

熊谷組技術研究所 正会員○濱田尚人

建設省土木研究所 正会員 大塚久哲

建設省土木研究所 正会員 二宮嘉朗

## 1. はじめに

下水道管や共同溝などの地中構造物は、都市地域の軟弱な砂地盤に埋設されることが多いため、地中構造物の地盤液状化による浮き上がりを抑止、低減させ、地震時の機能確保を図る事は重要な課題である。最近、地中構造物の浮き上がりを抑止する対策法<sup>1)</sup>として、止水壁を用いて地中構造物下方への水や砂のまわり込みを防ぐ方法が研究されている。本研究では、地中構造物の下方に止水壁を設置した場合の地中構造物の浮き上がり抑止効果を実験により検証する。実験条件として止水壁が液状化全層を締め切る場合や部分的に締め切る場合を設定し、地中構造物下方への砂や水の移動しやすさを変化させ、合理的な対策法を検討する。

## 2. 実験概要

図-1に実験装置の概要図を示す。実験には豊浦砂を用いた。土槽下からのボイリングにより模型地盤がルーズで一様な密度 ( $Dr=30\%$ ) となるように作製した。

地中構造物模型は中空アルミ製(直方体、高さ15cm×幅45cm×奥行き59cm)であり、密度を $1.9\text{g/cm}^3$ に調整し地盤密度とほぼ等しくすることによって、液状化時の浮力の影響を受けにくくした。地中構造物模型の埋設位置は、模型の上面と地表面を一致させ、浮き上がりに対する上載土の影響が除外できるようにした。

止水壁には厚さ1cm、縦20cm、横59cmの亚克力板を用い、模型底板の両端にボルト固定した。この止水壁による液状化層の締め切り程度を変えるため、亚克力壁の長さは変えず、液状化砂層厚を35, 55, 75cmと変化させ実験をおこなった。

地中構造物の浮き上がり抵抗力は地盤中の模型をリニアモータにより加振開始から50mm/minの一定速度で強制的に引き上げ、リニアモーターと模型をつなぐワイヤに働く張力を計測し、加振中の引き上げ荷重を浮き上がり抵抗力とした。

加振は土槽を振動台に載せ3Hzのサイン波入力を10秒間行った。最大入力加速度は30gal、70galの2通りとし、発生する過剰間隙水圧を変化させている。表-1に実験ケースを示す。

## 3. 実験結果および考察

過剰間隙水圧比の地盤深さ方向分布について加振中の変化の例を、砂層厚75cmで止水壁を設置した場合について図-2に示す。地表面付近から液状化が進行し、加振開始4～5秒以後はほぼ一定した過剰間隙水圧分布になっている。このケースの実験状況を図-3.1に示し、実験結果を止水壁を設置した場合としない場合について図-3.2に示す。図-3.2は加振中における引き上げ荷重と過剰間隙水圧比について1秒間ごとに平均をとり時間経過にともなう両者の関係をプロットしたものである。止水壁を設置しない場合は過剰間隙水圧の上昇に伴う引き上げ荷重の減少傾向がはっきりしている。一方、図-3.2右図の止水壁が模型下部に固定されている場合では、引き上げ荷重はある程度の過剰間隙水圧比までは減少しないが、液状化状態が進むと急激に小さくなる傾向がある。この理由として、過剰間隙水圧比が小さいうちは止水壁面と地盤の間の摩擦力が作用し引き上げ荷重が大きいが、地盤が液状化状態になれば摩擦力はほとんど作用せず、引き上げ抵抗は小さくな

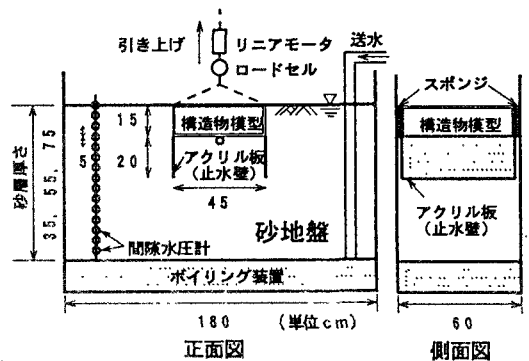


図-1 実験装置の概要

表-1 実験ケース

| 砂層厚さ<br>(単位 cm) | 止水壁の有無 | 入力加速度<br>(単位 gal) |
|-----------------|--------|-------------------|
| 35, 55, 75      | 有り、無し  | 30, 70            |

るためであると考え。図-3.2右図でも加振開始4~5秒以降引き上げ荷重が急激に減少しているが、これは図-2の止水壁下端の深さである35cmまでの過剰間隙水圧比がほぼ1.0となる時刻に一致している。止水壁の設置による浮き上がり抑止効果は地盤が液状化し始めた当初は大きい、液状化が進行するとその効果は小さくなる。この傾向は砂層厚55cmの止水壁の根入れが砂層途中までの場合にもあてはまる。

