

## 8. 軸受内部すきまと予圧

### 8.1 軸受内部すきま

軸受内部すきまとは、軸又はハウジングに取り付ける前の状態で、**図8.1**に示すように内輪又は外輪のいずれかを固定して、固定されていない軌道輪をラジアル方向又はアキシアル方向に移動させたときの軌道輪の移動量をいう。移動させる方向によって、それぞれ**ラジアル内部すきま**又は**アキシアル内部すきま**と呼ぶ。

軸受内部すきまを測定する場合は、測定値を安定させるために軌道輪に測定荷重を加える。このため、すきまの測定値（測定すきま）は、測定荷重による弾性変形量だけ、真のすきまの値より大きくなる。真の軸受内部すきまはこの弾性変形によるすきまの増加量を**表8.1**により補正しなければならない。ころ軸受では、この弾性変形量は無視できる値である。

軸受形式別に軸受内部すきまの値を**表8.3**～**表8.11**に示す。

### 8.2 軸受内部すきまの選定

軸受の**運転状態でのすきま**（運転すきま）は、初期の軸受内部すきまよりはめあい及び内輪と外輪の温度差によって

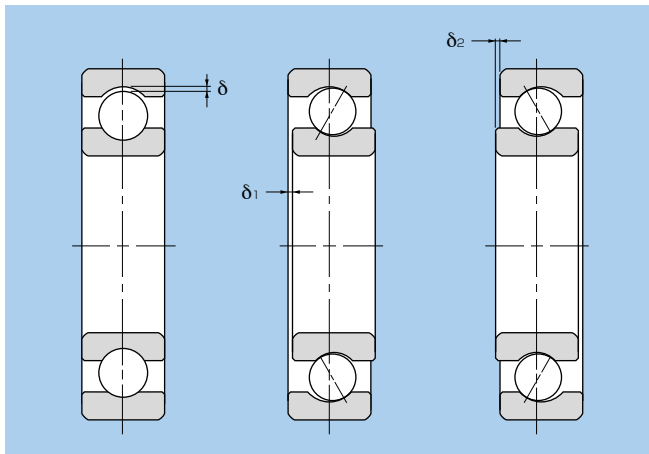


図8.1 軸受内部すきま

一般には小さくなる。この運転すきまは軸受の寿命、発熱、振動あるいは音響にも影響するので、最適に設定する必要がある。

#### 8.2.1 軸受内部すきまの選定基準

理論的には、軸受の定常運転状態での運転すきまが、わずかに負であるとき軸受寿命は最大となるが、実際にこの最適条件を常に保つことは困難である。何らかの使用条件の変動によって負のすきま量が大きくなると、著しい寿命低下と発熱を招くので、一般には**運転すきま**が、**零よりわずかに大きくなるように初期の軸受内部すきまを選定**する。

通常の使用条件、すなわち普通荷重のはめあいをい用い、回転速度、運転温度などが通常である場合には、普通すきまを選定することによって適切な運転すきまが得られる。

**表8.2**にCN（普通）すきま以外の内部すきまを適用する例を示す。

#### 8.2.2 運転すきまの計算

軸受の運転すきまは、初期の軸受内部すきまと、しめしろによる内部すきま減少量及び内輪と外輪の温度差による内部すきまの減少量から求めることができる。

表8.1 測定荷重によるラジアル内部すきま補正量（深溝玉軸受）  
単位  $\mu\text{m}$

呼び軸受内径 mm	測定荷重 N {kgf}	内部すきま補正量						
		を超え	以下	C2	CN	C3	C4	C5
10 (を含む)	18	24.5	{2.5}	3~4	4	4	4	4
18	50	49	{5}	4~5	5	6	6	6
50	200	147	{15}	6~8	8	9	9	9

表8.2 CN（普通）すきま以外のすきま適用例

使用条件	適用例	選定内部すきま
重荷重、衝撃荷重を 負荷し、しめしろが 大きい。	鉄道車両用車軸	C3
	振動スクリーン	C3, C4
方向不定荷重を負荷し、 内輪・外輪ともに しまりばめにする。	鉄道車両トラクション モータ	C4
	トラクタ・終減速機	C4
軸又は内輪が加熱 される。	製紙機・ドライヤ	C3, C4
	圧延機テーブルローラ	C3
回転時の振動・騒音 を低くする。	小形電動機	C2, CM
軸の振れを抑えるため、 すきまを調整する。	工作機械主軸 (複列円筒ころ軸受)	C9NA, CONA
内輪・外輪ともに すきまばめ	圧延機ロールネック	C2

