

ため池貯水池内に流入する土石流の挙動特性に関する実験的検討 Model Experiments on Behavior of Debris Flow into a Dam Reservoir

園田悠介* 松本赳* 辻本琴音* ○長友陽奈** 澤田豊*
Yusuke SONODA, Takeru MATSUMOTO, Kotone TSUJIMOTO,
Hina NAGATOMO, and Yutaka SAWADA

1. はじめに 谷を堰き止めて築堤される谷池では、土石流による被害が報告されている。近年、気候変動により豪雨が激甚・頻発化する中、今後ますます被害の増加が予想される。そこで本研究では、ため池の貯水池内に土石流が流入することを想定した模型実験を行った。実験では、下流地域への洪水被害の観点から土砂の越流量と、堤体付帯施設への被害の観点から堤体に作用する衝撃圧に着目し、貯水位を変化させた時の影響を検討した。

2. 実験概要 実験装置を Fig. 1 に示す。実験装置はアクリル製で、斜面部と貯水部から構成される。貯水部には斜面部下端から 300mm の位置に、Fig. 2 に示す堤体模型を設置した。塩化ビニル製の堤体模型には、6 つの圧力計と 3 つの水圧計を取付けた。実験装置の幾何学的縮尺は 1/25 である（堤高 5m のため池を想定）。土石流は流下時のフルード則を満たすようにセラミックビーズ(密度 3.6 g/cm³) とし、粒径 3mm (白), 6mm (黒), 10mm (赤) の 3 種類を用いた。流木を丸棒 (φ9×100 mm, 密度 0.593 g/cm³) で模擬した。

実験では、斜面上部から模擬材料を流下させ、堤体模型に作用する圧力、水圧およびビーズの越流重量を計測した。また、貯水池内での土石流挙動や水位変化を観察するため、高速度カメラで撮影した。Table 1 に実験ケースを示す。各粒径のビーズを重量比 1 : 1 : 1 で混合した材料を流下させたケースを基本とし、粒径による影響を検討するため、単粒径の 3 ケースを実施した。また、Case RM-W は流木模型を混合したケースである。流下させるビーズの重量を 15kg, Case RM-W の流木模型を 100 本、貯水位を 0, 5, 10 cm とした。

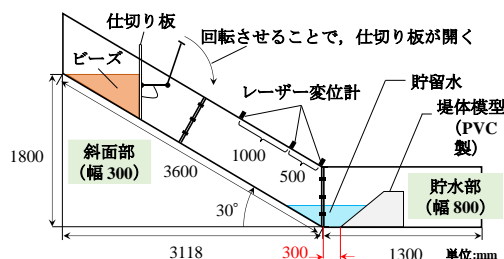


Fig. 1 実験装置の概要
Test container setup

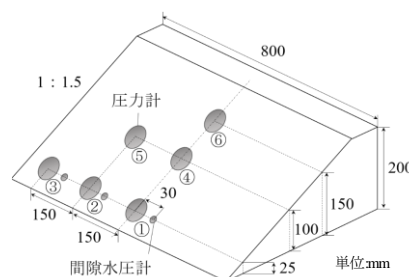


Fig. 2 衝撃圧計測のためのセンサー配置
Model embankment

Table 1 実験ケース
Experiment conditions

Case	ビーズの粒径	流木	水位 (cm)	
RM	混粒径	なし	0 5 10	
RM-W	(重量比 1 : 1 : 1)	あり		
R3	単粒径	なし	0 5 10	
R6		6 mm		なし
R10		10 mm		なし

*神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Science, Kobe University

**神戸大学農学部 Faculty of Agriculture, Kobe University

キーワード: ため池, 土石流, 貯留水, 模型実験

3. 実験結果 Fig. 3 は、各ケースでの貯水位とビーズの越流量の関係を表したものである。Case R3 は、いずれの貯水位でも越流がなかった。いずれのケースについても貯水が存在することで越流が抑制されており、粒径が大きいほどその効果は顕著であった。

Garrett ら (2017) は、貯水池内に土石流が流入すると孤立波が生じることを指摘しているが、本実験でも同様に孤立波が観察された。Fig. 4 は孤立波が最高水位に達したときの様子である。最高水位 H を初期水位 h で除した値を相対水位 ($=H/h$) とし、流下するビーズの層厚の最大値 S を初期水位 h で除した値を相対層厚 ($=S/h$) とすると、相対層厚と相対水位の関係は Fig. 5 のようになった。貯水位 5 cm の場合、孤立波の水位は元の 2.5 倍程度まで上昇しており、堤高次第では越水の危険があることがわかる。

