

第2回 阿賀野川上流部河道計画検討会

日時：令和4年8月10日 14時00分～16時00分

場所：Web会議形式

議 事 次 第

1. 開 会

2. 議 事

- (1) 第1回検討会、第2回検討会
委員事前説明での指摘事項 【資料1】
- (2) 課題・制約条件の整理 【資料2】
- (3) 河道特性の把握 【資料3】
- (4) 現況水理特性の把握 【資料4】
- (5) 河道形状の一次選定 【資料5】
- (6) 今後のスケジュール 【資料6】

3. 閉 会

■配付資料

- ・議事次第
- ・座席表
- ・規約、委員名簿
- ・資料1 第1回検討会、第2回検討会委員事前説明での指摘事項
- ・資料2 課題・制約条件の整理
- ・資料3 河道特性の把握
- ・資料4 現況水理特性の把握
- ・資料5 河道形状の一次選定
- ・資料6 今後のスケジュール
- ・参考資料

第2回 阿賀野川上流部河道計画検討会 座席表

日時：令和4年8月10日 14時00分～16時00分

場所：Web会議形式

WEB参加

国立研究開発法人 土木研究所
河道保全研究グループ
上席研究員

猪股 広典 様

国土技術政策総合研究所
河川研究室 河川研究室長

福島 雅紀 様

長岡技術科学大学
工学部 環境社会基盤系 教授

細山田 得三 様

新潟大学
災害・復興科学研究所 准教授

安田 浩保 様

スクリーン

事務局

事務局



渡辺 洋

北陸地方整備局
阿賀野川河川事務所
調査課長

星野 政一

北陸地方整備局
阿賀野川河川事務所
副所長

堀内 崇志

北陸地方整備局
阿賀野川河川事務所
所長

事務局

事務局



出入口

阿賀野川上流部河道計画検討会 規約

(名 称)

第1条 本会は、「阿賀野川上流部河道計画検討会」（以下、「検討会」という。）と称する。

(目 的)

第2条 検討会は、複雑な流れ場にある渡場床固周辺及びその上流区間（以下、「阿賀野川上流部」という。）の流下能力確保に向けて、現況水理特性、渡場床固の現有機能を十分考慮し、阿賀野川上流部の河道計画を検討するにあたり、専門的な知見に基づき、意見・助言を行うことを目的とする。

(検討会)

第3条 検討会の構成は別紙のとおりとする。

- 2 検討会は全ての構成員が対等な立場で意見・助言を行うものとする。
- 3 検討を進める上で別紙に掲げる者以外の者から意見・助言を受ける必要が生じた場合には、検討会に諮った上で、その者の出席を求めることができる。

(情報公開)

第4条 会議は、原則として公開とする。ただし、審議内容によっては非公開とすることができる。

- 2 会議に用いた資料、議事概要などは、個人情報等の公開することが適切でない資料等を除き、会議終了後事務局にて公開するものとする。

(事務局)

第5条 検討会の運営に関して必要な事務を処理するため、阿賀野川河川事務所調査課に事務局を置く。

- 2 事務局は、委員会の運営、進行及び招集を行う。

(雑 則)

第6条 この規約に定めるもののほか、検討会の運営に必要な事項は検討会に諮り定める。

(附 則)

本規約は、令和3年3月24日から施行する。

別紙

阿賀野川上流部河道計画検討会 委員名簿

細山田 得三 長岡技術科学大学 工学部 環境社会基盤系 教授

安田 浩保 新潟大学 災害・復興科学研究所 准教授

福島 雅紀 国土技術政策総合研究所 河川研究部
河川研究室長

猪股 広典 国立研究開発法人 土木研究所
河道保全研究グループ 上席研究員
※業務分担変更に伴う変更

(敬称略)

第1回検討会、第2回検討会委員事前説明での指摘事項

目次

1.1 第1回検討会での指摘事項	1
1.2 第2回検討会 委員事前説明での指摘事項	4

令和4年8月

北陸地方整備局 阿賀野川河川事務所

1.1 第1回検討会での指摘事項

説明内容

1. 施設の概要

- 周辺地質、縦横断経年変化、土砂動態、河床材料、砂利採取量経年変化、床固構造、周辺施設の状況

2. 施設の設置目的と効果

① 渡場床固の設置経緯

- 第一期改修後の河川の荒廃により、第二期改修で設置

② 渡場床固の設置目的

- 上流部の河床安定、河道常水路化

③ 渡場床固の効果

- 航空写真、測量成果より床固設置後の滞筋の安定を確認
- 平面二次元河床変動計算モデルを用いて床固の有無による影響を比較し、床固設置による流れの平滑化の効果を確認

3. 検討の方向性

① 渡場床固改築の方向性

- 施設の必要性：偏流発生、水衝部の形成・移動の抑制
- 施設の機能：流れの平滑化、流向是正機能を確保

② 検討に用いる解析モデル

- GBVC法+平面二次元河床変動解析による水理特性の把握

③ 水理模型実験(実験目的)

- 検証が困難な河道特性の把握
- 数値解析の裏付け、数値解析で表現困難な現象の把握、反映
- 最適な施設諸元の設定

④ 流下能力確保

- 計画高水流量が流下可能な改築案を4ケース設定

指摘事項

- 直轄区間への土砂供給量が減っているのであればそれに合わせた縦断形を考えればよい。
- 県区間の土砂輸送能力が直轄区間と比べ、中礫を動かせるほどの土砂輸送能力をもっているか、簡単な一次元計算でよいので大・中・小規模洪水を対象に見てみる必要がある。
- 構造令上の床固の効果は縦断形の是正が主目的である。渡場上下流を含め、縦断計画をどうすべきかを考える必要がある。
- 渡場上下流を含め、土砂動態見合いで縦断的にどうしていくべきかを考えることが重要である。

- 床固の有無を対象とした平面二次元解析について、検討条件やどのように床固無し条件を設定したかを示してほしい。

- 河床変動計算について、数値計算の中で粗度係数を固定するため、総エネルギー損失を正確に表現できない可能性がある。
- 模型実験の再現計算を実施し、GBVCモデルの得意な点、苦手な点をこの検討会の中においても明確にする必要がある。

- 減勢施設について、流れとしては三次元的に減勢させることとなるが、二次元モデルで表現できるのか。大縮尺の三次元検討を実施すべきではないか。

1.1 第1回検討会(令和3年3月25日開催) 議事

項目	指摘事項	対応方針
土砂動態	<ul style="list-style-type: none"> ● 直轄区間への土砂供給量が減っているのであればそれに合わせた縦断形を考えればよい。 ● 県区間の土砂輸送能力が直轄区間と比べ、中礫を動かせるほどの土砂輸送能力をもっているか、簡単な一次元計算でよいので大・中・小規模洪水を対象に見てみる必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 県区間からの流入土砂と河床変動等を含む河道特性について整理した。県区間の経年的な河床変動状況を見ると、近年は概ね安定傾向となっており、土砂動態については概ね平衡状態となっている。 ➢ 縦断計画の検討において採用した一次元河床変動計算モデルでは、県区間からの供給土砂量による影響を考慮するため、直轄区間の約5km上流の県区間までをモデル化した。数値計算モデル上では実績洪水を対象に検討した結果、県区間においても移動土砂量のうち、約8%は中礫以上であり、礫分の土砂を輸送する能力を持っているものと判断される。
縦断計画	<ul style="list-style-type: none"> ● 構造令上の床固の効果は縦断形の是正が主目的である。渡場上下流を含め、縦断計画をどうするべきかを考える必要がある。 ● 渡場上下流を含め、土砂動態見合いで縦断的にどうしていくべきかを考えることが重要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 床固の改築、撤去、低水路線形の見直し等、複数の床固諸元と河道形状を設定し、渡場上下流を含めた縦断計画を検討した。 ➢ 縦断計画の検討にあたり、阿賀野川における安定河道を把握するため、長期を対象とした一次元河床変動解析を実施した。 ➢ 解析モデルの構築にあたり、土砂動態を適切に評価するため、実績の河床変動を再現できる掃流砂・浮遊砂の設定を行った。 ➢ 県区間を含め、近年の土砂動態を再現できる数値解析モデルを用い、縦横断計画を検討した。
数値解析	<ul style="list-style-type: none"> ● 河床変動計算について、数値計算の中で粗度係数を固定するため、総エネルギー損失を正確に表現できない可能性がある。 ● 模型実験の再現計算を実施し、GBVCモデルの得意な点、苦手な点をこの検討会の中においても明確にする必要がある。 ● 床固の有無を対象した平面二次元解析について、検討条件やどのように床固無し条件を設定したかを示してほしい。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 模型実験の再現計算は観測水面形の時系列データに着目して実施し、粗度係数を固定化することによる影響を整理・分析する。 ➢ 予測計算では、河床変動を正確に表現することは困難であると考えており、前述の再現計算による整理・分析を踏まえ、予測条件ごとの計算結果について比較・考察する。 ➢ GBVCモデルで水理模型実験を対象とした再現計算を実施する。GBVC法により得られる三次元的な洪水流況や土砂動態に対し、模型実験結果との比較から解析モデルの適用性(メリット・デメリット)について整理する。 ➢ 床固無し条件の河床高は床固前後断面の河床勾配が擦りつくことから、妥当な河床形状を設定の上で検討する必要があるため、河床変動計算を用いて床固無し条件の河道設定を行った。
減勢施設	<ul style="list-style-type: none"> ● 減勢施設について、流れとしては三次元的に減勢させることとなるが、二次元模型で表現できるのか。大縮尺の三次元検討を実施すべきではないか。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 三次元的な流れの影響を考慮し、減勢機能は三次元模型で評価する。 ➢ 床固上の流速等、床固設計のための詳細な外力調査を二次元模型で実施する。

1.2 第2回検討会 委員事前説明での指摘事項

説明内容

1. 制約条件の整理

- 現況流下能力、縦断形状・**平面形状**・河川環境の制約条件、周辺施設の状況(横断工作物、護岸設置状況)

2. 河道特性の把握

- ① 阿賀野川上流部の河川改修の経過
- ② 阿賀野川上流部の河道特性
 - 近年は縦断河床、土砂性状ともに**安定傾向**
- ③ 渡場床固の効果分析
 - **一次元河床変動解析による床固の有無を対象とした将来予測**

3. 現況水理特性の把握

- ① 水理模型実験(移動床) 床固有無の比較
 - **床固有りの場合、河床は安定し主流位置は固定化**
 - **床固無しの場合、床固下流で交互砂州～複列・多列砂州が形成**
- ② 水理解析による床固有無の比較
 - **GBVC法+平面二次元河床変動解析による水理特性、土砂動態の把握**

4. 阿賀野川上流部河道計画の検討方針

- 安定傾向である現況の河道特性を維持するために現況機能の確保
- 渡場床固の改築は、流下能力を有し、かつ、現況の河道特性を踏まえて河道、施設を安定的に維持することが可能な構造とする

5. 河道形状の一次設定

- ① 計画高水流量を流下可能な河道断面・平面形状
 - **現況の低水路法線を基本とし、撤去案を含む複数ケースの河道形状を設定**
- ② 評価指標
 - 治水安全性、環境への影響、施工性、経済性の評価指標を設定

指摘事項

- 制約条件として道路の利用について整理が必要。橋脚位置との関係で平面河道線形の設定にも影響する。
- 単に安定傾向と評価するのではなく上流域からの流入土砂量、32k付近の河床上昇、32kより上流区間の河床低下等、河道特性の整理が必要である。
- 質的な評価については、過去の被災履歴を整理し、なぜ被災したか理由を整理することが重要。模型実験に見られる複列砂州は、流れが集中しないことによるメリットもある。
- 一次元河床変動解析モデルで設定されている供給土砂量の設定において、平衡土砂条件に倍率をかけて調整しているが、掃流砂と浮遊砂で倍率を変えている理由を整理する必要がある。
- 全体的な説明力を確保するには数値解析モデルの妥当性を示すことが重要である。水理模型実験を活用した検証計算を実施し、モデルの適用性を示す必要がある。
- 治水計画としての渡場床固の改築と阿賀野川の自然再生計画が矛盾しているように見える。
- 床固を前提とした検討の流れになっているように見える。現状の低水路法線をベースに検討しているため床固あり条件が優位になっている。床固でなく低水路法線形状の見直しで対応可能な案について検討すべきである。

1.2 第2回検討会 委員事前説明(令和4年2月1、3日実施) 議事

項目	指摘事項	対応方針
制約条件	<ul style="list-style-type: none"> ● 制約条件として道路の利用について整理が必要。橋脚位置との関係で平面河道線形の設定にも影響する。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 低水路法線形状を見直す案については、床固下流の安田橋(28.4k)の橋脚を踏まえ、掘削範囲が橋脚に掛からないように平面形状を設定した。
河道特性	<ul style="list-style-type: none"> ● 単に安定傾向と評価するのではなく上流域からの流入土砂量、32k付近の河床上昇、32kより上流区間の河床低下等、河道特性の整理が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 床固近傍の縦横断計画を設定する前提条件として、指摘の点について阿賀野川上流域の河道特性を整理した。
河道計画	<ul style="list-style-type: none"> ● 床固を前提とした検討の流れになっているように見える。現状の低水路法線をベースに検討しているため床固あり条件が優位になっている。床固でなく低水路法線形状の見直しで対応可能な案について検討すべきである。 ● 治水計画としての渡場床固の改築と阿賀野川の自然再生計画が矛盾しているように見える。 ● 質的な評価については、過去の被災履歴を整理し、なぜ被災したか理由を整理することが重要。模型実験に見られる複列砂州は、流れが集中しないことによるメリットもある。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 委員事前説明時点では、現況の低水路法線を基本とし、床固の撤去案を含む床固の落差が異なる複数ケースについて検討中であった。これらの案に対し、低水路の法線形状を見直し、床固地点前後の河床勾配の変化や水衝部への流れの集中の緩和を目的とした案を追加した。 ➢ 床固地点で落差を有する案、落差の無い案の比較から、床固の必要性について整理した。 ➢ 環境への影響を評価するにあたり、自然再生計画で目標とされている「ワンド等湿地の再生」、「礫河原の再生」、「多様な流れの再生」を踏まえ、平水流量、1/10濁水流量時の冠水範囲を評価指標とした。 ➢ 過去の被災履歴、被災理由について整理した。
数値解析	<ul style="list-style-type: none"> ● 全体的な説明力を確保するには数値解析モデルの妥当性を示すことが重要である。水理模型実験を活用した検証計算を実施し、モデルの適用性を示す必要がある。 ● 一次元河床変動解析モデルで設定されている供給土砂量の設定において、平衡土砂条件に倍率をかけて調整しているが、掃流砂と浮遊砂で倍率を変えている理由を整理する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 本検討で採用する非静水圧準三次元解析モデル(GBVC法)＋平面二次元河床変動解析モデルを水理模型実験に適用し、観測水面形の時系列データを解とした検証計算結果から、三次元的な洪水流況、土砂動態に関する、解析モデルの適用性を確認し、この解析法を使用する上でのメリット、デメリットを整理した。 ➢ 水理模型実験の再現性から解析モデルの妥当性を整理した。 ➢ 上流の粒度分布の内、浮遊砂は調査する地点で含有量が大きく異なり、不確実性の高い値であるため、浮遊砂の倍率をパラメータとして設定していた。 ➢ 再度検証計算を実施し、掃流砂、浮遊砂ともに平衡土砂条件[※]を0.4倍とすることで、実績の河床変動特性を再現可能であることを確認し、同条件を予測計算に設定した。

課題・制約条件の整理

目次

2.1 渡場床固の課題	1
2.2 現地の制約条件	6

令和4年8月

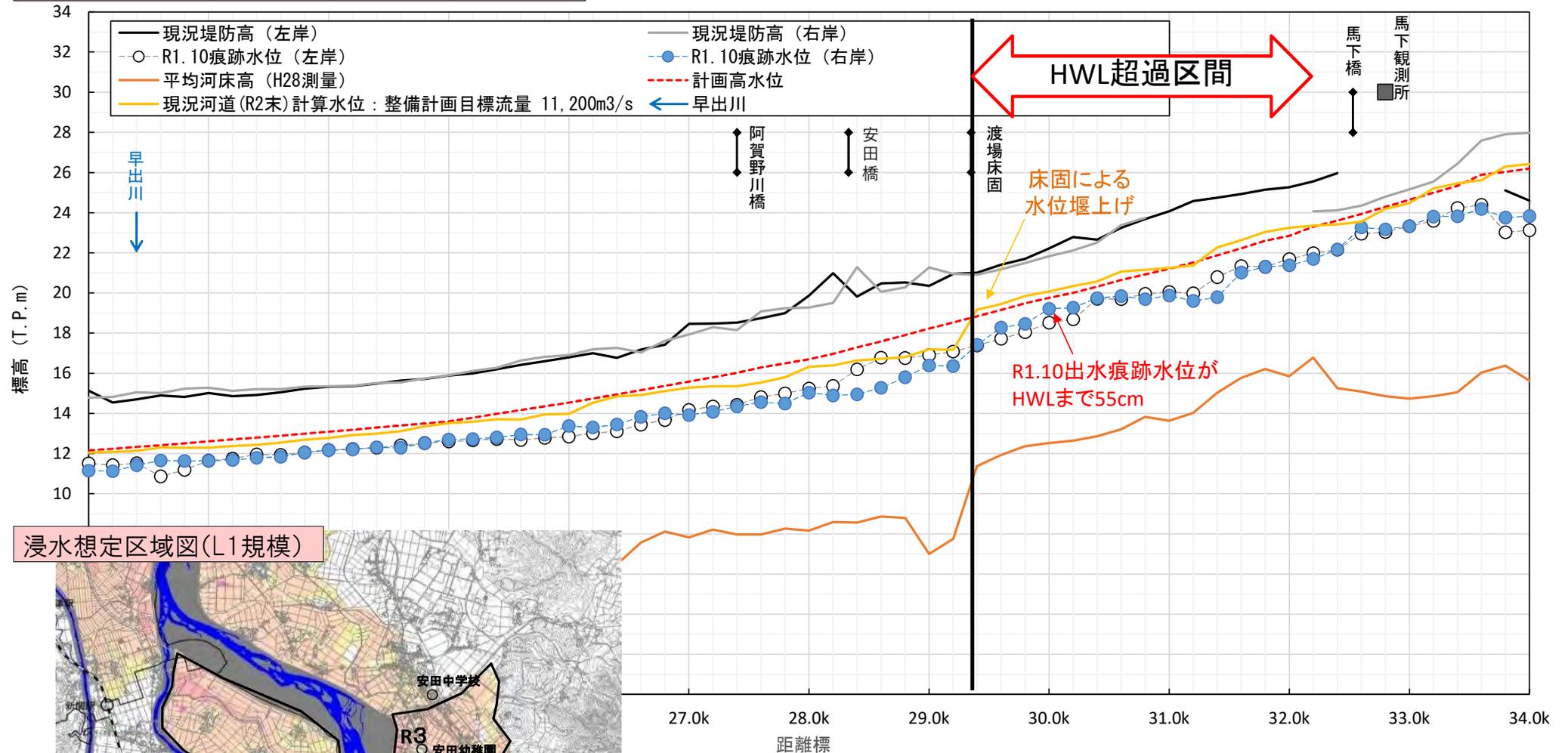
北陸地方整備局 阿賀野川河川事務所

2.1 渡場床固の課題

2.1 渡場床固の課題 現況流下能力

- 渡場床固は、天端高がT.P.+12.285m(現況天端高の平均値)と高く、断面が不足しているボトルネック箇所である。よって、**整備計画目標流量(11,200m³/s)に対して、渡場床固の上流でHWLを超過**する(準二次元不等流計算結果)。
- 令和元年10月出水(8,670m³/s)では、HWLまであと55cmに迫る状況であった。

水位縦断面図(R2河道・整備計画流量、R1.10痕跡)



浸水想定区域図(L1規模)



凡例

浸水した場合に想定される水深(ランク別)

- 0.5m未満の区域
- 0.5~3.0m未満の区域
- 3.0~5.0m未満の区域
- 5.0~10.0m未満の区域

— 市区町村界

— 河川等範囲

浸水想定区域の指定の対象となる洪水予報河川

氾濫域は右岸阿賀野市街地を含め広範囲に広がり、被害は甚大となる。

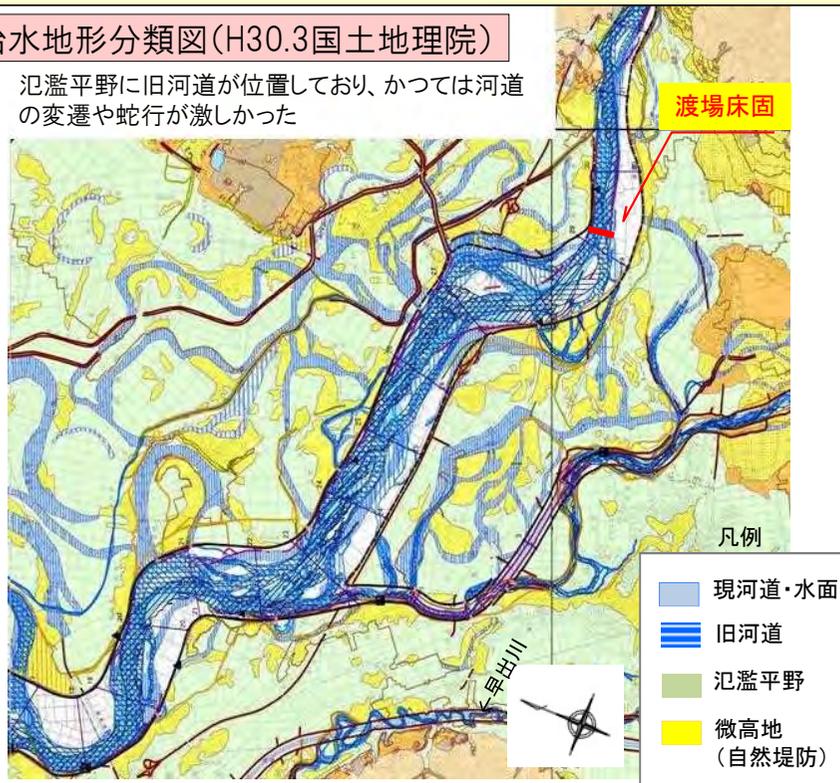
浸水想定区域(L1で浸水)			
氾濫ブロック	浸水面積(ha)	想定被害額(億円)	被災人口(人)
L3.R3	1,500	457	3,230

2.1 渡場床固の課題 地形条件

- 阿賀野川上流部の渡場床固近傍は、扇状地の扇頂部にあたり、洪水流が一気に拡散する箇所であるため、かつては、河道の変遷や蛇行等の激しい河状を呈する地形条件にある。
- 現在においても、床固直下の深掘れ、床固地点における河床勾配の変化、渡場床固下流部の水衝部等、河道平面線形・縦断地形とも複雑な状況である。

治水地形分類図(H30.3国土地理院)

氾濫平野に旧河道が位置しており、かつては河道の変遷や蛇行が激しかった



河道の変遷

設置前
昭和22年(1947年)

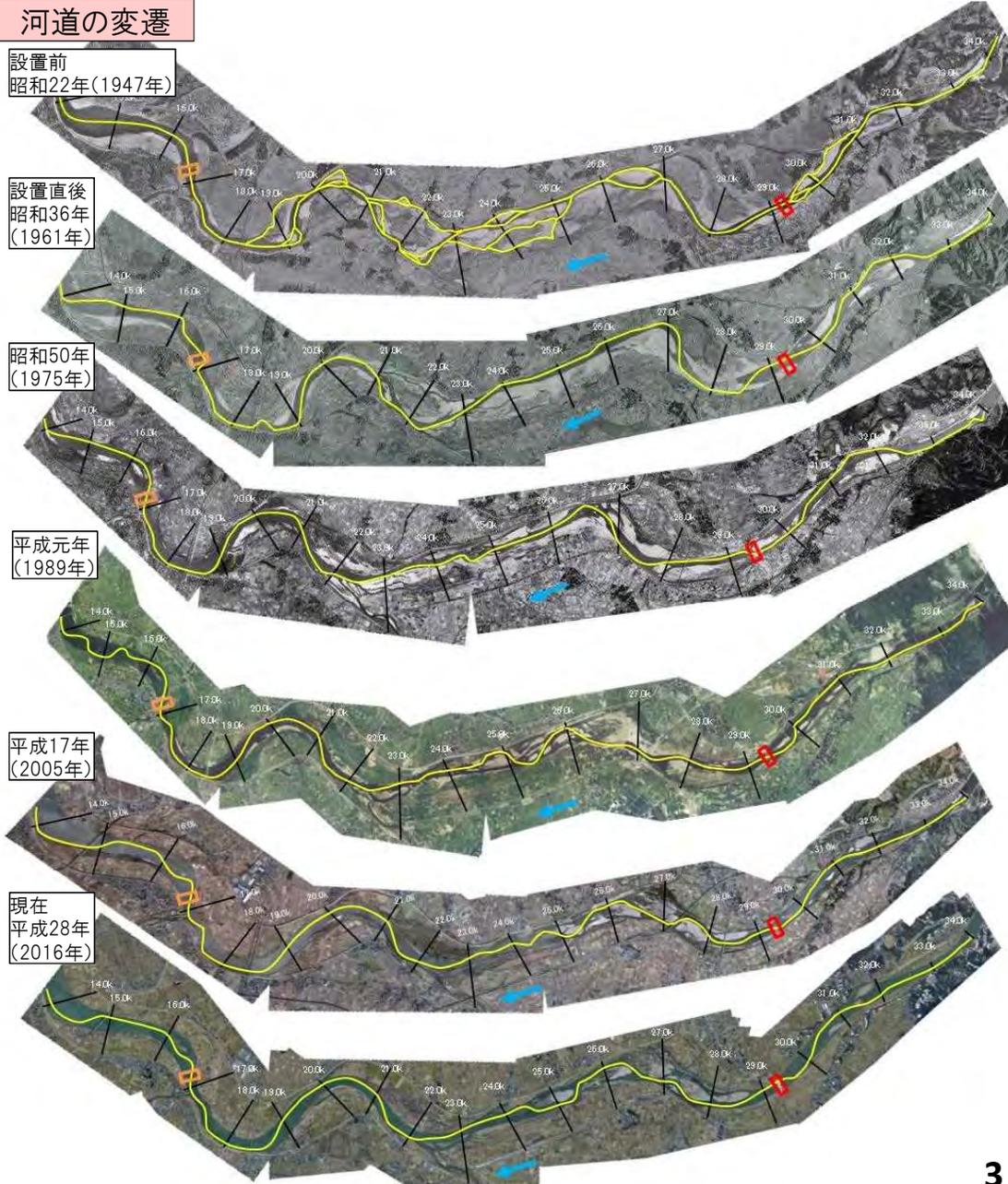
設置直後
昭和36年(1961年)

昭和50年
(1975年)

平成元年
(1989年)

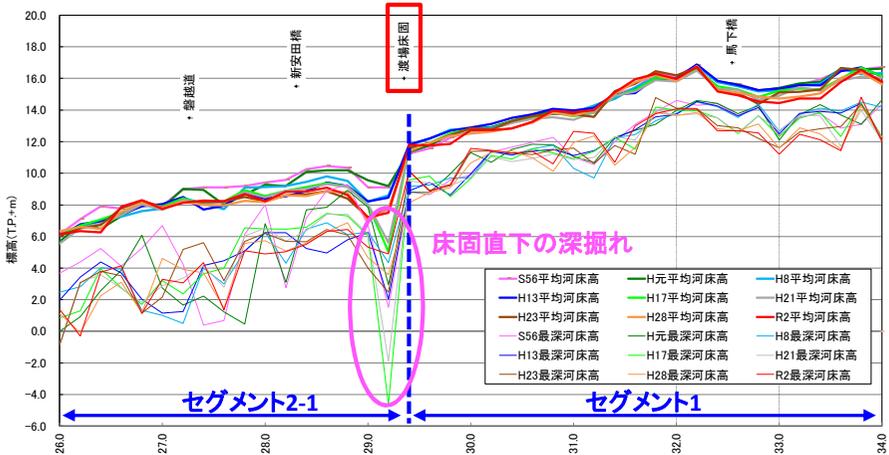
平成17年
(2005年)

現在
平成28年
(2016年)



河床高縦断図

床固の直下で深掘れが発生



2.1 渡場床固の課題 度重なる被災と本体直下の深掘れ

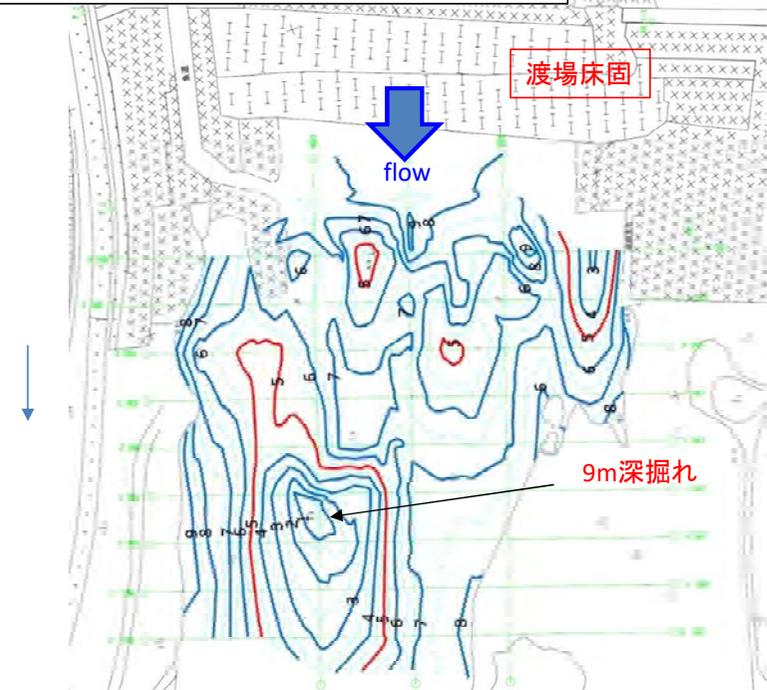
- 渡場床固は昭和32年に完成し、設置から65年が経過している。施設の老朽化に加え、度重なる被災に対し異形ブロックを設置する等の補修を繰り返している。
- 出水時には、右岸側に流れの集中域が生じ、現在は直下右岸側で深掘れが進行している。

床固諸元と主な被災・補修履歴

項目	諸元等	備考
設置年	昭和32年	
軸位置	29.35k	
敷高	設置時舟通部 T.P.+11.8m	S52補修後 T.P.+11.5m
施設幅	本体200m	左岸袖部90m
構造	鋼矢板形式	
主な被災 補修履歴	昭和51年融雪出水	床固直下の異常洗掘により護床工及び床固本体(鋼矢板)の一部が倒壊流出
	同年7月19日出水	倒壊流出
	昭和51年	洗掘対策として異形ブロック約3,400箇投入(8t~16t)
	平成14年	床固左右岸が被災
	平成16年	床固下流が被災
	平成22年	床固右岸が被災
平成23年	床固左岸が被災、ブロック流失	

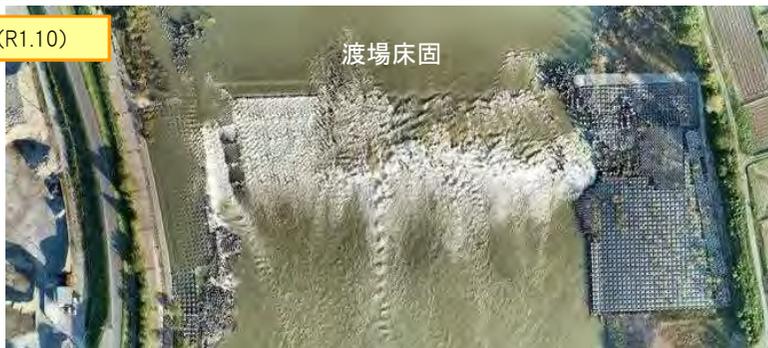
床固直下流の状況(深掘れ)

R1.10.13出水(8,670m³/s)後 河床コンター図

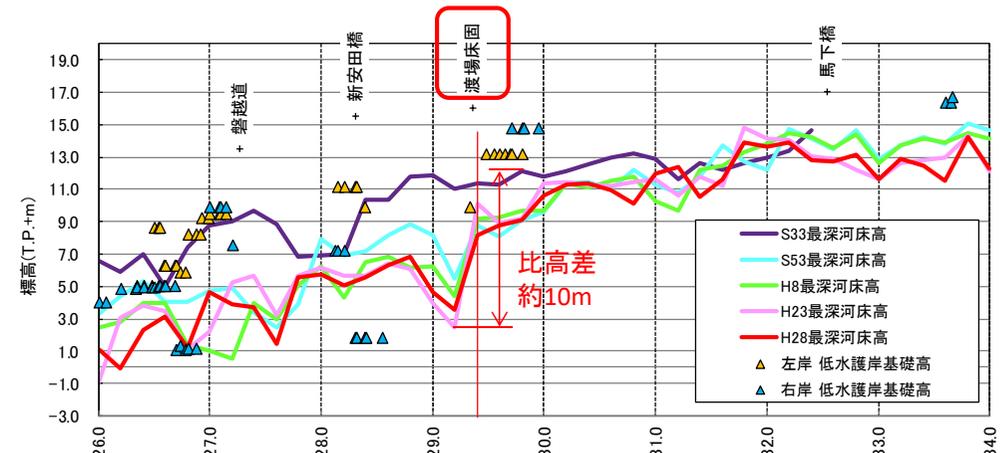


洪水時の流況

平常時 (R1.10)



出水時 (R1.10.13)



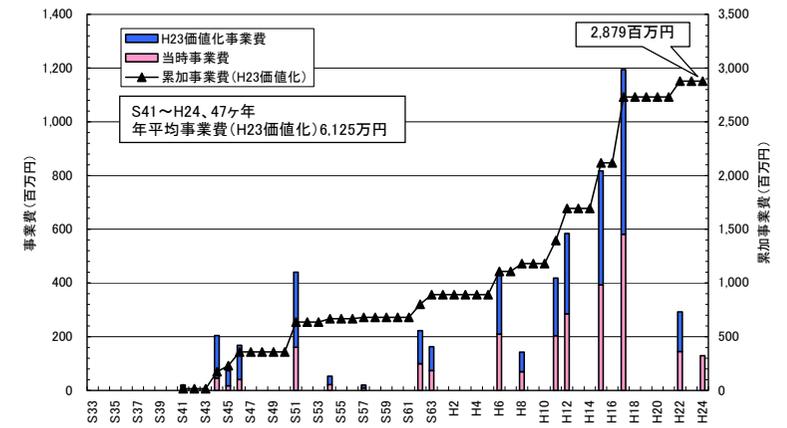
2.1 渡場床固の課題 度重なる被災と本体直下の深掘れ

- 昭和51年～昭和52年には本体の一部が倒壊・流出し、深掘れ対策として異形ブロック(8t～16t)を約3,400個投入する大補修を行っている。
- 近年では、平成15年に両岸被災に伴う災害復旧工事、平成17年に床固の上下流に異形ブロックを設置するなど補修を繰り返している。

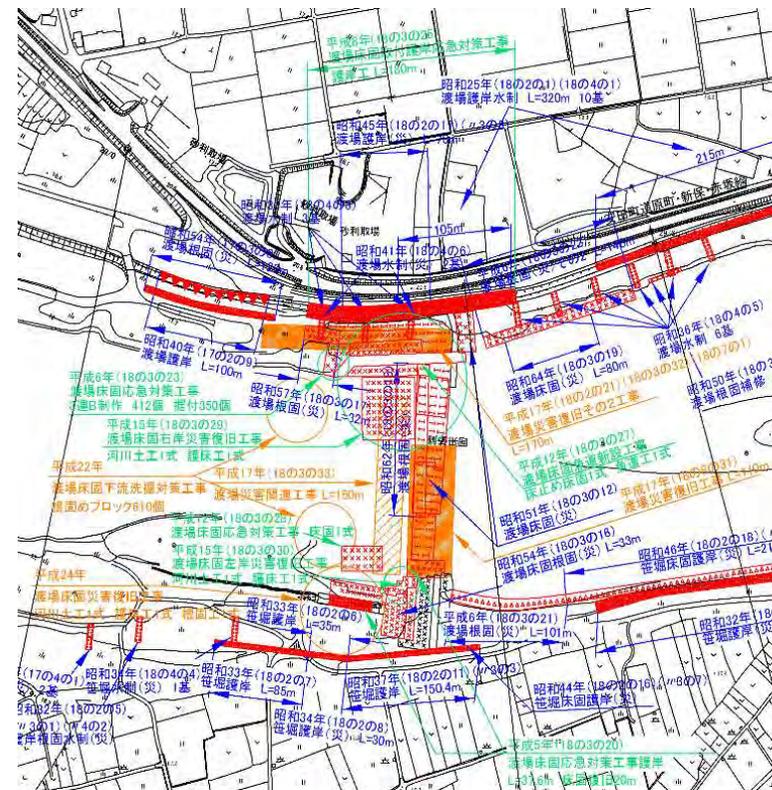
渡場床固補修工事一覧

名称又は種類	工種	完成年	構造又は能力	番号	摘要
渡場護岸	護岸	S25	320m	2-1	右岸 27.0km+15m～27.4km+5m 29.2km+114m～29.4km+28m
	水制	S25	10基	4-1	右岸 27.0km+15m～27.4km+5m 29.2km+114m～29.4km+28m
笹堀護岸災害復旧	護岸	S32	407m	2-4	左岸 29.4km+67m～29.6km+189m
護岸根固水制(災)	護岸	S32		2-5	左岸 29.0km+118m
	根固め	S32		3-1	左岸 29.0km+118m
	水制	S32	1基	4-2	左岸 29.0km+118m
笹堀護岸	護岸	S33	35m	2-6	左岸 29.2km+39m～29.2km+65m
笹堀護岸	護岸	S33	85m	2-7	左岸 29.0km+62m～29.2km+39m
渡場水制	水制	S33	3基	3-3	右岸 29.2km+55m～29.2km+155m
笹堀護岸災害復旧	護岸	S34	30m	2-8	左岸 29.2km+39m～29.2km+65m
笹堀水制災害復旧	水制	S34	1基	4-4	左岸 29.0km+192m
渡場水制	水制	S36	6基	4-5	右岸 29.4km+34m～29.6km+28m
笹堀護岸	護岸	S37	150.4m	2-11	左岸 29.2km+65m～29.4km+3m
	根固め	S37	根固、十字ブロック	3-3	左岸 29.2km+65m～29.4km+3m
渡場水制災害復旧	水制	S41	2基	4-6	右岸 29.0km+225m～29.0km+275m
笹堀床固(災)	護岸	S44	護岸 33m、床固 289個	2-16	左岸 29.4km+80m
	根固め	S44	床固 289個、護岸 33m	2-17	左岸 29.4km+80m
渡場護岸	護岸	S45	78m、根固工 330個	3-7	右岸 29.4km+105m～29.4km+27m
	根固め	S45	根固工 330個	3-8	右岸 29.4km+105m～29.4km+27m
笹堀床固護岸災害復旧	護岸	S46	210m・2,832㎡、土工 2,250、法覆工 210m、床固工 1式	2-18	左岸 29.6km+125m～29.6km+85m
	根固め	S46	床固工 1式・1171個	3-10	左岸 29.6km+125m～29.6km+85m
渡場根固補修	根固め	S50	ローアップロック 942個	3-11	右岸 29.6km+5m
渡場床固災害復旧合併	根固め	S51	護床工(三柱ブロック78t 416個)、本木工(三連ブロック16t 180個)	3-12	
渡場床固根固災害復旧	根固め	S54	33m、土工1,413、255個	3-16	左岸 29.2km+99.3m～29.4km+100.6m
渡場根固災害復旧	根固め	S57	32m、土工 148	3-17	右岸 29.2km+40m～29.2km+72m
渡場床固災害復旧	根固め	S62	床固 1式、異形ブロック(16t)製作据付310個	3-18	左岸 29.2km+140m 右岸 29.4km
渡場床固災害復旧	根固め	S63	床固 1式、異形ブロック(4t)	3-19	
渡場床固応急対策	根固め	H5	37.6m、床固復旧20m	3-20	左岸
渡場根固(災)	根固め	H6	根固工 101m、中空三角5t 540個	3-21	左岸 29.2km+100m～29.4km
渡場根固(災) その2	根固め	H6	根固工 140m、シエーク5t 486個	3-22	右岸 29.4km～29.4km+140m
渡場床固応急対策	根固め	H6	3連製作、412個、据付350個	3-23	
渡場床固取付護岸応急対策	根固め	H8	護岸工180m、土工一式	3-24	右岸
渡場護岸災害復旧	護岸	H11	252m、法覆工1式、羽口工1式、根固工1式(異形ブロック・4t) 635個	2-20	右岸 296km+110m～298km+134
	根固め	H11	根固工252m、異形ブロック4t 635個	3-26	右岸 296km+110～298km+134
渡場床固魚道新設	根固め	H12	床止め・床固め1式、魚道工1式、魚道50m	3-27	右岸 292km+50m～294km+10m
渡場根固応急対策	根固め	H12	床固め1式、根固ブロック製作180個	3-28	左岸
渡場床固右岸災害復旧	根固め	H15	河川土工一式、護岸工一式、根固めブロック396個	3-29	右岸 29.2km+80m～29.2km+150m
渡場床固左岸災害復旧	根固め	H15	河川土工一式、護岸工一式、根固めブロック製作8t 355個	3-30	左岸 29.2km+110m～29.2km+150m
渡場災害復旧その2工事	護岸	H17	大型ブロック78t 68㎡、根固めブロック(8t)280個(16t)65個 河川土工 1,200m3	2-21	右岸 29.2km～29.2km+170m
	根固め	H17	大型ブロック78t 68㎡、根固めブロック(8t)280個(16t)65個 河川土工 1,200m3	3-32	右岸 29.2km～29.2km+170m
	盛土	H17	大型ブロック78t 68㎡、根固めブロック(8t)280個(16t)65個 河川土工 1,200m3	7-1	右岸 29.2km～29.2km+170m
渡場災害復旧工事	根固め	H17	床固め1式、根固ブロック製作666個	3-31	左岸 29.2km+110m～29.2km+150m
渡場災害関連工事	根固め	H17	根固ブロック1,008個	3-33	右岸 29.2km+60m～29.2km+110m
渡場床固下流河床洗掘対策	根固め	H22	根固ブロック610個		
渡場床固災害復旧工事	根固め	H24	河川土工、護岸基礎工10m 法覆護岸工42㎡、護床・根固工1式	15	左岸 29.2km+67m～29.2km+102m
渡場床固魚道補修	根固め	H26	3連ブロック投入、魚道5m		右岸 29.4km

補修費用



渡場床固補修工事履歴平面図



2.2 現地の制約条件

2.2 縦断的な制約条件

■縦断的な制約条件として、経年的な平均河床高と、地質条件、構造物条件（低水護岸の基礎高、橋脚の基礎）を整理。

【制約条件】

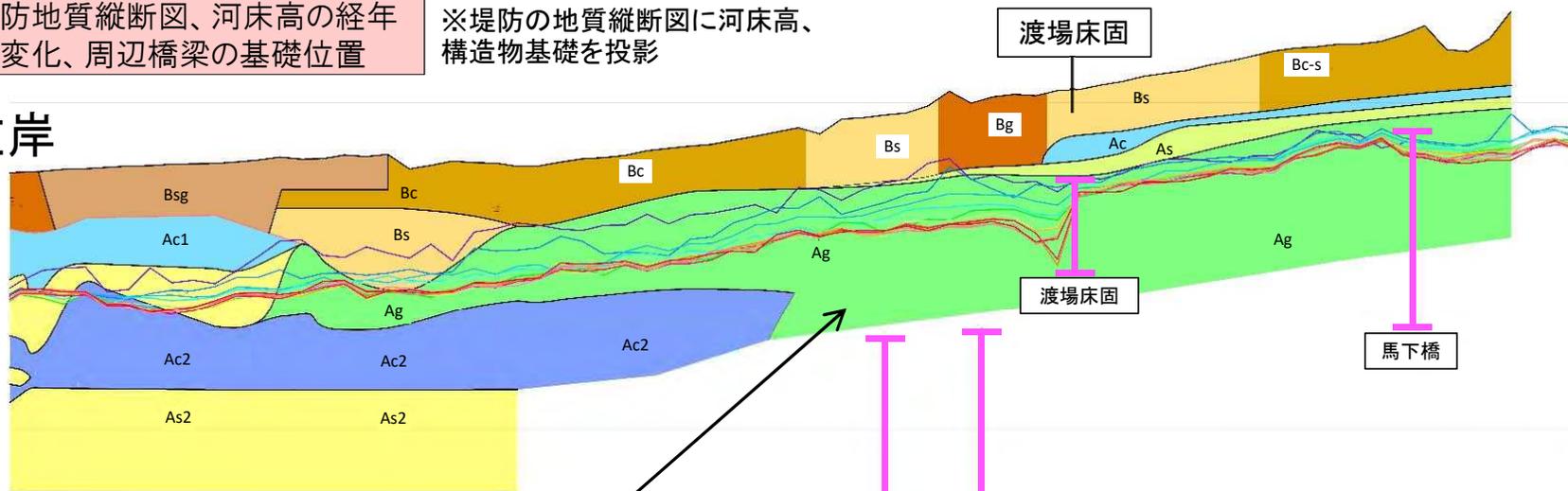
地質条件：河道改修や将来的な河床高がAg層（沖積砂礫層）以外の層（砂質土層）に達し、局所洗掘を助長させないようにする。

構造物：阿賀野川橋、新安田橋、馬下橋の3橋に対し、河道改修や将来的な河床変動により橋脚基礎が露出しないようにする。

堤防地質縦断図、河床高の経年変化、周辺橋梁の基礎位置

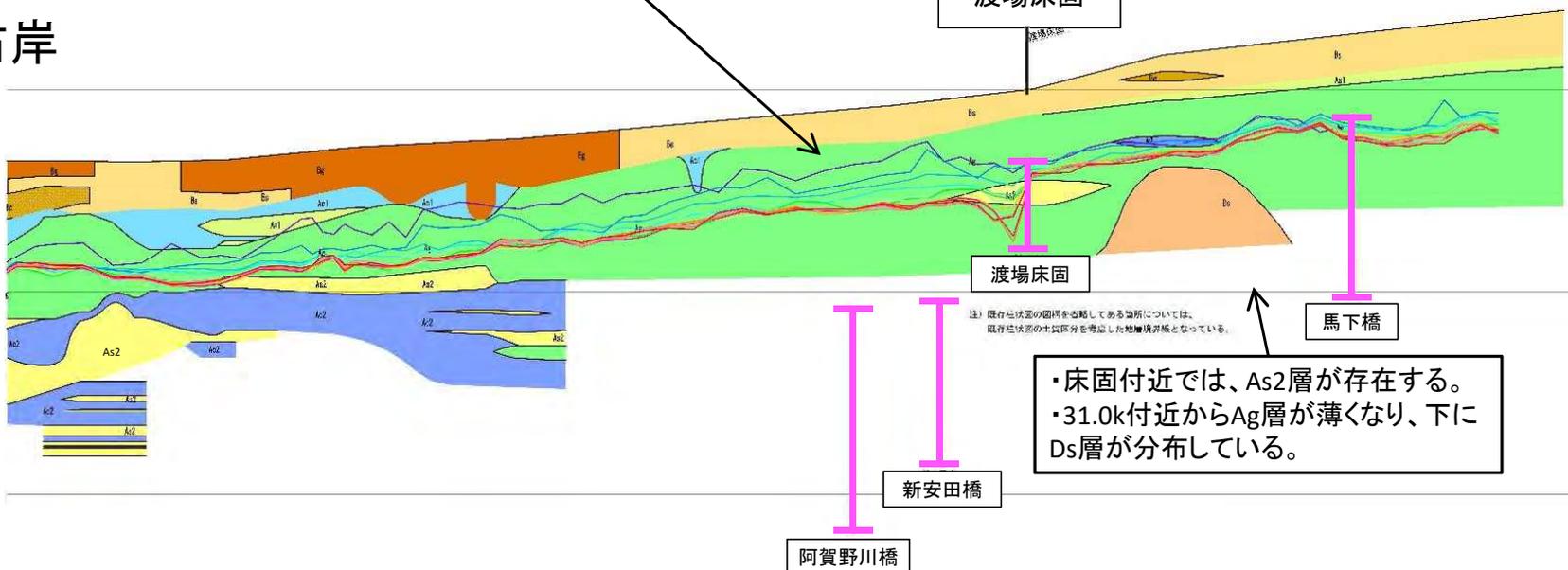
※堤防の地質縦断図に河床高、構造物基礎を投影

左岸



床固周辺は一帯にAg層が分布している

右岸



注) 既存河床高の図解を参照してある箇所については、
風評地質図の土質区分を考慮した地層図が示されている。

・床固付近では、As2層が存在する。
・31.0k付近からAg層が薄くなり、下にDs層が分布している。

—	S33
—	S41
—	S46
—	S53
—	S56
—	H01
—	H08
—	H13
—	H17
—	H21
—	H23
—	H28
—	R02

凡例

I 橋脚基礎

Bc	盛土(粘性土)
Bs	盛土(砂質土)
Bg	盛土(礫質土)
Ac1	第一沖積粘性土層
Ap	腐食土層
As1	第一沖積砂質土層
Ag	沖積砂礫層
Ac2	第二沖積粘性土層
As2	第二沖積砂質土層
As3	第三沖積砂質土層
Ds	洪積砂質土層

■平面的な制約条件として、堤防防護ライン、低水路河岸管理ライン、橋脚位置、高水敷の占用状況を整理。

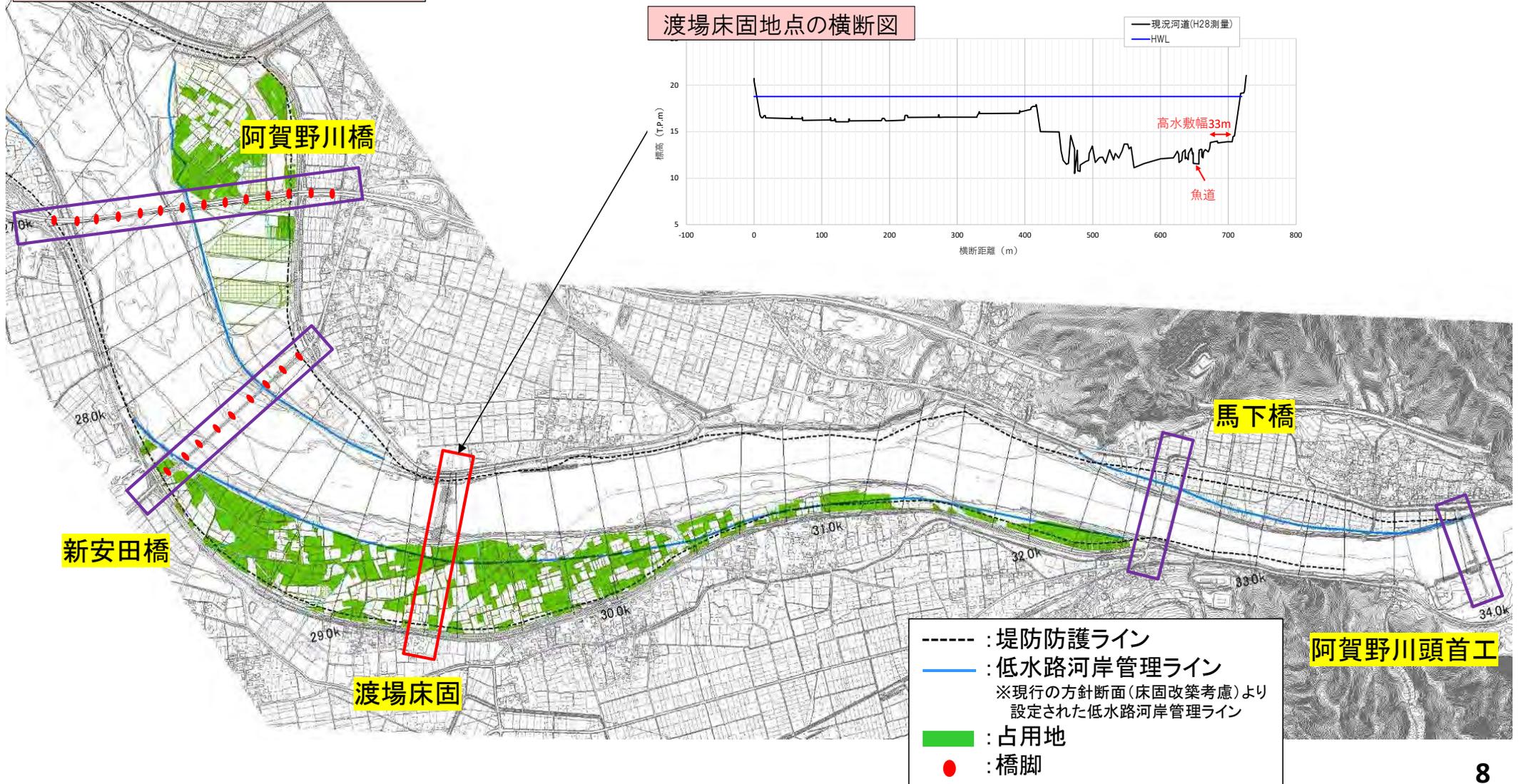
【制約条件】

堤防防護・低水路河岸管理ライン：堤防防護ラインの確保を前提とし、低水路河岸管理ラインを参考に河道形状を設定。

渡場床固地点の現況高水敷幅は33mであり、同地点での必要高水敷幅30mは確保されている。

低水路線形・高水敷の占用状況：高水敷に占用地が位置していること、床固下流に新安田橋、阿賀野川橋が位置していることから、改修で平面線形を設定する際は占用地、橋脚位置に留意する。

堤防防護ライン、低水路河岸管理ライン、高水敷の占用状況



2.2 環境面の制約条件 魚類生息環境

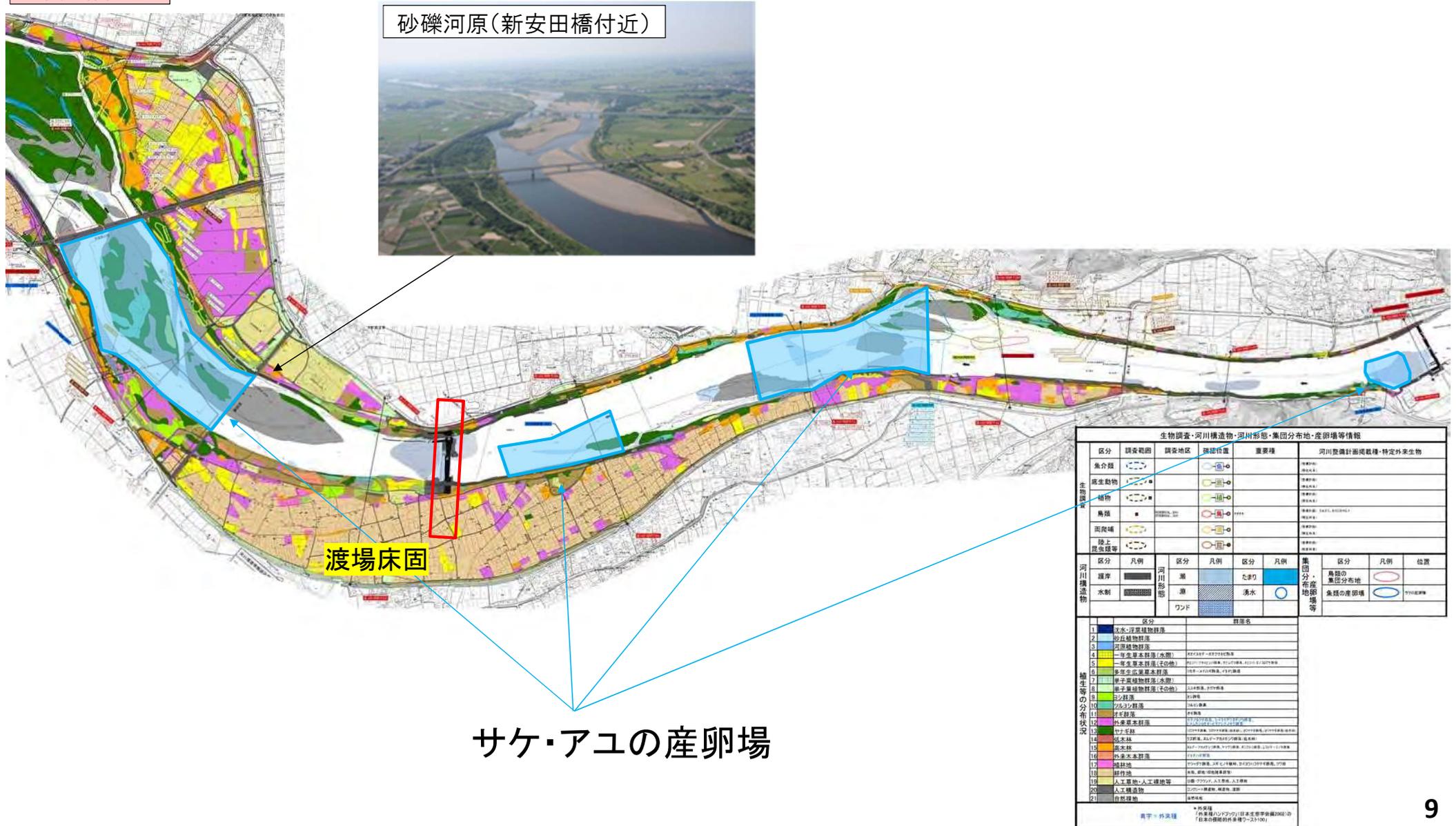
- 環境面の制約条件として、環境情報図を整理。
- 阿賀野川上流域は砂礫河原で瀬淵構造が多く分布しており、魚類に対し良好な環境が形成されている。

【制約条件】

サケやアユの産卵場：サケ、アユの産卵場付近の改修にあたっては、魚類生息環境への影響に留意する。

(阿賀野川には近傍に産卵場があること、環境に配慮した施工を実施することでミチゲーション可能)

環境情報図



2.2 環境面の制約条件 油の湧出状況

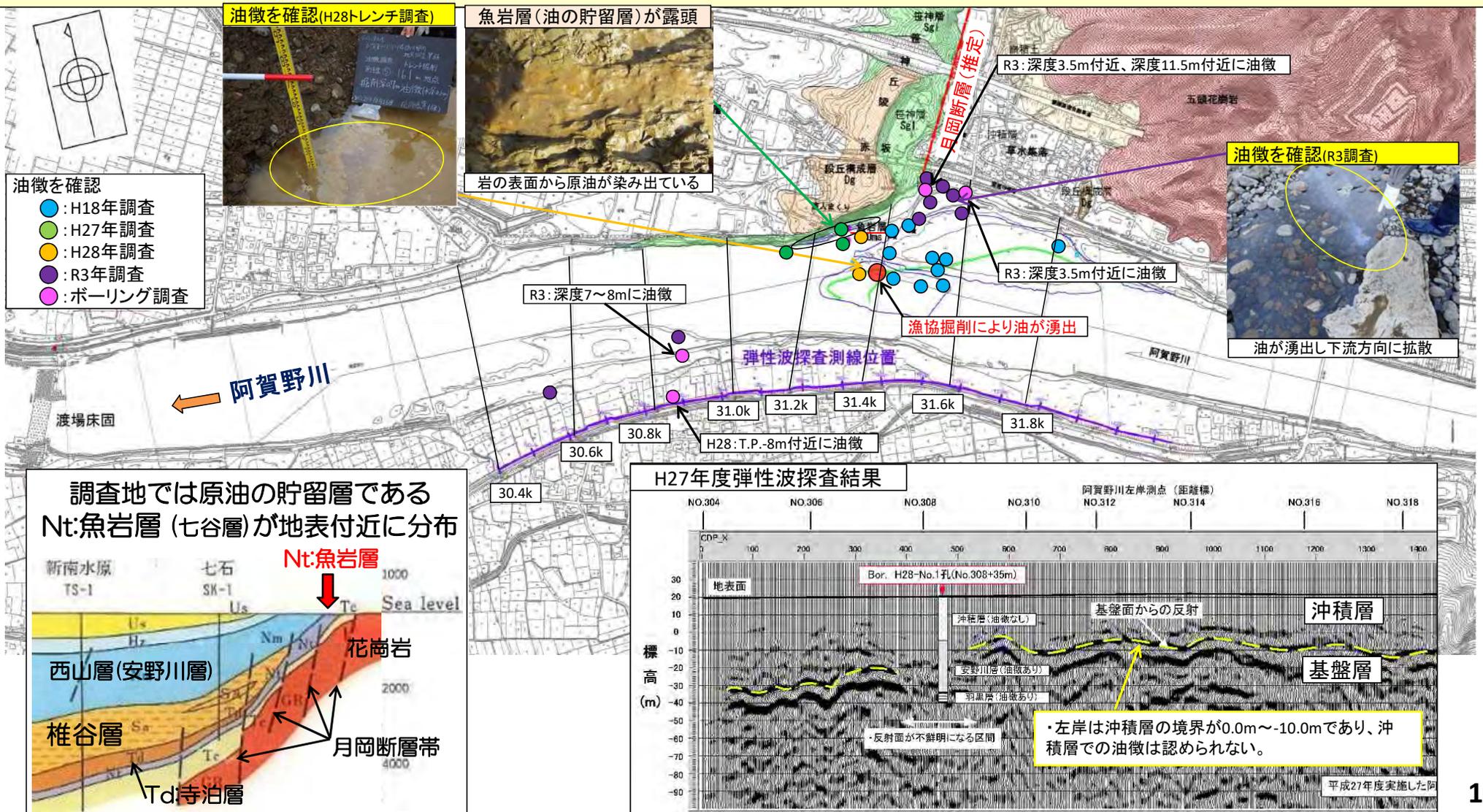
■ 渡場床固上流の草水地区(31.3k右岸)では、油の貯留層である魚岩層が露出し、原油の染み出しが確認されている。魚岩層は、月岡断層の運動により右岸から河道中央部にかけて地表付近に広く分布している。平成18年9月に阿賀野川漁業協同組合が右岸寄りの河床を掘削した際、掘削面から原油が湧出した。

■ 過年度の地質調査(平成18年、平成27年、平成28年、令和3年)では、31.2k~31.8kの右岸側を中心に、油徴が確認されている。

【制約条件】

油湧出：油徴が確認されている範囲において、河道改修や将来的な河床低下による油の湧出が懸念される。

油湧出が生じた場合、河川利用（漁業）や水利用（上水道、工業用水、農業用水等）、環境（魚類や動植物等）、海域などに大きな影響を与える可能性があり、社会的影響が甚大。



2.2 周辺施設設置状況(床固上流 横断工作物・堤防横断工作物)

- 渡場床固上流部の横断工作物は、馬下橋と阿賀野川頭首工が存在する。阿賀野川頭首工は、農業用取水などに利用され、阿賀野川の左右岸の耕地、約11,600haを潤している。
- 樋門・樋管(排水)は、河川管理施設として3基、許可工作物として1基が設置されている。

【制約条件】

構造物：河道改修や将来的な河床低下により、構造物の安定性や利用（取水）に阻害が生じないようにする。

揚水施設は、過去に^{かさほり}笠堀揚水機場、^{みやかわ}宮川揚水場が設置されていたが、現在は使用されていないため、制約条件とはしない。

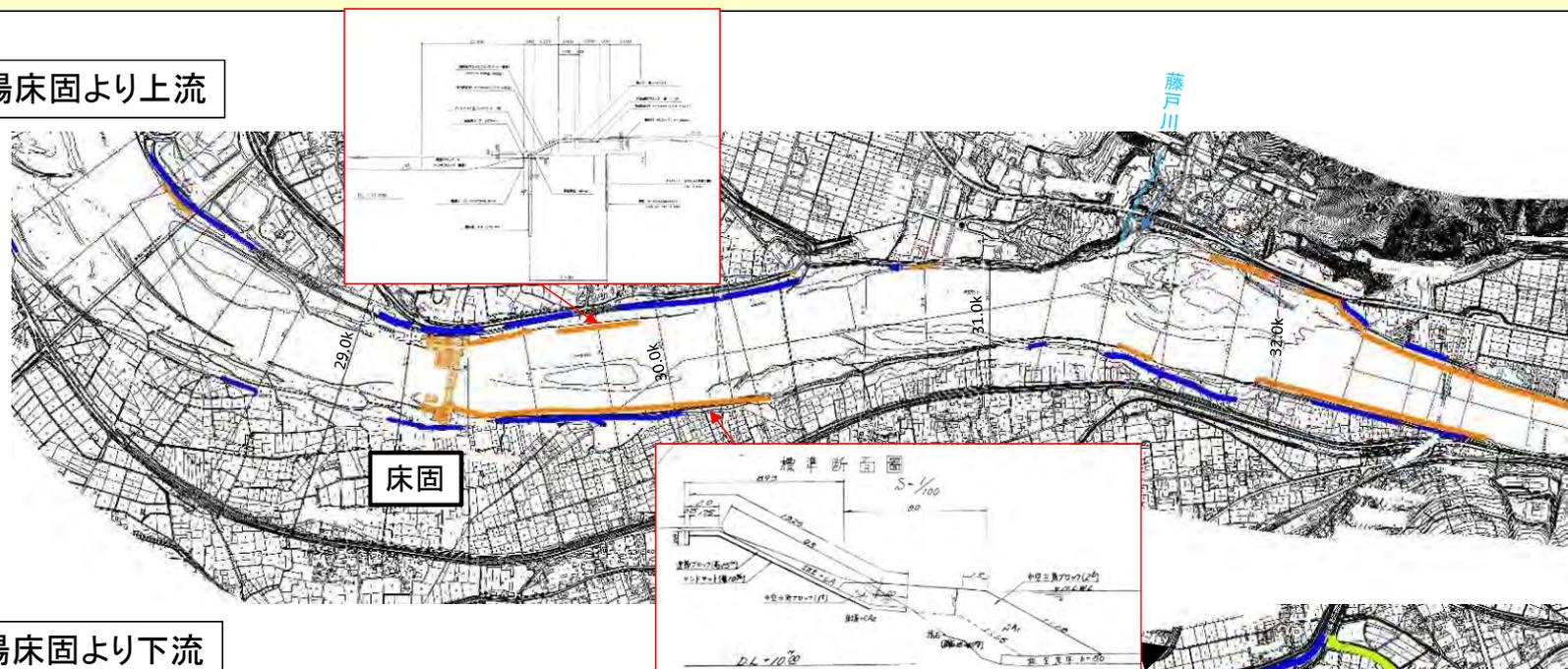


- 渡場床固周辺の護岸は、左右岸ともに度重なる被災を受けて補修が行われている。
- 床固下流では、昭和21年に堤防欠損が生じた右岸小浮地区において、低水護岸が整備されている。
- 床固地点では、高水敷幅の狭い右岸側は鋼矢板護岸が設置されており、左岸側は連節ブロック張護岸が設置されている。
- 藤戸川合流点上流では、根固ブロックを乱積し河岸侵食を防止する区間が多く、さらに左岸側山付区間ではコンクリート擁壁により保護している。

【制約条件】

護岸：河道改修や将来的な河床低下、偏流による水衝部化により、護岸基礎の露出、護岸の新設・補修について留意が必要。

渡場床固より上流

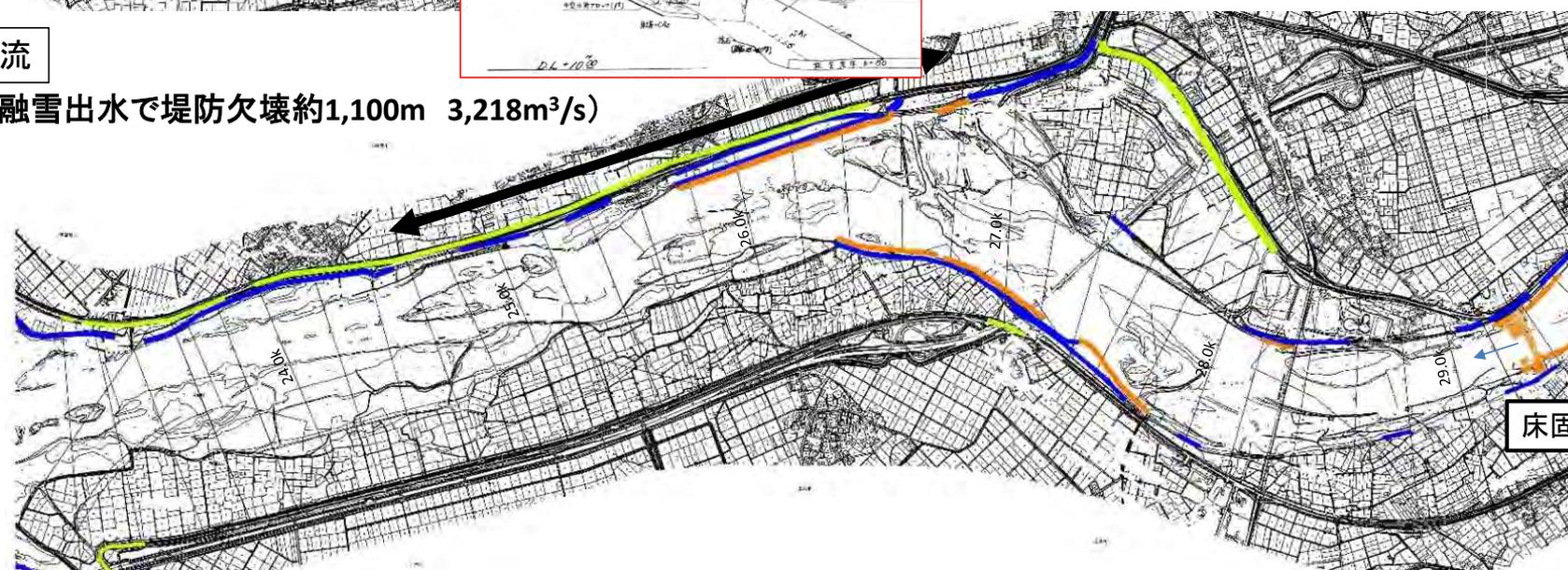


凡例

- 高水護岸
- 低水護岸
- 根固め

渡場床固より下流

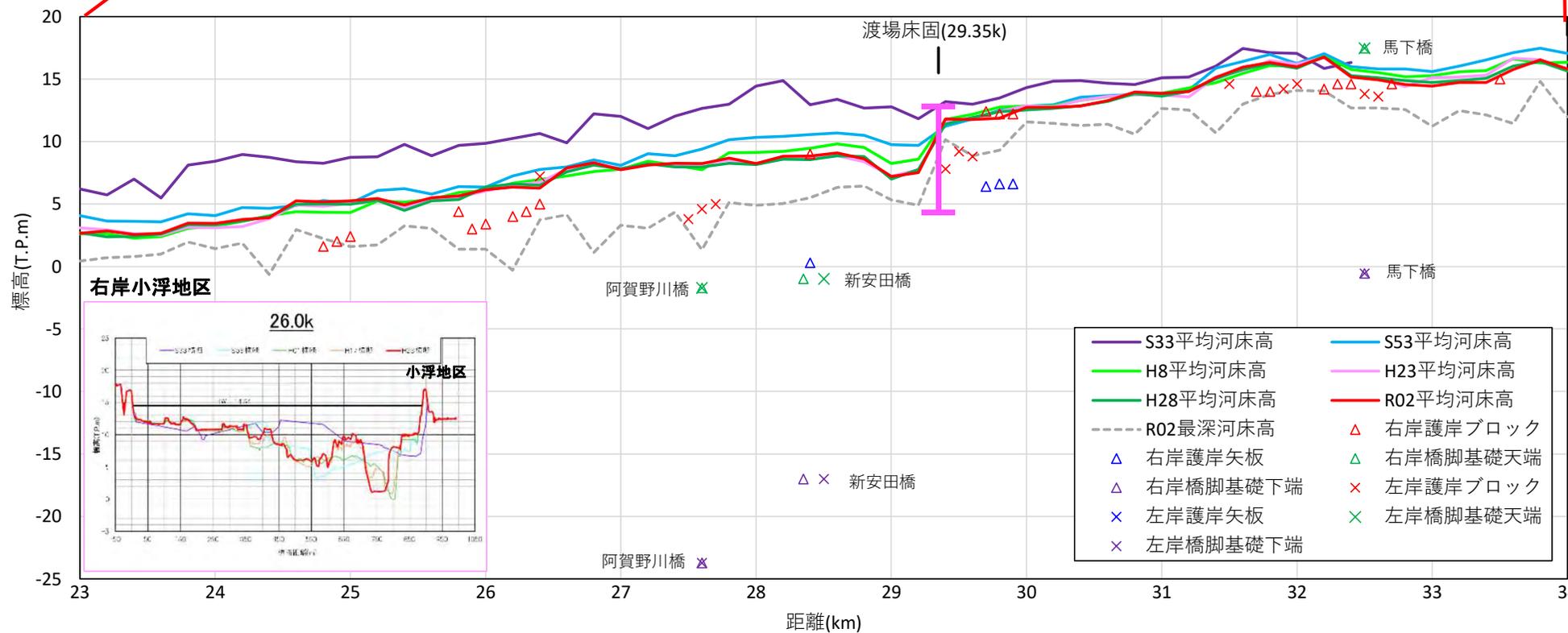
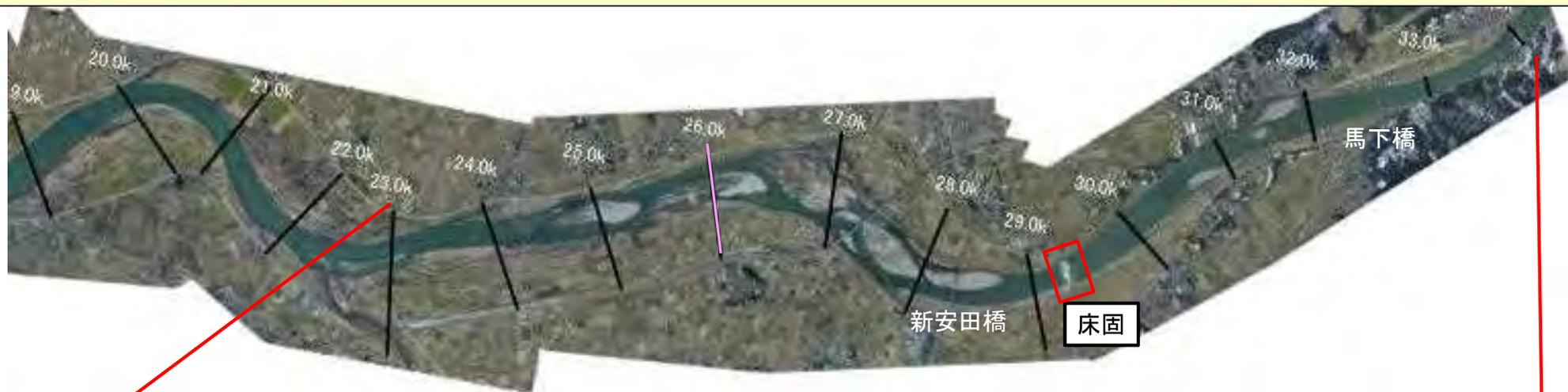
小浮地区(S21融雪出水で堤防欠壊約1,100m 3,218m³/s)



- 渡場床固上流区間の護岸根入高は、平均河床高程度の設置高となっている。床固があることにより床固上流区間の河床の安定が図られている。
- 渡場床固下流区間は、砂利採取による河床低下が顕著であったことから、最深河床高より高い区間が多い。

【制約条件】

護岸：河道改修や将来的な河床低下、偏流による水衝部化により、護岸基礎の露出、護岸の新設・補修について留意が必要。



2.2 制約条件の整理結果

- ここまでで整理した4つの大項目に対し、制約条件を一覧表で取りまとめた。
- 油湧出については、油が湧出することによる社会的影響が甚大となることから、当該区間における河道掘削や、将来的に大きな河床低下は許容できないため、重要度を「高」とした。
- 縦断的な制約条件、平面的な制約条件、周辺施設の設置状況については、河道改修、将来的な河床変動状況により、個別に対処可能であるため重要度を「中」とした。
- サケやアユの産卵場は、対象範囲が限定的であること、近傍に産卵場があるため、環境に配慮した施工を実施することでミチゲーション可能であることから、重要度を「低」とした。

大項目	中項目	制約条件	重要度
縦断的な制約条件	地質条件	・河道改修や将来的な河床高がAg層（沖積砂礫層）以外の層（砂質土層）に達し、局所洗掘を助長させないようにする。	中
	構造物	・阿賀野川橋、新安田橋、馬下橋の3橋に対し、河道改修や将来的な河床変動により橋脚基礎が露出しないようにする。	中
平面的な制約条件	堤防防護・低水路 河岸管理ライン	・河道形状の設定にあたり、堤防防護ラインの確保を前提とし、低水路河岸管理ラインを参考に設定する。 ・渡場床固地点の高水敷幅は33mであり、渡場床固地点の必要高水敷幅30mを確保している。	中
	高水敷の占用状況	・床固下流に新安田橋、阿賀野川橋が位置しており、改修で平面線形を設定する際は橋脚位置に留意する。	中
環境面の制約条件	アユやサケの産卵場	・アユ、サケの産卵場付近の改修にあたっては、魚類生息環境への影響に留意する。（阿賀野川には近傍に産卵場があること、環境に配慮した施工を実施することでミチゲーション可能）	低 ミチゲーション可能
	油湧出	・河道改修や将来的な河床低下により、油徴が確認されている範囲で油の湧出が懸念される。 ・油湧出が生じた場合、河川利用（漁業）、水利用（上水道、工業用水、農業用水）、環境（魚類や動植物等）、海域に大きな影響を与える可能性があり、社会的影響が甚大。	高 社会的影響が甚大
周辺施設の設置状況	構造物	・河道改修や将来的な河床低下により、構造物の安定性や利用に阻害が生じないようにする。	中
	護岸	・河道改修や将来的な河床低下、偏流や水衝部の発生により、護岸基礎の露出、護岸の新設・補修について留意が必要。	中

河道特性の把握

目次

3.1 阿賀野川上流部の改修経過	1
3.2 阿賀野川上流部の河道特性	7
3.3 渡場床固の効果分析(河床の安定)	15

令和4年8月

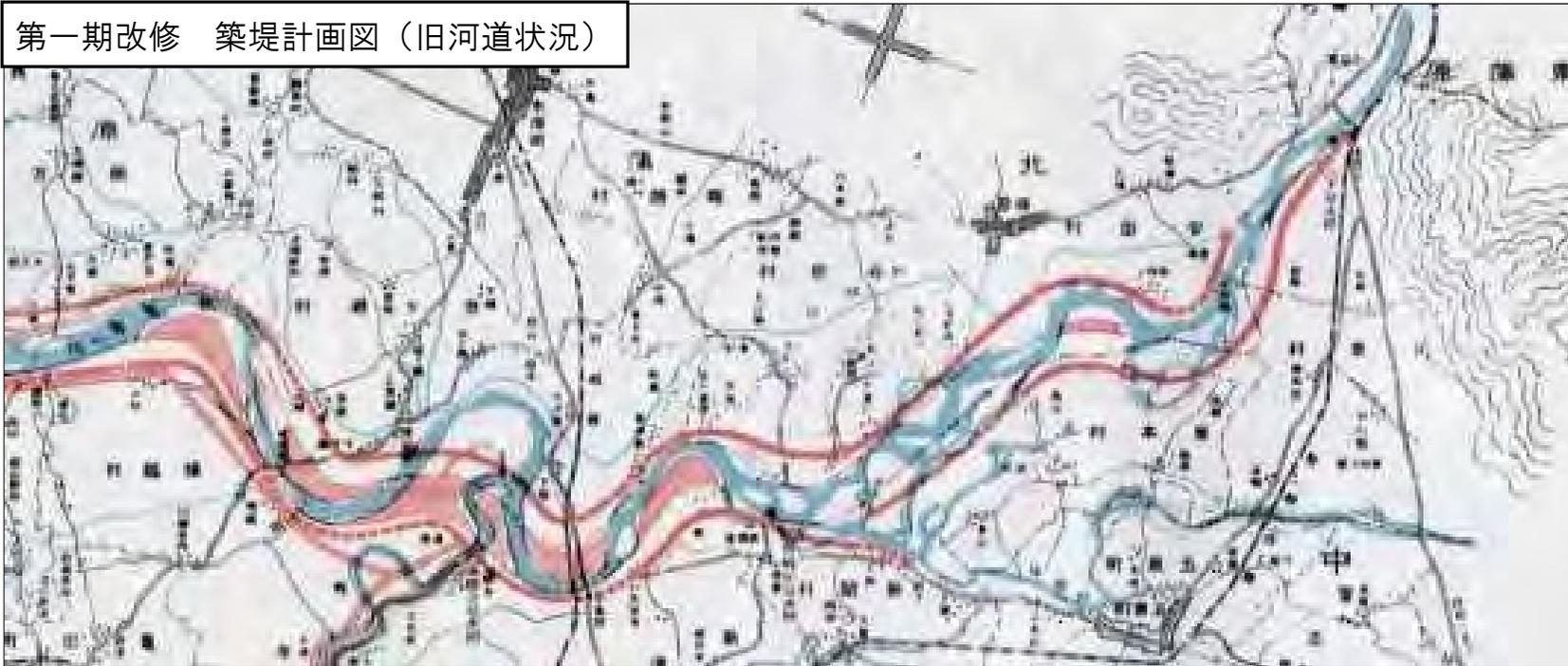
北陸地方整備局 阿賀野川河川事務所

3.1 阿賀野川上流部の改修経過

3.1 阿賀野川上流部の改修経過 第一期改修(蛇行是正、河床低下抑制)

- 大正4年から昭和8年に第一期改修を実施。
- 築堤や河道掘削、捷水路整備等により蛇行を是正し、現況の平面形状が形成された。その他、満願寺・沢海間の捷水路の通水に伴う周辺の河床低下を抑制するための床固を設置(沢海第一床固 昭和3年～昭和4年)。
- 第一期改修が完成した昭和8年に新潟県に管理を移管。その後、河川の荒廃が進行し、昭和21年4月融雪出水では右岸の小浮地区で延長約1,100mにわたり堤防が欠壊。

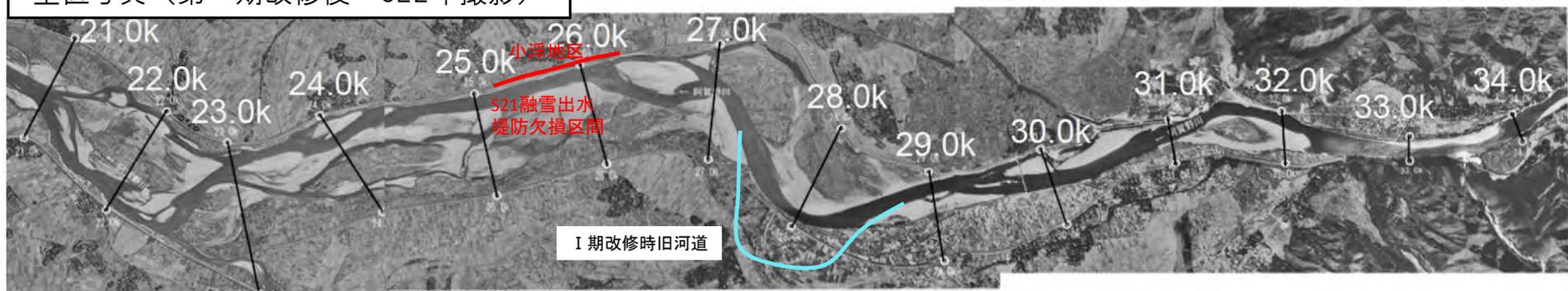
第一期改修 築堤計画図(旧河道状況)



旧河道(T4以前)

築堤・河道掘削・捷水路

垂直写真(第一期改修後・S22年撮影)

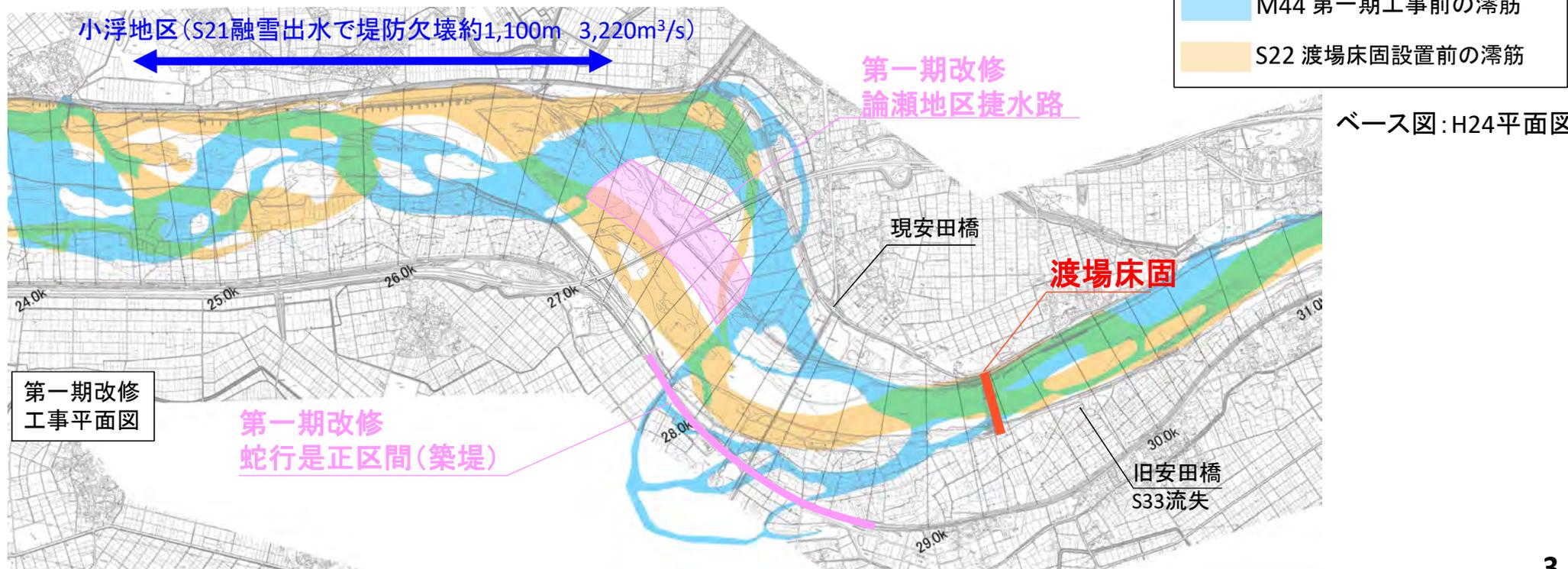


- 昭和22年から常水路の固定、河床の安定等を目的に第二期改修に着手。
- 昭和24年度策定阿賀野川改修総体計画において、5箇所の床固工を計画。そのうち、河床低下が顕著となった沢海地区(沢海第二床固 昭和24年~昭和28年)、渡場地区(渡場床固 昭和29年~昭和32年)に床固工を設置。
- 渡場床固は、流路短縮を図った論瀨地区の捷水路と築堤区間の上流端に設置。設置により上流部の河床低下が沈静化。
- 沢海、渡場地区の床固工設置により河床の安定が見られたため、昭和40年第2次治水五カ年計画時に残り3基の床固工の計画を取りやめ。

