

火山地帯を想定した軽量骨材で構成される土石流の基礎実験

日本大学大学院 ○鈴木隆之 宮崎県庁 山田翔太 日本大学生産工学部 小田晃

1. はじめに

我が国は火山大国であり、火山噴火放出物からできた比重の小さな軽石や火山灰で構成された土壌が多く分布している。このような土壌で発生する土石流は、勾配の緩い地域まで流出し、広範囲に被害を及ぼすことが確認されている¹⁾。火山地帯における土石流災害を防ぐには軽石で構成された土石流の実態と、その特性を把握する必要がある。しかし、現時点で報告されている流動機構²⁾では上述の土石流の説明が十分とは言えない。そこで本研究は、火山地帯で発生する軽石で構成された土石流の特性を水理実験から明らかにする。

本実験では、単一粒径での各粒径における流下特性の違いを検討した実験を行い軽石(以下、軽量骨材)で構成された土石流の流速や波高、土石流濃度について考察する。

2. 実験条件

実験には勾配 15°、幅 10cm、長さ 7m の矩形断面水路を用いた。水路底面は棧型に木材を貼りつけ粗度を持たせた。水路上流端の区間に軽量骨材や砂礫を設置した。土石流材料は 24 時間吸水させたものを使用し、絶乾状態での軽量骨材の比重は 1.42、砂礫の比重は 2.54 である。供給流量は 1600cm³/s であり、水路上流端に設置する軽量骨材や砂礫の体積はそれぞれ約 6000cm³である。

実験では軽量骨材、砂礫とも 4 種類の粒径範囲(表-1)をそれぞれ単一粒径とし、それらの材料で構成される土石流特性について調べた。

表-1 粒径範囲

CaseNo.	粒径(mm)	幾何平均(mm)
Case1	9.5~16	12.33
Case2	4.75~9.5	6.72
Case3	2.36~4.75	3.35
Case4	1.7~2.36	2.00

3. 実験方法

設置した軽量骨材、砂礫の上流からポンプにより水を供給し、土石流を発生させた。土石流の流速、波高は撮影したビデオにより解析した。流速は土石流先頭部の速度である。波高は、水路底面から土石流の頂点部の鉛直距離とした。土石流濃度は、実験水路下流部から流出する土石流を先頭部、中間流 1、中間流 2、後続流の 4 区間に分け採取することにより計測した。

4. 実験結果と考察

4.1 土石流の流速

流速を図-1 に示す。軽量骨材、砂礫ともに粒径が小さくなると土石流の流速は速くなることが示された。粒径が最大と最小の時の流速の差は軽量骨材では 157cm/s、砂礫では 83cm/s となり、軽量骨材の方が粒径の違いによる流速の変化が顕著に示された。高橋ら³⁾によれば粒径の減少は流下速度を増加させる影響があることが報告されている。ここでは粒径の違いにより流速の増減に顕著な差が見られた軽量骨材の Case1 と Case4 の決壊直前の浸水状況について比較する(図-2)。Case1 では決壊直前は水が堆積物の下層全体まで浸水している。一方、Case4 ではそれほど浸水せずに土砂の上流部に水は溜まっている。Case1 では下層への浸水の影響で下流部から順次土砂が流れ出したが Case4 では上流に溜まった水が土砂を押し流す力も加わったため、流速は Case1 が遅く、Case4 が速くなったと考えられる。

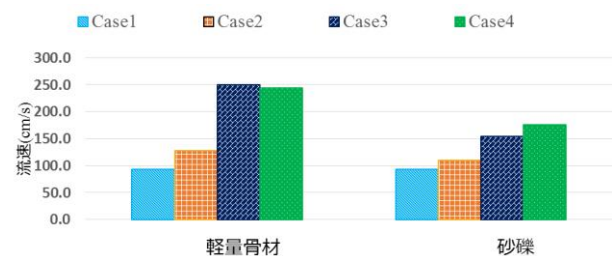


図-1 流速の比較

4.2 土石流の波高

波高を図-3 に示す。軽量骨材、砂礫ともに粒径が小さくなるとともに土石流の波高は低くなることが示された。

最大粒径と最小粒径の時の波高の差が軽量骨材では 10.5cm、砂礫では 2cm となり、軽量骨材では粒径による波高の変化が顕著に表れた。軽量骨材では流下時間が短く流速が速い。そのため土石流材料が集合体となって流下してくることから波高が高くなったのではないかと考えられる。

