

住友金属工業(株) 中央技術研究所 工博 池田昭夫, 金子輝雄

1. 緒言

湿潤硫化水素環境下で外部応力が作用する油井用鋼管では、硫化物応力腐食われ (SSCC) が重要な問題となり、近年のサワーガス井開発の活発化に伴ない、耐SSCC性の優れた材料の研究が盛んに進められている。低合金鋼のSSCC感受性は材料強度に強く依存しており、サワー環境で使用される材料に対しては通常上限強度が設定されている。一方SSCC感受性は使用環境にも依存しており、特に高強度鋼のサワー環境への適用に当っては環境因子の影響を明らかにすることが重要となる。

本報では強度レベルの異なる油井用鋼管材について、SSCC感受性に及ぼす温度と硫化水素分圧の影響を検討した結果を述べる。また一般に低合金鋼のSSCCは主として水素脆性に帰因すると考えられており、その観点からこれらの因子の影響を考察する。

2. 実験内容

- (1) 供試材…… 焼入れ焼戻しにより降伏強度を 60~120 kg/mm² に調整した 1Cr-0.5Mo 鋼を用い強度レベルの影響を検討した。焼戻し軟化特性の異なる材料として 0.5Cr 鋼も一部比較のため用いた。
- (2) 環境因子…… 平滑 4 点曲げ試験により下記範囲で環境因子の影響を検討した。
 - (a) 試験温度…… 25~200°C (H₂S: 1 気圧, 0.5% CH₃COOH-5% NaCl 溶液)
 - (b) 硫化水素分圧…… 0.001~10 気圧 (25°C, 0.5% CH₃COOH-5% NaCl 溶液)
- (3) 低歪速度試験…… 平滑丸棒試験片を用いて水素脆性の観点から各種因子の影響を検討する。(歪速度: 10⁻⁶s⁻¹)

3. 実験結果

- (1) 試験温度が高くなるほどSSCC感受性は低下する傾向にあり、150°C以上では降伏強度 120 kg/mm² レベルでもわれの発生は認められない。またわれ発生の限界温度は材料強度が高くなるほど高温側に移行する。(図 1)
- (2) われ発生の限界H₂S濃度は材料強度が高くなるほど低分圧側に移行する。H₂S分圧は高いほど環境条件は厳しくなる傾向にあるが、1気圧以上では環境の苛酷度は飽和するようである。一方H₂S分圧 0.001気圧では降伏強度 120 kg/mm² レベルでもわれを生ぜず、従来のサワーガスのガイドライン (NACE MR-01-75) と一致する。(図 1)
- (3) 低歪速度試験における鋼の脆化度 (大気中での伸びに対するサワー環境下での伸びの比) は材料強度が高くなるほど増大する。また同一降伏強度レベルで比較した場合材質により脆化度が異なるが、これは焼戻し温度の違いからくる残留歪や炭化物形態の差によると考えられる。更に環境因子の影響について、材料強度と鋼中水素の挙動の観点から考察する。

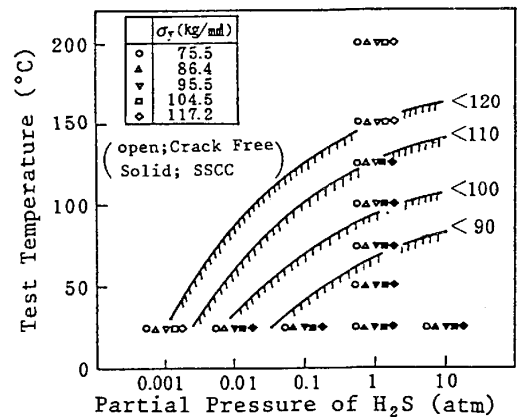


Fig.1 Influence of temperature and H₂S partial pressure on SSCC susceptibility

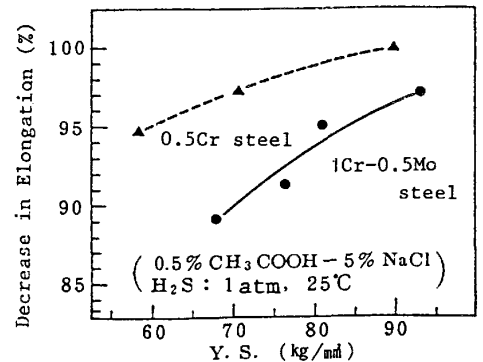


Fig.2 Relation between decrease in ductility and strength level (SSRT test)