

第9章 シール

9-1 シールとその分類

密封装置とシールは同義語であり、「流体の漏れや外部からの異物の侵入を防止するために用いられる装置の総称」を言う。

密封部分が静止してゐるものをガスケットと呼び、運動しているものをパッキンと呼ぶ。

9-1-1 シール類の分類

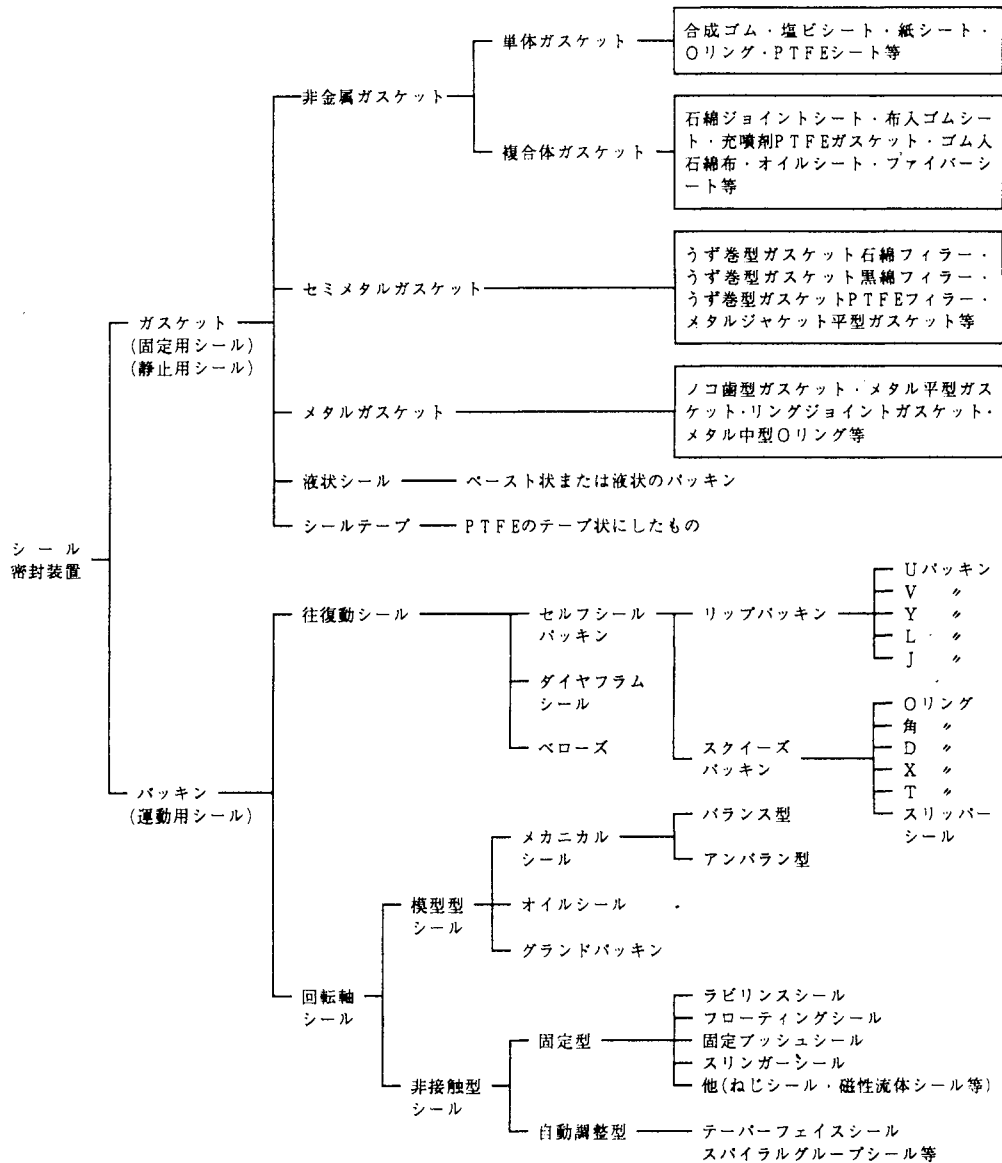


図 9-1 シール分類

ここでは、エンジンや減速機などの回転軸とケースのすき間からの油の漏れを防止するために使用される密封装置（オイルシール）とOリング・ガスケットについて説明する。

9-2 オイルシールの構造と名称

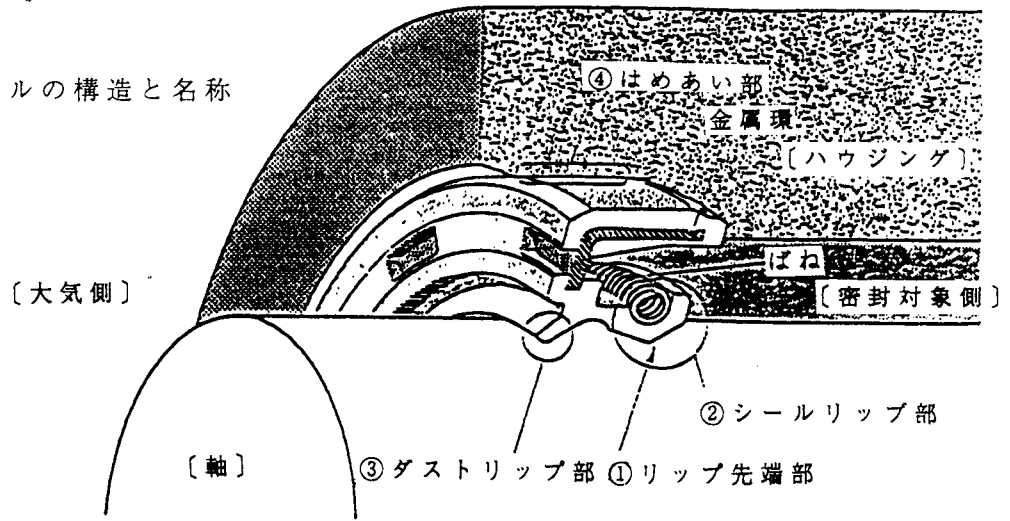


図 9-2 オイルシールの構造

型式には J I S で S ・ S M ・ S A など多くのものが規格されているが、実際にはメーカーの規格が用いられている。

表示は 型式-内径-外径-幅 の順で記入されている。

9-2-1 各部の働き

表 9-1 各部の名称

名 称	各 部 の 働 き
リップ先端部	リップ先端部は、くさび状の断面をもち先端部で軸表面を押しつけて、流体をシール（密封）する働きをする。
シールリップ部	シールリップ部は、機械の振動や密封流体の圧力変動に対し、安定した密封作用を保つように作られており、リップ先端部の軸表面との接触状態を安定した状態に保ちます。 ばねは、シールリップ部の軸への押しつけ力を高め、その押し付け力を長時間持続させます。
ダストリップ部	補助的につけられたもので、ダストの侵入を防ぎます。
はめあい部	オイルシールをハウジング穴に固定すると同時に、オイルシール外周面からの流体の漏れ・侵入を防ぎます。金属環はオイルシールをハウジングに固定し、はめあい力を確保する。

一般に使用されるオイルシールがシール可能な圧力は $0.3 \text{ kgf} / \text{cm}^2$ 以下である。

使用温度は $-30^\circ\text{C} \sim 120^\circ\text{C}$ 程度である。

9-3 オイルシールからの漏れ

オイルシールからの流体の漏れ原因として次のような項目が上げられる。

- (1) 軸の摩耗
- (2) リップ部の傷
- (3) リップ部の硬化
- (4) 軸の表面粗さ不良

9-4 オイルシールの取扱い

9-4-1 組み付けの前作業

- (1) 軸およびハウジングの寸法・面の粗さや軸・ハウジングの面取りも確認する。
(組み付け時リップ部に傷が付いたり、シール外周部にむしれが生じ漏れの原因になるため)
- (2) 軸表面やシールリップ・ダストリップ部にグリースを塗布し組み付け時、リップのめくれを防止する。
- (3) 軸にキー溝やネジ等がある場合は、治具やビニールテープを用いシールリップに傷が付かないようにする。
- (4) オイルシールにゴミ等が付着している場合は、使用する潤滑油で洗浄する。洗い油やガソリンではゴムが膨潤し故障の原因となるので洗浄しないこと。
- (5) 糸屑のでやすいウエスでリップ部をふくと、糸屑がリップに付着して油漏れの原因になる。

9-4-2 組立時の注意事項

- (1) オイルシールの向きに注意する。(シールリップが密封対象物側に向けます。)
- (2) オイルシールを組み込むときは治具とプレスを用いて組み込むようにする。
- (3) やむを得ずハンマでたたき込むときは、オイルシールの金属環全周に力がかかるように当て板などを用いて行う。

① オイルシールの組み付け例

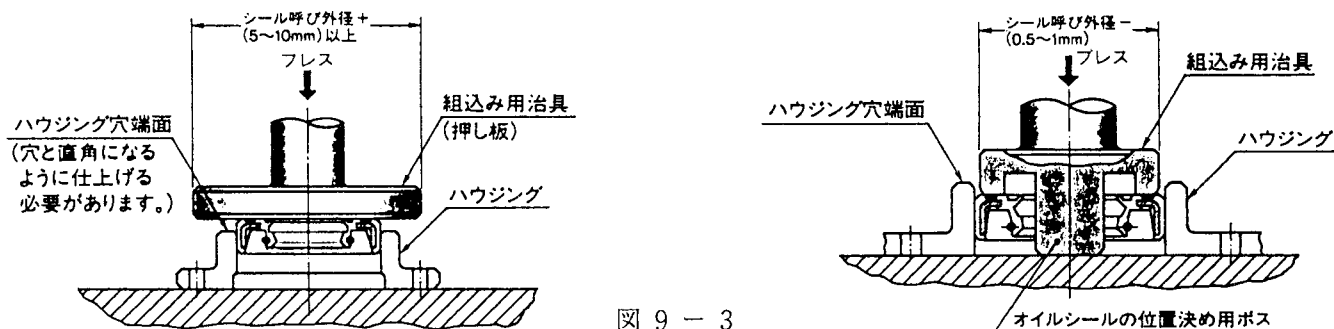


図 9-3

- ② はめあい部に近いところに力がかかるようにする。
 [治具が小さくオイルシールが変形してしまう例]

