

技術資料2

INDEX

- ◆ エンドミルのトラブルシューティング…………… P187
- ◆ バニシングドリル/リーマのトラブルシューティング…………… P189
- ◆ リーマのトラブルシューティング…………… P192
- ◆ 刃具各部名称…………… P193

(参考資料)

- ◆ 回転数表…………… P195
- ◆ 切削条件計算式…………… P195
- ◆ 表面粗さの求め方と三角記号との関係…………… P196
- ◆ 硬さ換算表…………… P197
- ◆ はめあい寸法許容差(穴)…………… P198
- ◆ はめあい寸法許容差(軸)…………… P200
- ◆ ナショナル/モールステーパシャンク規格…………… P202
- ◆ MC用テーパシャンク/HSK(2面拘束)テーパ規格…………… P203
- ◆ オーダー品製作事例…………… P204

エンドミル加工のトラブルシューティング

トラブル内容	対 策
切削中のビビリ	<ul style="list-style-type: none"> ● 送り量を大きくする。(0.04mm/刃以上の場合は下げてみる) ● 切削速度を調整する。 ● 粗加工では2枚刃、仕上げ加工では4枚刃を使用する。 ● 下向き削り→上向き削り。 ● 必要最小限の有効長、突き出し量に調整する。 ● 被削材をしっかり固定する。 ● チャックもしくは、コレットの交換。(工具チャッキング振れ精度を調整する)
切削中の折損 <u>被削材への食付き時、抜け際</u> <u>通常加工時</u>	<ul style="list-style-type: none"> ● 送り量を小さくする。 ● 切り込み量を下げる。 ● 突き出し量を小さくする。 ● 切刃の長さを必要最小限に短くする。 <ul style="list-style-type: none"> ● 送り量を小さくする。 ● 切り込み量を下げる。 ● 突き出し量を小さくする。 ● ホーニングを施す。 ● 4枚刃なら3枚刃または2枚刃へ。(切粉詰り防止) ● 切刃摩耗進行→新品を使用するか、再研磨を行う。 ● チャックもしくは、コレットの交換。(工具チャッキング振れ精度を調整する) ● 摩耗量の管理→早めの工具交換を行う。 ● クーラントの当て方を調整し、切粉の排出を良くする。
欠け <u>中央部もしくは、全体にわたる欠け</u> (チップング)	<ul style="list-style-type: none"> ● 切り込み量を下げる。 ● 切削条件の変更。(切削速度を上げ、送りを小さくする) ● 切削中にキイキイという音がする場合、送りを大きくする。 ● 必要最小限の有効長、突き出し量に調整する。 ● ホーニングを施す。 ● 乾式なら湿式(切削液を利用)。 湿式で、給油方向が前方からの場合は、横上方または斜め後方から。流量は十分に。 ● 切削時の急冷による場合、水溶性切削液→エアブロー、オイルミストを使用する。 ● チャックもしくは、コレットの交換。(工具チャッキング振れ精度を調整する)
<u>コーナー部の欠け</u>	<ul style="list-style-type: none"> ● コーナー部にハンドスティックによる面取りを施す。 ● 下向き削り→上向き削り。
<u>切刃の大きな欠け</u>	<ul style="list-style-type: none"> ● 送り量を下げる。 ● 4枚刃なら3枚刃または2枚刃へ。 ● ホーニングを施す。 ● チャックもしくは、コレットの交換。(工具チャッキング振れ精度を調整する) <p>(ソリッドエンドミルの場合)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 切削速度を下げる。 ● 乾式なら湿式(切削液を利用)。 湿式で、給油方向が前方からの場合は、横上方または斜め後方から。流量は十分に。 <p>(ロー付けエンドミルの場合)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 湿式なら乾式にし、エアブロー。 エアブローが前方からの場合には、横上方または斜め後方から。流量は十分に。 ● 鋼材の溝加工では、標準切削条件を目安に適正な切削速度の選択を。 (低切削速度の時・・・低速性欠損、圧着物分離損傷) (高切削速度の時・・・深溝加工では切屑づまり、熱き裂)

ドリル
Aカット
アルミック
ハイスパイル
ウルトラ30
その他

リーマ

カッター

技術資料

エンドミル加工のトラブルシューティング

トラブル内容	対 策
<p>工具異常摩耗</p> <p><u>摩耗が早い</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 切削速度を下げる。 ● 送り速度を上げる。 ● 上向き削りなら下向き削りに。 ● 湿式もしくはエアの利用。(流量を多く) ● 再研磨品なら、二番逃げ面の仕上げ面粗度をよくする。
<p>切粉詰り・溶着</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 給油方法を調整し、切粉排出をよくする。 ● 送り速度を下げる。 ● 切り込み量を下げる。 ● 刃数を減らす。4枚刃なら3枚刃、2枚刃へ。 ● 新品へ交換するか、再研磨する。
<p>仕上げ面不良</p> <p><u>面はキレイだが凹凸が大きい</u></p> <p><u>細かい切粉が圧着</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 送り速度を下げる。 ● 2枚刃なら、4枚刃を採用する。 ● 切削速度を上げる。 ● 湿式もしくはエアの利用。(流量を多く) ● 微小ホーニングを施す。 ● 上向き削りなら下向き削りに。 ● 送りを大きくするか、仕上げ代を大きくする。
<p><u>横スジが付く</u></p> <p><u>ツールマークが残る</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 微小ホーニングを施す。 ● 不水溶性切削液を使用する。 ● 下向き削り→上向き削り。 ● 仕上げ代を小さくする。 ● 切削速度を上げる。 ● 送りを下げる。
<p>形状精度不良</p> <p><u>仕上げ寸法がマイナス気味になる</u></p> <p><u>直角度が不良</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 上向き削りなら下向き削りに。 ● 仕上げ代を小さくする。 ● チャックもしくは、コレットの交換。(工具チャッキング振れ精度を調整する) ● 突き出し量を小さくする。 ● 切削速度を上げる。 ● 仕上げ代を小さくする。 ● チャックもしくは、コレットの交換。(工具チャッキング振れ精度を調整する) ● 突き出し量を小さくする。 ● 切削速度を上げる。 ● 2枚刃なら、4枚刃を採用する。 ● 送りを下げる。 ● 摩耗量をチェックし、新品へ交換するか、再研磨する。

ドリル

Aカット

アルミック

ハイスバイアル

ウルトラ30

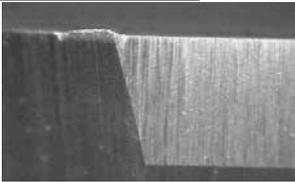
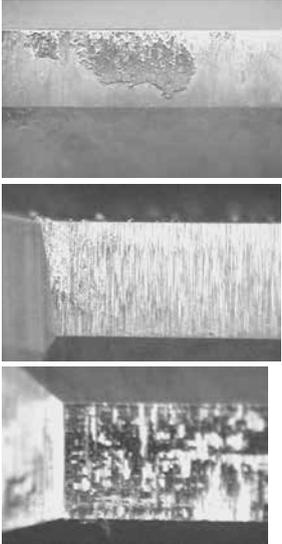
その他

リーマ

カッター

技術資料

バニシングドリル／リーマ加工のトラブルシューティング

トラブル内容	対 策
仕上げ面粗さが悪い	<p>※ <u>構成刃先の生成</u></p>  <p>切削速度が速い → 切削速度を下げる 切削液が適当でない → 潤滑性の良いもの 取りしろが適当でない → 取りしろを変更する</p>
	<p>※ <u>マージン部の溶着</u></p>  <p>切削速度が速い → 切削速度を下げる 切削液が適当でない → 潤滑性の良いもの マージン巾がひろい → マージン巾を狭くする 逃げ角が小さい → 逃げ角を大きくする 切刃摩耗による発熱 → 再研磨を行う チップを耐摩性に変更 切削液の不足 → 刃先に十分な量が届くようにする (複溝形状にする) 取りしろが適当でない → 取りしろを変更する</p>
	<p>※ <u>切粉づまり</u></p> <p>送り速度がはやい → 送りを下げる ステップフィールドさせる 刃先形状がせまい → 先端形状を広くする 切削液の不足 → 刃先に十分な量が届くようにする (複溝形状) オイルホール仕様にする</p>
	<p>※ <u>バニシング力の不足</u></p> <p>バニシングが弱い → 仕様変更する マージン巾を大きくする 喰付角を小さくする バックテーパーを小さくする</p>
	<p>※ <u>びびりマークがつく</u></p> <p>工具の剛性不足 → 溝長を短くする 突出量を短くする ソリッドタイプへ変える 2番角を小さくする (ドリル) 治具、機械の剛性を高める → 加工物のクランプ変更</p>
穴精度が悪い	<p>※ <u>穴径の拡大</u> ※ <u>穴径のばらつき</u></p> <p>切削速度が速い → 切削速度を下げる 送り速度が大きい → 送りを下げる マージン部に溶着 → 溶着の項参照</p>

