

HARDOX®
WEAR PLATE

HARDOX®の機械加工 に関する推奨事項



SSAB

目次

穴あけに関する推奨事項	4
皿穴と座繰りに関する推奨事項	10
ねじ切りに関する推奨事項	12
ねじ切りフライス加工に関する推奨事項	13
フライス加工に関する推奨事項	14
ドリル加工でのトラブルシューティング	20
フライス加工のトラブルシューティング	21
ターンニングに関する推奨事項	22
当社独自の試験結果	23
Hardox®の工具に関する推奨事項	24
SSABが推奨・協力する工具サプライヤー	31

Hardox®耐摩耗鋼板はハイス (HSS) 工具または超硬 (CC) 工具を使用して加工することができます。本カタログには切断データ (送りおよび速度) や工具の選定に関する推奨が記載されています。その他にも機械加工において考慮すべき点について説明しています。推奨事項は当社による各種工具の試験および主要工具メーカーとの協力により作成されました。

HARDOX®の代表特性

鋼種	ブリネル硬度 (HBW) 最小 - 最大	ロックウェル-C代表硬度 (HRC)	降伏強度代表値 (MPa)、 保証されません
Hardox® HiTemp	375 - 425	-	≈1100
Hardox® HiAce	425 - 475	-	≈1250
Hardox® HiTuf	310 - 370	-	≈850
Hardox® 400	370 - 430	-	≈1100
Hardox® 450	410 - 475	-	≈1250
Hardox® 500	450 - 540	-	≈1400
Hardox® 500 Tuf	475 - 505	-	≈1250 - 1400
Hardox® 550	525 - 575	-	-
Hardox® 600	550 - 640	-	-
Hardox® Extreme	-	57 - 63	-

本カタログに記載されている情報はあくまで一般的な情報です。SSAB社はいかなる用途に対する適性に関しても一切の責任を負いません。利用者は全製品および/または用途の適性を独自に判断し、試験および検証する責任があります。以下の情報はSSAB ABが「現状」で提供するものであり、情報に係る全リスクは利用者が負います。





穴あけに関する推奨事項

ハイスドリル

機械の状態が不安定な場合はハイス (HSS) ドリルのみを使用してください。ハイスドリルは最大500プリネルまでの強度に適しています。機械の状態が安定している場合、刃先交換式の超硬ソリッドドリルなどいくつかの選択肢があります。

ドリルの振動を軽減および 寿命を延ばすためのアドバイス

- コラムまでの距離、およびドリル先端と加工対象物との間の距離をできるだけ近い位置にする。
- 必要以上に長いドリルは使用しないでください。
- 必ず金属サポートを使用し、加工対象物を安全に固定してください。
- 台をしっかりと安定させてください。
- 常にクーラントを使用してください。
- 8-12%混合クーラント。
- ドリルが貫通する直前に送り速度を約1秒間速度を止めます。これを行わないと、遊び/スプリングバックによりドリル先端が折れる可能性があります。遊び/スプリングバックが止んだら送り速度を再開してください。



鋼種	切削速度 (Vc)、m/min	ドリル径、(Dc)、mm				
		回転あたりの送り、(fn) mm/rev				
		Ø 10 mm	Ø 15 mm	Ø 20 mm	Ø 25 mm	Ø 30 mm
Hardox® HiTemp	7 – 9	0.11	0.16	0.23	0.29	0.35
Hardox® HiAce	5 – 7	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
Hardox® HiTuf	10 – 12	0.10	0.16	0.23	0.29	0.35
Hardox® 400	7 – 9	0.11	0.16	0.23	0.29	0.35
Hardox® 450	5 – 7	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30
Hardox® 500	3 – 5	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24
Hardox® 500 Tuf	3 – 5	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24



HSS、HSS-E、HSS-Co
各穴は一般的なハイスドリルであけることができます。実際の製造では、マイクロロイハイス(HSS-E)ドリルまたはコバルトハイス(HSS-Co)ドリルの使用を推奨しています。



HSS-Co
ねじれ角が小さく、高い切削抵抗に耐えられるコアの強度が高いSS-Coドリル(コバルト含有8%)のものを使用してください。

穴あけの計算式および定義

$$Vc = \pi \times Dc \times n / 1000$$

$$n = Vc \times 1000 / (\pi \times Dc)$$

$$Vf = fn \times n$$

$$\pi = 3.142$$

$$Vc = \text{切削速度 (m/min)}$$

$$n = \text{主軸速度 (rpm)}$$

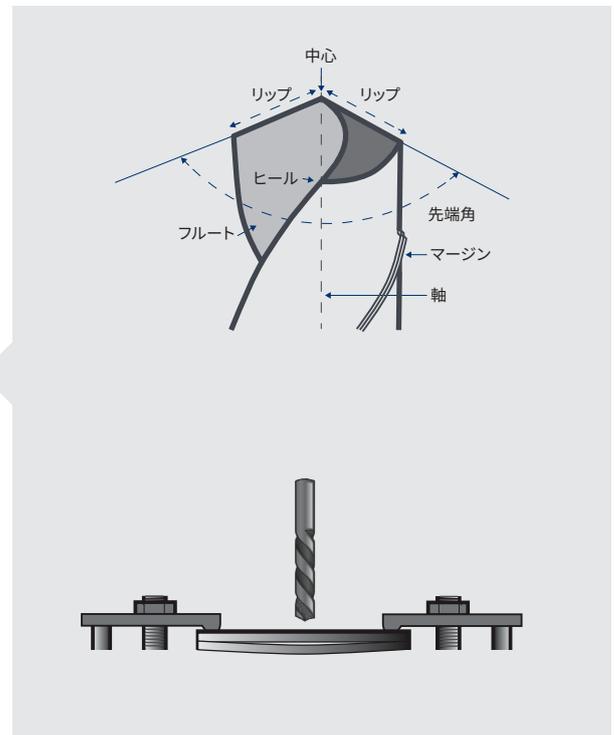
$$fn = \text{送り (mm/r)}$$

$$Vf = \text{送り速度 (mm/min)}$$

$$Dc = \text{ドリル径 (mm)}$$

8MM以下の薄板をドリル加工するためのアドバイス

1. たわみを防ぐために鋼板を下にしっかりと支えることが重要です。
2. 周辺から切削を開始し、超硬ソリッドドリルのように高圧をかけないため、刃先交換式ドリルの使用をお勧めします。
3. ドリルの径がØ10 mm超で先端角が118-140°の場合、ドリル加工をする鋼板をしっかりと支えることが非常に重要です。ドリルの先端をガイドするように鋼板を支えていない状態で、ドリル先端が底辺を貫通した場合、穴が楕円形になったり、小さくなったりする場合があります。(図を参照)。
4. 刃先交換式ドリルを使用する際は特に、送り速度を下げ、切削速度Vcを上げてください。



超硬ソリッドドリル

クーラントが内部給油式の安定した機械を使用してください。
Hardox® Extremeの穴あけに適した唯一のタイプのドリルです。

鋼種	切削速度 (Vc)、 m/min	ドリル径、(Dc)、mm			
		回転あたりの送り、(fn) mm/rev			
		Ø 3.0 – 5.0 mm	Ø 5.01 – 10.0 mm	Ø 10.01 – 15.0 mm	Ø 15.01 – 20.0 mm
Hardox® HiTemp	50 – 70	0.03 – 0.06	0.06 – 0.12	0.12 – 0.16	0.16 – 0.21
Hardox® HiAce	40 – 60	0.03 – 0.05	0.05 – 0.11	0.11 – 0.15	0.15 – 0.20
Hardox® HiTuf	60 – 80	0.03 – 0.06	0.06 – 0.12	0.12 – 0.17	0.17 – 0.22
Hardox® 400	50 – 70	0.03 – 0.06	0.06 – 0.12	0.12 – 0.16	0.16 – 0.21
Hardox® 450	40 – 60	0.03 – 0.05	0.05 – 0.11	0.11 – 0.15	0.15 – 0.20
Hardox® 500	35 – 50	0.03 – 0.05	0.05 – 0.10	0.10 – 0.14	0.14 – 0.18
Hardox® 500 Tuf	35 – 50	0.03 – 0.05	0.05 – 0.10	0.10 – 0.14	0.14 – 0.18
Hardox® 550	30 – 40	0.03 – 0.05	0.05 – 0.09	0.09 – 0.13	0.13 – 0.17
Hardox® 600	25 – 35	0.02 – 0.04	0.04 – 0.08	0.08 – 0.13	0.13 – 0.16
Hardox® Extreme	18 – 25	0.02 – 0.04	0.04 – 0.08	0.08 – 0.12	0.12 – 0.15



