

資料- 1

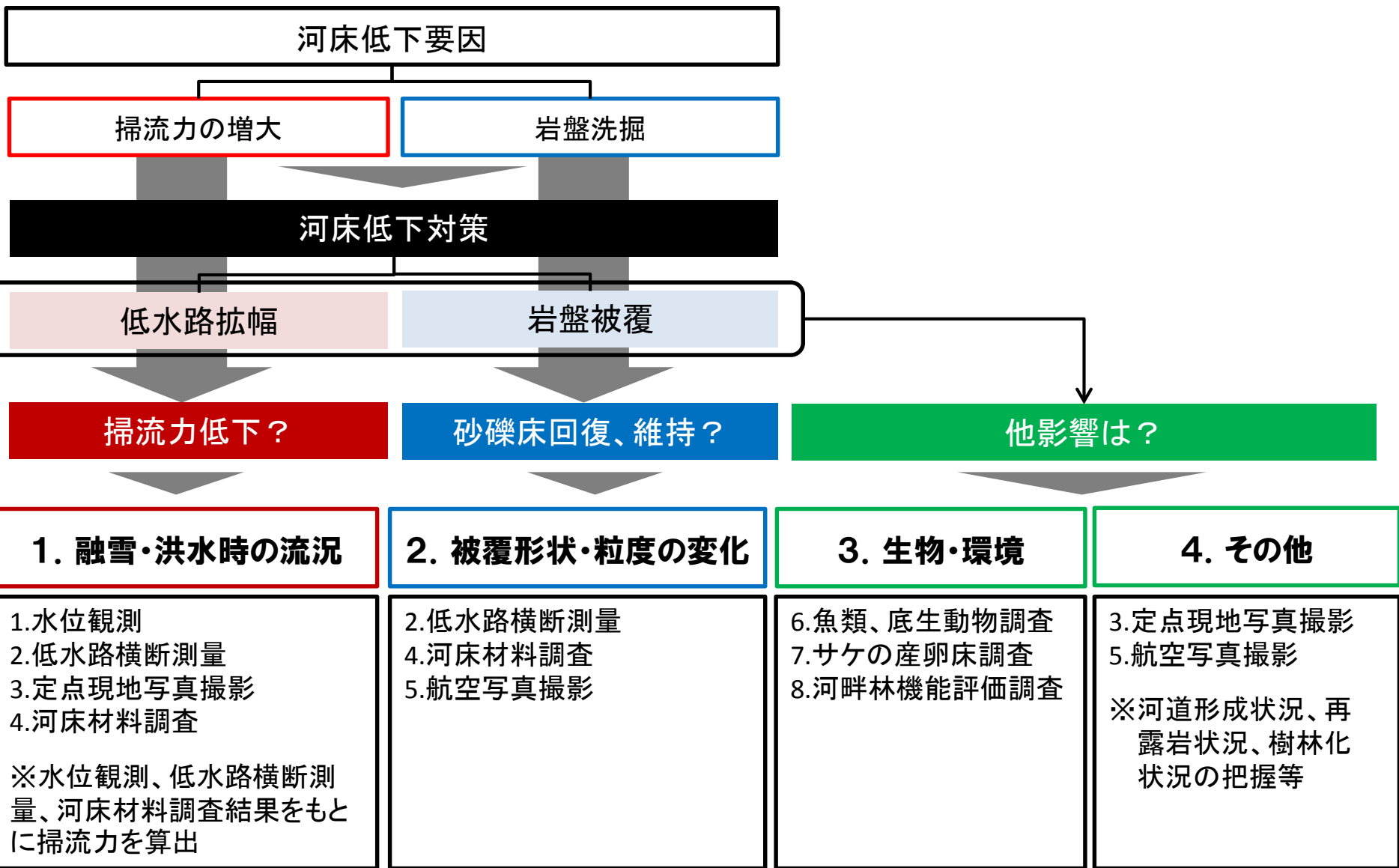
H28モニタリング結果報告

旭川開発建設部 治水課

H28モニタリング結果

モニタリング項目

➤ 河床低下要因や河床低下対策の目的を踏まえ、以下1～8のモニタリングを実施。



モニタリング計画

➤ 各モニタリング項目の実施時期及び実施頻度について下表に整理した。

➤ 各モニタリング項目の詳細については、次ページ以降に整理した。

■ : モニタリング実施 □ : 高水敷冠水以上の出水があった場合にモニタリング実施(維持管理計画に基づく調査結果で代用可能)

モニタリング項目	事前調査	対策工施工期間 ※1																対策工完成後							
		平成26年度 (2014年度)				平成27年度 (2015年度)				平成28年度 (2016年度)				平成29～32年度				～完成3年後程度 まで ※2				以降～			
		春期	夏期	秋期	冬期	春期	夏期	秋期	冬期	春期	夏期	秋期	冬期	春期	夏期	秋期	冬期	春期	夏期	秋期	冬期	春期	夏期	秋期	冬期
1. 水位観測	○ H25					出水時 融雪		〔洪水後 痕跡水位〕		出水時 融雪		〔洪水後 痕跡水位〕		出水時 融雪		〔洪水後 痕跡水位〕		融雪 完成翌年 出水時		必要に 応じて ※3					
2. 低水路横断測量	○ H23～25				施工直後 ※4	出水時 融雪		〔洪水後〕	施工直後 ※4	出水時 融雪		〔洪水後〕	施工直後 ※4	出水時 融雪		〔洪水後〕	完成直後 ※4	出水時 融雪		〔洪水後〕		維持管理計画に基づく 定期横断測量結果で代用 (概ね5年間隔)			
3. 定点現地写真撮影	○ H23～26	出水時 融雪	渇水時			出水時 融雪	渇水時			出水時 融雪	渇水時			出水時 融雪	渇水時			出水時 融雪	渇水時			毎年			
4. 河床材料調査	○ H23				施工直後 ※4	出水時 融雪		〔洪水後〕	施工直後 ※4	出水時 融雪		〔洪水後〕	施工直後 ※4	出水時 融雪		〔洪水後〕	完成直後 ※4			〔洪水後〕		維持管理計画に基づく 河床材料調査結果で代用 (概ね5年間隔)			
5. 航空写真撮影	○ H26					渇水時 〔洪水時〕				渇水時 〔洪水時〕				渇水時 〔洪水時〕				渇水時 〔洪水時〕				維持管理計画に基づく 航空写真撮影結果で代用 (概ね5年間隔)			
6. 魚類・底生動物調査	○ H20・21																					5年後、10年後に再調査			
7. サケの産卵床調査	○ H24～26																					5年後、10年後に再調査			
8. 河畔林機能評価調査	○ H25・26					施工区間 1年目	施工区間 1年目	5年後 10年後 再調査		施工区間 2年目	施工区間 2年目	5年後 10年後 再調査		施工区間 3(4)年目	施工区間 3(4)年目	5年後 10年後 再調査									

※1: 施工が7年間と長期にわたることから、各区間施工後における効果・影響を詳細に把握するためには、施工中からモニタリングを実施していく必要がある。

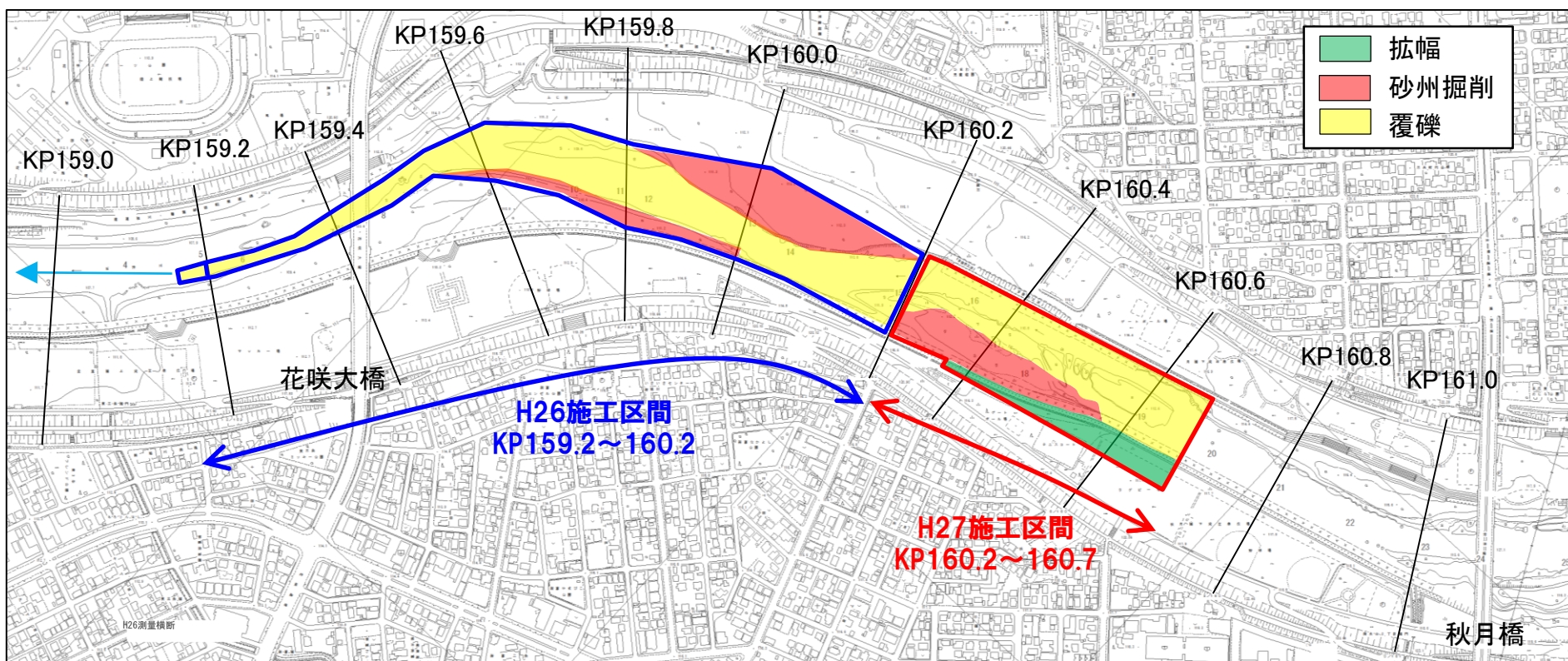
※2: 経過観察期間として対策工完成後から3年程度と設定した。

※3: 対策実施区間の横断形状が大きく変動した場合などに実施。

※4: 対策工施工区間の初期横断については、施工横断により代用可能である。

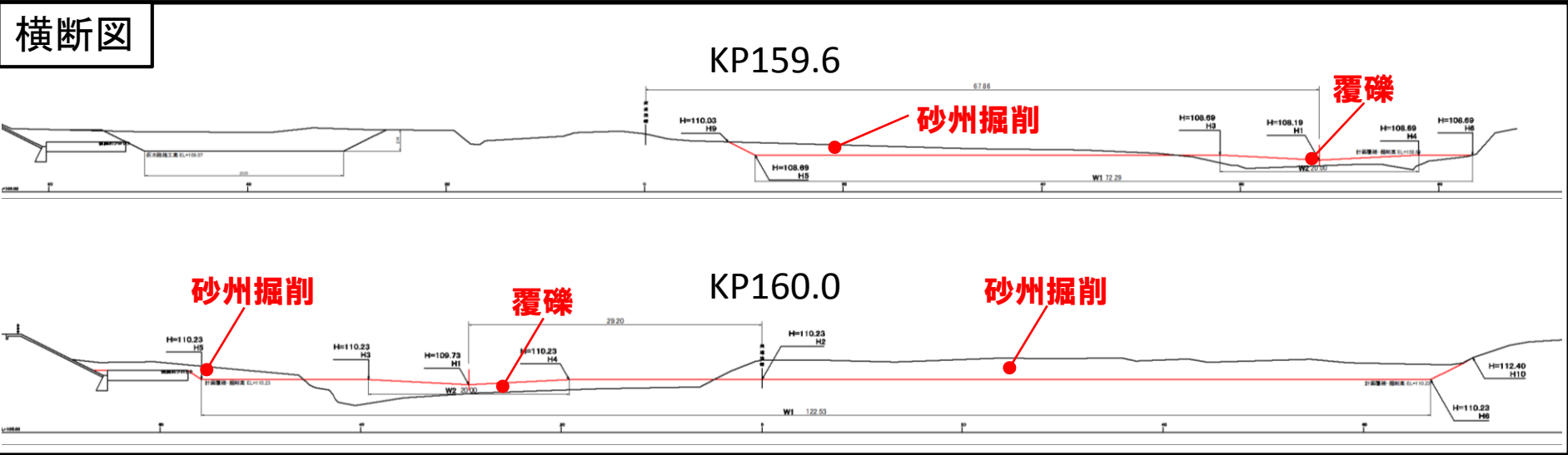
施工区間(平成26年度～平成27年度)

- 着手1年目である平成26年度は、KP159.2～160.2の区間において覆礫・砂州掘削を実施。
- この区間は、上流の低水路拡幅区間と下流の現河床を、約1kmに渡ってすり付ける擦付区間。
- 2年目の平成27年度は、KP160.2～160.7の区間において施工を実施し、低水路拡幅に着手。
- KP160.4～160.7における約300mの低水路拡幅を実施。

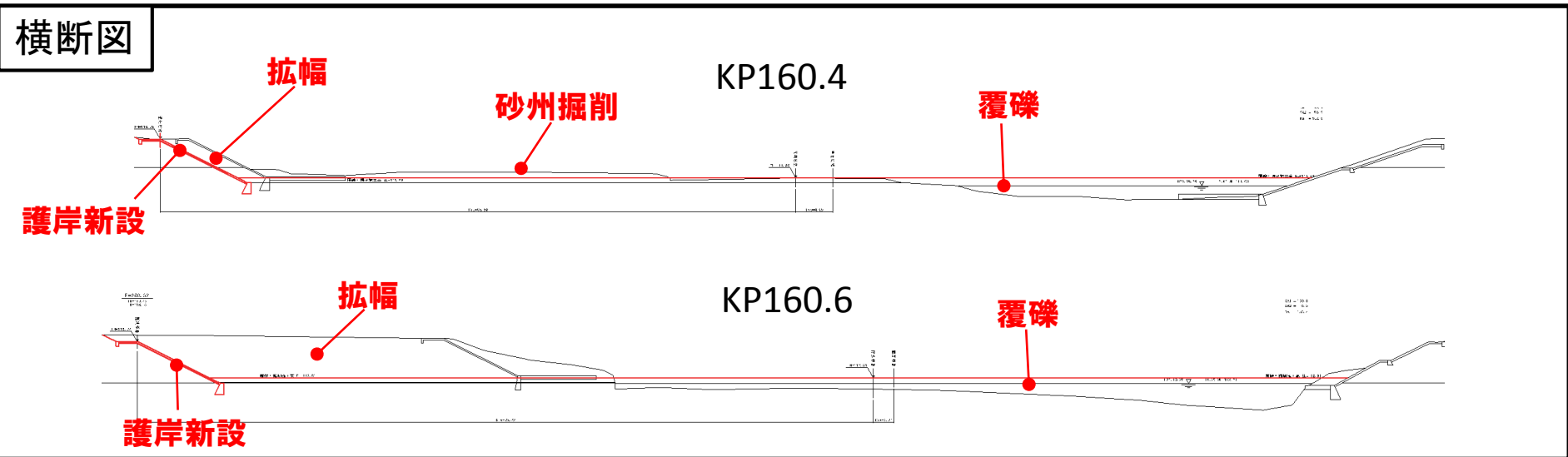


施工年次平面図

平成26年度施工区間



平成27年度施工区間



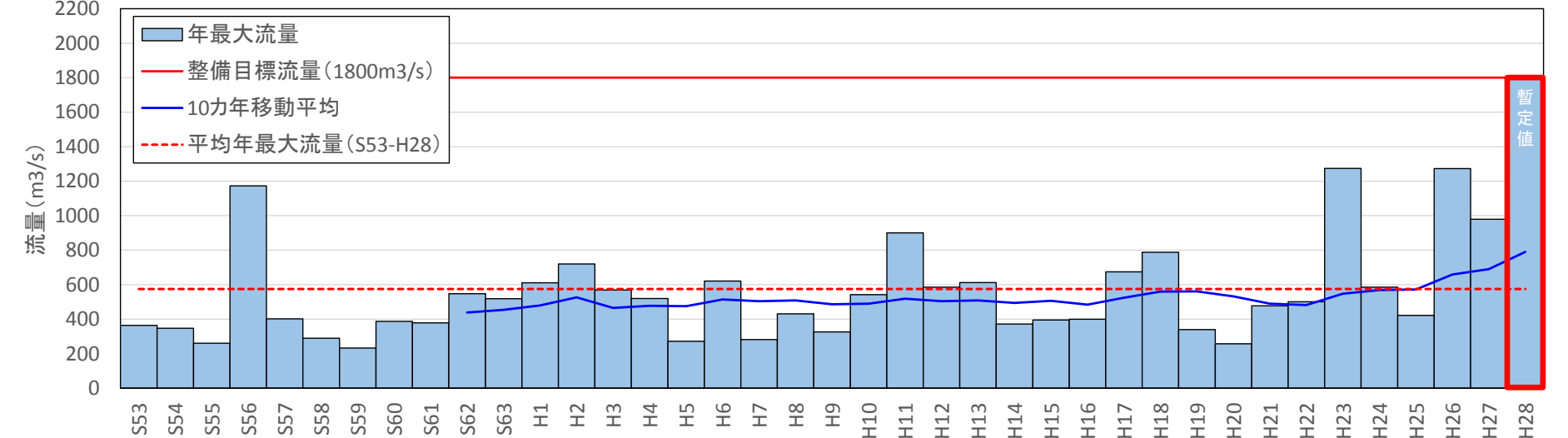
現地状況 永山観測所流量

- H28年融雪出水のピーク流量は267m³/s、H28.8出水のピーク流量は1,796m³/s(いずれも暫定値)。
- H28.8出水のピーク流量は整備目標流量1,800m³/sと同程度であり、S53年以降では最大。
- H28.8は500m³/s (断面平均の掃流力が限界掃流力を上回る流量)以上をピークとするハイドロが4回発生。

