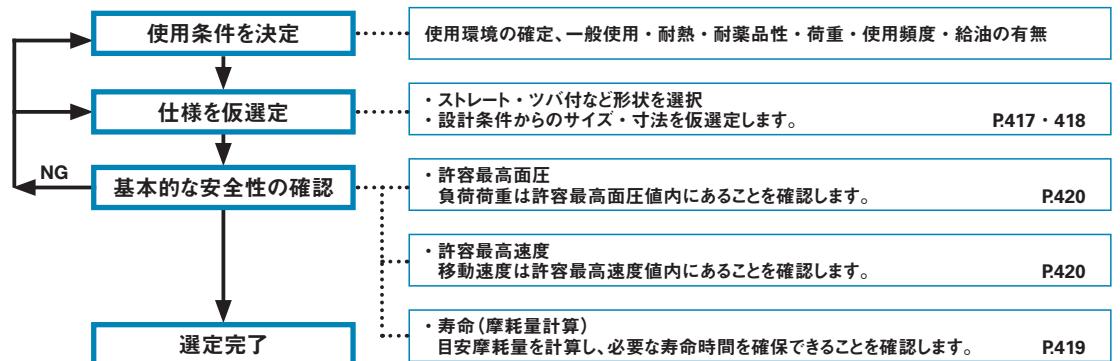


■ 無給油ブッシュの選定手順



■無給油ブッシュの寿命(摩耗)計算

無給油ブッシュの寿命は摩耗量で決定されます。摩耗量計算は、面圧、すべり速度、運動形態、潤滑条件、相手軸の面粗さなどの条件によって大きく異なります。摩耗量は荷重、すべり距離に比例するという観点から、一般的に摩耗量計算は下記の式が使われます。選定時の目安としてお考えください。

推定摩耗量 (mm) $W = K^{*1} \times P \times V \times T$

比摩耗量 K : $\text{mm}/(\text{N/mm}^2 \cdot \text{m/s} \cdot \text{Hr})$ ※1比摩耗量

設計面圧 P : N/mm²

すべり速度V : m/s

摩擦時間 T : Hr-hr

潤滑條件	$\text{mm}/(\text{N/mm}^2 \cdot \text{m/s} \cdot \text{hr})$
潤滑	$6 \times 10^{-4} \sim 3 \times 10^{-3}$
潤滑	$6 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^{-4}$
潤滑	$6 \times 10^{-6} \sim 3 \times 10^{-5}$

摩耗量計算例（往復運動）

内径20mm、長さ10mmの軸受、定期潤滑で荷重1000N、ストローク距離40mm
往復サイクル速度2S⁻¹、摩擦時間100時間で使用する場合

$$W = \frac{K \times P \times V}{\frac{\text{荷重}}{\text{内径} \times \text{長さ}}} \times \frac{2 \times \text{速度} \times \text{ストローク}}{1000} \times \text{使用時間}$$

$$= \frac{3}{10000} \times \frac{1000}{20 \times 10} \times \frac{2 \times 2 \times 40}{1000} \times 100$$

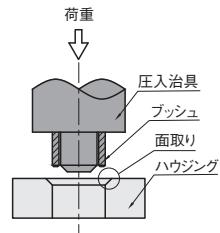
$$= 0.024(\text{mm})$$

PV値の計算式(上段:計算式／中下段:計算例)

