

# 砂防えん堤を越流する土石流特性に関する実験

日本大学生産工学部大学院 学生会員 ○山口 貴之  
日本大学生産工学部 正会員 小田 晃

## 1.はじめに

近年まれに見る豪雨などで土砂災害が多く発生しており、土石流は土砂災害の原因の一つである。また、溪流などの土石流についての実験は多くなされており、また日本では桜島などの活火山において多くの調査がなされている<sup>1)2)</sup>。

本研究ではそうした土石流についての対策として使用されている砂防えん堤の二次的被害を想定して満砂状態の砂防えん堤を土石流が越流した場合、土石流の流速や波高、土砂濃度などがどのように変化するかを実験的に求めることを目的としている。

## 2.実験概要

### 2.1実験条件

実験には水路勾配17°、水路幅10cm、高さ30cm、長さ7m、の土石流実験水路を用いた。流量は922cm<sup>3</sup>/sで供給をする。実験材料は軽量骨材を使用し平均粒径は9.5mmである。

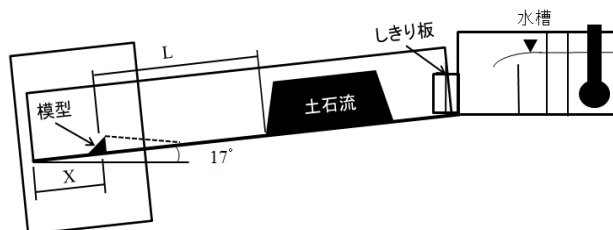


図1 土石流実験水路略図

### 2.2実験方法

予備実験より得られた堆砂量と堆砂勾配をもとに砂防えん堤模型上流側に飽和させた土砂を堆砂させる。また、砂防えん堤模型からL=3mの上流に8000cm<sup>3</sup>で同材料の土砂を設置する。その後流量922cm<sup>3</sup>/sを供給し、土石流が砂防えん堤模型を越流し水路最下流端まで流れきたところで水の供給を停止した。

水路下流端で三回に分け採取した土石流の最初を“a”続いて“b”最後に採取した土砂を“c”とし土砂濃度を計算した。その後、粒度分布を調べるため、ふるい分け試験を行った。また、水路下流端から上流側1mの範囲でビデオ撮影を行い土石流の流速、波高を求めた。

砂防えん堤模型越流後の土石流の波高などの変化を知るために砂防えん堤模型と土砂設置位置の距離(L)を固定し、土石流採取断面である水路最下流端からの距離をX=1m,2m,3mと変化させ同様の実験を行った。

## 3.実験結果と考察

### 3.1平均流速

マニング型の土石流流速式<sup>3)</sup>を使用し砂防えん堤模型がない場合の土石流の流速を計算した。

$$U = (1/K_n) \times R^{2/3} \times \sin\theta^{1/2} \dots\dots\dots(1)$$

$K_n$ :粗度係数(一般的にフロント部で0.1)  $R$ : 径深(一般的に $R=H$ で土石流の波高を用いる)  $\theta$ :傾斜勾配である。

図2では式(1)をグラフ内に入れ、砂防えん堤断面からの土石流流下距離による流速の変化を示した。 $R$ には砂防えん堤がない場合の土石流の平均波高(8cm)を使用した。砂防えん堤がない場合は $x=3m$ が最も早くなったのに対し砂防えん堤がある場合は最も遅くなった。式(1)を用いた場合の土石流の流速は100cm/secであり、砂防えん堤模型を越流した場合の流速に近い値となった。

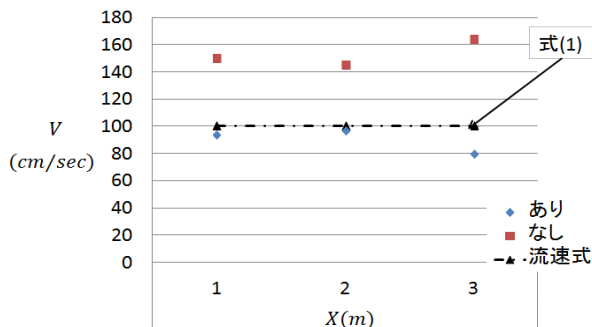


図2 砂防えん堤越流後の流下距離の違いによる平均流速と式(1)の関係

キーワード 土石流 軽量骨材 砂防えん堤 土石流流速式 土砂濃度

日本大学生産工学部 〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 小田研究室 山口貴之

砂防えん堤がある場合の平均流速が砂防えん堤がない場合の平均流速より減速した理由として、砂防えん堤上流側の堆砂域では底面勾配が緩いため減速したと考えられる。

### 3.2最大波高

本実験での波高の定義としては、砂防えん堤越流後の流下距離を変えることによって土石流の特性の変化を確認するため、水路最下流端から上流側1mの区間を流下する土石流の水路底面からの最大波高を使用した。

