

種々の液状化層での永久変位の実験

九州工業大学 工学部 安田進、○中島良二
宮崎賢一、井上賢

1. まえがき

地震時に砂地盤が液状化すると、地盤全体が大きく滑り出して、最大数 m にも及ぶ永久変位を生じる場合があることが最近明らかにされている¹⁾これに対して、筆者らは、地表面が水平で液状化層下面が傾いた地盤や、地表面と液状化層下面が同じ傾斜の地盤における永久変位を再現するための振動台実験をすでに行っている²⁾。しかし、実際の地盤は多様な形状をしているため、それらに合わせた模型地盤を用いた実験が必要であると考えられる。そこで、地表面と液状化層下面が逆向きに傾斜している場合や液状化層下面がV字形になっている場合、および液状化層の上に非液状化層がある場合の変位を、振動台実験によって検討してみたので、以下に報告したい。

2. 実験装置および試料

実験には前回の実験¹⁾と同様に幅0.8m、奥行き0.5m、高さ0.7mの土槽(全面のみガラス張り)を用い、これを油圧式の振動台の上にのせて加振した。土槽は剛であるので、両側壁内には端面の影響を軽減し、模型地盤のせん断変形を妨げないようにするため、厚さ5cmのフォームラバーを張り付けた。用いた試料も前回と同様に山口県豊浦郡の浜から採取したもので、0.42mmのフルイでふるって粒度調整をしている。その平均粒径は0.27mm、細粒分含有率は0%、 $e_{max}=1.045$ 、 $e_{min}=0.642$ で、豊浦標準砂に近い粒度組成となっている。

3. 実験内容及び方法

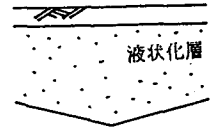
実際の地盤を見ると、前回実験した単純な地層構成以外に、図-1に示したような地層構成があり、この場合の永久変位も検討しておく必要がある。そこでこれを再現するため、表-1に示すように、(D)地表面が液状化層下面と逆向きの勾配を持つケースと(E)地表面が水平で液状化層下面がV字形をしているケース、および(M)液状化層の上面に液状化層と同じ傾斜の非液状化層があるケースの3通りを考え、液状化層下面や地表面の傾きを変えて合計6ケースの実験を行った。ただし、土層の密度は液状化層で $D_r \approx 55\%$ (Dケース)、0%(E、Mケース)、非液状化層で $D_r \approx 80\%$ とし、液状化層厚は17.5cm、地下水位も地表面から2.5cm、(Mシリーズのみ12.5cm)と一定とした。

加振は3HzでDケースは225gal、E、Mケースは150galの台加速度で行い、液状化が生じて約10秒後に加振を終了した。加振中は、土層内の加速度及び間隙水圧を図-2の位置で測定し、土層の断面内の変位分布と地表面の変位分布をそれぞれうどんとマーカーにより測定した。これらの変位分布は写真に記録し、地表マーカーの位置を加振前後に定規で測定した。

4. 液状化層内の変位分布

実験結果のうち、液状化層の断面内の変位分布の例を図-3に示す。a)の図によると、液状化層下面の勾

(A)液状化層下面がV字形



(B)地表面と液状化層下面が逆向きの傾斜



(C)液状化層の上部に非液状化層

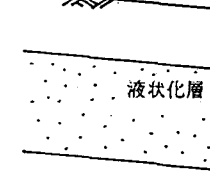


図-1 永久変位が生じるパターン

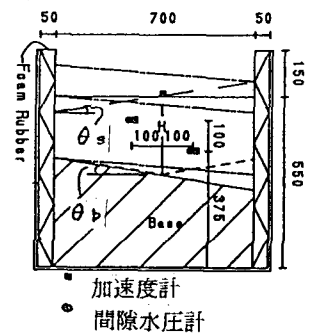


図-2 実験モデル

表-1 実験条件

CASE No.	液状化層の形状	基礎の傾き θ_b (%)	地表の傾き θ_s (%)
D-1	液状化層下面が	10	0
D-2	地表面と逆勾配	10	2
D-3		10	10
E-1	液状化層下面が	5	0
E-2	V字形	10	0
M-1	上部に非液状化層	5	5

