

(624)

極低炭素鋼HAZにおけるHICと冶金的要因

(耐サワー特性に優れた低炭素系ラインパイプ用鋼の開発 第3報)

日本鋼管(株)技術研究所 ○新倉正和 山本定弘 関 信博 中沢利雄
 福山研究所 小林泰男

1. 緒言 (第1報)で述べたように、低C系ラインパイプ材における極端な低C化は、従来の中高C材には認められないようなHICをHAZに誘起する。このHICは、SAW内外面パスの熱影響をともに受ける部分に発生するが、主として粗大な旧オーステナイト粒界に沿って割れが発生伝播する、という特徴を有している。このようなことから、(第2報)中で説明したHAZ 靱性劣化の原因である粒界脆化現象と強い関連を持った、微視的残留応力下における水素割れであると推定される。この点を明らかにするために、低C領域におけるHAZの粒界脆化現象とHAZのSSC特性に及ぼす冶金的要因の影響を調査し、この種のHICを防止する方策について検討した。

2. 実験方法 供試鋼は150kg真空実験室溶製材で、0.025C-2Mn-0.05Nb-0.001Bを基本成分として、C量(0.008~0.069%)Nb量(0~0.20%)B量(0~0.003%)P量(0.005~0.030%)を変化させて、その影響を調査した。熱履歴は高周波誘導加熱装置(1350°C×0min加熱, 800~500°C冷却時間40s)とソルトバス(450~750°C×3min再熱処理)によりSAW熱影響をシミュレートした。水素割れ感受性は、0.5%酢酸+5%食塩水中で平滑4点曲げSSC試験(付加応力1.0σ_{YS}, 25°C, 7days)を実施することにより加速試験条件下で調査した。

3. 実験結果

HAZ粒界脆化現象: HAZシミュレート材は粗大な旧オーステナイト粒界を持つマルテンサイト+ベイナイト混合組織を示すが、600~700°Cの再熱処理により顕著に脆化し脆性破面に粒界破壊を生ずる。この脆化は、C量の低下(特にC≤0.02%の極低C域)およびNb量の増加により促進され、いずれも粒界破面率の増大を伴っている。B量・P量の増加は脆化を促進する傾向を示すが、その影響は小さい。粒界破壊を示し始める限界C量は、低Nb化により低下し、粒界脆化現象はC量-Nb量バランスの影響を強く受ける。(Fig.1)

HAZのSSC特性: SSC特性の再熱処理による影響は、上記粒界脆化現象とほぼ同一の挙動を示し、600~700°Cの再熱処理によりSSCを発生する。SSCは旧オーステナイト粒界に沿った粒界破壊であり、硬度の大小関係とは対応がない。(Fig.2) C量の低下およびNb量の増加に伴ない、SSC発生率が増大し、またSSCを発生し始める限界C量はNb量に依存し低Nb化により低下する。

4. 結言 低C系ラインパイプのHAZにおけるHICは、極端な低C化および高Nb化を避けた適正C量-Nb量バランスにより防止することが可能であり、これにより母材・溶接部の両方においてHIC freeの×65,×70鋼の製造方法を確立した。

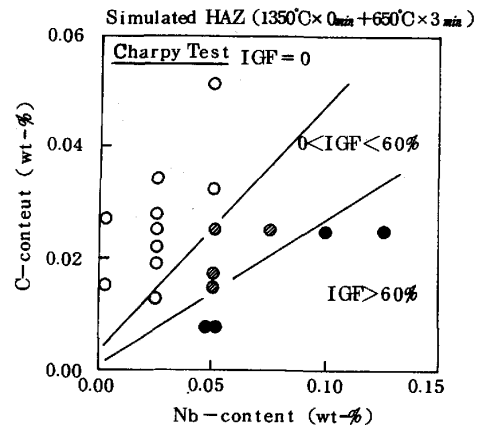


Fig.1 Influence of C and Nb on Intergranular Fracture Fraction (IGF) in Charpy Test

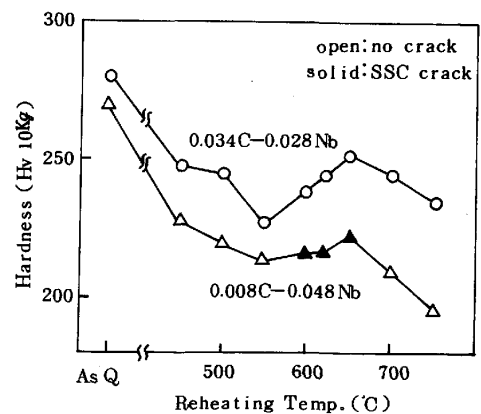


Fig.2 Influence of Reheating Temp. on SCC