

V-291 交番荷重を受ける鉄筋の塑性ひずみ分布挙動と 相対すべり量の算定方法について

川内職業訓練短大 正 員 出口 秀 史
鹿児島大学 正 員 松 本 進
鹿児島大学 前 村 政 博

1. ま え が き

コンクリート躯体中に定着された鉄筋が、降伏荷重を越える正負の交番荷重を受けると、コンクリートと鉄筋との間に相対すべりを生じて、鉄筋がコンクリートから引抜けてくる。この相対すべり量は、鉄筋の軸方向に生じているひずみの総和となるが、これまでの研究から明らかとなっている。しかしながら、鉄筋降伏後の正負交番荷重による塑性ひずみ挙動や応力-ひずみ関係については、今だ不明な点が多いのが現状である。本研究は、鉄筋降伏後の正負交番荷重による塑性ひずみ挙動を実験的に明らかにするとともに、相対すべり量の算定方法について述べるものである。

2. 実 験 概 要

図-1は、実験供試体と実験装置の概略を示したものである。供試体は、断面40cm×60cm、高さ90cmのコンクリート断面中心にねじ鉄筋を鉛直にうめこんだものである。鉄筋表面には、所定の間隔で塑性ひずみゲージを貼付してある。相対すべり量の測定は、コンクリート表面上方5mmの鉄筋位置でカンチレバー式の変位計で行った。なお、交番荷重はねじ鉄筋の頭部にカップラーを介して疲労試験機により加えた。

荷重方法は、コンクリート表面上2cmの位置の鉄筋に貼付したひずみゲージ値によるひずみ制御とし、降伏前の弾性領域を三段階に制御した。鉄筋引張降伏後は、荷重回数の増加にともなって、引張ひずみを漸増させながら交番荷重を行った。

実験要因としては、ねじ鉄筋SD40クラスで径がD19、D22、D25の三種類、コンクリート強度が269から470 kgf/cm²までの三種類とした。

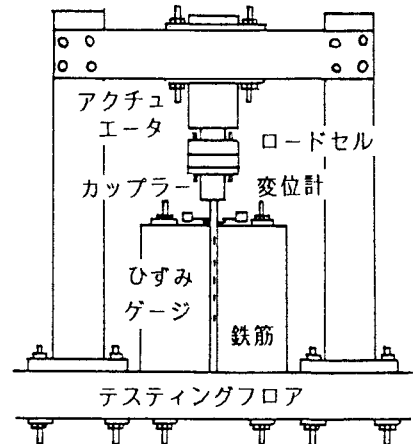


図-1 実験供試体および実験装置

3. 実 験 結 果

1) ひずみ分布挙動

図-2は、鉄筋降伏後の交番荷重によって生じたひずみ分布形状ならびにひずみ挙動を、実験結果よりモデル化して示したものである。図に示すように、鉄筋降伏後のひずみ分布形状は弾性ひずみ領域と塑性ひずみ領域の二つの領域が、不連続的に形成され、このひずみの段差は決して解消されない。本実験においては、任意の荷重におけるひずみ分布形状は、図中に示す二つの状態のうちいずれかの状態を示す。

- ① 前回までの引張荷重時に生じていた最大の塑性ひずみ分布長 l_p を更新し、現荷重時に於いて過去最大の l_p を生じている状態（図中①）

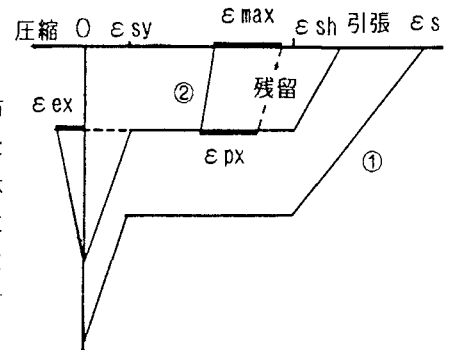


図-2 ひずみ分布モデル

- ② 前回までに生じた塑性ひずみ分布長 l_p 、弾性ひずみ分布長 l_e は変化せず、分布勾配のみが変化する状態（図中②）

2) 鉄筋のひずみエネルギー

図-3は、鉄筋の弾性ひずみ領域が単位体積あたりに吸収するひずみエネルギーとコンクリート強度、鉄筋径、ひずみ分布長との間の関係を実験より求めたものである。弾性域では、圧縮荷重時と引張荷重時では曲線が異なるが、3次曲線で表わすことができる。また、図-4は塑性ひずみ領域が単位体積あたりに吸収するひずみエネルギーの関係を示したものである。ひずみエネルギーの計算には、交番荷重時における応力ひずみ関係が必要であるが、本研究では実験より得られた関係を用いて計算を行った。塑性域では、ほぼ直線的な関係を示している。

