

貯留状態のため池に流入する土石流に関する基礎的実験 Fundamental Experiment on Debris Flow into Reservoirs in Storage Condition

園田悠介* 松本 赴* ○井上優佑** 澤田 豊* 河端俊典*

Yusuke SONODA, Takeru MATSUMOTO, Yusuke INOUE, Yutaka SAWADA, and Toshinori KAWABATA

1. はじめに 貯水を目的とするため池は、土石流などの土砂災害が多発する谷部に多く造成されている。しかしながら、ため池の現行設計¹⁾では、土石流がため池に流入することは想定されていない。そこで本研究では、貯水状態のため池に土石流が流入した場合の挙動やため池堤体に及ぼす衝突荷重について、基礎的な検討を行うことを目的に模型実験を行った。

2. 実験概要 実験水路の概要を **Fig. 1** に示す。本実験の幾何学縮尺は 1/25 程度（堤高 5m のため池）を想定している。実験水路は、既往の研究を参考に²⁾、アクリル製で、斜面勾配 45 度、水路幅 300 mm であり、土石流による衝突荷重を測定するための荷重計が取り付けられた高さ 200mm の堤体模型を斜面下端から水平距離 150 mm の位置に固定した。土石流は、高さ 1,350mm にある仕切り板上部に碎石を敷き詰め、瞬時に開放することで模擬した。また、本実験で使用した碎石の材料諸元を **Table 1** に示す。碎石は乾燥重量 10kg とし、24 時間浸水させたのち使用した。本実験で実施したケースを **Table 2** に示す。貯留水の影響を考慮するため、本実験では貯水位を 0 mm（貯水なし）、50 mm、100 mm、150 mm とした。実験では、堤体模型に取り付けた荷重計による計測のほか、一定間隔にレーザー変位計を設置することで、その間を土石流が通過する時間から土石流の流下速度を求めた。さらに、流入部を高速度カメラ（株式会社ナック、MEMRECAM Q2m）で撮影し、土石流の流入挙動を評価した。

3. 実験結果 **Fig. 2** は各ケースにおける、時間と衝突荷重の関係を示したものである。なお、土石流流下前の貯留水による静水圧は考慮せず、土石流による影響のみを評価するため、各ケース水を貯めた状態を基準（荷重が 0 の状態）とした。また、それぞれレーザー 3 が反応した時を時刻 0 s とする。貯留水に流入する直前の流下速度は、平均 2.2 m/s で各ケース概ね一定であった。

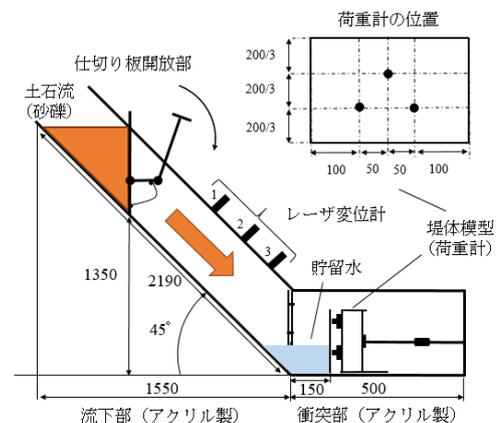


Fig. 1 実験水路の概要
Experimental apparatus

Table 1 碎石の物理特性
Properties of crushed stone

最小粒径(mm)	2
均等係数	2.286
曲率係数	0.893

Table 2 実験ケース
Experimental case

Case	水位(mm)	V_s	
		貯水量	空き容量
Case 1	0	—	—
Case 2	50	0.245	1.40
Case 3	100	0.297	0.61
Case 4	150	0.409	0.36

※ V_s は土石流の体積とする。

*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

Fig. 2 では、荷重が土石流の流入により増大し最大荷重を示した後、一定値になることがわかる。貯水位が高い場合には、荷重増大の立ち上がりが早く、また、波の発生によりピークが複数回現れることがわかる。Fig. 2 における最大荷重および十分時間が経過した後の残留荷重それぞれにちて水位との関係を Fig. 3 に示す。貯水位が高くなるとともに堤体に作用する衝突荷重が大きくなっており、本実験条件では、既往研究で述べられているような、貯水による土石流の衝突荷重の低減効果³⁾はみられなかった。

