

国土交通省金沢河川国道事務所 ○浅井 誠二
 国土技術政策総合研究所 小山内信智 水野 秀明
 財団法人建設技術研究所 小田 晃 長谷川祐治
 京都大学大学院農学研究科 水山 高久

1. はじめに 地震による斜面崩壊や降雨による土石流の発生により天然ダムが形成され決壊した場合、下流域に対して甚大な被害が予想される。しかし、構造上の議論を別にして、対象規模を大きく上回る流量に対して既設のえん堤の効果量はよく分かっていない。これは、今後、天然ダム対策の検討を適切に行うための情報として必要になると考えられる¹⁾。本報は、手取川の上流域に位置する市ノ瀬地区の地形模型を製作し、水理模型実験によって天然ダムの越流決壊による下流域への流出流量の確認ならびにその対策について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 地形模型について 手取川ダム上流の牛首川流域の市ノ瀬地区を対象に図-1 に示す範囲を縮尺 1/60 で製作した。上流端は天然ダムの諸元に基づいた湛水量の標高を基準に設定した。一方、下流端は天然ダムの決壊時に土砂氾濫が想定される河道と道路との比高差が少ない範囲まで取り入れた。また、天然ダムからの流出土砂とえん堤による捕捉効果を明確にするため、地形は全て固定床とした。

2.2 天然ダムの材料および形状 天然ダムの構成材料および形状は、写真-1 に示した通り高さ 30m、粒径 $dm_{45.3mm}$ 、天端長 63m、上下流法勾配 1:4、土砂量 1,400,000 m^3 、湛水量 1,500,000 m^3 である。各項目については予備実験を行った。粒径は、粗くなるとピーク流量は大きくなる。これは、粒径による間隙比の違いが影響しているためと考えられる。天然ダム越流決壊後の河床堆積物の流動化による土石流流量を計算²⁾から求めると、粒径が 15.2mm と 45.3mm (実験では 0.25mm と 0.76mm で比較を行った。) では約 1.2 倍異なる。天端長の違いについては、31.5m, 63m, 126m に変化させてピーク流量の確認を行ったがほとんど影響しない。里深ら³⁾によると、天然ダムの形状が三角形の場合、台形と比べてピーク流量が増大すると記述されている。下流法勾配は急勾配であるほどピーク流量が大きくなる。天然ダム越流決壊後の河床堆積物の流動化による土石流流量を計算⁴⁾から求めると下流法勾配が 1:4 と 1:2 では約 1.6 倍異なる。なお、市ノ瀬地区における天然ダムの形成過程は土石流堆積物であるが、右支川の湯ノ谷からの土砂流出によって 1:4 の天然ダムが形成されることは予備実験により確認している。

3. 実験結果

3.1 天然ダムの越流決壊 写真-2 は天然ダムの越流決壊の瞬間像である。両者の構成材料および形状は同一であり、天然ダム作成時の締め固めのみ異なる。天然ダムが越流決壊を生じる際には⁵⁾、天然ダム天端付

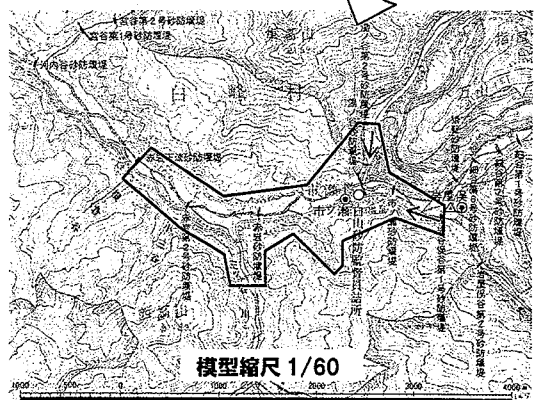
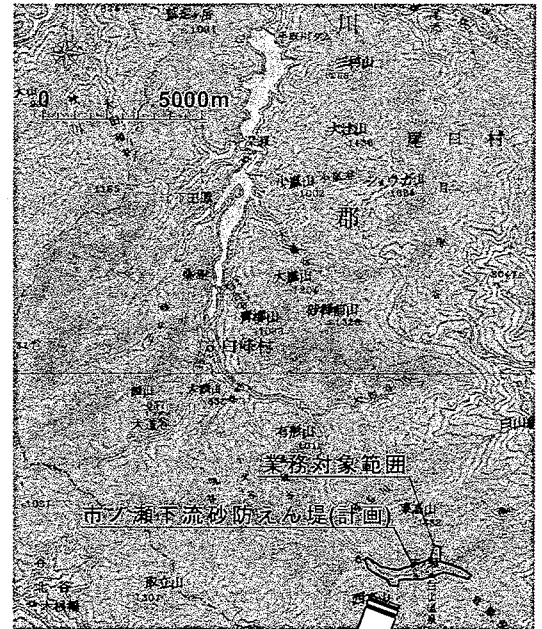


