

軟岩河床の河川特性と河床低下の把握について

Understanding river characteristics of soft rock riverbed and river bed is lowered

水工事業本部 水工第2部 川村 公博

河道は、長年の流水に伴う侵食、洗掘、土砂移動、堆積を日々繰り返し変化している。本稿では、北見市の若松地区で高水敷を多目的スペースとして利用している常呂川左岸 KP49.5 付近において軟岩河床の侵食傾向、露岩を考慮した流況計算より平面的な河川特性の把握、および河岸保護対策案について紹介する。

1 はじめに

当該箇所は、1988年に河岸保護工事が実施され、設置後30年を経過している。河床材料は、軟岩河床で凝灰岩という土質条件である。

また、露岩が点在し網の目状の滯筋箇所は、流水による洗掘が発達していることが考えられる。



図 1.1 若松大橋付近の状況

2 現況河床高について

2.1 測量による最深河床高の把握

河床高は、出水の影響や土砂供給の摩耗などにより時間的に変化し、最深河床高が移動することがあるため横断的に捉えることが重要である。

このため、横断測量間隔 20m 毎の最深河床高を平面図にプロットし洗掘状況を把握した。

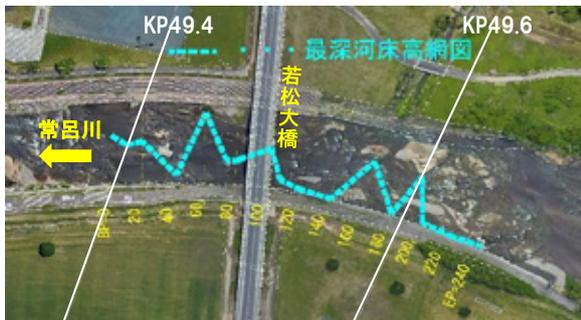


図 2.1 若松大橋付近の最深河床高位置

2.2 Deeper による縦断的河床高の調査

Deeper は、CHIRP (Compressed High Intensity Radar Pulse) 方式と呼ばれるソナー技術である。

ソナーは、水中に発射した超音波の反射波を捉えることで物体を探し出す。

この浮子がある区間で流下させ縦断的・連続的に GPS による位置情報と水面から河床高までの水深を測定した。測定情報は、スマートフォンからパソコンに自動転送されアウトプットとして記録される(図 2.2)。若松大橋の左岸側では、縦断的に 20~30cm の河床の不陸が確認された。

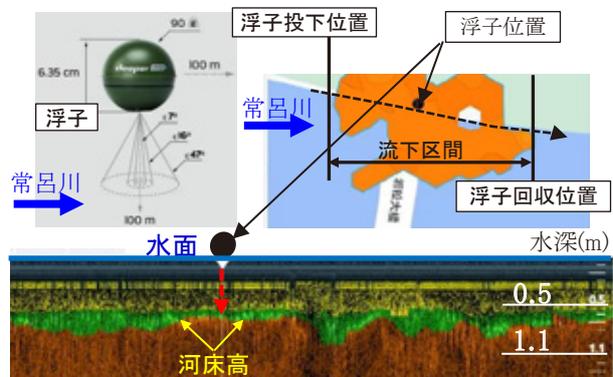


図 2.2 Deeper による水深計測



図 2.3 スタッフによる水深計測

3 河床低下による河岸への影響

3.1 土層構成と河床低下

常呂川 KP49.5 地点左岸側の護岸形状と土層構成を図 3.1 に示す。法留ブロックの前面の河床低下が進行し、法留ブロックの下端高より、更に河床が低下すると倒壊の危険性がある。

