

## 9 베어링의 끼워맞춤과 클리어런스

### 9.1 끼워맞춤

#### 9.1.1 끼워맞춤의 중요성

구름베어링이 적은 간섭량으로 축에 설치되어, 내륜에 하중을 받아 회전하면, 내륜과 축과의 사이에서 원주방향으로 유해한 미끄럼을 일으키는 경우가 있다.

크리프(Creep)라고 불리는 궤도륜의 이러한 미끄럼현상은, 끼워맞춤면에 간섭량이 부족한 경우, 하중점이 원주방향으로 이동함으로써 궤도륜이 축 또는 하우징에 대해서 원주방향으로 위치가 벗어나는 현상이다. 크리프가 한번 발생하면, 끼워맞춤면은 현저하게 마모되어, 축 또는 하우징을 손상시키는 경우가 많다. 또 베어링내부에 마모분이 침입하기도 해서 이상발열 진동등의 원인이 되는 경우도 있다.

따라서 보통 베어링의 끼워맞춤에 있어서는 하중을 받아 회전하는 궤도륜에 적절한 간섭량을 주어, 축 또는 하우징에 고정시키고 운전중의 크리프를 방지하는 것이 중요하다. 이 크리프는 베어링을 축방향으로 체결한 것만으로는 방지할 수 없는 경우도 많다. 단, 정지하중을 받는 궤도륜에는 일반적으로 간섭량을 주지 않아도 좋다. 또 사용조건 또는 설치·해체의 난

이도에 따라서는, 내륜, 외륜에 간섭량을 주지 않고 끼워맞춤을 하는 경우도 있다. 이 경우 크리프가 예상되는 끼워맞춤면의 손상에 대해서 윤활 또는 그외의 다른 배려가 필요하다.

#### 9.1.2 끼워맞춤의 선정

##### (1) 하중의 성질과 끼워맞춤

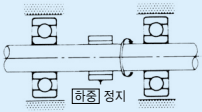
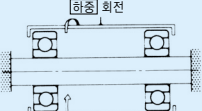
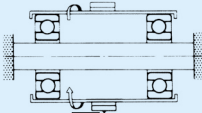
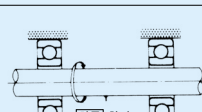
끼워맞춤의 선정은 베어링에 걸리는 하중방향과 내륜·외륜의 회전상태에 따라 결정되며, 일반적으로는 표9.1에 의한다.

##### (2) 하중의 크기와 간섭량

내륜의 간섭량은 레이디얼하중이 걸리면 감소된다. 내륜의 간섭량의 감소량은 일반적으로 다음 식에 의해 구할 수 있다.

$$\left. \begin{aligned} \Delta d_r &= 0.08 \sqrt{\frac{d}{B}} F_r \times 10^{-3} \dots\dots (N) \\ \Delta d_r &= 0.25 \sqrt{\frac{d}{B}} F_r \times 10^{-3} \dots\dots \{kgf\} \end{aligned} \right\} \dots\dots (9.1)$$

표 9. 1 하중의 성질과 끼워맞춤

하중의 방향	베어링의 회전		하중 조건	끼워맞춤	
	내 륜	외 륜		내 륜	외 륜
	회 전	정 지	내륜회전하중 외륜정지하중	역지끼워맞춤	헐거운끼워맞춤
	정 지	회 전			
	정 지	회 전	외륜회전하중 내륜정지하중	헐거운끼워맞춤	역지끼워맞춤
	회 전	정 지			
하중방향이 변동되거나, 불균형하중이 있는등, 하중방향이 일정하지 않는 경우	회전 또는 정지	회전 또는 정지	방향부정하중	역지끼워맞춤	역지끼워맞춤

여기서,  $\Delta d_r$ : 내륜 간섭량의 감소량 (mm)

$d$ : 호칭베어링내경 (mm)

$B$ : 호칭내륜폭 (mm)

$F_r$ : 베어링에 작용하는 레이디얼 하중 (N) {kgf}

따라서 하중에 대한 유효간섭량  $\Delta d$ 는 식(9.1)에서 구해진 값보다 크게할 필요가 있다.

레이디얼하중이, 기본정정격하중  $C_{or}$ 의 20%를 넘는 중하중의 경우에는 간섭량이 부족해지는 것이 경험되고 있으며 이 경우에는 식(9.2)에 의해 필요한 최소간섭량을 구한다.

$$\left. \begin{aligned} \Delta d \geq 0.02 \frac{F_r}{B} \times 10^{-3} \dots\dots (N) \\ \Delta d \geq 0.2 \frac{F_r}{B} \times 10^{-3} \dots\dots \{kgf\} \end{aligned} \right\} \dots\dots (9.2)$$

여기서,  $\Delta d$ : 필요한 효과 간섭량 (mm)

$F_r$ : 베어링에 걸리는 레이디얼 하중 (N) {kgf}

$B$ : 호칭내륜폭 (mm)

(3) 베어링과 축 및 하우징과의 온도차에 의한 간섭량의 변화

베어링내륜의 끼워맞춤면의 간섭량은 운전중에 있어서의 베어링의 온도상승에 의해서 감소된다. 지금, 베어링내부의 온도와 하우징주위의 온도와의 온도차를  $\Delta T(^{\circ}C)$ 라고 하면, 축을 적극적으로 냉각시킬 경우 축과 내륜과의 끼워맞춤면의 온도 차는 대략 (0.1~0.15)  $\Delta T$ 라고 가정할 수 있다. 따라서 이 온도차에 의한 내륜의 간섭량의 감소량  $\Delta d_T$ 는 식(9.3)에서 구할 수 있다.

$$\begin{aligned} \Delta d_T &= (0.10 \sim 0.15) \Delta T \cdot \alpha \cdot d \\ &\approx 0.0015 \Delta T \cdot d \times 10^{-3} \dots\dots (9.3) \end{aligned}$$

여기서,  $\Delta d_T$ : 온도차에 의한 간섭량의 감소량 (mm)

$\Delta T$ : 베어링내부와 하우징 주위와의 온도차( $^{\circ}C$ )

$\alpha$ : 베어링강의 선팽창계수  $\approx 12.5 \times 10^{-6}$  ( $1/^{\circ}C$ )

$d$ : 호칭베어링 내경 (mm)

또, 외륜과 하우징과의 사이에서는 양자의 온도차 및 팽창계수의 차에 따라서 역으로 간섭량이 증가하는 경우도 있다.

(4) 유효간섭량과 끼워맞춤면의 가공정밀도

끼워맞춤면의凹凸(요철)은 끼워맞춤 작업시 놀리

여기서 유효간섭량은 겹보기 간섭량보다 작아진다.