第二期改修 床固工計画位置

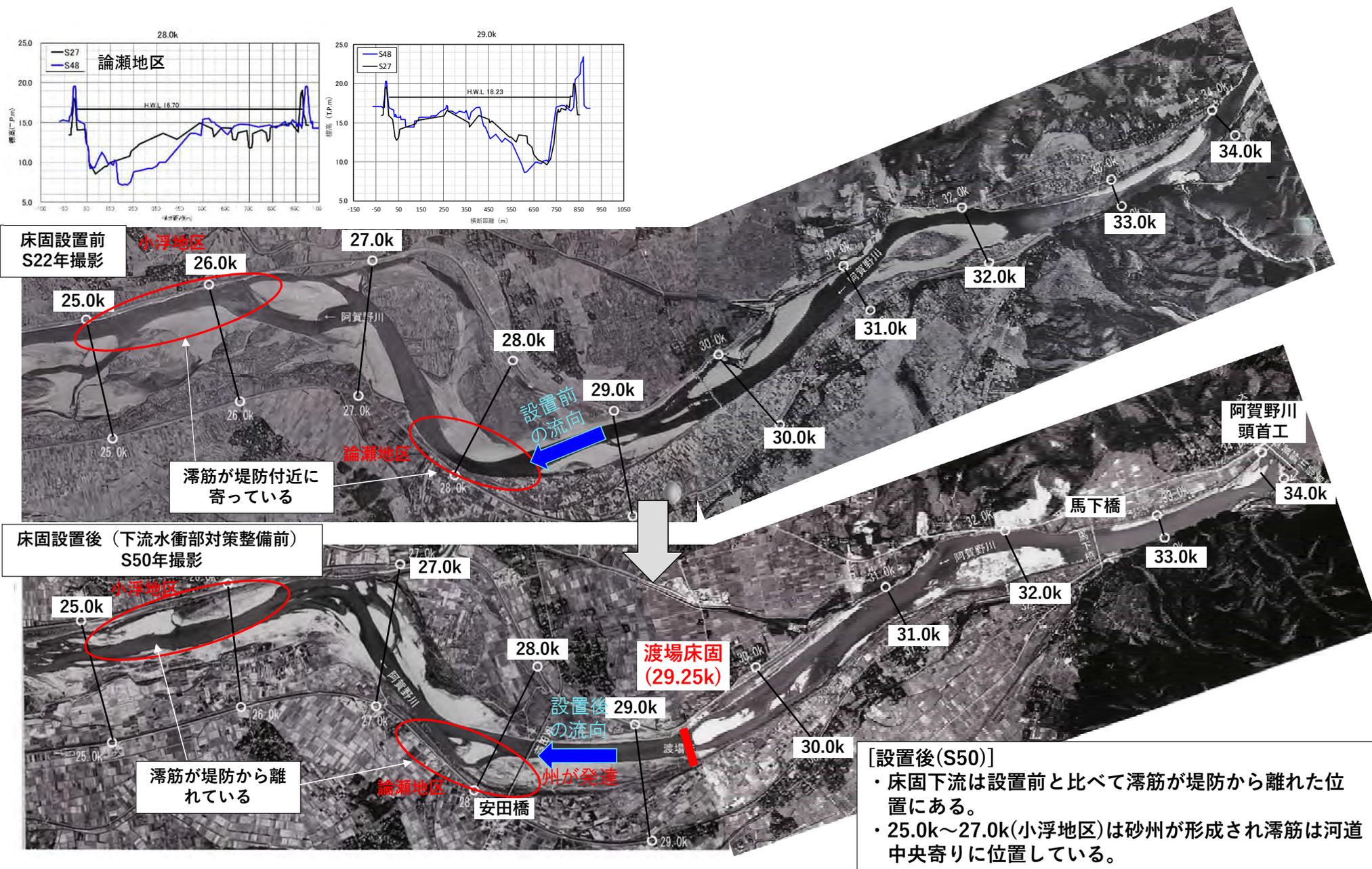


第二期改修 渡場床固位置



ベース図:H24平面図

- 床固設置前後で、論瀨地区では設置後に28.0kから29.0k付近の流況が河道中央方向となり偏流が緩和され、昭和21年に堤防が欠損した小浮地区では設置後に砂州が形成され滞筋は河道中央へ寄っているなど、渡場床固は流向是正の機能を有している。
- 床固の設置により流路が固定化され、この流路のもとに河岸保護、水衝部対策などの河川整備を実施してきている。



3.1 渡場床固が果たしてきた役割(被災とメカニズム)

- 渡場床固周辺では、昭和21年4月融雪出水による小浮地区こうげの堤防決壊、論瀨地区ろんぜでの護岸被災の他、床固地点では度々護岸の被災や根固めブロックの流出が発生している。
- 床固設置以前、設置後の河床形状を対象とした平面二次元不定流計算結果(単位幅流量コンター図)によると、小浮地区こうげ、論瀨地区ろんぜでは、床固設置以前は水衝部に流れが集中していたが、設置後は主流が河道中央部に寄り、水衝部が緩和されている。
- 床固地点は、落差を有していることから高速流が発生しており、この高速流により床固地点近傍で護岸の被災が生じている。

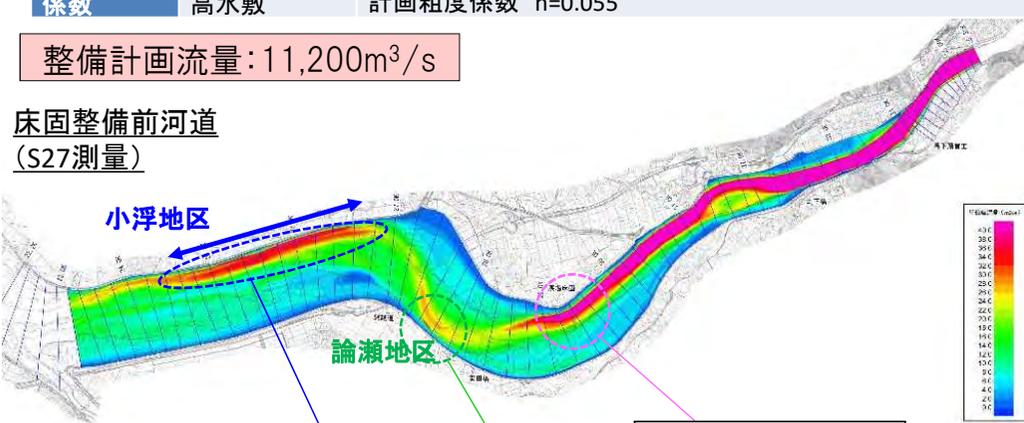
平面二次元不定流計算による被災要因の分析

項目	設定内容	
	床固設置前	床固設置後
解析対象区間	阿賀野川23.2k~34.0k区間	
地形	平面形状	平面図、航空写真より堤防法線を把握
	河床高	床固整備前河道 S27測量※データが不足する区間は直近のS33 測量断面で補正
境界条件	下流端水位	現況河道のHQ式相当の水位を設定
	上流端流量	整備計画流量 11,200m ³ /s、小浮地区で破堤が生じたS21融雪出水流量 3,218m ³ /s
粗度係数	低水路	計画粗度係数 床固上流n=0.029、床固下流n=0.027
	高水敷	計画粗度係数 n=0.055

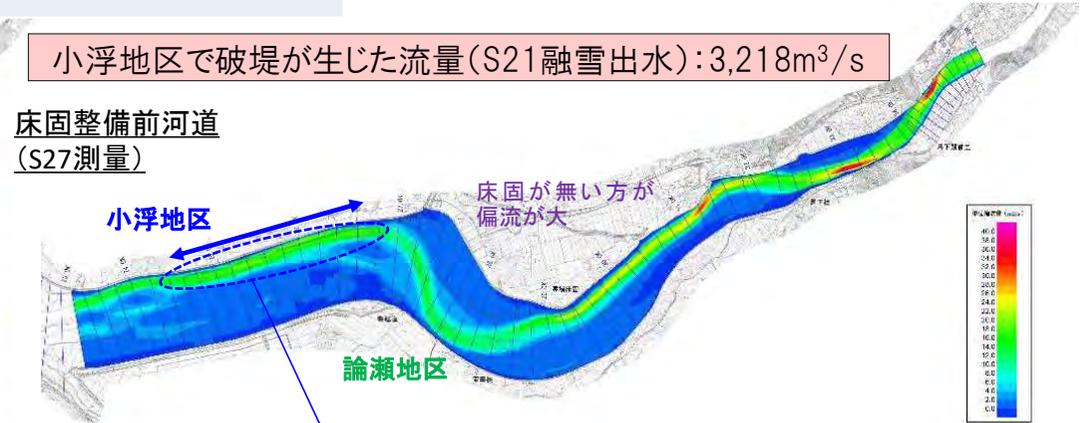
整備計画流量: 11,200m³/s

小浮地区で破堤が生じた流量(S21融雪出水): 3,218m³/s

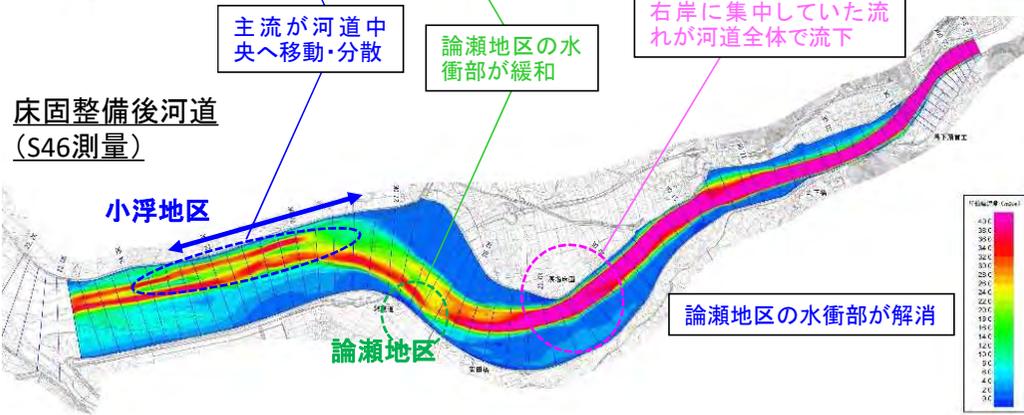
床固整備前河道
(S27測量)



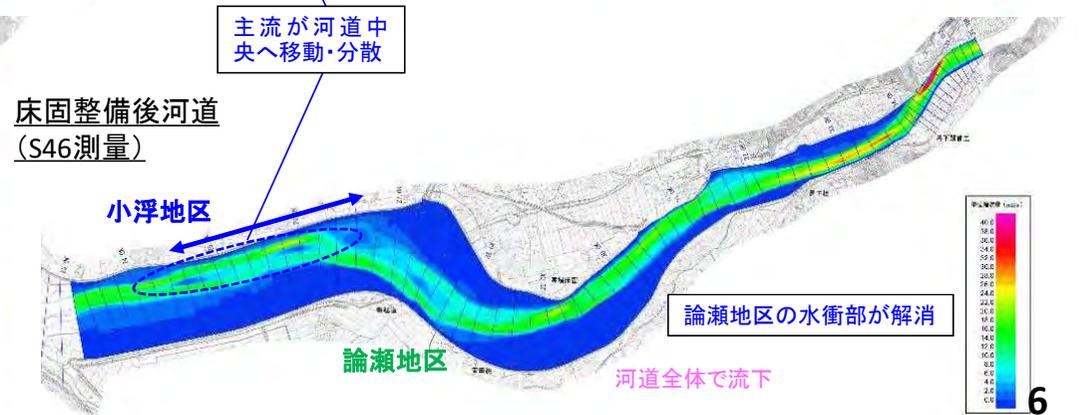
床固整備前河道
(S27測量)



床固整備後河道
(S46測量)



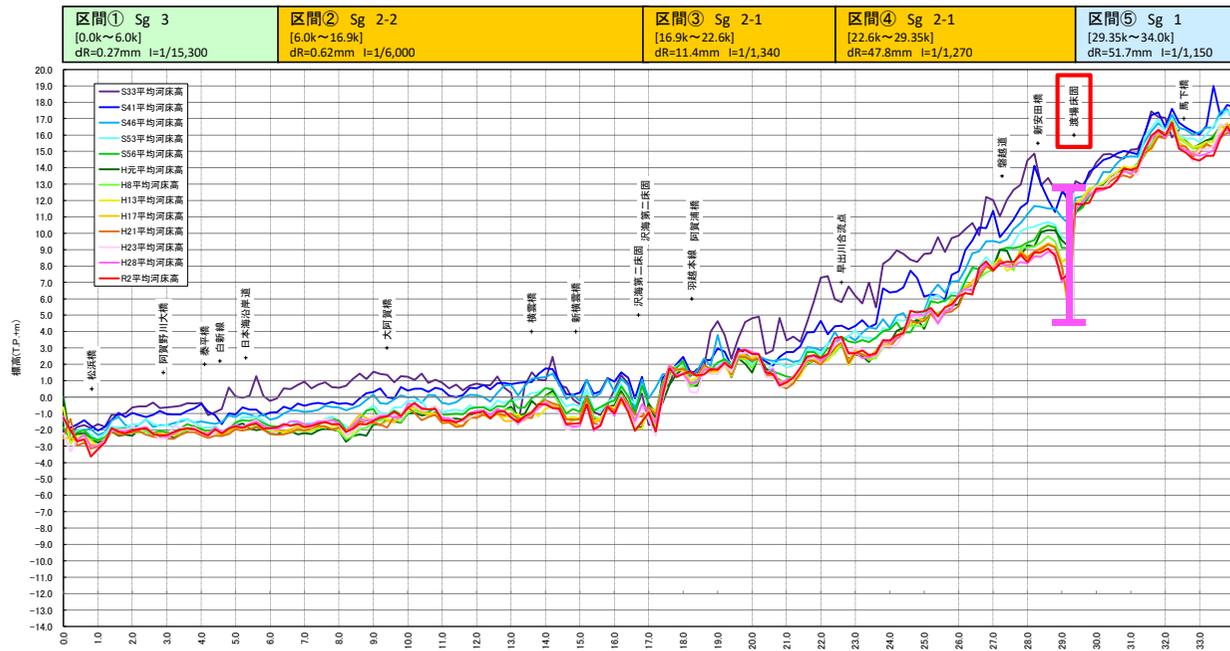
床固整備後河道
(S46測量)



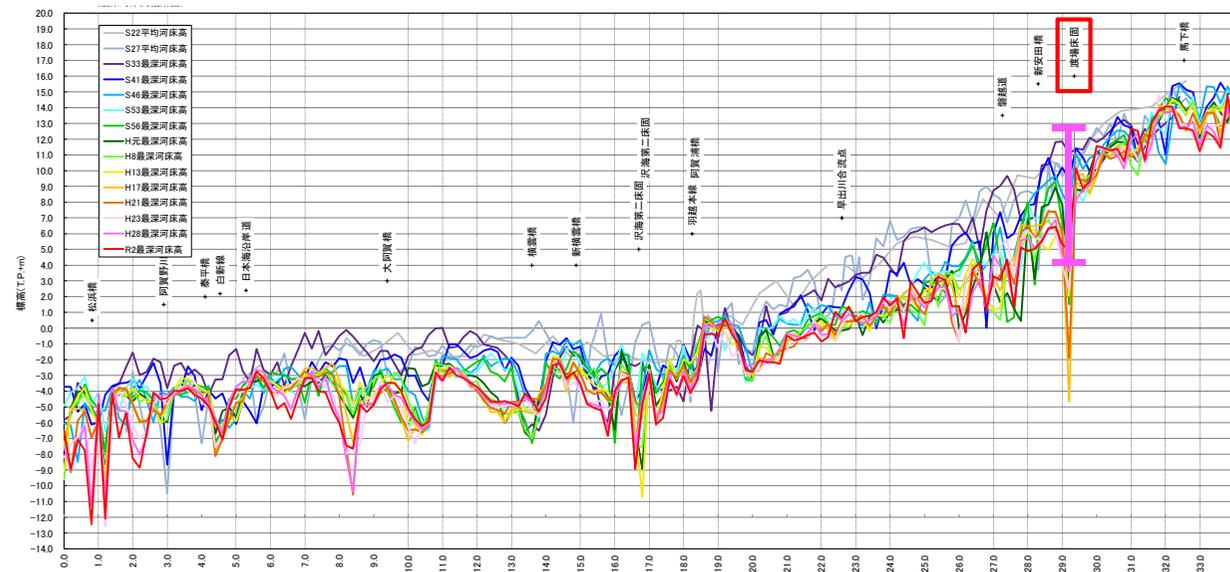
3.2 阿賀野川上流部の河道特性

- 平均河床高で見ると、阿賀野川全体の縦断的な河道特性として、平成元年までは全川で河床低下が進行しているが、砂利採取規制区間の拡大により河床低下の進行が沈静化している。
- 渡場床固付近を見ると、渡場床固を境にセグメントが2-1から1に変化しており、縦断勾配の変化点となっている。

平均河床高



最深河床高

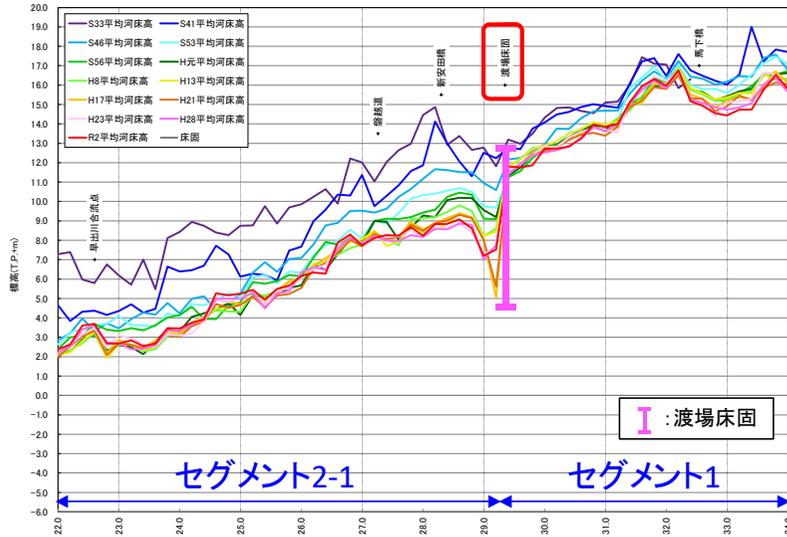


I : 渡場床固

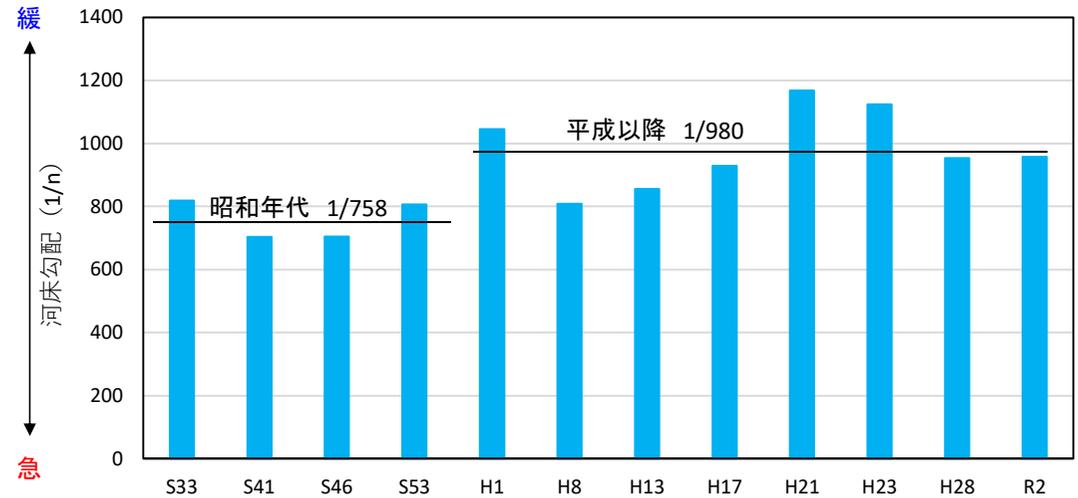
3.2 床固近傍の縦断形状・河床勾配の経年変化

- 床固より下流区間では、昭和年代に比べ、平成年代の河床勾配が緩くなる傾向がみられる。経年的に河床勾配に変化が大きい年がみられるが、これはセグメント平均の河床勾配が床固直下の深掘れの状況により変動しているものである。
- 床固より上流区間では、昭和年代に比べ、平成年代の河床勾配が緩くなる傾向がみられる。近年は安定傾向であり、若干ではあるが勾配が緩くなる傾向が見られる。
- 床固上下流とも河床勾配が1/1,000となっており、1/1,000に見合った掃流砂が発生することで河床が安定しているものと考えられる。

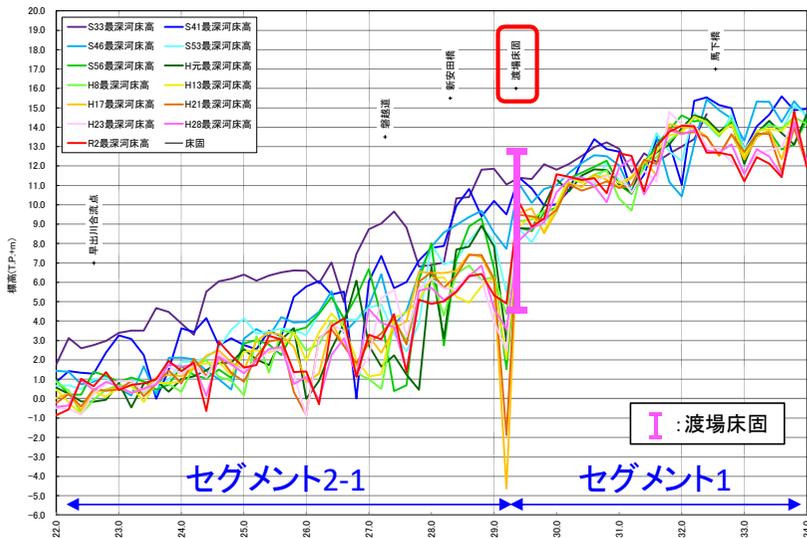
平均河床高: 22.0k~34.0k付近拡大



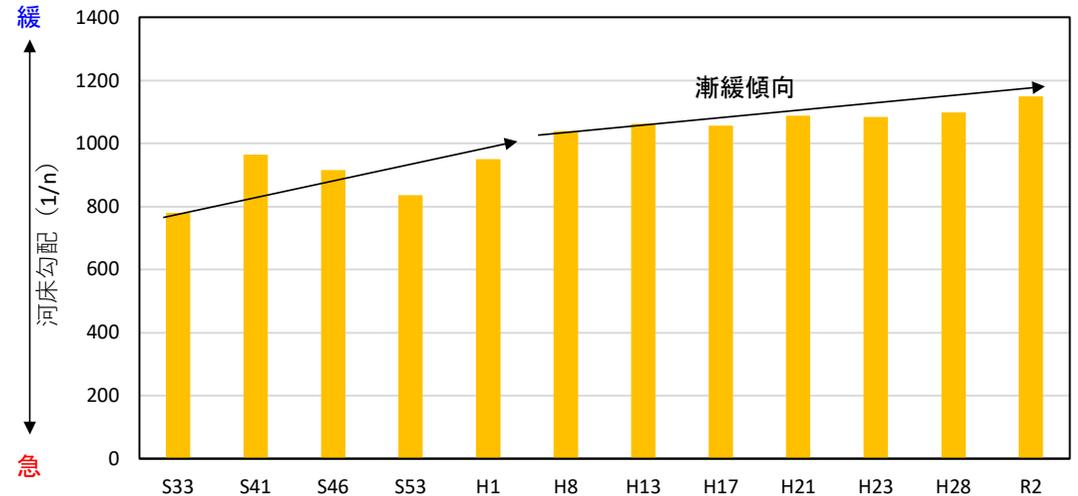
床固下流の河床勾配の経年変化



最深河床高: 22.0k~34.0k付近拡大



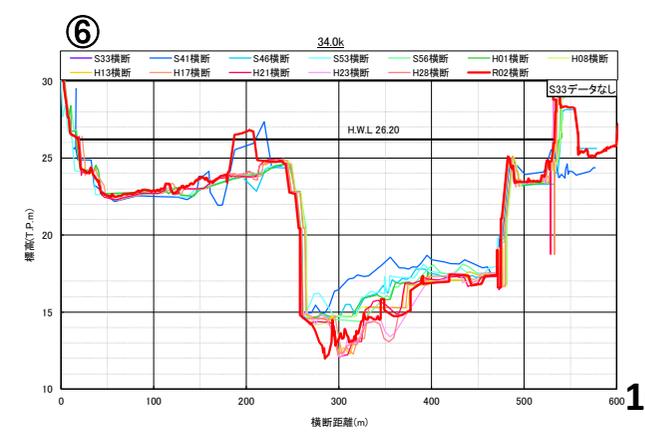
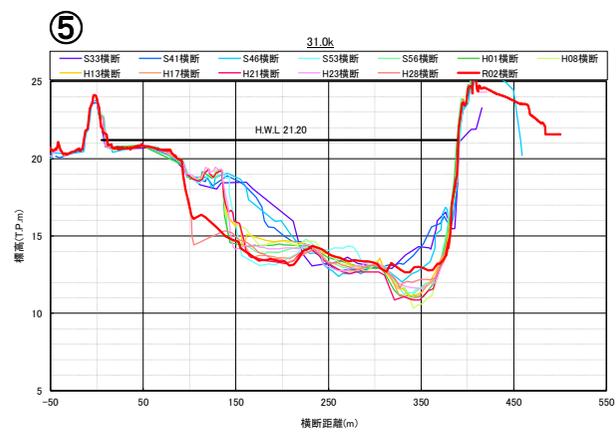
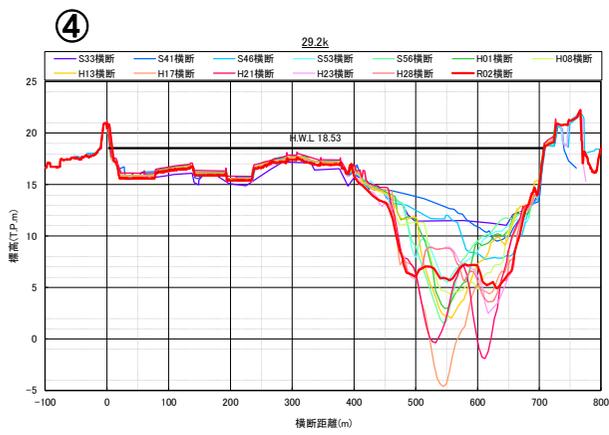
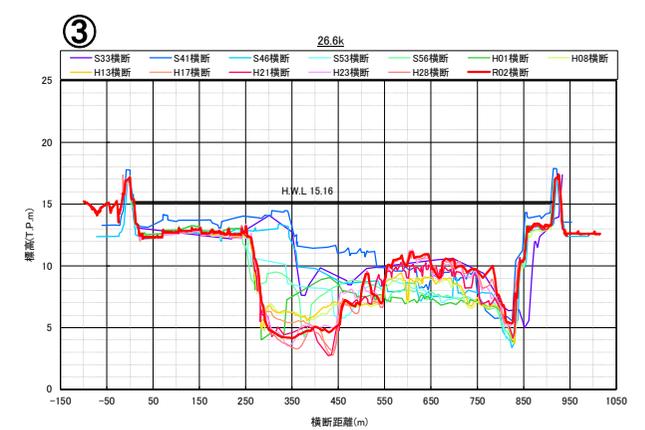
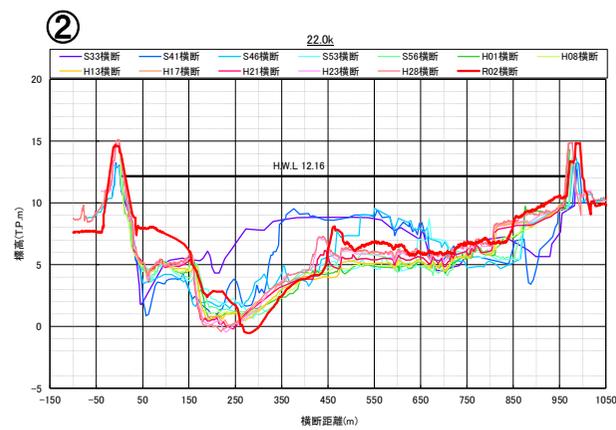
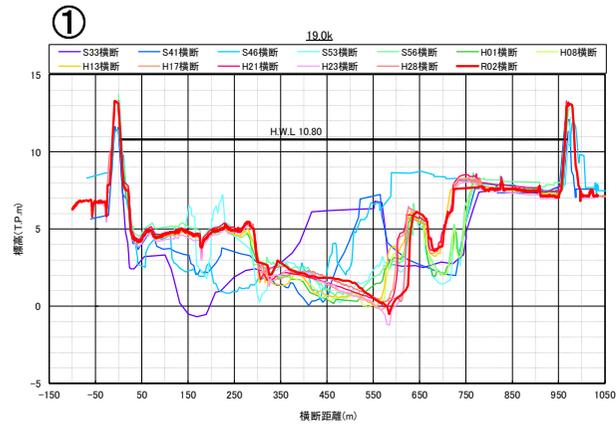
床固上流の河床勾配の経年変化



※ここで整理した河床勾配は、床固上下流区間における経年的な河床勾配の変化特性を分析するためのものである。このため床固上下流のセグメントを対象に、平均河床高を最小二乗法により勾配を算定している。

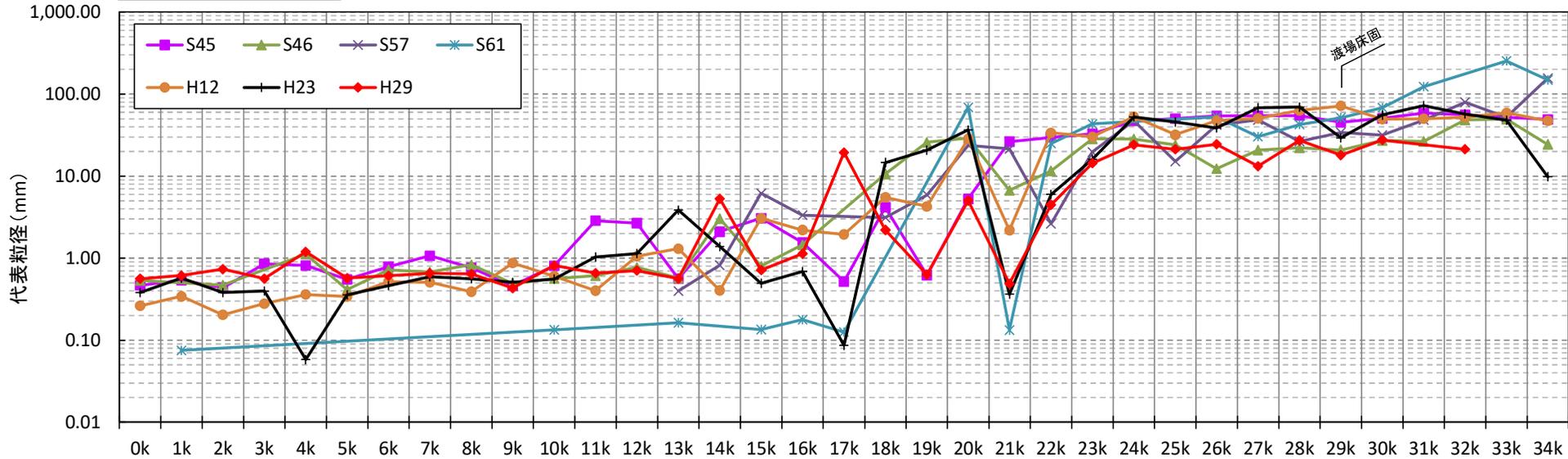
3.2 横断形状の経年変化

- 阿賀野川の堤防は第一期改修により築造され、堤防間川幅は渡場床固付近で変化し、下流では約900m、上流では400m~500mである。
- 渡場床固下流・上流とも、流路（低水路）位置は概ね安定しており、滞筋は固定化傾向にある。

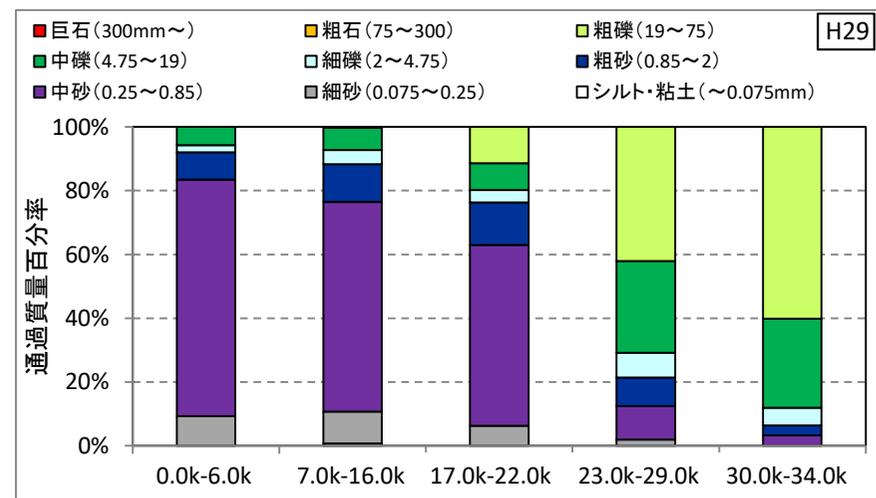
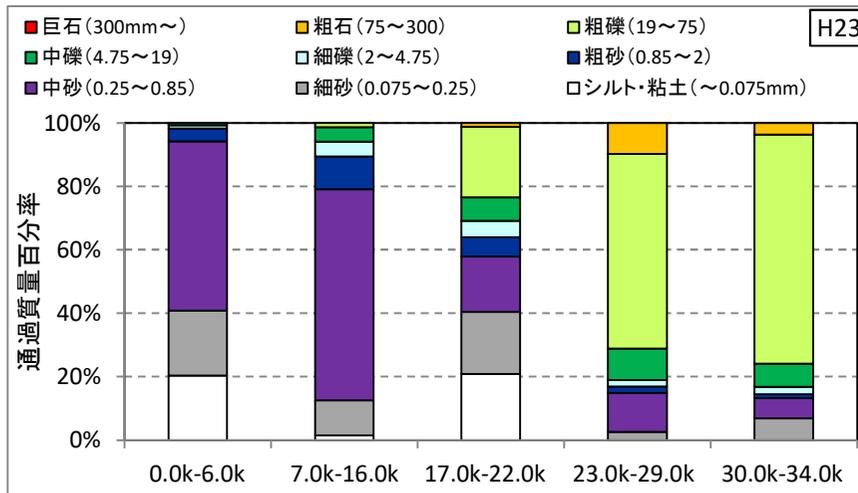


- 阿賀野川上流部（セグメント2-1区間、セグメント1区間）では、礫分が主体の土砂性状になっている。
- 23k（早出川合流点）より下流の河床材料は主に中砂より細かい材料で構成されている。
- H23調査結果と比較するとH29調査結果は細粒分が多い傾向にある。この主要因は、H29調査結果では砂州上を主体に調査をしているためであり、経年的な粒径の傾向は大きく変わらない。

代表粒径縦断面図

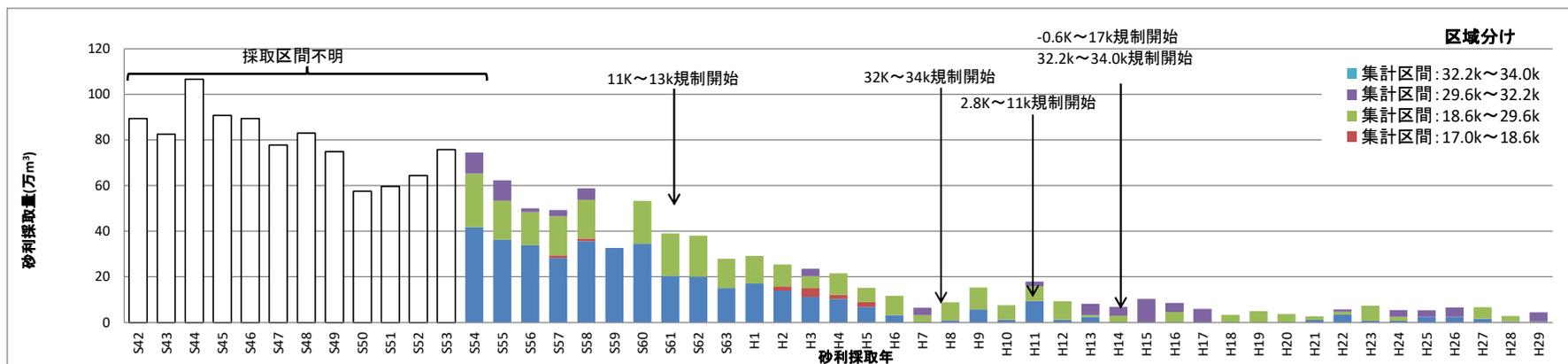


近年の区間平均代表粒径の変化

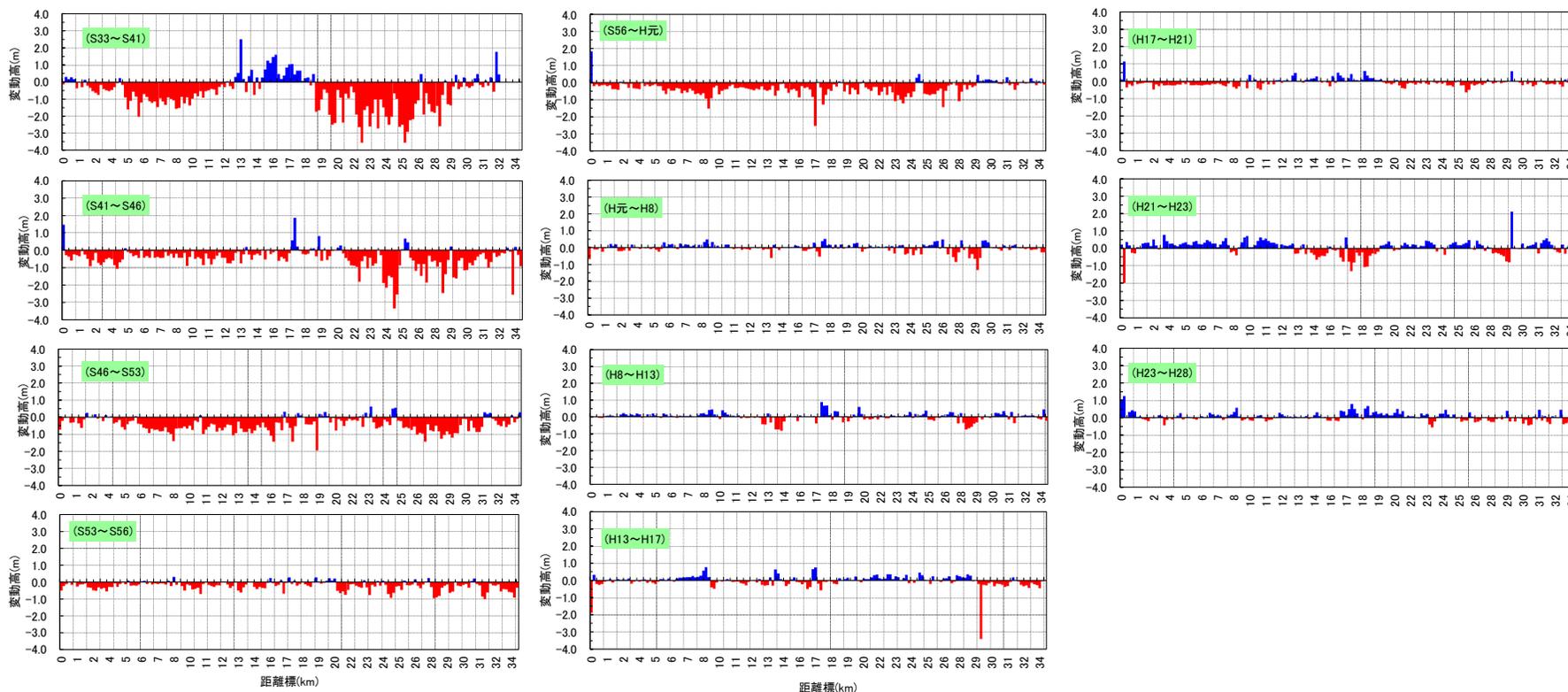


■ 高度成長期（～S48年）には年間900千m³程度の砂利採取が実施されており、同時に河床低下も進行したが、近年はほとんど砂利採取が実施されておらず、平均河床高も安定傾向にある。

砂利採取量の経年変化

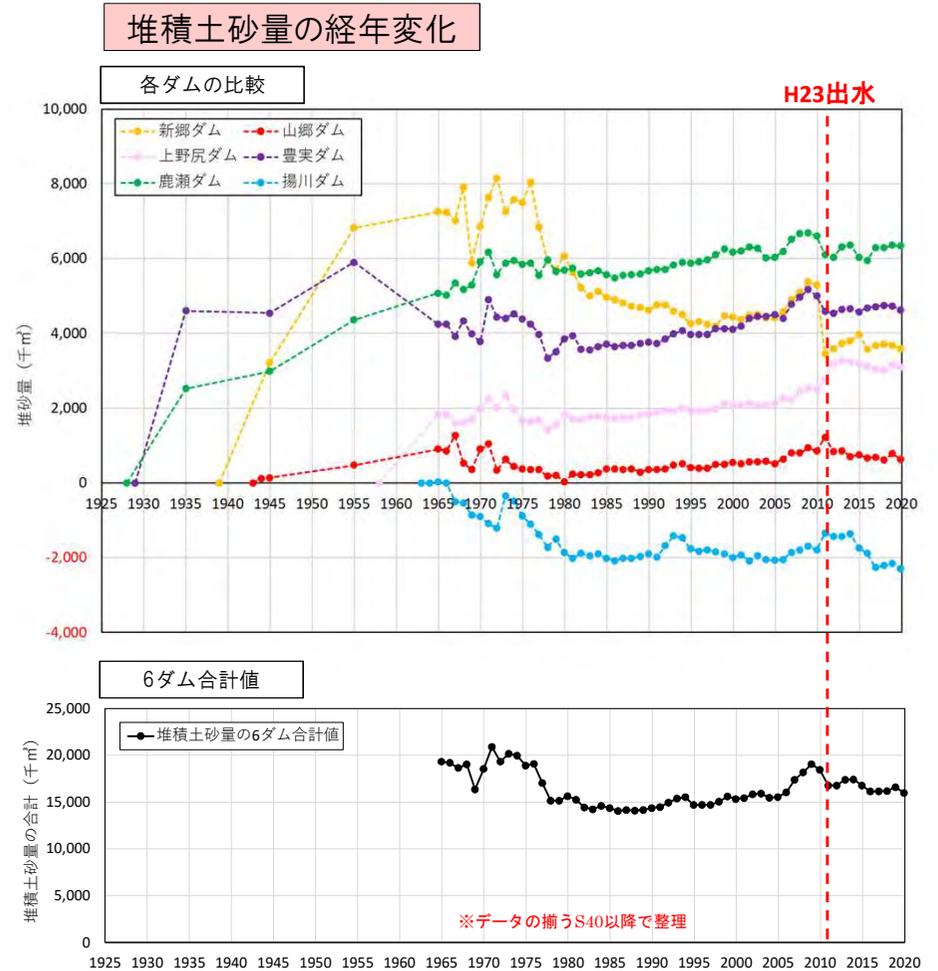
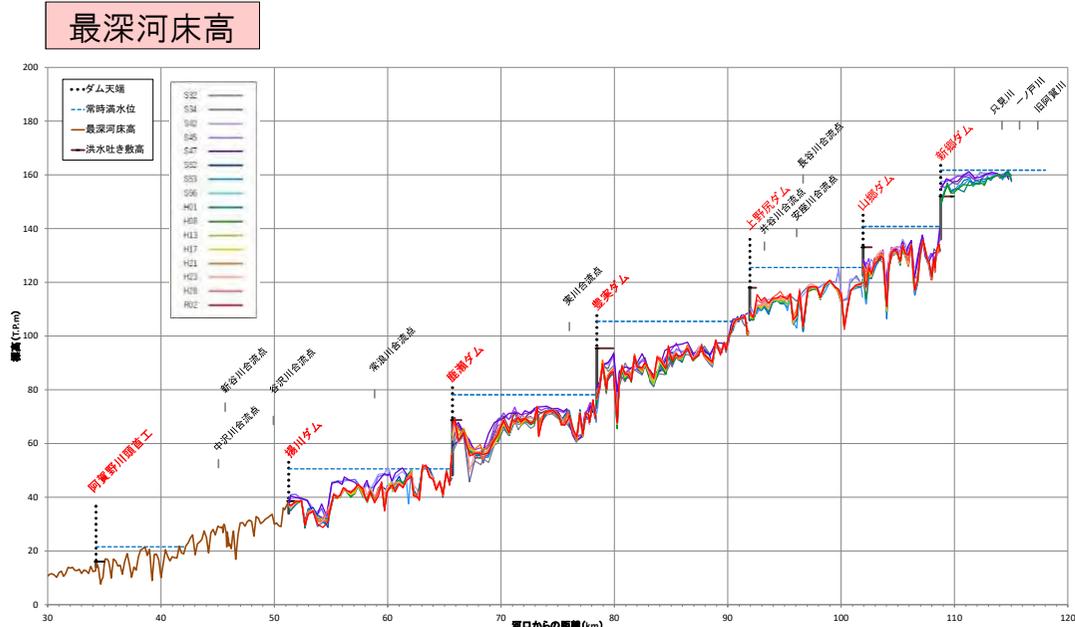
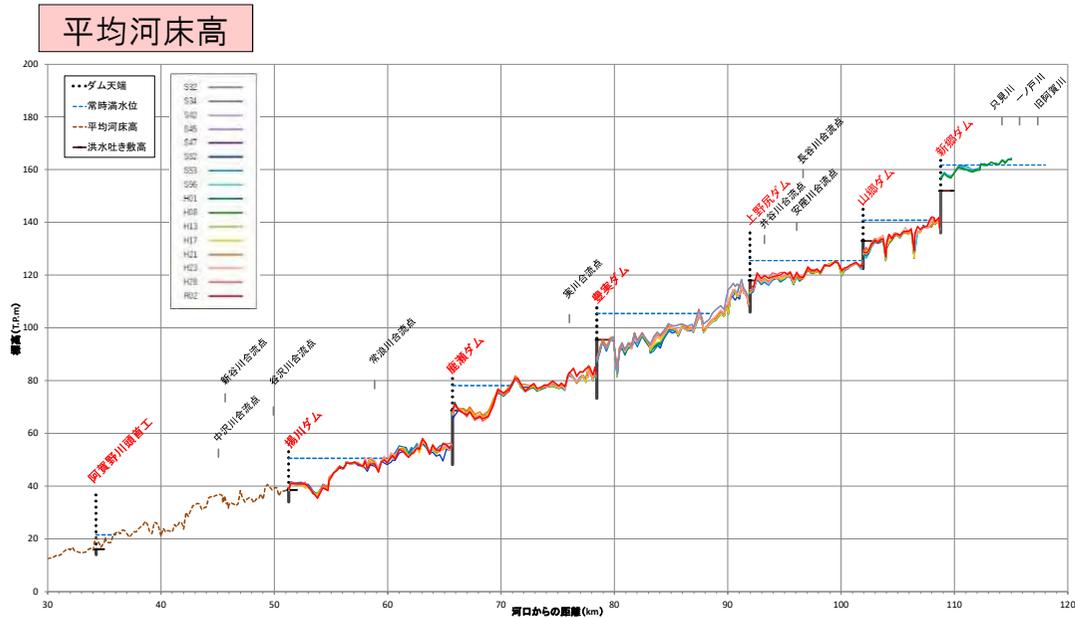


平均河床高の変動高



3.2 直轄区間上流(県区間)の土砂動態

- 直轄区間より上流の6つの本川ダムに対し、経年的な河床変動、堆積土砂量を整理。
- 平均河床高、最深河床高の経年変化を見ると、局所的な河床高の変動が見られるものの、全体的な変動幅は小さい。
- 堆積土砂量を見ると、昭和50年頃から平成23年出水にかけて、各ダムで堆積土砂量は漸増傾向にあったが、平成23年出水以降は堆積土砂量は横ばい傾向であり、その変動量は小さい。



※平均河床高については、昭和50年代以降より整理されているため、平均河床高と最深河床高で表示している年数が異なっている

3.2 阿賀野川上流区間の河道特性

■ここまでの阿賀野川上流部の河道特性の整理結果、左右の低水路際流速（現況河道におけるH23出水を対象とした平面二次元解析結果）、低水路・堤間幅、河積、河床高（R2測量）から阿賀野川上流部の河道特性を整理した。

①水衝部の発生（論瀨地区、小浮地区）

■平面形状として、床固下流のS字湾曲外岸部に流れが集中し、流速が大きくなる傾向がみられる。また、水衝部における高水敷幅が不足しており、治水安全度の低下を助長している。

②左右岸の流速差

■左右岸の低水路際流速の流速差が大きい区間は、主流が偏っていることを示している。このため、掘削形状を設定するにあたっては、左右岸の流速差を是正するような線形が望ましい。

③32.2k地点より上流区間の河床低下

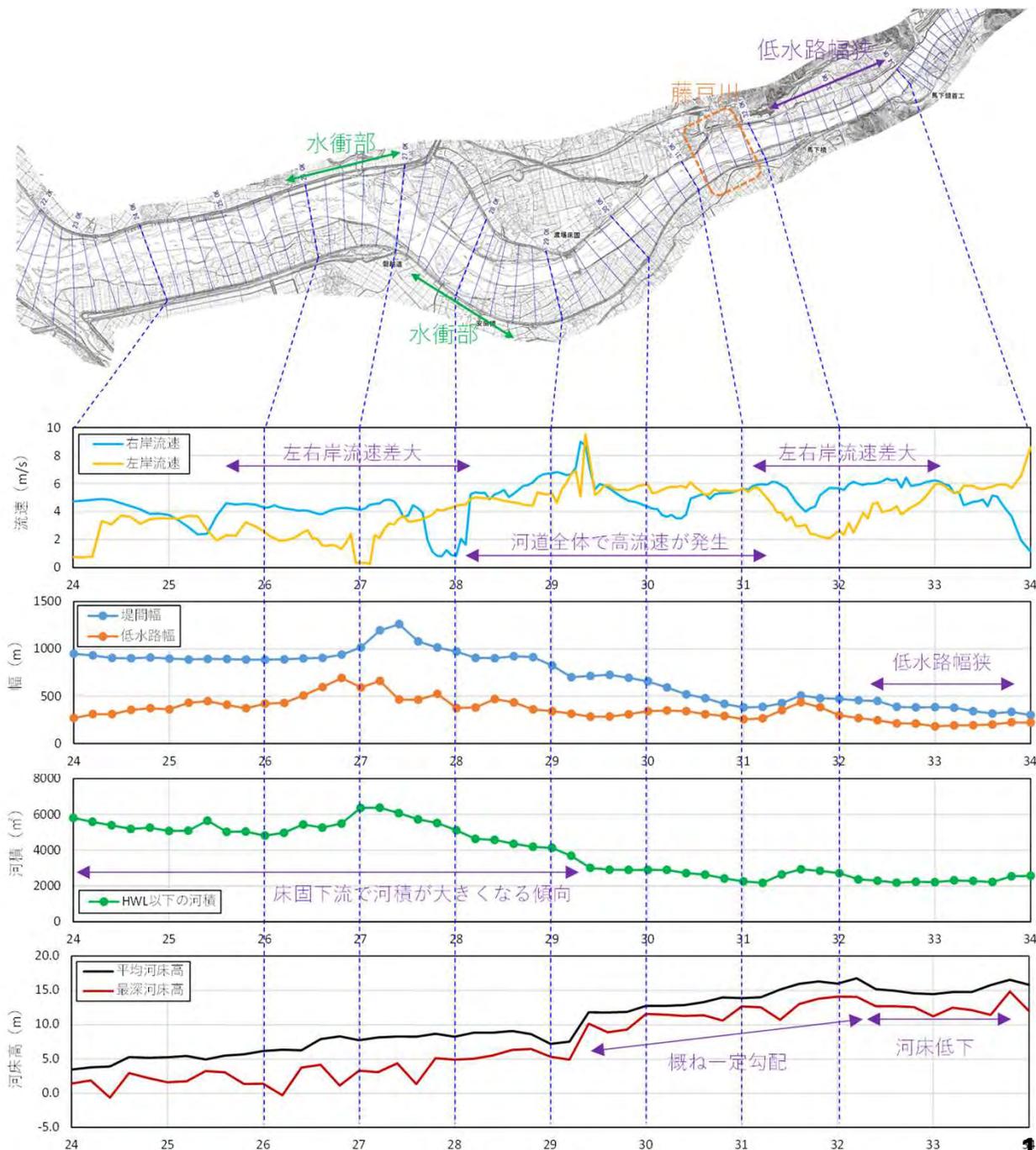
■低水路幅が狭く経年的に河床高が低下する傾向にある。この区間は縦断的な河積変化は少ないが、低水路幅が狭いため、中小洪水時において流れが低水路に集中し、他区間と比べ河床低下し易い状況にある。

④藤戸川合流点の河床上昇

■藤戸川合流点は前後断面と比較して川幅が広く、流速も低下傾向にある。上流区間（32.2k上流）の河床低下による土砂供給と、縦断的な掃流力の低下により土砂が堆積し易い状況にあり、藤戸川の合流点は砂州が発達し河床高が高くなる傾向がみられる。

⑤床固地点の河床勾配の変化

■床固より上流区間は河床勾配が大きいため流速が大きくなる傾向がみられる。勾配変化点において流速が変化するため、将来的な土砂堆積による流下能力への影響が懸念される。



3.3 渡場床固の効果分析(河床の安定)

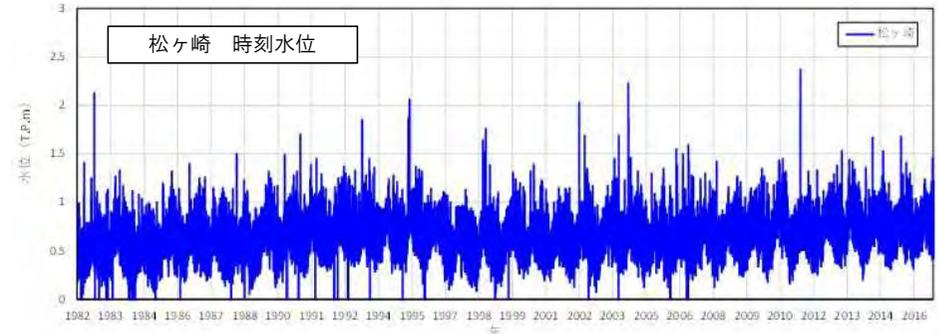
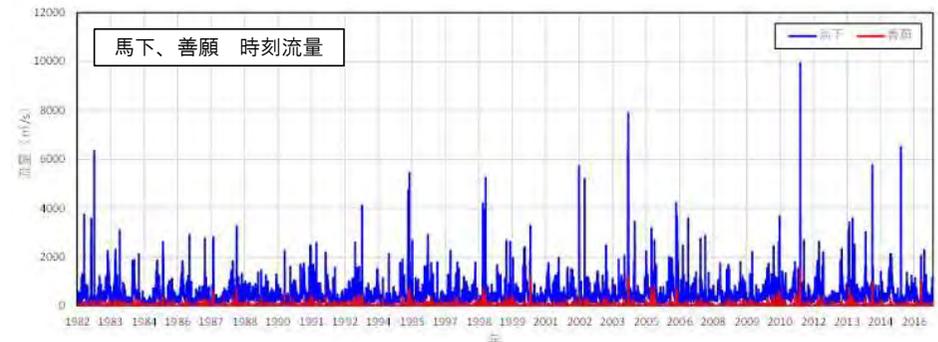
3.3 一次元河床変動解析モデルの構築(検証条件)

- 阿賀野川上流部の河床変動特性を明らかにするため、指定区間からの土砂流入による影響を考慮することを目的とし、0.0k~38.8km（直轄区間34km+指定区間4.8km）を対象に一次元河床変動解析モデルを構築した。
- 阿賀野川上流部の土砂のコントロールポイントとなる構造物は渡場床固と阿賀野川頭首工である。阿賀野川頭首工は昭和59年に完成（昭和38工事着手）したため、直近で横断測量が実施されている昭和57年~平成28年の37年間を検証対象とした。
- 流入土砂量は、河床高の再現状況を踏まえ、平衡土砂条件の流入土砂量に倍率を乗じることで設定した。

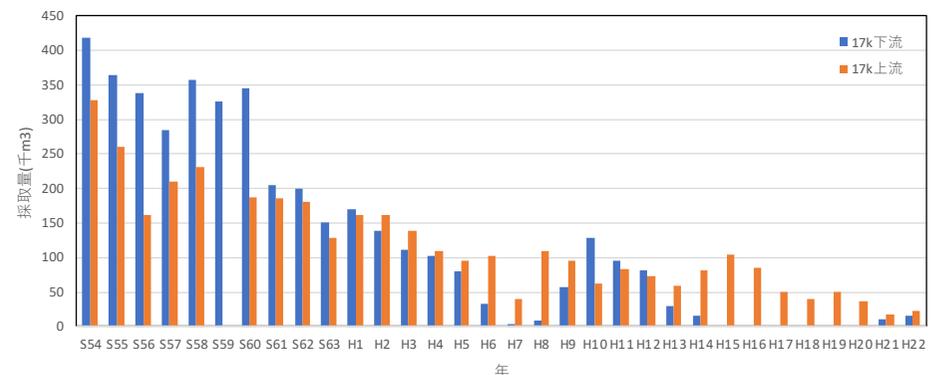
検討条件一覧

項目	設定内容
対象区間	0.0km~38.8km（直轄区間34km+指定区間4.8km）
検証期間	37年間（S57.1.1~H28.12.31）
河道モデル	直轄区間 初期河道：S56測量断面、検証河道：H28測量断面 指定区間 初期河道：S59測量断面、検証河道：H23測量断面
初期粒径	S57、S61、H12河床材料調査結果より設定
床固	渡場床固：29.35k地点 沢海床固：右岸側の船通しが床固部と比べ幅が狭いため河床は固定されていると考える（河床低下させない）
砂利採取	各年の実績を考慮 実績の砂利採取量を各年最終ステップ（12月31日）後に強制的に排出するものとして設定
水位・流量条件	対象洪水：馬下日流量330m ³ /s以上（平水流量の平均値）。馬下時間流量1,300m ³ /s以上（馬下年最大流量の最小値1,320m ³ /s）の場合は、時刻流量が対象。 上流端流入量：馬下流量 横流入量：早出川流量（善願実績流量を早出川下流端の比流量見合いで設定） 下流端水位：松ヶ崎水位観測所（1.2k）の実績水位から河床勾配（1/11,000）見合いでスライドして設定
供給土砂量	阿賀野川は掃流砂を0.4倍、浮遊砂を0.4倍で設定 早出川は掃流力に応じて供給
粗度係数	低水路：近年上位3洪水の逆算粗度係数の平均値を設定 高水敷：河道計画で検討されている粗度係数を設定

境界条件

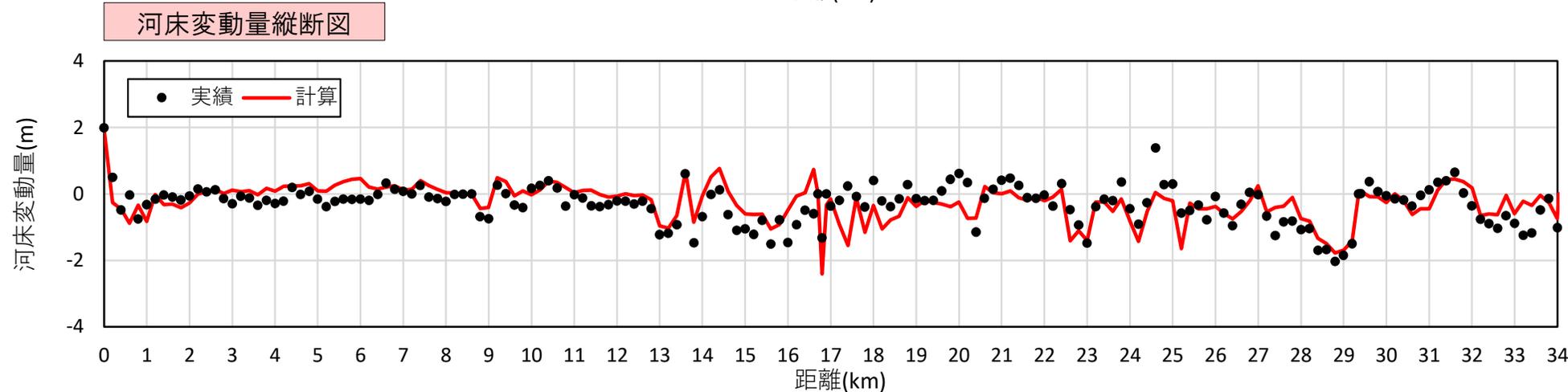
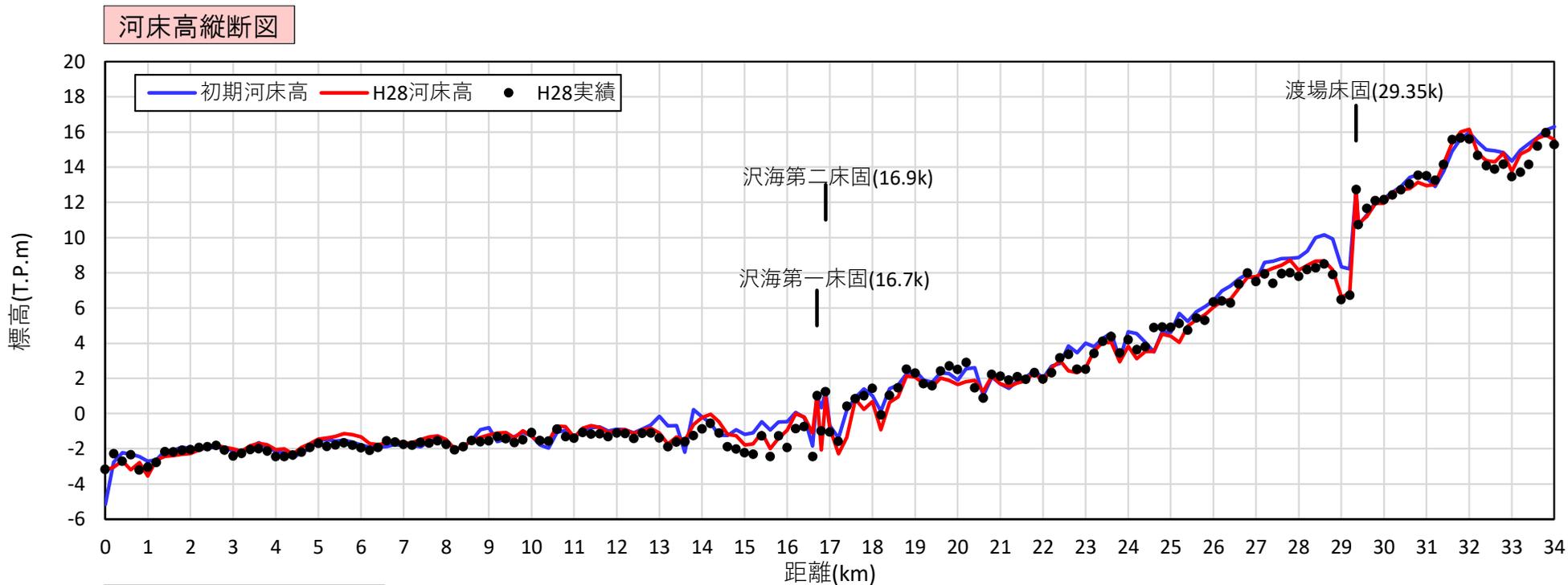


砂利採取



3.3 一次元河床変動解析モデルの構築(検証結果)

- 平衡土砂条件で計算される流入土砂量に対し複数ケースの倍率を乗じた一次元河床変動計算を実施し、実績の河床変動特性を表現可能な流入土砂量を設定した。
- 平衡土砂条件で計算される流入土砂量に対し倍率を0.4倍とすることで、実績の河床変動特性を概ね再現できることを確認した。



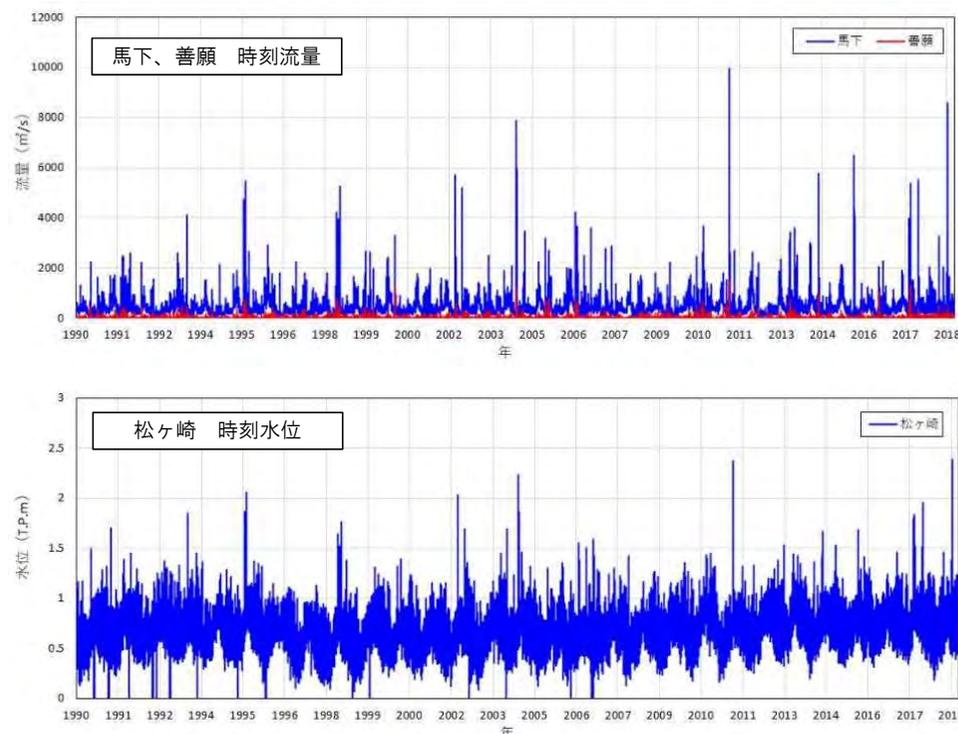
3.3 一次元河床変動解析モデルによる将来予測(検討条件)

- 構築した一次元河床変動解析モデルを用い、床固が有ることによる効果を評価するため、床固が有る場合（現況河道）と、床固が無い場合を対象に将来予測計算を実施し、将来的な河床変動が保全対象施設へ及ぼす影響について分析した。
- 将来予測計算の対象期間は、河川整備計画相当とし30年間（近30年の実績洪水）を対象とした。
- 将来予測のため、河道条件は、最新の測量結果であるR2測量を採用した。

検討条件一覧

項目	設定内容
対象区間	0.0km~38.8km（直轄区間34km+指定区間4.8km）
予測期間	30年間 （近30年の実績洪水を対象）
河道モデル	現況河道（床固有り、床固無し）
初期粒径	H23河床材料調査結果より設定
床固	渡場床固：29.35k地点 床固有り（現況施設諸元）、床固無しを検討
	沢海床固：右岸側の船通しが床固部と比べ幅が狭いため河床は固定されていると考える（河床低下させない）
砂利採取	無し
水位・流量条件	対象洪水：馬下日流量330m ³ /s以上（平水流量の平均値）。馬下時間流量1,300m ³ /s以上（馬下年最大流量の最小値1,320m ³ /s）の場合は、時刻流量が対象。 上流端流入量：馬下流量 横流入量：早出川流量（善願実績流量を早出川下流端の比流量見合いで設定） 下流端水位：松ヶ崎水位観測所（1.2k）の実績水位から河床勾配（1/11,000）見合いでスライドして設定
供給土砂量	阿賀野川は掃流砂倍率0.4倍、浮遊砂倍率0.4倍を設定 早出川は掃流力に応じて供給
粗度係数	低水路：近年上位3洪水の逆算粗度係数の平均値を設定 高水敷：河道計画で検討されている粗度係数を設定

水位・流量条件



※赤字は検証計算からの変更点を示す

3.3 一次元河床変動解析モデルによる将来予測(検討結果 ー 河床高と構造物の関係)

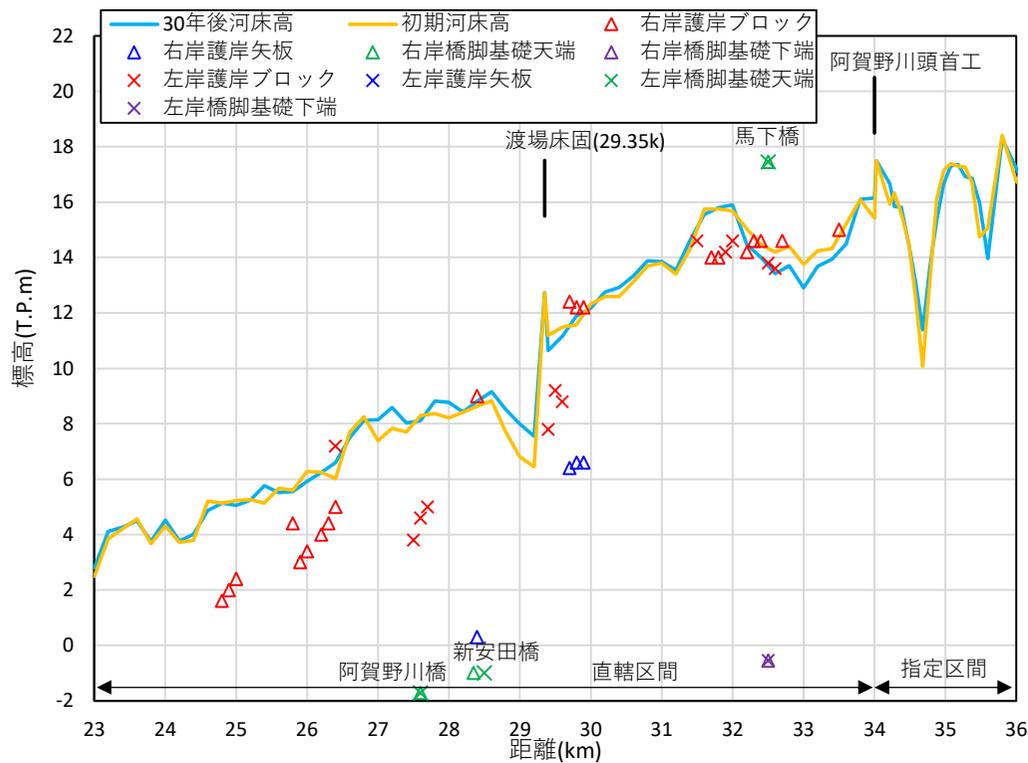
【床固有り条件】

- 床固直上流の区間では、30年後も河床高は安定傾向にある。
- 32.0kより上流の区間は河床低下傾向がみられ、将来的に新たに護岸基礎が露出する箇所が発生する。

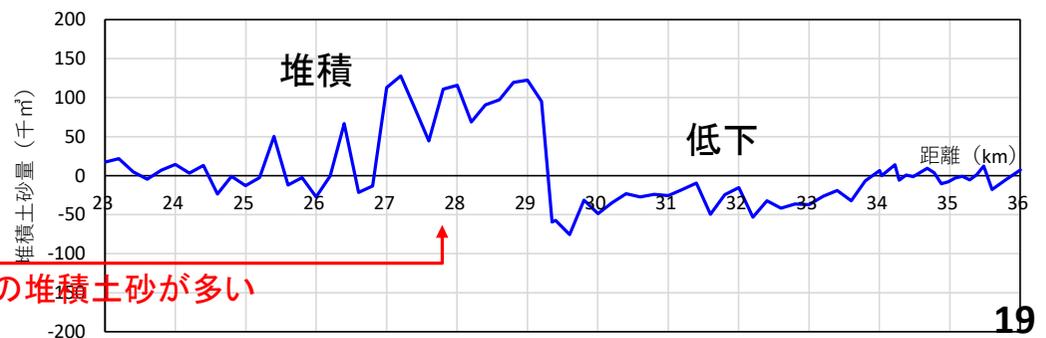
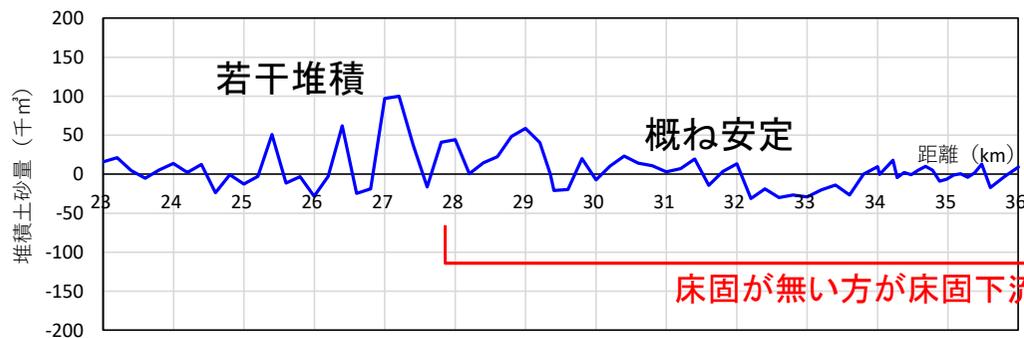
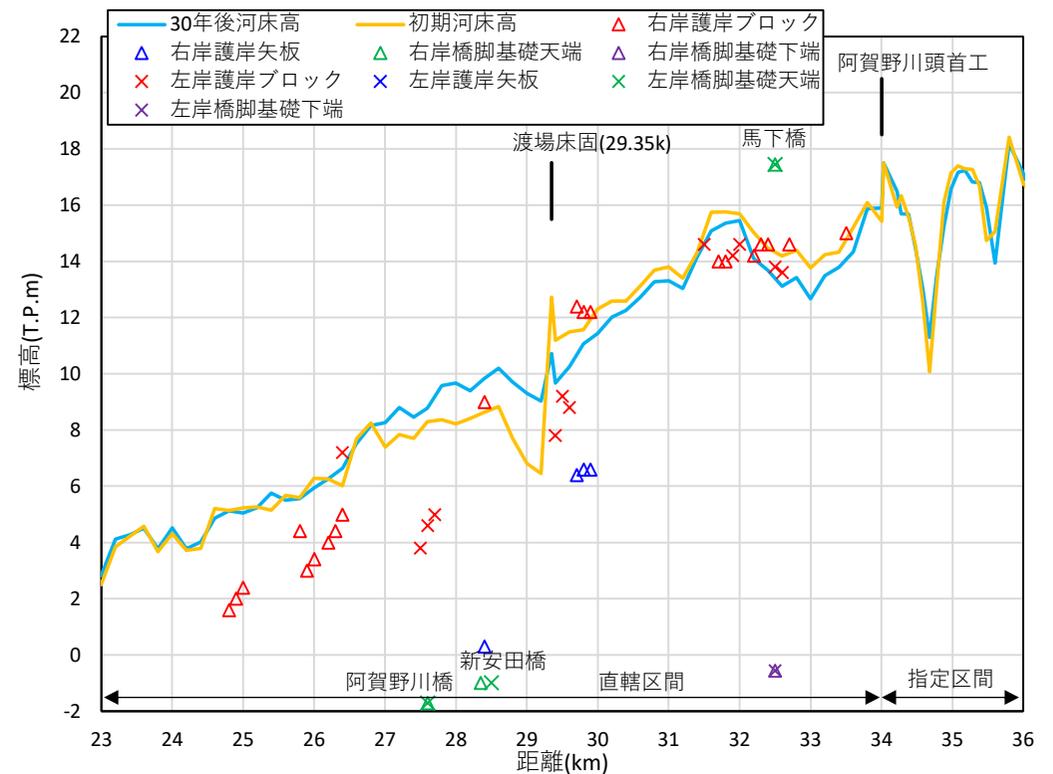
【床固無し条件】

- 床固より上流区間では河床が低下し、床固より下流の区間では河床が上昇する傾向がみられる。
- 床固地点、32k地点において、将来的な河床低下により、新たに護岸基礎が露出する箇所が発生する。

床固有り条件



床固無し条件

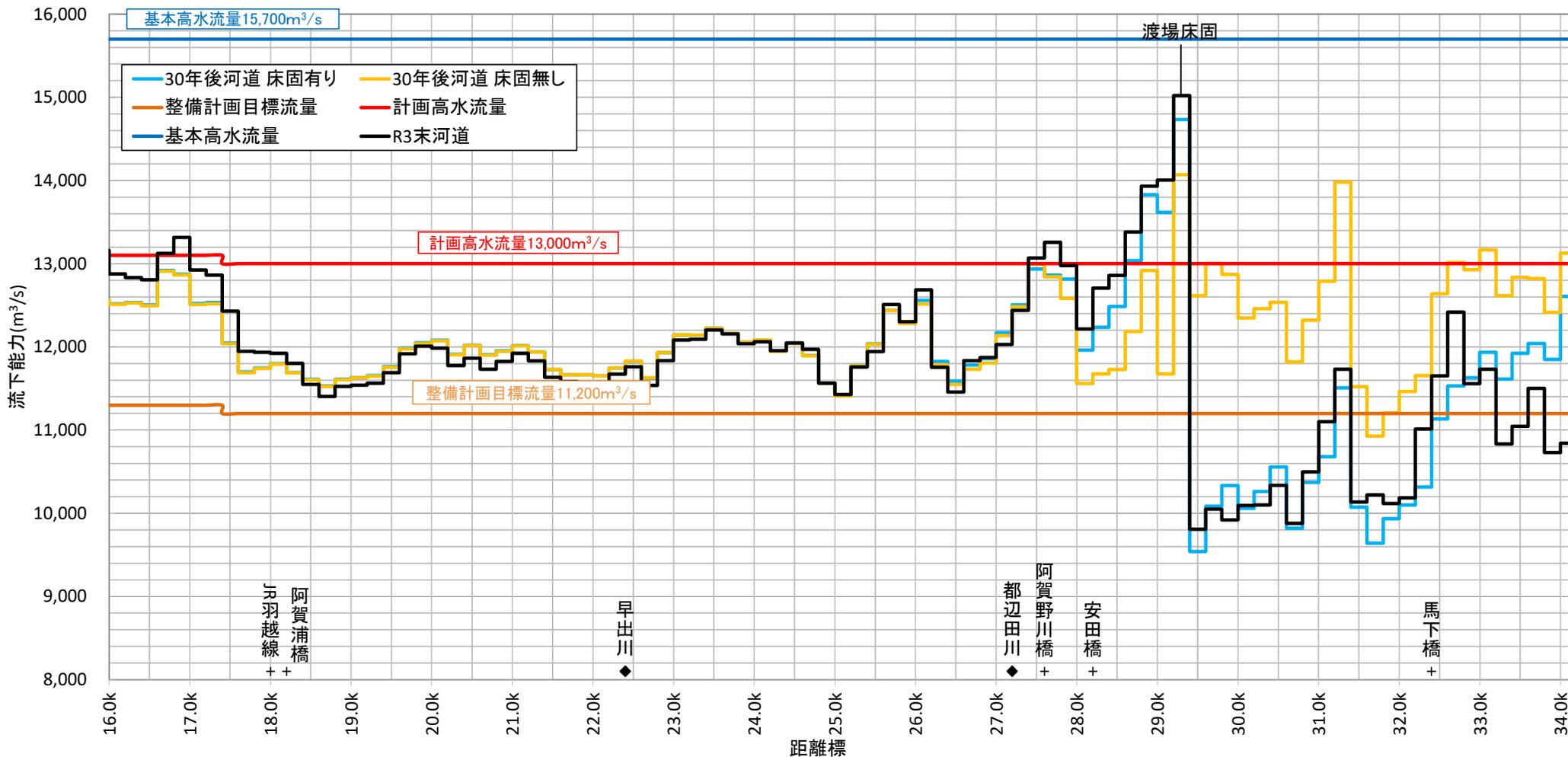


床固が無い方が床固下流の堆積土砂が多い

3.3 将来予測結果 流下能力

- 将来予測結果を現況流下能力を算定する準二次元不等流計算モデルに反映し、河床変動が流下能力に及ぼす影響を評価した。
- 床固有りの場合（現況河道）は、床固上流で流下能力が不足するが、床固により河道が安定するため流下能力も安定している。
- 床固無しの場合、河床勾配の変化点となる渡場床固上流は河床低下により、整備計画目標流量程度の流下能力を確保するが、直下流では河床への堆積が進行し流下能力が低下する。

流下能力の比較



現況水理特性の把握

目次

4.1 水理模型実験(移動床) 床固有無の比較	1
4.2 渡場床固の効果分析(平面的な影響検討)	5

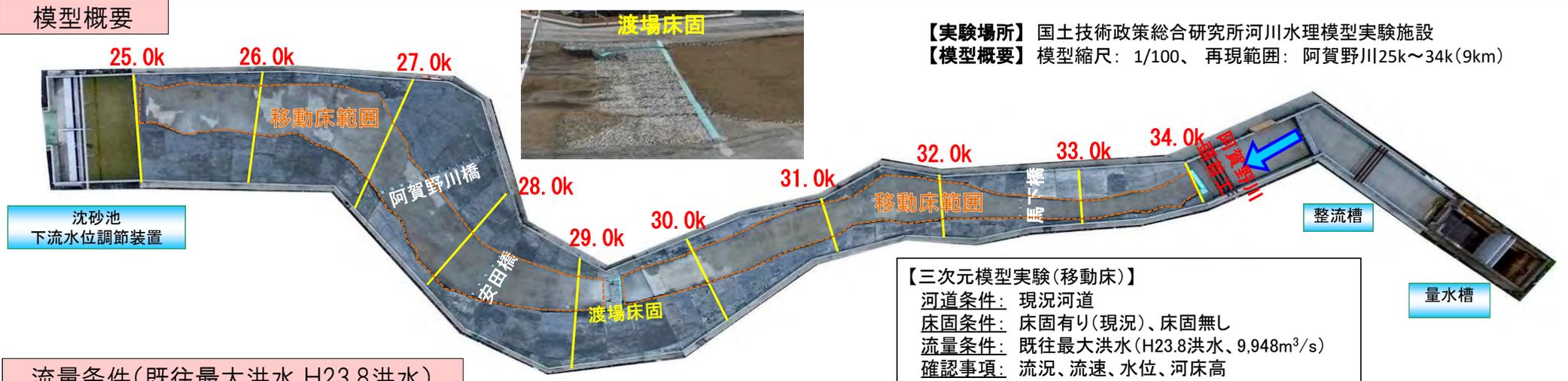
令和4年8月

北陸地方整備局 阿賀野川河川事務所

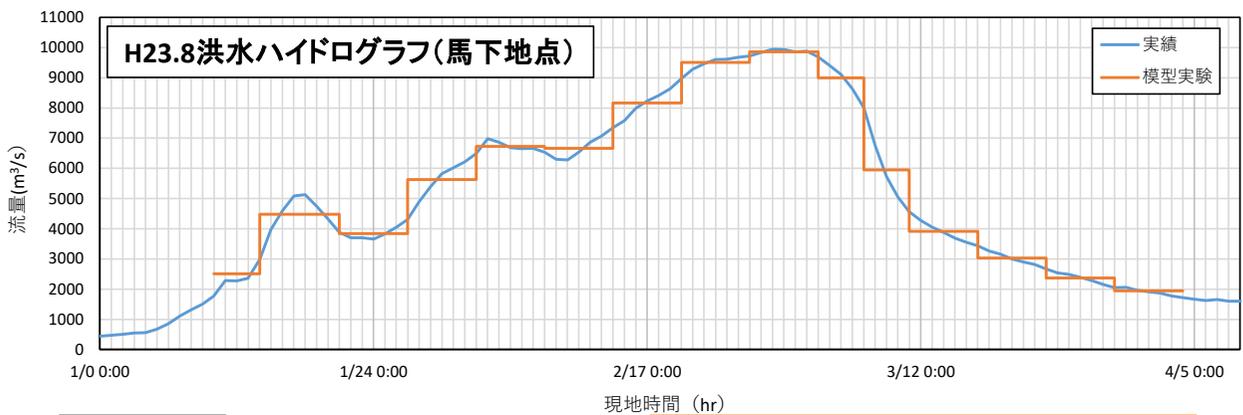
4.1 水理模型実験(移動床) 床固有無の比較

4.1 水理模型実験(移動床) 概要

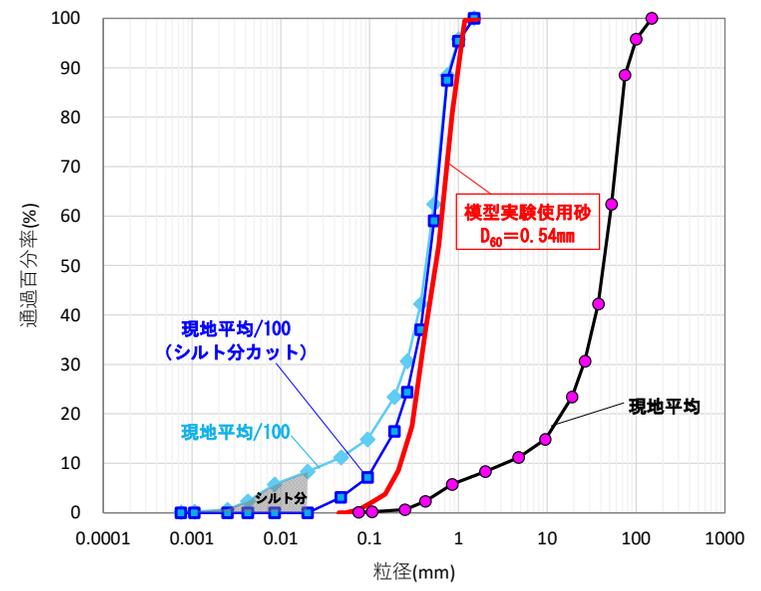
- 模型概要：縮尺1/100、再現範囲34.0k(阿賀野川頭首工)～25.0kとし、河床変動が顕著となる低水路を移動床、高水敷を固定床で製作
- 流量条件：支配流量(2,000m³/s)の定常通水により平衡河床を形成した後、H23.8洪水のハイドログラフを階段状の波形で通水
- 土砂条件：現地平均粒径の細粒分(模型のシルト分)をカットした粒度分布を概ね再現できる土砂(D₆₀=0.54mm)を使用
 模型上流端では、阿賀野川頭首工の直下流の河床高が概ね維持されるように、床固有無で同量の土砂を給砂



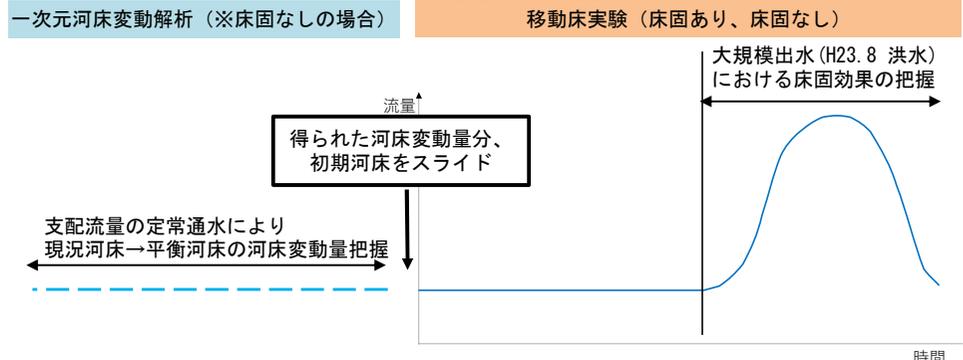
流量条件(既往最大洪水_H23.8洪水)



土砂条件(実験砂粒度分布)



