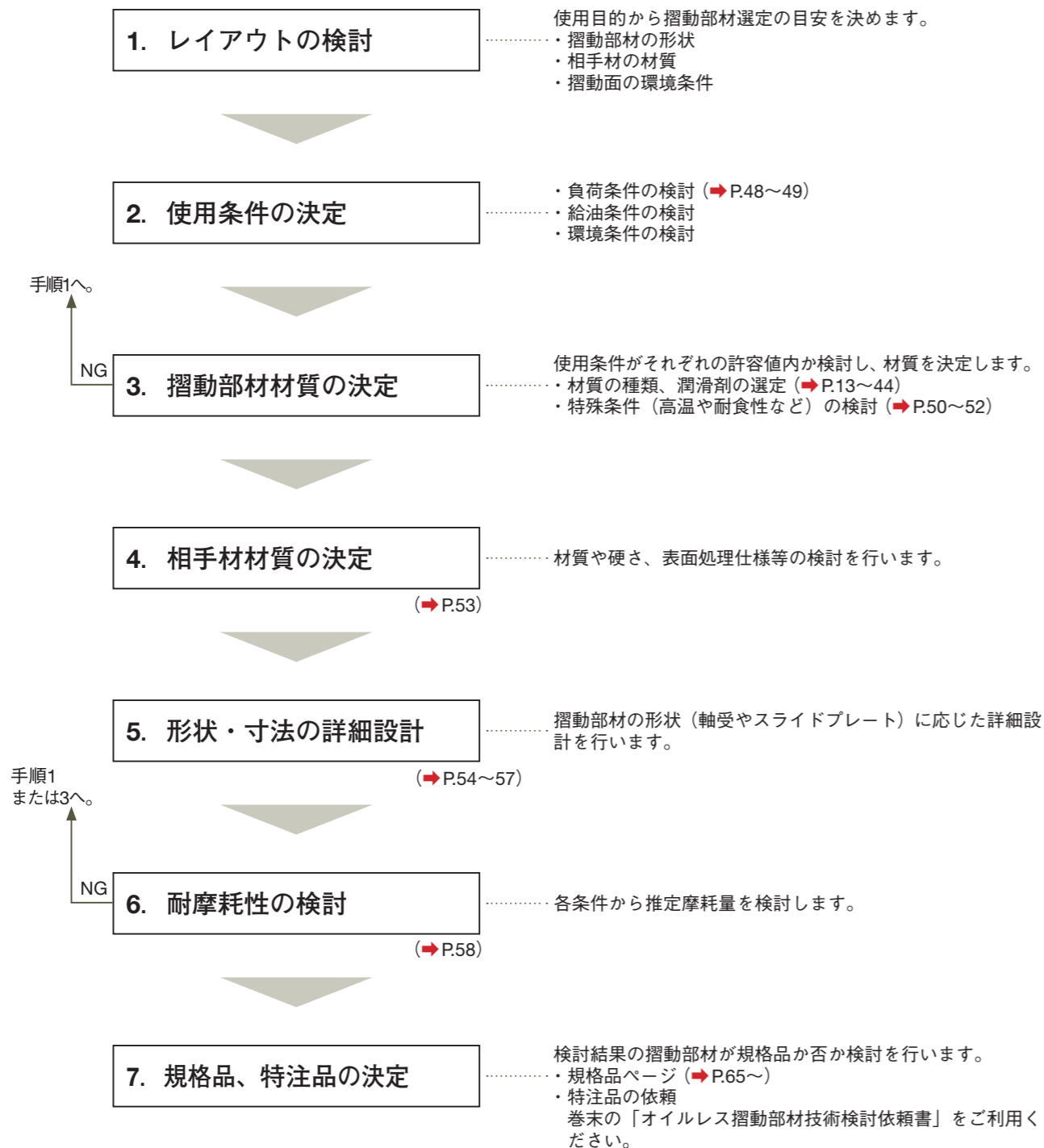


オイルレス摺動部材の設計要領

摺動部材の設計にあたっては、使用温度、荷重、速度（摺速）、PV値、相手材、精度、環境、運動形態、期待寿命等さまざまな条件を明確にする必要があります。そして、それらの条件を満たす材質選定、形状寸法設計等を行う必要があります。以下に検討事項の概要を示します。



1. レイアウトの検討

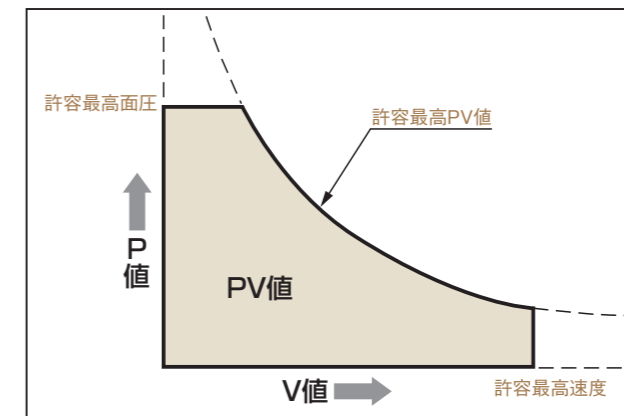
使用目的から摺動部材の材質選定の目安を決定します。
 ・摺動部材の形状 ・相手材の材質 ・摺動面の環境条件

2. 使用条件の決定

摺動部材の負荷条件や給油、環境条件を決定します。本項では負荷条件の検討について解説します。

負荷条件の検討

負荷条件は、摺動面に作用する単位面積当たりの荷重（面圧P）及び単位時間当たりの移動量（速度V）を許容最高面圧、許容最高速度以内に収める必要があります。また、PとVの積で与えられるPV値が低ければ摺動材温度も低くなり、その潤滑機能が長期間維持されて摺動部材の寿命を長くすることができます。従って、下図のように実線で囲まれた許容最高PV値の範囲内に収まるようなP値、V値の条件設定を行うことが重要です。または、許容最高PV値を満たす摺動部材を選定する必要があります。



■ 面圧 (P) と速度 (V)

- ・面圧 (P) とは摺動面に作用する単位面積当たりの荷重の大きさで、最大荷重 (W) をその支持面積で除した値 (N/mm²) で与えられます。一般にブッシュや球面軸受の場合の支持面積は、軸と接触する部分の荷重方向の投影面積とします。
- ・速度 (V) とは軸受等の摺動部材が相手材との間で滑る場合の単位時間当たりの移動量で、移動量 (m) をその移動時間 (min) で除した値 (m/min) で与えられます。

