

資料-1

段階施工に関する大型模型実験の 結果と考察

旭川開発建設部 治水課

平成26年度の実験計画

1. 河岸際が連続して露岩する傾向にあることを踏まえ、それらへの対応策を検討した。案として巨礫、水制、ネットを対策工案とした
2. 対策工完成後の渇水期を想定し、魚が行き来出来る程度の水みちが確保されるかなどについて確認
3. また、工事を下流から段階的に実施することを予定しているため、対策工完成途中段階における河床低下抑制効果や洪水が対策工に与える影響などについて確認する

実験項目	実験の目的	確認事項	外力
1. 対策工選定実験(予備実験2回、本実験1回)	河岸際の露岩をどう抑制するか？ (巨礫、水制、ネット)	露岩するか？ 流砂があるか？	平均年最大流量および 平均年最大流量＋H23年 洪水の組み合わせ
2. 対策工完成後の効果 確認実験(確認実験1回)	対策工完成後の渇水期 を想定し水みちが確保 されるのか？ 洪水時に安全なのか？	・渇水期に水が流れているか？その 時の流況は？ ・既設構造物、対策工周辺に対して 安全であるか？ ・対策工の効果は(露岩等)？	融雪出水＋渇水流量＋ 整備計画目標流量 の組み合わせ
3. 段階施工(第2期施工 範囲)による効果確認実験 (確認実験2回)	対策工完成途中段階に おける対策効果や洪水 が対策工に与える影響 は？	・渇水期に水が流れているか？その 時の流況は？ ・既設構造物、対策工周辺に対して 安全であるか？ ・段階施工による影響は(露岩等)？	【ケース1】H24融雪＋渇 水＋整備計画目標流量 【ケース2】H24融雪＋渇 水＋H23年洪水(実験時 間スケール検討)

参考資料1に結果を掲載

3. 段階施工による効果確認実験

3.段階施工による効果確認実験の概要

- 工事を下流から段階的に実施することを予定しているため、対策工完成途中段階(2期工区の範囲)における河床低下抑制効果や洪水が対策工に与える影響などについて確認する
- 段階施工の実験は下表に示す異なる条件で実験を行う

ケース	対策工	外力	実験時間スケール
ケース1	2期工区施工(KP159.2～KP161.4) ・基本対策: 低水路拡幅+覆礫($t=0.5m$) ・河岸際対策: 巨礫35%B=30mで配置	H24融雪出水→濁水→整備計画	フルード相似で設定 $S \div 1/7$ (H24融雪) $S \div 1/7$ (整備計画)
ケース2	2期工区施工(KP159.2～KP161.4) ・基本対策: 低水路拡幅+覆礫($t=0.5m$) ・河岸際対策: 巨礫35%B=30mで配置 ・ すり付け対策: 巨礫35%$L=50m, t=0.5m$	H24融雪出水→濁水→ H23洪水	現地と模型の流砂量比で設定 $S \div 1/300$ (H24融雪) $S \div 1/20$ (H23洪水)

※赤文字: ケース1と異なる条件

(1)実験の時間スケールについて

同一条件における現地と模型の総流砂量を算出して実験時間スケールを検討する。
現地と模型の1洪水の総流砂量 (m³) の比より求められる実験時間スケールの関係は次式で表わされるとする。

$$\Delta t_m = \frac{\sum Q_{Bp}}{\sum Q_{Bm}} \times \frac{1}{50^3} \times \Delta t_p$$

ここで、添え字のpは現地スケール、mは実験スケールの諸量であり、Δtは単位時間、ΣQ_B(=Σqb×B)は1洪水の総流砂量であり、qbは単位幅流砂量、Bは川幅である。
実験模型は現地の1/50として製作しているので、現地および実験スケールの諸量は以下の表となる。ここでの対象は河道拡幅区間である。

現地と模型の水理・河道諸量

諸元	現地	模型
マンニングの粗度係数n	0.029	0.0151
川幅B(m)	160.0	3.2
河床勾配I	1/300	1/300
河床材料粒径d(mm)	55	1.1
河床材料の水中比重S	1.65	1.65
無次元限界掃流力τ _{*c}	0.050	0.034

単位幅流砂量は芦田・道上の掃流砂量式から均一粒径として求めた。

$$q_b = 17\tau_*^{3/2} \left(1 - \frac{\tau_{*c}}{\tau_*}\right) \left(1 - \sqrt{\frac{\tau_{*c}}{\tau_*}}\right) \sqrt{sgd^3}$$

ここで、 τ_* は無次元掃流力、 τ_{*c} は無次元限界掃流力、 s は河床材料の水中比重、 g は重力加速度、 d は河床材料の粒径である。

本年度は、以下の4流量を流下させた実験を実施しており、それらの流量下における総流砂量は以下の表の通りである。その結果、対象流量の実験時間スケールは1/15から1/300の範囲に分布している。
ここで流量条件により実験時間スケールが異なることに留意する必要がある。

各流量の総流砂量と実験時間スケール

対象流量	現地 ΣQ_{Bp} (m^3)	実験 ΣQ_{Bm} (m^3)	時間 スケール	現地1時間(Δtp)に対す る実験時間(Δtm)
H24融雪出水 (ピーク $Q=614.5m^3/s$)	1.36E+02	4.16E-01	1/300	約10秒
平均年最大流量 ($Q=630.0m^3/s$)	3.09E+01	3.09E-02	1/100	約40秒
H23年9月出水 (ピーク $Q=1,285.6m^3/s$)	1.01E+04	2.03E+00	1/20	約180秒
整備計画目標流量 (ピーク $Q=1,777.5m^3/s$)	3.97E+04	5.11E+00	1/15	約240秒

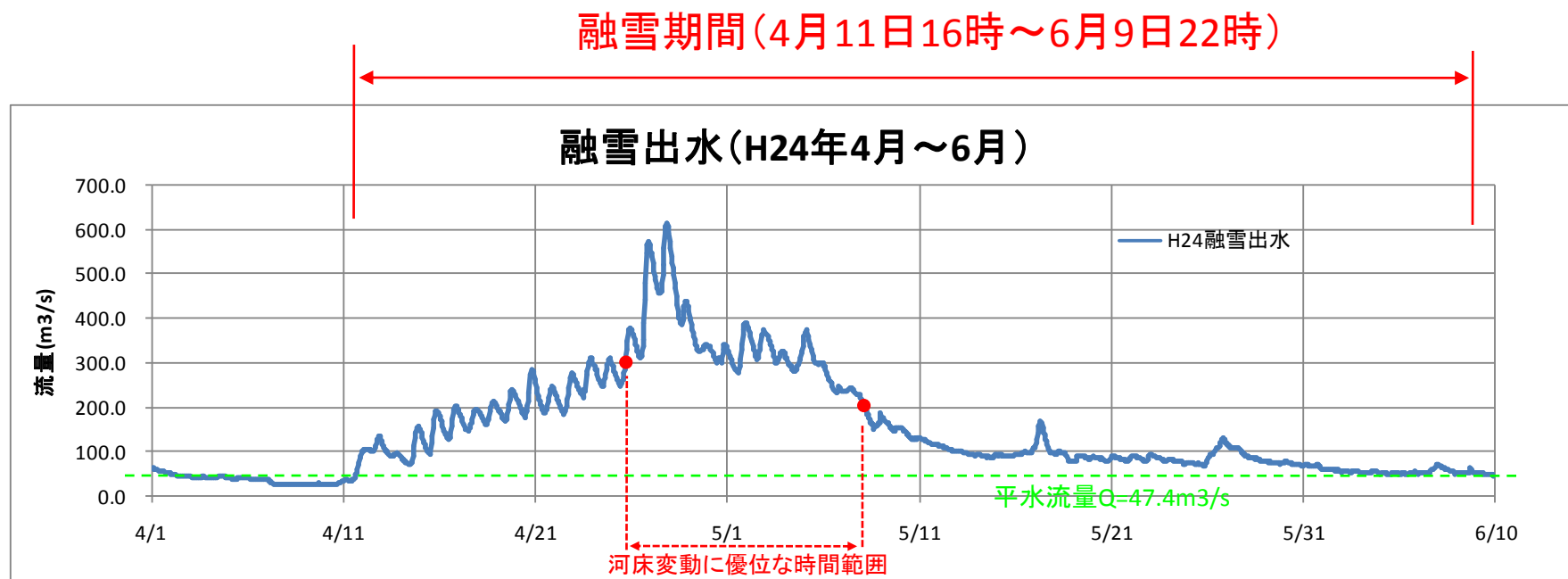
※現地で土砂が移動を始める流量500m3/s以上を対象に現地と模型の総流砂量を算出した。

(2) H24融雪出水の実験ハイドログラフについて

① 実験時間の設定

平成24年融雪出水の期間を平水流量(過去30年間の平均 $Q=47.4\text{m}^3/\text{s}$)以上と仮定すると4月11日16時から6月9日22時までとなる。この期間のトータル時間は1422時間である。

H24融雪期間の時間スケールを1/300とすると実験時間は約5時間となる。(5時間 $\div 1422 \times 1/300$)



※融雪期間のうち河床変動に優位な実験時間は1時間程度となる。

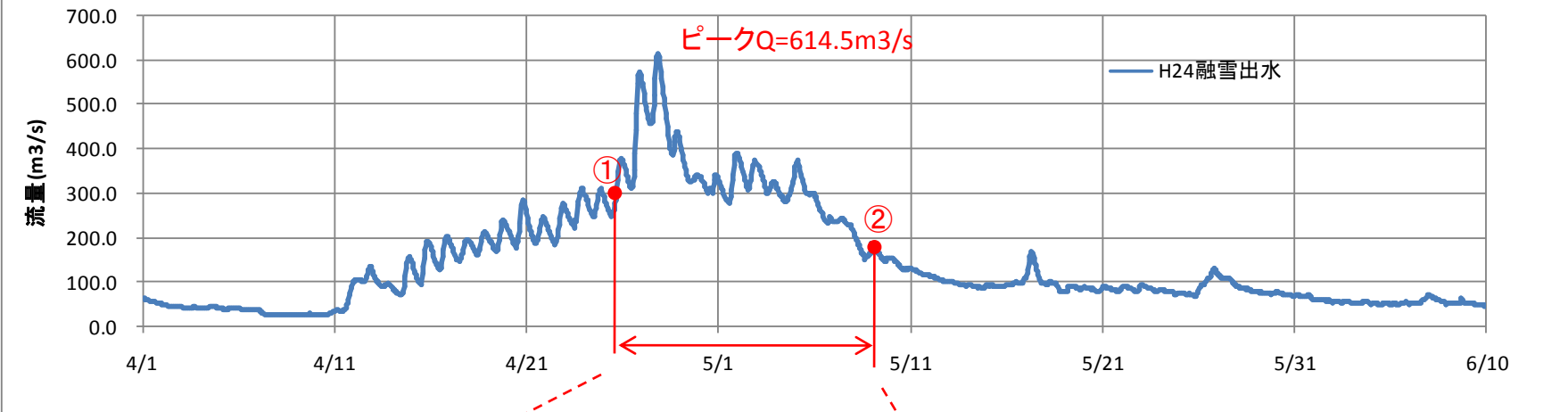
実験時間は安全側に考え5時間(融雪5回程度)として設定することとした。

②流量ハイドログラフの設定

H24融雪出水の実験時間を5時間とし、以下の考えで実験流量ハイドログラフを設定する。

- ① 実験装置は流量が $350\text{m}^3/\text{s}$ から河床が変動する設計のため、それ以下の流量では河床が動かなかった。
- ② しかし洪水ピーク以降の実験では砂州や河床波が形成され、少ない流量の場合でも水みちに沿って流れるため河床が動いていた。これまでの実験では $200\text{m}^3/\text{s}$ 程度の流量までは動いていた。
- ③ したがって、この実験装置で行う実験としては次ページに示すH24融雪出水ハイドロのうち①～②の範囲が上昇期からピーク期にかけて河床が変化し、減水期でも河床が動く範囲と考えられる。それ以下の流量でも多少の河床変動はあったものの優位な移動が認められなかったので $200\text{m}^3/\text{s}$ までを実験流量として設定した。

融雪出水(H24年4月～6月)

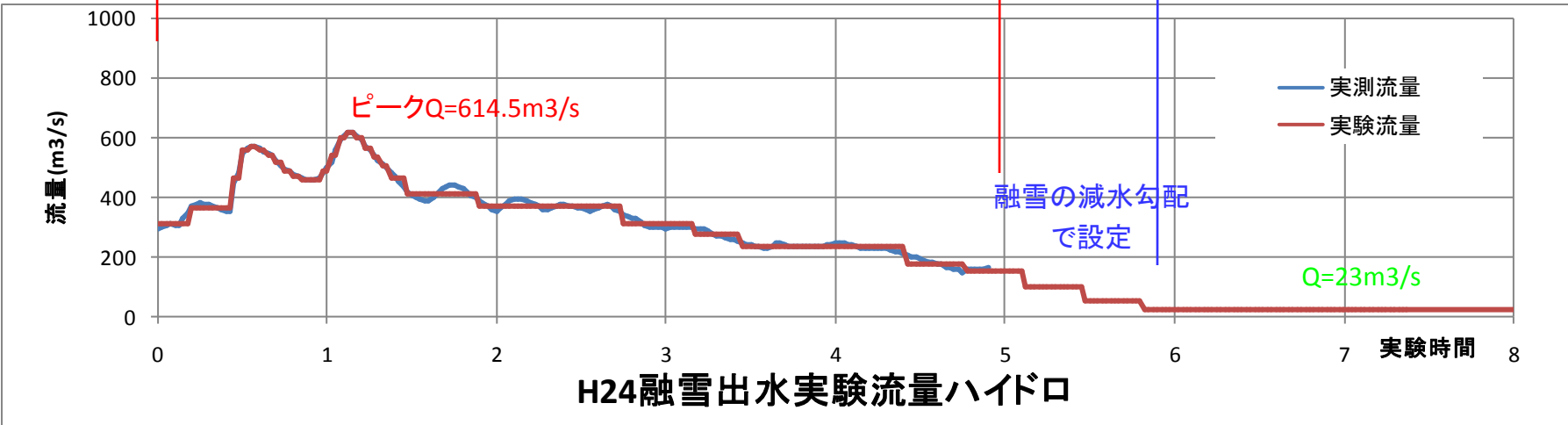


上記期間(①～②)の流量で
5時間の実験ハイドロを設定

H24融雪実験(5時間)

減水期

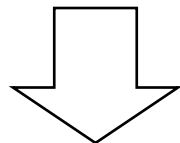
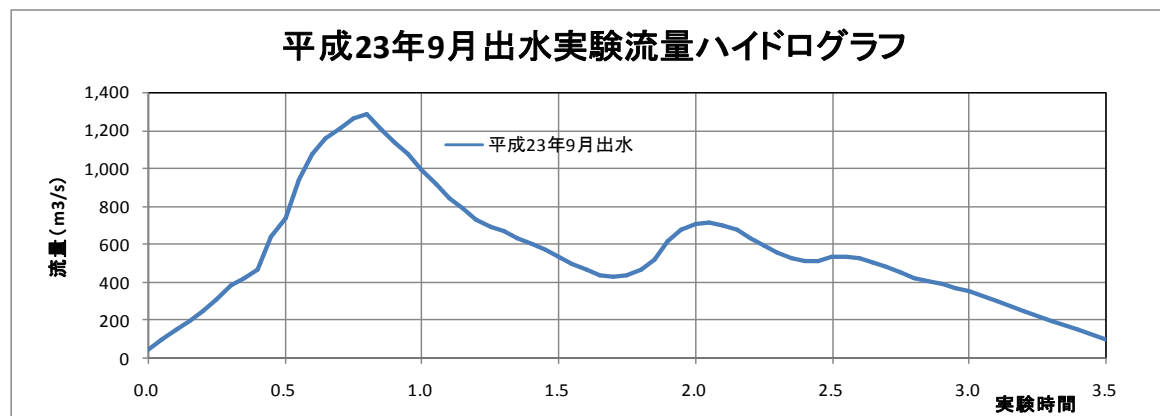
湧水実験



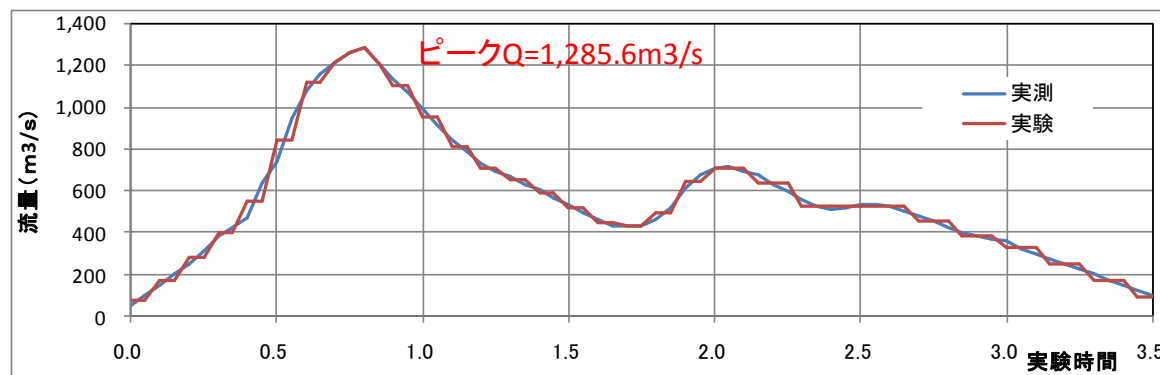
(3) H23年9月洪水の実験ハイドログラフについて

(1) 実験の時間スケールに示すとおりH23年9月洪水時の時間スケール1/20で実験流量ハイドログラフを設定します。

実験時間はトータルで3時間30分となります。



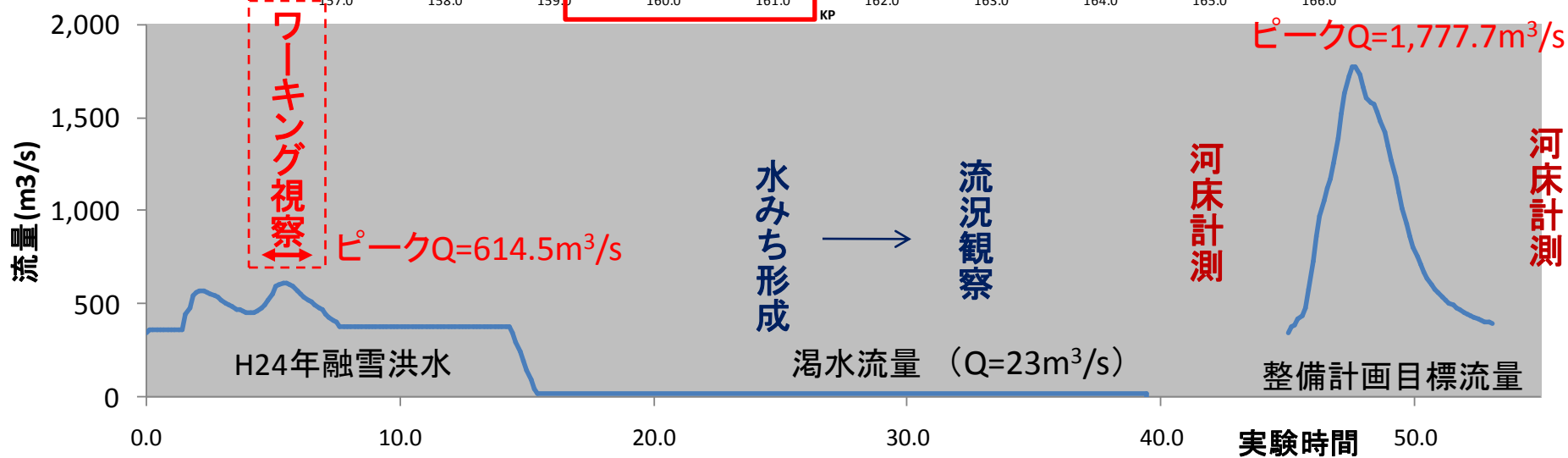
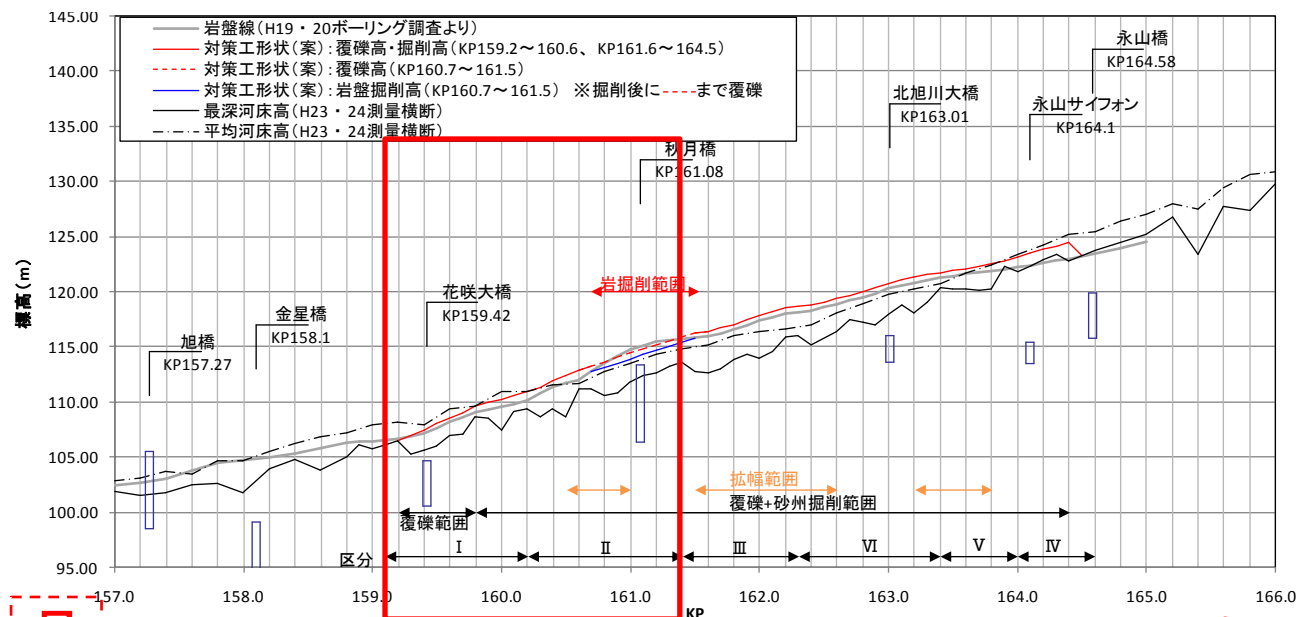
模型実験ではピーク流量付近で3分ごとに流量バルブを操作し、階段状に流量を設定します。



