

## 技術資料

コーティングの概要

タイシーコーティングの効果例

タイシーの概要／加工分野

面積・重心・断面二次モーメントの計算式

各種材質のクリアランス／プレス加工要素

打抜き圧力の算定／パンチの設計

各種加工法による粗さの範囲

幾何公差の図示方法

表面粗さ

製図 - 面の肌の図示方法

焼入れ及び硬さ試験法の種類

硬さ換算法

工具鋼のブランド対照表

特定用途のテーパ角度 (JIS B 0612)

常用するはめあいの寸法公差 (穴)

常用するはめあいの寸法公差 (軸)

はめあい選択の基礎

寸法公差及びはめあい

三角関数の真数表

プレス加工品の丸みの選定 バーリングの加工限界

六角穴付きボルト

円筒絞りのブランク寸法算定

プレス被加工材の公差

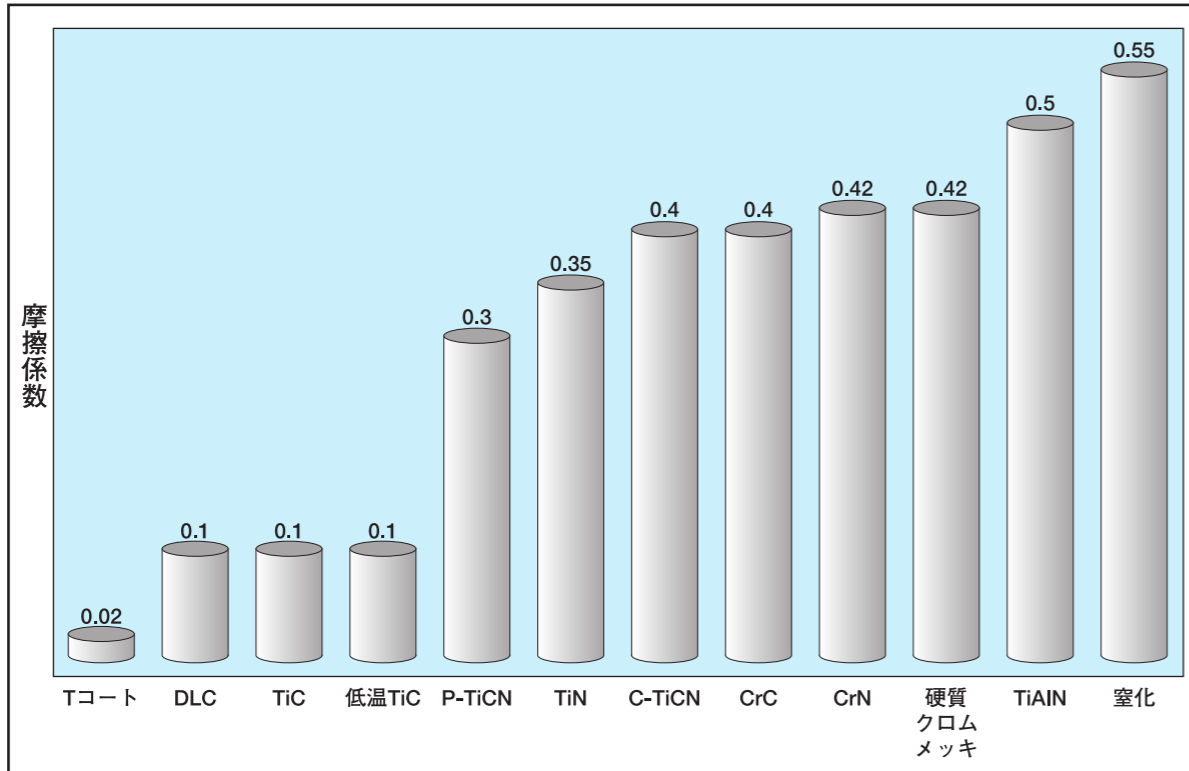
冷間圧延鋼板及び鋼帯

# コーティングの概要

## 複合処理 従来ラインアップのコーティング膜とセットで承ります

| コーティング名称                         | 特長   | 適用分野  |
|----------------------------------|--|---|
| <b>低温TiC-B</b><br>低温TiC + ラジカル窒化 | <ul style="list-style-type: none"> <li>耐剥離性が高く、従来のTiC (PVD) よりも長寿命化</li> <li>500℃以下の低温処理のため熱変形が少なく、高精度を実現</li> <li>従来のTiC (PVD) よりも、耐摩耗性、耐衝撃性、耐凝着性が高い</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>高張力鋼板プレス加工</li> <li>高しごきプレス加工</li> <li>精密ピアス型</li> </ul> |
| <b>TiCN-B</b><br>TiCN + ラジカル窒化   | <ul style="list-style-type: none"> <li>耐剥離性が高く、従来のTiCN (PVD) よりも長寿命化</li> <li>500℃以下の低温処理のため熱変形が少なく、高精度を実現</li> <li>従来のTiCN (PVD) よりも、耐摩耗性、耐衝撃性、耐凝着性が高い</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>高張力鋼板プレス加工</li> <li>高しごきプレス加工</li> <li>精密ピアス型</li> </ul> |
| <b>タフコート</b>                     | TOYO-タフコートは、従来のコーティング膜の密着力を更に向上させるとともに、金型表面の潤滑油を保持する能力を飛躍的に高めた処理方法です。ワーク材の高強度化に伴う高負荷でのプレスにお困りの金型に、ぜひお試しください。   | <ul style="list-style-type: none"> <li>高張力鋼板プレス加工</li> </ul>                                    |
| <b>Tコート</b>                      | 色 : グレー<br>硬度 : Hv400~1000<br>膜厚 : 1~2μm<br>耐熱温度 : 450℃<br>摩擦係数 : 0.02<br>処理温度 : 180℃以下<br>特徴 : 自己潤滑性を有す、耐凝着性に優れる  | <ul style="list-style-type: none"> <li>高負荷冷間鍛造</li> <li>高張力鋼板プレス加工</li> <li>ステンレス加工</li> </ul>  |

### 摩擦係数比較

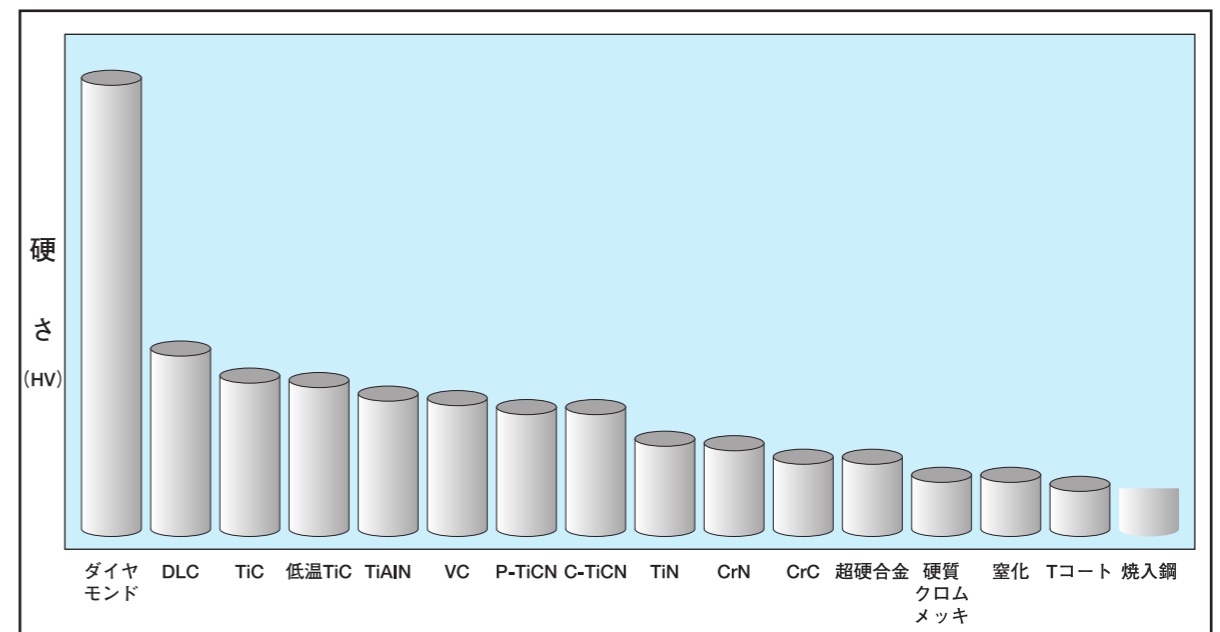


### 種類と処理能力

| 処理方法            | CVD (化学蒸着法)                        |  |                | PVD (物理蒸着法)   |                 |                |                |                |                |              |  |
|-----------------|------------------------------------|--|----------------|---|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--|
|                 | TiC                                | C-TiCN   | CrC            | TiN   | P-TiCN          | 低温TiC          | CrN            | TiAlN          | DLC            | Tコート         |  |
| コーティング商品名 (色)   | 銀色                                 | 金褐色  | 銀灰色            | 金色  | 青紫色             | 銀色             | 銀灰色            | 暗紫色            | 黒輝色            | 黒褐色          |  |
| 処理温度            | 1,000℃                             | 1,000℃   | 1,000℃         | 500℃  | 500℃            | 500℃           | 500℃           | 500℃           | 200℃           | 180℃以下       |  |
| 膜厚              | 6~10μm (超硬は2~5μm, 但しCrCは超硬にはつきません) |  |                | 3~4μm   |                 | 5~6μm          | 3~4μm          |                | 1μm            | 1~2μm        |  |
| 膜の硬さ            | HV 3,000~3,800                     | HV 2,500~3,000   | HV 1,500~1,700 | HV 1,700~2,400  | HV 2,500~3,000  | HV 3,000~3,800 | HV 1,700~2,100 | HV 2,800~3,300 | HV 3,000~5,000 | HV 400~1,000 |  |
| 寸法精度            | △                                  | △  | △              | ◎   | ◎               | ◎              | ◎              | ◎              | ◎              | ◎            |  |
| つき回り            | ◎細穴・複雑形状にも可                        |  |                | △陰になる部分は不可 (内径は、内径:深さ=1:1迄が可・DLCは1:0.5)<br>その他複雑形状は御相談下さい |                 |                |                |                |                |              |  |
| 膜の強度※1          | ◎                                  | ◎  | ◎              | ◎   | ◎               | ◎              | ◎              | ◎              | △              | ○            |  |
| 耐摩耗性            | ◎                                  | ○  | △              | ○   | ◎               | ◎              | △              | ◎              | ◎              | △            |  |
| 耐食性             | ○                                  | ○  | ◎◎             | △   | △               | △              | ◎              | △              | ○              | △            |  |
| 耐酸化性※2          | △350℃                              | ◎600℃  | ◎750℃          | ○600℃   | △400℃           | △350℃          | ◎700℃          | ○800℃          | △400℃          | △450℃        |  |
| 離型性             | ○                                  | ○  | ◎              | ○   | ○               | ○              | ◎              | ○              | ◎              | ○            |  |
| 炉に入る最大サイズ(mm)※3 | φ550×1,100                         | φ550×1,100   | φ250×400       | φ750×900  | φ750×900        | φ750×900       | φ750×900       | φ750×900       | φ200×570       | φ550×700     |  |
| コーティングの有効範囲(mm) | φ450×900                           | φ450×900   | φ200×340       | φ700×700  | φ700×700        | φ700×700       | φ700×700       | φ700×700       | φ160×500       | φ500×700     |  |
| コーティング工場        | 東京・名古屋・広島工場                        |  | 広島工場           | 東京・名古屋・広島工場   |                 | 名古屋工場          | 名古屋・広島工場       | 名古屋工場          | 東京工場           | 名古屋工場        |  |
| 標準納期※4          | 3~4日                               | 5~8日   | 7~14日          | 2~3日  | 3~4日            | 3~4日           | 3~5日           | 4~7日           | 2~3日           | 3~4日         |  |
| コーティング前の熱処理     | SKD11 丸物                           | 不要 (但し精密品は事前打合せ要)  |                |   |                 |                |                |                |                |              |  |
|                 | DC11 角物                            | 必要 (但し精度がラフな物は生でも可)<br>推奨条件1,030℃真空焼入+510℃焼戻2回                     |                |   |                 |                |                |                |                |              |  |
|                 | SLD 丸物                             | 不要 (但し必ず事前打合せを要す)  |                |   |                 |                |                |                |                |              |  |
|                 | DC53 角物                            | 必要 (但し精度がラフな物は生でも可)<br>推奨条件1,030℃真空焼入+520℃焼戻2回                     |                |   |                 |                |                |                |                |              |  |
| 高速鋼 丸角共通        | 必要 (寸法コントロールが効かないため)               |  |                |   |                 |                |                |                |                |              |  |
| SKS・SK 丸角共通     | 必要                                 | 処理不可   |                |   |                 |                |                |                | 必要             | 必要           |  |
| その他注意事項         | ①                                  | ロー付け品は不可   |                |   | ロー付けはなるべく避けて下さい |                |                |                |                |              |  |
|                 | ②                                  | 焼き詰め・圧入品は御相談下さい  |                |   |                 |                |                |                |                |              |  |
|                 | ③                                  | 放電・ワイヤー目へのコーティングはなるべく避けて下さい  |                |   |                 |                |                |                |                |              |  |
|                 | ④                                  | コーティング前の品物の表面粗さはRy=0.8μm以下を目標に、機械加工又は磨きを実施して下さい。(品物によっては弊社で磨き対応可能) |                |   |                 |                |                |                |                |              |  |
|                 | ⑤                                  | CVD・PVDその他熱処理の複合処理が有効  |                |   |                 |                |                |                |                |              |  |

※1.膜の強度：耐剥離・耐衝撃 ※2.耐酸化性：大気中加熱限度  
 ※3.炉に入る最大サイズ及びコーティングの有効範囲を超えるものについては、特殊治具等により処理可能となる場合もありますのでご相談下さい。  
 ※4.品物によっては、短納期のご要請にお応えできますのでご相談下さい。

### 硬さ比較 (ビッカース硬さ)



# コーティング概要

## CVD (化学蒸着)

| コーティング名称                     | 特長   | 適用分野   |
|------------------------------|--|--|
| <b>TiC</b><br>タイシー           | 色 : シルバー<br>硬 度 : Hv3000~3800<br>膜 厚 : 6~10μm<br>耐熱温度 : 350℃<br>摩擦係数 : 0.1<br>処理温度 : 1000℃<br>特 徴 : 耐摩耗性に優れる<br>鉄鋼材成形加工全般に適す | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ プレス成形</li> <li>■ 粉末圧粉成形</li> <li>■ プラスチック成形</li> <li>■ ロール、パイプ成形</li> <li>■ 切削工具</li> <li>■ 冷間鍛造</li> </ul> |
| <b>C-TiCN</b><br>シーティーアイシーエヌ | 色 : ゴールド<br>硬 度 : Hv2500~3000<br>膜 厚 : 6~10μm<br>耐熱温度 : 600℃<br>摩擦係数 : 0.4<br>処理温度 : 1000℃<br>特 徴 : 耐焼付性高い<br>ステンレス材成形加工に適す  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 高しごきプレス加工</li> <li>■ 高衝撃冷間鍛造</li> <li>■ 中高温プラスチック成形</li> <li>■ ダイカスト部品</li> </ul>                           |

### CVDプロセスの特長

●1000℃の高温雰囲気中にガスを充満し化学反応させるため、品物全周に均一にコーティングされるので、複雑形状品にも適用可能です。

### PVDプロセスの特長

●プラズマエネルギーを利用して200~500℃の低い温度でコーティングするので、基本的には変寸・変形がなく精度の厳しい品物に適しています。

## PVD (物理蒸着)

| コーティング名称                 | 特長   | 適用分野  |
|--------------------------|--|---|
| <b>低温TiC</b><br>低温タイシー   | 色 : シルバー<br>硬 度 : Hv3000~3700<br>膜 厚 : 5~6μm<br>耐熱温度 : 350℃<br>摩擦係数 : 0.1<br>処理温度 : 500℃<br>特 徴 : 硬さと滑り性が良く耐摩耗性が極めて高い<br>耐剥離性が高い | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ プレス用絞り・曲げ型</li> <li>■ 高しごきプレス加工</li> <li>■ 精密ピース型</li> <li>■ ゴム・プラスチック成形</li> <li>■ 高負荷精密冷間鍛造</li> </ul> |
| <b>TiN</b><br>ティーアイエヌ    | 色 : ブライトゴールド<br>硬 度 : Hv1700~2400<br>膜 厚 : 3~4μm<br>耐熱温度 : 600℃<br>摩擦係数 : 0.35<br>処理温度 : 500℃<br>特 徴 : 耐摩耗性良、耐食性良                | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 切削工具、各種機械部品</li> <li>■ プラスチック成形</li> <li>■ スポーツ、レジャー用品</li> <li>■ 測範ゲージ</li> <li>■ 装飾品</li> </ul>        |
| <b>TiCN</b><br>ティーアイシーエヌ | 色 : グレー<br>硬 度 : Hv2500~3200<br>膜 厚 : 3~4μm<br>耐熱温度 : 400℃<br>摩擦係数 : 0.3<br>処理温度 : 500℃<br>特 徴 : 耐摩耗性高い、重プレス切削に最適                | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 高耐摩用切削工具</li> <li>■ 精密冷間鍛造</li> <li>■ 精密ピース型</li> </ul>  |
| <b>DLC</b><br>ディーエルシー    | 色 : ブラック<br>硬 度 : Hv3000~5000<br>膜 厚 : 0.1~1μm<br>耐熱温度 : 400℃<br>摩擦係数 : 0.1<br>処理温度 : 200℃<br>特 徴 : 摩擦係数小、耐凝着性高い (非鉄金属)          | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ アルミ成型</li> <li>■ 鋼成型</li> <li>■ 鉛成型</li> <li>■ 粉末成形</li> <li>■ 半導体製造部品</li> <li>■ 各種摺動部品</li> </ul>      |

### ■ 用途一覧表

| 用途             | コーティングの種類      | CVD (化学蒸着) |        |     | PVD (物理蒸着) |        |       |     |       |     |      |
|----------------|----------------|------------|--------|-----|------------|--------|-------|-----|-------|-----|------|
|                |                | TiC        | C-TiCN | CrC | TiN        | P-TiCN | 低温TiC | CrN | TiAlN | DLC | Tコート |
| 被加工材           | 一般鋼材           | ○          | ○      |     | ○          | ○      | ○     | ○   | ○     | ×   | ○    |
|                | ステンレス          | ○          | ○      |     | ○          | ○      | ○     |     | ○     | ×   | ○    |
|                | 亜鉛メッキ板         | ○          | ×      |     | ×          | ○      | ○     |     |       |     |      |
|                | 非鉄金属           | ○          | ○      | ○   | ○          | ○      | ○     | ○   | ○     |     | ○    |
| プレス用絞り・曲げ型     | 一般用            | ○          | ○      |     | ○          | ○      | ○     |     | ○     | ×   | ○    |
|                | シゴキ用           | ○          | ○      |     | ○          | ○      | ○     |     |       | ×   | ○    |
|                | 厚板用            | ○          | ○      |     | ○          | ○      | ○     |     |       | ×   | ○    |
|                | 成形・面押          | ○          | ○      |     | ○          | ○      | ○     |     |       |     | ○    |
| 標準パンチ (板金ピース)  | 精密型            |            |        |     | ○          | ○      | ○     | ○   |       | ○   | △    |
|                | 薄板             | ○          | ○      |     | ○          | ○      | ○     |     | ○     |     |      |
| 冷間鍛造           | 厚板             | ○          | ○      |     | ○          | ○      | ○     |     | ○     |     |      |
|                | ピースパンチ         |            | ○      |     | ○          | ○      | ○     |     | ○     |     |      |
| 冷間鍛造           | 成形・押出等         |            | ○      |     | ○          | ○      | ○     |     | ○     |     | ○    |
|                | ロール成形          | ○          | ○      |     |            | ○      | ○     |     | ○     |     | ○    |
| パイプ加工          | パイプ加工          | ○          | ○      |     | ○          | ○      | ○     |     | ○     |     | ○    |
|                | ダイカストピン        | ○          | ○      | ○   | △          | ×      | ○     | ○   | ○     | ×   | ×    |
| 粉体成形           | パンチ            | ○          |        |     | ○          | ○      | ○     |     |       | ○   | ○    |
|                | ダイ             | ○          |        |     | ○          | ○      | ○     |     |       | △   |      |
| 切削工具           | 切削工具           |            |        |     | ○          | ○      |       |     | ○     | ○   |      |
|                | ゴム・プラスチック成形機部品 | ○          | ○      | ○   | ○          | ○      | ○     |     | ○     |     | ○    |
| ゴム・プラスチックモールド型 | △              | △          | ○      | ○   |            | △      | ○     | ○   | ○     |     |      |

### ■ PVD処理の概要

PVD法の利点は、処理温度が500℃以下で、高速度鋼の焼戻し温度以下、ダイス鋼においては高温焼戻し温度以下の温度でコーティングできる点です。従って、ファインランニングの金型、精密プレス型、圧入・焼嵌型、冷間鍛造パンチ、ゴム成形型、プラスチック成形型などに多く使われています。欠点としては、原理的に内面への皮膜のつきまわりが悪いことで、深い溝のある金型や深絞りのダイなどには向いていません。

