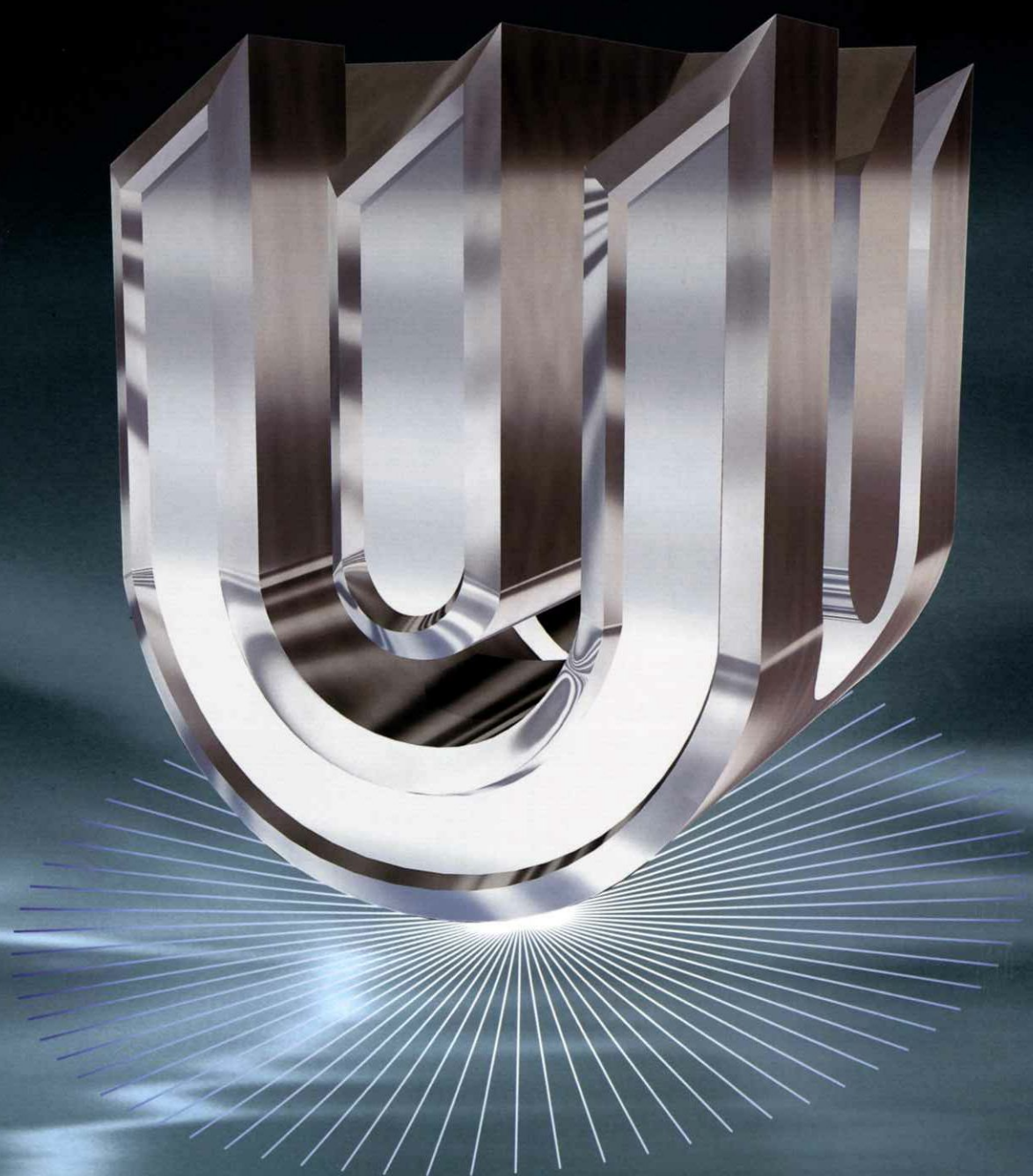


RIGOR®

リゴ

プラスチック・冷間工具鋼



UDDEHOLM

一般特性

RIGORはクロム-モリブデン-バナジウム系の合金工具鋼で、次の特長を備えています。

- 優れた機械加工性
- 良好な熱処理後の寸法安定性
- 高い圧縮強度
- 優れた焼入れ性
- 優れた耐摩耗性

代表的 分析値%	C 1.0	Si 0.3	Mn 0.6	Cr 5.3	Mo 1.1	V 0.2
標準規格	AISI A2,BA2,W-Nr.1.2363					
納入状態	約215HBに軟化焼鈍					
カラーコード	赤/緑					