- 穴あけ7x Dc、送り速度を20%落とす。
- クーラントが外部供給式の場合穴あけ加工は、速度と送り速度を20%落とす。

インデックス式インサートドリル

安定した機械の状態および内部供給式クーラントを使用する場合。
重要事項：可能なかぎり短いドリルを使用してください。2X Ø がお勧めです。

鋼種	切削速度 (Vc)、m/min	ドリル径、(Dc)、mm			
		回転あたりの送り、(fn) mm/rev			
		Ø 12.0 – 20.0 mm	Ø 20.01 – 30.0 mm	Ø 30.01 – 44.0 mm	Ø 44.01 – 63.5 mm
Hardox® HiTemp	60 – 120	0.04 – 0.10	0.06 – 0.12	0.06 – 0.14	0.08 – 0.16
Hardox® HiAce	50 – 90	0.04 – 0.10	0.06 – 0.12	0.06 – 0.14	0.08 – 0.16
Hardox® HiTuf	70 – 130	0.04 – 0.10	0.06 – 0.12	0.06 – 0.14	0.08 – 0.16
Hardox® 400	60 – 120	0.04 – 0.10	0.06 – 0.12	0.06 – 0.14	0.08 – 0.16
Hardox® 450	50 – 90	0.04 – 0.10	0.06 – 0.12	0.06 – 0.14	0.08 – 0.16
Hardox® 500	40 – 70	0.04 – 0.08	0.04 – 0.10	0.06 – 0.12	0.08 – 0.14
Hardox® 500 Tuf	40 – 70	0.04 – 0.08	0.04 – 0.10	0.06 – 0.12	0.08 – 0.14
Hardox® 550	35 – 55	0.04 – 0.08	0.04 – 0.10	0.06 – 0.12	0.08 – 0.14
Hardox® 600	30 – 50	0.04 – 0.06	0.04 – 0.08	0.06 – 0.10	0.06 – 0.12



- インデックス式インサートドリルの切削データはSandvik Coromant社との協力で作成されました。
- Hardox® Extremeには適していません。

ヘッド交換式ドリル

安定した機械の状態および内部供給式クーラントを使用する場合。

鋼種	切削速度 (Vc) 、m/min	ドリル径、(Dc) 、mm			
		回転あたりの送り、(fn) mm/rev			
		Ø 7.5 – 12.0 mm	Ø 12.01 – 20.0 mm	Ø 20.01 – 25.0 mm	Ø 25.01 – 33.0 mm
Hardox® HiTemp	50 – 70	0.08 – 0.12	0.12 – 0.20	0.20 – 0.25	0.25 – 0.33
Hardox® HiAce	40 – 60	0.07 – 0.11	0.11 – 0.15	0.15 – 0.20	0.20 – 0.28
Hardox® HiTuf	60 – 80	0.08 – 0.13	0.13 – 0.22	0.22 – 0.27	0.27 – 0.36
Hardox® 400	50 – 70	0.08 – 0.12	0.12 – 0.20	0.20 – 0.25	0.25 – 0.33
Hardox® 450	40 – 60	0.07 – 0.11	0.11 – 0.15	0.15 – 0.20	0.20 – 0.28
Hardox® 500	35 – 50	0.06 – 0.10	0.10 – 0.14	0.14 – 0.18	0.18 – 0.24
Hardox® 500 Tuf	35 – 50	0.06 – 0.10	0.10 – 0.14	0.14 – 0.18	0.18 – 0.24
Hardox® 550	30 – 40	0.05 – 0.08	0.08 – 0.12	0.12 – 0.16	0.16 – 0.22
Hardox® 600	25 – 35	0.04 – 0.07	0.07 – 0.11	0.11 – 0.14	0.14 – 0.18



カムドリル/スモウカムで不安定な機械で加工する場合の推奨切削速度

この工具で、かつ機械の状態がそれほど悪くない場合は、これらのドリルを使用することで、多くの穴を開けることができます。当社推奨のハイスドリルに比べ、約3倍速く穴あけ作業を行うことができます。

切削データに関するすべての推奨事項は、当社独自のラジアルボール盤で実施した試験に基づいています。

ヘッド交換式ドリルを備えたカムドリル(このカタログの最後にある推奨工具を参照してください)。

- ドリルの中心合わせがうまくいかない場合は、手動で中心を合わせてください。そうしないと、ドリルヘッドが破損する恐れがあります(特にドリル径が15 mmを超える場合)。



当社独自の試験結果4件

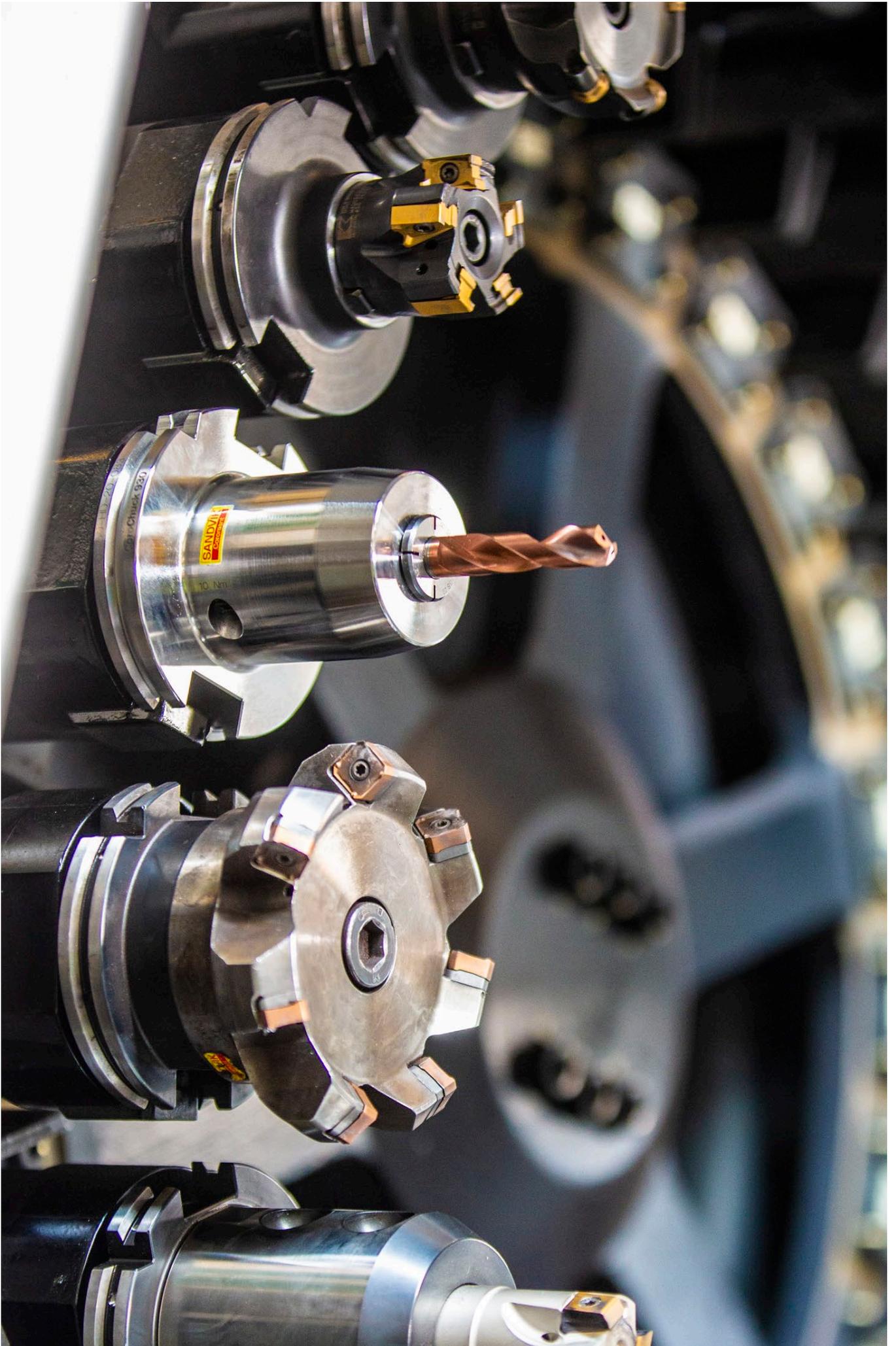
Hardox® 450の板厚	Øドリル	Vc, m/min	fn, mm/r	穴数	カムドリルvs HSS
16 mm	8.5	13.3	0.11	400	2.6倍の速度
25 mm	14.2	15.8	0.17	270	2.6倍の速度
Hardox® 500の板厚	Øドリル	Vc, m/min	fn, mm/r	穴数	カムドリルvs HSS
12 mm	14.2	11.1	0.11	300	2.5倍の速度
30 mm	25	9.8	0.17	107	1.9倍の速度