CVD法の利点は、膜の密着性が良好であることと、内面への膜のつきまわりが良いことで、自動車向けのプレス金型、特に耐摩耗性が要求されるアンダーボディ関係の厚肉の鉄板を加工する曲げ、絞り、打抜き型や冷間鍛造型などに広く利用されています。欠点としては、処理温度が高く、コーティング後に熱処理を行うため、変形・変寸が発生することで、精密金型には向いていません。ただし、変化量を見越して処理品を製作することと、矯正、寸法コントロール技術により、一般の熱処理に比べ、格段により精度を確保できるようになっています。

#### ① PVDにおける対象鋼種

PVD法はSKH、SKD、超硬など、広範囲な金属もしくはそれに類する素材にコーティングすることができます。亜鉛、鉛、真鍮など500℃真空下でガスが発生する材質や、樹脂、セラミックなど絶縁物にはコーティングできません。

#### ② 表面は金属地肌が出ていること

前処理で除去されますが、黒ゾメ、既にコーティングしたものなどは剥離の必要があります。コーティング必要部以外の介在物も真空度低下や照射時に不具合の原因となるため、蒸着時に表面は金属地肌がきれいなのが望まれます。

#### ③ 熱処理が十分であること

テンパ処理 (内部歪除去熱処理) が500℃以上の高温戻しの場合にはPVD処理温度に達しないため (約500℃) 再加熱時の歪拡散による変寸は発生しないので良好な処理が得られますが、SKD-11などの鋼において低温戻しの場合の製作品については変寸が発生する可能性があります。焼入れ品が焼き戻し温度以上の環境にさらされると寸法が暴れるような現象が発生しますのでPVD処理を行う際にはPVD処理温度以上の焼き戻しを行うことが理想です。

#### ④ 素材硬度は高いこと

ガラスは硬くて丈夫ですが、スポンジに薄いガラスを張ってそれに荷重をかけると内部から変形して結局ガラスも割れてしまいます。同じように膜は非常に硬いために素材硬度が低いと、剥離などを発生する原因となります。柔らかい物にもコーティングは可能ですので装飾目的なら問題ありませんが、加工工具としての機械的特性は失ってしまいます。耐摩耗目的の場合素材硬度は高いほどコーティングの効果が上がります。すくなくとも40HRC以上が適しています。

#### ⑤ 面粗度が良いこと

面に凸凹があると凸部の頂点は点荷重を受けるため剥離しやすく、『やすり』のような動きで相手材も傷つけることとなります。このような所から重大なダメージが広がっていきます。コーティングは分子レベルで密着しますので面粗さは鏡面に近ければ近いほど均一な耐久力のある物が得られます。また、放電やワイヤー、重研削、疲労蓄積部分はマイクロクラックなどが問題を起こす可能性がありますので、処理前に取り除く必要があります。

# タイシーコーティング効果例

TiC COATING EFFECTS CASE

| 被加工材                      | 製品形状・寸法 | 型具略図      | 寿命比較 |                            |
|---------------------------|---------|-----------|------|----------------------------|
| ストライカーベース<br>SPH-C<br>t=4 |         | ピアシング型パンチ | 従来   | 500ヶ焼付き寸法公差外となる            |
|                           |         |           | TiC  | 40000ヶ加工で再研磨               |
| ワン型プラグ<br>SUS24<br>t=1.0  |         | ダイ        | 従来   | 超硬合金10000ヶボンデ処理要 SKD材…加工不可 |
|                           |         |           | TiC  | 33000ヶ加工中異常なし              |
| ブラケット<br>SPC-N<br>t=1.2   |         | フォーミングダイ  | 従来   | SK 10000ヶ加工毎にミガキ修正         |
|                           |         |           | TiC  | 126000ヶ加工中異常なし             |

タイシー処理パンチ適用被加工材

|           |   |
|-----------|---|
| 鉄鋼        | SS、SPC、SPH、SC、SCM、SK、SUS、高張力鋼<br>珪素鋼など                  |
| 表面処理鋼板    | Snメッキ鋼、Znメッキ鋼、アルミナイズト鋼、<br>プラスチックコーティング鋼                |
| 非鉄<br>非金属 | Al、Al合金、Cu、Cu合金、Zn合金、Ni合金など<br>ゴム、布入ゴム、アスベスト、布入ベークライトなど |

# タイシーの概要

GUIDANCE

## ■ タイシー処理の留意事項

- ① 材質（メーカー名）及び焼入の有無を明記してください。
- ② コーティング厚は、3μ～8μですので処理前の寸法を考慮してください。
- ③ 寸法精度の厳しい物は図面を添付し、重要部分をご指示ください。
- ④ コーティングを必要とする部分を指示し、面は滑らかに仕上げてください。処理後の面粗度もほぼ同程度になります。（放電加工面は取り除いてください）
- ⑤ 必要に応じラッピング・ホーニング等の加工も受承ります。ご指示ください。
- ⑥ 高温反応ガス中で処理する為、寸法変化、ワレ等が生じる場合がありますので予め材料取りの方向、応力除去焼鈍、形状等考慮してください。  
※上記事項を考慮し素材からコーティング処理まで一貫して受承ります。種々の手順の煩雑さを省き、よりTiCコーティング用に適合した母材を製作するうえからもお勧め致します。

# 加工分野

PROCESS FIELD

## ■ 冷間鍛造関係

- 前方・後方押出パンチ
- KOピン
- 据込ダイ・パンチ・マンドレル
- トリミングダイ
- ピアスパンチ
- 十字パンチ
- スペーサー

## ■ 切削加工関係

- フォームドバイト
- タップ
- リーマー
- エンドミル

## ■ 粉末冶金関係

- 粉末冶金成形用パンチ・ダイ
- 錠剤成形用パンチ・ダイ
- フェライト成形部品
- セラミック成形部品

## ■ 板金加工関係

- 打抜きパンチ・ダイ
- 曲げパンチ・ダイ
- シュービングパンチ
- カーリングパンチ・ダイ
- シーミングロール
- 深絞りパンチ・ダイ
- フランジングダイ
- バーリングパンチ・ダイ
- フォーミングロール
- 引き抜きマンドレル・ダイ

## ■ プラスチック成形関係

- 成形型および中子
- 成形型キャビティ
- 押し出しおよび射出スクリュウ
- インジェクションシリンダー
- 移動用プランジャー
- ノズル
- カッター

## ■ 耐摩耗機械部品関係

- ピン・ブシュ
- 切削治具埋管
- 鋼索用ローラー
- プランジャー
- ゲージ
- 印字部品
- 砥石ホルダー
- カム・カムプレート
- 噴射弁・弁座
- 捲線工事
- 紡織部品

# 面積・重心・断面二次モーメントの計算

| 断面 | 断面積 A [mm <sup>2</sup> ]  | 重心の距離 G [mm]   | 断面二次モーメント I [mm <sup>4</sup> ]   | 断面係数 Z=I/e [mm <sup>3</sup> ]  |
|----|---|--|--|--|
|    | bh  | $\frac{h}{2}$  | $\frac{bh^3}{12}$  | $\frac{bh^2}{6}$   |
|    | $\frac{bh}{2}$  | $\frac{2}{3}h$   | $\frac{bh^3}{36}$  | $\frac{bh^2}{24}$  |
|    | $(2b+b_1)\frac{h}{2}$   | $\frac{1}{3} \times \frac{3b+2b_1}{2b+b_1} h$          | $\frac{6b^2+6bb_1+b_1^2}{36(2b+b_1)} h^3$  | $\frac{6b^2+6bb_1+b_1^2}{12(3b+2b_1)} h^2$   |
|    | $\frac{3\sqrt{3}}{2} r^2$<br>= 2.598 r <sup>2</sup>             | $\sqrt{\frac{3}{4}} r = 0.866 r$                       | $\frac{5\sqrt{3}}{16} r^4$<br>= 0.5413 r <sup>4</sup>  | $\frac{5}{8} r^3$  |
|    | 2.828 r <sup>2</sup>  | 0.924 r <sup>2</sup>                                   | $\frac{1+2\sqrt{2}}{6} r^4$  | 0.6906 r <sup>3</sup>  |
|    | $\pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$                                   | $\frac{d}{2}$  | $\frac{0.6381 r^4}{64} = \frac{\pi r^4}{4}$<br>= 0.0491 d <sup>4</sup><br>≒ 0.05 d <sup>4</sup><br>= 0.7854 r <sup>4</sup> | $\frac{\pi d^3}{32} = \frac{\pi r^3}{4}$<br>= 0.0982 d <sup>3</sup><br>≒ 0.1 d <sup>3</sup><br>= 0.7854 r <sup>3</sup> |
|    | $r^2 \left(1 - \frac{\pi}{4}\right)$<br>= 0.2146 r <sup>2</sup> | G <sub>1</sub> = 0.2234 r<br>G <sub>2</sub> = 0.7766 r | 0.0075 r <sup>4</sup>  | $\frac{0.0075 r^4}{G_2}$<br>= 0.00966 r <sup>3</sup><br>≒ 0.01 r <sup>3</sup>  |
|    | $\frac{\pi}{4} (d_2^2 - d_1^2)$                                 | $\frac{d_2}{2}$  | $\frac{\pi}{64} (d_2^4 - d_1^4)$<br>= $\frac{\pi}{4} (R^4 - r^4)$  | $\frac{\pi}{32} \left(\frac{d_2^2 - d_1^2}{d_2}\right)$<br>= $\frac{\pi}{4} \times \frac{R^2 - r^2}{R}$                |
|    | $a^2 - \frac{\pi d^2}{4}$                                       | $\frac{a}{2}$  | $\frac{1}{12} \left(a^4 - \frac{3\pi}{16} d^4\right)$  | $\frac{1}{6a} \left(a^4 - \frac{3\pi}{16} d^4\right)$  |
|    | πab   | a  | $\frac{\pi}{4} ba^3 = 0.7854 ba^3$   | $\frac{4}{\pi} ba^2 = 0.7854 ba^2$   |
|    | $\frac{\pi}{2} r^2$   | G <sub>1</sub> = 0.4244 r<br>G <sub>2</sub> = 0.5756 r | $\left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi}\right) r^4$<br>= 0.1098 r <sup>4</sup>   | z <sub>1</sub> = 0.2587 r <sup>3</sup><br>z <sub>2</sub> = 0.1908 r <sup>3</sup>                                       |
|    | $\frac{\pi}{4} r^2$   | G <sub>1</sub> = 0.4244 r<br>G <sub>2</sub> = 0.5756 r | 0.055 r <sup>4</sup>   | z <sub>1</sub> = 0.1296 r <sup>3</sup><br>z <sub>2</sub> = 0.0956 r <sup>3</sup>                                       |
|    | b(H-h)  | $\frac{H}{2}$  | $\frac{b}{12} (H^3 - h^3)$   | $\frac{b}{6H} (H^3 - h^3)$   |
|    | A <sup>2</sup> - a <sup>2</sup>                                 | $\frac{A}{2}$  | $\frac{A^4 - a^4}{12}$   | $\frac{1}{6} \left(\frac{A^4 - a^4}{A}\right)$   |

# 各種材質のクリアランス／プレス加工要素

■ 各種材質のクリアランス（片側） 単位（％）

| 材質        | 使用目的 | 精密打抜き<br>または<br>薄い材料 | 一般的打抜き |
|-----------|------|----------------------|--------|
| 高炭素鋼      |      | 4~12                 | 12~18  |
| 鉄板        |      | 2~6                  | 6~14   |
| ステンレス鋼    |      | 2~4                  | 4~13   |
| 銅（焼なまし）   |      | 1~3                  | 2~9    |
| 銅（中硬）     |      | 1~4                  | 3~13   |
| 黄銅（焼なまし）  |      | 1~4                  | 3~10   |
| 黄銅（中硬）    |      | 1~4                  | 3~11   |
| りん青銅      |      | 2~5                  | 4~11   |
| アルミニウム    |      | 1~3                  | 3~9    |
| アルミニウム（硬） |      | 1~12                 | 6~18   |
| 鉛         |      | 3~6                  | 5~12   |
| 洋白        |      | 2~5                  | 6~10   |
| パマロイ      |      | 2~5                  | 6~8    |

## クリアランス設定

板厚×打抜き％＝片側クリアランス  
精密打抜き、又は薄い材料等の一般打抜きは  
精度に応じて設定する。

例  
 $2.0t \times 0.07\% = 0.14 \times 2$  (片側クリアランス)  
板厚

パンチ径φ10.0の時、ダイ径10.28

## ■ プレス加工要素

| [抜き加工]<br>PUNCHING | [曲げ加工]<br>BENDING | [絞り加工]<br>DRAWING | [成形加工]        | [圧縮加工]                  |
|--------------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------------|
| 打抜き<br>PPB         | L曲げ               | 円筒絞り              | バーリング<br>PFBR | 潰し                      |
| 切断<br>PPC          | V曲げ               | 角筒絞り              | リブ            | 刻印 PCM<br>ABCD<br>12345 |
| 穴抜き<br>PPPC        | U曲げ               | 異形絞り              | エンボス<br>PFEM  | 星打ち                     |
| 切り欠き<br>PPN        | Z曲げ               |                   | フランジ成形        |                         |
| 分断<br>PPPR         |                   |                   |               |                         |
| 切り込み<br>PPSL       |                   |                   |               |                         |

# 打抜き圧力の算定／パンチの設計

打抜き圧力の概算値を求めるには次式で計算される。

## ■ 丸用

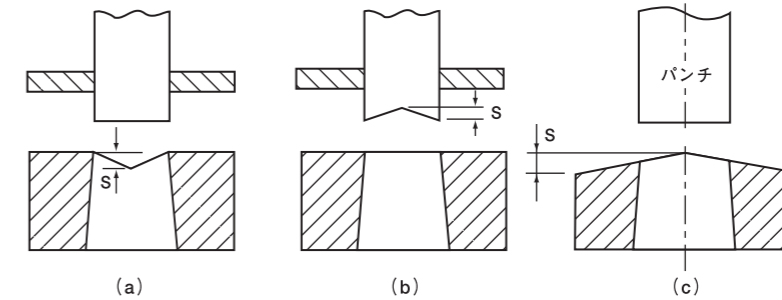
$$P = r \cdot 2\pi \cdot t \cdot \tau$$

P = 打抜き圧力  
 $\tau$  = せん断抵抗  $\text{kgf}/\text{mm}^2$  /  $\text{N}/\text{mm}^2$   
 r = 円の半径 (mm)  
 $\pi$  = 円周率  
 t = 板厚 (mm)

## ■ 四角用

$$P = \tau \cdot L \cdot t$$

P : 打抜き加工力  
 $\tau$  : 引張り強さ  
 L : 打抜き周長 (縦×横などの外周)  
 t : 板厚



シャー角を付けた穴抜き加工

パンチやダイにシャー角を付けた場合の打抜きせん断力は、次式によって求める事が出来ます。

$$P_s = \varrho \cdot t \cdot K_s \cdot C$$

$P_s$  = 打抜きせん断力 ( $\text{kgf}/\text{mm}^2$ ,  $\text{N}/\text{mm}^2$ )  
 $\varrho$  : 打抜き輪郭 (mm)  
 t : 板厚 (mm)  
 $K_s$  : せん断抵抗 ( $\text{kgf}/\text{mm}^2$ ,  $\text{N}/\text{mm}^2$ )  
 C : sにより決まる係数  
 s = t の場合 C = 0.4~0.6  
 s = 2t の場合 C = 0.2~0.4

単位に注意

## 各種材料のせん断抵抗 $\text{kg}/\text{mm}^2$

| 材        | 料         | 軟質    | 硬質    |
|----------|-----------|-------|-------|
| 軟        | 鋼板 0.1% C | 25    | 32    |
| 軟        | 鋼板 0.2% C | 32    | 40    |
| 軟        | 鋼板 0.3% C | 36    | 48    |
| 軟        | 鋼板 0.4% C | 45    | 56    |
| 18-8     | ステンレス鋼板   | 53    | 56    |
| アルミニウム   | A1P3      | 7     | 9     |
| 耐食アルミニウム | 合金板       | 8     | 11    |
| 高力アルミニウム | 合金板A3P2   | 13    | 25    |
| 黄        | 銅板        | 25    | 32    |
| 洋        | 銀         | 29~39 | 45~46 |
| ケ        | イ素鋼板      | 45    | 56    |
|          | 銅         | 18~22 | 25~30 |
| 紙        | (硬質)      | 3     | 9     |

※  $\tau \approx 0.8 \sigma_B$  (引張強さの約80%)

## ※せん断抵抗値を求める式

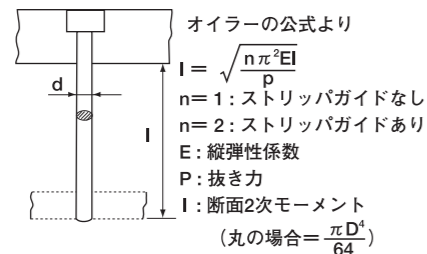
$$\tau = G\gamma$$

G : 横弾性係数  
 E : 縦弾性係数の約0.4  
 $\gamma$  : せん断ひずみ

## ■ パンチの設計

パンチの設計では

- ①穴抜きは穴寸法＝パンチの寸法とする
- ②外径抜きパンチは外形形状寸法によりクリアランス分小さくする。(外形寸法＝ダイ寸法とする)
- ③パンチの全長の計算



## 計算例

加工穴径 (D) :  $\phi 2.0$

加工材質 : SUS304 ( $\tau = 53 \text{kgf}/\text{mm}^2$ )

加工板厚 (t) : 1.0

$$\text{①抜き力} : P = \pi \cdot D \cdot t \cdot \tau = \pi \times 2 \times 1 \times 53 \approx 332.8 \text{ [kgf]}$$

②縦弾性係数 :  $2.1 \times 10^4 \text{ kg}/\text{mm}^2$  とする

$$\text{③断面2次モーメント} : I = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi \times 2^4}{64} = 0.785 \text{ (P825 参照)}$$

①～③をオイラーの式に代入する。n=1とする

$$I = \sqrt{\frac{n\pi^2 E I}{P}} = \sqrt{\frac{1 \times \pi^2 \times 2.1 \times 10^4 \times 0.785}{332.8}}$$

$$\approx 22.1 \text{ [mm]}$$

安全率を3として

$$22.1 \div 3 \approx 7.37 \text{ [mm]} \leftarrow \text{パンチ長さ}$$

## ■ ダイの逃がし形状

| アンギュラタイプ  | ストレート付きアンギュラ                           | ドリルエンドミル逃がし                             |
|---|--|---|
|   |  |   |
| ワイヤーもの<br>ソリッドタイプ                                   | ボタンダイ<br>入れ子                           | ボタンダイ<br>入れ子(フライス加工)                    |
| 板厚0.55未満<br>a : 6' ~12'<br>板厚0.55以上<br>a : 10' ~20' | 板厚0.5~3.0<br>s : 2.0~8.0<br>b : 1' ~2' | 板厚0.5~3.0<br>s : 2.0~8.0<br>x : 0.2~1.0 |

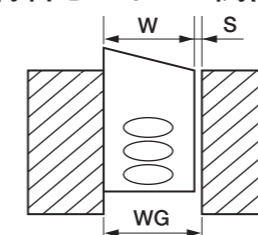
## ■ パイロットの設計

パイロットは抜きパンチより全長を2~3mm長く設計します。パイロット径は穴寸法より0.02~0.03mm小さく作ります。精度を必要とするものでは、0.01mm程度小さく作ります。(板圧のせん断面を考える。約2/3)

## ■ ストリッピング力

ストリッピング力は抜き加工の5%程度の大きさです。この値を最少値と考え、ばねを選択します。製品の面精度を必要とするときは抜き加工力の20%~30%程度のばね圧力が必要になります。

## ■ 材料とガイドの関係



$$WG = W(\text{max}) + S$$

$$S = 0.2 \sim 0.5 \text{ mm}$$

# 各種加工法による粗さの範囲

| 算術平均粗さ Ra |               | 0.025 | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 1.6 | 3.2  | 6.3 | 12.5 | 25  | 50  | 100 |
|-----------|---------------|-------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|-----|
| 従来の粗さ表記   | 最大高さ y        | 0.1   | 0.2  | 0.4 | 0.8 | 1.6 | 3.2 | 6.3 | 12.5 | 25  | 50   | 100 | 200 | 400 |
|           | 基準長さの標準値 (mm) | 0.25  |      | 0.8 |     |     | 2.5 |     | 8    |     | 25   |     |     |     |
|           | 仕上げ記号         | ▽▽▽▽  |      |     | ▽▽▽ |     |     | ▽▽  |      | ▽   |      | -   |     |     |
| 加工品       | 鍛造            |       |      |     |     |     |     |     | 精密   |     |      |     |     |     |
|           | 鋳造            |       |      |     |     |     |     |     | 精密   |     |      |     |     |     |
|           | ダイカスト         |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
|           | 熱間圧延          |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
|           | 冷間圧延          |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
|           | 引抜き           |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
|           | 押し出し          |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
|           | タンブリング        |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
|           | 砂吹き           |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
|           | 転造            |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
|           | 正面フライス削り      |       |      |     |     |     |     | 精密  |      |     |      |     |     |     |
|           | 平削り           |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
|           | 形削り (立削りを含む)  |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
|           | フライス削り        |       |      |     |     |     |     | 精密  |      |     |      |     |     |     |
|           | 精密中ぐり         |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
|           | ヤスリ仕上げ        |       |      |     |     |     |     | 精密  |      |     |      |     |     |     |
|           | 丸削り           |       |      |     | 精密  |     |     | 上   |      | 中   |      |     |     | 荒   |
|           | 中ぐり           |       |      |     |     |     |     |     |      | 精密  |      |     |     |     |
|           | きりもみ          |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
|           | リーマ通し         |       |      |     |     |     |     | 精密  |      |     |      |     |     |     |
| ブローチ削り    |               |       |      |     |     |     | 精密  |     |      |     |      |     |     |     |
| シェービング    |               |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
| 研削        |               |       |      | 精密  |     |     | 上   |     | 中    |     |      |     | 荒   |     |
| ホーン仕上げ    |               |       |      | 精密  |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
| 超仕上げ      | 精密            |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
| パフ仕上げ     |               |       |      | 精密  |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
| ペーパー仕上げ   |               |       |      | 精密  |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
| ラップ仕上げ    | 精密            |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
| 液体ホーニング   |               |       |      | 精密  |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
| パニシ仕上げ    |               |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
| ローラ仕上げ    |               |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
| 放電型彫      |               |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
| ワイヤカット放電  |               |       |      |     |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |
| 化学研磨      |               |       |      |     |     |     |     | 精密  |      |     |      |     |     |     |
| 電解研磨      |               |       |      | 精密  |     |     |     |     |      |     |      |     |     |     |

