



# STAVAX ESR

UDDEHOLM STAVAX ESR

	 <small>a voestalpine company</small>	標準規格		
		AISI	WNr.	JIS
ASSAB DF-3	ARNE	O1	1.2510	SKS 3
ASSAB XW-10	RIGOR	A2	1.2363	SKD 12
ASSAB XW-42	SVERKER 21	D2	1.2379	(SKD 11)
CALMAX / CARMO	CALMAX / CARMO		1.2358	
VIKING	VIKING / CHIPPER		(1.2631)	
CALDIE	CALDIE			
ASSAB 88	SLEIPNER			
ASSAB PM 23 SUPERCLEAN	VANADIS 23 SUPERCLEAN	(M3:2)	1.3395	(SKH 53)
ASSAB PM 30 SUPERCLEAN	VANADIS 30 SUPERCLEAN	(M3:2 + Co)	1.3294	SKH 40
ASSAB PM 60 SUPERCLEAN	VANADIS 60 SUPERCLEAN		(1.3292)	
VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN	VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN			
VANADIS 8 SUPERCLEAN	VANADIS 8 SUPERCLEAN			
VANCRON SUPERCLEAN	VANCRON SUPERCLEAN			
ELMAX SUPERCLEAN	ELMAX SUPERCLEAN			
VANAX SUPERCLEAN	VANAX SUPERCLEAN			
ASSAB 518		P20	1.2311	
ASSAB 618 T		(P20)	(1.2738)	
ASSAB 618 / 618 HH		(P20)	1.2738	
ASSAB 718 SUPREME / 718 HH	IMPAX SUPREME / IMPAX HH	(P20)	1.2738	
NIMAX / NIMAX ESR	NIMAX / NIMAX ESR			
VIDAR 1 ESR	VIDAR 1 ESR	H11	1.2343	SKD 6
UNIMAX	UNIMAX			
CORRAX	CORRAX			
ASSAB 2083		420	1.2083	SUS 420J2
STAVAX ESR	STAVAX ESR	(420)	(1.2083)	(SUS 420J2)
MIRRAX ESR	MIRRAX ESR	(420)		
MIRRAX 40	MIRRAX 40	(420)		
TYRAX ESR	TYRAX ESR			
POLMAX	POLMAX	(420)	(1.2083)	(SUS 420J2)
ROYALLOY	ROYALLOY	(420 F)		
COOLMOULD	COOLMOULD			
ASSAB 2714			1.2714	SKT 4
ASSAB 2344		H13	1.2344	SKD 61
ASSAB 8407 2M	ORVAR 2M	H13	1.2344	SKD 61
ASSAB 8407 SUPREME	ORVAR SUPREME	H13 Premium	1.2344	SKD 61
DIEVAR	DIEVAR			
QRO 90 SUPREME	QRO 90 SUPREME			
FORMVAR	FORMVAR			

( ) - 改良鋼種

「ASSAB」の名称およびロゴは登録商標です。本カタログに掲載されている情報は、現時点での知見に基づき、製品とその用途に関する一般的な特徴を提供するものです。したがって、記載されている製品の特性値や特定の用途への適合性を保証するものではありません。ASSABの商品・サービスをご利用いただく場合には、その妥当性についてお客様ご自身で判断していただく必要があります。

Edition 20200413

# STAVAX ESR

Stavax ESR はインサート・コアに適した高品位ステンレス・プラスチック成型用鋼です。耐食性、耐摩耗性と優れた磨き性、機械加工性、熱処理時の寸法安定性を兼ね備えています。

大口ットの生産を行っても、キャビ・コアが生産開始時の状態を維持しているため、金型のメンテナンスを低減できます。非ステンレスの成型材と比べると、Stavax ESRは、冷却回路の錆を抑制し、サイクルタイムを一定に保てるため、生産コストを低減できます。

医療製品、光学部品、その他高品位透明部品のような、生産中の錆発生が好ましくなく、衛生面への要求が高い用途に適しています。

## 一般特性

Stavax ESR は高性能ステンレス工具鋼で、以下のような特長があります。

- 優れた耐食性
- 優れた磨き性
- 優れた耐摩耗性
- 優れた機械加工性
- 優れた寸法安定性

これらの特性が組み合わされることで、金型は優れた性能を発揮します。プラスチック成型金型において、耐食性が優れていることによるメリットは、以下のように要約されます。

### ● メンテナンスコストの削減

キャビティの表面をいつまでも美しく保ちます。金型の保管や、多湿環境の成形でも防錆は容易です。

### ● 生産コストの削減

通常の鋼材と比較して、冷却回路が腐食されにくいいため、熱伝達特性、すなわち冷却効率が金型使用開始時から長期間一定であるため、サイクルタイムが安定します。

これらの利点は、Stavax ESRの耐摩耗性との相乗効果により、成形メーカーに対し、金型のメンテナンスコストの低減、金型の長寿命化等、成形全般にわたるコスト削減をもたらします。

