

豊平川昭和 56 年 8 月洪水の河床変動再現計算

Numerical calculation of bed variation of Toyohira river 1981.8 flood

水工事業本部 水工第 1 部 濱木 道大

iRIC は、iRIC プロジェクトが開発を進めてきた河川の流れ・河床変動解析ソフトウェアであり、解析ソルバー（水理解析プログラム本体）だけでなく、計算格子作成や計算条件設定、解析結果の可視化等の水理解析に付随する処理機能を統合したフリーソフトウェアである。

今後、河川計画や構造物設計の各段階での活用や災害発生時の要因分析等に活用が期待されており、弊社でもソルバー開発や関連資料の整理、講習会等への技術協力を行っている。本論文は、iRIC に含まれるソルバーのうち、非定常平面 2 次元河床変動ソルバー Nays2DH を用い、豊平川における昭和 56 年 8 月下旬洪水の河床変動再現計算を行い、解析モデルの妥当性と検討上の留意点等について検討したものである。

1 はじめに

iRIC¹⁾は、iRICプロジェクト（北海道大学、京都大学、北海道河川財団、USGS（アメリカ地質調査所）、寒地土木研究所、建設コンサル等）が協力して開発し、HP上で公開されている河川の流れ・河床変動解析ソフトウェアである。国内外の多くの研究者から提供された解析ソルバーを使用できるだけでなく、計算格子の作成や計算条件の設定等のプリプロセッサ機能と解析結果の可視化・出力等のポストプロセッサ機能を統合したフリーソフトウェアである。iRIC を用いることで、研究者や河川技術者は、計算格子作成等にかかる労力が軽減され、治水上の課題（水位上昇、局所洗掘）や、環境上の課題（植生繁茂、水質悪化）などの課題解決のための検討に注力できるようになっている。

今後、河川計画や構造物設計の各段階での活用や災害発生時の要因分析等に活用が期待されており、弊社でもソルバー開発補助（Nays2DH、Nays2DFlood²⁾、CERI1D 等）や関連資料の整理、講習会等への技術協力を行っているところである。

本論文は、iRIC に含まれるソルバーのうち、非定常平面 2 次元河床変動ソルバー Nays2DH を用い、豊平川における昭和 56 年 8 月下旬洪水の河床変動再現計算を行い、解析モデルの妥当性と検討上の留意点等について検討³⁾したものである。

2 豊平川の概要

2.1 豊平川の流域河川特性⁴⁾

豊平川は、札幌市を貫流する急流河川であり、下流域の緩流な区間、中流域の急流な都市部区間、上流域の山間区間に分類される。特に、都市部区間では、高水敷のスポーツ利用や堤防上の道路利用、上水用水としての利用等、市民生活に密接に関わっており、市民の安全・安心にも直結する河川である。（図 2.1）

このため、豊平川では札幌市街の発展とともに堤防、高水敷造成、低水護岸、床止め群の整備、砂防えん堤や多目的ダム群の整備等が行われ、流域の治水安全度を向上させてきた。一方、近年では河床低下に伴う滯筋部と砂州部の 2 極化、砂州の樹林化等、河川管理上の課題が顕在化している。（図 2.2）



