

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1：振動台模型実験による検討）

鋼管杭協会 正会員 田中宏征 正会員 龍田昌毅
 正会員 恩田邦彦 正会員 宇都宮紳三
 正会員 才村幸生

1. はじめに

鋼矢板による盛土の補強構造に関し、基礎地盤の液状化に加え、洪水時の浸透・洗掘・越水等、多様な外力に対して盛土天端を確実に保持しうる構造として、盛土内に鋼矢板を打設して構造的なコアを形成する「鋼矢板芯壁堤」について検討を行っている。ここでは、そのうち液状化対策としての鋼矢板芯壁堤について、その効果等を振動台模型実験により検討した結果の一部を報告する。

2. 実験概要

実験模型と計測位置の例を図1に、実験ケースを表1に示す。模型は長さ2800×高さ845×奥行340mmの剛な砂箱内に作成した。盛土は天端幅300mm、高さ300mm、のり勾配1:1.75で、含水比を15%に調整したケイ砂7号($G_s=2.648$, $D_{50}=0.177\text{mm}$, $U_c=1.59$, $F_c=1.4\%$)を用いて湿潤密度 $\rho_t=1.5\text{g/cm}^3$ を目標に作成した。基礎地盤もケイ砂7号による飽和砂地盤で、下層は目標相対密度 $D_r=90\%$ の締固め層、上層は水中落下法で作成した目標相対密度 $D_r=40\%$ の液状化層である。盛土下部は基礎からの間隙水の浸透防止のため約20mmを砂利層とした。鋼矢板は実験No.2に対して板厚 $t=2\text{mm}$ ×高さ845mm、No.3に対して $t=3\text{mm}$ ×高さ545mmのステンレス鋼板で、下端は土槽にピン固定した。また、No.2では両側矢板の頭部をタイロッドで連結して事前に緊張力50Nを導入した。加振には図2に示す2種類の波形を用い、一模型に対し、(a)の波形で最大加速度を300gal(Step1)、500gal(Step2)に調整して2段階、さらに、(b)の波形で加速度を300gal(Step3)に調整して1段階、の合計3段階の加振を行った。

3. 実験結果

(1) 盛土天端沈下量の経時変化

各ケースの加振Step3における盛土天端沈下量の経時変化を図3に示す。図の沈下量はStep1からの値を累加して示している。無対策時に比べて、対策を施したNo.2、No.3で沈下抑制効果が確認され、特に、のり肩に鋼矢板を設けたNo.2では沈下量が無対策時の半分以下であり、天端沈下の抑制に関してより効果的で

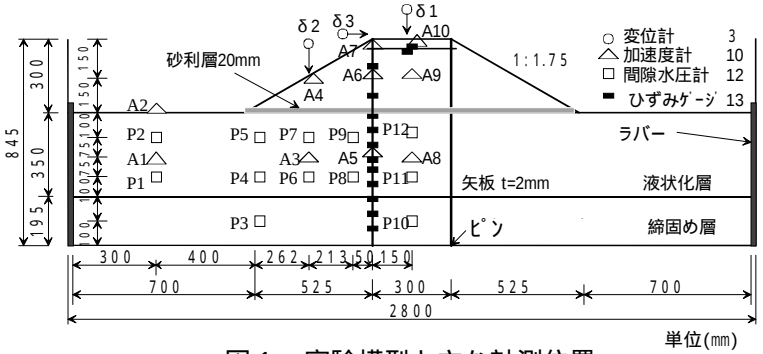


図1 実験模型と主な計測位置

表1 実験ケース

No.	対策種類 矢板位置、板厚、他	盛土 ρ_t (g/cm^3)	液状化層 D_r (%)	締固め層 D_r (%)
1	無対策	1.56	35.4	74.0
2	のり肩2mm, タイロッド	1.57	37.8	91.4
3	のり尻3mm, 自立	1.56	40.5	95.6

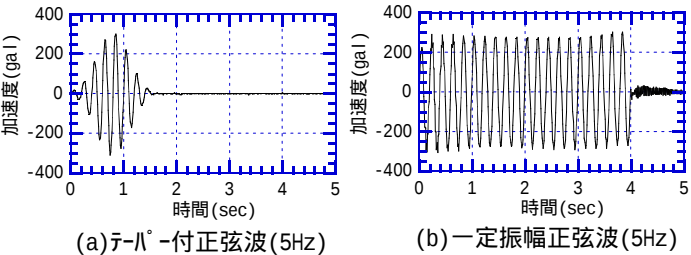


図2 入力加速度波形

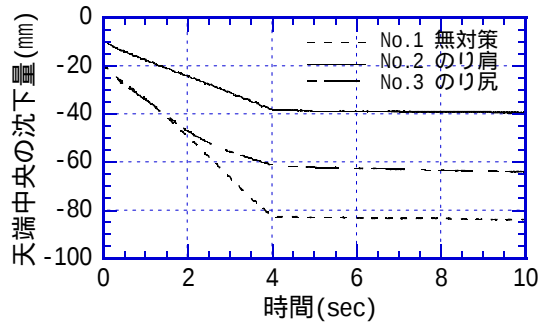


図3 天端中央沈下量の経時変化

キーワード：鋼矢板、堤防、盛土、液状化、地震

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

あることがわかる。なお、Step1では平地盤部がほぼ液状化に達するものの盛土下では過剰間隙水圧が非常に小さく、いずれのケースでも盛土に変状が生じなかった。Step2では沈下が生じ始めるが、加振時間が短く、今回の実験では加振終了とともに変形もほぼ停止したため沈下量は大きくなかった(図の縦軸切片値)。