4.3 土石流濃度の時間変化

土石流濃度の時間変化を図-4、図-5 に示す。軽量骨材を用いた土石流の土石流濃度最大値は先頭部であり、時間とともに土石流濃度は減少する傾向にあることが示された。軽量骨材では Case1~Case3 は同じような流動特性が示されているが、Case4 のみ土石流濃度の最大値が極端に小さく時間変化も一定であることが示された。このことから軽量骨材により構成された土石流は粒径減少により異なる流下特性を持つと考えられる。砂礫を用いた土石流の土石流濃度最大値は中間流 1 であり、土石流濃度の時間変化も Case1~Case4 はほぼ同じ傾向となった。このことから砂礫により構成された土石流は粒径に関係なく似たような流動特性になると考えられる。

5. まとめ

実験での各粒径での流動特性について検討した。波高、土石流流速においてはともに軽量骨材の方が粒径の差異による影響が顕著に表れた。

粒径の最も小さい Case4 の軽量骨材で構成された土石流では、土石流濃度は時間の経過に無関係でほぼ一定であった。実験の観察結果から土石流の流動特性は流下初期の設置材料の決壊の状況や土砂材料の比重の違いなどの影響を受けていると考えられる。

今後はこれらの実験結果を踏まえ、軽量骨材型と砂礫型の違いを様々な観点から検討し、火山地帯における流動機構の定量的解明を行っていきたいと考えている。

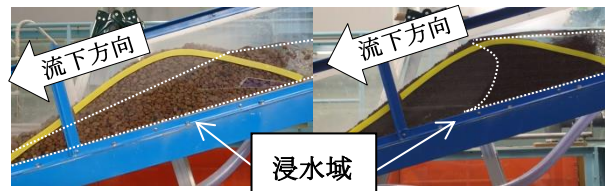


図-2 決壊直前の浸水状況図(軽量骨材)

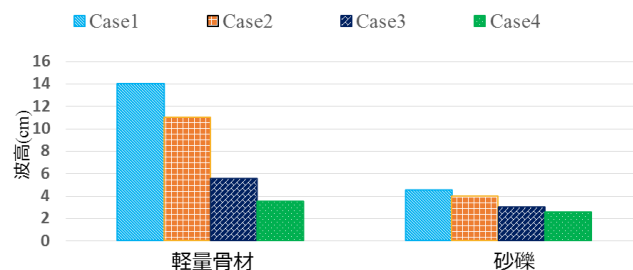


図-3 波高の比較

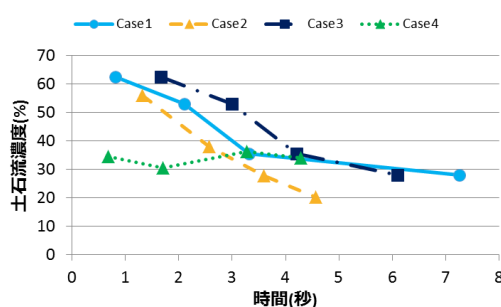


図-4 軽量骨材の土石流濃度の変化

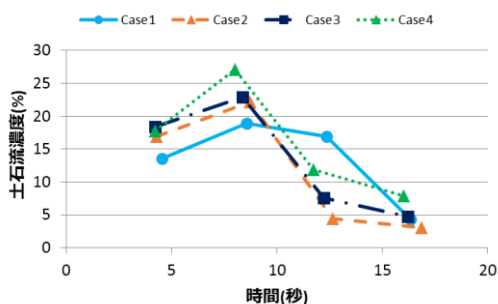


図-5 砂礫の土石流濃度の変化

参考文献

- 1)木佐洋志、山越隆雄、石塚忠範、瀧口茂隆、杉山光徳:2011 年の霧島山(新燃岳)噴火による火山灰体積斜面の降雨表面流出特性について、平成 24 年砂防学会発表会概要集、P206-207、2012
- 2)伊藤隆郭、長山孝彦、貝塚和彦、早川智也、渡邊康玄:軽量・重量骨材を用いた河床変動の実験手法、砂防学会誌、Vol.64、No.5、P3-12、2012
- 3)高橋保:土石流の機構と対策、近未来社、第 4 章、4.2、P182-188、2003