

技術資料

"ISO13399"に準拠したプロパティ記号一覧	Q002
旋削加工のトラブルシューティング	Q006
旋削加工の切りくず処理	Q008
旋削加工の切削条件による影響	Q009
旋削加工の工具各部の作用	Q011
旋削加工の計算式	Q015
ねじ加工のトラブルシューティング	Q016
ねじ下穴径	Q017
正面フライス加工のトラブルシューティング	Q018
正面フライス加工の工具各部の作用	Q019
正面フライス加工の計算式	Q022
エンドミル加工のトラブルシューティング	Q024
エンドミルの各部の名称・刃数	Q025
エンドミルの種類と形状	Q026
ピックフィードのピッチ選定表	Q027
穴加工のトラブルシューティング	Q028
ドリルの摩耗状態・切れ刃の損傷	Q029
ドリルの各部の名称、形状諸元と切削特性	Q030
穴加工の計算式	Q033
金属材料記号対照表	Q034
金型用鋼一覧表	Q038
表面粗さ	Q040
かたさ対照表	Q041
はめあい寸法許容差(穴)	Q042
はめあい寸法許容差(軸)	Q044
六角穴付きボルト穴寸法	Q046
テーパ規格	Q047
国際単位系SI	Q048
工具の摩耗と損傷	Q049
切削工具材料	Q050
材種系列	Q051
工具材種対応表	Q052
チップブレーカ対応表	Q058



$$VC = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

“ISO13399”に準拠したプロパティ記号一覧

アルファベット順

出典：ISO13399規格

URL : <https://www.iso.org/search/x/query/13399>

ISO13399 プロパティ 記号	部位・内容	英語名
ADJLX	最大調整限界	adjustment limit maximum
ADJRG	調整範囲	adjustment range
ALF	径方向逃げ角	clearance angle radial
ALP	軸方向逃げ角	clearance angle axial
AN	主切れ刃逃げ角	clearance angle major
ANN	副切れ刃逃げ角	clearance angle minor
APMX	最大切込み	depth of cut maximum
AS	ワイパー刃逃げ角	clearance angle wiper edge
ASP	調整ネジ長さ	adjusting screw protrusion
AZ	最大ブランチ切込み（内刃有効切れ刃高さ）	plunge depth maximum
B	シャンク幅	shank width
BBD	バランス設計	balanced by design
BCH	コーナ面取り幅	corner chamfer length
BD	本体径	body diameter
BDX	最大本体径	body diameter maximum
BHCC	ボルト穴ピッチ径数	bolt hole circle count
BHTA	本体テーパ半角	body half taper angle
BMC	本体マテリアルコード	body material code
BS	ワイパー刃幅	wiper edge length
BSR	ワイパー刃 R	wiper edge radius
CASC	カートリッジサイズコード	cartridge size code
CB	チップブレイカ面数	chip breaker face count
CBDP	取付け穴深さ	connection bore depth
CBMD	チップブレイカ名	chip breaker manufacturers designation
CBP	チップブレイカプロパティ	chip breaker property
CCMS	機械側接続コード	connection code machine side
CCWS	ワーク側接続コード	connection code workpiece side
CCP	面取コーナプロパティ	chamfer corner property
CDI	ドリルインサート切削径	insert cutting diameter
CDX	最大溝深さ	cutting depth maximum
CEATC	切込み角タイプコード	tool cutting edge angle type code
CECC	切れ刃ホーニングコード	cutting edge condition code
CEDC	切れ刃数	cutting edge count
CF	スポット面取り	spot chamfer
CHW	コーナ面取り幅	corner chamfer width
CICT	刃数	cutting item count
CNC	コーナ数	corner count
CND	クーラント入口径	coolant entry diameter
CNSC	クーラント入口スタイルコード	coolant entry style code
CNT	クーラント入口ねじサイズ	coolant entry thread size
CP	クーラント圧	coolant pressure
CRE	スポット R	spot radius
CRKS	取付けねじサイズ	connection retention knob thread size
CSP	クーラント供給プロパティ	coolant supply property
CTP	コーティングプロパティ	coating property
CTX	X 方向 CTX 寸法	cutting point translation X-direction
CTY	Y 方向 CTY 寸法	cutting point translation Y-direction
CUTDIA	最大突切り径	work piece parting diameter maximum
CUB	ベース接続ユニット	connection unit basis
CW	切削幅	cutting width
CWX	最大切削幅	cutting width maximum
CXD	クーラント出口径	coolant exit diameter

ISO13399 プロパティ 記号	部位・内容	英語名
CXSC	クーラント出口スタイルコード	coolant exit style code
CZC	接続サイズ	connection size code
D1	インサート取付け穴径	fixing hole diameter
DAH	ボルト穴径	diameter access hole
DAXN	最小端面溝加工径	axial groove outside diameter minimum
DAXX	最大端面溝加工径	axial groove outside diameter maximum
DBC	ボルト穴ピッチ径	diameter bolt circle
DC	切削径	cutting diameter
DCB	取付け穴径	connection bore diameter
DCBN	最小取付け穴径	connection bore diameter minimum
DCBX	最大取付け穴径	connection bore diameter maximum
DCC	デザインコンフィグスタイルコード	design configuration style code
DCCB	取付けボルト座径	counterbore diameter connection bore
DCIN	切削内径	cutting diameter internal
DCINN	最小切削内径	cutting diameter internal minimum
DCINX	最大切削内径	cutting diameter internal maximum
DCN	最小切削径	cutting diameter minimum
DCON	接続径	connection diameter
DCONMS	機械側接続径	connection diameter machine side
DCONWS	ワーク側接続径	connection diameter workpiece side
DCSC	切削径サイズコード	cutting diameter size code
DCSFMS	接触面の径, フランジ径	contact surface diameter machine side
DCX	最大切削径	cutting diameter maximum
DF	フランジ径	flange diameter
DHUB	ハブ径	hub diameter
DMIN	最小加工径	minimum bore diameter
DMM	シャンク径	shank diameter
DN	首径	neck diameter
DRVA	ドライブ角	drive angle
EPSR	刃先角 (頂角)	insert included angle
FHA	フルートねじれ角	flute helix angle
FHCSA	取付け穴テーパ角	fixing hole countersunk angle
FHCSD	取付け穴上部径	fixing hole countersunk diameter
FLGT	フランジ厚さ	flange thickness
FMT	形状タイプ	form type
FXHLP	取付け穴プロパティ	fixing hole property
GAMF	径方向すくい角	rake angle radial
GAMN	直角すくい角	rake angle normal
GAMO	垂直すくい角	rake angle orthogonal
GAMP	軸方向すくい角	rake angle axial
GAN	ブレードすくい角	insert rake angle
H	シャンク高さ	shank height
HA	理論ねじ高さ	thread height theoretical
HAND	勝手	hand
HBH	頭下面オフセット高さ	head bottom offset height
HBKL	頭背面オフセット長さ	head back offset length
HBKW	頭背面オフセット幅	head back offset width
HBL	頭下面オフセット長さ	head bottom offset length
HC	実ねじ高さ	thread height actual
HF	刃先高さ	functional height
HHUB	ハブ高さ	hub height
HTB	本体高さ	body height
IC	内接円	inscribed circle diameter
IFS	インサートマウントスタイルコード	insert mounting style code
IIC	インサートインターフェースコード	insert interface code
INSL	インサート長さ	insert length
KAPR	切込み角	tool cutting edge angle
KCH	コーナ面取り角	corner chamfer angle

“ISO13399”に準拠したプロパティ記号一覧

ISO13399 プロパティ 記号	部位・内容	英語名
KRINS	さらい刃切込み角	cutting edge angle major
KWL	キー溝長さ	keyway length
KWW	キー溝幅	keyway width
KYP	キー溝プロパティ	keyway property
L	切れ刃長さ	cutting edge length
LAMS	切れ刃傾き角	inclination angle
LB	本体長さ	body length
LBB	ブレーカ幅	chip breaker width
LBX	最大本体長さ	body length maximum
LCCB	取付けボルト座厚さ	counterbore depth connection bore
LCF	フルート長さ	length chip flute
LDRED	首下長さ	reduced body diameter length
LE	有効切れ刃長さ	cutting edge effective length
LF	機能長さ	functional length
LFA	LFA 長さ	a dimension on lf
LH	ヘッド長さ、首下長さ	head length
LPR	工具突出し長さ	protruding length
LS	シャンク長さ	shank length
LSC	クランプ長さ	clamping length
LSCN	最小クランプ長さ	clamping length minimum
LSCX	最大クランプ長さ	clamping length maximum
LTA	LTA 長さ (MCS から CRP までの長さ)	LTA length (length from MCS to CRP)
LU	使用可能長さ	usable length
LUX	最大使用長さ	usable length maximum
M	内接円からの刃先位置	m-dimension
M2	公称内接円と二次夾角を有するインサートの角との間の距離	distance between the nominal inscribed circle and the corner of an insert that has the secondary included angle
MHA	取付け穴角度	mounting hole angle
MHD	取付け穴距離	mounting hole distance
MHH	取付け穴高さ	mounting hole height
MIID	マスターインサート記号	master insert identification
MTP	クランプタイプコード	clamping type code
NCE	エンド刃数	cutting end count
NOF	フルート数	flute count
NOI	インサートインデックス数	insert index count
NT	ねじ切りインサート山数	tooth count
OAH	全高	overall height
OAL	全長	overall length
OAW	全幅	overall width
PDPT	インサート刃形深さ	profile depth insert
PDX	X 方向刃形位置	profile distance ex
PDY	Y 方向刃形位置	profile distance ey
PFS	プロファイルスタイルコード	profile style code
PL	先端と肩部寸法差	point length
PNA	ねじ山角	profile included angle
PSIR	横切れ刃角、コーナ角、リード角	tool lead angle
PSIRL	左側前切れ刃角	cutting edge angle major left hand
PSIRR	右側前切れ刃角	cutting edge angle major right hand
RAL	左側横逃げ角	relief angle left hand
RAR	右側横逃げ角	relief angle right hand
RCP	丸コーナプロパティ	rounded corner property
RE	コーナ R、ボールエンドミル半径	corner radius
REL	左側コーナ R	corner radius left hand
RER	右側コーナ R	corner radius right hand
RMPX	最大ランピング角	ramping angle maximum
RPMX	最高許容回転速度	rotational speed maximum
S	インサート厚さ	insert thickness
S1	インサート総厚さ	insert thickness total

ISO13399 プロパティ 記号	部位・内容	英語名
SC	インサート形状コード	insert shape code
SDL	ステップ長さ	step diameter length
SIG	先端角	point angle
SSC	インサートシートサイズコード	insert seat size code
SX	シャンク断面形状コード	shank cross section shape code
TC	インサート公差クラス	tolerance class insert
TCE	チップ切れ刃コード	tipped cutting edge code
TCTR	ねじ公差クラス	thread tolerance class
TD	ねじ径	thread diameter
THFT	ねじ形状タイプ	thread form type
THL	ねじ部長さ	threading length
THLGTH	ねじ長さ	thread length
THSC	工具ホルダ形状コード	tool holder shape code
THUB	ハブ厚さ	hub thickness
TP	ねじピッチ	thread pitch
TPI	ねじ山数 / インチ	threads per inch
TPIN	最小ねじ山数 / インチ	threads per inch minimum
TPIX	最大ねじ山数 / インチ	threads per inch maximum
TPN	最小ねじピッチ	thread pitch minimum
TPT	ねじプロファイルタイプ	thread profile type
TPX	最大ねじピッチ	thread pitch maximum
TQ	締付けトルク	torque
TSYC	工具スタイルコード	tool style code
TTP	ねじタイプ	thread type
ULDR	使用可能長さ / 切削径比	usable length diameter ratio
UST	ユニットシステム	unit system
W1	インサート幅	insert width
WEP	ワイパー刃プロパティ	wiper edge property
WF	機能幅	functional width
WF2	切削基準点と旋削工具の前座面との間の距離	distance between the cutting reference point and the front seating surface of a turning tool
WFS	第二機能幅	functional width secondary
WT	質量	weight of item
ZEFF	正面有効切れ刃数	face effective cutting edge count
ZEFP	外周有効切れ刃数	peripheral effective cutting edge count
ZNC	切れ刃センター数	cutting edge center count
ZNF	正面取付けインサート数	face mounted insert count
ZNP	外周取付けインサート数	peripheral mounted insert count

“ISO13399”に準拠した基準系記号一覧

ISO13399 基準系記号	内容	英語名
CIP	CIP 座標系	Coordinate system In Process
CRP	CRP ポイント	Cutting Reference Point
CSW	CSW 座標系	Coordinate System Workpiece side
MCS	MCS 座標系	Mounting Coordinate System
PCS	PCS 座標系	Primary Coordinate System

旋削加工のトラブルシューティング

対 策 要 因 トラブル 内 容			工具材種の選定				切 削 条 件				工 具 形 状						機械・取付け				
			よりかたい材種とする	靱性のある材種とする	耐熱衝撃性の良い材種とする	耐溶着性の良い材種とする	切削速度	送り量	切込み量	切削油剤		チップブレイカの見直し	すくい角	刃先コーナ半径	横切れ刃角	切れ刃強度・ホーニング	インサート精度向上	ホルダ剛性の向上	ワーク・工具の取付け剛性の向上	ホルダのオーバーハングを小さくする	動力・機械のがたを小さくする
										乾式・湿式の見直し	不水溶性にする										
寿命の悪化	インサートの摩耗が早い	工具材種の不適正	●																		
		切れ刃形状の不適正										●	↗	●	↗	●	↗	●			
		切削速度の不適正					● ↘	● ↗			● 湿										
	切れ刃が欠損・チッピングしている	工具材種の不適正		●																	
		切削条件の不適正						● ↘	● ↘												
		切れ刃強度の不足										●		● ↗		● ↗					
		熱クラックが発生している			●		● ↘	● ↘	● ↘	●	● 乾					● ↗					
		構成刃先が発生している				●	● ↗	● ↗		●	● 湿										
剛性不足																●	●	●	●		
寸法精度の悪化	加工中の寸法のばらつき	インサート精度が悪い														●					
		切削抵抗が大きく、刃先が逃げている										●	●	● ↘	● ↘	● ↘		●	●	●	●
	切削中に加工精度がオーバーし、都度調整を要す	工具材種の不適正	●																		
		切削条件の不適正					● ↘	● ↗													
仕上げ面粗さの悪化	仕上げ面粗さが悪い	溶着が発生している					● ↗			●	● 湿										
		切れ刃形状の不適正										●		● ↗							
		びびりが発生している					● ↘	● ↘	● ↘									●	●	●	●
発熱	切削熱が大きい ため、加工精度悪化・工具寿命低下	切削条件の不適正					● ↘	● ↘	● ↘												
		切れ刃形状の不適正										●	● ↗			● ↘					

対 策 要 因 トラブル 内 容			工具材種の選定				切 削 条 件				工 具 形 状						機械・取付け					
			よりかたい材種とする	靱性のある材種とする	耐熱衝撃性の良い材種とする	耐溶着性の良い材種とする	切削速度	送り量	切込み量	切削油剤		チップブレイカの見直し	すくい角	刃先コーナ半径	横切れ刃角	切れ刃強度・ホーニング	インサート精度向上	ホルダ剛性の向上	ワーク・工具の取付け剛性の向上	ホルダのオーバーハングを小さくする	動力・機械のかたを小さくする	
										不水溶性にする	乾式・湿式の見直し											大きく ↗ 小さく ↘
バリ・こば欠け・けば立ち	バリが発生している (鋼・アルミニウム合金)	境界摩耗が発生している	●																			
		切削条件の不適正					● ↘	● ↗		● 湿												
		切れ刃形状の不適正									●	● ↗	● ↘	● ↘	● ↘							
	こば欠け(鑄鉄)	切削条件の不適正					● ↘	● ↘														
		切れ刃形状の不適正									●	● ↗	● ↗	● ↗	● ↘							
		振動が発生している															●	●	●	●		
	けば立ち(軟鋼)	工具材種の不適正				●																
		切削条件の不適正					● ↗			● 湿												
		切れ刃形状の不適正									●	● ↗			● ↘							
		振動が発生している															●	●	●	●		
	切りくず処理	切りくずが延びる	切削条件の不適正					● ↘	● ↗	● ↗	● 湿											
			ブレイカの切りくず有効範囲が大きい									●										
切れ刃形状の不適正													● ↘	● ↘								
切りくずが細かく、飛散する		切削条件の不適正					● ↘	● ↘		● 乾												
		ブレイカの切りくず有効範囲が小さい									●											
		切れ刃形状の不適正											● ↗	● ↗								

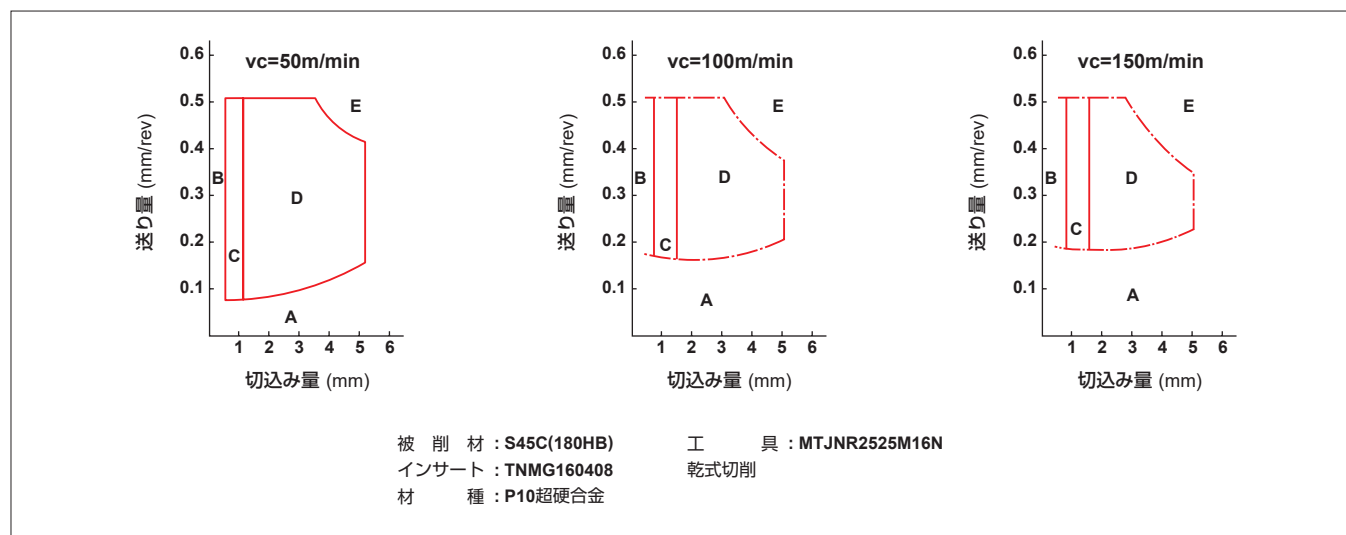
旋削加工の切りくず処理

■鋼旋削加工における切りくず形態

区分	A形	B形	C形	D形	E形
切込み小 d<7mm					
切込み大 d=7-15mm					
カール長さ l	カールしない	l ≥ 50mm	l ≤ 50mm 1-5巻	1巻前後	1巻以下半巻
備考	●不規則連続形 ●工具、被削材 などにかからまる	●規則的連続形状 ●長く伸びる	良好	良好	●切りくず飛散 ●びびり発生 ●仕上げ面不良 ●工具負荷能力 限界

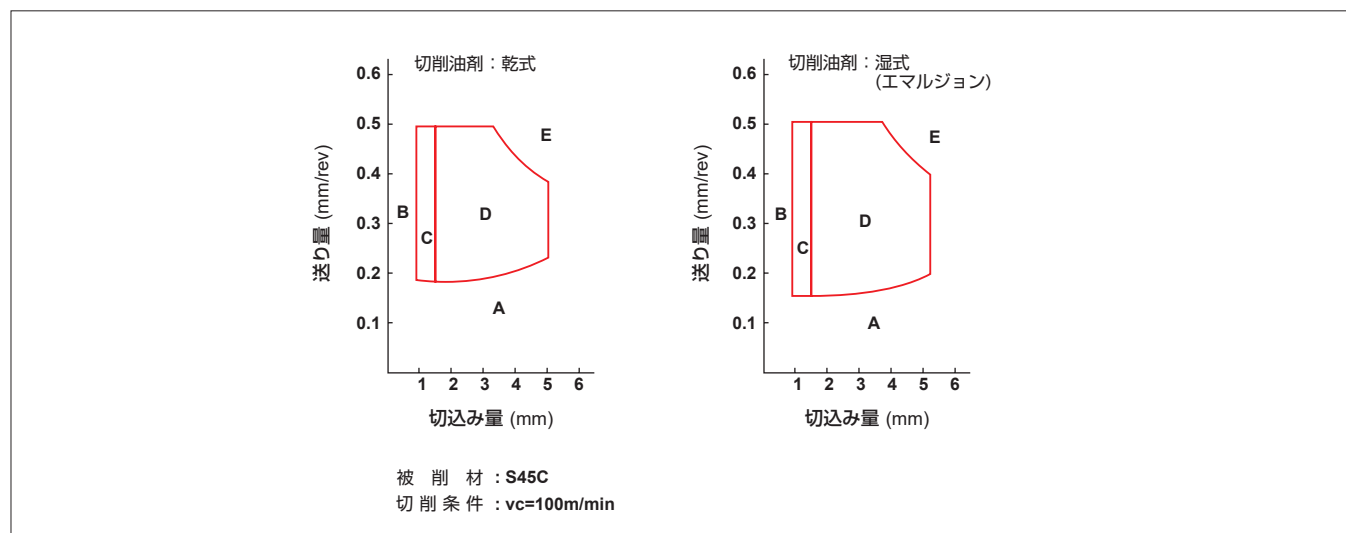
●切削速度とチップブレーカ有効範囲

一般に切削速度が増加するにしたがって、チップブレーカの切りくず処理有効範囲は狭くなる傾向にあります。



●切削油剤の有無とチップブレーカ有効範囲

切削速度が同一でも、切削油剤の使用/不使用でチップブレーカの切りくず処理有効範囲は異なります。



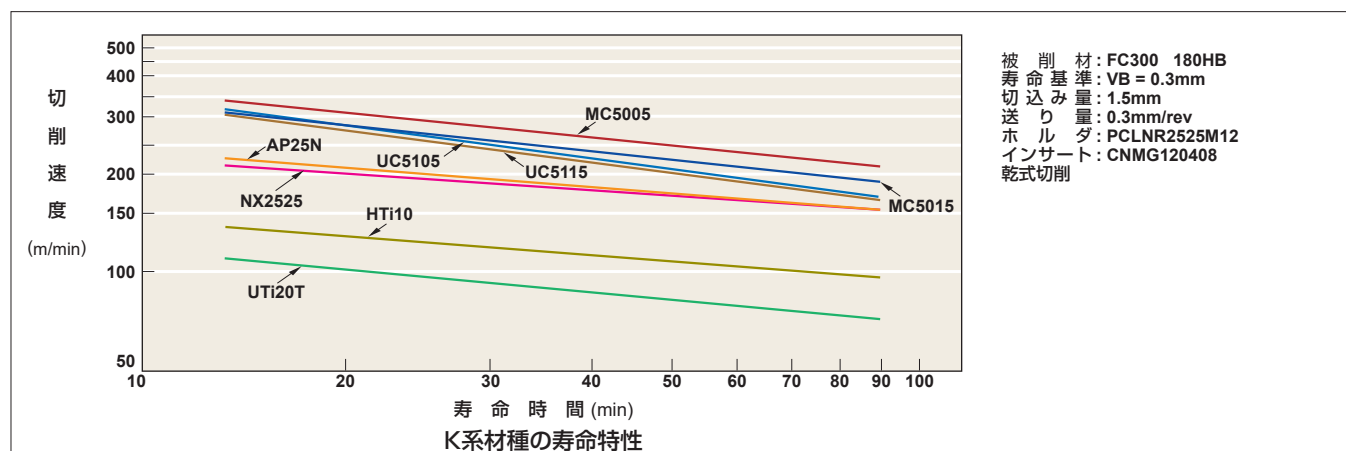
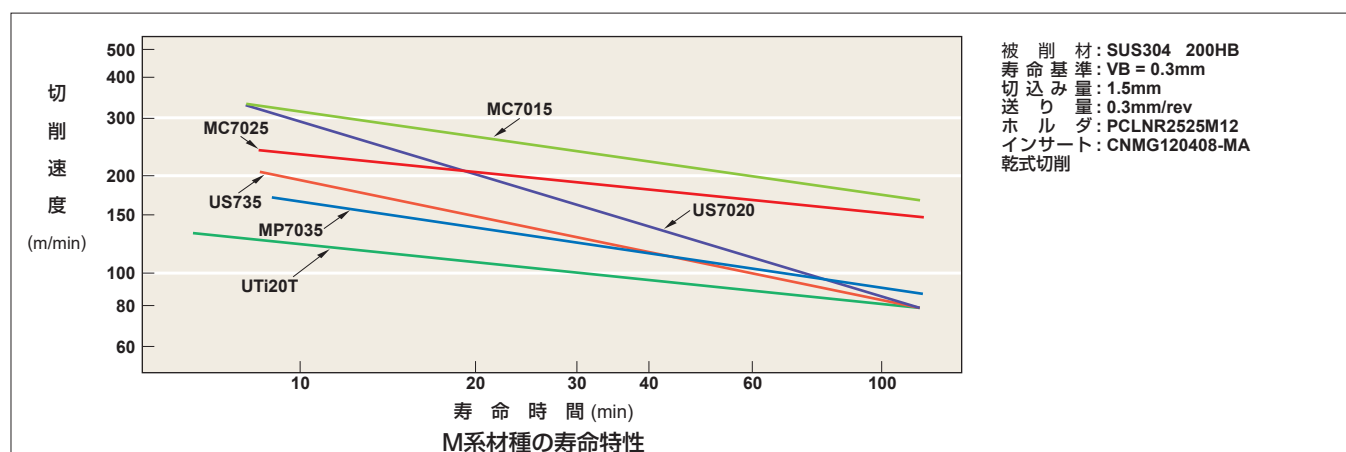
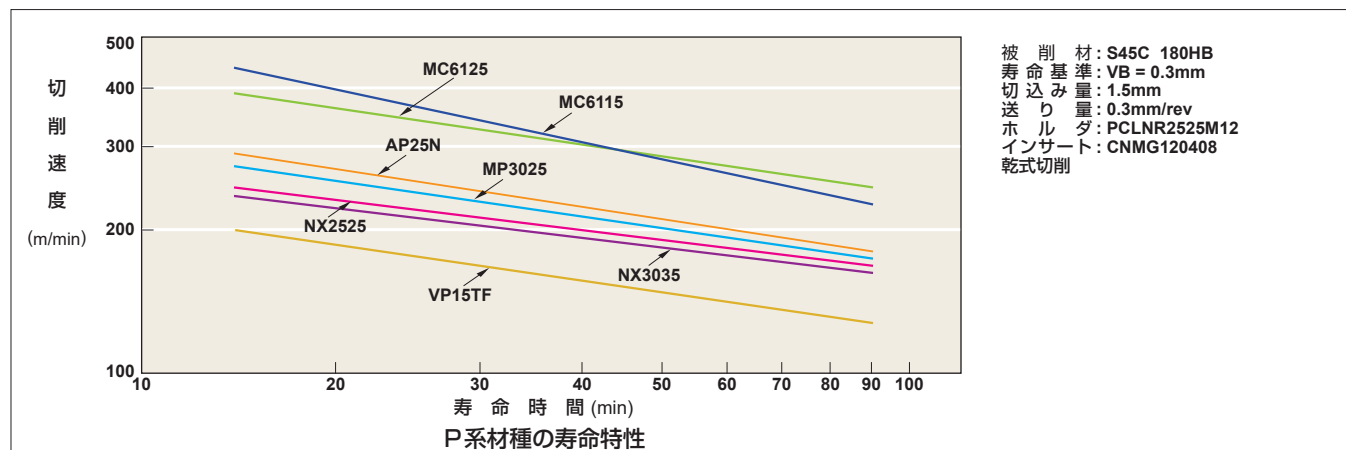
旋削加工の切削条件による影響

