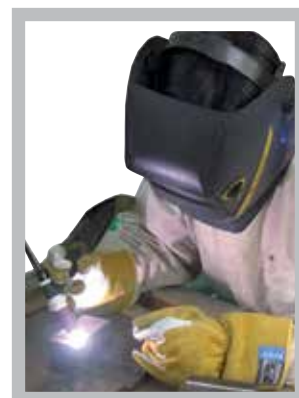


工具鋼の溶接



工具鋼の溶接の概要

工具鋼は、マンガン、クロム、モリブデン、タングステン、ニッケル等の合金元素に加え、最大2.5%の炭素を含んでいます。工具鋼の溶接における問題の多くは、焼入れ性が高いことに起因します。溶接部は熱源が取り除かれると急速に温度が下がり、溶接部と熱影響部は焼き入れされ硬化します。この組織変態により応力を生じるため、通常溶接部には高い応力が内在しています。その結果、十分に注意しないと割れが発生するリスクがあります。

以下に工具鋼の溶接を上手く行うために必要な溶接装置、溶接技術、溶接棒について記します。溶接作業者の技能と経験も非常に重要な要素であることは言うまでもありません。細心の注意を払えば、溶接による補修、修正は可能であり、溶接部の工具としての特性は母材と比べても遜色ありません。

金型の溶接は以下のような理由で行われます。

- 割れや摩耗が生じた金型の再生や補修
- 抜き型などの欠けや摩耗が生じた切り刃の補修
- 金型製造過程で生じた加工ミスの修正
- 金型の設計変更

工具鋼の溶接方法

被覆アーク溶接 (SMAW/ MMA)

原理

直流もしくは交流電源により、被覆溶接棒とワークの間に電気アークを発生させます。(図1)

溶接棒は、通常低炭素鋼で作られる心線がフラックスと呼ばれる粉末で被覆されています。この被覆は、鉄粉、粉末状の合金鋼、スラグ形成材とそれらを結合する結合材で構成されています。溶接棒は溶

接作業中にアークの作用により溶融し、ワーク側に滴下します。溶融金属が溶接棒からワークへ移る際、および溶融部が凝固して冷却する際の大気による汚染は、一部は溶接棒の被覆の成分で形成されるスラグにより、一部は溶接棒が溶融する際に発生するガスにより抑制されます。

溶接金属部の化学組成は、溶接棒の被覆の成分で決まります。

電源

MMA溶接については、直流、交流いずれの電源も使用可能です。しかしながら、どちらの電源を選択した場合でも、溶接棒の種類に適合した電圧・電流を供給する必要があります。

標準的なアーク電圧は

- 一般的な溶接棒:
20–30 V
- 高能率用溶接棒:
30–50 V

ASSABの溶接棒は一般的なタイプです。直流電源で、最高無負荷電圧が70V、定格使用率35%で定格電流250A、定格電圧30Vが供給できる装置が適しています。

目次

工具鋼の溶接の概要	2
工具鋼の溶接方法	2
溶接作業場	4
溶接棒	5
工具鋼中の水素	5
作業温度	6
溶接手順	7
後熱処理	8
溶接条件のガイドライン	
- 熱間工具鋼	9
- 冷間工具鋼	10
- プラスチック金型用鋼	11



「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 20200817

タングステンアークガス溶接 (GTAW/TIG)

原 理

被覆アーク溶接においては、溶接作業中に溶接棒がアークを発する電極として消耗します。

TIG溶接においては、電極は融点が約3300℃と非常に高いタングステンもしくはタングステン合金が使用されるため、溶接工程で溶接棒は消耗しません(図2)。アークは溶接棒とワークの間の不活性ガスが高周波電圧にさらされることで発生します。電離が起こるので、溶接棒と母材が接触しなくても、アークが発生します。タングステン電極は、常に直流電源のマイナス極側に接続します。これは熱の発生を

抑え、電極が溶解するリスクを下げるためです。

電流はヘッドの中の接点を通して電極に伝わります。TIG溶接では、溶接棒、溶接ワイヤはアークに対して斜めに供給します。溶融池の酸化は、ヘッドから供給される不活性ガスで形成される隔壁によって防止されます。

電 源

TIG溶接ではTIGコントロールユニットが補完された通常のMMA電源が使用できます。ヘッドの水冷は、実際の溶接作業時間が短ければ必ずしも必要ではありません。ガスレンズを使用することも不活性ガ

スによるシールド効果を高めるために効果的です。電流をゼロから最適電流値まで滑らかに増加することができれば、溶接が容易になります。

レーザー溶接

原 理

レンズを使用して高出力レーザー光を溶接点に集光します。直径0.1~0.6mmの細い溶接棒を通常使用します。溶接作業者が溶接棒を操作します。レーザー光が溶接棒と母材を溶融します。溶融金属は、隆起した部分を後方に残しながら凝固します。溶接作業者はスポット溶接またはシーム溶接を連続して

