

# 河道狭窄部における水位低下対策について

村田 直輝<sup>1</sup>・吉野 晃平<sup>2</sup>

<sup>1</sup>近畿地方整備局 和歌山河川国道事務所 調査第一課（〒640-8227和歌山市西汀丁16-5-44）

<sup>2</sup>近畿地方整備局 和歌山河川国道事務所 河川管理課（〒640-8227和歌山市西汀丁16-5-44）

国内では、河道狭窄部を有し、その影響で流下能力が不足している河川が数多くみられ、早急な対策が望まれている。しかし、河道周辺の影響により対策が困難なケースも少なくない。

紀の川の岩出狭窄部においても、頭首工の全面改築の対策を実施する場合、関係機関との調整等に多大な時間と費用を要するため、河道掘削及び河道右岸側の高水敷へ拡幅水路を整備する案を設定し、模型実験により狭窄部の流下能力確保に向けた対策案の確認を行った。

結果として、模型実験を通して、水位低下効果の視覚的な確認に加え、計算では再現できなかった事象も浮き彫りとなり、実効性の高い設計に繋げることが可能となった。

キーワード 水位低下対策、河道狭窄部、水理模型実験、事業説明

## 1. はじめに

国内では、河道狭窄部を有し、その影響で流下能力が確保できていない河川が数多くみられ、早急な対策が望まれている。しかし、河道周辺の市街化や地形の問題で引堤等の有効河積確保に向けた対策が困難なケースも少なくない状況である。

紀の川の岩出狭窄部においても、河道狭窄部による水位上昇を抑制する対策としては、頭首工の全面改築、引堤等が考えられるが、多大な時間と費用を要する大規模な工事となる。

そこで、コスト面及び早期効果発現が見込まれる河道掘削及び河道右岸側の高水敷へ新たに低水路（拡幅水路）を整備する案を水位低下対策の計画原案と設定し、縮尺1/100の3次元の固定床模型を用いた水理実験により、河道掘削及び拡幅水路を整備する案での水位低下効果の検証を行い、河道狭窄部の流下能力確保に向けた検討を行った。

## 2. 岩出狭窄部の概要

岩出狭窄部は、紀の川の河口から約20km付近に位置している。写真-1に示すように、狭窄部直上流では支川である貴志川と春日川の合流地点となっている。上下流と比較して川幅が狭い狭窄部には、農林水産省管理の岩出

頭首工が設置してあり、治水上のネック箇所となっている。岩出狭窄部上流の貴志川左岸丸栖地区では、内水被害が頻繁に発生しており、近年では平成23年台風12号、平成25年台風18号で家屋の浸水が発生している。

河川整備計画では、目標流量である戦後最大流量8,500m<sup>3</sup>/sを安全に流下させるために、岩出頭首工の全面改築及び目標流量に対する河道掘削等による岩出狭窄部対策を想定していた。

しかし、頭首工の全面的な改築を実施する場合、移転先の選定や用地の問題、関係機関との協議などに多大な時間と費用を要することが見込まれる。この現状を踏まえると、治水効果の早期発現やコスト削減という観点から、現在の頭首工を可能な限り存置する対策案を検討することとなった。



写真-1 紀の川 岩出狭窄部

### 3. 検討概要

紀の川の治水上のネック箇所となっている岩出狭窄部の対策として、整備計画流量を安全に流下させるための対策原案の設定を数値解析により行い、その対策案の水位低下効果を水理模型実験により検証し、改良案を設定した。検討の流れは、以下の通りとなる。

#### ① 数値解析による対策原案の設定

平面二次元流況解析を行い、整備計画流量を安全に流下させるため、対策後の水位が計画高水位以下となるように河道の掘削形状、掘削範囲及び水路構造（拡幅水路等）を設定した。