■ 切削条件による影響

切削加工で最も望まれることは、加工時間が短く、工具寿命が長く、そして加工精度が良いことです。それには被加工物の材質、かたさ、形状、状態と、工作機械の性能をよく考慮して、工具を決定し、能率的な切削条件の選定が必要になります。

■ 切削速度

切削速度は工具寿命に大きく影響します。切削速度が速くなると、切削温度が上昇し、工具寿命は極端に短くなります。被削材の種類やかたさによって切削速度は違ってきますが、それに対応する適正な工具材種の選択が必要になります。



● 切削速度による影響

1. 切削速度を20%上げると工具寿命は2分の1、切削速度を50%上げると工具寿命は5分の1に低下する。
2. 切削速度が低い(20-40m/min)低速度側でもびびり振動が発生しやすく、工具寿命は短くなる。

注) 各材種の在庫状況はインサート規格ページを参照ください。

旋削加工の切削条件による影響

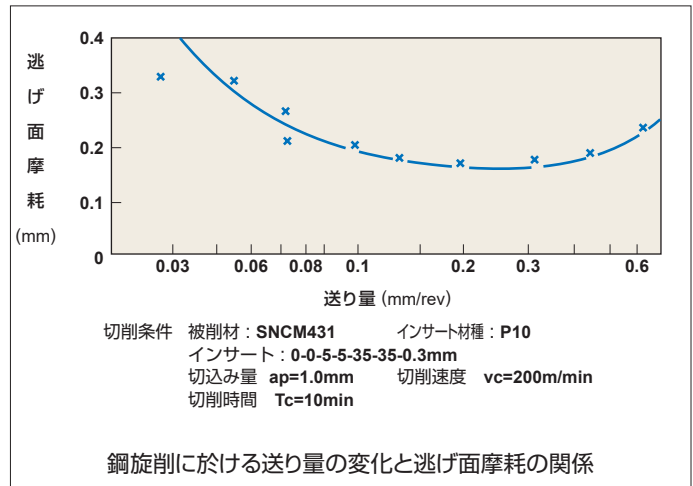
■送り量

送り量とは、通常バイトの場合、被削材が1回転した時にバイトの進む量をいい、カッタの場合、カッタが1回転した時の機械テーブルが進む量を刃数で割ったもの、すなわち1刃当たりの送り量で表します。

送り量は、仕上げ面粗さと大きな関係があり、要求される仕上げ面粗さによって決定される場合がほとんどです。

●送り量による影響

1. 送り量を小さくすると逃げ面摩耗が大きくなり工具寿命が極端に短くなる。
2. 送り量を大きくすると切削温度の上昇により逃げ面摩耗が大きくなるが、工具寿命への影響は、切削速度に比較すると小さい。
3. 送り量を大きくすると加工能率は向上する。

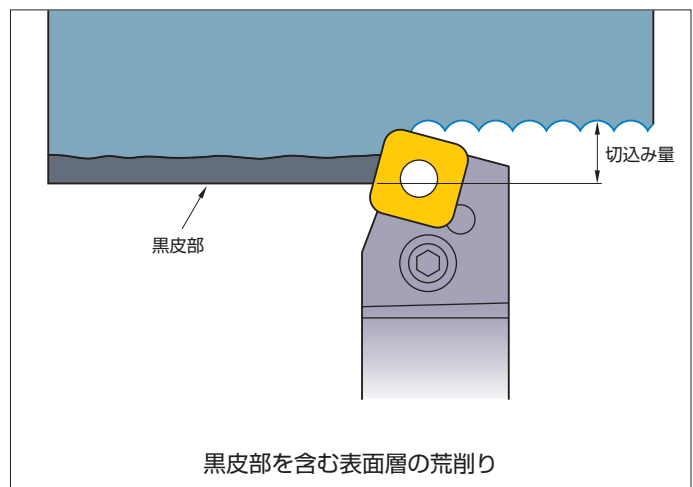
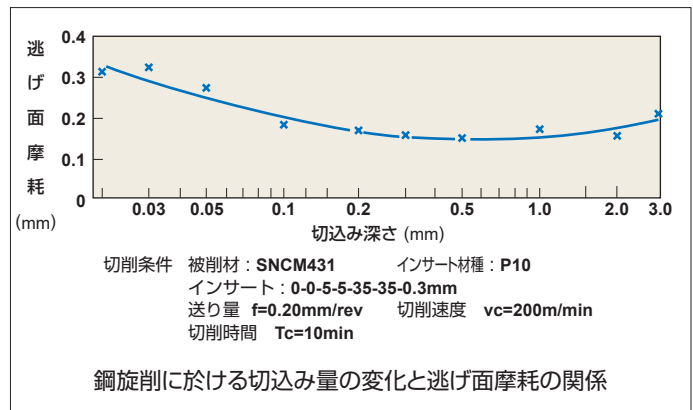


■切込み量

切込み量は被削材の取り代と、その形状、工作機械の動力、剛性、工具の剛性などによって決定されます。

●切込み量による影響

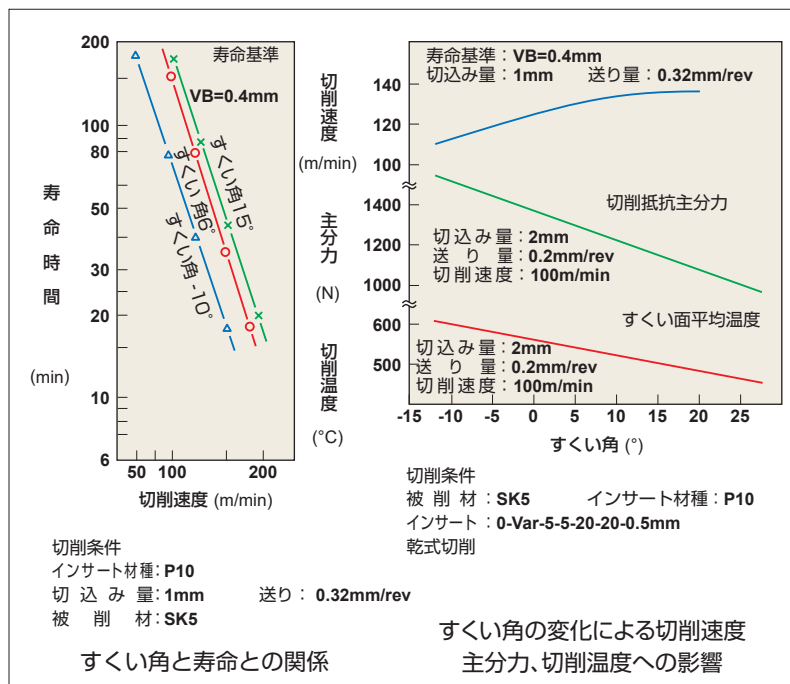
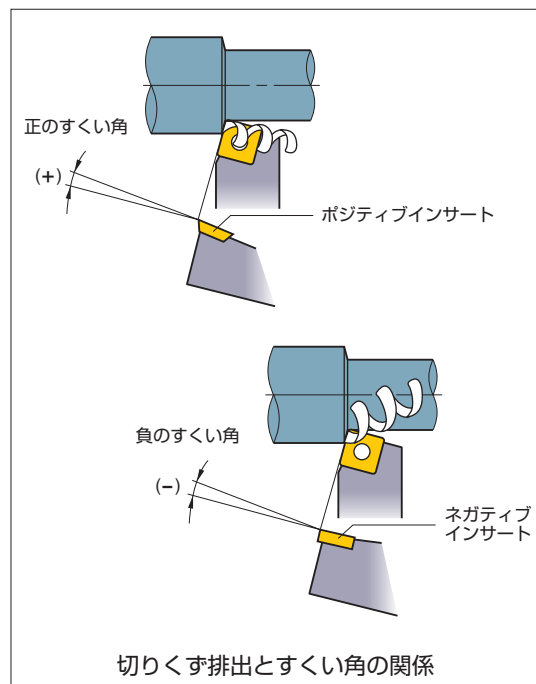
1. 切込み量が変わっても工具寿命は大きく変わらない。
2. 切込みの小さい、微少切込みでは、こすり現象、被削材の加工硬化層を削ることとなり、工具寿命が短くなる原因となります。
3. 鋳肌や黒皮切削の時は、機械動力が許す限り切込み量を大きくしないと、刃先先端が被削材の表面の硬くて、不純物の含まれた個所を削ることとなり、刃先にチッピングや異常摩耗を発生する原因になります。



旋削加工の工具各部の作用

■すくい角

すくい角は切削抵抗、切りくず排出、切削熱、工具寿命に大きく影響する刃先角度です。



●すくい角による影響

1. すくい角が正(+)に大きくなると、切れ味が良くなる。
2. すくい角が正(+)に1°大きくなると、切削動力が1%減少する。
3. すくい角が正(+)に大きくなると、刃先強度が低下し、負(-)に大きくなり過ぎると切削抵抗が増大する。

すくい角を負(-)に大きくする場合

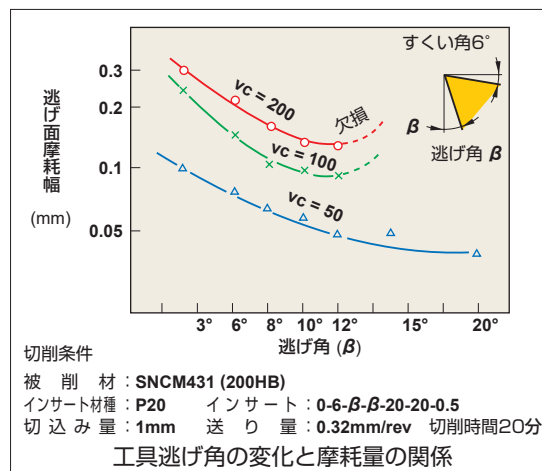
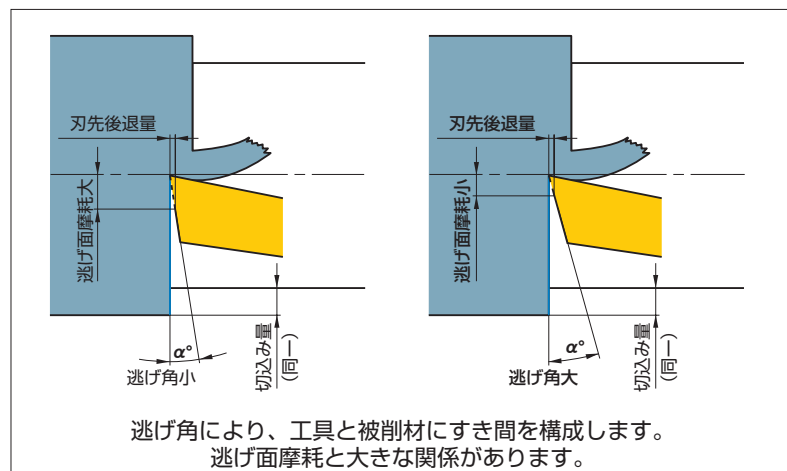
- 硬い被削材のとき
- 黒皮、断続切削のように刃先の強度を必要とするとき

すくい角を正(+)に大きくする場合

- 軟らかい被削材のとき
- 削りやすい材料のとき
- 被削材、機械に剛性のないとき

■逃げ角

逃げ角は工具の逃げ面と被削材の摩擦をさけ、刃先を被削材に自由に送り込む機能をもっています。



●逃げ角による影響

1. 逃げ角を大きくすると逃げ面摩擦が減少する。
2. 逃げ角を大きくすると、刃先強度が低下する。

逃げ角を小さくする場合

- 硬い被削材のとき
- 刃先強度を必要とするとき

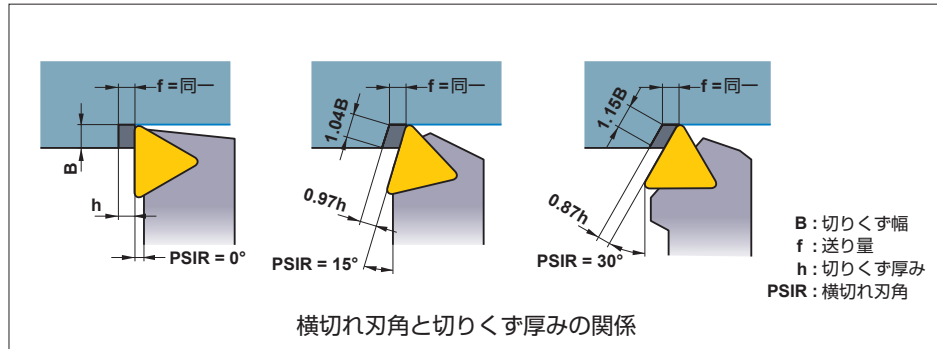
逃げ角を大きくする場合

- 軟らかい被削材のとき
- 加工硬化しやすい被削材のとき

旋削加工の工具各部の作用

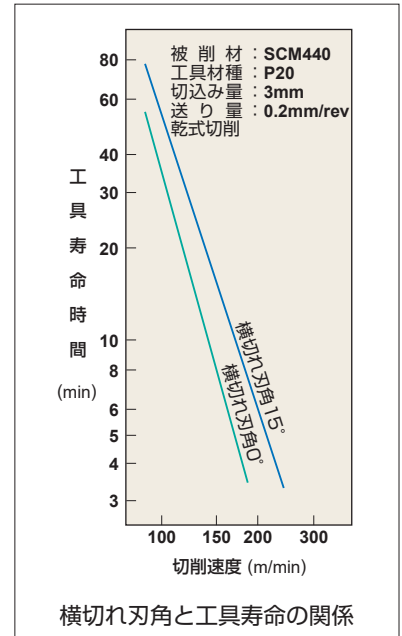
■横切れ刃角

横切れ刃角は、衝撃的荷重の緩和、送り分力と背分力の大きさ、切りくず厚みに影響を与える。



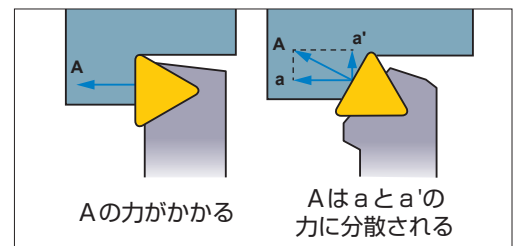
●横切れ刃角による影響

1. 同じ送り量でも、横切れ刃角を大きくすると、切りくずの接触長さが長くなり、切りくずの厚みが薄くなるので、切削力が長い切れ刃に分散され工具寿命が長くなります。(グラフ参照)
2. 横切れ刃角を大きくすると、 a' の力が大きくなるので、細くて長い被削材では曲りが出ることもあります。
3. 横切れ刃角が大きくなると、切りくず処理性は悪くなります。
4. 横切れ刃角が大きくなると、切りくず切削厚みは薄くなり、切りくず幅は広くなるため破断されにくくなります。



横切れ刃角を小さくする場合
○ 切込み量の小さい仕上げ削りのとき
○ 細くて長い被削材のとき
○ 機械の剛性が低いとき

横切れ刃角を大きくする場合
○ 硬くて発熱量の大きい被削材のとき
○ 荒削りで太い径の被削材のとき
○ 機械に剛性があるとき

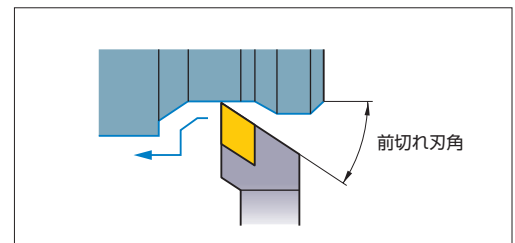


■前切れ刃角

切削加工した面と工具(の前切れ刃)とが干渉することを防ぐための角度で、通常は $5^\circ \sim 15^\circ$ です。

●前切れ刃角による影響

1. 前切れ刃角を小さくすると刃先強度は増大するが、刃先に熱が発生しやすい。
2. 前切れ刃角を小さくすると切削抵抗の背分力が増加し、切削中にびびり振動が発生する。
3. 前切れ刃角は、粗削りでは小さめにし、仕上げ削りでは大きめにする。

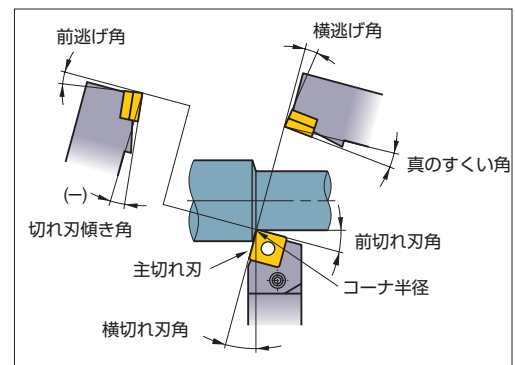


■切れ刃傾き角

すくい面の傾きを表す角度であり、重切削では、切削開始点の刃先にかかる衝撃が非常に大きく、この応力を刃先先端で受けることをさけるため、切れ刃傾き角を設けて欠損を防止します。この場合旋削で、 $3^\circ \sim 5^\circ$ 、平削りでは $10^\circ \sim 15^\circ$ が推奨されます。

●切れ刃傾き角による影響

1. 切れ刃傾き角を負角(-)にすると、切りくずは被削材へ、正角(+)にすると逆側へ排出される。
2. 切れ刃傾き角を負角(-)にすると刃先強度は大きくなるが切削抵抗の背分力が増加し、びびりが発生しやすい傾向になる。

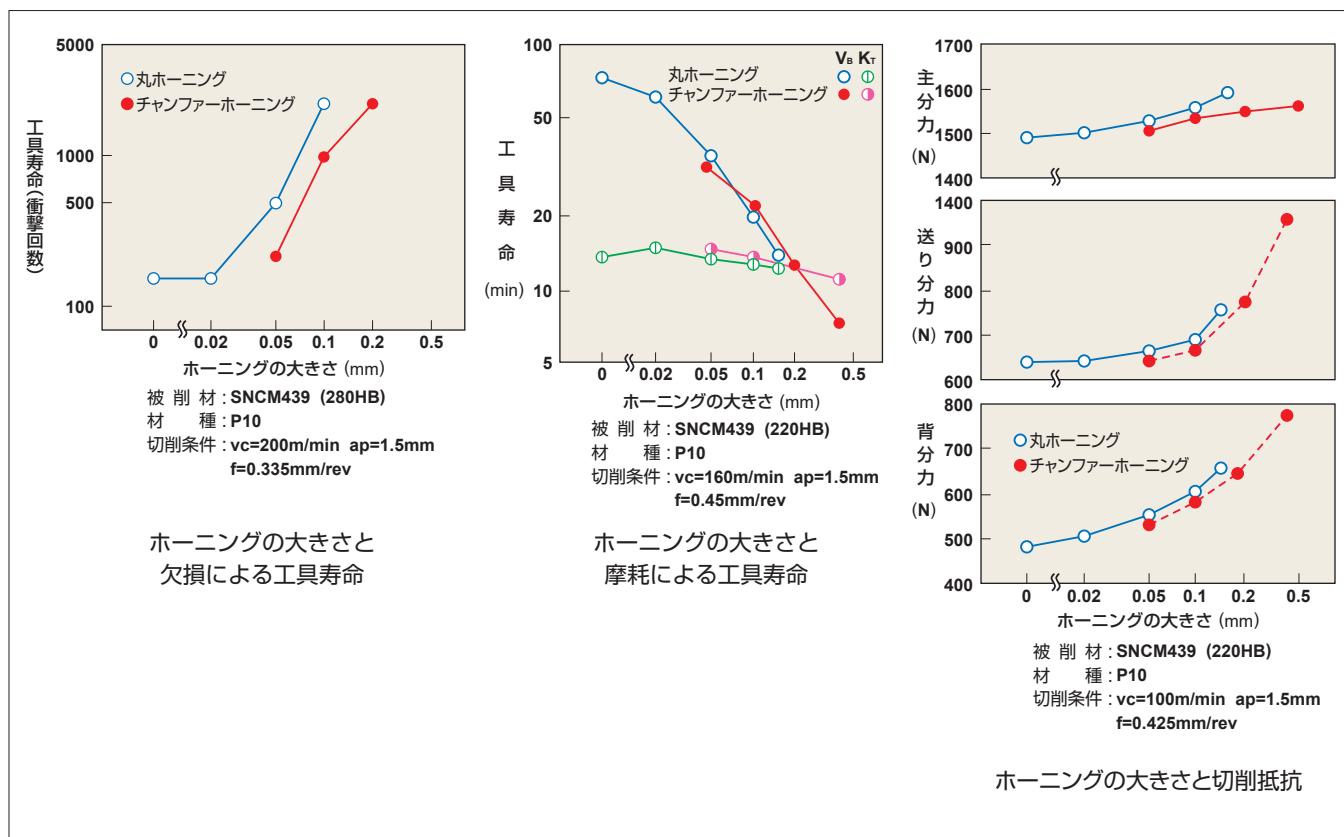
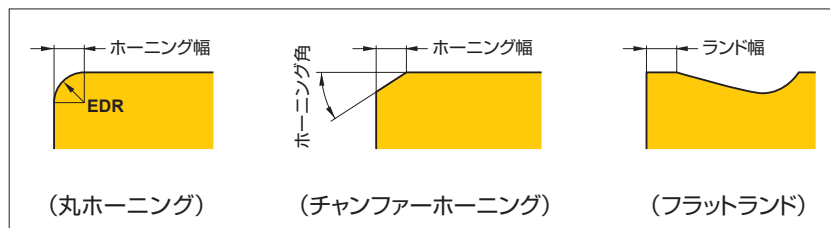


■ホーニングとランド

ホーニング、ランドともに切れ刃の強度を保持するための刃先処理です。

ホーニングには、切れ刃のエッジを丸めた丸ホーニングと小さな面取りを施したチャンファーホーニングがあります。ランドはすくい面上または逃げ面上に沿って設けた幅の狭い帯状の面です。

ホーニング幅は、送りの2分の1程度が最適です。



●ホーニング量による影響

1. ホーニングを大きくすると刃先強度が高くなり、欠損率が減少し、工具寿命が向上する。
2. ホーニングを大きくすると逃げ面摩耗が発達しやすく工具寿命が低下する。すくい面摩耗量は、ホーニングの大小によって影響されない。
3. ホーニングを大きくすると切削抵抗が増し、びびり振動が生じやすくなる。

ホーニングを小さくする場合
○ 仕上げ切削等の微小切込み、微小送りのとき
○ 軟らかい被削材のとき
○ 被削材、機械に剛性のないとき

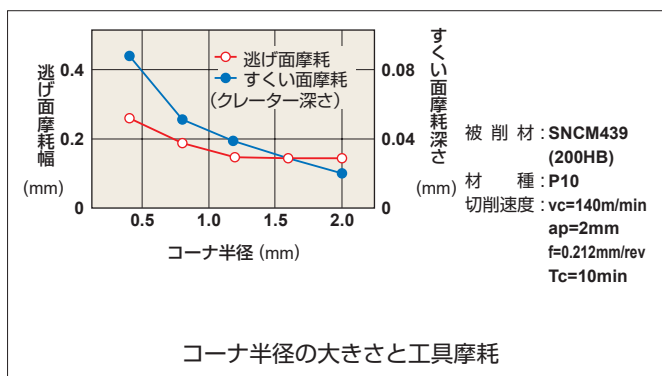
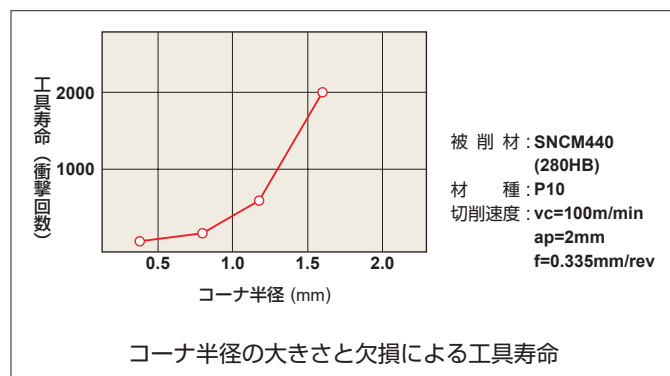
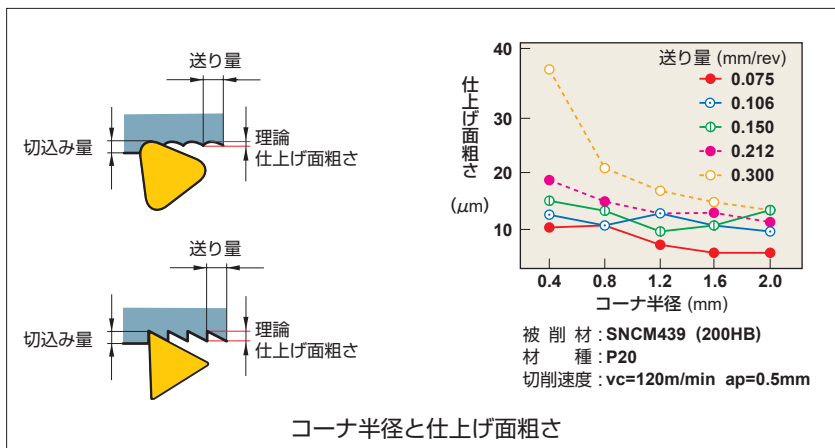
ホーニングを大きくする場合
○ 硬い被削材のとき
○ 黒皮、断続切削のように刃先の強度を必要とするとき
○ 機械に剛性のあるとき

注1) 超硬合金、ダイヤコート、サーメットのインサートにはあらかじめ丸ホーニング(標準)がほどこされています。

旋削加工の工具各部の作用

■コーナ半径

コーナ半径は刃先の強度と仕上げ面粗さに非常に影響します。一般的には送りの2～3倍が適当です。



●コーナ半径による影響

1. コーナ半径を大きくすると、仕上げ面粗さが向上します。
2. コーナ半径を大きくすると、刃先強度が増します。
3. コーナ半径を大きくしすぎると抵抗が増加し、びびりなどの原因になります。
4. コーナ半径を大きくすると逃げ面、すくい面摩耗が減少します。
5. コーナ半径を大きくしすぎると切りくず処理性は悪くなります。