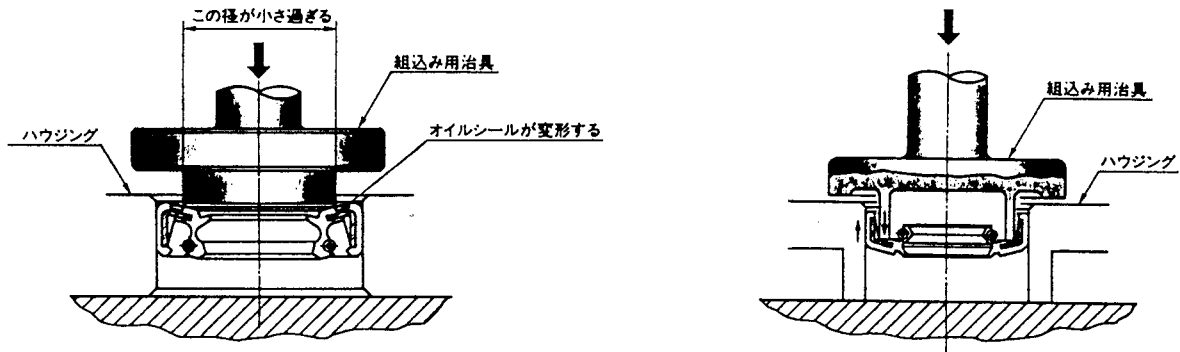


図 9 - 4

- ③ オイルシールは、ハウジングに水平に置いて組み込む。
 [傾斜して圧入された例]

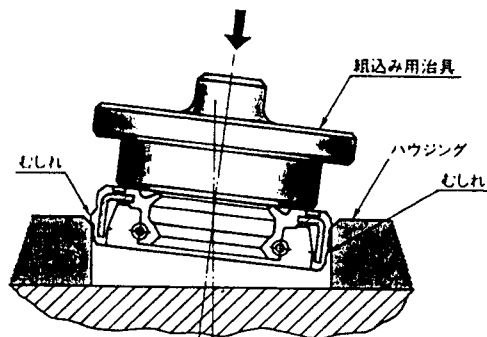


図 9 - 5

9-5 軸およびハウジングの加工精度

(1) 軸の加工精度

表 9-2 軸の加工精度

	仕様
材質	機械構造用鋼・低合金鋼
表面硬さ	HRC30以上
表面粗さ	Ra0.2~0.63
加工方法	送りをかけない研削仕上げ
寸法公差	JIS h9 (C1~2の面取り)

(2) ハウジングの加工精度

表 9-3 ハウジングの加工精度

		仕様
内面粗さ	外周金属オイルシール 外周ゴムオイルシール	Ra2.5 Ra4.5
寸法公差		JIS H7

(3) その他

- ① 直射日光を当てないようにする。(ゴムが劣化する。)
- ② シール部の変形をさけるため、釘や針金などに引っかけて保管しない。

9-6 Oリング

Oリングには運動用（P）、固定用（G）、真空用（V）がある。
使用条件として温度は -50°C ～ 200°C まで使用でき、圧力は運動用では $350\text{kgf}/\text{cm}^2$ （バックアップリング使用）固定用では $2000\text{kgf}/\text{cm}^2$ まで使用できる。

(1) シール作用

パッキン溝に入れ $8\sim 30\%$ のつぶししろ（スクイーズ）を与えてシール作用を発生させる。

作用圧が大きくなるとOリングが溝に押しつけられ、更に変形し圧力が $70\text{kgf}/\text{cm}^2$ 以上になるとはみ出し現象が発生しOリングの破損につながるため、バックアップリングが使用される。

(2) Oリングの利点と欠点

- ① 方向性がない
- ② ねじれや摩耗を起こしやすい
- ③ 摩擦抵抗が少ない

(3) 取扱い

- ① 装着する溝までにネジ部やかど部がないか確認する。治具やビニールテープを用いてOリングの保護をする。
- ② Oリングに潤滑油やグリースを塗り組み込む。
- ③ Oリングの低圧時と高圧時での接触状態を図9-6に示す。

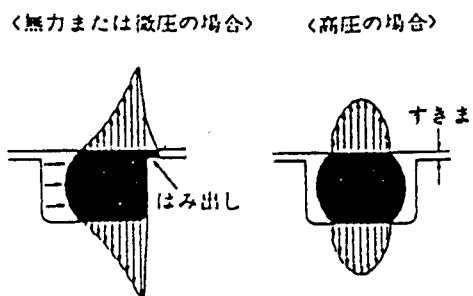


図9-6 Oリングの接触状態

9-7 ガasket

ガスケットには金属系（銅など）や非金属系（繊維系や液状のもの）など多くあるが、原理は力がかかることにより変形しシールする面とよくなじむことで接触面からの漏れを防止する。

(1) 取扱い

- ① 取付面の付着物を確認し除去する。
- ② 取付面の傷を確認砥石等で修正する。
- ③ 非金属系のガスケットの作成については光明丹を塗り形状を写し、切りとるようにする。（シール部にガスケットをのせてたたいて作製しないことである。傷や打痕が発生してしまう。）

<参考文献>

潤滑油の正しい使い方
N O K オイルシールカタログ
トルクレンチカタログ
歯車カタログ (K H K 3 0 0 5)
ころがり軸受の故障とその対策
歯車の損傷状態及びその用語
ベアリングカタログ

出光興産株式会社
N O K 株式会社
前田金属工業株式会社
小原歯車工業株式会社
光洋精工株式会社
社団法人 日本歯車工業会
N T N 株式会社

実習課題

資料

この実習用資料は下記の部品を使用した場合の例である。

使用部品	
減速機	50B50L ((株) 椿本エマソン社製)
モータ	0.4kw 6p
軸継ぎ手	ローラチェーン軸継ぎ手 JIS B 4012

使用する機械器具

測定器 (ノギス、マイクロメータ、シリンダゲージ、ダイヤルゲージ)

トルクレンチ

表面温度計

ベアリングヒータ

すきまゲージ

ネジ締め付け用プレート

ギヤプーラー

オイルストーン

液状ガスケット

マグネットスタンド

スコヤ

その他

スパナ、六角レンチ、グリース、潤滑油など

保全作業を行うにあたり

機械の構造・

機械の動作・

機械の性能を知ることが重要である。

保全作業を行うにあたり、前準備として

- ・故障の原因を追求し対策を検討する。（多くの現象が重なっている場合もあるので組立図や油空圧回路図などを参考に行う。）
- ・機械の分解方法や必要工具を検討し準備を行う。
- ・作業の危険要因について検討する。

保全作業（分解組立）の基本事項

- ・外しにくいねじから外す
- ・大きな部品として分解する
- ・測る習慣をつける
- ・汚れを付けない、見逃さない
- ・傷を付けない、見逃さない
- ・部品の位置や方向を確認する
- ・両手を使う（外した部品の落下防止）

安全関係

- ・電源を切り残圧ゼロを確認する
- ・外した部品はトレーの中へ入れる
（床や機械の周囲には置かない。つまずき防止）
- ・工具は手前に引いて使う
- ・保護具の着用

課題 1

・ねじの締め付け


(ねじを締め付け、トルクレンチで増し締めし、ねじが動いたトルクを記入する。)


	種 類	1	2	3	4	5
M 5	六角ボルト					
	六角穴付きボルト					
M 6	六角ボルト					
	六角穴付きボルト					
M 8	六角ボルト					
	六角穴付きボルト					
M 1 0	六角ボルト					
	六角穴付きボルト					

減速機の分解組立

課題 3

- ・ カップリングケースを外す
- ・ チェーンの連結を外す (クリップの向きと回転方向を確認する)
- ・ モータと減速機の取付ボルトを外す
(モータ側に入れられているシムの数・厚さを確認する)

・ モータ側の sprocket  _____

・ 減速機側の sprocket  の取り付け寸法を測定する。 _____

- ・ sprocket を取り外す。

sprocket と軸のはめあい

- ・ モータ軸の外径と sprocket の内径測定 (対角 2 箇所以上測定する)

モータ軸外径 (マイクロメータ) ① _____

② _____

モータ側 sprocket 内径 (シリンダーゲージ)

① _____

② _____

この部品のはめあい _____

最大すきま・最大しめしろ _____ mm (何れかに○を付ける)

- ・ 減速機軸の外径と sprocket の内径測定 (対角 2 箇所以上測定する)

減速機軸外径 (マイクロメータ) ① _____

② _____

減速機側 sprocket 内径 (シリンダーゲージ)

① _____

② _____

この部品のはめあい _____

最大すきま・最大しめしろ _____ mm (何れかに○を付ける)

課題 4

- ・減速機のケースを二つに分離する。
(分離する前に潤滑油はドレンポートから抜き出しておくこと)
- ・抜き出した潤滑油の汚染状態を確認する。(色相・摩耗粉・臭いなど)
- ・液状ガスケットを剥離させる。(ウエスなどを用いる)
- ・ウォームギヤ(歯車など)の摩耗具合の確認する。
- ・オイルシールが付いた状態でウォーム軸を手で回転させ重さを確認する。
- ・オイルシールを取り外しウォーム軸を手で回転させ重さを確認する。
(オイルシールが付いただけで軸を回転させる力の違いを確認する。特に多数のオイルシールが付いている機械は要注意です。)

