

河床低下対策工事の効果検証と今後の予測

REPORT 技術第2部 環境計画課 夏井 皓盛(技術士補:建設部門)
本間 英敏(技術士:建設部門 建設環境)



夏井 皓盛



本間 英敏

概要

河床低下が進行している道北のS川では、対策として3基の床止工群の設置が計画され、そのうち1基目の整備が完了している。この床止工群は、上流域から供給される砂礫を捕捉し、河床を安定させることで、護岸や橋梁などの構造物を保護することを目的としている。

本稿では、1基目の床止工設置後の効果検証と、2基目、3基目設置後の河床状況の予測を行い、S川における床止工群の有効性について評価した。

キーワード 河床低下、床止工群、効果検証、iRIC、予測

1. はじめに

河床低下が進行している北海道北部のS川では、対策として3基の床止工群の設置が計画され、そのうち1基目の整備が完了している。この床止工群は、上流域から供給される砂礫を捕捉し、河床を安定させることで、護岸や橋梁などの構造物を保護することを目的としている。

本稿では、1基目の床止工設置後の効果検証と、2基目、3基目設置後の河床状況の予測を行い、S川における床止工群の有効性について評価した。具体的には、GISによる測量データの解析と、iRICによるシミュレーションを行い評価した。

2. 対象河川の概要

S川では、過年度に実施された河床変動調査の結果より、土砂収支のバランスが崩れたことでSP700～SP2700までの区間で河床低下が進行していることが明らかとなっている(図-1)。この区間では、最大で約2.5mの低下が確認されているほか、露岩している箇所が多く見られる(写真-1)。



図-1 S川の河床低下区間※
※「Google earth Pro」の衛星写真を使用



写真-1 河床低下区間の露岩状況

3. S川における河床低下対策

河床低下区間内には橋梁が設置されており、河床低下が進行したことで、橋脚の根入れ不足が生じた(写真-2)。そのため、この橋梁を守ることが最優先とされた。

河床低下区間より上流側では、各所で砂礫の堆積や砂州の形成が見られることから、十分な砂礫の供給源があると考えられる(写真-3)。そこで、上流域から供給される砂礫を捕捉し、河床を安定させ、橋梁を保護することを目的に、3基の床止工群の設置が計画された(図-2)。3基のうち、最下流の1基目の整備が完了している(図-3)。

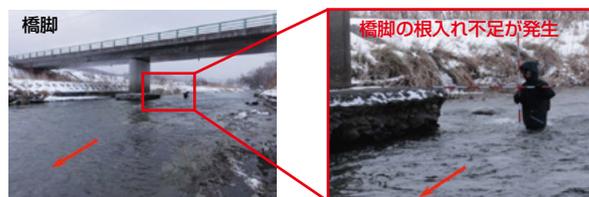


写真-2 橋梁と橋脚の根入れ不足の様子



写真-3 河床低下区間より上流の様子

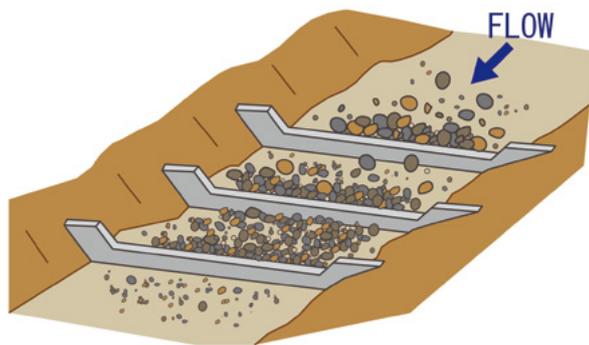


図-2 3基の床止工群(イメージ図)

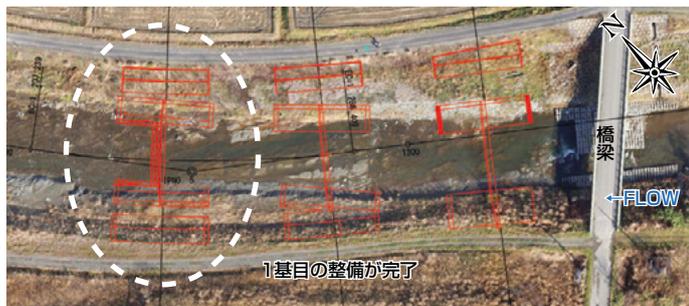


図-3 床止工群の設置位置(赤い実線部分)

4. 床止工群の有効性の評価

1基目の床止工を設置したことによる効果の検証と、2基目、3基目を設置した後の河床状況の予測を行い、床止工群の有効性について評価した。

4-1. 1基目の床止工設置後の効果検証

4-1-1. 検証方法

1基目の床止工設置前後に実施した、細部測量と横断測量のデータを用いて効果を検証した。細部測量で得られたデータは、すべて点データであるため、GISを用いて空間補正を行い、点データを平面データへ変換後、床止工設置後のデータから設置前のデータを差し引き、河床高の変化量を可視化した。横断測量データについては、床止工設置前後の横断図を重ねて比較した。また、細部測量の結果を基に、河床における砂礫と岩盤の面積をGISにより算出し、床止工設置前後で比較した。

