

(1-5) 低 ΔK 領域での溶接部の腐食疲労亀裂進展速度

群馬大学 学生会員 木暮 健

群馬大学 正会員 坂野昌弘

1. はじめに

鋼橋梁部材には一般に防食塗装が施されているが、塗装が完全であつてもいったん亀裂が発生すれば塗膜に割れが生じ、それ以降、疲労亀裂は雨水や塩分などの腐食環境にさらされることになる。従つて、疲労損傷部材の余寿命評価や検査周期の設定などを行う場合に用いられる疲労亀裂進展速度式は、腐食環境の影響を考慮して設定される必要がある。従来、塩水や海水などによる腐食疲労亀裂進展試験は数多く行われているが、橋梁部材の寿命評価上重要な低 ΔK 領域については非常にデータが不足している。本研究では、溶接により引張り残留応力を導入した試験体を用いて塩水腐食疲労試験を行い、低 ΔK 領域を中心に腐食疲労亀裂進展速度を求めた。

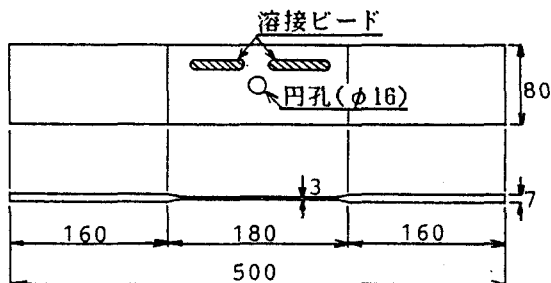
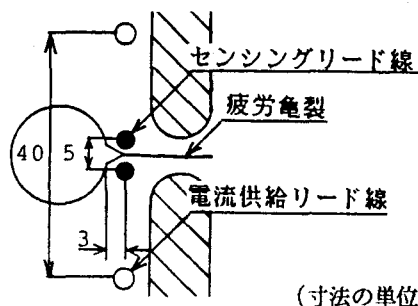


図-1 試験体の形状と寸法 (単位:mm)

2. 疲労試験方法

試験体の形状と寸法を図-1に示す。試験体の片側に溶接ビードを置くことにより、試験部に引張り残留応力を導入した。供用鋼材は SM58Q、溶接棒は D5816 を用いた。切断法により測定した試験体長手方向 (载荷方向) 残留応力の円孔を含む試験体横断面内の分布を図-2に示す。溶接部付近には高い引張残留応力が導入されており、亀裂進展に伴つて残



(寸法の単位:mm)

図-3 交流ポテンシャル法のリード線取付位置

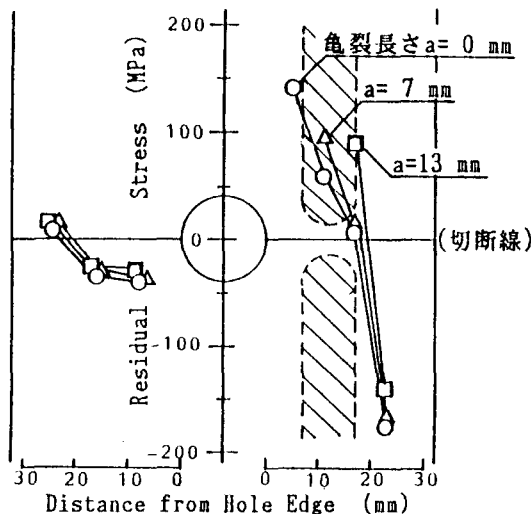


図-2 溶接残留応力分布

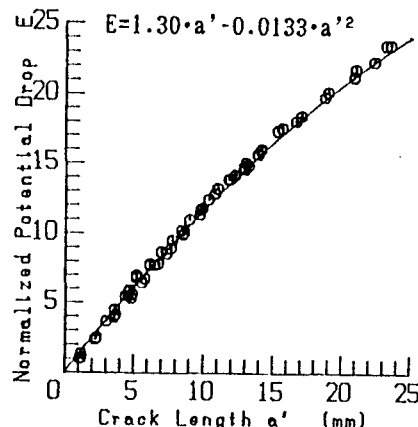


図-4 電位差変化と亀裂長さの関係

留応力が再配分されるため、亀裂前方では常に高い引張残留応力が存在する。

亀裂長さの測定には交流ポテンシャル法を用いた。電流供給リード線およびセンシングリード線の溶着位置を図-3に示す。亀裂長さと電位差変化の関係は空気中でのビーチマーク試験により求めた。図-4にそのキャリブレーションカーブを示す。横軸の a' はセンシングリード線位置からの亀裂長さである

