

旋削加工

下表の切削条件は韌性の高い超硬品種に適用されています。
これらの品種はガス溶断した鋼板を旋削する場合のように衝撃が発生するような加工に必要です。

超硬品種	P25/C6	P35/C6-C5	K20/C2
送り f_n [mm/rev]	0.1-0.4-0.8	0.1-0.4-0.8	0.1-0.3
鋼板材種	切削速度 V_c [m/min]		
WELDOX 420/460	450-300-210	285-175-130	-
WELDOX 500	450-300-210	285-175-130	-
WELDOX 700	285-195-145	230-150-100	-
WELDOX 900/960	130-90-70	105-65-45	-
WELDOX 1100	130-90-70	105-65-45	-
HARDOX 400	130-90-70	105-65-45	-
HARDOX 450	130-90-70	105-65-45	-
HARDOX 500	-	-	100-80

計算式

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

v_c = 切削速度 [m/min]
 D = 加工径 [mm]
 n = 回転数 [rpm]
 π = 3.14

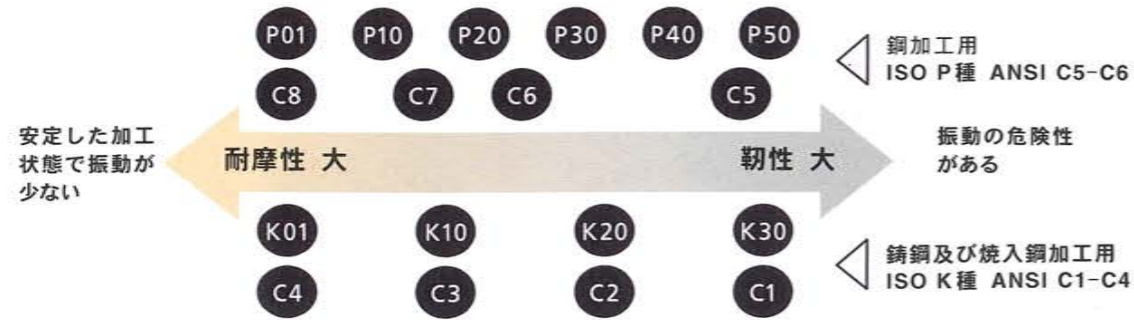
$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

$$V_f = f_n \times n$$

V_f = 1分間送り [mm/min]
 f_n = 回転送り [mm/rev]

送りを高め、切削速度を低めにする

工具材料 / 超硬品種



このカタログは、Sandvik Coromant AB 及び Dormer Tools ABの協力のもとに作成しました。又、Graulund Tools ABは皿ぐり加工のセクションで写真、切削データを提供いただきました。
さらに、詳細については弊社のテクニカルカスタマーサービス部にお問合わせ下さい。

この「機械加工」カタログは、HARDOX 及び WELDOX 鋼板の加工についてアドバイスを提供するシリーズの一環です。
この他のシリーズとして「溶接」及び「曲げ加工」があります。
これらは、マーケティング部にご用命下さい。

SSAB
OXELÖSUND

スウェーデンスチール株式会社

〒108-0014
東京都港区芝 5-26-20 建築会館 5F
TEL:03-3456-3447 FAX:03-3456-3449

ENG-10-99

HARDOX®
WELDOX®

機
械
加
工

穴あけ加工
皿ぐり加工
ねじ切り加工
旋削加工
フライス加工

SSAB
OXELÖSUND

HARDOX 耐摩鋼板及び WELDOX 高張力構造用鋼板は、ハイス(HSS)工具や超硬工具(CSS)で機械加工することができます。

このカタログは、加工のための切削条件(送りや切削速度)及び工具選定についての推奨条件を述べています。また、加工に際して考慮しなければならないその他の条件についても触れています。これらの推奨条件は多くの工具メーカーの工具を自社でテストした結果及び代表的な工具メーカーの助言により作成しました。

WELDOX 及び HARDOXの代表的な特性

	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	ARDOX 500
抗張力 Rm [N/mm ²]	~550	~620	~860	~1040	~1350	~1250	~1400	~1550
硬度 [HBW]	~180	~200	~260	~320	~430	~400	~450	~500