# 幾何公差の図示方法 JIS B 0021 (1984) より抜粋

## 幾何公差の種類とその記号

| 公差の種類 | 記号           | 公差域の定義  | 図示例と解釈 |
|-------|--------------|---|--------|
| 形状公差  | 真直度公差        | 公差域を示す数値の前に、記号φが付いている場合には、この公差域は直径tの円筒の中の領域である。                     |        |
|       | 平面度公差        | 公差域は、tだけ離れた二つの平行な平面の間に挟まれた領域である。                                    |        |
|       | 真円度公差        | 対象としている平面内での公差域は、tだけ離れた二つの同心円の間の領域である。                              |        |
|       | 円筒度公差        | 公差域は、tだけ離れた二つの同軸円筒面の間の領域である。  |        |
|       | 線の輪郭度公差      | 公差域は、理論的に正しい輪郭線の上に中心をおく、直径tの円がつくる二つの包絡線の間に挟まれた領域である。                |        |
|       | 面の輪郭度公差      | 公差域は、理論的に正しい輪郭面上に中心をおく、直径tの球がつくる二つの包絡面の間に挟まれた領域である。                 |        |
| 姿勢公差  | 平行度公差        | 公差域は、デーラム平面に平行で、tだけ離れた二つの平行な平面の間に挟まれた領域である。                         |        |
|       | 直角度公差        | 公差を示す数値の前に記号φが付いている場合には、この公差域は、デーラム平面に垂直な直径tの円筒の中の領域である。            |        |
|       | 傾斜度公差        | 公差域は、デーラム平面に対して指定された角度に傾き、互いにtだけ離れた二つの平行な平面の間に挟まれた領域である。            |        |
| 位置公差  | 位置度公差        | 公差域は、対象としている点の理論的に正確な位置 (以下、真位置という) を中心とする直径tの円の中又は球の中の領域である。       |        |
|       | 同軸度公差又は同心度公差 | 公差を示す数値の前に記号φが付いている場合には、この公差域は、デーラム軸線と一致した軸線をもつ直径tの円筒の中の領域である。      |        |
|       | 対称度          | 公差域はデーラム中心平面に対して対称に配置され、互いにtだけ離れた二つの平行な平面の間に挟まれた領域である。              |        |
| 振れ公差  | 円周振れ公差       | 公差域は、デーラム軸線に垂直な任意の測定平面上でデーラム軸線と一致する中心をもち、半径方向にtだけ離れた二つの同心円の間の領域である。 |        |
|       | 全振れ公差        | 公差域は、デーラム軸線に一致する軸線をもち、半径方向にtだけ離れた二つの同軸円筒の間の領域である。                   |        |

公差域の定義欄で用いている線は、次の意味を表している。  
 太い実線又は破線：形体  
 太い一点鎖線：デーラム  
 細い実線又は破線：公差域  
 細い一点鎖線：中心線  
 細い二点鎖線：補足の投影面又は切断面  
 太い二点鎖線：補足の投影面又は切断面への形体の投影

# 表面粗さ JIS B 0601 (1994) JIS B 0031 (1994) より抜粋

## 表面粗さの種類

### ■代表的な表面粗さの求め方

|   |  |
|---|--|
| <p><b>算術平均粗さ Ra</b></p> <p>粗さ曲線からその平均線の方向に基準長さだけを抜き取り、この抜き取り部分の平均線の方向にX軸を、縦倍率の方向にY軸を取り、粗さ曲線を<math>y=f(x)</math>で表したときに、次の式によって求められる値をマイクロメートル (<math>\mu\text{m}</math>) で表したものをいう。</p>   |  |
| <p><b>最大高さ Ry</b></p> <p>粗さ曲線からその平均線の方向に基準長さだけを抜き取り、この抜き取り部分の山頂線と谷底線との間隔を粗さ曲線の縦倍率の方向に測定し、この値をマイクロメートル (<math>\mu\text{m}</math>) で表したものをいう。</p> <p>備考 Ryを求める場合には、きずとみなされるような並はずれて高い山及び低い谷がない部分から、基準長さだけ抜き取る。</p>                            |  |
| <p><b>十点平均高さ Rz</b></p> <p>粗さ曲線からその平均線の方向に基準長さだけを抜き取り、この抜き取り部分の平均線から縦倍率の方向に測定した、最も高い山頂から5番目までの山頂の標高 (<math>Yp</math>) の絶対値の平均値と、最も低い谷底から5番目までの谷底の標高 (<math>Yv</math>) の絶対値の平均値との和を求め、この値をマイクロメートル (<math>\mu\text{m}</math>) で表したものをいう。</p> | <p><math>Rz = \frac{ Yp1+Yp2+Yp3+Yp4+Yp5  +  Yv1+Yv2+Yv3+Yv4+Yv5 }{5}</math></p> <p><math>Yp1, Yp2, Yp3, Yp4, Yp5</math>: 基準長さ<math>l</math>に対する抜き取り部分の、最も高い山頂から5番目までの山頂の標高<br/> <math>Yv1, Yv2, Yv3, Yv4, Yv5</math>: 基準長さ<math>l</math>に対する抜き取り部分の、最も低い谷底から5番目までの谷底の標高</p> |

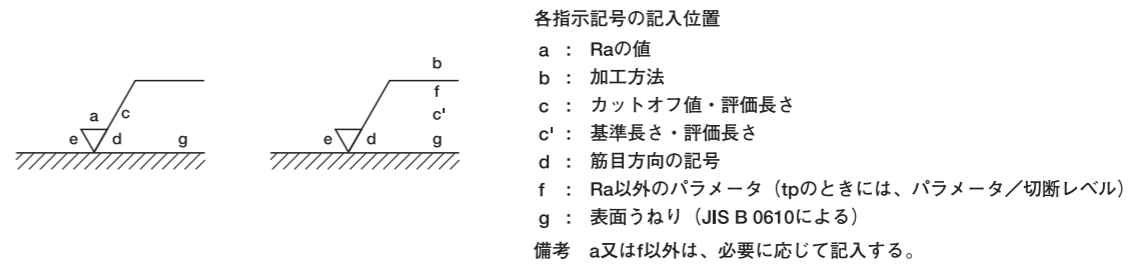
### <参考> 算術平均粗さ (Ra) と従来の表記の関係

| 算術平均粗さ Ra |                         | 面の肌の図示          | 最大高さ Ry | 十点平均粗さ Rz | Ry・Rzの基準長さ l (mm) | 三角記号 |
|-----------|-------------------------|-----------------|---------|-----------|-------------------|------|
| 標準数列      | カットオフ値 $\lambda_c$ (mm) |                 | 標準数列    | 標準数列      |                   |      |
| 0.012 a   | 0.08                    | 0.012 / ~ 0.2 / | 0.05 s  | 0.05 z    | 0.08              | ▽▽▽▽ |
| 0.025 a   |                         |                 | 0.1 s   | 0.1 z     |                   |      |
| 0.05 a    |                         |                 | 0.2 s   | 0.2 z     |                   |      |
| 0.1 a     |                         |                 | 0.4 s   | 0.4 z     |                   |      |
| 0.2 a     | 0.8                     | 0.4 / ~ 1.6 /   | 0.8 s   | 0.8 z     | 0.8               | ▽▽   |
| 0.4 a     |                         |                 | 1.6 s   | 1.6 z     |                   |      |
| 0.8 a     |                         |                 | 3.2 s   | 3.2 z     |                   |      |
| 1.6 a     | 0.25                    | 3.2 / ~ 6.3 /   | 6.3 s   | 6.3 z     | 0.25              | ▽▽   |
| 3.2 a     |                         |                 | 12.5 s  | 12.5 z    |                   |      |
| 6.3 a     |                         |                 | 25 s    | 25 z      |                   |      |
| 12.5 a    | 8                       | 12.5 / ~ 25 /   | 50 s    | 50 z      | 8                 | ▽    |
| 25 a      |                         |                 | 100 s   | 100 z     |                   |      |
| 50 a      | -                       | 50 / ~ 100 /    | 200 s   | 200 z     | -                 | ~    |
| 100 a     |                         |                 | 400 s   | 400 z     |                   |      |

# 製図一面の肌の図示方法 JIS Z B0031-1994 より抜粋

## 面の指示記号に対する各指示記号の位置

面の肌に関する指示記号は、面の指示記号に対し、表面粗さの値、カットオフ値又は基準長さ、加工方法、筋目方向の記号、表面うねりなどを図で示す位置に配慮して表す。



<参考> 上記、図のeの箇所に、ISO 1302では仕上げ代を記入することになっている。

| 記号 | 意味   | 説明図 |
|----|--|-----|
| ≡  | 加工による刃物の筋目の方向が記号を記入した図の投影面に平行<br>例 形削り面                            |     |
| ⊥  | 加工による刃物の筋目の方向が記号を記入した図の投影面に直角<br>例 形削り面 (横から見る状態)<br>旋削、円筒研削面      |     |
| X  | 加工による刃物の筋目の方向が記号を記入した図の投影面に斜めで2方向に交差<br>例 ホーニング仕上げ面                |     |
| M  | 加工による刃物の筋目が多方向に交差又は無方向<br>例 ラップ仕上げ面、超仕上げ面、横送りをかけた正面フライスまたはエンドミル削り面 |     |
| C  | 加工による刃物の筋目が記号を記入した面の中心に対してほぼ同心円状<br>例 面削り面                         |     |
| R  | 加工による刃物の筋目が記号を記入した面の中心に対して、ほぼ放射状                                   |     |

## ■面の肌の図示例

面の指示記号

除去加工を要する面の指示記号

除去加工を許さない面の指示記号

Raの上限を指示した例

(a) 25 / (b) 6.3 / (c) 25 /

Raの上限・下限を指示した例

(a) 6.3 / 1.6 / (b) 6.3 / 1.6 /

筋目方向を指示した例

加工方法を指示した例

(a) フライス削り 3.2 / (b) M 3.2 /



# 焼入れ及び硬さ試験法の種類

## 鉄鋼材料の熱処理

| 名称      | ビッカース硬さ (HV) | 焼き入れ深さ (mm)  | 歪み        | 処理できる材質           | 代表的材質  | 備考   |
|---------|--------------|--------------|-----------|-------------------|--|--|
| ズブ焼き入れ  | 750以下        | 全体           | 材料によって異なる | 高炭素鋼<br>C>0.45%   | SKS3<br>SKS21<br>SUJ2<br>SKH51<br>SKS93<br>SK4<br>S45C | ・曲がりやすい<br>・精密部品には使用しない方がよい<br>・衝撃に弱く割れやすい<br>脆性 大 じん性 小                 |
| 浸炭焼き入れ  | 750以下        | 標準0.5<br>最大2 | 中         | 低炭素鋼<br>C<0.3%    | SCM415<br>SNCM220                                      | ・部分焼き入れ可<br>・焼き入れ深さを図面に指示すること<br>・精密部品に適する                               |
| 高周波焼き入れ | 500以下        | 1~2          | 大         | 中炭素鋼<br>C0.3~0.5% | S45C   | ・部分焼き入れ可<br>・内部は生なのでねばりを持つ<br>・少量ではコスト高<br>・耐疲労性に優れる                     |
| 窒化焼き入れ  | 900~1000     | 0.01~0.2     | 小         | 炭素鋼<br>鋳物など       | S45C<br>SK3<br>FCD450                                  | ・寸法狂いが少なく仕上げ後深さの浅いものはドリルなどがたつ(除去可)<br>・精密部品に適する<br>・摺動面に適する。<br>表面処理的焼入れ |

## 硬さ試験法の種類とその適用部品

硬度を計る測定器は色々な種類があります。種類によって向き不向きがありますので、用途を考えてしっかり選択する必要があります。

| 試験器              | 原理   |
|------------------|--|
| 1.ブリネル硬さ (HB)    | 鉄玉圧子を押し込んで、永久くぼみの大きさから表面積を算出し評価します。大きい力とくぼみも大きくつくので小さいものや薄いものは適しません。鋳物や鍛造品など、組織のムラがあるものに大きい圧子は均一に当たり向いています。        |
| 2.ロックウェル硬さ (HRC) | 最も一般的な評価方法です。そのため圧子の種類も多く選択が必要です(12種類)一度押し込みをしてその後、その位置から押し込んだ深さで評価します。よって表面の硬化層は軽減されます。比較的測定圧力が大きいので、薄いものには不向きです。 |
| 3.シヨア硬さ (HV)     | 試験片に対して一定の高さからハンマーを落下させて、そのね返りの高さから評価をします。小型で軽量の試験器なので簡易検査や大型の試験片に向きます。試験片に影響されやすいので薄めのものや柔らかいものには向きません。           |
| 4.ビッカース硬さ (HS)   | ダイヤモンド四角錐圧子を押し込み、くぼみの対角線から表面積を算出し評価します。試験力の選定により大きいものから小さく薄いものまで幅広く使えます。特に焼き入れ層や組織の一部など微細な部品を計るのに優れています。           |

# 硬さ換算表 (SAE J 417) \* 1983年改訂 (アメリカ自動車技術者協会)

## 鋼のロックウェルC硬さに対する近似的換算値 (1)

| (HRC) ロックウェルCスケール硬さ (3) | (HV) ビッカース硬さ | ブリネル硬さ (HB)     |              | ロックウェル硬さ (3)                   |  |                                 | ロックウェルスーパーフィシャル硬さ (HS) |                   |                   | 引張強さ (近似値) MPa (kgf/mm <sup>2</sup> ) (2) | ロックウェルCスケール硬さ (3) |      |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------|--------------------------------|--|---------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|---|-------------------|------|
|                         |              | 10mm球 荷重3000kgf |              | ロックウェル硬さ (3)                   |  |                                 | ダイヤモンド円錐圧子             |                   |                   |   |                   |      |
|                         |              | 標準球             | タングステンカーバイト球 | (HRA) Aスケール 荷重60kgf ダイヤモンド円錐圧子 | (HRB) Bスケール 荷重100kgf 径1.6mm (1/16in) 球 | (HRD) Dスケール 荷重100kgf ダイヤモンド円錐圧子 | 15-N スケール 荷重15kgf      | 30-N スケール 荷重30kgf | 45-N スケール 荷重45kgf |   |                   |      |
| 68                      | 940          | —               | —            | 85.6                           | —                                      | 76.9                            | 93.2                   | 84.4              | 75.4              | 97  | —                 | 68   |
| 67                      | 900          | —               | —            | 85.0                           | —                                      | 76.1                            | 92.9                   | 83.6              | 74.2              | 95  | —                 | 67   |
| 66                      | 865          | —               | —            | 84.5                           | —                                      | 75.4                            | 92.5                   | 82.8              | 73.3              | 92  | —                 | 66   |
| 65                      | 832          | —               | (739)        | 83.9                           | —                                      | 74.5                            | 92.2                   | 81.9              | 72.0              | 91  | —                 | 65   |
| 64                      | 800          | —               | (722)        | 83.4                           | —                                      | 73.8                            | 91.8                   | 81.1              | 71.0              | 88  | —                 | 64   |
| 63                      | 772          | —               | (705)        | 82.8                           | —                                      | 73.0                            | 91.4                   | 80.1              | 69.9              | 87  | —                 | 63   |
| 62                      | 746          | —               | (688)        | 82.3                           | —                                      | 72.2                            | 91.1                   | 79.3              | 68.8              | 85  | —                 | 62   |
| 61                      | 720          | —               | (670)        | 81.8                           | —                                      | 71.5                            | 90.7                   | 78.4              | 67.7              | 83  | —                 | 61   |
| 60                      | 697          | —               | (654)        | 81.2                           | —                                      | 70.7                            | 90.2                   | 77.5              | 66.6              | 81  | —                 | 60   |
| 59                      | 674          | —               | (634)        | 80.7                           | —                                      | 69.9                            | 89.8                   | 76.6              | 65.5              | 80  | —                 | 59   |
| 58                      | 653          | —               | 615          | 80.1                           | —                                      | 69.2                            | 89.3                   | 75.7              | 64.3              | 78  | —                 | 58   |
| 57                      | 633          | —               | 595          | 79.6                           | —                                      | 68.5                            | 88.9                   | 74.8              | 63.2              | 76  | —                 | 57   |
| 56                      | 613          | —               | 577          | 79.0                           | —                                      | 67.7                            | 88.3                   | 73.9              | 62.0              | 75  | —                 | 56   |
| 55                      | 595          | —               | 560          | 78.5                           | —                                      | 66.9                            | 87.9                   | 73.0              | 60.9              | 74  | 2075 (212)        | 55   |
| 54                      | 577          | —               | 543          | 78.0                           | —                                      | 66.1                            | 87.4                   | 72.0              | 59.8              | 72  | 2015 (205)        | 54   |
| 53                      | 560          | —               | 525          | 77.4                           | —                                      | 65.4                            | 86.9                   | 71.2              | 58.6              | 71  | 1950 (199)        | 53   |
| 52                      | 544          | (500)           | 512          | 76.8                           | —                                      | 64.6                            | 86.4                   | 70.2              | 57.4              | 69  | 1880 (192)        | 52   |
| 51                      | 528          | (487)           | 496          | 76.3                           | —                                      | 63.8                            | 85.9                   | 69.4              | 56.1              | 68  | 1820 (186)        | 51   |
| 50                      | 513          | (475)           | 481          | 75.9                           | —                                      | 63.1                            | 85.5                   | 68.5              | 55.0              | 67  | 1760 (179)        | 50   |
| 49                      | 498          | (464)           | 469          | 75.2                           | —                                      | 62.1                            | 85.0                   | 67.6              | 53.8              | 66  | 1695 (173)        | 49   |
| 48                      | 484          | 451             | 455          | 74.7                           | —                                      | 61.4                            | 84.5                   | 66.7              | 52.5              | 64  | 1635 (167)        | 48   |
| 47                      | 471          | 442             | 443          | 74.1                           | —                                      | 60.8                            | 83.9                   | 65.8              | 51.4              | 63  | 1580 (161)        | 47   |
| 46                      | 458          | 432             | 432          | 73.6                           | —                                      | 60.0                            | 83.5                   | 64.8              | 50.3              | 62  | 1530 (156)        | 46   |
| 45                      | 446          | 421             | 421          | 73.1                           | —                                      | 59.2                            | 83.0                   | 64.0              | 49.0              | 60  | 1480 (151)        | 45   |
| 44                      | 434          | 409             | 409          | 72.5                           | —                                      | 58.5                            | 82.5                   | 63.1              | 47.8              | 58  | 1435 (146)        | 44   |
| 43                      | 423          | 400             | 400          | 72.0                           | —                                      | 57.7                            | 82.0                   | 62.2              | 46.7              | 57  | 1385 (141)        | 43   |
| 42                      | 412          | 390             | 390          | 71.5                           | —                                      | 56.9                            | 81.5                   | 61.3              | 45.5              | 56  | 1340 (136)        | 42   |
| 41                      | 402          | 381             | 381          | 70.9                           | —                                      | 56.2                            | 80.9                   | 60.4              | 44.3              | 55  | 1295 (132)        | 41   |
| 40                      | 392          | 371             | 371          | 70.4                           | —                                      | 55.4                            | 80.4                   | 59.5              | 43.1              | 54  | 1250 (127)        | 40   |
| 39                      | 382          | 362             | 362          | 69.9                           | —                                      | 54.6                            | 79.9                   | 58.6              | 41.9              | 52  | 1215 (124)        | 39   |
| 38                      | 372          | 353             | 353          | 69.4                           | —                                      | 53.8                            | 79.4                   | 57.7              | 40.8              | 51  | 1180 (120)        | 38   |
| 37                      | 363          | 344             | 344          | 68.9                           | —                                      | 53.1                            | 78.8                   | 56.8              | 39.6              | 50  | 1160 (118)        | 37   |
| 36                      | 354          | 336             | 336          | 68.4                           | (109.0)                                | 52.3                            | 78.3                   | 55.9              | 38.4              | 49  | 1115 (114)        | 36   |
| 35                      | 345          | 327             | 327          | 67.9                           | (108.5)                                | 51.5                            | 77.7                   | 55.0              | 37.2              | 48  | 1080 (110)        | 35   |
| 34                      | 336          | 319             | 319          | 67.4                           | (108.0)                                | 50.8                            | 77.2                   | 54.2              | 36.1              | 47  | 1055 (108)        | 34   |
| 33                      | 327          | 311             | 311          | 66.8                           | (107.5)                                | 50.0                            | 76.6                   | 53.3              | 34.9              | 46  | 1025 (105)        | 33   |
| 32                      | 318          | 301             | 301          | 66.3                           | (107.0)                                | 49.2                            | 76.1                   | 52.1              | 33.7              | 44  | 1000 (102)        | 32   |
| 31                      | 310          | 294             | 294          | 65.8                           | (106.0)                                | 48.4                            | 75.6                   | 51.3              | 32.5              | 43  | 980 (100)         | 31   |
| 30                      | 302          | 286             | 286          | 65.3                           | (105.5)                                | 47.7                            | 75.0                   | 50.4              | 31.3              | 42  | 950 (97)          | 30   |
| 29                      | 294          | 279             | 279          | 64.7                           | (104.5)                                | 47.0                            | 74.5                   | 49.5              | 30.1              | 41  | 930 (95)          | 29   |
| 28                      | 286          | 271             | 271          | 64.3                           | (104.0)                                | 46.1                            | 73.9                   | 48.6              | 28.9              | 41  | 910 (93)          | 28   |
| 27                      | 279          | 264             | 264          | 63.8                           | (103.0)                                | 45.2                            | 73.3                   | 47.7              | 27.8              | 40  | 880 (90)          | 27   |
| 26                      | 272          | 258             | 258          | 63.3                           | (102.5)                                | 44.6                            | 72.8                   | 46.8              | 26.7              | 38  | 860 (88)          | 26   |
| 25                      | 266          | 253             | 253          | 62.8                           | (101.5)                                | 43.8                            | 72.2                   | 45.9              | 25.5              | 38  | 840 (86)          | 25   |
| 24                      | 260          | 247             | 247          | 62.4                           | (101.0)                                | 43.1                            | 71.6                   | 45.0              | 24.3              | 37  | 825 (84)          | 24   |
| 23                      | 254          | 243             | 243          | 62.0                           | 100.0                                  | 42.1                            | 71.0                   | 44.0              | 23.1              | 36  | 805 (82)          | 23   |
| 22                      | 248          | 237             | 237          | 61.5                           | 99.0                                   | 41.6                            | 70.5                   | 43.2              | 22.0              | 35  | 785 (80)          | 22   |
| 21                      | 243          | 231             | 231          | 61.0                           | 98.5                                   | 40.9                            | 69.9                   | 42.3              | 20.7              | 35  | 770 (79)          | 21   |
| 20                      | 238          | 226             | 226          | 60.5                           | 97.8                                   | 40.1                            | 69.4                   | 41.5              | 19.6              | 34  | 760 (77)          | 20   |
| (18)                    | 230          | 219             | 219          | —                              | 96.7                                   | —                               | —                      | —                 | —                 | 33  | 730 (75)          | (18) |
| (16)                    | 222          | 212             | 212          | —                              | 95.5                                   | —                               | —                      | —                 | —                 | 32  | 705 (72)          | (16) |
| (14)                    | 213          | 203             | 203          | —                              | 93.9                                   | —                               | —                      | —                 | —                 | 31  | 675 (69)          | (14) |
| (12)                    | 204          | 194             | 194          | —                              | 92.3                                   | —                               | —                      | —                 | —                 | 29  | 650 (66)          | (12) |
| (10)                    | 196          | 187             | 187          | —                              | 90.7                                   | —                               | —                      | —                 | —                 | 28  | 620 (63)          | (10) |
| (8)                     | 188          | 179             | 179          | —                              | 89.5                                   | —                               | —                      | —                 | —                 | 27  | 600 (61)          | (8)  |
| (6)                     | 180          | 171             | 171          | —                              | 87.1                                   | —                               | —                      | —                 | —                 | 26  | 580 (59)          | (6)  |
| (4)                     | 173          | 165             | 165          | —                              | 85.5                                   | —                               | —                      | —                 | —                 | 25  | 550 (56)          | (4)  |
| (2)                     | 166          | 158             | 158          | —                              | 83.5                                   | —                               | —                      | —                 | —                 | 24  | 530 (54)          | (2)  |
| (0)                     | 160          | 152             | 152          | —                              | 81.7                                   | —                               | —                      | —                 | —                 | 24  | 515 (53)          | (0)  |