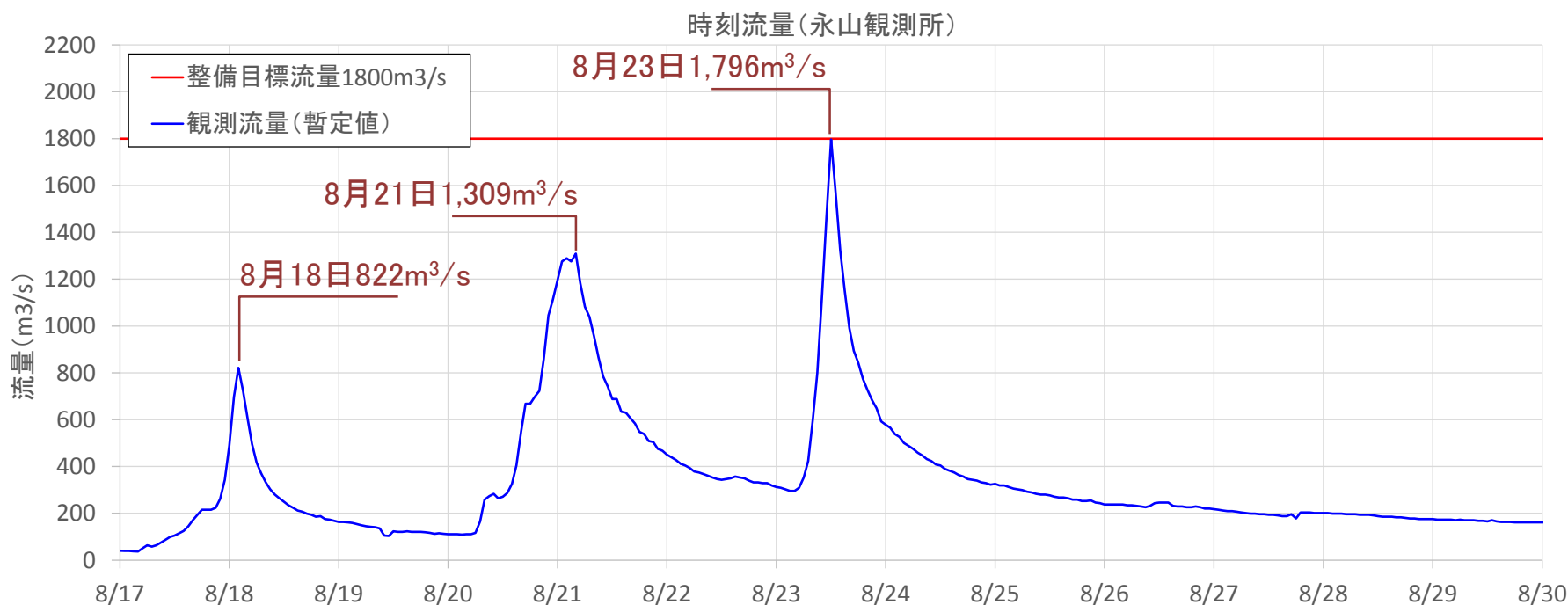
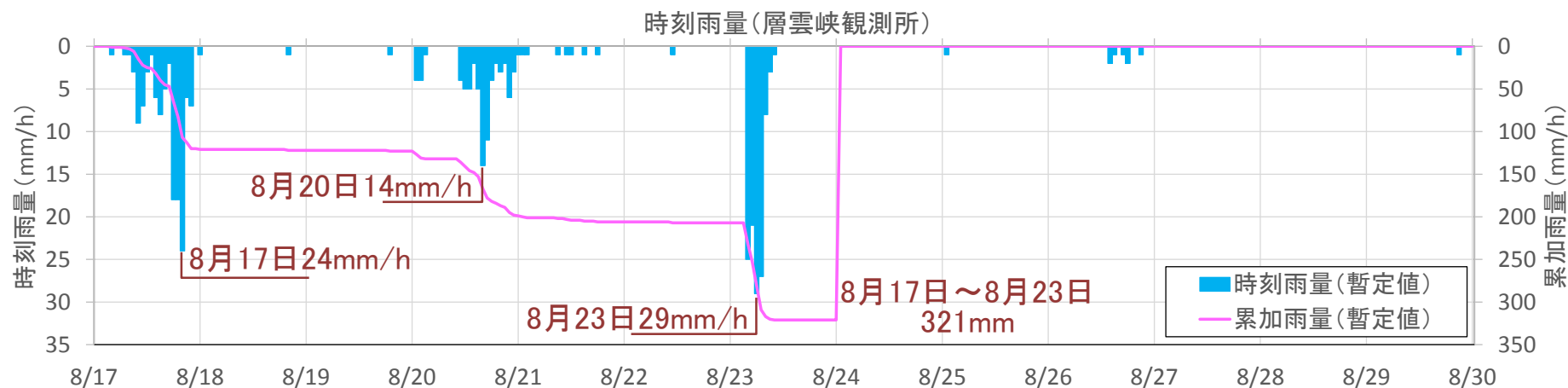
時刻流量 (永山観測所)



年最大流量 (永山観測所)



- 累加雨量は8月17日～23日の期間で321mmであった(いずれも暫定値)。
- 8月17日、20日、23日の各累加雨量は8月17日で121mm、20日で76mm、23日で114mmであった(いずれも暫定値)。



H28.8出水前の現地状況 (H27施工区間 H28.7.15撮影)



右岸側から撮影 低水路内を全体的に流下している

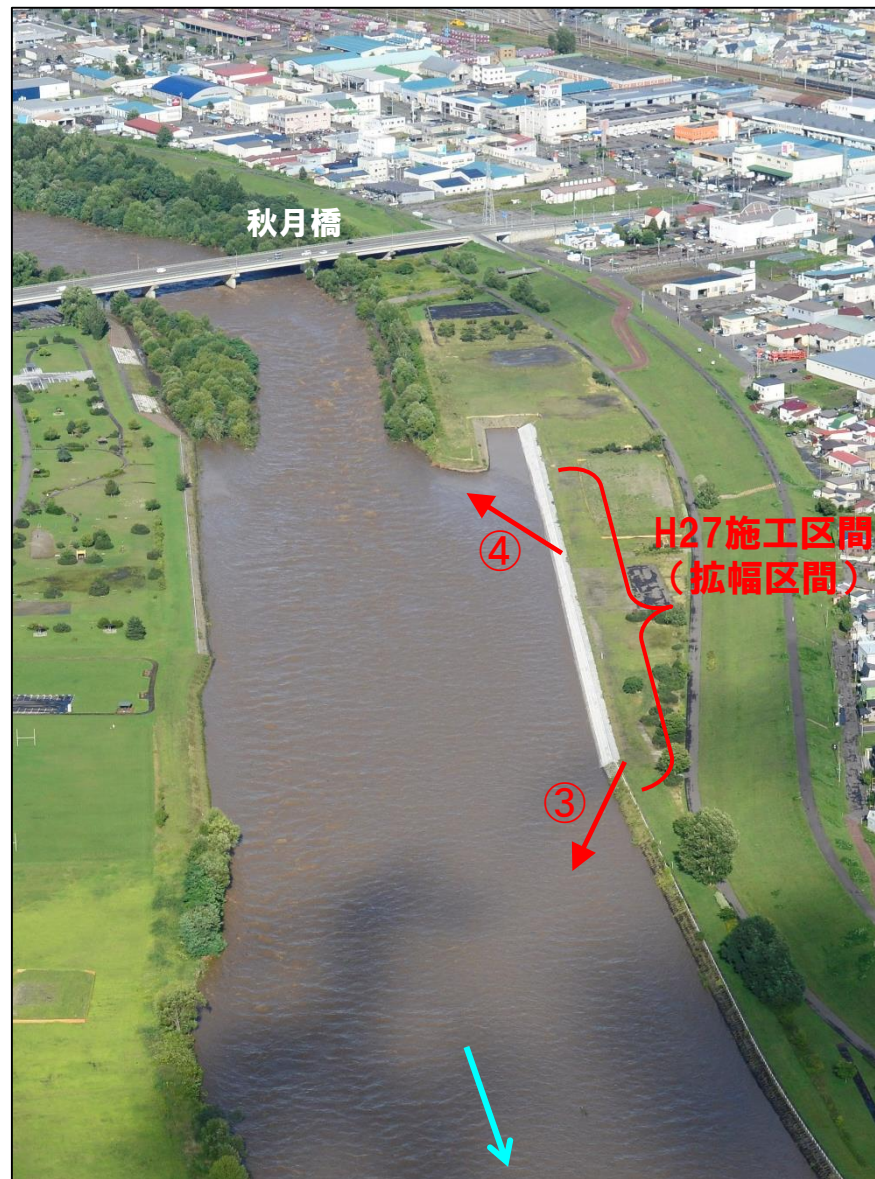


左岸側から撮影 砂礫が広く分布



低水路センター付近

H28.8出水時の現地状況(H26・H27施工区間)



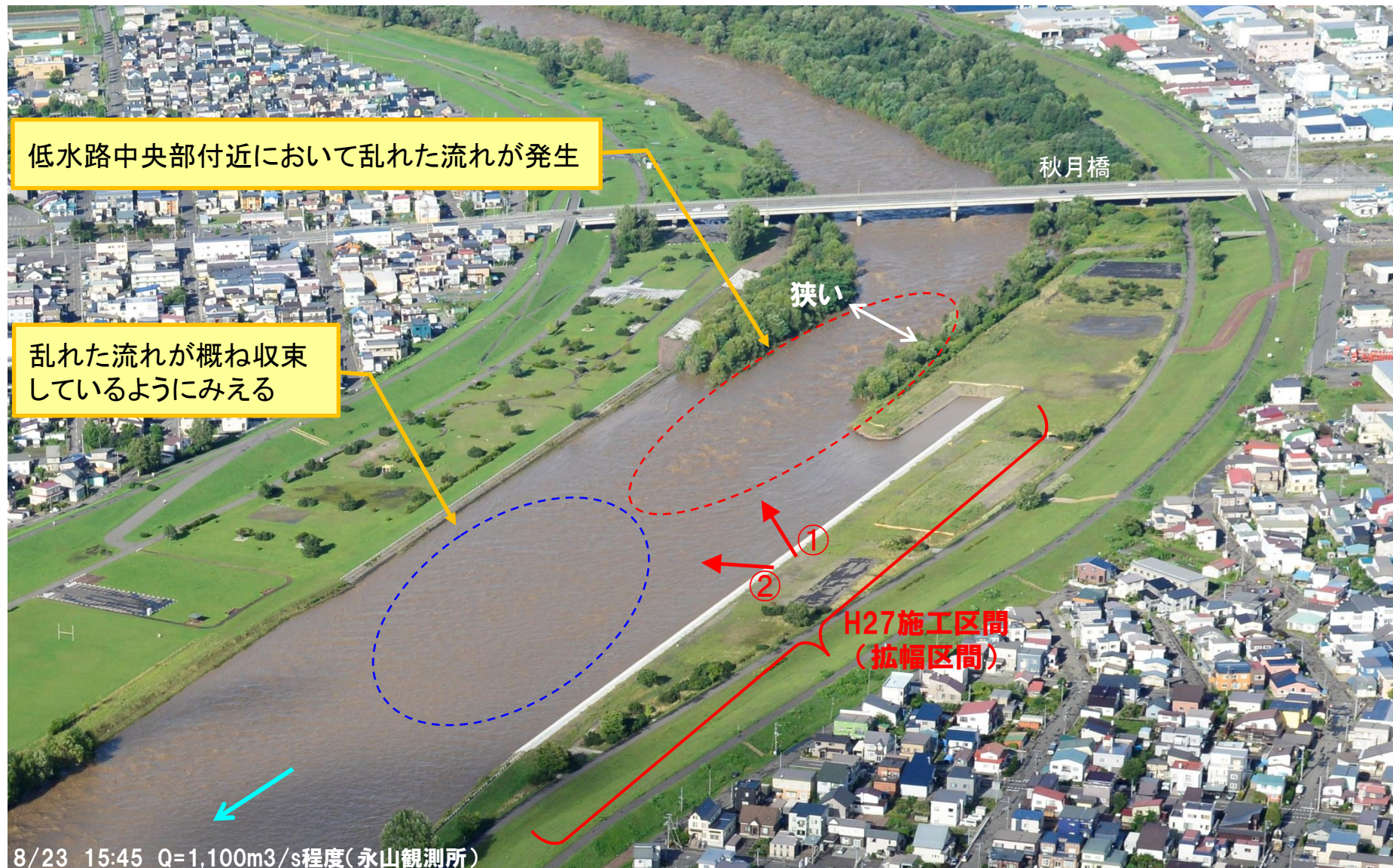
8/23 15:45撮影 Q=1,100m³/s程度(永山観測所)



H28.8.23撮影 永山観測所 $Q=1000\text{m}^3/\text{s}$ 程度(ピーク後 暫定値)

H28.8出水時の現地状況（H27施工区間上流端付近）

- H27施工区間上流側では、低水路中央部付近において乱れた流れが発生。
- H27施工区間下流側では、上記の乱れた流れが概ね収束しているように見える。



① H27施工区間 上流側



② H27施工区間 下流側



H28.8出水時の現地状況(KP162付近)

