

短時間溪流閉塞の決壊に関する実験的研究

財団法人建設技術研究所

京都大学大学院農学研究科

筑波大学大学院生命環境科学研究科

○長谷川祐治

水山 高久

宮本 邦明

1. はじめに 土石流などによる土砂災害は突発的な発生が多く、その場面に遭遇することはほとんどないため、観測データが十分に得られていない。そのため、土石流の発生・流下過程を想像しながら雨量データや痕跡からピーク流量を推定していく¹⁾。その中で流量が推定以上となる場合があるが、その過程についてはあまり知られていない。長谷川らの実験²⁾によると、流木を含む土石流が立木に一時的に引っ掛かり短期的な河道閉塞（以下、短時間溪流閉塞と呼ぶ。）を形成して、決壊後の流量が若干ではあるが増加すること、また、大規模な天然ダムの決壊とは異なることを示した。しかし、決壊後の流量変化については課題が残っている。本報は、短時間溪流閉塞の高さと流入流量を任意に変化させて、決壊過程に着目して、決壊後の流量変化の検討を行った。

2. 実験概要 実験水路は、幅 10cm、長さ 700cm、深さ 30cm の可変勾配直線矩形断面水路を使用した。水路は、固定床として、粗度として実験砂を貼り付けた。短時間溪流閉塞は、水路下流端から 1m と 3m 上流の位置に作成して、できる限り決壊しやすい形状とした。実験砂は、最大径 2.0cm、平均粒径 0.82cm の混合砂である。上流からは定常給水を行い、水路下流端から流出する流量をローラー上に設置した採取箱を用いて時系列に計測を行った。実験条件を図-1 に示す。

3. 実験結果 写真-1 にケース 1、4 の短時間溪流閉塞決壊の瞬間像を示す。時刻 $t=0.0\text{sec}$ は、決壊直前の時刻とした。両者ともに $t=2.5\text{sec}$ の間に全ての土砂が流出する。ケース 1 は、堆砂面でせき上げ発生後に、天端越流とともに縦侵食が生じて決壊する。これは、天端を全面で越流するため横侵食は生じないが、大規模な天然ダムの越流決壊と同様であると考えられる。一方で、ケース 4 はせき上げが生じることはなく、流水が短時間溪流閉塞の天端を勢いよく飛び越えて決壊しており、両者の決壊過程は大きく異なる。

図-2 は、実験結果を下流側の短時間溪流閉塞への流入流量 Q_{in} （図-1 参照）と決壊後のピーク流量 Q_{out} の比と Q_{in} に対応した Froude 数の関係で整理したものである。この図によると、Froude 数の小さい条件で Q_{out}/Q_{in} が大きくなることがわかる。また、連続した短時間溪流閉塞は、単体のものと比べて Q_{in} が増大するため Q_{out}/Q_{in} が小さくなる（図中の●と▲、×と◆の比較）。

図-3 は、実験結果を水深比と Q_{in} に対応した Froude 数の関係で整理したものである。図中の h_3 より水深比が大きくなる条件は、せき上げが発生する⁴⁾。ここに、 h_1 : Q_{in} に対応した水深、 h_2 : 短時間溪流閉塞の高さ、

