

木杭基礎による構造物の液状化と地盤流動対策法に関する実験的研究

早稲田大学大学院 学生会員 ○岸田健吾 堤圭司

早稲田大学 フェロー会員 濱田政則

1. はじめに

温室効果ガス排出の削減は建設分野としても積極的に取り組まなければならない課題である。CO₂削減に貢献する方法として、木材を軽量構造物や盛土の基礎として大量に活用することが考えられる。土木分野における木杭の大量活用は、森林の保護育成および木材の流通サイクルの活性化にも大きく寄与することになる。

本研究では、盛土の基礎地盤の液状化対策としての木杭の有効性を重力場および遠心载荷場の模型実験により検討する。盛土の基礎地盤が液状化によって支持力を失うと、自重により盛土が沈下し、液状化土が側方に流動して、沈下と変形が促進される。本研究の目的は、盛土の基礎地盤に杭を打設することにより液状化土の流動を抑制して、盛土の沈下と傾斜を低減することにある。

2. 遠心载荷場における模型実験概要

重力場における既往の模型実験により、盛土下全面に木杭を打設することで、盛土の沈下・変形抑制効果が見られた。本年度は、この結果をもとに、遠心载荷場における模型実験を行った。遠心加速度は40Gで、実物-模型間の相似率を表-1に示す。以下、表および本文に示す括弧内の数値は重力場での値とする。

本実験は図-1に示すように、長さ190cm (76m)、高さ36cm (14.4m)、奥行き80cm (32m)の液状化地盤を作成し、その地盤上に無対策および対策盛土模型を設置した。

模型地盤は、珪砂7号を用い、水中落下により相対密度約65%、飽和状態とした液状化層のみで作成した。地下水は粘度40mPaの流体を使用した。

木杭の杭径は0.5cm (20cm)、杭長は15cm (6m)、36cm (14.4m)の2ケースとし、杭間隔5D (D:杭径)で、模型地盤の中に押し込むことにより設置した。

表-2に各ケースの実験条件を示す。ケース1は無対策と杭長15cm (6m、液状化層の5/12)の木杭を打設した場合、ケース2は無対策と杭長36cm (14.4m、基盤層着底)の木杭を打設した場合で実験を行った。

盛土は、法面勾配1:2、天端幅20cm (8m)、底面幅60cm (24m)、高さ10cm (4m)であり、珪砂7号を用い、乾燥砂による空中落下で相対密度約80%となるよう作成した。レーザ変位計により、盛土天端の沈下の時刻歴を測定した。

入力加振波は図-2に示すように、正弦波1.5Hz、60波とし、加振開始から最大加速度250galまで増加させ、その後15秒かけて50galに減衰し、25秒維持した。