■ PV値

- ・PV値とは軸受等摺動部材の焼付き限界を示す重要な指標となる値で、面圧P (N/mm²) と速度V (m/min) との積 (N/mm²・m/min) で与えられます。一般に軸受等摺動部材の単位時間、単位面積当たり発生する摩擦熱量Qは次式で与えられます。運転温度（摩擦熱量Q）が低いほど、つまりPV値が低いほど寿命を長くする（摩擦、摩耗の軽減）ことができます。また、摩擦係数は、すべり面に薄い潤滑皮膜を形成して金属面同士が直接接触するのを防ぐことで安定させることができます。したがって、定期的な給油（脂）に加えて腐食防止、異物侵入防止対策を実施することも摩擦係数を安定させ、寿命を長くするための有効な手段となります。

$$Q = \mu \cdot P \cdot V \quad [J / (mm^2 \cdot min)]$$

μ: 摩擦係数

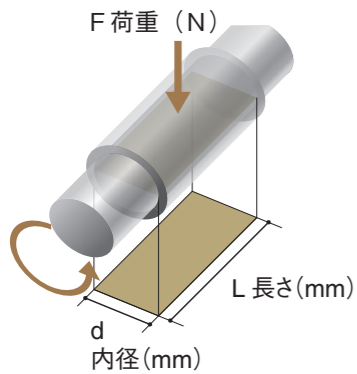
オイルレス摺動部材の設計要領

■ 運動形態別P値、V値の求め方

但し、n：回転数 (min⁻¹)、θ：揺動角度 (°)、S：ストローク距離 (mm)、T：移動時間 (min)

● ブッシュのP値、V値

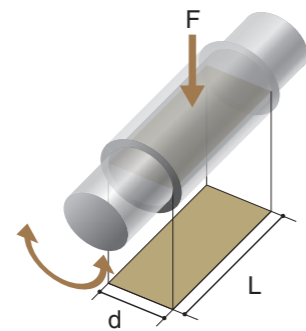
ラジアルジャーナル方向回転運動



$$P \text{ 値} = \frac{F}{d \times L} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$V \text{ 値} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{10^3} \quad (\text{m/min})$$

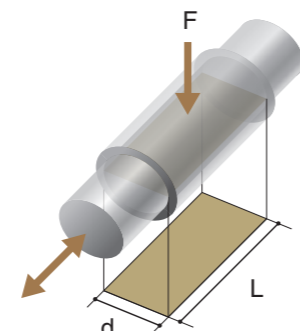
揺動運動



$$P \text{ 値} = \frac{F}{d \times L}$$

$$V \text{ 値} = \frac{\pi \cdot d \cdot \theta}{360 \times 10^3 \times T}$$

往復運動

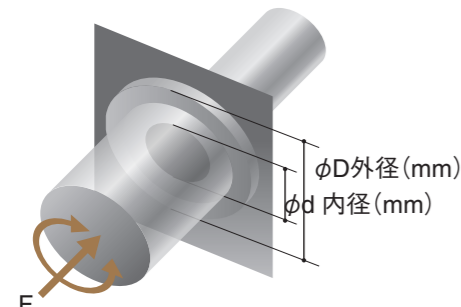


$$P \text{ 値} = \frac{F}{d \times L}$$

$$V \text{ 値} = \frac{S}{T \times 10^3}$$

● ワッシャのP値、V値

スラスト運動



回転・揺動の場合

$$P \text{ 値} = \frac{4F}{\pi \cdot (D^2 - d^2)}$$

回転の場合

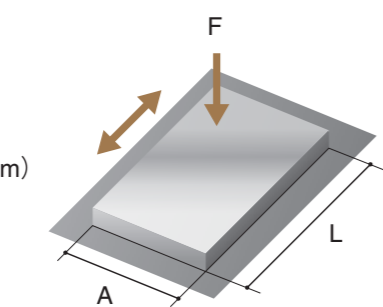
$$V \text{ 値} = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{10^3}$$

揺動の場合

$$V \text{ 値} = \frac{\pi \cdot D \cdot \theta}{360 \times 10^3 \times T}$$

● プレートのP値、V値

平面往復運動



$$P \text{ 値} = \frac{F}{A \times L}$$

$$V \text{ 値} = \frac{S}{T \times 10^3}$$

▲ 注意

軸と軸受とのクリアランスが大きい場合に、軸と軸受との接触面においては $P = F/dL$ なる面圧で一様に接触しているわけではなく、下図のように180°よりも小さい中心角θの範囲で荷重が分布し、最大面圧 P_{max} が生じます。
 P_{max} は表中の係数kの値によって与えられます。
 クリアランスが大きいほどθは小さく、kの値は大きくなり、摩耗の度合いも大きくなります。

$$P_{max} = k \cdot \frac{F}{dL}$$

(軸と軸受の半径比を算出し、表の半径比に最も近いkの値を用いて計算してください。)

θ	k	半径比
90°	2.12	1.005
120°	1.67	1.004
150°	1.42	1.003
180°	1.27	1.002

3. 摺動部材材質の決定

使用条件がそれぞれの許容値の範囲内かどうか検討し、材質を決定します。

材質の種類、潤滑剤の選定

金属系または樹脂系など材質の種類、潤滑剤仕様を検討し選定します。詳細は▶P.13~P.44をご覧ください。

特殊条件の検討

高温環境や耐食性などの特殊条件を抽出し、クリアランスやPV値などについて検討を加えます。

【1】環境温度条件の検討

カタログ記載の使用範囲(条件)はすべて常温時のものです。従って、高温環境下や低温環境下では使用範囲(条件)の安全率を高く見積もる必要があります。

■ クリアランスとしめしろ

軸受のクリアランス及びハウジングとのしめしろについては、各材質に固有の熱膨張率があるため、温度による寸法変化を十分考慮して設計する必要があります。

詳細は▶P.56~P.57をご覧ください。

■ P値、V値、PV値設定の考え方

軸受におけるかじり、焼付き等のトラブルは間接的に温度上昇が原因となります。従って高温環境下では常温時の使用範囲(条件)より低い値にて設定する必要があります。

各材質の熱伝導率やその他さまざまな要因により、高温環境下における使用条件の設定は困難ですので、詳細は営業窓口までご相談ください。

▲ 単位の取扱いについて

SI単位を採用しています。カタログ中に記載されています単位の換算を下表に示します。

単位区分	SI単位	従来単位への換算
重量・荷重	1N	0.101972kgf
面圧	1N/mm ²	10.1972kgf/cm ²
PV値	1N/mm ² ・m/min	10.1972kgf/cm ² ・m/min
引張強さ	1N/mm ² (1MPa)	0.101972kgf/mm ²

