

斜杭を有する橋脚の基礎—地盤系を考慮した動的挙動に関する一考察

(株) 長大

正会員 ○高畑 智考

土木研究所寒地土木研究所 正会員 佐藤 京

(株) 長大

正会員 長谷川 正

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—地盤系の動的応答性状に着目し、三次元骨組モデルおよび三次元有限要素モデルを用いた線形動的応答解析により、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、解析対象とした橋脚—基礎—地盤系の概要図を示している。橋脚は、張出を有する円形断面の RC 橋脚、基礎形式は、全長 37m、直径 812.8mm、板厚 12.7mm（杭頭から 8.81m 下方で板厚を 9.5mm に段落し）の鋼管杭基礎であり、12 本の杭を $\theta = 12.5^\circ$ の角度で放射状に配置した斜杭基礎である。また、道路橋示方書に基づいた耐震設計上の地盤種別はⅢ種地盤である。

3. 解析概要

3.1. 解析モデル

図-2 には、本解析で用いた三次元骨組モデルの概要図を示している。橋脚、フーチングおよび鋼管杭には弾性梁要素を用い、周辺地盤は質量およびせん断剛性を考慮したマスーバネモデルを用いてモデル化を行った。なお、地盤の質量、せん断バネは各杭に分担させるものとし、地盤の質点が同一の挙動を示すように、同一の深さに位置する各地盤質点を剛体連結する構造とした。解析対象とする地盤範囲はフーチング幅の 5 倍である 50m×50m の範囲とした。また、杭体一周辺地盤間に対しても弾性バネ要素を用いて結合している。

境界条件は杭基礎下端を完全固定とし、地震波入力方向に対して直角方向の並進方向成分および回転方向成分を拘束している。橋梁上部構造質量は、死荷重反力に相当する質量 (5,400kN) を集中化して与えている。

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、対称性を考慮した 1/2 モデルであり、橋脚および地盤には 8 節点ソリッド要素、鋼管杭には 4 節点シェル要素を用いている。また、解析対象とする地盤領域は骨組モデルと同様に、フーチング幅の 5 倍である 50m×50m の範囲に設定している。境界条件は、杭下端および周辺地盤下端を完全固定、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。