Stavax ESRはエレクトロスラグ溶解法(ESR)により製造されています。そのため、材料中の介在物が非常に少なくなっています。

代表的分析値%	C 0.38	Si 0.9	Mn 0.5	Cr 13.6	V 0.3
相当規格	AISI 420 改良材				
納入状態	焼鈍材	約190HBに軟化焼鈍			
	調質材	27-35 HRC			

## 用途

Stavax ESRはあらゆるタイプのプラスチック成型金型に使用されますが、特に以下のような特性が要求される金型に適しています。

### ● 耐食性

PVC、アセテート等、腐食性樹脂用の金型。多湿環境での使用や保管が想定される金型。

### ● 耐摩耗性

熱硬化性樹脂やガラス繊維入り樹脂用の金型。使い捨て容器のような大口つ生産用金型。

### ● 鏡面性

カメラやサングラスのレンズのような光学部品。注射器や分析用容器のような医療用品。

金型の種類	推奨硬さ HRC
射出成型用	
- 熱可塑性樹脂	45 - 52
- 熱硬化性樹脂	45 - 52
コンプレッション金型	45 - 52
ブローモールド (PVC, PET等)	45 - 52
押出、引抜き用	45 - 52



Stavax ESR をコアに使用したポリスチレン製使い捨て容器。表面品位と寸法精度に優れた成形品を数百万個成形。

# 特性

## 物性値

約50HRCに焼入れ・焼戻しをした材料の測定値。

温度	20 °C	200 °C	400 °C
密度, kg/m <sup>3</sup>	7 800	7 750	7 700
縦弾性係数 N/mm <sup>2</sup>	200 000	190 000	180 000
熱膨張係数 /°C 20°C からの値	-	11.0 × 10 <sup>-6</sup>	11.4 × 10 <sup>-6</sup>
熱伝導率* W/m °C	16	20	24
比熱 J/kg °C	460	-	-

\* 熱伝導率の測定は難しく、±15%の程度のバラツキが考えられます。

## 引張強さ

### (室温における概略値)

機械的性質は概略値です。試験片は、25mmφの丸棒の長手方向より採取し、1025°C±10°Cから油焼入れを行い、2回の焼き戻しで所定の硬さにしています

硬さ	50 HRC	45 HRC
引張強さ N/mm <sup>2</sup>	1 780	1 420
0.2%耐力Rp0.2 N/mm <sup>2</sup>	1 360	1 280

## 耐食性

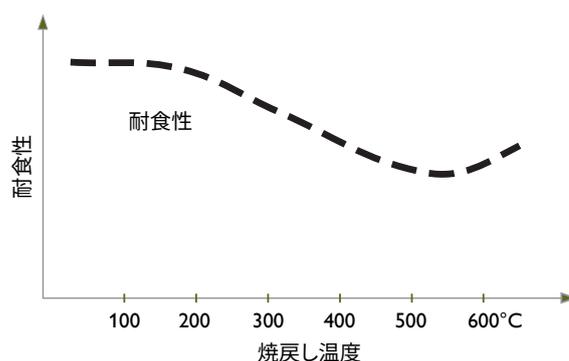
Stavax ESRは、水、蒸気、弱い有機酸、希硝酸、カルボン酸、その他塩類に対し耐食性があります。

Stavax ESRで製作した金型は、多湿環境での使用や保管、一般的な成形条件での腐食性樹脂の成型において、優れた耐食性を発揮します。

注: 特殊な防錆剤の使用は推奨しません。防錆剤の中には塩素系のタイプも多く、不動態被膜に作用し、ピット腐食を発生する可能性があります。金型を保管する際には、表面を清掃し、乾燥する必要があります。

Stavax ESRは、低温焼戻しで最も耐食性が良く、鏡面磨きにも適しています。

### 焼戻し温度が耐食性に及ぼす影響



## 熱処理

### 軟化焼鈍

脱炭を防ぐため材料の表面を保護し、890°Cに加熱します。その後850°Cまで毎時20°C、700°Cまで毎時10°Cの冷却速度での冷却速度で炉内冷却し、その後、大気放冷します。

### 応力除去

粗加工後、工具の応力除去処理の実施することを推奨します。650°Cで2時間保持後、500°Cまで徐冷し、その後、大気放冷します。

### 焼入れ

予備加熱温度: 600 – 850 °C.

焼入れ温度: 1000 – 1050 °C, 通常 1020 – 1030 °C.

