

地震による斜面表層崩壊対策工の効果を視覚的に理解する簡易な模型実験教材の活用事例

ロープネット・ロックボルト併用工法研究会

○鏡原聖史, 西原玲二, 寺岡克己, 川上博行, 佐柳 武
杉井良平, 田中秀幸, 小林勇希, 植田誠司, 沖村 孝

1. はじめに

近年、地震や豪雨によって自然斜面が表層崩壊することを予防する対策工として、樹木を残したまま自然斜面を補強できるロープネット・ロックボルト併用工法¹⁾が施工されるケースが増加している。

この工法は、通常の支圧板と鉄筋挿入工にネットまたはワイヤーを網目状に組み合わせて施工することで地盤変形の追従性を高め、崩壊に至る地盤変形を抑制する工法である。

大変形を抑止する新たな工法であることから、地盤の変形に追従して各部材がどのように働き、対策の効果がどのように発現されるかを理解することが重要である。著者らは、簡易な土層を傾斜及び加振させることが出来る模型装置を作製し、対策工の効果を視覚的に理解できる一般向け教材として活用^{2),3)}している。

本稿は、新型コロナウイルス感染症拡大防止を念頭においた教材活用のもととして、模型実験の動画を撮影し、その動画を配信することで模型実験教材の活用を図った事例について報告する。

2. 本工法の概要

本工法は、ロックボルトを斜面直角方向に打設し、その頭部を支圧板とロープネットによって連結することにより斜面安定を図るもので樹木を残したまま斜面を補強できる特徴がある(図1参照)。この工法は、豪雨、地震時において、斜面の変形および破壊状態に対応して各部材が効果を発揮することにより、変形抑制する機能を有する構造で、変形の度合いにより安定性を判断する設計手法を採用している特徴⁴⁾がある。

3. 模型教材の概要

模型教材は、静的な斜面傾斜模型実験装置と動的な加振式傾斜土層模型実験装置の2つである。いずれも模型材料として、土層材料はスウェーデンで開発された特殊な砂で98%が純粋な砂で出来ており、特許技術(2%)によって乾燥せず、締固まり、土塊を維持できるKinetic Sand⁵⁾を用いている。ボルト・支圧板はトタン釘、ネットは防鳥ネットを用いている。傾斜台には、斜面基盤をイメージして、コルクマットを設置し、ボルトの先端がマットに刺さることで固定できる構造としている。

静的な斜面傾斜模型実験装置は、図2に示すように実験土層、対策工を設置し、傾斜板をゆっくり傾斜させる装置である。一方、図3に示すように動的な加振式傾斜土層模型実験装置



図1 対策工施工斜面の状況

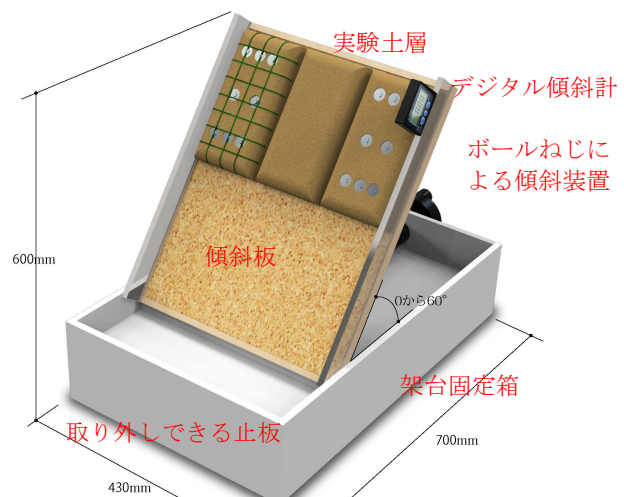


図2 静的な斜面傾斜模型実験装置の概要²⁾

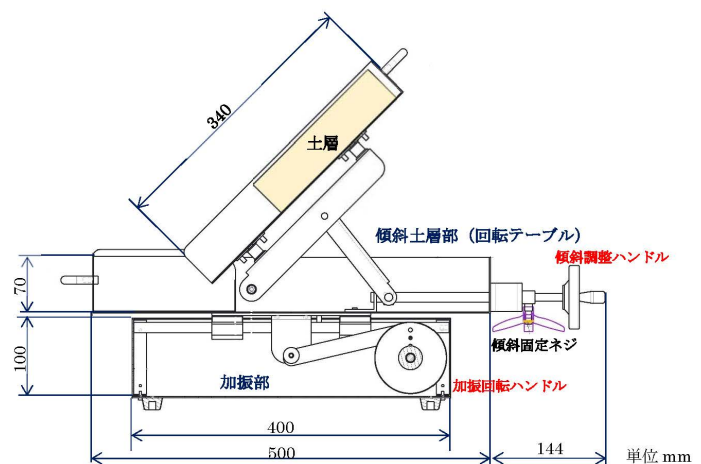


図3 動的な斜面傾斜模型実験装置の概要³⁾

は、静的な斜面傾斜模型実験装置を傾斜土層部として、中間可動部（回転テーブル）と加振部の3つを組み合わせることで、傾斜、加振実験（加振方向も2方向）が可能な装置である。いずれの模型装置とも、無対策、対策状態で同時に実験ができ、土層の変形状況の変化を比較できる観察できる。

