

テクニカルガイダンス 資料 N9 ~ N40

N

資
料

N

部
品

資
料
テ
ク
ニ
カ
ル
ガ
イ
ダ
ン
ス



テクニカルガイダンス

旋削加工編	N10
フライス加工編	N15
エンドミル加工編	N19
穴あけ加工編	N22
スミポロン編	N27

一般資料編

SI 単位換算表	N31
金属材料記号対照表 (抜粋)	N32
鉄鋼・非鉄金属記号一覧表 (抜粋)	N34
硬度対照表	N35
常用するはめあいの寸法公差	N36
寸法公差及びはめあい	N38
テーパ規格	N39
表面粗さ	N40

■ 切削速度の計算の仕方

① 切削速度から回転数を求める場合

$$n = \frac{1,000 \times v_c}{\pi \times D_m}$$

n : 回転速度 (min⁻¹)
 v_c : 切削速度 (m/min)
 D_m : 加工物内外径 (mm)
 π : 円周率 ≈ 3.14

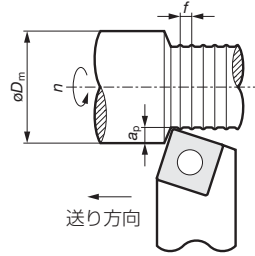
(例) $v_c=150$ m/min, $D_m=100$ mm とすると

$$n = \frac{1,000 \times 150}{3.14 \times 100} = 478 \text{ (min}^{-1}\text{)}$$

② 回転数から切削速度を求める場合

$$v_c = \frac{\pi \times D_m \times n}{1,000}$$

記号説明は上表と同じ



- ・ n : 加工物の回転速度 (min⁻¹)
- ・ v_c : 切削速度 (m/min)
- ・ f : 1回転当りの送り量 (mm/rev)
- ・ a_p : 切込み (mm)
- ・ D_m : 加工物の内外径 (mm)

■ 所要動力の求め方

$$P_c = \frac{v_c \times f \times a_p \times k_c}{60 \times 10^3 \times \eta}$$

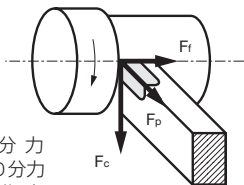
$$H = \frac{P_c}{0.75}$$

P_c : 所要動力 (kW)
 v_c : 切削速度 (m/min)
 f : 送り量 (mm/rev)
 a_p : 切込み (mm)
 k_c : 比切削抵抗 (MPa)
 H : 所要馬力 (HP)
 η : 機械効率 (0.70 - 0.85)

● kc の概略値

アルミ : 800MPa
 普通鋼 : 2,500 ~ 3,000MPa
 鋳鉄 : 1,500MPa

■ 切削抵抗の3分力



F_c : 主分力
 F_f : 送り分力
 F_p : 背分力

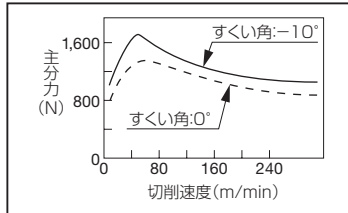
● 切削抵抗の求め方

$$P = \frac{k_c \times q}{1,000}$$

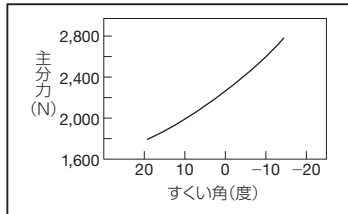
$$= \frac{k_c \times a_p \times f}{1,000}$$

P : 切削抵抗 (kN)
 k_c : 比切削抵抗 (MPa)
 q : 切りくず面積 (mm²)
 a_p : 切込み (mm)
 f : 送り量 (mm/rev)

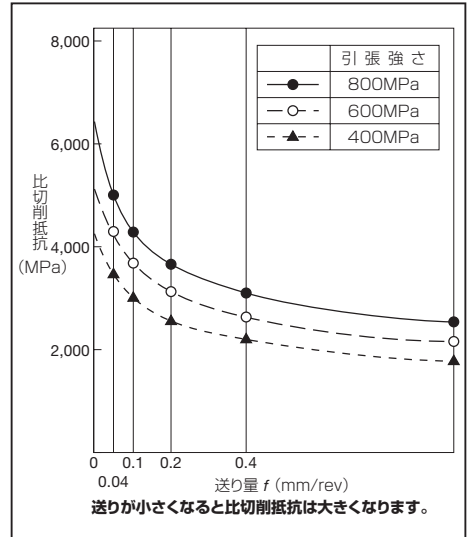
■ 切削速度と切削抵抗



■ すくい角と切削抵抗



■ 送り量と比切削抵抗 (炭素鋼の場合を示す)

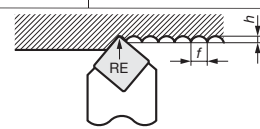


■ 加工面粗さ

● 理論 (幾何学的) 表面粗さ

$$h = \frac{f^2}{8 \times RE} \times 10^3$$

h : 理論表面粗さ (μm)
 f : 1回転当りの送り量 (mm/rev)
 RE : コーナー半径 (mm)



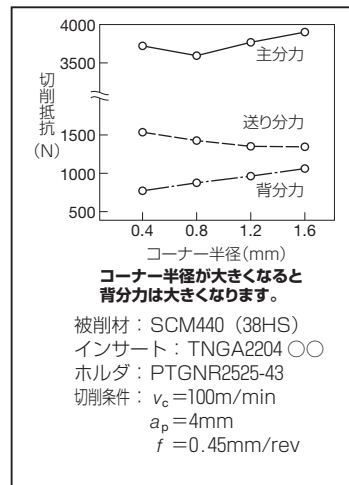
● 実際の表面粗さ

鋼の場合 :
 理論粗さ × 1.5 ~ 3 倍
 鋳鉄の場合 :
 理論粗さ × 3 ~ 5 倍

● 仕上げ面粗さ向上方法

- ① コーナー半径を大きくする
- ② 切削速度や送り量の適正化 (構成刃先の発生しない条件にする)
- ③ インサート材種の適正化
- ④ ワイパーインサートの使用

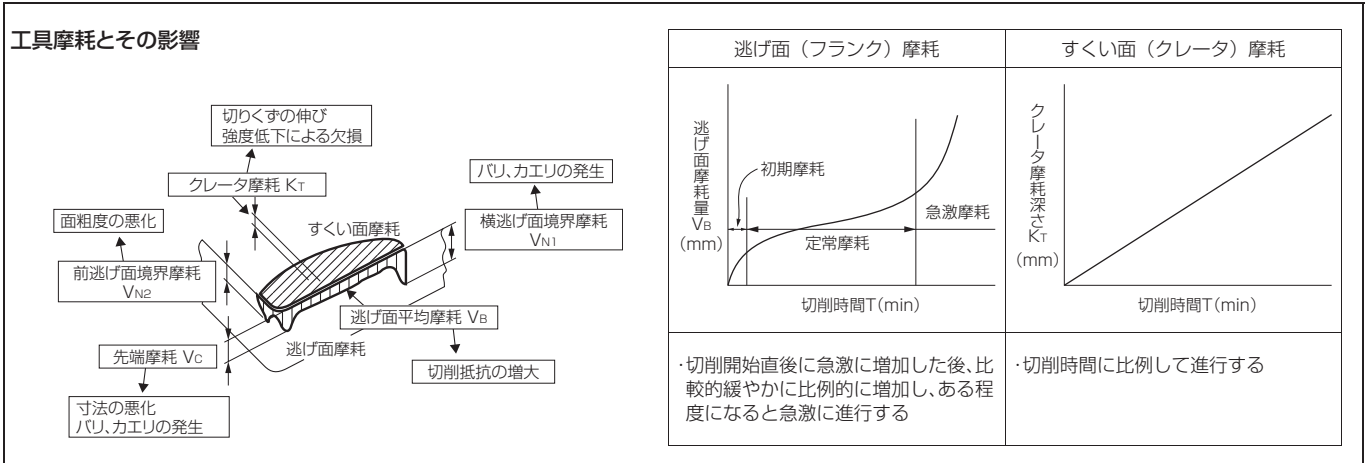
■ コーナー半径と3分力



■ 切れ刃損傷の形態

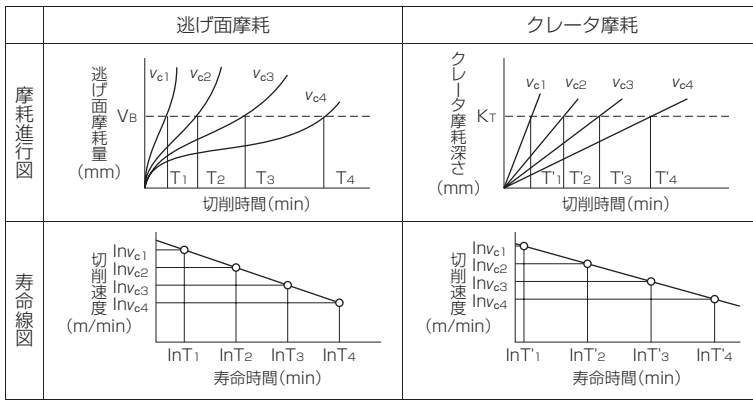
分類	No.	損傷形態名称	主な損傷の機構
機械的作用によるもの	①~⑤	逃げ面摩耗	被削材中に含まれる硬い粒子の引掻作用による摩耗 圧着力の大きなきや振動などにより発生する小さな欠け 機械的衝撃により刃先に過度の力がかかる時に発生する大きな欠け
	⑥	チッピング	
	⑦	欠損	
熱的・化学的作用によるもの	⑧	すくい面摩耗	高温による溶着拡散などにより合金化された表面が切りくずに持ち去られて発生 高温による切れ刃の軟化により切れ刃が変形 断続切削に伴う加熱冷却サイクルの熱疲労により発生 被削材の一部が著しく硬い変質物となって刃部に凝着・堆積したもの
	⑨	塑性変形	
	⑩	熱亀裂	
	⑪	構成刃先	

■ 摩耗の進行曲線



■ 寿命曲線（V-T 線図）

・切削速度（ V_c ）を変えて所定の摩耗量までの寿命時間（ T ）を測定し、寿命時間を横軸、切削速度を縦軸にとって両対数グラフで表したもの



■ インサートの損傷形態と対策

インサート損傷形態	原因	対策
逃げ面摩耗 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工具材種の耐摩耗性不足 ・ 切削速度が高い ・ 送り量が極端に低い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ より耐摩耗性の高い材種に変更する P30 → P20 → P10 K20 → K10 → K01 ・ すくい角を大きくする ・ 切削速度を下げる ・ 送り量を上げる
クレータ摩耗 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工具材種の耐クレータ摩耗性不足 ・ すくい角が小さ過ぎる ・ 切削速度が高い ・ 送り量と切込みが大きい 	<ul style="list-style-type: none"> ・ より耐クレータ摩耗性の高い材種に変更する ・ すくい角を大きくする ・ チップブレイカを変更する ・ 切削速度を下げる ・ 送り量と切込みを小さくする
切れ刃のチッピング 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工具材種の靱性不足 ・ 切りくず付着による切れ刃脱落 ・ 切れ刃の強度不足 ・ 送り量と切込みが大きい 	<ul style="list-style-type: none"> ・ より靱性の高い材種に変更する P10 → P20 → P30 K01 → K10 → K20 ・ 切れ刃のホーニング量を大きくする ・ すくい角を小さくする ・ 送り量と切込みを小さくする
切れ刃の欠損 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工具材種の靱性不足 ・ 切れ刃の強度不足 ・ ホルダの強度不足 ・ 送り量と切込みが大き過ぎる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ より靱性の高い材種に変更する P10 → P20 → P30 K01 → K10 → K20 ・ 切れ刃強度の高いチップブレイカの選定 ・ 大きな横切刃角ホルダの選定 ・ シャンクサイズの大きなホルダの選定 ・ 送り量と切込みを小さくする
溶着・構成刃先 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 材種選定の不適合 ・ 刃先の切れ味が悪い ・ 切削速度が低過ぎる ・ 送り量が低過ぎる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 被削材と親和性の低い材種に変更する コーティング / サーメット材種 ・ 平滑性の高いコーティングの選定 ・ すくい角を大きくする ・ ホーニングを小さくする ・ 切削速度を上げる ・ 送り量を上げる
塑性変形 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工具材種の耐熱性不足 ・ 切削速度が高い ・ 送り量と切込みが大き過ぎる ・ 切削油量が不十分 	<ul style="list-style-type: none"> ・ より耐クレータ摩耗性の高い材種に変更する ・ すくい角を大きくする ・ 切削速度を下げる ・ 送り量と切込みを小さくする ・ 十分に切削油を供給する
境界損傷 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工具材種の耐摩耗性不足 ・ すくい角が小さ過ぎる ・ 切削速度が高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 耐摩耗性の高い材種の選定 P30 → P20 → P10 K20 → K10 → K01 ・ すくい角を大きくする ・ 切込みを変動させ境界位置を変える

資

料

N

部品

テクニカルガイダンス

切りくず処理と対策 旋削加工編

■ 切りくず生成形態の分類

	流れ型	せん断型	むしれ型	亀裂型
形態				
状態	連続した切りくず 仕上げ面も良好	せん断面でせん断 断され分離する	表面をむしりとっ たような切りくず	切削点よりも前方 にきれつができて、 はがれる
加工分類	鋼、軽合金の 一般切削	鋼やステンレス 鋼の低速切削	鋼、鋳鉄の極低速 微小送り切削	一般鋳鉄、 カーボンの切削
影響する事項	大 ← 被削材の変形能 → 小 大 ← すくい角 → 小 小 ← 切込み → 大 大 ← 切削速度 → 小			

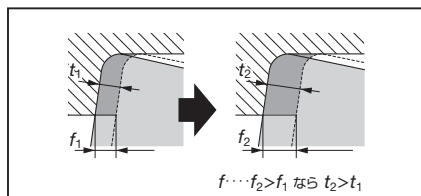
■ 切りくず処理の分類

切りくず 形状の分類	切込	A	B	C	D	E
	大					
小						
評価	NC旋盤の場合 (無人化重視)	×	×	○	○	△
価	汎用旋盤の場合 (安全重視)	×	○	○	○~△	×

良好：C型、D型
 A型：工具や被削材への巻きつきをおこし、加工の停止加工面の品位の低下、安全面での問題が発生する
 B型：切りくずの自動搬送の機能低下や切れ刃のチッピングを起こす
 E型：切りくずの飛散、びびりによる仕上げ面不良、切れ刃の脱落、切削抵抗や発熱の増大など不具合が発生

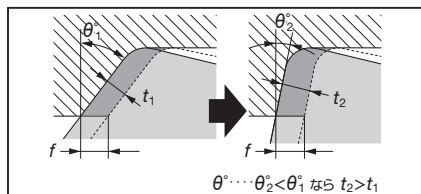
■ 切りくず処理を向上させる要素とその影響

① 送り量 (f) を上げる



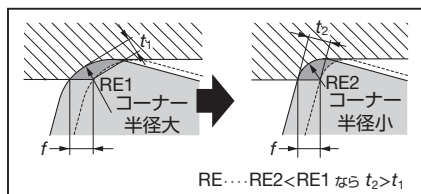
送り量を上げると切りくず厚み (t) が増大し、切りくず処理は良くなる。

② 横切れ刃角 (θ°) を小さくする



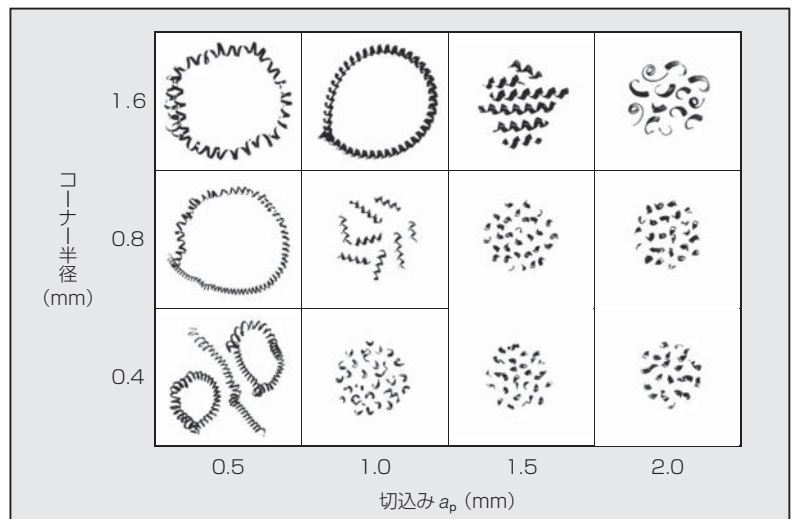
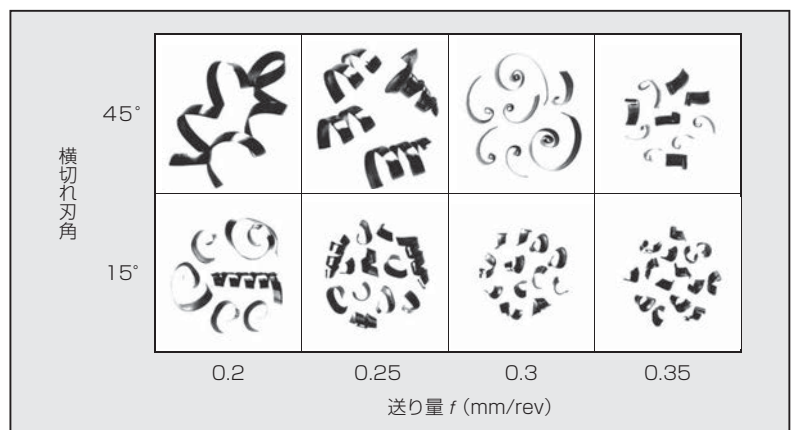
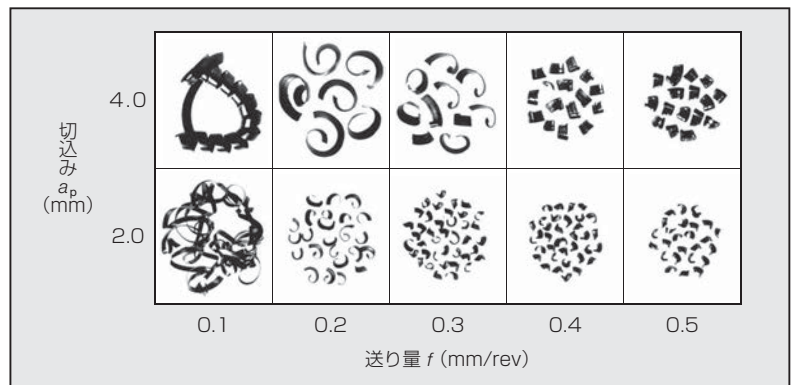
送り量が同じでも、横切れ刃角を小さくすると切りくず厚みは増大し、切りくず処理は良くなる。

③ コーナー半径 (RE) を小さくする



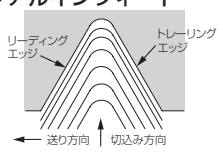
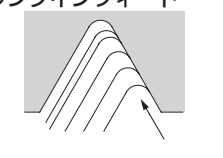


送り量が同じでもコーナー半径を小さくすると切りくず厚みは増大し、切りくず処理は良くなる。

※ 切削抵抗は被削材との接触長さに比例して増大するため、コーナー半径が大きいほうが背分力の増大により、びびり現象が発生しやすい。
 送り量が同じでコーナー半径が小さいほど仕上げ面粗さは粗くなる。



