

杭式深層混合処理工法における新たな改良杭配置方法の提案

三井住友建設 正会員 ○高橋 直樹
 東京大学 A. Bahmanpour
 東京大学 正会員 東畑 郁生
 東京大学 正会員 山田 卓
 三井住友建設 正会員 山本 陽一

1. 目的

液状化対策を目的とした深層混合処理工法の改良形式のなかで、杭式改良はブロック式や格子式改良に比べて液状化対策効果が低い¹⁾と考えられてきた。しかしながら、本改良形式は杭の配置を工夫することにより既設構造物に対して柔軟に対応した施工が可能であり、施工効率も良いことから対象によっては有用な工法と思われる。最近の振動台実験による研究では、杭式改良でも液状化対策効果が認められた事例が報告^{2),3)}されていることから、著者らも杭式改良の液状化対策効果に着目し模型振動台実験による検討を実施してきた^{4),5)}。

本研究では、杭式改良における新たな改良杭配置方法⁶⁾（以下、イレギュラー配置と称す）を提案し、矢板護岸をモデル化した模型振動台実験における護岸の水平変位の結果からその液状化対策効果について検討した。

2. 新たな改良杭配置方法の概要

イレギュラー配置の概要を図-1に示す。本配置方法では、黒丸で示す間隔 d で正方形に配置された改良杭 4 本を一つのグループとする。図中 G1 で示すグループに隣接するグループ G2 および G3 では、G1 の中心座標を G1 (0,0) とした場合、それぞれの中心座標が G2 ($2d, d/2$) および G3 ($d/2, 2d$) となるように改良杭を配置する。千鳥配置等では一定の方向に未改良領域が連続するのに対し、イレギュラー配置ではどの方向から見ても改良杭が地盤中に存在する形になる。また、連続する未改良領域が千鳥配置と比較して少ないことから、地盤のせん断変形に対して改良杭が効果的に抵抗し、液状化対策効果が高まるものと期待される。なお、ここではグループにおける改良体の配置を 2×2 の正方形配置として説明したが、例えば 3×3 や 3×2 の長方形配置の場合にもイレギュラー配置は適用可能である。

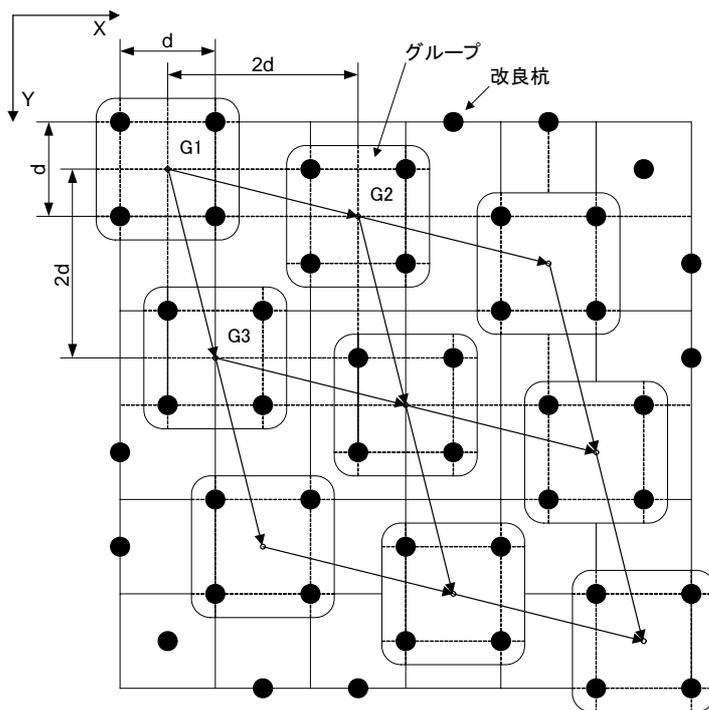


図-1 イレギュラー配置の概要

3. 振動台実験概要

模型振動台実験は、幅 2,000mm×奥行き 400mm×高さ 700mm の固定土槽を用いて重力場で行った。図-2に実験モデルの概要を示す。模型地盤は、厚さ 200mm の非液状化層とその上の厚さ 400mm の液状化層の 2 層構造とした。非液状化層は、相対密度が 70% となるよう乾燥状態の豊浦砂を空中落下させた後、突固めて作成した。液状化層は含水比 5% の湿潤状態の豊浦砂を用いてウェットタンピング法で作成し、初期相対密度-10%

キーワード 深層混合処理工法, 杭式, 液状化, 振動台実験

連絡先 〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1 三井住友建設(株) 技術開発センター TEL 04-7140-5201

とした。改良体モデルには直径 27mm、厚さ 1.5mm で長さ 800mm のテフロン管を 4 本束ね、ナイロン製の結束バンドで上下を固定したものを用いた。テフロン管の上端および下端には、それぞれ厚さ 5mm のプラスチックボードを配し、テフロン管を相互に固定した。なお、テフロン管 1 本の直径をプロトタイプに換算した場合、改良体の杭径は約 500mm となる。今回はこれを 4 本束ねているため、1 辺約 1000mm の改良体を想定していることになる。矢板護岸模型には厚さ 26mm、高さ 510mm のアルミ板を用い、この上端とプラスチックボード製のアンカーを直径 5mm の鉄製ロッドで結合した。なお、矢板護岸模型の下端は土槽底部の溝にはめ込んでい

