○新藤衣佐希

未対

岡村

液状化した緩斜面の局所変形による流動に関する遠心模型実験

1. はじめに

斜面や護岸背後地盤など、初期せん断応力が作用す る地盤において、地震により地盤が液状化し震動終了 後にも側方流動が継続する遅れ破壊現象が度々観測さ れてきた。このような遅れ破壊現象のメカニズムとし て、地盤の残留強度が初期せん断応力よりも小さいこ とや難透水層の下面にせん断強度の無い水膜が形成さ れる水膜現象(國生ら,2004),さらには間隙水の再配

分により地盤表面において変形が進行する void redistribution (Bouranger and Truman, 1996)が知られている。これらのうち、Void redistribution を実験的に再現した研究は少ない。そこで、本研究 では飽和した斜面の動的遠心模型実験を行い,液状化後に void redistribution による遅れ破壊流動現象について調べたので報告す る。

2. 実験概要

本実験では斜面勾配1:4の均一な飽和砂質土斜面模型に対する 実験を行った。図1に模型の概略を示す。支持層は不透水層とな るようにカオリン粘土を締め固め、その上の液状化層は東北硅砂 8号とファインサンドを乾燥重量比2:1で混合したもの(以後, 混合砂とする)を層厚 2cm 毎に乾燥密度pd=1.35g/cm³となるよう に締固めて作製した。混合砂の粒径分布を図2に、非排水三軸試 験から得られた応力-ひずみ曲線を図3にそれぞれ示す。ファイ ンサンドは硅砂を粉砕した非塑性の細粒分であり、これを加える ことにより圧縮性の大きな試料とした。この乾燥密度では quasi steady state の強度がおよそ 20kPa と、1:4 の斜面の初期せん断応 力とほぼ同程度であることがわかる。その後斜面を1:4となるよ うに整形し約-98kPaの負圧下にてメトローズ水溶液(40cst)で飽 和した。地盤中には図1に示す位置に間隙水圧計を設置した。こ の模型を遠心模型実験装置に搭載し,遠心加速度 40G 場にて表1 の加振条件で加振した。

実験結果 3.

本論文では以後全ての結果を原型スケールに変換して示す。図 4は入力加速度及び過剰間隙水圧の時刻歴である。図中には破線 で各水圧計の初期鉛直有効応力σ0'も示す。深部の過剰間隙水圧 は初期せん断応力がかかっていないため、σω'に達し、浅部の過 剰間隙水圧は初期せん断応力のために初期有効土被り圧までは



学生会員

フェロー

愛媛大学

愛媛大学





c−2 σ --c−1σ



図5:各時間帯のせん断びずみ増分と体積ひずみ増分

上昇しなかったが,加振後もしばらくは高い水圧を保持したことから, 地盤全体が液状化したものと考えられる。図4に示すB列とC列では 2000s 経っても液状化状態が継続した。その間B-2,B-3,C-2,C-3に おいては過剰間隙水圧が再上昇した。C-2はt=200sから、C-3はt=40s から100sの間に僅かではあるが過剰間隙水圧の上昇が見られた。



図5は、模型側面の写真から求めた加振終了後の最大せん断ひずみ 増分および体積ひずみ増分の分布である。水平距離(土槽の壁面から

図6:過剰間隙水圧再上昇の模式図

の距離)が約8mから12mでは地盤の中間深度付近にせん断ひずみ増分の大きな領域がみられ,加振後20s~100sおよび100s~300sの間にそれぞれ20%,25%のひずみ増分が生じた。またこの領域では正のダイレタンシーによる体積ひずみ増分(約-2%)が生じた。

4. <u>考察</u>

斜面には常にせん断応力が働いており、加振によって過剰間隙水圧が応力平面上で破壊線を超えることはない。図6は斜面内の土の有効応力経路の模式図である。斜面角度 α =14°の無限斜面を仮定すると、深さ z では初期せん断応力 τ_0 = γ 'z·sina,有効応力 σ_0 '= γ 'z·cosa が作用しており、加振により過剰間隙水圧が上昇し有効応力が破壊線に達するところまで減少する。その後、時間の経過とともに土の体積変化が生じると、正のダイレタンシーによって体積膨張する領域ではせん断抵抗角 Φ_p 'が増加し水圧が増加する(Bouranger and Truman, 1996)。さらに土が Critical state に近づくと体積膨張が止まり発揮される摩擦角は減少し、過剰間隙水圧が低下する。

本実験では、加振後に体積膨張とせん断ひずみが増加する領域が観察された。この領域では加振後に void redistribution を示唆する過剰間隙水圧の増減も観察された。本実験ではこのような領域が地表面付近ではなく 斜面の中間深さ付近に発生した。これは模型を厚さ 2cm 毎に締め固めて作製したことにより、深さ方向に多少の透水係数の変化があったことが原因の一つだと考えられる。

5. <u>まとめ</u>

本研究では、地震後の斜面の流動現象を調べるため、飽和した均一なシルト質砂の動的遠心模型実験を行った。その結果、加振後にもせん断ひずみが約40%以上増加する領域が斜面内に現れ、そこでは正のダイレタンシーにより体積ひずみが-2%生じていた。さらにその付近に設置した間隙水圧計では、水圧が加振後に一時的に増加する挙動を捉え、Bouranger and Truman(1996)の void redistribution が地盤表面ではなく斜面中央深さでも生じることがわかった。

参考文献

1) 國生ら(2004): 液状化地盤の水膜現象による流動の模型実験とエネルギー検討, 土木学会論文集 No.771/Ⅲ-68
2) Boulanger, R.W. and Truman, P.T. (1996): Void redistribution in sand under post-earthquake loading, Can. Geotech. J. 33. 829-834.