

Ⅲ-A129

せん断応力履歴を考慮に入れた地盤作成

—動的遠心模型実験—

五洋建設(株) ○ 正会員 林 規夫
 東亜合成(株) 正会員 松井 智隆
 中央大学 正会員 藤井 斉昭

1. はじめに

実際の地盤はせん断応力履歴やセメンテーションなどの影響を受けているが、模型実験を行う場合、水中落下法により地盤を一樣に作成しその状態で地盤作成直後に加振実験を行っている。この状態の地盤では中震程度の加振でも層厚10mの地盤全層で応答加速度は減衰し、 $\Delta u / \sigma' = 1$ となり液状化の挙動を示してしまう。この様な相対密度が一樣な地盤での実験では、改良直下に未改良域を残した場合、加振により未改良域が大きく変形する結果が得られている。しかしながら、実際の地盤は地震によるせん断応力履歴を受けているため、深さ方向に相対密度が異なっていると考える。よって従来の地盤作成法により改良範囲を検討する場合、深い位置までの改良が必要となり、不経済な改良範囲を選定してしまう。そこで本実験では地震によるせん断応力履歴により地盤がどのように変化していくかを調べ、その後にせん断応力履歴を考慮にいれた地盤で薬液による改良実験を行い地盤上層部の改良で改良効果を得ることが可能であるのかを検討する。

2. 実験概要

地盤作成前に加速度計を図1のようにスプリング（直径4mm、長さ20mm）を用いてスプリングに適度の緊張力を与えた状態で所定の位置に設置する。これは連続的な加振により地盤の剛性が低下した時に加速度計の設置位置が変わるのを防ぐためである。その後、地盤下層から上層まで均一な密度（ $Dr=65\%$ ）になるように水深を常に一定に保ちながら水中落下法により土槽内に砂を撒き出した。また地盤の均一性を維持するために、模型地盤を10層に分けて1層分の砂を投入するごとに地盤の高さを計測し、体積と砂の投入量から相対密度を確認して地盤の作成を行った。実験には模型地盤が振動時にせん断変形を拘束されないように遠心模型用のせん断土槽を使用している。計測器配置図を図1に示す。地盤作成には試料として福島県産の相馬砂を用いた。相馬砂の物理特性を表1に示す。模型の縮尺は1/40として、これを40Gの遠心場で水平加振による振動実験を行った。間隙流体には遠心場における相似則を満足するように水の透水係数に対し1/40になるように粘性を調節したグリセリン水溶液を用いた。

深さ方向に均一な密度（ $Dr=65\%$ ）の地盤から、相対密度が深さとともに増大している正規圧密に近い密度分布をした地盤を作成するために、遠心場で表2に示す加振を行った。この加振は模型地盤中央部で過剰間隙水圧比が0.5程度まで上昇するような加速度レベルのものを設定している。この加振を地表面の沈下が収束するまで繰り返した。本実験では3回の加振で地表面沈下は収束した。

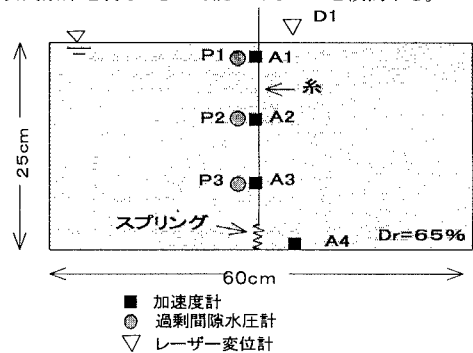


図1 模型地盤の概略図

表1 相馬砂の物理特性

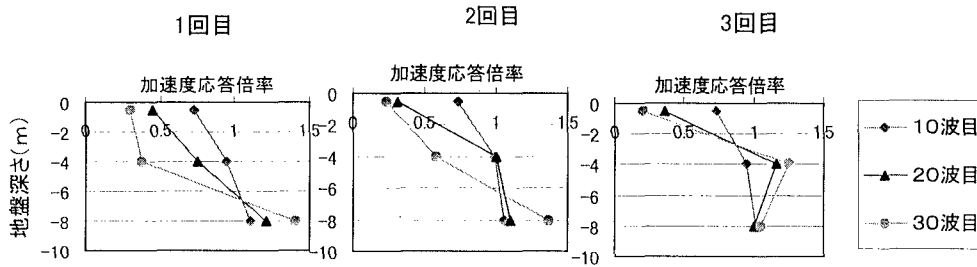
比重	2.64
ρ_{dmax} (g/cm^3)	1.573
ρ_{dmin} (g/cm^3)	1.266
相対密度 (%)	65
透水係数 k (cm/s)	4.3×10^{-2}
均等係数 U_c	1.454