ねじ切り加工の基礎 旋削加工編

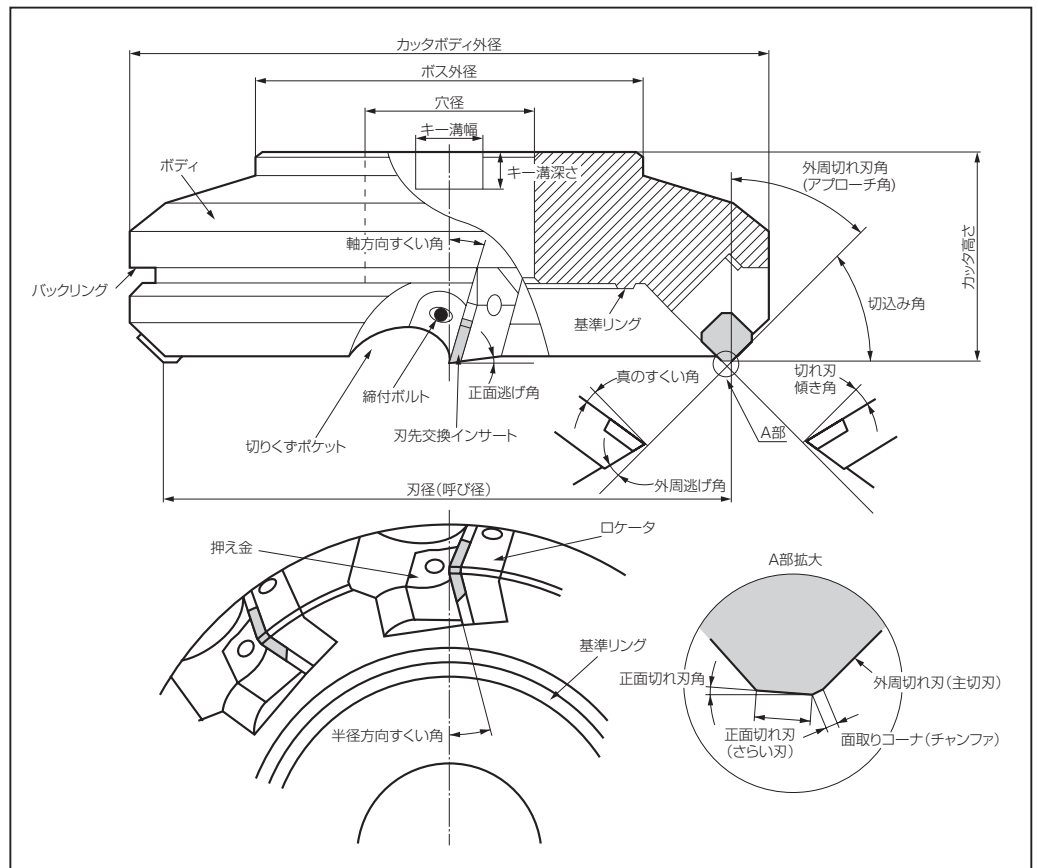
■ ねじ切り加工における切込み方法

切込み方法	特 徴
<p>ラジアルインフィード</p>  <p>リーディングエッジ、トレーリングエッジ、送り方向、切込み方向</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 最も一般的な加工方法で比較的小ピッチのねじの加工に用いられる。 ・ 切込み等の切削条件の変更が容易である。 ・ 接触長さが長くなることにより、びびりやすくなる。 ・ 切りくず処理が難しい。 ・ トレーリングエッジ側の損傷が大きくなりやすい。
<p>フランクインフィード</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大ピッチねじやむしれやすい被削材に有効。 ・ 切りくずの流れが一方向の為、処理性が良い。 ・ トレーリングエッジ側が擦れ状態になり、逃げ面摩耗が進みやすい。
<p>修正フランクインフィード</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大ピッチねじやむしれやすい被削材に有効。 ・ 切りくずの流れが一方向の為、処理性が良い。 ・ トレーリングエッジ側の逃げ面摩耗を抑制することができる。
<p>交互フランクインフィード</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大ピッチねじやむしれやすい被削材に有効。 ・ 左右の切れ刃の摩耗が均一。 ・ それぞれのエッジを交互に用いるため、切りくず処理が難しい場合がある。

■ ねじ切り加工のトラブルと対策

トラブル	原因	対策	
切 れ 刃 の 損 傷	極端な摩耗	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工具材種 ・ 切削条件 	<ul style="list-style-type: none"> ・ より耐摩耗性の高い工具材種へ変更する ・ 切削速度を下げる ・ 適正なクーラント量、濃度にする ・ パス回数を変更する
	左右の摩耗が不均一	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工具の取り付け ・ 切削条件 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ねじのリード角に対して、切れ刃傾き角が適正であるか確認する ・ 工具が正しく取付けられているか確認する ・ 修正フランクインフィードもしくは交互フランクインフィードへ変更する
	チッピング	<ul style="list-style-type: none"> ・ 切削条件 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 構成刃先が発生している場合、切削速度を上げる
	欠損	<ul style="list-style-type: none"> ・ 切りくずの噛み込み ・ 切削条件 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 切削油を刃先へ多量に供給する ・ パス回数を増やして、1パス当たりの切込み量を減らす。 ・ 粗加工と仕上げ加工で工具を分ける。
	仕上げ面粗さが悪い	<ul style="list-style-type: none"> ・ 切削条件 ・ 工具材種 ・ 不適切な切れ刃傾き角 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 低速加工でむしれている場合、切削速度を上げる ・ ひびりが発生している場合、切削速度を下げる ・ 最終パスの切込み量が小さい場合、大きくする ・ より耐摩耗性の高い工具材種へ変更する ・ インサート側面の逃げを確保するため、正しい敷板を選択する
形 状 ・ 精 度	ねじ形状が悪い	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工具の取り付け 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工具が正しく取付けられているか確認する
	ねじ深さが浅い	<ul style="list-style-type: none"> ・ 切込み量が小さい ・ 工具の摩耗 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 切込み量を確認する ・ 工具の刃先損傷状態を確認する

■ 各部名称



■ フライス加工の計算式

● 切削速度の計算式

$$v_c = \frac{\pi \times DC \times n}{1,000}$$

$$n = \frac{1,000 \times v_c}{\pi \times DC}$$

v_c : 切削速度 (m/min)

π : 円周率 ≈ 3.14

DC : カッタ呼び径 (mm)

n : 回転速度 (min^{-1})

● 送りの計算式

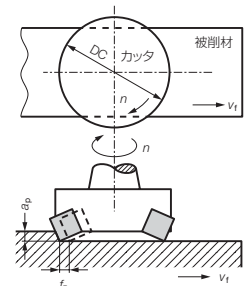
$$v_f = f_z \times z \times n$$

$$f_z = \frac{v_f}{z \times n}$$

v_f : 1分間当りの送り速度 (mm/min)

f_z : 1刃当りの送り量 (mm/t)

z : 刃数



● 所要動力の求め方

$$P_c = \frac{a_e \times a_p \times v_f \times k_c}{60 \times 10^6 \times \eta} = \frac{Q \times k_c}{60 \times 10^3 \times \eta}$$

P_c : 所要動力 (kw)

H : 所要馬力 (HP)

Q : 切りくず排出量 (cm^3/min)

a_e : 切削幅 (mm)

v_f : 1分間当りの送り速度 (mm/min)

a_p : 切込み (mm)

k_c : 比切削抵抗 (MPa)

概略値 (鋼: 2,500~3,000MPa)

(鋳鉄: 1,500MPa)

(アルミ: 800MPa)

η : 機械効率 (0.75前後)

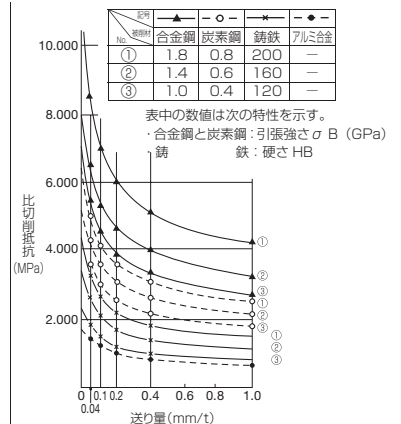
● 所要馬力の求め方

$$H = \frac{P_c}{0.75}$$

● 切りくず排出量の求め方

$$Q = \frac{a_e \times a_p \times v_f}{1,000}$$

● 送りによる被削材別比切削抵抗線図

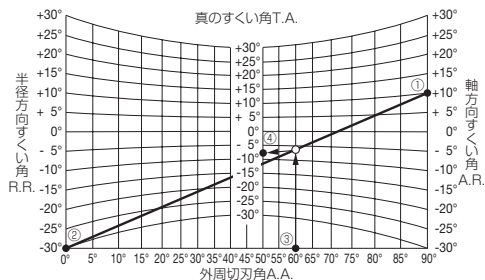


フライス加工の基礎 フライス加工編

■ 刃先諸角度の呼び方と機能

	名 称	略号	機 能	効 果
資料 部品 資料	① 軸方向すくい角 (アキシャルレーキ)	A.R.	切りくず排出の方向、着着、スラストなどを支配	各々正~負 (大~小) のすくい角があり、正と負、正と正、負と負の組合せが代表的
	② 半径方向すくい角 (ラジアルレーキ)	R.R.		
	③ 外周切れ刃角 (アプローチアングル)	A.A.	切りくずの厚み、排出方向を支配	大きい時...切りくず厚みが薄くなる 切削負荷が緩和される
	④ 真のすくい角 (トゥルーレーキアングル)	T.A.	実効のすくい角	正 (大) の時...切削性が良く着着しにくい 切れ刃強度は低くなる 負 (小) の時...切れ刃強度は高くなるが 着着しやすい
	⑤ 切れ刃傾き角 (インクリネーションアングル)	I.A.	切りくず排出の方向を支配	正 (大) の時...排出が良く切削抵抗は小 コーナ部の強度は劣る
	⑥ 正面切れ刃角 (フェースアングル)	F.A.	仕上げ面粗さを支配	小さい時...面粗さが向上
	⑦ 逃げ角 (クリアランスアングル)		刃先強度、工具寿命、びびり等を支配	

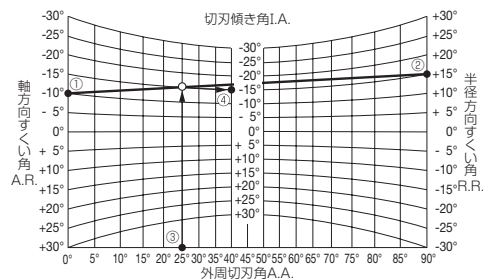
真のすくい角 (T.A.) 早見表



(例) ① A.R. (軸方向すくい角) = +10° のときの
 ② R.R. (半径方向すくい角) = -30° } T.A. (真のすくい角) = -8° ④
 ③ A.A. (外周切れ刃角) = 60°

<計算式> $\tan T.A. = \tan R.R. \cdot \cos A.A. + \tan A.R. \cdot \sin A.A.$

切れ刃傾き角 (I.A.) 早見表



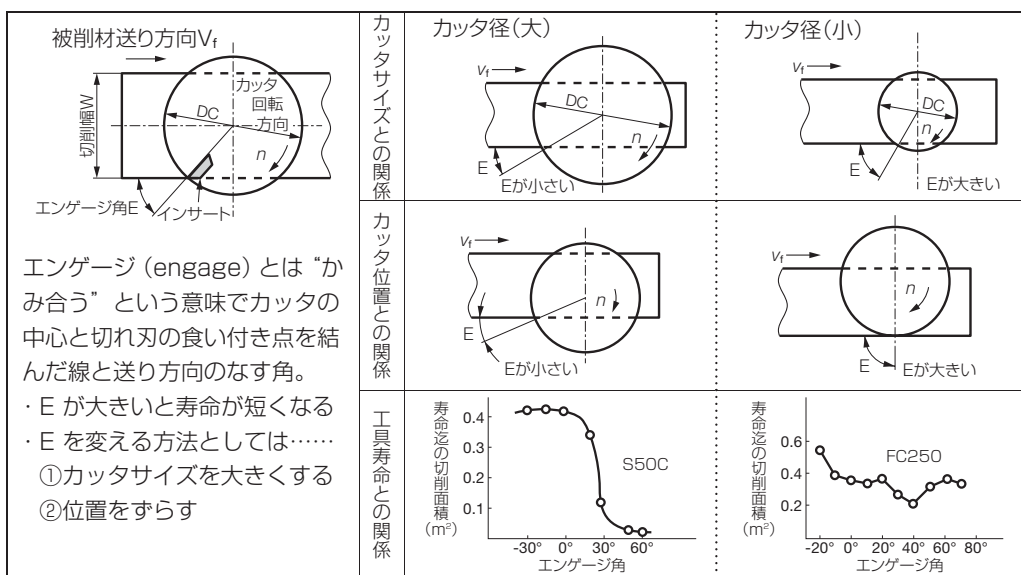
(例) ① A.R. (軸方向すくい角) = -10° のときの
 ② R.R. (半径方向すくい角) = +15° } I (切れ刃傾き角) = -15° ④
 ③ A.A. (外周切れ刃角) = 25°

<計算式> $\tan I.R. = \tan A.R. \cdot \cos A.A. - \tan R.R. \cdot \sin A.A.$

■ 主要な角度の組合せと特長

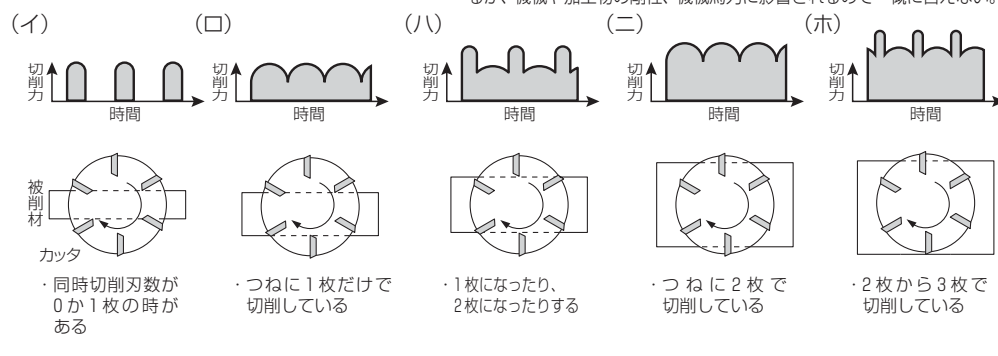
	ダブルポジティブカッタ	ネガポジカッタ	ダブルネガティブカッタ
刃形の組合せの略図と切りくず排出			
長 所	切れ味が良い	切りくず形状と排出が良い 切れ味が良い	インサートの両面が使って経済的 切れ刃強度が高い
短 所	切れ刃の強度が弱い インサートの片面しか使えない	インサートの片面しか使えない	切れ味がよくない
用 途	切れ味の必要なアルミニウム合金などの加工	適度な強度を持ち、排出も良い鋼・ 鋳鉄・ステンレスなどの加工	鋳鉄などの硬質材料や、鋳肌などの 表面状態の悪い場合
型 式	ANX 型、HF 型、WAX 型	WGX 型、WFX 型、RSX 型、MSX 型	TSX 型、DGC 型、DFC 型、DNX 型
切りくず (例)			
被削材: SCM435 $v_c = 130\text{m/min}$ $f_z = 0.23\text{mm/t}$ $a_p = 3\text{mm}$			

■ エンゲージ角と工具寿命



●同時切削刃数と切削力の変動の関係

通常切削幅は(二)の状況のようなカッタ径の70~80%が適切とされているが、機械や加工物の剛性、機械馬力に影響されるので一概に言えない。



■ 仕上げ面粗さの向上法

①さらい刃つき一般刃

すべての刃にさらい刃を設け、刃振れにより必然的に突出した少数の刃がワイパーインサートの役割を發揮する方法。

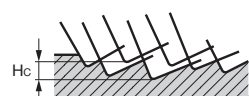
- ・ 直線さらい刃つきインサート (フェースアングル: 15° ~ 1°位)
- ・ 曲線さらい刃つきインサート (曲率 \approx R 500 (例))

②ワイパーインサート組み込み方式

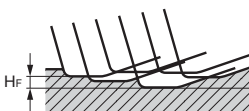
多数の刃のうち、滑らかな曲線刃形をもったインサート (ワイパーインサート)

1~2枚を他の刃よりもわずかにとび出させて加工面をさらえる方法。
(WGX 型、DGC 型などに適用)

●さらい刃のない切れ刃での面粗さ

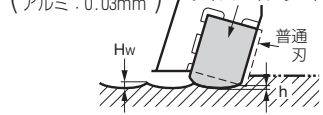


●直線さらい刃つき切れ刃での面粗さ

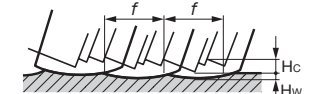


h : ワイパーインサート突出量

(鋳鉄: 0.05mm) (アルミ: 0.03mm)

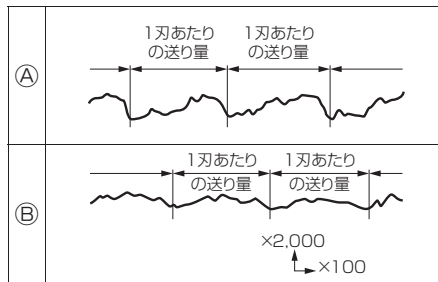


f : 1 回転当りの送り (mm/rev)



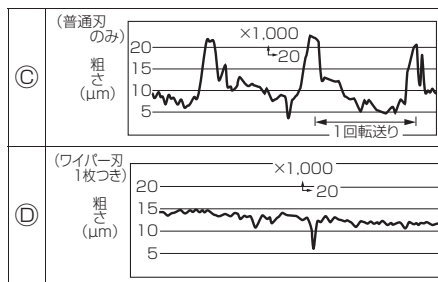
H_c : 普通刃のみの仕上げ面粗さ
 H_w : ワイパーインサートによる仕上げ面粗さ

●さらい刃方式 (正面切れ刃角の違い) による仕上げ面粗さ



- ・ 被削材: SCM435
- ・ カッタ: DPG5160R (1枚刃)
- ・ $v_c = 154$ m/min
- ・ $f_z = 0.234$ mm/t
- ・ $a_p = 2$ mm
- ・ 正面切れ刃角
- ・ (A): 28°
- ・ (B): 6°

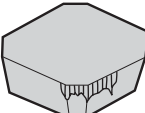
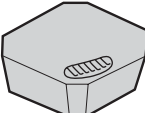
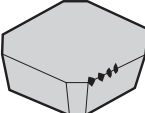
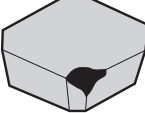
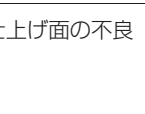
●ワイパーインサートの効果例



- ・ 被削材: FC250
- ・ カッタ: DPG4100R
- ・ インサート: SPCH42R
- ・ 正面振れ: 0.015mm
- ・ 外周振れ: 0.04mm
- ・ $v_c = 105$ m/min
- ・ $f_z = 0.29$ mm/t (1.45 mm/rev)
- ・ (C): 普通刃のみ
- ・ (D): ワイパー刃1枚つき

