

塑性履歴を受けた鋼切欠き部及び溶接継手の疲労特性

名古屋工業大学 学生員 ○増山 琢也
 東京大学 正員 長谷川 彰夫
 名古屋工業大学 正員 後藤 芳顕
 名古屋工業大学 正員 松浦 聖

1. まえがき: 鋼構造物では、地震等の過大な外力により塑性変形を受ける可能性がある。ここでは、両側切欠き材、片側切欠き材、及び十字隅肉溶接材にあらかじめ塑性変形を与えた上で、弾性範囲内の荷重に対する鋼構造物要素の疲労寿命及びき裂進展状況を調べ、塑性変形を与えない鋼材(Virgin材)に比べその疲労特性がどのように変化するか検討する。なお、本報告は、既に発表した結果に、新たに得られた実験結果を追加し考察したものである。

2. 試験方法: 試験に用いた鋼材はSS41材であり、ミルシートによる機械的性質と化学成分を表-1に、各試験片の形状及び寸法を図-1に示す。切欠き材の切欠き先端半径は、全て0.5mmとした。隅肉溶接材の溶接は手溶接で行い、溶接条件はこの程度の継手に関して標準的な仕様とした。応力設定は、既に行った静的試験より得られた降伏応力($\sigma_y=29.0\text{kg/mm}^2$)、引張強さ($\sigma_b=46.9\text{kg/mm}^2$)を用いて、A SERIES(両側切欠き材)、B SERIES(片側切欠き材)では最小断面に、C SERIES(横リブ十字隅肉溶接継手材)では平滑部の断面に、最大応力としてそれぞれ、 σ_y 、 $(\sigma_y + \sigma_b/2)/2$ 、 $\sigma_b/2$ の3種を、最小応力として 3.0kg/mm^2 を与えた。载荷波形はサイン波で、振動数5Hzの引張片振荷重とした。塑性変形を与える試験片(塑性履歴材)には、その平滑部に、ひずみ硬化点前後に相当する2%ひずみを与えた。き

裂進展速度の測定には、試験片表面にクラックゲージ(共和KV-5、0.2mm間隔)を貼付し、き裂が0.2

表-1 SS 41材の機械的性質と化学成分

	機械的性質			化学成分(%)				
	Y.P. kg/mm ²	T.S. kg/mm ²	伸 び %	C x100	Si x100	Mn x100	P x1000	S x1000
SS41	29	43	31	10	19	66	19	12

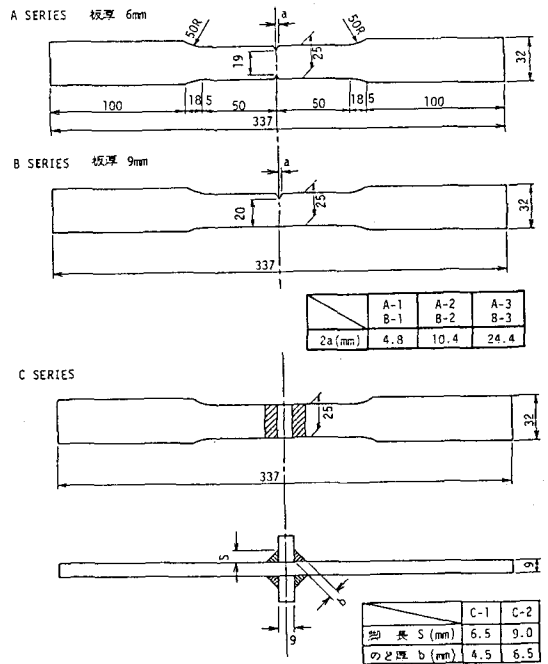


図-1 試験片の形状と寸法

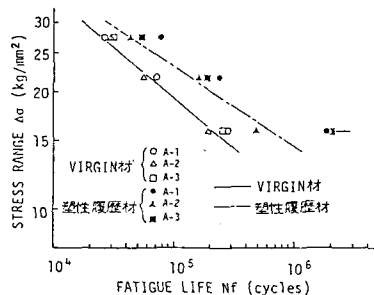


図-2 両側切欠き材の疲労試験結果 (A SERIES)