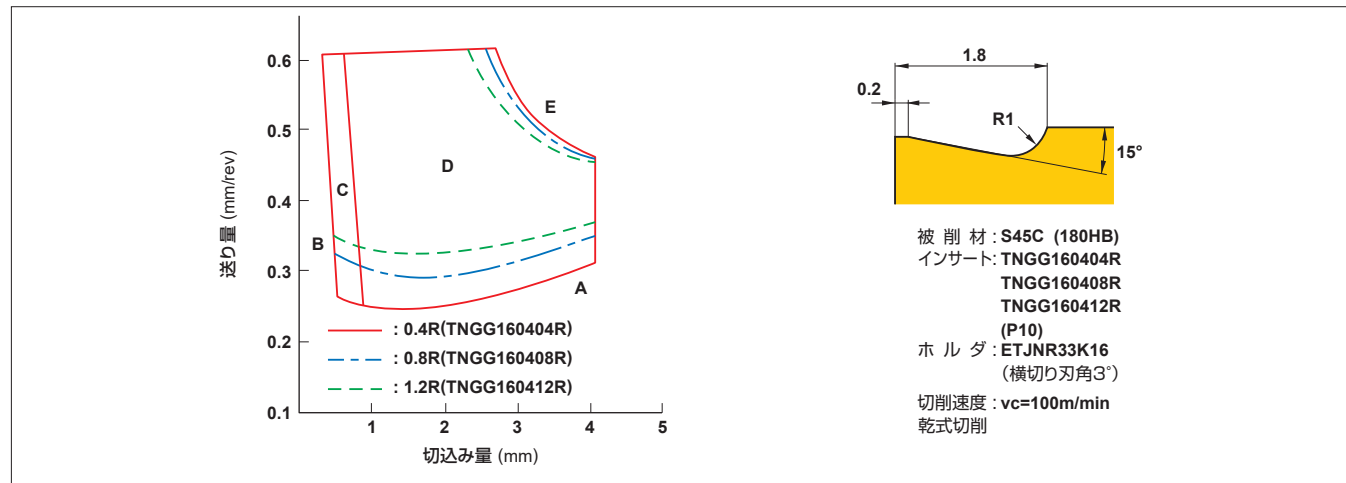
コーナ半径を小さくする場合

- 切込みの小さい仕上げ削りのとき
- 細くて長い被削材のとき
- 機械の剛性が低いとき

コーナ半径を大きくする場合

- 黒皮、断続切削のように刃先の強度を必要とするとき
- 荒削りで太い径の被削材のとき
- 機械に剛性があるとき

●コーナ半径と切りくず処理範囲



*上グラフのA,B,C,D,Eは、Q008「鋼旋削加工における切りくず形態」を参照ください。

旋削加工の計算式

■所要動力 (Pc)

$$P_c = \frac{a_p \cdot f \cdot v_c \cdot K_c}{60 \times 10^3 \times \eta} \quad (\text{kW})$$

P_c (kW) : 所要動力
 f (mm/rev) : 1回転当たりの送り量
 K_c (MPa) : 比切削抵抗

a_p (mm) : 切込み量
 v_c (m/min) : 切削速度
 η : (機械効率係数)

(例題) 軟鋼を切込み3mm、切削速度120m/min、送り量を0.2mm/revの切削条件で削るとき、所要動力を求めると、
 (ただし機械効率係数を80%とする)

(答) 下記表より軟鋼の比切削抵抗 $K_c=3100\text{MPa}$ を公式にあてはめて、

$$P_c = \frac{3 \times 0.2 \times 120 \times 3100}{60 \times 10^3 \times 0.8} = 4.65 (\text{kW})$$

● K_c の値

被削材材質	引張り強さ (MPa) および硬さ	各送りに対する比切削抵抗 K_c (MPa)				
		0.1 (mm/rev)	0.2 (mm/rev)	0.3 (mm/rev)	0.4 (mm/rev)	0.6 (mm/rev)
軟鋼 (SS400, S10C等)	520	3610	3100	2720	2500	2280
中鋼 (S45C, S50C等)	620	3080	2700	2570	2450	2300
硬鋼 (S55C, S58C等)	720	4050	3600	3250	2950	2640
工具鋼 (SK材等)	670	3040	2800	2630	2500	2400
工具鋼 (SKS材等)	770	3150	2850	2620	2450	2340
クロムマンガン鋼 (MnC材等)	770	3830	3250	2900	2650	2400
クロムマンガン鋼 (MnCr材等)	630	4510	3900	3240	2900	2630
クロムモリブデン鋼 (SCM材等)	730	4500	3900	3400	3150	2850
クロムモリブデン鋼 (SCM材等)	600	3610	3200	2880	2700	2500
ニッケルクロムモリブデン鋼 (SNCM415等)	900	3070	2650	2350	2200	1980
ニッケルクロムモリブデン鋼 (SNCM439等)	352HB	3310	2900	2580	2400	2200
硬質鋳鋼	46HRC	3190	2800	2600	2450	2270
ミーハナイト鋳鉄 (FC350等)	360	2300	1930	1730	1600	1450
ねずみ鋳鉄 (FC250等)	200HB	2110	1800	1600	1400	1330

■切削速度 (v_c)

$$v_c = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n}{1000} \quad (\text{m/min})$$

v_c (m/min) : 切削速度
 D_m (mm) : 被削材直径
 π (3.14) : 円周率
 n (min^{-1}) : 主軸回転速度

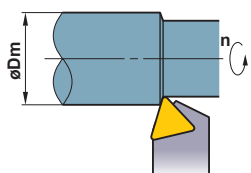
*1000で割るのは、mmをmになおすため

(例題) 主軸回転速度700 min^{-1} 、被削材の外径 $\phi 50$ で外径切削をしている、
 このときの切削速度を求めると

(答) 公式に $\pi=3.14$ 、 $D_m=50$ 、 $n=700$ を代入すると、

$$v_c = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 50 \times 700}{1000} = 110 \text{m/min}$$

これにより、切削速度は約110m/minとなります。



■送り (f)

$$f = \frac{l}{n} \quad (\text{mm/rev})$$

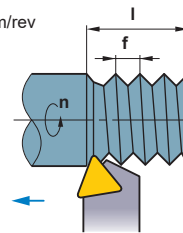
f (mm/rev) : 1回転当たりの送り
 l (mm/min) : 1分間当たりの切削長さ
 n (min^{-1}) : 主軸回転速度

(例題) 主軸の回転速度500 min^{-1} 、1分間の切削長さが120mm/minである、このときの1回転当たりの送り量を求めると

(答) 公式に $n=500$ 、 $l=120$ を代入すると、

$$f = \frac{l}{n} = \frac{120}{500} = 0.24 \text{mm/rev}$$

これにより1回転の送り量は0.24mm/revとなります。



■切削時間 (T_c)

$$T_c = \frac{l_m}{l} \quad (\text{min})$$

T_c (min) : 切削時間
 l_m (mm) : 工作物の長さ
 l (mm/min) : 1分間の切削長さ

(例題) 長さ100mmの被削材を回転速度1000 min^{-1} 、送り0.2mm/revで切削した時、
 何分かかりますか

(答) まず、送りと回転速度により、1分間の切削長さを求めます。

$$l = f \cdot n = 0.2 \times 1000 = 200 \text{mm/min}$$

これにより、公式に代入して

$$T_c = \frac{l_m}{l} = \frac{100}{200} = 0.5 \text{min}$$

0.5×60=30 (sec) 30秒かかります。

■理論仕上げ面粗さ (h)

$$h = \frac{f^2}{8RE} \times 1000 (\mu\text{m})$$

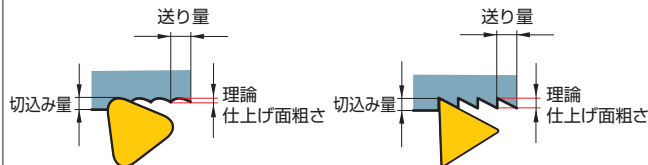
h (μm) : 仕上げ面粗さ
 f (mm/rev) : 1回転当たりの送り
 RE (mm) : インサートのコーナ半径

(例題) インサートの刃先コーナ半径0.8mm、送り0.2mm/revのとき理論仕上げ面粗さを求めると

(答) 公式に $f=0.2\text{mm/rev}$ $RE=0.8$ を代入すると、

$$h = \frac{0.2^2}{8 \times 0.8} \times 1000 = 6.25 \mu\text{m}$$

理論仕上げ面粗さは約6 μm となります。



ねじ加工のトラブルシューティング

問題点	現 象	原 因	対 策
ねじ精度が悪い	ねじ山の角度が入らない	工具の取付けが正しくない	インサートの心高を 0 に合わせる ホルダの傾き(横方向)をチェックする
		切込み量の設定が正しくない	切込み量を修正する
	ねじ山が浅い	インサートの耐摩耗性 又は耐塑性変形性が不足している	下記「逃げ面摩耗が早い」および 「塑性変形が大きい」欄を参照ください
仕上げ面が悪い	表面に傷がつく	切りくずの巻き込みや接触が発生している	フランクインフィードにし、 切りくずの流出方向をコントロールする M級3次元ブレーカインサートへ変更する
		インサート切れ刃側面が干渉している	リード角をチェックし、適切なシートを選定する
	表面にむしれが発生する	構成刃先(溶着)が発生している	切削速度を上げる 切削油の圧力と濃度を上げる
		切削抵抗が高すぎる	1パス当たりの切込み量を減らす
	表面にびびりが発生する	切削速度が速すぎる	切削速度を下げる
		ワーク又は工具のクランプが 十分でない	ワークと工具のクランプ状態を再確認する (チャック圧、クランプ代)
		工具の取付けが正しくない	インサートの心高を0に合わせる
	逃げ面摩耗が早い	切削速度が速すぎる	切削速度を下げる
		パス回数が多く、こすり摩耗が発達している	パス回数を減らし、切れ刃がこする回数を減らす
		仕上げパスでの切込み量が少ない	0.05mm以上を目安とし、0カットは行わない
工具寿命が短い	左右の切れ刃の摩耗 が均一でない	ワークのリード角と工具の リード角が合っていない	ワークのリード角をチェックし、 適切なシートを選定する
	チッピング、欠損する	切削速度が遅すぎる	切削速度を上げる
		切削抵抗が高すぎる	パス回数を増やし、1パス当たりの切削抵抗を減らす
		不安定なクランプ状態で 切削している	ワークの振れをチェックする
			工具のオーバーハングを小さくする
			ワークと工具のクランプ状態を再確認する (チャック圧、クランプ代)
		切りくずを噛み込んでいる	クーラントの圧力を上げ、切りくずを除去する
			ツールパスを変更し、切りくずをスムーズに処理する (1パス毎の往復距離を伸ばし、確実に切削油で飛ばす)
			内径切削は、引き加工へ変更し、 切りくずが詰まらないようにする
		ワークに面取りがなく、 食い付き時の抵抗が高くなる	入り口と抜け側に面取りを設ける
	塑性変形が大きい	切削速度が速く、発熱が大きい	切削速度を下げる
		切削油の供給が不足している	切削油がきちんと供給されているかを再確認する 切削油の圧力と濃度を上げる
		切削抵抗が高すぎる	パス回数を増やし、1パス当たりの切削抵抗を減らす

ねじ下穴径

●メートル並目ねじ

呼 び	ドリル径	
	HSS	超硬
M1 ×0.25	0.75	0.75
M1.1×0.25	0.85	0.85
M1.2×0.25	0.95	0.95
M1.4×0.3	1.10	1.10
M1.6×0.35	1.25	1.30
M1.7×0.35	1.35	1.40
M1.8×0.35	1.45	1.50
M2 ×0.4	1.60	1.65
M2.2×0.45	1.75	1.80
M2.3×0.4	1.90	1.95
M2.5×0.45	2.10	2.15
M2.6×0.45	2.15	2.20
M3 ×0.5	2.50	2.55
M3.5×0.6	2.90	2.95
M4 ×0.7	3.3	3.4
M4.5×0.75	3.8	3.9
M5 ×0.8	4.2	4.3
M6 ×1.0	5.0	5.1
M7 ×1.0	6.0	6.1
M8 ×1.25	6.8	6.9
M9 ×1.25	7.8	7.9
M10 ×1.5	8.5	8.6
M11 ×1.5	9.5	9.7
M12 ×1.75	10.3	10.5
M14 ×2.0	12.0	12.2
M16 ×2.0	14.0	14.2
M18 ×2.5	15.5	15.7
M20 ×2.5	17.5	17.7
M22 ×2.5	19.5	19.7
M24 ×3.0	21.0	—
M27 ×3.0	24.0	—
M30 ×3.5	26.5	—
M33 ×3.5	29.5	—
M36 ×4.0	32.0	—
M39 ×4.0	35.0	—
M42 ×4.5	37.5	—
M45 ×4.5	40.5	—
M48 ×5.0	43.0	—

●メートル細目ねじ

呼 び	ドリル径	
	HSS	超硬
M1 ×0.2	0.80	0.80
M1.1×0.2	0.90	0.90
M1.2×0.2	1.00	1.00
M1.4×0.2	1.20	1.20
M1.6×0.2	1.40	1.40
M1.8×0.2	1.60	1.60
M2 ×0.25	1.75	1.75
M2.2×0.25	1.95	2.00
M2.5×0.35	2.20	2.20
M3 ×0.35	2.70	2.70
M3.5×0.35	3.20	3.20
M4 ×0.5	3.50	3.55
M4.5×0.5	4.00	4.05
M5 ×0.5	4.50	4.55
M5.5×0.5	5.00	5.05
M6 ×0.75	5.30	5.35
M7 ×0.75	6.30	6.35
M8 ×1.0	7.00	7.10
M8 ×0.75	7.30	7.35
M9 ×1.0	8.00	8.10
M9 ×0.75	8.30	8.35
M10 ×1.25	8.80	8.90
M10 ×1.0	9.00	9.10
M10 ×0.75	9.30	9.35
M11 ×1.0	10.0	10.1
M11 ×0.75	10.3	10.3
M12 ×1.5	10.5	10.7
M12 ×1.25	10.8	10.9
M12 ×1.0	11.0	11.1
M14 ×1.5	12.5	12.7
M14 ×1.0	13.0	13.1
M15 ×1.5	13.5	13.7
M15 ×1.0	14.0	14.1
M16 ×1.5	14.5	14.7
M16 ×1.0	15.0	15.1
M17 ×1.5	15.5	15.7
M17 ×1.0	16.0	16.1
M18 ×2.0	16.0	16.3
M18 ×1.5	16.5	16.7
M18 ×1.0	17.0	17.1
M20 ×2.0	18.0	18.3
M20 ×1.5	18.5	18.7
M20 ×1.0	19.0	19.1
M22 ×2.0	20.0	—
M22 ×1.5	20.5	—
M22 ×1.0	21.0	—
M24 ×2.0	22.0	—
M24 ×1.5	22.5	—
M24 ×1.0	23.0	—
M25 ×2.0	23.0	—
M25 ×1.5	23.5	—
M25 ×1.0	24.0	—
M26 ×1.5	24.5	—
M27 ×2.0	25.0	—
M27 ×1.5	25.5	—
M27 ×1.0	26.0	—
M28 ×2.0	26.0	—
M28 ×1.5	26.5	—
M28 ×1.0	27.0	—
M30 ×3.0	27.0	—
M30 ×2.0	28.0	—
M30 ×1.5	28.5	—
M30 ×1.0	29.0	—
M32 ×2.0	30.0	—
M32 ×1.5	30.5	—
M33 ×3.0	30.0	—
M33 ×2.0	31.0	—
M33 ×1.5	31.5	—
M35 ×1.5	33.5	—
M36 ×3.0	33.0	—
M36 ×2.0	34.0	—
M36 ×1.5	34.5	—
M38 ×1.5	36.5	—
M39 ×3.0	36.0	—
M39 ×2.0	37.0	—
M39 ×1.5	37.5	—
M40 ×3.0	37.0	—
M40 ×2.0	38.0	—
M40 ×1.5	38.5	—
M42 ×4.0	38.0	—
M42 ×3.0	39.0	—
M42 ×2.0	40.0	—
M42 ×1.5	40.5	—
M45 ×4.0	41.0	—
M45 ×3.0	42.0	—
M45 ×2.0	43.0	—
M45 ×1.5	43.5	—
M48 ×4.0	44.0	—
M48 ×3.0	45.0	—
M48 ×2.0	46.0	—
M48 ×1.5	46.5	—
M50 ×3.0	47.0	—
M50 ×2.0	48.0	—
M50 ×1.5	48.5	—

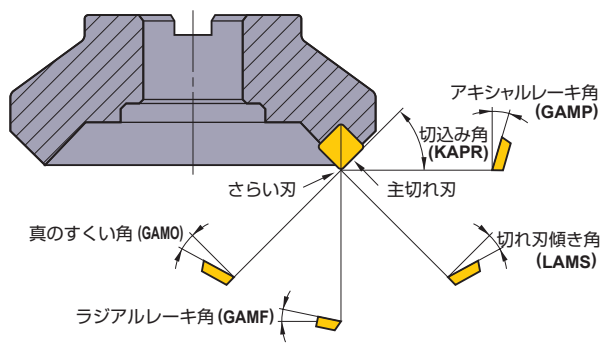
注1) この表のドリル径を使って加工する場合は、加工条件によりドリル穴の寸法精度が変化するので、加工穴を測定し、下穴として不適當なときは、ドリル径を変更する必要があります。

正面フライス加工のトラブルシューティング

対 策 要 因 トラブル 内 容			工具材種の選定				切 削 条 件				工 具 形 状										機械・取付け			
			よりかたい材種とする	韌性のある材種とする	耐熱衝撃性の良い材種とする	耐溶着性の良い材種とする	切削速度	送り量	切込み量	エンゲージ角	切削油剤		すくい角	コーナ角	切れ刃強度 ホーニング	カッタ径	カッタ刃数	チップポケットを大きく	ワイバーインサートの使用	振れ精度の向上	工具剛性の向上	ワーク・工具の取付け剛性の向上	突出し量を小さくする	動力・機械のがたを小さくする
											不水溶性にする	乾式・湿式の見直し												
寿命の悪化	インサートの 摩耗が早い	工具材種の不適正	●																					
		切れ刃形状の不適正											↗	↗	↘				●					
		切削速度の不適正					↘					●湿												
	切れ刃が欠損・ チッピング している	工具材種の不適正		●																				
		切削条件の不適正						↘	↘															
		切れ刃強度の不足													↗									
		熱クラックが発生している			●		↘	↘	↘		●	●乾												
		構成刃先が発生している				●	↗	↗			●	●湿												
		剛性不足																		●	●	●	●	
仕上げ面粗さの悪化	仕上げ面粗さ が悪い	切削条件の不適正	●				↘	↘	↘															
		溶着が発生している				●	↗				●	●湿	↗		↘									
		振れ精度が悪い																	●	●				
		びびりが発生している					↘	↘	↘	↗			↗		↘		↘			●	●	●	●	
	平面度・ 平行度が悪い	被削材がたわんでいる						↘	↘				↗	↘	↘		↘				●			
		工具が逃げている																		●	●	●	●	
		背分力が大きい											↗	↘	↘		↘							
バリ・こぼり	バリが発生 する	切りくず厚みが厚すぎる					↗	●	↘	↘														
		カッタ径が大きすぎる													●									
		切れ味が悪い											↗		↘									
		コーナ角が大きい												↘										
	こぼり発生 する	切削条件の不適正						↘	↘															
		切れ味が悪い											↗		↘									
		コーナ角が小さい												↗										
切りくず処理	切りくずの 噛み込み・ 詰まり	溶着が発生している					↗	●																
		切りくず厚みが薄すぎる					↗	↗																
		カッタ径が小さすぎる														↘								
		切りくず排出性が悪い									●	●湿				↘		●						

正面フライス加工の工具各部の作用

■正面フライス切れ刃諸角度の機能



正面フライスの諸角度

名 称	記号	機 能	効 果
アキシタルレーキ角	GAMP	切りくず排出の方向を決める	正のとき： 切削性が良い
ラジアルレーキ角	GAMF	切れ味を決める	負のとき： 切りくず排出性が良い
切込み角	KAPR	切りくず厚みを決める	小さいとき： 切りくず厚みが薄くなり、切削時の衝撃が小さい 背分力は高くなる
真のすくい角	GAMO	実際の切れ味を決める	正(大)のとき： 切削性が良く溶着しにくい 負(大)のとき： 切削性は悪いが、切れ刃強度が高い
切れ刃傾き角	LAMS	切りくず排出の方向を決める	正(大)のとき： 排出性が良い、切れ刃強度は低い

■基本刃形

●すくい角と正負

ネガティブ
すくい角(負)

(-)

ニュートラル
すくい角

0°

ポジティブ
すくい角(正)

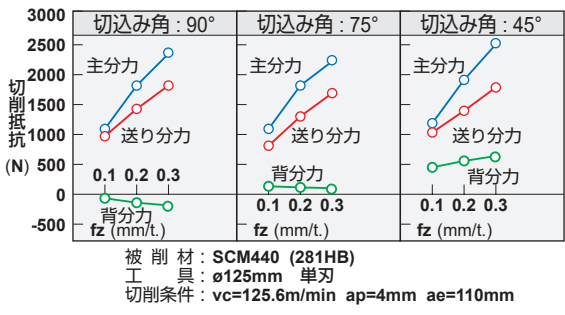
(+)

- ・ 刃先が先行する刃形形状をポジティブすくい角といいます。
- ・ 刃先が遅れる刃形形状をネガティブすくい角といいます。

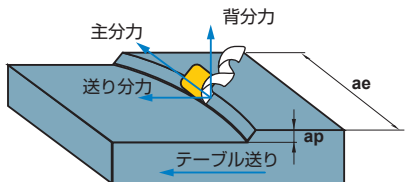
●基本刃形

基本刃形の組合せ		(+) アキシャルレーキ角正	(-) アキシャルレーキ角負	(+) アキシャルレーキ角正
		ダブルポジ刃形 (DP刃形)	ダブルネガ刃形 (DN刃形)	ネガポジ刃形 (NP刃形)
アキシャルレーキ角 (GAMP)		ポジ (+)	ネガ (-)	ポジ (+)
ラジアルレーキ角 (GAMF)		ポジ (+)	ネガ (-)	ネガ (-)
インサート仕様		ポジティブ (片面使用)	ネガティブ (両面使用)	ポジティブ (片面使用)
被削材	鋼 用	●	—	●
	鋳 鉄 用	—	●	●
	軽合金用	●	—	—
	難削材用	●	—	●

■切込み角 (KAPR) と切削抵抗



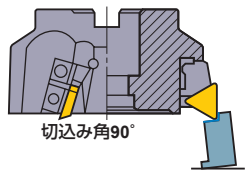
刃形別切削抵抗の比較



フライス加工切削抵抗3分力

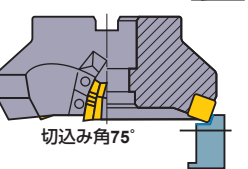
切込み角 90°

背分力はマイナスの方向へ作用します。被削材のクランプ剛性が低い場合、被削材を持ち上げる現象が発生します。



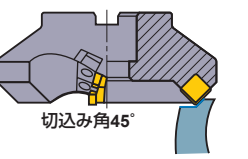
切込み角 75°

薄肉構造物など剛性の低い被削材を平削り加工する場合には、切込み角75°の正面フライスを推奨します。



切込み角 45°

背分力は1番大きくなります。薄肉構造物では被削材にたわみが生じ、加工精度の低下を招きます。
* 鋳鉄の切削では、こぼ欠けを防止するうえで有利です。



- * 主 分 力：正面フライスの回転方向に対し、回転とは逆に生じる力
- * 背 分 力：正面フライスを軸方向へ押し上げる力
- * 送り分力：テーブル送りによって生じる送り方向の力

技術資料

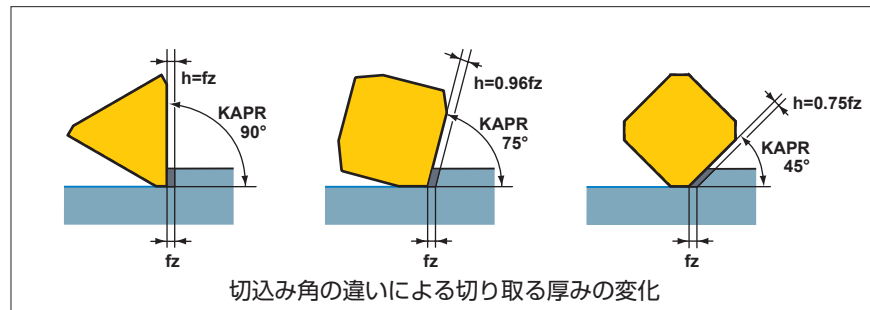
Q

正面フライス加工の工具各部の作用

■切込み角と工具寿命

●切込み角と切りくず厚み

切込み量と1刃当たりの送り量 f_z が一定の場合、下図のように、KAPRが小さいほど切り取る厚み h は薄くなり（45°では90°の7割程度）、単位切れ刃長さ当たりの切削抵抗が減少して工具寿命が長くなります。一方、切り取る厚み h があまり大きいと、送り分力の増加によるびり振動が発生し、工具寿命低下の原因になります。



●切込み角とすくい面摩耗

下表は、切込み角の違いによる刃先の摩耗形態です。切込み角90°と45°では、90°の方がすくい面摩耗が大きくなっています。これは、切りくずが厚く、切りくずによる摩擦力が大きいことが原因です。すくい面摩耗が大きくなると刃先の強度が落ち、チッピングや欠損が発生して工具の寿命に至ります。

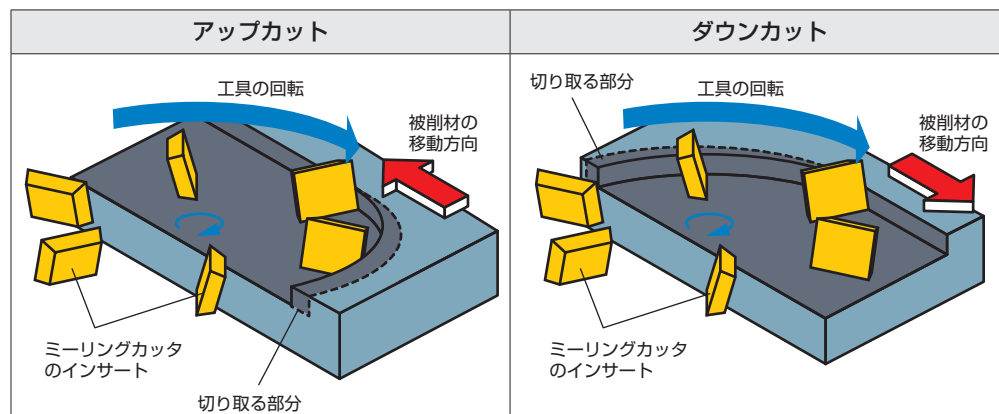
	切込み角 90°	切込み角 75°	切込み角 45°
vc=100m/min Tc=69min			
vc=125m/min Tc=55min			
vc=160m/min Tc=31min			

被削材：SNCM439 287HB
 工 具：DC=125mm
 インサート：M20超硬合金
 切削条件：ap=3.0mm
 ae=110mm
 fz=0.2mm/t.

