

パイルスラブ式盛土の模型振動台実験 ―地盤改良杭の効果―

鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 ○米澤 豊司, 丸山 修, 森野 達也, 武田 栄広
(財)鉄道総合技術研究所 正会員 小島 謙一, 坂本 寛章

1. はじめに

筆者らは、地盤改良杭を盛土内に有する盛土（以下、パイルスラブ式盛土とする）を提案し、これまで性能ランクⅠ¹⁾の盛土には使用されていなかった盛土材料を用いることを検討している。しかしながら、パイルスラブ式盛土は新しい構造形式であり、地震時の挙動や応答特性、沈下性状などが不明であるため、この解明を目的とした模型振動実験、2次元FEMによる数値解析などを行っている^{2)~5)}。本稿では、パイルスラブ式盛土に関する模型振動実験のうち、盛土内に配置する地盤改良杭の効果や地震時の挙動を確認するために実施した振動実験の結果について報告する。

2. 実験概要

図1に盛土模型形状を示す。盛土材には豊浦砂 ($\rho_s=2.640\text{g/cm}^3$, 最大間隙比 $e_{\max}=0.977$, 最小間隙比 $e_{\min}=0.605$) を用い、作製地盤密度を相対密度 $D_r=30\%$, 含水比 $w=1\%$ となるよう調整し、盛土高さ 600mm で構築した。また、盛土上部にはRC路盤を模擬しモルタル製スラブ版 ($t=34\text{mm}$) を設置した。また、のり面勾配は 1:1.5 とした。地盤改良杭は改良率が概ね 10% となるよう、図2のとおり改良径 100mm の杭 ($L=600\text{mm}$) を 4 本配置し、杭頭とスラブ版との間には碎石層 ($t=15\text{mm}$) を設けた。表1に地盤改良杭の配合を示す。地盤改良杭は目標強度 $q_u=300\text{kPa}$ となるよう豊浦砂にセメントベントナイトを配合し作製した。加振については、正弦波 (5Hz, 20 波) を 100gal 刻みで 100gal から 800gal まで段階加振を行い、盛土内の応答加速度や、スラブ版及びのり面の変位を計測した。表2に実験ケースを示す。盛土補強材、層厚管理材が存在する盛土において、地盤改良杭による改良効果を定量的に評価するため、筆者らが別に実施した実験ケース³⁾も含め、2 ケース間で比較を行った。

3. 実験結果と考察

図3に、高速度カメラによる画像解析結果として、Case2, Case3 の 800gal 加振後の状況を示す。Case3 では、600gal 加振時からのり面表

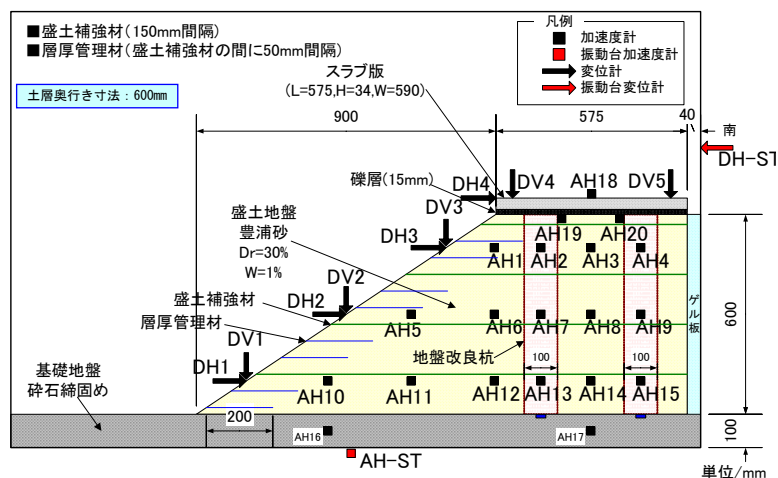


図1 盛土模型形状と計測器配置 (Case3)