➤ 秋月橋下流と同様に狭窄部で乱れた流れが発生している。湾曲部においても乱れが発生している。

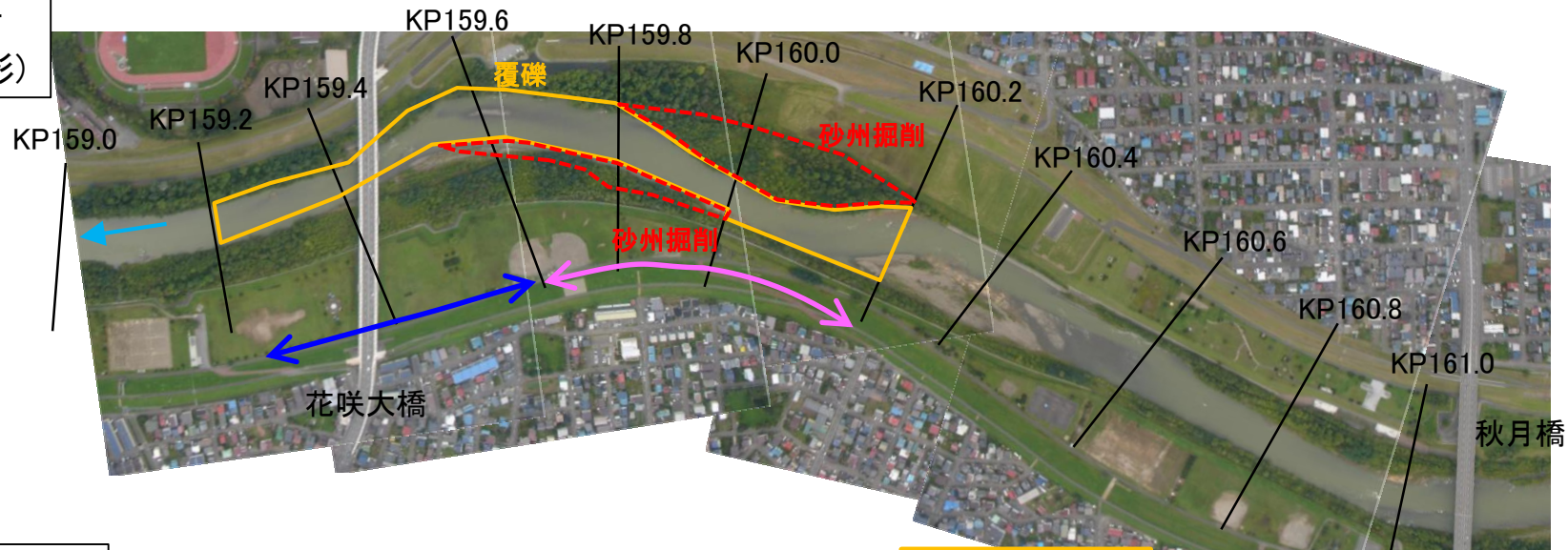


航空写真(垂直写真)

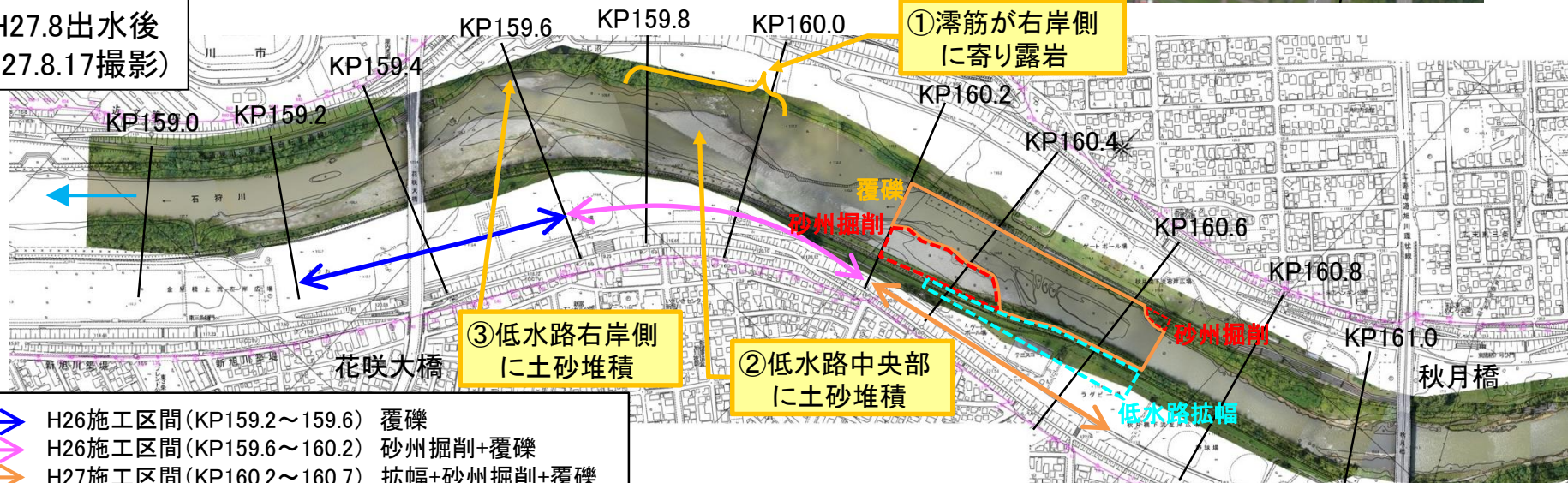
➤ H27.8出水後 : KP159.6付近右岸側に土砂堆積。

KP160.0付近では低水路中央部に土砂が堆積し、滞筋が右岸に寄り露岩が発生。

施工前
(H25撮影)



H27.8出水後
(H27.8.17撮影)

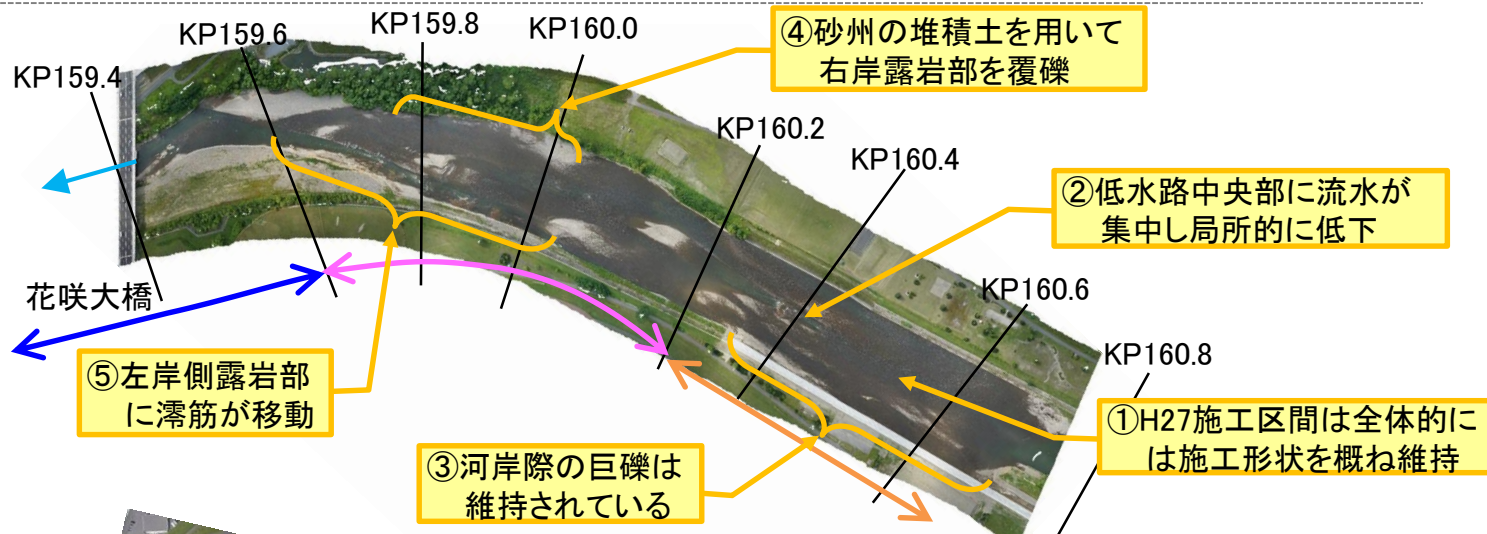


- ⇔ H26施工区間(KP159.2～159.6) 覆礫
- ⇔ H26施工区間(KP159.6～160.2) 砂州掘削+覆礫
- ⇔ H27施工区間(KP160.2～160.7) 拡幅+砂州掘削+覆礫

航空写真(垂直写真)

- H28融雪後 : H27施工区間は全体的には施工形状を概ね維持。KP160.3付近の低水路中央部に流水が集中し局所的な低下がみられる。KP159.6～160.0では滞筋が左岸露岩部に移動。
- H28.8出水後 : KP160より上流側では、低水路右岸側が低下し滞筋が右岸側へ移動、低水路中央付近には土砂が堆積。KP159.6～160.0右岸側に土砂が堆積し、KP159.8～160.0付近では滞筋が低水路中央部に移動。

H28融雪後
(H28.7.16撮影)

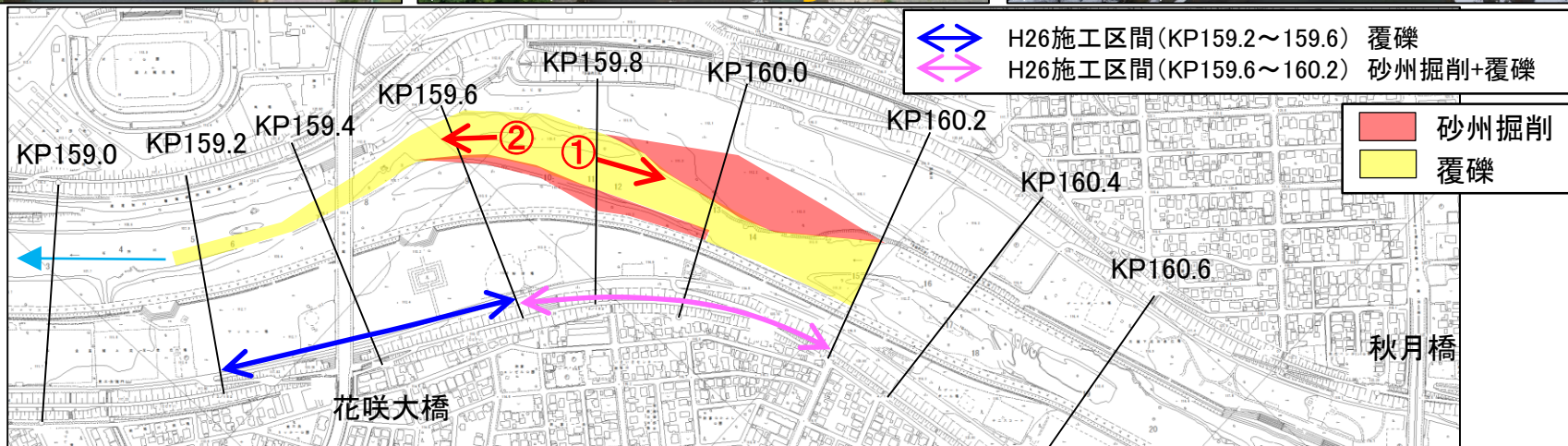


H28.8月出水後
(H28.9.22撮影)

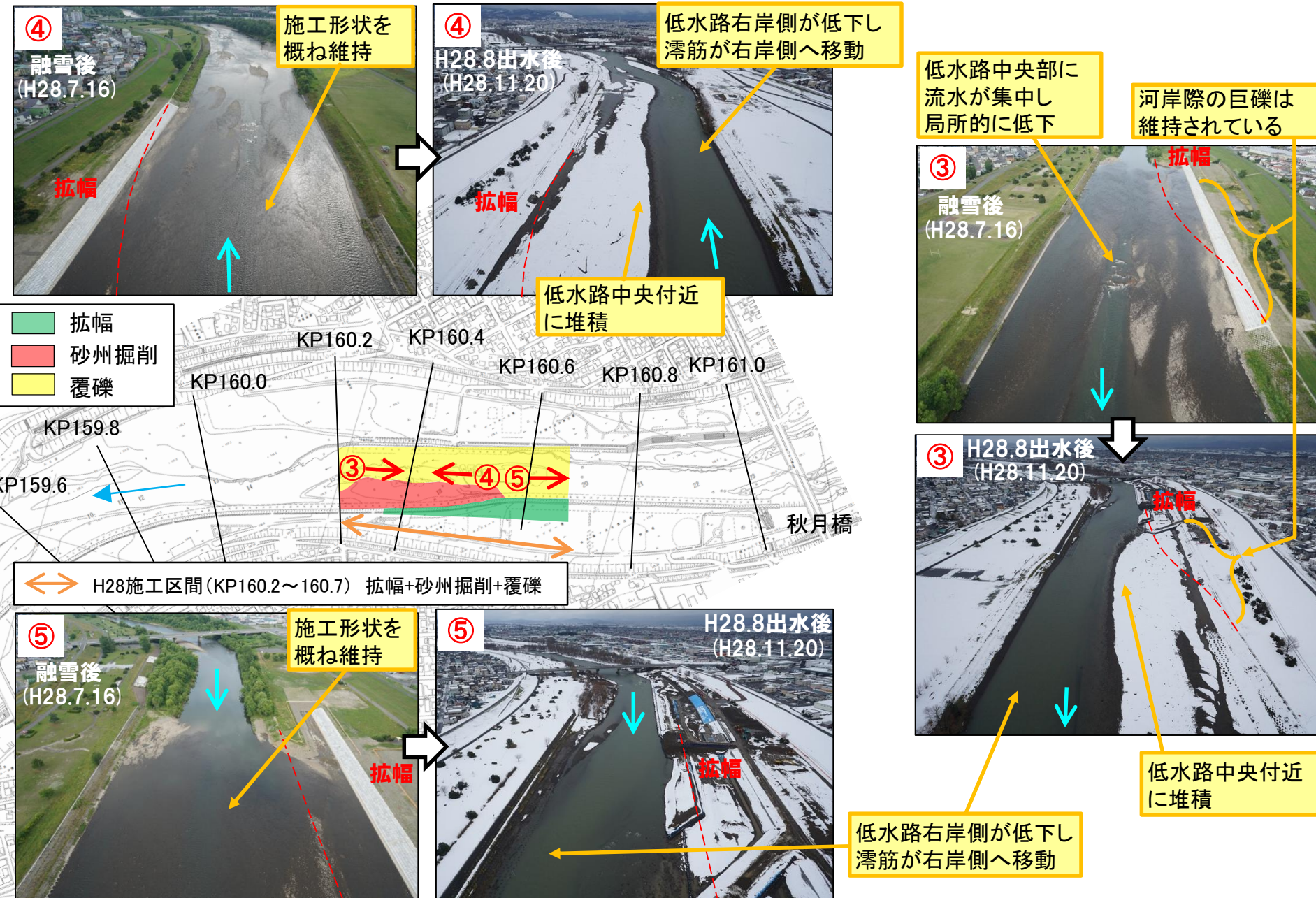


- ➡ H26施工区間(KP159.2～159.6) 覆礫
- ➡ H26施工区間(KP159.6～160.2) 砂州掘削+覆礫
- ➡ H27施工区間(KP160.2～160.7) 拡幅+砂州掘削+覆礫