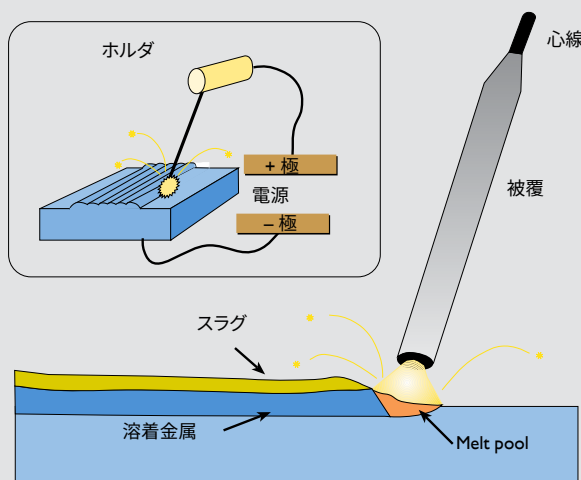


図1 被覆アーク溶接 (MMA)

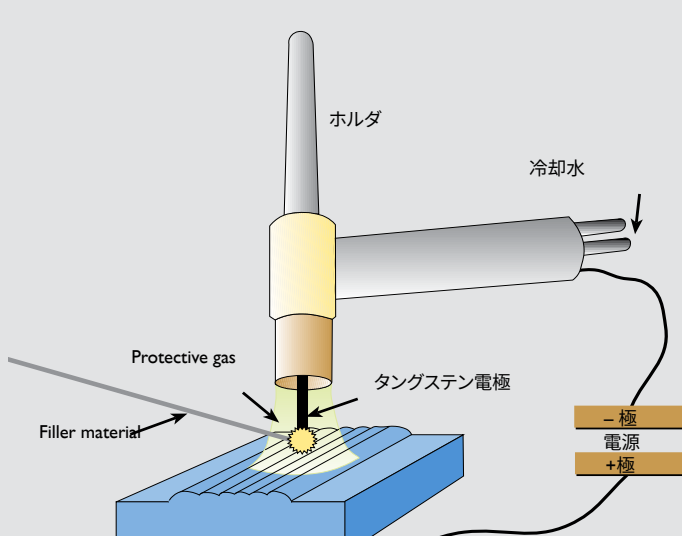


図 タングステンアークガス溶接 (TIG)

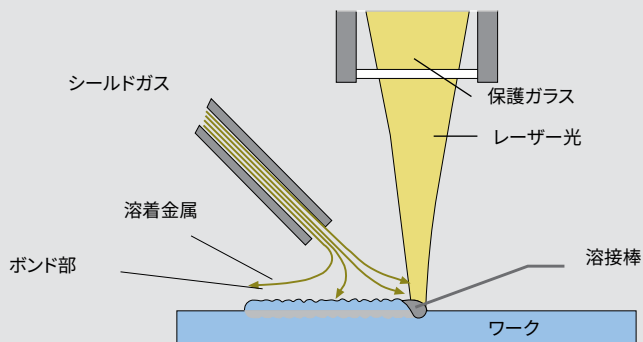


図3 レーザー溶接

行います。酸化防止のため、TIG溶接よりも高純度なアルゴンガスを使用します(図3)。

電 源

通常はNd:YAGタイプのパルス固体レーザーを使用します。

代表的な特性値

定格出力	150-200 W
最大パルス出力	10-12 kW
パルス時間	0.5-20 ms
周波数	0.5-20 Hz
スポット径	0.5-2.0 mm (0.1-0.5 mm)

溶接作業場

工具鋼の溶接を適切に行うには、以下のような周辺装置が必要と考えられます。

乾燥庫

被覆アーク溶接に使用する被覆溶接棒は非常に吸湿性が高く、乾燥した空気以外には触れないようにしないと、溶接部に後述する水素汚

染が発生してしまいます。したがって、溶接作業場には溶接棒を保管する乾燥庫が必要です。乾燥庫は50~150℃の範囲で温度調整が可能なものが必要です。溶接棒は梱包を取り外し、束ねずに棚に置いておく必要があります。

溶接作業場以外で溶接作業を行う場合には、携帯型の加熱コンテナが便利です。

溶接作業台

難しい溶接作業を行う際には、作業者の作業姿勢も重要です。したがって、作業台は安定したもので、適切な作業姿勢を保てるように台の高さが調整できるものでなくてはなりません。

回転が可能で、高さ調整もできる作業台であれば、溶接作業はより効率的に行えます。



予熱装置内で使用する電気ヒーター

予熱装置

工具鋼は、常温で溶接した場合には溶接割れが発生するリスクが高くなるので、通常は溶接の前に金型・工具の予熱を行う必要があります。

炉内での予熱でも溶接は可能ですが、作業が完了する前に温度が低下してしまう場合があるので、直流電源方式の加熱装置を用いて、工具鋼を適切な溶接温度に保温することを推奨します。この装置を使用すれば、金型全体を均一に、かつ昇温速度を制御して加熱することが可能です。金型を加熱したプレートの上に置くだけで、多くの場合保温には十分です。

