

Ⅲ-279

液状化対策を目的とした注入工法（超微粒子セメント）の施工仕様について

—振動台実験における結果と考察—

東京大学生産技術研究所 正会員 ○古関 潤一  
小野田ケミコ（株） 正会員 佐野 昌明  
建設省土木研究所 正会員 松尾 修

1. まえがき

既設の地中構造物や基礎構造物の超微粒子セメントを用いた注入工法を適用するために、これまでに一次元注入試験<sup>1)</sup>と土槽実験<sup>2)</sup>を実施してきた。ここでは、既設地中構造物の幅が広い場合直下地盤の全面改良が困難な場合を想定し、改良杭体を地中構造物の両側に配置して計4モデルの模型振動実験を行った結果を報告する。

2. 実験方法

実験模型の断面を図-1に示す。振動台(4×4m)上の土槽(幅250×高さ50×奥行き68cm)内に共同溝模型(幅30×高さ15×奥行き67.6cm、見かけの単位体積重量 $1.3\text{gf/cm}^3$ )を埋設した砂地盤(豊浦砂、液状化層:Dr=60%, 支持層:Dr=90%)を作成し、CO<sub>2</sub>を通したのち脱気水で飽和させた。

改良杭体の配置条件を表-1に示す。MODEL1は無対策、MODEL2は杭体を接円配置して頭部(頸部)を下部と分離した場合、MODEL3は杭体間に15mmの隙間を設けて頭部を接合した場合、MODEL4は杭体を接円配置して頭部を接合した場合である。

表-1 改良杭体の配置条件

|        | 改良杭体条件 | 改良杭体設置条件           |
|--------|--------|--------------------|
| MODEL1 | 無      | 無対策                |
| MODEL2 | 有      | 改良杭体が接円杭頭接合無し      |
| MODEL3 | 本数=10本 | 配置ピッチ:φ×1.1倍杭頭接合有り |
| MODEL4 | 円柱体    | 改良杭体が接円杭頭接合有り      |

改良杭体の配置条件を表-1に示す。MODEL1は無対策、MODEL2は杭体を接円配置して頭部(頸部)を下部と分離した場合、MODEL3は杭体間に15mmの隙間を設けて頭部を接合した場合、MODEL4は杭体を接円配置して頭部を接合した場合である。杭体は豊浦砂と超微粒子セメントを重量比で1:0.07に配合したものを、モルタル(直径150mm、高さ300または330mm)に液状化層とほぼ同等の密度となるように詰めて、水道水を用いて飽和させることにより作成した。この配合は、振動実験時の養生条件を再現した予備試験結果より、目標強度 $q_u=5\text{kgf/cm}^2$ として設定した。

加振は、5Hz20波の正弦波を用いて、加振加速度振幅を100~300galの範囲で約50galずつ大きくしながら計5回行った。

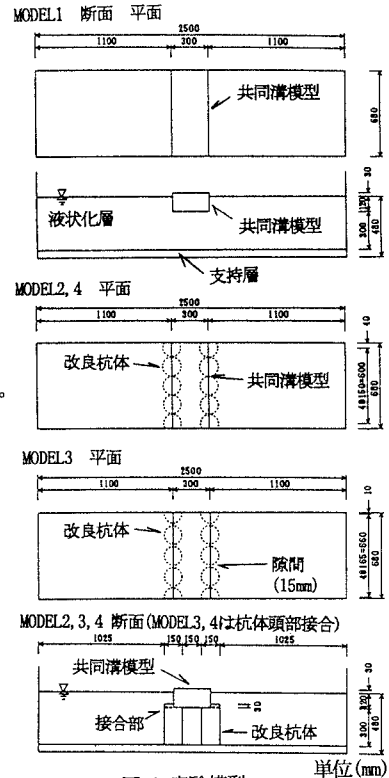


図-1 実験模型

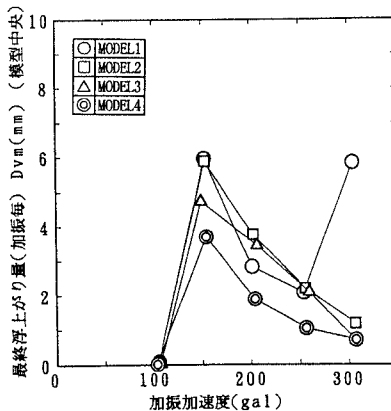


図-2 最終浮き上がり量(加振毎)と加振加速度の関係

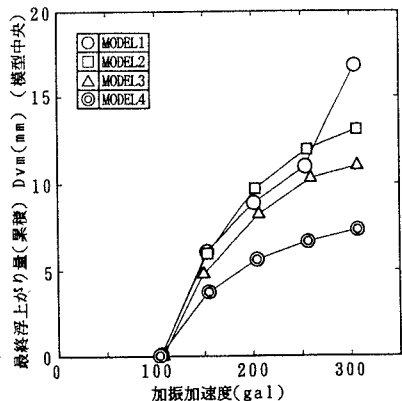


図-3 最終浮き上がり量(累積)と加振加速度の関係

### 3. 実験結果及び考察

各加振毎の最終浮上り量及びその累積値と加振加速度の関係を図-2, 3に示す。いずれのモデルも加振加速度150galで浮上り始めたが、浮上り量はMODEL4（杭体接円、頭部接合）が最も小さかった。また、MODEL1（無対策）とMODEL2（杭体接円、頭部接合なし）に有意な差は見られず、MODEL3（杭体間に隙間、頭部接合）では若干の浮上り抑止効果が現れた。