航空写真(斜め写真) H26施工区間



航空写真(斜め写真) H27施工区間

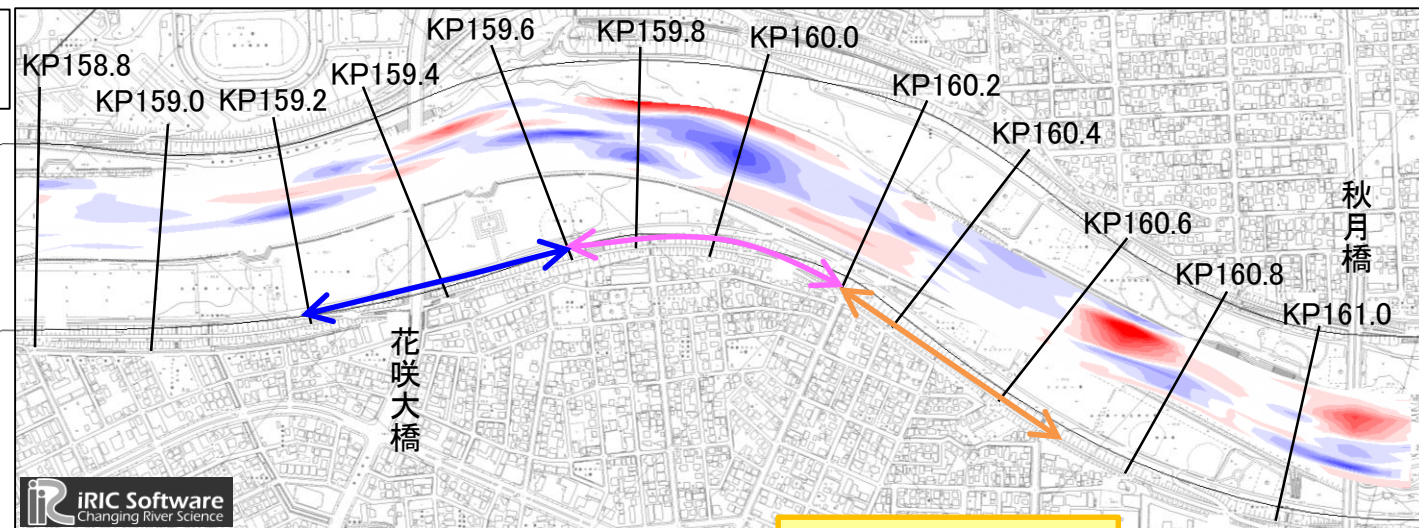


河床変動高コンター(横断測量より)

- KP159.0～159.5付近 : 低水路中央部に土砂が堆積。
- KP159.6～160.0付近 : 右岸側に土砂が堆積し、低水路中央部に滞筋が移動。
- KP160.0～160.6付近 : 低水路右岸側が低下し、右岸側へ滞筋が移動。低水路中央部付近には土砂が堆積。

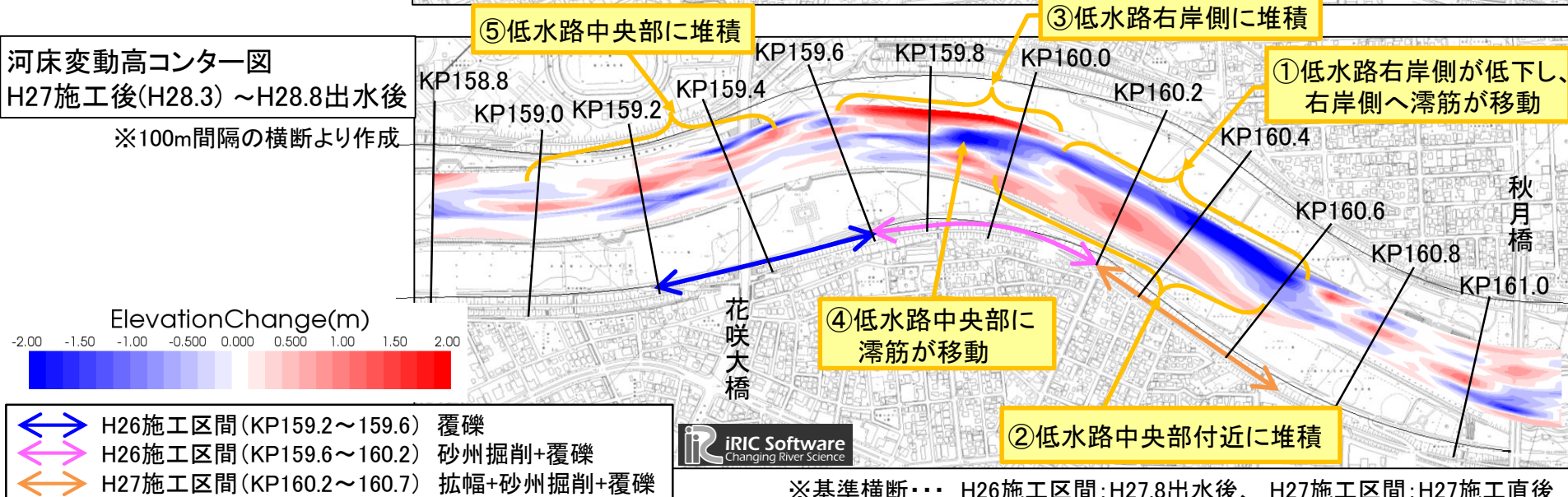
河床変動高コンター図
H27施工後(H28.3)～H28融雪後

※100m間隔の横断より作成

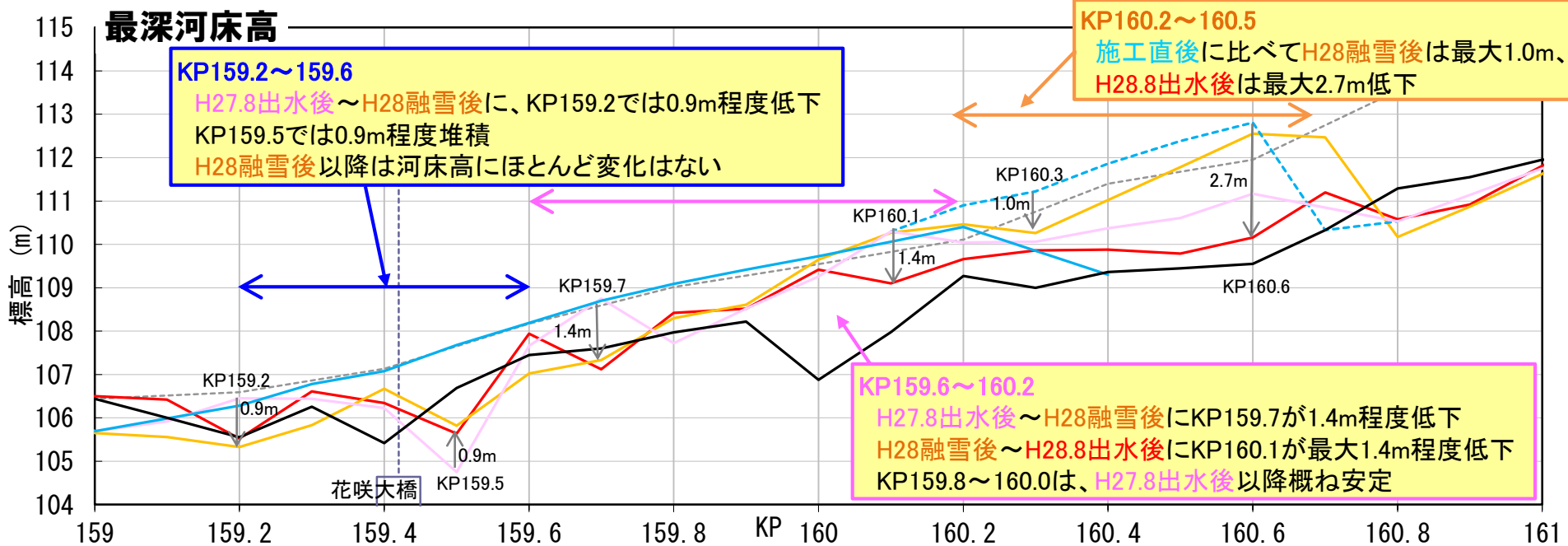
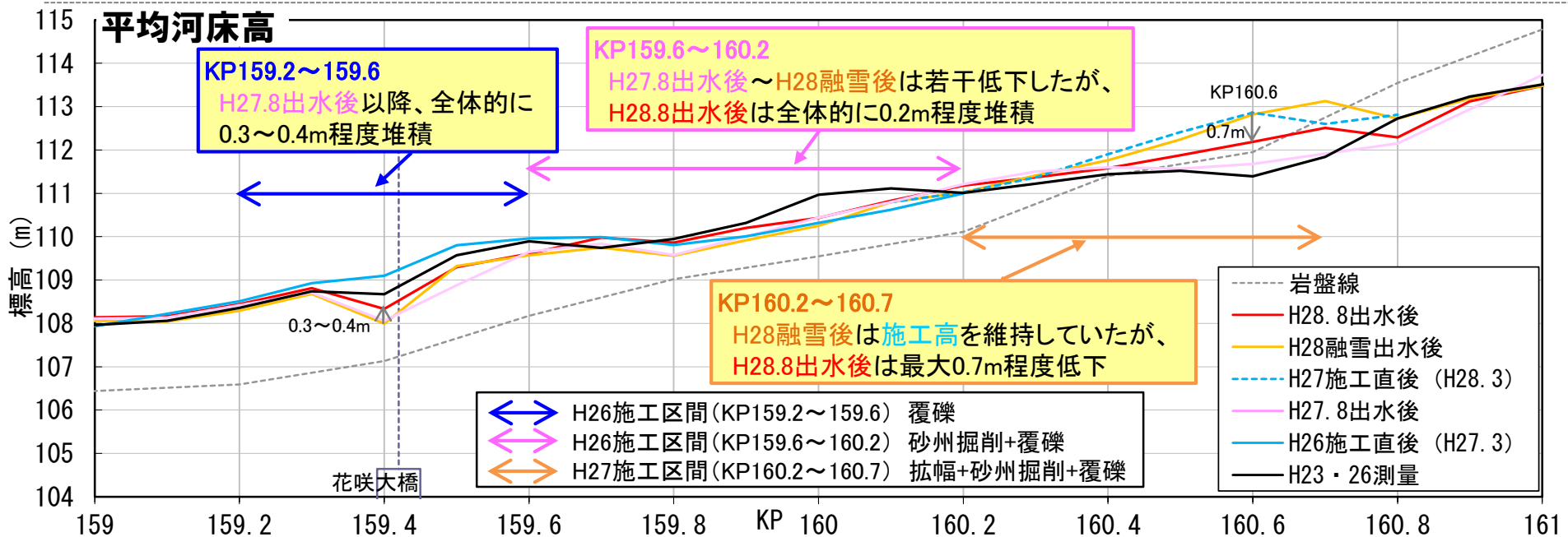