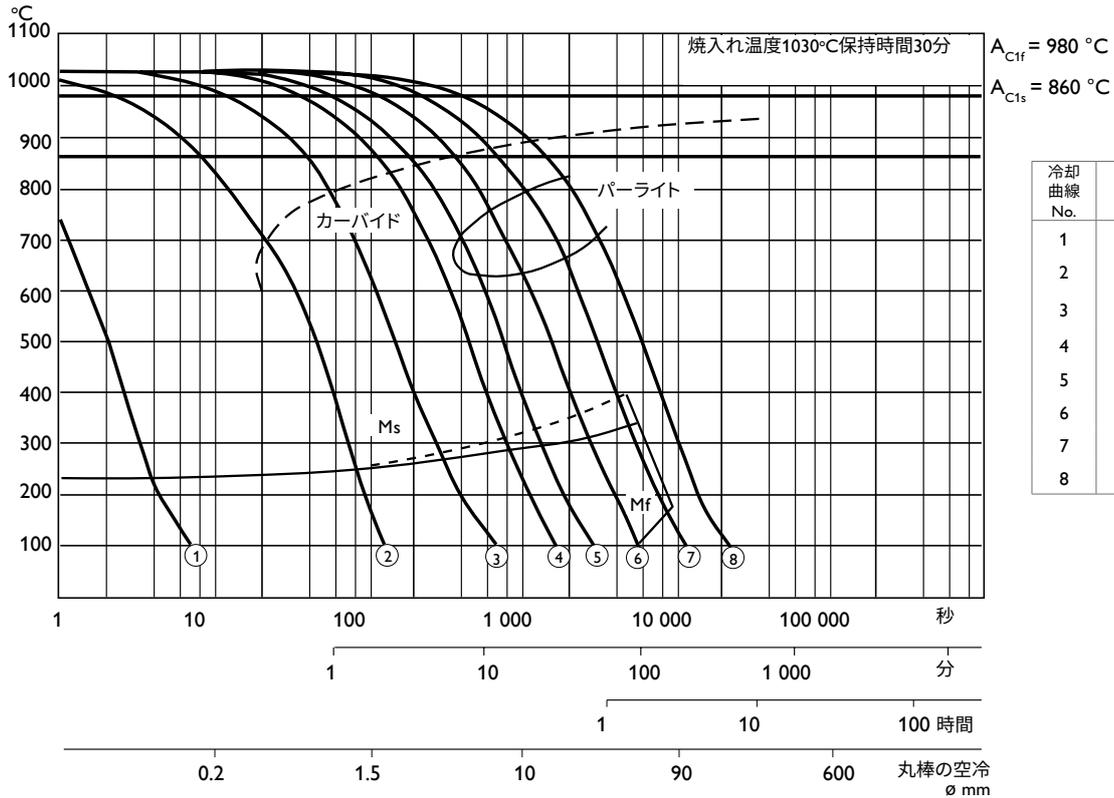
焼入れ温度 °C	保持時間* 分	焼入れ後硬さ HRC
1020	30	56±2
1050	30	57±2

