

杭と土のうを併用した基礎上の線路上空駅舎の地震応答特性に関する振動台実験

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○土井達也, 月岡桂吾, 井澤淳
 東日本旅客鉄道 (株) 正会員 滝沢聡, 加藤精亮, 野本将太, 金城雄也
 (株) 複合技術研究所 非会員 松岡大裕

1. はじめに

著者らの一部は、図1に示すような杭と土のうを併用した新しい複合基礎¹⁾など（以下、提案基礎）を開発している。提案基礎を橋脚に適用した場合、杭とフーチングの絶縁により地震中に橋脚がロッキングすることなく体や杭の曲げモーメントや体の応答加速度を低減でき、土のうの敷設により端部杭への応力集中が緩和される¹⁾など。また、提案基礎では杭頭の接合構造を省略できることも大きな特徴である。現在、都市部の線路上空駅舎などのラーメン構造物を建設する際、基礎の構築において既存埋設物の処理が問題となることが多い。そこで、剛性の高い小口径群杭で埋設物を打ち抜く工法を検討しているが、杭頭の接合構造が煩雑になることが懸念されている。この問題に対し、提案基礎を採用することで（図2参照）解決できる可能性がある。提案基礎を線路上空駅舎に適用した場合、橋脚と地震応答が大きく異なると考えられるため、本研究では、従来の場所打ち杭基礎と提案基礎で支持された線路上空駅舎の1/20縮尺の重力場での振動台実験を行い、地震応答を比較した。

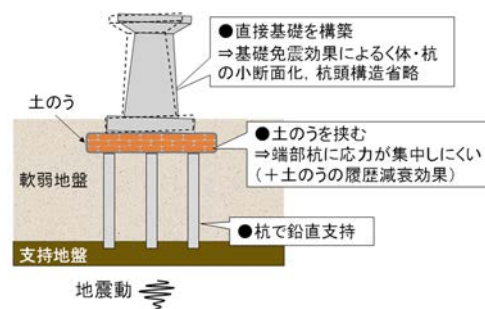
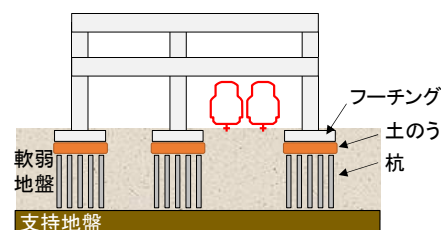
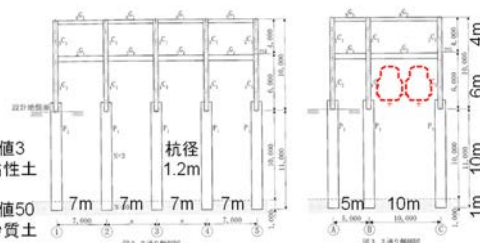
図1 提案基礎の概要¹⁾

図2 提案基礎を線路上空駅舎に適用する場合のイメージ



上層を肉厚 4.5mm, 下層を肉厚 9mm の鋼板とした。場所打ち杭模型は径 60mm の MC ナイロン (中実断面), 小口径群杭は径 15mm, 肉厚 3mm のアクリルパイプで製作した。加振中には, く体や地盤の水平加速度, く体の水平変位, 柱のひずみなどを計測した。入力地震動は, スペクトル II (普通地盤)³⁾, 10Hz の正弦波, スペクトル I (普通地盤)³⁾, 建築告示波 (2 種地盤)⁴⁾とし, 100~900gal に振幅調整して段階加振した。

3. 実験結果

一例として, 図 5 に示すスペクトル II (900gal に振幅調整) に対する, 図 4 の着目箇所での計測結果を図 6 に示す。なお, 試験前に実施したホワイトノイズ加振より, 1 次固有振動数が場所打ち杭では 13.1Hz, 提案基礎では 12.9Hz であった。また, 一連の加振で, 柱のひずみの計測値は弾性ひずみの範囲内であった。図 6(a)より, 最上層の水平加速度や柱の曲げモーメントは, 提案基礎で大きく低減している。また, 図 7 には全加振ケースに対する上層スラブ最大加速度~振動台最大加速度関係を示すが, 杭基礎では入力加速度の増大に伴って上層スラブの加速度が増大していくのに対し, 提案基礎では応答加速度が頭打ちになっていることが確認できる。一方, 図 6(b)より, 最上層の最大水平変位および残留変位は, 提案基礎でやや増加している。また, 図 8 に各試番後の残留水平変位の累積値を示す。場所打ち杭では残留水平変位は小さいが, 提案基礎では試番 8, 試番 9 において特に残留変位が大きく生じることがわかる。また, 提案基礎の残留水平変位は RH1, RH2, RH3 と大差はないため, く体が全体的に滑動して残留変位が生じたと考えられる。