$$\delta_{\text{eff}} = \delta_o - (\delta_f + \delta_t) \dots\dots\dots (8.1)$$

$\delta_{\text{eff}}$  : 運転すきま mm

$\delta_o$  : 軸受内部すきま mm

$\delta_f$  : しめしろによる内部すきまの減少量 mm

$\delta_t$  : 内輪と外輪の温度差による内部すきまの減少量 mm

### (1) しめしろによる内部すきまの減少量

しめしろを与えて軸受を軸又はハウジングに取り付けると、内輪は膨張し外輪は収縮するので、**軸受の内部すきまは減少する。**

内輪又は外輪の膨張あるいは収縮量は、軸受の形式、軸又はハウジングの形状、寸法及び材料によって異なるが、近似的には**有効しめしろの70～90%**である。

$$\delta_f = (0.70 \sim 0.90) \Delta d_{\text{eff}} \dots\dots\dots (8.2)$$

$\delta_f$  : しめしろによる内部すきまの減少量 mm

$\Delta d_{\text{eff}}$  : 有効しめしろ mm

なお、より細かく求める場合は、各部の寸法形状、材質などを考慮し、寸法許容差は正規分布していると仮定し、一般に3 $\sigma$ にて計算する。

### (2) 内輪と外輪の温度差による内部すきまの減少量

軸受の運転中は、一般的に外輪の温度が内輪又は転動体の温度より5～10℃程低くなる。ハウジングからの放熱が大きいとき、又は軸が熱源に連なっていたり、中空軸の内部に加熱された流体が流れていたりすると、内輪と外輪の温度差は更に大きくなる。この温度差による**内輪と外輪の熱膨張の差だけ内部すきまが減少する。**

$$\delta_t = \alpha \cdot \Delta T \cdot D_o \dots\dots\dots (8.3)$$

$\delta_t$  : 内輪と外輪の温度差による内部すきまの減少量 mm

$\alpha$  : 軸受材料の線膨張係数  $12.5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

$\Delta T$  : 内輪と外輪の温度差  $^\circ\text{C}$

$D_o$  : 外輪の軌道径 mm

外輪の軌道径 $D_o$ は式(8.4),(8.5)で近似することができる。

玉軸受及び自動調心ころ軸受に対して、

$$D_o = 0.20 (d + 4.0D) \dots\dots\dots (8.4)$$

ころ軸受（自動調心ころ軸受を除く）に対して、

$$D_o = 0.25 (d + 3.0D) \dots\dots\dots (8.5)$$

$d$  : 軸受内径 mm

$D$  : 軸受外径 mm

なお、8.2.2項の計算式は軸受、軸およびハウジングが鋼製である場合に限る。

表8.3 深溝玉軸受のラジアル内部すきま

単位  $\mu\text{m}$

呼び軸受内径 $d$ mm を超え 以下	C2		CN		C3		C4		C5	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
— 2.5 2.5 6 6 10	0 0 0	6 7 7	4 2 2	11 13 13	10 8 8	20 23 23	— — 14	— — 29	— — 20	— — 37
10 18 18 24 24 30	0 0 1	9 10 11	3 5 5	18 20 20	11 13 13	25 28 28	18 20 23	33 36 41	25 28 30	45 48 53
30 40 40 50 50 65	1 1 1	11 11 15	6 6 8	20 23 28	15 18 23	33 36 43	28 30 38	46 51 61	40 45 55	64 73 90
65 80 80 100 100 120	1 1 2	15 18 20	10 12 15	30 36 41	25 30 36	51 58 66	46 53 61	71 84 97	65 75 90	105 120 140
120 140 140 160 160 180	2 2 2	23 23 25	18 18 20	48 53 61	41 46 53	81 91 102	71 81 91	114 130 147	105 120 135	160 180 200
180 200 200 225 225 250	2 2 2	30 35 40	25 25 30	71 85 95	63 75 85	117 140 160	107 125 145	163 195 225	150 175 205	230 265 300
250 280 280 315 315 355	2 2 3	45 55 60	35 40 45	105 115 125	90 100 110	170 190 210	155 175 195	245 270 300	225 245 275	340 370 410
355 400 400 450 450 500	3 3 3	70 80 90	55 60 70	145 170 190	130 150 170	240 270 300	225 250 280	340 380 420	315 350 390	460 510 570
500 560 560 630	10 10	100 110	80 90	210 230	190 210	330 360	310 340	470 520	440 490	630 690

表8.4 自動調心玉軸受のラジアル内部すきま

呼び軸受内径 d mm を超え 以下		円筒穴軸受									
		C2		CN		C3		C4		C5	
		最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
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
24	30	5	16	11	24	19	35	29	46	40	58
30	40	6	18	13	29	23	40	34	53	46	66
40	50	6	19	14	31	25	44	37	57	50	71
50	65	7	21	16	36	30	50	45	69	62	88
65	80	8	24	18	40	35	60	54	83	76	108
80	100	9	27	22	48	42	70	64	96	89	124
100	120	10	31	25	56	50	83	75	114	105	145
120	140	10	38	30	68	60	100	90	135	125	175
140	160	15	44	35	80	70	120	110	161	150	210

表8.5 (1) 組合せアンギュラ玉軸受のラジアル内部すきま 単位 μm

呼び軸受内径 d mm を超え 以下	C1		C2		CN		C3		C4		
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	
—	10	3	8	6	12	8	15	15	22	22	30
10	18	3	8	6	12	8	15	15	24	30	40
18	30	3	10	6	12	10	20	20	32	40	55
30	50	3	10	8	14	14	25	25	40	55	75
50	80	3	11	11	17	17	32	32	50	75	95
80	100	3	13	13	22	22	40	40	60	95	120
100	120	3	15	15	30	30	50	50	75	110	140
120	150	3	16	16	33	35	55	55	80	130	170
150	180	3	18	18	35	35	60	60	90	150	200
180	200	3	20	20	40	40	65	65	100	180	240

