

橋脚－基礎－地盤系に対する骨組モデルの適用性に関する一考察

(株) 構研エンジニアリング 正会員 ○京田 英宏
 (株) 構研エンジニアリング 正会員 加藤 剛
 (独) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 佐藤 京

(株) 構研エンジニアリング 正会員 伊藤 雄二
 (独) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 西 弘明
 室蘭工業大学 フェロー 岸 徳光

1. はじめに

本研究では、橋梁構造物の橋脚－基礎－地盤系を対象として、三次元骨組モデルおよび三次元有限要素モデルによる線形動的応答解析を実施し、地盤を含めた振動系への骨組モデルの適用性について検討を行った。

2. 解析対象

図－1には、解析対象の橋脚－基礎－地盤系の概要図を示している。橋脚形式は耐震壁を有する RC ラーメン橋脚、基礎形式は井筒部 12.5m、脚部 28.5m の脚付き型の鋼管矢板基礎である。井筒部は長杭と短杭の計 46 本、脚部は長杭 30 本からなる。杭径はすべて $\phi 812.8\text{mm}$ である。また、地盤種別はⅢ種である。

3. 解析概要

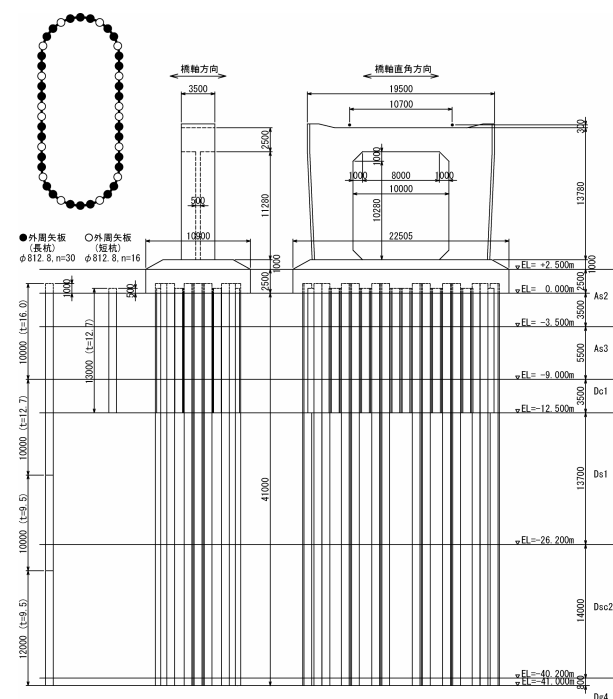
3.1 解析モデル

図－2には、三次元骨組モデルの要素分割状況を示している。解析モデルは、橋脚と基礎をはり要素、地盤を質点とせん断ばねでモデル化し、基礎のはり要素の節点と地盤の質点とを相互作用ばねで連結した連成モデルである。また、底版は剛体要素、鋼管矢板の継手は隣接する杭を剛体連結することによりモデル化している。地盤領域は橋軸直角方向底版幅の 5 倍とし、この領域の質量およびせん断剛性を杭の総本数で等分割し、各杭に分担させている。なお、地盤の同一深さの質点は剛体連結している。相互作用ばねの値は、道路橋示方書に基づいて杭の水平方向地盤反力係数を用いている。

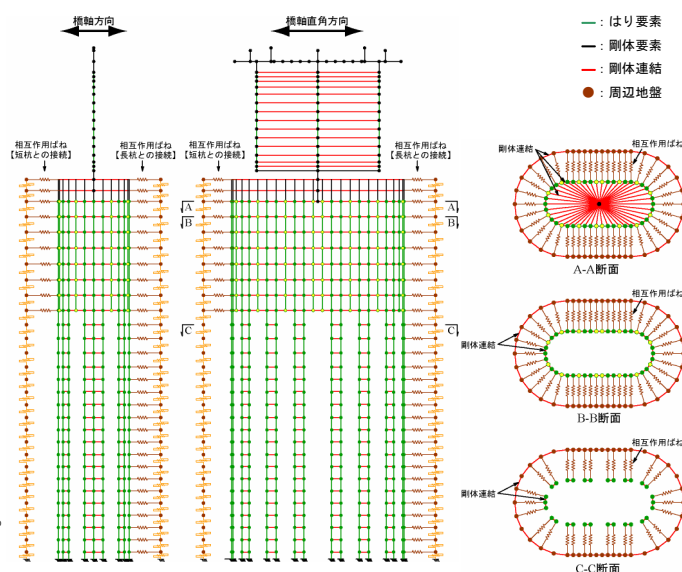
境界条件は、解析モデルの下端を完全固定としている。橋梁上部構造質量は、橋脚天端に集中質量で与えている。

