

飽和砂地盤内にある丸太の剛性が液状化抵抗に与える影響に関する模型振動実験

福井工業高等専門学校
福井工業高等専門学校専攻科
飛島建設
飛島建設

正会員 ○吉田雅穂
橋本拓弥
正会員 村田拓海
正会員 沼田淳紀

1. はじめに

戸建住宅等の小規模構造物の地震被害の一つに液状化による不同沈下がある。傾斜が大きい場合には建て替えや修復工事が必要となり、軽微な場合であっても、時間経過と共に基礎や外壁のき裂、建具の開閉支障が生じる場合がある。この被害軽減工法として、構造物直下や外周の緩い砂地盤に丸太を改良材として打設することの有効性が確認されている¹⁾。本工法は密度増大工法に分類されるが、地盤内には土よりも剛性が大きい木材が存在するため、その影響によるせん断剛性の向上など、密度増大以外の液状化抵抗の増加に寄与する因子が存在すると考えられる。

そこで本研究では、相対密度が同一で丸太の置換率を変えた模型地盤を用いて、丸太の剛性が液状化抵抗に与える影響を明らかにすることを目的とした模型振動実験を行った。

2. 実験概要

図-1 に模型地盤の概要を示す。振動台上にアクリル製の土槽（幅 800mm×奥行 400mm×高さ 500mm）を設置し、その中に珪砂 7 号（密度 2.66 g/cm³、平均粒径 0.17 mm、透水係数 4.79×10⁻³ cm/s）を用いて水中落下法で飽和砂地盤を作製した。丸太模型は直径 12mm、長さ 200mm の円柱状であり、長期間水中保管したものを使用した。丸太打設により相対密度が増大しない模型地盤を作製するために、あらかじめ土槽上部に設置した金網に丸太頭部をクリップで固定して垂直に吊り下げた状態で水中落下法により地盤を作製した。その後、層厚が深くなり丸太が地盤に自立した段階でクリップと金網を取り外した。丸太による改良範囲は 288mm 四方とし、表-1 に示すように地盤の相対密度と丸太の置換率を変えた計 4 ケースの実験を行った。

相対密度は水中落下法の段階で約 40%となり、約 60%の場合は同地盤を加振することで調整し、いずれも完成後の模型地盤の層厚は約 300mm である。丸太の打設間隔は実地盤で適用される上下限值である 8D（丸太直径 D の 8 倍、図-1 赤破線）と 3D（同 3 倍、図-1 青破線）の 2 種類とした。地表面に設置した構造物模型は底面が 150mm 四方で高さ 115mm、重さは 3.45kg、接地圧は 1.5kN/m²（べた基礎の 2 階建て木造住宅の接地圧の 10 分の 1 縮尺を想定）とした。入力波は 5Hz の正弦波を 20 波とし、前後に 5 波のテーパーを設け、目標加速度を 60gal から 140gal まで 20gal

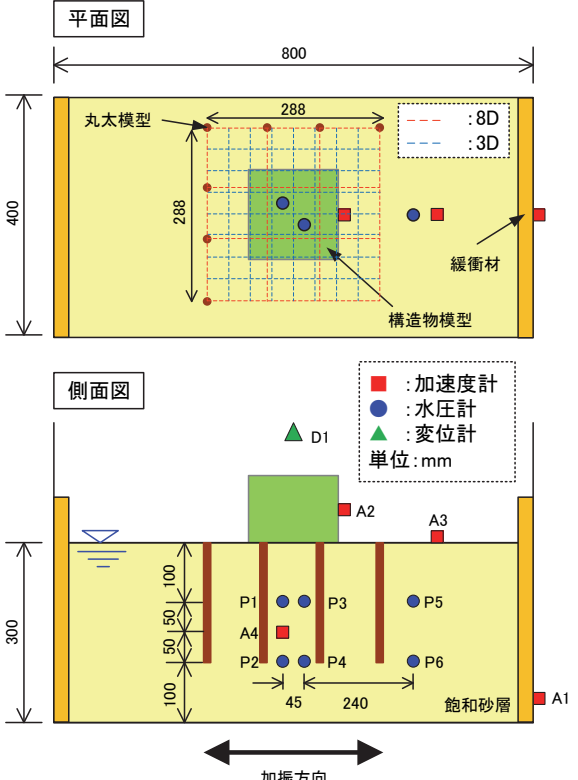


図-1 模型地盤の概要

表-1 実験ケース

Case	名称	地盤	丸太				置換率 (%)
		相対密度 (%)	直径 D (mm)	長さ (mm)	打設間隔 (mm)	打設本数 (本)	
1	40%3D	40	12	200	36	81	8.73
2	40%8D	40	12	200	96	16	1.23
3	60%3D	60	12	200	36	81	8.73
4	60%8D	60	12	200	96	16	1.23

キーワード： 地震，液状化，対策，木材，剛性，振動台実験
連絡先： 〒916-8507 福井県鯖江市下司町 Tel&Fax: (0778) 62-8305 Email: masaho@fukui-nct.ac.jp

