

表層非液状化層の有無に着目した液状化
による埋設管浮上に関する模型振動実験

日本大学工学部 学生会員 ○小林 亮
日本大学工学部 正会員 仙頭 紀明

1. はじめに

近年液状化による埋設管浮上被害が発生している。これらの被害を軽減するためには埋設管浮上のメカニズムを明らかにして適切な対策を行う必要がある。従来の実験では全層を液状化層としてその中に管を埋設しているが、実際の現場では表層の非液状化層を掘削して管を設置し、砂で埋め戻している。この埋戻砂は非液状化層に挟まれており、地震時のせん断変形が抑制されて液状化が生じにくい条件であるにも関わらず、液状化被害が発生しているが、そのメカニズムは明らかになっていない。そこで、本研究では表層の非液状化層の有無に着目した模型振動実験を実施して、地盤内の過剰間隙水圧の深度方向分布から、埋戻砂の液状化発生メカニズムを推定した。さらに埋め戻しの条件と埋設管の浮上量の関係についても考察した。

2. 実験方法

実験には2次元永久磁石地震波振動台を用いた。土槽は内寸法で幅 1,500mm 高さ 1,600mm 奥行き 900mm の簡易型せん断土槽¹⁾とした。地盤材料は珪砂 6 号とし、相対密度 40 %となるように空中落下法で作製した。地盤作製後、CO₂の注入及び脱気水の注水をし、地盤を飽和させ、水位は地表面とした。計測センサーは加速度計、間隙水圧計、変位計を用いた。

試験の概要図を図 - 1 に示す。ケース 1 は全層が液状化層であり、比重の異なる 3 種類の管を埋設した。管の土被りは 300mm である。管のみかけの比重を表 - 1 にまとめた。

ケース 2 は表層に厚さ 390mm の非液状化層を設置した。非液状化層は乾燥砂にセメントを重量比で 5% 混合した後、セメント混合砂の重量比 5% の水を加えて作製した。非液状化層の一軸圧縮強さ q_u の平均値は 297 kN/m²であった。埋戻砂は図-1(b)に示すように非液状化層の中に、幅 500 または 300 mm、奥行 600mm、深さ 390mm の寸法で作製した。幅 500mm のものをケース 2-1、300mm のものをケース 2-2 とする。

既往の実験²⁾では非液状化層と土槽の境界から間隙水が噴出したため、非液状化層底面位置にビニールシートを設置して、土槽側面から間隙水が漏れ出さないようにした。埋設管はケース 1 と同じ条件の PE 管を 2 本使用した。加振波は周波数 2Hz、振幅 200Gal、継続時間 60 秒のサイン波とした。

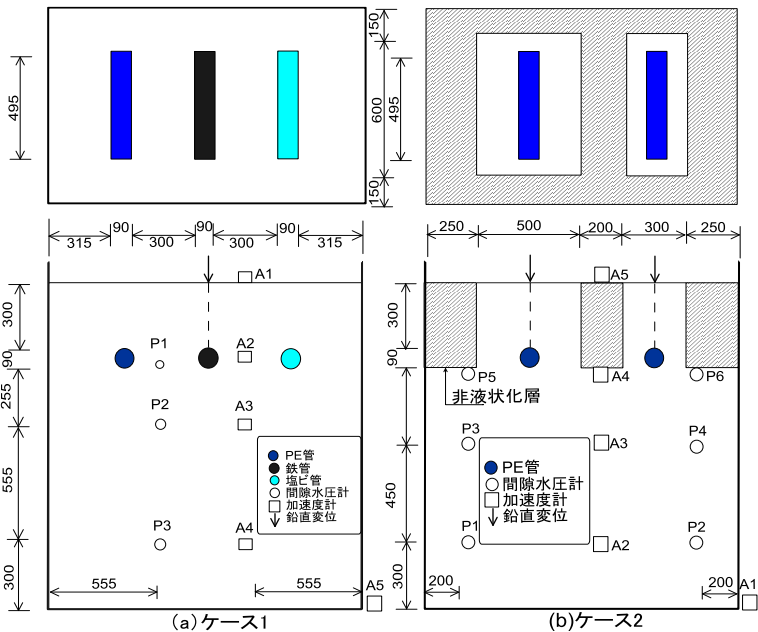


図-1 実験概要

表 - 1 管のみかけの比重

	体積(cm ³)	質量(g)	比重
PE 管	3640	3603.6	0.990
鉄管	3396	7810.8	2.300
塩ビ管	2768	3044.8	1.100

キーワード 液状化 非液状化層 埋設管

〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地, TEL 024-956-8710 FAX 024-956-8858

3. 実験結果

過剰間隙水圧の時刻歴を図 - 2 に示す。図 - 3 には、加振開始から 5, 20, 40, 60, 80, 120, 160, 200 秒後の過剰間隙水圧の深度方向分布を示す。ケース 1 は加振開始初期から 60 秒までの間で初期有効上載圧(σ_v')に達しており、液状化し、その後消散している。ケース 2 は加振 20 秒後以降に、液状化状態になるが、非液状化層の直下では間隙水の移動が妨げられて、かつ、間隙水圧の再配分により、下方から間隙水が移動したことで、初期有効上載圧よりも高い過剰間隙水圧が発生した。その結果、埋戻砂ではケース 1 よりも高い動水勾配が発生したことで、せん断変形を抑制されているにも関わらず、上向き浸透流で液状化が促進されたと考えられる。