時間、角度の単位はmin、度を使用しています。SI単位への換算を下表に示します。

単位区分	従来単位 (カタログ中)	SI単位への換算
時間	1min	60s
角度	1度	$\pi / 180$ rad
速度	1m/min	0.01667(1/60)m/s
回転数	1rpm	0.01667(1/60)s ⁻¹

オイルレス摺動部材の設計要領

[2] 雰囲気条件の検討

■ 金属系摺動部材の耐食性

対象区分	材質名 材質No.	高力黄銅系	青銅系	アルミニウム青銅系	鋳鉄	オーステナイト系ステンレス
		SO#50SP2 SO#50SP3 SO#50SP8	SO#50B	SO#50SP5 SO#50SP7 SO#50SP13 SO#50AIB	SO#50F	SO#50S
水	淡水	○	◎	◎	×	◎
	海水	△	○	○	×	◎
酸	アルコール	◎	◎	◎	-	◎
	希塩酸	△	△	○	×	×
	濃塩酸	×	×	△	×	×
	塩素(乾)	◎	◎	◎	-	◎
	塩素(湿)	×	△	△	-	×
	過酸化水素	△	○	○	×	-
	クロム酸	×	×	×	×	-
	酢酸	×	×	○	×	◎ : (20℃) △ : 沸騰
	硝酸	×	×	×	×	○
	乳酸	×	○	○	×	○
	硫酸(40~80%)	×	△	△	×	△
	硫酸(80~95%)	×	○	○	×	△
	りん酸	×	○	○	×	△
	アンモニア(乾)	◎	◎	◎	○	◎ : (全濃度20℃) × : ガス
アンモニア(湿)	×	×	×	○		
アンモニア(液)	×	×	×	-	◎	
アルカリ	硫黄(乾)	◎	○	○	△	-
	硫黄(湿)	×	×	×	△	-
	塩化カルシウム	×	○	○	△	○
	塩化第一鉄	×	○	○	×	△
	水酸化カルシウム	○	◎	◎	○	-
	水酸化カリウム	○	○	○	-	-
	水酸化ナトリウム	○	○	○	-	◎
	アセトン	◎	◎	◎	○	◎
溶剤	エチレングリコール	○	◎	◎	△	-
	四塩化炭素(乾)	◎	◎	◎	×	◎
	四塩化炭素(湿)	×	○	○	×	-
	トルエン	◎	◎	◎	○	-
	メチルアルコール	◎	◎	◎	○	○
油類その他	ガソリン	◎	◎	◎	○	◎
	原油	△	○	○	○	○
	重油	○	◎	◎	○	○
	潤滑油	◎	◎	◎	◎	◎
	植物油	◎	◎	◎	△	-
	灯油(ケロシン)	◎	◎	◎	○	◎
	動物油	◎	◎	◎	-	-
ラッカー	◎	◎	◎	△	-	

◎ : 全く問題なし ○ : 使用上問題なし △ : 影響する × : 使用不可 - : 不明

■ 樹脂系摺動部材の耐食性

対象区分	樹脂名 材質 No.	ポリアミド樹脂系	アセタールホモポリマ樹脂系
		SO#25-28	SO#25-61N SO#25-64J
酸	硫酸	濃	×
		希	△
	塩酸	濃	×
		希	×
	硝酸	濃	×
		希	×
	蟻酸	△(希)	×
	りん酸	×	×
	酢酸	○(希)	○
	過酸化水素	△(希)	×
フェノール	△	×	
アルカリ	アンモニア	濃	×
		希	△
	塩化ナトリウム	○	○
	硫黄	○	○
溶剤	水酸化カルシウム	○	○
	メチルアルコール	△	△
油類その他	アセトン	○	△
	ベンゼン	○	△
水	ディーゼル油	○	○
	ガソリン	○	○
水	潤滑油	○	○
	淡水	○	○
	海水	○	○

○……ほとんど影響しない △……多少影響する ×……かなり影響する

オイルレス摺動部材の設計要領

4. 相手材材質の決定

オイルレス軸受をご使用の場合、相手材の材質、硬さ、表面処理、表面粗さなどの因子が軸受の性能に大きく影響を及ぼします。
慎重な相手材の選定が必要です。

【1】相手材の材質

一般的にはS45Cなどの機械構造用炭素鋼で十分ですが、より耐久性を必要とする場合はSUJ2などの軸受鋼、SK5などの工具鋼が、また耐食性を要する場合はSUS304などのステンレス鋼が適しています。

【2】相手材の硬さ

使用条件によっては調質程度の硬さで十分ですが、過酷な箇所、耐久性を要する箇所では、高周波焼入れなどにより表面部の硬さを高くすることが必要です。

【3】相手材の表面処理

表面硬さを高めるための熱処理は別として、窒化処理、浸硫処理などの表面処理は凝着抑制効果があり、軸受性能を向上させます。また、耐食性を要する場合は、硬質クロームメッキが適しています。

【4】相手材の表面粗さ

オイルレス軸受は固体潤滑剤の皮膜が相手材の表面に構成されるかどうかにより、寿命が大きく左右されますので、Ra1.6の範囲内に仕上げてください。

●推奨相手材条件

相手材質	適用	硬さ	表面粗さ	備考
SS400などの一般構造用鋼	軽条件用	—	金属系 Ra1.6以上 樹脂系 Ra0.8以上	硬質クロームメッキ、窒化処理により一般用でも使用可。
S45Cなどの機械構造用炭素鋼	一般用	HRC25以上		調質または高周波焼入れの硬さにして用いる。
SUJ2などの軸受鋼 SK5などの工具鋼 SKS3などの合金工具鋼	過酷条件用	HRC45以上		高周波焼入れなどにより、硬さを高くして使用。耐食性を要する場合、硬質クロームメッキ品を適用すること。
FC250などの鋳鉄	特殊用途用	—		一般プレス金型用相手材 過酷条件下では不向き。
SUS304などのステンレス鋼	耐食用	—		薬液中などの使用に適しています。
SUH3などの耐熱鋼	耐熱用	HRC45以上		高温雰囲気での使用に適しています。

▲初期なじみの実施について

相手材の選定がよくても初期なじみ運転が不十分では、摺動面に潤滑皮膜が形成される前に異常摩耗が発生することがありますので、軽負荷で1時間程度のなじみ運転を実施してください。確実な潤滑膜生成には、なじみ運転でグリースを塗布することをお奨めします。(➡推奨グリースはP.43をご覧ください)