図 2.1 豊平川（水穂大橋付近）

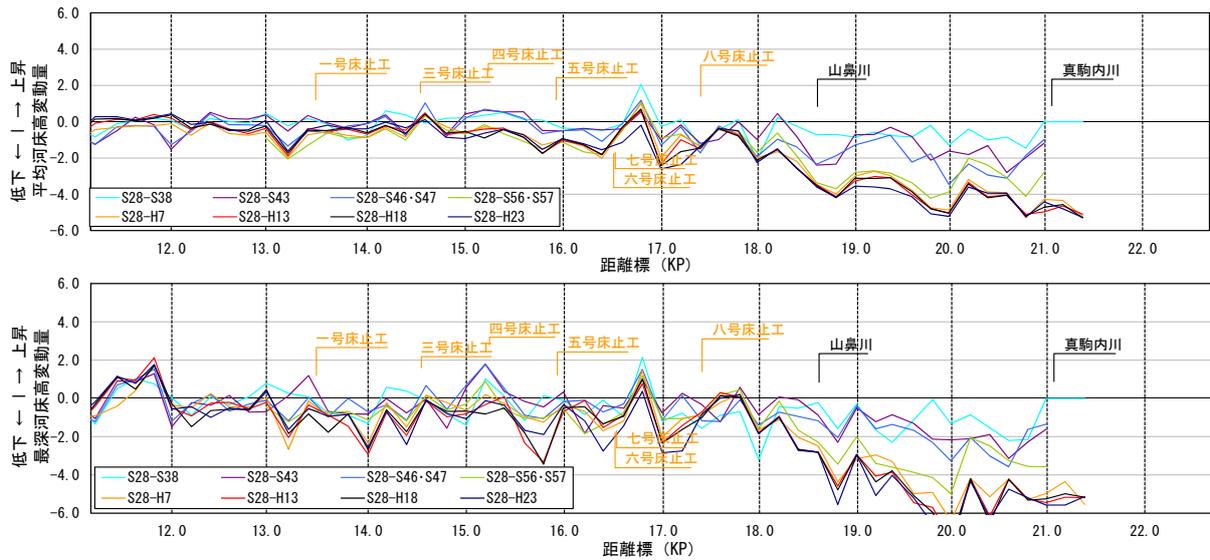


図 2.2 豊平川河床高経年変化図（上段：平均河床高、下段：最深河床高）



図 2.3 出水時の状況（S56. 8. 23 9:00 幌平橋）



図 2.4 三角波の発生状況（S56. 8. 23 10:00）

2.2 豊平川昭和 56 年 8 月洪水の概要

豊平川では、昭和 56 年 8 月に 2 度にわたり洪水に見舞われ、土砂災害などの被害が発生した。特に、都市部の急流区間では、ほぼ計画断面が完成していたため、市街地へ及ぶ被害はなかったものの、高速の激しい流れから河床変動が著しく、三角波の発生や河岸侵食、高水敷の洗掘等が発生した⁵⁾。(図 2.3、図 2.4)

3 iRIC (Nays2DH) の改良

再現性向上のため、公開されている Nays2DH の一部機能を表 3.1 のように改良して使用した。

4 河床変動の再現計算

4.1 計算条件

iRIC (Nays2DH) を用い、昭和 56 年 8 月下旬洪水の再現計算を行った。表 4.1 に計算条件一覧を示す。下流区間の河床形状は、拡幅や高水敷造成の影響で河道状況が大きく異なるため、下流区間は洪水後測量とした。

また、上流端付近の支川合流の影響を考慮しない場合 (Case1) と、支川合流付近の滞筋固定化の影響を考慮した場合 (Case2) の 2 ケースを比較した。特に、図 4.1 によると、KP20.8 右岸側 (湾曲部外岸) の洗掘が大きく、左岸側 (内岸) の堆積が殆ど無い。これは、支川合流点からの洪水初期の流入による影響で右岸側に滞筋が形成されたものと考えられる。支川流入流量を考慮して河床変動計算を行うことも可能であるが、支川流入流量が不明確であったことから、Case2 では KP20.8 ~ 21.8 の区間を洪水後河床形状 (S56.9) で固定床として設定した。

表 3.1 Nays2DH の改良箇所

変更箇所	設定内容
河床材料	河床材料を縦断方向に変化させて設定
上流端の境界条件	助走区間全体を固定床とし、供給土砂量の比率を粒径別に調整
粗度係数	計算期間中の平均粒径の変化に応じて、粗度係数を変化
陸地化抑制	最小水深以下への流砂の配分を制限

表 4.1 計算条件一覧表

項目	設定内容
計算区間	KP0.8~21.4(直轄管理区間)
河床形状	KP0.8~12.8 :昭和 56.9 横断(洪水後) KP13.0~21.4:昭和 56.7 横断(洪水前)
粗度係数	マニングストリクラー型
樹木・橋脚	透過係数として設定
流量	昭和 56 年 8 月下旬洪水ハイドロ ピーク流量 $Q_{max}=1417m^3/s$
起算水位	石狩川合流点水位
固定点	高水敷、床止め
河床材料	~KP10.0:昭和 48 年 ~KP18.6:昭和 28 年 ~KP21.4:昭和 56 年洪水後
土砂供給量	動的平衡×48%(ダム堆砂量から設定)
流砂量式	掃流砂量:芦田・道上の式 浮遊砂量:Lane-Kalinske の式