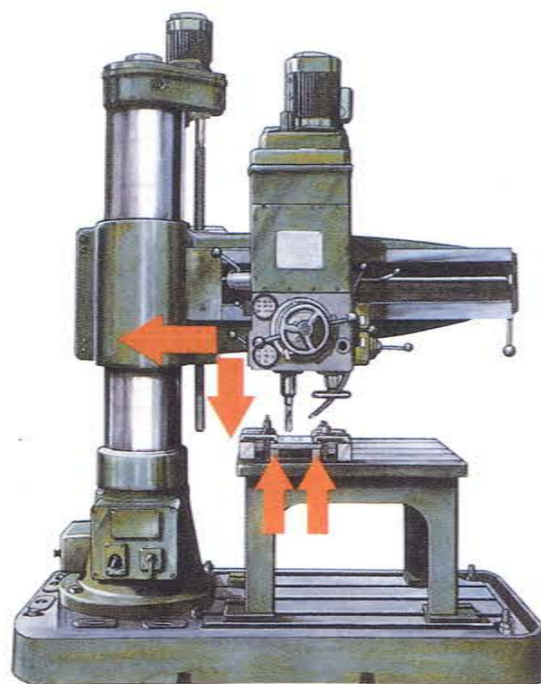
穴あけ加工

穴あけ加工には、ハイス工具、超硬工具どちらも使用できます。使用する機械及びその剛性により選定する工具が異なりますが、機械の種類にかかわらず重要なことは常に振動を少なくすることが大切です。

ラジアルボール盤の場合

振動を少なくし、工具寿命を延ばすための推奨条件

- ドリルの位置を出来るだけ機械のコラムに近い位置にする
- 木製のスペーサー類を使用しない
- 加工物をしっかりクランプし、ドリルをクランプ治具にできるだけ近くにもっていく
- 出来るだけスピンドルのオーバーハングを短くし、ドリルを出来るだけ短いものを使用し、ドリルとアームの距離を最短にする
- ドリルが加工物を突抜ける直前に、約1秒~2秒位送りをストップし、最終の送り加工をする。これは、機械、治具、ホルダーに強い負荷がかかっているのでストレートに突切るとドリルが破損することがあるので負荷を少なくした状態で最終送りをかけること
- 切削油をたっぷりかけること



数の少ない加工は標準ハイス(HSS)ドリルで行なうことができるが、量が多い自動加工の場合はマイクロアロイハイス(HSS-E)やコバルトハイス(HSS-CO)を使用した方がよい。



ねじれ角が小さく、高い切削抵抗に耐えるように、コアの強度が高いコバルトハイス(コバルト8%)を使用する。

	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
切削速度 Vc [m/min]	~26	~22	~18	~15	~7	~9	~7	~5
ドリル径 D [mm]	送り f [mm/rev] / 回転数 n [rpm]							
5	0.14 / 1700	0.12 / 1520	0.10 / 1150	0.10 / 950	0.05 / 445	0.05 / 570	0.05 / 445	0.05 / 320
10	0.17 / 860	0.15 / 760	0.10 / 575	0.10 / 475	0.09 / 220	0.10 / 290	0.09 / 220	0.08 / 130
15	0.18 / 570	0.17 / 500	0.16 / 400	0.16 / 325	0.15 / 150	0.16 / 190	0.15 / 150	0.13 / 85
20	0.28 / 430	0.26 / 380	0.23 / 300	0.23 / 235	0.20 / 110	0.23 / 150	0.20 / 110	0.18 / 65
25	0.30 / 340	0.30 / 300	0.30 / 240	0.30 / 195	0.25 / 90	0.30 / 110	0.25 / 90	0.22 / 50
30	0.38 / 280	0.36 / 250	0.35 / 200	0.35 / 165	0.30 / 75	0.35 / 90	0.30 / 75	0.25 / 45