ドリル

エントドミル

エントドミル

エントドミル

エントドミル

エントドミル

リーマ

カッター

技術資料

Aカット

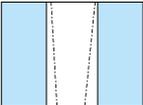
アルミック

ハイスバイラル

ウルトラ30

その他

バニシングドリル／リーマ加工のトラブルシューティング

トラブル内容	対 策
穴精度が悪い	<p>※ <u>穴径の拡大</u> ※ <u>穴径のぼらつき</u></p> <p>取りしろが大きい → 取りしろを小さくする</p> <p>バニシングが弱い → 仕様変更する マージン巾を大きくする 喰付角を小さくする バックテーパーを小さくする</p> <p>工具形状の不備 → 喰付形状を対称にする リップハイト差を小さくする (ドリル) シンニングを適切にする (ドリル)</p> <p>切削液のかけ具合が悪い → 被削材、加工精度に適応した 切削液を選定する</p> <p>ワーク側のクランプ不良 → クランプを安定させる</p> <p>チャッキングの振れが大きい → チャッキングし直し チャック、ソケット等の交換</p> <hr/> <p>※ <u>穴径の縮小</u></p> <p>切削速度が速い → 切削速度を下げる</p> <p>送り速度が小さい → 送りを上げる</p> <p>取り代が少ない → 取り代を多くする</p> <p>バニシングが強い → 仕様変更する マージン巾を小さくする 食付角を大きくする バックテーパーを大きくする</p> <p>切削液の潤滑が悪い → 潤滑のよいものに変更する</p>
折損 	<p>※ <u>切粉づまり</u> 仕上げ面粗さが悪い / 切粉づまり参照</p> <hr/> <p>※ <u>穴径縮小によるバニシングトルク増加</u></p> <p>切削速度が速い → 速度を下げる</p> <p>送りが少ない → 送りを上げる</p> <p>潤滑性のよい切削液に変える</p> <hr/> <p>※ <u>送りが過大</u> 送りを下げる</p> <hr/> <p>※ <u>チャッキングの振れが大きい</u></p> <p>チャッキングし直し、振れを小さくする チャック、ソケット等の交換</p> <hr/> <p>※ <u>焼け付き</u></p> <p>切削速度が速い → 切削速度を下げる</p> <p>切削液の冷却が悪い → 冷却効果の高い切削液に変更する 切削液を十分にかける</p> <hr/> <p>※ <u>鑄抜き穴の芯ずれが大きい</u></p>  <p>セッティングが悪い → 下穴の中心と刃物の軸をあわせる</p> <p>刃物剛性が少ない → 芯厚を大きくする</p>

ドリル

Aカット

アルミック

ハイスバイアル

ウルトラ30

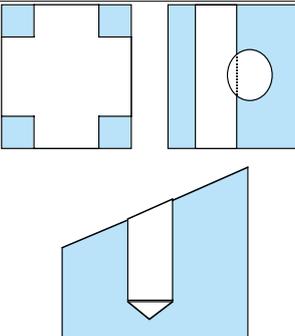
その他

リーマ

カッター

技術資料

バニシングドリル／リーマ加工のトラブルシューティング

トラブル内容	対 策
	ソリッドタイプへ変更 切削速度が速い → 速度を下げる 送りが大きい → 送りを下げる
	※ 横穴との干渉による曲げ ※ 傾斜した喰い付き面による曲げ  先端角が大きい (ドリルの場合) → 先端角を小さくする セッティングが悪い → 下穴の中心と刃物の軸をあわせる 刃物剛性が少ない → 芯厚を大きくする ソリッドタイプへ変更 切削速度が速い → 速度を下げる 送りが大きい → 送りを下げる
	※ 外周の異常摩耗 食付角が小さい → 食付角を大きくする 切削速度が速い → 速度を下げる 冷却が充分でない → 冷却効果のある切削液に変更 潤滑性のある切削液に変更 給油の流量を増やす マージン巾がひろい → マージンの中を狭くする 逃げ角が小さい → 逃げ角を大きくする 被削材が硬い → チップ材質を耐摩性に変更 工具材料を見直す → 耐摩性のチップ、コーティング

鑄抜き穴は、偏肉の場合がほとんどで工具にかかる切削力は、不安定であり、鑄抜き穴に做いやすい。
 交差穴は、穴が一旦、突き抜ける際に送りが過大となる。切削トルクは、不規則な状態で増大するので折損が多い。
 傾斜穴は、ドリルの場合、チゼルエッジが加工面と接触した際、滑りを生じて折損がおきやすい。
 また、食付き時に切刃が片当たりとなるので穴曲がりを生じて、折損しやすくなったり、寿命が短くなる。

マージン部の摩耗	※ <u>バニシング過大</u> マージン巾が広い → マージンを狭くする 食付角、バックテーパーが小さい → 大きくする 切削速度が速い → 切削速度を下げる 送りが少ない → 送りを上げる 潤滑性のよい切削液に変える ※ <u>工具材料</u> チップを耐摩性に変更する 表面処理 (コーティング) を検討する
切刃の早期摩耗	折損 / 外周の異常摩耗を参照
マージンに溶着発生	仕上げ面粗さが悪い マージン部の溶着を参照

ドリル
 Aカット
 アルミック
 ハイスバイラル
 ウルトラ30
 その他
 リーマ
 カッター
 技術資料

リーマ加工のトラブルシューティング

トラブル内容	対 策
外周の異常摩耗	<ul style="list-style-type: none"> ● 食付角を大きくする。 ● 切削速度を下げる。 ● クーラントの当て方を調整し、流量を増やす。 ● 潤滑性のよい切削液に変更する。 ● マージン巾を狭くする。 ● 逃げ角を大きくする。 ● リーマの材質を選定し直す。
穴の曲がり・倒れ	<ul style="list-style-type: none"> ● 下穴の曲がりをなくす。 ● 芯ずれをなくす。
穴径の拡大	<ul style="list-style-type: none"> ● 先端形状が対称になるように、刃先を正しく再研磨する。 ● リーマ代を小さくする。 ● 切削速度を下げる。 ● チャックもしくは、コレットの交換。(工具チャッキング振れ精度を調整する) ● バニシング効果を上げる。(マージン巾→大 食付き角、バックテーパー→小)
穴径の縮小	<ul style="list-style-type: none"> ● リーマ代を調整する。 ● クランプ方法の変更を行う。 ● バニシング効果を下げる。(マージン巾→小 食付き角、バックテーパー→大)
マージン部の溶着	<ul style="list-style-type: none"> ● 切削速度を下げる。 ● マージン巾を狭くする。 ● 逃げ角を大きくする。 ● 切刃摩耗進行→新品を使用するか、再研磨を行う。または、チップ材質を耐摩性へ。 ● クーラントの当て方を調整し流量を増やし、刃先に十分な切削液が届くようにする。 ● 切削液の選定をし直す。
真円度の不良	<ul style="list-style-type: none"> ● 左ネジれもしくは、不等分割にする。 ● 食付角を小さくする。 ● マージン巾を広くする。 ● マージン部の溶着を除去する。 ● リーマ代を調整する。
仕上げ面の粗さ不良	<ul style="list-style-type: none"> ● クランプ方法の変更を行う。 ● バニシング効果を上げる。(マージン巾→大 食付き角、バックテーパー→小) ● マージン部の溶着を除去する。 ● 切粉排出をよくする。(設計変更もしくは、クーラントの当て方を調整し流量を増やし、刃先に十分な切削液が届くようにする) ● 構成刃先の改善 (切削速度を下げる 潤滑性のよい油剤を使用する) ● 先端形状が対称になるように、刃先を正しく再研磨する。 ● リーマ代が適切になるように、設計変更する。
リーマの折損	<ul style="list-style-type: none"> ● 切粉詰まりを改善させる。(設計変更もしくは、クーラントの当て方を調整し流量を増やし、刃先に十分な切削液が届くようにする) ● 穴径を縮小しないようにする。 ● 外周の異常摩耗を改善させる。

