

Ⅲ - A 156

薬液注入による液状化対策工法の研究（改良率と改良効果の検討）

—動的遠心模型実験—

中央大学 学生員 ○松井 智隆 正会員 藤井 斉昭

五洋建設(株) 正会員 林 健太郎 正会員 吉川 立一

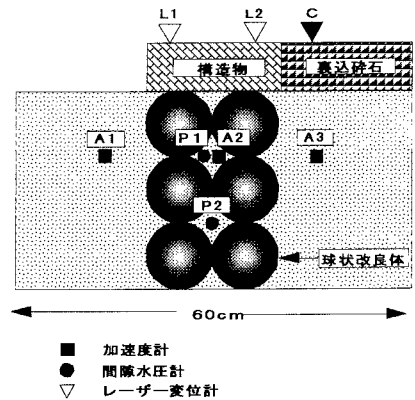
1. はじめに

恒久で透水性が良く溶脱率が低い恒久グラウト剤の開発により、従来仮設構造物に対して用いられていた薬液注入工法が永久構造物にも使用されるようになった。本研究室では数年前から薬液を用いた注入実験を行っており今までの実験結果より次のようなことがわかっている。1) 構造物直下の地盤を非液状化層まで改良することが地震による被害を最も低減する。2) 透水性の良い薬液を用いることにより直径4m程度の球状に地盤を改良することが可能である。上記の1)、2)より球状改良体の積み重ねにより構造物直下の地盤改良が可能であり球状による改良で従来の全面改良と同程度の耐震性を示せばより低い改良率で施工可能になる。

本報告では偏荷重構造物を想定し改良率0%から100%まで変化させ、動的遠心模型実験を行い液状化に対して有効な改良率について検討した。

2. 実験概要

実験には遠心模型用のせん断土槽を用いた。地盤作製前に薬液注入用のチューブを所定の位置に設置し水中落下法により相対密度60%の飽和砂地盤を作製する。実験で使用した相馬砂の物理特性は表一に示す。その後薬液を注入し地盤下部から球状改良体を作っていく最終的には縦横2列、深さ方向に3列の合計12個の改良体が土槽中央に作製される。また土槽側面側には半円柱状の改良体を地盤作製前に設置しておく。薬液には間隙水とほぼ同程度の比重に調整した超微粒子系のグラウト(特徴: SiO<sub>2</sub>濃度10%、Ph9~10、平均粒径10~25 μm)を用いた。改良体の目標一軸強度は10kN/m<sup>2</sup>程度とした。模型の縮尺は1/20としてこれを20Gの遠心場で水平加振による振動実験を行った。入力条件については表二に示す。モデルを実物に換算すると深さ4.8mのゆるい飽和砂地盤上に高さ1.3mのコンクリート構造物と裏込め砕石となる。実験モデルの概要を図一に示す。間隙流体には相似則を満足するよう調整したグリセリン水溶液を用いた。



図一 実験概要図

比重 $G_s$	2.64
最大間隙比 $e_{max}$	1.433
最小間隙比 $e_{min}$	0.963
相対密度 $D_r(\%)$	60
間隙比 $e$	1.155
間隙率 $n(\%)$	53.6
透水係数 $k(\text{cm}/\text{sec})$	$4.3 \times 10^{-2}$
均等係数 $U_c$	1.454

表一 相馬砂の物理特性

実験は改良率を0% (未改良)、50%、60%、70%、100%に変化させた5ケースについて行い、それぞれ加速度応答、過剰間隙水圧、地表面変位の計測を行い各実験ケースの比較を行った。

3. 実験結果と考察

図一のP1、P2における過剰間隙水圧の時刻歴について、改良率0%から100%まで比較したものを図二に示す。P1において改良率0%では間隙水圧比は0.7程度まで上昇しているがその他の改良率でも0.6程度までは上昇している。P2では0%から100%までのどの改良率においても0.8程度まで上昇している。P1、P2は球状改良体で囲まれ

