

= 低温割れ (その 1 1) まとめ・補足・・・鋼材の炭素当量・板厚・予熱温度の目安 =

しばらく説明を続けました「低温割れ」について本話をもって終了としますが、そのまとめ・補足として炭素当量と板厚・予熱温度の目安について説明します。

最初に炭素鋼・合金鋼の溶接部最高硬さの調査事例を表 176-01 に示します。

本事例は 9 t × S S 4 0 0 にギア材を CO2 溶接するもので、ギア材の材料選定のための予備試験です。結果からは S 4 5 C 材の場合、H V max が 4 1 0 と高く、S C M 4 3 5 材の場合は 6 5 0 と硬化が進みました。肌焼鋼である S C M 4 1 5 の場合のみ H V max が 3 6 5 レベルにとどまり硬化が抑制できています。

また、S C M 4 3 5 材の場合は写真 176-01 および写真 176-02 にみるように熱影響部と熱影響部に予め穴加工された部位において明確な亀裂 (割れ) が入り、この段階で不合格と判定しました。

表176-01 ギア材と S S 4 0 0 の C O 2 溶接における溶接部最高硬さの確認

母材条件など	ギア側材質変化による熱影響部最高硬さ H _v max.		
	S 4 5 C	S C M 4 1 5	S C M 4 3 5
1) 母材条件 ; ギア側 ; 板厚 t = 6 mm 材質 ; 変化 ① S 4 5 C ② S C M 4 1 5 ③ S C M 4 3 5 ベース側 ; S S 4 0 0 × t = 9 mm 2) 溶接法 ; CO2 アーク溶接 3) 予熱の有無 ; なし	4 1 0	3 6 5	6 5 0

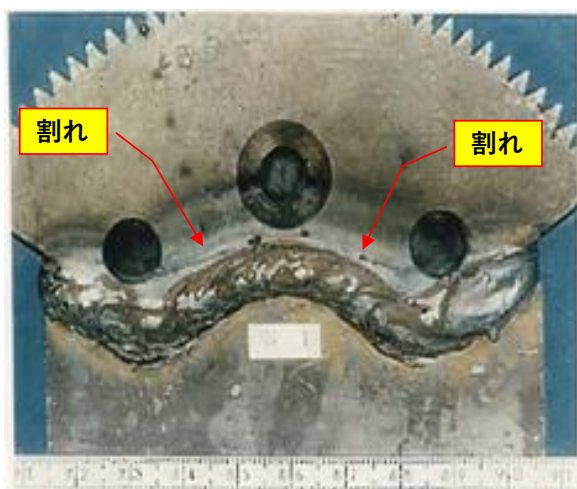


写真176-01 ギヤ側熱影響部に割れ発生した外観
ギア側材質; S C M 4 3 5

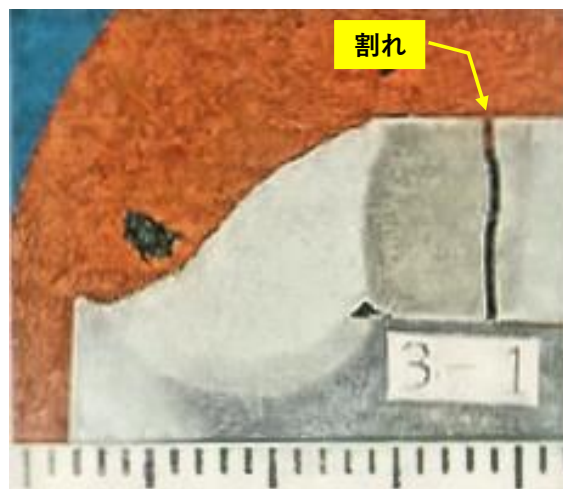


写真176-02 割れ発生部の横断面マクロ組織
ギア側材質; S C M 4 3 5

これらの機械構造用炭素鋼，構造用合金鋼材は，そもそも安易に CO₂，マグ溶接の対象にされるものではなく止むを得ず適用される場合が多い。

先の第 169 話の表 169-01 に炭素当量と予熱・後熱温度の一覧を示しましたが，ここではさらに詳しく鋼材の種類とおおよその炭素当量，板厚（または肉厚）と予熱温度の目安を溶接技術関連の図書から引用して，表 176-01 に示します。

ここで S 4 5 C についてみると炭素当量 C_{eq} で 0. 5 5 %，板厚 1 2 t 以下であれば予熱不要，それ以上の板厚の場合は 2 0 0 °C 以上の予熱が必要としている。

一方，S C M 4 3 5 の場合は炭素当量 0. 7 5 %，板厚 6 t 以下であれば予熱不要、それ以上では > 2 5 0 °C の予熱が必要としている。板厚（または肉厚）による冷却速度の影響を重視する傾向にある。

以上の S 4 5 C，S C M 4 3 5 の場合のように板厚による予熱有無のめやすは重要なひとつの見方であり，あくまで実際の溶接品に対しては，所定の溶接施工後，熱影響部・溶接金属部などの硬さ測定試験を予め実施し，要求性能を満たす範囲にその最高硬さ H V_{max} がおさまっているか，判定がとりわけ必要となります。

