

## 斜面崩壊土の土石流化に関する実験的研究

京都大学大学院 学生員 檜本 真也  
 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 城島 航也

### はじめに

土石流の発生原因の一つに斜面崩壊土の土石流化が挙げられる。これは崩壊土塊が斜面を滑動中に底面で侵食され、土塊底面部に流動層を形成し、流動化した土砂が土石流となって流下するものと考えられる。本研究ではこれらのプロセスがどのような要因によって決定されるかについて実験的に考察する。さらに、緩勾配部での堆積過程についての実験も行う。

### 実験

図2に示すような勾配の異なる2つの水路を連結した水路上で土砂を充填したケースを滑動させ、土石流を発生させる。下流側の水路の勾配は $15^\circ$ に固定してある。用いた土砂材料は粘土分を含み、広い粒度分布を持つ。実験材料の粒度分布を図3に示す。一般に斜面崩壊のすべり面は地下水面よりも下にあると考えられる。そこで、ケース内では図2に示すように上層に低含水土を下層に高含水土を配置してある。この実験を上流側の水路の勾配と下層土の含水率を変化させた条件の下で行う。上流側水路の勾配は $26^\circ$ 、 $30^\circ$ の2通り、下層土の含水率は17.4%、18.0%、18.7%の3通りで行う。

実験では次のような現象が観察された。土塊を充填したケースは上流側水路を滑動し、下層土は全てせん断され水路上に残留する。下層土の全てがせん断された後、上層土が水路床に達すると、ほとんど浸食されずにケースとともにある程度滑動した後に停止する。その後、下層土の含水率が17.4%の場合は水路勾配 $26^\circ$ 、 $30^\circ$ ともに残留土は流動性を示さず水路上に停止したままで流下しない。含水率18.0%、18.7%の場合、残留土は流動化しているため、水路勾配 $26^\circ$ 、 $30^\circ$ ともに流下して先に停止している上層土にせき止めら、少し上層土を押し進めた後に停止する。18.7%、 $30^\circ$ の場合はさらに上層土を乗り越えて流下する。この状態を図4に示す。この現象により1997年に鹿児島県針原川で発生した深層崩壊土石流の土石流堆積物の下に山腹地表面の土砂が存在した事実<sup>1)</sup>を説明できる。

キーワード 土石流 斜面崩壊 流動化

京都府宇治市五ヶ庄京都大学防災研究所 tel 0774-38-4124 fax 0774-32-6039

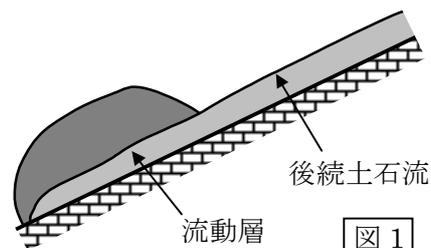


図1

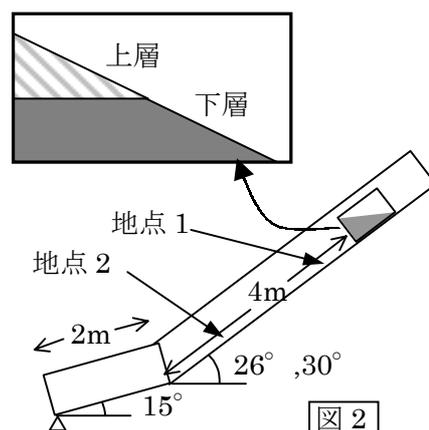


図2

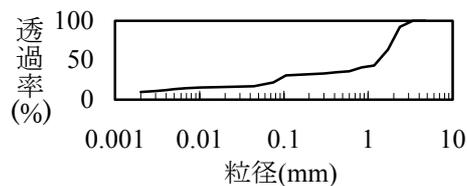


図3

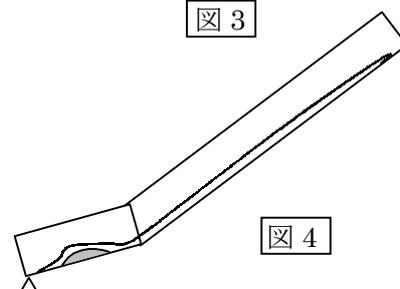


図4

含水率 18.0%、勾配 26° の場合における土塊の滑動速度  $v$  の時間変化を図 5 に示す。 $v$  についてはすべての含水率、勾配の場合において概ねこのような放物線を描くが、勾配の大きい方、含水率の高い方が最高移動速度は大きくなることが分かった。