横中ぐり盤やベッドタイプ フライス盤のような剛性 がある機械の場合

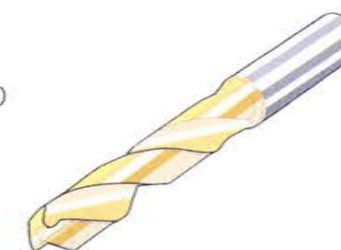
生産性を上げるために、新しいタイプで安定した機械を使用する場合は超硬ドリルをおすすめします。超硬ドリルは主に3つのタイプに分かれ、機械の剛性、ドリル径、加工精度により選定しますが常に出来るだけ短いドリルを使用して下さい。

切削油

- 穴あけ加工用切削油を使用して下さい。
- 内部給油方式ドリル
経験測による: 流量 [l/min] ≈ ドリル径 [mm]

超硬ソリッド ドリル

- ドリル径約 3 mm 以上
- 加工公差の小さい加工(精密加工)
- 再研磨可能
- 振動に敏感



超硬ロー付 ドリル

- ドリル径約 10 mm 以上
- 加工公差の小さい加工(精密加工)
- 再研磨可能
- ソリッドドリルに比べて振動に強い



スローアウェイインサート ドリル

- ドリル径約 12 mm 以上
- 高い生産性
- 加工公差の大きい加工(荒加工)
- 高い経済性



	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
	切削速度 Vc [mm/min] / 送り f [mm/rev]							
超硬ソリッド ドリル	Vc	50-70	50-70	50-70	40-50	30-40	35-45	30-40
	f	0.1-0.2	0.1-0.2	0.10-0.18	0.10-0.18	0.10-0.15	0.10-0.15	0.10-0.15
超硬ロー付 ドリル	Vc	50-70	40-60	40-60	40-60	30-40	35-45	30-40
	f	0.12-0.20	0.12-0.20	0.12-0.18	0.12-0.18	0.10-0.15	0.10-0.15	0.10-0.15
スローアウェイインサート ドリル	Vc	160-180	110-130	100-120	70-90	50-70	60-80	50-70
	f	0.1-0.2	0.1-0.2	0.10-0.18	0.10-0.18	0.06-0.14	0.06-0.14	0.06-0.12

計算式

ドリル径が小さい場合、送りは低目に選定して下さい。

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D}$$

Vc = 切削速度 [m/min]
D = ドリル径 [mm]
n = 回転数 [rev/min]
π = 3.14

$$V_f = f \times n$$

Vf = 1分間送り [mm/min]
f = 回転当り送り [mm/rev]

推奨切削速度から回転数を求める

例. ドリル径(D) = 15 mm
切削速度(Vc) = 80 mm/min

$$\text{回転数}(n) = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D} = \frac{80 \times 1000}{3.14 \times 15} = 1698 = \text{約 } 1700 \text{ rev/min}$$

穴あけ加工（つづき）

対策

- ドリルセッティングの調整
- 切削油の流量を増やし、フィルターや油穴を清掃
- 靱性の高い材種に変更—8ページ参照
- 送りを下げる
- 送りを上げる
- 加工物をしっかりクランプする、ドリルのオーバーハングを小さくする
- 切削条件のガイドラインをチェック
- ハイス工具の材質、超硬品種をチェック
- 切削速度を上げる
- 切削速度を下げる

トラブルの種類

- ハイスドリル先端が変形
- 超硬ドリル先端が変形
- ドリルの外周が摩耗
- 加工穴 オーバーサイズ/アンダーサイズ
- ドリル溝に溶着
- 振動
- 切刃に細かい破損（チッピング）
- 加工穴の真円度が出ない
- ハイスドリルの工具寿命が短い
- 超硬ドリルの工具寿命が短い

