

令和 3 年 4 月 30 日

公益信託 NEXCO関係会社高速道路防災対策等に関する支援基金  
受託者 三菱UFJ信託銀行株式会社 御中

## 研究概要書

研究課題：鋼管杭と斜め打ちパイルを用いた道路盛土のハイブリッド型耐震補強工法に関する研究

研究代表者：九州大学大学院 工学研究院 教授 ハザリカ ヘマンタ  
共同研究者：防災科学技術研究所 水・土砂防災研究部門 主任研究員 石澤 友浩  
(株)技研製作所 工法事業部 課長 古市 秀雄  
ケイズラブ(株) 代表取締役 河内 義文  
(株)ケー・エフ・シー 技術部 部長 渡邊 直人  
日本基礎技術(株)九州支店工事部 副部長 松本 大輔  
地盤防災研究所 所長 藤白 隆司  
日本地研(株)調査解析部 係長 石橋 慎一郎

### 1. はじめに

2016年熊本地震以降、脆弱な高速道路盛土の緊急な耐震補強対策が求められている。また、被災が道路用地外におよんだ場合は追加用地買収が必要となり、災害復旧においてはこうした制約条件も解消しなければならない。盛土部における地震時のスペック強化として、鋼管杭・地盤改良などを用いた抑止対策工法が存在するが、これらの問題を解決するため、本研究では当該地域の道路盛土に着目し、コスト削減を目指して、鋼管杭と斜め鋼材「斜め打ちパイル」を併用したハイブリッド型補強工法(図1)を試みた。これまでの研究では、(平成30年度の助成金)開発中のハイブリッド型補強工法の有効性については振動台実験により確認し、定性的な評価を行った。しかし、ハイブリッド型補強工法の実用化にむけて、更なる検討が必要である。今回の研究では、追加の高度な模型実験と数値解析を行い、補強メカニズムを定量的に評価し、最終的には自然斜面・法面の総合的な補強技術の確立を目指すものである。

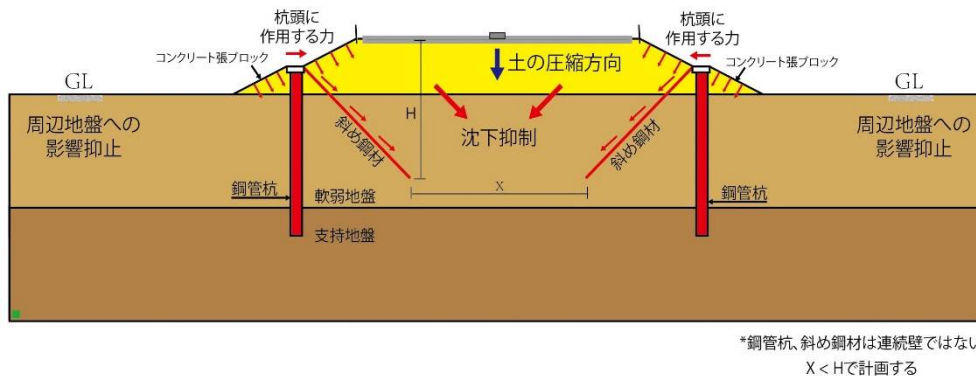


図1：鋼管杭と斜め鋼材を用いた斜面・のり面の耐震補強工法

### 2. 研究の目的

研究の主眼は、地震の作用外力(熊本地震のような2度の繰返し荷重)による盛土地盤の安定性評価および構造体(図1の鋼管杭と斜め鋼材)による補強効果のメカニズムを解明すると共に、そ

の補強対策の効果を定量的に評価することにある。本研究は、既存の斜面の耐震性能の向上を図るため、ハイブリッド型補強工法について模型実験・数値解析を実施し、現場への適用、運用を目指すものである。