小規模な補修や修正のための溶接であれば、プロパンガスバーナーを使って予熱をすることも可能です。したがって、プロパンガスボンベも用意してあると便利です。

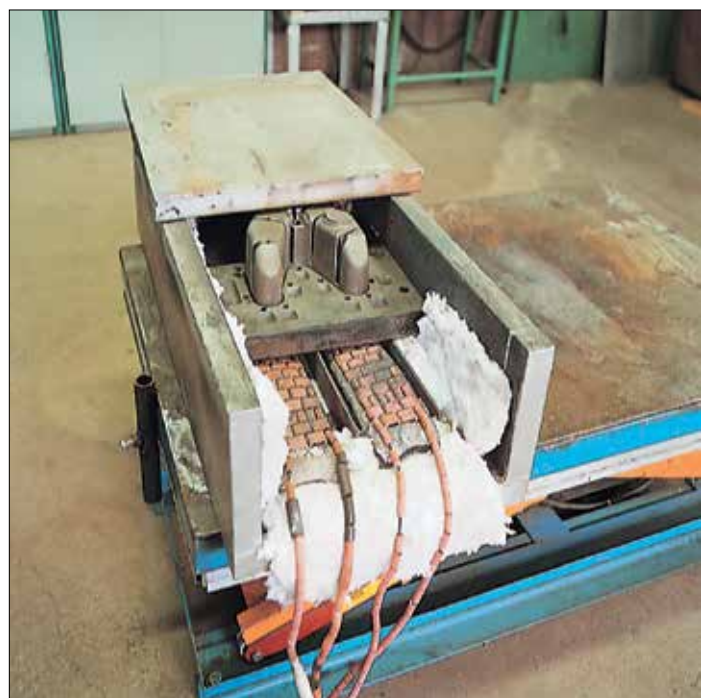
研削装置

以下のような研削設備が溶接作業に役立ちます。

- ディスクグラインダー：開先部の調製や溶接作業で生じた不具合部の除去に使用します。ホイールの大きさは研削する不具合部の大きさによって決まります。
- ストレートグラインダー（25000rpm以上可能なもの）：不具合部の除去や溶接部の仕上げに使用します。
- 溶接した金型に磨きやシボ加工を行う場合には、精密仕上げが可能な研削器具を用意する必要があります。
- 様々な形状・サイズの回転やすり

溶接棒

溶接部の化学組成は、溶接棒の組成、母材の組成、および溶接中に母材がどの範囲まで溶融したかによって決まります。溶接棒・溶接ワイヤは溶融した母材と容易に混ざする必要があります。その結果として接合部は以下のような特性を持ちます。



断熱された予熱設備内での予熱

- 均一な化学組成、硬さおよび熱処理特性
- 非金属介在物、空孔、割れが存在しない
- 金型として適切な性能

工具鋼の溶接部は高硬度なので、スラグや空孔を起点として発生する割れに対する感受性が特に高くなっています。したがって、使用される溶接棒は高品質な溶接部が得られるようなものでなければなりません。また、溶接棒は毎回同じような硬さや熱処理特性が得られるように、組成が厳しく管理されたものでなければなりません。溶接後に磨きやシボ加工が施される金型に対しても、高品質な溶接棒が必要不可欠です。ASSABの溶接棒はこのような要求を満足するものです。

溶接棒は通常ESR再溶解材から製造します。被覆溶接棒は塩基性で、ルチル溶接棒と比べて、接合部の清浄度という点ではるかに優れています。また、塩基性被覆溶接棒には、溶接金属の水素含有量がルチルタイプに比べてはるかに低いという利点もあります。

一般に、工具鋼の溶接に使用する溶接棒は、母材に近い化学組成であることが必要です。例えば、金型の製作途中で修正のため溶接を行うケースで、焼鈍状態で溶接が

行われる場合には、溶接棒は母材と同じ熱処理特性を有していなければなりません。さもないと、金型の溶接部だけ硬さが異なってしまいます。組成に大きな違いがある場合には、焼入れ時に割れが発生するリスクも高まります。

ASSABの溶接棒は、対応する鋼種に適合するものであり、母材が焼鈍材でも、焼入れ-焼戻し材であっても使用できます。

金型の溶接部には、用途によって異なる特性が求められます。

工具鋼の用途は大きく3つに分類（冷間加工、熱間加工、樹脂成形）されますが、それぞれの用途に対して重要な特性は以下の通りです。

冷間加工

- 硬さ
- 靱性
- 耐摩耗性

熱間加工

- 硬さ
- 焼戻し軟化抵抗
- 靱性
- 耐摩耗性
- 耐ヒートチェック性

樹脂成形

- 硬さ
- 耐摩耗性
- 磨き特性
- シボ加工性

ASSAB の溶接棒

被覆アーク溶接棒

ASSAB 718 Weld
QRO 90 Weld
Calmax Weld

ASSAB TIG-溶接棒

ASSAB 718 TIG-Weld
Stavax TIG-Weld
Corrax TIG-Weld
Nimax TIG-Weld
Mirrax TIG-Weld
Unimax TIG-Weld
Tyrax TIG-Weld
QRO 90 TIG-Weld
Dievar TIG-Weld
Calmax TIG-Weld
Caldie TIG-Weld

