

ASSAB 88

UDDEHOLM SLEIPNER

| ASSAB  | UDDEHOLM <small>a voestalpine company</small> | 標準規格 | | |
|---|--|-------------|----------|-------------|
| | | AISI | W.Nr. | 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 20200403

ASSAB 88

工具鋼市場の変化

市場環境の変化に伴い、金型を取り巻く環境も変化しています。例えば、要求されるリードタイムはだんだん短くなっています。これは、使用時の金型の信頼性や予定した納期通りに金型が完成できることへの要求が高まっていることを意味します。近年、金型および金型材料への負荷が大きい被加工材（ワーク材）が使用されることも増えており、例えば自動車部品用ハイテン材の加工に使用される金型には、耐チップング／割れ性、耐摩耗性、圧縮強度が求められます。

現在の標準的な冷間工具鋼

SKD11 (AISI D2, W-Nr.1.2379)に代表される12%Crは今でも冷間工具鋼の主流ですが、製造現場の変化に伴い、使用される領域は限定されつつあります。

ASSAB 88 はASSABが販売する8%Cr冷間工具鋼で、様々な特性のバランスに優れており、12%Cr鋼が対応できないような幅広い用途に使用可能な鋼材です。

多用途に対応できる工具鋼

ASSAB 88 の特性は12%Cr鋼を凌ぎ、多用途に使用可能となっています。12%Cr鋼に比べ、機械加工性、研削性、焼入れ性が良好で、小規模であれば補修溶接も容易です。したがって、金型製作時間を短縮することができます。優れた耐チップング性により、金型寿命が長くなり、メンテナンスも容易になります。

一般特性

ASSAB 88 はクロム-バナジウム-モリブデン系の合金鋼で以下のような特長があります。

- 優れた耐摩耗性
- 優れた耐チップング性
- 高い圧縮強さ
- 高い硬さ(高温焼戻し後60HRC以上)
- 優れた焼入れ性
- 優れた寸法安定性
- 優れた焼戻し軟化抵抗
- 優れたワイヤ放電加工特性
- 優れた機械加工性・研削性
- 優れた表面処理性

| | | | | | | |
|----------|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 代表的分析値 % | C 0.9 | Si 0.9 | Mn 0.5 | Cr 7.8 | Mo 2.5 | V 0.5 |
| 標準規格 | なし | | | | | |
| 納入状態 | 約 235 HB に軟化焼鈍 | | | | | |

用途

ASSAB 88 は冷間加工用金型用鋼として幅広い用途に適しています。引掻き摩耗と凝着摩耗が複合した場合の耐久性や耐チップング性に優れている上に、高温焼戻しでも 60 HRC 以上の硬さが得られるなどの特性があるため、窒化や PVD などの表面処理を高強度の生地に行うことができます。さらに、ワイヤカット加工で大きなブロックから 60 HRC 以上の硬さで複雑な形状をした素材を切り出すことが可能です。

ASSAB 88 は、耐複合摩耗性または耐引掻き摩耗性と耐チップング性が要求される中ロット生産用に推奨されます。

適用例

- 打抜きおよびファインブランキング
- せん断
- 成形
- コイニング
- 冷間鍛造
- 冷間押出
- 転造ダイス
- 引抜きおよび深絞り
- 粉末冶金

特性

物性値

硬さ 62 HRC に焼入れ-焼戻しをした材料の室温および高温でのデータ。

| 温度 | 20 °C | 200 °C | 400 °C |
|--|---------|--|------------------------------|
| 密度 kg/m ³ | 7 730 | 7 680 | 7 620 |
| 縦弾性係数 MPa | 205 000 | 190 000 | 180 000 |
| 熱膨張係数, /°C, 20°C からの値 - 低温戻し (60HRC) - 高温戻し | - - | 12.7 × 10 ⁻⁶ 11.6 × 10 ⁻⁶ | - 12.4 × 10 ⁻⁶ |
| 熱伝導率 W/m °C | - | 20 | 25 |
| 比熱 J/kg °C | 460 | - | - |

