

振動台実験による火山灰質土の流動特性の評価

北見工業大学大学院 学生会員 ○荻原 慧
北見工業大学工学部 正会員 山下 聡

1. はじめに

平成 30 年北海道胆振東部地震では、札幌市清田区里塚地区において地盤の液状化に伴い、地下水位以下の液状化土が傾斜地末端部から流出するという特異な現象が発生した。液状化被害を受けた里塚地区は、丘陵部から火山灰質土を切土し、谷部に盛土造成したところである。既往の研究¹⁾において液状化被害が発生した里塚地区で盛土された火山灰質土は、液状化強度が低く、間隙比が大きく、土粒子密度が低く、火山灰質土特有の性質によって流動現象が生じたされている。そこで本研究では、そのような流動現象が起きるのかを振動台を用いて再現実験を行った。

2. 試料と試験方法

用いた試料は、豊浦砂と札幌市清田区里塚地区のぽぶら公園から採取した火山灰質土（以下ぽぶら公園土）である。用いた試料の物理的性質を表 1 に、粒度分布を図 1 示す。図 2 に示す模擬地盤を作製した土槽の寸法は、長さ 750 mm、奥行き 100 mm、高さ 242 mm である。振動台実験では、図 2 に示すように所定の角度に土槽を傾斜させた状態で、最適含水比で締固めを行い、模擬地盤を作製した。その後、土槽下部から給水し飽和状態にさせた後、土槽を水平にし、振動を加えて振動前後の高さ変化を測定した。模擬地盤の密度は、乾燥密度 0.90

表 1 用いた試料の物理的性質

試料	ρ_s (g/cm ³)	ρ_{dmax} (g/cm ³)	w_{opt} (%)	e_{max}	e_{min}
豊浦砂	2.655	1.64	18	0.968	0.621
ぽぶら公園土	2.371	1.17	30	2.115	1.305

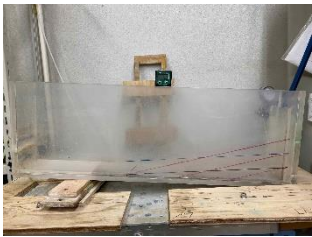
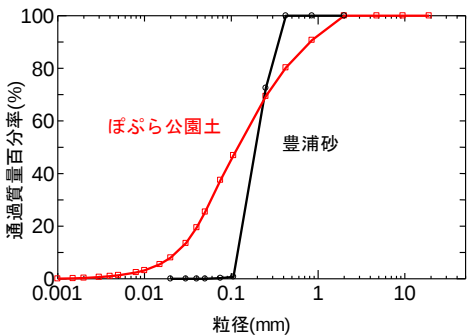


図 2 模擬地盤作製用土槽

図 1 試料の粒径加積曲線

～1.06 g/cm³ の範囲とし、地表面傾斜角度を 5°, 10°, 15°と変化させた。振動条件は、周波数 5 Hz、振動数 100 回の一定とし、加速度を 200～400 gal の間で変化させた。

3. 試験結果

図 3 は、加速度を変化させた地表面傾斜角度 10°の模擬地盤の振動前後の断面を示したものである。図中の横軸は土槽左端からの距離を示している。加速度を 200, 300, 400 gal と大きくするにつれ模擬地盤の流動距離が大きくなり実現象を再現できていることがわかる。

図 4 は、加速度 400 gal で地表面傾斜角度を変化させた模擬地盤の振動前後の断面を示したものである。傾斜角度が 10°, 15°では、振動後に大きな流

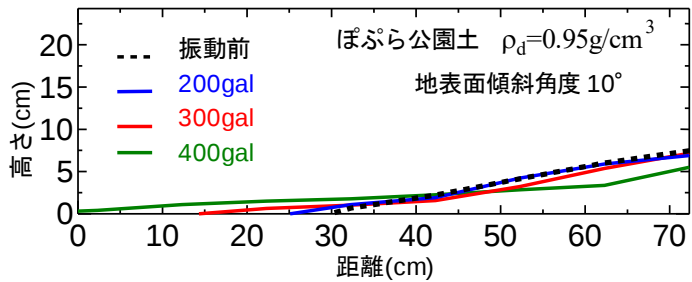


図 3 異なる加速度での振動前後の断面形状 (傾斜角 10°)

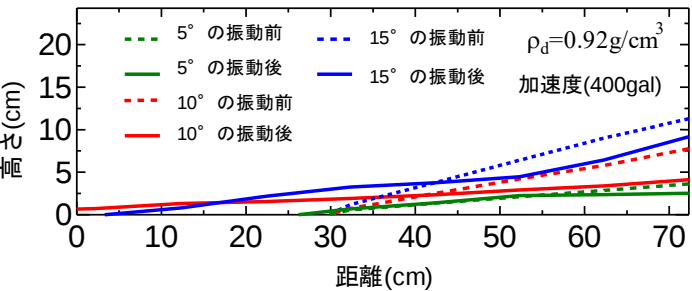


図 4 異なる傾斜角での振動前後の断面形状 (加速度 400gal)

