

京都大学工学部 学生員 ○衣川 哲平
 京都大学大学院 正会員 肥後 陽介、木村 亮、木元 小百合、李 忠元
 京都大学大学院 フェロー 岡 二三生
 京都大学大学院 学生員 土井 達也

1. はじめに

近年、地震により盛土被害が多く発生しており、これらの被害の多くは盛土内の水分履歴と深い関連性があると指摘されている（例えば参考文献¹⁾）。

本研究では、降雨などによる盛土内への浸透した時、及び降雨数日後に水位が低下した時を想定した、不飽和道路盛土の動的遠心模型実験を行い、浸透及び水位低下が道路盛土の地震時安定性に与える影響を考察した。

2. 実験概要

本実験は硬質な地山に施工された片盛土を想定し、50 g 場で実施した。試料は一部道路として供用されている実際の河川堤防に用いられている砂質土である。試料は2mm 以下に粒度調整しており、細粒分含有率は26.8%である。また、締固め試験の結果、最適含水比 w_{opt} は13.7%で、最大乾燥密度 ρ_{dmax} は 1.861g/cm^3 であった。

模型地盤、浸透機構の模式図及び計測器位置を図-1 に示す。遠心加速度は50g であり、盛土高は5m、勾配は1:1.8、基礎地盤は3m である。予め最適含水比程度に調整した土を締固め度は90%で突き固めて作成し、浸透は土槽側面から行った。模型の含水比調節及び浸透には水道水を使用し、入力波は最大加速度400gal 程度の周波数1 Hz、振幅75 mm、主要動20 波のテーパ付き正弦波を用いた。

実験は3 ケース行った。基本となる Case 0 は、試験後に測定した含水比が12.7%の不飽和盛土で浸透を行わず加振した。Case 1 は水位上昇時に地震動を作用させ、Case 2 は水位が低下し始めてモデル換算で約90 分後(プロトタイプ換算で約3 日後)に地震動を作用させた。また、模型内に設置された標点の実験前後の変位を画像解析で定量化した。

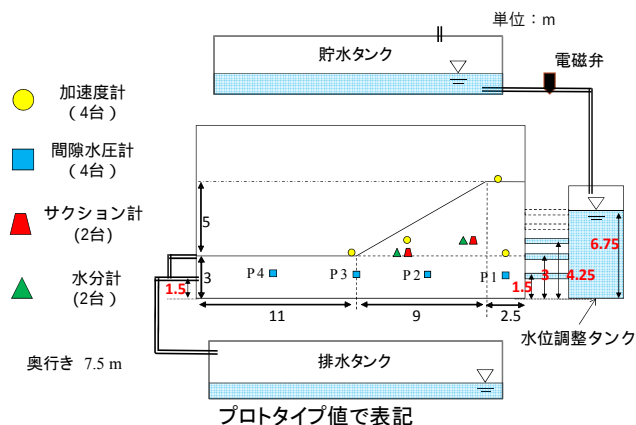


図-1 浸透機構及び計測器位置

3. 実験結果

Case 1、Case 2 の浸透時に計測された基礎地盤の間隙水圧を図-2 に示す。横軸の時間軸はモデル換算値であり、グラフの終点の約2 分後に地震動を作用させている。なお、以下の実験結果はすべてプロトタイプ値で記す。基礎地盤の間隙水圧から推察される最大水位及び振動時の水位を図-3 に示す。Case 2 は水位が最大水位から125 cm 程度水位が低下した時に地震動を作用させた。