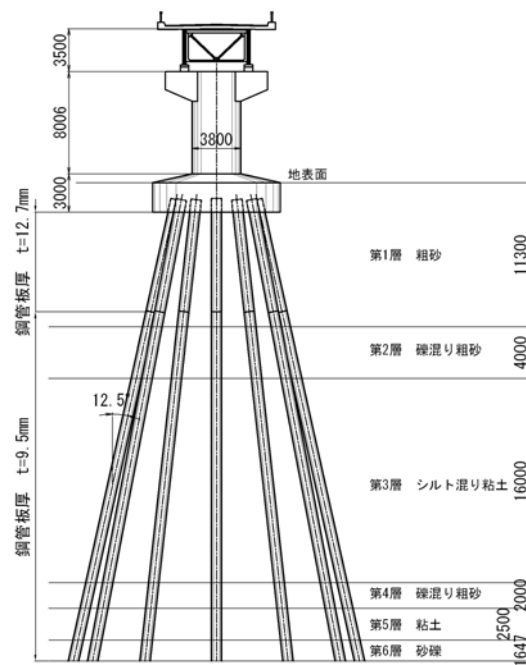


図-1 解析対象橋脚概要図

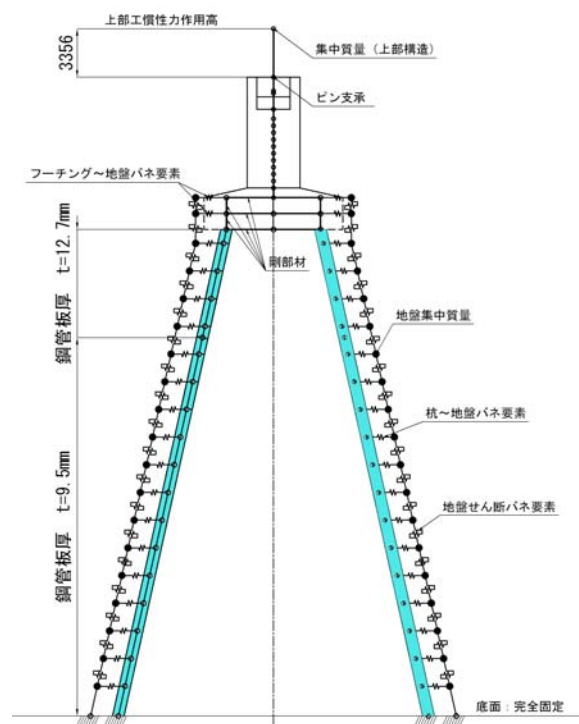


図-2 骨組要素モデル概要図

キーワード 斜杭基礎、動的相互作用、骨組モデル、有限要素モデル

連絡先

〒060-0031 北海道札幌市中央区北 1 条東 2 丁目 5-3

(株) 長大 札幌支社 TEL 011-271-2357

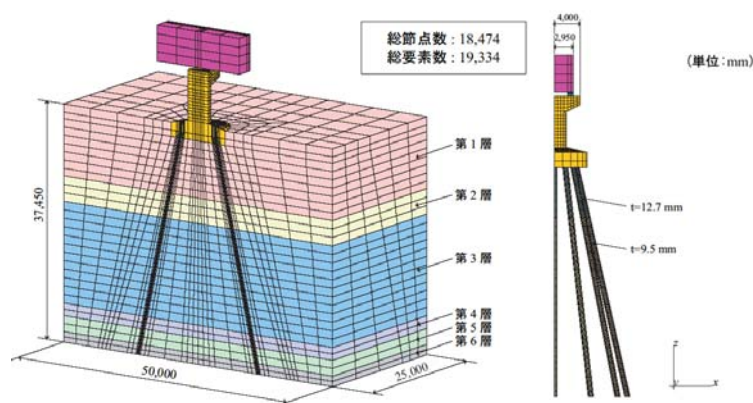


図-3 有限要素モデル概要図

4. 解析条件

解析モデルに用いた物性値については、橋脚および基礎は設計値を使用し、周辺地盤は現位置における地質調査結果に基づいて設定している。

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て 5%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て 5%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、本解析で用いた入力地震動を示している。

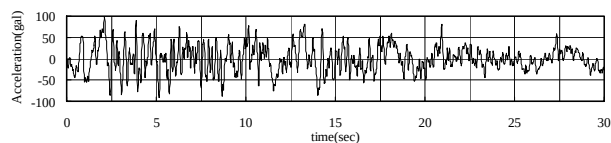
5. 解析結果

図-5 には、橋脚天端位置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、骨組みモデルと有限要素モデルを重ねて示している。

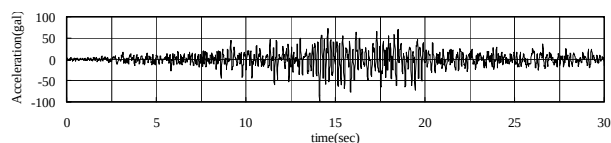
相対応答加速度波形については、十勝沖地震入力のケースで最大振幅レベルに差異がみられるものの、骨組要素モデルと有限要素モデルの応答性状は概ね一致していることがわかる。一方、相対応答変位波形については、何れの地震動でも骨組モデルと有限要素モデルの応答性状ならびに振幅レベルが良く一致していることがわかる。応答加速度に差異が生じる一因としては、地震動の振動特性の違いが考えられる。

6. まとめ

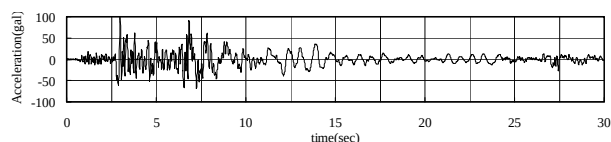
橋脚および基礎を梁要素、地盤を質点とせん断バネでモデル化し、基礎と地盤を相互作用バネで連結した骨組モデルにより、斜杭を有するモデルにおいても、有限要素モデルによる線形動的応答解析を概ね再現可能なことを確認した。



(a) 2003 年十勝沖地震

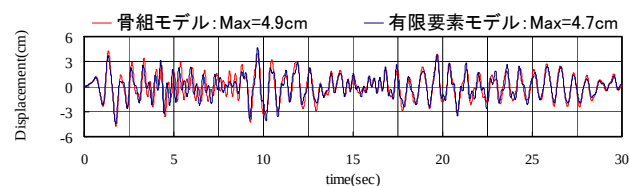
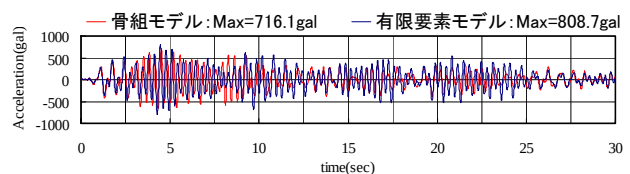


(b) 1993 年釧路沖地震

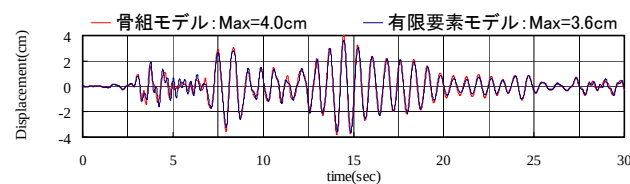
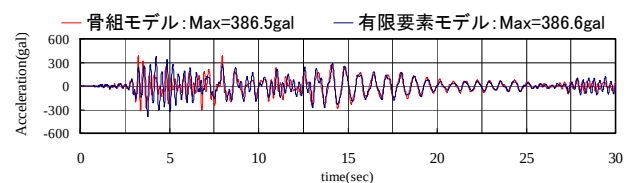


(c) 2004 年留萌の地震

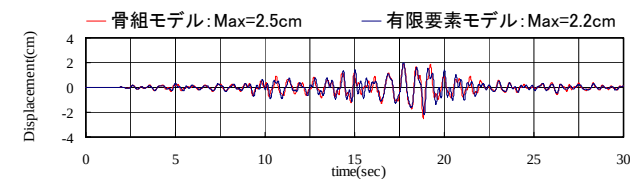
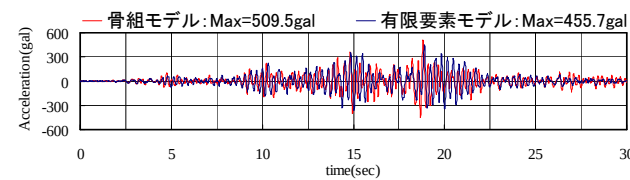
図-4 入力地震動



(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)