





主軸用軸受

9. ラジアル荷重用アンギュラ玉軸受 目次

■ 9. ラジアル荷重用アンギュラ玉軸受	56 ~ 213
① 形式と特長	56
② 標準保持器形式	58
③ 呼び番号	58
④ 軸受の精度	60
⑤ 組合せアンギュラ玉軸受の内部すきまと標準予圧量	62
⑥ アンギュラ玉軸受の推奨はめあい	68
⑦ 組合せアンギュラ玉軸受	68
⑧ 組合せアンギュラ玉軸受の合せ符合	69
⑨ フラッシュグラウンドとユニバーサルマッチング	69
⑩ セラミックボール入りアンギュラ玉軸受	70
⑪ セラミックボールを組み込んだ軸受の寿命	71
⑫ 推奨潤滑仕様	72
⑬ 標準アンギュラ玉軸受 79U, 70Uタイプ	73
⑭ 高速アンギュラ玉軸受 HSEタイプ	74
⑮ 超高速アンギュラ玉軸受 HSFタイプ	75
⑯ 環境対応型エアオイル潤滑アンギュラ玉軸受 HSLタイプ, HSFLタイプ	76
⑰ グリース潤滑シール付標準アンギュラ玉軸受 79 LLB/70 LLBタイプ	78
⑱ グリース潤滑シール付高速アンギュラ玉軸受 BNS LLBタイプ	80
⑲ 寸法表	
標準アンギュラ玉軸受	82
高速アンギュラ玉軸受	110
超高速アンギュラ玉軸受	134
環境対応型高速アンギュラ玉軸受	136
環境対応型超高速アンギュラ玉軸受	160
グリース潤滑シール付標準アンギュラ玉軸受	162
グリース潤滑シール付高速アンギュラ玉軸受	178
研削盤, モータ用アンギュラ玉軸受	202

9. ラジアル荷重用アンギュラ玉軸受

工作機械に使用されるラジアル荷重用アンギュラ玉軸受は内外輪が分解しない非分離形軸受です。軸受系列には78, 79U, 70U, 72, HSE9, HSE0, BNS9, BNS0, BNT9, BNT0, BNT2タイプ等があります。アンギュラ玉軸受は玉と内輪, 外輪の接触点を結ぶ直線がラジアル方向に対して角度を持っていて, 高速性, 剛性等の必要機能に応じ接触角15°(接触角記号"C"), 20°(記号なし), 25°(接触角記号"AD"), 30°(記号なし)を使い分けます。(図9.1参照)

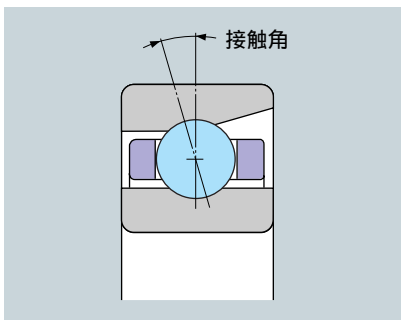


図9.1 アンギュラ玉軸受の接触角

① 形式と特長

開放形

標準アンギュラ玉軸受(78, 79, 70, 72タイプ)

標準アンギュラ玉軸受の軸受系列には78, 79, 70, 72の4タイプがあります。79, 70タイプについては内部仕様の最適化により高速化, 低温度上昇を図った79U, 70Uのアルテージシリーズとなります。接触角は15°(C), 25°(AD), 30°(記号なし)の3種類であり, 25°30°は79U, 70Uのみ設定されています。この軸受の精度はJIS5級以上で, 高速, 高剛性, 高負荷容量仕様を特徴とした構成となっています。このタイプにはセラミックボール入りの軸受もあります。

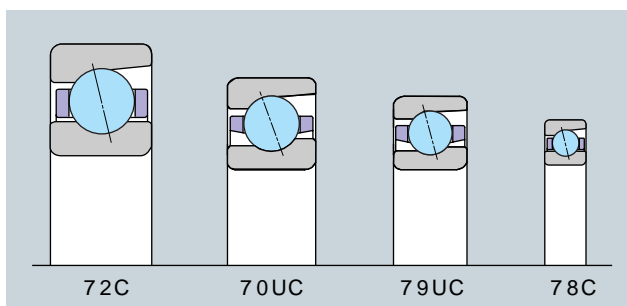


図9.2 標準アンギュラ玉軸受

高速アンギュラ玉軸受(HSEタイプ)

高速アンギュラ玉軸受の軸受系列には, HSE9, HSE0の2タイプがあります。その主要寸法はJISの寸法系列(9, 0)に合致しており接触角は15°(C), 20°(記号なし), 25°(AD)の3種類となっています。この軸受の精度はJIS5級以上で標準アンギュラ玉軸受よりボール径を小さくし, 高速性を重視したタイプとなっています。また内輪外径と外輪内径の片側を逃がし, エアオイル潤滑などで油の流れを良くする構造を採用すると同時に, 特殊材料の採用と表面改質を施し, 耐摩耗性, 耐焼付性を大幅に向上しています。このタイプには鋼球とセラミックボールの2種類が用意されています。

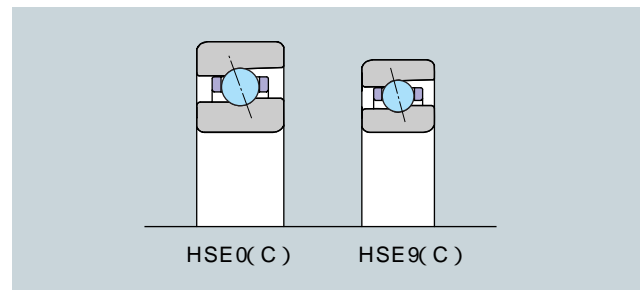


図9.3 高速アンギュラ玉軸受

超高速セラミックボール入りアンギュラ玉軸受(HSFタイプ)

超高速セラミックボール入りアンギュラ玉軸受HSF0タイプは, HSE0Cタイプよりさらに小径のセラミックボールを採用することで, 剛性を確保したまま温度上昇の低減を図りました。また, 遠心力による回転時の接触角の変化を考慮し, 接触角25°を採用しました。

これにより, 従来ジェット潤滑の下でしか運転できなかった領域をエアオイル潤滑で可能としました(d_{mn} 値 $< 260 \times 10^4$)。

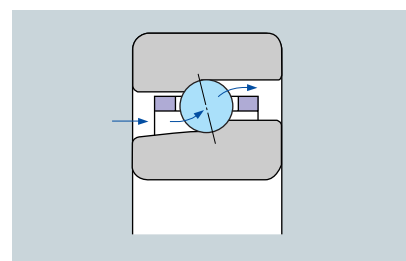


図9.4 超高速アンギュラ玉軸受

環境対応型エアオイル潤滑アンギュラ玉軸受 (HSL, HSFLタイプ)

環境対応型エアオイル潤滑アンギュラ玉軸受HSL, HSFLタイプはHSEあるいはHSFタイプの内輪外径部(カウンターポア部)の角度を最適化し、さらに円周溝を設け、環境対応ノズルを採用したエアオイル潤滑専用のアンギュラ玉軸受です。HSEあるいはHSFタイプの高速性はそのままに低騒音, エア量, オイル量の削減を可能にした省エネタイプです。この軸受の精度はJIS5級以上でHSLタイプの接触角15°(C), 20°(記号なし), 25°(AD)の3種類HSFLタイプの接触角は25°のみ1種類が用意されており専用の環境対応ノズルとの組合せで使用します。

