

V-94

構造用鋼材の応力-歪み特性に関する研究

横浜国立大学大学院 学生会員 葛野 敦

藤井理隆

横浜国立大学工学部 正会員 山口隆裕

フェロー会員 池田尚治

1. はじめに

本研究は、コンクリート部材の非線形解析に用いる鋼材の履歴モデルを構築する際に必要となる鋼材自体の応力-歪み特性を把握することを目的として行った実験的研究である。

2. 実験概要

供試材は、鉄筋コンクリート用棒鋼SR235(直径: $\phi=25\text{mm}$)及びPC鋼棒C種1号($\phi=15\text{mm}$)の2種類とした。図-1に供試材を示す。供試材は、全長240mmとし両端部から80mmの部分を試験機に挟み固定した。また、供試材の軸方向歪みを計測する為に、供試材中央の円周を180°に2分割した対角線上

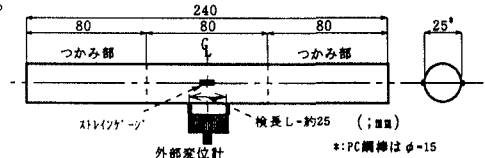


図-1. 供試材

に、鋼材用ストレーンゲージを1枚ずつ計2枚貼り付けた。载荷は、動的最大荷重 $\pm 50\text{tf}$ の油圧式疲労試験機を用いて、歪み制御または荷重制御により行った。歪み制御試験の場合には、供試材中央における軸方向変位を外部変位計(検長 $l \approx 25\text{mm}$)により検出した値を試験機にフィードバックして制御した。载荷方法としては、正又は負方向への単純一方向载荷、一方向での繰り返し载荷及び正負繰り返し载荷とした。歪み制御に用いた歪み速度の値としては、0.003%/s, 0.03%/s, 0.3%/s, 3%/s, 10%/sの5段階とした。計測された荷重、変位、外部変位計、歪みゲージの値は、デジタルデータロガーにより記録した。

3. 実験結果及び考察

SR235鋼材の単純引張試験の結果を図-2(a), (b)に示す。ここで、図-2(b)は図-2(a)における歪みの1%までの範囲を拡大したものである。今回実験を行った0.003%/s $\sim$ 3%/s程度の歪み速度では上昇伏点の値に大きな差は生じず、降伏棚の値に最大約600kgf/cm²の差が見られた。SR235鋼材の場合、歪み速度の影響は降伏棚の形状に大きく現れ、大きな歪み速度の3%/sでは瞬間的に歪み硬化域に達する為、上昇伏点からの応力の低下が生じず、図-2(b)に示す歪みが1%の範囲まででは、荷重制御で行った場合とよく似た応力-歪み関係を示している。また、低歪み速度の場合には、降伏棚で応力の低下とともに歪みの戻りが見られた。これは、瞬間的な結晶のすべり現象が生じることで

あると考えられ、極めて注目すべき材料特性が検出されたものと思われる。PC鋼棒に関する試験結果を図-3に示す。SR235鋼材と異なりPC鋼材には明確な上昇伏点、降伏棚、歪み硬化などの特性が現れず、歪み速度が応力歪み特性に与える影響は小さい結果となっている。片側歪み領域のみでの繰り返し载荷試験の結果を

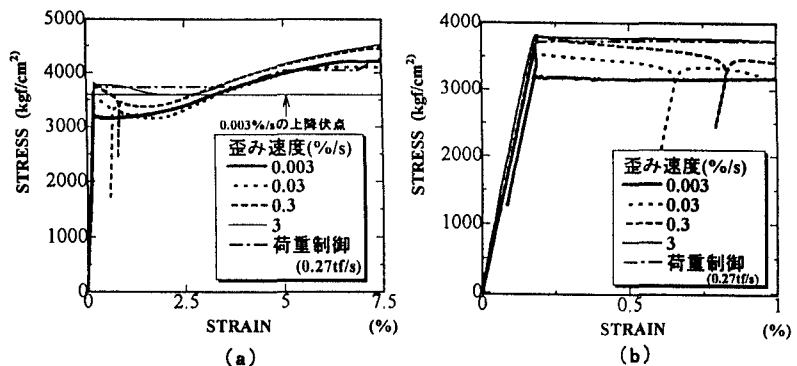


図-2. 単純引張試験結果(SR235材)

キーワード；応力-歪み特性，歪み速度，繰り返し载荷

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5 TEL:045-339-4045 FAX:045-331-1707

