

天端の固化改良がため池堤体の地震時安定性に与える影響 (その1) Effects of Crest Improvement on Seismic Stability of Small Earth Dams, No.1

○小西優輝* 大山峻一** 泉 明良** 園田悠介* 澤田 豊*

Yuki KONISHI, Shunichi OHYAMA, Akira IZUMI, Yusuke SONODA, Yutaka SAWADA

1. はじめに

ため池堤体の地震対策として、押え盛土工法が一般的に用いられるが、堤体下流側の用地確保が困難な場合や貯水容量の減少が許されない場合、その代替策として天端の固化改良が行われることがある。この天端の固化改良では、設計で用いられる円弧すべり計算の特性上、大きな安全率が得られるが、実際の耐震性への効果は不明である。また、堤体と固化部の剛性が大きく異なることから、その境界で剥離が生じる可能性がある。そこで、本研究では、(1) 天端の固化改良が堤体の耐震性に及ぼす影響と (2) 境界部での剥離の可能性を明らかにするため、遠心模型実験を実施した。

2. 実験概要

実験には、幅1350 mm、奥行き400 mm、高さ430 mmの剛土槽を使用した。材料は、銕田砂 (Fig. 1) を使用し、相対密度90 %で模型を作製した。改良体は、銕田砂に普通ポルトランドセメントを添加し (30 kg/m³) 圧縮強度200 kN/m² を目標として、1週間養生で作製した。堤体模型を50 Gまで载荷し、実規模換算で堤高10 m、貯水8 mのため池を想定し実験を行った。加振条件は、実規模換算で150 gal, 300 gal, 450 galのsin波段階加振を5 Hz, 継続時間を60秒で実施した。実験ケースは、(1) 無対策 (2) 天端改良3 cm (実規模換算値1.5 m) (3) 天端改良6 cm (実規模換算値3 m) の計3ケースを実施した (Fig. 2)。

3. 実験結果

1) 耐震性に及ぼす影響

Fig.3 に、天端沈下量の時刻歴を示す。無対策の堤体では実規模換算で、1.4 m の沈下が生じた。これはため池整備指針に定められる許容沈下量1 m を超える。同様に天

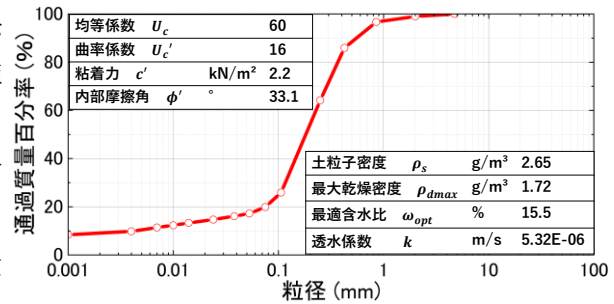


Fig. 1 銕田砂の物性

Physical properties of Hokota sand

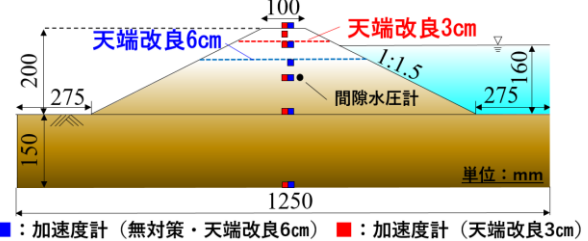


Fig. 2 実験ケースおよび計測器配置
Experiment case and instrumentation

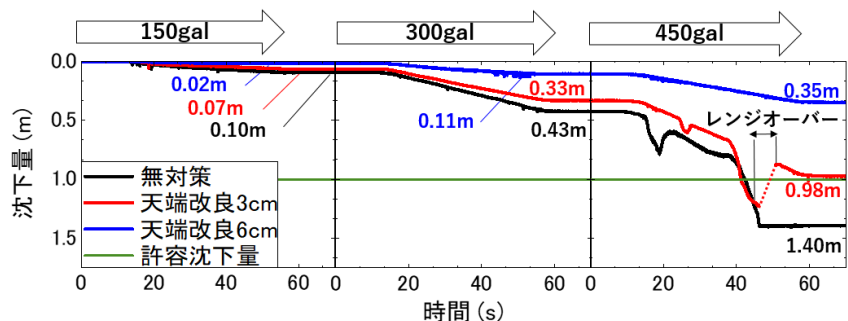


Fig. 3 天端沈下量の時刻歴
Time history of crest settlement

*神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University

**農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering NARO

キーワード：ため池, 遠心模型実験, 天端改良

端改良 3 cm の堤体でも、許容沈下量に近い 0.98 m の沈下が生じた。一方、天端改良 6 cm の堤体では、0.35 m と無対策の 1/4 の沈下量であり、許容沈下量未満となった。したがって、既往研究¹⁾で示される通り天端改良は天端の沈下抑制効果があり、特に天端改良 6 cm は耐震性向上に寄与すると言える。

