



# **ASSAB PM 60 SUPERCLEAN**

**UDDEHOLM VANADIS 60 SUPERCLEAN**

	 <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、現時点での見解に基づき、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 20210505

# **VANADIS 60 SUPERLCEAN**

## **(ASSAB PM 60 SuperClean)**

Vanadis 60 SuperClean (ASSAB PM 60 SuperClean) は、高合金粉末高速度工具鋼で、苛酷な冷間工具や切削工具に適しています。炭素とCo, Mo, W, Vといった合金元素の含有量が高く、69HRCの非常に高い圧縮強さと耐引掻き摩耗性を併せ持ちます。

Vanadis 60 SuperClean (ASSAB PM 60 SuperClean)は、切削工具としての用途では、耐摩耗性と熱間強度と靱性のバランスの良さが、他の高速度工具鋼と比較して特長的です。

粉末製法で製造されているため、機械加工性、研削性と同時に、熱処理変寸も良好です。

## 用途

Vanadis 60 SuperClean (ASSAB PM 60 SuperClean) はコバルト添加・高性能粉末高速度工具鋼です。

Vanadis 60 SuperClean (ASSAB PM 60 SuperClean) は高い耐摩耗性と高い圧縮強度が同時に要求される冷間工具に、特に適しています。

## 一般特性

Vanadis 60 SuperClean (ASSAB PM 60 SuperClean) はW-Mo-V-Co 系高速度工具鋼で以下のような長があります。

- 高い耐摩耗性
- 高い圧縮強さ
- 優れた焼入れ性
- 高い靱性
- 熱処理時の良好な寸法安定性

代表的分析値 %	C 2.3	Cr 4.2	Mo 7.0	W 6.5	V 6.5	Co 10.5
標準規格	~W.-Nr. 1.3292					
納入状態	軟化焼鈍材 340HB 以下					

Vanadis 60 SuperClean (ASSAB PM 60 SuperClean) は、高コバルト、高バナジウムの粉末高速度工具鋼です。

## 特性

### 物性値

Vanadis 60 SuperClean (ASSAB PM 60 SuperClean) は、非常に高い硬さ、圧縮強度に熱処理することが可能です。Vanadis 60 SuperClean (ASSAB PM 60 SuperClean)の熱処理変寸は、他のVanadis SuperClean (ASSAB PM SuperClean) 鋼種と同等です。非常に高合金でありながら、靱性は良好です。機械加工性は、低合金高速度工具鋼より劣ります。研削性は、他の高合金高速度工具鋼と同等以上ですが、Vanadis 30 SuperClean (ASSAB PM 30 SuperClean) と比べると、若干劣ります。Vanadis 60 SuperClean (ASSAB PM 60 SuperClean) は、非常に高い熱間硬さを有しています。

温度	20°C	400°C	600°C
密度 <sup>1)</sup> kg/m <sup>3</sup>	7 960	7 860	7 810
縦弾性係数 <sup>2)</sup> MPa	250 000	222 000	200 000
熱伝導率 <sup>2)</sup> W/m°C	21	25	24
比熱 <sup>2)</sup> J/kg°C	420	510	600

<sup>1)</sup> = 軟化焼鈍材

<sup>2)</sup> = 焼入れ-焼戻し材

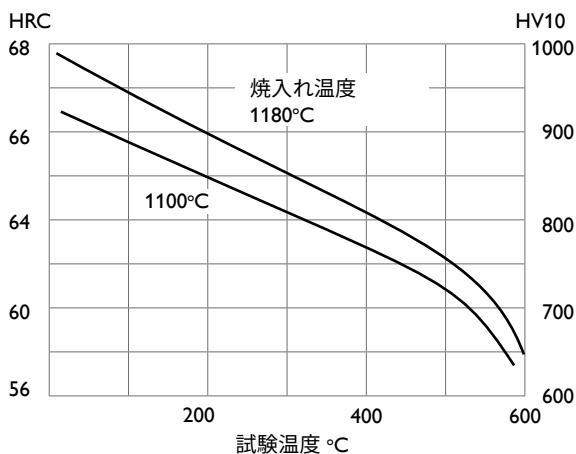
## 熱膨張係数

焼入れ-焼戻し材

温度範囲, °C	熱膨張係数 20°Cからの値
20 - 100	$9.6 \times 10^{-6}$
20 - 200	$9.8 \times 10^{-6}$
20 - 300	$10.1 \times 10^{-6}$
20 - 400	$10.4 \times 10^{-6}$
20 - 500	$10.7 \times 10^{-6}$
20 - 550	$10.8 \times 10^{-6}$

