

迅速な降灰による降雨浸透阻害評価の課題の整理

(一財)砂防・地すべり技術センター ○近藤玲次, 厚井高志, 藤田浩司, 藤澤康弘, 細川清隆, 安養寺信夫, 栢木敏仁

1. はじめに

火山噴火発生後、山腹斜面が火山灰に覆われ、斜面土壌への浸透能力が阻害されることで表面流が発生しやすくなり、土石流が頻発する事例が報告されている。1991年の雲仙普賢岳の噴火や、2000年の三宅島噴火では、噴火直後から数年間にわたって土石流が頻発した。また、2009年10月以降、爆発的噴火回数が増加している桜島でも、土石流の発生回数がそれ以前と比較して増加している。こうした土石流の発生は、土砂災害を引き起こす可能性もあることから、土石流発生の原因となる火山灰の特徴を把握することは重要である。

このような背景より、平成25年より(一財)砂防・地すべり技術センターでは、噴火前後の浸透能の分布のデータベース作成を最終目的として、簡易な浸透能試験器を用いていくつかの火山地域で浸透能試験を行った。

今年度は、簡易浸透能試験について、手順の定められた室内試験(透水試験、保水性試験)による結果と比較し、その有効性について検証した。

2 試験手法

2.1 検討方針

採取した火山灰試料に対し、条件を揃えて前年度から検討している簡易浸透能試験と、手順の定められた透水試験、保水性試験を行い結果を比較した。異なる手法の比較が目的であることから、現場の状況を再現することよりも、室内試験に適した条件であることに留意して簡易浸透能試験用の模型土層を作成した。試験の手順フローを下図に示す。

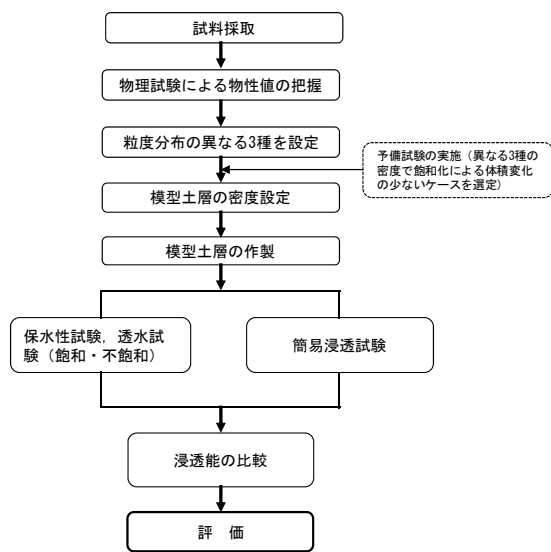


図-1 検討フロー

2.2 試料採取

北海道の樽前山における1739年噴火時の火山灰層から採取した試料を用いた。

2.3 予備試験による供試体密度の設定

採取した試料全体の最大粒径は75mmで粒度分布の幅が広いものであった。試料の保水性の試験を実施するに当たって、主として4.75mmふるいを通したのを使うとされていること²⁾と、粒度が異なる場合の検証をするため、採取した試料全体の内、最大粒径4.75mm以下、2mm以下、0.85mm以下に調整した3種類のケースについて試験を行うこととした。それぞれの粒径以下の粒度分布を図-2に示す。

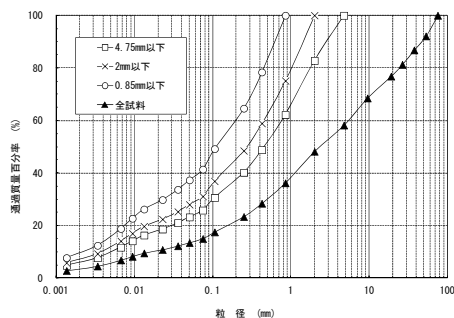


図-2 試料の粒度分布

調整した3種の粒度分布ごとに、体積含水率の変動に対して体積変化の少ない室内試験(保水試験)に適した相対密度を予備試験によって設定し、これを試験の初期条件とした。

2.4 簡易浸透能試験に用いる模型土層の作成

側方浸透が容器の壁に干渉されないように、また複数回の簡易浸透能試験を実施するに当たって側方への浸透同士が干渉することがないように模型土層は十分な広さを持つことに留意した。試料は、縦40cm×横40cm×高さ14cmの亚克力容器に充填した。充填に当たっては、敷き均しを5層に分け、1層ごとに水平な板や棒で均等に広がるように均し、ランマーで均等に締め固めた。排水用に、簡易浸透能試験実施予定の5カ所の容器の底部に水抜き穴を設けた。



図-3 模型土層

2.5 簡易浸透能試験の実施

模型土層を24時間毛管飽和させ、その後24時間自然排水させた状態を初期状態とした。簡易浸透能試験は、冠水型浸透能試験とし¹⁾、円筒浸透計の材質として鉄管を用い、水位の読み取りには鉄管内に浮かせた浮子の目盛りを読む仕組みとした。円筒浸透計の挿入は、試料を乱さないために、模型土層の表層の敷き均し時に円筒浸透計を設置しながら充填することとした。円筒浸透計の埋没深は2cmとなる。