ASSAB レーザー溶接棒

Stavax Laser Weld
Nimax Laser Weld
Dievar Laser Weld

工具鋼中の水素

工具鋼の溶接部は高硬度なため、溶接中の水素の侵入に起因した低温割れに対する感受性が特に高くなっています。多くの場合、水素は、被覆アーク溶接棒の吸湿性のある被覆中に吸着された水蒸気に由来するものです。

- 溶接部の水素脆性割れに対する感受性は、以下の点に影響されます。
- 溶接金属のミクロ組織（ミクロ組織が異なれば水素脆性に対する感受性も異なります。）
- 鋼材の硬さ（高硬度ほど、感受性は高くなります。）
- 応力レベル
- 溶接部の拡散性水素量



ASSAB のレーザー溶接棒

ミクロ組織／硬さ

溶接金属と熱影響部に高硬度を付与する特質的なミクロ組織、即ちマルテンサイトとベイナイトは水素脆性に対する感受性が高くなっています。この感受性は、焼戻しにより僅かではありますが軽減できます。

応力レベル

溶接部の応力は以下の理由で生じます。

- 溶融池の凝固による収縮
- 溶接部、熱影響部、母材の温度差
- 溶接部と熱影響部の冷却過程での変態応力

一般に、溶接部近傍の応力レベルは降伏応力と同程度にまで達し、焼入れされた工具鋼では非常に高くなっています。この応力レベルを下げるのは非常に困難ですが、適切な溶接設計（ビード位置とパススケジュール）により僅かながら改善することが可能です。

しかしながら、溶接部が水素による深刻な汚染を受けている場合には、応力レベルを下げていても意味がありません。

拡散水素量

溶接部の低温割れ感受性に関して、これは一番扱いやすい影響因子です。何点かの簡単な注意事項を遵守することで、溶接中に吸収される水素量はかなり低減します。

- 一度開封した被覆アーク溶接棒は、常に乾燥庫内で保管するようにします
- 開先部表面の周辺に付着した油、錆、塗料からの汚染は水素源になります。したがって、継ぎ手部分の表面と周辺は、溶接作業の直前に研削して新生面を露出させます。
- プロパンガスバーナーで予熱を行う場合、金型表面の炎が直接あたらない部分に水分が付着することがあるので注意が必要です。

予熱温度

工具鋼を溶接する際に予熱をするのは、工具鋼は非常に焼入れ性が高く、そのため溶接部と熱影響部の割れ感受性が高いためです。工具鋼の溶接を常温で実施する場合、溶接金属と熱影響部がパス間

で急速に冷却します。その結果、脆弱なマルテンサイトに変態し、割れのリスクが高くなります。金型の温度が低いと、溶接で生じた割れが工具全体に伝播してしまう可能性もあります。したがって、溶接作業中の金型・工具の温度は、 M_s 点よりも $50\sim 100^{\circ}\text{C}$ 高い温度に保持しなければなりません。臨界温度は溶接金属の M_s 点であり、母材の M_s 温度と異なるかもしれません。

母材が焼入れ後、 M_s 点よりも低い温度で焼戻しされている場合、溶接前の予熱により硬さは低下します。例えば、低温焼戻しされた冷間工具鋼は多く場合、焼戻し温度以上の温度で予熱しなければならず、その場合の予熱温度は通常 200°C 前後です。この低い予熱温度には僅かですが割れのリスクがあります。適切な予熱を実施し、溶接中の割れのリスクを低減するためには、ある程度の硬さの低下を容認する必要があります。

適切に予熱をした金型に多層盛り溶接を行う場合、溶接部のほとんどは溶接作業中においてはオーステナイト組織のままですが、金型の温度が低下するのにしたがって、徐々にマルテンサイト組織に変態します。このことが溶接全体の均一な硬さとミクロ組織につながります。一方、十分な予熱がなされない場合、溶接ビードはパス間で変態してしまいます。

これまでの説明で、溶接作業中の金型は常に加温されている必要があるのは明らかだと思います。常温のまま金型の溶接を始めて、仕上げの際に予熱する方法は、割れが発生するリスクが高まるので推奨しません。

炉内で予熱を行うことも可能です



溶接棒を保管するための乾燥庫

が、温度が不均一になる（応力が発生する）、溶接が完了する前に温度が大きく低下する（特に金型が小さい場合）可能性があります。

金型を予熱し、溶接作業中に適切な温度に保持する最良の方法は、4ページに示すような壁内に電熱線を配した断熱設備を使用することです。

溶接手順

開先の加工

開先の加工を注意深く行うことは強調されるべき点です。クラックは、可能であれば開先部の角度が60°になるように削り落とします。底部の幅は使用する溶接棒の直径よりも1mm以上広くします。

