

令和5年8月22日
建設・水道常任委員会資料
建設総括室

第2回天ヶ瀬ダム放流調査委員会の報告について

国土交通省近畿地方整備局淀川ダム統合管理事務所において、令和5年7月26日に第2回天ヶ瀬ダム放流調査委員会が開催されましたので、その内容について報告します。

天ヶ瀬ダム放流調査委員会 (第 2 回)

議 事 次 第

日 時：令和5年7月26日（水） 13：30～15：30
場 所：宇治市生涯学習センター 第2ホール

1. 開会挨拶

2. 議 事

① 第1回委員会の会議内容

② 被災原因の究明

③ 対策工事の選定

④ 放流方法の検証

⑤ 今後について

3. 閉会挨拶

第2回 天ヶ瀬ダム放流調査委員会

出席者一覧

(委員長)

中川 一 京都大学名誉教授

(委員)

櫻井 寿之 国土技術政策総合研究所
河川研究部 大規模河川構造物研究室長 (WEB参加)

瀬崎 智之 国土技術政策総合研究所
河川研究部 河川研究室長

水草 浩一 国立研究開発法人土木研究所
河道保全研究グループ水工チーム 上席研究員

(オブザーバー)

小長井 彰祐 京都府 建設交通部理事
野田 寿宏 京都府 河川課 主幹

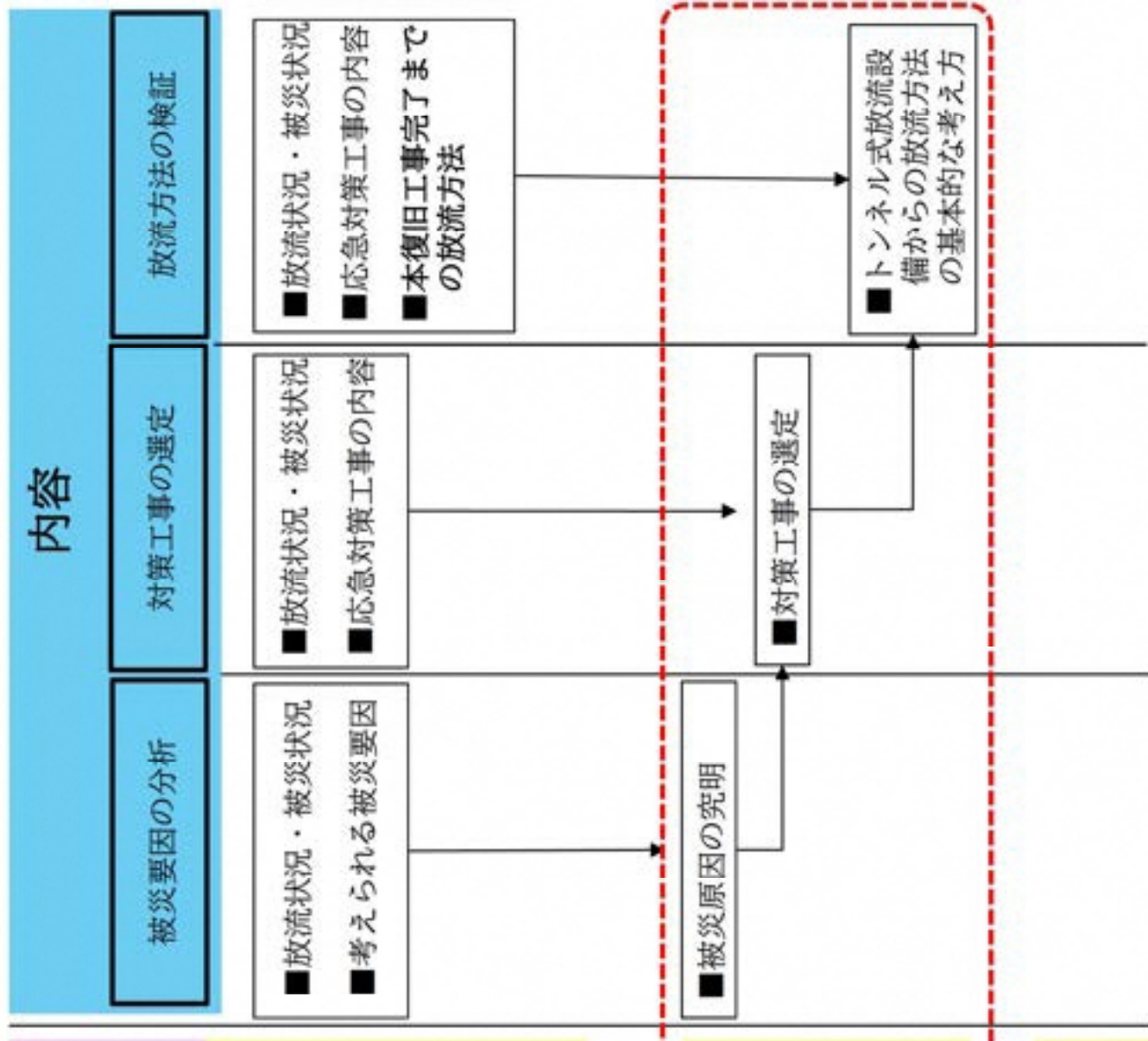
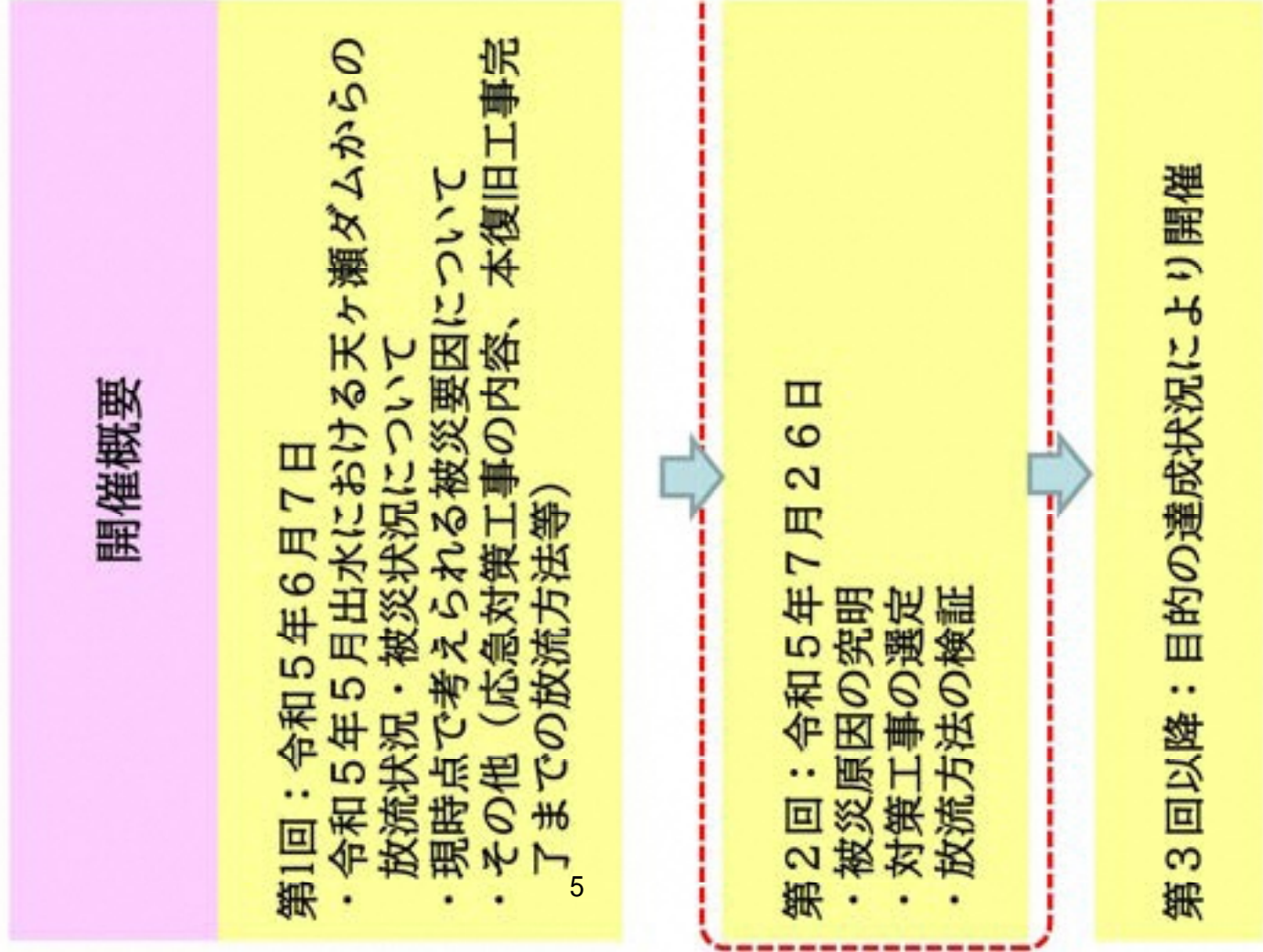
伊藤 樹 宇治市 理事(兼)建設総括室長