段階施工による効果確認実験【ケース1】

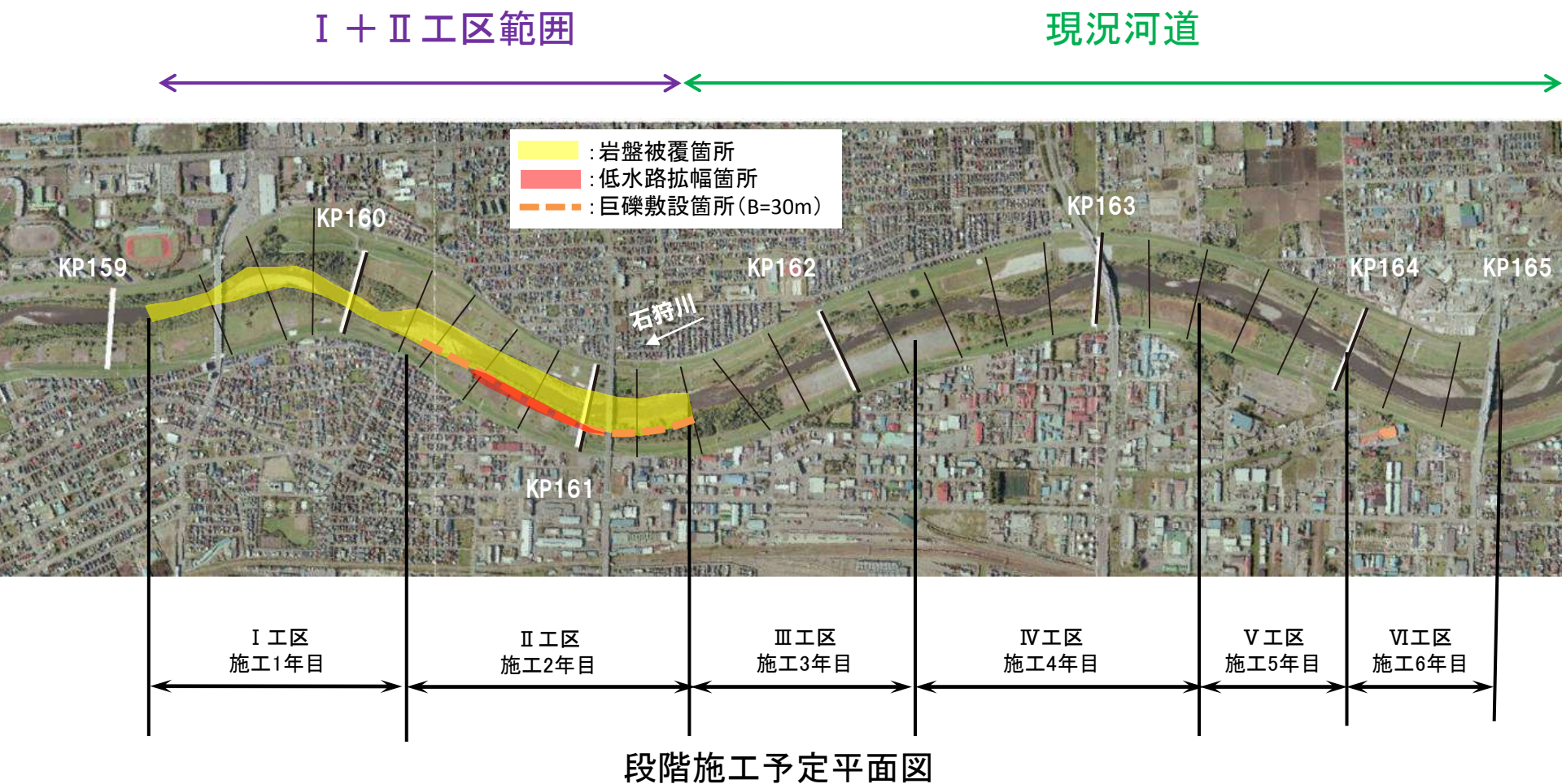
段階施工による効果確認実験ケース1【概要】

- 第2期工事区間が完成した後の断面で河床低下対策工効果と影響を確認する
- 通水流量は融雪、渇水、洪水の1サイクルを想定しています



段階施工(2工区)平面図

- 第2期工事区間が完成した後の断面で河床低下対策工効果と影響を確認する実験です



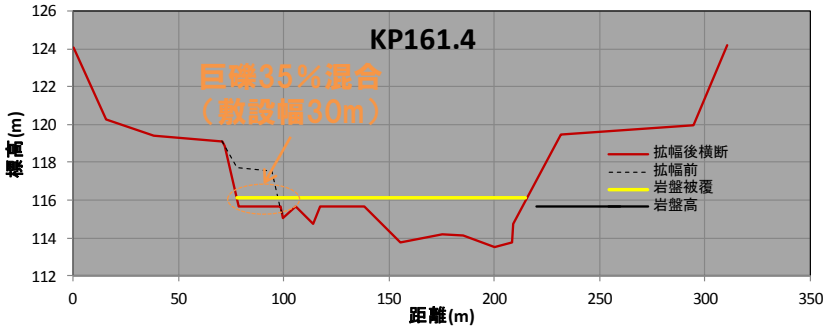
実験条件

➤ 本実験では、H24融雪洪水流量、濁水流量および整備計画目標流量を通水し、段階施工時の効果と影響を確認する。

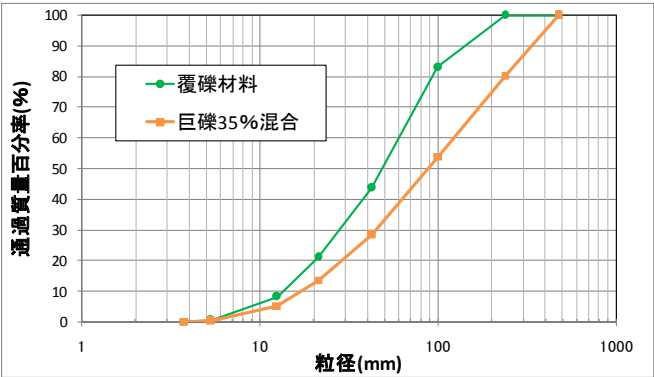
■実験条件表

条 件 項 目		条 件
初期条件	河床形状	H23年9月洪水後河床(H23.9～H25.7測量)
	河床材料	H8年、H23年
上流端条件	流況	非定常流 ⇒ 定常流 ⇒ 非定常流
	流量	H24融雪洪水流量⇒ 濁水流量⇒ 整備計画目標流量
	流量観測所	旭橋(KP157.1)
	給砂量	動的平衡(芦田・道上式)
対策工条件	対策工	低水路拡幅+岩盤被覆(=岩盤高+50cm) 岩盤掘削(KP160.7～161.5)
	河岸際対策	①巨礫(粒径150～350mmを35%混合)
その他	支川合流	あり
	河道内構造物	永山床止、橋脚、高水敷上樹林帯模型

■初期断面(岩盤被覆高=岩盤高+50cm)

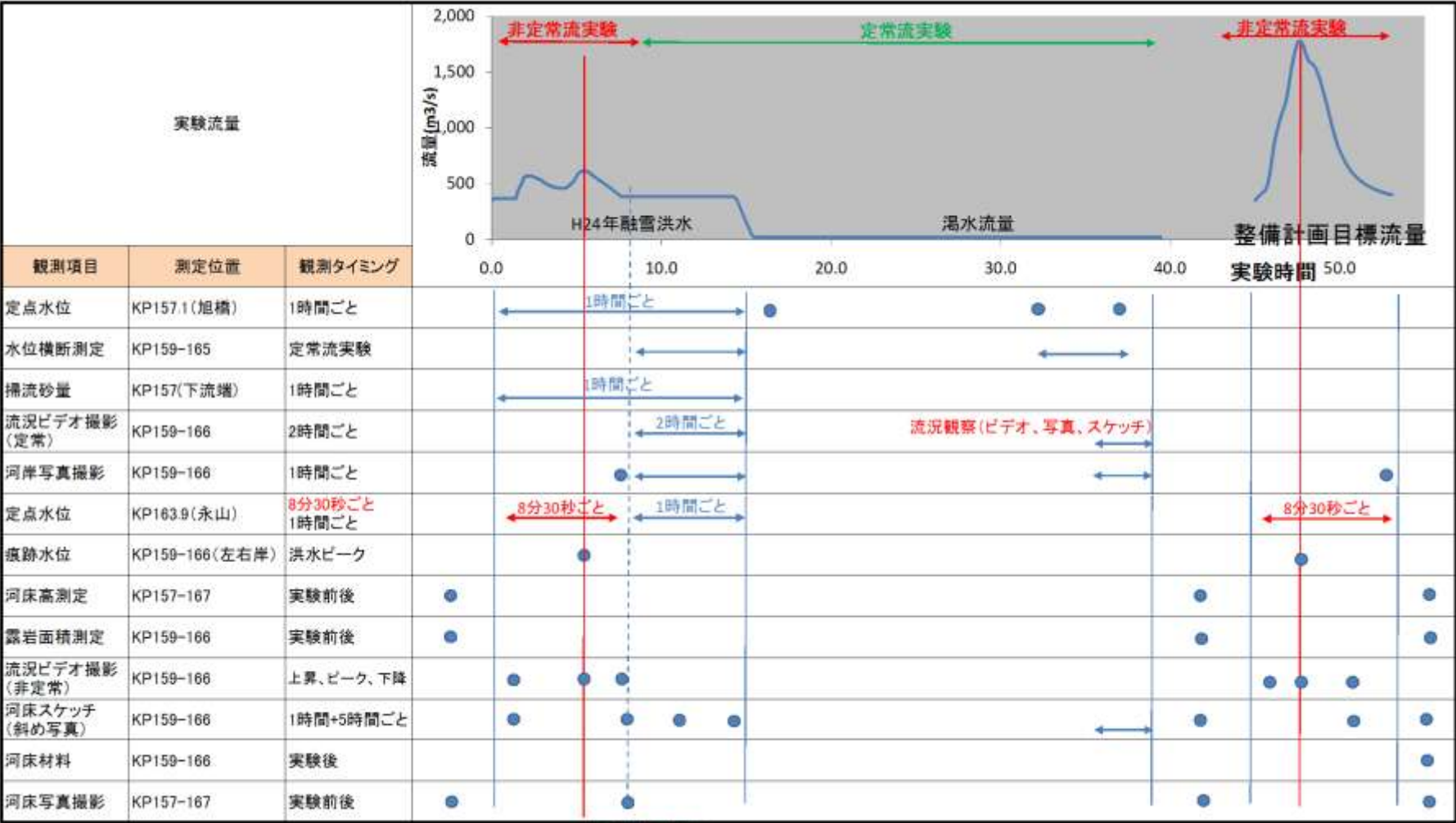


■初期河床材料(覆礫材料、巨礫35%混合)



実験の観測内容

- H24融雪出水(ピーク $Q=614.5\text{m}^3/\text{s}$)、湧水流量($Q=23.0\text{m}^3/\text{s}$)、整備計画目標流量(ピーク $Q=1,777.7\text{m}^3/\text{s}$)を通水し、第2期段階施工時の効果と影響を確認する
- 観測項目と観測のタイミングを以下にしめす



約8時間(通水停止)

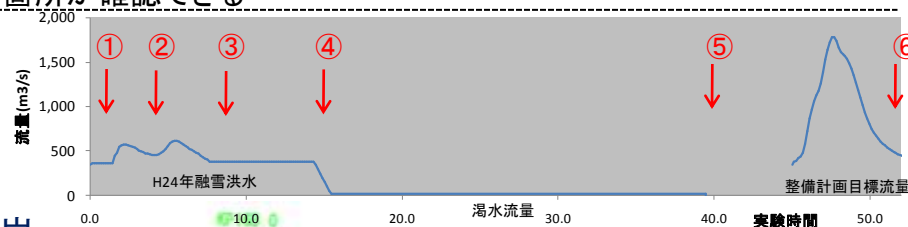
段階施工による効果確認実験ケース1 実験結果

露岩の時間変化について

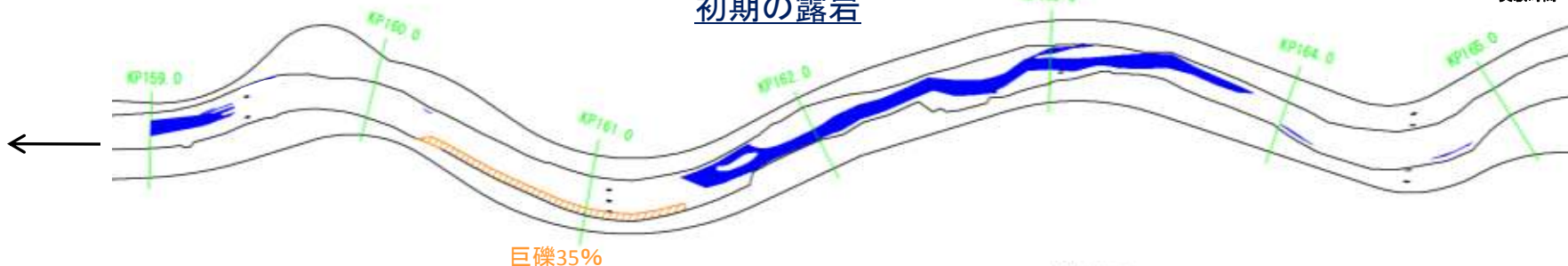
- 時間の経過とともに露岩面積は拡大する傾向にあるが河岸際の露岩は抑制されている
- 整備計画流量により巨礫が流失し河岸際が連続して露岩する箇所が確認できる

■ 露岩箇所(計測)

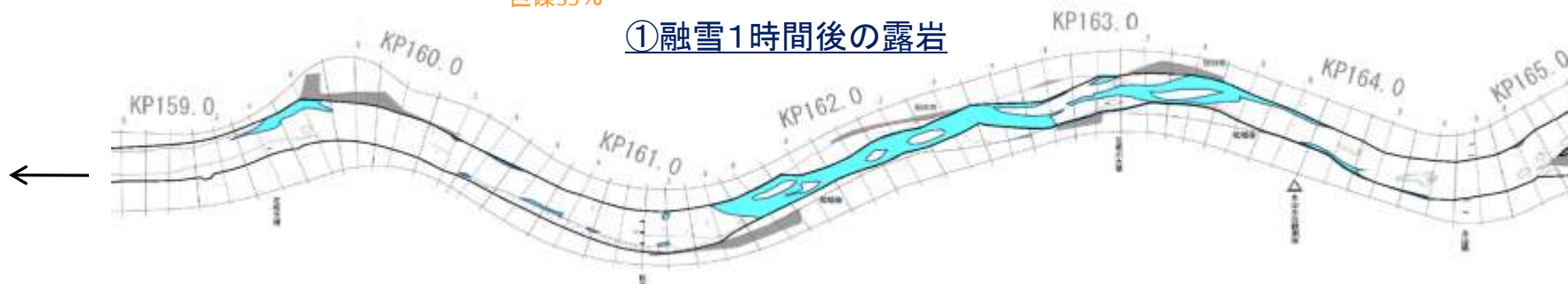
■ 露岩箇所(目視)