フライス加工のトラブル対応 フライス加工編

■ フライス加工のトラブルと対策

トラブル		基本的対策		対策の具体例															
切 れ 刃 の 損 傷	極端な逃げ面摩耗 	工具材種 切削条件	<ul style="list-style-type: none"> より耐摩耗性の高い材種を使用する 超硬 (P30 → P20) → { コーティング K20 → K10 } → サーマット 切削速度を下げる。 送り量を上げる 	・推奨インサート材種 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>鋼</th> <th>鋳鉄</th> <th>軽合金</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>仕上加工</td> <td>T250A, T4500A (サーマット)</td> <td>ACK100(コーティング) BN7000(スミポロン)</td> <td>DA1000(スミダイヤ)</td> </tr> <tr> <td>粗加工</td> <td>ACP100(コーティング)</td> <td>ACK200(コーティング)</td> <td>DL1000(コーティング)</td> </tr> </tbody> </table>					鋼	鋳鉄	軽合金	仕上加工	T250A, T4500A (サーマット)	ACK100(コーティング) BN7000(スミポロン)	DA1000(スミダイヤ)	粗加工	ACP100(コーティング)	ACK200(コーティング)	DL1000(コーティング)
		鋼	鋳鉄	軽合金															
	仕上加工	T250A, T4500A (サーマット)	ACK100(コーティング) BN7000(スミポロン)	DA1000(スミダイヤ)															
	粗加工	ACP100(コーティング)	ACK200(コーティング)	DL1000(コーティング)															
	極端なクレータ摩耗 	工具材種 工具設計 切削条件	<ul style="list-style-type: none"> 耐クレータ性の高い材種を使用する 切れ味の良いチップブレードを使用する (G → L) 切削速度を下げる。 切込み×送り量を小さくする 	・推奨インサート材種 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>鋼</th> <th>鋳鉄</th> <th>軽合金</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>仕上加工</td> <td>T250A, T4500A (サーマット)</td> <td>ACK100(コーティング)</td> <td>DA1000(スミダイヤ)</td> </tr> <tr> <td>粗加工</td> <td>ACP100(コーティング)</td> <td>ACK200(コーティング)</td> <td>DL1000(コーティング)</td> </tr> </tbody> </table>					鋼	鋳鉄	軽合金	仕上加工	T250A, T4500A (サーマット)	ACK100(コーティング)	DA1000(スミダイヤ)	粗加工	ACP100(コーティング)	ACK200(コーティング)	DL1000(コーティング)
	鋼	鋳鉄	軽合金																
仕上加工	T250A, T4500A (サーマット)	ACK100(コーティング)	DA1000(スミダイヤ)																
粗加工	ACP100(コーティング)	ACK200(コーティング)	DL1000(コーティング)																
チッピング 	工具材種 工具設計 切削条件	<ul style="list-style-type: none"> より靱性の高い材種を使用する P10 → P20 → P30 K01 → K10 → K20 外周切れ刃角の大きい (切込み角の小さい) ネガポジカッタを採用する 切れ刃の強化 (ホーニング処理) チップブレードの変更 (G → H) 送り量を下げる 	・推奨インサート材種 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>鋼</th> <th>鋳鉄</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>仕上加工</td> <td>ACP200(コーティング)</td> <td>ACK200(コーティング)</td> </tr> <tr> <td>粗加工</td> <td>ACP300(コーティング)</td> <td>ACK300(コーティング)</td> </tr> </tbody> </table> ・推奨カッタ：SEC- ウェーブミル WGX 型 ・切削条件：H22 を参照					鋼	鋳鉄	仕上加工	ACP200(コーティング)	ACK200(コーティング)	粗加工	ACP300(コーティング)	ACK300(コーティング)				
	鋼	鋳鉄																	
仕上加工	ACP200(コーティング)	ACK200(コーティング)																	
粗加工	ACP300(コーティング)	ACK300(コーティング)																	
欠損 	工具材種 工具設計 切削条件	<ul style="list-style-type: none"> 過度の低速や微小送りによる場合は切りくずの付着しにくい材種を使用する 熱亀裂が原因の場合は熱衝撃に強い材種を使用する 外周切れ刃角の大きい (切込み角の小さい) ネガポジタイプ (あるいはダブルネガティブタイプ) のカッタを採用 切れ刃の強化 (ホーニング処理) チップブレードの変更 (G → H) インサートサイズ (とくに厚み) を大きく 用途に適した条件の選定 	・推奨インサート材種 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>鋼</th> <th>鋳鉄</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>粗加工</td> <td>ACP300(コーティング)</td> <td>ACK300(コーティング)</td> </tr> </tbody> </table> ・推奨カッタ：SEC- ウェーブミル WGX 型 ・インサート厚み：3.18 → 4.76mm へ ・チップブレードの変更：汎用 → 刃先強化型 ・切削条件：H22 を参照					鋼	鋳鉄	粗加工	ACP300(コーティング)	ACK300(コーティング)							
	鋼	鋳鉄																	
粗加工	ACP300(コーティング)	ACK300(コーティング)																	
仕上げ面の不良 	工具材種 工具設計 切削条件	<ul style="list-style-type: none"> 耐溶着性に優れる材種を使用する 超硬 → サーマット 正面刃振れを良くする (刃振れの良いカッタの使用) (正しいインサートの取付け) ワイパーインサートの使用 仕上げ専用カッタの使用 切削速度を上げる 	・推奨カッタとインサート材種 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>鋼</th> <th>鋳鉄</th> <th>軽合金</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>汎用 カッタ イン サート</td> <td>WGX 型* ACP200(コーティング)</td> <td>DGC 型 ACK200(コーティング)</td> <td>ANX 型* DA1000(スミダイヤ)</td> </tr> <tr> <td>仕上 専用 カッタ イン サート</td> <td>WGX 型 T4500A(サーマット)</td> <td>FMU 型 BN7000(スミポロン)</td> <td>ANX 型 DA1000(スミダイヤ)</td> </tr> </tbody> </table> * 印カッタにはワイパーインサートの取付可能。					鋼	鋳鉄	軽合金	汎用 カッタ イン サート	WGX 型* ACP200(コーティング)	DGC 型 ACK200(コーティング)	ANX 型* DA1000(スミダイヤ)	仕上 専用 カッタ イン サート	WGX 型 T4500A(サーマット)	FMU 型 BN7000(スミポロン)	ANX 型 DA1000(スミダイヤ)	
	鋼	鋳鉄	軽合金																
汎用 カッタ イン サート	WGX 型* ACP200(コーティング)	DGC 型 ACK200(コーティング)	ANX 型* DA1000(スミダイヤ)																
仕上 専用 カッタ イン サート	WGX 型 T4500A(サーマット)	FMU 型 BN7000(スミポロン)	ANX 型 DA1000(スミダイヤ)																
そ の 他	びびりの発生 工具設計 切削条件 その他	<ul style="list-style-type: none"> 切れ味の良いカッタの使用 不等分割カッタの使用 送り量を下げる 加工物やカッタの取付けを確実にする 	・推奨カッタ 鋼用：SEC- ウェーブミル WGX 型 鋳鉄用：SEC- スミデュアルミル DGC 型 軽合金用：アルミ合金加工用高効率 PCD カッタ ANX 型																
	切りくず処理の不良 工具設計	<ul style="list-style-type: none"> 切りくず排出の良いカッタの採用 刃数を減らす チップポケットを広くとる 	・推奨カッタ：SEC- ウェーブミル WGX 型																
	コバ欠けの発生 工具設計 切削条件	<ul style="list-style-type: none"> 外周切れ刃角を大きくする (切込み角を小さくする) チップブレードの変更 (G → L) 送り量を小さくする 	・推奨カッタ：SEC- ウェーブミル WGX 型																
	バリの発生 工具設計 切削条件	<ul style="list-style-type: none"> 切れ味の良いカッタを使用する 送り量を上げる バリ対策インサートを使用する 	・推奨カッタ：SEC- ウェーブミル WGX 型 + FG ブレード SEC- スミデュアルミル DGC 型 + FG ブレード																

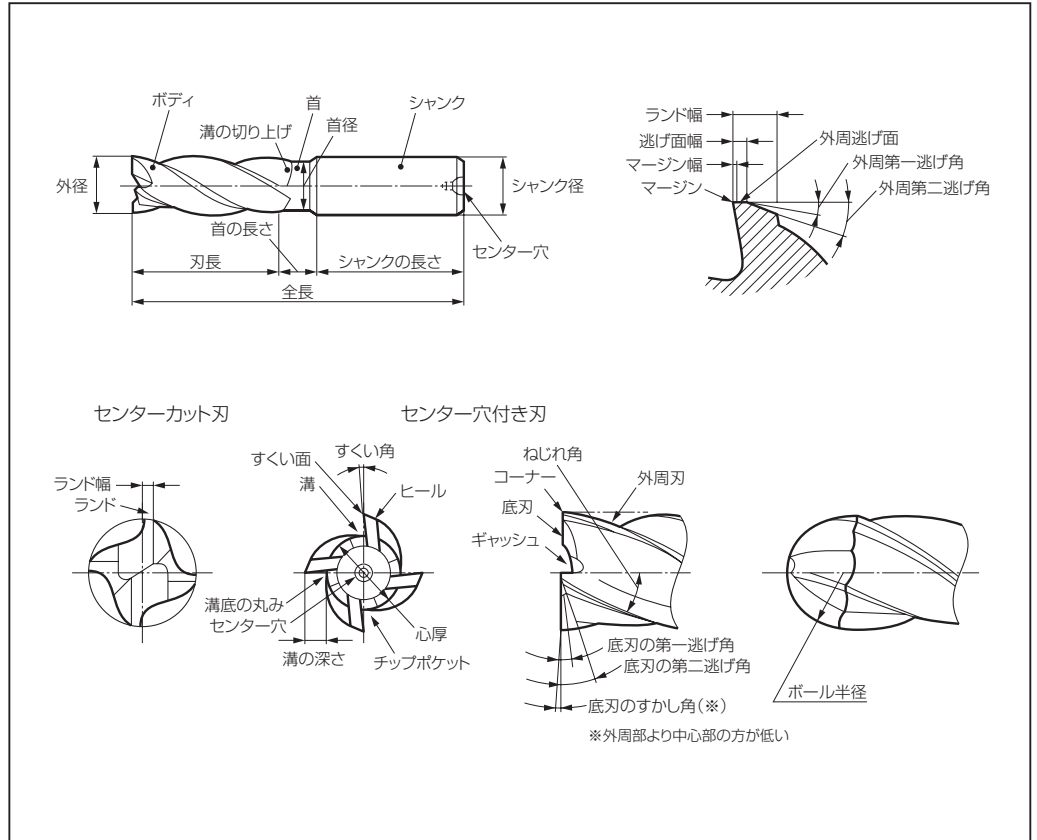
資料

N

部品

資料
テクニカルガイダンス

■ 各部の名称



■ 切削条件の計算方法 (スクエアエンドミル)

● 切削速度の計算法

$$v_c = \frac{\pi \times DC \times n}{1,000} \quad n = \frac{1,000 \times v_c}{\pi \times DC}$$

● 送り速度・送り量の計算法

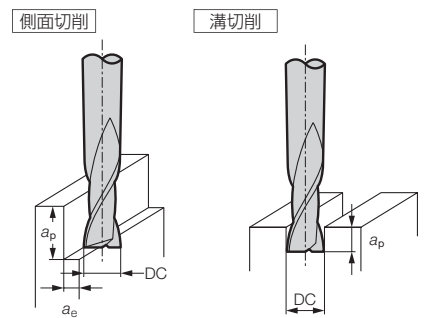
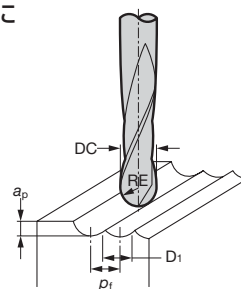
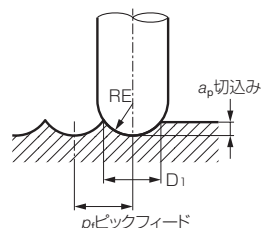
$$v_f = n \times f \quad f = \frac{v_f}{n}$$

$$v_f = n \times f_z \times Z \quad f_z = \frac{f}{Z} = \frac{v_f}{n \times Z}$$

● 切削境界部 (D₁) の計算法

$$D_1 = 2 \times \sqrt{2 \times RE \times a_p - a_p^2}$$

● 切削速度と送り速度・送り量はスクエアエンドミルと同じ式により計算する。



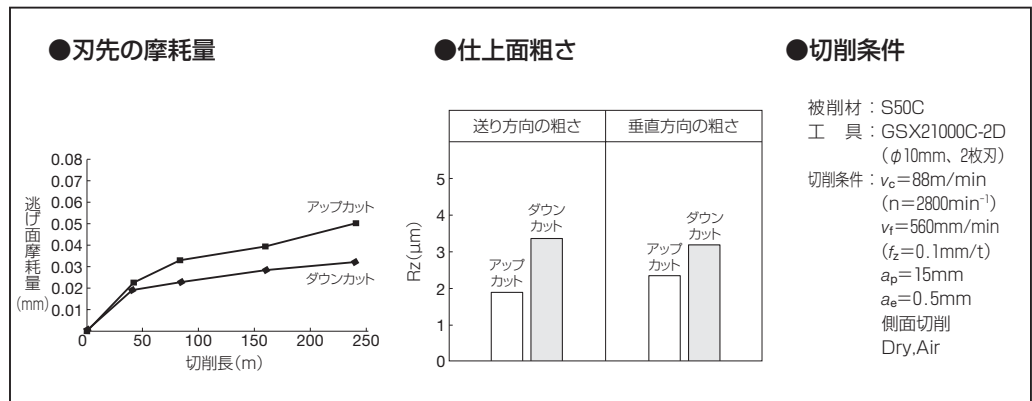
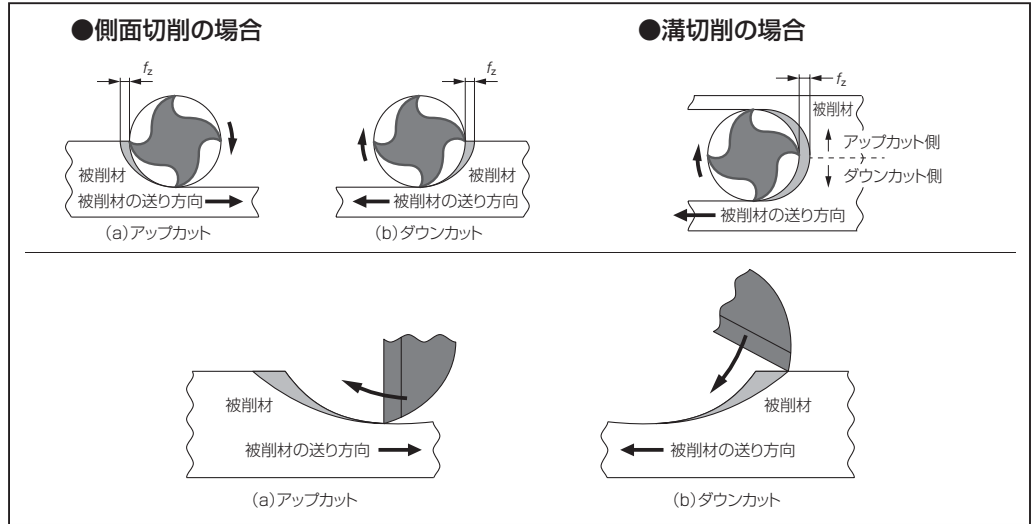
- v_c : 切削速度 (m/min)
- π : 円周率≒3.14
- DC : エンドミル直径 (mm)
- n : 回転速度 (min⁻¹)
- v_f : 送り速度 (mm/min)
- f : 1回転当たりの送り量 (mm/rev)
- f_z : 1刃当たりの送り量 (mm/t)
- Z : 刃数
- a_p : 軸方向の切込み深さ (mm)
- a_e : 半径方向の切込み深さ (mm)
- RE : ボール半径

(ボールエンドミル)

エンドミル加工の基礎 エンドミル加工編

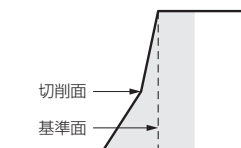
資料
部品
テクニカルガイダンス

■ アップカットとダウンカット



■ 切削条件や方式と切削面の倒れの関係

エンドミルの仕様			側面切削				溝切削			
			被削材: プレハードン鋼 (40HRC) 切削条件: $v_c=25\text{m/min}$ $a_p=12\text{mm}$ $a_e=0.8\text{mm}$		被削材: プレハードン鋼 (40HRC) 切削条件: $v_c=25\text{m/min}$ $a_p=8\text{mm}$ $a_e=8\text{mm}$					
型番	刃数	ねじれ角	送り量		送り量		送り量		送り量	
			0.16mm/rev	0.11mm/rev	0.05mm/rev	0.03mm/rev				
GSX20800S-2D	2枚	30°	方式		方式		方式		方式	
			アップカット	ダウンカット	アップカット	ダウンカット	アップカット	ダウンカット	アップカット	ダウンカット
GSX40800S-2D	4枚	30°	方式		方式		方式		方式	
			アップカット	ダウンカット	アップカット	ダウンカット	アップカット	ダウンカット	アップカット	ダウンカット
結果			・ダウンカットの場合、工具先端部が逃げる傾向になる。 ・4枚刃の方が剛性が高く、逃げ量が少ない。				・溝底に向かってアップカット側に溝側面が食いつく傾向になる。 ・4枚刃の方が剛性が高く、傾きが少ない。			



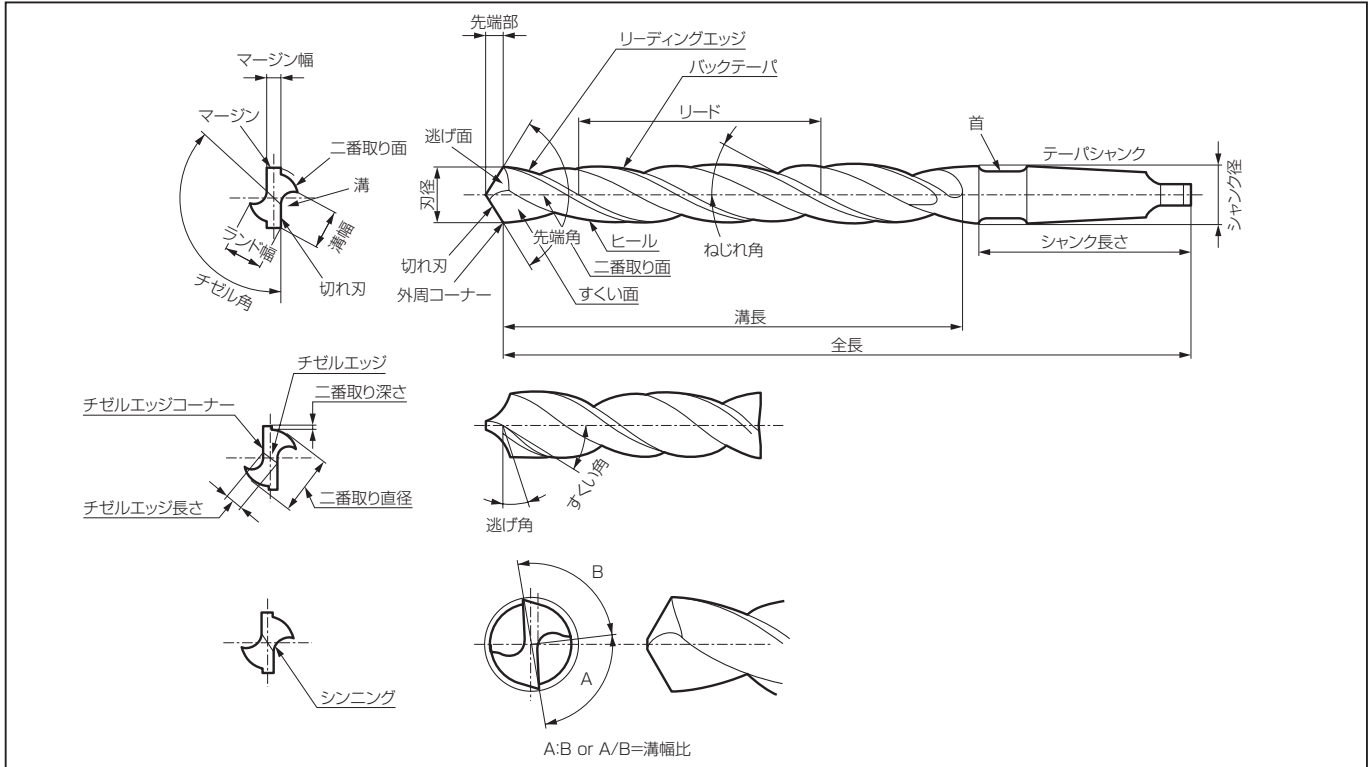
エンドミル加工のトラブル対応 エンドミル加工編

■ エンドミル加工のトラブルと対策

トラブル		原因		対策	
切れ	極端な摩耗	・ 切削条件	・ 切削速度が速い	・ 切削速度、送り速度を下げる	
			・ 送り速度が速い		
		・ 工具形状	・ 外周逃げ角が小さい	・ 適正な外周逃げ角に変更する	
刃の	チッピング	・ 切削条件	・ 送り速度が速い	・ 送り速度を下げる	
			・ 切込み量が大きい	・ 切込み量を小さくする	
			・ 工具突き出し量が高い	・ 適正な突き出し量にする	
損傷	折損	・ 機械周辺	・ ワーククランプが弱い	・ ワークを強固に固定する	
			・ 工具の取り付けが不安定	・ 工具のチャッキングを確実にする	
		・ 切削条件	・ 送り速度が速い	・ 送り速度を下げる	
傷	折損	・ 切削条件	・ 切込み量が大きい	・ 切込み量を小さくする	
			・ 工具突き出し量が高い	・ できるだけ突き出し量を小さくする	
			・ 刃長が高い	・ 刃長の短い工具を選択する	
その他	壁面の倒れ	・ 切削条件	・ 送り速度が速い	・ 送り速度を下げる	
			・ 切込み量が大きい	・ 切込み量を小さくする	
		・ 工具形状	・ 工具突き出し量が高い	・ 適正な突き出し量にする	
その他	仕上面の不良	・ 切削条件	・ ダウンカットによる切削	・ アップカットに変更する	
			・ 工具形状	・ ねじれ角が大きい	・ ねじれ角の小さいものを使用
			・ 心厚が薄い	・ 適正な心厚のものを使用	
その他	切削中のびびり	・ 切削条件	・ 送り速度が速い	・ 送り速度を下げる	
			・ 切りくずの噛み込み	・ エアブローをする	
			・ 底刃のすかし角を大きくする		
その他	切削中のびびり	・ 切削条件	・ 切削速度が速い	・ 切削速度を下げる	
			・ アップカットによる切削	・ ダウンカットに変更する	
		・ 工具形状	・ 工具突き出し量が高い	・ 適正な突き出し量にする	
その他	切りくず詰まり	・ 工具形状	・ すくい角が大きい	・ 適正なすくい角に変更する	
			・ 機械周辺	・ ワーククランプが弱い	・ ワークを強固に固定する
		・ 切削条件	・ 工具の取り付けが不安定	・ 工具のチャッキングを確実にする	
その他	切りくず詰まり	・ 切削条件	・ 送り速度が速い	・ 送り速度を下げる	
			・ 切込み量が高い	・ 切込み量を小さくする	
		・ 工具形状	・ 刃数が多い	・ 刃数を減らす	
			・ 切りくずの噛み込み	・ エアブローをする	

