

(303) 計装化シャルピー試験によるラインパイプ用鋼板の破壊特性の評価

川崎製鉄(株)技術研究所 ○佐野謙一 田中康浩

1 目的: 制御圧延されたラインパイプ用鋼板の破壊挙動については、小型試験片を用いて明らかにされた現象と実管における破壊現象との相関が経験的な基礎に基づいて論じられる場合が多く、破壊機構面からの解析は、実験的な手掛りが不足していることもあって必ずしも十分ではない。本報では計装化シャルピー試験によって得られた知見に基づき、これらの鋼材の破壊機構に関する考察を試みた。

2 実験方法: 供試鋼AおよびBはS含有量の異なるAPI規格X70級のNb-V系制御圧延材(板厚18.3mm)である。S含有量はA鋼では0.015%、B鋼では0.004%であった。これらの鋼板から2mmVノッチ付シャルピー衝撃試験片を採取し、+60℃と-120℃の間で計装化シャルピー試験を行ない、得られた荷重-時間曲線について種々の解析を行なった。

3 実験結果: A鋼では微細なセパレーションが多数観察されたが、B鋼では少数の大きなセパレーションが見られた。とくにB鋼ではセパレーションの発生に対応して荷重の低下が記録された。A鋼では個々のセパレーションの発生による荷重低下量が少なく、ノイズレベル以下になっている。そしてA鋼の場合には、破面の観察結果から最大荷重点においてセパレーションと主き裂の発生は同時に起っていると考えられる。一方B鋼ではセパレーションの発生が主き裂と同時または主き裂が先行する傾向が見られた。図1はB鋼においてセパレーション発生荷重および発生までの時間を温度の関数として示したものである。セパレーションの発生するまでの時間は温度の上昇とともに増大するが、その荷重はほぼ一定値を保つ。

これらの結果は、A、B両鋼とも延性域において温度の上昇とともに吸収エネルギーが増大するという制御圧延材固有の温度依存性が、主き裂の発生までに吸収されたエネルギーの増大によることを示している。一方主き裂発生後の吸収エネルギーは、A鋼の方がB鋼に比較して小さい。この差の意味を明らかにするために、Parisら¹⁾が延性き裂の安定性を定量的に表現するパラメータとして提案している Tear Modulus、 T_M による解析を試みた。図2は計装化シャルピーの荷重-時間曲線からParis-Hutchinsonの方法によって求めた両鋼の T_M と荷重点変位の関係を示す。主き裂の発生後に T_M は一定値に漸近する傾向を示し、シャルピー試験結果から T_M を決定する方法の妥当性を示唆している。この結果において、 T_M を低下させる原因の一つは、荷重-時間曲線についての解析からセパレーションの多発にあると考えられる。これらの実験結果は、主き裂発生後の吸収エネルギーが、 T_M 値に基づいた考察から、延性き裂の不安定成長に対する阻止能力を反映していることを示している。

1) P. C. Paris et al. NUREG-0311(1977)

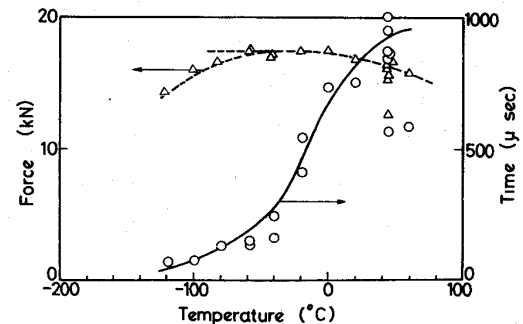


図1 B鋼におけるセパレーション発生荷重および発生時間と温度の関係

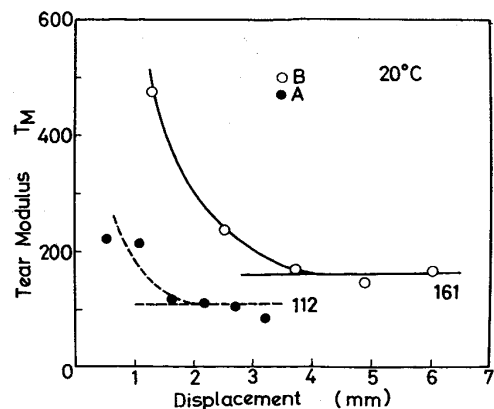


図2 T_M と荷重点変位の関係