#### ② 水理模型実験による対策原案の検証

数値解析によって設定した対策原案を模型で再現し、水位低下効果の検証及び更なる対策案の設定を実施した。

### 4. 数値解析による対策原案の選定

対策方法は可能な限り現頭首工を存置する方針として、下記に示すような「掘削案」、「拡幅水路＋掘削案」、「引堤＋掘削案」の3案を設定した。

#### ① 掘削案

岩出頭首工を存置し、河道掘削のみで対処する案を検討した。河積阻害地点である頭首工から19.8kの間で河道掘削を行う。頭首工直上流で再堆積をしづらくするため、頭首工直上流の掘削深ができるだけ小さくなるような形状とした。

#### ② 拡幅水路＋掘削案

頭首工右岸側に拡幅水路を設置することにより、上流の河道掘削土量を低減させる案を検討した。拡幅水路敷高は、頭首工・堤防の安全性、コスト削減を踏まえ、土砂吐き水路敷高と同じとした。拡幅水路幅については、魚道からの離隔を確保し、堤防への影響が生じない幅21.5mとした（図-1）。さらに狭窄部の河積拡大を目的とし、左岸側で、既設道路に影響を及ぼさないような山切りを行い、河道掘削土量を軽減させた。

#### ③ 引堤＋掘削案

拡幅水路＋河道掘削案に対し、河道掘削は同等とし、拡幅水路部分の代替案として、引堤を行う案を検討した。引堤箇所としては、狭窄部左岸は山付きで、山切りによる頭首工本体の安定性への影響が懸念されること、また、左岸に設置されている頭首工操作室の移転を伴うなど影響が大きいことから、右岸側を引堤することとした。必要な引堤幅は50mとなった。

これらの案を比較検討した結果、岩出頭首工本体への影響、周辺構造物への影響、社会的影響、トータルコス

ト等を考慮し、「拡幅水路＋掘削案」を対策原案とした。

図-2に対策原案のイメージを示す。

### 5. 水理模型実験による対策案の設定

#### (1) 実験概要

水理模型実験は、フルードの相似則に従うものとし、以下の実験模型の諸元、実験条件で検討を行った。

##### a) 実験模型の諸元

- ・ 模型タイプ：固定床3次元模型
- ・ 再現範囲：紀の川15.8k～21.0k（写真-2）
- ・ 模型縮尺：1/100

##### b) 実験条件

- ・ 対象流量：整備計画流量 8,500m<sup>3</sup>/s
- ・ 河道条件：現況河道
- ・ 対策：拡幅水路、河道掘削等

ここでは、水位低下効果に着目し、対策原案（拡幅水路＋掘削案）の検証及び改良案の検討を行った。写真-3に模型状況を示す。

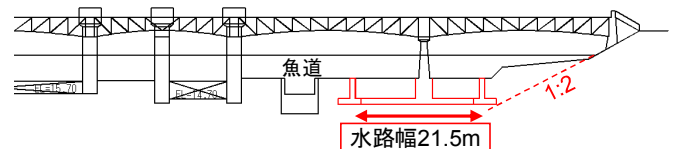


図-1 拡幅水路横断面図

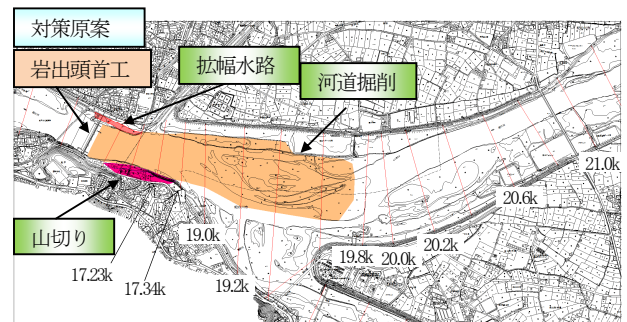


図-2 対策原案



写真-2 模型再現範囲



## (2) 現況河道の流下能力

整備計画流量通水時の左右岸の水位縦断は、図-3 に示すとおり、左右岸ともに岩出頭首工から 20.5k 付近の範囲で H.W.L を超えている。

## (3) 対策原案の水位低下効果

対策原案について、以下のとおり各段階ごとの効果について確認を行った。対策原案での水位縦断図を図-4、5 に示す。

### a) 拡幅水路設置

- ・頭首工直上流から上流の現況で H.W.L を既に満足している 20.6k までの区間で左右岸ともに水位低下効果が得られた。特に狭窄部での水位低下効果が顕著となった。
- ・しかし、H.W.L を満足する程の水位低下効果は得られなかった。