## 高温特性

### VANADIS 60 SUPERCLEAN (ASSAB PM 60 SUPERCLEAN) の熱間硬さ

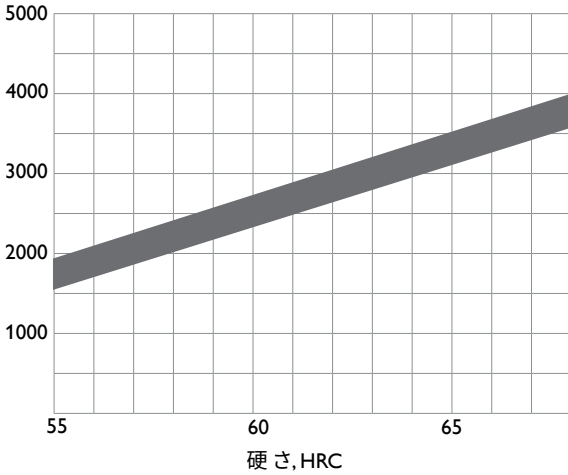


## 圧縮強さ

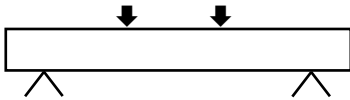
試験片： 10mm $\phi$ の括れ部を有する砂時計形状

### 室温における硬さと圧縮降伏応力の概略値

圧縮降伏応力 MPa  $\phi$



## 曲げ強さ／たわみ量



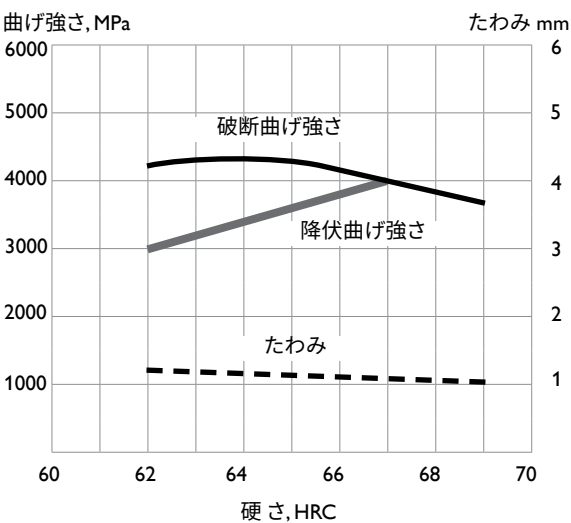
### 4点曲げ試験

試験片サイズ: 5 mm  $\phi$

荷重速度: 5 mm/min

焼入れ温度: 990 - 1180°C

焼戻し: 560°C X 1 時間 X 3 回



## 衝撃強さ

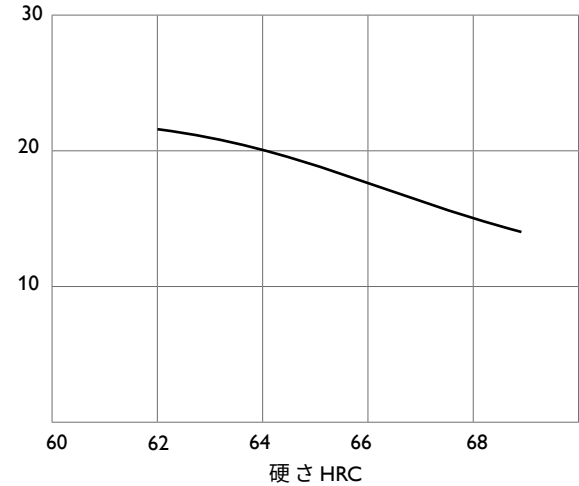
試験片サイズ: 7 x 10 x 55 mm

試験片形状: ノッチなし

焼戻し: 560°C X 1 時間 X 3 回

### 様々な硬さにおける室温での衝撃強さの概略値

吸収エネルギー, J



## 熱処理

### 軟化焼鈍

材料の表面を保護し850-900°Cまで加熱します。次に炉内で毎時10°Cの割合で700°Cまで冷却し、その後大気放冷します。

### 応力除去

工具を粗加工後600-700°Cまで加熱し、2 時間保持します。次に500°Cまで徐冷し、その後、大気放冷します。

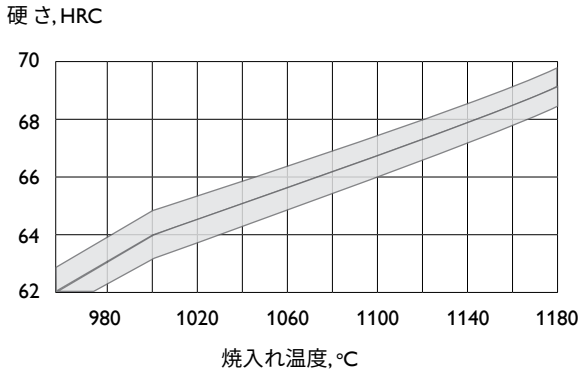
### 焼入れ

二段階予熱: 450 - 500°C と 850 - 900°C

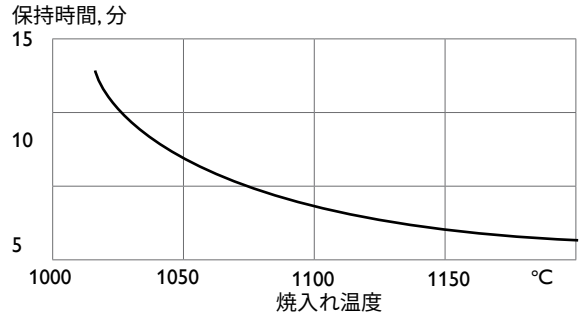
焼入れ温度: 1100 - 1180°C (下図を参照し、目的の硬さによって選択します)