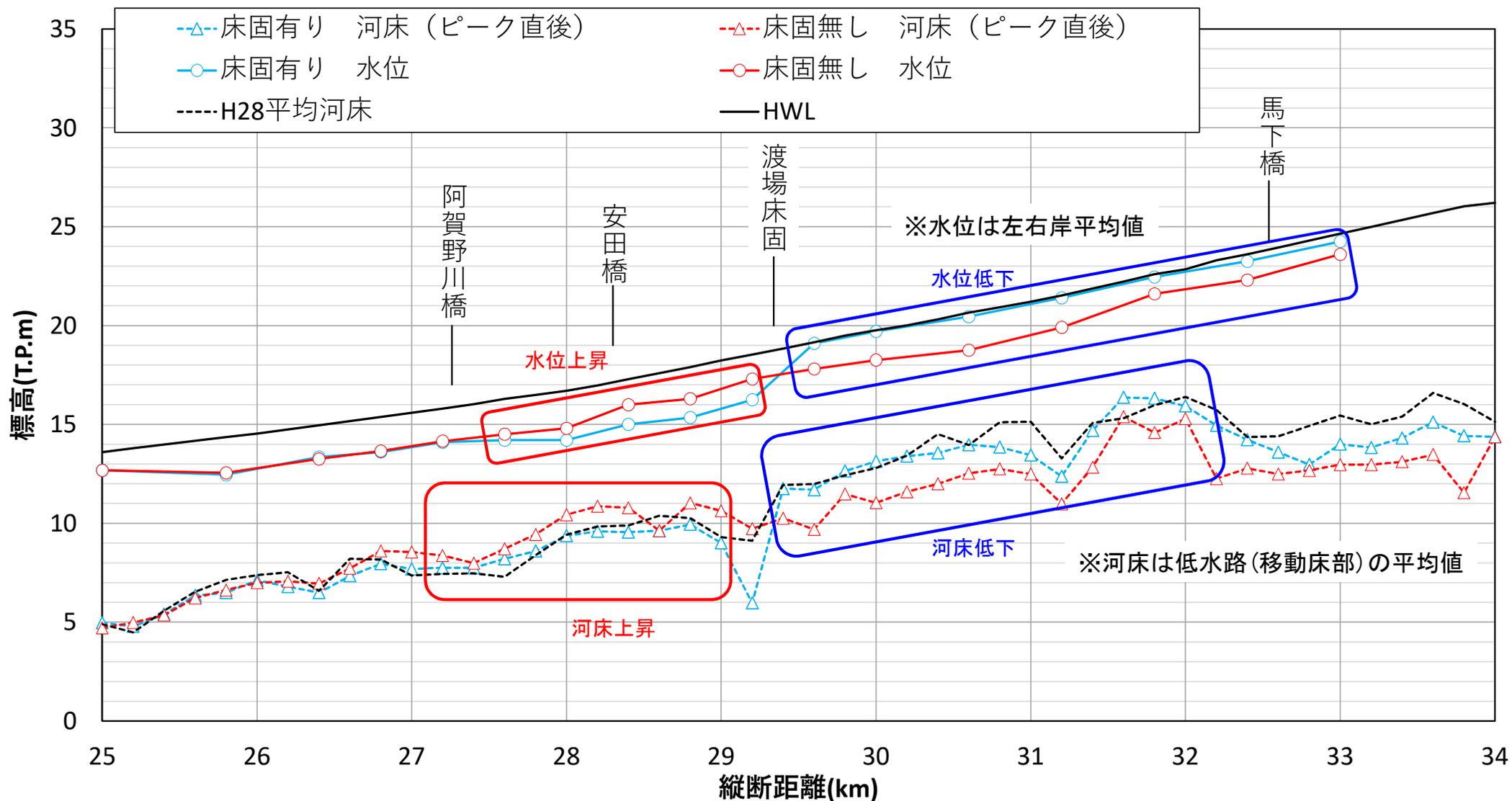
通水方法



4.1 水理模型実験(移動床) 床固有無の比較①

- 床固上流水位：床固有りの場合、HWLに達する箇所が確認された。床固無しの場合、床固上流の河床低下に伴って水位低下する。
- 床固下流水位：床固無しの場合、床固下流では河床上昇が生じることに伴い、水位上昇が生じる。
- 床固を撤去した場合の床固上流での水位低下、床固下流での水位低下は、水理解析と同様な傾向となっている。

床固有無による水位・河床縦断分布の比較

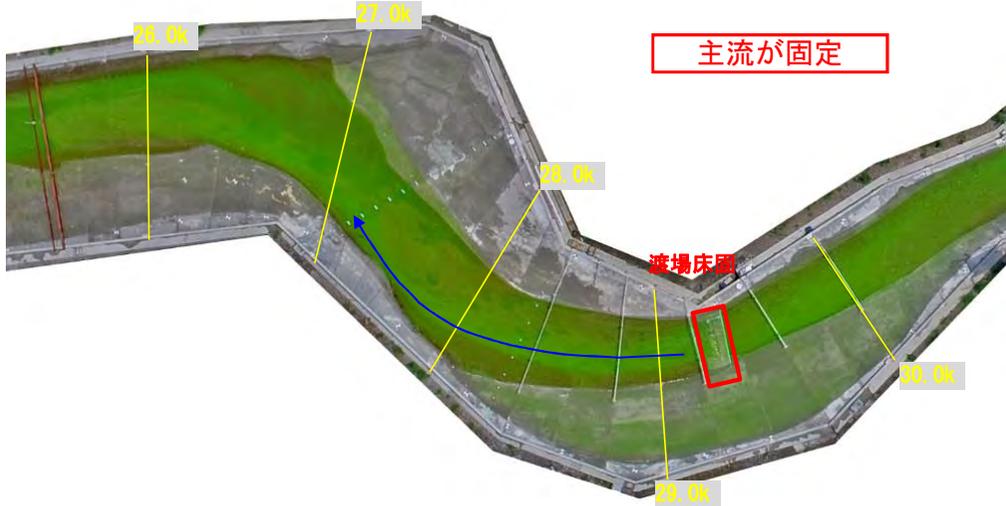


4.1 水理模型実験(移動床) 床固有無の比較②

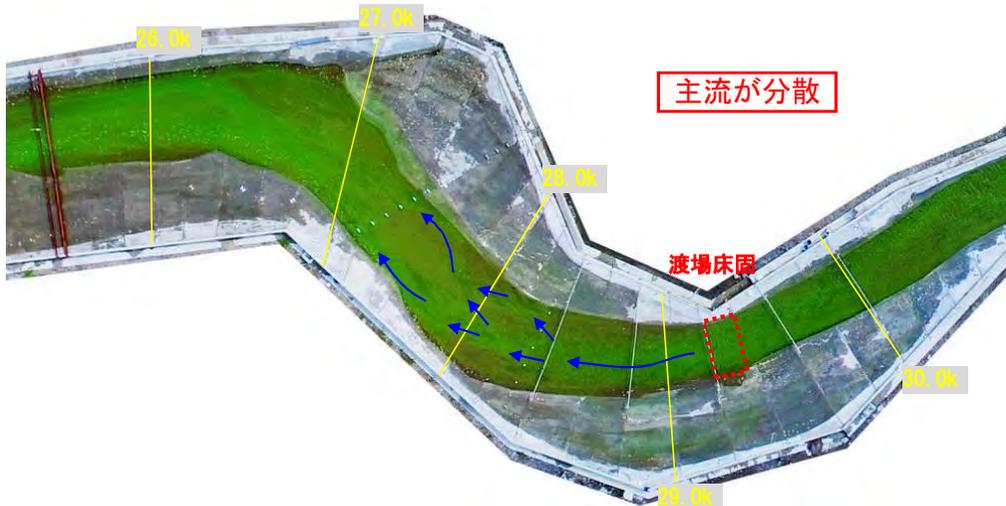
- 流況特性：床固有りの場合、河床は安定しており主流位置は固定されていた。床固無しの場合、床固近傍から交互砂州～複列・多列砂州が形成され、28k付近において主流が左右岸に分散されるようになる。
- 河床変動特性：床固有りの場合、床固直下流において局所洗掘が顕著となるほかは全体的に見て河床は安定している。床固無しの場合、土砂移動が活発となり砂州の形成・移動が顕著となり、洗掘位置の変動が見られるようになる。

床固有無による流況の比較

床固有り

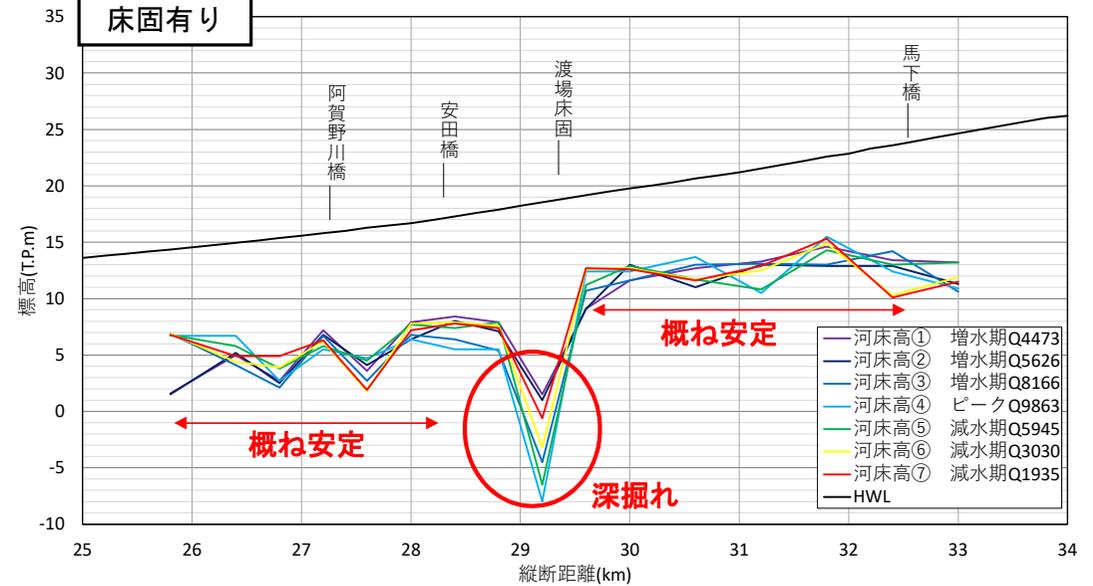


床固無し

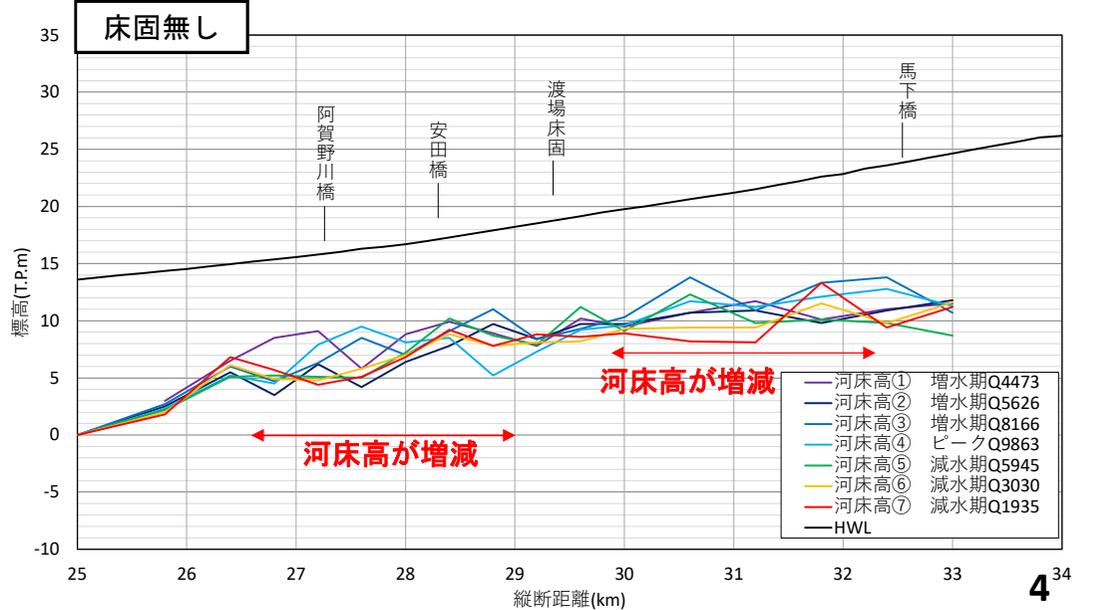


最深河床高の時系列変化

床固有り



床固無し



4.2 渡場床固の効果分析(平面的な影響検討)

4.2 数値解析モデル(GBVC法)の妥当性確認 解析手法の概要と検証条件

- 渡場床固近傍の三次元的な洪水流況や土砂移動特性を明らかにするため、非静水圧準三次元解析モデル(GBVC法) + 平面二次元河床変動解析モデルを構築した。
- 水理模型実験を対象とした検証計算を実施し、GBVC法+平面二次元河床変動解析モデルで表現可能な水理特性・土砂動態や解析モデルとしてのメリット・デメリット(表現できること・できないこと)を確認した。

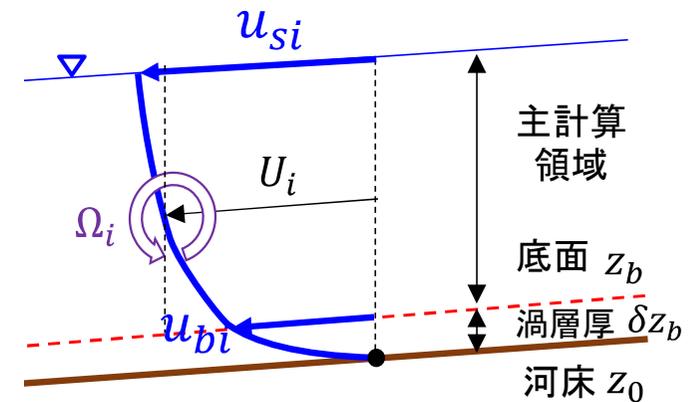
GBVC法(非静水圧準三次元解析モデル)の概要

基礎式

※()は未知数

浅水流方程式(平面二次元)に、③水深積分渦度方程式、④水表面の運動方程式、⑤二重水深積分した連続式、⑥水深積分鉛直方向運動方程式を導入することで、水深積分準三次元解析の枠組みで、**水平方向流速の鉛直分布等の流れの三次元性を考慮**することが可能

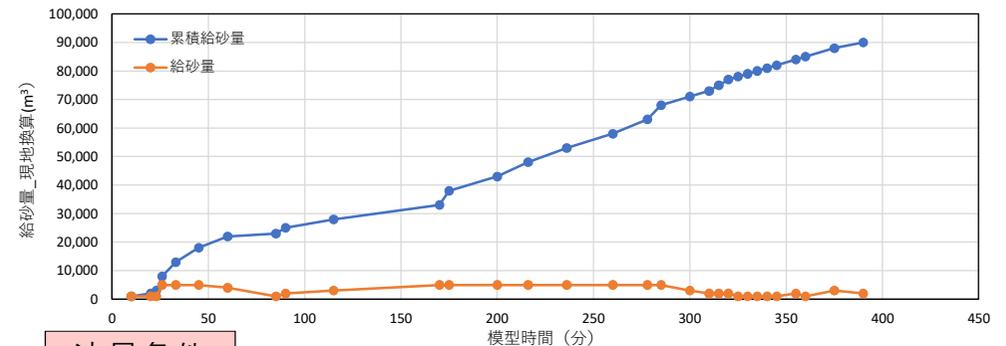
- ① 水深積分連続式(h)
 - ② 水深積分運動方程式(U_i)
 - ③ 水深積分渦度方程式(Ω_i)
 - ④ 水面の運動方程式(u_{si})
 - ⑤ 鉛直方向流速の方程式(Wh)
 - ⑥ 水深積分鉛直方向運動方程式(dp_b)
 - ⑦ 底面流速の方程式(u_{bi})
- 流れの三次元性



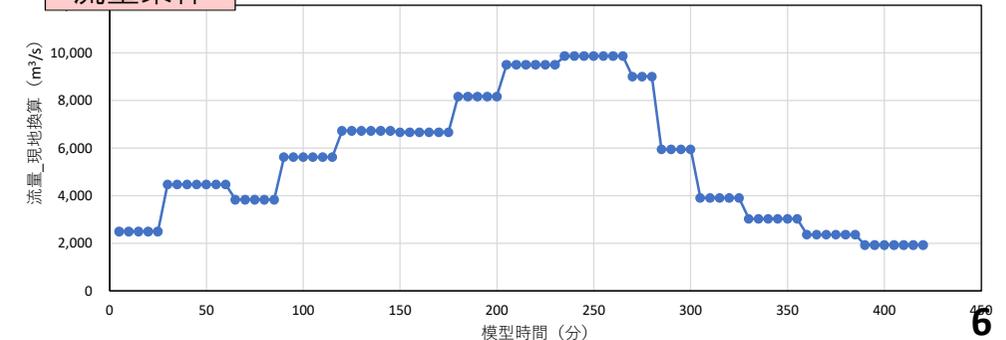
検証計算条件

検証計算条件	
解析手法	GBVC法+平面二次元河床変動解析モデル
対象区間	水理模型実験対象範囲 (24.8k~34.2k)
対象洪水	実績洪水 (H23出水)
河道条件	初期河床: 通水前河床 (平衡河床作成後) 検証河床: 通水後河床
粗度係数	痕跡水位を再現する逆算粗度係数 (0.035を設定)
河床材料	H23年度調査結果
流砂量	【掃流砂】 芦田・道上式 【浮遊砂】 沈降速度: Rubeyの式、基準面濃度: Lane-Kalinske
流入土砂量	水理模型実験の給砂条件

給砂条件

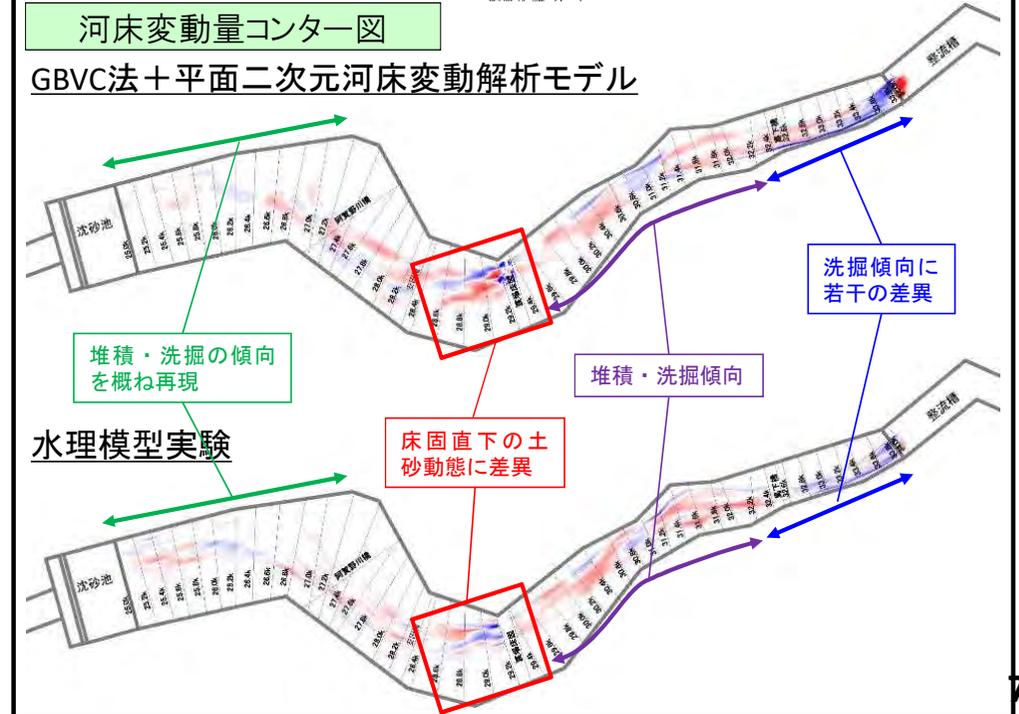
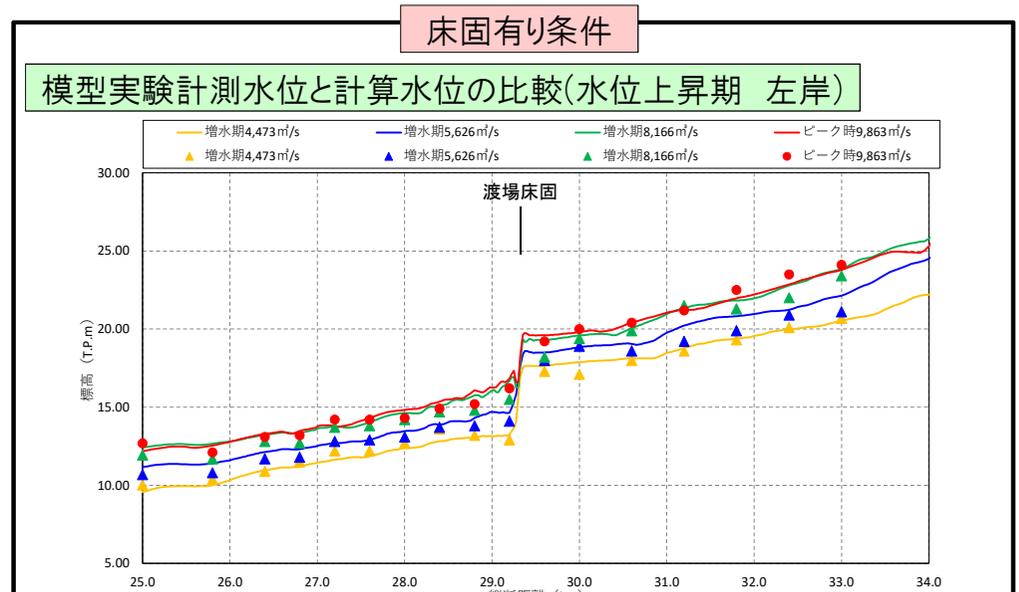
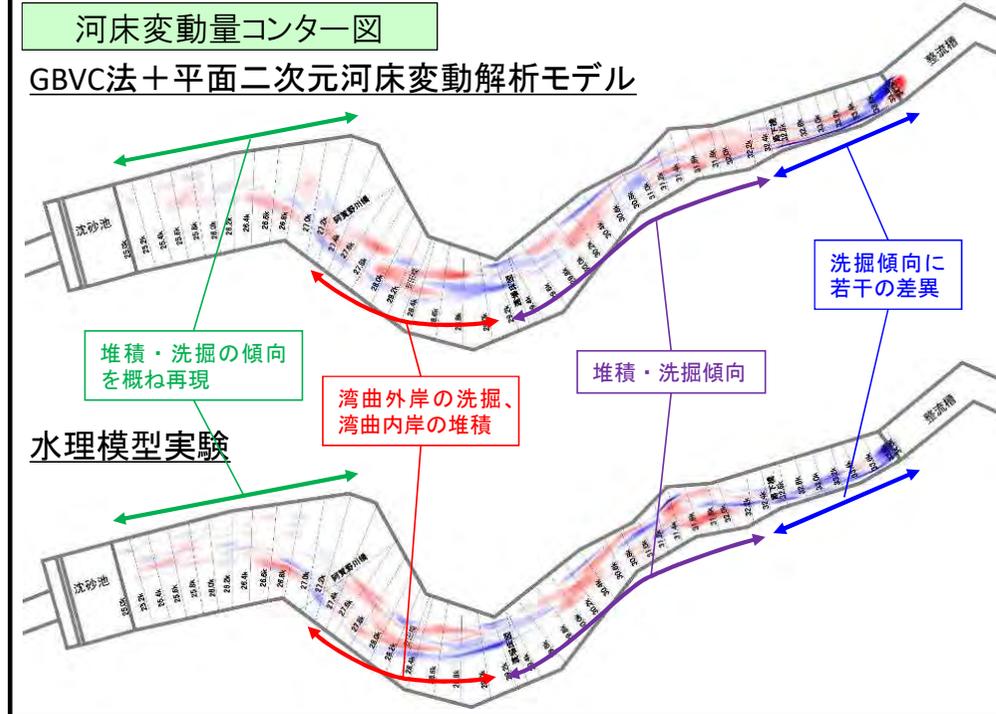
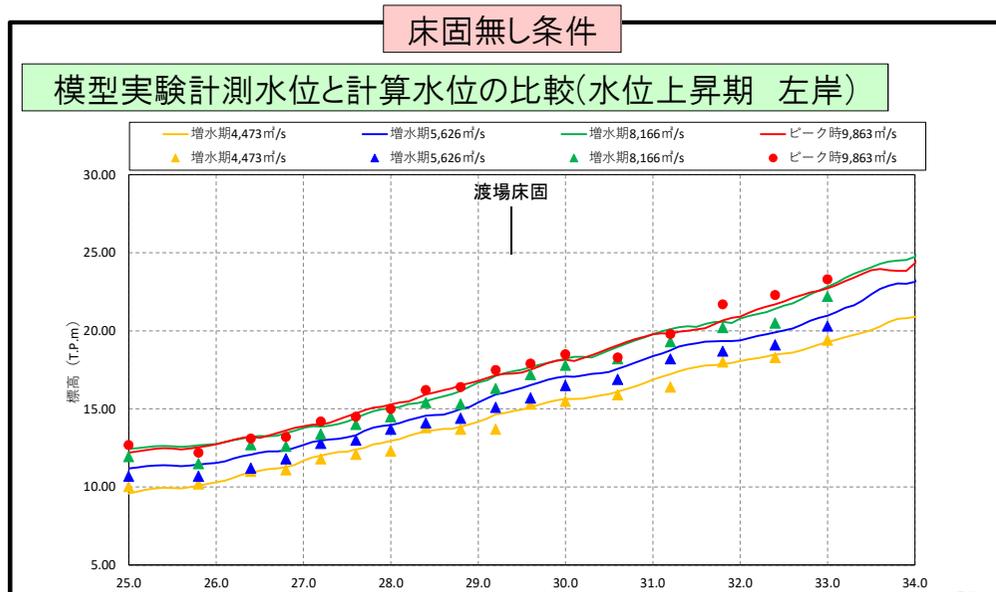


流量条件



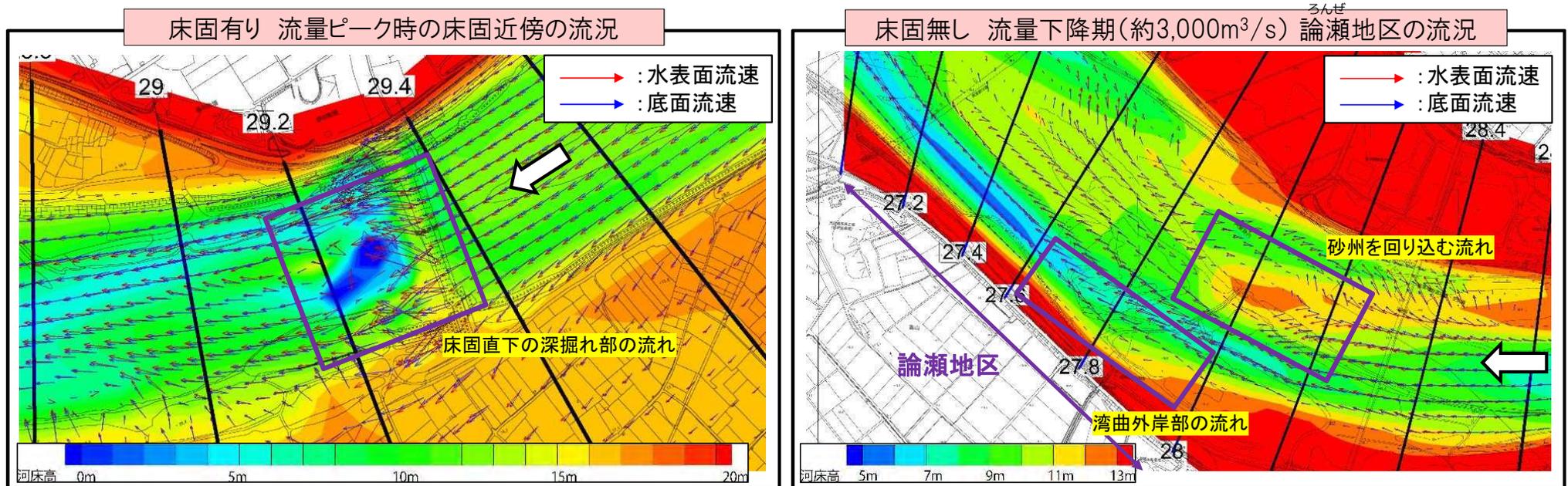
4.2 数値解析モデル(GBVC法)の妥当性確認 検証計算結果

- 模型実験計測水位と計算水位を比較すると、床固有り条件、無し条件ともに、計算水位は計測水位を概ね再現できている。
- 床固有り条件は、床固直下の土砂動態に差異がみられ、計算水位の方が深掘れ箇所における土砂堆積が大きい。
- 床固無し条件は、32.0kより上流で洗掘傾向に差が見られるものの、その他の区間では河床変動傾向を再現できている。



4.2 数値解析モデル(GBVC法)の妥当性確認 検証計算結果

- 特徴的な流況として床固直下（床固有り条件）、湾曲外岸（床固無し条件）、床固下流の砂州（床固無し条件）の流況を整理した。
- 床固有り条件では、床固直下において三次元流れが発生し、底面流速は深掘れ部に向かって生じている。
- 床固無し条件では、湾曲外岸の鉛直方向の流速分布の変化、砂州を回り込む際に発生する三次元的な流れがみられる。
- GBVC法のメリットは三次元流れを評価できる点であり、水衝部や砂州等においては河床の再現性が高い結果となる。一方で、水深積分モデルであることから、水深が大きい地点（床固直下）の再現性は低い傾向がみられる。



GBVC法のメリット・デメリット

水理現象	メリット	デメリット
床固直下の流況、河床変動特性	<ul style="list-style-type: none"> 床固直下の深掘れ部における流れの三次元性を考慮できる 	<ul style="list-style-type: none"> GBVCモデルは水深積分モデルであり、三次関数で鉛直方向の流速分布を仮定している。このため、床固直下の水深が大きい領域では、流れの三次元性が小さく計算される傾向にある 床固直下の三次元性が強い領域において、河床変動特性(堆積・洗掘)の再現性が低い傾向がみられる
湾曲部の流況・河床変動特性	<ul style="list-style-type: none"> 湾曲部外岸で生じる二次流、鉛直方向の流速分布を考慮できる 湾曲外岸の鉛直方向の流速分布を考慮することにより、湾曲外岸の局所洗掘、湾曲内岸砂州の再現性が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 特になし
河道の微地形や砂州近傍の流況・河床変動特性	<ul style="list-style-type: none"> 河道部の微地形や砂州を周り込む際に発生する三次元的な洪水流を考慮できる 床固無しケースの、床固地点から下流で形成される交互砂州～複列・多列砂州の再現性が高い 	<ul style="list-style-type: none"> 特になし

4.2 渡場床固の有無による平面的な影響検討

- 床固有り条件、床固無し条件を対象に、GBVC法+平面二次元河床変動解析モデルを用いて河床変動解析を実施し、平面的な河床変化・流況変化、周辺施設への影響について整理した。
- 床固無し条件の河床高は床固前後断面の河床勾配が擦りつくことから、妥当な河床形状を設定の上で検討する必要がある。本検討では、以下に示す設定方法により一次設定、二次設定することで動的平衡河床を設定した。

検討条件一覧

検討条件	
解析手法	GBVC法+平面二次元河床変動解析モデル
対象区間	阿賀野川23.2k~35.88k区間 (34~35.88kは県区間)
対象洪水	実績洪水 (H23出水)
河道条件	①床固有り河道②床固無し河道
粗度係数	検証計算による逆算粗度係数
樹木群	検証計算による樹木群透過係数
河床材料	H23年度調査結果
流砂量	【掃流砂】 芦田・道上式 【浮遊砂】 沈降速度 : Rubeyの式、基準面濃度 : Lane-Kalinske
流入土砂量	平衡土砂条件

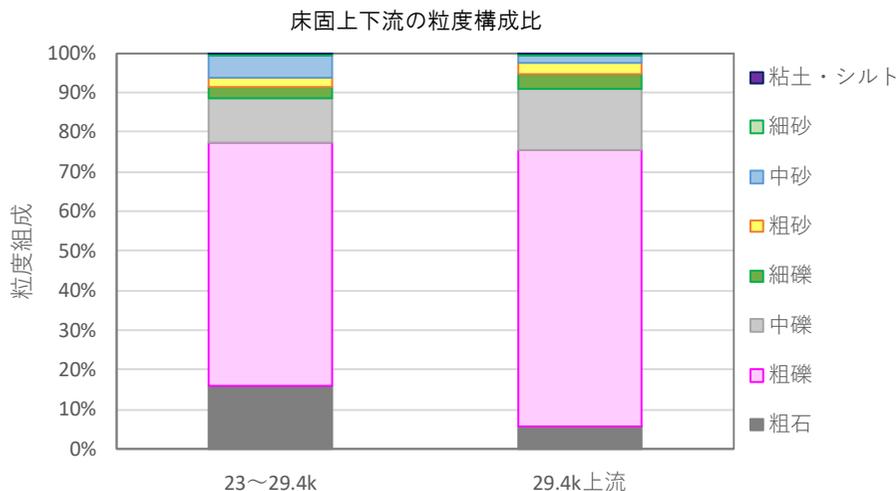
床固無し条件の河床高の設定方法

① 一次設定

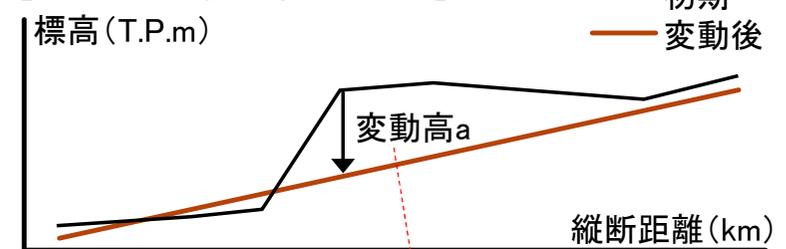
一次元河床変動計算結果より得られた支配流量(2,000m³/s)流下時の河床変動高(平衡河道-現況河道)を基に、現況横断の低水路河床高をスライドさせて床固がない場合の横断形状を一次設定する。

② 二次設定

一次設定河道を対象に、支配流量を流量条件とした河床変動計算(非静水圧準三次元解析モデル+平面二次元河床変動解析モデル)を実施し、河床が動的平衡状態となる河道を算定する。この平衡河道を床固無し河道として設定する。

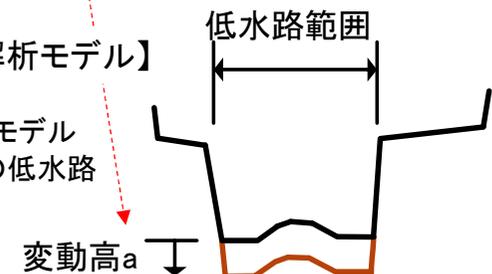


【一次元河床変動解析モデル】



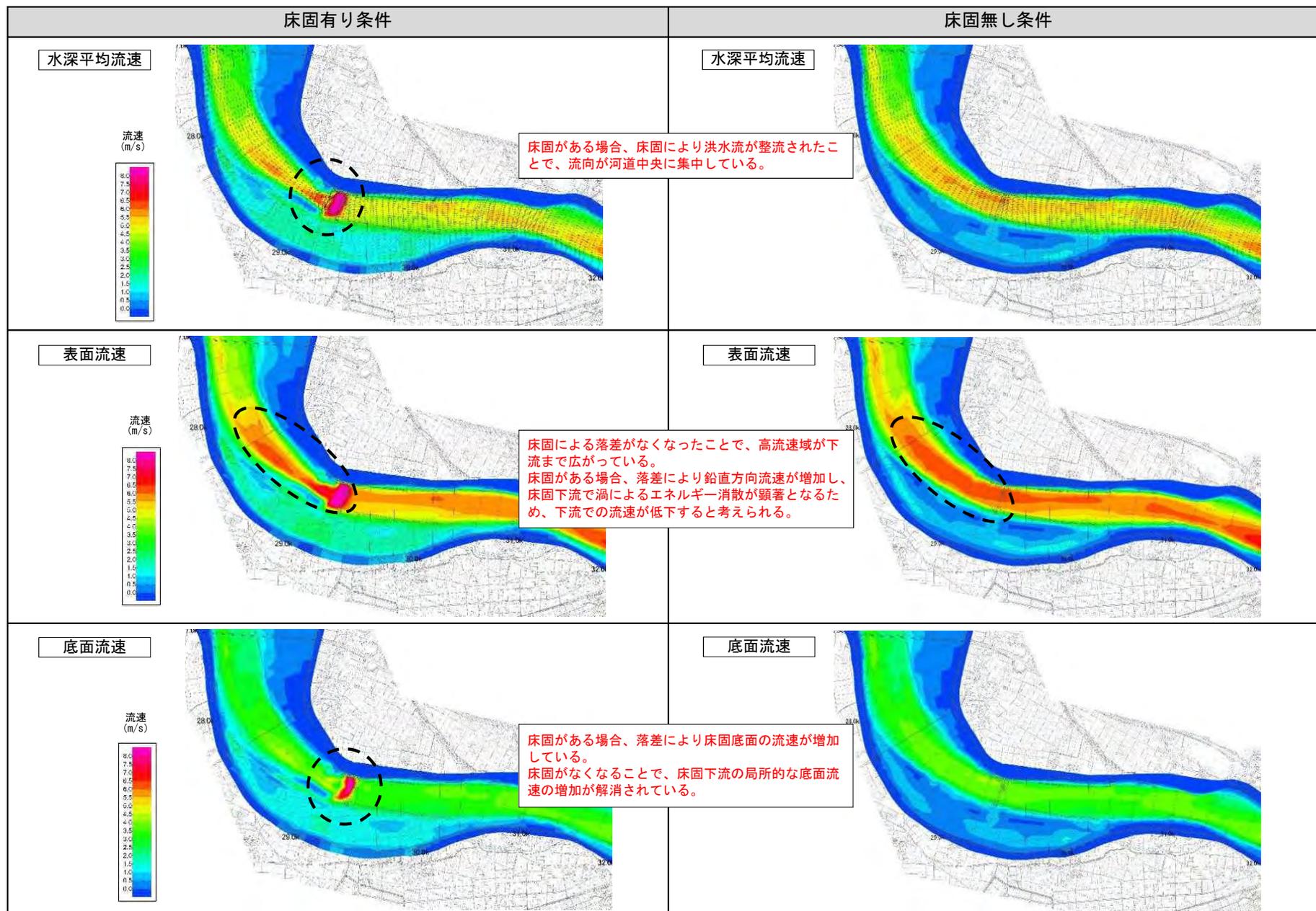
【非静水圧準三次元解析モデル】

※一次元河床変動解析モデルの変動量を、現況横断の低水路範囲に反映



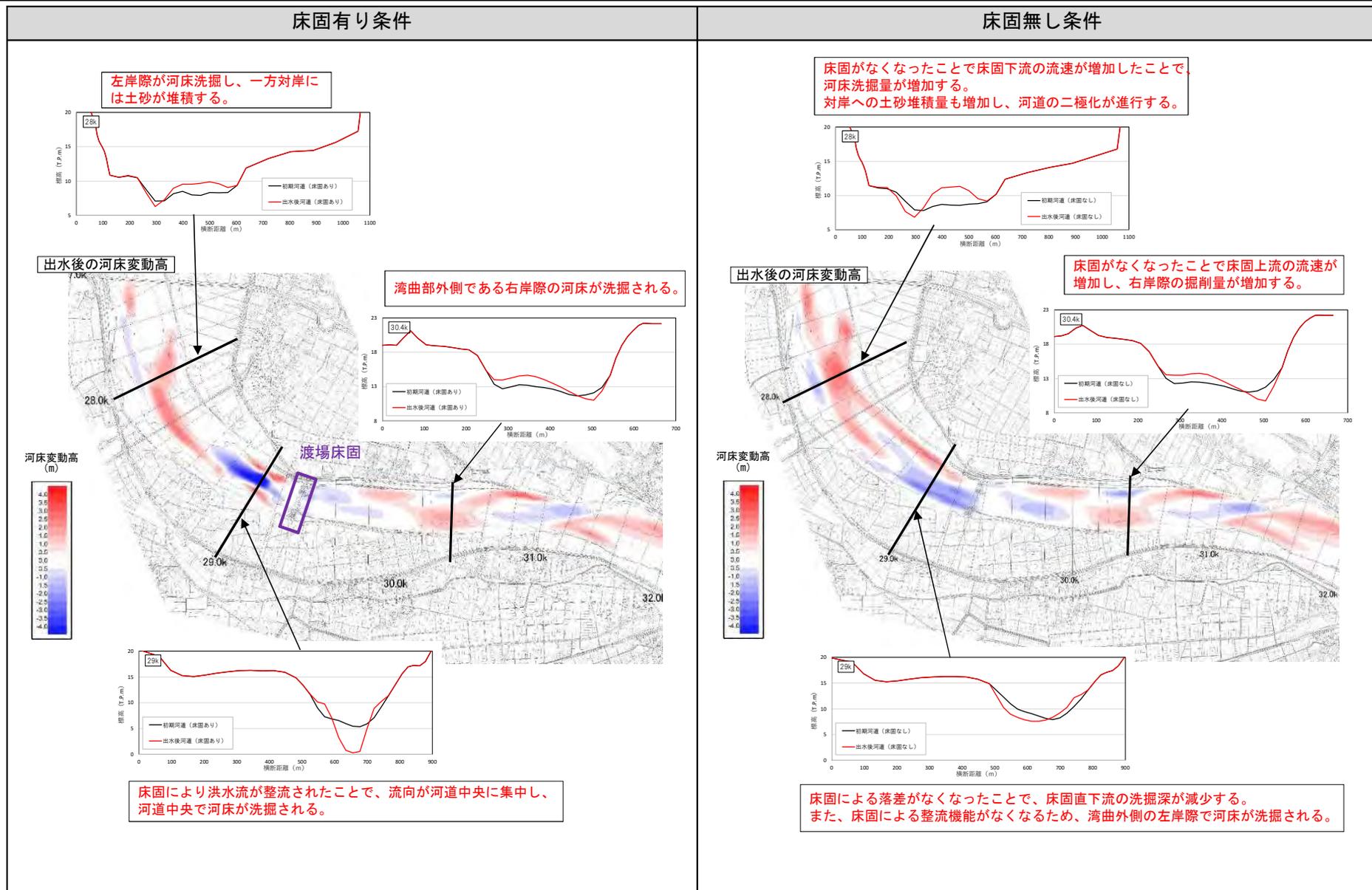
4.2 検討結果 流速の比較

- 床固無し条件では、床固上下流で河床高が滑らかに変化するため、上下流の流速は増加する。特に床固下流では、床固による落差がなくなったことで、高流速域が下流まで広がっている。
- 床固有り条件では、床固が有する落差により鉛直方向流速が増加し、床固下流で渦によるエネルギー消散が顕著となるため、下流での流速が低下するものと考えられる。



4.2 検討結果 河床高の比較

- 床固無し条件では、上下流の流速増加に伴い湾曲部の外側では河床洗掘深が増大する。対岸では土砂堆積量が増加することで、河道の二極化が進行する。
- 床固有り条件では、床固により洪水流が整流されたことで、流向が河道中央に集中し、河道中央で河床洗掘が生じる。一方、床固無し条件では、局所的な落差がなくするため河床洗掘量は低下するが、床固による整流機能がなくなるため、湾曲外側の左岸際で河床洗掘が生じる。



河道形状の一次選定

目次

5.1	河道計画の検討方針	1
5.2	計画高水流量を流下可能な河道断面・平面形状	3
5.3	項目毎の評価	9

令和4年8月

北陸地方整備局 阿賀野川河川事務所

5.1 河道計画の検討方針

5.1 阿賀野川上流部河道計画の検討方針

■これまでの検討結果より、阿賀野川上流部河道計画策定に向けた検討方針を設定。

■ 検討結果

課題	<ul style="list-style-type: none">阿賀野川上流部において、渡場床固は敷高が高く流下断面が不足するボトルネック箇所であり、整備計画目標流量に対して流下能力が不足阿賀野川上流部はかつて氾濫・蛇行を繰り返す河道の変遷が激しい河状を呈する地形条件にあり、現在も河道平面線形・縦断地形とも複雑渡場床固は設置から65年が経過し度重なる被災により老朽化しており、本体直下では深掘れが進行
河道特性の把握	<p>(現況河道の分析)</p> <ul style="list-style-type: none">阿賀野川の平面形状は、蛇行是正を目的とした第一期改修の築堤や捷水路整備等により造成。第一期改修完了から約90年が経過しており、その間に流路短縮による河川の荒廃や河床安定のための改修工事(第二期改修)、砂利採取等の人為的な河床低下、洪水による土砂移動など経年的に変化しながら現在の河道を形成縦断形状は、平成元年までは全川で河床低下が進行したが、砂利採取規制区間の拡大により河床低下の進行が沈静化。横断形状は低水路及び濤筋は安定傾向河床材料に大きな変化は無く、国管理区間の上流に位置する本川ダムの堆砂状況も近年は安定傾向
渡場床固の効果分析	<p>(河床の安定化)</p> <ul style="list-style-type: none">現況河道を対象に床固が有る場合、無い場合の30年後の将来予測計算を実施(一次元河床変動モデル、近30年の実績洪水)床固が有る場合、床固より上流区間では河床は安定傾向床固が無い場合、床固より上流区間では河床が低下し、床固より下流の区間では河床が上昇する傾向 <p>(常水路の固定化)</p> <ul style="list-style-type: none">現況河道を対象に床固が有る場合、無い場合の河床変動解析を実施(非静水圧準三次元解析(GBVC法)+平面二次元河床変動、既往最大洪水(H23出水))床固がある場合、床固により洪水流が整流されたことで、流向が河道中央に集中床固がない場合、流速増加に伴い、湾曲部の外側では河床洗掘深が増大、一方対岸では土砂堆積量が増加することで、河道の二極化が進行
目指すべき整備の方向性	<p>河道の特性分析より、現在の阿賀野川上流部は安定的な河道形状であり、河道を維持するために現況の渡場床固の機能を確保するものとする</p>

阿賀野川上流部河道計画検討方針

課題

- 流下能力不足(渡場床固の流下断面不足)
- セグメントの変化点における複雑な流れ
- 渡場床固の老朽化、直下流で深掘れが進行



- **渡場床固改築を含む床固上下流の河川改修が必要**

河道特性の把握

【河道】

- 平面形状を固定後、約90年が経過
- 河道は近年安定傾向(縦断形、低水路)

【土砂動態】

- 河床材料に大きな変化は無し
- 国管理区間上流部の土砂動態は安定傾向

渡場床固の効果分析

- 渡場床固がある場合、将来的に河床は安定し、洪水時は流向が河道中央に集中



- **渡場床固の効果により、阿賀野川上流部の河道は安定傾向**

目指すべき整備の方向性

- **安定傾向である現況の河道を維持するために渡場床固の現況機能を確保する。**
- **渡場床固の改築は、流下能力を有し、かつ、現況の河道特性を踏まえて河道、施設を安定的に維持することが可能な構造とする。**

5.2 計画高水流量を流下可能な河道断面・平面形状

5.2 河道形状の一次設定(床固地点で落差を有する河道形状)

- 床固の機能を維持し、床固による河床の安定化、常水路の固定化を目的として、床固地点で落差を有し、かつ、計画高水流量を流下可能な河道形状を設定した。
- 床固地点は現位置(29.35km地点)、緩傾斜形状とし、落差(床固天端高・幅)の異なる3ケースを設定した。

【一次設定形状の条件: 落差を有するケース】

- ・ 床固位置を現位置、緩傾斜構造とし、**落差による効果を期待した縦横断計画を設定する**
- ・ 床固の機能を維持した上で、計画高水流量13,000m³/sを流下可能な河道断面を設定する
- ・ 32.0kより上流は川幅が狭く河床低下傾向の区間であるため、**流下能力の確保にあたっては、右岸を拡幅し、流速を低下させることで河床低下抑制を図る**
- ・ 30.6k~32.2k左岸は、河積確保のため必要高水敷幅を目途に拡幅する
- ・ 床固直下の深掘れ部は埋め戻す
- ・ 床固の落差(床固天端高、幅)の異なる3ケースを設定する

【落差の設定】

Case1: 落差3.0m案(現況天端高相当)

- ・ 床固天端高を、現況の床固天端高(横断形状の平均値)相当で設定したケース
- ・ 設定した床固諸元に対し、平水位相当で河道断面を拡幅(Case2、3も同様)
- ・ 床固直下の深掘れ部は埋め戻し、河道整正する(Case2、3も同様)

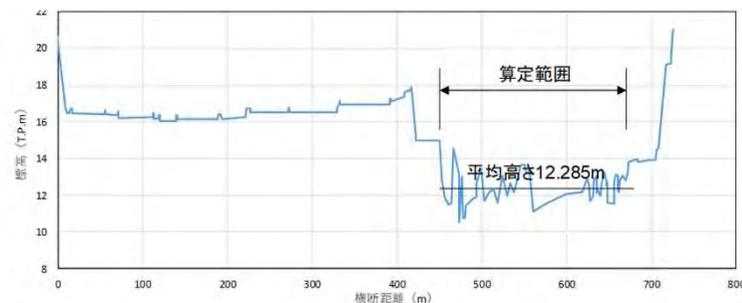
Case2: 落差2.0m案(構造設計手引きの閾値)

- ・ 床固天端高を、床固の構造設計手引きで落差の閾値となっている2.0m相当で設定

Case3: 落差1.5m案(構造設計手引きの一般値)

- ・ 床固天端高を、床固の構造設計手引きに記載されている、セグメント1及びセグメント2-1区間における一般値1.0~2.0mの中央値である1.5m相当で設定

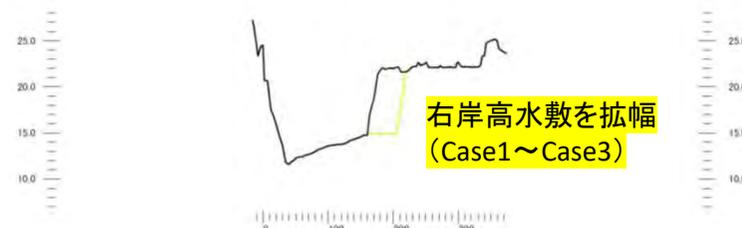
床固地点の横断形状と平均高さ



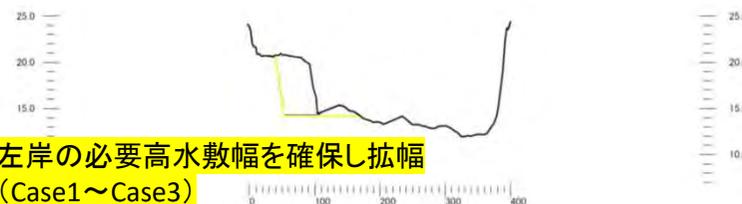
横断形状の比較

計画高水流量13,000m³/sを流下可能な河道断面を設定

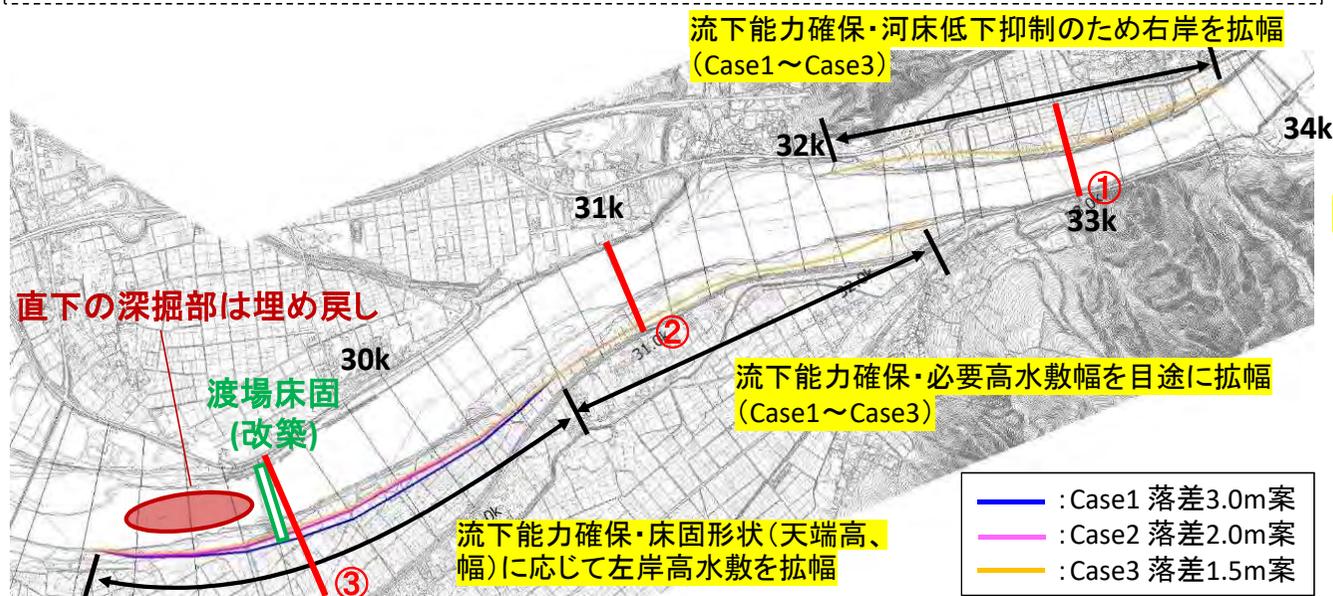
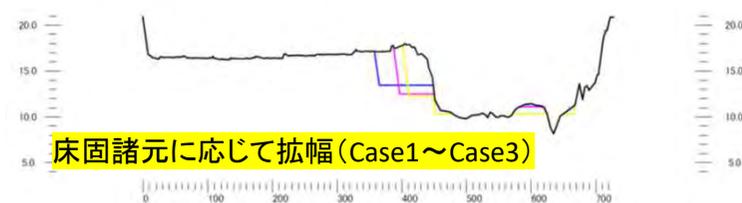
①33.0k



②31.0k



③29.4k



5.2 河道形状の一次設定(落差無し河道形状)

- 床固の落差が無い状態で、阿賀野川上流部の河床の安定化を図り、かつ、計画高水流量を流下可能な河道形状を設定した。
- 縦横断形状の設定にあたり、現況の低水路法線を踏襲し縦断形状の是正で河床の安定を図るケース、現況の低水路法線の見直しと河床勾配変化点の緩和により河床の安定を図る2ケースについて検討した。

【一次設定形状の条件: 落差なしのケース】

- ・ 落差が無い条件で、**縦横断形状の是正による縦横断計画を設定する**
- ・ 河床低下防止の観点から床固地点に帯工構造を設置する
- ・ 落差が無い条件で、河道の安定化を目的とした縦横断形状を設定し、計画高水流量 13,000m³/s を流下可能な河道断面を設定する
- ・ 32.0kより上流は川幅が狭く河床低下傾向の区間であるため、流下能力の確保にあたっては、右岸を拡幅し、流速を低下させることで河床低下抑制を図る
- ・ 床固直下の深掘れ部は埋め戻す

【縦横断形状の設定】

Case4 落差なし案(現況低水路法線)

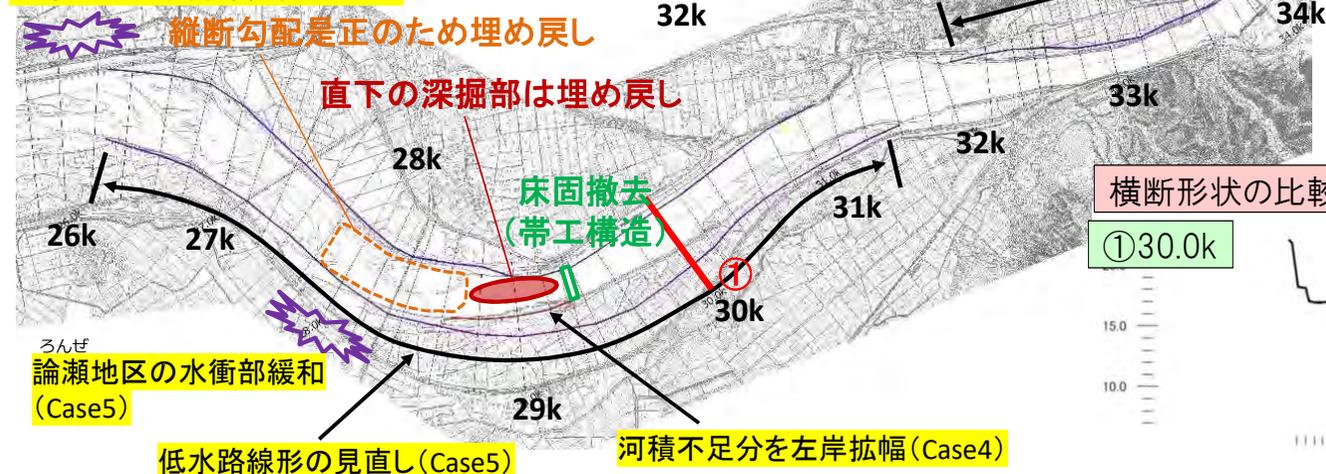
- ・ 平面形状は、現況の低水路法線形状を踏襲する
- ・ 縦断形状は、河床の安定化を図るため、一次元河床変動計算より設定した動的平衡河床を用いて計画勾配、計画河床高を設定する

Case5 落差なし案(低水路法線見直し案)

- ・ 平面形状は、論瀨地区、小浮地区への水衝部の緩和を目的に低水路法線形状を見直す
- ・ 縦断形状は、床固地点の河床勾配変化の緩和を目的に、計画高水流量を流下可能な計画河床勾配、計画河床高を設定する

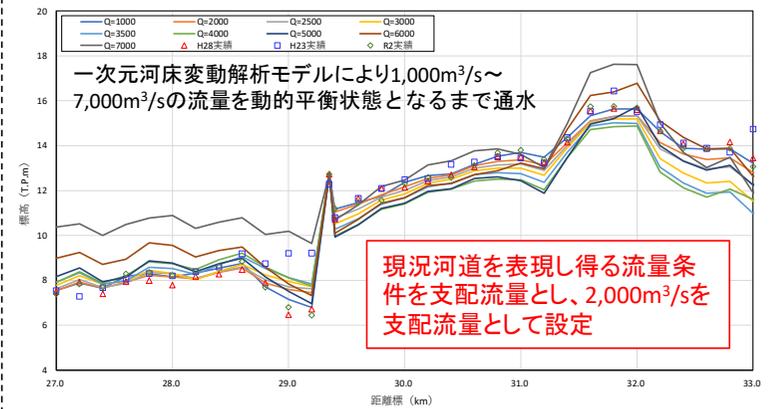
- : Case4 落差なし案(現況低水路法線)
- : Case5 落差なし案(低水路法線見直し案)

こうげ 小浮地区の水衝部緩和(Case5)



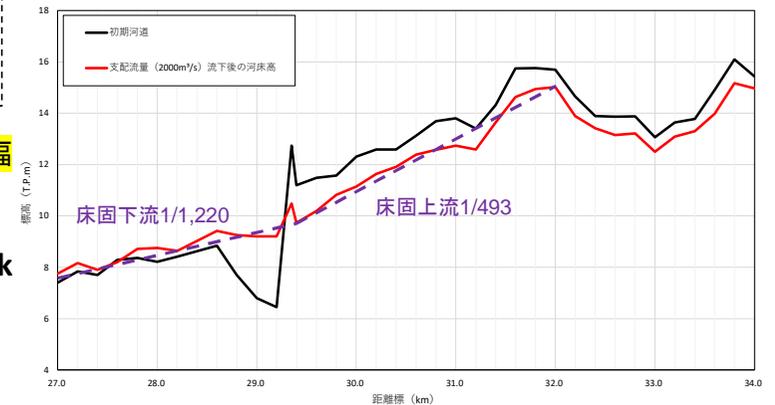
流下能力確保・河床低下抑制のため右岸を拡幅(Case4~Case5)

各流量規模における動的平衡河床高



支配流量に基づく床固無し条件の河道

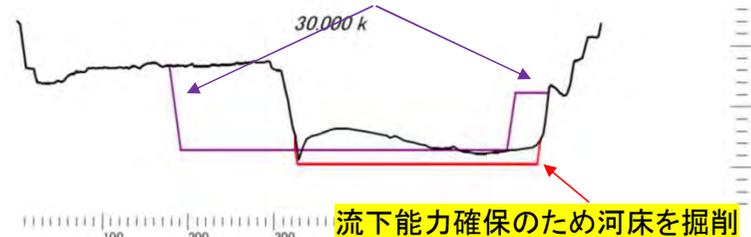
床固無し条件で、支配流量流下時の動的平衡河床高を作成



横断形状の比較

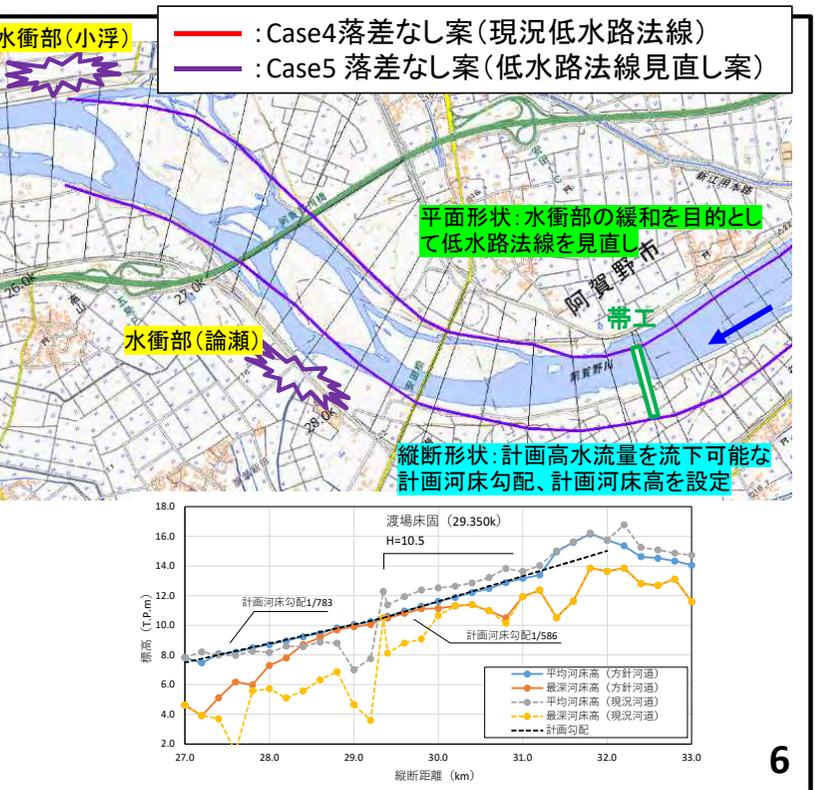
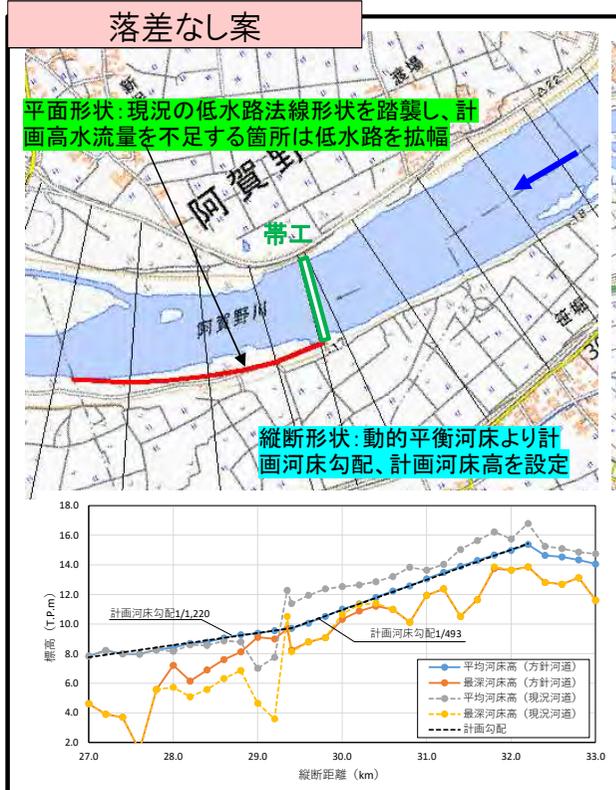
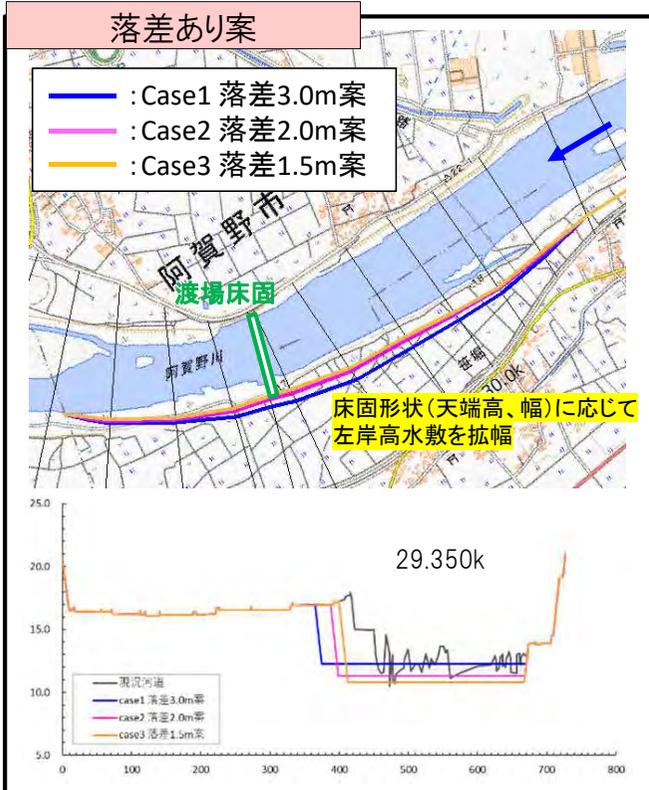
①30.0k

低水路線形を見直し(Case5)



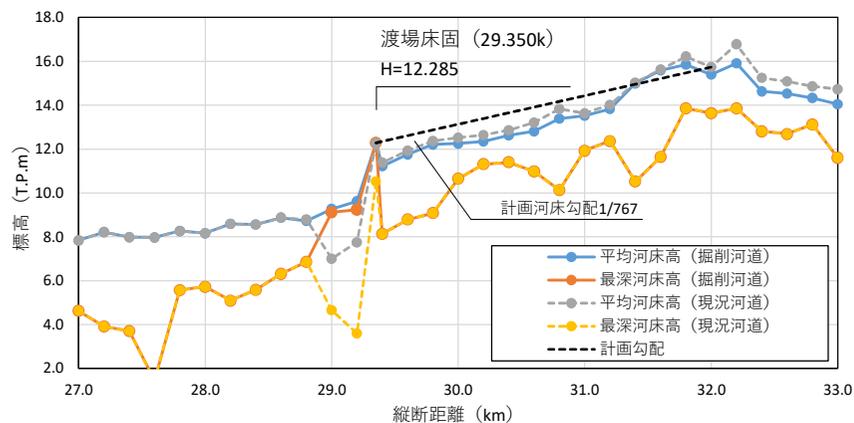
■ 床固地点で落差を有する3案、落差の無い2案について、計画高水流量を流下可能な河道形状を一次設定した。

ケース	縦横断計画設定の考え方	床固天端幅 (m)	床固天端高 (T.P.m)	落差 (m)	備考
1 ■: 落差3.0m案	・床固の落差による効果を期待した縦横断計画を設定 ・床固は現位置、緩傾斜構造の床固を想定	290	12.285	3.0	・現況床固を基本とし、床固下流を現況状態(深掘埋め戻し)として、落差3.0mとなる床固を設定 ・計画高水流量が流下可能となるよう高水敷を掘削し低水路拡幅した河道を設定
2 ■: 落差2.0m案		270	11.300	2.0	・床固の構造設計手引きで落差の閾値となっている落差2.0mとなる床固高で計画高水流量が流下可能となるよう高水敷を掘削し低水路拡幅した河道を設定
3 ■: 落差1.5m案		255	10.800	1.5	・床固の構造設計手引きに記載されている落差の一般値1.5m(セグメント1及びセグメント2-1区間における一般値1.0~2.0mの中央値)となる床固高で計画高水流量が流下可能となるよう高水敷を掘削し低水路拡幅した河道を設定
4 ■: 落差なし案(現況低水路法線)	・縦横断形状の是正による縦横断計画を設定 ・落差なしを想定するが、床固地点は河床低下防止のため帯工構造を設置	—	—	無し	・平面形状は、現況の低水路法線形状を踏襲し、河積が不足する箇所において低水路を拡幅する ・縦断形状は、動的平衡河床を用いて計画勾配、計画河床高を設定
5 ■: 落差なし案(低水路法線見直し案)		—	—	無し	・平面形状は、論瀨地区、小浮地区への水衝部の緩和を目的に低水路法線形状を見直す ・縦断形状は、床固地点の河床勾配変化の緩和を目的に、計画高水流量を流下可能な計画河床勾配、計画河床高を設定
現況床固(災害復旧断面)	—	200	12.900	2.3m~6.9m(※)	・H15~H17の災害復旧工事で天端高12.900mとして整備。その後の異形ブロックの流出により、床固断面を横断平均し天端高12.285mとなる ※数値はH15、H17災害復旧時を示す

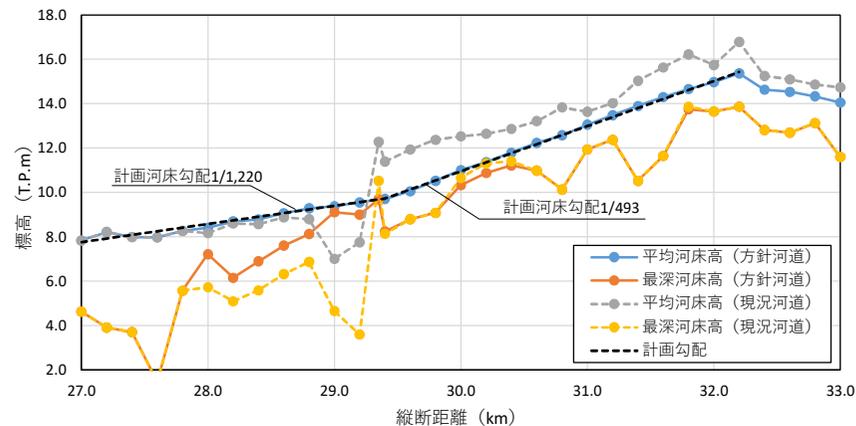


5.2 河道形状の一次設定 設定結果

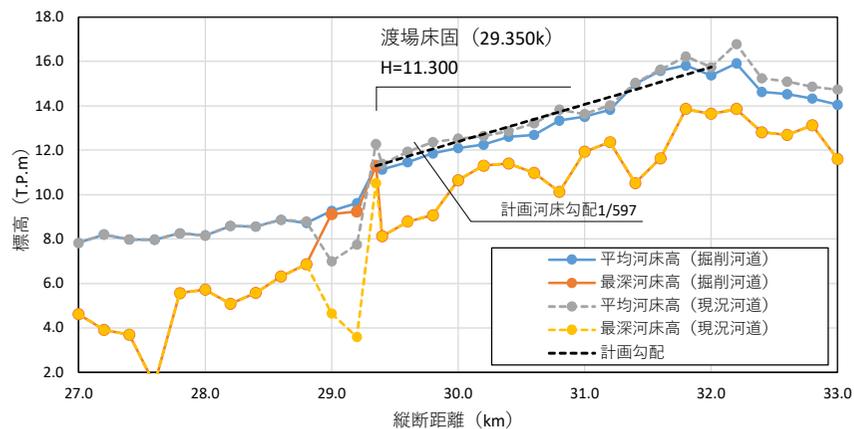
Case1: 落差3.0m案



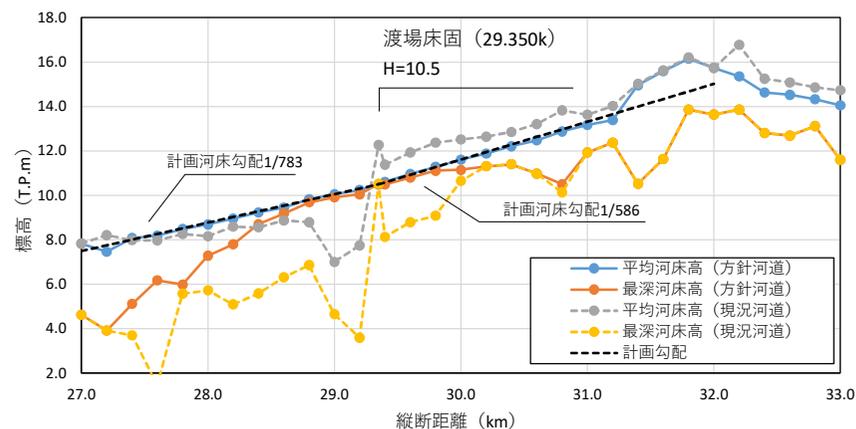
Case4: 落差なし案



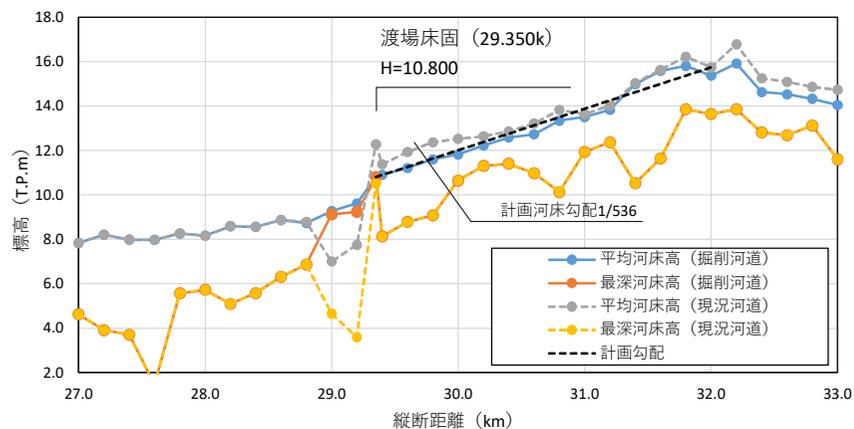
Case2: 落差2.0m案



Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)

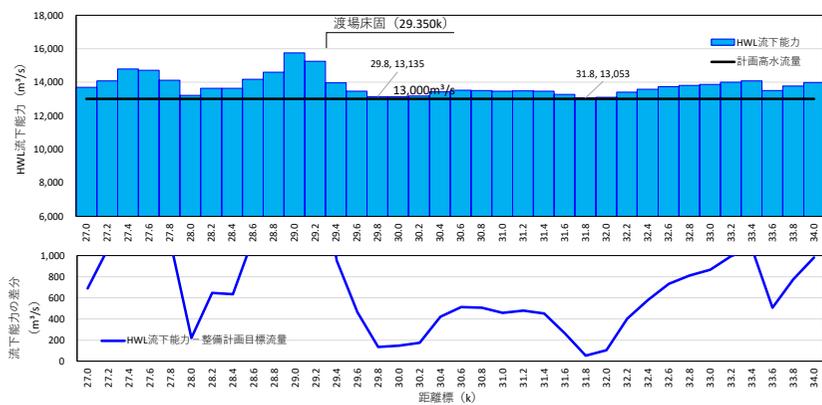


Case3: 落差1.5m案

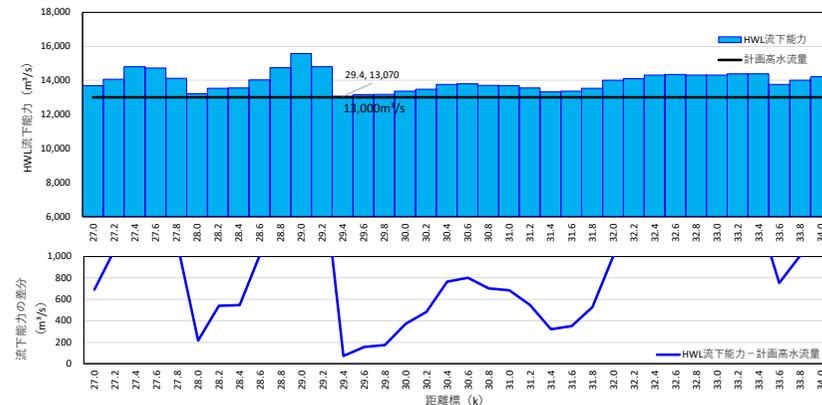


5.2 河道形状の一次設定 設定結果

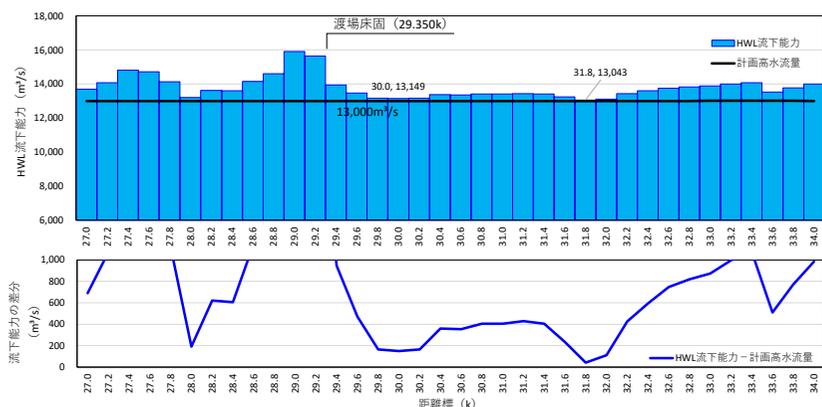
Case1: 落差3.0m案



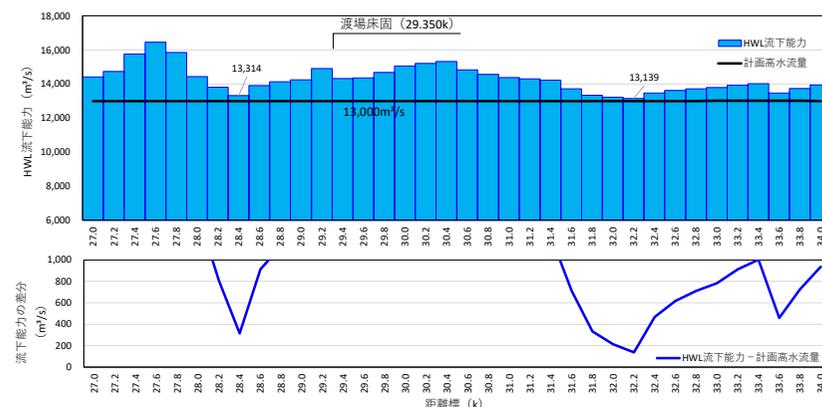
Case4: 落差なし案



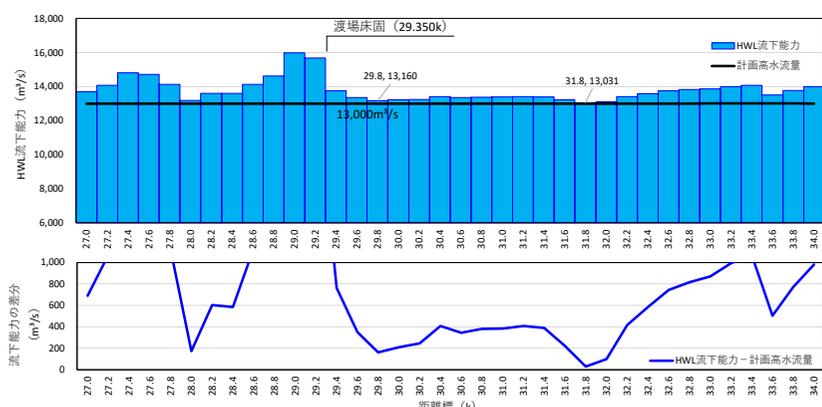
Case2: 落差2.0m案



Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



Case3: 落差1.5m案



5.3 項目毎の評価

5.3 評価項目

■ 制約条件や経年的な土砂動態を踏まえ、評価項目を設定。

■ 将来的な河道の安定性評価（一次元河床変動解析）、質的評価（GBVCモデル＋平面二次元河床変動解析モデル）等を実施し、各評価項目について分析の上、最適な床固諸元を評価。

評価項目		評価の視点		評価検討方法
治水安全性	河道の安定性 (縦断形)	河床の安定性	床固改築に伴う将来的な河床の安定性評価 (洗掘、堆積)	一次元河床変動計算
			大規模洪水における河床の局所的な変動状況 (洗掘、堆積)	GBVCモデル＋平面二次元河床変動解析
		構造物基礎への影響	河床変動(低下)による河川構造物や橋脚基礎への影響評価	一次元河床変動計算
	質的評価 (平面形)	偏流・河岸際流速	河岸際での高流速や、偏流の発生による河岸侵食の可能性	GBVCモデル＋平面二次元河床変動解析
			水衝部への影響		床固下流の水衝部(論瀬・小浮地区)への影響
量的評価 (流下能力)	将来的な流下能力	将来的な河道流下能力評価	一次元河床変動計算＋準二次元不等流計算	
環境への影響	河川環境	砂礫河原の再生・維持	低水路－砂州の比高差、冠水範囲	GBVCモデル ※平水位、1/10濁水位に対し、冠水範囲の増減を評価
		樹林化の抑制	砂州の冠水頻度、冠水範囲	
	生物環境	河川の連続性の確保	床固等の落差	
		魚類の産卵場への影響	河川の連続性の確保、魚類の産卵場の維持	
周辺環境	原油流出	河床変動に伴う31k右岸付近における原油湧出の可能性	一次元河床変動計算	
施工性		仮締切等の仮設工を含め、床固及び河道掘削における施工性及び施工期間を評価	構造規模を概略設定して評価 (定量的な評価は二次評価で実施)	
経済性	工事費	工事費の大小で評価	構造規模を概略設定して評価 (定量的な評価は二次評価で実施)	
	維持管理費	河床低下による護岸補修及び土砂堆積による維持掘削を評価	一次元河床変動計算	

5.3 評価結果 治水安全性 一次元河床変動解析モデルによる評価

- 一次元河床変動解析モデルを用い、Case1～Case5の河道断面を対象に将来予測計算を実施し、治水安全性の観点から河床の安定性、構造物への影響、将来的な流下能力について評価した。
- 将来予測計算の対象期間は、河川整備計画相当とし30年間（近30年の実績洪水）を対象とした。

検討条件一覧

項目	設定内容
対象区間	0.0km～38.8km（直轄区間34km+指定区間4.8km）
予測期間	30年間 （近30年の実績洪水を対象）
河道モデル	Case1～Case5の河道断面
初期粒径	H23河床材料調査結果より設定
床固	渡場床固：29.35k地点 Case1：落差3.0m案 W=290m、H=12.285m Case2：落差2.0m案 W=270m、H=11.300m Case3：落差1.5m案 W=255m、H=10.800m Case4：落差なし案 Case5：落差なし案（低水路法線見直し案）
	沢海床固：右岸側の船通しが床固部と比べ幅が狭いため河床は固定されていると考える（河床低下させない）
砂利採取	無し
水位・流量条件	対象洪水：馬下日流量330m ³ /s以上（平水流量の平均値）。馬下時間流量1,300m ³ /s以上（馬下年最大流量の最小値1,320m ³ /s）の場合は、時刻流量が対象。 上流端流入量：馬下流量 横流入量：早出川流量 （善願実績流量を早出川下流端の比流量見合いで設定） 下流端水位：松ヶ崎水位観測所（1.2k）の実績水位から河床勾配（1/11,000）見合いでスライドして設定
	供給土砂量	阿賀野川は掃流砂倍率0.4倍、浮遊砂倍率0.4倍を設定 早出川は掃流力に応じて供給
粗度係数	低水路：近年上位3洪水の逆算粗度係数の平均値を設定 高水敷：河道計画で検討されている粗度係数を設定

評価指標

河床の安定性

床固改築に伴う将来的な河床の安定性評価（洗掘、堆積）

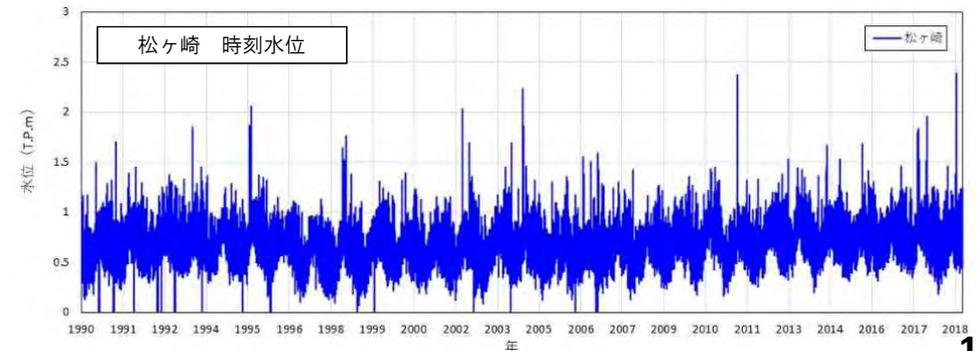
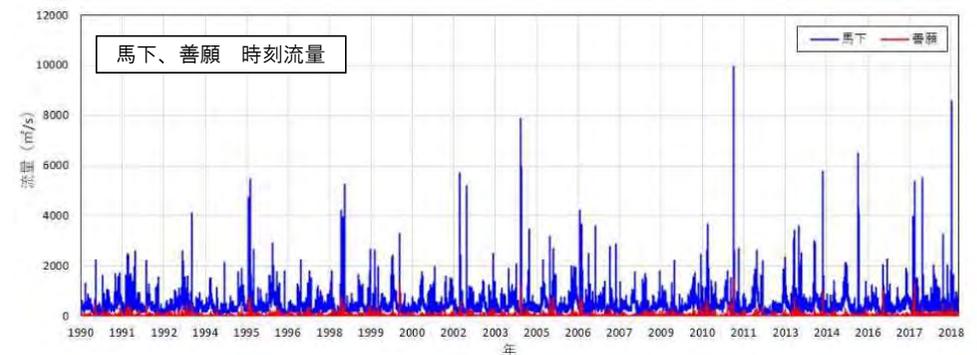
構造物への影響

河床変動（低下）による河川構造物や橋脚基礎への影響評価

将来的な流下能力

将来的な河道流下能力評価

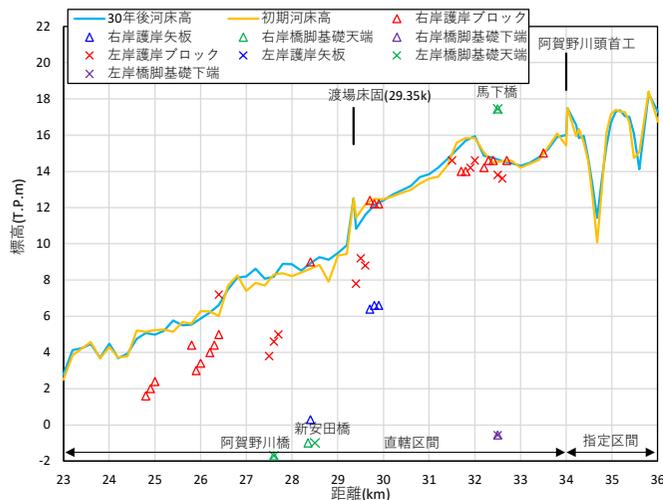
水位・流量条件



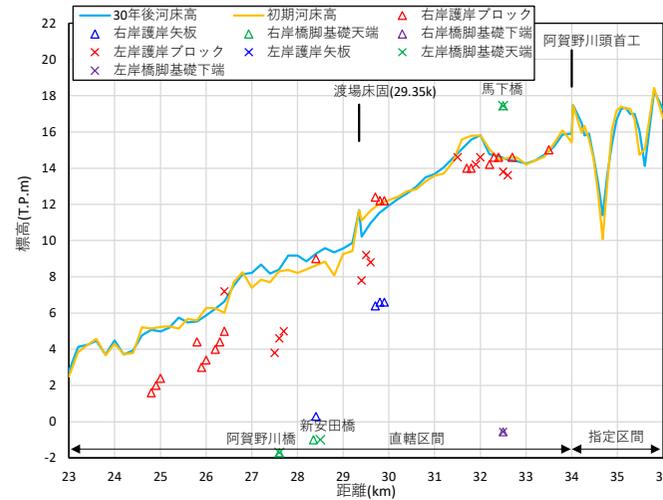
5.3 評価結果 治水安全性 一次元河床変動解析モデルによる評価 将来的な河床の安定性

