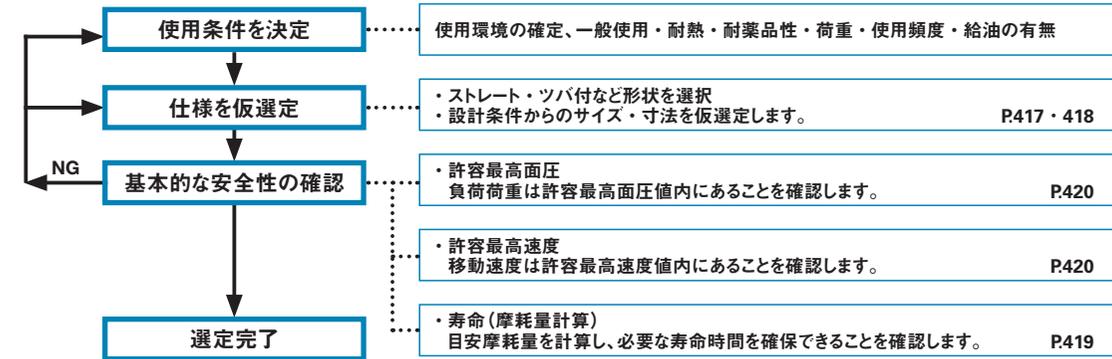


## 無給油ブッシュの選定手順



## 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) $W = K \times P \times V \times T$

比摩耗量  $K$  : mm/(N/mm<sup>2</sup>・m/s・Hr) ※1比摩耗量  
設計面圧  $P$  : N/mm<sup>2</sup>  
すべり速度  $V$  : m/s  
摩擦時間  $T$  : Hr-hr

| 潤滑条件 | mm/(N/mm <sup>2</sup> ・m/s・hr)           |
|------|--|
| 無潤滑  | $6 \times 10^{-4} \sim 3 \times 10^{-3}$ |
| 定期潤滑 | $6 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^{-4}$ |
| 油潤滑  | $6 \times 10^{-6} \sim 3 \times 10^{-5}$ |

**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2cS<sup>-1</sup>、摩擦時間100時間を使用する場合

$$W = K \times P \times V \times T$$

$$= \text{比摩耗量} \times \frac{\text{荷重}}{\text{内径} \times \text{長さ}} \times \frac{2 \times \text{速度} \times \text{ストローク}}{1000} \times \text{使用時間}$$

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

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

**摩耗量計算例(回転運動)**  
内径20mm、長さ10mmの軸受、無潤滑で荷重1000N、回転数25<sup>-1</sup>  
摩擦時間100時間を使用する場合

$$W = K \times P \times V \times T$$

$$= \text{比摩耗量} \times \frac{\text{荷重}}{\text{内径} \times \text{長さ}} \times \frac{\pi \times \text{内径} \times \text{回転数}}{1000} \times \text{使用時間}$$

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

$$= 0.1885 \text{ (mm)}$$

### 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          | $P = \frac{W}{\phi d \times L}$<br>荷重 $W$ : N<br>内径 $\phi d$ : mm<br>長さ $L$ : mm                | $V = \frac{2cS}{10^3}$<br>往復<br>サイクル速度 $c$ : s <sup>-1</sup><br>ストローク距離 $S$ : mm  |
| 回転          | $P = \frac{W}{\phi d \times L}$<br>荷重 $W$ : N<br>内径 $\phi d$ : mm<br>長さ $L$ : mm                | $V = \frac{\pi \phi d n}{10^3}$<br>回転数 $n$ : s <sup>-1</sup><br>内径 $\phi d$ : mm  |
| 揺動          | $P = \frac{W}{\phi d \times L}$<br>荷重 $W$ : N<br>内径 $\phi d$ : mm<br>長さ $L$ : mm                | $V = \frac{\phi d c \theta}{10^3}$<br>揺動<br>サイクル速度 $c$ : s <sup>-1</sup><br>揺動角度 $\theta$ : rad<br>内径 $\phi d$ : mm   |
| スラスト(ワッシャー) | $P = \frac{4W}{\pi(\phi D^2 - \phi d^2)}$<br>荷重 $W$ : N<br>内径 $\phi d$ : mm<br>外径 $\phi D$ : mm | 回転<br>$V = \frac{\pi \phi D n}{10^3}$<br>回転数 $n$ : s <sup>-1</sup><br>外径 $\phi D$ : mm<br>揺動<br>$V = \frac{\phi D c \theta}{10^3}$<br>サイクル速度 $c$ : s <sup>-1</sup><br>揺動角度 $\theta$ : rad<br>外径 $\phi D$ : mm |