図3は砂防えん堤の有無による平均波高について示している。砂防えん堤ありの場合は越流後の距離が長くなるに伴い平均波高が低くなっている。砂防えん堤なしの場合では $X=2\text{m}$ が最も低くなっており、 $X=1\text{m}, 3\text{m}$ についてはほぼ同様の値となった。

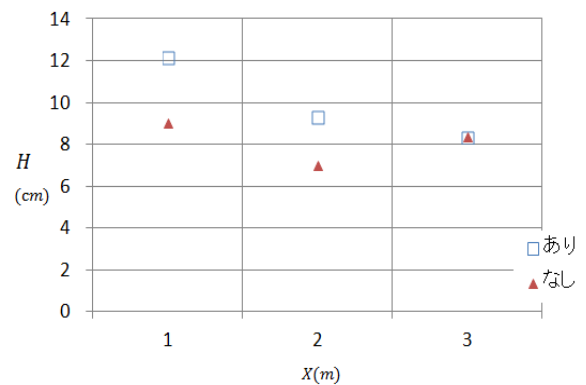


図3 砂防えん堤越流後の流下距離の違いによる最大波高

### 3.3土石流濃度

図4から採取aの土石流濃度が $C=0.7$ 程度でもっとも高く、採取b,cの順に減少している事が把握できる。また、Xの距離が延びるにつれ採取cの土石流濃度が低くなっている。

図5は水路最下流端で採取した砂防えん堤ありの場合( $X=2\text{m}$ )の土砂の粒度分布である。最初に採取したaから順番に粒径の大きなものが多くなっている事が示されている。また、 $X=1\text{m}, 3\text{m}$ の条件においても同様の結果が得られた。これは土石流の一般的な特徴である先頭部に巨礫が集まる特徴と同様の現象である。

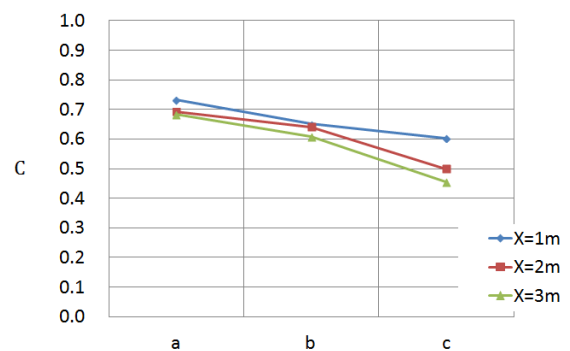


図4 土石流の採取範囲の違いによる土砂濃度の変化

### 4.まとめ

今回の実験から砂防えん堤がある条件では、流下距離が延びるにつれて土石流が減速し波高も徐々に減少していくが、砂防えん堤なしの条件では $X=3\text{m}$ での平均流速、最大波高がともに増加傾向にある事が示された。また、満砂状態の砂防えん堤を越流する際に土石流の波高が高くなり危険性が増すため対策が必要と考えられる。

土砂濃度が通常の礫の土石流と比べて高濃度な理由として、使用した軽量骨材の乾燥状態の比重が0.8と水よりも軽いので浮いて流れやすくなったと考えられる。

今後は土石流流下域全体を移動床にすることで水路床への土石流からの水の浸透や、砂防えん堤の堆砂勾配、堆砂域の飽和状態によって土石流の特性がどのように変化するかを実験的に検討していく。また、同様の実験で通常の砂礫を使用した土石流についての実験も行い比重や粒径など、材料の違いによる比較も行う予定である。

### 参考文献

- 1)地頭蘭隆,下川悦郎,寺本行芳,桜島における土石流河川の流出特性,1997 鹿児島大学農学部演習林研究報告
- 2)平野宗夫,定田誠,森山聡之,活火山流域における土石流の発生限界と流出規模の予測,1986年2月 第30回水理講演会論文集
- 3)水山高久,上原信司,土石流の水深と流速の観測結果の検討,昭和59年11月 新砂防,VOL.37,No.4

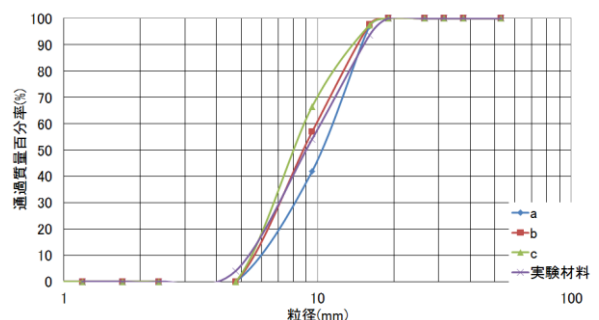


図5 最下流端にて採取した土石流の粒度分布 ( $x=2\text{m}$ )