

鋼製橋脚基部の超低サイクル疲労挙動

1. はじめに

近年、鋼製橋脚の耐震性能の検討を目的とした繰返し載荷実験が幾つかの研究機関で行われている^{1) 2)}。その結果「局部座屈」とともに「低サイクル疲労」が主要な破壊様式として報告されている。前者については比較的多くの研究がなされているが、後者についてはほとんど行われていない。地震時に作用する比較的大きな荷重の繰返し回数が十回前後と考えられることから、本研究では、その程度の回数で破壊が生じるような領域をねらって繰返し載荷実験を行い、鋼製橋脚基部の超低サイクル疲労挙動について検討する。

2. 実験方法

試験体の形状・寸法を図1に示す。試験体は箱型断面の橋脚柱の角継手部がベースプレートを貫通する部分をモデル化したものである。長手方向の柱が中央部のベースプレートを貫通している。両端付近のソールプレート取付部を支点とし、中央のベースプレートに図中の鉛直方向に繰返し荷重をかけた。載荷試験は、載荷点の変位が1体目は $\pm 50\text{mm} (\pm 8\delta_y)^{5)}$ 、2体目は $\pm 75\text{mm} (\pm 12\delta_y)$ となるような変位制御で行った。現在のところ2体の試験を終了している。載荷中は磁粉探傷法により、半サイクルごとに亀裂の発生、進展状況を観察した。

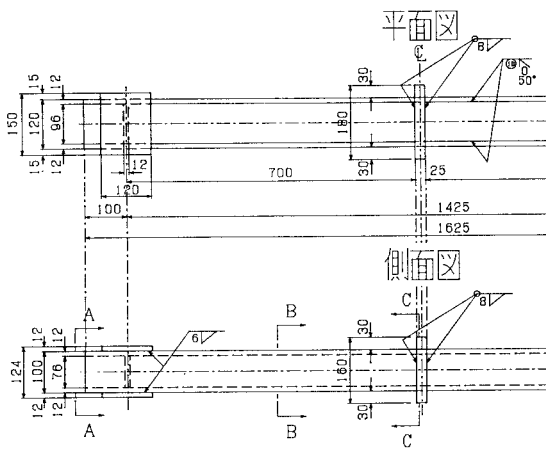


図1 試験体の形状・寸法

3. 実験結果

図2に2体目についての荷重Pと載荷点の荷重方向の変位 δ との関係を示す。1回目から2回目にかけて最大荷重点が上昇しており、繰返し硬化現象が認められる。2回目、3回目は定常的なヒステリシスループを描いているが、4回目には僅かに最大荷重値が低下し、5回目の載荷中に急激に耐荷力を失っている。図3に亀裂の発生、進展状況を示す。2回目の載荷中にベースプレートと柱を接合するすみ肉溶接と、ウェブとフランジを接合するレ型溶接との交差部のレ型溶接側止端部4ヶ所全てにおいて、長さ9mm~15mmの亀裂が発見された。3回目には、亀裂はレ型溶接部のほぼ幅全体に進展している。4回目では、亀裂の表面長さはほとんど変わらないが、亀裂の開口量は大きくなっており、深さ方向に亀裂が成長している様子がわかる。図3(d)に示すように、5回目の載荷中に亀裂はフランジの幅方向に急速に