Fig. 4 に、貯水位が 150 mm である場合 (Case-4) の、土石流が流入する様子を示す。流下する土石流のフロント部は、比較的細長い状態で貯留水に潜り込み (厚さ約 50 mm)、水の抵抗を受けて急激に拡大 (厚さ約 70 mm) していることがわかった (Fig. 4 (a))。その結果、水が上方に押し上げられ、急激な水位上昇が生じている (Fig. 4 (b))。Fig. 3 で示したように、貯留水のある方が最大荷重が大きいのは、この水位上昇による起因するものと考えられる。

4. まとめ 本研究では、貯水状態のため池に土石流が流入した場合の挙動およびその衝突荷重に関する基礎的な模型実験を行った。貯留水がある状態では、土石流は潜り込むよう流入し、水を上方に押し上げる挙動を示すことがわかった。その結果、本実験条件においては、急激な水位上昇による荷重増大により、貯留水による衝撃力の低減効果は確認できなかった。今後は、土石流材料や流下速度など条件の影響や、急激な水位変動による堤体への影響について検討する。

引用文献

- 1) 農林水産省 (2015) : 土地改良事業設計指針「ため池整備」
- 2) 正田大輔, 吉迫宏, 楠本岳志, 井上敬資, 小島創 (2021) : ため池への土砂流入時の堤体に対する作用荷重の評価, 農業農村工学会論文集, 313(89-2), 371-378.
- 3) 正田大輔, 井上敬資, 酒井直樹, 吉迫宏, 紺野道昭 (2018) : 流下土砂が斜面直下にある貯水池に及ぼす影響に関する模型実験, 平成 30 年度農業農村工学会講演会講演要旨集, 668-669.

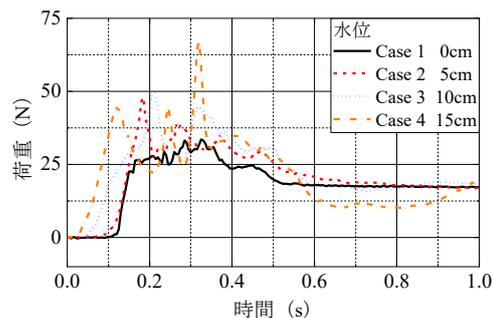


Fig. 2 各ケースの衝突荷重の経時変化
Change over time of the collision load for each case

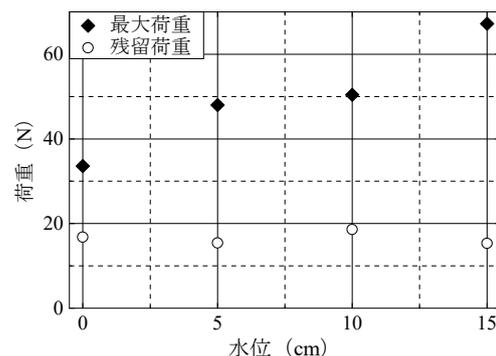
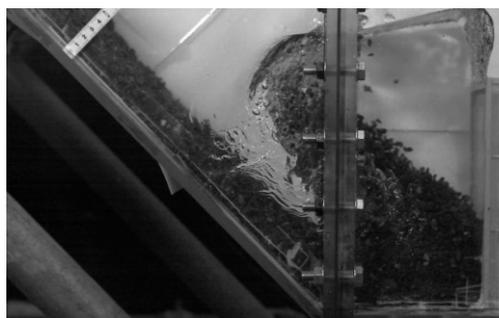


Fig. 3 最大荷重と残留荷重
Maximum and residual loads



(a)流入直後, 土石流フロント部が増大



(b)水を押し上げながら潜り込む

Fig. 4 土石流流入の様子
(nac, MEMRECAM Q2m による撮影)
Mudflow inflow