注 (1) 青色の数字は、ASTM E 140 表1による (SAE・ASM・ASTMが合同で調整したものである)  
 (2) 1MPa=1N/mm<sup>2</sup>=1/9.80665kgf/mm<sup>2</sup>  
 (3) 表中括弧 ( ) の数字は、あまり用いられない範囲のものであり参考として示したものである。

# 工具鋼のブランド対照表

No.1

## 1. 冷間金型用鋼

| 分類           | JIS相当             | AISI相当 | 愛知製鋼                  | 山陽特殊製鋼                           | 大同特殊鋼                | 日本高周波鋼業              | 日立金属                    | 不二越                               | 理研製鋼 | ウッデホルム  | ボーラー                         |
|--------------|-------------------|--------|-----------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------------------|------|---|------------------------------|
| 炭素工具鋼        | SK105             | W1-10  | SK3                   | YK3                              |                      |                      |                         |                                   |      |   | K990                         |
|              | SKS93             |        | SK301                 | YK30                             |                      | K3M                  | YCS3                    |                                   |      |   |                              |
|              | SKS3              |        | SKS3                  | GOA                              |                      | KS3                  | SGT                     |                                   |      | ARNE  | K460                         |
|              | SKD1              | D3     | SKD1                  | QC1                              | DC1                  | KD1                  | CRD                     |                                   |      | SVERKER3  | K100<br>K107                 |
|              | SKD11             | D2     | SKD11                 | QC11                             | DC11                 | KD11                 | SLD                     | CDS11                             | RD11 | SVERKER21<br>SVERKER SF   | K105<br>K110                 |
|              | SKD11 (改)         |        | AUD15<br>AUD11        | QCM8<br>QCH7                     | DC53                 | KD11S<br>KD21        | SLD8                    | MDS9                              |      | SLEIPNER  | K340                         |
|              | 中CrSKD            |        | SXACE                 |                                  |                      |                      | ARK1                    |                                   |      |   |                              |
|              | SKD12             | A2     | SKD12                 |                                  | DC12                 | KD12                 |                         |                                   |      | RIGOR   | K305                         |
|              | プリハードン<br>40HRC   |        |                       |                                  | GO40F                | KAP65                |                         |                                   |      | IMPAX HH  |                              |
|              | プリハードン<br>50HRC以上 |        |                       |                                  |                      | RC55                 |                         |                                   |      |   |                              |
| 合金工具鋼        | 火炎焼入鋼             |        | SK105V<br>SX4         | QF3                              | GO5                  | FH5<br>KRCX          | HMD5<br>HMD1            |                                   |      | FERMO   |                              |
|              | 低温空冷鋼             |        | AKS3                  |                                  | GO4                  | KSM                  | ACD37                   |                                   |      |   |                              |
|              | 耐衝撃鋼              |        | AKS4                  | QF1                              | GS5                  | KTV5                 | YSM                     |                                   |      |   | K630                         |
|              | その他               |        | AUD11X<br>SX5<br>SX44 |                                  |                      |                      | SLD10<br>SLD-MAGIC      | ICS22<br>MCR1                     |      | CALMAX, CALDIE<br>ELMAX, VANGRON40<br>VANADIS4, VANADIS4E<br>VANADIS6, VANADIS10<br>WEARTEC, ROLTEC | K190<br>K390<br>K890         |
|              | SKH51             | M2     |                       | QH51                             | MH51                 | H51                  | YXM1                    | SKH9                              | RHM1 |   | S600<br>S705                 |
|              | SKH51系            |        |                       |                                  |                      |                      |                         |                                   |      |   |                              |
|              | SKH55系            |        |                       |                                  | MH55                 | HM35                 | YXM4                    | HM35<br>HS53M                     |      |   |                              |
|              | SKH57系            |        |                       |                                  | MH8                  | MV10                 | XVC5                    | HS93R<br>HS98M<br>FM38V           |      |   | S700                         |
|              | マトリックス系           |        |                       | QHZ                              | DRM1<br>DRM2<br>DRM3 | KMX1<br>KMX2<br>KMX3 | YXR33<br>YXR3<br>YXR7   | MDS1, MDS3<br>MDS7<br>MATRIX-ATM3 |      | CALDIE<br>UNIMAX  | W360                         |
|              | SKH40             |        |                       |                                  | DEX40                |                      | HAP40                   | FAX38                             |      | ASP30   | S590                         |
| マトリックス系      |                   |        |                       | DEX-M1<br>DEX-M3                 |                      | HAP5R                |                         |                                   |      |   |                              |
| 粉末高速度<br>工具鋼 | その他               |        |                       | SPM23<br>SPM30<br>SPM60<br>SPMR8 | DEX20<br>DEX60       |                      | HAP10<br>HAP50<br>HAP72 | FAX31<br>FAX55<br>FAXG1<br>FAXG2  |      | ASP23<br>ASP60  | S290<br>S390<br>S690<br>S790 |

特殊鋼ガイド (初版) 工具鋼ブランド対照表より抜粋

# 工具鋼のブランド対照表

No.2

## 2.熱間金型用鋼

| 分類         | JIS相当     | AISI相当 | 愛知製鋼            | 山陽特殊製鋼       | 住友金属工業                        | 大同特殊鋼                | 日本高周波鋼業       | 日立金属           | 不二越  | 三菱製鋼           | ウツダホタルム  | ポラー                  |      |
|------------|-----------|--------|-----------------|--------------|-------------------------------|----------------------|---------------|----------------|------|----------------|----------|----------------------|------|
| 合金工具鋼      | SKD4      |        | SKD4            |              |                               | DH4                  | KD4           |                |      |                |          | W105                 |      |
|            | SKD5      | H21    | SKD5            |              |                               | DH5                  | KD5           |                |      |                |          | W100                 |      |
|            | SKD6      | H11    | SKD6            |              |                               | DH6                  | KD6           |                |      |                | VIDAR    | W300<br>W400         |      |
|            | SKD61     | H13    | SKD61           | QD61         |                               | DHA<br>DHA1          | KDA           | DAC            |      | HD21AX         | ORVAR-2M | W302                 |      |
|            | SKD61 (改) |        | AUD61<br>AUD60A | QDA61<br>QDN | SDH3<br>SDH4<br>SDH52<br>DK65 | DHA2<br>DH21         | KDA1<br>KDA1S | DAC3<br>DAC10  |      |                | ORVAR-S  |                      |      |
|            | SKD62     | H12    | SKD62           | QD62         | SDH43                         | DH31-S               | KDAMAX        | DAC55          |      |                | DIEVAR   | W303<br>W403         |      |
|            | SKD7      | H10    | AUD7            |              |                               | DH62<br>DH72         | KDB<br>KDH1   |                |      |                |          |                      | W320 |
|            | SKD7 (改)  |        | AUD71<br>AUD72  | QDH          |                               | DH71<br>DH73<br>DH32 |               | DAC40<br>YEM-K | HDN1 |                |          |                      |      |
|            | SKD8      | H19    | SKD8            |              |                               | DH41                 | KDF           |                |      |                |          |                      |      |
|            | SKD8 (改)  |        |                 |              |                               | DH42                 | KDF4          | MDC-K<br>DAC45 |      |                |          |                      |      |
|            | SKT4      |        | SKT4A           | QT41         |                               | GFA                  | KTV           | DM             |      | HD13T          | ALVAR14  | W500                 |      |
|            | SKT4 (改)  |        | AUD60           | QDT          | SDH21<br>SDH23                | GF78                 |               | YHD28          |      | HD14M<br>HD20B |          |                      |      |
|            | 析出硬化鋼     |        | AUD91<br>MPH-K  |              |                               | DH76                 |               | YHD3           |      | HD22B          |          |                      |      |
| その他        |           |        |                 |              | DH2F                          | KAP90F               | FDAC          |                |      |                |          |                      |      |
| 高速度<br>工具鋼 | マトリックス系   |        | QF5<br>QHZ      | SDH122       | DRM1<br>DRM2                  | KMX1                 | YXR33         | MDS1           |      |                | HOTVAR   | W360<br>W321<br>W705 |      |

特殊鋼ガイド (初版) 工具鋼ブランド対照表より抜粋

# 工具鋼のブランド対照表

## No.3

### 3. プラスチック金型用鋼

| 分類      | 種別(HRC)      | JIS相当                | AISI相当 | 愛知製鋼  | JFEスチール            | 神戸製鋼所                      | 山陽特殊製鋼               | 住友金属工業        | 大同特殊鋼                     | 日本高圧鋼業                     | 日立金属           | 不二越                      | 三菱製鋼   | ウッデホルム            | ポラー                                   |                      |
|---------|--------------|----------------------|--------|-------|--------------------|----------------------------|----------------------|---------------|---------------------------|----------------------------|----------------|--------------------------|--------|-------------------|---------------------------------------|----------------------|
| プリハードン鋼 | 13           | SC系                  | 1055   | AUK1  | JFE-MD1            | KTSM21<br>KTSM2A<br>KTSM22 |                      | SD17<br>SD18T | PXZ                       | KPM1<br>KPMAX              |                |                          |        |                   |                                       |                      |
|         |              |                      |        | AUK11 | JFE-MD3<br>JFE-MD5 | KTSM31                     |                      | SD61          | PDS3                      |                            |                |                          |        |                   |                                       |                      |
|         | 33           | SCM系<br>SCM (改)      | P20    |       |                    | KTSM3M                     |                      | SD70<br>SD100 | PX5<br>PX7                | KPM30                      | HPM7           |                          |        | PLAMAX<br>IMPAXHH | M200<br>M201<br>M238                  |                      |
|         |              |                      |        |       |                    |                            |                      |               | S-STAR<br>D-STAR          | 420M                       | HPM38          |                          |        |                   | STAVAX                                | M303<br>M310         |
|         |              |                      |        |       |                    |                            |                      |               | G-STAR                    |                            | HPM77          |                          |        |                   | RAMAX-2<br>RoyAlloy                   | M315                 |
|         | 35           | SUS系<br>(快削)         | S17400 |       |                    |                            | QSH6                 |               | NAK101                    | U630                       | PSL            |                          |        | CORRAX            | N700                                  |                      |
|         |              |                      |        |       |                    |                            |                      |               | DH2F                      | KAP90F                     | FDAC           |                          |        |                   | ORVAR-S                               | W302                 |
|         | 40           | SUS系<br>SKD61 (改)    | H13    | P21   |                    |                            | PCM40<br>PCM40S      |               |                           | NAK55<br>NAK80             | KAP65<br>KAP88 | HPM1<br>CENA1            |        |                   |                                       | M261<br>M461         |
|         |              |                      |        |       |                    |                            |                      |               |                           |                            |                |                          |        |                   |                                       |                      |
|         | 60           | SKD11 (改)            | D2     |       | AUD11              |                            |                      | QCM8          |                           | PD613                      | KD21           | HPM31                    |        |                   | RIGOR<br>SLEIPNER<br>CALDIE<br>CALMAX | K105<br>K110<br>K340 |
|         |              |                      |        |       |                    |                            |                      |               |                           | SUS440C<br>DEX-P1<br>(粉末)  |                |                          |        |                   |                                       |                      |
| 57      | SUS系<br>440C | 440C                 |        |       |                    |                            | QPD5<br>SPC5<br>(粉末) |               | SUS440C<br>DEX-P1<br>(粉末) | KSP2                       | SUS440C        | 440C                     |        | UNIMAX<br>ELMAX   | M310<br>M333                          |                      |
|         |              |                      |        |       |                    |                            |                      |               |                           | S-STAR<br>D-STAR<br>G-STAR | KSP1           | HPM38<br>HPM38S<br>HPM77 |        |                   | STAVAX<br>POLMAX<br>MIRRAX            | V720<br>V721         |
| 52      | SUS系<br>420  |                      |        |       |                    |                            |                      |               | MASIC                     | KMS18-20                   | YAG            | NAG21                    | DMG300 |                   |                                       |                      |
|         |              |                      |        |       |                    |                            |                      |               |                           |                            |                |                          |        |                   |                                       |                      |
| 50以上    | 時効処理鋼        | マルエー<br>ジینگ鋼<br>その他 |        |       |                    |                            |                      |               |                           |                            | ASL407         |                          |        |                   |                                       |                      |
|         |              |                      |        |       |                    |                            |                      |               |                           |                            |                |                          |        |                   |                                       |                      |
| 40      | 非磁性鋼         |                      |        |       |                    |                            |                      |               | NMS1                      | HPM75                      |                |                          | CORRAX |                   |                                       |                      |

特殊鋼ガイド (初版) 工具鋼ブランド対照表より抜粋

# 工具鋼のブランド対照表

## No.4

### 4. 高速度工具鋼

| 分類      | JIS相当   | AISI相当 | 山陽特殊製鋼                  | 大同特殊鋼                                       | 日本高周波鋼業              | 日立金属                             | 不二越  | 理研製鋼 | ウツデホルム         | ポラー                  |
|---------|---------|--------|-------------------------|---|----------------------|----------------------------------|--|------|----------------|----------------------|
| タンクステン系 | SKH2    | T1     |                         | WH2   | H2                   | YHX2                             | SKH2   |      |                | S200                 |
|         | SKH3    | T4     |                         | WH3   | H3                   |                                  | SKH3   |      |                | S305                 |
|         | SKH4    | T5     |                         | WH4   | H4                   |                                  | SKH4   |      |                |                      |
|         | SKH10   | T15    |                         | VH10  | HV5                  |                                  |  |      |                |                      |
|         | SKH51   | M2     | QH51                    | MH51  | H51                  | YXM1                             | SKH9<br>SKH51  | RHM1 |                | S600<br>S614<br>S401 |
|         | SKH52   | M3-1   |                         | MH52  | H52                  |                                  |  |      |                |                      |
|         | SKH53   | M3-2   |                         | MH53  | HV1                  |                                  |  |      |                | S607                 |
|         | SKH54   | M4     |                         | MH54  | HV2                  |                                  | HM4  |      |                |                      |
|         | SKH55   |        |                         | MH55  | HM35                 | YXM4                             | HM35   |      |                | S705                 |
|         | SKH56   | M36    |                         | MH56  | HM36                 |                                  | HM36   | RHM6 |                |                      |
| モリブデン系  | SKH57   |        |                         | MH57  | HV10                 | XVC5                             | HS93R  |      |                | S700                 |
|         | SKH58   | M7     |                         | MH8   | HM3                  |                                  | HM7  |      |                | S400                 |
|         | SKH59   | M42    |                         | MH7   | HM42                 | YXM42                            | HM42   |      |                | S500                 |
|         | その他     |        |                         | MH64<br>MH69                                | S70                  | YXM60                            | HS12M、HS97R、<br>HS98M、HM1、<br>HMT12、HM33、<br>SKH9D、FM38V |      |                |                      |
|         | マトリックス系 |        |                         | DRM1<br>DRM2<br>DRM3                        | KMX1<br>KMX2<br>KMX3 | YXR3<br>YXR33<br>YXR7            | MDS3<br>MDS7<br>MDS1                                     |      |                |                      |
| 粉末系     | SKH40   |        | SPM30                   | DEX40                                       |                      | HAP40                            | FAX38  |      | ASP30          | S590                 |
|         | その他     |        | SPM23<br>SPM60<br>SPMR8 | DEX20<br>DEX60<br>DEX61<br>DEX-M1<br>DEX-M3 |                      | HAP10<br>HAP50<br>HAP72<br>HAP5R | FAX31<br>FAX55<br>FAXG1<br>FAXG2                         |      | ASP23<br>ASP60 | S690<br>S790<br>S390 |

