

RC 中空箱形断面橋脚の水平耐荷力の FEM 解析

九州大学 学生員 熊部 淳

九州大学 正員 彦坂 照

九州大学 学生員 黄 玲

中央コンサルタンツ(株) 正員 柚 辰雄

1. 緒言

わが国では今後、橋脚高さが 40m 以上の高橋脚を有する橋梁の建設が多数予定されている。こうした高橋脚では、橋脚自身の重量の軽減を目的として中空断面の採用が見込まれる。本研究では、RC 中空箱形断面橋脚を二次元有限要素法で解析し、実験値と比較することによってこの解析法の RC 中空箱形断面橋脚に対する適用性調べ、さらに、帯鉄筋比、橋脚基部の断面形状、せん断スパン比に着目して、それらが RC 中空箱形断面橋脚の水平耐荷力に与える影響について考察する。

2. コンクリートの材料モデル

本研究における RC 構造物の二次元 FEM 解析では、主鉄筋、帯鉄筋をそれぞれ独立の構造要素として考慮し、コンクリートの応力-ひずみ関係を材料固有のものとして扱う。圧縮応力下のコンクリートは、初期降伏まで線形弾性材料と仮定し、その後は弾塑性理論を用いる。引張応力に関しては、最大主応力がコンクリートの引張強度を越えると主応力に直交するひび割れが発生し、その後は、ひび割れに垂直方向の要素剛性をひずみ軟化則に従って低下させることにより、その要素を直交異方性連続体として扱う分布ひび割れモデルを採用する。

3. 解析対象構造物、及び要素メッシュ

RC 中空箱形断面橋脚に関する載荷実験結果¹⁾が報告されている約 1/10 の縮小模型供試体 15 体の内、4 体を解析対象に選ぶ。

標準供試体 No.1：柱断面寸法 600×600mm の RC 中空箱形断面橋脚。構造諸元および配筋概要を図-1 に示しており、ハッチ部分が中空である。軸方向鉄筋は D6、柱基部の帯鉄筋は D4 を 35mm 間隔に配置。

供試体 No.3：標準供試体 No.1 の帯鉄筋間隔を 20 mm に狭め、帯鉄筋量を増加したもの。

供試体 No.10：標準供試体 No.1 の基部の断面形状を 1D 区間 (600mm) 中実にしたもの。

供試体 No.12：標準供試体 No.1 の橋脚高さを 1800 mm にしてせん断スパン比を 2.5 にしたもの。

コンクリートの設計基準強度は $\sigma_{ck}=300\text{kgf/cm}^2$ 、鉄筋は SD345 相当品であるが、解析における各強度および弾性係数は材料試験による値¹⁾を用いた。実験は一定軸力 $N=60f$ (軸応力度 30.0kgf/cm^2) の下で水平交番載荷により行われているが、解析における水平加力は単調漸増載荷である。供試体 No.1 の解析に用いた有限要素メッシュを図-2 に示す。コンクリートには定ひずみ三角形要素を、鉄筋には一次元棒要素を用いた。

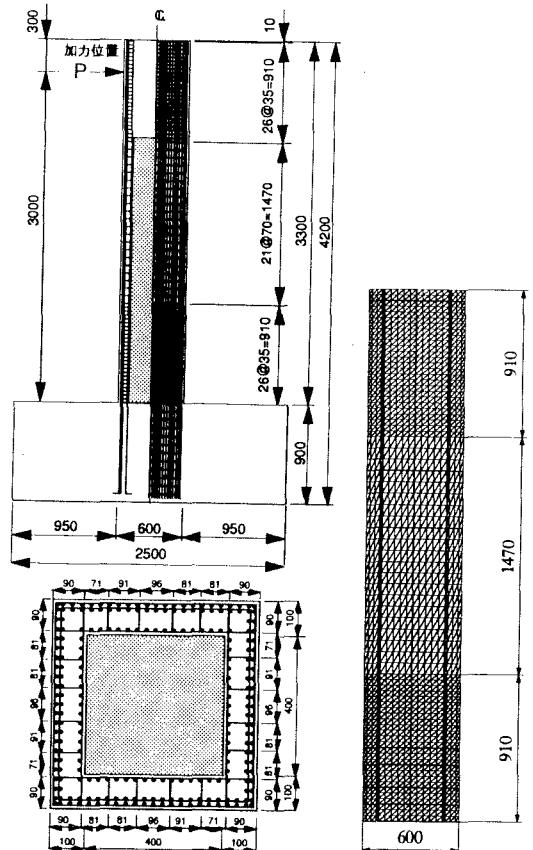


図-1 構造諸元及び配筋図(単位: mm)

