

重信川における河道のマージン掘削についての検討

松山河川国道事務所 工務第一課 藤川 将太郎
松山河川国道事務所 工務第一課長 松田 康裕
松山河川国道事務所 工務第一課 河川工務係長 難波 怜

重信川においては、上流部での河床洗掘により下流部は河床が堆積傾向となり流下能力が低下している。このため河床維持掘削等を行っているが、洪水後には再堆積し、流下能力の維持に課題がある。

この流下能力の回復とその維持のため、マージン掘削（河床変動により土砂堆積を生じても河川整備計画目標流量を安全に流下できるように、あらかじめ通水面積に余裕を持った河床掘削）の検討を行ったのでその報告を行う。

キーワード マージン掘削、河道管理、河道変化、流下能力

1.はじめに

重信川は、源流の標高 1,233m でありながら延長が 36km しかなく、非常に急峻な河川となっている。重信川下流平野部は扇状地形で、計画高水位は堤内地盤高より高く、氾濫した場合は広範囲に洪水が拡散し、被害は甚大となる。

降雨特性としては、下流平野は瀬戸内式気候で、年間降水量は 1,400mm とやや少ないが、河床勾配は 1/500 から 1/200 と急で、洪水時の水位上昇が早い河川である。

また、支川石手川が合流する右岸下流の平野部に資産が集中するが、この石手川合流点上下流付近で、経年的な土砂堆積により流下能力が低下。計算上、平成 27 年、30 年、31 年の水位は計画高水位に漸近又は超過することを確認しており、河道掘削により流下能力を回復させることが必要となっているところである。

2. マージン掘削の検討

(1)維持掘削の状況

平成 20 年度以降に実施した維持掘削の状況を示したものの。河川整備計画策定時点の河道が有していた流下断面見合いで維持掘削を実施してきているところであるが、回復させた流下能力を極力持続させて、適切に管理を行っていくためのマージン掘削と、掘削後の河床管理基準が必要となっているところ。

(2)対応方針（マージン掘削）

重信川では、河川維持管理基準に基づき、基準地点出合で 1,000m³/s 規模の洪水が発生した場合、又は 5 年間隔で定期横断測量を実施するため、掘削必要性の判断はこのタイミングとする。

また、マージン掘削後の河床の安定性評価に用いる洪水外力は、平均的な流量である平成 21～25 年度の 5 カ年の流況と戦後最大規模洪水及び計画規模洪水を用いることとした。

(3)マージン掘削河道の目標流量

マージン掘削の目標流量は、次に示す 2 ケースで検討を実施した。

ケース 1 は、河川整備計画策定時の流下能力を確保することで一定の余裕を見込んだマージン掘削目標流量を設定する案。

整備計画策定時の最小流下能力地点である 3.6k 地点の整備計画目標流量に対する流下能力の割合 105%を流下能力の余裕として見込み、基準地点である出合の目標流量を 2,600m³/s で設定した案。