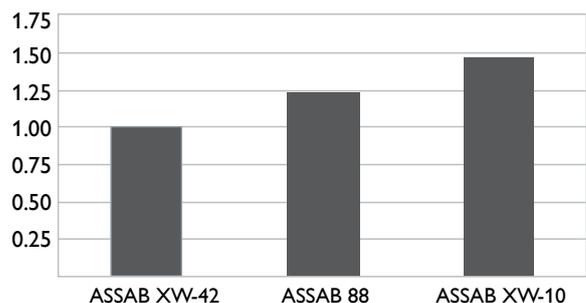
圧縮強さ

| 硬さ HRC | 圧縮降伏強さ R _{c0.2} (MPa) |
|-----------|-----------------------------------|
| 50 | 1 700 |
| 55 | 2 050 |
| 60 | 2 350 |
| 62 | 2 500 |
| 64 | 2 650 |

耐チップング性

ASSAB XW-42, ASSAB 88, ASSAB XW-10 同じ硬さレベルでの耐チップング性の相対比較。

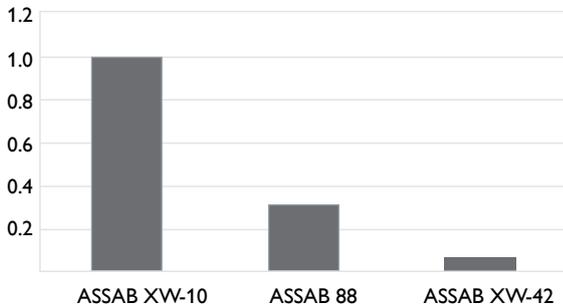
耐チップング性の相対値



耐引掻き摩耗性

ASSAB XW-42, ASSAB 88, ASSAB XW-10の同じ硬さレベルでの耐引掻き摩耗性の相対比較（値が低いほど耐摩耗性が高くなります）。

耐引掻き摩耗性の相対値



熱処理

軟化焼鈍

材料の表面を保護し、850°Cに加熱します。その後650°Cまで毎時10°C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 – 650 °Cおよび850 – 900 °C。

焼入れ温度: 950 – 1080 °C (通常 1030 – 1050 °C)。

保持時間: 30 分

保持時間: 工具全体が焼入れ温度に達してからの経過時間。保持時間が推奨より短い場合、硬さの低下に繋がります。

脱炭・酸化の防止策が必要です。

冷却媒体

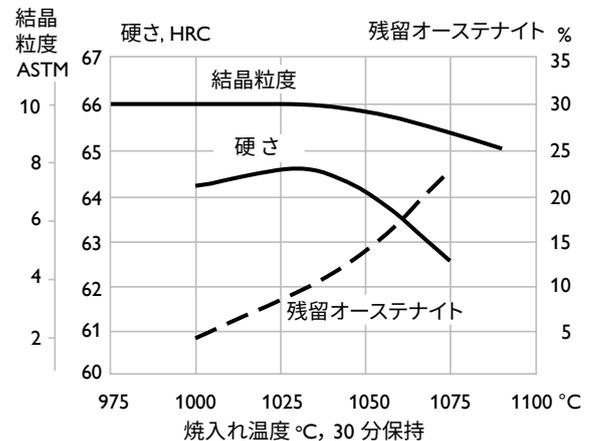
- 真空炉内の 2 bar以上の加圧ガス
- 約 200~550°C のマルテンパー浴
- 加圧ガスまたは衝風

注: 工具の温度が 50~70°C に達したら直ちに焼戻しを行って下さい。

一般に焼入れ速度は、変形が発生しない範囲で、できる限り速くすることが工具鋼の特性にとっては好ましいです。焼入れ速度が遅いと、焼戻し曲線に示されている硬さよりも実際の硬さが低くなります。

