

河川シミュレーションソフト iRICを用いた 実河川への適用事例

REPORT

技術部 河川砂防課



水落 彰宏
(RCCM: 河川、砂防及び海岸・海洋)



楠 馨
(RCCM: 河川、砂防及び海岸・海洋)

概要

治水・利水・環境に係わる河川計画を策定する上で、将来的な河床変動を予測することは防災・環境の両面において重要である。

本稿では、「一般財団法人 北海道河川財団」が開発した無償の河川シミュレーションソフトiRIC(以下、iRICとする)を用いた、「水制工設置による効果の検証」や「河川改修後の河床形状の予測」、「測量成果を用いた数値計算の再現性」に関する検討事例について報告する。

キーワード シミュレーション、iRIC、二次元河床変動計算、水制工、瀬・淵の復元

1. はじめに

近年、道内の河川において、源流から河口までの土砂収支のバランスが崩れ河床低下が問題になっている河川や、1時間に100mmを超えるようなゲリラ豪雨が発生し、堤防からの越水による氾濫被害が発生する河川などが多く見られる。

治水・利水・環境に係わる河川計画を策定する上で、洪水時の水位予測、河道湾曲部や河川構造物周辺の河床変動予測、安定河道の設計などを目的として、河川の流れや河床変動計算等の数値シミュレーションを行うことは非常に重要である。

本稿では当課員が担当している河川を対象にしたiRICの適用事例について報告する。

2. iRICについて

iRIC(International River Interface Cooperative)は、「一般財団法人 北海道河川財団」が開発した無償の計算ソフトであり、これまでUSGS(アメリカ地質研究所)で開発してきたMD_SWMSと(財)北海道河川防災研究センター(現、一般財団法人 北海道河川財団)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である。

iRICでは、『計算データの読み込み → 計算モデルの作成 → 計算 → 計算結果の可視化』までをこのソフトひとつで行うことが可能である。

iRICでは表-1に示したような河川の流れの計算や河床変動計算、津波計算等が可能であり、大学や研究機関、コンサルタント等において、幅広く利用が進められている。

表-1 iRICに組み込まれている計算モデルの一例

ソルバー	可能な計算の内容
Nays2DH	河川の流れ、河床変動、河岸侵食の計算が可能
Nays2D Flood	氾濫流解析が可能
NaysCUBE	河川流、河床変動の三次元計算が可能
CERI1D	河川の1次元不定流計算のためのソルバーで、河川の流れ、河氷の変動、津波の遡上計算が可能
Mflow-02	非構造格子による非定常平面2次元流れと河床変動計算が可能
SRM	貯留関数モデルを用いた流出計算が可能
ELIMO	津波計算が可能

3. 実河川への適用事例について

本稿では実河川への適用事例として、A川(道南)、H川(道央)、S川(道央)の3事例について紹介する。

3-1. A川への適用事例

(1) 背景と目的

道南のA川は自然豊かな河川であり、鮎の友釣り体験教室や筏下り体験等が行われるような憩いの場としても利用されている。近年、河川の経年変化により、砂州の減少や淵の埋没が見られ、地元の人々から河川環境(瀬・淵)の回復を望む要望が寄せられた。

