

降灰厚や火山灰物性の違いによる浸透能の比較

国土交通省 九州地方整備局 九州技術事務所 坂井佑介
日本工営(株) ○小林豊,田方智,上條孝徳, 木佐洋志

1. はじめに

平成 23 年 5 月 1 日に、「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」の一部を改正する法律が施行された。この一部改正により、天然ダムや火山の噴火に伴う土石流及び地滑りといった、大規模な土砂災害が急迫している場合、特に高度な専門的知識及び技術が必要な場合は、国が緊急調査を行うこととなった。ここでは、噴火による降灰後の土石流に関する緊急調査を実施する際に、土石流発生の急迫性を評価するひとつの調査方法として考えられている浸透能試験について、現地において降灰厚や火山灰の粒径、試験方法を変えた比較試験を行ったので、その結果を報告する。

2. 降灰厚や火山灰の粒径を変化させた浸透能試験

火山噴火に伴い、火山灰が山腹斜面を覆うと浸透能が低下し、土石流が発生しやすくなるといわれている¹⁾。池谷ほか²⁾や下川・地頭菌³⁾は、火山灰堆積の有無により浸透能が変化することを現場浸透試験や室内浸透試験により確認している。また、火山灰の堆積厚により降雨流出率が異なる結果が示されている⁴⁾。加えて、火山灰の粒径や間隙比等の物性により透水係数が異なることが示されている⁵⁾。ここでは、降灰厚や火山灰の粒径による浸透能の変化の違いを確認するため、新燃岳周辺で、近年の火山灰が堆積していない自然斜面において、人為的に降灰厚や粒径を変化させた試験地を設定し(図1)、散水式浸透能試験を実施した。使用した火山灰の粒径分布を図2に示す。細粒分(0.075mm以下)25%程度の桜島火山灰(H26年に現地にて採取)と、細粒分40%程度の新燃岳火山灰(2011年噴火時に採取された火山灰)とし、浸透能試験は後述の改良1型