工具の肉厚が 50 mm 以上の場合、マルテンパー後に強制空冷が必要です。

焼入れ温度と硬さ、結晶粒サイズおよび残留オーステナイト量との関係

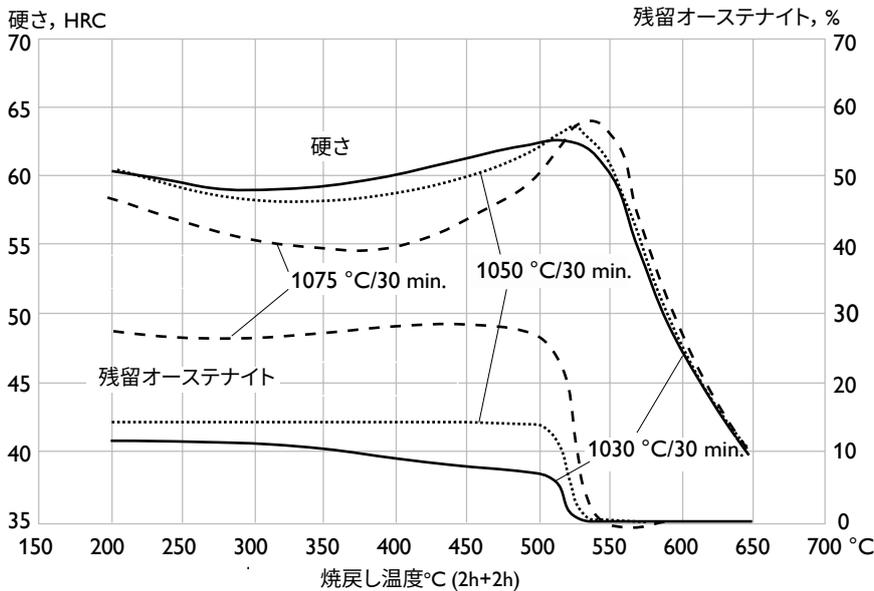


焼戻し

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回以上行います。経年変化、延性を重視する場合には、焼戻し温度540°C以上で、焼戻しを3回実施することを強く推奨します。

540°Cよりも低い温度で焼戻しを行う場合、硬さと圧縮強度は若干優位ですが、耐割れ性や経年変化に対しては不利となります。焼戻しは少なくとも520°C以上で実施して下さい。

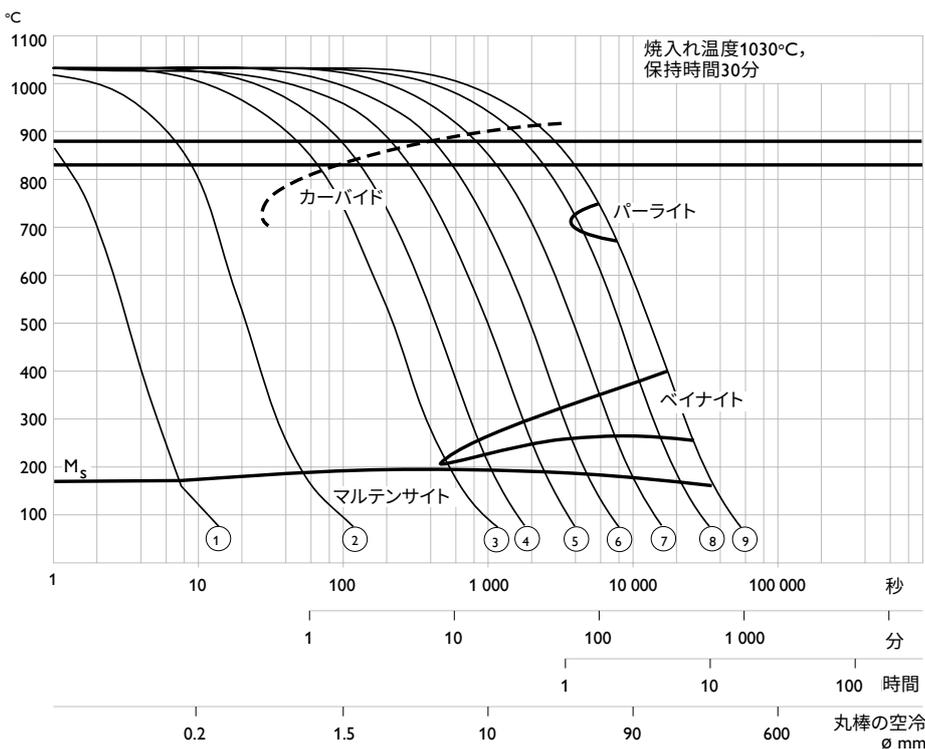
焼戻しが2回の場合、保持時間は2時間以上、焼戻しが3回の場合、保持時間は1時間以上が一般的です。



