

周辺地盤の影響を考慮した鋼管矢板基礎の振動特性に関する一考察

(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
 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
 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固有値解析ならびに線形時刻歴応答解析を実施し、骨組モデルの適用性について比較・検討を行った。

2. 解析対象

図-1には解析対象である橋梁基礎の概要図を示している。井筒部 12.5m、脚部 28.5m、全長 41.0m の脚付き型鋼管矢板基礎である。平面形状は小判型である。井筒部は長杭 30 本、短杭 16 本の計 46 本で構成され、脚部は長杭 30 本である。また、杭径は $\phi 812.8\text{mm}$ 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。本解析モデルは、基礎構造および周辺地盤から構成されており、基礎構造は梁要素、周辺地盤は質点とせん断ばねでモデル化し、梁要素と質点を相互作用ばねにより連結した連成モデルである。底板は剛要素としている。鋼管矢板の継手部は、隣接する杭を剛体連結することにより考慮している。周辺地盤領域は、橋軸直角方向底板幅の 5 倍 ($112.52\text{m} \times 112.52\text{m}$) とし、この地盤領域の質量およびせん断剛性を杭本数で等分割し、各杭に分担させている。なお、地盤がせん断層として一体で挙動するように、同一深さの質点は剛体連結している。また、相互作用ばねのばね定数は、道路橋示方書^{1),2)}に基づき杭の水平方向地盤反力係数を用いている。境界条件は、杭下端および周辺地盤下端を完全固定としている。また、基礎が支持する橋梁上下部構造の質量は底板上面に集中質量として与えている。

図-3には、三次元有限要素モデル（橋軸方向地震動入力時）の要素分割状況を示している。本解析モデルは、対称性を考慮した 1/2 モデルとし、杭には 4 節点シェル要素、底板および地盤には 8 節点ソリッド要素を用いている。鋼管矢板の継手部は、隣接する杭をシェル要素で

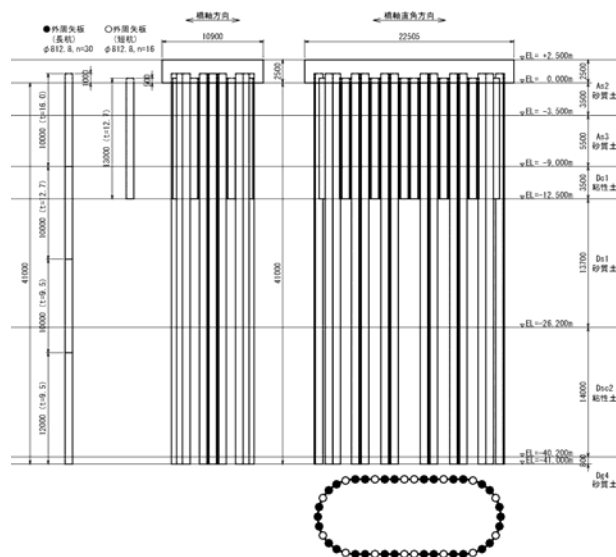


図-1 基礎 概要図

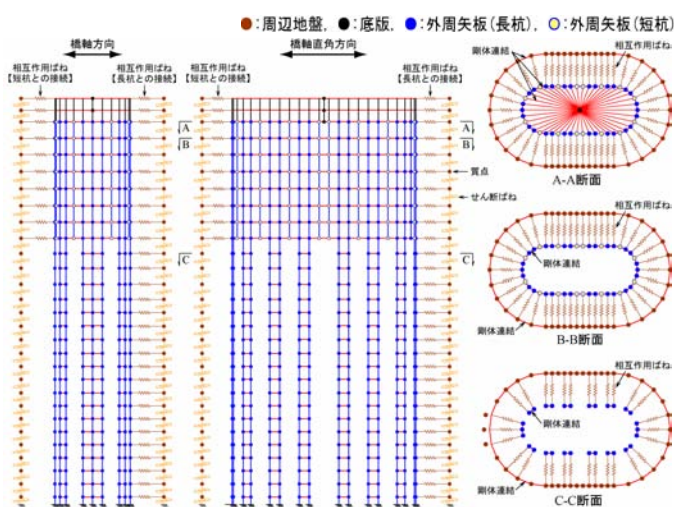


図-2 骨組モデル

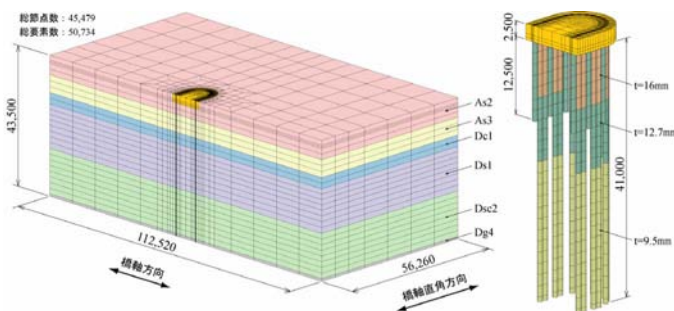


図-3 有限要素モデル（橋軸方向地震動入力時）

キーワード 骨組モデル、有限要素モデル、鋼管矢板基礎、時刻歴応答解析

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

接合することにより考慮している。また、周辺地盤領域は骨組モデルと同様、底版幅の5倍に設定している。

境界条件は、杭下端および周辺地盤下面を完全固定、対称面を対称条件とし、周辺地盤側面は鉛直変位を拘束している。また、基礎が支持する橋梁上下部構造の質量は、底版上面にシェル要素を用いて付加している。