5. 形状・寸法の詳細設計

【1】形状・寸法の推奨条件

■軸受の長さ

軸受の選定には軸受の長さ(L)と軸受内径(d)との比、L/dが目安となります。
L/dが大きい場合は、面圧が小さくなり負荷条件は軽くなりますが、実際には放熱効果の低下、加工による円筒度、真円度などの精度保持の困難さにより軸受の寿命を短くする場合があります。
逆に、L/dが小さい場合は、軸受の内径端面への偏荷重が大きくなり軸受性能を低下させます。従って、一般にL/dは次式の範囲内にて設計してください。

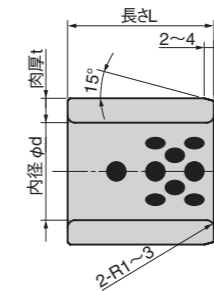
$$0.5 < L/d < 2$$

■軸受の肉厚

すべり軸受はころがり軸受と比べて肉厚を薄くすることができる利点があります。

■軸受の面取り

軸受の内径端部は下図のようにR面取りを行い、片当たりを逃がすようにします。また、ハウジングに打ち込むために外径端部の挿入側にはC面取りが必要です。



【2】寸法公差の設定条件

■適正クリアランス

オイルレス軸受のクリアランスは、流体潤滑条件で使用される一般のすべり軸受より、放熱、潤滑皮膜の厚みなどから多少大きくとる必要があります。一般にオイルレス軸受の組み込み前のクリアランスの大きさは次式の範囲内にて設計してください。

$$C = \gamma d_s \times 10^{-3} + \Delta$$

ただし、C : クリアランス (mm)

d_s : 軸径 (mm)

γ : 軸径で決まる乗数
(右表参照ください)

Δ : しまりばめによる軸受
内径の収縮量 (mm)

軸径	50以下	50~180	180~250	250~500	500以上
γ	2.0~3.0	1.5~3.0	1.5~2.5	1.2~2.5	1.0~2.5

*高温使用時には熱膨張も考慮してください。

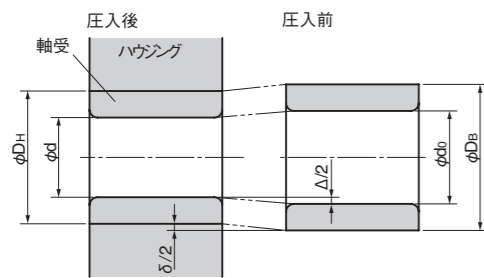
オイルレス摺動部材の設計要領

■ しまりばめによる内径収縮 (▶はめあいの参考データはP61をご覧ください)

軸受をハウジングに圧入して固定する場合、圧入のしめしろによって内径が収縮します。外径のしめしろと内径の収縮量との割合は、軸受およびハウジングの肉厚、材質、表面粗さ、圧入方法等により変化します。ハウジングの肉厚が極めて大きく、ハウジングの材質が鉄系、軸受の材質が銅合金系の場合、収縮量は概略次式で表されます。

$$\Delta = \frac{10 \cdot D_B \cdot d_0}{7 (D_B)^2 + 3 (d_0)^2} \times \delta$$

ただし、 Δ : 軸受内径の収縮量 (mm)
 δ : 圧入のしめしろ ($D_B - D_H$) (mm)
 d_0 : 圧入前の軸受内径 (mm)
 D_B : 圧入前の軸受外径 (mm)
 D_H : ハウジング内径 (mm)
 d : 圧入後のプッシュ内径 ($d_0 - \Delta$) (mm)



● しまりばめ収縮量の計算例

SOB30-40-50 (標準品) を内径φ40P7のハウジングに圧入する場合の組み付け内径を求めます。

① SOB30-40-50の圧入前の寸法

軸受内径 : $d_0 = \phi 30F7 \cdots \phi 30_{+0.041}^{+0.020}$
 $d_{0 \max} = 30.041$ $d_{0 \min} = 30.020$
 軸受外径 : $D_B = \phi 40m6 \cdots \phi 40_{+0.025}^{+0.009}$
 $D_{B \max} = 40.025$ $D_{B \min} = 40.009$
 ハウジング内径 : $D_H = \phi 40P7 \cdots \phi 40_{-0.017}^{-0.042}$
 $D_{H \max} = 39.983$ $D_{H \min} = 39.958$

② 圧入のしめしろ : $\delta = D_B - D_H$

$\delta_{\max} = D_{B \max} - D_{H \min} = 40.025 - 39.958 = 0.067$
 $\delta_{\min} = D_{B \min} - D_{H \max} = 40.009 - 39.983 = 0.026$

③ 軸受内径の収縮量 : Δ

$$\Delta = \frac{10 \cdot D_B \cdot d_0}{7 (D_B)^2 + 3 (d_0)^2} \times \delta = \frac{10 \times 40 \times 30}{7 \times 40^2 + 3 \times 30^2} \times \delta = 0.8633 \times \delta$$

$\Delta_{\max} = 0.8633 \times \delta_{\max} = 0.058$
 $\Delta_{\min} = 0.8633 \times \delta_{\min} = 0.022$

④ 圧入後の軸受内径 : $d = d_0 - \Delta$

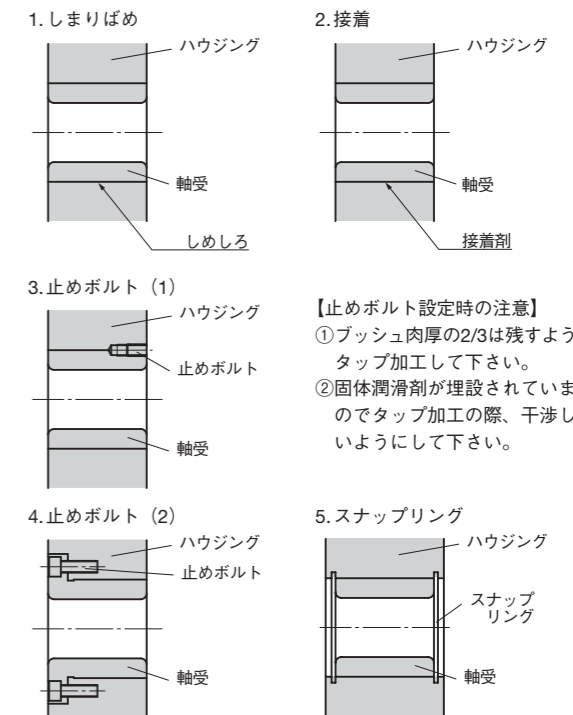
$d_{\max} = d_{0 \max} - \Delta_{\min} = 30.041 - 0.022 = 30.019$
 $d_{\min} = d_{0 \min} - \Delta_{\max} = 30.020 - 0.058 = 29.962$