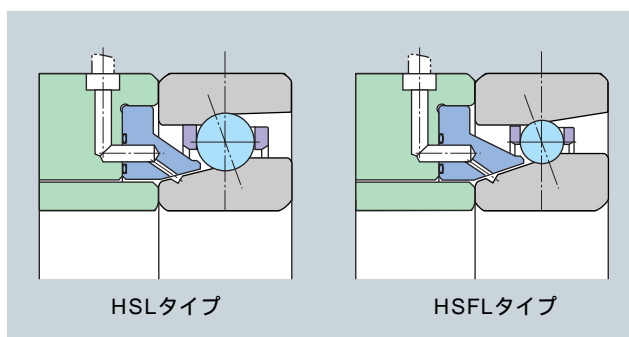


図9.5 環境対応型アンギュラ玉軸受

研削盤/モータ用高速アンギュラ玉軸受 (BNTタイプ)

研削盤及びモータ主軸用高速アンギュラ玉軸受BNTタイプは、その主要寸法がJISの寸法系列(9, 0, 2)に合致しています。接触角15°は(記号なし)の1種類であり軸受精度はJIS5級以上が用意されています。主にエアオイル潤滑, オイルミスト潤滑を想定したタイプで高速, 高負荷容量を特徴とした構成となっています。このタイプには鋼球とセラミックボールの2種類が用意されています。

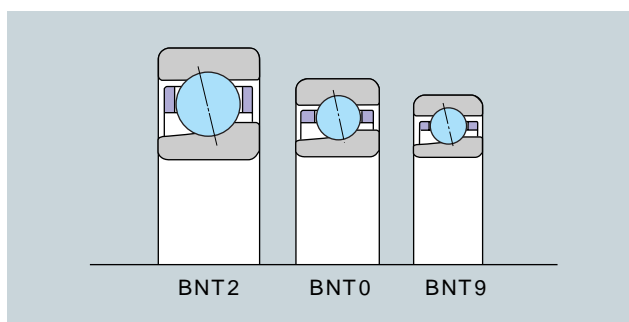


図9.6 研削盤/モータ用高速アンギュラ玉軸受

シール付

グリース潤滑シール付標準アンギュラ玉軸受 (79 LLB/70 LLBタイプ)

グリース潤滑シール付標準アンギュラ玉軸受79 LLB/70 LLBタイプは、79, 70タイプの寸法系列を維持したまま軸受両端に非接触ゴムシールを取付け、内部構造を最適化すると同時に特殊グリースを封入し、「高速化」「長寿命化」「作業環境への配慮」を実現したタイプです。接触角は15°(接触角記号CD), 25°(接触角記号AD)の2種類となっており精度は特殊精度P42(寸法精度JIS4級, 回転精度JIS2級)を採用しています。予め内部にグリースが封入されており, 洗浄が不要なため取扱いが容易な, 環境に優しい仕様です。このタイプには鋼球とセラミックボールの2種類が用意されています。

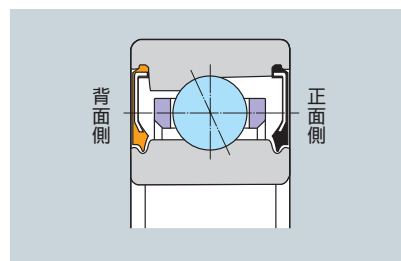


図9.7 グリース潤滑シール付標準アンギュラ玉軸受

グリース潤滑シール付高速アンギュラ玉軸受 (BNS LLBタイプ)

グリース潤滑シール付高速アンギュラ玉軸受BNS LLBタイプはHSEタイプの寸法を維持したまま軸受両端に非接触ゴムシールを取り付け、内部構造を最適化すると同時に特殊グリースを封入し、「高速化」「低温度上昇」「長寿命化」「作業環境への配慮」を実現したタイプです。接触角は15°(接触角記号"C"), 20°(記号なし), 25°(接触角記号"AD")の3種類となっており精度はJIS4級以上としています。軌道輪に特殊材料を採用し, 表面改質の施し耐摩耗性, 耐焼付性を大巾に向上しています。また予め内部にグリースが封入されており, 洗浄が不要なため取扱いが容易な, 環境に優しい仕様です。このタイプには鋼球とセラミックボールの2種類が用意されています。

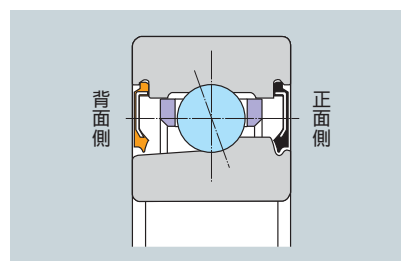


図9.8 グリース潤滑シール付高速アンギュラ玉軸受

② 標準保持器形式

表9.1 ラジアル荷重用アンギュラ玉軸受 標準保持器

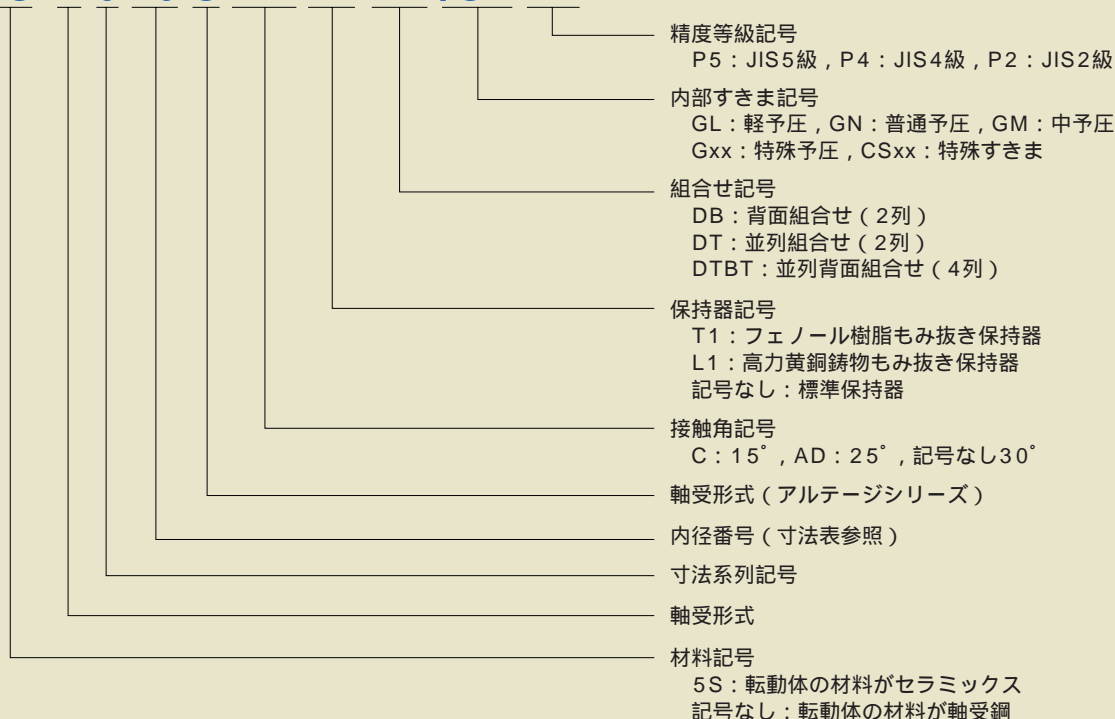
軸受形式	ポリアミド樹脂成形保持器	フェノール樹脂もみ抜き保持器	高力黄銅鋳物もみ抜き保持器
78C		7805C ~ 7824C	7826C ~ 7834C
79U (15°, 25°, 30°), 79C	7900U ~ 7926U		7928C ~ 7934C
70U (15°, 25°, 30°), 70C	7000U ~ 7026U		7028C ~ 7040C
72C	7200C ~ 7220C	7221C ~ 7228C	7226C
HSE9 (15°, 20°, 25°)		HSE910 ~ HSE934	
HSE0 (15°, 20°, 25°)		HSE010 ~ HSE034	
HSF		HSF010 ~ HSF020	
HSL9 (15°, 20°, 25°)		HSL910 ~ HSL934	
HSL0 (15°, 20°, 25°)		HSL010 ~ HSL034	
HSFL0		HSFL010 ~ HSFL020	
79 LLB (15°, 25°)	7900 LLB ~ 7909 LLB		
70 LLB (15°, 25°)	7000 LLB ~ 7009 LLB		
BNS9 LLB (15°, 20°, 25°)		BNS910 LLB ~ BNS920 LLB	
BNS0 LLB (15°, 20°, 25°)		BNS010 LLB ~ BNS020 LLB	
BNT9		BNT900 ~ BNT909	
BNT0		BNT000 ~ BNT009	
BNT2		BNT200 ~ BNT209	