図－3には、三次元有限要素モデルの要素分割状況を示している。解析モデルは、対称性を考慮し 1/2 モデルとし、底版および地盤には 8 節点ソリッド要素、杭には 4 節点シェル要素を用いている。鋼管矢板の継手は隣接する杭をシェル要素で接合することにより考慮している。また、地盤領域は骨組モデルと同様、橋軸直角方向底版幅の 5 倍に設定している。

境界条件は、杭下端および地盤領域下面を完全固定、対称面を対称条件とし、地盤領域側面は鉛直変位を拘束している。橋梁上部構造質量は、橋脚天端の支承位置に対してシェル要素を用いて与えている。



図－1 橋脚－基礎－地盤系 概要図



図－2 骨組モデル

キーワード 骨組モデル、有限要素モデル、動的応答解析、鋼管矢板基礎

連絡先 〒065-8510 札幌市東区北 18 条東 17 丁目 1 番 1 号 (株) 構研エンジニアリング 橋梁部 TEL.011-780-2816 FAX.011-785-1501

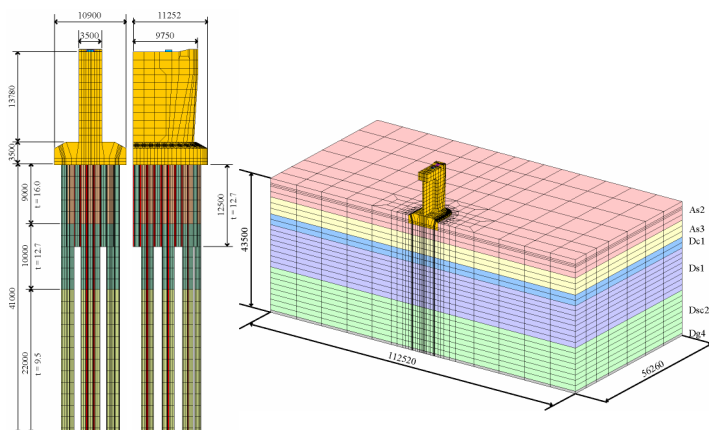


図-3 有限要素モデル

3.2 解析条件

物性値については、橋脚および基礎は設計値を使用し、地盤領域は地質調査結果に基づいた値を設定している。

動的応答解析は線形、入力方向は橋軸方向としている。骨組モデルには Newmark- β 法 ($\beta=1/4$) を適用し、減衰は Rayleigh 型として 1 次および 2 次の固有振動数に対し $h=5.0\%$ を与えている。一方、有限要素モデルにはモード重ね合わせ法を適用し、減衰は質量比例型として 1 次の固有振動数に対し $h=5.0\%$ を与えている。

入力地震動は、発生メカニズムの異なる、プレート間の 2003 年十勝沖地震、スラブ内の 1993 年釧路沖地震、直下型の 2004 年留萌の地震、の 3 波形を選定している。何れも基盤面で観測された波形の最大加速度を 100gal に調整している。図-4には、入力地震動を示している。

