

スキマを有する壁構造による堤防液状化対策に関する実験

東海大学 正会員 藤原 寛太

東海大学 学生会員 ○Enayat Mallyar

1. 目的

地震に伴う液状化により多数の河川堤防の被害が報告されている。従来から、堤防法尻に鋼やコンクリート壁を造築する工法が提案されており実績も多い。このとき一定のスキマを設けて壁構造を造る工法が提案されている¹⁾。スキマがあると施工性や経済性の合理化が期待できるものの、対策効果への影響が懸念される。本研究では、壁構造にスキマがある場合の堤防沈下対策効果、および壁間の砂の動きに着目した模型実験を実施した。

2. 実験条件

模型寸法図を図 1, 2 に示す。実験は重力場で行い、寸法サイズは実構造のおおよそ 1/20~1/30 を想定した。実験では 465×200×200mm のステンレス箱を使用した。中央近くには厚さ 5mm のステンレス壁が着脱できる仕様であり、ステンレス壁の幅を選択することで、壁間のスキマを調整した。実験ケースは、壁なし(Case-A)、スキマなし(Case-B)、スキマあり(Case-C, スキマ 90mm) の 3 ケースである。地盤材料には豊浦砂を用いた。事前の物性試験により豊浦砂の諸元は、土粒子密度 $\rho_s=2.66\text{g/cm}^3$ 、最大最小密度 $\rho_{dmax}=1.66\text{g/cm}^3$ 、 $\rho_{dmin}=1.37\text{g/cm}^3$ 、透水係数 $k=9.25\times 10^{-5}\text{cm/s}$ ($D_r=40\%$ のとき)、均等係数 $U_c=2.46$ 、曲率係数 $U_c'=1.38$ 、内部摩擦角 $\phi=40^\circ$ である。これを用いて緩い飽和砂層 170mm を水中落下法にて作製した。このとき事前に断面 20×20mm の薄い筒を設置しておき、中に黒砂を詰め、地盤作成後に引き抜いた。これにより、スキマ付近に黒砂の角柱が作製でき、地盤の変形挙動を目視できる。Case-B では黒砂は使用していない。砂の相対密度 D_r は 41%(Case-A)、43%(Case-B)、39%(Case-C)であり、飽和単位体積重量 γ_{sat} は 14.7kN/m³(Case-A)、15.0kN/m³(Case-B)、14.6kN/m³(Case-C)であった。最後に堤防自体は作製せず、鉄板(195×140×15mm の鉄板を 2 枚重ね)を置くことでモデル化した。鉄板の重量は、実大換算で、一般的な堤防重量の 2 倍となる。計測箇所は図 1, 2 に示す通りで、鉄板の沈下計測のため変位計 2 か所(D1 と D2)を計測した。加振には加速度 300gal, 継続時間 7 秒、周波数 3Hz の地震動波形を使用した。

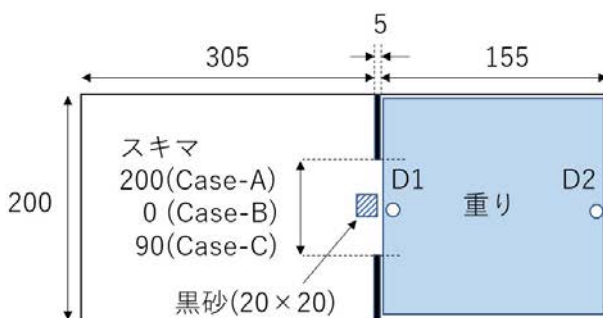


図 1 模型寸法 (断面図) [mm]

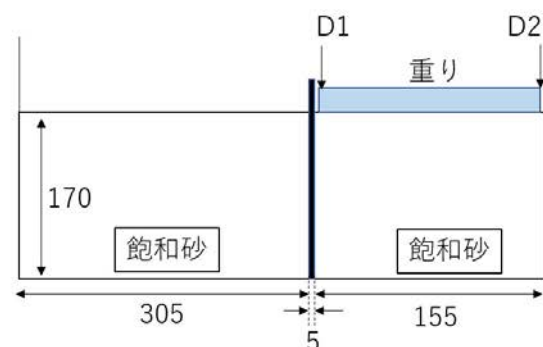


図 2 模型寸法 (平面図) [mm]

