

地下水位低下・回復による液状化時における構造物の沈下・傾斜対策

12T0296W 村田 琢磨

指導教員：関口 徹

1.はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震によって、東京湾岸部埋立地の戸建て住宅地において広範囲な液状化被害が発生した。従来の軟弱地盤上の戸建て住宅は、支持力の確保と不同沈下の抑止を重点的に建築されているが液状化対策は行われておらず、被害を防ぐとまではできなかった。今後は首都直下型地震や南海トラフ地震など大きな地震が発生すると想定されており、これに備えて早急な液状化対策が求められている。

液状化対策としての地下水位低下工法では、軟弱地盤を矢板で囲み、その内と外とを遮水し、矢板内をポンプアップして地盤を不飽和化させ、液状化を抑制する。しかし実地盤では、矢板で囲み定期的に地下水をポンプアップしなければならず、ランニングコストがかかる。その上、対象は戸建て住宅であるためコストを削減する必要がある。そこで、矢板による囲いをせずに地下水位が下がったところでを除いた状態で水位を下げ、水位が下がったところで、ポンプアップをやめ水位を自然に回復させる新たな工法が提案されている。水位を一度下げた地盤は、もう一度水位を回復させても飽和状態にならず不飽和層として残っていることが、これまで模型実験で確認されている¹⁾。

本研究では、同じ条件の土層を二つ用意しそれぞれの地表に模型を置く。そして、液状化対策地盤と無対策地盤で模型の沈下量や傾斜角を調べ考察する。

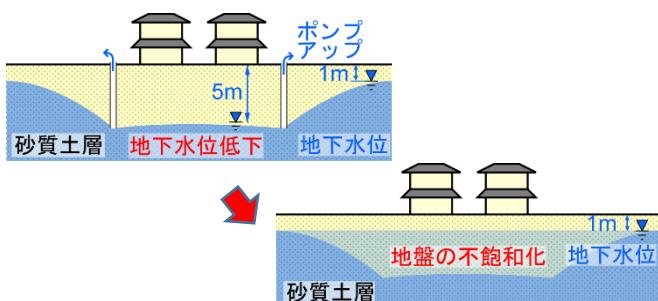


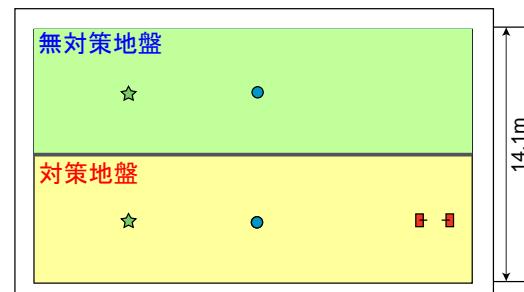
図1 工法概念図

2. 実験概要

模型では、せん断土層（内寸 770×470×370mm）をステンレスで半分に仕切り、対策地盤と無対策地盤を作る。相対密度 100% の 3 号珪砂（底部非液状化層）と 50% の 8 号珪砂+カオリン 5%（液状化層）を撒き、脱気水により飽和させる。地盤内には水圧系、加速度計、P 波を測定して飽和か否かを判断するベンダーエレメ

ントを設置している。模型地盤を遠心装置に設置し、30g の遠心加速度を加えた後、対策地盤の土層底部より排水し、地下水位を地表より 5m（以下実大換算）のところまで低下させる。水圧計の値が落ちていた後、給水し低下させた地下水位を土層底部より 1m のところまで回復させる。その後、水平加振を行う。加振波は最大加速度 150cm/s²、周波数 2Hz、漸増 60 波、定常 20 波、漸減 5 波の正弦波を目標とする。

また地表には根入深さ 0.54m、基礎幅 3m 四方の二階立ての住宅を想定した構造物を設置した。その上に沈下量を測定するレーザー変位計を設置し、変位測定ポイントを構造物の二階屋根部に一ヶ所、一階屋根部に二ヶ所、両地盤に計六ヶ所設けた。



(a) 平面図

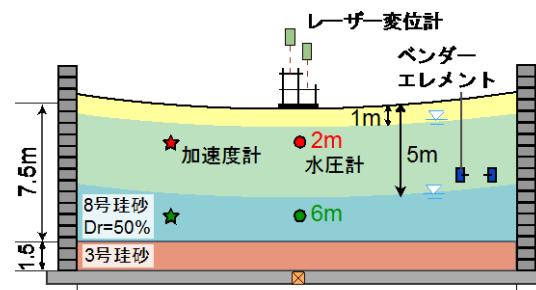


図2 模型地盤の平面図と断面図(寸法
は実大換算)