備考 上表は軸受の接触角の大きさによって下表のように適用する。

接触角記号	標準接触角	適用すきま <sup>2)</sup>
C	15°	C1, C2
A <sup>1)</sup>	30°	C2, CN, C3
B	40°	CN, C3, C4

注1) 呼び番号には、表示しない。

2) 適用すきま以外についてはNTNにご照会ください。

表8.5 (2) 複列アンギュラ玉軸受のラジアル内部すきま 単位 μm

呼び軸受内径 d mm を超え 以下	C2		CN		C3		C4		C5		
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	
10のみ	0	10	5	15	10	21	16	28	24	36	
10	18	1	11	6	16	12	23	19	31	28	40
18	24	1	11	6	16	13	24	21	33	31	43
24	30	1	13	6	19	13	26	21	35	31	45
30	40	2	15	7	22	15	30	24	39	35	50
40	50	2	15	9	24	17	32	28	45	40	57
50	65	0	15	7	24	16	33	28	48	41	61
65	80	1	17	11	31	21	42	34	56	50	74
80	100	3	20	13	36	25	49	40	65	58	67

表8.6 電動機用軸受のラジアル内部すきま 単位 μm

呼び軸受内径 d mm を超え 以下	CMすきま				
	深溝玉軸受		円筒ころ軸受		
	最小	最大	最小	最大	
10 (を含む)	18	4	11	—	—
18	24	5	12	—	—
24	30	5	12	15	30
30	40	9	17	15	30
40	50	9	17	20	35
50	65	12	22	25	40
65	80	12	22	30	45
80	100	18	30	35	55
100	120	18	30	35	60
120	140	24	38	40	65
140	160	24	38	50	80
160	180	—	—	60	90
180	200	—	—	65	100

備考1. すきま記号“CM”を軸受呼び番号の後に付ける。  
例：6205 ZZ CM

2. 円筒ころ軸受は非互換性すきまである。

単位 μm

テ ー パ 穴 軸 受										呼び軸受内径	
C2		CN		C3		C4		C5		d mm	
最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	を超え	以下
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.5	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	14
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	18
7	17	13	26	20	33	28	42	37	55	18	24
9	20	15	28	23	39	33	50	44	62	24	30
12	24	19	35	29	46	40	59	52	72	30	40
14	27	22	39	33	52	45	65	58	79	40	50
18	32	27	47	41	61	56	80	73	99	50	65
23	39	35	57	50	75	69	98	91	123	65	80
29	47	42	68	62	90	84	116	109	144	80	100
35	56	50	81	75	108	100	139	130	170	100	120
40	68	60	98	90	130	120	165	155	205	120	140
45	74	65	110	100	150	140	191	180	240	140	160

表8.7 円筒ころ軸受（円筒穴）の互換性ラジアル内部すきま

単位 μm

呼び軸受内径 d mm を超え 以下	C2		CN		C3		C4		C5		
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	
—	10	0	25	20	45	35	60	50	75	—	—
10	24	0	25	20	45	35	60	50	75	65	90
24	30	0	25	20	45	35	60	50	75	70	95
30	40	5	30	25	50	45	70	60	85	80	105
40	50	5	35	30	60	50	80	70	100	95	125
50	65	10	40	40	70	60	90	80	110	110	140
65	80	10	45	40	75	65	100	90	125	130	165
80	100	15	50	50	85	75	110	105	140	155	190
100	120	15	55	50	90	85	125	125	165	180	220
120	140	15	60	60	105	100	145	145	190	200	245
140	160	20	70	70	120	115	165	165	215	225	275
160	180	25	75	75	125	120	170	170	220	250	300
180	200	35	90	90	145	140	195	195	250	275	330
200	225	45	105	105	165	160	220	220	280	305	365
225	250	45	110	110	175	170	235	235	300	330	395
250	280	55	125	125	195	190	260	260	330	370	440
280	315	55	130	130	205	200	275	275	350	410	485
315	355	65	145	145	225	225	305	305	385	455	535
355	400	100	190	190	280	280	370	370	460	510	600
400	450	110	210	210	310	310	410	410	510	565	665
450	500	110	220	220	330	330	440	440	550	625	735

