

改良杭で補強した模型盛土の振動試験

東日本旅客鉄道（株） フロンティアサービス研究所 正会員 ○高山 真揮

東日本旅客鉄道（株） フロンティアサービス研究所 フェロー会員 渡邊 康夫

（株）エムテック 正会員 三上 和久

1. はじめに

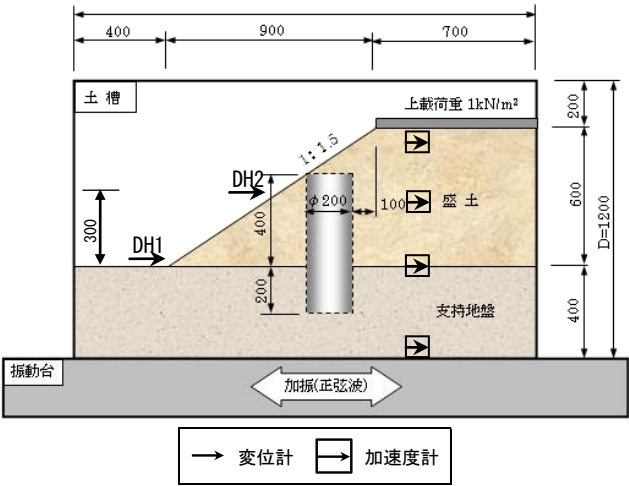
一般に、盛土の耐震補強工法には法面に棒状補強材やグラウンドアンカーを設置する工法が採用されることが多い．しかし首都圏においては法面からの施工スペースが十分確保できないことが多く、仮設工事費が高額となる．盛土法面からの補強が困難な場合、軌道面から鉛直に高圧噴射攪拌工法による柱状の改良杭を施すことが考えられる．この改良杭を柱列状に配置することにより、耐震補強効果が期待できる．しかし、施工費用や施工時間が増大となるので、単杭で配置した改良杭で耐震性能の向上を図れる諸元を求めたい．そこで、このような補強構造における耐震性能の向上効果を確認するため、盛土の模型振動試験を実施した．

2. 振動試験の概要

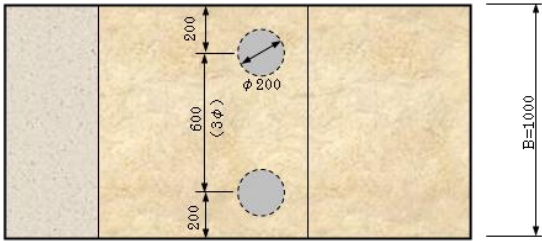
模型盛土の形状寸法と設置した計測器を図-1 に示す．盛土模型の高さは、6m の盛土を想定し 1/10 スケールをモデル化して 600mm とした．地盤材料には珪砂 6 号（表-1）を使用し、支持地盤は相対密度 $Dr=80\%$ 、含水比 $w=0\%$ 、盛土体は $Dr=60\%$ 、 $w=2\%$ となるように作成した．また、土槽側面には透明なアクリル板を使用し、盛土の動きを観察した．試験は 2 ケース実施し、改良杭のないケースを case1、改良杭を配置したケースを case2 とした．改良杭は、間隔を空けて 2 本配置し、 $\phi=200\text{mm}$ 、 $L=600\text{mm}$ 、中心間隔を 600mm とした．改良杭は実際に施工される改良体を想定して、供試体による圧縮強度は 12.2N/mm^2 、単位体積重量は 18.2kN/m^3 である．試験にあたり、改良杭にはひずみゲージを設置し、杭体に作用する力の測定も行った．振動試験は 5Hz10 波の正弦波を用いて、100gal ずつ加速度を増加させる形式で実施し、盛土斜面が崩壊に至るまで加振を継続した．

3. 試験結果

写真-1 に改良杭を配置した case-2 の上面からの盛土崩壊状況を、図-2 にすべり線のスケッチ図を示す．改良杭のない case1 においては、600gal 加振時に盛土法面の表層



