

近畿大学理工学部 正 員 柳下 文夫

近畿大学大学院 学生員 ○菅波 靖起

1. まえがき 鉄筋コンクリート柱に配される単スパイラル帯鉄筋は、主としたメリットであるじん性改善（耐震性の向上）の現実的な手段として積極的に評価していこうとする傾向が強い。一方、その拡張形式であるインターロッキングスパイラル鉄筋の取り扱いに関しては、CALTRANSの橋梁設計示方書¹⁾に記載されているものの、実験的資料の不足に起因して明確な設計法が得られていないのが現状である。そこで本研究では、インターロッキングスパイラル鉄筋柱の耐震安全性に関する基礎的資料の蓄積を目的とし、RC単柱式橋脚モデルの試験体による静的載荷実験を行い、その力学的特性について検討した。

2. 実験概要

2-1. 試験体 本実験に用いた試験体の形状および配筋状態を図-1に示す。すなわち、インターロッキングスパイラル鉄筋小判型断面柱 (UNIT-1: 軸方向鉄筋比 $p=2.52\%$ 、帯鉄筋体積比 $\rho_w=0.40\%$ 、帯鉄筋間隔 $s=10\text{cm}$ 、 $f_c=313\text{kgf/cm}^2$)、および、矩形断面柱 (UNIT-2: 軸方向鉄筋比 $p=2.44\%$ 、帯鉄筋体積比 $\rho_w=0.32\%$ 、帯鉄筋間隔 $s=10\text{cm}$ 、 $f_c=314\text{kgf/cm}^2$) の2体である。両試験体ともせん断比 a/D は3.0である。柱の主筋には材料試験結果に基づく降伏強度 $f_{sy}=3860\text{kgf/cm}^2$ 、引張強度 $f_{su}=5333\text{kgf/cm}^2$ のD13鉄筋を用い、帯鉄筋には降伏強度 $f_{sy}=3350\text{kgf/cm}^2$ 、引張強度 $f_{su}=4425\text{kgf/cm}^2$ のD6鉄筋を用いた。

2-2. 載荷および測定方法 載荷は一定軸方向応力度 $0.044f_c$ (平均 13.8kgf/cm^2) のもとで、柱頂部を水平ピン支持とした状態でベースブロックを載荷点とした正負繰返し載荷を行った。載荷サイクルは、軸方向最縁鉄筋の応力が降伏強度に達したときを降伏変位 ($1\delta_y$) とし、 $1\delta_y$ づつの漸増ピッチでそれぞれ2回の繰返し載荷を行った。測定項目は、載荷荷重、水平変位、柱主筋およびスパイラル鉄筋の軸方向ひずみ量、柱両サイド (引張&圧縮側) 全長5区間の平均縁ひずみ量、柱脚部近傍のせん断変形等々である。なお、ひび割れ状況の観察は、各漸増ピッチのピーク時において行った。

3. 実験結果と考察

図-2に実験より得られた両試験体の荷重-変位関係を示す。UNIT-1においては、正側部材角 $R=1/265\text{rad}$ で柱脚最縁部の引張鉄筋が降伏し、 $R=1/88\text{rad}$ で最大荷重に達した。その後、負側 $R=1/53\text{rad}$ でかぶりコンクリートの圧壊が生じ、 $R=1/35\text{rad}$ で圧縮筋が座屈現象を呈した。正側 $9\delta_y$ における最大荷重に対する耐力低下率は約6.2%であった。一方、UNIT-2において、正側部材角 $R=1/188\text{rad}$ で柱脚最縁部の引張鉄筋が降伏し、負側 $R=1/55\text{rad}$ で最大荷

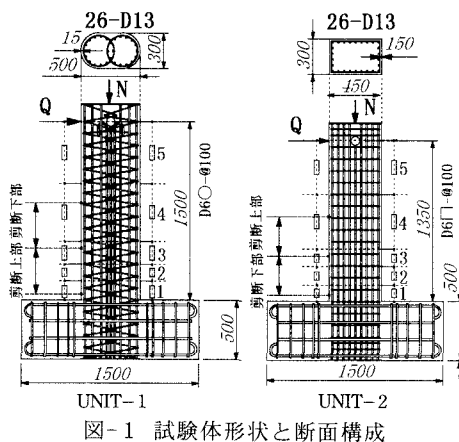


図-1 試験体形状と断面構成

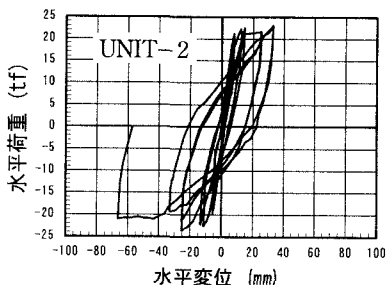
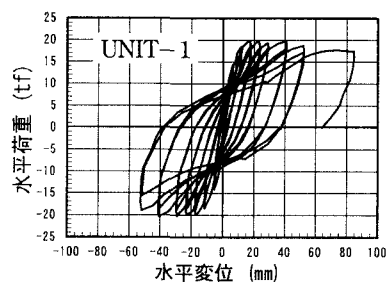