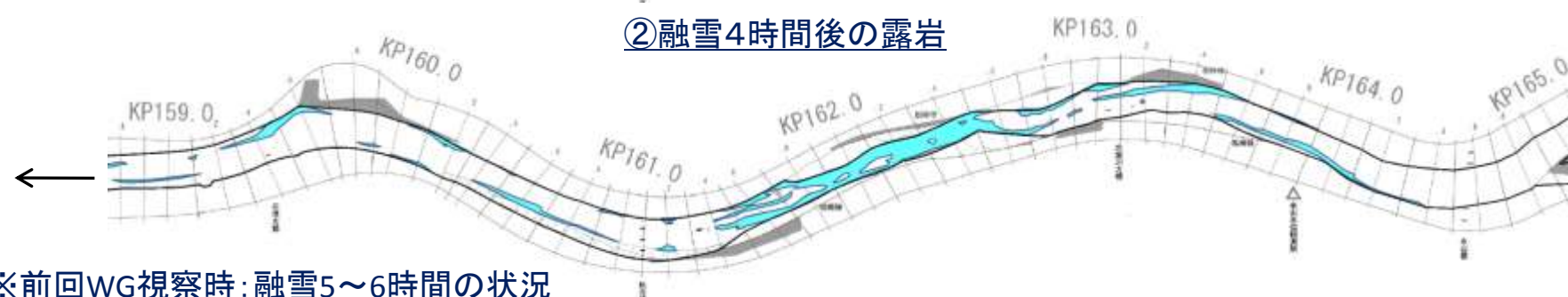
初期の露岩



①融雪1時間後の露岩

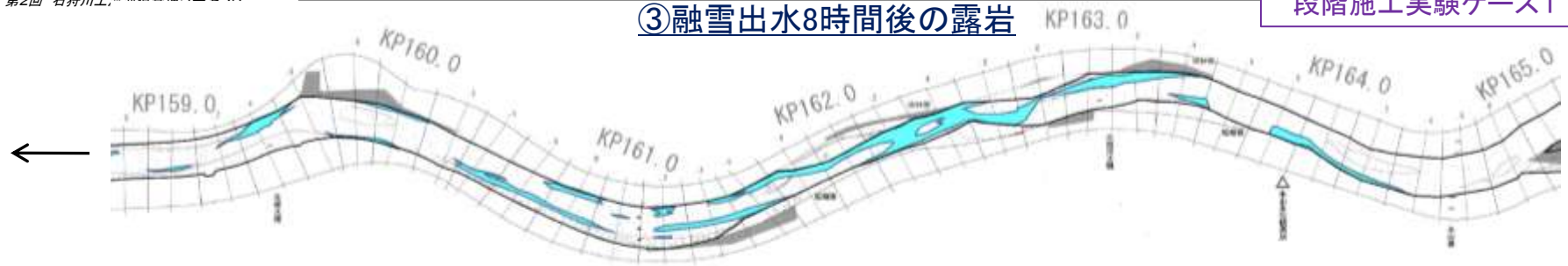


②融雪4時間後の露岩

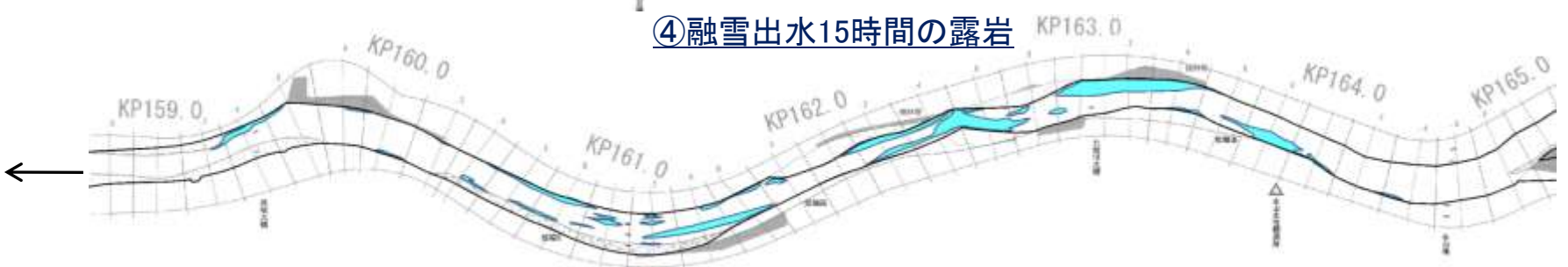


※前回WG視察時:融雪5～6時間の状況

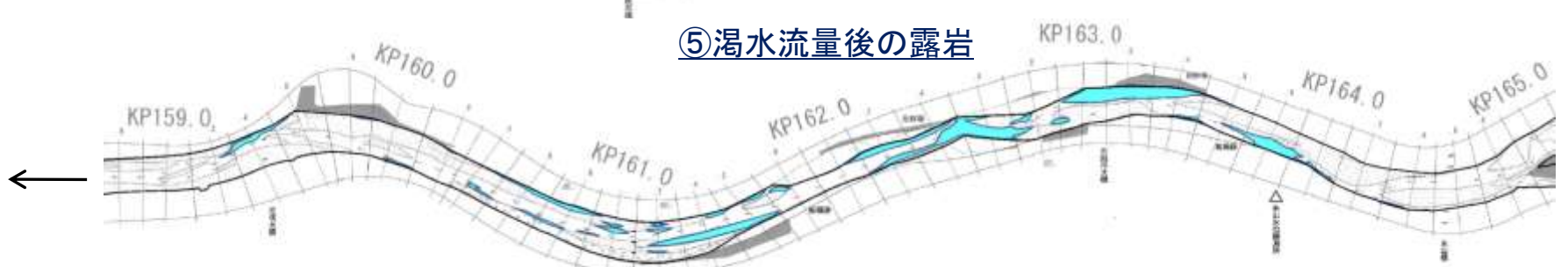
③融雪出水8時間後の露岩



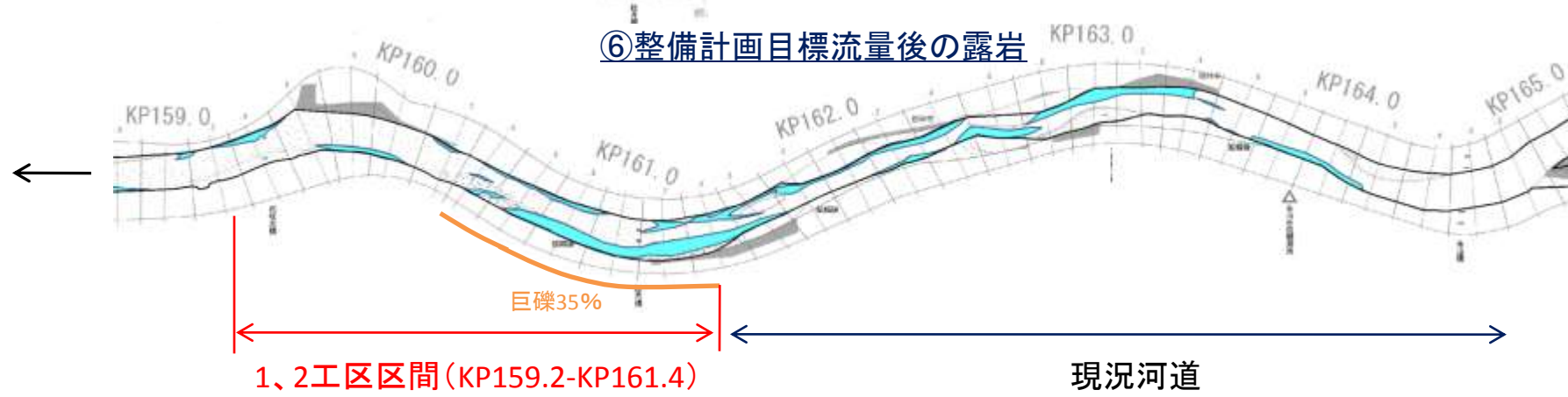
④融雪出水15時間の露岩



⑤湧水流量後の露岩



⑥整備計画目標流量後の露岩



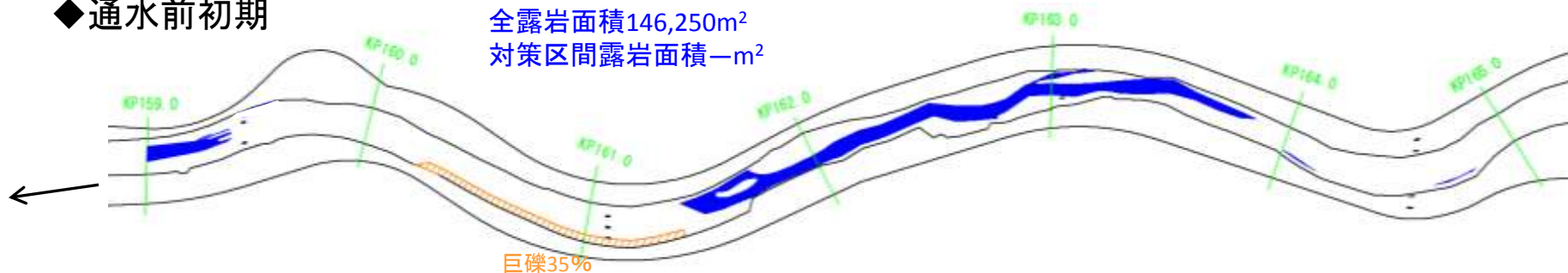
露岩面積について

- 対策工完成後の実験結果と比較すると露岩面積は多い
- 整備計画目標流量により巨礫が流失し河岸際が連続して露岩している箇所がある



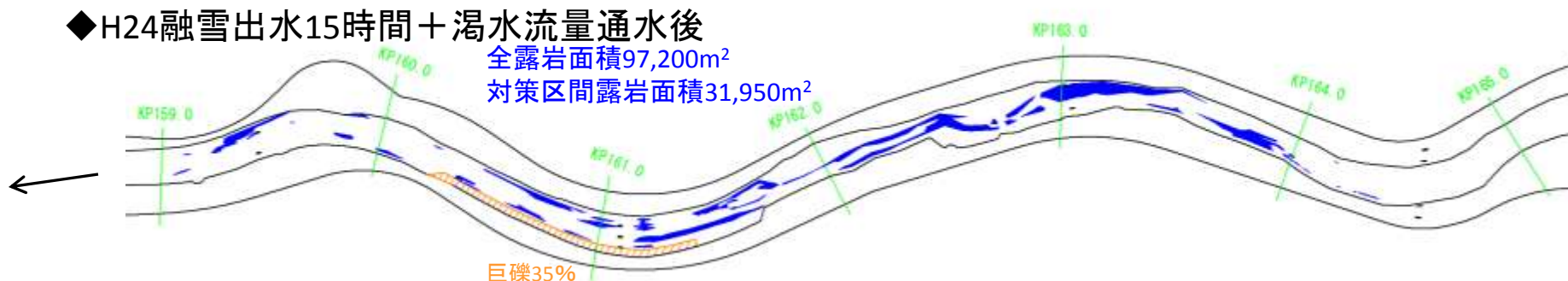
◆通水前初期

全露岩面積146,250m²
対策区間露岩面積—m²



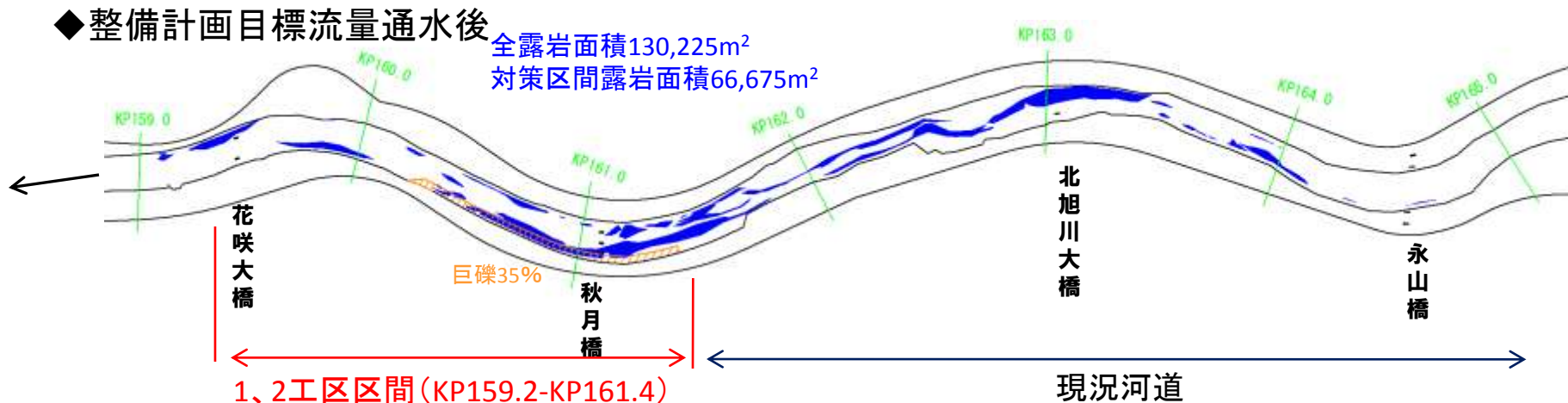
◆H24融雪出水15時間＋渾水流量通水後

全露岩面積97,200m²
対策区間露岩面積31,950m²



◆整備計画目標流量通水後

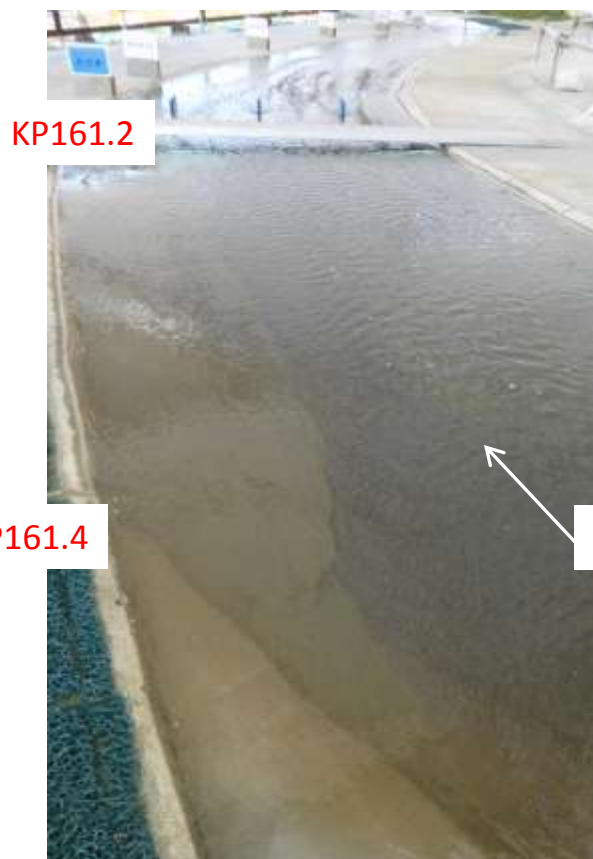
全露岩面積130,225m²
対策区間露岩面積66,675m²



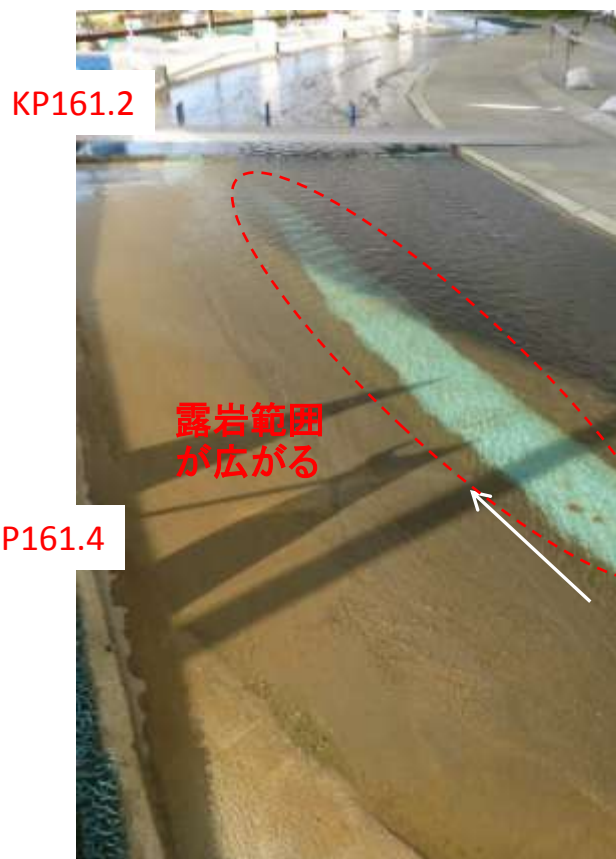
融雪出水時の状況: KP161.4左岸(2工区上流端)

- 巨礫を敷設した区間はほぼ安定している
- 覆礫厚が薄い巨礫の前面(河心側)で露岩が確認できる

3時間後Q=506.1m³/s



5時間後Q=614.5m³/s



15時間通水後Q=382.0m³/s



融雪出水時の状況: KP160.4左岸 (秋月橋下流)

- 巨礫を敷設した区間はほぼ安定している
- 覆礫厚が薄い巨礫の前面(河心側)で露岩が確認できる

3時間後Q=506.1m³/s

KP160.4



5時間後Q=614.5m³/s

KP160.4

露岩範囲
が広がる

KP160.6



15時間通水後Q=382.0m³/s

KP160.4

露岩範囲
が狭くなる

KP160.6



渇水時($Q=23\text{m}^3/\text{s}$)の状況(現況河道)

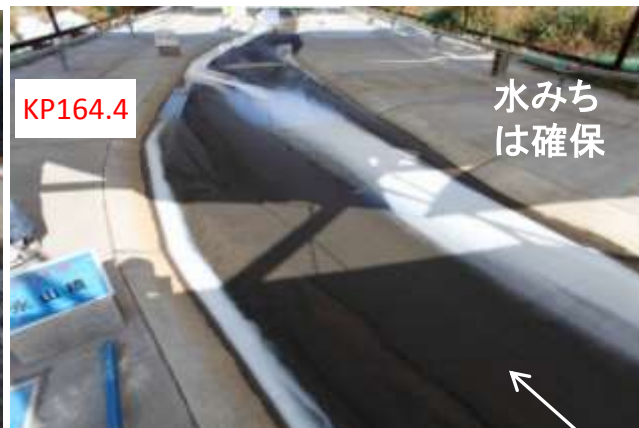
- 渇水期には、水深0.5m以上の水みちが確保できている
- 渇水流量流下時の河床変動はほとんどないことが確認できる

KP164.4(現況河道)

融雪15時間後



渇水流下時



通水後



KP163.0(現況河道)

融雪15時間後



渇水流下時



通水後



渇水時($Q=23\text{m}^3/\text{s}$)の状況(対策区間)

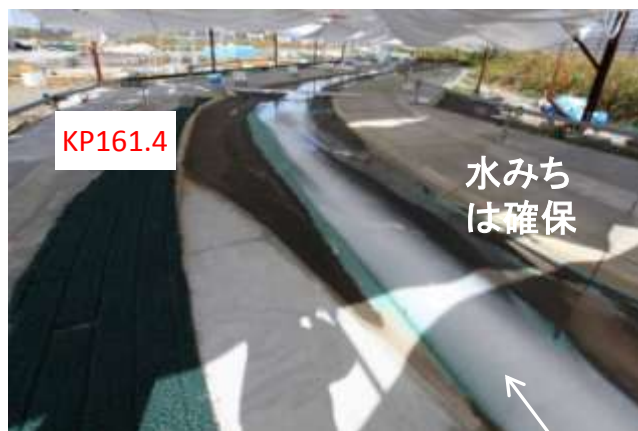
- 渇水期には、水深0.5m以上の水みちが確保できている
- 渇水流量流下時の河床変動はほとんどないことが確認できる

KP161.4(2工区上流端)

融雪15時間後



渇水流下時



通水後



KP160.0

融雪15時間後



渇水流下時



通水後



整備計画流量時の状況:KP161.4左岸

- 整備計画流量により露岩範囲が拡大した

洪水上昇時

$Q=970.1\text{m}^3/\text{s}$

KP161.2



洪水ピーク時

$Q=1,777.7\text{m}^3/\text{s}$

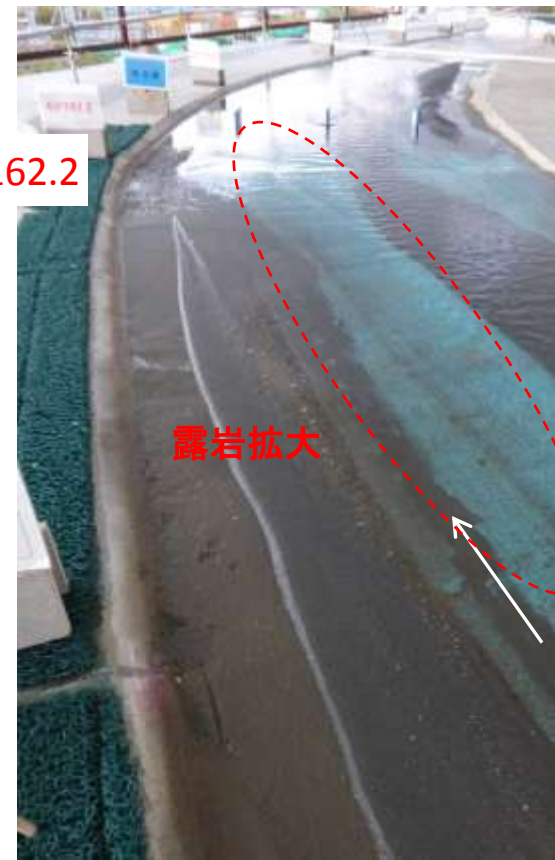
KP162.2



洪水下降時

$Q=430.2\text{m}^3/\text{s}$

KP162.2

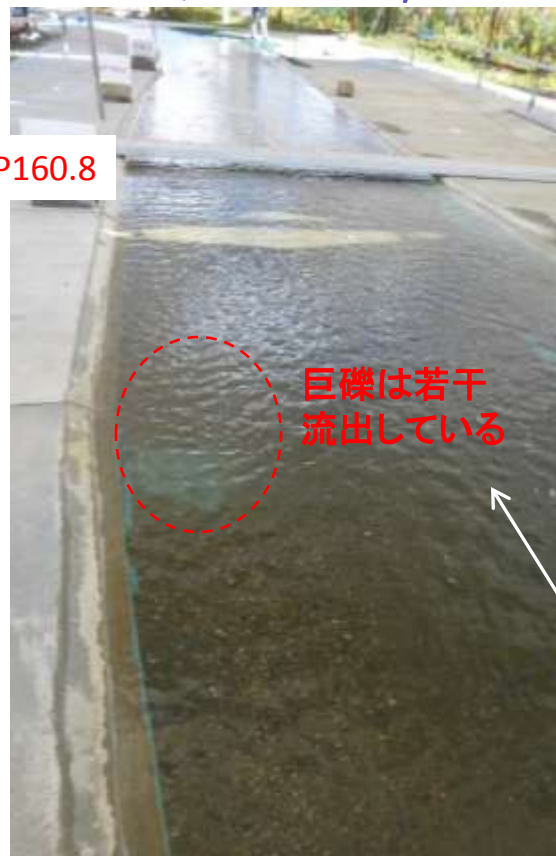


整備計画流量時の状況:KP160.8左岸

- 整備計画流量により巨礫が流出している箇所が確認された
- 洪水後には巨礫流出し、河岸部で露岩している箇所が確認された

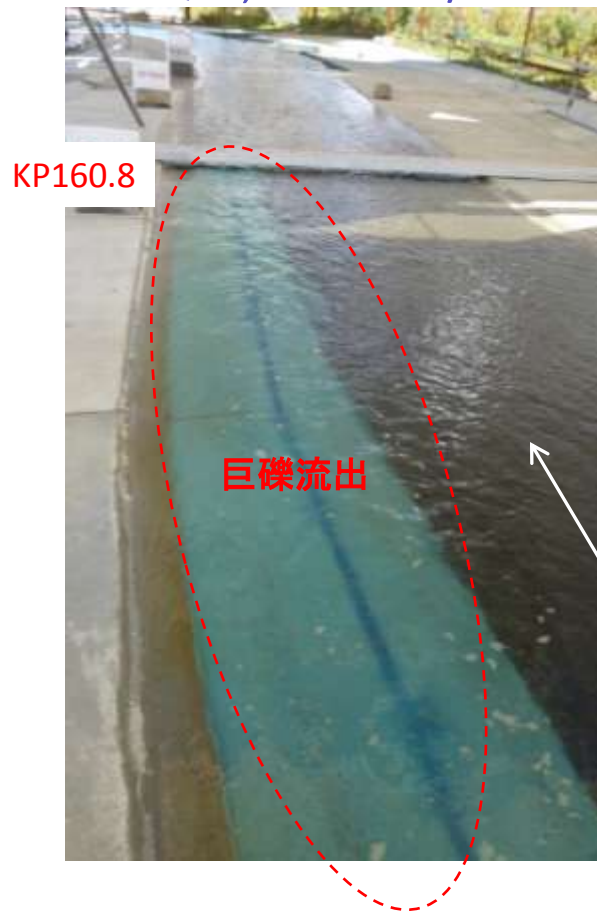
洪水上昇時

$Q=970.1\text{m}^3/\text{s}$



洪水ピーク時

$Q=1,777.7\text{m}^3/\text{s}$



洪水下降時

$Q=430.2\text{m}^3/\text{s}$



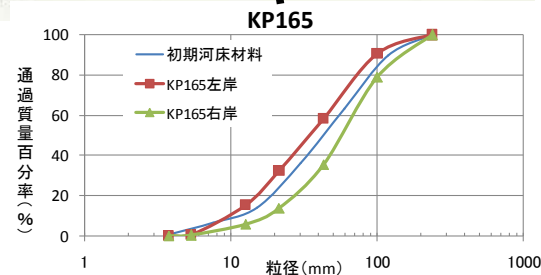
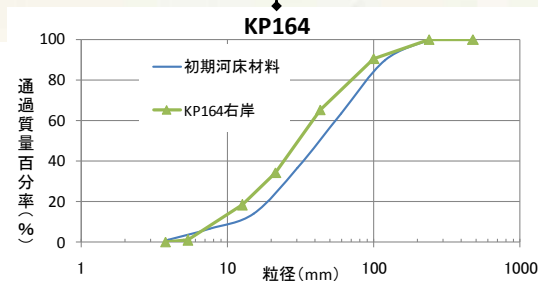
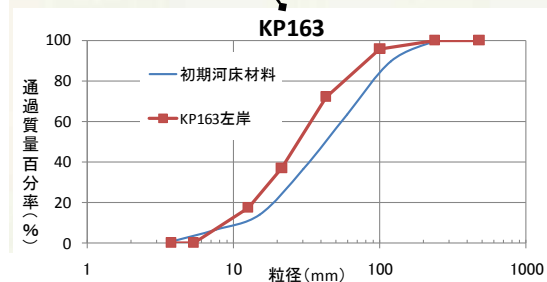
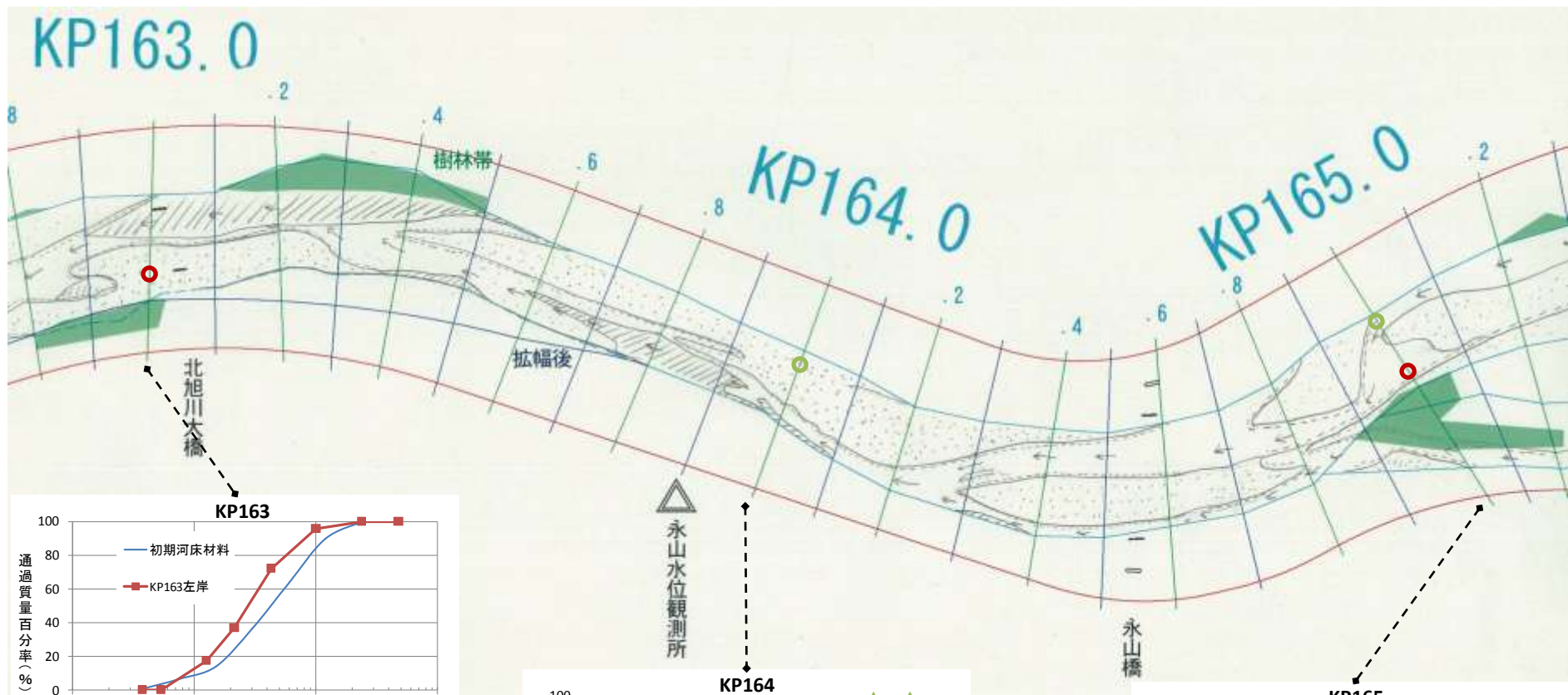
段階施工による効果確認実験のまとめ

➤ 段階施工による効果確認実験結果による効果と影響を以下に整理した

流量規模	効果と影響
H24融雪出水	•巨礫を敷設した箇所では河岸際の露岩は抑制された •秋月橋下流部で河心側の露岩が確認された
渇水流量	•渇水期には水深0.5m以上の水みちが確保された •渇水時に乾燥する露岩箇所が確認された
整備計画目標流量	•極端な洗掘・堆積箇所はない(元の滯筋まで洗掘しない) •巨礫が一部流失し河岸際が連続して露岩した