用途

RIGORは、SKS3やSKD11に代わる耐摩耗性と靱性のバランスに優れた「汎用性」の高い冷間工具鋼です。

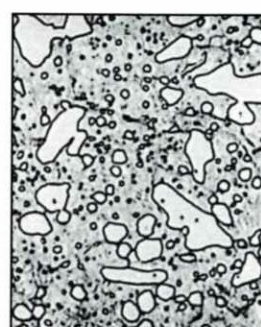
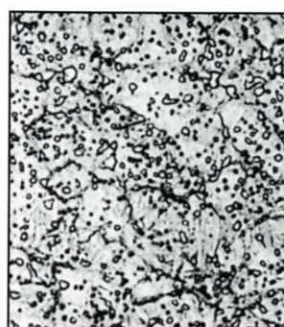
RIGORの優れた靱性は、せん断加工における刃先のチッピング防止に効果を発揮します。RIGORを使用した工具の多くは、SKD1のような高カーボン、高クロム合金鋼を使用した工具よりも経済的です。RIGORは機械加工性、研削性においても非常に優れた特性を示します。

■せん断加工用金型

用途	素材の板厚	硬さ
打抜き型、総抜き型、 穴抜き型、端抜き型、 切断型、トリミング型、 順送型	3mm以下	60-62HRC
	3-6mm	56-60HRC
	6-10mm	54-56HRC
プラスチック粉砕用回転刃 せん断刃		56-60HRC
送り抜き型と鍛造用のトリミング	熱間 冷間	58-60HRC
		56-58HRC

■成形加工用金型

用途	硬さ
曲げ型、深絞り、縁ロール、へら絞り コイニングダイ	56-62HRC 56-60HRC
チューブおよび切開用フォーミングロール	58-62HRC
コールドポピング用マスターホブ	58-60HRC
ゲージ、測定工具、ガイドレール プッシュ、スリーブ	58-62HRC
オモ型用ダイおよび入れ子	56-62HRC
熱硬化性樹脂用金型	56-62HRC



RIGORの微細な炭化物とSKD1（高カーボン、高クロム合金鋼）の炭化物の比較

特 性

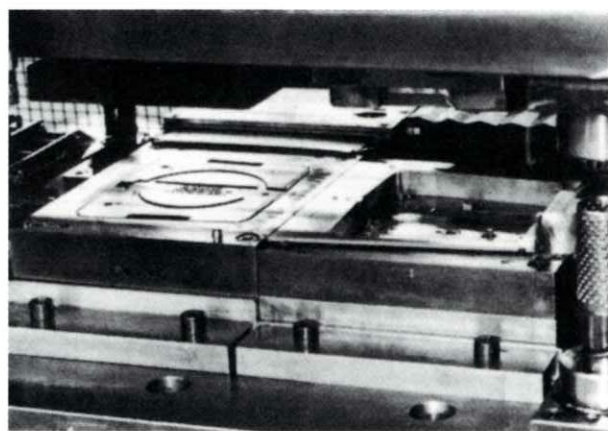
■物性値

62HRCまで焼入れ-焼戻しをした材料について室温および高温下で測定した物性値を下記に示します。

温度 (°C)	20	200	400
密度 (kg/m ³)	7,750	7,700	7,650
縦弾性係数 (N/mm ²)	190,000	185,000	170,000
熱膨張率 (/°C) 20°Cからの値	—	11.6×10 ⁻⁶	11.3×10 ⁻⁶
熱伝導率 (W/m°C)	26.0	27.0	28.5
比熱 (J/kg°C)	460	—	—