이 겹보기간섭량의 감소량은, 끼워맞춤면의 거칠기 정도에 따라 다르지만, 일반적으로 유효간섭량은, 다음의 식에 의해 구할 수 있다.

$$\text{연삭축에는 } \Delta d = \frac{d}{d+2} \Delta d_a \dots\dots (9.4)$$

$$\text{선삭축에는 } \Delta d = \frac{d}{d+3} \Delta d_a \dots\dots (9.5)$$

여기서,  $\Delta d$ : 유효간섭량 (mm)

$\Delta d_a$ : 겹보기 간섭량 (mm)

$d$ : 호칭베어링 내경 (mm)

식(9.4), (9.5)에 의하면, 내경 30~150mm 정도의 베어링에서는, 유효간섭량은 겹보기 간섭량의 약 95%정도가 된다.

(5) 끼워맞춤에 의한 응력과 궤도륜의 팽창·수축 간섭량을 주어 베어링을 축 또는 하우징에 설치하면, 궤도륜은 팽창 또는 수축하여 응력이 발생한다.

간섭량이 지나치게 크면 궤도륜이 파손되는 경우가 있으므로, 기준치로서 간섭량의 최대를 축径의 7/10000 이하로 하는것이 안전하다.

끼워맞춤면의 면압, 궤도륜의 팽창·수축량 및 원주방향의 응력은 15.2항 끼워맞춤(1) (A130~A131 페이지)에 표시된 식으로 계산할 수 있다.

9.1.3 추천끼워맞춤

앞에서 기술했던 것과 같이 용도에 맞는 끼워맞춤을 선정하려면, 베어링하중의 성질, 크기, 온도조건, 베어링의 설치·해체등의 모든 조건을 고려해야만 한다.

하우징이 박음인 경우, 또는 중공축에 베어링을 설치하는 경우에는 보통보다 간섭량을 크게할 필요가 있다. 분리형 하우징은, 때때로 베어링의 외륜을 변형시키는 경우가 있으므로 외륜을 억지끼워맞춤을 할 필요가 있을 경우에는 분리형 하우징의 채용을 피하는 편이 좋다. 또 진동이 큰 사용조건에서는 내륜·외륜을 억지끼워맞춤(tight fitting)으로한다.

가장 일반적인 추천 끼워맞춤을 표9.2~표9.7에 표시한다. 특별한 사용조건인 경우에는 **NSK**에 상담해 주십시오. 또, 축이나 하우징의 정도 및 거칠기에 대해서는, 뒤에 기술하는 11.1항(A100페이지)를 참조해 주십시오.

표 9.2 레이디얼베어링의 축과의 끼워맞춤

조 건	적용예(참고)	축 경 (mm)			축 의 공차범위클래스	비 고	
		볼베어링	원통로울러베어링 테이퍼로울러베어링	자동조심로울러 베어링			
원 통 구 멍 베 어 링 과 축							
외 회 회 전 중 하	내륜이 축상을 용이하 게 움직일 필요가 있다.	정지축의 차륜	모든 축경에 적용			g6	정밀을 요하는 경우에는 g5, h6를 사용한다. 대형베어링인 경우, 베어링이 용이하게 이동할 수 있도록 r6 이라도 좋다.
	내륜이 축상을 용이하 게 움직일 필요가 없다.	텐션롤리, 권선기				h6	
내 륜 회 전 중 하	경 하 중 또는 변동하중 (0.06C <sub>r</sub> <sup>(1)</sup> 이하의 하중)	가전기구, 펌프	18이하	-	-	js5	정도를 요하는 부분에는 5급을 쓰고 베어링도 고정도의 것을 사용한다. 또 내경 18mm이하의 고정도 볼 베어링에는 h5를 사용한다.
		송풍기, 운반차	18~100	40이하	-	js6(j6)	
		정밀기계	100~200	40~140	-	k6	
		공작기계	-	140~200	-	m6	
또는 방 향 부 정 중 하	보통하중 (0.06~0.13C <sub>r</sub> <sup>(1)</sup> 의 하중)	일반적베어링응용	18이하	-	-	js5~6(j5~6)	단열테이퍼로울러베어링 및 단열앵글러 볼베어링의 경우에는 k5, m5 대신에 k6, m6을 사용할 수 있다.
		중대형전동기	18~100	40이하	40이하	k5~6	
		터빈	100~140	40~100	40~65	m5~6	
		펌프	140~200	100~140	65~100	m6	
		엔진의 주베어링	200~280	140~200	100~140	n6	
		치차운동장치	-	200~400	140~280	p6	
		목공기계	-	-	280~500	r6	
축방향 하중만 작용	각종베어링의 사용부위	철도차량	-	50~140	50~100	n6	CN클리어런스보다 큰 클리어런스의 베어링을 필요로 한다.
		산업차량	-	140~200	100~140	p6	
		전차의주전동기	-	200초과	140~200	r6	
		건설기계	-	-	200~500	r7	
테이퍼구멍베어링(슬리브 부착)과 축							
각각의 하중 조건	일반적베어링부위	모든 축경에서 적용			h9/IT5 <sup>(2)</sup>	IT5, IT7 축의 형상편차 (진원도, 원통도)가 각각 IT5, IT7의 공차범위 권내에 있어야만 하는것을 나타낸다.	
	철도차량				h10/IT7 <sup>(2)</sup>		
	전동축						
	목공기계주축						

주 (1) C<sub>r</sub>는 사용할 베어링의 기본동정격하중을 나타낸다.  
 (2) IT수치에 관해서는 부표 11(C22페이지)를 참조하여 주십시오.  
 비고 이 표는 鋼의 중심축에 적용한다.

표 3.3 스러스트베어링의 축과의 끼워맞춤

조 건	적용예(참고)	축 경 (mm)	축 의 공차범위클래스	비 고	
축방향 하중만 작용	선반주축	모든 축경에 적용	h6 또는 js6(j6)	-	
합성하중 (스러스트하중과 심로울러베어링)	내륜정지하중	모든 축경에 적용	js6(j6)	-	
	내륜회전하중		200 이하		k6
	또는 펄프정제기		200~400		m6
	방향부정하중		400초과		n6

표 9.4 레이디얼베어링의 하우징구멍과의 끼워맞춤

조		건	적용예(참고)	하우징구멍의 공차범클래스	외륜의 이동	비 고
일체형 하우징	외륜회전중 하중	박육하우징에 중하중 큰 충격하중	자동차HUB베어링(로울러 크레인의 주행차륜)	P7	외륜은 축방향 으로 이동할 수 없다.	-
		보통하중 중하중	자동차 HUB베어링(볼) 진동 스크린 편심축	N7		
		경하중 변동하중	콘베어로울러 휠차 텐션폴리	M7		
일체형 또는 분리형 하우징	방향부정중 하중	큰 충격하중	전차의 주전동기	K7	외륜은 원칙적 으로, 축방향으로 이동할 수 없다.	외륜이 축방향으로 이동할 필요가 없는 경우
		보통하중 중하중	펌프 크랭크축의 주베어링, 중·대형전동기			
	내륜회전중 하중	모든하중	일반적인 베어링부위 철도차량의 하우징	H7	외륜은 액설방 향으로 용이하게 이동할 수 있다.	-
보통하중 경하중		플러머블록	H8			
축과 내륜이 고온이 되는 경우		제지용 건조기	G7			
일체형 하우징	방향부정중 하중	연삭스핀들의 후면 블베어링 고속원심압축기의 자유축베어링	JS6(J6)	외륜은 액설방 향으로 이동할 수 있다.	-	
		연삭스핀들의 전면블 베어링 고속원심압축기의 고정축베어링	K6			외륜은 원칙적 으로 축방향으로 고정된다.
	내륜회전중 하중	변동하중이고, 특히 정 밀한 회전과 큰 강성을 요구하는 경우	공작기계주축용원동 로울러베어링	M6 또는 N6	외륜은 축방 향으로 고정된다.	-
정속한 운전이 요구되 는 경우		가전기기	H6	외륜은 축방 향으로 용이하게 이동할 수 있다.		