第2回 天ヶ瀬ダム放流調査委員会

国土交通省 近畿地方整備局
淀川ダム統合管理事務所

令和5年7月26日

1. 第1回委員会の会議内容



第1回委員会の概要

- 令和5年5月の降雨の状況・ダム操作の状況
 - ・ 天ヶ瀬ダム再開発事業の概要 ・ 令和5年5月出水の降雨の状況
 - ・ 令和5年5月出水のダム操作の状況
- 被災状況
 - ・ 天ヶ瀬ダムからの放流後に次の3箇所⁶の被災状況が確認された。
 - ①関電道路法面崩落 ②白虹橋付近右岸の河岸洗掘 ③祠付近の着水
- 現時点で考えられる被災要因
 - ・ 3箇所⁶の被災に対し、現時点で考えられる被災要因は以下のとおり。
 - ① 道路法面崩落については、「トンネル式放流設備の放流水の打ち上げが生じたこと」と想定される。
 - ② 白虹橋付近右岸の河岸洗掘については、経年的な侵食に加え、「トンネル式放流設備の放流水による洗掘」と想定される。
 - ③ 祠付近の着水については、「祠前面の階段におけるトンネル式放流設備の放流水の駆け上がり」と想定される。
- トンネル式放流設備の機能確認
 - ・ 減勢工の効果が確認され、減勢工の構造に問題はないことが確認された。
- その他
 - ・ 応急対策工事の状況
 - ・ 本復旧工事了りまでの天ヶ瀬ダムからの放流方法
- 第2回委員会について
 - ・ 第2回委員会は7月を予定し、「被災原因の究明」「対策工事の選定」「放流方法の検証」について更に議論を進める。

2. 被災原因の究明

(1) 被災要因の振り返り（第1回委員会資料の再掲）

- ① 道路法面の崩落 ⇒ (要因) トンネル式放流設備の放流水の打ち上げが生じたこと
- ② 白虹橋付近右岸の河岸洗掘 ⇒ (要因) トンネル式放流設備の放流水による洗掘
- ③ 祠付近の着水 ⇒ (要因) 祠前面の階段におけるトンネル式放流設備の放流水の駆け上がり

(2) 水理模型実験（H28）の目的と概要

(3) 減勢効果の確認（水理模型実験（H28）の減勢池内と実際の流況との比較）

④ トンネル式放流設備からの放流による打ち上げの発生要因の考察

- (4)-1. 水理模型実験（H28）と実際の流況などの比較
⇒ 実際と一番近い検討ケース（トンネル式放流量694m³/s, ダム放流量0m³/s）で確認。
- (4)-2. 水理模型実験と実際の打ち上げ水位の比較
- (4)-3. 放流の打ち上げが発生した要因の考察

(5) 被災原因の究明

- (5)-1. 道路法面の崩落時刻の推察
- (5)-2. 道路法面の崩落時刻と放流状況
- (5)-3. 被災メカニズム（道路法面の崩落、白虹橋付近下部・祠付近）

