

交番載荷を受ける鉄筋の応力・歪モデルについて

鹿兒島大学 学生員○宮本正弘

鹿児島大学 正 員 松本 進

鹿児島大学 白石博美

1. まえがき

過去に、交番載荷を受ける鉄筋の応力・歪関係に関連した研究成果を3編程発表を行なってきた。これらの3編の研究成果を通して、(1)適用歪域を大きくする (2)最大応力度の確定 (3)試行錯誤法によらない応力・歪関係の確立等については、ある程度の解決の見通しが立った。それでも、なお例えば鉄筋の主として引張強度の相違や載荷方法の相違が交番載荷を受ける鉄筋の応力・歪関係については問題として取残されている。本研究ではこの様な事情を踏まえた上で、上記の問題に対して何等かの知見を得ようとするものである。

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 ϕ 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、ネジ加工を施している。使用鋼材の機械的性質は表-1に示す通りであって、種類としては、SD30、SD35、SD40クラスの3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P.C鋼棒には、全体で20t程度のプレストレストの導入を行ない、供試体が浮上らないようにした。また、交番載荷は両動オイルジャッキによって、供試体に引張り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、基本的には以下の3種類がある。

- (A) 引張歪を漸増させながら、圧縮の最大歪を常に一定（図中では歪が零のところ）とする。
- (B) 引張歪を漸増させると共に圧縮歪も同じ割合で漸増させる。
- (C) ある歪を起点にして、引張歪および圧縮歪を漸増・漸減させる。

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（東京測器研究所製YL-5）を4枚貼付し、曲げの影響が入っても、電気的に取り除ける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（東京測器研究所製TDS-301）にて計測を行なった。

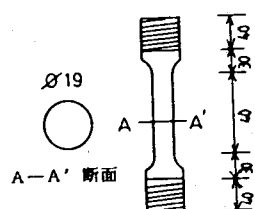


図-1 実験供試体

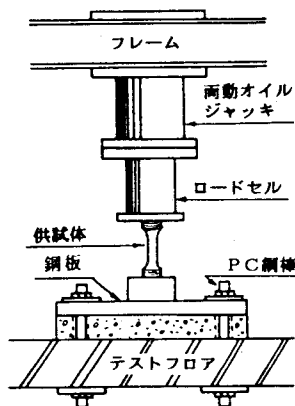


圖-2 實驗裝置

表-1 鉄筋の機械的性質

鉄筋	降伏点	降伏点応力度 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)
1	SD-35	4595	5896
2	SD-30	3400	5206
3	SD-40	4819	6392

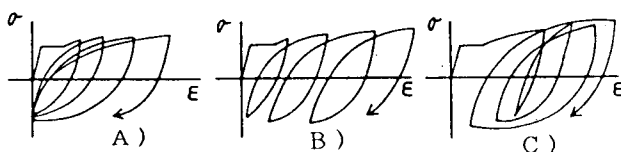


图-3 載荷方法

3. 解析方法

本研究で適用した応力・歪曲線は、(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。

$$\sigma_s = \varepsilon / (a + b \varepsilon) \quad (1)$$

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)式に入れ、最小自乗法により定数 a 、

bを求めた。次に、定数a, bは交番载荷の履歴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, 前回の载荷により生じた塑性歪 ϵ_{1p})との間で、重回帰分析を行なった。