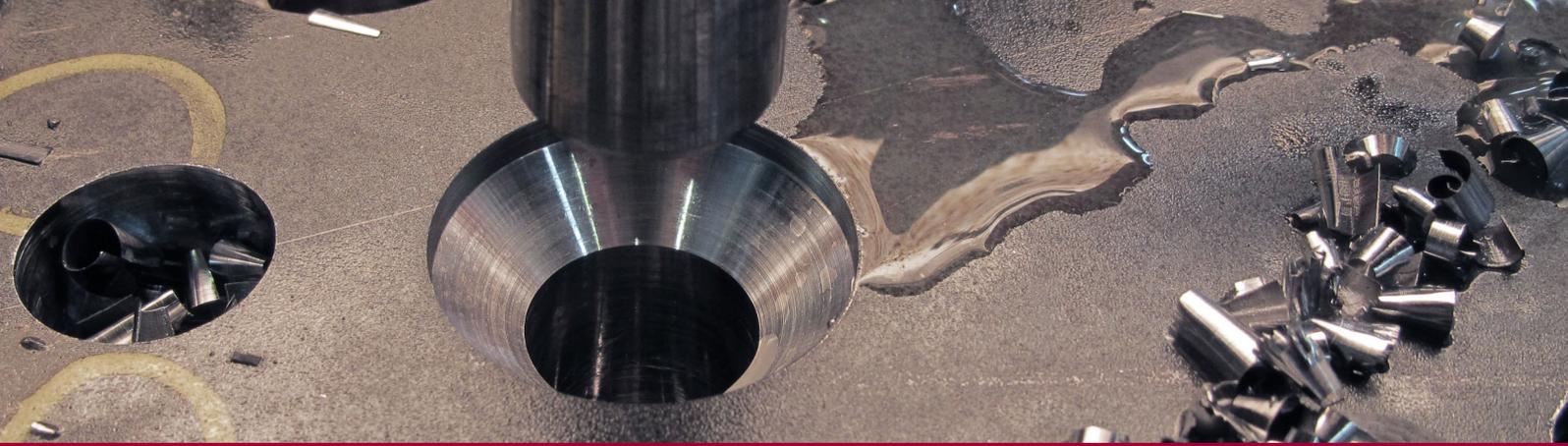


鋼種	切削速度 (Vc)、m/min	ドリル径、(Dc)、mm		
		回転あたりの送り、(fn) mm/rev		
		Ø 7.5 – 11.5 mm	Ø 12.0 – 17.5 mm	Ø 18.0 – 25.9 mm
Hardox® HiTemp	12 – 22	0.08 – 0.12	0.12 – 0.18	0.13 – 0.24
Hardox® HiAce	10 – 18	0.08 – 0.12	0.12 – 0.18	0.11 – 0.20
Hardox® HiTuf	14 – 25	0.08 – 0.12	0.12 – 0.18	0.13 – 0.24
Hardox® 400	12 – 22	0.08 – 0.12	0.12 – 0.18	0.13 – 0.24
Hardox® 450	10 – 18	0.08 – 0.12	0.12 – 0.18	0.11 – 0.20
Hardox® 500	8 – 14	0.06 – 0.12	0.11 – 0.16	0.10 – 0.18
Hardox® 500 Tuf	8 – 14	0.06 – 0.12	0.11 – 0.16	0.10 – 0.18



- 当社が推奨し、かつ試験中に使用した工具ホルダーの種類については、右の図をご覧ください。





皿穴と座繰りに関する推奨事項

皿穴/座繰りは工具サプライヤーGranlund社の交換可能なインサートの使用が最適です。必ず回転パイロットおよびクーラントを使用してください。工具の製品番号については11ページの表をご覧ください。

主軸速度の計算には、穴あけと同じ計算式が使用されます。

皿穴については切削データの約30%減で使用してください。

鋼種	切削速度 (Vc)、m/min	座繰りの直径、(Dc)、mm			
		回転あたりの送り、(fn) mm/rev			
		Ø 18.0 – 26.0 mm	Ø 26.0 – 38.0 mm	Ø 38.0 – 47.0 mm	Ø 47.0 – 60.0 mm
Hardox® HiTemp	25 – 70	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20
Hardox® HiAce	20 – 50	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20
Hardox® HiTuf	30 – 80	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20
Hardox® 400	25 – 70	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20
Hardox® 450	20 – 50	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20
Hardox® 500	15 – 45	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20
Hardox® 500 Tuf	15 – 45	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20
Hardox® 550	12 – 40	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20
Hardox® 600	10 – 35	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20	0.10 – 0.20



画像: Granlund Tools AB



画像: Granlund Tools AB

皿穴と座繰り用ねじの一覧

サイズ	商品コード	Ø ネジ頭
M8	0KV9-18.0	16 mm
M10	0KV9- 20.5 / 1KV9- 20.0	20 mm
M12	0KV9- 25.0 / 1KV9- 26.0	24 mm
M14	1KV9- 30.0	27 mm
M16	1KV9- 30.0 / 2KV9- 32.0	30 mm
M20	2KV9- 38.0	36 mm
M24	2KV9- 40.0	39 mm



サイズ	商品コード	Ø ネジ頭
M10	0WHV- 18.0	16 mm
M12	0WHV- 20.0 / 1WHV- 20.0	18 mm
M14	0WHV- 23.0 / 1WHV- 23.0	21 mm
M16	1WHV- 26.0	24 mm
M20	1WHV- 32.0	30 mm
M24	1WHV- 38.0 / 2WHV- 38.0	36 mm
M30	2WHV-47.0	45 mm



画像: Granlund Tools AB

画像: Granlund Tools AB



ねじ切りに関する推奨事項

鋼種	切削速度 (Vc)、m/min	サイズ範囲
Hardox® HiTemp	4 – 8	M6 – M30
Hardox® HiAce	1 – 3	M8 – M30
Hardox® HiTuf	6 – 10	M6 – M30
Hardox® 400	4 – 8	M6 – M30
Hardox® 450	1 – 5	M6 – M30
Hardox® 500	1 – 3	M8 – M30
Hardox® 500 Tuf	1 – 3	M8 – M30

適切な工具と工具ホルダーを使用し、最大ブリネル硬度500までのねじ切りでは、硬い材料にねじ切りする際に発生する非常に高いトルクに耐え得る4重フルートのタップドリルでねじ切りすることを推奨しています。直径が重要でない場合、ドリル穴は標準より3%大きくすることができます。これによりタップの寿命が延びます。