- 落差を有するCase1~Case3を比較すると、床固天端高が高いケースの方が床固上流域の河床高が安定し、低いケースの方が河床が低下する傾向がみられる。特にCase1は、29.35k~34.0k区間の土砂量変化が小さく、各ケースの中で最も河床が安定した結果となる。
- 一方、床固下流域では、河床勾配変化点下流で河床高が上昇する傾向にあり、河積不足が懸念される。床固地点で落差を有するケースの中では、床固が高い方が堆積土砂量が小さい傾向となる。
- 落差の無いケースは、31kより上流の区間で全体的に河床高が低下する傾向がみられる。また、Case4の床固下流域では、河床勾配変化点下流で河床高が上昇する傾向にあり、河積不足が懸念される。
- Case5は法線形状・河床勾配の急変が少ない形状であるため、将来的な河床変動において局所的な変動が少ない傾向にある。

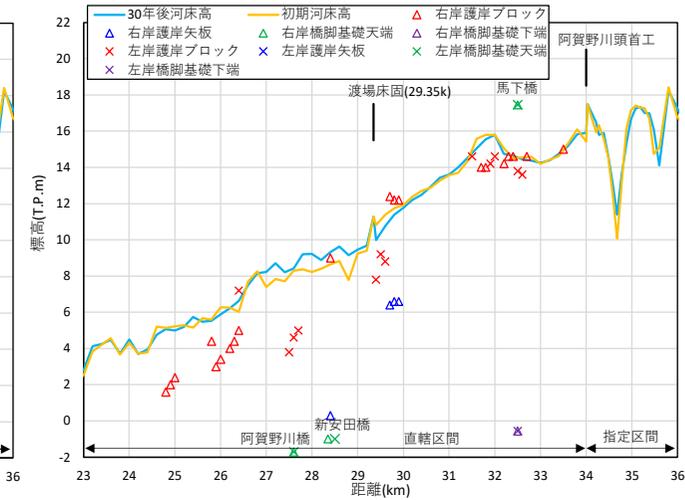
Case1: 落差3.0m案



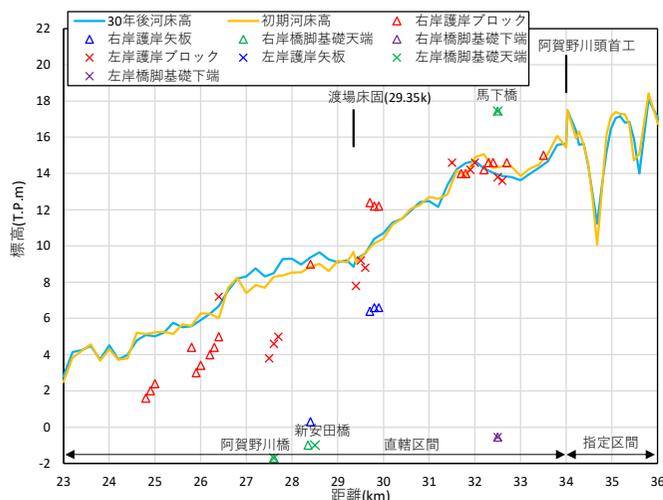
Case2: 落差2.0m案



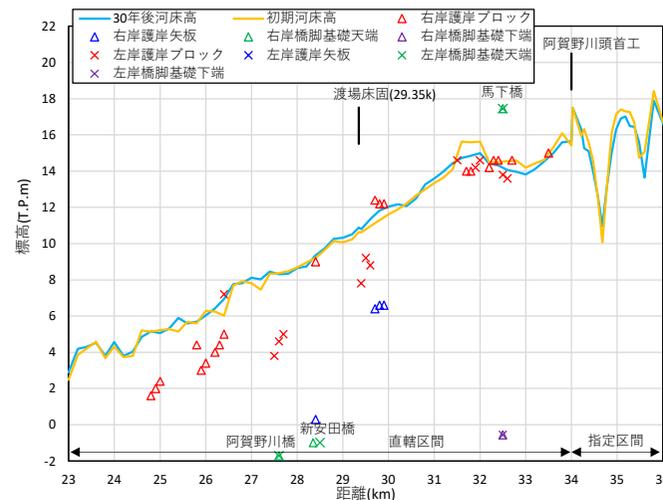
Case3: 落差1.5m案



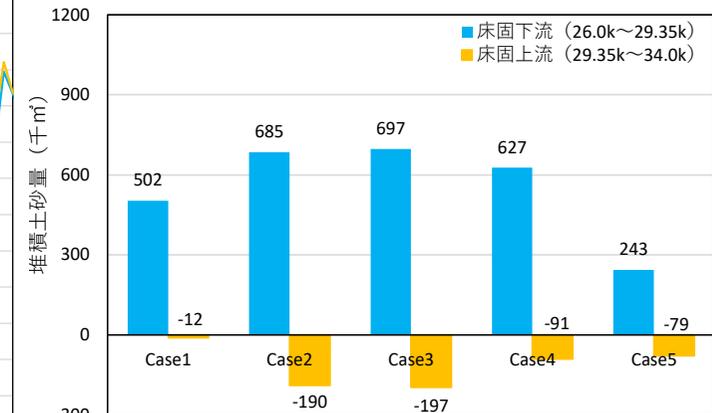
Case4: 落差なし案



Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



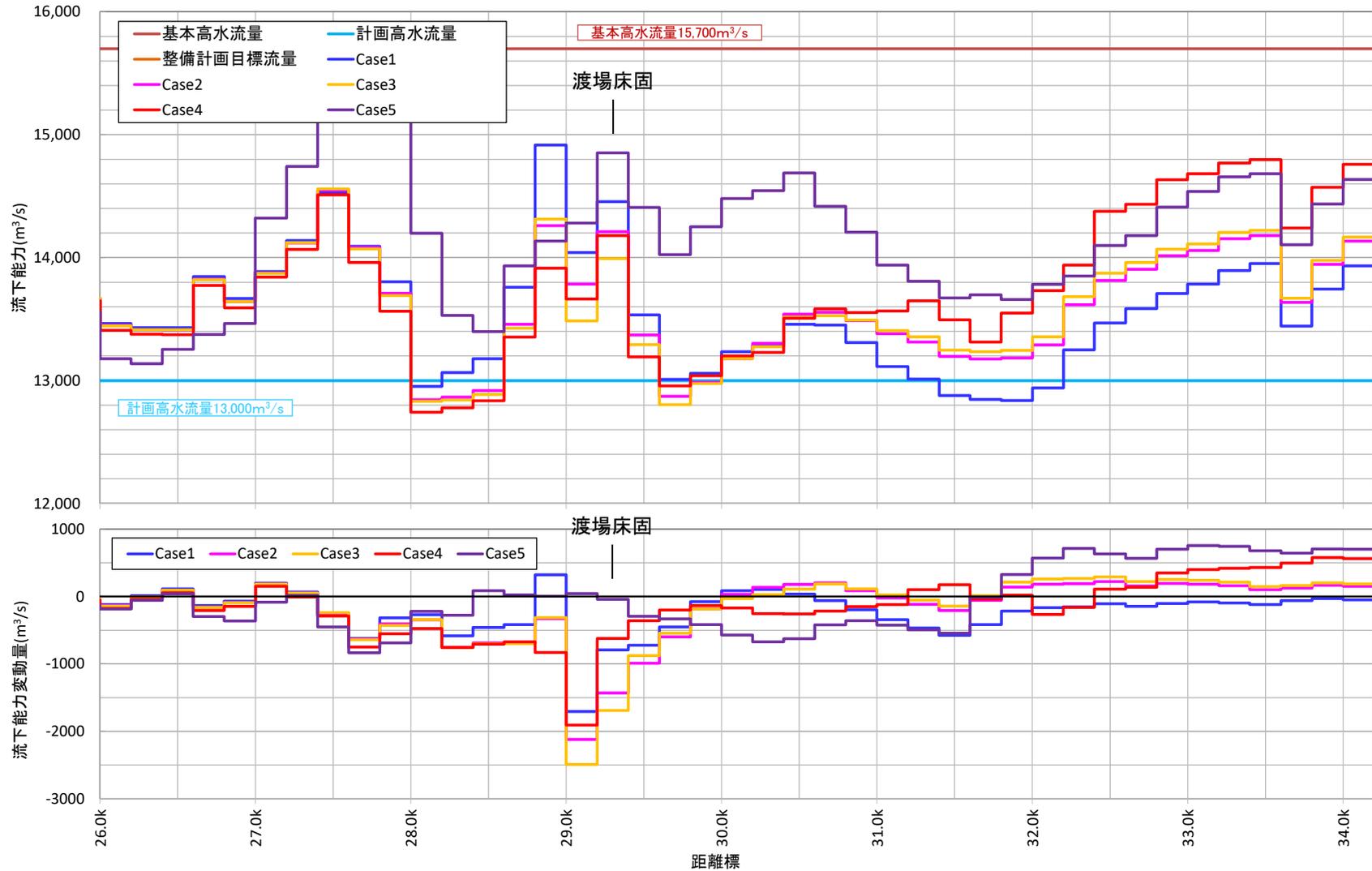
床固上下流の堆積土砂量



5.3 評価結果 治水安全性 一次元河床変動解析モデルによる評価 将来的な流下能力

- 一次元河床変動計算結果を現況流下能力を算定する準二次元不等流計算モデルに反映し、将来的な河床変動が流下能力に及ぼす影響を整理した。
- Case1～Case4は将来的な土砂堆積にともなう河積の減少により計画高水流量を確保できない結果となる。
- Case5は法線形状・河床勾配の急変が少ない形状であるため、将来的な河床変動を考慮しても計画高水流量を流下可能となる。

将来的な
流下能力



将来予測
前後の
流下能力
の変動量

5.3 評価結果 治水安全性 GBVC法による評価

- GBVC法+平面二次元河床変動解析モデルを用い、Case1~Case5の河道断面を対象に予測計算を実施し、治水安全性の観点から河床の安定性、偏流・河岸際流速、水衝部への影響について評価した。
- 予測計算の対象洪水は、既往最大出水であるH23.7出水とした。

検討条件一覧

	検討条件
解析手法	GBVC法+平面二次元河床変動解析モデル
対象区間	阿賀野川23.2k~35.88k区間 (34~35.88kは県区間)
対象洪水	実績洪水 (H23.7出水)
河道条件	Case1 : 落差3.0m案 W=290m、H=12.285m Case2 : 落差2.0m案 W=270m、H=11.300m Case3 : 落差1.5m案 W=255m、H=10.800m Case4 : 落差なし案 Case5 : 落差なし案 (低水路法線見直し案)
粗度係数	検証計算による逆算粗度係数
樹木群	検証計算による樹木群透過係数
河床材料	H23年度調査結果
流砂量	【掃流砂】 芦田・道上式 【浮遊砂】 沈降速度 : Rubeyの式、基準面濃度 : Lane-Kalinske
流入土砂量	平衡土砂条件

評価指標

河床の安定性

大規模洪水における河床の局所的な変動状況(洗掘、堆積)

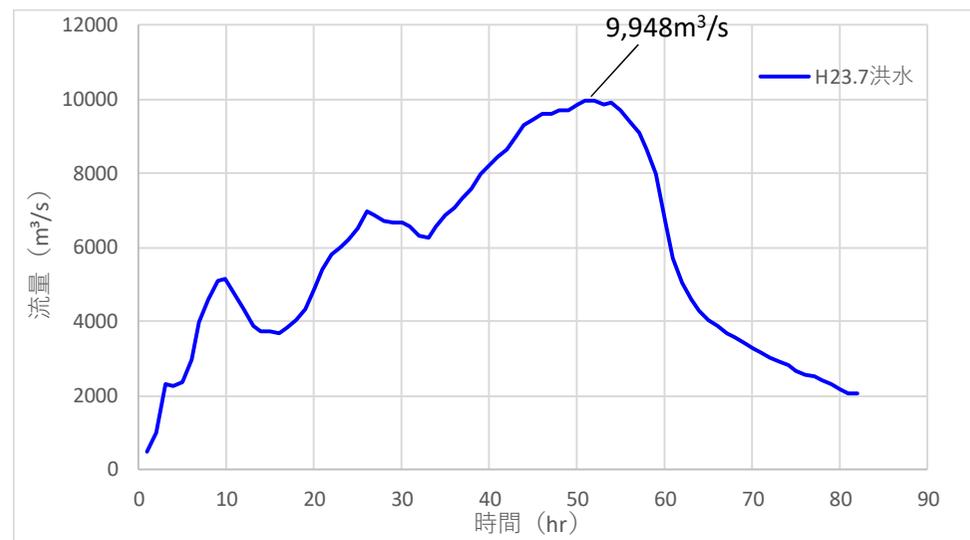
偏流・河岸際流速

大規模出水における偏流や河岸際の高速度の発生状況

水衝部への影響

論瀨地区や小浮地区の水衝部への影響

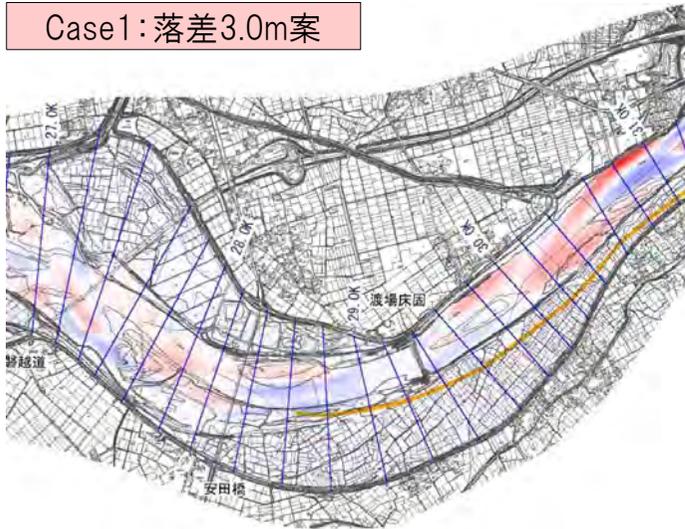
対象洪水(H23.7)



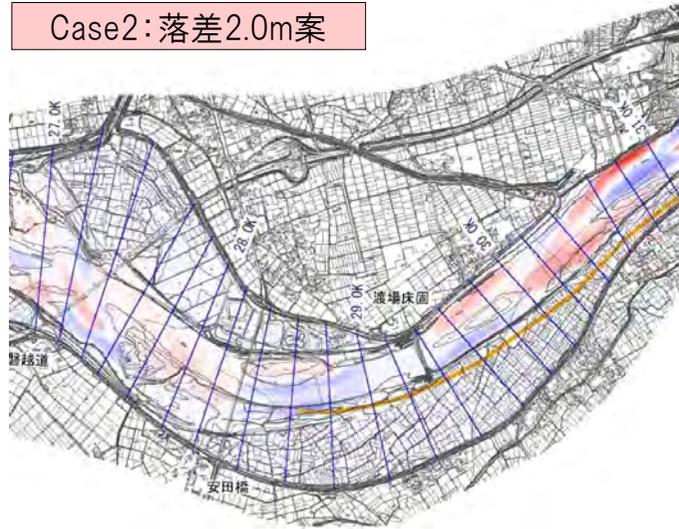
5.3 評価結果 治水安全性 GBVC法による評価 大規模洪水による河道の安定性

- 大規模洪水における河床の局所的な変動状況を確認するため、渡場床固近傍の洪水後の河床変動量コンター図を整理した。
- 床固地点で落差を有するCase1～Case3は、床固が土砂のコントロールポイントとなっており、変動量に差はみられるものの、堆積、洗掘の傾向は概ね同傾向となる。
- Case4とCase5は落差無しのケースであるが、Case4の方が河床変動量が大きい傾向にある。
- Case5は法線形状・河床勾配の急変が少ない形状であるため、検討ケース内で河床変動量が最も小さい結果となる。

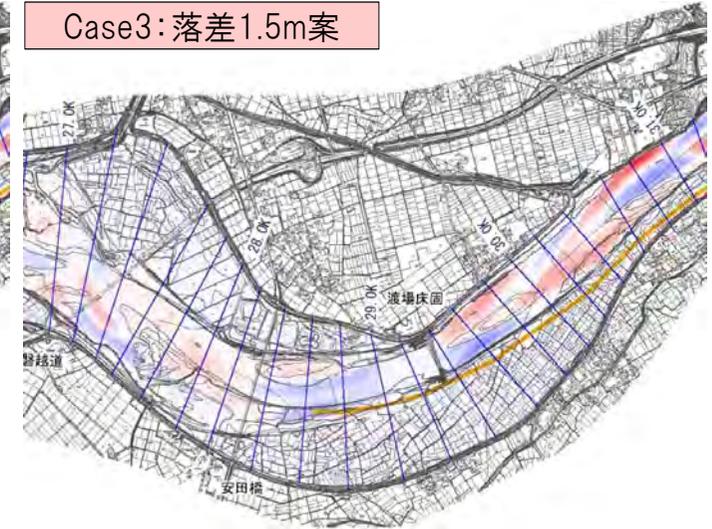
Case1: 落差3.0m案



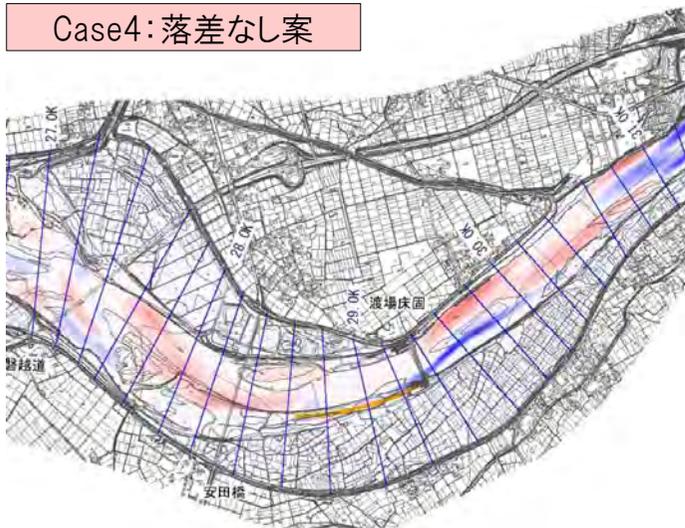
Case2: 落差2.0m案



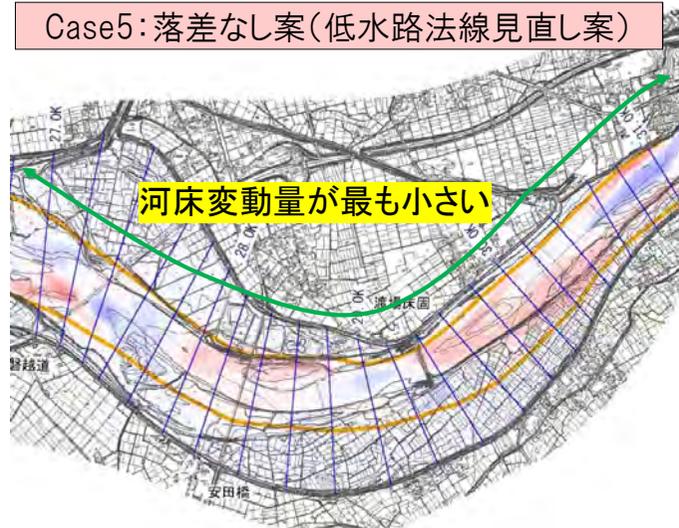
Case3: 落差1.5m案



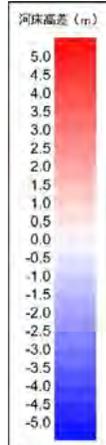
Case4: 落差なし案



Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



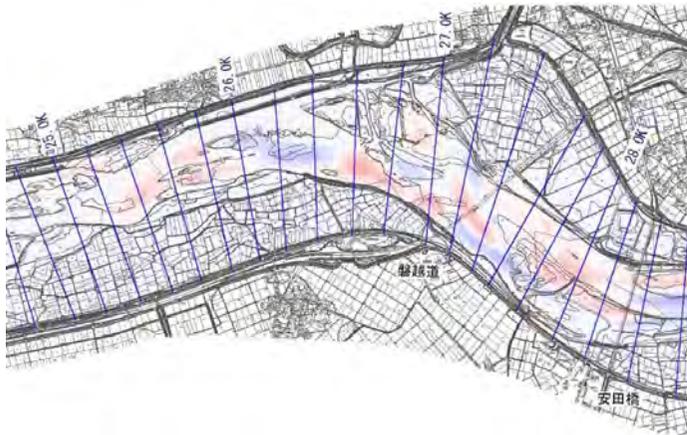
— : 低水路掘削範囲



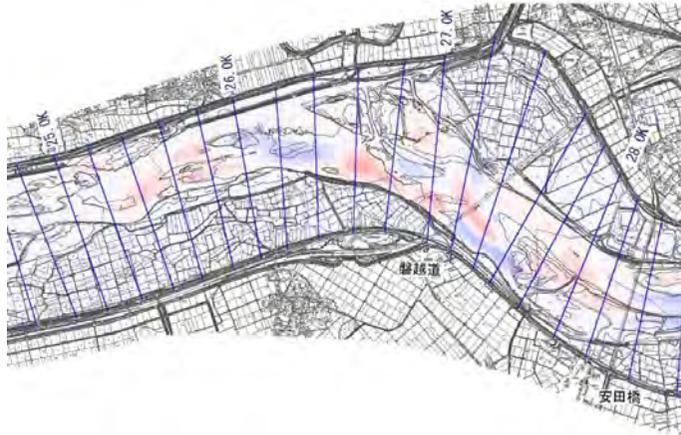
5.3 評価結果 治水安全性 GBVC法による評価 偏流の発生状況

- 小浮地区近傍の洪水後の河床変動量コンター図を整理した。
- 小浮地区近傍では各ケースともに主要な土砂堆積、洗掘傾向はみられない。

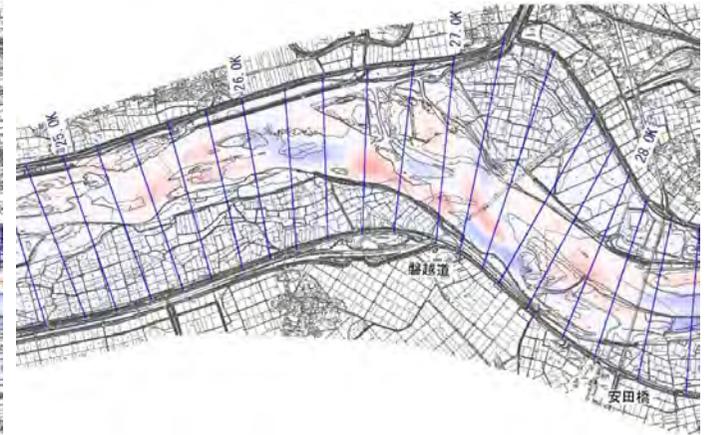
Case1: 落差3.0m案



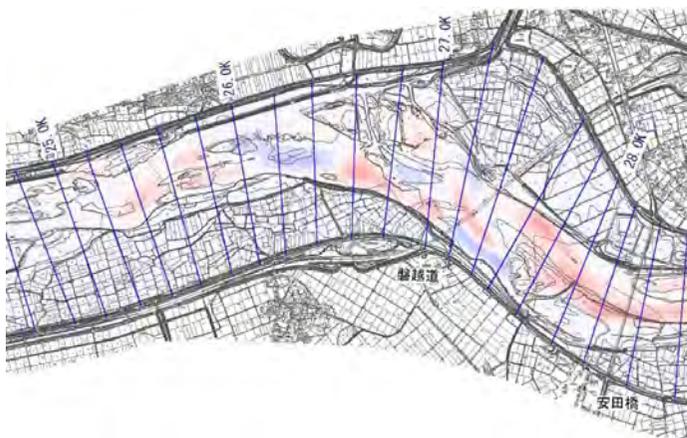
Case2: 落差2.0m案



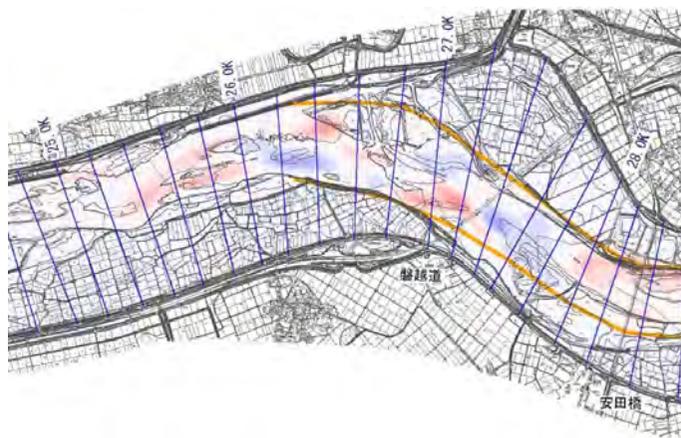
Case3: 落差1.5m案



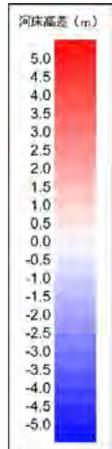
Case4: 落差なし案



Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



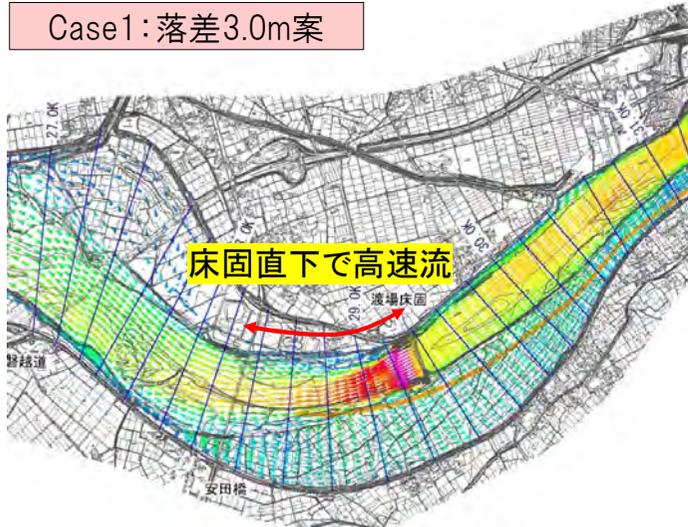
— : 低水路掘削範囲



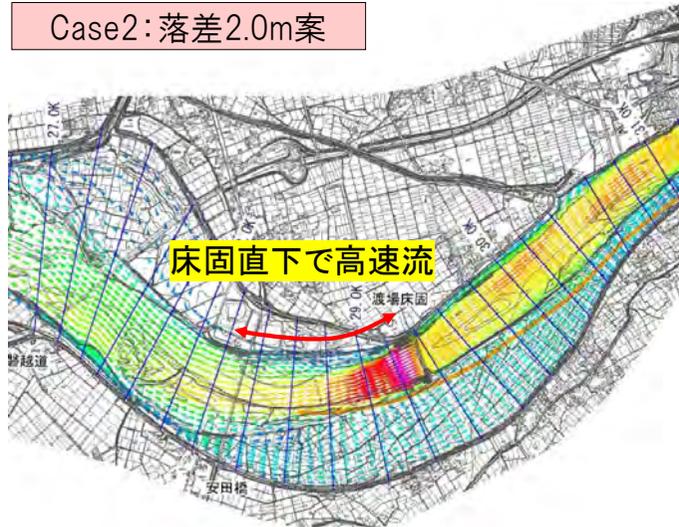
5.3 評価結果 治水安全性 GBVC法による評価 偏流の発生状況

- 平面的な偏流の発生状況を確認するため、洪水ピーク時の流速ベクトル図を整理した。
- 床固で落差を有するCase1～Case3では、床固で整流されることで顕著な偏流は発生しておらず、また、床固直下の高速流とそれに伴うエネルギー消散が発生することで下流（論瀨地区付近）の流速が小さくなる傾向がみられる。一方、Case4は上流からの流速の大きい流れがエネルギー消散されずに論瀨地区へ向かうため流速が相対的に大きくなる。
- Case5は法線形状・河床勾配の急変が少ない形状であるため、流速が平滑化され縦横断的に変化の小さい流れとなる。

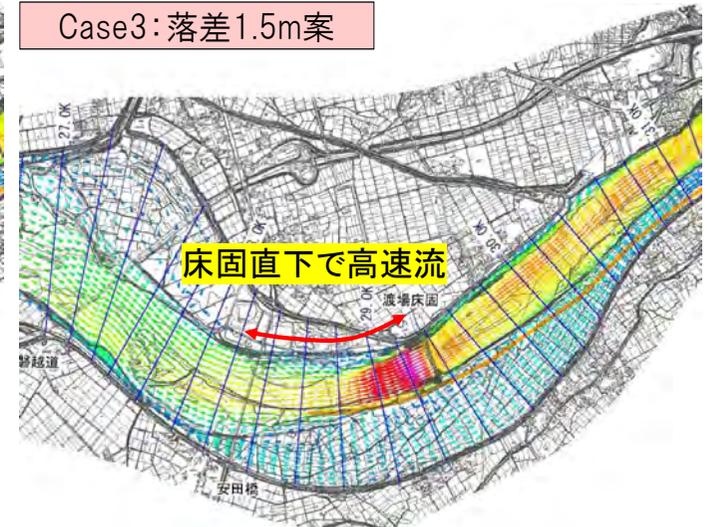
Case1: 落差3.0m案



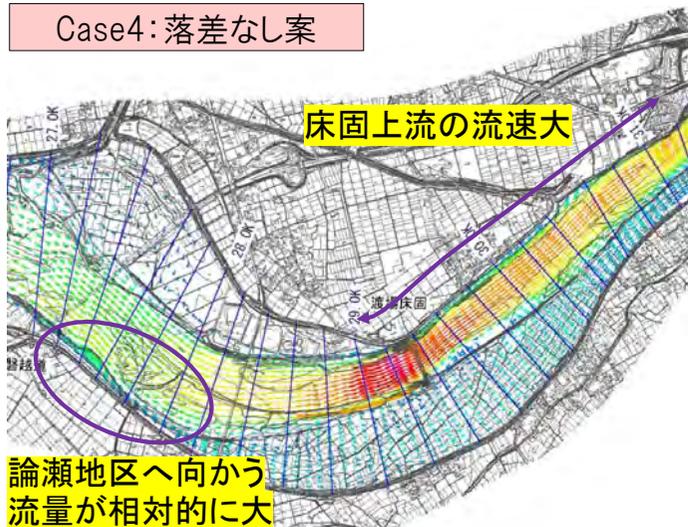
Case2: 落差2.0m案



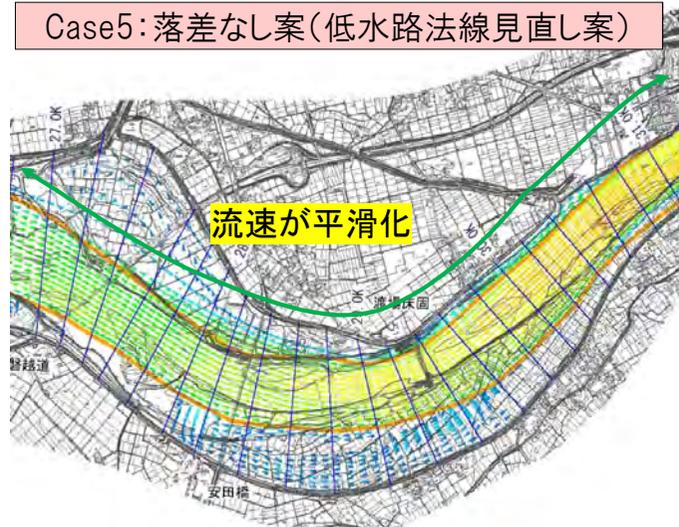
Case3: 落差1.5m案



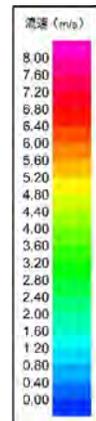
Case4: 落差なし案



Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



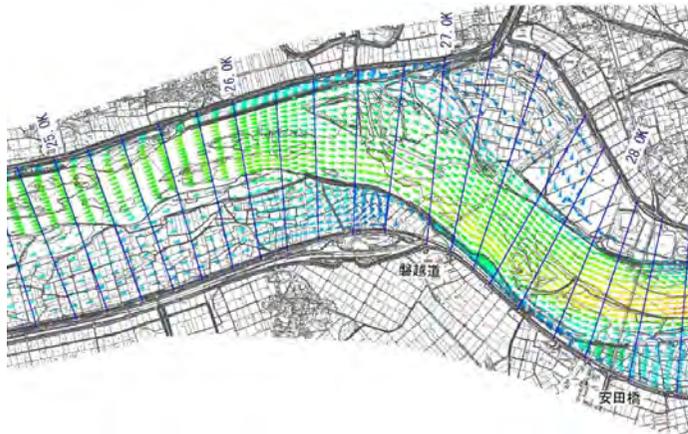
— : 低水路掘削範囲



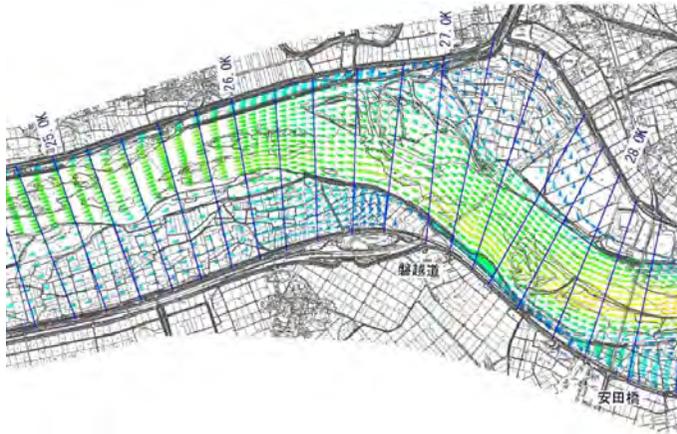
5.3 評価結果 治水安全性 GBVC法による評価 偏流の発生状況

- 小浮地区近傍の洪水ピーク時の流速ベクトル図を整理した。
- 小浮地区近傍では、各ケースで偏流の発生状況について主要な差異は見られない。

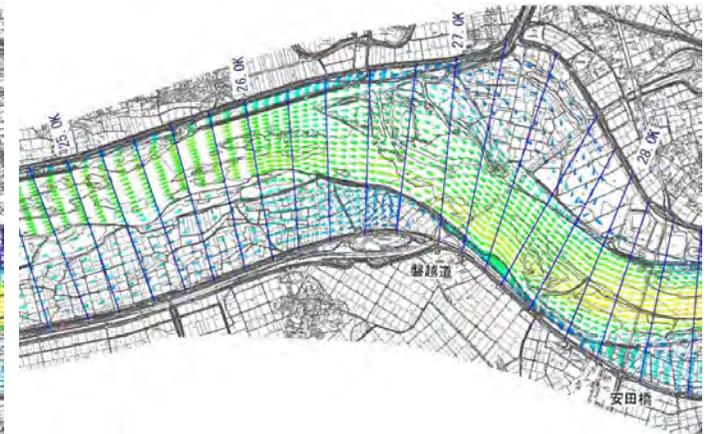
Case1: 落差3.0m案



Case2: 落差2.0m案



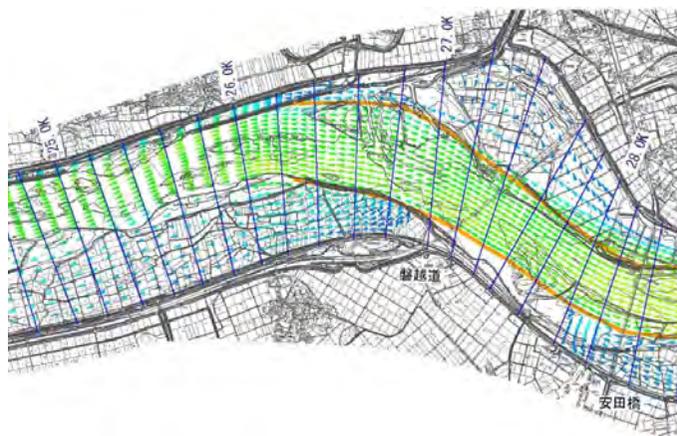
Case3: 落差1.5m案



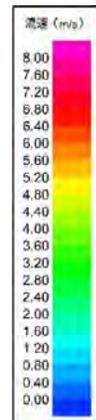
Case4: 落差なし案



Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



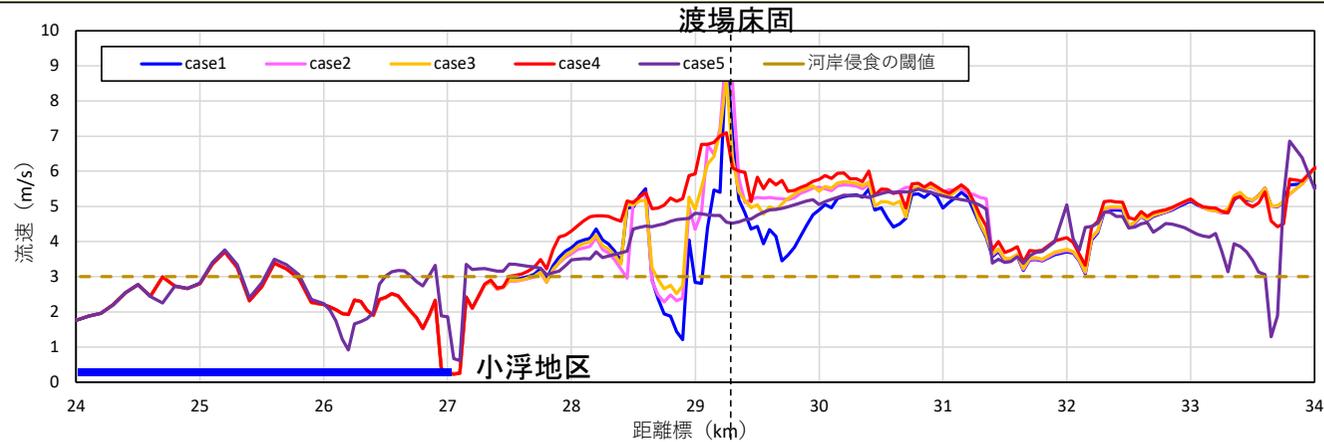
— : 低水路掘削範囲



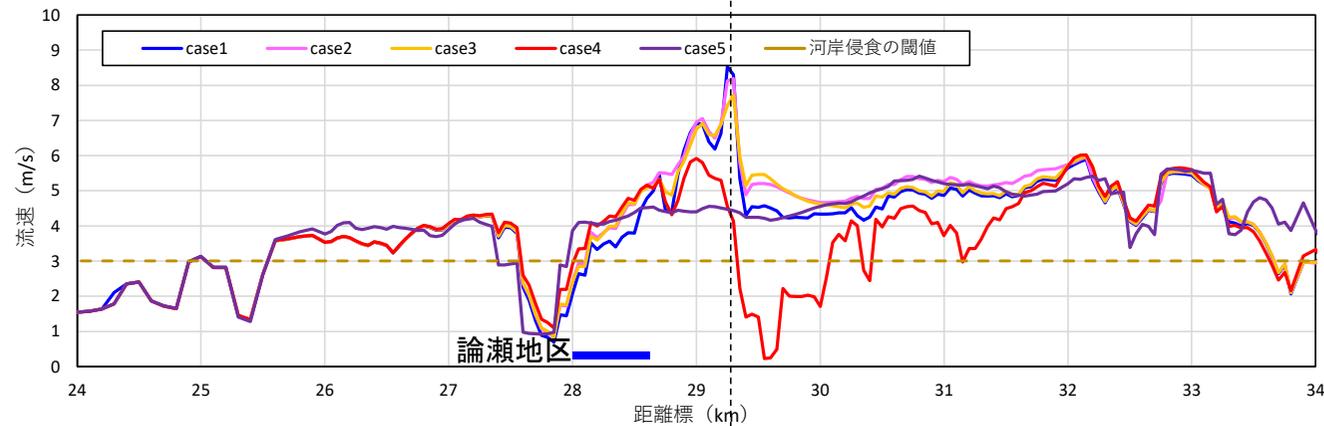
5.3 評価結果 治水安全性 GBVC法による評価 河岸際流速、水衝部への影響

- 河岸際流速、水衝部への影響を確認するため、左右岸の低水路際流速、横断平均流速を整理した。
- 右岸水衝部の小浮地区では、各ケースの流速は概ね同程度であり、有意な差はみられない。
- 左岸水衝部の論瀨地区では、Case4の流速が相対的に高い傾向がみられる。
- Case5は他のケースに比して縦断的な平均流速の差が小さい傾向がみられる。

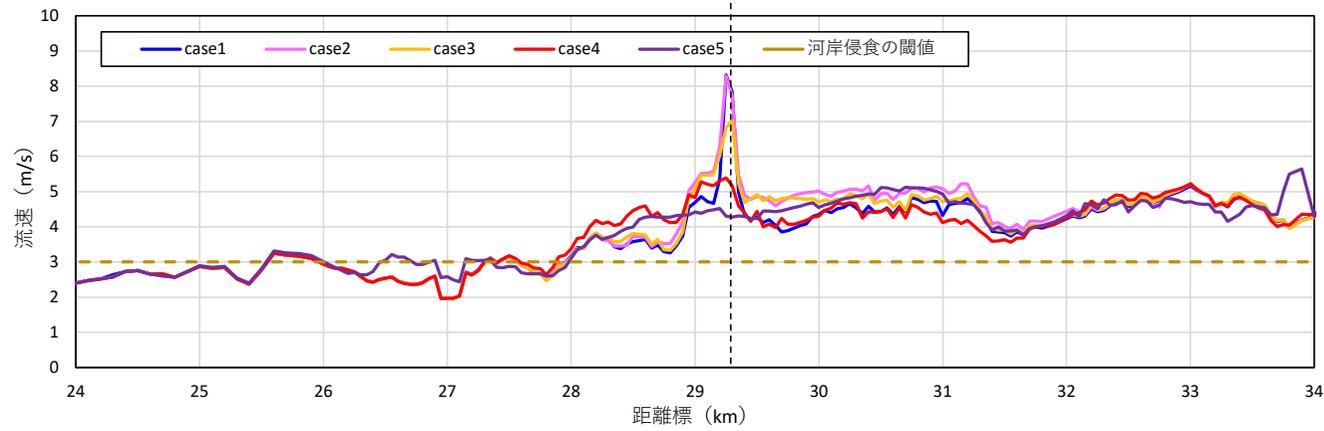
右岸際流速



左岸際流速



横断平均流速



5.3 評価結果 治水安全性のまとめ

- 河道の安定性、質的評価、量的評価の観点から治水安全性について取りまとめた。
- 床固地点で落差を有する案は、Case1の河床の安定性が高い傾向にあるが、治水安全性の観点で見ると、各項目で程度の差はあるが概ね同傾向の評価となる。
- Case5は、河道の安定性が高く、将来的な流下能力が確保可能であり、治水安全性は各ケースに比して高い結果となる。

分類	項目	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	評価基準
床固諸元	ケース名	落差3.0m案	落差2.0m案	落差1.5m案	落差なし案	落差なし案（低水路法線見直し案）	
	床固天端幅	290m	270m	255m	—	—	
	床固天端高	T. P. +12. 285m	T. P. +11. 300m	T. P. +10. 800m	—	—	
河道の安定性	河床の安定性	・床固下流：土砂量503千m ³ 増（河床上昇傾向） ・床固上流：土砂量12千m ³ 減（河床低下傾向） ※落差を有するCase1～Case3の中で最も河床の安定性が高い	・床固下流：土砂量685千m ³ 増（河床上昇傾向） ・床固上流：土砂量190千m ³ 減（河床低下傾向）	・床固下流：土砂量697千m ³ 増（河床上昇傾向） ・床固上流：土砂量197千m ³ 減（河床低下傾向）	・床固下流：土砂量627千m ³ 増（河床上昇傾向） ・床固上流：土砂量91千m ³ 減（河床低下傾向）	・床固下流：土砂量243千m ³ 増（河床上昇傾向） ・床固上流：土砂量79千m ³ 減（河床低下傾向） ※落差の無いCase4～Case5の中で最も河床の安定性が高い	○：河床が安定傾向 △：局所的に堆積・洗掘傾向が発生 ×：新たなネック部が発生
	構造物基礎への影響	△：護岸ブロックが新たに露出					○：河床が安定し構造物に影響しない △：護岸ブロックが新たに露出 ×：橋脚基礎に影響
質的評価	偏流・河岸際流速	○：偏流が生じない（床固により整流されるため）			△：論瀨地区へ向かう流れが発生	○：偏流が生じない（低水路を拡幅し流況が平滑化されたため）	○：偏流が生じない △：偏流が発生（程度小） ×：偏流が発生（程度大）
	水衝部への影響	○：大きな影響なし			△：論瀨地区水衝部の流速が相対的に高い	○：大きな影響なし	○：影響なし △：水衝部での流れが集中 ×：水衝部で高速流が発生
量的評価	将来的な流下能力	△：将来的に流下能力が不足するが、床固直下の維持掘削で解消可能				○：将来的に流下能力は不足しない	○：将来的に流下能力が不足しない △：将来的に流下能力が不足（維持掘削で対応可） ×：将来的に流下能力が不足（新たなネック部が発生）

5.3 評価結果 環境への影響

- 阿賀野川自然再生計画書では、自然再生目標としてワンド等湿地の再生、砂礫河原の再生、多様な流れの再生があげられている。
- 自然再生目標を達成するには、低水時における冠水状況の評価が重要であることから、平水流量、1/10濁水流量流下時の冠水範囲を評価指標とした。
- Case1～Case3は、現況と比較して若干の増減はあるが、概ね同程度の冠水面積となる。
- Case4～Case5は、現況より冠水面積が増加する傾向にある。

評価指標

自然再生目標

ワンド等湿地の再生

ワンド等湿地の再生の基本的な整備形状の考え方として、10年に1回の濁水時にも魚類が生息できるような水深を確保すること、水際の緩勾配部の設定として平水位以下から概ね平水位+1mまでを確保すること。

砂礫河原の再生

滞筋の固定化と高水敷の比高差の拡大による樹林化の進行に対し、砂礫河原の冠水頻度の増加・攪乱の促進が必要。

多様な流れの再生

流路の直線化を防ぐため、緩流域の形成が必要。



低水流量時の冠水状況の評価が重要

評価指標

- ✓ 平水流量流下時の冠水範囲
- ✓ 1/10濁水流量時の冠水範囲

検討条件

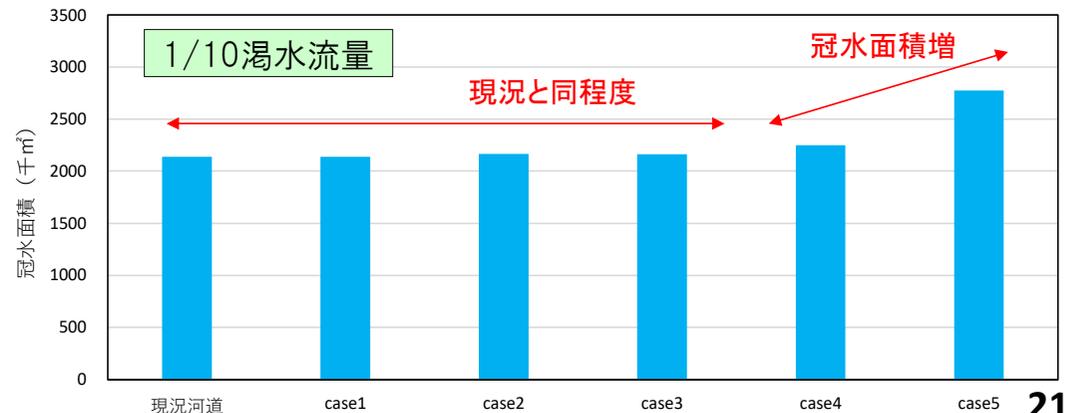
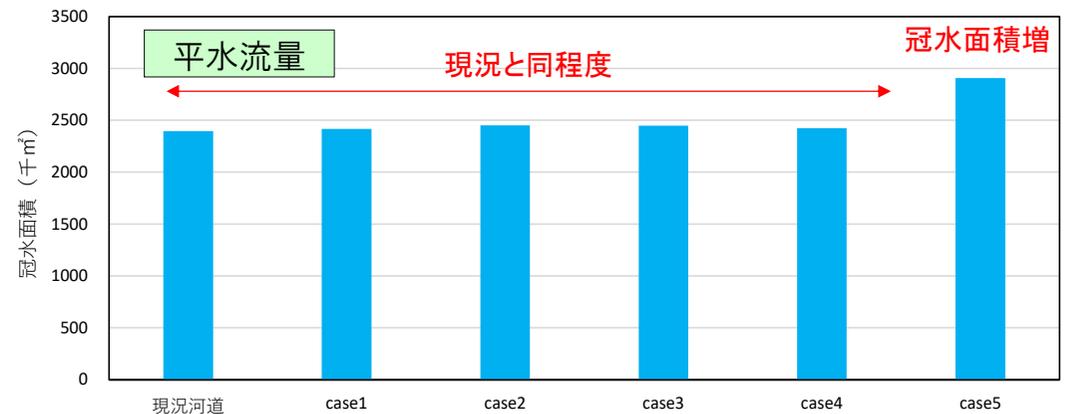
	検討条件
解析手法	GBVC法（洪水流況のみを対象）
対象区間	阿賀野川23. 2k～35. 88k区間（34～35. 88kは県区間）
対象洪水	1/10濁水流量 233m ³ /s 平水流量 141m ³ /s
河道条件	現況河道、Case1～Case5河道
粗度係数	逆算粗度係数
樹木群	樹木群透過係数により設定

検討結果一覧

面積（千㎡）

		現況河道	case1	case2	case3	case4	case5
平水 流量	冠水面積	2395	2417	2451	2447	2424	2909
	現況との差	-	22	56	53	29	515
1/10濁水 流量	冠水面積	2139	2138	2166	2161	2250	2773
	現況との差	-	-1	27	22	111	634

各ケースの冠水面積



5.3 評価結果 環境への影響

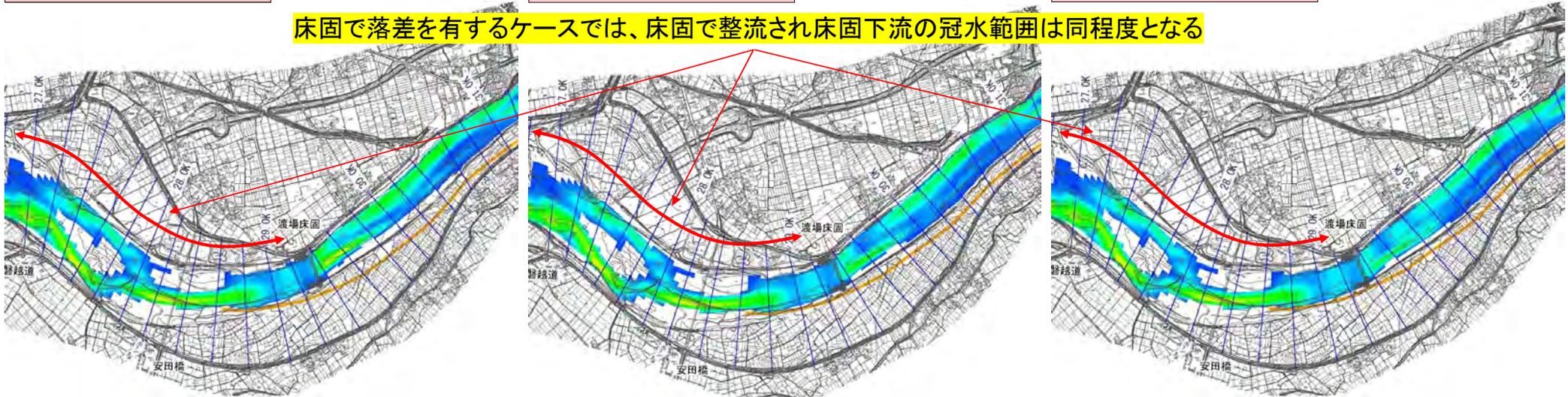
- 評価結果として、平水流量流下時の水深コンター図を示す。
- 床固地点で落差を有するCase1～Case3のケースは、床固で整流され床固下流の冠水範囲は同程度となる。
- Case5は法線形状・河床勾配の急変が少ない形状であるため、床固上下流で冠水範囲が大きく増加している。

Case1: 落差3.0m案

Case2: 落差2.0m案

Case3: 落差1.5m案

床固で落差を有するケースでは、床固で整流され床固下流の冠水範囲は同程度となる

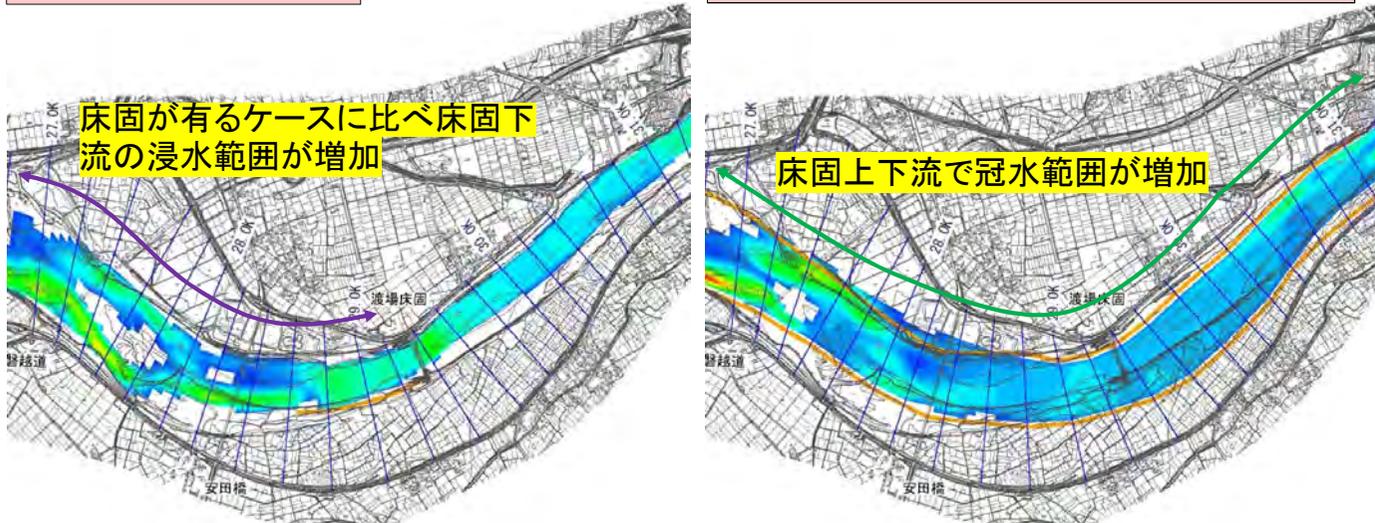


Case4: 落差なし案

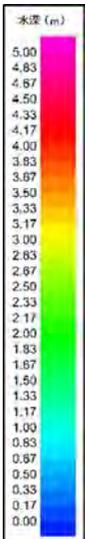
Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)

床固が有るケースに比べ床固下流の浸水範囲が増加

床固上下流で冠水範囲が増加



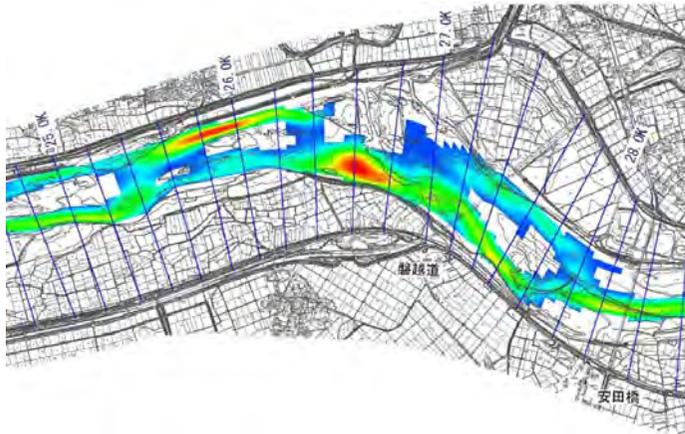
— : 低水路掘削範囲



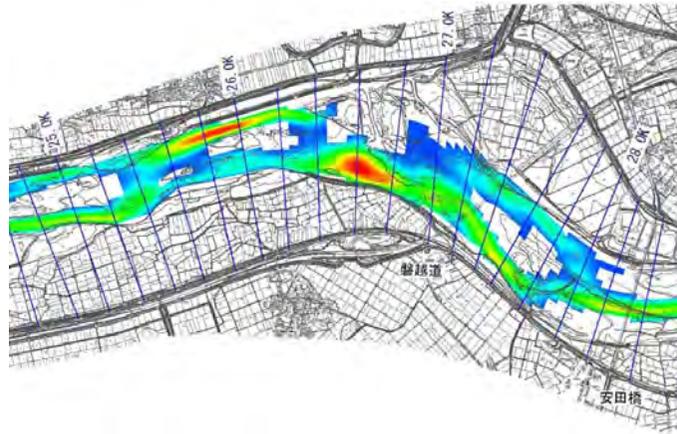
5.3 評価結果 環境への影響

- 小浮地区近傍の冠水状況を整理した。
- 論瀨地区近傍では、落差の無いCase4、Case5において冠水範囲が大きくなっているが、小浮地区近傍では各ケースで主要な差異は見られない。

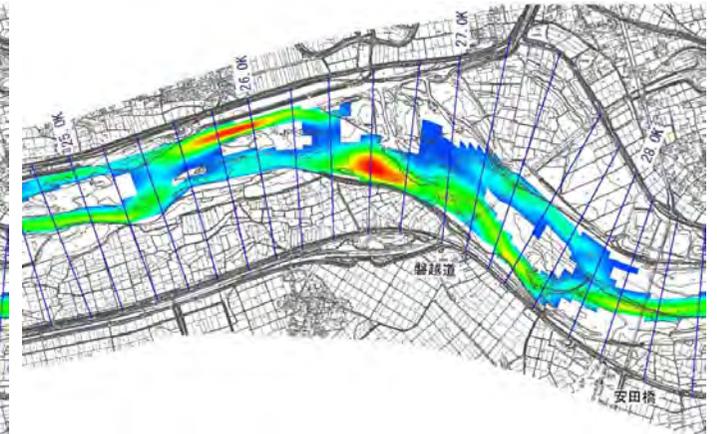
Case1: 落差3.0m案



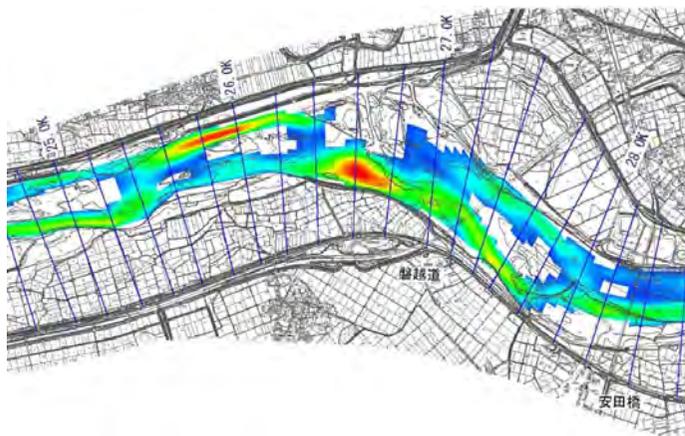
Case2: 落差2.0m案



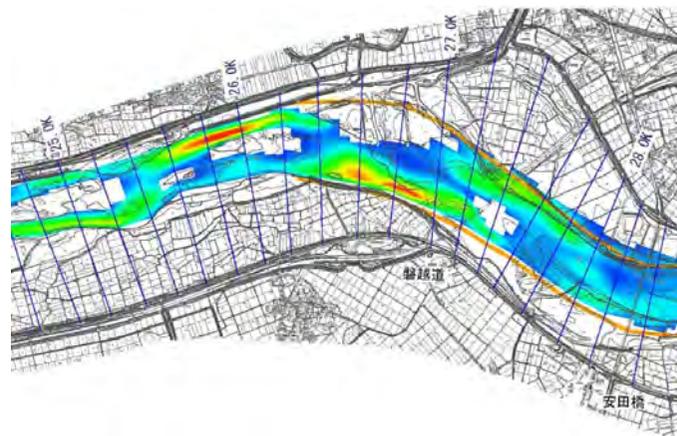
Case3: 落差1.5m案



Case4: 落差なし案



Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



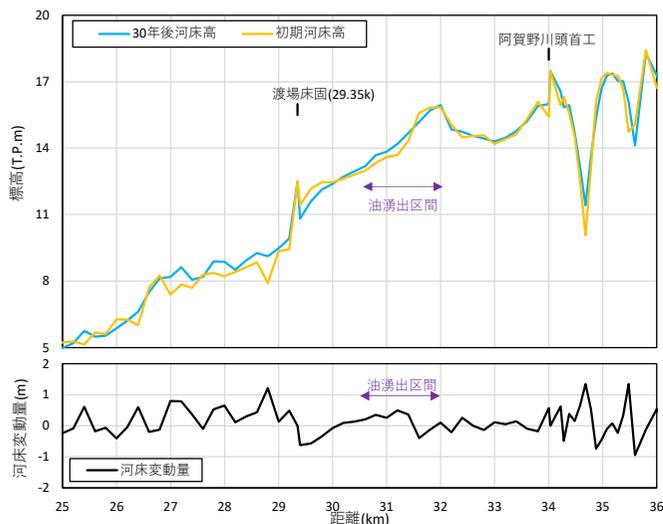
— : 低水路掘削範囲



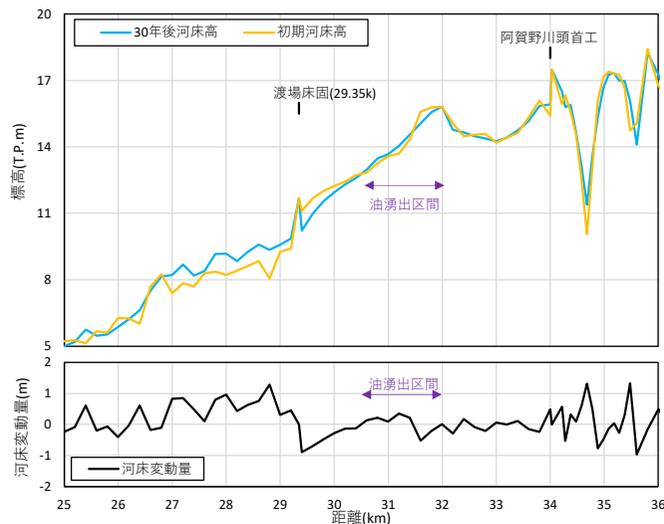
5.3 評価結果 環境への影響 油湧出の可能性(将来的な河床低下の有無)

- 既出の一次元河床変動計算結果と油湧出実績から、将来的な油湧出の可能性について整理した。
- 平成18年の油湧出では31.4kで油湧出が確認されており、既往調査では30.6k~32.0kで油徴が確認されている。
- 落差を有するCase1~Case3は、油湧出区間の河床低下量は小さい安定傾向にあり、Case1、Case2は油湧出区間における河床変動量の区間平均で見ると堆積傾向、Case3は若干の低下傾向がみられる。
- Case4は初期河床高が低いため、油湧出区間における将来的に河床は堆積傾向となる。Case5は藤戸川付近の河床低下が大きく、検討ケースの中で最も河床低下量が大きくなるため、将来的な油の湧出が懸念される。

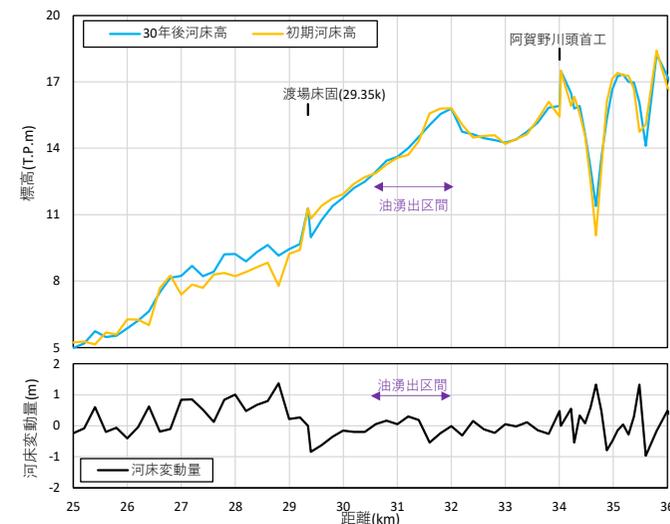
Case1: 落差3.0m案



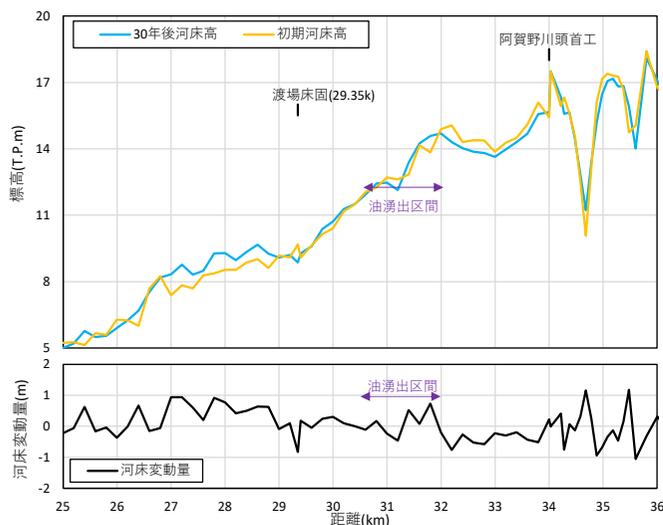
Case2: 落差2.0m案



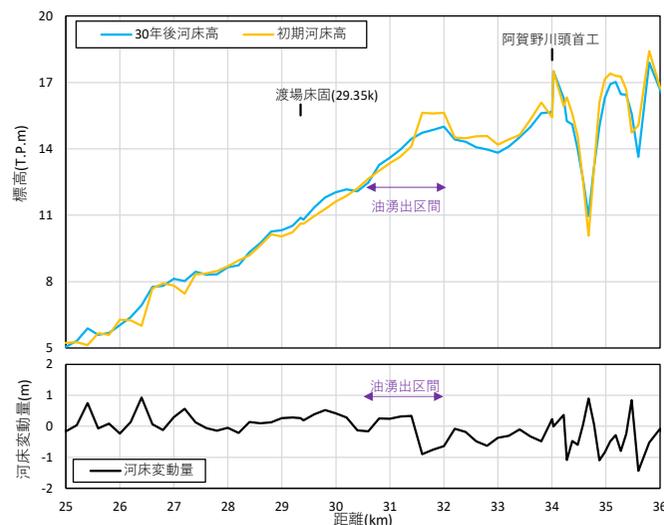
Case3: 落差1.5m案



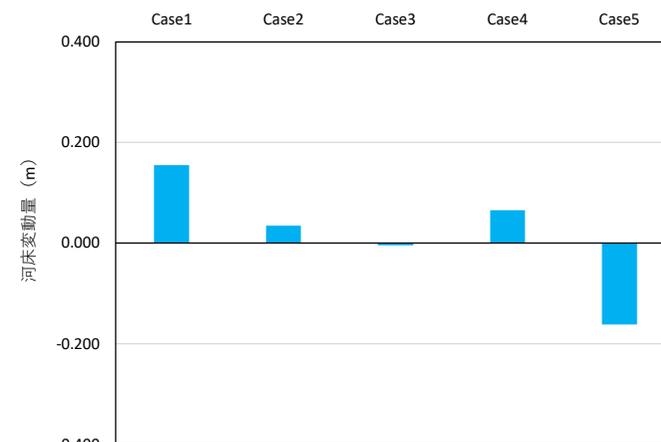
Case4: 落差なし案



Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



油湧出区間(30.6k~32.0k)の河床低下量

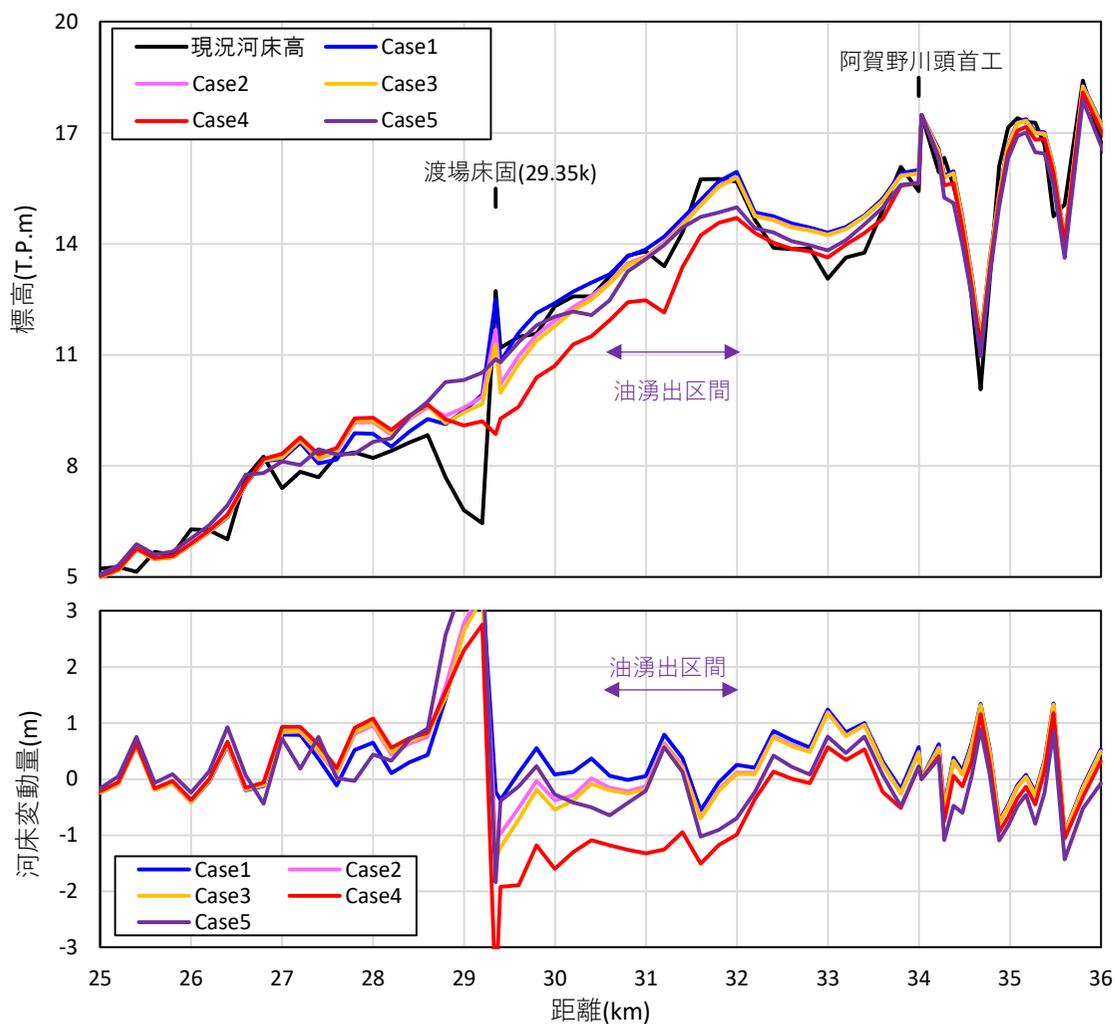


※30.6k~32.0kの河床高を平均して整理

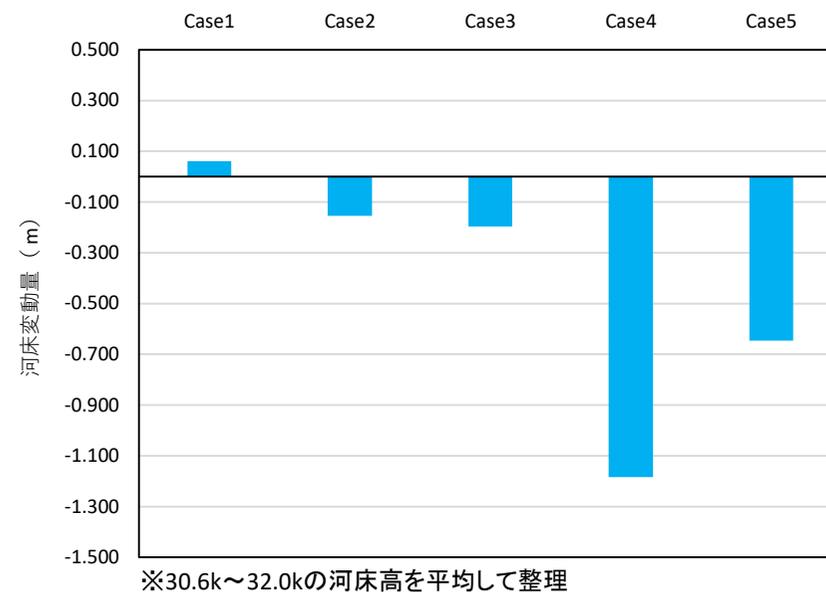
5.3 評価結果 環境への影響 油湧出の可能性(現況河床高と将来予測河床高の比較)

- 現況河床高と将来予測河床高の比較から、油湧出区間の河床変動特性を整理した。
- 落差を有するCase1～Case3は、現況河床高と縦断的な河床高が同傾向を示しており、油湧出区間における現況河床高との差が小さい傾向にある。
- 落差の無いCase4～5は、現況河床高に比して0.6～1.2m程度河床高が低い傾向にある。このため、当該区間における河床低下により将来的な油の湧出が懸念される。

油湧出区間(30.6k～32.0k)の現況河床高と将来予測河床高の比較、河床変動量



油湧出区間(30.6k～32.0k)の河床低下量 ※現況河床高との差分



5.3 評価結果 環境への影響のまとめ

- 河川環境、生物環境、周辺環境の観点から環境への影響について取りまとめた。
- 河川環境の視点で見るとCase4、Case5は低水時の冠水範囲が増大するため、河道内が攪乱されることで礫河原の再生・維持、樹林化の抑制の観点で優位となる。
- 生物環境では、床固の落差が無いCase4～Case5で魚道が不要となるため優位となる。
- 周辺環境では、原油湧出範囲で現況河床高と比較して将来的な河床が低下傾向となるCase4～Case5で、将来的な原油湧出の可能性が懸念される。

分類	項目	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	評価基準
床固諸元	ケース名	落差3.0m案	落差2.0m案	落差1.5m案	落差なし案	落差なし案（低水路法線見直し案）	
	床固天端幅	290m	270m	255m	—	—	
	床固天端高	T. P. +12.285m	T. P. +11.300m	T. P. +10.800m	—	—	
河川環境	礫河原の再生・維持	△: 低水時の冠水範囲が現況と同程度			○: 低水時の冠水範囲が現況より増大するため、礫河原の再生・維持や樹林化抑制に期待		○: 低水時の冠水範囲が現況より増大 △: 低水時の冠水範囲が現況と同等 ×: 低水時の冠水範囲が現況より減少
	樹林化の抑制						
生物環境	河川の連続性確保	△: 落差が生じるため、魚道が必要となる			○: 落差がなくなるため、魚道は不要		○: 落差なし △: 落差あり(魚道が必要)
	魚類の産卵場への影響	△: サケ、アユの産卵場付近を改修するため、魚類生息環境への影響が懸念される					○: 魚類の産卵場に影響しない △: 魚類の産卵場に影響する(ミチゲーション可) ×: 魚類の産卵場に影響する(ミチゲーション不可)
周辺環境	原油流出	○: 油湧出区間において将来的な河床高が安定傾向にある	△: 油湧出区間において将来的に現況河床高より若干の河床低下傾向がみられる		×: 油湧出区間において現況河床高より0.6m～1.2m程度の河床が低下する可能性があり、将来的な原油湧出の可能性が懸念される		○: 河床高が安定傾向のため原油湧出の可能性は低い △: 河床高が低下傾向のため将来的に原油湧出の可能性がある ×: 将来的な河床低下により原油湧出の可能性が高い

5.3 評価結果 施工性・経済性(構造規模の概略設定)

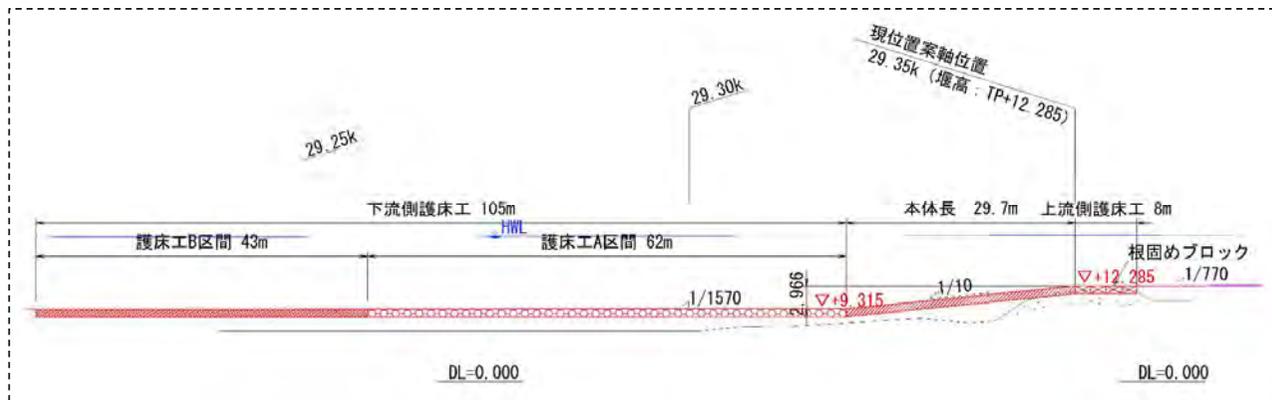
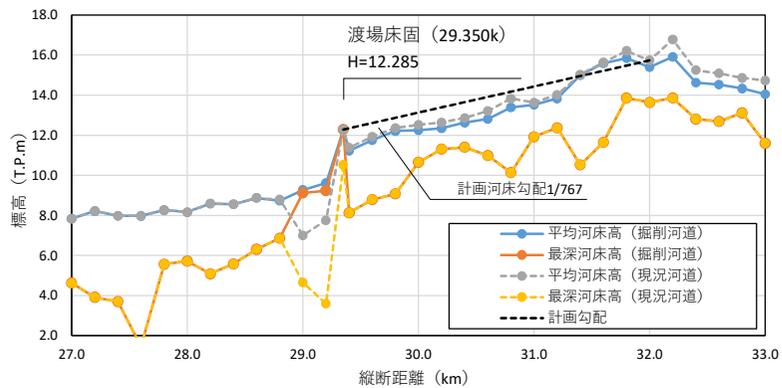
- 設定した河道形状 (Case1~Case5) について、「床止めの構造設計手引き」に準じて、構造規模を概略設定。
- 落差工形式については、準二次元不等流計算結果の水深・流速より、手引きに準じて護床工長などの諸元を設定。
- 帯工形式については、想定される最大洗掘深より、手引きに準じて護床工長などの諸元を設定。
- 各ケースの諸元設定結果を下表に示す。

分類	項目	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	備考	
基本条件	Case名	落差3.0m案	落差2.0m案	落差1.5m案	落差なし案	落差なし案(低水路法線見直し案)		
	床止め堰軸位置	29.35k						一次選定段階では現位置を想定
	構造形式	緩傾斜型構造			帯工構造			落差あり案については、ブロックを設置する緩傾斜型構造を想定 落差なし案については、既設ブロック部の洗掘防止のため帯工を設置
	設置目的	落差を処理して河床勾配を維持			洗掘の発生防止			
	床固天端幅	290m	270m	255m	203m	345m		
	床固天端高	T. P. +12.285m	T. P. +11.300m	T. P. +10.800m	T. P. +9.680m	T. P. +10.500m		
河道条件	計画流量	Q=13,000m ³ /s						諸元決定の際には Q=1000~13000m ³ /sの中 の厳しい条件で検討
	護床工延長決定流量	Q=8,000m ³ /s			—			跳水が発生する流量の中で最も大きい流量
	上流側河道勾配	i=1/767	i=1/597	i=1/536	i=1/493	i=1/586		
	下流側河道勾配	i=1/1570			i=1/1220	i=1/877		
床固工基本諸元	床止め構造	屈撓性構造(ブロック式)						
	床止め落差	2.97m	1.97m	1.47m	—			
	落差工勾配	1/10			LEVEL			
	本体長	29.7m	19.7m	14.7m	6.0m			落差工:水叩き長+天端幅 帯工:4~6mの最大値 (手引きP93)
	水叩き長	—						Randの公式より算出 (手引きP53)
	上流側護床工長	8.0m						計画高水水深以上 (手引きP61)
	下流側護床工長	105m (護床工A:62m、 護床工B:43m)	93m (護床工A:50m、 護床工B:43m)	78.0m (護床工A:35m、 護床工B:43m)	41.0m (想定される最大洗掘深より設定)			護床工A:手引きP61-64 護床工B:手引きP69 帯工:手引きP94
	取付擁壁延長	134.7m	112.7m	92.7m	不要			本体長+護床工A長 (手引きP77) 帯工構造は不要
	魚道	あり			なし			落差を有するケースは 魚道を設置

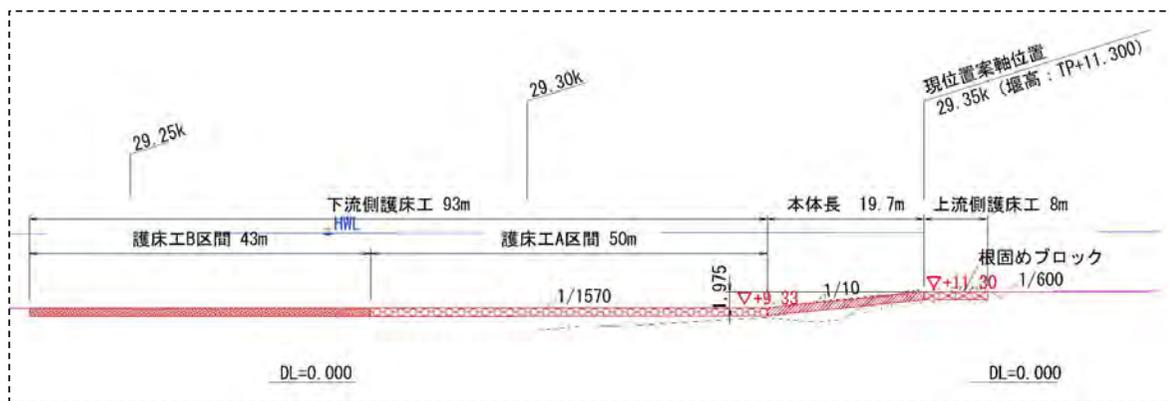
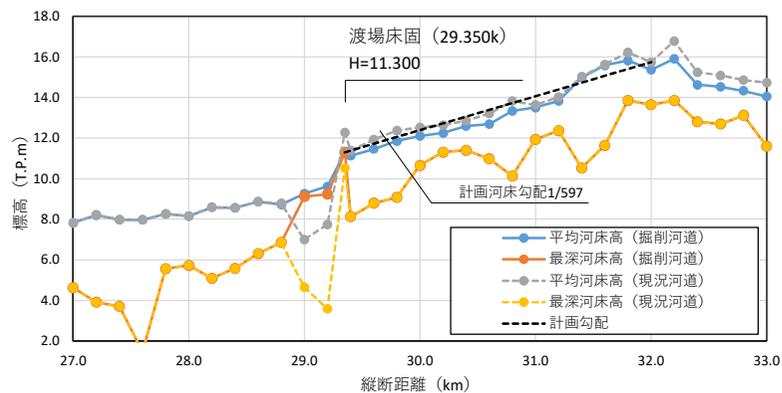
5.3 評価結果 施工性・経済性(構造規模の概略設定結果)

■ Case1~3の構造規模の概略設定結果を示す。

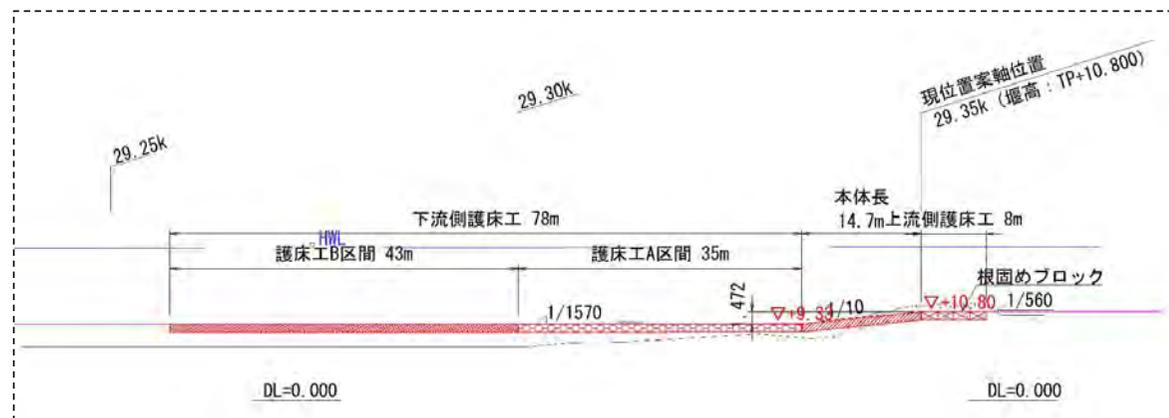
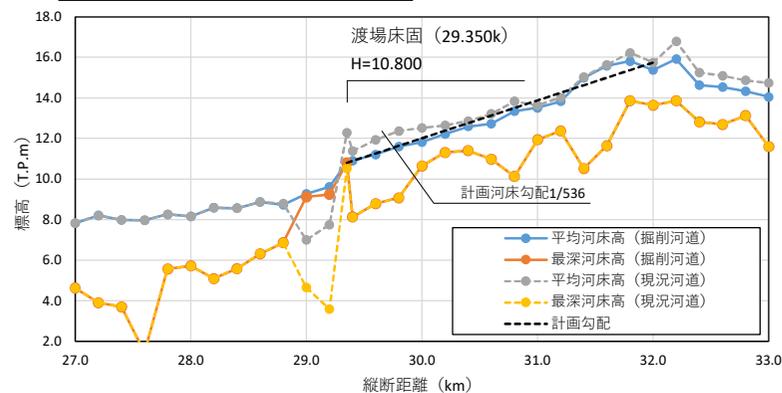
Case1: 落差3.0m案



