

直方体構造物を迂回・越流する溶岩流の堆積形状に関する研究

群馬工業高等専門学校 永野 博之・○池本 敦哉
東北大学大学院工学研究科 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

溶岩流災害におけるハード対策として、土砂災害対策施設の活用が期待されているが、溶岩流災害に対して効果的な構造形状は明らかでない。著者らは、これまで小型流路を用いた溶岩の流動実験により、溶岩流の流動特性に関する検討を行ってきた^{例えば1)}が、構造物による捕捉がないケースに限られていた。

本研究は、構造物に捕捉され下流へ流出する溶岩流に関する知見を集積するために、直方体構造物を設置した流路を用いて溶岩の流動実験を実施し、迂回・越流する溶岩流の堆積形状について検討したものである。

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、平板流路と矩形断面流路を用い、流路勾配はともに 15° とした。平板流路は流路延長 100cm、流路幅 60cm であり、木製合板に粒径 2mm 未満の川砂を厚さ 5cm で敷設して製作した。矩形断面流路は、打設したコンクリート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、平板流路の上流端から 20cm 地点、矩形断面流路の上流端から 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。直方体構造物は高さ 3cm、幅 5cm、奥行き 3cm で打設したコンクリート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 20cm(平板流路)、20.5cm 地点(矩形断面流路)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。

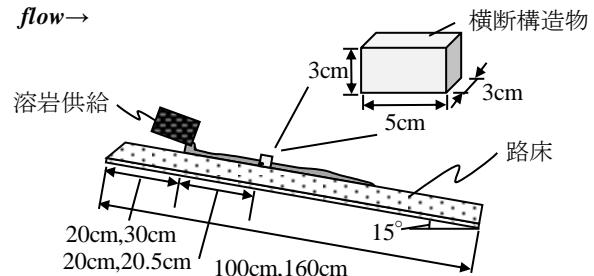


図-1 実験流路の模式図(側面図)

表-1 実験ケース

| CASE | 流路 | 直方体構造物 | 初期温度 [°C] | 供給量 [mL] |
|---------|------|--------|-----------|----------|
| CASE1-1 | 平板 | 有 | 980.0 | 350 |
| CASE1-2 | | 無 | 947.2 | 350 |
| CASE2-1 | 矩形断面 | 有 | 843.2 | 280 |
| CASE2-2 | | 無 | 896.8 | 290 |

表-2 堆積結果

| CASE | 到達距離L [cm] | 堆積厚d [cm] | 堆積幅w [cm] |
|---------|----------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| CASE1-1 | 左岸: 40.3 右岸: 42.4 | 最大 D: 1.2 平均 \bar{d} : 0.6 | 最大 W: 17.8 平均 \bar{w} : 13.0 |
| CASE1-2 | 36.8 | 最大 D: 1.0 平均 \bar{d} : 0.6 | 最大 W: 18.6 平均 \bar{w} : 15.5 |
| CASE2-1 | 63.8 | 最大 D: 3.7 平均 \bar{d} : 1.1 | 最大 W: 5.0 平均 \bar{w} : 4.3 |
| CASE2-2 | 70.4 | 最大 D: 1.1 平均 \bar{d} : 0.8 | 最大 W: 5.0 平均 \bar{w} : 4.6 |

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 (CASE1-2, CASE2-2) も行った。

3. 実験結果および考察

3.1 溶岩流の堆積状況

表-2 に、各 CASE 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。CASE1-1 の溶岩流は、構造物に捕捉された後、左岸・右岸に分岐し迂回するように堆積した。分岐後の左岸・右岸の最大堆積厚Dはそれぞれ 0.8cm, 0.9cm、最大堆積幅Wは 7.4cm, 6.8cm であった。CASE1-2 の到達距離Lは、CASE1-1 よりも短い結果となった。CASE1-2 では、溶岩供給直後の横断方向への広

がりが CASE1-1 よりも大きく、溶岩供給直後の流動深が CASE1-1 よりも小さくなつたためと考えられる。CASE2-1 の溶岩流は、構造物を越流して下流へ流下し、到達距離 L は、CASE2-2 よりも短い結果となつた。

3.2 区間体積と堆積厚比・堆積幅比との関係

本研究では、平均断面法を用いて区間体積を算出した。図-2 に、区間体積の累加百分率と、到達距離比(供給地点からの距離 l と到達距離 L の比)の関係を示す。また、図-3 および図-4 に、到達距離比に対する、各地点における堆積厚 d と平均堆積厚 \bar{d} の比(堆積厚比)および堆積幅 w と平均堆積幅 \bar{w} の比(堆積幅比)をそれぞれ示す。CASE1-1 と CASE2-1 の直方体構造物の捕捉面はそれぞれ、到達距離比が 0.46, 0.32 の地点に位置する。