従って、SOB30-40-50の圧入後の内径公差は
 $\phi d = \phi 30_{-0.038}^{+0.019}$ となります。

■ 軸受の主な固定方法

軸受の主な固定方法を下図に示します。これ以外にも種々の固定方法があります。設計仕様に合わせて十分な検討を行ってください。

No.	固定方法	摺動形態	備考
1	しまりばめ		標準的な方法で、圧入冷やしばめ、焼きばめなどがあります。
2	接着	ラジアル / スラスト方向	簡易な方法ですが、固定強度が小さいという欠点があります。
3	止めボルト (1)		しまりばめ、接着などと併用しますと効果的です。
4	止めボルト (2)		つば付軸受だけに用いられますが、固定強度は大きいです。
5	スナップリング	スラスト方向のみ	しまりばめ、接着などと併用しますと効果的です。



【止めボルト設定時の注意】
 ① プッシュ肉厚の2/3は残すようにタップ加工して下さい。
 ② 固体潤滑剤が埋設されているのでタップ加工の際、干渉しないようにして下さい。

■ 熱膨張によるクリアランス変化

オイルレス軸受のクリアランス設計は、流体潤滑条件で使用される一般のすべり軸受の場合より幾分大きく設計する必要があります。これは固体潤滑条件における摩擦熱の発生、固体潤滑膜が油膜の厚さに比べ大きいなどの理由からです。特に高温雰囲気または水中、薬液中での膨潤現象が生じる軸受は以下のようなクリアランス補正を行う必要があります。

● 高温条件下でのはめあい設計

100℃以上の高温で金属系軸受を使用する場合熱膨張量を内径寸法公差に加算して設計してください。

- ① 軸の熱膨張量
軸の線膨張係数 × 軸径 × (雰囲気温度 - 常温)
- ② 軸受内径の熱膨張量
軸受の線膨張係数 × 内径 × (雰囲気温度 - 常温)
- ③ 軸受外径の熱膨張量
軸受の線膨張係数 × 外径 × (雰囲気温度 - 常温)
- ④ ハウジング内径の熱膨張量
ハウジングの線膨張係数 × ハウジング内径 × (雰囲気温度 - 常温)

オイルレス摺動部材の設計要領

軸の線膨張係数

軸の材質	線膨張係数
軟鋼	$1.12 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
Ni-Cr鋼	$1.29 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SUJ2	$1.25 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SK5	$1.10 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SKS3	$1.15 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

軸受の線膨張係数

軸受の材質	線膨張係数
SO#50SP2	$1.9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50SP3	$1.9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50SP5	$1.6 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50SP7	$1.6 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50SP8	$1.9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50SP13	$1.7 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

軸受の線膨張係数

軸受の材質	線膨張係数
SO#50AIB	$1.6 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50B	$1.8 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50S45C	$1.1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50SKS3	$1.1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50S	$1.7 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

(注意) 高温条件下での影響を受け、常温に戻ったときにしめしろが消失(応力緩和)し、軸受の脱落や軸受外径での摺動が起こることがありますので、回り止めを施してください。

摺動方向

相手材との相対的な摺動方向は下図のように表示してあります。(特注品の場合には必ず摺動方向をご指示ください)

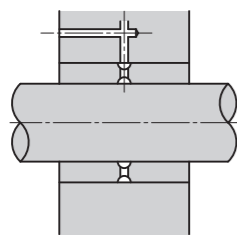


給油機構

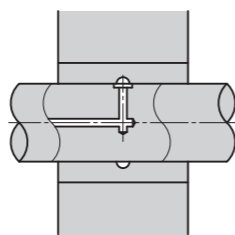
給油は摩擦係数の低減、摺動により発生する熱の冷却、異物の排出等の効果をもたらします。

給油方式

a. ハウジング側からの給油



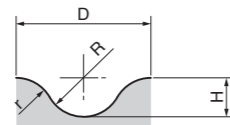
b. 軸側からの給油



標準油溝形状

a. プレートの標準油溝形状

	溝寸法値		
	1	2	3
R	1	2	3
r	1	2	3
H	1	2	3
D	3.5	7	10.4



b. 軸受の標準油溝形状

	溝寸法値											
	1	1.5	2	3	3	3	4	4	4	8	5	5
R	1	1.5	2	3	3	3	4	4	4	8	5	5
r	1	1.5	2	3	3	3	4	4	4	3	5	5
H	1	1.5	2	2	2.5	3	1.5	3	4	2	3	5
D	3.5	5.2	6.9	8.9	9.7	10.4	9.3	12.5	13.9	12.6	14.3	17.3

* 太枠内(■部)の寸法を優先的にご使用ください。

6. 耐摩耗性の検討

摩耗は一般に異物混入や異常負荷、摺動部材自体の材質や潤滑条件、相手材の面粗さや材質、硬さなどさまざまな要因により発生します。従って、正確な摩耗量の計算は極めて困難となります。下記は一般的な摩耗量の計算式です。目安としてご利用ください。

摩耗量の計算

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

- W: 摩耗量 (mm)
- K: 摩耗係数
- P: 面圧 (N/mm²)
- V: 速度 (m/min)
- T: 実稼働時間 (hr)

この式により、摩耗係数Kの値がわかれば、おのずから、ある面圧Pおよび速度Vのもとでの、実稼働時間Tにおける軸受の摩耗量Wが算出されます。また、機械の使用上から限界摩耗量を定めることにより、軸受の寿命が決定されます。

しかし、各種の条件の下でこの摩耗係数Kの値を定めることは困難であるため、比摩耗量 ω の値に摩耗に影響する因子の係数 C_i を考慮して摩耗量の目安を算出しています。

$$K = C_i \cdot \omega$$

- C_i : 摩耗に影響する因子の係数
- $= C_0 \times C_1 \times C_2 \times C_3$

* 参考までにSO#50の比摩耗量 ω は実験結果からほぼ次の通りです。

$$\omega = (5 \sim 9) \times 10^{-8} \text{ mm} / (\text{N/mm}^2 \cdot \text{m/min} \cdot \text{hr})$$

- 但し
- a) 相手材の硬さはHRC25以上であること。
 - b) 相手材の表面粗さは $1.6 \mu\text{mRa}$ であること。
 - c) 軸と軸受とのクリアランスは適正值であること。

