

正負軸方向繰返し荷重を受けるRC部材の荷重-変位関係

徳島大学 正会員 島 弘
 P. S. コンクリート(株) 正会員 〇田村 理
 清水建設(株) 正会員 伊藤圭一
 徳島大学 正会員 水口裕之

1. 目的

RC構造物は、地震などの大きな外力を受けたとき、主鉄筋が降伏し、さらに変形が進んで終局状態を迎える。この終局変位およびそれに至る変形特性を知ることは重要な問題である。しかし、現在までRC部材が交番荷重を受けたときの終局変位を含めた変形特性を解析的に研究したものはない。そこで、本研究では、鉄筋モデルにおける座屈時点およびコンクリートモデルにおける引張-圧縮遷移領域について検討を行うものである。

2. 実験

2.1 供試体

供試体は、図-1に示すように、コンクリートブロックに主鉄筋を定着した一軸部材である。供試体の全長は90cmであり、試験部の長さは30cmで断面は10×10cmとした。

主鉄筋には直径6mmの異形棒鋼を使用した。

主鉄筋の配筋は、断面の側方にのみとし、その本数は、供試体A, Bが4本で供試体C, Dが8本、かぶり厚は、供試体A, Bが10mm、供試体C, Dで5mmとした。ひびわれ位置を制御するために、試験部30cm間で5cm間隔の7カ所にノッチを入れた。

2.2 載荷方法

載荷装置を図-2に示す。軸方向の正負交番繰返し載荷を変位制御で行った。載荷履歴は、各変位段階につき正負一回のサイクルで変位を漸増させた。測定項目は、荷重、軸方向変位、主鉄筋のひずみ、定着鉄筋の伸び出し量およびかぶりコンクリートの剝離変位を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 荷重-変位関係

供試体Cの荷重-変位履歴曲線を図-3に示す。この図より、第11サイクルで圧縮力を受け持つ力が落ちている。これは、主鉄筋の座屈と同時にかぶりコンクリートが剝離したためである。

3.2 鉄筋の応力-ひずみ関係

加藤モデル¹⁾によって求めた供試体Cの鉄筋応力-ひずみ履歴曲線を図-4に示す。この図より最大ひずみ $\epsilon = 79000\mu$ で除荷を行ったときに、圧縮応力が $2900\text{kg}/\text{cm}^2$ で座屈点を得た。他の供試体も、同じ最大ひずみで除荷したときに同じ応力で座屈した。

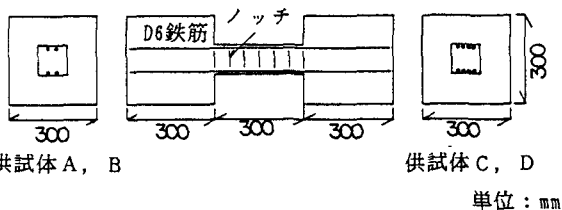


図-1 実験供試体

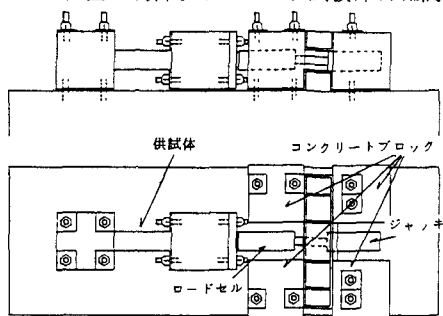


図-2 実験装置

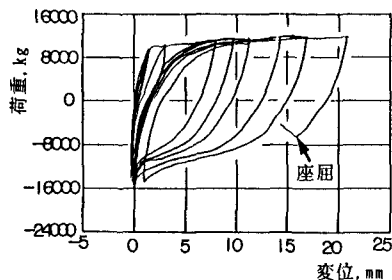


図-3 供試体Cの荷重-変位履歴曲線

3.3 コンクリートの平均応力-平均ひずみ関係

(1) 荷重-平均ひずみ関係

供試体Aの鉄筋降伏前における荷重-平均ひずみ履歴曲線を図-5に示す。平均ひずみ ε は、定着鉄筋の伸び出しを除いた供試体の伸びを長さで除したものである。

(2) 付着による応力(引張剛性)