ドリル

Aカット

アルミック

ハイスバイル

ウルトラ30

その他

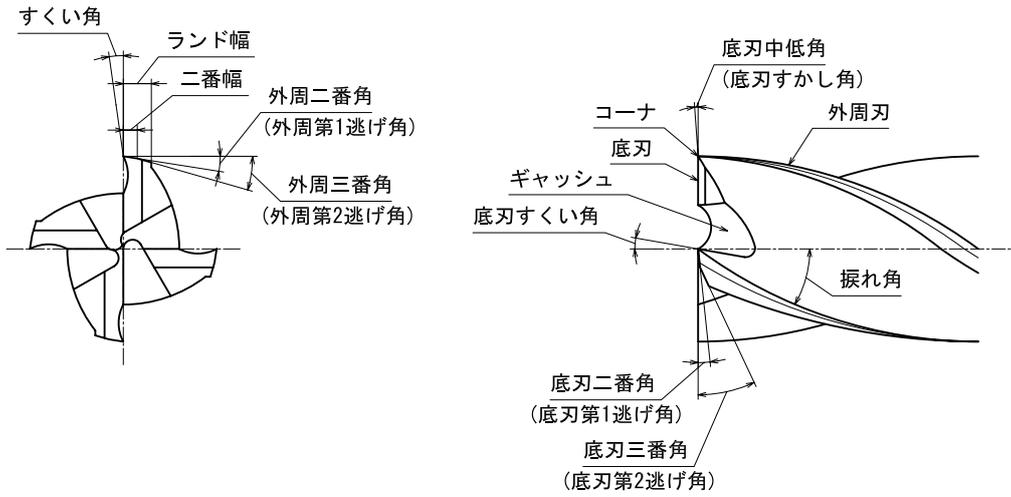
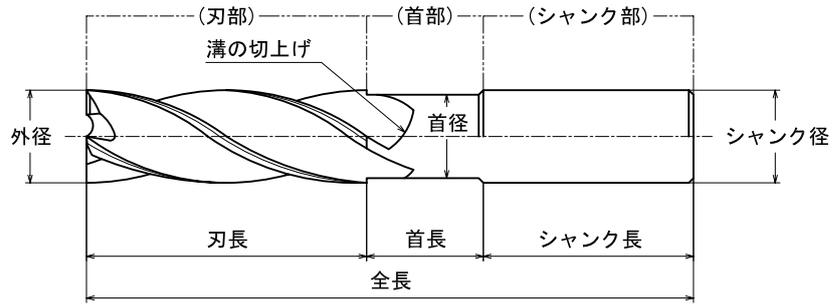
リーマ

カッター

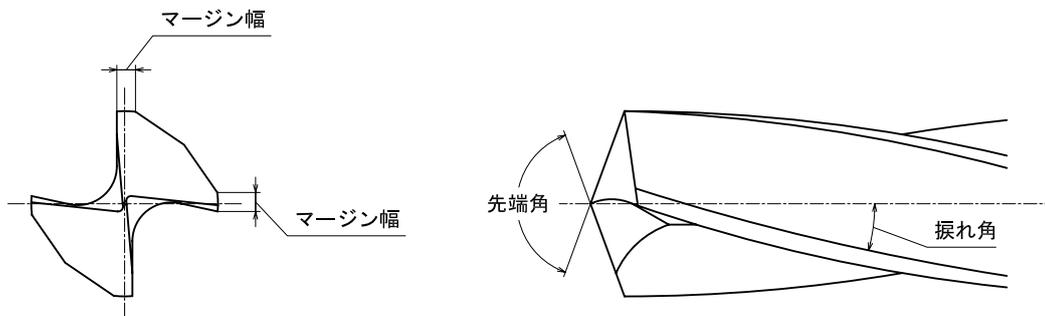
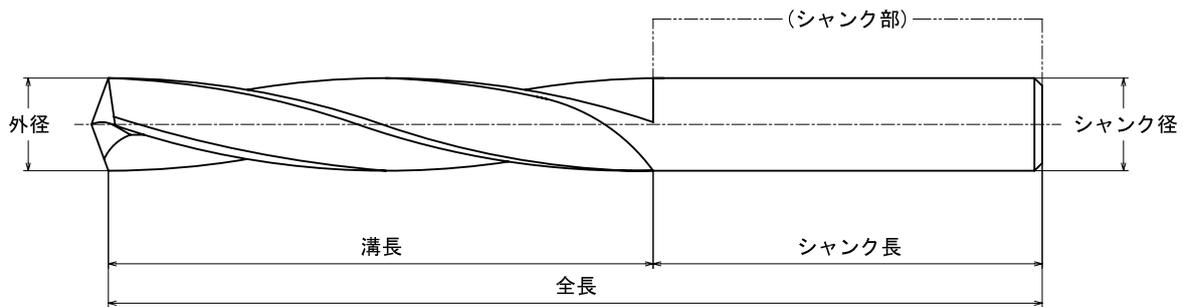
技術資料

刃具各部名称

■ エンドミル



■ バニシングドリル



ドリル

エンドミル

エンドミル

エンドミル

エンドミル

エンドミル

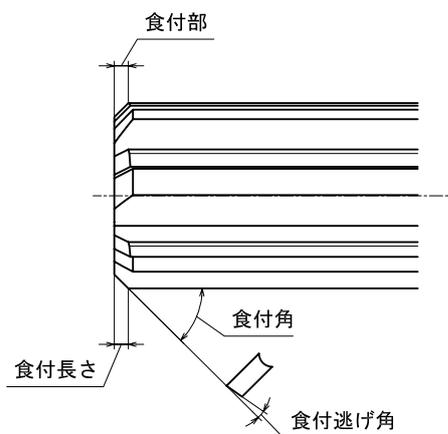
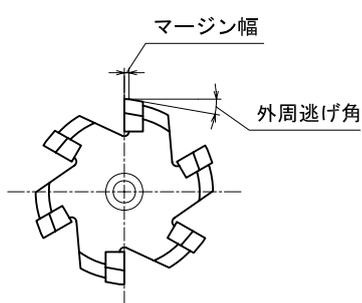
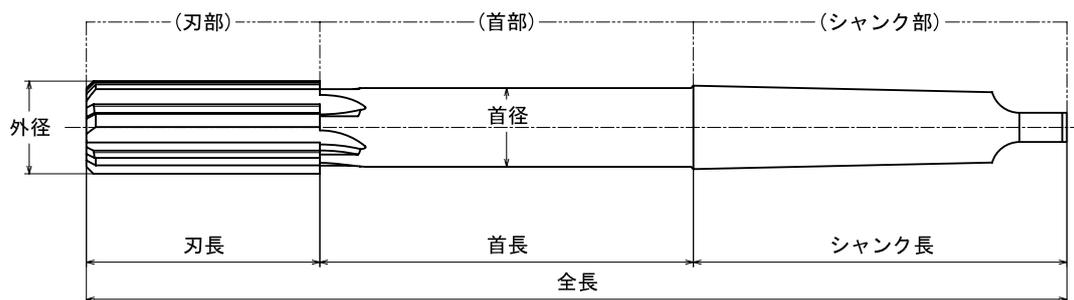
リーマ

