

球面軸承

構造與特長

球面軸承SB型、SA1型是對用高炭鉻軸承鋼經過淬火・研磨後的內圈、外圈進行磷酸鹽皮膜處理後，再進行二硫化鉬（ MoS_2 ）燒結處理的重負荷用自動調心滑動軸承。

這種軸承能承受大的徑向負荷和兩方向的軸向負荷，並且具有高耐衝擊負荷性，所以最適合於各種建設機械、土木機械的油缸轉動支撐部或鉸鏈部、卡車懸掛緩衝裝置、電車的橫支撐鉸鏈等低速重負荷搖動部。

SB 型



是在日本最為普及的系列。球面接觸部的寬度很寬，適用於重負荷。外圈在2處被分割，內圈裝在裏邊。

SA1 型



是在歐洲被普遍使用的系列。外圈1處被分割（內徑在 $\phi 100$ 以上為2處分割），與SB型相比寬度較窄，厚度也較薄，適用於在空間小的地方使用。同時，也預備了在兩側裝有防塵效果高的粉塵密封墊片的型式（SA1...UU型）。

精度規格

球面軸承的尺寸容許差如表 1 所規定。

表1 球面軸承的精度

單位：μm

內徑(d)·外徑(D) 的公稱尺寸(mm)		內徑(dm)的容許差		外徑(Dm)的容許差		內圈或外圈 的寬度 B _i ·B的容許差	
超出	以下	上限	下限	上限	下限	上	下
10	18	0	-8	—	—	0	-120
18	30	0	-10	0	-9	0	-120
30	50	0	-12	0	-11	0	-120
50	80	0	-15	0	-13	0	-150
80	120	0	-20	0	-15	0	-200
120	150	0	-25	0	-18	0	-250
150	180	0	-25	0	-25	0	-250
180	250	0	-30	0	-30	0	-300
250	315	—	—	0	-35	0	-350
315	400	—	—	0	-40	0	-400

- 注 1) dm及Dm是根據內徑及外徑的2點測試所得到的最大直徑和最小直徑的算術平均值。
- 2) 內外圈的尺寸容許差是表面處理前的數值。
- 3) 外圈的尺寸容許差是分割前的數值。
- 4) 內圈、外圈的寬度 (B_i · B) 的容許差是相同數值，由內圈內徑的公稱尺寸來決定。

間隙

球面軸承的徑向間隙如表 2 所示。

表2 球面軸承的徑向間隙

單位：μm

軸承內徑d(mm)		徑向間隙	
超出	以下	最小	最大
—	17	70	125
17	30	75	140
30	50	85	150
50	65	90	160
65	80	95	170
80	100	100	185
100	120	110	200
120	150	120	215
150	240	130	230

- 注 1) 徑向間隙表示的是外圈分割前的數值。
- 2) 軸向間隙是徑向間隙的約 2 倍。

配合

球面軸承和軸或軸承座的配合根據使用條件來選擇。推薦值如表 3 所示。

表 3 推薦配合

使用條件		軸	軸承座
內圈旋轉負荷	普通負荷	k6	H7
	方向不定負荷	m6	
外圈旋轉負荷	普通負荷	g6	M7
	方向不定負荷	h6	N7

- 注 1) 內圈旋轉時，如果與軸的配合是間隙配合請將軸的表面硬化。
- 2) 當軸承座是輕合金時推薦採用 N7 配合。

軸的設計

內圈內徑和軸採用間隙配合並且使用重負荷時，因軸和內圈內徑有滑動的可能，這時候有必要讓軸的表面硬度在 58HRC 以上，表面粗糙度在 3.2 以下。

球面軸承的選擇

球面軸承是以尺寸表中記載的基本額定動負荷 (C) 和基本額定靜負荷 (C₀) 為基準，根據使用條件按以下方式進行選擇。

球面軸承壽命 G

基本額定動負荷 (C) 是軸承承受負荷進行搖動運動計算其壽命時使用的。

基本額定動負荷是根據球面滑動部的接觸面壓而算出的。

軸承壽命G是指，由於球面滑動部的磨損，引起徑向間隙增加、軸承溫度上升等，使正常的動作不能進行時所能達到的總搖動數。

因軸承壽命受軸承的材料、負荷的大小和方向、潤滑條件、滑動速度等許多要素的影響，計算值可作為由經驗得到的實用值來使用。

$$G = b_1 \cdot b_2 \cdot b_3 \cdot b_4 \cdot b_5 \cdot \frac{3}{\phi \cdot \beta} \cdot \frac{C}{P} \times 10^8$$

