

(294) リブ十字継手溶接部よりの疲れき裂の発生と伝播

金属材料技術研究所⁰ 田中 絏一, 松岡 三郎

1. 緒言; 溶接部より発生する疲れ破壊は止端部形状や溶接組織の影響を受けて複雑な挙動を示す。とくに疲れき裂発生寿命 N_c を測定する事は非常に難しく, その定義すらあいまいである。本研究は溶接継手として最も簡単な形状をしている縦型リブ十字継手の溶接止端部より発生した疲れき裂の伝播挙動をビーチマーク法により調べ, その結果を外挿することによって N_c を定めてみた。

2. 試験片および試験方法; 試験片は10mm板厚のSS41材を図1の形状に下向きでイルミナイト系棒を使って溶接した。試験片は熱処理の影響を見るため, 溶接のまゝのもの(AW), 溶接後950°C加熱後油焼入れしたもの(Q), 950°C加熱後空冷したもの(A)の3種類に分けた。試験は荷重制御片振りでを行い, ビーチマークは基準荷重 $0.5N_1$ 回試験する毎に荷重を $0.5/2$ に下げて5 N_1 回繰り返すことによってつけた。試験は12, 16.5, 25 kg/mm^2 の3水準の応力範囲で行った。

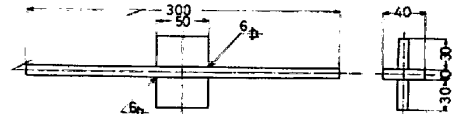


図1 試験片形状

3. 試験結果および考察; 試験により得たSN曲線は図2に示す。ビーチマークは光学顕微鏡で観察し, 判別可能なマークに対応する期間をき裂の伝播寿命 N_p と定め, 破壊寿命 N_f から N_p を差引いた値を N_c と定めてそれぞれ図2に示した。この図によると ΔK が高くなるほど N_p が N_c に比して高くなって来る。テータのパラツキは N_c の方が大きく, 止端部形状を敏感に受けやすいためであろう。AW材の結果はA材よりQ材の結果に近い。図中の点線は圧延平滑材の低サイクル試験結果とSN曲線を基にNeuberの法則を利用して推定した N_c である¹⁾(疲れ応力集中係数 K_t は平滑材の疲れ限度および溶接継手の疲れ限度を比較し, 3.54として計算した)。この推定値は測定値とほぼ一致した傾向を与え, とくにA材の N_c との一致が最も良い。これは圧延材は組織的には最もA材に近いためであると考えられる。

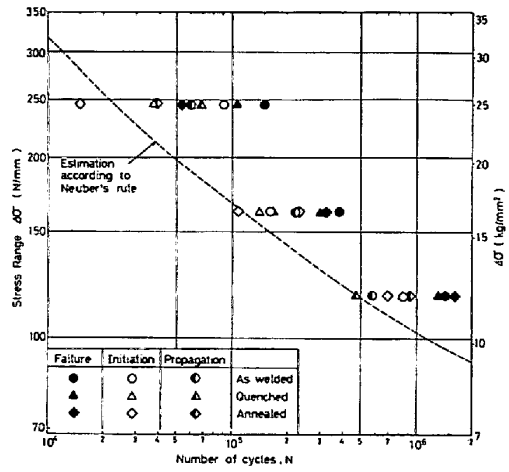


図2 SN曲線 (縦型十字継手)

図3は見掛け上のき裂伝播速度 da/dN を見掛け上の $\Delta K = \Delta\sigma\sqrt{\pi a}$ の関数として示した。ここで ΔK の計算は a として板厚方向のき裂長さ(マーク向中央値)をとり, 速度はマーク間距離を N_1 で除して定めた。き裂は試験片中心付近の溶接止端部より生じ, マークは $a = 0.5 \sim 1.0 \text{ mm}$ になって判別できる様になる。初期の伝播は止端部に沿って板巾方向に主として起り, その間深さ方向の伝播速度はほぼ一定に保たれる。板巾方向のき裂先端がヒード部をはずれるとき裂は楕円形状に伝播し出し, 板厚方向の伝播速度は板状試験片で得た曲線(実線)¹⁾に漸近して来る。図3の全体の傾向は Maddox²⁾による同様実験結果(実線)とほぼ一致している。(文献).1. Eng. Fract. Med. (印刷中). 2. Int. J. Fract. 11(1975)221.

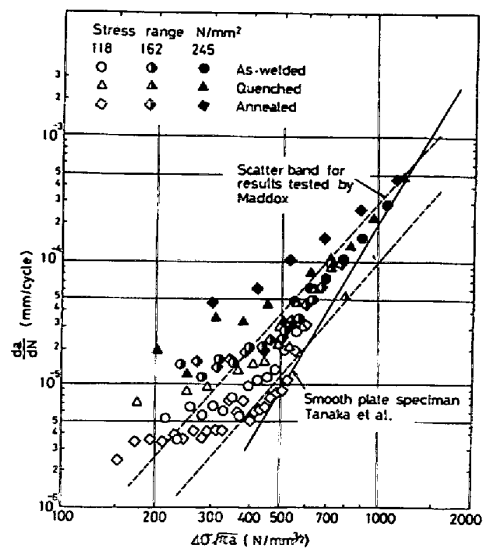


図3 疲れき裂伝播速度