図-1 模型の取り入れ範囲

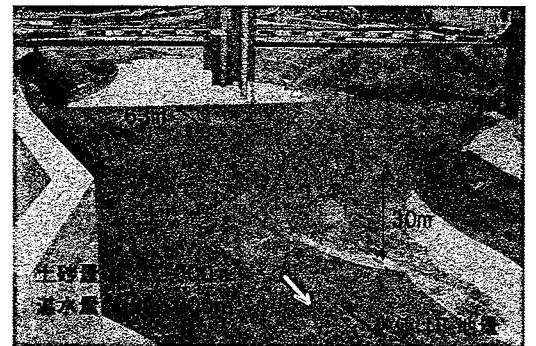


写真-1 天然ダムの形状

近で流速が非常に大きくなり、下流法面で急激な侵食が生じる。天然ダム天端の特定の箇所から越流が始まると、そこに流水が集中して流路が形成され、縦侵食と横侵食が生じて流路が拡大する。写真-2の右側はこの状況通りの決壊であった。しかし、左側は決壊初期に縦侵食が生じ、その後、天然ダムが飽和状態に達し、滑りとともに天然ダム天端が一気に低下するため、全面越流が生じピーク流量が異常に大きくなった。その後、徐々に決壊初期で侵食した箇所に流水が集中し、決壊後の侵食幅は右写真と同程度となった。このような決壊は天然ダム作成時の締め固め方を管理することで同じ状況を再現する事はできるが、滑る時刻や位置までは再現することができない。この後の実験は再現性を確保するため全て右側のような決壊が生じるように天然ダムを作成した。