### b) 拡幅水路設置+左岸山切り

- ・拡幅水路に加え、左岸の山切りを併用した場合についても、左右岸ともに水位低下効果が得られた。
- ・貴志川の出発水位となる 19.2k についても左右岸ともに水位低下効果が得られた。しかし、貴志川合流部下流の狭窄部では、逆に水位上昇傾向が示された。
- ・結果として、H.W.L を満足しない範囲は、頭首工直上流から左岸で 20.2k、右岸で 20.0k まで縮小するのみとなった。



写真-3 縮尺 1/100 で再現した実験模型

### c) 拡幅水路設置+左岸山切り+河道掘削

- ・計画原案となる拡幅水路、左岸山切り、及び河道掘削を併用した場合は、最も水位低下効果が高くなり、狭窄部より上流全体において水位低下効果が得られた。傾向として、貴志川合流部より上流での効果が高くなった。
- ・結果として、河道右岸側は、概ね H.W.L を満足することが示された。しかし、左岸側は、頭首工直上流から 17.23k までの区間で H.W.L を超える水位を示した。

### d) 課題

- ・対策原案では、右岸側は、概ね H.W.L を満足するが、左岸側においては、頭首工から 17.23k までで H.W.L を超える。
- ・19.0k 付近（支川合流点）までは、河床高が水位の支配要因となるが、19.0k より下流は、頭首工による堰上げの影響区間と考えられ、頭首工の流下能力拡大（流速増加）が必要となると考えられる。
- ・山切りは、貴志川合流部より上流では、水位低下効果が得られるが、下流の狭窄部では逆に水位を上昇させる結果となった。

## (4) 改良案の設定と水位低下効果

### a) 改良案の考え方

- ・計画原案は、頭首工直上流から 19.6k 付近までの河道掘削を行っている。これにより 19.0k より上流では水位低下が図られている。しかし、頭首工の影響範囲（頭首工～19k までの区間）では、逆効果となり、水位上昇を招いている。これは、頭首工の直上流の掘削により、頭首工が流れの障害物となり、流速が減勢すること（図-6）が要因と考えられる。よって、頭首工直上流部は頭首工のゲートの敷高から河道掘削を行い、上流河道に擦り付ける形で斜面を設置することとした。
- ・山切りを実施した場合、貴志川合流部より上流で水位低下効果は得られるが、効果が低く、狭窄部左岸側で逆流域が発生し、水位が上昇する。加えて、河道掘削の水位低下効果が高いため、貴志川の合流部上流の水