主軸速度の計算

$$n = \frac{Vc \times 1000}{\pi \times Dc}$$

n = 主軸速度 (rpm)
 Vc = 切削速度 (m/min)
 Dc = 工具径 (Ø mm)
 π = 3.142



工具サプライヤーのEmuge-Franken社は、当社がねじ切りに推奨するタイプのツールホルダーを供給しています。右の画像を参照してください。

サイズ	ピッチ	ドリル径 最小-最大
M6	1	5.0 – 5.1
M8	1.25	6.8 – 6.9
M10	1.5	8.5 – 8.7
M12	1.75	10.25 – 10.5
M14	2	12 – 12.3
M16	2	14 – 14.3
M20	2.5	17.5 – 18
M24	3	21 – 21.5
M27	3	24 – 24.5
M30	3.5	26.5 – 27.0

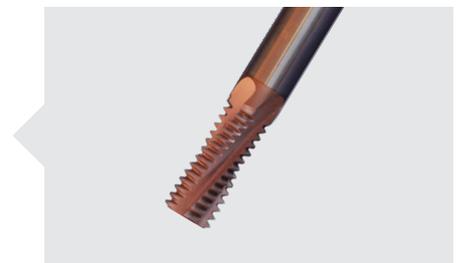




ねじ切りフライス加工に関する推奨事項

ねじ切フライス加工にはCNC機械が必要です。工具サプライヤーはCNC機械のプログラミングサポートを提供することができます。

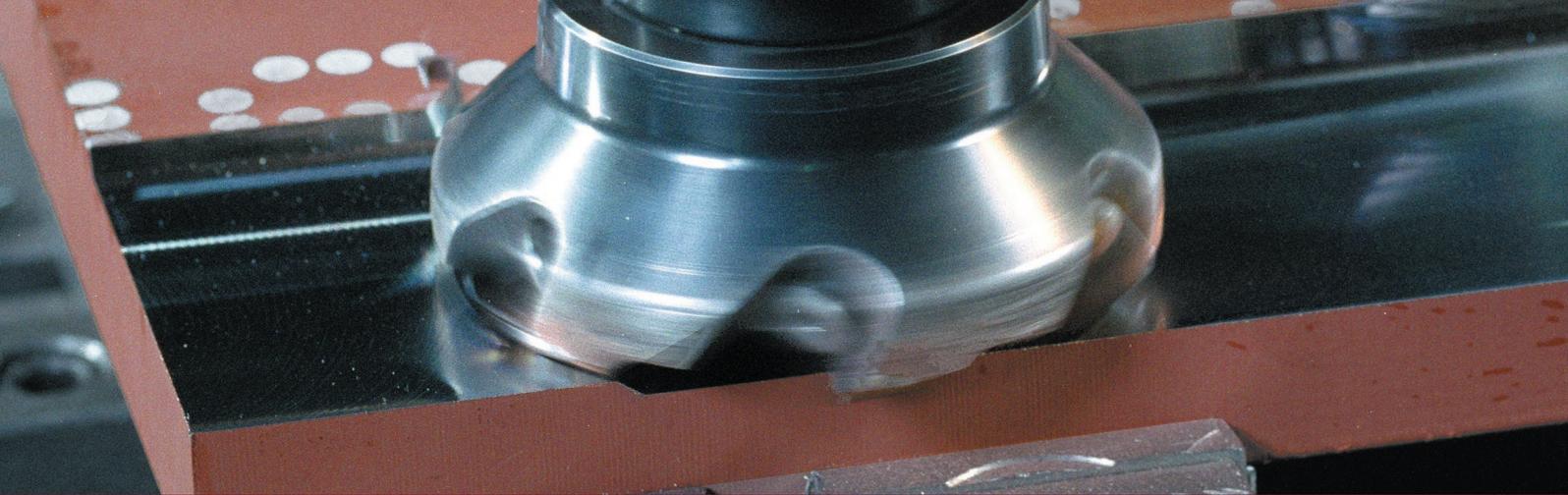
鋼種	切削速度 (Vc)、m/min	刃あたりの送り (fz)、mm/刃
Hardox® HiTemp	60 – 80	0.02 – 0.05
Hardox® HiAce	40 – 60	0.02 – 0.04
Hardox® HiTuf	70 – 100	0.03 – 0.06
Hardox® 400	60 – 80	0.02 – 0.05
Hardox® 450	50 – 70	0.02 – 0.05
Hardox® 500	40 – 60	0.02 – 0.05
Hardox® 500 Tuf	40 – 60	0.02 – 0.05
Hardox® 550	35 – 55	0.02 – 0.04
Hardox® 600	30 – 40	0.01 – 0.03
Hardox® Extreme	25 – 35	0.01 – 0.03



ねじ切りとネジフライス加工に関するアドバイス

- メクラ穴用ねじはコアの直径が小さいため寿命が短くなります。
- ねじ切りの前に、あらかじめ開けた穴が良好な状態であることを確認してください(摩耗したドリルは使用しないでください)。
- 必ずコーティングタップを使用してください。
- Hardox® 550からHardox® Extremeへは、ネジ山フライス加工が必要です。
- フライス加工は2パスで行って下さい。
- クーラントの混合率が8~12%であることを確認してください。
- 下向きフライス削りを推奨しています。

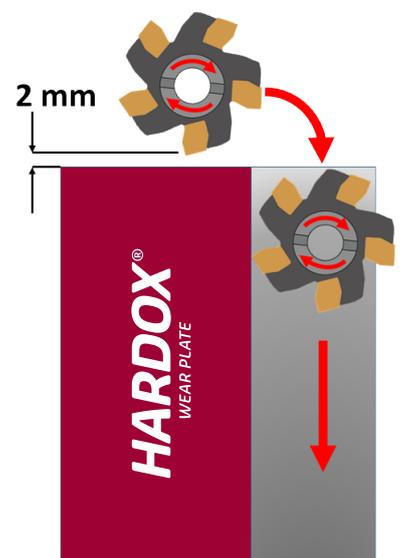




フライス加工の推奨事項

フライス加工のアドバイス

- カッターは中央から（左側に）ずらして配置し、導入部で厚いチップを形成し、出口で厚いチップを避けるようにします。
- 振動が発生する可能性があるため、カッターの中心線をカットすることは避けてください。
- 必ず下向きフライス削りを行ってください。
- カット (ae) の幅は直径の25%または75-80%にすることを推奨しています。
- 回転式の切削方式で行ってください。
- インサートを使用する場合はドライミリングを推奨しています。
- 機械の出力が低い場合は、粗いピッチカッターを使用してください。
- 必ず良好で適切なクランプ装置を使用してください。
- ガス切断のエッジを加工する場合は、切削が硬化層をさけるため、切込み深さは少なくとも2mm以上にしてください。
- 回転式の切削方法の場合、チップの厚みは出口で常にゼロにすることにより、工具の寿命の延びにつながります。



回転式切削法

計算式および定義

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

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

$$V_f = f_z \times n \times Z_c$$

$$f_z = \frac{V_f}{n \times Z_c}$$

$$\pi = 3.142$$

V_c = 切削速度 (m/min)

n = 主軸速度 (rpm)

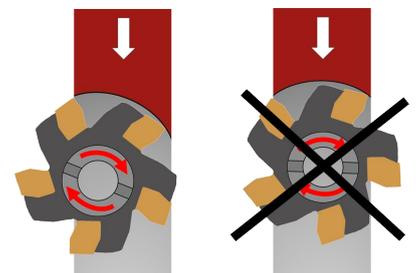
f_z = 刃あたり送り速度 (mm/tooth)

V_f = 送り速度 (mm/min)

Z_c = 切削エッジの数 (pcs)

DC = 工具直径 (mm)

ap = 軸方向の切り込み深さ (mm)