カッター

技術資料

刃具各部名称

リーマ



ドリル

Aカット
エンドミル

アルミック
エンドミル

ハイスパイル
エンドミル

ウルトラ30
エンドミル

その他
エンドミル

リーマ

カッター

技術資料

■ 回転数表

刃 径 (mm)	切 削 速 度 (m/min)													
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	150	180	200
1	6,370	9,560	12,740	15,930	19,110	22,300	25,480	28,670	31,850	38,220	44,590	47,780	57,330	63,700
2	3,190	4,780	6,370	7,970	9,560	11,150	12,740	14,340	15,930	19,110	22,300	23,890	28,670	31,850
3	2,130	3,190	4,250	5,310	6,370	7,440	8,500	9,560	10,620	12,740	14,870	15,930	19,110	21,240
4	1,600	2,390	3,190	3,990	4,780	5,580	6,370	7,170	7,970	9,560	11,150	11,950	14,340	15,930
5	1,280	1,920	2,550	3,190	3,830	4,460	5,100	5,740	6,370	7,650	8,920	9,560	11,470	12,740
6	1,070	1,600	2,130	2,660	3,190	3,720	4,250	4,780	5,310	6,370	7,440	7,970	9,560	10,620
7	910	1,370	1,820	2,280	2,730	3,190	3,640	4,100	4,550	5,460	6,370	6,830	8,190	9,100
8	800	1,200	1,600	2,000	2,390	2,790	3,190	3,590	3,990	4,780	5,580	5,980	7,170	7,970
9	710	1,070	1,420	1,770	2,130	2,480	2,840	3,190	3,540	4,250	4,960	5,310	6,370	7,080
10	640	960	1,280	1,600	1,920	2,230	2,550	2,870	3,190	3,830	4,460	4,780	5,740	6,370
11	580	870	1,160	1,450	1,740	2,030	2,320	2,610	2,900	3,480	4,060	4,350	5,220	5,800
12	540	800	1,070	1,330	1,600	1,860	2,130	2,390	2,660	3,190	3,720	3,990	4,780	5,310
13	490	740	980	1,230	1,470	1,720	1,960	2,210	2,450	2,940	3,430	3,680	4,410	4,900
14	460	690	910	1,140	1,370	1,600	1,820	2,050	2,280	2,730	3,190	3,420	4,100	4,550
15	430	640	850	1,070	1,280	1,490	1,700	1,920	2,130	2,550	2,980	3,190	3,830	4,250
16	400	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000	2,390	2,790	2,990	3,590	3,990
17	380	570	750	940	1,130	1,320	1,500	1,690	1,880	2,250	2,630	2,820	3,380	3,750
18	360	540	710	890	1,070	1,240	1,420	1,600	1,770	2,130	2,480	2,660	3,190	3,540
19	340	510	680	840	1,010	1,180	1,350	1,510	1,680	2,020	2,350	2,520	3,020	3,360
20	320	480	640	800	960	1,120	1,280	1,440	1,600	1,920	2,230	2,390	2,870	3,190
21	310	460	610	760	910	1,070	1,220	1,370	1,520	1,820	2,130	2,280	2,730	3,040
22	290	440	580	730	870	1,020	1,160	1,310	1,450	1,740	2,030	2,180	2,610	2,900
23	280	420	560	700	840	970	1,110	1,250	1,390	1,670	1,940	2,080	2,500	2,770
24	270	400	540	670	800	930	1,070	1,200	1,330	1,600	1,860	2,000	2,390	2,660
25	260	390	510	640	770	900	1,020	1,150	1,280	1,530	1,790	1,920	2,300	2,550
26	250	370	490	620	740	860	980	1,110	1,230	1,470	1,720	1,840	2,210	2,450
27	240	360	480	590	710	830	950	1,070	1,180	1,420	1,660	1,770	2,130	2,360
28	230	350	460	570	690	800	910	1,030	1,140	1,370	1,600	1,710	2,050	2,280
29	220	330	440	550	660	770	880	990	1,100	1,320	1,540	1,650	1,980	2,200
30	220	320	430	540	640	750	850	960	1,070	1,280	1,490	1,600	1,920	2,130
31	210	310	420	520	620	720	830	930	1,030	1,240	1,440	1,550	1,850	2,060
32	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,200	1,400	1,500	1,800	2,000
33	200	290	390	490	580	680	780	870	970	1,160	1,360	1,450	1,740	1,940
34	190	290	380	470	570	660	750	850	940	1,130	1,320	1,410	1,690	1,880
35	190	280	370	460	550	640	730	820	910	1,100	1,280	1,370	1,640	1,820
36	180	270	360	450	540	620	710	800	890	1,070	1,240	1,330	1,600	1,770
37	180	260	350	440	520	610	690	780	870	1,040	1,210	1,300	1,550	1,730
38	170	260	340	420	510	590	680	760	840	1,010	1,180	1,260	1,510	1,680
39	170	250	330	410	490	580	660	740	820	980	1,150	1,230	1,470	1,640
40	160	240	320	400	480	560	640	720	800	960	1,120	1,200	1,440	1,600
41	160	240	320	390	470	550	630	700	780	940	1,090	1,170	1,400	1,560
42	160	230	310	380	460	540	610	690	760	910	1,070	1,140	1,370	1,520
43	150	230	300	380	450	520	600	670	750	890	1,040	1,120	1,340	1,490
44	150	220	290	370	440	510	580	660	730	870	1,020	1,090	1,310	1,450
45	150	220	290	360	430	500	570	640	710	850	1,000	1,070	1,280	1,420
46	140	210	280	350	420	490	560	630	700	840	970	1,040	1,250	1,390
47	140	210	280	340	410	480	550	610	680	820	950	1,020	1,220	1,360
48	140	200	270	340	400	470	540	600	670	800	930	1,000	1,200	1,330
49	130	200	260	330	390	460	520	590	650	780	910	980	1,170	1,300
50	130	200	260	320	390	450	510	580	640	770	900	960	1,150	1,280
51	130	190	250	320	380	440	500	570	630	750	880	940	1,130	1,250
52	130	190	250	310	370	430	490	560	620	740	860	920	1,110	1,230
53	130	190	250	310	370	430	490	550	610	730	850	910	1,090	1,210
54	120	180	240	300	360	420	480	540	590	710	830	890	1,070	1,180
55	120	180	240	290	350	410	470	530	580	700	820	870	1,050	1,160
56	120	180	230	290	350	400	460	520	570	690	800	860	1,030	1,140
57	120	170	230	280	340	400	450	510	560	680	790	840	1,010	1,120
58	110	170	220	280	330	390	440	500	550	660	770	830	990	1,100
59	110	170	220	270	330	380	440	490	540	650	760	810	980	1,080
60	110	160	220	270	320	380	430	480	540	640	750	800	960	1,070

■ 切削条件計算式

$$\text{回転数 } n = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot D}$$

$$\text{1 刃当たりの送り量 } fz = \frac{V_f}{Z \cdot n}$$

$$\text{切削速度 } V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$$\text{送り速度 } V_f = fz \cdot Z \cdot n$$

$$\text{1 回転当たりの送り量 } fr = \frac{V_f}{n}$$

n : 回転数 (min⁻¹) V_f : 送り速度 (mm/min)
 V_c : 切削速度 (m/min) fr : 1回転当たりの送り量
 D : 外径 (mm) fz : 1刃当たりの送り量
 π : 円周率 3.14 Z : 刃数

ドリル
 Aカット
 アルミック
 ハイスバイラル
 ウルトラ30
 その他
 リーマ
 カッター

技術資料

参 考 資 料

■ 表面粗さの求め方と三角記号との関係 JIS B 0601(1994)・JIS B 0031(1994)より抜粋

表面粗さの定義

対象物の表面からランダムに抜き取った各部分における、表面粗さを表すパラメータである算術平均粗さ (Ra)、最大高さ (Ry)、十点平均粗さ (Rz)、凹凸の平均間隔 (Sm)、局部山頂の平均間隔 (S) 及び負荷長さ率 (tp) のそれぞれの算術平均値。

表1 代表的な表面粗さの定義

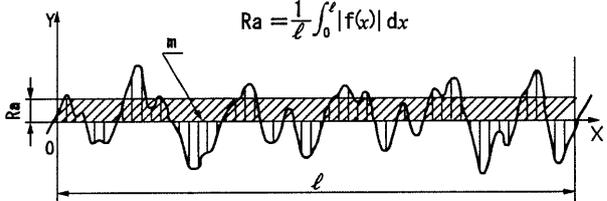
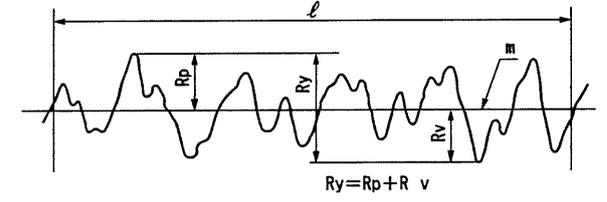
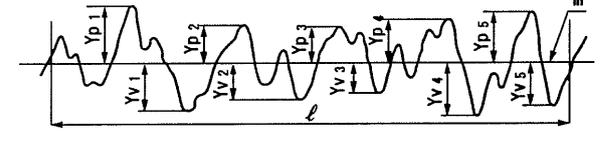
<p>算術平均粗さ Ra</p> <p>粗さ曲線からその平均線の方向に基準長さだけを抜き取り、この抜き取り部分の平均線の方向にX軸を、縦倍率の方向にY軸を取り、粗さ曲線を$y=f(x)$で表したときに、次の式によって求められる値をマイクロメートル (μm) で表したものをいう。</p>	
<p>最大高さ Ry</p> <p>粗さ曲線からその平均線の方向に基準長さだけを抜き取り、この抜き取り部分の山頂線と谷底線との間隔を粗さ曲線の縦倍率の方向に測定し、この値をマイクロメートル (μm) で表したものをいう。</p> <p>備考 Ryを求める場合には、きざとみなされるような並はずれて高い山及び低い谷がない部分から、基準長さだけ抜き取る。</p>	
<p>十点平均粗さ Rz</p> <p>粗さ曲線からその平均線の方向に基準長さだけを抜き取り、この抜き取り部分の平均線から縦倍率の方向に測定した、最も高い山頂から5番目までの山頂の標高 (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。</p>	 <p>$Rz = \frac{Yp_1 + Yp_2 + Yp_3 + Yp_4 + Yp_5 + Yv_1 + Yv_2 + Yv_3 + Yv_4 + Yv_5}{5}$</p> <p>Yp1、Yp2、Yp3、Yp4、Yp5 : 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 Yv1、Yv2、Yv3、Yv4、Yv5 : 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</p>