粒度分布を調整した試料ごとに2~5回の試験を行った。

2.6 室内透水係数の実施

簡易浸透能試験終了後、模型土層を解体し、室内保水性試験と透水試験を行った。保水性試験は、地盤工学会の規格に合った「連続加圧法」²⁾を用いた。飽和透水試験は、試料が緩く、日本工業規格に定める試験方法ではパイプが形成され適切な透水係数が測れないことから、規格・基準以外の三軸圧縮試験器を用いる室内試験方法を用いた。

3. 試験結果

各粒度分布の試料に対する簡易浸透能試験の結果と室内試験による飽和透水係数の計測結果を以下に示す。

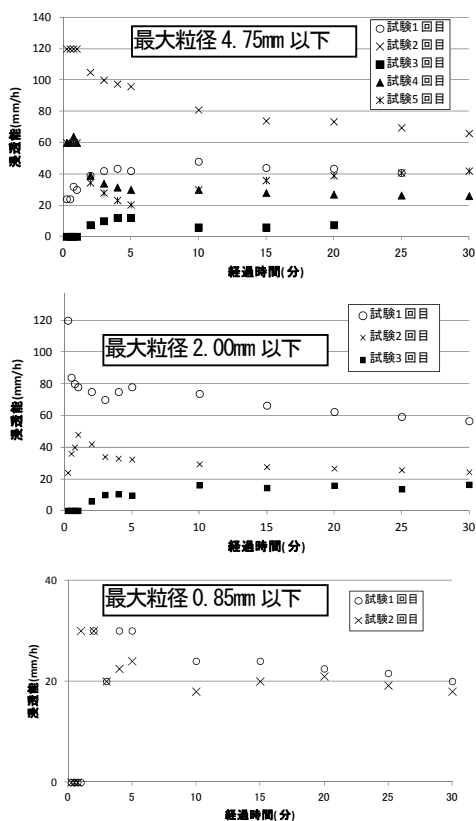


図-4 簡易浸透能試験による浸透能の時間変化

表-1 室内試験による飽和透水試験結果

粒度分布	4.75mm以下	2.0mm以下	0.85mm以下
飽和透水係数	5.81×10^{-4}	1.77×10^{-4}	4.38×10^{-5}

4. 考察

室内試験による飽和透水試験は最大粒径が小さくなるに従って小さくなる傾向が見られた。一方、簡易浸透能試験による終浸透能は、m単位を透水係数に合わせると、4.75mm以下が $7.22 \times 10^{-4} \sim 1.83 \times 10^{-3}$ (cm/s)、2.00mm以下が $5.56 \times 10^{-4} \sim 1.6 \times 10^{-3}$ (cm/s)、0.85mm以下が $5.00 \times 10^{-4} \sim 5.56 \times 10^{-4}$ (cm/s) となる。4.75mm以下と2.00mm以下の差異は小さいが、最大粒径が小さくなるに従って浸透能が小さくなる傾向は室内試験と共通していた。室内試験と簡易浸透能試験を比較すると、全般的に室内試験の透水係数が小さく、その差は概ね1オーダー程度の違いであった。

簡易浸透能試験の結果と室内飽和透水試験の結果の傾向が似ていることが確認された。浸透能と透水係数であるため単純な比較はできないが、簡易浸透能試験が土壌の透水性を相対的に評価できることは検証されたと考えられる。

5. 今後の検討方針

検討の結果、樽前山の火山灰層から採取した試料について、簡易浸透能試験と室内飽和透水試験結果の傾向が類似しており、簡易浸透能試験による相対的な透水性の評価が妥当である程度確認された。

本検討では、簡易浸透能試験と飽和透水試験結果を比較したが、実際の土壌では不飽和状態で透水していることも考えられる。今後は、試験で得られた値の精査を進めるとともに、保水性試験と透水試験で得られた土壌特性をパラメータとして数値モデル化し、土壌への水分の浸透と飽和を表現した検証が有効と考える。

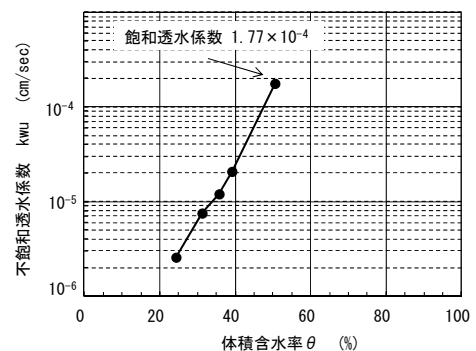


図-5 室内試験による不飽和透水係数(最大粒径2mm以下)
(体積含水率の値は保水性試験結果のデータを引用してプロット)

- 1) 近藤ら：降灰による降雨浸透阻害評価のための基礎資料作成、平成25年度砂防学会研究発表会概要集、2013
- 2) 地盤工学会：地盤工学会基準(JGS0151-2000)土の保水性試験法、2000
- 3) 京野ら：連続加圧式による広島まさ土の保水性試験結果、平成25年度砂防学会研究発表会概要集、2013