

山梨大学工学部 学生会員 雨宮 明人
 山梨大学工学部 正会員 檜貝 勇
 山梨大学工学部 正会員 中村 光

1. はじめに

阪神大震災以後、RC 構造物には横方向鉄筋を多量に配置するようになった。これによって、構造物の靱性が増加する反面、塑性座屈した軸方向鉄筋の破断が生じやすくなることが懸念される。そこで、塑性域での繰り返し载荷を受ける鉄筋の破断条件を実験的に追求した。

2. 実験概要

実験には、疲労試験機を用いた。図-1 に示すように鉄筋を油圧チャックで固定し、正負に交番する強制変位を繰り返し载荷して破断させた。実験に使用した鉄筋は、D19（降伏強度：3770kgf/cm²、ヤング係数：1.82×10⁶kgf/cm²）の異形鉄筋である。鉄筋の固定長さ(ℓ)は、コンクリート標準示方書に定められているスターラップの最大間隔 12φ を基準とし、さらに 6φ, 18φ に変化させた。固定長さと平均ひずみ ($\bar{\epsilon} = \Delta\ell / \ell$) の2変数をパラメータとし、No.1~No.4 の4シリーズに分けて実験を行った。図-2 は、载荷パターンである。表-1 に示すように、引張側平均歪の最大値を 3000μ、0、15000μ、30000μ とし、圧縮側平均歪の最大値を -10000μ~-50000μ に変化させて繰り返し载荷を行った。いずれの場合も圧縮側最大変位時において、鉄筋の塑性座屈が確認されている。载荷手順としては、第1サイクルは静的载荷とし、その後は、载荷速度を 0.1Hz とした動的繰り返し载荷を行った。計測項目は、①荷重、②軸方向変位、③供試体中央断面の横方向変位、④破断時までの cycle 数 N である。一部の供試体については、ひずみの測定も行った。

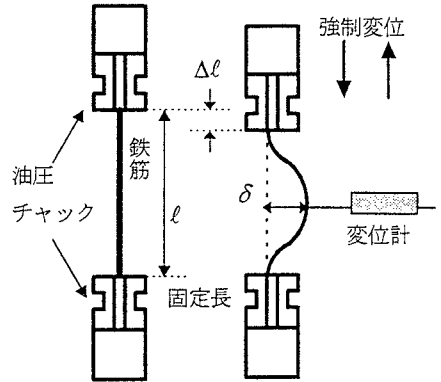


図-1 载荷方法

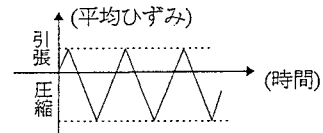


図-2 载荷パターン概念図

表-1 载荷条件 (平均ひずみ:10⁴ μ)

	No.1	No.2	No.3	No.4
引張側	0.3	0	1.5	3.0
圧縮側	-1.0,-2.0,-2.5,-3.5,-4.0,-5.0			

3. 実験結果および考察

3.1 鉄筋ひずみの解析方法

破断条件の検討を進める上で鉄筋のひずみは重要であると思われるので、まず、供試体中央断面のひずみの推定を試みた。座屈後のたわみ曲線を Sin 曲線と仮定し、鉄筋の応力-ひずみ関係にバイリニアの完全弾塑性モデルを仮定すれば、計測した荷重と横方向変位に対応するひずみを算定することができる。また、供試体中央断面の曲率は、

$$\phi = \frac{2\pi^2\delta}{\ell^2}$$

である。図-3 に例示したように、ℓ=12φ, 18φ の場合には

ひずみの解析値と実験値は良く一致している。しかし、ℓ=6φ につい

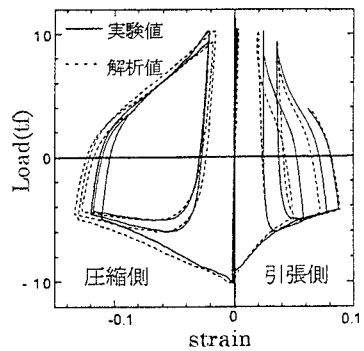


図-3 供試体中央断面のひずみ(12φ)