切削用インサート等級

	ISO	ANSI	
P	01	C8	▲
	10	C7	
	20	C6	
	30		
	40	C5	▼
	50		
M	10		▲
	20		
	30		
	40		▼
K	01	C4	▲
	10	C3	
	20	C2	
	30	C1	
	40		▼
H	01	C4	▲
	10	C3	
	20	C2	
	30	C1	▼

加工素材

P	ISO P = 普通鋼
M	ISO M = ステンレススチール
K	ISO K = 鋳鉄
H	ISO H = 硬化鋼

▲ = 耐摩耗性

▼ = 靱性

* 例：インサート等級1030。

このスケール内のインサート等級の最後の2桁の数字はインサートの位置を示し、摩耗および靱性への抵抗があるかを示しています。

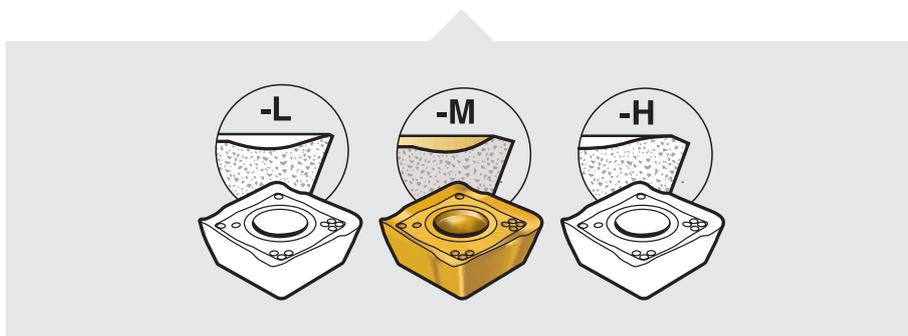
インサートの形状

マクロな形状は切断工程の多くのパラメーターに影響を与えます。刃先が強力なインサートはより高い負荷に対応できますが、同時に切削力、消費電力、発生する熱が多くなります。

パラメーター	L	M	H
エッジの強度			
切削力			
電力消費			
チップの最大厚み			
熱生成			

← 低 中 高 →

機械の動力が低く、または状態が良くない場合は、軽度な切断形状と粗いピッチのカッターでインサート等級P30-50を使用してください。



画像：Sandvik Coromant AB

45度の設定角度を使用する正面フライス加工に関する推奨事項

機械の状態が非常に安定していて、剛性のあるセットアップでは、インサート等級P10は全てのフライス加工に適しています。特にHardox® 600およびHardox® Extremeの加工には適しています。その場合、切削速度を約80-100%上げることができます。

平均的な機械条件に関する推奨事項。

鋼種	切削速度 (Vc) . m/min	送り速度、(fz) mm/t	
		最小	最大
		インサート等級P30	インサート等級P30
Hardox® HiTemp	120 – 160	0.10	0.25
Hardox® HiAce	100 – 140	* 0.10	* 0.25
Hardox® HiTuf	140 – 180	0.10	0.25
Hardox® 400	120 – 160	0.10	0.25
Hardox® 450	110 – 150	0.10	0.25
Hardox® 500	100 – 140	0.10	0.25
Hardox® 500 Tuf	100 – 140	0.10	0.25
Hardox® 550	70 – 90	0.10	0.20
Hardox® 600	50 – 70	0.10	0.20
Hardox® Extreme	30 – 50	0.10	0.20



*Hardox® HiAceはフライス加工時に非常に摩耗性があることが判明しています。硬度の高いインサート(P10-P20の範囲)が推奨されます。インサートは、容易に切削できる形状(L)でなければなりません。

丸型インサートでの正面フライス加工に関する推奨事項

丸型インサートは強力な切削エッジで、表面に穴やキャビティがある場合に適しています。

平均的な機械条件に関する推奨事項。

鋼種	切削速度 (Vc) . m/min	送り速度、(fz) mm/t	
		最小	最大
		インサート等級P30	インサート等級P30
Hardox® HiTemp	120 – 160	0.10	0.25
Hardox® HiAce	100 – 140	* 0.10	* 0.25
Hardox® HiTuf	140 – 180	0.10	0.25
Hardox® 400	120 – 160	0.10	0.25
Hardox® 450	110 – 150	0.10	0.25
Hardox® 500	100 – 140	0.10	0.25
Hardox® 500 Tuf	100 – 140	0.10	0.25
Hardox® 550	70 – 90	0.10	0.25
Hardox® 600	50 – 70	0.10	0.20
Hardox® Extreme	30 – 50	0.10	0.20



*Hardox® HiAceはフライス加工時に非常に摩耗性があることが判明しています。硬度の高いインサート(P10-P20の範囲)が推奨されます。インサートは、容易に切削できる形状(L)でなければなりません。

角度90度での端面削りに関する推奨事項

平均的な機械条件に関する推奨事項。

鋼種	切削速度 (Vc)、m/min	送り速度、(fz) mm/t	
		最小	最大
		インサート等級P30	インサート等級P30
Hardox® HiTemp	120 – 160	0.12	0.25
Hardox® HiAce	100 – 140	* 0.12	* 0.25
Hardox® HiTuf	140 – 180	0.12	0.25
Hardox® 400	120 – 160	0.12	0.25
Hardox® 450	110 – 150	0.12	0.25
Hardox® 500	100 – 140	0.12	0.25
Hardox® 500 Tuf	100 – 140	0.12	0.25
Hardox® 550	70 – 90	0.10	0.20
Hardox® 600	50 – 70	0.10	0.20
Hardox® Extreme	30 – 50	0.10	0.20

*Hardox® HiAceはフライス加工時に非常に摩耗性があることが判明しています。硬度の高いインサート(P10-P20の範囲)が推奨されます。インサートは、容易に切削できる形状(L)でなければなりません。



COROMILL 210 10°設定角度による高速フライス加工

平均的な機械条件に関する推奨事項。

鋼種	切削速度 (Vc)、m/min	送り速度、(fz) mm/t			
		最小 インサート等級P30	最大 インサート等級P30	最小 インサート等級P30	最大 インサート等級P30
		インサートサイズ 09	インサートサイズ 09	インサートサイズ 14	インサートサイズ 14
Hardox® HiTemp	120 – 160	0.4	2.0	0.5	3.0
Hardox® HiAce	90 – 130	* 0.4	* 2.0	* 0.5	* 3.0
Hardox® HiTuf	140 – 180	0.4	2.0	0.5	3.0
Hardox® 400	120 – 160	0.4	2.0	0.5	3.0
Hardox® 450	110 – 150	0.4	2.0	0.5	3.0
Hardox® 500	90 – 130	0.4	2.0	0.5	3.0
Hardox® 500 Tuf	90 – 130	0.4	2.0	0.5	3.0
Hardox® 550	70 – 90	0.4	2.0	0.5	3.0
Hardox® 600	50 – 70	0.4	2.0	0.5	3.0
Hardox® Extreme	35 – 50	0.4	2.0	0.5	3.0

- Sandvik Coromant社のCoromill 210にはfzおよびpitch/revを推奨しています。

*Hardox® HiAceはフライス加工時に非常に摩耗性があることが判明しています。硬度の高いインサート(P10-P20の範囲)が推奨されます。インサートは、容易に切削できる形状(L)でなければなりません。



高フィード切削による穴あけ(サーキュラーランピング)

ヘリカル補間、またはスパイラル補間とも呼ばれるサーキュラーランピングは、定義されたピッチ(P)で軸方向送り(Z)と共に円軌道(XとY)を同時に移動することです。ドリル穴あけの代わりに使用できます。サーキュラーランピングの管理にはCNC機械が必要です。

アドバイス

- 圧縮空気を使用して金属片を取り除いてください。
- 必ず下向きフライス削りを行ってください。
- $P = \text{pitch mm/rev}$.
- インサートのサイズが09の場合の最大ピッチは1.2 mmです。
- インサートのサイズが14の場合の最大ピッチは2.0 mmです。