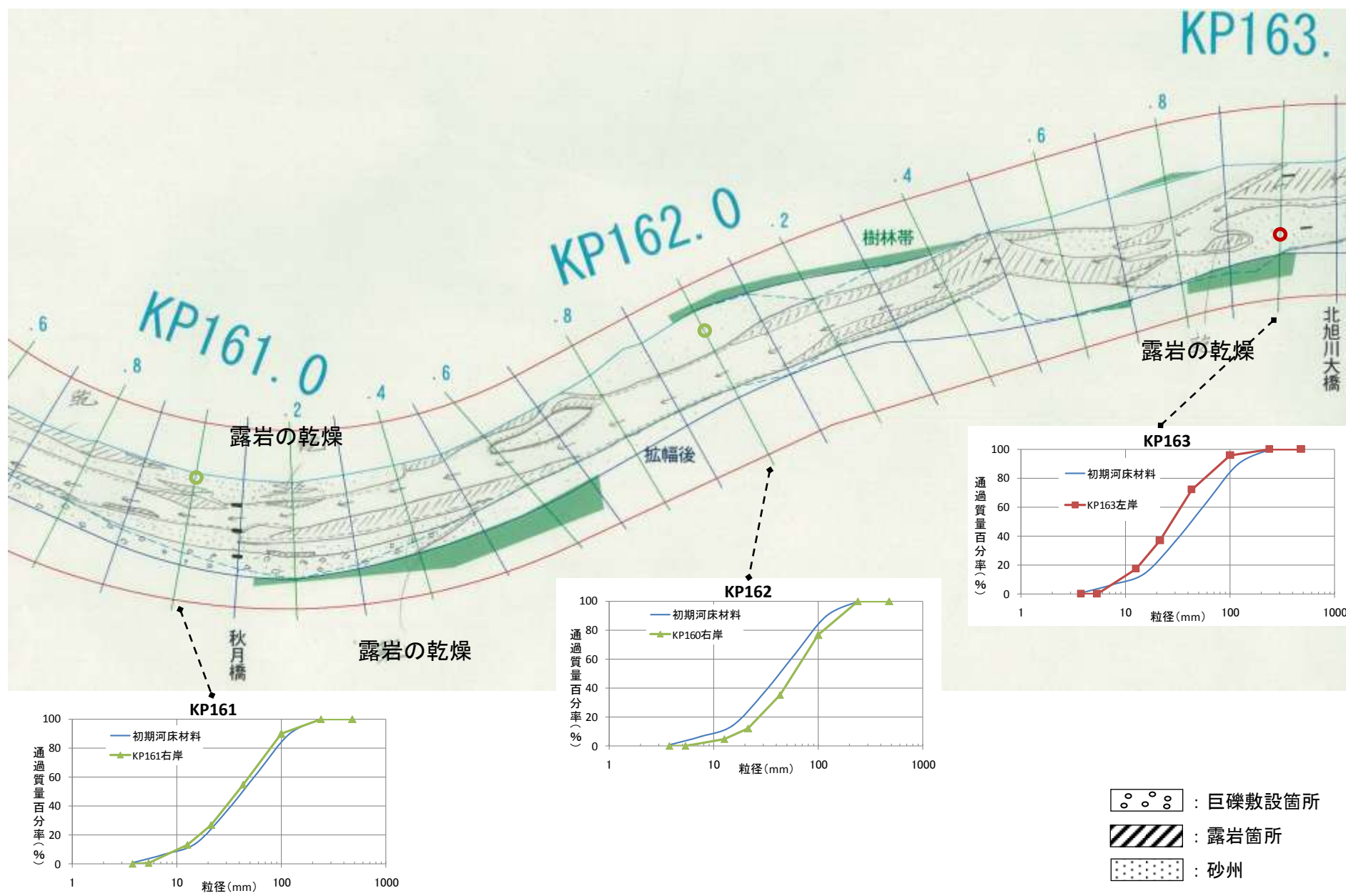
【参考】渇水期($Q=23\text{m}^3/\text{s}$)の流況スケッチ図

- 渇水期には、水深0.5m以上の水みちが確保できている
- 対策区間の河床材料の60%粒径は41~53mmの範囲であった

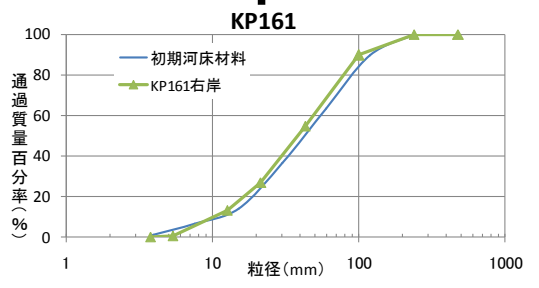
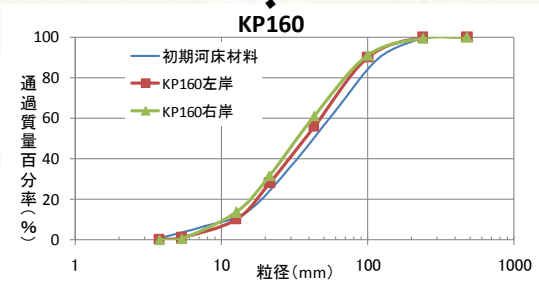
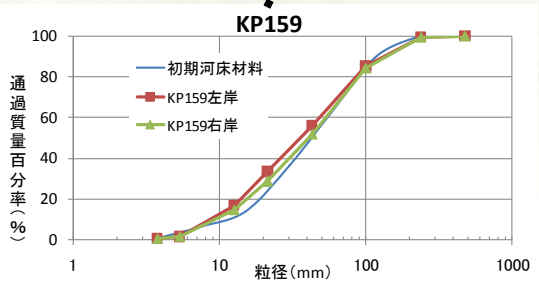
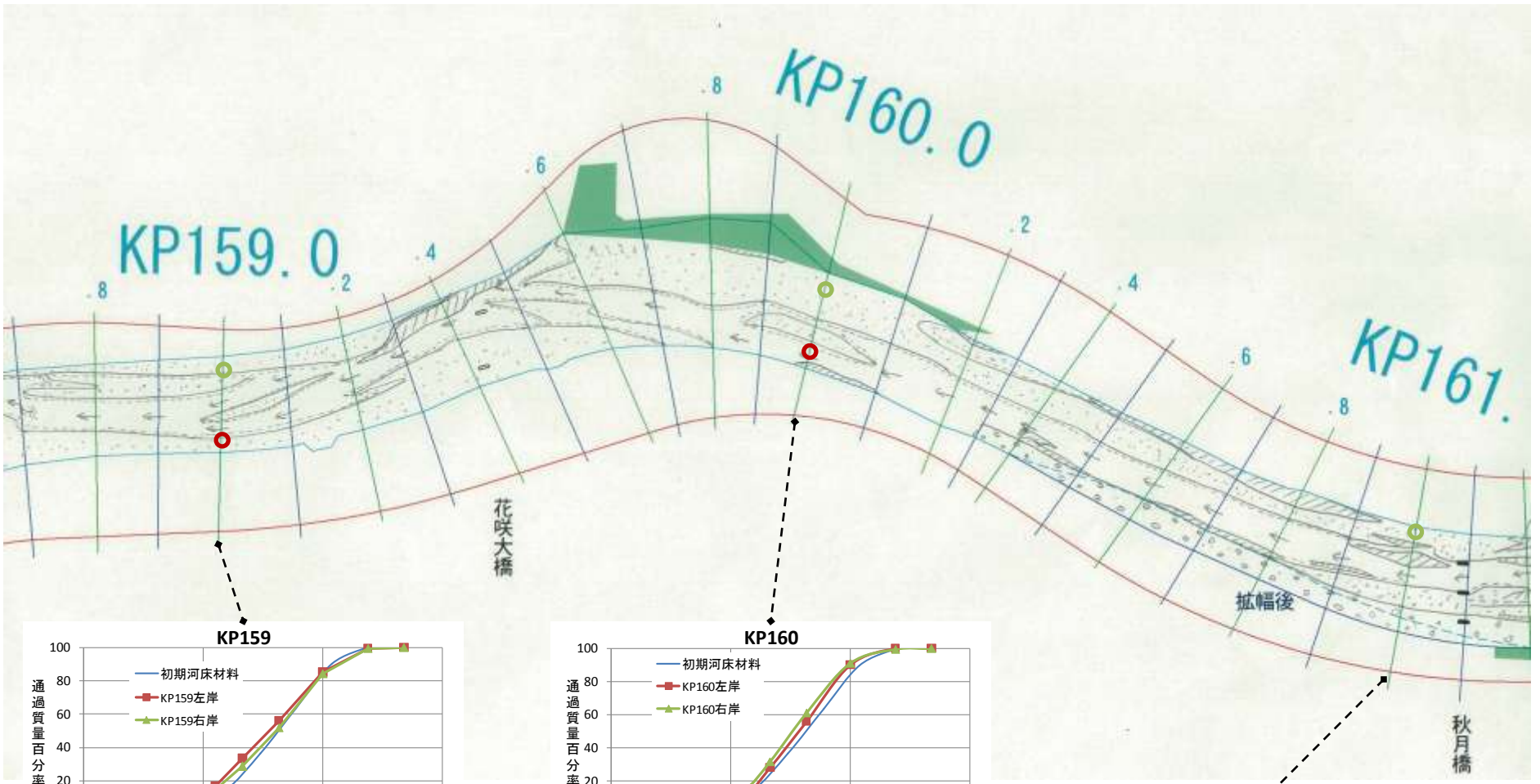


- ○ ○ : 巨礫敷設箇所
- ▨ : 露岩箇所
- : 砂州

※河床材料は整備計画流量通水後に採取した



※河床材料は整備計画流量通水後に採取した



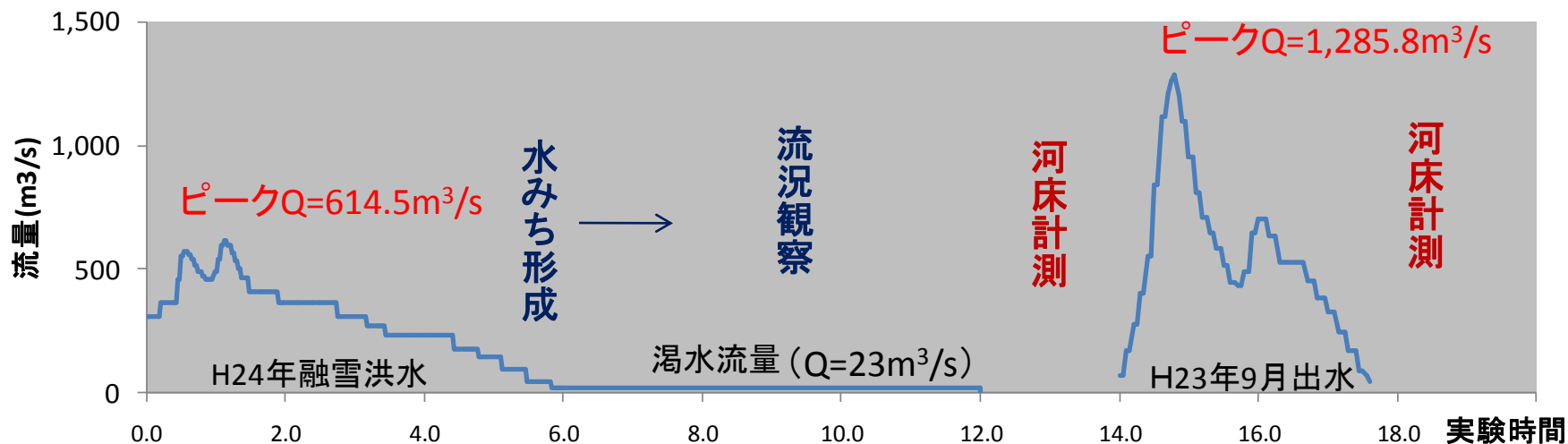
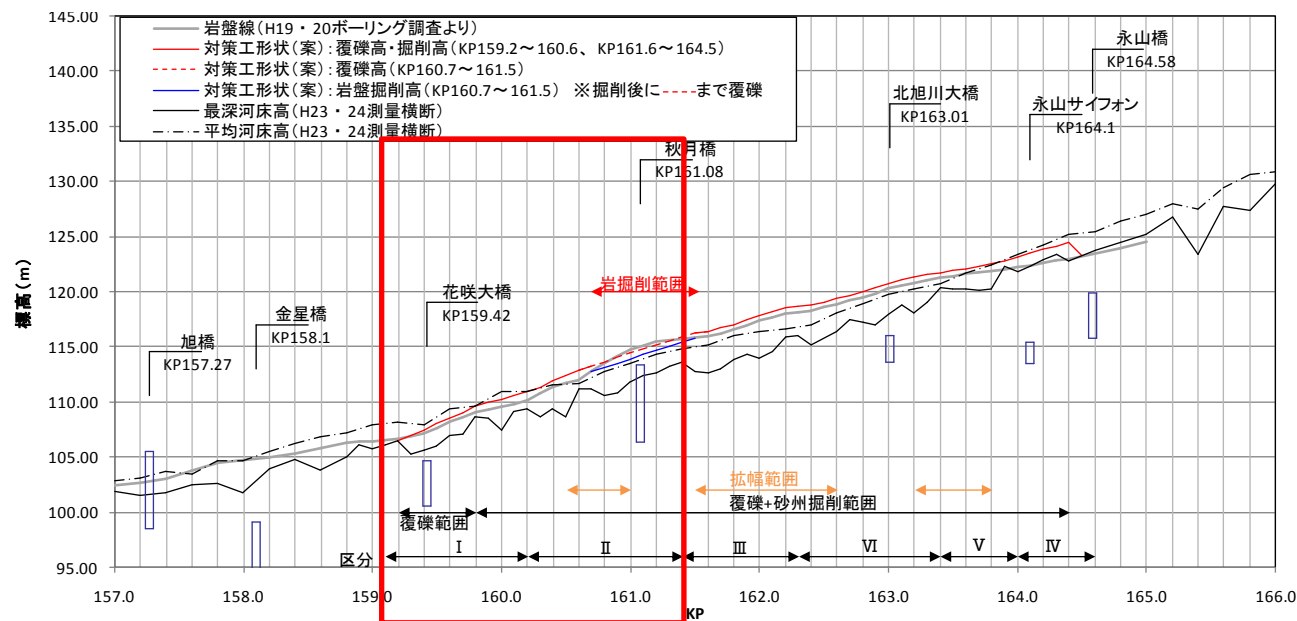
- : 巨礫敷設箇所
- : 露岩箇所
- : 砂州

※河床材料は整備計画流量通水後に採取した

段階施工による効果確認実験【ケース2】

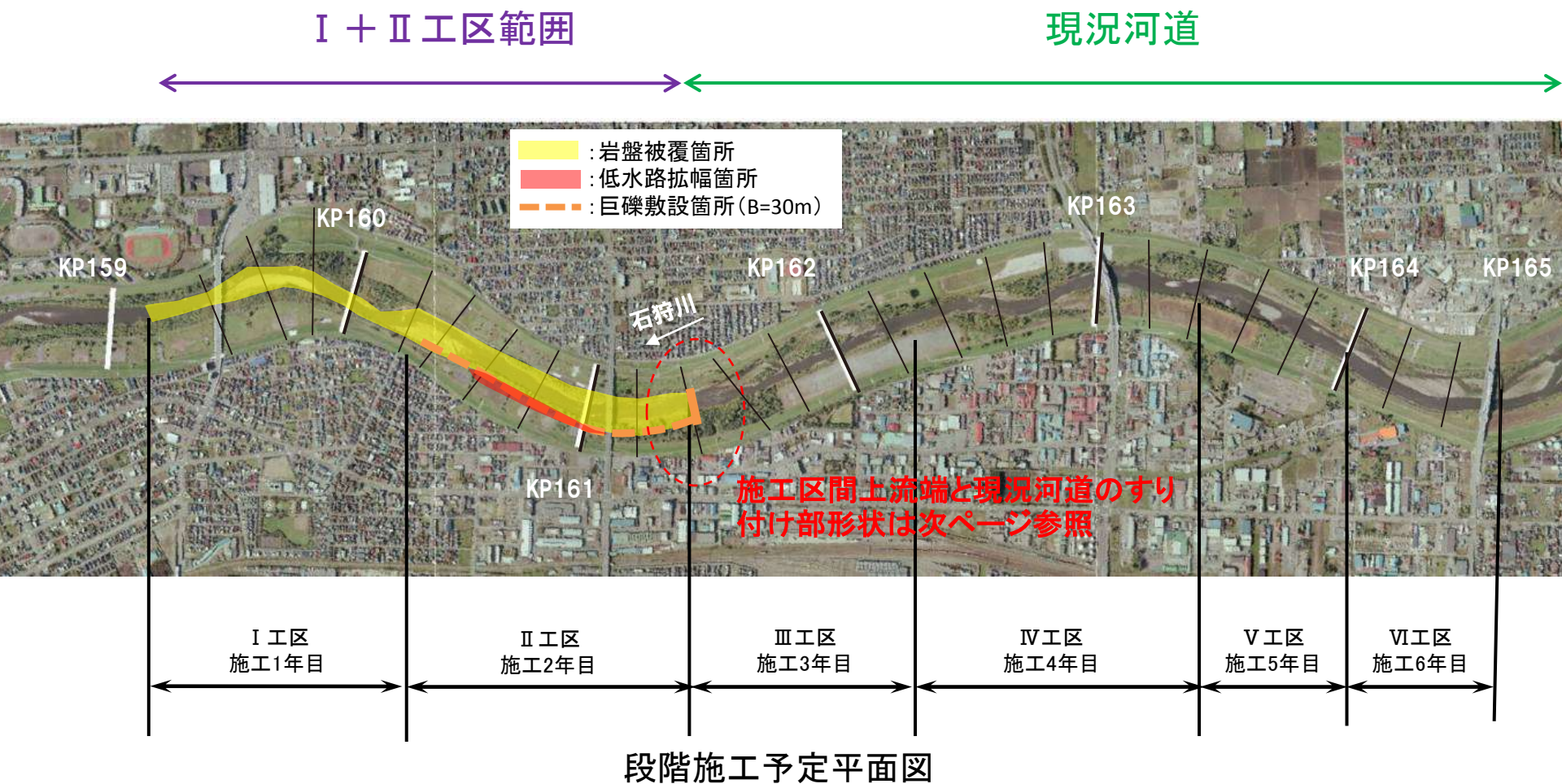
段階施工による効果確認実験ケース2【概要】

- 第1、2期工事区間が完成した後の断面で河床低下対策工効果と影響を確認する
- 通水流量は融雪、渇水、洪水の1サイクルを想定しています



段階施工(2工区)平面図

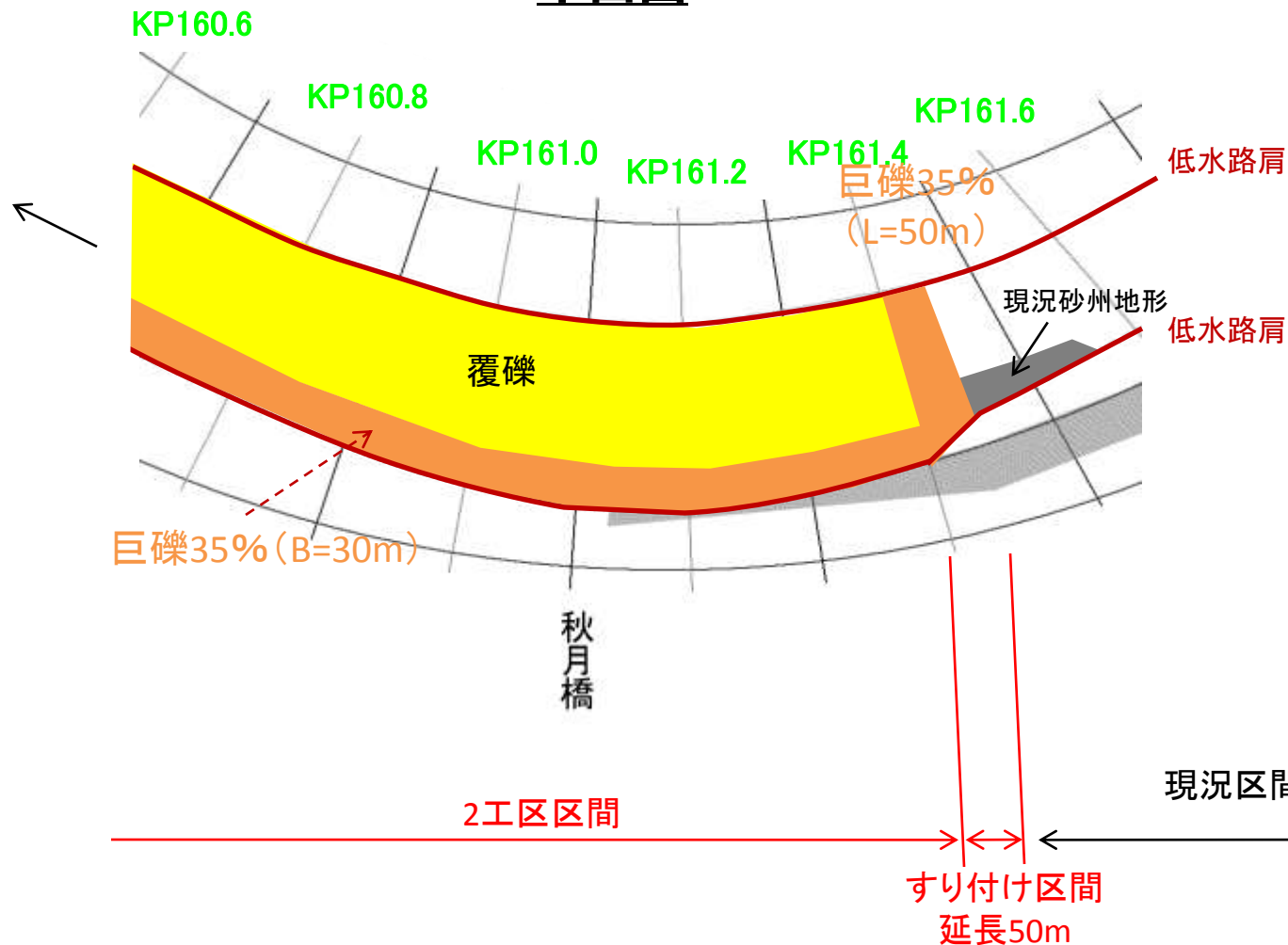
- 第2期工事区間が完成した後の断面で河床低下対策工効果と影響を確認する実験です



