

V-292 交番载荷を受ける鉄筋の応力・歪モデルについて（圧縮降伏から始まる場合）

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

交番载荷を受ける鉄筋の応力・歪関係について過去に数編ほど発表を行なってきたが、^{1)・2)} そのいずれも鉄筋の降伏が引張から始まる場合のものであった。しかしながら、軸力の大きいところでは場合によっては圧縮から降伏が始まる場合もあると考えられるので、今回はこの場合について報告するものである。また、今回の報告では鉄筋の応力・歪関係については無次元化した場合についても考慮してみた。

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载荷の都合上、ネジ加工を施してある。使用鋼材は、SD30クラスのものの1種類とした。

図-2は交番载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、供試体が浮上らないようにした。また、交番载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は载荷方法の概略を示したもので、過去に载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ので、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がある。一方、(2)式は交番载荷を受けた鉄筋の最大応力度が予想出来れば、常数 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

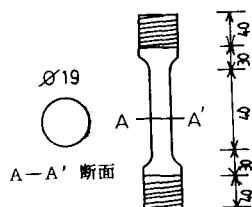


図-1 実験供試体

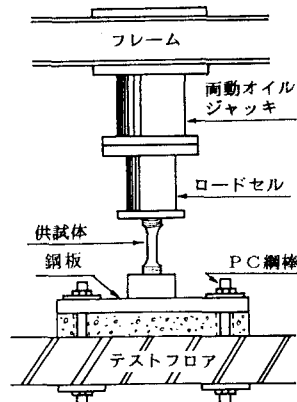


図-2 実験装置

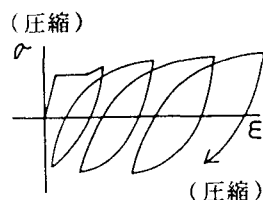


図-3 载荷方法

解析するにあつては、実測の各交番载荷時の応力・歪データを(1)式または(2)式に入れ、最小自乗法により(1)式では a 、 b を、(2)式では a' を求めた。次に、 a 、 b もしくは a' は交番载荷に伴って変わるので、これらの定数と履歴の影響（繰返し回数 n ，前回の载荷によって生じた塑性歪 ε_{1p} ）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～図-7は、双曲線関数(1)式の係数 a 、 b を繰返し回数 n および前回受けた塑性歪 ε_{1p} との実測関係を示したものである。係数 a 、 b に及ぼす繰返し回数 n の影響をみると、多少のデータのばらつきがあるもののそれぞれの両者の間には一応線形性が有るものと判断される。また、引張载荷については係数 a は n の増大につれて大きくなる傾向が認められ、徐々にラウンディングの程度が大きくなるのに対して、圧縮载荷ではこの傾向が若干ながら逆になっている。一方、係数 b については圧縮载荷ならびに引張载荷と共に n の増大につれて b は小さくなり、いわゆる歪硬化に相当する傾向が認められる。同様に、前回受けた塑性歪 ε_{1p} が a 、 b に及ぼす影響を検討してみると、圧縮载荷の一部で傾向の異なるものがあるが、全体的には ε_{1p} の増大につれて a 、 b 共に大きくなり、両者の間には線形性があると判断される。一方、双曲線関数(2)式による a' についても同様に n 、 ε_{1p} の影響を検討してみた結果、紙編の都合上図は省略するが、一応 n 、 ε_{1p} の間には線形関係があるものと考えても差し支えない様である。図-8は、係数 a 、 b もしくは a' と繰返し回数 n 、塑性歪 ε_{1p} との間で重回帰分析した結果を(1)式および(2)式にいて解析値としたものである。同図より、解析1の方が解析2に比べて若干実測の傾向を良く表わしていることが認められる。しかしながら、(2)式の方が鉄筋の応力・歪関係を表わすのに係数 b についての考慮を省けるし、また鉄筋強度の相違も(2)式の中で一括して取り扱えるので便利である。したがって、交番载荷を受ける鉄筋の応力・歪関係としては精度的には(1)式に比ぶれば多少劣るものの(2)式の方が実用上優れていると考えられる。

5. あとがき

圧縮降伏から始まる場合の交番载荷時の鉄筋の応力・歪関係についてはデータの数が少ないためこの先資料の蓄積をした後に結論を出したいと考えている。

（参考文献）

- 1) 宮本他: 交番载荷を受ける鉄筋の応力・歪モデルについて、土木学会西部支部、昭和62年度
- 2) 松本他: 交番载荷時の鉄筋の応力・歪関係について、土木学会(本)、S62,9

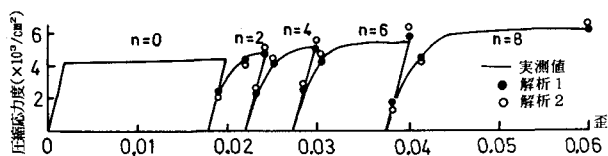


図-8 実験結果と解析結果との比較

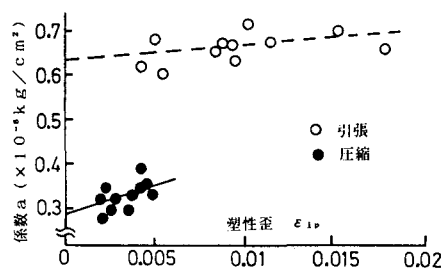


図-4 $a \sim \varepsilon_{1p}$ との関係

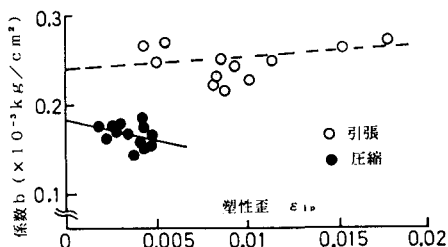


図-5 $b \sim \varepsilon_{1p}$ との関係

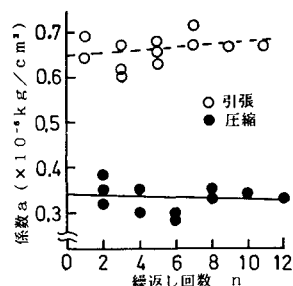


図-6 $a \sim n$ との関係

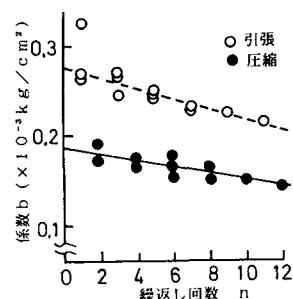


図-7 $b \sim n$ との関係