- ・減速に使われている潤滑油の推定

粘度は VG

- ・粘度選定を誤ると

粘度が高すぎる場合

・
・

粘度が低すぎる場合

・
・

- ・ウォームホイール軸とウォーム軸を噛み合わせたままケースから抜き取る。
- ・ケースの合わせ面を砥石により修正する。(分解時に発生したバリを取る程度)

<メモ>

課題 5

- ・ウォームホイール軸から軸受を抜き取る（ギャプラー・油圧プレスを使用）
ウォームホイール軸外径・軸受内径の測定

ウォームホイール軸外径 ① _____
② _____

軸受内径 ① _____
② _____

この部品のはめあい _____

最大すきま・最大しめしろ _____ mm（何れかに○を付ける）

- ・ウォーム軸から軸受を抜き取る
ウォーム軸外径・軸受内径の測定

ウォーム軸外径 ① _____
② _____

軸受内径 ① _____
② _____

この部品のはめあい _____

最大すきま・最大しめしろ _____ mm（何れかに○を付ける）

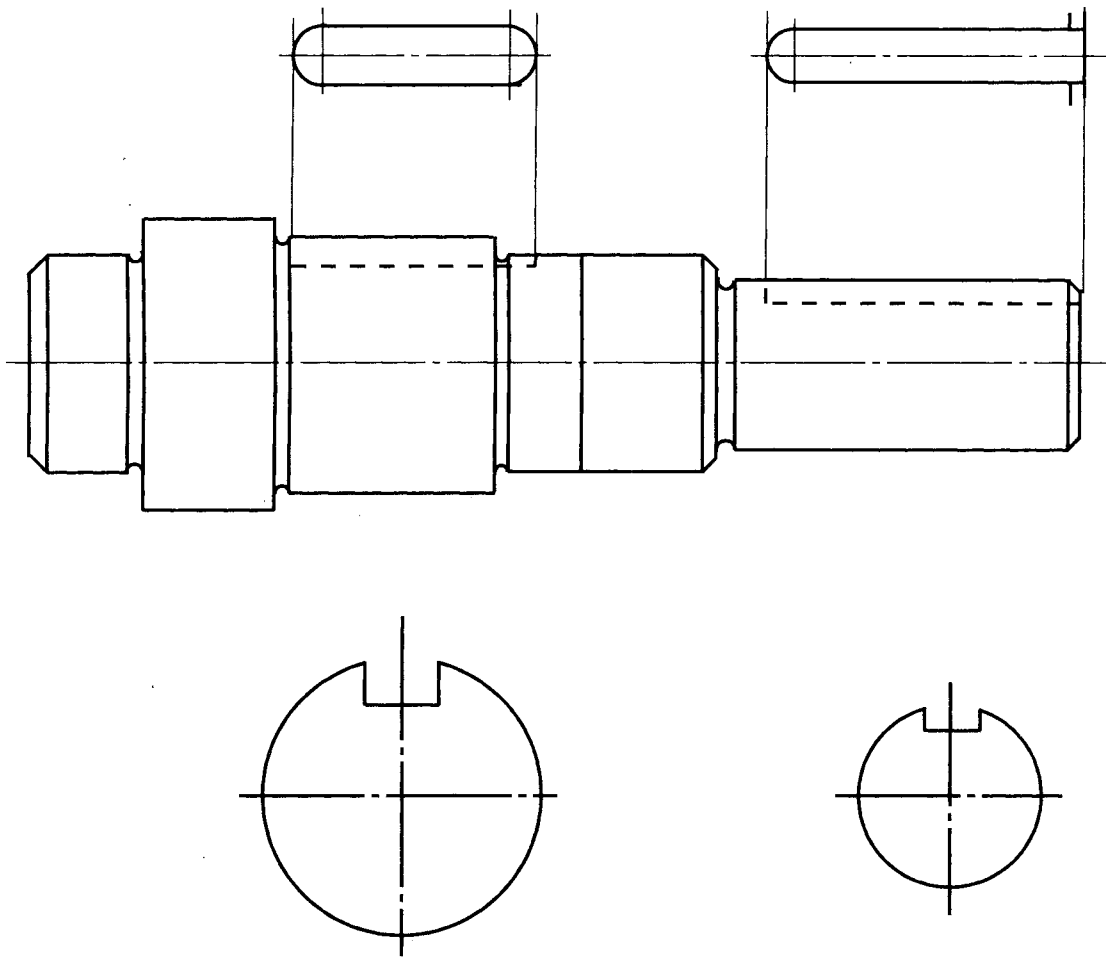
- ・取り外した軸受の型式

<メモ>

課題 6 - A

- ・ウォームホイール軸から軸受とウォームホイールを同時に抜き取る。
(油圧プレス使用)

- ・ウォームホイール軸をスケッチする。
はめあい公差について推定する。



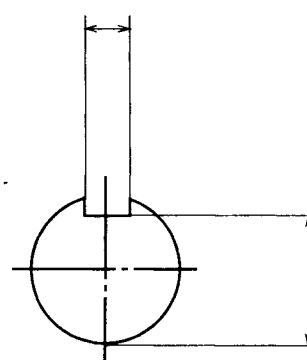
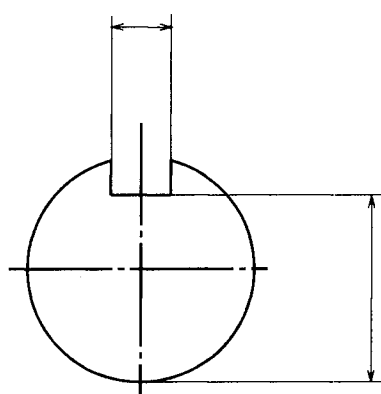
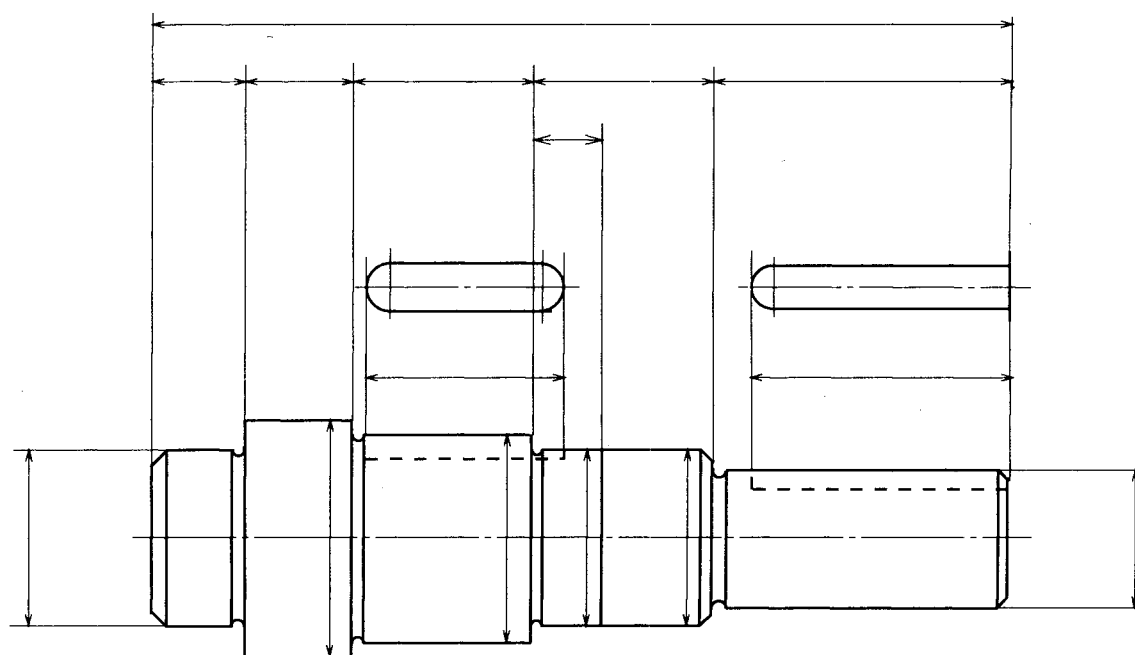
課題 6 - B

・ウォームホイール軸から軸受とウォームホイールを同時に抜き取る。

(油圧プレス使用)

・ウォームホイール軸をスケッチする。

はめあい公差について推定する。



課題 7

- ・ 軸受の組み立て（使用する工具や治具を洗浄・異物の飛散の少ない所で組み立てを行う）
- ・ ウォーム軸と軸受を治具を用いて圧入する。
（寸法・はめあい部の面粗さ・しめしろを確認する。今回は課題3で確認済み）
- ・ ウォームホイール軸と軸受の焼きばめ
焼きばめ温度

最大しめしろ _____ mm

$$T = \frac{\Delta d}{\alpha * d} + 20 + \text{室温} \quad (\text{℃})$$

α : 膨張係数 $11 * 10^{-6}$
 d : 軸受の内径 mm
 Δd : しめしろ mm

(+20℃はすきまをつくるためのもので目安です。)

上の式から

今回の焼きばめ温度は _____ ℃

- ・ しまりばめの部品を組み付ける場合の注意事項
 - ・ 組み付ける前に付け忘れがないか確認する。
 - ・ やきばめで挿入部が長い場合、途中で部品が冷えてしまい軸の途中で止まることが考えられるので、圧入用の治具も準備する。
 - ・ やきばめ完了後部品が冷えるまでは、軸を動かさない。（部品の抜け防止）

課題 8

- ・ ウォームホイール軸とウォーム軸を噛み合わせケースに組み込む（回転確認）
 - ・ ケースの合わせ面に液状ガスケットを塗る
（薄く・できる限り外側に・穴のあいているところは一周回るように塗る。）
 - ・ オイルシールを取り付ける（リップにグリースを塗る・回転確認）
- ケースを合わせねじで締め付ける。
（フレームの足の部分が、がたつかないように締め付ける。）

