

＝フェライト系ステンレス鋼溶接部の溶接割れとその事例（4の2）＝

前話に引き続きフェライト系ステンレス鋼溶接部の凝固割れ事例のひとつを説明します。

炭素鋼の溶接では溶接直後の冷却水適用による急冷はほぼ論外であるが、変態による組織変化を伴わないフェライト系ステンレス鋼の溶接では許容されると一部では考えられた。

そのためエキマニの溶接工程スピードアップのねらいから、エキマニ溶接終了後、次工程に移す時間の短縮を図るため散水方式を採用したところ、エキマニ本体にボスを挿入し円周ミグ溶接する一部の部位に凝固縦割れが発生した。

1) 凝固割れの発生事例

対象の横断面マクロ組織の画像を写真201-01および-02に示す。

-01はt1.5mmのSUS442MにSUS410L製ボスを挿入し円周ミグ溶接したもので、溶接後に散水による急冷により溶接金属部会合線に沿って凝固割れが発生した画像を示す。

一方、-02は空冷による徐冷した場合のマクロ組織画像であり、ボス側の熱影響部および溶接金属部には結晶の粗大化が観察できる。また画面右上方には凝固時に形成された会合線が走っているが割れは認められない。

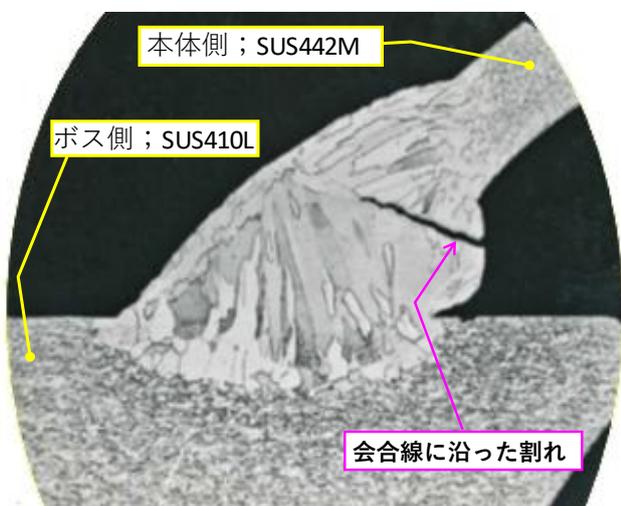


写真201-01 エキマニ部品溶接部の高温割れ発生例
母材・溶接部急冷により生じた凝固割れ

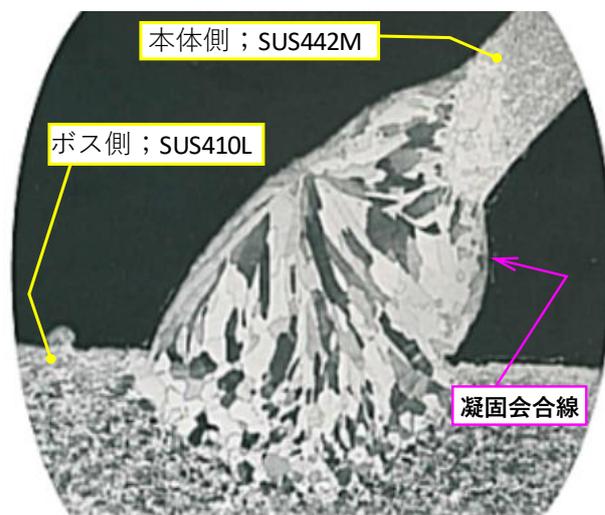


写真201-02 エキマニ部品溶接部良好品のマクロ例
母材・溶接部散水による急冷なし

2) 凝固割れ原因の推定

ア) 割れ破面の観察

走査電子顕微鏡 (SEM) による観察を行った結果、**液化破面**と判定

前話で示した**凝固ぜい性温度範囲 (BTR)**を拡大させる**元素**の存在が予想された。

イ) 不純物元素および Nb の偏析有無の確認 (EPMA による)

結果； P および Nb の偏析は無し。但し S の偏析は不明

ウ) 溶接後の冷却方式による割れ発生有無の確認と対策

結果： 実溶接工程における凝固割れ発生の原因を究明するため実験室でほぼ同一の溶接条件および冷却条件として確認試験を実施したところ、散水による急冷の場合には凝固割れ発生の確率が高く、散水なしの空冷の場合には割れ発生の抑制が可能となることを確認できた。

3) 凝固割れの対策

ア) 溶接後の冷却方式の見直し

前述したように円周溶接部に生じた凝固割れの主な要因のひとつは、**溶接後散水急冷による引張応力の溶接金属への作用と推定**できるので、見直しのひとつとして自然冷却方式を採用することによって改善をはかることができた。

なお溶接部硬さについてもチェックを実施したが、熱影響部を含め大きな硬度上昇は見当たらなかった。

一例として t 4 mm, SUS430 母板にビードオン溶接後の冷却条件の違いによる溶接部硬さ調査結果を [図 196-01](#) および [図 196-02](#) に掲載した。冷却条件が空冷時 HV = 165 ~ 235, 水冷 (急冷) 時 HV = 163 ~ 220 と大きな変化はなく、かつ急激な硬さ上昇もみられない。参照下さい。

イ) 凝固相会合組織の出現への対策

[写真 201-01](#) の凝固割れを生じたマクロ組織を観察すると [-02](#) のマクロ組織も同様であるが**凝固相に会合組織**が現われている。これらの会合組織の出現は、BTR のぜい性温度域を拡大する P, S などの偏析および溶接金属・熱影響部の粗大化とあわせて凝固割れを招きやすい大きな要因となる。

会合組織出現の防止策としては以下の項目が挙げられる。

【対策項目とコメント】

- ① 溶接入熱量の低減・・・パルスアーク溶接時むやみにアーク電圧を高めないこと。
溶接速度を早めに設定しないこと ([図 201-02 参照](#))
- ② 継手ギャップの密着化・・・ギャップ無し溶接の追求
- ③ パルス溶接法の積極的採用・・・短絡移行法は避ける (入熱と溶着量のバランスが短絡法は悪い)
- ④ ワイヤ、母材の成分に着目・・・Cr 量多め, C 量少なめ, P, S は少なめ, Nb 量少なめ
- ⑤ 溶接部 BTR ぜい化域に加わる力の推定・・・凝固収縮 (冷却速度の大小), 熱収縮 (入熱量と母材側の熱伝導), 残留応力 (コーナー部溶接など) への推察が重要

次話では、フェライト系ステンレス鋼溶接部の溶接割れ事例の最終回として母材部割れについて説明、コメントします。

以上。