

直方体構造物を越流する溶岩流の堆積特性に関する実験的研究

群馬工業高等専門学校 永野 博之・○茂木 陽平

群馬工業高等専門学校専攻科 池本 敦哉・柳原 駿太

八千代エンジニアリング株式会社 西尾 陽介・佐藤 敏明

1. はじめに

溶岩流災害は、土地利用や資産、交通網などに甚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。溶岩流災害に対するハード対策として、土砂災害対策施設の活用が考えられるが、構造物まわりの溶岩流の挙動など、基礎的な知見が不足している現状にあり、効果的な構造形状も明らかではない。永野ら¹⁾は、構造物を設置した溶岩流の流動実験より、構造物に捕捉された溶岩流の挙動や堆積特性などを検討しているが、実験で用いた流路勾配は単一のものとどまっていた。

本研究では、直方体構造物を設置し、流路勾配を変化させた溶岩流の流動実験を行い、直方体構造物に捕捉される溶岩流の堆積特性のさらなる知見の集積を図る。

2. 実験概要

溶岩は、融点降下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 10° および 15° とした。矩形断面流路は、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。直方体構造物は高さ 3cm、幅 5cm、奥行き 3cm で打設したモルタルブロックを流路に設置した。直方体構造物の捕捉面の位置は、供給地点から 20.5cm 地点である。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 CPA T-440、放射率 0.9) を用いて計測した。溶岩流は、矩形断面流路の上流端から 30cm 地点に、熔融試料が入った加熱容器を手作業で傾動させることで発生させた。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実施した。

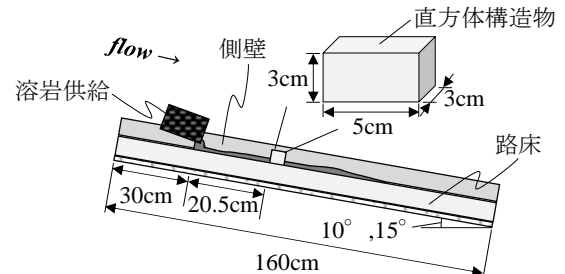


図-1 実験流路の模式図 (側面図)

表-1 実験ケース

CASE	勾配 [°]	構造物	供給量 [mL]
1-1	10	なし	350
1-2		あり	330
2-1	15	なし	290
2-2		あり	280

表-2 堆積結果

CASE	到達距離 [cm]	堆積幅 [cm]	堆積厚 [cm]
1-1	83.9	最大 W: 5.0 平均 \bar{w} : 4.7	最大 D: 1.0 平均 \bar{d} : 0.6
1-2	69.3	最大 W: 5.0 平均 \bar{w} : 4.1	最大 D: 4.3 平均 \bar{d} : 1.2
2-1	70.4	最大 W: 5.0 平均 \bar{w} : 4.6	最大 D: 1.1 平均 \bar{d} : 0.8
2-2	63.8	最大 W: 5.0 平均 \bar{w} : 4.3	最大 D: 3.7 平均 \bar{d} : 1.1

3. 実験結果および考察

3.1 溶岩流の堆積状況

表-2 に、各ケースの到達距離 L 、最大堆積厚 D と最大堆積幅 W を示す。計測値から算出した平均堆積厚 \bar{d} と平均堆積幅 \bar{w} も併せて示す。

3.2 堆積特性に関する考察

3.2.1 直方体構造物の上流における溶岩流

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。図-2、図-3 に、流路勾配 10°・15° のケースの堆積形状をそれぞれ示す。堆積勾配は、CASE1-1 では 10.2°、CASE1-2 では 3.3°、CASE2-1 では 15.6°、CASE2-2 では 8.5° であった。CASE1-2 と CASE2-1 の堆積勾配は、CASE1-1 と CASE2-1 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と考えられる。堆積勾配が小さくなると、以降に発生する溶岩流の流下速度や到達距離の減少につながる。流路勾配が小さいほど、各ケースの緩勾配化の割合は大きいことが分かる。直方体構造物による溶岩流の調節効果は、流路勾配が小さいほど大きくなると示唆される。

図-4 に区間体積の累加百分率と到達距離比(l/L)との関係を示す。到達距離比は供給地点から計測地点までの距離 l と到達距離 L との比である。図-5、図-6 に、到達距離比に対する、各地点の堆積幅比(w/\bar{w})、堆積厚比(d/\bar{d})をそれぞれ示す。CASE1-2 と CASE2-2 の構造物の捕捉面はそれぞれ、到達距離比が 0.30, 0.32 の地点に位置する。図-4 より、CASE1-2 と CASE2-2 における区間体積の累加百分率の変化率は、徐々に増加していることが分かる。図-5 に示すように、CASE1-2 と CASE2-2 の堆積幅比は一定の値を示し、堆積厚比は徐々に増加している。このため、CASE1-2 と CASE2-2 における構造物上流側に堆積した溶岩の体積には、堆積厚が影響を及ぼすことになる。本研究で生成した溶岩が矩形断面流路を流下し、構造物の上流に堆積した場合、堆積幅は一定の値を示し、堆積厚は徐々に値を大きくすると考えられる。

