

III-105

液状化に伴う盛土周辺地盤の流動特性に関する模型実験

（株）熊谷組技術研究所

正会員 森 利弘

建設省土木研究所

正会員 常田賢一

建設省土木研究所

正会員 松本秀應

建設省千葉国道工事事務所

佐谷祥一

1. はじめに

盛土前後のような地表面形状が大きく変化する境界部においては、地震時地盤の液状化に伴い地盤の側方流動が生じる場合がある。これまで、流動の発生メカニズムあるいは変位量の予測という観点から振動台実験等が行われているが、傾斜地盤に関するものが多く、このような地形変化部に関しては十分な解明が行われていない。そこで、本報では、小型模型実験から偏荷重が作用する場合の境界部における地盤流動特性について検討したので以下に報告する。

2. 実験装置と地盤特性

実験に用いた装置を図-1に示す。この装置の特徴は、土槽の底部に設置したドレーン層に送水し土槽内の地盤をボイリング状態とし、極緩い飽和地盤を簡単に作成することができることである。また、土槽は二枚の板ばねで支持されており、土槽の側面に打撃を加えることにより地盤に液状化を生じさせる構造となっている。実験に用いた砂は豊浦標準砂であり、作成した地盤特性を表-1に示す。

3. 実験条件と測定項目

実験は図-1に示したように地表面の片側に盛土（偏荷重）を想定した上載荷重を加えた後、打撃により液状化させて行った。上載荷重には水及び鉛鉛弾を入れたビニール袋を用いた。地盤及び上載荷重の実験条件を表-2に示す。

測定項目は地盤流動量、間隙水圧、土槽加速度及び地表面変位である（図-1参照）。地盤流動量は土槽の中央に設置した塩ビ板の水平変位量を非接触型変位計を用いて測定した。また、深さ方向の流動分布を見るために塩ビ板に超小型の加速度計を用いた傾斜計を取り付けており、塩ビ板の傾斜角から水平変位量を求めた。塩ビ板の下端はピン支持としている。

4. 実験結果

上載荷重を加えていない場合における過剰間隙水圧の時刻歴結果を図-2に示す。図中に示した横軸（時間軸）の2秒時に土槽の側面に打撃を加えている。図に見られるように打撃とほぼ同時に過剰間隙水圧は有効上載荷重（土被り圧より算出）に達していることから、土槽全体にわたり完全液状化していることが判る。また、過剰間隙水圧は土槽の最深部から上部へとほぼ一次関数的に消散し、地表面に近い位置ほど完全液状化状態の継続時間は長くなっている。上載荷重を加えた場合における時刻歴結果の一例として、実験ケース1-4における結果を図-3に示す。同じく時間軸の2秒時に打撃を加えている。間隙水圧について見ると無載荷側の過剰間隙水圧は有効上載荷重より大きくなっているが、載荷側では有効上載荷重より小さく、上載荷重の増加に伴い過剰間隙水圧比は小さく

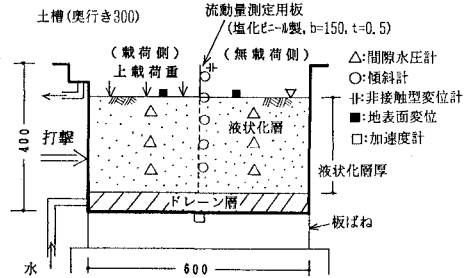


図-1 実験装置（液状化層厚240mm, 単位:mm）

表-1 非接触型変位計により作成した地盤の特性

間隙比 e	相対密度 D _r (%)	飽和単位体積重量 γ _{sat} (gf/cm ³)
0.842	36	1.89

表-2 実験条件

実験No.	液状化層厚 (mm)	上載荷重 (gf/cm ²)	実験回数
1-1	240	0	3
1-2	240	3.3	3
1-3	240	5.0	3
1-4	240	8.3	3
1-5	240	11.7	3
2-1	160	0	2
2-2	160	3.3	3
2-3	160	5.0	3
2-4	160	8.3	3
2-5	160	11.7	3

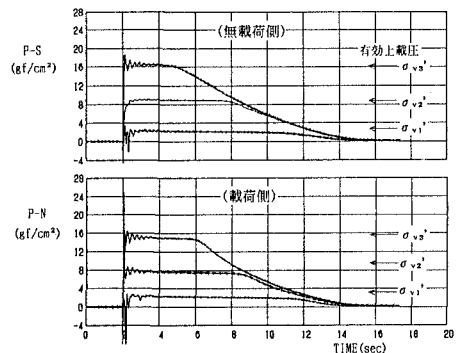


図-2 間隙水圧の時刻歴結果
（実験No. 1-1: 上載荷重なし）

なる傾向にあった。地表面変位は、載荷側における地表面沈下量が打撃直後に大きくなっており、それに伴って塩ビ板頭部は徐々に無載荷側へ変位している。このように土槽への打撃後においても境界部では水平方向に地盤が流動し続けていることが判る。