表2 算術平均粗さ(Ra)と従来の表記の関係

算術平均粗さ Ra			最大高さ Ry	十点平均粗さ Rz	Ry・Rzの標準長さ l(mm)	従来の仕上げ記号
標準数値	カットオフ値c(mm)	面の肌の図示	標準数値			
0.012a	0.08	0.012/√ ~ 0.2/√	0.05s	0.05z	0.08	▽▽▽▽
0.025a			0.1 s	0.1 z		
0.05 a			0.2 s	0.2 z		
0.1 a			0.4 s	0.4 z		
0.2 a	0.8	0.4/√ ~ 1.6/√	0.8 s	0.8 z	0.8	▽▽▽
0.4 a			1.6 s	1.6 z		
0.8 a			3.2 s	3.2 z		
1.6 a	0.25	3.2/√ ~ 6.3/√	6.3 s	6.3 z	0.25	▽▽
3.2 a			12.5 s	12.5 z		
6.3 a	8	12.5/√ ~ 25/√	25 s	25 z	8	▽
12.5 a			50 s	50 z		
25 a			100 s	100 z		
50 a	-	50/√ ~ 100/√	200 s	200 z	-	~
100 a			400 s	400 z		

※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ない。
※Ra:Ry、Rzの評価長さはカットオフ値、基準長さをそれぞれ5倍にした値です。

参考資料

硬さ換算表 (SEA J 417)1983年改訂

鋼のロックウェルC硬さに対する近似的換算値*1

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

*1 太字体の数字は、ASTM E140表1による(SAE・ASM・ASTMが合同で調整したものである。)

*2 1MPa=1N/mm²

*3 表中()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。

ドリル
Aカット
アルミ
アルミ
ハイバイラル
ウルトラ30
その他
リーマ
カッター

技術資料

参 考 資 料

■ 常用するはめあいで用いる穴の寸法許容差 JIS B 0401-1998より抜粋

基準寸法の区分 (mm)		穴の公差域クラス																		
を越え	以下	B10	C9	C10	D8	D9	D10	E7	E8	E9	F6	F7	F8	G6	G7	H6	H7	H8	H9	H10
—	3	+180 +140	+85 +60	+100 +60	+34 +20	+45 +20	+60 +20	+24 +14	+28 +14	+39 +14	+12 +6	+16 +6	+20 +6	+8 +2	+12 +2	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0
	3	+188 +140	+100 +70	+118 +70	+48 +30	+60 +30	+78 +30	+32 +20	+38 +20	+50 +20	+18 +10	+22 +10	+28 +10	+12 +4	+16 +4	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0
	6	+208 +150	+116 +80	+138 +80	+62 +40	+76 +40	+98 +40	+40 +25	+47 +25	+61 +25	+22 +13	+28 +13	+35 +13	+14 +5	+20 +5	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0
	10	+220 +150	+138 +95	+165 +95	+77 +50	+93 +50	+120 +50	+50 +32	+59 +32	+75 +32	+27 +16	+34 +16	+43 +16	+17 +6	+24 +6	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0
	14																			
	18	+244 +160	+162 +110	+194 +110	+98 +65	+117 +65	+149 +65	+61 +40	+73 +40	+92 +40	+33 +20	+41 +20	+53 +20	+20 +7	+28 +7	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0
	24																			
	30	+270 +170	+182 +120	+220 +120	+119 +80	+142 +80	+180 +80	+75 +50	+89 +50	+112 +50	+41 +25	+50 +25	+64 +25	+25 +9	+34 +9	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0
	40	+280 +180	+192 +130	+230 +130																
	50	+310 +190	+214 +140	+260 +140	+146 +100	+174 +100	+220 +100	+90 +60	+106 +60	+134 +60	+49 +30	+60 +30	+76 +30	+29 +10	+40 +10	+19 0	+30 0	+46 0	+74 0	+120 0
	65	+320 +200	+224 +150	+270 +150																
	80	+360 +220	+257 +170	+310 +170	+174 +120	+207 +120	+260 +120	+107 +72	+126 +72	+159 +72	+58 +36	+71 +36	+90 +36	+34 +12	+47 +12	+22 0	+35 0	+54 0	+87 0	+140 0
	100	+380 +240	+267 +180	+320 +180																
	120	+420 +260	+300 +200	+360 +200																
	140	+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	+63 0	+100 0	+160 0
	160	+470 +310	+330 +230	+390 +230																
	180	+525 +340	+355 +240	+425 +240																
	200	+565 +380	+375 +260	+445 +260	+242 +170	+285 +170	+355 +170	+146 +100	+172 +100	+215 +100	+79 +50	+96 +50	+122 +50	+44 +15	+61 +15	+29 0	+46 0	+72 0	+115 0	+185 0
	225	+605 +420	+395 +280	+465 +280																
	250	+690 +480	+430 +300	+510 +300	+271 +190	+320 +190	+400 +190	+162 +110	+191 +110	+240 +110	+88 +56	+108 +56	+137 +56	+49 +17	+69 +17	+32 0	+52 0	+81 0	+130 0	+210 0
	280	+750 +540	+460 +330	+540 +330																
	315	+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	+89 0	+140 0	+230 0
	355	+910 +680	+540 +400	+630 +400																
	400	+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	+97 0	+155 0	+250 0
	450	+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。

参 考 資 料

unit: μm

基準寸法の区分 (mm)		穴の公差域クラス															
を超え	以下	JS6	JS7	K6	K7	M6	M7	N6	N7	P6	P7	R7	S7	T7	U7	X7	
—	3	± 3.0	± 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	
3	6	± 4.0	± 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	
6	10	± 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	
10	14	± 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	
14	18																-38 -56
18	24	± 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	-46 -67	
24	30															- 33 - 54	-40 - 61
30	40	± 8.0	± 12	+ 3 -13	+ 7 -18	- 4 -20	0 -25	-12 -28	- 8 -33	-21 -37	- 17 - 42	- 25 - 50	- 34 - 59	- 39 - 64	- 51 - 76	—	
40	50														- 45 - 70	- 61 - 86	
50	65	± 9.5	± 15	+ 4 -15	+ 9 -21	- 5 -24	0 -30	-14 -33	- 9 -39	-26 -45	- 21 - 51	- 30 - 60	- 42 - 72	- 55 - 85	- 76 -106	—	
65	80												- 32 - 62	- 48 - 78	- 64 - 94	- 91 -121	
80	100	± 11.0	± 17	+ 4 -18	+10 -25	- 6 -28	0 -35	-16 -38	-10 -45	-30 -52	- 24 - 59	- 38 - 73	- 58 - 93	- 78 -113	-111 -146	—	
100	120												- 41 - 76	- 66 -101	- 91 -126	-131 -166	
120	140	± 12.5	± 20									- 48 - 88	-77 -117	-107 -147			
140	160					+ 4 -21	+12 -28	- 8 -33	0 -40	-20 -45	-12 -52	-36 -61	- 28 - 68	- 50 - 90	-85 -125	-119 -159	—
160	180													- 53 - 93	- 93 -133	-131 -171	
180	200	± 14.5	± 23									- 60 -106	-105 -151				
200	225					+ 5 -24	+13 -33	- 8 -37	0 -46	-22 -51	-14 -60	-41 -70	- 33 - 79	- 63 -109	-113 -159	—	—
225	250													- 67 -113	-123 -169		
250	280	± 16.0	± 26	+ 5 -27	+16 -36	- 9 -41	0 -52	-25 -57	-14 -66	-47 -79	- 36 - 88	- 74 -126	—	—	—	—	
280	315												- 78 -130				
315	355	± 18.0	± 28	+ 7 -29	+17 -40	-10 -46	0 -57	-26 -62	-16 -73	-51 -87	- 41 - 98	- 87 -144	—	—	—	—	
355	400												- 93 -150				
400	450	± 20.0	± 31	+ 8 -32	+18 -45	-10 -50	0 -63	-27 -67	-17 -80	-55 -95	- 45 -108	-103 -166	—	—	—	—	
450	500												-109 -172				