Fig.4 に 150 gal 加振時の堤体中央で記録された最大加速度を土槽底面の最大加速度で除した応答加速度の増幅率を示す。改良厚 6 cm, 改良厚 3 cm, 無対策の順に増幅率が低下していることが分かる。

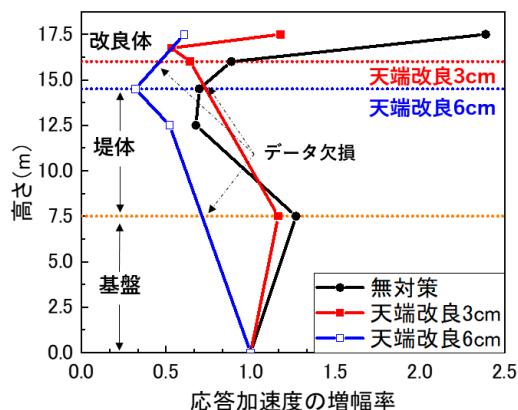


Fig. 4 応答加速度の増幅率 (150gal)
Amplification factor of recorded acceleration

300 gal, 450 gal でも同様の傾向が確認されたことから、天端の加速度応答の抑制により堤体の沈下が抑えられたと考えられる。

2) 境界部での剥離の可能性

Fig.5 に天端改良 6 cm の間隙水圧の経時変化を示す。450 gal 加振直後に間隙水圧が 8 kPa から 18 kPa に急激に上昇している。また、30 秒経過後に、間隙水圧が急激に減少していることから、加振後に、急激な浸透と排水が生じたと考えられる。実際、堤体と改良部の境界から貯水の浸透および水みちの発達が視認された。

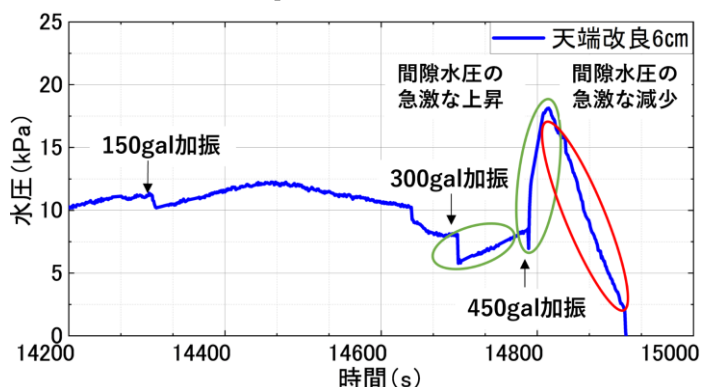


Fig.5 天端改良直下の間隙水圧の経時変化
Time history of pore water pressure below the crest improvement

Fig.6 に天端改良 6 cm の実験後の様子を示す。天端改良 6 cm では 450 gal 加振後に下流側斜面の侵食が確認された。また、上・下流斜面に改良境界部に沿ったクラックが確認された。従って、天端改良の堤体ではレベル 2 に相当する強い地震動を受けた際、土と改良部の境界で剥離が生じ、水みちや漏水の可能性があると考えられる。

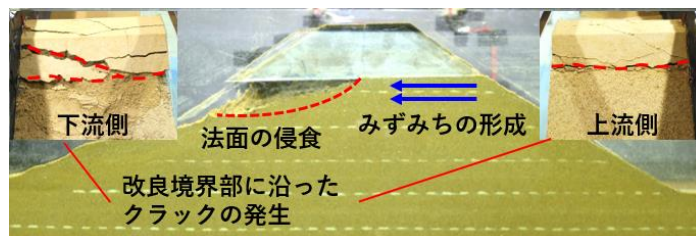


Fig. 6 改良境界部のクラック (天端改良 6 cm)
Cracks between crest improvement and embankment

4. まとめ

本研究では、天端の固化改良を行ったため池堤体を対象に遠心模型実験を実施し、(1) 天端の固化改良が堤体の耐震性に及ぼす影響と (2) 堤体と改良部の境界での剥離の可能性、の 2 点を検討した。その結果、(1) 天端の改良によって堤体内に生じる加速度が低減し、天端沈下量を抑制する効果があること (2) 450 gal の大きな地震を受けた場合、堤体と固化部の境界部で剥離が生じ、水みちや下流斜面の侵食の可能性があると明らかとなった。

謝辞：本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「ため池の適正な維持管理に向けた機能診断及び補修・補強評価技術の開発」(JPJ009839) の補助を受けて行った。

参考文献：1) Tani, S., Tsukuni, S., Shiomi, T. Performance of a fill dam based on the performance-based design concept and study of a seismic retrofitting method, *Soils and Foundations*, Vol. 49, No. 6, pp. 841-851, 2009