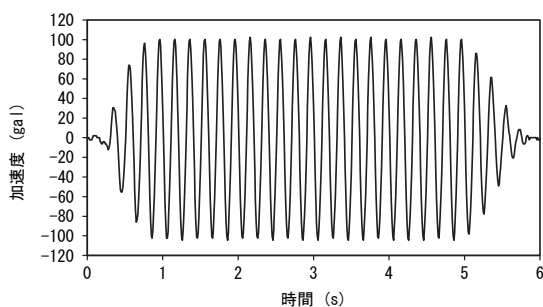


図-2 入力加速度の時刻歴 (100gal)

間隔で増加させるステップ加振を行った。図-2 に 100gal の入力加速度を示す。実験中は入力加速度 (A1)、構造物直下地盤の応答加速度 (A4) と過剰間隙水圧 (P1~P4)、自由地盤の応答加速度 (A3) と過剰間隙水圧 (P5, P6)、構造物模型の応答加速度 (A2) と鉛直方向変位量 (D1) を計測した。また、構造物模型と地盤の鉛直変位量をポイントゲージで計測した。

3. 実験結果および考察

図-3 に相対密度 40% (Case 1, 2) の場合の 120gal 入力時の構造物直下 100mm の位置 (P1) における過剰間隙水圧比の時刻歴を示す。置換率の大きい 3D の場合、水圧が最大値に達した後に振幅が大きくなる現象が生じており、これは密な砂で生じるサイクリックモビリティ状態に至った可能性を示している。この現象は、図-4 に示す構造物直下 200mm の位置 (P2) においても確認できたが、丸太先端部であったためその影響は少なかった。また、相対密度 60% の場合でも同様の傾向を確認した。ここで、両ケースの相対密度は同じであるため、違いは丸太の量のみである。したがって、丸太の存在によって改良範囲のせん断剛性が大きくなり、結果として液状化抵抗が向上したと考えられる。

図-5 に各ケースの構造物の累積めりこみ沈下量を示す。めりこみ沈下量とは構造物の沈下量から対策地盤の沈下量を差し引いたものであり、構造物が地表面から地盤にめり込んだ深さである。なお、入力加速度は目標値ではなく加速度計 (A1) の計測値を使用した。同図より、相対密度 40% と 60% の両ケースにおいて、構造物沈下量は置換率の大きい 3D の方が 8D より小さいことがわかる。置換率が大きい場合、構造物模型の底面下にある丸太の本数が多いことによる支持力増加の影響が考えられるが、今後、前述の液状化抵抗の増加が沈下量の抑制に与える影響を明らかにする必要がある。

4. おわりに

本実験によって、相対密度が同じであっても丸太の置換率が大きくなることで、地盤のせん断剛性が大きくなり、液状化抵抗が向上することを明らかにした。

謝辞 実験では福井高専元学生の上坂知希氏、柴田充規子氏、脊山空雅氏、畑俊貴央氏、矢原雄太郎氏の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

参考文献 1) 吉田雅穂, 村田拓海, 井上広平, 宮島昌克, 沼田淳紀: 丸太を用いた戸建て住宅の液状化対策に関する模型振動実験, 土木学会第 67 回年次学術講演会講演概要集, CS12-011, pp.21-22, 2012.

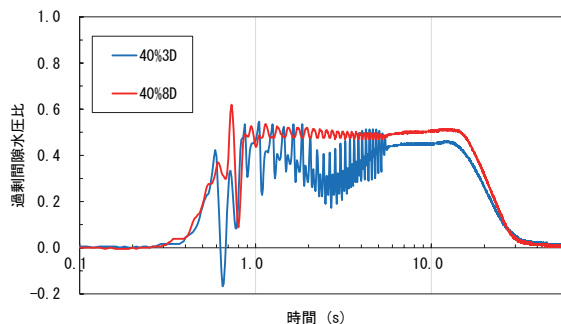


図-3 過剰間隙水圧比の時刻歴 (120gal, G.L.-100mm)

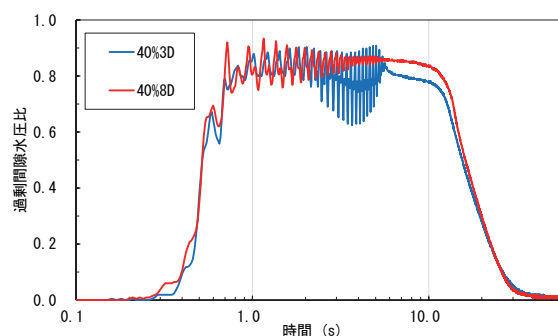


図-4 過剰間隙水圧比の時刻歴 (120gal, G.L.-200mm)

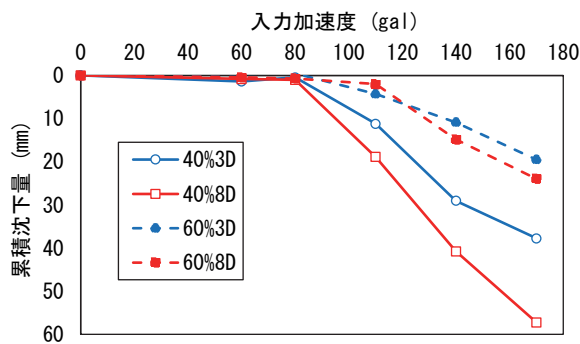


図-5 構造物の累積めりこみ沈下量