

Ⅲ－32

低透水層が上部に存在する緩傾斜砂地盤の模型振動台実験

東北大学工学部土木工学科 学生会員

○小野寺洋一

東北大学大学院工学研究科 正 会 員

仙頭紀明

渦岡良介

風間基樹

1. はじめに

飽和した緩い砂地盤は強い地震によって液状化を生じる。その際、新潟地震や日本海中部地震では地盤の側方流動が観測され、ライフラインなどに甚大な被害をもたらした。このような地盤の側方流動は地震後、数分から数十分後に生じるため、振動実験によって加振後の流動を調査した研究は少ない。既往の研究から、多層構造の地盤において透水性の低い層に水膜が生じ、すべり面となって破壊を起こすという説²⁾があるが、側方流動に対するメカニズムは明確に解明されていない。そこで、本研究では不透水層を有する緩傾斜砂地盤のモデルを作成し、振動実験により、加振後の流動を確認すると共に、地盤内部の間隙水圧の挙動に着目し、側方流動のメカニズムを考察する。

2. 本実験の概要

2.1 地盤モデル

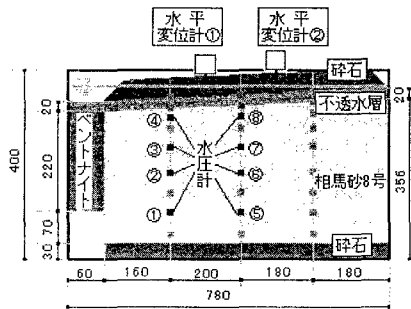


図-1 緩傾斜砂地盤モデル

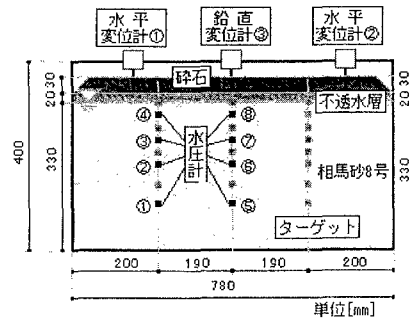


図-2 水平な砂地盤モデル

表-1 相馬砂の物理特性

土粒子密度 [g/cm ³]	2.647
最大間隙比	1.431
最小間隙比	0.719

表-2 不透水層の配合表(質量比)

地盤モデル	傾斜	水平
ベントナイト	1	1
相馬砂	10	2
備考	乾燥状態	w=400%

表-3 各土層の実験条件

地盤モデル	地盤形状	傾斜	水平
	相対密度 [%]	61	51
振動条件	振幅[Gal]	150	150
	周波数[Hz]	5	5
	振動波形	スイープ波	

図-1、図-2に示すような、内寸法400×780×200mmの鋼製の土槽（一方の側面は透明なアクリル板である）に模型地盤を作成した。模型地盤表面には側方の変位量や沈下量を計測するため、水平変位計①、②と鉛直変位計③を設置した。また、水圧計は図のような位置に設置し、土槽側面の内壁には鉛直方向にターゲット(水圧計の位置も含む)を貼り付けた。これら2つの土槽を長軸方向に表-3のような振動条件で加振した。

2.2 地盤モデルに用いる試料

砂地盤は、表-1に示すような物理特性をもつ相馬砂を用いた。また、不透水層は、ベントナイト、水、相馬砂を混合させた材料であり、表-2にその配合を示す。

2.3 地盤の作成方法

土槽に相馬砂を水中落下させ、傾斜した飽和砂地盤を作成した。図-1のような左方のベントナイト(w=400%)は予め土槽を鉄板で区切っておき、土層作成後に鉄板を取り除いて作成した。また、砕石は壁面に接触しないように台形状に盛った。