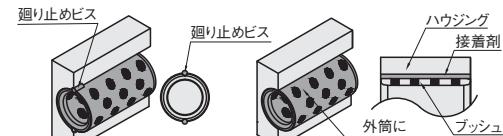
運動形態	P値	V値
往復	$P = \frac{W}{\phi d \times L}$ 荷重W :N 内径φd :mm 長さL :mm	$V = \frac{2cS}{10^3}$ 往復 サイクル速度c :s ⁻¹ ストローク距離S:mm
	・ブッシュ仕様:内径20/長さ25 ・負荷条件:荷重3000/往復サイクル速度2(=120cpm)/ストローク距離40	
	$P = \frac{3000}{20 \times 25} \rightarrow P = 6.0$	$V = \frac{2 \times 2 \times 40}{1000} \rightarrow V = 0.16$
回転	$P = \frac{W}{\phi d \times L}$ 荷重W :N 内径φd :mm 長さL :mm	$V = \frac{\pi \phi d n}{10^3}$ 回転数n :s ⁻¹ 内径φd :mm
	・ブッシュ仕様:内径20/長さ25 ・負荷条件:荷重3000/回転数2(=120rpm)	
	$P = \frac{3000}{20 \times 25} \rightarrow P = 6.0$	$V = \frac{\pi \times 20 \times 2}{1000} \rightarrow V = 0.126$
揺動	$P = \frac{W}{\phi d \times L}$ 荷重W :N 内径φd :mm 長さL :mm	$V = \frac{\phi d c \theta}{10^3}$ 揺動 サイクル速度c :s ⁻¹ 揺動角度θ :rad 内径φd :mm
	・ブッシュ仕様:内径20/長さ25 ・負荷条件:荷重3000/揺動サイクル速度0.5(=30cpm) 揺動角θ:0.785(=45度)	
	$P = \frac{3000}{20 \times 25} \rightarrow P = 6.0$	$V = \frac{20 \times 0.5 \times 0.785}{1000} \rightarrow V = 0.00785$
スラスト (ワッシャー)	荷重W :N 内径φd :mm 外径φD :mm 長さL :mm	回転 $V = \frac{\pi \phi D n}{10^3}$ 回転数n :s ⁻¹ 外径φD :mm
	$P = \frac{4W}{\pi \times (\phi D^2 - \phi d^2)}$	揺動 $V = \frac{\phi D c \theta}{10^3}$ サイクル速度c :s ⁻¹ 揺動角度θ :rad 外径φD :mm
	・ブッシュ仕様:内径20/外径28/長さ25 ・①負荷条件:荷重3000/回転数2(=120rpm) ・②負荷条件:荷重3000/揺動サイクル速度0.2(=12cpm)/揺動角θ:0.785(=45度)	
	$P = \frac{4 \times 3000}{\pi \times (784 - 400)} \rightarrow P = 9.947$	① $V = \frac{\pi \times 28 \times 2}{1000} \rightarrow V = 0.176$ ② $V = \frac{28 \times 0.2 \times 0.785}{1000} \rightarrow V = 0.0044$

■ 無給油ブッシュの固定方法

- ①圧入
ブッシュを圧入する場合、バスまたはプレスを用い静かに圧入してください。圧入を容易にするためにハウジング内径の端部に面取りを設け、ハウジング内径とブッシュ外径に油少量塗布してください。



- ②廻り止めビス／接着
ブッシュの抜け防止及び廻り止めを重視する場合、使用条件、環境に合わせて固定方法(廻り止めビス／接着)を選択してください。



※2高荷重・高温の場合は廻り止めビスの使用をお勧めします。

■ 材質特性及び許容特性（参考値）

ページ	P.421~430	P.431・432	P.438	P.439	P.441	P.437			
タイプ	銅合金タイプ	青銅タイプ	ドライタイプ	高精度タイプ	樹脂タイプ (ポリアセタール樹脂)	樹脂タイプ (四つ化エチレン樹脂)	錆物タイプ		
形状									
材質特性	高力黄銅をベースに固体潤滑剤を埋め込んだ複合品	青銅鑄物に潤滑油を含浸させた規格	スチールバックメタル層、青銅焼結層、充填剤入り四つ化エチレン樹脂層の三層構成品	2000系アルミ合金に四つ素樹脂を接着した規格	ポリアセタール樹脂に潤滑油および特殊充填剤を樹脂内に含有させた材質	四つ化エチレン樹脂をベース材料として、耐摩耗充填剤・固体潤滑剤を添加した材質	FC250をベースにニッケルマグネシウムブリッジをらせん状に埋設した規格		
潤滑条件	定期潤滑	無潤滑	定期潤滑	油潤滑	無潤滑	無潤滑	無潤滑	定期潤滑	無潤滑
回転	○		○		○	○	○	○	
揺動	○		○		○	○	○	○	
往復	○		○		○	○	○	○	
使用温度範囲(℃)	-40~150	-40~200	-40~150	-195~280	-50~140	-40~80	-200~200	-40~150	
導電性	あり		あり		あり	なし	なし	体積抵抗率: 3×10 ¹² Ω・cm ²	あり
環境条件	大気中	○	○	○	○	○	○	○	○
	油中	○	○	○	×	○	○	○	○
	水中	—	×	×	△	×	△	○	×
	海水中	—	×	×	×	×	△	○	×
	薬液中	—	×	×	△	×	△	○	×
	腐食雰囲気中	△	△	×	△	○	△	○	×
	許容最高面圧 (下段C-VALUE部品ペック)	29.0(GS.0) 20.3(GS.2) N/mm ²	10N/mm ²	49.0(137)N/mm ²	6N/mm ²	17.5N/mm ²	7N/mm ²	8N/mm ²	5N/mm ²
許容最高速度 (下段C-VALUE部品ペック)	296(1,000) 20(70) kgf/cm ²	102kgf/cm ²	500(1400)kgf/cm ²	61kgf/cm ²	179kgf/cm ²	71kgf/cm ²	82kgf/cm ²	51kgf/cm ²	
	1.00 0.7 m/s	0.5 0.35 m/s	1.66m/s	5.0m/s	0.65m/s	3.33m/s	0.85m/s	1.65m/s	0.25m/s
	66 42 m/min	36 21 m/min	100m/min	300m/min	39m/min	200m/min	51m/min	99m/min	15m/min
	3.25 N/mm ² ・m/s	3.25 N/mm ² ・m/s	3.25 N/mm ² ・m/s	3.60 N/mm ² ・m/s	0.98 N/mm ² ・m/s	2.45 N/mm ² ・m/s	1 N/mm ² ・m/s	0.8 N/mm ² ・m/s	0.5 N/mm ² ・m/s
許容最高PV値 (下段C-VALUE部品ペック)	1,990 1,393 kgf/cm ² ・m/s	1,010 707 kgf/cm ² ・m/s	1,000 707 kgf/cm ² ・m/s	2,000 1,400 kgf/cm ² ・m/s	2,200 1,500 kgf/cm ² ・m/s	600 450 kgf/cm ² ・m/min	1,500 612 kgf/cm ² ・m/min	490 306 kgf/cm ² ・m/min	