Case2: 落差2.0m案



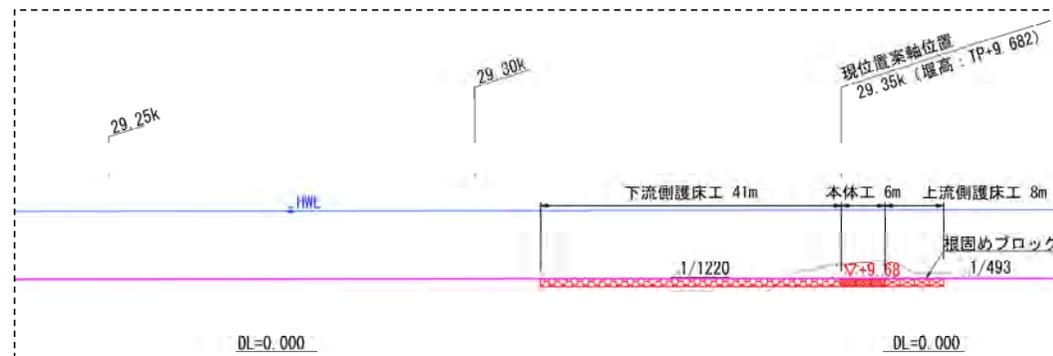
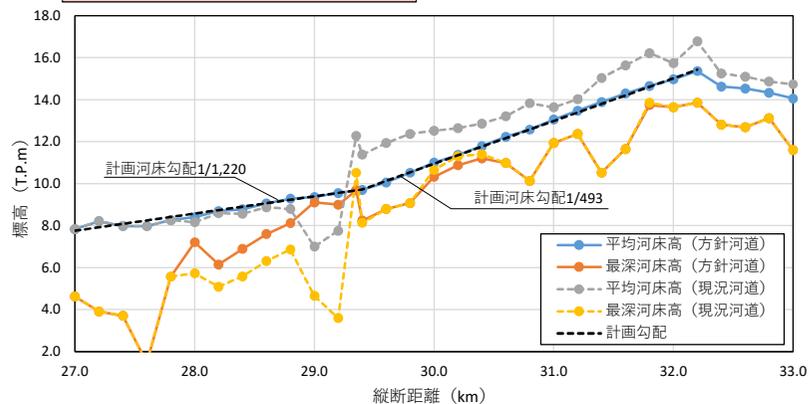
Case3: 落差1.5m案



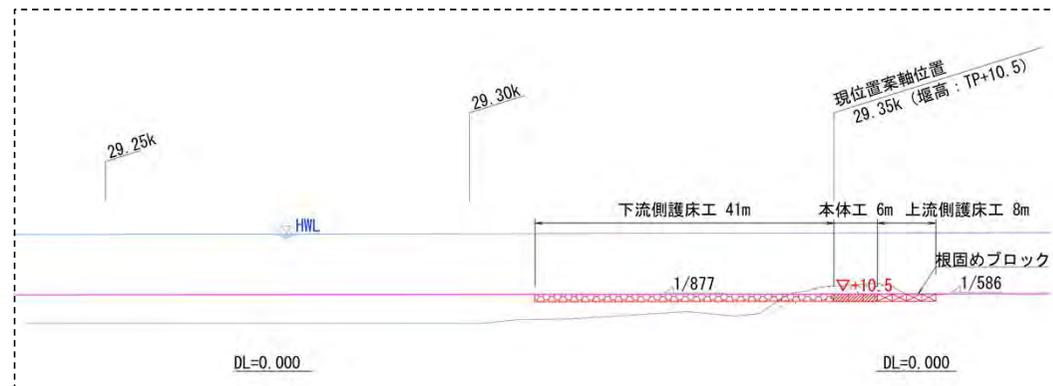
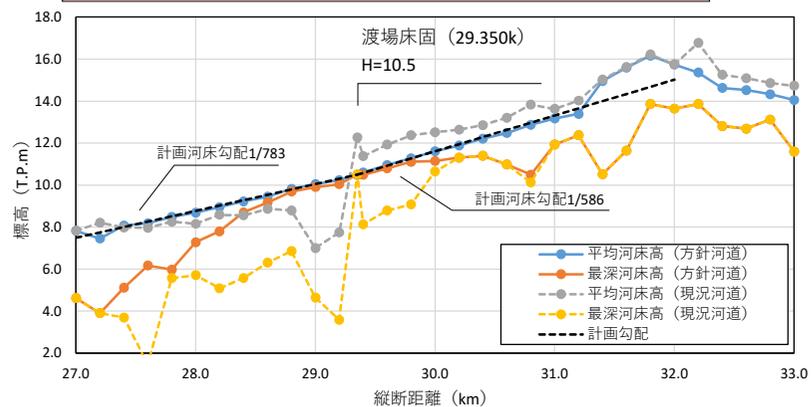
5.3 評価結果 施工性・経済性(構造規模の概略設定結果)

■ Case4~5の構造規模の概略設定結果を示す。

Case4: 落差なし案



Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)

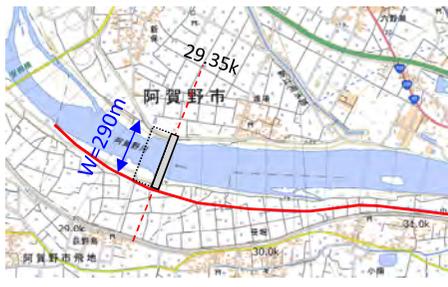
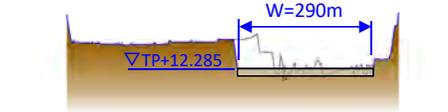
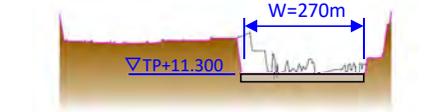
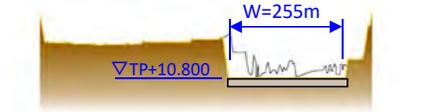
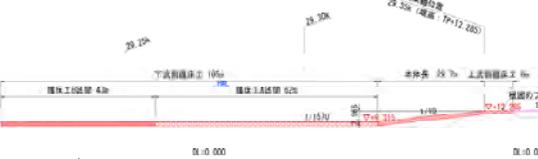
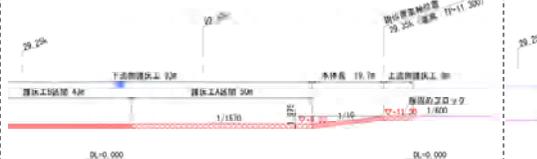


5.3 評価結果 施工性・経済性(評価)

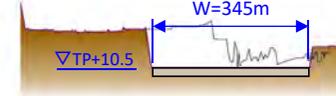
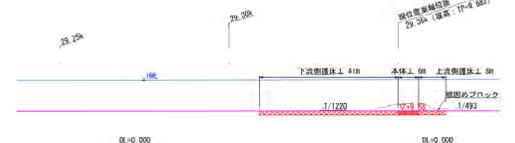
- 概略設定した構造規模より、施工性・経済性を評価した。
- 緩傾斜型構造（落差あり）と帯工構造（落差なし）を比較すると帯工構造の方が施工性、経済性は優位となり、帯工構造の中ではCase4が優位となる。
- 緩傾斜型構造の中では、より落差が小さい形式の方が構造規模が小さくなるため、Case3が施工性・経済性で最も優位となる。
- 河道全体で見ると、Case5は低水路護岸等の新設により経済性が最も劣る。

分類	項目	Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	備考
床固諸元	ケース名	落差3.0m案	落差2.0m案	落差1.5m案	落差なし案	落差なし案（低水路法線見直し案）	
	構造	緩傾斜型構造			帯工構造		
	諸元	W=290m H=TP+12.285m 落差高:3.0m 護床工延長=134.7m	W=270m H=TP+11.300m 落差高:2.0m 護床工延長=112.7m	W=255m H=TP+10.800m 落差高:1.5m 護床工延長=92.7m	W=203m(床固位置河道幅) H=TP+9.682m 護床工延長=55m	W=345m(床固位置河道幅) H=TP+10.5m 護床工延長=55m	
主要項目の概算数量	整備計画河道掘削土量(千m ³)	掘削:1,778千m ³ 盛土:0m ³	掘削:1,717千m ³ 盛土:0m ³	掘削:1,699千m ³ 盛土:0m ³	掘削:1,753千m ³ 盛土:288千m ³	掘削:3,218千m ³ 盛土:3,114千m ³	
	護床ブロック(m ²)	39,063m ²	30,429m ²	23,639m ²	11,165m ²	18,975m ²	
施工性の評価	構造規模	△:帯工構造と比べると構造規模が大きくなる △:緩傾斜型構造の中でも落差が最も大きく、構造規模が最も大きくなるため、工程面で不利となる	△:帯工構造と比べると構造規模が大きくなる ○:緩傾斜型構造の中では、構造規模が、比較的小さく、工程面ではCase1より優位となる	△:帯工構造と比べると構造規模が大きくなる ○:緩傾斜型構造の中では、構造規模が、最も小さく、工程面では優位となる	○:緩傾斜型構造と比べると構造規模が小さくなる ○:帯工構造の中でも構造規模が小さくなり、工程面で有利	○:緩傾斜型構造と比べると構造規模が小さくなる △:河道幅が広いいため、帯工構造の中でも構造規模が大きくなり、工程面で不利	
	切回し水路	△:現況低水路法線を踏襲するため、切回し水路の施工は困難				○:法線見直しによって、切回し水路を先行整備できれば、施工性は最も優れる	
経済性の評価	構造規模	△:帯工構造と比べると構造規模が大きくなる △:緩傾斜型構造の中でも、落差高が最も大きいため、構造規模が最も大きくなり、経済性に劣る	△:帯工構造と比べると構造規模が大きくなる ○:緩傾斜型構造の中でも、構造規模が比較的小さくなるため、経済性に優れる	△:帯工構造と比べると構造規模が大きくなる ○:直壁型構造の中でも、落差高が小さく、構造規模が小さくなるため、経済性に優れる	○:緩傾斜型構造と比べると構造規模が小さくなる ○:帯工構造の中でも構造規模が小さいため、経済性に優れる	○:緩傾斜型構造と比べると構造規模が小さくなる △:帯工構造の中でも、河道幅が広いいため、構造規模が最も大きくなるため、経済性に劣る	
	掘削土砂量	○:掘削土量は最も少なくなる	○:掘削土量は比較的小さくなる		△:掘削土量が多くなるため、経済性に劣る	△:掘削土量が最も多くなるため、経済性に劣る	
	埋戻し土砂量	○:下流側の河床高は現況高さを踏襲するため、河床高を高くするための土砂は必要ない			○:下流側の河床高を高くする必要があるため、必要土砂量は少ない	△:下流側の河床高を高くする必要があり、必要な土砂量は最も多い。洗掘の発生が防止可能な埋戻し土砂材の手配が課題となる	※床固直下流の既設深掘れは全ケースで埋戻しの必要あり
	低水護岸の改修	△:低水路の左岸側を拡幅するため、左岸側の低水護岸の改修が必要			○:現況低水路法線を踏襲するため、低水護岸の撤去新設範囲は最小限となる	△:低水路法線見直しによって、河道全体の低水護岸の撤去新設が必要になり、河道全体としての事業費は検討ケースの中でも最も高くなる	
	社会的影響(高水敷利用)	△:低水路左岸側を拡幅するため、左岸高水敷の農地利用に一部影響がある			○:現況低水路法線を踏襲するため、高水敷利用への影響はない	△:低水路法線を大幅に見直すため、左岸高水敷の農地、安田橋上流右岸の運動場など高水敷利用への影響は最も大きい	

5.3 評価結果 総合評価(Case1~3)

ケース		Case1 落差3.0m案(現況天端高相当)	Case2 落差2.0m案(構造設計手引きの閾値)	Case3 落差1.5m案(構造設計手引きの一般値)	
基本諸元	諸元・評価項目				
	床固天端高 H	12.285m	11.300m	10.800m	
	床固天端幅 W	290m	270m	255m	
	床固軸位置	現位置(29.35k)	現位置(29.35k)	現位置(29.35k)	
構造形式		落差工(緩傾斜型構造)	落差工(緩傾斜型構造)	落差工(緩傾斜型構造)	
構造概要	平面図				
	横断面図(29.35k地点)				
	縦断面図				
	特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・現況床固天端高を基本とし、床固下流を現況状態(深掘埋戻し)として、床固縦断形状を設定(設定の結果、落差は3.0m程度となる) ・計画高水流量が流下可能となるよう高水敷を掘削し低水拡幅した河道を設定 ・落差を処理するため落差工を設置し、下流に護床工を設置 ・落差高H=3.0m程度、緩傾斜型構造を想定 	<ul style="list-style-type: none"> ・床固下流を現況状態(深掘埋戻し)として、床固構造設計手引きで落差の閾値となっている落差2.0m程度となる床固天端高を設定 ・計画高水流量が流下可能となるよう高水敷を掘削し低水拡幅した河道を設定 ・落差を処理するため落差工を設置し、下流に護床工を設置 ・落差高H=2.0m程度、緩傾斜型構造を想定 	<ul style="list-style-type: none"> ・床固下流を現況状態(深掘埋戻し)として、床固構造設計手引きで落差の一般値となっている落差1.5m程度となる床固天端高を設定 ・計画高水流量が流下可能となるよう高水敷を掘削し低水拡幅した河道を設定 ・落差を処理するため落差工を設置し、下流に護床工を設置 ・落差高H=1.5m程度、緩傾斜型構造を想定 	
治水安全性	河道の安定性(縦断形)	河床の安定性	<ul style="list-style-type: none"> ・床固下流で河床上昇 ・床固上流で河床低下 ※落差を有する案の中で最も安定性が高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・床固下流で河床上昇 ・床固上流で河床低下 	<ul style="list-style-type: none"> ・床固下流で河床上昇 ・床固上流で河床低下
	質的評価(平面形)	構造物基礎への影響	・護岸ブロックが新たに露出	・護岸ブロックが新たに露出	・護岸ブロックが新たに露出
		偏流・河岸際流速	・床固で整流され偏流はみられない	・床固で整流され偏流はみられない	・床固で整流され偏流はみられない
	量的評価(流下能力)	水衝部への影響	・大きな影響なし	・大きな影響なし	・大きな影響なし
将来的な流下能力		・将来的に流下能力が不足	・将来的に流下能力が不足	・将来的に流下能力が不足	
環境への影響	河川環境	砂礫河原の再生・維持	・低水時の冠水範囲が現況と同程度のため、冠水範囲の変化による影響は小さい	・低水時の冠水範囲が現況と同程度のため、冠水範囲の変化による影響は小さい	・低水時の冠水範囲が現況と同程度のため、冠水範囲の変化による影響は小さい
	生物環境	樹林化の抑制	・落差が生じるため、魚道が必要となる	・落差が生じるため、魚道が必要となる	・落差が生じるため、魚道が必要となる
		河川の連続性の確保	・産卵場付近の改修のため魚類生息環境への影響が懸念	・産卵場付近の改修のため魚類生息環境への影響が懸念	・産卵場付近の改修のため魚類生息環境への影響が懸念
	周辺環境	魚類の産卵場への影響	・原油湧出区間の河床高は安定傾向	・若干の河床低下傾向がみられる	・若干の河床低下傾向がみられる
施工性	原油流出	・帯工構造と比べると構造規模が大きくなる	・帯工構造と比べると構造規模が大きくなる	・帯工構造と比べると構造規模が大きくなる	
	緩傾斜型構造	・緩傾斜型構造の中では、落差が最も大きく、構造規模が最も大きくなるため、工程面で不利となる	・緩傾斜型構造の中では、構造規模が、比較的小さく、工程面ではCase1より優位となる。	・緩傾斜型構造の中では、構造規模が、最も小さく、工程面では優位となる。	
経済性	工事費	・落差工を設置するため帯工構造よりも工事費は大きくなる	・落差工を設置するため帯工構造よりも工事費は大きくなる	・落差工を設置するため帯工構造よりも工事費は大きくなる	
		掘削土砂量: 1,778 km ³ と掘削土砂量は比較的小さい	掘削土砂量: 1,717 km ³ と掘削土砂量は比較的小さい	掘削土砂量: 1,699 km ³ と掘削土砂量は比較的小さい	
	維持管理費	・緩傾斜型の中でも落差が大きくなり、最も規模が大きい	・緩傾斜型の中でも落差が小さく、工事費は比較的小さい	・緩傾斜型の中でも落差が最も小さく、工事費は小さい	
・低水路左岸側拡幅により、高水敷農地利用に影響がある	・低水路左岸側拡幅により、高水敷農地利用に影響がある	・低水路左岸側拡幅により、高水敷農地利用に影響がある			
・堆積土砂量は他ケースに対し相対的に大きい	・堆積土砂量は他ケースに対し相対的に大きい	・堆積土砂量は他ケースに対し相対的に大きい			
・取付擁壁、魚道などの構造物が設置されるため、点検・維持管理にコストが生じる	・取付擁壁、魚道などの構造物が設置されるため、点検・維持管理にコストが生じる	・取付擁壁、魚道などの構造物が設置されるため、点検・維持管理にコストが生じる			
・護床工延長が長い場合、Case2,3より維持管理費は高い	・護床工延長が短く、Case1より維持管理費は低い	・護床工延長が短く、Case1より維持管理費は低い			

5.3 評価結果 総合評価(Case4~5)

諸元・評価項目		ケース	Case4 落差なし案(現況低水路法線)	Case5 落差なし案(低水路法線見直し案)
基本諸元	天端高 H		9.68m	10.500m
	天端幅 W		203m	345m
	軸位置		現位置(29.35k)	現位置(29.35k)
	構造形式		帯工(屈とう性構造)	帯工(屈とう性構造)
構造概要	平面図			
	横断面図(29.35k地点)			
	縦断面図			
	特徴		<ul style="list-style-type: none"> ・現況の低水路法線形状を踏襲し、河積が不足する箇所において低水路を拡幅 ・縦断形状は、動的平衡河床を用いて計画勾配・計画河床高を設定 ・洗掘防止対策として帯工(護床工)を設置 	<ul style="list-style-type: none"> ・平面形状は、水衝部の緩和を目的に平面形状を見直し ・縦断形状は、床固地点の河床勾配変化の緩和を目的に、計画高水流量を流下可能な計画河床勾配、計画河床高を設定 ・洗掘防止対策として帯工(護床工)を設置
治水安全性	河川の安定性(縦断形)	河床の安定性	<ul style="list-style-type: none"> ・床固下流で河床上昇 ・床固上流で河床低下 	<ul style="list-style-type: none"> ・床固下流で河床上昇 ・床固上流で河床低下 ※落差の無い案の中で最も安定性が高い
		構造物基礎への影響	・護岸ブロックが新たに露出	・護岸ブロックが新たに露出
	質的評価(平面形)	偏流・河岸際流速	・論瀬地区へ向かう流れが発生	・低水路の拡幅で流れが平滑化され偏流はみられない
		水衝部への影響	・論瀬地区の流速が相対的に大きい	・大きな影響なし
量的評価(流下能力)	将来的な流下能力	・将来的に流下能力が不足	・将来的に流下能力は不足しない	
環境への影響	河川環境	砂礫河原の再生・維持	・低水時の冠水範囲が現況より広がるため、礫河原の再生・維持や樹林化抑制に効果が期待	・低水時の冠水範囲が現況より広がるため、礫河原の再生・維持や樹林化抑制に効果が期待
		樹林化の抑制	・落差がなくなるため、魚道は不要	・落差がなくなるため、魚道は不要
	生物環境	河川の連続性の確保	・産卵場付近の改修のため魚類生息環境への影響が懸念	・産卵場付近の改修のため魚類生息環境への影響が懸念
		魚類の産卵場への影響	・将来的な河床高が現況河床より低下するため原油流出が懸念	・将来的な河床高が現況河床より低下するため原油流出が懸念
周辺環境	原油流出	・将来的な河床高が現況河床より低下するため原油流出が懸念	・将来的な河床高が現況河床より低下するため原油流出が懸念	
施工性		<ul style="list-style-type: none"> ・緩傾斜型構造と比べると構造規模が小さくなる ・帯工構造の中でも構造規模が小さくなり、工程面で有利 	<ul style="list-style-type: none"> ・床固の構造規模はCase4よりも大きくなり、工程面で不利 ・法線見直しによって、切回し水路を先行整備できれば、床固本体の施工性は最も優れる 	
経済性	工事費	<ul style="list-style-type: none"> ・緩傾斜型構造と比べると、規模が小さい ・掘削土砂量: 1,753千m³と掘削土砂量は比較的多い ・帯工構造の中でも構造規模が比較的小さくなる ・現況低水路法線を踏襲するため、高水敷利用への影響はない 	<ul style="list-style-type: none"> ・床固本体の構造規模はCase4よりも大きくなる ・掘削土砂量: 3,218千m³と掘削土砂量は最も多い ・下流側の河床高を高くする必要があり、埋戻し土砂量が多い。洗掘の発生が防止可能な埋戻し土砂材の手配が課題 ・低水路法線見直しによって、低水護岸の撤去・新設が必要になり、河道全体としての事業費は検討ケースの中でも最も高くなる ・低水路法線の見直しによって、高水敷利用への影響は最も大きい 	
	維持管理費	<ul style="list-style-type: none"> ・堆積土砂量は他ケースに対し相対的に大きい ・河床低下が懸念されるため、護岸等既設構造物の維持管理が必要 ・屈とう性構造のブロックのみとなるため、構造物の維持管理、点検にかかるコストは小さい 	<ul style="list-style-type: none"> ・堆積土砂量は他ケースに対し相対的に小さい ・河床低下が懸念されるため、護岸等既設構造物の維持管理が必要 ・屈とう性構造のブロックのみとなるため、構造物の維持管理、点検にかかるコストは小さい 	

今後のスケジュール

目次

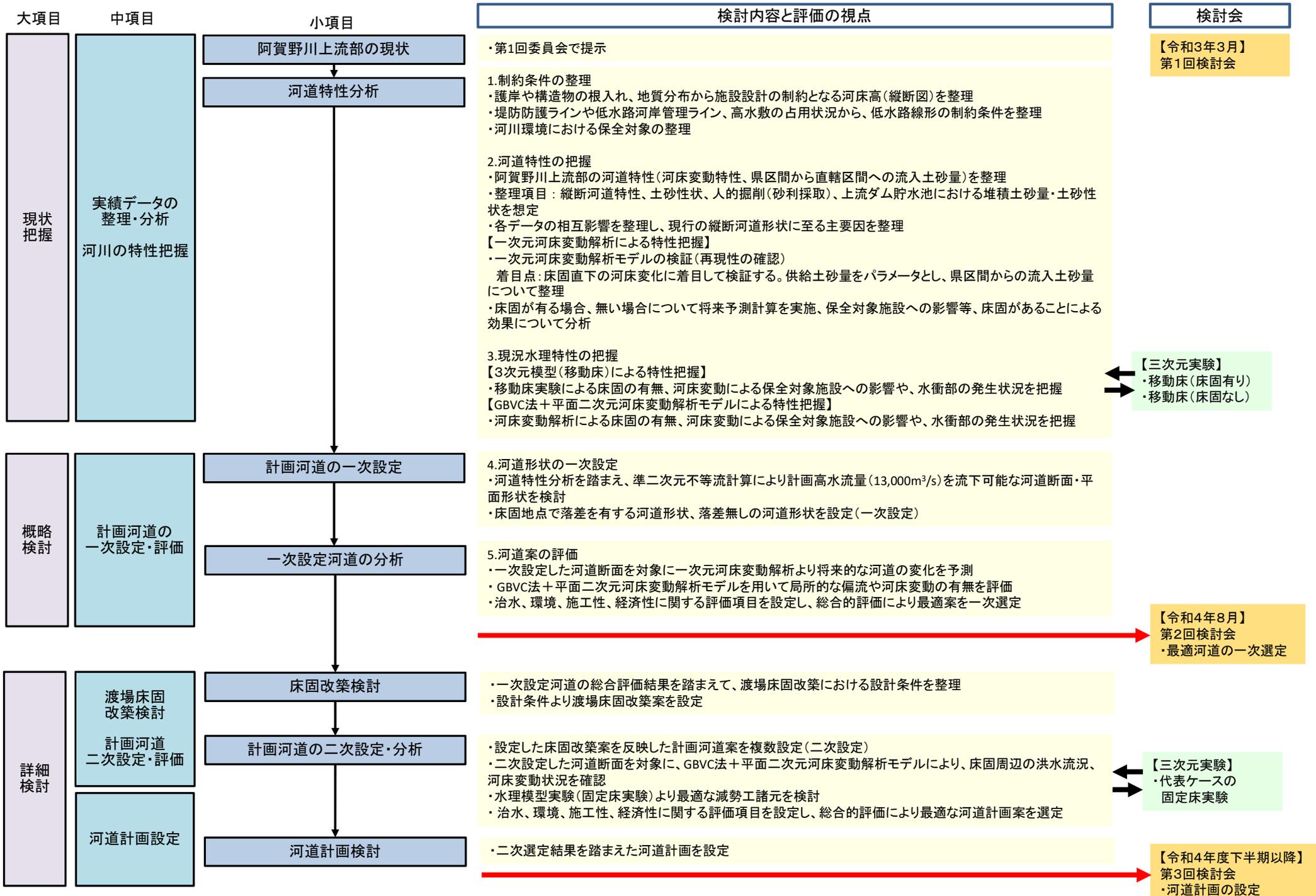
6.1 今後のスケジュール

1

令和4年8月

北陸地方整備局 阿賀野川河川事務所

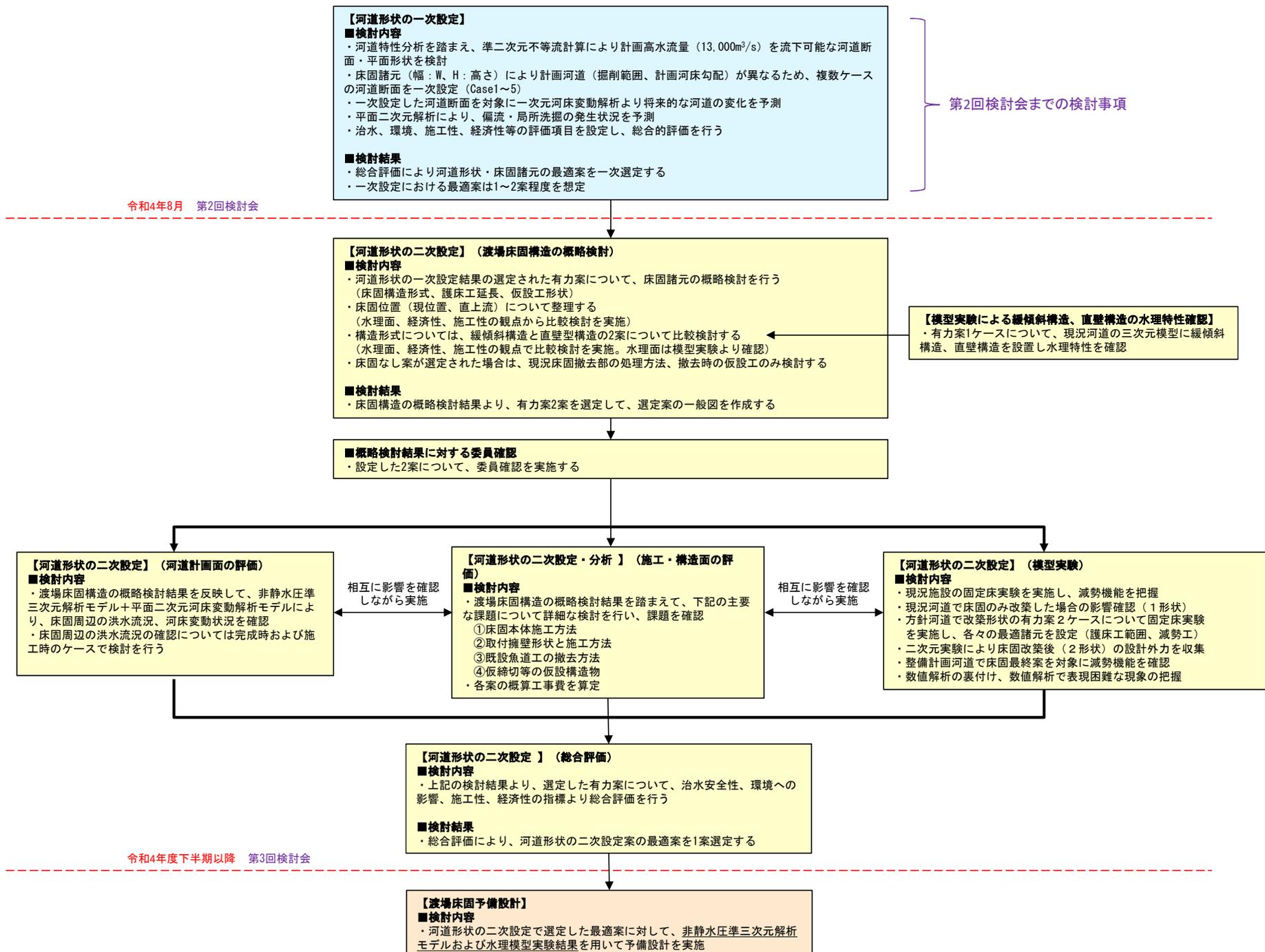
6.1 今後のスケジュール



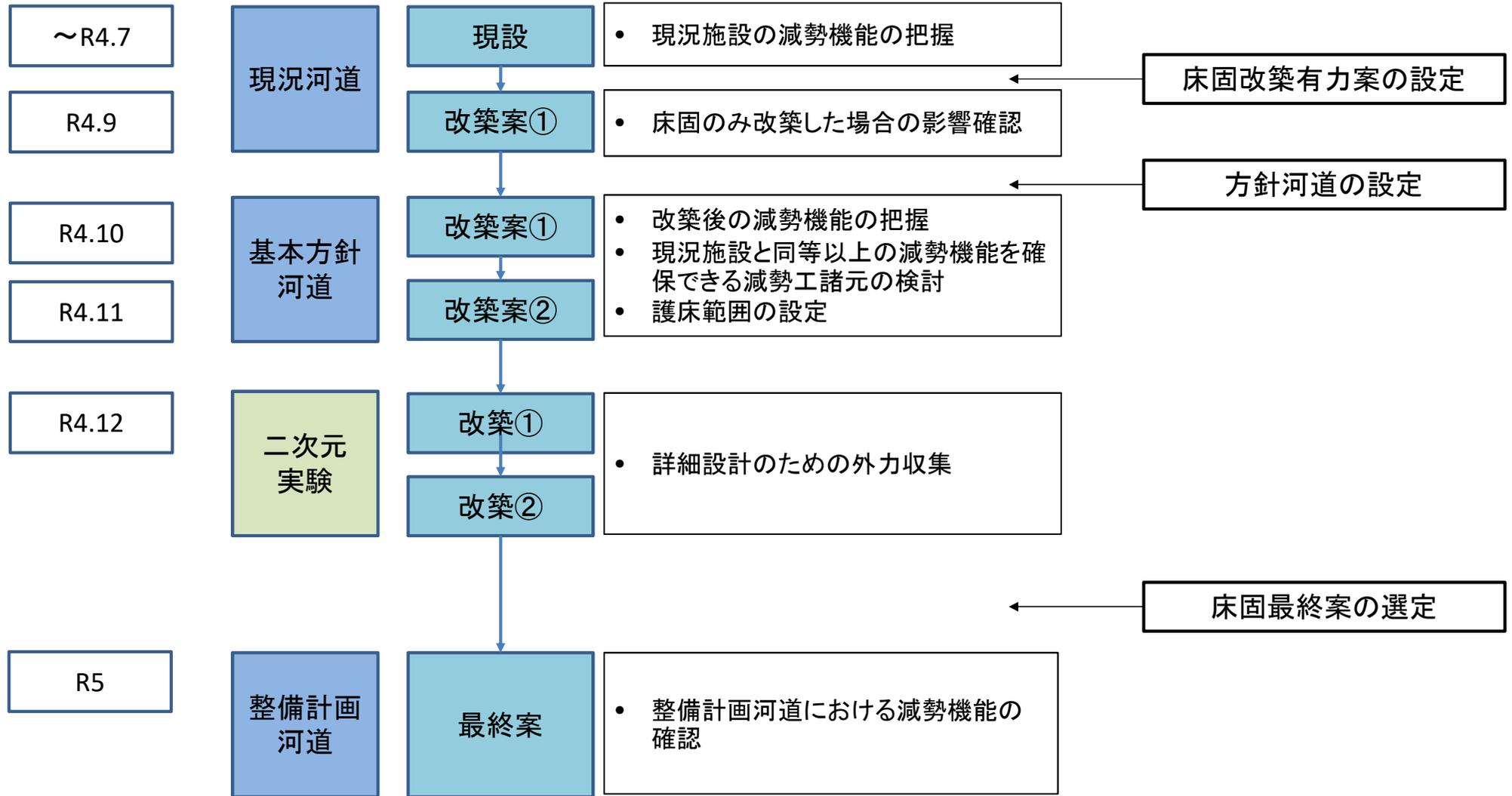
【三次元実験】
 ・移動床(床固有り)
 ・移動床(床固なし)

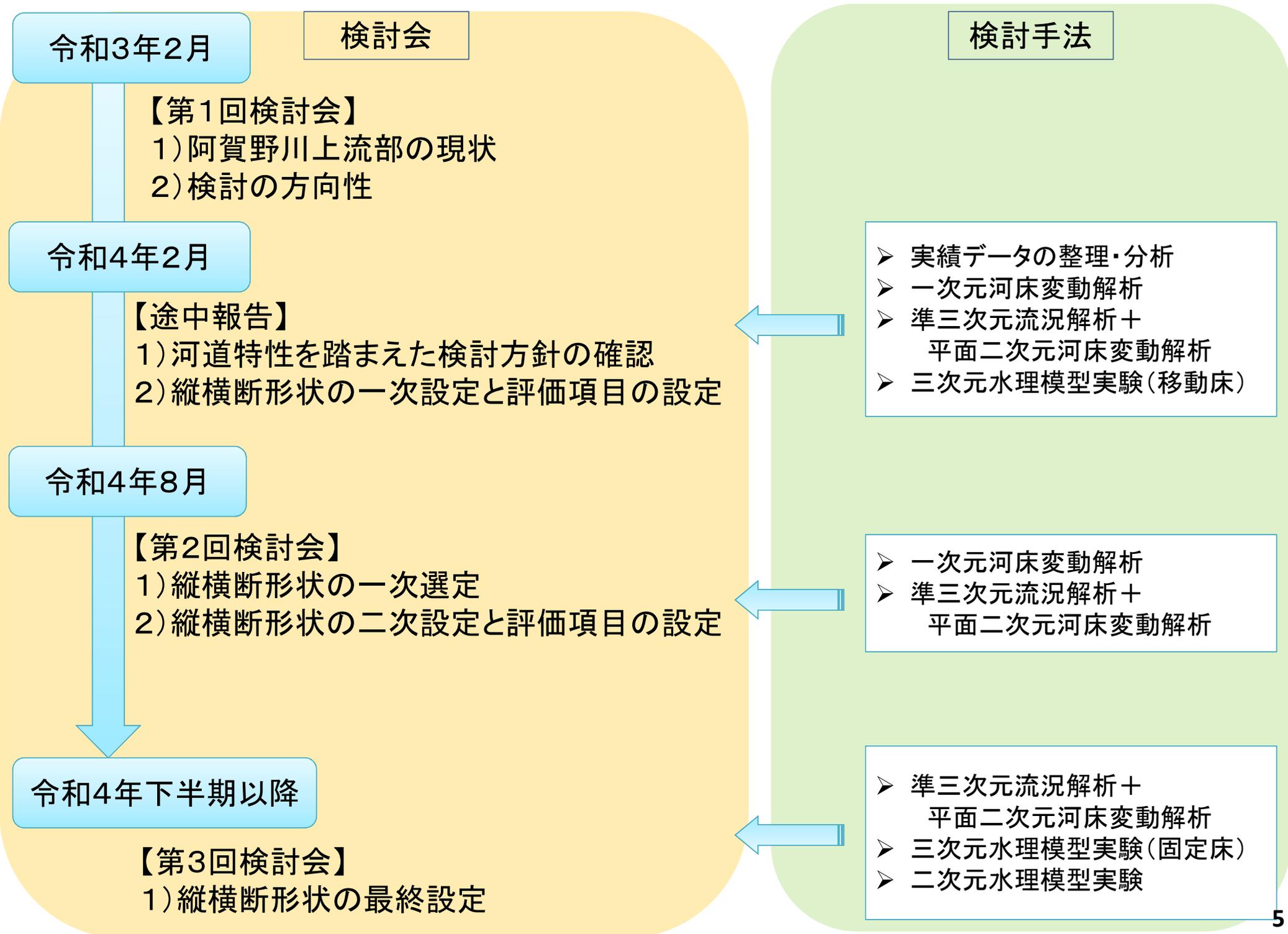
【三次元実験】
 ・代表ケースの
 固定床実験

6.1 河道形状の二次設定 検討フローと評価項目



三次元実験と二次元実験のスケジュール(ともに固定床実験)





第2回 阿賀野川上流部河道計画検討会

参考資料

目次

渡場床固周辺の条件	1
渡場床固構造の変遷	10
近年の大規模出水、現況流下能力	18
既定計画	23
構造物の設置状況	30
一次元河床変動解析	41
GBVC法＋平面二次元河床変動解析	45
河道形状の一次設定	50

令和4年8月

北陸地方整備局 阿賀野川河川事務所

渡場床固周辺の条件

施設位置

- 渡場床固は阿賀野川29.35kに位置し、昭和32年に設置された施設であり、低水路を横断する床固工である。
- 設置位置の川幅は750mであり、右岸側は堤防護岸、左岸側は約400mにわたり高水敷が広がり、低水路は右岸に寄っている。

位置図

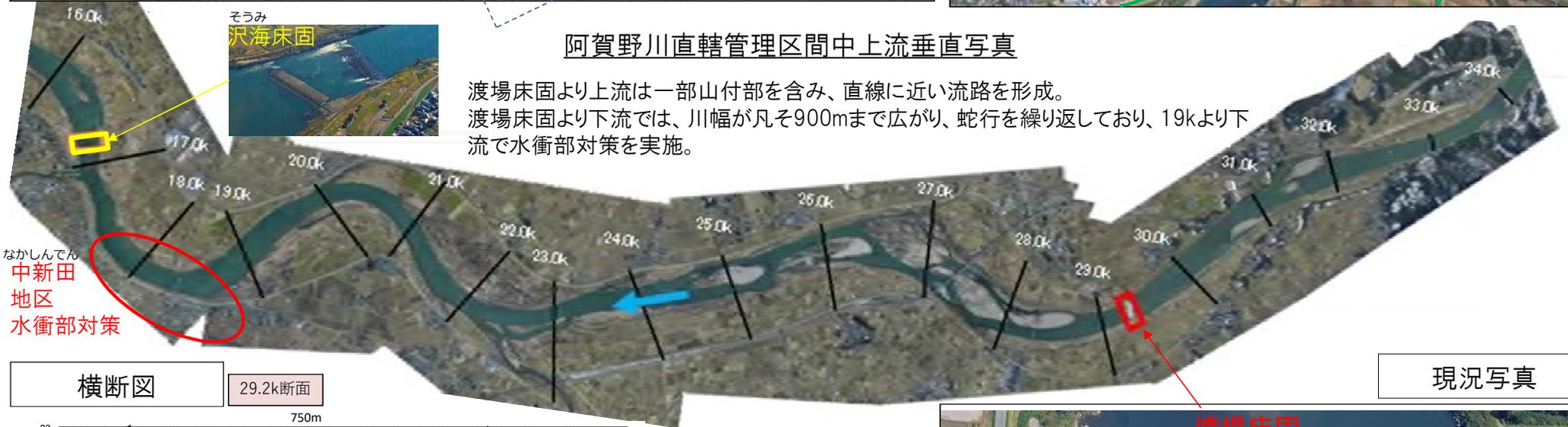


斜め写真



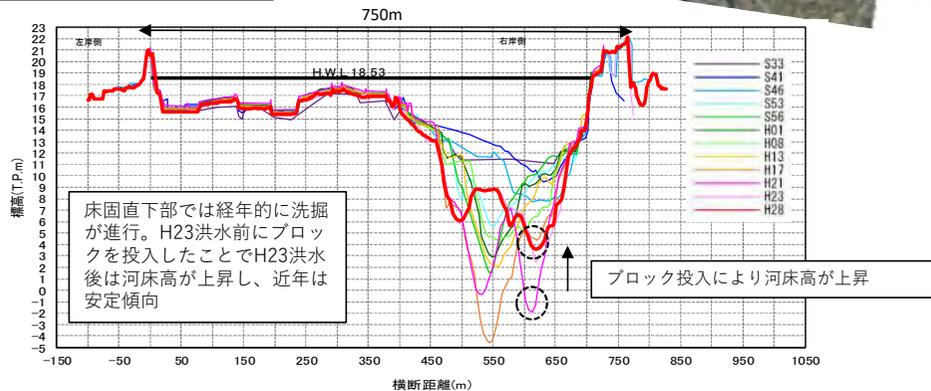
阿賀野川直轄管理区間中上流垂直写真

渡場床固より上流は一部山付部を含み、直線に近い流路を形成。
 渡場床固より下流では、川幅が凡そ900mまで広がり、蛇行を繰り返しており、19kより下流で水衝部対策を実施。



横断図

29.2k断面



現況写真



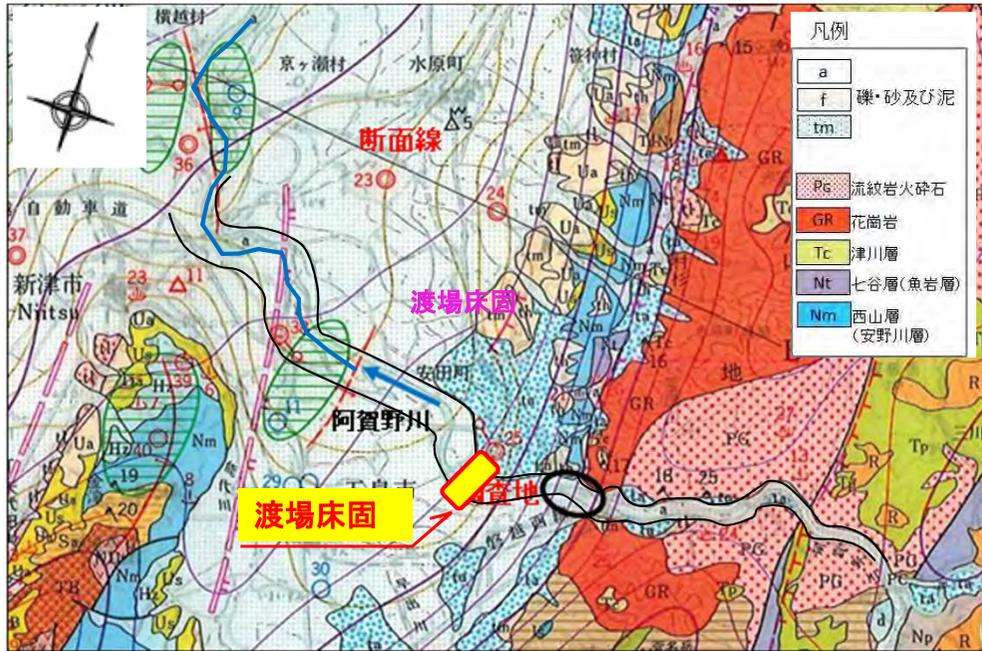
施設位置 (渡場床固現況写真)



地形・地質概要 周辺地質

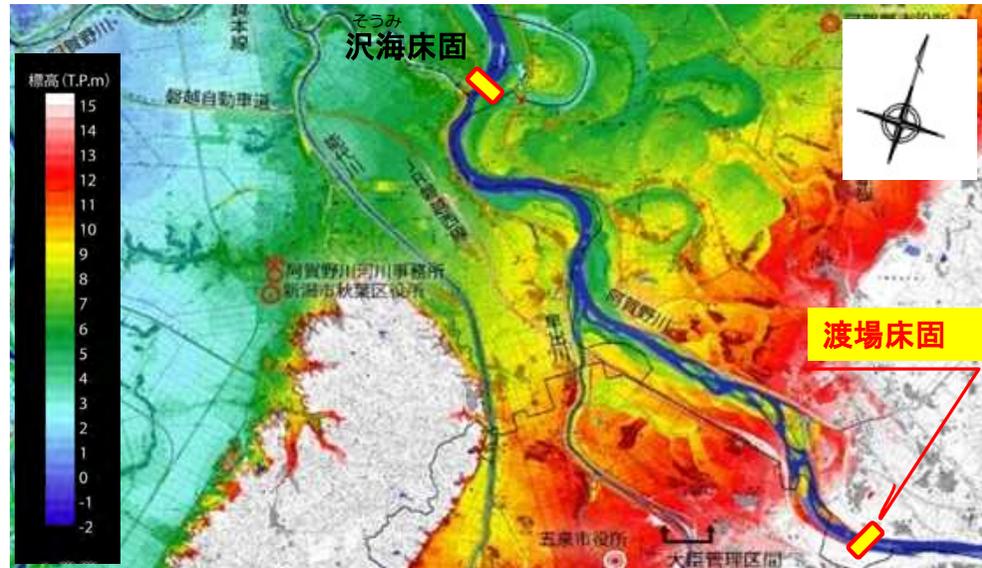
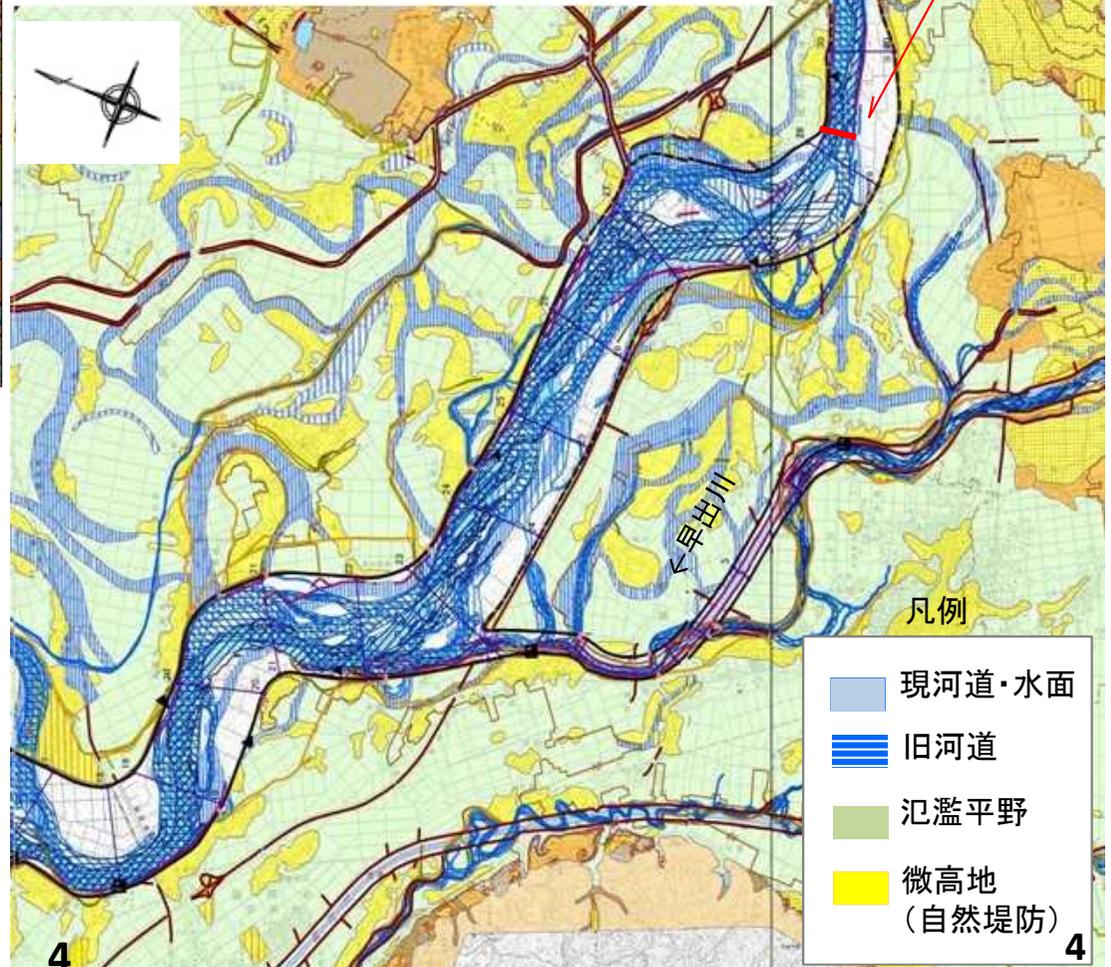
- 渡場床固が位置する渡場地区周辺は、概ね扇頂部に位置し、上流約3kmからは山付部を挟み、直轄上流端の馬下地区では盆地状の地形となっている。
- 当該地区周辺は過去幾度となく氾濫・蛇行を繰り返しており、河道の変遷の著しい区域であった。

周辺の地質(新潟県地質図)・標高



- ◆ 阿賀野川沿いの平坦面には第四紀完新世以降の堆積物である旧河床堆積物及び段丘堆積物が分布。直上流には五頭山地を構成する先第三紀の花崗岩と、笹神丘陵を構成する新第三紀の境界が位置する
- ◆ 付近には、南北に連なる長さ約30kmの活断層帯と推定されている月岡断層がある

治水地形分類図(H30.3国土地理院)



床固の設置による河道の安定化状況

- 渡場床固は、第二期改修において、第一期改修で流路短縮を図った論瀨地区の捷水路と築堤区間の上流端に設置され、床固の設置により流路が固定化され上流部の河床低下が沈静化。
- 渡場床固下流域においても、沢海、渡場地区の床固工設置により河床の安定（流路の固定化、河床低下の沈静化）が見られたため、昭和40年第2次治水五カ年計画時に残り3基の床固工の計画を取りやめ。

河道の変遷

渡場床固設置前は複雑に分岐していた澗筋が、床固設置後は流路が固定化される傾向

設置前
昭和22年(1947年)

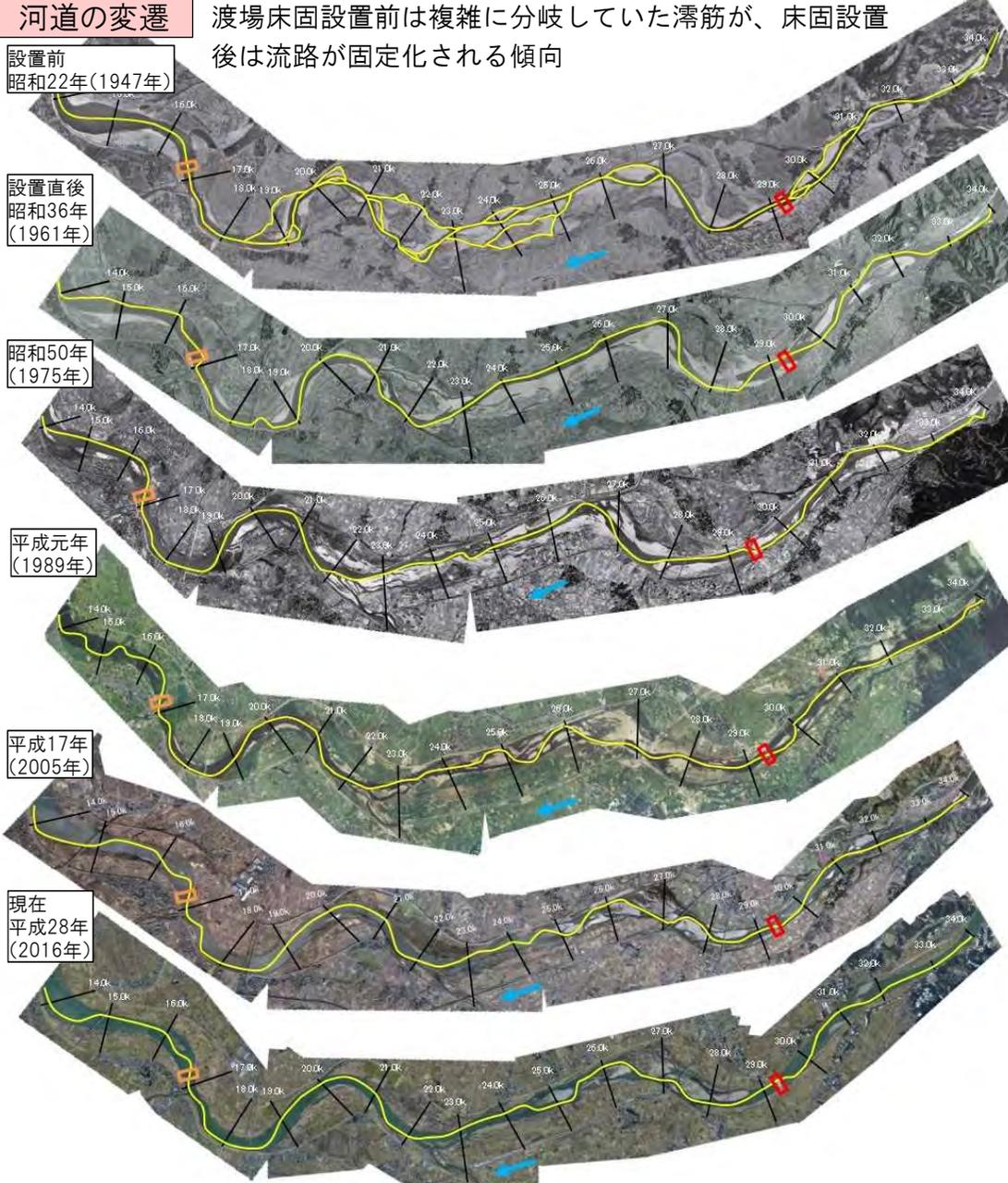
設置直後
昭和36年(1961年)

昭和50年
(1975年)

平成元年
(1989年)

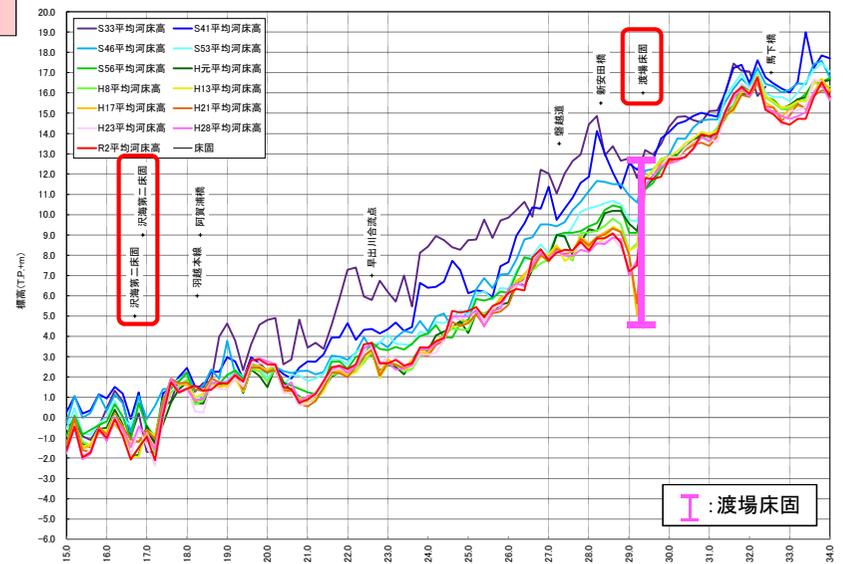
平成17年
(2005年)

現在
平成28年(2016年)

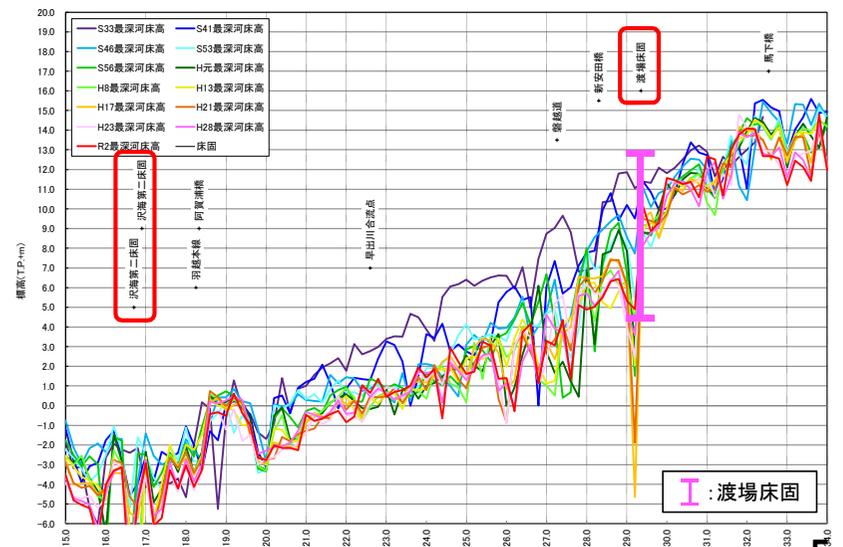


縦断図の変遷

平均河床高: 15.0k~34.0k付近拡大



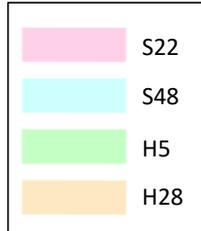
最深河床高: 15.0k~34.0k付近拡大



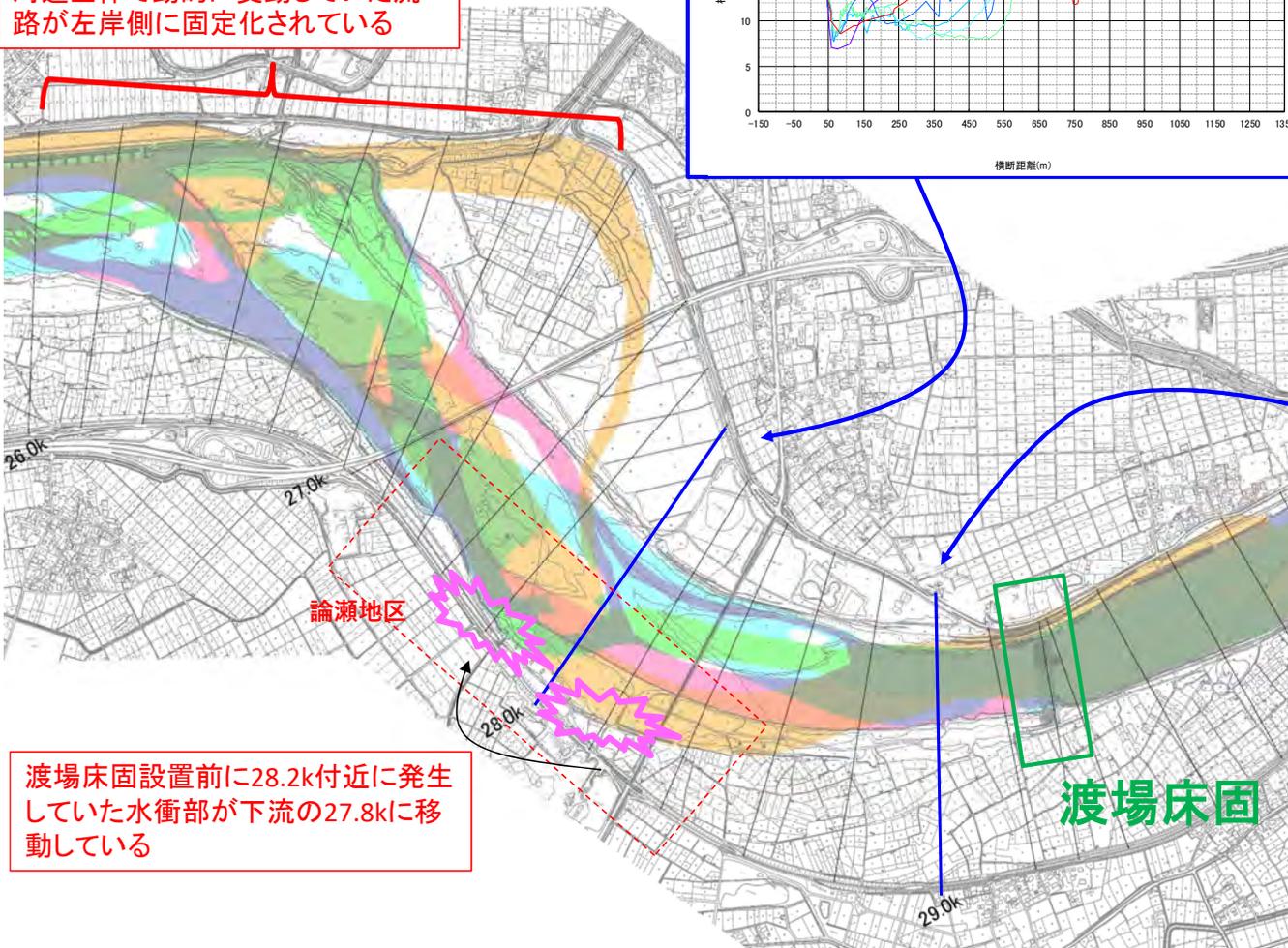
床固の設置による河道の安定化状況

- 床固直下では、床固設置前は28.2k付近に発生していた水衝部が、下流の28.2k付近に移動している。床固の設置に伴い、論瀨地区への水衝部の状況が変化していることが確認される。
- 床固設置前は河道内で大きな自由度を持って流路が形成されていたが、床固設置後は流路が固定傾向にある。横断面図を見ると、特に平成年代に入ると、流路の変動はほとんど見られなくなっており、常水路化の傾向がみられる。

流路位置の経年変化(平面図)

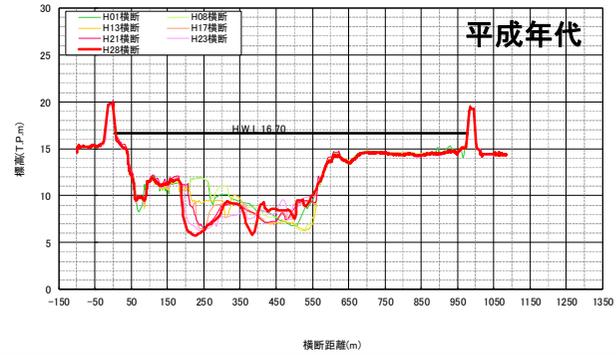
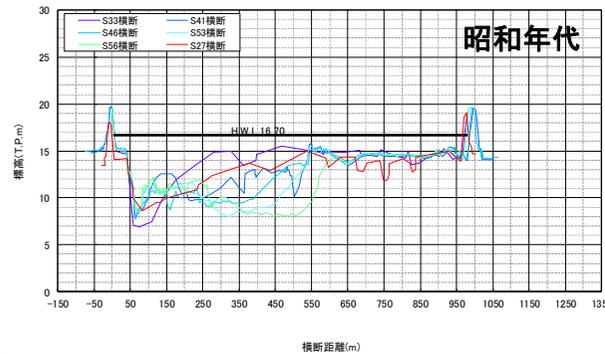


河道全体で動的に変動していた流路が左岸側に固定化されている

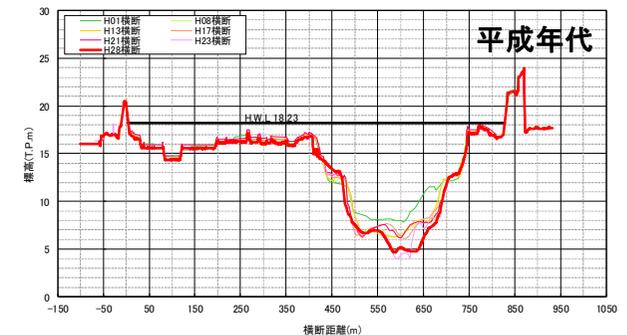
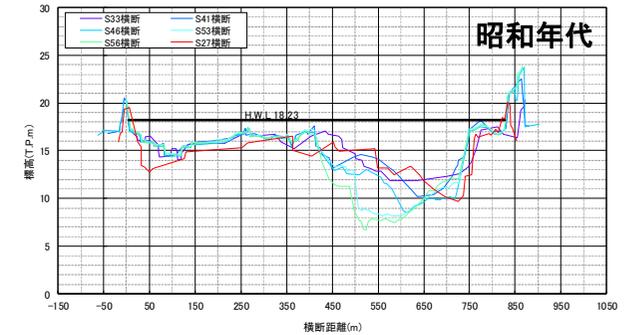


渡場床固設置前に28.2k付近に発生していた水衝部が下流の27.8kに移動している

28kの横断面図



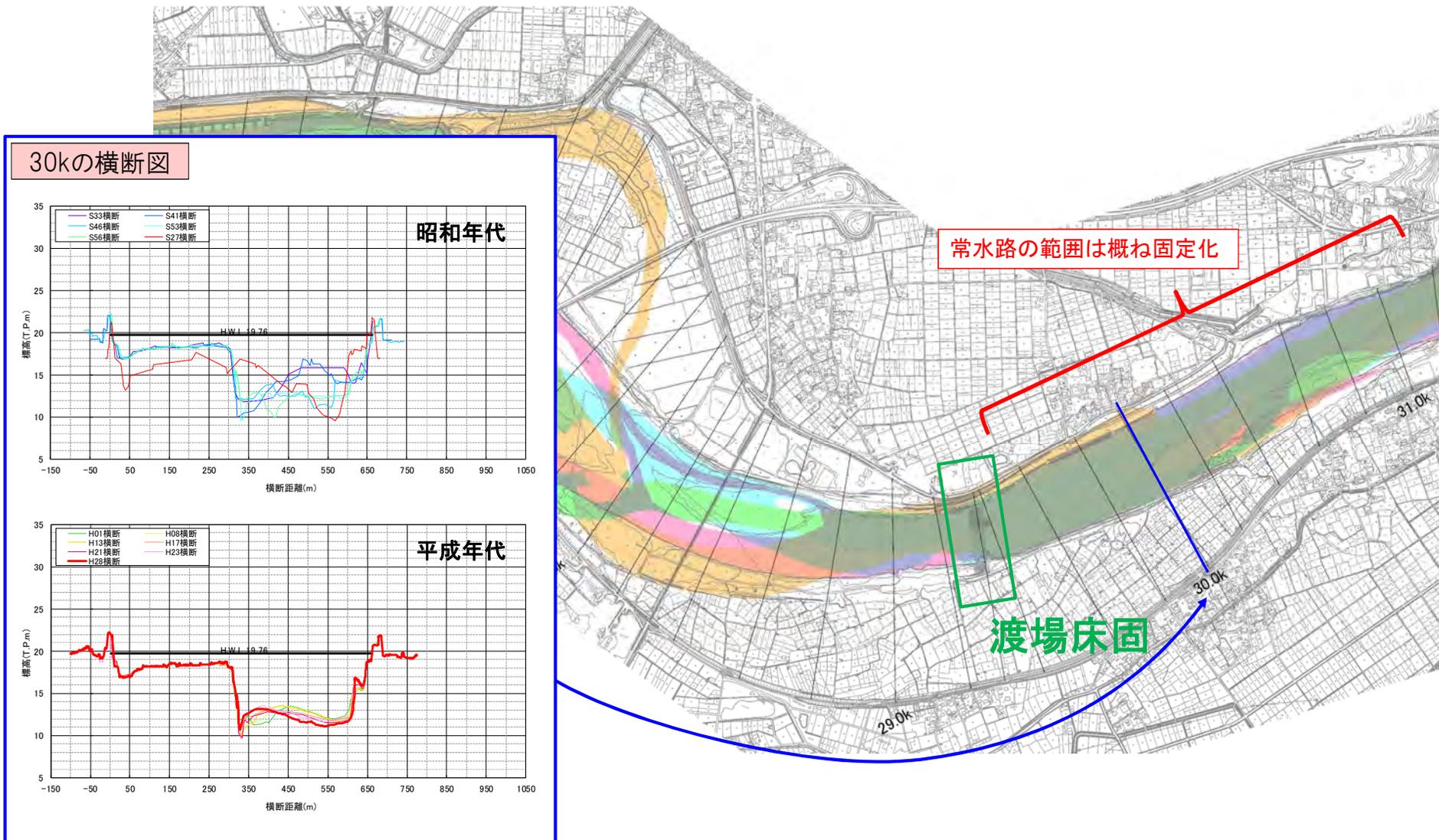
29kの横断面図



床固の設置による河道の安定化状況

- 床固上流域では、流路位置に経年的な変化は見られない。
- 横断図を見ると、床固の設置前後で低水路内の最深河床位置が変化しており、河道形状が変化する傾向が見られる。床固設置後は、低水路内で多少の変動がみられるものの、常水路範囲に大きな変化は見られない。
- 平成年代になると、滞筋位置や流路の変動は殆ど見られなくなっており、常水路化しているものと判断される。

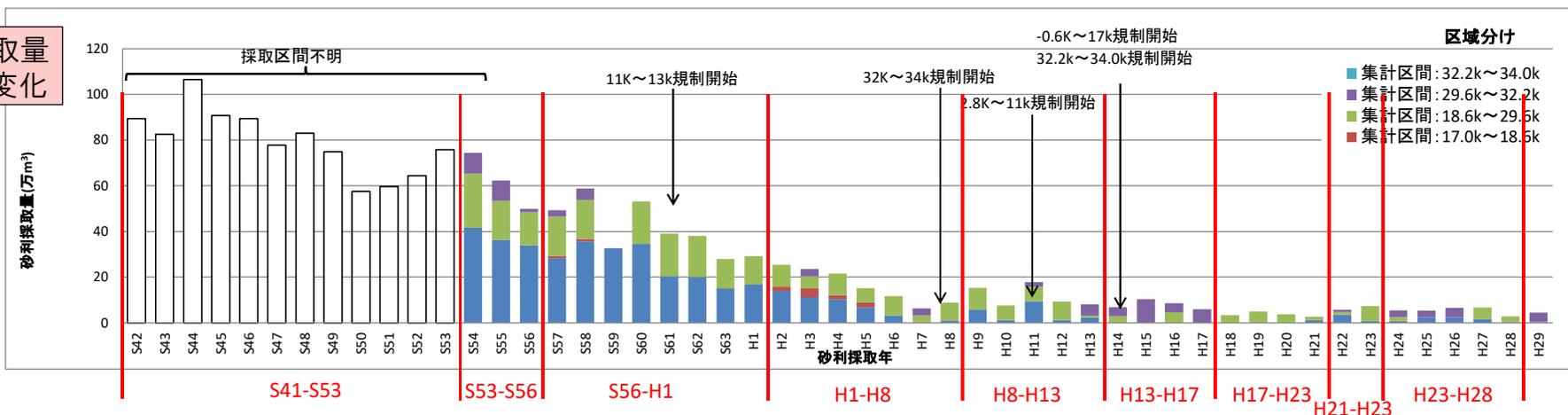
流路位置の経年変化(平面図)



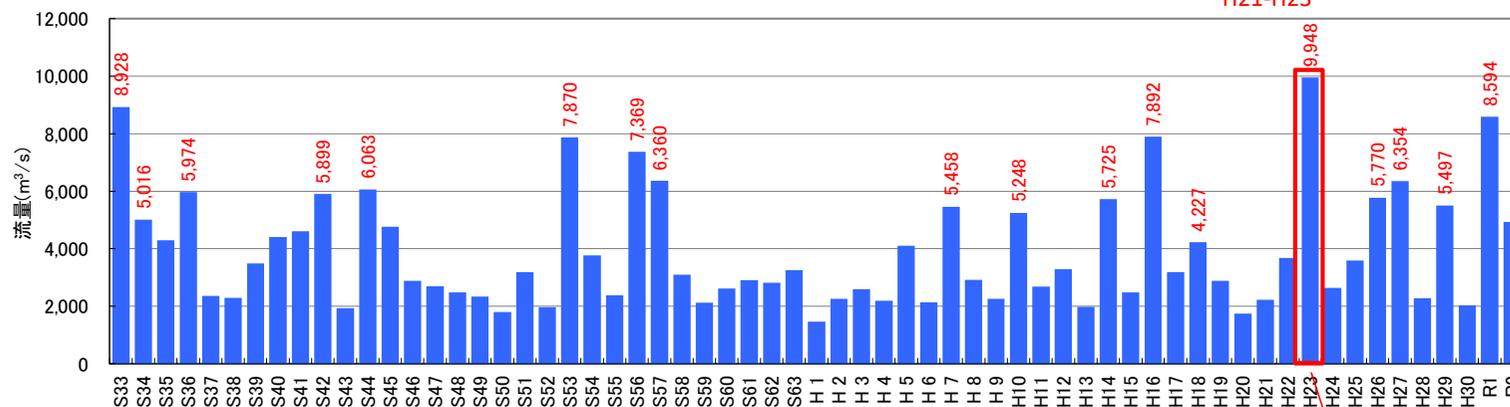
河床変動と人為的な河床掘削の関係

- 横断測量による河積変化より算定した土砂量と砂利採取量を整理した。
- 昭和年代は、横断測量による河積変化より算定した土砂量と砂利採取量が概ね同傾向となっており、河道変化の主要因は砂利採取であったものと判断される。
- H23出水によりH23測量は河床低下傾向にあり、H28測量ではH21測量程度まで河床高が戻っている。

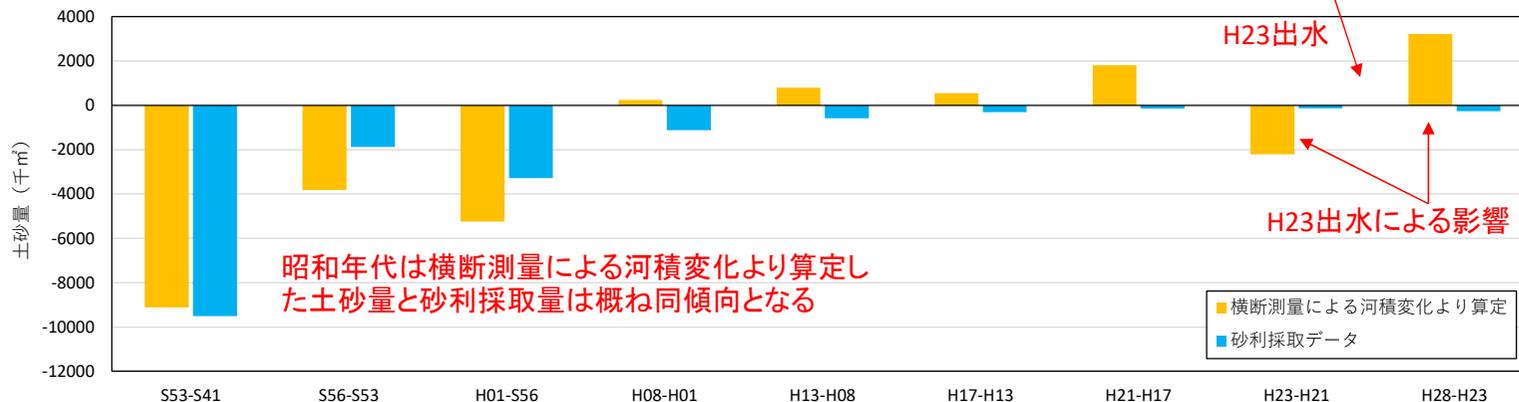
砂利採取量の経年変化



年最大流量(馬下)



横断測量による河積変化より算定した土砂量と砂利採取量の比較

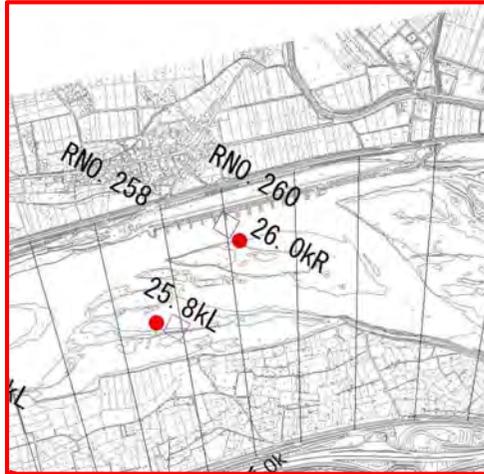


土砂性状の経年変化(H23調査結果と比較してH29調査結果)

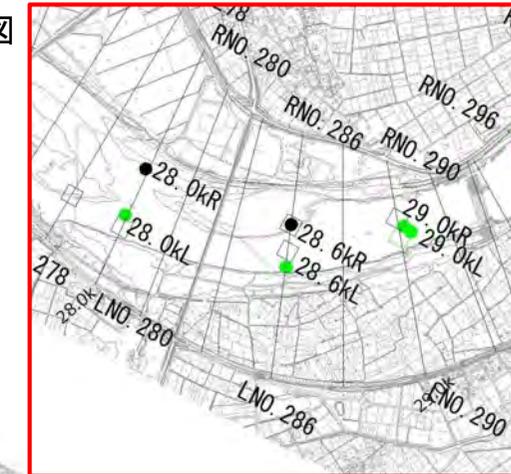
■H23調査結果とH29調査結果の調査地点を比較した。

■H29調査結果はH23調査結果と比較して、砂州上を主体に調査がされているため、細粒分が多い調査結果になっている。

拡大図



拡大図



凡例

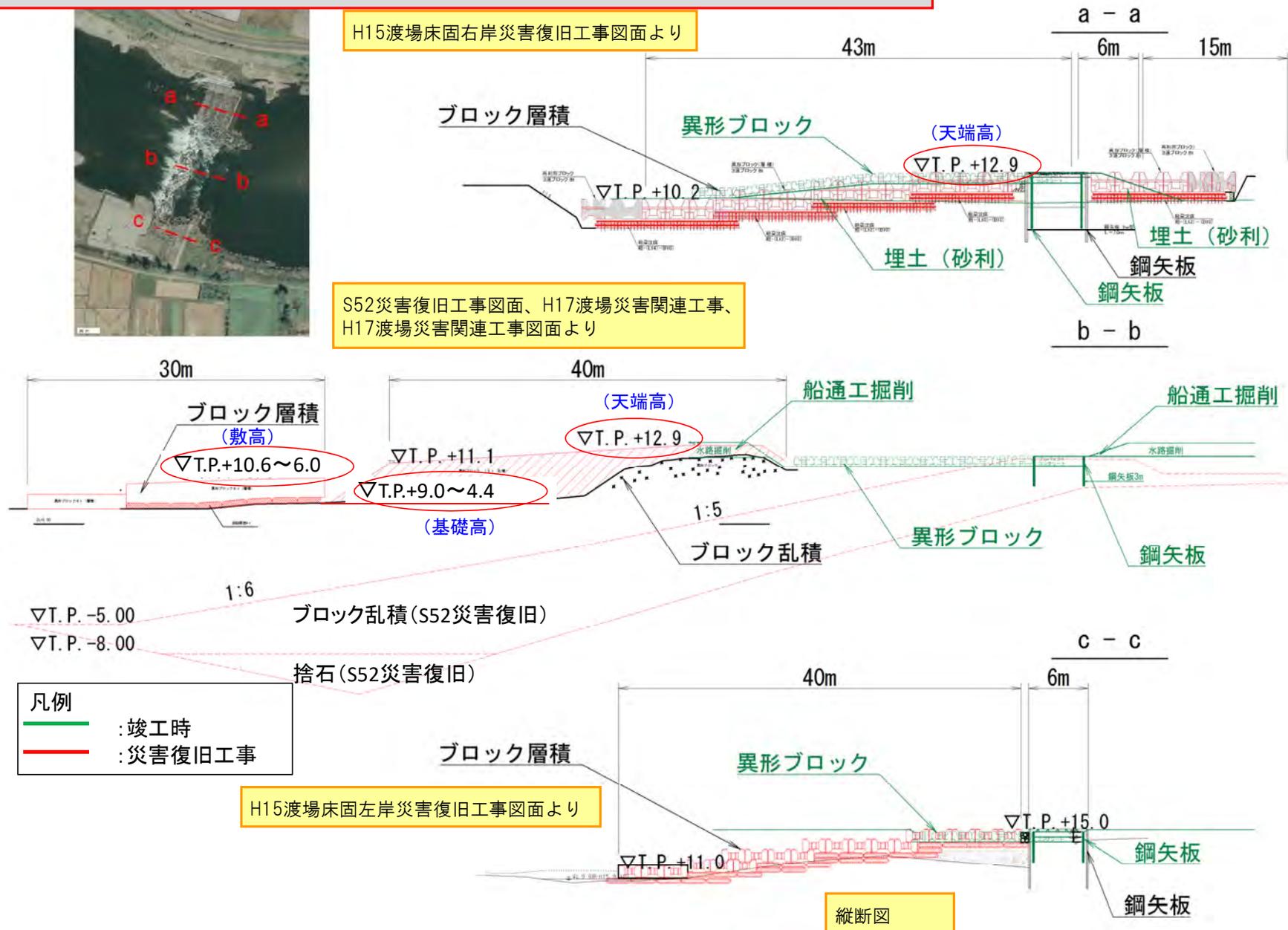
- H29年度調査結果
- H29年度調査結果
- H29年度調査結果
- H29年度調査結果
- H23年度調査結果
- H23年度調査結果
- H23年度調査結果

渡場床固構造の変遷

渡場床固現況構造の変遷(現況:主要位置の縦断面図)

■ 渡場床固の主要位置での縦断面図を示す。各位置で構造が異なっていることがわかる。現況床固の高さ関係の諸元を整理すると以下の通りである。

- ・ 現況床固天端高：T.P.+12.9m (H15渡場床固右岸災害復旧工事、H17渡場災害復旧工事における床固天端高)
- ・ 現況床固敷高：T.P.+10.6~6.0m (H17渡場災害関連工事における下流側ブロックの敷高)
- ・ 現況床固基礎高：T.P.+9.0~4.4m (H17渡場災害関連工事における下流側ブロック敷設部の河床高)



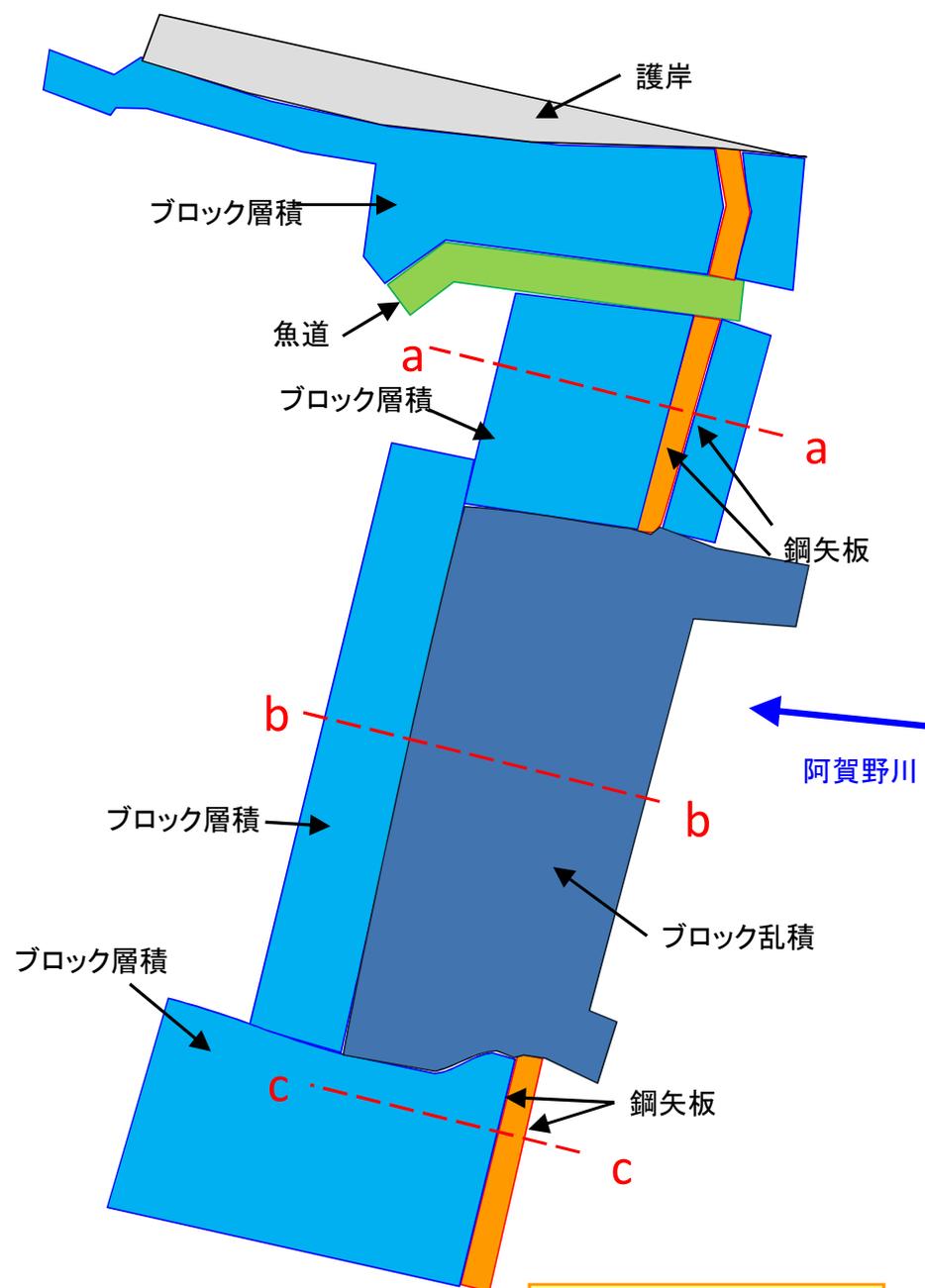
渡場床固現況構造の変遷(現況:平面図)

■ 渡場床固の補修履歴や空中写真より想定される現況の床固の構造略図を示す。度重なる被災・補修により、鋼矢板・ブロック層積・ブロック乱積・魚道で構成され複雑な構造となっている。また、床固下流部は深掘が発生し、昭和51年にはブロック投入が行われている。



項目	諸元	備考
設置年	昭和32年	
設置箇所	29.35k	
敷高	昭和54年現況 T.P 11.8m	T.P 11.5m(昭和52年補修後)
構造	鋼矢板形式	
主な被災履歴	昭和51年春の出水	床固直下の異常洗掘による護床工及び床固本体(鋼矢板)の一部が倒壊流出
	同年7月19日出水	
	昭和51年～昭和51年	洗掘対策より異形ブロック約3,400個投入(8t～16t)
	平成14年	床固左右岸が被災
	平成16年	床固下流が被災
	平成22年	床固右岸が被災
平成23年	床固左岸が被災、ブロック流出	

渡場床固付近空中写真)

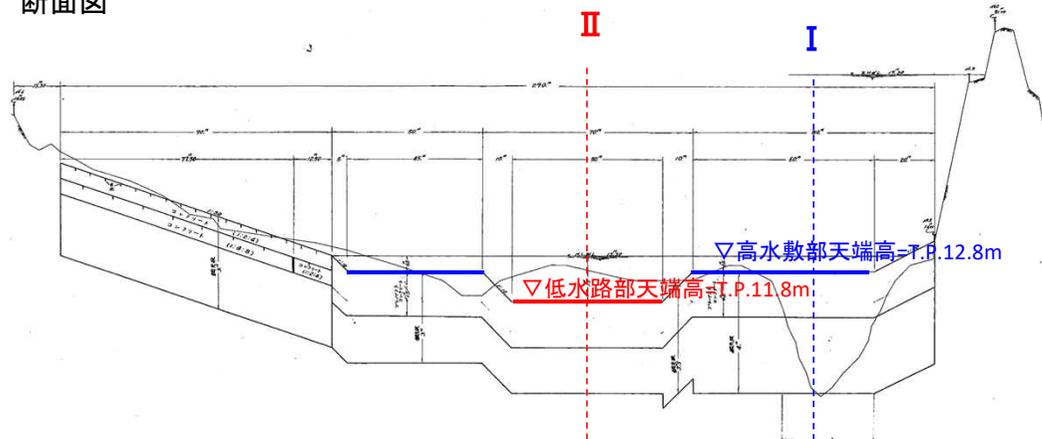


渡場床固概略構造図

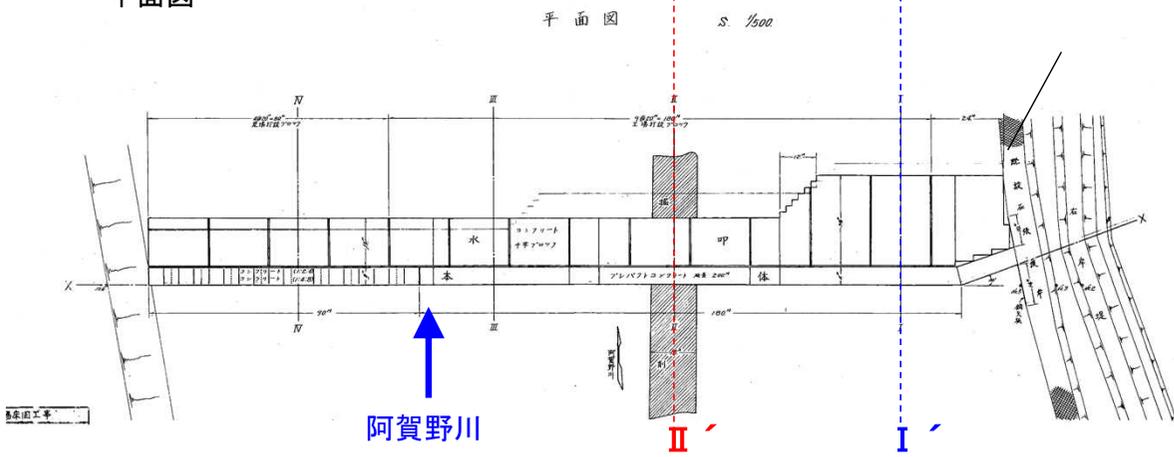
渡場床固構造(竣工時)