材料の脱炭および酸化の防止策が必要です。

### 560°Cで1時間 X 3回焼戻し後の硬さ



### 推奨保持時間

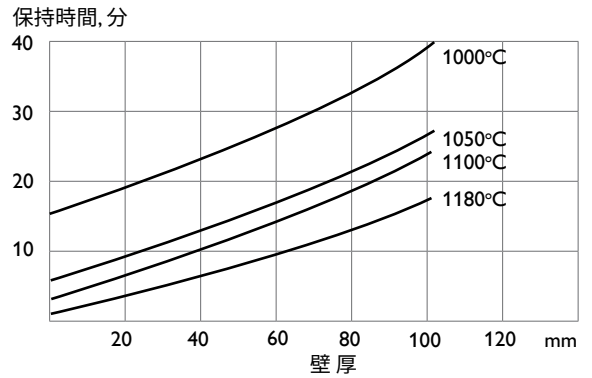


注: 保持時間とは材料全体が焼入れ温度に達してからの経過時間です。

### 様々な温度で焼き入れし, 560°Cで1時間, 3回焼戻し後の硬さ。±1HRC

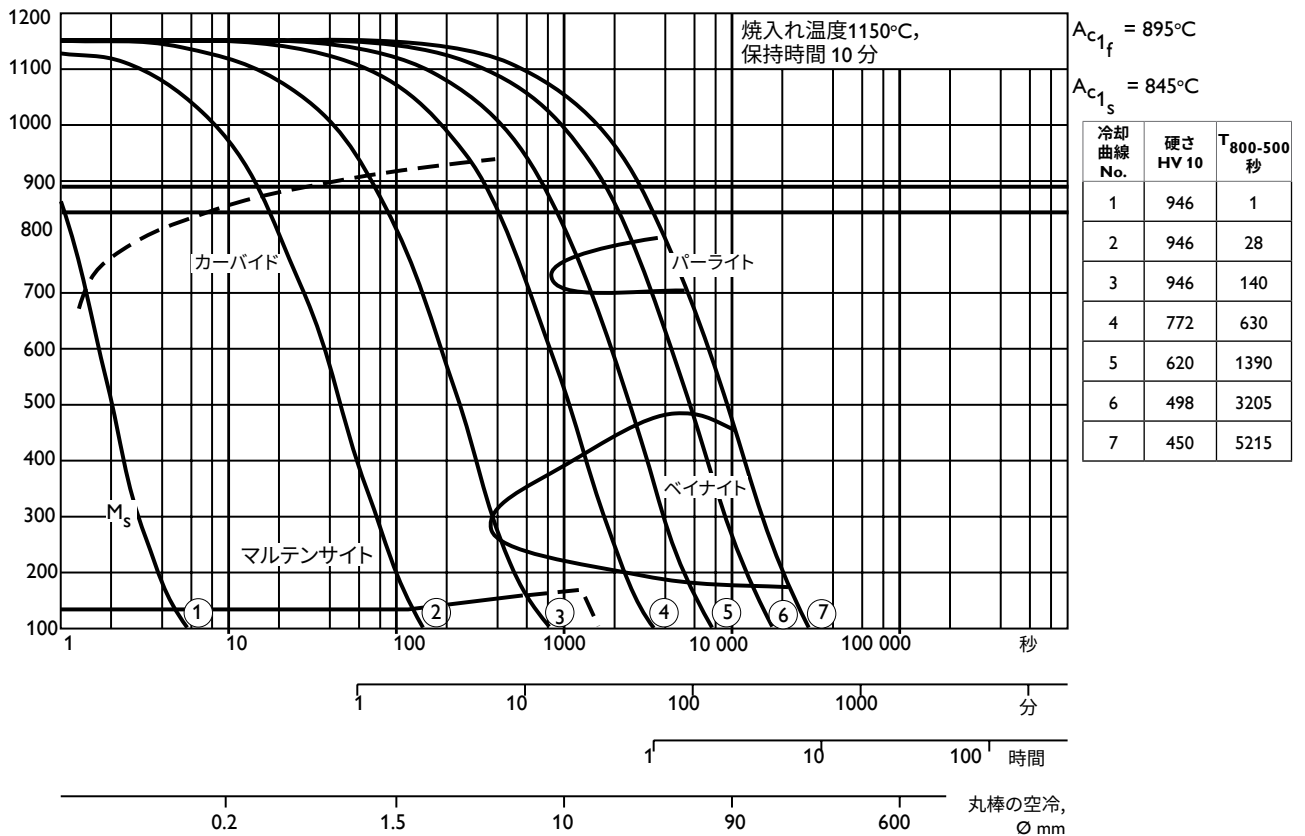
硬さ, HRC	焼入れ温度, °C
62	960
64	1000
66	1070
68	1150
69	1180

### 2段階予熱(450°Cと850°C)後のソルトバス内でのトータル浸漬時間



### CCT-曲線 (連続冷却曲線)

焼入れ温度1150°C, 保持時間 10分



## 冷却媒体

- 真空炉内の高速加圧ガス
- 約540°Cのマルテンパー浴あるいは流動層炉

注1:焼入れは工具温度が約50°Cに達するまで行います。焼入れ後は速やかに焼戻しを行います。

注2:高韌性が得られるように、中心部で10°C/秒以上の焼入れ速度で、焼入れ温度から540°C付近まで冷却します。表面と内部の温度が等しくなった後の冷却速度は5°C/秒程度が必要です。上記の焼入れ方法だと、変形と残留応力が少なくなります。

## 焼戻し

冷間加工用の用途の場合、焼入れ温度に係らず、常に560°Cで焼戻しを行います。1時間保持、3回の焼戻しを行います。各焼戻し処理後は室温まで冷却します。この焼戻し処理後には残留オーステナイト量は1%以下になります。

## 熱処理時の変寸

焼入れ-焼戻し後の変寸。

熱処理:焼入れ1050-1130°C, 焼戻し560°C × 1時間 × 3回。

試験片サイズ:80 × 80 × 80 mm および 100 × 100 × 25 mm。

変寸:長さ,幅,厚さいずれも膨張 +0.03% – +0.13%。

## サブゼロ処理

経年変化を少なくすることが要求される場合には、以下の通りサブゼロ処理を行います。焼入れ後すみやかにサブゼロ処理を実施し、その後焼戻しを行います。

Vanadis 60 SuperClean (ASSAB PM 60 SuperClean) は通常-150 ~ -196°Cの範囲でサブゼロ処理されますが、サブゼロ媒体や設備の都合で、-70 ~ -80°Cで行われることもあります。1~3時間の処理により、硬さは1~3HRC高くなります。