さらに摩耗に影響する因子の係数 C_i として次の値を乗じます。

C_0 : 摺動条件による係数

	C_0	速度 V m/min		
		1以下	1~10	10~30
面圧 P N/mm ²	5以下	8~10	10~12	12~18
	5~25	12~18	18~25	25~30
	25~50	18~25	25~30	30~40

C_3 : 使用場所による係数

使用場所	C_3
大気中	1.0
水中	0.8
水中と大気中	5.0
海水中	1.2
海水と大気中	20.0

C_1 : 温度による係数

雰囲気温度	C_1
100℃以下	1~2
100~200℃	3~5
200~400℃	5~10

C_2 : 環境による係数

環境雰囲気	C_2
一般工場内	1~2
屋外	5~10
粉塵のある場所	10~30

オイルレス摺動部材の設計要領

7. 規格品、特注品の決定

検討結果の摺動部材が規格品か否か検索を行います。

規格品の検索

・決定された材質及び仕様をもとに規格品ページ（P.65～）を検索ください。

特注品の依頼

・規格品がない場合は決定された仕様等記入可能な特注品設計依頼のフォーマットがありますのでご利用ください。
 (→P.180「オイルレス摺動部材技術検討依頼書」)

8. 取扱い上のご注意

[1] 使用上のご注意

- ①設計にあたっては、可能な限り標準規格品のご使用をお奨めします。規格外または特殊な使用条件の場合は、巻末の「オイルレス摺動部材技術検討依頼書」をご利用ください。
- ②摺動面に金属粉やごみなどの異物が付着していないことをご確認ください。
- ③使用開始時には、初期なじみを得るため、摺動面に少量のグリースを塗布してください。
- ④稼働後の摺動面は、潤滑剤の皮膜により黒色または黒灰色になりますが、拭き取らずそのままご使用ください。
- ⑤長期保管後に再稼働させる際は、必ず摺動面を清掃し、グリースを塗布してから稼働させてください。
- ⑥高温多湿になる環境での保管は避けてください。

[2] 冷やし始め時のご注意

オイルレス軸受をハウジングに挿入する方法のひとつとして液体窒素やドライアイスを用いる冷やし始めがあります。冷やし始めは圧入する方法と比べて精度よくハウジングに取り付けることができます。なお、焼き始めによるハウジングへの取り付けは、軸受性能を劣化させますので行わないでください。

■ 冷やし始めの方法

a. 必要な材料

冷媒：液体窒素またはドライアイス
 容器：軸受が十分入る大きさ

b. 軸受の収縮量の算出

冷却温度は、軸受外径とハウジングとのクリアランスが0.1～0.2%程度になるように設定してください。

$$\Delta D = D \times \alpha \times (T_0 - T_1)$$

ただし D：軸受外径
 ΔD ：軸受外径の収縮量
 α ：軸受の線膨張係数
 T_0 ：雰囲気温度
 T_1 ：冷却温度

収縮量の計算例

材質 SO#50SP2 で、内径 $\phi 100$ 、外径 $\phi 120$ 、長さ 80 の軸受が、 $+20^\circ\text{C}$ から -50°C に冷却された場合

$$\Delta D = 120 \times 1.9 \times 10^{-5} \times [20 - (-50)] = 0.1596\text{mm}$$

となります。

c. 作業手順

- ①目標とする冷却温度を算出し、冷媒の入った容器内の温度を設定します。標準的には -40°C ～ -70°C とします。
 - ②軸受を容器に浸し、目的の温度に冷却しましたら寸法を測定しクリアランスを確認します。
 - ③速やかに軸受をハウジングに挿入します。(途中で作業を中止しないでください)
 - ④軸受内径の表面についた水蒸気を十分に拭き取ってください。
 - ⑤初期なじみ用グリースを摺動面に塗布してください。
- 以上が作業手順です。冬季など温度差が十分とれない場合は、ハウジングを少し暖め膨張させてください。

線膨張係数

軸受の材質	線膨張係数
SO#50SP2	$1.9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50SP3	$1.9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50SP5	$1.6 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50SP7	$1.6 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50SP8	$1.9 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50SP13	$1.7 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50AIB	$1.6 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50B	$1.8 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50S45C	$1.1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50SKS3	$1.1 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$
SO#50S	$1.7 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$

▲ 注意

- ・製品損傷、固体潤滑剤の脱落を防ぐ為、ドライアイスにエタノール等を加えて、急激に冷却しないでください。
- ・ハンマーで叩く等して強い衝撃を与えると製品が損傷する恐れがある為、行わないでください。
- ・冬季等、温度差が十分とれない場合は、ハウジングを暖め、膨張させてください。

[3] 追加工上の注意

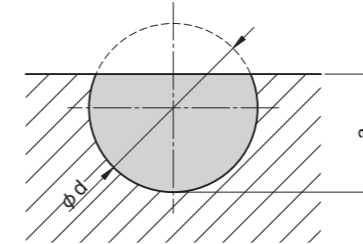
オイルレス摺動部材に追加工を実施される場合、表面に傷をつけないようご注意ください。コーナー部はエッジやバリがないように面取りを行ってください。