課題 9

- ・ ローラチェーン軸継ぎ手（チェーンカップリング）の芯だし作業

芯だし作業を行うに当たり

芯だしの精度は、使用するカップリングの許容値よりも精度よく行う必要がある。

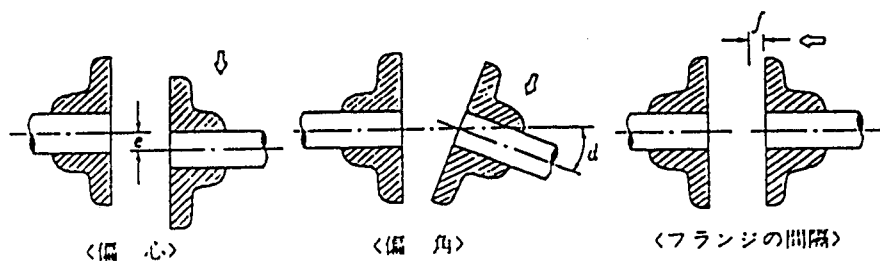
今回使用するカップリング（J I S B 4 0 1 2）

上 2 けたは使用ローラチェーンの呼び番号・下 2 けたはスプロケットの歯数を表す。

許容値	偏角	1° 以下
	偏芯	チェーンピッチの 2% 以下
		$12.7 \times 0.02 = 0.25 \text{ mm}$

実習での目標	偏角	0.5° 以下（すきまの寸法差 0.2 mm）
	偏芯	0.1 mm 以下

（一般的に偏角はできるだけ 0° に近づける必要がある。また偏芯は油圧ポンプなどの場合には 0.05 mm 以下にする必要があると言われているが、今回の実習ではチェーンカップリングの許容値の 1/2 を目標値とする。）



- ・ 減速機をベースに取り付ける。
- ・ 減速機の軸の高さを測定する。（高さの差が 0.05 mm 以下）
（減速機本体とフレーム部がボルト締めのため、減速機が傾いて取り付けしていないか調べる。）
- ・ 減速機・モータにカップリングを取り付ける。（オイルシールを忘れないこと）
（課題 1 で測定した寸法に合わせる）
- ・ 減速機・モータに取り付けたカップリングの外周の振れを見る。
（0.05 mm 以内の場合は任意の場所を真上にする。たとえばキー部）

- ・振れが大きい場合には振れの大きい所に印を付け、印の所を上にする。（減速機・モータ両方）
- ・モータを固定する。（以下、チェーンの取り付けまで印の所が上になるようにする）

偏角の調整

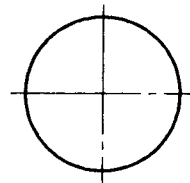
- ・減速機とモータのカップリングの間の寸法が同じかどうかをすきまゲージで確認する。
- ・上下方向のみ確認する。
（同じ寸法のすきまゲージが上下とも同じ重さで抜き差しできるようにする）
上下方向で寸法が違っている場合
- ・モータのボルトをゆるめヘシムを入れ調整する。

偏芯（高さ）の調整

- ・二つのカップリングの最高点（偏角を合わせたときの印の所）をダイヤルゲージで測定する。
- ・低い方のボルトをゆるめシムを入れ調整する。
（4カ所に同じ厚さのシムを入れれば良い）
（通常は0.2～0.5mmモータ側が低い）

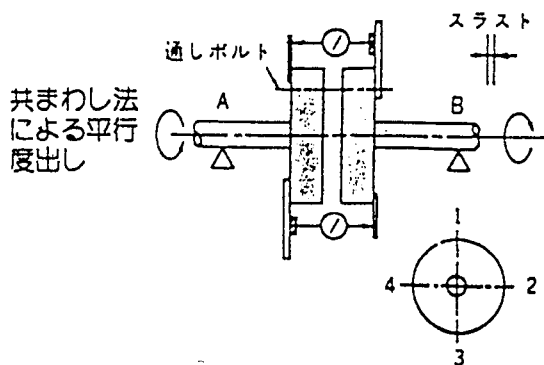
偏芯（平行度）の調整

- ・スコヤでスプロケットの歯先が一致するようにする。（できるだけ正確に）
- ・ダイヤルゲージを取り付ける。（スコヤでの芯出し精度を確認）
- ・共回し用特殊ねじを取り付ける。
- ・モータ側のボルトを少しゆるめる。
ダイヤルゲージの振れが0.2mm（偏芯量は1/2の0.1mm）以下になるように調整し、同時にスプロケットの間が7.4mmでかつすきまゲージが同じ重さで抜き差しできるように調整しながらボルトを徐々に締めて行く。
- ・ボルトがしまっているか確認し、芯だしの結果を記入する。
- ・チェーンを取り付ける。（印が上になるように）
- ・クリップを取り付ける。（回転方向確認）
- ・グリースを塗る。
- ・カップリングケースを取り付ける。



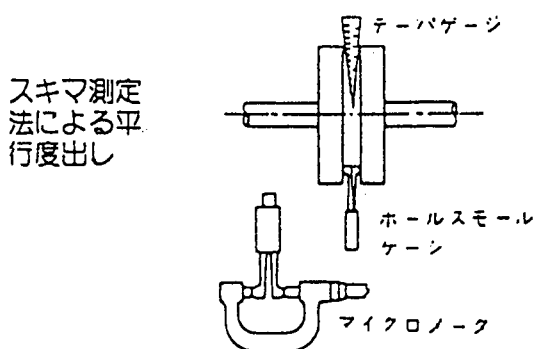
芯出し精度

その他の芯だし方法



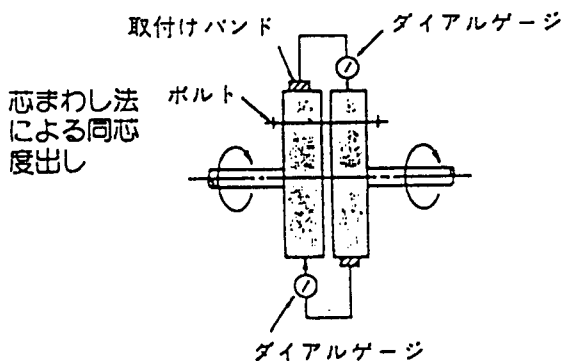
共まわし法による平行度出し

A、Bカップリングのボルト穴にバーを入れ、共まわしできるようにします。ダイヤルゲージを対象に2ヶ所以上衝けて、90°ずつ回転させて、両ダイヤルゲージの目盛りの揺れ差を読みます。精度0.01。
どの点でもダイヤルゲージの揺れが等しければ平行状態です。スラスト移動も差支えありません。



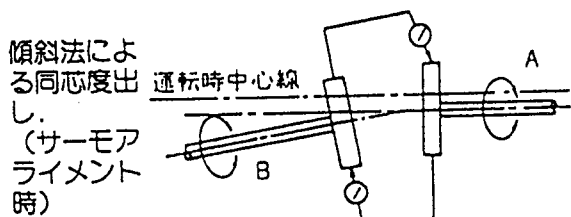
スキマ測定法による平行度出し

すき間の測定工具によって、
①テーパゲージの写し取り法
②すき間を直接測定する方法
③フランジ間隔を直接測定する方法などがあります。
精度0.01。



芯まわし法による同心度出し

ダイヤルゲージを対照的に2個取付けます。共まわしボルトを入れて軸をまわし、ダイヤルゲージの揺れを読みます。揺れが少ないほどよい状態です。ダイヤルゲージの誤差は360°単独で調べておきたいものです。片まわしは、カップリング精度の影響が出るので好ましくありません。



傾斜法による同心度出し。
(サーモアライメント時)

サーモ(ホット)アライメント量をグラフ上に倍率(100倍くらい)で書きます。軸受点、軸間距離、カップリング距離を正確に縮尺(1/10~1/20)して製図します。コールドアライメント時の位置をグラフ上に正確に表し、図面上の値になるようライナ調整します。図面から入れるべきライナ代を計算できる。

ねじの強度区分と締め付けトルク

ねじを締め付けるときの、目安は下表の値から+10%程度である。

{上段はN・m 下段はkgf・cm}

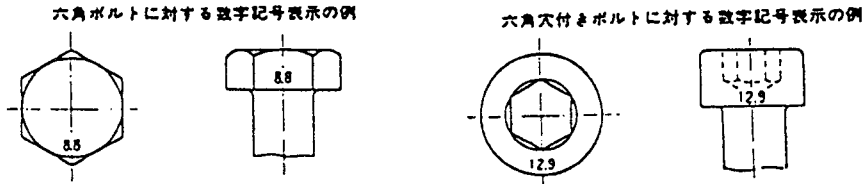
ねじの呼び	強度区分 4.6	強度区分 6.6	強度区分 8.8	強度区分 10.9	強度区分 12.9
M 4	1.37 14	2.06 21	2.65 27	4.12 42	4.81 49
M 5	2.84 29	4.02 41	5.39 55	8.24 84	9.71 99
M 6	4.90 50	6.86 70	9.02 92	13.73 140	16.67 170
M 8	11.77 120	16.67 170	21.56 220	34.34 350	40.21 410
M 10	23.34 240	33.34 340	44.13 450	67.67 690	78.46 800
M 12	41.19 420	57.86 590	76.49 780	117.68 1200	137.30 1400
M 14	64.73 660	92.19 940	117.68 1200	186.33 1900	215.75 2200
M 16	98.07 1000	147.11 1500	186.33 1900	294.21 3000	343.25 3500
M 18	137.30 1400	196.14 2000	164.79 2700	402.09 4100	470.74 4800

(トルク係数0.2)