4. 実験結果および考察

図-4~図-7は、双曲線(1)の係数a, bを繰返し回数n, 前回受けた塑性歪 ϵ_{1p} との実測結果を、図-3で示した各载荷方法A, B, Cにわけて一緒にプロットしたものである。また、併せて圧縮载荷と引張载荷の場合を示した係数aと ϵ_{1p} との関係を見ると、多少データのばらつきはあるものの、圧縮および引張の両载荷の場合とも線形性があると判断される。なお、係数aの値については、圧縮载荷の方が引張载荷に比べて大きく、この事は圧縮载荷時の方が繰返しに伴うラウンディングの効果が大きいことを示すと共に、この効果は ϵ_{1p} が大きいほど大きくなることを示す。同様に係数bと ϵ_{1p} との関係を見ると、両者の間には線形関係が認められ、また係数のbの値については圧縮载荷時の方が大きく現われており、このことは繰返し载荷を受ける時の応力・歪曲線が終局に向かう大きさは、引張载荷時の方が大きく、しかも若干ながらその大きさは ϵ_{1p} が大きくなるにつれて、大きくなることを示しており、いわゆる歪効果に相当する現象があるように見受けられる。他方、繰返し回数の影響についても調べると、係数a, bのいずれの場合も線形関係を有しており、载荷方法の相違による違いも認められない様である。なお、 ϵ_{1p} ならびにnに関して、係数aは右上りの曲線の傾向を示すのに対し、係数bについては逆に右下りの関係の傾向を示している。次に、各载荷方法A, B, Cそれぞれの重回帰分析結果とA, B, Cあわせた重回帰分析結果が係数a, bにおよぼす影響を詳細に調べてみた結果、A, B, Cによる重回帰分析結果は予想される通り各A, B, Cの平均値的な値を与えており、各载荷方法との差はそれほど大きくなく、载荷方法による相違は解析には考慮しなくてもよいようである。

図-8は、供試体SD-30, NO. 2の実測と重回帰分析結果とを比較したもので、両者の間には極めて良い一致が見られる。また、各繰返し载荷の最大点を双曲線関数に近似してみると、各応力・歪曲線はこの包絡線内にあることが併せて認められる。

5. あとがき

鉄筋強度の相違についても重回帰分析を行なうことにより、鉄筋の応力・歪関係は上記と同様に得られ、その結果はほぼ同じであった。将来は、鉄筋の応力・歪関係を無次元化することにより鉄筋強度の相違に対処するつもりである。また、载荷速度の影響についても検討したいと考えている。

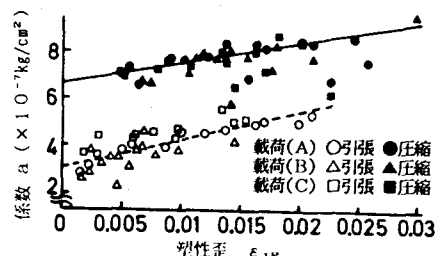


図-4 a ~ ϵ_{1p} との関係

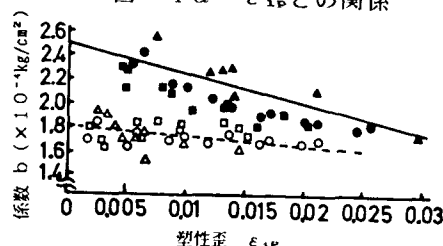


図-5 b ~ ϵ_{1p} との関係

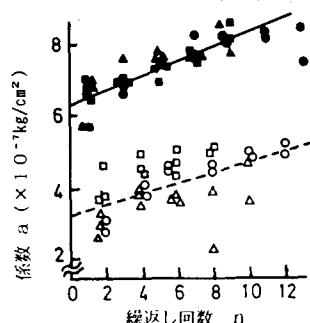


図-6 a ~ n との関係

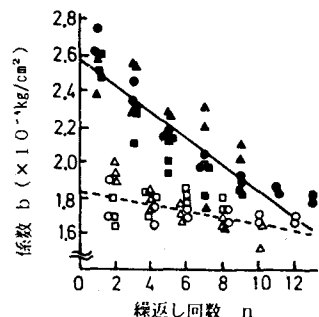


図-7 b ~ n との関係

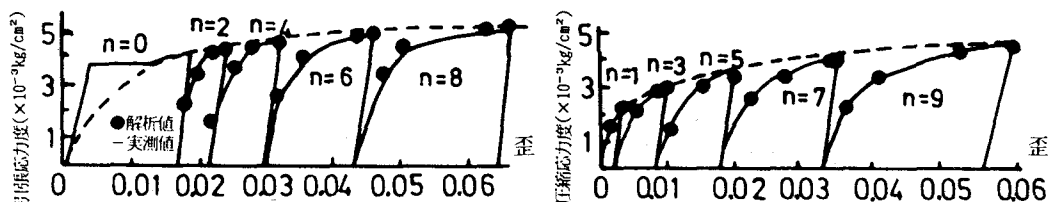


図-8 実測結果と解析結果との比較 (NO. 2, SD30)