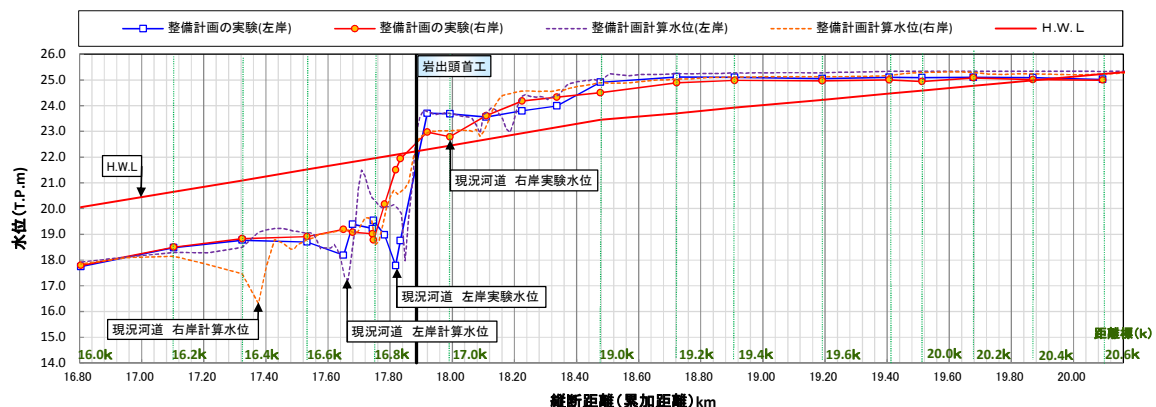


図-3 現況河道での水位縦断図

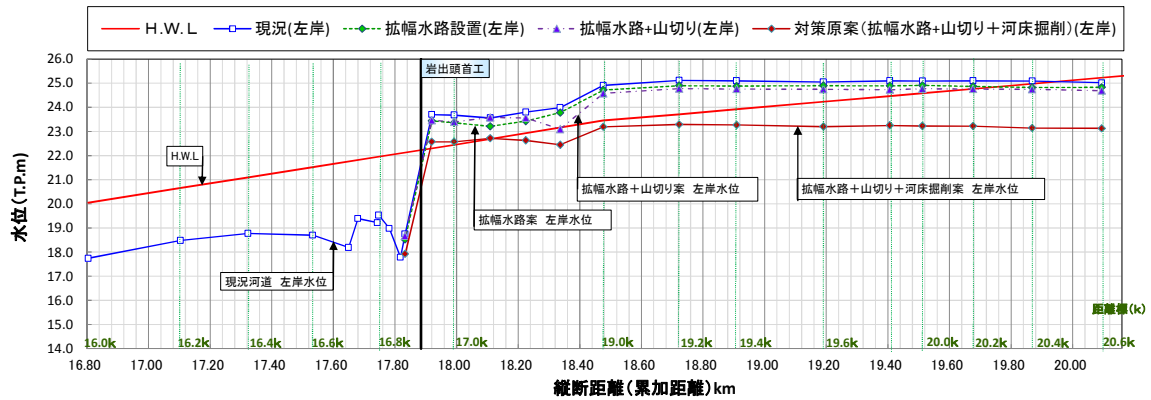


図-4 対策原案での左岸水位縦断面図

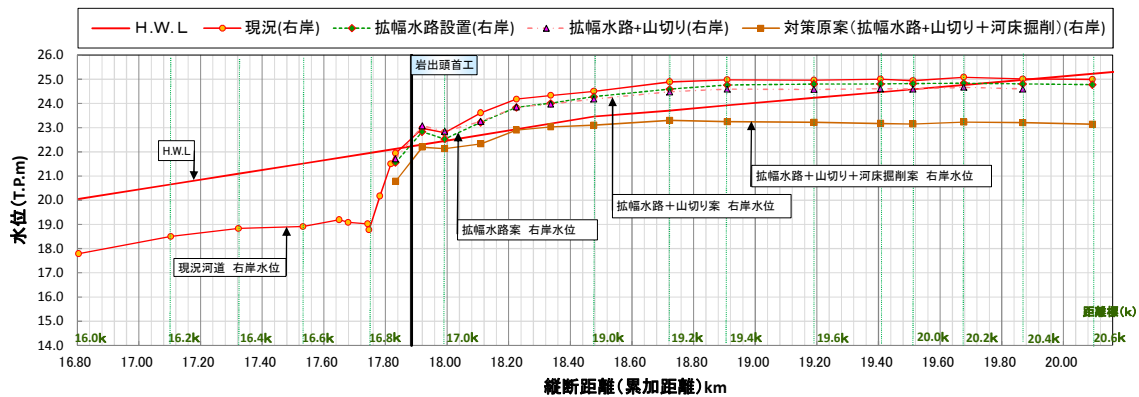


図-5 対策原案での右岸水位縦断面図

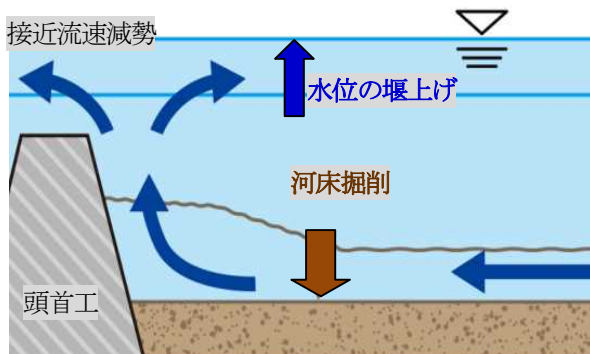


図-6 河床掘削による水位上昇のイメージ