そのため、対策案として低水路内に水制工を設置し、水制工周辺の局所洗掘や土砂堆積を促すことにより、河道内に変化を与えることを提案した。

その際、水制工を設置することにより、「淵や砂州は形成されるか」、「対岸へ影響を与えないか」といったことが懸念されたため、二次元河床変動計算により確認を行った。

(2) 計算諸元とモデル

計算諸元は表-2、計算モデルは図-1に示すとおりである。

計算流量と計算時間は年1回、年最大流量430m³/sが1時間だけ流れるものとし、10時間通水した(10年後の河床形状を推定)。

また、高水敷は流水の影響により河床が変動しない「固定床」として扱うものとした。

表-2 A川の計算諸元

項目	諸元
メッシュサイズ(m)	5×5
流量(m ³ /s)	430
粗度係数	0.030(低水路), 0.045(高水敷)
河床材料(mm)	10

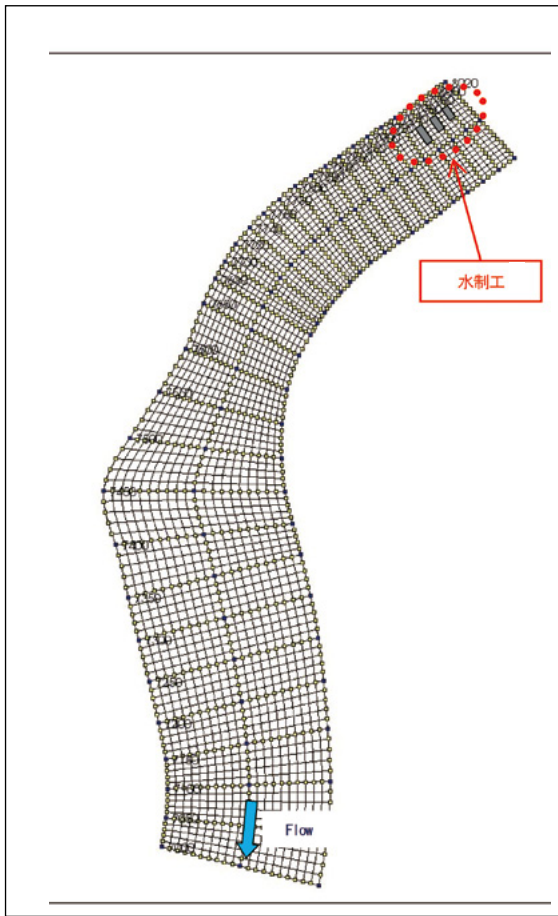


図-1 A川計算モデル図

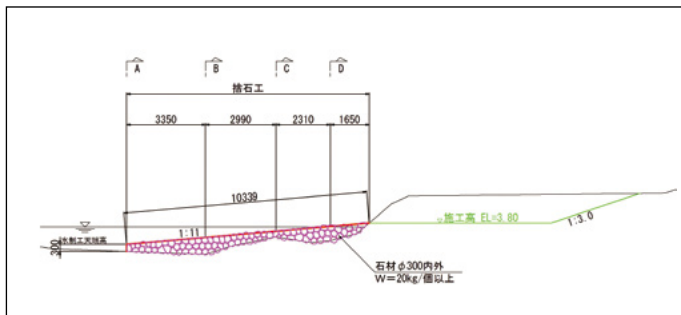


図-2 水制工側面図

(3) 計算結果と考察

図-3は通水開始10時間後の河床変動量を示した図である。色が赤くなるほど堆積、青くなるほど洗掘を表しており、図中の黒丸は水の流れを可視化したものとなっている。

計算結果から分かるように、水制工の先端部では深さ2m程度の洗掘が生じており、淵が形成されているものの、その影響は局所的なものであり、対岸までは影響していない(対岸側の洗掘深は1m未満である)。また、水制工の下流には土砂が堆積しており、砂州が形成されている。

以上のことから、水制工を設置することにより淵や砂州の形成が期待できること、対岸側へ悪影響を及ぼす可能性は低いと考えられることから、地元団体からの要望を満足できる可能性が高いと判断した。