穴あけ加工の基礎 穴あけ加工編

■ ツイストドリルの各部名称



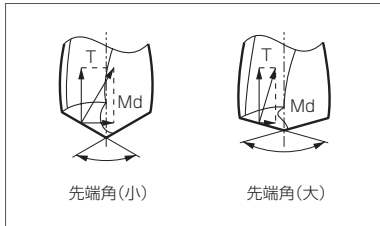
資料

N

部品

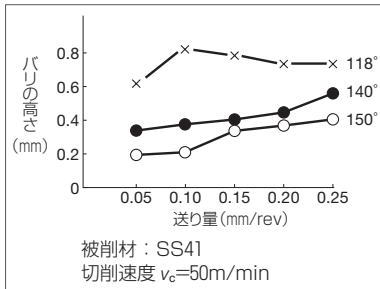
テクニカルガイダンス

●先端角と抵抗



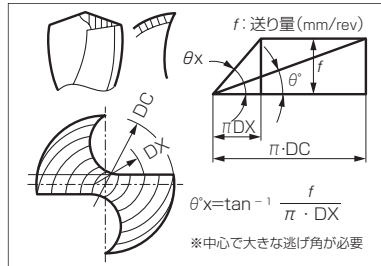
先端角が大きいが、スラストは大きくなるが、トルクは小さくなる。

●先端角とバリ

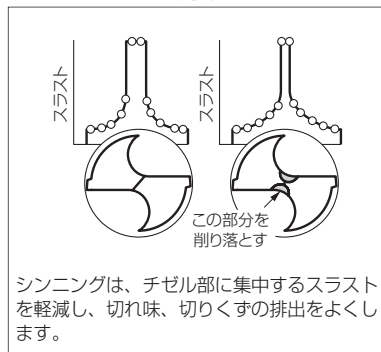


先端角が大きいが、バリ高さは小さくなる。

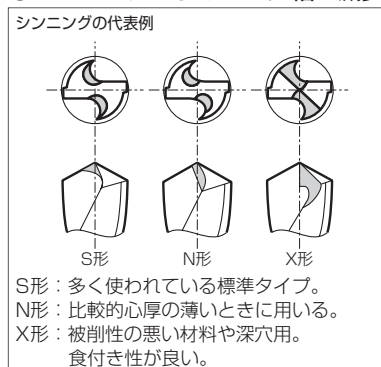
●ドリルの必要最小逃げ角



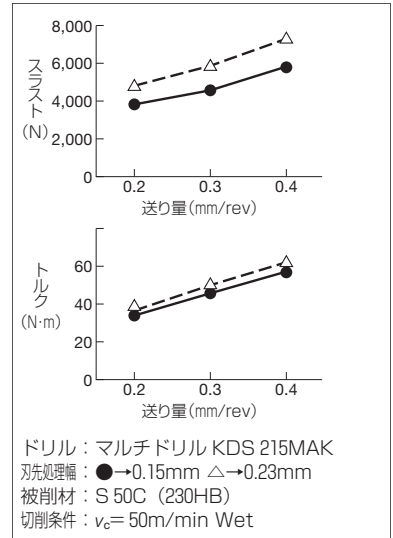
●シンニングの効果



●シンニングによるチゼル幅の減少

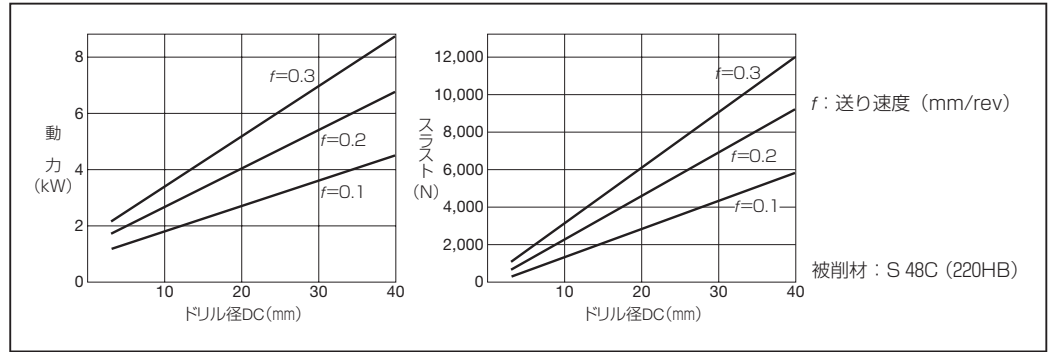


●刃先処理幅と切削抵抗



穴あけ加工の基礎 穴あけ加工編

■ マルチドリルの所要動力とスラストの目安



■ 切削条件の決定

● 切削抵抗の調整 - 低剛性機への対応

ドリルの刃先処理の大きさと切削抵抗には次の様な関係があります。切削抵抗が大きいことでトラブルが発生する時は、送り速度を下げ、あるいはドリルの刃先処理を小さくする等の対策を行います。

切 削 条 件		ドリルの刃先処理幅			
		0.15mm		0.05mm	
v_c (m/min)	f (mm/rev)	トルク (N·m)	スラスト (N)	トルク (N·m)	スラスト (N)
40	0.38	12.8	2,820	12.0	2,520
50	0.30	10.8	2,520	9.4	1,920
60	0.25	9.2	2,320	7.6	1,640
60	0.15	6.4	1,640	5.2	1,100

ドリル径: $\phi 10$ mm
被削材: S 50C (230HB)

● 高速加工のすすめ

動力が十分で、かつ高剛性の機械を用いて問題なく加工できる場合には、高能率化しても十分な寿命が得られます。この場合、十分な切削油の供給が必要です。

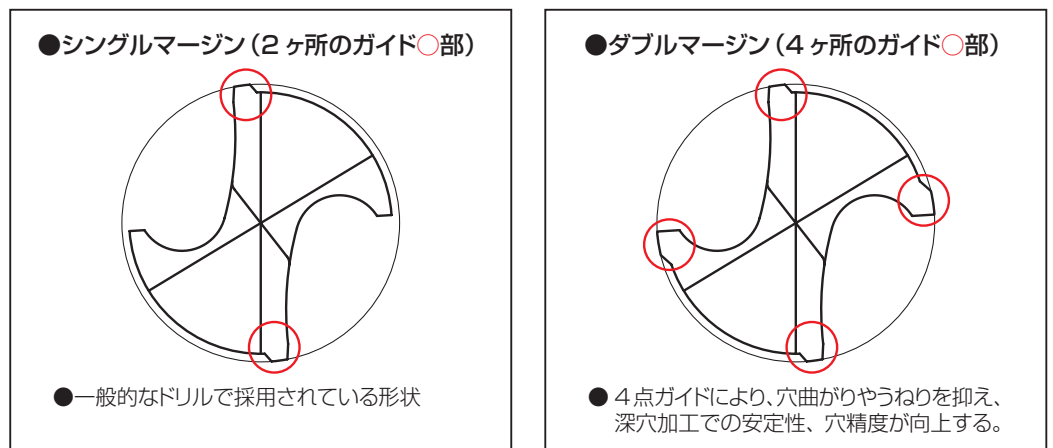
摩耗の例

$v_c = 60$ m/min

$v_c = 120$ m/min

被削材: S50C (230HB)
 切削条件: $f = 0.3$ mm/rev
 $H = 50$ mm
 寿 命: 600 穴加工後 (切削長 30m)

■ マージンの説明 (シングル / ダブル・マージンの違い)

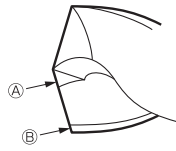


資 料
N
部 品
資 料
テニカルガイダンス

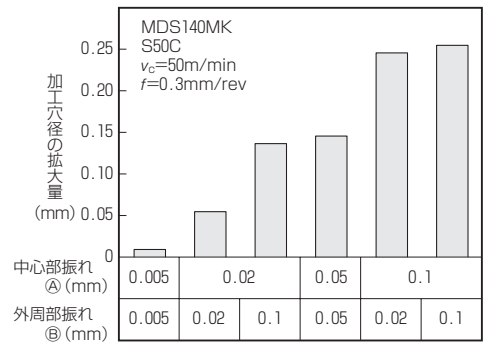
穴あけ加工の基礎 穴あけ加工編

■ ドリルの振れ精度

シンニング加工されたドリルの場合、振れ精度にはリップハイト差⑧だけではなく、シンニング後の振れ⑨も重要です。



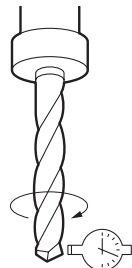
⑨：シンニング後の振れ
⑧：2番加工後の振れ（リップハイト差）



■ ドリルの取付け外周振れ精度

● 工具回転の場合

取付け外周振れ精度は、0.03mm以内で管理してください。これを超えると、加工穴径の拡大や、水平方向の切削抵抗増大によるドリル破損が発生する恐れがあります。



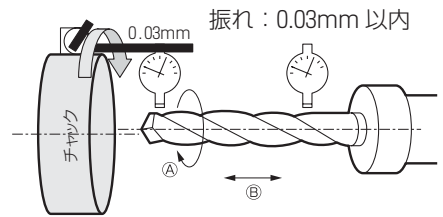
振れ：0.03mm 以内

外周振れ (mm)	穴の拡大		切削抵抗*	
	0	0.05 (mm)	0	10 (kg)
0.005	0	0.05	0	10
0.09	0	0.05	0	10

*切削抵抗は水平方向への力を示す。
 ドリル：MDS120MK 被削材：S50C (230HB)
 切削条件： $v_c=50\text{m/min}$, $f=0.3\text{mm/rev}$, $H=38\text{mm}$
 水性切削油

● 被削材回転の場合

⑨のドリル切れ刃での外周振れに加え、⑩の真直度も0.03mm以内となるように調整してください。

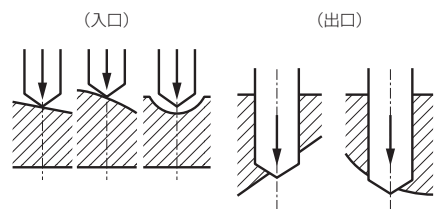


振れ：0.03mm 以内

■ 被削面の状態とドリルの性能

● 傾斜、凹凸面のある場合

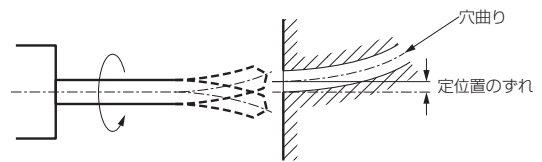
穴の入口あるいは出口の形状が異形の場合には、送り量を推奨切削条件の1/3～1/2程度に低下させてください。



■ ロングドリルの使い方

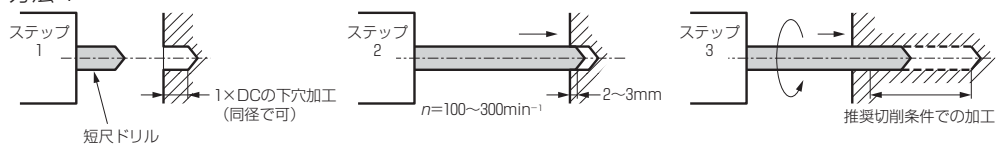
● 問題点

ロングドリル(XHGS型)、SMDH-D型、SMDH-12D型での穴あけ加工を高速回転のままで行うと、右図のようにドリル先端が振れて穴の食い付き位置がずれるため、穴曲がり、ドリル破損というトラブルが発生します。

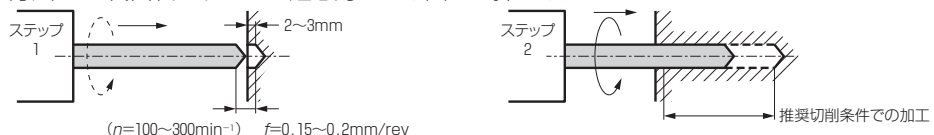


● 対策

方法 1



方法 2 * 低回転でドリルの遠心力による曲りを抑える。



マルチドリルの上手な使い方 穴あけ加工編

■ ドリルの保持

① 保持具の選定と点検

- 確実に振動の発生しない保持を実施してください。コレットチャック方式(スラストベアリングタイプ)は、把握力が強く、安心してご使用になれます。
(ドリルチャックや、キーレスチャックは、把握力が弱く、マルチドリルには適しません。)
- ドリル交換時には、定期的に油によるコレットの洗浄や、本体内部の洗浄を行って、切りくずなどの微粉を除去してください。キズがあれば油砥石で修理してください。

コレットチャック式 ドリルチャック式

② ドリルの取付け

- ドリルの取付け外周振れは0.03mm以内になるようにしてください。
- ドリルの溝部は絶対に保持しないでください。
(ドリル溝部がホルダの内部にあると、切りくず排出が妨げられ、ドリルが破損する場合があります。)

コレット

キズがあれば油砥石で修理、または新品に交換

外周振れは0.03mm以内 ドリルの溝部を保持しない

■ 切削油の使い方

① 切削油の選び方

- 切削速度が40m/min以上の場合には、冷却効果や切りくず処理にすぐれた極圧添加剤入りで浸透性の良い水溶性切削油JISW1種2号相当をお奨めします。
- 切削速度が40m/min以下で、工具寿命を最優先にする場合は、潤滑効果のある不水溶性切削油である活性硫化塩化油JISA1種1号をお勧めします。※不水溶性切削油をご使用の場合は発火の危険があります。発火防止のため、油煙の上らない程度の多量の油量が必要です。

● 外部給油式
● 立型の場合

● 横型の場合

● 内部給油式
● 回転給油装置
● 機械内部より

② 給油の仕方

- 外部給油式の場合
切削油は外部より穴の入口に十分供給してください。
油圧は0.3~0.5MPa、油量は3~10ℓ/minが目安です。
- 内部給油式の場合
φ4以下の場合：油穴が細いため、1.5MPa以上の油圧が必要です。
φ6を超える場合：穴深さがドリル径の3倍以下では0.5~1.0MPa、3倍超えでは、1~2MPa以上の油圧を推奨します。

■ 動力やスラストの計算式

● 切削速度の計算法

$$v_c = \frac{\pi \times DC \times n}{1,000}$$

$$n = \frac{1,000 \times v_c}{\pi \times DC}$$

● 送り速度・送り量の計算法

$$v_f = n \times f$$

$$f = \frac{v_f}{n}$$

● 加工時間の計算法

$$T = \frac{H}{v_f}$$

● 動力・スラストの計算式 < 実験式 >

所要動力 (kW) = $HB \times DC^{0.68} \times v_c^{1.27} \times f^{0.59} / 36,000$

スラスト (N) = $0.24 \times HB \times DC^{0.95} \times f^{0.61} \times 9.8$

※機械の設計に際しては上式で求められた所要動力の1.6倍、スラストの1.4倍の値を目安にしてください。

v_c : 切削速度 (m/min)
 π : 円周率≒3.14
 DC : ドリルの刃径 (mm)
 n : 回転速度 (min^{-1})
 v_f : 送り速度 (mm/min)
 f : 1回転当たりの送り量 (mm/rev)
 H : 穴あけ深さ (mm)
 T : 加工時間 (min)
 HB : 被削材ブリネル硬度

■ 加工物のクランプ

高能率の穴あけ加工では、高いスラストが発生するため、たわみからの欠けを防ぐために支えが必要です。また、トルクや大きな水平方向の切削力も働くため、それに耐えられるクランプをすることが大切です。

特に太いドリルの時

たわみ欠け 支えが必要!

■ 使用済みドリルの再生

● 寿命判断

1~2本の摩耗スジ

○ 適正寿命

● 再生時期
チッピングの発生以外でも、マージン部に送りマーク(筋)が1~2本現れた場合やコーナー摩耗がマージン幅に達した時はドリルの使用限界です。早めに再生を行ってください。

● 再生方法
再研削+再コーティングを推奨いたします。再研削のみで良い場合もありますが、被削材が鋼の場合には寿命低下を避けるために極力再研削+再コーティングとしてください。なお、独自の新コーティングを採用しておりますので、弊社もしくは弊社認定の再研削協力会社に再生をご用命ください。

● 自社再生
マルチドリルの再研削要領書を準備致しておりますので、自社で再研削をされる場合には弊社又はお取引先商社にお申し付けください。

● 過度の摩耗スジ

× 使いすぎ

穴あけ加工のトラブル対応 穴あけ加工編

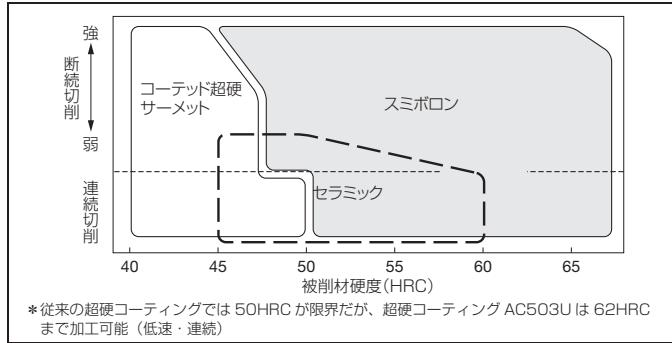
■ 穴あけ加工のトラブルと対策

トラブル	原因	基本的対策	対策の具体例	
ドリルの損傷	すくい面の摩耗	・切削条件の不適	・イゲタロイ切削工具カタログに記載の推奨切削条件の上限側	
		・切削油剤の不適	・イゲタロイ切削工具カタログに記載の推奨切削条件の上限側	
	チゼル部の欠損	・食付きが悪い	・食付き時の送り量を下げる ・前加工追加で平面食付き	・ $f=0.08 \sim 0.12\text{mm/rev}$ ・フラットマルチドリルで平面加工
		・設備・被削材等の剛性不足	・切削条件の変更にて抵抗を下げる ・被削材のクランプ強度を上げる	・ v_c を上げて f を下げる（スラスト低減）
		・刃先強度が不足	・チゼル幅を大きくする ・切れ刃のホーニング量を大きくする	・チゼル幅を $0.1 \sim 0.2\text{mm}$ とする ・中心部のシンニング部を現行幅の1.5倍とする
	切れ刃外周部の欠損	・切削条件の不適	・切削速度を下げる ・送り量を下げる	・イゲタロイ切削工具カタログに記載の推奨切削条件の下限側 ・イゲタロイ切削工具カタログに記載の推奨切削条件の下限側
		・切削油剤の不適	・潤滑性の高い切削油にする	・JIS A1種1号相当の使用
		・設備・被削材等の剛性不足	・被削材のクランプ強度を上げる	
		・刃先強度が不足	・切れ刃のホーニング量を大きくする ・前逃げ角を小さくする	・切れ刃外周部を現行幅の1.5倍とする ・前逃げ角を現行の $2 \sim 3^\circ$ 小さくする
		・切れ刃外周からの食付き	・マージン幅を広げる（Wマージン仕様）	・マージン幅を現行の $2 \sim 3$ 倍とする
	マージン部の摩耗	・貫通時の断続切削	・送り量を下げる ・切れ刃ホーニング量を大きくする ・前逃げ角を小さくする	・イゲタロイ切削工具カタログに記載の推奨切削条件の下限側 ・切れ刃外周部を現行の1.5倍とする ・前逃げ角を現行の $2 \sim 3^\circ$ 小さくする
		・切削条件の不適	・切削速度を下げる	・イゲタロイ切削工具カタログに記載の推奨切削条件の下限側
・切削油剤の不適		・潤滑性の高い切削油にする ・切削油の供給量を増やす	・JIS A1種1号相当の使用 ・外部給油であれば内部給油に変更	
・マージン摩耗残り ・工具設計の不適		・再研削を早めに行いバックテーパの確保 ・バックテーパを大きくする ・マージン幅を小さくする	・マージン損傷は 1mm 以下で再研削 ・バックテーパを $0.5/100$ にする ・マージン幅を現行の $2/3$ 程度にする	
ドリル本体の折損	・切りくず詰まり	・最適な切削条件と工具を使用する ・切削油の供給量を増やす	・イゲタロイ切削工具カタログに記載の推奨切削条件表を参照 ・外部給油であれば内部給油式に変更	
	・保持具クランプの強度不足	・保持強度が高い保持具を使用する	・コレットチャックが傷んでいれば交換 ・1ランク大きいコレットホルダを使用	
	・設備・被削材等の剛性不足	・被削材のクランプ強度を上げる		
加工精度の不良	拡大代が大きい	・食付き時の送り量を下げる	・ $f=0.08 \sim 0.12\text{mm/rev}$	
		・食付きが悪い	・切削速度を下げる ・前加工追加で平面食付き	・イゲタロイ切削工具カタログに記載の推奨切削条件の下限側 ・エンドミルで平面加工
		・ドリルの剛性不足	・穴深さに対して最適なドリル型式を使用 ・ドリル全体剛性を上げる	・イゲタロイ切削工具カタログを参照 ・心厚大・溝幅比小
		・ドリルの振れ	・ドリルの取付精度を向上させる ・ドリル保持剛性を上げる	・コレットチャックが傷んでいれば交換 ・1ランク大きいコレットホルダを使用
	仕上面粗さが悪い	・設備・被削材等の剛性不足	・被削材のクランプ強度を上げる	
		・切削条件の不適	・切削速度を上げる ・送り量を下げる	・イゲタロイ切削工具カタログに記載の推奨切削条件の上限側 ・イゲタロイ切削工具カタログに記載の推奨切削条件の下限側
	直進性が悪い	・切削油剤の不適	・潤滑性の高い切削油にする	・JIS A1種1号相当を使用
		・食付きが悪い	・送り量を上げる	・イゲタロイ切削工具カタログに記載の推奨切削条件の上限側
		・ドリルの取付不良	・ドリルの取付精度を向上させる ・ドリル保持剛性を上げる	・コレットチャックが傷んでいれば交換 ・1ランク大きいコレットホルダを使用
		・設備・被削材等の剛性不足	・被削材のクランプ強度を上げる ・ダブルマージンにする	・イゲタロイ切削工具カタログを参照
切りくず処理不良	切りくずが詰まる	・切削条件の不適	・切削速度を上げる ・送り量を上げる	・イゲタロイ切削工具カタログに記載の推奨切削条件の上限側 ・イゲタロイ切削工具カタログに記載の推奨切削条件の上限側
		・切りくず排出の不良	・内部給油の場合吐出量を増やす	
	切りくずがのびる	・切削条件の不適	・送り量を上げる ・切削速度を上げる	・イゲタロイ切削工具カタログに記載の推奨切削条件の上限側 ・イゲタロイ切削工具カタログに記載の推奨切削条件の上限側
		・冷却効果が強い	・内部給油の場合吐出量を少なくする	・内部給油の場合吐出圧を 1.5MPa 以下
		・切れ味が悪い	・切れ刃のホーニング量を小さくする	・現行幅の $2/3$ 程度に小さくする