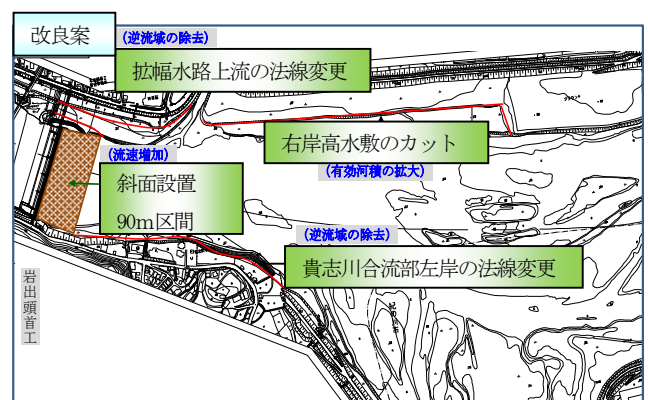


図-7 改良案

位低下を山切りに依存する必要がない。

よって、狭窄部左岸側の山切りは全区間で実施しないものとした。

- ・対策原案での河道法線をみた場合、左右岸ともに法線に急変点がみられ、その下流で逆流域が発生しており、河積として有効に機能していない。

よって、左岸の貴志川合流部と右岸の春日川合流部の下流で法線変更を行うものとした。また有効河積を拡大するため右岸の春日川合流部上流から 19.4k 区間の高水敷を計画河床高まで約 30m幅でカットするものとした。