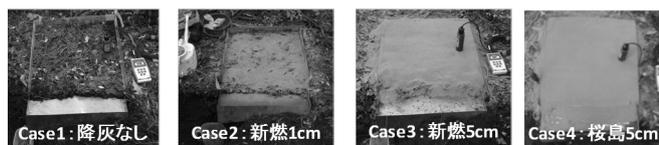


図1 自然斜面に設定した浸透能試験地

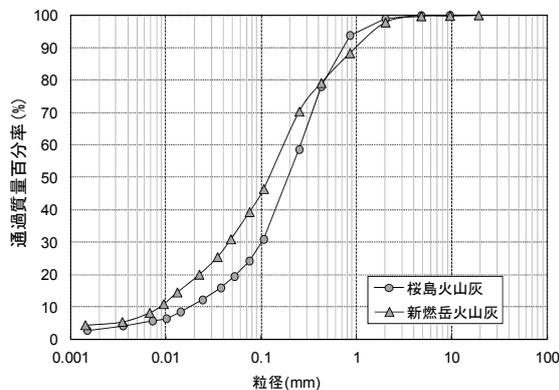


図2 使用した火山灰の粒度分布曲線

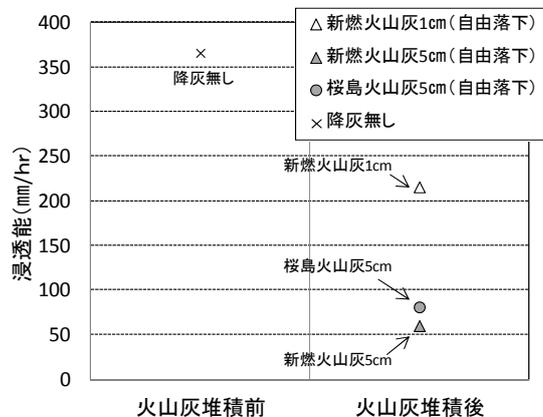


図3 降灰厚を変化させた浸透能試験結果

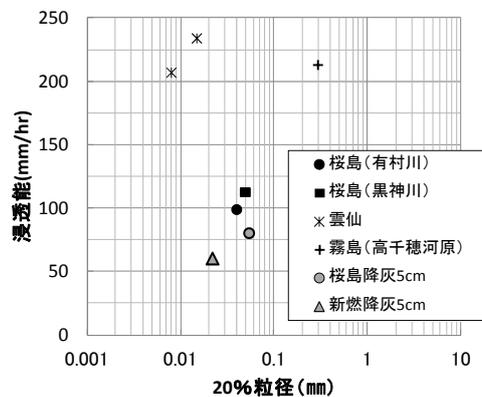


図4 20%粒径と浸透能の関係

で行った。

(1) 降灰厚を変化させた試験結果

降灰厚を変えたケースの試験結果を図3に示す。新燃岳火山灰を1cm堆積させたケースは浸透能値が約220mm/h、新燃岳火山灰を5cm堆積させたケースは約60mm/h、桜島火山灰を5cm堆積させたケースは約81mm/hとなり、いずれも降灰なしのケースの浸透能(約370mm/h)より1/2~1/4程度小さい浸透能を示した。同じ火山灰(新燃岳)を用い、降灰厚を変化させたケースで比較すると、降灰厚1cmより降灰厚5cmの方が1/2程度以上小さい浸透能を示した。試験結果から、火山灰のない自然斜面では浸透能の値が十分大きい場合でも、その表面に火山灰が堆積すると浸透能が小さくなることが認められた。

(2) 火山灰の粒径による浸透能の違い

図3において新燃岳および桜島の火山灰を同等の厚さ(5cm)で堆積させたケースを比較すると、粒径の小さい新燃岳の方がやや小さい浸透能を示した。また、一般に、土の透水係数は、その粒径に関連があるとされており、特に、砂質土の場合は20%粒径から透水係数を推定することが多い。図4に20%粒径と浸透能の関係を示す。雲仙を除く桜島・霧島で20%粒径

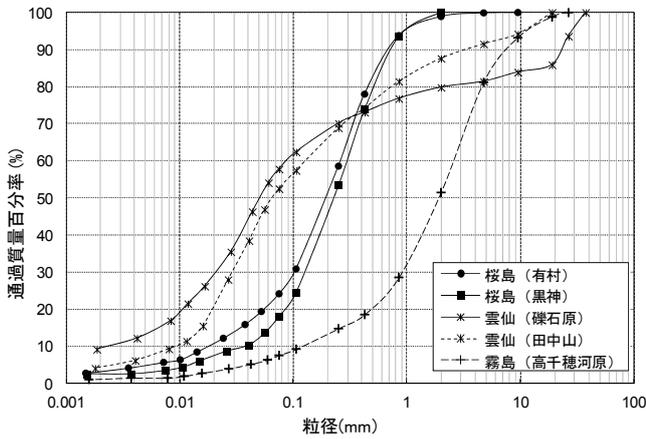


図5 試験地盤の粒径分布

が大きいくほど浸透能が大きくなる結果が得られた。雲仙の試料については相関性が認められなかった。これは、表層に粒度の粗い土質材料、その下層に粒度の細かい土質材料があり(図5)、浸透能は上層の粗い材料ではほぼ決まっているためと考えられる。粒度曲線が2材料を混合した形になっていることから推定できる。

3. 浸透能測定方法による比較

(1) 散水式浸透試験における従来型と改良型

噴火による降灰後の土石流に関する緊急調査における土石流発生に対する急迫性を確認する手段のひとつとして浸透能調査が挙げられる。坂井ら⁶⁾は土石流の急迫性を判断する浸透能試験方法として、下川・地頭菌⁷⁾等が複数の火山で行っている散水式について、緊急調査時に水の量が少なく済む、測定に要する作業時間が少なく済むといった試験の簡易化を目的として、区画面積を縮小した試験を実施している。ここでは、坂井ら⁶⁾に倣い、桜島、雲仙岳、新燃岳を対象として、従来型と改良型(ここでは改良1型とする)による試験結果の比較を行った。加えて、区画面積は従来型の半分(50cm×50cm)とし、散水強度を従来型と合わせた試験(改良2型とする)を実施した。従来型、改良1型、改良2型の試験方法の違いを以下に示す。