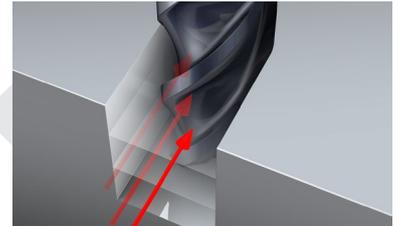
画像:Sandvik Coromant AB



超硬ソリッド工具によるエンドミルに関する推奨事項

溝削りに関する推奨事項

鋼種	切削速度 (Vc)、m/min	送り速度、(fz) mm/t		
		最小 - 最大		
		直径 3.0 - 6.0	直径 8.0 - 12.0	直径 14.0 - 20.0
Hardox® HiTemp	75 - 100	0.01 - 0.03	0.03 - 0.06	0.06 - 0.09
Hardox® HiAce	65 - 90	0.01 - 0.03	0.03 - 0.05	0.05 - 0.07
Hardox® HiTuf	80 - 105	0.01 - 0.03	0.04 - 0.07	0.07 - 0.10
Hardox® 400	75 - 100	0.01 - 0.03	0.03 - 0.06	0.06 - 0.09
Hardox® 450	70 - 95	0.01 - 0.03	0.03 - 0.06	0.06 - 0.08
Hardox® 500	45 - 70	0.01 - 0.025	0.03 - 0.05	0.05 - 0.07
Hardox® 500 Tuf	45 - 70	0.01 - 0.025	0.03 - 0.05	0.05 - 0.07
Hardox® 550	40 - 65	0.01 - 0.02	0.03 - 0.045	0.05 - 0.065
Hardox® 600	30 - 40	0.005 - 0.015	0.02 - 0.03	0.03 - 0.04
Hardox® Extreme	20 - 30	0.005 - 0.01	0.015 - 0.025	0.025 - 0.035

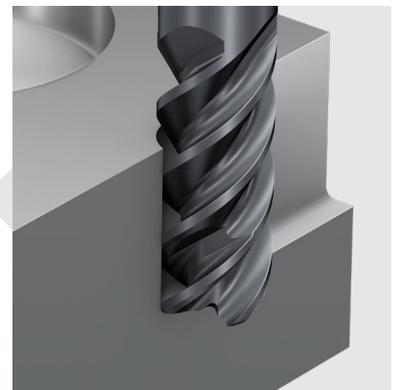


溝削りに関するアドバイス
ap (切り込みの深さ)
最大0.5x D

画像: Sandvik Coromant AB

端面削りに関する推奨事項

鋼種	切削速度 (Vc)、m/min	送り速度、(fz) mm/t		
		最小 - 最大		
		直径 3.0 - 6.0	直径 8.0 - 12.0	直径 14.0 - 20.0
Hardox® HiTemp	180 - 210	0.02 - 0.04	0.06 - 0.09	0.10 - 0.13
Hardox® HiAce	120 - 150	0.015 - 0.35	0.05 - 0.07	0.08 - 0.10
Hardox® HiTuf	190 - 220	0.02 - 0.05	0.06 - 0.10	0.10 - 0.13
Hardox® 400	180 - 210	0.02 - 0.04	0.06 - 0.09	0.10 - 0.13
Hardox® 450	160 - 190	0.02 - 0.04	0.06 - 0.09	0.10 - 0.12
Hardox® 500	120 - 150	0.015 - 0.35	0.05 - 0.07	0.08 - 0.10
Hardox® 500 Tuf	120 - 150	0.015 - 0.35	0.05 - 0.07	0.08 - 0.10
Hardox® 550	80 - 110	0.01 - 0.035	0.045 - 0.07	0.08 - 0.10
Hardox® 600	70 - 100	0.01 - 0.035	0.04 - 0.07	0.08 - 0.10
Hardox® Extreme	60 - 90	0.01 - 0.03	0.04 - 0.06	0.06 - 0.08



端面削りに関するアドバイス
ap (切削長さ全体を使用)
ae (半径方向の切り込み深さ) 最大0.1 x D

画像: Sandvik Coromant AB

- 破片の除去にはできるだけ圧縮空気のみを使用し、直径10 mmを越す工具にはウェルドンチャックを使用してください。

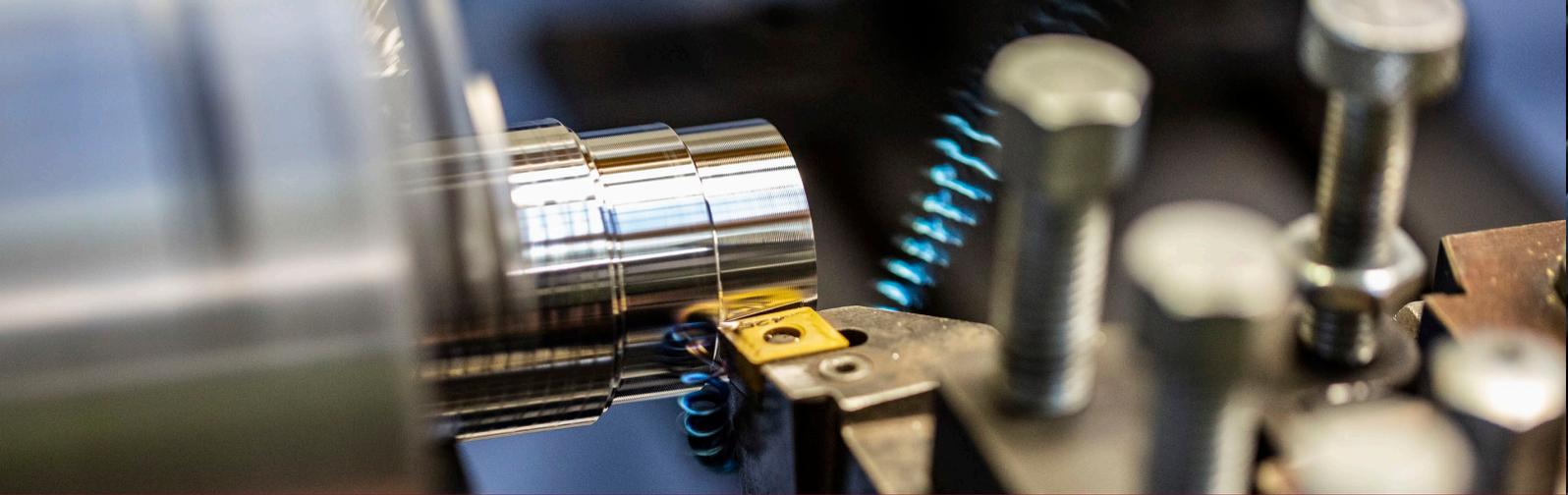
ドリル穴あけのトラブルシューティング

超硬合金工具の寿命の短さ		●	●	●	●	●				
HSS工具の寿命の短さ			●	●		●		●	●	
振動	●			●		●				●
切削エッジの摩耗				●	●			●		
チゼルエッジ/ドリルセンターの摩耗				●			●			●
非対照な穴			●	●		●				●
切削エッジの小さなチッピング	●		●				●			
ドリル縦溝のチップの蓄積		●		●			●			●
切削エッジの角の欠け		●		●	●	●				
穴が大きすぎる/小さすぎる				●		●				●
	超硬合金のより頑丈な等級を選択してください。	クーラントの流量を上げて、ドリルのくろーランとを掃除してください。	適切なHSSまたは超硬合金の等級が使用されていることを確認してください。	切断データのガイドラインを確認してください。	工具ホルダーと表示されたランアウトの合計を確認してください。	加工対象物の設定を改善してください/長い工具設定を減らしてください。	切断速度を上げてください。	切断速度を下げてください。	送り速度を上げてください。	送り速度を下げてください。