ケース 2 は、今後、概ね 5 年の河床変動で予測される流下能力低下分を一定の余裕として見込んだマージン掘削目標を設定する案。

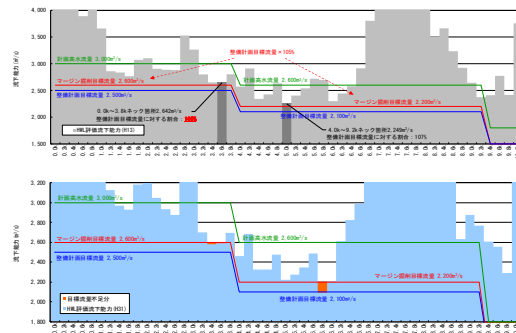


図-1 河川整備計画策定時の流下能力確保案

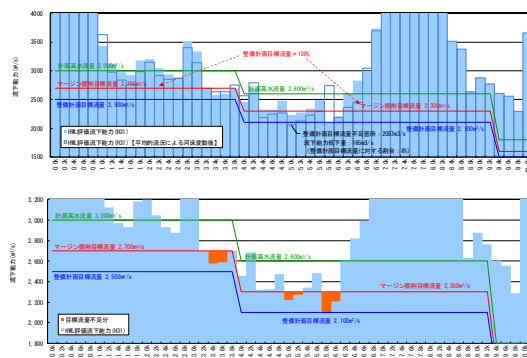


図-2 河床変動により低下する流下能力確保案

河床変動後の最小流下能力地点である 5k 地点の整備計画目標流量に対する流下能力の割合 108%を一定の余裕として見込み、基準地点である出合の目標流量を 2,700m³/s で設定した案である。

(4)マージン掘削範囲・掘削形状の検討

ケース 1 で設定したマージン掘削目標流量 2,600m³/s に対して必要となる掘削範囲を示す。



図-3 ケース 1 掘削範囲

石手川合流点直下の 3.4k 付近、また、合流点上流の 5.6k 付近で掘削が必要。

掘削下限高は、鮎の産卵場への影響を最小限とするため、平水位以上の掘削とし、石手川合流点左岸のワンドを避けた掘削範囲とする。掘削ボリュームは、計 4 万 m³ となる。

同様に、ケース 2 で設定したマージン掘削目標流量 2,700m³/s に対して必要となる掘削範囲等を示す。



図-4 ケース 2 掘削範囲

ケース 1 に比べ、石手川合流点上下流で広範囲な掘削となる。

掘削下限高は、ケース 1 と同様、平水位以上の掘削とし、ワンドを避けた掘削範囲とする。掘削ボリュームは、計 12 万 9 千 m³ となる。

3.マージン掘削河道の選定

(1)マージン掘削河道の洪水後における流下能力の確認

先ほど説明した 5 年間の流況を用いた河床変動計算後の流下能力算定結果を示す。

ケース 1 の流下能力評価結果であるが、5k 地点において、整備計画目標流量 2,100m³/s に対して僅かに不足する。

ケース 2 については、平成 29 年洪水、計画洪水においては、いずれのケースでも変動後の流下能力は整備計画目標流量を満足している。

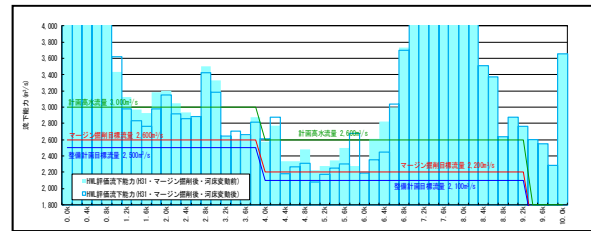


図-5 河床変動後の流下能力図（ケース 1）

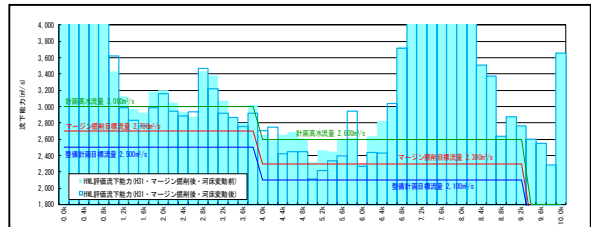


図-6 河床変動後の流下能力図（ケース 2）

(2)マージン掘削河道の選定（流下能力の経年変化）

マージン掘削のケース 1、ケース 2 それぞれで、定期横断測量頻度（5 年毎）に維持掘削を行う条件のもとで、20 年間の河床変動解析を実施し、目標流量の維持と必要となる維持掘削の費用について比較した。

目標流量の維持の程度（20 年）は、ケース 1 では 8 年間で整備計画目標流量を下回るが、ケース 2 では 1 年間で下回るのみで、概ね整備計画目標流量を維持できる。