ドリル
Aカット
アルミック
ハイスパイラル
ウルトラ30
その他
リーマ
カッター

技術資料

参 考 資 料

■ 常用するはめあいの軸で用いる寸法許容差 JIS B 0401(1998)より抜粋

基準寸法の区分 (mm)		軸の公差域クラス																
を 超え	以下	b9	c9	d8	d9	e7	e8	e9	f6	f7	f8	g5	g6	h5	h6	h7	h8	h9
—	3	-140	-60	-20	-20	-14	-14	-14	-6	-6	-6	-2	-2	0	0	0	0	0
		-165	-85	-34	-45	-24	-28	-39	-12	-16	-20	-6	-8	-4	-6	-10	-14	-25
3	6	-140	-70	-30	-30	-20	-20	-20	-10	-10	-10	-4	-4	0	0	0	0	0
		-170	-100	-48	-60	-32	-38	-50	-18	-22	-28	-9	-12	-5	-8	-12	-18	-30
6	10	-150	-80	-40	-40	-25	-25	-25	-13	-13	-13	-5	-5	0	0	0	0	0
		-186	-116	-62	-76	-40	-47	-61	-22	-28	-35	-11	-14	-6	-9	-15	-22	-36
10	14	-150	-95	-50	-50	-32	-32	-32	-16	-16	-16	-6	-6	0	0	0	0	0
		-193	-138	-77	-93	-50	-59	-75	-27	-34	-43	-14	-17	-8	-11	-18	-27	-43
14	18	-160	-110	-65	-65	-40	-40	-40	-20	-20	-20	-7	-7	0	0	0	0	0
		-212	-162	-98	-117	-61	-73	-92	-33	-41	-53	-16	-20	-9	-13	-21	-33	-52
18	24	-170	-120	-80	-80	-50	-50	-50	-25	-25	-25	-9	-9	0	0	0	0	0
		-232	-182	-119	-142	-75	-89	-112	-41	-50	-64	-20	-25	-11	-16	-25	-39	-62
24	30	-180	-130	-90	-90	-60	-60	-60	-30	-30	-30	-10	-10	0	0	0	0	0
		-242	-192	-146	-174	-90	-106	-134	-49	-60	-76	-23	-29	-13	-19	-30	-46	-74
30	40	-190	-140	-100	-100	-70	-70	-70	-35	-35	-35	-11	-11	0	0	0	0	0
		-264	-214	-146	-174	-90	-106	-134	-49	-60	-76	-23	-29	-13	-19	-30	-46	-74
40	50	-200	-150	-110	-110	-75	-75	-75	-40	-40	-40	-12	-12	0	0	0	0	0
		-274	-224	-146	-174	-90	-106	-134	-49	-60	-76	-23	-29	-13	-19	-30	-46	-74
50	65	-220	-170	-120	-120	-80	-80	-80	-45	-45	-45	-13	-13	0	0	0	0	0
		-307	-257	-146	-174	-90	-106	-134	-49	-60	-76	-23	-29	-13	-19	-30	-46	-74
65	80	-240	-180	-130	-130	-85	-85	-85	-48	-48	-48	-14	-14	0	0	0	0	0
		-327	-267	-146	-174	-90	-106	-134	-49	-60	-76	-23	-29	-13	-19	-30	-46	-74
80	100	-260	-200	-145	-145	-90	-90	-90	-50	-50	-50	-15	-15	0	0	0	0	0
		-360	-300	-208	-245	-125	-148	-185	-68	-83	-106	-32	-39	-18	-25	-40	-63	-100
100	120	-310	-230	-170	-170	-100	-100	-100	-55	-55	-55	-16	-16	0	0	0	0	0
		-410	-330	-230	-267	-146	-174	-90	-106	-134	-49	-60	-76	-23	-29	-30	-46	-74
120	140	-340	-240	-190	-190	-110	-110	-110	-60	-60	-60	-17	-17	0	0	0	0	0
		-455	-355	-271	-320	-162	-191	-240	-88	-108	-137	-40	-49	-23	-32	-52	-81	-130
140	160	-380	-260	-210	-210	-120	-120	-120	-65	-65	-65	-18	-18	0	0	0	0	0
		-495	-375	-242	-285	-146	-172	-215	-79	-96	-122	-35	-44	-20	-29	-46	-72	-115
160	180	-420	-280	-230	-230	-130	-130	-130	-70	-70	-70	-19	-19	0	0	0	0	0
		-535	-395	-280	-330	-146	-172	-215	-79	-96	-122	-35	-44	-20	-29	-46	-72	-115
180	200	-480	-300	-240	-240	-140	-140	-140	-75	-75	-75	-20	-20	0	0	0	0	0
		-610	-430	-271	-320	-162	-191	-240	-88	-108	-137	-40	-49	-23	-32	-52	-81	-130
200	225	-540	-330	-260	-260	-150	-150	-150	-80	-80	-80	-21	-21	0	0	0	0	0
		-670	-460	-280	-330	-146	-172	-215	-79	-96	-122	-35	-44	-20	-29	-46	-72	-115
225	250	-600	-360	-290	-290	-160	-160	-160	-85	-85	-85	-22	-22	0	0	0	0	0
		-740	-500	-320	-350	-182	-214	-265	-98	-119	-151	-43	-54	-25	-36	-57	-89	-140
250	280	-680	-400	-310	-310	-170	-170	-170	-90	-90	-90	-23	-23	0	0	0	0	0
		-820	-540	-299	-350	-182	-214	-265	-98	-119	-151	-43	-54	-25	-36	-57	-89	-140
280	315	-760	-440	-330	-330	-180	-180	-180	-95	-95	-95	-24	-24	0	0	0	0	0
		-915	-595	-327	-385	-198	-232	-290	-108	-131	-165	-47	-60	-27	-40	-63	-97	-155
315	355	-840	-480	-350	-350	-190	-190	-190	-100	-100	-100	-25	-25	0	0	0	0	0
		-995	-635	-327	-385	-198	-232	-290	-108	-131	-165	-47	-60	-27	-40	-63	-97	-155
355	400	-840	-480	-350	-350	-190	-190	-190	-100	-100	-100	-25	-25	0	0	0	0	0
		-995	-635	-327	-385	-198	-232	-290	-108	-131	-165	-47	-60	-27	-40	-63	-97	-155
400	450	-840	-480	-350	-350	-190	-190	-190	-100	-100	-100	-25	-25	0	0	0	0	0
		-995	-635	-327	-385	-198	-232	-290	-108	-131	-165	-47	-60	-27	-40	-63	-97	-155
450	500	-840	-480	-350	-350	-190	-190	-190	-100	-100	-100	-25	-25	0	0	0	0	0
		-995	-635	-327	-385	-198	-232	-290	-108	-131	-165	-47	-60	-27	-40	-63	-97	-155