また、砂層厚が35cmの実験状況を図-4.1に示し、この場合の実験結果を図-4.2に示す。左図の止水壁が無い場合は図-3.2左図と同様、過剰間隙水圧の上昇と共に引き上げ荷重は減少する。一方、右図の止水壁が有る場合では、図-3.2右図に比較して引き上げ荷重は過剰間隙水圧比が上昇してもすぐには減少せず、時間がたつた後減少する。この理由として実験開始直後は止水壁の先端と土層底面との間に間隙がなく、地中構造物模型下方への水と砂の移動が妨げられるため引き上げりが抑制されるが、模型の強制引き上げを行い止水壁の先端と土層底面との間に間隙が生じてくると水と砂の移動が容易となり引き上げ荷重が減少すると考えられる。よって、液状化層を締め切るよう止水壁を設置すれば浮き上がり抑止効果は高いと考える。

#### 4. おわりに

本実験により得られた止水壁による地中構造物の浮き上がり抑止効果を以下にまとめる。

1) 過剰間隙水圧比が小さい場合、止水壁面と砂地盤間に働く摩擦力が発揮され、地中構造物は止水壁がない場合に比べ浮き上がりにくくなる。2) 過剰間隙水圧比が大きい場合、止水壁の下側から水と砂が回り込む状況では浮き上がり抑止効果は小さい。3) 止水壁による効果的な浮き上がり抑止効果は、液状化全層を止水壁により締め切り、地中構造物まわりの水と砂が構造物下方にまわり込むのを妨げることにより発揮される。

なお、本報告は著者の一人の濱田が建設省土木研究所において部外研究員としておこなった成果の一部をまとめたものである。また実験においては日本大学生産工学部の鄭志誠さんに御協力いただいた。深く感謝の意を示したい。

【参考文献】1) 二宮、常田、東：液状化による地中構造物の浮き上がりに関する実験的研究、第28回土質工学研究発表会

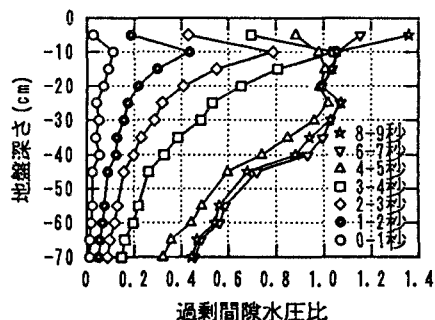


図-2 過剰間隙水圧比の地盤深さ方向分布

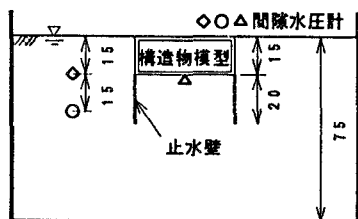


図-3.1 実験状況 (層厚 75 cm)

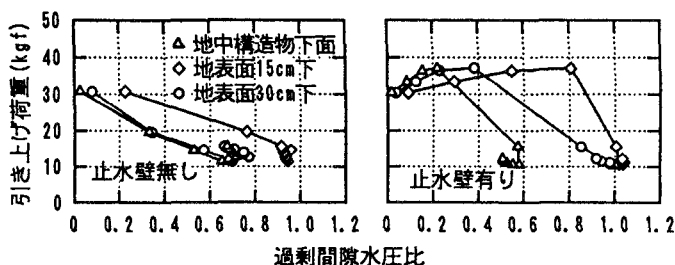


図-3.2 引き上げ荷重と過剰間隙水圧比の関係 (層厚 75 cm)

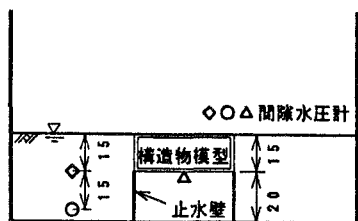


図-4.1 実験状況 (層厚 35 cm)

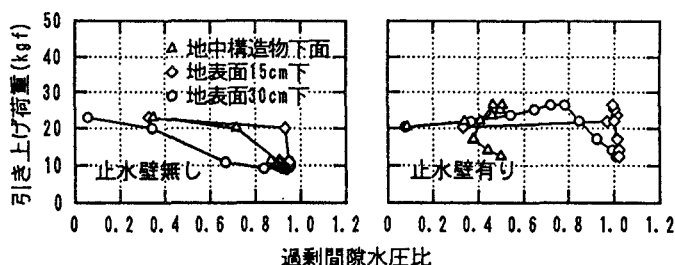


図-4.2 引き上げ荷重と過剰間隙水圧比の関係 (層厚 35 cm)