複雑形状の場合、割れの危険性があります。

## 機械加工推奨条件

下表は軟化焼鈍材を切削する場合の目安であり、実際の条件に合わせて調整して下さい。

約320HB の焼鈍材

### 旋削

切削条件	超硬チップ		ハイスチップ 仕上げ加工
	粗加工	仕上げ加工	
切削速度 ( $v_c$ ), m/min	60 – 90	90 – 110	6 – 10
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	K20, P20 被覆超硬* サーメット*	K15, P10 被覆超硬* サーメット*	-

\* 耐摩耗性の高いCVDコーティング超硬を使用します。

### 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	6 – 8 *	0.05 – 0.15
5–10	6 – 8 *	0.15 – 0.20
10–15	6 – 8 *	0.20 – 0.25
15–20	6 – 8 *	0.25 – 0.35

\* コーティングハイスドリルの場合は  $v_c = 12-14$  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	80 – 100	40 – 60	20 – 30
送り (f) mm/r	0.08 – 0.14 <sup>2)</sup>	0.10 – 0.15 <sup>3)</sup>	0.10 – 0.20 <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> ろう付けチップを有するドリル

<sup>2)</sup>  $\varnothing 20-40$  mm のドリル

<sup>3)</sup>  $\varnothing 5-20$  mm のドリル

<sup>4)</sup>  $\varnothing 10-20$  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	40 – 60	60 – 80
送り ( $f_z$ ) mm/tooth	0.2 – 0.3	0.1 – 0.2
切込深さ ( $a_p$ ) mm	2 – 4	1 – 2
超硬の種類 ISO	K20, P20 被覆超硬*	K15, P10 被覆超硬* サーメット*

\* 耐摩耗性の高いCVDコーティング超硬を使用します。

### 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	30 – 40	40 – 60	10 – 14 <sup>1)</sup>
送り ( $f_z$ ) mm/tooth	0.01 – 0.2 <sup>2)</sup>	0.06 – 0.20 <sup>2)</sup>	0.01 – 0.3 <sup>2)</sup>
超硬の種類 ISO	-	K15, P10–P20 被覆超硬 <sup>3)</sup> サーメット <sup>3)</sup>	-

<sup>1)</sup> コーティングハイスのエンドミル

<sup>2)</sup> 半径方向の切込深さと刃物の径によって異なります。

<sup>3)</sup> 耐摩耗性の高いCVDコーティング超硬を使用します。

## 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	B151 R50 B3 <sup>1)</sup> A 46 HV <sup>2)</sup>
	A 36 GV	B151 R50 B3 <sup>1)</sup> A 46 GV <sup>2)</sup>
円筒研削	A 60 KV	B151 R50 B3 <sup>1)</sup> A 60 KV <sup>2)</sup>
内面研削	A 60 JV	R151 R75 B3 <sup>1)</sup> A 60 JV <sup>2)</sup>
輪郭研削	A 100 IV	B126 R100 B6 <sup>1)</sup> A 120 JV <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> この用途にはCBN砥石の使用が望ましいです。

