

千葉工業大学 学生会員 ○池田 尚仁 石田 岳之 和泉 彰彦 遠藤 良和  
 千葉工業大学大学院 学生会員 菅井 太  
 千葉工業大学 正会員 小宮 一仁 渡辺 勉 清水 英治

### 1.はじめに

深層混合処理工法は、近年液状化を防止する工法としても多く用いられてきている。しかしながら、深層混合処理工法による液状化防止のメカニズムが充分解明されてないため、合理的な設計法が確立されていないのが現状である。筆者らは深層混合処理工法により、どのようなメカニズムで液状化防止効果が得られるか、振動加速度と地盤改良率を違えて室内模型実験を行って調査してきた<sup>1)</sup>。その結果、深層混合処理により造成された攪拌杭が砂地盤の拘束性を高め、地盤の液状化抵抗力を増加させると考えた。本研究では深層混合処理工法で改良した模型砂地盤の剛性を孔内水平載荷試験によって調べ、地盤改良率の違いによる砂地盤の拘束性の状況を調査した。

### 2. 実験概要

本研究では攪拌杭を造成するため、水平振動台上 (1.5m×1.5m) に設置した鋼製の土槽 (縦95cm×横130cm×高さ100cm) に、水中落下により砂を緩く堆積させ ( $D_r$  約40%) 深さ80cmの模型砂地盤を作製した。試料は君津市小糸産の洗い砂 (密度  $2.719\text{g/cm}^3$ ) を土粒子の粒径が地盤工学会基準の砂分の範囲に入るように粒度調整したものを使用した。模型砂地盤を作製する際、攪拌杭による拘束圧の影響を調査するため塩化ビニール製の簡易孔内水平載荷試験装置 (φ8.9cm×55cm; 2本, φ8.9cm×60cm; 1本) を地表面から20cm、40cm、60cmの3地点に埋設した。なお、簡易孔内水平載荷試験装置は攪拌杭とみなし、測定時に相互の装置が干渉しない位置に充分距離をおいて設置した。簡易孔内水平載荷試験装置の概要を図1に示す。また、土槽壁面には模型砂地盤のせん断変形をできるだけ拘束しないようにフォームラバーを取り付けた。模型砂地盤作製後、攪拌杭造成前の模型砂地盤の拘束圧を測定するため孔内水平載荷試験を行った。その後、深層混合処理工法の攪拌杭を模型砂地盤に千鳥型に造成した。改良率を変えた時の地盤の拘束性の違いを評価するため、地盤改良率は面積置換率で15、20、24%の3通りについて実験を行った。造成された攪拌杭の直径は約10cm、深さは55cmである。攪拌杭を造成した後、48時間養生し、攪拌杭造成によって模型砂地盤の拘束性がどれだけ変化したかを調査するために再び孔内水平載荷試験を行った。その後、振動周波数4Hzで土槽を振動させ、液状化発生の有無を調査した。

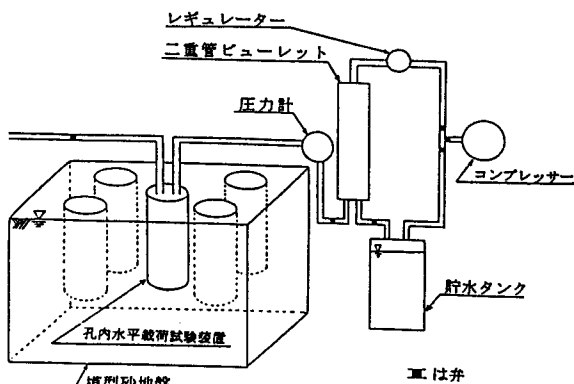


図1 簡易孔内水平載荷試験装置の概要

### 3. 攪拌杭造成に伴う模型砂地盤の拘束性の変化

図2は、深層地盤改良しない場合の模型砂地盤の孔内水平載荷試験で得られた拘束性と流入水量の関係を示したものである。また図3、図4、図5は、それぞれ面積改良率15、20、24%で攪拌杭造成後の孔内水平載荷試験で得られた関係である。

図2、図3、図4、図5から、攪拌杭造成前および造成後の孔内水平載荷試験で測定した拘束圧を比較すると、深さ60cmで攪拌杭造成前の拘束圧が流入水量100mlで32.4kPaであるのに対し造成後の拘束圧は、面積置換率15、20、24%でそれぞれ47.1、41.2、68.7kPaとなった。このことから、攪拌杭の造成により砂地盤の拘束性が高められることが確認できた。また、面積置換率が大きくなれば、造成された攪拌杭によって地盤の拘束性が大きくなることも確認できた。ここで、深層地盤改良された地盤において、攪拌杭(55cm)が達しない深さ60cmの拘束圧が大きくなっているという興味深い現象が見られる。これは、地盤改良によって改良部分の密度が増加し、改良部分よりも深部の土被り圧が増加したためと考えられる。次に図3、図4および図5から、深さ40cm、60cmの地点で測定した拘束圧に大きな圧力差は生じていない。このことから55cmの攪拌杭の造成によって攪拌杭の及ばない60cmの点においても深さ40cmとほぼ等しい拘束性を得られることが確認できた。