注) 保持器形式については予告なしに変更する場合があります。詳細はNTNまでご照会下さい。

③ 呼び番号

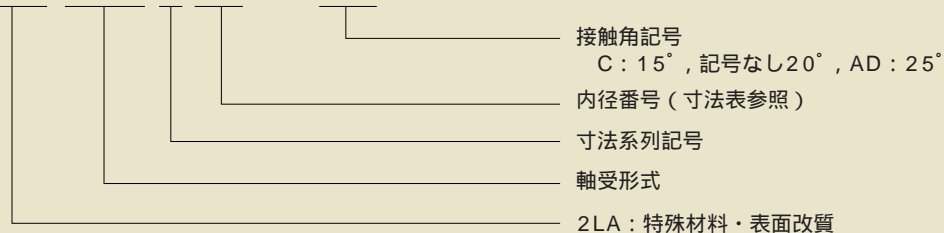
78, 79, 70, 72, BNTタイプ

5S-7020UADT1DB/GLP4



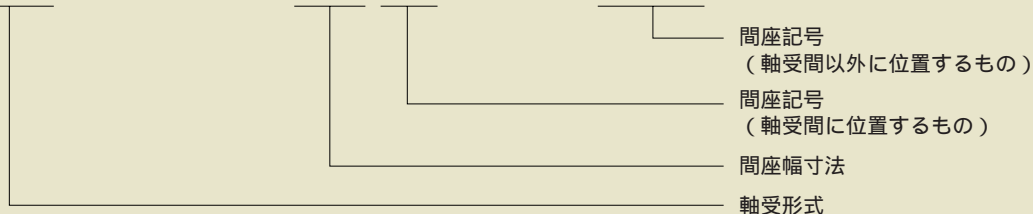
HSEタイプ

5S- 2LA-HSE 0 20 T2 AD DB /GL P4



HSLタイプ

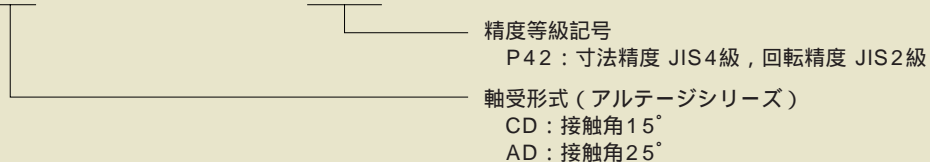
5S- 2LA-HSL 0 20 T2 DB +xx Dn /GL P4 +TKZ



(注1) HSL : 軸受本体のみの名称
xxDn, +TKZ : 環境対応型ノズル単体, またはノズルを組込んだ間座の名称 (HSLタイプの場合)

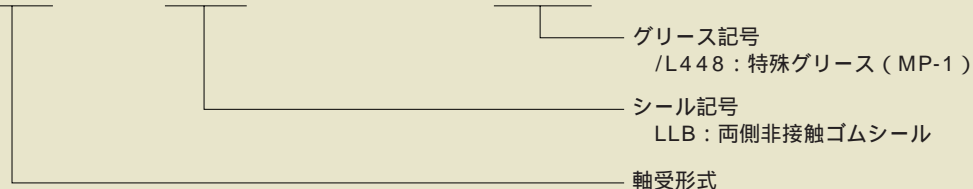
79LLB/70LLBタイプ

5S- 7006 CD LLB DB /GL P42 /L448



BNSタイプ

5S- 2LA-BNS 0 20 LLB DB /GL P4 /L448



④ 軸受の精度

表9.2 内輪

呼び軸受内径 d mm を超え 以下	平面内平均内径の寸法差						平面内内径不同						平面内平均内径の不同			ラジアル振れ			
	Δd_{mp}						V_{dp}						V_{dmp}			K_{ia}			
	5級		4級 ①		2級 ①		直径系列 9			直径系列 0.2			5級 4級 2級			5級 4級 2級			
	上	下	上	下	上	下	5級	4級	2級	5級	4級	2級	5級	4級	2級	5級	4級	2級	
2.5	10	0	-5	0	-4	0	-2.5	5	4	2.5	4	3	2.5	3	2	1.5	4	2.5	1.5
10	18	0	-5	0	-4	0	-2.5	5	4	2.5	4	3	2.5	3	2	1.5	4	2.5	1.5
18	30	0	-6	0	-5	0	-2.5	6	5	2.5	5	4	2.5	3	2.5	1.5	4	3	2.5
30	50	0	-8	0	-6	0	-2.5	8	6	2.5	6	5	2.5	4	3	1.5	5	4	2.5
50	80	0	-9	0	-7	0	-4	9	7	4	7	5	4	5	3.5	2	5	4	2.5
80	120	0	-10	0	-8	0	-5	10	8	5	8	6	5	5	4	2.5	6	5	2.5
120	150	0	-13	0	-10	0	-7	13	10	7	10	8	7	7	5	3.5	8	6	2.5
150	180	0	-13	0	-10	0	-7	13	10	7	10	8	7	7	5	3.5	8	6	5
180	250	0	-15	0	-12	0	-8	15	12	8	12	9	8	8	6	4	10	8	5

- ① 4級, 2級に適用する内径の寸法差 Δd_s の許容差は平均内径の寸法差 Δd_{mp} の許容差と同じです。ただし, 4級に対して直径系列0.2に, また2級に対しては全ての直径系列に適用します。
- ② 組合せ軸受用として製作された個々の軌道輪に適用します。

表9.3 外輪

呼び軸受外径 D mm を超え 以下	平面内平均外径の寸法差						平面内外径不同						平面内平均外径の不同			ラジアル振れ			
	ΔD_{mp}						V_{Dp}						V_{Dmp}			K_{ea}			
	5級		4級 ③		2級 ③		直径系列 9			直径系列 0.2			5級 4級 2級			5級 4級 2級			
	上	下	上	下	上	下	5級	4級	2級	5級	4級	2級	5級	4級	2級	5級	4級	2級	
18	30	0	-6	0	-5	0	-4	6	5	4	5	4	4	3	2.5	2	6	4	2.5
30	50	0	-7	0	-6	0	-4	7	6	4	5	5	4	4	3	2	7	5	2.5
50	80	0	-9	0	-7	0	-4	9	7	4	7	5	4	5	3.5	2	8	5	4
80	120	0	-10	0	-8	0	-5	10	8	5	8	6	5	5	4	2.5	10	6	5
120	150	0	-11	0	-9	0	-5	11	9	5	8	7	5	6	5	2.5	11	7	5
150	180	0	-13	0	-10	0	-7	13	10	7	10	8	7	7	5	3.5	13	8	5
180	250	0	-15	0	-11	0	-8	15	11	8	11	8	8	8	6	4	15	10	7
250	315	0	-18	0	-13	0	-8	18	13	8	14	10	8	9	7	4	18	11	7

- ③ 4級, 2級に適用する外径の寸法差 ΔD_s の許容差は平均外径の寸法差 ΔD_{mp} の許容差と同じです。ただし, 4級に対して直径系列0.2に, また2級に対しては全ての直径系列に適用します。

