

砂防ダムのスリット化に対する河道の応答に関する水理実験

Hydraulic experiment on response of river channel by slitting of check dam

北見工業大学大学院

北見工業大学大学院

北見工業大学工学部

○学生員 片山小裕美 (Sayumi Katayama)

正員 渡邊康玄 (Yasuharu Watanabe)

木渕大輝 (Taiki Kibuchi)

1. はじめに

北海道の東に位置する知床半島は海から陸へと繋がる生態系が分かりやすく見られること、希少な動植物の生息地となっていること、そしてこれらを保全していくための管理体制が整っていることが高く評価されて、2005年7月17日に世界自然遺産に登録された¹⁾。世界自然遺産登録にあたり UNESCO 世界遺産委員会の諮問機関である国際自然保護連合(IUCN)から地域内の河川工作物に関してサケ科魚類が自由に移動できるような措置を求められた。¹⁾環境省は2004年7月に知床世界遺産地域科学委員会を設置し、その下に河川工作物ワーキンググループを設置、世界遺産地域内及び下流にある14河川100基の工作物について評価・新たな指標を設定した。周辺環境の評価・サケの生息状況や砂防ダムや治山ダム(以下砂防ダムと総称することとする)の防災機能を含めた河川影響評価を行った。その結果5河川13基の河川工作物について改良が適当であると評価され、改良を行った。

改良が行われたイワウベツ川水系では、1981年8月5日から8月6日の低気圧、台風の接近により大雨、岩尾別温泉道路の路床等流失により通行止め、ホテル宿泊者、従業員が孤立状態なる、イワウベツ川下流に設置されている捕獲・孵化施設が壊滅状態になる被害が生じた²⁾。この被害を受け北海道は砂防ダムを本川支川合わせて7基設置した。その後世界自然遺産登録にあたりイワウベツ川水系では、治山ダム5基の改良が適当であると評価され、林野庁は改良後サケ科魚類の遡上モニタリング等を実施して、改良効果の検証を行うことが望ましいとの提言を行った。この提言に基づき林野庁は河川工作物の改良に着手し、平成22年度に5基すべての改良工事が完了した。今後、残る2基のダムのスリット化を実施していくことが想定されるが、より適切な対策を考えるためには、これまでにスリット化された箇所の河道の応答

の違いを明確にする必要がある。そこで、本研究では、河道の応答が顕著に異なる砂防ダムの解析を行いスリット化による河道の応答について検証するため、その第一段階として基礎的な水理模型実験を行った。その結果を報告する。

2. 水理模型実験の概要

本研究では、直線水路に砂防ダムを模したものを設置し、砂防ダム模型の上流部に土砂を堆積させてから砂防スリット化による河道の応答について確認することにした。

2.1 実験水路

実験で用いた水路は、長さ20cm、幅0.2m、側壁高さ21cmの直線水路である。図-1にその概要を示す。この水路に砂防ダムが設置される前の河床として、平均粒径1.138mmの珪砂3号、平均粒径0.788mmの珪砂4号、平均粒径0.526mmの珪砂5号、平均粒径0.360mmの珪砂6号及び平均粒径0.186mmの珪砂7号をすべて同じ比率で混ぜ合わせた平均粒径0.60mmの実験砂を厚さ10cmで均一に敷き詰めて移動床にした。河床勾配は現地の河道特性を考慮して1/100と設定した。また、図-2に示す縦断方向の厚さが13mmで高さ15cmの砂防ダムの模型を、水路上端より12.0m下流の位置に設置した。

2.3 実験条件

実験に用いた流量は、初期河床の等流水深が10mmとなる770cm³/sとした。この流量はイワウベツ川中流部における超過確立規模1/20年から1/30年程度を想定し、その時のピーク流量時の無次元掃流力を合わせたものとしている。通水中は、水路上流端から河床材料と同一の実験砂を上流端の河床が変動しないように給砂した。なお、砂防ダムの設置によりそれより上流では堰上げ背水