ねじの強度区分（ねじの機械的性質を表す）

〔強度区分の表示〕

六角ボルトや六角穴付きボルトの頭部に下図のように表示されている。



強度区分記号の小数点前の記号は引張り強さを示し小数点後の数字は下降伏点と引張り強さとの比の

$$\left[\frac{\text{下降伏点}}{\text{引張り強さ (kgf/mm}^2\text{)}} \right] \times 100\% \text{ を示している。}$$

したがって、強度区分記号の 小数点前の数字と小数点後の数字との積を 10 倍した値はした降伏点を示す。

表示例

10.9・・・引張り強さ 100 kgf/mm² で下降伏点が引張り強さの 90% の 90 kgf/mm²であることを示す。

〔ねじのゆるみ〕

ナットが戻り回転せずにゆるむ場合

- ・接触面の小さな凹凸部のへたりによるゆるみ
ボルトの座面、ナットの座面、被締結物の接触部が、締め付け力により微少な凹凸が塑性変形を起こして発生する。初期ゆるみとも呼ばれ、ある程度ゆるむとゆるみは止まりるので、増し締めにより初期の締め付け状態に戻すことが出来る。
- ・座面部が被締結部へ陥没によるゆるみ
ナット、ボルトの座面が、締め付け力により被締結物にめり込んで発生する。対策としては平座金などを用い座面の許容面圧を大きくすることが上げられる。
- ・その他
ガスケットなどが、弾性力を失って生じる場合もある。

ナットが戻り回転をしてゆるむ場合

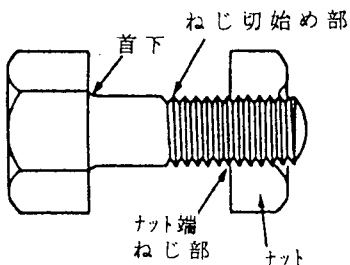
- ・外力の作用によるゆるみ
 - ・被締結物との相対的変位によるゆるみ
- がある。

ねじのトラブル例

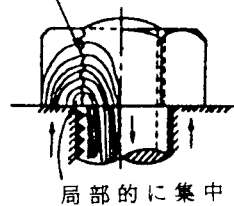
切損

折損発生比率

ボルトの場所	折損発生率
首下	15%
ねじ切始め部	20%
ナット端ねじ部	65%



力のかかり具合を
線で表した

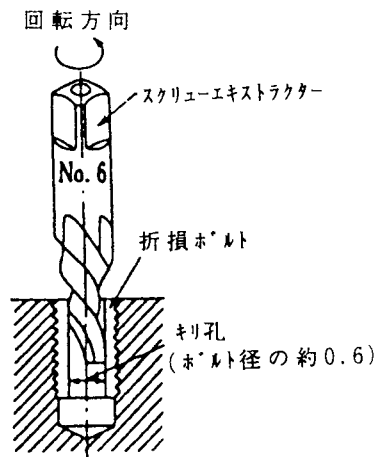


ナット端に集中的に力が伝わっている
からで、このため折損率が高い

スクリューエクストラクターを用いた方法

〔切損ねじの取り外し〕

ポンチとハンマによりねじを緩み回転させ取り外す。
スクリューエクストラクターを用いる方法などがある。



〔ねじ部の固着〕

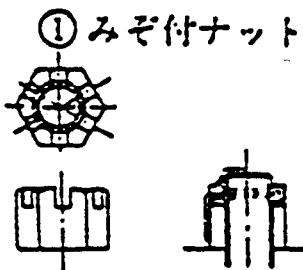
錆などが予想される場合には光明丹や二硫化モリブデンを塗布して締めるようにする。

〔固着したねじをゆるめる方法〕

衝撃を与えゆるめる方法とねじ部に浸透剤を塗布しながら衝撃をかけゆるめる方法などがある。

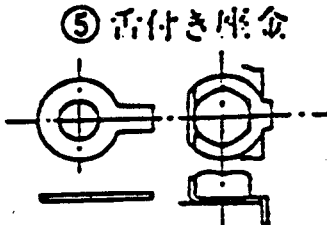
(1) ボルトまたはナットで機械的に固定する方式

① みぞ付ナット



- ・ 割りピンをはめて固定する
- ・ 確実な抜け止めができる
- ・ ピン穴とみぞを合わせるため、適性締付け力は与えにくい

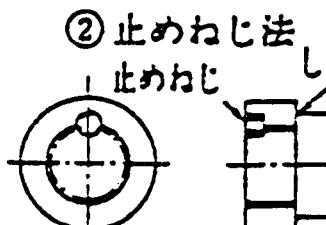
⑤ 舌付き座金



- ・ 座金を折り曲げる
- ・ 小形電気機器に多く使われている

② 止めねじ法

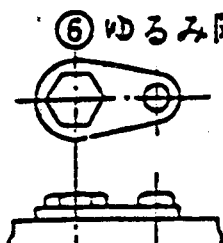
止めねじ



しっかり締付けておくこと

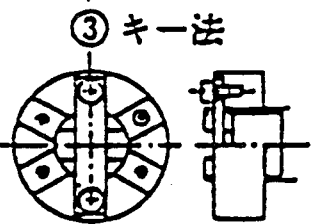
- ・ ナットを締付け後、共加工
- ・ 耐振動、対衝撃に十分な効果がある

⑥ ゆるみ防止板(A)



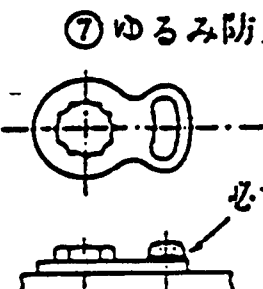
- ・ ゆるみ防止板をねじ止めする
- ・ ねじ穴を合わせるため調整を要す(適性締付け力を与えにくい)

③ キー法



- ・ 主に回転軸に使用
- ・ 大きな回転力に耐える
- ・ みぞを合わせるため、適性締付け力は与えにくい

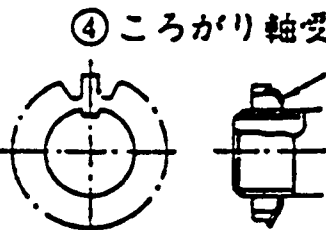
⑦ ゆるみ防止板(B)



- ・ 適性据付けができる
- ・ 座金を入れないと陥没ゆるみを生じる

必ず座金を入れる

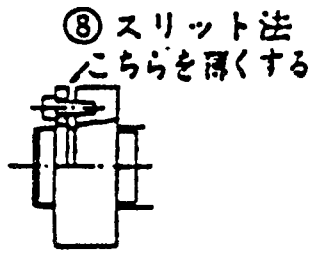
④ ころがり軸受用ナット



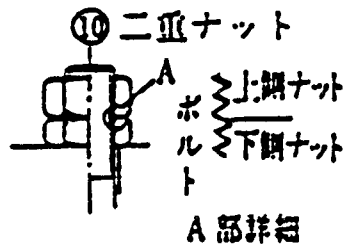
ころがり軸受用座金を併用する

- ・ 主に回転軸に使われる

(2) 締付けによって起こったねじ山間の圧着を機械の作動中も保持させる方法

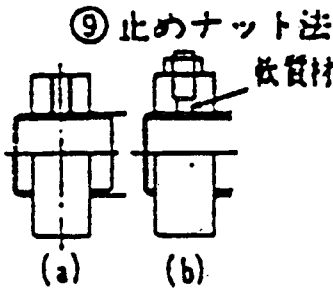


- ・弾性変形させてねじを圧着する
- ・ナット端面の使わない方を薄くする

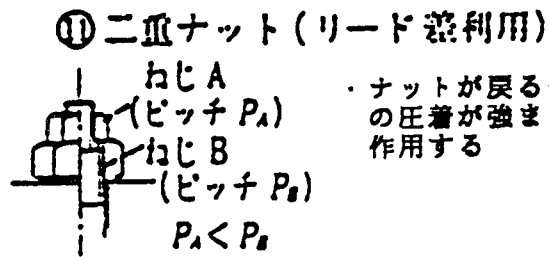


- ・上のナットに下のナットをねじ戻して締付ける
- ・ナット同士の締めりが大切
- ・ねじ戻しても適性締付け力があること

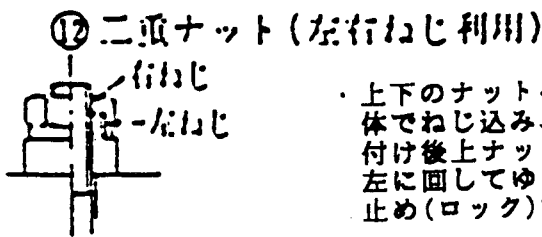
A 部詳細



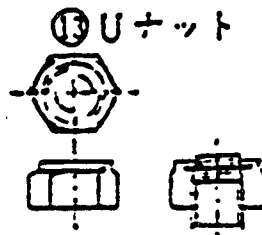
- ・(a)は止めねじ先端でねじをいためる
- ・(b)のナットは止めねじのゆるみ止めとなる



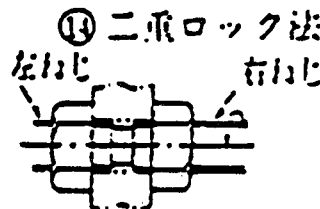
- ・ナットが戻るほど上下の圧着が強まるように作用する



- ・上下のナットを一体でねじ込み、締付け後上ナットを左に回してゆるみ止め(ロック)する



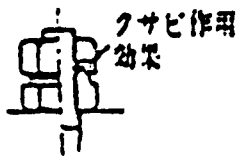
- ・ナット本体に組み込んだ特殊ばねの弾性により、摩擦力を高めてゆるみ防止する



- ・左右ねじでゆるみ止めする
- ・主に回転軸に使われる

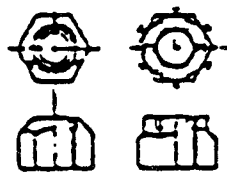
(3) ねじ山を変形させて、ねじの回転摩擦トルクを高める方式

⑬ 二重ナット (弾性変形法)