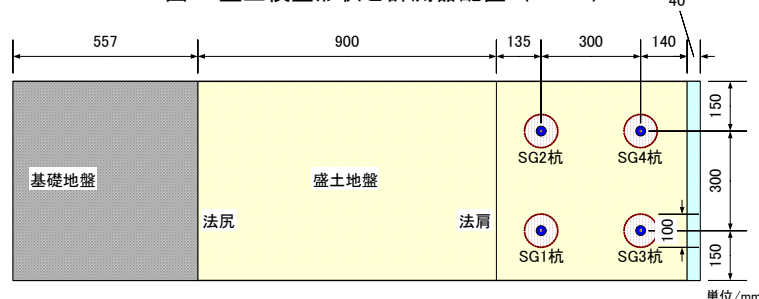


図2 地盤改良杭配置図 (平面図)

表1 地盤改良杭の配合

目標強度 q_u (kPa)	配合 (重量比)				供試体 1本当り 湿潤密度 (g/cm^3)
	豊浦砂 (気乾)	セメント	ベント ナイト	水	
300	100	3.84	7.00	30.25	1.85

表2 実験条件

Case	盛土高	地盤改良杭	盛土補強材	加振方法
Case2 ³⁾	600mm	無	盛土補強材 +層厚管理材	正弦波, 5Hz20 波, 100~800gal
Case3	600mm	有	盛土補強材 +層厚管理材	正弦波, 5Hz20 波, 100~800gal

キーワード パイルスラブ式盛土, 地盤改良杭, 模型振動実験

連絡先 〒231-8315 横浜市中区本町 6-50-1 鉄道・運輸機構 鉄道建設本部 設計技術部 TEL 045-222-9082

層部を中心に徐々に変位が生じ始め、800gal 加振終了後には、図 3 で示すように盛土自体は全体的に沈下し、スラブ版と盛土の間に空隙（最大 100mm 程度）が生じた。一方、Case2 ではスラブ版がのり面側に大きく傾

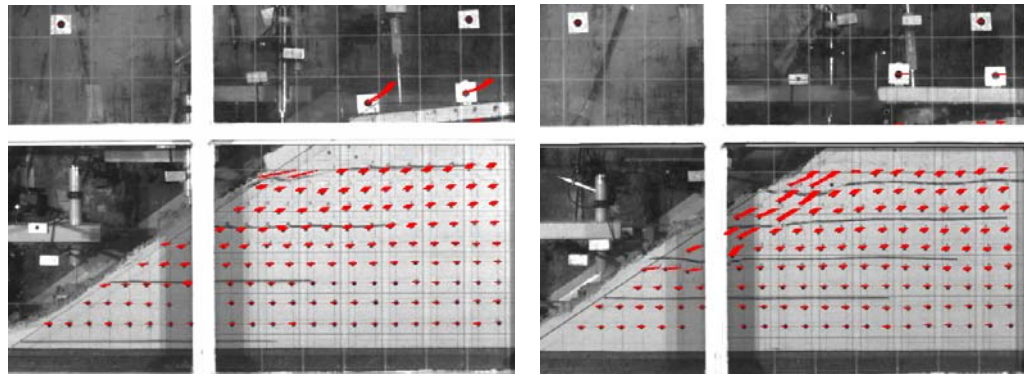


図 3 高速度カメラによる画像解析結果（左:Case2, 右:Case3）

いているものの、Case3 ではほぼ平行を保っていることから、地盤改良杭に支持されている効果を確認できた。

図 4 に、RC 路盤上の各測点における鉛直変位を示す。比較のため Case2 の計測結果も併せて示している。なお、Case3 の測点 DV5 の 800gal 加振後の変位は、計測器の不具合により省略している。Case2, Case3 とも、600gal 加振時から変位が生じ始めているが、地盤改良杭を有する Case3 では変位の進行が緩やかである。また、800gal 加振後の測点 DV4（スラブ版のり肩側）における鉛直変位を比較すると、Case3 では Case2 の約 5 分の 1 となる 13.1mm であった。これは、Case3 では盛土が大きく変形した後でも、地盤改良杭は元の形状をある程度保持しており、スラブ版を支持したためと考えられる。