座ぐり及び皿穴加工

座ぐり加工や皿穴加工は超硬スローアウェイインサート及び回転ガイドを持つ皿ぐり工具が最適です。切削油を使用する

回転ガイドを持つ超硬スローアウェイインサート付座ぐり工具

回転ガイド、超硬スローアウェイインサート使用皿ぐり工具

注記

- 皿ぐり加工の場合は切削条件を約30%下げて下さい。
- 回転ガイドを必ず使用して下さい。

	WELDOX 420 / 460	WELDOX 500 ¹	WELDOX 700 ¹	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
切削速度Vc[m/min]	90-140 ²	80-120 ²	70-100 ²	40-65 ²	20-50 ²	25-70 ²	20-50 ²	17-50 ²
送りf[mm/rev]	0.10-0.20	0.10-0.20	0.10-0.20	0.10-0.20	0.10-0.20	0.10-0.20	0.10-0.20	0.10-0.20
ドリル径D [mm]	回転数 n [rpm]							
19	1510-2345	1340-2010	1175-1675	670-1090	335-840	420-1175	335-840	285-840
24	1195-1860	1060-1590	930-1325	530-865	265-665	330-930	265-665	225-665
34	845-1310	750-1125	655-935	375-610	185-470	235-655	185-470	160-470
42	680-1060	605-910	530-760	300-495	150-380	190-530	150-380	130-380
57	505-780	445-670	390-560	225-365	110-280	140-390	110-280	95-280

- 1) 切屑が切れにくい場合は、2mm毎にステップ送りして下さい。
- 2) 機械動力が低い場合は、低い領域の切削速度を選定して下さい。

ガイド付の3つの切刃を持つハイスの皿ぐりカッターで、WELDOXの加工に使用する場合は、下表の切削条件で行って下さい。充分な量の切削油が必要です。

		WELDOX 420 / 460	WELDOX 500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960
切削速度 Vc[m/min]		~12	~10	~8	~7
ドリル径D [mm]	送りn [mm/rev]	回転数 n [rpm]			
15	0.05-0.20	250	210	170	150
19	0.05-0.20	200	170	130	120
24	0.07-0.30	160	130	100	90
34	0.07-0.30	110	90	70	70
42	0.07-0.30	90	60	60	50
57	0.07-0.30	70	60	40	40



ねじ切り加工

適切なタイプのタップを使用すれば、HARDOX及びWELDOXのねじ切り加工が可能です。硬度の高い材料のねじ切りに必要な高い切削トルクに耐えることができる4重フルートのタップをお勧めします。HARDOX及びWELDOXのねじ切り加工の場合タップオイルもしくはタップペーストが必要です。WELDOX420、460、500のような強度が低いWELDOXの場合は水溶性切削油も使用できます。

ねじ切りの切削応力を抑えるために、加工したねじのねじ強度がそれ程問題にならない場合下穴の径を若干（約3%）大きくすれば特にHARDOXやWELDOXのねじ切りを行う場合、タップの寿命を長くすることができます。