- G : 軸承壽命
(總搖動數或總旋轉數)
- C : 基本額定動負荷 (N)
- P : 等效徑向負荷 (N)
- b₁ : 負荷方向係數 (參照表 4)
- b₂ : 潤滑係數 (參照表 4)
- b₃ : 溫度係數 (參照表 4)
- b₄ : 尺寸係數 (參照圖 1)
- b₅ : 材料係數 (參照圖 2)
- φ : 球面直徑 (參照尺寸表) (mm)
- β : 搖動半角 (度)
(旋轉運動時 β = 90°)

表4

型 式	b ₁		b ₂		b ₃		
	負荷方向		定期加潤滑脂		溫度 °C		
	一定	交變	無	有	-30 +80	+80 +150	+150 +180
球 面 軸 承	無密封墊片	1	5	0.08	1	1	0.7
	有密封墊片	1	5	0.08	1	—	—

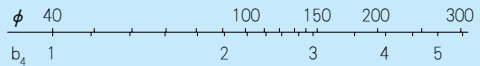


圖 1 尺寸係數

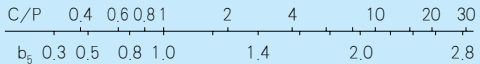


圖 2 材料係數

等效徑向負荷

球面軸承是可同時承受徑向負荷和軸向負荷的軸承。所承受的負荷的大小和方向都一定時，其等效徑向負荷按下式計算。

$$P = Fr + YFa$$

- P : 等效徑向負荷 (N)
- Fr : 徑向負荷 (N)
- Fa : 軸向負荷 (N)
- Y : 軸向負荷係數 (參照表 5)

表5 軸向負荷係數

Fa/Fr ≤	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
軸向負荷係數 (Y)	0.8	1	1.5	2.5	3

靜安全係數 f_s

靜止負荷或微幅搖動等使用條件時，按基本額定靜負荷 (C₀) 為基準選擇。基本額定靜負荷是指，不損壞軸承並且不產生阻礙軸承平滑動作的永久變形的，軸承所能承受的靜止負荷。

通常，考慮軸和軸承座的剛性時，安全係數定在 3 以上。

$$f_s = \frac{C_0}{P} \geq 3$$

pV 值

球面軸承所能使用的容許滑動速度因負荷大小、潤滑狀態和冷卻狀態的變化而變化。負荷從一定方向連續運動時，推薦 pV 值如下。

$$pV \leq 400\text{N/mm}^2 \cdot \text{mm/sec}$$

絕熱運轉或負荷方向變化時，滑動面所產生的熱量容易散發出去，可取更高的 pV 值。

球面軸承的接觸面壓 (p) 按下式計算。

$$p = \frac{P}{\phi \cdot B}$$

- p : 接觸面壓 (N/mm²)
 P : 等效徑向負荷 (N)
 φ : 球面直徑 (參照尺寸表) (mm)
 B : 外圈幅度 (參照尺寸表) (mm)

滑動速度 (V) 是

$$V = \frac{\pi \cdot \phi \cdot \beta \cdot f}{90 \times 60}$$

- V : 滑動速度 (mm/sec)
 β : 搖動半角 (度)
 f : 每分鐘搖動數 (opm)

搖動運動時的滑動速度上限是 100mm/sec，旋轉運動時如果潤滑狀態良好，滑動速度上限可達到 300mm/sec。

計算例

角度 40°，每分鐘 60 轉，最大變動負荷為 1500N，使用 SB25 型時，型號是否適宜，並計算此時的壽命。但是，以軸承溫度在 + 80°C 以下，充分地進行定期加潤滑脂的情況下。

計算 pV 值探討軸承大小是否適宜。

接觸面壓 (p) 是

$$p = \frac{P}{\phi \cdot B} = \frac{1500}{36 \times 18} = 2.31\text{N/mm}^2$$

滑動速度 (V) 是

$$V = \frac{\pi \cdot \phi \cdot \beta \cdot f}{90 \times 60} = \frac{3.14 \times 36 \times 20 \times 60}{90 \times 60} = 25.12\text{mm/sec}$$

pV 值是

$$pV = 58.0 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{mm/sec}$$

因 pV 值、滑動速度 (V) 都滿足所有條件，故 SB25 型可以使用。

以下計算軸承的壽命 (G)。

$$\begin{aligned} G &= b_1 \cdot b_2 \cdot b_3 \cdot b_4 \cdot b_5 \cdot \frac{3}{\phi \cdot \beta} \cdot \frac{C}{P} \times 10^8 \\ &= 5 \times 1 \times 1 \times 1 \times 2.2 \times \frac{3}{36 \times 20} \times \frac{15300}{1500} \times 10^8 \\ &= 4.7 \times 10^7 \text{ opm} \end{aligned}$$

