

## 斜面模型振動台実験結果による崩壊挙動の評価

防衛大学校 学生会員 ○大山 将和・高倉 太希  
 防衛大学校 正会員 篠田 昌弘・宮田 喜壽

### 1. はじめに

我が国の国土は約7割が山地で構成されており、大地震が発生する度に大規模な斜面崩壊が発生し、甚大な人的・物的被害が生じてきた。地震時の斜面崩壊の被害を軽減するためには、斜面の地震時安定性評価が重要となる。本研究では地震による斜面崩壊の挙動を確認するため、斜面模型を作成して加振実験を行った。

### 2. 本研究の目的

地震時の斜面安定性を評価するため、これまで様々な加振実験が実施されてきた。これまでの加振実験は、波数が5波から10波程度の正弦波または短時間の不規則波が用いられてきた。短時間の加振波を用いると、加振エネルギーの制御が困難になるという欠点がある。そのため、本加振実験では、波数の多い正弦波を用いて斜面の加振実験を実施して、崩壊挙動の評価を実施した。

### 3. 振動台実験の概要

図-1に斜面模型を示す。斜面模型は基盤層、弱層、表層の3層で構成されている。基盤層は安定した地山を想定しているため、セメント安定処理した粒度調整碎石を十分に締め固めることで作成した。弱層には、珪砂・水・ベントナイトを重量比100:10:1で混合した材料、表層には起動力を確保するため鉄粉・水・ベントナイトを重量比100:15:10で混合した材料を用いた。図-3は、斜面を構成する地盤の一つである弱層の三軸圧縮試験による応力-ひずみ関係である。三軸圧縮試験は、0.1%/minの単調載荷で、気乾状態の供試体を負圧で拘束圧をかけた排水試験である。この三軸圧縮試験結果よりピーク時と残留時の強度定数を求めた。弱層と表層の地盤物性を表-1に示す。各層の境界面でのすべりを防ぐため、境界部を段切り構造とした。

模型の作成は、1層（高さ5cm）毎に所定量の基盤材料を敷き均し、人力による締め固めをしながら構築した。弱層と表層部分においては、変位に対する土層側壁摩擦の影響を完全に排除するために、土層側壁と模型地盤間に4mmの隙間を設けた。その方法は、図-2に示すように段切り幅に合わせて作成した厚さ4mmの亚克力板を設置し、模型を構築する。模型構築後にこの亚克力板を引き抜くことで4mmの隙間を設けた。振動台実験における入力波形は、5Hzの正弦波180波として、100Galから100Galずつ段階的に増加させ、模型が大崩壊に至った段階で実験を終了した。



図-1 振動台実験で使用した模型

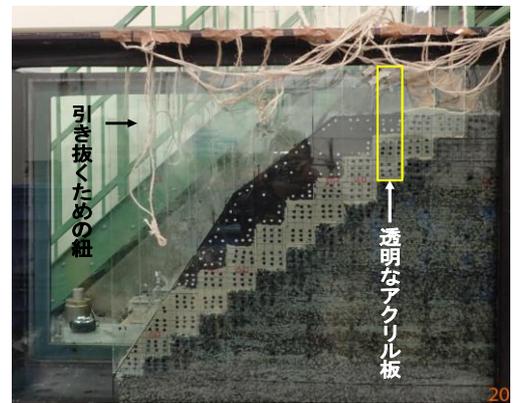


図-2 透明な亚克力板

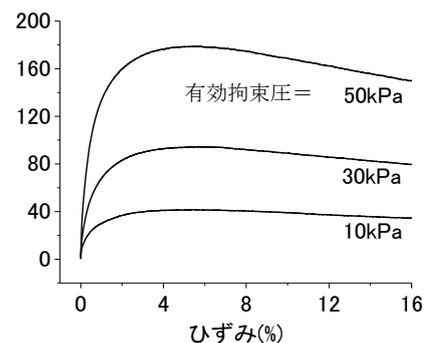


図-3 弱層の応力-ひずみ関係

キーワード 斜面崩壊, 斜面安定性評価, 振動台  
 連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校  
 Tel : 046-841-3810(3512), E-mail : shinoda@nda.ac.jp

表-1 弱層と表層の物性値

	単位体積重量 (k N/m <sup>3</sup> )	内部摩擦角 (度)		粘着力 (k N/m <sup>2</sup> )	
		ピーク時	残留時	ピーク時	残留時
弱層	16.72	39.12	36.47	0	0
表層	29.57	29.68	33.76	31.92	21.89

