

# 止水壁を用いた砂地盤液状化時の地中構造物の浮き上がり防止効果

国立長岡工業高等専門学校 専攻科 学生員○渡辺 康司  
 国立長岡工業高等専門学校 正会員 尾上 篤生  
 清水建設技術研究所 正会員 後藤 茂

## 1. はじめに

埋立て地や海岸沿いのような砂地盤では、地震時の地盤の液状化に伴うカルバートや貯水槽のような地中構造物が浮き上がる被害がある。従来の対策では、地中構造物の周囲や下部の砂地盤をセメント混合あるいはサンドコンパクションなどで地盤改良して液状化を防止する例が多い<sup>1)</sup>が、コストが高いなどの問題がある。一方、地中構造物建設時に使用した山留め壁を引き抜かずそのまま埋め殺し、液状化した砂と水が地中構造物の下部に回り込まないようにする対策も研究されているが、地盤を完全に液状化して効果を確認した研究はまだ見られない。本研究は止水壁が変形して押しつけた砂と水の体積と地中構造物の浮き上がり量との関係を実験的に調べ、理論的に予測されていた<sup>2)</sup>ことではあるが両者がほぼ等しい関係にあることを示した。

## 2. 実験方法

止水壁を用いた地中構造物の液状化による浮き上がり防止の効果を把握するため、

- (1) 無対策の場合
- (2) 止水壁を用いた場合

について模型振動実験をおこなった。せん断土槽と模型地盤を図-1に示す。模型地盤は、豊浦標準砂をグリセリン水溶液中に自由落下させて作製した。地中構造物の模型は、奥行き方向に平面ひずみ状態であり、構造物端部の摩擦の影響を除くために、奥行き方向に三分割し、中央部のみを測定した。地中構造物模型の浮き上がり量は、レーザー変位計で測定した。振動台は、モーターの回転をカムによって一方向の振動に変換する電動式振動台である。本研究では、地中構造物模型の浮き上がり量を模型実験で調べ、地盤の間隙水圧比と止水壁の剛性をパラメータとした浮き上がり量の低減量の比較を行う。この際、浮き上がり量の比較は、実測による構造物の浮き上がり量と止水壁の曲げひずみを構造物の浮き上がり量に換算した値を比較することで行った。表-1に模型地盤実験条件を示す。

表-1 模型地盤実験条件

	無対策	止水壁あり
グリセリン比重	1.17	1.17
グリセリン濃度 (%)	70	70
湿潤単位体積重量 $\gamma_t$ (KN/ m <sup>3</sup> )	20.38	19.99
模型の見掛け比重		0.3

□：加速度計 ○：間隙水圧計  
 ▨：レーザー変位計  
 ■：ひずみゲージ

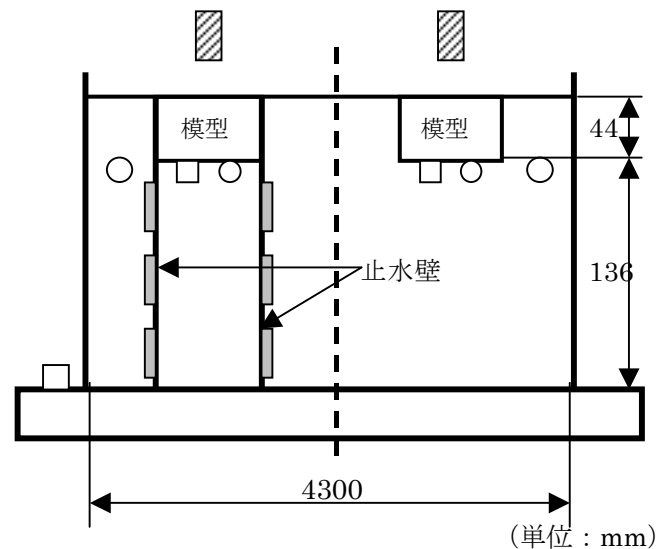


図-1 せん断土槽および模型地盤

## 3. 実験結果および考察

図には示していないが、無対策の場合の実験によると加振開始後、加速度振動がほぼ定常的になると同時に、間隙水圧の上昇による地盤の液状化が生じる。周辺地盤の間隙水圧が模型下の間隙水圧より大きいのは、周辺地盤の全応力が模型下の全応力に比べ大きいためである。無対策の場合の模型の浮き上がり量は、平均約43mmであり、ほぼ模型全体が浮き上がったことになる。その後、加振継続とともに模型は徐々に

【Keywords】液状化、地中構造物、浮き上がり、止水壁

【連絡先】〒940-8532、新潟県長岡市西片貝町 888、国立長岡高専環境都市工学専攻、TEL0258-34-9439

沈下するが、これは、地盤の下端から徐々に液状化が収まることに伴う地盤の圧密によるものであると考えられる。図-2に止水壁を用いた場合の加速度の経時変化を示した。加振開始約2秒後から加速度の振動が定常的になっており、地盤内加速度は最大約1000gal、入力加速度は最大約200gal記録している。図-3に止水壁内外の間隙水圧の経時変化を示したが、壁外で最大約2.7KPa、壁内で最大約2.5KPaであった。壁内の間隙水圧は壁外に比べてやや小さな値を示しているが、これは模型の比重と地盤の比重の差によると考えられる。図-4に止水壁を用いた場合の模型の浮き上がりの経時変化を示した。加振開始約12秒間は、徐々に沈下しているのは、振動に伴う地盤の負のダイレーションによるものと考えられる。その後、地盤の液状化によって最大約9mmの浮き上がりが見られた。この浮き上がり量は、無対策の場合の浮き上がり量最大約43mmと比較すると大きく低減している。一度浮き上がった後は徐々に沈下しているが、地盤下部から進行する再圧密によるものであろう。図-5に止水壁の中央深度における曲げひずみの経時変化を示した。曲げひずみは止水壁の内側と外側のひずみから式(1)で計算した。