なお、物性値については、基礎構造は設計値を使用し、周辺地盤は地質調査結果に基づいて設定している。

3.2 解析条件

解析は、直接積分法による線形時刻歴応答解析とした。骨組モデルについては、Newmark β 法を適用し、 $\beta = 1/4$ 、積分間隔 0.01 秒に設定している。減衰は Rayleigh 型とし、1 次と 2 次の固有振動数に対して $h=5\%$ を与えた。一方、有限要素モデルについては、陽解法を適用し、積分間隔は Courant 条件を満足させている。減衰は質量比例型とし、1 次の固有振動数に対して $h=5\%$ を与えた。

図-4には、線形時刻歴応答解析の入力地震動を示している。入力地震動は、2003 年十勝沖地震の際に一般国道 336 号十勝河口橋の基盤で観測された加速度波形の最大加速度を 100gal に振幅調整したものである。

4. 解析結果

表-1には、1 次と 2 次の固有振動数を示している。何れの振動方向においても、解析モデルによる差は見られず、良く一致していることが分かる。

図-5には、橋軸方向地震動入力時の底版上面位置の応答波形について、骨組モデルおよび有限要素モデルを比較して示している。ここで、軸方向応力波形は杭体に最大応力が発生する杭下端の要素から抽出している。

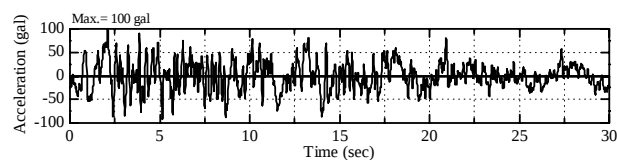
まず、応答加速度波形について考察する。応答性状は概ね一致しているが、振幅レベルには差異が見られる。一方、応答速度および応答変位波形については、応答性状ならびに振幅レベルが大略一致している。

次に、杭下端要素の軸方向応力波形について考察する。骨組モデルは有限要素モデルに比して最大振幅が若干大きいものの、応答性状については良く一致している。

なお、橋軸直角方向載荷時においても、橋軸方向載荷時と同様の結果が得られている。

5. まとめ

本研究により、基礎構造を梁要素、地盤を質点とせん断ばねでモデル化し、基礎と地盤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時刻歴応答解析を概ね再現可能なことが明らかとなった。

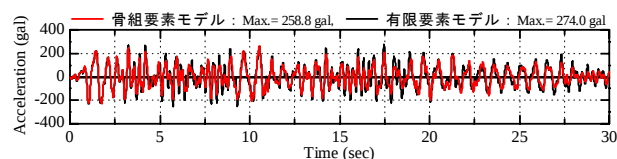


(a) 底版上面 応答加速度波形

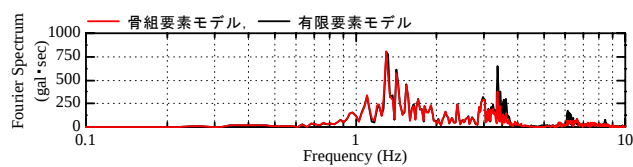
図-4 入力地震動

表-1 固有振動数一覧

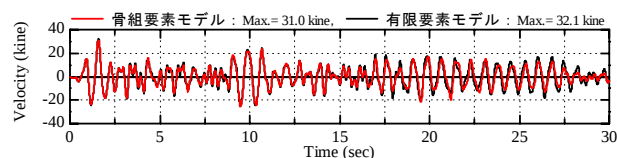
モード次数	振動数 (Hz)			
	橋軸方向		橋軸直角方向	
	骨組モデル	有限要素モデル	骨組モデル	有限要素モデル
1	1.25	1.25	1.25	1.26
2	3.44	3.44	3.45	3.45



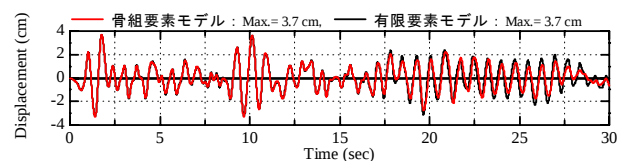
(a) 底版上面 応答加速度波形



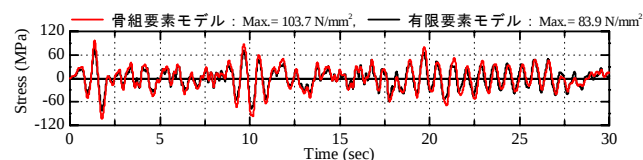
(b) 底版上面 応答加速度のフーリエスペクトル



(c) 底版上面 応答速度波形



(d) 底版上面 応答変位波形



(e) 杭下端要素 軸方向応力波形

図-5 橋軸方向地震動入力時 応答波形

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編