メクラ穴のねじ切り



貫通穴のねじ切り

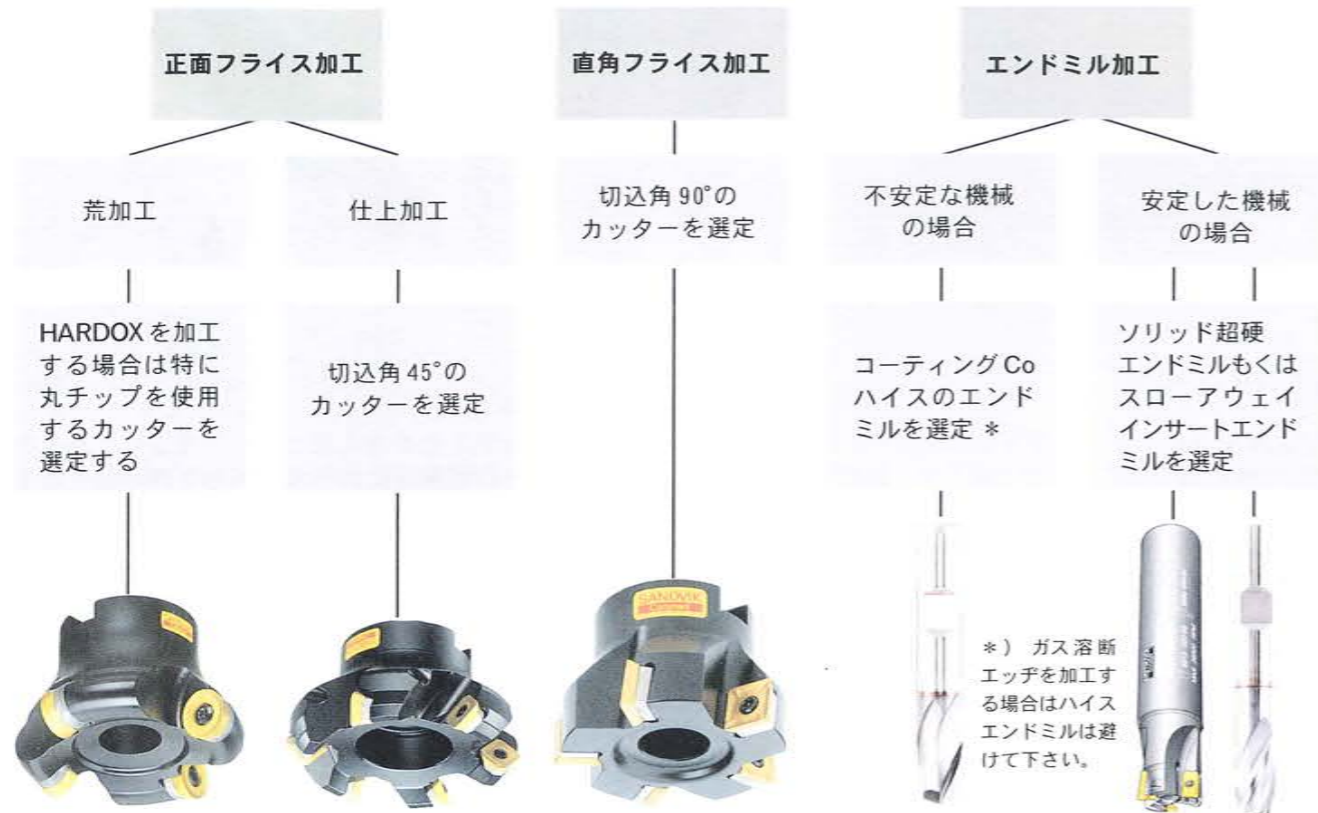


	標準ハイス TiNコーティング	コバルトハイス(マイクロアロイハイス) TiNもしくはTiCNコーティング		コバルトハイス(マイクロアロイハイス) TiCNコーティング			
	WELDOX 420/460/500	WELDOX 700	WELDOX 900 / 960	WELDOX 1100	HARDOX 400	HARDOX 450	HARDOX 500
切削速度Vc[m/min]	15	10	8	3	5	3	2.5
タップサイズ	回転数 n [rpm]						
M10	475	320	255	95	160	95	80
M12	395	265	210	80	130	80	65
M16	300	200	160	60	100	60	50
M20	235	160	125	45	80	45	40
M24	200	130	105	40	65	40	30
M30	160	105	85	32	50	32	25
M42	110	75	60	22	35	22	20

非コーティングの場合、切削条件は30%下げて下さい。NC機械を使用する場合、ねじフライスも使用できます。

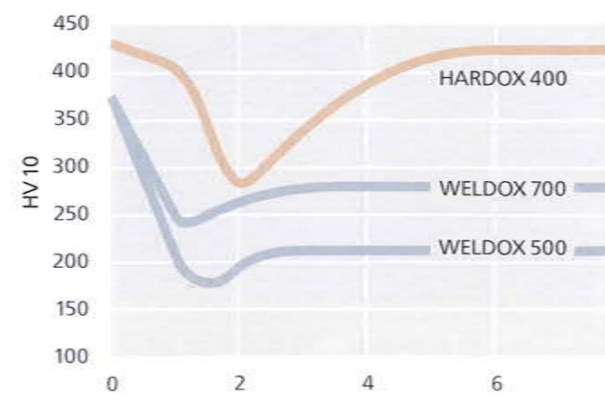
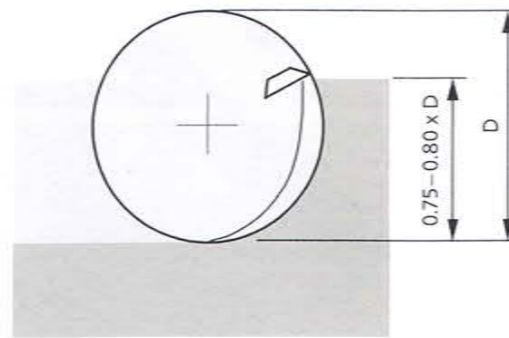
フライス加工

