

傾斜堤護岸を対象とした低コスト液状化対策技術に関する遠心模型実験

鹿島建設(株) 正会員 ○石井健嗣、小原隆志、北本幸義、京川裕之、山田岳峰
ケミカルグラウト(株) 正会員 鎌田敏幸、北山 真

1. はじめに

来るべき巨大地震への備えとして、臨海部における石油精製施設の維持・強化が喫緊の課題である¹⁾。石油精製施設のうち、液状化による被害が予想される護岸や岸壁、ならびにその背面地盤に立地する重要施設(以下、臨海施設)には、側方流動の抑制などの減災対策が必要である。特に、民間企業が保有する臨海施設の場合には、各企業が制定する事業継続方針に則った低コストな減災技術が求められている。減災技術としては、施工条件の制約を克服できる高圧噴射攪拌工法などの地盤固化工法が有望であるが、施工コストが課題であった。本稿では、地盤固化工法の低コスト化を検討した遠心模型実験の結果について報告する。

2. 低コスト液状化対策技術

一般的な地盤固化工法としては、対象地盤全体の固化、もしくは改良率を50%以上とした格子状固化が挙げられる。鋼矢板式岸壁の液状化対策として、筆者らはこれまでに従来よりも改良率を低減させた低置換格子状固化の有効性を確認している^{2),3)}。本研究では、低置換格子状固化の更なる展開可能性を検討するため、傾斜堤護岸を対象とした遠心模型実験を行った。

3. 遠心模型実験による液状化対策効果の検証

(1) 実験概要

遠心模型実験では、剛土槽(長さ0.7m×奥行き0.2m×高さ0.185m)を使用し、遠心加速度は70Gとした。

N値30以上の非液状化層上にN値2~10程度の緩い砂層が法面勾配1:2、最大層厚8.05mで形成される実物護岸を想定し、豊浦珪砂($G_s = 2.642\text{g/cm}^3$ 、 $e_{\max} = 0.985$ 、 $e_{\min} = 0.605$ 、 $D_{50} = 0.21\text{mm}$)を用いて、液状化層($Dr = 50\%$)と非液状化層($Dr = 90\%$)からなる2層構成の模型地盤を空中落下法で作製した。その後、水の粘性の70倍のシリコンオイルを地盤内に浸透させ、地盤を飽和させた。格子状固化体は、一軸圧縮強さ 2.0MN/m^2 程度のセメント改良土でモデル化し、非液状化層の作製時に併せて土層内に設置した。

本実験の計測項目は、模型地盤の変位量、水平方向の加速度、間隙水圧、および格子状固化体に作用する土圧とひずみである。実験ケースは、図-1に示すように、無対策(CASE1)と低置換格子状固化(CASE2)の2ケースである。

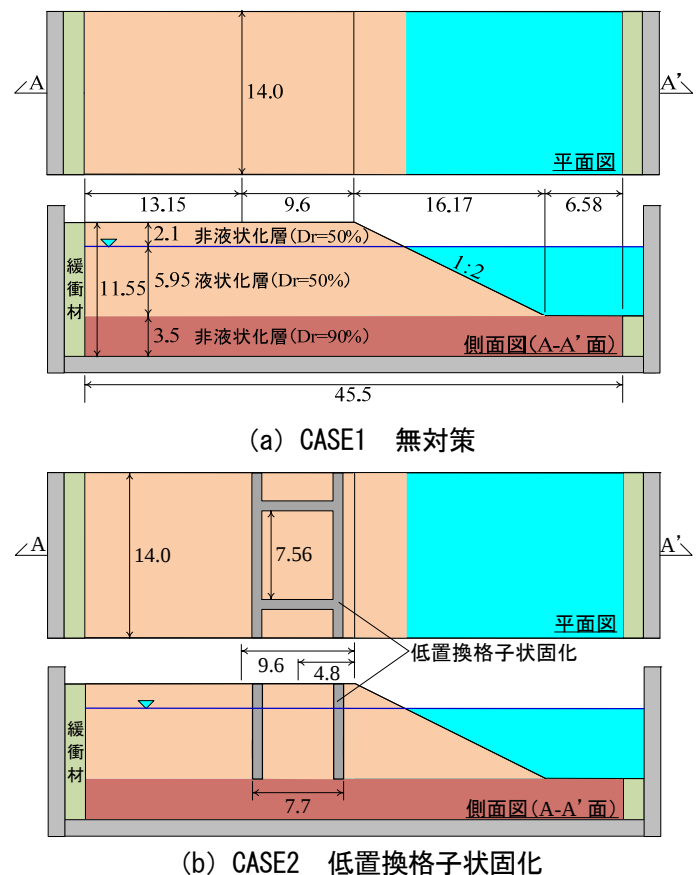


図-1 実験ケース(実物換算値、単位:m)

キーワード: 液状化対策、傾斜堤護岸、格子状固化、遠心模型実験

連絡先: 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 土質・地盤 Gr. TEL042-489-6559

入力地震波は、2013年に中央防災会議が公開した南海トラフ地震動の基本ケース(最大加速度 318gal)としている(図-2 参照)。

(2) 実験結果

側方流動量を評価する指標の一つとして、加振後における陸側地盤の水平変位に着目する。水平変位量は、図-3 に示すような地盤側面に設置したピン形状のマーカーの変位量を画像解析処理することによって算出した。

