

溶接継手の低応力腐食疲労強度

群馬大学	学生員	新井 弘
群馬大学	正 員	坂野昌弘
足利工業大学	正 員	西村俊夫

1. はじめに

腐食環境下では、鋼材の疲労強度が低下することが知られている。橋梁の疲労破壊は溶接部を起点として発生する場合が多いが、実際に橋梁部材に生じるような低繰返し応力域における溶接継手の腐食疲労強度を扱った研究は少なく、特に疲労亀裂の発生に関するデータはほとんどみられない。本研究では、疲労強度の低い溶接継手を対象として腐食環境下で疲労試験を行い、低応力域における疲労亀裂の発生進展挙動および疲労強度の低下性状について検討した。

2. 実験方法

試験体は図-1に示すウェブガセットタイプの継手試験体で、供試鋼材はSM41Bである。疲労試験は最小応力を9.8MPaとした引張片振応力により、空気中および25℃の3%食塩水を注ぎかけた状態で行った。応力繰返し速度は、腐食環境下では実際の活荷重の載荷速度を考慮して100cpmとし、空気中では試験の効率化をはかるため900cpmとした。また、本研究では溶接止端部における亀裂発生を検知および亀裂寸法の計測のために交流ポテンシャル法を用いた。電流供給およびセンシングリード線の溶着位置を図-2に示す。電位差出力値と亀裂深さのキャリブレーションカーブを求めるために、空気中では応力範囲を半減した2段多重応力によるビーチマーク試験を行った。

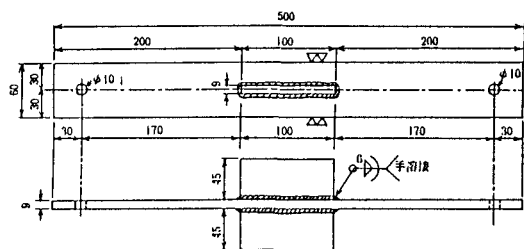


図-1 溶接継手試験体の形状と寸法（寸法の単位:mm）

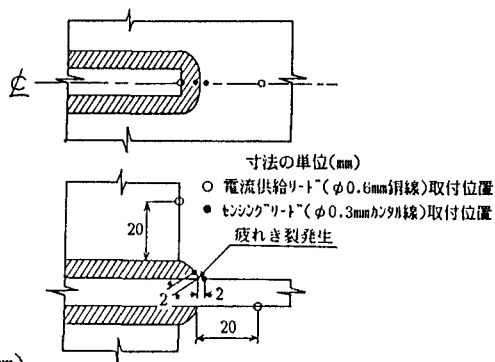


図-2 リード線の溶着位置

3. 実験結果および考察

(1) 疲労亀裂の発生と進展

空气中疲労では、回し溶接部止端から亀裂は発生、半楕円形状を保って進展し、板厚貫通後に試験体は急速に破断した。交流ポテンシャル法による亀裂発生を検知と亀裂寸法の計測を試みた結果、深さ0.3~0.5mmの微小な亀裂発生を検知することができ、また亀裂深さ(c)と電位差出力値(E)とのキャリブレーションカーブを図-3のように得ることができた。溶接部に塩水を注ぎかけた状態で疲労試験を行った結果、亀裂は写真-1に示すように止端部に沿って形成された腐食ピットの底から発生し、応力と直角方向に進展した。腐食ピットの形成は他の部分に比べ応力集中部で顕著に見られ、亀裂の発生源となったピットの深さは0.4~0.5mm、応力方向の幅は0.7~0.8mmであった。