疲労試験は引張片振り荷重により行った。試験環境は室内空気中、および25℃の3%食塩水を注ぎかけた状態の2種類とした。腐食槽はアクリル樹脂を用いて製作し、写真-1に示すように試験体に装着した。腐食疲労試験の荷重繰返し速度は橋梁部材に生じる活荷重応力の繰返しを想定して1Hzとし、空気中疲労試験では試験の効率化のため20~30Hzで行った。

3. 実験結果と考察

図-5に疲労亀裂進展試験結果を示す。縦軸は疲労亀裂進展速度 (da/dN)、横軸は応力拡大係数範囲 (ΔK) である。図中の実線は金属材料研究所で求められたHT80鋼溶接部の空気中における $da/dN \sim \Delta K$ 関係¹⁾ (式(1)) であり、本研究で得られた空気中の実験結果 (○) は、これにほぼ一致している。

$$da/dN = 1.73 \times 10^{-11} (\Delta K^{2.72} - 2.5^{2.72}) \quad (1)$$

また、破線は山田・左高がSM58鋼母材について ΔK が10~40 MPa $\sqrt{m}$ の範囲で求めた塩水中の $da/dN \sim \Delta K$ 関係²⁾ である。ここで得られた塩水腐食疲労試験結果 (▲) は、ほぼ破線の低 ΔK 領域への延長線上に分布しており、空気中のデータに比較してやや高速側となる傾向がみられる。

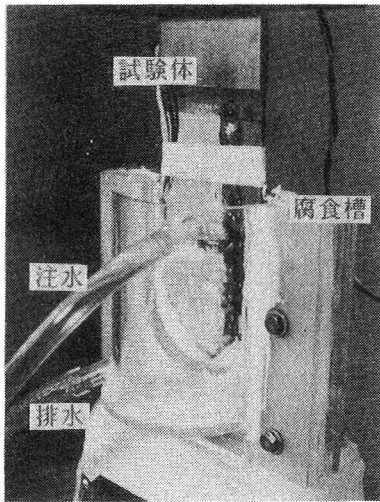


写真-1 腐食疲労試験状況

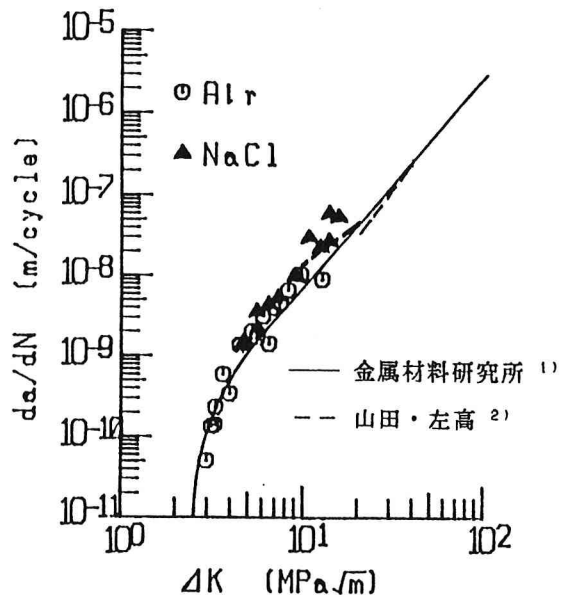


図-5 $da/dN \sim \Delta K$ 関係

4. おわりに

20 MPa $\sqrt{m}$ 以下 5 MPa $\sqrt{m}$ 程度までの低 ΔK 領域においても、塩水による疲労亀裂進展の加速がわずかながら生じることが示された。さらに低い ΔK 領域について、現在、実験を継続している。

〔参考文献〕1) 金属材料研究所：疲れデータシート，No.31，1982

2) 山田・左高：土木学会論文集，第398号，pp.377~384，1988