波形は、5Hzの正弦波10波として、100Galから100Galずつ段階的に増加させ、模型が大崩壊に至った段階で実験を終了した。

4. 実験結果と考察

図-4に崩壊直前の斜面模型の様子、図-5に崩壊した斜面模型の様子を示す。図-4の図中には、写真から判断したすべり線を図示している。斜面模型は600Gal加振時で滑落型の崩壊を起こした。600Gal加振時の振動台・表層・弱層・基盤層の水平加速度時刻歴を図-6に、鉛直加速度時刻歴を図-7に、表層と弱層の水平・鉛直変位の時刻歴を図-8に示す。図-8の変位計は、8.2秒以降はレンジオーバーのため、計測できなかった。図-6から、7.6秒付近で弱層と表層の水平加速度が減少していることが分かる。この時間帯において、表層と弱層の鉛直加速度が増加して(図-7)、表層と弱層の水平・鉛直変位が増加する結果となった(図-8)。

図-5から7より、斜面模型は加振初期から振動台と一体となって振動するが、加振開始から7.6秒以降で、弱層地盤にすべり線が発達して、地盤強度が残留強度に低下して、滑落型の崩壊が発生した。7.6秒付近では、斜面変位の増加とともに、弱層と表層の水平加速度の減少分が、鉛直加速度の増加につながったと考えられる。

5. まとめ

本検討では、実施した振動台実験結果を用いて、斜面の崩壊挙動の評価を行った。今後は斜面の角度や弱層の幅を変え、実験していく予定である。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 20K05057 の助成を受けました。ここに記して謝意を表します。

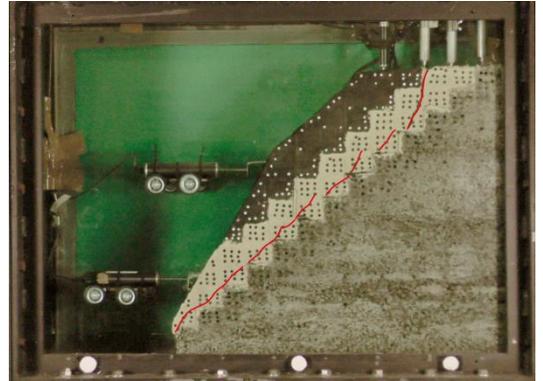


図-4 崩壊直前の斜面模型

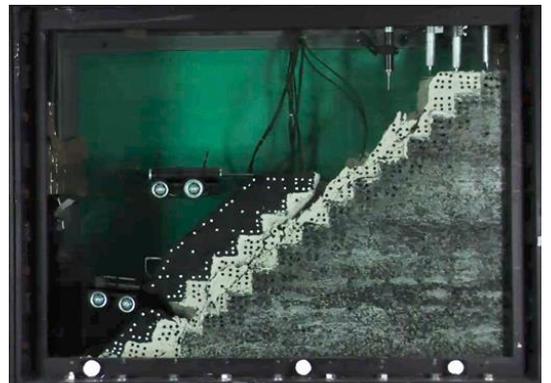


図-5 崩壊後の斜面模型

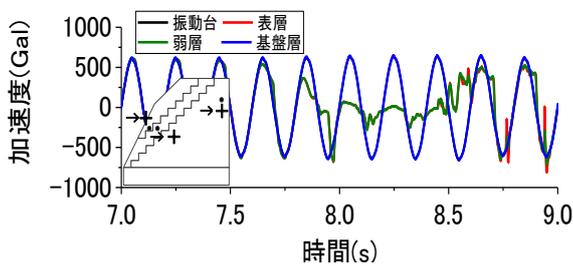


図-6 水平加速度の時刻歴

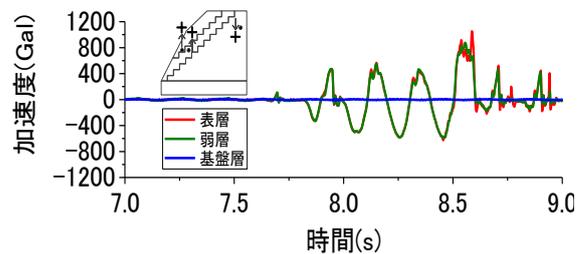


図-7 鉛直加速度の時刻歴

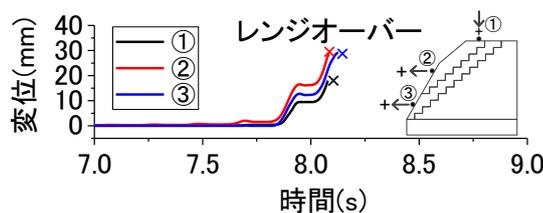


図-8 変位量の時刻歴