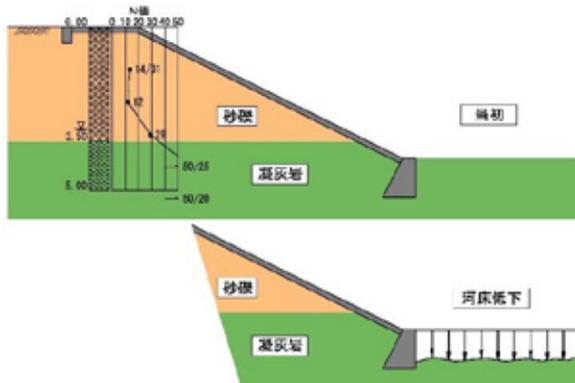


図 3.1 土層構成及び河床低下の進行

3.2 現況護岸状況

若松大橋下流左岸側の護岸状況を図 3.2 に示す。当初は、法留ブロック基礎天端が河床となっていたものが水面上に突出しており、河床低下が進行したことが確認できる。



図 3.2 若松大橋下流左岸護岸状況

3.3 河床低下量

常呂川 KP49.5 地点の河床低下は、河岸保護の完成後の経過年数と河床低下量より、1 年当りの河床低下量 Δy は、0.04m/年と推定される。

$$\begin{aligned} \Delta y &= \text{河床低下量} / \text{経過年数} \\ &= 1.2\text{m} / 33\text{年} \\ &= 0.036\text{m} / 1\text{年} \\ &\approx 0.04\text{m} / 1\text{年} \end{aligned}$$

表 3.1 河岸保護完成後の時間的河床低下量

西暦	経過年数	河床低下量
1988 年(完成)	0 年	0.0m
2021 年(現在)	33 年	1.2m

4 護岸の被災形態

護岸の設計を行うにあたり、既往の被災事例と比較し被災原因や護岸構造における被災形態の特徴について把握しておく必要がある。

護岸の被災形態は、次の(1)~(5)が代表的であり、当地点で該当する被災形態を表 4.1 に整理した。

- (1)河床洗掘による被災
- (2)すりつけ部からの被災
- (3)法覆工の流出による被災
- (4)天端保護工の流出による被災
- (5)背面土砂の吸出し

表 4.1 護岸の被災事例

被災形態事例(参考写真)	該当
(1)河床洗掘による被災 	○
(2)すりつけ部からの被災 	—
(3)法覆工の流出による被災 	—
(4)天端保護工の流出による被災 	—
(5)背面土砂の吸出し 	○

5 流況解析

平面 2 次元流況・河床変動の解析には、河川の流れ・河床変動解析ソフトウェア iRIC¹⁾のうち、非定常平面 2 次元河床変動解析モデルである

「Nays2DH」²⁾を用いた。

若松地区の河床は、露岩が点在する地形であり、局所的な流れを再現するために計算メッシュを極力、細かくした。露岩箇所の変形は、LP データの標高を反映した(図 5.2)。

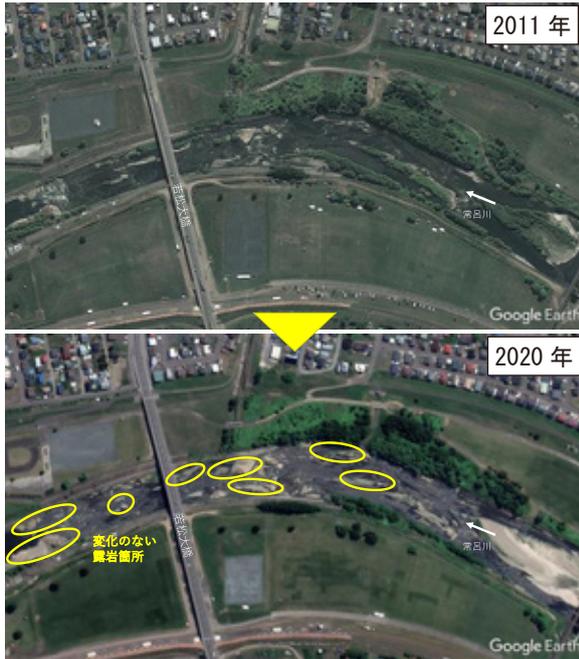


図 5.1 露岩箇所の変化(2011年→2020年)

