

道路斜面における液状化に因らないすべり発生量予測に関する研究

～ 動的遠心模型実験結果 ～

鹿島技術研究所 正会員 吉迫 和生
 正会員 大保 直人
 フェロー 五十嵐 寛昌
 東京ガス(株) 正会員 吉崎 浩司
 正会員 坂上 貴士

1. はじめに

現在、斜面のすべり発生量予測手法として地盤液状化に伴う側方流動現象を対象とした研究は盛んに行なわれているが、地盤液状化に因らない斜面のすべり発生量予測に関する研究は少ない。1994年のNorthridge地震において、Balboa通り沿いに埋設されたガス導管が約50cm程度の斜面のすべり(側方移動)により、損傷した事例がある¹⁾。このような斜面のすべりは多くが地盤液状化に起因するものと考えられるが、一部には地盤液状化に因らず発生した斜面すべりもあると考えられる。本検討では、ある地盤条件下において地震時に地盤の液状化に因らない斜面のすべりを発生させ、そのすべり発生量を定量的に把握することを目的として遠心模型実験を実施したので、その結果について報告する。

2. 実験概要

実験は縮尺1/50の模型に50Gの遠心加速度を作用させて実施した。実験模型を図-1、写真-1、実験条件を表-1に示す。土槽底面に傾斜(勾配1:10)をつけて基盤部とした構造で、その上に厚さ13cmの斜面地盤(地表面勾配1:10)を粘土質砂(6号硅砂:8号硅砂:木節粘土=1:4:1で混合)により、最適含水比(14%)において締固め度80%となるように突固めて作製した。斜面の上下端部にはそれぞれ長さ10cmの水平部を設けた。Case2では下部に砂層(6号硅砂を相対密度98%、厚さ3cmで締固めたもの)を設け、これを含めて全層厚が13cmとなるようにした。

斜面作製後は遠心加速度を作用させた状態で斜面内に水を浸透させて地下水位を形成し、定常状態になったことを確認して加振実験を実施した。入力加速度波は100Hzの正弦波を50波入力した。

計測は入力加速度および地盤内の応答加速度、地盤内の間隙水圧、地表面変位等である。斜面のすべり発生量は、CCDカメラで撮影した画像を用いて地盤のガラス面に設置したターゲットの移動量から求めた。

3. 実験結果と考察

表-1に示したように、入力の最大加速度振幅はCase2で若干(他に比べて5%程度)大きくなっているが、以下の検討では、すべり発生量等は入力加速度の大小による補正はせず直接比較をした。

図-2に斜面のすべり発生量の最終量を示す。Case2において、地下水位を形成していた下部砂層に設置したターゲットの変位はほとんど計測されなかった。そこでCase2においては下部砂層上端までを基盤部として、基盤部からの高さを補正したものを「Case2補正」として示してある。

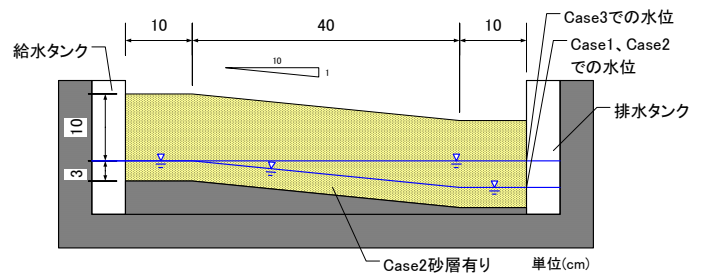


図-1 実験模型

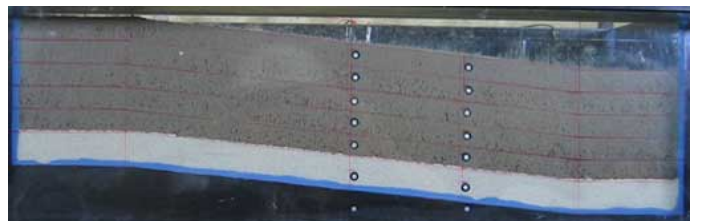


写真-1 実験模型(Case2)

表-1 実験条件

	地下水位 状況	砂層	斜面地盤 乾燥密度	最大入力加速度 振幅
Case1	斜面平行	無し	1.50	21.8G
Case2	斜面平行	有り	1.50	23.1G
Case3	水平	無し	1.50	21.5G

キーワード：斜面、地震、すべり、ガス導管、遠心模型実験

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島技術研究所 地盤グループ

Case1 と Case2 補正を比較した場合、ターゲットを結んだ線の傾きが地盤のせん断ひずみに相当すると考えると両者はほぼ同じであるが、全体の変形量としては Case1 の方が 0.5mm ~ 1mm 程度大きい。これは Case1 の場合、基盤部から約 30mm 上までが地下水位以下となっており、この部分でのせん断変形量が大きくなっていることが要因と考えられる。

Case1 と Case3 を比較した場合、Case3 の変形量の方が最大 2mm 程度大きくなっており、また地盤の変形形状も異なっていることが判る。これは Case3 においては地下水位を地盤の高位側に合わせて水平に設定しているため、地盤の低位側で地下水位以下となる部位が多く、加振時の繰り返しせん断に伴って地盤剛性が低下する範囲が Case1 に比べると広がっているため地盤の変形が生じやすかったものと考えられる。