容許傾斜角

球面軸承的容許傾斜角根據軸的形狀如表 6 所示。

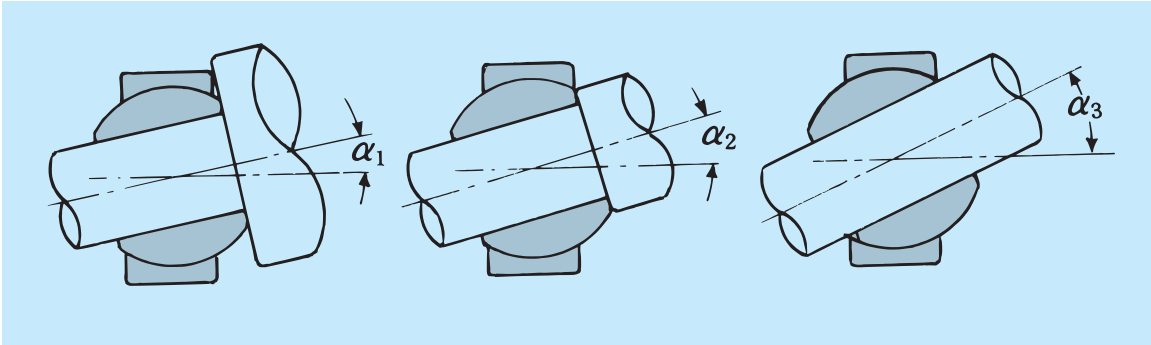


表 6 容許傾斜角

單位：度

單位：度

公稱型號	容許傾斜角		
	α_1	α_2	α_3
SB 12	5	7	18
SB 15	4	6	18
SB 20	3	4	14
SB 22	4	6	16
SB 25	4	5	16
SB 30	4	6	17
SB 35	4	5	14
SB 40	4	6	12
SB 45	4	5	13
SB 50	4	5	16
SB 55	4	6	16
SB 60	4	6	18
SB 65	4	5	16
SB 70	4	5	15
SB 75	4	5	18
SB 80	4	5	18
SB 85	4	6	16
SB 90	4	5	16
SB 95	4	5	17
SB 100	4	5	18
SB 110	4	5	16
SB 115	4	5	14
SB 120	4	6	15
SB 130	4	5	14
SB 150	4	5	12

公稱型號	容許傾斜角		
	α_1	α_2 ^{注)}	α_3
SA1 12	8	11(6)	25
SA1 15	6	8(5)	18
SA1 17	7	10(7)	23
SA1 20	6	9(6)	21
SA1 25	6	7(4)	18
SA1 30	4	6(4)	16
SA1 35	5	6(4)	16
SA1 40	5	7(4)	16
SA1 45	6	7(4)	16
SA1 50	5	6(4)	15
SA1 60	5	6(3)	14
SA1 70	5	6(4)	14
SA1 80	4	6(4)	14
SA1 90	4	5(3)	12
SA1 100	5	7(5)	14
SA1 110	5	6(4)	15
SA1 120	4	6(4)	15
SA1 140	5	7(5)	16
SA1 160	6	8(6)	13
SA1 180	5	6(5)	16
SA1 200	6	7(6)	13
SA1 220	6	8(6)	15
SA1 240	6	8(6)	17

注) () 中的數值是帶密封墊片時的數值。

安全設計

潤滑

在球面軸承中，因球面滑動部分進行了二硫化鋁固體潤滑皮膜的燒結處理，靜負荷、低速搖動運動或間歇旋轉運動時，即使不加油也能比較長時間地使用。不過，通常有必要定期地加添潤滑脂進行潤滑。重負荷時請考慮使用含有二硫化鋁的鋰皂基潤滑脂。在球面軸承中，為了使軸承內的潤滑油能良好地流動，在內圈、外圈上開設了油溝和油孔。

關於加潤滑脂的間隔的時間

因球面軸承是在沒有塗抹潤滑油的狀態下交貨的，所以在軸承被安裝好後有必要供給適量的潤滑脂。同時，建議將軸承周圍的空間也填入適量的潤滑脂。另外，為了減輕起動時的磨損和延長壽命，建議加潤滑脂間隔時間安排得短一些。

球面軸承的加潤滑脂間隔時間隨著負荷的大小、使用的頻度及其他條件的不同而不同。請按表7的基準進行加潤滑脂。

表7 加潤滑脂的間隔

負荷的種類	加潤滑脂的必要最小間隔
一個方向負荷	G/40
變動負荷	G/180

G：軸承壽命

(總搖動數或總旋轉數)