図-2 荷重-変位関係

重に達した。その後、負側繰り返し中 $R=1/62\text{rad.}$ でかぶりコンクリートが圧壊し始め、圧縮筋に座屈現象が生じた。負側 $6\delta_y$ 以降の最大荷重に対する耐力低下率は約11.3%であった。両試験体を比較すると、UNIT-1が $R=1/37\text{rad.}$ まで耐力低下を示さなかったのに対し、UNIT-2では $R=1/53\text{rad.}$ 以降（負側）顕著な耐力低下を示した。図-3に帯鉄筋の各漸増ピッチのピーク時軸方向ひずみ量を示す。UNIT-1では、 $-8\delta_y$ 近傍においてインターロック部およびスパイラル中間部で降伏が生じたのに対し、UNIT-2では、 $-4\delta_y$ 直後にスパイラル中間部で降伏が生じた。図-4・図-5に、両試験体の $7\delta_y$ 時のひび割れ状況および各漸増ピッチのピーク時における全変形量に対する材軸方向の回転分担率を示す。図中には、柱脚近傍で測定したせん断変形の成分（検長：UNIT-1=537mm、UNIT-2=465mm）も含まれる。各検長区間の変形分担率は、各縁ひずみ量から平均曲率を求め、それを用いて計算した変形を全体変形で除することにより算出した。同図より、測定値の安定した $3\delta_y$ 以降において、もし変形の90%（含：下部せん断変形）が想定ヒンジ領域によるものと仮定するのなら、両試験体のヒンジ長さはUNIT-1が $0.92D$ 、UNIT-2が $0.74D$ となる。なお、分担率中の下部せん断変形によるものは、平均値でUNIT-1が6.59%、UNIT-2が15.3%であった。

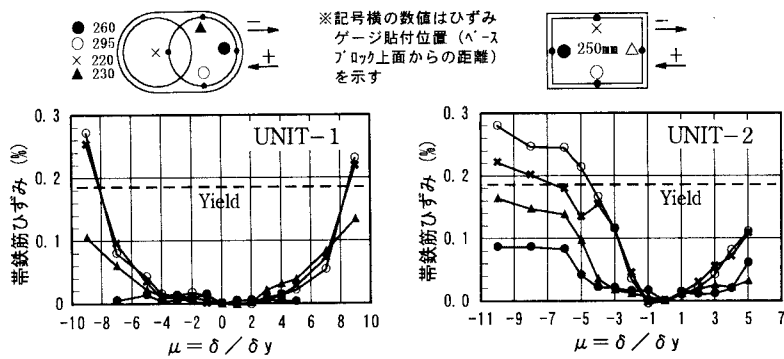


図-3 帯鉄筋のひずみ分布

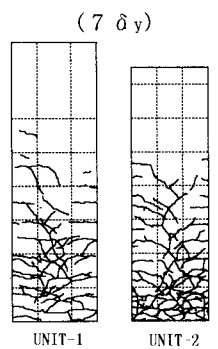


図-4 ひび割れ状況

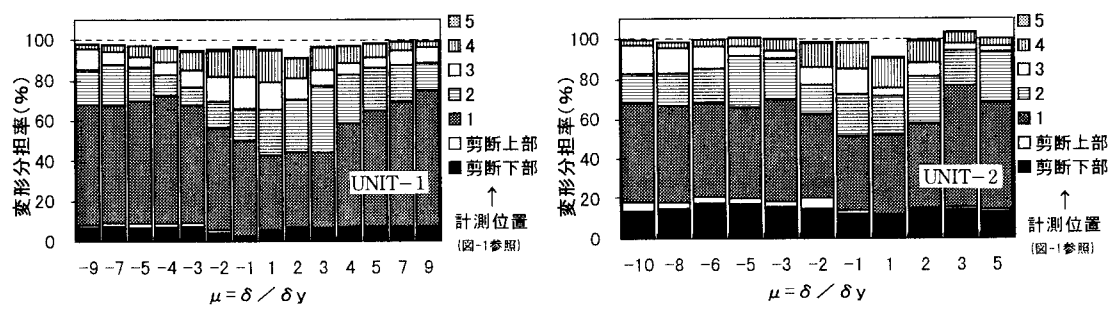


図-5 全変形量に対する材軸方向の回転分担率

4. まとめ

今回行ったパイロット実験から次に示す知見が得られた。すなわち、インターロッキングスパイラル鉄筋柱は高じん性域においても十分な変形性能を有し、耐力低下も僅かであった。このことは、インターロッキングスパイラル鉄筋は、矩形帯鉄筋等に必要となる中間帯鉄筋無しで十分な横方向拘束が可能になるということを示している。今後、せん断伝達メカニズムとインターロック部内側に配する軸方向鉄筋量との関係、および、スパイラル鉄筋中心間距離等種々の検討が必要である。

【参考文献】

- 1) "CALTRANS Structures Seismic Design References," Bridge Design Specification, State of California, Department of Transportation, Division of Structures, June 1990.