(6) 今回の事象を受けて、トンネル式放流設備からの放流とダム側流量の考察

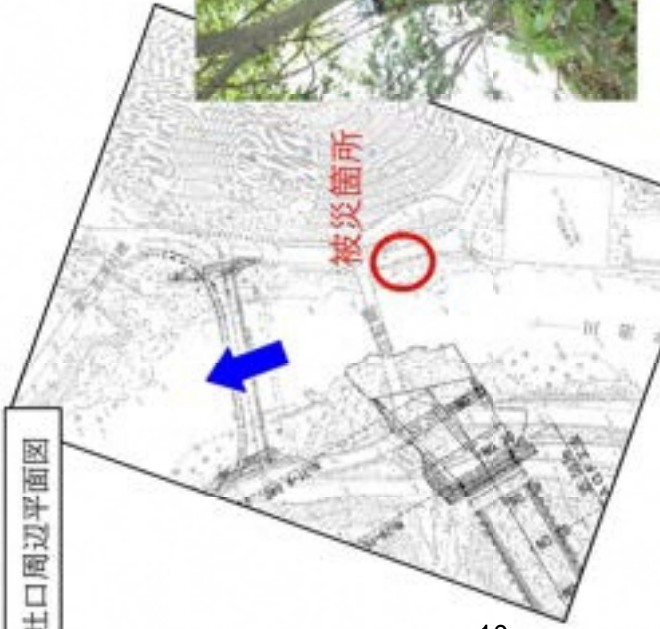
(1)被災要因の振り返り

(1)道路法面の崩落【再掲（第1回委員会資料）】

○トンネル吐口の対岸は、盛土に石積擁壁が設けられた構造。

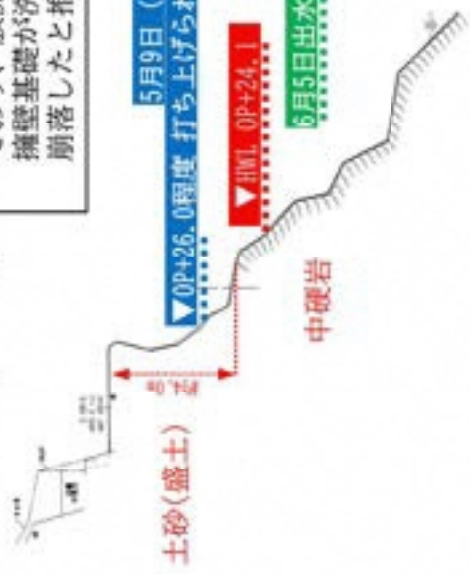
○トンネル式放流設備からの放流による打上げのため、擁壁の基礎が洗掘され崩落したと推察。

吐口周辺平面図



石積擁壁
(被災前)

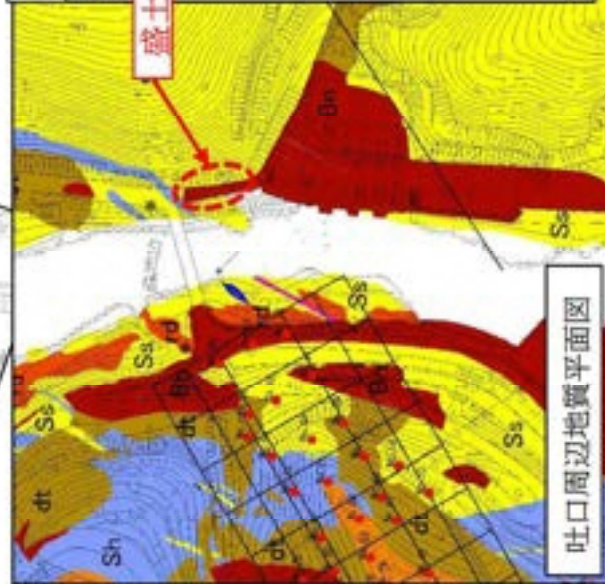
横断面(イメージ図)



【推察】

石積擁壁は、盛土上に設けられており、放流水の打上げにより擁壁基礎が洗掘されて擁壁が崩落したと推察。

5月9日 (トンネル約600m³/s)
 ▼OP+26.0程度 打ち上げられた水の到達した高さ
 ▼HWL OP+24.1
 6月5日出水 コンジットゲート (約600m³/s)
 目視による確認