単位：μm

横振れ			アキシャル振れ			幅の寸法差						幅不同				
S_i			S_{ia}			ΔB_s						VB_s				
5級	4級	2級	5級	4級	2級	単体軸受			組合せ軸受②			5級	4級	2級		
最大			最大			5級	4級	2級	5級	4級	5級	4級	2級	最大		
						上	下	上	下	上	下	上	下			
7	3	1.5	7	3	1.5	0	-40	0	-40	0	-250	5	2.5	1.5		
7	3	1.5	7	3	1.5	0	-80	0	-80	0	-250	5	2.5	1.5		
8	4	1.5	8	4	2.5	0	-120	0	-120	0	-250	5	2.5	1.5		
8	4	1.5	8	4	2.5	0	-120	0	-120	0	-250	5	3	1.5		
8	5	1.5	8	5	2.5	0	-150	0	-150	0	-250	6	4	1.5		
9	5	2.5	9	5	2.5	0	-200	0	-200	0	-380	7	4	2.5		
10	6	2.5	10	7	2.5	0	-250	0	-250	0	-380	8	5	2.5		
10	6	4	10	7	5	0	-250	0	-250	0	-380	8	5	4		
11	7	5	13	8	5	0	-300	0	-300	0	-500	10	6	5		

単位；μm

外径面の倒れ			アキシャル振れ			幅の寸法差			幅不同		
S_d			S_{ea}			ΔC_s			VC_s		
5級	4級	2級	5級	4級	2級	全等級			5級	4級	2級
最大			最大						最大		
8	4	1.5	8	5	2.5	同じ軸受のdに対する ΔB_s の許容差による。			5	2.5	1.5
8	4	1.5	8	5	2.5				5	2.5	1.5
8	4	1.5	10	5	4				6	3	1.5
9	5	2.5	11	6	5				8	4	2.5
10	5	2.5	13	7	5				8	5	2.5
10	5	2.5	14	8	5				8	5	2.5
11	7	4	15	10	7				10	7	4
13	8	5	18	10	7				11	7	5

⑤ 組合せアンギュラ玉軸受の内部すきまと標準予圧量

組合せアンギュラ玉軸受の初期すきまあるいは初期予圧量は、組立後あるいは運転時の必要剛性、精度、運転時の温度上昇を加味して決定されます。

軸受内部すきまは、はめあいによるすきまの減少、運転時の内外輪温度差、遠心力の影響により 運転時に減少し、初期の選定いかんによっては 運転時過小すきまとなり、発熱、振動、音響、寿命に影響を与え場合によっては焼損に至る場合があります。よって 運転時に必要な機能を満足する最適な初期すきまあるいは初期予圧量を選定することが重要になります。工作機械の主軸軸受については種類、主軸構成、潤滑方式、駆動方式、必要機能等により、組合せアンギュラ玉軸受の初期予圧量は異なります。一般的な目安として、 d_{mn} 値 (d_m 転動体中心径 mm, n : 回転速度 min^{-1}) に対し、以下の標準予圧量が採用されています。

- $d_{mn} \leq 50 \times 10^4$ 普通予圧 (GN)
- $50 \times 10^4 < d_{mn} \leq 65 \times 10^4$ 軽予圧 (GL)
- $d_{mn} > 65 \times 10^4$ 0 ~ 初期すきま

詳細はNTNにご照会下さい。

表9.4 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	C1		C2		CN (普通)	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大
を越え						
以下						
— 10	3	8	6	12	8	15
10 18	3	8	6	12	8	15
18 30	3	10	6	12	10	20
30 50	3	10	8	14	14	25
50 80	3	11	11	17	17	32
80 100	3	13	13	22	22	40
100 120	3	15	15	30	30	50
120 150	3	16	16	33	35	55
150 180	3	18	18	35	35	60
180 200	3	20	20	40	40	65

NTNでは組合せアンギュラ玉軸受の初期ラジアルすきま及び標準予圧量を表9.4 ~ 表9.19に設定しています。用途に応じてラジアル内部すきま及び初期予圧量を選定下さい。なお、組合せアンギュラ玉軸受をご用命時、予圧量またはすきまの指示がない場合、一般的には普通すきまの商品となりますので注意下さい。タイプによっては普通すきまの設定がないものもありますので、NTNにご照会下さい。

アンギュラ玉軸受の標準予圧量 (DB, DF組合せ)

表9.5 標準アンギュラ玉軸受 (78Cタイプ)

単位: N

呼び軸受内径 d (mm)	接触角 15°		
	78xxC		
	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)
25	10	29	78
30	10	29	78
35	10	29	78
40	10	29	78
45	20	49	98
50	20	49	98
55	29	98	196
60	29	98	196
65	29	98	196
70	29	98	196
75	29	98	196
80	29	98	196
85	49	147	294
90	49	147	294
95	49	147	294
100	49	147	294
105	49	147	294
110	78	196	490
120	78	196	490
130	98	294	590
140	98	294	590
150	147	390	785
160	147	390	785
170	147	490	980

表9.6 標準アンギュラ玉軸受 (79タイプ)

単位 : N

呼び軸受内径 <i>d</i> (mm)	接触角 15°			接触角 25°			接触角 30°		
	79xxUC/5S-79xxUC			79xxUAD/5S-79xxUAD			79xxU/5S-79xxU		
	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)
10		20	39		29	59		39	78
12		20	39		29	69		39	78
15		29	59		49	98	20	59	118
17		29	69	20	49	98	20	69	127
20	20	49	88	20	69	147	29	88	186
25	20	49	98	20	78	157	29	98	196
30	20	49	108	20	78	167	29	98	206
35	29	78	167	39	127	255	49	167	325
40	29	88	177	39	137	275	49	167	345
45	39	108	216	49	167	345	69	216	420
50	39	118	226	49	177	355	69	226	450
55	39	118	236	59	186	375	69	235	460
60	39	127	245	59	196	380	78	245	480
65	39	127	245	59	196	390	78	245	490
70	59	177	365	88	284	560	108	355	695
75	59	177	365	88	284	570	108	355	705
80	59	186	365	88	284	580	108	365	715
85	78	245	490	118	390	770	147	480	970
90	88	255	500	118	390	780	147	490	980
95	88	255	510	118	400	795	157	500	990
100	108	325	655	157	510	1 020	196	635	1 270
105	108	335	655	157	520	1 040	196	645	1 300
110	108	335	665	157	530	1 060	206	655	1 310
120	137	410	835	196	655	1 300	245	815	1 620
130	167	510	1 020	235	800	1 600	305	990	1 990
	79xxC								
140	196	490	980						
150	245	685	1 470						
160	245	685	1 470						
170	245	685	1 470						

表9.7 標準アンギュラ玉軸受 (70タイプ)

単位：N

呼び軸受内径 <i>d</i> (mm)	接触角 15°			接触角 25°			接触角 30°		
	70xxUC/5S-70xxUC			70xxUAD/5S-70xxUAD			70xxU/5S-70xxU		
	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)
10		29	59	20	49	108	20	69	127
12		39	69	20	59	108	20	69	137
15		39	78	20	59	127	29	78	157
17	20	49	98	20	78	157	29	98	196
20	20	69	137	29	108	216	39	137	265
25	29	78	147	39	118	235	49	147	294
30	29	98	186	49	147	305	59	186	375
35	39	118	235	59	186	380	69	235	480
40	39	127	255	59	206	400	78	255	510
45	49	147	300	69	245	480	88	305	600
50	49	157	325	78	255	510	98	325	635
55	69	216	420	98	335	665	127	420	845
60	69	216	430	108	345	680	127	430	855
65	78	226	460	108	365	725	137	450	900
70	98	294	580	137	460	920	177	580	1 150
75	98	294	600	137	470	940	177	590	1 180
80	118	365	725	177	580	1 150	216	715	1 430
85	127	375	750	177	590	1 180	226	735	1 470
90	147	440	890	206	705	1 400	265	875	1 750
95	157	460	910	216	715	1 430	275	900	1 790
100	157	460	930	226	740	1 470	284	920	1 830
105	186	550	1 090	255	860	1 720	335	1 070	2 140
110	206	630	1 250	294	990	1 980	380	1 230	2 460
120	216	635	1 270	305	1 010	2 020	380	1 260	2 510
130	265	800	1 600	380	1 270	2 530	480	1 570	3 150
	70xxC								
140	294	785	1 960						
150	294	785	1 960						
160	490	980	2 450						
170	490	980	2 450						
180	490	980	2 450						
190	590	1 470	3 450						
200	590	1 470	3 450						