以上から, 提案基礎を線路上空駅舎に適用した場合, 橋脚で見られたロッキングによる免震効果ではなく, 滑動によりく体の応答加速度や柱の断面力が頭打ちとなった一方で, 残留変位が増加したと考えられる。

4. まとめ

従来の場所打ち杭基礎と, 杭と土のうを併用した新しい基礎で支持された線路上空駅舎の振動台実験を行い, 地震応答を比較検討した。今後は, 振動台実験結果を再現できる解析モデルを構築し, 提案基礎を実規模の線路上空駅舎に適用した場合の応答値算定手法を開発する予定である。

参考文献 1) 土井ら: 杭と土のうを併用した基礎免震工法への取り組み, 基礎工, 2021. 2) 鉄道総合技術研究所: 線路上空建築物 (低層) 構造設計標準, 2009. 3) 鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計, 2012. 4) 国土交通省ほか: 建築物の構造関係技術基準解説書 2020 年版, 全国官報販売協同組合, 2020.

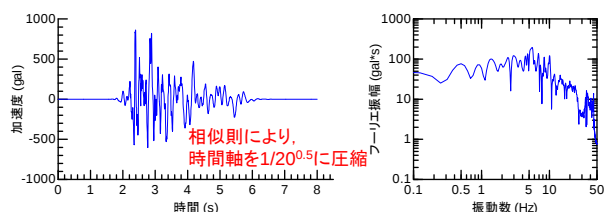
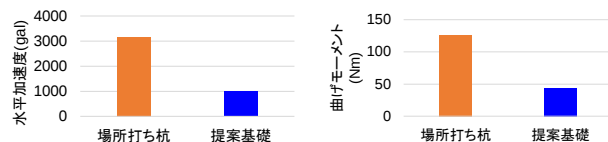
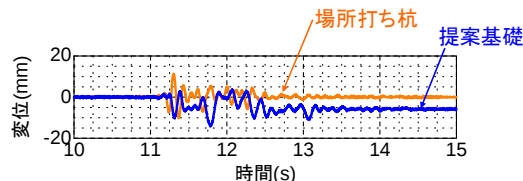


図 5 スペクトル II (普通地盤)



(a) 上層スラブ水平加速度および柱曲げモーメントの最大値



(b) 上層スラブ水平変位 (DISP_RH3) 時刻歴

図 6 スペクトル II (900gal に振幅調整) に対する着目箇所の計測結果

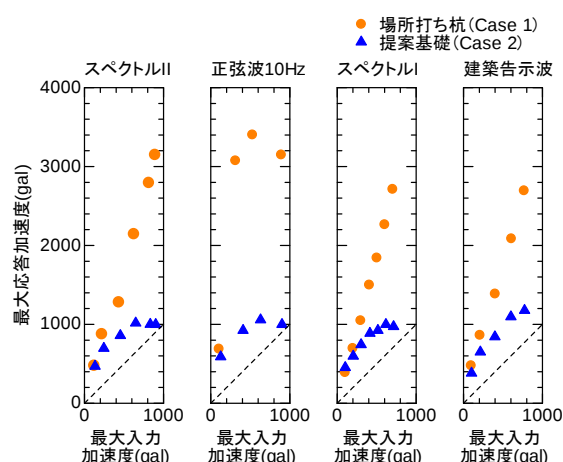


図 7 上層スラブ最大加速度~振動台最大加速度関係

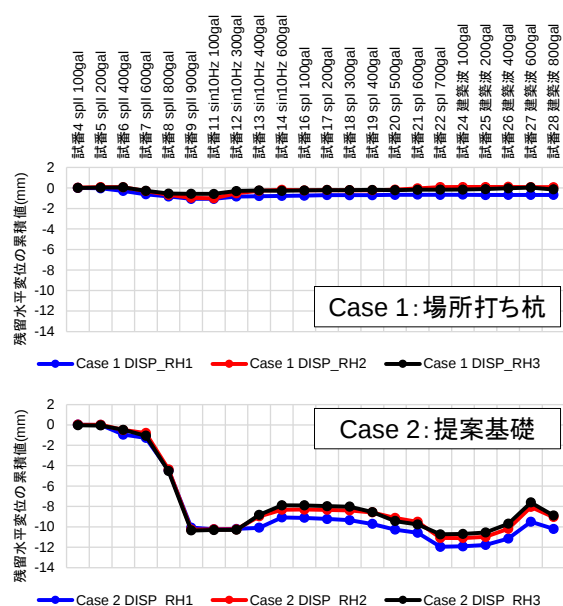


図 8 各試番後の残留水平変位の累積値