

鋼矢板による河川堤防の耐震補強に関する模型実験

大阪産業大学 学生会員 ○住田 智章 大阪産業大学 正会員 飯田 毅、太田 充紀

新日鐵住金(株) 正会員 乙志 和孝、藤原 寛太

1. 緒言

近年、地球規模において大規模地震や集中豪雨などの自然災害の発生頻度が増加しており、既設の河川堤防の補修・補強の重要性が一層増している。本研究では、既設河川堤防の耐震補強法の一つとして鋼矢板を用いた対策工法¹⁾及びその応用工法²⁾について新しい補強形態を考案し、振動台を用いた模型実験により堤体の動的挙動と補強効果を確認した。

2. 実験概要

実験には剛土槽(幅1210×高さ580×奥行き390mm)を用い、補強法と実験条件を表1に、実験模型例として、矢板+カゴ枠(アンカー+アンカー付き)を図1に示す。模型地盤は、珪砂5号($D_{50}=0.58\text{mm}$)を用いて水中落下法で作製し、下部地盤を相対密度 $Dr=85\%$ 程度、上部地盤を $Dr=65\%$ 程度の飽和状態とし、盛土部は珪砂5号とカオリン粘土を5:1で混合し、含水比15%に調整した試料を用いて成形した。模型寸法は幾何学的相似則 $\lambda=1/50$ とし、盛土法面の傾斜1:1.8になるよう高さ調整を行っている。実験模型は、①無対策盛土、②2重矢板締切り対策盛土、③矢板+根入れセル式対策盛土、④矢板+カゴ枠対策盛土(タイロッド付き)、⑤矢板+カゴ枠対策盛土(土中アンカー付き)、⑥矢板+カゴ枠対策盛土(アンカー+アンカー付き)の計6種類である。加振条件は正弦波3Hzの20波加振で、100gal、200gal、300gal、400gal、500galの5段階加振とした。

3. 実験結果

3.1 過剰間隙水圧比

加振加速度と過剰間隙水圧比($\Delta u/\sigma'_{v0}$)の関係を図2に示す。図2より、①300gal加振以上において、盛土の上載圧のない堤外側地盤部のP1、P2では過剰間隙水圧比が1.0を示し、液状化状態にあった。②2重矢板締切り対策の盛土直下の過剰間隙水圧比が無対策よりも低い値を示し、矢板の締切り対策効果により地盤拘束が過剰間隙水圧を一部抑制できたのではないかと考えられる。③矢板+カゴ枠対策(アンカー+アンカー付き)の過剰間隙水圧比が無対策よりも低く出ており、アンカーによる拘束効果により、地盤の軟化を抑制できたと考えられる。

表1 補強法と実験条件

No	補 強 法		対 策 条 件※		概 略 図	
			根入れ(mm)			
			堤外側	堤内側		
1	無 対 策			-		
2	矢板 + 矢板系対策	2重矢板締切り	300 (ピン固定)	300 (ピン固定)		
3		矢板+根入れセル		200		
4	矢板 + カゴ枠系対策	タイロッド		300 (ピン固定)	-	
5		土中アンカー			アンカー位置 200	
6		アンカー+アンカー			アンカー位置 200	

※矢板：鋼板1.6mm、アンカー：鋼棒φ3mm(法線方向3カ所)

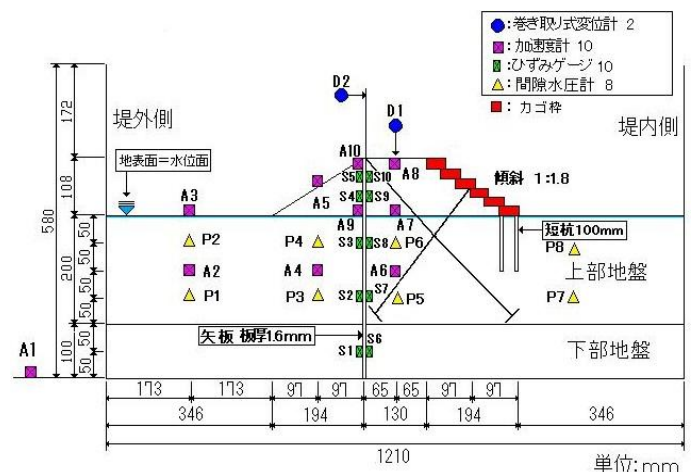
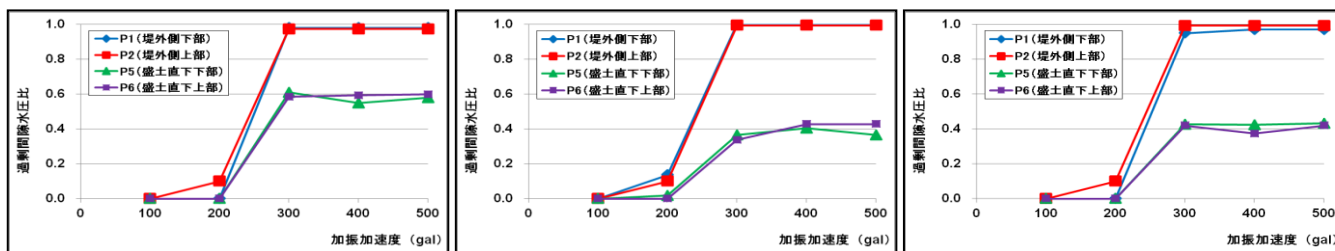