吐口周辺地質平面図

地質構成表

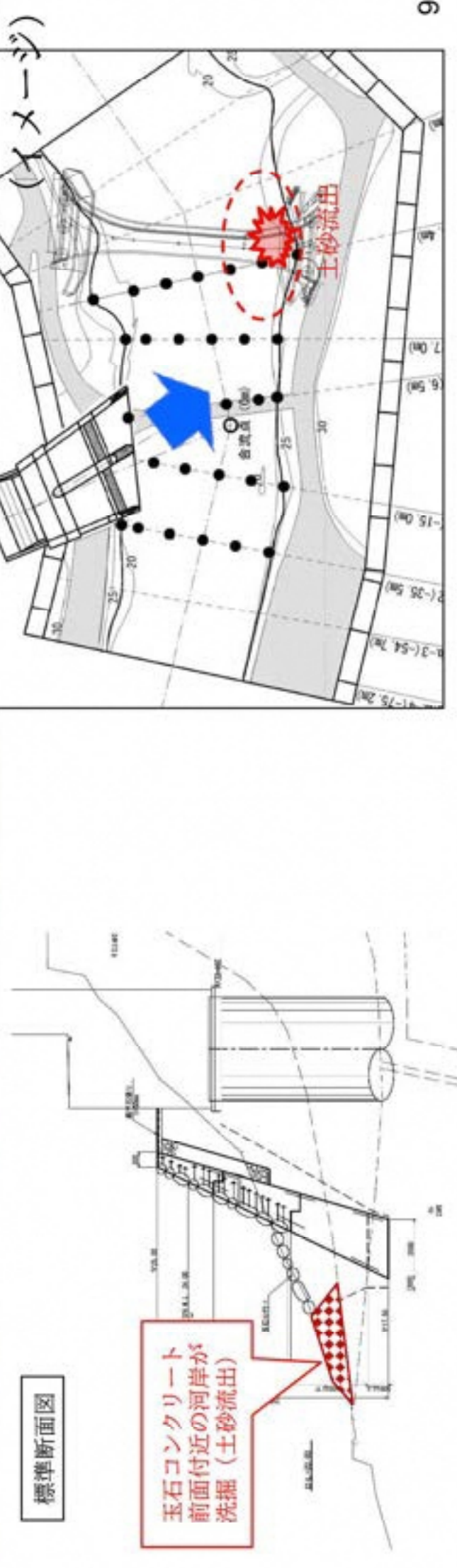
地質時代	地質名	記号	説明
新 第三紀	礫土	dt	調査域内の基岩等に基土された礫土及び礫層。礫層等の土水理特性と地質的土砂よりなる。
	洪積堆積物	dt	調査域内の洪積や礫砂層に分別し、礫砂に二分する。調査域内礫土による洪積の土砂よりなる。基岩を包囲するものは盛土質であるが、礫砂層のものには調査域外からのもの。
	河床堆積物	rd	平野部の河床に分布し、基岩地層の礫層・砂層を主体とする。河床を構成する、礫層の砂層・礫層を主体とする。
生 成	沖積堆積物	cl	丘陵(SA)に山頂部を形成して分布し、河床を含む河床部の堆積物を主体とする。
	段丘堆積物	tr	平野部の段丘に平地部を形成して分布する。基岩の必要量よりなる。
代 表	河床堆積物 (高位段丘)	trh	調査域内の段丘(高位段丘)に分布する。河床を多く含む。シルトを主体とする。河床は段丘であり、砂層・泥層・シルト層よりなる。調査域内からの調査対象とはならない。



トンネル式放流設備からの放流による打上げ状況
 (5月9日8時45分頃撮影 約600m³/s)