加振終了後にMODEL2, 3, 4を解体し、改良杭体と共同溝模型直下地盤を観察した結果を図-4, 5, 6に示す。MODEL3, 4の改良杭体は変化が見られなかったが、図-4に示すようにMODEL2の改良杭体は内側に倒れ込み、結合されていない杭頭部とずれを生じていた。これは、液状化により外側の地盤の水平土圧が増加するとともに内側の地盤の変形抵抗が低下して、共同溝模型の浮上りとともに改良杭体が倒れ込んだものと考えられる。なお、外側から内側への砂の移動は生じていなかった。

MODEL3の共同溝模型直下地盤にはあらかじめ黒色砂による平行線を改良杭体に接するように引いておいたが、図-5に示すように加振後は杭間を中心とした円弧状に変形していた。これは、杭間の隙間から外側の砂が回り込んだことによる。

MODEL4では図-6に示すように共同溝模型直下地盤の一部が隆起し、その部分に模型が支えられていた。外側からの砂の回り込みは見られなかったことから、隆起は内側の地盤のみの変形によって生じたものと考えられる。

各加振毎の浮上り安全率<sup>3)</sup>の最小値と最終浮上り量の関係を図-7に示す。本実験では浮上り安全率が1.0～1.1の場合に浮上りが生じ、その後の浮上り量が増加しても最小浮上り安全率はほとんど低下しない点が既往の実験結果<sup>3)</sup>と異なっていた。

### 4. まとめ

既設地中構造物の両側に改良杭体を配置する場合、直下地盤の液状化は避けられないが、浮上りを抑止するためには、杭体頭部（頸部）の接合による杭体の倒れ込み防止と、接円配置による周辺部からの砂の回り込み防止が必要であることがわかった。

### 参考文献

- 1) 佐野ら：液状化対策を目的とした超微粒子セメント懸濁液注入による浸透性について（その4）、土木学会第50回年次学術講演会投稿中、1995。
- 2) 藤井ら：超微粒子セメント注入材による土槽注入実験（その2）、土木学会第50回年次学術講演会投稿中、1995。
- 3) 古関ら：共同溝の浮上りに関する模型振動実験及び有限要素解析、第9回日本地震工学シンポジウム、pp.997-1002, 1994。

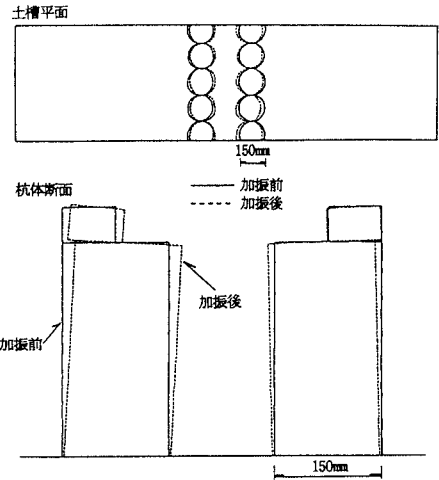


図-4 MODEL2の状況

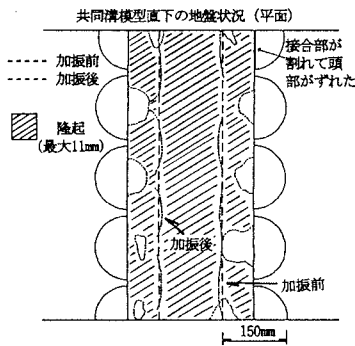


図-5 MODEL3の状況

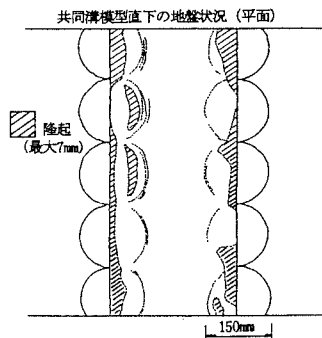


図-6 MODEL4の状況

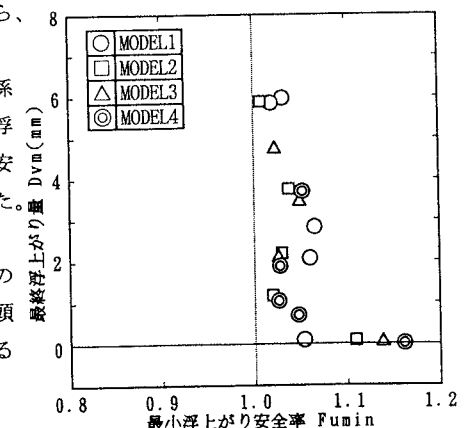


図-7 最終浮上り量と最小浮上り安全率の関係