

関西大学工学部	正 員	坂野 昌弘
関西大学工学部	正 員	三上 市藏
片山ストラテック	正 員	米本 栄一
松尾橋梁	正 員	百々 良晃
川田テクノシステム	正 員	○西村 寧人

1. はじめに

地震荷重を受ける鋼製ラーメン橋脚の隅角部を想定して著者らが過去に実施した繰返し载荷実験結果¹⁾に対し、弾塑性FEM解析により亀裂が生じるまでの寿命の評価を試みた。低サイクル疲労の場合、小型材料試験片レベルでは疲労寿命は塑性ひずみ範囲の関数として表されることが知られている。隅角部では全体的な部材の形状変化に溶接部の局所的な形状変化も加わって非常に複雑なひずみ分布を示す上に、鋼材の応力-ひずみ関係が繰返し载荷によって変化するため、亀裂発生位置の局所的なひずみ範囲を精度良く求めることは容易なことではない。

本研究では、3次元ソリッド要素を用いて局所的な溶接形状まで忠実に隅角部をモデル化し、砂時計型試験片により求められている各種構造用鋼材の繰返し軟化および硬化挙動²⁾を参考に設定した繰返し応力-ひずみ関係を用いて弾塑性解析を実施した。解析結果の妥当性は、隅角部付近のひずみ分布を実測値と比較することにより確認した。

2. 解析方法

図-1に解析モデルを示す。対称性を考慮し、実験に用いたモデルの1/4を対象とした。図-2には弾塑性解析で仮定した応力-ひずみ関係を示す。図中には西村・三木²⁾が砂時計型小型試験片を用いて求めたSM490材の初载荷時および繰返し载荷時の応力-ひずみ関係も併せて示す。このような鋼材の繰返し硬化特性を表現するために、降伏後の応力-ひずみ曲線の傾きをE/10, E/100, E/1000 (E:ヤング率)とした3種類の応力-ひずみ関係を仮定した。繰返し応力-ひずみ曲線に比べて、E/10はひずみを過小評価し、E/1000は過大に評価することが予想される。

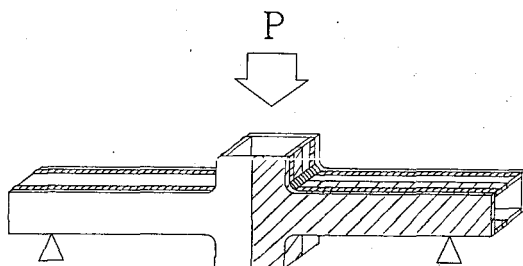


図-1 解析モデル

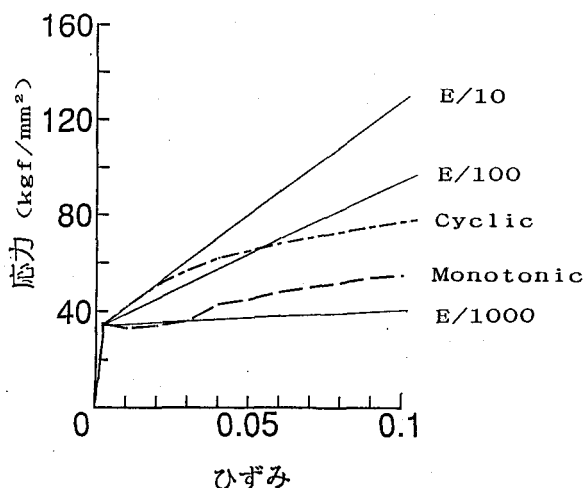


図-2 応力-ひずみ曲線

3. 結果と考察

(1) ひずみ範囲分布 図-3に3種類の応力-ひずみ関係を用いた弾塑性解析、弾性解析および片持ち梁を仮定した弾性梁理論によるひずみ分布の解を示す。図中には繰返し载荷中に測定されたひずみ範囲もプロットしてある。降伏後の傾きを $E/100$ と仮定した応力-ひずみ曲線を用いた弾塑性解析の解が実測値に対してやや安全側でよい予測を示している。

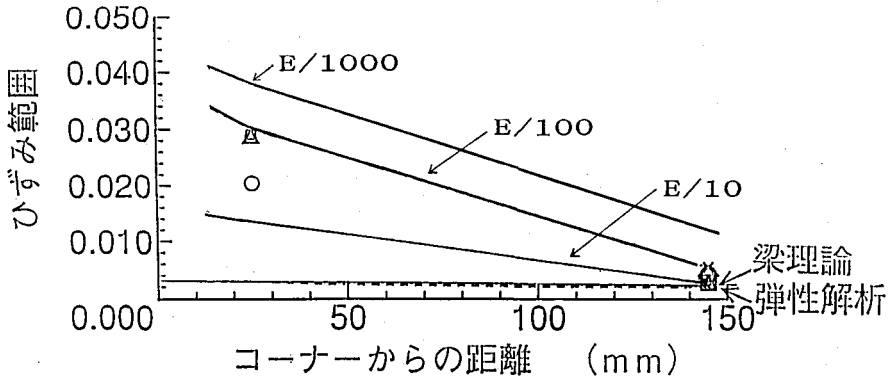


図-3 長手方向ひずみ範囲の分布

(2) 寿命評価 図-4に3種類の応力-ひずみ関係を用いた弾塑性解析により得られた亀裂発生位置（すなわち、梁と柱のフランジどうしを接合する溶接止端）の塑性ひずみ範囲と試験体の亀裂発生寿命 N_c の関係を示す。図中の●は止端から約2cm離れた位置で測定された値を表す。また、実線は400～800MPa級の構造用鋼材について求められた寿命曲線²⁾である。溶接部から2cmほど離れた位置のひずみ範囲に対してよい予測を与えていた $E/100$ は寿命曲線に対してはわずかながら危険側の評価を示しており、 $E/1000$ を仮定した場合の予測値の方が寿命曲線とよく一致している。

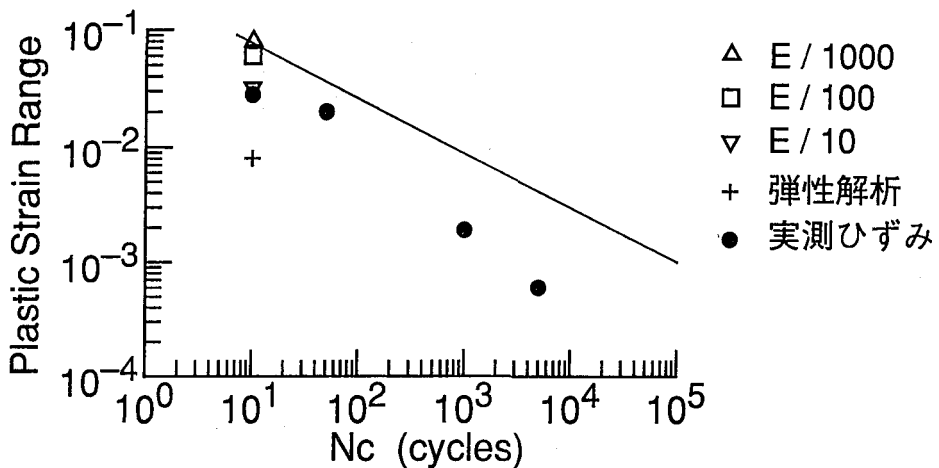


図-4 塑性ひずみ範囲と寿命の関係

参考文献：1)坂野・三上・米本・百々：平成4年度土木学会関西支部年次学術講演会，1-34，1992.

2)西村・三木：土木学会論文報告集，第279号，pp.29-44，1978.