

(523) 計装化DWTT試験による破壊靱性評価

日本鋼管㈱ 技研福山研究所 平 忠明 竹原準一郎 ○青柳健司

1. 緒言

ラインパイプの破壊伝播特性を評価する試験法として、現行の Press Notch DWTT試験はノッチ感度に問題があり、また不安定延性破壊に対しシャルピー吸収エネルギー値以外の何らかの材料延性値を導入する必要があるとの認識から、DWTT試験法の見直しが進められている。本報ではPN-DWTT試験法及びBattelle研究所より提案されたPre Crack DWTT試験法について、吸収エネルギーに及ぼす試験機の影響を調べるとともに計装衝撃波形を解析することにより発生、伝播エネルギーの分離、き裂速度の測定を試みた結果、新しい知見が得られたので報告する。

2. 実験方法

供試材にはグレード×42~×80、板厚 $t=12.7\sim 40.1\text{mm}$ 、外径 $16\sim 56\text{in}$ のラインパイプ材を用いた。打撃エネルギー $15\text{ton}\cdot\text{m}$ 及び計装化 $4\text{ton}\cdot\text{m}$ DWTT試験機を用いてPN-DWTT試験、PC-DWTT試験を行い吸収エネルギーに及ぼす試験機の影響を調査した。また、PN試験片に特殊加工(サイドグループ、ドリル穴)を施して計装化DWTT試験を行い、その衝撃波形より求める方法、及び高速度カメラを用いる方法によりき裂速度を測定した。さらに、計装化DWTT試験機を用いてPN-DWTTの中どめ試験(Low Blow Test)を行い、衝撃波形及び破面状況を解析して発生伝播エネルギーの分離を試みた。

3. 実験結果

1) $4\text{ton}\cdot\text{m}$ 試験機により得られた吸収エネルギーは、PN-DWTT、PC-DWTTともに $15\text{ton}\cdot\text{m}$ 試験機による値よりも20%程度小さい(Fig.1)。これは試験機本体及び基礎の剛性の差によるものと考えられる。従ってエネルギー評価を行う場合機差の影響を考慮する必要がある。

2) き裂速度は破面率、材料の吸収エネルギーと相関がありSAが高いほど、また高エネルギー材ほど遅くなる。特殊加工試験片によって求めたき裂速度は、高速度カメラにより求めた値とほぼ同様の値を示した(Fig.2)。PN-DWTTのき裂速度は実管バーストにおけるき裂速度の $1/10$ 程度と遅い。従ってDWTT試験は実管に比べ著しく遅い歪速度条件下で破壊伝播特性を評価していることになる。

3) 中どめPN-DWTT試験で得られた吸収エネルギーとき裂長さの関係を図3に示す。急激なき裂進展を生じるA点は、ノッチ感度の低いPN-DWTTでの延性き裂のSlow-Growthが完了するところである。このA点の吸収エネルギー値は、PC-DWTT(■点)でのSlow-Bendによるノッチ附加に要した吸収エネルギー値にはほぼ対応した値を示す。

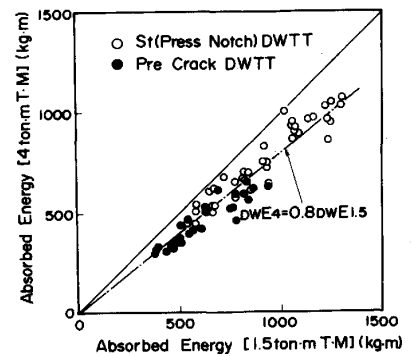


Fig.1. Influence of machine capacity on absorbed energy.

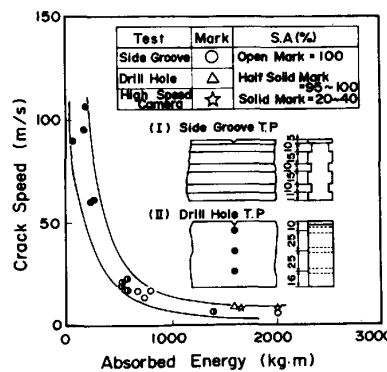


Fig.2. Relation between absorbed energy and crack speed.

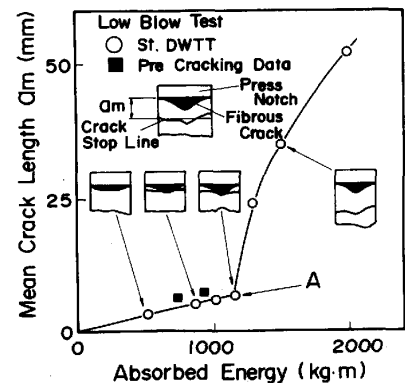


Fig.3. Relation between absorbed energy and mean crack length.