

鋼矢板による新しい盛土の液状化対策工法に関する検討（その2：動的有効応力解析による検討）

鋼管杭協会 正会員 恩田 邦彦 正会員 龍田 昌毅
 正会員 才村 幸生 正会員 田中 宏征
 正会員 宇都宮 紳三

1. はじめに

鋼矢板を盛土内に天端高さまで設置することで液状化対策と洪水対策を兼ねる「鋼矢板芯壁堤」（図1）に対し、筆者らは既存盛土の強化工法として、実験・解析の両面から検討している。本報では本研究（その1）で報告した振動台模型実験を対象に動的有効応力解析コードL I Q C A¹⁾ (Ver.99)によるシミュレーションを実施し、解析手法の適用性を検証するとともに、実大スケールの解析を実施し、本工法の耐震対策効果の検証および矢板作用外力の把握を行った。

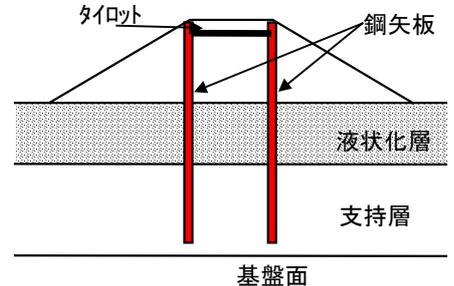


図1 基本モデル(鋼矢板芯壁堤)

2. 振動台模型実験のシミュレーション

解析モデルは、地盤および盛土は砂の繰返し弾塑性モデルでモデル化し、液状化層の材料パラメータは図2のように過剰間隙水圧の上昇（ケース1無対策、水平地盤部）について、実験結果に対するフィッティングによって決めた。鋼矢板（平板 t=2mm）は弾性梁要素を用いてモデル化し、鋼矢板と地盤の間には、壁面摩擦角 = 5°としてジョイント要素を設けた。入力波は実験入力加速度波形（b）の正弦波 300gal、20波を用いた。No.1 無対策および No.2 のり肩矢板（頭部タイト結合）の残留変形について図3に実験結果と比較して示す。実験および解析の盛土の変形モードは無対策、矢板対策ともに、良く一致しており、盛土天端の沈下量は、実験、解析ともに矢板対策（No.2）では無対策（No.1）と比較して約半分程度に抑制されている。また、図4に鋼矢板の残留曲げひずみ分布を示す。解析値および実験値では、分布形状は若干異なるが、最大ひずみ値は概ね一致している。