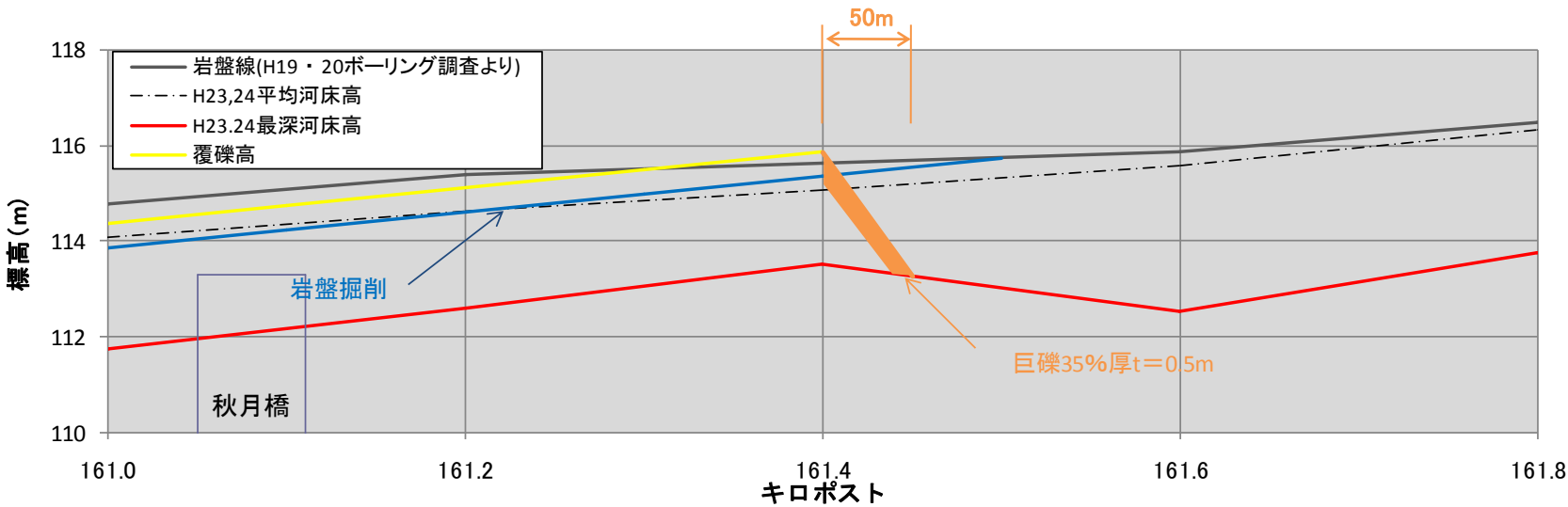
段階施工上流端のすり付け(KP161.4)

- 2期工区上流端KP161.4は50m上流のKP161.45にすり付けるように考えました。
- KP161.4には巨礫35%を延長50m、幅130m、厚0.5mで横断方向に設置し土砂流出を抑制することを考えました。

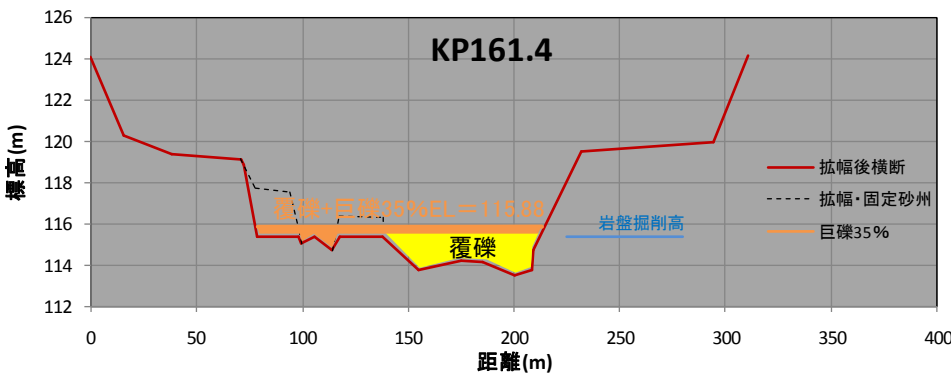
平面図



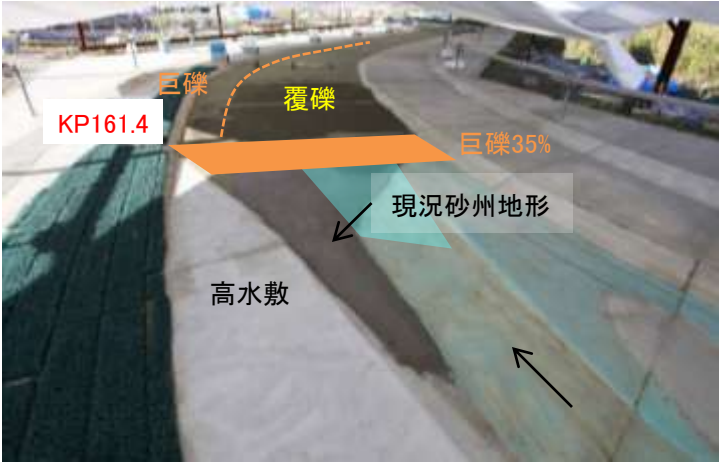
河床縦断面図



KP161.4横断面図



すり付け部イメージ



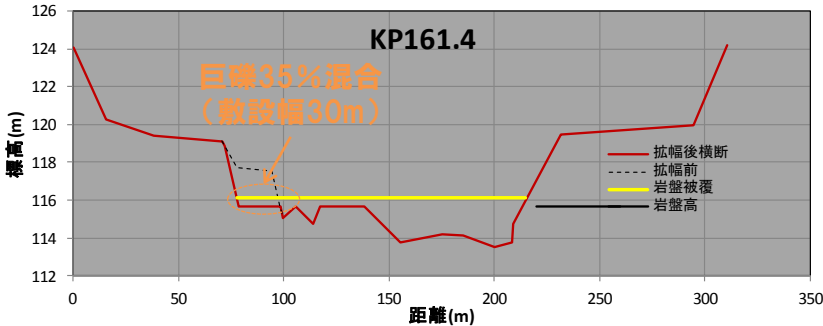
実験条件

➤ 本実験では、H24融雪洪水流量、濁水流量およびH23年9月洪水を通水し、段階施工時の効果と影響を確認する。

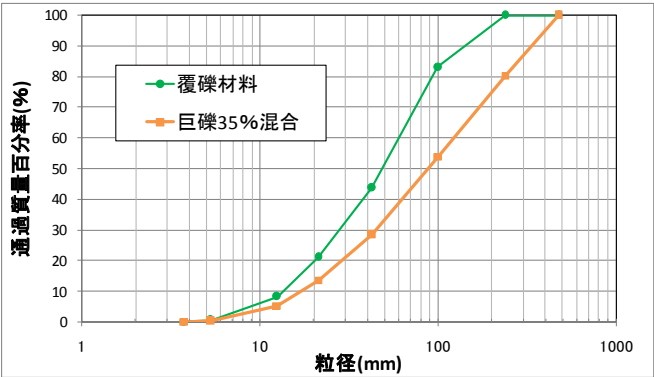
■実験条件表

条 件 項 目		条 件
初期条件	河床形状	H23年9月洪水後河床(H23.9～H25.7測量)
	河床材料	H8年、H23年
	流況	非定常流 ⇒ 定常流 ⇒ 非定常流
上流端条件	流量	H24融雪洪水流量⇒ 濁水流量⇒ H23年9月洪水
	流量観測所	旭橋(KP157.1)
	給砂量	動的平衡(芦田・道上式)
	対策工条件	低水路拡幅+岩盤被覆(=岩盤高+50cm) 岩盤掘削(KP160.7～161.5)
その他	河岸際対策	①巨礫(粒径150～350mmを35%混合)
	支川合流	あり
	河道内構造物	永山床止、橋脚、高水敷上樹林帯模型

■初期断面(岩盤被覆高=岩盤高+50cm)

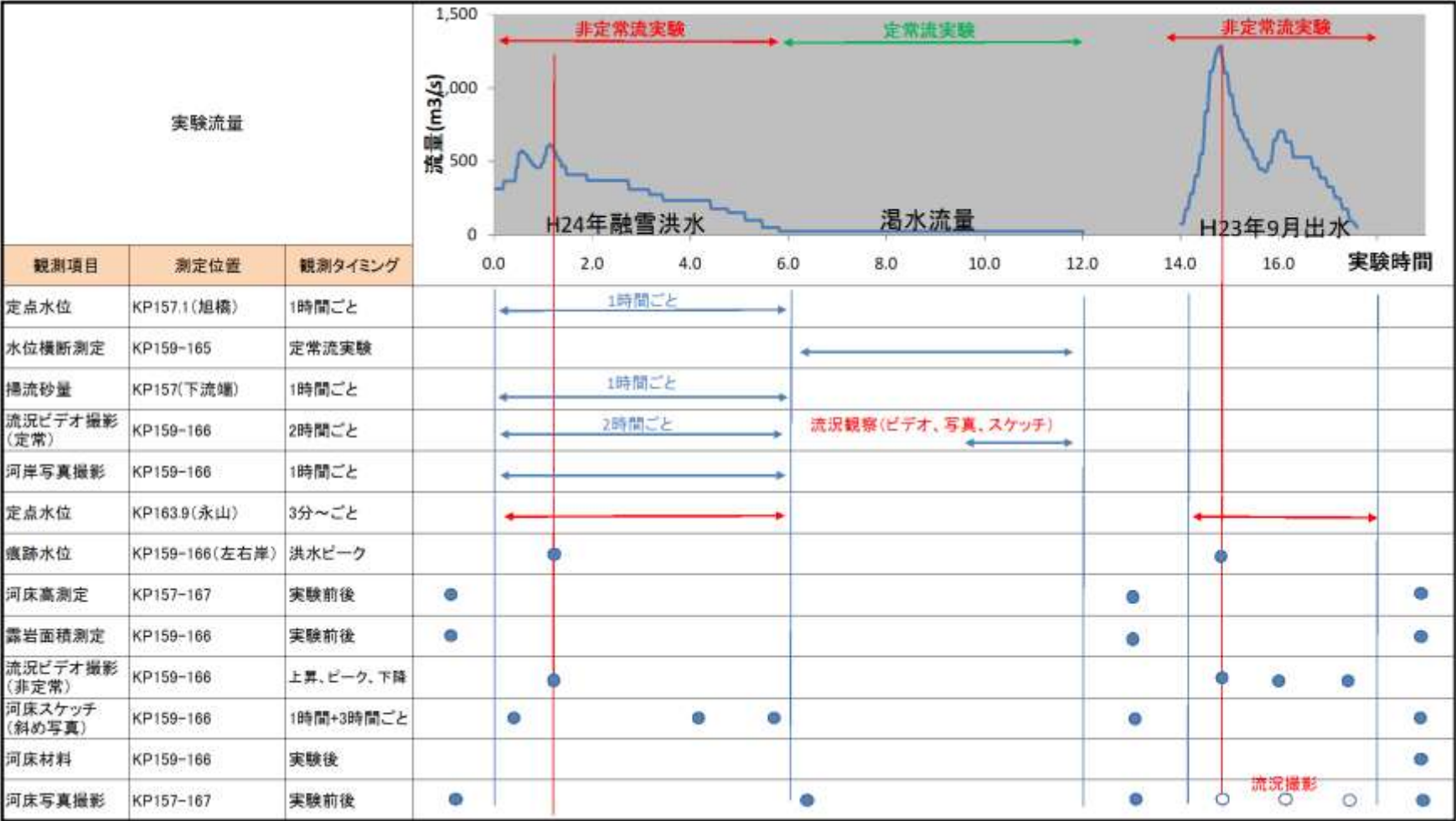


■初期河床材料(覆礫材料、巨礫35%混合)



実験の観測内容

- H24融雪出水(ピーク $Q=614.5\text{m}^3/\text{s}$)、渇水流量($Q=23.0\text{m}^3/\text{s}$)、H23年9月洪水(ピーク $Q=1,285.6\text{m}^3/\text{s}$)を通水し、第2期段階施工時の効果と影響を確認する
- 観測項目と観測のタイミングを以下にしめす

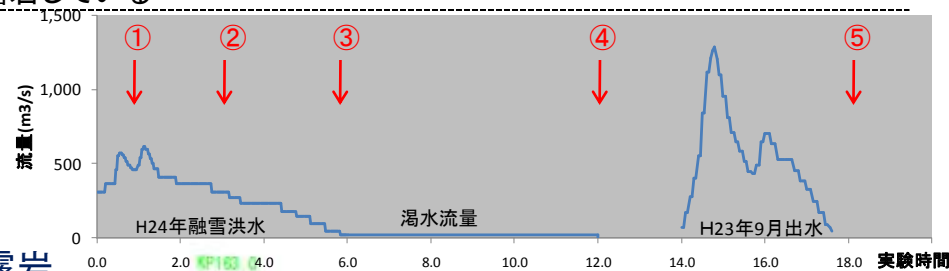


段階施工による効果確認実験【ケース2】 実験結果

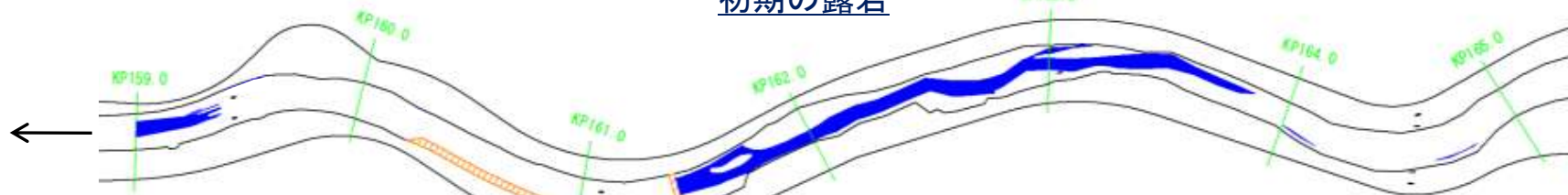
露岩の時間変化について

- 時間の経過とともに露岩面積は拡大する傾向にあるが河岸際の露岩は抑制されている
- H23年9月洪水によりすり付け部(KP161.4)の巨礫が流失し露岩している

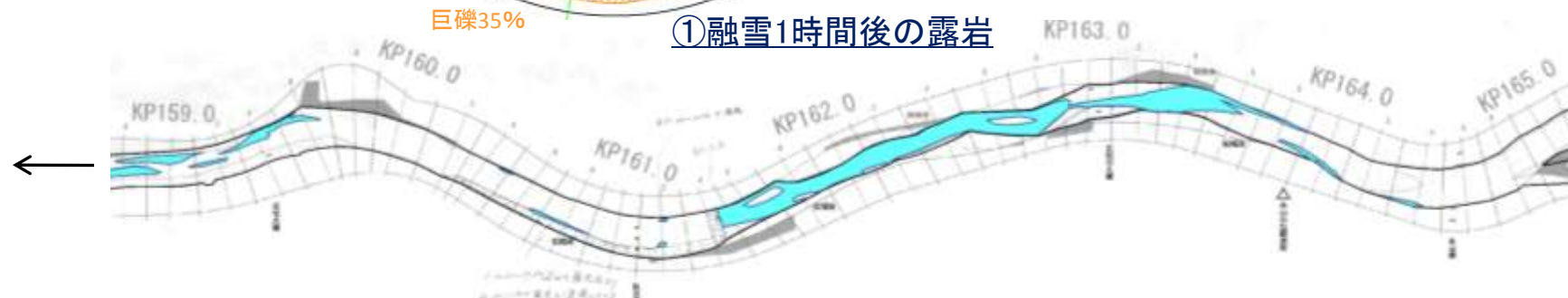
■ 露岩箇所(計測)
■ 露岩箇所(目視)



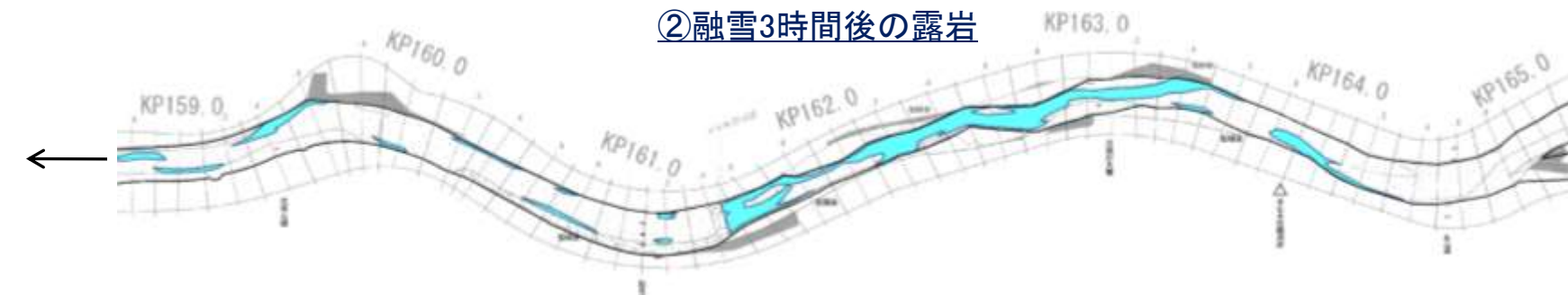
初期の露岩



①融雪1時間後の露岩



②融雪3時間後の露岩



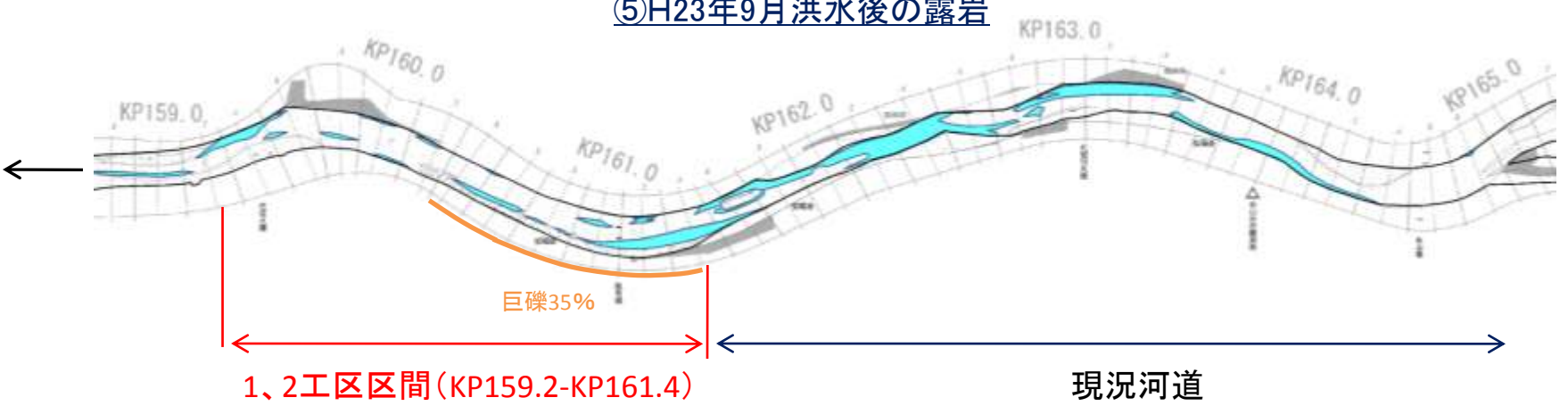
③融雪出水6時間後の露岩



④渇水流量後の露岩



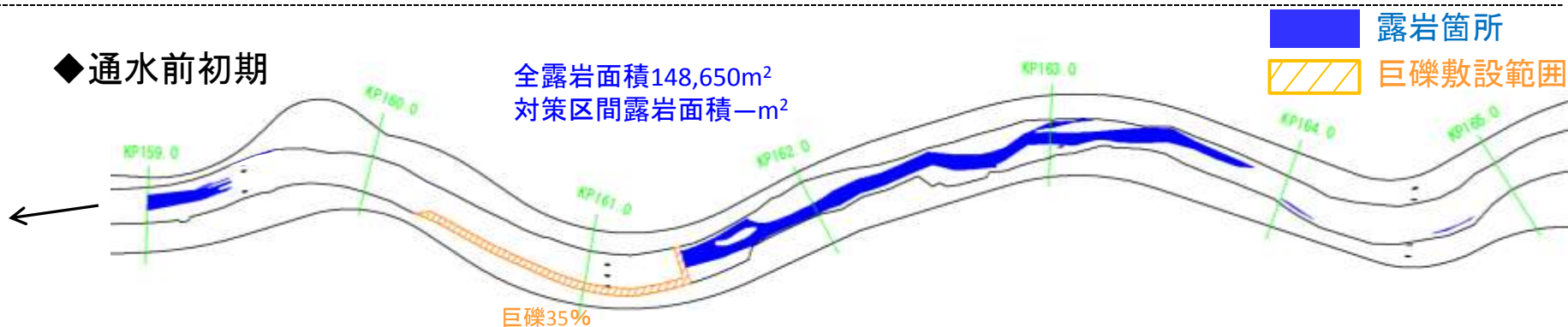
⑤H23年9月洪水後の露岩



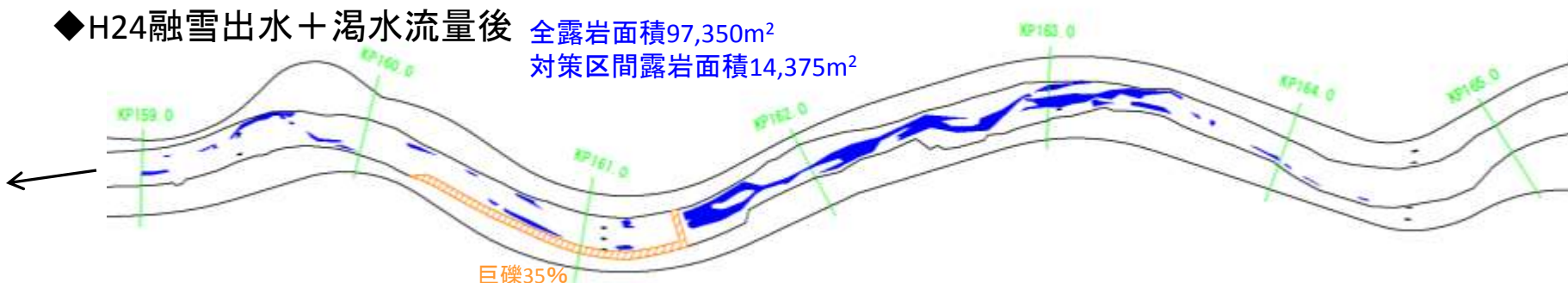
露岩面積について

- H24融雪後の露岩面積をケース1と比較すると対策区間では露岩面積は少ない(ケース1の対策区間露岩面積31,950m²)
- H23年9月洪水によりする付け部(KP161.4)の巨礫が流失し連続的に露岩している