コンクリートの平均引張応力-平均ひずみ履歴曲線を玉井ら²⁾の研究によるモデルとを比較したものを図-6に示す。コンクリートがひびわれ後に引張力を負担するのは、鉄筋とコンクリートの付着作用によってひびわれ面で鉄筋の負担する応力がひびわれ間のコンクリートに伝達されるためである。この図は、全荷重-平均ひずみ関係から鉄筋が負担している荷重($P_s = E_s A_s \varepsilon$)を差し引き、コンクリートの断面積で除すことにより求めた。モデルに対して実験結果は、ノッチの影響でひびわれ発生荷重が早くなっているが、その他は一致しており、このモデルは大きい圧縮力を受ける場合にも適用できると思われる。

(3) ひびわれの再接触による応力(圧縮剛性)

引張から圧縮に向かう履歴において、ひびわれが閉じ始めてコンクリートが圧縮力を負担するようになると、コンクリートの圧縮力負担量に対して鉄筋の負担量が小さくなる。この状態における実験結果と申ら³⁾の研究からの修正モデルとを比較したものを図-7に示す。この修正モデルは再接触時の剛性を $1000f'_c/3$ で、ひずみが0となる点からコンクリートの初期剛性を前川ら⁴⁾による $1000f'_c$ とし、次に除荷時においても原点を通るコンクリートの初期剛性とした。

4. 結 論

(1) 軸方向正負繰返し荷重によって、RC一軸部材の主鉄筋は座屈する。

(2) 鉄筋の応力-ひずみ履歴曲線上での座屈点を求めた。

(3) 本実験結果に基づいて、正負繰返し荷重下におけるコンクリートの圧縮剛性モデルを修正した。

5. 今後の課題

最大ひずみを変化させることによって得られる座屈点から、これらをつなぐことにより描かれる座屈線の構築が課題である。

【参考文献】 1) Kato, B: Mechanical properties of steel under load cycles idealizing seismic actions, AICAP-CEB Symposium, Rome, May 1979, Bulletin D'Information No. 131, CEB 2) 玉井, 島: 正負交替荷重時のテンションスティフニング効果, コンクリート工学年次論文報告集, 9-2, 1987 3) 申

: 繰返し面内力を受ける鉄筋コンクリート部材の有限要素解析, 東京大学博士論文, 1988年6月 4) 前川, 岡村: 弾塑性破壊モデルに基づくコンクリートの平面応力構成則, コンクリート工学 Vol. 21, No. 5, 1983年5月

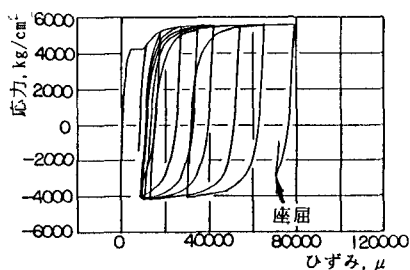


図-4 供試体Cの鉄筋応力-ひずみ履歴曲線

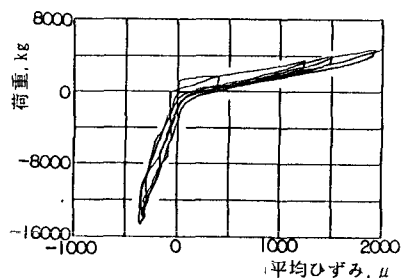


図-5 供試体Aの降伏前における荷重-平均ひずみ履歴曲線

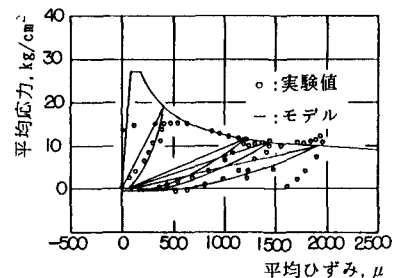


図-6 付着による平均応力-平均ひずみ履歴曲線

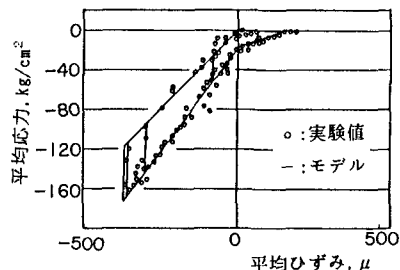


図-7 ひびわれ接触による平均応力-平均ひずみ履歴曲線