

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。そこで本研究では、あらかじめ塑性変形を与えた鋼構造部材要素（塑性履歴材）に対し、弾性範囲内の繰返し荷重を載荷し、疲労寿命およびき裂進展状況を観察して、塑性変形を与えない鋼構造部材要素（Virgin材）の疲労特性との比較検討を行った。ここで用いた鋼構造要素としては、両側切欠き材、片側切欠き材、および十字隅肉溶接継手材である。なお、本報告は、既に発表した結果に、新たに得られた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、各試験片の形状と寸法を図-1に示す。切欠き材では、切欠き幅の異なる3種類を、十字隅肉溶接継手材では、脚長およびのど厚の異なる2種類の試験片を使用した。なお、切欠き材の切欠き先端半径は全て0.5 mmとした。また十字隅肉溶接継手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、静的試験より得られた降伏応力 σ_y 、引張強さ σ_B を用い両側切欠き材（A SERIES）、片側切欠き材（B SERIES）では有効断面に、十字隅肉溶接継手材（C SERIES）では平滑部の断面に、最大応力としてそれぞれ、 σ_y 、 $\sigma_B/2$ 、 $(\sigma_y + \sigma_B/2)/2$ の3種類を与えた。また、最小応力は 3 kg/mm^2 とした。荷重はサイン波、振動数5 Hzの引張り片振り荷重とした。塑性変形を与える試験片には、平滑部に歪硬化点前後に相当する2%歪を与えた。き裂進展状況の観察には、切欠き材では、試験片表面

表-1 SS41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 $\times 10^2$	Si $\times 10^2$	Mn $\times 10^2$	P $\times 10^3$	S $\times 10^3$	
SS41	29	43	31	10	19	66	19	12	

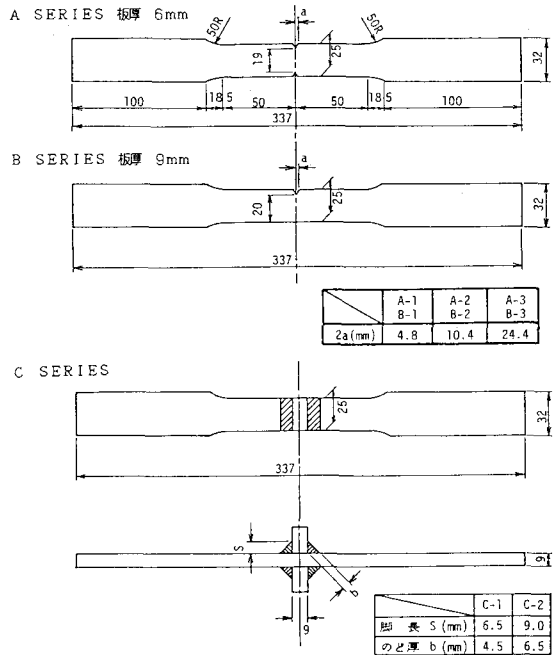


図-1 試験片形状と寸法

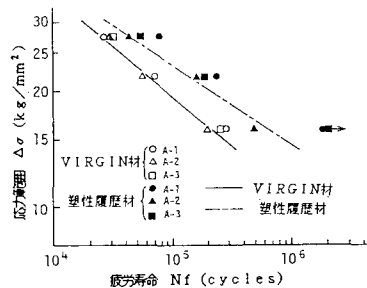


図-2 両側切欠き材の疲労き裂進展結果 (A SERIES)

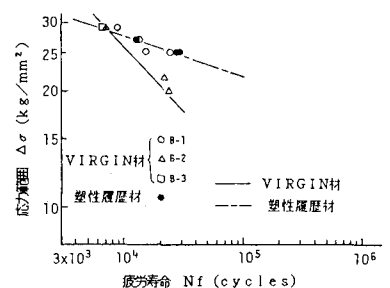


図-3 片側切欠き材の疲労き裂進展結果 (B SERIES)