熱間金型の溶損やヒートチェックは、研削して完全にに取り除いておく必要があります。

開先部とその近傍の金型表面は、新生面が露出するように研削します。溶接を開始する前に、研削した部分は浸透探傷液で検査し、不具合が全て取り除かれていることを確認します。準備が終わったら、すぐに溶接を行います。これは表面が塵、埃、湿気などにより汚染されるのを防ぐためです。

ビードの積み上げ

溶接部と母材との境界部にアンダーカットが生じないように、最初に微小な余盛りを行います。第一層は、

直径3.25mm以下の小径被覆アーク溶接棒もしくはTIG溶接棒（電流90A以下）で溶接します。

第二層は第一層と同じ径の溶接棒、同じ電流を用いて溶接し、熱影響部を極力小さくします。開先の残りの部分は、高電流で、太径の溶接棒を使用して溶接することが可能です。

仕上げのパスでは金型・工具の表面に十分なビードを積み上げます。小規模な溶接でも2パスは必要です。最終のビードは削り落とします。被覆溶接では、アークは短くし、ビードを一つ一つ置くことが必要です。

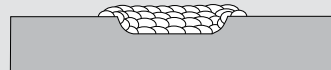
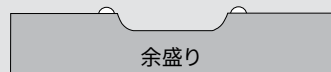
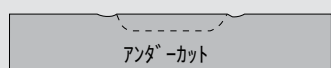
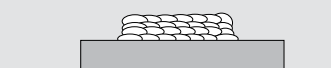
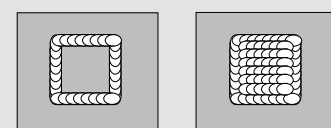
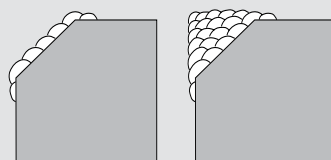
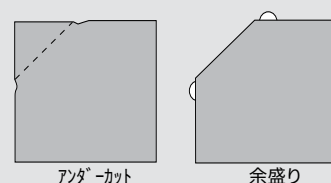
溶接棒は、アンダーカットをできるだけ少なくするために、開先に対して90°になるように保持し、進行方向に対しては75~80°に傾斜させます。

アークは開先部分のみに当たるようにし、溶接する必要のない部分には当たらないようにします。アーク痕が残ると割れの起点になる可能性があります。ポイドの発生を防ぐため、初期アーク痕は、溶接開始時に完全に溶かすようにします。一度使用した被覆アーク溶接棒を再使用する場合には、先端に残存しているスラグを取り除く必要があります。

磨きやシボ加工を行ったプラスチック成型用金型のような付加価値が高い金型の補修・設計変更を行

う際には、金型とケーブルとの導通を良くすることが必要です。導通が悪いと二次放電のような不具合が発生し、高品位な表面がアーク痕による損傷を受ける可能性があります。金型を銅版の上に置けば、最良の導通が得られます。銅版は金型と同様に予熱する必要があります。

ビードの積み上げ手順



開先の準備



ヘッドライト用の鏡面磨きされた金型

ます。

溶接が完了したら、金型を冷却する前に溶接部の清掃と検査を行います。

アーク痕やアンダーカットのような不具合部は直ちに処置します。

金型が冷えきる前に、溶接部を周囲とほぼ同じ高さまで研削し、それから次の工程に進みます。

溶接部に磨きやシボ加工を行う場合、最終パスはボイドやスラグが少ないTIG溶接で行います。

後熱処理

金型・工具の溶接前の状態に応じて、溶接後に以下の熱処理をする場合があります。

- 焼戻し
- 軟化焼鈍、その後焼入れー焼戻し
- 応力除去

焼戻し

総焼きした金型を補修溶接した場合には、溶接後の焼戻しを推奨します。

焼戻しにより、溶接金属および熱影響部の靱性が改善されます。

溶接金属と母材の硬さが同じようになるように焼戻し温度を選択します。

例外として、ASSAB 8407 SupremeをQRO 90 Supreme溶接棒を溶接するような、溶接金属の焼戻し軟化抵抗が母材より明らかに高いケースでは、母材が硬さを維持できる範囲内なるべく高い温度で焼戻しを行います。(通常は最終の焼戻し温度よりも20℃程度低い温度です。)

ASSABの溶接棒および工具鋼の製品カタログに掲載されている焼戻し曲線から、溶接後の工具の焼戻し条件を確認できます。

ごく小規模の溶接補修であれば溶接後の焼戻しは必ずしも必要ありませんが、できる限り焼戻しを行うことを推奨します。

軟化焼鈍

金型製作途中での設計変更や機械加工ミスの修復を目的として、焼きなまし状態の金型の溶接を行う場合には、溶接後に熱処理を行う必要があります。溶接部および熱影響部は、溶接後の冷却により硬化しているので、焼入れー焼戻し前に軟化焼鈍を行うのが理想的です。軟化焼鈍の条件は母材に推奨されている条件が適用できます。

