

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

国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所 ○木下篤彦，岡本 敦
 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 岡野和行，中島達也，上田征香，牧 澄枝

1. はじめに

台風や集中豪雨による土砂災害は、現在も全国で毎年発生しており、多くの人命や財産が失われている。これに対し国土交通省では、砂防施設による対策（ハード対策）、警戒避難による対策（ソフト対策）の両面から、砂防事業を推進している。今後、国民の安全・安心の確保のための国土の保全等をより一層進めていくためには、事業への関心と理解を促進させることが重要である。

このような背景のもとで、事業の透明性や住民との対話、円滑かつ効率的な事業の推進を目的として、六甲砂防事務所では、出前講座や種々の説明会を行っている。ここでは、出前講座や説明会等で、災害の要因となる土砂移動現象や、それに対する砂防施設の効果について、より深く知っていただくためのツールとして、小型模型水路を作成するとともに、それを用いた分かりやすい説明方法について検討した。

2. 小型模型水路の作成

六甲砂防事務所の出前講座では、これまで山間部から谷部、保全対象を有する扇状地部の地形模型をもつ大型の実験水路（全長 300cm、幅 80cm、高さ 50～150cm、勾配 17.5°）で、土砂移動現象や砂防施設効果の説明を行ってきた。この実験施設では、土石流や施設効果のイメージを分かり易く示すことができる一方で、掃流、掃流状集合流動、土石流といった土砂の移動形態の違いや、粒径の違いによる格子堰堤の閉塞状況など、詳細な状況を説明することができない。

そこで、より詳細な条件設定が可能で、土砂移動状況を詳細に説明できる模型水路を、水山ほか（1992）で紹介されているものをもとに作成した。水山ほか（1992）

による模型水路は、学生や技術者を対象とした実習の教材として作成されたもので、流砂形態や砂防施設の効果を示すことができる。長さ 100cm、幅 7cm、深さ 16cm のアクリル樹脂製で、下流に設置した 30L のステンレス製の貯水槽に水をため、ポンプで水路上流端に供給し循環させる構造となっている。フラップ式流量計で流量を確認することができ、水路勾配は、支持棒の位置を変えるだけで 0 度から 30 度まで 5 度刻みに変化させることができる。流量や水理勾配を詳細に設定することができるため、種々の流砂形態や施設効果を、的確な条件で実験することが可能となる。

出前講座等では時間や場所に制約があるため、持ち運びやすく、かつ素早く実験を行うことができる、という条件が重要となる。そこで、今回は、水山ほか（1992）による模型に対して、以下の点を改良した。

(1) ポンプ等の固定による安定

アルミ枠でポンプと流量計を一体化させることにより、持ち運びやすく、かつ設置性を向上した。

(2) 軽量化

配水用ホースの接続部を金属製からプラスチック製にすることにより、軽量化を図った。

(3) 土砂セット用じょうごの作成

幅 7cm の水路に、河床材料となる土砂を素早くセットするため、専用のじょうごを作成した。

(4) 専用収納ケースの作成

模型水路や実験に使用する機材等をまとめて収納できるケースを作成した。収納ケースにまとめて機材を保管することで、忘れ物、機材の紛失防止が期待される。台車に載せて簡単に運搬できる利点もある。

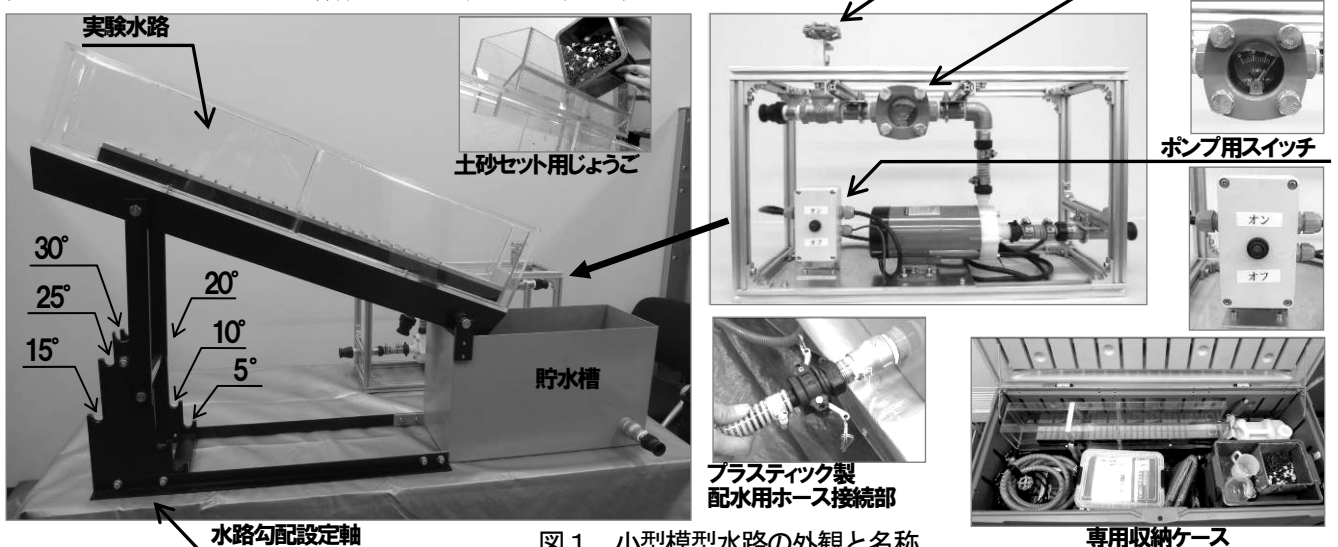


図1 小型模型水路の外観と名称

3. 実験メニューの検討

小型模型水路の特性を生かした実験のメニューとして、以下のものを考えた。

(1) 土砂移動形態の違い（土石流、土砂流、掃流の違い）

粒径 3mm の一様砂礫を水路内に敷き、上流から一定流量の水を供給する。勾配や流量の条件を変えることによって、掃流、土砂流、土石流といった、異なる形態で土砂を移動させ、その違いを観察する。