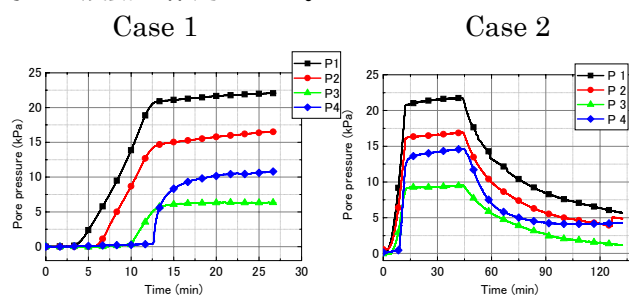


図-2 浸透時の基礎地盤の間隙水圧

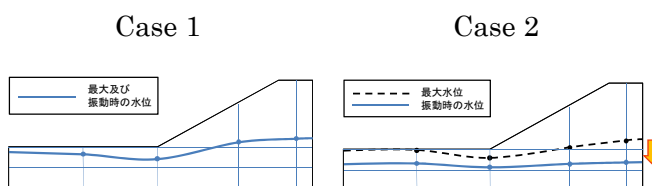


図-3 最大水位及び振動時の水位

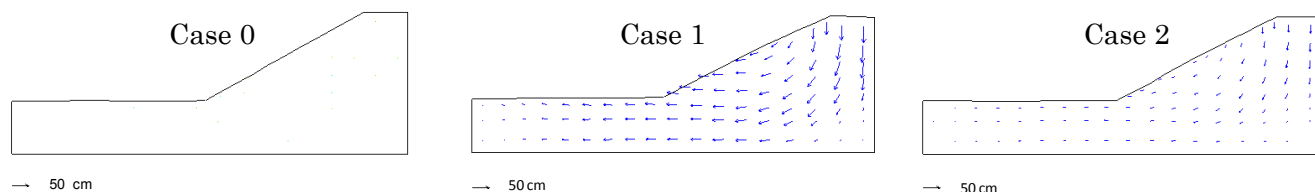


図-4 変位ベクトル図

表-1 変形量

	法肩鉛直	法尻水平
Case 0	8.1	0.4
Case 1	361.0	316.3
Case 2	247.2	106.0

単位：mm

変位ベクトル図を図-4、法肩鉛直方向(下向きが正)及び法尻水平方向(左向きが正)の変形量を表-1に示す。変形は大きい順に Case 1、Case 2、Case 0 となった。これは、浸透により間隙水圧が上昇し、有効応力が低下した為と考えられる。Case 2 はヒステリシスにより、せん断強度が増加する事が考えられたが、Case 0 に比べ、大きく変形した。これは水位低下後も盛土内の水分量が多く、サクションが小さかった為と考えられる。

Case 1、Case 2 のせん断ひずみ分布図を図-5に示す。なお、偏差ひずみテンソルの第2不変量

$$\gamma = \sqrt{e_x^2 + e_y^2 + 2e_{xy}^2}$$

をせん断ひずみとした。両ケースとも基礎地盤深部にまでせん断ひずみが発生していた。

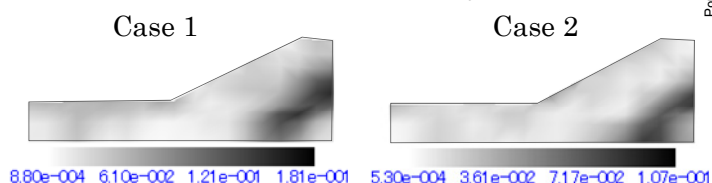


図-5 せん断ひずみ分布図

図-6 は各ケースの天端における擬似速度応答スペクトルの増幅率である。Case 1、2 では 0.5 sec 付近で増幅した。これはサクションの低下により、せん断剛性が低下した為と考えられる。

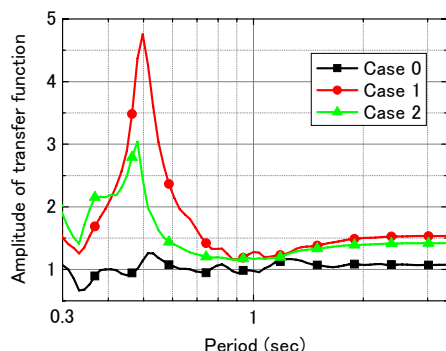


図-6 天端での擬似速度応答スペクトルの増幅率

図-7 に P 1、P 4 の過剰間隙水圧を示す。これは加振直前の間隙水圧を 0 kPa として、0 sec から 30 秒間地震動を加えている。Case 0 では過剰間隙水圧は

ほとんど発生せず、Case 1 と Case 2 は同程度の過剰間隙水圧が発生した。また、Case 1 の P 4 では、単位体積重量から推定した鉛直有効応力とほぼおなじ過剰間隙水圧が計測されている事から液状化に近い状態であったと考えられる。

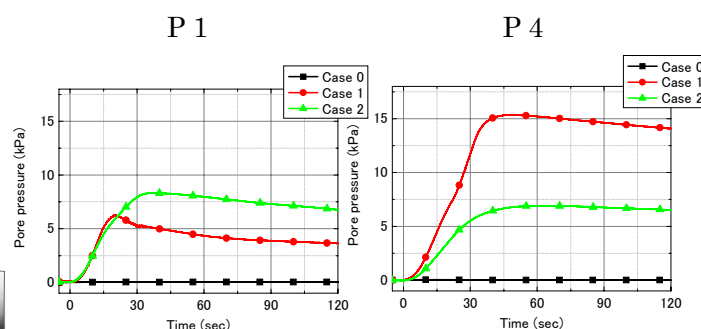


図-7 過剰間隙水圧

4. まとめ

不飽和盛土の遠心模型実験より、浸透流を与えるに変形が大きくなる事を確認した。また、水位が低下しても盛土内の水分量が多い為に浸透が無い場合に比べ地震時安定性が低く、過剰間隙水圧が大きく発生する事が明らかとなった。

謝辞

本実験は、「平成 22 年度国土交通省道路政策の質の向上に資する技術研究開発」の一部として実施した。また、土槽の設計、作製にあたっては財団法人地域地盤環境研究所の本郷隆夫氏にご協力いただいた。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 独立行政法人土木研究所, 独立行政法人建築研究所: 平成 19 年 (2007 年) 能登半島地震被害調査報告, pp. 102-183, 2007.