\* 保持時間=工具全体が焼入れ温度に達した後の経過時間

表面の脱炭・酸化の防止策が必要です。

### CCT - 曲線

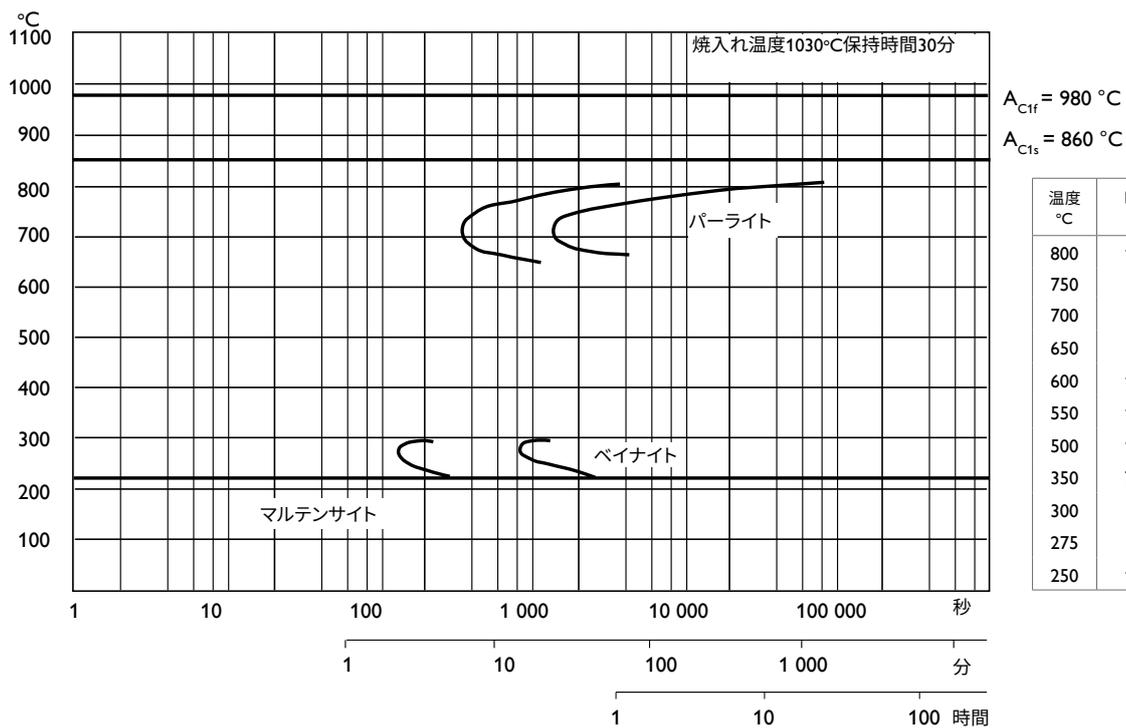
焼入れ温度1030°C保持時間30分



冷却 曲線 No.	硬さ HV 10	$T_{800-500}$ 秒
1	649	1
2	634	31
3	613	105
4	592	316
5	585	526
6	421	1 052
7	274	2 101
8	206	4 204

### TTT - 曲線

焼入れ温度1030°C保持時間30分



温度 °C	時間 h	硬さ HV10
800	16.7	173
750	1.8	199
700	0.5	218
650	2.3	240
600	18.3	268
550	18.0	542
500	15.3	613
350	73.6	649
300	7.9	560
275	0.4	606
250	17.2	536

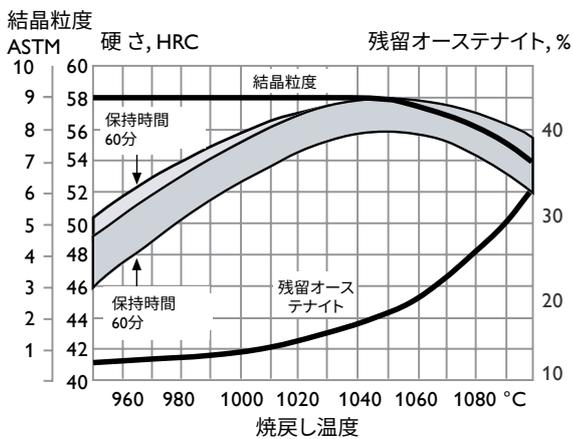
## 冷却媒体

- 250–550°Cの流動層またはソルトバス、その後空冷
- 真空炉内の加圧ガス
- 高速ガス/循環大気

最適な特性を得るためには、形状変形の許す範囲で冷却速度はできるだけ速くすることが必要です。真空炉で加熱を行う場合、最低4-5 barの加圧を推奨します。

金型の温度が50–70°Cまで下がったら直ちに焼戻しをして下さい。

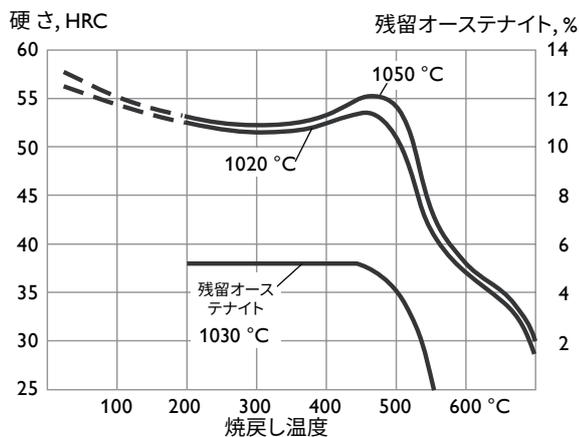
## 焼入れ温度による硬さ、結晶粒サイズ、残留オーステナイト量への影響



## 焼戻し

焼戻し曲線を参照して、目的の硬さに対応する焼戻し温度を選びます。焼戻しは室温までの冷却を中間に入れて、2回行います。

## 焼戻し曲線



焼戻し温度は250°C以上、保持時間2時間以上です。焼戻し曲線は、15X15X40mmのサンプルで作成されたものです。焼入れ方法は強制空冷です。実際の硬さは、金型や工具のサイズや熱処理の条件により、焼戻し曲線より低くなる場合があります。

注:

- 靱性、硬さ、耐食性のバランスが最も良い焼戻し温度は250°Cです。
- 焼戻し曲線は比較的小さなサンプルに対して有効です。実際の硬さは金型の大きさによって異なります。
- 高い焼入れ温度と低温焼戻し(250°C以下)の組合せは、金型の残留応力が大きくなるので推奨されません。

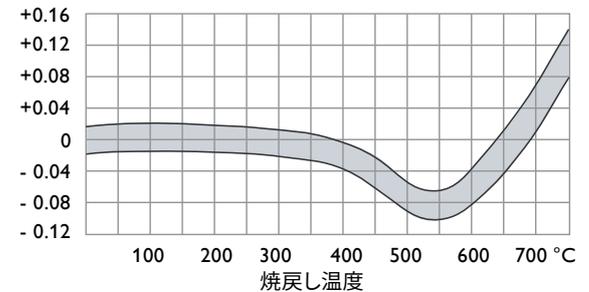
## 熱処理変寸

焼入れ—焼戻し時の寸法変化は、温度や使用する装置、冷却媒体によって異なります。

金型の大きさや形状も重要な因子です。したがって、熱処理変寸を考慮し、十分な取り代を付けることが必要です。STAVAX ESR材の場合には、0.15%が目安です。粗加工と仕上げ加工の中間に応力除去熱処理の実施を推奨します。

## 焼戻しによる変寸

変寸率%



## 焼入れ時の変寸

サンプルサイズ: 100 x 100 x 25 mm

Hardening from 1020°C		幅 %	長さ %	厚さ %
マルテンパー	最小	+0.02	±0	-0.04
	最大	-0.03	+0.03	-
空気焼入れ	最小	-0.02	±0	±0
	最大	+0.02	-0.03	-
真空焼入れ	最小	+0.01	±0	-0.04
	最大	-0.02	+0.01	-

注: 焼入れ時の変寸と焼戻し時の変寸を合算する必要があります。

## 機械加工推奨条件

下表の切削データは焼鈍材の機械加工を行う場合の目安であり、実際の条件に合わせて調整して下さい。

### 旋削

切削条件	超硬チップ		ハイスチップ
	粗加工	仕上げ加工	仕上げ加工
切削速度( $v_c$ ), m/min	160 - 210	210 - 260	18 - 23
送り (f) mm/rev	0.2 - 0.4	0.05 - 0.2	0.05 - 0.3
切込深さ ( $a_p$ ) mm	2 - 4	0.5 - 2	0.5 - 3
超硬の種類 ISO	P20-P30 被覆超硬	P10 被覆超硬 サーマット	-

### ドリル加工

#### ハイスツイストドリル加工

ドリル径 mm	切削速度 ( $v_c$ ) m/min	送り (f) mm/r
≤ 5	12 - 14 *	0.05 - 0.10
5 - 10	12 - 14 *	0.10 - 0.20
10 - 15	12 - 14 *	0.20 - 0.30
15 - 20	12 - 14 *	0.30 - 0.35

\* コーティング付きハイスドリルの場合は  $v_c = 20 - 22$  m/min.

#### 超硬ドリル加工

切削条件	ドリルの種類		
	スローアウェイ	ソリッド	ろう付けチップ <sup>1)</sup>
切削速度 ( $v_c$ ), m/min	210 - 230	80 - 100	70 - 80
送り (f) mm/r	0.05 - 0.15 <sup>2)</sup>	0.08 - 0.20 <sup>3)</sup>	0.15 - 0.25 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> ろう付けチップを有するドリル

<sup>2)</sup> 20-40 mm のドリル

<sup>3)</sup> 5-20 mm のドリル

<sup>4)</sup> 10-20 mm のドリル

### ミーリング加工

#### 正面削りと直角肩削り

切削条件	超硬チップ	
	粗加工	仕上げ加工
切削速度 ( $v_c$ ) m/min	180 - 260	260 - 300
送り ( $f_z$ ) mm/tooth	0.2 - 0.4	0.1 - 0.2
切込深さ ( $a_p$ ) mm	2 - 4	0.5 - 2
超硬の種類 ISO	P20 - P40 被覆超硬	P10 - P20 被覆超硬 サーマット

### エンドミル加工

切削条件	エンドミルの種類		
	超硬ソリッド	超硬スローアウェイ	ハイス
切削速度 ( $v_c$ ), m/min	120 - 150	170 - 230	25 - 30 <sup>1)</sup>
送り ( $f_z$ ) mm/tooth	0.01 - 0.2 <sup>2)</sup>	0.06 - 0.2 <sup>2)</sup>	0.01 - 0.30 <sup>2)</sup>
超硬の種類 ISO	-	P20 - P30	-

<sup>1)</sup> コーティングハイスのエンドミルでは  $v_c = 45 - 50$  m/min.