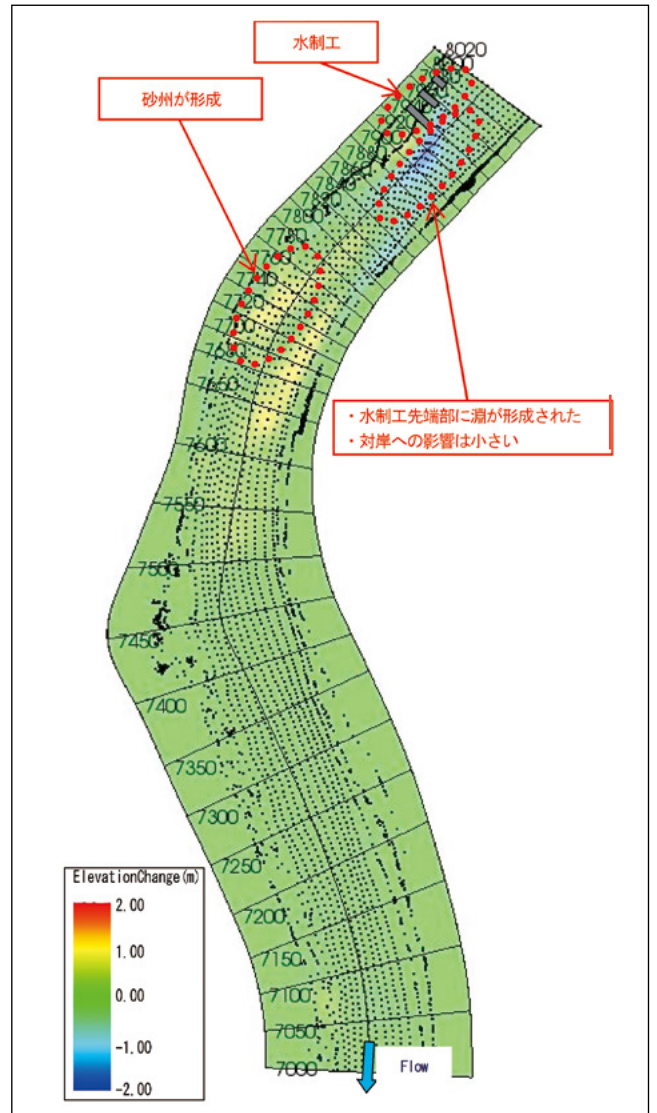


図-3 A川の計算結果(10時間後の河床変動量)

3-2. H川への適用事例

(1) 背景と目的

計算地点を含む延長約2kmの区間では、河川改修工事実施前は河道内に瀬と淵が形成され、魚類の生息に適した良好な河川環境となっていた。しかし、用地等の制約の関係から、河床を掘り込む改修工事を行っており、工事後は瀬と淵が消失した区間となっている。

計算地点よりも下流の区間は、平成18年頃に同様の河川改修工事が行われているが、河川の「自然の回復力」により3年程度で瀬と淵が復元されている(写真-1を参照)。そこで、計算地点においても「自然の回復力」により瀬と淵が復元するかを二次元河床変動計算により検証を行った。



写真-1 改修後の回復状況(瀬の下流に淵が形成)・H21撮影

(2) 計算諸元とモデル

計算諸元は表-3、計算モデルは図-4に示すとおりである。計算流量と計算時間は年1回、年最大流量194m³/sが1時間だけ流れるものとし、3時間通水した(3年後の河床形状を推定:計算地点よりも下流の区間は、概ね3年程度で瀬と淵が回復しているため)。

また、高水敷は「固定床」として扱うものとした(図-4の赤色部分が高水敷、青色部分が低水路を表している)。

表-3 H川の計算諸元

項目	諸元
メッシュサイズ(m)	2×2
流量(m ³ /s)	194
粗度係数	0.030
河床材料(mm)	33

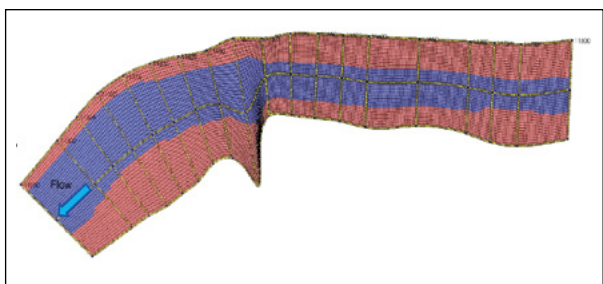


図-4 H川計算モデル図

(3) 計算結果と考察

図-5は通水開始3時間後の河床変動量を示した図である。色が赤くなるほど堆積、青くなるほど洗掘を表している。

計算結果から分かるように、「自然の回復力」により水衝部では深さ1m程度の淵が形成され(図中の赤丸部分)、検討区間中央部では中州が形成されている。

なお、計算結果で中州が形成されている区間は約2年前に改修が行われた区間となっており、写真-2に示したように実河川においても中州が形成されつつあることが確認できる。

