

小型模型水路を用いた天然ダムの侵食とその対策工に関する説明手法に関する検討

国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所 ○木下篤彦, 神野忠広
 京都大学大学院農学研究科 水山高久
 アジア航測株式会社 船越和也, 岡野和行, 細見温子, 上田征香

1. はじめに

新潟県中越地震（平成 16 年）や岩手・宮城内陸地震（平成 20 年）では地震による崩壊によって天然ダムが形成され、それに伴う被害や対策について注目された。また、2011 年には台風 12 号により奈良県及び和歌山県で天然ダムが形成され、豪雨による天然ダム形成にも関心が高まっている。

六甲砂防事務所では、一般の方を対象とした出前講座等の説明会において、昨年度発表した小型模型水路を用いて土砂移動現象や砂防施設の効果について説明を行っている¹⁾。上述のような背景をふまえ、本模型水路を用いて天然ダムによる災害と対策を説明するための手法について検討を行った。

2. 説明内容の検討

実験内容の検討にあたり、天然ダムによる災害を周知するために説明すべき項目を抽出した。「土砂災害防止教育支援ガイドライン（案）平成 21 年 3 月 2 日付（未定稿）」²⁾では、土砂災害防止教育の目標として以下の項目が挙げられている。

- 1) 土砂災害の現象・種類やメカニズム、対策等を知り理解すること
- 2) 自発的・能動的に情報を収集し危険を察知するなど、自ら考え、主体的に判断することができるようになること
- 3) 自分の身は自分で守ろうとする態度や、地域の一員として協力しようとする態度を身につけ、具体的な行動に結びつけること

小型模型水路実験は、この 3 項目の内 1) の内容を、疑似体験的に説明することが可能なツールである。

そこで、実験では (1) 天然ダム形成に伴う災害形態、(2) 天然ダム決壊のメカニズム、(3) 天然ダム形成時の対策について説明することとした。

(1) 天然ダム形成に伴う災害形態

天然ダム形成に伴う災害形態には以下の 2 種類がある³⁾。

- 1) 天然ダムの上流域への湛水による人家・施設の水没による災害
- 2) 天然ダム決壊に伴う土石流、土砂流、洪水の発生・流下および氾濫・堆積による下流域での災害

ここでは上記 2 つの災害形態を実験で再現し説明することとした。なお、上流域の湛水による人家・施設の水没による災害事例として、新潟県中越地震（平成 16 年）が挙げられる。一方、天然ダム決壊による主な災害には、十津川災害（明治 22 年）や有田川災害（昭和 28 年）等が挙げられる。

(2) 天然ダムの決壊メカニズム

天然ダムの決壊メカニズムは、①越流侵食による決壊、②すべり崩壊による決壊、③進行性破壊による決壊の 3 つに分類されており⁴⁾、自然形成された天然ダムの決壊原因の多くは、「越流による決壊」であると報告されている⁵⁾。実験ではこのようなメカニズムの違いを説明することとした。

(3) 天然ダム形成時の対策

天然ダムの決壊の主な形態は越流による急速な堤体の侵食によるものが多いことから、天然ダムによる被害を防止・軽減する対策として以下の 2 つを実験で説明することとした。

- ・湛水池の水位上昇を抑えて越流を防止する
- ・越流が生じて、安全に越流するように処置を行う

天然ダムの対策としては、応急的なものから恒久的なものまでさまざまなものが挙げられるが、実験では、一般的な緊急時の対応であるポンプ排水、仮排水路設置による効果を再現することとした。

3. 実験条件の設定

小型模型水路で再現可能な実験のメニューとして、以下のものを考えた。

(1) 天然ダム形成に伴う災害形態

天然ダム形成時の災害形態を説明するために、「平常時」と「天然ダム形成時」を比較して説明することとした。「平常時」と「天然ダム形成時」の 2 つの実験では、流量、水路の勾配等の条件を統一しておき、「天然ダムの有無」による比較ができるようにした。

(2) 天然ダムの決壊メカニズム

予備実験で、水路勾配や流量、天然ダムの形状等の実験条件の組み合わせを変更しながら、異なるメカニズムによる再現を試行した。その結果、決壊イメージをわかりやすく伝えることができる、流量 10ℓ/min、水路勾配 10°、天然ダムの高さ 11cm（上流法面勾配 30°、下流法面勾配 25°）を基本の条件とした。

自然な状態で越流侵食をわかりやすく再現することは困難であったため、浸透を遅らせ、越流を発生させるため、ゴム製の遮水シートを用いることとした（写真 2）。

また、「すべり崩壊による決壊」は模型水路の大きさやポンプの能力、材料（砂の粒径）などの制約から再現は困難であること、進行性破壊による決壊との区別が専門的すぎることなどの理由から、実験による説明は行わないこととした。

(3) 天然ダム形成時の対策

対策工の再現のため、排水路・排水ポンプの模型を製

作した。越流による決壊と同じ条件で排水路模型を設置することにより、決壊の防止を再現し、排水路による決壊防止効果を説明することとした。

排水ポンプの実験には、手押しポンプとビニールホースをつないだ模型を用いる。最初に手押しポンプで排水を開始し、その後サイフォンの原理で継続的に水路外のバケツに排水することとした。

