

楕円状に曲げた帯鉄筋を用いたインターロッキング式橋脚の塑性変形性能

独立行政法人土木研究所 正会員 ○星隈 順一
独立行政法人土木研究所 正会員 運上 茂樹
独立行政法人土木研究所 正会員 塩島 亮彦

1. はじめに

インターロッキング式橋脚は、我が国でも、近年実橋への適用が始められたところであるが¹⁾、今後さらに適用範囲を広めていくためには、我が国で多用されている幅広い長方形断面にも適用できるように発展させていく必要がある。そこで、著者らは、帯鉄筋の加工形状を楕円としてインターロッキング配筋とした新しい配筋方法（以下「楕円インターロッキング式配筋」という）を提案する。楕円インターロッキング式配筋を採用すれば、2連の楕円帯鉄筋を重ね合わせるだけで従来よりも幅広い長方形断面とすることができ、3連の円形帯鉄筋によるインターロッキング式配筋と比較しても、帯鉄筋量を減らすことができ、かつ、施工性も向上することが期待される。その一方で、帯鉄筋の形状を楕円とすることで円形帯鉄筋よりも拘束効果が低下することも懸念される。そこで、本研究では、楕円インターロッキング式配筋をした橋脚の塑性変形特性を正負交番載荷実験により検証し、従来のインターロッキング式橋脚の塑性変形特性²⁾との比較検証を行った。

2. 実験概要

本研究の実験に用いた供試体は、フーチング上面から載荷点までの高さが3010mmの単柱式鉄筋コンクリート橋脚模型であり、帯鉄筋の曲げ形状をパラメータとして3体製作した。これらの供試体の断面図を図-1に示す。IL供試体は、曲げ半径268mmで円形に曲げた帯鉄筋を重ね合わせてインターロッキング式配筋とした供試体である。隣り合う帯鉄筋の中心間隔は、帯鉄筋の曲げ半径の約1.5倍に相当する400mmとした。一方、OV-1及びOV-2供試体は、柱幅がそれぞれ1200mm及び1400mmであり、楕円状に曲げた2連の帯鉄筋を重ね合わせた楕円インターロッキング式配筋である。柱幅を変化させ、帯鉄筋の曲げ形状である楕円の長径も変わっており、偏平率はそれぞれ1.21及び1.43である。なお、OV-2供試体の柱幅は、仮にIL供試体にもう1連の帯鉄筋を加えて3連のインターロッキング式配筋とした場合の柱幅に相当している。軸方向鉄筋は、いずれの供試体ともD10の異形鉄筋を用い、軸方向鉄筋比が1.0%となるように本数を決定した。また、帯鉄筋にはD6の異形鉄筋を用い、柱高さ方向に75mm間隔で設置した。