3.2.2 直方体構造物の下流に流出した溶岩流

図-4 より、CASE1-2 の $0.30L \sim 0.80L$ 付近と CASE2-2 の $0.32L \sim 0.70L$ 付近における区間体積の累加百分率は、ともに一定の割合で増加している。これは、堆積幅比・堆積厚比ともに、CASE1-2 では $0.30L \sim 0.80L$ 付近、CASE2-2 では $0.32L \sim 0.70L$ 付近まで、一定の値を示すためである。本研究で生成した溶岩が矩形断面流路を流下し、構造物の下流へ流出した場合、堆積幅・堆積厚は、ともに一定の値を示す区間が出現する傾向がある。

4. おわりに

本研究では、矩形断面流路に直方体構造物を設置し、溶岩流の流動実験を実施することで、構造物に捕捉される溶岩流の知見を集積した。その結果、流路勾配が小さいほど、直方体構造物による溶岩流の調節効果が大きくなると示唆された。今後は、追加実験を実施し、構造物に捕捉される溶岩流の特徴を整理する必要がある。

参考文献

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

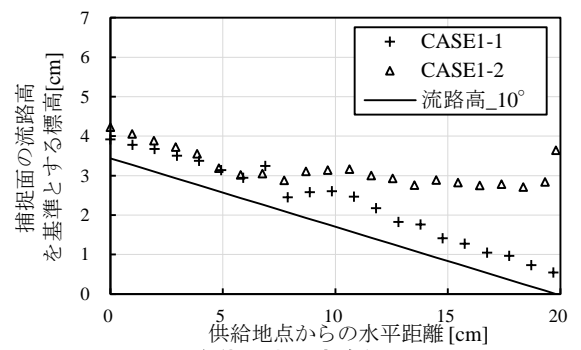


図-2 堆積形状 (流路勾配 10°)

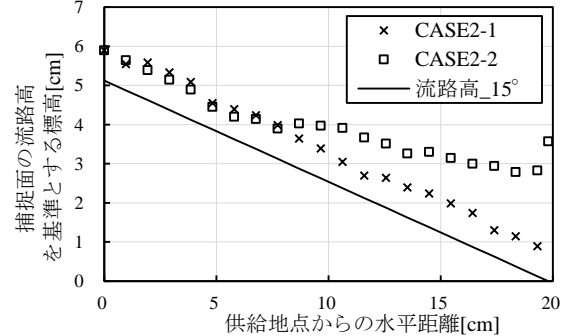


図-3 堆積形状 (流路勾配 15°)

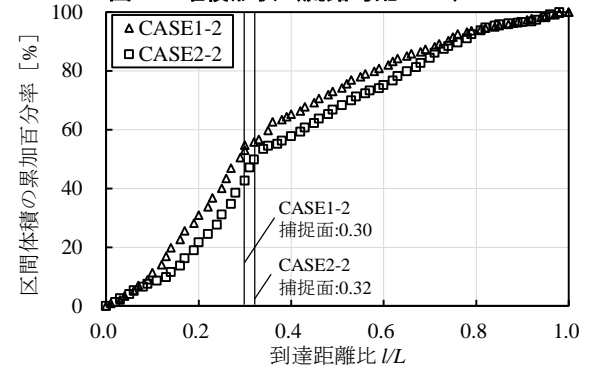


図-4 区間体積の累加百分率と到達距離比の関係

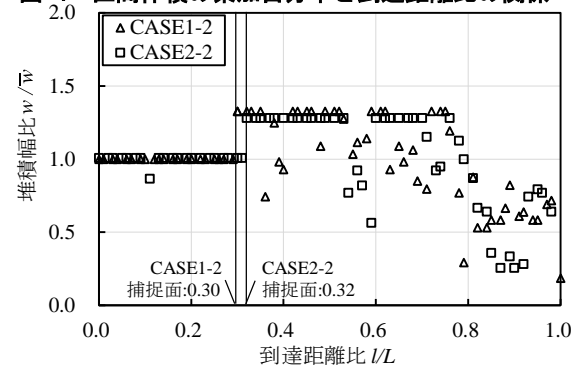


図-5 堆積幅比と到達距離比の関係

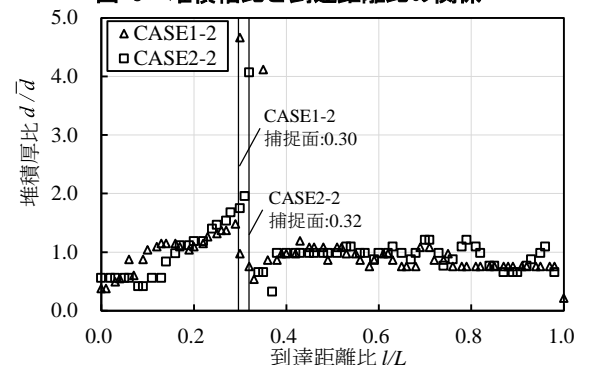


図-6 堆積厚比と到達距離比の関係