

### 1G 場振動台実験における模型盛土造成斜面の固有振動数の探索

名古屋大学 正会員 村尾英彦, 中井健太郎, 吉川高広  
 名古屋大学 フェロー会員 野田利弘  
 名古屋大学 学生会員 ○堀田繁

#### 1. はじめに

国土の約 73%を山地が占め、平坦地に限りがある日本国内では、丘陵地の丘部分を切土し、その際に発生した土砂を転用して、周辺の谷部や窪地を盛土する造成手法が、効率的かつ経済的な手法として用いられてきた。日本国内に多数存在するこれらの盛土造成斜面は、一方で地震時の地盤工学的危険因子でもあり、これまでも大地震による深刻な被害が報告<sup>1),2)</sup>されている。地震時に変状しにくい盛土斜面を造成する方法としては、盛土の締固め管理を厳しくする手法が提案されており、締固められた強度の高い盛土斜面を造成することは耐震設計上有効であると経験的に考えられてきた。しかし、2007年能登半島地震においては、高品質で十分に締固められた盛土であったと想定される能登有料道路内の盛土造成斜面において、大規模なすべりが生じた<sup>2)</sup>ことから、精緻な盛土の耐震性評価が求められている。これまでも、盛土造成斜面の地震時における変状メカニズムに着目した破壊形態分類や、数値解析による崩壊要因の検討も行われているが、複雑な破壊形態を持つ盛土造成斜面の変状メカニズムには、未だに不明なことが多い。このことは、現行の設計法や対策が経験に頼っており、変状メカニズムを十分に反映したものとはいえないこと意味する。本報は、地震時における盛土造成斜面の変状メカニズム解明の一環として、1G 場振動台実験を行うにあたっての、模型作成、および模型地盤の振動特性把握のための検討結果を報告するものである。

#### 2. 模型概要

図1は、土槽概要を示す。ステンレス製の土槽内に、基盤部と盛土部からなる盛土造成斜面を模した模型地盤を作成した。実際の盛土造成斜面は、長さ100m未満のものが大半であることから、約1/100スケールの模型である。土槽の前後部分は水槽で、模型地盤の浸潤、および飽和に供する。土槽の側面はアクリル板で、変形の観察、および画像解析が可能となっており、実験条件は、平面ひずみ状態である。図2は、模型地盤内の計器設置状況を示す。加速度計7個、間隙水圧計7個を盛土部作成時に埋め込み、入力振動計測のための加速度計を、土槽底部に設置した。

#### 3. 試料および模型作成方法

基盤部は、三河珪砂(4, 5, 5.6, 6, 7号)にセメント系固化剤を150kg/m<sup>3</sup>の割合で添加して作製した。基盤作製にあたっては、含水比15%で突き固め、28日養生を経た後に階段状に整形した。ソイルセメントを用いた理由は、地震時に変状を生じた盛土造成斜面の基盤部は、新第三系や更新統であることが多く、盛土部と

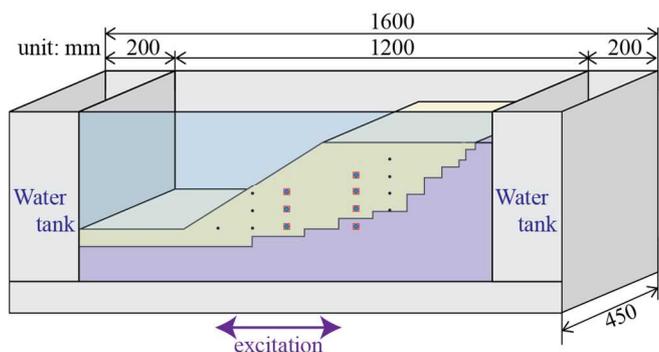


図1 土槽概要

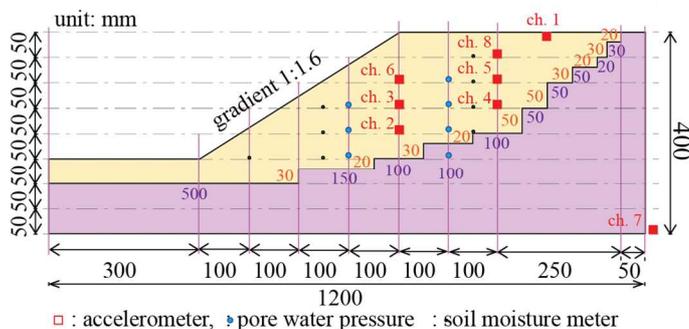


図2 計器設置状況

キーワード 振動台実験, 斜面安定, 固有周波数

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学 TEL 052-789-3833

表 1 盛土部の物理的性質

土粒子の密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	粘土分 (%)	シルト (%)	砂分		
			細砂 (%)	中砂 (%)	粗砂 (%)
2.698	14.7	28.2	32.3	16.7	8.1