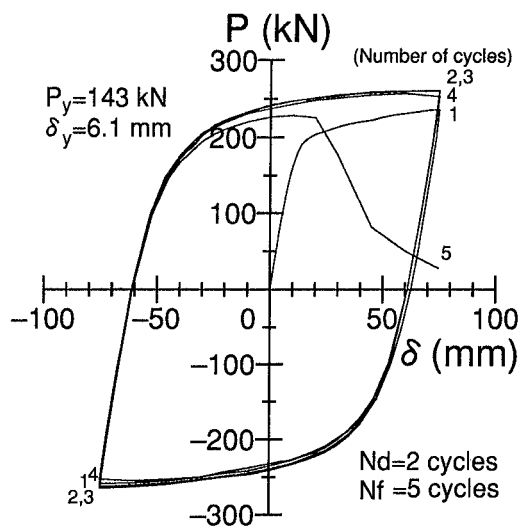


図2 荷重Pと載荷点の変位 δ の関係

進展し、フランジを破断させている。このような亀裂の発生、進展による破壊の進行は、図2の全体的な $P-\delta$ 関係からは伺い知ることにはできない。

図3に示すように、亀裂発生位置から1cm離れた位置にひずみゲージを貼付け、繰返し载荷中のひずみ挙動を観察した。図4に亀裂を発見したサイクルの塑性ひずみ範囲 $\Delta \varepsilon_p$ と亀裂発見寿命 N_d および破断寿命 N_f との関係を示す。図中の斜めの直線は砂時計型試験片の亀裂発生寿命について求められた関係⁴⁾であり、 $\times$ と $+$ は隅角部³⁾の5体の試験体から得られた結果である。今回得られた基部の寿命は、同じような $\Delta \varepsilon_p$ の隅角部の寿命に比べて、短寿命側となっている。この違いは主に、基部と隅角部のディテールの違いによるものと考えられる。

4. おわりに

鋼製橋脚基部の超低サイクル疲労実験について現在までに得られた結果を報告した。過大な繰返し荷重を受ける場合には、2回程度の繰返しで亀裂が生じ、角継手部が切れた後は急激にフランジが破断することが明らかとなった。

参考文献

- 1) 陵城他：土木学会第49回年次学術講演会 I-836, 1994.
- 2) 建設省土木研究所：土木研究所資料，第2147号，1984.
- 3) 坂野他：土木学会第49回年次学術講演会 I-838, 1994.
- 4) 西村・三木：土木学会論文報告集，279号，pp.29-44，1978.
- 5) 坂野他：平成7年度関西支部年次学術講演会，1995.

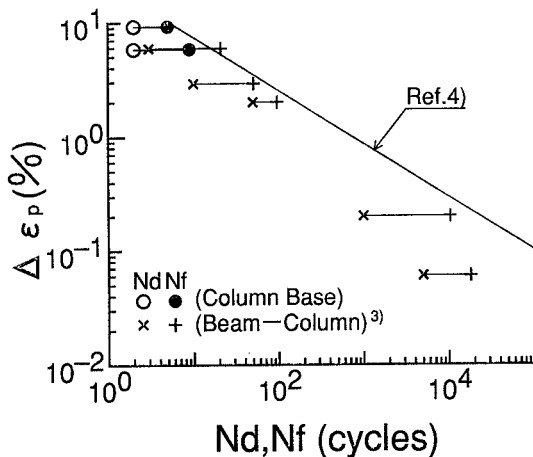
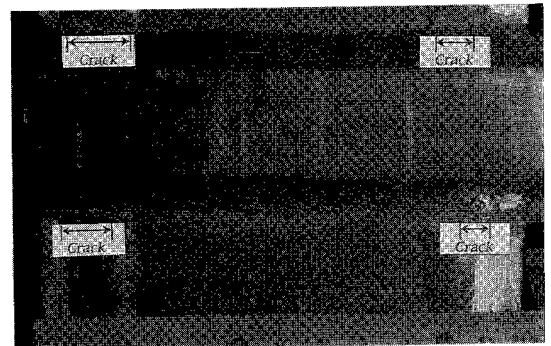
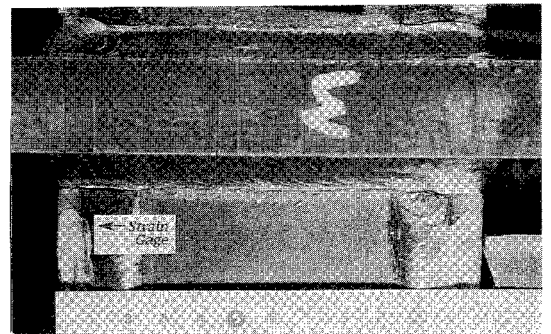


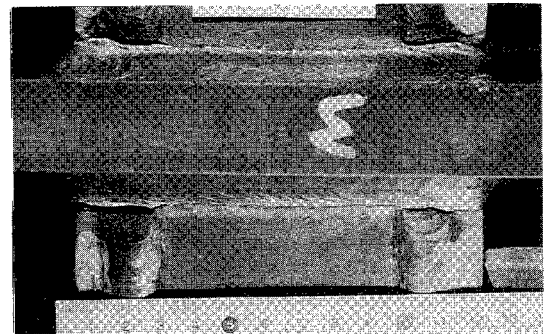
図4 塑性ひずみ範囲 $\Delta \varepsilon_p$ と寿命 N_d , N_f の関係



(a) $N=2$ cycles



(b) $N=3$ cycles



(c) $N=4$ cycles



(d) $N=5$ cycles

図3 亀裂の発生、進展状況