SD490 鉄筋を軸方向鉄筋に用いた橋脚の実用化に関する研究

住友建設株式会社　正会員　○浅井　洋
住友建設株式会社　正会員　永元　直樹
名古屋高速道路公社　正会員　飯田　宇朗

１．目的

都市内高速道路では一般道の中央分離帯など限られた敷地内に橋脚を建設する必要がある．この対策として橋脚柱の軸方向鉄筋に SD490 高強度鉄筋を使用することで合理的に断面を縮小し，コスト縮減効果も期待できる．名古屋高速における一般的な橋脚を試算した結果では，軸方向鉄筋比は 1.79%以上であり，横拘束筋体積比は約 1.8%であった．曲げ破壊型の橋脚模型実験[1)]より，軸方向鉄筋比を 1.67%確保すれば鉄筋は先行破断しないことが確認されているが，横拘束筋量が比較的多く，軸方向鉄筋を過度に拘束すると，塑性ヒンジ長が短くなり十分な変形を示さないで鉄筋破断に至ることが懸念される．本研究では，正負交番試験を行い次の３項目に着目し，SD490 を用いた橋脚を従来の耐震設計手法の延長で安全に設計できることを検証する．①保有水平耐力法（以下，保耐法）で算出された終局耐力および終局変位を模型試験体が有している．②終局時の試験体の損傷状況が従来と同程度である．③従来から使用されている静的非線形解析が SD490 鉄筋を用いた試験体の挙動を精度よく計算できる．

２．実験概要

橋脚模型試験体は，名古屋高速における一般的な橋脚の軸方向鉄筋を SD490 で計画した場合の軸方向鉄筋比および横拘束筋比とした．試験体の諸元を**表-1** および**図-1** に示す．試験体は同一形状の２体であり，No.1 試験体は一方向載荷とし，No.2 試験体は正負交番載荷とした．載荷は水平変位 δ_{y0} ごとに３回繰り返した．保耐法およびファイバーモデルによる静的非線形解析[2)]で使用した鉄筋の応力ひずみ曲線は**図-2** に示す値を用い，コンクリートは道示Ⅴに従った．両試験体は試験時の材齢が異なったことからコンクリート圧縮強度に差が生じた（No.1：40.3 N/mm^2，No.2：50.8N/mm^2）．

表-1　正負交番試験体諸元

寸法 (mm)	橋軸方向幅	700
	橋軸直角方向幅	513
	高さ	2955
軸方向鉄筋	本数－径	90-D10
	(mm^2)	6419.7
軸方向鉄筋比	(%)	1.79
帯鉄筋　径－間隔	(mm)	D6-31
横拘束筋体積比	(%)	1.82
基部軸力	(kN)	442
基部応力	(N/mm^2)	1.22
せん断支間比		5.76

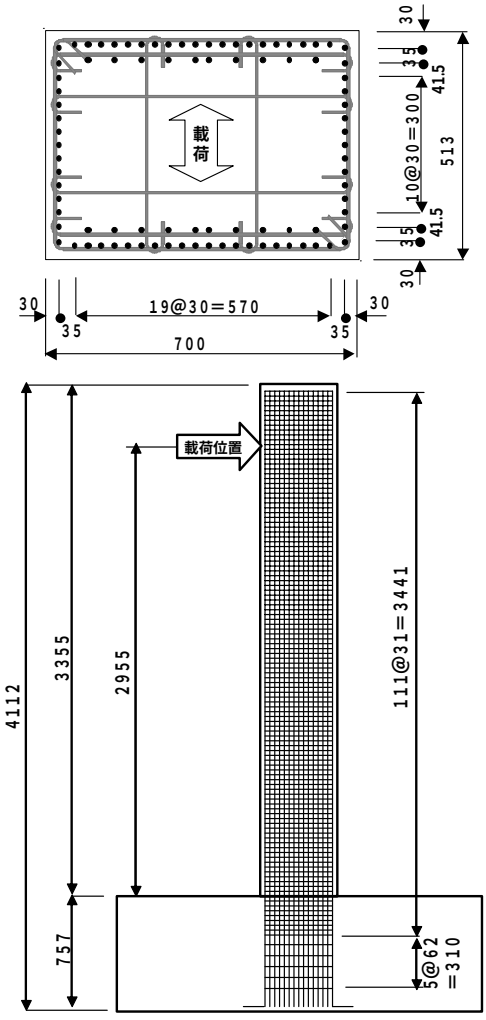

図-1　橋脚試験体形状

３．実験結果

骨格曲線を**図-3** に，No.2 試験体の P-δ曲線を**図-4** に示す．水平荷重は軸力による水平成分を補正し，水平変位はフーチングからの抜け出しの影響を補正した．

No.1 試験体の最大耐力は 351kN であり，水平変位 324mm で引張鉄筋の破断が認められ耐力低下を示した．No.2 試験体は $4\delta_{y0}$(127mm)で最大耐力 325kN を示し，$5\delta_{y0}$(165mm)で鉄筋が破断し耐力が低下した．No.2 の終局耐力は保耐法のタイプⅡ地震動に対する終局水平耐

キーワード　SD490 鉄筋，正負交番載荷，保有水平耐力法，静的非線形解析，塑性ヒンジ長
連絡先　〒329-0432　栃木県河内郡南河内町仁良川 1726　住友建設㈱技術研究所　ＴＥＬ0285-48-2611