応力除去

残留応力を取り除くために、溶接後に応力除去熱処理を行うことがあります。溶接部が大きく、高いひずみが蓄積されているような場合には、有効な予防措置となります。溶接部が焼戻しあるいは焼鈍されている場合には、通常応力除去は必要ありません。しかしながら、プレハードン鋼については、通常は他に熱処理をされないの、溶接後の応力除去が必要です。

応力除去温度は、溶接部も母材も軟らかくなり過ぎないように選ぶことが重要です。

ごく小規模な補修溶接であれば、通常応力除去は必要ありません。

ASSAB の工具鋼の溶接ガイドライン

以下に示す表は、ASSABの熱間工具鋼、冷間工具鋼、プラスチック金型用鋼を使用して製作した金型・工具を補修や設計変更のために溶接する際の溶接条件を記したものです。

熱間工具鋼の被覆アーク溶接

ASSAB 鋼種名	状 態	溶接方法	溶接棒	予熱温度	溶接後の硬さ	後熱処理	備 考
VIDAR SUPERIOR VIDAR 1 VIDAR 1 ESR	焼鈍 焼入れ	MMA (SMAW)	QRO 90 WELD UTP 673	325°C 以上	48-53 HRC 55-58 HRC	焼鈍	焼鈍条件は製品カタログを参照 最終の焼戻し温度よりも10~20°C低い温度で焼戻し
						焼戻し	
ASSB 8407 SUPREME ASSAB 8407 SUPERIOR ASSAB 8407 2M	焼鈍 焼入れ	MMA (SMAW)	QRO 90 WELD UTP 673	325°C 以上	48-53 HRC 55-58 HRC	焼鈍	
						焼戻し	
DIEVAR	焼鈍	MMA (SMAW)	QRO 90 WELD	325°C 以上	48-53 HRC	焼鈍	
	焼入れ					焼戻し	
QRO 90 SUPREME	焼鈍	MMA (SMAW)	QRO 90 WELD	325°C 以上	48-53 HRC	焼鈍	
	焼入れ					焼戻し	

熱間工具鋼のTIG溶接とレーザー溶接

ASSAB 鋼種名	状 態	溶接方法	溶接棒	予熱温度	溶接後の硬さ	後熱処理	備 考
VIDAR SUPERIOR VIDAR 1 VIDAR 1 ESR	焼鈍 焼入れ	TIG (GTAW)	QRO 90 WELD DIEVAR TIG WELD	325°C 以上	48-53 HRC	焼鈍	焼鈍条件は製品カタログを参照 最終の焼戻し温度よりも10~20°C低い温度で焼戻し
						焼戻し	
ASSB 8407 SUPREME ASSAB 8407 SUPERIOR ASSAB 8407 2M	焼鈍 焼入れ 焼入れ	TIG (GTAW)	QRO 90 TIG WELD	325°C 以上	48-53 HRC	焼鈍	
						焼戻し 250°C 2h	
DIEVAR	焼鈍	TIG (GTAW)	DIEVAR TIG WELD	325°C 以上	48-53 HRC	焼鈍	
	焼入れ	TIG (GTAW)	QRO 90 TIG WELD			焼戻し	
		LASER	DIEVAR LASER WELD	不要	48-53 HRC	焼戻し 260°C 2h	
QRO 90 SUPREME	焼鈍	TIG (GTAW)	QRO 90 TIG WELD	325°C 以上	48-53 HRC	焼鈍	
	焼入れ					焼戻し	

冷間工具鋼の被覆アーク溶接

ASSAB 鋼種名	状 態	溶接方法	溶接棒	予熱温度	溶接後の硬さ	後熱処理	備 考
ASSAB DF-3 ASSAB XW-10 VIKING	焼入れ 調 質	被覆アーク	Type AWS E312 ESAB OK 84 52 UTP 67S	200-250°C	300 HB 53-54 HRC 55-58HRC	最終焼戻し温度よりも10~20°C低い温度で焼戻し	最初のパスには軟質な溶接棒を使用する。
CALDIE	焼入れ	被覆アーク	UTP 673	200-250°C	58-62 HRC	焼戻し 510°C	
ASSAB 88	焼入れ	被覆アーク	UTP 690	250°C	60-64 HRC	最終焼戻し温度よりも10~20°C低い温度で焼戻し	
ASSAB XW-42	焼入れ	被覆アーク	UTP 6222 Mo UTP 73 G2 UTP 67S UTP 690	250°C	280HB 53-56 HRC 55-58 HRC 60+64 HRC	最終焼戻し温度よりも10~20°C低い温度で焼戻し	最初のパスには軟質な溶接棒を使用する。
CALMAX		被覆アーク	プラスチック金型用鋼の項を参照して下さい。				
VANADIS 4 EXTRA SUPERLCEAN *	焼入れ	被覆アーク	Type Inconel 625 UTP 73 G2 UTP 680	200°C	280 HB 55-58 HRC 60-64 HRC	最終焼戻し温度に応じて200°Cまたは505°Cで焼戻し	最初のパスには軟質な溶接棒を使用する。