4. 動画撮影と動画配信ならびに六甲山の災害展

六甲山の災害展は、六甲山系の災害の歴史と治山・砂防工事の情報を知り、土と水の災害への注意喚起を行うため、毎年、8月の2週間にわたって兵庫県と神戸市、国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所が共同で開催している展示会である。2020年度は、新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、パネル展示を中心として、従来の実演展示は、オンライン展示として企画、運営された。例年どおりの模型の実演ができないため、急遽、オンライン展示できるよう動画撮影と動画配信を行うこととした。動画を撮影するに当たって、防災模型じっけん楽会⁶⁾を参照して、動画の構成を確認した。動画は概ね2分程度で作成されているものが多いことから、2分程度を目安に作成することとした。また、動画の構成は、①対策工の概要の説明、②模型の説明、③静的な斜面傾斜模型実験、④動的な加振式傾斜土層模型実験の順番として、対策工を施した斜面が変形を抑制している状況を視覚的に理解してもらえるよう考えた。

実際に静的な斜面傾斜模型実験と動的な加振式傾斜土層模型実験を複数回実施し、複数個のカメラで動画を撮影して、編集を行った。編集を行うに当たって、異なるアングルの映像を並べて表示することで、斜面斜め前からと斜面正面の変形状況を一度に確認でき、対策工の効果を比較しながら視聴してもらえようとした。また、模型の準備段階である土層の敷詰めから、模型の対策（ネット、ボルト）の設置状況を撮影することで、斜面对策工の施工手順も理解してもらえよう工夫した。それぞれの状況は、テロップとして表示することで、音声による説明は行わず、じっくり観察できるようにした。編集した動画を、YouTubeにアップして、現在公表⁷⁾している（図4参照）。

つぎに六甲山の災害展のオンライン情報サイト⁸⁾は、六甲山系の災害の歴史と治山・砂防工事の情報サイトで、常設のwebサイトである。このwebサイトの情報、土砂災害の実験・啓発動画（動画リンク集）の中でロープネットロックボルト【YouTube】チャンネルのリンクを貼って、広報活動させていただいている。なお、2021年4月5日現在までの閲覧数は、120回である。まだまだ閲覧数が少ないため、研究会メンバーで議論しながら、斜面傾斜模型実験の構成を変えた動画、対策工施工現場の動画、施工状況の動画など視聴者に興味を持っていただくことができるような動画を増やしていく予定である。また、テロップに流す用語については、小学生などにも理解できるような工夫が必要であり、引き続き、いろいろな防災教育資料などを参考にしながら検討を行う予定である。

実際に静的な斜面傾斜模型実験と動的な加振式傾斜土層模型実験を複数回実施し、複数個のカメラで動画を撮影して、編集を行った。編集を行うに当たって、異なるアングルの映像を並べて表示することで、斜面斜め前からと斜面正面の変形状況を一度に確認でき、対策工の効果を比較しながら視聴してもらえようとした。また、模型の準備段階である土層の敷詰めから、模型の対策（ネット、ボルト）の設置状況を撮影することで、斜面对策工の施工手順も理解してもらえよう工夫した。それぞれの状況は、テロップとして表示することで、音声による説明は行わず、じっくり観察できるようにした。編集した動画を、YouTubeにアップして、現在公表⁷⁾している（図4参照）。

5. おわりに

新型コロナウイルス感染症拡大防止のため、これまでの作製した斜面傾斜模型実験を活用する場として、模型実験の動画を撮影し、その動画を配信することで模型実験教材の活用を図った事例について報告した。最後に、六甲山の災害展では、兵庫県農政環境部農林水産局治山課、兵庫県神戸県民センター六甲治山事務所のご協力をいただきました。ここに記して深く感謝致します。

参考文献

- 1) R・R工法研究会 web : <http://www.r-r-kouhou.com/index.html>
- 2) 鏡原ら：斜面表層崩壊対策工の効果を視覚的に理解する簡易な模型実験教材の検討,P2-117,平成28年度砂防学会研究発表会,2016.
- 3) 鏡原ら：斜面表層崩壊対策工の効果を視覚的に理解する簡易な模型実験教材の活用,Pb-28,平成29年度砂防学会研究発表会,2017.
- 4) 兵庫県：ロープネット・ロックボルト併用法 設計・施工指針（案）,2021.
- 5) Kinetic Sand web : <http://www.rangsjapan.co.jp/item/fun/kinetic-sand/>
- 6) 防災模型じっけん楽会 web : <https://bosaimokeijikken.wordpress.com/>
- 7) ロープネットロックボルト youtube チャンネル : <https://www.youtube.com/channel/UCePeJDMOPR3-93Wja1kT9JA>
- 8) 六甲山の災害展 web : <https://rokkosan-saigaiten.jp/>

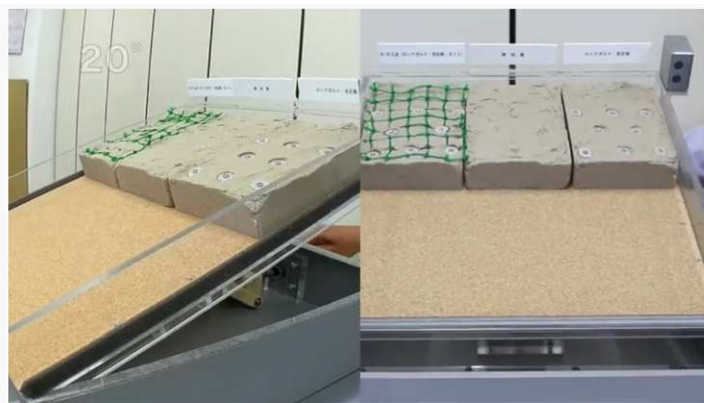


図4 ロープネットロックボルト YouTube チャンネルの