다.

필요준비 사항:

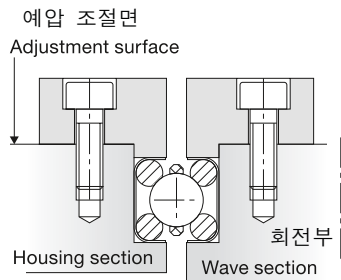
- 내륜 또는 외륜 분할 구조
- 가공물 사이즈에 맞는 평면 연마 기계
- 예압 조절을 위하여 분할 부분의 레이스 링 베드 높이 치수를 0.1mm 남겨둡니다.
- 분할된 두 개의 링은 센터링 밴드로 고정되어야 합니다. 이것은 두 레이스 웨이 사이의 평행도를 향상 시킵니다.

장착과 세팅 :

베어링을 두 개의 하우징 사이에 삽입한 후 분할되어 있는 커버(예압 조절 링)를 닫아 상대물과 조립합니다.

볼트를 조여 조립 하고(6.5 Screw connections 참조) 베어링을 2~3회 360°회전 시킨 후 다이얼 게이지를 이용하여 내륜과 외륜사이의 클리어 런스를 측정합니다. 예압조절링을 분해 한 다음 측정된 값에 0.02~0.03 mm를 더한 값으로 평면 연마 가공을 합니다.

예압 조절 면과 레이스웨이의 평행도를 확보하기 위해 적절한 예압 치수를 설계 단계에서 결정하는 것이 좋습니다. 연마 작업으로 인한 분진을 완전히 제거한 후 예압 조절 링을 조립하고 위에 설명한 것과 같이 베어링을 구동시킵니다. 그리고 회전 저항을 측정합니다. 측정된 저항 수치가 기준보다 5~10% 이상 벗어난다면 위의 작업을 반복합니다.



Installation and setting of bearing assemblies

베어링 어셈블리 장착 및 세팅

프랑케 베어링 어셈블리는 완전한 베어링 형태의 제품으로 카다로그에 게시된 스탠다드 베어링 외에 고객 맞춤형 특별 주문 제작 제품도 포함합니다. 베어링의 특성이나 구동 정밀도, 회전 저항, 강성 그리고 기타 일반적인 속성 값들은 하우징의 조립구조, 가공 정밀도와 완성도에 의해 좌우 됩니다. 그러므로 이러한 요소들은 특별히 매우 중요합니다.

6.1 윤활 및 유지 보수

베어링의 구동 마찰을 줄이고 영구적인 부식 방지를 위하여 충분한 윤활이 필요합니다. 모든 윤활제는 사용에 따라 알맞은 수명이 정해져 있습니다. 충분한 합성 윤활제는 최상의 베어링 수명을 가져다 줍니다. 프랑케 베어링 어셈블리의 초기 윤활은 ISOFLEX TOPAS NCA52

(Klüber 사의 특수 그리스 DIN51502 규격 : KHC2 N-50) 제품 사용을 권장합니다. 윤활제의 수명 대략 3년입니다. 위의 윤활제는 베어링 엘리먼트의 경우에도 권장 사항입니다.

미네랄 오일 베이스 또는 폴리알파올레핀 베이스의 고품질 리튬 비누기 그리스, 즉 DIN 51825-K2 K40 규격의 윤활제로 대체 가능합니다. 윤활제의 처리, 혼합, 사용 온도, 침해성, 제작사 등과 같은 윤활제와 관련된 사항들을 명확히 하여 주시기 바랍니다.

6.2 초기 윤활 및 재 윤활

와이어 레이스 베어링의 필요 윤활 양은 비교적 적은 편으로 베어링의 구동 속도에 따라 다릅니다. 만약 윤활제를 너무 많이 주입한다면 점차적으로 온도가 높아져 윤활을 방해하거나 윤활 속성을 변화시키는 결과를 초래 할 수 있습니다. 이로 인해 더 많은 마모가 발생하게 되며 베어링의 수명이 크게 줄어 들게 됩니다. 윤활제 주입량은 베어링 어셈블리 내부 빈 공간의 크기에 의해 좌우됩니다. 내부 빈공간의 20~30% 정도 윤활제를 주입하여야 하며 회전 베어링의 경우 30~40% 윤활제를 주입을 권장합니다.