4-1-2. 検証結果

床止工設置前からの河床高の変化量を図-4に、床止工設置前後の横断図の比較を図-5に、河床における砂礫と岩盤の割合を図-6に示す。

図-4と図-5より、1基目の床止工設置前と比較すると、床止工や橋梁の上流側で河床高が上昇しており、最大で約1m(図-4の赤色部分)の上昇量が確認された。また、図-6より、床止工設置前は、河床のうち74%の範囲で露岩していたが、設置後は砂礫の堆積により27%まで減少していた。このことから、1基目の床止工を設置したことにより、砂礫の堆積が促進されていると考えられる。

一方で、床止工の直下流側では、設置前よりも河床高が低下している箇所が確認された(図-4)。



図-4 床止工設置前からの河床高の変化量

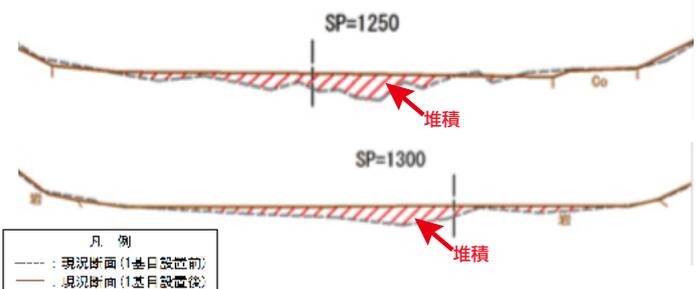


図-5 床止工設置前後の横断図の比較

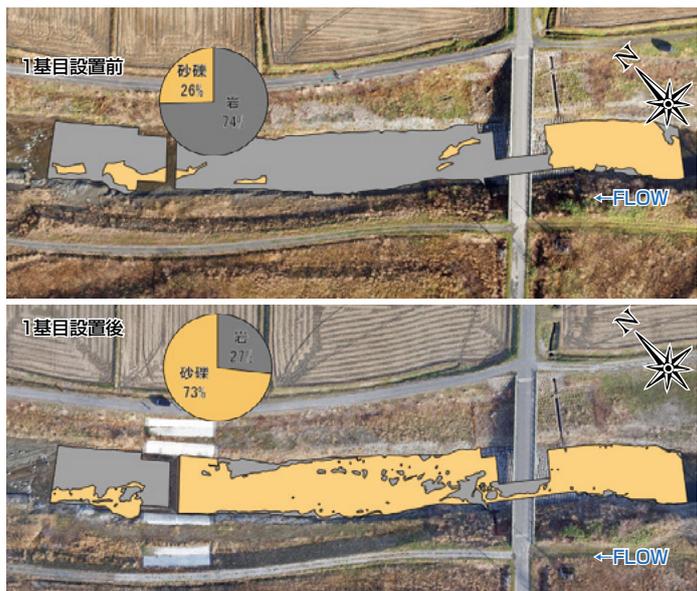


図-6 床止工設置前後の河床における砂礫と岩盤の割合

4-2. 2基目、3基目の床止工設置後の予測

2基目と3基目の床止工設置後の河床状況について、「河川の流れ・河床変動解析ソフトウェアiRIC(International River Interface Cooperative)Nays2DH]を使用して予測することとした。

なお、予測を実施する前に、iRICにより現況河道を再現できるかどうか(以下、「再現性」として記載)1基目の床止工設置前後の測量データを用いて検証することとした。

■iRICとは
USGS(アメリカ地質調査所)で開発してきたMD_SWMSと(財)北海道河川防災研究センターで開発してきたRIC-Naysの機能を統合した河川の流れ・河床変動解析ソフトウェアのことである。

4-2-1. シミュレーション(iRIC)の精度確認

(1) 計算条件

再現性を検証する際の計算条件は、表-1の通りとした。また、河床は移動床とし、床止工やコンクリートブロック、高水敷は形状が変化しないものとし、固定床とした(図-7)。

表-1 iRICの計算条件(床止工1基)

初期河床	床止工設置前の地形(測量)データ
計算メッシュ	1m(横断方向)×2m(縦断方向)程度
計算流量	平均融雪期最大流量(10ヶ年) 25.39m ³ /sを24hr通水後に、平均年最大流量(10ヶ年) 52.82m ³ /sを1hr通水
粗度係数	低水路 0.028(河道計画より) 高水敷 0.042(河道計画より)
河床材料	32.9mm(現地調査結果より)



