

地盤改良工による杭頭拘束効果に期待した液状化対策工

阪神高速道路(株) 正会員 ○篠原 聖二 正会員 茂呂 拓実 正会員 金治 英貞
 鹿島建設(株) 正会員 坂梨 利男 正会員 谷澤 史剛

1. はじめに

道路橋基礎の設計において、地盤の液状化の発生が懸念される場合には、液状化抵抗率 F_L 値に応じて地盤反力係数を低減する必要がある。一方、液状化の影響を考慮することによって、杭本数の増加やフーチングの拡大といったコスト増につながる場合が少なくない。そこで、経済性を備えた液状化対策工として、地盤改良工による杭頭拘束効果に期待した液状化対策工の検討を実施した。

本工法では、図-1 に示すようにフーチング下部の液状化対象土層 (As1 層) を地盤改良し、杭頭を拘束することで、杭頭変位の抑制、杭体断面力の低減を図る。なお、地盤改良を用いた杭基礎の合理化については、種々の方法¹⁾が提案されているが、本工法は地盤改良による杭頭拘束効果に期待する点に特色がある。

2. 検証方法

地盤-構造物系の有限要素法による2次元動的有効応力解析プログラム FLIP²⁾を用い、地震時の液状化発生状況を模擬し、液状化対策工の効果を検証する。解析モデルを図-2 に示す。上部構造は節点質量要素、橋脚は線形はり要素、フーチングは線形平面要素、杭は非線形はり要素、改良体および地盤は非線形平面要素でモデル化する。また、境界条件として杭～地盤の水平方向は、地盤のすり抜けを考慮できる相互作用ばね、鉛直方向は杭先端のみ固定とする。地盤の側方境

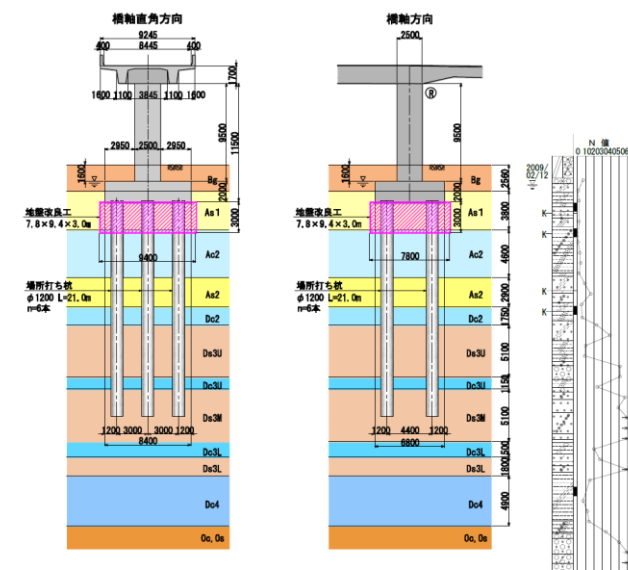


図-1 杭頭拘束効果に期待した液状化対策工

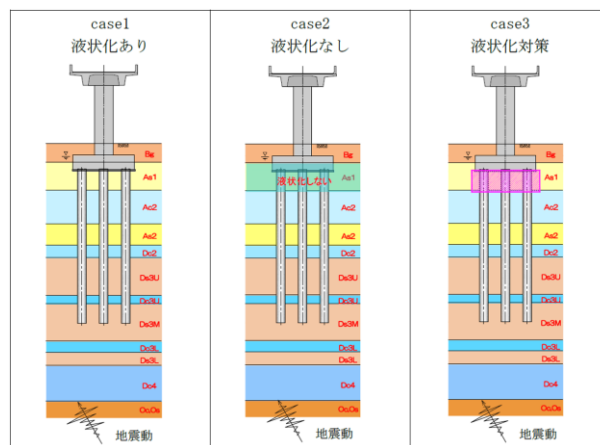


図-3 検討 Case

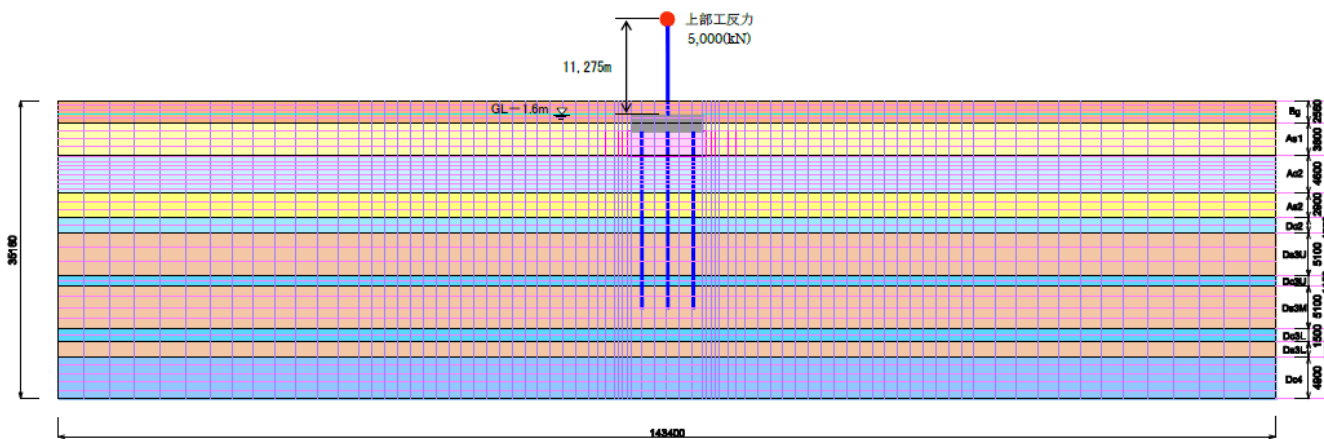


図-2 解析モデル

キーワード 液状化, 杭基礎, 地盤改良, 杭頭拘束効果, 有限要素法, 有効応力解析, 動的解析
 連絡先 〒550-0011 大阪市西区阿波座 1-3-15 阪神高速道路株式会社建設事業本部 TEL 06-6535-9428