乾式切削

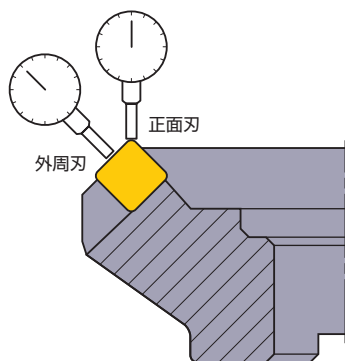
■アップカットとダウンカット

アップカットとダウンカットのどちらの切削方式を選ぶかは、工作機械とミーリングカッタの諸条件によって決まります。工具寿命の点からは、一般的にダウンカットが有利です。



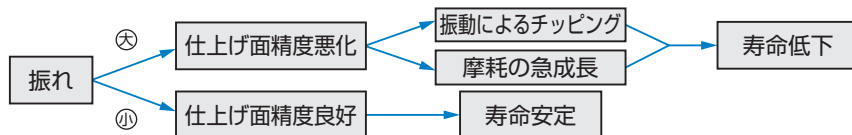
■仕上げ面

●切れ刃振れ精度

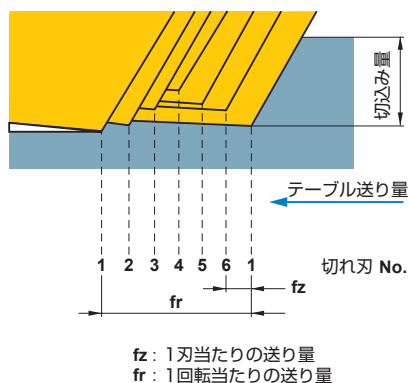


正面フライスの切れ刃振れ測定
および振れ精度

インサートをカッタ本体にセットしたときの切れ刃振れ精度は、仕上げ面精度はもちろん工具寿命にも影響します。



●仕上げ面粗さの向上



副切れ刃の振れと仕上げ面

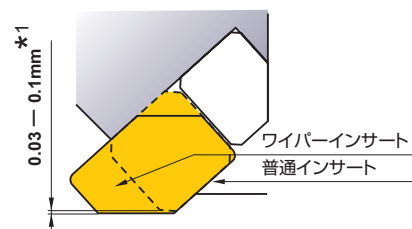
普通副切れ刃幅は1.4mmが標準(当社値)であるため、フライスの正面と完全に平行にセットされていれば、理論的には若干の切れ刃振れがあっても仕上げ面精度は維持されるはずです。

実際の問題点

- ・切れ刃の振れ
- ・副切れ刃の傾き
- ・カッタ本体精度
- ・部品精度
- ・溶着、振動、びびり

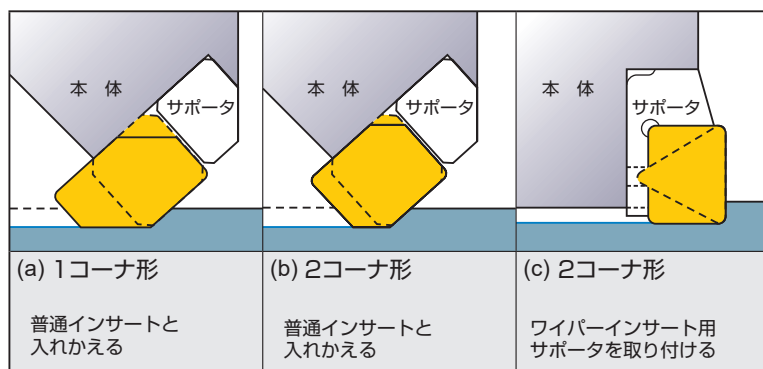
対策

- ワイパーインサート
- * 普通インサートで加工した面を再度削って平滑に仕上げる



- ・ワイパーインサートは全切れ刃の内の1箇所または2箇所にセットします。
- ・ワイパーインサートは普通刃より、正面方向に0.03~0.1mm程度突き出してセットします。
- *1.使用カッタおよびインサートの組み合わせで値が異なります。

●ワイパーインサートのセット方法



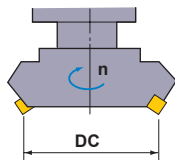
- ・ワイパーインサートの副切れ刃長さは1回転当たりの送りより長くなければいけません。
- * 必要以上に長いとびびりを誘発します。
- ・カッタの径が大きく1回転当たりの送りが、ワイパーインサートの副切れ刃長さより大きい場合は、2個または3個セットします。
- ・2個以上取り付けの際は、ワイパーインサート相互の振れに注意してください。
- ・ワイパーインサートの工具材種はハイグレード(耐摩耗性重視)のものを使用します。

正面フライス加工の計算式

■切削速度 (vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

★1000で割るのは、mmをmになおすため



vc (m/min) : 切削速度
π (3.14) : 円周率

DC (mm) : カッタ径
n (min⁻¹) : 主軸回転速度

(例題) 主軸回転速度350min⁻¹、カッタの外径φ125で切削している、このときの切削速度を求めると、

(答) 公式にπ=3.14、DC=125、n=350を代入すると、

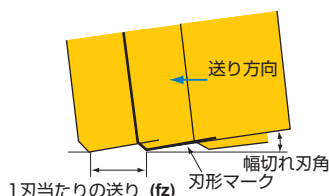
$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 125 \times 350}{1000} = 137.4 \text{ m/min}$$

これにより、切削速度は137.4m/minとなります。

■1刃当たりの送り量 (fz)

$$fz = \frac{vf}{z \cdot n} \text{ (mm/t.)}$$

fz (mm/t.) : 1刃当たりの送り量 z : 刃数
vf (mm/min) : 1分間当たりのテーブル送り速度
n (min⁻¹) : 主軸回転速度 (1回転当たりの送り fr=z×fz)



(例題) 主軸の回転速度500min⁻¹、カッタの刃数10枚でテーブル送りが500mm/minのとき1刃当たりの送り量を求めると、

(答) 公式にあてはめて、

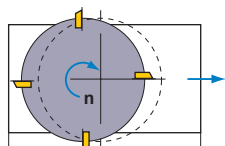
$$fz = \frac{vf}{z \cdot n} = \frac{500}{10 \times 500} = 0.1 \text{ mm/t.}$$

したがって1刃当たりの送り量は0.1mm/t.となります。

■テーブル送り (vf)

$$vf = fz \cdot z \cdot n \text{ (mm/min)}$$

vf (mm/min) : 1分間当たりのテーブル送り速度
fz (mm/t.) : 1刃当たりの送り量 z : 刃数
n (min⁻¹) : 主軸回転速度



(例題) 1刃当たりの送り量0.1mm/t.でカッタの刃数が10枚、主軸の回転速度が500min⁻¹の時のテーブル送りを求めると、

(答) 公式にあてはめて、

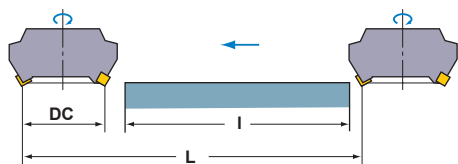
$$vf = fz \cdot z \cdot n = 0.1 \times 10 \times 500 = 500 \text{ mm/min}$$

したがってテーブル送りは500mm/minとなります。

■加工時間 (Tc)

$$Tc = \frac{L}{vf} \text{ (min)}$$

Tc (min) : 加工時間
vf (mm/min) : 1分間当たりのテーブル送り速度
L (mm) : テーブル総送り長さ(被削材長さ(l) + フライス直径(DC))



(例題) 鋳鉄(FC200)のブロック、幅100mm、長さ300mmの平面を仕上げたい、正面フライスの直径φ200、刃数16枚、切削速度125m/min、1刃当たりの送り0.25mmで切削時間を求めると(主軸回転速度200min⁻¹)

(答) 1分間当たりのテーブル送りを求めて、

$$vf = 0.25 \times 16 \times 200 = 800 \text{ mm/min}$$

テーブルの総送り長さを求めて、L=300+200=500mm

公式にあてはめて、

$$Tc = \frac{500}{800} = 0.625 \text{ (min)}$$

0.625×60=37.5 (sec) 約37.5秒かかります。

■所要動力 (Pc)

$$P_c = \frac{a_p \cdot a_e \cdot v_f \cdot K_c}{60 \times 10^6 \times \eta}$$

P_c (kW) : 所要動力
a_e (mm) : 切削幅
K_c (MPa) : 比切削抵抗

a_p (mm) : 切込み量
v_f (mm/min) : 1分間当たりのテーブル送り速度
η : (機械効率係数)

(例題) 工具鋼を切込み2mm、切削幅80mm、
テーブル送り280mm/minで切削したい、
必要な動力を求めると、
ただし、切削速度は80m/min、カット径
φ250、刃数12枚、機械効率係数は80%
とした。

(答) まず、フライスの1刃当たりの送りから求めるために主軸回転速度を出します。

$$n = \frac{1000v_c}{\pi D C} = \frac{1000 \times 80}{3.14 \times 250} = 101.91 \text{ min}^{-1}$$

$$1 \text{ 刃当たりの送り } f_z = \frac{v_f}{z \times n} = \frac{280}{12 \times 101.9} = 0.228 \text{ mm/t.}$$

公式にあてはめて、

$$P_c = \frac{2 \times 80 \times 280 \times 1800}{60 \times 10^6 \times 0.8} = 1.68 \text{ kW}$$

●K_cの値

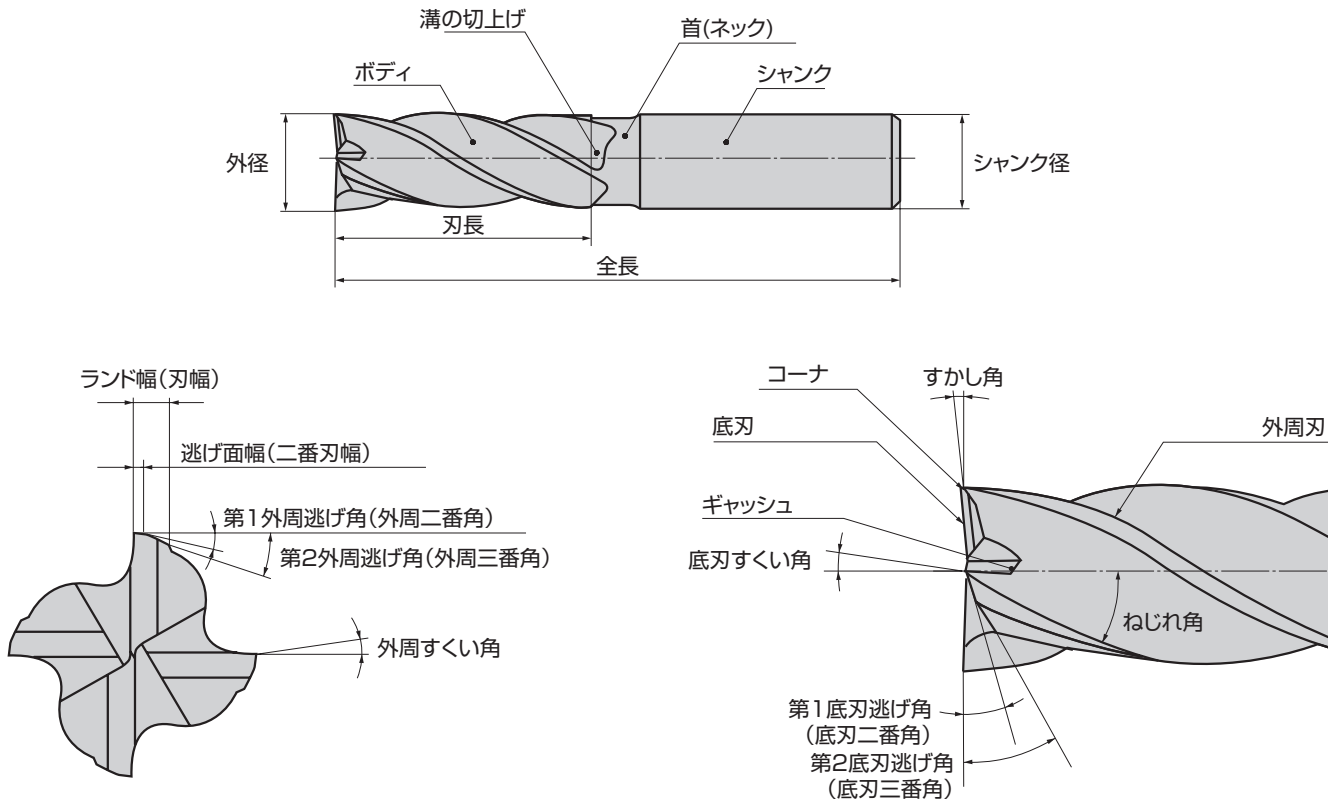
被削材材質	引張り強さ (MPa) およびかたさ	1刃当たりの送りに対する比切削抵抗 K _c (MPa)				
		0.1mm/t.	0.2mm/t.	0.3mm/t.	0.4mm/t.	0.6mm/t.
軟鋼 (SS400, S10C等)	520	2200	1950	1820	1700	1580
中鋼 (S45C, S50C等)	620	1980	1800	1730	1600	1570
硬鋼 (S55C, S58C等)	720	2520	2200	2040	1850	1740
工具鋼 (SK材等)	670	1980	1800	1730	1700	1600
工具鋼 (SKS材等)	770	2030	1800	1750	1700	1580
クロムマンガン鋼 (MnC材等)	770	2300	2000	1880	1750	1660
クロムマンガン鋼 (MnC材等)	630	2750	2300	2060	1800	1780
クロムモリブデン鋼 (SCM材等)	730	2540	2250	2140	2000	1800
クロムモリブデン鋼 (SCM材等)	600	2180	2000	1860	1800	1670
ニッケルクロムモリブデン鋼 (SNCM415等)	940	2000	1800	1680	1600	1500
ニッケルクロムモリブデン鋼 (SNCM439等)	352HB	2100	1900	1760	1700	1530
オーステナイト系ステンレス鋼 (SUS304等)	155HB	2030	1970	1900	1770	1710
鋳鋼 (SCC材等)	520	2800	2500	2320	2200	2040
硬質鋳鋼	46HRC	3000	2700	2500	2400	2200
ミーハナイト鋳鉄 (FC350等)	360	2180	2000	1750	1600	1470
ねずみ鋳鉄 (FC250等)	200HB	1750	1400	1240	1050	970
黄銅 (C3710等)	500	1150	950	800	700	630
軽合金 (Al-Mg, A5005等)	160	580	480	400	350	320
軽合金 (Al-Si, A4032等)	200	700	600	490	450	390
軽合金 (Al-Zn-Mg-Cu, A7075等)	570	880	840	840	810	720

エンドミル加工のトラブルシューティング

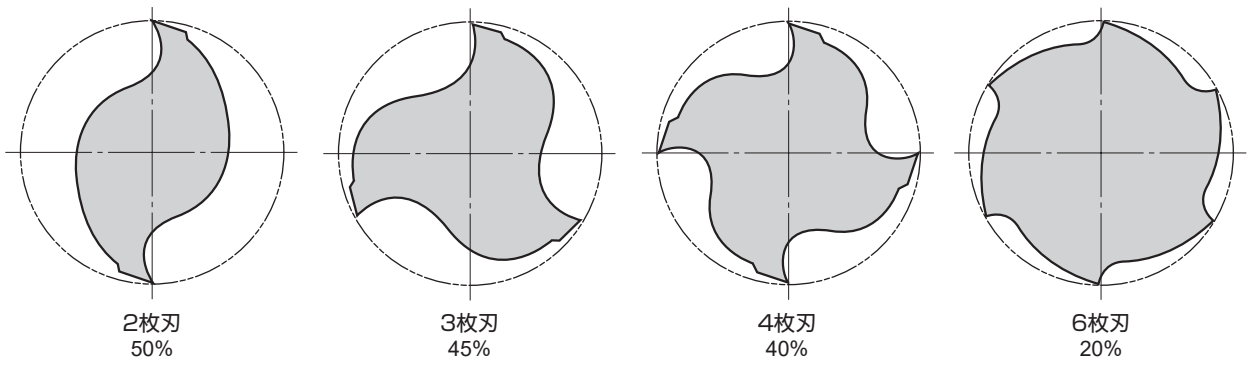
要 因 トラブル 内 容			対 策	工具材種 の選定	切 削 条 件										工具形状					機 械・取 付 け						
					コー ーティング品にする	切削 速度	送り 量	切込 み量	ビ ック フ ィード	切 削 方 向	エ ア ブ ローを使う	切削油剤			ね じ れ 角	刃 数	す かし 角	工 具 径	工 具 剛性を向上する	チ ップ ポ ケ ットを大きくする	工 具突出しを短くする	工 具取付け精度の向上	ス ピ ン ドル コ レ ット振れ精度向上	コ レ ット の点検交換	チャ ック保持力を上げる	ワ ーク取付け剛性の向上
												吐出量を多くする	乾式・湿式の見直し	不水溶性にする												
						高く 低く	↗ ↘	↘ 小さく																		
寿命の悪化	外周刃の摩耗が著しい	ノンコーティング品を使用している	●																							
		刃数が少ない												↗												
		切削条件の不適正		●	↘						●															
		アップカットで切削している							ダウン カット																	
	チッピングが多い	切削条件の不適正															●									
		刃先強度が弱い																				●	●			
		チャックの締付けが不 充分																				●	●			
		取付け剛性が低い																	●	●	●	●	●	●		
	切削中に折損が多い	切削条件の不適正				●	↘																			
		エンドミルの剛性が低い															↗	●								
		必要以上に突出しが長い				●	↘												●							
		切りくずが詰まっている								●								●								
仕上げ面粗さの悪化	切削中にびびりが発生する	切削条件の不適正		●	↘																					
		エンドミルの剛性が低い											↗	↗		↗	●									
		取付け剛性が低い																	●	●	●	●	●	●		
	壁面の仕上げ面粗さが悪い	切れ刃の摩耗が大きい	●																							
		切削条件の不適正		●	↘		●	↘																		
		切りくずを噛み込んでいる								●	●		湿													
	底面の仕上げ面粗さが悪い	底刃のすかし角がついていない			●	●	↘	↘								↗	●									
		ビックフィードが大きい						●	↘																	
		切れ刃の摩耗が大きい	●																							
	壁面がたおれる	切削条件の不適正			●	●	↘	↘																		
		エンドミル剛性の不足												↗	↗		↗	●								
		仕上げ寸法精度が悪い		●	↘	↘	↘														●	●	●	●	●	●
バリ・こぼり欠け・かえり	バリ・こぼり欠けが発生している	切削条件の不適正			●	●																				
		ねじれ角が大きい											●	↘												
	かえりの発生が早い	境界摩耗が発生している	●																							
		切削条件の不適正		●	↘	↗																				
切りくず処理	切りくず詰まりが発生している	切削量が大きすぎる			●	●																				
		チップポケットの不足													●	↘		●								

エンドミルの各部の名称・刃数

■エンドミルの各部の名称



■チップポケットの断面積比

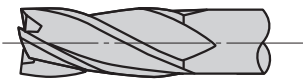
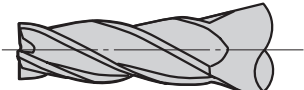
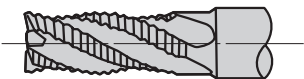
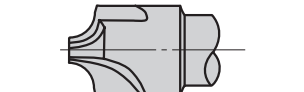


■刃数によるエンドミルの特徴と用途

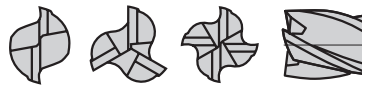
	2 枚 刃	3 枚 刃	4 枚 刃	6 枚 刃
特 徴	利 点 切りくず排出性良好 縦送り加工容易 切削抵抗が小さい	利 点 切りくず排出性良好 縦送り加工容易	利 点 剛性が高い	利 点 剛性が高い 切れ刃の耐久性が優れている
	欠 点 剛性が低い	欠 点 外径の測定が難しい	欠 点 切りくず排出性が悪い	欠 点 切りくず排出性が悪い
用 途	溝、側面加工 穴あけ加工等 使用用途が広い	溝、側面加工 重加工、仕上げ加工	浅溝、側面加工 仕上げ加工	高硬度材加工 浅溝、側面加工

エンドミルの種類と形状

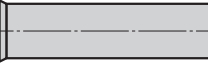
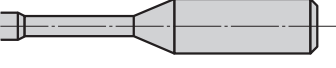
■外周刃の種類と形状例

種 類	形 状	特 徴
普通刃		最も汎用的で、溝加工、側面加工、肩削り加工などに用いられ、また荒削り、中仕上げ、仕上げのいずれの場合にも用いられる。種類が最も多い。
テーパ刃		金型の抜け勾配やインロー部の加工用に用いられる。普通刃で加工した後のテーパ加工に使用する。
ラフィング刃		刃が波状になっていて、切りくずが小さく分断され、切削抵抗が小さく、荒削りに適している。仕上げ面は荒いので仕上げには向かない。すくい面研削を要する。
フォームド刃		例としてコーナR加工用カッタを示しているが、加工部の形状に合った刃形にしたものをいう。特注品の場合が多い。

■底刃の種類と形状例

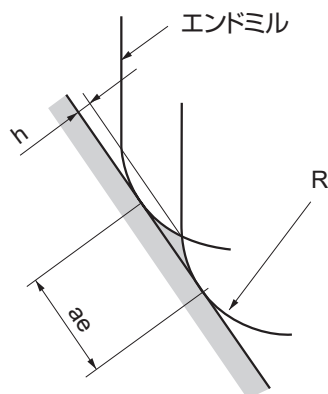
種 類	形 状	特 徴
センタ穴付きスクエアエンド刃		汎用的で、溝加工、側面加工、肩削り加工などに用いられる。縦切込みはできないが、研削が両センタ支持なので再研削精度が良い。
センタカットスクエアエンド刃		汎用的で、溝加工、側面加工、肩削り加工などに用いられる。縦切込みができるが刃数が少ないほど縦切込み性は良い。片持ちでの再研削。
ボールエンド刃		曲面加工にはなくてはならないものである。先端部はチップポケットが小さいので切りくずの排出が悪い。
ラジラスエンド刃		隅肉部のR加工やピックフィード加工に用いられる。ピックフィード加工の場合、Rは小さくても径の大きいエンドミルが使用できるので能率良く加工できる。

■柄部およびネック部の種類と形状例

種 類	形 状	特 徴
標準 (ストレートシャンク)		最も汎用的で広く使われている。
ロングシャンク		深彫り用で、シャンクが長いので使用目的に合った突出し長さにして使用できる。
ロングネック		細径エンドミルでの深彫り用として用いられるが、ボーリング用にも適している。
テーパネック		金型の抜け勾配のついた壁際の、深彫り用に威力を発揮する。

ピックフィードのピッチ選定表

■ボールエンドミル、ラジアスエンドミルによるピックフィード加工(コンタリング)



$$h = R \cdot \left[1 - \cos \left\{ \sin^{-1} \left(\frac{ae}{2R} \right) \right\} \right]$$

R : ボール半径(RE)、コーナール半径(RE)

ae : ピックフィード

h : カスプハイト(理論加工面粗さ)

■エンドミルのボール半径(コーナール半径)とピックフィードによるカスプハイト(h)

単位 : mm

R \ ae	ピックフィード									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.5	0.003	0.010	0.023	0.042	0.067	0.100	—	—	—	—
1	0.001	0.005	0.011	0.020	0.032	0.046	0.063	0.083	0.107	—
1.5	0.001	0.003	0.008	0.013	0.021	0.030	0.041	0.054	0.069	0.086
2	0.001	0.003	0.006	0.010	0.016	0.023	0.031	0.040	0.051	0.064
2.5	0.001	0.002	0.005	0.008	0.013	0.018	0.025	0.032	0.041	0.051
3		0.002	0.004	0.007	0.010	0.015	0.020	0.027	0.034	0.042
4		0.001	0.003	0.005	0.008	0.011	0.015	0.020	0.025	0.031
5		0.001	0.002	0.004	0.006	0.009	0.012	0.016	0.020	0.025
6		0.001	0.002	0.003	0.005	0.008	0.010	0.013	0.017	0.021
8			0.001	0.003	0.004	0.006	0.008	0.010	0.013	0.016
10			0.001	0.002	0.003	0.005	0.006	0.008	0.010	0.013
12.5			0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.008	0.010

R \ ae	ピックフィード									
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1.5	0.104	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0.077	0.092	0.109	—	—	—	—	—	—	—
2.5	0.061	0.073	0.086	0.100	—	—	—	—	—	—
3	0.051	0.061	0.071	0.083	0.095	0.109	—	—	—	—
4	0.038	0.045	0.053	0.062	0.071	0.081	0.091	0.103	—	—
5	0.030	0.036	0.042	0.049	0.057	0.064	0.073	0.082	0.091	0.101
6	0.025	0.030	0.035	0.041	0.047	0.054	0.061	0.068	0.076	0.084
8	0.019	0.023	0.026	0.031	0.035	0.040	0.045	0.051	0.057	0.063
10	0.015	0.018	0.021	0.025	0.028	0.032	0.036	0.041	0.045	0.050
12.5	0.012	0.014	0.017	0.020	0.023	0.026	0.029	0.032	0.036	0.040

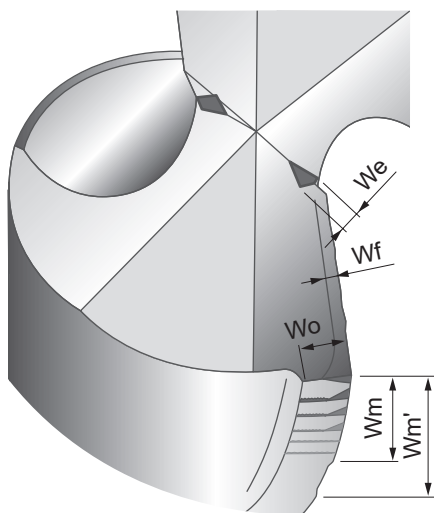
穴加工のトラブルシューティング

対 策 要 因 トラブル 内 容			切 削 条 件									工 具 形 状						機 械 ・ 取 付 け					
			切削速度	送り量	食いつき時送り量を上げる	貫通時送り量を下げる	ステップフィード加工とする	下穴精度の向上・深さの増大	切削油剤			チゼル幅	ホーニング幅	心厚	溝長を短くする	リップハイトを小さくする	内部給油形ドリルを使用する	X型シンニングにする	工具取付け精度の向上	工具突出し長を短くする	ワーク食いつき面を平面にする	ワーク取付け剛性の向上	機械のがた抑制・剛性の向上
									希釈率を濃くする	供給量を多くする	供給圧を上げる												
			高く ↗	低く ↘																			
寿命の悪化	ドリルが折損する	ドリル剛性の不足												↗	●								
		切削条件の不適正		● ↘																			
		保持具の振れが大きい																●					●
		食いつき面が傾斜している																		●			
	外周切れ刃・マージン部の摩耗大	切削条件の不適正	● ↘																				
		加工点における切削熱の上昇							●	●							●						
	外周切れ刃のチッピング	切削条件の不適正		● ↘			●													●			
		保持具の振れが大きい びびり・振動が発生している											● ↘						●		●	●	●
チゼル部のチッピング	チゼルの幅が広い											● ↘											
	食いつき性が悪い びびり・振動が発生している			●									● ↘					●			●	●	
穴精度の悪化	穴径が拡大する	ドリル剛性の不足												↗	●	●							
		ドリル形状の不適正														●							
	穴径が縮小する	加工点における切削熱の上昇							●	●						●							
		切削条件の不適正	● ↘																				
	真直度が悪い	ドリル形状の不適正														●							
		ドリル剛性の不足											↗	●	●								
		保持具の振れが大きい																●				●	
	穴位置精度・真円度・面粗さが悪い	ガイド性の不足					●																
ドリル剛性の不足												↗	●	●									
食いつき性が悪い																●							
バリ	穴抜けバリが大きい	切削条件の不適正											● ↘										
		ドリル形状の不適正			●																		
	切りくずが長い	切削条件の不適正		↗				●															
		切りくず排出性の不足								●	●		● ↘				●						
切りくず処理	切りくずが詰まる	切削条件の不適正	● ↘	● ↘			●																
		切りくず排出性の不足								●	●		● ↘				●						

ドリルの摩耗状態・切れ刃の損傷

■ドリルの摩耗状態

ドリル刃先の摩耗には、下図のようなものがあります。摩耗の発生や量は、被削材や切削条件によって異なりますが、通常、外周摩耗が最も大きく、これがドリル寿命を支配しています。再研削は先端の逃げ面摩耗を研ぎ落とすため、欠損の大きな損傷があるときは、再研削量も大きくなる必要があります。



We : チゼルエッジ摩耗幅

Wf : 逃げ面摩耗幅(切れ刃中央)