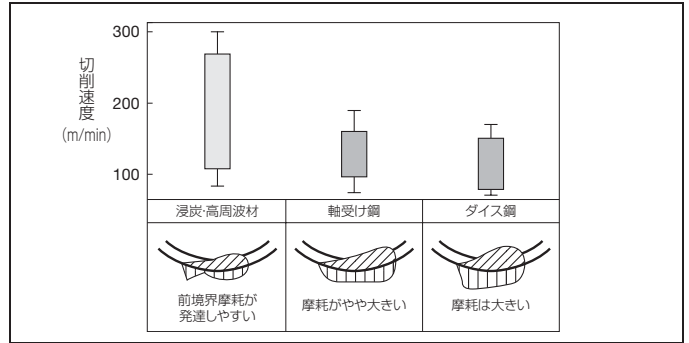
資料 N 部品 資料 テクニカルガイダンス

スミボロンによる焼入鋼加工 スミボロン編

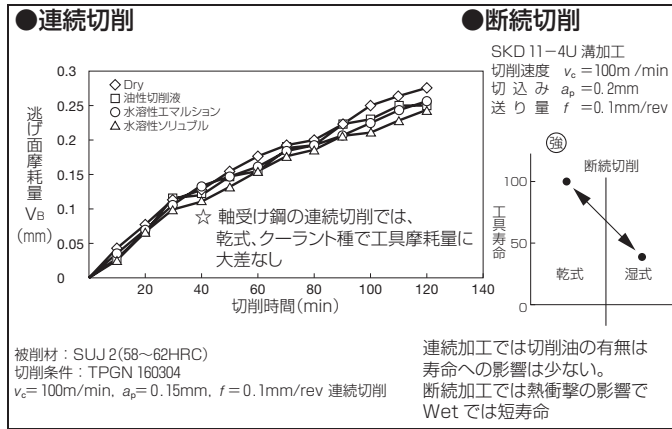
■ ワーク硬度と形状別スミボロンの推奨領域



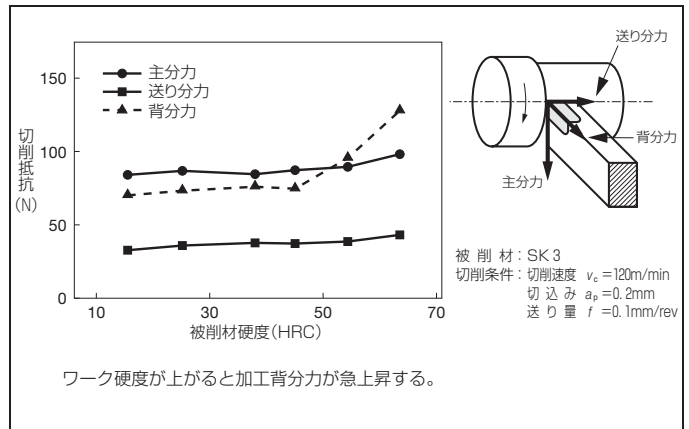
■ 被削材質別推奨切削速度



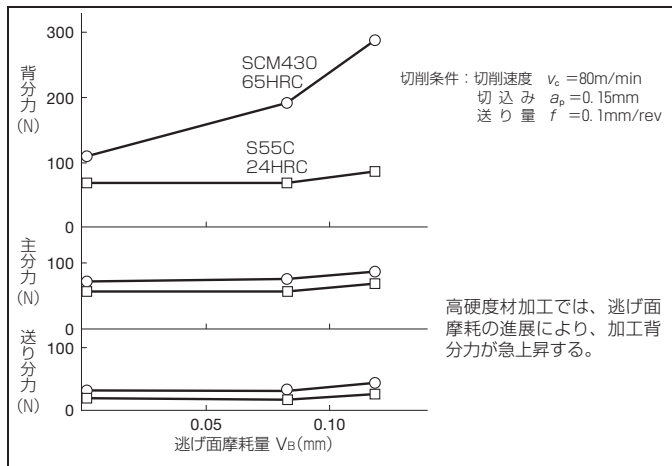
■ 工具寿命とクーラントの影響



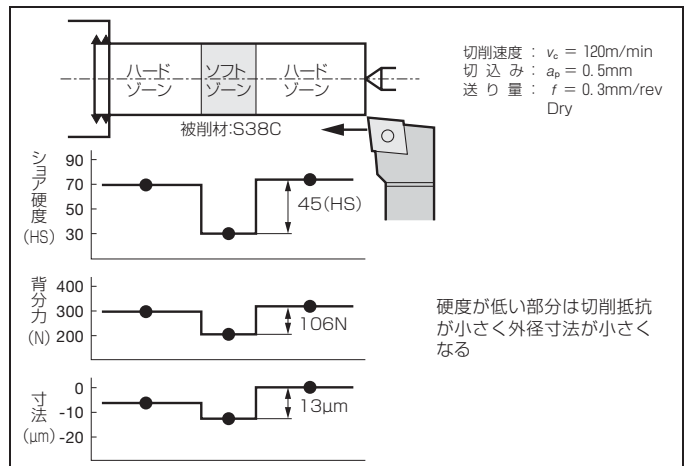
■ 被削材硬度と切削抵抗の関係



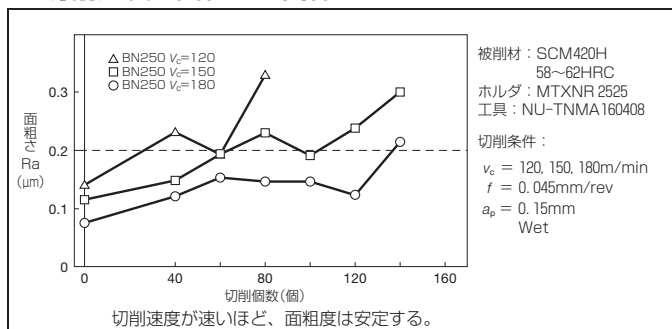
■ 逃げ面摩耗と切削抵抗の関係



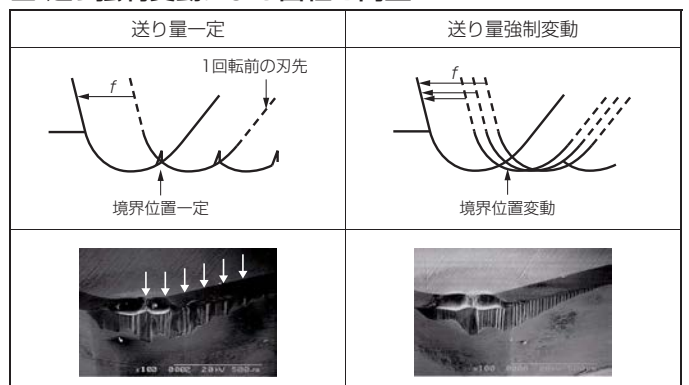
■ ワーク硬度の変化による切削抵抗、加工精度の影響



■ 切削速度と面粗さの関係



■ 送り強制変動による面粗さ向上



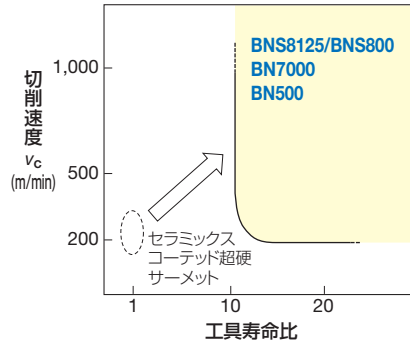
資料 N 部品 テクニカルガイダンス

スミボロンによる鋳鉄の高速加工 スミボロン編

■ 鋳鉄加工におけるスミボロンのメリット

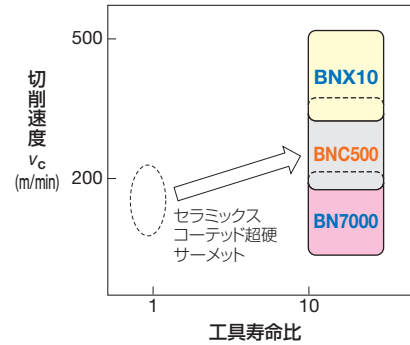
高速加工

●ねずみ鋳鉄

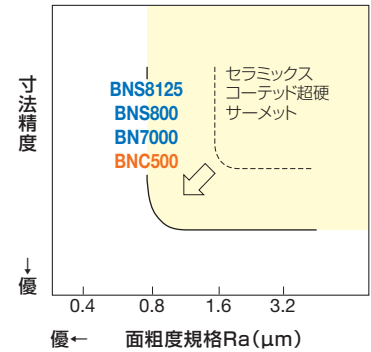


高速加工

●ダクタイル鋳鉄



高精度加工

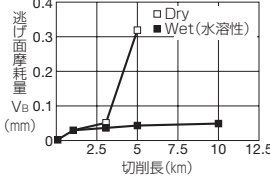


■ 旋削加工

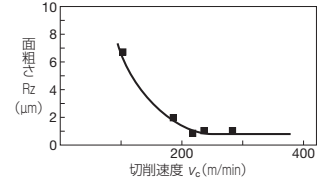
●鋳鉄の組織と摩耗形態例

組織		FC	FCD
マトリクス		パーライト	パーライト+フェライト
工具摩耗形態	Wet		
	Dry		

($v_c = 200 \sim 500 \text{m/min}$)



被削材: FC250 連続切削
 工具材質: BN500
 工具形状: SNGN120408
 切削条件: $v_c = 450 \text{m/min}$
 $a_p = 0.25 \text{mm}$
 $f = 0.15 \text{mm/rev}$
 Dry&Wet (水溶性)



機械: N/C 旋盤
 被削材: FC250 200HB
 ホルダ: MTJNP2525
 工具材質: BN500
 工具形状: TNMA160408
 切削条件: $v_c = 110 \sim 280 \text{m/min}$
 $f = 0.1 \text{mm/rev}$
 $a_p = 0.1 \text{mm}$
 Wet

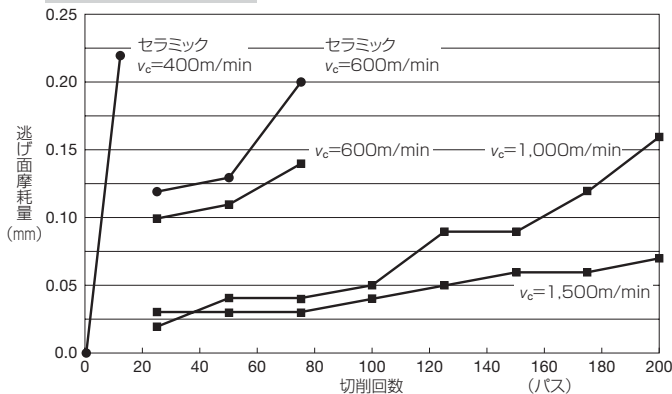
スミボロンによる鋳鉄旋削では、 $v_c = 200 \text{m/min}$ 以上、Wet を推奨します。

■ 転削加工

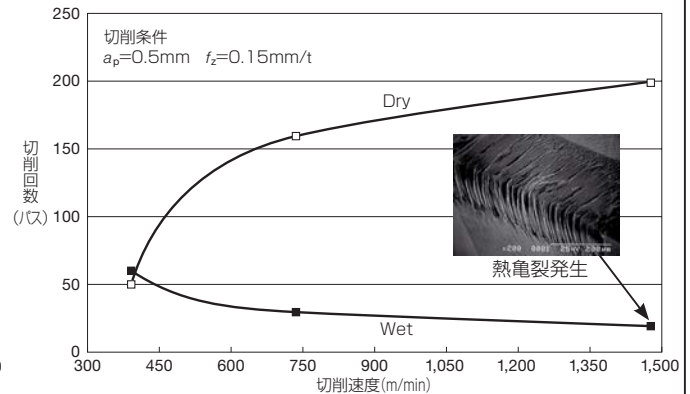
BN フィニッシュミル EASY (鋳鉄高速仕上げ用)



- ・ $v_c = 2,000 \text{m/min}$ の切削が可能
- ・ 仕上げ面粗さ 3.2Rz (1.0Ra)
- ・ 独自の低コストインサートによりランニングコストの低減を実現
- ・ ユニットスタイルで刃振れ調整が簡単
- ・ 高速回転時の部品飛出防止機構を採用



・ 被削材: ねずみ鋳鉄 (FC250)
 ・ 切削条件: $a_p = 0.5 \text{mm}$, $f_z = 0.1 \text{mm/t}$ Dry
 ・ 工具材質: BN7000



スミボロンによる鋳鉄の高速転削加工は Dry 加工を推奨

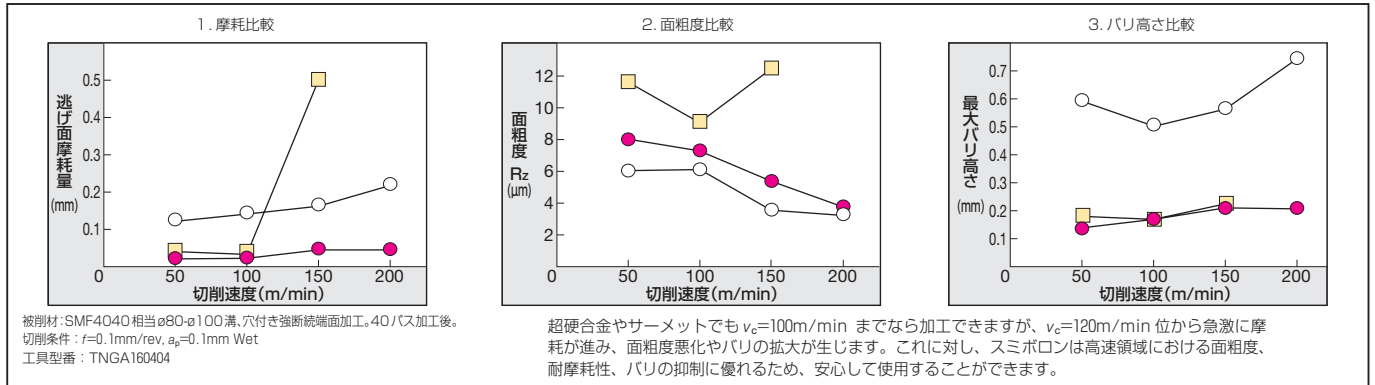
資料
部品

資料
テクニカルガイダンス

スミボロンによる難削材の加工 スミボロン編

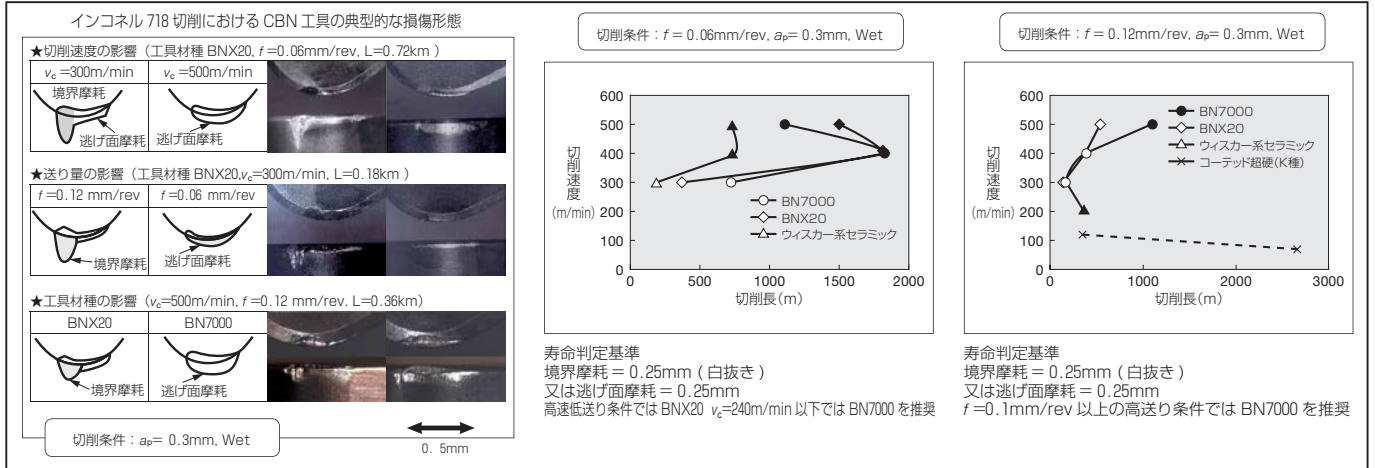
■ 焼結合金

● スミボロン ■ 超硬合金 ○ サーマット



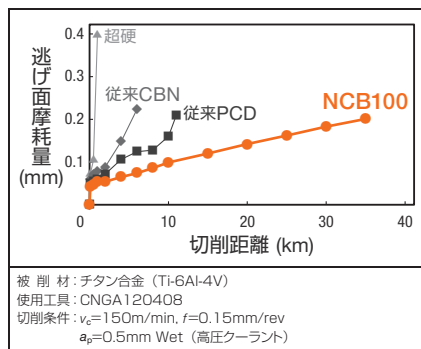
■ 耐熱合金

● ニッケル基

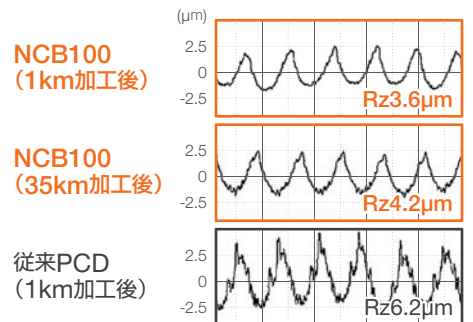
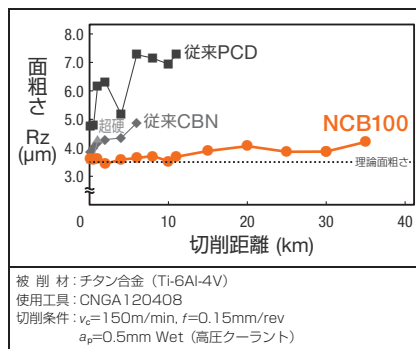