フライス加工のトラブルシューティング

フランクの摩耗		●		●				●	●	
クレータ摩耗		●				●			●	
塑性変形		●		●					●	
刃先の隆起			●		●	●				
切屑の詰まり				●		●		●		
切削エッジの欠け			●			●		●	●	
カッター/インサートの寿命が短い		●			●			●	●	
振動	●	●			●	●	●	●		
馬力/トルク不足		●				●	●	●		
	<p>カッターを中心からずらして設定してください。 14ページを参照してください。</p> <p>切断速度を下げてください。</p> <p>切断速度を上げてください。</p> <p>送り速度を下げてください。</p> <p>送り速度を上げてください。</p> <p>ピッチの粗いカッターを使用してください。</p> <p>正の軽切削形状のより小さなカッターとインサートを使用してください。15ページを参照してください。</p> <p>切り込み深さを下げてください。</p> <p>カッターの設定を確認してください。</p> <p>より頑丈なインサート等級を使用してください。</p> <p>より耐摩耗性に優れたインサート等級を使用してください。</p>									



ターニングに関する推奨事項

以下の切断データ推奨事項は頑丈な超合金等級に適用されます。これらの等級は端をガス切断した鋼板をターニングする場合等、衝撃が発生する可能性のある作業が必要です。

インサート等級	P25 / C6	P35 / C6-C7	K20 / C2
回転あたりの送り (mm/rev)	0.1 - 0.4 - 0.8	0.1 - 0.4 - 0.8	0.1 - 0.3
鋼種	切削速度 Vc (m/min)		
Hardox® HiTemp	130 - 90 - 70	105 - 65 - 45	
Hardox® HiAce			100 - 80
Hardox® HiTuf	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
Hardox® 500 Tuf	-		100 - 80

より早い送り速度では切断速度を下げてください。

方程式および定義

$$Vc = \frac{Dm \times \pi \times n}{1000}$$

$$n = \frac{Vc \times 1000}{\pi \times Dm}$$

$$vf = n \times fn$$

$$\pi = 3.142$$

Vc = 切削速度 (m/min)

n = 主軸速度 (rpm)

fn = 回転あたりの送り (mm/rev)

vf = 送り速度 (mm/min)

Dm = 加工直径 (mm)

ap = 切り込み深さ (mm)



当社独自の試験結果

試験中に使用された機械

VMC FADAL 4020 HT modell 1997

- スピンドルタイプISO 40テーパ
- スルースピンドルクーラント
- スピンドル速度最大10,000 rpm
- スピンドルモーターへの影響16.8 kW
- トルク303 Nm

CSEPEL RF 50 modell 1970

- ラジアルドリルマシン
- スピンドルタイプ モーステーパ-4
- スピンドル速度45-2000
- スピンドルモーターへの影響4 kW

* Hardox® 500	工具	ドリル直径	Ø	Vc	ネジの深さ	全長
タッピング/スルーホール	Manigley 105/4 DUO	21.5	M24	3.4	40mm	48

* Hardox® 500	工具	Ø	Vc	fn	ドリル深さ	全長
ドリル/貫通穴	HSS Co 5% X-Alcr	18	5	0.17	30mm	33

Hardox® 500	工具	Ø	Vc	fn	ドリル深さ	全長
ドリル/貫通穴	EFドリル	10.4	40	0.1	30mm	875

Hardox® 500	工具	ドリル直径	Ø	Vc	ネジの深さ	全長
タッピング/スルーホール	Manigley 105/4 DUO	10.4	M12	3	30mm	161

Hardox® 600	工具	Ø	Vc	fn	ドリル深さ	全長
ドリル/貫通穴	カムドリル	18	30	0.1	30mm	180

Hardox® Extreme	工具	Ø	Vc	fn	ドリル深さ	全長
ドリル/貫通穴	MPS1 (DP 1021)	12	25	0.1	25mm	403

*ドリル加工機で実施した試験。



HARDOX®耐摩耗鋼板の推奨工具

ハイスドリル

製品詳細:	8%コバルトハイスドリル (HSS-Co 8%)
サプライヤー:	MayKestag - オーストリア
工具名称:	HSS-E Co 8 Taper Shank Drills, WN 103
商品コード:	832xxxx
ウェブ:	https://www.maykestag.com/en/



製品詳細:	8%コバルトハイスドリル (HSS-Co 8%)
サプライヤー:	Witec - ドイツ
工具名称:	TYPE WITEC MN
商品コード:	2-135 15 VAP
ウェブ:	http://www.witec-tools.de/

製品詳細:	8%コバルトハイスドリル (HSS-Co 8%)
サプライヤー:	Somta - 南アフリカ
工具名称:	MTS Armour Piercing drill
商品コード:	261xxxx
ウェブ:	https://www.somta.co.za/

製品詳細:	コバルトハイス高速ドリル (ドリルビット COBALT®S™+X-ALCR DIN1897N Hardox® STUB)
サプライヤー:	Izar - スペイン
工具名称:	Ref 1054
商品コード:	32xxx
ウェブ:	https://www.izartool.com/

ハイスドリル

製品詳細:	コバルトハイス高速ドリル (ドリルビットCOBALT™S™+X-ALCR TAPER STUB)
サプライヤー:	Izar - スペイン
工具名称:	Ref 1154
商品コード:	xxxxx
ウェブ:	https://www.izartool.com/



製品詳細:	8%コバルトハイス高速ドリル (HSS-Co 8%)
サプライヤー:	Presto tools - 英国
工具名称:	Armour Piercing drill (APX)
商品コード:	11211xx.xx
ウェブ:	https://www.presto-tools.co.uk/

超硬ソリッドドリル

製品詳細:	超硬ソリッドドリル
サプライヤー:	Emuge Franken - ドイツ
工具名称:	EF-Drill-STEEL
商品コード:	TA203344xx.xx
ウェブ:	https://www.emuge-franken-group.com



製品詳細:	超硬ソリッドドリル
サプライヤー:	Sandvik Coromant AB - スウェーデン
工具名称:	Cordrill R840 Delta C
商品コード:	R840-xxxx-30-A1A
ウェブ:	https://www.sandvik.coromant.com/

製品詳細:	超硬ソリッドドリル
サプライヤー:	Granlund Tool AB - スウェーデン
工具名称:	THUNDER / T80
商品コード:	T80-xx.x
ウェブ:	http://www.granlund.com/

製品詳細:	超硬ソリッドドリル
サプライヤー:	三菱 - 日本
工具名称:	MPS1 (DP 1021)
商品コード:	MPS1-xxxxS
ウェブ:	http://www.mitsubishicarbide.com/

超硬ソリッドドリル

製品詳細:	超硬ソリッドドリル
サプライヤー:	Seco - スウェーデン
工具名称:	Seco Feedmax
商品コード:	SD203A-xx.x-xx-xxxx-M
ウェブ:	https://www.secotools.com/



製品詳細:	超硬ソリッドドリル
サプライヤー:	WNT - ドイツ
工具名称:	WTX-UNI
商品コード:	11780
ウェブ:	https://cuttingtools.ceratizit.com/gb/en.html

製品詳細:	超硬ソリッドドリル
サプライヤー:	Hoffmann-Group - ドイツ
工具名称:	Garant 122500
商品コード:	122500
ウェブ:	https://www.hoffmann-group.com/

交換式ヘッドドリル

製品詳細:	交換可能なドリルビット付きドリル (ドリルビットグレード:IDI SG IC908)
サプライヤー:	Iscar - イスラエル
工具名称:	Chamdrill
商品コード:	DCM xxx-xxx-xxA-3D
ウェブ:	https://www.iscar.com



製品詳細:	交換可能なドリルビット付きドリル (ドリルビットグレード:ICP IC 908)
サプライヤー:	Iscar - イスラエル
工具名称:	SumoCham
商品コード:	DCN xxx-xxx-xxA-3D
ウェブ:	https://www.iscar.com

製品詳細:	交換可能なドリルビット付きドリル (ドリルビットグレード:P-geometry HB 7530)
サプライヤー:	Hoffmann-Group - ドイツ
工具名称:	HiPer-Drill
商品コード:	23 1605 -xx.x
ウェブ:	https://www.hoffmann-group.com/