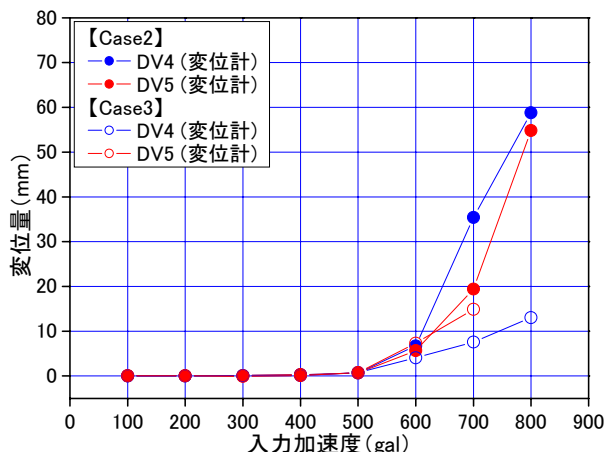


図 4 RC 路盤上の測点における鉛直変位

図 5 に、500gal 加振時における各測線での加速度応答の最大値を示す。地盤改良杭を有する Case3 では Case2 と比較して、盛土内の各測点で概ね 5～10gal 程度、スラブ版中央部の測点（AH18）では 10gal 以上応答加速度が高くなっている。Case3 では盛土より剛性の高い地盤改良杭が存在することにより、スラブ版上における応答がより大きく増幅したと考えられる。

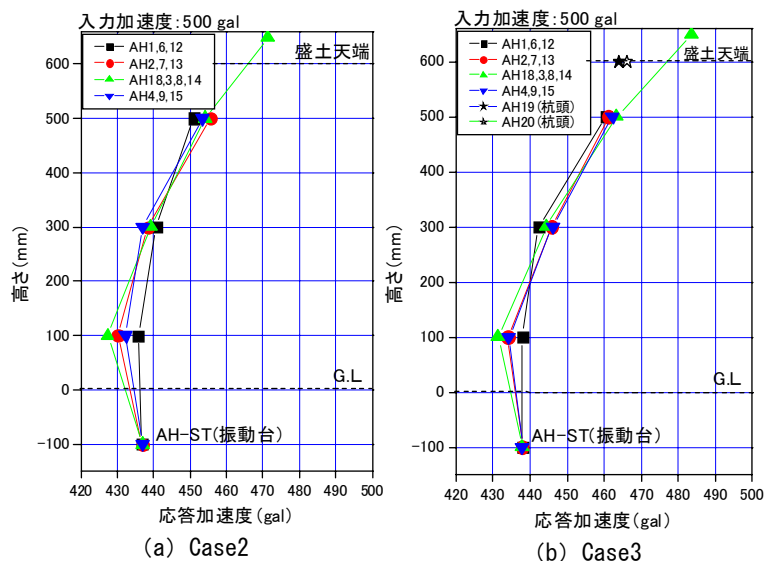


図 5 500gal 加振時の各測点の最大応答加速度

4. おわりに

パイルスラブ式盛土に対し模型振動実験を行い、以下の知見を得た。

- 1) 盛土内に地盤改良杭を有することにより、スラブ版上での鉛直変位は約 5 分の 1 に抑制され、耐震性能が向上することを確認した。
- 2) 盛土内に地盤改良杭を有することにより、スラブ版上及び盛土内部の加速度応答は若干高くなることを確認した。

今後は、模型振動実験結果や別途実施した解析結果⁵⁾を踏まえながら、地盤改良杭の改良率や、地盤改良杭とスラブ版の接続部の最適な構造等について、検討を進めていく所存である。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説（土構造物），2007.1. 2) 坂本，小島，米澤，森野，丸山，鈴木：パイルスラブ式盛土の模型振動台実験－緩衝材の選定－，第 65 回土木学会年次学術講演会，2010.9.（投稿中） 3) 清田，森野，米澤，丸山，小島，坂本：パイルスラブ式盛土の模型振動台実験－盛土補強材の効果－，第 65 回土木学会年次学術講演会，2010.9.（投稿中） 4) 橋本，田端，森野，米澤，丸山，小島，坂本：パイルスラブ式盛土の動的解析モデルに関する検討，第 65 回土木学会年次学術講演会，2010.9.（投稿中） 5) 田端，橋本，森野，丸山，米澤，小島，坂本：パイルスラブ式盛土の地震時応答特性に関する感度解析，第 65 回土木学会年次学術講演会，2010.9.（投稿中）