

交番载荷を受ける鉄筋のひずみ分布と相対すべりについて

川内職訓短大 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
 鹿児島大学 学生員 楠 学

1. ま え が き

コンクリート躯体中に定着された鉄筋が、降伏荷重を越えるような正負交番の軸方向载荷を受けると、鉄筋とコンクリートとの間に相対すべりを生じて、その結果、鉄筋がコンクリートから引抜けてくる。この鉄筋の引抜けは、コンクリート中の鉄筋に生じている軸方向のひずみ分布性状、例えばひずみ分布形状やひずみの分布長さなどに依存した現象であるため、コンクリート強度あるいは鉄筋径の違いに影響を受けることは勿論のこと、载荷方法や载荷回数によっても大きく変化することが、これまでの研究から明らかになってきた。本研究は、コンクリート中に埋込んだ鉄筋に正負の交番载荷を加えることにより、特に鉄筋降伏後の塑性ひずみ挙動に着目して、ひずみ分布性状ならびに相対すべりについて実験的に明らかにするとともに、引抜け量推定方法について述べるものである。

2. 実 験 概 要

図-1は、実験供試体および载荷装置の概略を示したものである。実験供試体は、断面 $40\text{cm} \times 60\text{cm}$ 、高さ 90cm のコンクリート断面中心部に、ねじ鉄筋を鉛直に埋込んだものである。各载荷時における鉄筋のひずみ分布を計測するため、鉄筋表面に所定の間隔でワイヤーストレインゲージを貼付してある。またコンクリート表面から上方 5mm の鉄筋位置に、カンチレバー式の変位計を設置して、鉄筋とコンクリートとの相対すべり量を測定している。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。

载荷方法は、コンクリート上面から 2cm の鉄筋位置に貼付したひずみゲージの計測値によるひずみ制御とした。鉄筋降伏前の弾性域を三段階のひずみ値で制御した。鉄筋は、引張载荷により降伏させ、以後は载荷回数にともなって引張ひずみを漸増させながら正負の交番载荷を行った。実験に用いた鉄筋はS040クラスのねじ鉄筋で、径はD19、D22、D25の三種類とした。また、コンクリート強度は、目標 200 、 350 、 500 kgf/cm^2 の三種類とした。

3. 実 験 結 果

1) ひずみ分布

図-2は、鉄筋引張降伏後の交番载荷によって生じたひずみ分布の一例を示したものである。引張载荷時のひずみ分布に着目すると、弾性ひずみ領域と塑性ひずみ領域の二つのひずみ領域が存在し、その境界において、ひずみ分布形状が大きく変化していることが認められる。図中実線で示したものは、実測の

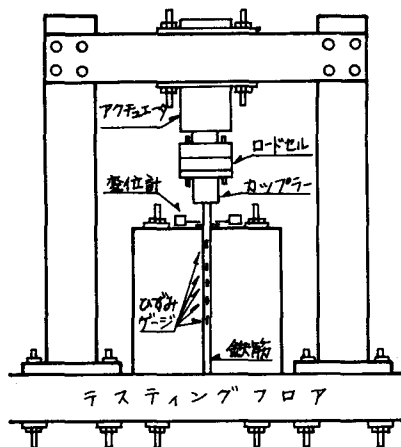


図-1 実験供試体および実験装置

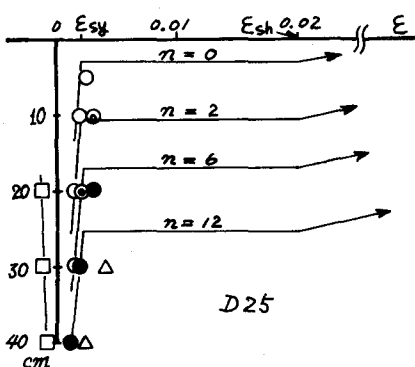


図-2 ひずみ分布の一例

相対すべり量から求めた塑性分布長を用い、塑性領域のひずみ分布形状を直線近似して描いたものである。他方、圧縮載荷時のひずみ分布性状についてみると、本実験では圧縮載荷による塑性領域の拡大を生じさせていないので、前回の引張載荷時に生じた塑性分布長を維持したまま、ひずみ分布の形状変化を起こしている。実線は、相対すべり量から求めたひずみ分布形である。なお、これらのひずみ挙動より弾性領域、塑性領域ともに、ひずみの直線分布を考慮して良いものと思われる。