- ・上ナットの締付けによって部分的な弾性変形を起こさせ、おねじを強く締付ける

⑭ 塑性変形を与えたナット



- ・おねじに締め込むと、変形したためねじの部分がおねじに干渉して、回転摩擦トルクを生じる
- ・かしの部分
- ・ねじの変形部分

軸受規格

今回実習で使用する軸受けの型式は 6 2 0 6 z z である。

見方としては、

6 2 : 軸受の系列を示し

0 6 : 軸受の内径を示し

z z : シール・シールド記号を示していることは、前に示したとおりである。

ここではそのほかの記号について説明する。

6 2 0 6 z z C P

C はすき間記号を示す。

すき間記号には下記のものがある。

C 2 普通すき間より小

無記号 普通すき間

C 3 普通すき間より大

C 4 C 3 すき間より大

C 5 C 4 すき間より大

C 2	1 ~ 11 μ m
	5 ~ 20 μ m
C 3	13 ~ 28 μ m
C 4	23 ~ 41 μ m
C 5	40 ~ 64 μ m

使用環境に応じ、軸受すき間を選択する。

ただし、軸受の型式・大きさによりすき間の大きさは異なる。

P は等級記号を示す。

内径の寸法許容差を示したもので、種類は下記のものがある。

		上の寸法許容差 μ m	下の寸法許容差 μ m
無記号		0	- 10
P 6	J I S 6 級	P 6 0	- 8
P 5	J I S 5 級	P 5 0	- 6
P 4	J I S 4 級	P 4 0	- 5
P 2	J I S 2 級	P 2 0	- 2.5

ただし、寸法許容差は軸受の型式・大きさにより寸法許容差は異なる。

軸受のはめあい

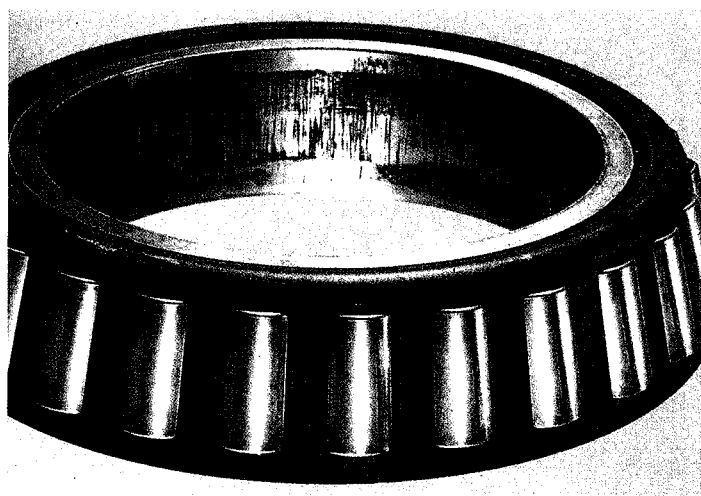
ラジアル玉軸受と軸のはめあい例

		軸径 mm	公差域クラス
外輪回転荷重	テンションプーリー		h 6
内輪回転荷重	家電機器 ポンプ 送風機 精密機械	18以下 18～100	h 5 j s 6
	一般の軸受部 電動機 歯車軸	18以下 18～100	j s 5 k 5
内輪静止荷重			h 6

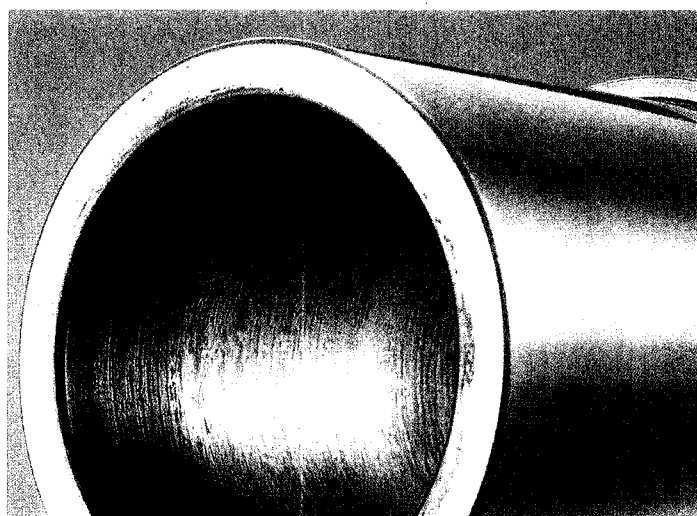
ラジアル玉軸受とハウジング穴とのはめあい

	荷 重	公差域クラス
一体ハウジング	外輪静止荷重 全ての種類の荷重 軸と内輪が高温になる 精密回転を要する 静粛な運転を要する	H 7 G 7 J S 6 H 6