프랑케 베어링 어셈블리는 제품 생산시 윤활제 주입이 되어 있습니다. 베어링 엘리먼트와 슬림 베어링의 경우 부식방지 오일이 도포되어 배송되며 조립시 윤활제를 도포하여야 합니다.

Technical Information

Wire Race Bearings

6.3 재윤활 및 윤활 주기

윤활 용량은 기계적인 하중과 사용 시간 등에 의해 결정됩니다. 그런 이유로 윤활제의 보충이나 완전한 교체 (예> 윤활제가 심각하게 오염된 경우)가 필요하게 됩니다. 구동 온도에서 재윤활이 가능한 경우 재 윤활을 하는 동안 베어링을 회전시킵니다.

재 윤활 량은 다음과 같이 계산 할 수 있습니다:

$$m = KK\emptyset \times H1/3 \times X$$

$$H1 = \text{베어링 링높이 mm}$$

$$KK\emptyset = \text{볼피치지름 mm}$$

$$m = \text{재윤활량 volume (g)}$$

$$X = \text{Table 1 에 따른 인수} \quad \text{mm}^{-1}$$

윤활 주기 : 정확한 윤활 주기는 베어링의 사용 특성에 따라 달라지게 됩니다. 그러므로 정확한 윤활 주기 (대략적인 값은 Table 1 참조)는 실험에 의해서만 결정 될 수 있습니다. 어플리케이션의 구동 시간에 따른 단위시간과 연계하여 X 인자를 결정하여야 합니다.(Table 2).

Note: 스탠다드 베어링은 한 개의 재 급유 장치만이 필요하며 베어링의 운동 자체로 골고루 윤활이 됩니다. 회전 베어링의 경우 최소한 3개의 재 급유구가 필요합니다 (3 x 120°).

Vu m/s	Interval h
0 bis < 3	5000
3 bis < 5	1000
5 bis < 8	600
3 bis < 10	200

Table 1: Relubrication schedule 재급유 스케줄

Interval	Weekly	Monthly	Yearly	2-3 years
X	0.002	0.003	0.004	0.005

Table 2: Relubrication intervals 재급유 주기

오일 순환 윤활도 가능하며 윤활유 제조사와의 협조가 필요합니다. 특수한 어플리케이션의 경우 비 윤활 베어링 제작도 가능합니다. (예. 클린룸, 진공룸등)

계산 예시 :

베어링 어셈블리 타입 LVA, KKØ500mm
회전 선 속도 3m/s
구동 시간 약 16h/day
원주 속도 3m/s 의 경우 재 윤활 스케줄 1000 h (Table 1 참조)
= 1000 (h)/16 (h/day) = 63 days ~ 3 months

계산 결과 재 윤활은 분기별로 하여야 합니다. 그에 따라 X (Table 2참조) 값은 반올림되어 0.003이 됩니다. H1 치수는 42mm입니다. (카다로그 46페이지 참조)

$m = 500 \text{ mm} \times 42/3 \text{ mm}^{-1} \times 0.003 \text{ g} = 21 \text{ g}$
그러므로 3개월 마다 21g (ISOFLEX TOPAS NCA52)의 재 윤활이 필요하며 윤활유의 수명은 3년입니다.

6.4 기어에 대한 윤활 및 윤활 주기

기어부는 자동 윤활을 권장합니다. 시운전을 하기 전 기어 및 스프라켓 부에 충분한 윤활을 하여야 합니다. 윤활 주기는 회전 속도와 기어의 모양 등에 따라 다르므로 개별적으로 고려되어야 합니다.

6.5 볼트조립

상대물들 간의 조립을 위해 볼트의 개수와 사이즈 등을 항상 체크하여야 합니다. 볼트와 볼트 사이의 간격 X는 125mm를 넘지 않아야 합니다. 볼트의 품질에 따라 토크 스패너를 이용하여 적절한 토크로 조이시기 바랍니다. (Table 3 참조)

	Quality Nm	
	8.8	12.9
M 6	10	17
M 8	25	41
M 10	49	83
M 12	86	145
M 16	210	355

Table 3: Tightening torque 체결 볼트 토크

상대물간의 원활한 조립을 위해 제시된 체결 토크에 맞춰 볼트를 조입니다. 볼트에 다른 인장력이 작용하지않는다면 가능한 제시된 체결토크에 맞춰 볼트를 조이시기 바랍니다. 구동 후 대략 100 시간 정도 지난 후 볼트 체결 상태를 체크하고 그 후 1000시간마다 체크하시기 바랍니다. 볼트 체결 상태 체크 주기는 구동 조건에 따라 상당히 짧아질 수 있습니다.(예:심한 진동에 노출 되어 있는 경우)

6.6 Gear 기어

프랑케 스탠다드는 열처리 하지않은 스퍼 기어(재질 42CrMo4V)이며 특수 기어는 주문 제작 사양입니다. 재질, 모양, 기어 등급 등은 각 고객사의 필요에 따라 언제든지 변경 제작이 가능합니다.