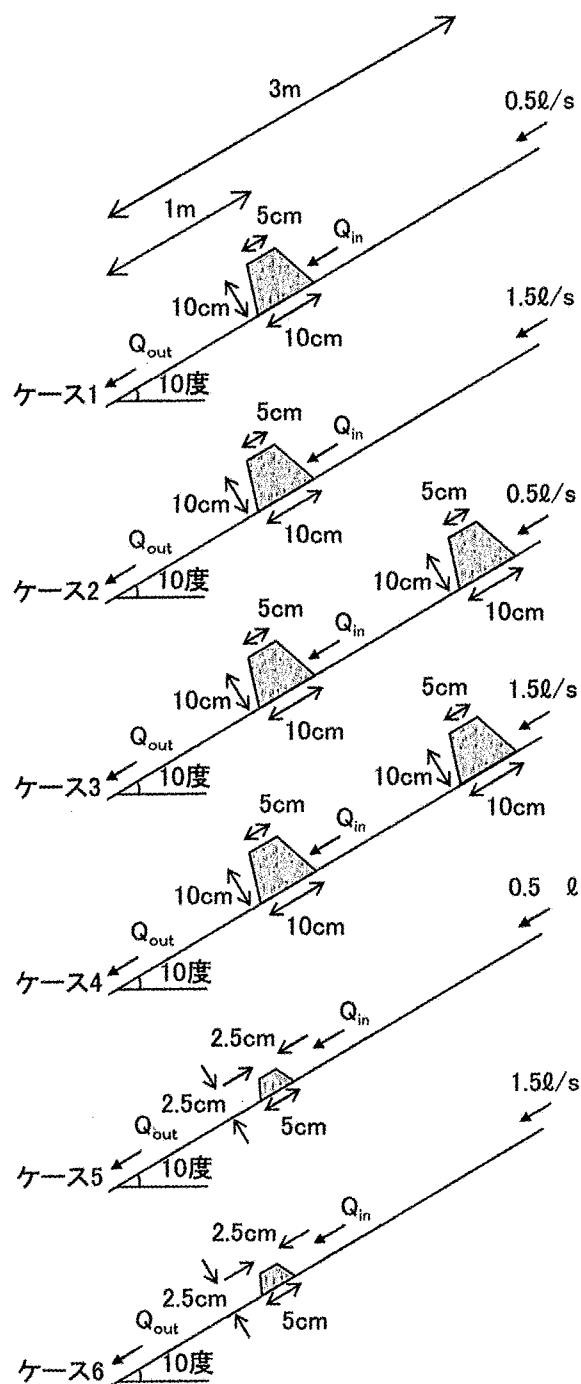


図-1 実験条件

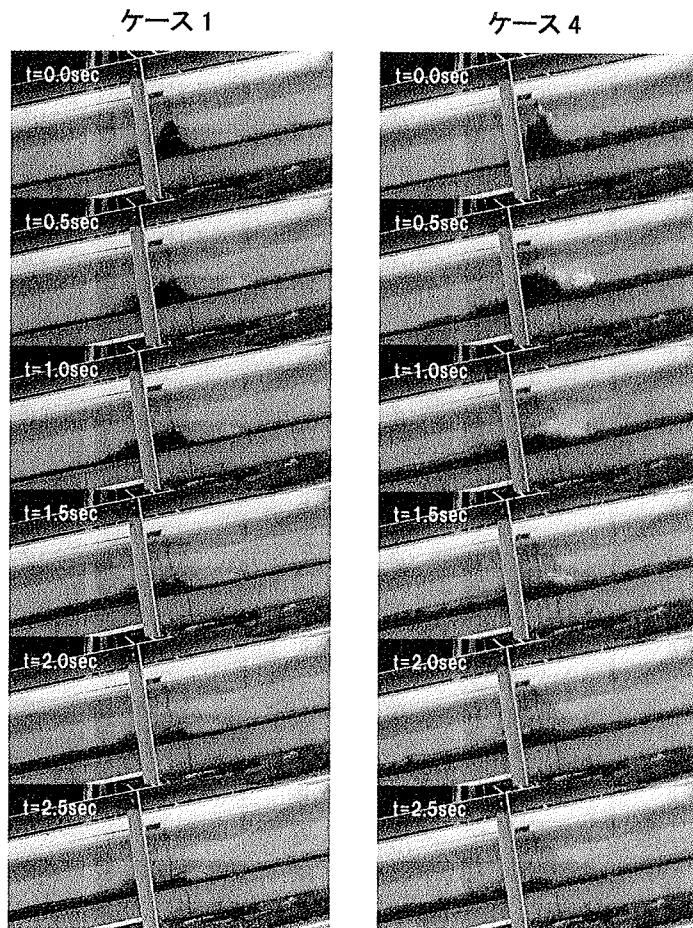


写真-1 短時間溪流閉塞決壊の瞬間像

h_3 : J. N. Bradley らの勾配を考慮した共役水深に関する実験結果から本実験の Froude 数と実験水路の河床勾配の条件から求めた共役水深、 h_4 : 実験結果から得られる短時間溪流閉塞直上流の水深である。この図によると、せき上げが発生する条件は、ケース 1 と 5 (図中の●、◇) である。この結果を図-2 に当てはめると、せき上げが発生する条件は Q_{out}/Q_{in} が 2.0 以上となり、せき上げが発生しない条件より明らかに大きくなる。また、短時間溪流閉塞の高さ 5cm の場合は Froude 数 1.66 以下、10cm の場合は Froude 数 1.83 以下でせき上げが発生するが、ケース 2、3、6 (図中の×、▲、○) は短時間溪流閉塞の高さまで水位が上昇する前に決壊したため、せき上げが発生しなかった。