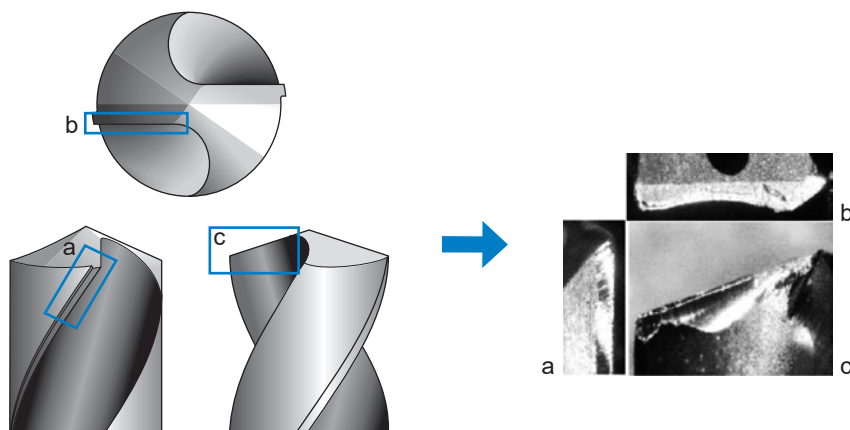
Wo : 外周コーナ摩耗幅

Wm : マージン摩耗幅

Wm' : マージン摩耗幅(リーディングエッジ)

■切れ刃の損傷

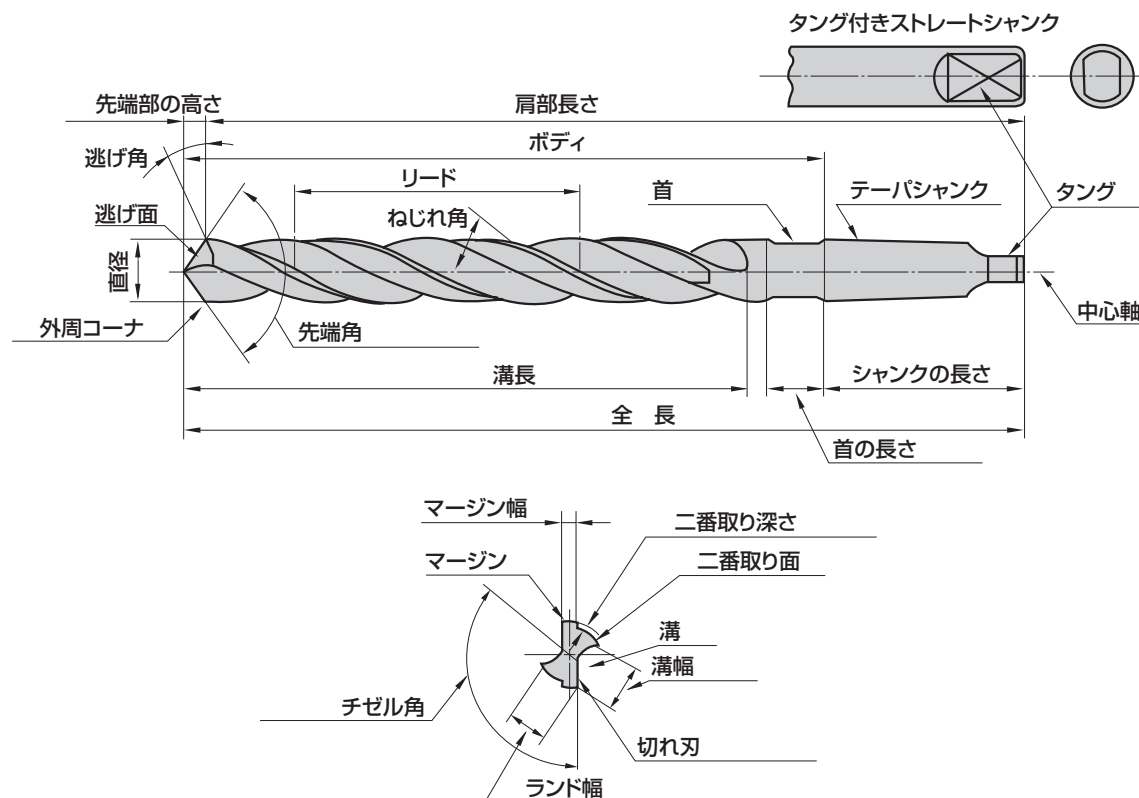
ドリリングを行うとドリルの刃先にチッピングや欠損、異常摩耗が発生することがあります。そのような場合、拡大観察して要因を究明し対策をとることが重要です。



損傷写真の見方

ドリルの各部の名称、形状諸元と切削特性

■ドリルの各部の名称



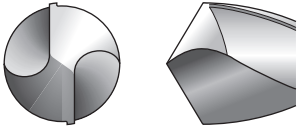
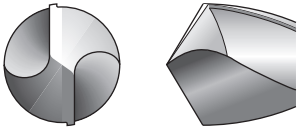
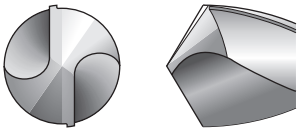
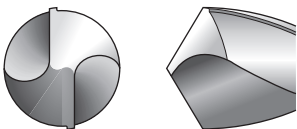
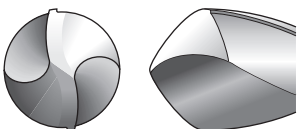
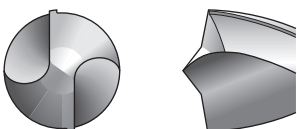
■形状諸元と切削特性

ねじれ角	ドリルの軸方向に対しての溝の傾き角で、バイトのすくい角に相当する。ドリルのすくい角は、切れ刃の位置によって異なり外周部が最も大きく中心に向かうほど小さくなる。チゼルエッジ部分では、負のすくい角になり被削材を押しつぶすようになる。 高硬度材 小 ◀.. すくい角 ..▶ 大 軟質材(アルミニウム合金など)
溝 長	加工穴の深さ、プッシュ長さ、再研削代などにより決定するが、ドリル寿命への影響が大きいため可能な限り短く設定することが必要である。
先 端 角	一般的には118°であるが、用途に応じて設定する。 軟質材で被削性の良い材料 小 ◀.. 先端角 ..▶ 大 硬い被削材や高能率加工用
心 厚	ドリルの剛性と切りくず排出性を考える上で重要な要素である。用途に応じて設定する。 切削抵抗小 剛性小 切りくず排出性良 被削性の良い材料 小 ◀.. 心厚 ..▶ 大 切削抵抗大 剛性大 切りくず排出性低下 高硬度材、交差穴加工用など
マージン	先端部はドリルの直径を決定し、加工時はドリルの案内(ガイド)の役目を果たす。マージン幅は加工穴との摩擦を考慮し決定する。 ガイド性劣る 小 ◀.. マージン幅 ..▶ 大 ガイド性良
直径バックテーパ	加工した穴内面との摩擦を少なくするため、先端からシャンクに向かってわずかにテーパを付ける。一般に溝長100mmに対しての直径の減少量であらわし、0.04~0.1mm程度である。高能率加工用ドリルや加工穴の締りが発生する被削材の場合に大きく設定する。

■先端切れ刃形状の変更と効果

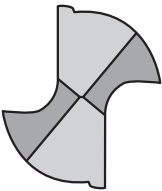
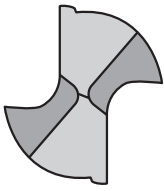
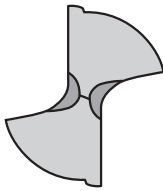
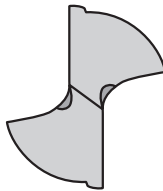
ドリルの先端切れ刃形状は最適な先端角を維持して、下表のように被削材、求められる穴の精度、再研削の容易性により変更することができます。

●代表的な先端切れ刃形状

研削呼称	形 状	特徴・効果	用 途
円 錐		・逃げ面を円錐面として研削するため、外周よりも中心部に近づくほど逃げ角が大きくなる	・一般用
平 面		・二番逃げ面を平面で研削 ・研削が容易	・主として小径ドリル用
スリーレーキ		・チゼル部がないので求心性が良く、穴の拡大代も少ない ・特殊研削盤が必要 ・三面平面研削	・穴精度、位置決め、精度の良い穴あけ用
スパイラルポイント		・ドリル中心付近の逃げ角を大きくするため、円錐研削をさらに変則ねじれとしている ・チゼルエッジがS型であり、求心性と加工精度が良い	・高精度の穴あけ用
ラジアルリップ		・切れ刃をRに研削することにより負荷の分散を図っている ・加工精度や仕上げ面粗さが良い ・通り穴では、底面のかえりが少ない ・専用の研削盤が必要	・鋳鉄、軽合金用 ・鋳鉄板用 ・鉄鋼
ろうそく		・断面がろうそくのような形をしているので、求心性が良く、通り抜け時のショックが少ない	・薄板の穴あけ用

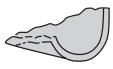
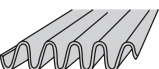
■シンニング

ドリル切れ刃のすくい角は、ドリル中心部に近づくほど小さく、チゼルエッジ部分では負のすくい角になります。切削時のドリル中心部は、被削材を押しつぶすようになり切削抵抗の50～70%を発生させています。ドリルの切削抵抗の低減とチゼルエッジ部で生成された切りくずの早期排除および食い付き性の向上のために、シンニングが非常に効果があります。

形 状				
	X形	XR形	S形	N形
特 徴	スラスト荷重が大幅に減少し、食い付き性が向上する。比較的心厚が大きい場合に有効。	X形に比べやや食い付き性に劣るが切れ刃強度が高く、被削材適用範囲が広い。長寿。	研削が容易であり、一般的に多い。	比較的心厚が大きい場合に有効。
主な用途	一般加工、深穴加工	一般加工 ステンレス鋼加工	鋼、鋳鉄、非鉄金属の一般加工	深穴加工

ドリルの各部の名称、形状諸元と切削特性

■ドリル加工の切りくず

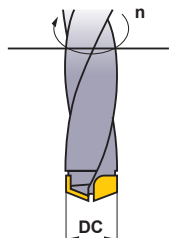
切りくずの種類	形 状	特徴と排出性
円錐らせん形		切れ刃で扇形に流出した切りくずが溝によって曲げられ生成される。延性材の送りの低い場合に発生する。数巻きで折れる場合は切りくず排出性は良い。
長ピッチ形		生成された切りくずが巻かずにそのまま排出されたもので、排出後ドリルに巻き付きやすい。
扇 形		ドリル溝と加工穴壁の拘束によって破断した切りくずで、送りが高い場合などに発生する。切りくず処理が良い。
せん移折断形		円錐らせん形に生成された切りくずが加工穴壁の拘束を受け長ピッチ形に移行する直前に材料の延性不足などで破断した切りくず。切りくず排出性、切りくず処理とも比較的良好。
ジグザグ形		生成した切りくずが、溝形状や材料の特性上座屈をおこして折りたたまれたもの。溝に詰まりやすい。
針状形		もろい材料や小さい半径でカールした場合、振動によって破断した場合の切りくず。比較的排出性は良いが溝内に密に詰まることもある。

穴加工の計算式

■ 切削速度 (vc)

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} \text{ (m/min)}$$

*1,000で割るのは、mmをmになおすため



vc (m/min): 切削速度
π (3.14) : 円周率

DC (mm) : ドリル径
n (min⁻¹): 主軸回転速度

(例題) 主軸回転速度1350min⁻¹、ドリル径φ12で穴あけをする。
このときの切削速度を求めると、

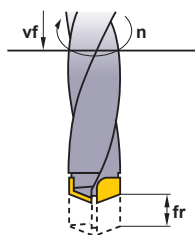
(答) 公式にπ=3.14、DC=12、n=1350を代入すると、

$$vc = \frac{\pi \cdot DC \cdot n}{1000} = \frac{3.14 \times 12 \times 1350}{1000} = 50.9 \text{ m/min}$$

これにより、切削速度は50.9m/minとなります。

■ 主軸送り (vf)

$$vf = fr \cdot n \text{ (mm/min)}$$



vf (mm/min): 主軸(Z軸)送り速度
fr (mm/rev) : 1回転当たりの送り量
n (min⁻¹) : 主軸回転速度

(例題) 1回転当たりの送り量 0.2mm/revで
回転速度が1350min⁻¹このときの主軸送り速度を求めると、

(答) 公式にあてはめて

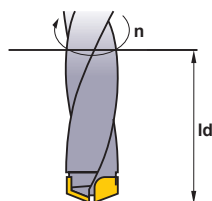
$$vf = fr \times n = 0.2 \times 1350 = 270 \text{ mm/min}$$

したがって主軸の送りは270mm/minとなります。

■ 穴あけ時間 (Tc)

$$Tc = \frac{ld \cdot i}{n \cdot fr}$$

Tc (min) : 加工時間
n (min⁻¹) : 主軸回転速度
ld (mm) : 穴あけ長さ
fr (mm/rev): 1回転当たりの送り量
i : 穴数



(例題) SCM440の鋼にφ15、深さ30mmの穴あけをする。切削速度50m/min、送り量0.15mm/revとする。
このときの切削時間を求めると、

(答) 主軸回転速度 $n = \frac{50 \times 1000}{15 \times 3.14} = 1061.57 \text{ min}^{-1}$

$$Tc = \frac{30 \times 1}{1061.57 \times 0.15} = 0.188$$

= 0.188 × 60 ≒ 11.3 秒で穴あけができる。

金属材料記号対照表

■炭素鋼

日本	ドイツ		イギリス		フランス	イタリア	スペイン	スウェーデン	アメリカ	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
STKM 12A STKM 12C	1.0038	RSt.37-2	4360 40 C	—	E 24-2 Ne	—	—	1311	A570.36	15
—	1.0401	C15	080M15	—	CC12	C15, C16	F.111	1350	1015	15
—	1.0402	C22	050A20	2C	CC20	C20, C21	F.112	1450	1020	20
SUM22	1.0715	9SMn28	230M07	1A	S250	CF9SMn28	F.2111 11SMn28	1912	1213	Y15
SUM22L	1.0718	9SMnPb28	—	—	S250Pb	CF9SMnPb28	11SMnPb28	1914	12L13	—
—	1.0722	10SPb20	—	—	10PbF2	CF10Pb20	10SPb20	—	—	—
—	1.0736	9SMn36	240M07	1B	S300	CF9SMn36	12SMn35	—	1215	Y13
—	1.0737	9SMnPb36	—	—	S300Pb	CF9SMnPb36	12SMnP35	1926	12L14	—
S15C	1.1141	Ck15	080M15	32C	XC12	C16	C15K	1370	1015	15
S25C	1.1158	Ck25	—	—	—	—	—	—	1025	25
—	1.8900	StE380	4360 55 E	—	—	FeE390KG	—	2145	A572-60	—
—	1.0501	C35	060A35	—	CC35	C35	F.113	1550	1035	35
—	1.0503	C45	080M46	—	CC45	C45	F.114	1650	1045	45
—	1.0726	35S20	212M36	8M	35MF4	—	F210G	1957	1140	—
—	1.1157	40Mn4	150M36	15	35M5	—	—	—	1039	40Mn
SMn438(H)	1.1167	36Mn5	—	—	40M5	—	36Mn5	2120	1335	35Mn2
SCMn1	1.1170	28Mn6	150M28	14A	20M5	C28Mn	—	—	1330	30Mn
S35C	1.1183	Cf35	060A35	—	XC38TS	C36	—	1572	1035	35Mn
S45C	1.1191	Ck45	080M46	—	XC42	C45	C45K	1672	1045	Ck45
S50C	1.1213	Cf53	060A52	—	XC48TS	C53	—	1674	1050	50
—	1.0535	C55	070M55	9	—	C55	—	1655	1055	55
—	1.0601	C60	080A62	43D	CC55	C60	—	—	1060	60
S55C	1.1203	Ck55	070M55	—	XC55	C50	C55K	—	1055	55
S58C	1.1221	Ck60	080A62	43D	XC60	C60	—	1678	1060	60Mn
—	1.1274	Ck101	060A96	—	XC100	—	F.5117	1870	1095	—
SK3	1.1545	C105W1	BW1A	—	Y105	C36KU	F.5118	1880	W1	—
SUP4	1.1545	C105W1	BW2	—	Y120	C120KU	F.515	2900	W210	—

■合金鋼

日本	ドイツ		イギリス		フランス	イタリア	スペイン	スウェーデン	アメリカ	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SM400A, SM400B SM400C	1.0144	St.44.2	4360 43 C	—	E28-3	—	—	1412	A573-81	—
SM490A, SM490B SM490C	1.0570	St52-3	4360 50 B	—	E36-3	Fe52BFN Fe52CFN	—	2132	—	—
—	1.0841	St52-3	150M19	—	20MC5	Fe52	F.431	2172	5120	—
—	1.0904	55Si7	250A53	45	55S7	55Si8	56Si7	2085	9255	55Si2Mn
—	1.0961	60SiCr7	—	—	60SC7	60SiCr8	60SiCr8	—	9262	—
SUJ2	1.3505	100Cr6	534A99	31	100C6	100Cr6	F.131	2258	ASTM 52100	GCr15
—	1.5415	15Mo3	1501-240	—	15D3	16Mo3KW	16Mo3	2912	ASTM A204Gr.A	—
—	1.5423	16Mo5	1503-245-420	—	—	16Mo5	16Mo5	—	4520	—
—	1.5622	14Ni6	—	—	16N6	14Ni6	15Ni6	—	ASTM A350LF5	—
—	1.5662	X8Ni9	1501-509-510	—	—	X10Ni9	XBNI09	—	ASTM A353	—
SNC236	1.5710	36NiCr6	640A35	111A	35NC6	—	—	—	3135	—
SNC415(H)	1.5732	14NiCr10	—	—	14NC11	16NiCr11	15NiCr11	—	3415	—
SNC815(H)	1.5752	14NiCr14	655M13	36A	12NC15	—	—	—	3415, 3310	—
SNCM220(H)	1.6523	21NiCrMo2	805M20	362	20NCD2	20NiCrMo2	20NiCrMo2	2506	8620	—
SNCM240	1.6546	40NiCrMo22	311-Type 7	—	—	40NiCrMo2(KB)	40NiCrMo2	—	8740	—
—	1.6587	17CrNiMo6	820A16	—	18NCD6	—	14NiCrMo13	—	—	—
SCr415(H)	1.7015	15Cr3	523M15	—	12C3	—	—	—	5015	15Cr

日本	ドイツ		イギリス		フランス	イタリア	スペイン	スウェーデン	アメリカ	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SCr440	1.7045	42Cr4	—	—	—	—	42Cr4	2245	5140	40Cr
SUP9(A)	1.7176	55Cr3	527A60	48	55C3	—	—	—	5155	20CrMn
SCM415(H)	1.7262	15CrMo5	—	—	12CD4	—	12CrMo4	2216	—	—
—	1.7335	13CrMo4 4	1501-620Gr27	—	15CD3.5 15CD4.5	14CrMo45	14CrMo45	—	ASTM A182 F11, F12	—
—	1.7380	10CrMo910	1501-622 Gr31, 45	—	12CD9 12CD10	12CrMo9 12CrMo10	TU.H	2218	ASTM A182 F.22	—
—	1.7715	14MoV63	1503-660-440	—	—	—	13MoCrV6	—	—	—
—	1.8523	39CrMoV13 9	897M39	40C	—	36CrMoV12	—	—	—	—
—	1.6511	36CrNiMo4	816M40	110	40NCD3	38NiCrMo4(KB)	35NiCrMo4	—	9840	—
—	1.6582	34CrNiMo6	817M40	24	35NCD6	35NiCrMo6(KB)	—	2541	4340	40CrNiMoA
SCr430(H)	1.7033	34Cr4	530A32	18B	32C4	34Cr4(KB)	35Cr4	—	5132	35Cr
SCr440(H)	1.7035	41Cr4	530M40	18	42C4	41Cr4	42Cr4	—	5140	40Cr
—	1.7131	16MnCr5	(527M20)	—	16MC5	16MnCr5	16MnCr5	2511	5115	18CrMn
SCM420 SCM430	1.7218	25CrMo4	1717CDS110 708M20	—	25CD4	25CrMo4(KB)	55Cr3	2225	4130	30CrMn
SCM432 SCCRM3	1.7220	34CrMo4	708A37	19B	35CD4	35CrMo4	34CrMo4	2234	4137 4135	35CrMo
SCM 440	1.7223	41CrMo4	708M40	19A	42CD4TS	41CrMo4	42CrMo4	2244	4140 4142	40CrMoA
SCM440(H)	1.7225	42CrMo4	708M40	19A	42CD4	42CrMo4	42CrMo4	2244	4140	42CrMo 42CrMnMo
—	1.7361	32CrMo12	722M24	40B	30CD12	32CrMo12	F.124.A	2240	—	—
SUP10	1.8159	50CrV4	735A50	47	50CV4	50CrV4	51CrV4	2230	6150	50CrVA
—	1.8509	41CrAlMo7	905M39	41B	40CAD6 40CAD2	41CrAlMo7	41CrAlMo7	2940	—	—
—	1.2067	100Cr6	BL3	—	Y100C6	—	100Cr6	—	L3	CrV, 9SiCr
SKS31 SKS2, SKS3	1.2419	105WCr6	—	—	105WC13	100WCr6 107WCr5KU	105WCr5	2140	—	CrWMo
SKT4	1.2713	55NiCrMoV6	BH224/5	—	55NCDV7	—	F.520.S	—	L6	5CrNiMo
—	1.5662	X8Ni9	1501-509	—	—	X10Ni9	XBNI09	—	ASTM A353	—
—	1.5680	12Ni19	—	—	Z18N5	—	—	—	2515	—
—	1.6657	14NiCrMo134	832M13	36C	—	15NiCrMo13	14NiCrMo131	—	—	—
SKD1	1.2080	X210Cr12	BD3	—	Z200C12	X210Cr13KU X250Cr12KU	X210Cr12	—	D3 ASTM D3	Cr12
SKD11	1.2601	X153CrMoV12	BD2	—	—	X160CrMoV12	—	—	D2	Cr12MoV
SKD12	1.2363	X100CrMoV5	BA2	—	Z100CDV5	X100CrMoV5	F.5227	2260	A2	Cr5Mo1V
SKD61	1.2344	X40CrMoV51 X40CrMoV51	BH13	—	Z40CDV5	X35CrMoV05KU X40CrMoV51KU	X40CrMoV5	2242	H13 ASTM H13	4Cr5MoSiV1
SKD2	1.2436	X210CrW12	—	—	—	X215CrW121KU	X210CrW12	2312	—	—
—	1.2542	45WCrV7	BS1	—	—	45WCrV8KU	45WCrSi8	2710	S1	—
SKD5	1.2581	X30WCrV93	BH21	—	Z30WCV9	X28W09KU	X30WCrV9	—	H21	30WCrV9
—	1.2601	X165CrMoV12	—	—	—	X165CrMoW12KU	X160CrMoV12	2310	—	—
SKS43	1.2833	100V1	BW2	—	Y1105V	—	—	—	W210	V
SKH3	1.3255	S 18-1-2-5	BT4	—	Z80WKCV	X78WCo1805KU	HS18-1-1-5	—	T4	W18Cr4VCo5
SKH2	1.3355	S 18-0-1	BT1	—	Z80WCV	X75W18KU	HS18-0-1	—	T1	—
SCMnH/1	1.3401	G-X120Mn12	Z120M12	—	Z120M12	XG120Mn12	X120MN12	—	—	—
SUH1	1.4718	X45CrSi93	401S45	52	Z45CS9	X45CrSi8	F.322	—	HW3	X45CrSi93
SUH3	1.3343	S6-5-2	4959BA2	—	Z40CSD10	15NiCrMo13	—	2715	D3	—
SKH9, SKH51	1.3343	S6/5/2	BM2	—	Z85WDCV	HS6-5-2-2	F.5603	2722	M2	—
—	1.3348	S 2-9-2	—	—	—	HS2-9-2	HS2-9-2	2782	M7	—
SKH55	1.3243	S6/5/2/5	BM35	—	6-5-2-5	HS6-5-2-5	F.5613	2723	M35	—

金属材料記号対照表

■ステンレス鋼(フェライト系、マルテンサイト系)

日本	ドイツ		イギリス		フランス	イタリア	スペイン	スウェーデン	アメリカ	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SUS403	1.4000	X7Cr13	403S17	—	Z6C13	X6Cr13	F.3110	2301	403	0Cr13 1Cr12
—	1.4001	X7Cr14	—	—	—	—	F.8401	—	—	—
SUS416	1.4005	X12CrS13	416S21	—	Z11CF13	X12CrS13	F.3411	2380	416	—
SUS410	1.4006	X10Cr13	410S21	56A	Z10C14	X12Cr13	F.3401	2302	410	1Cr13
SUS430	1.4016	X8Cr17	430S15	60	Z8C17	X8Cr17	F.3113	2320	430	1Cr17
SCS2	1.4027	G-X20Cr14	420C29	56B	Z20C13M	—	—	—	—	—
SUS420J2	1.4034	X46Cr13	420S45	56D	Z40CM Z38C13M	X40Cr14	F.3405	2304	—	4Cr13
—	1.4003	—	405S17	—	Z8CA12	X6CrAl13	—	—	405	—
—	1.4021	—	420S37	—	Z8CA12	X20Cr13	—	2303	420	—
SUS431	1.4057	X22CrNi17	431S29	57	Z15CNi6.02	X16CrNi16	F.3427	2321	431	1Cr17Ni2
SUS430F	1.4104	X12CrMoS17	—	—	Z10CF17	X10CrS17	F.3117	2383	430F	Y1Cr17
SUS434	1.4113	X6CrMo17	434S17	—	Z8CD17.01	X8CrMo17	—	2325	434	1Cr17Mo
SCS5	1.4313	X5CrNi134	425C11	—	Z4CND13.4M	(G)X6CrNi304	—	2385	CA6-NM	—
SUS405	1.4724	X10CrA113	403S17	—	Z10C13	X10CrA112	F.311	—	405	0Cr13Al
SUS430	1.4742	X10CrA118	430S15	60	Z10CAS18	X8Cr17	F.3113	—	430	Cr17
SUH4	1.4747	X80CrNiSi20	443S65	59	Z80CSN20.02	X80CrSiNi20	F.320B	—	HNv6	—
SUH446	1.4762	X10CrA124	—	—	Z10CAS24	X16Cr26	—	2322	446	2Cr25N
SUH35	1.4871	X53CrMnNiN219	349S54	—	Z52CMN21.09	X53CrMnNiN219	—	—	EV8	5Cr2Mn9Ni4N
—	1.4521	X1CrMoTi182	—	—	—	—	—	2326	S44400	—
—	1.4922	X20CrMoV12-1	—	—	—	X20CrMoNi1201	—	2317	—	—
—	1.4542	—	—	—	Z7CNU17-04	—	—	—	630	—

■ステンレス鋼(オーステナイト系)

