

令和 2 年 5 月 20 日現在

機関番号：82111

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K15349

研究課題名（和文）土石流流入時のため池堤体に作用する衝撃力に関する研究

研究課題名（英文）Study on embankment of Small Earthfill Dam at Acting Load due to Inflow of Sediment

研究代表者

正田 大輔 (Shoda, Daisuke)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・農村工学研究部門・主任研究員

研究者番号：30549845

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：土石流の発生件数の増加により、下流に位置するため池の被災事例がある。本研究では、砂防設備と異なるため池に対する土砂災害時の作用荷重を明らかにすることを目的として模型実験や数値実験を実施した。模型実験では、土砂流入時のため池堤体に作用する荷重を計測し、計測荷重と砂防基本計画策定指針での土石流流体力の算定値との比較を行った。その結果、最大荷重作用時の土砂の堆積・流下状況から、流下物の一部が堆積した後、後続の流下物の作用により荷重が最大となった。流入速度が遅くなることやため池堤体勾配が緩勾配であることで、砂防設備と異なり全作用荷重に対して堆積荷重の与える影響が大きくなることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

農地・斜面災害に関する研究は、数多くなされており、特に安定性や浸透流に関する実験や解析を中心に実施され、ため池堤体についても、豪雨・地震災害を対象とした越流・浸透・すべりに対する実験もしくは解析に関する研究は行われている。しかしながら、ため池上流域からの土石流流入を対象とした研究は数が少なく意義がある。

土石流が発生した場合に、ため池に対して与える影響因子として、土石流の流体力が挙げられる。本研究では、模型実験および数値解析により、ため池に対する土砂災害時の作用荷重について明らかにする。

研究成果の概要（英文）：There are some damage cases of small earthfill dam due to debris flow. Some model experiments and numerical experiments are conducted on the different conditions from Sabo related plan to verify the load acted on small earthfill dam. In model experiment, fluid force in Manual of technical standard for Sabo master plan is examined around a small earthfill dam. As the result, the maximum load is acted due to the flow of the following sediment after the deposit of a part of the flow sediment in both experiments and numerical experiments. The ratio of sediment load against total load is larger because inflow velocity is slow and the slope gradient of the dam is gentle. The ratio of maximum load due to slope gradient between 1:1 and 1:1.5 is close to the ratio of normal component of the velocity.

研究分野：農業工学

キーワード：ため池 土砂流入 模型実験 土石流流体力

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、時間雨量 50mm 以上の短時間強雨の発生件数が約 30 年前の約 1.4 倍に増加し、全国各地で水害・土砂災害が頻発しており、甚大な被害が発生している。平成 26 年 8 月豪雨では、広島市北部や近畿地方等を中心として大雨が発生し、いずれの場所でも農業用ため池が、土石流や崩壊土砂の流入によって被災した(写真 1)。

土石流等による土砂災害を防止する施設としては、砂防設備があるが、想定を超える豪雨においては、砂防設備の設置されていない斜面での土砂災害により、ため池の被災が発生することも想定される。

ため池で土砂を受け止めた場合、ため池が土砂災害防止機能を発揮することが期待されるが、土石流流入時のため池堤体への影響は未解明である。そこで、本研究では主にため池内の貯水を考慮しないケースにおいて、砂防堰堤との相違点に着目して堤体への作用荷重(衝撃力)に関する研究を実施した。

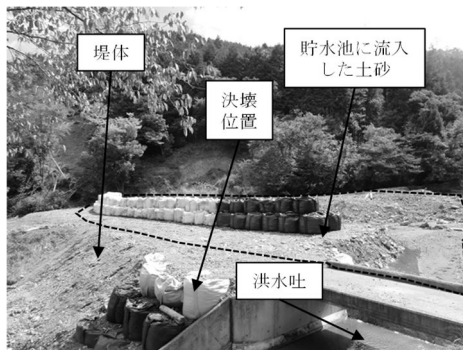


写真 1 ため池への土砂流入後の写真

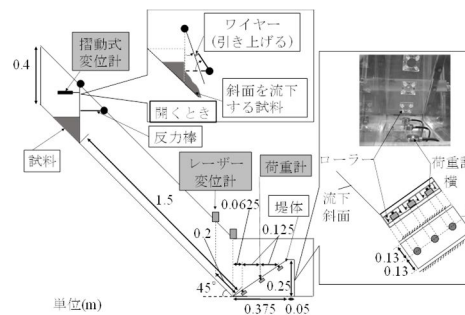


図 1 模型実験装置の概略図

### 2. 研究の目的

本研究では、ため池特有の条件として、ため池流域の渓床が緩勾配であるため想定される土砂の流入速度が遅いことや、ため池堤体が土構造物であるため堤体勾配が緩勾配であることが挙げられる。これらを踏まえた模型実験を行った。

ため池への土砂の流入については、土石流流体力の式にある、流入土砂の密度や速度、流下中の深さを計測している。

土石流流体力の式は以下を用いている。

$$F = K_h \frac{\gamma_d}{g} D_d U^2$$

ここで、 $F$ は流体力(kN/m)、 $\gamma_d$ は土石流の単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)、 $g$ は重力加速度(m/s<sup>2</sup>)、 $D_d$ は土石流の水深(m)、 $U$ は速度(m/s)、 $K_h$ は係数(1.0)である。

これらの流入土砂の密度や速度、流下中の深さの違いがため池堤体に対する作用荷重に与える影響を明らかにする。土砂流入についての模型実験(図 1)と数値実験により、土石流がため池に流入した際の土砂の挙動を再現した上で堤体に作用する荷重について検証する。これにより、土砂災害時におけるため池の機能評価につなげることを目的とする。

