

(371) サワーガス・ラインパイプ円周溶接部の応力腐食割れ

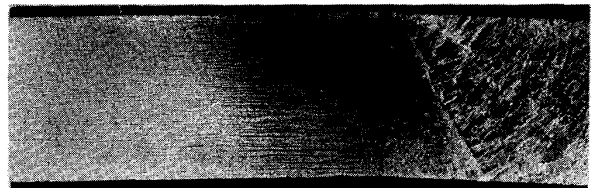
日本鋼管(株)技術研究所 ○中沢利雄 小玉光興
 稲垣裕輔 小寺俊英
 渡辺 正

1. 緒言

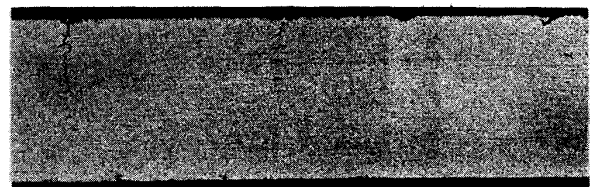
近年、ラインパイプ材のような比較的強度低材料にも応力腐食割れが起こることが見出され、その発生伝播挙動について詳しく研究されつつある。しかし、サワーガスラインにおいて応力腐食割れは母材部よりも硬度の高い溶接部に発生することが十分考えられ、実際のパイプライン施工においては現地溶接部の最高硬度を一定値以下に管理することをきわめて重視されている。本研究では製造方法、成分の異なる各種ラインパイプ用鋼をもちいて溶接方法、入熱条件を変えて現地円周溶接継手を作製しその割れ発生挙動におよぼす材質特性、溶接条件の影響を調査し、応力腐食割れ防止策を検討した。

2. 実験方法

供試材は制御圧延(CR)または焼入れ焼戻し(QT)により製造したAPI 5LX-X52~65グレードラインパイプ用鋼で、C量は0.04%、0.10%の2レベルである。これら供試材へ現地溶接に対応した入熱条件で被覆アーク溶接(Manual)炭酸ガスアーク溶接(MAG)サブマージドアーク溶接(SAW)により円周溶接継手を作製した。一部の試料についてはさらに620°C×5minのSR処理を施した。また、溶接最終パスを想定して予熱なしのビードオンプレート(圧延方向と直角)を4水準の入熱条件でMAG溶接により作製した。溶接材の最終パス表面1mmの位置からビードと直角に3×10×115mmの平滑および溶接ボンド部にV切欠を持つ試験片を採取し、4点支持曲げ方式により降伏たわみの1.3倍の定歪を与えH₂S濃度300、及び3000ppmの0.5%酢酸水溶液中へ浸漬した。応力腐食割れ発生の有無は、500時間試験後の試験片中央タテ断面を10倍に拡大して判定した。



(a) × 52 QT材



(b) × 52 CR材

3. 実験結果

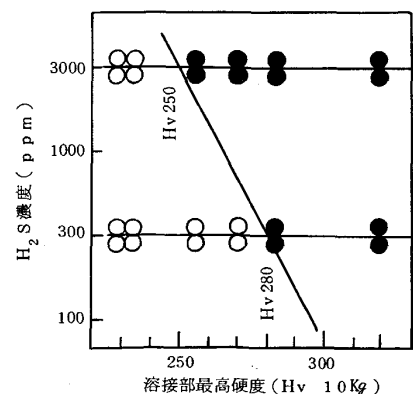
(1) 成分系、製造方法については割れ感受性はQT(普通C鋼)、QT(低C鋼)、CRの順に増大した。CR材では写真1で示す如く母材破断するところがある。この場合は母材部の割れ防止策が重要である。

(2) 溶接方法についてはSAWの場合は最高硬度が低く、応力腐食割れは起こらないことがわかった。MAG、Manualでは応力腐食割れの起こる場合があり、SR処理は有効である。

(3) QT材の場合の応力腐食割れと最高硬度の関係を図1に示す。割れ発生の臨界硬度は環境H₂S濃度に依存している。

したがって、パイプライン円周溶接部の応力腐食割れを防止するには、最高硬度を環境H₂S濃度で決まる臨界硬度内に抑える管理が必要で、材料面では成分系、C_{eq}の適切な設計が、溶接施工面では溶接方法、溶接条件の選定が重要である。

写真1. 応力腐食割れの発生状況

図1. 応力腐食割れとH₂S濃度、硬度の関係