図-7 に改良案のイメージ図を示す。

#### b) 改良案の形状と効果

前項で示した改良案で整備計画流量を流下させると、図-8, 9に示すような結果が得られた。左右岸ともに頭首工上流において水位がH.W.L以下となった。

## 6. 関係機関への事業説明会の実施

水理模型を用いて、事業の沿川自治体関係者の方々に対して事業説明会を実施した。その中で頭首工上流について、対策前後の水位変化を視覚的に示すことができた。

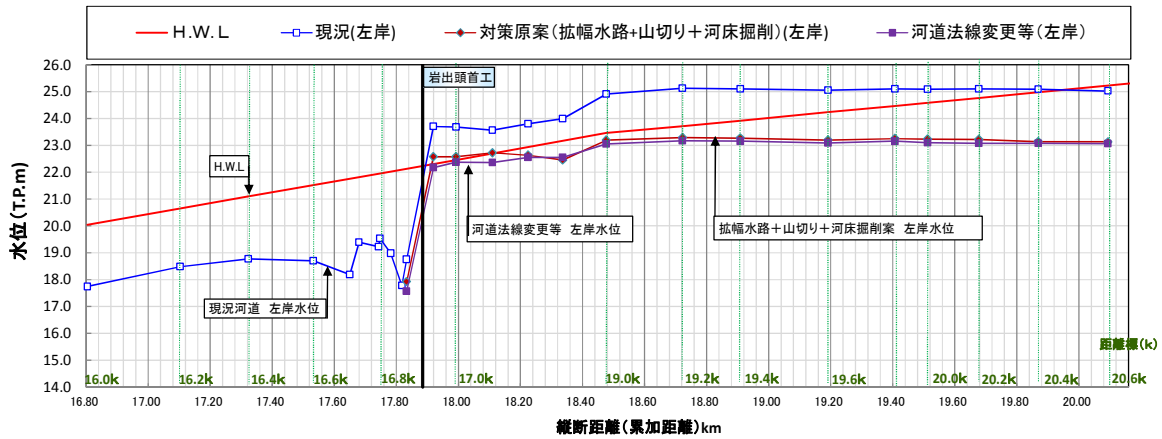


図-8 改良案での左岸水位縦断面図

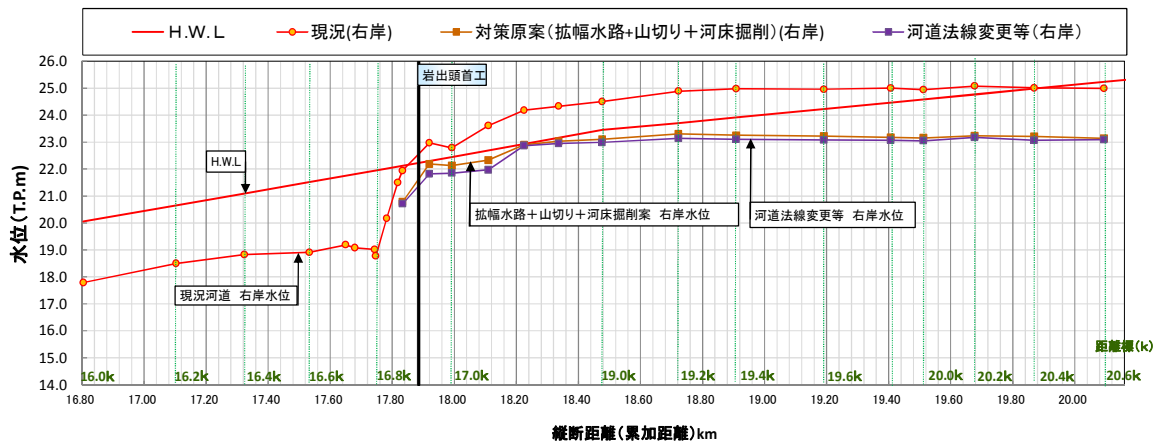


図-9 改良案での右岸水位縦断面図

具体的には、写真-4 に示すように対策前はポイントゲージが水面に接触していたが、写真-5 に示すように対策後はポイントゲージと水面が分離していることを示せた。

このように水理模型を用いることで、対策前後の水位変化をよりわかりやすく示すことができ、事業説明においても有益なものとなった。



写真-4 対策前の水位（模型実験）

## 7. まとめ

本検討では、河道狭窄部において、H.W.L.を下回る水位を得るための対策案を検討した。その中で、数値解析による検討に加えて、水理模型実験を実施し、以下の対策案への改良を行った。

- ・頭首工直上流から約19.6kまでの河床掘削を行っていたが、頭首工から19.0kでは水位が上昇することがわかり、頭首工のゲートの敷高から上流河道に擦り付ける形で斜面を設置した。



写真-5 対策後の水位（模型実験）

- ・左右岸ともに河道法線に変化点が見られ、その下流で逆流域が発生し、河積として有効に機能していないため、左岸の貴志川合流部と右岸の春日川合流部の下流の法線変更した。
- ・また、河道拡幅可能な高水敷があるため、右岸高水敷のカットを行うこととした。
- ・左岸側の山切りは、貴志川合流部より上流で水位低下効果が低く、狭窄部で水位が上昇するため、実施しないこととした。

このように、数値解析のみでは再現できなかった事象が水理模型実験を行うことで浮き彫りになり、河道狭窄部の水位低下対策を実施するに当たって、水理模型実験の有効性が確認された。

さらに、沿川自治体関係者の方々に事業説明会を行うに当たって、対策実施による水位低下効果を視覚的に表すことができ、関係機関へ事業の必要性を示す上で有効であることが確認された。