表8.8 円筒ころ軸受の非互換性ラジアル内部すきま

呼び軸受内径 <i>d</i> mm を超え 以下	円筒穴軸受												
	C1NA		C2NA		NA <sup>1)</sup>		C3NA		C4NA		C5NA		
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	
—	10	5	10	10	20	20	30	35	45	45	55	—	—
10	18	5	10	10	20	20	30	35	45	45	55	65	75
18	24	5	10	10	20	20	30	35	45	45	55	65	75
24	30	5	10	10	25	25	35	40	50	50	60	70	80
30	40	5	12	12	25	25	40	45	55	55	70	80	95
40	50	5	15	15	30	30	45	50	65	65	80	95	110
50	65	5	15	15	35	35	50	55	75	75	90	110	130
65	80	10	20	20	40	40	60	70	90	90	110	130	150
80	100	10	25	25	45	45	70	80	105	105	125	155	180
100	120	10	25	25	50	50	80	95	120	120	145	180	205
120	140	15	30	30	60	60	90	105	135	135	160	200	230
140	160	15	35	35	65	65	100	115	150	150	180	225	260
160	180	15	35	35	75	75	110	125	165	165	200	250	285
180	200	20	40	40	80	80	120	140	180	180	220	275	315
200	225	20	45	45	90	90	135	155	200	200	240	305	350
225	250	25	50	50	100	100	150	170	215	215	265	330	380
250	280	25	55	55	110	110	165	185	240	240	295	370	420
280	315	30	60	60	120	120	180	205	265	265	325	410	470
315	355	30	65	65	135	135	200	225	295	295	360	455	520
355	400	35	75	75	150	150	225	255	330	330	405	510	585
400	450	45	85	85	170	170	255	285	370	370	455	565	650
450	500	50	95	95	190	190	285	315	410	410	505	625	720

注1) CNすきまの記号は“NA”である。例：NU310NA

表8.9 複列・組合せ円すいころ軸受（メートル系）のアクシアル内部すきま

呼び軸受内径 <i>d</i> mm を超え 以下	接触角 $\alpha \leq 27^\circ$ ( $e \leq 0.76$ )								
	C2		CN		C3		C4		
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	
18	24	25	75	75	125	125	170	170	220
24	30	25	75	75	125	145	195	195	245
30	40	25	95	95	165	165	235	210	280
40	50	20	85	85	150	175	240	240	305
50	65	20	85	110	175	195	260	280	350
65	80	20	110	130	220	240	325	325	410
80	100	45	150	150	260	280	390	390	500
100	120	45	175	175	305	350	480	455	585
120	140	45	175	175	305	390	520	500	630
140	160	60	200	200	340	400	540	520	660
160	180	80	220	240	380	440	580	600	740
180	200	100	260	260	420	500	660	660	820
200	225	120	300	300	480	560	740	720	900
225	250	160	360	360	560	620	820	820	1 020
250	280	180	400	400	620	700	920	920	1 140
280	315	200	440	440	680	780	1 020	1 020	1 260
315	355	220	480	500	760	860	1 120	1 120	1 380
355	400	260	560	560	860	980	1 280	1 280	1 580
400	500	300	600	620	920	1 100	1 400	1 440	1 740

備考1. この表はカタログに記載した軸受に適用し、記載以外の軸受及びインチ系軸受についてはNTNにご相談ください。

2. アクシアル内部すきま( $\Delta_a$ )とラジアル内部すきま( $\Delta_r$ )の関係は、 $\Delta_r = 0.667 \cdot e \cdot \Delta_a$ で示される。

$e$  : 定数(寸法表参照)

3. 軸受系列329X, 330, 322C, 323Cについてはこの表を適用しない。

単位  $\mu\text{m}$

テーパー穴軸受												呼び軸受内径	
C9NA <sup>2)</sup>		CONA <sup>2)</sup>		C1NA		C2NA		NA <sup>1)</sup>		C3NA		d mm	
最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	を越え	以下
5	5	7	17	10	20	20	30	35	45	45	55	—	10
5	10	7	17	10	20	20	30	35	45	45	55	10	18
5	10	7	17	10	20	20	30	35	45	45	55	18	24
5	10	10	20	10	25	25	35	40	50	50	60	24	30
5	12	10	20	12	25	25	40	45	55	55	70	30	40
5	15	10	20	15	30	30	45	50	65	65	80	40	50
5	15	10	20	15	35	35	50	55	75	75	90	50	65
10	20	15	30	20	40	40	60	70	90	90	110	65	80
10	25	20	35	25	45	45	70	80	105	105	125	80	100
10	25	20	35	25	50	50	80	95	120	120	145	100	120
15	30	25	40	30	60	60	90	105	135	135	160	120	140
15	35	30	45	35	65	65	100	115	150	150	180	140	160
15	35	30	45	35	75	75	110	125	165	165	200	160	180
20	40	30	50	40	80	80	120	140	180	180	220	180	200
20	45	35	55	45	90	90	135	155	200	200	240	200	225
25	50	40	65	50	100	100	150	170	215	215	265	225	250
25	55	40	65	55	110	110	165	185	240	240	295	250	280
30	60	45	75	60	120	120	180	205	265	265	325	280	315
30	65	45	75	65	135	135	200	225	295	295	360	315	355
35	75	50	90	75	150	150	225	255	330	330	405	355	400
45	85	60	100	85	170	170	255	285	370	370	455	400	450
50	95	70	115	95	190	190	285	315	410	410	505	450	500