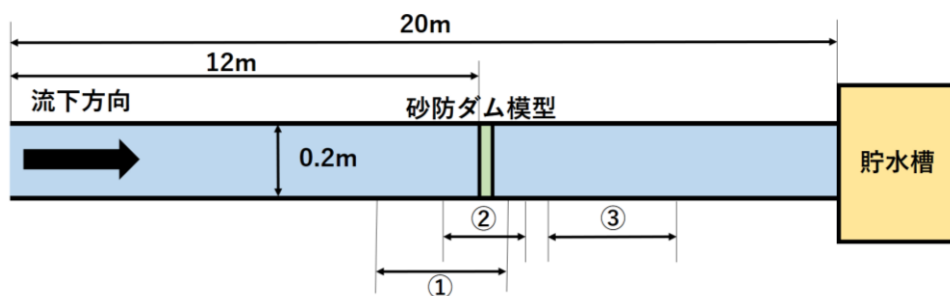


図-1 水理実験水路

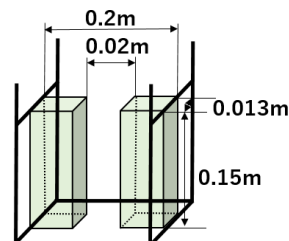


図-2 砂防ダム模型

が生じるが、初期河床においては、この堰上げ範囲は上流端まで及ばない位置に砂防ダムを設置している、しかしながら、砂防ダム上流への土砂の堆積が進行するにしたがって、上流端の水位も変化している。

2.3 実験方法

本研究では、砂防ダムが建設される以前の状態から、砂防ダム上流部に土砂が堆積して満砂状になることも含めて現象の把握を試みているため、最初に、厚さ 1.0mm のアクリル板で砂防ダムのスリット部を塞いでから通水を開始した。その後、砂防ダムの上流が満砂状態になり、河床が平衡状態になったことを確認してから、通水を停止して、河床高の測定を行った。次に、砂防ダムのスリットを塞いでいたアクリル板を取り除いて通水を再開し、河床が平衡状態になるまで通水を継続させた。砂防ダム上流が満砂状態になるまでの通水時間は 4.5 時間であり、砂防ダムをスリット化して河床が平衡状態に達するまでの通水時間は 6.5 時間であった。なお、河床高の測定には、レーザー砂面計とポイントゲージを用いた。水路上流端から下流方向に 9.0m 地点までは、ポイントゲージで水路両壁から横断方向に 3cm の位置と水路中央の 3 点を縦断方向 20cm 間隔で実施し、水路上流端から 9.2m の地点から下流は、縦断方向 20cm 間隔でレーザー砂面計により横断方向に 5mm 間隔で実施した。

3. 実験結果

水路中央の河床高の縦断図を示したものの図-3 に示した。図-1 の①の範囲を水路上流端から 8m～12.5m、②の範囲を水路上流端から 11m～13m、③の範囲を水路上流端から 14m～16.5m として、河床高のコンター図をそれぞれ示したものが図-4.5 及び 6 である。各図には、砂防ダム満砂時及び通水終了時の各ステージのコンターが示されている。参考のため、図-7 に砂防ダムの模型上流側が満砂状態になった時点と砂防ダムをスリット化させて通水した後の写真を比較して示した。写真中の河床材料について、色の白い河床砂は粒径が細かく、色の黒いものは粒

径が大きい。なお、写真は水路上流端から 13m の地点から撮影したものである。

3.1 河床高の変化

通水前河床高と堆積後の河床高を比較すると水路上流端から 12.0m の位置で大きく違いが出ていることが確認できる。堆積後の河床高の勾配は砂防ダム模型より上流では約 1/250、砂防ダム模型より下流では約 1/170 となった。これは砂防ダム模型上流部に土砂が貯まったこと及び砂防ダム下流では、河床が低下したことが要因で勾配がそれぞれ緩くなったと考えられる。また、スリット化前とスリット化後の砂防ダム上流部で堆積した土砂の量は、スリット化前で約 65,900cm³、スリット化後では約 20,000cm³ である。スリット化により約 45900cm³ の土砂が流出した。図-3 より砂防ダム模型より下流ではスリット化後の河床高が初期河に近づいていることが分かる。また、図-5 のコンター図と図-7 の写真からもわかるように砂防ダム模型の前後では河床高が縦断方向に連続性している。

3.2 砂州形状の変化

図-4.6 のコンター図からわかるように砂防ダム模型上流側と通水後には砂州が発達していることが分かる。目視で、通水 20 分後から砂州がし始めたことを確認している。形成されている交互砂州の変化に着目する。砂防ダム上流が満砂時の砂防ダム上流側では、波長が 160cm、波高が 14.5mm で下流側は砂州が確認できなかったが、スリット化された後では、砂防ダム上流側の砂州波長および砂州波高がそれぞれ 140cm および 12.7mm、下流側がそれぞれ 240cm および 10.4mm に変化している。このようにスリット化前後で交互砂州は確認されているものの、砂州の形状は大きく異なっている。この原因として河床に存在している河床材料の粒径が大きく変化していることが挙げられる。なお、砂防ダムが存在しない場合の交互砂州形状は不明であるため今後比較する予定である。