비 고 1. 이 표는 주철 또는 강재하우징에 적용한다. 경합금재하우징에 대해서는, 상기표의 끼워맞춤보다 간섭량을 크게 한다.  
2. 셀링니어들 로울러 베어링등의 특수한 끼워맞춤 등에 대해서는, 각각의 베어링치수표의 앞장설명문을 참조해 주십시오.

표 9.5 스러스트베어링의 하우징구멍과의 끼워맞춤

조	건	적용베어링	하우징구멍의 공차범위클래스	비 고
축방향하중만 작용		스러스트 볼 베어링	클리어런스 0.25mm 이상	보통의 경우
			H8	정도를 요하는 경우
		스러스트자동조심 로울러베어링 급구배 테이퍼 로울 러 베어링	외륜은 레이디얼 방 향에 클리어런스를 준다.	레이디얼하중을 다른 베어링에서는 부하하 는 경우
합성하중	외륜정지하중	스러스트자동조심 로울러베어링	H7 또는 JS7(J7)	-
			K7	보통의 경우
	외륜회전하중 또는 방향부정하중		M7	비교적 레이디얼하중이 큰 경우

표 9.6 인치계열 테이퍼 로울러 베어링의 축과의 끼워맞춤

(1) 정도등급 CLASS 4, CLASS 2 베어링

단위 :  $\mu\text{m}$

조 건		호칭베어링내경 $d$				베어링내경의 치수허용차 $\Delta d_s$		축 의 치수허용차		비 고	
		초 과		이 하		상	하	상	하		
		(mm)	1/25.4	(mm)	1/25.4						
내 륜 회 전	보 통 하 중	-		76.200	3.0000	+13	0	+ 38	+ 25	일반적으로, $d \leq 152.4\text{mm}$ 인 베어링은 CN클리어런스보다 큰 클리어런스의 베어링을 사용한다.	
		76.200	3.0000	304.800	12.0000	+25	0	+ 64	+ 38		
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+51	0	+127	+ 76		
	609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	+190	+114			
	중 하 중 충 격 하 중 고 속 회 전	-		76.200	3.0000	+13	0	+ 64	+ 38		일반적으로 CN클리어런스보다 큰 클리어런스의 베어링을 사용한다. ※는 평균간섭량으로서 0.0005d 정도의 값을 채용한다.
		76.200	3.0000	304.800	12.0000	+25	0	*	*		
304.800		12.0000	609.600	24.0000	+51	0	*	*			
609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	+381	+305				
외 륜 회 전	충격이없는 보 통 하 중	-		76.200	3.0000	+13	0	+ 13	0	내륜은 축방향으로 이동이 불가능하다. 중하중, 충격하중이 걸리는 경우에는 상란(上欄)을 적용한다.	
		76.200	3.0000	304.800	12.0000	+25	0	+ 25	0		
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+51	0	+ 51	0		
	609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	+ 76	0			
	중 하 중 충 격 하 중 고 속 회 전	-		76.200	3.0000	+13	0	0	-13		내륜은 축방향으로 이동이 가능하다.
		76.200	3.0000	304.800	12.0000	+25	0	0	-25		
304.800		12.0000	609.600	24.0000	+51	0	0	-51			
609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	0	-76				

(2) 정도등급 CLASS 3, CLASS 0<sup>(1)</sup>의 베어링

단위 :  $\mu\text{m}$

조 건		호칭베어링내경 $d$				베어링내경의 치수허용차 $\Delta d_s$		축 의 치수허용차		비 고	
		초 과		이 하		상	하	상	하		
		(mm)	1/25.4	(mm)	1/25.4						
내 륜 회 전	정 밀 공 작 기 계 의 주 축	-		76.200	3.0000	+13	0	+ 30	+18	-	
		76.200	3.0000	304.800	12.0000	+13	0	+ 30	+18		
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+25	0	+ 64	+38		
	609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	+102	+64			
	중 하 중 충 격 하 중 고 속 회 전	-		76.200	3.0000	+13	0	-	-		최소간섭량은 0.00025d 정도가 되어야 한다.
		76.200	3.0000	304.800	12.0000	+13	0	-	-		
304.800		12.0000	609.600	24.0000	+25	0	-	-			
609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	-	-				
외 륜 회 전	정 밀 공 작 기 계 의 주 축	-		76.200	3.0000	+13	0	+ 30	+18	-	
		76.200	3.0000	304.800	12.0000	+13	0	+ 30	+18		
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+25	0	+ 64	+38		
	609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	+102	+64			

주 (1)  $d$ 가 304.8mm를 초과하는 베어링에는 CLASS 0은 없다.

표 9.7 인치계열 테이퍼 로울러 베어링의 하우징과의 끼워맞춤

(1) 정도등급 CLASS 4, CLASS 2 베어링

단위 :  $\mu\text{m}$

조 건	호칭베어링외경 $D$				베어링외경의 치수허용차 $\Delta D_s$		하우징내경의 치수허용차		비 고	
	초 과		이 하		상	하	상	하		
	(mm)	1/25.4	(mm)	1/25.4						
내륜 회전하중	자유측 또는 고정측에 사용할 경우	76.200	3.0000	76.200	3.0000	+25	0	+76	+51	외륜은 축방향으로 용이하게 이동할 수 있다.
		127.000	5.0000	304.800	12.0000	+25	0	+76	+51	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+51	0	+152	+102	
		609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	+229	+152	
	외륜 위치를 축방향으로 조정할 수 있다.	76.200	3.0000	76.200	3.0000	+25	0	+25	+0	외륜은 축방향으로 이동할 수 있다.
		127.000	5.0000	304.800	12.0000	+25	0	+25	+0	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+51	0	+15	+25	
		609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	+76	+51	
	외륜 위치를 축방향으로 조정할 수 없다.	76.200	3.0000	76.200	3.0000	+25	0	-13	-38	원칙적으로 외륜은 축방향에 고정된다.
		127.000	5.0000	304.800	12.0000	+25	0	-25	-51	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+51	0	-25	-76	
		609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	-25	-102	
외륜 회전하중	보통하중 외륜 위치를 축방향으로 조정할 수 없다.	76.200	3.0000	76.200	3.0000	+25	0	-13	-38	외륜은 축방향에 고정된다.
		127.000	5.0000	304.800	12.0000	+25	0	-25	-51	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+51	0	-25	-76	
		609.600	24.0000	914.400	36.0000	+76	0	-25	-102	