$$\epsilon_m = (\epsilon_{in} - \epsilon_{out}) / 2 \quad \dots(1)$$

中央深度の曲げひずみから、両端ピン支持の単純梁の曲げひずみと等値して、止水壁に作用する内外土水圧の差を当分布荷重に換算し、止水壁の変形量を求めた。図-6に実測による模型の浮き上がり量と止水壁の変形（曲げひずみ）を模型の浮き上がり量に換算した値の関係を示した。同図において、実測による浮き上がり量は最小約6.4mm、最大約9.1mmであり、他方曲げひずみから換算した浮き上がり量は、条件の等しい4回の実験データに大きな差はなく約6.53mmであった。このことから、地中構造物の浮き上がり量は、止水壁の変形量と符合していると言える。

4、まとめ

止水壁で囲まれた地中構造物の地盤液状化時の浮き上がり量を実験的に調べたところ、実測による浮き上がり量と止水壁の曲げひずみから換算した浮き上がり量は、ほぼ等しいことがわかった。したがって、止水壁の剛性をコントロールしたり、地中梁を入れるなどにより止水壁の変形を小さくすることで地中構造物の浮き上がりを抑制できる。

【参考文献】1) 吉見吉昭：砂地盤の液状化、技報堂出版、pp127～pp137、2) Y,Yoshimi：Simplified design of structures buried in liquefiable soil, soil and foundations, vol,38, Mar.1998

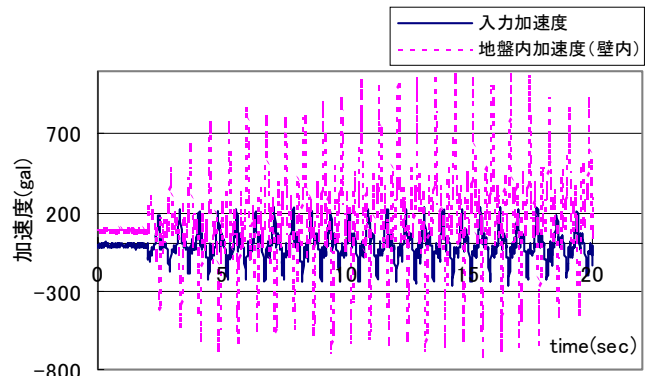


図-2 加速度の経時変化

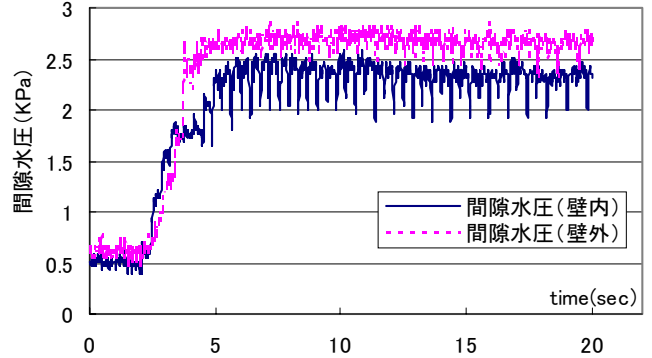


図-3 間隙水圧の経時変化

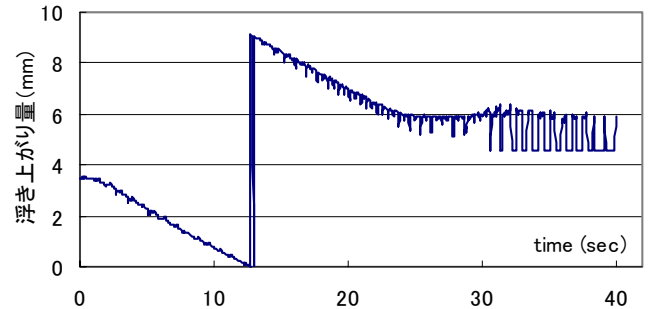


図-4 浮き上がり量の経時変化

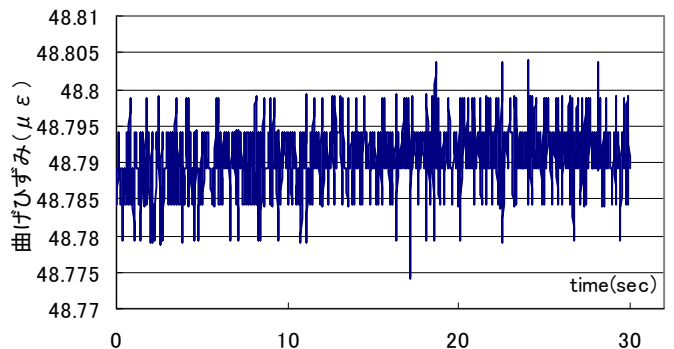


図-5 曲げひずみの経時変化

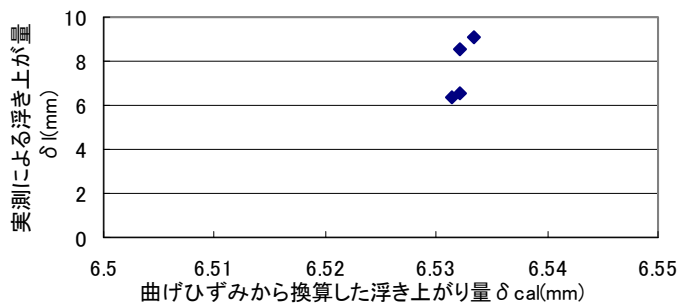


図-6 実測による浮き上がり量と曲げひずみから換算した浮き上がり量の比較