

交番载荷を受ける鉄筋の相対すべり量の算定方法について

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 坂 井 隆 行

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交番の軸方向荷重を受けると、鉄筋に塑性領域が生じるとともに、コンクリートとの間に相対すべりを生じ、その結果鉄筋がコンクリートから大きく引抜けてくる。この引抜けは、鉄筋に生じている軸方向のひずみ分布形状あるいはひずみ分布挙動などに依存した現象であり、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、著者らのこれまでの研究からも明らかになっている。本研究は、コンクリート中に埋込んだ鉄筋に正負の交番荷重を加えることにより、特に鉄筋降伏後の塑性ひずみの挙動に着目して、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、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40cm×60cm、高さ90cmのコンクリート断面中心部に、ねじ筋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軸方向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。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、ねじ筋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SD35クラスのねじ筋鉄筋で、径はD22、D25、D29の三種類とした。また、コンクリート強度は、目標200、300、400 kgf/cm²の三種類とした。

3. 実 験 結 果

1) ひずみ分布

図-2は、鉄筋降伏後の引張载荷によって生じた塑性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

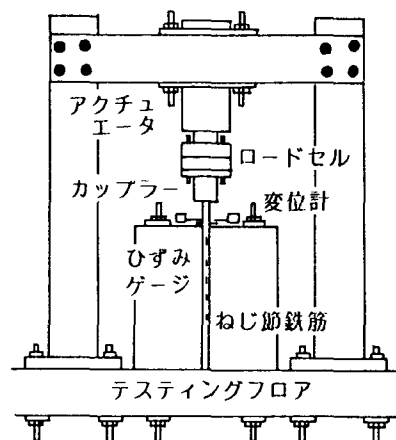


図-1 実験供試体および実験装置

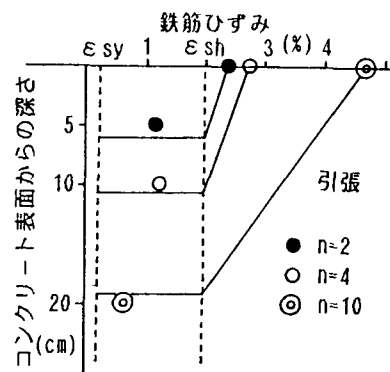


図-2 塑性ひずみ分布の一例

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。実測のひずみ値と相対すべり量から逆算したひずみ分布形状とが良く一致している状況が認められる。また、本実験では、圧縮载荷による塑性領域の拡大を生じさせていないので、前回の引張载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。

図-3は、コンクリート表面から下方10cmの鉄筋位置におけるひずみ履歴の一例を示したものである。コンクリート内部の鉄筋においても、鉄筋は引張降伏するとひずみが一挙にひずみ硬化ひずみまで増加することが認められる。このことは、これまで著者らが発表してきた、ひずみ分布形状における弾性ひずみと塑性ひずみの分布の不連続性を示すものである。

2) 鉄筋のひずみエネルギー

図-4は、鉄筋の塑性領域が単位体積当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。ひずみエネルギーを計算するためには、鉄筋の応力-ひずみ関係が必要になるが応力とひずみ値が良く一致している必要がある。そのために、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双曲線近似した応力ひずみモデルを使って計算を行った。図に示されるように、塑性域においては $E_p/\sigma_c - l_p/D$ がほぼ直線的な関係になっている。

図-5および図-6は、鉄筋の弾性領域が単位体積当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、弾性ひずみ分布長との間の関係を示したものである。弾性領域ではほぼ三次関数的な関係が存在し、このことは弾性領域におけるひずみ分布挙動が、ひずみの増加に対して弾性領域の下方への拡大とともにその勾配が増加していくことを示している。

4. 相対すべり量の推定方法

新しい塑性領域を形成しつつある载荷状態（引張载荷）では交番载荷の影響を考慮して鉄筋のひずみエネルギーを計算することにより、塑性分布長を決定することができる。下部の弾性領域では、最大のひずみ分布長となる。この確定したひずみ分布形より相対すべり量を推定することが可能である。

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。ここにお礼申し上げます。

（参考文献）

- 1) 松本・出口 「交番载荷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」 土木学会第43回年次講演会概要集、第五部、PP.630～631、1988

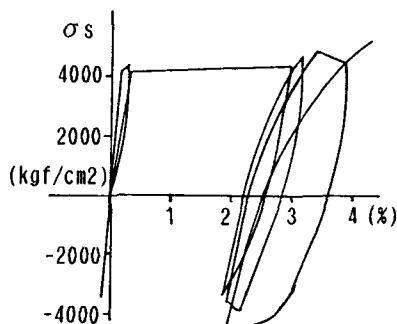


図-3 鉄筋の応力ひずみ履歴曲線

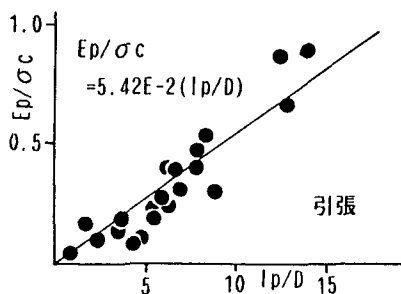


図-4 $E_p/\sigma_c - l_p/D$

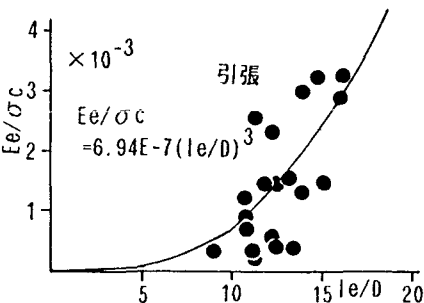


図-5 $E_e/\sigma_c - l_e/D$

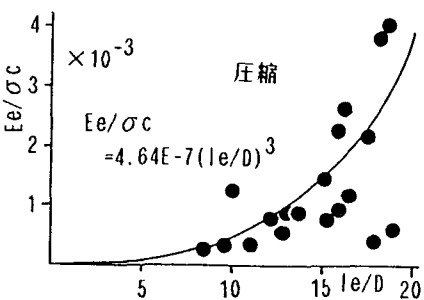


図-6 $E_e/\sigma_c - l_e/D$