

遮水壁による地中構造物の液状化時浮上がり防止効果の研究（その4） 遮水壁の剛性や根入れ長が浮上がり量に及ぼす影響

阪神高速道路公団 正会員 伊藤 学 藤井康男 中井 勉
 清水建設 技術研究所 FII-会員 後藤 茂 真野英之
 同 上 関西事業本部 正会員 清水文夫 竹束正孝

1.はじめに 本報告は、地中構造物下の液状化層を遮水壁で囲むことにより、閉鎖空間化することを対策原理とした、地震時浮上がり防止工法の研究¹⁾の一環である。この工法では、図1に示すように、液状化した土砂の構造物下への回り込みを阻害することにより、地中構造物の浮上がりを抑止する。前報²⁾では、遮水壁として厚さ2mmのアルミ板を用いた遠心振動実験や有効応力解析により、工法の有効性を検証した。今回は厚さの異なるアルミ板を用いて遠心振動実験を行い、本工法の浮上がり防止効果に及ぼす遮水壁の剛性の影響などを検討したので報告する。

2.遠心振動実験の概要 図2は実物換算寸法で示した実験模型であり、実験時の遠心加速度は30gである。非液状化層には $D_r=100\%$ の3号珪砂を用い、液状化層には $D_r=60\%$ の8号珪砂を用いた。

地中構造物はアルミ製であり、重量を構造物の地中容積で除した値は1.14である。遮水壁には厚さ3mm(実物換算寸法90mm)のアルミ板を用いた。アルミ板と構造物とは接している状態であり、剛結していない。前報の実験では、構造物と遮水壁の間に間詰め材として寒天を充填したため、遮水壁の変形に影響が生じたが、今回は離隔を減少させ、間詰め材の影響を生じないようにした。加振には、実物換算で振動数2Hz、最大振幅200gal、定常25波の正弦波を用いた。

3.実験結果 表1に遠心振動実験の条件を示す。CASE-1~3は前報で報告したものである。実験は構造物下の液状化層厚、遮水壁の根入れ長、遮水壁の厚さを変えて7ケース行っている。実物換算した遮水壁の曲げ剛性は、鋼矢板型の1/28(厚さ2mm)~1/8(厚さ3mm)である。

本工法の浮上がり対策工法としての実用性は、次の3項目を満足することによって実証される。

構造物の浮上がり量は、周囲に遮水壁を設置することにより減少する。

遮水壁設置後の構造物の浮上がり量は、遮水壁の変形量から算定できる。

地盤液状化時の遮水壁の変形挙動は、解析的に推定できる。

図3は構造物の浮上がり量の経時変化を示したものである。遮水壁を設置していないCASE-1の浮上がり量が最も

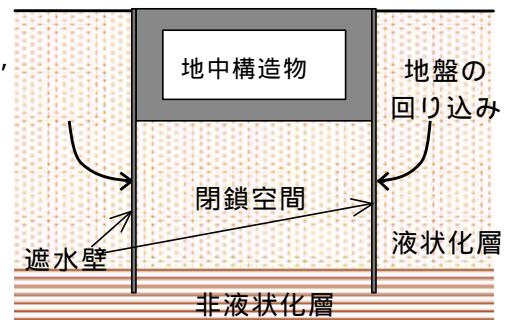


図1 対策工法の基本的概念

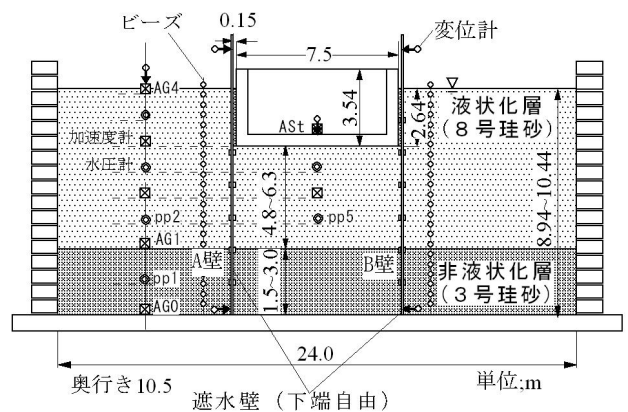


図2 遠心振動実験土槽

表1 実験ケース一覧表

実験ケース	壁厚 mm	液状化層厚 m	非液状化層厚 m	間詰め材の影響
CASE-1	無し	4.8	3	無し
CASE-2	2	4.8	3	有り
CASE-3	2	6.3	1.5	有り
CASE-4	3	6.3	1.5	無し
CASE-5	3	5.55	2.25	無し
CASE-6	2	4.8	1.5	無し
CASE-7	3	4.8	1.5	無し