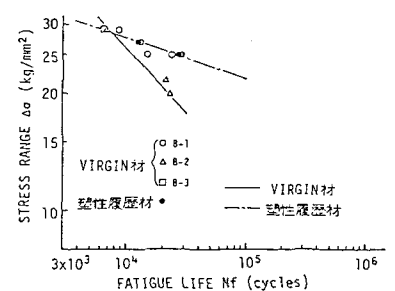


図-3 片側切欠き材の疲労試験結果 (B SERIES)

mm進むごとに繰り返し回数を測定した。C SERIESでは、C-2 SERIESでビーチマーク試験を行い破断面に残された条痕を調べることにより測定した。

3. 結果及び考察: 各 SERIES の疲労試験より得られた結果を図2~5に示す。直線、一点鎖線は、95%破壊確率に相当する

S-N曲線である。A SERIES, B SERIES 共に塑性履歴材の疲労寿命がVirgin材より大きい。一方、き裂長0.2mm以後のき裂進展と繰り返し回数との関係を図-6に示す。これより、き裂が発生してからのき裂進展状況は、Virgin材、塑性履歴材の間で差異は見られない。したがって塑性履歴材の疲労寿命がVirgin材より大きくなったのは、初期き裂発生に対して、塑性履歴により切欠き底に発生する残留応力が抵抗するため、き裂進展の過程では寿命の向上がないことがわかる。C SERIESでは、のど厚と脚長の異なる2種類の試験片で試験を行った。C-1とC-2を比較するとのど厚脚長の大きいC-2の疲労寿命の方が小さい。これは、脚長が大きいために溶接止端部の応力集中が大きくなるためと思われる。また、C-1では、Virgin材と塑性履歴材の疲労寿命に明確な差がなく、C-2でも、応力範囲の小さい領域では塑性履歴材の疲労寿命の方がやや大きい。応力範囲の大きい領域ではほとんど差はない。さらに、図-7のき裂進展速度と応力拡大係数範囲の関係が示すように、き裂進展状況にも差がみられない。したがって、本実験の範囲の十字隅肉溶接継手では、塑性履歴の疲労寿命に与える影響は、溶接止端形状や溶接欠陥等の影響に比べ小さいといえる。

4. 結論: 両側切欠き材及び片側切欠き材では、塑性履歴により発生する残留応力によって初期き裂の発生、進展が遅れるために初期き裂発生寿命が大きくなることと、き裂進展寿命が塑性履歴の有無に関係がないことが判明した。一方、十字隅肉溶接継手材では、塑性履歴による残留応力の影響は、溶接の熱の影響や溶接部の欠陥等の影響と比べると、小さいものと考えられる。

(参考文献)

- 1) 森下、長谷川、松浦 塑性履歴を受けた鋼切欠き部及び溶接継手の疲労寿命、第37回年次学術講演会講演概要集 I-90、1982

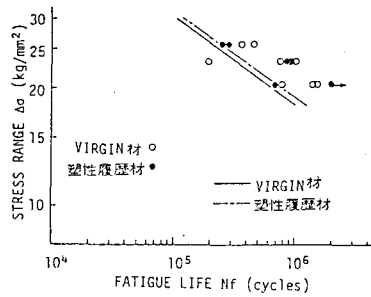


図-4 十字隅肉溶接の疲労試験結果 (C-1 SERIES)

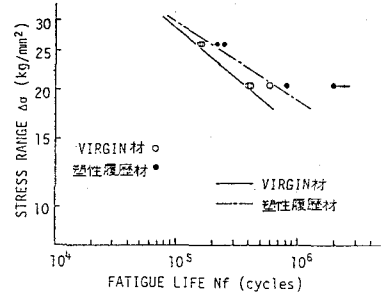


図-5 十字隅肉溶接の疲労試験結果 (C-2 SERIES)

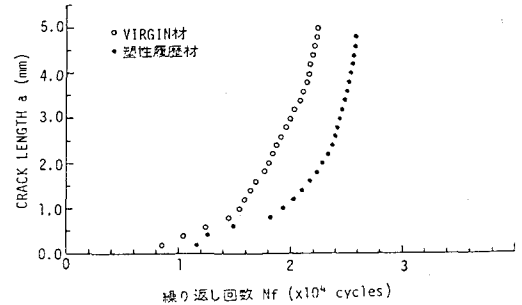


図-6 片側切欠き材のき裂進展曲線

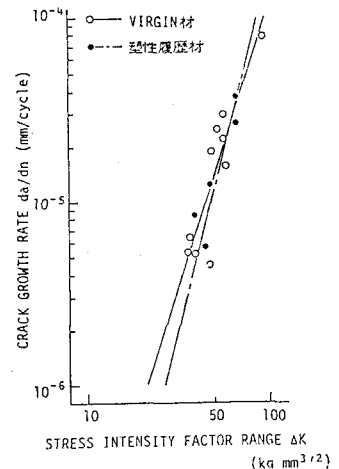


図-7 十字隅肉溶接継手の da/dn - ΔK 曲線