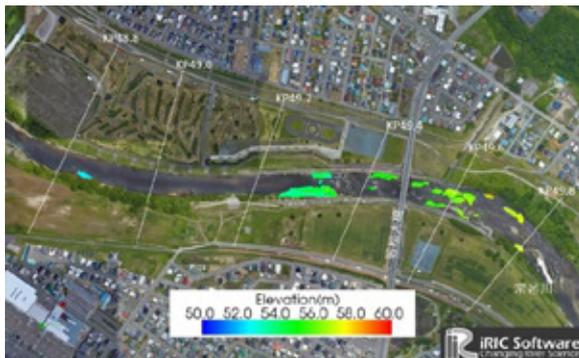


図 5.2 LP データの露岩箇所の標高コンター図

¹⁾iRIC(International-River-Interface-Cooperative)

<https://i-ric.org/>

²⁾清水康行:河道平面形状の形成における河床・河岸の変動特性の相互関係について,水工学論文集,第 47 巻,PP643-648,2003

5.1 計算条件

計算条件は、最新の測量成果や河道条件を使用し表 5.1 に設定した。

表 5.1 計算条件一覧表

項目	内容
計算区間	常呂川 KP48.8~49.8(L=1.0km)
河道形状	低水路:H28 定期横断測量 +R3 工事測量 高水敷:H28 定期横断測量 露岩箇所:H21 LP データ
平面形状	流下方向:1055 測線(1.0m間隔) 横断方向:190 測線(低水路 1.0m間隔、高水敷 3.0m間隔)
粗度係数	低水路:n=0.033 高水敷:n=0.040 張ブロック:n=0.024 連節ブロック:n=0.027
樹木	KP48.8~KP49.3(左岸) KP49.6~KP49.8(左岸及び右岸)
流量	H28流量(戦後最大 1,667m ³ /s)
起算水位	等流起算(I=1/210)
構造物	KP49.48 若松大橋の橋脚を障害物として設定

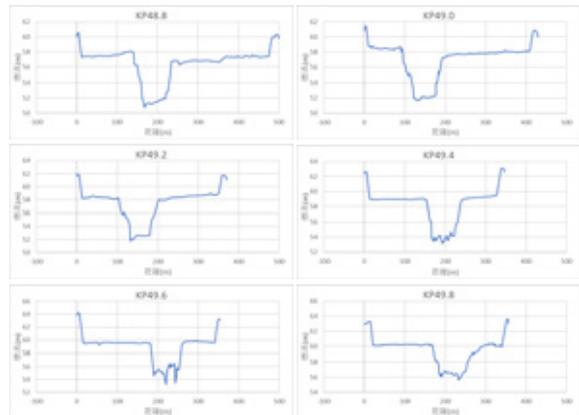


図 5.3 H28 定期横断測量成果

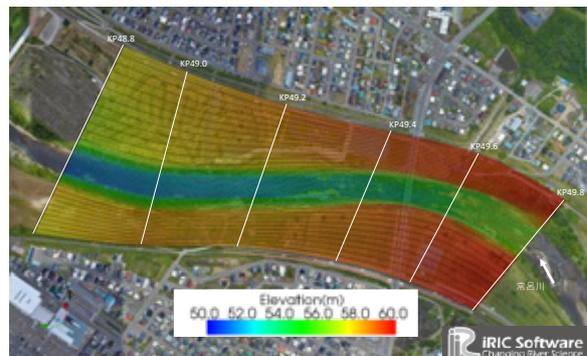


図 5.4 標高コンター図

6 流況解析結果

6.1 水深コンター図

既往最大流量 $Q=1667\text{m}^3/\text{s}$ を流下させた場合、高水敷は、ほぼ青色で水深が低く冠水している。低水路は、水深が深くなる順序で水色から赤色の部分が見られる。

若松大橋付近に着目すると、左岸側の既設護岸と若松大橋の橋脚の上流側で水深が深くなっており、河床低下による護岸基礎部の安全性が懸念される。橋脚の上流側は、河床低下や堰上げによる要因で水深が深くなっていることが考えられる(図 6.1)。