### 3. 研究方法

研究目標の達成に向けて本研究では、模型実験と数値解析を実施した。異なる地震動（前震と本震）の影響を検討し、道路盛土の耐震補強工の定量的な評価を行った。

### 4. 研究成果

本報告では、数値解析の結果のみを述べる。図2に、本震（=300 Gal）終了時の無補強および補強した盛土の変形図を示す。無補強の場合（図2a）、大変形が生じ、盛土の大きな沈下に繋がる。補強した盛土の場合（図2b）、基礎地盤の変形が抑えられ、盛土の沈下が抑制される。無補強盛土の大きな変形が地震時の盛土中央直下の過剰間隙水圧の増加の原因であると考えられる（図3a）。一方、ハイブリッド型補強を施した盛土では、変形を抑えることで、過剰間隙水圧の上昇を大幅に抑制された（図3b）。

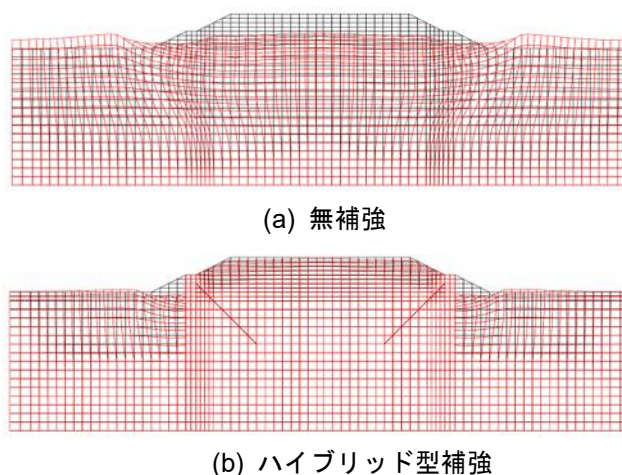


図2：本震終了時の変形  
（黒線：地震前；赤線：地震後）

### 5. まとめ

研究の主な結論および今後の展望について以下に述べる。

1. 地震時の盛土沈下の主な原因は、基礎地盤の大きな変形および緩い基礎地盤の液状化である。

2. ハイブリッド型補強対策を施した盛土では、地震時の過剰間隙水圧の上昇が抑制され、盛土の沈下が大幅に減少される。

3. 既存の鋼管杭のみを用いた盛土の補強対策に比べて提案した対策工の耐震性能が優れている。

今後は、斜め鋼材の角度と長さが補強効果に及ぼす影響をさらに検討する必要がある。また、遠心振動台模型実験を用いて実物台を対象とした実験とその3次元数値シミュレーションを行い提案した補強工法の実用化に向けた検討が必要である。

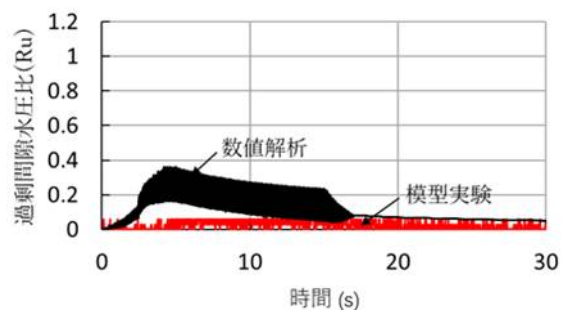
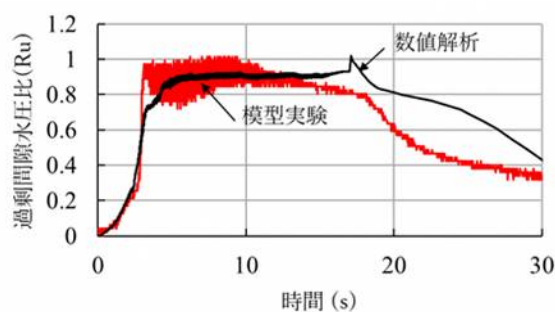


図3：盛土の直下で本震時に過剰間隙水圧比の比較

### 参考文献

Qin, C.J., Hazarika, H., 他8名: Evaluation of hybrid pile supported system for protecting road embankment under seismic loading, *Advances in Sustainable Construction and Resource Management*, pp.733-744, 2021.