* Vanadis 4 Extra SuperClean の溶接は、割れのリスクがあるので極力避けるようにします。

冷間工具鋼のTIG溶接

ASSAB 鋼種名	状 態	溶接方法	溶接棒	予熱温度	溶接後の硬さ	後熱処理	備 考
ASSAB DF-3 ASSAB XW-10 VIKING	焼入れ 調 質	TIG (GTAW)	Type AWS E312 UTP ADUR 600 UTP A 73 G2	200-250°C	300 HB 55-58 HRC 53-56 HRC	最終焼戻し温度よりも10~20°C低い温度で焼戻し	最初のパスには軟質な溶接棒を使用する。
CALDIE*	焼入れ	TIG (GTAW)	CALDIE TIG-WELD	200-250°C	58-62 HRC	焼戻し 510°C	
ASSAB 88	焼入れ	TIG (GTAW)	CALDIE TIG WELD UTP A 696	250°C	58+62 HRC 60-64 HRC	最終焼戻し温度よりも10~20°C低い温度で焼戻し	
ASSAB XW-42	焼入れ	TIG (GTAW)	UTP 6222 Mo UTP 73 G2 UTP ADUR 600 UTP A 696	250°C	280HB 56-56 HRC 55-58 HRC 60-64 HRC	最終焼戻し温度よりも10~20°C低い温度で焼戻し	最初のパスには軟質な溶接棒を使用する。
CALMAX		TIG (GTAW))	プラスチック金型用鋼の項を参照して下さい。				VANA
VANADIS 4 EXTRA SUPERLCEAN **	焼入れ	TIG (GTAW)	Type Inconel 625 UTP A 6222 Mo UTP A 73 G2 UTP 696	200°C	280 HB 55-58 HRC 60-64 HRC	最終焼戻し温度に応じて200°Cまたは505°Cで焼戻し	最初のパスには軟質な溶接棒を使用する。
VANADIS 8 SUPERCLEAN	焼入れ	TIG (GTAW)	UTP A 696	375°C	60-64 HRC	最終焼戻し温度よりも20°C低い温度で焼戻し	最初のパスには軟質な溶接棒を使用する。

* 小規模な溶接であればCaldieは室温で溶接可能です。
* Vanadis 4 Extra SuperClean の溶接は、割れのあるので極力避けるようにします。

プラスチック金型用鋼の被覆アーク溶接

ASSAB 鋼種名	状 態	溶接方法	溶接棒	予熱温度	溶接後の硬さ	後熱処理	備 考
ASSAB 718 SUPREME*	調質	被覆アーク	ASSAB 718 Weld	200-250°C	320-350 HB	大規模溶接後は550°Cで応力除去	
UNIMAX	焼鈍	被覆アーク	UTP 73 G2 UTP 67 S	200-250°C	55-58 HRC	焼鈍	処理条件は製品カタログを参照
	焼入れ					焼戻し 510°C	
RAMAX HH*	調質	被覆アーク)	オーステナイト系 ステンレス Type AWS E312	200-250°C	28-30 HRC	焼戻し	処理条件は製品カタログを参照
CALMAX	焼鈍	被覆アーク)	CALMAX WELD	200-250°C	59-62 HRC	焼鈍	
	焼入れ			180-250°C		焼戻し	
ASSAB 8407 SUPREME VIDAR 1 EST	焼鈍	被覆アーク	UTP 673.	325°C 以上	55-58 HRC	焼鈍	最終の焼戻し温度よりも10~20°C低い温度で焼戻し
	焼入れ					焼戻し	
ELMAX**	焼入れ	被覆アーク	UTP 6222 Mo	250-300°C	280 HB 54-57 HRC	焼戻し 200°C	