2) C9NA, CONA及びC1NAすきまはJIS5級以上の軸受に適用する。

単位  $\mu\text{m}$

接触角 $\alpha > 27^\circ$ ( $e > 0.76$ )										呼び軸受内径	
C2		CN		C3		C4		d mm		を越え	以下
最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	を越え	以下		
10	30	30	50	50	70	70	90	18	24		
10	30	30	50	60	80	80	100	24	30		
10	40	40	70	70	100	90	120	30	40		
10	40	40	70	80	110	110	140	40	50		
10	40	50	80	90	120	130	160	50	65		
10	50	60	100	110	150	150	190	65	80		
20	70	70	120	130	180	180	230	80	100		
20	70	70	120	150	200	210	260	100	120		
20	70	70	120	160	210	210	260	120	140		
30	100	100	160	180	240	240	300	140	160		
—	—	—	—	—	—	—	—	160	180		
—	—	—	—	—	—	—	—	180	200		
—	—	—	—	—	—	—	—	200	225		
—	—	—	—	—	—	—	—	225	250		
—	—	—	—	—	—	—	—	250	280		
—	—	—	—	—	—	—	—	280	315		
—	—	—	—	—	—	—	—	315	355		
—	—	—	—	—	—	—	—	355	400		
—	—	—	—	—	—	—	—	400	500		

表8.10 自動調心ころ軸受のラジアル内部すきま

呼び軸受内径 <i>d</i> mm を越え 以下	円筒穴軸受									
	C2		CN		C3		C4		C5	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
14 18	10	20	20	35	35	45	45	60	60	75
18 24	10	20	20	35	35	45	45	60	60	75
24 30	15	25	25	40	40	55	55	75	75	95
30 40	15	30	30	45	45	60	60	80	80	100
40 50	20	35	35	55	55	75	75	100	100	125
50 65	20	40	40	65	65	90	90	120	120	150
65 80	30	50	50	80	80	110	110	145	145	180
80 100	35	60	60	100	100	135	135	180	180	225
100 120	40	75	75	120	120	160	160	210	210	260
120 140	50	95	95	145	145	190	190	240	240	300
140 160	60	110	110	170	170	220	220	280	280	350
160 180	65	120	120	180	180	240	240	310	310	390
180 200	70	130	130	200	200	260	260	340	340	430
200 225	80	140	140	220	220	290	290	380	380	470
225 250	90	150	150	240	240	320	320	420	420	520
250 280	100	170	170	260	260	350	350	460	460	570
280 315	110	190	190	280	280	370	370	500	500	630
315 355	120	200	200	310	310	410	410	550	550	690
355 400	130	220	220	340	340	450	450	600	600	750
400 450	140	240	240	370	370	500	500	660	660	820
450 500	140	260	260	410	410	550	550	720	720	900
500 560	150	280	280	440	440	600	600	780	780	1 000
560 630	170	310	310	480	480	650	650	850	850	1 100
630 710	190	350	350	530	530	700	700	920	920	1 190
710 800	210	390	390	580	580	770	770	1 010	1 010	1 300
800 900	230	430	430	650	650	860	860	1 120	1 120	1 440
900 1 000	260	480	480	710	710	930	930	1 220	1 220	1 570
1 000 1 120	290	530	530	780	780	1 020	1 020	1 330	1 330	1 720
1 120 1 250	320	580	580	860	860	1 120	1 120	1 460	1 460	1 870
1 250 1 400	350	640	640	950	950	1 240	1 240	1 620	1 620	2 080

表8.11 4点接触玉軸受のアキシャル内部すきま

単位 μm

呼び軸受内径 <i>d</i> mm を越え 以下	C2		CN		C3		C4	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
	17 40	26	66	56	106	96	146	136
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	236	226	296
180 220	96	176	156	216	196	256	246	316

単位 μm

テ ー パ 穴 軸 受										呼び軸受内径	
C2		CN		C3		C4		C5		d mm	
最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	を 超 え	以 下
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14	18
15	25	25	35	35	45	45	60	60	75	18	24
20	30	30	40	40	55	55	75	75	95	24	30
25	35	35	50	50	65	65	85	85	105	30	40
30	45	45	60	60	80	80	100	100	130	40	50
40	55	55	75	75	95	95	120	120	160	50	65
50	70	70	95	95	120	120	150	150	200	65	80
55	80	80	110	110	140	140	180	180	230	80	100
65	100	100	135	135	170	170	220	220	280	100	120
80	120	120	160	160	200	200	260	260	330	120	140
90	130	130	180	180	230	230	300	300	380	140	160
100	140	140	200	200	260	260	340	340	430	160	180
110	160	160	220	220	290	290	370	370	470	180	200
120	180	180	250	250	320	320	410	410	520	200	225
140	200	200	270	270	350	350	450	450	570	225	250
150	220	220	300	300	390	390	490	490	620	250	280
170	240	240	330	330	430	430	540	540	680	280	315
190	270	270	360	360	470	470	590	590	740	315	355
210	300	300	400	400	520	520	650	650	820	355	400
230	330	330	440	440	570	570	720	720	910	400	450
260	370	370	490	490	630	630	790	790	1 000	450	500
290	410	410	540	540	680	680	870	870	1 100	500	560
320	460	460	600	600	760	760	980	980	1 230	560	630
350	510	510	670	670	850	850	1 090	1 090	1 360	630	710
390	570	570	750	750	960	960	1 220	1 220	1 500	710	800
440	640	640	840	840	1 070	1 070	1 370	1 370	1 690	800	900
490	710	710	930	930	1 190	1 190	1 520	1 520	1 860	900	1 000
530	770	770	1 030	1 030	1 300	1 300	1 670	1 670	2 050	1 000	1 120
570	830	830	1 120	1 120	1 420	1 420	1 830	1 830	2 250	1 120	1 250
620	910	910	1 230	1 230	1 560	1 560	2 000	2 000	2 470	1 250	1 400