(2) 정도등급 CLASS 3, CLASS 0<sup>(1)</sup>의 베어링

단위 :  $\mu\text{m}$

조 건	호칭베어링외경 $D$				베어링외경의 치수허용차 $\Delta D_s$		하우징내경의 치수허용차		비 고	
	초 과		이 하		상	하	상	하		
	(mm)	1/25.4	(mm)	1/25.4						
내륜 회전하중	자유측에 사용	152.400	6.0000	152.400	6.0000	+13	0	+38	+25	외륜은 축방향으로 용이하게 이동할 수 있다.
		304.800	12.0000	304.800	12.0000	+13	0	+38	+25	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+25	0	+64	+38	
		609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	+89	+51	
	고정측에 사용	152.400	6.0000	152.400	6.0000	+13	0	+25	+13	외륜은 축방향으로 이동할 수 있다.
		304.800	12.0000	304.800	12.0000	+13	0	+25	+13	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+25	0	+51	+25	
		609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	+76	+38	
	외륜 위치를 축방향으로 조정할 수 있다.	152.400	6.0000	152.400	6.0000	+13	0	+13	0	원칙적으로 외륜은 축방향에 고정된다.
		304.800	12.0000	304.800	12.0000	+13	0	+25	0	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+25	0	+25	0	
		609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	+38	0	
외륜 위치를 축방향으로 조정할 수 없다.	152.400	6.0000	152.400	6.0000	+13	0	0	-13	외륜은 축방향에 고정된다.	
	304.800	12.0000	304.800	12.0000	+13	0	0	-25		
	304.800	12.0000	609.600	24.0000	+25	0	0	-25		
	609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	0	-38		
외륜 회전하중	보통하중 외륜 위치를 축방향으로 조정할 수 없다.	76.200	3.0000	76.200	3.0000	+13	0	-13	-25	외륜은 축방향에 고정된다.
		152.400	6.0000	152.400	6.0000	+13	0	-13	-25	
		304.800	12.0000	304.800	12.0000	+13	0	-13	-38	
		304.800	12.0000	609.600	24.0000	+25	0	-13	-38	
609.600	24.0000	914.400	36.0000	+38	0	-13	-51			

주 (1) 베어링내경  $D$ 가 304.8mm를 초과하는 베어링에는 CLASS 0은 없다.

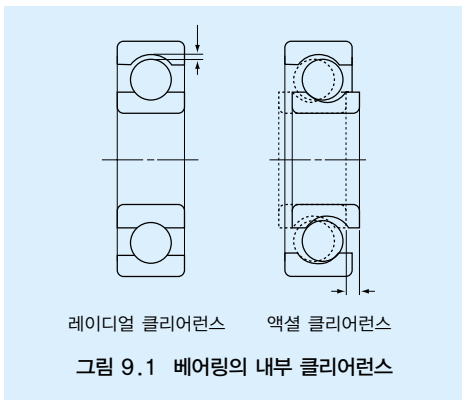
9.2 베어링의 내부클리어런스

9.2.1 내부클리어런스와 규격치

구름베어링의 운전중에 있어서의 내부클리어런스(클리어런스라고도 한다.)의 크기는 피로수명, 진동·소음, 발열등 베어링의 성능에 크게 영향을 미친다.

따라서, 내부클리어런스의 선정은 형식·치수가 정해진 베어링에 있어서 중요한 검사항목의 하나이다.

그 내부 클리어런스란, 베어링의 내륜·외륜과 전동체와의 사이의 유격량이다. 즉 내륜, 외륜의 어느쪽의 한쪽을 고정하고, 다른쪽의 궤도륜을 상하 또는 좌우 방향으로 움직였을때의 움직임량이다. 레이디얼 방향 및 축방향의 움직임량을, 각각 레이디얼 클리어런스, 액셀 클리어런스라고 한다. (그림9.1)



일반적으로, 안정된 측정치를 얻기 위해서 베어링에 규정된 측정하중을 주고 클리어런스를 측정한다. 그렇기 때문에, 측정된 클리어런스값은, 이론 내부클리어런스 (레이디얼 베어링에서는 기하클리어런스라고도 한다.)값과 비슷하기는 하지만 측정하중에 의한 탄성변형량(접근량)만큼 크게 된다(측정클리어런스라고 하여 구별하기도 한다). 따라서 이론내부클리어런스는, 이 탄성변형에 의한 클리어런스와 증가량을 보정해서 구하게 된다. 로울러 베어링에서는, 이 탄성변형량이 적으므로 무시할 수가 있다.

일반적으로 설치하기전의 베어링클리어런스는 이론 내부클리어런스의 값으로 규정되어 있다.

표9.8에 베어링 형식별 클리어런스의 적용표를 종합해서 표시한다.

표 9.8 베어링형식과 레이디얼 내부클리어런스의 적용표

베 어 링 형 식		표의번호	참조페이지
깊은홈볼베어링		표9.9	A89
소경 볼 베어링 · 미니츄어 볼 베어링		표9.10	A89
매그니토 볼 베어링		표9.11	A89
자동조심 볼 베어링		표9.12	A90
깊은홈볼베어링	전 동 기 용	표9.13.1	A90
원통로울러베어링		표9.13.2	A90
원통로울러베어링	원통구멍베어링(비호환성)	표9.14	A91
	테이퍼구멍베어링(비호환성)		
자동조심로울러 베 어 링	원통구멍베어링	표9.15	A92
	테이퍼구멍베어링		
복열 및 조합 테이퍼 로울러 베어링		표9.16	A93
조합 앵글러 볼 베어링 <sup>(1)</sup>		표9.17	A94
4점 접촉 볼 베어링		표9.18	A94

주 (1) 액셀클리어런스의 값으로 표시한다.

