

押え盛土の形状が既存堤防の地震時安定性に及ぼす影響

中央大学 正会員 ○早瀬 たま枝
中央大学 正会員 平川 大貴
香川大学 正会員 荒木 裕行

1. はじめに

本研究は、液状化地盤上にある河川堤防の地震時安定性を向上させる方法として、河川掘削土をジオグリッド補強して既存堤防上に押え盛土として配置する方法¹⁾(図-1:以下、提案方法と表記)について検討している。押え盛土は既存堤体の安定性を保持することが目的であり、堤防の機能は既存堤が担う。押え盛土工の配置によって得られる力学的利点は1)堤体のすべり破壊の抑制、2)基礎地盤の支持要件の保持(液状化対策)である。2)の要因は、拘束圧レベルの増大による液状化抵抗の増加²⁾、それに伴って過剰間隙水圧比が最大となる深さが下がることに依る³⁾。押え盛土工の効果はその大きさと配置位置によって異なると考えられるが、詳細は未解明である。そこで本研究では形状に注目し、同一体積条件下において押え盛土工の形状が既存堤防の安定性に及ぼす影響を重力場での振動台実験で検討した。

2. 実験概要

実験概要を図-2に示す。本研究では、単一の液状化地盤上に配置された堤体(Case1:図-2a)を基準とし、同じ体積で形状の異なる押え盛土を配置したCase2(図-2b)とCase3(図-2c)の挙動を比較した。なお、土槽寸法を踏まえて、本研究では堤体模型(Case1~3)は半断面で検討している。

土槽寸法は幅1,000×奥行き400×高さ800 mmで、基礎地盤の深さは400 mmである。堤体寸法は天端幅50×堤体高100 mm($=h$)、Case2の押え盛土の幅と高さはともに h とし、Case3は幅200($=2h$)×高さ50 mm($=0.5h$)であり、法勾配はいずれも1:2.0とした(図-2)。基礎地盤、堤体、押え盛土のいずれの模型にも豊浦砂を用いた。基礎地盤は水中落下法、堤体と押え盛土は含水比 $w=5\%$ に加水調整して締め固めて作製した。密度状態は、基礎地盤は相対密度 D_r ≒約40%($\rho_d=1.470 \text{ g/cm}^3$)、堤体と押え盛土は D_r ≒約70%($\rho_d=1.560 \text{ g/cm}^3$)とした。押え盛土はジオグリッドによる補強盛土構造で、縦横目合い4 mmのPP製ネットをジオグリッド模型として鉛直敷設間隔 $h/4$ で水平に敷設した。なお、1:2.0の緩勾配法面では地震時にすべり破壊する可能性は低いと考えられるが、本対策においては押え盛土工の安定を確保することが前提となるために補強土構造としている。

加振条件は5 Hzの正弦波20波、100 galから50 gal

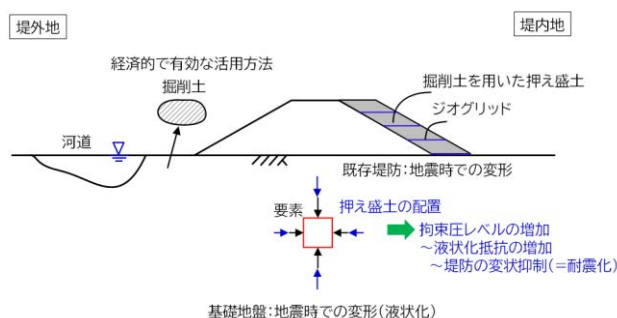


図-1 本研究で検討する既存堤防の耐震化方法

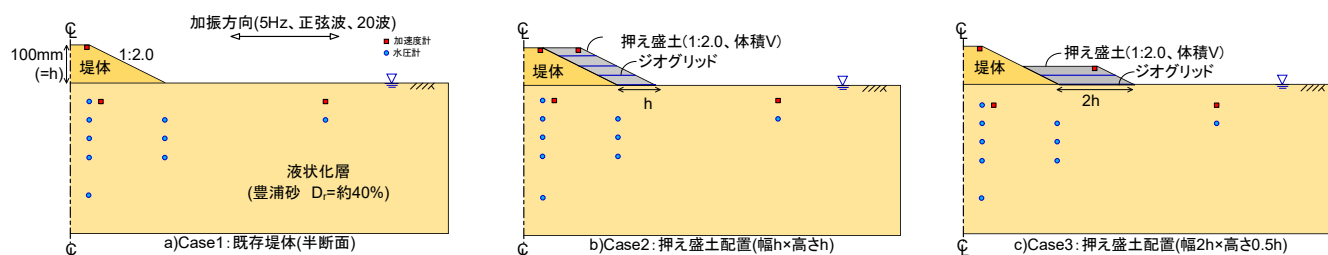


図-2 実験ケースの一覧

キーワード 河川堤防, 押え盛土, 液状化, 河川掘削土
連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