写真1 せん断土槽、遠心模型装置

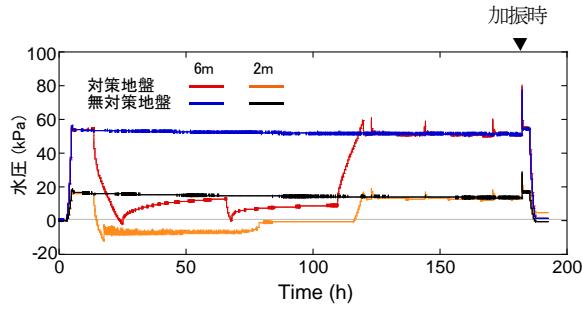


図3 時系列における水圧の変化

表1 P波速度

	Δt (μs)	h (cm)	V_p (m/s)
水位低下前	66	10	1506
水位低下時	372	10	268
水位回復後	494	10	202

3. 実験結果

以下実寸換算した数値で表す。

図3に水位を低下、回復させたときの水圧を示し、表1にP波速度を示す。

P波速度が水位低下前には1500m/s程度になっていて、水位低下時や水位回復後は1500m/sを大きく下回っている。よって水位低下前は飽和状態にあったが、水位低下時は不飽和状態²⁾になっている。その後、水位回復時は、水圧は元の高さに戻っているが不飽和状態を維持していることがわかる。

図4の(d)(e)に、加振時とその後の過剰間隙水圧比の時刻歴を示す。赤を対策地盤、青を無対策地盤とする。

水圧計は地表面からそれぞれ6m、2mのところに設置しており、無対策地盤側ではどちらも過剰間隙水圧比の値が1を上回っており、液状化が起きている。対策地盤側では、どちらの深度も1を超えていないが、地表から6m付近では液状化が起こっている可能性がある。この原因として、水圧を低下させたのが地表面から5mまであるため、水位低下させていない所では液状化が起こっている可能性がある。しかし地表面から2mの地点では、過剰間隙水圧が低く地下水位低下回復工法の効果が表れていると考えられる。

次に、構造物の沈下量と傾斜角のグラフを図5に示す。沈下計測ポイントは対策地盤の構造物模型上に3ヶ所、無対策地盤の構造物模型上に3ヶ所設けた。沈下量のグラフを見ると無対策地盤が対策地盤より大きく沈下していることがわかる。また傾斜角は加振後徐々に無対策地盤側の傾きが大きくなっていることがわかる。

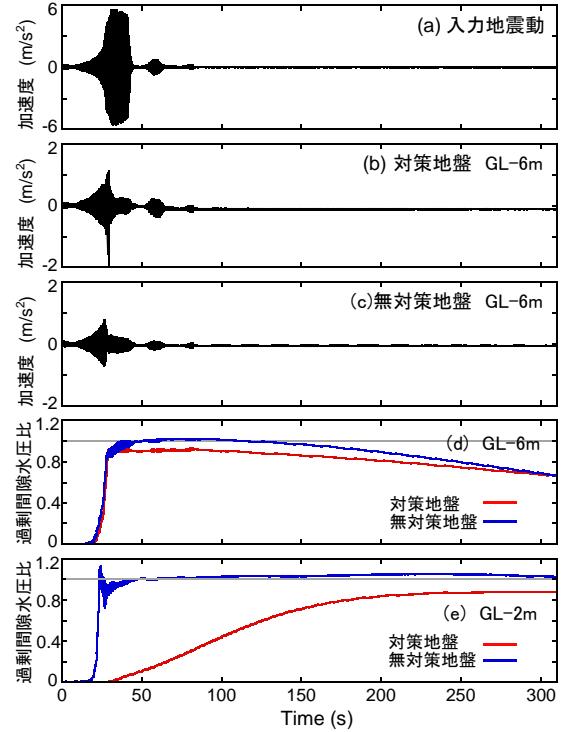


図4 加振時の加速度、過剰間隙水圧比

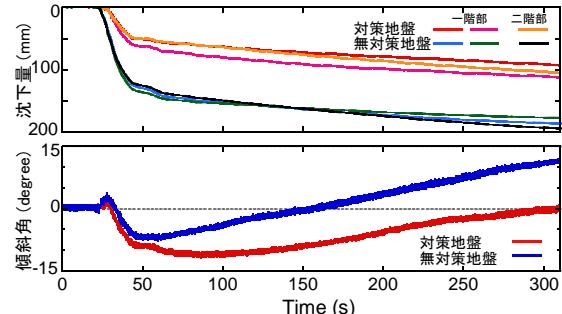


図5 構造物の沈下量と傾斜角

4.まとめ

地盤内の水位低下、回復させる液状化対策工法を遠心模型実験で行った結果、以下の知見を得た。

- 地盤内の水位が低下回復後、気泡が残留し不飽和土になったため液状化を抑制する結果となった。
- 液状化が抑えられたため構造物の沈下や傾斜も抑制された。

参考文献

- 萩原彰二：地下水位低下・回復による液状化対策工法の検討、平成26年度卒業論文
- 畠中宗憲、増田剛美：砂地盤の飽和度とP波速度及び液状化強度との関係についての一考察、日本建築学会構造系論文集、2010