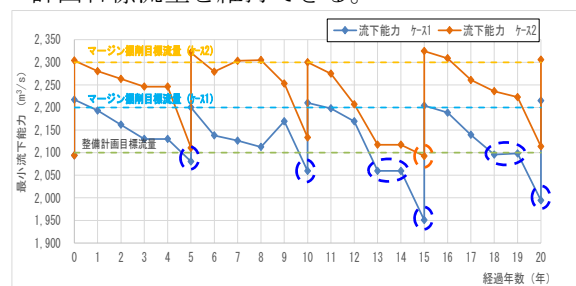


図-7 流下能力の経年変化

また、必要となる維持掘削の費用（20 年）は、ケース 1 では計約 8.6 億、ケース 2 では計約 10.3 億（その差は年換算約 800 万）で膨大な差はなく、上記の目標流量の維持の程度を勘案すれば、マージン掘削河道はケース 2 が妥当と判断。

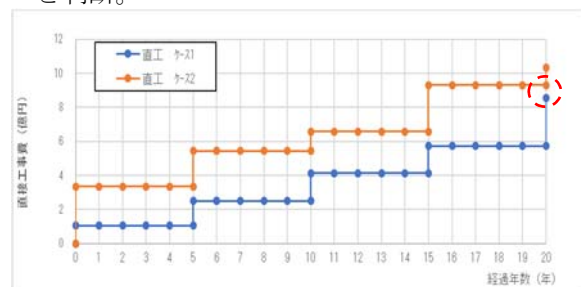


図-8 維持掘削の費用

(3) マージン掘削河道の選定（被害額の比較）

マージン掘削河道の違いによる被害額を比較するため、計画規模洪水を用いた氾濫解析により、ケース1・2の被害額を試算した。

ケース2は、ケース1に比べて掘削量が大きいため、河道内水位の差が生じ、これによりHWL以上の洪水継続時間が減少し、氾濫ボリュームの差が生じることから、ケース2の被害額はケース1に比べ、約400億円低減する。

