

(544) 鋼材の水素誘起割れ感受性におよぼす炭窒化物の大きさおよび数の影響

(株) 神戸製鋼所 中央研究所 ○北畑浩二郎 鳥井康司
下郡一利 福塚敏夫

1 緒言

前報までに H_2S 分圧 1 atm の飽和水溶液環境における鋼材の水素誘起割れ (HIC) 感受性低減策として、鋼中酸不溶性窒素化合物 (insol. N) の有効性を述べてきた¹⁾。本報では、この insol. N の効果が H_2S 分圧の高い、厳しい腐食環境においても有効かどうかを調べるため、REM 処理および Ca 処理を行い、かつ、鋼中 insol. N 量の異ったラインパイプ用鋼の HIC 挙動を、割れ感受性と鋼中炭窒化物の量および大きさとの関係に注目して検討した。

2 試験方法

供試材は発熱鋳型を用いることによって大型鋼塊の冷却条件をシミュレートした API 規格 $\times 52$ に相当する実験室溶製のラインパイプ用鋼であり、insol. N 量を変え、REM 処理および Ca 処理を行った板厚 12 mm の熱延鋼板 6 種である。HIC 試験は熱延鋼板より採取した板を用い、溶接によって一辺が 130 mm の容器を製作し、その内部に酢酸により pH 3.5 に調節し、 H_2S 分圧を 1 ~ 10 atm に変えて飽和させた人工海水を注入し、内面のみが腐食する状態で行った。300 時間後、超音波探傷器により発生した割れを定量測定した。また炭窒化物の分布状態は電顕および光学顕微鏡での観察により測定した。

3 試験結果

(1) H_2S 分圧 1 atm で試験を行った場合、Fig. 1 に示すように insol. N 量が多くなるにしたがい、割れ感受性が減少した。しかし、 H_2S 分圧が 2 atm 以上になると insol. N 量が 20 ~ 30 ppm のところで割れ感受性が最少となった。

(2) 窒素含有の供試鋼材について炭窒化物の析出状態を調べた結果、径約 $0.1 \mu m$ 以下の微細析出物と径 $1 \mu m$ 以上の巨大析出物が認められ、これらの数と HIC 割れ面積率との間に Fig. 2 のような対応が認められた。すなわち、微細炭窒化物数 (ΣN_F : ケ/㎢) が増すと HIC 感受性は低減する。巨大炭窒化物数 (ΣN_G : ケ/㎢) が増すと低 H_2S 分圧下では微細炭窒化物と同様に有効であるが、高 H_2S 分圧下では割れ感受性を高めることが判った。これより吸収水素量が多い高 H_2S 分圧下では、巨大炭窒化物も割れの起点となり、むしろ有害であると考えられる。

このように鋼中炭窒化物の大きさ・数および環境条件によって異った HIC 挙動を示すが、ラインパイプ用鋼において巨大炭窒化物の析出をできるだけ抑え、かつ、微細炭窒化物を数多く析出分布させることにより、鋼の耐 HIC 性を高めることが可能と思われる。

1) 例えば鳥井、北畑、下郡、福塚：鉄と鋼 64 [11] (1978) S 837

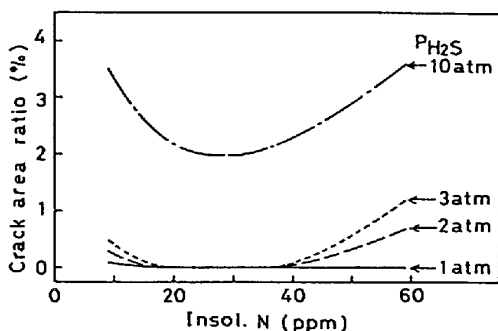


Fig. 1 Results of HIC test

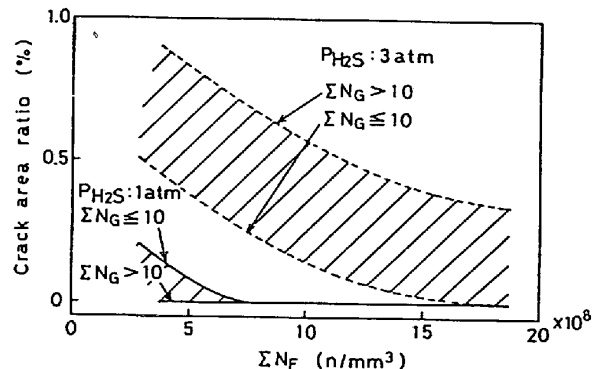


Fig. 2 Relationship between ΣN_F and crack area ratio