配が地表面の5倍であるにもかかわらず、地表面の傾きの方向に大きく変位し、液状化層下面の傾きの方向にはほとんど変位していない。このことから、今回の実験では地表面の傾きの影響が大きいことがわかる。また、b)の図から液状化層の上面に割合厚い非液状化層がある場合でも永久変位が生じることや、変位はすべり面ができて生じるのではなく、液状化層のせん断変形により生じることがわかる。

5. 永久変位量と液状化層の傾きなどとの関係

地表のマーカより求めた永久変位量と、地表面や液状化層下面の傾きとの関係をプロットすると図-4に示したようになる。ただしD-1の変位に関しては、他と方向が逆向きであるため絶対値をプロットしている。これによると地表面の傾きと変位量の関係は右上がりの傾向を示している。V字形の液状化層に関しては内側へ変位する傾向はあるが、変位量はわずかである。これには土槽の大きさが小さいことの影響があることも考えられる。また、液状化層の上部に割合厚い非液状化層がある場合、そうでない場合と比べ変位量は多少小さくなっている。

6. あとがき

3種類の形状の地盤に関する振動台実験を行い、永久変位の発生の仕方について考察した。今回の実験はあくまでも模型実験であるから、実際の地盤でも同様の傾向になるか今後検討を進めて行きたい。この他に加振による液状化ではなく、土槽下部より間隙水圧を加圧することによって永久変位が生じることも確認している。なお、本研究は昭和62年度文部省科学研究費補助金一般(B)の補助を受けて実施している。感謝する次第である。

参考文献 1) 浜田政則・他：液状化による地盤の永久変位と地震被害に関する研究、土木学会論文集, No. 376, III-6, pp. 221~229, 1986.

2) 安田進・他：液状化地盤の永久変位に関する模型実験、第19回地震工学研究発表会講演概要、pp. 185~188, 1987.

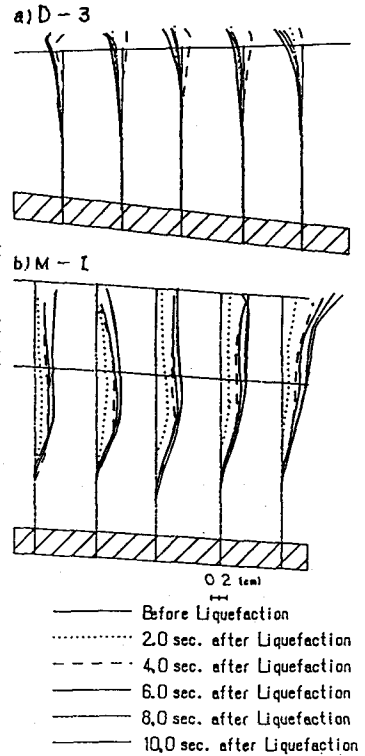


図-3 液状下後のうどんのうごき

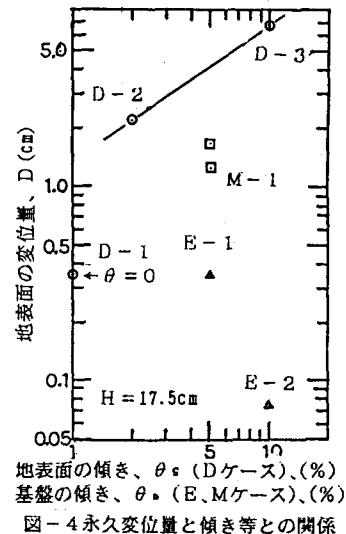


図-4 永久変位量と傾き等との関係