密封墊片

在球面軸承SA1型中，通常為了防止潮濕氣和其他有害物侵入，還備有密封墊片。密封墊片在提高軸承壽命上具有決定性的效果。

球面軸承SA1型用的密封墊片是耐油性合成橡膠製成，設有2層密封用凸緣，這凸緣與球面內圈靠緊。密封墊片的材料可在 $-30^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ 的溫度範圍使用，具有出色的耐磨損性並可長期使用。

對於非常惡劣的條件，例如軸承裏有可能進入砂子或泥土等異物時，密封墊片的壽命會變短。建議此時嚴格遵守個項規則，正確地進行加潤滑脂。

容許使用溫度

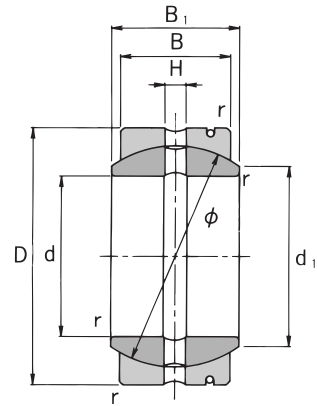
軸承的容許使用溫度，因密封墊片的材料限制在 $-30^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$ 之間，故由所使用潤滑脂的容許使用溫度來決定。

安裝

安裝球面軸承時，請注意安裝方向，儘可能讓外圈的分割部不承受負荷。

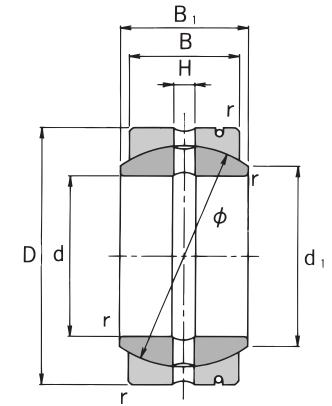
請注意球面軸承不能只承受軸向負荷。

SB型



公稱型號	主要尺寸 mm								基本額定負荷		質量 kg
	內徑 d	外徑 D	外圈寬度 B	內圈寬度 B ₁	d ₁	φ	H	r	C kN	C ₀ kN	
SB 12	12	22	9	11	14	18	1.5	0.5	3.82	95.3	0.019
SB 15	15	26	11	13	17.5	22	2.5	0.5	5.69	142	0.028
SB 20	20	32	14	16	23	28	2.5	0.5	9.22	230	0.053
SB 22	22	37	16	19	25.5	32	2.5	0.5	12.1	301	0.085
SB 25	25	42	18	21	29	36	4	0.5	15.3	381	0.116
SB 30	30	50	23	27	36	45	4	1	24.3	609	0.225
SB 35	35	55	26	30	40	50	4	1	30.6	765	0.3
SB 40	40	62	28	33	44	55	4	1	36.3	906	0.375
SB 45	45	72	31	36	50.5	62	6	1	45.2	1130	0.6
SB 50	50	80	36	42	58.5	72	6	1	61.0	1530	0.87
SB 55	55	90	40	47	64.5	80	6	1	75.3	1880	1.26
SB 60	60	100	45	53	72.5	90	6	1	95.3	2380	1.7
SB 65	65	105	47	55	76	94	6	1	104	2600	2.05

