

低剛性管を用いた壁背面の液状化対策に関する模型実験

東海大学 正会員 ○藤原 寛太
東海大学 非会員 佐久間 大志 中村 真治 森岡 達也 矢島 匠

1. 目的

壁背面に杭を離散的に配置することで、背面地盤の液状化を抑制し壁の変形を抑えることが知られている。壁と杭を直接結合しないため、既設構造の補強としても適用可能である。これまで本工法の効果を最大化させるため、杭の最適配置位置や、杭が受け持つ荷重等について研究がなされてきた¹⁾。しかし依然として建設コストは課題であり、より安価な材料を用いて実現することが好ましい。他既往研究²⁾では、杭材料の剛性が極端に小さくても、壁の変形を抑えることを数値解析により示している。材料剛性の低下は、断面の薄肉化や他安価材料の適用が期待できる。そこで本研究では、同様の効果を実験的にも確認するため、模型土槽に擁壁モデルを作製し、剛性が小さい杭を設置して加振実験を行う。

2. 実験条件

模型断面図を図1に示す。寸法サイズは実構造のおおよそ1/20~1/30を想定した。実験ケースは表1に示すように、無対策、アクリルパイプ、ゴムパイプ（内部に砂詰め）、ゴムパイプ（内部に砂なし）の4ケースである。アクリルは高い剛性、ゴムは低い剛性という位置づけである。砂には豊浦砂を用い、地盤は水中落下法で作製した。作製手順として、まずは非液状化層を作製するため、相対密度95%程度を目標に木の棒で砂を突き固めた。次に、土槽中央に壁板（厚さ5mmのアクリル板）を非液状化層に挿入し、土槽を左右2分割し、片側には砂を緩くまくことで液状化層（相対密度70%程度）を作製した。もう片側には、液状化層の間隙水と水位が等しくなるよう水をいれた。対策工である各種パイプもこの際に挿入した。このゴムパイプは手で強く押さえると変形するほど柔らかい材料である。ゴムパイプに関しては内部の砂の有／無の2ケース実施しており、内部の砂はその周囲の地盤の相対密度と等しい。加振実験は1ケースにつき計4回を同模型に対して行い、各加振の間には十分に時間を空けた。波形は周波数3Hz、加振時間10秒であり、最大加速度はそれぞれ0.5、1.0、2.0、3.0 m/s²である。なお、本実験では計測器等は用いておらず、図1に示す位置の壁板の水平変位のみ、加振後に手計測した。壁の水平変位は壁の損傷を示す指標であり、設計照査においても重要であるという考えに基づき、議論の対象を水平変位に限定した。

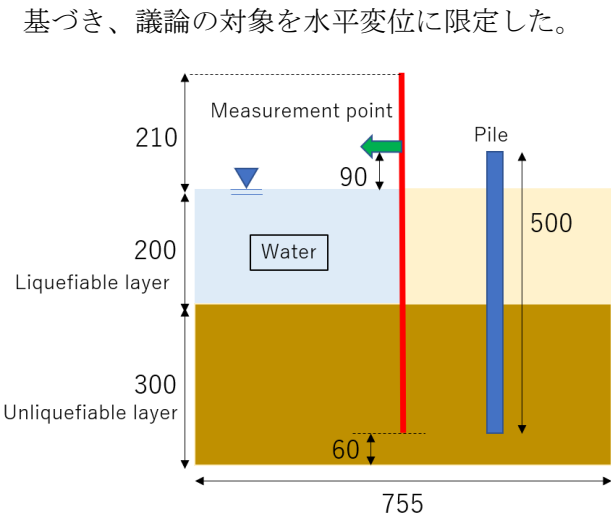


図1 模型寸法 (断面図) [mm]

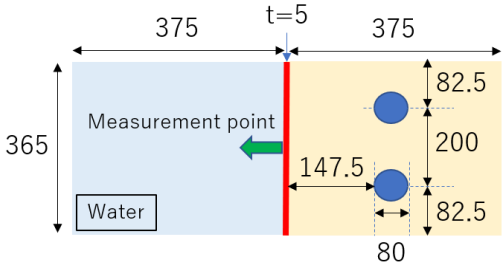


図1 模型寸法 (平面図) [mm]