上記の焼戻し曲線は、15×15×40 mmのサンプルを空気焼入れして作成したものです。実際の工具や金型の熱処理後の硬さは、サイズや熱処理条件の影響で低めになることがあります。

CCT 曲線

焼入れ温度1030°C, 保持時間30分



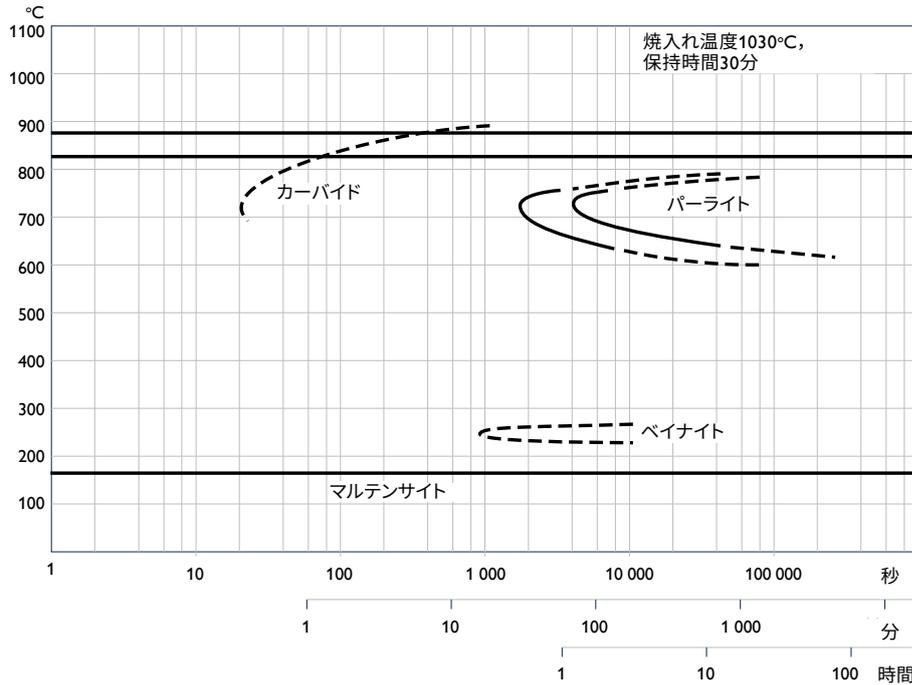
$A_{C1r} = 880\text{ }^\circ\text{C}$

$A_{C1s} = 830\text{ }^\circ\text{C}$

| 冷却 曲線 No. | 硬 さ HV 10 | $T_{800-500}$ sec |
|-----------------|--------------|----------------------|
| 1 | 824 | 2 |
| 2 | 824 | 11 |
| 3 | 813 | 140 |
| 4 | 813 | 280 |
| 5 | 813 | 630 |
| 6 | 813 | 1 241 |
| 7 | 724 | 2 482 |
| 8 | 649 | 5 215 |
| 9 | 572 | 8 360 |

TTT 曲線

焼入れ温度1030°C, 保持時間30分



$A_{C1f} = 880 \text{ }^\circ\text{C}$
 $A_{C1s} = 830 \text{ }^\circ\text{C}$

| 温度 °C | 時間 h | 硬さHV 10 |
|----------|---------|------------|
| 800 | 31.0 | 498 |
| 750 | 3.1 | 266 |
| 725 | 1.6 | 309 |
| 700 | 3.0 | 304 |
| 650 | 19.6 | 239 |
| 600 | 23.3 | 724 |
| 300 | 7.0 | 813 |
| 250 | 16.3 | 803 |
| 200 | 23.4 | 813 |