図-4に示す。ただし、図-4には比較の為に負歪み側の実験結果を点対称変換し、正歪み側の結果と重ねて表している。これらより複数回の一方方向のみの繰り返しを受ける鋼材の履歴は、単純引張（単純圧縮）試験の応力-歪み曲線に沿っていることがわかる。また、各段階での履歴ループはよく一致しているが、歪みが進むに連れて負歪み側の応力が正歪み側の応力より大きくなっていく為、履歴ループにもずれが生じている。SR235鋼材の場合の繰り返し毎に歪み振幅を大きくする正負繰り返し载荷試験の結果を図-5に示す。単純引張試験との比較により、歪み硬化開始点が早まり、降伏棚の長さが短くなっていることがわかる。また歪み硬化後における繰り返しの影響による応力の上昇の度合いは、この2つの曲線の降伏棚の長さの比で、単純引張試験の応力-歪み関係の歪みを除くことで得られる曲線とよく一致した。これらより、SR235鋼材が正負繰り返し载荷を受ける場合、歪み硬化の開始は早まり、歪み硬化部分における応力の挙動は、降伏棚の長さの比に関係することが示された。図-6は、PC鋼棒の正負繰り返し試験と単純引張試験の結果の比較を示す。PC鋼棒の場合には、塑性域での繰り返しによる応力の増加は見られず、単純引張試験の応力まで達しなかった。即ち、正負繰り返し荷重が作用する場合のSR235鋼材の挙動と大きく異なることが示された。

4. まとめ

本実験により得られた結果をまとめると以下の通りとなる。

- (1) 鉄筋コンクリート用棒鋼SR235の低歪み速度での歪み制御単純引張試験を行った結果、応力-歪み曲線は降伏棚において急激に耐力が低下し、復元するという注目すべき結果が得られた。
- (2) SR235鋼材の応力-歪み曲線は、载荷歪み速度により異なり、大きな歪み速度になると、上降伏点からの応力低下が生じず瞬間的に歪み硬化域に達することが示された。
- (3) 繰り返し毎に歪み振幅を大きくする正負繰り返し载荷試験の結果、SR235鋼材の場合、歪み硬化開始点が早まり、単純引張試験に比べて歪み硬化による応力の上昇が早期に生じることが確認された。
- (4) C種PC鋼棒の単純引張試験によって得られる応力-歪み関係は、载荷歪み速度によって大きな影響を受けないことが確認された。
- (5) C種PC鋼棒の場合、SR235鋼材とは異なり、正負繰り返しによる降伏後の早期な応力の上昇は見られず、その応力は単純引張試験の値まで達しないことが示された。

謝辞：SR235とC種PC鋼棒の使用に際しては、ネツレン（株）の池上氏に御尽力を賜った。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献：小谷；鉄筋コンクリートにおける载荷速度の影響
土木学会論文集 NO. 35
4/V-2, 1985. 2

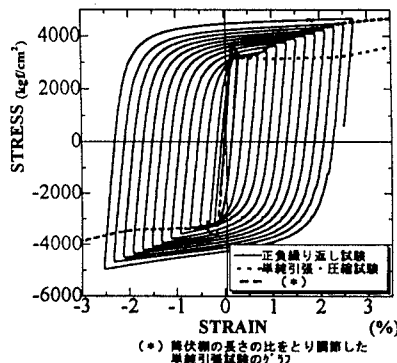


図-5. 正負繰り返し载荷試験結果 (SR235材)

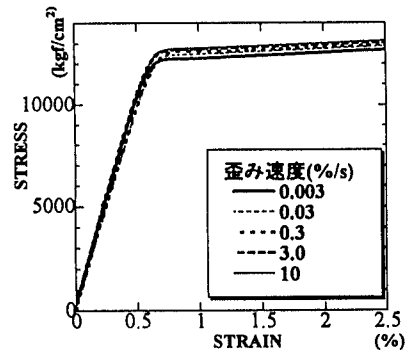


図-3. 単純引張試験結果 (PC鋼棒)

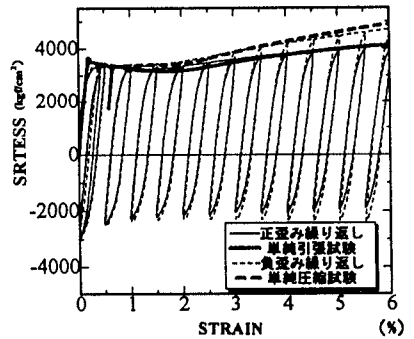


図-4. 一方繰り返し载荷試験結果 (SR235材)

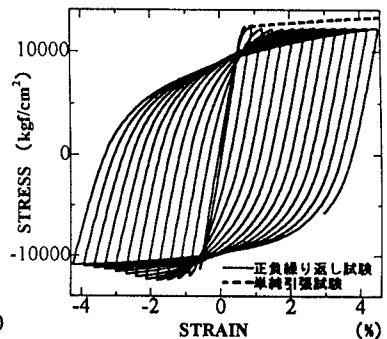


図-6. 正負繰り返し载荷試験結果 (PC鋼棒)