日本	ドイツ		イギリス		フランス	イタリア	スペイン	スウェーデン	アメリカ	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SUS304L	1.4306	X2CrNi1911	304S11	—	Z2CN18.10	X2CrNi18.11	—	2352	304L	0Cr19Ni10
SUS304	1.4350	X5CrNi189	304S11	58E	Z6CN18.09	X5CrNi1810	F.3551 F.3541 F.3504	2332	304	0Cr18Ni9
SUS303	1.4305	X12CrNiS188	303S21	58M	Z10CNF18.09	X10CrNiS18.09	F.3508	2346	303	1Cr18Ni9MoZr
SUS304L	—	—	304C12	—	Z3CN19.10	—	—	2333	—	—
SCS19	1.4306	X2CrNi189	304S12	—	Z2CrNi1810	X2CrNi18.11	F.3503	2352	304L	—
SUS301	1.4310	X12CrNi177	—	—	Z12CN17.07	X12CrNi1707	F.3517	2331	301	Cr17Ni7
SUS304LN	1.4311	X2CrNiN1810	304S62	—	Z2CN18.10	—	—	2371	304LN	—
SUS316	1.4401	X5CrNiMo1810	316S16	58J	Z6CND17.11	X5CrNiMo1712	F.3543	2347	316	0Cr17Ni11Mo2
SCS13	1.4308	G-X6CrNi189	304C15	—	Z6CN18.10M	—	—	—	—	—
SCS14	1.4408	G-X6CrNiMo1810	316C16	—	—	—	F.8414	—	—	—
SCS22	1.4581	G-X5CrNiMoNb1810	318C17	—	Z4CNDNb1812M	XG8CrNiMo1811	—	—	—	—
SUS316LN	1.4429	X2CrNiMoN1813	—	—	Z2CND17.13	—	—	2375	316LN	0Cr17Ni13Mo
—	1.4404	—	316S13	—	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	—	2348	316L	—
SCS16	1.4435	X2CrNiMo1812	316S13	—	Z2CND17.12	X2CrNiMo1712	—	2353	316L	0Cr27Ni12Mo3
SUS316L	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1.4436	—	316S13	—	Z6CND18-12-03	X8CrNiMo1713	—	2343, 2347	316	—
SUS317L	1.4438	X2CrNiMo1816	317S12	—	Z2CND19.15	X2CrNiMo1816	—	2367	317L	00Cr19Ni13Mo
—	1.4539	X1NiCrMo	—	—	Z6CNT18.10	—	—	2562	UNS V 0890A	—
SUS321	1.4541	X10CrNiTi189	321S12	58B	Z6CNT18.10	X6CrNiTi1811	F.3553 F.3523	2337	321	1Cr18Ni9Ti
SUS347	1.4550	X10CrNiNb189	347S17	58F	Z6CNNb18.10	X6CrNiNb1811	F.3552 F.3524	2338	347	1Cr18Ni11Nb
—	1.4571	X10CrNiMoTi1810	320S17	58J	Z6CNDT17.12	X6CrNiMoTi1712	F.3535	2350	316Ti	Cr18Ni12Mo2T
—	1.4583	X10CrNiMoNb1812	—	—	Z6CNDNb1713B	X6CrNiMoNb1713	—	—	318	Cr17Ni12Mo3Nb

日本	ドイツ		イギリス		フランス	イタリア	スペイン	スウェーデン	アメリカ	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SUH309	1.4828	X15CrNiSi2012	309S24	—	Z15CNS20.12	X6CrNi2520	—	—	309	1Cr23Ni13
SUH310	1.4845	X12CrNi2521	310S24	—	Z12CN2520	X6CrNi2520	F.331	2361	310S	OCr25Ni20
SCS17	1.4406	X10CrNi18.08	—	58C	Z1NCUDU25.20	—	F.8414	2370	308	—
—	1.4418	X4CrNiMo165	—	—	Z6CND16-04-01	—	—	—	—	—
—	1.4568 1.4504	—	316S111	—	Z8CNA17-07	X2CrNiMo1712	—	—	17-7PH	—
—	1.4563	—	—	—	Z1NCUDU31-27-03 Z1CNDU20-18-06AZ	—	—	2584 2378	NO8028 S31254	—
SUS321	1.4878	X12CrNiTi189	321S32	58B, 58C	Z6CNT18.12B	X6CrNiTi18 11	F.3523	—	321	1Cr18Ni9Ti

■ 耐熱鋼

日本	ドイツ		イギリス		フランス	イタリア	スペイン	スウェーデン	アメリカ	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
SUH330	1.4864	X12NiCrSi3616	—	—	Z12NCS35.16	—	—	—	330	—
SCH15	1.4865	G-X40NiCrSi3818	330C11	—	—	XG50NiCr3919	—	—	HT, HT 50	—

■ ねずみ鉄

日本	ドイツ		イギリス		フランス	イタリア	スペイン	スウェーデン	アメリカ	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
—	—	—	—	—	—	—	—	0100	—	—
FC100	—	GG 10	—	—	Ft 10 D	—	—	0110	No 20 B	—
FC150	0.6015	GG 15	Grade 150	—	Ft 15 D	G15	FG15	0115	No 25 B	HT150
FC200	0.6020	GG 20	Grade 220	—	Ft 20 D	G20	—	0120	No 30 B	HT200
FC250	0.6025	GG 25	Grade 260	—	Ft 25 D	G25	FG25	0125	No 35 B	HT250
—	—	—	—	—	—	—	—	—	No 40 B	—
FC300	0.6030	GG 30	Grade 300	—	Ft 30 D	G30	FG30	0130	No 45 B	HT300
FC350	0.6035	GG 35	Grade 350	—	Ft 35 D	G35	FG35	0135	No 50 B	HT350
—	0.6040	GG 40	Grade 400	—	Ft 40 D	—	—	0140	No 55 B	HT400
—	0.6660	GGL NiCr202	L-NiCuCr202	—	L-NC 202	—	—	0523	A436 Type 2	—

■ ダクタイル鉄

日本	ドイツ		イギリス		フランス	イタリア	スペイン	スウェーデン	アメリカ	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
FCD400	0.7040	GGG 40	SNG 420/12	—	FCS 400-12	GS 370-17	FGE 38-17	07 17-02	60-40-18	QT400-18
—	—	GGG 40.3	SNG 370/17	—	FGS 370-17	—	—	07 17-12	—	—
—	0.7033	GGG 35.3	—	—	—	—	—	07 17-15	—	—
FCD500	0.7050	GGG 50	SNG 500/7	—	FGS 500-7	GS 500	FGE 50-7	07 27-02	80-55-06	QT500-7
—	0.7660	GGG NiCr202	Grade S6	—	S-NC202	—	—	07 76	A43D2	—
—	—	GGG NiMn137	L-NiMn 137	—	L-MN 137	—	—	07 72	—	—
FCD600	—	GGG 60	SNG 600/3	—	FGS 600-3	—	—	07 32-03	—	QT600-3
FCD700	0.7070	GGG 70	SNG 700/2	—	FGS 700-2	GS 700-2	FGS 70-2	07 37-01	100-70-03	QT700-18

■ 可鍛鉄

日本	ドイツ		イギリス		フランス	イタリア	スペイン	スウェーデン	アメリカ	中国
JIS	W-nr.	DIN	BS	EN	AFNOR	UNI	UNE	SS	AISI/SAE	GB
FCMB310	—	—	8 290/6	—	MN 32-8	—	—	08 14	—	—
FCMW330	—	GTS-35	B 340/12	—	MN 35-10	—	—	08 15	32510	—
FCMW370	0.8145	GTS-45	P 440/7	—	Mn 450	GMN45	—	08 52	40010	—
FCMP490	0.8155	GTS-55	P 510/4	—	MP 50-5	GMN55	—	08 54	50005	—
FCMP540	—	GTS-65	P 570/3	—	MP 60-3	—	—	08 58	70003	—
FCMP590	0.8165	GTS-65-02	P 570/3	—	Mn 650-3	GMN 65	—	08 56	A220-70003	—
FCMP690	—	GTS-70-02	P 690/2	—	Mn 700-2	GMN 70	—	08 62	A220-80002	—

金型用鋼一覧表

分 類	JIS(その他)	愛知製鋼	ウッデホルム	神戸製鋼	住友金属	大同特殊鋼	日本高周波	日立金属	三菱製鋼
機械構造用炭素鋼	S50C	AUK1		KTSM2A	SD10	PDS1	KPM1		MT50C
	┆			KTSM21	SD17	PXZ			
	S55C			KTSM22	SD21				
機械構造用合金鋼	SCM440	AUK11		KTSM3A	SD61	PDS3			
	┆			KTSM31					
	SCM445		HOLDAX						
炭素工具鋼	SK3	SK3				YK3	K3	YC3	
合金工具鋼 (冷間用)	SKS3	SKS3				GOA	KS3	SGT	
	SKS31					GO31	K31		
	SKS93	SK301				YK30	K3M	YCS3	
	SKD1						KD1	CRD	
	SKD11	SKD11		KAD181		DC11	KD11	SLD	
	SKD11	AUD11				DC3	KD11V	SLD2	
	SKD11						KDQ		
	SKD12		RIGOR			DC12	KD12	SCD	
		SX4							
		SX44							
		SX105V					FH5		
		TCD							
						DC53	KD21	SLD8	
						PD613			
						GO4		ACD37	
						GO5		HMD5	
						GO40F		HPM2T	
								YSM	
								HPM31	
								HMD1	
							KDM5	HMD5	
							KD11S	ACD6	
合金工具鋼 (冷間その他)	(P20)		IMPAX	KTSM3M		PX5	KPM30	HPM2	MT24M
	(P20)							HPM7	
	(P21)			KTSM40EF		NAK55	KAP	HPM1	
				KTSM40E		NAK80	KAP2	HPM50	
合金工具鋼 (熱間用)						GLD2		CENA1	
	SKD4					DH4	KD4	YDC	
	SKD5					DH5	KD5	HDC	
	SKD6					DH6	KD6		
	SKD61	SKD61	Over M Suprem			DHA1	KDA	DAC	
	SKD61						MFA		
	SKD62	SKD62				DH62	KDB	DBC	
	SKT4					GFA	KTV	DM	
	SKD7					DH72	KDH1	YEM	
	(H10)					DH73			
	SKD8					DH41	KDF	MDC	
			QRO80M						
								YHD40	
						DH71			
						DH42			
						DH21			
							KDW		
							KDHM		
							AE31		
								YEM4	
	SKT4	SKT4A						YHD50	
	6F4	MPH						YHD26	
	SKT4								
						DH31	KDA1	DAC3	
							KDA5	DAC10	
								DAC40	
						GF78		DAC45	
						DH76		DAC55	
							TD3		
						DH2F	KDAS	FDAC	
								YHD3	
								MDC-K	
								YEM-K	

分 類	JIS(その他)	愛知製鋼	ウッデホルム	神戸製鋼	住友金属	大同特殊鋼	日本高周波	日立金属	三菱製鋼
高速度工具鋼	SKH51					MH51	H51	YXM1	
	SKH55					MH55	HM35	YXM4	
	SKH57					MH57	MV10	XVC5	
						MH8	NK4	YXM60	
						MH24			
						MH7V1			
						MH64			
						VH54	HV2	XVC11	
							HM3	YXM7	
						MH85	KDMV	YXR3	
						MH88	HM9TL	YXR4	
								YXR7	
								YXR35	
粉末高速度工具鋼			ASP23	KHA32		DEX20		HAP10	
			ASP30	KHA30		DEX40		HAP40	
				KHA3VN		DEX60		HAP50	
				KHA30N		DEX70		HAP63	
				KHA33N		DEX80		HAP72	
				KHA50					
				KHA77					
ステンレス鋼	SUS403					GLD1			
	SUS420		STAVAX			S—STAR	KSP1	HPM38	
	SUS440C		ELMAX(粉末)	KAS440(粉末)		SUS440C	KSP3		
	SUS420							SUS420	
	SUS630					NAK101	U630	PSL	
	(414)								
マルエージング鋼						MAS1C	KMS18—20	YAG	DMG300
超耐熱合金								HRNC	

表面粗さ

表面粗さ

(JIS B 0601-1994.同解説による)

種類	記号	求め方	求め方の例(図)
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。 $Ra = \frac{1}{l} \int_0^l f(x) dx$	
最大高さ	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。 $Rz = R_p + R_v$	
十点平均粗さ	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。 $Rz_{JIS} = \frac{(Y_{p1} + Y_{p2} + Y_{p3} + Y_{p4} + Y_{p5}) + (Y_{v1} + Y_{v2} + Y_{v3} + Y_{v4} + Y_{v5})}{5}$	$Y_{p1}, Y_{p2}, Y_{p3}, Y_{p4}, Y_{p5}$: 基準長さ l 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 $Y_{v1}, Y_{v2}, Y_{v3}, Y_{v4}, Y_{v5}$: 基準長さ l 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

■算術平均粗さ (Ra) と従来の表記の関係(参考データ)

算術平均粗さ Ra		最大高さ Rz	十点平均粗さ RzJIS	Rz・RzJISの 基準長さ l (mm)	従来の 仕上げ記号	
標準数列	カットオフ値 λc (mm)	標準数列				
0.012 a	0.08	0.05s	0.05z	0.08	▽▽▽▽	
0.025 a	0.25	0.1 s	0.1 z			
0.05 a		0.2 s	0.2 z			
0.1 a		0.8	0.4 s	0.4 z		
0.2 a	0.8 s		0.8 z			
0.4 a	1.6 s		1.6 z			
0.8 a	3.2 s		3.2 z			
1.6 a	6.3 s		6.3 z			
3.2 a	2.5	12.5 s	12.5 z	0.8	▽▽▽	
6.3 a		25 s	25 z			
12.5 a		50 s	50 z			
25 a	8	100 s	100 z	2.5		▽
50 a		200 s	200 z			
100 a		400 s	400 z			
	—			8	—	
				—		

*3種類の相互関係は、便宜上の関係を表したもので厳密性はありません。

*Ra : Rz、RzJISの評価長さはカットオフ値、基準長さをそれぞれ5倍した値です。

かたさ対照表

鋼のブリネルかたさに対する近似的換算値

ブリネルかたさ (HB) 10mm球・荷重3000kgf		ビッカース かたさ (HV)	ロックウェルかたさ				シヨア かたさ (HS)	引張り強さ (近似値) MPa	ブリネルかたさ (HB) 10mm球・荷重3000kgf		ビッカース かたさ (HV)	ロックウェルかたさ				シヨア かたさ (HS)	引張り強さ (近似値) MPa
標準球	タングステン カーバイト球		Aスケール 荷重60kgf ダイヤモンド 円錐圧子 (HRA)	Bスケール 荷重100kgf 径1.6mm (1/16in) 球 (HRB)	Cスケール 荷重150kgf ダイヤモンド 円錐圧子 (HRC)	Dスケール 荷重100kgf ダイヤモンド 円錐圧子 (HRD)			標準球	タングステン カーバイト球		Aスケール 荷重60kgf ダイヤモンド 円錐圧子 (HRA)	Bスケール 荷重100kgf 径1.6mm (1/16in) 球 (HRB)	Cスケール 荷重150kgf ダイヤモンド 円錐圧子 (HRC)	Dスケール 荷重100kgf ダイヤモンド 円錐圧子 (HRD)		
—	—	940	85.6	—	68.0	76.9	97	—	429	429	455	73.4	—	45.7	59.7	61	1510
—	—	920	85.3	—	67.5	76.5	96	—	415	415	440	72.8	—	44.5	58.8	59	1460
—	—	900	85.0	—	67.0	76.1	95	—	401	401	425	72.0	—	43.1	57.8	58	1390
—	(767)	880	84.7	—	66.4	75.7	93	—	388	388	410	71.4	—	41.8	56.8	56	1330
—	(757)	860	84.4	—	65.9	75.3	92	—	375	375	396	70.6	—	40.4	55.7	54	1270
—	(745)	840	84.1	—	65.3	74.8	91	—	363	363	383	70.0	—	39.1	54.6	52	1220
—	(733)	820	83.8	—	64.7	74.3	90	—	352	352	372	69.3	(110.0)	37.9	53.8	51	1180
—	(722)	800	83.4	—	64.0	73.8	88	—	341	341	360	68.7	(109.0)	36.6	52.8	50	1130
—	(712)	—	—	—	—	—	—	—	331	331	350	68.1	(108.5)	35.5	51.9	48	1095
—	(710)	780	83.0	—	63.3	73.3	87	—	321	321	339	67.5	(108.0)	34.3	51.0	47	1060
—	(698)	760	82.6	—	62.5	72.6	86	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	(684)	740	82.2	—	61.8	72.1	—	—	311	311	328	66.9	(107.5)	33.1	50.0	46	1025
—	(682)	737	82.2	—	61.7	72.0	84	—	302	302	319	66.3	(107.0)	32.1	49.3	45	1005
—	(670)	720	81.8	—	61.0	71.5	83	—	293	293	309	65.7	(106.0)	30.9	48.3	43	970
—	(656)	700	81.3	—	60.1	70.8	—	—	285	285	301	65.3	(105.5)	29.9	47.6	—	950
—	(653)	697	81.2	—	60.0	70.7	81	—	277	277	292	64.6	(104.5)	28.8	46.7	41	925
—	(647)	690	81.1	—	59.7	70.5	—	—	269	269	284	64.1	(104.0)	27.6	45.9	40	895
—	(638)	680	80.8	—	59.2	70.1	80	—	262	262	276	63.6	(103.0)	26.6	45.0	39	875
—	630	670	80.6	—	58.8	69.8	—	—	255	255	269	63.0	(102.0)	25.4	44.2	38	850
—	627	667	80.5	—	58.7	69.7	79	—	248	248	261	62.5	(101.0)	24.2	43.2	37	825
—	—	—	—	—	—	—	—	—	241	241	253	61.8	100	22.8	42.0	36	800
—	—	677	80.7	—	59.1	70.0	—	—	235	235	247	61.4	99.0	21.7	41.4	35	785
—	601	640	79.8	—	57.3	68.7	77	—	229	229	241	60.8	98.2	20.5	40.5	34	765
—	—	640	79.8	—	57.3	68.7	—	—	223	223	234	—	97.3	(18.8)	—	—	—
—	578	615	79.1	—	56.0	67.7	75	—	217	217	228	—	96.4	(17.5)	—	33	725
—	—	607	78.8	—	55.6	67.4	—	—	212	212	222	—	95.5	(16.0)	—	—	705
—	555	591	78.4	—	54.7	66.7	73	2055	207	207	218	—	94.6	(15.2)	—	32	690
—	—	579	78.0	—	54.0	66.1	—	2015	201	201	212	—	93.8	(13.8)	—	31	675
—	534	569	77.8	—	53.5	65.8	71	1985	197	197	207	—	92.8	(12.7)	—	30	655
—	—	533	77.1	—	52.5	65.0	—	1915	192	192	202	—	91.9	(11.5)	—	29	640
—	514	547	76.9	—	52.1	64.7	70	1890	187	187	196	—	90.7	(10.0)	—	—	620
(495)	—	539	76.7	—	51.6	64.3	—	1855	183	183	192	—	90.0	(9.0)	—	28	615
—	—	530	76.4	—	51.1	63.9	—	1825	179	179	188	—	89.0	(8.0)	—	27	600
—	495	528	76.3	—	51.0	63.8	68	1820	174	174	182	—	87.8	(6.4)	—	—	585
(477)	—	516	75.9	—	50.3	63.2	—	1780	170	170	178	—	86.8	(5.4)	—	26	570
—	—	508	75.6	—	49.6	62.7	—	1740	167	167	175	—	86.0	(4.4)	—	—	560
—	477	508	75.6	—	49.6	62.7	66	1740	143	143	150	—	80.8	—	—	23	505
(461)	—	495	75.1	—	48.8	61.9	—	1680	143	143	143	—	78.7	—	—	22	490
—	—	491	74.9	—	48.5	61.7	—	1670	137	137	143	—	76.4	—	—	21	460
—	461	491	74.9	—	48.5	61.7	65	1670	126	126	132	—	74.0	—	—	—	450
444	—	474	74.3	—	47.2	61.0	—	1595	126	126	132	—	72.0	—	—	20	435
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	—	1585	121	121	127	—	69.8	—	—	19	415
—	—	472	74.2	—	47.1	60.8	—	1585	116	116	122	—	67.6	—	—	18	400
—	444	472	74.2	—	47.1	60.8	63	1585	111	111	117	—	65.7	—	—	15	385

注1) この表は、AMS Metals Hand book第8版第1巻の表に対応するもので、便宜のために含めたが、引張り強さ近似値に等価メトリック単位の追加及び推奨範囲を超えるブリネル硬さを追加する修正をしてある。

注2) 1MPa=1N/mm²

注3) 表中括弧()内の数値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。この表はJISハンドブック鉄鋼Iより抜粋。

はめあい寸法許容差(穴)

基準寸法の 区分 (mm)		穴の公差域クラス															
>	≦	B10	C9	C10	D8	D9	D10	E7	E8	E9	F6	F7	F8	G6	G7	H6	H7
—	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
3	6	+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
6	10	+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
10	14	+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
14	18																
18	24	+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
24	30																
30	40	+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
40	50	+280 +180	+192 +130	+230 +130													
50	65	+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
65	80	+320 +200	+224 +150	+270 +150													
80	100	+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
100	120	+380 +240	+267 +180	+320 +180													
120	140	+420 +260	+300 +200	+360 +200													
140	160	+440 +280	+310 +210	+370 +210	+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
160	180	+470 +310	+330 +230	+390 +230													
180	200	+525 +340	+355 +240	+425 +240													
200	225	+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
225	250	+605 +420	+395 +280	+465 +280													
250	280	+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
280	315	+750 +540	+460 +330	+540 +330													
315	355	+830 +600	+500 +360	+590 +360	+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
355	400	+910 +680	+540 +400	+630 +400													
400	450	+1010 +760	+595 +440	+690 +440	+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
450	500	+1090 +840	+635 +480	+730 +480													

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

単位：μm

穴の公差域クラス

H8	H9	H10	JS6	JS7	K6	K7	M6	M7	N6	N7	P6	P7	R7	S7	T7	U7	X7
+14 0	+25 0	+40 0	±3	±5	0 -6	0 -10	-2 -8	-2 -12	-4 -10	-4 -14	-6 -12	-6 -16	-10 -20	-14 -24	—	-18 -28	-20 -30
+18 0	+30 0	+48 0	±4	±6	+2 -6	+3 -9	-1 -9	0 -12	-5 -13	-4 -16	-9 -17	-8 -20	-11 -23	-15 -27	—	-19 -31	-24 -36
+22 0	+36 0	+58 0	±4.5	±7	+2 -7	+5 -10	-3 -12	0 -15	-7 -16	-4 -19	-12 -21	-9 -24	-13 -28	-17 -32	—	-22 -37	-28 -43
+27 0	+43 0	+70 0	±5.5	±9	+2 -9	+6 -12	-4 -15	0 -18	-9 -20	-5 -23	-15 -26	-11 -29	-16 -34	-21 -39	—	-26 -44	-33 -51 -38 -56
+33 0	+52 0	+84 0	±6.5	±10	+2 -11	+6 -15	-4 -17	0 -21	-11 -24	-7 -28	-18 -31	-14 -35	-20 -41	-27 -48	— -33 -54	-33 -54 -61	-46 -67 -56 -77
+39 0	+62 0	+100 0	±8	±12	+3 -13	+7 -18	-4 -20	0 -25	-12 -28	-8 -33	-21 -37	-17 -42	-25 -50	-34 -59	-39 -64 -45 -70	-51 -76 -61 -86	—
+46 0	+74 0	+120 0	±9.5	±15	+4 -15	+9 -21	-5 -24	0 -30	-14 -33	-9 -39	-26 -45	-21 -51	-30 -60 -32 -62	-42 -72 -48 -78	-55 -85 -64 -94	-76 -106 -91 -121	—
+54 0	+87 0	+140 0	±11	±17	+4 -18	+10 -25	-6 -28	0 -35	-16 -38	-10 -45	-30 -52	-24 -59	-38 -73 -41 -76	-58 -93 -66 -101	-78 -113 -91 -126	-111 -146 -131 -166	—
+63 0	+100 0	+160 0	±12.5	±20	+4 -21	+12 -28	-8 -33	0 -40	-20 -45	-12 -52	-36 -61	-28 -68	-48 -88 -50 -90 -53 -93	-77 -117 -85 -125 -93 -133	-107 -147 -119 -159 -131 -171	—	—
+72 0	+115 0	+185 0	±14.5	±23	+5 -24	+13 -33	-8 -37	0 -46	-22 -51	-14 -60	-41 -70	-33 -79	-60 -106 -63 -109 -67 -113	-105 -151 -113 -159 -123 -169	—	—	—
+81 0	+130 0	+210 0	±16	±26	+5 -27	+16 -36	-9 -41	0 -52	-25 -57	-14 -66	-47 -79	-36 -88	-74 -126 -78 -130	—	—	—	—
+89 0	+140 0	+230 0	±18	±28	+7 -29	+17 -40	-10 -46	0 -57	-26 -62	-16 -73	-51 -87	-41 -98	-87 -144 -93 -150	—	—	—	—
+97 0	+155 0	+250 0	±20	±31	+8 -32	+18 -45	-10 -50	0 -63	-27 -67	-17 -80	-55 -95	-45 -108	-103 -166 -109 -172	—	—	—	—

はめあい寸法許容差（軸）

基準寸法の区分 (mm)		軸の公差域クラス														
>	≤	b9	c9	d8	d9	e7	e8	e9	f6	f7	f8	g5	g6	h5	h6	h7
—	3	−140 −165	−60 −85	−20 −34	−20 −45	−14 −24	−14 −28	−14 −39	−6 −12	−6 −16	−6 −20	−2 −6	−2 −8	0 −4	0 −6	0 −10
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
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
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
14	18															
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
24	30															
30	40	−170 −232	−120 −182	−80 −80	−80 −80	−50 −50	−50 −50	−50 −50	−25 −25	−25 −25	−25 −25	−9 −9	−9 −9	0 0	0 0	0 0
40	50	−180 −242	−130 −192	−119 −119	−142 −142	−75 −75	−89 −89	−112 −112	−41 −41	−50 −50	−64 −64	−20 −20	−25 −25	−11 −11	−16 −16	−25 −25
50	65	−190 −264	−140 −214	−100 −100	−100 −100	−60 −60	−60 −60	−60 −60	−30 −30	−30 −30	−30 −30	−10 −10	−10 −10	0 0	0 0	0 0
65	80	−200 −274	−150 −224	−146 −146	−174 −174	−90 −90	−106 −106	−134 −134	−49 −49	−60 −60	−76 −76	−23 −23	−29 −29	−13 −13	−19 −19	−30 −30
80	100	−220 −307	−170 −257	−120 −120	−120 −120	−72 −72	−72 −72	−72 −72	−36 −36	−36 −36	−36 −36	−12 −12	−12 −12	0 0	0 0	0 0
100	120	−240 −327	−180 −267	−174 −174	−207 −207	−107 −107	−126 −126	−159 −159	−58 −58	−71 −71	−90 −90	−27 −27	−34 −34	−15 −15	−22 −22	−35 −35
120	140	−260 −360	−200 −300													
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
160	180	−310 −410	−230 −330													
180	200	−340 −455	−240 −355													
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
225	250	−420 −535	−280 −395													
250	280	−480 −610	−300 −430	−190 −190	−190 −190	−110 −110	−110 −110	−110 −110	−56 −56	−56 −56	−56 −56	−17 −17	−17 −17	0 0	0 0	0 0
280	315	−540 −670	−330 −460	−271 −271	−320 −320	−162 −162	−191 −191	−240 −240	−88 −88	−108 −108	−137 −137	−40 −40	−49 −49	−23 −23	−32 −32	−52 −52
315	355	−600 −740	−360 −500	−210 −210	−210 −210	−125 −125	−125 −125	−125 −125	−62 −62	−62 −62	−62 −62	−18 −18	−18 −18	0 0	0 0	0 0
355	400	−680 −820	−400 −540	−299 −299	−350 −350	−182 −182	−214 −214	−265 −265	−98 −98	−119 −119	−151 −151	−43 −43	−54 −54	−25 −25	−36 −36	−57 −57
400	450	−760 −915	−440 −595	−230 −230	−230 −230	−135 −135	−135 −135	−135 −135	−68 −68	−68 −68	−68 −68	−20 −20	−20 −20	0 0	0 0	0 0
450	500	−840 −995	−480 −635	−327 −327	−385 −385	−198 −198	−232 −232	−290 −290	−108 −108	−131 −131	−165 −165	−47 −47	−60 −60	−27 −27	−40 −40	−63 −63

