

第I部門 免震補強された橋脚の地震時挙動に及ぼす支持地盤の影響

京都大学大学院工学研究科 正会員 清野純史
京都大学大学院工学研究科 正会員 小野祐輔
京都大学工学部 学生員 ○稲葉隆司

1. はじめに

兵庫県南部地震以降既存の橋梁に対して免震支承を用いた補強が急速に実施されてきたが、基礎構造物の影響を考慮して設計される事例は少ない。しかし、免震橋は本来、地盤-基礎-橋脚-免震支承-上部構造が相互に複雑に影響を及ぼし合うものである。そこで、本研究では、免震補強された道路橋を対象として、支持地盤・杭基礎を含めた全体系を三次元有限要素法により解析し、基礎固定した構造物との解析結果の比較を行うことで、支持地盤と構造物の動的相互作用の影響を検討する。

2. 三次元有限要素法による地震応答解析

本研究では、三浦ら¹⁾によって開発された三次元有限要素法解析コード7S3を用いて解析を行った。7S3では、地盤の材料非線形特性には弾-完全塑性モデルが用いられており、地盤の降伏条件として、Drucker-Pragerの降伏基準が用いられている。

本研究での解析対象構造物²⁾を図-1に示す。解析モデルは杭、フーチング、橋脚、免震支承、上部構造物の部材と各種地盤によって構成されている。本研究に用いた解析の解析メッシュを図-2に示す。地盤の幅(X)、奥行き(Y)、深さ(Z)はそれぞれ60m、30m、32mである。計算時間の短縮化のため、 Y 方向の半分を解析対象をし、切断面においては Y 方向の変位を拘束した。杭は16本杭で、三次元梁要素モデルを用いた。また、橋脚及び支承部にはばね要素モデルを用いた。地盤モデルは、図-3に示すように、地表面から支持層まで32mあり、5層に分かれている。また、地盤の特性は第三種地盤の軟弱地盤である。時刻歴応答解析に用いる減衰特性は、Rayleigh減衰とする。入力地震動としては図-4に示す1995年1月17日の兵庫県南部地震の際にポートアイランドのG.L.-83mの地点において観測された地震波を用い、NS成分を X 方向に基盤面に1方向入力した。

3. 三次元有限要素法による全体系の解析結果

免震支承の有無による橋脚及び上部構造物での加速度及び変位応答の比較を図-5に示す。橋脚部では免震化することで加速度及び変位応答はともに低減されている。

4. 基礎固定2自由度モデルとの比較

前節で解析した全体系モデルと橋脚及び上部構造物のみの基礎固定2自由度モデルとを比較する。入力波は、地盤のみで解析したケースの地表面での加速度応答と、地盤+杭基礎で解析したケースのフーチング天端中央部での加速度応答の二種類を用いた。この入力波をそれぞれB0波、B1波とする。橋脚部及び上部構造物の加速度応答の比較を図-6に示す。FEM 3Dは全体系モデルの応答、B0 waveはB0波を入力した基礎固定モデルの応答、B1 wave

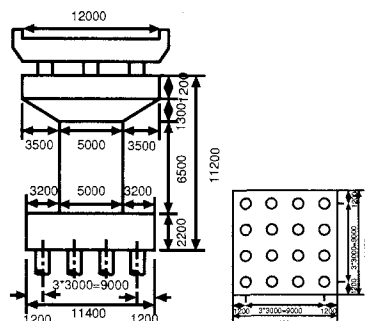


図 1: 解析対象構造物

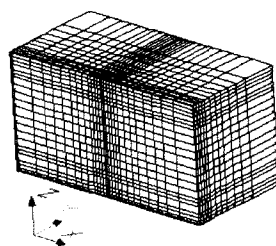
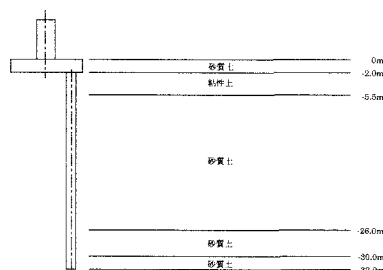