<sup>2)</sup> 焼結  $Al_2O_3$  (アルミナ) を含む砥石を推奨します。



## 放電加工 – EDM

放電加工を焼入れ-焼戻し状態で行う場合には、低電流、高周波数の精密放電条件で仕上げを行ってください。

最適な工具性能を得るために、EDM 層は研削もしくは磨きにより除去し、約535°Cで再焼戻しをして下さい。

## その他の情報

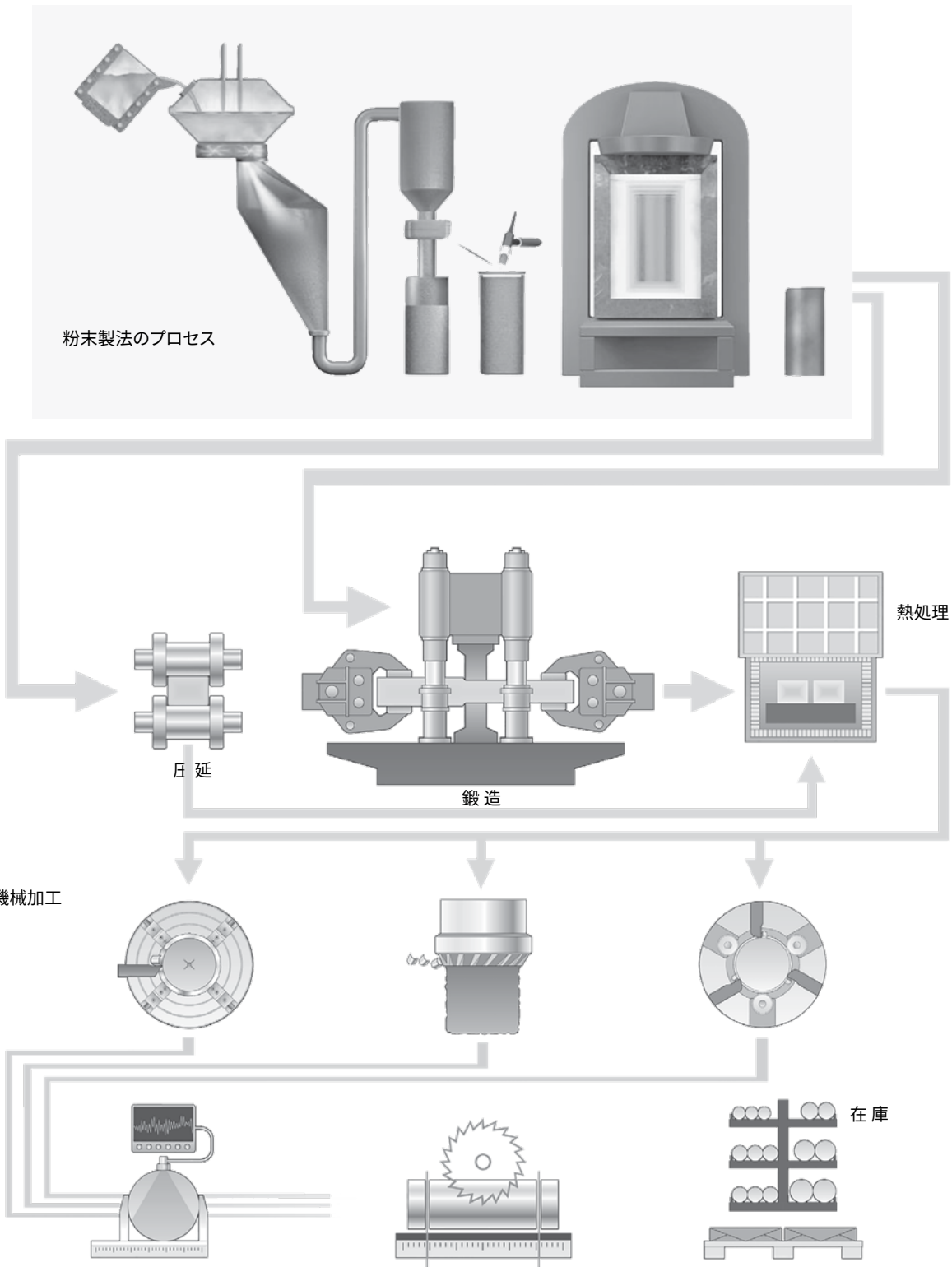
ASSABの材料選択,用途および在庫等の情報については、最寄りの営業所にお問合せください。