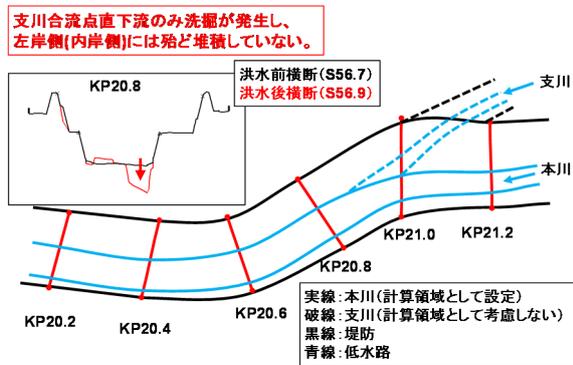


図 4.1 支川合流点付近の概要

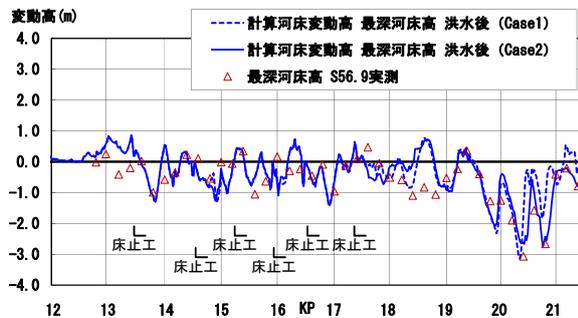
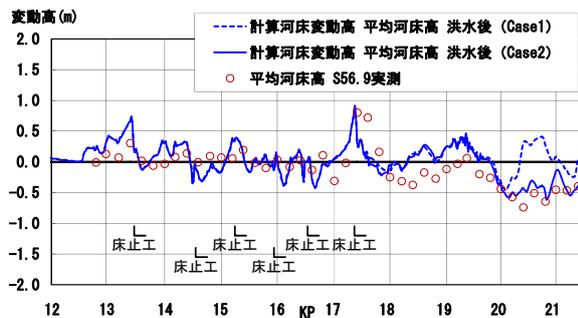


図 4.2 再現計算結果 河床変動高縦断面図
(上段:平均河床高、下段:最深河床高)

4.2 計算結果

図 4.2 に再現計算結果縦断面図を、図 4.3 に河床変動量コンター図を示す。図 4.2 によると、Case1 の平均河床高では、KP20.0~21.0 付近の洗掘傾向を再現できていないが、Case2 では改善され、平均河床、最深河床ともに精度よく洪水前後の河床変動を表現できている。また、図 4.3 によると、床止区間(1号~5号)の砂州発達状況や8号床止前後の堆積傾向等が良く表現できており、Case2 では KP20.0~21.0 の内岸側の堆積傾向が抑制され、外岸側の滞筋発達状況が改善されている。

5 まとめ

本論文では、iRIC (Nays2DH)を用いて、昭和 56 年 8 月下旬洪水の河床変動再現計算を行い、高い再現性を有していることを確認した。さらに、境界条件等の設定が再現精度に与える影響を確認し、精度向上を図った。ただし、KP18.0~19.0 で河床変動傾向が一致しない箇所もあり、この地点においても、支川の影響やその他の要因分析を行い、解析モデルの更なる精度向上が必要である。

iRIC (Nays2DH)は、固定床の設定や流砂量式の選択等の自由度が高く、豊平川のような急流河川における河道管理ツールとして、高い有用性を有したソフトウェアである。一方で、数値解析に精通していても、ある程度の結果を得ることができる反面、解析結果の判断には現地状況との比較や専門的な知識を持って考察や判断を行う必要がある。結果が一人歩きしないように充分注意し、河川技術者として適切な判断が行えるよう、努力していく所存である。

[謝辞]

本論文は、平成 28 年度土木学会全国大会 第 71 回年次学術講演会に投稿した内容であり、論文作成にあたり、北海道開発局札幌開発建設部、北海道大学清水教授、木村准教授から多大なご支援・ご指導を頂いた。ここに、心から謝意を表します。

[参考文献]

- 1) <http://i-ric.org/ja/>
- 2) 濱木道大, 山内孝明, 井上卓也, 清水康行, 岩崎理樹:iRIC を活用した破堤氾濫解析について, 土木情報学シンポジウム講演集, pp71-74, vol.39, 2014
- 3) 濱木道大, 田代隆志, 白戸暢彦, 清水康行, 木村一郎:iRIC(Nays2DH)による豊平川昭和 56 年 8 月洪水の河床変動再現計算, 平成 28 年度土木学会全国大会 第 71 回年次学術講演会, II-074, 2016
- 4) 白戸暢彦, 田代隆志, 奥山昌幸:豊平川の河道変化に対する対策工の検討について, 第 59 回(平成 27 年度)北海道開発技術研究発表会, 2016
- 5) 財団法人 北海道開発協会:昭和 56 年洪水報告書(資料編), 北海道開発局監修