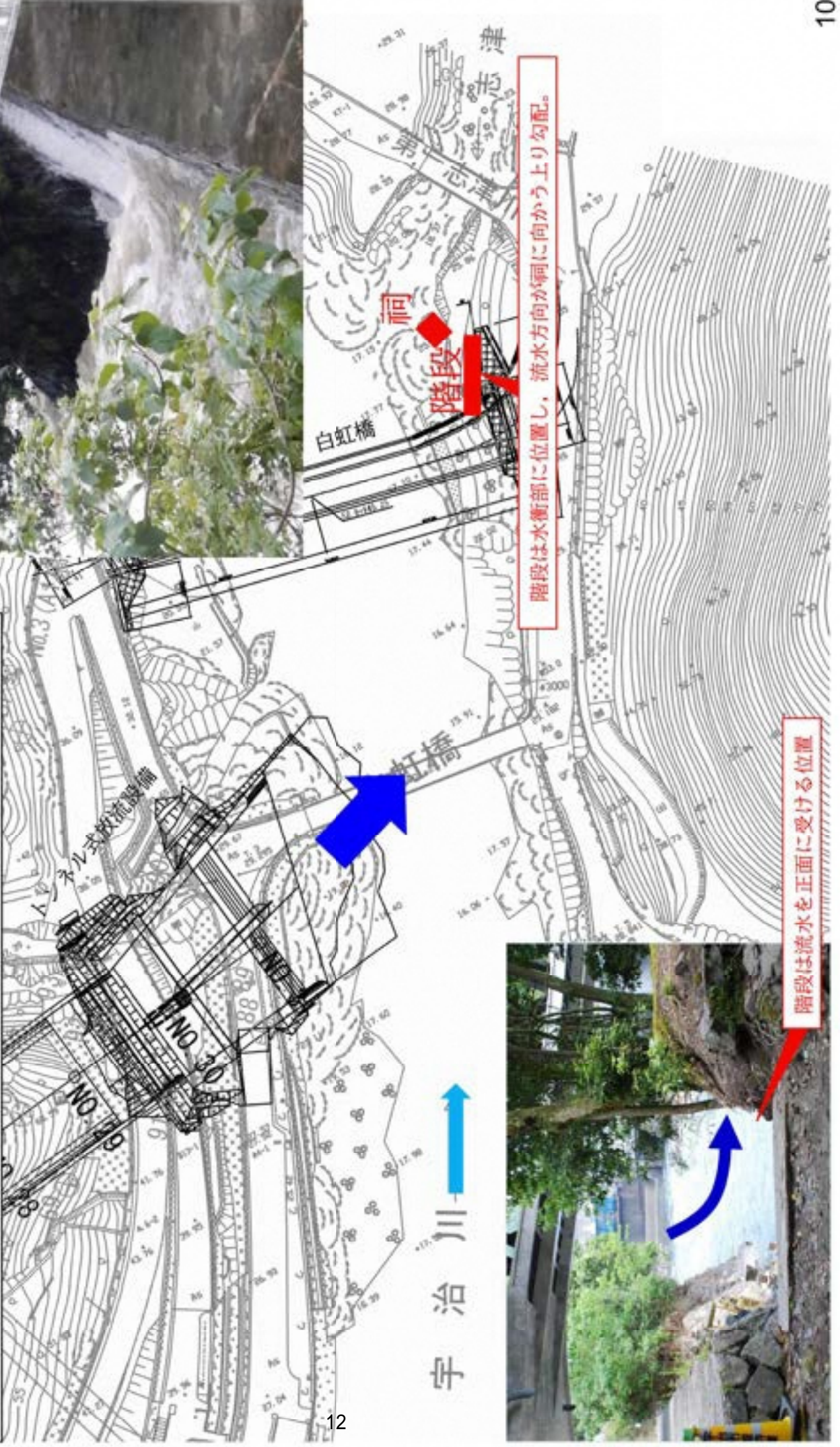
(1) 白虹橋付近下部（右岸）の河岸洗掘【再掲（第1回委員会資料）】

○施工時には根固め部に埋戻し後に捨石がされていたが、トンネル式放流設備からの放流により、玉石コンクリート前面付近の河岸が洗掘（土砂流出）したと推察。



【再掲（第1回委員会資料）】(1) 祠付近の着水

○トンネル式放流設備からの放流が階段を駆け上がったことにより、祠が着水したと想定。



(2) 水理模型実験 (H28) の目的と概要

水理模型実験の主な目的

- ① トンネル式放流設備（ゲート室部・減勢池部・吐口部）の最適な設計形状の策定。
- ② 減勢池内の流況、水面形の調査。
- ③ 下流河道の流況、水面形、流速の調査。