交換式ヘッドドリル

製品詳細:	交換可能なドリルビット付きドリル (ドリルビットグレード:P形状PM 4334) (ドリル先端グレード:M-geometry MM 2234、Hardox 600用)
サプライヤー:	Sandvik Coromant - スウェーデン
工具名称:	CoroDrill 870
商品コード:	870-xxxx-xxxx
ウェブ:	https://www.sandvik.coromant.com



インデックス式インサートドリル

製品詳細:	インデックス式インサートドリル (センターインサートLM 1044) (ペリフェラルインサートLM 4044)
サプライヤー:	Sandvik Coromant - スウェーデン
工具名称:	CoroDrill 880
商品コード:	880-Dxxxxxx-xx
ウェブ:	https://www.sandvik.coromant.com



HARDOX®のカウンターボーリング

製品詳細:	座繰り
サプライヤー:	Granlund Tool AB - スウェーデン
工具名称:	WHV counterbore
商品コード:	xWHV-xx.x
ウェブ:	http://www.granlund.com/



HARDOX®のカウンターシンキング

製品詳細:	皿穴
サプライヤー:	Granlund Tool AB - スウェーデン
工具名称:	KV countersink
商品コード:	xKV9-xx.x
ウェブ:	http://www.granlund.com/



HARDOX®耐摩耗鋼板のタッピング

製品詳細:	貫通穴用タップ (TiCNコーティングHSSE-PMタップ)
サプライヤー:	Manigley - スイス
工具名称:	105/4 DUO
商品コード:	433xx
ウェブ:	http://www.manigley.ch/de/home



製品詳細:	めくら穴用タップ (TiCNコーティングHSSE-PMタップ)
サプライヤー:	Manigley - スイス
工具名称:	131/3 DUO
商品コード:	433xx
ウェブ:	http://www.manigley.ch/de/home

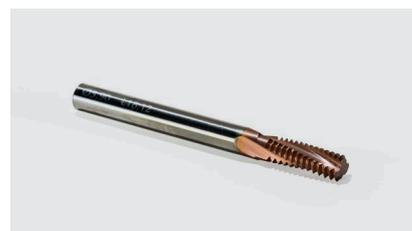
製品詳細:	貫通穴用タップ (TiAlNコーティングHSS-E-PM)
サプライヤー:	Sandvik Coromant - スウェーデン
工具名称:	CoroTap 200
商品コード:	E324 / E326
ウェブ:	https://www.sandvik.coromant.com/

製品詳細:	貫通穴用タップ (TiAlNコーティングHSSE-PM)
サプライヤー:	Hoffmann-Group - ドイツ
工具名称:	Garant 132065
商品コード:	132065-Mxx
ウェブ:	https://www.hoffmann-group.com/

製品詳細:	貫通穴用タップ (TiCNコーティングHSSE-PM)
サプライヤー:	BASS - ドイツ
工具名称:	VARIANT 1/2 TIH
商品コード:	1088xx
ウェブ:	https://www.bass-tools.com/

HARDOX®耐摩耗鋼板のネジフライス削り

製品詳細:	TiCNコーティングソリッド超硬合金ネジフライス用カッター
サプライヤー:	Emuge Franken - ドイツ
工具名称:	GF-VZ-VHM-R15-IKZ-HB
商品コード:	GFB35106.xxxx
ウェブ:	https://www.emuge.de/



製品詳細:	TiCNコーティングソリッド超硬合金ネジフライス用カッター
サプライヤー:	Emuge Franken - ドイツ
工具名称:	GSF-VHM 2D IKZ-HB
商品コード:	GF333106.xxxx
ウェブ:	https://www.emuge.de/

HARDOX®耐摩耗鋼板のエンドミル

製品詳細:	Siron-Aコーティングソリッド超硬エンドミルカッター
サプライヤー:	Seco Tool - スウェーデン
工具名称:	JS 554 Siron-A
商品コード:	JS554xxxx
ウェブ:	https://www.secotools.com/



HARDOX®耐摩耗鋼板のインサート使用のミリング

製品詳細:	Coromill 345を使用したフェイスミリング
サプライヤー:	Sandvik Coromant - スウェーデン
工具名称:	Coromill 345
商品コード:	345-xxxxx-13x
ウェブ:	https://www.sandvik.coromant.com/



製品詳細:	Coromill 300によるフェイスミリング(丸形インサート)
サプライヤー:	Sandvik Coromant - スウェーデン
工具名称:	Coromill 300
商品コード:	R300-xxxxx-xxx
ウェブ:	https://www.sandvik.coromant.com/

製品詳細:	Coromill 490を使用した端面削り/フェイスミリング
サプライヤー:	Sandvik Coromant - スウェーデン
工具名称:	Coromill 490
商品コード:	490-xxxxx-xxx
ウェブ:	https://www.sandvik.coromant.com/

製品詳細:	高フィード切削による穴あけ
サプライヤー:	Sandvik Coromant - スウェーデン
工具名称:	Coromill 210
商品コード:	R210-xxxxx-xxx
ウェブ:	https://www.sandvik.coromant.com/

HARDOX®鋼板のインサートグレード

標準的な機械状況ではPxx30の等級のインサートを使用してください。機械の状態が非常に安定し、厳密な設定がされている場合、特に500プリネルを超える場合はインサート等級 Pxx10 のインサートがより適しています。

サプライヤー: Sandvik Coromant - スウェーデン

www.sandvik.coromant.com

工具名称	商品コード/インサート等級	インサートの形状
Coromill 210	R210-xxxxx-Px / xx10	M
	R210-xxxxx-Px / xx30	M
Coromill 300	R300-xxxxx-Px / xx10	L-M-H
	R300-xxxxx-Px / xx30	L-M-H
Coromill 345	345R-xxxxx-Px / xx10	L-M-H
	345R-xxxxx-Px / xx30	L-M-H
Coromill 490	490R-xxxxx-Px / xx10	L-M
	490R-xxxxx-Px / xx30	L-M-H



SSABが推奨・協力する工具サプライヤー

本パンフレットに記載されている全推奨事項はさまざまな状況で多数の工具を実際に試験した結果に基づいています。当社は世界有数の工具メーカーと協力しており、これらのメーカー製の工具のご使用を強く推奨しています。

Emuge Franken	www.emuge-franken.de
Granlund Tools	www.granlund.com
Hoffmann Group	www.hoffmann-group.com
IZAR Cutting Tools	www.izartool.com
ISCAR	www.iscar.com
Komet Group	www.kometgroup.com
Manigley	www.manigley.ch
Mitsubishi	www.mitsubishicarbide.com
Sandvik Coromant	www.sandvik.coromant.com
SECO TOOLS	www.secotools.com
Witech	www.witec-tools.de
WNT	www.wnt.com

SSABは北欧および米国を拠点に展開する鉄鋼メーカーです。より強く、より軽く、より持続可能な世界の実現を目指して、SSABはお客様との密接な協力のもとで開発した製品を提供しています。世界50カ国以上で従業員が働き、生産設備をスウェーデン、フィンランドと米国で運営しています。SSABはナスダックOMXストックホルム(大型株)に上場しているほか、ナスダックOMXヘルシンキに二部上場しています。www.ssab.com

Explore the world of Hardox® wear plate



SSAB
SE-613 80 Oxelösund
Sweden

T +46 155 25 40 00
Fax +46 155 25 40 73
contact@ssab.com

hardox.com

Hardox®はSSABグループ企業の商標です。著作権を保持しています。本パンフレットに記載されている情報はあくまで一般的な情報です。SSAB ABはいかなる用途に対する適性に関して一切の責任を負いません。利用者は全製品および/または用途の適性を独自に判断し、試験および検証する責任があります。以下の情報はSSAB ABが「現状」で提供するものであり、情報に係る全リスクは利用者が負います。

Copyright © 2024 SSAB AB. 著作権を保持しています。

SSAB