堤体に作用する全体の圧力増加が、ビーズの衝突による衝撃圧、水位上昇に伴う静水圧変化、水の流動による動水圧の 3 成分で構成されると仮定すれば、圧力計の値から水圧計の値を引くと、ビーズによる衝撃圧が求まる。Fig. 6 は、一部のケース (圧力計 1, 2) の衝撃圧の最大値を示したものである。貯水位が 0 cm から 5 cm に変化したとき、最大衝撃圧は大きく減少していることがわかる。

4. まとめ 本研究では、模型実験をもとに、貯水池に流入する土石流の挙動特性について検討した。実験の結果、貯水があることで、堤体への衝撃が緩和され土砂の越流量が抑制されることが示された。一方、土砂流入により水位が上昇することから、越水しない範囲で得られる減災効果を検討する必要がある。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 21H02306 および 21J20338 の助成を受けました。

引用文献：

Garrett, S., M., Take, W., A., Ryan, P., M. and Scott, M. (2017) : Tsunamis generated by long and thin granular landslides in a large flume, *Journal of Geophysical Research : Ocean*, Vol. 122, Issue 1, pp. 653-668.

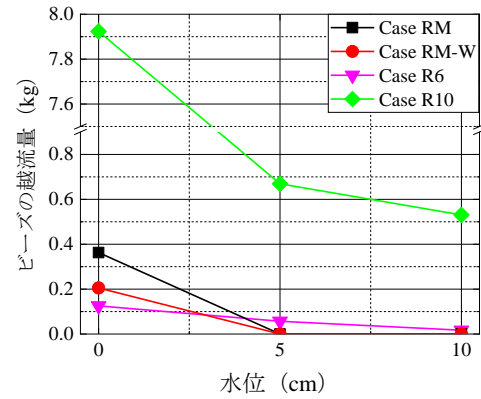


Fig. 3 ビーズの越流量
Amount of sand overflow

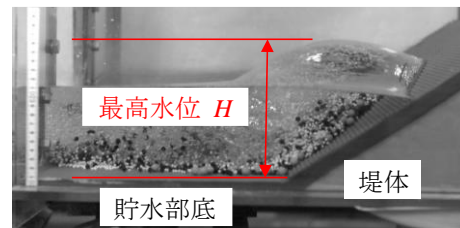


Fig. 4 発生した孤立波 (Case RM, 10cm)
Generated wave in Case RM

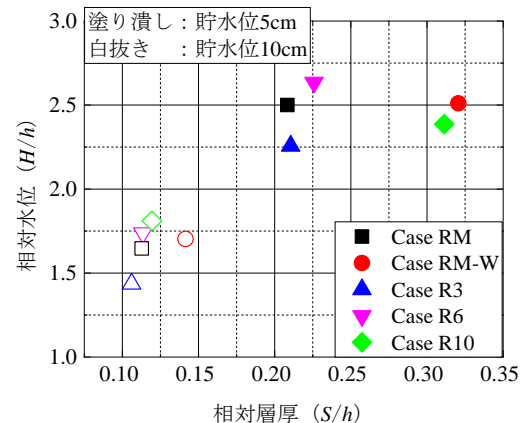


Fig. 5 相対層厚と相対水位の関係
Relative wave height versus relative thickness of the accumulated sand

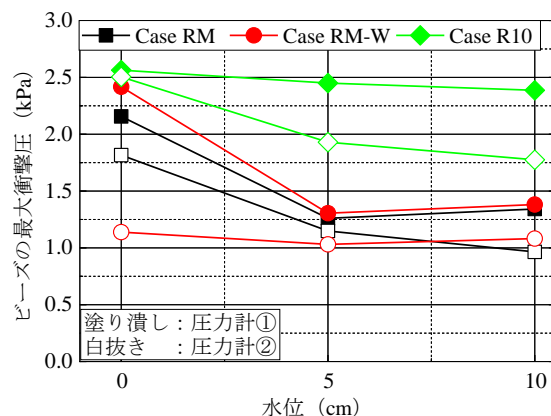


Fig. 6 ビーズの最大衝撃圧
Maximum impact pressure