■ 切削性能 (チタン合金加工)

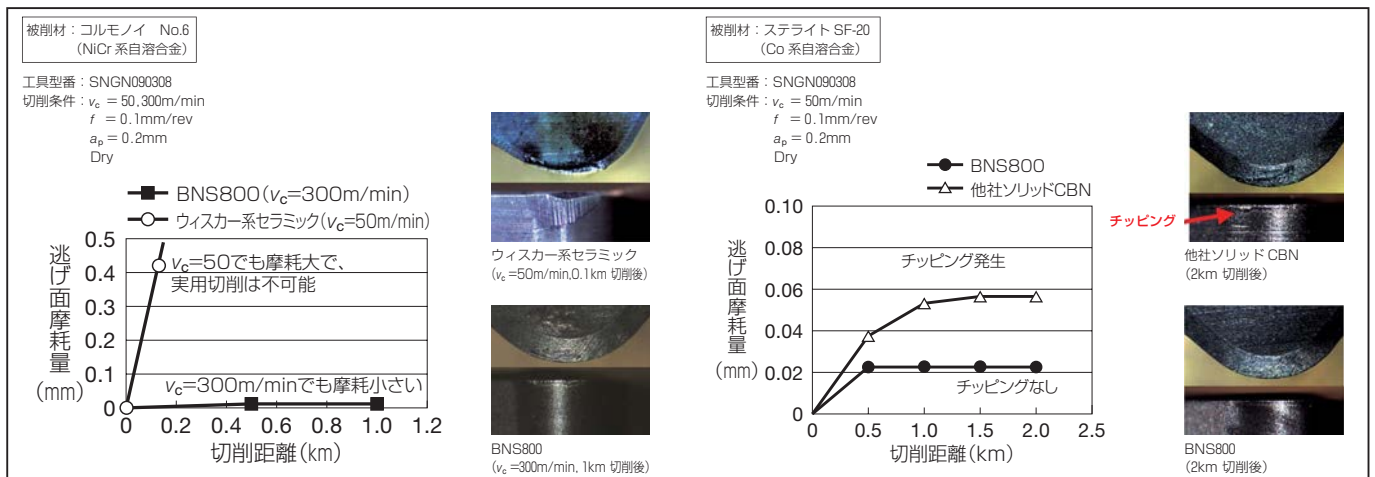
● 耐摩耗性



● 加工面粗さ



■ 溶射材

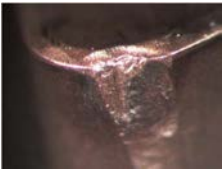
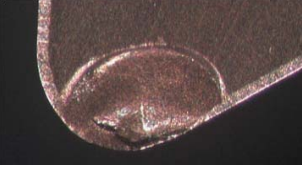
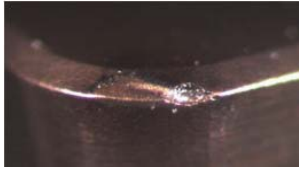


資料 N 部品

テニアルガイダンス

焼入鋼加工時の刃先損傷形態と対策 スミボロン編

資料
部品
テクニカルガイダンス

インサート損傷形態	原因	対策
逃げ面摩耗 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工具材種の耐摩耗性不足 ・ 切削速度が高過ぎる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 耐摩耗性の高い材種 (BNC2115, BNC2010, BN1000, BN2000) に変更する ・ 切削速度を下げる $v_c=200\text{m/min}$以下まで下げる (送り量を上げて加工距離を減らす対策も有効) ・ 逃げ角を大きくする
クレータ摩耗 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工具材種の耐クレータ摩耗性不足 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高能率加工用材種 (BNC2115, BNC2010, BNX25, BNX20) に変更する
クレータ欠損 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 切削速度が高過ぎる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 切削速度を下げ、送り量を増やす (低速高送り) $v_c=200\text{m/min}$以下まで下げる (送り量だけを上げて加工距離を短縮する対策も有効)
フレーキング欠損 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工具材種の靱性不足 ・ 背分力が高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 靱性の高い材種 (BNC2125, BNC2020, BN2000) を使用する ・ 刃先強度を上げる (ネガランド角を大きくし、ホーニング処理を施す) ・ 材種の靱性が十分な場合、切れ味を上げる
境界摩耗の進展 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 境界部の応力が高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 境界摩耗に強い材種 (BNC2115, BNC2010, BN2000) に変更する ・ 切削速度を高くする (150m/min以上) ・ 送り量を一定の加工数毎に変化させる 「送り変動加工法」に変更する ・ ネガランド角を大きくし、ホーニング処理を施す
前境界チッピング 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 刃先(前切れ刃)への衝撃が大きい、回数が多し 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 耐欠損性の高い微粒系材種 (BNC300, BN350) に変更する ・ 送り量を増やす (断続の衝撃回数が減少し、チッピング抑制が期待できる) ・ 刃先強度を上げる (ネガランド角を大きくし、ホーニング処理を施す)
横境界チッピング 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 刃先(横切れ刃)への衝撃が大きい、回数が多し 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 耐欠損性の高い材種 (BN350, BNC300) に変更する ・ 送り量を下げる ・ 横切刃角を大きくする ・ コーナー半径を大きくする ・ 刃先強度を上げる (ネガランド角を大きくし、ホーニング処理を施す)
熱亀裂 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱衝撃が大きい 	<ul style="list-style-type: none"> ・ Wet、残Wetで加工されている場合は、Dry加工を推奨 ・ 熱伝導率の高い材種を使用する ・ 切削速度、送り量、切り込みを下げて、加工負荷を低減する

一般資料編 SI 単位換算表

■ SI基本単位

● SI単位の基本となる量

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
温度	ケルビン	K
物質質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd

●固有の名称と記号を与えられた基本単位 (抜粋)

量	名称	記号
周波数	ヘルツ	Hz
力	ニュートン	N
圧力、応力	パスカル	Pa
エネルギー、仕事、熱量	ジュール	J
仕事率、工率	ワット	W
電圧	ボルト	V
電気抵抗	オーム	Ω

■ SI接頭語

● SI単位と組み合わせる10の整数乗を示す接頭語

係数	名称	記号	係数	名称	記号	係数	名称	記号
10 ²⁴	ヨタ	Y	10 ³	キロ	k	10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ²¹	ゼタ	Z	10 ²	ヘクト	h	10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ¹	デカ	da	10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ⁰	デシ	d	10 ⁻¹⁸	アト	a
10 ¹²	テラ	T	10 ⁻²	センチ	c	10 ⁻²¹	ゼプト	z
10 ⁹	ギガ	G	10 ⁻³	ミリ	m	10 ⁻²⁴	ヨクト	y
10 ⁶	メガ	M	10 ⁻⁶	マイクロ	μ			

■ 主要なSI単位換算表 (□部分がSIによる単位)

●力

N	kgf
1	1.01972 × 10 ⁻¹
9.80665	1

●応力

Pa (N/m ²)	MPa(N/mm ²)	kgf/mm ²	kgf/cm ²	kgf/m ²
1	1 × 10 ⁻⁶	1.01972 × 10 ⁻⁷	1.01972 × 10 ⁻⁵	1.01972 × 10 ⁻¹
1 × 10 ⁶	1	1.01972 × 10 ⁻¹	1.01972 × 10	1.01972 × 10 ⁵
9.80665 × 10 ⁶	9.80665	1	1 × 10 ²	1 × 10 ⁶
9.80665 × 10 ⁴	9.80665 × 10 ⁻²	1 × 10 ⁻²	1	1 × 10 ⁴
9.80665	9.80665 × 10 ⁻⁶	1 × 10 ⁻⁶	1 × 10 ⁻⁴	1

●圧力

1Pa = 1N/m², 1MPa = 1N/mm²

Pa (N/m ²)	kPa	MPa	GPa	bar	kgf/cm ²	mmHg または Torr
1	1 × 10 ⁻³	1 × 10 ⁻⁶	1 × 10 ⁻⁹	1 × 10 ⁻⁵	1.01972 × 10 ⁻⁵	7.50062 × 10 ⁻³
1 × 10 ³	1	1 × 10 ⁻³	1 × 10 ⁻⁶	1 × 10 ⁻²	1.01972 × 10 ⁻²	7.50062
1 × 10 ⁶	1 × 10 ³	1	1 × 10 ⁻³	1 × 10	1.01972 × 10	7.50062 × 10 ³
1 × 10 ⁹	1 × 10 ⁶	1 × 10 ³	1	1 × 10 ⁴	1.01972 × 10 ⁴	7.50062 × 10 ⁶
1 × 10 ⁵	1 × 10 ²	1 × 10 ⁻¹	1 × 10 ⁻⁴	1	1.01972	7.50062 × 10 ²
9.80665 × 10 ⁴	9.80665 × 10	9.80665 × 10 ⁻²	9.80665 × 10 ⁻⁵	9.80665 × 10 ⁻¹	1	7.35559 × 10 ²
1.33322 × 10 ²	1.33322 × 10 ⁻¹	1.33322 × 10 ⁻⁴	1.33322 × 10 ⁻⁷	1.33322 × 10 ⁻³	1.35951 × 10 ⁻³	1

●仕事・エネルギー・熱量

J	kW · h	kgf · m	kcal
1	2.77778 × 10 ⁻⁷	1.01972 × 10 ⁻¹	2.38889 × 10 ⁻⁴
3.60000 × 10 ⁶	1	3.67098 × 10 ⁵	8.60000 × 10 ²
9.80665	2.72407 × 10 ⁻⁶	1	2.34270 × 10 ⁻³
4.18605 × 10 ³	1.16279 × 10 ⁻³	4.26858 × 10 ²	1

1Pa = 1N/m²

●仕事率 (工率・動力)・熱流

1J = 1W · s, 1J = 1N · m

W	kgf · m/s	PS	kcal/h
1	1.01972 × 10 ⁻¹	1.35962 × 10 ⁻³	8.60000 × 10 ⁻¹
1 × 10 ³	1.01972 × 10 ²	1.35962	8.60000 × 10 ²
9.80665	1	1.33333 × 10 ⁻²	8.43371
7.355 × 10 ²	7.5 × 10	1	6.32529 × 10 ²
1.16279	1.18572 × 10 ⁻¹	1.58095 × 10 ⁻³	1

●比熱

J/ (kg · K)	1kcal (kg · °C) / cal/ (g · °C)
1	2.38889 × 10 ⁻⁴
4.18605 × 10 ³	1

●熱伝導率

1W = 1J/s, PS : 馬力

W/ (m · K)	kcal/ (h · m · °C)
1	8.60000 × 10 ⁻¹
1.16279	1

●回転速度

min ⁻¹	rpm
1	1

1min⁻¹ = 1rpm

一般資料編

金属材料記号対照表(抜粋)

●機械構造用 炭素鋼 P

JIS	AISI/ASTM	DIN/EN	GB	BS	AFNOR	ГОСТ
S10C	1008 1010	C10E C10R 1.1132	08 10	040A10 045A10 045M10	XC10	08 10
S12C	1012	—	—	040A12	XC12	—
S15C	1015	C15E C15R 1.1132	15	055M15	—	15
S20C	1020	C22 CK22	20	070M20	—	20
S25C	1025	C25 C25E C25R C16D 1.0415	25	—	—	25
S30C	1030	C30 C30E C30R	30	080A30 080M30	—	30
S35C	1035	C35 C35E C35R 1.1172	35	080A35 080M36	—	35
S40C	1040 C40E	C40 C40E C40R 1.1186	40	060A40 080A40 080M40	—	40
S43C	1042 1043	—	—	080A42	XC42H1 XC42H2	40Г
S45C	1045 1045H	C45 C45E C45R 1.1191 1.1192	45	060A45 080M46	XC45	45
S50C	1049	C50 C50E C50R 1.1206	50	080M50	XC50	50
S53C	1050 1053	—	50Mn	080A52	XC54	—
S55C	1055	C55 C55E C55R 1.1203	55	070M55	XC55H1 XC55H2	55
S58C	1060	C60 C60E C60R	60	060A57 080A57	XC60	—
S60C	1059	C60E 1.1221	60 60Mn	—	—	60
S09CK	1010	C10E C10R	—	045A10 045M10	XC10	—
S15CK	1015	C15E C15R	—	—	XC12	—
S20CK	—	CK22	—	—	XC18	—

●クロム鋼 P

SCr415	5115	17Cr3 1.7016	15Cr	—	—	15X
SCr420	5120	—	20Cr	—	20MC5	20X
SCr430	5130 5132	34Cr4 34CrS4 1.7033	30Cr	530A30 530A32	32C4	30X
SCr435	5135	37Cr4 1.7034	35Cr	530A36	38C4	35X
SCr440	5140	41Cr4 41CrS4 1.7035	40Cr	530M40 530A40	42C4	40X
SCr445	5147	—	45Cr	—	—	45X

●ニッケルクロム鋼 P

SNC415	4720 4715	20NiCrMo2-2 10NiCr15-4 17NiCr16-6 1.5918 1.5805 1.6523	20CrNi 12CrNi2 15CrNi6K	—	—	20XH 12XH
SNC236	3140 4337	41CrMo7-3-2 34CrNiMo6	40CrNi 34CrNi2	—	—	40XH
SNC246	8645	—	45CrNi	—	—	45XH
SNC815	E3310	15NiCr13 1.5752	12CrNi3	—	—	12XH3A
SNC620	—	20NiCrMo13-4 1.6660	20CrNi3	—	—	20XH3A
SNC631	—	30NiCrMo16-6 1.6747	30CrNi3	—	—	30XH3A
SNC836	—	35NiCrMo16 1.6773	37CrNi3	—	—	—

●ニッケルクロムモリブデン鋼 P

SNCM220	8615 8617 8620 8622 4718	20NiCrMo2-2 20NiCrMoS2-2 17NiCrMo6 1.6566 1.6523	20CrNiMo 18CrMnNiMo 20NiCrMoK	805A20 805M20 805A22 805M22	20NCD 2	20XH2M 18XH1FM
SNCM240	8637 8640	39NiCrMo3 1.6510	40CrNiMo	—	—	40XH2MA
SNCM415	—	—	—	—	—	—
SNCM420	4320	17NiCrMo6-4	20CrNi2Mo	—	—	20XH2M (20XHM)
SNCM439	4340	41NiCrMo7-3-2 1.6563	40CrNi2Mo	—	—	40XH2MA
SNCM447	4340	41NiCrMo7-3-2 1.6563	45CrNiMoV	—	—	—

●クロムモリブデン鋼 P

SCM415	—	18CrMo4 1.7243	15CrMo	—	—	15XM
SCM420	—	20MoCr4 1.7321	20CrMo	708M20	—	20XM

●クロムモリブデン鋼 つづき P

SCM421	4121	18CrMo4 22CrMoS35 1.7243	20CrMnMo	—	—	25XFM
SCM425	—	25CrMo 1.7218	25CrMo	—	—	—
SCM430	4130	—	30CrMo	708A30	30CD4	30XM
SCM435	4135 4137	34CrMo4 1.7220	35CrMo	708A37 709A37	34CD4 38CD4 35CD4	35XM
SCM440	4142 4140	42CrMo4 42CrMoS4 1.7225	42CrMo	708M40 708A40 708A42 709A42 709M40	42CD4	38XM
SCM445	4145 4150	50CrMo4 1.7228	50CrMo	708A47	—	—

●マンガンクロム鋼/マンガン鋼 P

SMn420	1522 1524	18Mn5 1.0436	20Mn2	150M19 120M19	20M5	20Г
SMn433	1330	28Mn6 1.1170	30Mn2	—	—	30Г2
SMn438	1335 1541	—	35Mn2	150M36	40M6	35Г2
SMn443	1340 1345 1541	—	40Mn2 45Mn2	135M40 150M36	35M5	35Г2 45Г2
SMnC420	5120	20MnCr5 1.7147	20CrMn	—	—	18XГ
SMnC443	5140	41Cr4 1.7035	40CrMn	—	—	—

●炭素工具鋼 P

SK140 SK1	W2-13A W1-13	—	T13	—	Y ₂ 140	—
SK120 SK2	W1-11 1/2	C120U 1.1555	T12	BW1C	Y ₂ 120	y12
SK105 SK3	W1-10 W1-10 1/2	C105U 1.1545 C105W1	T11	BW1B	Y ₂ 105	—
SK95 SK4	W1-9 W1-9 1/2	C105U 1.1545	T10	BW1A	Y ₂ 90 Y ₂ 80	y10
SK85 SK5	W1-8C W1-8	C80W1	T8Mn	BW1A	—	y8Г
SK80	W1-8A	C80U 1.1525	T8	—	—	y8
SK70	1070	C70U 1.1520	T7	—	—	y7

●高速度工具鋼 P

SKH2	T1	HS18-0-1 1.3355	W18Cr4V	BT1	Z80WCV 18-04-01	P18
SKH3	T4	S18-1-2-5	—	BT4	Z80WKC 18-05-04-01	—
SKH4	T5	—	—	BT5	Z80WKC 18-10-04-02	—
SKH10	T15	S12-1-4-5	W12Cr4V5Co6	BT15	Z160WKC 12-05-05-04	P12K5V5
SKH51	M2	S6-5-2 1.3339	W6Mo5Cr4V2	BM2	Z160WDCV 06-05-04-02	P6M5Φ2
SKH52	M3-1	HS6-6-2 1.3350	W6Mo6Cr4V2	—	—	—
SKH53	M3-2	S6-5-3 HS6-5-3 1.3344	W6Mo5Cr4V3	—	Z160WDCV 06-05-04-03	P6M5Φ3
SKH54	M4	—	W6Mo5Cr4V4	BM4	Z130WDCV 06-05-04-04	—
SKH55	M35 M41	S6-5-2-5 HS6-5-2-5 1.3243	W6Mo6Cr4V2Co6	BM35	Z190WDCV 06-05-05-04-02	P6M5Φ5
SKH56	M36	—	—	—	—	—
SKH57	M48	HS10-4-3-10 1.3207	W10Mo4Cr4V3Co10	—	Z130WKC 10-10-04-04-03	—
SKH58	M7	HS2-8-2 1.3348	W2Mo9Cr4V2	—	Z100DCV 09-04-02-02	—
SKH59	M42	HS2-10-1-8 1.3247	W2Mo9Cr4VCo8	BM42	Z130DKC 09-08-04-02-01	P2M9K8Φ

●合金工具鋼 P

SKS11	F2	—	—	—	—	—
SKS2	—	105WCr6	—	—	105WC13	—
SKS51	L6	—	—	—	—	—
SKS41	—	—	4CrW2Si	—	—	4XB2C
SKS43	W2-9 1/2	—	—	BW2	Y ₂ 105V	—
SKS44	W2-8 1/2	—	—	—	—	—
SKS3	O1	95MnWCr5 1.2825	9CrWMn	—	—	9XBГ
SKS31	O7	105WCr6	CrWMn	—	105WC31	XBГ
SKD1	D3	X210Cr12 1.2080	Cr12	BD3	X200Cr12	X12
SKD4	—	—	30W4Cr2V	BH21	Z32WCV5	—
SKD5	H21	X30WCrV9-3 1.2581	3Cr2W8V	BH21	Z30WCV9	3X2B8Φ
SKD6	H11	X37CrMoV5-1 1.2343	4Cr5MoSiV	BH11	X38CrMoV5	4X5MΦC
SKD61	H13	X40CrMoV5-1 1.2344	4Cr5MoSiV1	BH13	Z40CDV5	4X5MΦ1C
SKD7	H10	X32CrMoV33 1.2365	3Cr3Mo3V	BH10	32DCV28	—
SKD8	H19	38CrMoW18-17-17 1.2661	3Cr3Mo3VCo3	BH19	—	—
SKD10	D2	X153CrMoV12 1.2379	Cr12Mo1V1	—	—	X12M1Φ1

資料部 部品 資料 テニアルカシス

一般資料編

鉄鋼・非鉄金属記号一覧表 (抜粋)

