

金属材料技術研究所 ○松岡三郎、下平益夫、升田博之、西島 敏

1. 結 言 海水中で金属材料が疲労を受けるとき、寿命のごく初期にビット底などにき裂が発生し、寿命の大部分はき裂伝ばによって占められることが知られている。このため寿命予測の立場からは腐食疲労き裂伝ばの下限界特性 $\Delta K_{th,corr}$ を知ることが重要である。

2. 実験方法 腐食疲労き裂伝ば特性は人工海水中で HT50-CR, HT80, SUS329J 鋼, 3%NaCl 水溶液中で SM50B, HT80, S45C, SUS304, SUS403 鋼について調べた。試験は最大荷重を一定に保った ΔK 減少法 (Pmax-dec) と荷重振幅を一定に保った ΔK 増加法 (ΔP -inc) を用い、き裂閉口を起こさないために応力比を高くして 30、50Hz の繰返し速度のもとで行った。

3. 実験結果 得られた結果は次のようにまとめられた。

(1) 自然腐食下では高張力鋼と炭素鋼の場合 (Fig.1(a))、 $\Delta K_{th,corr}$ は $0.6 \sim 1 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$ の間に存在した。この値は大気中の $\Delta K_{th,air}$ ($\sim 2.5 \text{ MPa}\sqrt{\text{m}}$) に比べると著しく小さい。一方、ステンレス鋼の場合 (Fig.1(b)) には $\Delta K_{th,corr}$ の低下量は小さく、 $\Delta K_{th,air}$ の 7 割程度になった。

(2) カソード防食を施すと、全ての材料で $\Delta K_{th,corr}$ は $\Delta K_{th,air}$ まで回復した。

4. 考察 下限界値に対する理論的観点に立つと、横堀らの転位の射出 (Emission) 条件から次式を得る。

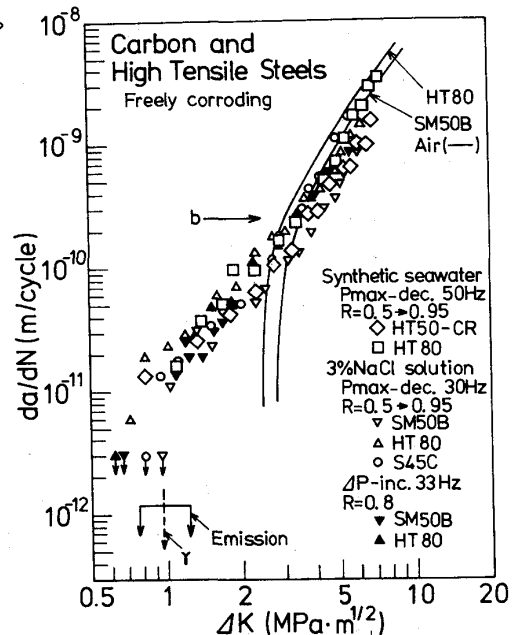
$$\Delta K_{th}/E = (0.38 \sim 0.59) \times 10^{-5} \sqrt{\text{m}} \quad (1)$$

また、Griffithの考えに従うと次式を得る。

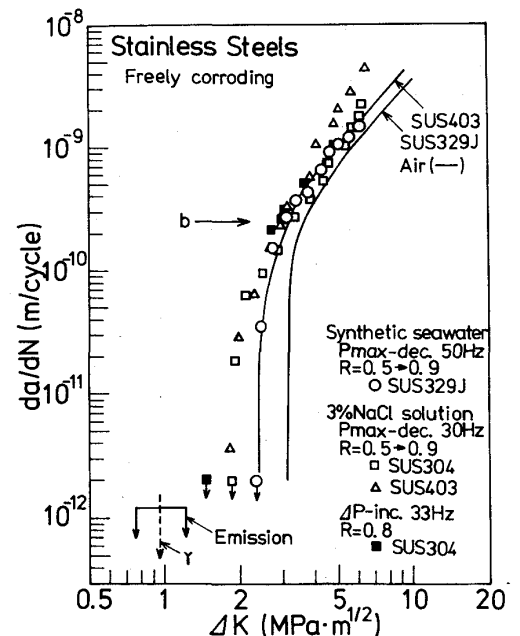
$$\Delta K_{th}/E = \{2\gamma / (1-\nu^2)\}^{1/2} \quad (2)$$

ここで、 γ と ν は表面エネルギーとポアソン比である。これらの計算値を Fig.1 に Emission と γ の添字付きで示した。もう一つの限界条件はき裂伝ば速度がパーガスベクトル値以下になると物理的にき裂は伝ばできなくなるという考えに基づくもので、Fig.1 にパーガスベクトル値を b の添字付きの横矢印で示した。自然腐食下の高張力鋼の下限界値は式 (1) と (2) の計算値と一致しており、その他の条件 (大気中を含む) 下の下限界値はパーガスベクトル値からの限界条件と対応しているようである。このような下限界値の材料、環境依存性はき裂先端で新生面に生成する皮膜の性質と関連すると考えられる。

人工海水中の結果は鉄鋼基礎共研“鉄鋼の環境強度部会”、3%NaCl 中の結果は科学技術庁振興調整費研究“構造材料の信頼性評価技術の開発”に関する研究の成果である。



(a) High tensile steels



(b) Stainless steels

Fig. 1 da/dN against ΔK in synthetic seawater and 3% NaCl solution.