図-7 移動床と固定床の設定(床止工1基)

(2) 計算結果

計算した結果、現地(図-4)と同様に、床止工と橋梁の上流側で堆積傾向を、1基目の床止工の直下流側で洗掘傾向を示した(図-8)。また、横断データを実測値と比較したところ、河床高が概ね近い値となった(図-9)。以上より、iRICによる河床状況の再現性は良好であると考えられる。

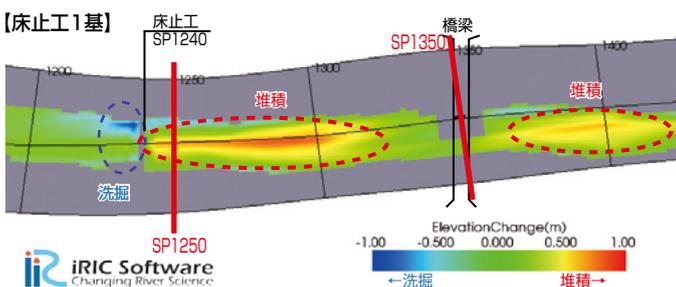
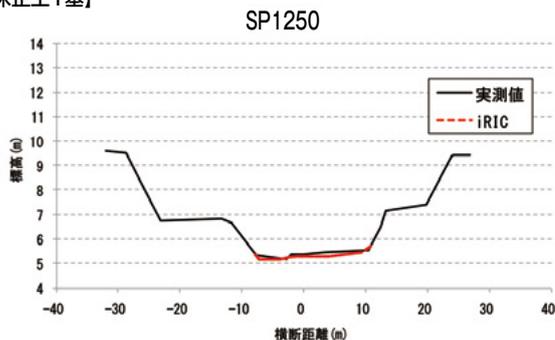


図-8 床止工1基の計算結果(平面データ)

【床止工1基】



【床止工1基】

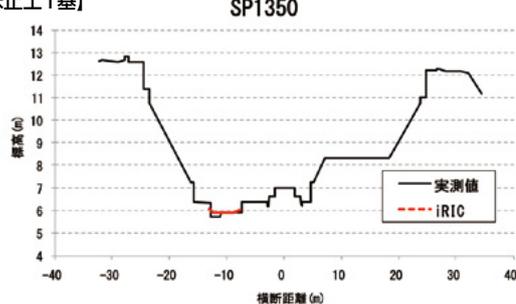


図-9 計算結果と実測値の比較(横断データ)
※計算値は移動床の部分のみ表示した。

4-2-2. 今後の河床状況の予測

(1) 計算条件

計算条件は、初期河床を1基目の床止工設置後の地形(測量)データとし、計算メッシュ、計算流量、粗度係数、河床材料粒径は表-1と同様とした。また、移動床と固定床の設定は図-10のように設定した。

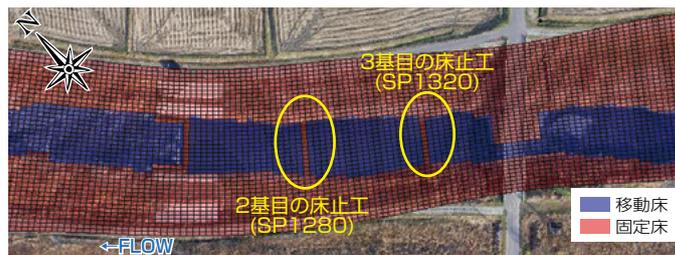


図-10 移動床と固定床の設定(床止工2基と3基)

(2) 計算結果

床止工が2基(1基目と2基目のみ)の場合と3基(1基目~3基目すべて)の場合それぞれで計算を行った。計算した結果、床止工が2基と3基どちらの場合も、床止工より上流側で堆積傾向を示した。また、2基よりも3基の場合の方が、橋梁付近の堆積量が多くなる傾向を示したが、床止工群計画時の目標である計画河床高には達しなかった(図-11、図-12)。

一方で、2基と3基どちらの場合も、1基目の直下流側が洗掘する傾向を示した(図-11)。

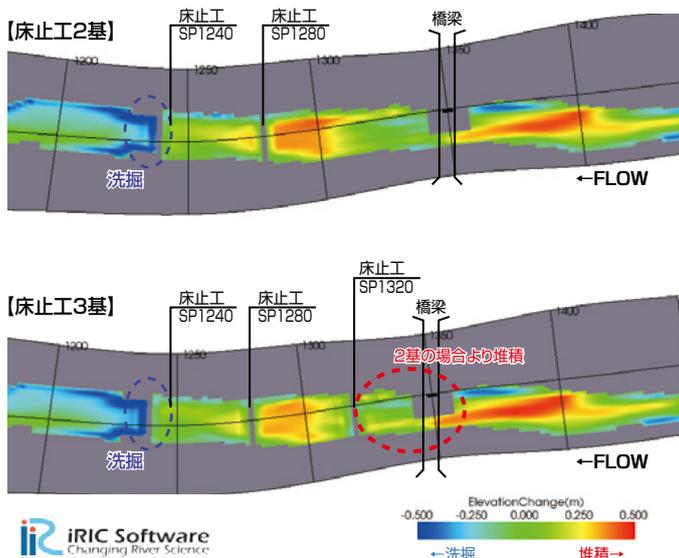


図-11 2基と3基の計算結果(平面データ)