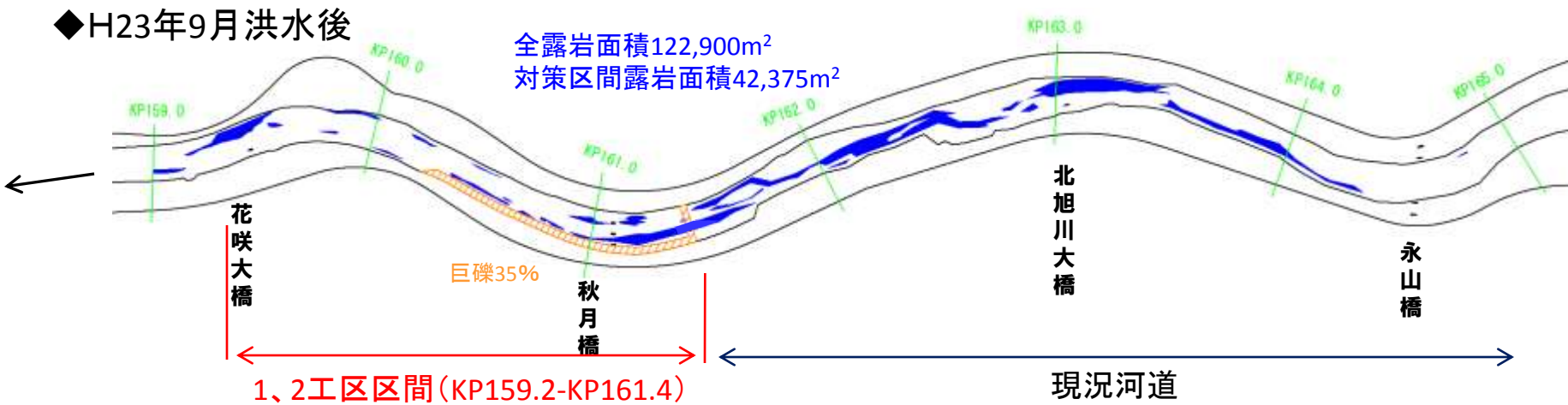
◆通水前初期



◆H24融雪出水＋渇水流量後

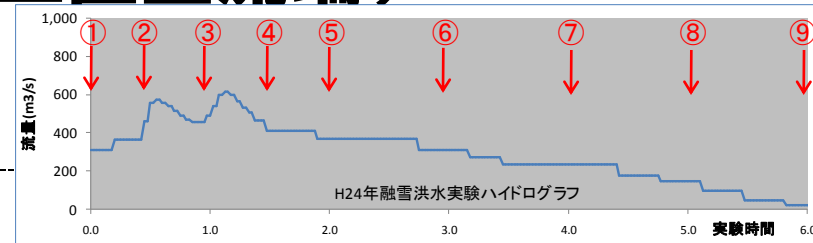


◆H23年9月洪水後

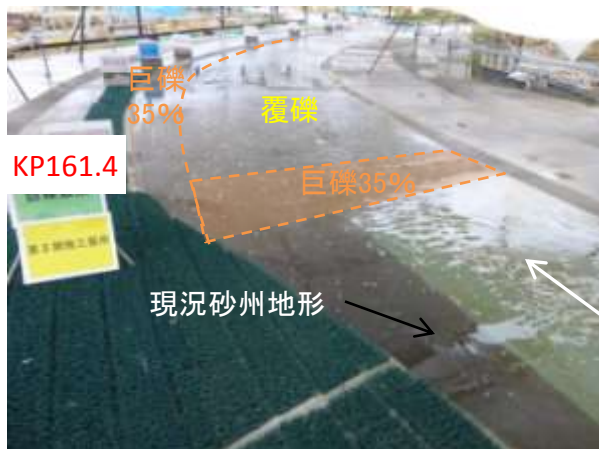


融雪出水時の状況: KP161.4(2工区上流端)

- 上流端すり付け部の巨礫は低水路中央部で若干低下しているものの融雪出水規模では安定していることが確認できた



①通水直後Q=312.7m³/s



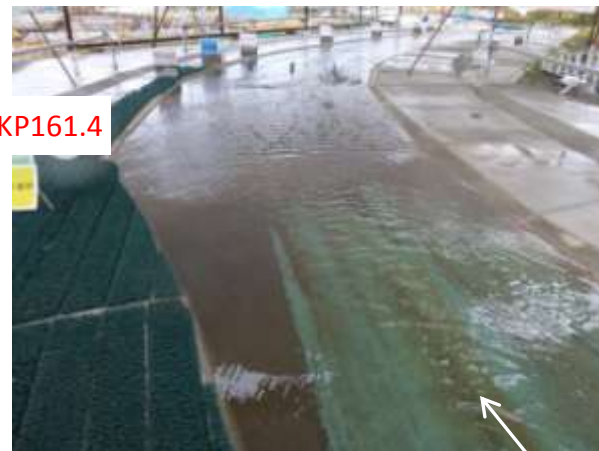
②通水30分後Q=555.6m³/s



③通水1時間後Q=490.1m³/s



④通水1時間30分後Q=409.3m³/s



⑤通水2時間後Q=369.2m³/s



⑥通水3時間後Q=309.3m³/s



⑦通水4時間後 $Q=312.7\text{m}^3/\text{s}$



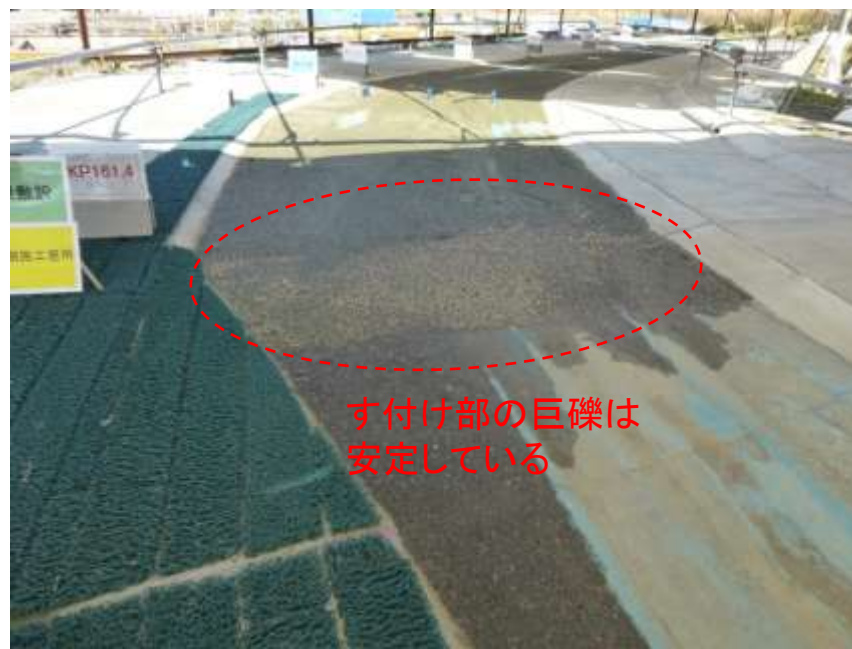
⑧通水5時間後 $Q=234.0\text{m}^3/\text{s}$



⑨通水6時間後 $Q=23.0\text{m}^3/\text{s}$

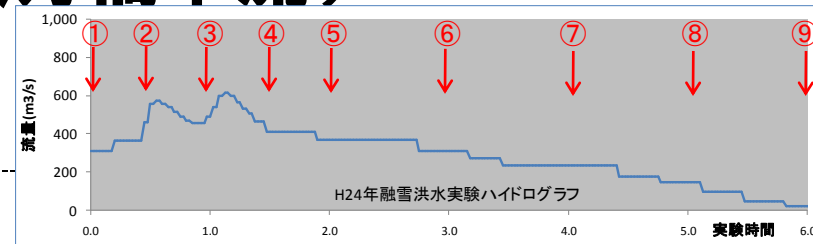


融雪出水後の状況

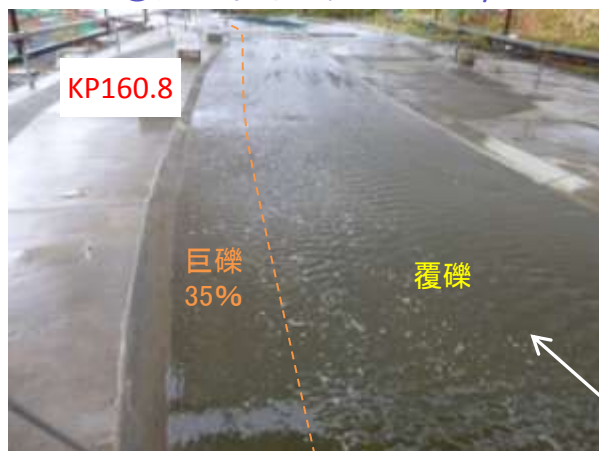


融雪出水時の状況: KP160.8(秋月橋下流)

- 巨礫を敷設した箇所は安定している
- 巨礫を敷設した河心側で露岩が確認できる



①通水直後Q=312.7m³/s



②通水30分後Q=555.6m³/s



③通水1時間後Q=490.1m³/s



④通水1時間30分後Q=409.3m³/s



⑤通水2時間後Q=369.2m³/s



⑥通水3時間後Q=309.3m³/s



⑦通水4時間後 $Q=312.7\text{m}^3/\text{s}$



⑧通水5時間後 $Q=234.0\text{m}^3/\text{s}$



⑨通水6時間後 $Q=23.0\text{m}^3/\text{s}$



融雪出水後の状況



渇水時($Q=23\text{m}^3/\text{s}$)の状況(現況河道)

- 渇水期には、水深0.5m以上の水みちが確保できている
- 渇水流量流下時ではほとんど河床の変化はない

KP164.4(現況河道)

融雪出水後



渇水流下時

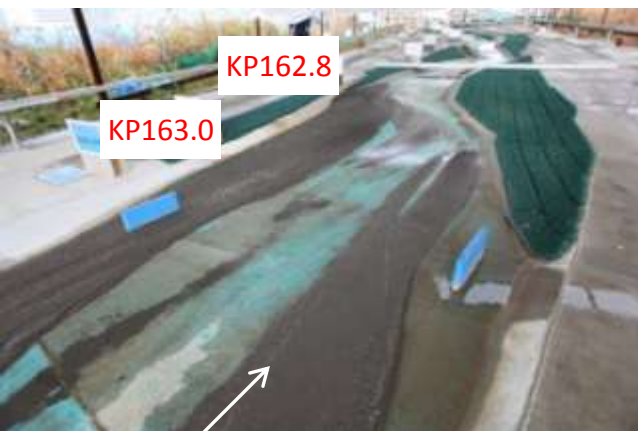


通水後



KP163.0(現況河道)

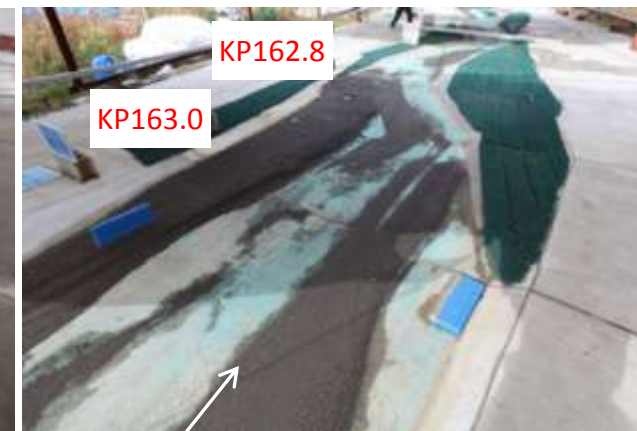
融雪出水後



渇水流下時



通水後



渇水時($Q=23\text{m}^3/\text{s}$)の状況(対策区間)

- 渇水期には、水深0.5m以上の水みちが確保できている
- すり付け部(KP161.4)の上流では堰上げにより流速が遅くなっている

KP161.4(2工区上流端)

融雪出水後



渇水流下時



通水後

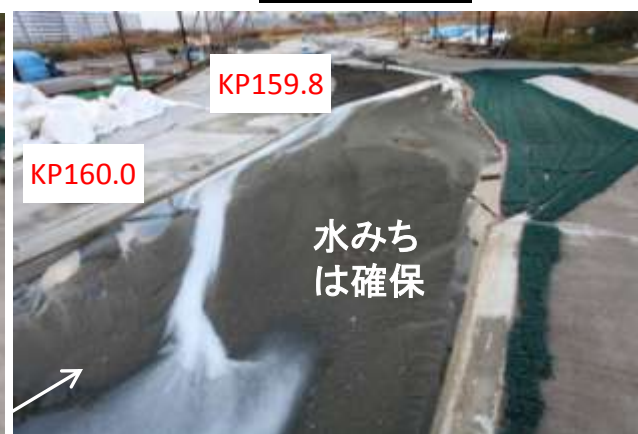


KP160.0

融雪出水後



渇水流下時



通水後



H23年9月洪水時の状況:KP161.4(すり付け部)

- 洪水上昇期($Q \approx 800 \text{ m}^3/\text{s}$)にすり付け部(KP161.4)の巨礫が流失しはじめ露岩範囲が拡大した

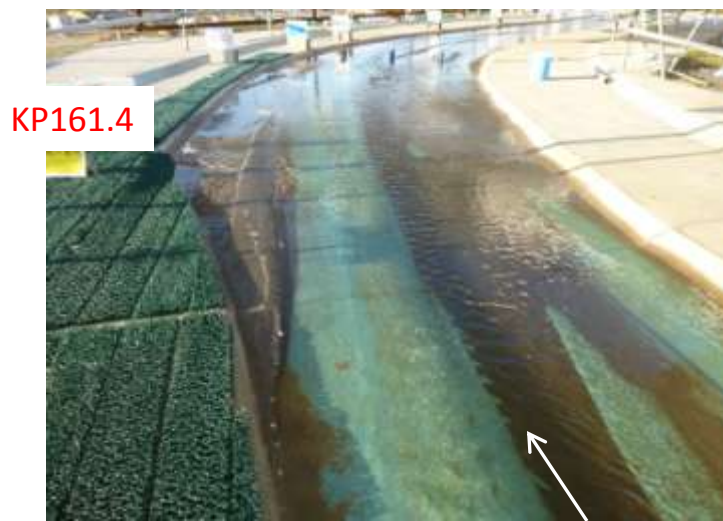
洪水上昇時 $Q=636.3 \text{ m}^3/\text{s}$



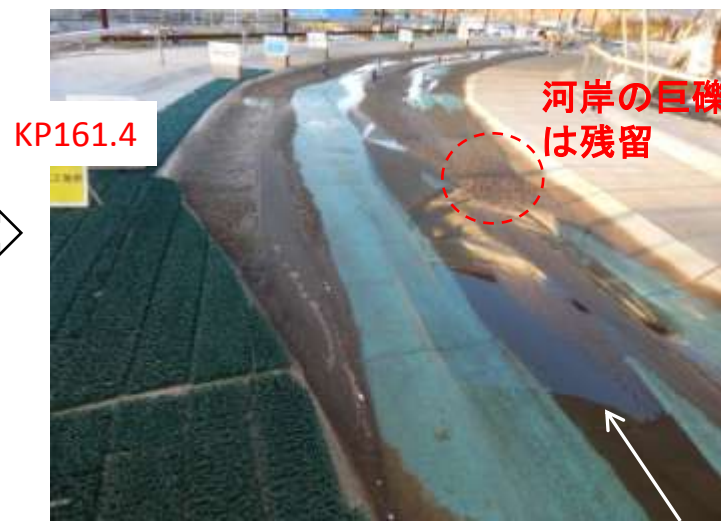
洪水ピーク時 $Q=1,285.8 \text{ m}^3/\text{s}$



洪水下降時 $Q=480.1 \text{ m}^3/\text{s}$



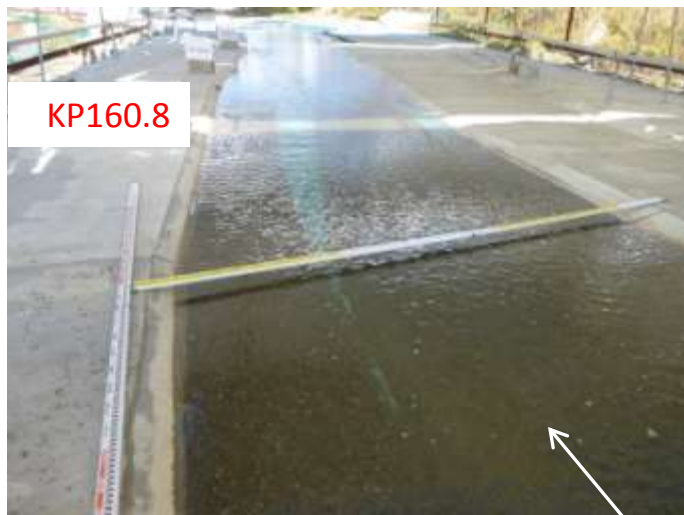
実験終了時



H23年9月洪水時の状況:KP160.8(秋月橋下流)