深さ方向における地盤流動量の分布形状を図-4に示す。t=7秒(打撃後5秒)における分布形状はほぼ最終形状である。液状化層厚が160mmの場合、地表面において流動量が最大となる三角形形状を示している。これに対し、液状化層厚が240mmの場合、地中において最大となる放物線形状を示しているが、液状化層の下端を合わせると両者の形状はほぼ一致している。

塩ビ板の傾斜から算出した地盤の最終流動量と上載荷重の関係を図-5に示す。液状化層厚が240mmの場合、流動量は上載荷重に対して対数関数的に増加し、流動は上載荷重3gf/cm²を境として発生するような傾向を示している。160mmの場合、今回の実験の範囲内では上載荷重が増加しても、流動量はほぼ一定となっている。

地盤流動量と載荷側における地表面沈下量との関係を図-6に示す。地盤の流動量と地表面沈下量には相関が認められ、境界部における流動量を予測する方法として、地表面沈下量が一つの指標に考えられる。

5. まとめ

盛土前後のように地表面形状が大きく異なる場合を想定して、極緩い飽和地盤を用いた地盤流動に関する実験を行った結果、(1)打撃入力後においても、過剰間隙水圧の消散時まで流動が進行していること(2)境界部における流動特性は上載荷重及び液状化層厚の影響を受けることが確認できた。

本報告は第一筆者が部外研究員として建設省土木研究所において行った研究の一部をまとめたものであり、研究実施に際して御指導を頂いた佐々木康地震防災部長に謝意を表します。

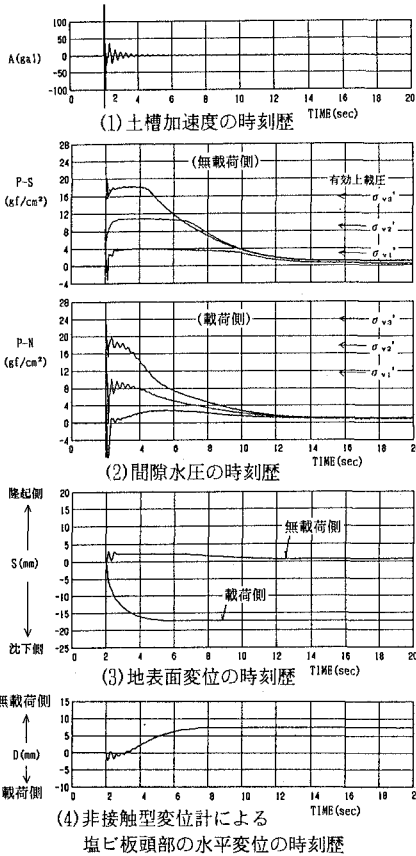


図-3 時刻歴結果(実験No. 1-4: 上載荷重あり)

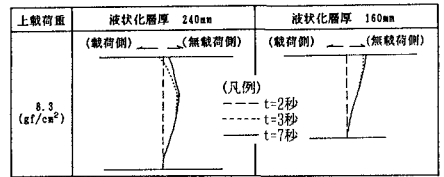
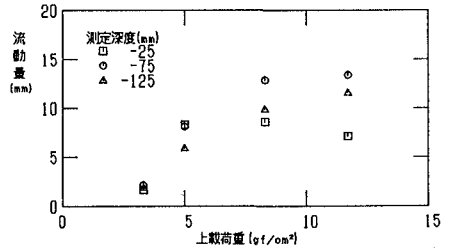
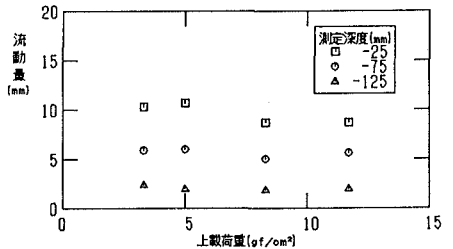


図-4 地盤流動量の深度分布形状

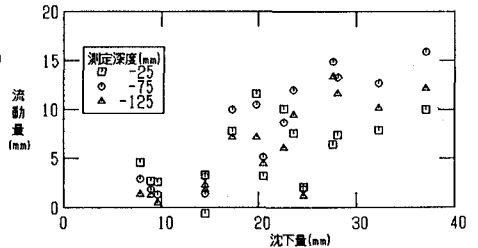


(1) 液状化層厚240mm

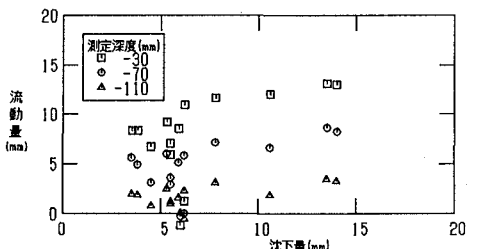


(2) 液状化層厚160mm

図-5 地盤流動量と上載荷重の関係



(1) 液状化層厚240mm



(2) 液状化層厚160mm

図-6 地盤流動量と載荷側地表面沈下量との関係