

地山補強土工法の補強効果に関する遠心模型実験

東京都市大学 学生会員 高橋昌大○ 正会員 伊藤和也 末政直晃 田中剛
東京都市大学大学院 学生会員 渡田洋介
日鐵住金建材 正会員 岩佐直人 副田尚輝

1. はじめに

日本列島は国土の約7割が山地・丘陵地であり、急流河川が多く、地形的に脆弱であることに加え、「集中豪雨」「火山」「地震」の3つの土砂災害の発生要因¹⁾があることから毎年800件以上の土砂災害が発生している²⁾。さらに、集中豪雨や地震による地盤の状態の変化により、その後の土砂災害発生の危険性が増すなど二次災害発生の可能性も高くなる。このため、特に対策の必要な重点箇所には地山補強土工法のような斜面の補強等のハード対策に加え、斜面の計測・管理、警戒避難体制の整備等のソフト対策を併せた低コストかつ効率的な土砂災害対策の推進が重要である。地山補強土工法とは、自然斜面、切土法面あるいは既設盛土を対象に、図1に示すような補強材を地山内に複数設置し、補強材と表面材を頭部定着材で連結することにより地山の安定化を図るものである⁴⁾。本工法は、グラウンドアンカー工法などの抑止工に比べて簡易であり、狭い専有面積に自然環境をなるべく改変しないで経済的に短期間で建設できる特徴がある。

本報告では、無補強斜面と地山補強土工法で施工した斜面について遠心模型実験による遠心加速度上昇実験を行い、斜面の変形挙動について法肩・法尻変位の計測とビデオ録画を行い、対策の有無による比較と計測結果から斜面崩壊の前兆について考察した。

2. 1. 遠心模型実験

本実験で使用する遠心模型実験装置は東京都市大学が所有するカップ式振り上げ遠心載荷装置である。仕様は、回転半径350mm、回転数100～510rpm、最大加速度100G、搭載質量100kg(全質量)、外径寸法φ1550×1450mmである。遠心模型実験では、表1のような実物と縮尺模型の挙動の間に成り立つ種々の物理量、状態量に一定の相似的な関係を持つ相似則が存在することが知られている³⁾。

表1 実物とnG場の模型における相似則³⁾

	密度	寸法	変位	速度	遠心加速度	応力	ひずみ	曲げ剛性
実物	1	1	1	1	1	1	1	1
模型	1	1/n	1/n	1	n	1	1	1/n ⁴

用いた土槽は図2に示すように高さ20cm、幅30cm、奥行き8cmのアルミ製であり、その中に模型斜面高さ14cm、のり面勾配1:0.6(労働安全衛生規則における無補強時の掘削面が高さ5m以上の時の角度を満足する角度)の模型斜面を作製した。50Gで実大換算すると7mの斜面高さとなる。締固めはベロフラムシリンダーを用いて横向きに静的に8層に分けて行った。模型斜面側面には、斜面の挙動を視覚的に観察できるようにするためスプレーで1cm

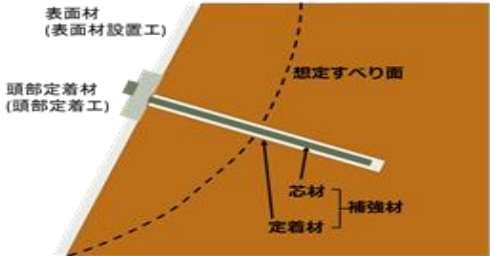


図1 地山補強土工法の基本的な構造³⁾

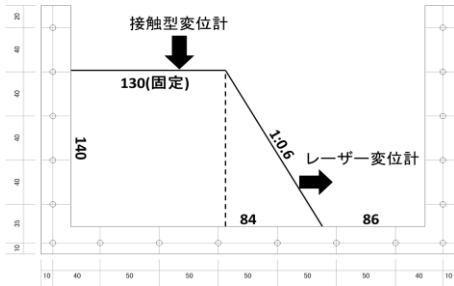


図2 模型斜面

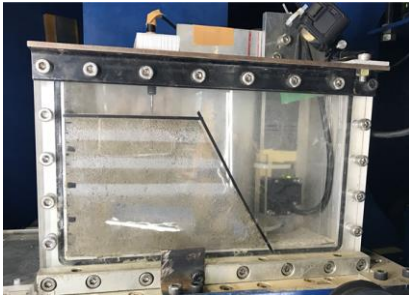


写真1 計測機器設置の様子

キーワード 斜面安定、地山補強土工法、遠心模型実験

〒158-8557 東京都 世田谷区 玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL:03-5707-0104 (代) E-mail:g1318048@tcu.ac.jp