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

単位：μm

軸の公差域クラス

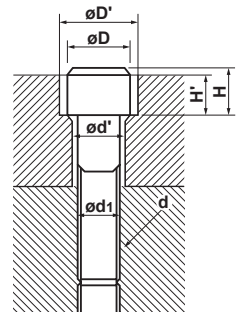
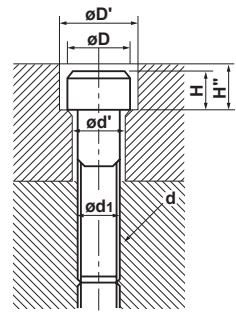
h8	h9	js5	js6	js7	k5	k6	m5	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6
0 -14	0 -25	±2	±3	±5	+4 0	+6 0	+6 +2	+8 +2	+10 +4	+12 +6	+16 +10	+20 +14	—	+24 +18	+26 +20
0 -18	0 -30	±2.5	±4	±6	+6 +1	+9 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +8	+20 +12	+23 +15	+27 +19	—	+31 +23	+36 +28
0 -22	0 -36	±3	±4.5	±7	+7 +1	+10 +1	+12 +6	+15 +6	+19 +10	+24 +15	+28 +19	+32 +23	—	+37 +28	+43 +34
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	+51 +40 +56 +45
0 -33	0 -52	±4.5	±6.5	±10	+11 +2	+15 +2	+17 +8	+21 +8	+28 +15	+35 +22	+41 +28	+48 +35	— +54 +41	+54 +41 +61 +48	+67 +54 +77 +64
0 -39	0 -62	±5.5	±8	±12	+13 +2	+18 +2	+20 +9	+25 +9	+33 +17	+42 +26	+50 +34	+59 +43	+64 +48 +70 +54	+76 +60 +86 +70	—
0 -46	0 -74	±6.5	±9.5	±15	+15 +2	+21 +2	+24 +11	+30 +11	+39 +20	+51 +32	+60 +41 +62 +43	+72 +53 +78 +59	+85 +66 +94 +75	+106 +87 +121 +102	—
0 -54	0 -87	±7.5	±11	±17	+18 +3	+25 +3	+28 +13	+35 +13	+45 +23	+59 +37	+73 +51 +76 +54	+93 +71 +101 +79	+113 +91 +126 +104	+146 +124 +166 +144	—
0 -63	0 -100	±9	±12.5	±20	+21 +3	+28 +3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+68 +43	+88 +63 +90 +65 +93 +68	+117 +92 +125 +100 +133 +108	+147 +122 +159 +134 +171 +146	—	—
0 -72	0 -115	±10	±14.5	±23	+24 +4	+33 +4	+37 +17	+46 +17	+60 +31	+79 +50	+106 +77 +109 +80 +113 +84	+151 +122 +159 +130 +169 +140	—	—	—
0 -81	0 -130	±11.5	±16	±26	+27 +4	+36 +4	+43 +20	+52 +20	+66 +34	+88 +56	+126 +94 +130 +98	—	—	—	—
0 -89	0 -140	±12.5	±18	±28	+29 +4	+40 +4	+46 +21	+57 +21	+73 +37	+98 +62	+144 +108 +150 +114	—	—	—	—
0 -97	0 -155	±13.5	±20	±31	+32 +5	+45 +5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 +68	+166 +126 +172 +132	—	—	—	—

六角穴付きボルト穴寸法

六角穴付きボルトに対するざぐりおよびボルト穴の寸法

単位 : mm

ねじの呼び (d)	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
d ₁	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
d'	3.4	4.5	5.5	6.6	9	11	14	16	18	20	22	24	26	30	33
D	5.5	7	8.5	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36	40	45
D'	6.5	8	9.5	11	14	17.5	20	23	26	29	32	35	39	43	48
H	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
H'	2.7	3.6	4.6	5.5	7.4	9.2	11	12.8	14.5	16.5	18.5	20.5	22.5	25	28
H''	3.3	4.4	5.4	6.5	8.6	10.8	13	15.2	17.5	19.5	21.5	23.5	25.5	29	32



テーパ規格

図 1
ボルトグリップテーパ

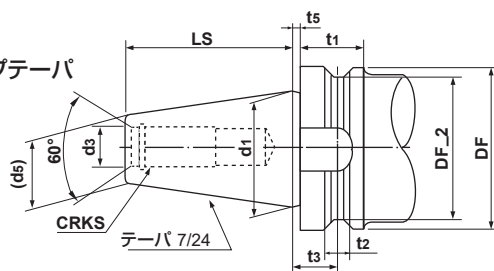
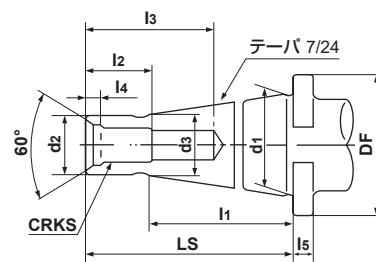


図 2
ナショナルテーパ



●表1 ボルトグリップテーパ (図1)

呼び番号	DF	DF_2	t1	t2	t3	t5	d1	d3	LS	CRKS	d5
BT35	53	43	20	10	13.0	2	38.1	13	56.5	M12×1.75	21.62
BT40	63	53	25	10	16.6	2	44.45	17	65.4	M16×2	25.3
BT45	85	73	30	12	21.2	3	57.15	21	82.8	M20×25	33.1
BT50	100	85	35	15	23.2	3	69.85	25	101.8	M24×3	40.1
BT60	155	135	45	20	28.2	3	107.95	31	161.8	M30×3.5	60.7

●表2 ナショナルテーパ (図2)

呼び番号	d1	d2	LS	l1	CRKS		l2	l3	d3	l4	DF	l5
					メートル ねじ	ウィット ねじ						
NT30	31.75	17.4	70	50	M12	W 1/2	24	50	16.5	6	50	8
NT40	44.45	25.3	95	67	M16	W 5/8	30	70	24	7	63	10
NT50	69.85	39.6	130	105	M24	W 1	45	90	38	11	100	13
NT60	107.95	60.2	210	165	M30	W 1 1/4	56	110	58	12	170	15

図 3
モールステーパ
(タング付きシャンク)

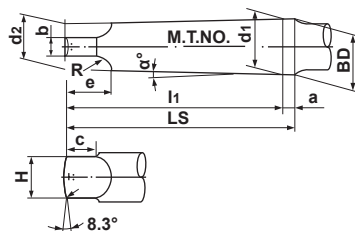
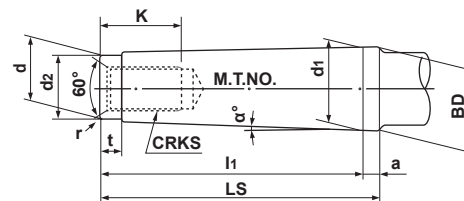


図 4
モールステーパ
(ねじ付きシャンク)



●表3 タング付きシャンク (図3)

モールス テーパ番号	α°	d1	a	BD	d2	H	l1	LS	b	c	e	R	r
0	1°29'27"	9.045	3	9.201	6.104	6	56.5	59.5	3.9	6.5	10.5	4	1
1	1°25'43"	12.065	3.5	12.240	8.972	8.7	62.0	65.5	5.2	8.5	13.5	5	1.2
2	1°25'50"	17.780	5	18.030	14.034	13.5	75.0	80.0	6.3	10	16	6	1.6
3	1°26'16"	23.825	5	24.076	19.107	18.5	94.0	99	7.9	13	20	7	2
4	1°29'15"	31.267	6.5	31.605	25.164	24.5	117.5	124	11.9	16	24	8	2.5
5	1°30'26"	44.399	6.5	44.741	36.531	35.7	149.5	156	15.9	19	29	10	3
6	1°29'36"	63.348	8	63.765	52.399	51.0	210.0	218	19	27	40	13	4
7	1°29'22"	83.058	10	83.578	68.185	66.8	286.0	296	28.6	35	54	19	5

●表4 ねじ付きシャンク (図4)

モールス テーパ番号	α°	d1	a	BD	d	d2	l1	LS	t	r	CRKS	K
0	1°29'27"	9.045	3	9.201	6.442	6	50	53	4	0.2	—	—
1	1°25'43"	12.065	3.5	12.240	9.396	9	53.5	57	5	0.2	M6	16
2	1°25'50"	17.780	5	18.030	14.583	14	64	69	5	0.2	M10	24
3	1°26'16"	23.825	5	24.076	19.759	19	81	86	7	0.6	M12	28
4	1°29'15"	31.267	6.5	31.605	25.943	25	102.5	109	9	1.0	M16	32
5	1°30'26"	44.399	6.5	44.741	37.584	35.7	129.5	136	9	2.5	M20	40
6	1°29'36"	63.348	8	63.765	53.859	51	182	190	12	4.0	M24	50
7	1°29'22"	83.058	10	83.578	70.052	65	250	260	18.5	5.0	M33	80

国際単位系SI

■SI単位への切換えで問題となる単位の換算率表(太字の単位がSIによる単位である)

●圧力

Pa	kPa	MPa	bar	kgf/cm ²	atm	mmH ₂ O	mmHgまたはTorr
1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻⁶	1×10 ⁻⁵	1.01972×10 ⁻⁵	9.86923×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻¹	7.50062×10 ⁻³
1×10 ³	1	1×10 ⁻³	1×10 ⁻²	1.01972×10 ⁻²	9.86923×10 ⁻³	1.01972×10 ²	7.50062
1×10 ⁶	1×10 ³	1	1×10	1.01972×10	9.86923	1.01972×10 ⁵	7.50062×10 ³
1×10 ⁵	1×10 ²	1×10 ⁻¹	1	1.01972	9.86923×10 ⁻¹	1.01972×10 ⁴	7.50062×10 ²
9.80665×10 ⁴	9.80665×10	9.80665×10 ⁻²	9.80665×10 ⁻¹	1	9.67841×10 ⁻¹	1×10 ⁴	7.35559×10 ²
1.01325×10 ⁵	1.01325×10 ²	1.01325×10 ⁻¹	1.01325	1.03323	1	1.03323×10 ⁴	7.60000×10 ²
9.80665	9.80665×10 ⁻³	9.80665×10 ⁻⁶	9.80665×10 ⁻⁵	1×10 ⁻⁴	9.67841×10 ⁻⁵	1	7.35559×10 ⁻²
1.33322×10 ²	1.33322×10 ⁻¹	1.33322×10 ⁻⁴	1.33322×10 ⁻³	1.35951×10 ⁻³	1.31579×10 ⁻³	1.35951×10	1

注1) 1Pa=1N/m²

●力

N	dyn	kgf
1	1×10 ⁵	1.01972×10 ⁻¹
1×10 ⁻⁵	1	1.01972×10 ⁻⁶
9.80665	9.80665×10 ⁵	1

●応力

Pa	MPaまたはN/mm ²	kgf/mm ²	kgf/cm ²
1	1×10 ⁻⁶	1.01972×10 ⁻⁷	1.01972×10 ⁻⁵
1×10 ⁶	1	1.01972×10 ⁻¹	1.01972×10
9.80665×10 ⁶	9.80665	1	1×10 ²
9.80665×10 ⁴	9.80665×10 ⁻²	1×10 ⁻²	1

注1) 1Pa=1N/m²

●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
3.600 ×10 ⁶	1	3.67098×10 ⁵	8.6000 ×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

注1) 1J=1W・s, 1J=1N・m
1cal=4.18605J
(計量法による)

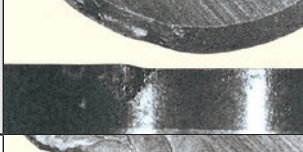
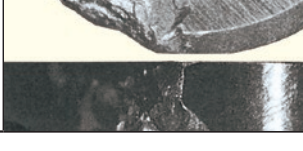
●仕事率(工率・動力)熱流

W	kgf・m/s	PS	kcal/h
1	1.01972×10 ⁻¹	1.35962×10 ⁻³	8.6000 ×10 ⁻¹
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

注1) 1W=1J/s, PS : 仏馬力
1PS=0.7355kW
(計量法施工法による)
1cal=4.18605J
(計量法による)

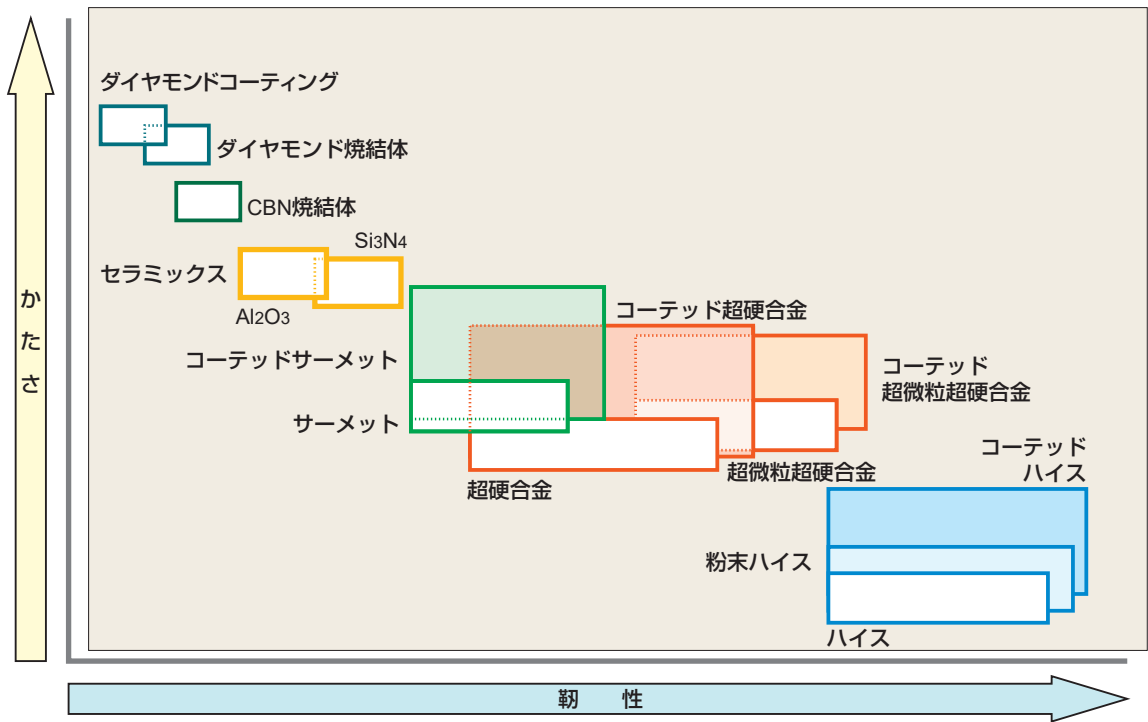
工具の摩耗と損傷

工具の損傷と対策

工具損傷形態	原因	対策
逃げ面摩耗 (フランク摩耗)	 - 工具材種が軟らかすぎる - 切削速度が高すぎる - 逃げ角が少なすぎる - 送り量が極端に低すぎる	- 耐摩耗性の高い工具材種にする - 切削速度を下げる - 逃げ角を大きくする - 送りを上げる
すくい面摩耗 (クレータ摩耗)	 - 工具材種が軟らかすぎる - 切削速度が高すぎる - 送り量が高すぎる	- 耐摩耗性の高い工具材種にする - 切削速度を下げる - 送りを下げる
チッピング	 - 工具材種が硬すぎる - 送り量が大さい - 切れ刃強度の不足 - シャンク・ホルダの剛性不足	- 靱性の高い工具材種にする - 送り量を下げる - ホーニング量を大きくする (丸ホーニングならチャンファーホーニングにする) - シャンクサイズの大きいものにする
欠損	 - 工具材種が硬すぎる - 送り量が大さい - 切れ刃強度の不足 - シャンク・ホルダの剛性不足	- 靱性の高い工具材種にする - 送り量を下げる - ホーニング量を大きくする (丸ホーニングならチャンファーホーニングにする) - シャンクサイズの大きいものにする
塑性変形 (切れ刃のだれ)	 - 工具材種が軟らかすぎる - 切削速度が高すぎる - 切込み・送りが高すぎる - 切れ刃の温度が高い	- 耐摩耗性の高い工具材種にする - 切削速度を下げる - 切込み・送りを小さくする - 熱伝導率の大きい工具材種にする
熱亀裂 (サーマルクラック)	 - 切削熱による膨張と収縮 - 工具材種が硬すぎる *特にフライス加工	- 乾式切削にする (湿式切削の場合、切削油剤は全体に充分かける) - 靱性の高い工具材種にする
境界摩耗	 - 黒皮部、チル化部および加工硬化層など表面が硬い - のこぎり状切りくずによる擦り (微振動により発生する)	- 耐摩耗性の高い工具材種にする - すくい角を大きくし、切れ味を良くする
構成刃先 (溶着)	 - 切削速度が低い - 切れ味がわるい - 材種選定の不適合	- 切削速度を上げる (S45Cでは80m/min以上) - すくい角を大きくする - 親和性の低い工具材種にする (コーティング材種・サーメット材種にする)
フレーキング	 - 切れ刃の溶着・凝着 - 切りくず排出がわるい	- すくい角を大きくし、切れ味を良くする - チップポケットを大きいものにする
逃げ面摩耗 (フランク摩耗) 欠損 *本損傷は、超高压焼結体です		- ホーニング量を大きくする - 耐欠損性の高い材種へ変更する
すくい面摩耗 (クレータ摩耗) 欠損 *本損傷は、超高压焼結体です	 - 工具材種が軟らかすぎる - 切削抵抗が高く、切削熱の発熱量が大さい	- ホーニング量を小さくする - 耐摩耗性の高い材種へ変更する

切削工具材料

下図は、縦軸に高温かたさを、横軸に靱性(粘り強さ)をとり、色々な工具材料をプロットしたものです。
現在、超硬合金・コーテッド超硬合金・TiC-TiN系サーメットの3材種が市場での主力工具材料であり、その理由は、高温かたさと粘りの強さの点で、もっとも調和がとれているからです。

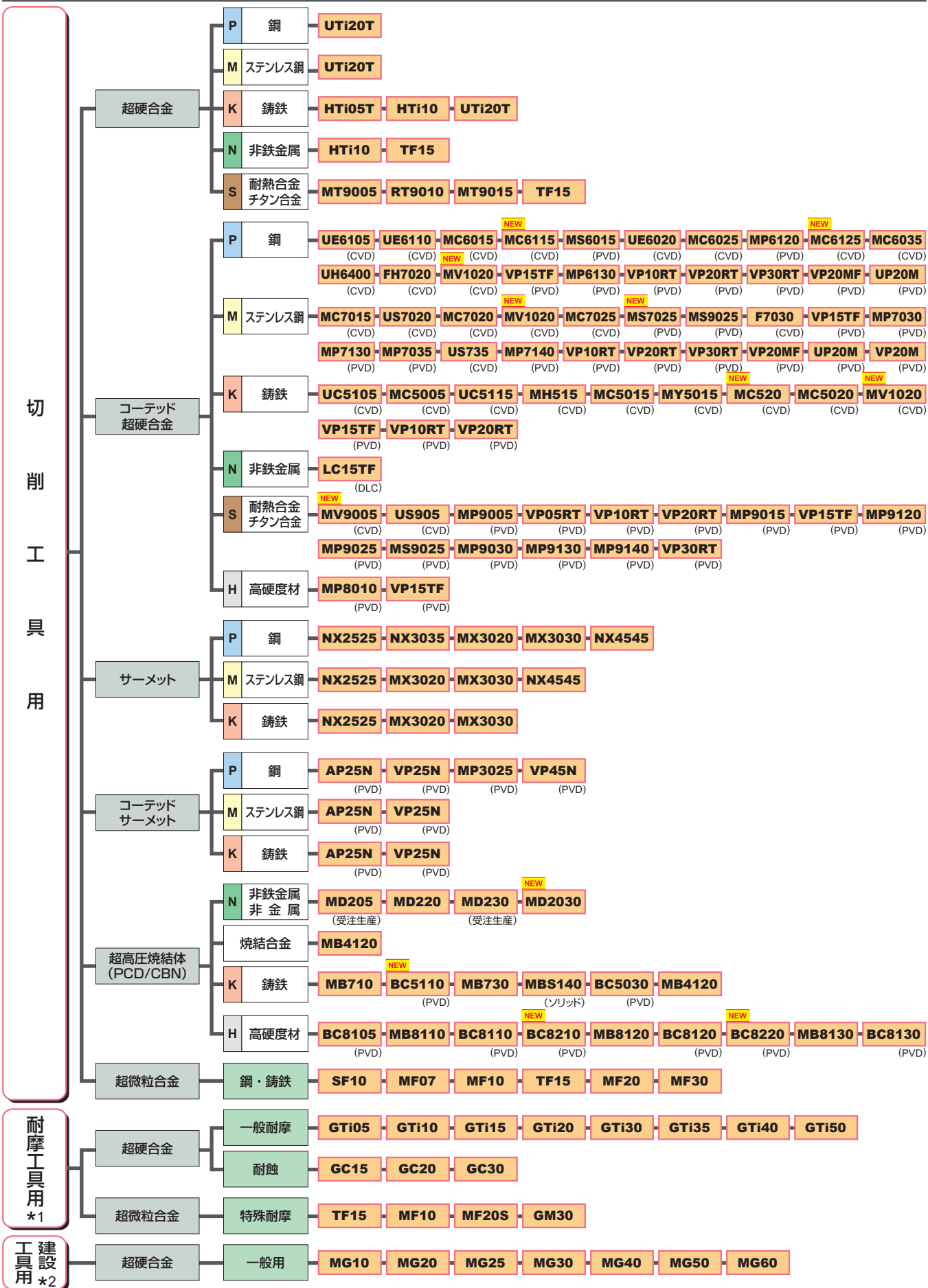


各種硬質物質の特性

硬質物質	かたさ (Hv)	生成自由エネルギー (kcal/g・atom)	鉄への溶解量 (%.1250°C)	熱伝導率 (W/m・k)	熱膨張係数 (×10 ⁻⁶ /k)★	適用工具材料
ダイヤモンド (C)	>9000	—	易反応	2100	3.1	ダイヤモンド焼結体
立方晶窒化硼素 (CBN)	>4500	—	—	1300	4.7	CBN焼結体
窒化珪素 (Si ₃ N ₄)	1600	—	—	100	3.4	セラミックス
酸化アルミニウム (Al ₂ O ₃)	2100	-100	≒0	29	7.8	セラミックス コーティング
炭化チタン (TiC)	3200	-35	< 0.5	21	7.4	サーメット コーテッド 超硬合金
窒化チタン (TiN)	2500	-50	—	29	9.4	サーメットコーティング
炭化タンタル (TaC)	1800	-40	0.5	21	6.3	超硬合金
炭化タングステン (WC)	2100	-10	7	121	5.2	超硬合金

★1W/m・K=2.39×10⁻³cal/cm・sec・°C

材種系列



*1、*2は「MMCリョウテック株式会社」からの製品、サービス提供となります。
注1) MV9005,MV1020は日本限定発売材種です。
注2) 各材種の在庫状況はインサート規格ページを参照ください。

工具材種対応表

超硬合金材種

	使用分類記号		三菱 マテリアル	住友電工	タンガロイ	京セラ	ダイジェット	MOLDINO	サンドビック	ケナメタル	セコツール	イスカル
	分類	記号										
旋削	P	P01										
		P10		ST10P	TH10			WS10				IC70
		P20	UTi20T	ST20E	KS20			EX35				IC70 IC50M
		P30	UTi20T	A30 A30N	UX30 KS15F			EX35				IC50M IC54
		P40		ST40E	TX40			EX35				IC54
	M	M10		EH510	TH10			WA10B		KU10 K313 K68	890	IC07
		M20	UTi20T	EH520	KS20			EX35		KU10 K313 K68	HX 883	IC07 IC08 IC20
		M30	UTi20T	A30 A30N	UX30			EX35				IC08 IC20 IC28
		M40			TU40							IC28
	K	K01	HTi05T	H1 H2	KS05F			WH01 WH05		KU10 K313 K68		
		K10	HTi10	EH510	TH10	KW10 GW15	KT9	WH10		KU10 K313 K68	890	IC20
		K20	UTi20T	G10E H10E EH520	KS15F KS20	GW25	KT9	WH20	H13A	KU10 K313 K68	HX	IC20
		K30	UTi20T	G10E H10E							883	
	N	N01		H1 H2	KS05F	GW05 KW10			H10			
		N10	HTi10	EH510	TH10	KW10 GW15	KT9	WH10	H10 HBA	KU10 K313 K68	890	IC08 IC20
		N20		G10E EH520	KS15F		KT9	WH20	H10 HBA	KU10 K313 K68	HX KX	IC08 IC20
		N30									883	
	S	S01	MT9005			SW05						
		S10	MT9005 RT9010 MT9015	EH510	KS05F TH10	SW10		WH13S	H10A H10F H13A	KU10 K313 K68	HX 883	IC07 IC08
		S20	RT9010 TF15	EH520	KS15F KS20	SW25				KU10 K313 K68	883	IC07 IC08
		S30	TF15									
フライス	P	P10										
		P20	UTi20T	A30N				EX35		K125M		IC50M IC28
		P30	UTi20T	A30N	UX30			EX35	SM30	GX		IC50M IC28
		P40						EX35				IC28
	M	M10										
		M20	UTi20T	A30N				EX35				IC08 IC20
		M30	UTi20T	A30N				EX35	SM30			IC08 IC28
		M40										IC28
	K	K01	HTi05T							K115M,K313		
		K10	HTi10	G10E	TH10	KW10 GW25	KT9	WH10		K115M K313		IC20
		K20	UTi20T	G10E		GW25	FZ15	WH20	H13A		HX	IC20
		K30	UTi20T									

注1) 上記は、各社カタログおよび公刊物より抜粋したもので、各社のご承認を得たものではありません。

超微粒超硬合金材種

	使用分類記号		三菱 マテリアル	住友電工	タンガロイ	京セラ	ダイジェット	MOLDINO	サンドビック	ケナメタル	セコツール
	分類	記号									
切削工具	Z	Z01	SF10 MF07 MF10	F0	F MD05F MD1508		FZ05 FB05 FB10	NM08	PN90 6UF,H3F 8UF,H6F		
		Z10	HTi10 MF20	XF1 F1 AFU	MD10 MD0508 MD07F	FW30	FZ10 FZ15 FB15	NM10 NM12 NM15	H10F		890
		Z20	TF15 MF30	AF0 SF2 AF1	EM10 MD20 G1F		FZ15 FB15 FB20	BRM20 EF20N	H15F		890 883
		Z30		A1 CC			FZ20 FB20	NM25 NM40			883

サーメット材種

	使用分類記号		三菱 マテリアル	住友電工	タンガロイ	京セラ	ダイジェット	MOLDINO	サンドビック	ケナメタル	セコツール	イスカル
	分類	記号										
旋削	P	P01	AP25N* VP25N*	T1000A	NS520 GT720*	CCX* TN610 PV710* PV30*						IC20N IC520N*
		P10	NX2525 AP25N* VP25N*	T1500A T1500Z*	NS520 NS9530 GT9530* AT9530*	CCX* TN60 TN610 PV710* TN620 PV720*	CX75	CZ25*	CT5015 GC1525*	KT315 KT125	TP1020 TP1030* CM CMP*	IC20N IC520N* IC530N*
		P20	NX2525 AP25N* VP25N* NX3035 MP3025*	T1500A T1500Z* T2500A T2500Z* T3000Z*	NS9530 GT9530* AT9530*	TN60 TN620 PV720* TN6020	CX75 PX90*	CH550	GC1525*	KT325 KT1120 KT5020*	TP1020 TP1030*	IC20N IC520N* IC30N IC530N* IC75T
		P30	MP3025* VP45N*	T3000Z*		PV730* PV90*	PX90*					IC75T
	M	M10	NX2525 AP25N* VP25N*	T1000A T1500Z*		TN60 TN620 PV720* TN6020		CZ25*	GC1525*	KT125	TP1020 TP1030* CM CMP*	
		M20	NX2525 AP25N* VP25N*	T1500A T1500Z*		TN90 TN6020 TN620 PV720* PV90*		CH550				
		M30				PV730*						
	K	K01	NX2525 AP25N*	T1000A	NS520 GT720*	CCX* PV7005*						
		K10	NX2525 AP25N*		NS520 NS9530 GT9530*	CCX* PV7005* TN60		CZ25*	CT5015	KT325 KT125		
		K20	NX2525 AP25N*					CH550				
フライス	P	P10	NX2525			TN620M TN60	CX75	MZ1000*			C15M	IC30N
		P20	MX3020 NX2525	T250A T2500A		TN100M TN620M TN60	CX75 CX90	CH550 CH7030 MZ1000*	CT530	KT530M HT7 KT605M	C15M MP1020	IC30N
		P30	MX3030 NX4545	T4500A	NS740		CX90	CH7035				IC30N
	M	M10	NX2525			TN60						IC30N
		M20	MX3020 NX2525	T250A T2500A		TN100M	CX75		CT530	KT530M HT7 KT605M	C15M	IC30N
		M30	MX3030 NX4545	T4500A								
	K	K01										
		K10	NX2525			TN60	CX75					
		K20	NX2525				CX75			KT530M HT7		