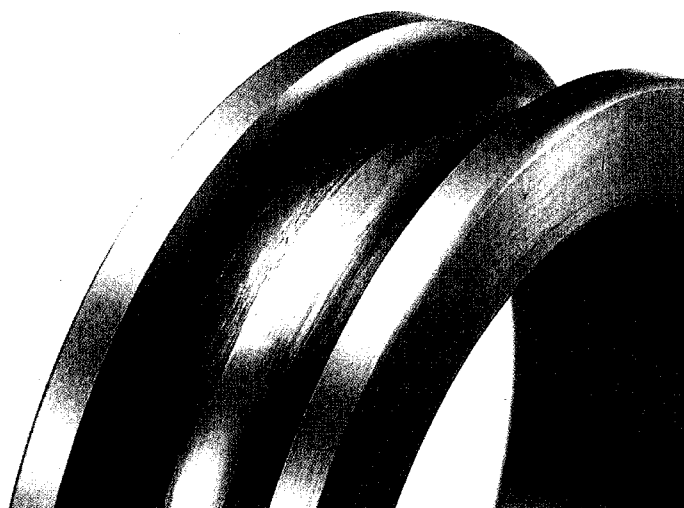
軸受けの損傷



フレッチング



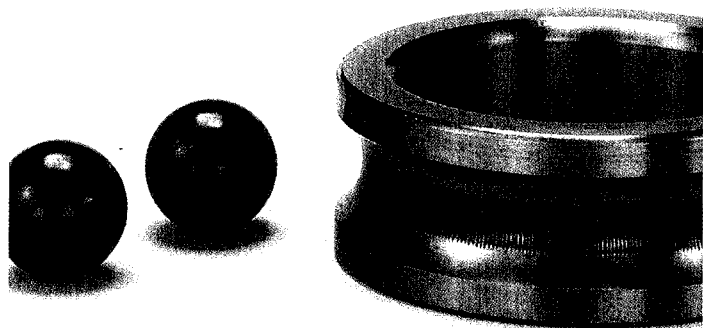
クリープ



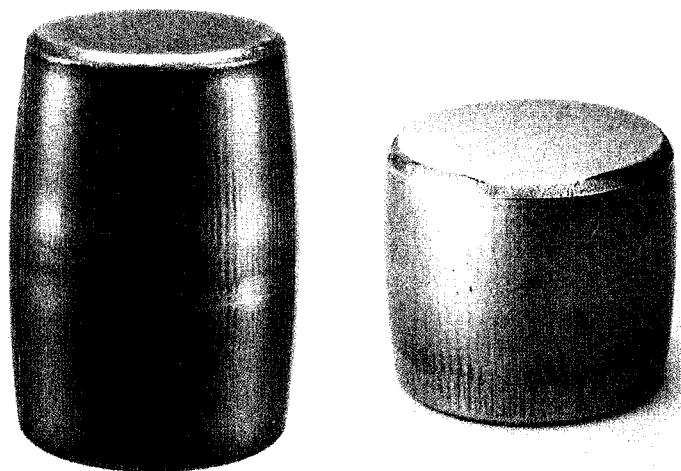
スミアリング



フレーキング

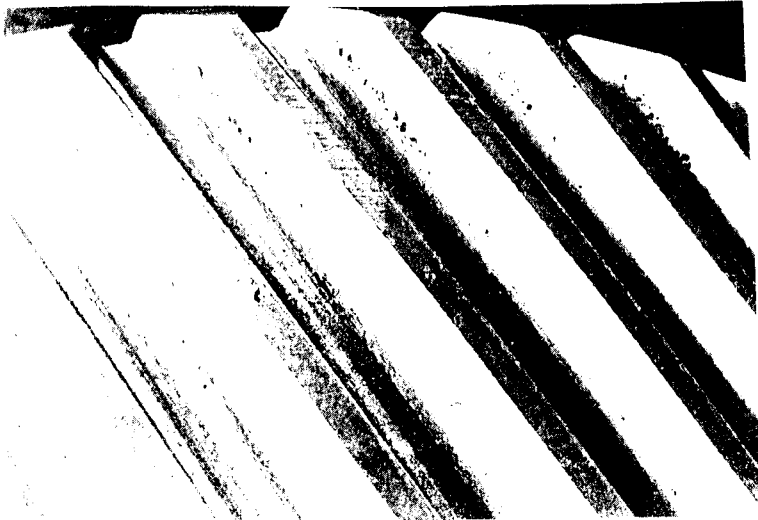


電食



電食

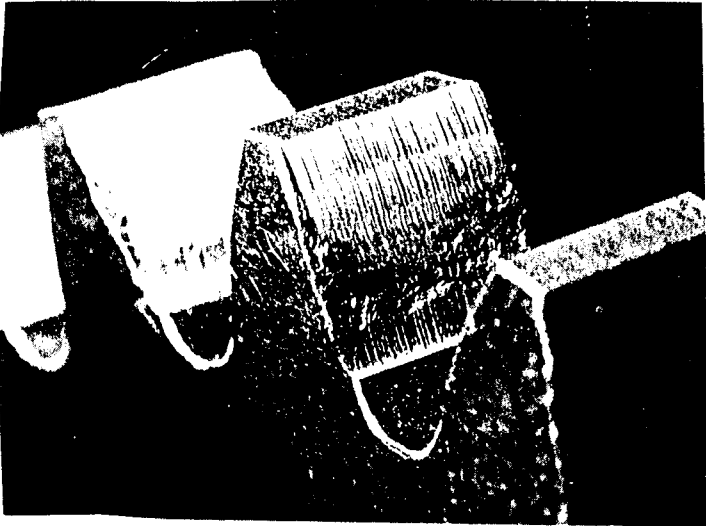
歯車の損傷



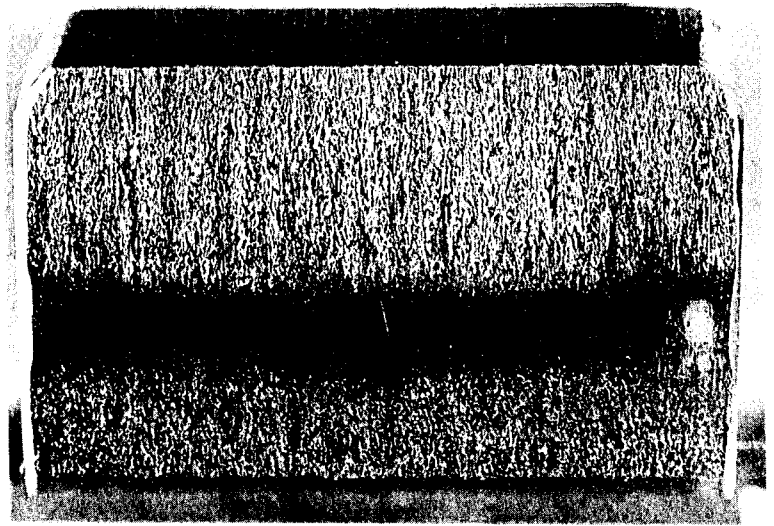
初期ピッチング



進行性ピッチング



スクラッチング



スコ어링



スポーリング



リップリング

ベルトの損傷と対策

[ベルト底部のクラック]

- 原因 ・ベルト張り不足により、ベルトのスリップ熱が発生し底ゴムが劣化
・背面アイドラプーリの径が小さく逆屈折された

- 対策 適切な張りでベルトのスリップを防止する
アイドラプーリの径を大きくまたはアイドラプーリを除去するか内側テンションにする。



[ベルトの破断]

- 原因 ・異物のかみ込み、負荷変動・衝撃負荷が大きい

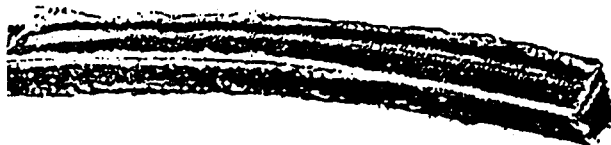
- 対策 実働負荷を求めベルト本数を増やす
異物混入を防ぐためカバーを取り付ける



[ベルトの横転]

- 原因 ・ミスアライメントが大きい

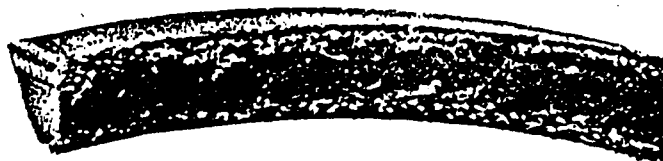
- 対策 プーリのアライメント（平行度）を調整する



[ベルトの粘つき、膨潤]

- 原因 ・油や薬品が付着しベルトの表面がべたつく

- 対策 油、薬品を拭き取り油や薬品がかからないようにカバーを取り付ける



常用するはめあいの軸の寸法許容差 (J I S B 0 4 0 1 1 9 8 6)

単位 μm

寸法の 区分 (mm)	を 超 え	Js			K			M			N		P		R	S	T	U	X
		以下	Js5	Js6	Js7	K5	K6	K7	M5	M6	M7	N6	N7	P6	P7	R7	S7	T7	U7
—	3	± 2	± 3	± 5	0 -4	0 -6	0 -10	-2 -6	-2 -8	-2 -12	-4 -10	-4 -14	-6 -12	-6 -16	-10 -20	-14 -24	—	-18 -28	-20 -30
3	6	± 2.5	± 4	± 6	0 -5	+2 -6	+3 -9	-3 -8	-1 -9	0 -12	-5 -13	-4 -16	-9 -17	-8 -20	-11 -23	-15 -27	—	-19 -31	-24 -36
6	10	± 3	± 4.5	± 7.5	+1 -5	+2 -7	+5 -10	-4 -10	-3 -12	0 -15	-7 -16	-4 -19	-12 -21	-9 -24	-13 -28	-17 -32	—	-22 -37	-28 -43
10	14	± 4	± 5.5	± 9	+2 -6	+2 -9	+6 -12	-4 -12	-4 -15	0 -18	-9 -20	-5 -23	-15 -26	-11 -29	-16 -34	-21 -39	—	-26 -44	-33 -51
14	18				-38 -56														
18	24	± 4.5	± 6.5	± 10.5	+1 -8	+2 -11	+6 -15	-5 -14	-4 -17	0 -21	-11 -24	-7 -28	-18 -31	-14 -35	-20 -41	-27 -48	—	-33 -54	-46 -67
24	30				-56 -77														
30	40	± 5.5	± 8	± 12.5	+2 -9	+3 -13	+7 -18	-5 -16	-4 -20	0 -25	-12 -28	-8 -33	-21 -37	-17 -42	-25 -50	-34 -59	-39 -64	-51 -76	—
40	50				-61 -86														
50	65	± 6.5	± 9.5	± 15	+3 -10	+4 -15	+9 -21	-6 -19	-5 -24	0 -30	-14 -33	-9 -39	-26 -45	-21 -51	-30 -60	-42 -72	-55 -85	-76 -106	—
65	80				-91 -121														
80	100	± 7.5	± 11	± 17.5	+2 -13	+4 -18	+10 -25	-8 -23	-6 -28	0 -35	-16 -38	-10 -45	-30 -52	-24 -59	-38 -73	-58 -93	-78 -113	-111 -146	—
100	120				-131 -166														
120	140	± 9	± 12.5	± 20	+3 -15	+4 -21	+12 -28	-9 -27	-8 -33	0 -40	-20 -45	-12 -52	-36 -61	-28 -68	-48 -88	-77 -117	-107 -147	—	—
140	160				-159 -199														
160	180				-171 -211														
180	200	± 10	± 14.5	± 23	+2 -18	+5 -24	+13 -33	-11 -31	-8 -37	0 -46	-22 -51	-14 -60	-41 -70	-33 -79	-60 -106	-105 -151	—	—	—
200	225				-159 -209														
225	250				-169 -219														
250	280	± 11.5	± 16	± 26	+3 -20	+5 -27	+16 -36	-13 -36	-9 -41	0 -52	-25 -57	-14 -66	-47 -79	-36 -88	-74 -126	—	—	—	—
280	315				-130 -180														
315	355	± 12.5	± 18	± 28.5	+3 -22	+7 -29	+17 -40	-14 -39	-10 -46	0 -57	-26 -62	-16 -73	-51 -87	-41 -98	-87 -144	—	—	—	—
355	400				-150 -200														
400	450	± 13.5	± 20	± 31.5	+2 -25	+8 -32	+18 -45	-16 -43	-10 -50	0 -63	-27 -67	-17 -80	-55 -95	-45 -108	-103 -166	—	—	—	—
450	500				-172 -222														

表中の各段で、上側の数値は上の寸法許容差、下側の数値は下の寸法許容差を示す。

常用するはめあいの軸の寸法許容差

(J I S B 0 4 0 1 1 9 8 6)

単位 μm

寸法の区分 (mm)		js				k			m			n	p	r	s	t	u	x
種類	以下	js 4	js 5	js 6	js 7	k 4	k 5	k 6	m 4	m 5	m 6	n 6	p 6	r 6	s 6	t 6	u 6	x 6
—	3	± 1.5	± 2	± 3	± 5	+3	+4 0	+6	+5	+6 +2	+8	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—	+24 +18	+26 +20
	3	± 2	± 2.5	± 4	± 6	+5	+6 +1	+9	+8	+9 +4	+12	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—	+31 +23	+36 +28
	6	± 2	± 3	± 4.5	± 7.5	+5	+7 +1	+10	+10	+12 +6	+15	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—	+37 +28	+43 +34
	10																	
	14	± 2.5	± 4	± 5.5	± 9	+6	+9 +1	+12	+12	+15 +7	+18	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	—	+44 +33	+51 +40 +56 +45
	18																	
	24	± 3	± 4.5	± 6.5	± 10.5	+8	+11 +2	+15	+14	+17 +8	+21	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	—	+54 +41	+67 +54
	24															+54 +41	+61 +48	+77 +64
	30	± 3.5	± 5.5	± 8	± 12.5	+9	+13 +2	+18	+16	+20 +9	+25	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43		+64 +48	+76 +60
	40															+70 +54	+86 +70	—
	50	± 4	± 6.5	± 9.5	± 15	+10	+15 +2	+21	+19	+24 +11	+30	+39 +20	+51 +32	+60 +41	+72 +53	+85 +66	+106 +87	—
	65													+62 +43	+78 +59	+94 +75	+121 +102	—
	80	± 5	± 7.5	± 11	± 17.5	+13	+18 +3	+25	+23	+28 +13	+35	+45 +23	+59 +37	+73 +51	+93 +71	+113 +91	+146 +124	—
	100													+76 +54	+101 +79	+126 +104	+166 +144	—
	120													+88 +63	+117 +92	+147 +122		
	140	± 6	± 9	± 12.5	± 20	+15	+21 +3	+28	+27	+33 +15	+40	+52 +27	+68 +43	+90 +65	+125 +100	+159 +134	—	—
	160													+93 +68	+133 +108	+171 +146		
	180													+106 +77	+151 +122			
	200	± 7	± 10	± 14.5	± 23	+18	+24 +4	+33	+31	+37 +17	+46	+60 +31	+79 +50	+109 +80	+159 +130	—	—	—
	225													+113 +84	+169 +140			
	250	± 8	+11.5	+16	± 26	+20	+27 +4	+36	+36	+43 +20	+52	+66 +34	+88 +56	+126 +94	—	—	—	—
	280													+130 +98				
	315	± 9	± 12.5	± 18	± 28.5	+22	+29 +4	+40	+39	+46 +21	+57	+73 +37	+98 +62	+144 +108	—	—	—	—
	355													+150 +114				
	400	± 10	± 13.5	± 20	± 31.5	+25	+32 +5	+45	+43	+50 +23	+63	+80 +40	+108 +68	+166 +126	—	—	—	—
	450													+172 +132				