幅の線を描いた。土槽と模型斜面の接地面には薄いアクリル板を入れ、潤滑スプレーによって摩擦による斜面への影響を減らした。さらに、模型斜面の滑りによる崩壊が起こらないように土槽底部に珪砂5号を塗付したアクリル板を設置した。用いた試料は、青粘土：珪砂7号=1:3(含水比18%, 湿潤密度 1.45g/cm^3)である。無補強斜面をケース1, 図3に示すように補強材を正方形配置3cm間隔で9本打設した補強斜面をケース2とする。補強材には加工のしやすさ, 相似則の観点からポリスチレンを使用しており, 表面には模型斜面との引き抜き抵抗を確保するため珪砂7号を塗付し「粗」の状態にした。計測機器は, 接触型変位計で法肩鉛直変位, レーザー変位計で法尻水平変位の計測を行った。接触型変位計とレーザー変位計の計測箇所は図2に示すような箇所とする。レーザー変位計のターゲットを法尻から高5cmの位置に設置した。実際に設置した様子を写真1に示す。遠心加速度上昇中の遠心力を計測するために加速度計も実験装置底部に設置した。斜面の挙動を明確に観察するためにGoPro HERO5を用いて実験中の斜面の録画を行った。

2.2. 実験結果

無補強斜面のケース1と補強斜面のケース2それぞれの法肩鉛直変位を図4, 法尻水平変位を図5に示す。ケース1は29G(実地盤高さ4.06m)で崩壊に至り, その際の法肩鉛直変位量は約10mm, 法尻水平変位量は約1.5mmであった。ケース2は, 40G(実地盤高さ5.6m)で崩壊に至り, その際の法肩鉛直変位量は約13mm, 法尻水平変位量は約1.3mmであった。ケース1, 2を比較すると, 法肩より法尻の変位量の方が差が明確に表れており, 補強材の拘束効果が見られる。さらにケース1では斜面崩壊前に起こりやすい法肩変位量の加速度的な増加(加速クリープ)が崩壊前に見られており, 崩壊の予測に繋がるデータが得られた。ケース2でも崩壊前に法肩鉛直変位の加速クリープが見られたが, 補強材によって途中で変形が抑えられ, その後崩壊に至った。GoPro HERO5による斜面の崩壊後の様子を写真2~3に示す。

3. まとめ

無補強斜面であるケース1より, 補強材を9本打設したケース2の補強斜面の方が変位量が抑えられており, 補強材の効果が見られる結果となった。さらにどちらのケースも崩壊前の加速度的な変位の増加により, 崩壊の予測が可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 25年版 防災白書|第1部 第3章 33-3 大規模土砂災害対策-内閣府, http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h25/honbun/1b_3s_03_03.htm, 閲覧日 2016/1/12.
- 2) 一般社団法人 国治水砂防協会 近6ヶ年の土砂災害の概要, <http://www.sabo.or.jp/saigai/2014saigai.htm>, 閲覧日 2016/1/12. <http://www.sabo.or.jp/saigai/2014saigai.htm>, 閲覧日 2016/1/12.
- 3) 岡村・竹村・上野;遠心模型実験-実験技術と実務への適用-2. 遠心模型の相似則, 実験技術-利点と限界
- 4) 公益社団法人 地盤工学会, 地山補強土工法 設計・施工マニュアル, 丸善出版, 2011.

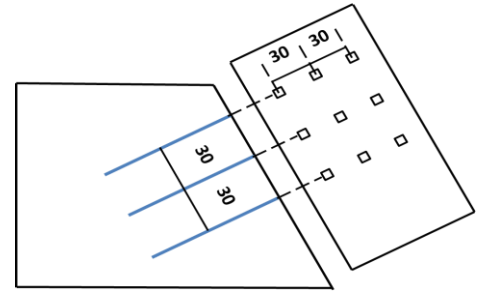


図3 補強材設置箇所

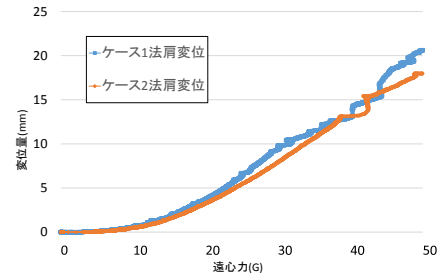


図4 法肩鉛直変位

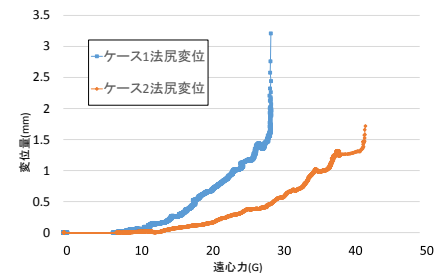


図5 法尻水平変位



写真2 無補強斜面崩壊後



写真3 補強斜面崩壊後