

(728) 大型中空鋼塊製鍛造シェルリングの破壊靱性および疲労特性

— 原子炉压力容器用大型鍛造シェルリングの製作 (第2報) —

川崎製鉄㈱ 技術研究所 Ph. D. 中野善文 工博 佐野謙一

○ 成木朝雄 松本重人

1. 緒言 大型中空鋼塊を用いて原子炉压力容器用鍛造シェルリングを製作し、各種の性能試験を実施した。ここではその一環として実施した母材および溶接部の破壊靱性と疲労特性について報告する。

2. 供試材および試験方法 供試材は第1報で報告した肉厚260mm、内径4,350mm、長さ4,000mmの中空鋼塊製原子炉压力容器用鍛造シェルリング(SFVV3鋼)母材およびサブマージアーク溶接により製作した溶接継手である。静的破壊靱性試験は厚さ25mmのCT試験片、動的破壊靱性試験は計装化シャルピー衝撃試験片、脆性き裂伝播停止靱性試験は厚さ50mmのコンパクト試験片、軸歪制御疲労試験は直径10mmの丸棒試験片、また疲労き裂伝播試験は厚さ12.5mmのCT試験片によりそれぞれ実施した。試験方向は主鍛造方向に直角とし、溶接継手HAZ部はボンドから母材側へ1mmの位置において試験した。静的破壊靱性試験における延性き裂の発生は、多試験片R曲線法および電気抵抗法により検出した。

3. 試験結果 図1に母材およびHAZにおける静的破壊靱性の温度依存性を示す。遷移温度領域においては、HAZの $K(J_{I0})$ は母材のそれより大きい、上部棚領域では両者にあまり差がないようであった。 $K(J_{I0})$ はASME Codeで与えられている K_{I0} および K_{IR} 曲線より上方に位置し、300℃における $K(J_{I0})$ は $97.4 \text{ kgf}\sqrt{\text{mm}}/\text{mm}^2$ であり、ASME Sec. XIで与えられている値より十分大きなものであった。また、HAZの $K(J_{I0})$ は肉厚方向にわたってほぼ一様な値を示した。図2に疲労き裂伝播試験結果をまとめて示す。室温大気中における母材、Bond、HAZにおける疲労き裂伝播速度はほぼ一致しており、ASME Sec. XIの曲線よりも安全側であり、FRC小委¹⁾の結果と同等である。288℃の純水中(BWR環境水 $R=0.2$ lcpm)では大気中より加速されるが、ASME Sec. XIの純水中($R \leq 0.25$)の曲線よりも著しく安全側の値であり、FRC小委¹⁾の結果よりも若干安全側に位置している。これらの他、動的破壊靱性、脆性き裂伝播停止特性、軸歪制御疲労特性は、いずれもそれぞれ対応するASME Codeで与えられている特性より優れていた。

以上の結果から、本供試材は母材、溶接継手とも優れた破壊靱性および疲労特性を有しており、ASME Codeで与えられている諸特性に対して十分な安全性が見込まれる。

参考文献 1) 日本溶接協会原子力研究委員会FRC小委員会 (S. 56. 2, S. 56. 3)

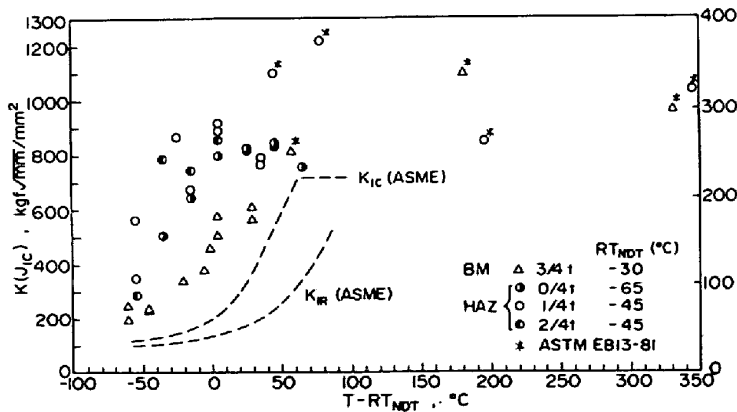


Fig. 1 Relation between $K(J_{I0})$ and temperature

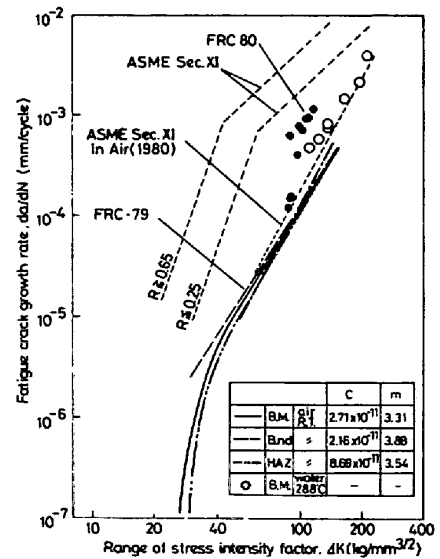


Fig. 2 Relation between fatigue crack growth rate and range of stress intensity factor