次に PE 管の浮沈量を図 - 4 に示す。ケース 1 で最大 23.8 cm、ケース 2-1、2 はそれぞれ最大 7.9 cm、8.5 cm 浮上した。ケース 2 の浮上量が小さくなった原因は埋戻土が激しく液状化し、管が横方向にも移動したため、浮上量計測用のアルミ棒が変形し浮上を抑制したものと考えられる。

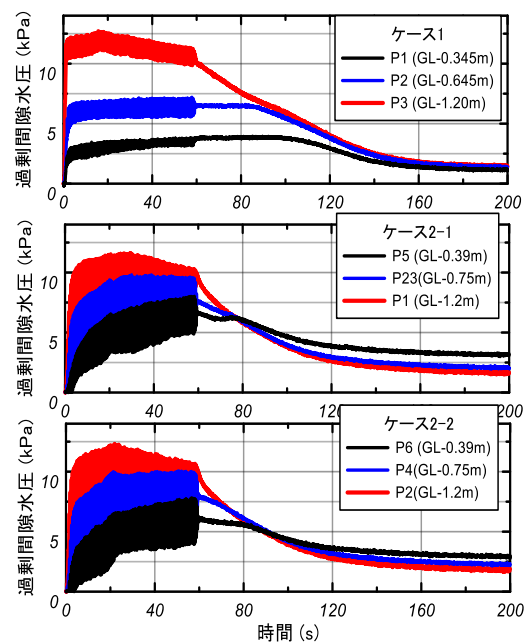


図 - 2 過剰間隙水圧時刻歴

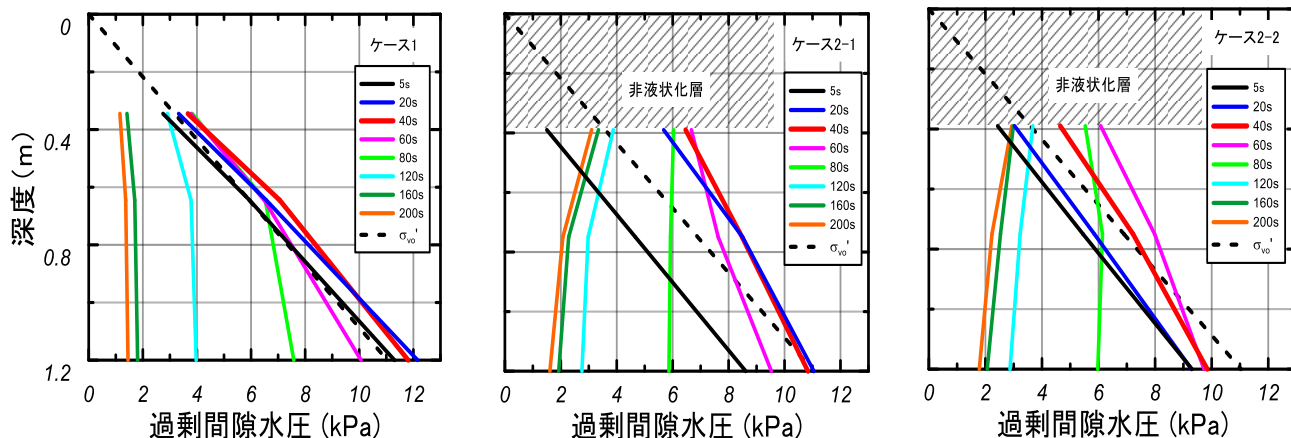


図 - 3 過剰間隙水圧の深度分布

4. まとめ

表層に非液状化層がある場合には、液状化後の間隙水圧の再配分により非液状化層の直下で初期有効応力よりも高い過剰間隙水圧が発生した。これにより埋戻砂に 1 を超える高い動水勾配が発生し、上向き浸透流により液状化を促進した。

参考文献

- 1) 櫛田 剛大 (2015) : 模型振動実験に用いる簡易型せん断土槽の基本性能, 平成 26 年度土木学会東北支部技術研究発表会, III-3。
- 2) 荒俊樹 (2015) : 上向き浸透流に着目した液状化による埋設管浮上に関する模型振動台実験、平成 26 年度土木学会東北支部技術研究発表会, I -54。

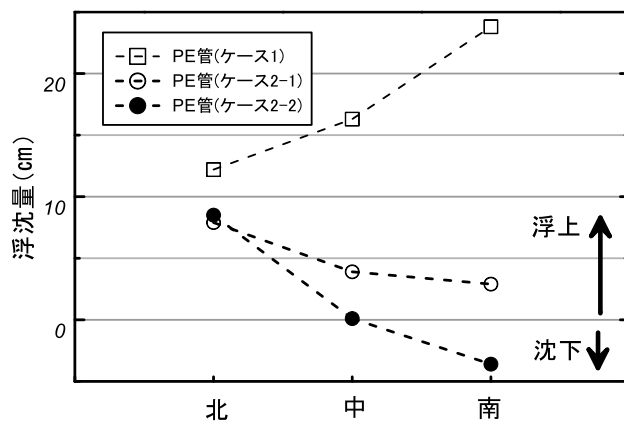


図 - 4 浮上量