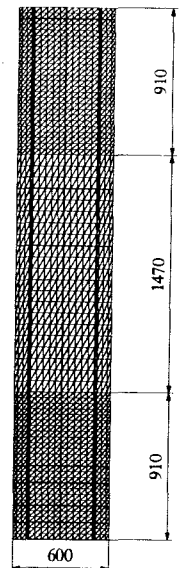


図-2 要素メッシュ

4. 解析結果および考察

供試体 No.1, No.3, No.10, No.12 の載荷点の水平荷重—変位曲線の解析結果を実験値（包絡線）と比較すれば、図-3 の通りである。本解析法により RC 中空箱形断面橋脚の保有水平耐力を精度良く把握できるが、解析モデルに圧縮鉄筋の座屈が考慮されていないため、実験の終局時に見られる耐力低下をシミュレートすることはできない。帯鉄筋の量を増加させた供試体 No.3、及び橋脚基部 1D 区間（600mm）を中実にした供試体 No.10 の水平耐力は、標準供試体 No.1 の水平耐力と同程度であるが、実験値より、共に靱性は向上しており、特に No.3 においてその効果が著しいと言える。せん断スパン比を小さくした供試体 No.12 は標準供試体 No.1 と比べて水平耐力は大きく向上しているが、靱性が著しく低下している。図-4 は、荷重—変位曲線上の水平荷重 26.4tf における解析によるひび割れパターンを示したものである。供試体 No.3 は帯鉄筋の増量により No.1 に比べてひび割れの伸展が抑えられているが、曲げひび割れが橋脚下端付近に集中する傾向にある。供試体 No.10 は断面が中空から中実に変化した部分のひび割れが少なくなっている。図-5 は各供試体の水平荷重 26.4tf における解析による引張鉄筋のひずみ分布を示したものであり、この結果からもひび割れパターンと同様のことが言える。

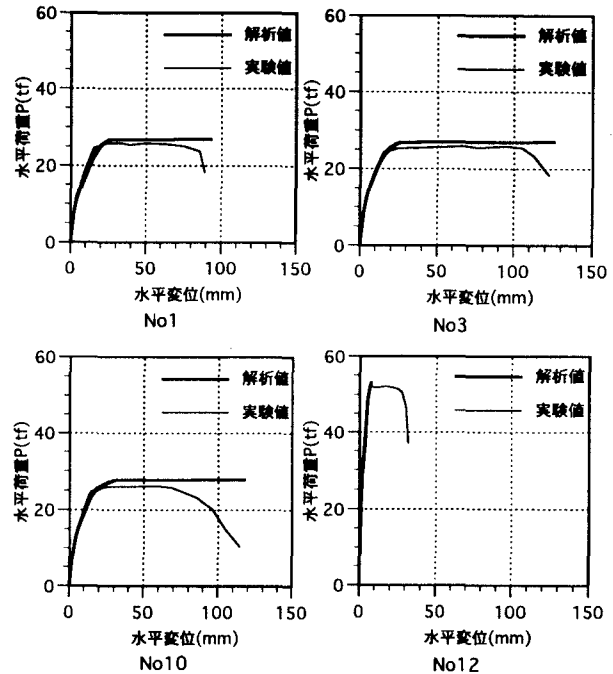


図-3 荷重—変位曲線

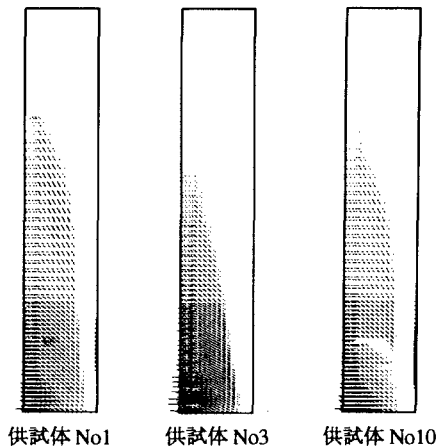


図-4 ひび割れパターン(P=26.4tf)

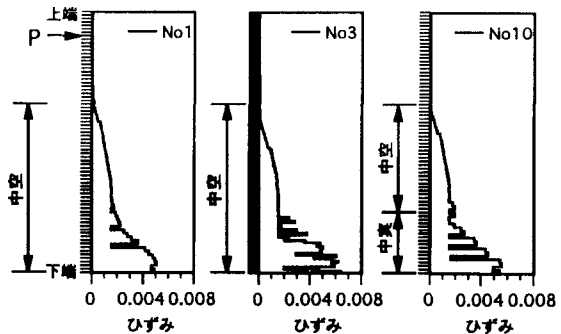


図-5 引張鉄筋のひずみ分布(P=26.4tf)

[参考文献] 1)高橋脚橋梁の耐震設計法に関する検討(中空断面橋脚の模型実験結果中間報告),財団法人高速道路技術センター,平成8年3月 2)黄玲他:鉄骨鉄筋コンクリート中空箱形断面橋脚の地震時水平耐力と耐震補強,九州大学工学集報,平成8年11月