

圧縮降伏から始まる鉄筋の交番載荷時応力について

鹿児島大学 学生員 ○坂井隆行
 鹿児島大学 正 員 松本 進
 川内職訓短 正 員 出口秀史
 鹿児島大学 前村政博

1. まえがき

軸力の大きいところで、鉄筋は圧縮から降伏が始まる場合もあると考えらる。昨年本学会においてその一部を発表したが、データの数が少なく十分な結論が得られなかったので、今回はこの場合について再度報告するものである。なお、今回の報告では鉄筋の応力・歪関係については紙面の都合上、無次元化した場合については割愛し、詳細については講演発表時に紹介するつもりである。

2. 実験の概要

図-1は実験供試体を示したもので、通常の異形鉄筋から加工したものである。試験部の長さは40mmで、中央部の径を19mmとしたものである。なお、供試体の上下端部は交番載荷の都合上、ネジ加工を施してある。使用鋼材は、SD40クラスのもの1種類とした。

図-2は交番載荷実験の装置を示したもので、供試体の上下端部はネジ加工を施したロードセルおよび鋼板に取り付けられ、これらが両動オイルジャッキを介して、テストング・フレームとテストング・フロアに固定されている。なお、図中PC鋼棒には、全体で20t程度のプレストレスの導入を行ない、供試体が浮き上がらないようにした。また、交番載荷は両動オイルジャッキによって、供試体に引張力および圧縮力を与えて行なった。

図-3は載荷方法の概略を示したもので、過去に載荷方法の相違について検討した結果余り差異が現われなかったため、ここでは便宜的に図に示す方法を採用した。この方法は圧縮歪を漸増させると共に引張歪も同じ割合で漸増させるものである。

歪の計測に関しては、図-1に示したように測定断面A-A'に歪ゲージ（東京測器製YL-5）を4枚貼布し、曲げの影響が入らないような結線を施した。測定は上記の鉄筋歪およびロードセルの歪を歪測定装置（東京測器製TDS-301）にて計測を行なった。

3. 鉄筋の応力・歪モデルについて

本研究で適用した応力・歪曲線は、基本的には(1)式で表わされるような双曲線関数であって、この式の特徴は定数 $1/a$ が初期弾性係数を、定数 $1/b$ が最大応力度を示すところにあり、過去の研究成果では線形回帰した結果は極めて良好であった。しかしながら、この(1)式は例えば鉄筋の強度が異なった場合には、鉄筋の強度別の定数 a 、 b を考慮すべき要因について準備しておく必要があつて不便なところもある。一方、(2)式は交番載荷を受けた鉄筋の最大応力度が予想出来れば、定数 b については考慮する必要がなく、またこれを使うことによって応力・歪曲線の無次元化が可能となり、ひいては鉄筋強度の相違をも取り除くことができ、極めて好都合となる可能性がある。

$$\sigma = \varepsilon / (a + b\varepsilon) \cdots \cdots (1) \quad \sigma / \sigma_{tu} = \varepsilon / (a' \sigma_{tu} + \varepsilon) \cdots \cdots (2)$$

ここで、 σ : 応力度、 σ_{tu} : 最大応力度、 ε : 歪

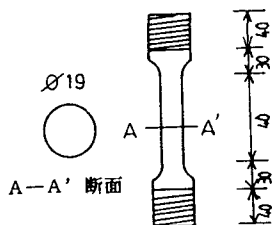


図-1 実験供試体

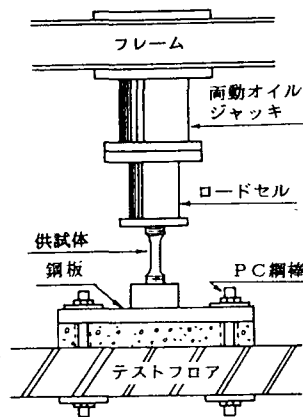


図-2 載荷装置

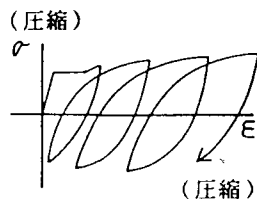


図-3 載荷方法

解析するにあたっては、実測の各交番載荷時の応力・歪データを(1)式または(2)式に入れ、最小自乗法により a 、 b もしくは a' を求めた。次に、これらの定数と履歴の影響（繰返し回数 n 、前回の載荷によって生じた塑性歪み ϵ_{ip} ）との間で重線形回帰を行なった。

4．実験結果及び考察

図-4は実測を最小二乗法で近似した一例を示したもので、両者の間には極めて良い一致がみられる。全ケースについて求めた相関係数はほぼ1に近く、応力・歪曲線を双曲線関数で表わせる妥当性が得れた。