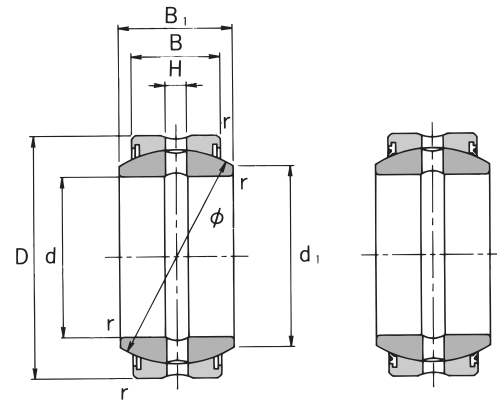
1kN ≒ 102 kgf



公稱型號	主要尺寸 mm								基本額定負荷		質量 kg
	內徑 d	外徑 D	外圈寬度 B	內圈寬度 B ₁	d ₁	φ	H	r	C kN	C ₀ kN	
SB 70	70	110	50	58	81.5	100	8	1	118	2940	2.22
SB 75	75	120	55	64	89.5	110	8	1	142	3560	3.02
SB 80	80	130	60	70	97.5	120	8	1	170	4240	3.98
SB 85	85	135	63	74	100.5	125	8	1	185	4640	4.29
SB 90	90	140	65	76	105.5	130	8	1	199	4970	4.71
SB 95	95	150	70	82	113.5	140	8	1	230	5760	6.05
SB 100	100	160	75	88	121.5	150	10	1.5	265	6620	7.42
SB 110	110	170	80	93	130	160	10	1.5	301	7530	8.55
SB 115	115	180	85	98	132.5	165	10	1.5	330	8250	10.3
SB 120	120	190	90	105	140	175	10	1.5	371	9260	12.4
SB 130	130	200	95	110	148.5	185	10	1.5	414	10300	13.8
SB 150	150	220	105	120	166	205	10	1.5	507	12600	17.0

1kN ≒ 102 kgf

SA1 型

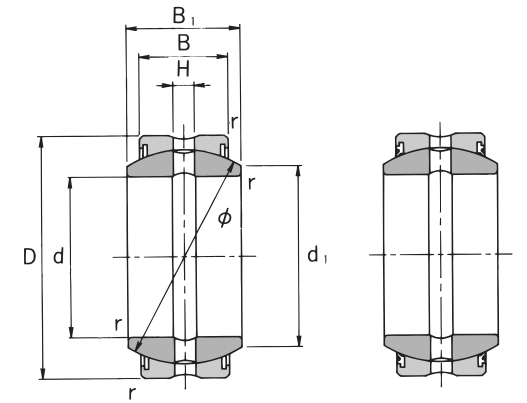


SA1 型

SA1-UU 型

公稱型號		主要尺寸 mm							基本額定負荷		質量
標準型	附帶密封墊片型	內徑 d	外徑 D	外圈寬度 B	內圈寬度 B ₁	d ₁	φ	r	C kN	C ₀ kN	kg
SA1 12	SA1 12 UU	12	22	7	10	15	18	0.3	2.94	74.1	0.017
SA1 15	SA1 15 UU	15	26	9	12	18.4	22	0.3	4.70	117	0.032
SA1 17	SA1 17 UU	17	30	10	14	20.7	25	0.3	5.88	147	0.049
SA1 20	SA1 20 UU	20	35	12	16	24.2	29	0.3	8.23	205	0.065
SA1 25	SA1 25 UU	25	42	16	20	29.3	35.5	0.3	13.3	334	0.115
SA1 30	SA1 30 UU	30	47	18	22	34.2	40.7	0.3	17.3	431	0.16
SA1 35	SA1 35 UU	35	55	20	25	39.8	47	1	22.1	553	0.258
SA1 40	SA1 40 UU	40	62	22	28	45	53	1	27.5	686	0.315
SA1 45	SA1 45 UU	45	68	25	32	50.8	60	1	35.3	882	0.413
SA1 50	SA1 50 UU	50	75	28	35	56	66	1	43.5	1090	0.56
SA1 60	SA1 60 UU	60	90	36	44	66.8	80	1.5	67.7	1700	1.1
SA1 70	SA1 70 UU	70	105	40	49	77.9	92	1.5	86.6	2170	1.54

1kN ≒ 102 kgf



SA1 型

SA1-UU 型

公稱型號		主要尺寸 mm							基本額定負荷		質量
標準型	附帶密封墊片型	內徑 d	外徑 D	外圈寬度 B	內圈寬度 B ₁	d ₁	φ	r	C kN	C ₀ kN	kg
SA1 80	SA1 80 UU	80	120	45	55	89.4	105	1.5	111	2780	2.29
SA1 90	SA1 90 UU	90	130	50	60	98.1	115	2	135	3380	2.84
SA1 100	SA1 100 UU	100	150	55	70	109.5	130	2	169	4210	4.43
SA1 110	SA1 110 UU	110	160	55	70	121.2	140	2	181	4530	4.94
SA1 120	SA1 120 UU	120	180	70	85	135.6	160	2	264	6590	8.12
SA1 140	SA1 140 UU	140	210	70	90	155.9	180	3	296	7410	11.3
SA1 160	SA1 160 UU	160	230	80	105	170.2	200	3	376	9410	14.4
SA1 180	SA1 180 UU	180	260	80	105	199	225	3	424	10600	18.9
SA1 200	SA1 200 UU	200	290	100	130	213.5	250	3	588	14700	28.1
SA1 220	SA1 220 UU	220	320	100	135	239.6	275	3.5	647	16200	36.1
SA1 240	SA1 240 UU	240	340	100	140	265.3	300	3.5	706	17600	40.4

注) • 公稱型號 100 以上的型號其外圈是 2 分割型式。

1kN ≒ 102 kgf