河床変動高コンター図
H27施工後(H28.3)～H28.8出水後

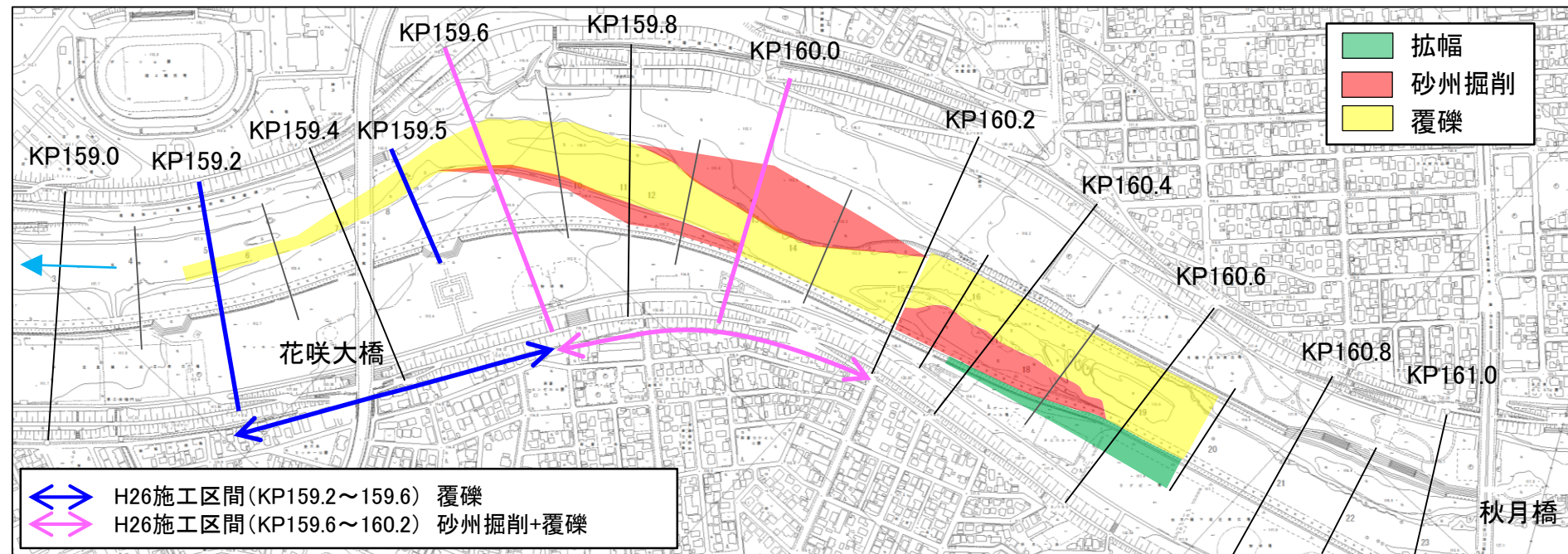
※100m間隔の横断より作成



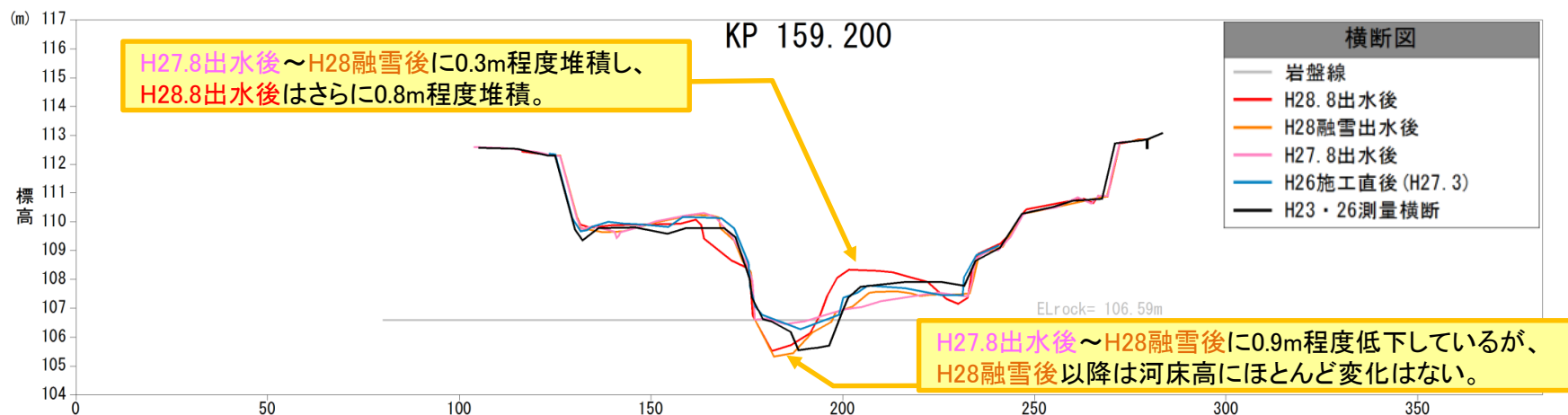
河床高縦断図

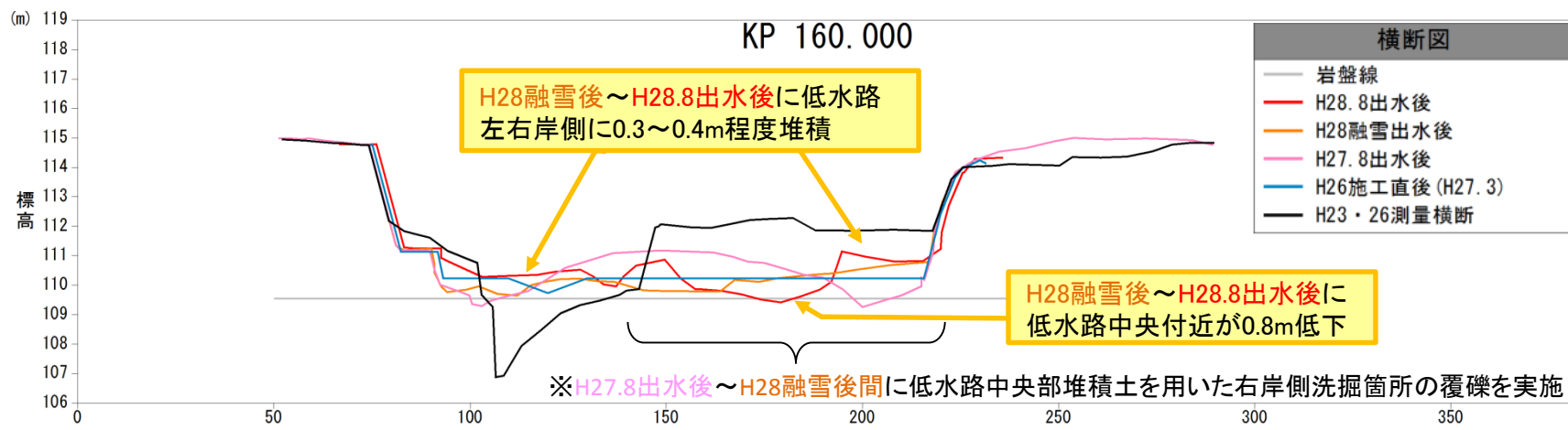
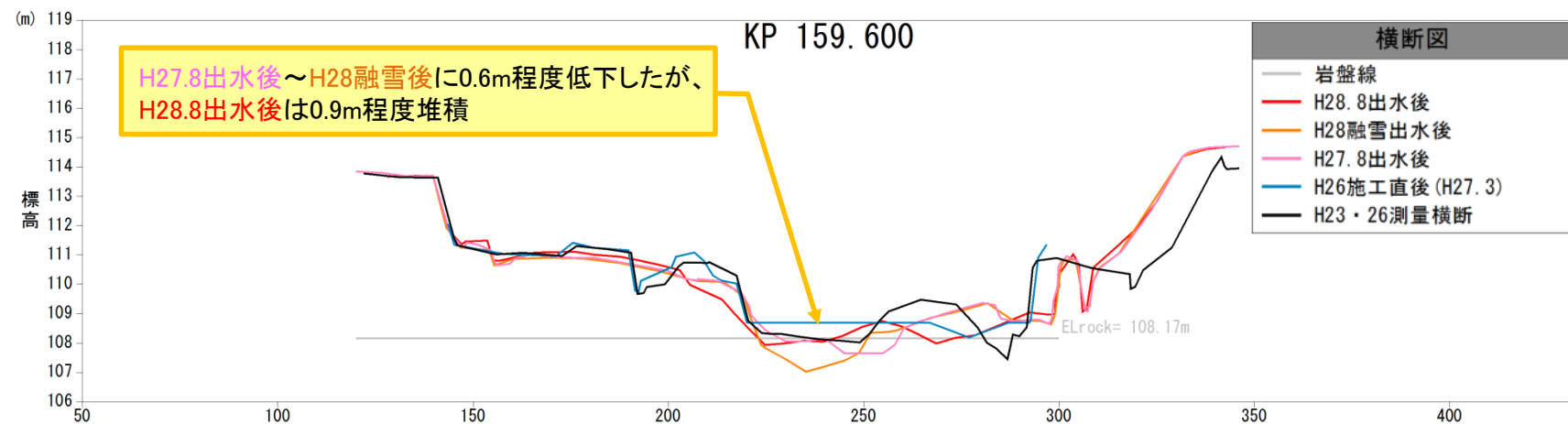
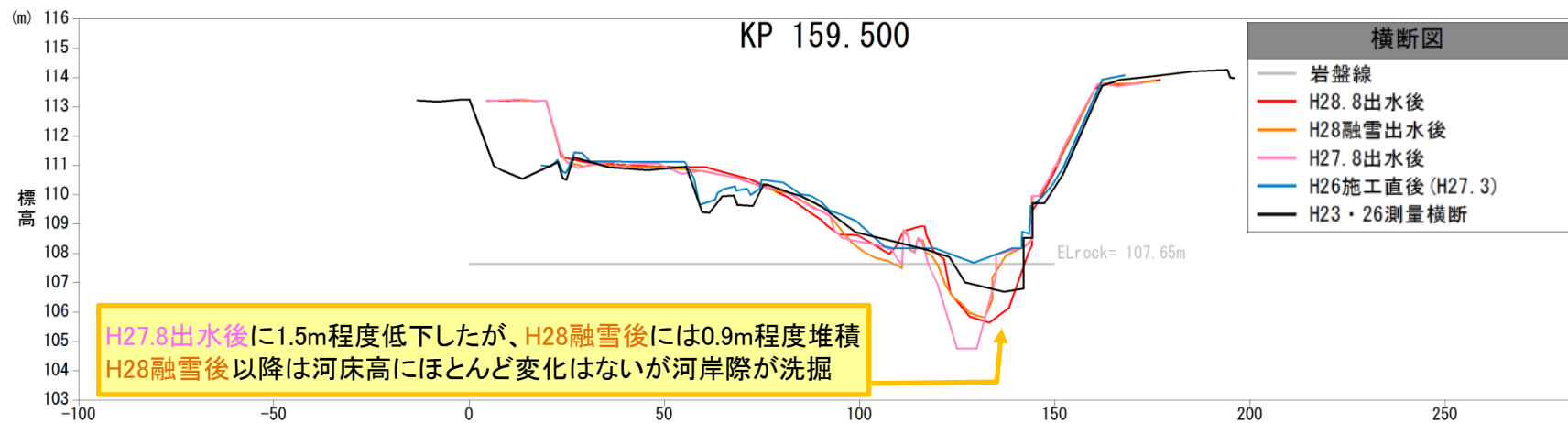


横断図 H26施工区間

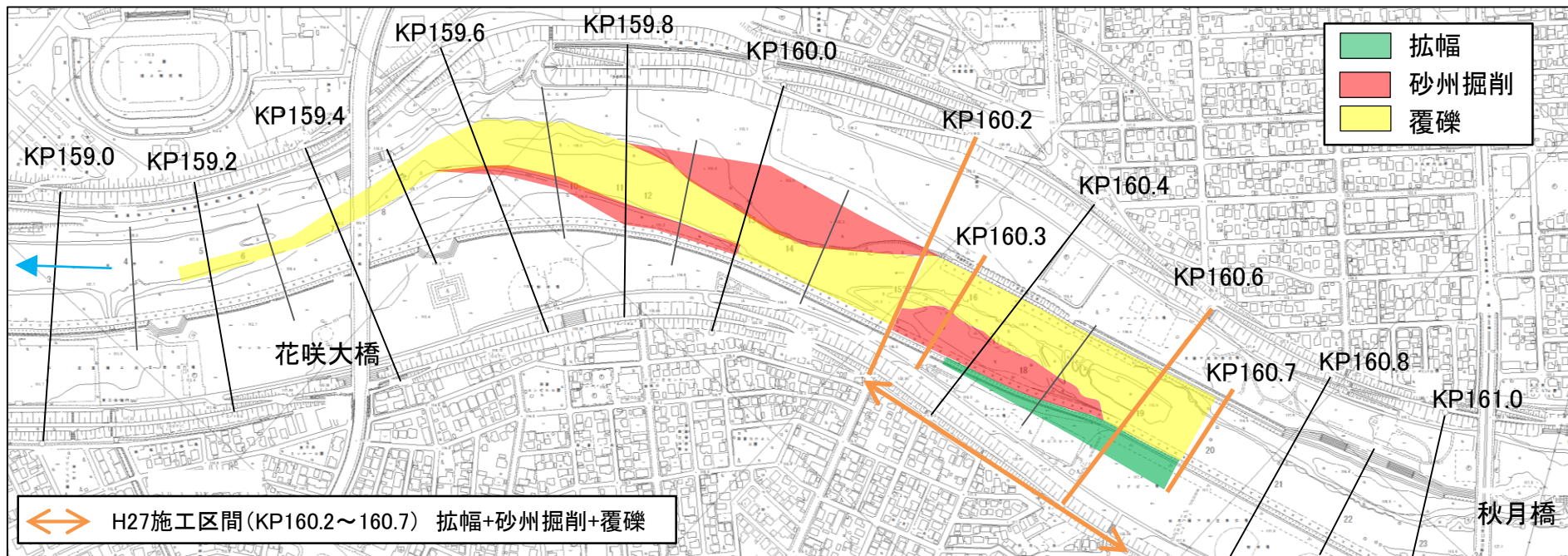


H26施工区間

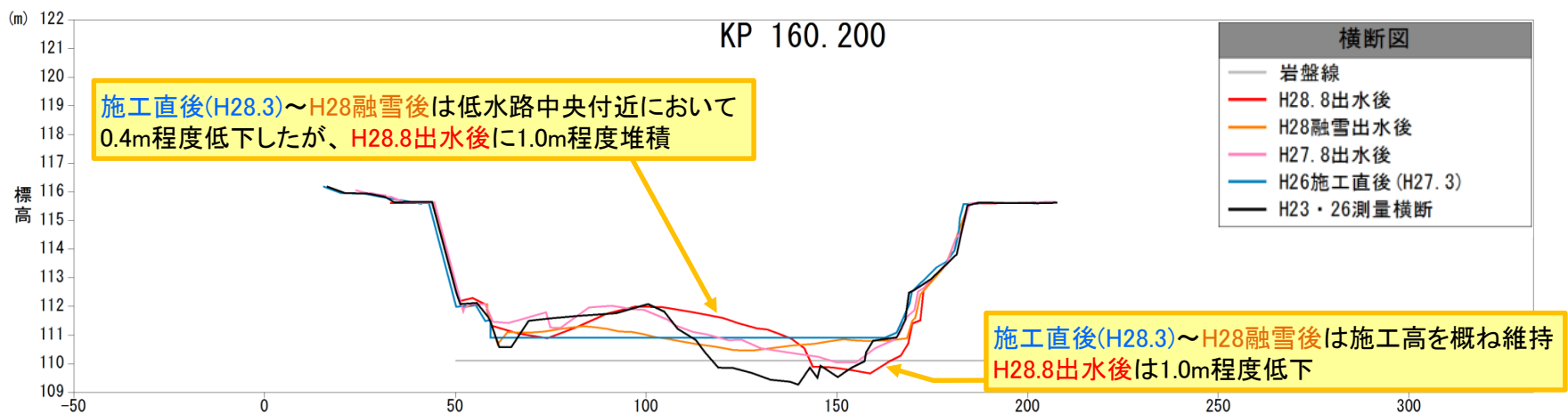




横断図 H27施工区間

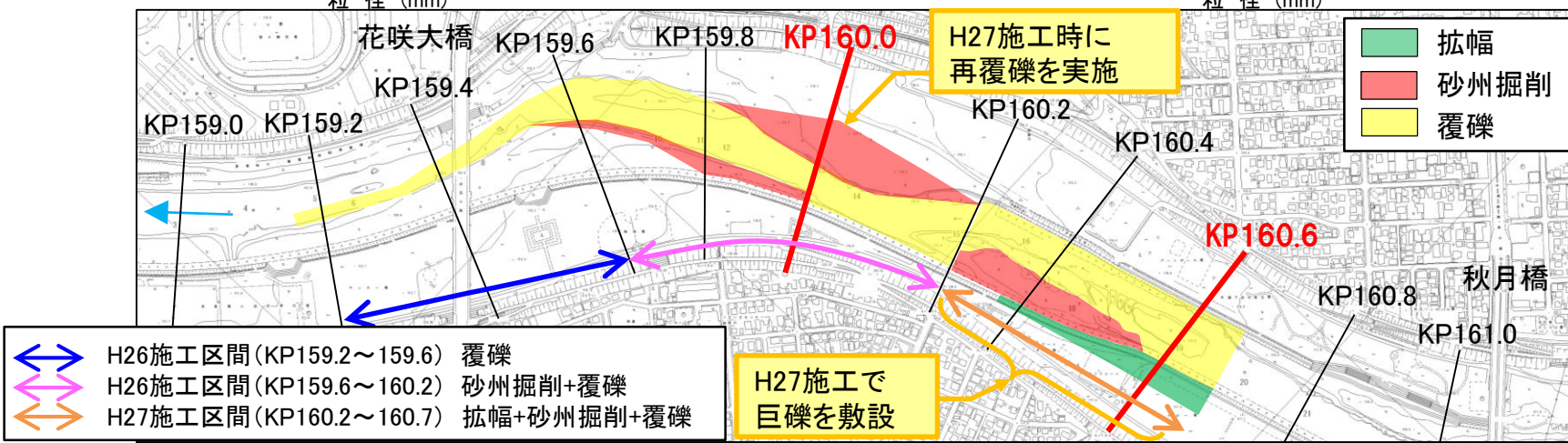
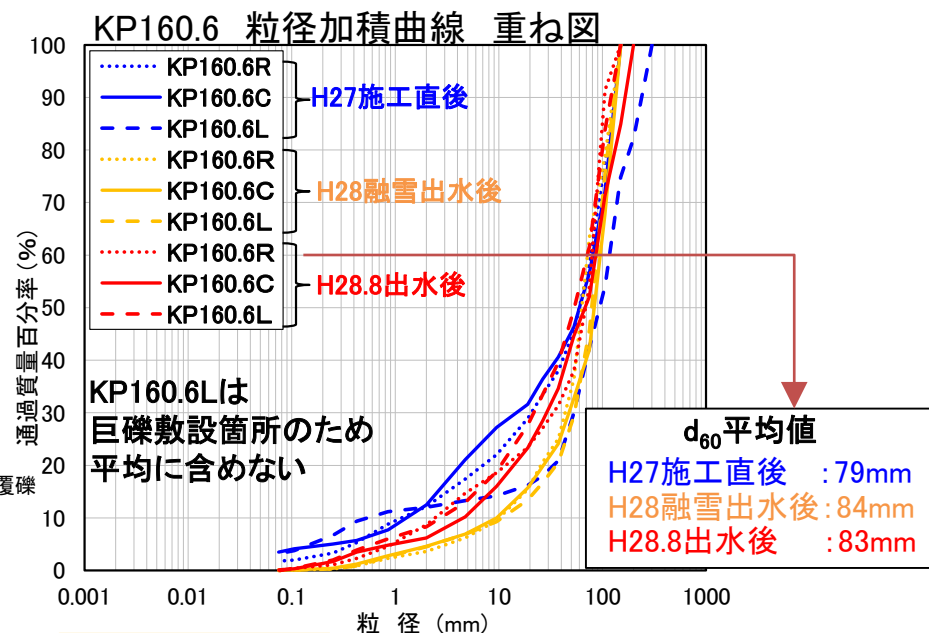
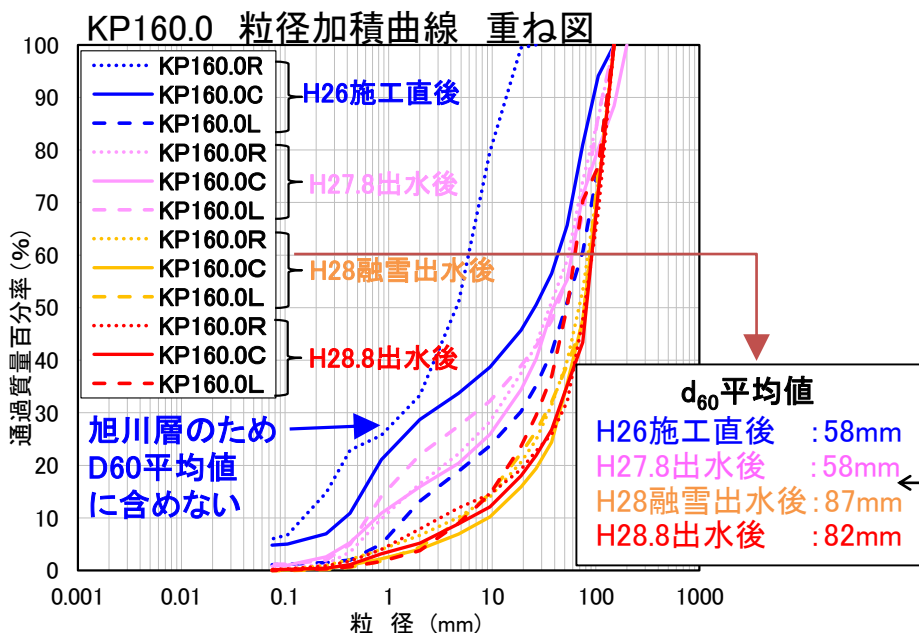