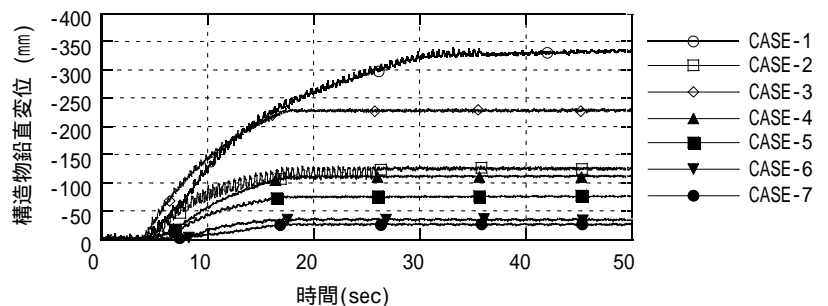


図3 遠心実験時の構造物の浮上がり量

キーワード 液状化, 浮上がり, 対策工法, 遠心模型実験

連絡先 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町 4-1-3 阪神高速道路公団工務部設計課 Tel.06-6252-8121

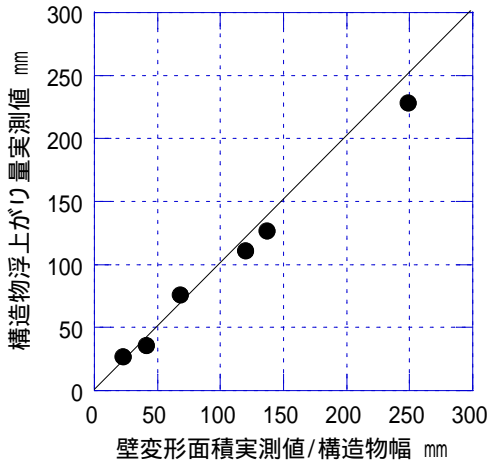


図4 構造物浮上がり量と遮水壁変形量の関係

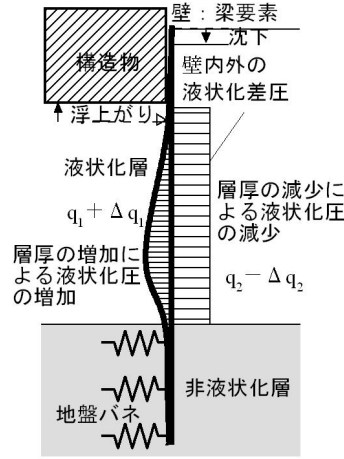


図5 解析モデル概念図

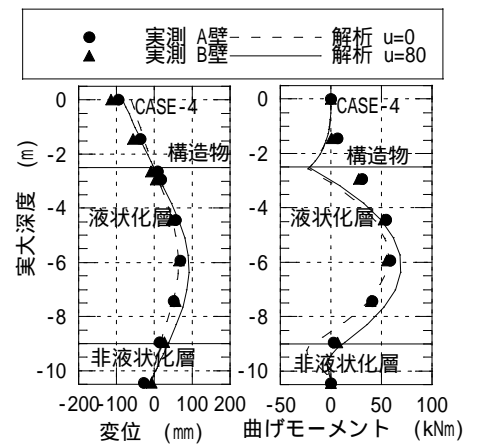


図6 遮水壁の変形および曲げモーメント分布例

大きく、曲げ剛性の小さい2mmのアルミ板を設置した場合(CASE-2,CASE-3,CASE-6)でも、浮上がり量は著しく減少している。また、同じ遮水壁でも、構造物下の液化化層厚が薄いほど浮上がり量が小さくなっている。図4は構造物の浮上がり量実測値と、遮水壁の変形面積実測値の関係であり、横軸は、遮水壁の変形面積実測値を構造物幅で除した値で示している。この値は、構造物下の液化化層を閉鎖空間化する対策原理によれば、遮水壁設置後の構造物の浮上がり量になる。両者の相関性は良く、遮水壁の変形が構造物の浮上りを支配していることがわかる。

