

スキマを設けて設置した矢板の堤防液状化対策に関する数値解析

東海大学 正会員 ○藤原 寛太  
 東海大学 学生会員 渡邊 匠 朝生 凌也

1. 目的

地震に伴う液状化により多数の堤防被害が報告されている。従来から、堤防法尻に矢板を打ち込む工法が提案されており実績も多い。著者らは本工法を改変したものととして、矢板同士をすべて嵌合せず、一定のスキマを設けて設置する構造を提案する。液状化した地盤がスキマから流れ出すことが懸念される一方、その程度が小さいのであれば経済的な合理化が期待できる。本研究は、上記構造の液状化対策効果を確認すべく、数値解析を実施したものである。

2. 解析条件

解析には液状化解析プログラム LIQCA3D17<sup>1)</sup>を用いた。解析モデルを図1に示す。座標系は、堤防延長直角方向を x、堤防延長方向を y、鉛直方向を z とした。解析時間短縮のためハーフモデルとし、底面は変位固定条件、側面は変位対象境界(zx 平面は x,z 自由, y 固定, yz 平面は y,z 自由, x 固定)を設定した。地盤は厚さ 12m(液状化層 8m, 非液状化層 4m)の水平 2 層の飽和砂地盤とした。仮想の堤防(高さ 5m, 勾配 1:2, 密度 1.8g/cm<sup>3</sup>)の重量を、載荷面積で平均化した値を節点荷重として z 方向下向きに与えた。液状化層および非液状化層の相対密度はそれぞれ 40%, 90%となるように地盤パラメータを設定した。パラメータ値は文献<sup>2)</sup>に記載している。解析ケースは無対策、矢板対策、スキマ矢板対策(スキマ幅に応じて 4 ケース)の計 6 ケースである。矢板は堤防法尻箇所(x=13m)に設置し、長さ 10m, 幅 1m(1 枚当たり), 厚さ 200mm, ヤング率 7.3×10<sup>7</sup> kN/m<sup>2</sup>の線形弾性体のソリッド要素にてモデル化した。これは実際の矢板の曲げ剛性(EI = 48800 kNm<sup>2</sup>)に等しくなるような諸元である。スキマ矢板は図2のように、4 パターンのスキマ幅(1, 2.5, 5, 10m)を解析対象とした。矢板表面にはジョイント要素を付与し地盤との滑りや剥離を表現できるようにした。対策効果を明確にするため、加振波形には非常に強い地震動(最大加速度 900gal, 周波数 3Hz, 継続時間 10sec.の正弦波)を使用した。

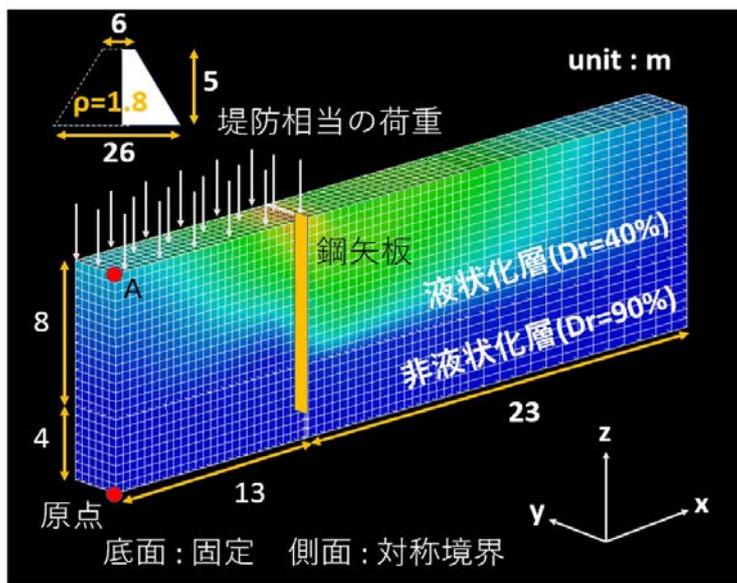


図1 解析モデル

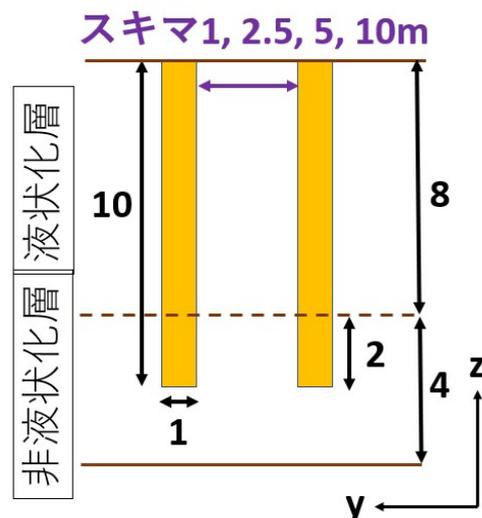


図2 スキマ矢板

(x=13m の断面, y 方向はミラー写しにて表記)

キーワード 数値解析, 液状化対策

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目4丁目1番1号 東海大学工学部土木工学科 TEL: 0463-58-1211