計算例は単位を省略

## 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、パイスマ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を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                          | P421~430  | P431・432                               | P438                                    | P439                           | P441                              |  | P437                          |                                   |
|------------------------------|---|--|---|--------------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------------|-----------------------------------|
| 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<br>(ポリアセタール樹脂)              | 樹脂タイプ<br>(四ふっ化エチレン樹脂)                          | 鋳物タイプ                         |                                   |
| 形状                           |   |  |   |                                |                                   |  |                               |                                   |
| 材質特性                         | 高力黄銅をベースに固体潤滑剤を埋込んだ複合品  | 青銅鋳物に潤滑油を含ませた規格                        | スチールバックメタル層・青銅焼結層、充填剤入り四ふっ化エチレン樹脂層の三層構成 | ジュラルミン(A2017)にふっ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 | 四ふっ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        | F250をベースに二硫化モリブデン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                               | 無潤滑  | 定期潤滑                          | 無潤滑                               |
| 回転                           | ○   | ○                                      | ○                                       | ○                              | ○                                 | ○  | ○                             | ○                                 |
| 揺動                           | ○   | ○                                      | ○                                       | ○                              | ○                                 | ○  | ○                             | ○                                 |
| 往復                           | ○   | ○                                      | ○                                       | ○                              | ○                                 | ○  | ○                             | ○                                 |
| 使用温度範囲(°C)                   | -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:<br>3×10 <sup>10</sup> Ω・cm <sup>2</sup> | あり                            | 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<br>(下限C-VALUE部品スペック)  | 29.0(98.0)<br>20.3(68.6)<br>299(1,000)<br>207(700)<br>kgf/cm <sup>2</sup> | 10N/mm <sup>2</sup>                    | 49.0(137)N/mm <sup>2</sup>              | 6N/mm <sup>2</sup>             | 17.5N/mm <sup>2</sup>             | 7N/mm <sup>2</sup>                             | 8N/mm <sup>2</sup>            | 5N/mm <sup>2</sup>                |
| 許容最高速度<br>(下限C-VALUE部品スペック)  | 1.00<br>0.7<br>60<br>42<br>m/min  | 0.35<br>0.3<br>20<br>21<br>m/min       | 1.66m/s 5.0m/s                          | 0.65m/s                        | 3.33m/s                           | 0.85m/s  | 1.65m/s                       | 0.25m/s 0.15m/s                   |
| 許容最高PV値<br>(下限C-VALUE部品スペック) | 3.25<br>2.28<br>N/mm <sup>2</sup> ・m/s                                    | 1.65<br>1.16<br>N/mm <sup>2</sup> ・m/s | 1.65 3.25<br>N/mm <sup>2</sup> ・m/s     | 3.60<br>N/mm <sup>2</sup> ・m/s | 0.98<br>N/mm <sup>2</sup> ・m/s    | 2.45<br>N/mm <sup>2</sup> ・m/s                 | 1<br>N/mm <sup>2</sup> ・m/s   | 0.8 0.5<br>N/mm <sup>2</sup> ・m/s |

環境条件△…基本的には使えませんが、使用条件によって異なります。鋳物タイプは、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(揺動をとまわらないか、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(参考値)

| 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<br>(ポリアセタール樹脂) |            | 樹脂タイプ<br>(四ふっ化エチレン樹脂) |            | 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 <sup>3</sup>                           | 7.8   | —                | 8.5           | —          | —             | —          | —           | —           | —                    | —          | —                     | —          | —             | —    |
| 引張強さ   | N/mm <sup>2</sup><br>(kgf/mm <sup>2</sup> ) | 755<br>(77.0)                               | JIS Z 2241       | 150<br>(15.0) | JIS Z 2241 | 380<br>(38.7) | JIS Z 2241 | 12<br>(1.2) | ASTM D 638  | 51.0<br>(5.2)        | ASTM D 638 | 13.1<br>(1.3)         | ASTM D 638 | 245<br>(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 <sup>2</sup><br>(kgf/mm <sup>2</sup> ) | —   | —                | —             | —          | —             | —          | —           | —           | 76.5(7.8)            | ASTM D 790 | —                     | —          | —             | —    |
| 曲げ弾性率  | N/mm <sup>2</sup><br>(kgf/mm <sup>2</sup> ) | —   | —                | —             | —          | —             | —          | —           | —           | 2,650(270.2)         | ASTM D 790 | —                     | —          | —             | —    |
| 圧縮強度   | N/mm <sup>2</sup><br>(kgf/mm <sup>2</sup> ) | —   | —                | —             | —          | —             | —          | —           | —           | —                    | —          | —                     | —          | —             | —    |
| 圧縮耐力   | N/mm <sup>2</sup><br>(kgf/mm <sup>2</sup> ) | 345<br>(35.0)                               | —                | —             | —          | —             | —          | —           | —           | —                    | —          | —                     | —          | —             | —    |
| 圧縮応力   | 1%変形<br>10%変形                               | N/mm <sup>2</sup><br>(kgf/mm <sup>2</sup> ) | —                | —             | —          | —             | —          | —           | —           | 21.1<br>(2.2)        | ASTM D 695 | 10.5<br>(1.1)         | ASTM D 695 | —             | —    |
| 衝撃強さ   | J/cm<br>(kgf/cm)                            | 19(1.9)                                     | JIS Z 2242       | —             | —          | —             | —          | —           | —           | 58.8<br>(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         | —    |
| 縦弾性係数  | N/mm <sup>2</sup><br>(kgf/mm <sup>2</sup> ) | 105,000<br>(10,700)                         | JIS Z 2241       | —             | —          | —             | —          | —           | —           | —                    | —          | —                     | —          | —             | —    |
| 線膨張係数  | ×10 <sup>-6</sup> °C <sup>-1</sup>          | 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<br>(cal/sec°C cm)                     | 90<br>(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       | —                     | —          | —             | —    |