5-2. 今後の課題

5-2-1. 床止工直下の洗掘への対策

現況の河床状況(図-4)とiRICによる予測結果(図-11)から、今後は、1基目の床止工直下の洗掘が進行する可能性がある。現時点では、表-2に示す対策案が挙げられる。ただし、各対策案における数値や構造形式、設置範囲などは仮の設定である。対策を実施する場合は、改めて詳細な検討を行う必要がある。

表-2 床止工直下の洗掘への対策案^{1),2)}

対策案	概要	イメージ図
護床工	既設のかごマットの下流側に護床工として新規にかごマットを設置する。設置後に最深河床高まで沈下した場合でも、護床工としての機能を維持できるように、基数は2基とする。	かごマットを2基追加埋戻し、かごマット、間詰コンクリート、現況最深河床、FLOW
落差工	現況の最深河床高を踏まえて落差工形式とする。流水の減勢により、洗掘を抑制する。	護床工(コンクリートブロック、かごマットなど)、水叩き(コンクリート)、かごマット、間詰コンクリート、現況最深河床、FLOW
水石組み	床止工の下流側に石組み水制工を数基設置する。土砂の捕捉により、洗掘を抑制する。	石組み水制工、かごマット、間詰コンクリート、現況最深河床、FLOW
根固め工 袋型工	洗掘が著しい箇所にのみ、玉石やコンクリート塊を詰めた袋材などを投入する。	袋型根固め、かごマット、間詰コンクリート、現況最深河床、FLOW

5-2-2. 計算条件を変えた場合の河床状況の把握

本稿で実施したシミュレーション結果(図-11、図-12)は、表-1に示す流量が通水した場合のものである。そのため、今後は、計算流量の値や通水時間などを変え、様々なパターンのシミュレーションを実施し、橋梁付近の河床高が計画河床高に達するのかどうかを把握することが課題である。

5-2-3. シミュレーションの精度向上

2基目の床止工整備後の測定データと、iRICによるシミュレーション結果を比較し、再現性の精度を更に向上させる必要がある。

参考文献

- 1) (財)国土技術研究センター：『床止工の構造設計手引き』、株式会社 山海堂、(1998)
- 2) イヴァン・ニキティン：『水制の理論と計算-近自然工法の発想を助けるために-』、株式会社 信山社サイテック、(1995)

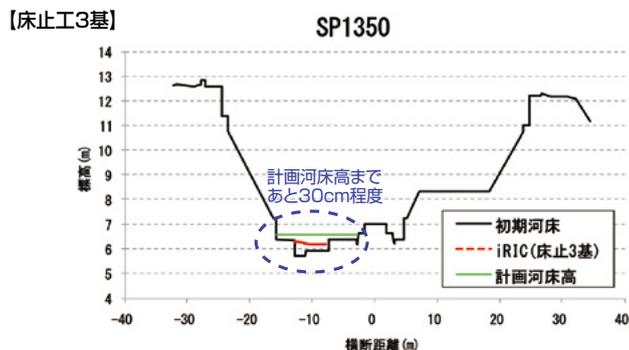
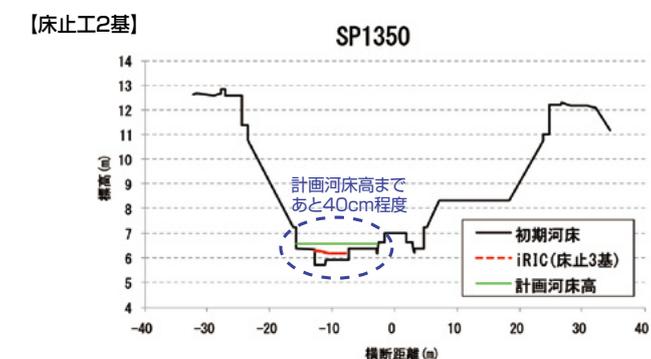


図-12 2基と3基の計算結果(橋梁付近の横断データ)
*計算値は移動床の部分のみ表示した。

5. まとめ

5-1. 床止工群の有効性

1基目の床止工設置後の効果検証と、2基目、3基目設置後の河床状況の予測結果より、床止工群を設置することで砂礫の堆積が促進され、橋梁付近の河床高が上昇することが期待できる。