表9.8 標準アンギュラ玉軸受 (72Cタイプ)

単位：N

呼び軸受内径 <i>d</i> (mm)	接触角 15°		
	72xxC		
	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)
10	20	49	98
12	20	49	98
15	20	49	147
17	20	49	147
20	49	98	294
25	49	98	294
30	49	98	294
35	78	196	490
40	78	196	490
45	98	294	590
50	98	294	590
55	147	390	785
60	147	390	785
65	147	390	785
70	196	490	980
75	196	490	980
80	196	490	980
85	294	685	1 470
90	294	685	1 470
95	294	685	1 960
100	294	685	1 960
105	390	980	2 450
110	390	980	2 450
120	390	980	2 450
130	490	1 470	2 940

表9.9 高速用アンギュラ玉軸受 (HSE9タイプ)

単位：N

呼び軸受内径 <i>d</i> (mm)	接触角 15°			接触角 20°			接触角 25°		
	HSE9xxC/5S-HSE9xxC			HSE9xx/5S-HSE9xx			HSE9xxAD/5S-HSE9xxAD		
	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)
50	29	78	167	39	118	235	39	157	305
55	39	108	206	49	147	305	49	196	390
60	39	108	216	49	157	315	49	196	400
65	39	108	216	49	157	315	49	206	410
70	59	137	275	59	196	400	69	255	520
75	59	137	284	59	206	410	69	265	530
80	59	147	294	59	216	420	69	275	550
85	69	177	345	78	255	510	78	325	655
90	69	177	355	78	265	520	88	335	665
95	69	186	365	78	265	540	88	345	685
100	98	255	510	108	375	755	118	480	970
105	108	265	530	118	380	775	127	500	1 000
110	108	265	530	118	390	785	127	500	1 000
120	127	315	630	137	460	910	147	590	1 180
130	147	375	745	157	550	1 090	177	695	1 390
140	147	375	745	157	550	1 090	177	695	1 390
150	206	520	1 040	226	755	1 520	245	980	1 960
160	216	540	1 070	226	785	1 560	255	1 000	2 000
170	216	550	1 090	235	795	1 590	255	1 020	2 040

表9.10 高速用アンギュラ玉軸受 (HSE0タイプ)

単位：N

呼び軸受内径 <i>d</i> (mm)	接触角 15°			接触角 20°			接触角 25°		
	HSE0xxC/5S-HSE0xxC			HSE0xx/5S-HSE0xx			HSE0xxAD/5S-HSE0xxAD		
	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)
50	59	157	315	69	235	460	78	305	600
55	69	177	345	78	255	510	78	325	645
60	69	186	365	78	265	530	88	345	685
65	69	186	365	78	265	540	88	345	695
70	88	226	450	98	325	655	108	420	845
75	98	235	480	108	355	695	118	450	900
80	108	275	550	118	400	805	127	520	1 030
85	108	275	560	118	400	815	127	520	1 040
90	127	325	645	137	470	940	157	610	1 220
95	127	325	645	147	480	960	157	620	1 240
100	137	345	675	147	490	990	157	635	1 270
105	157	390	775	167	570	1 140	186	725	1 450
110	196	480	960	206	695	1 400	226	900	1 800
120	196	480	960	216	705	1 410	226	910	1 820
130	275	695	1 380	305	1 020	2 030	325	1 300	2 610
140	284	715	1 430	315	1 050	2 090	345	1 350	2 710
150	294	735	1 470	325	1 080	2 150	345	1 380	2 770
160	345	865	1 730	375	1 260	2 520	410	1 630	3 250
170	390	990	1 980	430	1 450	2 900	470	1 860	3 750

表9.11 環境対応型エアオイル潤滑アンギュラ玉軸受 (HSL9タイプ)

単位：N

呼び軸受内径 <i>d</i> (mm)	接触角 15°			接触角 20°			接触角 25°		
	HSL9xxC/5S-HSL9xxC			HSL9xx/5S-HSL9xx			HSL9xxAD/5S-HSL9xxAD		
	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)
50	29	78	167	39	118	235	39	157	305
55	39	108	206	49	147	305	49	196	390
60	39	108	216	49	157	315	49	196	400
65	39	108	216	49	157	315	49	206	410
70	59	137	275	59	196	400	69	255	520
75	59	137	284	59	206	410	69	265	530
80	59	147	294	59	216	420	69	275	550
85	69	177	345	78	255	510	78	325	655
90	69	177	355	78	265	520	88	335	665
95	69	186	365	78	265	540	88	345	685
100	98	255	510	108	375	755	118	480	970
105	108	265	530	118	380	775	127	500	1000
110	108	265	530	118	390	785	127	500	1000
120	127	315	630	137	460	910	147	590	1180
130	147	375	745	157	550	1090	177	695	1390

表9.12 環境対応型エアオイル潤滑アンギュラ玉軸受 (HSL0タイプ)

単位：N

呼び軸受内径 <i>d</i> (mm)	接触角 15°			接触角 20°			接触角 25°		
	HSL0xxC/5S-HSL0xxC			HSL0xx/5S-HSL0xx			HSL0xxAD/5S-HSL0xxAD		
	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)
50	59	157	315	69	235	460	78	305	600
55	69	177	345	78	255	510	78	325	645
60	69	186	365	78	265	530	88	345	685
65	69	186	365	78	265	540	88	345	695
70	88	226	450	98	325	655	108	420	845
75	98	235	480	108	355	695	118	450	900
80	108	275	550	118	400	805	127	520	1 030
85	108	275	560	118	400	815	127	520	1 040
90	127	325	645	137	470	940	157	610	1 220
95	127	325	645	147	480	960	157	620	1 240
100	137	345	675	147	490	990	157	635	1 270
105	157	390	775	167	570	1140	186	725	1450
110	196	480	960	206	695	1400	226	900	1800
120	196	480	960	216	705	1410	226	910	1820
130	275	695	1380	305	1020	2030	325	1300	2610

表9.13 グリース潤滑シール付標準アンギュラ玉軸受 (79CD, ADタイプ)

単位：N

呼び軸受内径 <i>d</i> (mm)	接触角 15°			接触角 25°		
	79xxCD/5S-79xxCD			79xxAD/5S-79xxAD		
	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)
10	10	29	78		39	78
12	10	29	78		39	78
15	10	29	78		49	147
17	10	29	78		49	147
20	20	49	98	29	98	196
25	20	49	98	29	98	196
30	20	49	98	29	98	196
35	29	78	196	49	147	294
40	29	78	196	49	147	294
45	39	98	245	49	196	390
50	39	98	245	49	196	390

表9.14 グリース潤滑シール付標準アンギュラ玉軸受 (70CD, ADタイプ)

単位：N

呼び軸受内径 <i>d</i> (mm)	接触角 15°			接触角 25°		
	70xxCD/5S-70xxCD			70xxAD/5S-70xxAD		
	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)
10	20	29	98	29	78	147
12	20	29	98	29	78	147
15	20	29	98	29	78	147
17	20	29	98	29	78	147
20	29	78	147	49	147	294
25	29	78	147	49	147	294
30	29	78	147	49	147	294
35	49	147	294	78	294	590
40	49	147	294	78	294	590
45	49	147	294	78	294	590
50	49	147	294	78	294	590

表9.15 グリス潤滑シール付高速アンギュラ玉軸 (BNS9タイプ)