■ 固体潤滑剤埋設タイプ

a. 切断加工の場合

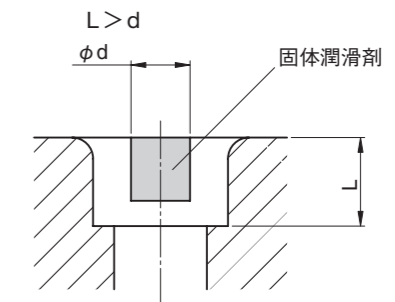
原則として、固体潤滑剤の60%以上を残して切断してください。

$$a > 0.6d$$



b. ボルト穴加工の場合

原則として、固体潤滑剤の中心に加工してください。



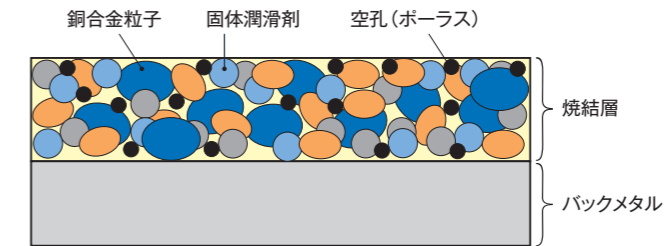
c. 表面加工の場合

小さな刃先Rのカッターで、切り込みはできるだけ少なくして加工してください。

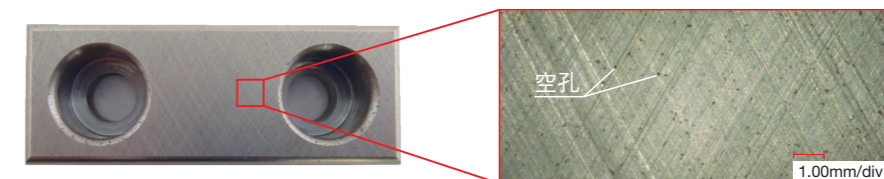
■ 焼結タイプ

焼結層には全体的に空孔（ポーラス）が存在しており、これらの空孔には潤滑油が含浸されています。

- ①厚み調整を行う場合は、基本的に裏面（バックメタル側）を加工してください。
- ②摺動面に傷をつけないようご注意ください。
- ③やむを得ず摺動面へ追加工が必要な場合
 - ・表面粗さを Ra1.6 の範囲内に仕上げてください。
 - ・コーナー部は、エッジやバリが残らないように面取りを行ってください。
- ④摺動面への追加工後も、必ず空孔が存在します。空孔の大きさ等の判断が難しい場合は、当社営業窓口までご相談ください。
- ⑤追加工後には、摺動面に金属粉やごみなどの異物が付着していないことを必ず確認してください。
- ⑥焼結層の空孔には潤滑油が含浸されています。追加工により含浸油が流出した場合は、再含浸を行ってください。再含浸方法：工業用潤滑油 No.320 に 24時間浸漬してください。



イメージ図



焼結製品

拡大写真

SO#50のはめあい (参考)

■ SO#50タイプのはめあい

圧入にて設計の場合のはめあいです。すべてのSO#50タイプに適用できます。但し、参考値として参照ください。

● 軽負荷の場合

(単位 mm)

ブッシュ寸法の区分		ブッシュとシャフトの寸法公差						ブッシュとシャフトのクリアランス		ブッシュとハウジングの寸法公差				ブッシュとハウジングのしめしろ	
内径	外径	シャフト公差 (e7)		圧入前内径 (E7)		圧入後内径		最大	最小	ハウジング公差 (H7)		圧入前ブッシュ外径 (r6)		最大	最小
		上 (-)	下 (-)	上 (+)	下 (+)	上 (+)	下 (+)			上 (+)	下 (-)	上 (+)	下 (+)		
8	12	0.025	0.040	0.040	0.025	0.025	0.009	0.065	0.034	0.018	0	0.034	0.023	0.034	0.005
10	14	0.025	0.040	0.040	0.025	0.022	0.006	0.062	0.031	0.018	0	0.034	0.023	0.034	0.005
12	18	0.032	0.050	0.050	0.032	0.035	0.016	0.085	0.048	0.018	0	0.034	0.023	0.034	0.005
13	19	0.032	0.050	0.050	0.032	0.031	0.012	0.081	0.044	0.021	0	0.041	0.028	0.041	0.007
14	20	0.032	0.050	0.050	0.032	0.028	0.009	0.078	0.041	0.021	0	0.041	0.028	0.041	0.007
15	21	0.032	0.050	0.050	0.032	0.028	0.009	0.078	0.041	0.021	0	0.041	0.028	0.041	0.007
16	22	0.032	0.050	0.050	0.032	0.028	0.009	0.078	0.041	0.021	0	0.041	0.028	0.041	0.007
17	23	0.032	0.050	0.050	0.032	0.028	0.009	0.078	0.041	0.021	0	0.041	0.028	0.041	0.007
18	24	0.032	0.050	0.050	0.032	0.028	0.009	0.078	0.041	0.021	0	0.041	0.028	0.041	0.007
20	30	0.040	0.061	0.061	0.040	0.042	0.020	0.103	0.060	0.021	0	0.041	0.028	0.041	0.007
22	32	0.040	0.061	0.061	0.040	0.038	0.016	0.099	0.056	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009
25	35	0.040	0.061	0.061	0.040	0.034	0.012	0.095	0.052	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009
28	38	0.040	0.061	0.061	0.040	0.034	0.012	0.095	0.052	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009
30	40	0.040	0.061	0.061	0.040	0.034	0.012	0.095	0.052	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009
32	42	0.050	0.075	0.075	0.050	0.048	0.022	0.123	0.072	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009
35	45	0.050	0.075	0.075	0.050	0.048	0.022	0.123	0.072	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009
38	48	0.050	0.075	0.075	0.050	0.048	0.022	0.123	0.072	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009
40	50	0.050	0.075	0.075	0.050	0.045	0.019	0.120	0.069	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009
40	55	0.050	0.075	0.075	0.050	0.043	0.017	0.118	0.067	0.030	0	0.060	0.041	0.060	0.011
45	55	0.050	0.075	0.075	0.050	0.038	0.012	0.113	0.062	0.030	0	0.060	0.041	0.060	0.011
45	60	0.050	0.075	0.075	0.050	0.043	0.017	0.118	0.067	0.030	0	0.060	0.041	0.060	0.011
50	60	0.050	0.075	0.075	0.050	0.038	0.012	0.113	0.062	0.030	0	0.060	0.041	0.060	0.011
50	65	0.050	0.075	0.075	0.050	0.043	0.017	0.118	0.067	0.030	0	0.060	0.041	0.060	0.011
55	70	0.060	0.090	0.090	0.060	0.056	0.025	0.146	0.085	0.030	0	0.062	0.043	0.062	0.013
60	75	0.060	0.090	0.090	0.060	0.052	0.021	0.142	0.081	0.030	0	0.062	0.043	0.062	0.013
65	80	0.060	0.090	0.090	0.060	0.052	0.021	0.142	0.081	0.030	0	0.062	0.043	0.062	0.013
70	85	0.060	0.090	0.090	0.060	0.045	0.014	0.135	0.074	0.035	0	0.073	0.051	0.073	0.016
70	90	0.060	0.090	0.090	0.060	0.050	0.019	0.140	0.079	0.035	0	0.073	0.051	0.073	0.016
75	90	0.060	0.090	0.090	0.060	0.045	0.014	0.135	0.074	0.035	0	0.073	0.051	0.073	0.016
75	95	0.060	0.090	0.090	0.060	0.050	0.019	0.140	0.079	0.035	0	0.073	0.051	0.073	0.016
80	100	0.060	0.090	0.090	0.060	0.045	0.014	0.135	0.074	0.035	0	0.073	0.051	0.073	0.016
90	110	0.072	0.107	0.107	0.072	0.059	0.023	0.166	0.095	0.035	0	0.076	0.054	0.076	0.019
100	120	0.072	0.107	0.107	0.072	0.059	0.023	0.166	0.095	0.035	0	0.076	0.054	0.076	0.019
110	130	0.072	0.107	0.107	0.072	0.051	0.015	0.158	0.087	0.040	0	0.088	0.063	0.088	0.023
120	140	0.072	0.107	0.107	0.072	0.051	0.015	0.158	0.087	0.040	0	0.088	0.063	0.088	0.023
130	150	0.085	0.125	0.125	0.085	0.067	0.026	0.192	0.111	0.040	0	0.090	0.065	0.090	0.025
140	160	0.085	0.125	0.125	0.085	0.067	0.026	0.192	0.111	0.040	0	0.090	0.065	0.090	0.025
150	170	0.085	0.125	0.125	0.085	0.065	0.024	0.190	0.109	0.040	0	0.093	0.068	0.093	0.028
160	180	0.085	0.125	0.125	0.085	0.065	0.024	0.190	0.109	0.040	0	0.093	0.068	0.093	0.028