にクラックゲージを貼付し、十字隅肉溶接継手材では、ピーチマーク試験を行い、き裂進展と繰返し回数との関係を調べた。

3. 結果および考察

A SERIES、B SERIESの疲労試験より得られた結果を図-2、図-3に示す。直線、一点鎖線は、95%の非破壊確率に相当するS-Nf線である。結果より、両側切欠き材では明らかに塑性履歴材の疲労寿命がVirgin材より大きくなる。片側切欠き材では、偏心の影響が大きいため両側切欠き材程ではないが、やや塑性履歴材の疲労寿命が大きくなる傾向にある。ここで片側切欠き材のき裂進展状況を図-4に示す。これより0.2 mmのクラックが発生するまでにVirgin材よりも塑性履歴材の方が多くの繰返し回数を要し、以後のき裂進展と繰返し回数間には有意な差がないことがわかる。これは、塑性変形により切欠き部に発生した残留圧縮応力が初期き裂発生に対して抵抗するためであると考えられる。また、両側切欠き材、片側切欠き材の切欠き幅の違いによる差は現われなかった。

つぎに十字隅肉溶接継手材について得られた結果を図-5、図-6に示す。脚長、のど厚の大きいC-2 SERIESが脚長、のど厚の小さいC-1 SERIESよりも疲労寿命が小さくなった。これは、止端部寸法の差による応力集中の違いや溶接熱の熱量の違いによるものであると考えられる。また、塑性履歴材とVirgin材を比較すると、C-1 SERIESでは、両者の疲労寿命の間に明確な差はない。C-2 SERIESでは、応力範囲の小さな領域では塑性履歴材の疲労寿命が大きく、応力範囲の大きい領域ではその差が小さくなる傾向にある。ピーチマーク試験より得られたき裂進展速度と応力拡大係数範囲の関係を図-7に示す。これより、十字隅肉溶接継手材の場合も初期き裂発生後のき裂進展状況は、塑性履歴材とVirgin材で差がないことがわかる。以上より、十字隅肉溶接継手材では、塑性履歴が疲労寿命におよぼす影響は、溶接止端形状や溶接熱の影響に比べて小さいものと考えられる。

4. 結論

両側切欠き材、片側切欠き材では、塑性履歴により疲労寿命が向上する。これは、塑性履歴により切欠き部に発生した残留圧縮応力の影響で初期き裂発生寿命が向上するためである。また、き裂進展寿命は、塑性履歴の有無に関係ないことが判明した。十字隅肉溶接継手材では、塑性履歴が疲労寿命に与える影響は、溶接止端形状や溶接熱の影響に比べると小さいものと考えられる。

本研究では、塑性履歴は2%歪一種類だけである。今後、塑性履歴の種類を増やして、その影響を検討する予定である。

＜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

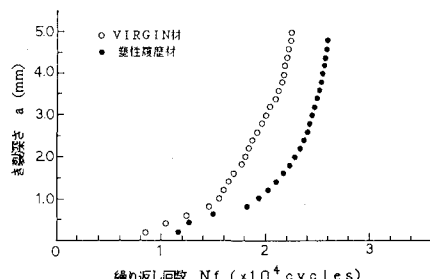


図-4 片側切欠き材のき裂進展曲線

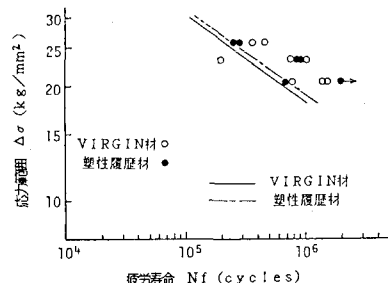


図-5 十字隅肉溶接継手材の疲労強度結果 (C-1 SERIES)

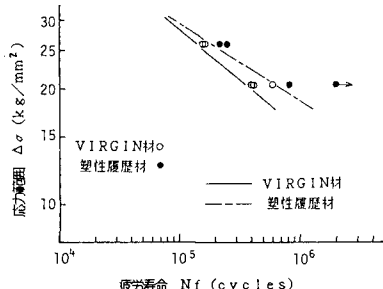


図-6 十字隅肉溶接継手材の疲労強度結果 (C-2 SERIES)

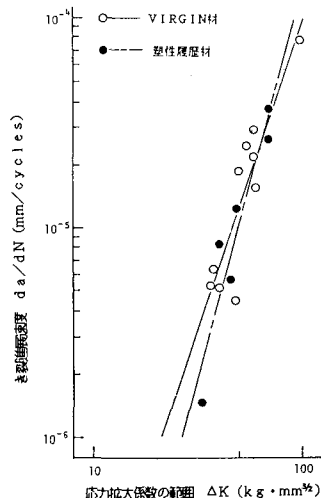


図-7 十字隅肉溶接継手材のき裂進展速度-応力拡大係数範囲曲線