

(578) 高強度耐サワーラインパイプの均熱拡散による耐HIC特性改善機構

新日本製鐵(株) 厚板条鋼研究センター ○山本広一, 松田昭一
 分析研究センター 浜田広樹
 計測研究センター 谷誠一郎

1. 緒言

CCスラブを素材として製造される高強度ラインパイプが湿潤水素を含む腐食環境におかれると、ほぼ板厚中心の偏析帯に存在する硬化組織に沿って水素誘起割れ(HIC)が形成される。耐HIC特性は、スラブの凝固過程の制御による偏析軽減対策によってある程度改善されるが、NACE条件においてクラック・フリーにするためには、現状では均熱拡散(SP)が最も有効な方法である。本研究では、SPによる耐HIC特性改善機構について検討した結果を報告する。

2. 実験方法

表1に示したCCスラブを用いて以下の実験を行なった。

- 1)スラブSP条件の影響。SP条件: 1150°C×5h, 1250°C×2, 5, 20h, 1300°C×0.5, 2, 10h, スラブ厚さ: 100mm/m
- 2)CMA・SAS (Computer Aided Microanalyser・Segregation Analysis System) による偏析帯のP, Mn濃度測定
- 3)AESによるHIC破面上の元素分析

3. 実験結果

- 1)HIC割れ面積率(CAR)とPの有効拡散指数(I_P)との関係: I_Pを以下のように定義する。

$$I_P = D^{\gamma}(P)t / 2h \quad (1)$$

D^γ(P): Pのγ中拡散係数, t: SP時間, 2h: 中心マイクロ偏析巾

上記I_PとCARとの関係をFig.1に示す。I_Pの増加とともにCARは減少し、I_P=10⁻² (1300°C×5h)で、CAR=0となる。

- 2)CMA・SASによる測定結果: I_P=0の場合, P, Mnピーク濃度(C_{max}^P, C_{max}^{Mn})は、それぞれ、C_{max}^P=0.05%, C_{max}^{Mn}=2.4%で非偏析部P, Mn濃度(C₀^P, C₀^{Mn})に対する比は、C_{max}^P/C₀^P=2.5, C_{max}^{Mn}/C₀^{Mn}=2.1である。(Fig. 2)。
- 3)偏析帯硬化組織: I_Pの増加とともに、偏析帯に沿って帯状に連続して存在する硬化組織は分断され、HICの伝播径路となる旧未再結晶γ粒界上に占める硬化組織の割合は減少する。
- 4)AESによるHIC破面の元素分析: HICの破壊形態は擬劈開割れで、典型的な水素脆性破面である。破面上には、多量のPが検出されるが、破面深さの距離とともに急激に減少することから判断して、原子状に偏析しているものと考えられる(Fig. 3)。

以上の結果から、偏析帯Pの拡散による未再結晶γ粒界の水素脆化感受性の減少が、SPによる耐HIC特性改善の最も大きな要因であると考えられる。

Table 1 Chemical Composition of material

C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	V	Cr	Ni	Cu	Ti	Ca
0.064	0.25	1.17	0.002	0.0005	0.028	0.031	0.038	0.20	0.31	0.19	0.012	0.0023

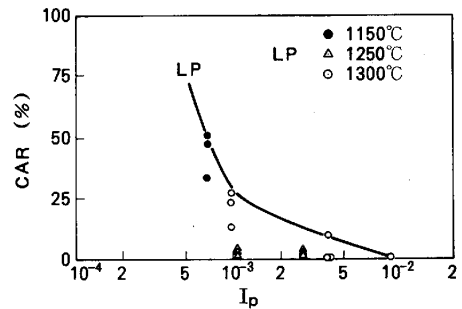


Fig. 1 Relation between CAR and I_p

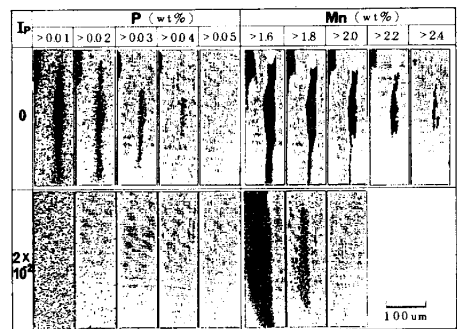


Fig 2 Change of concentration of P and Mn by soaking process (CAR, SAS)

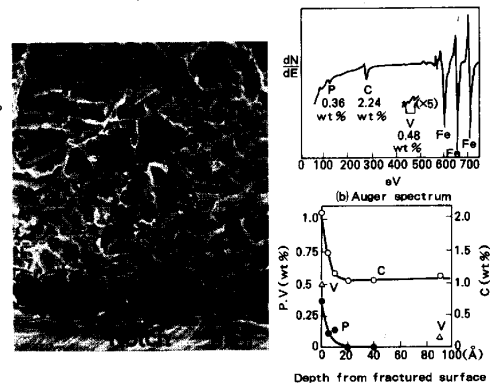


Fig. 3 Concentration distribution of C, P and V with respect to depth from fractured surface of HIC determined with AES