表176-01 鋼材の炭素当量・板厚・予熱温度のめやす

炭素 当量 (%)	圧 延 鋼 材	鋼 管	鋳 鍛 鋼	板厚または肉厚 (mm)				
				10	20	30	40	50
0.80	SCM440		SCM440	⑩..... 予熱必要 (> 250 °C) —— 予熱不要				
	SCM435		SCM435					
0.70	普通レール			⑨..... (> 200 °C)				
0.60	軽レール S50C		S50C	⑧..... (> 200 °C)				
	S45C		SF590 S45C					
0.50			SF540	⑦..... (> 150 °C)				
0.40	SB480 SM490		SC480 SF490	⑥..... (> 150 °C)				
	SB450	FB410 STPG410 STPT410	SC450 SF440 SC410					
0.30	SB410	STPG370 STPT370		⑤..... (> 150 °C)				
		STBA12	SC360 SF390 SF340					
0.20	SS400 SM400 SS330	STB340		④..... (> 100 °C)				
				③..... (> 100 °C)				
				②..... (> 100 °C)				
				①..... (> 100 °C)				

$$\text{炭素当量} = C + \frac{\text{Mn}}{6} + \frac{\text{Si}}{24}$$

ここで、再度予熱の役目についておさらいしたい。

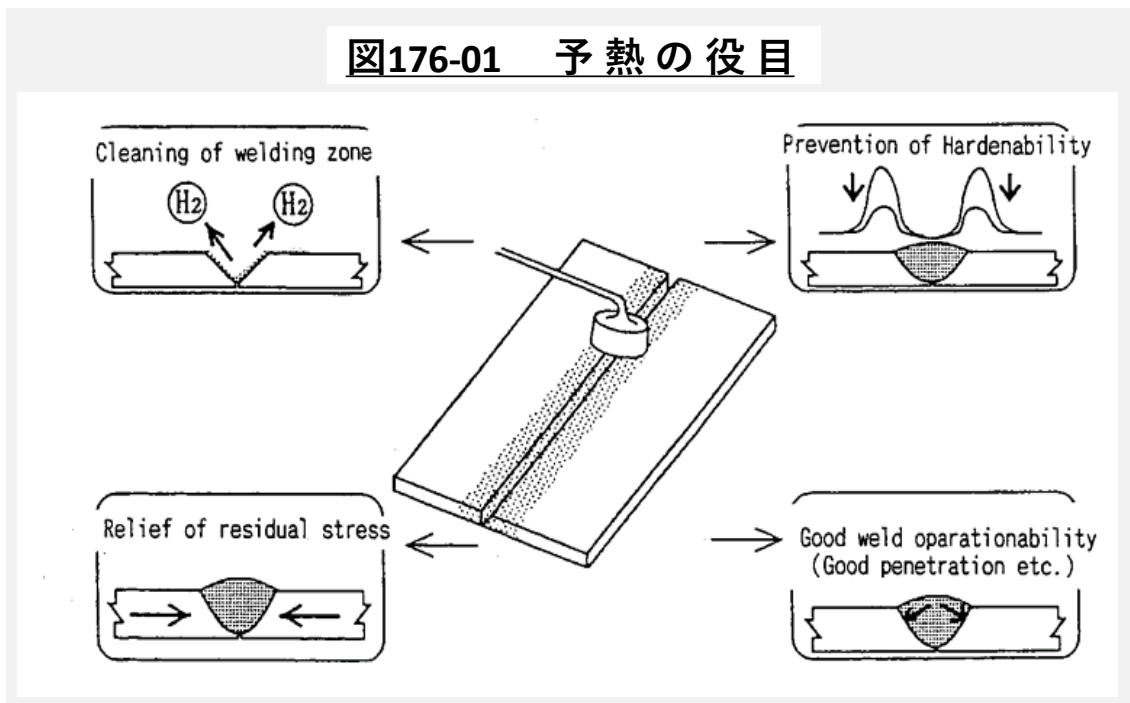
予熱の役目は図 176-01 にみるように4つあります。そのなかでもとりわけ重要なのが溶接部の清浄化であり、溶接部から水素源を追い出すことです。

水素源を放出するために、歪の低減には不利になりますが、できれば100℃程度の温度域到達まではゆっくり、幅広く熱して、熱衝撃を与えないように予熱作業を進めることが望ましい。

2番目は何度も触れましたが、熱影響部の硬化を許容の範囲に抑制することです。3番目は応力除去の役目があります。残留応力とその事例については前話で紹介しました。参考にされたい。

予熱の役目の4番目に良好な溶接性をここでは挙げています。

種々の溶接施工に携わって感想として、母材の質量にも依りますが、母材温度が何度くらいでビード形状良好な、溶け込み深さの安定な溶接ができるかを考えさせられたことがいく度かありました。そのたびに筆者は70℃程度と答えてきました。この感触もひとつの参考にして頂くとありがたい。



予熱作業の実際について筆者としては経験に乏しく詳しく述べることはできませんが、自動車部品溶接への適用にあたっては予熱、後熱作業を「熱管理技術」と把握し、予熱－溶接－後熱－徐冷、溶接後熱処理などの温度、時間におけるそれらの条件設定を標準化し、守り守らせ、精度を高める必要があります。筆者の経験した金型補修溶接時の加熱事例などを写真 176-03～写真 176-04 に添付します。参考として下さい。

次話では話題を変えて、現在でも薄肉普通鋼板の背切り重ね継手などに適用されている「ミグブレージング（ミグロー付け）法」についてその適用と留意点などについて説明を致します。

以上。

<参 考>



小型電気加熱炉の外観



サーモチョークとその使用例



熱電対型測温計とその使用例

写真176-03 補修溶接時の熱管理・・・予熱作業の実際（1）

- 1) 予熱はできるだけ均一に加熱すること。
- 2) 100℃までは徐々に加熱すること。
- 3) 溶接中も予熱温度を保つ。…適正な「保温材」の使用など



酸素－アセチレン炎による加熱状況例

写真176-04 補修溶接時の熱管理・・・予熱作業の実際（2）