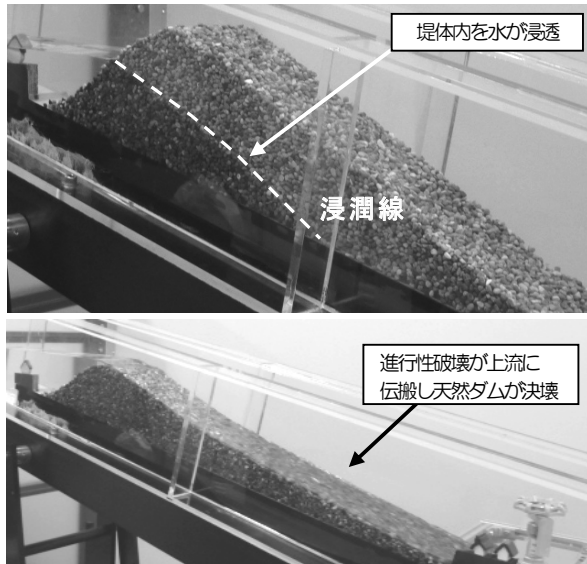


写真 1 進行性破壊による決壊の実験時の写真

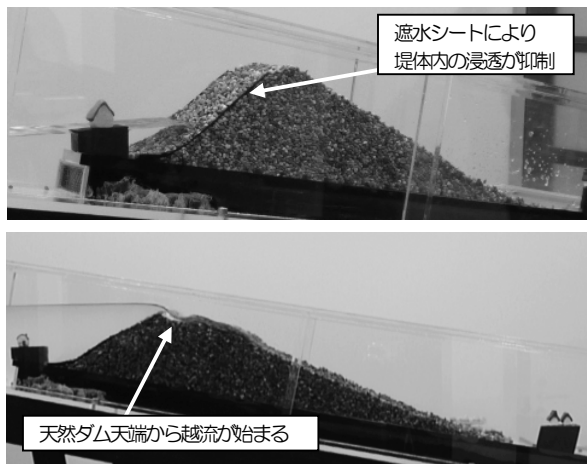


写真 2 越流侵食による決壊の実験時の写真

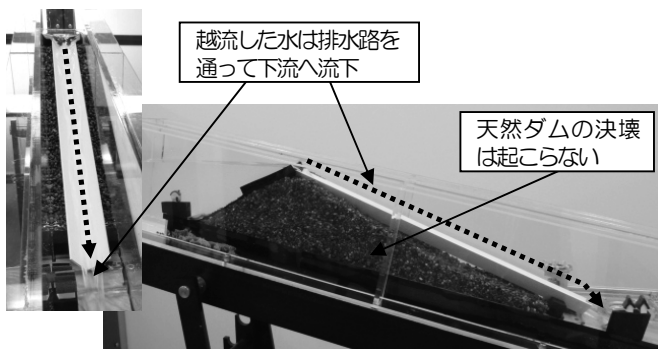


写真 3 排水路による対策の実験時の写真

上記の実験メニューを一般の方にもわかりやすく説明することができるように、図 1 に示す説明のフローを考えた。

実験フロー	備 考
【実験1】 平常時	上下流に設置された人家に影響なく水が流れる。
↓	
【実験2】 浸透による決壊	上流の人家が浸水し、浸潤線が進行。下端から破壊し決壊する。
↓	
【実験3】 越流による決壊	上流の人家の浸水。天端から侵食が開始し決壊する。
↓	
【実験4】 ポンプ排水	ポンプの設置により侵食が防止され、決壊しない。
↓	
【実験5】 排水路による排水	排水路の設置により侵食が防止され、決壊しない。
↓	
【実験6】 より実例に近い形状における越流決壊	実験3よりもピークの立ち上がりが緩やか。

図 1 説明フロー

4. おわりに

今回検討を行った天然ダムの実験は、昨年度発表した土石流等の実験と合わせて出前講座等で行っていく予定である。土石流等の実験は、昨年度一年間の実演の結果をふまえ、説明の流れなどの改良を行っている。今後天然ダムの実験も実演を行いながら、より聞き手に伝わりやすい説明方法に改良していく予定である。

参考文献

- 1) 木下篤彦・岡本敦・水山高久・岡野和行・中島達也・上田征香・牧澄枝：小型模型水路を用いた砂防事業の効果の説明方法について、砂防学会研究発表会概要集，pp.208-209（2011）。
- 2) 国土交通省砂防部：土砂災害防止教育支援ガイドライン(案)平成21年3月2日付(未定稿)（2009）。
- 3) 田畑茂清・水山高久・井上公夫：天然ダムと災害，古今書院（2002）。
- 4) 高橋保・匡尚富：天然ダムの決壊による土石流の規模に関する研究，京都大学防災研究所年報，31号B-2，pp.601-615（1988）。
- 5) 水山高久：二次災害防止対策 NO5ー第1編河道閉塞一，全国防災協会，pp.25-49（1994）。
- 6) <災害報告>2011年台風12号により発生した河道閉塞（天然ダム），砂防学会誌 vol.64, No.4（通巻297号）（2011）。