## 8.3 軸受の予圧

一般に軸受は、運転状態でわずかな内部すきまを与えて使用するが、用途によってはあらかじめ荷重を加えて、軸受内部すきまを負の状態にして用いることがある。このような軸受の使い方を予圧法といい、アンギュラ玉軸受、円すいころ軸受に多く適用される。

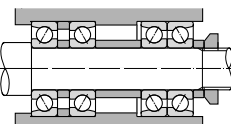
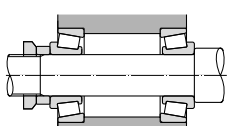
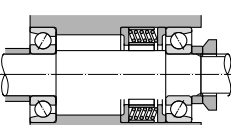
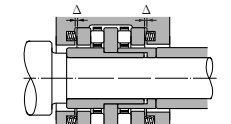
### 8.3.1 予圧の目的

軸受を予圧することによって、転動体と軌道面との接触点で常に弾性圧縮力を受けている結果、次の効果が得られる。

- (1) 荷重負荷時にも内部すきまが発生しにくく、剛性が高くなる。
- (2) 軸の固有振動数が高くなり高速回転に適する。
- (3) 軸振れが抑えられ、回転精度及び位置決め精度が向上する。
- (4) 振動及び騒音が抑制される。
- (5) 転動体の公転滑り、自転滑り及び旋回滑りが規制されて、スミアリングが軽減する。
- (6) 外部振動によって発生するフレットングを防止する。

しかし、過大に予圧を加えると、寿命低下、異常発熱、回転トルク増大などを招くので用途、予圧の目的をよく考慮して予圧量を決定すべきである。

表8.12 予圧の方法と特徴

予圧法	予圧の基本パターン	適用軸受	予圧の目的	方法と予圧量	使用例
定位置予圧		アンギュラ玉軸受	回転軸の精度保持、振動防止、剛性を高める。	内・外輪幅の平面差又は間座により所定量を予圧する。 標準予圧量 表 8.13参照	研削盤 旋盤 フライス盤 測定器
		円すいころ軸受 スラスト玉軸受 アンギュラ玉軸受	軸受部の剛性を高める。	ねじの締付け加減により予圧する。 予圧量は軸受の起動トルク又は軌道輪の移動量を測定してセットする。	旋盤 フライス盤 自動車 デフビニオン 印刷機 車輪
定圧予圧		アンギュラ玉軸受 深溝玉軸受 円すいころ軸受 (高速)	荷重、温度などにより予圧量が変化せず、精度保持、振動、騒音防止する。	コイルばね、さらばねなどにより予圧する。 深溝玉軸受 4~10 d N 0.4~1.0 d {kgf} d: 軸径 mm アンギュラ玉軸受 表8.13参照	内面研削盤 電動機 小型高速軸 テンションリール
		スラスト自動調心ころ軸受 スラスト円筒ころ軸受 スラスト玉軸受	主にアキシアル荷重を受けるとき反アキシアル負荷側のスミアリング防止のため予圧をして用いる。	コイルばね、さらばねなどにより予圧する。 スラスト玉軸受の予圧量は次式の大きい方の値を採る。 $T_1=0.42 (nC_{0a})^{1.9} \times 10^{-13} \text{ N}$ $=3.275 (nC_{0a})^{1.9} \times 10^{-13} \text{ {kgf}}$ $T_2=0.00083 C_{0a} \text{ N {kgf}}$ スラスト自動調心ころ軸受 $T=0.025 C_{0a}^{0.8} \text{ N}$ $=0.0158 C_{0a}^{0.8} \text{ {kgf}}$	圧延機 押出機

備考 T : 予圧量 N {kgf}  
n : 回転速度 min<sup>-1</sup>  
C<sub>0a</sub>: 基本静定格荷重 N {kgf}

8.3.2 予圧方法

軸受に予圧を与える一般的な方法は、対向する軸受の間にアキシアル方向の荷重を与えて、軸受の内輪と外輪をアキシアル方向に相対的に変位させることによって行われ、定位置予圧と定圧予圧に分けられる。

軸受の予圧の基本パターンと目的及び特徴について表8.12に示す。定位置予圧は軸受同士の位置が固定され、剛性を高めるのに有効である。定圧予圧はばねを用いて予圧するので、運転中の熱影響及び荷重の影響による軸受間の位置の変化があっても、予圧量を一定に保つことができる。

また組合せアンギュラ玉軸受の標準予圧量を表8.13に示す。一般の振動防止目的には軽予圧・普通予圧が用いられ、特に剛性を必要とする場合は中予圧・重予圧を用いる。

8.3.3 予圧と剛性

軸受の予圧による剛性の増加効果を図8.2に示す。図に示す組合せアンギュラ玉軸受の内輪をアキシアル方向に締め付けて密着させると、軸受Ⅰ、Ⅱはそれぞれ $\delta_0$ だけアキシアル方向に変位して定位置予圧 $F_0$ が与えられたことになる。この状態で更に外部からアキシアル荷重 $F_a$ が加わると、軸受Ⅰでは $\delta_a$ だけ変位が増加し、軸受Ⅱでは減少する。このとき軸受Ⅰ、Ⅱに加えられている荷重はそれぞれ $F_I$ 、 $F_{II}$ である。予圧されていない状態で軸受Ⅰにアキシアル荷重 $F_a$ を加えたときの変位を $\delta_b$ とすると、 $\delta_a$ は $\delta_b$ に比較して小さく、剛性が高くなっていることがわかる。