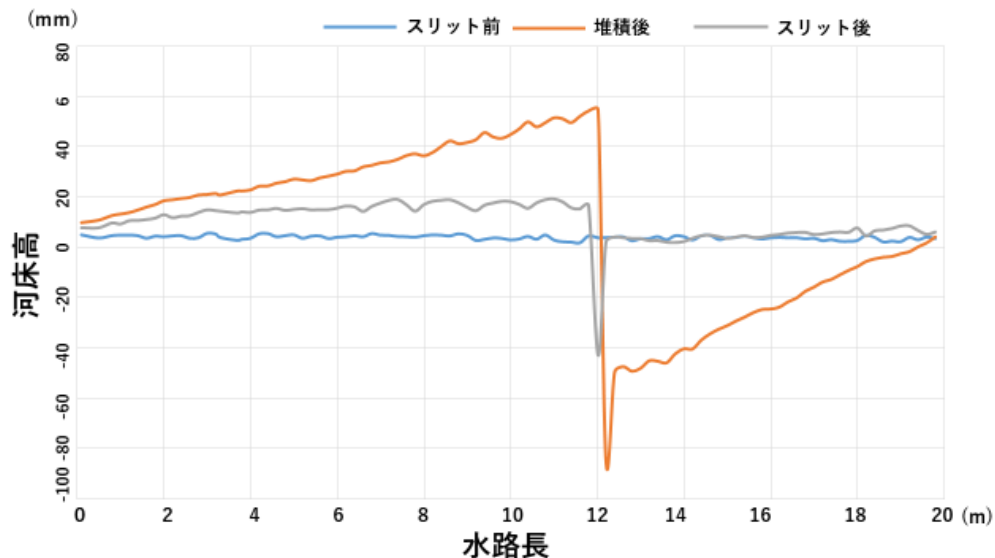


図-3 河床高の縦断図

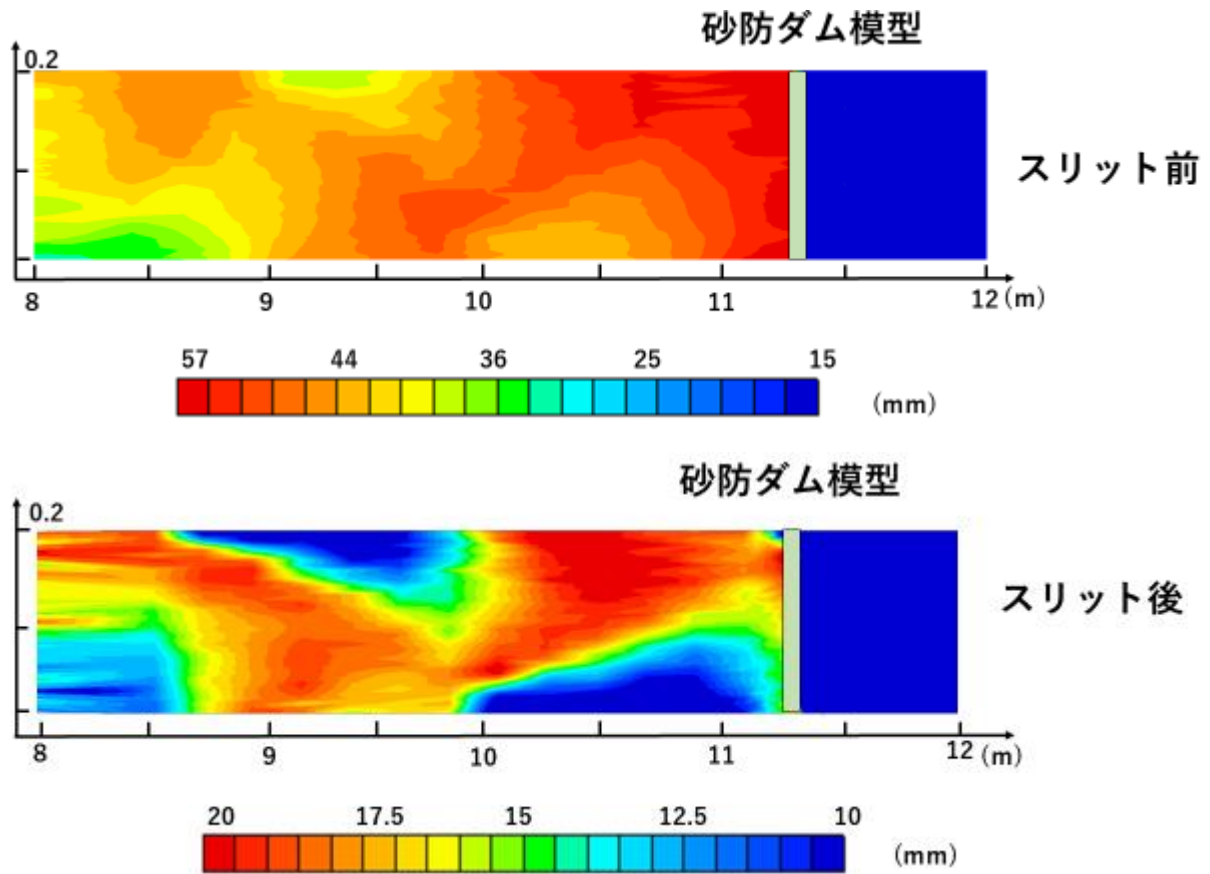


図-4 ①範囲のコンター図

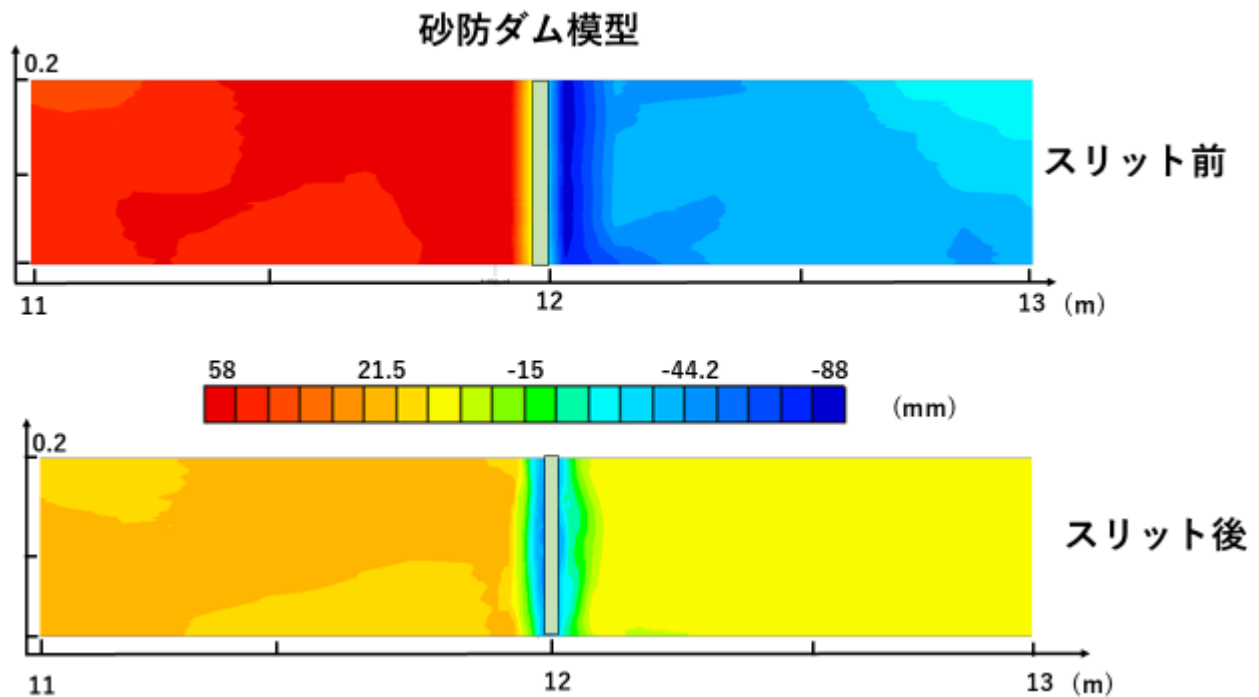


図-5 ②範囲のコンター図

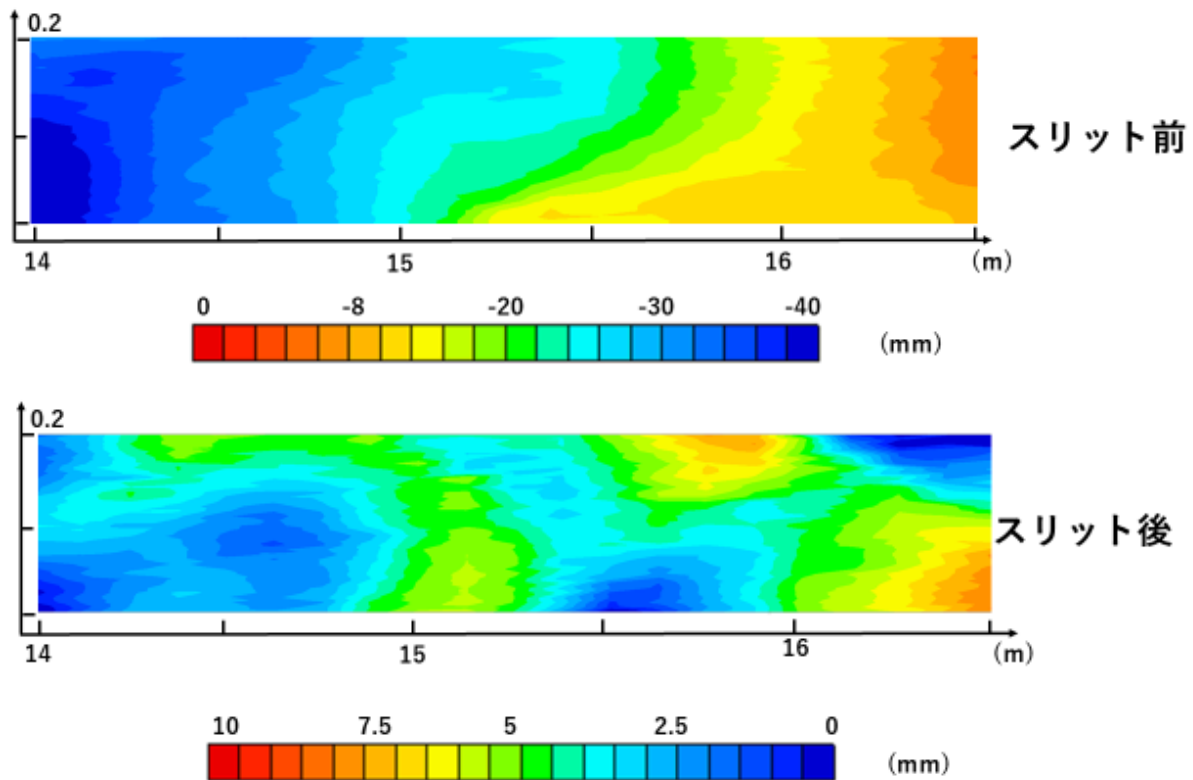


図-6 ③範囲のコンター図

4. おわりに

本研究では、水利模型実験により直線水路に砂防ダムを模したものを設置し、砂防ダム模型の上流部に土砂を堆積させてから砂防スリット化による河道の応答についての検討を行った。その結果、砂防ダムをスリット化させることにより土砂が流出し河道に影響をあたえることが分かった。特に、河床に形成される河床波の形状に与える影響も大きいことを確認した。