特殊鋼ガイド（初版）工具鋼ブランド対照表より抜粋

# 特定用途のテーパ角度 (JIS B 0612)

## ■一般用途のテーパ角度及びテーパ比に関する諸数値

| 基準値             | 換算値            |               |             | テーパ比<br>C              | 設定角度 <sup>(5)</sup> $\frac{\alpha}{2}$ | 設定高さ <sup>(6)</sup> h<br>mm | 備考 |
|-----------------|----------------|---------------|-------------|------------------------|--|-----------------------------|----|
|                 | テーパ角度 $\alpha$ |               |             |                        |  |                             |    |
|                 | rad            | 度・分・秒         | 度           |                        |  |                             |    |
| 120°            | 2.094 395 10   | -             | -           | $\frac{1}{0.288\ 675}$ | 60° <sup>(7)</sup>                     | 86.603 <sup>(7)</sup>       |    |
| 90°             | 1.570 796 33   | -             | -           | $\frac{1}{0.500\ 000}$ | 45°                                    | 70.711                      |    |
| 75°             | 1.308 996 94   | -             | -           | $\frac{1}{0.651\ 613}$ | 37° 30′                                | 60.876                      |    |
| 60°             | 1.047 197 55   | -             | -           | $\frac{1}{0.866\ 025}$ | 30°                                    | 50.000                      |    |
| 45°             | 0.785 398 16   | -             | -           | $\frac{1}{1.207\ 107}$ | 22° 30′                                | 38.268                      |    |
| 30°             | 0.523 598 78   | -             | -           | $\frac{1}{1.866\ 025}$ | 15°                                    | 25.882                      |    |
| $\frac{1}{2.5}$ | 0.394 791 12   | 22° 37′ 11.5″ | 22.619 865° | -                      | 11° 18′ 36″                            | 19.612                      |    |
| $\frac{1}{3}$   | 0.330 297 35   | 18° 55′ 28.7″ | 18.924 644° | -                      | 9° 27′ 44″                             | 16.440                      |    |
| $\frac{1}{4}$   | 0.248 709 99   | 14° 15′ 0.1″  | 14.250 033° | -                      | 7° 7′ 30″                              | 12.403                      |    |
| $\frac{1}{5}$   | 0.199 337 30   | 11° 25′ 16.3″ | 11.421 186° | -                      | 5° 42′ 38″                             | 9.950                       |    |
| $\frac{1}{6}$   | 0.166 282 46   | 9° 31′ 38.2″  | 9.527 283°  | -                      | 4° 45′ 49″                             | 8.305                       |    |
| $\frac{1}{6.3}$ | 0.158 398 14   | 9° 4′ 32.0″   | 9.075 545°  | -                      | 4° 32′ 16″                             | 7.912                       |    |
| $\frac{1}{7}$   | 0.142 614 93   | 8° 10′ 16.4″  | 8.171 234°  | -                      | 4° 5′ 8″                               | 7.125                       |    |
| $\frac{1}{8}$   | 0.124 837 62   | 7° 9′ 9.6″    | 7.152 669°  | -                      | 3° 34′ 35″                             | 6.238                       |    |
| $\frac{1}{10}$  | 0.099 916 79   | 5° 43′ 29.3″  | 5.724 810°  | -                      | 2° 51′ 45″                             | 4.994                       |    |
| $\frac{1}{12}$  | 0.083 285 16   | 4° 46′ 18.8″  | 4.771 888°  | -                      | 2° 23′ 9″                              | 4.163                       |    |
| $\frac{1}{15}$  | 0.066 641 99   | 3° 49′ 5.9″   | 3.818 305°  | -                      | 1° 54′ 33″                             | 3.331                       |    |
| $\frac{1}{16}$  | 0.062 479 67   | 3° 34′ 47.4″  | 3.579 821°  | -                      | 1° 47′ 24″                             | 3.123                       |    |
| $\frac{1}{20}$  | 0.049 989 59   | 2° 51′ 51.1″  | 2.864 192°  | -                      | 1° 25′ 56″                             | 2.499                       |    |
| $\frac{1}{25}$  | 0.039 994 67   | 2° 17′ 29.5″  | 2.291 526°  | -                      | 1° 8′ 45″                              | 2.000                       |    |
| $\frac{1}{30}$  | 0.033 330 25   | 1° 54′ 34.9″  | 1.909 682°  | -                      | 57′ 17″                                | 1.666                       |    |
| $\frac{1}{40}$  | 0.024 998 70   | 1° 25′ 56.4″  | 1.432 320°  | -                      | 42′ 58″                                | 1.250                       |    |
| $\frac{1}{50}$  | 0.019 999 33   | 1° 8′ 45.2″   | 1.145 877°  | -                      | 34′ 23″                                | 1.000                       |    |
| $\frac{1}{63}$  | 0.015 872 68   | 54′ 34.0″     | 0.909 438°  | -                      | 27′ 17″                                | 0.794                       |    |
| $\frac{1}{100}$ | 0.009 999 92   | 34′ 22.6″     | 0.572 953°  | -                      | 17′ 11″                                | 0.500                       |    |
| $\frac{1}{200}$ | 0.004 999 99   | 17′ 11.3″     | 0.286 478°  | -                      | 8′ 36″                                 | 0.250                       |    |
| $\frac{1}{500}$ | 0.002 000 00   | 6′ 52.5″      | 0.114 592°  | -                      | 3′ 26″                                 | 0.100                       |    |

注 (5) 設定角度 $\frac{\alpha}{2}$ は、テーパ角度の $\frac{1}{2}$ であって、加工及び検査の場合に、工作物、工具又は検査器を設定するのに用いる。表中の数値は秒単位で丸めてある。

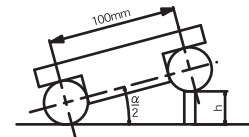
(6) 設定高さhは、下図に示すように、呼び寸法100mmのサインバーで設定角度 $\frac{\alpha}{2}$ を作るためのブロックゲージの寸法であって、次の式で求める。

$$h=100\sin\frac{\alpha}{2}\text{ (mm)}$$

## ■特定用途のテーパ角度及びテーパ比

表中の数値は、小数点以下3けたに丸めてある。

(7) 設定角度が45°を越えると、サインバーの設定が困難となり、かつ設定角度の誤差が大きくなる。



| 基準値                | 換算値            |               |             | テーパ比<br>C              | 設定角度 <sup>(6)</sup> $\frac{\alpha}{2}$ | 設定高さ <sup>(6)</sup> h<br>mm | JIS                     | 適用                                   |
|--------------------|----------------|---------------|-------------|------------------------|--|-----------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
|                    | テーパ角度 $\alpha$ |               |             |                        |  |                             |                         |                                      |
|                    | rad            | 度・分・秒         | 度           |                        |  |                             |                         |                                      |
| 150°               | 2.617 993 9    | -             | -           | $\frac{1}{0.133\ 975}$ | 75° <sup>(7)</sup>                     | 96.593 <sup>(7)</sup>       | D4312                   | 自動車用ブレーキライニング及びクラッチフェーシングの皿チューブラリベット |
| 80°                | 1.396 263 4    | -             | -           | $\frac{1}{0.595\ 877}$ | 40°                                    | 64.279                      | B1115                   | すりわり付きタッピングねじの頭部                     |
|                    |                |               |             |                        |  |                             | D4220                   | 自動車ディスクホイールの取付部                      |
| 47°                | 0.820 304 7    | -             | -           | $\frac{1}{1.149\ 921}$ | 23° 30′                                | 39.875                      | B9069                   | マシン送り台のセンタ穴                          |
| $\frac{1}{1.5}$    | 0.643 501 1    | 36° 52′ 11.6″ | 36.869 898° | -                      | 18° 26′ 06″                            | 31.623                      | F7334<br>F7440<br>~7443 | 船用青銅ホース弁、銅・網管のユニオンなど                 |
| 27°                | 0.471 238 9    | -             | -           | $\frac{1}{2.082\ 650}$ | 13° 30′                                | 23.345                      | B9086<br>B9089          | マシンのクランクロッド                          |
| $\frac{7}{24}$     | 0.289 625 0    | 16° 35′ 39.4″ | 16.594 290° | $\frac{1}{3.428\ 571}$ | 8° 17′ 50″                             | 14.431                      | B6101                   | フライス盤主軸端など                           |
| $\frac{1}{9}$      | 0.110 997 0    | 6° 21′ 34.8″  | 6.359 660°  | -                      | 3° 10′ 47″                             | 5.547                       | D5301                   | 蓄電池の端子                               |
| $\frac{1}{11}$     | 0.090 846 6    | 5° 12′ 18.4″  | 5.205 124°  | -                      | 2° 36′ 9″                              | 4.541                       | E3601<br>E3604          | レールボンド、インピーダンス、ボンド導線                 |
| $\frac{1}{12.262}$ | 0.081 507 6    | 4° 40′ 12.2″  | 4.670 042°  | -                      | 2° 20′ 6″                              | 4.074                       | B4634                   | ジャコブステーパ2番                           |
| $\frac{1}{12.972}$ | 0.077 051 0    | 4° 24′ 52.9″  | 4.414 696°  | -                      | 2° 12′ 26″                             | 3.852                       |                         | ジャコブステーパ1番                           |
| $\frac{1}{18.779}$ | 0.053 238 4    | 3° 3′ 1.2″    | 3.050 335°  | -                      | 1° 31′ 31″                             | 2.662                       |                         | ジャコブステーパ3番                           |
| $\frac{1}{19.002}$ | 0.052 613 9    | 3° 0′ 52.4″   | 3.014 554°  | -                      | 1° 30′ 26″                             | 2.630                       |                         | モールステーパ5番                            |
| $\frac{1}{19.180}$ | 0.052 125 8    | 2° 59′ 11.7″  | 2.986 590°  | -                      | 1° 29′ 36″                             | 2.606                       | B4003                   | モールステーパ6番                            |
| $\frac{1}{19.185}$ | 0.052 112 3    | 2° 59′ 8.9″   | 2.985 812°  | -                      | 1° 29′ 34″                             | 2.605                       | B4356                   | F形テーパ                                |
| $\frac{1}{19.212}$ | 0.052 039 1    | 2° 58′ 53.8″  | 2.981 618°  | -                      | 1° 29′ 27″                             | 2.602                       | B4003                   | モールステーパ0番                            |
| $\frac{1}{19.254}$ | 0.051 925 6    | 2° 58′ 30.4″  | 2.975 117°  | -                      | 1° 29′ 15″                             | 2.596                       |                         | モールステーパ4番                            |
| $\frac{1}{19.264}$ | 0.051 898 6    | 2° 58′ 24.9″  | 2.973 573°  | -                      | 1° 29′ 12″                             | 2.595                       | B4634                   | ジャコブステーパ6番                           |
| $\frac{1}{19.922}$ | 0.050 185 2    | 2° 52′ 31.4″  | 2.875 402°  | -                      | 1° 26′ 16″                             | 2.509                       |                         | モールステーパ3番                            |
| $\frac{1}{20.020}$ | 0.049 939 7    | 2° 51′ 40.8″  | 2.861 332°  | -                      | 1° 25′ 50″                             | 2.497                       | B4003                   | モールステーパ2番                            |
| $\frac{1}{20.047}$ | 0.049 872 4    | 2° 51′ 26.9″  | 2.857 480°  | -                      | 1° 25′ 43″                             | 2.493                       |                         | モールステーパ1番                            |

# 常用するはめあいの寸法公差 (穴) JIS B 0401 (1986) より抜粋

常用するはめあいで用いる穴の寸法許容差

| 基準寸法の区分(mm) | 穴の公差域クラス |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      |       | 単位 μm |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |
|-------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
|             | B10      | C9   | C10  | D8   | D9   | D10  | E7   | E8   | E9   | F6   | F7   | F8   | G6   | G7   | H6  | H7   | H8   | H9   | H10  | JS6   |       | JS7 | K6  | K7  | M6  | M7  | N6  | N7   | P6   | P7   | R7   | S7   | T7   | U7   | X7   |      |     |
| を越え以下       | +180     | +85  | +100 | +34  | +45  | +60  | +24  | +28  | +39  | +12  | +12  | +20  | +8   | +12  | +6  | +10  | +14  | +25  | +40  | ±3    | ±5    | 0   | 0   | -2  | -2  | -4  | -4  | -6   | -6   | -10  | -14  | -18  | -20  | -20  | -30  | -30  |     |
| — 3         | +140     | +60  | +60  | +20  | +20  | +20  | +14  | +14  | +14  | +6   | +6   | +6   | +2   | +2   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | ±3    | ±5    | -6  | -10 | -8  | -12 | -10 | -14 | -12  | -16  | -20  | -24  | -24  | -28  | -30  | -30  |      |     |
| 3           | +188     | +100 | +118 | +48  | +60  | +76  | +32  | +38  | +50  | +18  | +22  | +28  | +12  | +16  | +8  | +12  | +18  | +30  | +48  | ±4    | ±6    | +2  | +3  | -1  | -1  | -5  | -4  | -9   | -8   | -11  | -15  | -19  | -24  | -24  | -36  | -36  |     |
| 6           | +208     | +116 | +138 | +62  | +76  | +98  | +40  | +47  | +61  | +22  | +28  | +35  | +14  | +20  | +9  | +15  | +25  | +36  | +58  | ±4.5  | ±7    | +2  | +5  | -3  | 0   | -7  | -4  | -12  | -9   | -13  | -17  | -22  | -28  | -37  | -43  | -43  |     |
| 10          | +220     | +138 | +165 | +77  | +93  | +120 | +50  | +59  | +75  | +27  | +34  | +43  | +17  | +24  | +11 | +18  | +27  | +43  | +70  | ±5.5  | ±9    | +2  | +6  | -4  | 0   | -9  | -5  | -15  | -11  | -16  | -21  | -26  | -31  | -33  | -51  | -51  |     |
| 14          | +150     | +95  | +95  | +50  | +50  | +50  | +32  | +32  | +32  | +16  | +16  | +16  | +6   | +6   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | ±5.5  | ±9    | -9  | -12 | -15 | -18 | -20 | -23 | -26  | -29  | -34  | -39  | -44  | -44  | -56  | -56  |      |     |
| 18          | +244     | +162 | +194 | +88  | +117 | +149 | +61  | +73  | +92  | +33  | +41  | +53  | +20  | +28  | +13 | +21  | +33  | +52  | +84  | ±6.5  | ±10   | +2  | +6  | -4  | 0   | -11 | -7  | -18  | -14  | -20  | -27  | -33  | -40  | -46  | -67  | -67  |     |
| 24          | +160     | +110 | +110 | +65  | +65  | +65  | +40  | +40  | +40  | +20  | +20  | +20  | +7   | +7   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | ±6.5  | ±10   | -11 | -15 | -17 | -21 | -24 | -28 | -31  | -35  | -41  | -48  | -54  | -61  | -67  | -77  |      |     |
| 30          | +270     | +182 | +220 | +119 | +142 | +180 | +75  | +89  | +112 | +41  | +50  | +64  | +25  | +34  | +16 | +25  | +39  | +62  | +100 | ±8    | ±12   | +3  | +7  | -4  | 0   | -12 | -8  | -21  | -17  | -25  | -34  | -41  | -51  | -56  | -76  | -76  |     |
| 40          | +280     | +192 | +230 | +80  | +80  | +80  | +50  | +50  | +50  | +25  | +25  | +25  | +9   | +9   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | ±8    | ±12   | -13 | -18 | -20 | -25 | -28 | -33 | -37  | -42  | -50  | -59  | -64  | -76  | -76  | -86  | -86  |     |
| 50          | +310     | +214 | +260 | +146 | +174 | +220 | +90  | +106 | +134 | +49  | +60  | +76  | +29  | +40  | +19 | +30  | +46  | +74  | +120 | ±9.5  | ±15   | +4  | +9  | -5  | 0   | -14 | -9  | -26  | -21  | -30  | -41  | -48  | -56  | -64  | -76  | -76  | -86 |
| 65          | +320     | +224 | +270 | +100 | +100 | +100 | +60  | +60  | +60  | +30  | +30  | +30  | +10  | +10  | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | ±9.5  | ±15   | -15 | -21 | -24 | -30 | -33 | -39 | -45  | -51  | -62  | -78  | -94  | -104 | -121 | -121 | -121 |     |
| 80          | +360     | +257 | +310 | +174 | +207 | +260 | +107 | +126 | +159 | +58  | +71  | +90  | +34  | +47  | +22 | +35  | +54  | +87  | +140 | ±11   | ±17   | +4  | +10 | -6  | 0   | -16 | -10 | -30  | -24  | -34  | -48  | -58  | -78  | -111 | -111 | -111 |     |
| 100         | +220     | +170 | +170 | +120 | +120 | +120 | +72  | +72  | +72  | +36  | +36  | +36  | +12  | +12  | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | ±11   | ±17   | -18 | -25 | -28 | -35 | -38 | -45 | -52  | -59  | -73  | -93  | -113 | -146 | -146 | -146 |      |     |
| 120         | +380     | +267 | +320 | +120 | +120 | +120 | +72  | +72  | +72  | +36  | +36  | +36  | +12  | +12  | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | ±11   | ±17   | -18 | -25 | -28 | -35 | -38 | -45 | -52  | -59  | -73  | -93  | -113 | -146 | -146 | -146 |      |     |
| 140         | +420     | +300 | +360 | +208 | +245 | +305 | +125 | +148 | +185 | +68  | +83  | +106 | +39  | +54  | +25 | +40  | +63  | +100 | +160 | ±12.5 | ±20   | +4  | +12 | -8  | 0   | -20 | -12 | -36  | -28  | -41  | -66  | -91  | -131 | -131 | -131 |      |     |
| 160         | +440     | +310 | +370 | +208 | +245 | +305 | +125 | +148 | +185 | +68  | +83  | +106 | +39  | +54  | +25 | +40  | +63  | +100 | +160 | ±12.5 | ±20   | -21 | -28 | -33 | -40 | -45 | -52 | -61  | -68  | -90  | -125 | -159 | -159 | -159 | -159 |      |     |
| 180         | +470     | +330 | +390 | +242 | +285 | +355 | +146 | +172 | +215 | +79  | +96  | +122 | +44  | +61  | +29 | +46  | +72  | +115 | +185 | ±14.5 | ±23   | +5  | +13 | -8  | 0   | -22 | -14 | -41  | -33  | -53  | -83  | -131 | -171 | -171 | -171 |      |     |
| 200         | +525     | +355 | +425 | +271 | +320 | +400 | +162 | +191 | +240 | +88  | +108 | +137 | +49  | +69  | +32 | +52  | +81  | +130 | +210 | ±14.5 | ±23   | -24 | -33 | -37 | -46 | -51 | -60 | -70  | -79  | -109 | -159 | -199 | -259 | -259 | -259 |      |     |
| 225         | +605     | +395 | +465 | +320 | +380 | +470 | +170 | +200 | +250 | +96  | +122 | +159 | +54  | +75  | +36 | +57  | +89  | +140 | +230 | ±16   | ±26   | +5  | +16 | -9  | 0   | -25 | -14 | -47  | -36  | -63  | -113 | -163 | -213 | -213 | -213 |      |     |
| 250         | +690     | +430 | +510 | +350 | +420 | +510 | +210 | +250 | +310 | +110 | +140 | +180 | +61  | +82  | +43 | +64  | +97  | +150 | +250 | ±16   | ±26   | -27 | -36 | -41 | -52 | -60 | -70 | -81  | -102 | -142 | -192 | -242 | -292 | -292 | -292 |      |     |
| 280         | +750     | +460 | +540 | +400 | +480 | +580 | +230 | +280 | +350 | +120 | +150 | +200 | +71  | +92  | +53 | +74  | +105 | +165 | +270 | ±16   | ±26   | +7  | +17 | -10 | 0   | -26 | -16 | -51  | -41  | -74  | -124 | -174 | -224 | -224 | -224 |      |     |
| 315         | +830     | +500 | +590 | +450 | +540 | +640 | +250 | +310 | +380 | +140 | +180 | +240 | +81  | +102 | +63 | +84  | +115 | +175 | +280 | ±18   | ±28   | +7  | +17 | -10 | 0   | -26 | -16 | -51  | -41  | -74  | -124 | -174 | -224 | -224 | -224 |      |     |
| 355         | +910     | +540 | +630 | +480 | +580 | +680 | +270 | +330 | +410 | +160 | +200 | +270 | +81  | +102 | +63 | +84  | +115 | +175 | +280 | ±18   | ±28   | -29 | -40 | -46 | -57 | -66 | -77 | -88  | -119 | -169 | -219 | -269 | -269 | -269 | -269 |      |     |
| 400         | +1010    | +595 | +690 | +500 | +600 | +700 | +300 | +370 | +460 | +180 | +230 | +310 | +91  | +112 | +73 | +94  | +125 | +185 | +290 | ±20   | ±31   | +8  | +18 | -10 | 0   | -27 | -17 | -55  | -45  | -83  | -133 | -183 | -233 | -233 | -233 |      |     |
| 450         | +1090    | +635 | +730 | +540 | +640 | +740 | +330 | +400 | +490 | +200 | +250 | +330 | +101 | +122 | +83 | +104 | +135 | +195 | +300 | ±20   | ±31   | -32 | -45 | -50 | -63 | -73 | -85 | -117 | -167 | -217 | -267 | -317 | -317 | -317 | -317 |      |     |
| 500         | +840     | +480 | +580 | +400 | +500 | +600 | +230 | +280 | +350 | +140 | +180 | +240 | +81  | +102 | +63 | +84  | +115 | +175 | +280 | ±20   | ±31   | +8  | +18 | -10 | 0   | -27 | -17 | -55  | -45  | -83  | -133 | -183 | -233 | -233 | -233 |      |     |