4. おわりに 短時間溪流閉塞の決壊による流量変化について検討を行った。その結果、短時間溪流閉塞の堆砂面でせき上げが発生すると決壊後のピーク流量が増加しやすい。また、せき上げは Froude 数が小さく短時間溪流閉塞の高さが高い条件で発生しやすい。ただし、流木を含む土石流が立木に引っ掛かり短時間溪流閉塞を形成する場合などは、Froude 数に関係なく立木が途中で折れて流量が増加することも考えられるため、今後も様々なケースを考えて流量変化について検討を行っていく。

参考文献 1) 栗原淳一ら: 2006 年等に発生した鉄砲水に報告関する流出特性について、自然災害科学 82 Vol. 26, No. 2, 2007 2) 長谷川祐治ら: 流木を含む土石流の流れに関する研究(2)、平成 19 年度砂防学会研究発表会概要集、p. 416-417, 2007 3) 里深好文ら: 天然ダムの決壊に伴う洪水流出の予測手法に関する研究、水工学論文集、第 51 巻、p. 901-906, 2007 4) 長谷川祐治ら: 透過型砂防えん堤のせき上げに関する実験的研究(2)、平成 15 年度砂防学会研究発表会概要集、p. 84-85, 2003

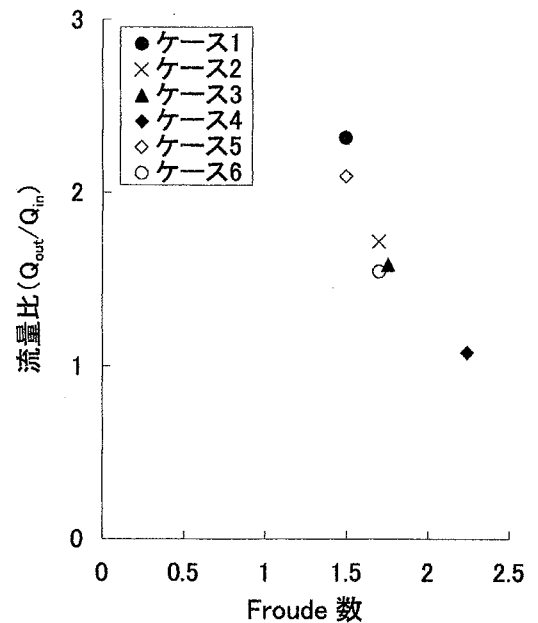


図-2 流量比と Froude 数の関係

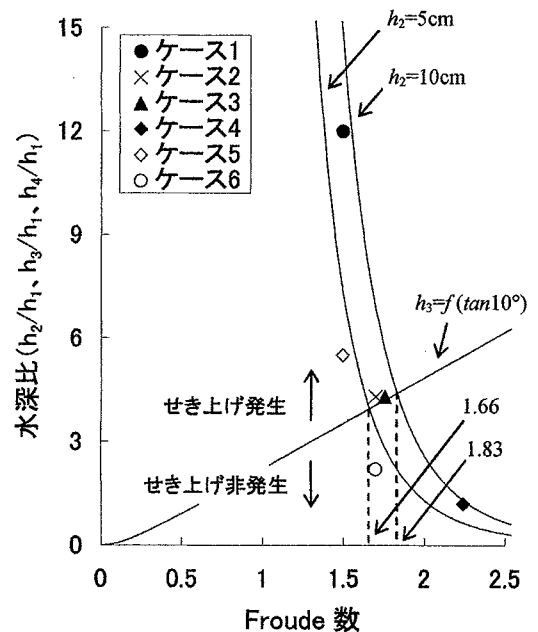


図-3 水深比と Froude 数の関係