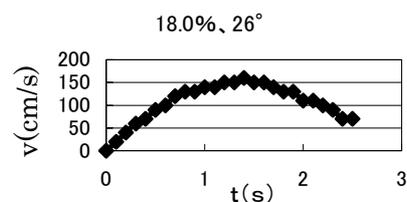


図 5

含水率 18.7%、勾配 30° の場合における侵食速度( $-dH/dt$ )の時間変化を図 6 に示す。すべての含水率、勾配の場合においてこのようにスタート後 0.2~0.3 秒後に侵食速度は最大となりその後徐々に減速し、約 0.5 秒後以降はほぼ一定速度で侵食される。また、勾配の大きい方、含水率の高い方がわずかながら侵食速度は大きくなることが分かった。これは含水率が高くなると土塊の強度が低下し、土塊がせん断されやすくなったためと考えられる。

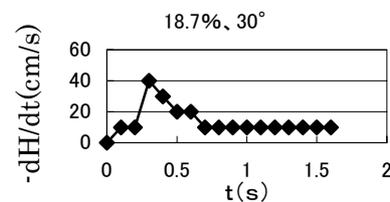


図 6

後続流の層厚は水路のどの地点においてもほとんど差は無かった。各含水率、勾配における後続流の層厚を表 1 に示す。この表から含水率が高くなるほど流動層の厚さが薄くなる事が分かる。これは流動層内では土塊の強度が小さくなるほど抵抗が小さくなり速度勾配が大きくなるため、流動する為に必要となる流動層の厚さが小さくなるからであると考えられる。

含水率 \ 勾配	26°	30°
17.4%	28mm	25mm
18.0%	25mm	21mm
18.7%	22mm	20mm

表 1

含水率 18.7%、勾配 30° の場合における後続流の平均流速の時間変化について図 2 における地点 1 と地点 2 で計測したものをそれぞれ図 7 に示す。地点 1 すなわち上流側では流速が徐々に遅くなっている。これに対して地点 2 すなわち下流側では一旦減速した後に再び速くなる。これは次のように考えられる。ある程度進んでから土塊後端部から供給される後続流の速度は、土塊が滑動し始めてからすぐのそれよりも遅いため、ある程度下流で発生した後続流は流下する間に一旦減速するが、その後の上流から流下してくる速い後続流に追いつかれ、押され再び速度を増す。

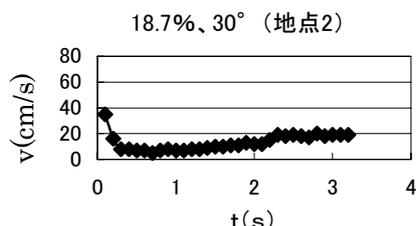
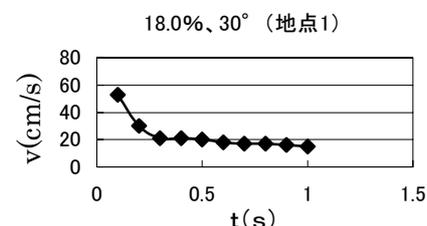


図 7

以上の実験では下層土は急勾配斜面で全て侵食されていた。そこで、次に土塊のスタート位置を下流側に移して実験を行った。この場合、土塊が緩勾配斜面に達した時点で下層土は侵食されきってなかった。ここで土塊は減速ししたが、滑動しやすい下層土の上に上層土が乗っているため、後続流に追いつかれると停止することなく移動した。このことから、滑動土塊が緩斜面に進入し、速度が落ちても直ちに停止するとは限らないと考えられる。

**課題**

斜面崩壊土の土石流化現象について知ることは防災科学上極めて重要である。本研究では含水率及び勾配の変化によって土石流化にどのような影響があるかを調べた。しかし、流動層の厚さがどのように決定されるかなど、土塊内部の構造について知ることは出来なかった。今後それらを調べ、さらにシミュレーションを行い斜面崩壊に起因する土石流の流出予測などを行う必要がある。

**参考文献**

- 1) 山田考・南哲行・小山内信智・水野秀明：1997年7月10日に鹿児島県針原川で深層崩壊に起因して発生した土石流の流下・堆積実態、砂防学会誌、vol51,no1,1998、p46-54