表-1 重力場-遠心場間の相似率

	長さ	力	応力	時間	加速度
相似率	1/40	1/40 ²	1	1/40	40

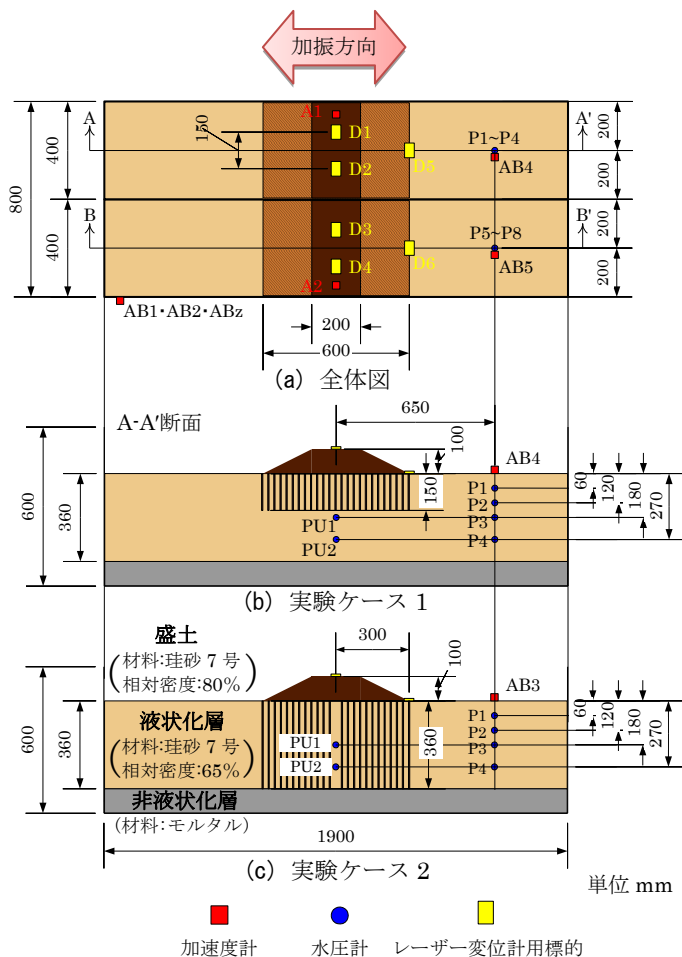


図-1 全体図および計測器の配置と実験ケース

表-2 各ケースの実験条件

ケースNo.	実験内容	杭間隔
ケース1	無対策・木杭全面打設15cm (6m)	5D
ケース2	無対策・木杭全面打設36cm (14.4m)	5D

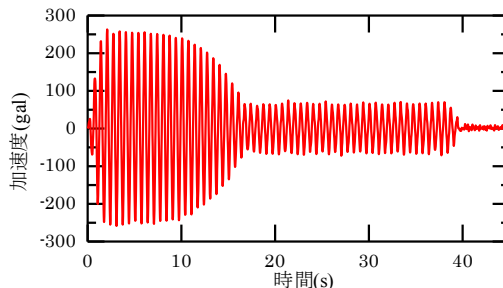


図-2 入力加振波

キーワード 木杭基礎, 盛土, 遠心载荷場, 液状化対策

連絡先: 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学濱田研究室 TEL03-5286-3147 E-mail:tool-kengo@ruri.waseda.jp

3. 木杭による盛土の沈下・変形の抑制効果

図-3, 4 に実験ケース 1 および 2 の盛土の沈下・変形を示す。図より、加振後、木杭を打設した場合は、無対策の場合と比較して、沈下が低減していることがわかる。また、杭長が長いほど、盛土の沈下の抑制効果が大きい。

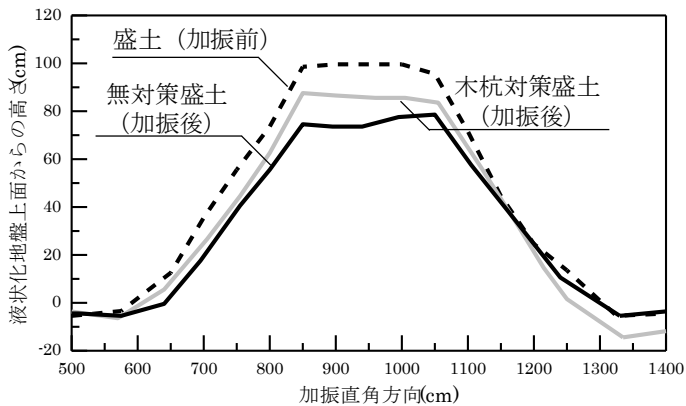


図-3 盛土の沈下・変形 (ケース 1, 杭長 15cm)

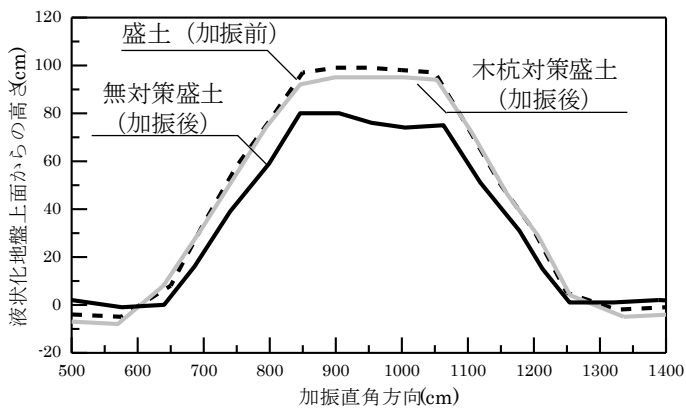


図-4 盛土の沈下・変形 (ケース 2, 杭長 36cm)

図-5 に、杭長/液状化層厚と最終沈下量の関係を示す。ケース 1 (杭長 15cm, 液状化層の 5/12) では、木杭対策盛土は無対策に比べて 4 割～6 割程度の沈下抑制が見られる。また、ケース 2 (杭長 36cm, 基盤層着底) では、木杭対策盛土は無対策に比べて 8 割程度の沈下抑制が見られる。盛土下全面に木杭を打設した場合、杭長の長さにはほぼ比例して、沈下を低減できることが示された。