Email: fujiwara.kakuta.s@tokai.ac.jp

### 3. 解析結果

堤防中央部 A 点(x=0m, y=0m, z=12m)の沈下時刻歴を図 3 に示す。無対策に対して矢板対策ケースは沈下が抑制されており、スキマが大きくなるほど沈下量は大きい。残留状態における、各ケースの①水平方向の流動体積(x=13m)と②沈下による体積の比率を表 1 に示す。①②については下部の補足概要図を参照にされたい。全ケースの比率は 1.0 に近い値であるため、水平方向の流動量と沈下体積はほぼ一致している。すなわち堤防の沈下は、液状化した地盤の水平方向の移動に伴い生じると考えられる。矢板が設置されていると、矢板剛性により地盤の水平方向の流動を抑えるため、堤防の沈下も抑えられたと考えられる。

各ケースの x=13m かつ z=7m における断面の変形図を図 4 に示す。中央位置と両端の水平部分が矢板、そのほかは地盤の変位を示している。スキマが大きいくほど、地盤は矢板間をすり抜けやすくなり、矢板は 1 本あたりの荷重負担が大きくなる。そのため、地盤の流動量と矢板の変形量がともに大きくなり、水平方向の移動に起因した堤防の沈下が大きくなったと考えられる。

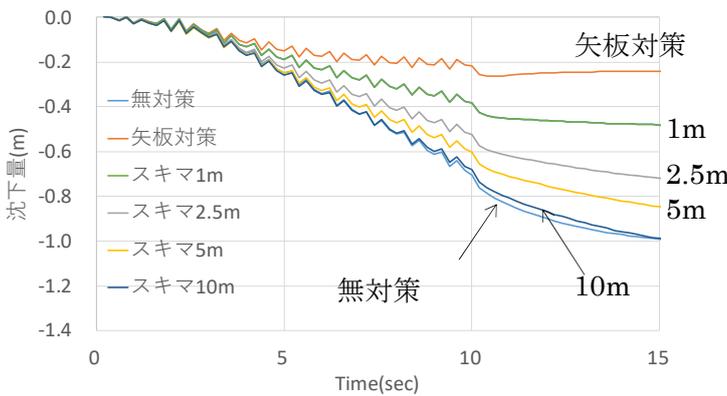


図 3 沈下時刻歴

表 1 体積の比較(奥行き 1m あたり)

ケース	スキマ (m)	①	②	比率
		(m <sup>3</sup> /m)	(m <sup>3</sup> /m)	
無対策	-	10.92	11.45	0.95
矢板対策	(0.0)	3.30	3.53	0.94
スキマ 矢板対策	1.0	6.26	6.22	1.01
	2.5	8.10	7.78	1.04
	5.0	9.54	9.46	1.01
	10.0	10.56	10.44	1.01

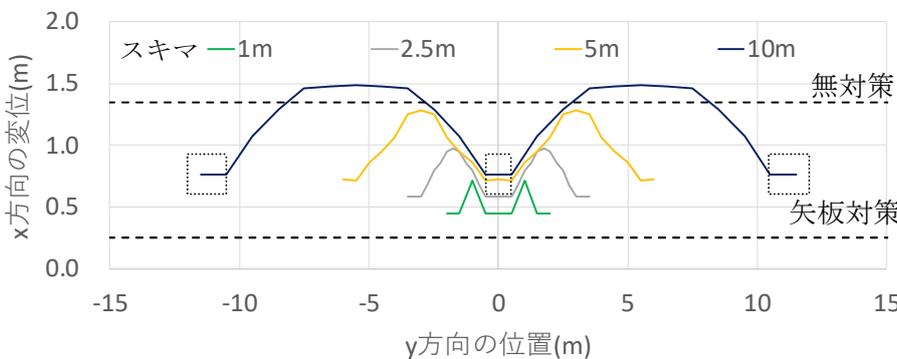
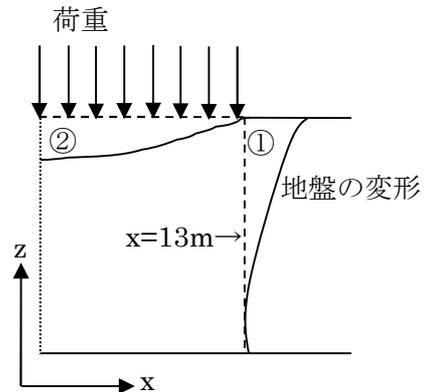


図 4 変形図 (x=13m かつ z=7m 断面, 左右ミラー写しにて表記)



[表 1 の補足概要図]

### 4. 結論

スキマを設けて設置した矢板による堤防液状化対策工法に着目し、数値解析を実施した。スキマの大きさの違いによる、堤防沈下対策効果の違いについて検討した。以下に要点を記す。

- ・地震時の地盤の水平方向の移動量と、沈下方向の体積変化はほぼ等しかった。すなわち、堤防の沈下は液状化した地盤の水平方向の移動に伴い生じると考えられる。
- ・矢板間のスキマが大きくなるほど、スキマ間の地盤流動量が増え、矢板の変形も大きくなるため、堤防の沈下が増加する結果となった。

### 参考文献

- 1) LIQCA2D17・LIQCA3D17(2017年公開版), 一般社団法人 LIQCA 液状化地盤研究所, 2017
- 2) Kakuta Fujiwara. et. al : Quantitative evaluation of PFS (Partial Floating Sheet-pile) Method under liquefaction, Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development, pp.467-472, 2019