単位: N

呼び軸受内径 <i>d</i> (mm)	接触角 15°			接触角 20°			接触角 25°		
	BNS9xxC/5S-BNS9xxC			BNS9xx/5S-BNS9xx			BNS9xxAD/5S-BNS9xxAD		
	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)
50	29	78	167	39	118	235	39	157	305
55	39	108	206	49	147	305	49	196	390
60	39	108	216	49	157	315	49	196	400
65	39	108	216	49	157	315	49	206	410
70	59	137	275	59	196	400	69	255	520
75	59	137	284	59	206	410	69	265	530
80	59	147	294	59	216	420	69	275	550
85	69	177	345	78	255	510	78	325	655
90	69	177	355	78	265	520	88	335	665
95	69	186	365	78	265	540	88	345	685
100	98	255	510	108	375	755	118	480	970

表9.16 グリス潤滑シール付高速アンギュラ玉軸受 (BNS0タイプ)

単位: N

呼び軸受内径 <i>d</i> (mm)	接触角 15°			接触角 20°			接触角 25°		
	BNS0xxC/5S-BNS0xxC			BNS0xx/5S-BNS0xx			BNS0xxAD/5S-BNS0xxAD		
	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)
45	49	118	235	49	177	345	59	226	450
50	59	157	315	69	235	460	78	305	600
55	69	177	345	78	255	510	78	325	645
60	69	186	365	78	265	530	88	345	685
65	69	186	365	78	265	540	88	345	695
70	88	226	450	98	325	655	108	420	845
75	98	235	480	108	355	695	118	450	900
80	108	275	550	118	400	805	127	520	1 030
85	108	275	560	118	400	815	127	520	1 040
90	127	325	645	137	470	940	157	610	1 220
95	127	325	645	147	480	960	157	620	1 240
100	137	345	675	147	490	990	157	635	1 270

表9.17 研削盤/モータ用アンギュラ玉軸受 (BNT9タイプ)

単位: N

呼び軸受内径 <i>d</i> (mm)	接触角 15°		
	BNT9xx/5S-BNT9xx		
	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)
10	10	29	78
12	10	29	78
15	10	29	78
17	10	29	78
20	20	49	98
25	20	49	98
30	20	49	98
35	29	78	196
40	29	78	196
45	39	98	245
50	39	98	245
55	49	118	294
60	49	118	294
65	49	118	294

表9.18 研削盤/モータ用アンギュラ玉軸受 (BNT0タイプ)

単位: N

呼び軸受内径 <i>d</i> (mm)	接触角 15°		
	BNT0xx/5S-BNT0xx		
	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)
10	20	29	98
12	20	29	98
15	20	29	98
17	20	29	98
20	29	78	147
25	29	78	147
30	29	78	147
35	49	147	294
40	49	147	294
45	49	147	294
50	49	147	294
55	98	196	490
60	98	196	490
65	98	196	490
70	98	294	685

表9.19 研削盤/モータ用アンギュラ玉軸受 (BNT2タイプ)

単位: N

呼び軸受内径 <i>d</i> (mm)	接触角 15°		
	BNT2xx/5S-BNT2xx		
	軽予圧 (GL)	普通予圧 (GN)	中予圧 (GM)
10	20	49	98
12	20	49	98
15	20	49	147
17	20	49	147
20	49	98	294
25	49	98	294
30	49	98	294
35	78	196	490
40	78	196	490
45	98	294	590
50	98	294	590
55	147	390	785
60	147	390	785
65	147	390	785
70	196	490	980
75	196	490	980
80	196	490	980

⑥ アンギュラ玉軸受の推奨はめあい

精密軸受の高精度を維持するため、 d_{mn} 値 75×10^4 (d_m : 転動体中心径 mm, n : 回転速度 min^{-1}) の場合、表 9.20 ~ 表 9.21 のはめあいを推奨します。

d_{mn} 値 $> 75 \times 10^4$ の場合には軸のはめあいに遠心力による膨張を考慮する必要があるため、推奨はめあいを NTN まで問合せ下さい。外輪とハウジングのはめあいについては、周辺温度の影響（例えばビルトインモータの発熱、外筒冷却の効果等）を加味する必要があり、詳細検討が必要な場合 NTN までご照会下さい。

表 9.20 軸のはめあい 単位: μm

呼び軸受内径 d mm		内輪と軸のはめあい
を超え	以下	
2.5	10	0 ~ 2T
10	18	0 ~ 2T
18	30	0 ~ 2T
30	50	0 ~ 3T
50	80	1T ~ 4T
80	120	1T ~ 5T
120	180	2T ~ 7T
180	250	2T ~ 8T

- 備考 1) 狙いは中央値としてください。
 2) $d_{mn} > 75 \times 10^4$ を超えるような高速の場合は、しめしろを増やす必要がありますので、NTN にご照会ください。
 T: しまりばめ

表 9.21 ハウジングのはめあい 単位: μm

呼び軸受外径 D mm		外輪とハウジングのはめあい	
を超え	以下	固定側軸受	自由側軸受
18	30	2L ~ 5L	6L ~ 10L
30	50	2L ~ 6L	6L ~ 10L
50	80	2L ~ 7L	6L ~ 12L
80	120	2L ~ 7L	8L ~ 13L
120	150	2L ~ 8L	10L ~ 16L
150	180	2L ~ 8L	11L ~ 17L
180	250	3L ~ 10L	13L ~ 20L
250	315	3L ~ 11L	15L ~ 23L

- 備考 1) 狙いは中央値としてください。
 2) $d_{mn} > 125 \times 10^4$ を超えるような超高速の場合やビルトインモータの場合は、はめあいすきまを増やす必要がありますので、NTN にご照会ください。
 L: すきまばめ

⑦ 組合せアンギュラ玉軸受

アンギュラ玉軸受は、その要求仕様により 2 列、3 列または 4 列組み合わせて使用されます。

背面組合せ (DB) と正面組合せ (DF) は、ラジアル荷重と両方向のアキシャル荷重を負荷することができます。DB 組合せは、軸受の作用点間距離が大きく、モーメント荷重の負荷能力が大きいため、工作機械の主軸には、この組合せがよく用いられます。

DF 組合せは、モーメント荷重の負荷能力は小さくなりますが、許容傾き角は DB 組合せより大きい特長があります。並列組合せ (DT) は、ラジアル荷重と大きなアキシャル荷重を負荷できますが、負荷できるアキシャル荷重は、一方向のみです。マシニングセンタの主軸などには、ラジアル剛性及びアキシャル剛性を大きくしかつ高速で運転されるため 4 列の組合せ (DTBT) がよく用いられます。

組合せアンギュラ玉軸受は、軸受の予圧量またはすきまを調整するため、セットで製作されていますので、同一の製品番号の軸受を組み合わせて使用してください。

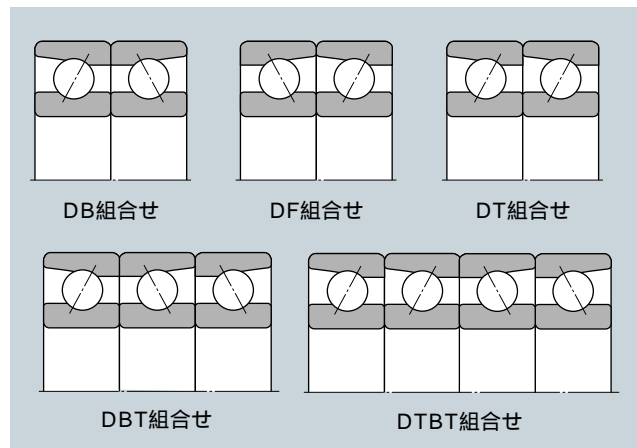


図 9.5

⑧ 組合せアンギュラ玉軸受の合せ符合

組合せアンギュラ玉軸受には、製品番号及び合せ符合が軸受端面にエッチングしてあります。また、3列以上の組合せアンギュラの場合は、軸受の外径面に＜マーク＞がエッチングしてありますので、必ず、＜マーク＞を合わせて組み立てるようにしてください。