以上のことから、当該区間も下流区間と同様、「自然の回復力」により瀬や淵が回復する可能性が高いことが確認できた。ただし、計算から得られた瀬・淵の規模(深さや範囲)に関する実河川との整合性については、今後、検証を重ねていく予定である。

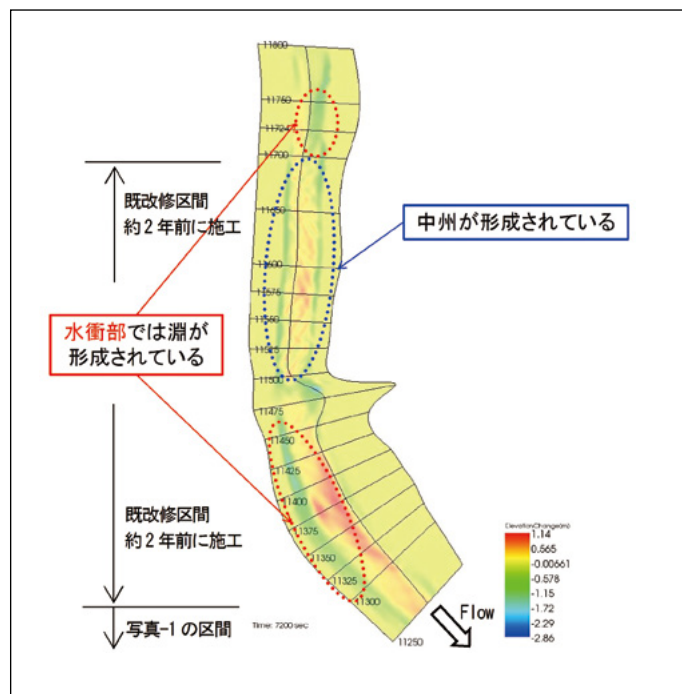


図-5 H川の計算結果(3時間後の河床変動量)



写真-2 中州の形成状況

3-3. S川への適用事例

(1) 背景と目的

道央を流れるS川は釣りやカヌー、ラフティング等が行われる自然豊かな河川である。

計算の対象区間は、今後、河川改修を行う区間であり、河川改修後も現在のような良好な河川環境が形成されるか懸念されている。このような課題を解決するためには、将来の河道状況を高い精度で予測することが可能なシミュレーション技術が必要になる。

そこで今回は、課題解決を図るための第一ステップとして、経年的に計測された測量データと計算結果を比較し、主に河床高を指標として、計算の再現性について検証を行った。

計算の再現性は、平成11年の測量データを初期河床として、二次元河床変動計算を行い、平成17年の測量データとの比較により確認することとした。

(2) 計算諸元とモデル

計算諸元は表-4、計算モデルは図-6に示すとおりである。計算流量と計算時間は年1回、年最大流量100m³/sが1時間だけ流れるものとし、6時間通水した(6年後の河床形状を推定)。

