

京都大学工学部 正員 家村 浩和
大阪市建設局 正員 藤澤 悟

立命館大学理工学部 正員 伊津野和行
京都大学大学院 学生員 高橋 良和

1. はじめに

日本の国土全体を結ぶ高速道路網を建設する場合、日本の国土のほとんどが山岳部であることを考えると高速道路の高速性、安全性を確保するためには、線形が十分緩やかなものでなければならず、高橋脚橋梁が必要となる。その際、必要な剛性を合理的に確保することが必要であり、上部に空洞を有する中空断面橋脚が採用されることが多い。本研究では、まず中空断面を有する R C 高橋脚の曲げ変形性能をファイバーモデルにより解析照査した。次に鉄筋量などの異なる各断面ごとに多自由度曲げ要素モデルを作成し、関東地震規模を想定した保有耐力レベルの地震波（Ⅱ種地盤）に対する全体モデルの弾塑性地震応答解析を行った。

2. 中空断面高橋脚の弾塑性地震応答解析

本研究の解析対象モデルは、図 1 に示す 3 径間連続ラーメン橋における中空断面高橋脚である。本橋脚は高さ 0m - 25m までは中実部で高さ 25m - 90m までは中空部となっている。また、高さ 6.5m, 12.5m, 28.5m の各断面で主鉄筋（SD345）の段落としを行っている。また、橋軸直角方向のみ配筋している。今回弾塑性地震応答解析で使用するプログラムは、各断面のモーメント-曲率関係を必要とする。弾塑性バネモデルでは、軸力の影響を考慮することは困難である。そこで、モーメント-曲率関係を求める為にファイバーモデル解析を行う。コンクリートの応力ひずみ関係は Kent, Park モデルを用いた。橋脚を断面分割して、これらの応力ひずみ関係を用いることにより橋脚各断面のモーメント-曲率関係を算出した。この結果を用いて、図 2 のような弾塑性バネモデルでモデル化した橋脚モデルに対し、地震応答解析を行った。

3. 解析結果

本解析対象のようなモデルについては、中空部と中実部における接合部の挙動が重要であると考えられる。そこで、5 自由度系モデル（図 3）に対して行った解析について検討する。このモデルは、基本的に中空部と中実部の接合部や鉄筋の段落とし部といった、断面形状の変化する点で部材を分割しているモデルである。まずモーメント-曲率応答曲線（図 4）を見てみると、ループを描いていることからこの部分でエネルギーが消費され、履歴減衰を生じていることがわかる。また、ここで注目すべきことは同じ高さにおいてもループ形状が大きく異なっていることである。中空部と中実部の接合部において中空部側が大きくループを描いているのに対して、中実部側