表2 入力波条件

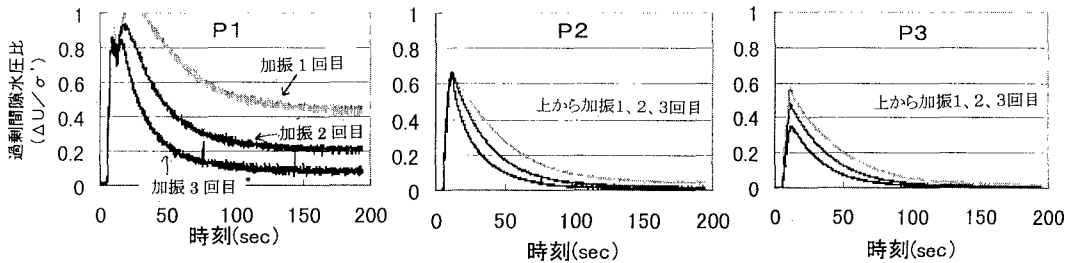
振動波形	sin波
周波数	5 Hz
最大加速度	75 gal
継続時間	6 sec
波数	30波

キーワード: 動的遠心模型実験、せん断応力履歴、加速度応答倍率、

〒329-2746 栃木県那須郡西那須野町四区町四区町1534-1 五洋建設技術研究所 phone0287-39-2107



図一2 各加振段階における加速度応答

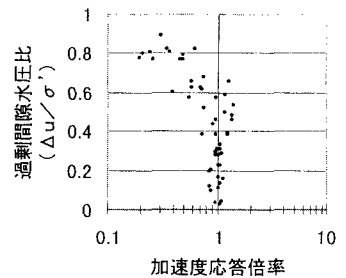


図一3 各深度における過剰間隙水圧比

3. 実験結果

加振による地盤内の加速度伝達ならびに過剰間隙水圧発生状況を図一2、図一3にそれぞれ示す。図一2は図一1に示す各加速度位置で得られた10波目、20波目、30波目の波を入力波で除したものである。これより1回目の加振により地表面はもとより、深さが4mの地点でも波数が大きくなるごとに応答倍率が低下している。また深さが8mの地点では応答倍率の低下は見られず75gal、30波程度の加振では8m地点の剛性の低下は起こらなかった。2回目の加振でも地表面付近では1回目同様応答倍率は、かなり低下している。さらに3回目の加振では、地表近くでは1回目、2回目と同様に加速度の減衰は顕著であるが、4m以深では応答倍率の低下は確認されなくなった。

次に図一3には、図一1におけるP1、P2、P3で計測された過剰間隙水圧を各地点の有効応力で除したものを過剰間隙水圧比($\Delta u/\sigma'$)として示している。P1では1回目、2回目、3回目と過剰間隙水圧の消散が早くなっているが、3回ともに0.8以上になっており地盤の有効応力が減少していることが確認できる。またP1において残留水圧比に大きな違いがあるので加振による沈下での $\sigma'v'$ の減少を考慮に入れる必要があると思われる。P2では過剰間隙水圧の消散は早くなっているがピーク値には変化は見られなかった。P3では1回目では $\Delta u/\sigma'$ が0.6に達しているが加振ごとに水圧比のピーク値は減少していき3回目には0.35程度にまでなっており、加振ごとに水圧の上昇しにくい地盤に変化していることが確認される。図3-1より75gal、30波程度を入力波により地表面付近では加振ごとに過剰間隙水圧が上昇し液状化の挙動を示すが、地表面から8m(モデルでは地表面下20cmの地点)の地盤下層部では相対密度の増加などにより水圧の上昇しにくい地盤になっていくことが確認された。図一4に加速度応答倍率と水圧比の相関関係を示す。これより応答加速度の減衰即ち剛性の低下は $\Delta u/\sigma'$ が0.5~0.6で生じ始めることが確認できる。



図一4 応答倍率と水圧比の関係

4. まとめ

相対密度が一樣な地盤に、加振(75gal、30波、3回)を加えることにより、地盤上層部では加速度応答倍率及び水圧比にそれほど変化はないが、下層部(4m以深)では加振ごとに剛性の低下しにくい地盤へと変化していくことが確かめられた。

(参考文献) 1) 村松伴博、林健太郎：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 2)

Ishihara, K. and S. Okada(1978b)Effect of Stress History on Cyclic Behavior of Sand, 土質工学会論文報告集, Vol. 18 No31-45