● 鉄鋼関係

分類	名称	記号	記号の意味	
構造用鋼	溶接構造用圧延鋼材	SM	Marine 船の M、船は溶接が多い	
	再生鋼材	SRB	Reroiled 再圧延の R と Bar 棒の B	
	一般構造用圧延鋼材	SS	Steel の S と Structure 構造の S	
	一般構造用軽量形鋼	SSC	SS のあとに Cold 冷間の C	
薄鋼板	熱間圧延軟鋼板及び鋼帯	SPH	Plate 板の P と Hot 熱間の H	
鋼管	配管用炭素鋼鋼管	SGP	Gas Pipe の GP	
	ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管	STB	Tube の T、Boiler の B	
	高圧ガス容器用継目無鋼管	STH	ST のあとに High Pressure の H	
	一般構造用炭素鋼鋼管	STK	ST のあとにコーゾー Kozo の K	
	機械構造用炭素鋼鋼管	STKM	STK のあとに Machine の M	
	構造用合金鋼鋼管	STKS	STK のあとに Special の S	
	配管用合金鋼鋼管	STPA	STP のあとに Alloy の A	
	圧力配管用炭素鋼鋼管	STPG	ST のあとに Piping の P、General の G	
	高温配管用炭素鋼鋼管	STPT	ST のあとに Temperature の T	
	高圧配管用炭素鋼鋼管	STS	ST のあとに Special の S	
	配管用ステンレス鋼鋼管	SUS-TP	SUS のあとに Tube の T、Piping の P	
	機械構造用鋼	機械構造用炭素鋼鋼材	SxxC	Carbon 炭素の C
		アルミニウムクロムモリブデン鋼鋼材	SACM	Al の A、クロムの C、モリブデンの M
クロムモリブデン鋼鋼材		SCM	クロムの C、モリブデンの M	
クロム鋼鋼材		SCr	Steel の S のあとにクロムの Cr	
ニッケルクロム鋼鋼材		SNC	ニッケルの N、クロムの C	
ニッケルクロムモリブデン鋼鋼材		SNCM	SNC にモリブデンの M	
機械構造用マンガン鋼及びマンガンクロム鋼鋼材		SMn SMnC	マンガンの Mn SMn にクロムの C	
特殊鋼	炭素工具鋼	SK	Kogu コーグの K	
	中空鋼鋼材	SKC	SK のあとに Chisel ノミの C	
	合金工具鋼	SKS SKT	SK のあとに Special の S SK のあとに Die ダイスの D SK のあとに Tanco タンコウの T	
	高速度工具鋼鋼材	SKH	SK のあとに High Speed の H	
	いおう快削鋼	SUM	SU のあとに Machinability の M	
	高炭素クロム軸受鋼	SUJ	SU のあとに Jikuuke の J	
	ばね鋼鋼材	SUP	SU のあとに Spring の P	
	ステンレス鋼	SUS	SU のあとにステンレスの S	
	耐熱鋼	SUH	Special Use の U、Heat の H	
	耐熱鋼棒	SUH-B	SUH のあとに Bar の B	
耐熱鋼板	SUHP	SUH のあとに Plate の P		
鍛鋼	炭素鋼鍛鋼品	SF	Forging 鍛造の F	
	炭素鋼鍛鋼品用鋼片	SFB	SF のあとに Billet 鋼片の B	
	クロムモリブデン鋼鍛鋼品	SFCM	SF のあとにクロムの C、モリブデンの M	
	ニッケルクロムモリブデン鋼鍛鋼品	SFNCM	SFCM にニッケルの N	
鑄鉄	ねずみ鑄鉄品	FC	Ferrum 鑄鉄の F、Casting の C	
	球状黒鉛鑄鉄品	FCD	FC のあとに Ductile の D	
	黒心可鍛鑄鉄品	FCMB	FC のあとに Malleable の M、Black の B	
	白心可鍛鑄鉄品	FCMW	FCM のあとに White の W	
	パーライト可鍛鑄鉄品	FCMP	FCM のあとに Parlite の P	
鑄鋼	炭素鋼鑄鋼品	SC	Casting の C	
	ステンレス鋼鑄鋼品	SCS	SC のあとにステンレスの S	
	耐熱鋼鑄鋼品	SCH	SC のあとに Heat の H	
	高マンガン鋼鑄鋼品	SCMnH	SC のあとにマンガンの Mn、High の H	

● 非鉄金属系

分類	名称	記号
伸銅品	銅及び銅合金の板及び条	CxxxxP
		CxxxxPP
		CxxxxR
	銅及び銅合金溶接管	CxxxxBD
		CxxxxBDS
		CxxxxBE CxxxxBF
アルミニウム合金及びアルミニウム合金棒材	アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条	AxxxxP
		AxxxxPC
		AxxxxBE AxxxxBD AxxxxW
	アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線	AxxxxS
		AxxxxFD
		AxxxxFH
マグネシウム合金棒材	マグネシウム合金板	MP
	ニッケル銅合金板	NCuP
ニッケル銅合金棒	ニッケル銅合金棒	NCuB
	チタン棒	TB
鑄物	黄銅鑄物	YBsCx
	高力黄銅鑄物	HBsCx
	青銅鑄物	BCx
	りん青銅鑄物	PBCx
	アルミニウム青銅鑄物	AIBCx
	アルミニウム合金鑄物	AC
	マグネシウム合金鑄物	MC
	亜鉛合金ダイカスト	ZDCx
	アルミニウム合金ダイカスト	ADC
	マグネシウム合金ダイカスト	MDC
ホワイトメタル	WJ	
軸受用アルミニウム合金鑄物	AJ	
軸受用銅・鉛合金鑄物	KJ	

資料

N

部品

テニアル方寸

一般資料編

■ 硬度対照表

● 鋼のブリネルかたさに対する近似的換算値

ブリネル 3,000kgf HB	ロックウェル				ピッカース 50kgf HV	ショア HS	引張 強さ (GPa)
	A スケール 60kgf brale 圧子 HRA	B スケール 100kgf 1/10in 球 HRB	C スケール 150kgf brale 圧子 HRC	D スケール 100kgf brale 圧子 HRD			
—	85.6	—	68.0	76.9	940	97	—
—	85.3	—	67.5	76.5	920	96	—
—	85.0	—	67.0	76.1	900	95	—
767	84.7	—	66.4	75.7	880	93	—
757	84.4	—	65.9	75.3	860	92	—
745	84.1	—	65.3	74.8	840	91	—
733	83.8	—	64.7	74.3	820	90	—
722	83.4	—	64.0	73.8	800	88	—
712	—	—	—	—	—	—	—
710	83.0	—	63.3	73.3	780	87	—
698	82.6	—	62.5	72.6	760	86	—
684	82.2	—	61.8	72.1	740	—	—
682	82.2	—	61.7	72.0	737	84	—
670	81.8	—	61.0	71.5	720	83	—
656	81.3	—	60.1	70.8	700	—	—
653	81.2	—	60.0	70.7	697	81	—
647	81.1	—	59.7	70.5	690	—	—
638	80.8	—	59.2	70.1	680	80	—
630	80.6	—	58.8	69.8	670	—	—
627	80.5	—	58.7	69.7	667	79	—
601	79.8	—	57.3	68.7	640	77	—
578	79.1	—	56.0	67.7	615	75	—
555	78.4	—	54.7	66.7	591	73	2.06
534	77.8	—	53.5	65.8	569	71	1.98
514	76.9	—	52.1	64.7	547	70	1.89
495	76.3	—	51.0	63.8	528	68	1.82
477	75.6	—	49.6	62.7	508	66	1.73
461	74.9	—	48.5	61.7	491	65	1.67
444	74.2	—	47.1	60.8	472	63	1.59
429	73.4	—	45.7	59.7	455	61	1.51
415	72.8	—	44.5	58.8	440	59	1.46
401	72.0	—	43.1	57.8	425	58	1.39
388	71.4	—	41.8	56.8	410	56	1.33
375	70.6	—	40.4	55.7	396	54	1.26
363	70.0	—	39.1	54.6	383	52	1.22
352	69.3	(110.0)	37.9	53.8	372	51	1.18
341	68.7	(109.0)	36.6	52.8	360	50	1.13
331	68.1	(108.5)	35.5	51.9	350	48	1.10

ブリネル 3,000kgf HB	ロックウェル				ピッカース 50kgf HV	ショア HS	引張 強さ (GPa)
	A スケール 60kgf brale 圧子 HRA	B スケール 100kgf 1/10in 球 HRB	C スケール 150kgf brale 圧子 HRC	D スケール 100kgf brale 圧子 HRD			
321	67.5	(108.0)	34.3	50.1	339	47	1.06
311	66.9	(107.5)	33.1	50.0	328	46	1.03
302	66.3	(107.0)	32.1	49.3	319	45	1.01
293	65.7	(106.0)	30.9	48.3	309	43	0.97
285	65.3	(105.5)	29.9	47.6	301	—	0.95
277	64.6	(104.5)	28.8	46.7	292	41	0.92
269	64.1	(104.0)	27.6	45.9	284	40	0.89
262	63.6	(103.0)	26.6	45.0	276	39	0.87
255	63.0	(102.0)	25.4	44.2	269	38	0.84
248	62.5	(101.0)	24.2	43.2	261	37	0.82
241	61.8	100.0	22.8	42.0	253	36	0.80
235	61.4	99.0	21.7	41.4	247	35	0.78
229	60.8	98.2	20.5	40.5	241	34	0.76
223	—	97.3	(18.8)	—	234	—	—
217	—	96.4	(17.5)	—	228	33	0.73
212	—	95.5	(16.0)	—	222	—	0.71
207	—	94.6	(15.2)	—	218	32	0.69
201	—	93.8	(13.8)	—	212	31	0.68
197	—	92.8	(12.7)	—	207	30	0.66
192	—	91.9	(11.5)	—	202	29	0.64
187	—	90.7	(10.0)	—	196	—	0.62
183	—	90.0	(9.0)	—	192	28	0.62
179	—	89.0	(8.0)	—	188	27	0.60
174	—	87.8	(6.4)	—	182	—	0.59
170	—	86.8	(5.4)	—	178	26	0.57
167	—	86.0	(4.4)	—	175	—	0.56
163	—	85.0	(3.3)	—	171	25	0.55
156	—	82.9	(0.9)	—	163	—	0.52
149	—	80.8	—	—	156	23	0.50
143	—	78.7	—	—	150	22	0.49
137	—	76.4	—	—	143	21	0.46
131	—	74.0	—	—	137	—	0.45
126	—	72.0	—	—	132	20	0.43
121	—	69.8	—	—	127	19	0.41
116	—	67.6	—	—	122	18	0.40
111	—	65.7	—	—	117	15	0.38

1) 表中、() 内の数字はあまり用いられない。

2) ロックウェルスケール A,C,D はダイヤモンド圧子 (brale) を用いる。

3) この表は JIS 鉄鋼ハンドブック (1980) より抜粋。

一般資料編

■ 常用するはめあいの寸法公差 (JIS B 0401(1999)より抜粋)

● 常用するはめあいの軸で用いる寸法許容差

基準寸法の区分 (mm)		軸の公差域クラス																								単位 μm						
を越え	以下	b9	c9	d8	d9	e7	e8	e9	f6	f7	f8	g5	g6	h5	h6	h7	h8	h9	js5	js6	js7	k5	k6	m5	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6
—	3	-140 -165	-60 -85	-20 -34	-20 -45	-14 -24	-14 -28	-14 -39	-6 -12	-6 -16	-8 -20	-2 -6	-2 -8	0 -4	0 -6	0 -10	0 -14	0 -25	±2	±3	±5	+4 0	+6 0	+6 +2	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—	+24 +18	+26 +20
3	6	-140 -170	-70 -100	-30 -48	-30 -60	-20 -32	-20 -38	-20 -50	-10 -18	-10 -22	-10 -28	-4 -9	-4 -12	0 -5	0 -8	0 -12	0 -18	0 -30	±2.5	±4	±6	+6 +1	+9 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—	+31 +23	+36 +28
6	10	-150 -186	-80 -116	-40 -62	-40 -76	-25 -40	-25 -47	-25 -61	-13 -22	-13 -28	-13 -35	-5 -11	-5 -14	0 -6	0 -9	0 -15	0 -22	0 -36	±3	±4.5	±7.5	+7 +1	+10 +1	+12 +6	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—	+37 +28	+43 +34
10	14	-150 -193	-95 -138	-50 -77	-50 -93	-32 -50	-32 -59	-32 -75	-16 -27	-16 -34	-16 -43	-6 -14	-6 -17	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	±4	±5.5	±9	+9 +1	+12 +1	+15 +7	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	—	+44 +33	+40 +33
14	18	-150 -193	-95 -138	-50 -77	-50 -93	-32 -50	-32 -59	-32 -75	-16 -27	-16 -34	-16 -43	-6 -14	-6 -17	0 -8	0 -11	0 -18	0 -27	0 -43	±4	±5.5	±9	+9 +1	+12 +1	+15 +7	+18 +7	+23 +12	+29 +18	+34 +23	+39 +28	—	+44 +33	+40 +33
18	24	-160 -212	-110 -162	-65 -98	-65 -117	-40 -61	-40 -73	-40 -92	-20 -33	-20 -41	-20 -53	-7 -16	-7 -20	0 -9	0 -13	0 -21	0 -33	0 -52	±4.5	±6.5	±10.5	+11 +2	+15 +2	+17 +8	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	—	+54 +41	+67 +54
24	30	-160 -212	-110 -162	-65 -98	-65 -117	-40 -61	-40 -73	-40 -92	-20 -33	-20 -41	-20 -53	-7 -16	-7 -20	0 -9	0 -13	0 -21	0 -33	0 -52	±4.5	±6.5	±10.5	+11 +2	+15 +2	+17 +8	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	+54 +41	+61 +48	+77 +64
30	40	-170 -232	-120 -182	-80 -119	-80 -142	-50 -75	-50 -89	-50 -112	-25 -41	-25 -50	-25 -64	-9 -20	-9 -25	0 -11	0 -16	0 -25	0 -39	0 -62	±5.5	±8	±12.5	+13 +2	+18 +2	+20 +9	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+64 +48	+76 +60	—
40	50	-180 -242	-130 -192	-80 -119	-80 -142	-50 -75	-50 -89	-50 -112	-25 -41	-25 -50	-25 -64	-9 -20	-9 -25	0 -11	0 -16	0 -25	0 -39	0 -62	±5.5	±8	±12.5	+13 +2	+18 +2	+20 +9	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+70 +54	+86 +70	—
50	65	-190 -264	-140 -214	-100 -146	-100 -174	-60 -90	-60 -106	-60 -134	-30 -49	-30 -60	-30 -76	-10 -23	-10 -29	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	±6.5	±9.5	±15	+15 +2	+21 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41	+72 +53	+85 +66	+106 +87	—
65	80	-200 -274	-150 -224	-100 -146	-100 -174	-60 -90	-60 -106	-60 -134	-30 -49	-30 -60	-30 -76	-10 -23	-10 -29	0 -13	0 -19	0 -30	0 -46	0 -74	±6.5	±9.5	±15	+15 +2	+21 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+62 +43	+78 +59	+94 +75	+121 +102	—
80	100	-220 -307	-170 -257	-120 -174	-120 -207	-72 -107	-72 -126	-72 -159	-36 -58	-36 -71	-36 -90	-12 -27	-12 -34	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	±7.5	±11	±17.5	+18 +3	+25 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51	+93 +71	+113 +91	+146 +124	—
100	120	-240 -327	-180 -267	-120 -174	-120 -207	-72 -107	-72 -126	-72 -159	-36 -58	-36 -71	-36 -90	-12 -27	-12 -34	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	±7.5	±11	±17.5	+18 +3	+25 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+76 +54	+101 +79	+126 +104	+166 +144	—
120	140	-260 -360	-200 -300	-120 -174	-120 -207	-72 -107	-72 -126	-72 -159	-36 -58	-36 -71	-36 -90	-12 -27	-12 -34	0 -15	0 -22	0 -35	0 -54	0 -87	±7.5	±11	±17.5	+18 +3	+25 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+88 +63	+117 +92	+147 +122	—	—
140	160	-280 -380	-210 -310	-145 -208	-145 -245	-85 -125	-85 -148	-85 -185	-43 -68	-43 -83	-43 -106	-14 -32	-14 -39	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100	±9	±12.5	±20	+21 +3	+28 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+90 +65	+125 +100	+159 +134	—	—
160	180	-310 -410	-230 -330	-145 -208	-145 -245	-85 -125	-85 -148	-85 -185	-43 -68	-43 -83	-43 -106	-14 -32	-14 -39	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100	±9	±12.5	±20	+21 +3	+28 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+93 +68	+133 +108	+171 +146	—	—
180	200	-340 -455	-240 -355	-145 -208	-145 -245	-85 -125	-85 -148	-85 -185	-43 -68	-43 -83	-43 -106	-14 -32	-14 -39	0 -18	0 -25	0 -40	0 -63	0 -100	±9	±12.5	±20	+21 +3	+28 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+106 +77	+151 +122	—	—	—
200	225	-380 -495	-260 -375	-170 -242	-170 -285	-100 -146	-100 -172	-100 -215	-50 -79	-50 -96	-50 -122	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24 +4	+33 +4	+37 +17	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+109 +80	+159 +130	—	—	—
225	250	-420 -535	-280 -395	-170 -242	-170 -285	-100 -146	-100 -172	-100 -215	-50 -79	-50 -96	-50 -122	-15 -35	-15 -44	0 -20	0 -29	0 -46	0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24 +4	+33 +4	+37 +17	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+113 +84	+169 +140	—	—	—
250	280	-480 -610	-300 -430	-190 -271	-190 -320	-110 -162	-110 -191	-110 -240	-56 -88	-56 -108	-56 -137	-17 -40	-17 -49	0 -23	0 -32	0 -52	0 -81	0 -130	±11.5	±16	±26	+27 +4	+36 +4	+43 +20	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126 +94	—	—	—	—
280	315	-540 -670	-330 -460	-190 -271	-190 -320	-110 -162	-110 -191	-110 -240	-56 -88	-56 -108	-56 -137	-17 -40	-17 -49	0 -23	0 -32	0 -52	0 -81	0 -130	±11.5	±16	±26	+27 +4	+36 +4	+43 +20	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+130 +98	—	—	—	—
315	355	-600 -740	-360 -500	-210 -299	-210 -350	-125 -182	-125 -214	-125 -265	-62 -98	-62 -119	-62 -151	-18 -43	-18 -54	0 -25	0 -36	0 -57	0 -89	0 -140	±12.5	±18	±28.5	+29 +4	+40 +4	+46 +21	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+144 +108	—	—	—	—
355	400	-680 -820	-400 -540	-210 -299	-210 -350	-125 -182	-125 -214	-125 -265	-62 -98	-62 -119	-62 -151	-18 -43	-18 -54	0 -25	0 -36	0 -57	0 -89	0 -140	±12.5	±18	±28.5	+29 +4	+40 +4	+46 +21	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+150 +114	—	—	—	—
400	450	-760 -915	-440 -595	-230 -327	-230 -385	-135 -198	-135 -232	-135 -290	-68 -108	-68 -131	-68 -165	-20 -47	-20 -60	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155	±13.5	±20	±31.5	+32 +5	+45 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+166 +126	—	—	—	—
450	500	-840 -995	-480 -635	-230 -327	-230 -385	-135 -198	-135 -232	-135 -290	-68 -108	-68 -131	-68 -165	-20 -47	-20 -60	0 -27	0 -40	0 -63	0 -97	0 -155	±13.5	±20	±31.5	+32 +5	+45 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+172 +132	—	—	—	—

