

日本鋼管 技研福山 平 忠明 石原利郎 ○小林泰男 市之瀬弘之

1. 緒言 ラインパイプの靱性は主にシャルピー特性や BDWTT 特性によって評価されているが、近年靱性要求の多様化に伴って NDT 温度や限界 COD 値などの破壊靱性値も用いられるようになってきた。そこで、各種のラインパイプ材について NDT 温度、限界 COD 値を求めシャルピー特性、BDWTT 特性との相関を検討した。

2. 供試材 グレード API × 60 ~ 70 のラインパイプおよび構造用鋼板を用いた。なお、これらの材料には普通圧延材・CR 材及び QT 材が含まれている。

3. 結果 (3-1) シャルピーの吸収エネルギー遷移曲線から WES 推定式(1)式に従って限界 COD 遷移曲線を求め、それより得られる $T_{\delta c=0.1}$ ($\delta c=0.1$ mm に対応する温度) の推定値を実験値と比較した。

$$\delta c(T) = 0.02 \times vE(T_R) \quad \text{ただし、} vE(T_R) \text{ は次式で求まる } T_R \text{ でのシャルピーのエネルギー値} \quad (1)$$

$$T_R = T + 92 - \sigma_{Y0} - 5\sqrt{t} \quad \delta c(T) : \text{mm}, vE(T_R) : \text{kg} \cdot \text{m}, T_R : ^\circ\text{C}, \sigma_{Y0} : \text{kg/mm}^2, t : \text{mm}$$

その結果、図 1 に示すように鋼種や熱処理に依らず両者は良い一致を示しラインパイプ材においても上記推定式が成立することがわかった。

(3-2) 延性領域で最大荷重点に対応する限界 COD 値 ($\delta c_{\max}$) は延性パラメータ (vEs/σ_{Y0}) と相関があり、これは次式で表わされることがわかった。ここで k は製造方法に依存し 1.0 ~ 4.0 の範囲で変化する。

$$\delta c_{\max} = k \times (vEs/\sigma_{Y0}) \quad \delta c_{\max} : \text{mm}, vEs : \text{kg} \cdot \text{m} \quad \dots \dots \dots (2)$$

(3-3) NDT 温度とシャルピーの破面遷移温度 (vTs) は図 2 に示すように 45° の直線関係にあり、これは(3)式で表わされる。なお、CR 材の場合は層状組織がき裂経路に影響を及ぼすことが確認された。

$$\begin{aligned} \text{CR 材の場合} \quad & \text{NDT}(^\circ\text{C}) = vTs(^\circ\text{C}) - 15^\circ\text{C} (\pm 20^\circ\text{C}) \\ \text{QT 材の場合} \quad & \text{NDT}(^\circ\text{C}) = vTs(^\circ\text{C}) + 10^\circ\text{C} (\pm 25^\circ\text{C}) \end{aligned} \quad \dots \dots \dots (3)$$

(3-4) BDWTT の 85% SATT と NDT 温度の相関を検討した結果、BDWTT の 85% SATT は $\text{NDT} + 60^\circ\text{F}$ より常に高温側の値を示し、一般的な脆性破壊の伝播阻止の基準に対して安全側にあることがわかった。

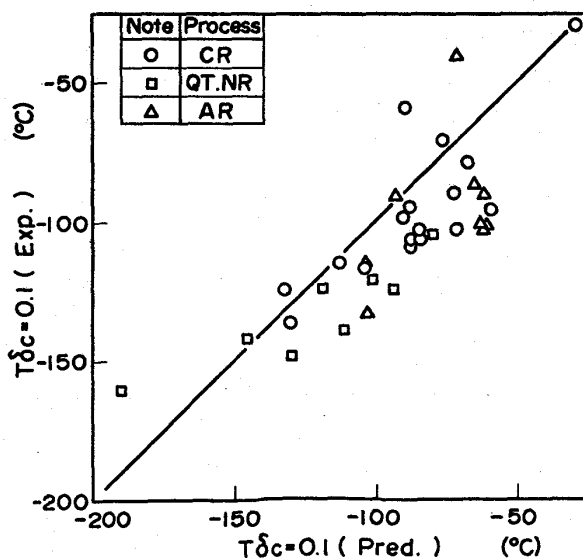


図 1 $T_{\delta c=0.1}$ の WES 推定値と実験値の比較

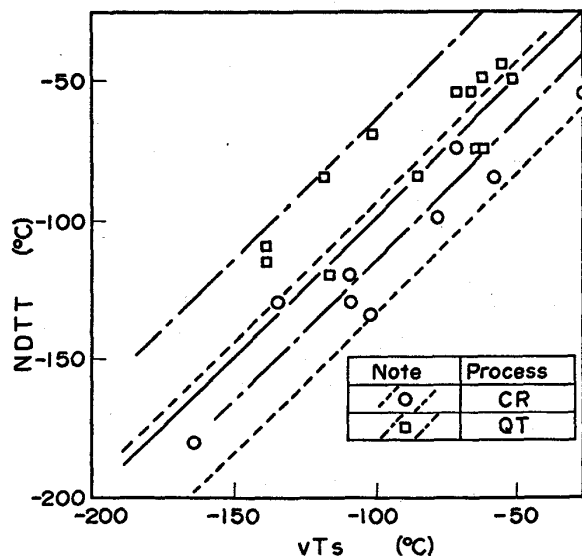


図 2 NDT 温度と vTs の相関

※参考文献(1)日本溶接協会 J I 委員会報告書; "WES3003 G 種改定案について" 昭和 52 年 2 月