■圧縮強度

硬さ	圧縮降伏強度 R _{c0.2} N/mm ²
62HRC	2200
60HRC	2150
55HRC	1800
50HRC	1350



RIGORで作った順送用金型

熱 処 理

■軟化焼鈍

材料の表面を保護し850°Cまで加熱します。次に炉内で毎時10°Cの割合で650°Cまで冷却し、その後大気冷却します。

■応力除去

金型を粗加工後650°Cまで加熱し2時間保持します。次に500°Cまで徐冷し、その後大気冷却します。

■焼入れ

予熱温度：650-750°C

焼入れ温度：925-970°C（通常は940-960°C）

温度	均熱時間*	焼戻し前硬さ
925°C	40分	約63HRC
950°C	30分	約64HRC
970°C	20分	約64HRC

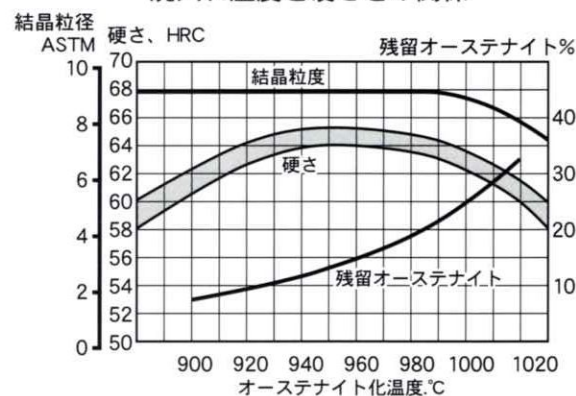
*均熱時間=材料が焼入れ温度に達した後の保持時間
材料の脱炭および酸化の防止策が必要です。

■冷却媒体

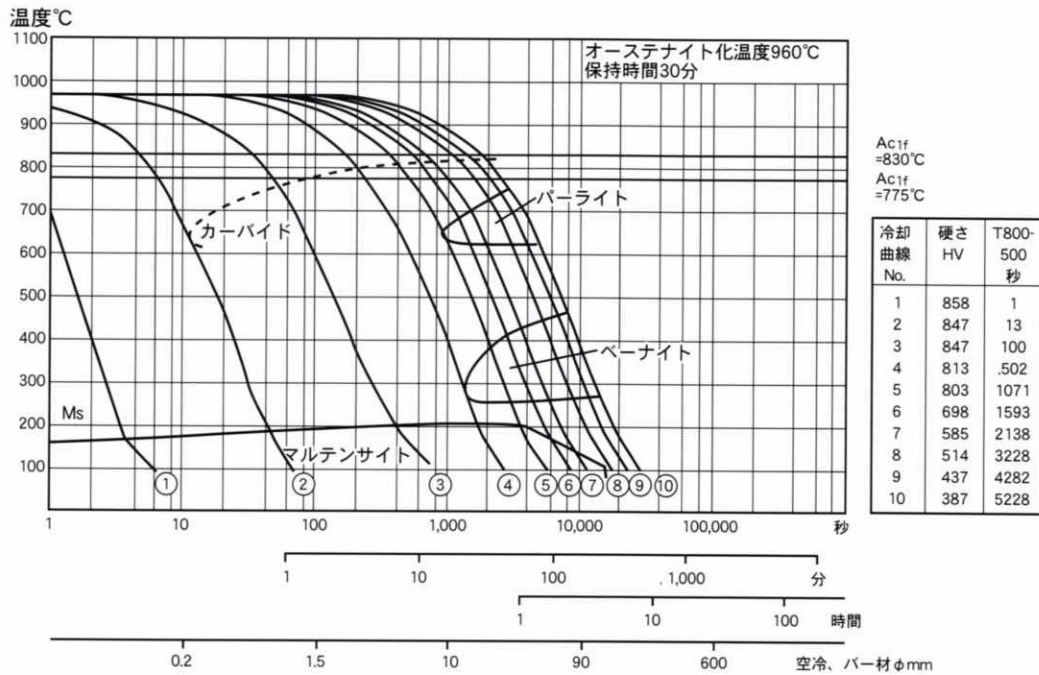
- 180-220°Cまたは450-550°Cのマルテンパー浴または流動層、その後空気冷却
- 循環空気/大気
- 真空炉内の加圧ガス
- 油（単純形状の場合のみ）