- 秋月橋下流部ではH23年9月洪水により露岩範囲が縦断的に拡大した

洪水上昇時 $Q=636.3\text{m}^3/\text{s}$



洪水ピーク時 $Q=1,285.8\text{m}^3/\text{s}$



洪水下降時 $Q=480.1\text{m}^3/\text{s}$

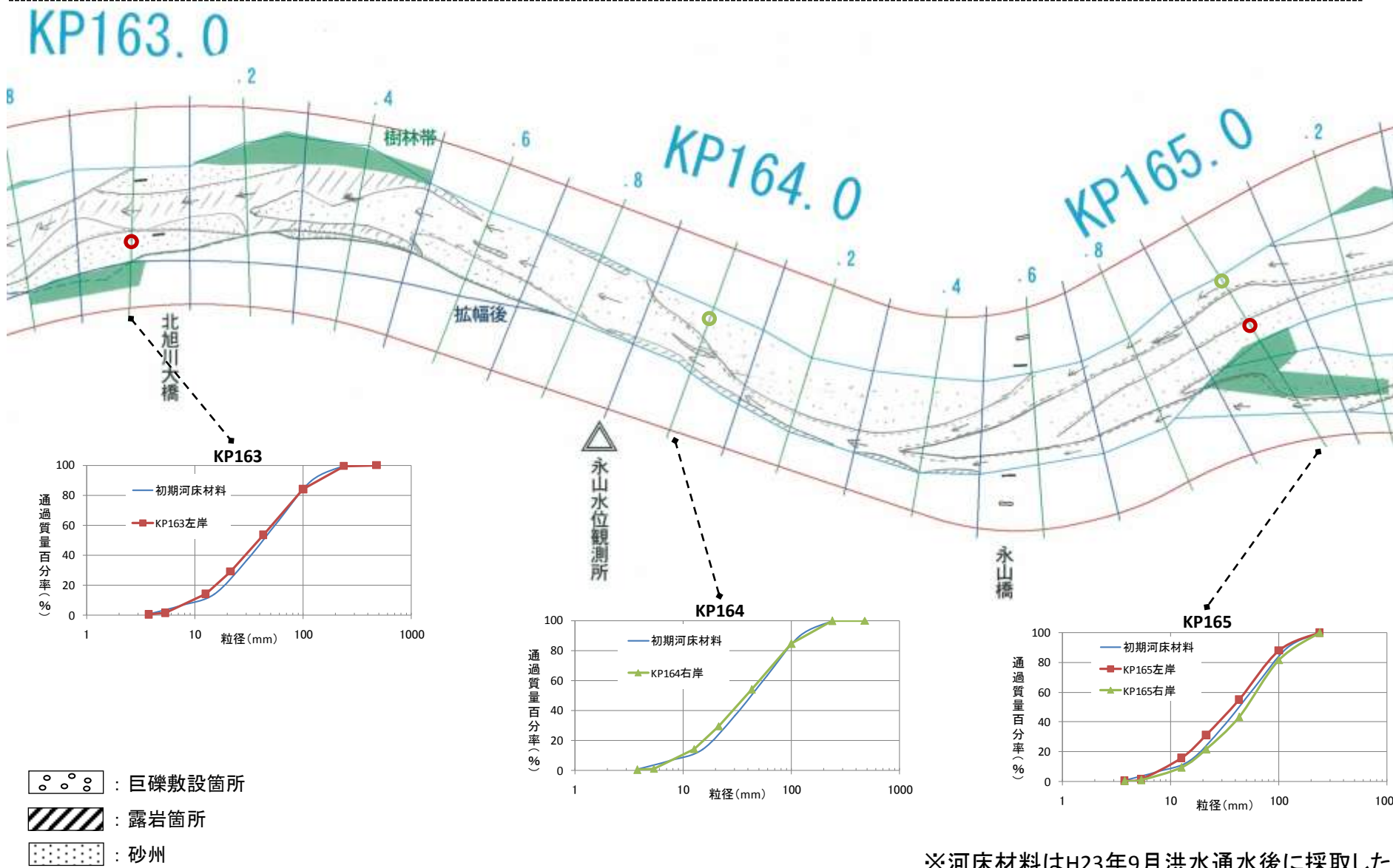


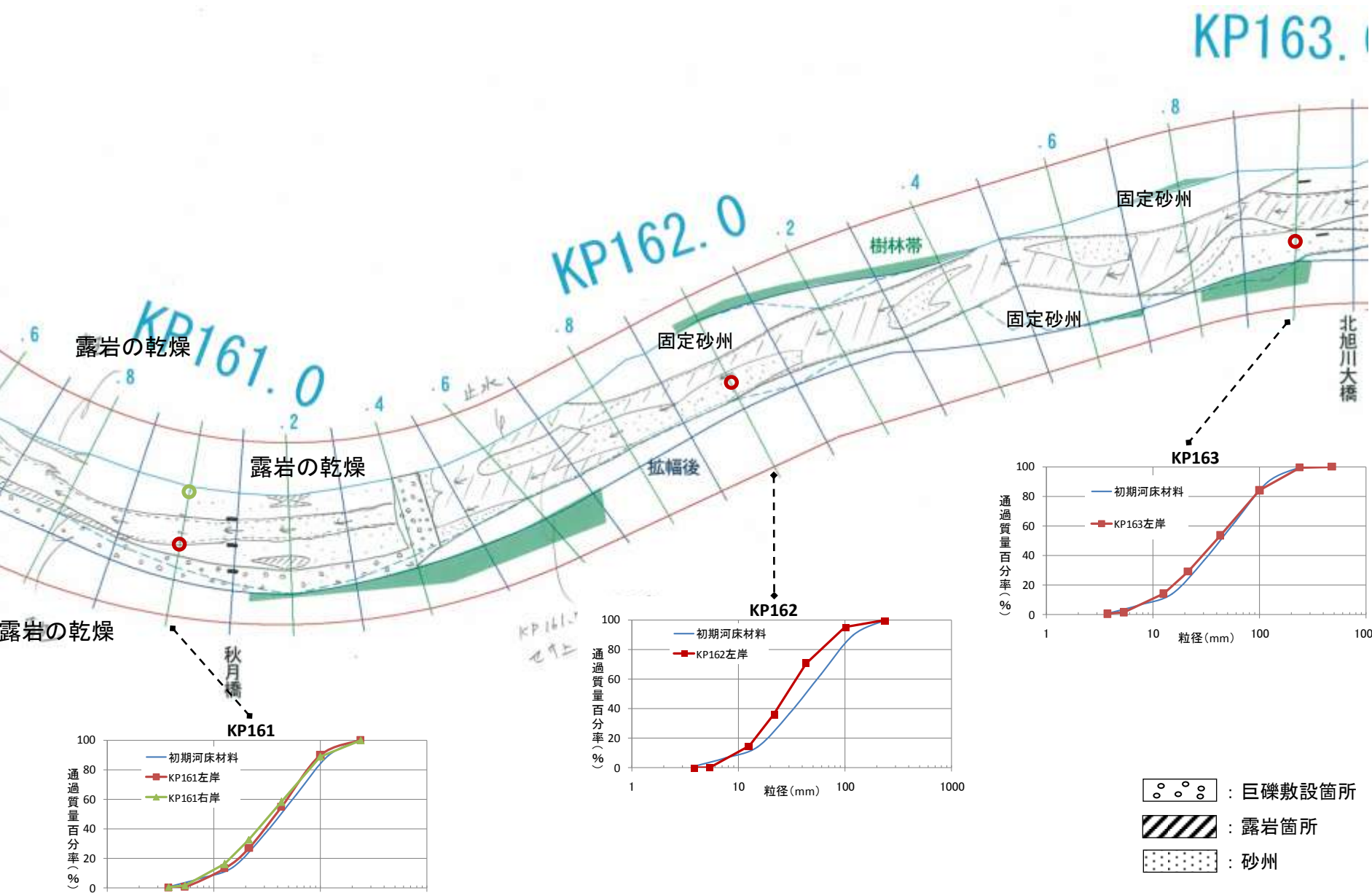
実験終了時



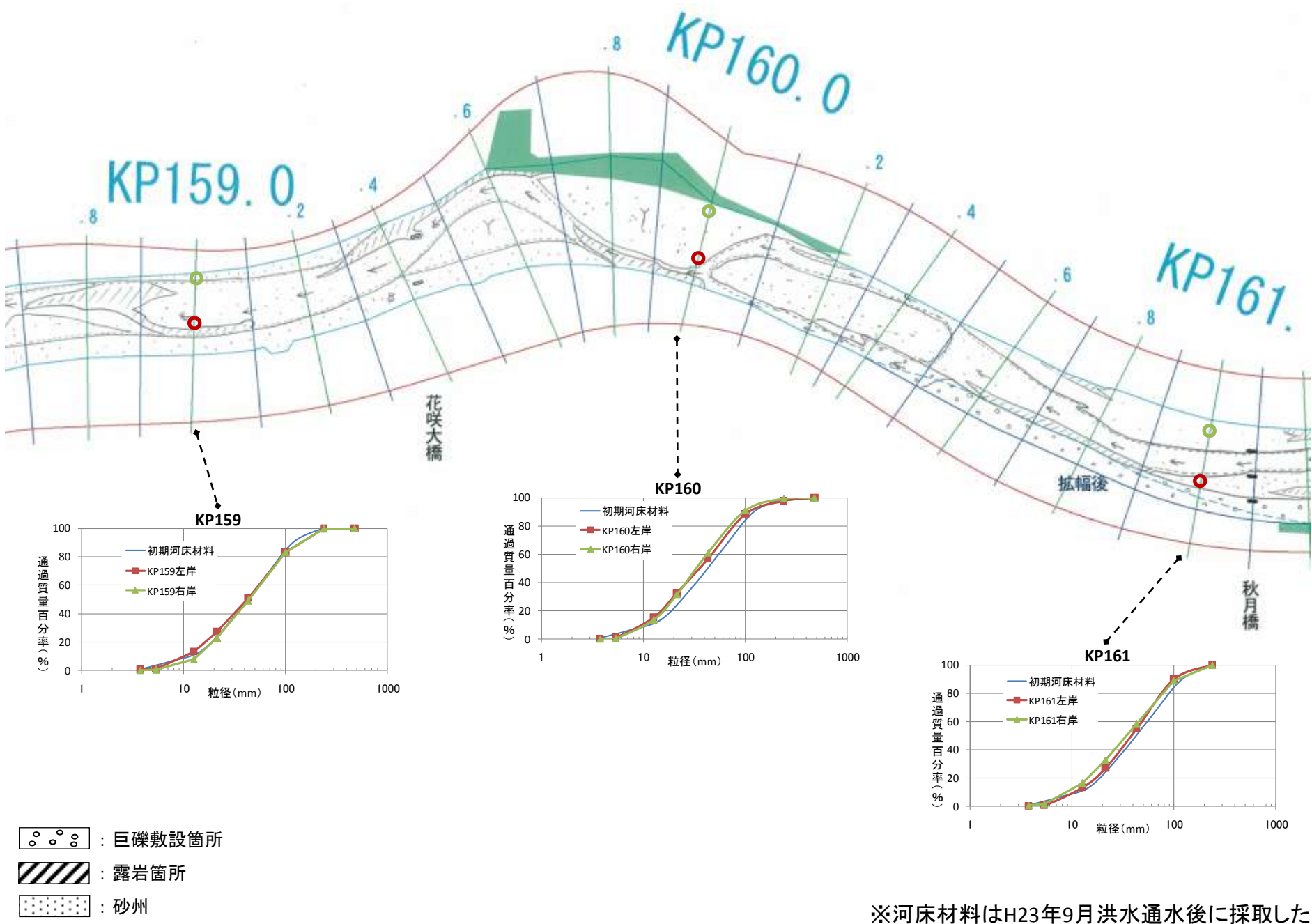
【参考】渇水期($Q=23\text{m}^3/\text{s}$)の流況スケッチ図

- 渇水期には、水深0.5m以上の水みちが確保できている
- 対策区間(KP159.2~KP161.4)の河床材料の60%粒径は41~56mmの範囲であった





※河床材料はH23年9月洪水通水後に採取した



※河床材料はH23年9月洪水通水後に採取した

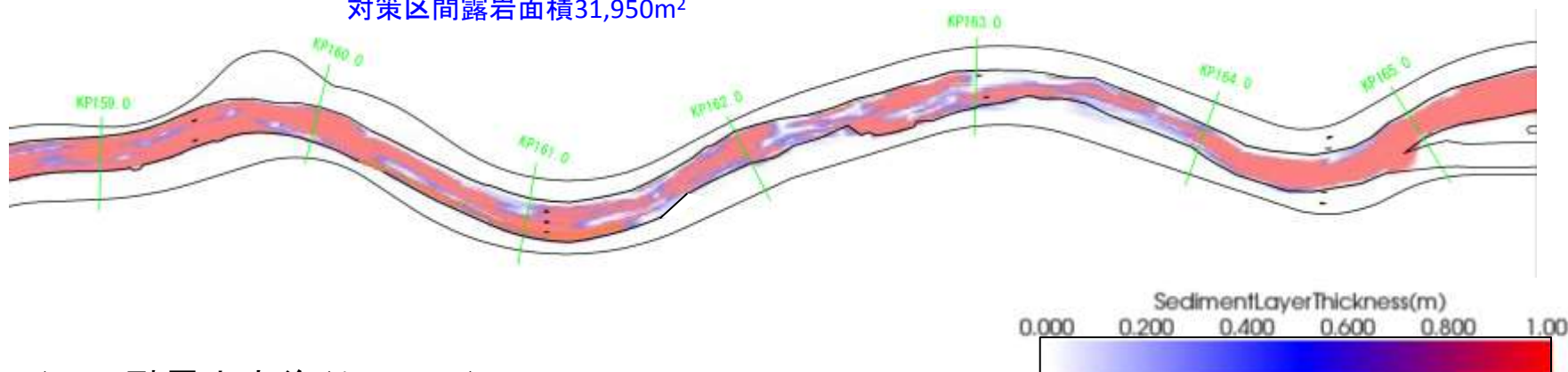
段階施工による実験結果比較

段階施工による実験結果比較

- 段階施工による効果確認実験結果による砂礫厚と露岩面積を比較した
- 対策区間(KP159.2～KP161.4区間)でみるとケース2のほうが砂礫厚が厚く、露岩面積は半分以下に減少している

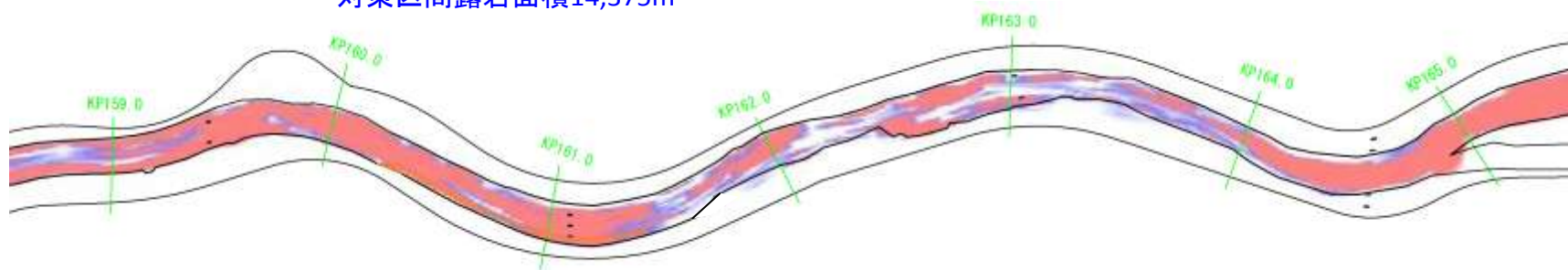
◆H24融雪出水後(ケース1)

対策区間露岩面積31,950m²



◆H24融雪出水後(ケース2)

対策区間露岩面積14,375m²



1、2工区区間(KP159.2-KP161.4)

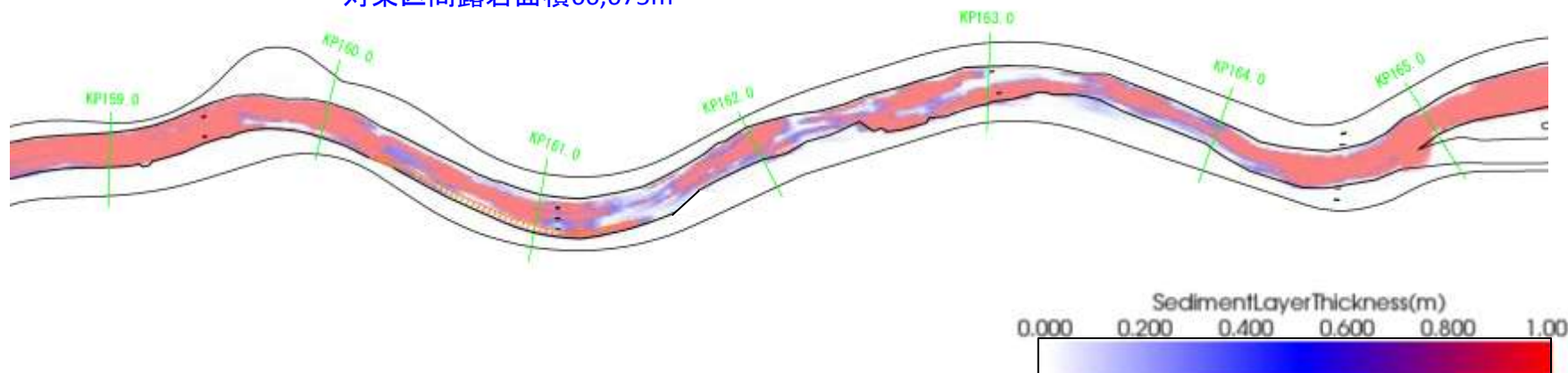
現況河道

【参考】段階施工による実験結果比較(洪水後)

- 流量条件が異なるため直接比較はできないが、整備計画規模の洪水が起こると河岸際の巨礫は流失し、縦断的に連続した露岩が発生することが確認できた

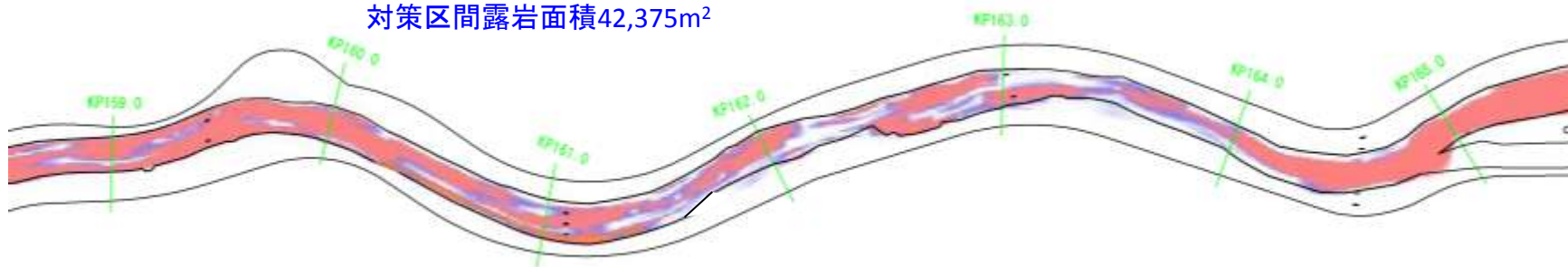
◆整備計画流量後(ケース1)

対策区間露岩面積66,675m²



◆H23年9月洪水後(ケース2)

対策区間露岩面積42,375m²



1、2工区区間(KP159.2-KP161.4)

現況河道

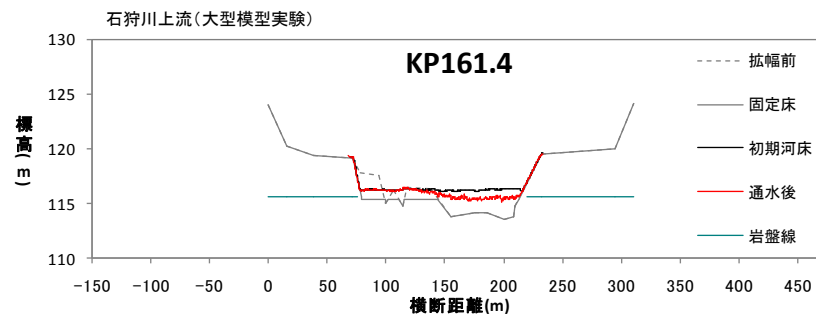
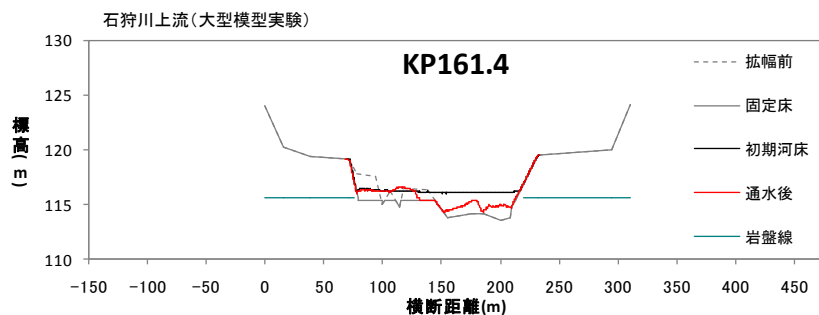
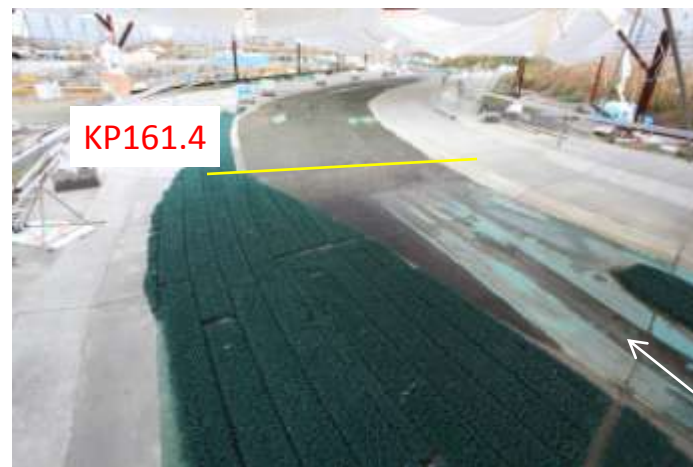
段階施工による実験結果比較

- すり付け部(KP161.4)に巨礫35%を敷設したケース2では対策の効果により覆礫砂の流出を抑制していると考えられる

◆H24融雪出水後(ケース1)



◆H24融雪出水後(ケース2)



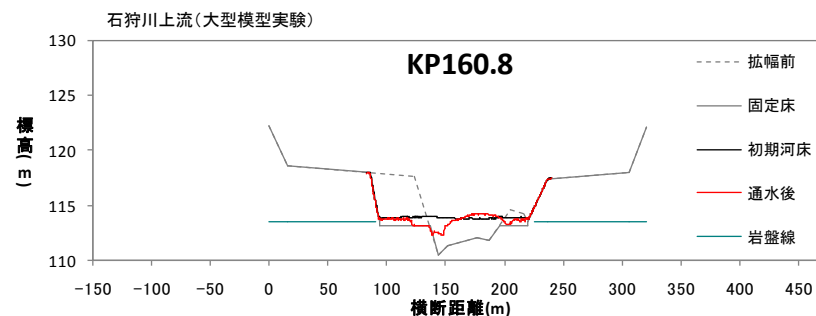
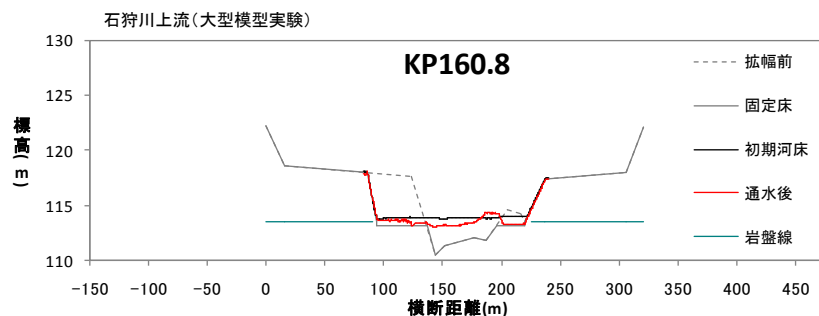
段階施工による実験結果比較

➤ ケース2のほうが露岩面積は少なく低水路中央に砂州が形成された

◆H24融雪出水後(ケース1)



◆H24融雪出水後(ケース2)



段階施工による効果確認実験のまとめ

➤ 段階施工による効果確認実験の結果を以下に整理した

流量規模	ケース1	ケース2
H24融雪出水	- 巨礫を敷設した箇所では河岸際の露岩は抑制された - 秋月橋下流部で河心側の連続した露岩が確認された	- 巨礫を敷設した箇所では河岸際の露岩は抑制された - 秋月橋下流部で河心側の連続した露岩が確認された - 段階施工のすり付け部(KP161.4)では巨礫の効果によって露岩が抑制された
渇水流量	- 渇水期には水深0.5m以上の水みちが確保された - 渇水時に乾燥する露岩箇所が確認された	- 渇水期には水深0.5m以上の水みちが確保された - 渇水時に乾燥する露岩箇所が確認された
洪水	- 極端な洗掘・堆積箇所はない - 対策区間では現況の滯筋までは洗掘しない - 巨礫が一部流失し河岸際が連続して露岩した	- 極端な洗掘・堆積箇所はない - 対策区間では現況の滯筋までは洗掘しない - すり付け部の巨礫は低水路中央部で流失し露岩した

来年度の実験計画（案）

河床低下対策工の目標について

➤ これまでの検討及び実験結果より想定される、実現可能性の高い河床低下対策工に対する実験計画を策定する

1. 河床低下対策の当初の目標は、河床低下が始まる前の昭和50年代の河床高まで復元するというものであったが、様々な対策案のシミュレーション結果から現状河床高の維持が現実的であるとの結論に達した。
2. 最適案として選定した「河道拡幅＋覆礫」案により大型模型実験を行い、「現状河床高の維持」が可能か確認したところ、部分的に露岩が発生する結果となった。
3. 現在の実験は、「覆礫厚の薄い箇所が発生する露岩をいかに最小限にとどめるか」ということを目標としており、「完全な礫床河川の復元」は現状では困難との認識の基に立っている。
4. この際、露岩してしまう箇所が「将来的に縦断的に大きく拡大しないか」「洪水時に危険な状況を招かないか」等に留意する必要がある。
5. よって今後の実験では、「連続する露岩の抑制方法」「水衝部での露岩対策」について確認することが重要となる。
6. 実験案の策定に当たっては「河道の平面形状により発生しやすい露岩」「河道の横断形状により発生しやすい露岩」など、過去から現在までの河道形状の変遷なども分析して、「対策工施工後の河道の応答」を考慮した案を作成する必要がある。

来年度の実験計画(案)について

➤ 今年度から工事を開始しているが、現地モニタリングとあわせて、対策工の影響等細部への対応について検討する予定である。

1. 河心側で連続する露岩が発生する可能性があることを踏まえ、連続露岩を分断する対応策を検討する。対応策としては、巨礫を35%混合した覆礫材料を連続露岩箇所敷設、および、連続露岩箇所の岩盤を掘削する案を考えている
2. また、対策工完成後の渇水期を想定し、魚が行き来出来る程度の水みちが確保されるかなどについて検討をする
3. さらに、工事を下流から段階的に実施するため、対策工完成途中段階における河床低下抑制効果や洪水が対策工に与える影響などについて検討する

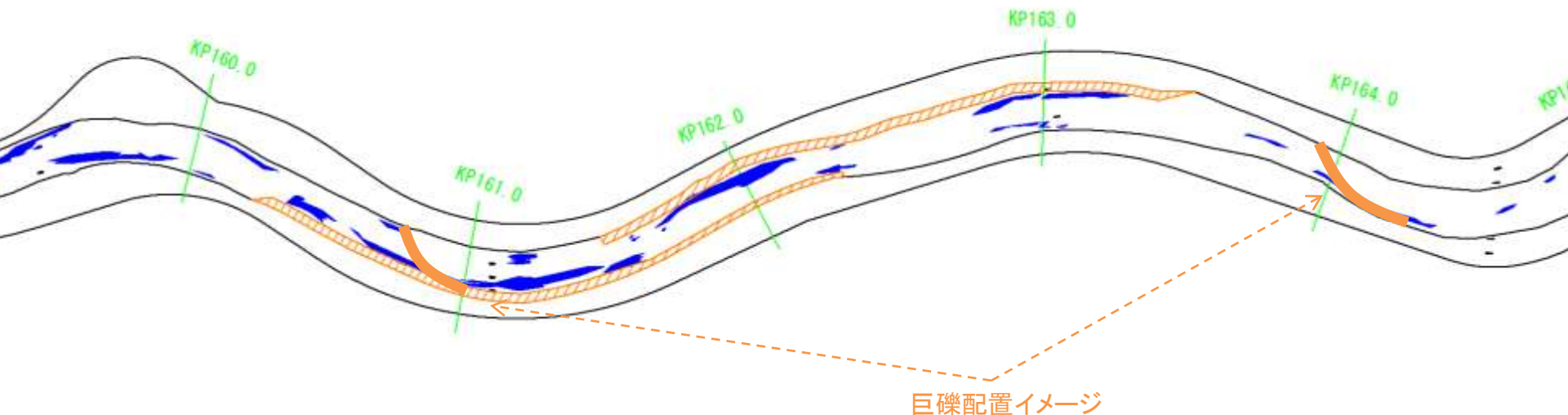
実験項目	実験の目的	確認事項	外力
1. 連続露岩対策選定実験	露岩箇所の対応策をどうするか？ (覆礫配置形状および岩掘削高の設定：4パターン程度)	露岩が連続するか？ 流砂があるか？	平均年最大流量＋H23年洪水 (概ね30年間後を想定)
2. 対策工完成後の効果確認実験	対策工完成後の渇水期を想定し水みちが確保されるのか？ 洪水時に安全なのか？	・渇水期に水が流れているか？その時の流況は？ ・既設構造物、対策工周辺に対して安全であるか？	平均年最大流量＋渇水流量＋H23年洪水などの組み合わせ (概ね30年間後を想定)
3. 段階施工による効果確認実験	対策工完成途中段階における対策効果や洪水が対策工に与える影響は？ (1、2工区範囲)	・施工上流端と現況河道とのすり付け部の状況は？ ・既設構造物、対策工周辺に対して安全であるか？	融雪出水＋渇水流量＋H23洪水などの組み合わせ (1年のサイクルを想定)

1. 連続露岩対策工の配置 (案)