図-5～図-8は、(1)式の係数 a 、 b と n および ϵ_{ip} との実測関係を示したものである。係数 a 、 b に及ぼす n の影響をみてみると、多少のデータのはらつきはあるもののそれぞれの両者の間には一応線形性が有ると判断される。また、引張載荷と圧縮載荷の間には、係数 a と係数 b とには明らかな相違が認められる。なお、この傾向は引張り降伏から始まる場合とは逆の傾向であって、この原因は現在の所明らかではない。

次式は、係数 a 、 b と繰返し回数 n 、塑性歪み ϵ_{ip} との間で重回帰分析した結果を示したものである。

引張

$$a = 6.68 \times 10^{-7} - 0.05 \times n$$

$$b = 2.56 \times 10^{-4} - 1.25 \times \epsilon_{ip}$$

圧縮

$$a = 4.02 \times 10^{-7} - 0.03 \times n$$

$$b = 1.74 \times 10^{-4} - 0.01 \times \epsilon_{ip}$$

図-9は、この重回帰分析結果と実測とを比較したもので、同図より、解析値は良く実測の性状を表わしており、圧縮降伏から始まる場合にも本解析手法で十分に交番載荷時の応力・歪関係を表現できる。

5．あとがき

圧縮降伏から始まる場合の交番載荷時の鉄筋の応力・歪関係について今回の実験・解析によりある程度の成果が得られ、これにより鉄筋コンクリート構造の弾塑性解析の見通しが立つた。

最後に、本実験で使用した鉄筋は神戸製鋼所KKより供与されたもので、ここに感謝の意を表します。

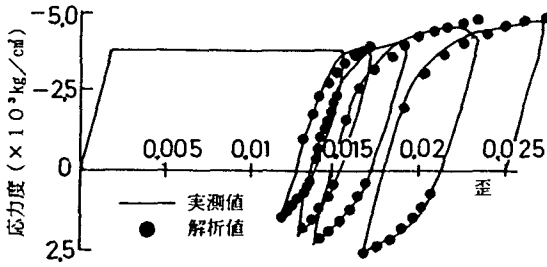


図-4 最小二乗法による評価

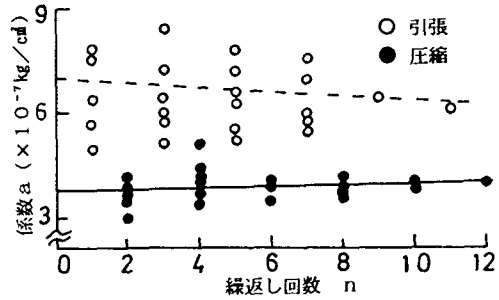


図-5 a - n との関係

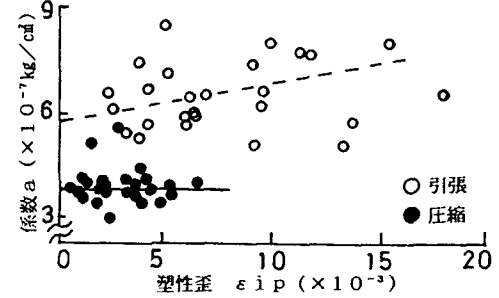


図-6 a - ϵ_{ip} との関係

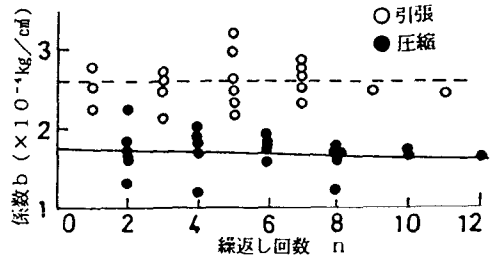


図-7 b - n との関係

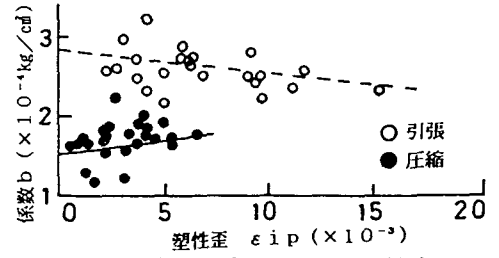


図-8 b - ϵ_{ip} との関係

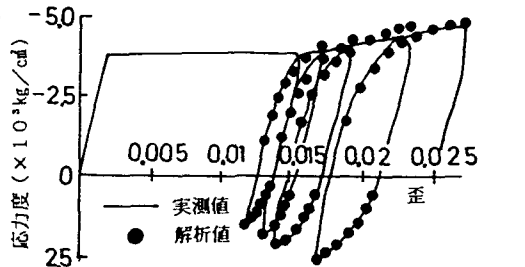


図-9 重回帰分析による評価