(2) 土石流の特徴（先端部への巨礫の集中）

粒径 3mm と 10mm の混合砂礫を水路内に敷き、上流から一定流量の水を供給することで、土石流を発生させる。10mm 粒径の礫が先端部に集中することを観察し、先端に巨礫が集中するという土石流の特徴を説明する。

(3) 流木の流下状況（流木の土石流への取り込み）

粒径 3mm の一様砂礫を水路内に敷き、流木模型（40mm×4mm×4mm の角材）を上流側に立てる。一定流量の水を上流から供給すると、流木模型が表面を流れて先端部に集積し、土石流に取り込まれる。流木の流下状況を観察し、流木が災害の一因となることを説明する。

(4) 砂防施設の効果（格子型堰堤の効果）

格子間隔 14mm の透過型砂防堰堤の模型を下流に設置し、粒径 3mm の一様砂礫を敷いて流下させると、土砂はすべて通過する。それに対し、粒径 3mm と 10mm の混合砂礫を水路内に敷き流下させると、10mm の礫によって格子が閉塞し、施設が効果を発揮する。最大粒径の 1.5 倍程度の格子間隔であれば閉塞し、土砂捕捉効果が発揮されることを説明する。

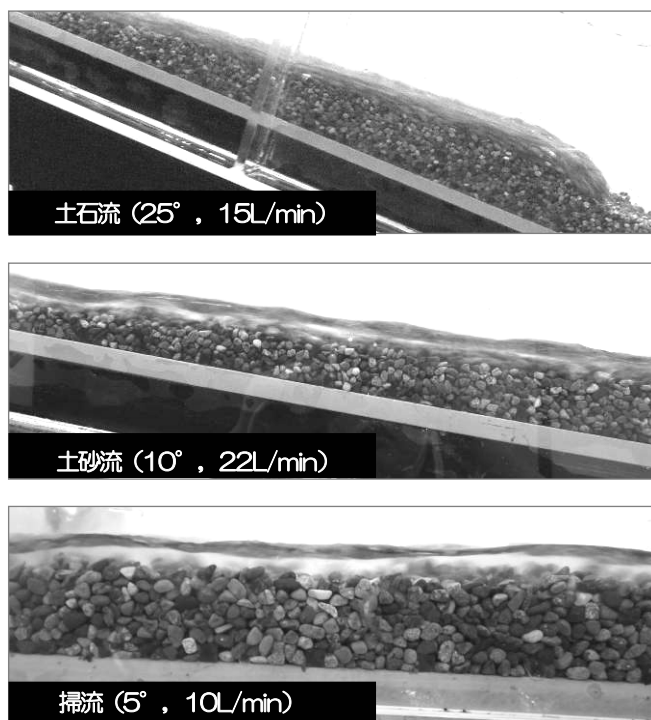


図2 土砂移動形態の違い

4. シナリオの検討

3 で検討した実験メニューをもとにした事業説明シナリオとして、以下のものを考えた。

(1) 土砂災害を発生させる現象の説明（3の(1)～(3)）

勾配が小さく、流量が小さい場合は、掃流状態で土砂が流下する。各個運搬で、土砂濃度も小さいことから、直接的な土砂災害を発生させる形態ではない。それに対し、勾配や流量が大きくなると、土砂流および土石流という土砂移動形態が発生する。これらの土砂移動形態では、流動層に砂礫が分散し、土砂濃度が極めて高い。土砂を多量に含むにもかかわらず、流動性が高く流速が大きいことから、広範囲に壊滅的な被害を発生させる危険性があることを説明する。

さらに、土石流に流木が混在することも多く見られ、流木の衝突による家屋の破壊や、河道の閉塞による洪水氾濫の誘発、氾濫した流木の撤去作業の発生などが被害を大きくしていることを説明する。

(2) 砂防堰堤（格子型堰堤）の施設効果の説明（3の(4)）

平常時は流量が比較的小さいため、粒径の小さい砂礫のみが流下する。この場合には、格子型堰堤は閉塞せず、砂礫は通過し貯砂空間が確保される。流量が大きくなり土石流が発生した際には、粒径の大きい砂礫も動く。格子型堰堤は閉塞し、粒径の小さいものを含めて砂礫が捕捉されることを説明する。



図3 格子型堰堤の施設効果

5. おわりに

今回作成した小型模型水路は、今年度から出前講座等で活用していく予定である。また、当該事務所での国内外の技術者の研修や学会等でも、機会があれば活用したい。今後は、実演の結果をふまえながら、対象者や目的に応じた説明内容の検討を行うとともに、大型模型実験や土石流観測映像、数値シミュレーションに基づくCGなど、その他のコンテンツとの組み合わせによる説明方法も検討し、より分かりやすく理解が得やすいプレゼンテーションを行えるようにすることが課題である。

参考文献

水山高久・Untung Budi SANTOSA・福原隆一
(1992)：砂防流砂実験水路による流砂形態と砂防ダム機能に関する実習，砂防学会誌，Vol.45，No.4，p.30-32