# 常用するはめあいの寸法公差 (軸)

JIS B 0401 (1986) より抜粋

常用するはめあいで用いる軸の寸法許容差

| 基準寸法の区分 (mm) | 軸の公差域クラス |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |     |      |      |       |       |     |     |     |     | 単位 μm |     |     |      |      |      |      |      |      |      |     |
|--------------|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|
|              | b9       | c9   | d8   | d9   | e7   | e8   | e9   | f6   | f7   | f8   | f5  | g6  | h4※ | h5  | h6  | h7  | h8   | h9   | js5   | js6   | js7 | k5  | k6  | m5  | m6    | n5※ | n6  | p6   | r6   | s6   | t6   | u6   | x6   |      |     |
| —            | -140     | -60  | -20  | -14  | -14  | -14  | -6   | -6   | -6   | -6   | -2  | -2  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | 0     | ±2    | ±3  | ±5  | +4  | +6  | +6    | +8  | +8  | +10  | +12  | +16  | +20  | +24  | +26  |      |     |
| 3            | -165     | -85  | -34  | -45  | -24  | -28  | -39  | -12  | -16  | -20  | -6  | -8  | -3  | -4  | -6  | -10 | -14  | -25  | 0     | ±3    | ±4  | ±6  | 0   | +9  | +9    | +12 | +13 | +16  | +20  | +23  | +27  | +31  | +36  |      |     |
| 6            | -170     | -100 | -40  | -30  | -20  | -20  | -10  | -10  | -10  | -10  | -4  | -4  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | ±2.5  | ±4    | ±6  | +1  | +1  | +4  | +4    | +8  | +8  | +12  | +15  | +19  | +23  | +28  | +34  |      |     |
| 10           | -186     | -116 | -62  | -76  | -40  | -47  | -61  | -28  | -35  | -43  | -5  | -5  | -4  | -6  | -9  | -15 | -22  | -36  | ±3    | ±4.5  | ±7  | +1  | +1  | +6  | +6    | +10 | +10 | +15  | +19  | +23  | +28  | +34  | +43  |      |     |
| 14           | -150     | -95  | -50  | -32  | -32  | -32  | -16  | -16  | -16  | -16  | -6  | -6  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | ±4    | ±5.5  | ±9  | +9  | +12 | +15 | +18   | +20 | +23 | +29  | +34  | +39  | +44  | +40  | +51  |      |     |
| 18           | -193     | -138 | -77  | -93  | -50  | -59  | -75  | -27  | -34  | -43  | -14 | -17 | -5  | -8  | -11 | -18 | -27  | -43  | ±4    | ±5.5  | ±9  | +1  | +1  | +7  | +7    | +12 | +12 | +18  | +23  | +28  | +33  | +38  | +44  | +40  | +56 |
| 24           | -160     | -110 | -65  | -85  | -40  | -40  | -20  | -20  | -20  | -20  | -7  | -7  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | ±4.5  | ±6.5  | ±10 | +11 | +15 | +17 | +21   | +24 | +28 | +35  | +41  | +48  | +54  | +67  | +67  | +84  |     |
| 30           | -212     | -162 | -98  | -117 | -61  | -73  | -92  | -33  | -41  | -53  | -16 | -20 | -6  | -9  | -13 | -21 | -33  | -52  | ±4.5  | ±6.5  | ±10 | +2  | +2  | +8  | +8    | +15 | +15 | +22  | +28  | +35  | +41  | +48  | +54  | +67  | +84 |
| 40           | -170     | -120 | -80  | -90  | -50  | -50  | -25  | -25  | -25  | -25  | -9  | -9  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | ±5.5  | ±8    | ±12 | +13 | +18 | +20 | +25   | +28 | +33 | +42  | +50  | +59  | +60  | +60  | +86  | +86  |     |
| 50           | -180     | -130 | -119 | -142 | -75  | -89  | -112 | -41  | -50  | -64  | -20 | -25 | -7  | -11 | -16 | -25 | -39  | -62  | ±5.5  | ±8    | ±12 | +2  | +2  | +9  | +9    | +17 | +17 | +26  | +34  | +43  | +43  | +70  | +86  | +86  |     |
| 65           | -242     | -192 | -140 | -160 | -60  | -60  | -30  | -30  | -30  | -30  | -10 | -10 | -8  | -13 | -19 | -30 | -46  | -74  | ±6.5  | ±9.5  | ±15 | +15 | +21 | +24 | +30   | +33 | +39 | +51  | +60  | +72  | +85  | +106 | +106 | +106 |     |
| 80           | -264     | -214 | -100 | -100 | -60  | -60  | -30  | -30  | -30  | -30  | -10 | -10 | -8  | -13 | -19 | -30 | -46  | -74  | ±6.5  | ±9.5  | ±15 | +15 | +21 | +24 | +30   | +33 | +39 | +51  | +60  | +72  | +85  | +106 | +106 | +106 |     |
| 100          | -200     | -150 | -146 | -174 | -90  | -106 | -134 | -49  | -60  | -76  | -23 | -29 | -8  | -13 | -19 | -30 | -46  | -74  | ±7.5  | ±11   | ±17 | +18 | +25 | +28 | +35   | +38 | +45 | +59  | +73  | +93  | +113 | +146 | +146 | +146 |     |
| 120          | -240     | -180 | -174 | -207 | -107 | -126 | -159 | -68  | -71  | -90  | -27 | -34 | -10 | -15 | -22 | -35 | -54  | -87  | ±7.5  | ±11   | ±17 | +3  | +3  | +13 | +13   | +23 | +23 | +37  | +43  | +54  | +79  | +104 | +144 | +144 |     |
| 140          | -260     | -200 | -145 | -145 | -85  | -85  | -43  | -43  | -43  | -43  | -14 | -14 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | ±9    | ±12.5 | ±20 | +21 | +28 | +33 | +40   | +40 | +52 | +68  | +83  | +92  | +122 | +147 | +147 | +147 |     |
| 160          | -380     | -280 | -210 | -210 | -125 | -125 | -62  | -62  | -62  | -62  | -18 | -18 | -12 | -18 | -25 | -40 | -63  | -100 | ±9    | ±12.5 | ±20 | +21 | +28 | +33 | +40   | +40 | +52 | +68  | +83  | +92  | +122 | +147 | +147 | +147 |     |
| 180          | -310     | -230 | -208 | -245 | -125 | -148 | -185 | -83  | -83  | -106 | -32 | -39 | -12 | -18 | -25 | -40 | -63  | -100 | ±9    | ±12.5 | ±20 | +21 | +28 | +33 | +40   | +40 | +52 | +68  | +83  | +92  | +122 | +147 | +147 | +147 |     |
| 200          | -420     | -280 | -285 | -320 | -146 | -172 | -215 | -79  | -96  | -122 | -35 | -44 | -14 | -20 | -29 | -46 | -72  | -115 | ±10   | ±14.5 | ±23 | +24 | +33 | +37 | +46   | +46 | +60 | +79  | +109 | +159 | +199 | +249 | +249 | +249 |     |
| 225          | -495     | -335 | -320 | -360 | -162 | -191 | -240 | -88  | -108 | -137 | -40 | -49 | -16 | -23 | -32 | -52 | -81  | -130 | ±10   | ±14.5 | ±23 | +24 | +33 | +37 | +46   | +46 | +60 | +79  | +109 | +159 | +199 | +249 | +249 | +249 |     |
| 250          | -480     | -300 | -190 | -190 | -110 | -110 | -56  | -56  | -56  | -56  | -17 | -17 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | ±11.5 | ±16   | ±26 | +27 | +36 | +43 | +52   | +52 | +66 | +88  | +114 | +144 | +174 | +204 | +204 | +204 |     |
| 280          | -610     | -430 | -320 | -320 | -162 | -191 | -240 | -88  | -108 | -137 | -40 | -49 | -16 | -23 | -32 | -52 | -81  | -130 | ±11.5 | ±16   | ±26 | +27 | +36 | +43 | +52   | +52 | +66 | +88  | +114 | +144 | +174 | +204 | +204 | +204 |     |
| 315          | -540     | -330 | -271 | -320 | -162 | -191 | -240 | -88  | -108 | -137 | -40 | -49 | -16 | -23 | -32 | -52 | -81  | -130 | ±11.5 | ±16   | ±26 | +27 | +36 | +43 | +52   | +52 | +66 | +88  | +114 | +144 | +174 | +204 | +204 | +204 |     |
| 355          | -600     | -380 | -210 | -210 | -125 | -125 | -62  | -62  | -62  | -62  | -18 | -18 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | ±12.5 | ±18   | ±28 | +29 | +40 | +46 | +57   | +57 | +73 | +98  | +126 | +156 | +186 | +216 | +216 | +216 |     |
| 355          | -740     | -500 | -350 | -350 | -182 | -214 | -265 | -98  | -119 | -151 | -43 | -54 | -18 | -25 | -36 | -57 | -89  | -140 | ±12.5 | ±18   | ±28 | +29 | +40 | +46 | +57   | +57 | +73 | +98  | +126 | +156 | +186 | +216 | +216 | +216 |     |
| 400          | -680     | -400 | -299 | -350 | -182 | -214 | -265 | -98  | -119 | -151 | -43 | -54 | -18 | -25 | -36 | -57 | -89  | -140 | ±12.5 | ±18   | ±28 | +29 | +40 | +46 | +57   | +57 | +73 | +98  | +126 | +156 | +186 | +216 | +216 | +216 |     |
| 450          | -820     | -540 | -340 | -340 | -195 | -232 | -290 | -108 | -131 | -165 | -47 | -60 | -20 | -27 | -40 | -63 | -97  | -155 | ±13.5 | ±20   | ±31 | +32 | +45 | +50 | +63   | +63 | +80 | +108 | +138 | +168 | +208 | +208 | +208 | +208 |     |
| 450          | -915     | -595 | -230 | -230 | -135 | -135 | -68  | -68  | -68  | -68  | -20 | -20 | 0   | 0   | 0   | 0   | 0    | 0    | ±13.5 | ±20   | ±31 | +32 | +45 | +50 | +63   | +63 | +80 | +108 | +138 | +168 | +208 | +208 | +208 | +208 |     |
| 500          | -840     | -480 | -327 | -385 | -198 | -232 | -290 | -108 | -131 | -165 | -47 | -60 | -20 | -27 | -40 | -63 | -97  | -155 | ±13.5 | ±20   | ±31 | +32 | +45 | +50 | +63   | +63 | +80 | +108 | +138 | +168 | +208 | +208 | +208 | +208 |     |
| 500          | -995     | -635 | -385 | -440 | -232 | -290 | -108 | -131 | -165 | -47  | -60 | -20 | -27 | -40 | -63 | -97 | -155 | -155 | ±13.5 | ±20   | ±31 | +32 | +45 | +50 | +63   | +63 | +80 | +108 | +138 | +168 | +208 | +208 | +208 | +208 |     |

\* h4、n5は旧JIS規格です。





# 三角関数の真数表 No.1

| deg (角度) = 0° 00' ~ 11° 50' の場合 |                                  |          |          |         |
|---------------------------------|----------------------------------|----------|----------|---------|
| θ (シータ)<br>deg (角度°)            | 正弦 sin θ                         | 余弦 cos θ | 正接 tan θ | cot θ   |
| 0° 00'                          | .0000                            | 1.0000   | .0000    | ∞       |
| 0° 10'                          | .0029                            | 1.0000   | .0029    | 343.77  |
| 0° 20'                          | .0058                            | 1.0000   | .0058    | 171.89  |
| 0° 30'                          | .0087                            | 1.0000   | .0087    | 114.59  |
| 0° 40'                          | .0116                            | .99999   | .0116    | 85.940  |
| 0° 50'                          | .0145                            | .9999    | .0145    | 68.750  |
| 1° 00'                          | .0175                            | .9998    | .0175    | 57.290  |
| 1° 10'                          | .0204                            | .9998    | .0204    | 49.104  |
| 1° 20'                          | .0233                            | .9997    | .0233    | 42.964  |
| 1° 30'                          | .0262                            | .9997    | .0262    | 38.188  |
| 1° 40'                          | .0291                            | .9996    | .0291    | 34.368  |
| 1° 50'                          | .0320                            | .9995    | .0320    | 31.242  |
| 2° 00'                          | .0349                            | .9994    | .0349    | 28.636  |
| 2° 10'                          | .0378                            | .9993    | .0378    | 26.432  |
| 2° 20'                          | .0407                            | .9992    | .0407    | 24.542  |
| 2° 30'                          | .0436                            | .9990    | .0437    | 22.904  |
| 2° 40'                          | .0465                            | .9989    | .0466    | 21.470  |
| 2° 50'                          | .0494                            | .9988    | .0495    | 20.206  |
| 3° 00'                          | .0523                            | .9986    | .0524    | 19.081  |
| 3° 10'                          | .0552                            | .9985    | .0553    | 18.075  |
| 3° 20'                          | .0581                            | .9983    | .0582    | 17.169  |
| 3° 30'                          | .0610                            | .9981    | .0612    | 16.350  |
| 3° 40'                          | .0640                            | .9980    | .0641    | 15.605  |
| 3° 50'                          | .0669                            | .9978    | .0670    | 14.924  |
| 4° 00'                          | .0698                            | .9976    | .0699    | 14.301  |
| 4° 10'                          | .0727                            | .9974    | .0729    | 13.727  |
| 4° 20'                          | .0756                            | .9971    | .0758    | 13.197  |
| 4° 30'                          | .0785                            | .9969    | .0787    | 12.706  |
| 4° 40'                          | .0814                            | .9967    | .0816    | 12.251  |
| 4° 50'                          | .0843                            | .9964    | .0846    | 11.826  |
| 5° 00'                          | .0872                            | .9962    | .0875    | 11.430  |
| 5° 10'                          | .0901                            | .9959    | .0904    | 11.059  |
| 5° 20'                          | .0929                            | .9957    | .0934    | 10.712  |
| 5° 30'                          | .0958                            | .9954    | .0963    | 10.385  |
| 5° 40'                          | .0987                            | .9951    | .0992    | 10.078  |
| 5° 50'                          | .1016                            | .9948    | .1022    | 9.7882  |
| 6° 00'                          | .1045                            | .9945    | .1051    | 9.5144  |
| 6° 10'                          | .1074                            | .9942    | .1080    | 9.2553  |
| 6° 20'                          | .1103                            | .9939    | .1110    | 9.0098  |
| 6° 30'                          | .1132                            | .9936    | .1139    | 8.7769  |
| 6° 40'                          | .1161                            | .9932    | .1169    | 8.5555  |
| 6° 50'                          | .1190                            | .9929    | .1198    | 8.3450  |
| 7° 00'                          | .1219                            | .9925    | .1228    | 8.1443  |
| 7° 10'                          | .1248                            | .9922    | .1257    | 7.9530  |
| 7° 20'                          | .1276                            | .9918    | .1287    | 7.7704  |
| 7° 30'                          | .1305                            | .9914    | .1317    | 7.5958  |
| 7° 40'                          | .1334                            | .9911    | .1346    | 7.4287  |
| 7° 50'                          | .1363                            | .9907    | .1376    | 7.2687  |
| 8° 00'                          | .1392                            | .9903    | .1405    | 7.1154  |
| 8° 10'                          | .1421                            | .9899    | .1435    | 6.9682  |
| 8° 20'                          | .1449                            | .9894    | .1465    | 6.8269  |
| 8° 30'                          | .1478                            | .9890    | .1495    | 6.6912  |
| 8° 40'                          | .1507                            | .9886    | .1524    | 6.5606  |
| 8° 50'                          | .1536                            | .9881    | .1554    | 6.4348  |
| 9° 00'                          | .1564                            | .9877    | .1584    | 6.3138  |
| 9° 10'                          | .1593                            | .9872    | .1614    | 6.1970  |
| 9° 20'                          | .1622                            | .9868    | .1644    | 6.0844  |
| 9° 30'                          | .1650                            | .9863    | .1673    | 5.9758  |
| 9° 40'                          | .1679                            | .9858    | .1703    | 5.8708  |
| 9° 50'                          | .1708                            | .9853    | .1733    | 5.7694  |
| 10° 00'                         | .1736                            | .9848    | .1763    | 5.6713  |
| 10° 10'                         | .1765                            | .9843    | .1793    | 5.5764  |
| 10° 20'                         | .1794                            | .9838    | .1823    | 5.4845  |
| 10° 30'                         | .1822                            | .9833    | .1853    | 5.3955  |
| 10° 40'                         | .1851                            | .9827    | .1883    | 5.3093  |
| 10° 50'                         | .1880                            | .9822    | .1914    | 5.2257  |
| 11° 00'                         | .1908                            | .9816    | .1944    | 5.1446  |
| 11° 10'                         | .1937                            | .9811    | .1974    | 5.0658  |
| 11° 20'                         | .1965                            | .9805    | .2004    | 4.9894  |
| 11° 30'                         | .1994                            | .9799    | .2035    | 4.9152  |
| 11° 40'                         | .2022                            | .9793    | .2065    | 4.8430  |
| 11° 50'                         | .2051                            | .9787    | .2095    | 4.7729  |
|                                 | 正弦 sin θ                         | 余弦 cos θ | 正接 tan θ | cot θ   |
|                                 | deg (角度) = 78° 10' ~ 90° 00' の場合 |          |          |         |
|                                 |                                  |          |          | θ (シータ) |

| deg (角度) = 12° 00' ~ 23° 50' の場合 |                                  |          |          |         |
|----------------------------------|----------------------------------|----------|----------|---------|
| θ (シータ)<br>deg (角度°)             | 正弦 sin θ                         | 余弦 cos θ | 正接 tan θ | cot θ   |
| 12° 00'                          | .2079                            | .9781    | .2126    | 4.7046  |
| 12° 10'                          | .2108                            | .9775    | .2156    | 4.6382  |
| 12° 20'                          | .2136                            | .9769    | .2186    | 4.5736  |
| 12° 30'                          | .2164                            | .9763    | .2217    | 4.5107  |
| 12° 40'                          | .2193                            | .9757    | .2247    | 4.4494  |
| 12° 50'                          | .2221                            | .9750    | .2278    | 4.3897  |
| 13° 00'                          | .2250                            | .9744    | .2309    | 4.3315  |
| 13° 10'                          | .2278                            | .9737    | .2339    | 4.2747  |
| 13° 20'                          | .2306                            | .9730    | .2370    | 4.2193  |
| 13° 30'                          | .2334                            | .9724    | .2401    | 4.1653  |
| 13° 40'                          | .2363                            | .9717    | .2432    | 4.1126  |
| 13° 50'                          | .2391                            | .9710    | .2462    | 4.0611  |
| 14° 00'                          | .2419                            | .9703    | .2493    | 4.0108  |
| 14° 10'                          | .2447                            | .9696    | .2524    | 3.9617  |
| 14° 20'                          | .2476                            | .9689    | .2555    | 3.9136  |
| 14° 30'                          | .2504                            | .9681    | .2586    | 3.8667  |
| 14° 40'                          | .2532                            | .9674    | .2617    | 3.8208  |
| 14° 50'                          | .2560                            | .9667    | .2648    | 3.7760  |
| 15° 00'                          | .2588                            | .9659    | .2679    | 3.7321  |
| 15° 10'                          | .2616                            | .9652    | .2711    | 3.6891  |
| 15° 20'                          | .2644                            | .9644    | .2742    | 3.6470  |
| 15° 30'                          | .2672                            | .9636    | .2773    | 3.6059  |
| 15° 40'                          | .2700                            | .9628    | .2805    | 3.5656  |
| 15° 50'                          | .2728                            | .9621    | .2836    | 3.5261  |
| 16° 00'                          | .2756                            | .9613    | .2867    | 3.4874  |
| 16° 10'                          | .2784                            | .9605    | .2899    | 3.4495  |
| 16° 20'                          | .2812                            | .9596    | .2931    | 3.4124  |
| 16° 30'                          | .2840                            | .9588    | .2962    | 3.3759  |
| 16° 40'                          | .2868                            | .9580    | .2994    | 3.3402  |
| 16° 50'                          | .2896                            | .9572    | .3026    | 3.3052  |
| 17° 00'                          | .2924                            | .9563    | .3057    | 3.2709  |
| 17° 10'                          | .2952                            | .9555    | .3089    | 3.2371  |
| 17° 20'                          | .2979                            | .9546    | .3121    | 3.2041  |
| 17° 30'                          | .3007                            | .9537    | .3153    | 3.1716  |
| 17° 40'                          | .3035                            | .9528    | .3185    | 3.1397  |
| 17° 50'                          | .3062                            | .9520    | .3217    | 3.1084  |
| 18° 00'                          | .3090                            | .9511    | .3249    | 3.0777  |
| 18° 10'                          | .3118                            | .9502    | .3281    | 3.0475  |
| 18° 20'                          | .3145                            | .9492    | .3314    | 3.0178  |
| 18° 30'                          | .3173                            | .9483    | .3346    | 2.9887  |
| 18° 40'                          | .3201                            | .9474    | .3378    | 2.9600  |
| 18° 50'                          | .3228                            | .9465    | .3411    | 2.9319  |
| 19° 00'                          | .3256                            | .9455    | .3443    | 2.9042  |
| 19° 10'                          | .3283                            | .9446    | .3476    | 2.8770  |
| 19° 20'                          | .3311                            | .9436    | .3508    | 2.8502  |
| 19° 30'                          | .3338                            | .9426    | .3541    | 2.8239  |
| 19° 40'                          | .3365                            | .9417    | .3574    | 2.7980  |
| 19° 50'                          | .3393                            | .9407    | .3607    | 2.7725  |
| 20° 00'                          | .3420                            | .9397    | .3640    | 2.7475  |
| 20° 10'                          | .3448                            | .9387    | .3673    | 2.7228  |
| 20° 20'                          | .3475                            | .9377    | .3706    | 2.6985  |
| 20° 30'                          | .3502                            | .9367    | .3739    | 2.6746  |
| 20° 40'                          | .3529                            | .9356    | .3772    | 2.6511  |
| 20° 50'                          | .3557                            | .9346    | .3805    | 2.6279  |
| 21° 00'                          | .3584                            | .9336    | .3839    | 2.6051  |
| 21° 10'                          | .3611                            | .9325    | .3872    | 2.5826  |
| 21° 20'                          | .3638                            | .9315    | .3906    | 2.5605  |
| 21° 30'                          | .3665                            | .9304    | .3939    | 2.5386  |
| 21° 40'                          | .3692                            | .9293    | .3973    | 2.5172  |
| 21° 50'                          | .3719                            | .9283    | .4006    | 2.4960  |
| 22° 00'                          | .3746                            | .9272    | .4040    | 2.4751  |
| 22° 10'                          | .3773                            | .9261    | .4074    | 2.4545  |
| 22° 20'                          | .3800                            | .9250    | .4108    | 2.4342  |
| 22° 30'                          | .3827                            | .9239    | .4142    | 2.4142  |
| 22° 40'                          | .3854                            | .9228    | .4176    | 2.3945  |
| 22° 50'                          | .3881                            | .9216    | .4210    | 2.3750  |
| 23° 00'                          | .3907                            | .9205    | .4245    | 2.3559  |
| 23° 10'                          | .3934                            | .9194    | .4279    | 2.3369  |
| 23° 20'                          | .3961                            | .9182    | .4314    | 2.3183  |
| 23° 30'                          | .3987                            | .9171    | .4348    | 2.2998  |
| 23° 40'                          | .4014                            | .9159    | .4383    | 2.2817  |
| 23° 50'                          | .4041                            | .9147    | .4417    | 2.2637  |
|                                  | 正弦 sin θ                         | 余弦 cos θ | 正接 tan θ | cot θ   |
|                                  | deg (角度) = 66° 10' ~ 78° 00' の場合 |          |          |         |
|                                  |                                  |          |          | θ (シータ) |

