

(655) 原子炉圧力容器用鋼 A533B の高温高圧水中疲労き裂伝ば挙動

金属材料技術研究所

永田 徳雄 片田 康行 金尾 正雄

1 緒言

原子炉圧力容器の供用中検査基準として ASME Code Sec. XI があるが、Code に示される圧力容器用合金鋼の高温水中疲労き裂伝ば特性は環境条件及び R 比等の力学的条件により著しい影響を受けることが判明し、1980年に試験的な改訂が加えられたもの、更に広範な研究による実験データの確立が望まれている。本報では、最近当研究所に設置した高温高圧水中腐食疲労試験装置の紹介と A533B のき裂伝ば挙動について得たニ・三の結果について報告する。

2 実験方法

供試材は A533B Cl.1 相当 JIS SQV2A で化学成分と機械的性質を Table 1 に示す。試験片は ASTM E399 準拠 1TCT 試験片 (A) 及び B/W=25mm/120mm の E647 準拠 CT 試験片 (B) である。素材は調質材 (約 880°C WQ, 約 660°C × 5 hr FC) で、これより L-S, T-S の二方向の試験片を採取し、その後 620°C × 45 hr の応力除去焼鈍を行った。試験は、温度: 288 ± 2°C, 圧力: 8 MPa, 流量: 60 l/hr, DO: 0.1 ± 0.005 ppm, 電導度: < 0.2 μS/cm, pH: 6.9 ± 0.1 の BWR 模擬環境下で行われた。試験機は容量 ± 10 ton の電気油圧サーボ疲労試験機で、負荷条件は荷重制御で繰返し速度: 1 ~ 0.0167 Hz, R 比: 0.1 の正弦波である。き裂長さの測定は、ビーチマーク法, LVDT によるコンプライアンス法及び試験の中断による試験片表面の直接観測法を併用し、これらの比較検討を行った。また基準データを求めるため室温大気中での試験も行った。

Table 1 Chemical compositions (wt.%) and mechanical properties

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Cu	Mo	V	YS (MPa)	UTS (MPa)	EL. (%)	R.A. (%)
0.19	0.24	1.28	0.008	0.007	0.64	0.19	0.04	0.45	tr.	454	601	29	68

3 実験結果

Fig. 1 に大気中及び高温水中の da/dN - ΔK の結果を示す。図中には ASME Code の基準曲線も示した。

- (1) 室温大気中: 供試材のき裂伝ば速度は ASME 曲線 (air) とほぼ同等かやや低目の傾向がみられ、繰返し速度 (0.2 ~ 10 Hz), 試験片寸法にはほとんど依存しない。
- (2) 高温高圧水中: 繰返し速度が 1 Hz の場合き裂伝ば速度は室温の結果とほとんど変わらないが、0.0167 Hz では ΔK > 20 MPa√m で環境による加速効果が認められた。加速効果は ΔK ≈ 30 MPa√m 前後で最も著しく、き裂伝ば速度は室温の 5 ~ 8 倍に達する。しかし ASME 基準曲線と越えることはなく材料は安全側にあるといえる。
- (3) コンプライアンス法はき裂長さが短い場合に誤差が大きい。試験中断後の腐食表面のき裂長さ測定は可能であり、ビーチマーク法と対応のある結果を得た。

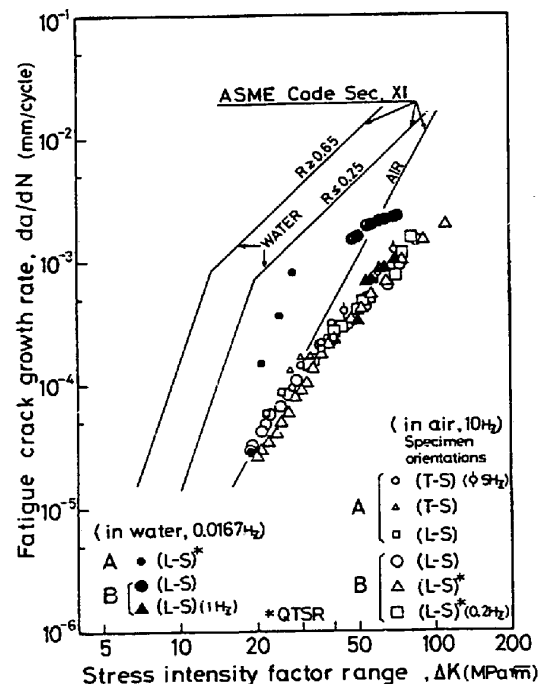


Fig. 1 Relation between fatigue crack growth rate and stress intensity factor range