

硬化肉盛溶接法紹介

硬化肉盛とは、広義の意味では、肉盛溶接（母材表面に硬化、耐食、補修、再生などの目的に応じた組織と寸法の金属を溶着する方法）の一種で、特に、耐摩耗を目的として硬い金属層を母材表面に溶着させることをいいます。

肉盛溶接は、長期間の使用により摩耗した母材部の復元を目的とします。そして、溶接法は下記の3通りです。

1.肉盛溶接 build-up welding, padding

耐摩耗性や耐食性のある溶着金属を母材表面に盛り上げて製品を作ったり、消耗した部分や寸法のたりない部分の表面に溶着金属を盛り上げて補修する溶接。

2.バタリング Buttering

バタリングは、突合せ溶接（母材がほぼ同じ面内の溶接継手となる溶接）を行う際に、突合せ溶接継手の開先面にサーフェシング（肉盛溶接、溶射などのように、母材表面に金属を溶着させる方法）を行うことをいいます。

3.硬化肉盛(ハードフェイスング:Hard Facing)

各種の機械部品の表面部に母材より硬さの高い金属を溶接により生成させることにより、稼働時の磨耗・変形を軽減し、機械設備・部品の長寿命化を図る方法です。母材表面に対する硬い金属層は2～3層以下に通常制限します。

硬化肉盛溶接材の選択：

下記要因より、選択されます：

- 1.母材：裏波溶接の材料選択とは関連があり、例として、
 - a.Mn鋼：重衝撃を受ける場合、高Mn鋼の溶材を使用し、溶接後、直ちに、元のサイズに回復できます。
 - b.炭素鋼または低合金鋼：直接、低合金硬化鋼を使用し、元のサイズに回復できます。
- 2.摩耗の種類：磨耗原因に対応した肉盛材料を選定する必要があります。
 - a.深刻な摩耗：深刻な摩耗により、高応力集中、低度衝撃がともに発生します。溶接物件が高硬度のミネラルをローリングしたり、侵食される物件の表面を保護したりしているものです。用途は農業機械設備、篩、フィルター、スラリー輸送ポンプなどに適します。
 - b.深刻な衝撃：激しい衝撃により金属表面に割れが発生したり、破砕が生じたりします。従って、加工硬化及び優れた耐衝撃の特性を持つMn鋼料が必要となります。用途はクラッシャー、スプロケット、デッパティーヌ、パンチ、レールなど。

硬化肉盛用



溶接材料の選び方

摩耗の種類	合金種類	溶着金属のミクロ組織	特性	運用
重衝撃	マンガン鋼	オーステナイト	高衝撃靱性及び加工硬化性が良好です。溶接のままで使用する場合が多い。	13%Mn鋼、クラッシャーハンマー、建設機械、鉄道レールのブロッグとスイッチ
肉盛り/バタリング	低合金成分	ベーナイト+パーライト	サーフェシングのように、母材の表面に金属を溶着させる。耐割れ性良好、機械加工容易	シャフト、ロール、スピンドル、歯車、クレーンホイールなど
金属間摩耗(粘り摩耗)	中、低合金成分	少量マルテンサイトから大量マルテンサイトまで	中高硬度及び高耐摩耗性を有し、金属間相互のすべり、回転などに適します。	ブルドーザのローラ、スプロケット、アイドル、トラックリンクなど
金属と土砂間摩耗(衝撃+摩耗)	中合金に炭化物を含む	中炭化物合金	金属と土砂間の摩耗による衝撃、低応力摩耗に対して、優れた耐摩耗性を発揮します。	トラックローラ、クラッシャーティース、ミルハンマ、バケットリップなど
激しい摩耗	炭化物	高炭化物合金	激しい土砂摩耗を受ける部品に適す。高圧応力及び中低度衝撃特性を伴う。	コールクラッシャ、ミキサブレイド、サンドブラストブレイド、ボーリング用工具など
金属間耐熱疲労性摩耗(高温または腐食)	13%Crステンレス鋼	13%Crマルテンサイト	対酸化性、対熱性、対食性、耐疲労性良好	熱間シャフト、プレス型、トンクポンチ、ドレッジポンプのケーシング、ライナーなど

c.金属間摩耗：回転や滑りによる金属同志の摩耗です。用途はギアディースシャフト、ピストンの表面に適します。

d.土砂摩耗：土砂によって生ずる摩耗で、中度衝撃の特徴を持っています。同時に衝撃と摩耗による消耗です。用途は掘削装置、土木農業機械のシャベル、クラッシャ部品、ディッパティース、ショベルティースなどに適します。

e.高温摩耗：上述の摩耗原因に加え、高温による摩耗です。例えば、熱鍛造金型、圧延ローラー、熱交換器の刃、金型、各種の連続鋳造ガイドプリーなど。

f.腐食摩耗(侵食) 化学的な侵食、用途は例えば、化学薬品の容器及び設備。

実際に、摩耗の発生は単一の原因ではなくて、二つ以上の要因による場合が多いので、硬化肉盛用溶材の選択には、摩耗発生要因の優先順序により行う必要があります。

3.溶接方法：

溶接方法の選択には、回復される母材のサイズ及び数量、溶接姿勢、対象物または、硬い金属層を母材表面に溶着させる層数等によります。一般的な溶接方法を下記に示します。

- (1) 手溶接：溶接棒を使い、溶接作業場所と溶接姿勢には機動性があります。
- (2) 半自動溶接：送給装置で、シールドガスやセルフシールドフラックス入りワイヤを使用するので、手溶接より、効率があがります。
- (3) 自動溶接：より複雑な装置、工夫が要ります。ただし、高効率の溶着金属が得られるため、生産効率を高め、組み合わせフラックスにより、下記のように示します。
 - (A)中性フラックスと合金線材の組み合わせによる使用。
 - (B)合金フラックスと一般炭素鋼との組み合わせによる使用。(メタル系フラックス入りワイヤを指します。)
 - (C)一部のセルフシールドフラックス入りワイヤは用途に応じて、フラックスの種類を選択します。また、フラックスを必要としない場合もあります。