<sup>2)</sup> 径方向の切込深さやカッターの径によって異なります。

## 機械加工推奨条件

下表の切削データは約310HBの調質材の機械加工を行う場合の目安であり,実際の条件に合わせて調整して下さい。

### 旋削

切削条件	超硬チップ		ハイスチップ
	粗加工	仕上げ加工	仕上げ加工
切削速度( $v_c$ ), m/min	120 - 170	170 - 220	15 - 20
送り (f) mm/rev	0.2 - 0.4	0.05 - 0.2	0.05 - 0.3
切込深さ ( $a_p$ ) mm	2 - 4	0.5 - 2	0.5 - 3
超硬の種類 ISO	P20-P30 被覆超硬	P10 被覆超硬 サーメット	-

### ドリル加工

#### ハイスツイストドリル加工

ドリル径 mm	切削速度 ( $v_c$ ) m/min	送り (f) mm/r
≤ 5	10 - 12 *	0.05 - 0.15
5 - 10	10 - 12 *	0.15 - 0.25
10 - 20	10 - 12 *	0.25 - 0.35
20 - 30	10 - 12 *	0.30 - 0.40
30 - 40	10 - 12 *	0.40 - 0.45

\* コーティング付きハイスドリルの場合は  $v_c = 18 - 20$  m/min.

### 超硬ドリル加工

切削条件	ドリルの種類		
	スローアウェイ	ソリッド	ろう付けチップ <sup>1)</sup>
切削速度 ( $v_c$ ), m/min	160 - 180	60 - 80	50 - 70
送り (f) mm/r	0.03 - 0.12 <sup>2)</sup>	0.08 - 0.20 <sup>3)</sup>	0.15 - 0.25 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> ろう付チップを有するドリル

<sup>2)</sup> 20-40 mm のドリル

<sup>3)</sup> 5-20 mm のドリル

<sup>4)</sup> 10-20 mm のドリル

### ミーリング加工

#### 正面削りと直角肩削り

切削条件	超硬チップ	
	粗加工	仕上げ加工
切削速度 ( $v_c$ ) m/min	120-160	160-200
送り ( $f_z$ ) mm/tooth	0.2 - 0.4	0.1 - 0.2
切込深さ ( $a_p$ ) mm	2 - 4	≤ 2
超硬の種類 ISO	P20 - P40 被覆超硬	P10 - P20 被覆超硬 サーメット

### エンドミル加工

切削条件	エンドミルの種類		
	超硬 ソリッド	超硬 スローアウェイ	ハイス
切削速度 ( $v_c$ ), m/min	80-120	90-130	15-20 <sup>1)</sup>
送り ( $f_z$ ) mm/tooth	0.006 - 0.04 <sup>2)</sup>	0.06 - 0.12 <sup>2)</sup>	0.01 - 0.09 <sup>2)</sup>
超硬の種類 ISO	-	P15 - P40	-

<sup>1)</sup> コーティングハイスのエンドミルでは  $v_c = 45 - 50$  m/min.

<sup>2)</sup> 径方向の切込深さやカッターの径によって異なります。

## 研削加工

次のような研削砥石が推奨されます。詳しくは別紙・工具鋼の研削をご参照ください。

研削の種類	焼鈍材	焼入れ材
正面研削 (平形砥石)	A 46 HV	A 46 HV
正面研削 (セグメント)	A 24 GV	A 36 GV
円筒研削	A 46 LV	A 60 KV
内面研削	A 46 JV	A 60 IV
輪郭研削	A 100 LV	A120 KV

## 溶接

金型の溶接で良好な結果を得るためには予熱温度、接合部の前処理、溶接棒の選定、溶接手順などに十分な注意を払ってください。

溶接部に磨きやシボ加工が行われる場合には、金型と化学組成ができるかぎり近い溶接棒を使用する必要があります。

溶接方法	TIG
予熱温度	200 - 250 °C
溶加材	STAVAX TIG Weld
溶接後硬さ	54 - 56 HRC
後熱処理: 焼入れ材	焼戻し温度より10-20°C低い温度で焼戻しを行います。
軟化焼鈍材	脱炭を防ぐため材料の表面を保護し、890°Cに加熱します。その後850°Cまで毎時20°C、700°Cまで毎時10°Cの冷却速度での冷却速度で炉内冷却し、その後、大気放冷します。