3) 塑性ひずみ分布長 l_p が一定の時のひずみ挙動

図-2中②で示したように、 l_p が変化しない状態ではひずみの勾配のみが変化する。コンクリート表面での鉄筋のひずみを ε_{max} 、弾性および塑性両領域の境界でのひずみをそれぞれ ε_{ex} 、 ε_{px} として、残留ひずみからの挙動を調べる。図-5は $\varepsilon_{max}-\varepsilon_{px}$ 関係の一例を示したものである。両者の間には、ほぼ直線的な関係が認められる。また、図-6は $\varepsilon_{max}-\varepsilon_{ex}$ 関係を示したものであるが、二次関数的な関係が認められる。

4. 相対すべり量の推定方法

- 1) 常に新しい塑性領域 l_p を形成しつつある場合は、任意の荷重状態におけるひずみエネルギーを計算して、 $E/\sigma - l/D$ 関係より l_e 、 l_p を推定し、相対すべり量を求める。

- 2) 塑性領域 l_p が一定の場合は、 $\varepsilon_{max}-\varepsilon_{px}$ 関係および $\varepsilon_{max}-\varepsilon_{ex}$ 関係を用いることにより、鉄筋の最大ひずみ ε_{max} から ε_{px} 、 ε_{ex} を推定し、相対すべり量を求める。

図-7は、実測値と上記方法による推定値との比較の一例であるが、全般的に実際の挙動を良く推定している。

5. あ と が き

本実験に用いたねじ鉄筋およびカップラーを（株）神戸製鋼所より供与いただきました。ここに礼申しあげます。

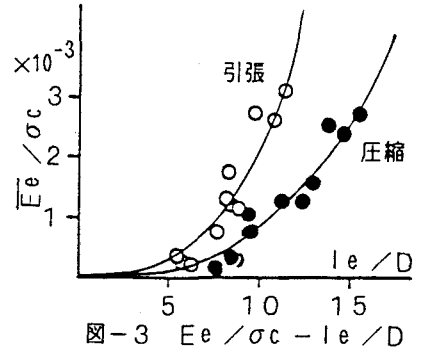


図-3 $E_e / \sigma_c - l_e / D$

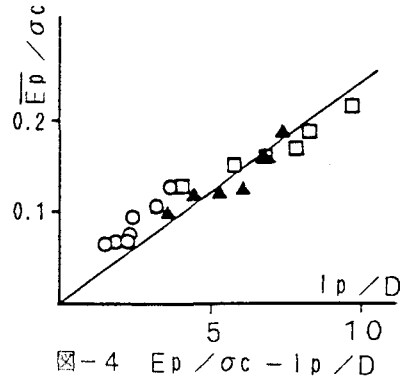


図-4 $E_p / \sigma_c - l_p / D$

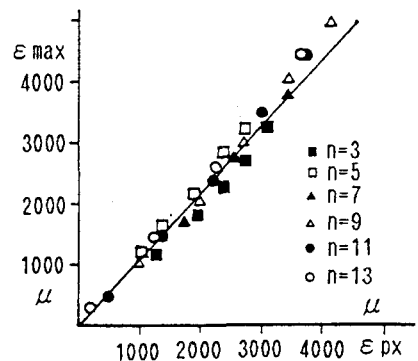


図-5 $\varepsilon_{max} - \varepsilon_{px}$ の関係

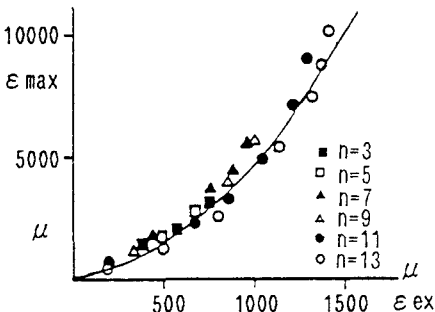


図-6 $\varepsilon_{max} - \varepsilon_{ex}$ の関係

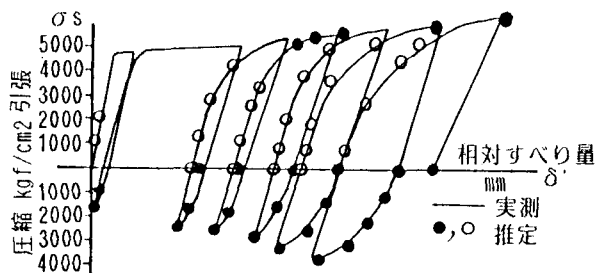


図-7 実測値と推定値の比較