■渡場床固はS29に着工、S32に完成した。「S32渡場床固第三次工事設計書」によると、施工中にも出水により度々被災を受けていた。「S32渡場床固第三次工事設計書」より想定される床固竣工時の概略構造を示す。床固本体は鋼矢板で構成されており、下流側にブロックと木工沈床が設置されていた。

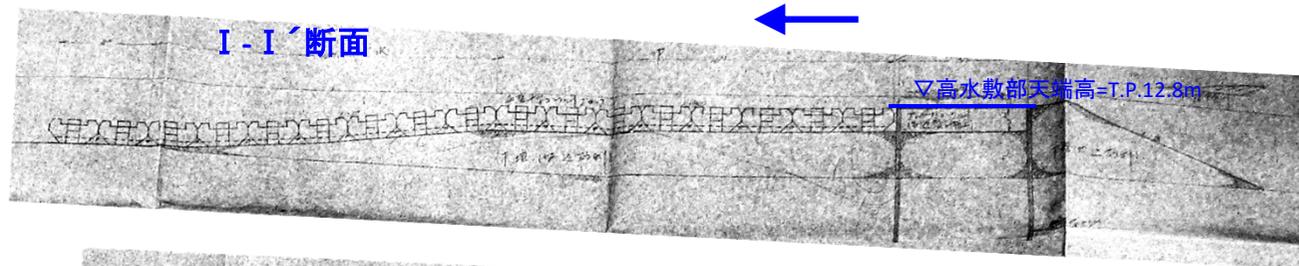
断面図



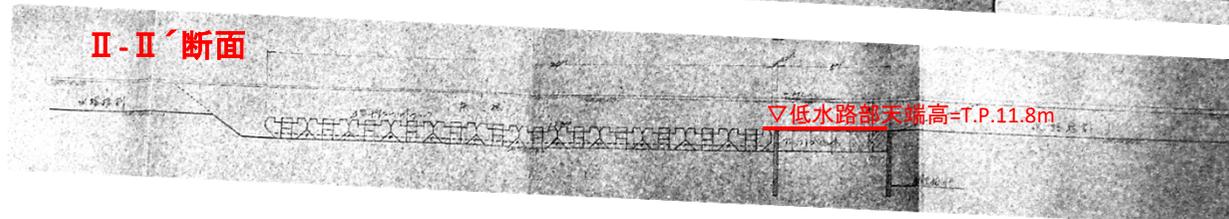
平面図



I-I'断面

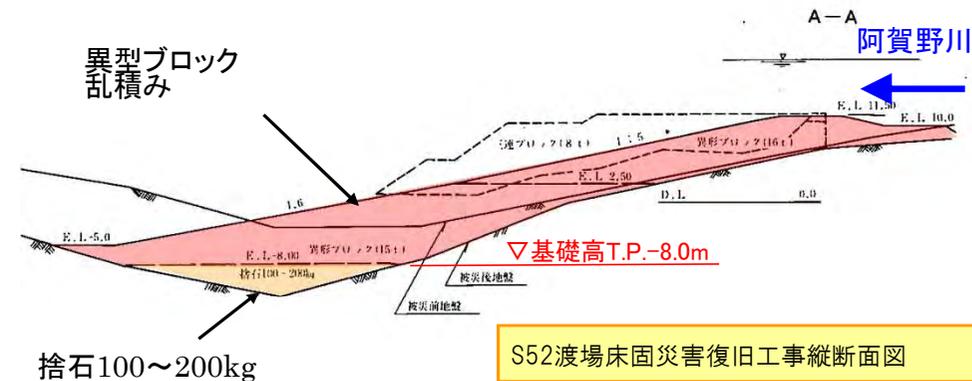
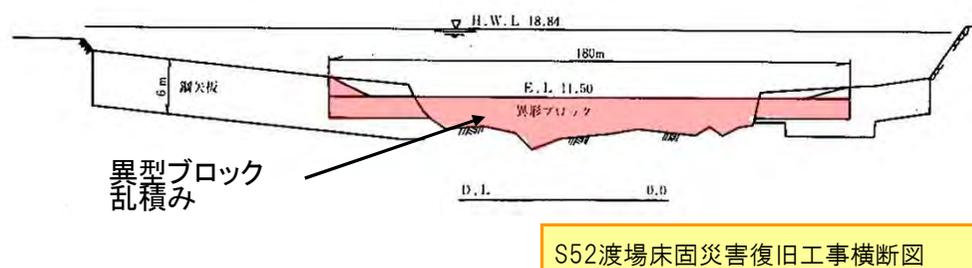
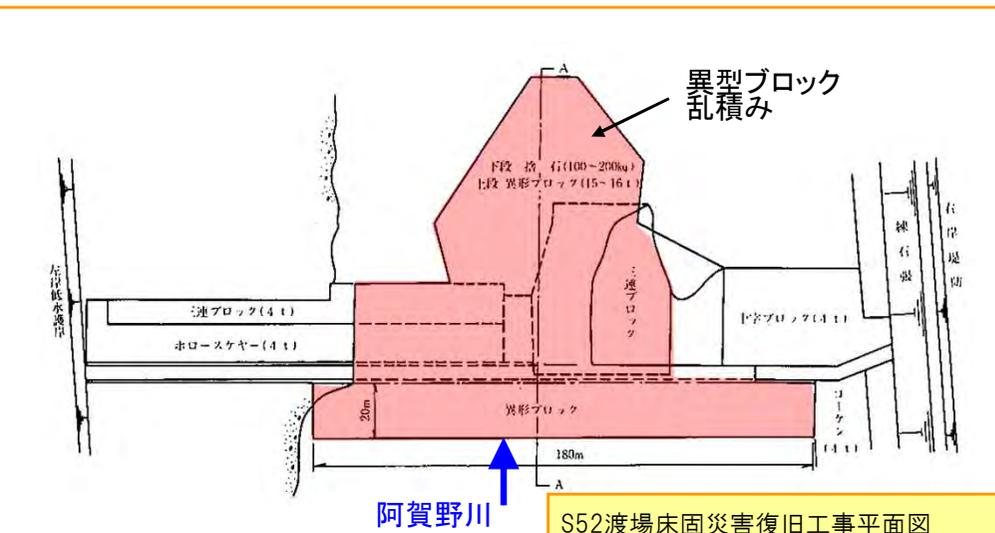
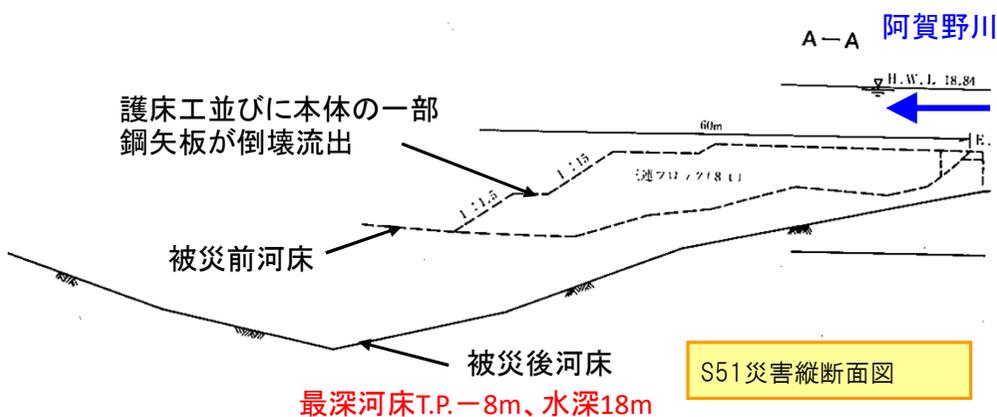
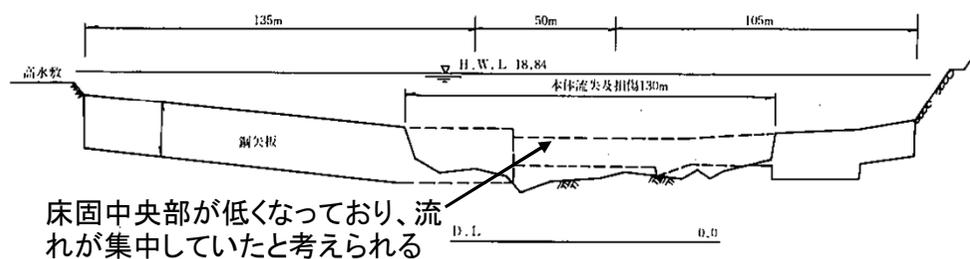
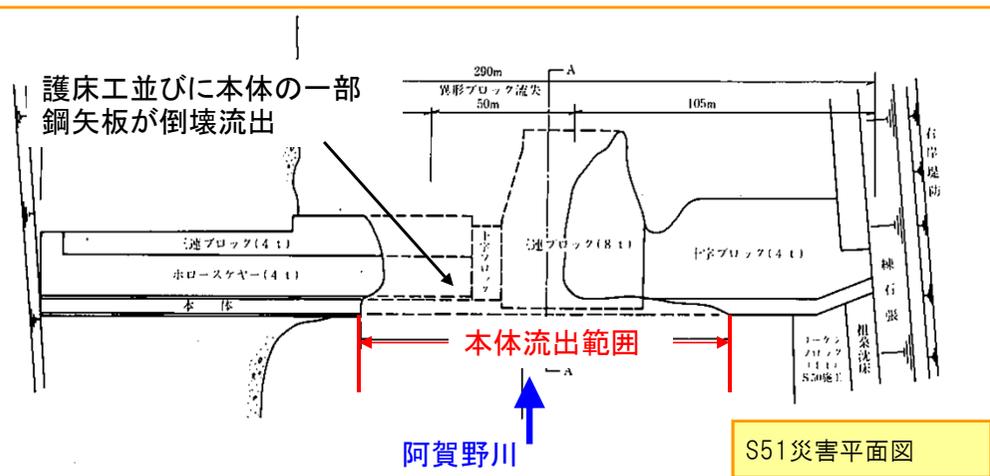


II-II'断面



渡場床固構造(竣工時～S52渡場床固災害復旧工事)

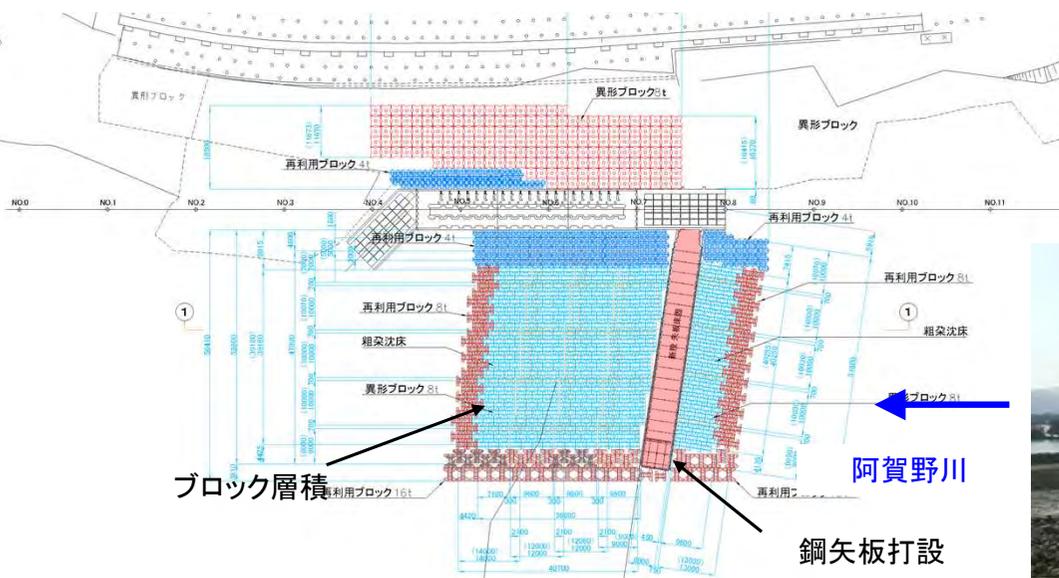
■「阿賀野川史 改修60年のあゆみ」によると、渡場床固は竣工以後、出水により破壊し、その都度補修が行われてきた（資料が現存しないため、当初設計諸元は不明）。S51には、融雪出水による直下流の異常な深掘れ（最深河床T.P.-8m、水深18m）により、護床工並びに本体の一部鋼矢板が倒壊流出し、流水は激流となって流下し、上流部河床の土砂も流動移動し始めたので早急に復旧する必要に迫られた。S51,52復旧工事では、粗朶沈床を施工し、さらにコンクリートブロックを投入して積み上げた。（復旧費4億3300万円：当時）



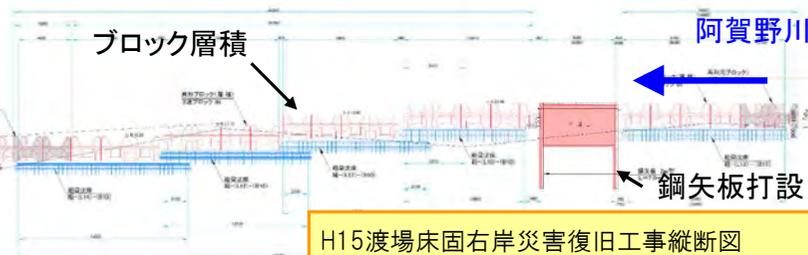
渡場床固構造 (H12渡場床固魚道新設工事、H15渡場床固右岸災害復旧工事、H15渡場床固左岸災害復旧工事)

■ H12には、渡場床固右岸側に魚道が設置された。H15には、渡場床固左右岸が被災し、復旧工事が行われた。

H15渡場床固右岸災害復旧工事



H15渡場床固右岸災害復旧工事平面図



H15渡場床固右岸災害復旧工事縦断面図

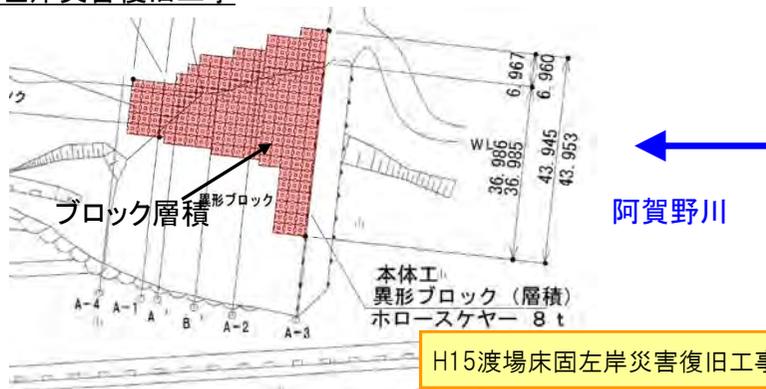


H15渡場床固右岸災害復旧工事の様子

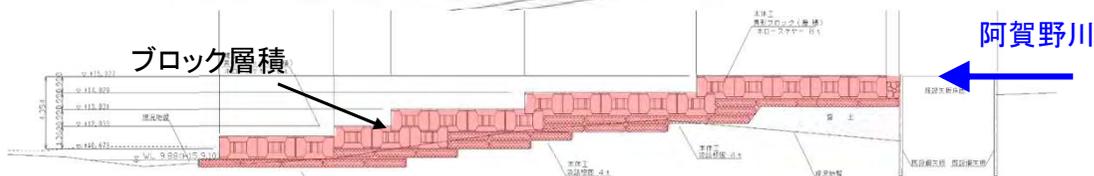


渡場床固魚道の様子

H15渡場床固左岸災害復旧工事

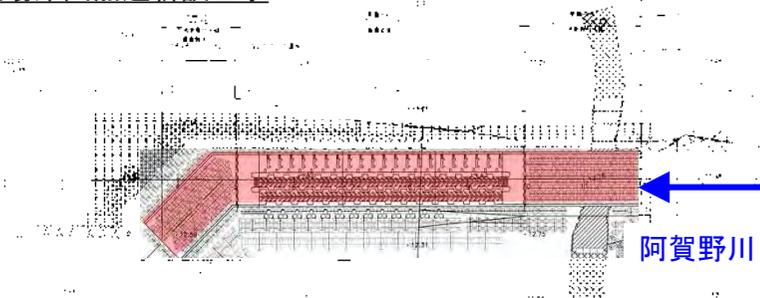


H15渡場床固左岸災害復旧工事平面図

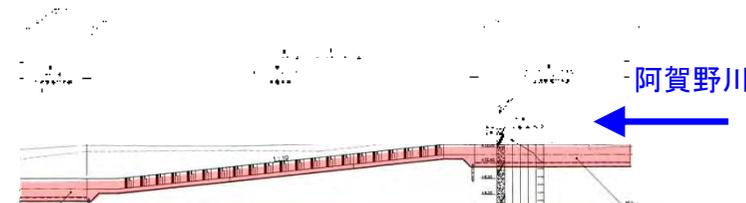


H15渡場床固左岸災害復旧工事縦断面図

H12渡場床固魚道新設工事



H12渡場床固魚道新設工事平面図

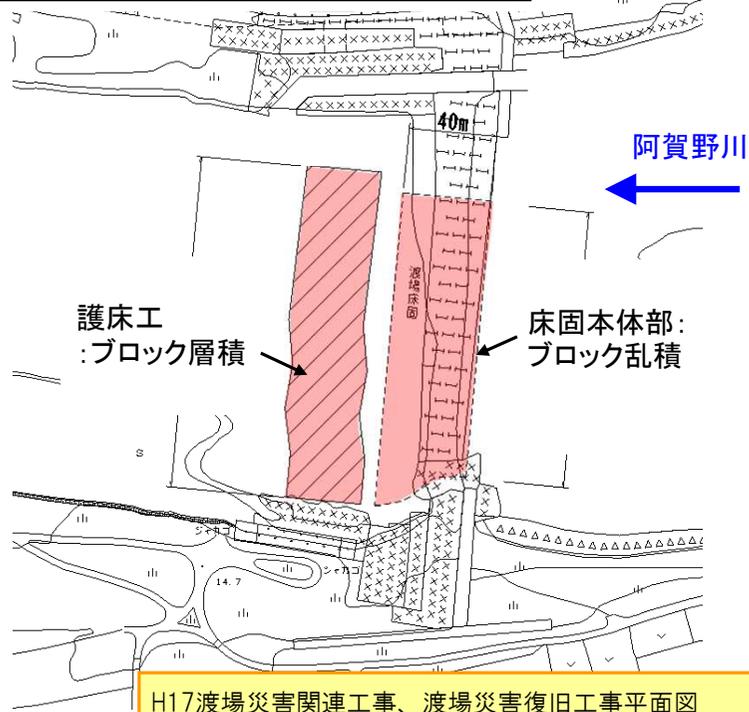


H12渡場床固魚道新設工事縦断面図

渡場床固構造(H17渡場災害関連・復旧工事、H22渡場床固下流部河床洗掘対策工事、H25渡場災害復旧工事)

■ H17には、渡場床固中央部が被災し、復旧工事が行われた。床固本体部はブロック乱積、下流側護床工はブロック層積で復旧が行われた。H22には、床固下流の深掘れ箇所のブロックが投入されている。H25には、床固左岸にブロック層積を行っている。

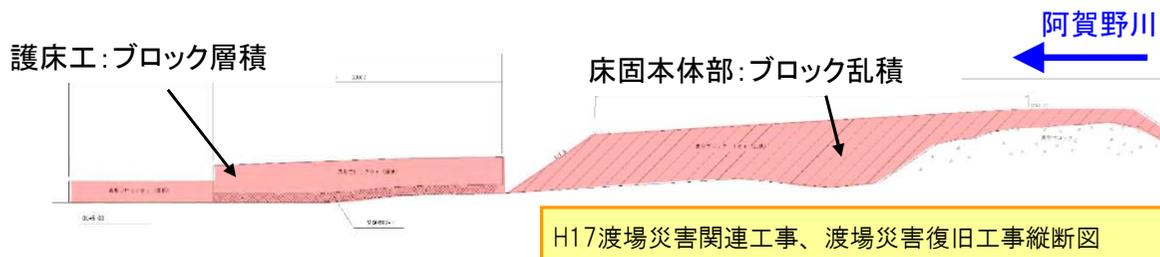
H17渡場災害関連工事、渡場災害復旧工事



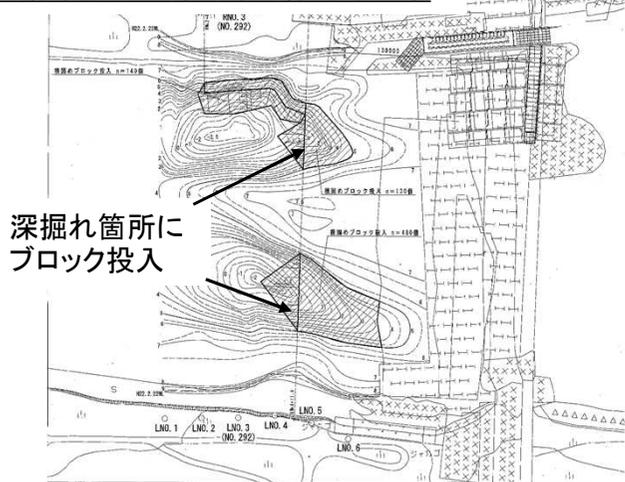
下流側護床工工事の様子



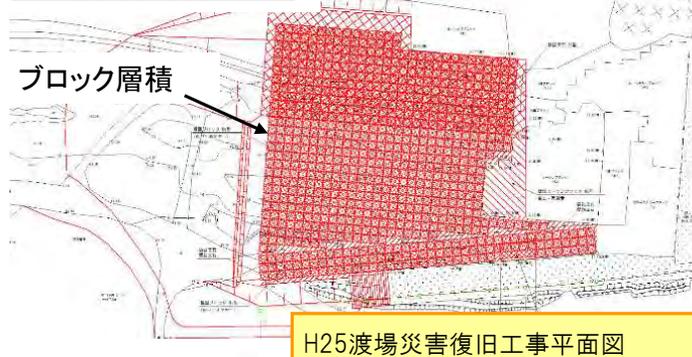
床固本体部工事の様子



H22渡場床固下流部河床洗掘対策工事

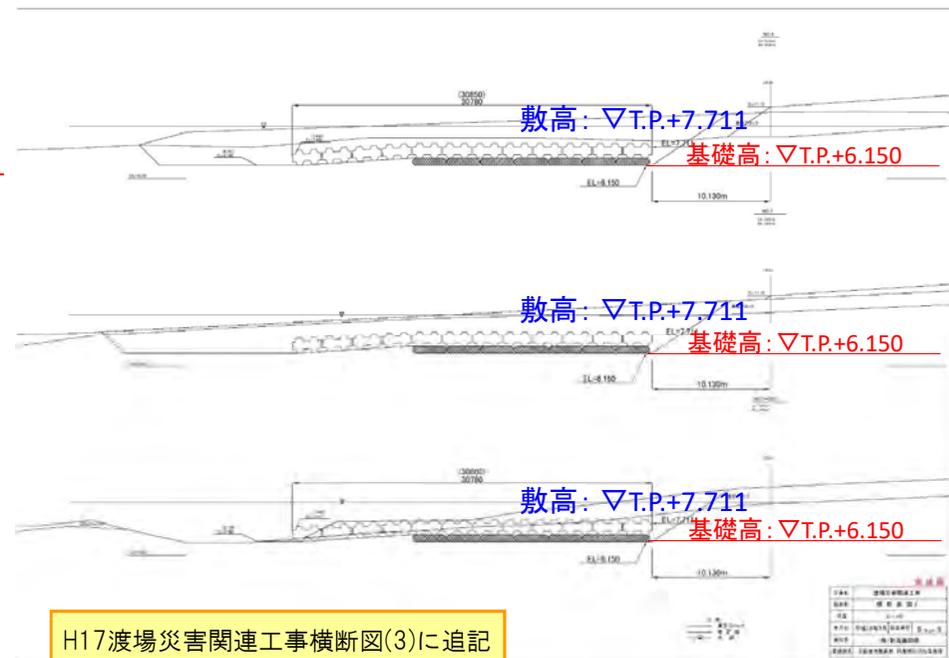
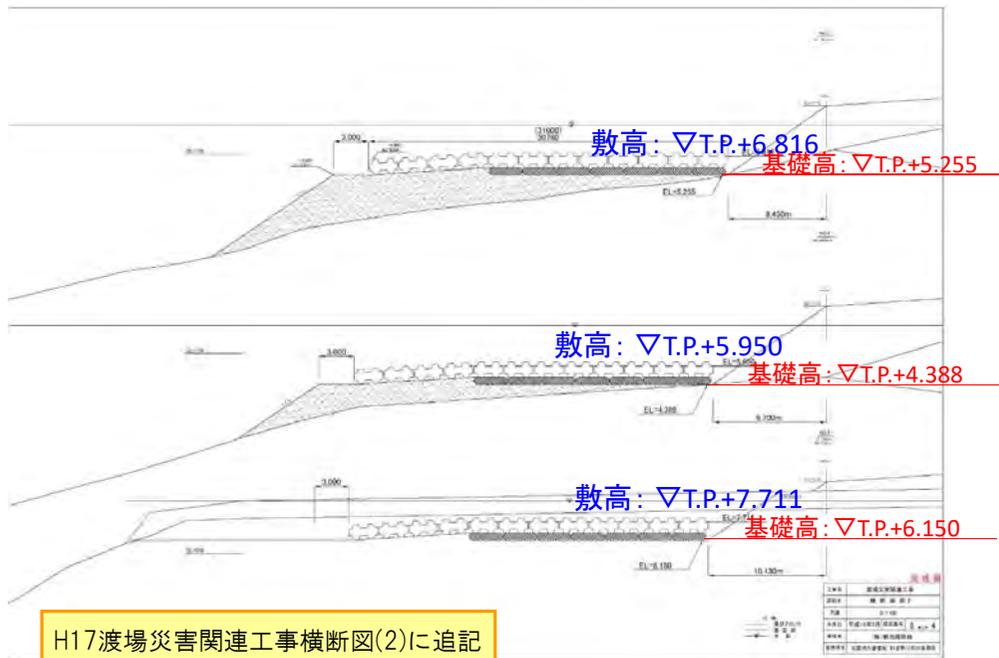
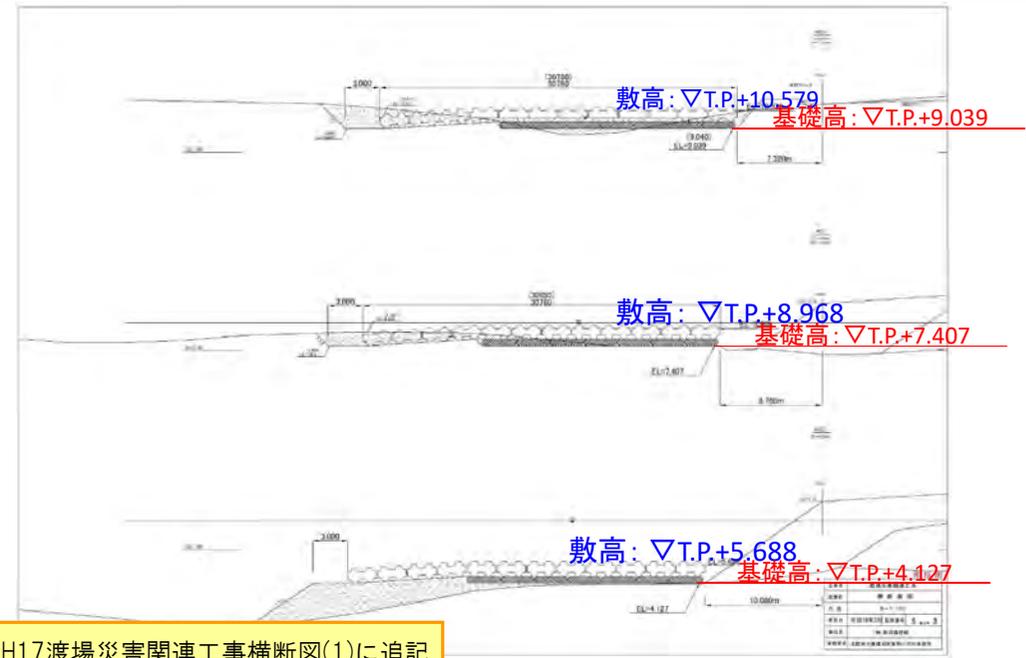


H25渡場災害復旧工事



渡場床固の現況敷高、基礎高(H17渡場災害関連工事)

■ H17には渡場床固中央部が被災し、復旧工事が行われた。床固本体部はブロック乱積、下流側護床工はブロック層積で復旧が行われた。下流側護床工の復旧工事である渡場災害関連工事の図面を示す。下流側護床工の敷高、基礎高については、河床高合わせで施工されており、断面位置によって高さが異なる。



近年の大規模出水、現況流下能力

R1.10洪水痕跡 馬下(32.8k)ピーク流量 8,670m³/s(既往3位)

注：本図の計画項目については日本測地系（旧測地系）の数値データ・線である。
 その他の現況（堤防・河川断面・橋梁等構造物）については世界測地系（測地成果2011）である。

縮尺 縦 1 : 100
 横 1 : 50,000

阿賀野川縦断面図 (洪水痕跡調査R1年10月)

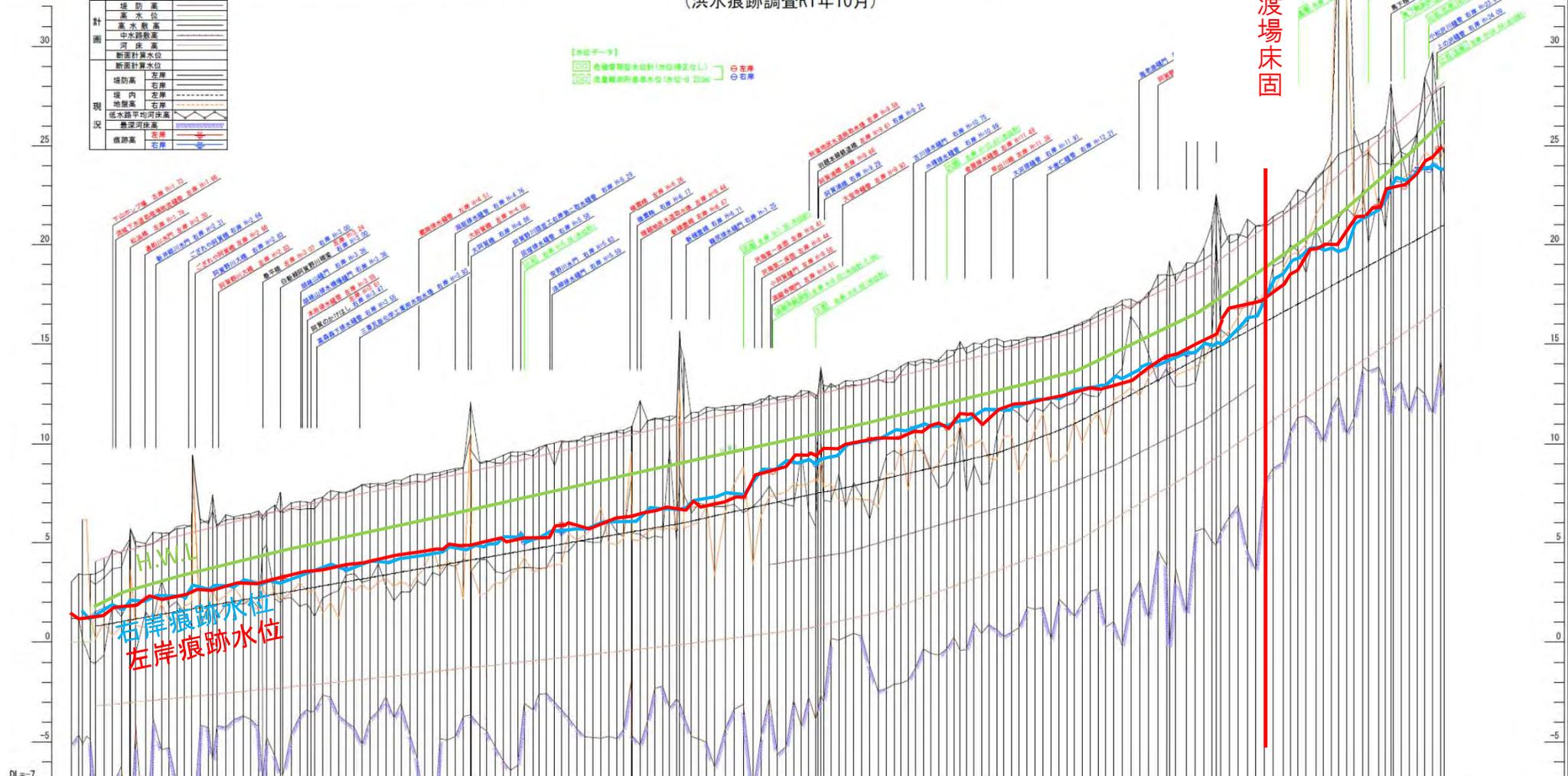
平成28年度実測

出水日：令和元年10月13日

1/1

凡例	
計	堤防高
現	高水位
況	中水跡高
	河床高
	断面計算水位
	断面計算水位
	堤防高 左岸
	堤防高 右岸
	地盤高 左岸
	地盤高 右岸
	低水路平均河床高
	最深河床高
	痕跡高 左岸
	痕跡高 右岸

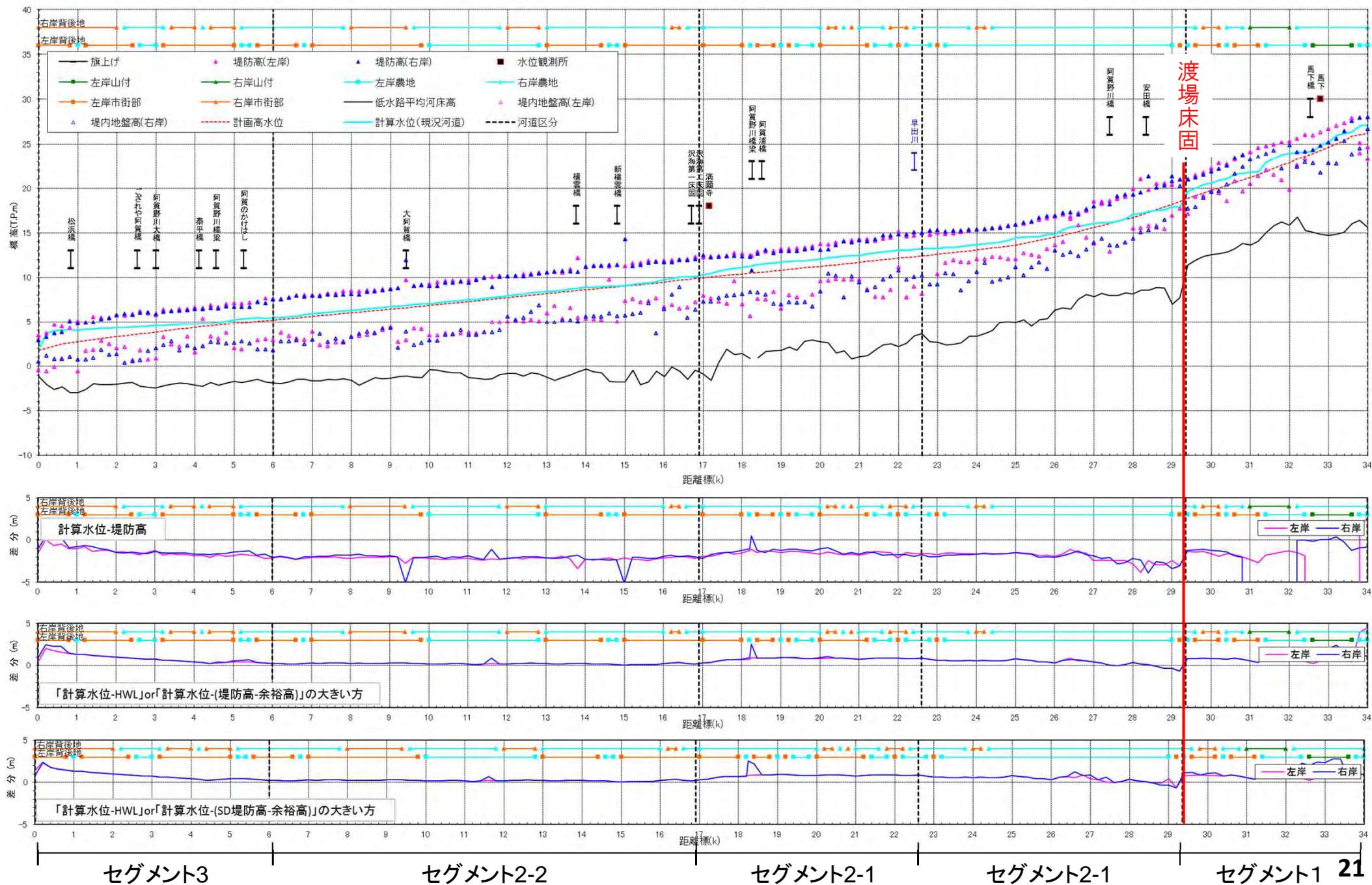
【現況データ】
 ① 阿賀野川河床高(旧測地系) ② 右岸
 ③ 阿賀野川河床高(新測地系) ④ 左岸



項目	距離	河床高	堤防高	地盤高	水深	流速	流量	備考
河床高	0.025	...	...	...	...	...	...	...
堤防高	0.030	...	...	...	...	...	...	...
地盤高	0.035	...	...	...	...	...	...	...
水深	0.040	...	...	...	...	...	...	...
流速		...	...	...	...	...	...	...
流量		...	...	...	...	...	...	...
備考		...	...	...	...	...	...	...

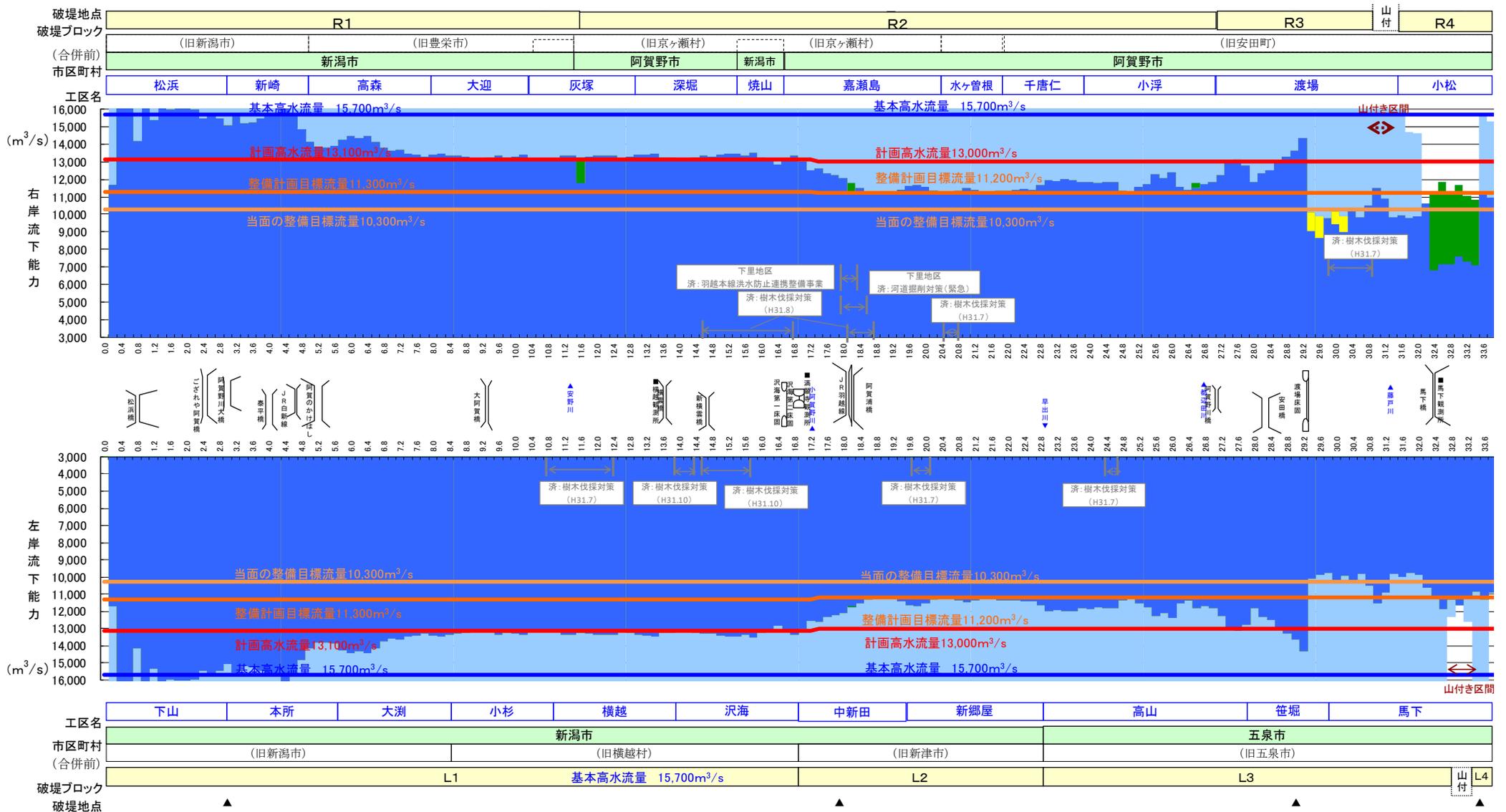
現況河道特性 計画高水流量流下時水位縦断

阿賀野川水系阿賀野川水位縦断図 0.0k~34.0k 現況河道(H30末) : 計画高水流量 13,000m³/s



現況流下能力図

■ 渡場床固地点で河積阻害となっており、整備計画目標流量に対し河積が確保されておらず、また、上流築堤は下流への負荷を軽減のため、HWL堤での整備に留まっており、早急な改築により流下能力を確保する必要がある。



既定計画

1) 河川名 一級河川阿賀野川水系阿賀野川

軸位置 阿賀野川距離標29.35k

2) 河川整備基本方針(平成19年11月策定)

河道諸元(渡場床固地点29.20k)

流量諸元 基準地点 馬下
 計画高水流量 13,000m³/s
 (基本高水のピーク流量 15,700m³/s)

計画堤防高
 計画高水位
 現況堤防高

T.P.+20.530m
 T.P.+18.530m
 左岸20.90m 右岸20.91m

河道諸元(渡場床固地点29.20k) 計画堤防高 T.P.+20.530m
 計画高水位 T.P.+18.530m
 現況堤防高 左岸20.90m 右岸20.91m

河川整備基本方針 本文(抜粋)

1. 河川の総合的な保全と利用に関する基本方針

(2)河川の総合的な保全と利用に関する基本方針

ア 災害の発生防止又は軽減

河口から馬下までの下流部においては、本支川の洪水調節施設によって河道への負担を軽減させ、堤防の新設、拡築及び河道掘削により河積の拡大を図るとともに、水衝部等には水制や護岸等を整備し、計画規模の洪水を安全に流下させる。

河道掘削等の河積の確保にあたっては、河道の安定・維持、多様な動植物の生育・繁殖する良好な河川環境、河川径間等の保全などに配慮しながら計画的に実施する。

(超過洪水について)

計画規模を上回る洪水及び整備途上段階での施設能力以上の洪水が発生し氾濫した場合においても、被害をできるだけ軽減できるよう、必要に応じて対策を実施する。

(整備について)

本川及び支川の整備にあたっては、下流部の新潟市や上流部の会津若松市において人口・資産が集積していることから、この地域を氾濫域とする区間の整備の進捗を踏まえつつ、段階的な整備を進めるにあたっての目標を明確にして、本支川及び狭窄部の上下流のバランスを考慮し、水系一貫した河川整備を行う。

2. 河川の整備の基本となるべき事項

(2)主要な地点における計画高水流量に関する事項

イ 阿賀野川下流部

基本高水流量は、馬下地点において13,000m³/sとする。さらに満願寺地点において13,100m³/sとし、河口まで同流量とする。

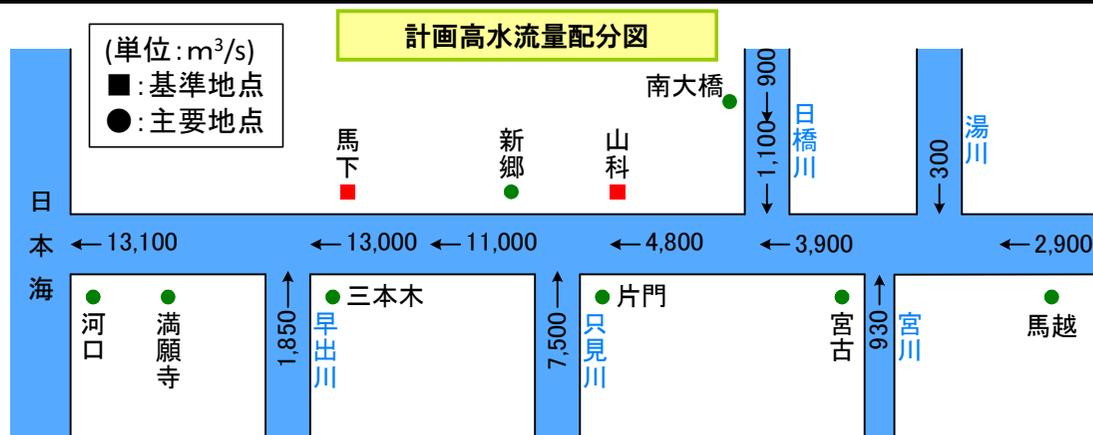
(3)主要な地点における計画高水位及び計画横断面に係る川幅に関する事項

本水系の主要な地点における計画高水位及び計画横断面に係る概ねの川幅は次表のとおりとする。

表 主要な地点における計画高水位及び川幅一覧表(抜粋)

河川名	地点名	※河口又は合流点からの距離(km)	計画高水位 T.P.(m)	川幅(m)
阿賀野川	馬下	32.6	22.84	500
	満願寺	17.6	9.97	900

注)T.P.:東京湾中等潮位
 ※:基点からの距離



3) 河川整備計画（平成28年5月策定）

整備計画目標流量 11,200m³/s

阿賀野川では、阿賀川及び只見川で安全に流下できる洪水と同じ規模の洪水(基準点馬下で11,200m³/s)を安全に流下。

河川整備計画本文

第3章 阿賀野川の現状と課題

2. 治水事業の経緯

イ阿賀野川

(5) 渡場床固

第二期改修工事において、昭和21年洪水で破堤した安田町小浮地先の上流に、河道の安定化、河床低下防止、農業用水の取水維持を目的として、昭和29年から32年にかけて渡場床固が施工されました。

3.1 洪水を安全に流下させる川の“河道断面”の確保

3) 治水上のボトルネックとなっている河川横断工作物

イ阿賀野川

渡場床固は、旧河道が網状に分布し洪水を繰り返したところに、河道の安定と河床洗掘防止のため、昭和29～32年にかけて設置されたものです。昭和51年～52年には、深掘対策として8t～16tの異形ブロックを約3400個設置して大補修を行っています。渡場床固は天端高が高いため河道断面を阻害し、上流の水位が上昇していることから治水上のボトルネックとなっており、老朽化と下流の深掘れにより構造的に不安定となっています。

第5章 河川整備の実施に関する事項

1.3 横断工作物の改築

イ阿賀野川

河道の安定等を目的として設置されている渡場床固は、老朽化と下流河床の局所洗掘が著しく構造的に不安定であるとともに、敷高が高く流下能力が不足しています。このため今後適切な対応方法を検討し、必要に応じて改築等の対策を実施します。

主要地点の計画高水位及び計画川幅



図 主要地点の計画高水位及び計画川幅 概要

■阿賀野川水系河川整備基本方針(平成19年11月策定)

阿賀野川河道計画技術資料より

○29.35k(渡場床固地点)～34.0k

この区間における流下能力の不足要因は、洪水時においては渡場床固で縦断勾配の急変点および極端な河積狭小によって限界水深が生じることであり、また、一連区間で絶対的に河積が小さいことである。したがって、渡場床固での河積増大および一連区間での河積増大を図るものとし、樹木伐採、高水敷掘削(低水路拡幅)、低水路掘削を行う。

ただし、31.4k～32.0k右岸に形成される樹木群は良好な自然地であることから伐採しないものとした。

また、赤坂山地区(30.5k～32.0k)は、油が流出する恐れがあることから河床掘削を行えない。そのため、下流渡場床固付近からの低水路拡幅による河積増大が必要であるが、大幅な河積増大が必要であることから、天端高の切り下げを行う。

河道限界流量に関する資料より

○河道限界流量の制約条件

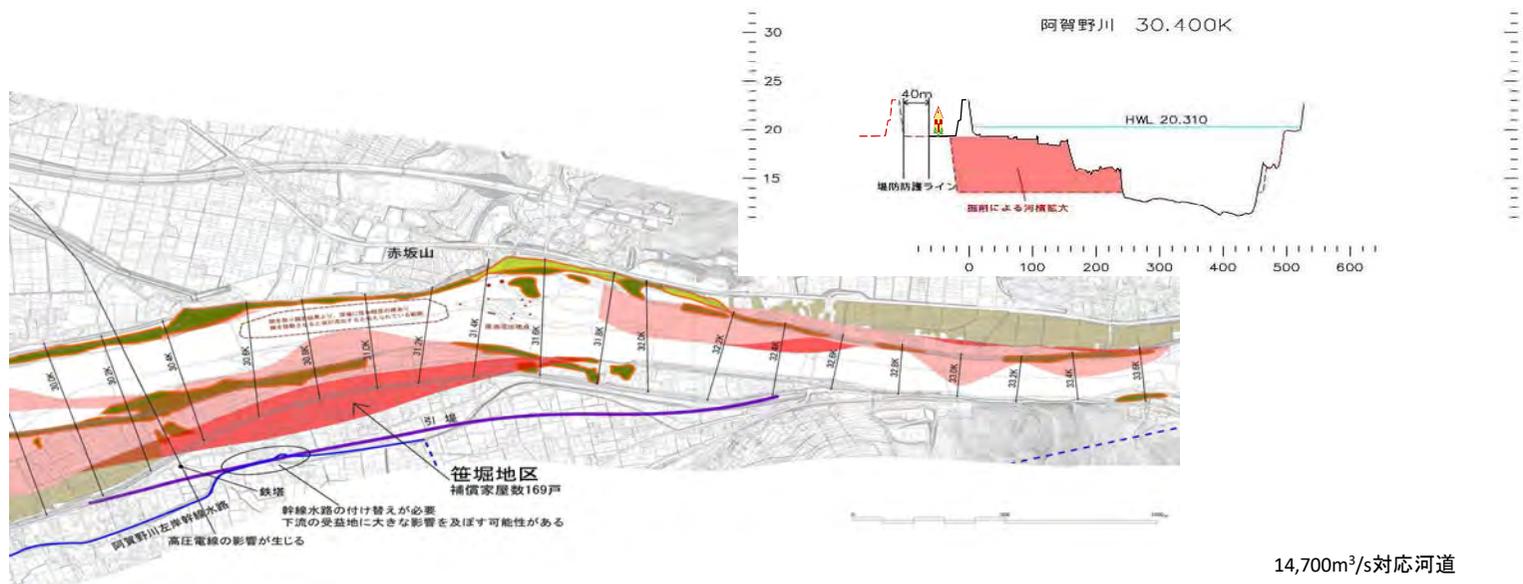
- ・堤間幅は、現行の堤間幅とし、河川用地内で対処する。
- ・限界掘削深は至近10カ年の低水路平均河床高の最深値(最大包絡)とする。
- ・渡場床固は、床固が上流の河床の安定が目的であり、その機能が現状でも十分発揮されているため、敷高(T.P.+11.8m)は変えないものとする。(現状の敷高で拡幅)
- ・横断方向への掘削(低水路の拡幅)は、河岸防護ライン(必要高水敷幅)までの掘削(拡幅)とする。
- ・樹木は全て伐採するものとする。
- ・赤坂山地区(30.5k～32.0k)は、油が流出する恐れがあるため、河床の掘削は行わない。(平水位程度までの高水敷掘削は行う)

○13,000m³/s対応の考え方

- ・現況川幅、山付部の掘削は行わず、高水敷を平水位まで切下げる
- ・高水敷幅は40mを確保(大河川の被災実績から設定)

○14,700m³/s(既設を除き洪水調節施設を設けない場合)対応の考え方

- ・流下能力向上のため、油の流出域を除き河積確保する必要があり左岸の引堤が必要
- ・引堤により169戸の移転、高圧電線の移転、左岸低位幹線水路の付替えが必要
- ・扇頂部でポテンシャルが大きく、堤防護ラインが必要(堤防強化が必要)
- ・引堤による改修事業費は約147億円



14,700m³/s対応河道

■阿賀野川水系河川整備計画(平成28年5月策定)阿賀野川河道計画検討資料

○渡場床固

恒久施設であることから基本方針河道を見据え、最適な位置と基本諸元を決定している。

現状の床固では、整備計画目標流量 $11,200\text{m}^3/\text{s}$ に対して河積が不足し、老朽化していることから、床固の改築は河川整備計画の優先課題である。このため、基本方針対応の床固改築を先行し、安全性、施工性、効率性、維持管理面などを踏まえて基本方針河道への改修の移行性を検討したうえで、整備計画河道の改修を進めることになる。

上記への移行性を踏まえた整備計画河道の改修方法は今後検討するものとし、本検討では、基本方針河道で設定した最適位置と基本諸元(敷高)を設定して目標流量の流下に必要な川幅を確保する方法で整備計画河道を設定する。

○29.35k~34.0k

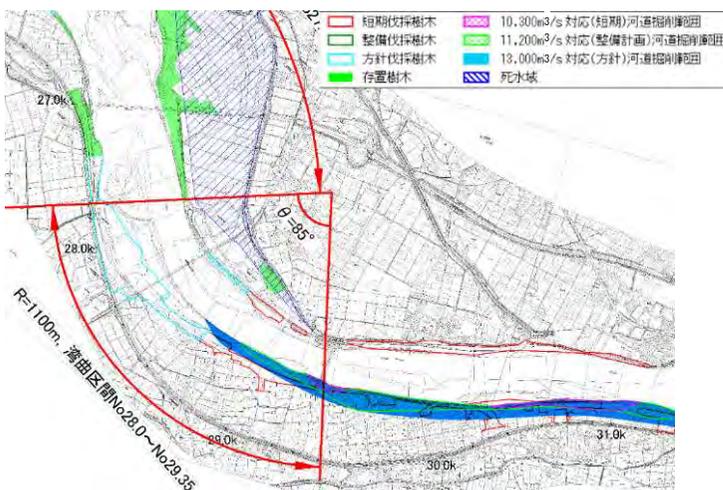
渡場床固は、手戻りを避けるため基本方針河道で設定した床固位置(29.55k)と基本諸元(敷高T.P.12.168m)とする。

左岸高水敷の掘削により必要最小限の河積を確保する。

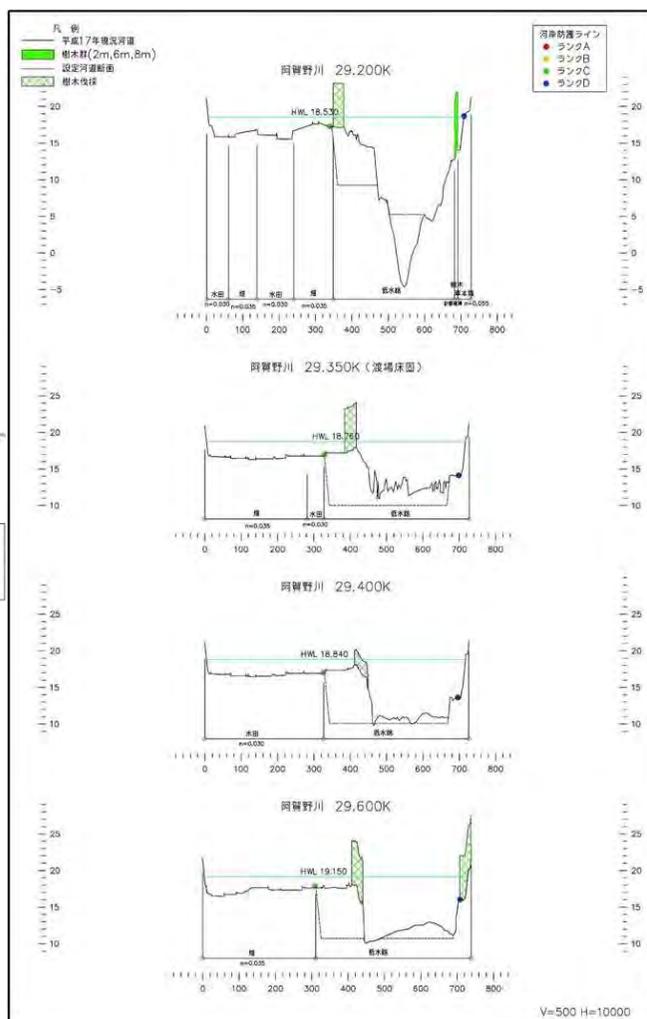
<基本方針河道平面設定>



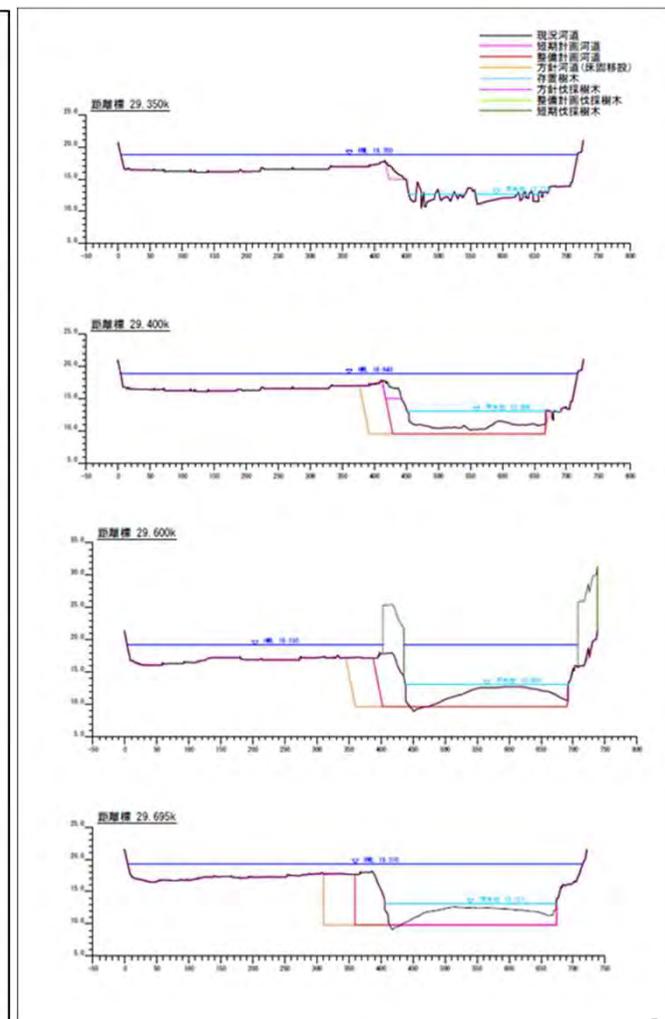
<整備計画河道平面設定>



<基本方針河道設定断面>



<整備計画河道設定断面>



- HWLの設定経緯を「阿賀野川改修計画検討資料 平成元年10月」より整理した。
- S38総体計画において、計画高水流量9,000m³/sによる不等流計算水位とS33.9洪水の痕跡水位より暫定HWLが設定されている。なお、渡場床固の設置年がS32のため、このHWLは床固設置後の水理量・痕跡水位より設定されている。
- S41旧工事実施基本計画では、HWLは計画高水流量11,000m³/sによる不等流計算水位と、S38総体計画の暫定HWLより設定されている。
- S49工事実施基本計画では、23kより上流は馬下地点で現堤防高が計画堤防高となるよう、HWLが約1.0m下がる計画となっている。
- 以上を踏まえると、現行のHWLはS33.9洪水の痕跡水位と各計画段階の計画高水流量時の不等流計算結果を基本として設定されており、いずれの水位も渡場床固を踏まえた縦断水位になっている。

阿賀野川改修計画検討資料 平成元年10月

① 計画高水位

1. 第一期改修

河口出発水位 1.811 mと計画高水流量 6,950 m³/s により設定された。

2. 総体計画 (S. 38)

河口潮位 1.06 m を出発水位とし、河口No 0 で求めた水位 1.800 m を河口出発水位とし、それと計画高水流量 9,000 m³/s による不等流計算により求めた計算水位と S. 33. 9. 18 洪水の痕跡をもとに暫定的に決定した。

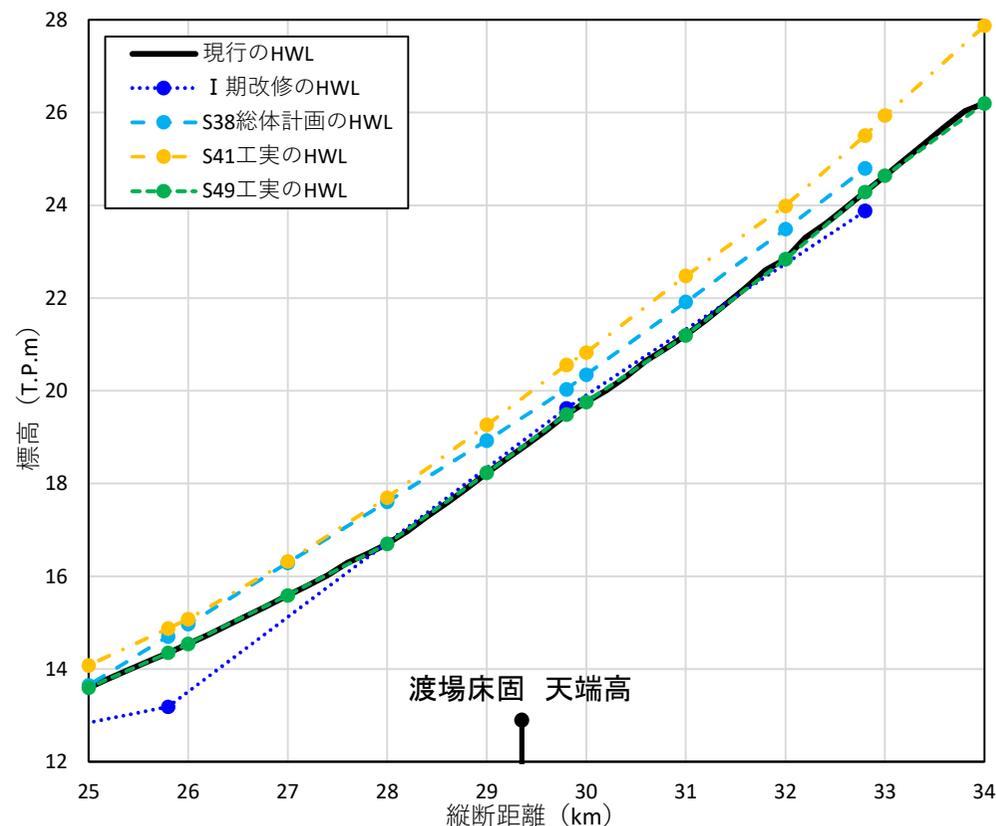
3. 旧工事実施基本計画 (S. 41)

既往最大潮位 1.10 m (昭和35年 1月 6日発生) を出発水位とし、河口No 0 で求めた水位 1.800 m を河口出発水位とし、それと計画高水流量 11,000 m³/s による不等流計算により求めた計算水位が、総体計画で設定した計画高水位とほぼ一致するよう設定した。

4. 現改修計画 (S. 49)

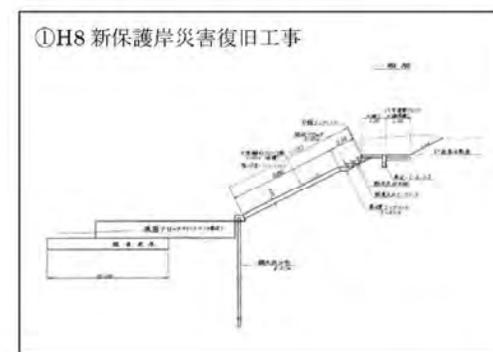
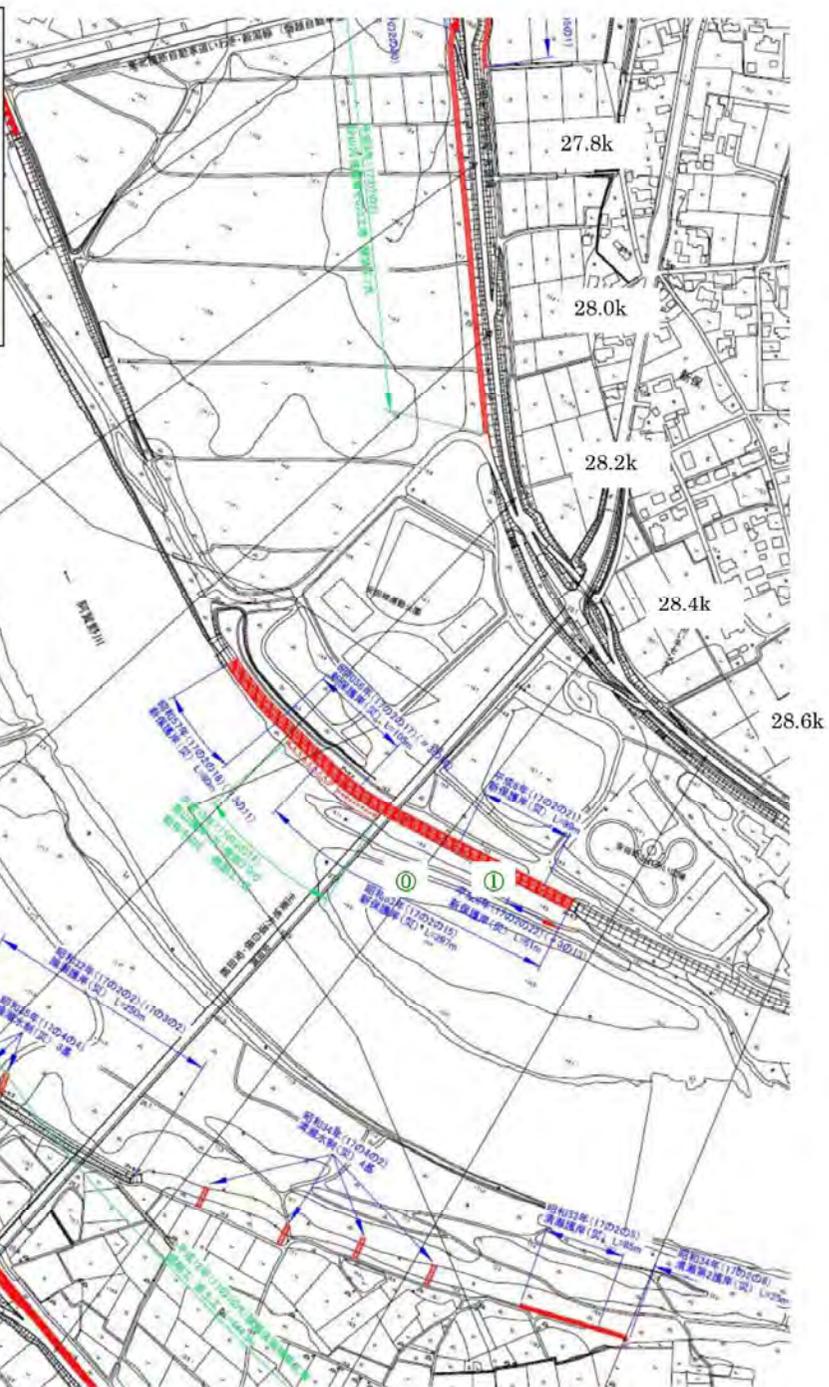
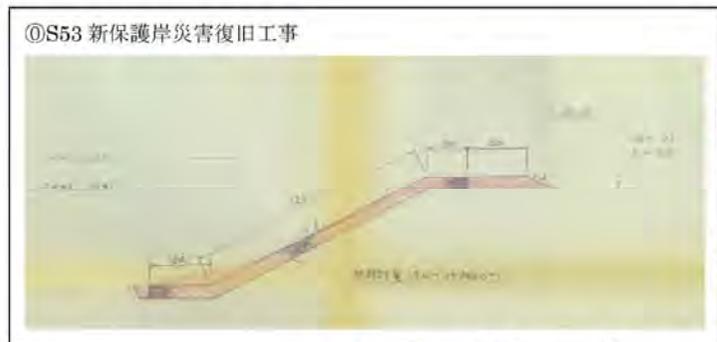
河口～23K間は、旧工実で設定した計画高水位を踏襲し、No.230 より上流は馬下地点で現堤防高が計画堤防高となるように約 1.0 m 下げる計画とした。

各計画段階のHWL



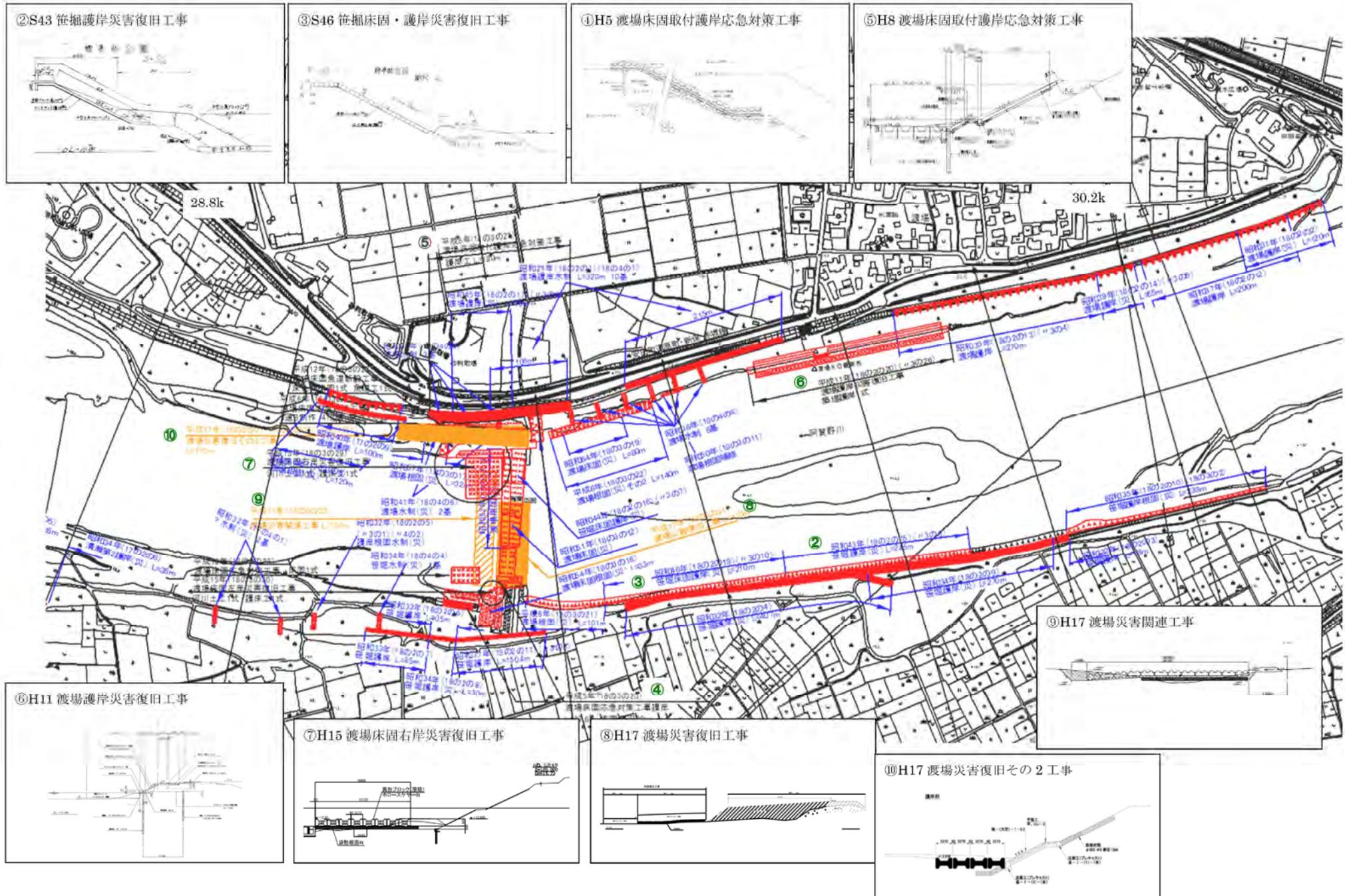
構造物の設置状況

■ 渡場床固下流の護岸構造を示す。



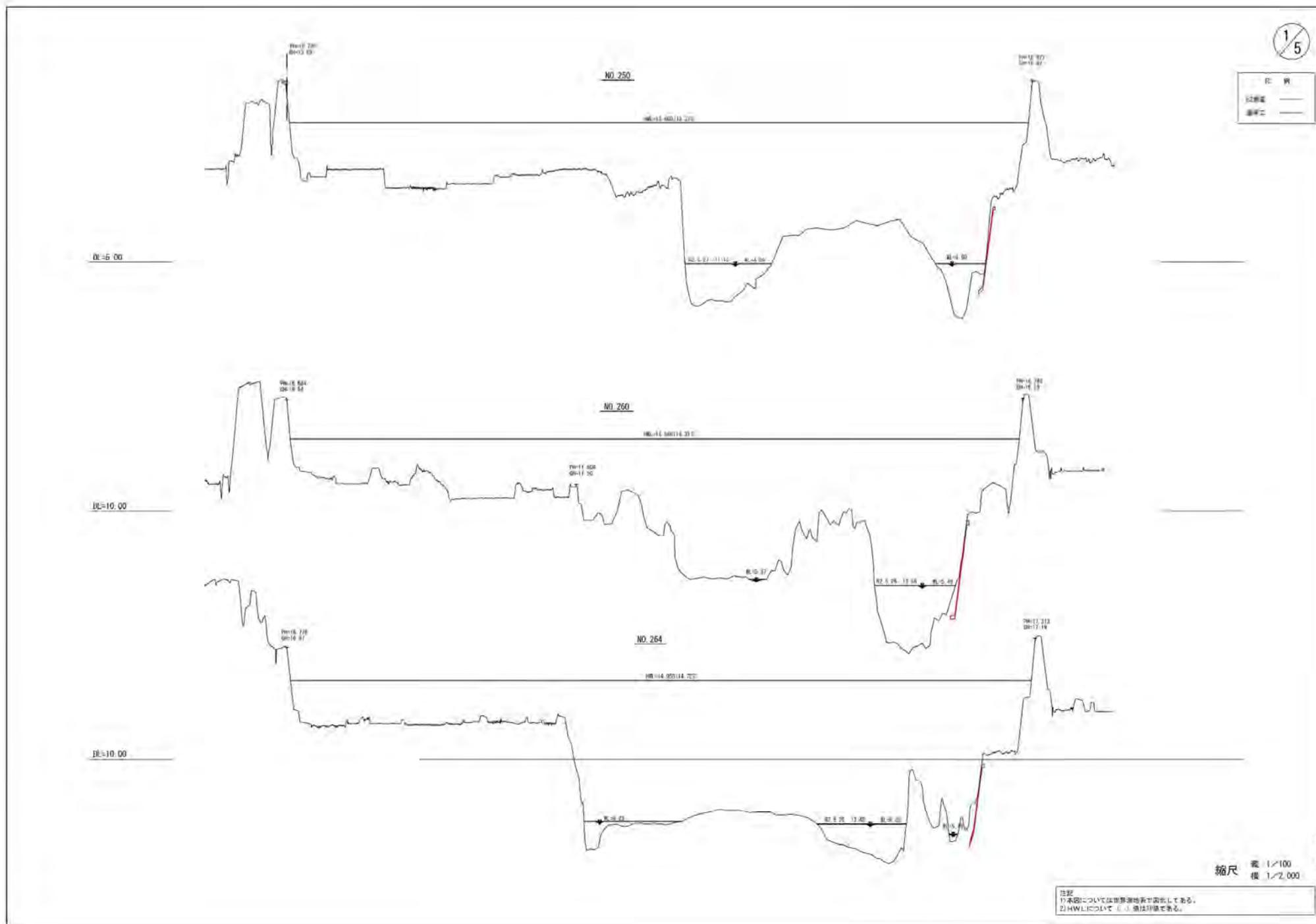
五泉市

■ 渡場床固近傍の護岸構造を示す。



護岸設置状況(横断図)

■ 護岸設置状況 (25.0km、26.0km、26.4km) を示す。



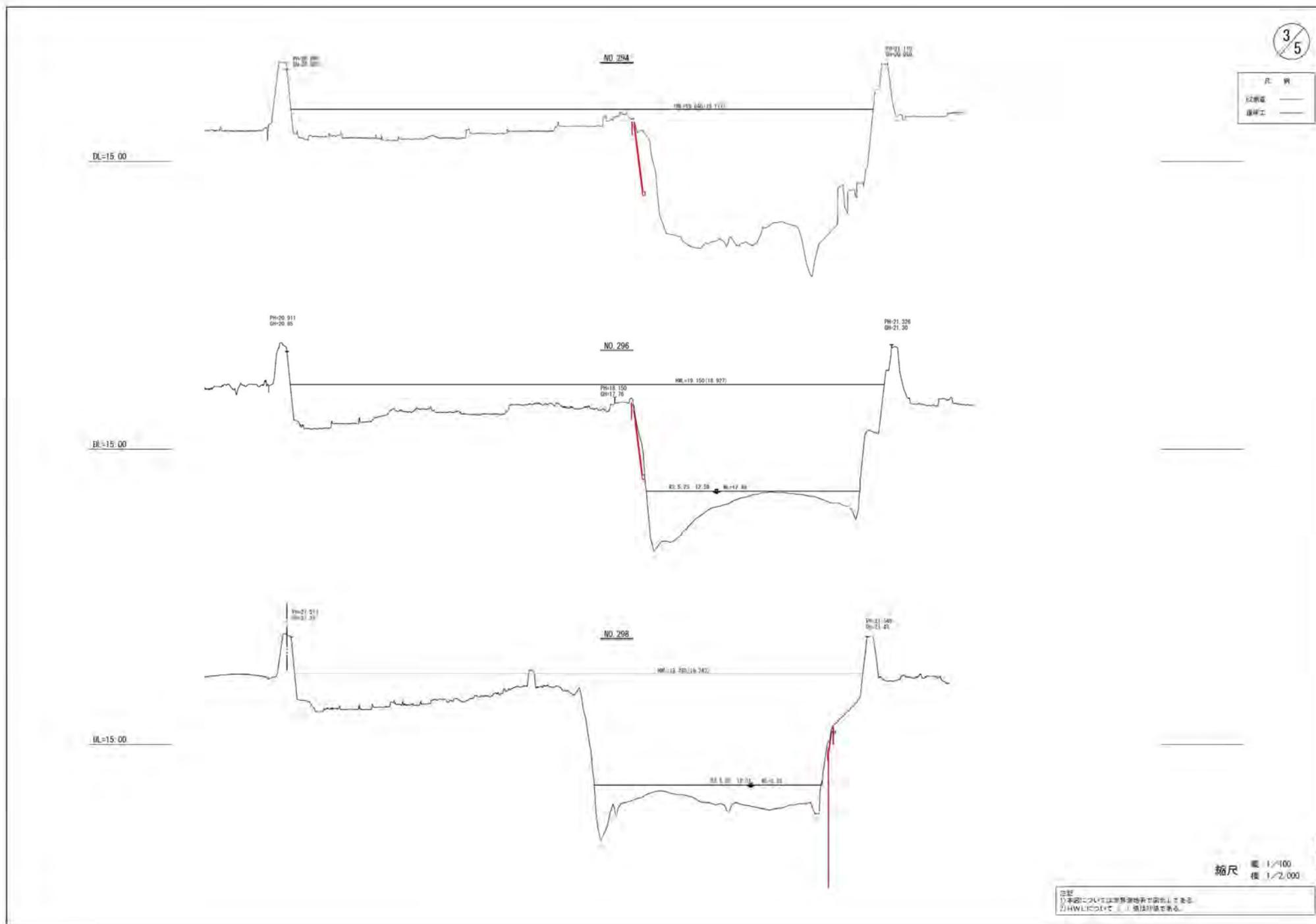
護岸設置状況(横断図)

■ 護岸設置状況 (26.8km、28.4km) を示す。



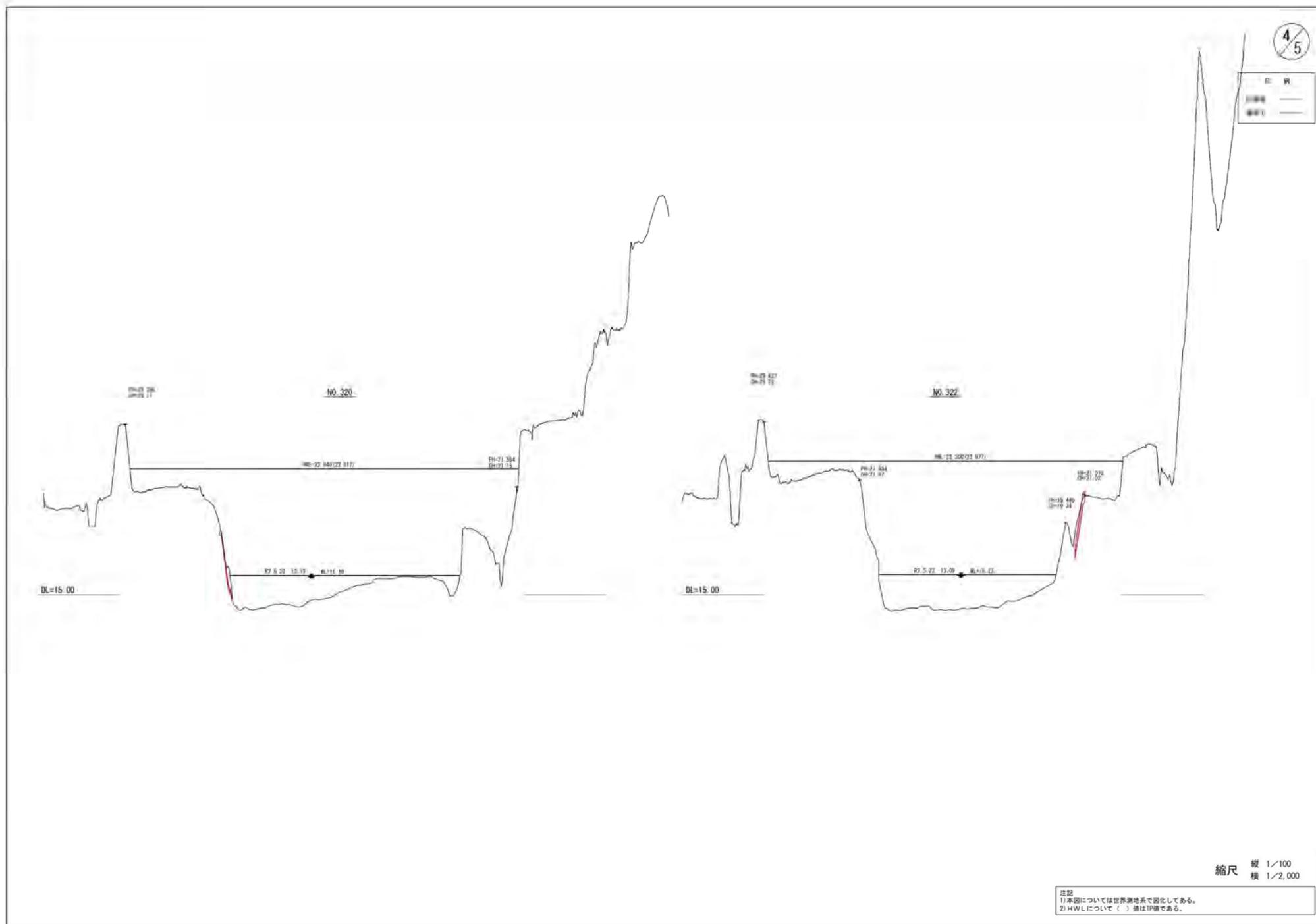
護岸設置状況(横断図)

■ 護岸設置状況 (29.4km、29.6km、29.8km) を示す。



護岸設置状況(横断図)

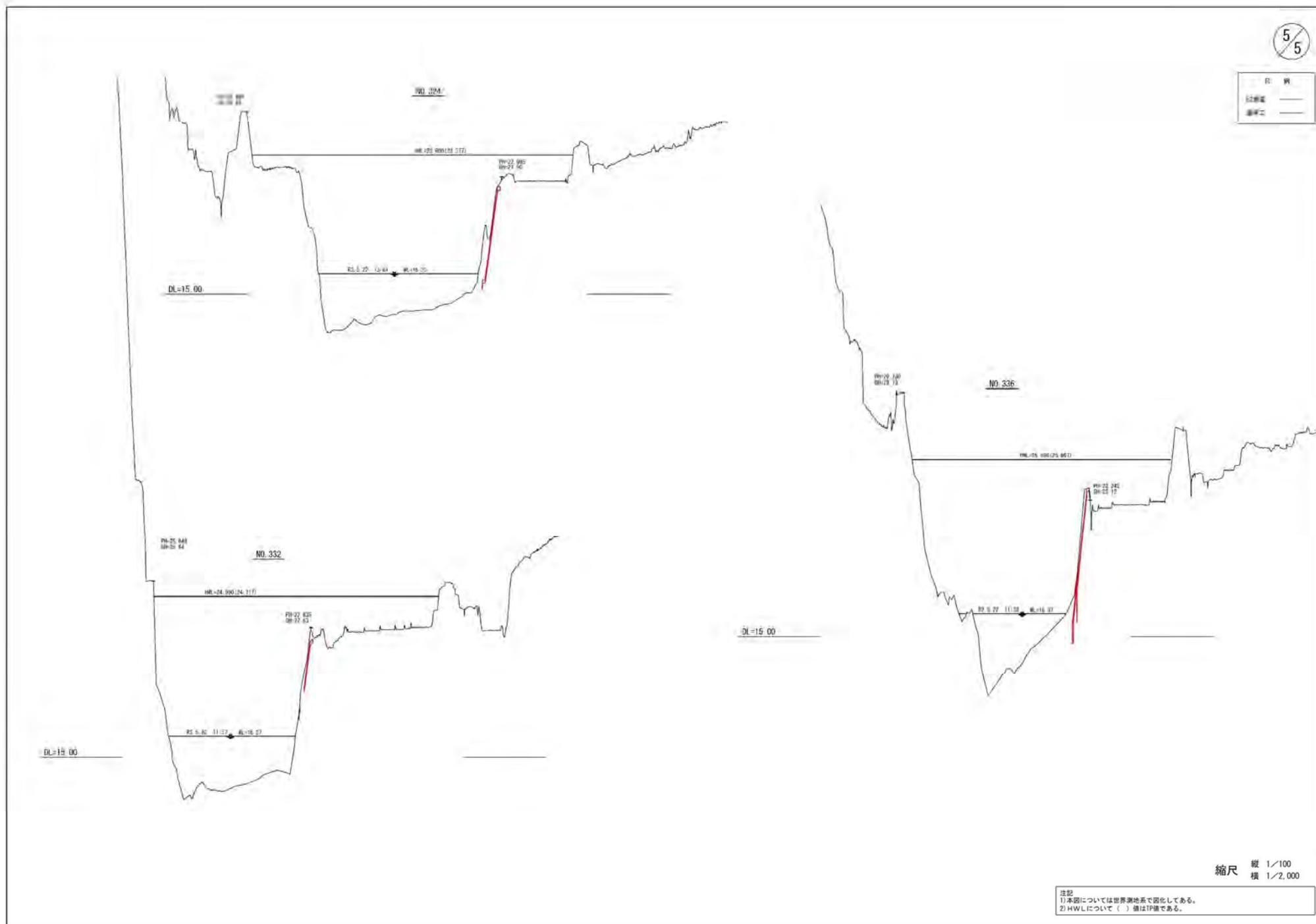
■ 護岸設置状況 (32.0km、33.2km) を示す。



令和5年5月11日現在

護岸設置状況(横断図)