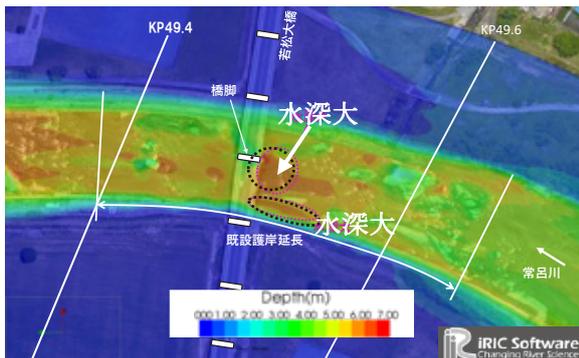


図 6.1 水深コンター図 (KP49.5 付近拡大)

6.2 流速コンター図

若松大橋付近は、露岩が点在しているが流速コンター図は河川の流下方向対して横断的に識別できる。河床部は、おおむね黄色から赤色(流速 $5\text{m/s} \sim 7\text{m/s}$)が分布し、左岸側の河床部から高水敷の法面付近は緑色から黄色(流速 $3\text{m/s} \sim 5\text{m/s}$ 、最大 5.3m/s)に変化している。

また、赤色の流速分布に着目すると、若松大橋では、橋脚の堰上げの影響で流速が大きくなり、下流および上流の露岩箇所では、水深が浅く、流下面積が小さくなるため流速が大きい傾向を示していると考えられる。

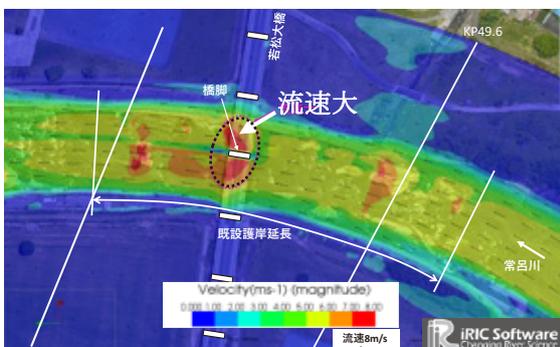


図 6.2 流速コンター図 (KP49.5 付近拡大)

7 河岸保護工の対策案

今後、河床低下が進行した場合は、既設護岸の基礎ブロックが倒壊し、徐々に護岸背面の土砂が吸出され法覆護岸が流出することが想定される。

対策案としては、護岸基礎の根入れを深く入れることが必要であり、将来予想される洗掘深さの位置に設置することが望ましいと考える。護岸基礎部は凝灰岩であるため岩着して固定するものとし、現在の河床高と設置後の基礎ブロック天端までは袋詰根固により充填するものとする。

当該箇所今後の河床低下量は、定期横断測量等により経過観察することで判断できる。

対策後は基礎ブロック天端高が現況河床高より 2m 程度深く根入れされるため(図 7.2)、これまでの河床低下量より推測すると、記録的な洪水が頻発しなければ、約 50 年程度、河岸保護が維持されることを期待する。



図 7.1 既設護岸 (対策前)



図 7.2 対策案

8 まとめ

軟岩河床における常呂川の若松大橋付近の河川特性および河床低下について以下を把握した。

- ・2021 年現在で常呂川の若松地区において平均河床勾配 $i = 1/110$ 程度で河床低下量 $0.04\text{m}/\text{年}$ 程度(過去 33 年実績)が把握できた。
- ・iRIC の計算による流速および水深コンター図より視覚的に平面的な河道特性が把握され対策工の工法選定や対策範囲への活用が期待できる。
- ・最深河床高(滯筋)が河道中央で進行しているか河岸へ寄っているかを観察し、河床低下による護岸の安全性に注意していく必要がある。

[参考文献]

- 1) 美しい山河を守る災害復旧基本方針
- 2) 護岸の力学設計法