## 冷間工具鋼の相対比較

### 材料特性と各種損傷様式への耐久性

ASSAB の鋼種	硬さ/ 耐塑性変形	機械加工性	研削性	寸法安定性	耐摩耗性		耐欠け・割れ性	
					引掻摩耗	凝着摩耗/ 焼付き	延性/ 耐チッピング	韌性/ 耐大割れ
溶製冷間工具鋼								
ASSAB DF-3	■	■	■	■	■	■	■	■
ASSAB XW-10	■	■	■	■	■	■	■	■
ASSAB XW-42	■	■	■	■	■	■	■	■
Calmax	■	■	■	■	■	■	■	■
Caldie (ESR)	■	■	■	■	■	■	■	■
ASSAB 88	■	■	■	■	■	■	■	■
粉末工具鋼								
Vanadis 4 Extra*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vanadis 8*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vancron*	■	■	■	■	■	■	■	■
粉末ハイス								
ASSAB PM 23*	■	■	■	■	■	■	■	■
ASSAB PM 30*	■	■	■	■	■	■	■	■
ASSAB PM 60*	■	■	■	■	■	■	■	■
溶製ハイス								
ASSAB M2	■	■	■	■	■	■	■	■

\* ASSAB SuperClean 粉末工具鋼



## 粉末製法

粉末製法では、窒素ガスを用いて溶湯を小さな粒子に噴霧します。各粒子は急速に凝固するため、炭化物が成長する時間がありません。粒子は熱間静水圧プレス(HIP)により、高温高圧下で焼き固められ、鑄塊となります。鑄塊は、溶製法と同様に鍛造・圧延され、鋼材となります。

その結果、ランダムに分散した微細な炭化物から成る非常に均一性の高い組織が得られ、割れの起点となる部分が少なく、かつ耐摩耗性が良い材料となります。

大きな介在物が存在すると、割れの起点となる可能性があります。そのため、粉末製法では、清浄度を改善するための技術開発が段階的に行われてきました。現在、ASSABの粉末鋼は、第3世代に位置づけられると考えられ、非常に清浄度が高い粉末鋼となっています。

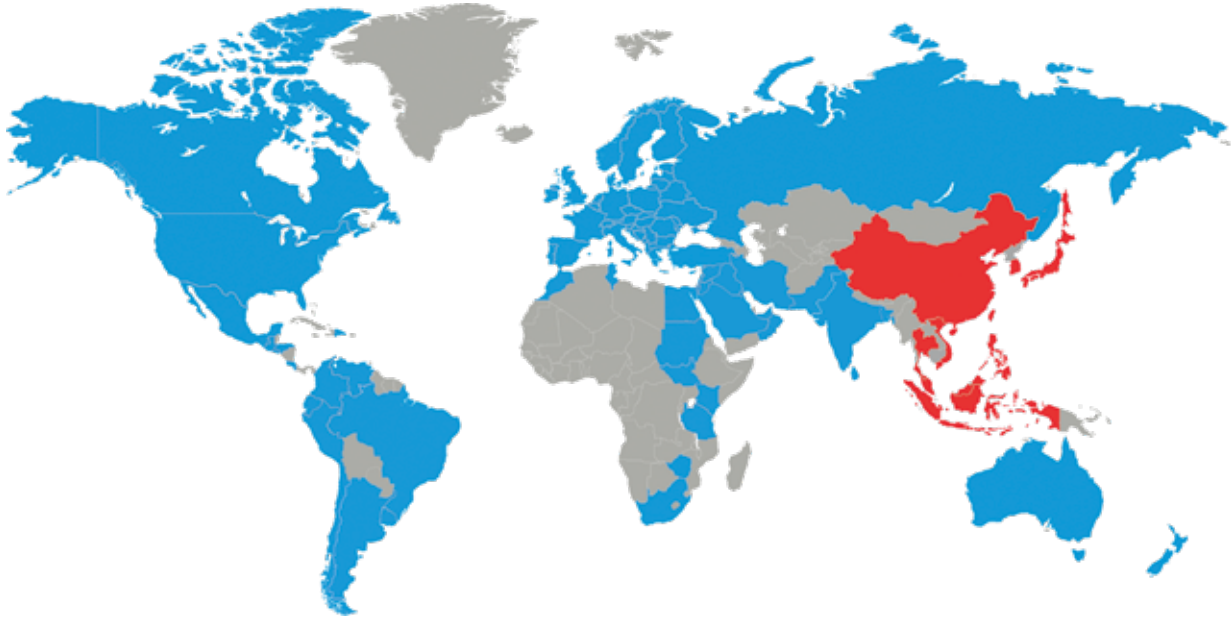
## 熱処理

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。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。



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)