また、砂防ダムによる下流河道の河床低下は、砂防ダムをスリット化させることにより、元河床の高さまで回復させることが可能となることが確認された。さらに、砂防ダムの位置における河床高の不連続性も解消されている。なお、砂防ダム模型をスリット化させた直後土砂移動は急激に起こらず、排砂量は少しずつ増加した。このことから砂防ダムをスリット化させても急激な河道の応答は発生せず、比較的ゆっくりと現象が生じることが判明した。

河床高の連続性ができたことから知床半島で問題となっている遡上困難となっているサケ科魚類の遡上に関して、サケ科魚類遡上しやすい環境になると考えられる。スリット化させ通水後砂防ダム模型下流部では河床高が高くなっていたことと初期河床の状態に近づくことからスリット化による効果があったと考えられる。スリット化させた直後、急激な土砂移動が見られなかったことから20~30年規模の出水が起きても防災機能の効果が発揮されると考えられる。



図-7 堆積後とスリット化後の砂防ダム模型写真

6. 参考文献

- 1) 平成 26 年度 知床世界自然遺産地域における河川工物改良効果検証事業 報告書 URL(http://dc.shiretoko-whc.com/data/research/report/h26/H26river_report.pdf)
- 2) 平成 17 年度第 4 回 河川工作物ワーキンググループ 附属 災害記録一覧・羅臼 URL(http://dc.shiretoko-whc.com/data/meeting/kasen_wg/h17/kasenwg_H1704_fuzoku1.pdf)
- 3) 平成 24 年度 知床世界自然遺産地域における河川工物改良効果検証事業 報告書 URL(http://www.rinya.maff.go.jp/hokkaido/policy/business/p/siritoko_wh/attach/pdf/eikyohyouka-11.pdf)