図5は液化化圧作用時の遮水壁の解析モデルである。遮水壁は構造物下端と非液化化地盤根入れ部で支持された梁としており、非液化化層の支持条件は、受働土圧を限界圧とするバネ支持としている。また、非液化化層の過剰間隙水圧上昇に伴う剛性低下や構造物の浮上りに伴う作用液化化圧の変化²⁾も考慮できる。図6は遮水壁の変形および曲げモーメント分布の実測値と解析結果の比較であり、解析結果は実測値と良い対応を示している。ここで、凡例に示すuは、根入れ地盤に対して仮定した過剰間隙水圧比を示す。図7は、実験における構造物浮上がり量実測値と、上記解析による遮水壁変形量から算出した浮上がり量算定値の比較である。両者の相関性は良く、梁バネモデルを用いた解析方法の本工法への適応性が確認できた。

図8は遮水壁の剛性と構造物の浮上がり量を示したものである。(a)より実験値(CASE-3,CASE-4)は解析値(u=0%,u=80%)に概ね合致していることがわかる。(b)は遮水壁剛性等をパラメータとして、浮上がり量を解析的に算出したものであり、本工法により、構造物の浮上がり量を遮水壁の剛性により制御できることがわかる。

4.まとめ 地中構造物下の液化化地盤を、遮水壁により閉鎖空間化する概念に基づいて、液化化時の地中構造物の浮上がり防止工法の検討を行った。この工法の基本となる遮水壁の設計においては、梁バネモデルを用いた解析が有効であり、壁剛性などのパラメータの影響も評価できることが確認できた。更に、構造物の浮上りに影響を与える他のパラメータについても検討を進める予定である。

参考文献

1)Yoshimi, Y.(1998):Simplified design of structures buried in liquefiable soil, Soils and Foundations, Vol.38, No.1, pp.235-240. 2)浜田他(2003): 遮水壁による地中構造物の液化化時浮上がり防止効果の研究(その1～その3), 土木学会第58回年次学術講演会.

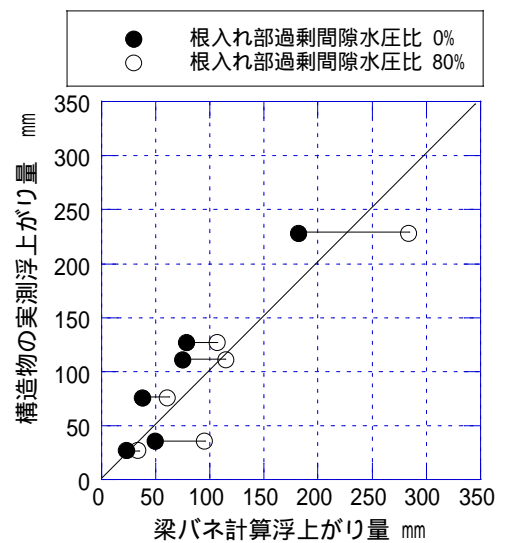


図7 浮上がり実測値と解析値の対比

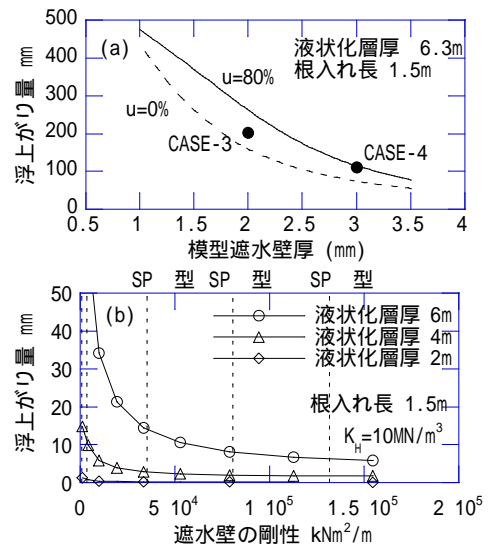


図8 浮上がり量と壁剛性の関係