(2) 残留変形状態

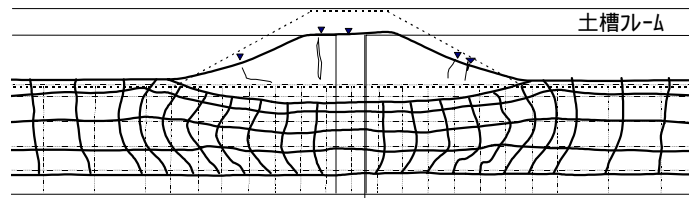
実験No.1とNo.2に関し、土槽側壁の亚克力板を介してスケッチしたStep3終了後の盛土および基礎地盤の残留変形状態を図4に示す。No.1の無対策時には直下地盤が圧縮変形とせん断変形による側方へのはらみ出しを起こし、盛土が全体的に沈下して、天端部にも大きなクラックが見られる。一方、No.2の矢板締切り内の基礎地盤では圧縮にともなう側方への伸張が見られるが変形量は小さく、矢板による拘束効果が確認される。しかし、締切り外側の液状化層では変形モードは若干異なるもののNo.1と同程度の側方への変形が生じ、のり面の沈下量も同程度になっている。

(3) 鋼矢板の残留変形と盛土天端沈下量の算定

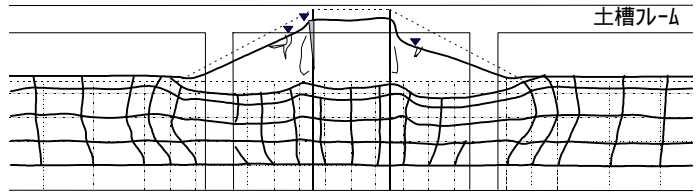
実験No.3の加振Step2,3終了後の矢板の残留曲げひずみの実測値と図5の簡易モデルによるその計算値の深度分布を図6に示す。図5は、のり面を体積の等価な平地盤に置換し、その上載圧を考慮した時の矢板両側の水平圧差を液状化層での矢板への作用土圧と仮定したモデルで、過剰間隙水圧比 R_u には天端下での実測値の平均を用いた。なお、ここでは盛土部での矢板への作用土圧を下端で液状化層の水平圧差 q に一致する三角形分布としているが、これに関しては検討の余地が残る。図6より、計算値は実測値とよく一致しており、図5のような簡易モデルでも加振条件(液状化程度)に応じた矢板の曲げひずみを推定可能と考えられる。また、たわみ計算値を用いて等体積変形の仮定から天端残留沈下量のある程度の精度で推定可能なことも確認している。ただし、間隙水圧の消散に伴う基盤の体積圧縮が考慮されていないため沈下量を小さめに評価する傾向があった。

4. あとがき

地震時や洪水時等の多様な外力に対する盛土の補強構造として、盛土内部に鋼矢板を打設する「鋼矢板芯壁堤」について、液状化対策としての効果を振動台実験により検討した。その結果、のり尻での従来の対策に比べてより効果的に天端部の沈下を抑制できること、矢板左右の平均的な上載圧差を考慮した簡易な梁モデルを用いて、矢板の残留変形や盛土天端の残留沈下量のある程度の精度で推定できる可能性のあることが示された。



(a)実験 No.1 (無対策)



(b)実験 No.2 (のり肩矢板)

図4 残留変形状態 (No.1,2)

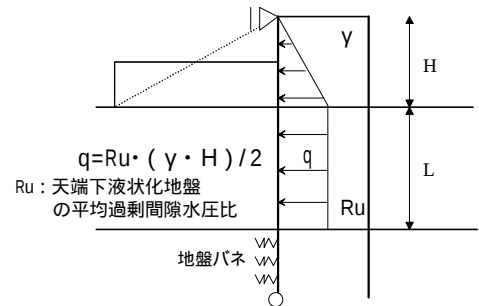


図5 鋼矢板の曲げひずみ算定モデル

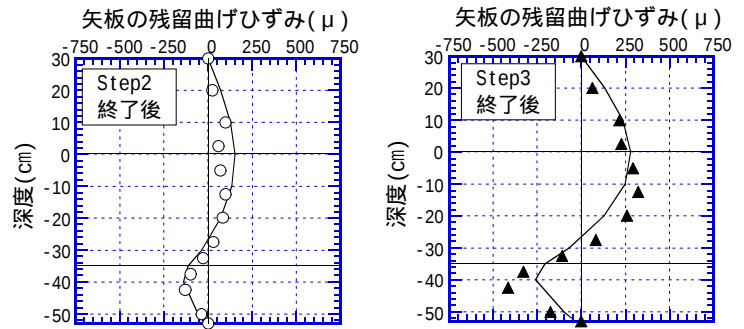


図6 鋼矢板の曲げひずみ実測値と計算値の比較