なお、DB、DF組合せアンギュラ玉軸受は、＜マーク＞がエッチングしてありませんので合せ符合で組合せてください。

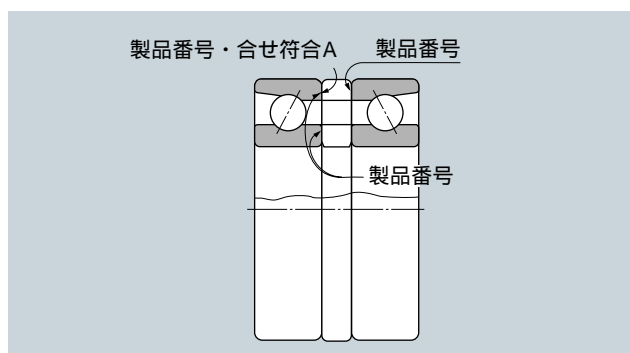


図9.10

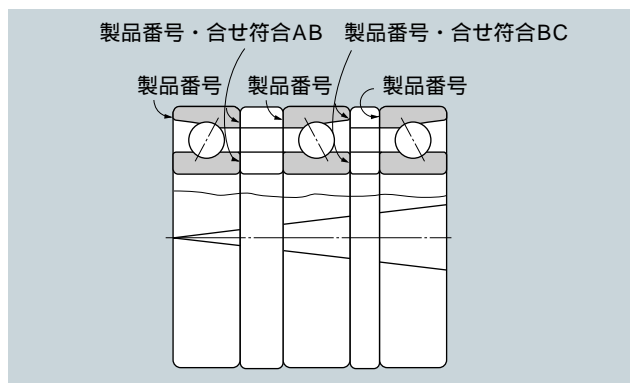


図9.11

⑨ フラッシュグラウンドとユニバーサルマッチング

アンギュラ玉軸受は目的に応じ、正面組合せ（DF）、背面組合せ（DB）、並列組合せ（DT）など2列以上の多列組合せで使用されます。組合せに際しては、使用する軸受の精度や平面差を合わせる事が重要です。

フラッシュグラウンド

フラッシュグラウンドとは正面側と背面側の内外輪端面の段差（平面差と呼ぶ）が同一になる加工を施すことです（図9.12）。これにより、同一の内部すきま記号または予圧記号を持つ軸受は正面、背面、並列組合せのいずれにおいても、所定の予圧量またはすきまを得ることができます。

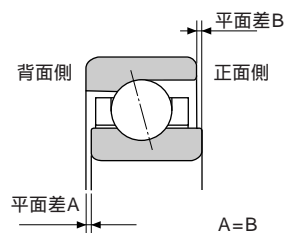


図9.12 フラッシュグラウンド

工作機械主軸用軸受のBNT9系列、0系列、2系列および、ボールねじ支持用スラストアンギュラ玉軸受2A-BSTタイプではすべてフラッシュグラウンドが標準で施されています。

（注1）フラッシュグラウンドは他の形式のアンギュラ玉軸受についても加工可能です。必要な場合には品名に接尾記号「G」を付けて要求下さい。

[例] 7010UC G /GNP4

ユニバーサルマッチング

ユニバーサルマッチングとは、フラッシュグラウンドに加え、内径及び外径寸法相互差管理を実施した組合せアンギュラ玉軸受を意味します。

NTNでは内外径相互差を許容値の1/3以下（最小2μm）に管理しています。ユニバーサルマッチングはJIS 5級以上の組合せアンギュラ玉軸受に対応しています。お求めになる際には、ご希望の組合せ数（DB、DF、DTの時はD2、DBT、DFT、DTTの時はD3）あるいは基本組合せを連絡の上、ユニバーサルマッチングをご指定下さい。

[組合せ数2の場合] (品名には「D2」がつきます)

[例] 7010UC G D2 /GNP4

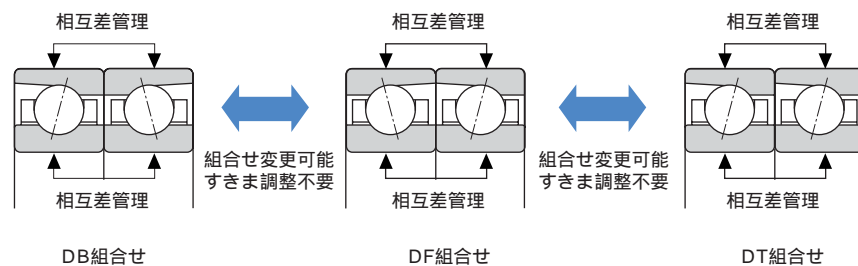


図9.13 ユニバーサルマッチング

⑩ セラミックボール入りアンギュラ玉軸受

最近の工作機械特にマシニングセンタやNC機の主軸は、ますます高速化の傾向にあり、精度の向上と併せて、軸受に対する高速高剛性の要求が一層強くなっています。軸受転動体材料としてセラミックスの要求も多く、以下ではセラミックボール入りアンギュラ玉軸受の特徴を示します。

この軸受の特長は、温度上昇が低く、超高速回転が可能
セラミックスの比重は、軸受鋼の1/2以下しかなく、しかも5S-HSEタイプでは標準70タイプより玉径が小さいため、遠心力の影響（ジャイロモーメントによる玉の滑りとスピン滑り）が大幅に軽減されます。

このため、発熱が小さく超高速回転が可能になります。

剛性が高く、加工物の精度向上

セラミックスの縦弾性係数は軸受鋼の約1.5倍と大きいため、軸受の剛性も格段に高くなります。

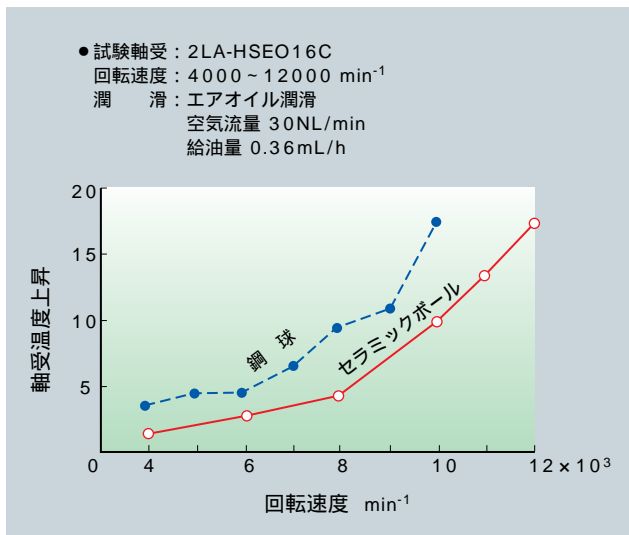


図9.14 セラミックボール・軸受鋼ボール入り軸受の温度上昇比較

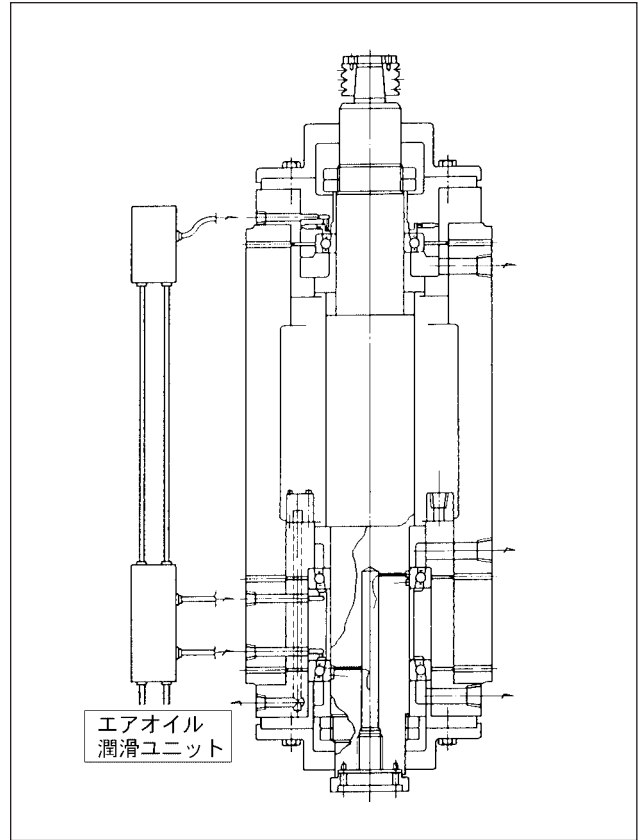


図9.15 温度上昇測定用試験装置

表9.22 セラミックスと軸受鋼の物性比較

項目	セラミックス (Si ₃ N ₄)	軸受鋼 (SUJ2)
密度 g/cm ³	3.304	7.8
縦弾性係数 GPa	315	210
ポアソン比	0.25	0.3
熱膨張係数 × 10 ⁻⁶ /	3.2	12.5
熱伝導率 Cal/cm·s·	0.07	0.1～0.12

