

(545) 鋼板の熱延時における微細炭窒化物の析出とHIC感受性との関係

(株)神戸製鋼所 中央研究所 ○鳥井康司 北畑浩二郎  
下郡一利 福塚敏夫

1 緒言

前報までに酸性H<sub>2</sub>S水溶液環境におけるラインパイプ用鋼の耐HIC性は、鋼中の炭窒化物を微細に、かつ数多く析出させることによって、改善できる可能性があることを報告した。本報では、微細炭窒化物の析出に最も影響を与えられと考えられる熱延条件を変えた鋼板について、HIC感受性を検討したので、その結果を報告する。

2 試験方法

供試材は、前報と同様に大型鋼塊の冷却条件にあわせるため、発熱鑄型を用いて実験的に溶製(Ti, Nb, REM, Ca, Cu 複合添加)したAPI X52相当ラインパイプ用鋼(全N量:約50ppm)であり、熱延時の冷却速度および仕上圧延温度をそれぞれ変えて、12mm<sup>2</sup>まで圧延した鋼板を製作した。HIC試験は、120mm<sup>2</sup>に切り出した供試材を溶接により立方体状の容器とし、その中にpHを3.5に調節した人工海水およびH<sub>2</sub>Sガスを封入(定期的な交換)して行なった。300時間経過後に発生した割れはUTにより定量した。また、鋼中炭窒化物の分布状態を電顕により調べた。

3 試験結果

(1) 熱延時に強制空冷の程度を変えて、冷却速度を変えた鋼板(仕上圧延温度は790℃一定)について、微細炭窒化物(径0.1μm以下)の数を測定した結果、熱延時の冷却速度が大きい程、鋼中の微細炭窒化物の数が増えることがわかった。(図1)また、これらの鋼板について酸性H<sub>2</sub>S水溶液環境(H<sub>2</sub>S分圧:1~5atm)にてHIC試験を行なった結果、熱延時の冷却速度が大きい場合ほどHIC感受性が小さくなること、および本鋼種では1.6℃/sec以上で冷却すると、H<sub>2</sub>S分圧5atmにおいてもHICを生じないことがわかった。(図2)

(2) 仕上圧延温度を690~840℃の範囲で変化させ、熱延時の冷却速度を約1℃/secにあわせた鋼板について、微細炭窒化物の数を測定した結果、仕上温度が高いほど、鋼中の微細炭窒化物数が増えることがわかった。さらに、HIC試験を行なった結果、仕上温度が高いほどHIC感受性が減少することがわかった。(図3)

以上の結果から、ラインパイプ用鋼の耐HIC性は、従来から提案されている低S化、Cu、REM、Caの複合添加以外に、TiとNbとを適量添加して、熱延条件をコントロールすることによって、H<sub>2</sub>S分圧の高いきびしい腐食環境においても著しく改善されることが明らかとなった。

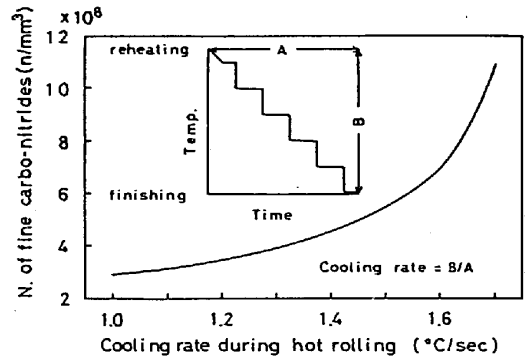


Fig. 1 Relation between cooling rate during hot rolling and number of fine carbo-nitride particle

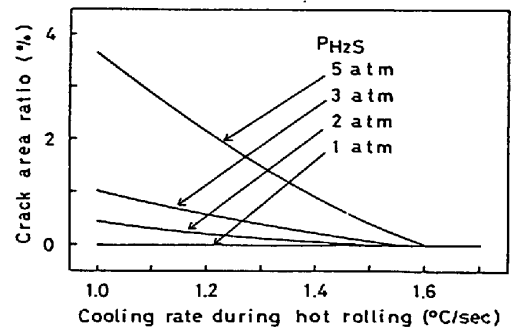


Fig. 2 Relation between crack area ratio and cooling rate during hot rolling

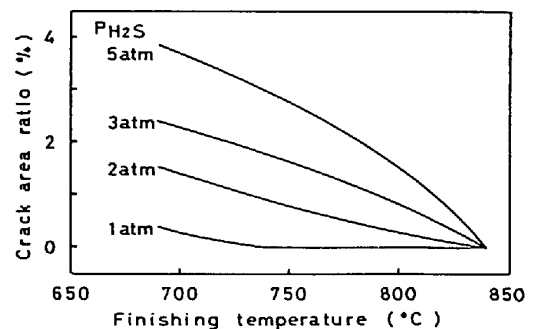


Fig. 3 Relation between crack area ratio and finishing temperature of hot rolling