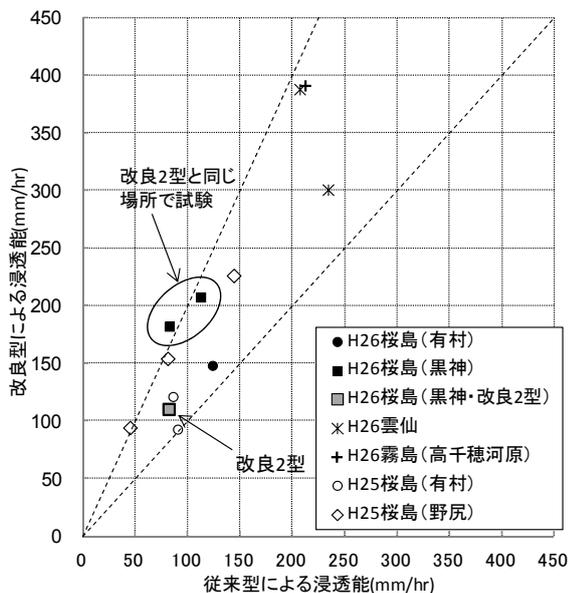


図6 従来型および改良型浸透能試験結果の比較

(従来型)試験区画 100cm×50cm,散水時間 60 秒, 散水量 2ℓ
 (改良1型)試験区画 50cm×50cm,散水時間 30 秒, 散水量 1ℓ
 (改良2型)試験区画 50cm×50cm,散水時間 60 秒, 散水量 1ℓ
 隣接した場所において従来型, 改良型の試験を行った結果を図6に示す。改良2型は1試験のみ実施した。結果は, 改良型は従来型と比較して浸透能値が 1.5~2 倍程度大きくなる傾向がみられた。これは, 全量が地盤に浸透した場合, 従来型, 改良2型は浸透能 240mm/hr 以上, 改良1型は浸透能 480mm/hr 以上となることから散水強度と浸透能の関係が影響していると考えられる。改良2型にて実施した1試験の結果は, 従来型のおよそ 1.2 倍の浸透能値となった。また, 同箇所において改良1型で試験を行った結果は, 従来型の約 2 倍となっており, 上述のとおり散水強度が影響しているものと考えられる。

今後もデータの蓄積を重ねていき, 基礎資料としたい。

(2) 試験方法の違いによる比較

浸透能試験には現場で実施する散水式や冠水式に加え, 現地で採取した試料を用いた透水試験等がある。上述した火山灰が堆積していない自然斜面に人為的に降灰させた試験地において, 散水式(改良1型), 冠水式, 現地で採取した不攪乱試料を用いた透水試験を実施し, 試験方法による浸透能の違いを示した(図7)。透水試験結果は1オーダー以上小さい値を示した。室内透水試験結果は, 透水係数の異方性により, 一般に現場試験結果よりも小さい値となるといわれており, 今回の結果も同様の傾向を示している。

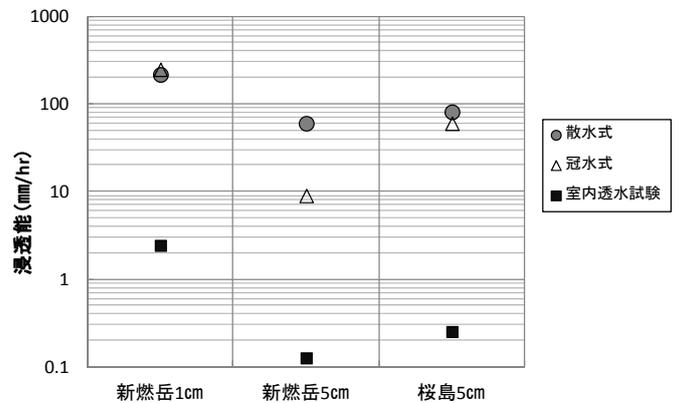


図7 試験方法による浸透能の違い

4. まとめ

散水式浸透能試験に関して, 降灰厚, 粒径, 試験方法の視点から比較, 検討を行っており, 今後も基礎データとして蓄積していき, 火山噴火時の緊急調査等に役立てていきたいと考える。

謝辞: 現場における散水式浸透試験の実施にあたっては鹿児島大学農学部の地頭菌教授にアドバイス等を頂きました。ここに謝意を表します。

【参考文献】1)池谷(1993), 2)池谷ほか(1995), 3)下川・地頭菌(1994), 4)Yamakoshi et al.(2005), 5)田方ほか(2007), 6)坂井ほか(2014), 7)下川・地頭菌(1987)