

669.14.018.29: 621.039.536.2: 539.55: 620.178.746.22: 536.5

(457) 遷移領域及び上部棚域におけるJ<sub>ic</sub>破壊靱性

(小型試験片による原子炉圧力容器用鋼材の弾塑性破壊靱性の評価に関する研究—第1報—)

日本原子力研究所 東海研 ○古平恒夫 中島伸也  
松本正勝

1. 緒言 原子炉圧力容器の構造安全性の評価には、鋼材の中性子照射前後の破壊靱性値を知ることが不可欠であり、J<sub>ic</sub>試験が有望視されている。しかるに、遷移領域から上部棚域（へき開から延性破壊）にわたって、J<sub>ic</sub>の試験片サイズ依存性、シャルピ衝撃性質との相関等、中性子照射脆化を評価するためのJ<sub>ic</sub>試験法の適用性を検討した例はほとんどない。そこで、中性子照射脆化を模擬した供試材を用い、上記課題を検討した結果、2, 3の知見が得られたので、ここに報告する。

2. 実験方法 本実験には、板厚250mmのA533B, cl. 1鋼を用いた。供試材の化学成分を表1に示す。この受領のままの鋼材の1/4深さの部分(T/4)より、3点曲げ試験片(20×20×110及び10×10×55mm)、シャルピ衝撃試験片等を採用した。さらに、中性子照射脆化を模擬するため、20×20×110mmの角材を切り出し、石英管に真空封入後、900℃×1hr, 水冷の熱処理を施し、これにノッチを加工し、3点曲げ試験片とした。試験後、この熱処理した試験片より、10×10×55mmの3点曲げ、シャルピ衝撃試験片等を採用し、実験に供した。なお、これら試験片の長手方向は、圧延方向に直角とし、ノッチは板厚方向に加工した。3点曲げ試験片は、ASTM E399に準拠して疲れき裂を導入し、クロスヘッド速度0.5mm/minでJ<sub>ic</sub>試験を実施した。試験温度は-60℃～100℃の間の数温度とし、破壊開始点は電位差法により検出し、以下の式によりJ値を計算した。

$$J = 2A/B(W-a) \dots\dots\dots (1)$$

ここで、A: 荷重-変位曲線下の面積, B: 試験片厚さ, W: 試験片幅, a: き裂長さである。

3. 実験結果及び考察 図1は、受領のまま材及び熱処理材のシャルピー衝撃試験結果である。図2には、2種類(20×20×110及び10×10×55mm)の試験片に関して、受領のまま材及び熱処理材について実施したJ<sub>ic</sub>試験結果を示す。なお、縦軸は(2)式によりK値に換算して示してある。

$$J = (1-\nu^2) K^2/E \dots\dots\dots (2)$$

これらの結果より、以下の点が明らかである。

- ① 遷移領域では、シャルピ試験の41Jにおける遷移温度の上昇が、試験片サイズにかかわらず、約100MPa√mの破壊靱性レベルの遷移温度のシフトに対応する。この41Jと100MPa√mの一致は、遷移領域において、BarsomとRolfe<sup>1)</sup>の関係が成立することを意味する。
- ② 上部棚域では、シャルピ吸収エネルギーと破壊靱性値の低下率は、ほぼ同程度である。

4. 参考文献

1) J. M. Barsom and S. T. Rolfe, ASTM-STP-466(1970)

表1 供試材の化学成分

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu
0.22	0.21	1.35	0.006	0.004	0.66	0.14	0.50	0.03

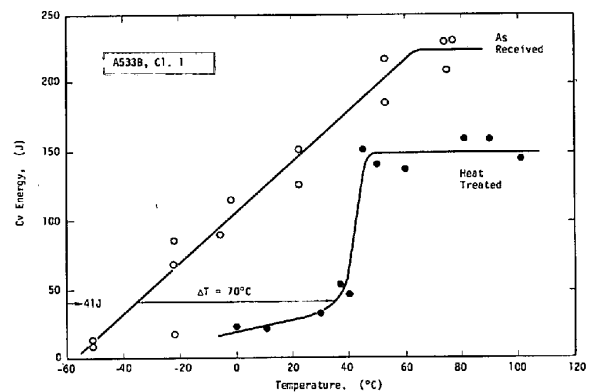


図1 シャルピ衝撃遷移曲線

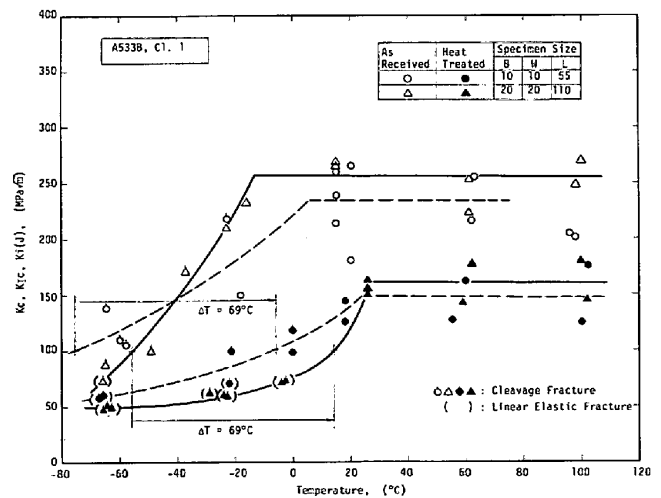


図2 破壊靱性の温度依存性に及ぼす試験片サイズの影響