

「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」（平成29年度採択）
研究概要

番号	研究課題名	研究代表者
No.27-3	沢埋め道路盛土の経済的な耐震診断と耐震補強の開発	神戸大学 教授 澁谷啓

全国に多数存在する耐震性が不十分な既設の沢埋め道路盛土を対象に、物理探査と簡易なサウンディングの組み合わせによる経済的で合理的な耐震診断法および熟練技術を要せず安価に施工できる土のう構造体を用いたのり先耐震補強工の研究開発を行った。

1. 研究の背景・目的（研究開始当初の背景・動機、目標等）

膨大なストックである既設道路盛土の現状の耐震性を評価する上で、危険箇所を素早く低廉に確度高く判定できる技術と、効率的・経済的に実施可能な補強工法の開発が喫緊の課題である。本研究は、沢埋めの道路盛土を対象に、経済的な耐震診断法と耐震補強工を開発することを目的として実施した。

2. 研究内容（研究の方法・項目等）

耐震診断および耐震補強に係る新たな技術開発を以下のように展開した。

【耐震診断】＝事前情報に基づいた物理探査と簡易なサウンディングの組合せによる診断

→道路盛土に関する既存情報（施工・点検記録と現地踏査の結果）を分析した上で、物理探査と各種の簡易なサウンディングを適切に組み合わせ、多数の盛土に対して耐震診断のための低廉な調査手法を提案し、いくつかの実盛土で検証した（図-1）。

【耐震補強】＝土のう構造体による法先補強工法

→従来の土のう工法と異なり、中詰め材の粒度改善・重質化、締固めとアンカーによる地山への緊結により、一体化して挙動する土のう構造体を開発した（図-2）。

→本提案工法による補強効果を‘実大規模実験’により検証し、極限平衡解析と数値解析による実盛土の安定および変形の照査方法を確認した。

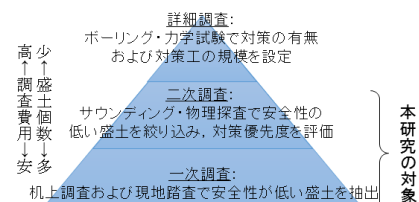


図-1 盛土耐震診断の進め方のイメージ図

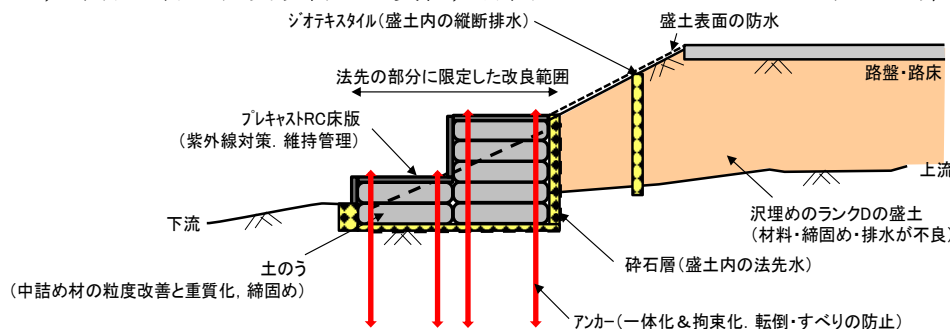


図-2 土のう構造体による新たな法先耐震補強

3. 研究成果（図表・写真等を活用し分かりやすく記述）

【耐震診断】

- ・ 個別の盛土に対して劣化要因を抽出し、発生した変状の進行状況を時系列で記録することにより、将来の災害形態・規模を想定した新たな安定性評価（一次調査）手法を提案した。
- ・ 近畿整備局管内における道路盛土の点検結果から、本研究で提案した安定性評価手法の方が、従前の点検調査よりも、実際の盛土の耐震性をよりの確に捉えていることを確認した。
- ・ 一次調査で抽出された耐震性が低い沢埋め道路盛土に対して二次調査（表面波探査、動的コーン貫入試験等）および詳細調査（ボーリング、室内試験等）を同時に平行して実施し、本研究で提案する簡易で低コストな二次調査から得られた安全率は、詳細調査のそれよりも僅かだけ小さかった（表-1）。よって、提案法の二次スクリーニング手法としての妥当性を確認した。

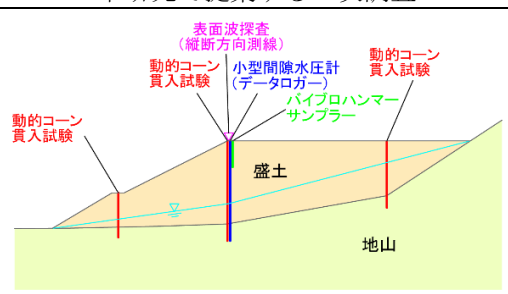
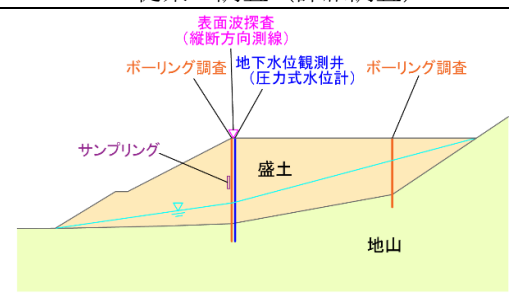
【耐震補強】

