

PS— 26 原子炉圧力容器用鋼のシャルピー衝撃試験結果からの動的破壊靱性 $K_{Id}$ の推定

(株)日本製鋼所室蘭製作所 塚田 尚史 岩館 忠雄  
 ○田中 泰彦 小野 信市

1. 緒言 シャルピー衝撃試験は、その経済的、合理的観点も相まって、材料の靱性評価の手段として広く工業的に採用され、現在なお製品製造時の重要な試験項目の1つとなっている。したがって、原子炉圧力容器の設計や安全性の評価を考えた場合、破壊靱性 $K_{Ic}$ 、 $K_{Id}$ とシャルピー衝撃試験結果との相関性を見出すことは工業的にきわめて重要である。本報告はこのような工業的見地から、ASTM A508 C1.2、C1.3、A533 Gr.B C1.1 鋼の $K_{Ic}$ 、 $K_{Id}$  および $J_{Ic}$ 、 $J_{Id}$  試験を行ない、シャルピー衝撃試験結果からの静的破壊靱性 $K_{Ic}$ および動的破壊靱性 $K_{Id}$ の推定方法を検討した。

2. 破壊靱性の測定 静的破壊靱性 $K_{Ic}$ は $K_{Ic}$ 試験およびRカーブ法による $J_{Ic}$ 試験を行ない求めた。動的破壊靱性 $K_{Id}$ は、疲労予き裂を挿入したシャルピー衝撃試験片による計装化シャルピー衝撃試験、および0.6 RCT試験片を用いたRカーブ法による $J_{Id}$ 試験を行ない求めた。ここで、ブランディングラインは実験点を通る直線を用いた。また計装化シャルピー衝撃試験時の負荷速度 $\dot{K}$ は $10^6 \text{ kg-mm}^{-3/2}/\text{sec}$ であり、 $J_{Id}$ 試験時の $\dot{K}$ は $10^5 \text{ kg-mm}^{-3/2}/\text{sec}$ である。

3.  $K_{Ic}$ および $K_{Id}$ の推定方法 本論文の2mm Vノッチシャルピー衝撃試験結果からの破壊靱性 $K_{Ic}$ および $K_{Id}$ の推定方法は、Barsom, Rolfe, Novak のUpper Shelf 域での相関式

$$(K_{Ic} - us / \sigma_y)^2 = 6478 (CVN - us / \sigma_y - 0.0098) \quad (1)$$

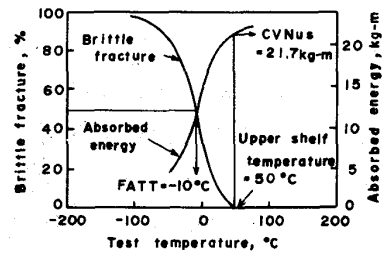
と、Brothersらの $T_e$ 温度(試験温度-FATT)による整理を組合せたもので、 $K_{Ic}$ および $K_{Id}$ のマスターカーブを用いる方法<sup>1)</sup>である。図1にA508 C1.3鋼を例に推定手順を示す。

- (1) シャルピー衝撃試験を行ない、吸収エネルギーCVN (kg-m)ならびにぜい性破面率と試験温度との関係を求める。
- (2) 50%ぜい性破面率を示す温度FATTと0%ぜい性破面率を最初に示す温度、Upper Shelf 温度を求める。
- (3) Upper Shelf 温度での吸収エネルギーCVN-us、およびその温度で引張試験を行ない0.2%耐力 $\sigma_y$ を求め、(1)式から $K_{Ic}-us$ を求める。

(4) 図2に示す $K_{Ic}/K_{Ic}-us$ 、 $K_{Id}/K_{Ic}-us$ と $T_e$ 温度との関係で示されるマスターカーブを用い、 $K_{Ic}-us$ とFATTから、 $K_{Ic}$ 、 $K_{Id}$ と試験温度との関係に変換する。

このようにして推定される $K_{Ic}$ および $K_{Id}$ の遷移曲線は、Upper Shelf を含む広範囲な温度領域において、実験点ときわめて良い一致を示す。

4. 参考文献 (1) T. Iwadate et. al., ASTM STP 631 (1977) 493.



$$\sigma_y \text{ at } 50^\circ\text{C} = 45 \text{ kg/mm}^2$$

$$(K_{Ic-us}/\sigma_y)^2 = 6478 (CVN_{us}/\sigma_y - 0.0098)$$

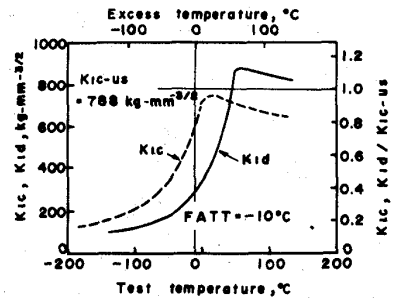


図1  $K_{Ic}$ 、 $K_{Id}$ の推定手順

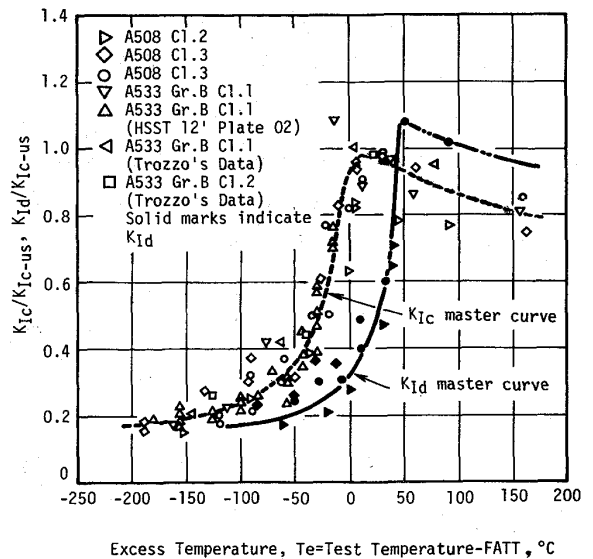


図2 原子炉圧力容器用鋼のマスターカーブ