

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)

大阪産業大学 学生会員 ○鈴木 大貴 大阪産業大学 正会員 飯田 毅, 太田 充紀

大阪産業大学 学生会員 住田 智章 住友金属工業(株) 正会員 田中 宏征, 乙志 和孝

1. 緒言

近年, 地球規模において大規模地震や集中豪雨等の発生頻度が増加しており, 安定した治水の観点から災害に強い河川堤防の構築が望まれる。本研究では, 地震に対する堤防の補強構造として, 堤体に鋼矢板やカゴ枠を設置する複合構造に着目し, 地震時の堤体の挙動と補強効果を確認するため重力場における振動台加振実験を実施した。

2. 実験概要

実験には剛土槽(幅 1210mm×高さ 580mm×奥行き 390mm)を用い, 実験模型例を図 1 に, 実験条件を表 1 に示す。模型地盤は, 珪砂 5 号 ($D_{50}=0.58\text{mm}$) を用いて空中落下法で作製し, 下部地盤を相対密度 $Dr=60\%$ 程度, 上部地盤を $Dr=50\%$ 程度の気乾状態とし, 盛土部は含水比約 10% に調整した試料を用いて成形した。矢板模型には, 長さが堤外側: 408mm, 堤内側: 408mm/208mm, 厚さが $t=1.6\text{mm}$ の鋼板を用いた。カゴ枠模型には, 径 0.63mm, メッシュ 3.28mm の金網を長さ 40mm×高さ 10mm×奥行き 32mm 寸法に成型し, 内部に砂利(径 4~8mm 程度)を詰めめたものを計 6 個法面に段積みし, 短杭模型として, 径 3mm×長さ 100mm の鋼棒 10 本を, カゴ枠最下段部に設置し滑動抑止を図っている。実験は, ①無対策, ②2重矢板締切り対策, ③矢板+根入れセル式対策, ④矢板+短杭付きカゴ枠対策の 4 ケース実施した。加振条件は周波数 3Hz の正弦波 20 波, 最大加速度 100gal, 200gal, 400gal, 600gal, 800gal の 5 段階とした。

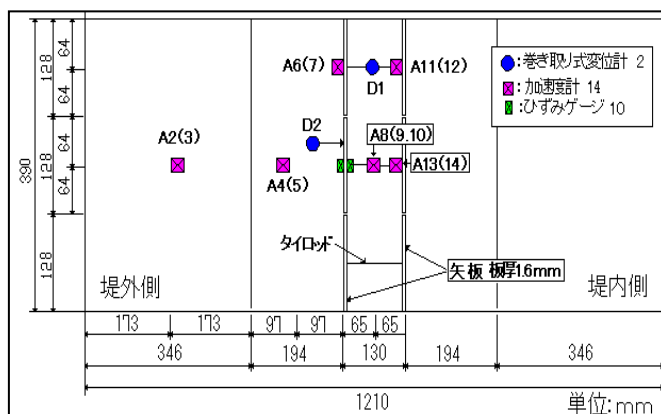
3. 実験結果

3.1 加速度応答倍率

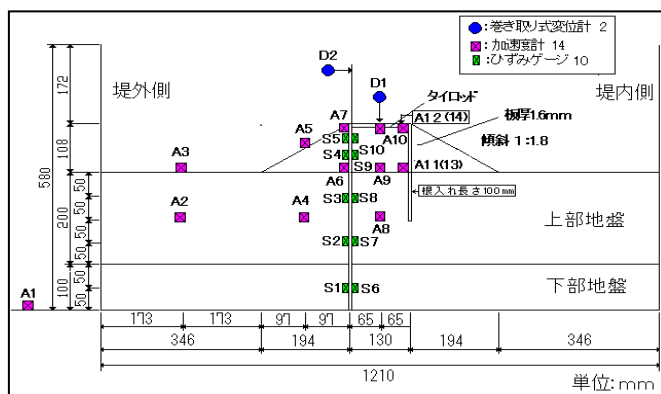
800gal 加振時の, 各ケースの加速度応答倍率を図 2 に示す。図 2 より, ①無対策時の盛土天端部の応答加速度は, 振動台加速度の約 1.7 倍の値を示した。②2重矢板締切り対策時の盛土天端部の応答加速度は, 振動台加速度の約 2.1 倍, 矢板+根入れセル式対策では約 1.9 倍, 矢板+短杭付きカゴ枠対策では約 1.9 倍の値を示した。③対策時は, 無対策時に比べて応答倍率が大きくなる傾向が確認された。

表 1 実験条件

ケース	対策	矢板条件				概略図	
		板厚 (mm)	下端固定法		根入れ深さ(mm)		
			堤外側	堤内側	堤外側		堤内側
1	無対策	なし					
2	2重矢板締切り	1.6	ピン固定	ピン固定	300		
3	矢板+根入れセル式			上部地盤中	300	100	
4	矢板+短杭付きゴ枠			なし	[カゴ枠]		



(a) 平面図



(b) 断面図

図 1 矢板+根入れセル式対策盛土(ケース 3)

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

3.2 盛土天端部の沈下量比較

各ケースの盛土天端部の沈下量を図3に示す。図3より、①いずれのケースも、400gal 加振までは殆ど沈下が見られず、600gal 加振から徐々に沈下が始まる結果であった。②800 gal 加振後の盛土天端の沈下量は、無対策時の約 40 mm に対して、2 重矢板締切り対策では約 5mm (無対策時の約 1/8)、矢板+根入れセル式対策では約 6.9mm (無対策時の約 1/5.8)、③矢板+短杭付きカゴ枠対策では約 15mm (無対策時の約 1/2.7) で、他対策よりは劣るが、盛土天端の沈下抑制効果がある程度認められた。