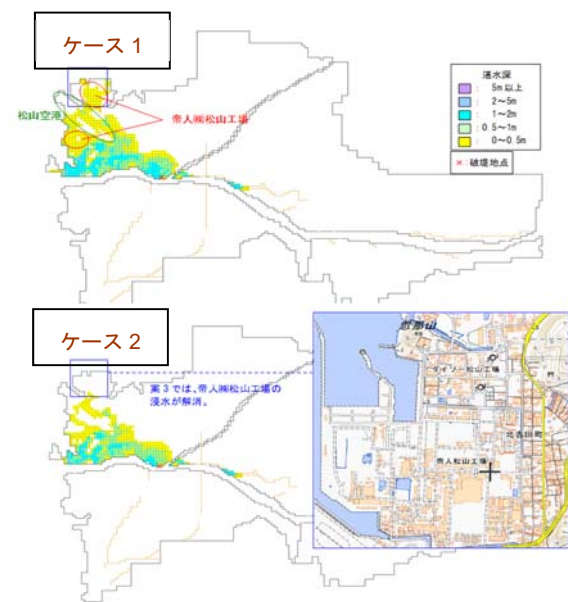


図-9 最大浸水深

(4) マージン掘削河道の選定（流速の比較）

また、マージン掘削河道の違いによる河岸流速の変化を把握するため、戦後最大規模洪水を用いた河床変動計算を行い、各ケース左右岸で流速を比較した。

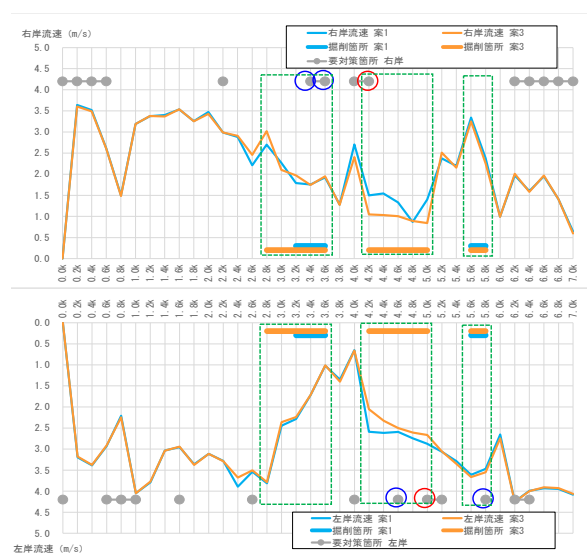


図-10 流速縦断面図

重信川は、河床勾配が急で局所洗掘対策が課題。流速縦断面図のとおり、わずかであるが、ケース2においては、ケース1に比べ局所洗掘用対策箇所の河岸流速を低下させることができる。

