

(191) 製油装置における鋼材の高温水素による脆化

早稲田大学 理工学部 長谷川正義  
 大学院 ○野村茂雄 篠原 薫  
 東亜燃料工業 笹口昭三郎

1. 緒言

著者らは1960年以来実働の製油プラントでの長時間ばく露試験を実施し、水素環境における鋼材の脆化現象、経年変化による材質の劣化を主体に系統的な調査を行ってきた。今回新たに各種実用鋼を4条件の接触改質および水素脱硫装置に挿入し、最高4年間にわたるプラント試験を行なったのでその結果をとりまとめ報告すると同時に、実験室的加速試験とも比較対応させ、水素損傷に対する総合的評価を行なった。

2. 実験方法

供試材は水素による影響を各方面から検討するために広範囲にわたる材料選定を行なった。すなわち実用鋼として炭素鋼(S20C)、C-Mo鋼(A204B)、Mn-Mo鋼(A302B)、18-8ステンレス鋼(SUS304)などを始めとし、水素アタックにおよぼす炭素含有量の効果を調べるため純鉄、極低炭素鋼さらには炭化物を安定化させたNb鋼、Ti鋼などを用いた。これらの供試材は引張、衝撃の各試験片に加工後、ホルダーに一端を溶接し、プラント内部に固定した。ばく露条件を図1のNelson's curve上に示す。著者らがこれまでプラント試験を実施した環境はA~Hの条件に相当し、このうちA~Dが今回試験したプラントの運転条件である。約1年、約2年、約4年後に取り出し、機械試験および組織観察、さらには破面観察、水素分析も行なった。

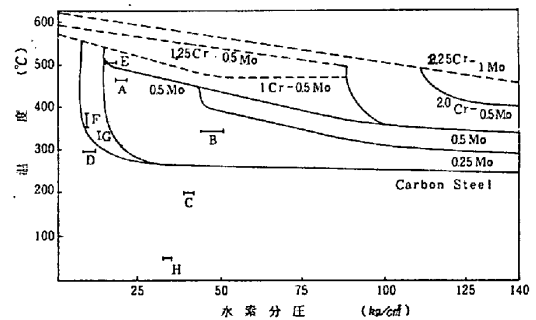


図1 Nelson's curve上に示したプラント試験条件

3. 結果

試験結果を要約すると次のようになる。A装置では比較的高温環境(480℃)のため機械的性質より組織変化が著しい。すなわち軟鋼、Mn-Mo鋼、5Cr-Mo鋼では表面脱炭、18-8ステンレス鋼では粒界炭化物の顕著な析出が認められた。一方B装置は高水素分圧環境(50気圧)であり、軟鋼、Mn-Mo鋼の溶接熱影響部(SRなし)に水素による粒界脆化が形成された。写真1にこの例を示す。またCおよびD装置では軟鋼ですら表面脱炭を受けておらず、水素の影響は全く認められなかった。このように実用鋼の耐水素性はNelson's curveにはほぼ一致した。しかし同一限界内でも温度、圧力、さらに時間の因子により水素アタック状態は異なり、高温では脱炭、高水素分圧では粒界クラックの形成がそれぞれ優先する。なおA装置の純鉄には写真2に示すような粒界ポイドの形成が認められた。またオーステナイト系ステンレス鋼では長時間加熱により炭化物が析出するため高温高圧水素環境では水素脆性に対する配慮も必要である。

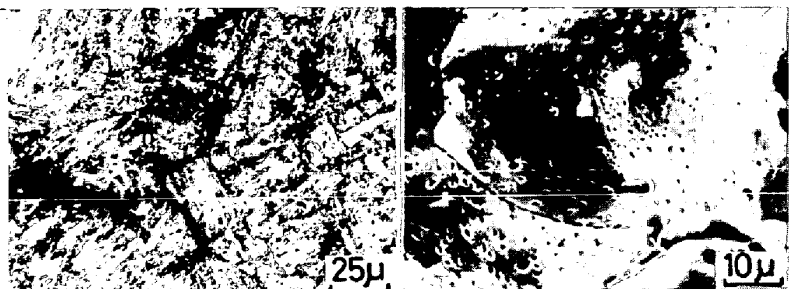


写真1 B装置挿入 Mn-Mo鋼 HAZ 4年目に形成されたクラック

写真2 A装置挿入純鉄 4年目の衝撃破面

1) 長谷川, 野村, 篠原, 笹口: 学振123号報告, 15, (1974), P.141

2) 長谷川, 野村: 鉄と鋼, 59, (1973), P.1461