

平成 28 年 4 月 18 日

公益信託 NEXCO 関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金
 受託者 三菱UFJ 信託銀行株式会社 宛

研究概要書

研究課題：地震時における軟弱地盤上の橋台および橋台背面アプローチ部の被害推定とその対策

研究代表者：九州大学大学院 工学研究院 准教授 梶田 幸秀

共同研究者：九州大学大学院 工学研究院 助教 玉井 宏樹

五洋建設株式会社 宇野 州彦

関東学院大学 理工学部 教授 北原 武嗣

1. 研究の目的

地震直後に緊急輸送道路としての役割を果たすために、軟弱地盤上の橋台に対して、橋台背面地盤の沈下量、橋台の杭基礎に作用するモーメントなどの諸量を橋桁－橋台－地盤を考慮した有効応力解析により明らかにするとともに、軟弱地盤への対策工による前述の物理量の低減効果を明らかにすることを目的とした。

2. 解析条件

本研究で用いた仮想地盤モデルを図-1 に、各層の N 値を表-1 に示す。解析は有限要素法に基づく 2 次元有効応力解析プログラム FLIP^{[1],[2]}を用いて行った。N 値が 2 である layer3 を液状化層と想定した。今回のモデル地盤において layer3 を N 値 10 の通常地盤として置き換えた際に 2002 年の道路橋示方書の照査を満足するように杭の本数、直径、長さを算出しており、その物性値を表-2 に示す。橋台、フーチング上の土を線形平面要素、杭、橋脚、橋桁を線形はり要素、土質を多重せん断メカニズムに基づいた有効応力モデル^[3]でモデル化した。K-NET 観測波で、2011 年東北地方太平洋沖地震における福島県相馬において地表面観測された地震波を工学的基盤での地震波として算出したものを入力波に用いた。図-2 に入力波加速度時刻歴を示す。次に盛土改良を行ったモデルを図-3 に示す。背面地盤盛土物性値を表-3 のように変更したものが図-3 中の黄土色の部分であり、通常の背面盛土との境界は 45 度の傾斜が付いている。盛土改良範囲はフーチング底面から傾斜までの距離を 1m~9m で 2m ごと増加させて検討した。

3. 解析結果

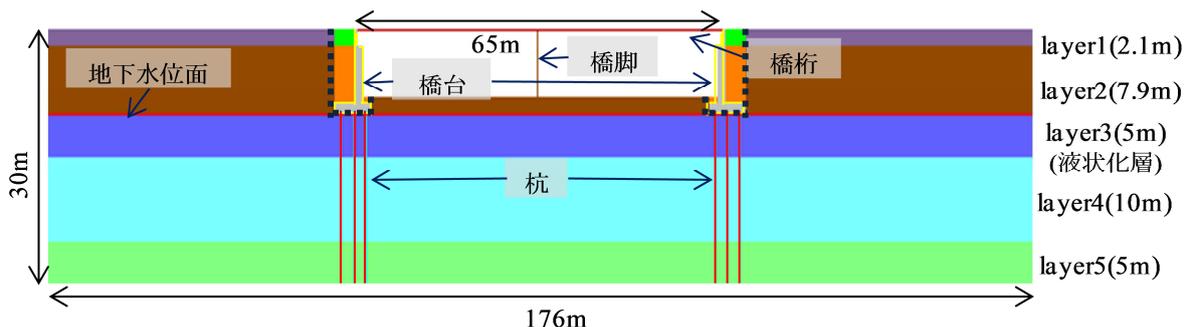


図-1 仮想地盤モデル

杭の最大曲げモーメントを図-4に示す。網掛け部は液状化層位置を示している。図-4中の盛土改良の結果は改良範囲9mのときの結果である。盛土改良によって杭頭部の曲げモーメントが少し減少するがどちらも降伏曲げモーメント(7MN・m)を越え、分布形状としても大きな差は生じなかった。次に杭全体の曲げモーメントの最大値と橋台と背面地盤の鉛直変位の差から求めた段差量について盛土改良範囲で比較したものを図-5に示す。まず曲げモーメントに関しては1mの範囲で盛土改良することで19%低減したが、範囲を広げることによる効果はほとんど見られなかった。次に段差量については盛土改良を行わないときには15cmの段差が生じた。阿部らの研究によると15cm以上の段差は通行可能速度が制限されることが確認されており、道路橋としての使用が難しいと判断される結果となった。盛土改良を実施した検討では範囲が3mのときに最も段差量が小さくなった。なお範囲を広げすぎてしまうと橋台が背面地盤よりも大きく沈み込むことで逆に段差量が大きくなる結果となった。

