

(533) 機械構造用鋼の ΔK_{th} 近傍における疲労き裂の進展に影響する2,3の因子

金属材料技術研究所 青木孝夫 中野恵司

1. 緒言

構造物に含まれる欠陥には、環境の影響を直接受ける表面欠陥と影響を受けにくい内部欠陥があり、欠陥の評価に当っては力学的条件のみならずその環境条件の相対的な影響度合も考慮しなければならない。本研究では、標準的な大気環境と内部欠陥をシミュレートした非通気環境中で応力比Rを変えて疲労き裂進展の下限界値 ΔK_{th} を測定し、き裂閉口挙動やき裂形態と組織との関係について調べた。

2. 実験方法

供試材として、SNCM439鋼を $850^{\circ}\text{C} \times 1\text{h}$ 油冷後、2h焼もどしを 460°C (130G)と 500°C (120G)で行ったものを用いた。疲労き裂の進展速度は、1T-WOL試験片を用い、低周波交流電位差法によって測定した。大気中の試験は、温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度40~45%で行い、非通気試験は、シリコンゴムとポリエステルテープによって切欠き部とき裂部を完全にシールして行った。 ΔK_{th} はK漸減法、き裂閉口挙動は除荷弾性コンプライアンス法で測定した。Table 1に供試材の機械的性質を示す。供試材の強度レベルは、 K_{ISCC} 値の強度レベル依存性の遷移域に当るように選定された。

3. 実験結果

Fig. 1に非通気条件下で測定した130G鋼の疲労き裂進展速度に及ぼすRの影響を、大気中のデータと比較して示す。非通気の影響は $R=0.05$ の場合のみに生じ、 ΔK_{th} が約 $1\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ 低下する。き裂閉口の影響を除いた ΔK_{eff} に対してプロットすると、Fig. 2に示すように、Rと雰囲気にかかわらず1本の線で表される。Fig. 3には大気中のき裂閉口応力拡大係数から非通気のそれらを差引いた値(大気の影響)を ΔK に対してプロットした。繰返し塑性域寸法 w_c がオーステナイト結晶粒径 d_o より小さくなる ΔK 範囲($29\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$)で、疲労き裂が微視的にモードII+Iによって進展するようになり、 K_{min} の低下に伴ってき裂閉口に対する大気雰囲気の影響が大きくなると考えられる。また、130Gと120Gの差は、それらの大気中の $R=0.05$ における ΔK_{th} の差に対応するものであった。

Table 1 Mechanical properties of steels

Steel	YS (MPa)	UTS (MPa)	K_{IC} (MPa $\sqrt{\text{m}}$)	K_{ISCC}^* (MPa $\sqrt{\text{m}}$)
120G	1165	1253	127	42
130G	1234	1323	116	23

*In 3% NaCl aq. solution

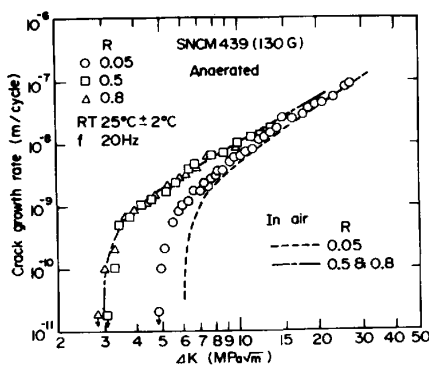


Fig. 1 Fatigue crack growth rates as a function of ΔK .

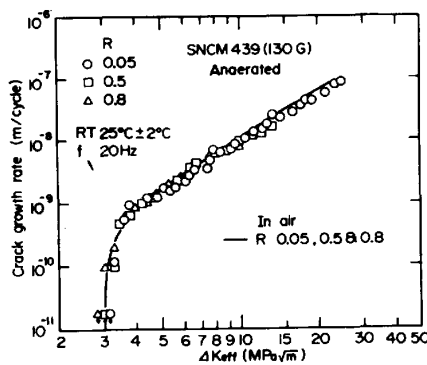


Fig. 2 Fatigue crack growth rates as a function of ΔK_{eff} .

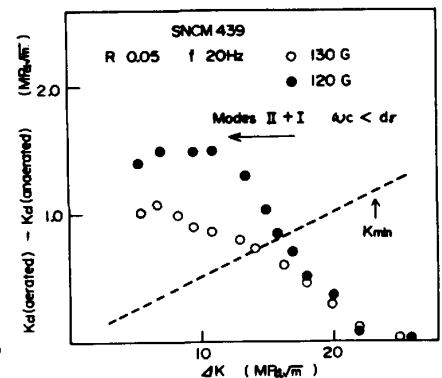


Fig. 3 Effect of ambient air on crack closure.