(a) 側面図



(b) 平面図

図-1 実験模型の概要

単位: g/cm^3	
土粒子の密度	2.640
砂の最小密度	1.377
砂の最大密度	1.689

表-1 地盤材料の物性値



写真-1 case2(700gal 加振後)の盛土崩壊状況

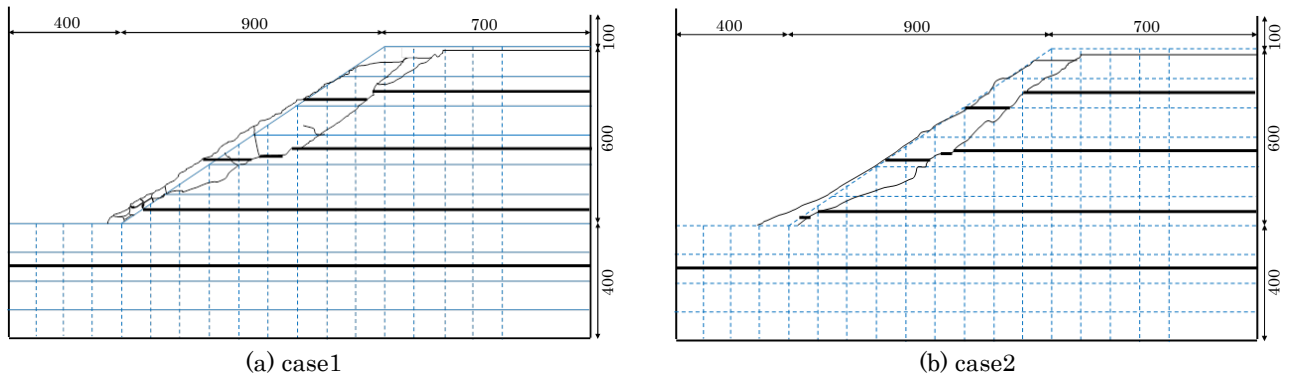


図-2 すべり線のスケッチ図

部にすべり破壊が発生したのに対し、改良杭を配置した case2 では 700gal 加振時に改良体前面及び上部に顕著な崩壊を確認した。

図-3 に各ステップ加振後に法面の下段 (DH1) と中段 (DH2) で測定した水平方向の残留変位と加速度の関係を示す。この図より case1 では 500gal 加振時に、case2 では 600gal 加振時に残留変位が発生していることを確認した。

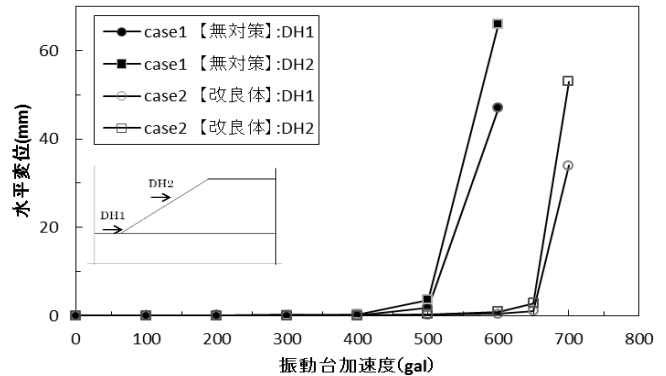


図-3 加速度と残留変位の関係

加振時の内部の盛土の応答について、図-1 (a) 位置に設置した同じ鉛直軸上の 4 点の加速度計の結果で確認した。図-4 に (a) ~ (c) の各計測加速度の観測値の内、図-4 (d) で示した正弦波加振 (全 10 波) の第 5 波の正側に加振時の各加速度計 4 点の① 0gal, ② ①と③の中間, ③ ピーク, ④ ③と⑤の中間, ⑤ 0gal (底盤の ASH 基準の同時刻) の加速度を抽出し、同期性を調べたものを示す。case1 では 500gal 加振時に顕著な位相差が出始めたのに対し、case2 ではまだ位相差は発生しておらず、600gal 加振時に位相差が認められた。この位相差が発生する加速度を盛土の降伏と考え、この結果からも補強杭の改良効果を確認することができる。

図-5 に改良杭に設置したひずみゲージの計測値をもとに、杭体に作用する曲げ応力度を算出した結果を示す。杭体の曲げ応力も 500gal 加振時から大きく作用するようになり、盛土体に変位が発生してきた 600gal 加振時から顕著になっていることがわかる。

4. まとめ

本論文では、盛土構造物を改良杭で補強する耐震補強工法に関する模型試験の結果を報告した。今後は改良体の位置や剛性を変えた場合での試験ケース実施及び、試験結果より解析モデルの構築を進めていく予定である。

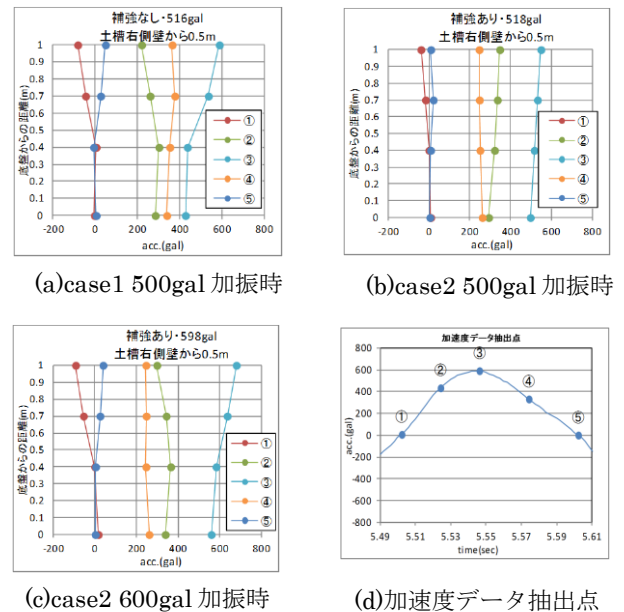


図-4 同時刻加速度比較

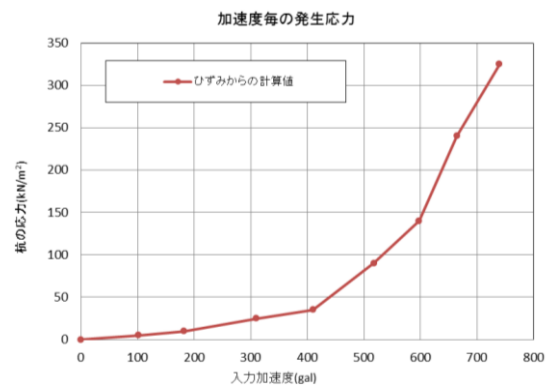


図-5 改良体に作用する応力