3.3 盛土の変形状況

800gal 加振後、各ケースの盛土及び地盤の残留沈下量を図4に示す。図4より、①無対策では、盛土法面および天端が変状し、加振後の堤体高さは初期堤体高さの約 63%となった。②2 重矢板締切り対策では、堤外側・堤内側ともに法面部土砂の側方への流動はみられるが、盛土天端高は初期の約 95%確保される結果であった。③矢板+根入れセル式対策盛土でも、加振後に盛土天端高が初期の約 93%確保され、2 重矢板締切り対策とほぼ同等の効果が得られた。④矢板+短杭付きカゴ枠対策では、加振後に盛土天端高が初期の約 86%確保され、さらに、堤内側法面がカゴ枠で保護されることで、堤体の変状が抑制される結果であった。

4. 結言

鋼矢板およびカゴ枠を堤体内に設置し複合構造とする堤防補強を対象とした一連の模型実験より、各種補強構造に関し、以下の知見を得た。

- (1) 堤体内に鋼矢板を設置する補強対策を行ったケースでは、無対策時に比べて堤体の健全性が向上したため、加速度応答倍率が大きくなった。
- (2) 800gal 加振後、盛土天端の沈下量を無対策と比較すると、2 重矢板締切り対策で約 1/8、矢板+根入れセル式対策で約 1/5.8、矢板+短杭付きカゴ枠対策で約 1/2.7 と沈下が抑制される結果であった。
- (3) 盛土の変形状況では、2 重矢板締切り対策が天端高さを最も維持でき効果的だが、矢板+根入れセル式対策でもほぼ同等の形状を保つことができ対策効果は顕著である。また、矢板+短杭付きカゴ枠対策は法面部の保護にも大変有効であった。

以上の結果より、今回提案する補強構造が、地震時の堤体天端の沈下や変状抑制に効果的に機能することが確認できた。

最後に実験実施にあたり、協力戴いた大阪産業大学 4 年生の中橋氏、藪内氏に対し深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 鋼管杭協会、堤防補強研究委員会：鋼矢板芯壁堤、鋼矢板を用いた河川堤防補強技術、平成 14 年 3 月
- 2) 鈴木大貴、飯田毅、太田充紀、田中宏征、乙志和孝：鋼矢板による河川堤防の耐震補強法に関する基礎的研究、土木学会第 66 回年次学術講演会概要集、2011.9

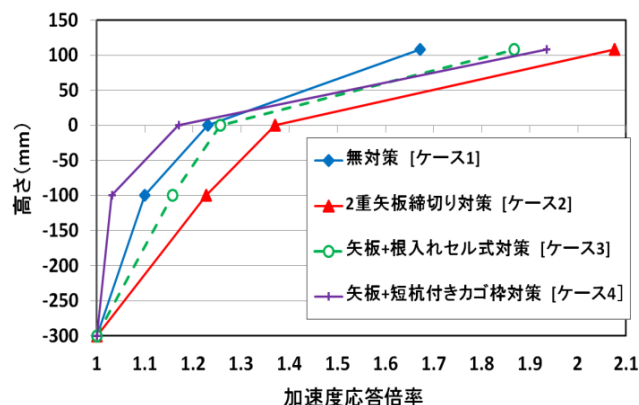


図2 加速度応答倍率 (800gal 加振時)

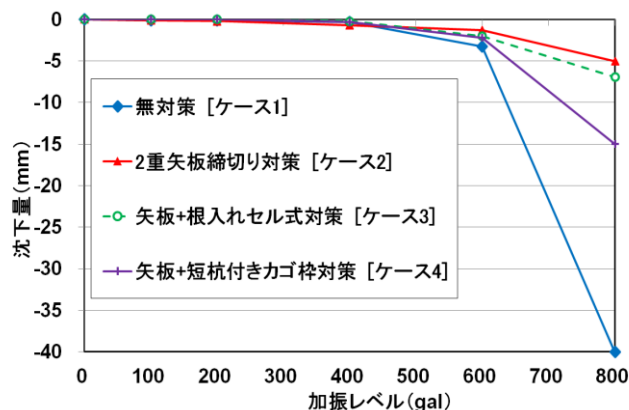


図3 盛土天端部の沈下量比較

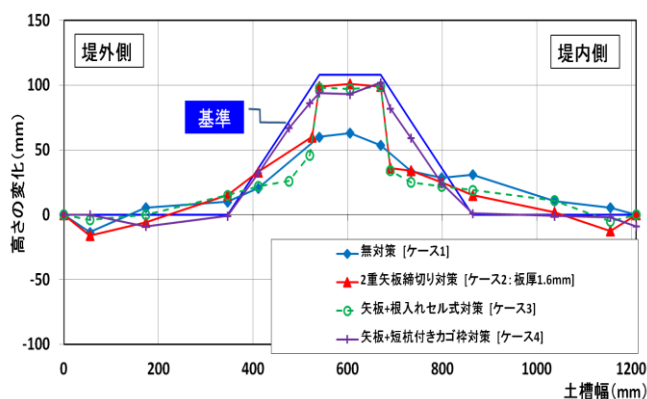


図4 盛土及び地盤の残留沈下量 (800gal 加振後)