熱処理変寸

焼入れ-焼戻し後に寸法変化を測定。

焼入れ温度：1030°C

保持時間：30分

冷却速度：0.75°C/s (800~500°C), 真空炉中

試料サイズ：100x100x100 mm

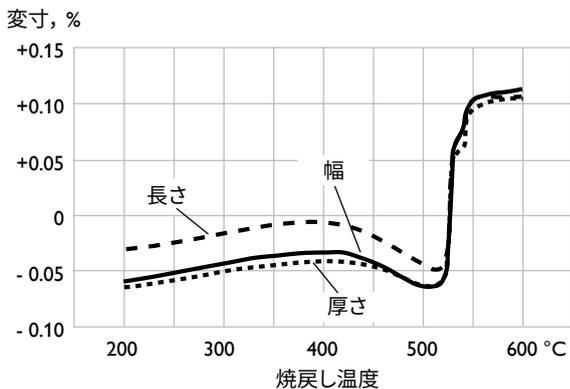
サブゼロ処理

使用中に高い寸法安定性が要求される場合には、サブゼロ処理を実施する必要があります。サブゼロ処理は残留オーステナイト量を減らし、硬さを下図のように変化させます。

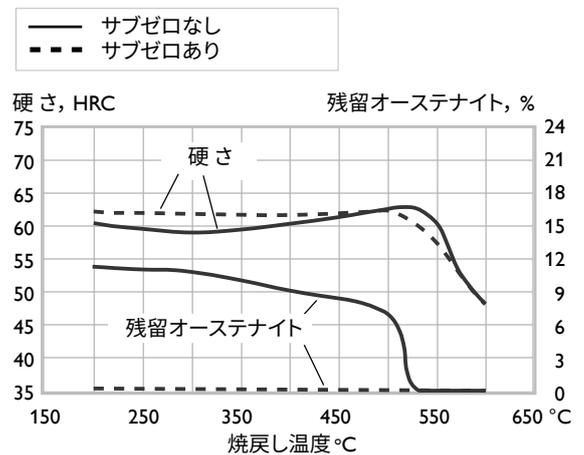
焼入れ：1030 °C / 30分

焼戻し：それぞれの温度で 2回 x 2h

焼戻し温度の関数としての寸法変化



硬さ, 残留オーステナイトと焼戻し温度, サブゼロ処理の関係



表面処理

冷間工具鋼では表面の摩擦を小さくしたり耐摩耗性を向上したりするために、表面処理を行う場合があります。最も一般的に使用されているのが、窒化処理とPVD, CVDによる耐摩耗性のある表面層の形成です。

高い硬さ、良好な耐チップング性、寸法安定性を兼ね備えた ASSAB 88 は、各種表面処理の基材に適した材料です。

窒化と軟窒化

窒化処理および軟窒化により耐摩耗性・耐焼付き性のある表面硬化層が形成されます。窒化処理後の表面硬さは約1100HV_{0.2kg}です。硬化層の厚さは用途に応じて選択する必要があります。

PVD

PVD(物理的蒸着法)は耐摩耗性皮膜を200~500°Cの温度範囲で形成する方法です。

CVD

CVD(化学的蒸着法)は耐摩耗性皮膜を約1000°Cで形成する方法です。通常CVD処理後には、真空炉内で別途焼入れ-焼戻しを行います。

機械加工推奨条件

下表は、硬さ約 235 HB の軟化焼鈍材を機械加工する場合の目安であり、実際の条件に合わせて調整する必要があります。

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 | 100 – 150 | 150 – 200 | 17 – 22 |
| 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 | K10, P15 被覆超硬 | – |

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 | 110 – 180 | 180 – 220 |
| 送り (f_z) mm/tooth | 0.2 – 0.4 | 0.1 – 0.2 |
| 切込深さ(a_p) mm | 2 – 5 | < 2 |
| 超硬の種類 ISO | K20, P20 被覆超硬 | P10 – P20 被覆超硬 |

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 | 100 – 140 | 13 – 18 ¹⁾ |
| 送り (f_z) mm/tooth | 0.03 – 0.20 ²⁾ | 0.08 – 0.20 ²⁾ | 0.05 – 0.35 ²⁾ |
| 超硬の種類 ISO | – | P15 – P40 | – |

