

岩盤斜面の地震時安定性評価手法の構築に向けた試み —(2)小型模型振動実験による斜面の崩壊機構の検証—

鉄道総合技術研究所 正会員 ○篠田 昌弘・渡辺 健治
原子力安全基盤機構 正会員 村田 雅明・中村 英孝
日本大学 正会員 中村 晋

1. はじめに

従来から斜面の安定性評価は、円弧すべり法による力の釣り合いから求める安全率を用いるのが一般的であった。円弧すべり法による安全率による評価は、簡易である反面、損傷の程度を定量的に評価できないため、実務設計では問題となっていた。一方、兵庫県南部地震以降、設計地震動の見直しが各機関で行われ、既往の設計地震動よりも大きい最大加速度が採用されるようになり、ある程度の損傷を許容した耐震設計が行われるようになってきた。そこで、斜面の安定性評価においても力の釣り合いから求める安全率のみではなく、損傷を許容した変形量による照査が重要と考え、斜面模型を用いた振動台実験を実施し、斜面の応答変位や崩壊モードに着目して実験結果の分析を実施した。

2. 振動台実験

本実験で用いた斜面模型を図1に示す。斜面模型は、基盤層、弱層、表層で構成され、弱層の勾配と厚さを变化させた脆性モデル、延性モデル、中間モデルを作成した。基盤層、弱層、表層の物性を表1に示す。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砕石を十分に締め固めることによって作成し、加振中の滑動を抑制するため、アンカーにより土槽と完全に固定した。弱層には、珪砂6号にベントナイトを重量比1%で混合した材料、表層には起動力確保のため、鉄粉にベントナイトを重量比10%で混合した材料を用いて作成した。また、基盤層—弱層間、弱層—表層間の層境でのすべりの発生を防ぐために、境界部を段切り構造とした。

模型の製作は、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しながら構築した。

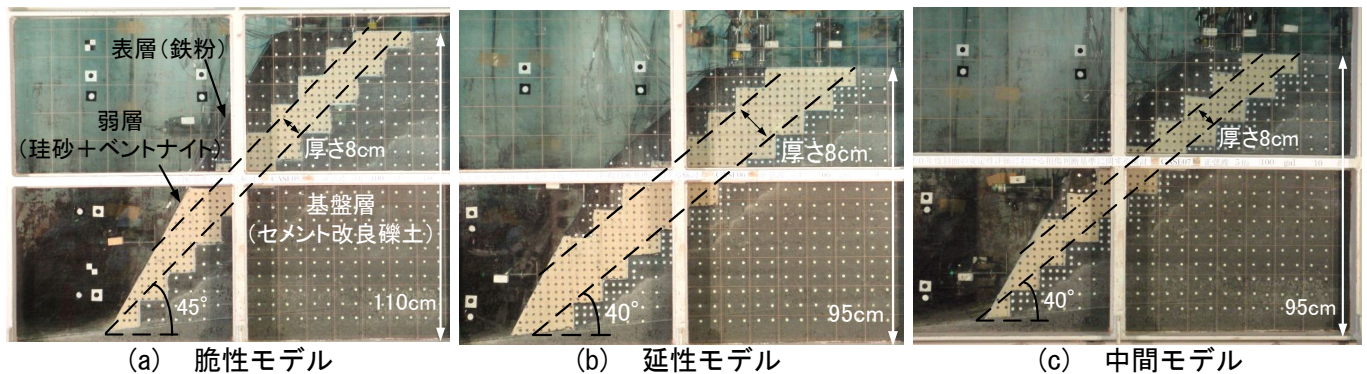


図1 実験モデル

表1 地盤物性一覧

	単位体積重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)		粘着力 (kN/m ²)	
		ピーク時	残留時	ピーク時	残留時
基盤層	18.9	57.3	53.4	280.5	5.4
弱層	16.6	39.5	36.3	2.9	1.7
表層	30.0	0	28.4	107.4	34.4

キーワード 斜面, 振動台実験, 安定解析

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

弱層、表層部分においては、変位に対する土槽側壁摩擦の影響を完全に排除するために、土槽側壁と模型地盤間に4mmの隙間を設けて作成した。模型内の各所に画像解析用の標点を設置し、高速度カメラを用いて、加振中の模型の2次元の変形量を測定した。振動台実験における入力波形は、5Hzの正弦波10波とし、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。

3. 実験結果

図2から図4に脆性モデル、延性モデル、中間モデルの加速度・速度時刻歴を示す。脆性モデルの場合、加振初期は振動台と一体となって振動するが、加振開始から6秒付近で応答加速度が小さくなり、応答速度が増加していることから、一方向に崩壊していることが分かる(図2)。また、斜面前面側(加速度が負)の応答加速度に着目すると、加振開始から6秒以降で応答加速度がほぼゼロとなった。この結果から脆性モデルでは、崩壊時の降伏震度はゼロであることが推定できる。