環境条件△…基本的に使えませんが、使用条件によって異なります。鉄物タイプは、一部参考値です。高精度タイプは、摺動材の特性です。

()内は静的許容面圧(摺動をともなわないか、あるいはきわめて低い速度で摺動する時の許容面圧)を示します。 ●表の数値は参考値であり、規格値ではありません。

■ 機械的性質 (參考值)

性質	単位	銅合金タイプ		青銅タイプ		ドライタイプ		高精度タイプ		樹脂タイプ (ポリアセタール樹脂)		樹脂タイプ (四つ化エチレン樹脂)		鋳物タイプ	
		値	試験方法	値	試験方法	値	試験方法	値	試験方法	値	試験方法	値	試験方法	値	試験方法
密度	g/cm ³	7.8	—	8.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
引張強さ	N/mm ² (kgf/mm ²)	755 (77.0)	JIS Z 2241	150 (15.0)	JIS Z 2241	380 (38.7)	JIS Z 2241	12 [1.2]	ASTM D 638	51.0 (5.2)	ASTM D 638	13.1 (1.3)	ASTM D 638	245 (25.0)	—
引張破断伸び	%	12	JIS Z 2241	—	—	—	—	—	—	60	ASTM D 638	150	ASTM D 638	—	—
伸び	%	—	—	—	—	27	JIS Z 2241	171	ASTM D 638	—	—	—	—	—	—
曲げ強さ	N/mm ² (kgf/mm ²)	—	—	—	—	—	—	—	—	76.5 [7.8]	ASTM D 790	—	—	—	—
曲げ弾性率	N/mm ² (kgf/mm ²)	—	—	—	—	—	—	—	—	2,650 [270.2]	ASTM D 790	—	—	—	—
圧縮強度	N/mm ² (kgf/mm ²)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
圧縮耐力	N/mm ² (kgf/mm ²)	345 (35.0)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
圧縮応力 1%変形 10%変形	N/mm ² (kgf/mm ²)	—	—	—	—	—	—	—	—	21.1 (2.2)	ASTM D 695	10.5 (1.1)	ASTM D 695	—	—
衝撃強さ	J/cm (kgfm/cm)	19 [1.9]	JIS Z 2242	—	—	—	—	—	—	58.8 (6.0)	ASTM D 256	—	—	—	—
硬さ	—	HB210	JIS Z 2243,2245	HB 60	JIS Z 2243	—	—	HDD62	ASTM D 2240	HRM72	ASTM D 785	HRR25	ASTM D 785	HB240	—
継続性係数	N/mm ² (kgf/mm ²)	105,000 (10,700)	JIS Z 2241	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
線膨張係数	×10 ⁻⁵ °C ⁻¹	2.2	—	—	—	—	—	9～9.75	ASTM D 696	8～13	ASTM D 696	9～11	ASTM D 696	0.92～1.18	—
熱伝導率	W/m°C (cal/sec°C cm)	90 (0.21)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
融点	°C	—	—	—	—	—	—	—	—	165	DSC	327	DSC	—	—
比重	—	—	—	—	—	—	—	1.98	ASTM D 792	1.39	ASTM D 792	2.25	ASTM D 792	7.1	—
UL難燃性	—	—	—	—	—	—	—	—	—	HB	UL94	—	—	—	—