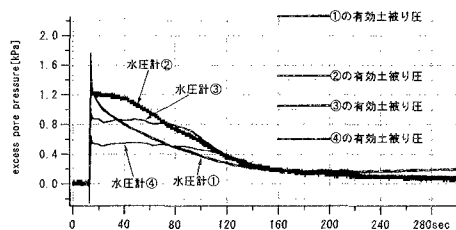


図-3 傾斜地盤の過剰間隙水圧の時刻歴

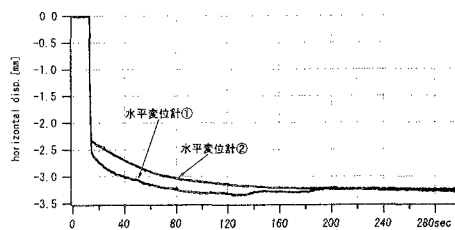


図-5 傾斜地盤の水平変位の時刻歴

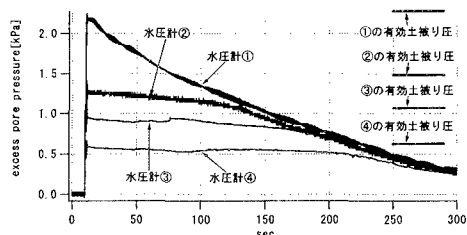


図-4 水平地盤の過剰間隙水圧の時刻歴

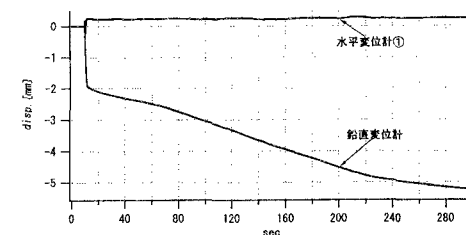


図-6 水平地盤の水平変位・鉛直変位の時刻歴

3. 実験結果と考察

図-3、図-4に過剰間隙水圧の時間変化、図-5、図-6に各変位計の測定結果を示す。水平変位は図-1、図-2の土層の右方向を正に、鉛直変位は鉛直上方向を正とする。まず、図-3と図-4を見ると、土層上部の水圧計③、④の過剰間隙水圧は消散が遅く、傾斜地盤では120秒、水平地盤では200秒の間、有効土被り圧がゼロに近い状態で、過剰間隙水圧が上昇し続けたことが分かる。また、図-7、図-8からは、土層下部の過剰間隙水圧が動水勾配によって上部に移動していることが分かる。さらに、土層上部の不透水層によって、土層上部の過剰間隙水圧は高い過剰間隙水圧が継続したことが分かる。

次に、変位を比較すると、図-5では、振動後も水平変位が生じており、120秒までに変位は収束するが、図-6では、水平変位計①は振動後に変位せず、水平流動変位は確認されなかった。一方、地表面の沈下量は振動後から過剰間隙水圧の消散に伴って進行した。

これらのことから、水平地盤では水平変位は生じず、沈下のみであるのに対し、傾斜地盤では下層からの浸透流によって上層の有効土被り圧が小さくなり、消散の始まる120秒後までは傾斜に起因するせん断応力によって水平変位を生じたことが分かった。

4. まとめ

不透水層を上部に有する地盤では、加振終了後に下層からの浸透流によって上層の過剰間隙水圧が高い状態が継続する間、傾斜地盤のみ水平変位が発達した。

今回の実験では、流動量が小さかったため、流動に関する前述の二説のどちらが妥当かは判断できなかった。今後、地盤モデルの境界条件や不透水層の改良、遠心場での実験を通じてメカニズムをさらに検討していく必要がある。

<参考文献> 1) 國生剛治, 野中のぞみ, 倉田康二, 坂本栄太: 水膜現象が液状化地盤の側方流動メカニズムに及ぼす影響に関する模型実験, 第34回地盤工学研究発表会, pp.2065-2066, 1999. 2) 仙頭紀明, 大村洋史, 赤堀一彦, 風間基樹: 地震後の浸透流破壊を考慮した新しい流動変形予測法, 土と基礎, Vol.50, No.2, 2002.

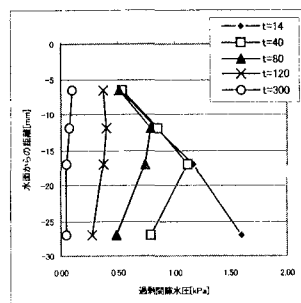


図-7 水圧計位置-過剰間隙水圧

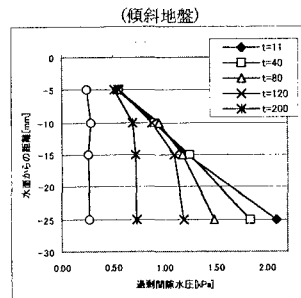


図-8 水圧計位置-過剰間隙水圧
(水平地盤)