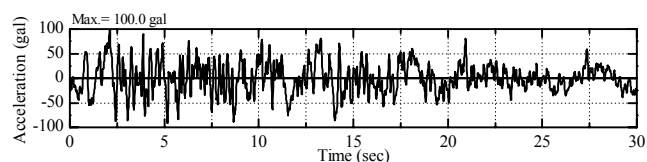
4. 解析結果

図-5には、橋軸方向入力時の橋脚天端における相対応答加速度波形および相対応答変位波形を、骨組モデルと有限要素モデルを比較して示している。

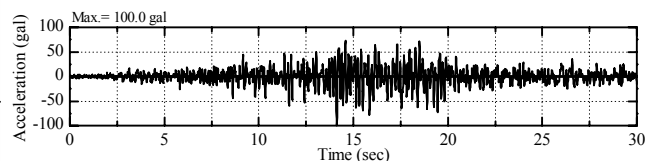
まず、相対応答加速度波形については、3 つの地震動の何れも骨組モデルと有限要素モデルの応答性状は概ね一致しているものの、その最大振幅には地震動によって差異が確認できる。この解析モデルの違いにより加速度レベルに差が生じる一因として、入力地震動の振動特性の違いや高周波成分の影響等が考えられる。一方、相対応答変位波形については、何れの地震動も骨組モデルと有限要素モデルの応答性状ならびに振幅レベルが良く一致していることが分かる。

5. まとめ

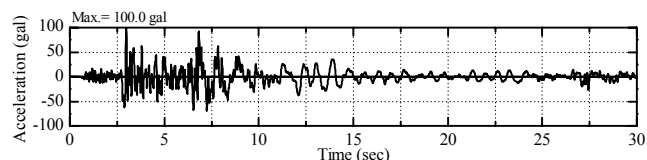
橋脚および基礎をはり要素、地盤を質点とせん断ばねでモデル化し、基礎と地盤とを相互作用ばねで連結した骨組モデルにより、有限要素モデルによる線形動的応答解析を概ね再現可能であることを確認した。



(a) 2003 年十勝沖地震 (プレート間地震)

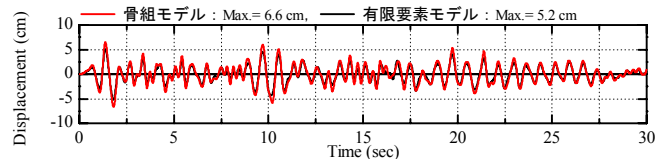
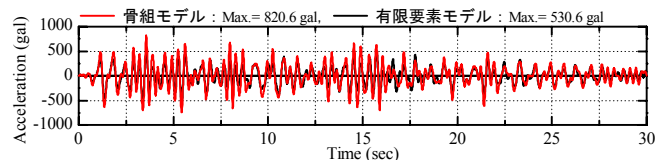


(b) 1993 年釧路沖地震 (スラブ内地震)

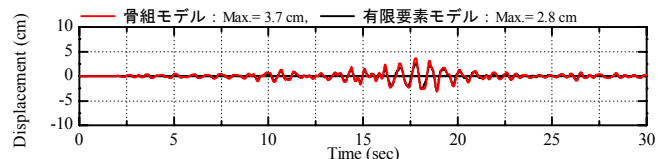
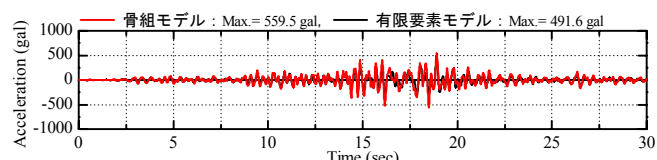


(c) 2004 年留萌の地震 (直下型地震)

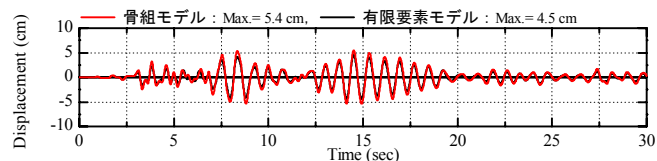
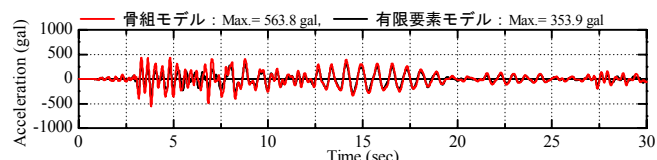
図-4 入力地震動



(a) 2003 年十勝沖地震



(b) 1993 年釧路沖地震



(c) 2004 年留萌の地震

図-5 橋脚天端 応答波形 (上段: 加速度, 下段: 変位)