## レーザー溶接

Stavax はレーザー溶接も可能です。

## シボ加工

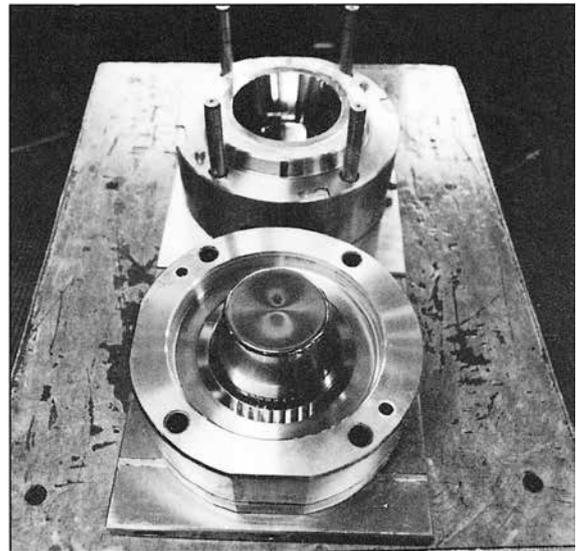
Stavax ESRは介在物が少なく、シボ加工に適しています。Stavax ESRは耐食性に優れているため、ステンレス鋼向きのシボ加工を行う必要があります。シボ加工メーカーの多くがこのことを認識しています。

## 磨き

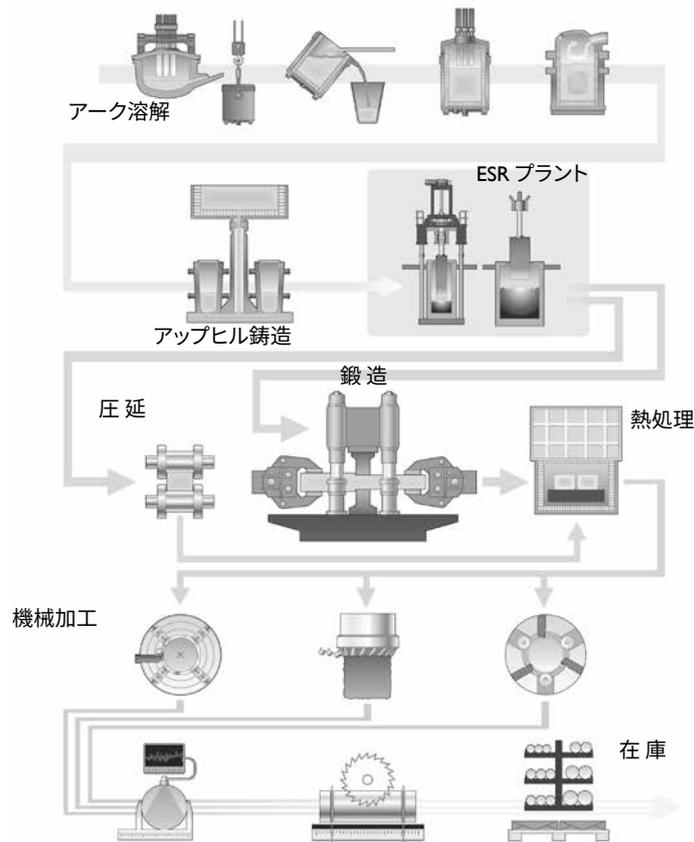
Stavax ESR は焼入れ・焼戻し状態での磨き特性に優れています。ウッデホルムの他の鋼材と比べて、磨きに関して僅かに異なる技術が必要です。基本的な原理は、仕上げ研削/磨き工程において、磨きの段階の数を少なくすることで、あまり粗い表面から磨きを始めないことです。前段階での磨き傷が取り除けたらすぐに磨きを止めることも重要です。

## その他の情報

ASSABの材料選択、用途および在庫等の情報については、最寄りの営業所にお問合せください。



Stavax ESR を使用した透明容器用の金型



## ESR 鋼の製造工程

原材料は厳選された高品位再使用地金で、合金鉄、スラグと共に、アーク溶解炉で溶解されます。その後、取鍋炉に注入されます。

取鍋炉中で、スラグの除去、脱酸処理、成分調整が行われます。真空脱ガス処理により、水素、窒素といった元素が取り除かれます。

### ESRプラント

取鍋炉から溶湯を鑄型に湯流れを制御しながら注入しアップヒル鑄造を行います。

この後、圧延・鍛造工程に直接進む材料もありますが、高品位鋼については、ESR炉で再溶解されます。ESRは加熱したスラグ浴内で、消耗電極を溶解する方法で、凝固を制御することにより、均一性が高く、マクロ偏析が少ない鑄塊を製造できます。この工程を無酸素雰囲気で行えば、鋼材の清浄度はより向上します。

