

(668) 耐剥離割れにすぐれたステンレス肉盛溶接金属の開発

川崎製鉄 技術研究所 坪井潤一郎

水 研 ○今中拓一

溶 研 中野昭三郎 安田功一

I 目的

高温高压水素環境下で使用される石油精製用直接脱硫塔などの内面には耐食性を確保するためにオーステナイト系ステンレス鋼などが肉盛溶接されることが多いが、これらの肉盛溶接部界面には作業をシャットダウンした際に、母材のCr-Mo鋼(α相)中と、溶接金属のステンレス鋼(γ相)中の水素の化学ポテンシャルの差によって、水素の異常集積が起り、剥離割れを誘起する。この剥離割れに対する対応策の確立は圧力容器の安全操業上特に重要である。最近、著者らは剥離割れに対して極めて有効な手段を見出した。本報ではこれらの実験結果について報告する。

II 実験方法

$2\frac{1}{4}\text{Cr}-1\text{Mo}$ 鋼の母材の上に309L電極を使用してESW法(MAGLAY法)にてオーバーレイを施した後、690°C、30時間の溶接後熱処理を行ない幅50、長さ55、高さ40mmの剥離割れ試験片を採取し実験に供した。水素分圧150~200kg/cm²、温度455°Cの高温高压水素雰囲気オートクレーブに試験片を装入し、30~100時間曝露した。曝露後速やかに大気中に取り出し急冷した。急冷後、超音波C-scan装置で剥離割れの発生状況を測定した。又、旧来のSchaeffler-Delong線図を実際の溶着金属について検討し直し、A-M線の修正を行なった。それに基づいて剥離割れの伝播ルートである粗粒の発生条件と溶着金属の組成とを対応づけた。更に剥離割れの起点についての検討を行ない、溶着金属組成と剥離割れ発生状況との対応づけを試みた。

III 実験結果

図1は、溶接後熱処理前の母材から溶接金属への化学成分の遷移をSchaeffler-Delong線図上に示した例である。又、図中破線はA-M線を実際の溶着金属について求めた結果で旧来のSchaefflerによるものより下側にきている。この実験結果を用いてオーステナイト粗粒の発生条件を判断するとDepo 1の成分ではオーステナイト粗粒が発生する成分構成になっているがDepo 2では発生しないことになる。これより破線に沿ってδ-フェライト量をコントロールすれば粗粒の発生を抑制することが可能であることが推察される。図2はこの推察に基づいて行った実験結果を纏めたものである。破線のA-M線上のδ-フェライト粒を少なくとも5%以上にすれば粗粒は発生しないことが分る。

剥離割れの起点に関しては溶接後熱処理による溶接界面への母材側からの浸炭による析出炭化物層の形成が重要であるとの知見から炭化物の形成に大きな影響を与えるSi量を溶接金属について検討した。図3は剥離割れの程度と溶接金属中のSi量との関係を示したものである。Si量を0.4%以下にすると剥離割れが著しく抑制出来ることが示されている。

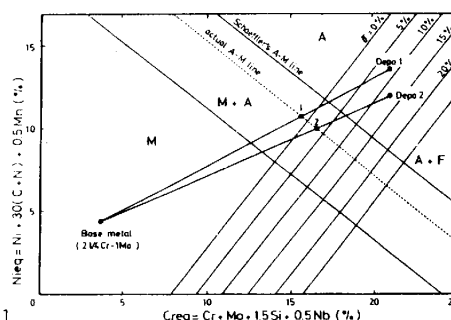


Fig.1 Transition of the structure from base metal to weld metal in the Delong's and Schaeffler's diagram.

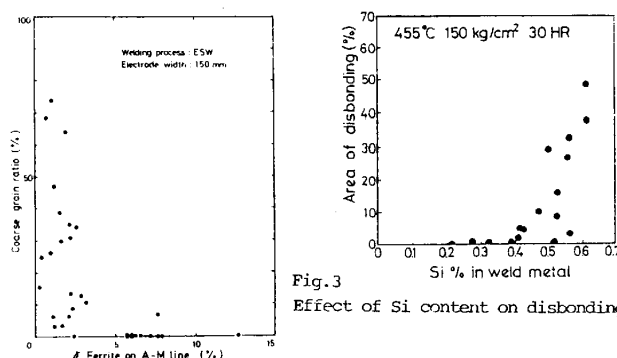


Fig.2 Relation between the delta ferrite content on the A-M line and the coarse grain ratio.

Fig.3 Effect of Si content on disbonding