

# 天然ダム決壊時の流量に関する一考察

日本大学生産工学部土木工学科 ○小田 晃  
京都大学大学院農学研究科 水山高久  
筑波大学大学院生命環境科学研究科 宮本邦明

## 1. はじめに

天然ダムの決壊は急激な出水をもたらす。その際、下流域で氾濫が発生する可能性が高い。既往の研究<sup>1)</sup>によると、天然ダムの決壊時のピーク流量に大きく影響する因子として、天然ダムの高さ、湛水量、湛水域へ流入する流量があげられている。一方、天然ダムが越流決壊したときは、流路が侵食により拡大していく場合と、侵食流路側方の土砂が崩壊する場合があります。両者とも、この侵食・崩壊土砂が下流に堆積し、その後再移動する状況が観察されている<sup>2)</sup>。ここでは、天然ダムが河床低下しない河道に形成された場合を想定して、天然ダムの決壊時における流量の時間変化（ハイドログラフ）とピーク流量について、流入流量を変化させた実験から考察を行った。

## 2. 実験概要

実験水路は長さ 13.0m、幅 30cm、勾配 1/30 の可傾斜矩形断面直線水路である(写真 1)。天然ダムは平均粒径 4.4mm の混合砂を用い、転圧して形成した。天然ダムの形状は高さ 30cm、上下流法勾配 1/4、天端幅 10cm である。湛水域への流入流量は 343, 759, 1,522cm<sup>3</sup>/s、水路底面はベニヤ板張りの固定床とした。決壊は越流決壊を対象とし、決壊時の流量は、超音波変位センサーによる湛水域水面の水位計測値と水路下流端(天然ダム下流法尻断面から 1.0m 下流)における直接採取による実測値から求めた。

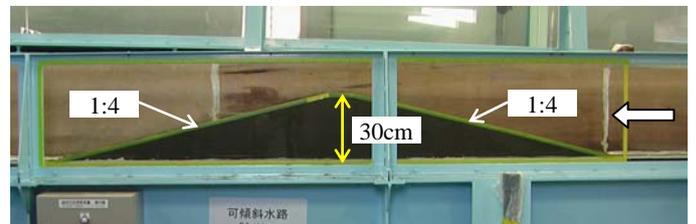


写真 1 可傾斜矩形断面水路

## 3. 実験結果

**3.1 ハイドログラフ** 図 1~3 に天然ダム決壊時の天然ダム天端断面(実線)と水路下流端断面(○印)でのハイドログラフを示す。No.2(図 2)の増水期の水路下流端での流量に着目すると、最大流量前に水路下流端での流量が 2,142cm<sup>3</sup>/s から 1,283cm<sup>3</sup>/s へ減少している。この時間における天端断面では流量の減少は見られない。ビデオによると水路下流端の流量の一時的な減少が生じた 10~25 秒前にかけて、天然ダム下流域での跳水始端が上流へ移動し始める様子が観察されている。天然ダムからの侵食土砂が下流に堆積して下流水位が上昇し始めたためである。その後、堆積土砂が再移動し、この跳水始端が停止・下流へ移動し始めた時期と最大流量の発生時期がほぼ一致している。土砂堆積の理由として、No.2 では越流開始時から全断面にわたり越流しており、水路勾配 I=1/30 では流すことができない土砂量が天然ダムか

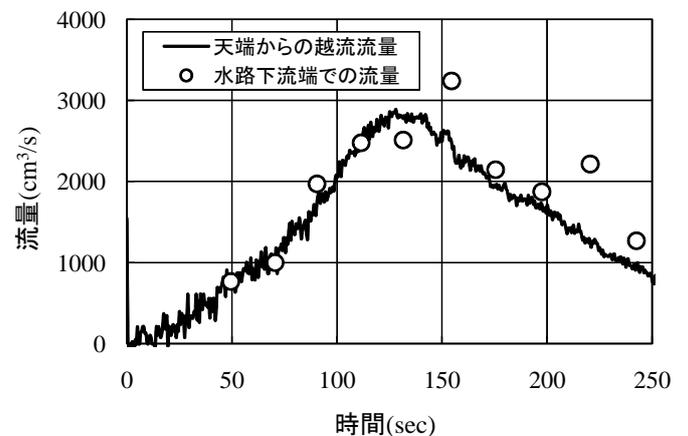


図 1 ハイドログラフ (No.1:流入流量 343cm<sup>3</sup>/s)

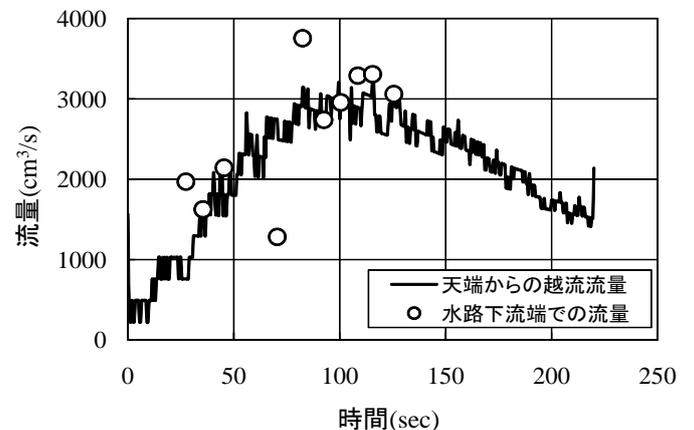


図 2 ハイドログラフ (No.2:流入流量 759cm<sup>3</sup>/s)

