

京都大学防災研究所	フェロー	高橋 保
京都大学防災研究所	正会員	中川 一
京都大学防災研究所	正会員	里深 好文
京都大学大学院	学生員	成沢 光弘
京都大学工学部	学生員	○樫本 真也

1. はじめに

日本では特有の地理的、気候的条件により毎年多くの土石流が発生している。近年、自然災害による公共被害、特に人的被害において土石流災害によるものが大きな割合を占めるようになってきた。土石流の発生原因の一つに斜面崩壊土の流動化が挙げられる。1997年に鹿児島県針原地区で発生した土石流は死者21名を出した。これは16万 m^3 にも及ぶ深層崩壊土砂の一部が流動化し土石流となったものであった。本研究では、防災科学上きわめて重要な課題である、斜面を滑動する斜面崩壊土の流動化を2通りの実験により解明する。

2. 実験Ⅰ 一定速度でせん断される土塊の流動化

一定速度で底面をせん断される土塊の流動化について調べる。

図1に示すベルトコンベアを底面とする水路を実験装置として用い、含水率を変えた6種の土で3通りのベルトコンベアの速度でそれぞれ実験を行う。使用した土砂は中国蔣家溝における粘性土石流の粒度分布を再現したもので、粘土を含み連続した広い粒度分布を持つ。この土砂の粒度分布を図2に示す。この土砂を定量的の水と十分に混ぜ合わせ水路下流端に積み、ベルトコンベアを作動する。すると、土塊は底面でせん断を受け、底面近傍において土粒子が層状に上流方向に移動し、侵食が進行し、土塊高さ H は減少していく。なお、ベルトコンベアを作動すると直ちに、土塊の間隙内で気体の上昇、液体の沈降が確認され、土塊の底面近傍での含水率は初期状態よりも高くなっていると思われる。含水率(w)と侵食速度($-dH/dt$)の関係をベルトコンベアの各速度について示したものが図3である。この図から以下の傾向が読みとれる。

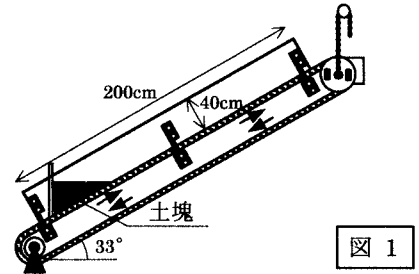


図 1

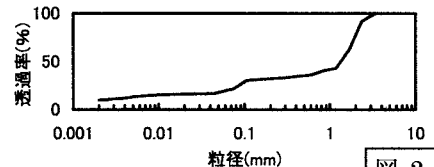


図 2

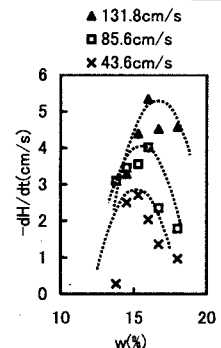


図 3

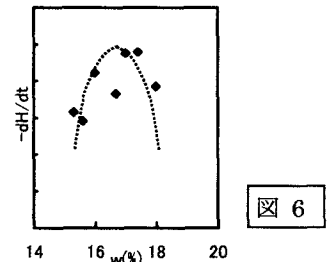
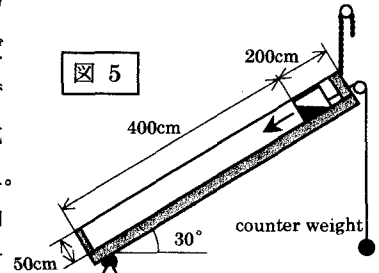
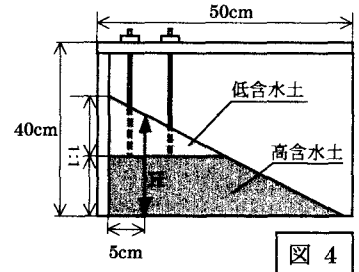
- ①ベルトコンベアの速度すなわち土塊の滑動速度が大きくなるほど侵食速度は大きくなる
- ②ベルトコンベアの速度に関わらず含水率が16.0%周辺で侵食速度は最大となり、それ以下では含水率が高くなるほど侵食速度は大きくなり、それ以上では含水率が高くなるほど侵食速度は速くなる。
- ②については次のように推察できる。含水率16.0%以下では土塊は粒子同士の接点を通じて底面で支えられており、含水率が上がると粘土の粘着力が下

り土塊の強度が低下し、侵食されやすくなる。16.0%以上では土塊は底面近傍で完全に液状化し、粒子が流体中に分散した状態で存在する。この状態において含水率が上がると粒子の濃度は低くなる。そのため層流状に流れる粒子群において、下層の粒子と上層の粒子の衝突回数が少なくなり最下層におけるせん断力が上層に伝達されにくくなり、侵食速度は小さくなる。

また、流動化層は土塊の下流側から上流方向に向けての厚さが大きくなっていき、平均的な厚さは侵食速度に比例し、上記の①、②の傾向と一致することが確認された。なお、本実験では実験規模上の制約から土塊上載圧の侵食速度に対する影響を見いだすことは出来なかった。

3、実験Ⅱ 斜面上を滑動する土塊の流動化

水路上を滑動する土塊の流動化について調べる。多くの斜面崩壊において地下水面はすべり面よりも高い位置にあると考えられる。そこで実験Ⅰと同じ土砂材料を用い、図4のように上層に低含水土、下層に高含水土が配置された土塊を内部での崩壊を制御するためにケース内に積み込み図5に示す水路上をケースごと滑動させる。この実験を下層土の含水率を15.0%~18.0%の間で6通り変えて行った。ケースが滑動するといずれの含水率でも下層土は全て侵食され水路上に残留し、上層土はその底面が水路床に達してもほとんど侵食されずにしばらく滑動したのちに停止した。水路上の残留土は含水率16.0%以下ではせん断を受けた地点に堆積したままで、16.0%以上では土は流動化して土石流となって水路上を流下し先に停止した上層土に乗り上げた。この現象により針原川土石流の堆積土において土石流堆積物の下に山腹地表面の土砂の存在が確認された事を説明できる。この実験における侵食速度と含水率の関係を図6に示す。この図の形状は図2のそれと概ね一致する。ここでは土塊が流動化しない場合は含水率の上昇に伴い侵食速度は大きくなり、流動化する場合は含水率の上昇に伴い侵食速度は小さくなるということが出来る。また、土塊が流動化しない場合は土塊の滑動速度が最大となる時刻と侵食速度が最大になる時刻は一致し、流動化する場合は一致しないことが確認された。



4、おわりに

本研究において土塊が流動化する場合と流動化しない場合における含水率による侵食速度の変化を解明することが出来た。

斜面崩壊土が流動化すると、流動化しない場合に比べてその到達距離は大きくなり、被害の規模も大きくなると考えられる。そこで、流動化に必要な条件を求めることはきわめて重要である。斜面上を滑動する土塊が流動化するためには次の二つの条件が満たされる必要があると考えられる。

- (1) 土粒子の分散に必要な水が供給される。
- (2) 土塊の内部構造が破壊されるのに十分なエネルギーが与えられる。

本研究において(1)についてはある程度解明することが出来たが、(2)については解明することが出来なかった。そこで(2)を解明することが今後の課題であると言える。さらに、より自然に近い条件の下で実験を行うことも必要である。