⑪ セラミックボールを組み込んだ軸受の寿命

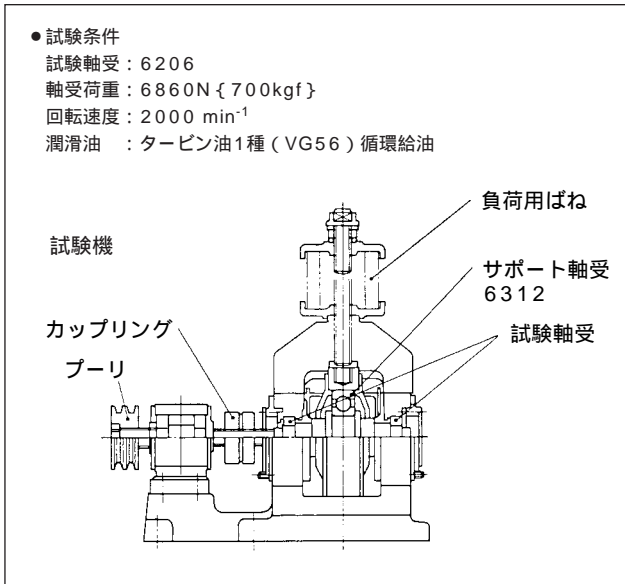


図9.16 ラジアル型軸受寿命試験機

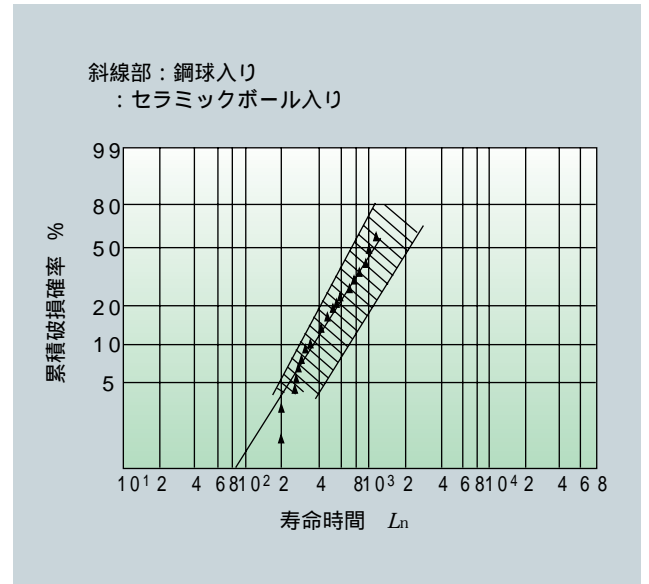


図9.17 セラミックボールを組み込んだ軸受の寿命

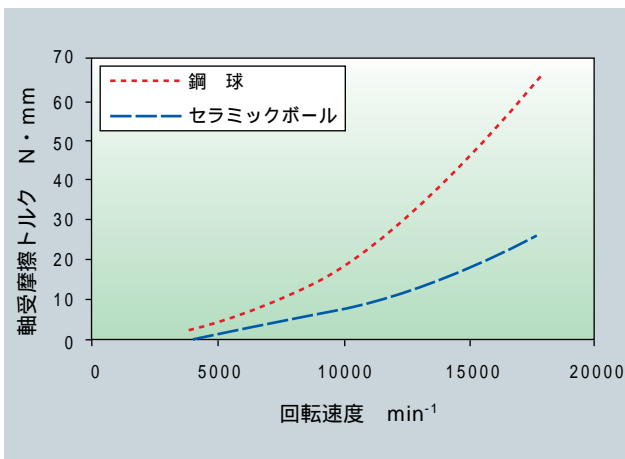


図9.18 摩擦トルク

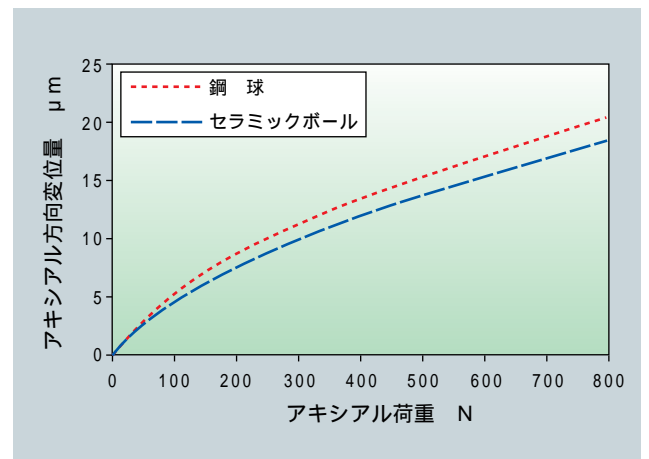


図9.19 アキシャル方向変位量

⑫ 推奨潤滑仕様

ラジアル荷重用アンギュラ玉軸受は一般にグリース潤滑又はエアオイル潤滑で使用されます。各潤滑方法の推奨仕様は以下ようになります。

グリース潤滑

- 推奨銘柄
技術解説（7. 軸受の潤滑 ①グリース潤滑）の項参照下さい。
- 推奨グリース封入量
 d_{mn} 値 65×10^4
 寸法記載の空間容積の15%
 $d_{mn} > 65 \times 10^4$
 寸法記載の空間容積の12%
- 推奨グリース封入方法
技術解説（6. 軸受の取扱い ①軸受の清浄とグリース封入作業）の項参照下さい。
- 特記事項
グリース潤滑シール付アンギュラ玉軸受（79CD,AD /70CD,ADタイプ, BNSタイプ）は予め長寿命グリースMP-1が適量封入されています。
外部防錆油を清浄なウエスで拭き取り使用下さい。

エアオイル潤滑

- 推奨ノズル位置
技術解説（7. 軸受の潤滑 ②エアオイル潤滑推奨ノズル位置）の項を参照下さい。
- 推奨ノズル仕様
ノズル孔径 1 ~ 1.5 ,
ノズル数 1本 / 軸受 , ノズル穴長さは孔径の4 ~ 6倍
- 推奨エアオイル仕様
オイル仕様 スピンドル油
粘度グレード ISO VG 10 ~ 32 (32を推奨)

表9.23 エア仕様及び給油量

軸受形式	d_{mn} 値($\times 10^4$) を超え 以下	1ショット の噴射量 mL	給油 間隔 min	給油量 mL/h	推奨 エア量 * NL/min
78C,79U,70U, 72C	~ 100	0.03	8	0.23	20 ~ 40
HSE9, HSE0	100 ~ 150		5	0.36	
HSF	150 ~ 260		2	0.90	
HSL HSFL	~ 260		10	0.18	

* NL / min (ノルマルリットル / 毎分) ...NLは0 , 1気圧での体積を意味する給気量