図-3 には入力加速度の例と地盤中央部の基盤部上で計測された過剰間隙水圧、ならびにターゲット移動量(基盤から 10mm 上、50mm 上)の時刻歴を示している。過剰間隙水圧のグラフには各ケースでの初期有効応力も示してある。過剰間隙水圧は Case1、Case3 で初期有効応力の 6~7 割程度まで上昇しているが有効応力が完全に失われる状態ではなかった。

基盤から 50mm 上のターゲットは各ケースとも加振開始直後から移動が始まっているが、基盤から 10mm 上のターゲットは加振開始後約 0.3 秒過ぎから移動量が増大していることがわかる。このターゲットは地下水位以下にあるので、地盤の過剰間隙水圧の増加に伴ってある程度地盤の有効応力が減少したところで地盤のせん断変形が急激に増大したのと考えられる。

4.まとめ

以上の実験結果から、

- (1) 斜面地盤低位側の地下水位が高い場合、加振時の繰り返しせん断により地盤のせん断剛性が低下する領域が広くなり、斜面のすべり発生量が大きくなる。
- (2) 斜面地盤下部に地下水位が存在する場合、加振時の繰り返しせん断によりその領域が完全液化状態に至らなくとも、斜面のすべり発生量に大きな影響を与える。

ことが確認された。

今回の検討は均一地盤をモデル化したものであり、実地盤の評価のため今後更なる検討を実施する予定である。

<参考文献> 1) T.D.O'Rourke, M.EERI, and M.C.Palmer : Earthquake Performance of Gas Transmission Pipelines, Earthquake Spectra, Volume 12, No.3, August 1996

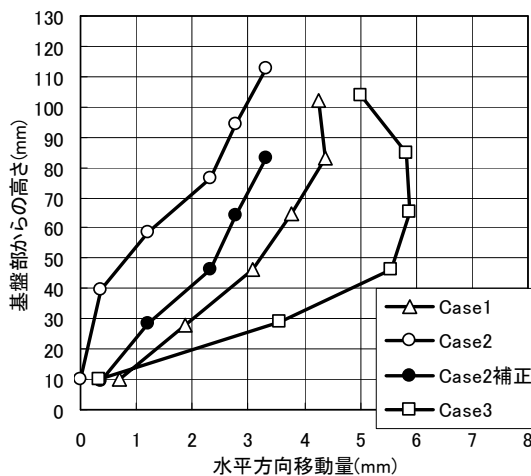


図-2 ターゲット最終移動量

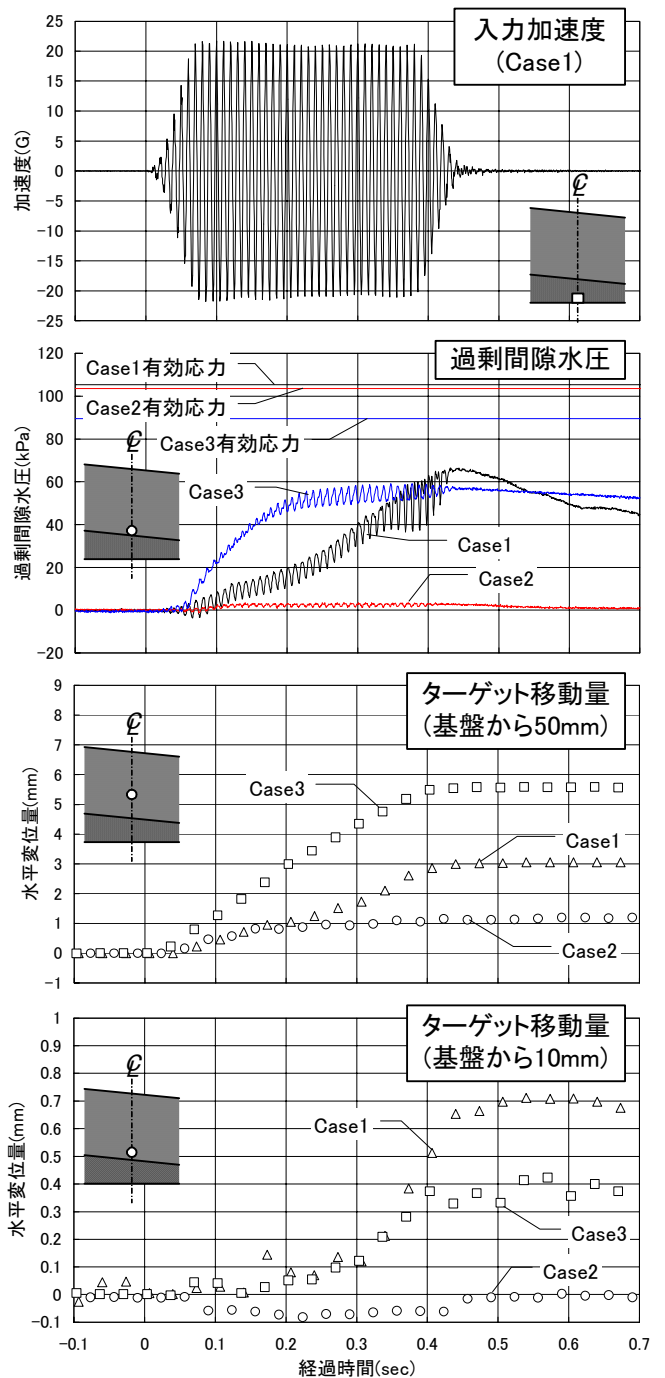


図-3 入力加速度、過剰間隙水圧、ターゲット移動量