注：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ください。

焼入れ温度と硬さとの関係

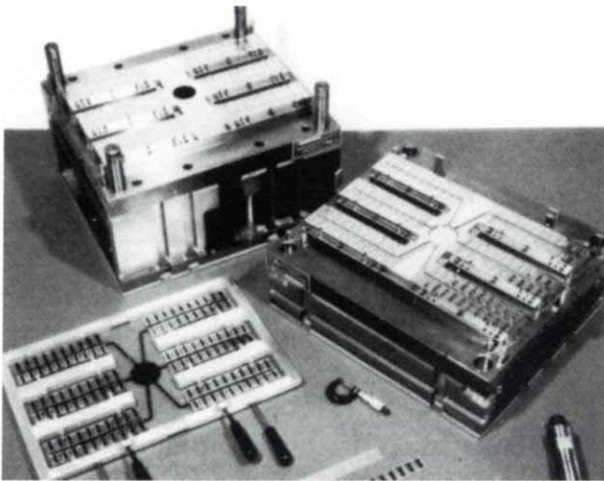


CCT曲線

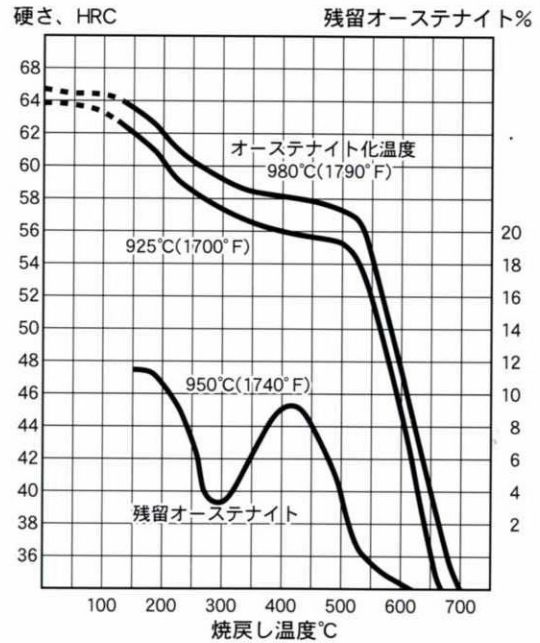


焼戻し

焼戻し曲線を参照して、必要とする硬さに対する焼戻し温度を選定します。焼戻しは2回行なってください。焼戻しは180°C以上で2時間以上保持します。



RIGORで作った順送用金型



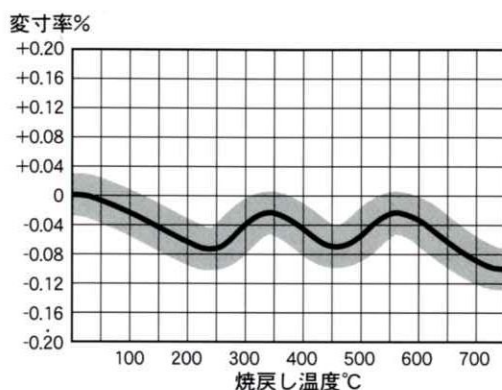
この焼戻し曲線は小さな試料に対して有効です。得られる硬さは工具の大きさにも依存します。

■焼入れ時の変寸

試験片:100×100×25mm

焼入れ条件	幅%	長さ%	厚さ%
960℃から 油焼入れ min	-0.10	-0.02	-0.05
max	-0.05	+0.06	
960℃から マルテンパー min	+0.04	+0.06	+0.04
max	+0.05	+0.08	
960℃から 空気焼入れ min	+0.08	+0.13	+0.04
max	+0.14	+0.15	

■焼戻し時の変寸



注：焼入れ変寸と焼戻しの変寸は合算されます。

■サブゼロ処理と時効

特に高い寸法安定性を必要とする工具は、時間の経過に伴い体積変化を防止するためにサブゼロ処理と人工時効の両方、またはいずれか一方を必ず行って下さい。この処理を必要とする工具は、例えばゲージのような測定工具、特定の構造部品などです。

サブゼロ処理

焼入れが終了したら直ちに-40℃から-80℃でサブゼロ処理を行います。そして、すぐに焼戻しまたは時効を行います。サブゼロ処理2～3時間で硬さが1～3HRC増加します。複雑な形状の工具に対しては、割れの危険がありますので避けてください。

時効

焼入れ後、焼戻しの代わりに時効を行います。温度は110～140度で、保持時間は25～100時間

窒 化

窒化は表面に硬い拡散層を作り、耐摩耗性と耐溶損性が向上します。又、耐食性が増加します。525℃のアンモニアガス中で窒化しますと、1000HV_i程度の表面硬さが得られます。