¹⁾ コーティングハイスのエンドミルの場合 $v_c \sim 30 - 35$ m/min

²⁾ 径方向の切込深さやカッタ-の径によって異なります。

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 | 13 – 18* | 0.05 – 0.10 |
| 5 – 10 | 13 – 18* | 0.10 – 0.20 |
| 10 – 15 | 13 – 18* | 0.20 – 0.25 |
| 15 – 20 | 13 – 18* | 0.25 – 0.30 |

* コーティングハイスドリルの場合は v_c ~ 25 – 35 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 ¹⁾ |
| 切削速度 (v _c) m/min | 140 – 160 | 80 – 100 | 45 – 55 |
| 送り (f) mm/r | 0.05 – 0.15 ²⁾ | 0.10 – 0.25 ³⁾ | 0.15 – 0.25 ⁴⁾ |

¹⁾ ろう付けチップを有するドリル

²⁾ 20–40 mm のドリル

³⁾ 5–20 mm のドリル

⁴⁾ 10–20 mm のドリル

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 JV |
| 輪郭研削 | A 100 KV | A 120 JV |

溶接

溶接で良好な結果を得るためには、溶接作業中、十分な注意を払う必要があります。

- 接合部を適切に前処理します。
- 補修溶接時には予熱します。最初の2層は、同じ径の溶接棒を用いて、同一電流で溶接を実施します。
- アークはできるだけ短く保ちます。アンダーカットを極力小さくするために、溶接棒の角度は接合部に対して90度、進行方向に対して75-80度に保持します。
- 大規模な補修の場合、初期層は軟らかい溶接棒で溶接を行います。(緩衝層)

溶接棒

TIG 溶接棒

| 溶接棒 | 溶接後の硬さ |
|--------------------|---------------|
| Type AWS ER312 | 300 HB (緩衝層用) |
| UTP A67S | 55 – 58 HRC |
| UTP A696 | 60 – 64 HRC |
| Casto Tig 45303W * | 60 – 64 HRC |
| Caldie Tig-Weld | 58 – 62 HRC |

* 割れの恐れがあるため、4層以上は溶接しないで下さい。

MMA (SMAW) 被覆アーク溶接棒

| 溶接棒 | 溶接後の硬さ |
|-----------------------|---------------|
| Type AWS ER312 | 300 HB (緩衝層用) |
| Castolin EutecTrode 2 | 54 – 60 HRC |
| UTP 67S | 55 – 58 HRC |
| UTP 69 | 60 – 64 HRC |
| Castolin EutecTrode 6 | 60 – 64 HRC |
| Caldie Weld | 58 – 62 HRC |

予熱温度

溶接作業中、工具の温度は一定に保ってください。

| | 焼鈍材 | 焼入れ材 |
|----------|--------|-------------|
| 硬さ | 230 HB | 60 – 62 HRC |
| 予熱温度 | 250 °C | 250 °C |
| パス間の最高温度 | 400 °C | 400 °C |

溶接後の熱処理

| | 焼鈍材 | 焼入れ材 |
|------|--------------------------------|----------------------------|
| 硬さ | 230 HB | 60 – 62 HRC |
| 冷却速度 | 最初の2時間は毎時20~40°Cで冷却し、その後は大気放冷。 | |
| 熱処理 | 焼鈍 焼入れ 焼戻し | 最終の焼戻し温度よりも10-20°C低い温度で焼戻し |

火炎焼入れ

酸素-アセチレン混合型装置 (能力800-1250l/h) を使用します。酸素分圧を 2.5 bar, アセチレン分圧を 1.5 bar とし、中性炎が得られるように調整します。