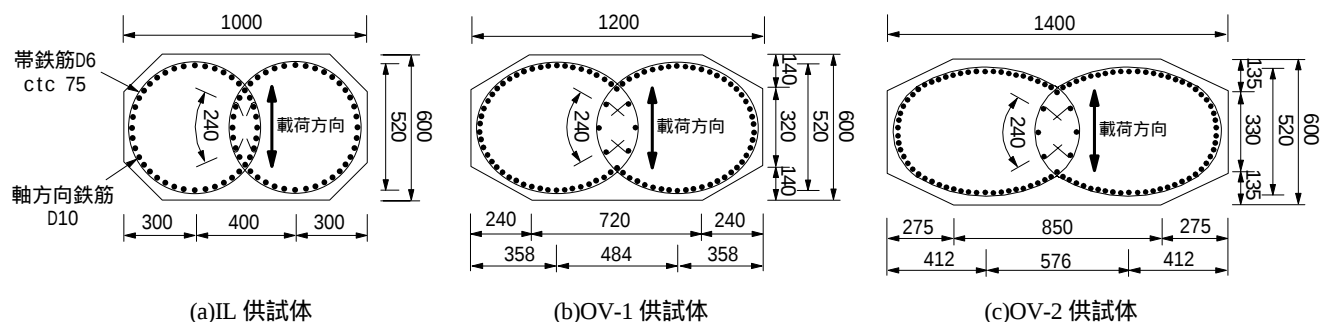


図-1 実験供試体の断面図

3. 水平力 - 水平変位の関係と損傷の進展

実験により得られた各供試体の載荷点における水平力 - 水平変位関係の履歴曲線を図-2に示す。IL供試体では、 $4\delta_y$ の変形の載荷までは水平ひびわれが生じている程度の損傷であり、 $5\delta_y$ の変形の載荷中に基部から高さ150mmまでの範囲においてかぶりコンクリートの剥離が生じた。そして、 $6\delta_y$ の変形を与えると、同範囲で軸方向鉄筋が座屈しながらかぶりコンクリートが大きく剥落し、損傷が内部へと進展した。ただし、この段階でのかぶりコンクリートの剥落は、圧縮側となる面全体で生じているのではなく、軸方向鉄筋が最外縁近くに配筋され、かぶり厚さが最も小さくなっている2箇所で顕著に生じており、帯鉄筋を重ねた領域では軸方向鉄筋の座屈は生じていなかった。

一方、断面幅が1200mmで楕円インターロッキング式配筋としたOV-1供試体では、水平ひびわれの進展が $5\delta_y$ の変形まで続き、 $6\delta_y$ の変形を載荷中に基部から230mmの範囲で軸方向鉄筋の座屈に伴ってかぶりコンクリートが剥落し

キーワード 幅広い長方形断面橋脚，インターロッキング式配筋，楕円帯鉄筋，塑性変形性能

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 独立行政法人土木研究所耐震研究グループ TEL 029-879-6773

た。また、断面幅を 1400mm まで広げた OV-2 供試体では、 $5\delta_y$ の変形の载荷において柱基部から 230mm の高さの範囲でかぶりコンクリートが剥離し始め、次の $6\delta_y$ の変形を载荷中にその範囲で軸方向鉄筋が座屈しかぶりコンクリートが剥落した。両供試体とも、IL 供試体と同様に、この段階でのかぶりコンクリートの剥落は圧縮側の面全体で生じているのではなく、軸方向鉄筋のかぶり厚さが最も小さくなっている 2 箇所が生じた。