카다로그 상에 명시된 허용 회전력에 대한 데이터는 기어 이뿌리의 허용 굽힘력을 바탕으로 계산되었습니다. 최대 힘은 스타트나 브레이크 시 짧은 시간의 충격등과 같이 극심한 하중을 바탕으로 계산되었습니다. 이 수치들은 대략적인 값으로 두 구성품 (스프라켓과 베어링 어셈블리)을 고려하여 보다 정확하게 계산될 수 있습니다.

6.7 공차와 정밀도

각각의 타입에 대한 공차와 정밀도가 카다로그 해당 페이지에 명시되어 있습니다. 최상의 정밀도를 위해서는 베어링 하우징이 각각 구성품별로 조립면, 지름 치수 등이 연계되어 하나의 제품으로 완성되도록 설계되어야 합니다. 카다로그 상의 회전 정밀도는 평균적인 값을 나타낸 것이며 공차관리 등을 통하여 향상될 수 있습니다. 공차 데이터 T=IT6 또는 T=IT7 값은 지름 사이즈에 대한 기본적인 공차로 DIN ISO 286 규격을 따릅니다. (Table 4 참조)

Rated dimension range mm		Basic tolerances μm	
above ...	to	IT6	IT7
80...	120	22	35
120...	180	25	40
180...	250	29	46
250...	315	32	52
315...	400	36	57
400...	500	40	63
500...	630	44	70
630...	800	50	80
800...	1000	56	90
1000...	1250	66	105
1250...	1600	78	125

Table 4: Tolerance data

DIN ISO 286 T1 (11.90)

7 Rotary tables

프랑케 로터리 테이블은 모든 분야에 탄력적인 대응이 가능하며 특히 조립라인, 측정 및 검사 장치 등에 적합합니다. 모든 로터리 테이블은 프랑케 제품을 장착하고 있으며 콤팩트한 알루미늄 하우징 구조입니다. 웜 기어는 지속적인 하중 하에서도 고 정밀도를 유지합니다. 프랑케 로터리 테이블은 가벼우며 동시에 톨팅에 대해 높은 강성을 가지고 있습니다. 보다 상세한 기술 데이터는 카다로그의 각 페이지를 참조해 주십시오.

7.1 Load-bearing capacity 베어링 하중 용량

프랑케 로터리 테이블의 권장 안전계수는 단순 하중일 경우 $Sst \geq 3$ 이며 리프팅이나 특수 자비 등과 같은 변동하중일 경우 $Sst \geq 6$ 입니다. 프랑케는 고객사의 필요에 따라 하중 및 수명계산 자료를 제공하여 드리고 있습니다.

7.2 Temperature range 온도 범위

로터리 테이블의 사용 온도 범위는 $-10^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$ 이며 고객의 필요에 따라 고온 및 저온 등 표준 온도 범위 이외 사용제품도 제작하고 있습니다.

7.3 Lubrication 윤활

일반적으로 프랑케의 스탠다드 로터리 테이블은 와이어레이스 베어링에 사용되고 있는 ISOFLEX TOPAS NCA52 그리스를 사용하고 있습니다. 로터리 테이블의 사용 조건에 따라 6개월이나 1년 주기로 재 윤활을 권장합니다.

Lubrication point	Relubrication quantity per lubrication point g		
	left	front	right
LTA100		1	1
LTA200		1	1
LTB125	2		
LTB175		3	
LTB265		3	
LTB400		4	

7.4 Options 옵션

- 유도성 근접 스위치 장착.
- 구동 캠 위치의 자유로운 선택.
- 고객맞춤형 모터 고정부
- 적용 장비에 맞는 스텝모터나 서보모터
- 웜 샤프트에 로터리 엔코더 장착.
- 완전 자동화 솔루션

카다로그 상의 각 제품과 유지보수 매뉴얼을 참조하여 주시기 바랍니다.