

(666)

剥離発生の微視的臨界条件

(溶接肉盛り圧力容器鋼材の水素による剥離割れ - 2)

日本鋼管(株)技術研究所 ○木下和久 伊藤栄信
江畑 明 服部正司

1. 緒言

オーステナイトステンレス鋼を溶接肉盛りした標記鋼材の水素による剥離割れの発生条件に関して、昨年春の当講演大会において報告した。すなわち、オートクレーブ実験によって求められた剥離発生臨界条件から推定される微視的な剥離発生臨界条件は、オーバーレイ側の境界部付近の水素濃度が冷却完了後に到達する最大濃度がある値に達すると剥離が発生することを示唆した。

この考え方を更に確認するために、大幅に異なった実験条件を設定し、予め計算で剥離発生状況を推定し、ついで実験を行った。

2. 実験方法

実験は大別して(1)電解チャージによる剥離実験と、(2)大型試験片によるオートクレーブ実験に分かれる。電解チャージ実験においては、母材寸法 $20 \times 50 \times 50 \text{ mm}$ 、オーバーレイ部寸法 $7 \times 50 \times 50 \text{ mm}$ の試験片に、母材側の外表面のみから水素をチャージした。電解条件は予備実験によって求めた電流密度を一定に保つことにより、母材表面での水素濃度を10または7 ppmに保ち、チャージ時間を96hとした。試験片はチャージ後常温に放置して超音波探傷検査によって剥離の発生状況を観察した。

大型試験片実験においては試験片の母材部の寸法を全方向につき標準試験片の2倍($80 \times 100 \times 200 \text{ mm}$)とし、標準試験片に準じた方法でオートクレーブ中で水素をチャージし(チャージ時間72h)、冷却後剥離の発生状況を観察した。

3. 結果

電解チャージ実験の条件で計算したオーバーレイ内境界部付近(境界から $0 \sim 100 \mu\text{m}$)の各部における水素濃度の変化は、例えばFig.1に示すようになり、オートクレーブによる水素チャージ後の水素濃度変化と似た濃度変化を示す。そして、実験結果もほぼ予測どおりとなり、顕微鏡観察によるとオートクレーブ実験と同じような剥離割れが生じた。大型試験片による実験では、計算によると標準試験片によるよりも大幅に低い水素圧で剥離が生ずることが予測され、実際に 45 kg/cm^2 という低い水素圧でも剥離が生じた。結論をまとめるとつぎのようになる。

(1) 標準的な方法で溶接肉盛りした試料において、剥離割れはオーバーレイ側の、境界部から $0 \sim 50 \mu\text{m}$ 離れた部分までの各部の水素濃度が到達する最大値(計算値)が170ppmまたはやや高い値をこえるときに発生する。

(2) 剥離割れは、残留応力の存在のもとに水素がオーバーレイ内の境界部付近に集積することによって発生し、高温で水素中に保持することは必要条件ではない。

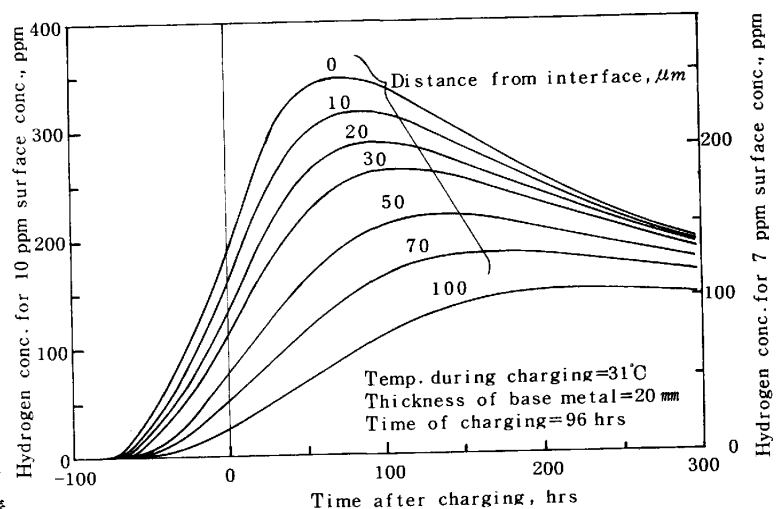


Fig.1. Change of hydrogen concentration in cladding due to electrolysis.