(5) マージン掘削河道の選定（結果）

河床の安定性は、どちらのケースでも差はない。

掘削量及び費用ではケース2が大きくなるが膨大な差はない。

流下能力の確保、被害額、流速の比較においてはケース2が優位となることから、総合評価によりケース2を採用する。

4. 危険箇所の設定

(1) マージン掘削河道の管理基準の選定（危険箇所の設定）

掘削実施後の土砂体積等に対するモニタリング箇所（要注意箇所）を設定する。

まず、平成31年河道を初期地形とした5年間の平均的流況により河床変動予測を行い、流下能力がマージン掘削目標流量以下となる地点を設定。

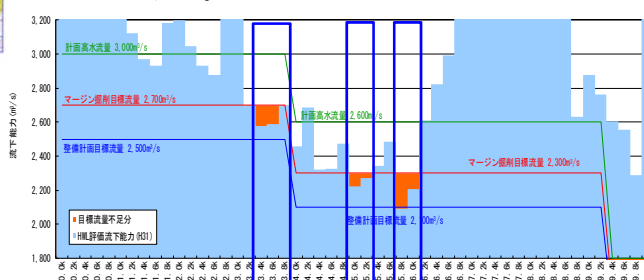


図-11 流下能力がマージン掘削目標流量以下の箇所

さらに、平成13年以降の各河道断面で整備計画目標流量が流下した場合の計算水位と計画高水位の差が20cm以下となる箇所を要注意箇所として設定した。

(2) マージン掘削河道の管理基準の設定（危険箇所の設定）

先ほど説明したマージン掘削実施後のモニタリング箇所（要注意箇所）を示す。

区間は、石手川合流点付近から上流の3.2~3.8k区間、4.6k、5.0~5.2k区間、5.8~6.0k区間をモニタリング箇所として設定する。

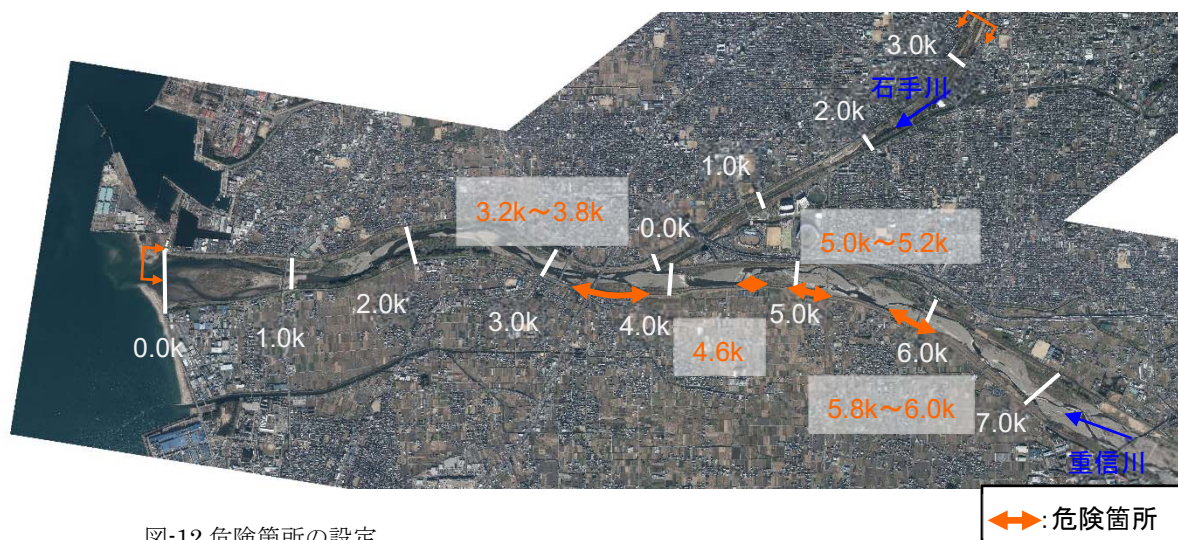


図-12 危険箇所の設定

(3) マージン掘削河道の管理基準の設定

マージン掘削後の管理基準は、先ほど設定したモニタリング箇所において、整備計画目標流量流下時の水位が計画高水位を超過するときの土砂堆積高を平均河床高で設定する。

具体には、不当流計算を用いて、各断面の土砂堆積高として扱う平均河床高の変化と整備計画目標流量流下時の水位との関係を早見表として整理し、5年毎の定期縦横断測量時、又は、出水後の測量時と対比を行いながら河床管理を行い、維持掘削の必要なタイミングを判断していく。

5. 今後の課題

今回の検討で発生した今後の課題と、それを解決するための方針を示す。

- ① 維持費を低減させるための、掘削のタイミングや断面形状を検討すること。
 - 掘削のタイミング、断面の形状をどうすれば維持費を低減させることができるか検討を実施する。
- ② ①の検討にあたっては、過去の体積実績を加味し掘削のタイミング、掘削範囲を決定すること。
 - 過去の経年的な堆積実績を考慮した掘削条件の検討を実施する。
- ③ 今回、流下能力図で検討していたが、水位縦断面図からの分析を加えて、掘削箇所を検討すること。
 - 流下能力図だけでなく、水位縦断面図からの分析も加味した掘削箇所を検討する。
- ④ 掘削方法について、掘削箇所以外においても環境への影響が少ない掘削方法を検討すること。
 - 環境面への影響を検討するため、モニタリングについても実施する。

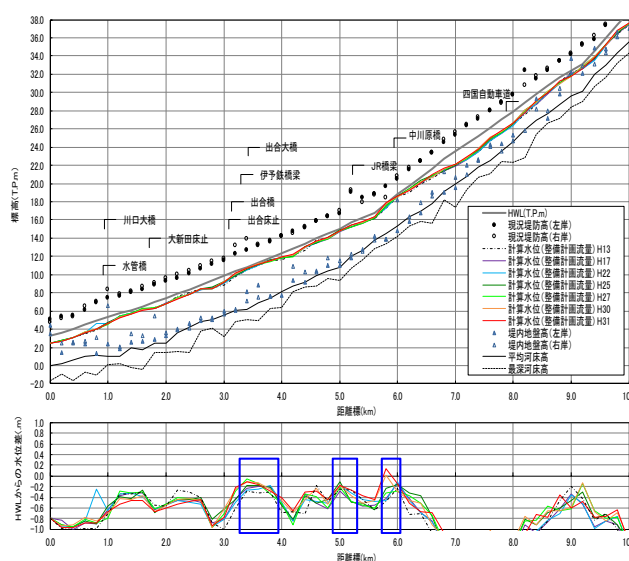


図-13 実績地形の分析による抽出

近年、異常気象による出水が頻発しており、安全に流下させることのできる河道断面を確保することが重要となってくるため、今後の検討では、維持管理がより容易になる掘削形状、安定性の高い河道を実現できる掘削形状についても検討していくこととする。