表-1 各層N値

層	層厚(m)	N値
Layer1	2.1	5
Layer2	7.9	10
Layer3	5	2
Layer4	10	10
Layer5	5	20

表-2 杭設定値

密度(t/m ³)	7.5
ポアソン比	0.3
ヤング率(kPa)	9.23×10 ⁷
直径(m)	0.8
断面積(m ²)	0.02469
断面二次モーメント(m ⁴)	0.0019

表-3 改良盛土物性値

土層区分	ρ _t	N値	間隙率
	(t/m ³)		
表層	1.8	5	0.45
盛土	1.8	10	0.45
改良盛土	1.1	3.545	0.6

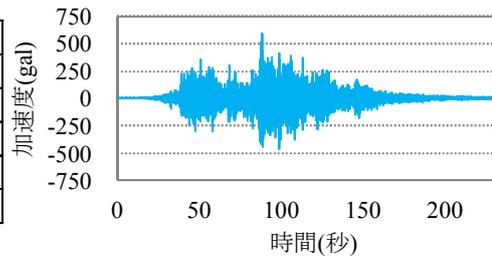


図-2 加速度時刻歴



図-3 盛土改良図

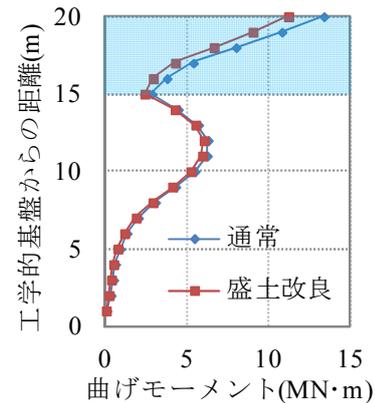


図-4 曲げモーメント図

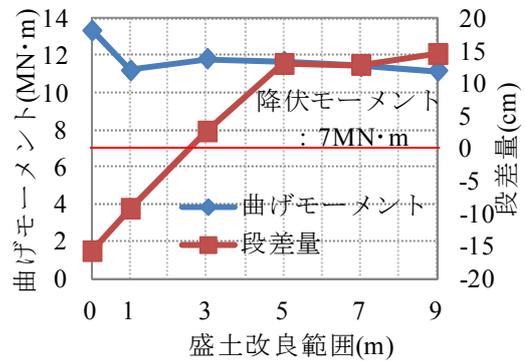


図-5 応答値比較図

4.まとめ

盛土改良により杭に発生する曲げモーメントは19%程度低減したが改良範囲を増加しても曲げモーメントの低減効果に変化が無いことがわかった。盛土改良の範囲により橋台背面に生じる段差量が顕著に変化することがわかった。軟弱地盤上での対策として盛土改良を行う際には段差量に関するの照査が重要であるといえる。

参考文献

- [1] 森田年一, 井合進, Hanlong LIU, 一井康二, 佐藤幸博: 液状化による構造物被害予測プログラム FLIP において必要な各種パラメタの簡易設定法, 港湾技研資料, No.869, 1997.
- [2] Susumu IAI, Yasuo MATSUNAGA and Tomohiro KAMEOKA : ANALYSIS OF UNDRAINED CYCLIC BEHAVIOR OF SAND UNDER ANISOTROPIC CONSOLIDATION, SOILS AND FOUNDATIONS, Vol.32, No.2, pp.16-20, 1992.
- [3] Towhata, I. and Ishihara, K.: Modelling Soil Behavior under Principal Stress Axes Rotation, Proc. of 5th International Conf. on Num. Methods in Geomechanics, Nagoya, Vol.1, pp. 523-530, 1985.

[4] 阿部雅人, 藤野陽三, 吉田純司, 朱平 : 高架橋の3次元動的解析モデルを用いた桁間連結装置および車両通行性能の評価, 土木学会論文集, No.773/I -69, pp.47-61, 2004.