

異なる型式の砂防堰堤に捕捉される溶岩流の堆積特性に関する研究

群馬工業高等専門学校 学生会員 ○茂木 陽平 正会員 永野 博之
 群馬工業高等専門学校専攻科 学生会員 池本 敦哉
 八千代エンジニアリング株式会社 非会員 西尾 陽介 非会員 佐藤 敏明

1. はじめに

溶岩流災害は土地利用や資産などに多大な被害を与えるため、対策計画の構築が急務となっている。溶岩流災害のハード対策として、土砂災害対策施設の活用が期待されている。しかし、災害発生頻度の低さや高温流体を用いた実験の難しさから効果的な土砂災害対策施設の構造形状は明らかとなっていない。既往研究¹⁾では、不透過型砂防堰堤に捕捉される溶岩流の堆積形状や挙動について議論されているが、透過型砂防堰堤に捕捉される溶岩流の堆積形状や挙動に関する議論までには至っていない。

本研究は、砂防堰堤に捕捉される溶岩流の堆積特性や挙動に関する特徴を整理するために、透過型砂防堰堤を模擬した構造物を設置した流路を用いて、溶岩流の流動実験を実施し、異なる型式の砂防堰堤に捕捉される溶岩流の堆積特性や挙動について検討したものである。

2. 実験概要

溶岩は、融点降化剤を加えた川砂を加熱して生成した。加熱前の各重量は、川砂 540g、重曹 270g、ホウ砂 540g である。実験流路の模式図を図-1 に示す。本研究では、矩形断面流路を用い、流路勾配は 15°とした。流路は、打設したモルタルブロックを用いて形成し、流路高 5cm、流路幅 5cm、流路延長 160cm である。溶岩流は、流路の上流端から 30cm 地点に、加熱容器を手作業で斜動させて溶岩を供給することで発生させた。砂防堰堤の模式図を図-2 に示す。不透過型砂防堰堤を模擬した構造物は、高さ 3cm、幅 5cm、奥行き 3cm で打設したモルタルブロックを作製した。一方で、透過型砂防堰堤を模擬した構造物は、透過部に直径 0.5cm、高さ 3cm の丸棒を水平に寝かせたものを 4 本配置し、高さ 4.5cm、幅 1cm、奥行き 1cm で打設したセメントペーストによって形成された不透過部で透過部をはさみこんだ構造

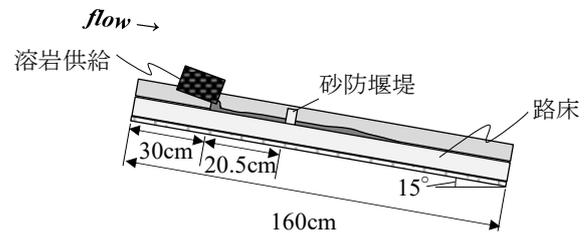
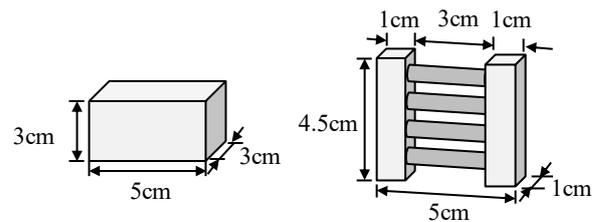


図-1 溶岩流流下実験の模式図



(a) 不透過型砂防堰堤 (b) 透過型砂防堰堤

図-2 砂防堰堤の模式図

表-1 実験ケース

CASE	構造物	流路勾配 [°]	供給量 [cm ³]	到達距離 [cm]
CASE1	無施設	15	290	70.4
CASE2	不透過型		280	63.8
CASE3	透過型		330	74.6

物を流路に設置した。構造物の捕捉面の位置は、供給地点から 20.5cm である。溶岩流の初期温度は、流路上方から赤外線サーモグラフィ (FLIR 製 CPT T-440, 放射率 0.9) を用いて計測した。溶岩の流下状況は、流路上方、流路右岸側方に設置したビデオカメラにより撮影した。実験終了後、固結した溶岩の体積、到達距離、堆積厚と堆積幅を計測した。堆積厚・堆積幅は、供給地点から 1cm ピッチで計測した。実験ケースを表-1 に示す。比較のため構造物を設置しない条件での実験も行った。

3. 実験結果及び考察

供給地点から構造物捕捉面までの堆積厚から、最小二乗法を用いて回帰直線を作成し、回帰直線の傾きから各ケースの堆積勾配を求めた。CASE1 の堆積勾配は、供給地点から 20cm 地点までの堆積厚を用いて算出し

た. 各ケースの堆積形状を図-3 に示す. 堆積勾配は, CASE1 では 15.5° , CASE2 では 8.5° , CASE3 では 10.1° であった. 構造物に捕捉された溶岩の堆積勾配は, 無施設のケースの堆積勾配よりも小さくなるのが分かる. このため, 構造物を設置することで, 堆積勾配の緩勾配化を期待できる傾向にある. 堆積勾配が緩やかになるほど, 砂防堰堤の貯留量が増加する. CASE2 の堆積勾配よりも CASE3 の堆積勾配が小さいことから, 不透過型砂防堰堤に捕捉される溶岩の体積は, 透過型砂防堰堤に捕捉される溶岩の体積よりも大きくなることが示唆される.