フライス加工の種類とカッターの選定
効率的生産のためには、超硬チップカッターを推奨します



フライス加工の留意すべきポイント

- 加工物をしっかりクランプすること
- 機械動力が小さい場合、コースピッチ(刃数の少ない)カッターを選定
- ユニバーサルヘッドは工具固定や動力伝達が弱いので、出来るだけ避けること
- 正面フライス加工で切削幅は、カッター径の 75 ~ 80% に設定(右図参照)
- 加工面がミーリングヘッド径よりも小さい場合、出来るだけ同時喰込刃数を多くするため、カッターの中心を加工面中心からずらして加工すること
- ガス溶断エッチを加工する場合、切刃が硬化層を切削するのを避けるために切込深さを 2mm 以上に設定すること



品 種	正面フライス加工				エンドミル加工			
	コーティング超硬	サーマット	コーティング超硬	超硬	超硬	Coハイス	Coハイス	
	P40/C5	P25/C6	P20/C6-C7	K20/C2	K10/C3 非コーティング	K10/C3 コーティング	P10/C7 スローアウェイ	TiCN コーティング
加工状態	不安定	平均的	安定	安定	安定	安定	安定	不安定
刃当り送り fz	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2-0.3	0.1-0.2	0.1-0.2	0.02-0.10	0.02-0.20	0.05-0.15	0.03-0.09
銅板材種	切削速度 Vc [m/min]							
WELDOX 420/460	220-180-120	250-210-180	350-280	-	130	210	220-180	60
WELDOX 500	220-180-120	250-210-180	350-280	-	125	210	220-180	50
WELDOX 700	195-150-95	220-180-150	240-200	-	100	180	195-150	40
WELDOX 900/960	95-75-50	200-160-130	220-170	-	90	130	140-120	18
WELDOX 1100	-	150-120-110	150-120	-	90	100	110-90	18
HARDOX 400	-	150-120-110	150-120	-	90	100	110-90	18
HARDOX 450	-	150-120-110	150-120	-	90	100	110-90	18
HARDOX 500	-	120-100	120-100	120-100	50	80	90-70	-

送りを高め、切削速度を低めにする

1) HARDOX 500 の場合 0.02 ~ 0.07
2) HARDOX 400 の場合 0.02 ~ 0.08

計算式

$$v_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v_c \times 1000}{\pi \times D}$$

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

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

v_c = 切削速度 [m/min]
 D = ドリル径 [mm]
 n = 回転数 [rpm]
 π = 3.14
 v_f = 1 分間当り送り [mm/min]
 f_z = 1 刃当り送り [mm/刃]
 Z = カッター刃数

対策

- 切削速度を下げる
- 切削速度を上げる
- 刃当り送りを下げる
- 刃当り送りを上げる
- より耐摩性の高い超硬品種を使用する (8 ページ参照)
- より靱性の高い超硬品種を使用する (8 ページ参照)
- コースピッチ(刃数が少ない)カッターを使用する
- カッター位置を変更する
- 切削油を使用しない
- Coハイスカッターからソリッド超硬カッターに変更する
- カッター取付状態をチェックする

トラブルの種類

- ランド摩耗
- ノッチ摩耗
- クレータ摩耗
- 塑性変形
- 構成刃先
- 各種のクラック
- 切刃のチッピング
- 切刃の破損
- 振動
- 仕上げ面のあらさが悪い
- Coハイスカッターの工具寿命が短い