표 9.9 깊은 홈 볼 베어링의 레이디얼 클리어런스

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$		클리어런스									
		C2		CN		C3		C4		C5	
초과	이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
10 <sup>only</sup>		0	7	2	13	8	23	14	29	20	37
10	18	0	9	3	18	11	25	18	33	25	45
18	24	0	10	5	20	13	28	20	36	28	48
24	30	1	11	5	20	13	28	23	41	30	53
30	40	1	11	6	20	15	33	28	46	40	64
40	50	1	11	6	23	18	36	30	51	45	73
50	65	1	15	8	28	23	43	38	61	55	90
65	80	1	15	10	30	25	51	46	71	65	105
80	100	1	18	12	36	30	58	53	84	75	120
100	120	2	20	15	41	36	66	61	97	90	140
120	140	2	23	18	48	41	81	71	114	105	160
140	160	2	23	18	53	46	91	81	130	120	180
160	180	2	25	20	61	53	102	91	147	135	200
180	200	2	30	25	71	63	117	107	163	150	230
200	225	2	35	25	85	75	140	125	195	175	265
225	250	2	40	30	95	85	160	145	225	205	300
250	280	2	45	35	105	90	170	155	245	225	340
280	315	2	55	40	115	100	190	175	270	245	370
315	355	3	60	45	125	110	210	195	300	275	410
355	400	3	70	55	145	130	240	225	340	315	460
400	450	3	80	60	170	150	270	250	380	350	510
450	500	3	90	70	190	170	300	280	420	390	570
500	560	10	100	80	210	190	330	310	470	440	630
560	630	10	110	90	230	210	360	340	520	490	690
630	710	20	130	110	260	240	400	380	570	540	760
710	800	20	140	120	290	270	450	430	630	600	840

비 고 측정클리어런스로서 사용할 경우, 측정하중에 의해서, 발생하는 레이디얼 클리어런스의 증가량을 보정해야 하며 그 클리어런스 보정량은 아래표에 의한다. 또 C2클리어런스의 클리어런스보정량중, 작은쪽은 최소클리어런스에, 큰쪽은 최대클리어런스에 적용한다.

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$		측정하중 (N) [kgf]	클리어런스의 보정량				
			C2	CN	C3	C4	C5
초과	이하						
10 <sup>(1)</sup>	18	24.5 2.5	3~4	4	4	4	4
18	50	49 5	4~5	5	6	6	6
50	280	147 15	6~8	8	9	9	9

주 (1) 10mm는 이 치수구분에 포함된다.

비 고 280mm를 넘는 수치에 관해서는 **NSK**에 상담하여 주십시오.

표 9.10 소경볼베어링·미니츄어볼베어링의 레이디얼 내부 클리어런스

단위 :  $\mu\text{m}$

클리어런스 기호	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
	최소	최대	최소	최대	최소	최대
클리어런스	0	5	3	8	5	10
					8	13
					13	20
					20	28

비 고 1. 표준 클리어런스는 MC3이다.  
2. 측정클리어런스로서 사용할 경우 아래표의 보정량을 더한다.

단위 :  $\mu\text{m}$

클리어런스 보정량	MC1	MC2	MC3	MC4	MC5	MC6
	클리어런스	1	1	1	1	2

또한 측정하중은 다음과 같다.  
미니츄어볼베어링 \*의 경우 2.5N(0.25kgf)  
소경볼베어링 \*의 경우 4.4N(0.45kgf)  
\*의 구분에 대해서는 B31페이지 표1 참조

표 9.11 매그니토볼베어링의 레이디얼 내부클리어런스

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$		베어링계열	클리어런스	
			최소	최대
초과	이하			
2.5	30	EN	10	50
		E	30	60



표 9.12 자동조심 볼 베어링의 레이디얼 내부클리어런스

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$	원통구멍 베어링의 클리어런스										테이퍼구멍 베어링의 클리어런스									
	C2		CN		C3		C4		C5		C2		CN		C3		C4		C5	
초과 이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
2.5 6	1	8	5	15	10	20	15	25	21	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6 10	2	9	6	17	12	25	19	33	27	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10 14	2	10	6	19	13	26	21	35	30	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14 18	3	12	8	21	15	28	23	37	32	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18 24	4	14	10	23	17	30	25	39	34	52	7	17	13	26	20	33	28	42	37	55
24 30	5	16	11	24	19	35	29	46	40	58	9	20	15	28	23	39	33	50	44	62
30 40	6	18	13	29	23	40	34	53	46	66	12	24	19	35	29	46	40	59	52	72
40 50	6	19	14	31	25	44	37	57	50	71	14	27	22	39	33	52	45	65	58	79
50 65	7	21	16	36	30	50	45	69	62	88	18	32	27	47	41	61	56	80	73	99
65 80	8	24	18	40	35	60	54	83	76	108	23	39	35	57	50	75	69	98	91	123
80 100	9	27	22	48	42	70	64	96	89	124	29	47	42	68	62	90	84	116	109	144
100 120	10	31	25	56	50	83	75	114	105	145	35	56	50	81	75	108	100	139	130	170
120 140	10	38	30	68	60	100	90	135	125	175	40	68	60	98	90	130	120	165	155	205
140 160	15	44	35	80	70	120	110	161	150	210	45	74	65	110	100	150	140	191	180	240

표 9.13 전동기용베어링의 레이디얼 내부 클리어런스

표 9.13.1 전동기용 깊은홀 볼 베어링

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$	클리어런스		비 고	
	CM		추천끼워맞춤	
초과 이하	최소	최대	축	허우징구멍
10 (올코환)	18	4	11	js5(j5)
18	30	5	12	
30	50	9	17	
50	80	12	22	k5
80	100	18	30	
100	120	18	30	m5
120	160	24	38	

비 고 측정하중에 의해 발생하는 레이디얼 클리어런스의 증가량은, 표9.9 비교의 CN 클리어런스의 보정량과 같다.

표 9.13.2 전동기용 원통로울러 볼 베어링

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$	클리어런스				비 고	
	호환성 CT		비호환성 CM		추천끼워맞춤	
초과 이하	최소	최대	최소	최대	축	허우징구멍
24	40	15	35	15	30	k5
40	50	20	40	20	35	
50	65	25	45	25	40	
65	80	30	50	30	45	m5
80	100	35	60	35	55	
100	120	35	65	35	60	
120	140	40	70	40	65	JS6~7 (J6~7) 또는 K6~7
140	160	50	85	50	80	
160	180	60	95	60	90	
180	200	65	105	65	100	n6