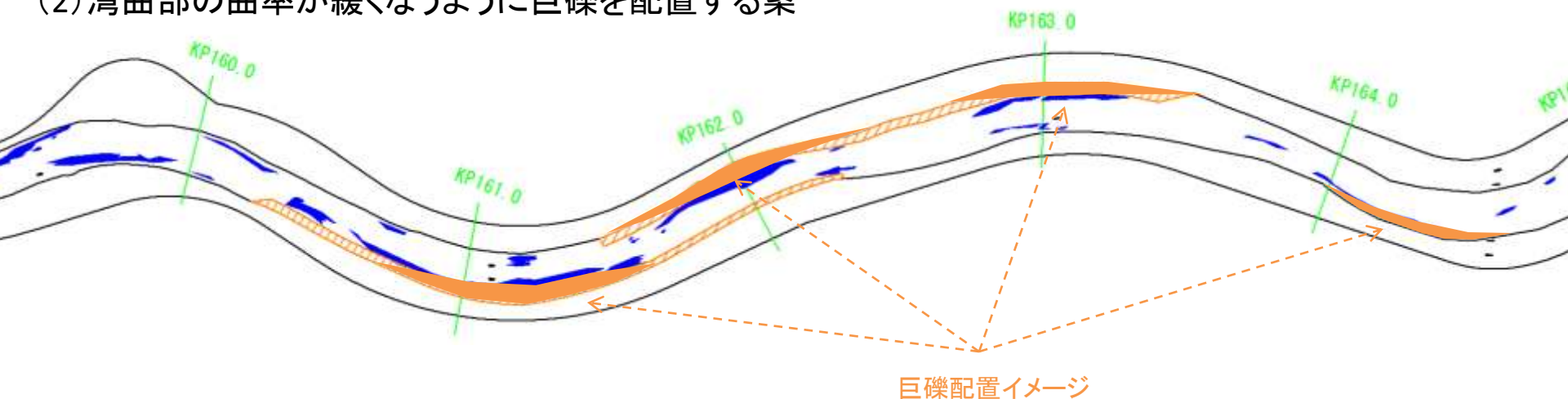
- 連続する露岩を分断することを目的に対策工を配置し効果を確認します。
- ワーキングのご意見を参考に連続露岩対策の配置形状を設定し実験に反映する予定です



(1) 砂州の前縁線に沿って河道を横断するように巨礫を配置する案(次頁航空写真参照)



(2) 湾曲部の曲率が緩くなうように巨礫を配置する案



参考：航空写真

- 樹林化する前の砂州の前縁線は対策区間で5箇所確認できる
- このうち連続する露岩が顕著に見られ湾曲がきついKP161付近とKP164付近の2箇所に巨礫を設置する条件で実験を行う予定です。

H6年撮影(1994)



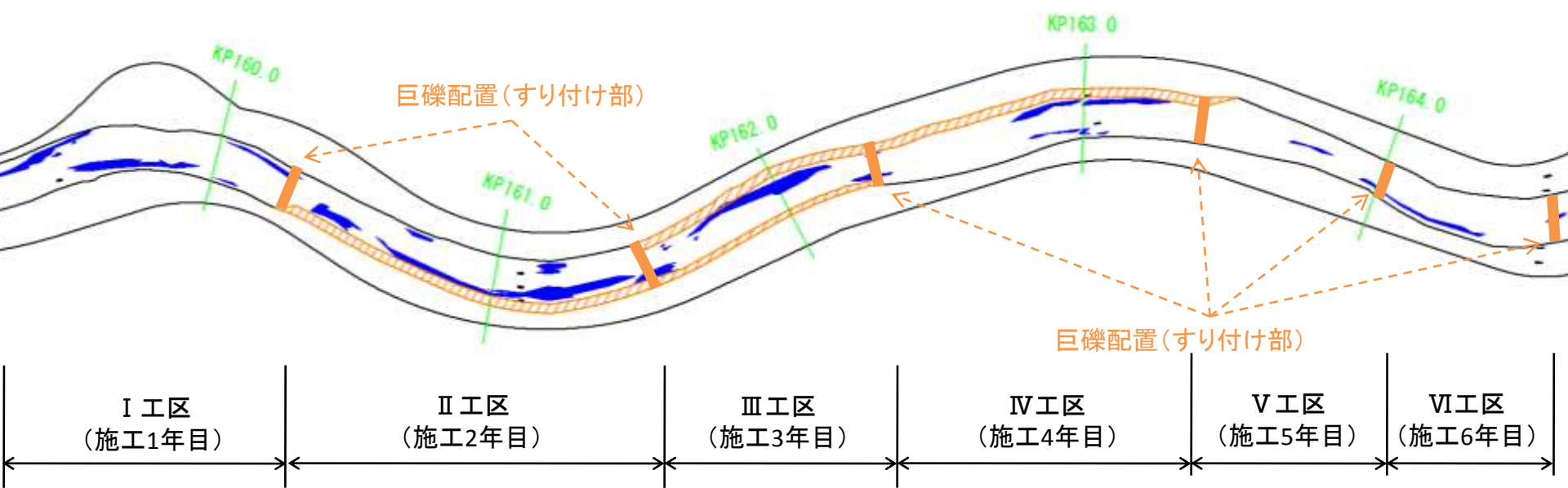
S60年撮影(1985)



—— 砂州前縁線(実験条件)
- - - 砂州前縁線

(3) 各工区のすり付け部に横断的に巨礫を配置する案

- 露岩箇所(本実験)
- 河岸際巨礫範囲

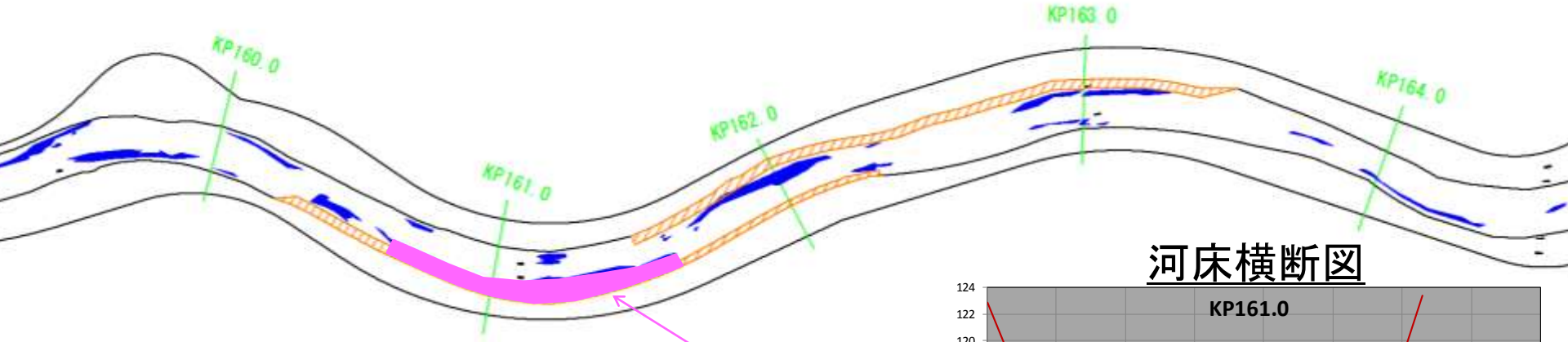


【参考】
平成24年度に検討していた帯工案の設置位置

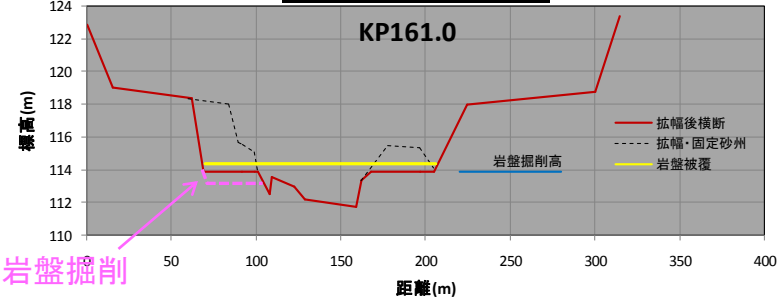


(4)連続露岩が予測される箇所の岩盤を掘削する案

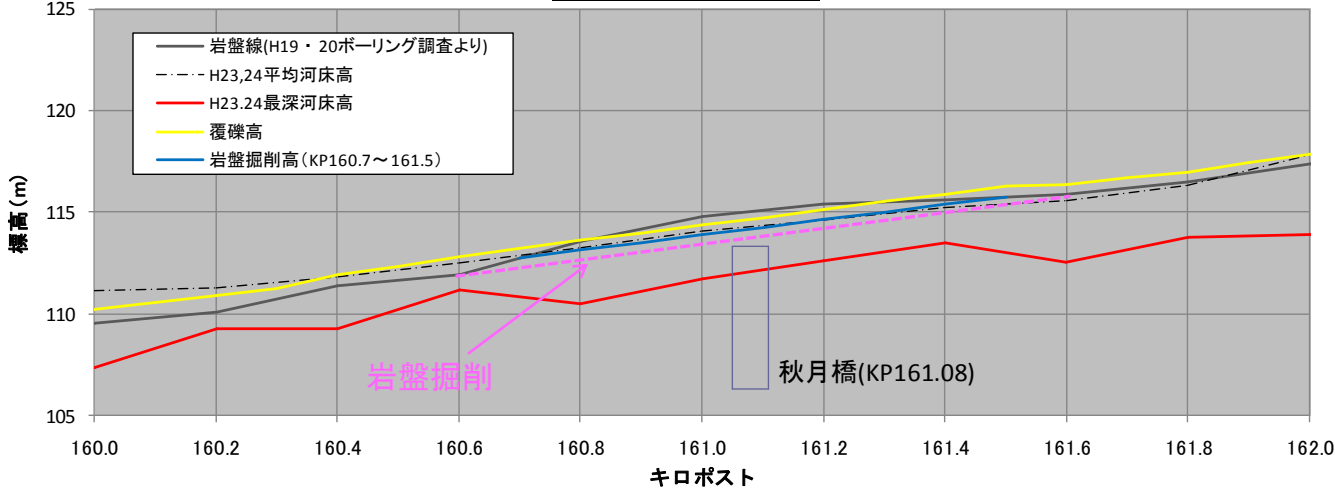
- 露岩箇所(本実験)
- 河岸際巨礫範囲



河床横断面図



河床縦断面図



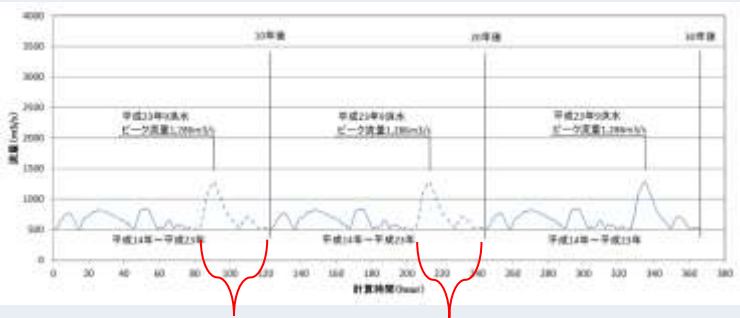
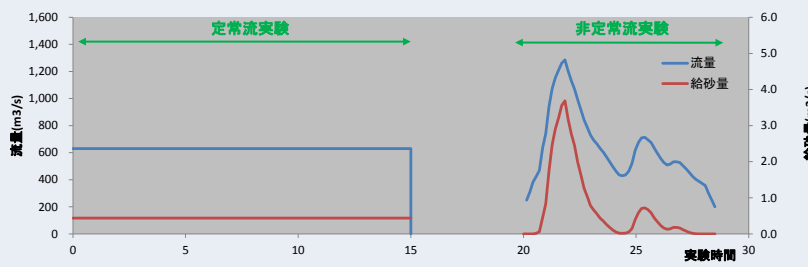
※岩盤高が滑らかにすり付く高さ程度で岩掘削する

河岸際に巨礫を配置した場合のシミュレーション結果

シミュレーションと実験の条件について

- 巨礫を配置した実験結果（H26「本実験」）と2次元河床変動計算によるシミュレーション結果を比較する
- シミュレーションと実験では以下の条件の違いがある

シミュレーションの条件と実験条件の比較表

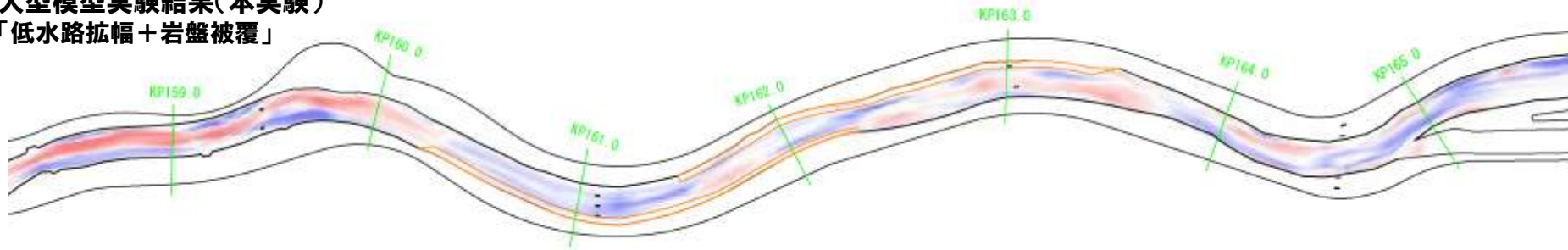
条件項目	シミュレーションの条件	実験の条件 (H26「本実験」)
流量(旭橋)	500m3/s以上の実績流量 (H14～H23の10年間を3回、H23.9洪水は1回のみ与える)	平均年最大流量 (Q=630m3/s、S53～H19の平均) 15時間 ＋ H23.9洪水ハイドロ
初期横断形状	低水路拡幅＋岩盤被覆(＋50cm) 河岸際に巨礫を配置	低水路拡幅＋岩盤被覆(＋50cm) 河岸際に巨礫を配置
岩盤洗掘	岩盤洗掘量考慮	考慮できない(モルタル床)
使用したハイドログラフ		

1 回目と 2 回目のH23.9出水は省く

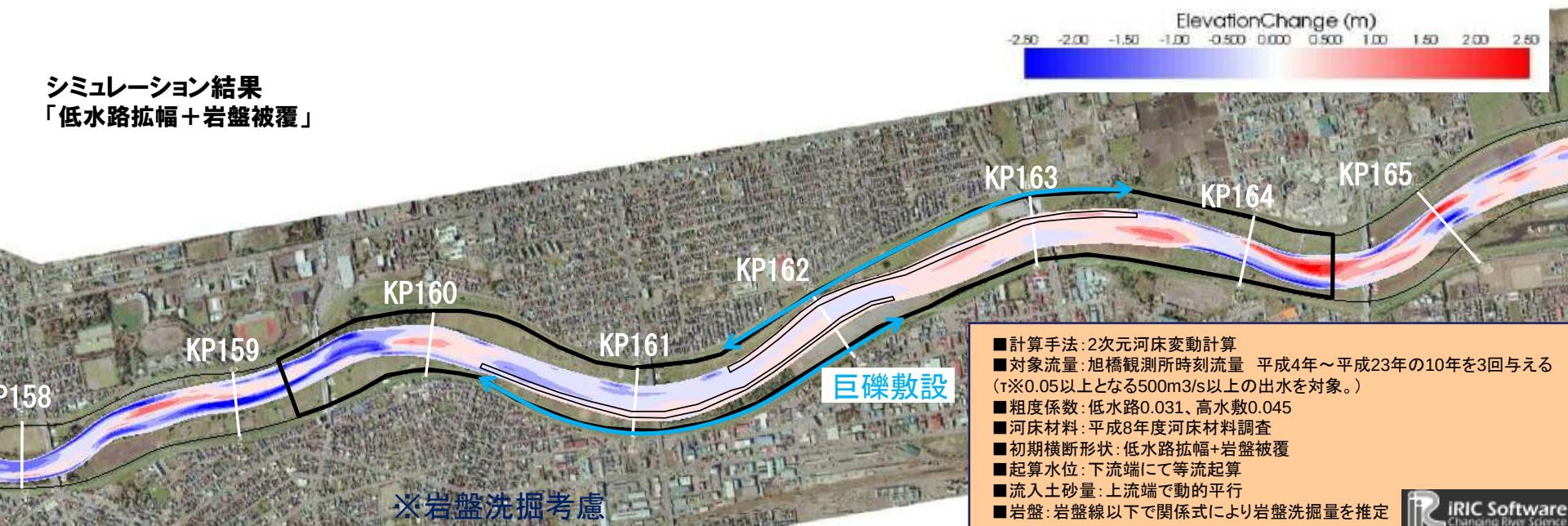
初期河床からの変化高の比較

- 大型模型実験・シミュレーションいずれも同様の変化高傾向を示している
- シミュレーションにおいても巨礫敷設範囲の洗掘を抑えることが可能な結果が得られた

大型模型実験結果(本実験) 「低水路拡幅+岩盤被覆」



シミュレーション結果 「低水路拡幅+岩盤被覆」

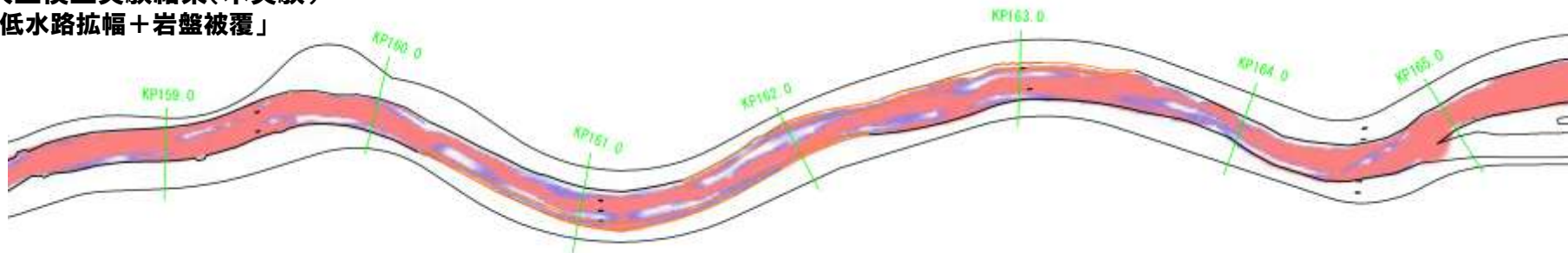


- 計算手法: 2次元河床変動計算
- 対象流量: 旭橋観測所時刻流量 平成4年~平成23年の10年を3回与える ($\tau \geq 0.05$ 以上となる500m³/s以上の出水を対象。)
- 粗度係数: 低水路0.031、高水路0.045
- 河床材料: 平成8年度河床材料調査
- 初期横断形状: 低水路拡幅+岩盤被覆
- 起算水位: 下流端にて等流起算
- 流入土砂量: 上流端で動的平行
- 岩盤: 岩盤線以下で関係式により岩盤洗掘量を推定

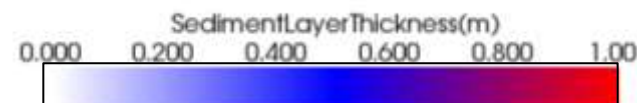
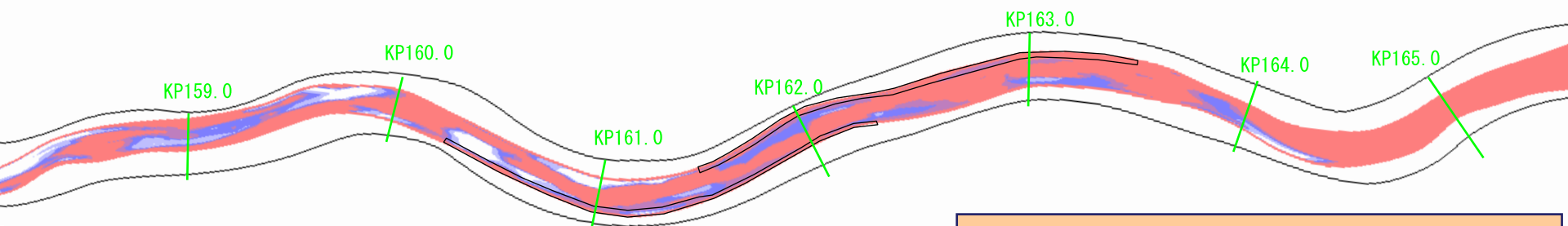
岩盤上の砂礫厚の比較

➤ 大型模型実験・シミュレーションいずれも同様の砂礫厚の傾向を示している

大型模型実験結果(本実験) 「低水路拡幅+岩盤被覆」



シミュレーション結果 「低水路拡幅+岩盤被覆」



※岩盤洗掘考慮

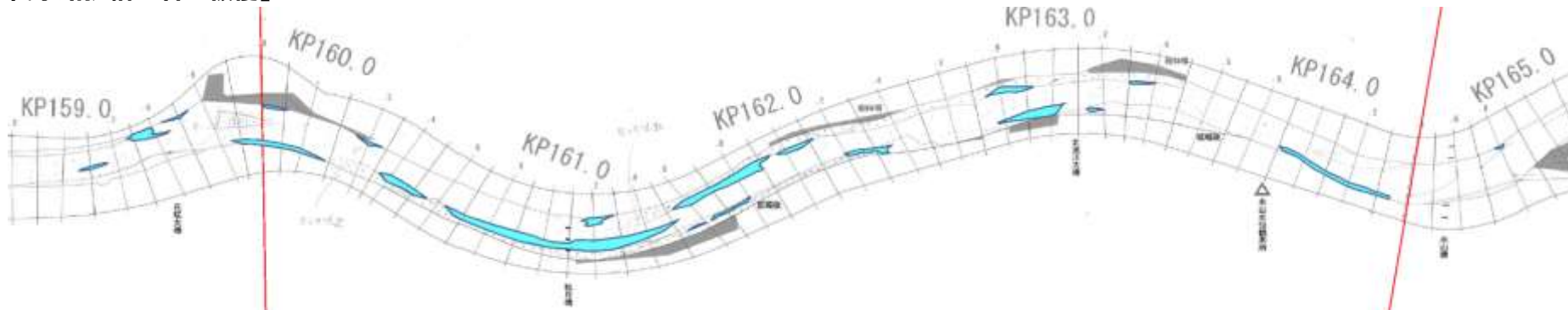
- 計算手法: 2次元河床変動計算
- 対象流量: 旭橋観測所時刻流量 平成4年～平成23年の10年を3回与える ($\tau \geq 0.05$ 以上となる500m³/s以上の出水を対象。)
- 粗度係数: 低水路0.031、高水敷0.045
- 河床材料: 平成8年度河床材料調査
- 初期横断形状: 低水路拡幅+岩盤被覆
- 起算水位: 下流端にて等流起算
- 流入土砂量: 上流端で動的平行
- 岩盤: 岩盤線以下で関係式により岩盤洗掘量を推定

岩盤露出箇所の比較

- 大型模型実験と比較するとシミュレーションの露岩範囲が少ないが、大型模型実験で露岩している箇所をシミュレーションにおいても示していることが確認できた

大型模型実験結果(本実験)

「低水路拡幅+岩盤被覆」



シミュレーション結果

「低水路拡幅+岩盤被覆」