力の 1.15 倍であり，終局変位は 1.52 倍であった．この結果より，保耐法による値を満足することが確認できた．

No.1 試験体の損傷状況は，圧縮側かぶりコンクリートは水平変位 60㎜ 程度でひび割れが発生し，徐々に剥離が進展した．引張側は曲げひび割れが 30～40㎜ 間隔で分散し，引張鉄筋が破断すると耐力が著しく低下した．No.2 試験体の破壊挙動は保耐法による終局限界程度でかぶりコンクリートが剥離し，鉄筋の座屈が確認された．さらに，水平変位を与えることで鉄筋が破断し耐力低下を示しており，従来と同等の破壊挙動を示していると言える．

No.2 の骨格曲線は $4\delta_{y0}$ に至るまで No.1 試験体と同じ履歴を示している．静的非線形解析による計算値もかぶりコンクリートが剥落する程度まで実験値をよく評価している．SD490 鉄筋を用いた場合にも従来計算手法で評価できることが確認できた．

次に，柱基部の鉛直方向変位から算出した曲率分布($4\delta_{y0}$)を**図-5** に示す．No.1 および No.2 試験体の曲率分布には顕著な差は認められない．道示では，曲率分布を面積が等価な矩形ブロックに置き換え，その高さを塑性ヒンジ長としている．本実験で求めた塑性ヒンジ長は両試験体ともほぼ同じであり，道示による計算値(257㎜)ともよく一致することから従来通りの塑性ヒンジ長が期待できると言える．

５．まとめ

(1)SD490 を軸方向鉄筋に用いた橋脚試験体は，現行保有水平耐力法の終局耐力および終局変位を満足する．
(2)破壊形態は，従来鉄筋を用いた場合と同等である．
(3)従来の計算手法により終局耐力まで精度よく評価できる．
(4)道示によって算出される塑性ヒンジ長が期待できる．
(5)軸方向鉄筋量を適切に確保すれば，現行の耐震設計手法の延長で設計を行っても安全である．

現在，SD490 と SD345 の座屈をともなった繰り返しによる破断寿命の差異を確認するため，鉄筋単体による疲労試験を実施している．

なお，本研究は，「高強度鉄筋コンクリート橋脚の適用検討」委員会（委員長　梅原秀哲名古屋工業大学教授）の一環として実施したものである．

参考文献

1)仲谷，木村，上田，山脇：高強度鉄筋 SD490 を使用した七色高架橋の計画と設計（下），橋梁と基礎，1999.12，pp.41-49
2)玉置，新井，板井，山崎：非線形解析プログラムの外ケーブル構造への適用と今後の標準化について，プレストレストコンクリート技術協会第５回シンポジウム論文集，1995.10

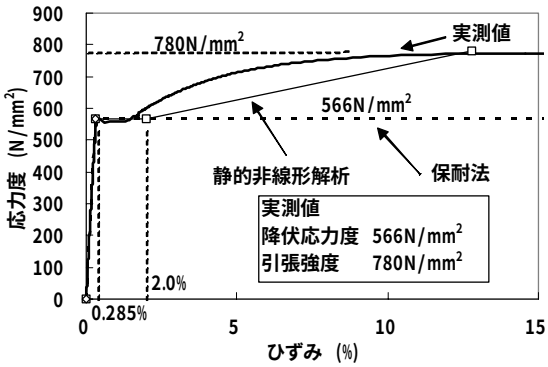

図-2　鉄筋の応力ひずみ曲線

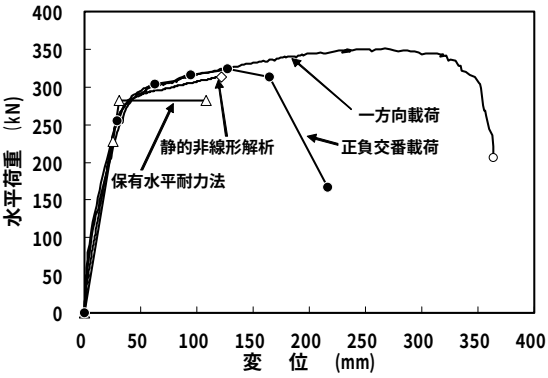

図-3　骨格曲線と計算値との比較

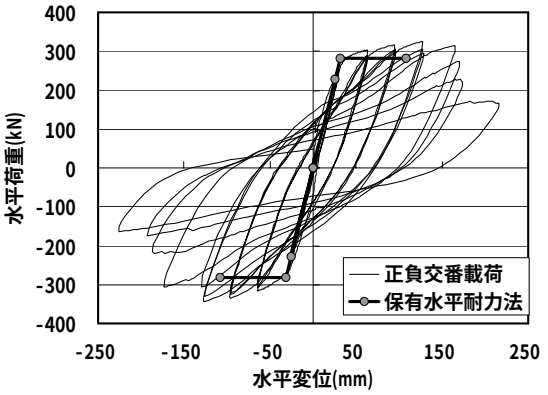

図-4　正負交番載荷 P－δ曲線

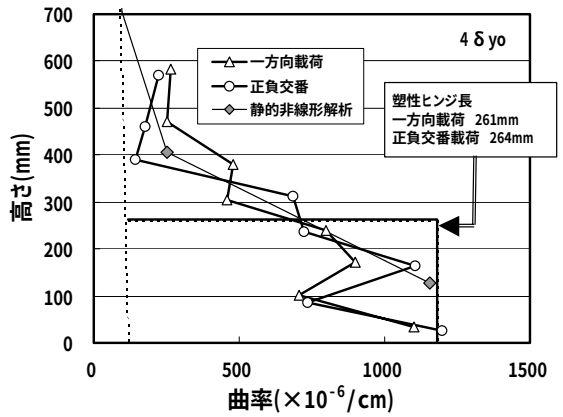

図-5　曲率分布と塑性ヒンジ長