

＝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 (3)＝

前話ではフェライト系ステンレス鋼の重ねすみ肉溶接において下板側へ裏波ビードがでるなどの溶け込み過大時でかつ、板端部などの条件が重なると凝固部会合線に沿う粒界割れが発生しやすくなると説明。それらの防止には溶接入熱量の抑制が必要で、その方策のひとつにアーク電圧を適正化することが好ましいと強調した。110A で 20V を越えると割れ発生につながりやすくなるという体験を披露させていただきました。

本話では引き続きコンバータ・ケースの溶接で、対応の初期段階で発生した「溶接金属内に発生する粒界ぜい化割れ」について説明します。

1) 溶接金属内に発生する粒界ぜい化割れとは

比較的わかりやすい顕微鏡組織を写真 200-01 に示します。

この溶接部は前話の写真 199-01 に示した同じ溶接条件で施工したものに発生した溶接割れで、以下の特長を有しています。

ア) 溶接金属内の粗大化したフェライト粒界に主に発生しボンド部および熱影響部までは進展していない。

イ) それらの粒界は溶接金属内の最終凝固を意味する会合線では必ずしもない。

但し、写真 200-01 のマクロ組織にみるように割れ部を挟んで左右に粗大なフェライト粒とそれら粒界が存在する。

ウ) 粒界には低炭素マルテンサイトなどの炭素 C の生成はみられない。

参考までにほぼ同様な条件で溶接した部位のマイクロ組織を

写真 200-02 に添付します。

エ) 溶接ビード表面に進展し、縦割れとして顕われる場合がある。

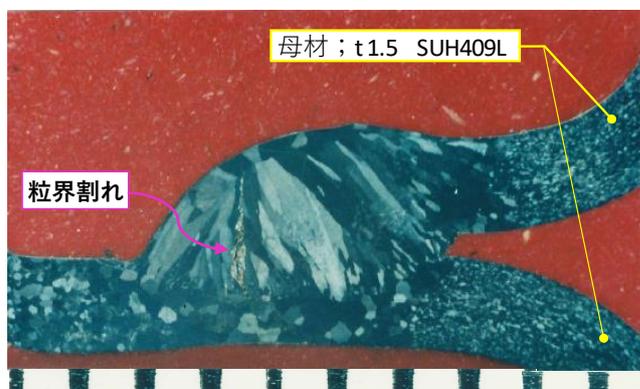


写真200-01 溶接金属内に発生した粒界割れ  
但し、溶接条件は写真199-01に同じ



写真200-02  
粒界割れの顕微鏡組織の一例

同様な溶接金属内におけるフェライト系粗大結晶粒による凝固の際の溶接割れ事例を写真200-03にマクロ写真を、写真200-04に割れ部マイクロ組織を夫々示します。

本事例においても割れ部はマクロ写真より観察して、両側に成長した粗大なフェライト粒に挟まれた状況にある。一方、ボンド部には粒界割れは至っておらず、熱影響部にももちろん進展していない。粒界の健全性が異なるものと推測できる。

また、溶接金属内の割れ部ではひとつの粒界だけではなしに複数の粒界で割れ発生があり、その中で大口の割れ部がビード上方にまで粒界に沿って進展・伝播している。

以上の複数の事例にみるような粒界のぜい化要因は、どこからくるのでしょうか。

当時これらの原因を探索するために粒界の割れ部先端のマッピング分析を行って手掛かりを求めました。



写真200-03 粒界割れを生じた横断面クロ組織の一例  
溶接条件;120A-19V-70cm/min Ar+5%O<sub>2</sub> 7ヤW2 1.2Φ

写真200-04 -03マクロ組織の割れ発生部におけるマイクロ組織

## 2) 粒界割れ近傍におけるマッピング分析と結果

写真200-05に示す溶接金属部内の粒界割れを生じた部位においてマッピング分析を行った。

分析の考え方は、Nbなどのぜい化が危惧される成分が粒界とその近傍に析出しているかどうかを主体に、粒界割れのほぼ先端部近傍と、それらを比較する対象として粒内に分析個所を選んだ。

写真200-06に示すように測定個所1および3、さらに右写真に示す測定個所4はいずれも粒界近傍であり一方、測定個所2は粒内とした。

### ア) 分析結果とその対応

結果を図200-01に示します。

粒界近傍における測定個所1、3および4ではいずれもNbが検出された。但し粒内の測定個所2ではNb

は検出されなかった。

Crについてはいずれの測定個所ともに検出された。

以上から、Nbの添加量が溶接ワイヤ中に多く、過剰な分がNbの炭窒化物として析出しぜい化を惹き起こしていると推定して適用ワイヤW2のNb添加量の抑制を検討し、既出の表198-01に示すNb中量(%)を少量(%)に添加量を下げ、これらの粒界ぜい化割れを抑制することができた。