2) 鉄筋のひずみエネルギー

図-3は、鉄筋の塑性領域が、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、塑性分布長との関係を実験より求めたものである。ひずみエネルギーの計算には、鉄筋の応力ひずみ関係が必要であるが、本研究においては、実験より得られた応力ひずみ関係を用いて計算した。図より、塑性域においては $\bar{E}_p/\sigma_c - l_p/D$ が、ほぼ直線的な関係を示している。

3) 圧縮載荷時のひずみ挙動

図-4は、圧縮載荷時のひずみ挙動をモデル化して示したものである。圧縮載荷時は、塑性分布長が変化せずに、ひずみの分布形状のみ変化するのので、図中に示した ε_{max} 、 ε_{px} 、 ε_{ex} の間の関係を調べると、図-5、図-6に示ようになる。

図-5は ε_{max} と ε_{px} の関係を示したもので、両者の間にはほぼ直線的な関係が存在し、また載荷回数の増加にともなって、 ε_{max} と ε_{px} の値が次第に近づいてくる傾向が認められる。また、図-6は、 ε_{max} と ε_{ex} の関係を示したものであるが、両者にはほぼ二次関数的な関係が存在し、 ε_{ex} の増加に対して ε_{max} の増加割合が大きいことが認められるが、この関係は、鉄筋の応力ひずみ履歴関係に依存したものである。

4. 相対すべり量の推定方法

今回の実験においては、①常に新しい塑性領域を形成しつつある荷重状態（引張載荷）、②塑性領域が一定での荷重状態（圧縮載荷）の二つの状態を生じる。従って、引張載荷時には鉄筋のひずみエネルギーを計算することにより、塑性分布長を決定し、相対すべり量を推定する。また、圧縮載荷時には ε_{max} から ε_{px} 、 ε_{ex} を決定し、圧縮時の相対すべり量を推定する。

5. あ と が き

本実験に用いたねじり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。ここにお礼申し上げます。

（参考文献）

- 1) 松本・出口 「交番載荷を受ける鉄筋の相対すべりの算定方法について」 土木学会第42回年講 V- 113

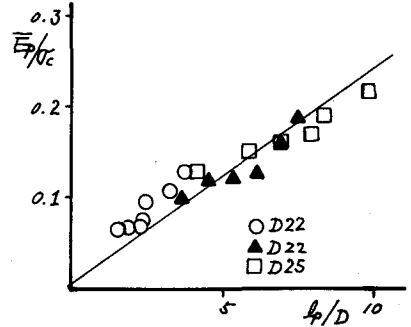


図-3 $\bar{E}_p/\sigma_c - l_p/D$ 関係

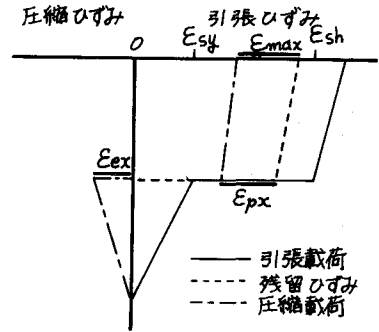


図-4 ひずみ挙動モデル

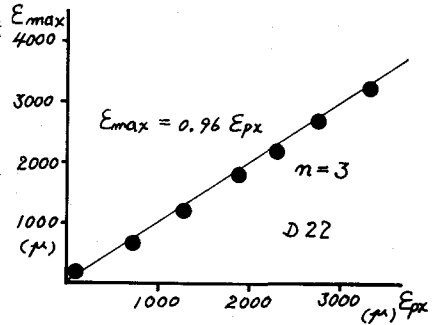


図-5 $\varepsilon_{max} - \varepsilon_{px}$ 関係

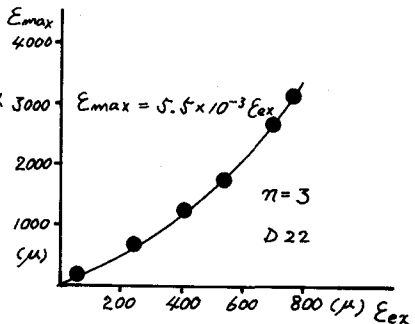


図-6 $\varepsilon_{max} - \varepsilon_{ex}$ 関係