### 熱間加工

鑄塊はESRプラントを出た後、圧延もしくは鍛造工場にて丸棒や角棒となります。

全ての丸材・角材は出荷前に、焼鈍もしくは調質（焼入れ－焼戻し）の熱処理が行われます。これら一連の工程により、鋼材に硬さと靱性がバランス良く付与されます。

### 機械加工

材料を指定のサイズ・公差とするために、機械加工を行います。太径棒の旋盤加工では、切削工具は固定で材料が回転します。太径棒の旋盤加工では、切削工具は固定で材料が回転します。小径棒のピーリング加工では、切削工具が材料の外周を回転します。

材料の品質確保のため、表面検査と超音波検査を実施します。検査で不具合が認められた部分と、材料の端部は取り除かれます。

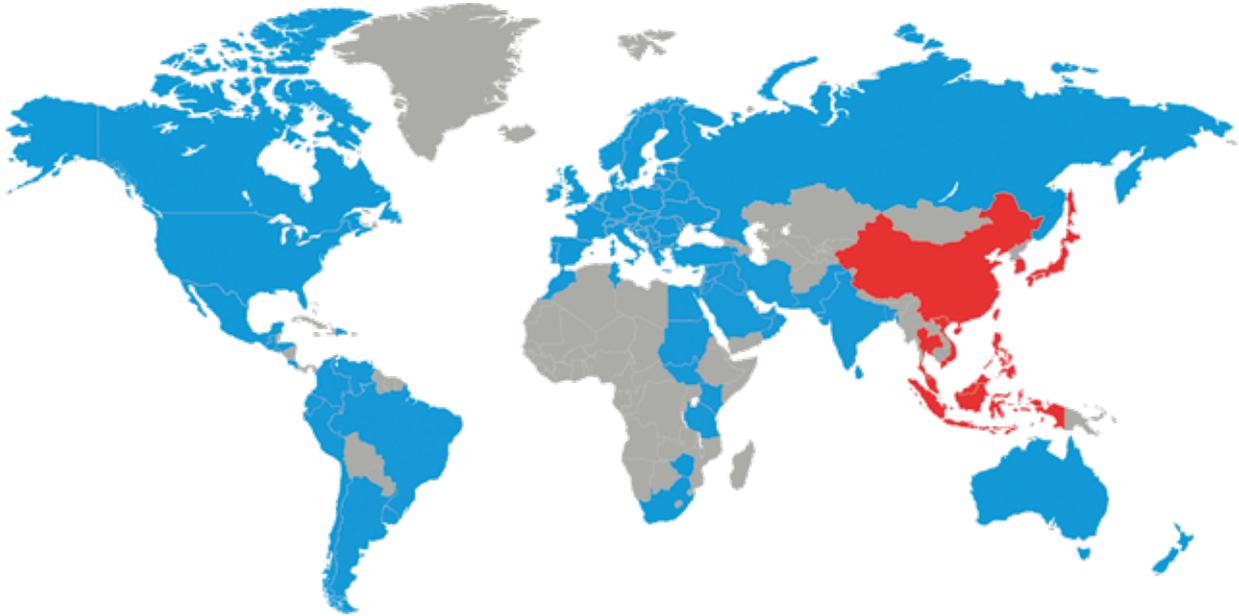
# ASSAB ツールングソリューション

## ワンストップショップサービス



ASSABグループは、ツールングソリューションの一つとしてワンストップショップサービスを展開しています。工具鋼を中心に各種の特殊鋼を提供するとともに、機械加工、熱処理、表面処理等の付加価値サービスを行っています。地域によって提供できるサービスは異なりますので、最寄りの営業所にお問い合わせ下さい。ワンストップショップサービスを通じて、サプライチェーン全体の利便性向上を図るとともに、お客様が鋼材をベストの状態を活用できるように努めてまいります。ASSABグループの使命は、常に市場の動きに目を向け、お客様の生産活動のコストパフォーマンス向上に貢献できるソリューションを提供することです。





鋼材選びは非常に重要です。ASSABの販売・技術スタッフは、お客さまが用途に応じた最適な鋼材を選択し、適切な処理を行うサポートができるように努めております。

ASSABは高品質の鋼材を販売するだけでなく、最先端の機械加工、熱処理および表面処理サービスを短納期で提供することで、鋼材の特性を、お客様の要求に見合うように高めることに努めています。ワンストップ・ソリューションという包括的アプローチを用いることにより、他の工具鋼販売会社とは一線を画しています。

ASSABとUddeholmは五大大陸全てに存在しています。これは世界中どこでも高品質な工具鋼が入手でき、関連したサービスが受けられることを意味すると同時に、私たちの工具鋼のリーディングサプライヤーとしての立場を揺るぎないものとしています。

詳しくは下記のサイトを参照して下さい。

[www.assab.com](http://www.assab.com)