표 9.14 원통로울러베어링 · 슬리드형니어들 로울러베어링의 레이디얼 내부클리어런스

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$	원통구멍베어링의 호환성 클리어런스										원통구멍베어링의 비호환성 클리어런스											
	C2		CN		C3		C4		C5		CC1		CC2		CC <sup>(1)</sup>		CC3		CC4		CC5	
초과 이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
— 10	0	25	20	45	35	60	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10 24	0	25	20	45	36	60	50	75	65	90	5	15	10	20	20	30	35	45	55	75	65	75
24 30	0	25	20	45	36	60	50	75	70	95	5	15	10	25	25	35	40	50	45	60	70	80
30 40	5	30	25	50	45	70	60	85	80	105	5	15	12	25	25	40	45	55	55	70	80	95
40 50	5	35	30	60	50	80	70	100	95	125	5	18	15	30	30	45	50	65	65	80	95	110
50 65	10	40	40	70	60	90	80	110	110	140	5	20	15	35	35	50	55	75	90	110	130	140
65 80	10	45	40	75	65	100	90	125	130	165	10	25	20	40	40	60	70	90	90	110	130	150
80 100	15	50	50	85	75	110	105	140	155	190	10	30	25	45	45	70	80	105	105	125	155	180
100 120	15	55	50	90	85	125	125	165	180	220	10	30	25	50	50	80	95	120	120	145	180	205
120 140	15	60	60	105	100	145	145	190	200	245	10	35	30	60	60	90	105	135	135	160	200	230
140 160	20	70	70	120	115	165	165	215	225	275	10	35	35	65	65	100	115	150	150	180	225	260
160 180	25	75	75	125	120	170	170	220	250	300	10	40	35	75	75	110	125	165	165	200	250	285
180 200	35	90	90	145	140	195	195	250	275	330	15	45	40	80	80	120	140	180	180	220	275	315
200 225	45	105	105	165	160	220	220	280	305	365	15	50	45	90	90	135	155	200	200	240	305	350
225 250	45	110	110	175	170	235	235	300	330	395	15	50	50	100	100	150	170	215	215	265	330	380
250 280	55	125	125	195	190	260	260	330	370	440	20	55	55	110	110	165	185	240	240	295	370	420
280 315	55	130	130	205	200	275	275	350	410	485	20	60	60	120	120	180	205	265	265	325	410	470
315 355	65	145	145	225	225	305	305	385	455	535	20	65	65	135	135	200	225	295	295	360	455	520
355 400	100	190	190	280	280	370	370	460	510	600	25	75	75	150	150	225	225	330	330	405	510	585
400 450	110	210	210	310	310	410	410	510	565	665	25	85	85	170	170	255	285	370	370	455	565	650
450 500	110	220	220	330	330	440	440	550	625	735	25	95	95	190	190	285	315	410	410	505	625	720

주 (1) CC는, 원통 로울러 베어링 · 슬리드형 니어들 로울러베어링의 비호환성 표준형 클리어런스의 기호이다.

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$	테이퍼 구멍베어링의 비호환성 클리어런스													
	CC9 <sup>(1)</sup>		CC1		CC2		CC <sup>(2)</sup>		CC3		CC4		CC5	
초과 이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
10 24	5	10	10	20	20	30	35	45	45	55	55	65	75	85
24 30	5	10	10	25	25	35	40	50	50	60	70	80	90	95
30 40	5	12	12	25	25	40	45	55	55	70	70	80	95	110
40 50	5	15	15	30	30	45	50	65	65	80	80	95	110	125
50 65	5	15	15	35	35	50	55	75	75	90	90	110	130	150
65 80	10	20	20	40	40	60	70	90	90	110	110	130	150	170
80 100	10	25	25	45	45	70	80	105	105	125	125	150	180	205
100 120	10	25	25	50	50	80	95	120	120	145	145	170	205	230
120 140	15	30	30	60	60	90	105	135	135	160	160	190	230	260
140 160	15	35	35	65	65	100	115	150	150	180	180	215	260	295
160 180	15	35	35	75	75	110	125	165	165	200	200	240	285	320
180 200	20	40	40	80	80	120	140	180	180	220	220	260	315	355
200 225	20	45	45	90	90	135	155	200	200	240	240	285	350	395
225 250	25	50	50	100	100	150	170	215	215	265	265	315	380	430
250 280	25	55	55	110	110	165	185	240	240	295	295	350	420	475
280 315	30	60	60	120	120	180	205	265	265	325	325	385	470	530
315 355	30	65	65	135	135	200	225	295	295	360	360	430	520	585
355 400	35	75	75	150	150	225	255	330	330	405	405	480	585	660
400 450	40	85	85	170	170	255	285	370	370	455	455	540	650	735
450 500	45	95	95	190	190	285	315	410	410	505	505	600	720	815

주 (1) 클리어런스 CC9는 JIS 정도등급 5급, 4급의 테이퍼구멍 원통로울러베어링에 적용한다.

(2) CC는 원통 로울러 베어링 · 슬리드형 니어들 로울러 베어링의 비호환성 표준형 클리어런스의 기호이다.

표 9.15 자동조심 로울러 베어링의 레이디얼 내부 클리어런스

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$		원통구멍 베어링의 클리어런스										테이퍼구멍 베어링의 클리어런스									
		C2		CN		C3		C4		C5		C2		CN		C3		C4		C5	
초과	이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
<b>24</b>	<b>30</b>	15	25	25	40	40	55	55	75	75	95	20	30	30	40	40	55	55	75	75	95
<b>30</b>	<b>40</b>	15	30	30	45	45	60	60	80	80	100	25	35	35	50	50	65	65	85	85	105
<b>40</b>	<b>50</b>	20	35	35	55	55	75	75	100	100	125	30	45	45	60	60	80	80	100	100	130
<b>50</b>	<b>65</b>	20	40	40	65	65	90	90	120	120	150	40	55	55	75	75	95	95	120	120	160
<b>65</b>	<b>80</b>	30	50	50	80	80	110	110	145	145	180	50	70	70	95	95	120	120	150	150	200
<b>80</b>	<b>100</b>	35	60	60	100	100	135	135	180	180	225	55	80	80	110	110	140	140	180	180	230
<b>100</b>	<b>120</b>	40	75	75	120	120	160	160	210	210	260	65	100	100	135	135	170	170	220	220	280
<b>120</b>	<b>140</b>	50	95	95	145	145	190	190	240	240	300	80	120	120	160	160	200	200	260	260	330
<b>140</b>	<b>160</b>	60	110	110	170	170	220	220	280	280	350	90	130	130	180	180	230	230	300	300	380
<b>160</b>	<b>180</b>	65	120	120	180	180	240	240	310	310	390	100	140	140	200	200	260	260	340	340	430
<b>180</b>	<b>200</b>	70	130	130	200	200	260	260	340	340	430	110	160	160	220	220	290	290	370	370	470
<b>200</b>	<b>225</b>	80	140	140	220	220	290	290	380	380	470	120	180	180	250	250	320	320	410	410	520
<b>225</b>	<b>250</b>	90	150	150	240	240	320	320	420	420	520	140	200	200	270	270	350	350	450	450	570
<b>250</b>	<b>280</b>	100	170	170	260	260	350	350	460	460	570	150	220	220	300	300	390	390	490	490	620
<b>280</b>	<b>315</b>	110	190	190	280	280	370	370	500	500	630	170	240	240	330	330	430	430	540	540	680
<b>315</b>	<b>355</b>	120	200	200	310	310	410	410	550	550	690	190	270	270	360	360	470	470	590	590	740
<b>355</b>	<b>400</b>	130	220	220	340	340	450	450	600	600	750	210	300	300	400	400	520	520	650	650	820
<b>400</b>	<b>450</b>	140	240	240	370	370	500	500	660	660	820	230	330	330	440	440	570	570	720	720	910
<b>450</b>	<b>500</b>	140	260	260	410	410	550	550	720	720	900	260	370	370	490	490	630	630	790	790	1 000
<b>500</b>	<b>560</b>	150	280	280	440	440	600	600	780	780	1 000	290	410	410	540	540	680	680	870	870	1 100
<b>560</b>	<b>630</b>	170	310	310	480	480	650	650	850	850	1 100	320	460	460	600	600	760	760	980	980	1 230
<b>630</b>	<b>710</b>	190	350	350	530	530	700	700	920	920	1 190	350	510	510	670	670	850	850	1 090	1 090	1 360
<b>710</b>	<b>800</b>	210	390	390	580	580	770	770	1 010	1 010	1 300	390	570	570	750	750	960	960	1 220	1 220	1 500
<b>800</b>	<b>900</b>	230	430	430	650	650	860	860	1 120	1 120	1 440	440	640	640	840	840	1 070	1 070	1 370	1 370	1 690
<b>900</b>	<b>1000</b>	260	480	480	710	710	930	930	1 220	1 220	1 570	490	710	710	930	930	1 190	1 190	1 520	1 520	1 860
<b>1000</b>	<b>1120</b>	290	530	530	780	780	1 020	1 020	1 330	-	-	530	770	770	1 030	1 030	1 300	1 300	1 670	-	-
<b>1120</b>	<b>1250</b>	320	580	580	860	860	1 120	1 120	1 460	-	-	570	830	830	1 120	1 120	1 420	1 420	1 830	-	-
<b>1250</b>	<b>1400</b>	350	640	640	950	950	1 240	1 240	1 620	-	-	620	910	910	1 230	1 230	1 560	1 560	2 000	-	-