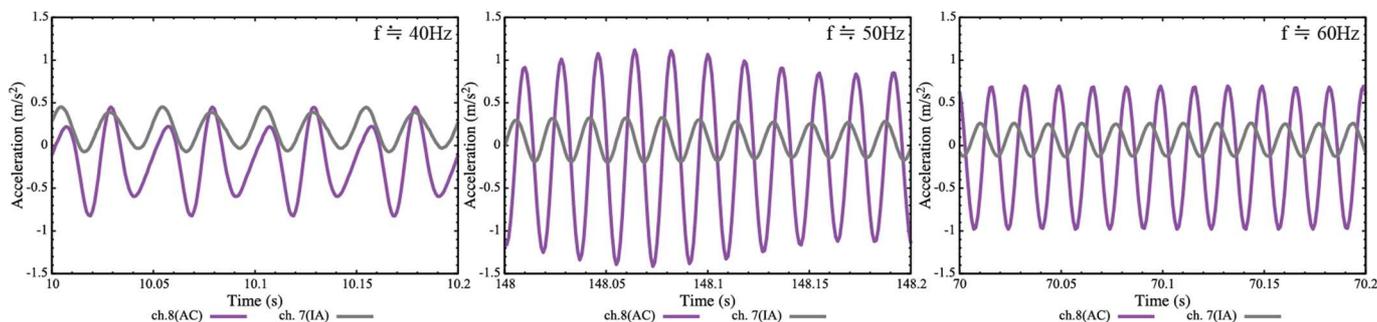


図 3 スウィープ試験における盛土天端の加速度の増幅

基盤部の強度比が大きい<sup>1)</sup>ことがわかっており、実際の盛土造成斜面の基盤部と同程度の強度を得るためである。また、基盤と盛土の境界を階段状にして抵抗を大きくすることで、境界面ですべりが発生しないようにした。続いて、盛土部の物理的性質を表 1 に示す。粒径幅が広く、細粒分含有率が 40%程度となるように、三河珪砂 (4, 5, 6, 7 号), DL クレー, および青色粘土を配合した試料を用いている。これは、地震時に変状した盛土造成斜面の盛土部は、周辺地山を切土した際の発生土砂であり、細粒分を多く含む中間土であることが多い<sup>1),2)</sup>ことによる。含水比を最適含水比 ( $w_{opt}=10.6\%$ ) より若干高めの 12% に調整し、乾燥密度  $\rho_d=1.72 \text{ g/cm}^3$  (締固め度  $D_c=90\%$ ) となるよう密度管理を行いながら、水平成層となるように 15 層 (1 層 2cm) に分けて突き固めた。突き固め完了後、30 時間かけて段階的に浸潤面上昇させ、模型地盤が水浸状態となつてから 10 時間放置した後で、所定の形状の斜面となるように盛土部を掘削・整形した。模型地盤をほぼ飽和状態とみなせるまで浸潤させた理由は、盛土造成斜面においては、背面からの地下水供給によって、地下水位が地表面付近に形成されているとの報告<sup>1),2)</sup>に基づいて、実現象と類似した状態を再現するためである。

4. 模型地盤の固有振動数探索

実験においては、振動数に着目した検討を行うことを予定しているため、模型地盤の振動特性を把握するために、スウィープ試験を実施して、固有振動数探索を行った。スウィープ波は、加速度振幅  $0.2 \text{ m/s}^2$  一定の正弦波形で与え、10Hz~100Hz まで振動数を上昇させた。図 3 は、入力振動数 40, 50, 60Hz の際の入力加速度と盛土部天端の加速度を示す。この結果より、盛土部天端における加速度は、50Hz の振動が入力された時に、増幅が最も大きくなることから、模型地盤の固有振動数は 50Hz であると判断した。

6. おわりに

地震時における盛土造成斜面の変状メカニズム解明のための、振動台実験のための、実験方法の確立と、固有振動数を求めることができた。今後は、振動数特性、間隙水圧挙動などに着目した実験を実施することを計画している。

謝辞 東北大学 河井正准教授から実験の助言を頂いた。JSPS 科研費 25249064 の助成を受けた。ここに謝意を表す。

参考文献

1) Kamai, T. et al., H. : Landslides in urban residential slopes induced by 2011 off Pacific coast of Tohoku Earthquake, Studies on the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, Springer, pp. 103-122, 2013.  
 2) 為重 誠, 川村國夫, 駒田秀一, 宮村雅之, 埴原 強, 室井辰盛 : 能登半島地震による能登有料道路の被災と復旧 - 盛土の被害と対策工事について -, 地盤工学ジャーナル, Vol. 4, No. 4, pp. 289 - 305, 2009