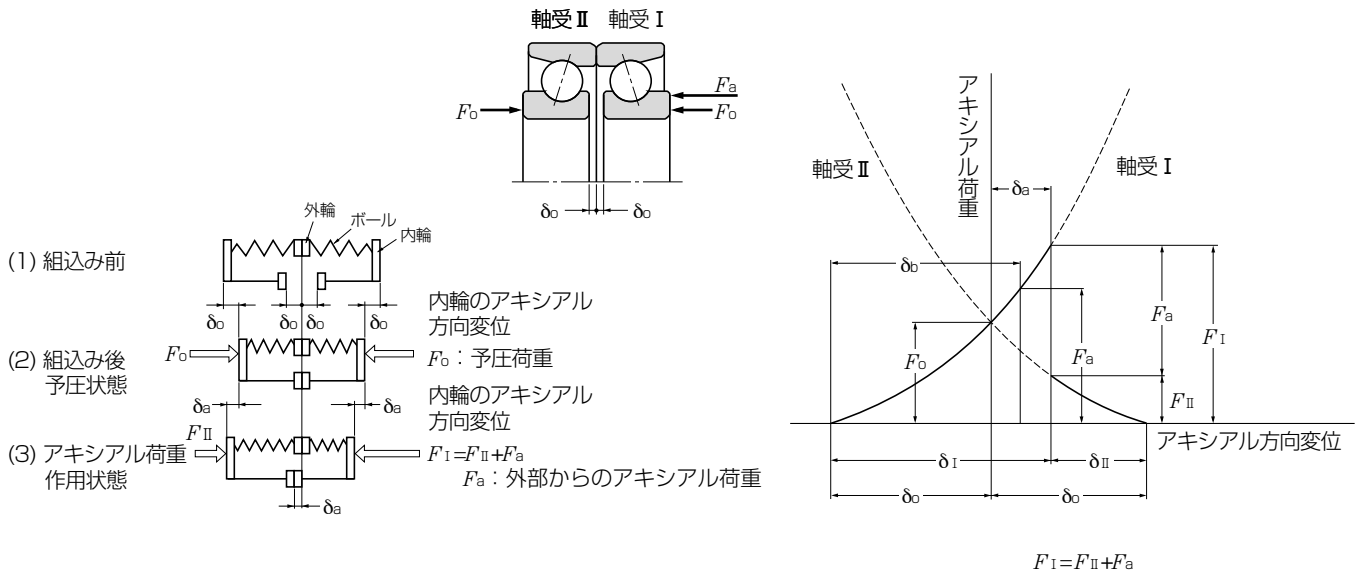


図8.2 定位置予圧のモデル図及び予圧線図

表8.13 組合せアンギュラ玉軸受の標準予圧量

呼び軸受内径 <i>d</i> mm		軸 受							
		79				70			
を超え	以下	軽予圧 GL	普通予圧 GN	中予圧 GM	重予圧 GH	軽予圧 GL	普通予圧 GN	中予圧 GM	重予圧 GH
-	12	-	39{ 4}	78{ 8}	147{ 15}	29{ 3}	78{ 8}	147{ 15}	196{ 20}
12	18	-	49{ 5}	147{ 15}	196{ 20}	29{ 3}	78{ 8}	147{ 15}	294{ 30}
18	32	29{ 3}	98{ 10}	196{ 20}	294{ 30}	49{ 5}	147{ 15}	294{ 30}	490{ 50}
32	40	49{ 5}	147{ 15}	294{ 30}	590{ 60}	78{ 8}	294{ 30}	590{ 60}	885{ 90}
40	50	49{ 5}	196{ 20}	390{ 40}	685{ 70}	78{ 8}	294{ 30}	590{ 60}	980{ 100}
50	65	78{ 8}	245{ 25}	490{ 50}	785{ 80}	147{ 15}	490{ 50}	880{ 90}	1 470{ 150}
65	80	98{ 10}	390{ 40}	785{ 80}	1 180{ 120}	147{ 15}	590{ 60}	1 470{ 150}	1 960{ 200}
80	90	147{ 15}	490{ 50}	980{ 100}	1 470{ 150}	196{ 20}	885{ 90}	1 960{ 200}	2 940{ 300}
90	95	147{ 15}	490{ 50}	980{ 100}	1 470{ 150}	196{ 20}	885{ 90}	1 960{ 200}	2 940{ 300}
95	100	196{ 20}	685{ 70}	1 270{ 130}	1 960{ 200}	196{ 20}	885{ 90}	1 960{ 200}	2 940{ 300}
100	105	196{ 20}	685{ 70}	1 270{ 130}	1 960{ 200}	294{ 30}	980{ 100}	2 450{ 250}	3 900{ 400}
105	110	196{ 20}	685{ 70}	1 270{ 130}	1 960{ 200}	294{ 30}	980{ 100}	2 450{ 250}	3 900{ 400}
110	120	245{ 25}	885{ 90}	1 780{ 180}	2 940{ 300}	294{ 30}	980{ 100}	2 450{ 250}	3 900{ 400}
120	140	294{ 30}	980{ 100}	1 960{ 200}	3 450{ 350}	490{ 50}	1 470{ 150}	3 450{ 350}	5 900{ 600}
140	150	390{ 40}	1 270{ 130}	2 450{ 250}	4 400{ 450}	490{ 50}	1 470{ 150}	3 450{ 350}	5 900{ 600}
150	160	390{ 40}	1 270{ 130}	2 450{ 250}	4 400{ 450}	685{ 70}	2 450{ 250}	4 900{ 500}	8 850{ 900}
160	170	390{ 40}	1 270{ 130}	2 450{ 250}	4 400{ 450}	685{ 70}	2 450{ 250}	4 900{ 500}	8 850{ 900}
170	180	490{ 50}	1 770{ 180}	3 450{ 350}	5 900{ 600}	685{ 70}	2 450{ 250}	4 900{ 500}	8 850{ 900}
180	190	490{ 50}	1 770{ 180}	3 450{ 350}	5 900{ 600}	885{ 90}	3 450{ 350}	6 850{ 700}	9 800{ 1 000}
190	200	685{ 70}	2 450{ 250}	4 900{ 500}	7 850{ 800}	885{ 90}	3 450{ 350}	6 850{ 700}	9 800{ 1 000}