図1 矢板+カゴ枠対策(アンカー+アンカー)概要図

キーワード：堤防、堤防補強、災害対策(防災)、鋼矢板、カゴ枠、模型実験

連絡先：〒574-8530 大阪府大東市中垣内3-1-1 大阪産業大学 TEL 072-(875)-3001



(a) 無対策盛土

(b) 2重矢板締切り対策

(c) 矢板+カゴ枠対策(アンカー+アンカー付)

図2 加振加速度-過剰間隙水圧比

3.2 盛土天端の沈下量

各対策の盛土天端部の沈下量を図3に示す。図3より、①200gal 加振までいずれのケースも沈下がほとんど見られず、300gal 加振から沈下が生じた。②500gal 加振後の盛土天端の沈下量は、無対策で約 59mm、2重矢板締切り対策で約 21mm(無対策の 1/2.8)、矢板+カゴ枠(アンカー+アンカー)で約 23.0mm(無対策の 1/2.6)を示し、両対策は盛土天端の沈下抑制に効果的である。③他工法での 500gal 加振後の天端沈下量は矢板+根入れセル式対策では約 32.1mm(無対策の 1/1.8)、矢板+カゴ枠(タイロッド)では約 43.1mm(無対策の 1/1.4)、矢板+カゴ枠(土中アンカー)では約 36.0mm(無対策の 1/1.6)を示し、沈下抑制にある程度の効果が得られた。

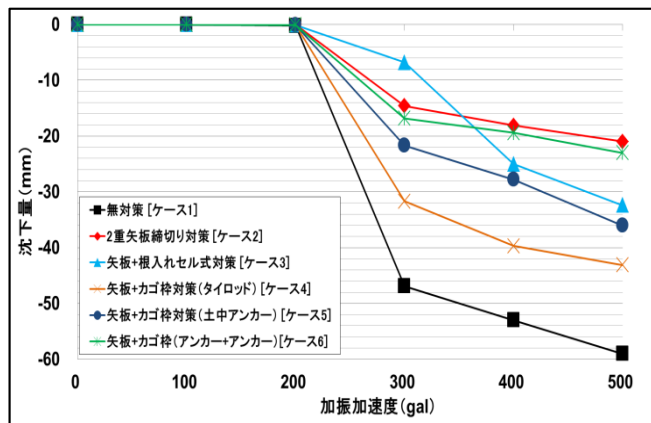


図3 盛土天端の沈下量比較

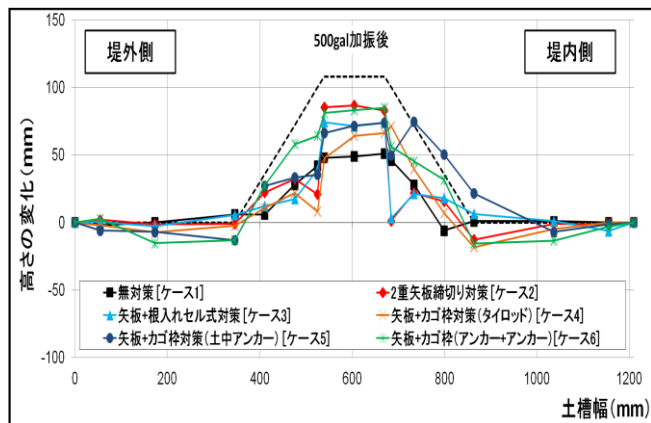


図4 盛土-地盤系の変形状況(500gal 加振後)

3.3 盛土-地盤系の変形状況

500gal 加振後の盛土-地盤の変形状況を図4に示す。図4より、①無対策盛土は液状化により盛土-地盤部ともに大きく沈下し、天端高さは約 45%になった。②矢板+矢板系対策では、両法面部は大きく沈下したが、天端部の沈下に対し高い抑制効果が得られた。③矢板+カゴ枠系対策の内、アンカー+アンカー付き対策では天端部の沈下抑制効果が高く、堤内側にカゴ枠を設置したことにより堤内側法面部の崩壊抑制効果も得られた。

4. 結言

鋼矢板およびカゴ枠を用いた複合構造とする堤体補強を対象とした模型実験により、以下の知見を得た。

- (1) 矢板+矢板系対策では、2重矢板締切り対策での盛土天端沈下量は無対策の 1/2.8、矢板+根入れセル式対策でも 1/1.8 と沈下抑制に効果的であった。
- (2) 矢板+カゴ枠(タイロッド)、矢板+カゴ枠(土中アンカー)では、ある程度の沈下抑制効果と、カゴ枠による堤内側法面部の崩壊抑制効果が得られた。
- (3) 矢板+カゴ枠(アンカー+アンカー)の盛土天端沈下量は無対策の 1/2.6 で、高い沈下抑制効果と、カゴ枠による堤内側法面部の崩壊抑制効果が得られた。

以上の結果より、盛土天端沈下抑制及び経済性の観点から、矢板+根入れセル式対策が効果的かつ実用的と言える。また、法面部の崩壊抑制、保護効果も考慮すると土中アンカーやアンカー+アンカー付きのカゴ枠対策も新しい補強工法の 1 つとして提案できる。

参考文献

- 1) 鈴木大貴、飯田毅、太田充紀、住田智章、他：鋼矢板による河川堤防の耐震補強に関する模型実験(その1)、土木学会第67回年次学術講演会概要集、2012.9
- 2) 藤原寛太、乙志和孝、飯田毅、他：鋼矢板とカゴ枠を用いた堤体補強に関する振動台模型実験、土木学会第68回学術講演会概要集(投稿中)