

降雨浸透特性の把握を目的とした実斜面における火山灰の散布

(公財) 鉄道総合技術研究所 (正) ○杉山健太, 倉上由貴, 松丸貴樹, 川越健

1. はじめに 火山噴火により斜面へ降灰した結果, 斜面内の降雨浸透の変化や, 火山灰の流下が生じ, 災害発生リスクが高まる事例が報告されている。しかし, 斜面内の降雨浸透については未知な部分が多く, 対策検討上, その解明が重要である。これまでに, 降灰斜面を模擬した降雨散水実験により, 火山灰の粒度分布や厚さによって降雨浸透が変化し, 特に細粒な火山灰が厚く堆積すると降雨浸透量の減少, 表面流量が増加し, 斜面内部の飽和度上昇が抑制されることが確認されている¹⁾。一方, 地頭菌ら²⁾は実際噴火が起きた火山を対象に, 火山灰の堆積厚さと浸透能を現地へ赴き経年的に計測を行ったところ, その結果噴火後に起きた火砕流の影響で火口から遠い場所の灰厚が増加していることと, 浸透能の計測については計測箇所によって時期にずれがあるものの, 火砕流が少なくなった時期から火山灰の浸透能が上昇することが分かった。実斜面における火山灰の降雨浸透特性の影響について計測を行った研究例はあるが, 経時的な降雨浸透特性の計測や火山灰の流出状況の計測はなされていない。そこで本報では, 実斜面で火山灰の散布を行い, 飽和度や灰厚を計測することで, 火山灰によるのり面の降雨浸透特性の影響について考察する。

2. 計測概要及び計測条件 鉄道総研の盛土試験場内に構築された試験盛土ののり面表層に火山灰を散布するとともに, 火山灰の状況の観察と, 火山灰の灰厚や地盤内の飽和度分布の変化の計測を行った。火山灰の散布を行った盛土とその範囲を図1に示す。火山灰は, 盛土ののり面方向に延長4.5m×幅1.2mを散布範囲とし, 火山灰の灰厚の計測を行うために梁と昇降用のはしごを設置した。盛土内部には地表面から50cmの深度に土壌水分計(EC-5 : DECAGON 社製)を設置した。なお, 試験盛土は高さ3.0m, のり面勾配は1:1.5となっており, 盛土材料には細粒分質礫質砂(SFG)に分類される材料を用いて, 締固め密度比が $D_c=90\%$ 程度となるように構築されており, 飽和透水係数は $k=1.17 \times 10^{-4} \text{m/s}$ である。表1に火山灰の散布条件として, 散布した重量と目標とした火山灰の厚さ(灰厚)を示す。火山灰の散布は3回に分けて実施しており, 回数を重ねるごとに散布量を増やした。1回目と2回目の散布では散布直後に風等の影響で火山灰が流出したため, 3回目は重量を大幅に増やし散布を行い, さらに風で流出しないように霧吹きで水を散布した。図2に盛土材料と火山灰の粒度分布を示す。細粒分含有率は火山灰と比較すると盛土材料が多い。

図3に, 土壌水分計の設置位置および火山灰の定期的な厚さ測定のために設置した計測梁の状況を示す。土壌水分計はのり面の表層から50cmの深度に4台設置した。火山灰の灰厚はレーザー距離計を用いてのり面方向に0.2m, 直角方向に0.2mの間隔で測定を実施した。

3. 計測結果および考察 3回目の火山灰散布前後でのり面の火山灰の状況変化の写真を図4に示す。火山灰は2019年12月25日に散布を行



図1 火山灰散布範囲

表1 火山灰の散布条件

回数	目標灰厚 (mm)	重量 (kg)
1回目	2.6	2.08
2回目	10.0	8.00
3回目	50.0	40.02

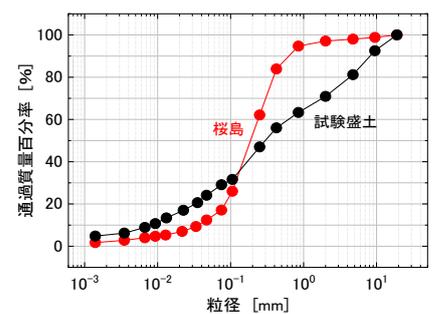


図2 盛土材料と火山灰の粒度分布

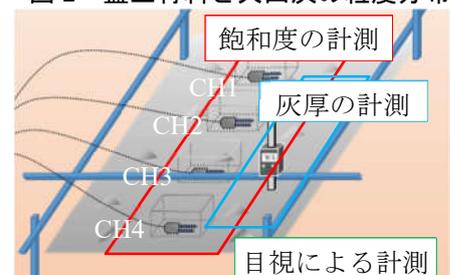


図3 計測項目

キーワード：火山灰, 斜面, 降雨

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 鉄道総合技術研究所 TEL：042-573-7261

い、2020年1月10日の時点ではのり面に残存していたが、1月30日時点では写真に示すようにのり面上部の火山灰は下方に流出し、のり面下方ではリル侵食が形成された。火山灰散布後から1ヶ月間の最大降雨量は時間雨量9mm/hr、積算雨量で110.5mmであった。

図5に火山灰散布前後で計測した火山灰の灰厚のコンター図を示す。コンター図の縦軸はのり肩を原点としている。火山灰の厚さは、火山灰散布前・後の各測点位置でのレーザー距離計の差から算定した。火山灰散布直後と比較すると、火山灰流出後ではのり面上部で灰厚の減少が多く見られ、またのり面下部では局所的に灰厚が増加しており、目視の観察と同様に上方の火山灰が下部に流出したことを示唆しているものと考えられる。