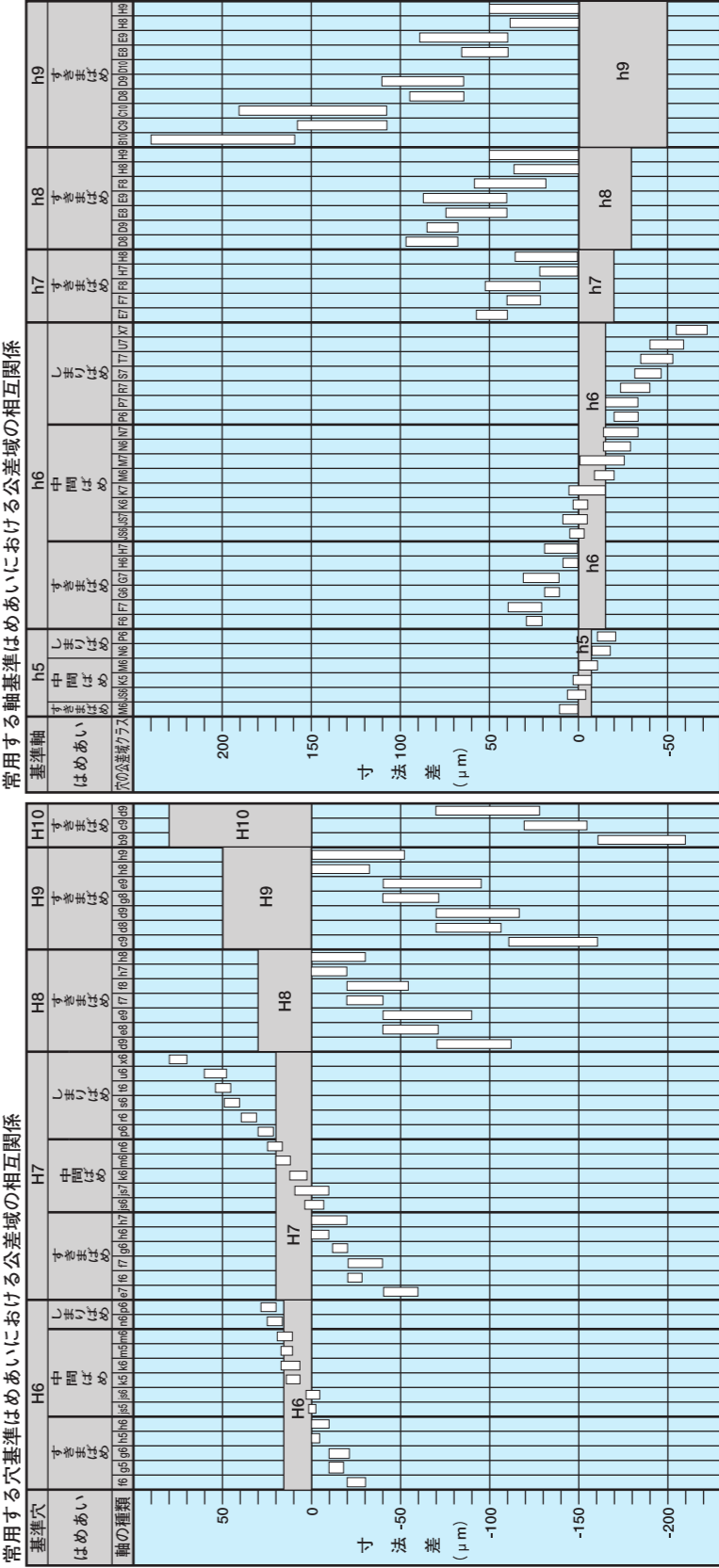
# 寸法公差及びはめあい

| 基準穴  | 軸の公差域クラス |    |      |     |       |     |       |     |       |      |
|------|----------|----|------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|------|
|      | すぎまばめ    |    | 中間はめ |     | しまりばめ |     | すぎまばめ |     | しまりばめ |      |
| H 6  | js5      | k5 | m5   | h5  | js6   | k6  | m6    | n6  | p6*   | H 6  |
| H 7  | f6       | g6 | h6   | js7 | f7    | g7  | h7    | js8 | p7*   | H 7  |
| H 8  | e7       | f7 | g7   | h7  | e8    | f8  | g8    | h8  | p8*   | H 8  |
| H 9  | d8       | e8 | f8   | g8  | d9    | e9  | f9    | g9  | p9*   | H 9  |
| H 10 | c9       | d9 | e9   | f9  | c9    | d9  | e9    | f9  | p9*   | H 10 |
|      | B9       | C9 | D9   | E9  | B10   | C10 | D10   | E10 | F10   |      |

注 \* これらのはめあいは、寸法の区分によっては例外を生じる。

注 \* これらのはめあいは、寸法の区分によっては例外を生じる。

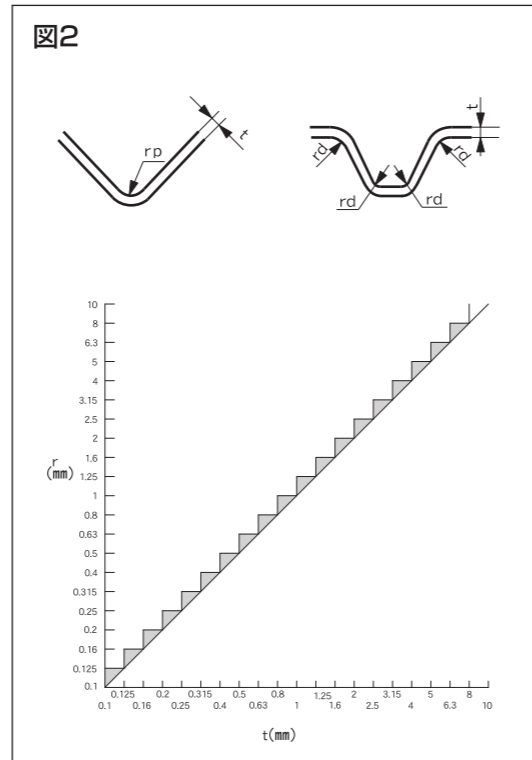
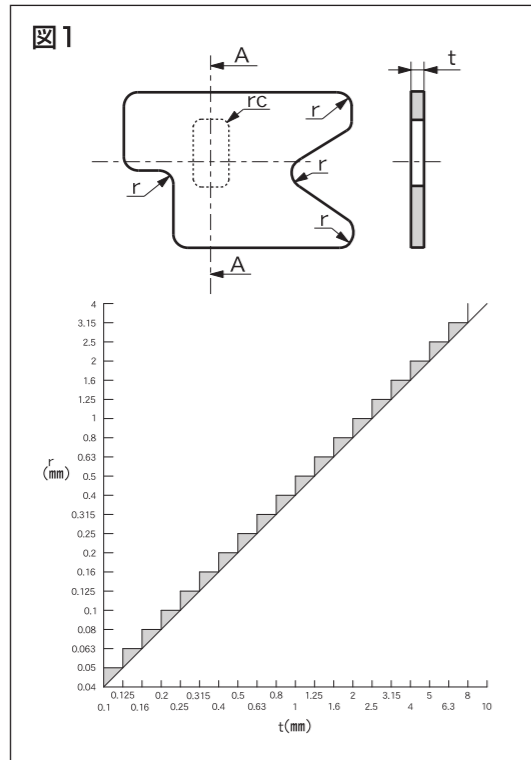
注 \* これらのはめあいは、寸法の区分によっては例外を生じる。



# プレス加工品の丸みの選定 バーリングの加工限界 JIS -B 0702-

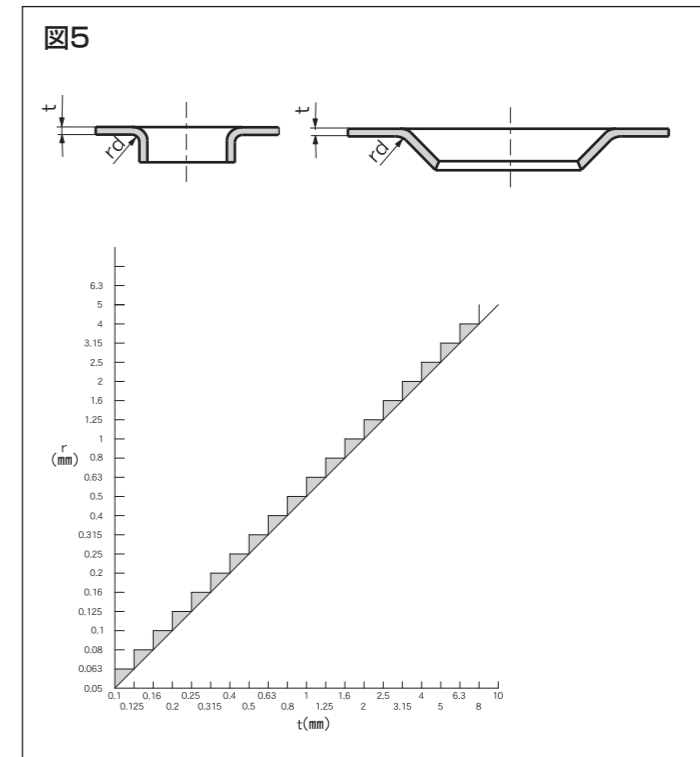
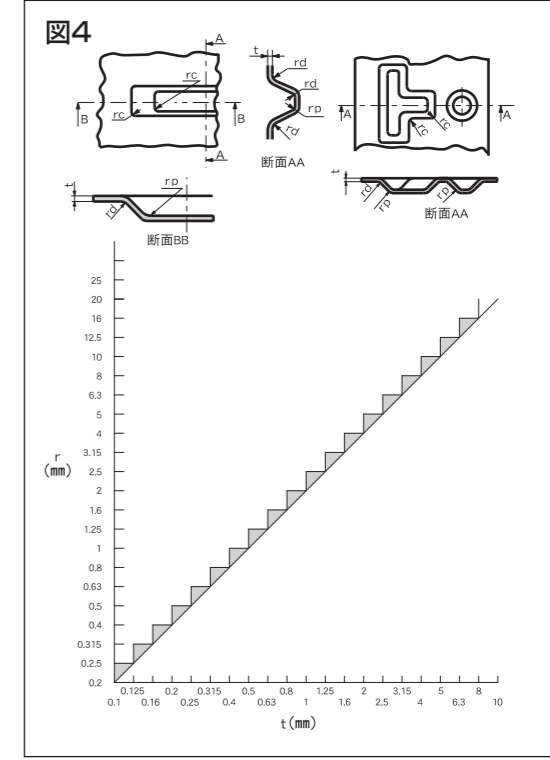
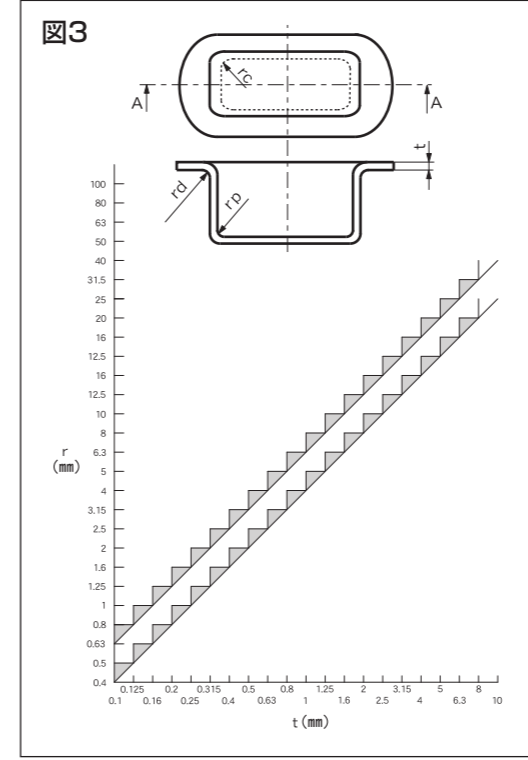
## No.1

適用範囲 この規格は、プレスにより金属板を打抜き加工、曲げ加工、絞り加工、ビード加工、エンボス加工、バーリング加工及び穴フランジ加工した部品の角の丸み及びびすみの丸みの値について規定する。  
ただし、機能上の考慮を要する所には、これを適用しない。



# プレス加工品の丸みの選定 バーリングの加工限界 JIS -B 0702-

## No.2



### ■バーリングの加工限界

| 深絞り鋼板   | dp/d1 |         |       |
|---------|-------|---------|-------|
|         | 亀裂発生  | くびれ発生   | 完全成形  |
| 深絞り鋼板   | 4.0以上 | 3.9~2.6 | 2.5以下 |
| 普通鋼板    | 3.8以上 | 3.7~2.5 | 2.4以下 |
| 黄銅 (軟)  | 4.0以上 | 3.9~2.4 | 2.3以下 |
| アルミ (軟) | 6.0以上 | 5.9~3.5 | 3.4以下 |
| アルミ (硬) | 3.5以上 | 3.4~2.4 | 2.3以下 |

d1: 下穴の直径 dp: パンチの直径

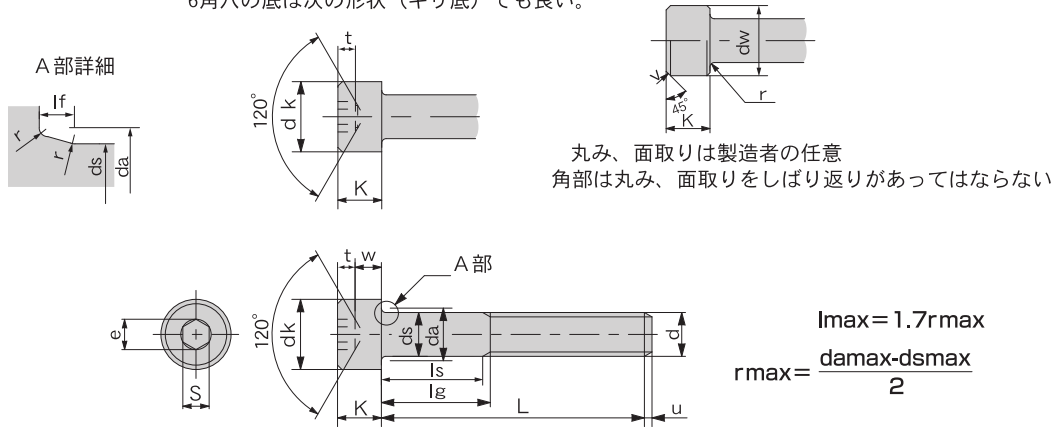
- 打抜き加工品の丸みの値  
せん断輪郭の隅及びかどの丸みの半径rを言う。
- 曲げ加工、絞り加工、ビード加工、エンボス加工  
バーリング加工品及び穴フランジ加工品の丸みの値  
すみ又はかどの板厚tを含まない内側の丸みの半径  $r_D$ 、 $r_a$  及び  $r_c$  を言う。  
 $r_D$  主としてパンチ頭部により決まる丸み  
 $r_a$  主としてダイの肩により決まる丸み  
 $r_c$  主としてパンチ又はダイの側面により決まる丸み

# 六角穴付きボルト

JIS B 1176 (2000) より抜粋

## 1.各部の寸法

六角穴の底は次の形状（キリ底）でも良い。



$$l_{max} = 1.7r_{max}$$

$$r_{max} = \frac{d_{amax} - d_{smax}}{2}$$

| ねじの呼び (d) <sup>(15)</sup> | M3                 | M4    | M5    | M6    | M8    | M10   | M12   | M16    | M20    | M24    |        |
|---------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| ねじのピッチ (P)                | 0.5                | 0.7   | 0.8   | 1     | 1.25  | 1.5   | 1.75  | 2      | 2.5    | 3      |        |
| b                         | 参考                 | 18    | 20    | 22    | 24    | 28    | 32    | 36     | 44     | 52     | 60     |
| dk                        | 最大 (基準寸法)*         | 5.5   | 7     | 8.5   | 10    | 13    | 16    | 18     | 24     | 30     | 36     |
|                           | 最大**               | 5.68  | 7.22  | 8.72  | 10.22 | 13.27 | 16.27 | 18.27  | 24.33  | 30.33  | 36.39  |
| da                        | 最大                 | 5.32  | 6.78  | 8.28  | 9.78  | 12.73 | 15.73 | 17.73  | 23.67  | 29.67  | 35.61  |
|                           | 最大                 | 3.6   | 4.7   | 5.7   | 6.8   | 9.2   | 11.2  | 13.7   | 17.7   | 22.4   | 26.4   |
| ds                        | 最大 (基準寸法)          | 3     | 4     | 5     | 6     | 8     | 10    | 12     | 16     | 20     | 24     |
|                           | 最小                 | 2.86  | 3.82  | 4.82  | 5.82  | 7.78  | 9.78  | 11.73  | 15.73  | 19.67  | 23.67  |
| e                         | 最小                 | 2.87  | 3.44  | 4.58  | 5.72  | 6.86  | 9.15  | 11.43  | 16.00  | 19.44  | 21.73  |
| lf                        | 最大                 | 0.51  | 0.60  | 0.60  | 0.68  | 1.02  | 1.02  | 1.45   | 1.45   | 2.04   | 2.04   |
| k                         | 最大 (基準寸法)          | 3     | 4     | 5     | 6     | 8     | 10    | 12     | 16     | 20     | 24     |
|                           | 最小                 | 2.86  | 3.82  | 4.82  | 5.70  | 7.64  | 9.64  | 11.57  | 15.57  | 19.48  | 23.48  |
| r                         | 最小                 | 0.1   | 0.2   | 0.2   | 0.25  | 0.4   | 0.4   | 0.6    | 0.6    | 0.8    | 0.8    |
| s                         | 呼び (基準寸法)          | 2.5   | 3     | 4     | 5     | 6     | 8     | 10     | 14     | 17     | 19     |
|                           | 最小                 | 2.52  | 3.02  | 4.02  | 5.02  | 6.02  | 8.025 | 10.025 | 14.032 | 17.050 | 19.065 |
|                           | 最大 <sup>(14)</sup> | 2欄    | 2.560 | 3.071 | 4.084 | 5.084 | 6.095 | 8.115  | 10.115 | 14.142 | 17.230 |
| t                         | 最小                 | 2.580 | 3.080 | 4.095 | 5.140 | 6.140 | 8.175 | 10.175 | 14.212 | 17.230 | 19.275 |
|                           | 最小                 | 1.3   | 2     | 2.5   | 3     | 4     | 5     | 6      | 8      | 10     | 12     |
| v                         | 最大                 | 0.3   | 0.4   | 0.5   | 0.6   | 0.8   | 1     | 1.2    | 1.6    | 2      | 2.4    |
| dw                        | 最小                 | 5.07  | 6.53  | 8.03  | 9.38  | 12.33 | 15.33 | 17.23  | 23.17  | 28.87  | 34.81  |
| w                         | 最小                 | 1.15  | 1.4   | 1.9   | 2.3   | 3.3   | 4     | 4.8    | 8.6    | 8.6    | 10.4   |

2欄は強度区分12.9に適用する。  
1欄はその他のものに適用する。

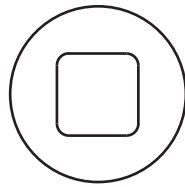
### メートル並目ねじ

| ねじの呼び        | 最小寸法<br>2級・3級 | 最大寸法 |      |
|--------------|---------------|------|------|
|              |               | 2級   | 3級   |
| M 1 × 0.25   | 0.73          | 0.78 | —    |
| M 1.1 × 0.25 | 0.83          | 0.89 | —    |
| M 1.2 × 0.25 | 0.93          | 0.98 | —    |
| M 1.4 × 0.3  | 1.08          | 1.14 | —    |
| M 1.6 × 0.35 | 1.22          | 1.32 | —    |
| M 1.7 × 0.35 | 1.33          | 1.42 | —    |
| M 1.8 × 0.35 | 1.42          | 1.52 | —    |
| M 2 × 0.4    | 1.57          | 1.67 | —    |
| M 2.2 × 0.45 | 1.71          | 1.84 | —    |
| M 2.3 × 0.4  | 1.87          | 1.97 | —    |
| M 2.5 × 0.45 | 2.01          | 2.14 | —    |
| M 2.6 × 0.45 | 2.12          | 2.23 | —    |
| M 3 × 0.5    | 2.46          | 2.60 | 2.64 |
| M 3.5 × 0.6  | 2.85          | 3.01 | 3.05 |
| M 4 × 0.7    | 3.24          | 3.42 | 3.47 |