表-4 S川の計算諸元

項目	諸元
メッシュサイズ(m)	5×10m
流量(m ³ /s)	100
粗度係数	0.030
河床材料(mm)	60

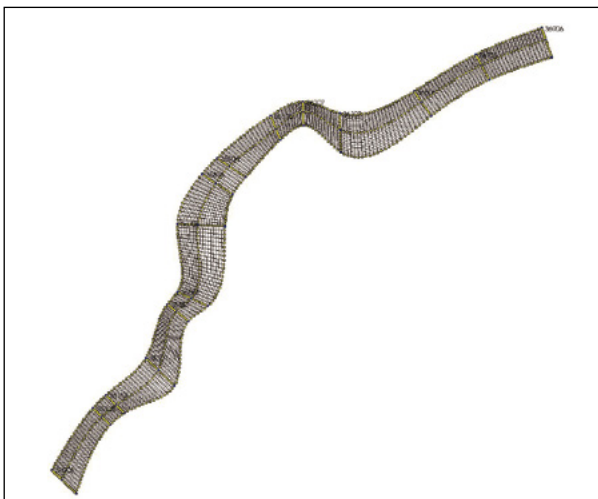


図-6 S川計算モデル図

(3) 計算結果と考察

図-7は測量データを比較した河床縦断面図となっており、赤色が平成11年度の測量データ、青色が平成17年度の測量データを表している。

一方、図-8は計算結果を比較した河床縦断面図となっており、赤

が初期河床高(t=0hr)、青色が通水開始6時間後の河床高を表している。

図-7と図-8を比較すると、堆積傾向にある箇所と洗掘傾向にある箇所は概ね一致していると考えられる。

一方、表-5は測量データ間の河床変動量、計算結果間の河床変動量を比較した表になっているが、測量データと計算結果では40cm程度の誤差が見られる。数値的な再現性が低い原因については、河床材料に単一粒径を使用していることや、流量ハイドロに年最大流量100m³/sを6時間一定で通水させて計算していること等が考えられるが、このような数値的な精度の向上については今後、検討を重ねていく予定である。

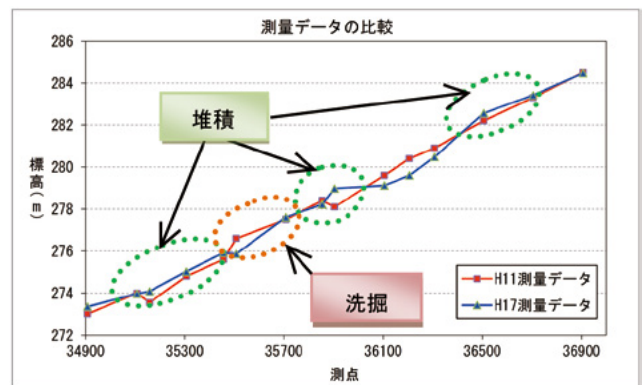


図-7 測量データ比較図(赤:H11年、青:H17年)

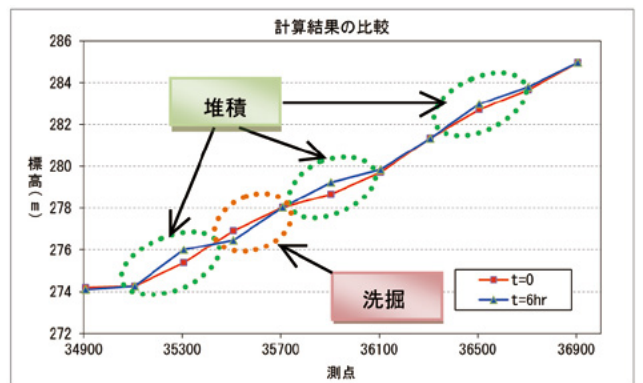


図-8 計算結果比較図(赤:t=0、青:t=6hr)

表-5 河床変動量の比較

測点	測量データ			計算結果			誤差
	H11年度	H17年度	変動量	t=0hr	t=6hr	変動量	
SP35307	274.80	275.03	0.23	275.38	276.01	0.63	0.39
SP35508	276.60	275.87	-0.73	276.91	276.47	-0.45	0.28
SP35904	278.10	278.98	0.88	278.66	279.23	0.56	0.32
SP36506	282.20	282.56	0.36	282.70	282.98	0.27	0.09

4. おわりに

iRICを用いた二次元河床変動計算を行ったが、「堆積」や「洗掘」といった傾向は概ね一致するものの、現地の測量結果等と比較した数値的な再現性にはまだ課題が残る。今後は数値的な精度の向上を図るため、計算モデルの再評価や再構築を行っていく必要がある。