

V-113 交番载荷を受ける鉄筋の相対すべり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 白石 博 美

1. ま え が き

鉄筋コンクリート構造物の変形性能には、主鉄筋降伏後の鉄筋とコンクリートの相対すべりが大きく影響することがこれまでの研究から明らかにされている。相対すべりは、任意の荷重時における鉄筋の歪分布形を決定できれば、歪みを鉄筋軸方向に積分することによって基本的に求めることができるが、鉄筋降伏後に交番载荷を受けた場合の歪分布性状や歪挙動についてはほとんど明らかにされていないのが現状である。本研究は、フーチングモデル実験から鉄筋降伏後の正負交番载荷によって生じる歪分布性状、歪挙動を明らかにするとともに、鉄筋とコンクリートの相対すべりについて推定方法を提案するものである。

2. 実 験 概 要

図-1は、実験供試体および実験装置について示したもので、供試体は断面 $40\text{cm} \times 60\text{cm}$ 、高さ 60cm と 90cm のコンクリートの断面中心部に異形鉄筋を鉛直に埋込んだものである。鉄筋頭部には载荷のためにねじ部を溶接してある。また、歪分布測定のため鉄筋表面には歪ゲージを、コンクリート表面から上 2cm 位置、表面下 5cm ピッチで2枚、以下 10cm ピッチで3枚貼付している。相対すべり量の測定は、コンクリート表面上 1cm の位置に取付けたアングルを介して変位計を用いて行った。交番载荷装置は、鉄筋頭部にロードセルを介して両動オイルジャッキを取付け、正負の交番载荷を鉄筋に加えるものである。

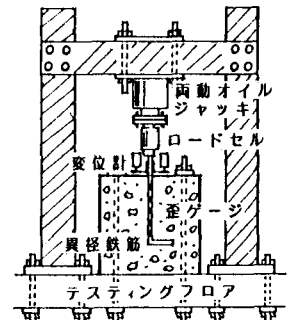


図-1 実験供試体及び実験装置

図-2は载荷方法を示したもので、鉄筋降伏前の弾性域を3段階に分け、歪制御で交番载荷を行った。鉄筋引張降伏後、歪硬化域まで载荷した後に反転交番载荷を加えた。実験に用いた鉄筋は、SD30クラスのD16, D19, D22の3種で、供試体コンクリートの強度は目標 200, 300, 400 kg/cm^2 の3種とした。

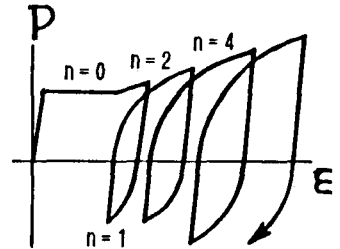


図-2 载荷方法

3. 実 験 結 果

1) 鉄筋歪分布挙動

図-3は、鉄筋が引張降伏した後、正負の交番载荷を受けた場合の鉄筋の歪分布挙動を実験結果よりモデル化して示したものである。鉄筋が降伏し歪硬化域に入ると、鉄筋軸方向の歪分布形状は図中実線で示すような塑性域(分布長 l_p)と弾性域(分布長 l_e)の二つの領域を生じ、境界は不連続な段差を形成する。実験結果より、塑性域、弾性域ともにほぼ直線的な歪分布を示している。

今回の実験では、交番载荷による鉄筋歪分布挙動を把握するために圧縮载荷による塑性域分布長 l_p の増加は生じさせていない。そのため任意の载荷における歪分布形状は、次に示す二つの状態のいずれかを示している。①前回の引張载荷時に生じた塑性域 l_p 、弾性域 l_e の分布長を維持したまま歪分布形状が変化する状態(図-3中の一点鎖線)