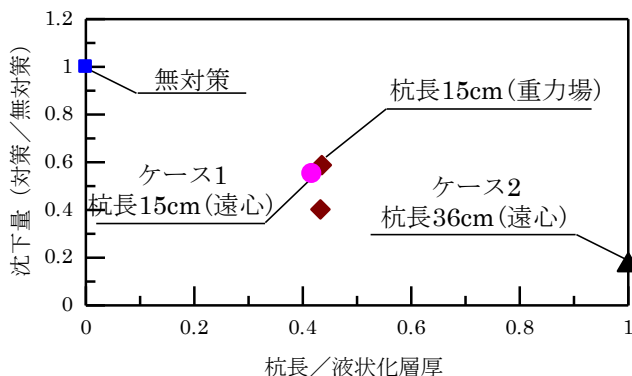
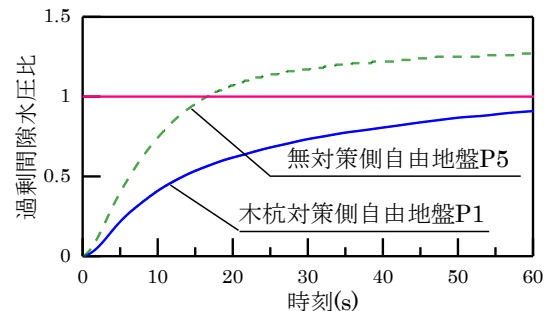


図-5 沈下量と杭長/液状化層厚の関係

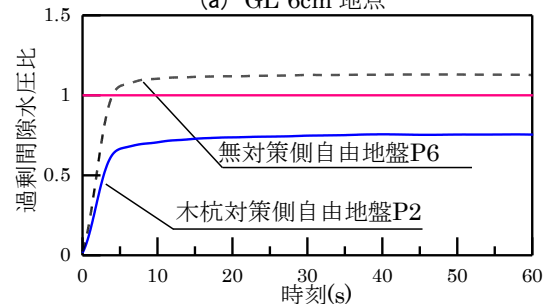
4. 木杭による過剰間隙水圧の抑制効果

図-6 にケース 1 (杭長 15cm) の水圧計 P1, P5 (図-1, GL-6cm), P2, P6 (GL-12cm), P3, P7 (GL-18cm) で計測した過剰間隙水圧比の時刻歴を示す。図-6 (a), (b) より、対策側 (実線) の水圧比の上昇が無対策側 (点線) と比較して緩やかである。一方で図-6 (c) は、対策側と無対策側の水圧比に差は見られない。このことから、杭の打設深さ内において、液状化抑制効果があると考えられる。

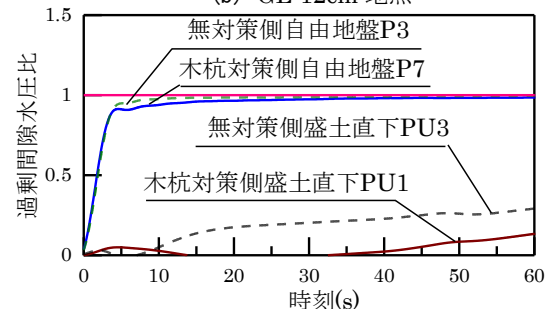
図-6 (c) より、盛土直下地盤は木杭打設の有無によらず、過剰間隙水圧比が 1 に達していない。これは盛土の自重により初期有効応力が増加し、盛土直下地盤が完全液状化に至らなかったと考えられる。



(a) GL-6cm 地点



(b) GL-12cm 地点



(c) GL-18cm 地点

図-6 過剰間隙水圧比の時刻歴 (ケース 1)

5. まとめ

- 1) 盛土下全面に木杭を打設した場合、盛土の沈下・変形を低減することができる。これは木杭が盛土下の液状化土の流動を防止したためと考えられる。
- 2) 液状化層に対する杭の打設深さが深いほど、盛土の沈下・変形の抑制効果が大きい。
- 3) 杭の打設深さ内においては、基礎地盤が締め固まり、過剰間隙水圧比の上昇は緩やかであった。

6. 参考文献

- 1) 著者ら：木杭基礎による構造物の液状化・流動化対策法に関する実験的研究，平成 22 年度全国大会 65 回年次学術講演会，
- 2) 永尾拓洋，関雅樹，佐藤清：液状化による盛土の堤体破壊に関する検討，第 40 回地盤工学研究発表会，pp1403-1404，2005