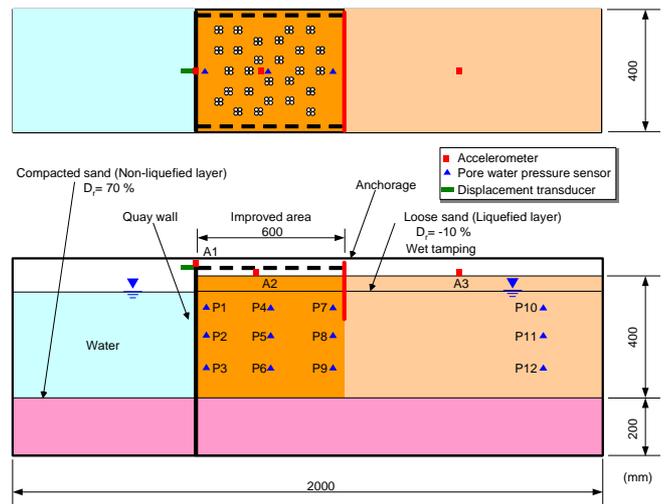


図-2 実験モデルおよび計測器配置図

だけで固定していない。実験模型には地盤中に加速度計および間隙水圧計を、固定土槽に加速度計を、矢板護岸模型には加速度計と上部の水平変位を計るレーザー変位計をそれぞれ設置して計測を行った(図-2)。入力波は 10 Hz の正弦波であり、最大加速度は 200Gal および 500Gal、最大加速度での加振時間は 5 秒間とした。実験ケースは、無体策 (CASE1)、千鳥配置 (CASE2: 改良率 25%) およびイレギュラー配置 (CASE3: 改良率 25%) の 3 ケースである。

4. 実験結果および考察

矢板護岸模型上端部の水平変位と入力加速度の関係を図-3 に示す。図は、200Gal および 500Gal 加振終了後の累積変位量を示している。200Gal 加振後の結果について、無体策 (CASE1) では矢板護岸の水平変位が 6.9cm 生じているのに対して千鳥配置 (CASE2) のそれは 5.7cm となっており、千鳥配置でも若干の変位低減効果が認められる。これに対して、イレギュラー配置の水平変位は 3.5cm であり、無体策の 50%程度に低減されている。500Gal 加振後の結果からも、変位低減効果は千鳥配置よりもイレギュラー配置のほうが高いことが明らかである。このイレギュラー配置の変位低減効果は、連続する未改良領域が少なく、未改良地盤のせん断変形に対して改良杭が効果的に抵抗していることに起因するものと考えられる。

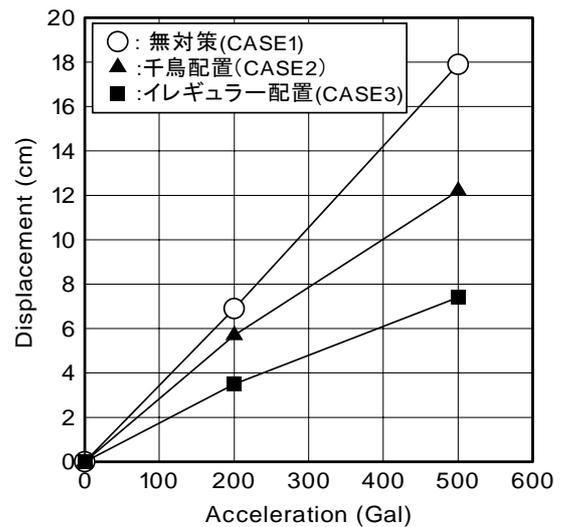


図-3 矢板護岸の水平変位と入力加速度の関係

5. まとめ

杭式改良における新たな改良杭配置方法としてイレギュラー配置を提案し、矢板護岸をモデル化した模型振動台実験の結果からその液状化対策効果について検討した。液状化に伴う矢板護岸模型の水平変位量の比較から、イレギュラー配置は千鳥配置よりも変位低減効果が高いことを示した。今後は、入力地震動や地盤密度の違いが液状化対策効果に与える影響についても検討する予定である。

参考文献

1) 地盤工学会：液状化対策工法, pp.196-197, 2004. 2) 安田進, 村澤謙, 小西武, 田中智宏, 内山純一：杭式に配置した改良体の液状化抑制効果, 第 38 回地盤工学研究発表会講演集, pp.1881-1882, 2003. 3) 田中智宏, 安田進, 村澤謙, 小西武, 内山純一：杭式深層混合処理工法による液状化対策効果, 土木学会地震工学論文集, Vol.27, No.210, 2003. 4) 高橋直樹, Amin Bahmanpour, 東畑郁生, 山田卓, 山本陽一：杭式深層混合処理工法の液状化対策効果に関する振動台実験, 土木学会第 64 回年次学術講演会講演概要集 (第 I 部門), pp.1175-1176, 2009. 5) 高橋直樹, Amin Bahmanpour, 東畑郁生, 山田卓, 山本陽一：杭式深層混合処理工法の液状化対策効果に関する振動台実験, 第 45 回地盤工学研究発表会講演集, 2010 (投稿中). 6) Amin Bahmanpour : Experimental study on the effect of Underground columns on liquefaction mitigation, 東京大学博士学位論文, 2010.