* コーテッドサーメット

注1) 上記は、各社カタログおよび公刊物より抜粋したもので、各社のご承認を得たものではありません。

工具材種対応表

CVDコーティング材種

使用分類記号 分類記号		三菱 マテリアル	住友電工	タンガロイ	京セラ	ダイジェット	MOLDINO	サンドビック	ケナメタル	セコツール	イスカル	
旋削	P	P01	MC6115 UE6105	AC810P AC8015P	T9105 T9205	CA510 CA5505	JC110V	HG8010	GC4305 GC4415	KCP05B KCP05	TP0501 TP1501	IC9150 IC8150 IC428
		P10	MC6115 UE6105 MC6015 UE6110 MY5015 MC6125	AC810P AC8020P	T9205 T9105 T9115 T9215	CA510 CA5505 CA515 CA5515	JC110V JC215V	HG8010 HG8025 GM8020	GC4315 GC4325 GC4415	KCP10B KCP10 KCP25	TP1501 TP2501	IC9150 IC8150 IC8250
		P20	MC6115 MC6015 UE6110 MC6125 MC6025 UE6020 MY5015	AC8020P AC820P AC2000 AC8025P	T9115 T9125 T9215 T9225	CA025P CA515 CA5515 CA525 CA5525 CR9025	JC110V JC215V	HG8025 GM8020 GM25	GC4315 GC4325 GC4425	KCP25B KCP30B KCP25	TP2501	IC8250 IC9250 IC8350
		P30	MC6125 MC6025 UE6020 MC6035 UH6400	AC6030M AC8035P AC830P AC630M	T9125 T9135 T9225 T9235	CA025P CA525 CA5525 CA530 CA5535 CR9025	JC215V JC325V	GM25 GM8035	GC4325 GC4335 GC4425	KCP30B KCP30	TP3501	IC8350 IC9250 IC9350
		P40	MC6035 UH6400	AC6030M AC8035P AC630M AC830P	T9135 T9235	CA530 CA5535	JC325V	GM8035 GX30	GC4335	KCP40 KCP40B	TP3501 TP40	IC9350
	M	M10	MC7015 US7020	AC610M AC6020M	T6120 T6215	CA6515			GC2015 GC2220	KCM15B KCM15	TM1501 TM2000	IC6015 IC8250
		M20	MC7015 US7020 MC7025	AC6020M AC610M AC6030M AC630M	T6120 T6215	CA6515 CA6525		HG8025 GM25	GC2015 GC2220	KCM15 KCM25B KCP40B	TM2000 TM2501	IC8150 IC6015
		M30	MC7025 US735	AC6030M AC630M	T6130	CA6525		GM8035 GX30	GC2025	KCM35B KCP40	TM4000 TM3501	IC8250 IC6025
		M40	US735	AC6030M AC630M				GX30	GC2025	KCM35B	TM4000 TM3501	IC6025
	K	K01	MC5005 UC5105	AC405K AC410K AC4010K	T505 T515 T5105	CA4505 CA4010 CA310	JC050W JC105V	HX3505	GC3205 GC3210	KCK05B KCK05	TK0501 TH1500	IC5005
		K10	MC5015 MH515 UC5115 MY5015	AC405K AC4010K AC410K AC4015K AC415K	T515 T5115	CA315 CA4515 CA4010 CA4115		HX3515 HG8010	GC3205 GC3210	KCK15B KCK15 KCK20 KC9315 KCK20B	TK0501 TK1501	IC5005 IC5010 IC428
		K20	MC5015 MH515 UC5115 UE6110 MY5015	AC4015K AC415K AC420K AC8025P	T5115 T5125	CA320 CA4515 CA4115 CA4120		HG8025 GM8020	GC3225	KCK20B KCK20 KCPK05	TK1501	IC5010 IC8150
		K30	UE6110	AC8025P	T5125			HG8025 GM8020	GC3225	KCPK05		
	S	S01	MV9005 US905			CA6515 CA6525		HS9105 HS9115	S05F S205			
フライス	P	P10	MV1020	ACP2000 XCU2500 ACP100							MP1501	IC5400
		P20	MV1020 MC7020 F7030	ACP2000 ACP3000 XCU2500 ACP100	T3130 T3225			GX2140 GF30	GC4220		MP1501 MP2501 T25M	IC5500
		P30	MV1020 MC7020 F7030	ACP3000 XCU2500 ACP100	T3130 T3225			GX2140 GX2160 GF30	GC4330 GC4230	KCPK30 KC930M	MP1501 MP2501 TM25 T350	IC5500
		P40						GX2030 GX2160	GC4340 GC4240	KC935M KC530M	MM4500 T350M	
	M	M10		XCU2500								
		M20	MC7020 F7030	ACP100 ACM200 XCU2500	T3130 T3225	CA6535		AX2040 GX2140		KC925M	MP2501 MS2500 T25M T350M	
		M30	MV1020 MC7020 F7030	ACP100 XCU2500 ACM200	T3130 T3225	CA6535		AX2040 GX2140 GX2160 GX30	GC2040	KC930M	MP2501 T25M T350M	IC5820
		M40						GX2160		KC930M KC935M	MM4500 T350M	
	K	K01										
		K10	MV1020 MC520 MC5020	XCK2000 ACK200	T1215 T1115	CA420M	JC605W	GX2120				
		K20	MV1020 MC520 MC5020	ACK200 XCK2500 XCK2000 ACK200	T1115		JC605W	GX2120	GC3220 GC3330 K20W	KC915M	MP1501	IC5100
		K30							GC3330 GC3040	KC920M KC925M KCPK30 KC930M KC935M	MP1501	IC5100 DT7150

注1) 上記は、各社カタログおよび公刊物より抜粋したもので、各社のご承認を得たものではありません。

注2) MV9005、MV1020は日本限定発売材種です。

注3) 当社材種の在庫状況はインサート規格ページを参照ください。

PVDコーティング材種

	使用分類記号		三菱 マテリアル	住友電工	タンガロイ	京セラ	ダイジェット	MOLDINO	サンドビック	ケナメタル	セコツール	イスカル
	分類	記号										
旋削	P	P01										
		P10	VP10MF MS6015		AH710	PR1705 PR930 PR1025 PR1115 PR1225 PR1725			GC1125	KCU10 KT315 KC5010 KC5510 KU10T KTP10	CP200 TS2000	IC250 IC507 IC570 IC807 IC907 IC908
		P20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MS6015		AH725 AH120 J740 SH730 SH725	PR930 PR1025 PR1725 PR1115 PR1225 PR1425 PR1535		IP2000	GC1525 GC1125 GC15	KT315 KCS10 KCU10 KC5025 KC5525 KU25T KTP10	TS2500	IC1007 IC250 IC308 IC507 IC807 IC808 IC907 IC908 IC1008 IC1028 IC3028
		P30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MS7025	AC1030U AC530U	AH725 AH120 SH730 GH730 GH130 AH740 J740 SH725 AH7025	PR1025 PR1725 PR1225 PR1425 PR1535 PR1625		IP3000	GC1125	KCU25 KC5525 KU25T	CP500	IC228 IC250 IC328 IC330 IC354 IC528 IC1008 IC1028 IC3028
		P40			AH740	PR1535					CP500 CP600	IC228 IC328 IC528 IC928 IC1008 IC1028 IC3028
	M	M01				PR1725	JC5003				CP200 TS2000	
		M10	VP10MF		AH8005 AH630	PR1025 PR1225 PR930 PR1725	JC5003 JC8015 JC5015	IP050S	GC1525 GC1115 GC15 GC1125 GC1105	KCS10 KCU10 KC5010	CP200 TS2000 TS2500	IC354 IC507 IC520 IC807 IC907 IC1007 IC5080T
		M20	VP10RT VP20RT VP15TF VP20MF MS7025 MS9025	AC1030U AC530U AC6040M	AH725 AH120 SH730 AH630 SH725 AH8015 AH7025	PR1025 PR1225 PR930 PR1535 PR1725	JC5015 JC8015 JC5118	IP100S	GC1525 GC1115 GC15 GC1125	KCU25 KC5025 KCU10 KC5010 KCS10	TS2500 CP500 CP600	IC354 IC808 IC908 IC1008 IC1028 IC3028 IC5080T
		M30	VP10RT VP20RT VP15TF VP20M VP20MF MS7025 MP7035	AC530U AC1030U AC6040M	AH725 AH120 SH730 J740 AH645 SH725	PR1025 PR1725 PR1535 PR1225	JC5118		GC1125 GC2035	KC5025 KCU25	CP500 CP600	IC228 IC250 IC328 IC330 IC1008 IC1028 IC9080T
		M40	MP7035	AC530U AC6040M AC1030U	AH645	PR1535 PR1225			GC2035		CP600	IC328 IC928 IC1008 IC1028 IC3028 IC9080T
	K	K01										
		K10		AC510U	GH110 AH110				GC15	KCU10 KCS10 KC5010 KC5510	CP200 TS2000	IC350 IC910 IC1008
		K20	VP10RT VP20RT VP15TF	AC1030U AC530U	AH7025 AH120					KCU15 KCU25	CP200 TS2000 TS2500	IC228 IC350 IC808 IC830 IC908 IC1007 IC1008
		K30	VP10RT VP20RT VP15TF		AH120 GH130					KCU25 KC5525	CP500	IC228 IC350 IC808 IC830 IC908 IC928 IC1007 IC1008
	S	S01	MP9005 VP05RT	AC510U AC5005S AC5015S	AH8005	PR005S PR015S	JC5003 JC8015 JC5015	JP9105			TH1000	IC507 IC804 IC807 IC907 IC5080T
		S10	MP9005 MP9015 VP10RT	AC5005S AC510U AC520U AC5015S AC5025S	AH8005 AH8015	PR005S PR015S	JC5003 JC5015 JC8015	JP9115	GC1105	KCU10 KC5010 KCS10	CP200 TS2000 TS2050 TS2500 TH1000	IC507 IC806 IC807 IC903 IC5080T
		S20	MP9015 MT9015	AC520U AC5015S AC5025S	AH7025 AH8015	PR015S PR1535	JC5015 JC5118		GC1105 GC1115 GC1125 GC15	KCU10 KCU25 KC5025 KCS10 KC5010	TS2000 TS2500 CP200	IC228 IC300 IC328 IC808 IC908 IC928 IC3028 IC806 IC9080T
		S30	MS9025 MP9025 VP15TF VP20RT	AC1030U	AH630 AH7025	PR015S PR1535	JC5118		GC1125	KCU25 KC5025	CP600	IC928 IC830
フライス	P	P01			AH710 AH110		JC8003	ATH80D JP4105				IC903
		P10		ACU2500	AH120 AH725	PR830 PR1225	JC8003 JC8015 JC5015 JC5118	PN15M PN215 PCA12M JP4115	GC1010 GC1130	KC505M KC715M KC510M KC515M		IC808 IC810 IC900 IC903 IC908 IC910 IC950 IC380

注1) 上記は、各社カタログおよび公刊物より抜粋したもので、各社のご承認を得たものではありません。

工具材種対応表

PVDコーティング材種

	使用分類記号		三菱 マテリアル	住友電工	タンガロイ	京セラ	ダイジェット	MOLDINO	サンドビック	ケナメタル	セコツール	イスカル
	分類	記号										
フ ラ イ ス	P	P20	MP6120 VP15TF	ACU2500 ACP200	AH3225 AH725 AH120 GH330 AH9030 AH3135	PR830 PR1225 PR1230 PR1525	JC5015 JC8015 JC5118	CY9020 JP4120 CY150	GC1010 GC1030 GC1130 GC2030	KC522M KC525M KC527M KC610M KC620M KC635M KC715M KC720M KC730M	F25M MP3000	IC808 IC810 IC830 IC900 IC908 IC910 IC928 IC950 IC1008 IC380
	P	P30	MP6120 VP15TF MP6130 VP30RT	ACU2500 ACP200 ACP300 ACP3000	AH120 AH130 AH6030 AH725 AH3225 AH3135 AH9130	PR1230 PR1525	JC8050 JC5040 JC5118	JS4045 CY250 CY250V CY25 HC844	GC1010 GC1030 GC2030 GC1130	KC735M KC725M KC530M KC537M	F25M MP3000 F30M MP2050	IC830 IC845 IC900 IC928 IC950 IC1008 IC380
	P	P40	VP30RT	ACP300	AH140	PR1525	JC8050 JC5040	JS4060 PTH30E PTH40H JS4060	GC2030 GC1030 GC1130	KC735M KC537M	F40M T60M	IC830 IC928 IC1008
	M	M01						PN08M PN208				IC907
		M10		ACU2500 ACM100	AH725	PR1225		PN15M PN215	GC1025 GC1030 GC1010 GC1130	KC715M KC515M		IC903
		M20	VP15TF MP7130 MP7030 VP20RT	ACU2500	AH725 AH3135 AH6030 AH130 AH3225 AH9130	PR830 PR1225 PR1525	JC5015 JC5118 JC8015	JP4120	GC1025 GC1030 GC1040 GC2030 S30T	KC610M KC635M KC730M KC720M KC522M KC525M	F25M MP3000	IC808 IC830 IC900 IC908 IC928 IC380 IC1008
		M30	VP15TF MP7130 MP7030 VP20RT MP7140 VP30RT	ACP300 ACM300 ACK300	AH130 AH9130 AH3135	PR830 PR1225 PR1525 PR1535	JC5015 JC8015 JC8050 JC5118	JS4045 CY250	S30T GC1040 GC2030	KC537M KC725M KC735M KC530M	F30M F40M MP3000 MP2050	IC328 IC330 IC380 IC830 IC882 IC928 IC1008 IC380
		M40	MP7140 VP30RT	ACM300	AH140	PR1525 PR1535	JC8050	PTH30E PTH40H JM4160			F40M MP2050	IC328 IC330 IC882 IC1008
	K	K01	MP8010		AH110		JC8003	ATH80D ATH08M TH308				IC380 IC900
		K10	MP8010	ACU2500 ACK3000	AH110 AH120	PR1210 PR1510	JC8015	ATH10E TH315 CY100H	GC1010	KC514M KC515M KC527M KC635M	MK2050	IC810 IC900 IC910 IC380
		K20	VP15TF VP20RT	ACU2500 ACK300 ACK3000	AH120 AH9130 AH9030	PR1210 PR1510	JC5015 JC8015	CY150 JP4120 CY9020 PTH13S	GC1010 GC1020	KC514M KC610M KC520M KC620M KC524M	MK2000 MK2050	IC810 IC910 IC928 IC950
		K30	VP15TF VP20RT	ACK300 ACK3000			JC5080 JC5015 JC8015	CY250 JS4045	GC1020	KC522M KC725M KC524M KC735M KC537M	MK2050	IC808 IC830 IC908 IC928 IC1008
	S	S01			AH110 AH710	PR905 PR1210	JC8003 JC8015 JC5118	PN08M PN208				IC907 IC908 IC808 IC903
		S10	MP9120 VP15TF	ACM100 ACU2500	AH120 AH725	PR1210 PR1535	JC8003 JC5015 JC8015 JC5118	JS1025 JP4120	GC1130 GC1010 GC1030 GC2030	KC510M	MS2050	IC903 IC907 IC908 IC840 IC910 IC808
		S20	MP9120 VP15TF MP9130 MP9030	ACK300 ACP300 ACU2500	AH725 AH6030 AH130	PR1210 PR1535	JC8015 JC5015 JC8050 JC5118	PTH30H	S30T GC2030 GC1030 GC1130	KC522M KC525M	MS2050 MP2050	IC300 IC908 IC808 IC900 IC830 IC928 IC328 IC330 IC840 IC882 IC380
		S30		ACM300	AH130	PR1535	JC8050 JC5118	JM4160	GC2030 GC1040	KC725M	MS2050 F40M KCSM40	IC830 IC882 IC928
	H	H01	MP8010 VP05HT		AH110 AH710		JC8003					IC903
		H10	VP15TF VP10H		AH110 AH120 AH710		JC6102 JC8008	JP4105 TH303 TH308 PTH08M ATH08M ATH80D	GC1130 GC1010 GC1030	KC505M KC510M	MH1000 F15M	IC900 IC808 IC907
		H20	VP15TF		AH120 AH725 AH9030		JC8015 JC5118	JP4115 TH315	GC1030 GC1130	KC635M	F15M	IC900 IC808 IC908 IC380
		H30						JP4120			MP3000 F30M	IC380 IC900 IC1008

注1) 上記は、各社カタログおよび公刊物より抜粋したもので、各社のご承認を得たものではありません。

CBN材種

	使用分類記号		三菱 マテリアル	住友電工	タンガロイ	京セラ	ダイジェット	サンドビック	セコツール
	分類	記号							
旋削	H	H01	BC8105 BC8110 MB8110	BNC100 BNX10 BN1000 BNC2010	BXM10 BX310	KBN05M KBN10M KBN510		CB7105	CBN060K
		H10	BC8110 BC8210 BC8120 BC8220 MB8110 MB8120	BNC160 BNX20 BN2000 BNC2020	BXM10 BX330 BX530	KBN05M KBN25M KBN525	JBN300	CB7115 CB7015	CBN010
		H20	BC8210 BC8120 BC8220 MB8120	BNC200 BNX25 BN250 BNC2020	BXM20 BXA20 BX360	KBN525 KBN05M KBN25M	JBN245	CB7125 CB7025 CB20	CBN150 CBN160C
		H30	BC8130 MB8130	BNC300 BN350	BXC50 BX380	KBN35M		CB7135 CB7525	CBN150 CBN160C
	S	S01	MB730	BN700 BN7000	M714B				CBN170
		S10		BNS8125	BX470, BX480				
		S20							
		S30							
	K	K01	MB710 BC5110 MB5015	BN500 BNC500	BX870 BX930 BX910				
		K10	MB730 MB4120	BN700 BN7500 BN7000	BX470 BX480	KBN60M	JBN795	CB7525	
		K20	MB730 MB4120	BN700 BN7000	BX480	KBN60M	JBN500		CBN200
		K30	BC5030 MBS140	BNS800 BNC8115, BNC8125	BX90S BXC90	KBN900		CB7925	CBN300 CBN400C CBN500
	焼結合金		MB4120	BN7500 BN7000 BNC7115	BX470 BX480	KBN570 KBN70M			CBN200

PCD材種

	使用分類記号		三菱 マテリアル	住友電工	タンガロイ	京セラ	ダイジェット	サンドビック	セコツール
	分類	記号							
旋削	N	N01	MD205*	DA90	DX180 DX160	KPD001	JDA30 JDA735	CD05	PCD05
		N10	MD220	DA150	DX140	KPD010		CD10	PCD10
		N20	MD220	DA2200	DX120		JDA715		PCD20
		N30	MD230* MD2030	DA1000	DX110	KPD230	JDA10		PCD30 PCD30M

★ 受注生産品

注1) 上記は、各社カタログおよび公刊物より抜粋したもので、各社のご承認を得たものではありません。

チップブレード力対応表

ネガティブインサート

ISO使用 分類記号	切削領域	三菱マテリアル	住友電工	タンガロイ	京セラ	ダイジェット	MOLDINO	サンドビック	ケナメタル	セコツール	ワルター	テグテック
P	仕上げ切削	FH, FP FY, FS	FA, FB FL	01* TF, 11 ZF	GP, PP, VF XP, XP-T, XF		FE	LC	FF	FF1, FF2	FP5	FA FX
	軽切削	LP SA, SH	SU LU, FE SX, SE	PS NS, 27 TSF, AS, TQ	PQ HQ, CQ	PF UR, UA, UT	BE B, BH, CE	XF PF MF	K LF, FN	MF2	MP3, FV5	FM FG
	軽切削 (軟鋼)	SY		17	XQ, XS							FC
	軽切削 (ワイパー)	SW	LUW, SEW	FW, SW AFW, ASW	WF WP, WQ			WL, WF	FW	W-FF2 W-MF2	FW5, NF	WS
	中切削	MP MA MH	GU UG GE, UX	PM, NM, ZM TA, TM, AM, 28 DM, 33, 37, 38	PG, CJ, GS PS, HS PT	PG UB	CT, AB AH, AR AY, AE	PM QM, XM XMR	MP, P MN	MF3 MF5, M3 M5	MP5, MV5 MU5	PC, MP, FT MT
	中切削 (ワイパー)	MW	GUW		WE			WMX, WM WR	MW, RW	W-M6, W-M3 W-MF5	MW5, NM	WT
	荒切削	RP GH Standard	MU, MX, ME UZ	TH, THS 全周	PH GT 全周	UD GG	RE Y	PR, HM 無記号	RN, RP	M6, MR6, MR7	RP5, RP7 RV5	RT 無記号
	重切削	HZ HL, HM, HX HV	MP HG, HP HU, HW, HF	TRS, 57 TU TUS, 65	PX	UC	HX HE, H	QR, PR HR, MR	MR, RP RM RH	R4, R5 R57, RR6, R7 R68, RR9	NRF HU5 NRR	RX, RH HD, HY, HT HZ, EH
M	仕上げ 軽切削	SH, LM	SU, EF	SS	MQ, SK*		MP, AB, BH	XF, MF	FF, FP LF*	FF1, FF2 MF1	FM5	SF
	中切削	MS, GM MM, MA ES	EX, EG, UP GU HM	SA, SF SM S	MS, MU TK ST	SF, SZ SG	PV, DE, SE AH	MM QM, XM K	MS, MP UP	MF3 MF4 MF5, M3	MM5, RM5 MU5	ML EM, MM VF
	重切削	GH, RM HL, HZ	EM, MU MP	TH, SH			AE	MR MR	MR, RP	M5, M6, R6 R56, RR6, R7 R8, PR9	HU5	
K	仕上げ 軽切削	LK, MA		CF	KQ		VA, AH	KF	FN	MF2 M3, M4	MK5	FG
	中切削	MK, GK Standard	UZ, GZ, UX	CM 全周	KG, 全周, C	PG	V, AE	KM	RP, UN	M5	RK5, MV7	MC
	荒切削	RK			KH, GC, PH	GG	RE	KR, KRR		MR7	RK7 RV7	KT
	重切削	フラットトップ (ブレード力無)	フラットトップ (ブレード力無)	CH, フラットトップ (ブレード力無)	ZS, フラットトップ (ブレード力無)	フラットトップ (ブレード力無)	フラットトップ (ブレード力無)		フラットトップ (ブレード力無)	MR9 フラットトップ (ブレード力無)	フラットトップ (ブレード力無)	
S	仕上げ	FJ*	EF		MQ, SK*			SF	FS*, FF	MF1	FM5	FA
	軽切削	LS, MJ, MJ*	SU*	HRF				SGF*	LF*, MS, FN	MF3	NFT MS3	EA, SF
	中切削	MS MA	EG, EX, UP	HRM, 28 SA, HMM	SQ MS, MU, TK		VI	NGP*, SM QM	UP, P, NGP*	M1 M3	NMS, NMT MU5	
	重切削	RS, GJ	MU		SG, SX			SR, SMR	RP	MR3 MR4	NRS, NRT HU5	ET

* 外周研削形

注1) 上記は、各社カタログおよび公刊物より抜粋したもので、各社のご承認を得たものではありません。

7°ポジティブインサート

ISO使用 分類記号	切削領域	三菱マテリアル	住友電工	タンガロイ	京セラ	ダイジェット	MOLDINO	サンドビック	ケナメタル	セコツール	フルター	テグテック
P	仕上げ	SMG *	FC *, SC *	JS *, 01 *	CF *, CK * GQ *, GF * SKS *, SK *			UM *	LF *		FP2 *	SA *
	仕上げ 軽切削	FP, FV LP, SV	FB, FP, LU LB, SU	PF, PSF PS, PSS, TSF	GP, PP, VF XP		JQ	PF, UF	UF, 11 LF, FP	FF1 F1, MF2	PF4, FP4	FA, FX FG
	軽切削 (ファイバー)	SW	LUW, SDW		WP			WF	FW	W-F1	PF	
	中切削	MV MP, Standard	GU MU	TM, 23 PM, 24	HQ, MF * XQ, GK	FT	JE	PM, UM PR, UR	MF, MP	M3 F2, M5	FP6, MP4 RP4	PC MT
	中切削 (ファイバー)	MW		SW				WM	MW	W-MF2 W-M3	PM	WT
M	仕上げ 軽切削	FM LM	FC *, SI * LU LB, SU	PF, PSF PS, PSS	CF *, CK * GQ *, GF * MQ *, SK *		MP	MF, UF	LF, UF FP	F1, F2 MF2	FM2 * FM4	FA FG
	中切削	MM Standard	GU, MU	PM	HQ, GK			MM, UM MR, UR	MP	M3 M5	FM6 MM4, RM4	PC MT
K	中切削	MK, Standard フラットトップ (ブレード力無)	MU, フラットトップ (ブレード力無)	フラットトップ, CM (ブレード力無)	フラットトップ (ブレード力無)			KF, KM, UM, KR	フラットトップ (ブレード力無)	F1, M3, M5	FK6, MK4 RK4, RK6	MT
N	中切削	AZ *	AG * AW *	AL *	AP * AH *	ASF *, ALU * ACB *		AL *	HP *	AL *	FN2 *, PM2 * MN2 *	FL *
S	仕上げ 軽切削	FS *, LS * FS-P *, LS-P * FJ * LS, MS	SI * GU	全周	CF *, CK * GQ *, GF * SK *, MQ			UM * UF, MF UM, MM	LF * HP *		FM2 * FM4, FM6 MM4, RM4	SA *, FA, FG PC, MT

* 外周研削形

注1) 上記は、各社カタログおよび公刊物より抜粋したもので、各社のご承認を得たものではありません。

11°ポジティブインサート

ISO使用 分類記号	切削領域	三菱マテリアル	住友電工	タンガロイ	京セラ	ダイジェット	MOLDINO	サンドビック	ケナメタル	セコツール	フルター	テグテック
P	仕上げ 軽切削	FV, SMG * SV	SI, FK, FB LU, LUW, LB SU, SF	01 * PF, PSF PS, PSS, TSF	PP, GP, GF * SKS *, CF *, CK * PF *, XP		JQ	PF	UF, FP FW, LF		FP4	FG PC
	中切削	MV	GU, MU, US	PM TM, 23 24	HQ XQ	BM	JE	PM, UM	MF MP, MW		MP4	
M	仕上げ 軽切削	SMG * SV	SU	SS * PF, PS	GF *, CK * PF *, GP, CF * SKS *		MP	MF	HP * LF		FM4	PC
	中切削	MV	GU, MU, US	PM, 全周	HQ			MM			MM4	

* 外周研削形

注1) 上記は、各社カタログおよび公刊物より抜粋したもので、各社のご承認を得たものではありません。