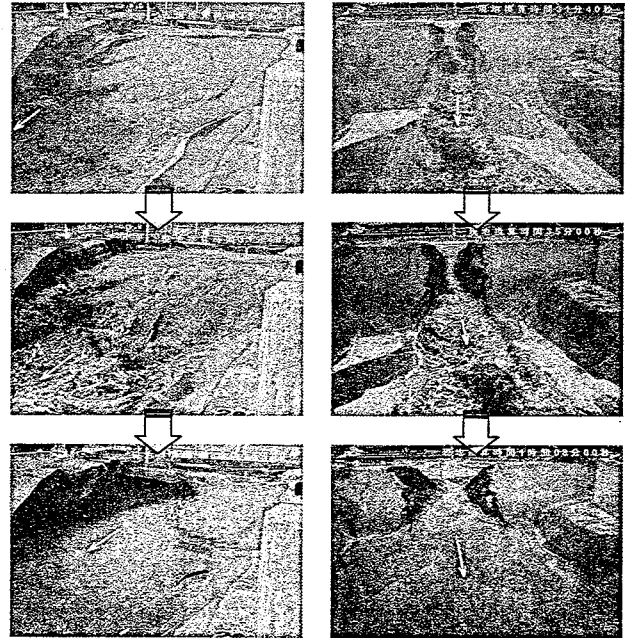


写真-2 天然ダムの越流決壊の瞬間像

3.2 天然ダム対策 天然ダムの下流に位置する既設の不透過型砂防えん堤とスリット化したときの天然ダム決壊後の流出土砂量とピーク流量の低減効果について確認を行った。各えん堤の諸元、土砂量とピーク流量の計測結果を図-2に示す。これらの図によると、天然ダムの総土砂量に対して決壊による流出土砂量は約2割程度であった。また、決壊土砂量の約8割が赤岩砂防えん堤より上流で堆積している。これは、えん堤の捕捉効果より、高濃度土砂の流下、さらには天然ダム直下で河道幅が急激に広がるため土砂が堆積したと考えられる。ピーク流量についてはスリット化の効果はほとんど確認できなかった。これは、天然ダムの決壊規模に対してえん堤の規模が小さくピーク流量に到達する前にえん堤が満水状態となり、流入流量に対する流出流量の低減効果が得られなかったためである。

4. おわりに 市ノ瀬地区における天然ダムの越流決壊による下流域への影響およびその対策について検討を行った。その結果、構造上の議論を別にして既設の不透過型砂防えん堤のスリット化を行い、待ち受けを広げても天然ダムの規模に対応していなければ効果は小さいと考えられる。効果を大きくするためには、えん堤の規模を大きくすることが考えられるが、既存の規模においてもピーク流量に到達するまでにえん堤が満水状態とならないように、①スリット幅をさらに広げる、②暗渠型、③水平オープン型⁶⁾などの施設に改良することで効果が得られると考えられる。

参考文献 1) 水山高久：わかりやすい砂防技術(14)天然ダムによる河道閉塞とその対応，砂防と治水 38-1 (164) 112-114, 2005 2) 芦田和男ら：山地流域における出水と土砂流出，京大防災研年報 19-B, p. 345-360, 1976 3) 里深好文ら：天然ダムの決壊時のピーク流量推定に関する一考察，砂防学会誌, Vol. 59, No. 6, p. 55-59, 2007 4) 高橋保：土石流の発生と流動の機構，土と基礎, Vol. 26, No. 6, 1978 5) 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 6) 藤田正治ら：水平オープン型砂防ダムの機能，水工学論文集, 第42巻, p. 931-936, 1998

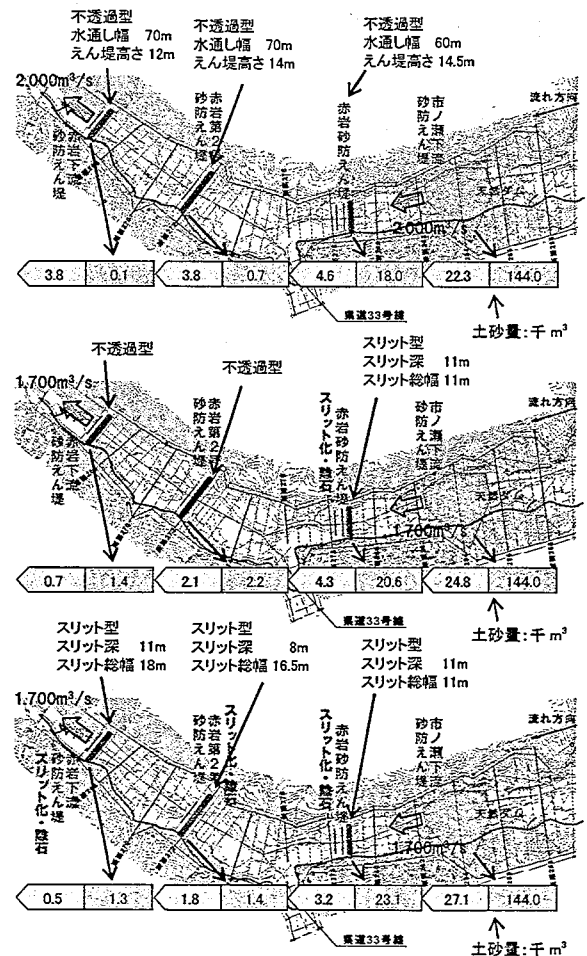


図-2 土砂量とピーク流量の計測結果