界は粘性境界、底面は道示Vのレベル1地震動を入力することから、固定境界とした。

検討 Case を図-3 に示す。Case1 は液状化対象層が液状化する場合、Case2 は液状化しないと仮定した場合、Case3 は本工法を適用した場合を想定している。入力地震動は道示VのI種地盤の地表面波を、工学的基盤面から入力する。

3. 検証結果

杭深度方向の最大曲げモーメント分布を図-4 に示す。Case1 の液状化する場合、杭頭において許容応力度相当の曲げモーメント M_a を超過しているのに対して、Case3 の本工法を適用した場合、地盤改良工の杭頭拘束効果により、杭頭の曲げモーメントが小さくなり、許容応力度相当の曲げモーメント M_a 以下となっている。一方、同じ Case3 において、液状化対象層である As1 層と非液状化層である Ac2 層の境界付近において、曲げモーメントがピークを示している。これは、地盤改良の剛性と地盤改良を行っていない As2 層の剛性の差によるものと考えられる。ただし、その断面力は Case2 の杭頭のピーク値と同程度、Case1 の杭頭のピーク値と比較して 26%低減されている。

杭深度方向の最大水平変位分布（地盤の変位を含む絶対値）を図-5 に示す。Case1 の液状化する場合に対して、Case3 の本工法を適用した場合は、杭頭の最大水平変位が 18%低減されている。

改良体（中央部）のせん断応力-ひずみ関係を図-6 に示す。改良体のせん断応力はせん断強度に対して余裕があり、健全性が保たれている。

4. まとめ

経済性を備えた液状化対策工として、地盤改良工による杭頭拘束効果に期待した液状化対策工について、地盤-構造物系の有限要素法による2次元動的有効応力解析の結果、本工法の杭頭変位の抑制、杭体断面力の低減効果があることが確認された。なお、本検討はある一定の条件の下で実施されており、本工法を一般に採用するにあたっては十分な検討が必要と考えている。

参考文献

- 1) 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所：北海道における複合地盤杭基礎の設計施工法に関するガイドライン，2010.5 等
- 2) 独立行政法人港湾空港技術研究所：地震時の液状化による構造物被害予測プログラム FLIP

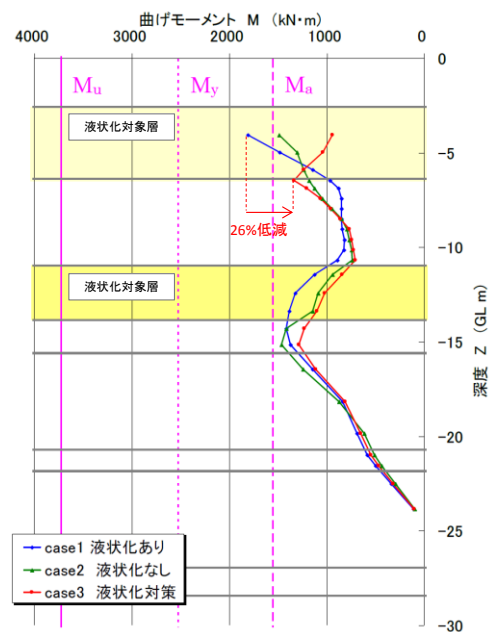


図-4 最大曲げモーメント分布

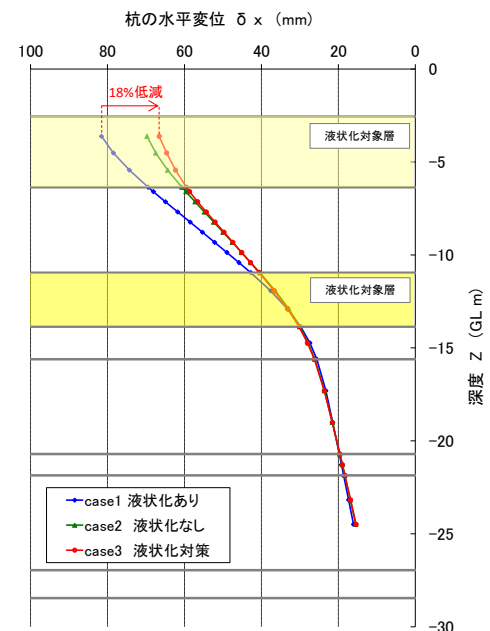


図-5 最大水平変位分布

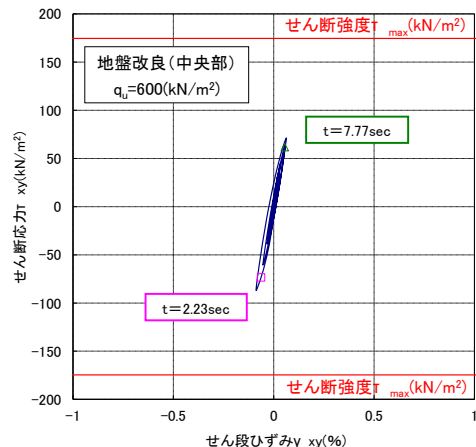


図-6 改良体のせん断応力-ひずみ関係