H27施工区間



河床材料調査

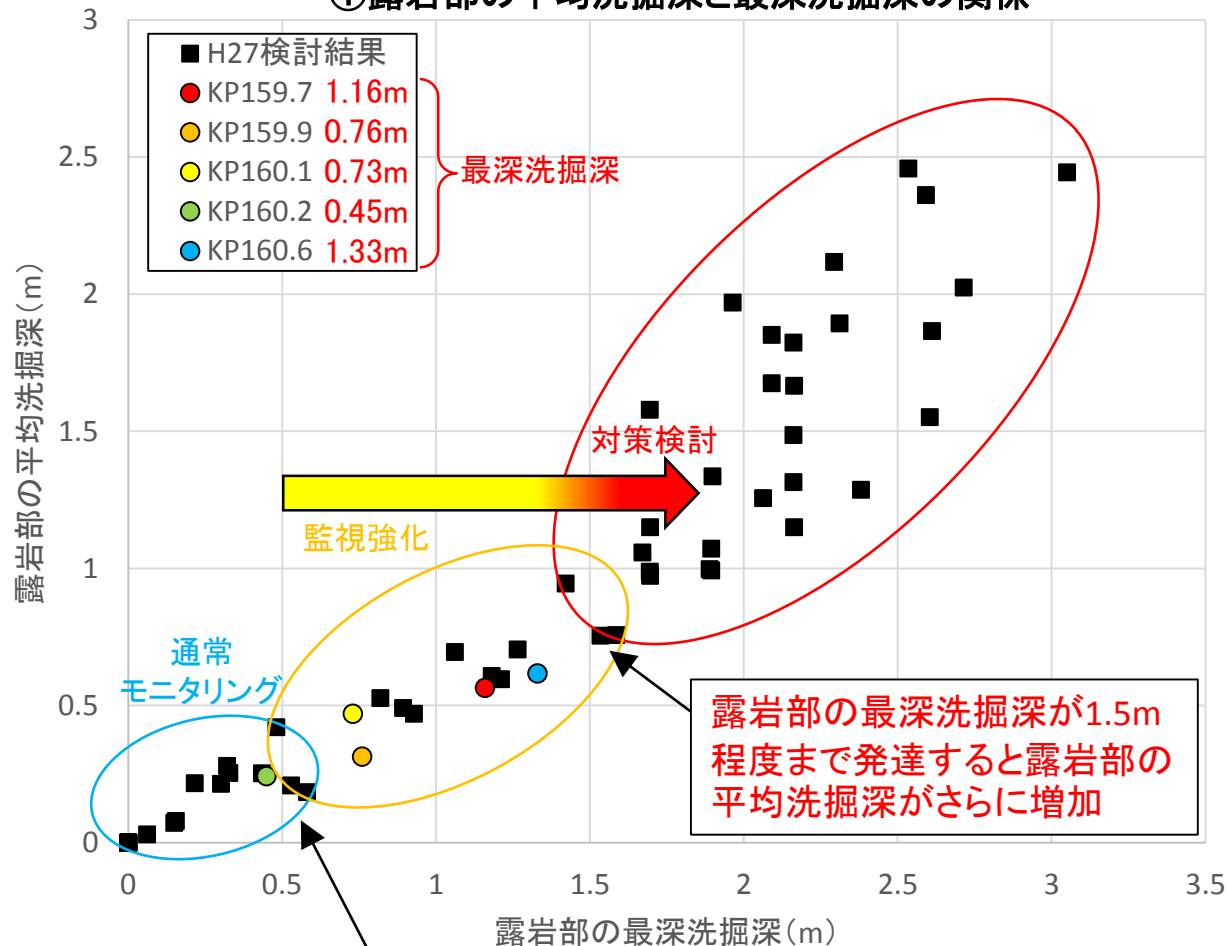
- **KP160.0** : H27.8出水後までは施工直後と同程度の代表粒径(d_{60})を維持
H27.8出水後～H28融雪出水後にかけての粗粒化は、H27施工時における維持補修(中州堆積土を用いた右岸側洗掘箇所の覆礫)が影響しているものと考えられる
H28融雪出水後以降は同程度の代表粒径(d_{60})を維持
- **KP160.6** : H28融雪出水後、H28.8出水後は施工直後と同程度の代表粒径(d_{60})を維持



H27検討順応的管理の閾値の目安(案)との比較

- H27に検討した順応的管理の閾値の目安(案)のグラフに、施工直後からH28.8出水後の期間において、新たに岩盤洗掘が生じた断面(KP159.7、KP159.9、KP160.1、KP160.2、KP160.6)をプロットした。
- ①露岩部の平均洗掘深と最深洗掘深の関係より、KP160.2を除く4断面が最深洗掘深が0.5mを上回った。

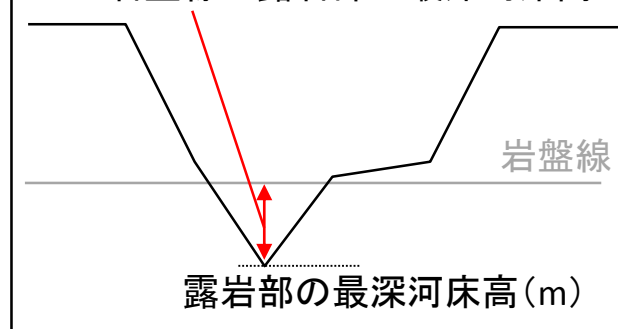
①露岩部の平均洗掘深と最深洗掘深の関係



露岩部の最深洗掘深が0.5m程度まで発達すると露岩部の平均洗掘深が若干増加

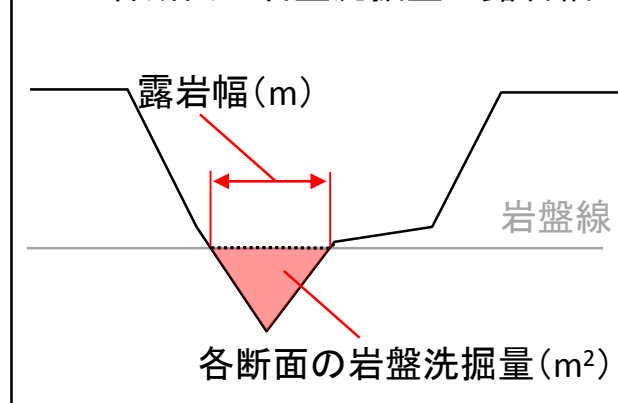
露岩部の最深洗掘深 (m)

= 岩盤線 - 露岩部の最深河床高



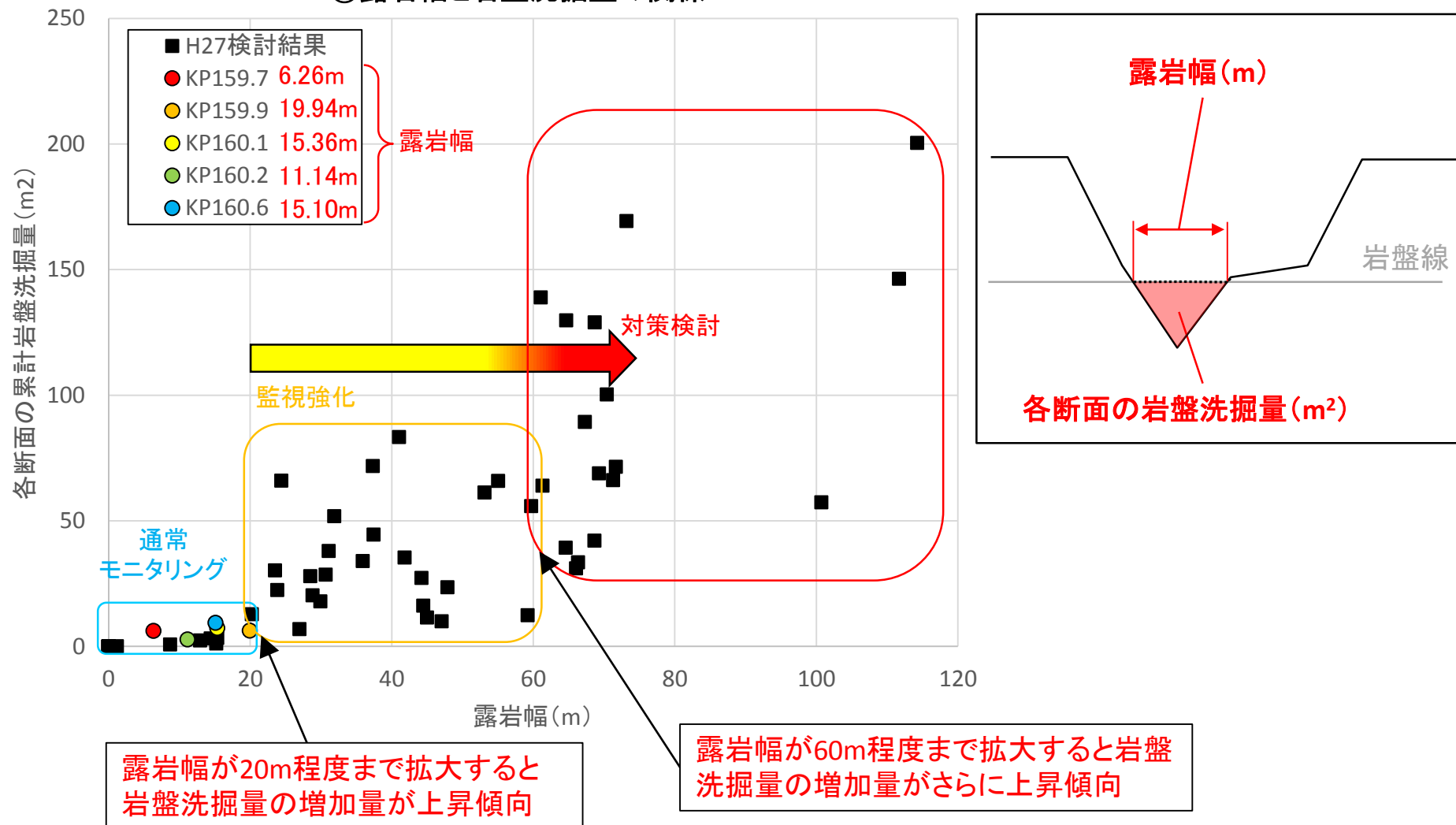
露岩部の平均洗掘深 (m)

= 各断面の岩盤洗掘量 / 露岩幅

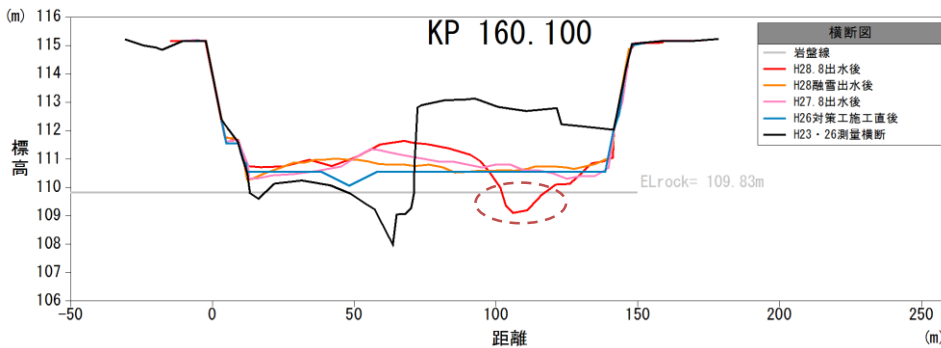
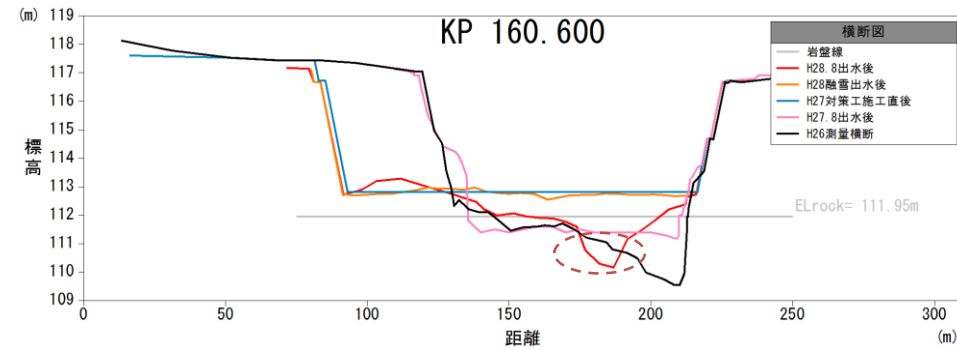
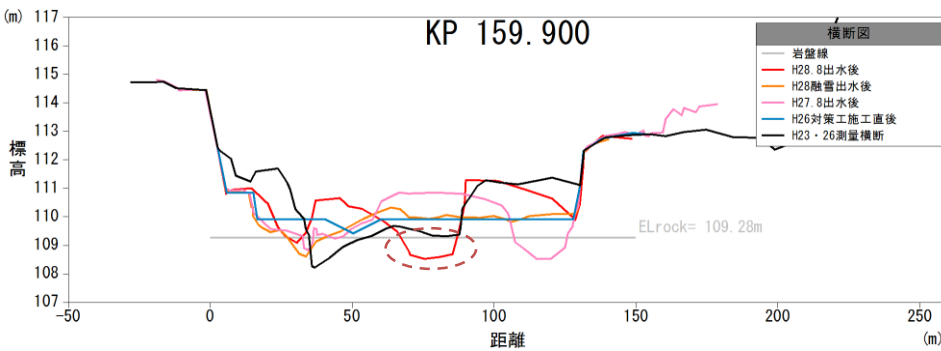
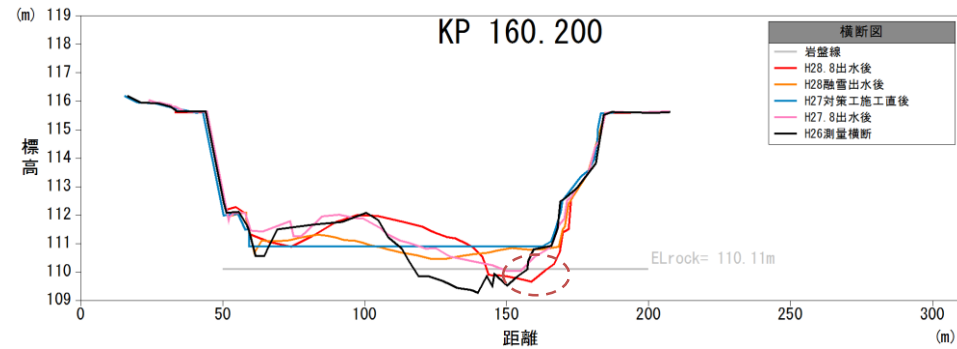
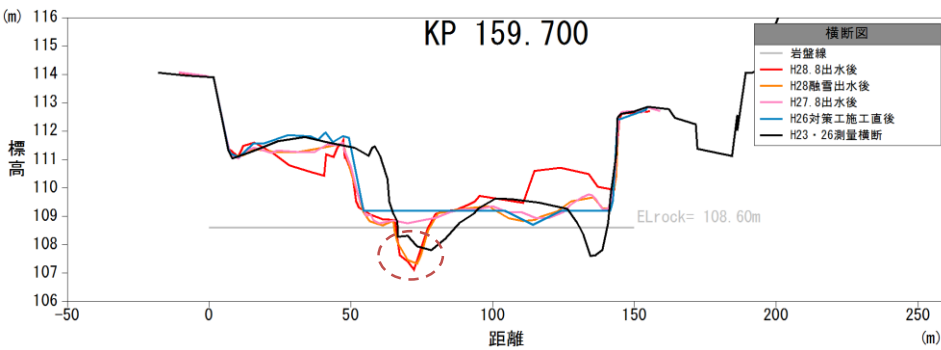