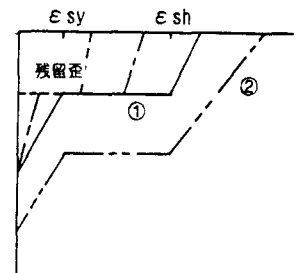


図-3 歪分布挙動モデル

②前回までの載荷時に生じた塑性域分布長 l_p を増大させるような引張載荷を受けたために、過去最大の l_p を生じている状態（図-3中二点鎖線）

ここで、②の状態は鉄筋の歪分布において下部の弾性歪領域が次第に塑性領域に移行していく状態を示している。

2) l_p 一定の時の歪挙動

図-4は、圧縮載荷後の残留歪分布から引張載荷途中の歪分布挙動をモデル化して示したものである。コンクリート表面からの鉄筋歪を $\varepsilon_{\max}$ 、弾性および塑性両領域の境界でのそれぞれの歪を ε_{ex} 、 ε_{px} と表現して、前述①の状態での歪分布挙動を実験結果より明らかにする。図-5は、 $\varepsilon_{\max} - \varepsilon_{ex}$ 関係の一例を示したものである。 ε_{ex} は弾性域の歪であるからその最大値は ε_{sy} である。図より $\varepsilon_{\max}$ は ε_{ex} の4次関数となっており、載荷回数 n によって係数が異なっている。このことは同時に、鉄筋の応力歪曲線が前回受けた塑性歪、載荷回数によって大きく異なったものになることを示している。また、図-6は同一供試体における $\varepsilon_{\max} - \varepsilon_{px}$ 関係について示したものであるが、 $\varepsilon_{\max}$ と ε_{px} の間にはほぼ直線関係が認められる。

4. 相対すべり量の推定方法

圧縮載荷によって塑性域分布長 l_p が変化しないような場合には、前述したように二つの歪分布の状態を生じる。従って、任意の交番荷重においてこの二つの歪分布状態を一義的に決定できれば、歪の鉄筋軸方向の積分として相対すべり量を求めることが可能である。

① l_p 、 l_e が変化しない場合

$\varepsilon_{\max} - \varepsilon_{px}$ 関係、 $\varepsilon_{\max} - \varepsilon_{ex}$ 関係を用いることにより、 ε_{px} 、 ε_{ex} を $\varepsilon_{\max}$ から推定でき、前回の分布長 l_p 、 l_e と合せて歪分布形を決定できる。

② l_p が増加する場合

新たな l_p を生じる場合は、弾性領域、塑性領域のそれぞれの部分の鉄筋が吸収する歪エネルギーとコンクリート強度、鉄筋径、歪分布長との無次元関係 $E/\sigma_c - l/D$ を用いることにより、歪 ε 、分布長 l_p 、 l_e を決定できる。（参考文献参照）

以上の方法により、決定された歪および分布長より相対すべり量を算定することができる。図-7は、一例として l_p が変化しない状態での相対すべり量の実測値と推定値との比較を示したものである。

5. あ と が き

交番載荷における歪挙動は鉄筋の応力歪関係に大きく依存する。この点での検討が必要である。

（参考文献）

1. 松本・出口 “鉄筋とコンクリートの相対引抜け量の算定方法について” JCI論文 NO.86 8-1

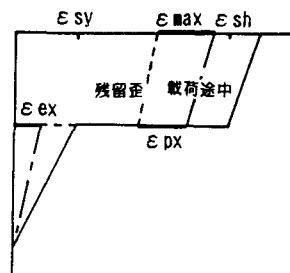


図-4 l_p 一定の歪挙動モデル

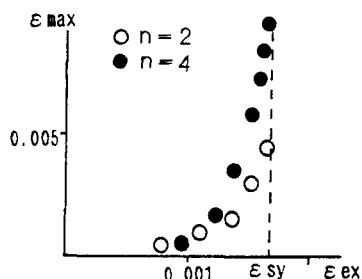


図-5 $\varepsilon_{\max} - \varepsilon_{ex}$ 関係

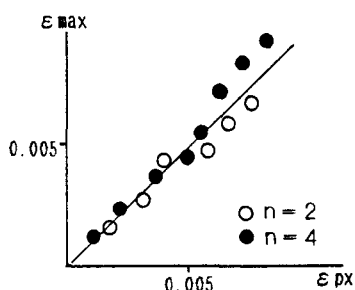


図-6 $\varepsilon_{\max} - \varepsilon_{px}$ 関係

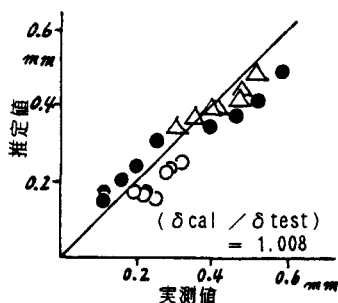


図-7 $\delta_{cal} - \delta_{test}$ 関係