CASE1-1 では、到達距離比 0.46 以前の堆積厚比は、到達距離比の増加につれて堰上がるよう大きくなつており、堆積幅比は緩やかなカーブを描くよう大きくなつておる。また、CASE1-2 の堆積厚比は、到達距離比 0.10~0.40 付近にかけて減少し、0.40~0.80 付近にかけて増加している。堆積幅比は、上に凸の緩やかなカーブを示し、到達距離比 0.46 以前の堆積幅比は CASE1-1 と同様の傾向をとる。このように CASE1-1 と CASE1-2 の到達距離比 0.46 以前における堆積幅比の傾向は類似している一方で、堆積厚比の傾向はそれぞれ大きく異なるにも関わらず、区間体積の累加百分率はともに一定の割合で増加し続ける。CASE2-2 では、堆積幅比が一定の区間で堆積厚比が変動しても、累加百分率は一定の割合で増加する。これらの CASE では、堆積幅が体積に対して支配的であると考えられる。一方、CASE2-1 における到達距離比 0.32 以前の累加百分率の変化率は、徐々に大きくなつておる。これは、堆積厚が徐々に大きくなり、堆積幅が変動しないためである。CASE2-1 では、堆積厚が体積に影響を及ぼすことになる。

CASE1-1 の左岸・右岸における到達距離比 0.46 以降と、CASE2-1 の到達距離比 0.32~0.70 付近の累加百分率は、ともに一定の割合で増加する。CASE1-1 では、堆積厚比・堆積幅比ともに到達距離比 0.46~0.80 付近まではほぼ一定の値を示し、到達距離比 0.80 以降は堆積厚比が大きくなるにつれ、堆積幅比が小さくなるためであり、CASE2-1 では、堆積厚比・堆積幅比ともに 0.32~0.70 付近まで一定の値を示すためである。直方体構造

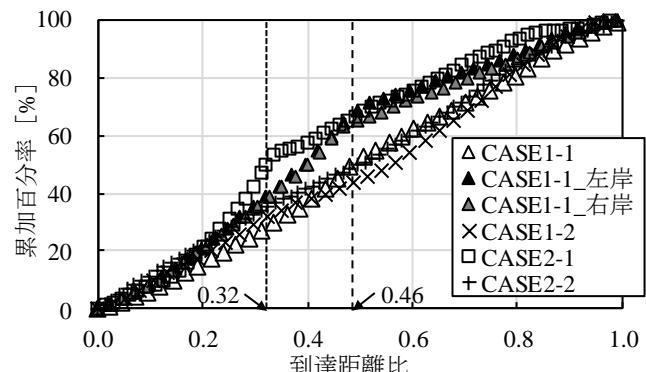


図-2 区間体積の累加百分率と到達距離比の関係

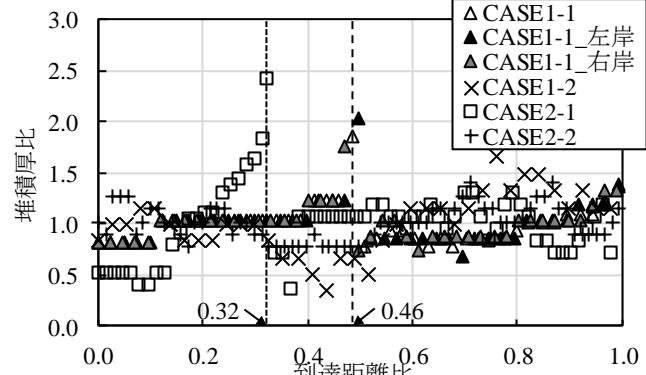


図-3 堆積厚比と到達距離比の関係

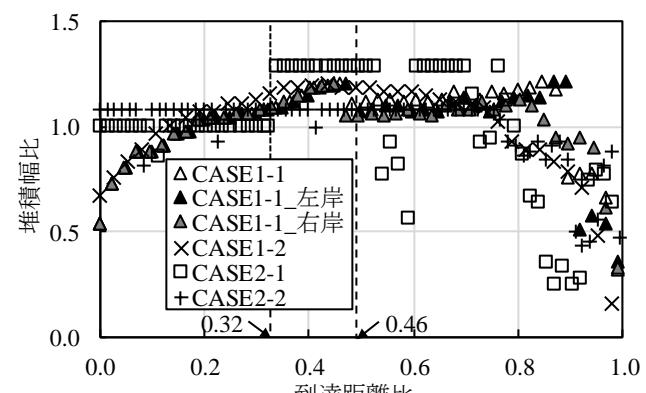


図-4 堆積幅比と到達距離比の関係

物を迂回・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。

4. おわりに

流動実験により、直方体構造物を迂回・越流する溶岩流の堆積形状について検討した。その結果、迂回・越流後の堆積厚・堆積幅は、一定の値をとる区間が出現する傾向がみられた。今後は、実験ケースを追加し、本研究で示した傾向と比較して、溶岩流の堆積形状に関する特徴を整理する必要がある。

参考文献

- 1) 永野ら(2019) : 平成 31 年度砂防学会研究発表会概要集, pp.67-68.