

(544) 水素誘起割れの発生，伝播の素過程の解析
 高強度ラインパイプ鋼の水素誘起割れ機構 - 1

新日本製鐵(株) 第二技術研究所 ○山本広一，松田昭一
 第一技術研究所 奥村直樹

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硫化水素を含む腐食環境下におかれると，ほぼ板厚の中心部で板面に平行に割れが発生する。この割れは水素誘起割れ(HIC)と呼ばれ，中心偏析帯内に形成される硬化組織に沿って生じるといわれている。本研究では高強度耐サワーラインパイプの開発を目的とし，HICの発生と伝播過程を詳細に検討した結果について報告する。

2. 試験方法

表1に示した現場CCスラブを用い以下の実験を行った。

- 1) 通常のCR材を，硫化水素を飽和した5% NaCl + 0.5% 酢酸水溶液に1~96時間，浸漬した試験片についてUSTによる割れ面積率(CAR)の経時変化を求め，さらにCARの比較的少ない試料について割れの発生及び伝播経路と組織の対応を行った。
- 2) CLCプロセスにおける水冷停止温度と中心偏析帯の硬化組織との関係を調べ，CLCによるHIC特性の改善因子を検討した。

3. 実験結果

- 1) 割れ率の経時変化：浸漬後5時間経過してUSTで割れが検出される。その後割れ率は時間に比例して増加し，ほぼ24時間で飽和する(図1)。
- 2) HICの発生：1個の単位破面(~3mm，偏析単位に相当)に2~3個の割れ発生点が観察される。発生点には5μm程度の大きさのMnS, Ca, Al, Ti(O.S), Nb(CN)などの介在物が観察される(写真1)。
- 3) HICの伝播：単位亀裂はマイクロ偏析帯の硬化組織の高炭素島状マルテンサイトや上部ベーナイトに沿って伝播する(写真2)。
- 4) CLCプロセスにおいて水冷停止温度を300~550℃まで変えてHIC特性を調べると，500℃付近に著しく向上する領域が存在する。その原因は偏析帯の組織改善によるものであり，r粒界を占める硬化組織(上部ベーナイト(Bu)，島状マルテンサイト(M*))の割合が最低値を示す領域がHIC特性の最も良い領域と一致する(図2)。

Table.1 Chemical composition of material (wt%)

Steel	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Nb	V	Ti	Al	Cu	B
E60A	0.082	0.278	1.33	0.007	0.0609	0.32	0.27	0.040	0.090	0.023	0.030	—	—
X60B	0.024	0.19	1.17	0.009	0.0017	0.19	—	0.041	—	0.021	0.042	0.29	0.0016

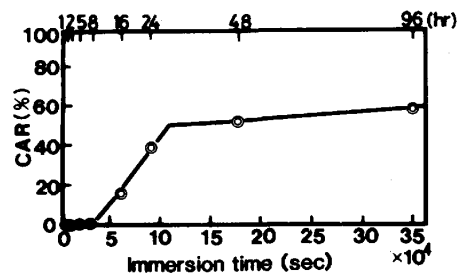


Fig.1 Effect of test duration on occurrence of HIC (CAR:Crack Area Ratio)

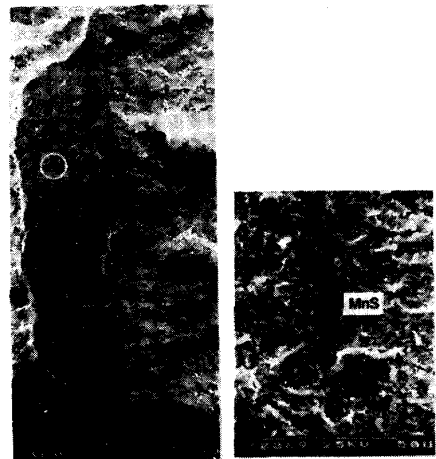


Photo.1 Appearance of HIC showing a MnS inclusion at crack initiation site (test duration : 5hr)



Photo.2 Propagation of HIC (test duration : 24hr)

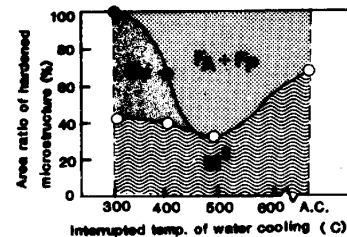


Fig.2 Relation between an interrupted temperature of water cooling and an area ratio of hardened microstructure appearing along austenite grain boundaries.