

降雨の影響を受けた傾斜地盤上の盛土の振動台実験

- (その1) 実験条件と盛土の破壊形態, 加速度応答-

鉄道総合技術研究所 正会員 ○須賀 基晃 松丸 貴樹
徳島大学 正会員 渦岡 良介

1. はじめに

2004年新潟県中越地震では、山岳部等の傾斜地盤上に構築された鉄道や道路などの盛土に多くの被害が発生した。この地震においては、直前の台風による降雨の影響によって盛土内の飽和度が上昇し、強度が低下した状態で地震を受けたことにより、盛土に大きな被害が発生したことが指摘されている^{1),2)}。本研究では、傾斜地盤上に模型盛土を構築し、降雨散水を与えた後に加振を行う実験を行った。以下では、実験条件と盛土の破壊形態、加速度応答の結果について示す。

2. 実験条件

2.1 盛土材料

盛土の構築には稲城砂（土粒子の比重 $G_s=2.723 \text{ g/cm}^3$, 50%粒径 $D_{50}=0.134\text{mm}$, 均等係数 $U_c=9.29$, 細粒分含有率 $F_c=23.6\%$, 突固めによる土の締固め試験より最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=1.517\text{g/cm}^3$, 最適含水比 $w_{opt}=23.4\%$ ）を用いた。模型盛土は、乾燥密度 $\rho_d=1.108 \text{ g/cm}^3$, 含水比 $w=13\%$ 程度となるように層厚 50mm ごとに締固め管理を行いながら構築を行った。盛土の密度は最大乾燥密度より小さめに設定しているが、これは砂質盛土を想定し、粘着力を過度に高くしないこと、降雨散水中の透水性を考慮したためである。なお、傾斜地盤には粒度調整碎石を用いた。

2.2 模型盛土形状と計測機器

振動台実験に用いた模型盛土の概略図を図1に示す。模型は実盛土に対して1/10程度を想定しており、盛土高さ550mm、勾配1:1.5とし、支持地盤の勾配は20°とした。実験は2ケース実施し、Case1は支持地盤を透水性地盤とし、Case2は盛土と地盤の境界に鉄板を設置し不透性地盤を模擬した。また、計測機器の配置も図1に示す通りである。盛土内には加速度計、土壌水分計及び間隙水圧計等を設置し、加振前の降雨散水中の飽和度や加振中の加速度応答、間隙水圧を計測した。盛土の変位については、のり肩付近に鉛直変位計を設置したが、主としては、模型盛土に多数設置した標点を高速度カメラにより撮影し、画像解析を行うことで確認した。なお、振動台底面にマンメータを設け、盛土内の水位の上昇についても計測した。

2.3 降雨散水及び加振条件

降雨散水は、振動台上部にある散水ノズルから約20mm/hの連続散水を与えた。いずれのケースにおいても降雨散水を与えた後に、のり先の間隙水圧計やマンメータの水位の上昇を確認した後に加振を行った。入力加速度は、5Hzの正弦波（20波）を用い、加速度振幅を段階的に上昇させ、盛土が崩壊に至るまで加振を行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 降雨散水終了時の状況

降雨散水はCase1で約240分、Case2で約150分の連続散水を行ったが、のり肩やのり尻付近に若干の変形は見られたものの、大きな変形は発生しなかった。なお、降雨散水時の飽和度分布等の詳細は文献³⁾に示す。

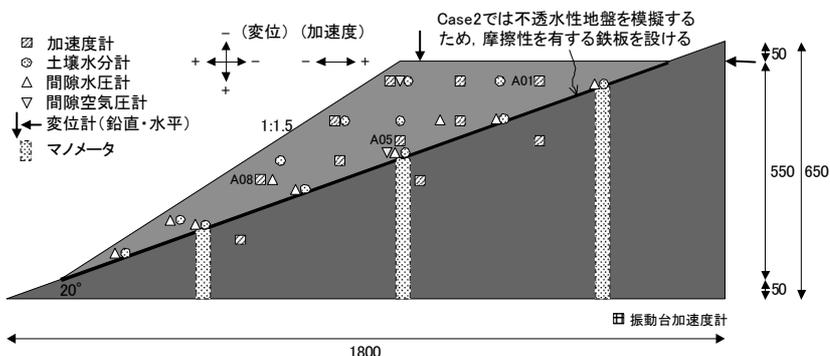


図1 模型盛土の概略図

キーワード 盛土, 傾斜地盤, 降雨, 振動台実験

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 TEL042-573-7261

3.2 両ケースの盛土の破壊状況

Case1は100gal, 400gal及び600galの加振を行い, Case2は200gal, 400galの加振を行った. 図2に入力加速度とのり肩付近の変位の関係を示す. また, 両ケースの変形状況を比較するため, 400gal加振終了時の状況を図3に示す. 図からCase1よりCase2の方が大きな変位・変形が発生していることが分かる.

入力加速度毎の変形としては, Case1では400gal加振時に円弧状のすべり面及び天端にクラックが発生し, 600gal加振時では大きな変形が発生した. Case2では200gal加振時に天端にクラック及び若干の変形が発生し, 400gal加振時では流動的な崩壊に至った.