窒化温度	時間	深さ
525℃	20h	約0.2mm
525℃	30h	約0.3mm
525℃	60h	約0.4mm

570℃で2時間の浸炭窒化を行いますと、表面硬さは900HV_i程度で、硬化層の深さは10～20μmです。

切削データ

下表のデータは、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ください。

■施盤加工

加工条件	超 硬		高速度鋼
	粗加工	仕上げ加工	仕上げ加工
切削速度 (Vc) m/min	100-160	160-210	18-23
送り (f) mm/rev	0.2-0.4	0.05-0.2	0.05-0.3
切込深さ (ap)	2-4	0.5-2	0.5-2
超硬の種類			
ISO	P20-P30	P10	—
US	C6-C5 被覆超硬	被覆超硬 または サーメット	—

■ドリル加工

高速度鋼ツイストドリル加工

ドリル径 mm	切削速度(Vc) m/min	送り (f) mm/rev
1-5	14-16*	0.05-0.15
5-10	14-16*	0.15-0.20
10-15	14-16*	0.20-0.25
15-20	14-16*	0.25-0.35

被覆高速度鋼のドリルの場合は、
(Vc)= 24-26m/min

超硬ドリル加工

加工条件	挿入型	一体型	ろう付型 ¹⁾
切削速度 (Vc) m/min	150-170	80-100	50-60
送り (f) mm/rev	0.05-0.25 ²⁾	0.10-0.25 ²⁾	0.15-0.25 ²⁾

- 1) 内部冷却チャンネルとろう付チップを有するドリル
- 2) ドリル径による

■フライス加工

正面削り

加工条件	超 硬	
	粗加工	仕上げ加工
切削速度 (Vc) m/min	130-200	200-240
送り (fz) mm/tooth	0.2-0.4	0.1-0.2
切込深さ (ap)	2-4	-2
超硬の種類		
ISO	P20-P40	P10-P20
US	C6-C5 被覆超硬	C7-C6 被覆超硬 または サーメット

エンドミル加工

加工条件	超 硬		高速度鋼
	一体型	挿入型	
切削速度 (Vc) m/min	80-120	120-170	15-20 ¹⁾
送り (fz) mm/tooth ²⁾	0.03-0.20	0.08-0.20	0.05-0.35
超硬の種類			
ISO	K20	P20-P40	—
US	C2	C6-C5	—

- 1) 被覆高速度鋼のエンドミルでは、
(Vc)=30-35m/min
- 2) 半径方向の切込深さと刃物の径によって異なる

■研削

次のような研削砥石が推奨されます。

	焼鈍状態	焼入状態
正面研削 (平形砥石)	A46HV	A46HV
正面研削 (セグメント)	A24GV	A36GV
円筒研削	A46LV	A60KV
内面研削	A46JV	A60IV
輪郭研削	A100LV	A120JV

放電加工—EDM—

放電加工を焼入れ—焼戻し状態で行う場合は、
溶接後、焼戻し温度より25℃低い温度で再焼戻し
をしてください。

溶 接

金型の溶接で良好な結果を得るために予熱温度、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、化学組成に合った溶接棒を使用する必要があります。

	作業温度	溶加材	溶接後の硬さ
MMA (SMAW)	200- 250℃	AWS E312	300HB
		ESAB OK	
		84.52	53-54HRC
		UTP 67S	55-58HRC
		Castolin 2	54-60HRC
		Castolin N 102	54-60HRC
TIG	200- 250℃	AWS ER312	300HB
		UTPA67S	55-58HRC
		UTPA73G2	53-56HRC
		Castotig 5	60-64HRC

ウツデホルム

冷間工具鋼の材料特性比較

鋼種	硬さ/ 塑性変形 抵抗	加工性	研磨性	寸法 安定性	耐摩耗性		疲労割れ抵抗	
					引っ掻き	凝着	延性 (チップング)	靱性 (クラッキング)
ARNE	■■■■	■■■■	■■■■	■	■■■	■■■	■■■	■■■
CALMAX	■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■■	■■■■
RIGOR	■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■
SLEIPNER	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■
SVERKER 21	■■■	■■■■	■■■	■■■■	■■■	■	■■■	■■■
SVERKER 3	■■■	■■■	■■■	■■■■	■■■■	■	■■■	■■■
VANADIS 4	■■■	■■■■	■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■
VANADIS 6	■■■■	■■■	■■■	■■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■
VANADIS 10	■■■■	■■■	■■■	■■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■
ASP23	■■■■	■■■■	■■■	■■■■	■■■	■■■	■■■	■■■

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。