표 9.16 복열 및 조합 테이퍼 로울러 베어링의 레이디얼 내부 클리어런스

단위 : μm

호칭베어링내경 d(mm)		클 리 어 런 스											
		C1		C2		CN		C3		C4		C5	
		-		C1		C2		CN		C3		C4	
조 과	이 하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
—	18	0	10	10	20	20	30	35	45	50	60	65	75
18	24	0	10	10	20	20	30	35	45	50	60	65	75
24	30	0	10	10	20	20	30	40	50	50	60	70	80
30	40	0	12	12	25	25	40	45	60	60	75	80	95
40	50	0	15	15	30	30	45	50	65	65	80	80	95
50	65	0	15	15	35	35	55	60	80	80	100	110	130
65	80	0	20	20	40	40	60	70	90	90	110	130	150
80	100	0	25	25	50	50	75	80	105	105	130	155	180
100	120	5	30	30	55	55	80	90	115	120	145	180	210
120	140	5	35	35	65	65	95	100	130	135	165	200	230
140	160	10	40	40	70	70	100	110	140	150	180	220	260
160	180	10	45	45	80	80	115	125	160	165	200	250	290
180	200	10	50	50	90	90	130	140	180	180	220	280	320
200	225	20	60	60	100	100	140	150	190	200	240	300	340
225	250	20	65	65	110	110	155	165	210	220	270	330	380
250	280	20	70	70	120	120	170	180	230	240	290	370	420
280	315	30	80	80	130	130	180	190	240	260	310	400	460
315	355	30	80	80	130	140	190	210	260	290	350	450	510
355	400	40	90	90	140	150	200	220	280	330	390	510	570
400	450	45	95	95	145	170	220	250	310	370	430	560	620
450	500	50	100	100	150	190	240	280	340	410	470	620	680
500	560	60	110	110	160	210	260	310	380	450	500	700	770
560	630	70	120	120	170	230	290	350	420	500	570	780	850
630	710	80	130	130	180	260	310	390	470	560	640	870	950
710	800	90	140	140	200	290	340	430	510	630	710	980	1 060
800	900	100	150	150	210	320	370	480	570	700	790	1 100	1 200
900	1 000	120	170	170	230	360	410	540	630	780	870	1 200	1 300
1 000	1 120	130	190	190	260	400	460	600	700	—	—	—	—
1 120	1 250	150	210	210	280	450	510	670	770	—	—	—	—
1 250	1 400	170	240	240	320	500	570	750	870	—	—	—	—

비 고 액셀 내부 클리어런스  $\Delta_a = \Delta_r \cot \alpha \approx \frac{1.5}{e} \Delta_r$

$\Delta_r$  : 레이디얼 내부 클리어런스

$\alpha$  : 접촉각

$e$  : 정수(베어링치수표에 기재)

표 9.17 조합앵글러 볼 베어링의 액셀 내부클리어런스(축정클리어런스)

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$		액셀 내부클리어런스											
		접촉각 30°						접촉각 40°					
		CN		C3		C4		CN		C3		C4	
초과	이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
-	10	9	29	29	49	49	69	6	26	26	46	46	66
10	18	10	30	30	50	50	60	7	27	27	47	47	67
18	24	19	39	39	59	59	79	13	33	33	53	53	73
24	30	20	40	40	60	60	8	14	34	34	54	54	74
30	40	26	46	46	66	66	86	19	39	39	59	59	79
40	50	29	39	39	69	69	89	21	41	41	61	61	81
50	65	35	60	60	85	85	110	25	50	50	75	75	100
65	80	38	63	63	88	88	115	27	52	52	77	77	100
80	100	49	74	74	99	99	125	35	60	60	85	85	100
100	120	72	97	97	120	120	145	52	77	77	100	100	125
120	140	85	115	115	145	145	175	63	93	93	125	125	155
140	160	90	120	120	150	150	180	66	96	96	125	125	155
160	180	95	125	125	155	155	185	68	98	98	130	130	160
180	200	110	140	140	170	170	200	80	110	110	140	140	170

비고 이 표는 정도등급 0급 및 6급의 베어링에 적용한다. 5급이상의 베어링 및 접촉각 15°, 25°의 베어링의 액셀 클리어런스에 대해서는 NSK에 상담하여 주십시오.

표 9.18 4점접촉 볼 베어링의 액셀 내부클리어런스 (축정클리어런스)

단위 :  $\mu\text{m}$

호칭베어링내경 $d(\text{mm})$		액셀 내부클리어런스							
		C2		CN		C3		C4	
초과	이하	최소	최대	최소	최대	최소	최대	최소	최대
10	18	15	55	45	85	75	125	115	165
18	40	26	66	56	106	96	146	136	186
40	60	36	86	76	126	116	166	156	206
60	80	46	96	86	136	126	176	166	226
80	100	56	106	96	156	136	196	186	246
100	140	66	126	116	176	156	216	206	266
140	180	76	156	136	196	176	246	226	296
180	220	96	176	156	226	206	276	256	326
220	260	115	196	175	245	225	305	285	365
260	300	135	215	195	275	255	335	315	395
300	350	155	235	215	305	275	365	345	425
350	400	175	265	245	335	315	405	385	475
400	500	205	305	285	385	355	455	435	525

9.2.2 내부 클리어런스의 선정

각 표에 표시한 클리어런스중에서, CN클리어런스의 값은, 일반적인 사용조건에 맞도록 정해져 있으며, 이값을 기준으로해서 작은쪽은 C2, C1의 순으로 작은값이 되며, 큰쪽은 C3, C4, C5의 순으로 커지도록 되어 있다

일반적인 사용조건이란, 내륜을 간섭량을 가지고 설치한 베어링에, 보통하중( $P=0.1C_r$ ) 이하의 하중이 가해지고 내륜의 회전수(rpm)가 베어링치수표의 허용회전수의 약 50%이하가 되는 경우를 말한다.