- ・ 土のう構造体のせん断強度およびクリープ特性に及ぼす中詰め材の影響、土のう構造体と基礎地盤との相互作用および土のう構造体設置による盛土の耐震補強効果を検証するために、各種室

内試験を実施した。これらの成果を踏まえて、実大規模盛土の振動台実験を実施し、土のう構造体による盛土の耐震補強効果を検証した。さらに、土のう構造体による補強工と他工法とを設計、経済性、施工性、等の観点から比較検討し、提案工法の優位性を示した。

- 過去に崩壊した実際の道路盛土を対象に、のり先補強高さ地震時安全率との関係を明らかにし（図-3）、実設計および実施工の足がかりを得た。

表-1 二次調査の経済性比較

	本研究で提案する二次調査	従来調査（詳細調査）
調査仕様の概要	 <p>(現場作業日数：2日程度)</p>	 <p>(現場作業日数：10日程度)</p>
費用	340万（表面波探査を実施しない場合270万）	540万（表面波探査を実施しない場合470万）

4. 主な発表論文（研究代表者はゴシック、研究分担者は下線）

- 九田敬行, 歳籐修一, 田島亮佑, 片岡沙都紀, 澁谷啓：土のう構造体を用いたのり先補強による既設盛土の耐震化技術の開発における小型振動台試験, Kansai Geo-Symposium 2016 地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム, 2016, pages 119-124.
- 戎剛史, 眞弓孝之, 鍋島康之, 野並賢, 片岡沙都紀, 澁谷啓：既設道路盛土の一次調査点検手法の改善ならびに実盛土への適用性の検証, Kansai Geo-Symposium 2016 地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウム, 2016, pages 167-172.
- 野並賢, 戎剛史, 片岡沙都紀, 澁谷啓, 谷和夫, 千野克造：既設盛土を対象とした簡易で経済的な安定性評価手法の提案とその検証事例, 地盤工学ジャーナル（投稿中, 掲載決定済）.
- S. Kataoka, T. Kuda, S. Shibuya, H. Nakazawa, R. Tajima and T. N. Lohani : Study on the development of a new aseismic reinforced construction method by using soil-bag stacks at the toe section of the embankment, Proc. of the 16th ARC 2019,（投稿中, 掲載決定済）
- 澁谷啓, 谷和夫, 片岡沙都紀, 中澤博志：「土のう構造体」を用いた既設盛土の耐震補強, 地盤工学会誌 2018年6月号, Vol.66, No.6, Ser.No.725, 2018, pp.28-31

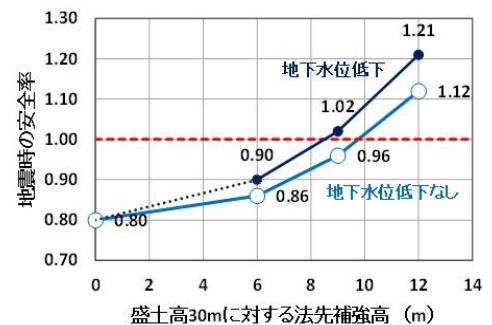


図-3 土のう構造体の高さの検討

5. 今後の展望（研究成果の活用や発展性、今後の課題等）

【耐震診断】本研究で提案している既設盛土の安定性評価（一次調査）法を実盛土に適用するための「盛土安定度点検マニュアル（仮称）」の作成ならびに定期点検における実用化の促進。二次調査方法の実用化と実施データの蓄積による適用性の検討。

【耐震補強】土のうの耐久性ならびに土のう構造体に作用するプレストレス荷重の長期安定性の検討。高盛土への適用を念頭においた土のう構造体の設計・施工方法の検討と加振実験による検証。

6. 道路政策の質の向上への寄与（研究成果の実務への反映見込み等）

本研究の成果は、‘旧基準で設計・施工された夥しい数の道路盛土の耐震診断ならびに耐震補強’の今後の展開において、調査・施工コストの低廉化ならびに迅速化による数的な促進が期待でき、結果として道路防災の進展に資する技術開発である。また、同種の盛土構造物（河川堤防、ため池施設、等）への適用が期待される。

7. ホームページ等（関連ウェブサイト等）

神戸大学 澁谷・片岡研究室 (www.research.kobe-u.ac.jp/eng-geotechlab/)