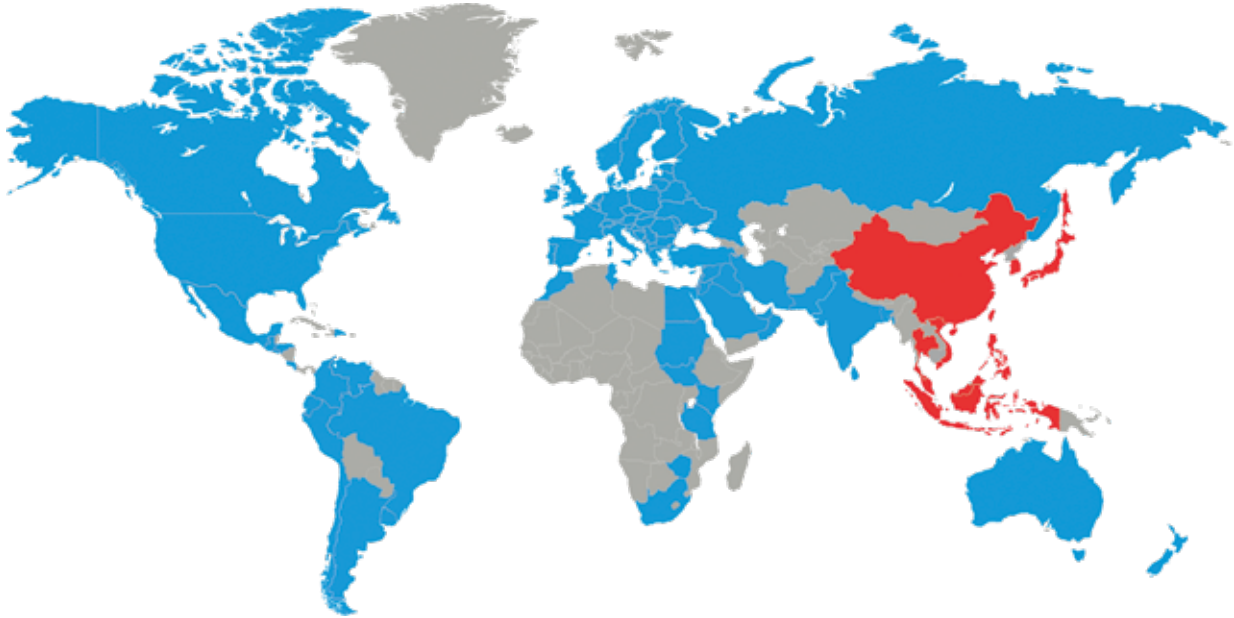
* 小規模な溶接であれば室温で溶接可能です。
** 溶接は、割れのあるので極力避けるようにします。

プラスチック金型用鋼のTIG溶接とレーザー溶接

ASSAB 鋼種名	状 態	溶接方法	溶接棒	予熱温度	溶接後の硬さ	後熱処理	備 考
STAVAX ESR PLOLMAX	焼鈍	TIG (GTAW)	STAVAX TIG-WELD	200-250°C	54-56 HRC	焼鈍	処理条件は製品カタログを参照
		レーザー	STAVAX LASER WELD	不要	48-50 HRC	不要	
	焼入れ	TIG (GTAW)	STAVAX TIG-WELD	200-250°C	54-56 HRC	焼戻し 200-250°C	
		レーザー	STAVAX LASER WELD	不要	48-50 HRC	不要	
MIRRAX ESR	焼鈍	TIG (GTAW)	MIRRAX TIG-WELD	200-250°C	54-56 HRC	焼鈍700-750°C 5hr	処理条件は製品カタログを参照
	焼入れ					最終の焼戻し温度よりも10~20°C低い温度で焼戻し	
TYRAX ESR	焼鈍	TIG (GTAW)	TYRAX TIG-WELD	310-350°C	56-58	焼鈍 880°C	
	焼入れ					最終の焼戻し温度よりも25°C低い温度で焼戻し	
MIRRAX 40*	調質	TIG (GTAW)	MIRRAX TIG-WELD	200-250°C	54-56 HRC	焼戻し560°C 2 hr	焼戻し後の硬さ 38-42 HRC
ASSAB 718 SUPREME	調質	TIG (GTAW)	ASSAB 718 TIG-WELD	200-250°C	320-350 HB	大規模溶接後は 55°Cで 応力除去	ASSAB 718 TIG- WELD のカタログ 参照
NIMAX	調質	TIG (GTAW)	NIMAX TIG-WELD	不要	360-400 HB	大規模溶接後は 450°Cで応力除去	
		レーザー	NIMAX LASER WELD			不要	
UNIMAX	焼鈍	TIG (GTAW)	UNIMAX TIG-WELD UTP A 73 G2 UTP ADUR 600	200-250°C	54-58 HRC	焼鈍	処理条件は製品カタログを参照
	焼入れ				54-60 HRC	焼戻し 510°C	
RAMAX HH*	調質	TIG (GTAW)	オースナイト系 ステンレス Type AWS ER312 STAVAX TIG-WELD	200-250°C	28-30 HRC	焼戻し	処理条件は製品カタログを参照
CORRAX	溶体化	TIG (GTAW)	CORRAX TIG-WELD	不要	30-35 HRC	時候	CorraxTIG weld のカタログ参照
CALMAX	焼鈍	TIG (GTAW)	CALMAX TIG-WELD	200-250°C	58-61 HRC	焼鈍	処理条件は製品カタログを参照
	焼入れ			180-250°C		焼戻し	
ASSAB 718 SUPREME VIDAR 1 ESAR	焼鈍	TIG (GTAW)	DIEVAR TIG WELD UTP A673	325°C 以上	48-53 HRC 57-60 HRC	焼鈍	最終の焼戻し温度よりも10~20°C低い温度で焼戻し
	焼入れ					焼戻し	
		レーザー	DIEVAR LASER WELD	不要	48-53 HRC	焼戻し 250°C 2h	
ELMAX**	焼入れ	TIG (GTAW)	Mirrax TIG-WELD	250-300°C	54-57 HRC	焼戻し200°C	

* 小規模な溶接であれば室温で溶接可能です。

** 溶接は、割れのあるので極力避けるようにします。



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