- ②露岩幅と岩盤洗掘量の関係については、いずれの断面においても20mを下回った。

②露岩幅と岩盤洗掘量の関係



(参考)新たに岩盤洗掘が生じ進行中であると考えられる断面



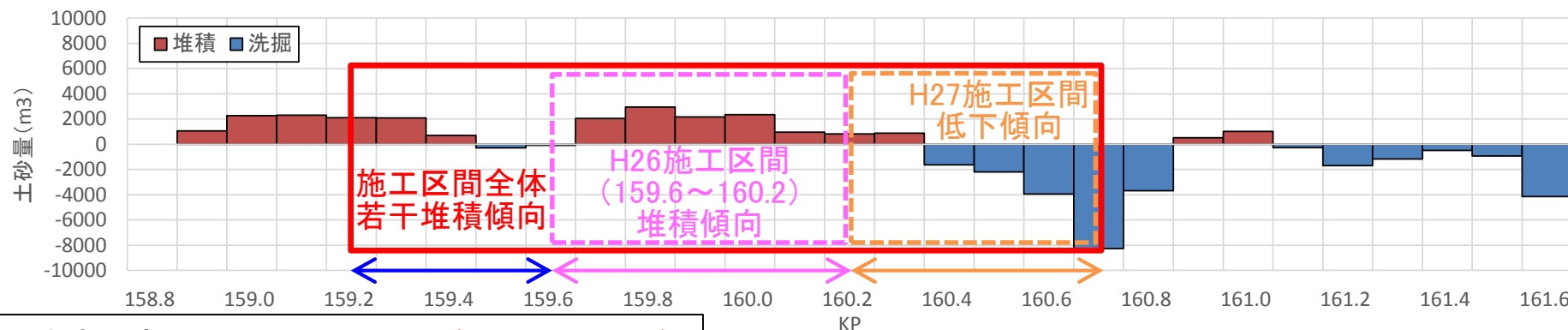
H28.8出水による河道変化要因と 今後の対応

H28.8出水による河道変化

- H26施工区間(KP159.2～160.2): 堆積傾向。主にKP159.7～160.0に堆積。
- H27施工区間(KP160.4～160.8): 低下傾向。主に施工区間上流端の低下が顕著。
- H26・27施工区間全体: 土砂量収支(堆積量+洗掘量)は若干の堆積傾向。

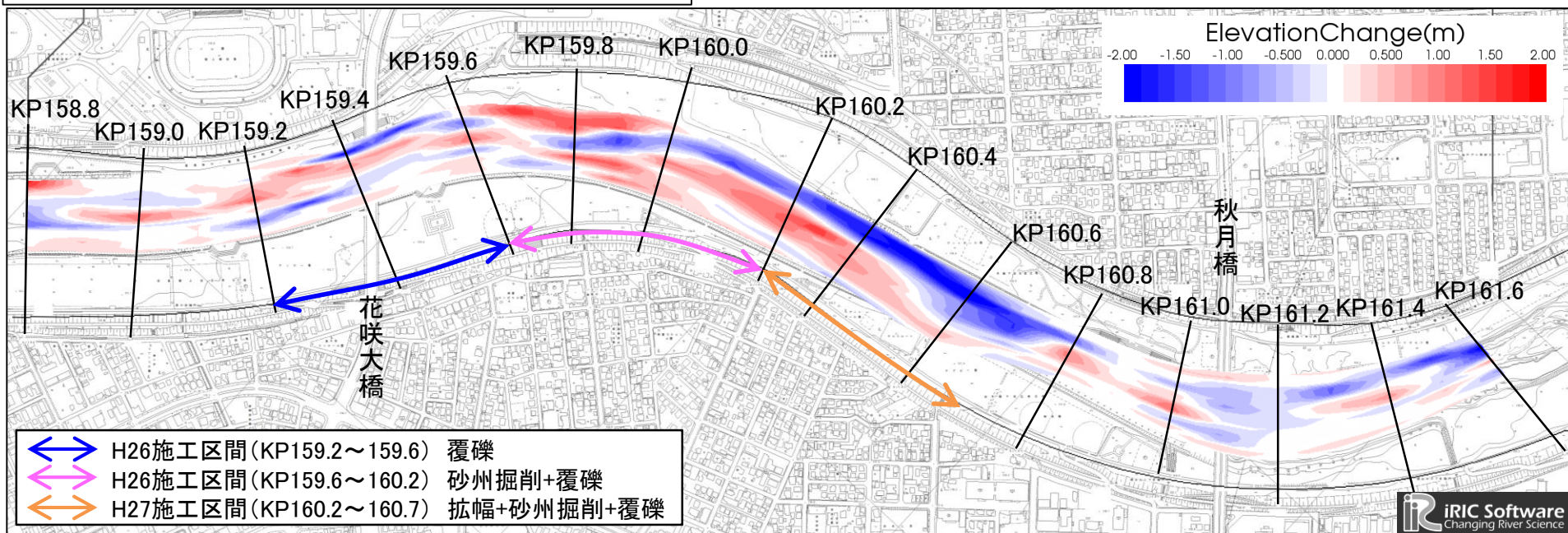
土砂変動量縦断面図 H28融雪後～H28.8出水後

※100m間隔の横断より作成



河床変動高コンター図 H28融雪後～H28.8出水後

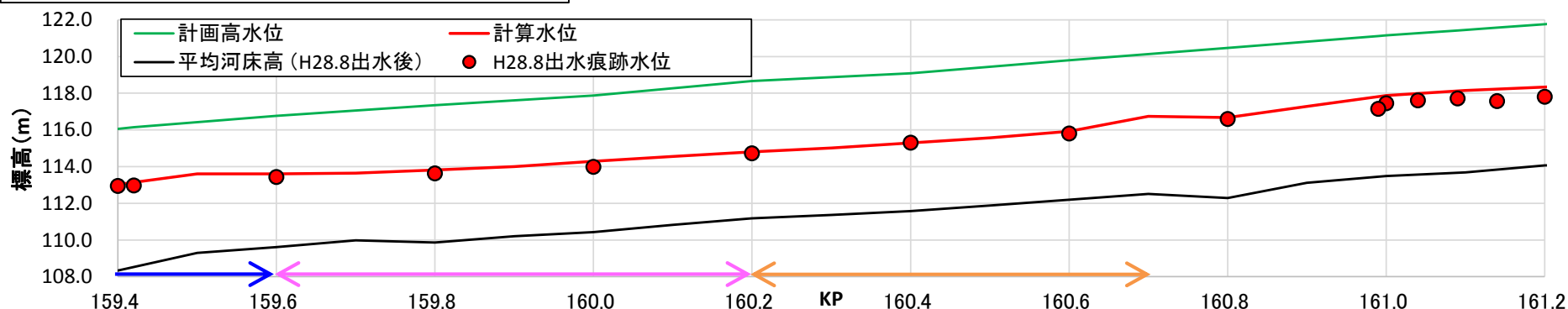
※100m間隔の横断より作成



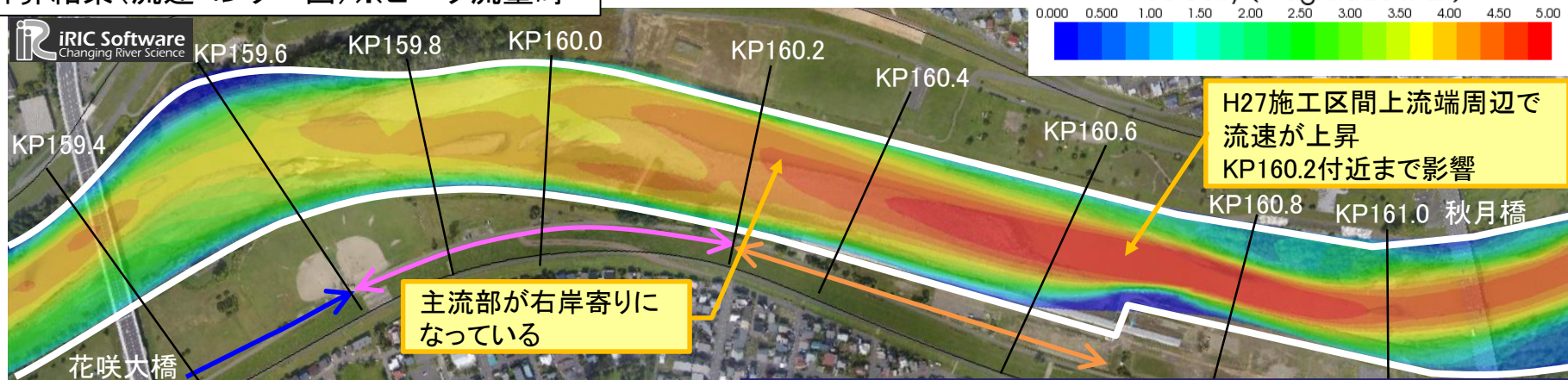
H27施工区間の河道変化

- H28.8出水前後の河道変化要因として、流速や主流部の平面分布についてiRIC-Nays2DHを用いて確認した。
- 計算水位の再現性は、H28.8出水痕跡水位との比較から妥当性を確認した。
- 流速コンター図より、H28.8出水ピーク時にはH27施工区間上流端周辺で流速が上昇し、その影響はH27施工区間下流端付近(KP160.2)まで及ぶこと、主流部が右岸寄りになることを確認した。

計算結果(水位縦断面図)※ピーク流量時



計算結果(流速コンター図)※ピーク流量時



- ➡ H26施工区間(KP159.2~159.6) 覆礫
- ➡ H26施工区間(KP159.6~160.2) 砂州掘削+覆礫
- ➡ H27施工区間(KP160.2~160.7) 拡幅+砂州掘削+覆礫

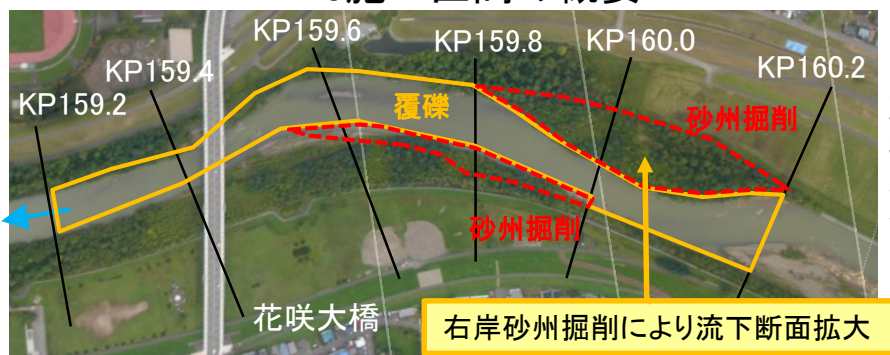
- 初期横断形状: 平成28年融雪後横断形状(低水路拡幅+岩盤被覆)
- 対象流量: 永山観測所時刻流量 平成28年8月17日~24日(500m³/s以上)
- 粗度係数: 低水路0.031、高水敷0.045
- 河床材料: 平成27年度出水後、平成28年度融雪後河床材料調査の平均値
- 樹木: H18空撮を基に設定
- 境界条件: 起算水位は旭橋観測所の流量から等流計算、土砂供給は上流端で動的平衡

H26施工区間の河道変化

- H26施工区間は、下流現況区間と低水路拡幅区間との擦り付け区間だが、KP159.8～160.2の砂州を掘削したことによる掃流力の低減効果は大きいものと考えられる(H27WGで報告)。
- H27.8出水後(ピーク流量980m³/s)、H28.8出水後(ピーク流量1,796m³/s)のいずれの出水後においてもKP159.8～160.2が堆積傾向を示したことから、その効果がうかがえる。