TEL03-3817-1799

きざみのステップ加振である。それぞれの加速度レベルでの堤体・押え盛土工の変状状態、および各位置での過剰間隙水圧 Δu と加速度応答値を測定した。

3. 検討結果および考察

堤体のない状態では 100 gal 加振時に基礎地盤は過剰間隙水圧比 $\Delta u/\sigma'$ は 1.0 に達するが³⁾、堤体および押え盛土工を配置すると基礎地盤の拘束圧レベルが上昇して、安定性を保持できる加速度レベルは増加した。このように、押え盛土工の配置は堤体の押さえだけでなく、基礎地盤の液状化対策にもなる。

Case1(図-2a)では 200 gal 加振時で基礎地盤は液状化して堤体は回転モードで大きく変状した。これに対して押え盛土工を配置した Case2(図-2b)と Case3(図-2c)では 200 gal 加振時でも堤体の変状は大幅に抑制された。200 gal 加振時での堤体直下・深さ 15 cm の位置における $\Delta u/\sigma'$ の時刻歴の比較を図-3に、堤体と押え盛土工の変形状態および堤体直下における $\Delta u/\sigma'$ の深さ方向分布を図-4に示す。 $\Delta u/\sigma'$ 分布は堤体の法肩付近における深さ方向分布である。堤体のみ Case1 では深さ 15 cm で $\Delta u/\sigma'$ が最大となるため、Case2~3 ではこの深さで $\Delta u/\sigma'$ が最大となる時の分布を図化している。図-3~4より、同じ体積の押え盛土工であってもその配置位置によって得られる対策効果が異なることが確認できる。押え盛土工は水平方向より鉛直方向に配置した方が効果的である。これは、堤体上に押え盛土工を配置した方が堤体直下の拘束圧レベルを効率良く増加できる結果、土粒子の変位が生じにくくなるためである。この効果は Δu 値およびその上昇率の差異(図-3)、堤体の変状の程度(図-4)からも伺える。一方、基礎地盤が液状化する際は押え盛土工の変状は法先に集中する(図-4)。堤体の変状を抑制するためには押え盛土工の安定性を保持することが重要となるため、押え盛土工の形状については検討の余地がある。押え盛土工の法勾配については今後、検討を行う予定である。

4. まとめ

液状化地盤上にある河川堤防の地震時安定性を向上させる方法として、河川掘削土をジオグリッド補強して既存堤防上に押え盛土工として配置する方法について検討した。押え盛土工の形状に注目し、同一体積条件下において押え盛土工の形状が既存堤防の安定性に及ぼす影響を重力場での振動台実験で検討した。この結果、同じ体積の押え盛土工であってもその配置位置によって得られる対策効果が異なり、水平方向より鉛直方向に配置した方が高い効果が得られることを確認した。一方、基礎地盤が液状化する際は押え盛土工の変状は法先に集中するため、今後は押え盛土工の法勾配について検討を行う予定である。

参考文献: 1)平川大貴, 荒木裕行: 押え盛土工による既存堤防の耐震化に関する基礎研究, ジオシンセティックス論文集, Vol.36, pp.97-102, 2021. 2)Y, Koga and O. Matsuo: Shaking table tests of embankments resting of liquefiable sandy ground, *Soils and Foundations*, Vol.30, No.4, pp.162-174, 1990. 3)早瀬たま枝, 平川大貴, 荒木裕行: 押え盛土工の配置による既存堤防の耐震化の向上, 第 58 回地盤工学研究発表会(投稿中), 2023.

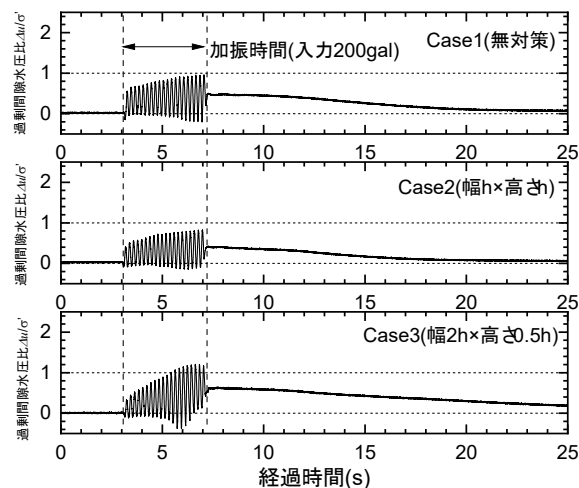


図-3 200 gal 加振時での Case1~3 の過剰間隙水圧比の時刻歴の比較

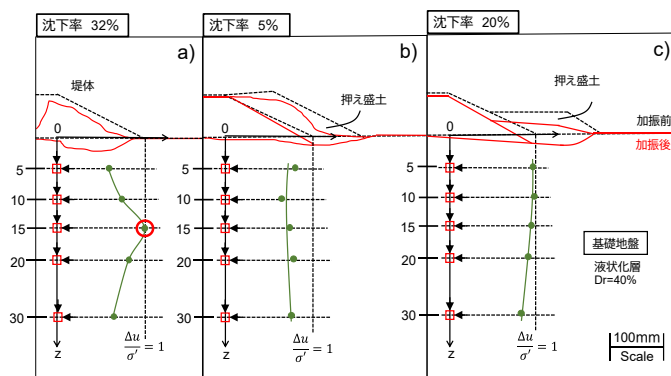


図-4 200 gal 加振時で生じた堤体・押え盛土工の変状と過剰間隙水圧比分布の比較