次に図3, 図4, および図5の深さ40cm, 60cmの拘束性を比較すると、面積置換率15%と20%で大きな違いが見られないのに対し、面積置換率24%では拘束性が大きく増加している。筆者らが液状化発生の最小加速度と置換率の関係を調査し深層混合処理による液状化防止効果を確認したところ、20%前後を境に改良効果が増加した<sup>1)</sup>。このことと本実験の結果から、面積置換率を24%程度改良すれば地盤の拘束性が上がり、十分な液状化防止効果が得られると考えられる。

#### 4. まとめ

本研究は、深層混合処理工法による攪拌杭造成に伴う地盤の拘束性の変化を孔内水平載荷試験によって調査したものである。本研究で得られた成果は以下の通りである。

- ・攪拌杭造成によって地盤の拘束性が上がる。
- ・攪拌杭を造成することによって、改良部分より下部の地盤の拘束性も上がる。
- ・24%程度面積置換率で改良すると、十分な液状化防止効果が得られる。

#### 【参考文献】

1) 清水、渡辺、小宮、菅井；深層混合処理工法の液状化防止効果について。土木学会第51回年次学術講演会。pp566-567. 1996.

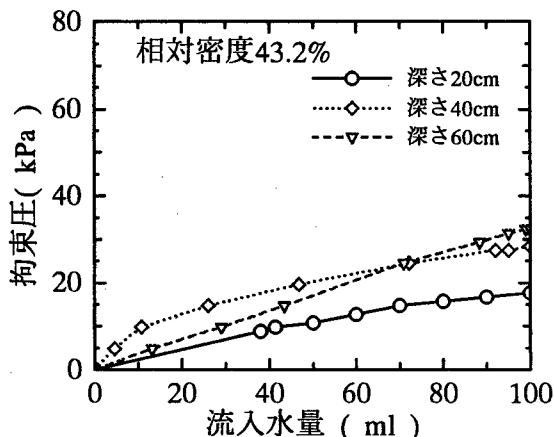


図2 地盤改良前における拘束圧と流入水量の関係

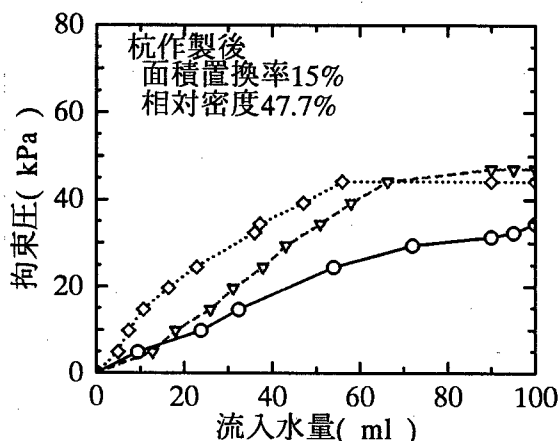


図3 面積置換率15%における拘束圧と流入水量の関係

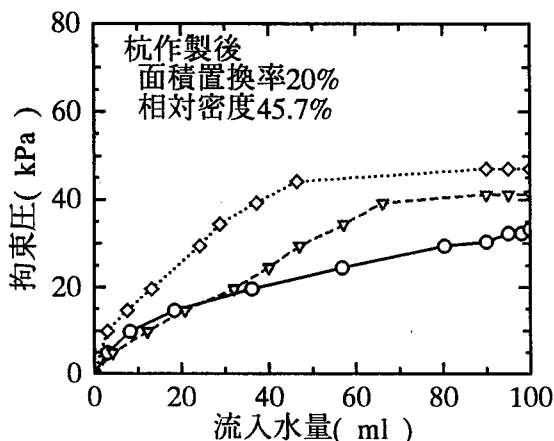


図4 面積置換率20%における拘束圧と流入水量の関係

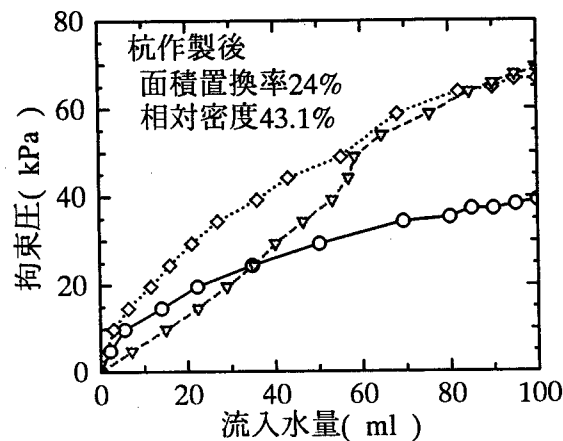


図5 面積置換率24%における拘束圧と流入水量の関係