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。

参 考 資 料

unit: μm

基準寸法の区分 (mm)		軸の公差域クラス																
を超え	以下	js5	js6	js7	k5	k6	m5	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6			
—	3	± 2.0	± 3.0	± 5	+ 4 0	+ 6 0	+ 6 + 2	+ 8 + 2	+10 + 4	+ 12 + 6	+ 16 + 10	+ 20 + 14	—	+ 24 + 18	+26 +20			
3	6	± 2.5	± 4.0	± 6	+ 6 + 1	+ 9 + 1	+ 9 + 4	+12 + 4	+16 + 8	+ 20 + 12	+ 23 + 15	+ 27 + 19	—	+ 31 + 23	+36 +28			
6	10	± 3.0	± 4.5	± 7	+ 7 + 1	+10 + 1	+12 + 6	+15 + 6	+19 +10	+ 24 + 15	+ 28 + 19	+ 32 + 23	—	+ 37 + 28	+43 +34			
10	14	± 4.0	± 5.5	± 9	+ 9	+12	+15	+18	+23	+ 29	+ 34	+ 39	—	+ 44	+51			
14	18				+ 1	+ 1	+ 7	+ 7	+12	+18	+12	+ 18		+ 23	+ 28	+ 33	+40	
18	24	± 4.5	± 6.5	± 10	+11	+15	+17	+21	+28	+ 35	+ 41	+ 48	—	+ 54	+67			
24	30				+ 2	+ 2	+ 8	+ 8	+15	+22	+ 28	+ 35		+ 41	+ 48	+ 54	+61	
30	40	± 5.5	± 8.0	± 12	+13	+18	+20	+25	+33	+ 42	+ 50	+ 59	+ 64	+ 76	—			
40	50				+ 2	+ 2	+ 9	+ 9	+17	+26	+ 34	+ 43		+ 48		+ 60	+ 61	
50	65	± 6.5	± 9.5	± 15	+15	+21	+24	+30	+39	+ 51	+ 60	+ 72	+ 85	+106	—			
65	80				+ 2	+ 2	+11	+11	+20	+32	+ 34	+ 43		+ 53		+ 66	+ 87	+121
80	100	± 7.5	± 11.0	± 17	+18	+25	+28	+35	+45	+ 59	+ 73	+ 93	+113	+146	—			
100	120				+ 3	+ 3	+13	+13	+23	+37	+ 34	+ 43		+ 59		+ 71	+ 91	+124
120	140	± 9.0	± 12.5	± 20	+21 + 3	+28 + 3	+33 +15	+40 +15	+52 +27	+ 68 + 43	+ 88	+117	+147	—	—			
140	160										+ 63	+ 92	+122			+ 90	+125	+159
160	180										+ 93	+133	+171			+ 65	+100	+134
180	200	± 10.0	± 14.5	± 23	+24 + 4	+33 + 4	+37 +17	+46 +17	+60 +31	+ 79 + 50	+106	+151	—	—	—			
200	225										+ 77	+122				+109	+159	
225	250										+113	+169				+ 80	+130	
250	280	± 11.5	± 16.0	± 26	+27 + 4	+36 + 4	+43 +20	+52 +20	+66 +34	+ 88 + 56	+126	—	—	—	—			
280	315										+ 94					+130	+171	+146
315	355	± 12.5	± 18.0	± 28	+29 + 4	+40 + 4	+46 +21	+57 +21	+73 +37	+ 98 + 62	+144	—	—	—	—			
355	400										+108					+150	+114	
400	450	± 13.5	± 20.0	± 31	+32 + 5	+45 + 5	+50 +23	+63 +23	+80 +40	+108 + 68	+166	—	—	—	—			
450	500										+126					+172	+132	

ドリル

エンゲル
Aカット

エンゲル
アルミック

エンゲル
ハイスバイラル

エンゲル
ウルトラ30

エンゲル
その他

リーマ

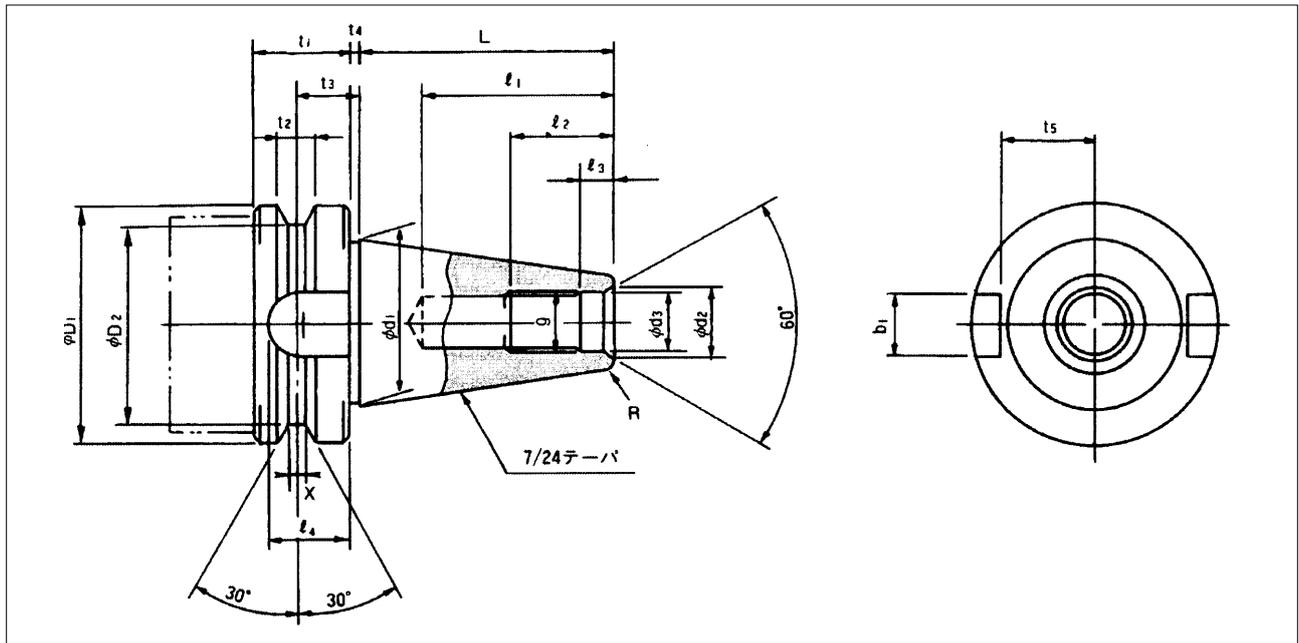
カッター

技術資料

参 考 資 料

ナショナル／モールステーパシャンク規格

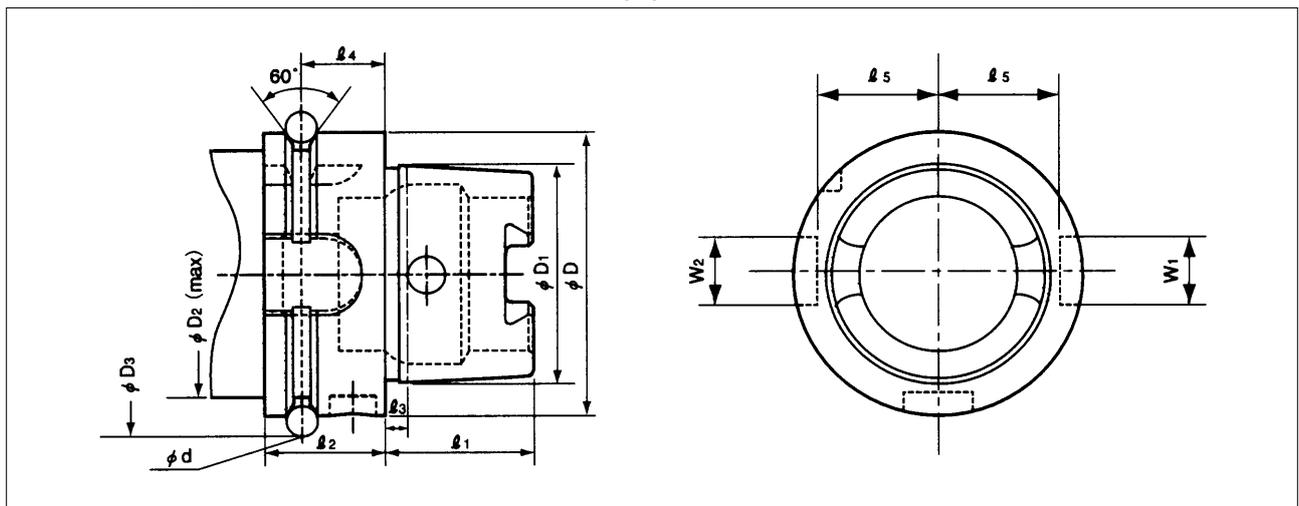
マシニングセンタ用テーパシャンク(MAS403-1982)



(単位:mm)

コード	ϕD_1	ϕD_2	t_1	t_2	t_3	t_4	ϕd_1	ϕd_2	ϕd_3	L	l_1 (最少)	l_2 (最少)	l_3	g	l_4 (最少)	b_1	t_5
BT30	46	38	20	8	13.6	2	31.75	14	12.5	48.4	34	24	7	M1 2	17	16.1	16.3
BT40	63	53	25	10	16.6	2	44.45	19	17	65.4	43	30	9	M1 6	21	16.1	22.6
BT45	85	73	30	12	21.2	3	57.15	23	21	82.8	53	38	11	M2 0	26	19.3	29.1
BT50	100	85	35	15	23.2	3	69.85	27	25	101.8	62	45	13	M2 4	31	25.7	35.4

HSK(2面拘束)テーパ(ISO 12164-1(E))



(単位:mm)