表1 実験ケース

ケース	対策工	諸元
A	無対策	対策工なし
B	アクリルパイプ	サイズ： 直径80mm、長さ500mm
C	ゴムパイプ（砂詰め）	
D	ゴムパイプ（砂なし）	

キーワード 模型実験, 杭, 液状化対策

連絡先 〒259-1292 神奈川県平塚市北金目4丁目1番1号 東海大学工学部土木工学科 TEL: 0463-58-1211

Email: fujiwara.kakuta.s@tokai.ac.jp

3. 実験結果

加振後 (3.0 m/s^2 終了後) の土槽の様子を図 2 に示す。加振加速度が大きいため、いずれのケースでも壁背面土の液状化が観察された。液状化に伴い砂は摩擦を失うため、壁に作用する水平土圧が増加し、壁は水側 (紙面左) に向かって変形した。加振実験における、手計測による壁の残留水平変位を図 3 に示す。図中の横軸のゼロは、加振前の初期値を意味する。いずれのケースも、加振加速度が大きくなるほど、水平変位が大きくなる傾向にある。初期値について、ケース A, C, D では 10mm 程度生じているが、ケース B ではほとんど生じていない。さらにケース B では、加振後においても、他ケースに比べ変位が小さく、剛性が高い杭を設置することで、壁の変位抑制効果が高く発揮できることを確認した。次に、低剛性の杭であるケース C (内部に砂詰め) に着目すると、加速度が 1.0m/s^2 より高い領域では、ケース C はケース A より 3 割程度変形が抑えられている。柔らかい材料であっても、一定の対策効果を発揮することを確認した。しかしながら、ケース D (内部に砂なし) では、ケース A と同程度かそれ以上の変位が生じている。杭が水平断面上で変形するため、地盤のせん断変形を誘発した可能性がある。このように柔らかい杭材料であっても、内部を砂等の材料で埋め補強しておくことで、一定の変位抑制効果が発揮できる可能性がある。

4. 結論

壁背面に杭を離散的に配置した構造に着目し、模型実験を実施した。杭には剛性の大きな材料、および小さな材料を用いて、その違いについて議論した。以下に要点を記す。

- ・ 剛性の大きな杭を用いることで、無対策に比べ、壁の水平変位は大きく抑えられた。
- ・ 剛性の小さな杭の場合、内部に砂を詰めることで、壁の水平変位は無対策に比べ 3 割程度抑えられた。柔らかい杭材料であっても、一定の変位抑制効果が発揮できる可能性がある。
- ・ 今後、計測機器を設置し、地盤の過剰間隙水圧や応答加速度などを含めた、詳細な研究を進める。

参考文献

- 1) 濱田政則・樋口俊一, 液状化地盤の流動抑制工法に関する実験的研究, 土木工学論文集 A1(構造・地震工学), Vol.66, No.1, pp.84-94, 2010
- 2) 藤原覚太, 杭を用いた壁背面土の液状化抑制効果に関する数値実験, 第 61 回地盤工学シンポジウム発表論文集, 3-5, 2018

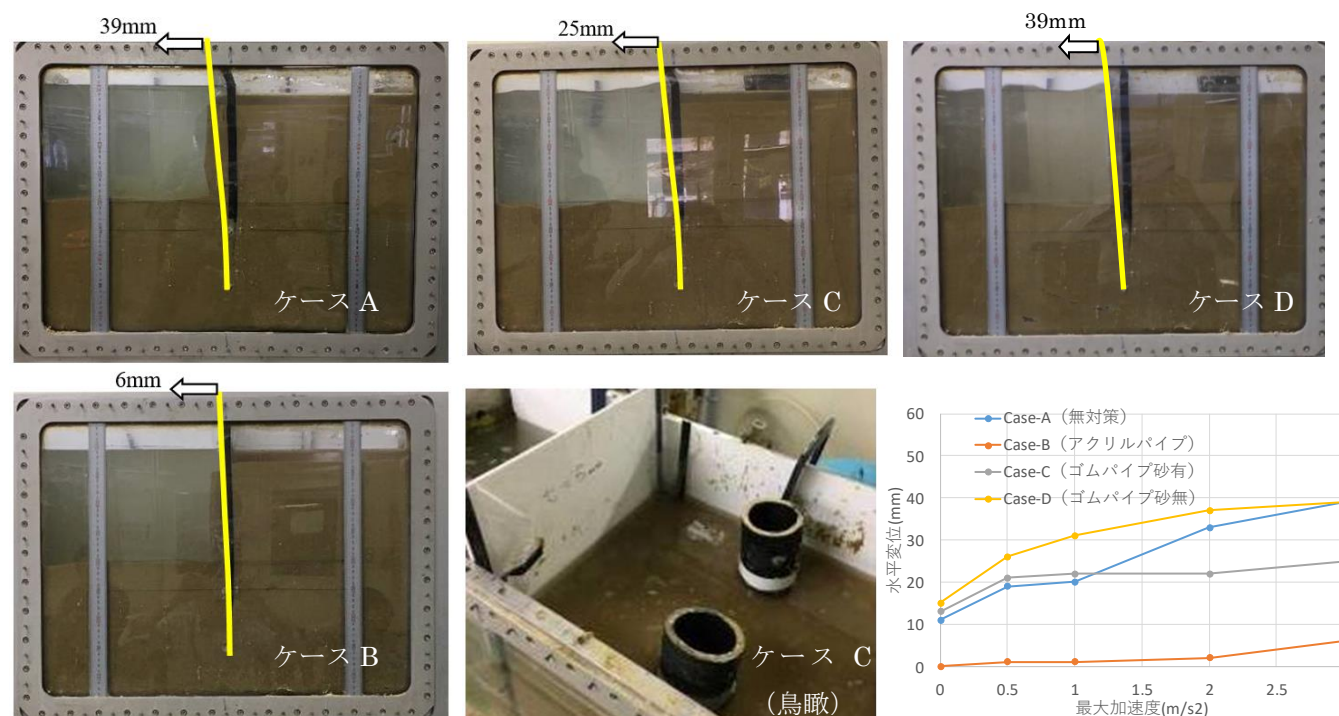


図 2 実験後の状況(3m/s^2 加振後)

図 3 壁の水平変位