振動波形	sin波
周波数	5Hz
最大加速度	200gal
継続時間	12sec
波数	60波

表二 入力条件

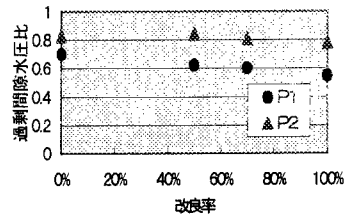
遠心模型実験、液状化、球状改良、改良率、超微粒子シリカグラウト

〒112 東京都文京区春日1-13-27 中央大学理工学部土木工学科基礎研究室 phone 03-3817-1892

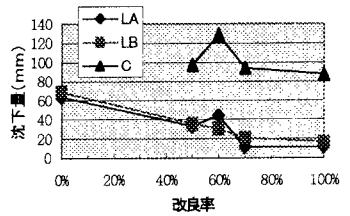
た非改良部に設置された間隙水圧計で、その水圧は改良範囲外での水圧変化の影響を受けていると思われ2列の改良体では水圧の上昇を低減することはできなかった。しかし2列であった改良体を3列、4列と増やしていけば改良範囲内での過剰間隙水圧の上昇を抑制できると思われる。

次に図一3に各実験ケースにおけるコンクリート及び裏込めの加振による沈下量をまとめたものを示す。未改良地盤ではコンクリート構造物は最大約7cm沈下している。改良率を上げることによって沈下量は収束していき70%を越えると100%の時と同程度の沈下量になっている。

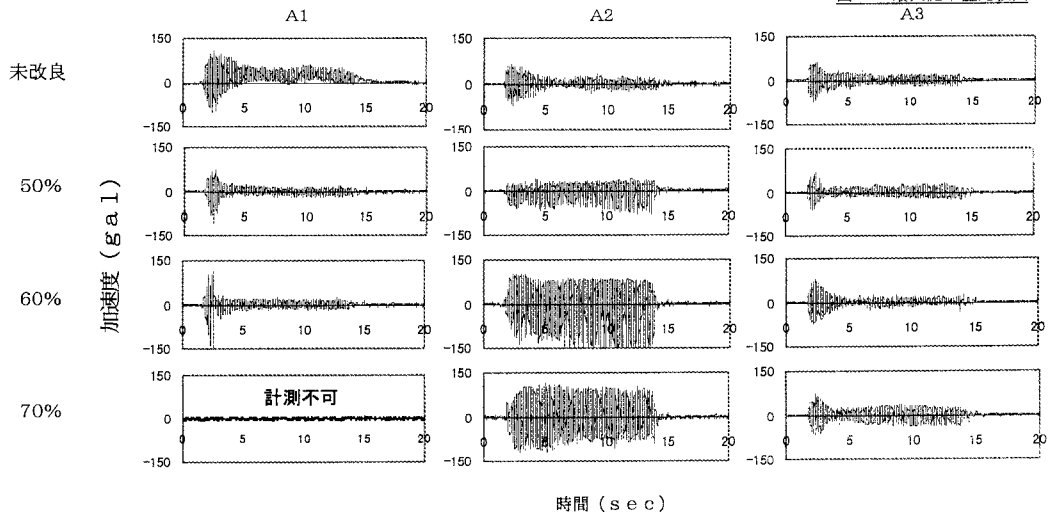
最後に地盤中のA1、A2、A3での応答加速度の時刻歴について各実験ケース比較したものを図一4に示す。未改良地盤での応答加速度はどの位置でも減衰しており地盤の剛性が低下して液状化状態になっているのがわかる。改良率50%、60%となると改良範囲外のA1、A3での加速度はすぐに減衰しているが、範囲内でのA2では加速度の減衰は認められない。とくに改良率60%以上では入力波に近い加速度を示しており改良体どうしが重なり合って振動していることがわかる。



図一2 最大過剰間隙水圧比較図



図一3 最大沈下量比較図



図一4 A1～A3での応答加速度

#### 4. まとめ

- (1) 球状改良体の重ね合わせによって地盤の改良は可能であり、改良率が70%をこえたところから地盤の沈下は収束し液状化対策に有効である。
- (2) 球状改良体で囲まれた非改良部P1、P2の過剰間隙水圧比は改良率を上げていけば若干低下するが未改良のときの水圧比と大きな違いは見られない。しかし同じ場所での応答加速度は改良率60%をこえたと減衰は認められず液状化の挙動は示していない。

#### 参考文献

- 1) 村松伴博、林健太郎、北条一男、藤井斉昭ら：遠心模型実験による固化工法を対称とした改良効果の検討、土木学会第51回年次学術講演会pp276-277, 1996
- 2) 善功企、山崎浩之、林健太郎、吉川立一ら：薬液注入による液状化防止工法一新潟実証実験報告、第32回地盤工学研究発表会pp2347-2348, 1997
- 3) 吉川立一、林健太郎、藤井斉昭、松井智隆ら：薬液注入による液状化対策工法の研究、第33回地盤工学研究発表会 投稿中