

粘性土地盤の圧密特性として、竹杭の間隙が過剰間隙水圧に与える影響と圧密促進効果の評価

東洋建設株式会社 正会員 ○河田晃博
東洋建設株式会社 正会員 鶴ヶ崎和博
東洋建設株式会社 正会員 佐藤友哉

1. はじめに

インドネシアでは建設工事で竹が用いられることがあり、粘性土地盤での護岸築造において地盤を支持することを目的に摩擦杭として7本を一束として竹で組まれた杭(写真-1, 以下:竹杭)を使用する事例がある。今回研究の対象とした竹杭が打設された護岸において予測よりも速く沈下が進んだため、竹杭の代わりに葦を竹に見立てた模型杭(写真-2)を用いて遠心力場での圧密実験を行い検証した。その時間沈下曲線から、竹を束ねたことによる間隙部が排水経路として圧密の促進に寄与することが示唆された¹⁾。また、圧密終了後の粘土の鉛直水平含水比分布図における無対策と比較した葦束1本の結果から過剰間隙水圧の消散の可能性も示唆された²⁾。本報では、過剰間隙水圧の消散過程を直接確認するため間隙水圧計を地盤内に設置し、追加の遠心模型実験を行った。また、時間沈下曲線の実験結果を軸に打設材を比較することで竹杭の間隙の影響を定量的に評価した。

2. 実験概要

実験試料には神戸沖の海成粘土を使用した。表-1に実験条件を示す。アクリル製円筒容器(内径130mm×高さ300mm)の側面の高さ50mmの位置に均等間隔で三か所、間隙水圧計を設置した。容器側面に容器高さ100mmまでグリースを塗り、液性限界の約1.4倍程度の含水比130%に調整した粘土スラリーを同じ高さまで静かに流し込んだ。模型杭やドレーン材を地盤中に一定間隔で打設し、表層にろ紙および目合い2mmのメッシュシートを敷いた。

その上に遠心加速度50Gにおいての水中重量の実荷重が9.4kN/m²になるように砂層(6号珪砂, 平均粒径0.33mm)を自然落下で静かにふるいを用いて設置した(図-1)。作製した模型を遠心装置に設置し、粘土層の載荷圧密を行う。沈下量は変位計を設置して計測した。表-2に実験ケースを示す。ケース1は杭を打設しない無対策のケースである。以降のケースは、地盤に打設した各種材料の圧密促進効果を確認するためにケースとなっており、前報¹⁾の再実験に加えてケース3:葦束の50mmとケース6:竹串束50mmを追加した。竹串は葦と比べて均質で密充な材料であり、束ねたことによる間隙の影響のみの効果を確認するために行った。

3. 実験結果及び考察

図-2時間沈下曲線の結果を示す。沈下量(3500minまで)はろ紙100mm>ろ紙50mm>竹串束50mm>葦束50mm>グリース葦束(間隙をグリースで充填)≧無対策の順で大きかった。前報で示したように、葦束を打設することにより沈下速度が速くなることが伺える。追加実験で行った竹串束50mmはろ紙50mmとほぼ同じ沈下曲線であっ

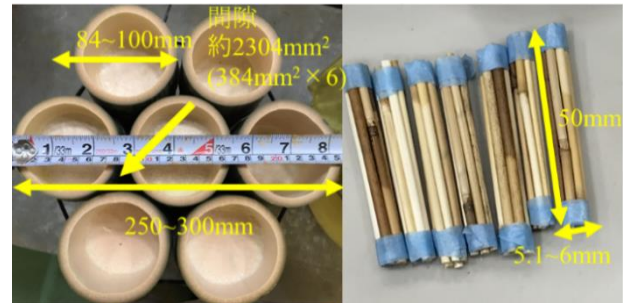


写真-1 竹杭

写真-2 葦束模型

表-1 実験条件

項目	内容
実験試料	神戸粘土, 宇部珪砂6号
模型地盤高さ	100mm (実換算5m)
実験縮尺	1/50 (遠心加速度50G)
容器	内径130mm×高さ300mm×厚さ10mm
排水条件	両面排水

図-1 杭と間隙水圧計の配置図

表-2 実験ケース

実験ケース	打設材種類	打設長(mm)	間隙水圧計
ケース1	無対策	-	-
ケース2	ろ紙	100	-
ケース3	葦束	50	-
ケース4	グリース葦束	50	○
ケース5	ろ紙	50	○
ケース6	竹串束	50	○

キーワード 遠心模型実験, 圧密, 過剰間隙水圧, 海成粘土, 竹杭, 間隙

連絡先 〒663-8142 西宮市鳴尾浜1丁目25-1 東洋建設株式会社 鳴尾研究所 TEL (0798)43-5903

た. このことから束ねたことによる竹と竹との間隙における排水機能とろ紙による排水機能よっての圧密促進の影響がほとんど同等と考えられる. また, 葦束 50mm がろ紙 50mm と比べて遅いのは, 節を有することで束ねた際の不揃いによって, 理想的な間隙の竹串束に比べて葦束は間隙による排水経路を十分に確保できていないのではないかと考えられる.