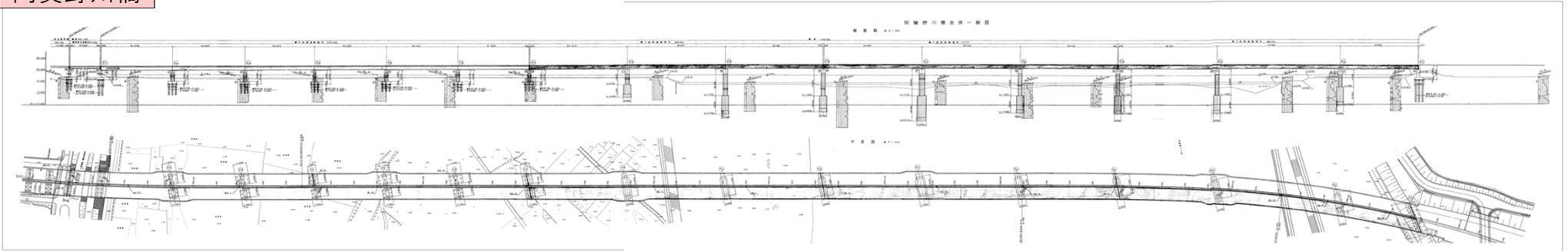
■ 護岸設置状況 (32.4km、33.2km、33.6km) を示す。



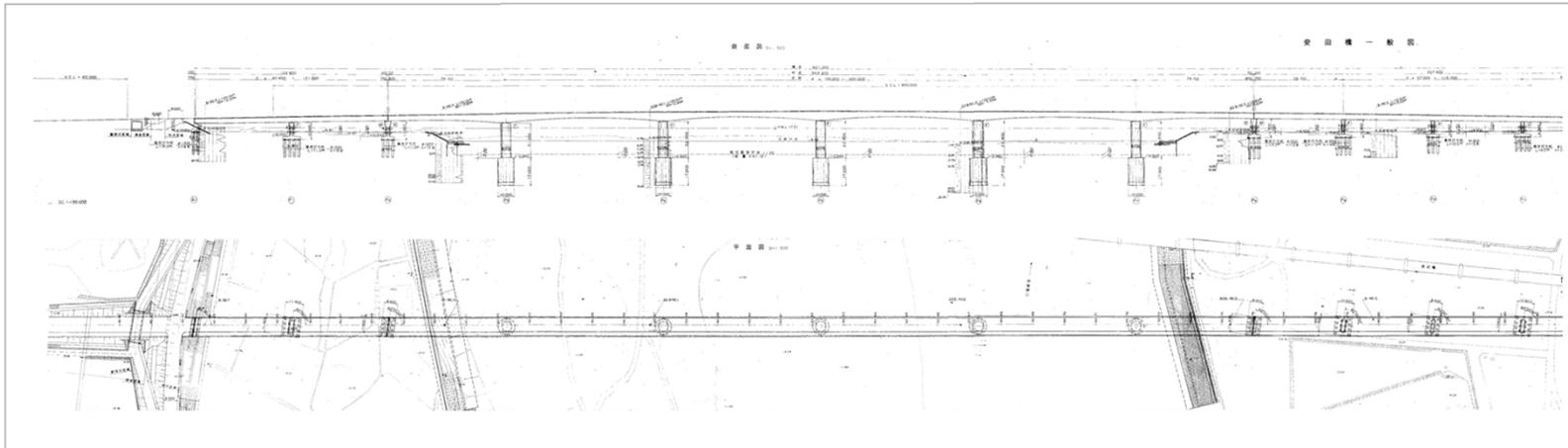
橋梁一般図

■ 阿賀野川橋、新安田橋、馬下橋の一般図を示す。

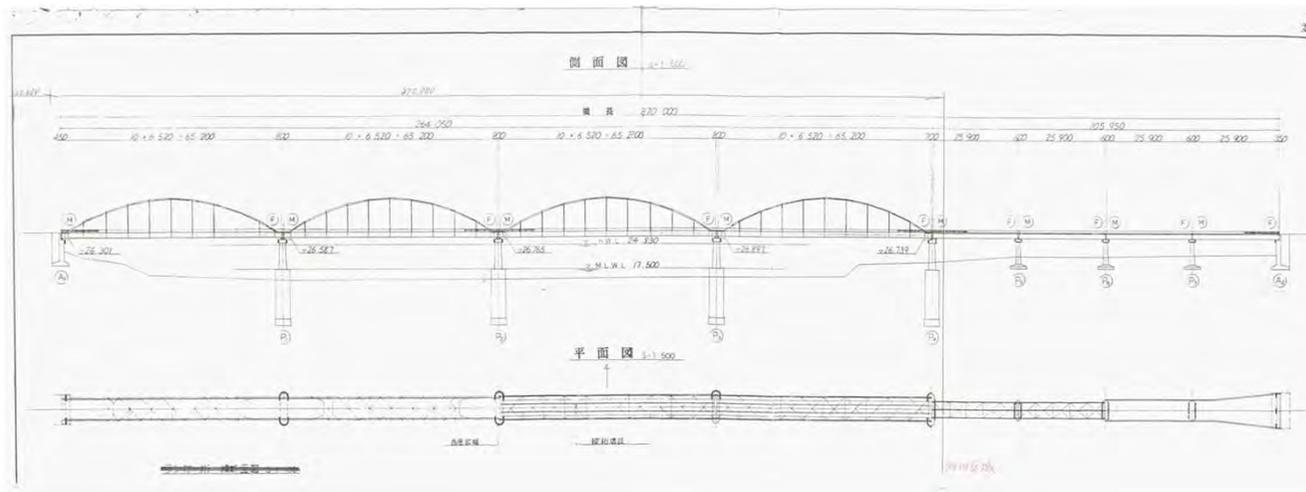
阿賀野川橋



新安田橋



馬下橋

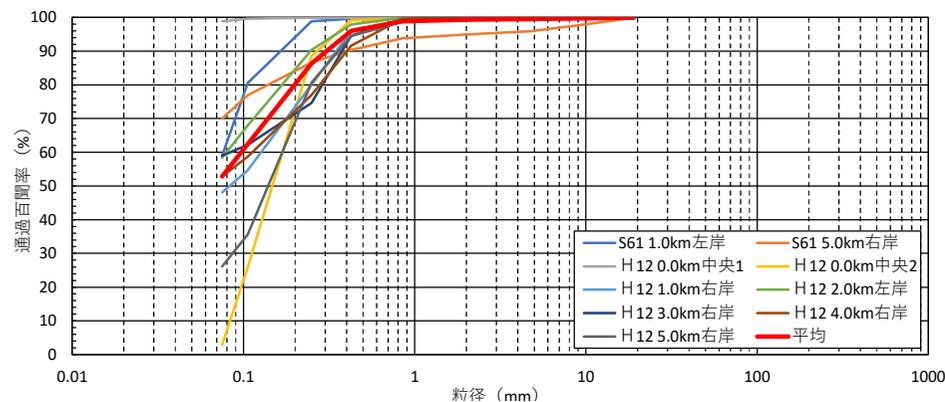


一次元河床變動解析

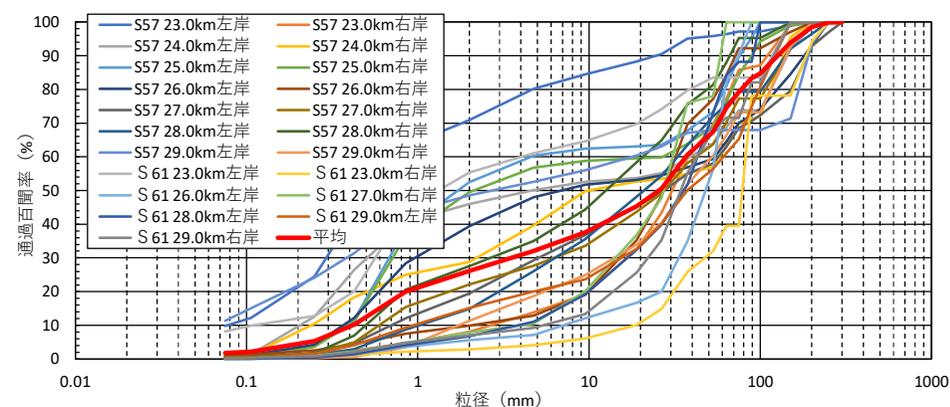
一次元河床変動解析(検証計算)で使用した河床材料粒度分布

■ 一次元河床変動解析モデル(将来予測計算)で使用したS57、S61、H12の河床材料粒度分布を示す。

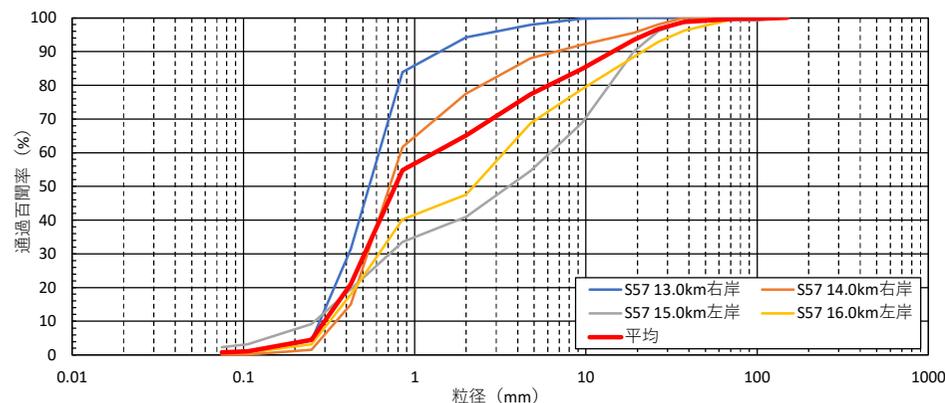
河道区分1 0.0k~6.0k



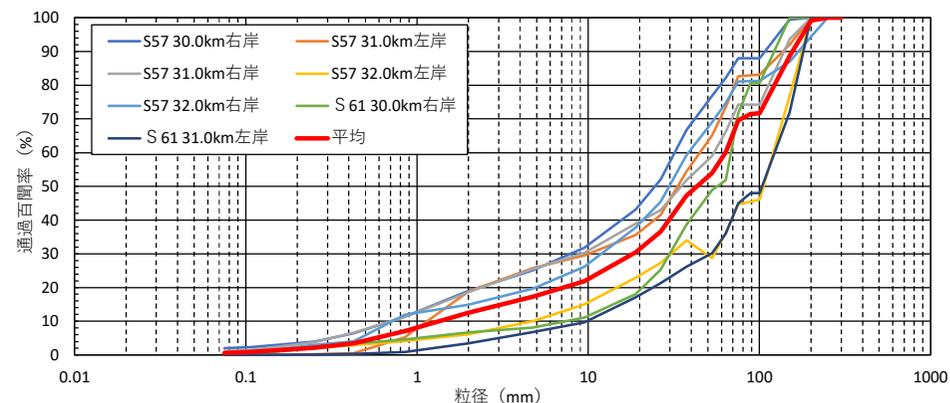
河道区分4 22.6k~29.35k



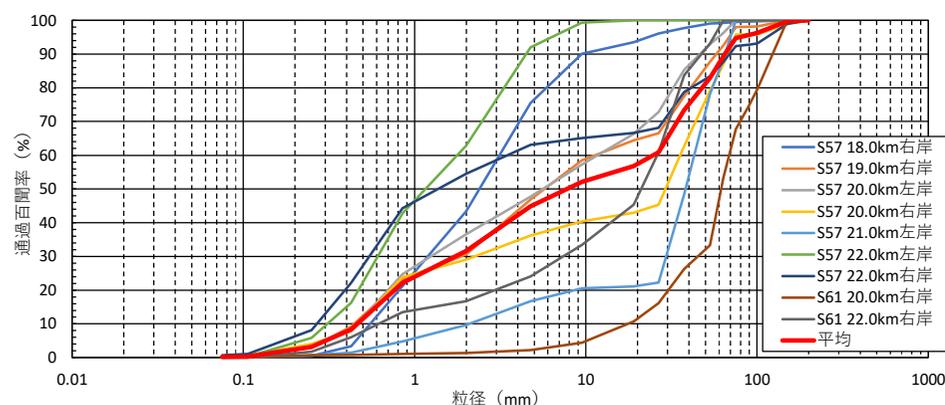
河道区分2 6.0k~16.9k



河道区分5 29.35k~34.0k



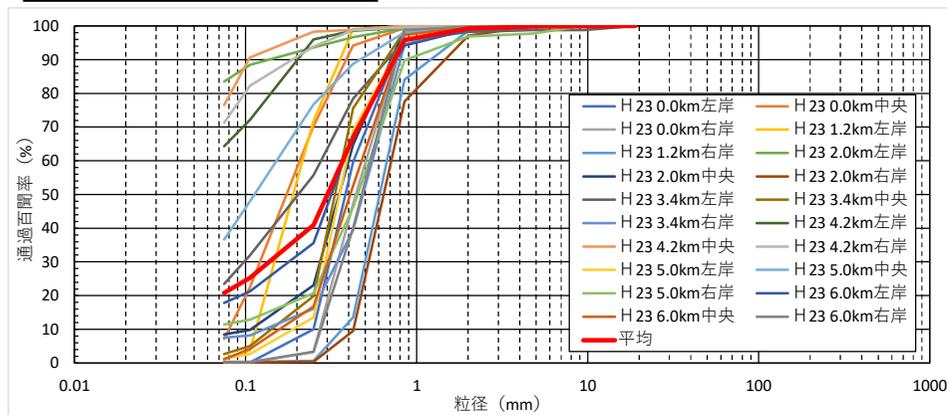
河道区分3 16.9k~22.6k



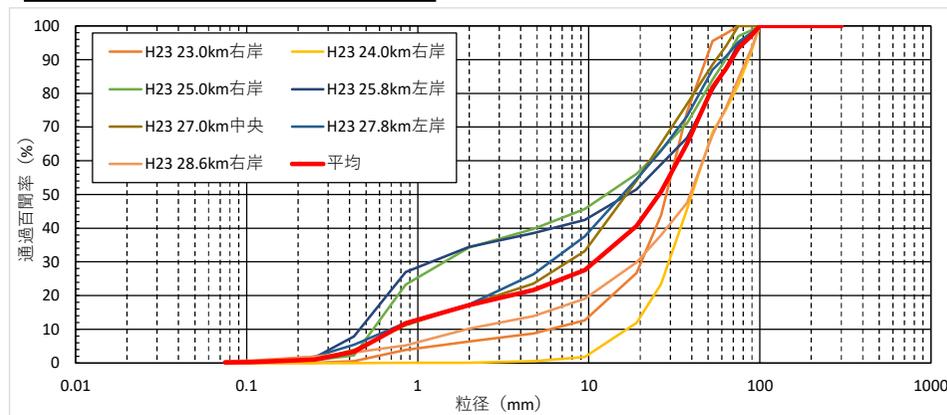
一次元河床変動解析(将来予測)で使用したH23河床材料粒度分布

■ 一次元河床変動解析モデル(将来予測計算)で使用したH23河床材料粒度分布を示す。

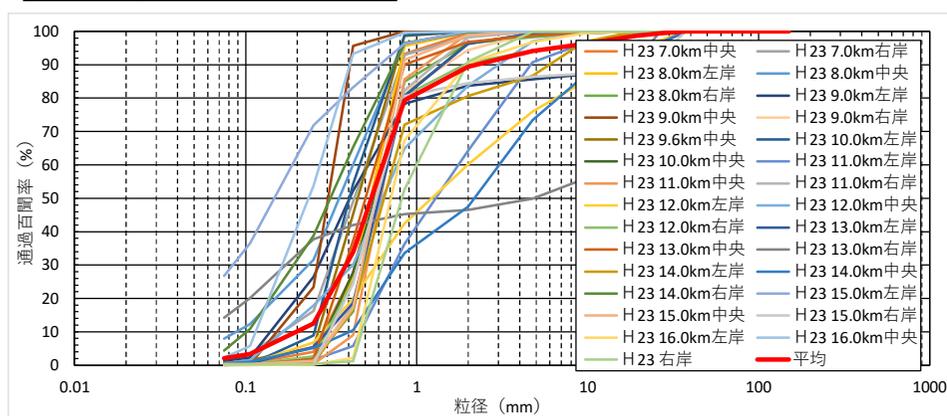
河道区分1 0.0k~6.0k



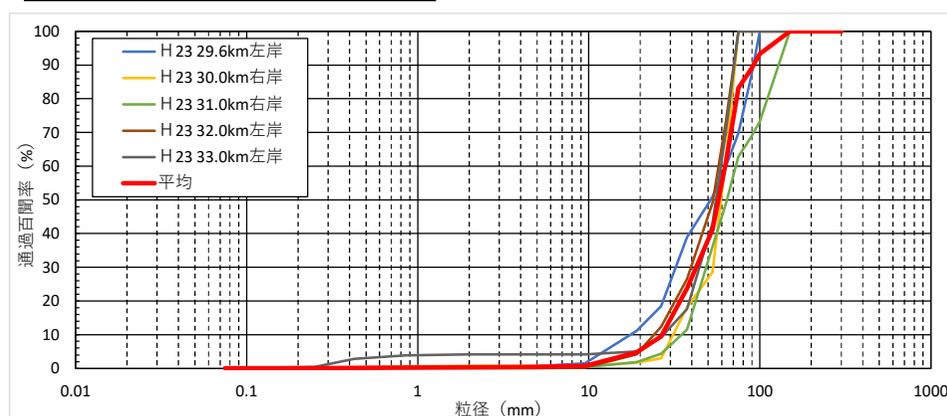
河道区分4 22.6k~29.35k



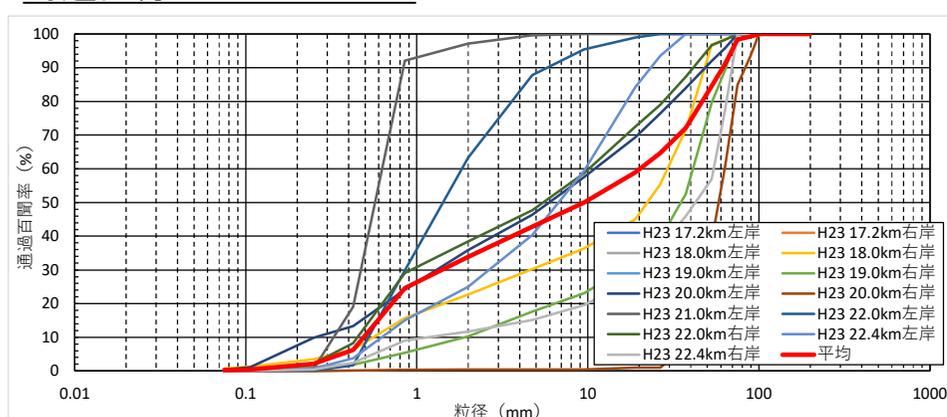
河道区分2 6.0k~16.9k



河道区分5 29.35k~34.0k



河道区分3 16.9k~22.6k



支配流量の考え方と床固無し条件の河道設定

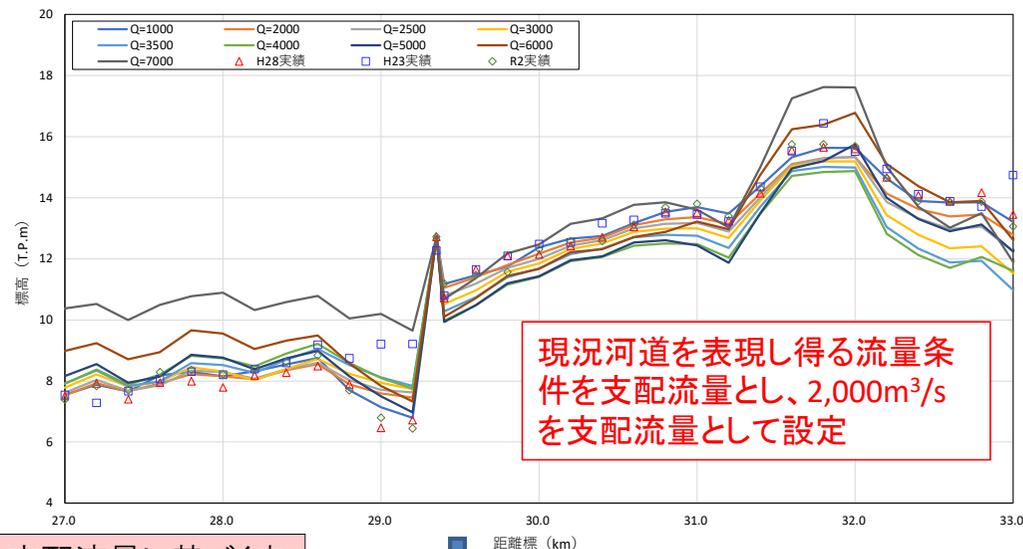
【支配流量の考え方と床固無し条件の河道設定】

- 支配流量の定義は、「ある流量条件において形成された動的平衡河床と現況河床を比較し、現況河床を表現し得る流量条件」とする
- 動的平衡河床は一次元河床変動解析モデルにより作成する。
- 流量条件は融雪出水、平均年最大流量を包括する複数ケース（計9ケース）を対象とする。
- 床固無し条件で支配流量流下時の動的平衡河床を作成し、この河道を床固無し条件の河道条件として設定する。

検討条件一覧(支配流量の設定)

項目	設定内容
対象区間	0.0km～38.8km（直轄区間34km+指定区間4.8km）
対象期間	Case1～Case9の流量を通水し、動的平衡状態となるまで通水を続ける
河道モデル	H28測量断面
初期粒径	H23河床材料調査結果より設定
床固	渡場床固：29.35k地点
	沢海床固：右岸側の船通しが床固部と比べ幅が狭いため河床は固定されていると考える（河床低下させない）
流量条件	融雪出水、平均年最大流量を包括するように設定 Case1：1,000m ³ /s Case2：2,000m ³ /s Case3：2,500m ³ /s Case4：3,000m ³ /s Case5：3,500m ³ /s Case6：4,000m ³ /s Case7：5,000m ³ /s Case8：6,000m ³ /s Case9：7,000m ³ /s 計9ケース
	供給土砂量	阿賀野川は掃流砂を0.4倍、浮遊砂を0.4倍で設定 早出川は掃流力に応じて供給
粗度係数	低水路：近年上位3洪水の逆算粗度係数の平均値を設定 高水敷：河道計画で検討されている粗度係数を設定

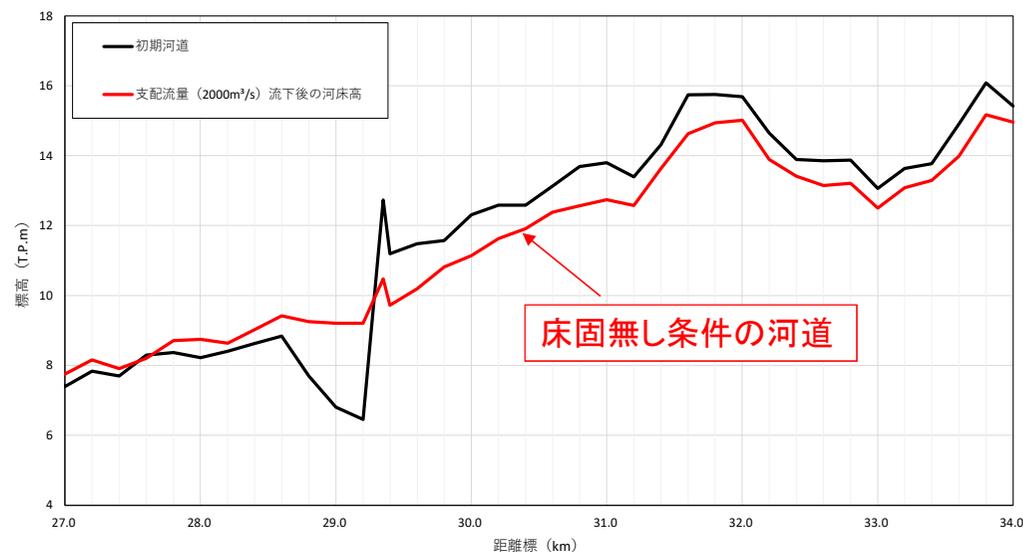
検討結果:各流量規模における動的平衡河床高



支配流量に基づく床固無し条件の河道



床固無し条件で、支配流量流下時の動的平衡河床高を作成

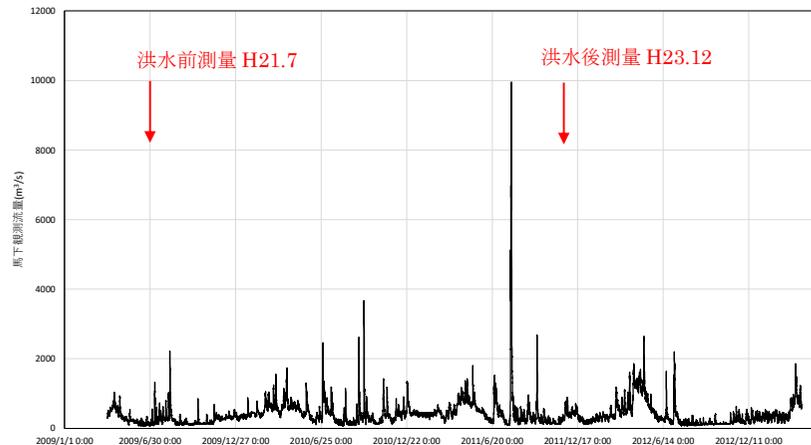


GBVC法＋平面二次元河床變動解析

GBVCモデルの再現検証(計算条件、痕跡水位再現)

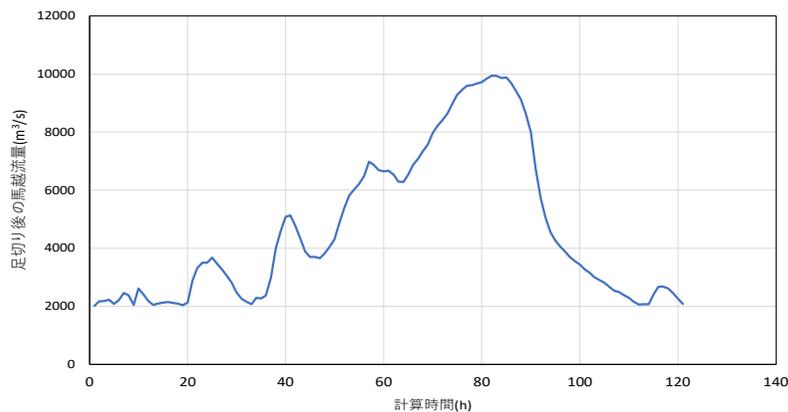
- H23年7月洪水を対象にGBVC法+平面二次元河床変動解析の精度確認を実施した。
- 上流端流量は馬下流量を平均年最大流量約3,000m³/sより小さい2,000m³/s (支配流量程度) で足切りし設定した。

洪水前測量(H21.7)～洪水後測量(H23.12)間の馬越観測流量



平均年最大流量約3,000m³/sより小さい
2,000m³/sで足切り

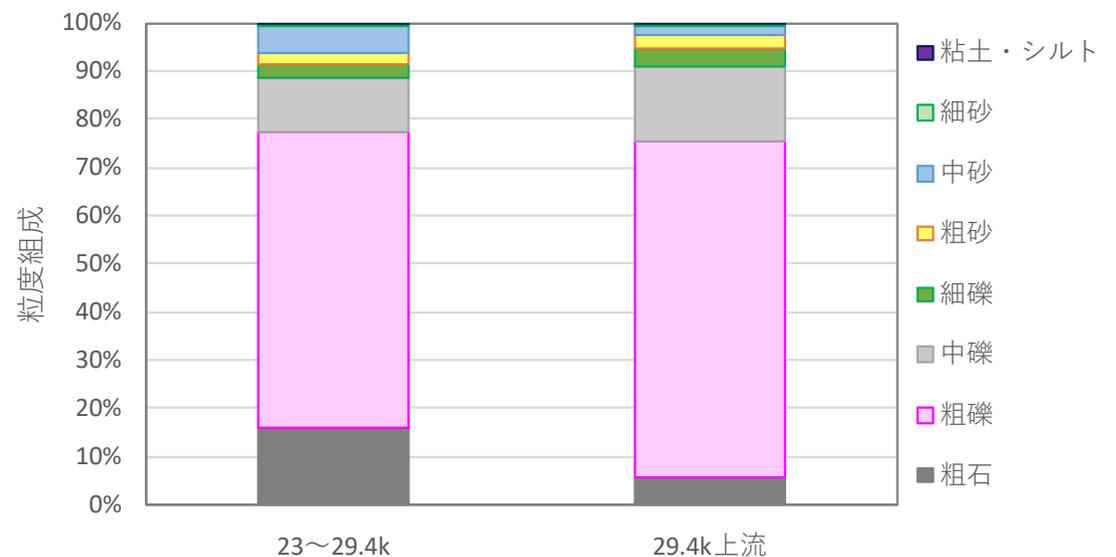
上流端流量ハイドログラフ



H23.7出水再現計算条件

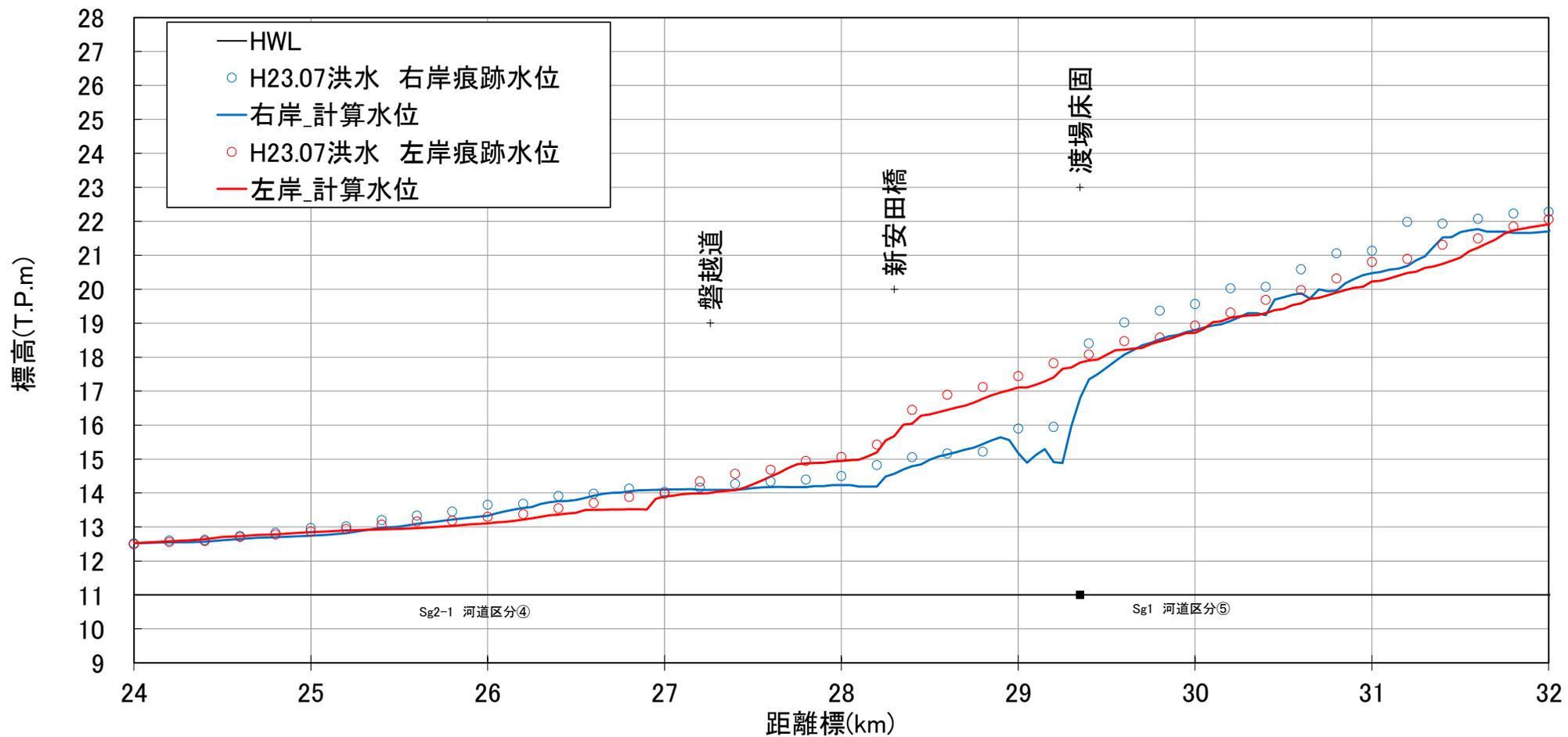
解析法: GBVC法+平面二次元河床変動解析モデル
 対象区間: 23.2k~35.88k(34.0k~35.88kは県区間)
 対象洪水: H23実績洪水
 河道データ: 洪水前H21.7定期横断測量
 洪水後H23.12定期横断測量
 下流端水位: H23末河道のH-Q式より流量を水位換算
 粗度係数: 23.2k~29.3k:n=0.035、29.3k~34.0k:n=0.038
 樹木群: 樹木群透過係数(H24環境情報図)より設定
 河床材料: H23年度調査結果
 流量式: (掃流砂) 芦田・道上式
 (浮遊砂) 板倉・岸式
 流入土砂量: 平衡土砂条件

渡場床固上下流の粒度組成(H23河床材料調査結果)



GBVCモデルの再現検証(計算水位と痕跡水位の比較)

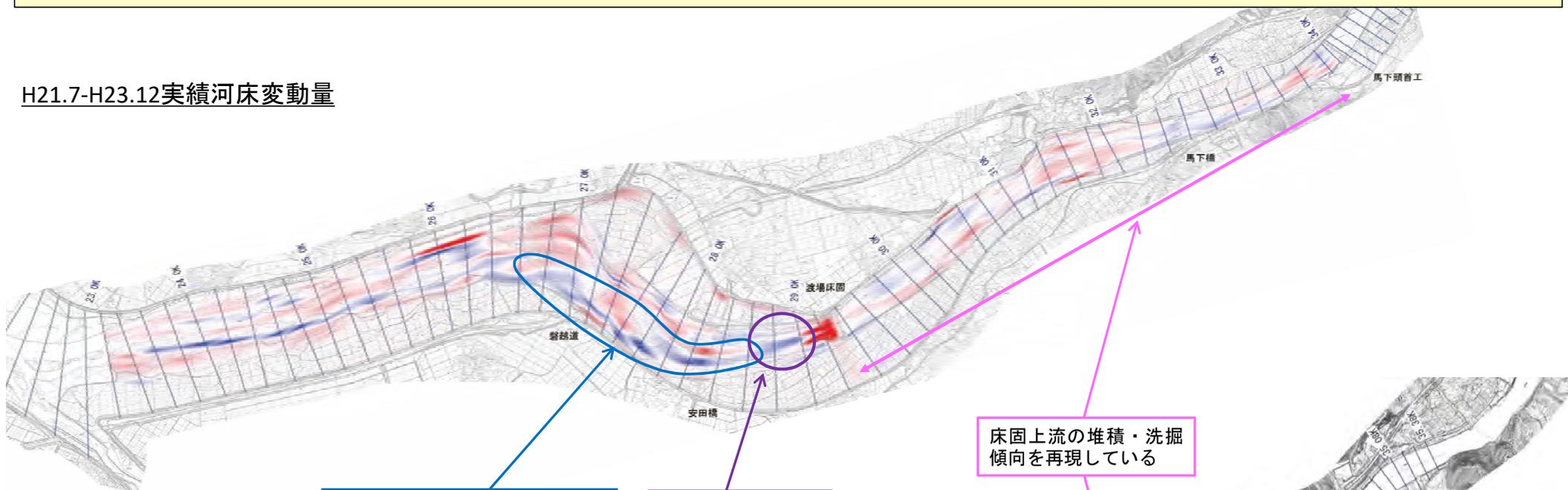
- GBVC法+平面二次元河床変動解析結果として、出水前後の河床変動量を整理した。
- H23.7洪水ピーク時の解析水面形は、概ね痕跡水位を再現できていることを確認した。



GBVCモデルの再現検証(河床変動量の比較)

- GBVC法+平面二次元河床変動解析結果として、出水前後の河床変動量を整理した。
- 河床変動傾向を見ると、本再現計算結果は、実績の河床変動傾向に見られる安田橋近傍の湾曲外岸側の洗掘傾向、床固直下の局所洗掘、床固上流部の堆積・洗掘傾向を概ね再現しており、予測計算を実施する上で妥当な解析精度を有していることを確認した。

H21.7-H23.12実績河床変動量

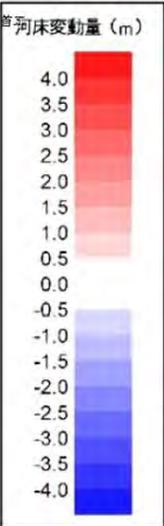
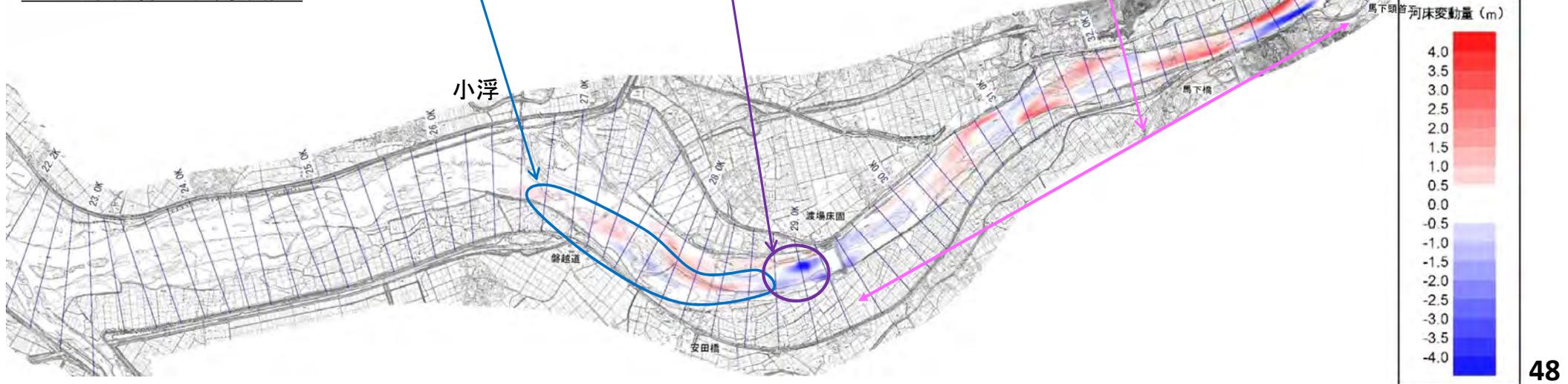


床固下流の安田橋付近について、
外岸側の洗掘を再現できている

床固直下の深掘れ
を再現できている

床固上流の堆積・洗掘
傾向を再現している

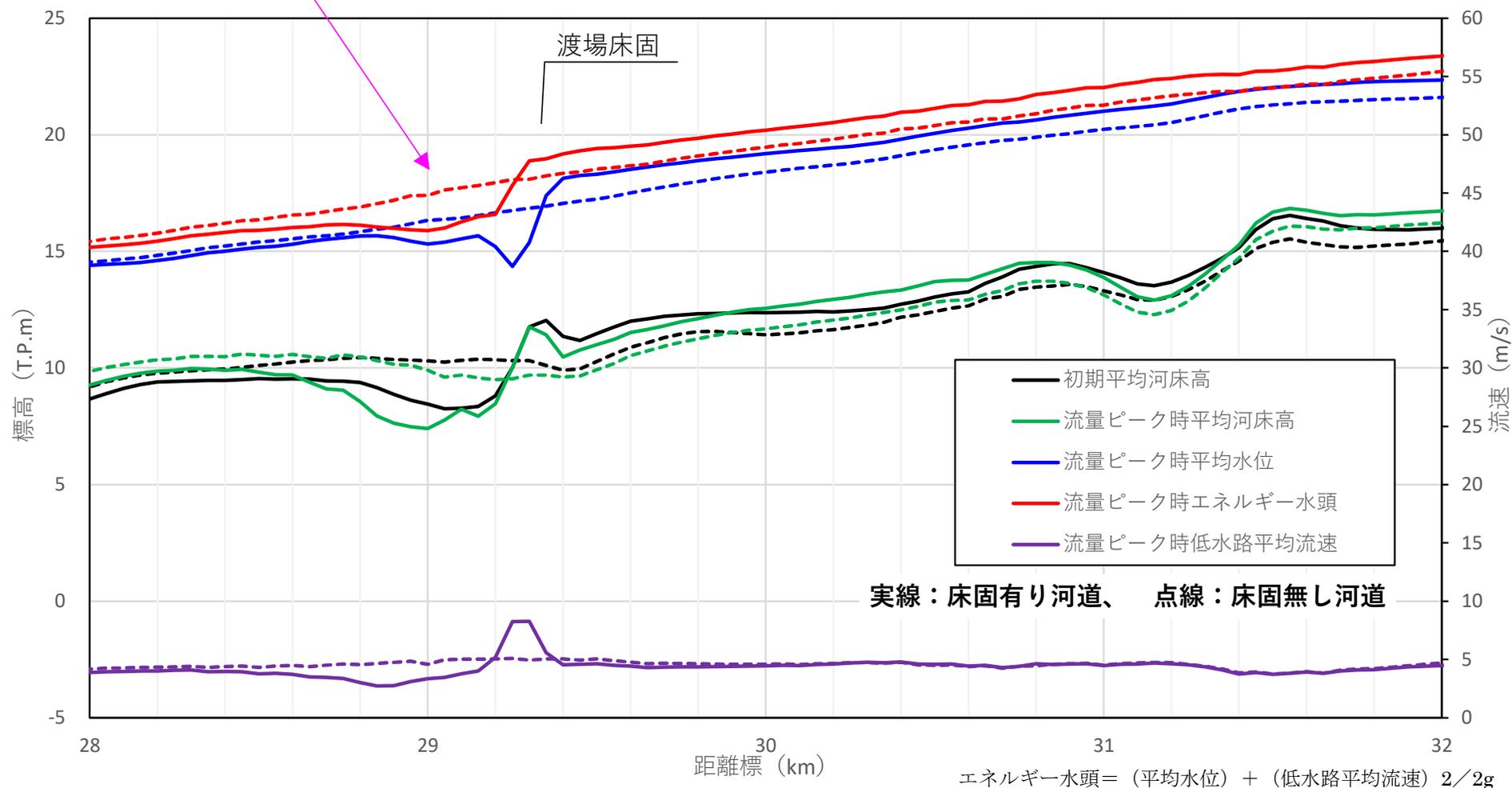
H23出水計算 河床変動量



床固の有無によるエネルギー減衰

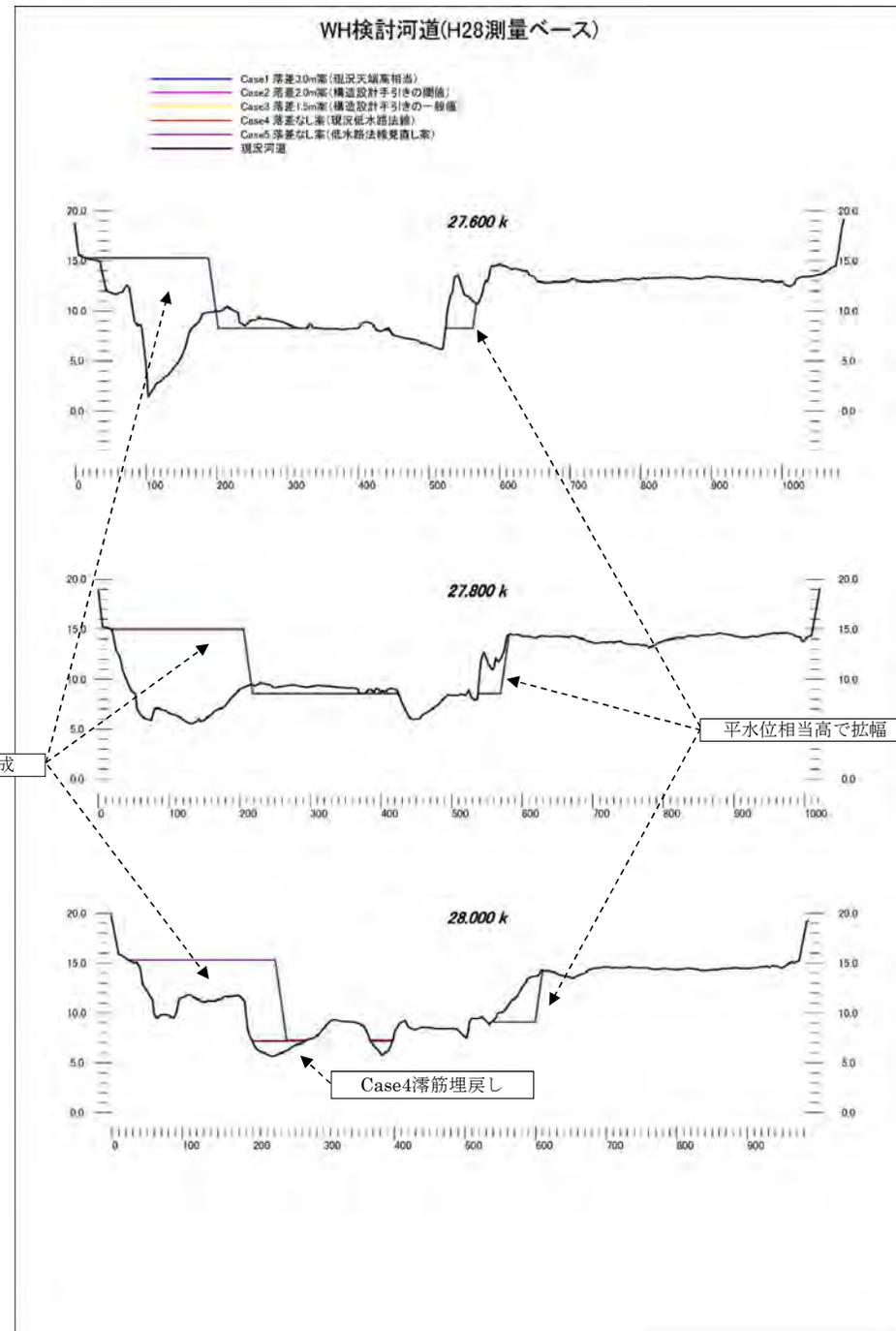
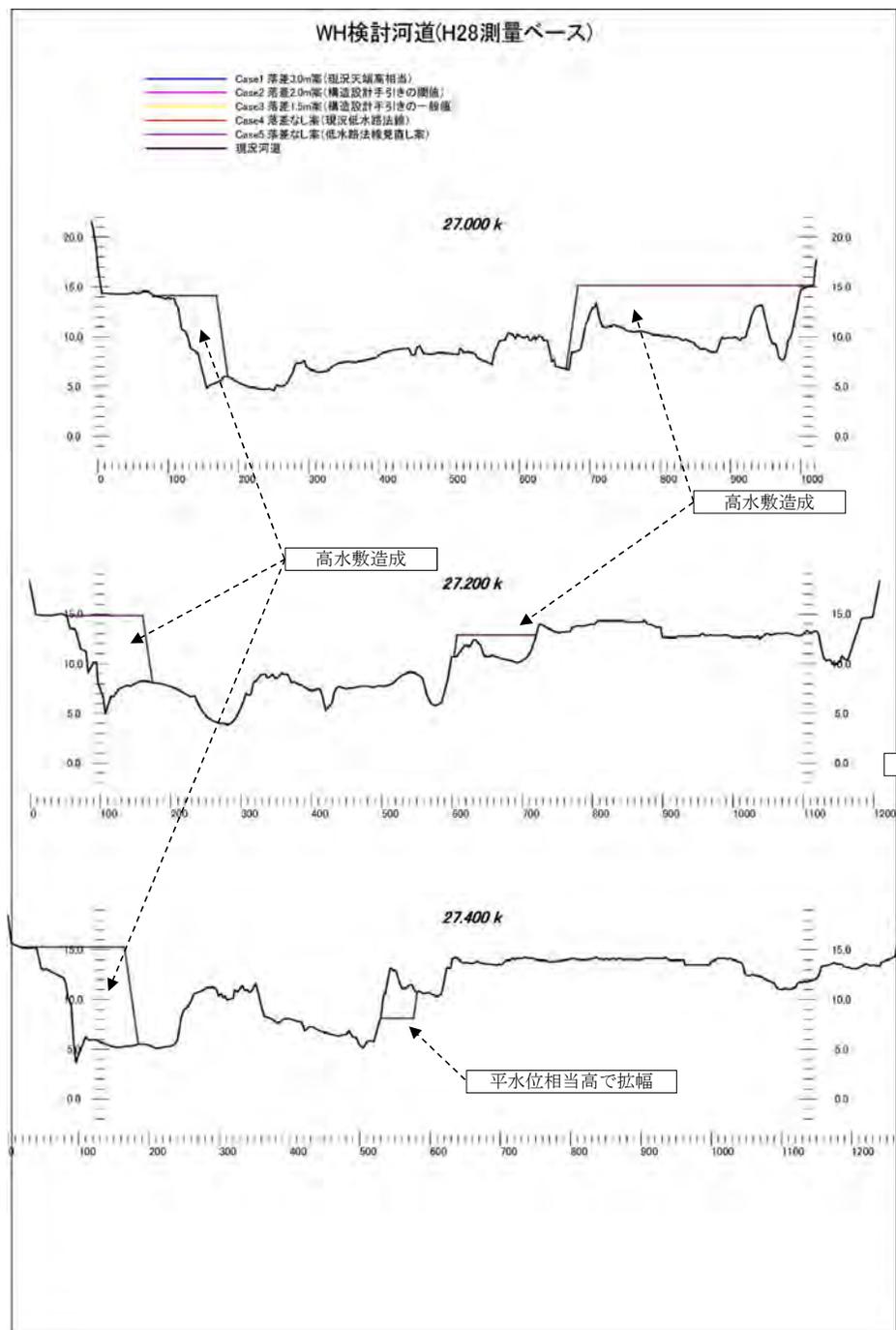
- GBVC法+平面二次元河床変動解析により、床固の有無を対象とした解析からエネルギー減衰状況を整理した。
- エネルギー減衰効果による影響を評価するためエネルギー水頭縦断図について評価した。
- 渡場床固の落差により、床固下流での渦によるエネルギー消散が顕著となる。そのため床固下流では、床固有り河道（実線）は床固無し河道（点線）に比べて、エネルギー水頭が小さくなっている。

渡場床固の落差により、床固下流での渦によるエネルギー消散が顕著となる。そのため床固下流では、床固有り河道（実線）は床固無し河道（点線）に比べて、エネルギー水頭が小さくなっている。



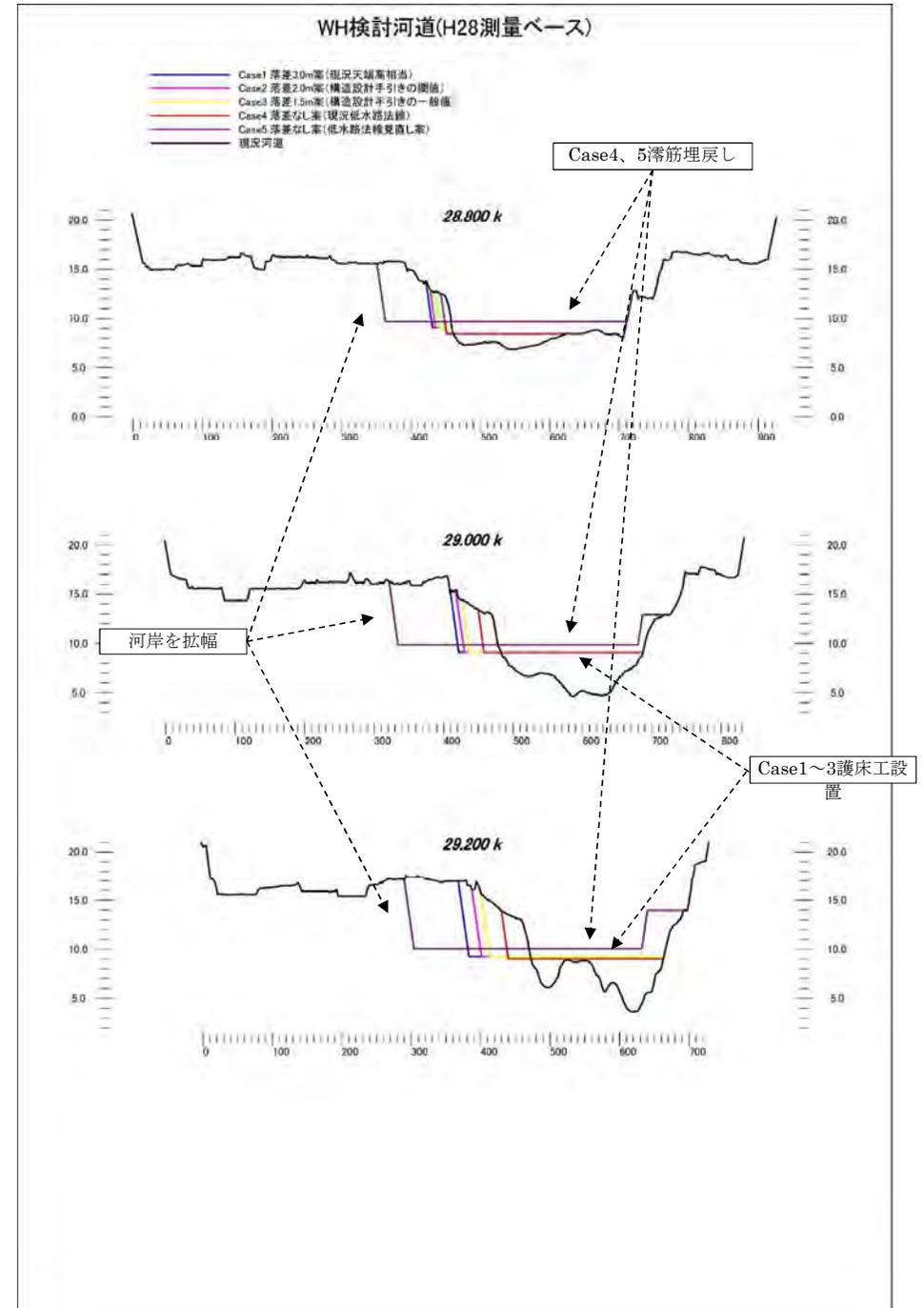
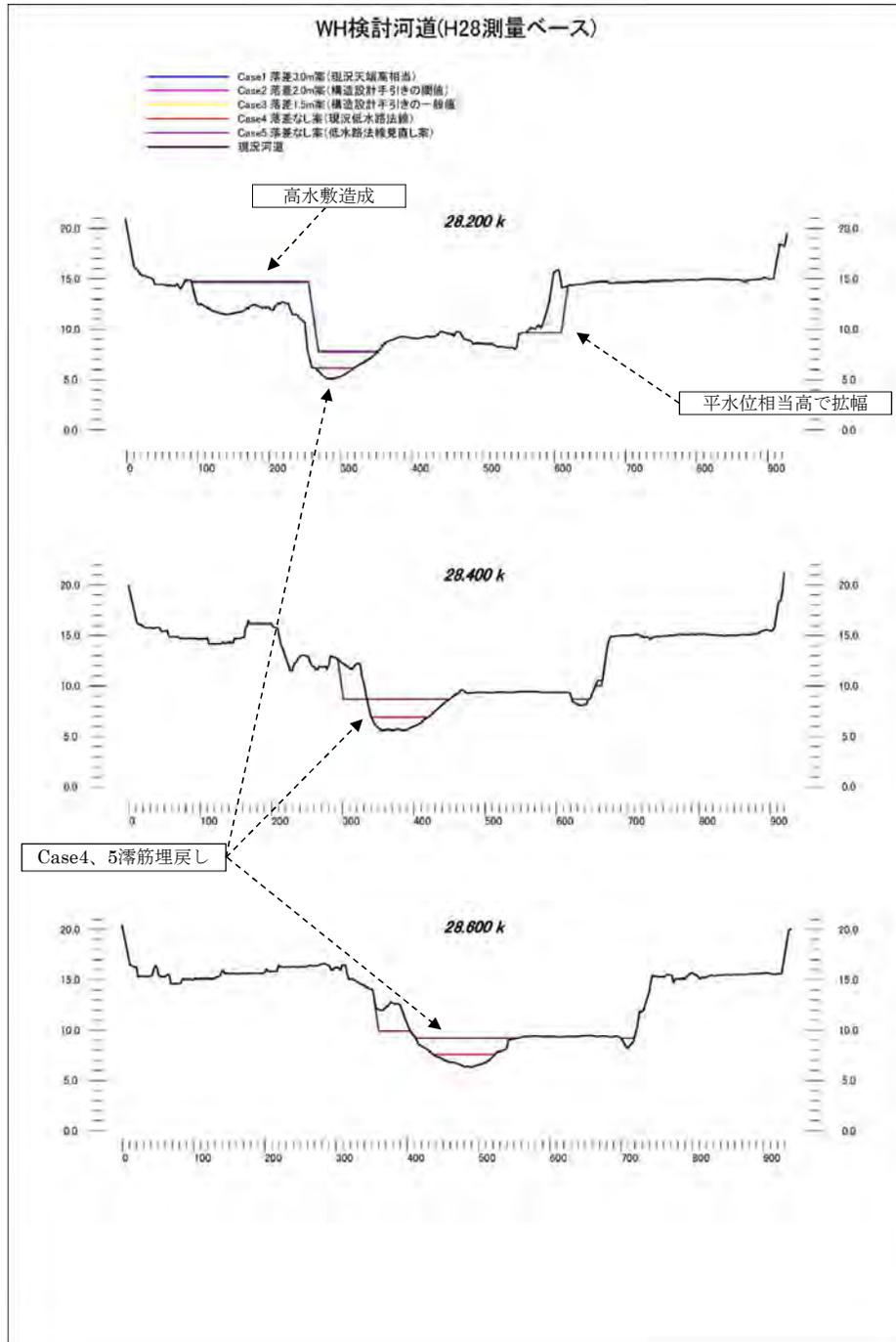
河道形状の一次設定

■ 一次設定河道の横断図（27.0km～28.0km）を示す。



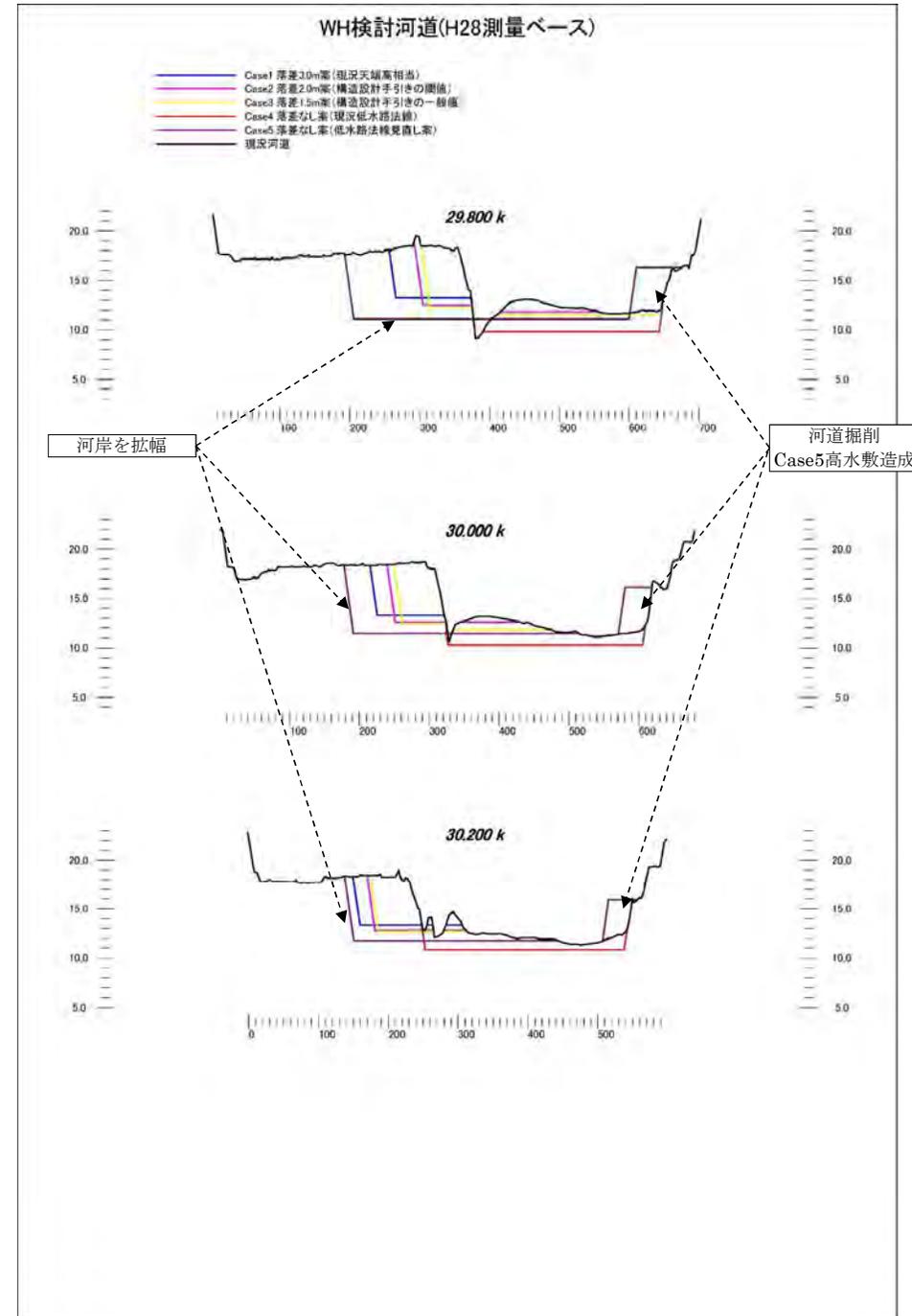
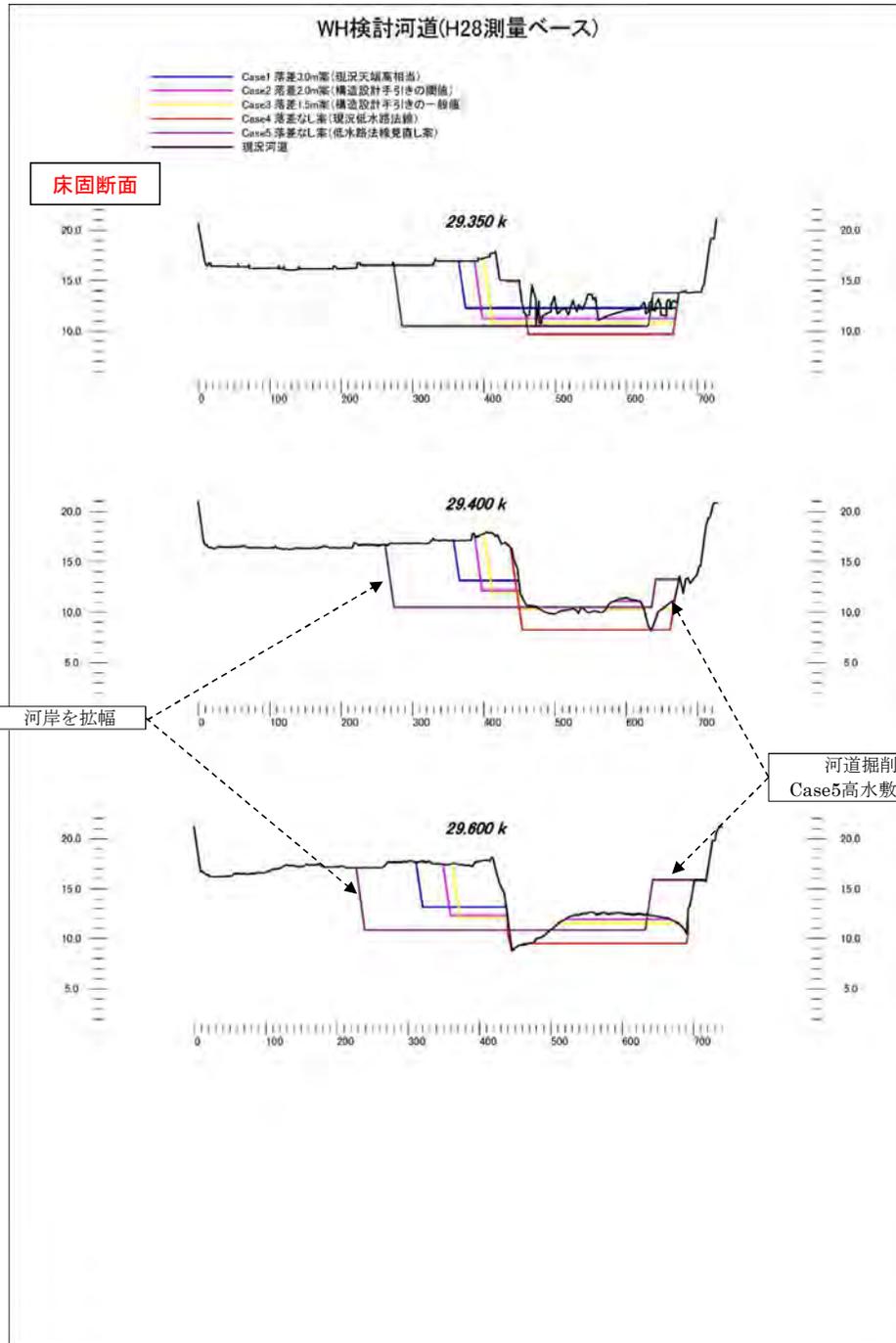
一次設定河道 横断図

■ 一次設定河道の横断図（28.2km～29.2km）を示す。



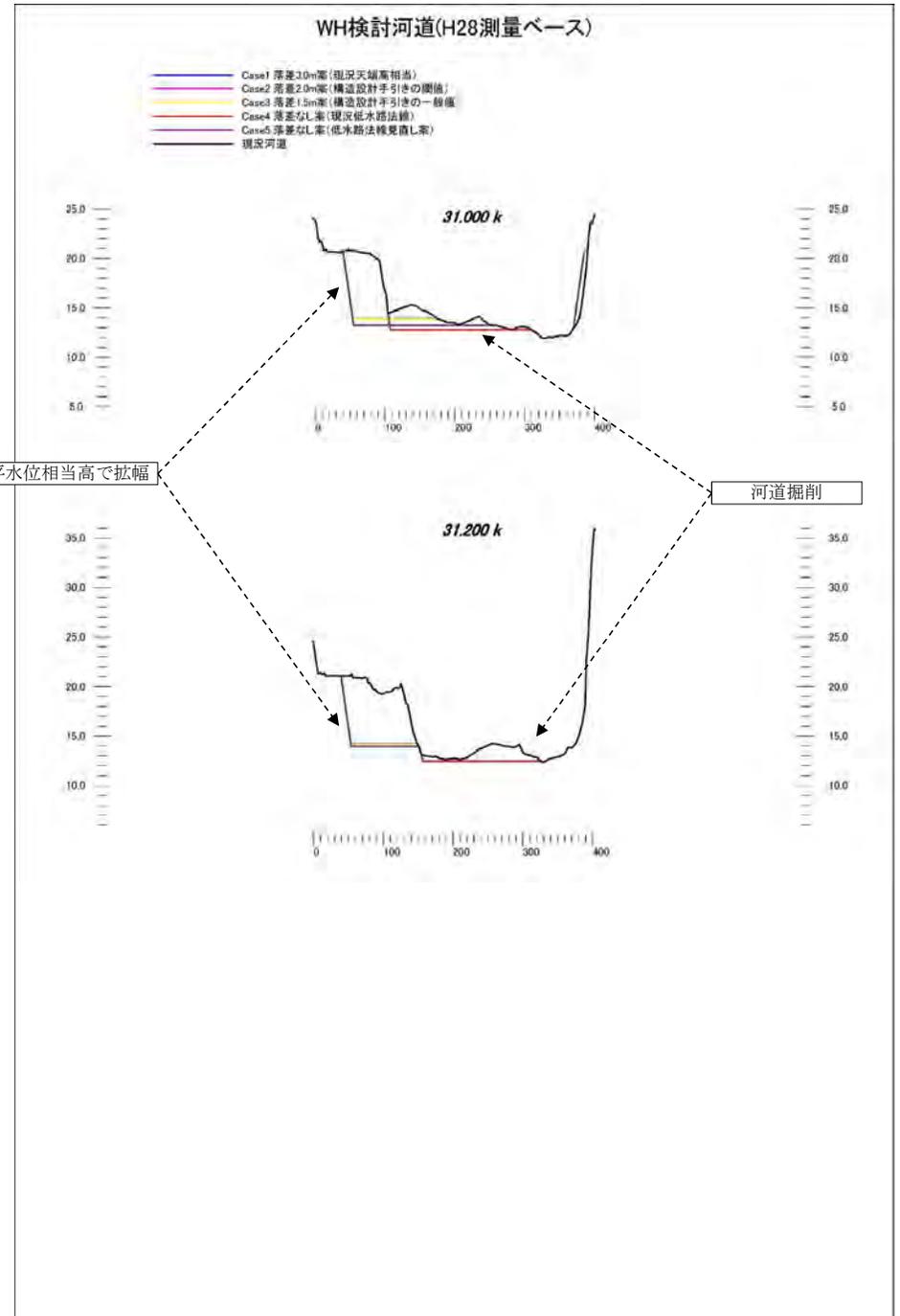
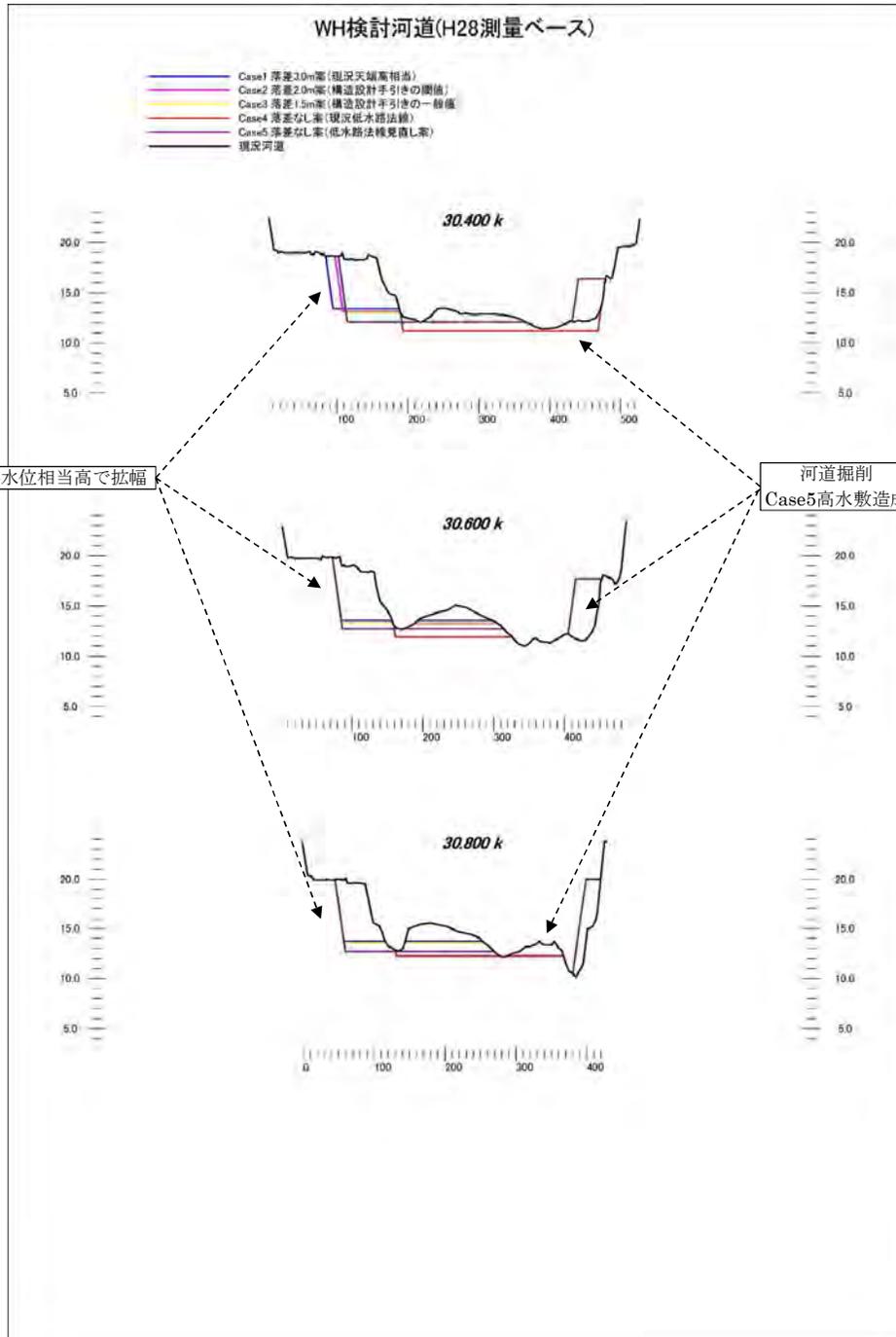
一次設定河道 横断図

■ 一次設定河道の横断図（29.35km～30.2km）を示す。



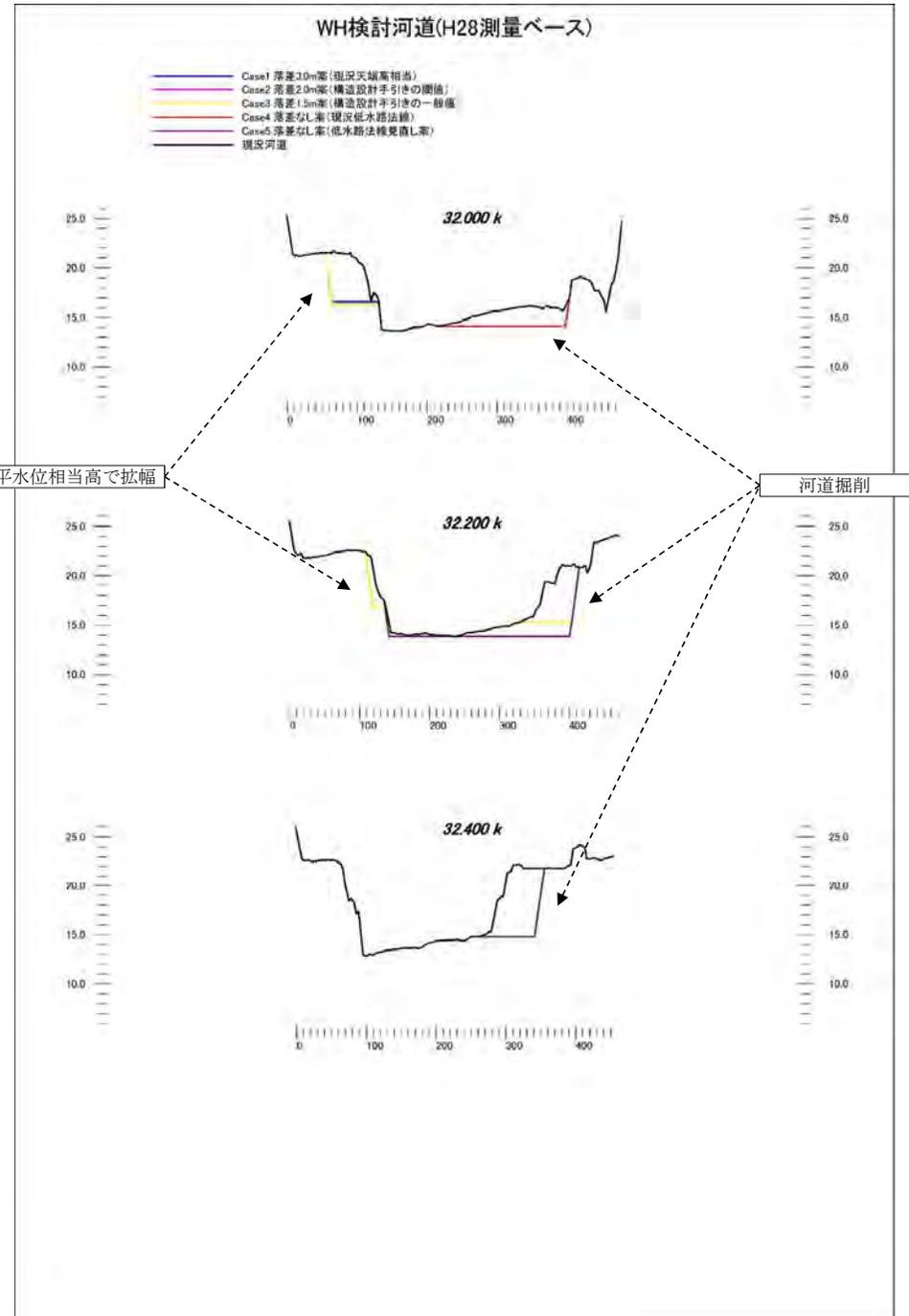
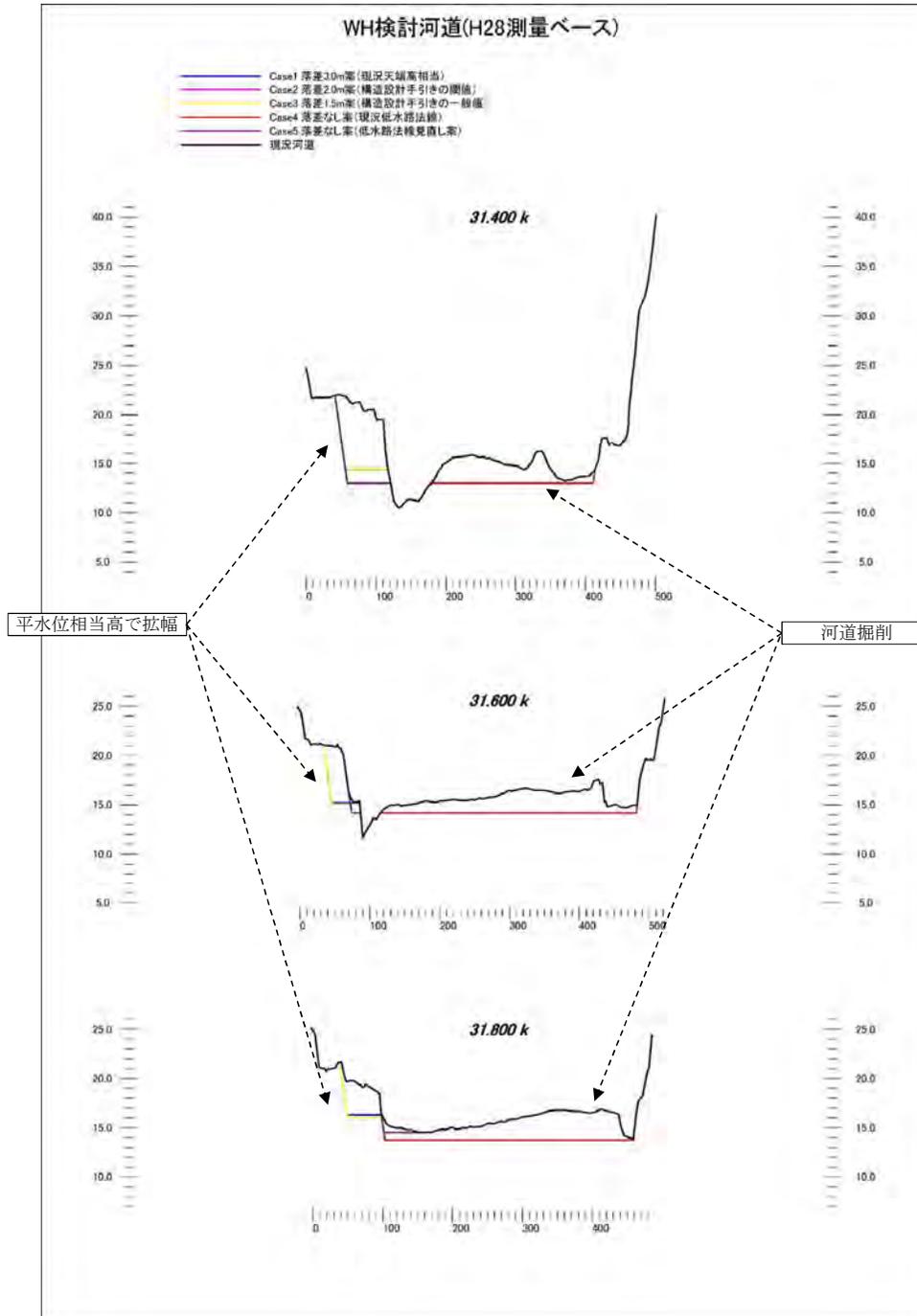
一次設定河道 横断図

■ 一次設定河道の横断図 (30.4km~31.2km) を示す。

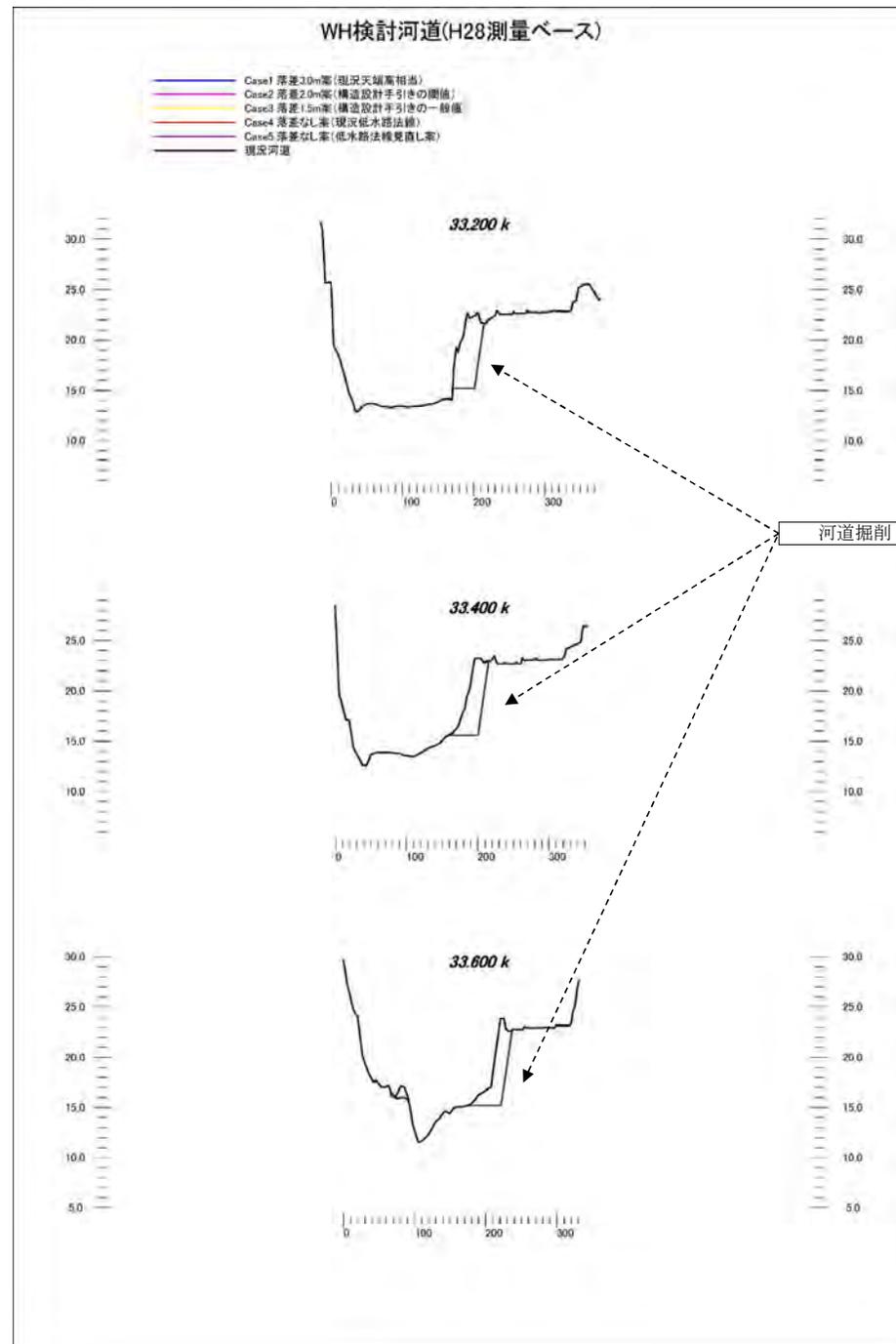
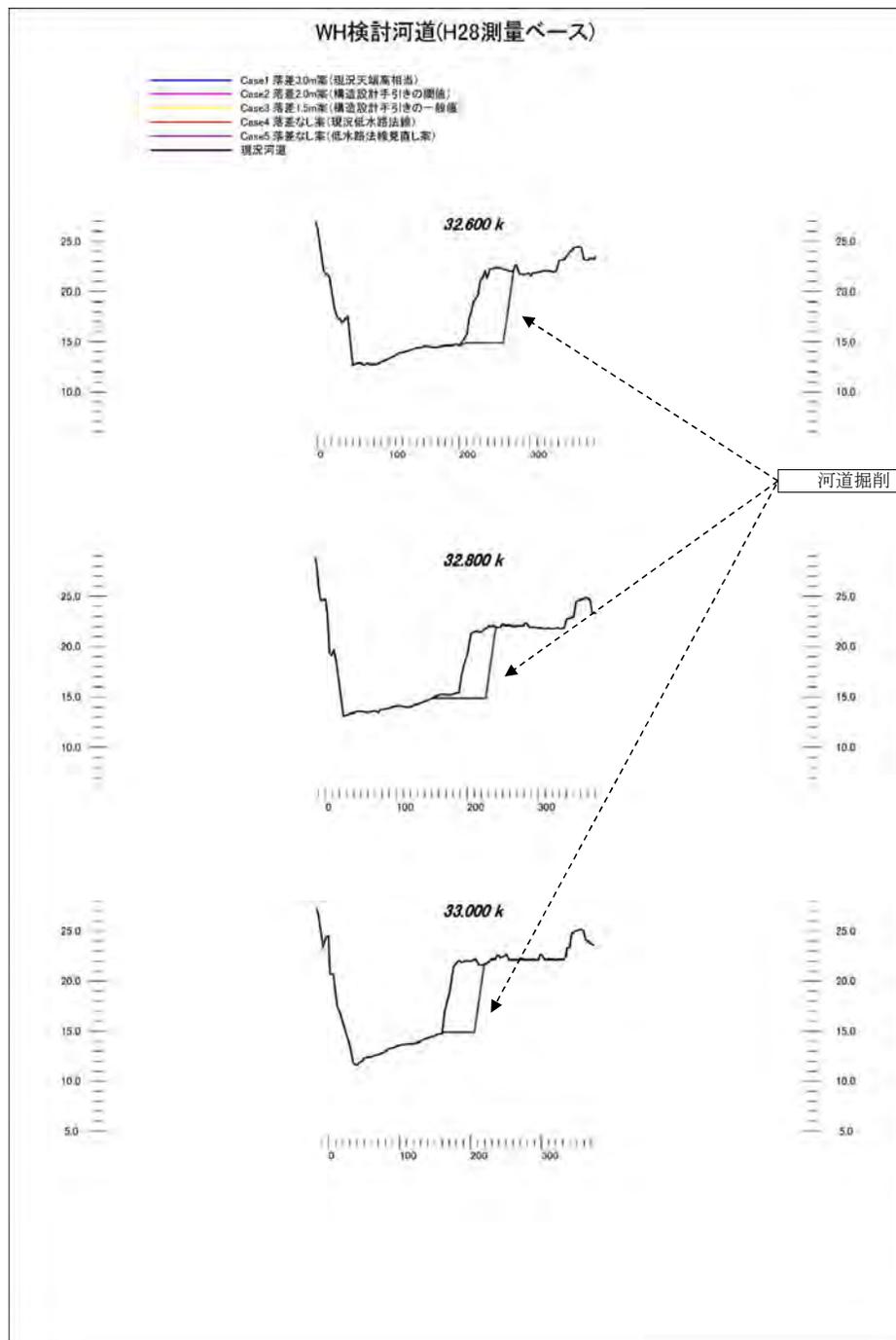