図 2: 有限要素解析メッシュ



(a) 地盤

図 3: 地盤モデル

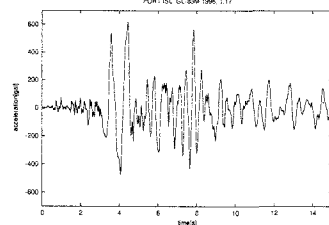


図 4: 入力地震動

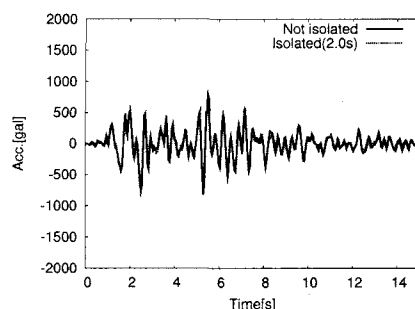
はB1波を入力した基礎固定モデルの応答を表している。B1波を入力したモデルと全体とでの加速度応答に位相差はないが、B0波を入力したモデルでは多少のずれが生じる。

橋脚部において、固有周期1.0秒でB1波を入力した基礎固定モデルに対して、全体系モデルの振幅は最大値で約3割低減されている。また、B0波入力に現れている高振動数成分がB1波入力では現れていないが、それは基礎構造物による入力損失の影響だと考えられる。

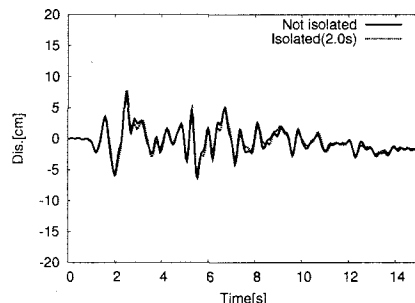
上部構造物について見ると、B1波を入力した基礎固定モデルに対して、全体系モデルの振幅は最大値で約2割低減されている。これより、全体系モデルで解析することでより合理的な設計ができると考えられる。

5. 結論及び今後の課題

本研究では、免震補強された橋脚を対象として、三次元有限要素法により支持地盤を含む全体系の解析を行い、杭基礎の存在を考慮しないモデルと比較することで、上部構造物への影響を検討した。これにより、全体系モデルで解析した方がより合理的な設計ができることがわかった。しかし、本研究では入力地震動が一種類であり、免震支承の減衰機構も一種類しか検討されていない。今後はこれとは異なる性質の地震動を用い、免震支承の減衰機構も他の種類で検討することが課題である。



(a) 橋脚部での加速度応答



(b) 橋脚部での変位応答

図 5: 免震支承の有無による応答の比較

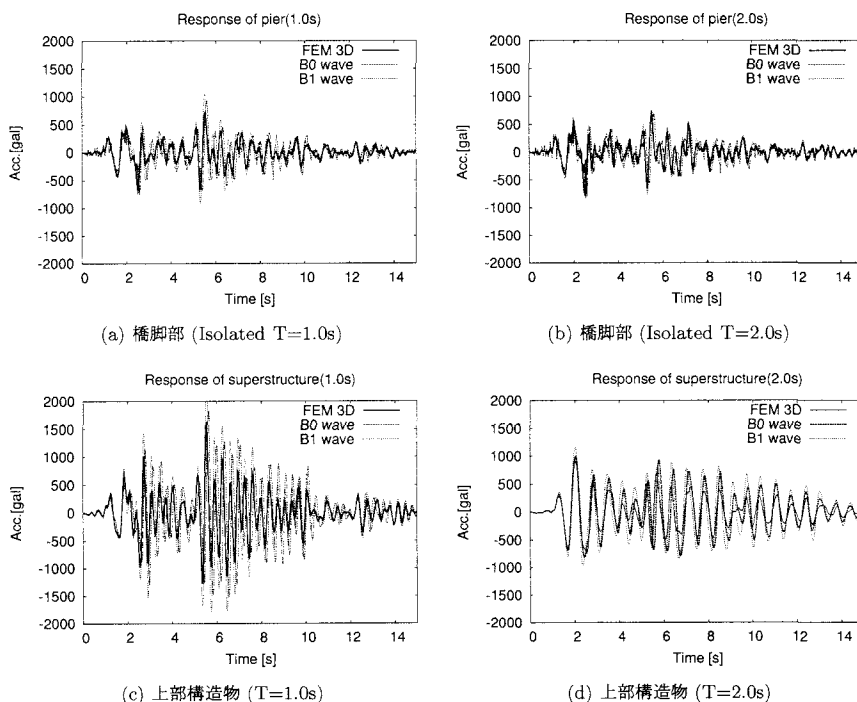


図 6: 2 自由度系と全体系との加速度応答の比較

参考文献

- 1) 三浦房紀・沖中宏志: 仮想仕事の原理に基づく粘性境界を用いた三次元構造物-地盤系の動的解析手法, 土木学会論文集, No.404, -11, pp.395~404, 1989
- 2) 大塚久哲: 最新地中・基礎構造物の耐震設計, 九州大学出版会, 2001