

I-399 溶接部材の腐食疲労亀裂進展下限界特性

関西大学 正会員 坂野昌弘

関 電 工 正会員 木暮 健

1. はじめに

鋼橋部材には一般に防食塗装が施されているが、塗装が完全であっ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。したがって、疲労損傷部材の余寿命評価や検査期間の設定など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亀裂進展の下限界付近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亀裂進展試験を行い、腐食環境下における溶接部材の疲労亀裂進展下限界特性について検討した。

2. 疲労試験方法

試験体の形状と寸法を図-1に示す。試験体の片側表裏に溶接ビードを置くことにより、亀裂進展部に引張り残留応力を導入した。試験体の材料は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(載荷方向)の残留応力の円孔を含む最小断面内の分布を図-2に示す。溶接部付近には高い引張り残留応力が導入されており、亀裂の進展に伴って残留応力が再配分されるため、亀裂の前方では常に高い引張り残留応力が存在する。

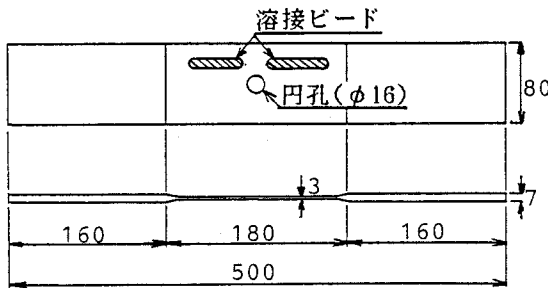


図-1 試験体の形状と寸法 (単位: mm)

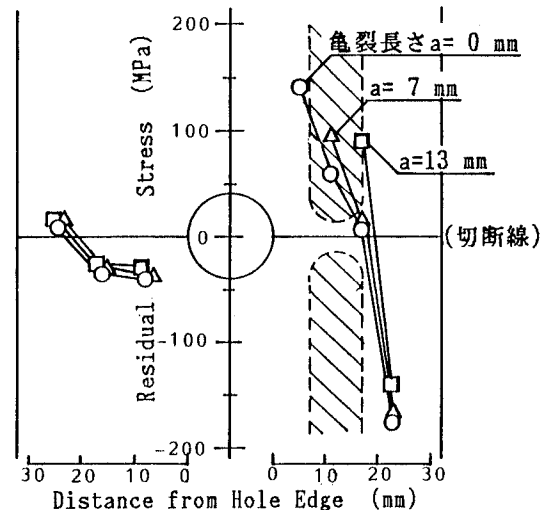


図-2 残留応力分布

亀裂長さの測定には交流ポテンシャル法を用いた。電流供給リード線とセンシングリード線の溶着位置を図-3に示す。電位差変化と亀裂長さの関係は空気中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。

疲労試験は最大荷重を一定とした引張り片振荷重により行った。試験環境は室内空気中と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

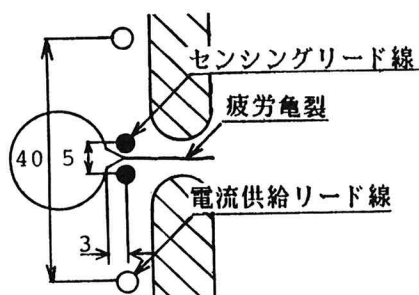


図-3 交流ポテンシャル法リード線溶着位置

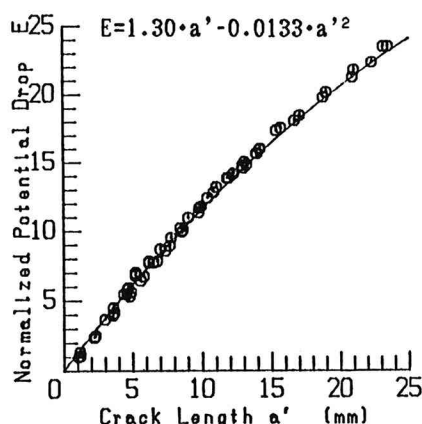


図-4 電位差変化と亀裂長さの関係

に装着した。腐食疲労試験の荷重繰返し速度は活荷重により橋梁部材に生じる応力の繰返しを想定して1 Hzとし、空气中疲労試験では試験の効率化のため20~30Hzで実施した。

3. 実験結果と考察

図-5に疲労亀裂進展試験結果を示す。図中の実線と破線はJSSC疲労設計指針(案)(1989年11月)で推奨されている平均および最安全疲労亀裂進展速度曲線である。本研究で得られた空气中の実験結果(○印)はJSSC(案)の平均速度曲線とほぼ一致しており、 $2.9\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ 程度の下限界値(ΔK_{th})が存在している。腐食疲労試験結果(▲印)は空气中の試験結果に比べて特に低 ΔK 領域において著しく高速側(進展速度の低下が飽和する傾向)となっており、 $\Delta K > 1\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ の範囲では腐食疲労亀裂進展に対する下限界の存在が認められない。

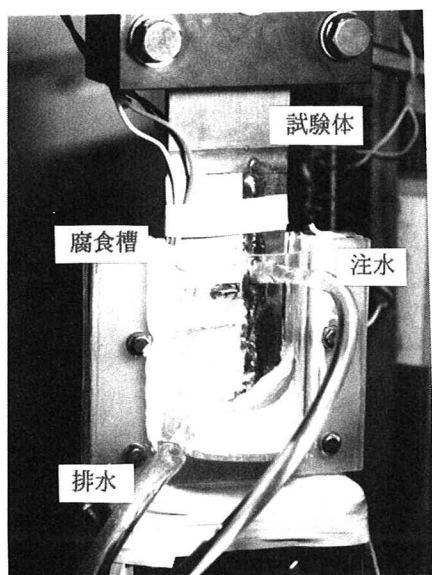


写真-1 腐食疲労試験状況

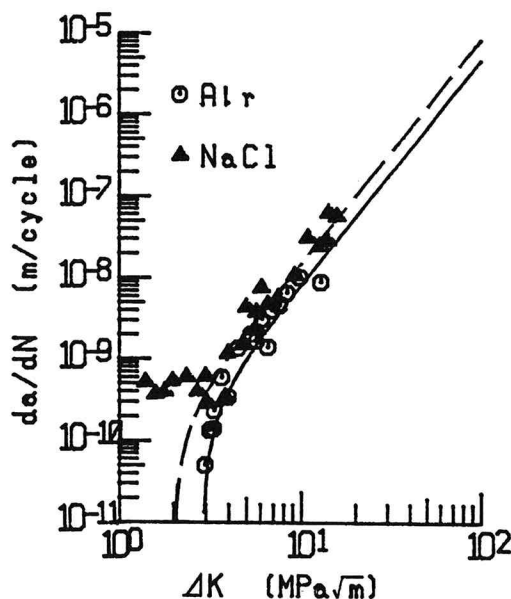


図-5 疲労亀裂進展試験結果