キーワード 火山灰質土、液状化、振動台、流動

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 北見工業大学 TEL0157-26-9524

動変化をみせたが、5°のときはほとんど流動変化がみられなかった。これは、模擬地盤の底辺長を一定とし、地表面傾斜角度を変化させる条件で試験を行ったため、傾斜角度 5°のときが最も地盤体積が少なく、流動する土量が少なかったためと考えられる。そこで、図 5 に示すように、傾斜角度 5°で、模擬地盤ののり先に木製の構造物を設置し、液状化土量を増加させた。液状化土量を増やすことによって、地表面傾斜角度が 5°であっても流動することが確認でき、火山灰質土は非常に流動性が高いことがわかった。一方で、砂質土でもこのような現象が起きるのかを、豊浦砂で模擬地盤を作製し同様な実験を行った。図 6 は、傾斜角度 10°で作製した模擬地盤の振動前後の断面図である。相対密度が 10%程度と非常に緩い状態であっても、豊浦砂の場合にはほとんど流動現象が認められなかった。

これらの実験は、地表面まで地下水位が存在すると仮定したものである。実際に液状化による流動現象が生じた里塚地区では、地下水位が地表面から 3m 程度で、地下水位以下の液状化土が流動し、地表部分は鉛直方向に沈下した。そこで、地下水位より上の液状化していない層を模擬するために、凍結スプレーで地表面を凍結させ、実現現象の再現実験を行った。実験では、図 7, 8 に示すように、マーカーとして小さく切ったろ紙を 10cm 間隔で地表面 5 箇所に貼り付け、振動前後のろ紙の位置を観察した。図 7 に示す地表面を凍結していない場合には、ろ紙は全体的に大きく流動していることがわかる。一方、図 8 に示す地表面の上流側表面を凍結させた場合には、非凍結層で液状化が起これ、のり先から液状化土が流出し、凍結させた部分は流動せずに鉛直方向に沈下した。このように、地表部に非液状化層を設けることによって、里塚地区で生じた実現現象を再現することができた。

4. 結論

- (1) 火山灰質土であるぽぷら公園土は、加速度や地表面傾斜角度が大きくなるほど、流動変化が大きくなった。また、豊浦砂に比較してぽぷら公園土の方が流動性が非常に高くなった。これは、豊浦砂に比べて火山灰質土であるぽぷら公園土は、土粒子密度が小さいため軽く、間隙比が大きいため水を多く含みやすいことから流動しやすいと考えられる。
- (2) 地表面を凍結することによって、地下水位より上の非液状化層を模擬した実験を行った結果、地下水位以下の液状化土のみが流動し、地表面が鉛直方向に沈下する実現現象の再現を行うことができた。

参考文献

- 1) 例えば、山下聡，小川かける，川尻峻三，川口貴之，渡邊達也：平成 30 年北海道胆振東部地震で被災した火山灰造成宅地の液状化特性，地盤工学ジャーナル，Vol.14, No.4, pp.353-361, 2019.

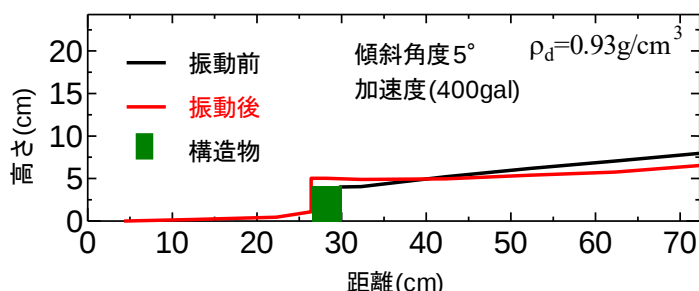


図 5 液状化土量を増加させた場合（傾斜角 5°）

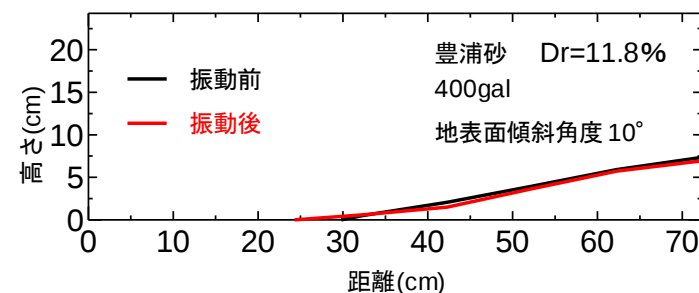


図 6 豊浦砂模擬地盤での振動前後の断面形状

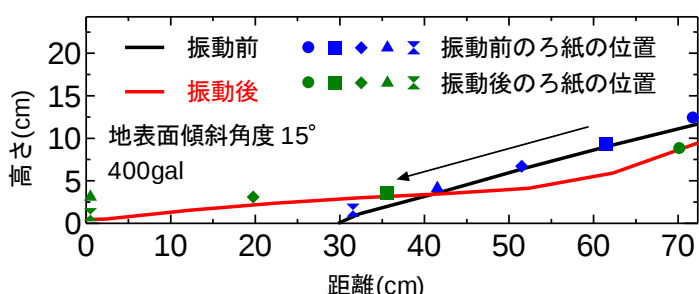


図 7 未凍結模擬地盤での振動前後の断面形状

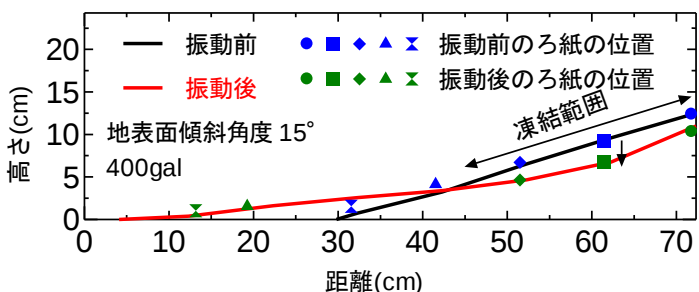


図 8 表層凍結模擬地盤での振動前後の断面形状