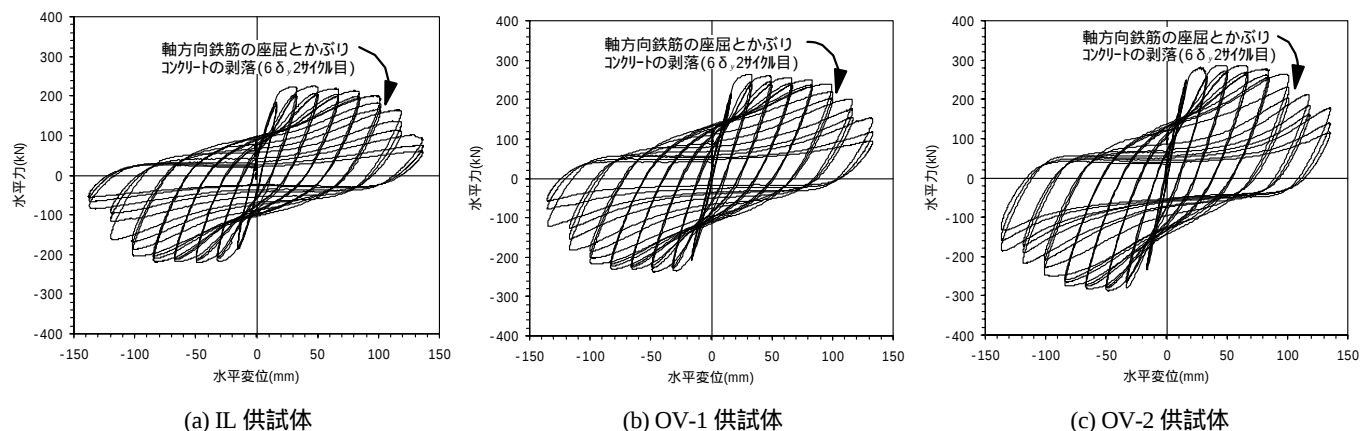


図 - 2 水平力 - 水平変位関係の履歴曲線

4．帯鉄筋の加工形状が塑性変形性能に及ぼす影響

上述したように、いずれの供試体とも $5\delta_y \sim 6\delta_y$ の変形を繰返し载荷中にかぶりコンクリートの剥離が生じ、 $6\delta_y$ の変形を繰返し载荷する段階で、軸方向鉄筋の座屈とそれに伴うかぶりコンクリートの剥落が生じた。水平力 - 水平変位関係を供試体間で相対的に比較できるようにするために、水平力を $1\delta_y$ の载荷において計測された水平力（降伏耐力）で無次元化した降伏耐力比を用いて比較した結果を図 - 3 に示す。これより、今回実験を行った楕円の偏平の範囲内であれば、楕円インターロッキング式配筋をした橋脚は従来からある円形帯鉄筋によるインターロッキング式橋脚と同等の塑性変形性能を有していると言える。

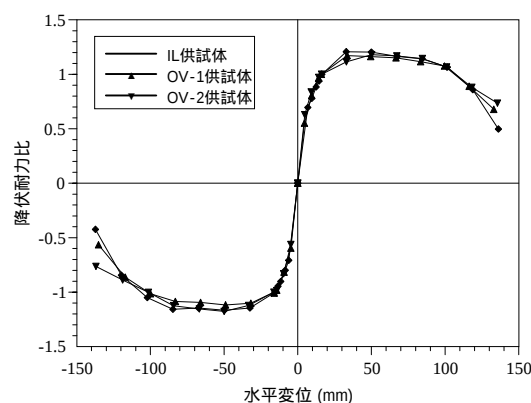


図 - 3 降伏耐力比 - 水平変位関係の比較

また、図 - 4 は、各供試体において、柱基部より高さが 37mm の断面から 357mm の断面の領域で計測した曲率の平均値と塑性率の関係を比較して示したものである。ここで、当該領域は曲げ塑性変形が生じた断面区間に概ね相当している。これより、塑性率と計測領域における平均曲率の関係はほぼ一致しており、塑性ヒンジ領域での挙動も同様であることが確認される。

5．まとめ

本研究では、楕円インターロッキング式配筋による橋脚構造を提案するとともに、帯鉄筋の曲げ加工形状である楕円の偏平率が 1.43 までの範囲内であれば、本橋脚構造の塑性変形性能は従来からある円形帯鉄筋によるインターロッキング式橋脚と同等であることを実験的に明らかにした。

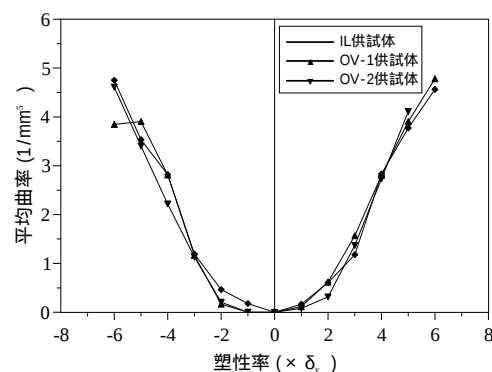


図 - 4 塑性ヒンジにおける曲率の比較

謝 辞

本研究は、(独) 土木研究所、(財) 土木研究センター、他民間 5 社による「高じん性コンクリート構造の配筋合理化技術に関する共同研究」の一環として実施したものであり、楕円インターロッキング式配筋、楕円帯鉄筋の曲げ加工方法、正負交番载荷実験計画については、著者らと東急建設株式会社の大滝健氏、岡本大氏（現在鉄道総合技術研究所）ならびに新日本製鐵株式会社の鈴木昭信氏の研究グループで協議しながら検討を行った。ここに、関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 水口和之、紫桃孝一郎、中村元、大橋岳：インターロッキング式橋脚の研究と開発、第 6 回地震時保有耐力法に基づく橋梁の耐震設計に関するシンポジウム、土木学会、pp.35-38、2003 年 1 月
- 2) 長屋和宏、運上茂樹：インターロッキング RC 橋脚の動的耐力、変形性能に関する実験的検討、第 25 回地震工学研究発表会、Vol.2、pp.709-712、1999 年 7 月