또한 전동기의 소음대책상, 베어링의 레이디얼 클리어런스의 범위를 가능한한 작게하고, 또한 클리어런스의 값도 적게 채용한 전동기용 깊은홈 볼 베어링 및 원통로울러 베어링의 레이디얼 클리어런스도 정해져 있다. (표9.13.1 및 표9.13.2)

베어링 내부클리어런스는 끼워맞춤이나 운전중의 온도조건등에 따라서 변하기 때문에 로울러베어링의 레이디얼 클리어런스를 예로서 해서 클리어런스의 변화를 그림9.2에 표시한다.

(1) 끼워맞춤에 의한 레이디얼 클리어런스의 감소량과 잔류클리어런스

내륜 또는 외륜을 축 또는 하우징에 간섭량을 주어 설치하면, 궤도륜은 팽창 또는 수축하고, 레이디얼 클리어런스는 감소된다. 이 감소량은 베어링의 형식, 치수, 축 또는 하우징의 형상·치수에 따라 다르지만, 대략 간섭량의 70~90%이다.(A130페이지, 15.2항의끼워맞춤(1) 참조), 이론내부클리어런스  $\Delta_0$ 에서 이 끼워맞춤에 의한 클리어런스의 감소량을 뺀 클리어런스를 잔류클리어런스  $\Delta_r$ 라고 한다.

(2) 내륜·외륜의 온도차에 의한 레이디얼 클리어런스의 감소량과 유효클리어런스

베어링의 회전에 따라 발생한 마찰열은 축 또는 하우징을 통해서 방출된다. 일반적으로는 축보다 하우징 쪽이 방열조건이 좋기 때문에, 외륜쪽이 온도가 낮고, 내륜 및 전동체의 온도는, 외륜보다 5~10℃ 높아진다. 또 중공축에 열기가 통해서 베어링에 축으로 부터 열이 전해진 경우 또는 고속회전의 경우 등에서는, 내륜, 외륜의 온도차는 더욱 커진다. 내륜과 외륜에 온도차가 있으면, 궤도륜의 열팽창의 차에 의해서, 레이디얼 클리어런스는 감소한다. 이 대략적인 감소량은 다음 식에서 구할 수 있다.

$$\delta_i \approx \alpha \Delta_t D_e \dots\dots\dots(9.6)$$

- 단  $\delta_i$  : 내륜·외륜의 온도차에 의한 레이디얼클리어런스의 감소량(mm)
- $\alpha$  : 베어링강의 선팽창계수 $\approx 12.5 \times 10^{-6}(1/^\circ\text{C})$
- $\Delta_t$  : 내륜·외륜의 온도차 ( $^\circ\text{C}$ )
- $D_e$  : 외륜의 궤도경 (mm)

$$D_e \approx \frac{1}{5}(4D+d) \text{ 볼 베어링의 경우 (mm)} \dots\dots\dots(9.7)$$

$$D_e \approx \frac{1}{4}(3D+d) \text{ 로울러베어링의 경우 (mm)} \dots\dots\dots(9.8)$$

잔류클리어런스  $\Delta_f$ 로부터 이  $\delta_i$ 를 뺀 클리어런스를 유효클리어런스  $\Delta$ 라고 한다.

이론적으로는 이 유효클리어런스  $\Delta$ 가 아주 근소한 마이너스 일 때, 피로수명은 가장 길어지지만, 실용적으로도 이 이상적인 상태를 유지하며, 베어링을 사용하는 것은 곤란하다. 또 마이너스의 클리어런스량이 커지면, 피로수명의 저하가 현저해지기 때문에 일반적으로는 유효클리어런스가 0보다 조금 큰 값이 되도록 베어링 클리어런스를 선정한다.

단열앵글러 볼베어링, 테이퍼로울러베어링 등을 주로 마주보게 해서 사용하는 경우에도 예압을 주어 사용하는 경우를 제외하고, 유효클리어런스는 아주 작게 되도록 한다.

또 한쪽에 턱면이 있는 원통로울러베어링을 2개를 마주보게해서(對向시켜) 사용하는 경우에는 운전중 축의 팽창을 고려해서 축방향에 미리 적당한 클리어런스를 줄 필요가 있다.

참고로, 표.9.19에 CN클리어런스 이외의 클리어런스 선정예를 표시한다. 특수한 사용조건인 경우에는 **NSK**에 상담하여 주십시오.

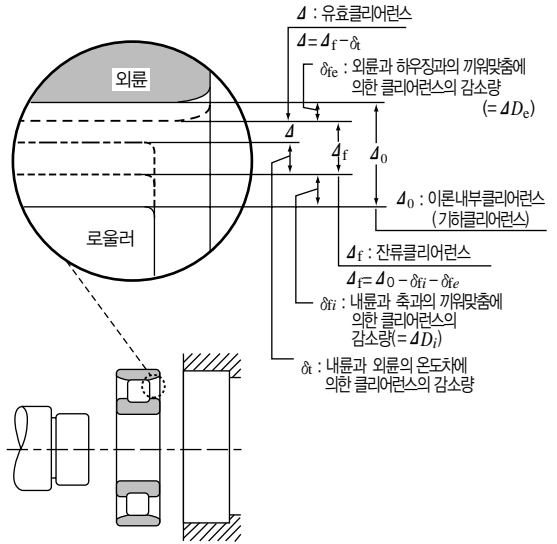


그림 9.2 베어링의 레이디얼 클리어런스의 변화

표 9.19 CN클리어런스 이외의 내부클리어런스의 선정예

사 용 조 건	용 도 예	베어링클리어런스에
축의 힘이 큰 경우	자 동 차 후 른	C5 상당
중공축에 증가기 통과하는 경우나, ROLL이 가열되는 경우	제 지 기 건 조 기 압연기테이블ROLLER	C3, C4 C3
충격·진동이 큰 경우, 내륜, 외륜 모두 억지끼워맞춤인 경우	차량용주전동기 진 동 스 크 린 액 체 축 이 음 트랙터중감속장치	C4 C3, C4 C4 C4
내륜, 외륜 모두 헐거운 끼워맞춤으로 하는 경우	압연기 Roll neck	C2 상당
회전시의 음향, 진동을 엄격하게 억제하는 경우	소형전동기(특수사양)	C1, C2, CM
축의 흔들림을 억제하는 등, 조립후의 클리어런스를 조정하는 경우	선 반 주 축	CC9, CC1