Key Words : 鉄筋、塑性座屈、脆性破壊、破断条件

〒400 甲府市武田 4-3-11 TEL 0552-20-8530 FAX 0552-20-8773

ては、解析値の適合性は良くなかった。これは、鉄筋のひずみ硬化などを考慮していないためと考えられ、今後検討すべき課題である。

3.2 破断回数の推定

すべての実験において、鉄筋には圧縮側からクラックが進展して破断に至っている。このことより、供試体中央断面の曲率と最大圧縮ひずみ(ϵ_c)に着目することとした（曲率と最大圧縮ひずみ共に第1サイクル目の値を用いる）。

図-4は各供試体について、曲率、最大圧縮ひずみと破断回数 $\log N$ の関係をプロットしたものである。曲率又は最大圧縮ひずみの増加と共に破断回数が低下することが明らかである。ここで、破断条件は一つの平面で表されると仮定すれば、次式の関係が得られる。

$$\log N = \alpha \phi + \beta(-\epsilon_c + \gamma)$$

非線形最小二乗法により定めた係数の値は、表-2のとおりである。また、これらの式について、 N_{exp} （実験値）と N_{cal} （解析値）の比の変動係数も示した。全供試体については、変動係数が16.2%であって余り良い精度とは言えない。しかし、 $l=12\phi$ と 18ϕ の供試体については、変動係数も5.6%と小さく良好な結果が得られているので、鉄筋の構成則を改善することにより、ひずみ硬化の影響が大きい場合についても精度向上が期待できるものと思われる。

4. まとめ

本研究より得られた知見は以下のとおりである。

- (1) 座屈部の曲率と圧縮側の最大ひずみが破断の主要因であると思われる。
- (2) 曲率と最大圧縮ひずみから破断までの繰り返し回数を推定する式を提案した。

【参考文献】

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書〔耐震設計編〕、1996

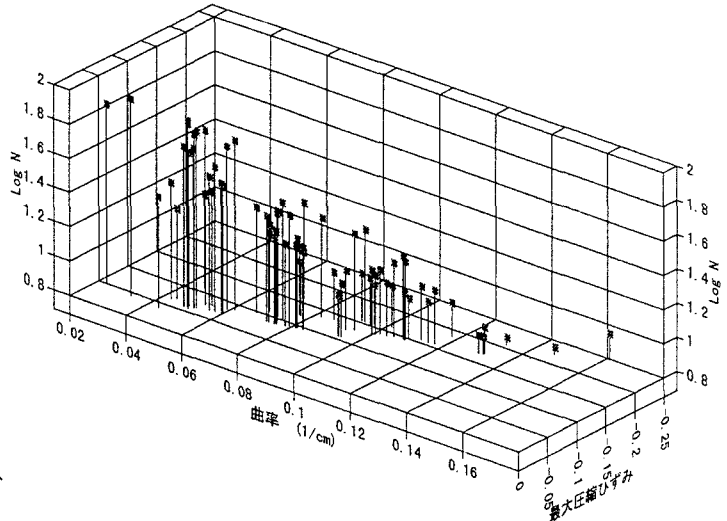


図-4 曲率と最大圧縮ひずみと $\log N$ の関係

表-2 係数および変動係数

	α	β	γ	変動係数	DATA 数
全供試体	-88.02	-40.08	-0.14	16.2%	70
12,18 ϕ	-84.21	-42.16	-0.13	5.6%	50
6 ϕ	-65.08	-62.53	-0.12	15.7%	20

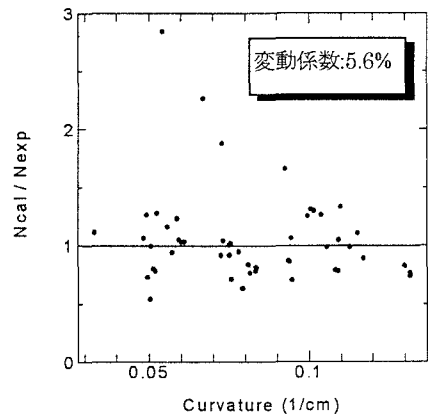


図-5 曲率-破断回数比関係 (12 ϕ 18 ϕ)