一次設定河道 横断図

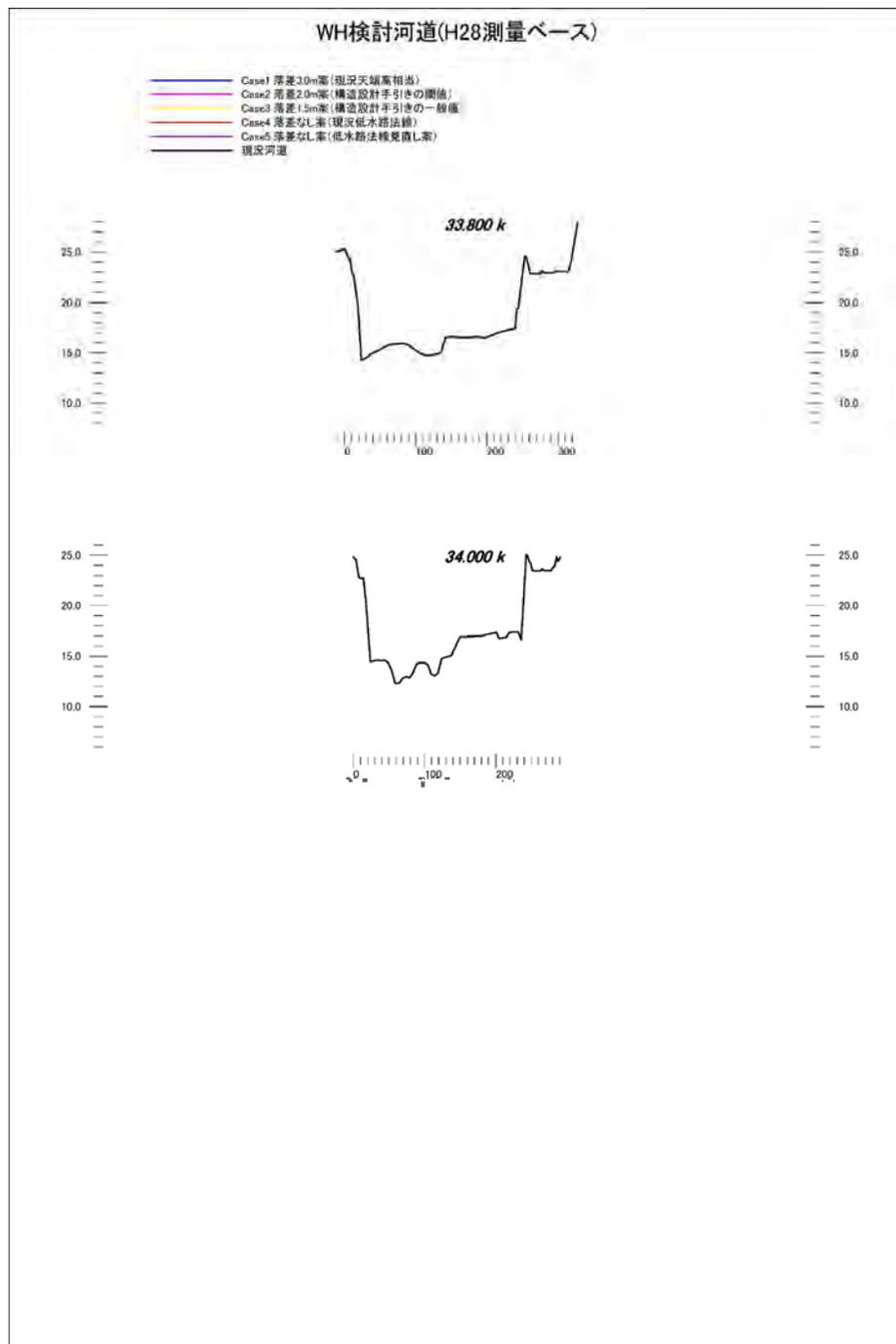
■ 一次設定河道の横断図（31.4km～32.4km）を示す。



■ 一次設定河道の横断図（32.6km～33.6km）を示す。



■ 一次設定河道の横断図（33.8km～34.0km）を示す。



Case1~3の床固縦断計画の設定の考え方

■ Case1~3の床固縦断計画の設定の考え方を以下に示す。

【Case1】落差3.0m案（現況天端高案）

- ①: 床固下流側の河床勾配を現況平均河床高より、1/1570と設定（深掘れは考慮しない）
- ②: 床固直下の深掘れが無くなる28.6k地点をCPとして、下流側から1/1570の勾配で下流側の計画河床を設定
- ③: 床固位置を29.35k、落差工構造を緩傾斜型 ($i=1/10$ と設定)と仮定
- ④: 床固の天端高を現況天端高相当のTP+12.285mに設定
- ⑤: 下流側の1/1570の勾配、床固天端高から1/10の勾配の交点を床固敷高に設定
- ⑥: 上記の縦断計画を設定した結果、落差は2.97m（約3.0m）となる

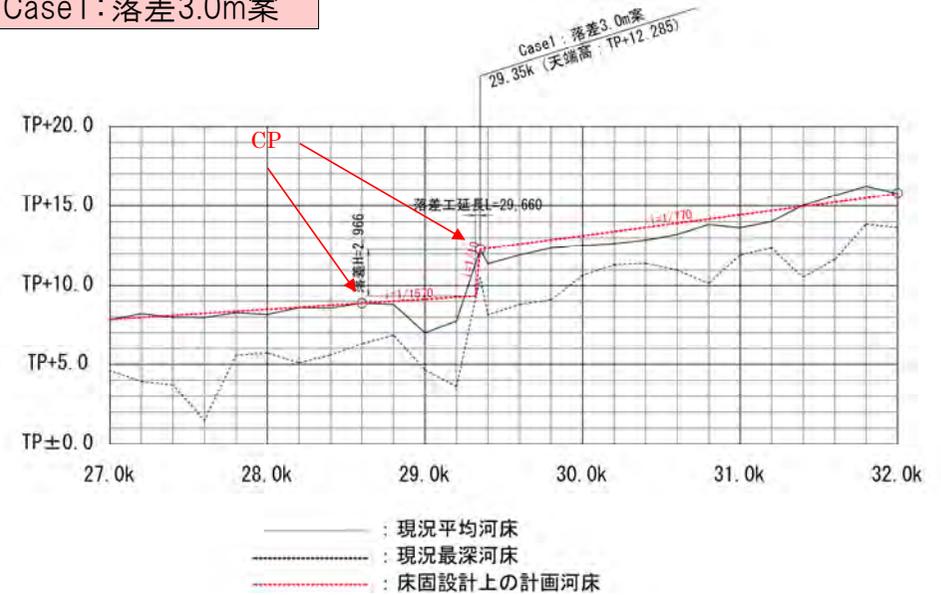
【Case2】落差2.0m案

- ①~③: Case1と共通
- ④: 床固の天端高を、落差が2m以下になる天端高としてTP+11.30mに設定（0.1m丸め）
- ⑤: Case1と共通
- ⑥: 上記の縦断計画を設定した結果、落差は1.98m（約2.0m）となる

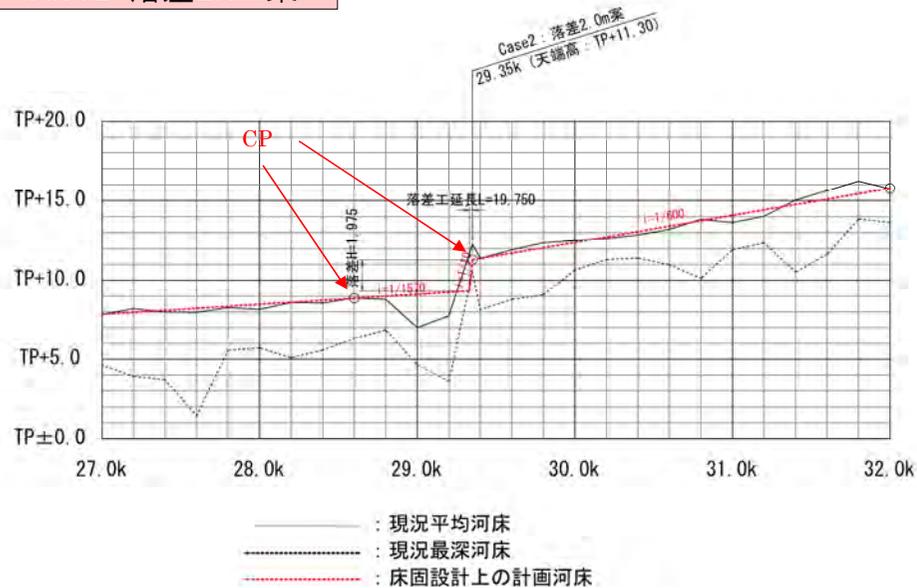
【Case3】落差1.5m案

- ①~③: Case1と共通
- ④: 床固の天端高を、落差が1.5m以下になる天端高としてTP+10.80mに設定（0.1m丸め）
- ⑤: Case1と共通
- ⑥: 上記の縦断計画を設定した結果、落差は1.47m（約1.5m）となる

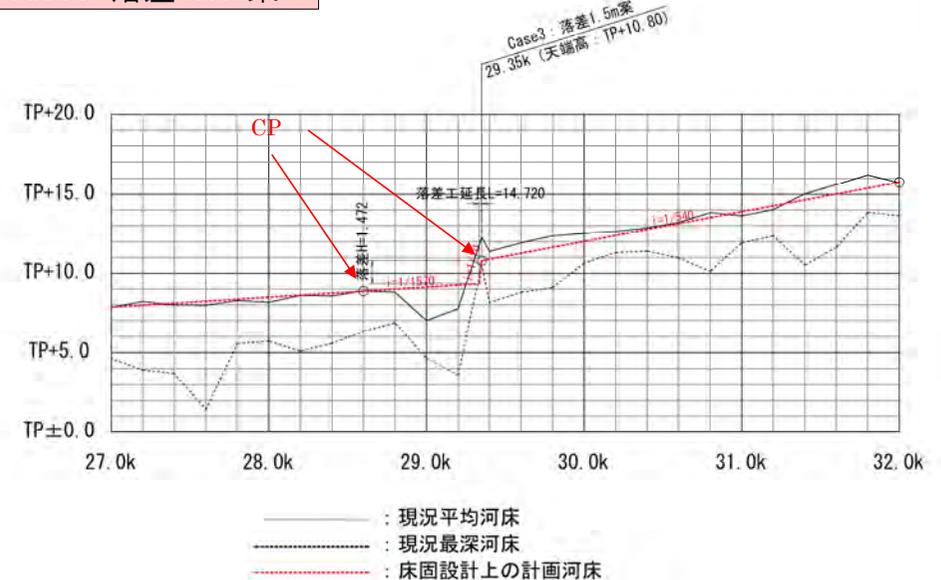
Case1: 落差3.0m案



Case2: 落差2.0m案



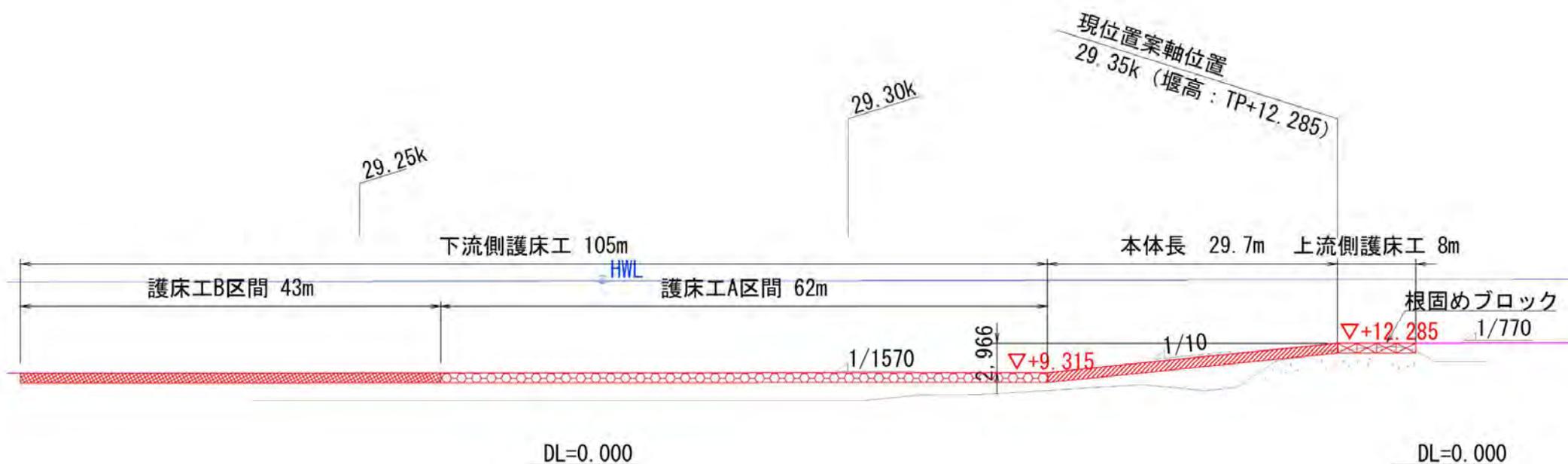
Case3: 落差1.5m案



緩傾斜型落差工縦断図(Case1)

■ 緩傾斜型落差工 (Case1 落差3.0m案) の縦断図を示す。

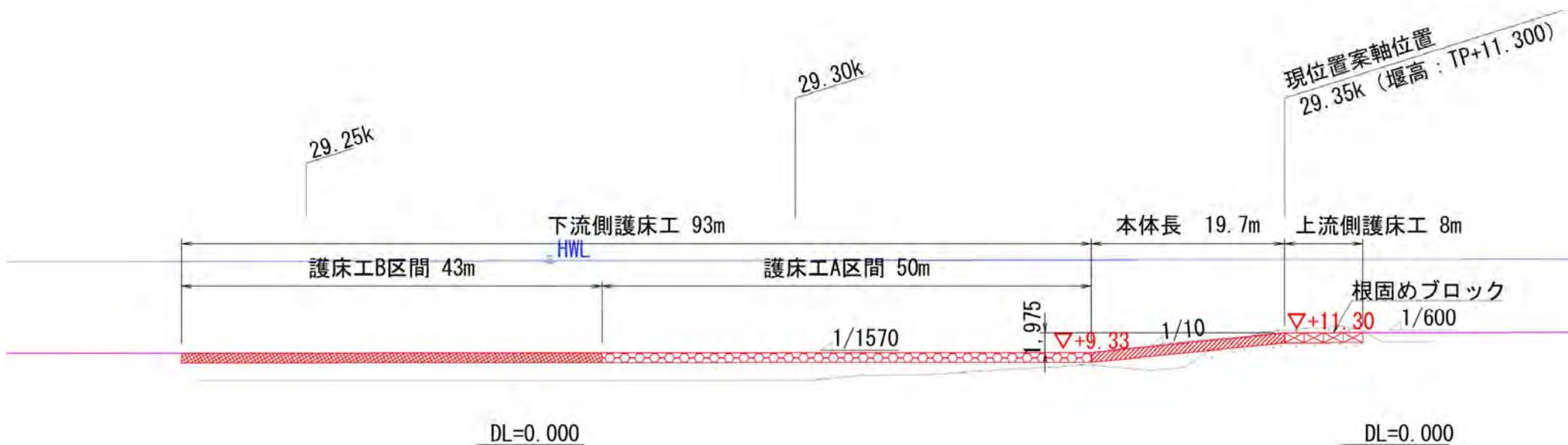
縦断図 (Case1: 落差3.0m案 (現況天端高相当))



緩傾斜型落差工縦断図(Case2)

■ 緩傾斜型落差工 (Case2 落差2.0m案) の縦断図を示す。

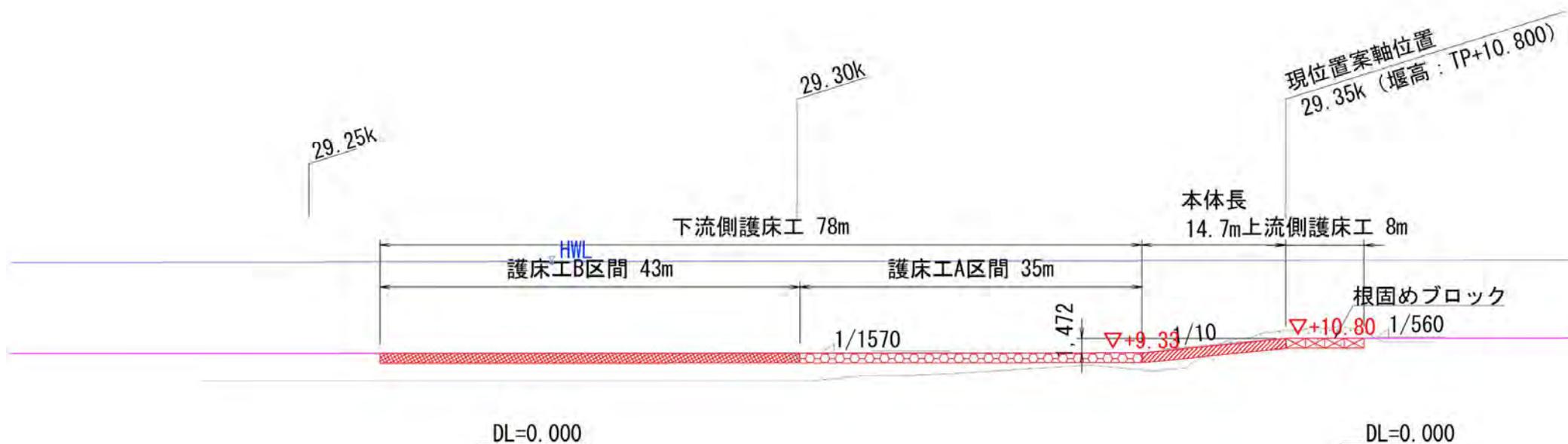
縦断図 (Case2 : 落差2.0m案(構造設計手引きの閾値))



緩傾斜型落差工縦断図(Case3)

■ 緩傾斜型落差工 (Case3 落差1.5m案) の縦断図を示す。

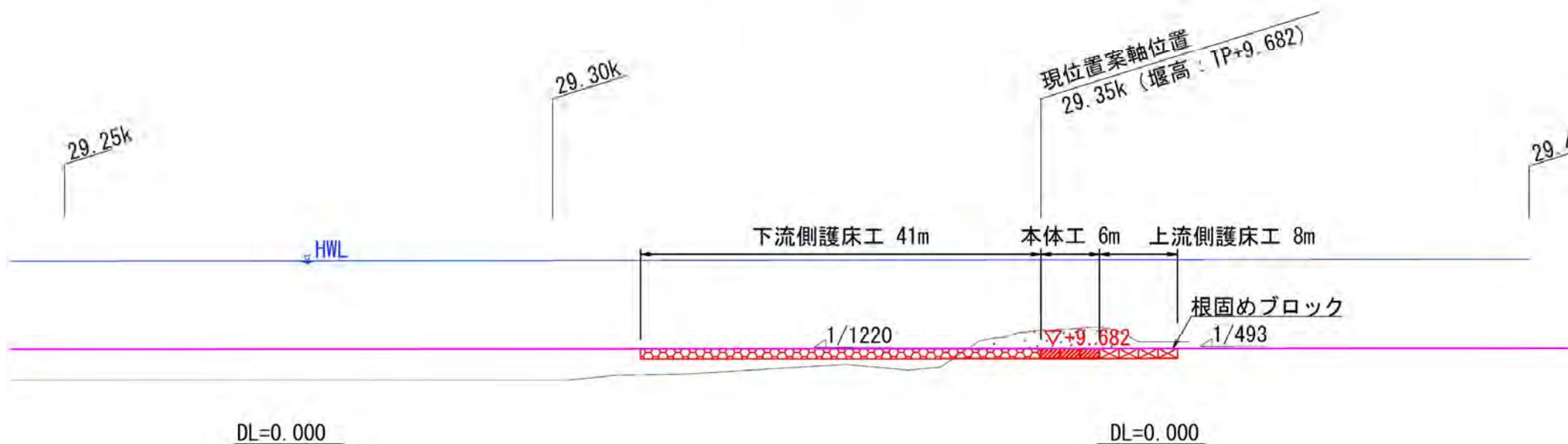
縦断図 (Case3 : 落差1.5m案(構造設計手引きの一般値))



縦断図 (Case4)

■ 落差なし案 (Case4 現況低水路法線案) の縦断図を示す。

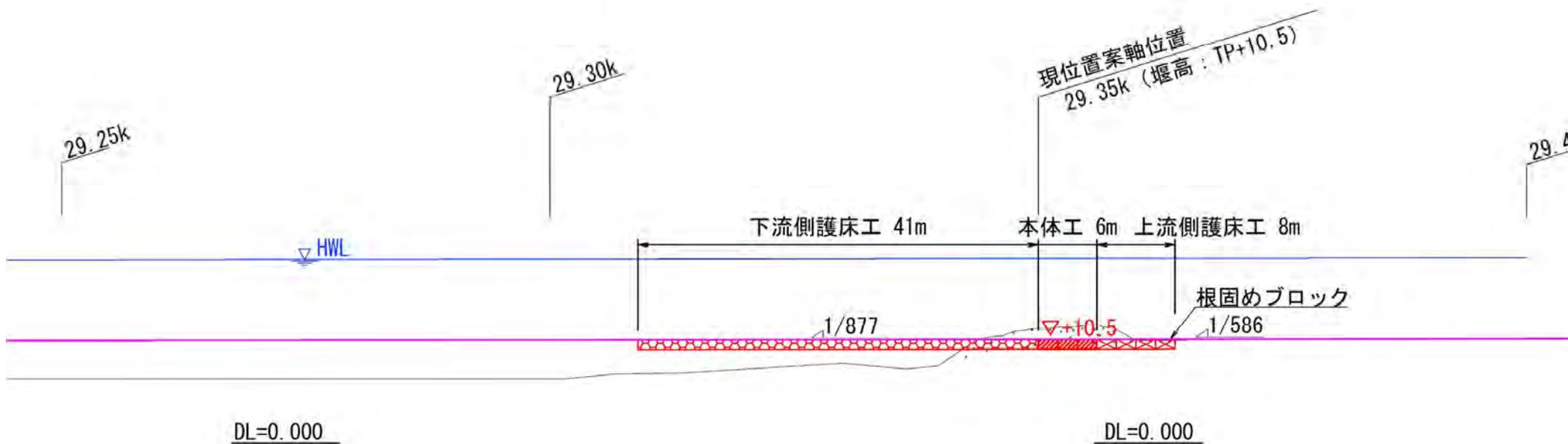
縦断図 (Case4 : 落差なし案(現況低水路法線))



縦断図 (Case5)

■ 落差なし案 (Case5 低水路法線見直し案) の縦断図を示す。

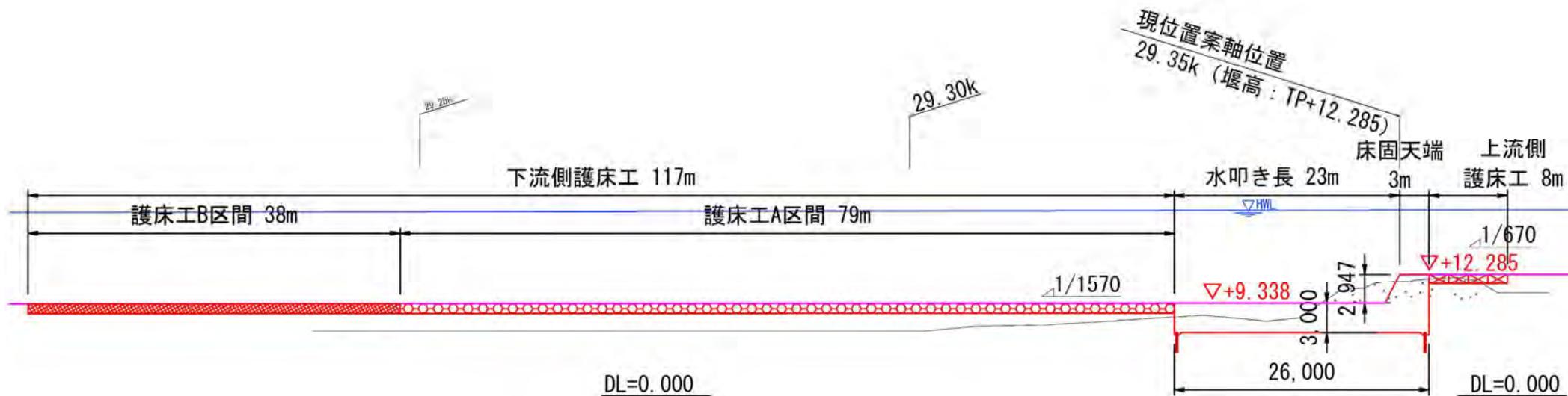
縦断図 (Case5 : 落差なし案 (低水路法線見直し案))



【参考】直壁型落差工縦断図(Case1)

■ 直壁型構造のCase1（落差3.0m案）の縦断図を示す。

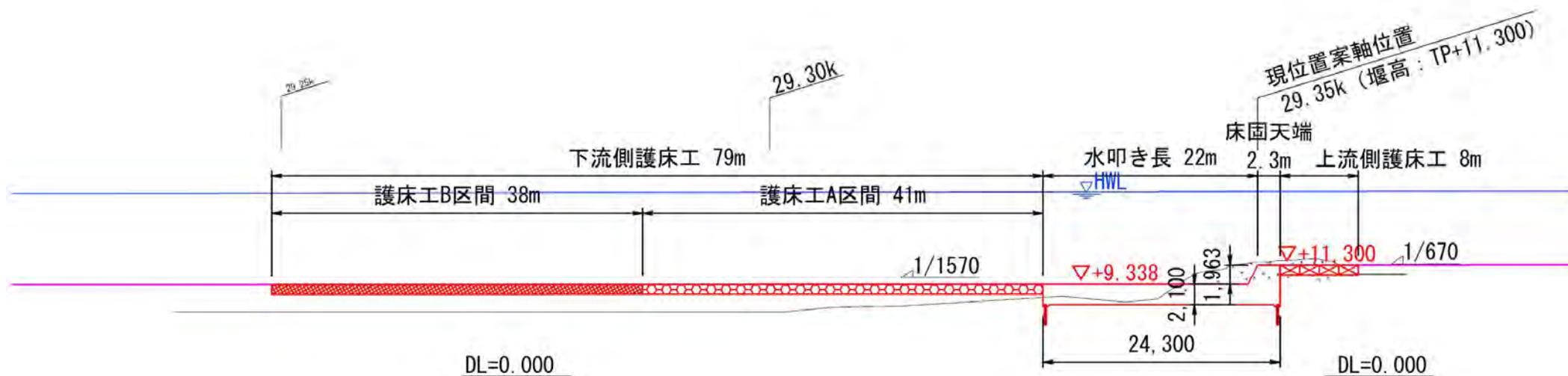
縦断図（Case1：落差3.0m案（現況天端高相当））



【参考】直壁型落差工縦断図(Case2)

■ 直壁型構造のCase2（落差2.0m案）の縦断図を示す。

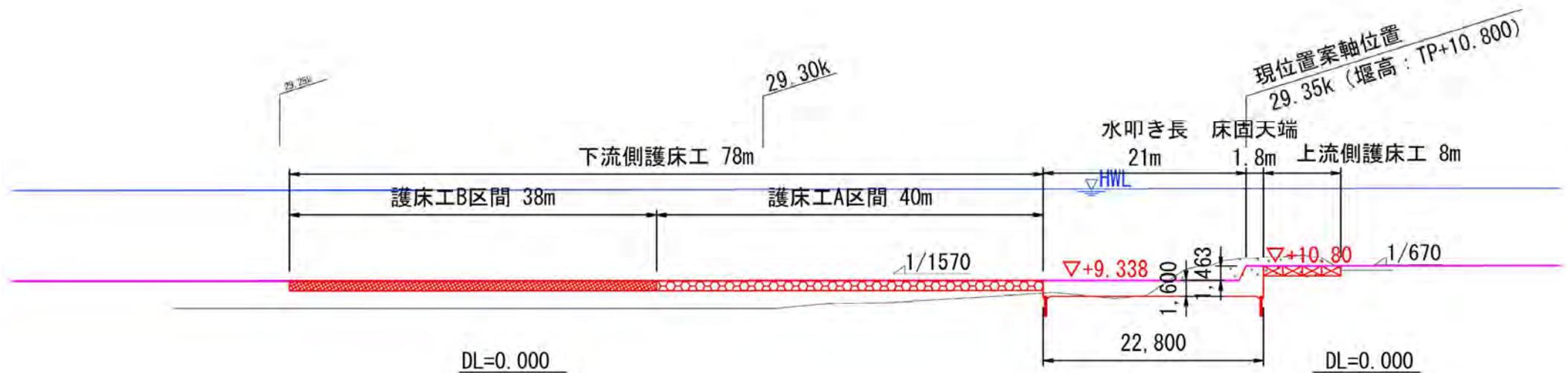
縦断図 (Case2：落差2.0m案(構造設計手引きの閾値))



【参考】直壁型落差工縦断図(Case3)

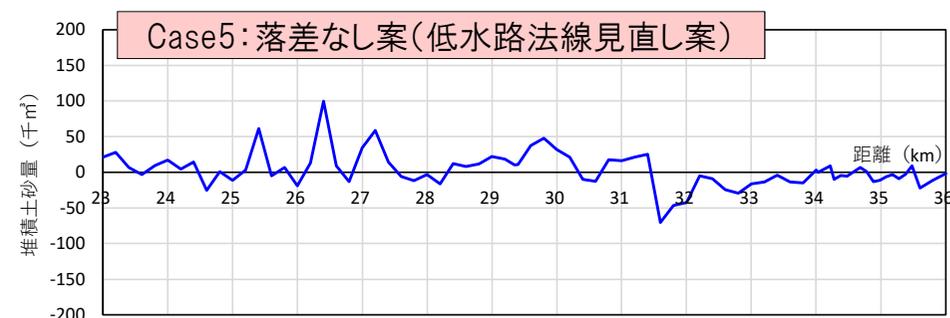
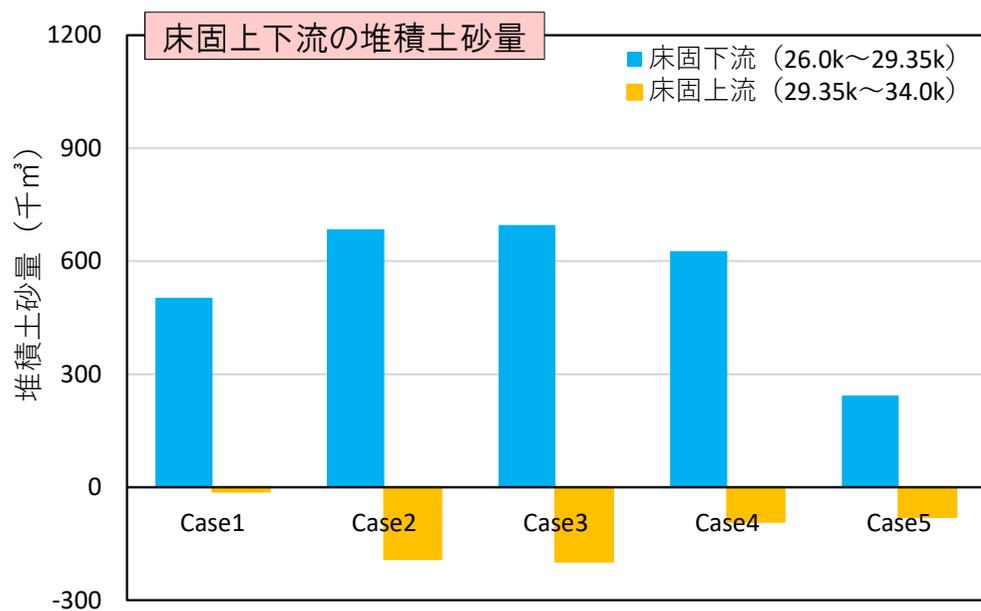
■ 直壁型落差工とした場合のCase3（落差1.5m案）の縦断図を示す。

縦断図 (Case3 : 落差1.5m案(構造設計手引きの一般値))



一次元河床変動解析モデルによる評価 堆積土砂量

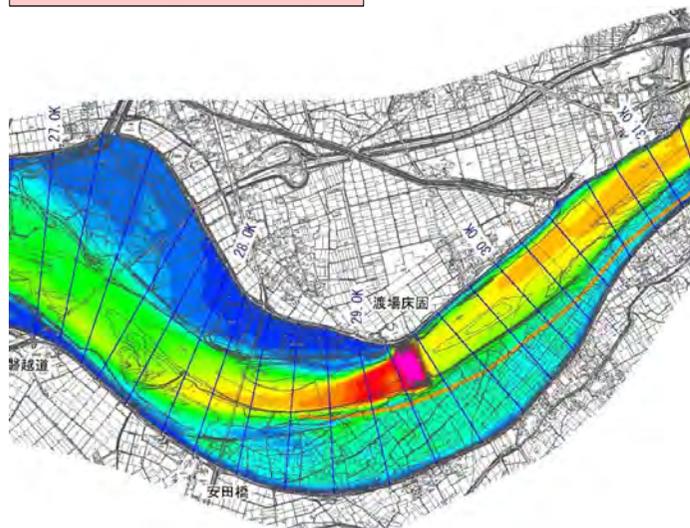
- 一次元河床変動計算結果として、床固上下流の堆積土砂量と各ケース・各断面の堆積土砂量を整理した。
- 床固を有するCase1～Case3では、床固天端高が最も高いCase1の堆積土砂量が最も小さい結果となった。
- Case5は法線形状・河床勾配の急変が少ない形状であるため、将来的な土砂堆積量も最も小さい結果となる。



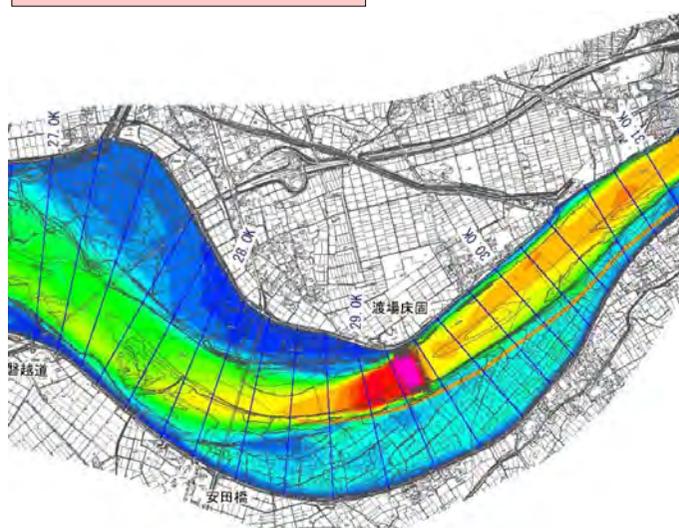
GBVC法+平面二次元河床変動解析 流速コンター図

■ GBVC法+平面二次元河床変動解析の解析結果として、渡場床固近傍の流速コンター図を示す。

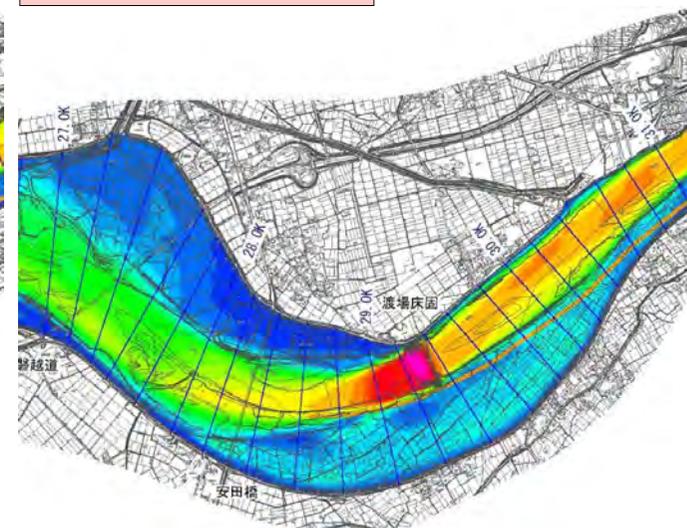
Case1: 落差3.0m案



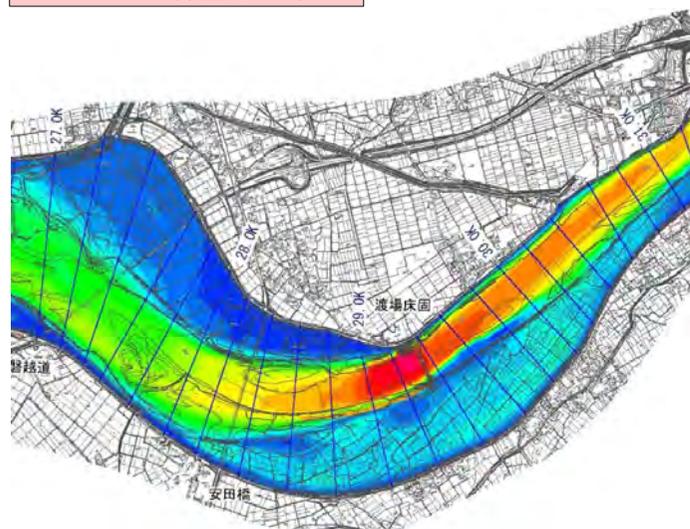
Case2: 落差2.0m案



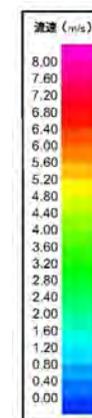
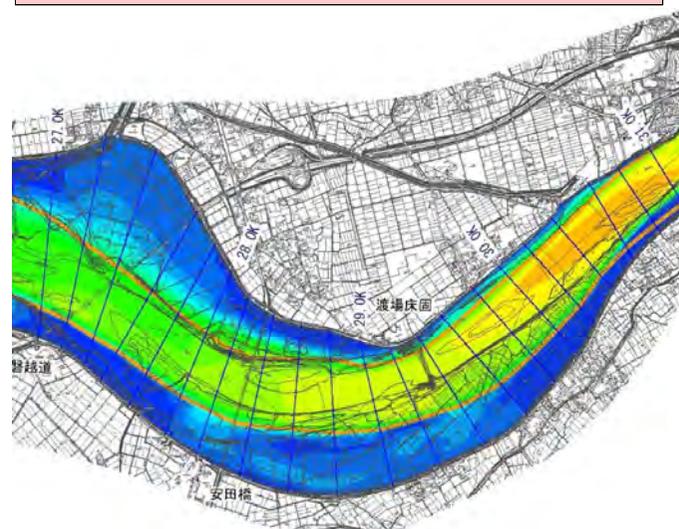
Case3: 落差1.5m案



Case4: 落差なし案

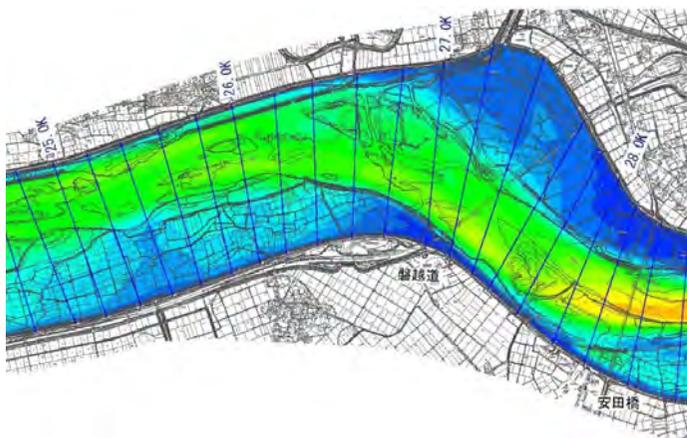


Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)

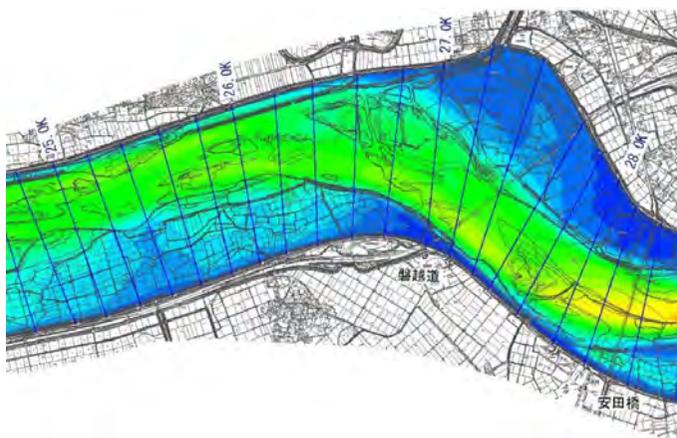


■ GBVC法+平面二次元河床変動解析の解析結果として、小浮地区近傍の流速コンター図を示す。

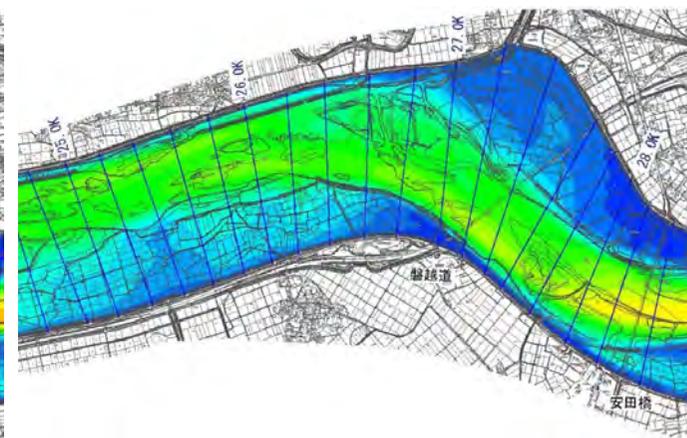
Case1: 落差3.0m案



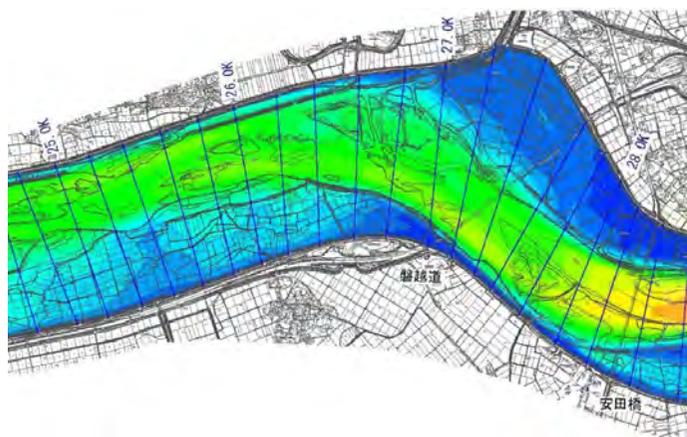
Case2: 落差2.0m案



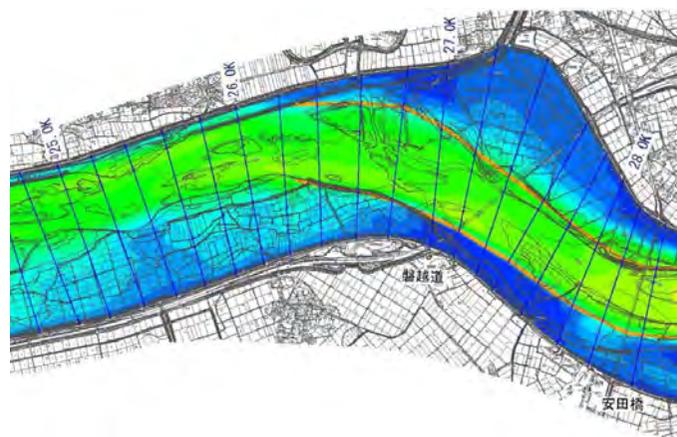
Case3: 落差1.5m案



Case4: 落差なし案



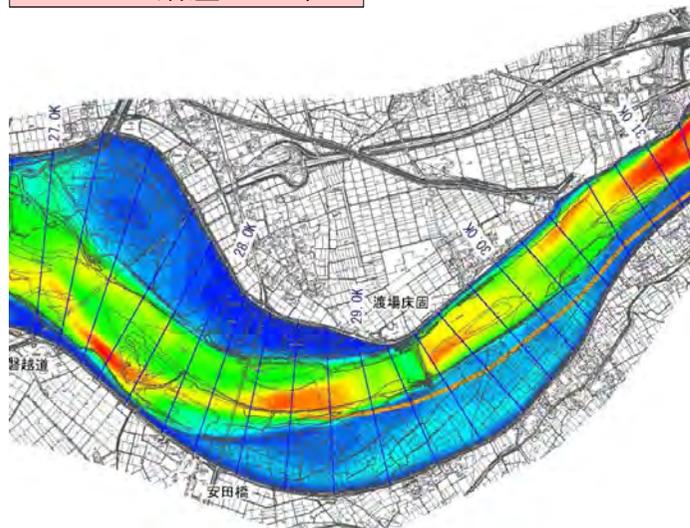
Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



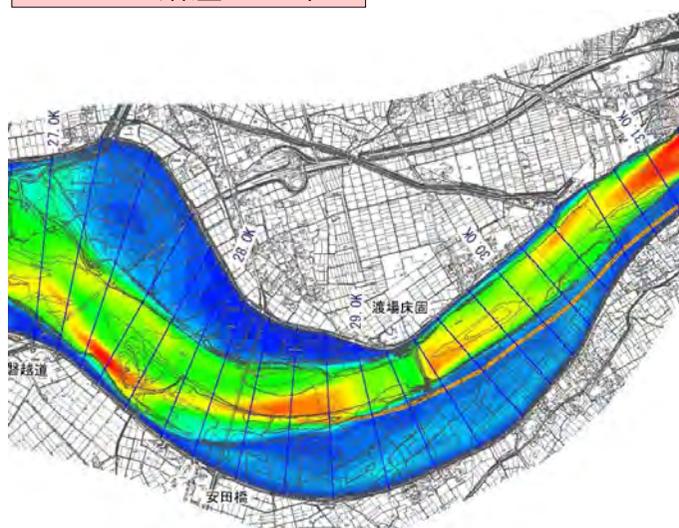
GBVC法+平面二次元河床変動解析 水深コンター図

■GBVC法+平面二次元河床変動解析の解析結果として、渡場床固近傍の水深コンター図を示す。

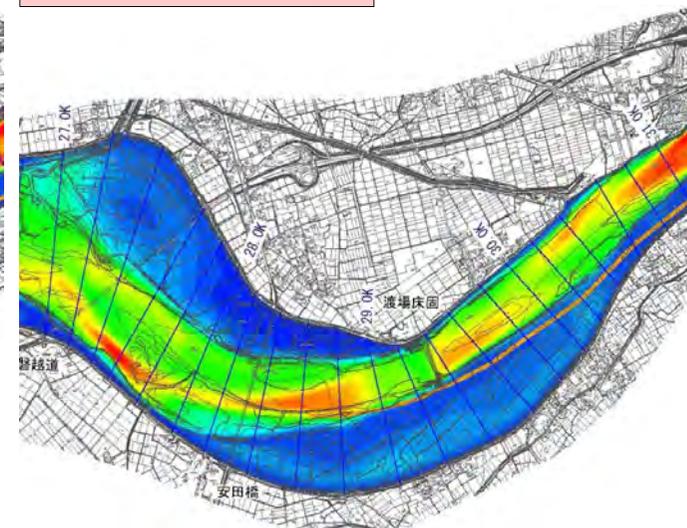
Case1: 落差3.0m案



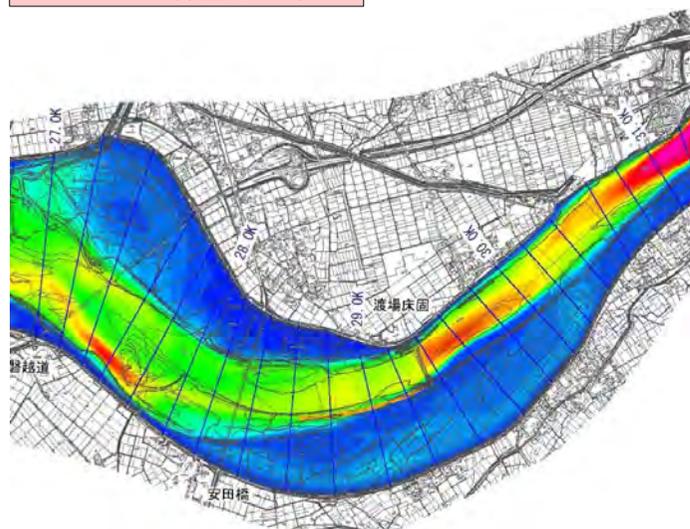
Case2: 落差2.0m案



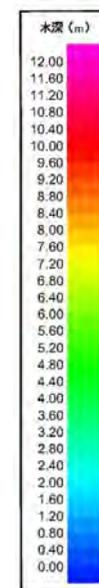
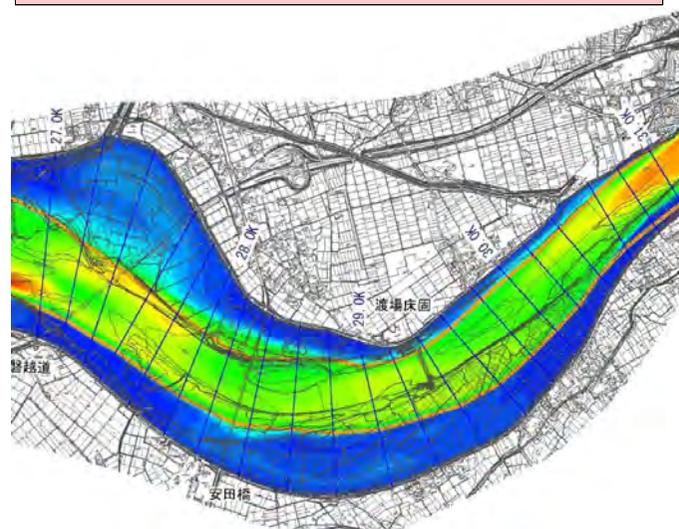
Case3: 落差1.5m案



Case4: 落差なし案



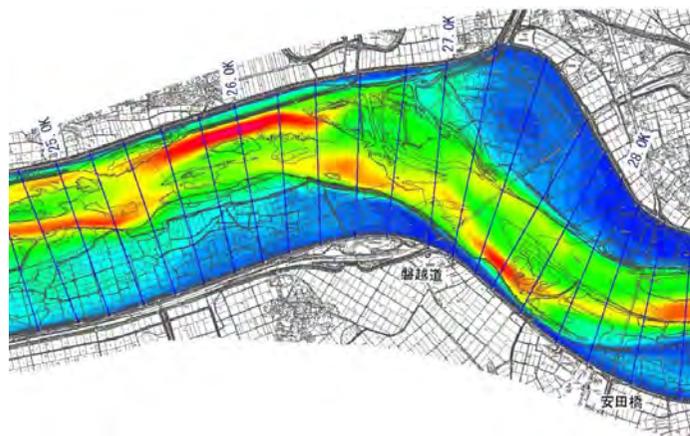
Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



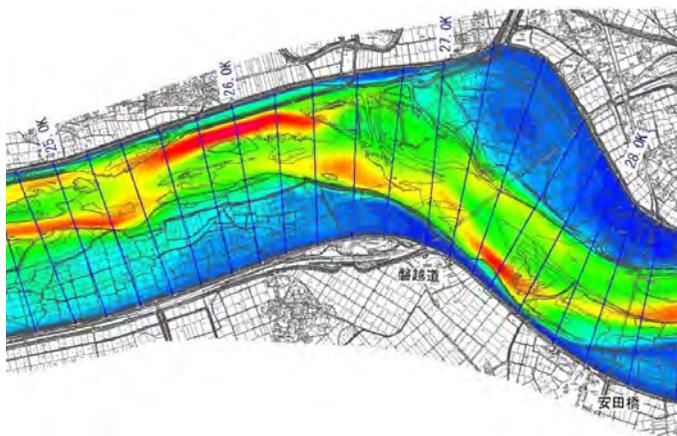
GBVC法+平面二次元河床変動解析 水深コンター図

■ GBVC法+平面二次元河床変動解析の解析結果として、小浮地区近傍の水深コンター図を示す。

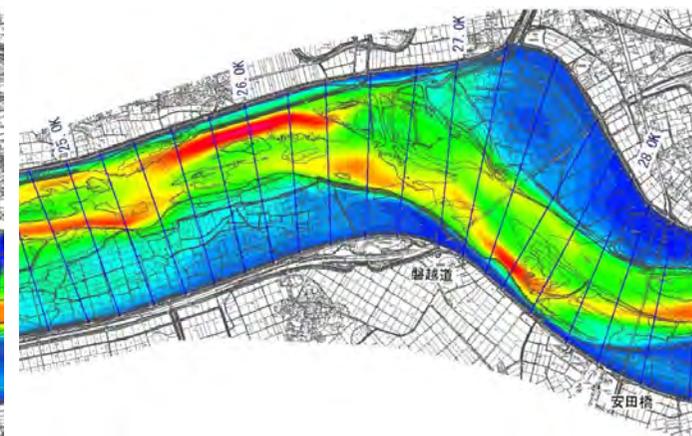
Case1: 落差3.0m案



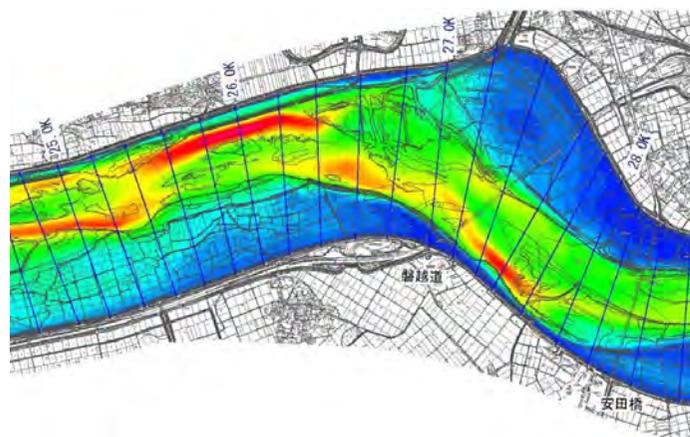
Case2: 落差2.0m案



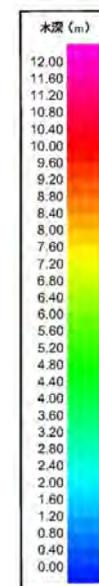
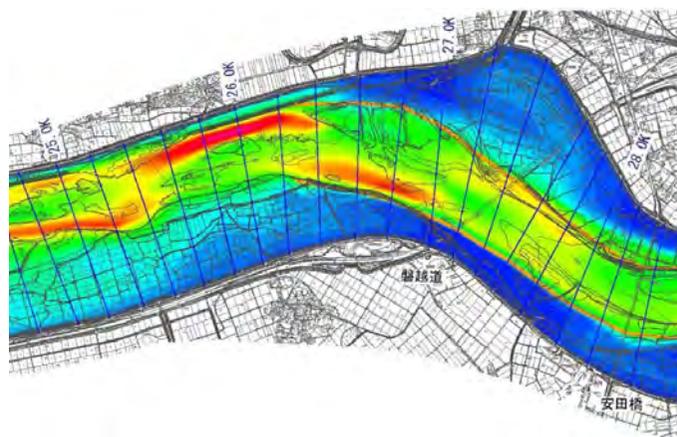
Case3: 落差1.5m案



Case4: 落差なし案



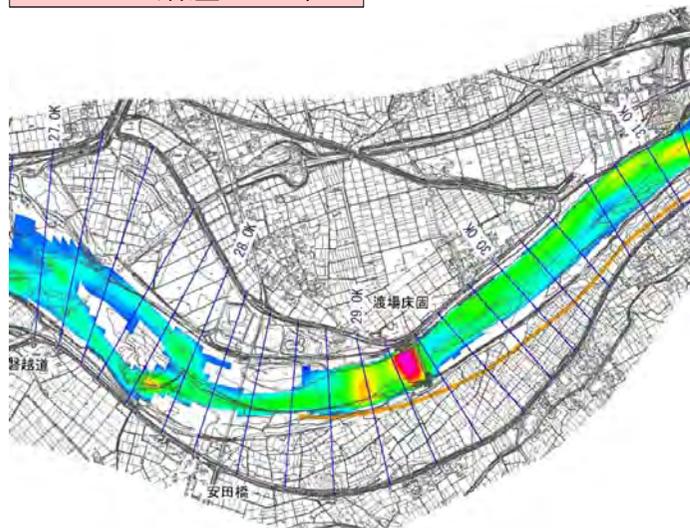
Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



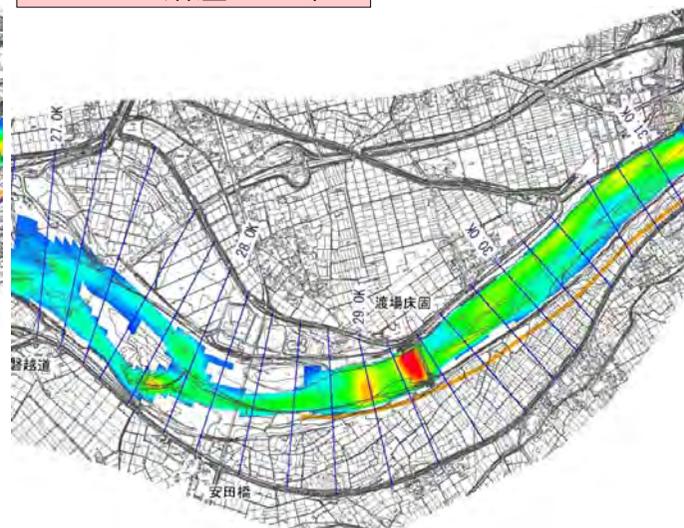
GBVC法 平水流量流下時 流速コンター図

■ GBVC法+平面二次元河床変動解析の解析結果として、渡場床固近傍の平水流量流下時の流速コンター図を示す。

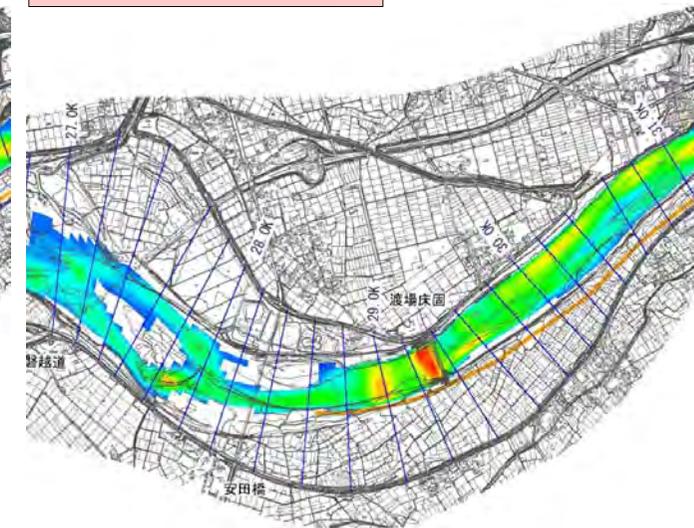
Case1: 落差3.0m案



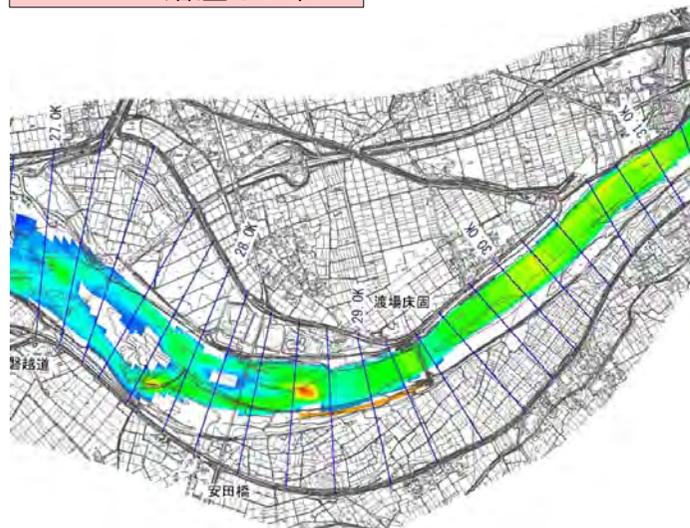
Case2: 落差2.0m案



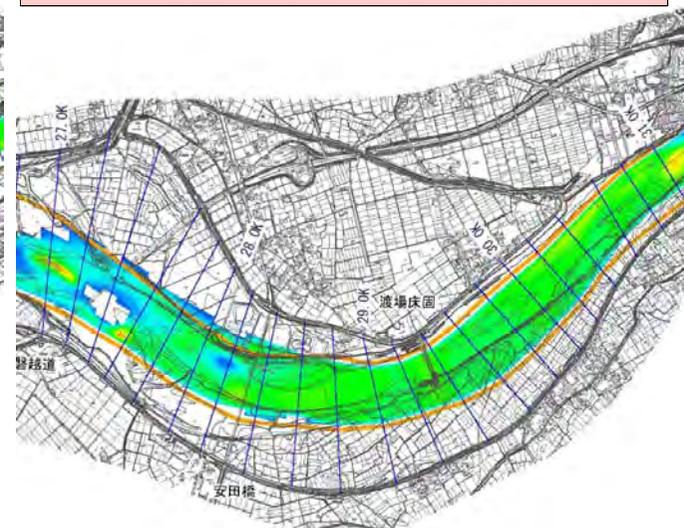
Case3: 落差1.5m案



Case4: 落差なし案



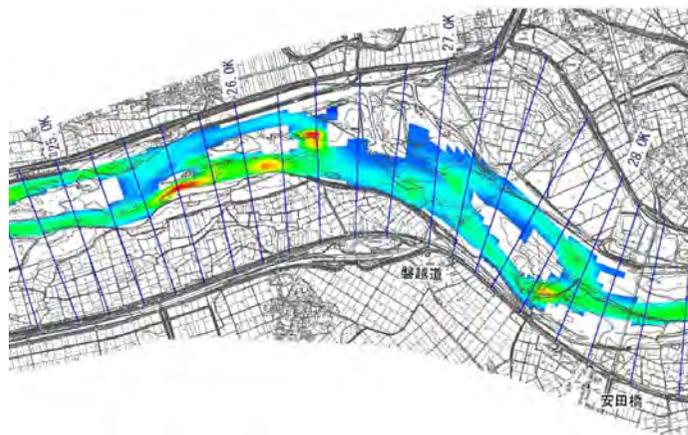
Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



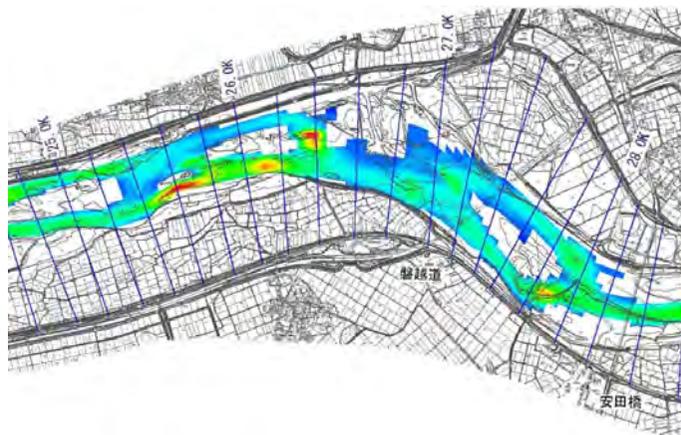
GBVC法 平水流量流下時 流速コンター図

■ GBVC法+平面二次元河床変動解析の解析結果として、小浮地区近傍の平水流量流下時の流速コンター図を示す。

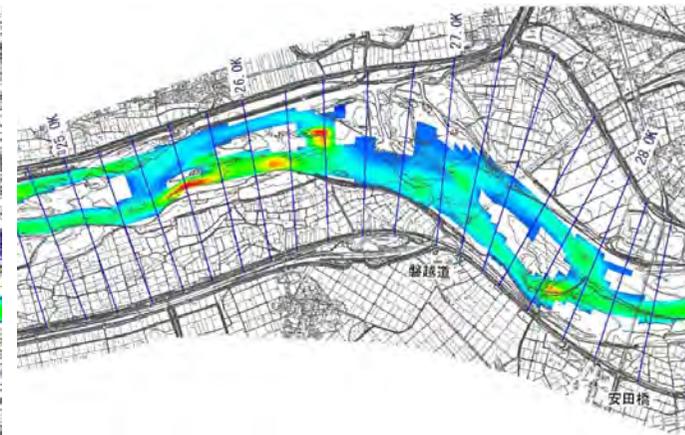
Case1: 落差3.0m案



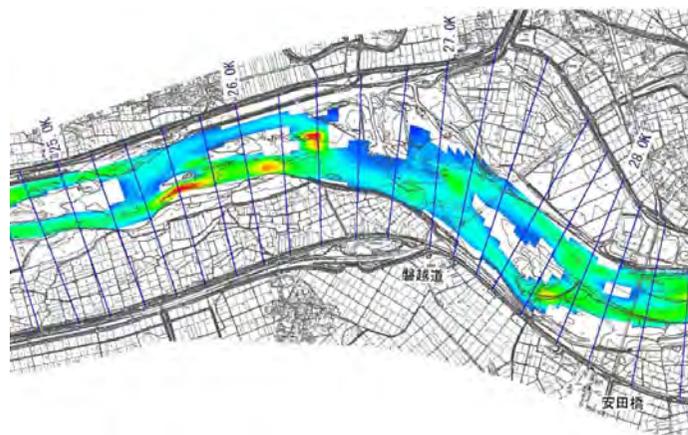
Case2: 落差2.0m案



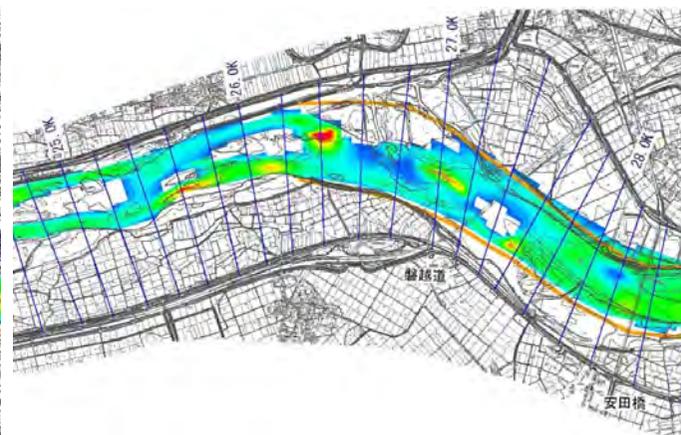
Case3: 落差1.5m案



Case4: 落差なし案



Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



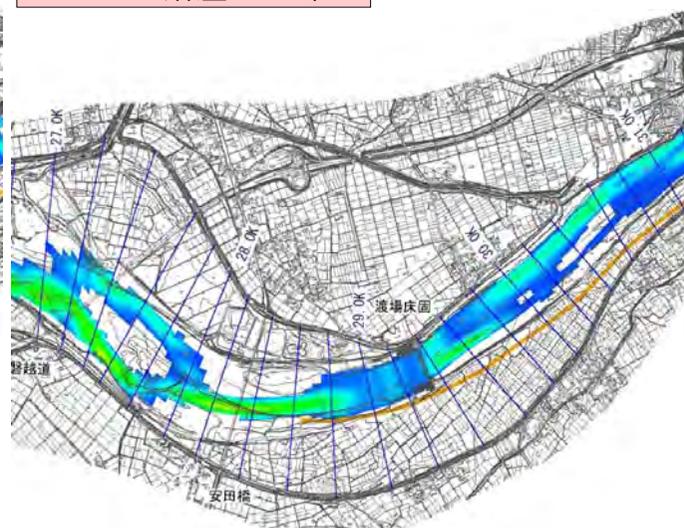
GBVC法 1/10濁水流量流下時 水深コンター図

■ GBVC法+平面二次元河床変動解析の解析結果として、渡場床固近傍の1/10濁水流量流下時の水深コンター図を示す。

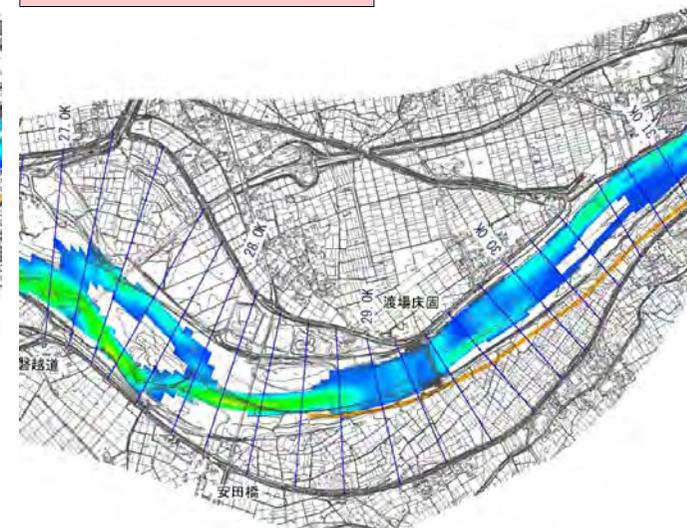
Case1: 落差3.0m案



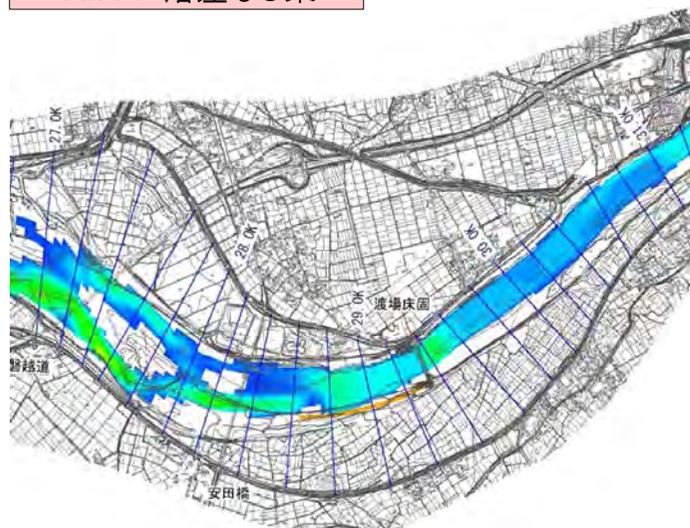
Case2: 落差2.0m案



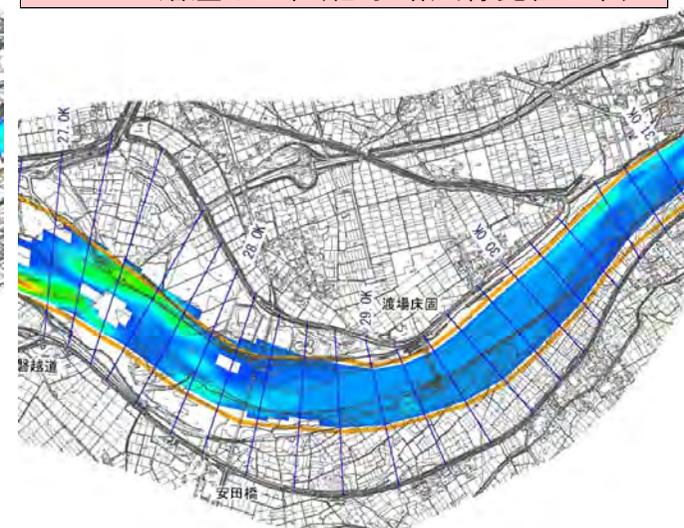
Case3: 落差1.5m案



Case4: 落差なし案



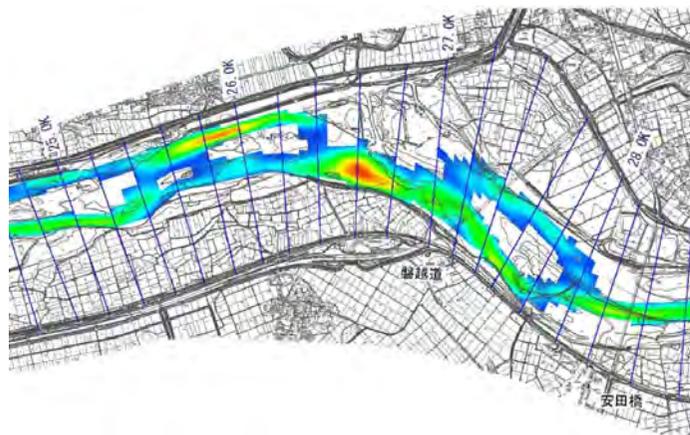
Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



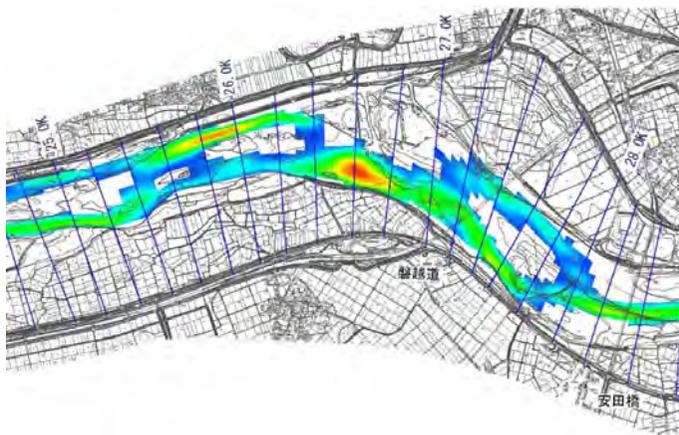
GBVC法 1/10濁水流量流下時 水深コンター図

■ GBVC法+平面二次元河床変動解析の解析結果として、小浮地区近傍の1/10濁水流量流下時の水深コンター図を示す。

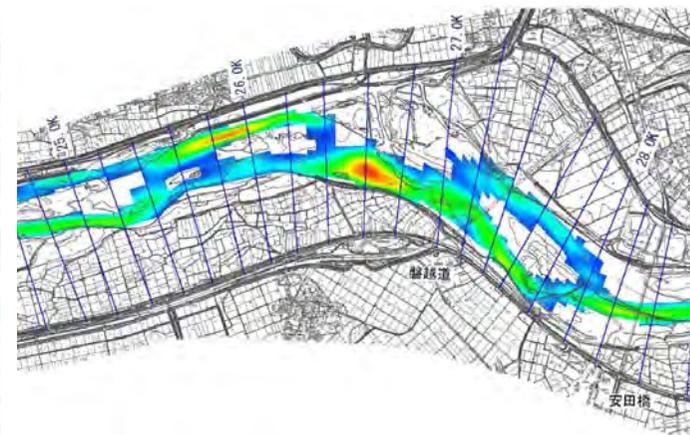
Case1: 落差3.0m案



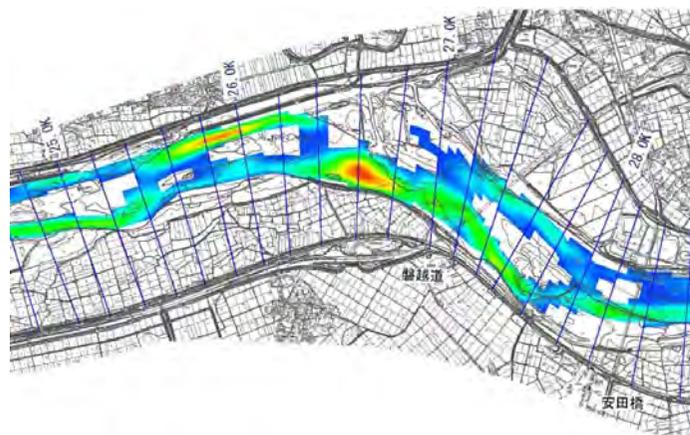
Case2: 落差2.0m案



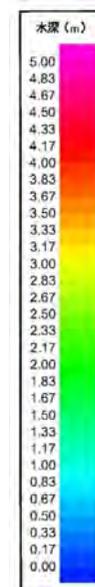
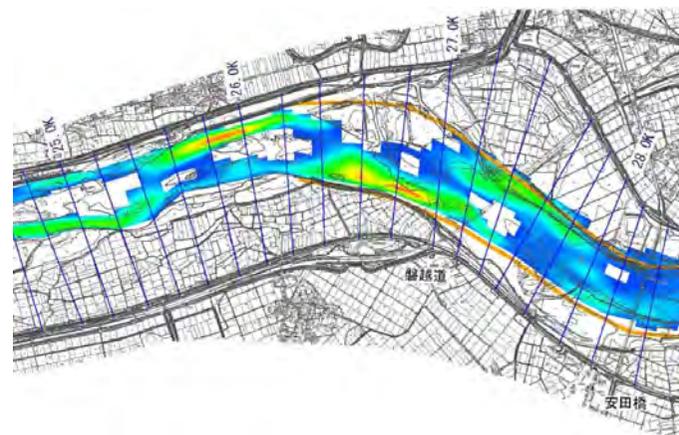
Case3: 落差1.5m案



Case4: 落差なし案



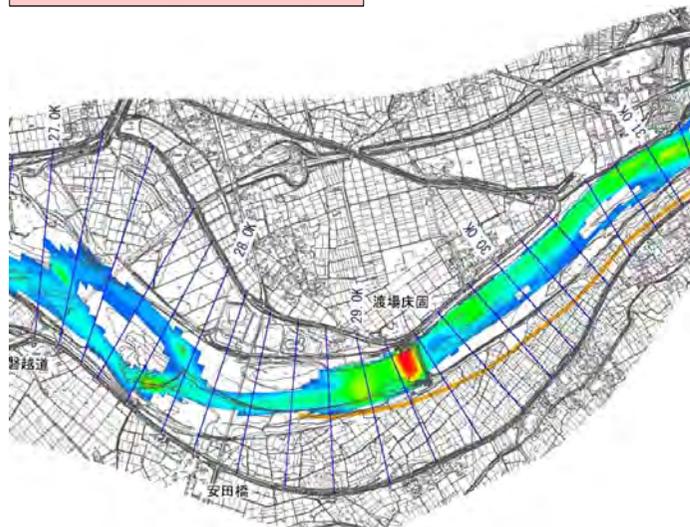
Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



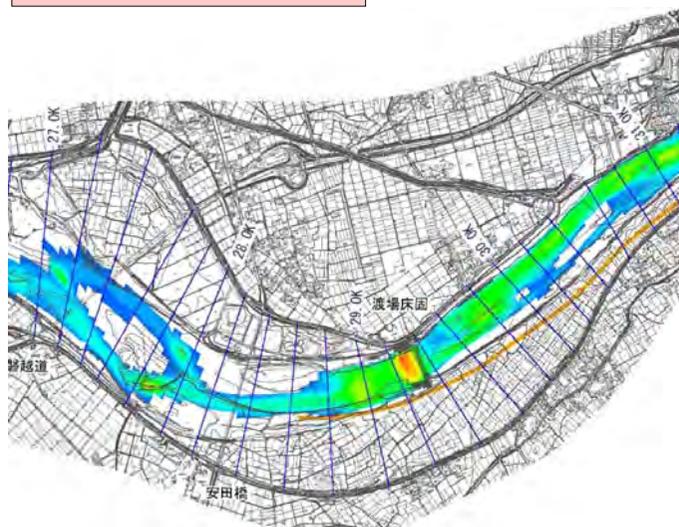
GBVC法 1/10濁水流量流下時 流速コンター図

■ GBVC法+平面二次元河床変動解析の解析結果として、渡場床固近傍の1/10濁水流量流下時の流速コンター図を示す。

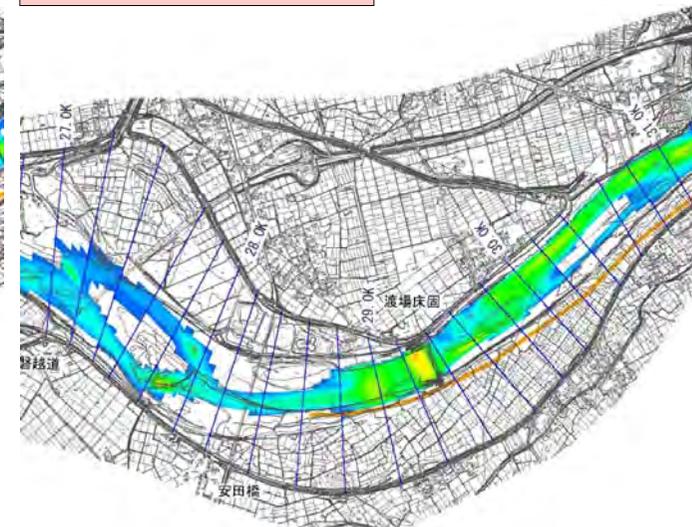
Case1: 落差3.0m案



Case2: 落差2.0m案



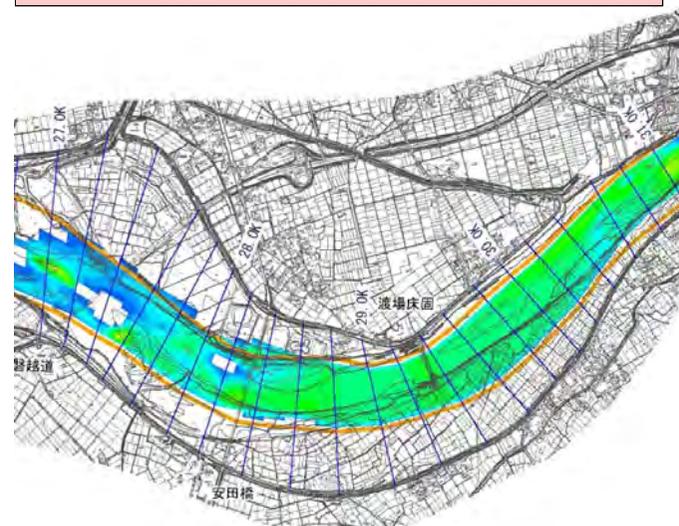
Case3: 落差1.5m案



Case4: 落差なし案



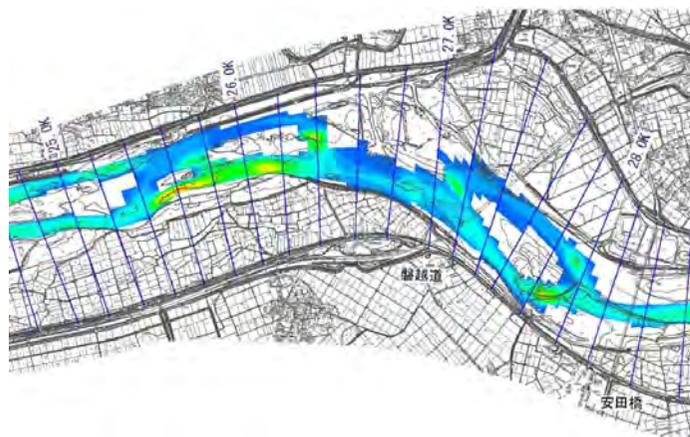
Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)



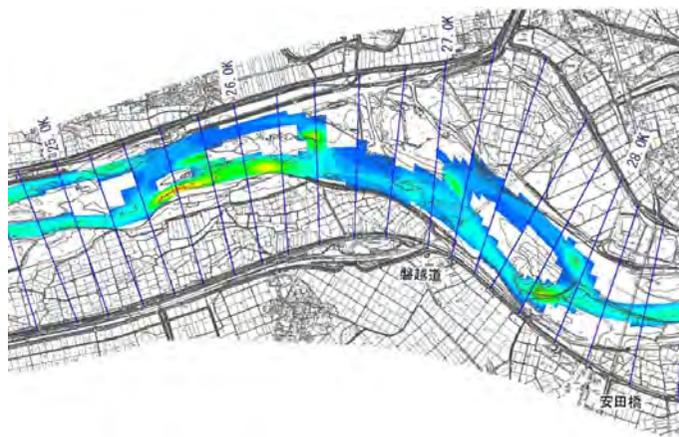
GBVC法 1/10濁水流量流下時 流速コンター図

■ GBVC法+平面二次元河床変動解析の解析結果として、小浮地区近傍の1/10濁水流量流下時の流速コンター図を示す。

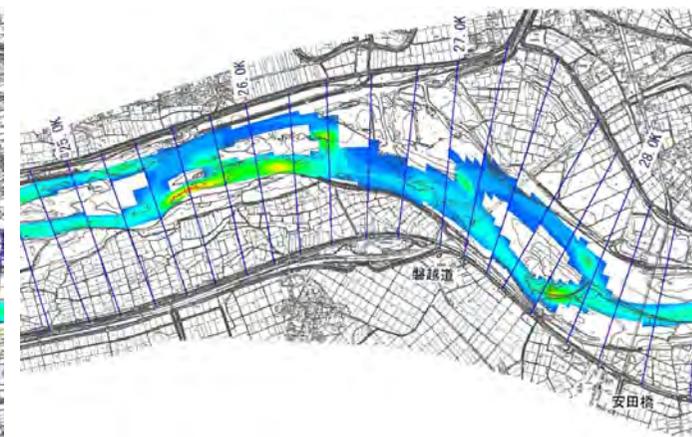
Case1: 落差3.0m案



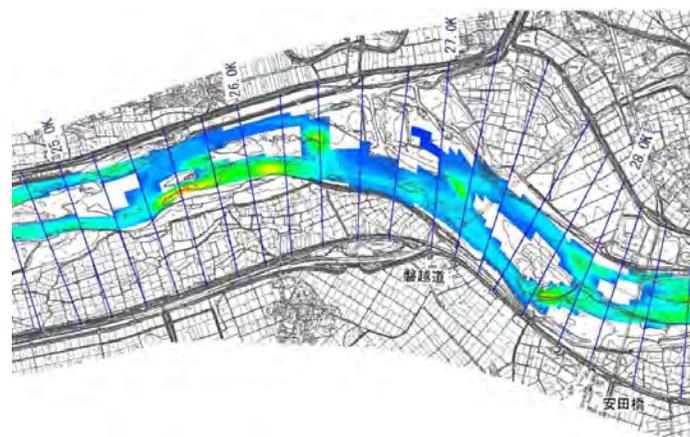
Case2: 落差2.0m案



Case3: 落差1.5m案



Case4: 落差なし案



Case5: 落差なし案(低水路法線見直し案)