加熱温度980-1020°Cから大気放冷することで、硬さは、表面で約58~62HRC、深さ3~3.5mmの位置で約41HRC(400HV)になります

放電加工 — EDM

焼入れ-焼戻し状態の材料を放電加工した場合には、例えば低電流、高周波電圧のような精密放電加工条件で仕上げて下さい。

適正な工具性能を得るためには、研削や磨き等で放電加工層を取り除き、直近の焼戻し温度よりも約25°C低い温度で、焼戻しを行なう必要があります。

大型の工具や複雑形状の工具を放電加工する場合には、500°C以上で高温焼戻しを行ってください。残留応力が低下し、放電加工中の割れ発生リスクが低減します。

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。

冷間工具鋼の相対比較

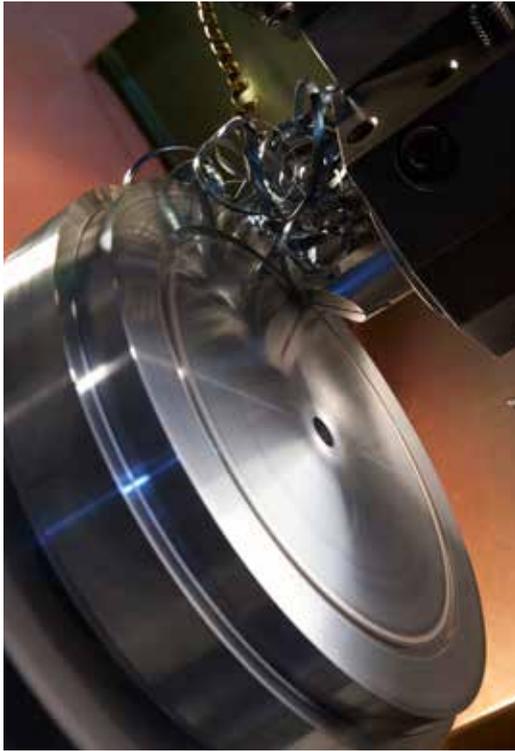
材料特性と各種損傷様式への耐久性

| 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/ 耐チップング | 靱性/ 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

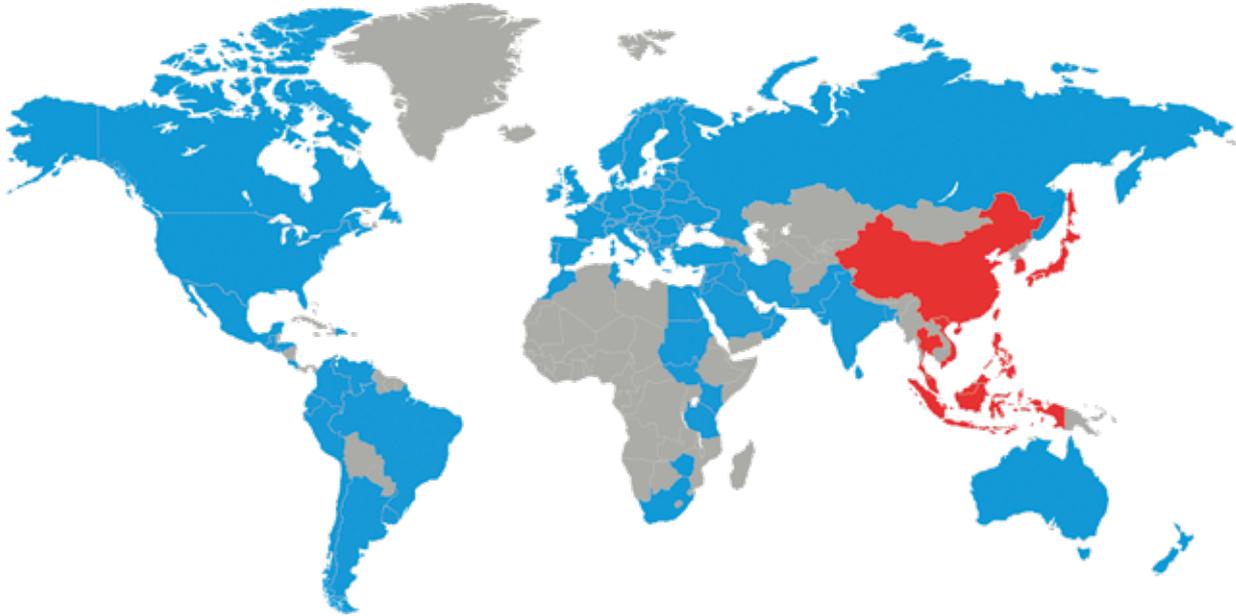
ASSAB ツールングソリューション

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