### 3. 研究の方法

土砂流入時のため池堤体に作用する流体力を把握するため、ため池への土砂流入を想定した模型実験を実施する。実験により得られた土砂の密度と流動中の深さ、速度を用いて、砂防基本計画策定指針で示されている土石流流体力の式(国土交通省国土技術政策総合研究所, 2016)を用いて荷重の算定を行う。さらに、算定値と実験で計測された最大荷重との比較を行う。

前述の通り、ため池は砂防堰堤とは流入条件や構造が異なる。本研究では、砂防堰堤との相違を踏まえ、土石流の衝撃による最も危険側を想定し、ため池堤体と斜面が接する場合の堤体への衝撃力について着目する。実験条件としては、流下物材料(まさ土・3号珪砂等)を変えた模型実験およびため池の堤体勾配を変えた数値実験を実施する。解析ケースについては堤体側の斜面勾配を 1:1.5(ケース )、1:1.2(ケース )、1:1(ケース )の 3 ケースを実施した。

### 4. 研究成果

#### (1) 堤体に作用する荷重と時間の関係

3号珪砂とまさ土の実験ケースによる荷重と時間の関係(図 2)を示す。この図から、3号珪砂の質量が大きくなるほど、最大荷重も大きくなり、計測開始後の約 1.1~1.2 秒後に最大荷重が発生していることがわかる。まさ土については密づめと緩づめ状態の 2 種類の実験を行った結果、最大荷重は密づめの方が緩づめより大きくなった。密づめにするすることで、試料充填時の

土砂の形状が崩れなかったため、流下深さが深くなり最大荷重が大きくなった。

(2) 最大荷重作用時と作用後の土砂堆積・流下について

堤体への最大荷重作用時の土砂の状況から、最大荷重作用時の土砂の作用荷重成分について考察を行った。これより、流下物の一部が堆積した後、後続の流下物の作用により荷重が最大となった。数値実験においても、同様の結果となった。このことから、土砂の流下による荷重と堆積による荷重から最大値が得られるものと推察される。

(3) 最大荷重作用時の流体力による荷重と堆積物による荷重の比較

上記のことから、最大荷重作用時の流体力による荷重と堆積物による荷重を比較すると、堆積物による荷重が流体力による荷重より大きくなった。ため池斜面勾配が緩勾配かつ流入速度が遅くなることで、全作用荷重に対して堆積荷重が与える影響が大きくなった。

(4) 解析によるため池堤体勾配が土砂流入時に与える影響(図4)

堤体勾配の増加( , , の順)により流入する速度が抑えられたことにより、堤体に対して荷重が大きく作用する結果となった。堤体に作用する最大荷重としては、最大値発生前後の速度に着目することで荷重の評価ができることが示唆された。

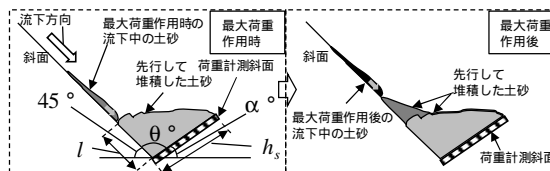
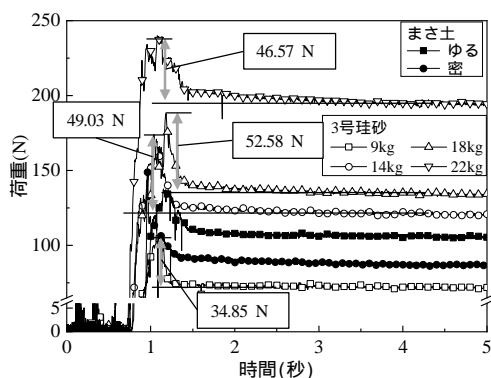


図 2 3号珪砂とまさ土の荷重と時間の関係 図 3 最大荷重作用時と作用後の土砂堆積・流下についての概略図

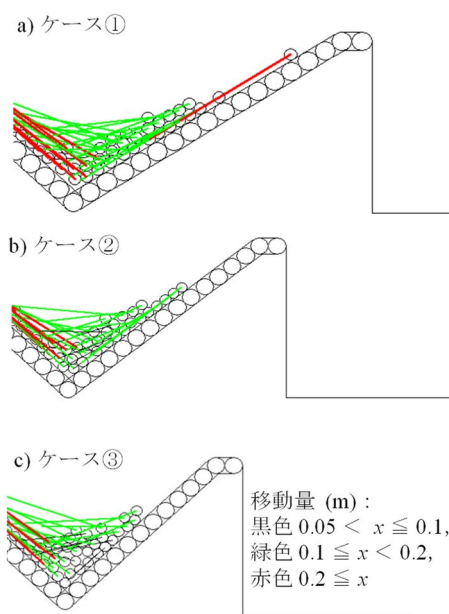


図 4 堤体周辺での粒子移動量の結果

参考文献：国土交通省国土技術政策総合研究所(2016): 国土技術政策総合研究所資料 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説, 7-51.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 正田大輔・井上敬資・酒井直樹・吉迫 宏・紺野道昭
2. 発表標題 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
3. 学会等名 農業農村工学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 正田大輔・小嶋 創・笹倉萌子・斎藤広隆・吉迫 宏
2. 発表標題 土砂流入時のため池堤体に作用する荷重に関する基礎的実験
3. 学会等名 農業農村工学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 正田大輔・井上敬資・吉迫 宏・小嶋 創
2. 発表標題 DEM解析によるため池堤体勾配が土砂流入時に与える影響についての検討
3. 学会等名 地盤工学会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----