単位 N (kgf)

系 列							
72, 72B				73, 73B			
軽予圧 GL	普通予圧 GN	中予圧 GM	重予圧 GH	軽予圧 GL	普通予圧 GN	中予圧 GM	重予圧 GH
29 { 3}	98 { 10}	196 { 20}	294 { 30}	49 { 5}	147 { 15}	294 { 30}	390 { 40}
29 { 3}	98 { 10}	294 { 30}	390 { 40}	49 { 5}	147 { 15}	390 { 40}	490 { 50}
78 { 8}	196 { 20}	490 { 50}	785 { 80}	98 { 10}	294 { 30}	590 { 60}	980 { 100}
98 { 10}	390 { 40}	885 { 90}	1 470 { 150}	147 { 15}	490 { 50}	980 { 100}	1 960 { 200}
147 { 15}	590 { 60}	980 { 100}	1 960 { 200}	196 { 20}	785 { 80}	1 470 { 150}	2 450 { 250}
196 { 20}	785 { 80}	1 470 { 150}	2 940 { 300}	294 { 30}	980 { 100}	2 450 { 250}	3 900 { 400}
294 { 30}	980 { 100}	2 450 { 250}	3 900 { 400}	390 { 40}	1 470 { 150}	3 450 { 350}	4 900 { 500}
490 { 50}	1 470 { 150}	2 940 { 300}	4 900 { 500}	590 { 60}	1 960 { 200}	3 900 { 400}	5 900 { 600}
490 { 50}	1 960 { 200}	3 900 { 400}	5 900 { 600}	590 { 60}	2 450 { 250}	4 900 { 500}	6 850 { 700}
490 { 50}	1 960 { 200}	3 900 { 400}	5 900 { 600}	590 { 60}	2 450 { 250}	4 900 { 500}	6 850 { 700}
590 { 60}	2 450 { 250}	4 900 { 500}	7 850 { 800}	685 { 70}	2 940 { 300}	5 900 { 600}	8 850 { 900}
590 { 60}	2 450 { 250}	4 900 { 500}	7 850 { 800}	685 { 70}	2 940 { 300}	5 900 { 600}	8 850 { 900}
590 { 60}	2 450 { 250}	4 900 { 500}	7 850 { 800}	685 { 70}	2 940 { 300}	5 900 { 600}	8 850 { 900}
785 { 80}	2 940 { 300}	5 900 { 600}	9 800 { 1 000}	885 { 90}	3 900 { 400}	7 850 { 800}	11 800 { 1 200}
785 { 80}	2 940 { 300}	5 900 { 600}	9 800 { 1 000}	885 { 90}	3 900 { 400}	7 850 { 800}	11 800 { 1 200}
885 { 90}	3 900 { 400}	7 850 { 800}	11 800 { 1 200}	980 { 100}	4 400 { 450}	8 800 { 900}	13 700 { 1 400}
885 { 90}	3 900 { 400}	7 850 { 800}	11 800 { 1 200}	980 { 100}	4 400 { 450}	8 800 { 900}	13 700 { 1 400}
885 { 90}	3 900 { 400}	7 850 { 800}	11 800 { 1 200}	980 { 100}	4 400 { 450}	8 800 { 900}	13 700 { 1 400}
980 { 100}	4 400 { 450}	8 850 { 900}	13 700 { 1 400}	1 470 { 150}	5 900 { 600}	11 800 { 1 200}	15 700 { 1 600}
980 { 100}	4 400 { 450}	8 850 { 900}	13 700 { 1 400}	1 470 { 150}	5 900 { 600}	11 800 { 1 200}	15 700 { 1 600}