資料

N

部品

資料
テニアル方々々々

一般資料編

■ 常用するはめあいの寸法公差 (JIS B 0401(1999)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									
を 超え	以下	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
—	3	+180 +140	+85 +60	+100 +60	+34 +20	+45 +20	+60 +20	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+8 +2	+12 +2	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	±3	±5	0	0	-2	-2	-4	-4	-6	-6	-10	-14	—	-18	-20
	3	+188 +140	+100 +70	+118 +70	+48 +30	+60 +30	+78 +30	+32 +20	+38 +20	+50 +20	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+12 +4	+16 +4	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	±4	±6	+2	+3	-1	0	-5	-4	-9	-8	-11	-15	—	-19	-24
	6	+208 +150	+116 +80	+138 +80	+62 +40	+76 +40	+98 +40	+40 +25	+47 +25	+61 +25	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+14 +5	+20 +5	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	±4.5	±7.5	+2	+5	-3	0	-7	-4	-12	-9	-13	-17	—	-22	-28
	10	+220 +150	+138 +95	+165 +95	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+50 +32	+59 +32	+75 +32	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+17 +6	+24 +6	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	±5.5	±9	+2	+6	-4	0	-9	-5	-15	-11	-16	-21	—	-26	-33
	14	+150	+95	+95	+50	+50	+32	+32	+32	+16	+16	+16	+6	+6	0	0	0	0	0	0	±5.5	±9	-9	-12	-15	-18	-20	-23	-26	-29	-34	-39	—	-44	-56
	18	+244 +160	+162 +110	+194 +110	+98 +65	+117 +65	+149 +65	+61 +40	+73 +40	+92 +40	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+20 +7	+28 +7	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	±6.5	±10.5	+2	+6	-4	0	-11	-7	-18	-14	-20	-27	—	-33	-46
	24	+160	+110	+110	+65	+65	+65	+40	+40	+40	+20	+20	+20	+7	+7	0	0	0	0	0	±6.5	±10.5	-11	-15	-17	-21	-24	-28	-31	-35	-41	-48	-54	-61	-77
	30	+270 +170	+182 +120	+220 +120	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+75 +50	+89 +50	+112 +50	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+25 +9	+34 +9	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	±8	±12.5	+3	+7	-4	0	-12	-8	-21	-17	-25	-34	-39	-45	-51
	40	+280 +180	+192 +130	+230 +130	+80	+80	+80	+50	+50	+50	+25	+25	+25	+9	+9	0	0	0	0	0	±8	±12.5	-13	-18	-20	-25	-28	-33	-37	-42	-50	-59	-64	-70	-86
	50	+310 +190	+214 +140	+260 +140	+146 +100	+174 +100	+220 +100	+90 +60	+106 +60	+134 +60	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+29 +10	+40 +10	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0	±9.5	±15	+4	+9	-5	0	-14	-9	-26	-21	-30	-42	-48	-55	-76
	65	+320 +200	+224 +150	+270 +150	+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	-60	-72	-85	-106	
	80	+360 +220	+257 +170	+310 +170	+174 +120	+207 +120	+260 +120	+107 +72	+126 +72	+159 +72	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+34 +12	+47 +12	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0	±11	±17.5	+4	+10	-6	0	-16	-10	-30	-24	-38	-48	-58	-78	-111
	100	+380 +240	+267 +180	+320 +180	+120	+120	+120	+72	+72	+72	+36	+36	+36	+12	+12	0	0	0	0	0	±11	±17.5	-18	-25	-28	-35	-38	-45	-52	-59	-73	-93	-113	-146	
	120	+420 +260	+300 +200	+360 +200	+208 +145	+245 +145	+305 +145	+125 +85	+148 +85	+185 +85	+68 +43	+83 +43	+106 +43	+39 +14	+54 +14	+25 0	+40 0	+63 0	+100 0	+160 0	±12.5	±20	+4	+12	-8	0	-20	-12	-36	-28	-50	-85	-119		
	140	+440 +280	+310 +210	+370 +210	+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		
	160	+470 +310	+330 +230	+390 +230	+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		
	180	+525 +340	+355 +240	+425 +240	+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		
	200	+565 +380	+375 +260	+445 +260	+242 +170	+285 +170	+355 +170	+146 +100	+172 +100	+215 +100	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+44 +15	+61 +15	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0	±14.5	±23	+5	+13	-8	0	-22	-14	-41	-33	-63	-109	-159		
	225	+605 +420	+395 +280	+465 +280	+242	+285	+355	+146	+172	+215	+79	+96	+122	+44	+61	+29	+46	+72	+115	+185	±14.5	±23	-24	-33	-37	-46	-51	-60	-70	-79	-109	-159			
	250	+690 +480	+430 +300	+510 +300	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+162 +110	+191 +110	+240 +110	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+49 +17	+69 +17	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0	±16	±26	+5	+16	-9	0	-25	-14	-47	-36	-74	-126			
	280	+750 +540	+460 +330	+540 +330	+271	+320	+400	+162	+191	+240	+88	+108	+137	+49	+69	+32	+52	+81	+130	+210	±16	±26	-27	-36	-41	-52	-57	-66	-79	-88	-113	-159			
	315	+830 +600	+500 +360	+590 +360	+271	+320	+400	+162	+191	+240	+88	+108	+137	+49	+69	+32	+52	+81	+130	+210	±16	±26	-27	-36	-41	-52	-57	-66	-79	-88	-113	-159			
	355	+910 +680	+540 +400	+630 +400	+299 +210	+350 +210	+440 +210	+182 +125	+214 +125	+265 +125	+98 +62	+119 +62	+151 +62	+54 +18	+75 +18	+36 0	+57 0	+89 0	+140 0	+230 0	±18	±28.5	+7	+17	-10	0	-26	-16	-51	-41	-87	-144			
	400	+1010 +760	+595 +440	+690 +440	+299	+350	+440	+182	+214	+265	+98	+119	+151	+54	+75	+36	+57	+89	+140	+230	±18	±28.5	-29	-40	-46	-57	-62	-73	-87	-98	-130	-166			
	450	+1090 +840	+635 +480	+730 +480	+327 +230	+385 +230	+480 +230	+198 +135	+232 +135	+290 +135	+108 +68	+131 +68	+165 +68	+60 +20	+83 +20	+40 0	+63 0	+97 0	+155 0	+250 0	±20	±31.5	+8	+18	-10	0	-27	-17	-55	-45	-103	-166			
		+840	+480	+480	+230	+230	+230	+135	+135	+135	+68	+68	+68	+20	+20	0	0	0	0	0	±20	±31.5	-32	-45	-50	-63	-67	-80	-95	-108	-130	-166	-172		

資料
部品
資料
テニアルガメス

一般資料編

■ 寸法公差及びはめあい (JIS B 0401 (1999)より抜粋)

● 常用する穴基準はめあい

基準穴	軸の公差域クラス																				
	すきまばめ					中間ばめ					しまりばめ										
H6					g5	h5	js5	k5	m5												
				f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6*	p6*										
H7				f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6*	r6*	s6	t6	u6	x6					
				e7	f7	h7	js7														
H8				f7	h7																
				e8	f8	h8															
H9				d9	e9																
				d8	e8	h8															
H10				c9	d9	e9	h9														
	b9	c9	d9																		

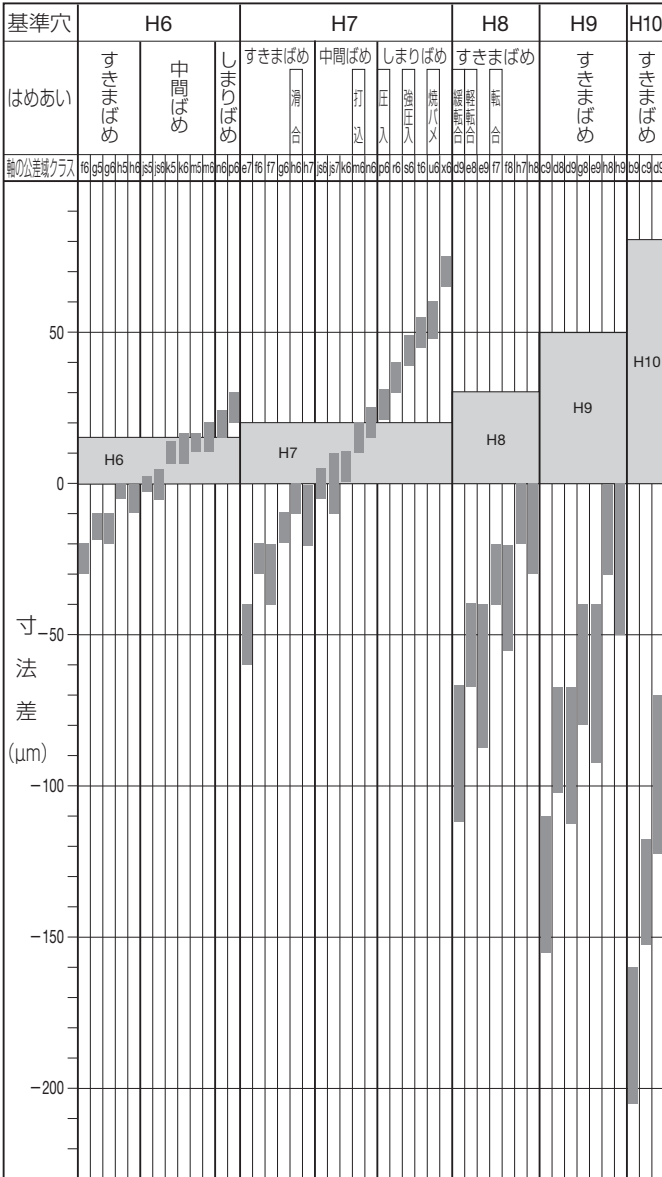
[注] *これらのはめあいは、寸法の区分によっては例外を生じる。

● 常用する軸基準はめあい

基準軸	穴の公差域クラス																					
	すきまばめ					中間ばめ					しまりばめ											
h5						H6	JS6	K6	M6	N6*	P6											
						F6	G6	H6	JS6	K6	M6	N6	P6*									
h6						F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7*	R7	S7	T7	U7	X7				
						E7	F7	H7														
h7						F8	H8															
						D8	E8	F8	H8													
h8						D9	E9		H9													
						D8	E8		H8													
h9						C9	D9	E9		H9												
						B10	C10	D10														

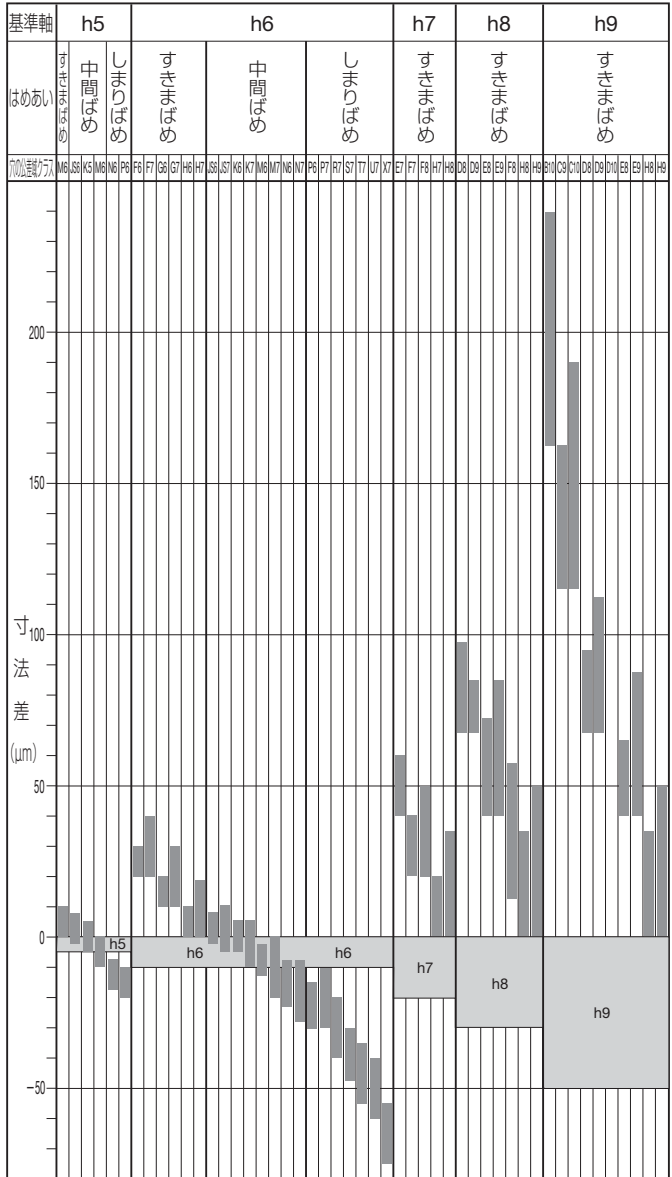
[注] *これらのはめあいは、寸法の区分によっては例外を生じる。

● 常用する穴基準はめあいにおける公差域の相互関係



[注] 上表は基準寸法18mmを越え30mm以下の場合です。

● 常用する軸基準はめあいにおける公差域の相互関係



[注] 上表は基準寸法18mmを越え30mm以下の場合です。

資料

N

部品

デジタルカタログ

一般資料編

■ テーパ規格

● モールステーパ

Fig 1 タング付き

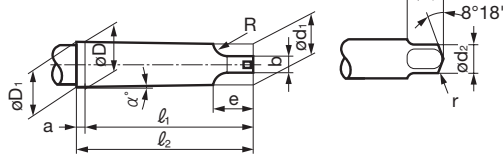
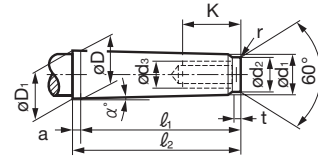


Fig 2 引きねじ式



(単位: mm)

モールステーパ番号	テーパ ⁽¹⁾		テーパ角度(α)	テーパ部						タング部				Fig		
	D	a		D ₁ ⁽²⁾ (約)	d ₁ ⁽²⁾ (約)	ℓ ₁ (最大)	ℓ ₂ (最大)	d ₂ (最大)	b	C(最大)	e(最大)	R	r			
0	19.212	0.05205	1°29'27"	9.045	3	9.2	6.1	56.5	59.5	6.0	3.9	6.5	10.5	4	1	1
1	20.047	0.04988	1°25'43"	12.065	3.5	12.2	9.0	62.0	65.5	8.7	5.2	8.5	13.5	5	1.2	
2	20.020	0.04995	1°25'50"	17.780	5	18.0	14.0	75.0	80.0	13.5	6.3	10	16	6	1.6	
3	19.922	0.05020	1°26'16"	23.825	5	24.1	19.1	94.0	99.0	18.5	7.9	13	20	7	2	
4	19.245	0.05194	1°29'15"	31.267	6.5	31.6	25.2	117.5	124.0	24.5	11.9	16	24	8	2.5	
5	19.002	0.05263	1°30'26"	44.399	6.5	44.7	36.5	149.5	156.0	35.7	15.9	19	29	10	3	
6	19.180	0.05214	1°29'36"	63.348	8	63.8	52.4	210.0	218.0	51.0	19.0	27	40	13	4	
7	19.231	0.05200	1°29'22"	83.058	10	83.6	68.2	286.0	296.0	66.8	28.6	35	54	19	5	

モールステーパ番号	テーパ ⁽¹⁾		テーパ角度(α)	テーパ部						ねじ部				Fig	
	D	a		D ₁ ⁽²⁾ (約)	d ₁ ⁽²⁾ (約)	ℓ ₁ (最大)	ℓ ₂ (最大)	d ₂ (最大)	d ₃	K(最小)	t(最大)	r			
0	19.212	0.05205	1°29'27"	9.045	3	9.2	6.4	50	53	6	—	—	4	0.2	2
1	20.047	0.04988	1°25'43"	12.065	3.5	12.2	9.4	53.5	57	9	M 6	16	5	0.2	
2	20.020	0.04995	1°25'50"	17.780	5	18.0	14.6	64	69	14	M10	24	5	0.2	
3	19.922	0.05020	1°26'16"	23.825	5	24.1	19.8	81	86	19	M12	28	7	0.6	
4	19.254	0.05194	1°29'15"	31.267	6.5	31.6	25.9	102.5	109	25	M16	32	9	1	
5	19.002	0.05263	1°30'26"	44.399	6.5	44.7	37.6	129.5	136	35.7	M20	40	9	2.5	
6	19.180	0.05214	1°29'36"	63.348	8	63.8	53.9	182	190	51	M24	50	12	4	
7	19.231	0.05200	1°29'22"	83.058	10	83.6	70.0	250	260	65	M33	80	18.5	5	

注 (1) テーパは、分数値を基準とする。

(2) 直径D₁およびd₁は、直径D、テーパ、aおよびℓ₁から計算し、それを小数点以下1ケタに丸めてある。

備考 1. テーパは、JIS B 3301のリングゲージで検査し、当りは75%以上とする。

2. ねじは、JIS B 0205によるメートル並目ねじとし、精度はJIS B 0209の3級による。

● ボトルグリップテーパ

● アメリカンスタンダードテーパ (ナショナルテーパ)

Fig 3

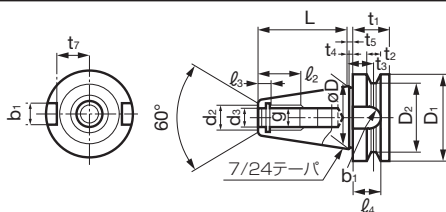
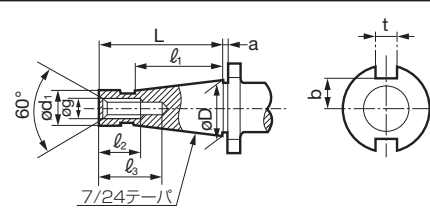


Fig 4



● ボトルグリップテーパ

(単位: mm)

呼び番号	D (基本寸法)	D ₁	D ₂	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	t ₅	d ₂	d ₃	L	ℓ ₂	ℓ ₃	ℓ ₄	g	b ₁	t ₇	Fig
BT30	31.75	46	38	20	8	13.6	2	2	14	12.5	48.4	24	7	17	M12	16.1	16.3	3
BT35	38.10	53	43	22	10	14.6	2	2	14	12.5	56.4	24	7	20	M12	16.1	19.6	
BT40	44.45	63	53	25	10	16.6	2	2	19	17	65.4	30	8	21	M16	16.1	22.6	
BT45	57.15	85	73	30	12	21.2	3	3	23	21	82.8	36	9	26	M20	19.3	29.1	
BT50	69.85	100	85	35	15	23.2	3	3	27	25	101.8	45	11	31	M24	25.7	35.4	
BT60	107.95	155	135	45	20	28.2	3	3	33	31	161.8	56	12	34	M30	25.7	60.1	

● アメリカンスタンダードテーパ (ナショナルテーパ)

(単位: mm)

NT番号	呼称寸法	D	d ₁	L	ℓ ₁ (最小)	ℓ ₂ (最小)	ℓ ₃ (最小)	g	a	t	b	Fig
30	1 ¹ / ₄ "	31.750	17.4	68.4	48.4	24	34	1 ¹ / ₂ "	1.6	15.9	16	4
40	1 ³ / ₄ "	44.450	25.3	93.4	65.4	32	43	5 ⁹ / ₈ "	1.6	15.9	22.5	
50	2 ³ / ₄ "	69.850	39.6	126.8	101.8	47	62	1"	3.2	25.4	35	
60	4 ¹ / ₄ "	107.950	60.2	206.8	161.8	59	76	1 ¹ / ₄ "	3.2	25.4	60	

一般資料編

資料

N

部品

テニアルガイダンス

■ 表面粗さ

● 代表的な表面粗さの種類と定義

種類	記号	求め方	説明図
最大高さ	※1) Rz	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 (μm) で表したものをいう。 備考 Rz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および低い谷がない部分から、基準長さだけ抜き取る。	
算術平均粗さ	Ra	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y=f(x)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 (μm) で表したものをいう。 $Ra = \frac{1}{l} \int_0^l f(x) dx$	
十点平均粗さ	※2) RzJIS	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 (Yp) 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 (Yv) 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 (μm) で表したものをいう。 $Rz_{JIS} = \frac{(Yp1+Yp2+Yp3+Yp4+Yp5)+(Yv1+Yv2+Yv3+Yv4+Yv5)}{5}$	

右表に最大高さ Rz^{※1)}、十点平均粗さ Rz_{JIS}^{※2)}、算術平均粗さ Ra の区分値および基準長さ l の標準値ならびに三角記号の区分を示す。

※1) 最大高さ記号 Rz は、JIS B 0601:2001 の新規格に従う。(旧規格では Ry)

※2) 十点平均粗さ記号 Rz_{JIS} は、JIS B 0601:2001 の新規格に従う。(旧規格では Rz)

● 三角記号表示との関係

最大高さ ※1) Rz の区分値	算術平均 粗さ Ra の区分値	十点平均粗さ ※2) Rz _{JIS} の区分値	基準長さ l の標準値 (mm)	※ 三角記号
(0.05) 0.1 0.2 0.4	(0.012) 0.025 0.05 0.10	(0.05) 0.1 0.2 0.4	0.25	▽▽▽
0.8	0.20	0.8		
1.6 3.2 6.3	0.40 0.80 1.6	1.6 3.2 6.3	0.8	▽▽
12.5 (18) 25	3.2 6.3	12.5 (18) 25		
(35) 50 (70) 100	12.5 25	(35) 50 (70) 100	8	▽
(140) 200 (280) 400 (560)		(50) (100)		
			—	—

〔備考〕 () をつけた区分値はとくに必要のない限り使用しない。
※仕上げ記号 (三角記号▽及び波形記号~) は、1994年の改正により JIS の上では無くなりました。

ガイダンスの作成に当たっては

主に以下の資料を参考にいたしました。

- 加工技術データファイル (財) 機械振興協会編
- JIS ハンドブック 日本規格協会編
- 超硬工具用語集 超硬工具協会編
- 機械工作ハンドブック 工作機械研究会編
- 切削加工技術便覧 切削加工技術便覧編集委員会編
- 穴加工ハンドブック 切削油技術研究会編