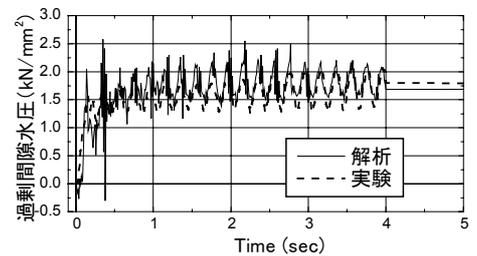


図2 過剰間隙水圧の比較（水平地盤部）

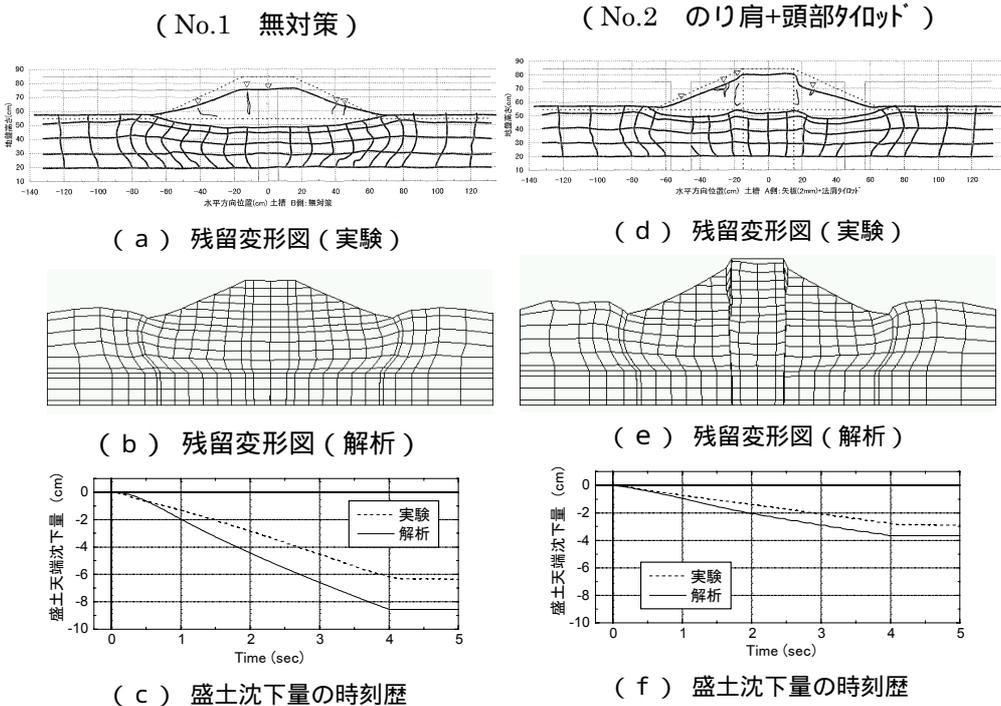


図3 残留変形図(変形倍率1倍)

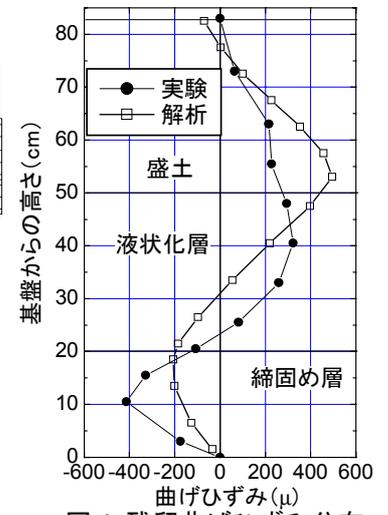


図4 残留曲げひずみ分布

キーワード：鋼矢板 / 堤防 / 盛土 / 有効応力解析 / 液状化 /

連絡先：〒103 - 0025 東京都中央区日本橋茅場町 3-2-10 TEL：03-3669-2437 FAX：03-3669-1685

3. 実大スケールの解析

図5に解析モデルおよび解析ケースを示す。堤体は、天端高さ8m、のり勾配1:2とした。液状化対象層は、層厚5mとし、新潟市川岸町程度のゆるい砂地盤を想定した²⁾。図6に液状化強度曲線を示す。鋼矢板は弾性梁要素を用いてモデル化し、鋼矢板の型式は、各ケース毎の相対的な比較を調べるため各ケース w 型とした。入力波は八戸波の波形を最大200galとして用いた。解析ケースは、図5に示すとおり、無対策(c1)、のり尻自立矢板(c2)、のり肩矢板+頭部タイロッド結合(c3)とした。

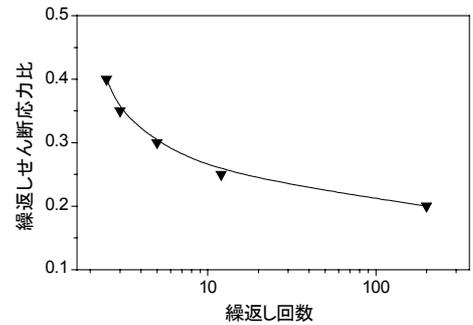


図6 液状化強度曲線(液状化地盤)

表1に各ケースにおける加振終了時の天端沈下量および矢板へ作用する最大曲げモーメントを示す。図7に最終残留変形図を示す。

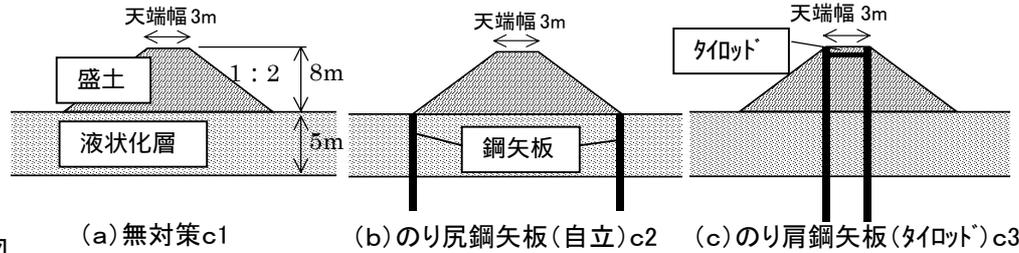


図5 解析ケース(実大モデル)