ら供給されていたことによると考えられる。

No.1(図 1), No.3(図 3)の水路下流端断面での最大流量前の流量変化も、観察から No.2 と同様の理由によるが、流量の一時的な減少量は少ない。両ケースの決壊状況が No.2 とは異なり、越流が全断面ではなく、天然ダム下流法面に明瞭な侵食流路が発生していた。この、侵食状況の違いが流量の一時的な減少量の差の原因と考えられるが詳細は不明である。なお、No.1 では減水期の 220 秒でも明確なピークが示されている。このピークの約 20 秒前に、跳水始端が上流へ移動する状況が観察され、上記と同様な現象が発生していたと考えられる。その後、堆積土砂が再移動して、第二のピークが発生した。この結果、今回の実験条件においては、決壊時のピーク流量が最大となる条件の一つとして、天然ダムの侵食・崩壊土砂の堆積・再移動があげられる。

**3.2 最大流量** ここでは天端断面と水路下流端での流量を対象に、最大流量と流入流量の関係を検討した。図 4 より、最大流量は水路下流端断面の方がすべてのケースにおいて大きくなっている。前項で述べた、天然ダムの侵食・崩壊土砂の堆積により、天然ダム天端断面より下流域に一時的に溜まった水の流出が原因と考えられる。また、天端断面での最大流量は流入流量と良い相関が見られる。

**3.3 流出土砂濃度** 水路下流端断面での土砂濃度の時間変化を図 5 に示す。図中の矢印は、それぞれの記号が示す実験 No. における水路下流端での最大流量の発生時期である。No.2, No.3 では最大流量の発生時期において土砂濃度がピークとなっている。これは、堆積土砂の再移動を表していると考えられ、3.1 の水路下流端での流量の一時的な減少の理由を裏付けている。しかし、No.1 では最大流量の発生時期において土砂濃度が低下した。水路下流端での土砂採取間隔が約 20 秒であったため、土砂濃度のピークを採取できなかったものと思われる。

#### 4. おわりに

今回の実験から、天然ダムの下流に河床低下しない区間が接続している場合、天然ダム決壊時のピーク流量は、天然ダムからの侵食・崩壊による土砂が堆積し、それが再移動するときに発生することが示唆された。したがって、天然ダム決壊時のピーク流量の評価は、天然ダムが形成された区間の河床条件を十分考慮して行う必要がある。また、正確なピーク流量の推定には侵食流路の崩壊時期の推定が重要となる。今後の課題として、侵食深・侵食幅と崩壊の関係を調べ、崩壊時期の推定のための資料を得ることがあげられる。最後に本実験は日本大学生産工学部土木工学科卒研生とともに実施した。謝意を表します。

参考文献 1)田畑茂清ら(2002):天然ダムと災害,古今書院.他 2)小田晃ら(2007):天然ダム決壊の模型実験,砂防学会誌, Vol.60, No.2, pp.33-38

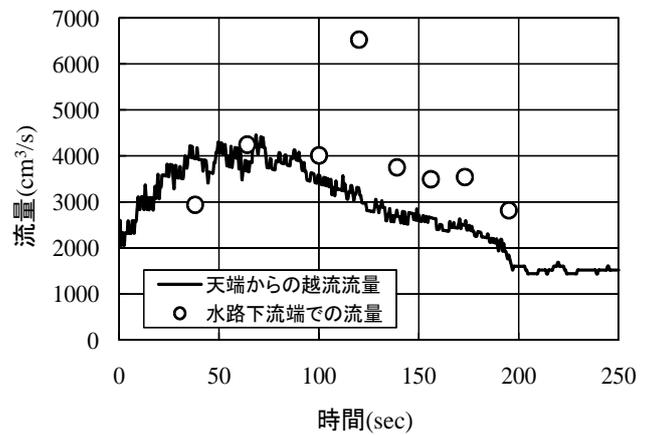


図 3 ハイドログラフ (No.3:流入流量 1,522cm³/s)

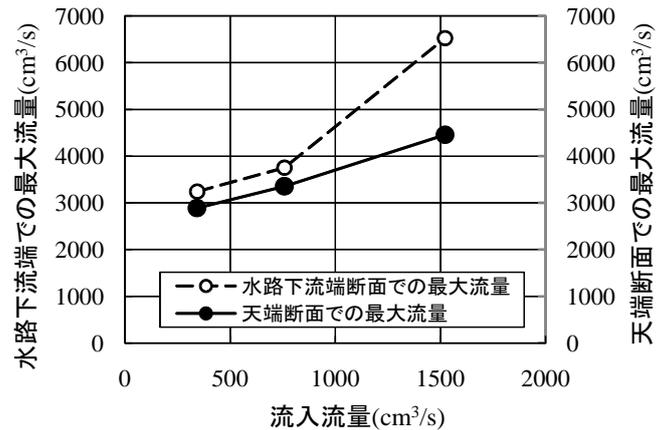


図 4 流入流量と最大流量の関係

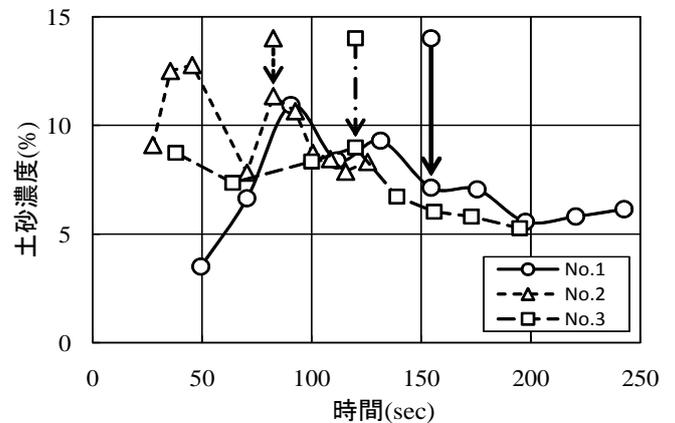


図 5 土砂濃度の時間変化