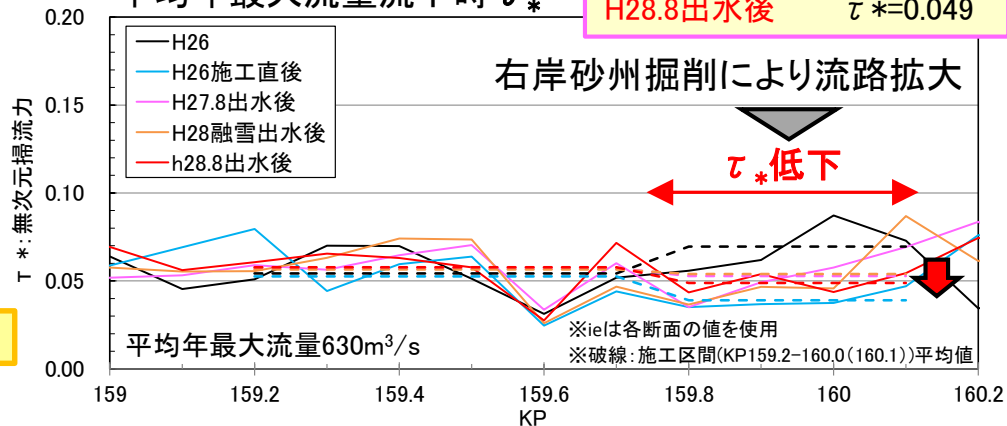
H26施工による掃流力低減効果

H26施工区間の概要



不等流計算による

平均年最大流量流下時 τ^*



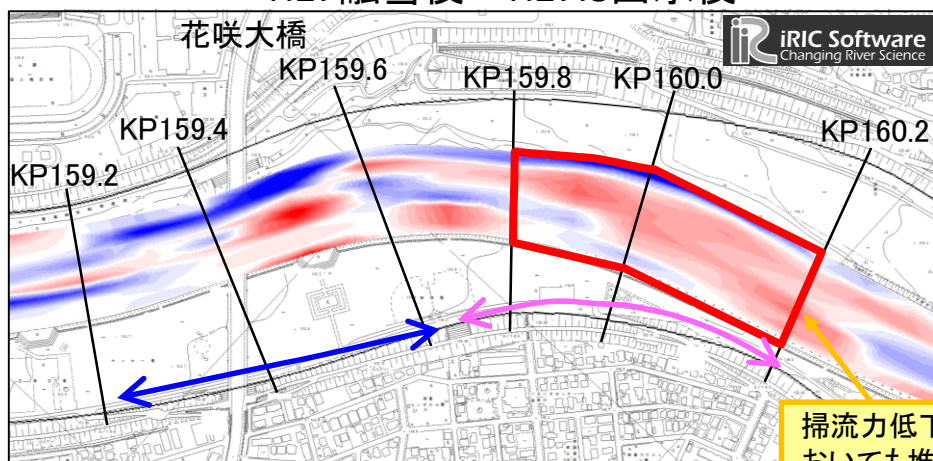
右岸砂州掘削により流路拡大

τ^* 低下

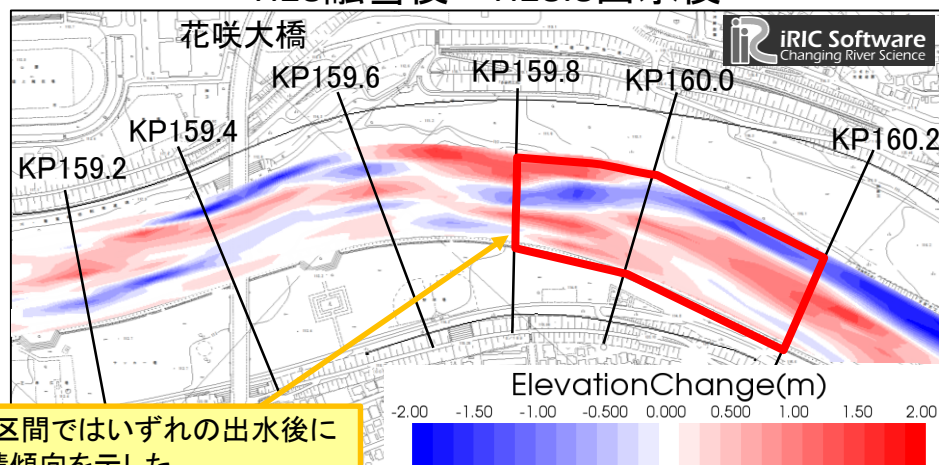
河床変動高コンター図

※100m間隔の横断より作成

H27融雪後～H27.8出水後



H28融雪後～H28.8出水後



掃流力低下区間ではいずれの出水後においても堆積傾向を示した

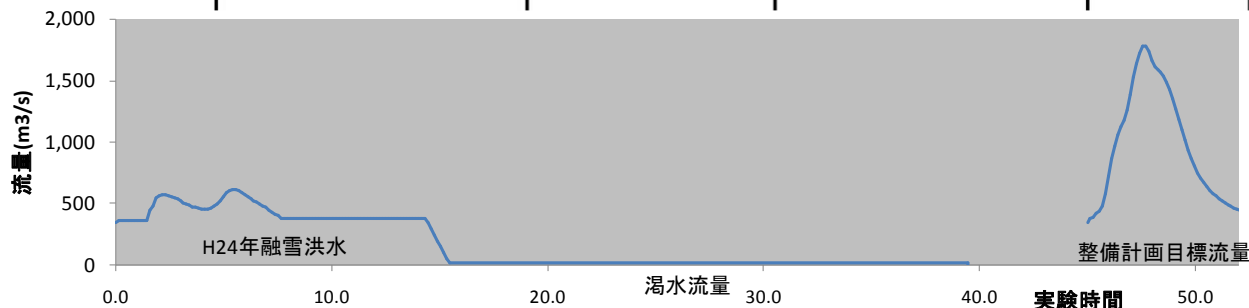
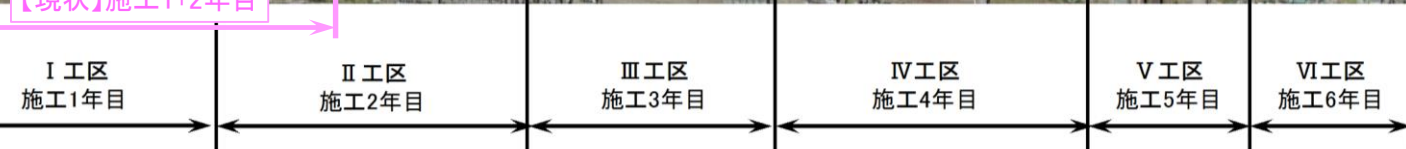
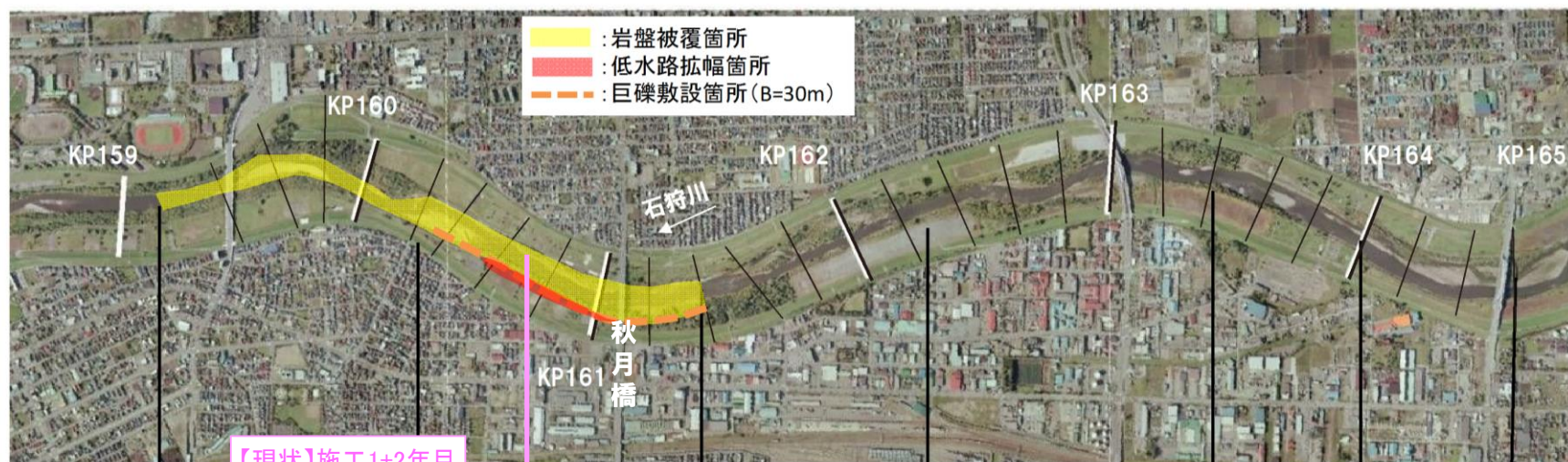
H26大型模型実験(段階施工)①

- 平成26年度に段階施工2年目を想定した河道に整備計画目標流量(1800m³/s)を通水させた実験が実施されている。
- 実験と現状とでは施工範囲は異なるが、H28.8出水(1796m³/s)が実験で通水させた整備計画目標流量と同程度であったことから施工区間上流端に着目した実験結果の確認を行った。

H26第2回河道管理WG 資料1より引用

I + II 工区範囲

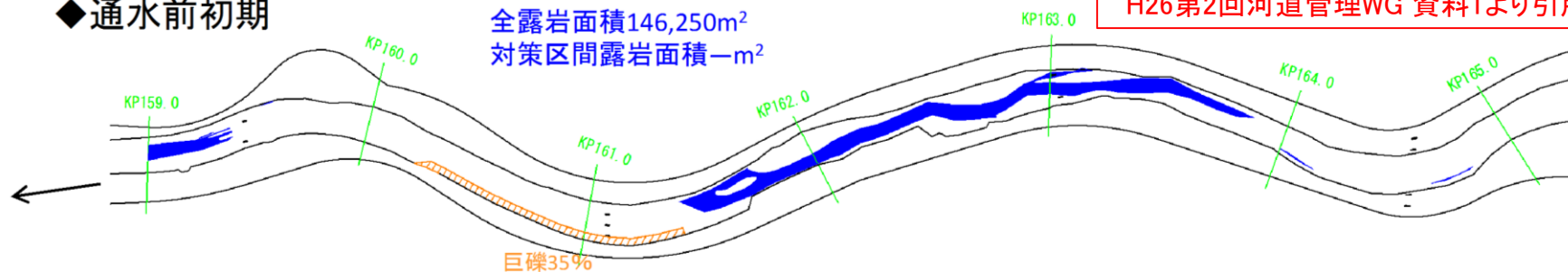
現況河道



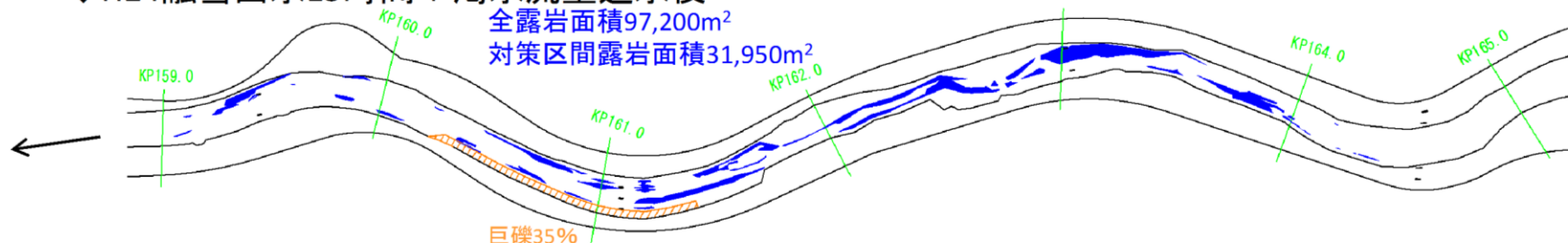
H26大型模型実験(段階施工)②

- 整備計画目標流量通水後は、H28.8出水後の現地と同様に、**施工区間上流端から下流方向への縦断的な低下(露岩)が顕著化した。**

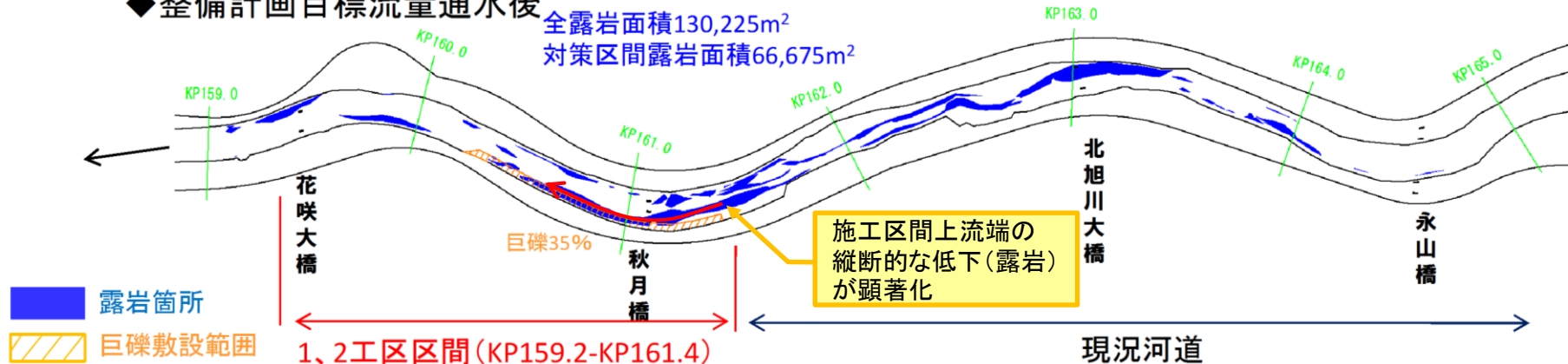
◆通水前初期



◆H24融雪出水15時間+湧水流量通水後



◆整備計画目標流量通水後



H27大型模型実験(軟岩モルタル)

- 平成27年度に実施した「軟岩モルタル」を用いて岩盤洗掘を表現した大型模型実験では、**流砂が常に流れている箇所では、露岩と再堆積を繰り返す**という現象が確認された。
- この実験結果より、**流砂が十分に流れていれば低下(露岩)が生じても再堆積**することが予想される。

H27河道管理WG 資料1より引用

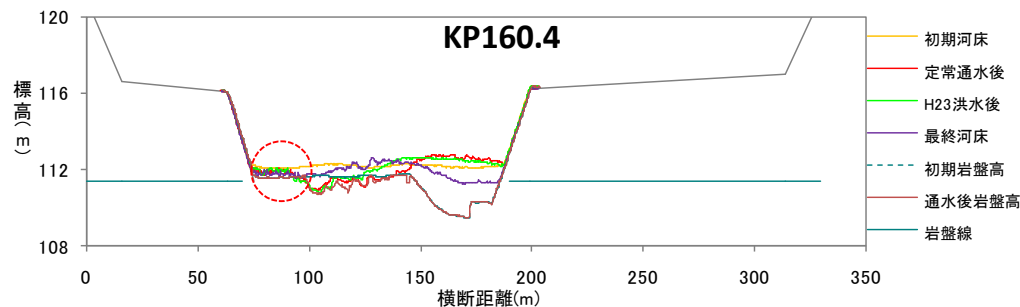
①平均年最大流量15時間後の河床



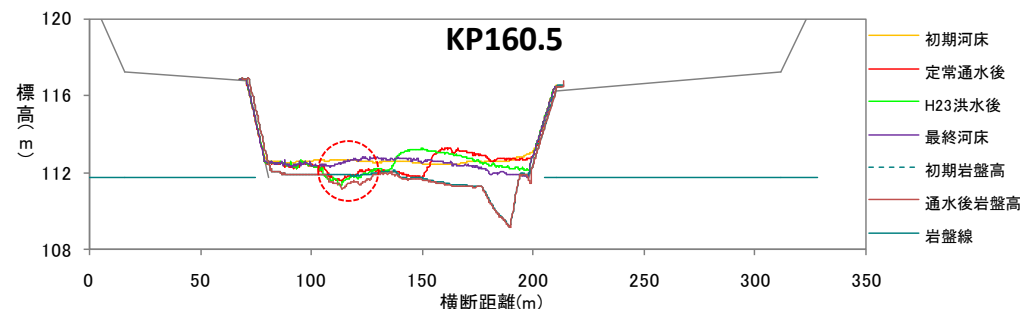
②平成23年9月洪水後の河床



③平均年最大流量5時間後の河床



約0.8m岩盤洗掘後に再堆積していた



約0.5m岩盤洗掘後に再堆積していた

まとめ ～H28モニタリング結果～

1. 河道形状の変化

H26施工区間

- KP159.2～159.6(覆礫のみ実施)

最深河床高: H27出水後～H28融雪後・H28.8出水後にかけてKP159.2が0.9m程度低下

KP159.5では0.9m程度の堆積がみられた。

平均河床高: 全体的に0.3～0.4m程度堆積。主に低水路中央付近への土砂堆積がみられた。

- KP159.6～160.2(砂州掘削+覆礫実施)

最深河床高: H27.8出水後～H28融雪後にKP159.7、H28.8出水後にKP160.1がともに最大1.4m程度低下した
砂州掘削を行ったKP159.8～160.0ではH27.8出水後以降概ね安定。

平均河床高: H28.8出水後に全体的に若干堆積しており、主に低水路右岸側への土砂堆積がみられた。

H27施工区間

- 最深河床高: 施工直後～H28.8出水後にかけて最大2.7m低下した。

- 平均河床高: H28融雪後には施工高程度を維持していたが、H28.8出水後は最大0.7m程度低下した。

主に低水路右岸側の低下が顕著であったが、低水路中央部付近には土砂堆積がみられた。

2. 河床材料の変化

H26施工区間

- H27.8出水後～H28融雪出水後にかけての粗粒化は、H27工事で維持補修(中州堆積土を用いた右岸側洗掘箇所の覆礫)が影響しているものと考えられる

- H28融雪出水後以降は同程度の代表粒径(d60)を維持。

H27施工区間

- H28融雪出水後・H28.8出水後は施工直後と同程度の代表粒径を概ね維持している。

3. H27検討順応的管理の閾値の目安(案)による評価

H26施工区間

露岩部の平均洗掘深と最深洗掘深の関係より、KP159.7、KP159.9、KP160.1が監視強化と判定された。

H27施工区間

露岩部の平均洗掘深と最深洗掘深の関係より、KP160.6が監視強化と判定された。

まとめ ～H28.8出水による河道変化要因と今後の対応～

1. H27施工区間の河道変化より

H28出水前後の河道変化をiRIC-Nays2DHIにより確認。

H28出水ピーク時においてH27施工区間上流端周辺で流速が上昇し、その影響はH27施工区間下流端付近(KP160.2)まで及ぶこと、主流部が右岸寄りになることを確認した。

2. H26施工区間の河道変化より

KP159.8～160.2の右岸砂州を掘削したことによる掃流力の低減効果は大きく、H27出水、H28出水後のいずれの出水後においてもKP159.8～160.2が堆積傾向を示したことから、その効果がうかがえる。

3. H26大型模型実験結果(段階施工実験)より

実際の段階施工と範囲は異なるが、整備計画目標流量通水後はH28出水と同様に施工区間上流端から下流方向への縦断的な低下(露岩)が顕著化した。

4. H27大型模型実験結果(軟岩モルタル床実験)より

流砂が十分に流れていれば低下(露岩)が生じても再堆積することが予想される。

○H28.8出水によるH27施工区間の低下要因

- 河床変動を起こす限界掃流力を上回る流量(500m³/s)以上をピークとする出水が8月に4回も発生した
- 段階施工中のため、H27年度施工区間より上流の河道は狭いままであり、狭い河道から流速の速い主流部が右岸よりに直進したことにより覆礫材が流出した

○今後の対応

- 閾値案との比較から監視強化と判定された4箇所の内、値が大きかったKP160.6を含むH27施工区間の上流側は、H28年度工事の仮締切内となり再覆礫される
- 残り3箇所のH26施工区間は全体的には堆積傾向。覆礫が流出したH27施工区間においても、今後上流側に施工が進むことによって対策工の効果が発揮され、再堆積する可能性がある
- 以上から、H28年度施工で一部埋戻しを実施する箇所もあり、河床が低下した箇所については今後どのように変化していくかをモニタリングにより追跡していきたい