

(462) 原子炉圧力容器用極厚鋼材の疲労特性

川崎製鉄㈱

技研

○小林邦彦

成木朝雄

松本重人

田中康浩

1. 緒言

原子炉圧力容器はASMEのボイラー圧力容器コードにより、設計時には低サイクル疲労について、供用中の非破壊検査時には疲労亀裂伝播について考慮する必要がある。一方、圧力容器には極厚の鋼材が使用され、通常の機械的性質はもちろん、疲労特性に関しても鋼材内部で均一性を有することが安全性保証の面からも重要である。本報では低サイクル疲労、疲労亀裂伝播特性について圧力容器用極厚鋼材内の各種位置で調査した結果を報告する。

2. 供試鋼・実験方法

供試鋼は板厚250mm(A)と163mm(B)のA533Bcl.1鋼および厚さ400mm(C)と200mm(D)のA508cl.3鋼の4種である。これら鋼材の表面、 $t/4$ 、 $t/2$ 等の位置から低サイクル疲労試験片(室温用 10 ϕ mmの砂時計型、高温用(286℃): 10 ϕ mmの平行部付)および疲労亀裂伝播試験片(WOL型、25mm t)を採取し、試験に供した。一部の鋼については表面切欠からの亀裂伝播挙動、破面のミクロ的観察も実施した。

3. 実験結果

- (1)室温、286℃における低サイクル疲労強度および室温での疲労亀裂伝播速度は試験片採取位置には依存せず、供試鋼の内質は疲労特性の面からも均質であることが確認された。(図1)
- (2)A533Bcl.1鋼、A508cl.3鋼は低サイクル疲労強度(図2)、疲労亀裂伝播特性ともにほぼ同一の特性を示し、また板厚による差もほとんどないことが確認された。
- (3)高温での低サイクル疲労強度は室温よりも若干低下するが、ASMEの設計曲線に対しては十分余裕がある。(図2)
- (4)疲労亀裂伝播速度もASMEに与えられた直線に対して安全側にある(図1)。
- (5)表面切欠からの亀裂成長をWOL型試験片で得られた伝播速度を用いて計算し、実験値と良く一致した。
- (6)A533Bcl.1鋼の4Kthは24kg/mm $^{3/2}$ であった。また、 $4K \leq 40 \text{ kg/mm}^{3/2}$ では破面上に粒界破壊が観察され、その割合は最大で約40%に達した。

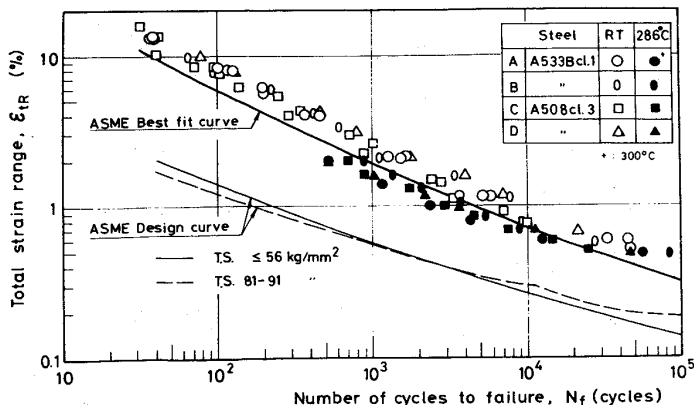


図2 室温、286℃での低サイクル疲労強度

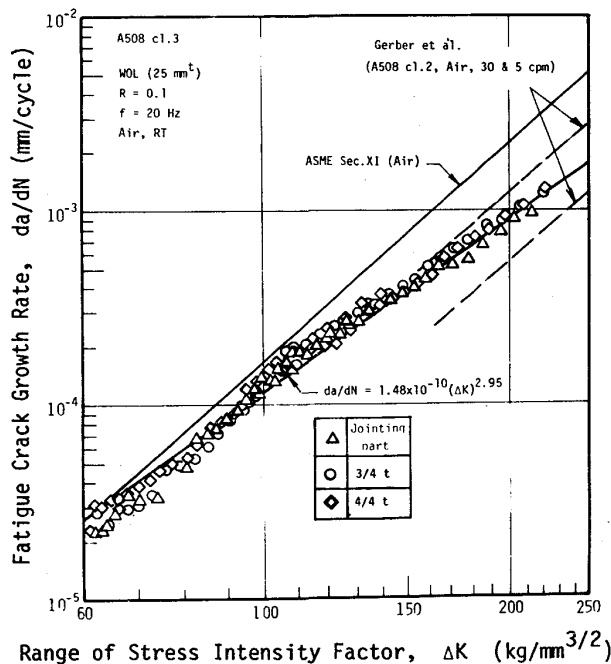


図1 A508cl.3鋼(C)の疲労亀裂伝播速度