

(246) 耐水素誘起割れ特性におよぼす製造プロセス諸要因の影響

川崎製鉄㈱ 水島製鉄所 ○藤山寿郎 中井一吉 深井 真
鈴木健一郎 山田博右 大西正之

1. 緒言 API 規格 X 46 ~ X 70 グレードの耐 HIC 仕様ラインパイプ素材を製造するにあたり、耐 HIC 特性におよぼす諸要因〔①溶鋼組成 (Mn, P, S) レベル, ②鑄造条件 (鍋残溶鋼量, 溶鋼過熱度, EMS), ③製造プロセス (取鍋精錬 etc.)〕の影響について調査したので報告する。

2. 実験概要 製造諸要因の耐 HIC 特性への影響を調査するために、Fig.1 に示すプロセスで耐 HIC 鋼を製造し、pH レベル 3 条件で、HIC 試験を行った。

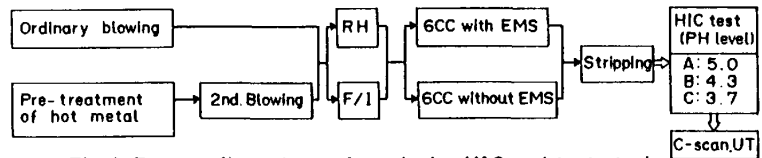


Fig.1 Process flow chart of producing HIC resistant steel

3. 製造諸要因の耐 HIC 特性への影響

① 溶鋼組成の影響：P,

Mn 濃度の上昇に伴い、HIC は発生しやすく (Fig.2, 3), 中心偏析部の硬度上昇による影響と考える (Fig.4)。一方、鋼中の P 含有量を低減することにより、P, Mn 濃度の影響は減少し、X 65 ~ X 70 グレード鋼での耐 HIC 特性の改善に有効である。

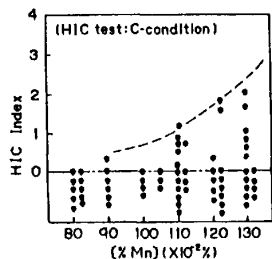


Fig.2 Effect of (%Mn) of steel on property of HIC resistant steel (HIC test: C-condition)

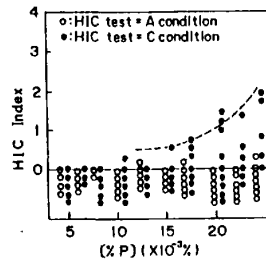


Fig.3 Effect of (%P) of steel on property of HIC resistance

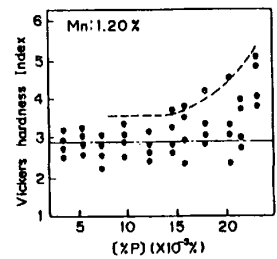


Fig.4 Relation between (%P) of steel and Vickers hardness at 1/2 thick of hot coil

② 鑄造条件の影響：タンディッシュでの溶鋼過熱度 (ΔT_{LL} : 10 ~ 45°C) および、EMS 有無の影響について調査したが、いずれも耐 HIC 特性への顕著な影響は見られなかった。一方、取鍋交換部スラブの耐 HIC 特性への取鍋残溶鋼量の影響は、残鋼を実施しないヒートでは鍋スラグ混入帰因の HIC が発生しやすい。しかしながら、電磁力による取鍋内溶鋼レベル検出器 (EMLI) の設置により、残鋼量 $\geq 2t$ を確保することで、HIC は抑制できる (Fig. 5)。

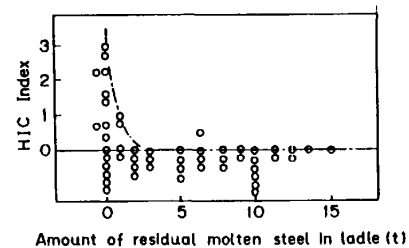


Fig.5 Effect of amount of residual molten steel in ladle on property of HIC resistance

③ 取鍋精錬の影響：RH 脱ガス処理のヒートに比べ、取鍋フラックスインジェクション (F/I) 処理のヒートの耐 HIC 特性が優れている (Fig.6)。F/I 処理材は鋼浴の攪拌力増加および、鍋スラグ改質の効果により、鋼中清浄度が 10^{-3} ~ 10^{-4} オーダーと少いためであると考えられる。

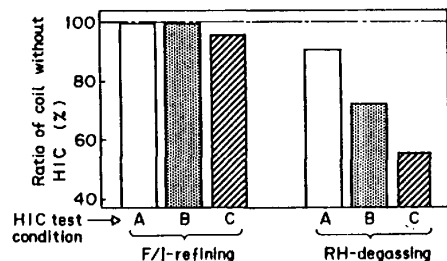


Fig.6 Effect of refining process of molten steel in ladle on property of HIC resistance

4. 結言 耐 HIC 特性へのプロセス諸要因の影響を調査し、耐 HIC スペックに応じた最適プロセスを検討した。現状では、X 65 ~ X 70 のハイグレード鋼において問題無く NACE 条件無欠陥コイルを生産している。

参考文献 1) 永井：鉄と鋼 69 (1983), S 151