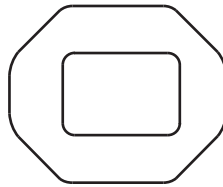
| ねじの呼び        | 最小寸法<br>2級・3級 | 最大寸法  |       |
|--------------|---------------|-------|-------|
|              |               | 2級    | 3級    |
| M 4.5 × 0.75 | 3.69          | 3.88  | 3.92  |
| M 5 × 0.8    | 4.13          | 4.33  | 4.38  |
| M 6 × 1      | 4.92          | 5.15  | 5.22  |
| M 7 × 1      | 5.92          | 6.15  | 6.22  |
| M 8 × 1.25   | 6.65          | 6.91  | 6.98  |
| M 9 × 1.25   | 7.65          | 7.91  | 7.98  |
| M 10 × 1.5   | 8.38          | 8.68  | 8.75  |
| M 11 × 1.5   | 9.38          | 9.68  | 9.75  |
| M 12 × 1.75  | 10.11         | 10.44 | 10.53 |
| M 16 × 2     | 13.84         | 14.21 | 14.31 |
| M 20 × 2.5   | 17.29         | 17.74 | 17.85 |
| M 24 × 3     | 20.75         | 21.25 | 21.38 |

# 円筒絞りの blanks 展開 円筒絞りの blanks 寸法算定

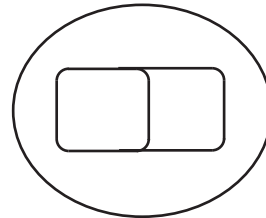
## 円筒絞りの blanks 展開



a) 正方形



b) 長方形



c) 長い長方形

### 絞り製品の blanks 直径を求める公式

|    |  |   |    |  |   |
|----|--|---|----|--|---|
| A) |  | $\sqrt{d_1^2 + 4dh}$                            | M) |  | $\sqrt{d^2 + 4h^2}$                                 |
| B) |  | $\sqrt{d_1^2 + 4(dh + d_1h_1)}$                 | N) |  | $\sqrt{d_1^2 + 4(h^2 + dh_1)}$                      |
| C) |  | $\sqrt{d_2^2 + 4(dh + d_1h_1)}$                 | O) |  | $\sqrt{d^2 + 4(h_1^2 + dh)}$                        |
| D) |  | $\sqrt{d^2 + 4dh + 2f(d + d_1)}$                | P) |  | $\sqrt{d^2 + 4h^2 + 2f(d + d_1)}$                   |
| E) |  | $\sqrt{d_1^2 + 4(dh + d_1h_1) + 2f(d_1 + d_2)}$ | Q) |  | $\sqrt{d^2 + 4[h^2 + dh_1 + \frac{f}{2}(d + d_1)]}$ |
| F) |  | $\sqrt{2d^2} = 0.414 \times d$                  | R) |  | $\sqrt{d^2 + 2s(d + d_1)}$                          |
| G) |  | $\sqrt{d^2 + d_1^2}$                            | S) |  | $\sqrt{d^2 + 2s(d + d_1) + d_2^2 d_1^2}$            |
| H) |  | $1.414 \sqrt{d^2 + f(d + d_1)}$                 | T) |  | $\sqrt{d^2 + 2[s(d + d_1) + 2dh]}$                  |
| I) |  | $1.414 \sqrt{d^2 + 2dh}$                        | U) |  | $A = \pi^2 r d = 9.87 r d$                          |
| J) |  | $\sqrt{d^2 + d_1^2 + 4dh}$                      | V) |  | $A = \pi^2 r d = 9.87 r d$                          |
| K) |  | $1.414 \sqrt{d^2 + 2dh + f(d + d_1)}$           | W) |  | $A = 17.7 r d$                                      |
| L) |  | $\sqrt{d^2 + 4h^2}$                             |    |  |   |

# プレス被加工材の公差 No.1

## 2.金属板せん断加工品の普通公差 JIS B 0410-1991

切断面の普通寸法許容差

単位mm

| 基準寸法の区分        | 板厚 (t) の区分 |      |             |      |           |      |            |      |
|----------------|------------|------|-------------|------|-----------|------|------------|------|
|                | t ≤ 1.6    |      | 1.6 < t ≤ 3 |      | 3 < t ≤ 6 |      | 6 < t ≤ 12 |      |
|                | 等級         |      |             |      |           |      |            |      |
|                | A級         | B級   | A級          | B級   | A級        | B級   | A級         | B級   |
| 30以下           | ±0.1       | ±0.3 | —           | —    | —         | —    | —          | —    |
| 30を超え 120以下    | ±0.2       | ±0.5 | ±0.3        | ±0.5 | ±0.8      | ±1.2 | —          | ±1.5 |
| 120を超え 400以下   | ±0.3       | ±0.8 | ±0.4        | ±0.8 | ±1        | ±1.5 | —          | ±2   |
| 400を超え 1000以下  | ±0.5       | ±1   | ±0.5        | ±1.2 | ±1.5      | ±2   | —          | ±2.5 |
| 1000を超え 2000以下 | ±0.8       | ±1.5 | ±0.8        | ±2   | ±2        | ±3   | —          | ±3   |
| 2000を超え 4000以下 | ±1.2       | ±2   | ±1.2        | ±2.5 | ±3        | ±4   | —          | ±4   |

SPCC材の幅の許容差 (JISG3141)

単位mm

| 呼び幅による区分<br>呼び厚さによる区分 | 呼び幅による区分 |                |                |                |
|-----------------------|----------|----------------|----------------|----------------|
|                       | 160未満    | 160以上<br>250未満 | 250以上<br>400未満 | 400以上<br>630未満 |
| 0.60未満                | ±0.15    | ±0.20          | ±0.25          | ±0.30          |
| 0.60以上 1.00未満         | ±0.20    | ±0.25          | ±0.25          | ±0.30          |
| 1.00以上 1.60未満         | ±0.20    | ±0.30          | ±0.30          | ±0.40          |
| 1.60以上 2.50未満         | ±0.25    | ±0.35          | ±0.35          | ±0.50          |
| 2.50以上 4.00未満         | ±0.30    | ±0.40          | ±0.40          | ±0.50          |
| 4.00以上 5.00未満         | ±0.40    | ±0.50          | ±0.55          | ±0.65          |

銅および銅合金条の幅の許容差 (JISH3100-2000)

単位mm

| 厚さ          | 幅 | 幅    |                |                 |                 |                 |
|-------------|---|------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|             |   | 90以下 | 90を超え<br>190以下 | 190を超え<br>290以下 | 290を超え<br>590以下 | 590を超え<br>700以下 |
| 0.1以上 0.5以下 |   | ±0.2 | ±0.3           | ±0.4            | ±0.5            | ±0.8            |
| 0.5を超え 2以下  |   | ±0.3 | ±0.4           | ±0.5            | ±0.6            | ±0.8            |
| 2を超え 3以下    |   | ±0.5 | ±0.5           | ±0.6            | ±0.6            | ±0.8            |

備考：許容差を (+) または (-) だけに指定する場合は、上記数値の2倍とする

SPCC材の横曲がり規格 (JISG3141)

単位mm

| 呼び幅による区分   | 鋼板、鋼帯の区分  |                | 鋼帯 |
|------------|-----------|----------------|----|
|            | 鋼板        |                |    |
|            | 長さ2,000未満 | 長さ2,000以上      |    |
| 30以上 60未満  | 8         | 任意の長さ2,000につき8 |    |
| 60以上 630未満 | 4         | 任意の長さ2,000につき4 |    |
| 630以上      | 2         | 任意の長さ2,000につき2 |    |

備考：鋼帯の正常でない部分には適用しない

# プレス被加工材の公差 No.2

## ■JIS B 0417

切断の長さ及び切断幅の普通許容差

単位mm

| 切断長さ<br>又は切断幅部分 | 板厚部分 |      | 6以上27以下 |      | 27を超え50以下 |      | 50を超え100以下 |      |
|-----------------|------|------|---------|------|-----------|------|------------|------|
|                 | A級   | B級   | A級      | B級   | A級        | B級   | A級         | B級   |
| 1000以下          | ±1   | ±2   | ±1.5    | ±2.5 | ±2        | ±3.5 | ±2         | ±3.5 |
| 1000を超え 3150以下  | ±1.5 | ±2.5 | ±2      | ±3   | ±2.5      | ±4   | ±2.5       | ±4   |
| 3150を超え 6000以下  | ±2   | ±3   | ±2.5    | ±3.5 | ±3        | ±4.5 | ±3         | ±4.5 |
| 6000を超え10000以下  | ±2   | ±3.5 | ±2.5    | ±4   | ±3.5      | ±5   | ±3.5       | ±5   |

## ■JIS B 0403

鑄造品の寸法公差

単位mm

| 鑄造し鑄造品の<br>基準寸法 | 全鑄造公差 (1) |      |                  |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |   |
|-----------------|-----------|------|------------------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|---|
|                 | を超え       | 以下   | 鑄造公差等級CT (2) (3) |      |      |      |      |      |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |   |
|                 |           |      | 1                | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |   |
| —               | 10        | 0.09 | 0.13             | 0.18 | 0.26 | 0.36 | 0.52 | 0.74 | 1   | 1.5 | 2   | 2.8 | 4.2 | —  | —  | —  | —  | —  | — |
| 10              | 16        | 0.1  | 0.14             | 0.2  | 0.28 | 0.38 | 0.54 | 0.78 | 1.1 | 1.6 | 2.2 | 3   | 4.4 | —  | —  | —  | —  | —  | — |
| 16              | 25        | 0.11 | 0.15             | 0.22 | 0.3  | 0.42 | 0.58 | 0.82 | 1.2 | 1.7 | 2.4 | 3.2 | 4.6 | 6  | 8  | 10 | 12 | —  | — |
| 25              | 40        | 0.12 | 0.17             | 0.24 | 0.32 | 0.46 | 0.64 | 0.9  | 1.3 | 1.8 | 2.6 | 3.6 | 5   | 7  | 9  | 11 | 14 | —  | — |
| 40              | 63        | 0.13 | 0.18             | 0.26 | 0.36 | 0.5  | 0.7  | 1    | 1.4 | 2   | 2.8 | 4   | 5.6 | 8  | 10 | 12 | 16 | —  | — |
| 63              | 100       | 0.14 | 0.2              | 0.28 | 0.4  | 0.56 | 0.78 | 1.1  | 1.6 | 2.2 | 3.2 | 4.4 | 6   | 9  | 11 | 14 | 18 | —  | — |
| 100             | 160       | 0.15 | 0.22             | 0.3  | 0.44 | 0.62 | 0.88 | 1.2  | 1.8 | 2.5 | 3.6 | 5   | 7   | 10 | 12 | 16 | 20 | —  | — |
| 160             | 250       |      | 0.24             | 0.34 | 0.5  | 0.7  | 1    | 1.4  | 2   | 2.8 | 4   | 5.6 | 8   | 11 | 14 | 18 | 22 | —  | — |
| 250             | 400       |      |                  | 0.4  | 0.56 | 0.78 | 1.1  | 1.6  | 2.2 | 3.2 | 4.4 | 6.2 | 9   | 12 | 16 | 20 | 25 | —  | — |
| 400             | 630       |      |                  |      | 0.64 | 0.9  | 1.2  | 1.8  | 2.6 | 3.6 | 5   | 7   | 10  | 14 | 18 | 22 | 28 | —  | — |
| 630             | 1000      |      |                  |      |      | 1    | 1.4  | 2    | 2.8 | 4   | 6   | 8   | 11  | 16 | 20 | 25 | 32 | —  | — |
| 1000            | 1600      |      |                  |      |      |      | 1.6  | 2.2  | 3.2 | 4.6 | 7   | 9   | 13  | 18 | 23 | 29 | 37 | —  | — |
| 1600            | 2500      |      |                  |      |      |      |      | 2.6  | 3.8 | 5.4 | 8   | 10  | 15  | 21 | 26 | 33 | 42 | —  | — |
| 2500            | 4000      |      |                  |      |      |      |      |      | 4.4 | 6.2 | 9   | 12  | 17  | 24 | 30 | 38 | 49 | —  | — |
| 4000            | 6300      |      |                  |      |      |      |      |      |     | 7   | 10  | 14  | 20  | 28 | 35 | 44 | 56 | —  | — |
| 6300            | 10000     |      |                  |      |      |      |      |      |     |     | 11  | 16  | 23  | 32 | 40 | 50 | 64 | —  | — |

## ■JIS B 0408

打抜き普通寸法公差

単位mm

| 基準寸法の区分        | 等級    |      |      |
|----------------|-------|------|------|
|                | A級    | B級   | C級   |
| 6以下            | ±0.05 | ±0.1 | ±0.3 |
| 6を超え 30以下      | ±0.1  | ±0.2 | ±0.5 |
| 30を超え 120以下    | ±0.15 | ±0.3 | ±0.8 |
| 120を超え 400以下   | ±0.2  | ±0.5 | ±1.2 |
| 400を超え 1000以下  | ±0.3  | ±0.8 | ±2   |
| 1000を超え 2000以下 | ±0.5  | ±1.2 | ±3   |

備考：A級、B級及びC級は、それぞれJIS B 0405の公差等級f,m及びcに相当する。

曲げ及び絞りの普通寸法公差

単位mm

| 基準寸法の区分        | 等級   |      |      |
|----------------|------|------|------|
|                | A級   | B級   | C級   |
| 6以下            | ±0.1 | ±0.3 | ±0.5 |
| 6を超え 30以下      | ±0.2 | ±0.5 | ±1   |
| 30を超え 120以下    | ±0.3 | ±0.8 | ±1.5 |
| 120を超え 400以下   | ±0.5 | ±1.2 | ±2.5 |
| 400を超え 1000以下  | ±0.8 | ±2   | ±4   |
| 1000を超え 2000以下 | ±1.2 | ±3   | ±6   |

備考：A級、B級及びC級は、それぞれJIS B 0405の公差等級m,c及びvに相当する。

# 冷間圧延鋼板及び鋼帯 (JISG3141) No.1

## COLD ROLLED CURBON STEEL SHEETS AND STRIP

### 1. 適用範囲

この規格は、冷間圧延鋼板及び鋼帯(以下、鋼板及び鋼帯という。)について規定し、みがき帯鋼(幅500mm未満で冷間圧延された鋼帯)及びみがき帯鋼からせん断された鋼板を含む。

### 2. 種類及び記号

鋼板及び鋼帯の種類は、3種類とし、その記号は、表1による。さらに表2及び表3の調質区分及び表面仕上げ区分を設ける。

表1 種類の記号

| 種類の記号 | 摘要   |
|-------|------|
| SPCC  | 一般用  |
| SPCD  | 絞り用  |
| SPCE  | 深絞り用 |

- 備考1. SPCCの標準調質及び焼なましのままの鋼板及び鋼帯は、注文者の指定によって引張試験値又はエリクセン値のいずれか一方又は両方を保証する場合、種類の記号の末尾に T を付けて SPCC T とする。
2. SPCEの標準調質の鋼板及び鋼帯は、注文者の指定によって非時効性を保証する場合、種類の記号の末尾に N を付けて SPCC N とする。

表2 調質区分

| 調質区分             | 調質記号 |
|------------------|------|
| 焼なましのまま          | A    |
| 標準調質             | S    |
| $\frac{1}{8}$ 硬質 | 8    |
| $\frac{1}{4}$ 硬質 | 4    |
| $\frac{1}{2}$ 硬質 | 2    |
| 硬質               | 1    |

表3 表面仕上げ区分

| 表面仕上げ区分 | 表面仕上げ記号 | 摘要                               |
|---------|---------|----------------------------------|
| ダル仕上げ   | D       | 機械的又は化学的に表面を粗くしたロールでつや消し仕上げされたもの |
| ブライト仕上げ | B       | 滑らかに仕上げたロールで平滑仕上げされたもの           |

備考 焼きなましのままの鋼板及び鋼帯には適用しない。

### 3. 機械的性質

#### 3.1 引張強さ、伸び及び非時効性

標準調質及び焼なましのままの鋼板及び鋼帯は、10.の試験を行い、その引張強さ、伸び及び非時効性は、表4-1による。

表 4-1 引張強さ、伸び及び非時効性(平成3年1月1日から適用)

| 引張試験<br>呼び厚さによる<br>区分mm<br>種類の記号 | 引張強さ<br>N/mm <sup>2</sup> | 伸 び %            |                  |                 |                |                |        | 引張試験片  |
|----------------------------------|---------------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|--------|--------|
|                                  |                           | 0.25以上<br>0.40未満 | 0.40以上<br>0.60未満 | 0.60以上<br>1.0未満 | 1.0以上<br>1.6未満 | 1.6以上<br>2.5未満 | 2.5以上  |        |
| SPCC                             | (270以上)                   | (32以上)           | (34以上)           | (36以上)          | (37以上)         | (38以上)         | (39以上) | 5号圧延方向 |
| SPCD                             | 270以上                     | 34以上             | 36以上             | 38以上            | 39以上           | 40以上           | 41以上   |        |
| SPCE                             | 270以上                     | 36以上             | 38以上             | 40以上            | 41以上           | 42以上           | 43以上   |        |

- 備考1. SPCCは原則として引張試験値は適用しない。ただし、注文者から要求のある場合は、括弧内の数値を適用する。
2. 厚さ0.60mm未満については、原則として引張試験を省略する。
3. この表は、幅30mm以上のものに適用する。
4. SPCEの標準調質の鋼板及び鋼帯で非時効性の指定がある場合は、製造工場出荷後6ヶ月間、非時効性を保証する。

# 冷間圧延鋼板及び鋼帯 (JISG3141) No.2

### 3.2 エリクセン値

標準調質及び焼なましの鋼板及び鋼帯は、10.の試験を行い、そのエリクセン値は、注文者から要求のある場合に引張試験の代わりにエリクセン試験を行うか、又は引張試験のほかにエリクセン試験を行う。なお、表5の値以上とする。

表5 エリクセン値

単位mm

| 呼び厚さによる区分<br>種類の記号 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9  | 1.0  | 1.2  | 1.4  | 1.6  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| SPCC               | 7.2 | 7.8 | 8.4 | 8.8 | 9.1 | 9.4  | 9.6  | 10.0 | 10.3 | 10.5 |
| SPCD               | 7.6 | 8.2 | 8.8 | 9.2 | 9.5 | 9.8  | 10.0 | 10.4 | 10.7 | 10.9 |
| SPCE               | 8.0 | 8.6 | 9.2 | 9.6 | 9.9 | 10.2 | 10.4 | 10.8 | 11.1 | 11.3 |

- 備考1. 表5にない呼び厚さ0.4mm以上1.6mm以下の中間厚さに対しては補間法によって小数点以下1けたに丸める。
2. 3個の試験値の平均に対して適用する。

### 3.3 硬さ

$\frac{1}{8}$  硬質、 $\frac{1}{4}$  硬質、 $\frac{1}{2}$  硬質及び硬質の鋼板及び鋼帯は、10.の試験を行い、その硬さは表6による。

表6 硬さ

| 調質区分             | 調質記号 | 硬さ    |         |
|------------------|------|-------|---------|
|                  |      | HRB   | HV      |
| $\frac{1}{8}$ 硬質 | 8    | 50~71 | 95~130  |
| $\frac{1}{4}$ 硬質 | 4    | 65~80 | 115~150 |
| $\frac{1}{2}$ 硬質 | 2    | 74~89 | 135~185 |
| 硬質               | 1    | 85以上  | 170以上   |

備考 硬さは、ロックウェル硬さ又はビッカース硬さのいずれかを適用する。

### 3.4 曲げ性

鋼板及び鋼帯は、10.の試験を行い、曲げ性は、表7による。この場合、外側に裂けきずを生じてはならない。なお、 $\frac{1}{8}$  硬質、 $\frac{1}{4}$  硬質、及び  $\frac{1}{2}$  硬質の鋼板及び鋼帯は、注文者から要求のある場合に適用する。

表7 曲げ性

| 調質区分             | 調質記号 | 曲げ試験 |         |        |
|------------------|------|------|---------|--------|
|                  |      | 曲げ角度 | 内側半径    | 試験片    |
| 焼なましのまま          | A    | 180° | 密着      | 3号圧延方向 |
| 標準調質             | S    | 180° | 密着      |        |
| $\frac{1}{8}$ 硬質 | 8    | 180° | 密着      |        |
| $\frac{1}{4}$ 硬質 | 4    | 180° | 厚さの0.5倍 |        |
| $\frac{1}{2}$ 硬質 | 2    | 180° | 厚さの1.0倍 |        |
| 硬質               | 1    | —    | —       |        |

備考 焼なましのまま及び標準調質の鋼板及び鋼帯については、試験を省略することができる。