

(760) Cr-Mo鋼-ステンレス鋼肉盛溶接境界部への操業停止時の水素集積挙動

川崎製鉄㈱ 水島研究部 ○下村順一, 今中拓一

1. 緒言 石油精製工場における重油脱硫装置等高温高压水素下で操業される压力容器では、操業停止時にCr-Mo鋼压力容器母材と内面オーステナイトステンレス鋼肉盛溶接部の境界に剥離割れが生ずることがあり、大きな問題となっている。この原因はCr-Mo鋼とオーステナイトステンレス鋼の水素固溶量、水素拡散係数の温度依存性が大きく異なるため、温度降下時に水素の分布が定常状態からくずれ、Cr-Mo鋼中の水素が逆流して溶接境界部へ異常集積するためとされている。しかし水素の拡散係数の値はマイクロ組織により大きく変化することが知られており、両相の水素拡散係数のバランスにより溶接境界部への水素集積挙動が大きく異なることが予見される。溶接境界部への水素集積挙動に及ぼす両相の水素拡散係数の影響を理論的に検討した。

2. 計算方法 初期の状態を温度455°C、内部の水素圧力を150 kgf/cm²とし、一定速度で均一に冷却した場合の压力容器内の水素分布を直接差分法により計算した。母材-溶接金属遷移層の厚さを無視し、溶接境界部でのフェライト側とオーステナイト側の水素濃度の比は平衡水素固溶量の比に等しいと仮定した。オーステナイト相の水素拡散係数が大の場合 ($D_{\gamma} = 0.00071 \text{Exp}(-4555/T) \text{cm}^2/\text{sec}^1$)、小の場合 ($D_{\gamma} = 0.0074 \text{Exp}(-7251/T) \text{cm}^2/\text{sec}^2$)、及びフェライト相の水素拡散係数が大の場合 ($D_{\alpha} = 1 / (0.1381 \text{Exp}(4733/T) + 1316 \text{Exp}(1158/T)) \text{cm}^2/\text{sec}^3$)、小の場合 ($D_{\alpha} = 0.0014 \text{Exp}(-1611/T) \text{cm}^2/\text{sec} (T \geq 250^{\circ}\text{C})$, $D_{\alpha} = 0.12 \text{Exp}(-3938/T) \text{cm}^2/\text{sec} (T < 250^{\circ}\text{C})^4$)を組み合わせて計算を行った。

3. 計算結果 Cr-Mo鋼母材厚みを75mm、オーステナイトステンレス鋼肉盛溶接部の厚みを8mm及び4mmとし、50°C/hrの速度で冷却した場合の溶接境界部(オーステナイト側)の水素濃度の温度に対する変化をそれぞれFig. 1, Fig. 2に示す。冷却開始時の水素濃度はフェライト相の水素拡散係数にほとんど依存しない。オーステナイト相の水素拡散係数が大の場合(#3, #4, #7, #8)冷却開始前の水素濃度は大である。冷却が進むにつれて水素濃度は増加するが、増加量にはフェライト相の水素拡散係数が大きく影響し、フェライト相の水素拡散係数が大の場合(#2, #4, #6, #8)水素濃度の増加が著しい。オーステナイト相、フェライト相の水素拡散係数が共に小となる組み合わせ(#1, #5)が最も水素の集積が少ない。

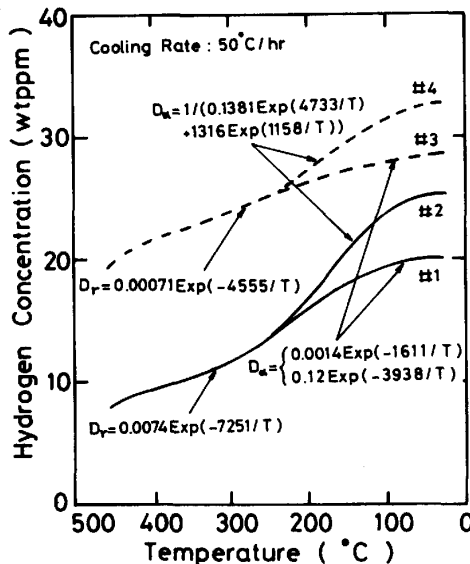


Fig.1 Relation between hydrogen concentration and temperature (Overlay thickness : 8 mm)

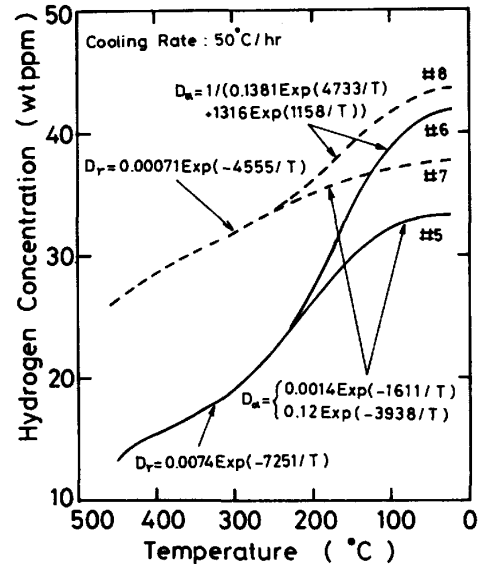


Fig.2 Relation between hydrogen concentration and temperature (Overlay thickness : 4 mm)

参考文献

(1)酒井ら：日本溶接協会

第118回化学機械溶接研究委員会資料, (2)長谷川：日本金属学会報 Vol. 15 (1976) P563, (3)藤井ら：鉄と鋼 Vol. 70 (1984) P104, (4)E. W. Johnson：Trans AIME 218 (1960) P1104