タイプ	ϕD	ϕD_1	ϕD_2	ϕD_3	ϕd	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	W_1	W_2
HSK-A32	32	24	26	37	4	16	20	3.2	16	13	9	7
HSK-A40	40	30	34	45		20		4		17	11	9
HSK-A50	50	38	42	59.3	7	25	26	5	18	21	14	12
HSK-A63	63	48	53	72.3		32		6.3		26.5	18	16
HSK-A80	80	60	67	88.8		40		8		34	20	18
HSK-A100	100	75	85	109.75		50		10		44	22	20

ドリル

Aカット
エンドミル

アルミック
エンドミル

ハイスパイル
エンドミル

ウルトラ30
エンドミル

その他
エンドミル

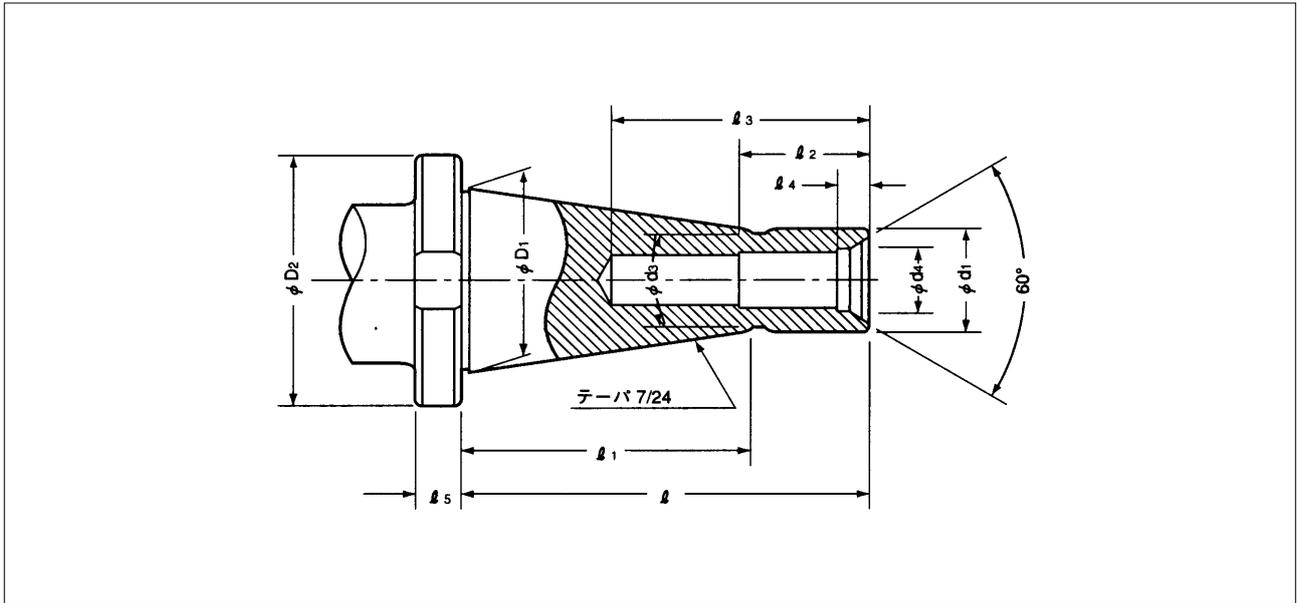
リーマ

カッター

技術資料

MC用テーパシャンク／HSK(2面拘束)テーパ規格

ナショナルテーパ(7/24テーパ)



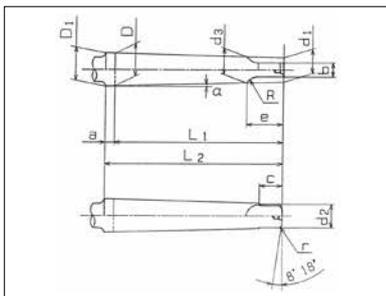
(単位:mm)

NT テーパNo	D1	d1	l	l ₁	g	l ₂	l ₃	d3	d4	l ₄
					ISOねじ				ISOねじ	
30	31.75	17.4	70	50	M12	24	34	16.5	13	6
40	44.45	25.3	95	67	M16	30	43	24	17	8
45	57.15	32.4	110	86	M20	40	53	30	21	10
50	69.85	39.6	130	105	M24	45	60	38	26	11.5

モールステーパシャンク(JIS B4003-1999)

●タングつき

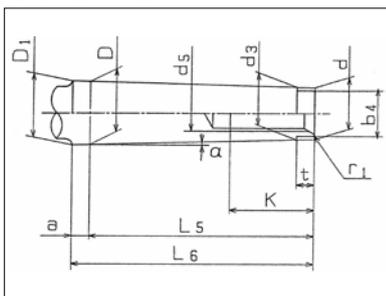
(単位:mm)



MT.No	φ D	a	φ D ₁ (約)	φ d ₁ (約)	l ₁ (最大)	l ₂ (最大)	φ d ₂ (最大)	b	c (最大)	e (最大)	R (最大)	r
0	9.045	3	9.2	6.1	56.5	59.5	6.0	3.9	6.5	10.5	4	1
1	12.065	3.5	12.2	9.0	62.0	65.5	8.7	5.2	8.5	13.5	5	1.2
2	17.780	5	18.0	14.0	75.0	80.0	13.5	6.3	10	16	6	1.6
3	23.825	5	24.1	19.1	94.0	99.0	18.5	7.9	13	20	7	2
4	31.267	6.5	31.6	25.2	117.5	124.0	24.5	11.9	16	24	8	2.5
5	44.399	6.5	44.7	36.5	149.5	156.0	35.7	15.9	19	29	10	3
6	63.348	8	63.8	52.4	210.0	218.0	51.0	19	27	40	13	4

●ねじつき

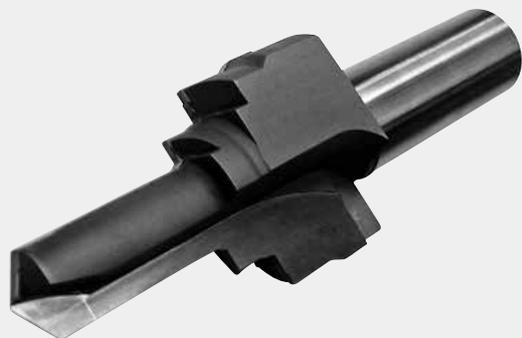
(単位:mm)



MT.No	φ D	a	φ D ₁ (約)	φ d (約)	l ₅ (最大)	l ₆ (最大)	φ d ₄ (最大)	φ d ₅	K (最大)	t (最大)
0	9.045	3	9.2	6.4	50	53	6	—	—	4
1	12.065	3.5	12.2	9.4	53.5	57	9	M6	16	5
2	17.780	5	18.0	14.6	64	69	14	M10	24	5
3	23.825	5	24.1	19.8	81	86	19	M12	28	7
4	31.267	6.5	31.6	25.9	102.5	109	25	M16	32	9
5	44.399	6.5	44.7	37.6	129.5	136	35.7	M20	40	9
6	63.348	8	63.8	53.9	182	190	51	M24	50	12

参 考 資 料

■ オーダー品の製作事例



段付ロー付け直刃ドリル



面取り刃付き振れソリッドバニシングドリル



先行刃付き段付先ムクバニシングドリル



OH付ロー付けリーマ(ガイド刃付き)



総型先ムクバニシングドリル



ソリッドリーマ(TiCNコート)
右刃左振れ30°

ドリル

Aカット
エンドミル

アルミック
エンドミル

ハイスパイル
エンドミル

ウルトラ30
エンドミル

その他
エンドミル

リーマ

カッター

技術資料

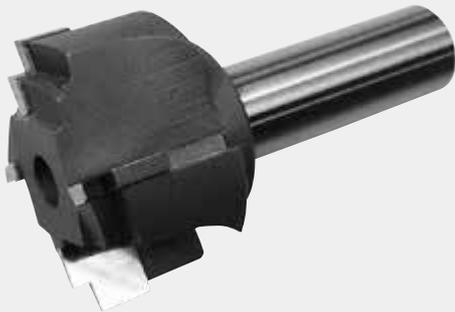
参 考 資 料



ロー付けサイドカッター(DLCコート仕様)



ロー付け右刃左振りSカットエンドミル



ロー付け段付きカッター(アルミ加工用)



ロー付けカッター(シリンダーポート加工用)



ロー付けテーパースタッドエンドミル



ガイド付きロー付けカッター
(シート面～ザグリ加工用)

ドリル

Aカット
エンドミル

アルミ用
エンドミル

ハイス
エンドミル

ウルトラ30
エンドミル

その他
エンドミル

リーマ

カッター

技術資料