

(463) 原子炉圧力容器用鋼の動的破壊靱性挙動とサーベイランステストへの RCT 試験片の提案

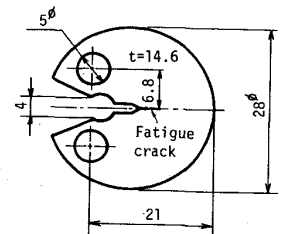
（株）日本製鋼所室蘭製作所 塚田 尚史 岩館 忠雄
 ○小野 信市 田中 泰彦

1. 緒言 原子炉圧力容器の設計や安全性の評価は、ASME Codes, Sect. III や Sect. VIII にみられるように、動的破壊靱性 K_{Ia} , K_{Ia} の測定によつて可能である。しかし、使用中の照射ぜい化の評価にはサーベイランステスト用のカプセルの内径が小さく、また材料が放射能をおびるため、その試験方法は種々の規制を受ける。本報告ではこのような背景を考え、サーベイランステストへの Round Compact Tension (RCT) 試験片の採用を提案するとともに、 J_{Id} 試験を実施してその有用性を確認した。

2. RCT 試験片の有用性 図1はカプセルの内径を考慮し設計された厚さ0.6インチのRCT試験片の一例である。RCT試験片はシャルピー試験片に比較して、取り扱い方法に不便さはあるが、

- (1) カプセル内により多くの試験材を内在できる。
- (2) Rカーブ法を用いて動的破壊靱性 J_{Id} を測定できる。
- (3) Upper Shelf 温度までのより高い破壊靱性の測定が可能である。

3. 試験方法 供試材は ASTM A508 Cl.2, Cl.3, A533 Gr.B Cl.1 鋼で、0.2%耐力は $45 \sim 49 \text{ kg/mm}^2$ である。 K_{Ic} の測定は 2T-CT, 3T-CT 試験片による K_{Ic} 試験、および 1T-CT, 0.6RCT, $10 \times 10 \text{ mm}$ 曲げ、



1T曲げ試験片による J_{Ic} 試験を行ない求めた。動的破壊靱性 K_{Ia} の測定は 図1 0.6 RCT 試験片 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 試験片による J_{Id} 試験を行ない求めた。

J_{Ic} および J_{Id} 試験はともに Rカーブ法を用い、ブランチングラインは実験点を通る直線を用いた。また CT, RCT 試験片の J 値の算定は軸力効果を考慮した Markle-Corten の式を用いた。ここで、 K_{Ia} 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。

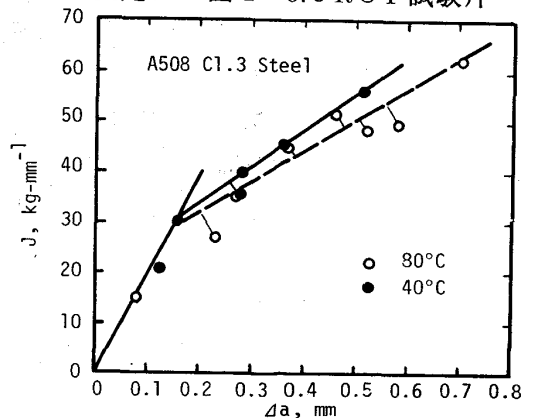


図2 J_{Id} 試験の Rカーブの一例

4. 試験結果 図2, 図3は一例として A508, Cl.3 鋼の J_{Id} Upper Shelf 温度域での Rカーブ, および得られた K_{Ic} , K_{Ia} を試験温度との関係で示したものである。ここで、RCT 試験片による J_{Id} 試験の結果はすべて $B \geq 25$ ($J_{i/_{\sigma yd}}$) を満足していた。 K_{Ia} 遷移曲線は約 50°C 高温側にシフトし、Upper Shelf 域では動的破壊靱性 K_{Ia} は K_{Ic} を上まわっている。また等価エネルギー法により求めた K_{Ia} 値は、高靱性域において、RCT 試験による K_{Ia} 値を著しく上まわっている。これはシャルピー衝撃試験片のサイズが小さく、破面に安定き裂を介在しているためである。一方、 J_{Ic} 試験においてもシャルピー衝撃試験片では Upper Shelf 域近傍で Valid な J_{Ic} 値を求めることができなかつた。以上の結果から、シャルピー衝撃試験片の採用は簡便ではあるが、高靱性

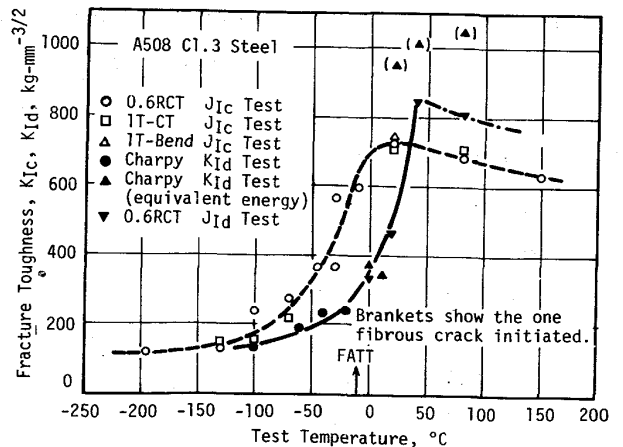


図3 K_{Ic} , K_{Ia} と試験温度との関係

域の破壊靱性を求めることは不可能であり、RCT 試験片の採用が推奨される。