また、土壌水分計で計測された飽和度の時刻歴を図6に示す。飽和度の時刻歴は火山灰散布前の12月21～31日(図6(a))、散布後15日後の1月5日～15日(図6(b))、1ヶ月後の1月25日～2月4日(図6(c))までの期間のものを示している。火山灰散布前は(a)に示すように少量の降雨であってものり面での飽和度の上昇が確認されたが、

(b)の火山灰散布直後においては(a)期間と同等の降雨が観測された場合において飽和度の上昇は見られなかった。図2の粒度分布から細粒分の含有率は火山灰より盛土材料が多いことと、盛土は締固め密度比が $D_c=90\%$ 程度で作成しているが、火山灰は盛土材料のように締め固めた状態ではないことを考慮すると、火山灰の方が盛土材料より降雨を通しやすくなることが考えられるが、本研究では火山灰がのり面を被覆することで降雨浸透が抑制されていることが計測から分かった。これは火山灰が水分を含むことで、モルタル状被膜を形成して浸透能を低下したことが示唆される。ところが、(c)の期間においては再び飽和度の上昇が観測されている。これは図6(c)に示すように火山灰の流出やリル侵食が生じることで降雨が地盤内に浸透しやすくなったことが要因と考えられる。

4. まとめ 実斜面で火山灰の散布を行い、飽和度や灰厚を計測した。その結果、降雨散水実験と同様に火山灰が降雨浸透を抑制することが分かった。また、降雨によって火山灰が流出し、火山灰層にリル侵食が生じることや降雨浸透能が回復することを確認した。

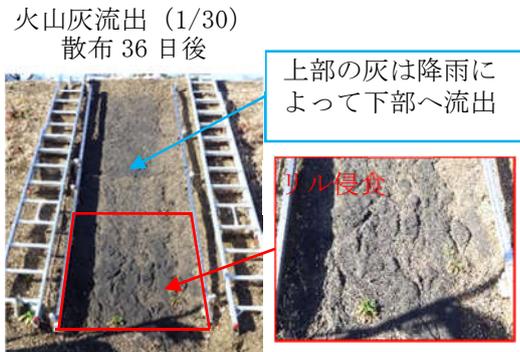
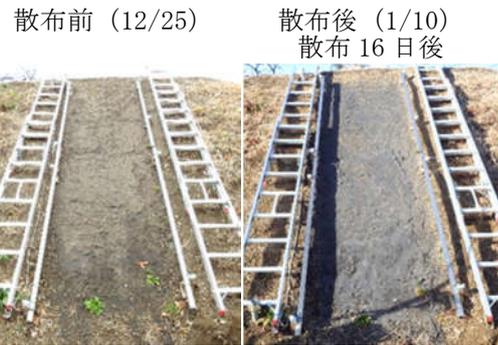


図4 のり面表層の火山灰の状況

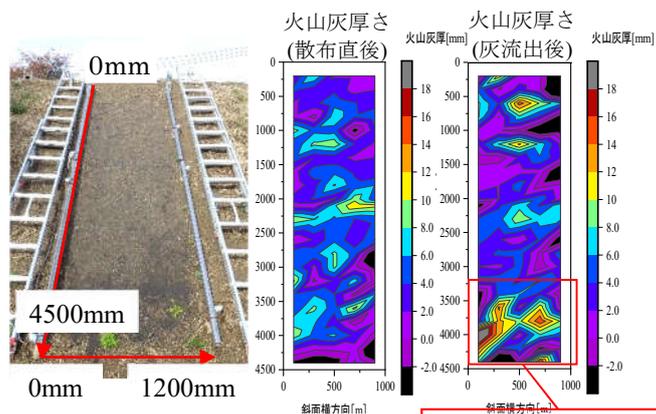


図5 火山灰の厚さ (3回目)

上部からの下部への流出

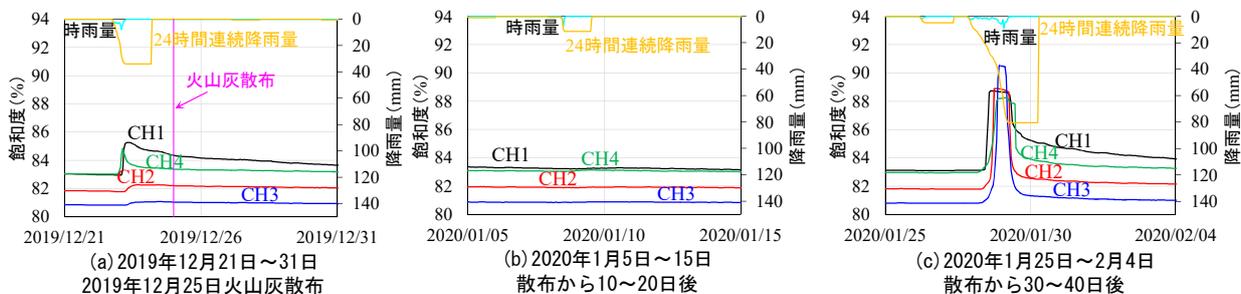


図6 盛土内部における飽和度の時刻歴

参考文献 1)松丸貴樹ら:灰厚および粒度分布に着目した火山灰被覆斜面の降雨散水実験,第54回地盤工学研究発表会後援概要集,pp.1747-1748,2019. 2)地頭菌ら,雲仙普賢岳周辺斜面における火山灰の分布と浸透能,砂防学会誌 Vol49, No.3, pp33～36 3)鉄道総合技術研究所:鉄道構造物等設計標準・同解説 土構造物,丸善出版,2013.