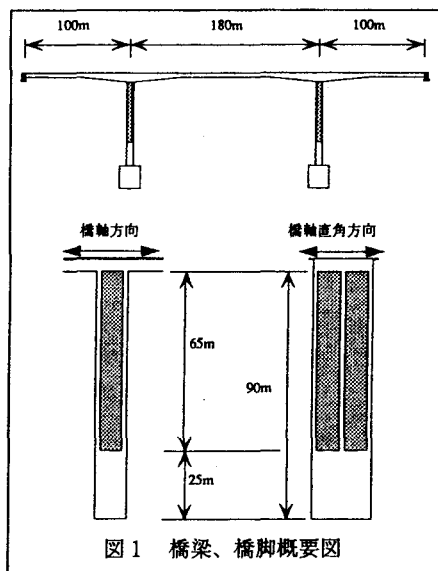


図 1 橋梁、橋脚概要図

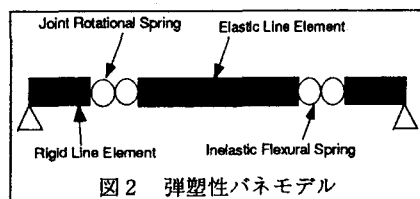


図 2 弾塑性バネモデル

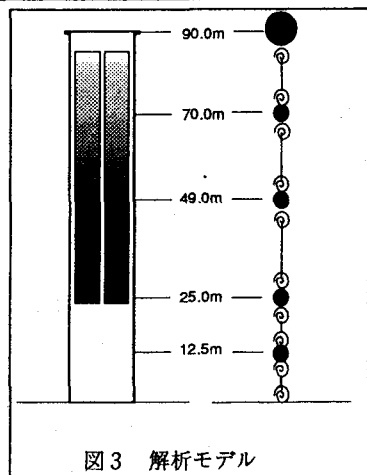


図 3 解析モデル

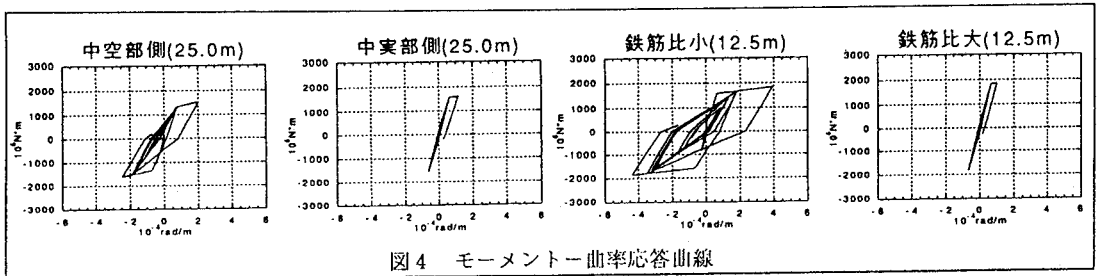


図4 モーメントー曲率応答曲線

ではあまりループを描いていない。これは中空部側に塑性変形が集中していることを示している。また、中実部においても鉄筋の段落とし部において、鉄筋量の少ない側に塑性変形が集中していることがわかる。また、エネルギー吸収について見てみると、それぞれの点でエネルギー吸収量が異なっていることから、塑性変形の集中を読みとることができる。一方、鉄筋量が変わっていない質点の両端においてはエネルギー吸収量に大差は見受けられない。次に絶対加速度応答について検討する。入力地震波はⅡ種地盤用地震波（図5）で最大値が400 galを越えるのに対して、天頂部での最大応答加速度（図6）は202 galとなっており、地震力が大きく低減されていることがわかる。曲率靱性率（最大応答曲率 / 降伏曲率）による評価でも（図7）、中空部と中実部の接合部や鉄筋の段落とし部における影響を読みとることができる。また地震時において、RC構造物に生じる損傷を評価する指標は現在まで色々提案されているが、この損傷度指標として曲率靱性率を見た場合、中空部よりも中実部で大きくかなりの損傷を生じたと判定されるため、橋軸直角方向のみの配筋では耐震的に危険であるといえる。

4. 結論

モーメントー曲率応答をみると、中空部と中実部の接合部や鉄筋の段落としにおいて、塑性変形の集中が見られる。特に鉄筋の段落としの影響がかなり大きいことがわかる。今回、橋軸直角方向のみの配筋では中実部で破壊が進行したので、接合部にはそれほど大きな破壊は見られなかったが、中実部の剛性をあげた場合、接合部に塑性変形が集中する恐れがあるので注意が必要である。

【参考文献】

- 1) S. Otani, Sake, a computer program for inelastic response of R/C frame to earthquakes. Research Report UILU-ENG-74-2029, Illinois University, November 1974.
- 2) T. Takeda, M.A. Sozen, and N.N. Nielsen, Reinforced concrete response to simulated earthquakes, 第2回日本地震工学シンポジウム講演集, November 1970.
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編、平成2年2月

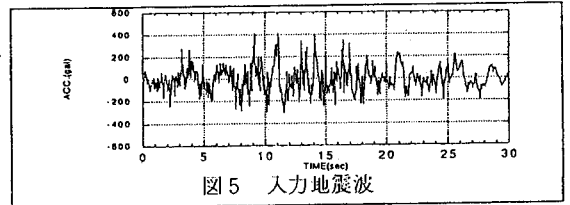


図5 入力地震波

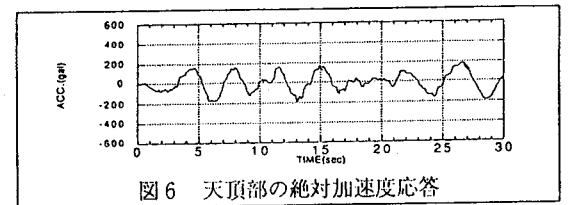


図6 天頂部の絶対加速度応答

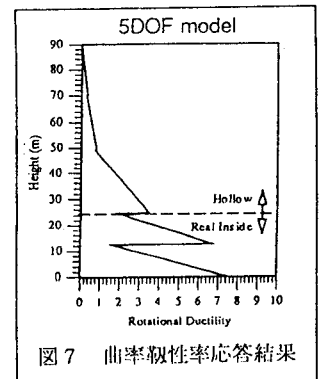


図7 曲率靱性率応答結果