● 高負荷の場合 (摩擦熱による熱膨張を考慮しています)

(単位 mm)

ブッシュ寸法の区分		ブッシュとシャフトの寸法公差						ブッシュとシャフトのクリアランス		ブッシュとハウジングの寸法公差				ブッシュとハウジングのしめしろ	
内径	外径	シャフト公差 (d8)		圧入前内径 (E7)		圧入後内径		最大	最小	ハウジング公差 (H7)		圧入前ブッシュ外径 (r6)		最大	最小
		上 (-)	下 (-)	上 (+)	下 (+)	上 (+)	下 (+)			上 (+)	下 (-)	上 (+)	下 (+)		
8	12	0.040	0.062	0.040	0.025	0.025	0.009	0.087	0.049	0.018	0	0.034	0.023	0.034	0.005
10	14	0.040	0.062	0.040	0.025	0.022	0.006	0.084	0.046	0.018	0	0.034	0.023	0.034	0.005
12	18	0.050	0.077	0.050	0.032	0.035	0.016	0.112	0.066	0.018	0	0.034	0.023	0.034	0.005
13	19	0.050	0.077	0.050	0.032	0.031	0.012	0.108	0.062	0.021	0	0.041	0.028	0.041	0.007
14	20	0.050	0.077	0.050	0.032	0.028	0.009	0.105	0.059	0.021	0	0.041	0.028	0.041	0.007
15	21	0.050	0.077	0.050	0.032	0.028	0.009	0.105	0.059	0.021	0	0.041	0.028	0.041	0.007
16	22	0.050	0.077	0.050	0.032	0.028	0.009	0.105	0.059	0.021	0	0.041	0.028	0.041	0.007
17	23	0.050	0.077	0.050	0.032	0.028	0.009	0.105	0.059	0.021	0	0.041	0.028	0.041	0.007
18	24	0.050	0.077	0.050	0.032	0.028	0.009	0.105	0.059	0.021	0	0.041	0.028	0.041	0.007
20	30	0.065	0.098	0.061	0.040	0.042	0.020	0.140	0.085	0.021	0	0.041	0.028	0.041	0.007
22	32	0.065	0.098	0.061	0.040	0.038	0.016	0.136	0.081	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009
25	35	0.065	0.098	0.061	0.040	0.034	0.012	0.132	0.077	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009
28	38	0.065	0.098	0.061	0.040	0.034	0.012	0.132	0.077	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009

● 高負荷の場合 (つづき)

(単位 mm)

ブッシュ寸法の区分		ブッシュとシャフトの寸法公差						ブッシュとシャフトのクリアランス		ブッシュとハウジングの寸法公差				ブッシュとハウジングのしめしろ	
内径	外径	シャフト公差 (d8)		圧入前内径 (E7)		圧入後内径		最大	最小	ハウジング公差 (H7)		圧入前ブッシュ外径 (r6)		最大	最小
		上 (-)	下 (-)	上 (+)	下 (+)	上 (+)	下 (+)			上 (+)	下 (-)	上 (+)	下 (+)		
30	40	0.065	0.098	0.061	0.040	0.034	0.012	0.132	0.077	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009
32	42	0.080	0.119	0.075	0.050	0.048	0.022	0.167	0.102	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009
35	45	0.080	0.119	0.075	0.050	0.048	0.022	0.167	0.102	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009
38	48	0.080	0.119	0.075	0.050	0.048	0.022	0.167	0.102	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009
40	50	0.080	0.119	0.075	0.050	0.045	0.019	0.164	0.099	0.025	0	0.050	0.034	0.050	0.009
40	55	0.080	0.119	0.075	0.050	0.043	0.017	0.162	0.097	0.030	0	0.060	0.041	0.060	0.011
45	55	0.080	0.119	0.075	0.050	0.038	0.012	0.157	0.092	0.030	0	0.060	0.041	0.060	0.011
45	60	0.080	0.119	0.075	0.050	0.043	0.017	0.162	0.097	0.030	0	0.060	0.041	0.060	0.011
50	60	0.080	0.119	0.075	0.050	0.038	0.012	0.157	0.092	0.030	0	0.060	0.041	0.060	0.011
50	65	0.080	0.119	0.075	0.050	0.043	0.017	0.162	0.097	0.030	0	0.060	0.041	0.060	0.011
55	70	0.100	0.146	0.090	0.060	0.056	0.025	0.202	0.125	0.030	0	0.062	0.043	0.062	0.013
60	75	0.100	0.146	0.090	0.060	0.052	0.021	0.198	0.121	0.030	0	0.062	0.043	0.062	0.013
65	80	0.100	0.146	0.090	0.060	0.052	0.021	0.198	0.121	0.030	0	0.062	0.043	0.062	0.013
70	85	0.100	0.146	0.090	0.060	0.045	0.014	0.191	0.114	0.035	0	0.073	0.051	0.073	0.016
70	90	0.100	0.146	0.090	0.060	0.050	0.019	0.196	0.119	0.035	0	0.073	0.051	0.073	0.016
75	90	0.100	0.146	0.090	0.060	0.045	0.014	0.191	0.114	0.035	0	0.073	0.051	0.073	0.016
75	95	0.100	0.146	0.090	0.060	0.050	0.019	0.196	0.119	0.035	0	0.073	0.051	0.073	0.016
80	100	0.100	0.146	0.090	0.060	0.045	0.014	0.191	0.114	0.035	0				