3. 実験結果

実験結果について、D1 と D2 の沈下時刻歴を図 3 と図 4 にそれぞれ示す。いずれのケースでも地盤の液状化

キーワード 河川堤防, 壁, 耐震, スキマ

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 東海大学工学部 TEL: 0463-58-1211 Email: fujiwara.kakuta.s@tokai.ac.jp

化に伴い鉄板には沈下が生じ、D1 のほうが D2 よりも沈下量が多い結果であった。D1 と D2 の平均値で見ると、Case-A(52.0mm)、Case-B(4.8mm)、Case-C(7.5mm)であり、スキマがある構造でも大きな沈下抑制効果が発揮されることを確認した。ステンレス壁は厚さ 5mm と十分に厚く、曲げなどの変形はほとんど生じなかった。壁の変形を考慮した場合の抑制効果についても検討する必要がある。

写真 1 は Case-C の実験後の鉄板を取り除いたときの様子である。液状化した砂が鉄板に加圧され、黒砂が紙面左側に移動していることがわかる。そこで深さごとに黒砂の水平移動量を記録したものが図 5 である。地表面近くでは Case-C が大きく、地中深くでは Case-A のほうが変位量は大きい。Case-A では鉄板の沈下が大きかったため、砂が鉄板上側から回り込んだことから、変位が小さくなった。このことを考慮すると、スキマが大きいほうが地盤の水平変位も大きくなる傾向にあると考えられる。また、Case-A では地盤の動きが大きかったため、鉄板の沈下も大きくなったと考えられる。

4. 結論

本研究では、壁構造にスキマがある場合の堤防沈下対策効果、および壁間の砂の動きに着目した模型実験を実施した。

- ・壁構造にスキマがある場合でも、十分な沈下抑制効果を確認した。ただし壁構造が剛に近いため、壁の変形を考慮した場合の抑制効果についても検討する必要がある。
- ・黒砂の動きから、スキマが大きいほうが地盤の水平変位も大きくなる結果であった。黒砂が鉄板の上から回り込む挙動については、今後の実験方法に関する課題となった。

参考文献

- 1) Fujiwara K, Ogawa N and Nakai K (2021) 3-D NUMERICAL ANALYSIS OF PARTIAL FLOATING SHEET-PILE METHOD AS COUNTERMEASURE FOR LIQUEFACTION. Journal of JSCE, Vol 9. pp. 138-147.

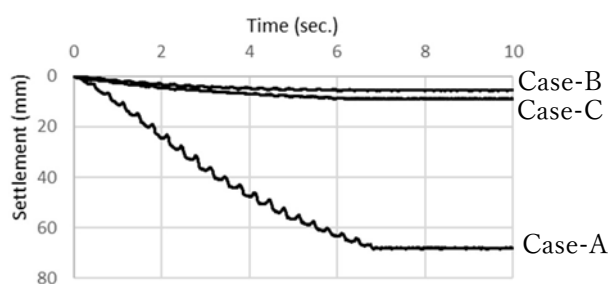


図 3 沈下時刻歴(D1)

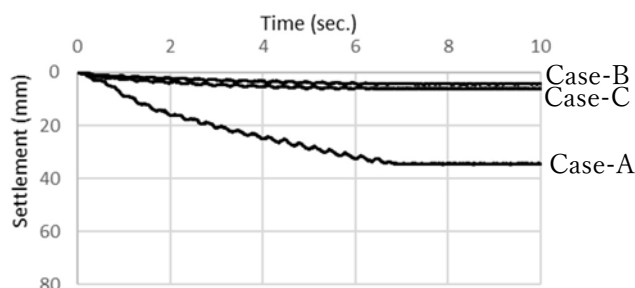


図 4 沈下時刻歴(D2)



写真 1 黒砂の様子

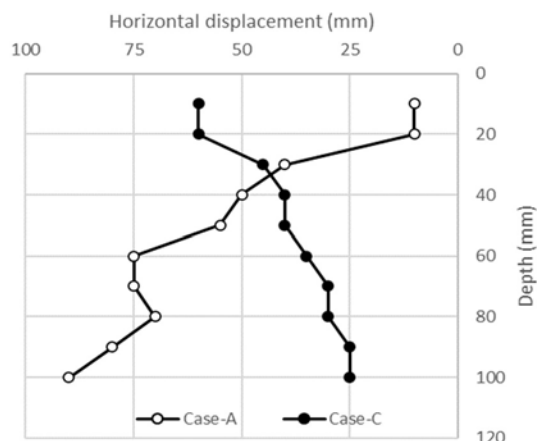


図 5 黒砂の移動量