表1および図7より鋼矢板を堤体ののり尻または、のり肩に打設することにより、無対策時と比較し、基礎地盤液状化時の天端沈下量を抑えることができる。特にのり肩鋼矢板+頭部タイロッド結合(c3)とした場合に天端沈下抑制効果が著しい。また、矢板への最大作用曲げモーメントについても、自立のり尻鋼矢板(c2)の $M_{max} = 789 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ と比較して、のり肩鋼矢板+頭部タイロッド結合(c3)は、 $M_{max} = 317 \text{ kN}\cdot\text{m/m}$ と半分以下に低減されている。さらに地震時の許容応力度で照査すると、 $\sigma_{max} = 176 \text{ N/mm}^2$ (断面係数の低減無し) < $\sigma_y = 270 \text{ N/mm}^2$ (SY295材)であり、今回の検討モデルでは鋼矢板 w で十分持つ結果となった。

表1 天端沈下量および最大曲げモーメント比較

| ケース | 解析条件 | 天端沈下量 | 最大曲げモーメント | 最大応力度 |
|-----|---------------|----------|-------------|-------------------------|
| c1 | 無対策 | 1.01 (m) | — | — |
| c2 | のり尻鋼矢板(自立) | 0.63 (m) | 789(kN・m/m) | 438(N/mm ²) |
| c3 | のり肩鋼矢板(タイロッド) | 0.11 (m) | 317(kN・m/m) | 176(N/mm ²) |

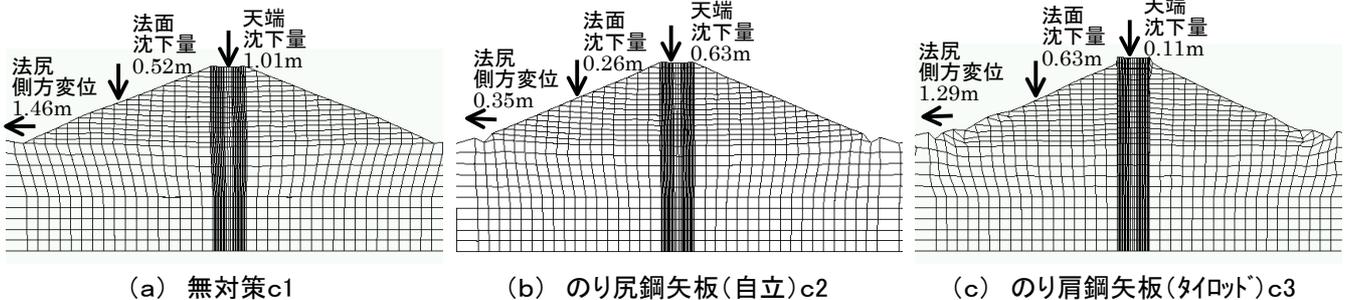


図7 残留変形図(変形倍率1倍)

4. おわりに

以上の検討から、のり肩鋼矢板+頭部タイロッド結合とした場合の基礎液状化時の天端沈下抑制効果が大きいことを解析によっても確認することができた。今後は、本工法の地震時設計手法の構築に向け、矢板への作用外力(曲げモーメント)と堤体の天端幅、天端高さ等の関係を明確にしていく考えである。

<参考文献>

- 1) Oka, F., Yashima, A., Kato, M. and Sekiguchi, K. (1992): "A constitutive model for sand based on the non-linear kinematic hardening rule and its application", 10th WCEE, Madrid, Spain, pp.2529 - 2534.
- 2) 関口宏二ほか: 有効応力法に基づく地盤の液状化解析技術の適用、NKK 技報、No.163、pp.57-63、1998.