溶接金属中のNbは高温強度を維持するには絶対に必要な元素であり添加を無くすることはできない。フェライト系の母材には0.8%などとNb量が高く添加されたものがあり、溶接金属中のNb量を増加させ粒界ぜい化につながる恐れも生じやすい。そのためにも母材成分のなかで、C、Nbなどのバラツキを含めた管理にも目配りすることが望まれる。

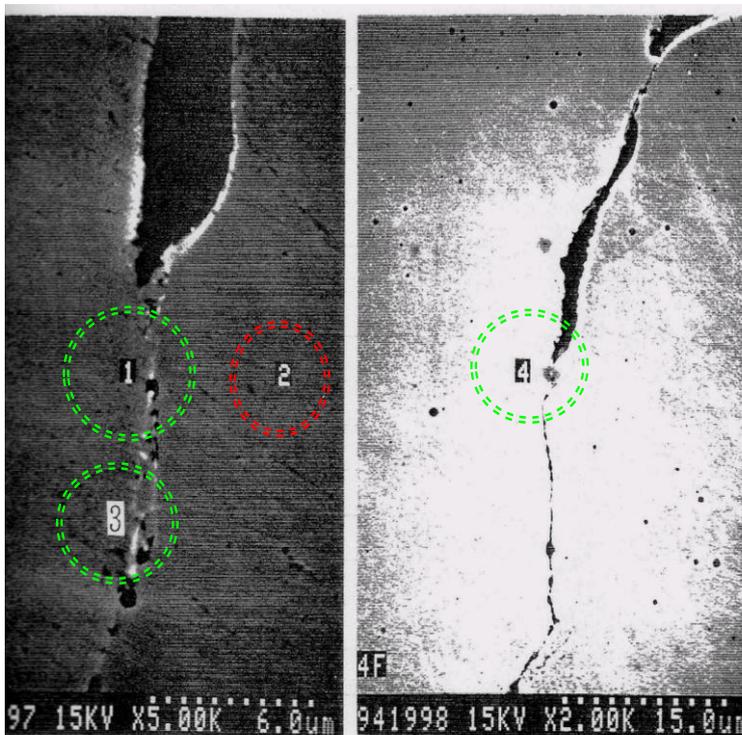
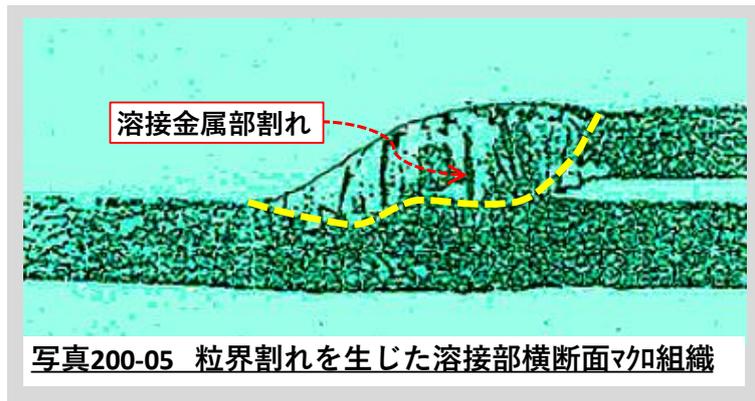


写真200-06 粒界割れ先端部のマッピング分析

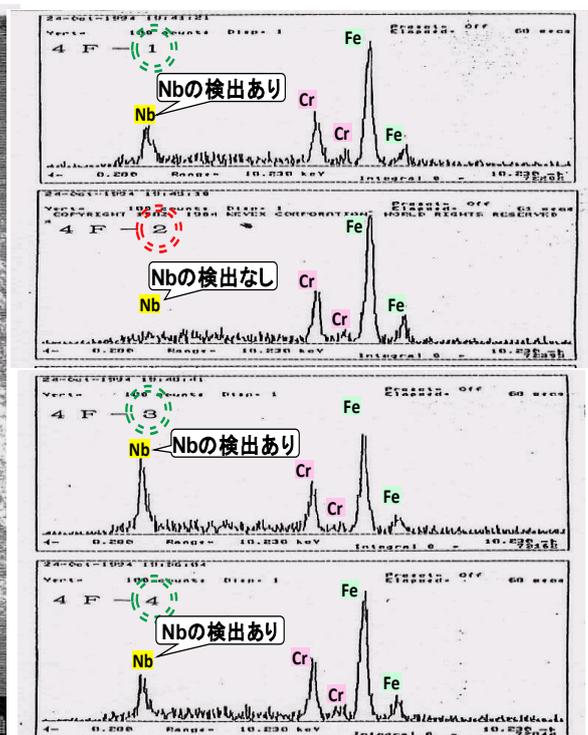


図200-01 粒界割れ先端部および粒内のマッピング分析とその結果

次話ではフェライト系ステンレス鋼によるエキマニの溶接部急冷時に生じた溶接割れとその考え方について説明します。

以上。