3.3 応答加速度の比較

各ケースの図1中のA01, A05及びA08における加速度の経時変化を図4に示す. Case1の100gal加振ではいずれの計測位置でも応答加速度の変化は見られず, 盛土及び支持地盤が一体で挙動しているものと考えられる. 400gal加振では, 中部(A05)及びのり尻(A08)は加振中の変化は少ないが, 天端(A01)は著しく増幅する挙動を示しており, 盛土の変形に伴い支持地盤の傾斜の影響が加速度応答に大きく表れている. Case2の400gal加振では, 加振初期に応答が増幅する箇所があるものの, 全ての加速度計位置で応答加速度が減衰する挙動を示している. また, のり尻から天端に向かって減衰を開始する時刻が遅くなっていくが, これは盛土ののり尻から流動的な崩壊が発生し, その影響が全体へ伝播したことによるものと考えられる.

4. おわりに

降雨散水を与えた傾斜地盤上の盛土について模型振動台実験を行い, 支持地盤の透水性の違いにより, 破壊形態が異なることが分かった. 透水性地盤では, 飽和度の上昇により盛土の強度が低下するが, 盛土内水位が形成されにくく, 円弧すべりが発生したと考えられる. 不透水性地盤では, 盛土内に水位が形成され, 飽和度の上昇による強度低下よりも盛土内水位による影響が大きいため, 流動的な崩壊となったと考えられる.

参考文献

1) 社団法人地盤工学会:道路・鉄道土工構造物および造成盛土, 新潟県中越地震災害調査委員会報告書, pp. 143-293, 2007. 2) 館山勝, 加藤正二:新潟県中越地震における鉄道構造物の被害と教訓, 基礎工, Vol. 33, No. 10, pp. 43-47, 2005. 3) 松丸貴樹, 須賀基晃, 渦岡良介:降雨の影響を受けた傾斜地盤上の盛土の振動台実験-(その2) 盛土崩壊機構の解明-, 第67回土木学会年次学術講演会講演概要集, 2012. (投稿中)

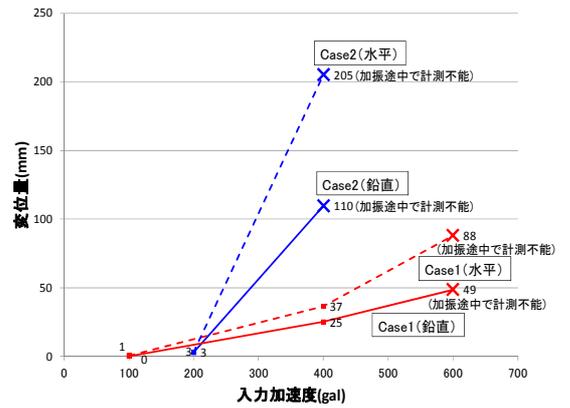
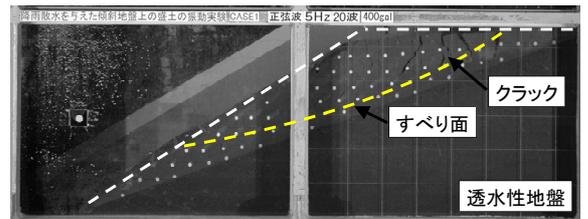
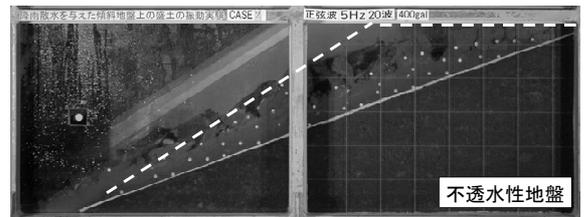


図2 入力加速度と画像解析の変位の関係



(a)Case1: 透水性地盤模型



(b)Case2: 不透水性地盤模型

図3 400gal加振終了時の変形状況

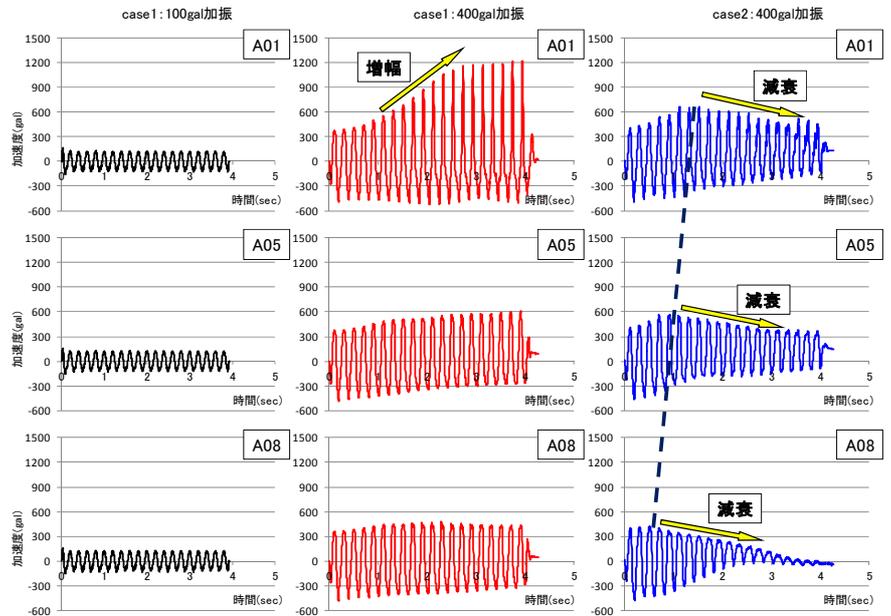


図4 各ケースの加速度の経時変化