測線 A～C 上(図-3 の破線)に設置したマーカーの水平変位の深度分布を図-4 に示す。無対策(CASE1)の結果から、水平変位は深さ 4m 以浅の地盤(以下、影響深度)で卓越し、その変位量は、測線 C 上の法肩で最も大きくなった。一方、低置換格子状固化(CASE2)の場合では、全測線において影響範囲の水平変位は抑制されており、その抑制効果は、測線 C 上の法肩で最も大きいことが分かる。図-5 は、3 測線における地表面付近の水平変位に、固化領域内の 1 点を加えた分布状況である。低置換格子状固化の場合は、前述した変位抑制効果が発揮されたことによって、法肩に近づくにつれて大きくなる地表面の変位量(無対策時: 最大 1.8m)を、地表面全体に亘ってほぼ一定量(約 0.5m)にまで抑制できることが分かった。

以上のことから、低置換格子状固化は、無対策の場合に発生する側方流動量を抑制することが可能であり、その抑制効果は、最も流動しやすい法肩部において大きいことが分かった。

4. おわりに

低置換格子状固化は、鋼矢板式岸壁に加えて傾斜堤護岸に対しても、側方流動量の大幅な抑制が可能であり、低コストな液状化対策技術として十分に期待できることが分かった。今後は、本技術の実務適用に向けて、設計手法の検討を行う予定である。本報文を取り纏めるにあたり、中央大学の石原研而教授、齋藤邦夫教授、石井武司教授からご助言を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 石油連盟、東日本大震災における石油業界の対応と提言、2011
- 2) 石井健嗣、小原隆志、北本幸義、藤崎勝利、山田岳峰、鎌田敏幸、北山真：岸壁・護岸を対象とした地盤固化による低コスト液状化対策技術の遠心模型実験，土木学会第 70 回年次学術講演会、2015.9
- 3) 山田岳峰、石井健嗣：岸壁・護岸の合理的な液状化対策に関する考察，土木学会・ライフライン減災対策技術小委員会 第 6 回シンポジウム、2016.1

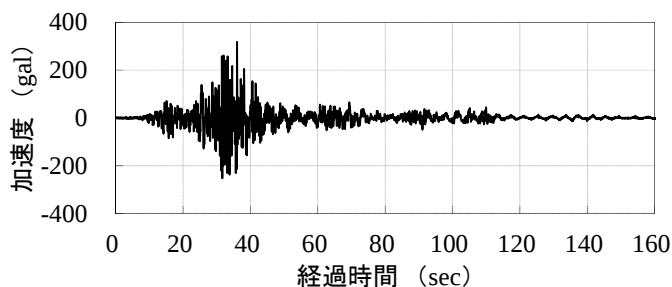


図-2 入力波(最大加速度 318gal)

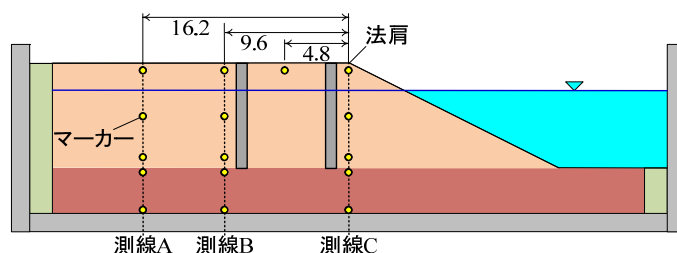


図-3 マーカーの設置箇所(実物換算値、単位: m)

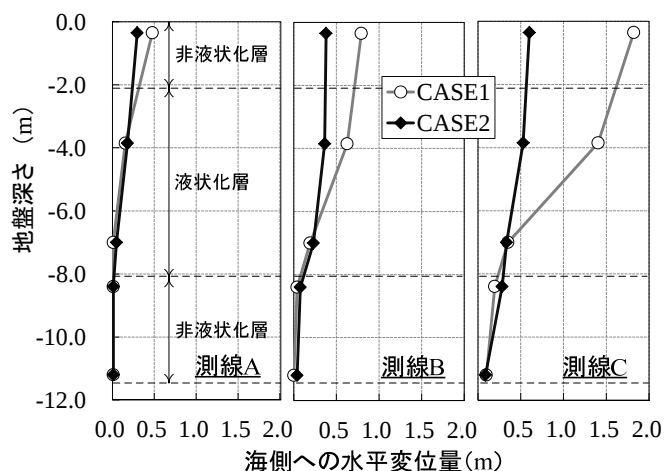


図-4 水平変位の深度分布(実物換算値)

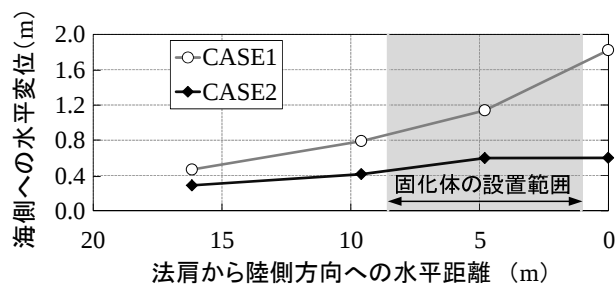


図-5 陸側地盤の地表面水平変位(実物換算値)