次に葦束 50mm の圧密促進の効果を評価するために圧密度

90%の経過時間 (\sqrt{t} 法) で無対策, ろ紙 100mm, ろ紙 50mm, 葦束 50mm を比較した結果が表-3 になる. 葦束 50mm の 0.58 倍の経過時間がろ紙 100mm の経過時間に相当した. さらに, 葦束 50mm の圧密度 90%の経過時間 (\sqrt{t} 法) である 2580min と 1500min から Barron の解を用いてろ紙 100mm におけるドレーン間隔を算出し比較した. その結果 2580min のドレーン間隔は 65.5mm になったことより, ろ紙 100mm におけるドレーン間隔では葦束 50mm (2580min) の 0.73 倍がろ紙 100mm (1500min) のドレーン間隔に相当した.

図-3 に, 圧密中の間隙水圧挙動を示す. 50G に到達してから過剰間隙水圧は消散し, 一定値に落ち着いていくことが分かる. 消散速度 (3500min まで) は竹串束 50mm > ろ紙 50mm > グリース葦束 50mm の順で大きかった. 葦束を打設することにより消散速度が速くなることが伺える. また, 最終の計測値と実験後の間隙水圧計の位置 (圧密により位置が変わったことより) から算出した水圧の差は竹串 50mm を除き $\pm 5\text{kPa}$ 以内であった. このことから, 実際の間隙水圧が反映されていることが分かる.

4. まとめ

今回の実験の結果をまとめると次の通りである. 時間沈下曲線の竹串束 50mm とろ紙 50mm の結果より, 間隙による排水経路の機能とろ紙による排水経路の機能による圧密促進の影響がほとんど同等と考えられることから, 節を有することによる不揃いが沈下速度に影響を与えている. $U=90\%$ の経過時間 (\sqrt{t} 法) と Barron の解より, 葦束の圧密効果はドレーン材 (ろ紙) の 0.58~0.73 倍と考えられる. 間隙水圧計の計測挙動から過剰間隙水圧の消散の過程を確認することができ, 圧密促進が起きていることが確かめられた.

参考文献

- 1) 河田晃靖, 鶴ヶ崎和博, 佐藤友哉: 粘性土地盤の圧密沈下特性に及ぼす竹杭の間隙の影響, 令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会, 2021.
- 2) 河田晃靖, 鶴ヶ崎和博, 佐藤友哉: 粘性土地盤中の竹杭の圧密促進効果に関する遠心模型実験, 第56回地盤工学研究発表会, 2021.

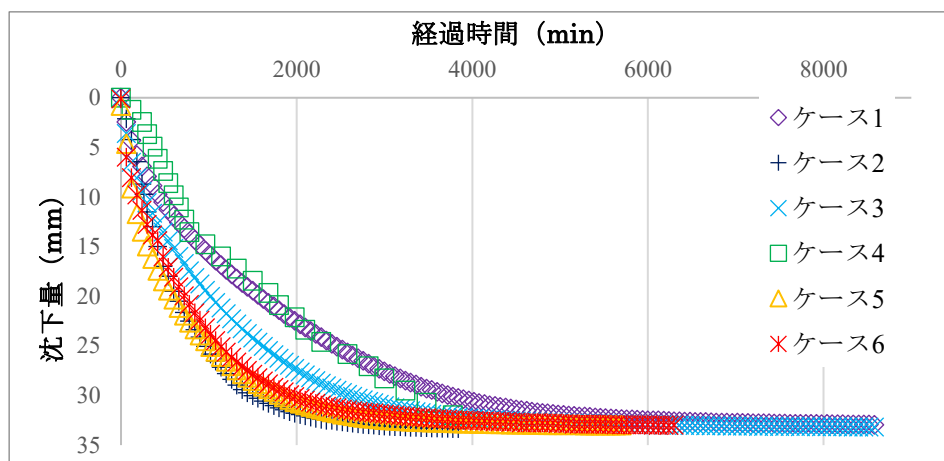


図-2 時間沈下曲線

表-3 圧密度 90%の経過時間 (\sqrt{t} 法)

	無対策	ろ紙100mm	ろ紙50mm	葦束50mm
T(min)	3540	1500	1740	2580

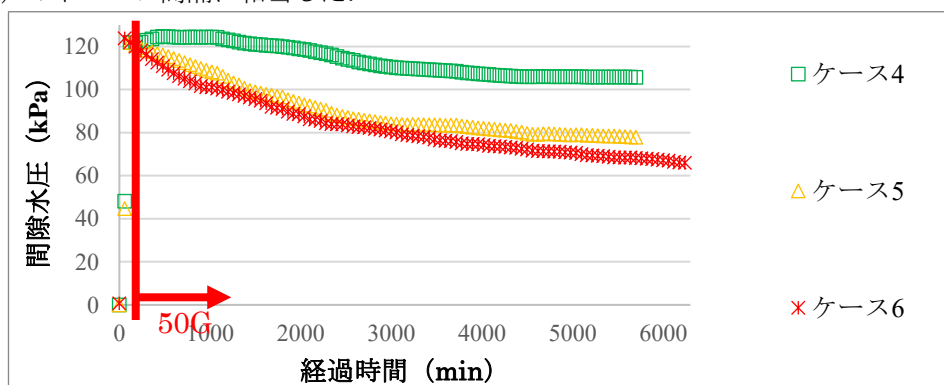


図-3 間隙水圧の計測挙動

最終の計測値と実験後の間隙水圧計の位置 (圧密により位置が変わったことより) から算出した水圧の差は竹串 50mm を除き $\pm 5\text{kPa}$ 以内であった. このことから, 実際の間隙水圧が反映されていることが分かる.