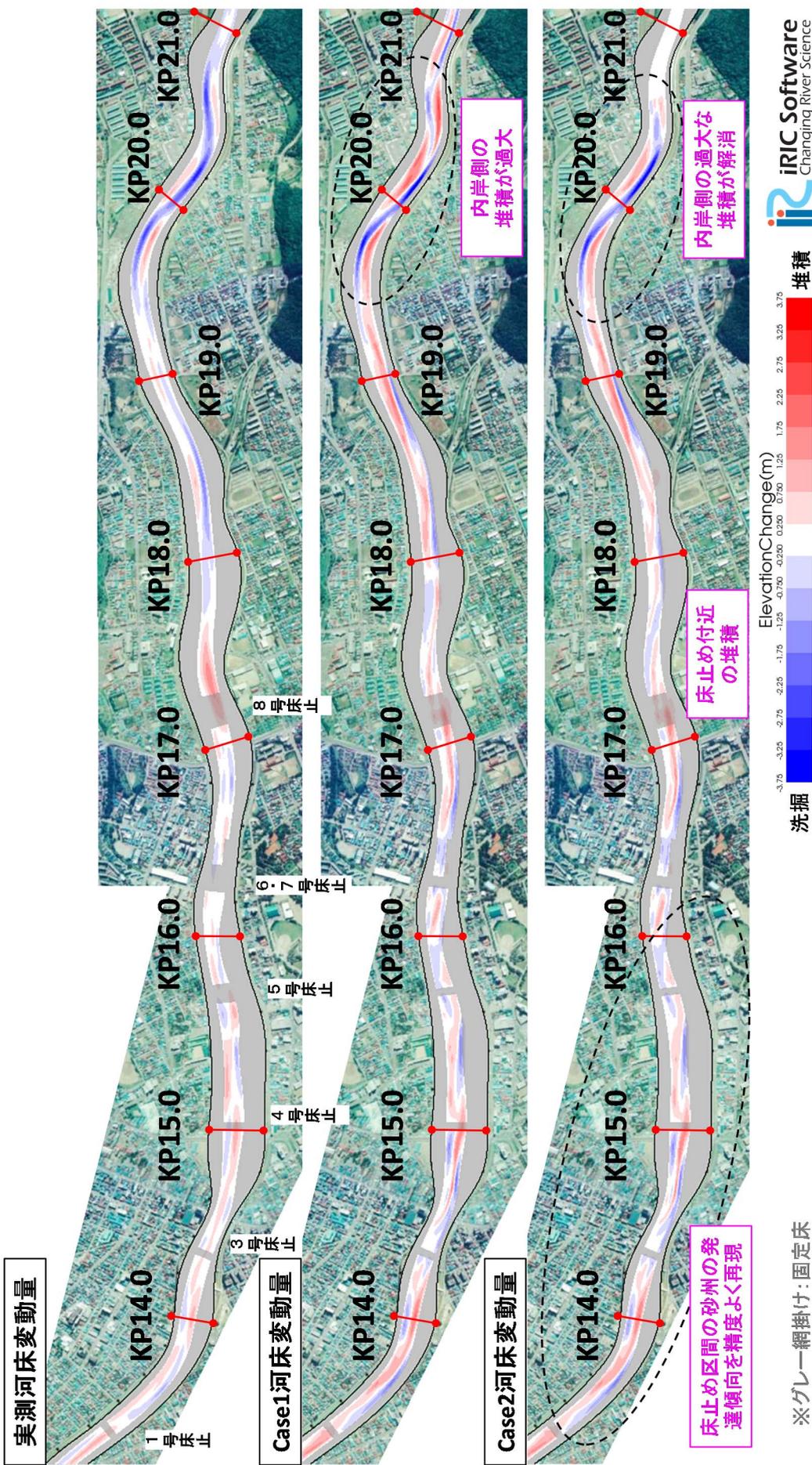


図 4.3 再現計算結果 河床変動量コンタート図 (上段: 実測変動量、中段: Case1、下段: Case2)