表中の各段で、上側の数値は上の寸法許容差、下側の数値は下の寸法許容差を示す。

常用するはめあいの穴の寸法許容差

(J I S B 0 4 0 1 1 9 8 6)

単位 μm

寸法の区分 (mm)	B	C		D			E			F			G		H						
		B 10	C 9	C 10	D 8	D 9	D 10	E 7	E 8	E 9	F 6	F 7	F 8	G 6	G 7	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10
を 超 え	以下																				
—	3	+180 +140	+85 +60	+100	+34	+45 +20	+60	+24	+28 +14	+39	+12	+16 +6	+20	+8 +2	+12	+4	+6	+10	+14	+25	+40
	3	+188 +140	+100 +70	+118	+48	+60 +30	+78	+32	+38 +20	+50	+18	+22 +10	+28	+12 +4	+16	+5	+8	+12	+18	+30	+48
	6	+208 +150	+116 +80	+138	+62	+76 +40	+98	+40	+47 +25	+61	+22	+28 +13	+35	+14 +5	+20	+6	+9	+15	+22	+36	+58
	10	+220 +150	+138 +95	+165	+77	+93 +50	+120	+50	+59 +32	+75	+27	+34 +16	+43	+17 +6	+24	+8	+11	+18	+27	+43	+70
	14																				
	18	+244 +160	+162 +110	+194	+98	+117 +65	+149	+61	+73 +40	+92	+33	+41 +20	+53	+20 +7	+28	+9	+13	+21	+33	+52	+84
	24																				
	30	+270 +170	+182 +120	+220	+119	+142 +80	+180	+75	+89 +50	+112	+41	+50 +25	+64	+25 +9	+34	+11	+16	+25	+39	+62	+100
	40	+280 +180	+192 +130	+230																	
	50	+310 +190	+214 +140	+260	+146	+174 +100	+220	+90	+106 +60	+134	+49	+60 +30	+76	+29 +10	+40	+13	+19	+30	+46	+74	+120
	65	+320 +200	+224 +150	+270																	
	80	+360 +220	+257 +170	+310	+174	+207 +120	+260	+107	+125 +72	+159	+58	+71 +36	+90	+34 +12	+47	+15	+22	+35	+54	+87	+140
	100	+380 +240	+267 +180	+320																	
	120	+420 +260	+300 +200	+360																	
	140	+440 +280	+310 +210	+370	+208	+245 +145	+305	+125	+148 +85	+185	+68	+83 +43	+106	+39 +14	+54	+18	+25	+40	+63	+100	+160
	160	+470 +310	+330 +230	+390																	
	180	+525 +340	+355 +240	+425																	
	200	+565 +380	+375 +260	+445	+242	+285 +170	+355	+146	+172 +100	+215	+79	+96 +50	+122	+44 +15	+61	+20	+29	+46	+72	+115	+185
	225	+605 +420	+395 +280	+465																	
	250	+690 +480	+430 +300	+510	+271	+320 +190	+400	+162	+191 +110	+240	+88	+108 +56	+137	+49 +17	+69	+23	+32	+52	+81	+130	+210
	280	+750 +540	+460 +330	+540																	
	315	+830 +600	+500 +360	+590	+299	+350 +210	+440	+182	+241 +125	+265	+98	+119 +62	+151	+54 +18	+75	+25	+36	+57	+89	+140	+230
	355	+910 +680	+540 +400	+630																	
	400	+1010 +760	+595 +440	+690	+327	+385 +230	+480	+198	+232 +135	+290	+108	+131 +68	+165	+60 +20	+83	+27	+40	+63	+97	+155	+250
	450	+1090 +840	+635 +480	+730																	

表中の各段で、上側の数値は上の寸法許容差、下側の数値は下の寸法許容差を示す。

単位 μm

寸法の 区 (mm)	Js			K			M			N		P		R	S	T	U	X	
	を 超 え	以下	Js5	Js6	Js7	K5	K6	K7	M5	M6	M7	N6	N7	P6	P7	R7	S7	T7	U7
—	3	± 2	± 3	± 5	0	0	0	-2	-2	-2	-4	-4	-6	-6	-10	-14	—	-18	-20
					-4	-6	-10	-6	-8	-12	-10	-14	-12	-16	-20	-24	—	-28	-30
3	6	± 2.5	± 4	± 6	0	+2	+3	-3	-1	0	-5	-4	-9	-8	-11	-15	—	-19	-24
					-5	-6	-9	-8	-9	-12	-13	-16	-17	-20	-23	-27	—	-31	-36
6	10	± 3	± 4.5	± 7.5	+1	+2	+5	-4	-3	0	-7	-4	-12	-9	-13	-17	—	-22	-28
					-5	-7	-10	-10	-12	-15	-16	-19	-21	-24	-28	-32	—	-37	-43
10	14	± 4	± 5.5	± 9	+2	+2	+6	-4	-4	0	-9	-5	-15	-11	-16	-21	—	-26	-33
					-6	-9	-12	-12	-15	-18	-20	-23	-26	-29	-34	-39	—	-44	-51
18	24	± 4.5	± 6.5	± 10.5	+1	+2	+6	-5	-4	0	-11	-7	-18	-14	-20	-27	—	-33	-46
					-8	-11	-15	-14	-17	-21	-24	-28	-31	-35	-41	-48	—	-54	-67
30	40	± 5.5	± 8	± 12.5	+2	+3	+7	-5	-4	0	-12	-8	-21	-17	-25	-34	-39	-51	—
					-9	-13	-18	-16	-20	-25	-28	-33	-37	-42	-50	-59	-64	-76	—
50	65	± 6.5	± 9.5	± 15	+3	+4	+9	-6	-5	0	-14	-9	-26	-21	-30	-42	-55	-76	—
					-10	-15	-21	-19	-24	-30	-33	-39	-45	-51	-60	-72	-85	-106	—
80	100	± 7.5	± 11	± 17.5	+2	+4	+10	-8	-6	0	-16	-10	-30	-24	-38	-58	-78	-111	—
					-13	-18	-25	-23	-28	-35	-38	-45	-52	-59	-73	-93	-113	-146	—
100	120	± 9	± 12.5	± 20	+3	+4	+12	-9	-8	0	-20	-12	-36	-28	-48	-77	-107	—	—
					-15	-21	-28	-27	-33	-40	-45	-52	-61	-68	-88	-117	-147	—	
140	160	± 9	± 12.5	± 20	+3	+4	+12	-9	-8	0	-20	-12	-36	-28	-50	-85	-119	—	—
					-15	-21	-28	-27	-33	-40	-45	-52	-61	-68	-90	-125	-159	—	
160	180	± 9	± 12.5	± 20	+3	+4	+12	-9	-8	0	-20	-12	-36	-28	-53	-93	-131	—	—
					-15	-21	-28	-27	-33	-40	-45	-52	-61	-68	-93	-133	-171	—	
180	200	± 10	± 14.5	± 23	+2	+5	+13	-11	-8	0	-22	-14	-41	-33	-60	-105	—	—	—
					-18	-24	-33	-31	-37	-46	-51	-60	-70	-79	-106	-151	—		
200	225	± 10	± 14.5	± 23	+2	+5	+13	-11	-8	0	-22	-14	-41	-33	-63	-113	—	—	—
					-18	-24	-33	-31	-37	-46	-51	-60	-70	-79	-109	-159	—		
225	250	± 10	± 14.5	± 23	+2	+5	+13	-11	-8	0	-22	-14	-41	-33	-67	-123	—	—	—
					-18	-24	-33	-31	-37	-46	-51	-60	-70	-79	-113	-169	—		
250	280	± 11.5	± 16	± 26	+3	+5	+16	-13	-9	0	-25	-14	-47	-36	-74	—	—	—	—
					-20	-27	-36	-36	-41	-52	-57	-66	-79	-88	-126	-130	—		
315	355	± 12.5	± 18	± 28.5	+3	+7	+17	-14	-10	0	-26	-16	-51	-41	-87	—	—	—	—
					-22	-29	-40	-39	-46	-57	-62	-73	-87	-98	-144	-150	—		
355	400	± 12.5	± 18	± 28.5	+3	+7	+17	-14	-10	0	-26	-16	-51	-41	-93	—	—	—	—
					-22	-29	-40	-39	-46	-57	-62	-73	-87	-98	-144	-150	—		
400	450	± 13.5	± 20	± 31.5	+2	+8	+18	-16	-10	0	-27	-17	-55	-45	-103	—	—	—	—
					-25	-32	-45	-43	-50	-63	-67	-80	-95	-108	-166	-172	—		
450	500	± 13.5	± 20	± 31.5	+2	+8	+18	-16	-10	0	-27	-17	-55	-45	-109	—	—	—	—
					-25	-32	-45	-43	-50	-63	-67	-80	-95	-108	-166	-172	—		

表中の各段で、上側の数値は上の寸法許容差、下側の数値は下の寸法許容差を示す。