空气中および塩水疲労の亀裂の発生進展性状を同一応力範囲で比較すると図-4のようになる。塩水疲労の方が早期に亀裂が生じており、進展曲線もやや急勾配である。

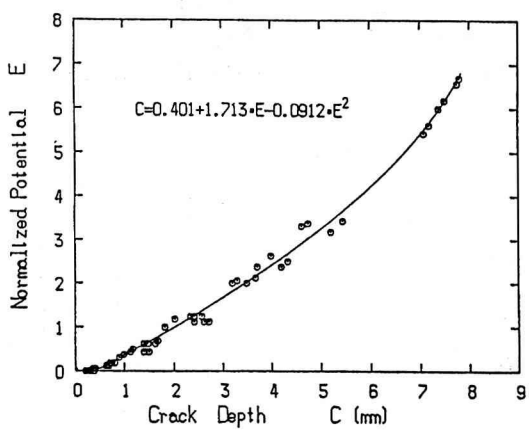


図-3 亀裂深さと電位差出力値の関係

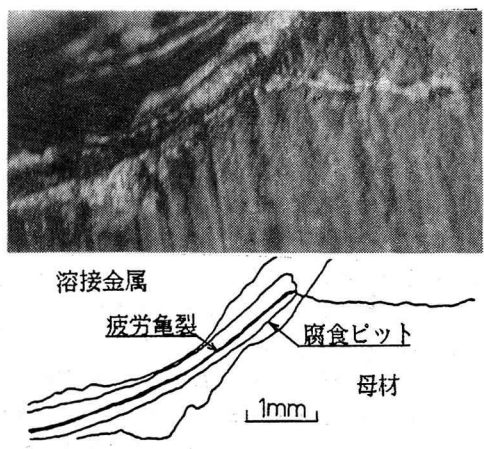


写真-1 腐食ピットからの疲労亀裂の発生

(2) 応力範囲と疲労寿命の関係

各試験体の応力範囲 S_r と亀裂発生寿命 N_c 、および破断寿命 N_f との関係を図-5に示す。空气中疲労では、 $S_r < 90\text{MPa}$ で亀裂が生じなくなり疲労限が存在する。それに対し、塩水疲労では、 S_r が 60MPa 程度でも寿命の早い時期に亀裂を生じ疲労破壊を起しており、本研究の範囲では疲労限の存在は認められない。また、長寿命域での腐食疲労強度は鋼鉄道橋設計標準D継手の設計寿命線以下となる。

4. おわりに

以上により、空气中では疲労亀裂が生じない疲労限が存在するのにに対し、腐食環境下では空气中の疲労限以下の低応力域においても早期に亀裂が発生し疲労破壊が生じることが明らかとなった。

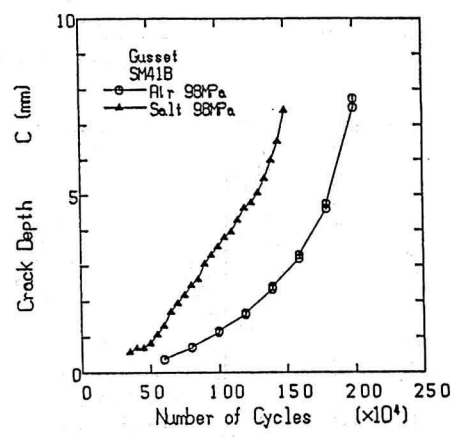


図-4 空气中および塩水疲れにおける亀裂進展性状

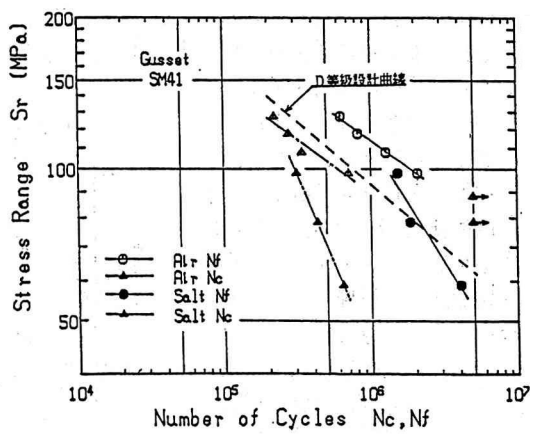


図-5 各試験体の $S \sim N$ 関係