延性モデルの場合、加振開始から6秒付近で斜面前面方向の応答加速度がある一定の値を示していることから、降伏震度が存在し、残留強度により抵抗力を発揮していると考えられる。また、応答速度は一方向に推移しているものの脆性的な挙動は見られなかった。

中間モデルの場合、加振開始から6.5秒付近で斜面前面方向の応答加速度の絶対値が小さくなり、最終的にはゼロとなった。これは、加振中の抵抗力の低下により降伏震度が低下し、最終的にゼロとなったと推定できる。加振中の抵抗力の低下は加振中の画像解析結果から、斜面上部のテンションクラックとのり先の崩壊が理由として考えられる。

別途実施した円弧すべり法による安定解析では、崩壊時の水平震度を用いた安全率はいずれのケースも1.0付近となり、実験結果との高い整合性を示した。水平震度がゼロの場合の残留時の安全率はいずれのケースも1.0以上であり、脆性モデルを用いた実験結果と整合しない結果が得られた。今後、拘束圧の影響や大ひずみレベルでの残留強度を適切に評価する必要がある。

4. まとめ

斜面の安定性評価のために、弱層の勾配と厚さを変化させた振動台実験を実施した。その結果、弱層の角度や厚さによって崩壊パターンが異なることが判明した。また、実験後実施した安定解析結果から、残留強度を適切に評価する必要があることが分かった。今後、斜面模型をさらに大きくした大規模な模型実験を行い、実斜面の安定性評価に関する検討を継続して実施する予定である。

参考文献 (1) 村田他：弱層を有する岩盤斜面の安定性評価のための模型振動実験，地盤工学研究発表会，投稿中，2010。

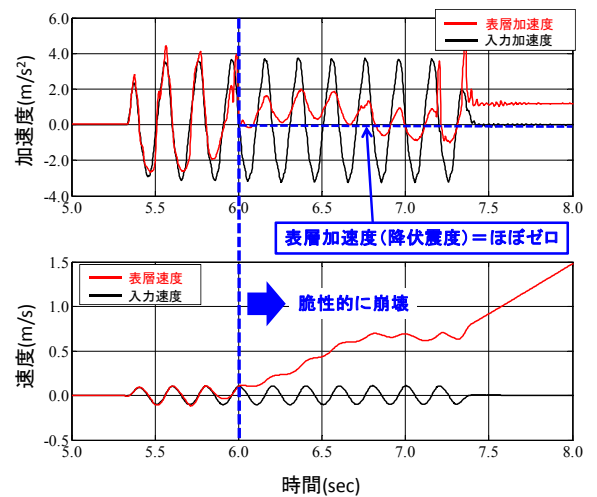


図2 脆性モデルの加速度・速度時刻歴

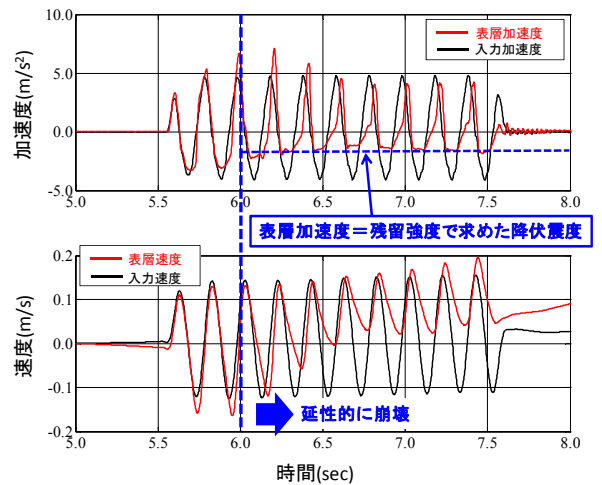


図3 延性モデルの加速度・速度時刻歴

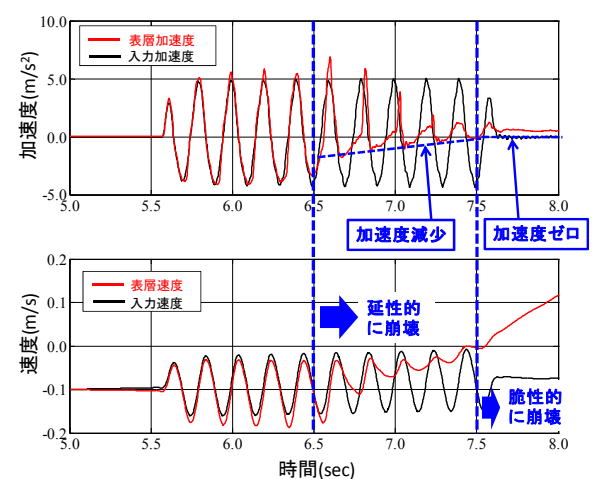


図4 中間モデルの加速度・速度時刻歴