4.電極

DCEP (DC+) 棒プラス：直流アーク溶接の場合の接続法で、母材を電源のマイナス側に、溶接棒または電極をプラス側に接続した場合はいいます。溶接ワイヤの場合にはワイヤプラスともいいます。(DCRP)。
DCEN (DC-) 棒マイナス：直流アーク溶接の場合の接続法で、母材を電源のプラス側に、溶接棒または電極をマイナス側に接続した場合はいいます。溶接ワイヤの場合にはワイヤマイナスともいいます。(DCSP)。

溶接施工要点

硬化肉盛溶接施工で重要なポイントは、硬さの確保及び割れの防止（軽減）です。そのためには、適切な溶接材料を選定すると共に、次のような点に注意した施工が必要です。

1. 母材の準備

錆びや汚れ（油、土砂など）はブローホールなどの原因となります。また、母材の割れは溶接金属の割れを助長しますので、完全に除去してください。

2. 熱管理

割れない（少ない）肉盛金属を得るために次の点に注意してください。

a. 予熱、パス間温度

割れの防止、軽減に効果的です。下表は、母材の炭素当量と予熱・パス間温度の関係を示すもので、一つの目安としてください。実施溶接では、母材の大きさ、溶接材料の種類、肉盛方法を考慮して予熱を行ってください。

表一：母材炭素当量と予熱・パス間温度の目安。

鋼種	炭素当量	予熱、パス間温度℃
炭素鋼 低合金鋼	≤0.3	≤100℃
	>0.3~≤0.4	≥100℃
	>0.4~≤0.5	≥150℃
	>0.5~≤0.6	≥200℃
	>0.6~≤0.7	≥250℃
	>0.7~≤0.8	≥300℃
>0.8	≥350℃	
高マンガン鋼（13%Mn）	予熱なし、パス間温度は260℃以下に抑えます。	
オーステナイト系 ステンレス鋼	予熱なし、パス間温度は150℃以下に抑えます。	
高合金鋼（高Cr系など）	400℃以上	

説明1：炭素当量：C+Mn/6+Si/24+Cr/5+Mo/4+Ni/15

説明2：溶接終了後、母材の合金の含有量や炭素当量によっては、必要な熱処理を施します。

説明3：高合金鋼には、300番台のオーステナイト系ステンレス鋼が含まれていません。

b. 後熱処理

溶接終了後、直ちに、300~350℃で10~30分加熱する後熱処理は、遅れ割れ防止に大きな効果があります。しかし、温度を上げすぎると、硬さ低下を生じることがありますので注意してください。

GOODWELD製品				摩耗種類（例）
硬度 HRC	溶接棒	フラックス入り ワイヤ	サブマージアーク ワイヤ	
15 ~ 50	GH13M HARDMANG1 HARDMANG3	MXW MANG1 MXW MANG3	—	 鉄道レールのブロッグと スイッチ
15 ~ 39	GH300 GH300R GH350R	MXW BU-O MXW BU-G	MXW K104-S	 熱疲労と腐食を伴う金属 間摩耗
35 ~ 54	GH450 GH450R GH600 GH600R	MXW SUPER BU-G MXW BB-G MXW 102-G	MXW K107-S MXW K105-S MXW K102-S	 クレーンのホイール、農 業用機器
40 ~ 64	GH750 GH900 GH900W HARD D HARD 31 HARD 35 GH800	MXW D MXW DD-G MXW 969-G MXW 969-O MXW M7-G MXW R117 MXW R100 MXW R101	MXW R100 MXW R101	 バケットの歯、スクレ ーパの刃
55 ~ 68	HARD 35 GH800 GH900Mn GH950Nb GH950 GH950C GHCW	MXW R100 MXW R101 MXW R100D MXW R100SHD MXW 62-O MXW 63-O MXW 65-O MXW 66-O MXW 70-O	MXW R100 MXW R101 MXW R100D MXW R100SHD MXW 62-O MXW 63-O MXW 65-O MXW 66-O MXW 70-O	 破碎ロール、
35 ~ 55	GH13Cr-4	GMX 410NiMo	MXW K410NiMo-S MXW K420-S MXW K423-S	 バルブ面とシート

c. 溶接後熱処理

550～750℃で行う溶接後熱処理は、低温割れや使用中のひずみの防止、さらには溶接部の性能改善などに効果があります。高温に加熱するため、一般に溶着金属の硬さ変化を考慮して熱処理条件を設定することが必要です。

3. 下盛溶接

低合金鋼などの硬化性の高い母材への肉盛や、極めて硬い材料を肉盛する場合には、割れ防止のため、下盛溶接が有効です。下盛溶接には、低水素系の軟鋼溶接材料あるいはオーステナイト系ステンレス鋼溶接材料を用います。

4. 溶け込み

硬化肉盛溶接では、一般に母材と溶接材料の成分が大きく異なるため、母材の希釈をうけると、肉盛金属の性能が変化します。溶接材料の特性を充分生かすためには、母材の溶け込みを抑える施工を行い、必要に応じ多層溶接をおこなってください。

5. 溶接ひずみ

溶接ひずみをできるだけ少なくするためには、飛石法や対称法などを用いるか、適切な応力固定をしてから、肉盛溶接を行ってください。