図-4 に各ケースにおける堆積厚比(d/\bar{d})と到達距離比(l/L)の関係を示す. 堆積厚比は, 各地点の堆積厚 d を平均堆積厚 \bar{d} で除したものであり, 到達距離比は, 堆積厚の計測地点 l を, 到達距離 L で除したものである. CASE2 と CASE3 の構造物捕捉面はそれぞれ, 到達距離比が 0.32, 0.27 の地点に位置する. 構造物捕捉面より上流側に着目すると, CASE2 では, 構造物捕捉面に近づくにつれ, 堆積厚比が徐々に大きくなっているが, CASE3 では, 構造物捕捉面の直前で堆積厚比が急激に大きくなっている. これは, 溶岩流が透過型砂防堰堤に捕捉された直後は, 構造物上流側に貯留されるが, 時間の経過とともに透過型砂防堰堤における最下段の透過部から押し出されるように流下するためだと考えられる. この結果から, 透過型砂防堰堤では, ほとんどの溶岩が貯留されずに透過型砂防堰堤の下流に流出していることが示唆される.

永野ら¹⁾は, 構造物捕捉面より下流側に着目して CASE1, CASE2 を対象に, 堆積厚比・堆積幅比について議論しており, 不透過型砂防堰堤を越流した溶岩流の堆積厚比・堆積幅比は, 一定の値をとる区間が出現する傾向にあるとしている. 図-4 から CASE3 の堆積厚比は, 到達距離比 0.38~0.60 付近まで一定の値をとることが分かる.

図-5 に各ケースにおける堆積幅比(w/\bar{w})と到達距離比の関係を示す. 堆積幅比は, 各地点の堆積幅 w を平均堆積幅 \bar{w} で除したものである. 図-5 から CASE3 の構造物捕捉面直後の堆積幅比は, 大きく減少し, その後急激に増加し, 到達距離比 0.35~0.68 付近まで一定の値をとることが分かる. 上記の議論から, 透過型砂防堰堤を通過した直後の溶岩流は, 不透過型砂防堰堤を越流した直後の溶岩流とは, 異なる挙動で流下するが, その後,

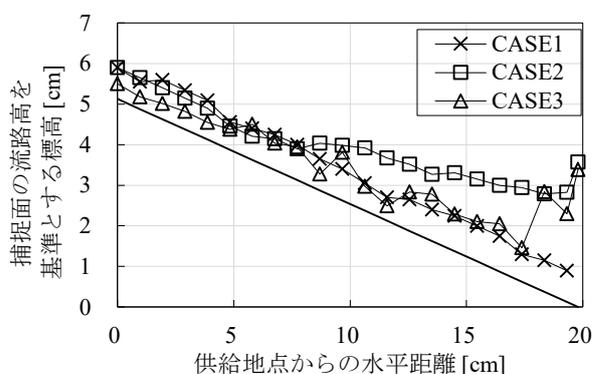


図-3 堆積形状

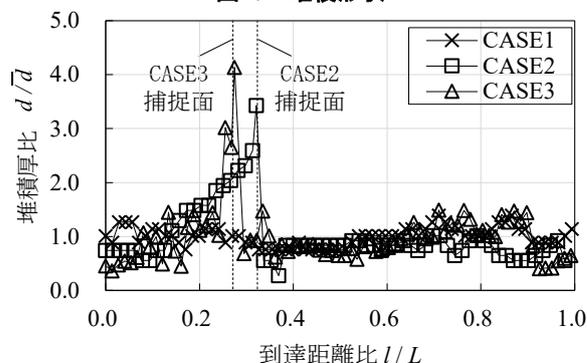


図-4 堆積厚比と到達距離比の関係

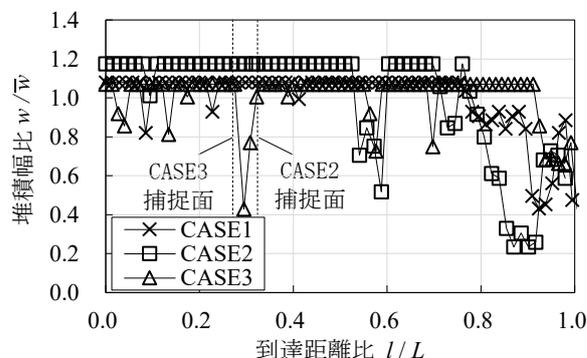


図-5 堆積幅比と到達距離比の関係

砂防堰堤を越流・通過した溶岩流の堆積傾向は, 堰堤の型式に関わらず類似した傾向がみられた.

4. おわりに

本研究では, 異なる型式の砂防堰堤を設置した流路を用いて流動実験を実施し, 砂防堰堤に捕捉される溶岩流の堆積特性や挙動について検討した. その結果, 砂防堰堤を越流・通過した溶岩流の堆積傾向は, 堰堤の型式に関わらず類似した傾向であった. 今後は, 実験ケースを追加し, 溶岩流の堆積形状や挙動に関する知見のさらなる集積を図る必要がある.

参考文献

- 1) 永野ら(2021);令和3年度砂防学会研究発表会概要集 pp.69-70.