など

模型実験の概要

✓ 縮尺 1/40

✓ 模型構造

- (1) トンネル洪水吐き模型（導流部～吐口部）
導流部・整流部・ゲート室部・減勢池部は、
透明アクリル製とし、吐口部の模型は主に木材で製作。

(2) 下流河道

河道は横断形状をベニヤ製の横断版で再現し、中込土砂で粗整形した上にモルタル整形して製作。



主な実験ケースと結果

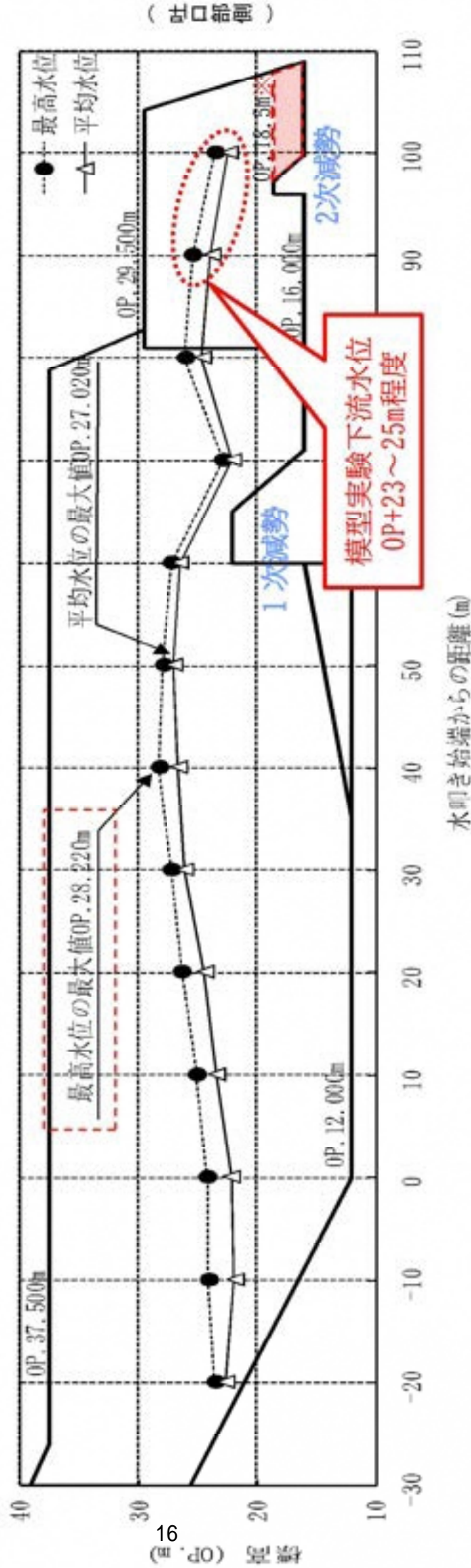
- 減勢池内や下流河道への水理特性を把握するため、複数のケースで水理模型実験を実施。
- トンネル放流量とダム側流量の合計が、洪水調節時の放流量 1,140m³/sになるケースや後期放流量1,500m³/sになるケースなど、合計 8ケースを実施。さらに、トンネル単独放流による下流河道への流況などを調査するため、3ケースを実施。
- いずれのケースにおいても対岸部に与える影響は小さいとの結果。

(3) 減勢効果の確認

(3) 水理模型実験 (H28) 結果 (減勢池)

○水理模型実験における減勢池内の水面形は、「安定した水面形を呈しており、局所的な水位の上昇は観察されず、水面勾配は緩やかで概ね一様な水面形であり、安定した流況である」との結果。

水理模型実験の縦断水位 (トンネル放流694m³/s)



(単位) 縦断

※水理模型実験は水叩き始端からの距離100m～吐口部はOP16.0mで実験しているが、実際の施工はOP18.5mで実施。

(3) 実際の流況（減勢池）

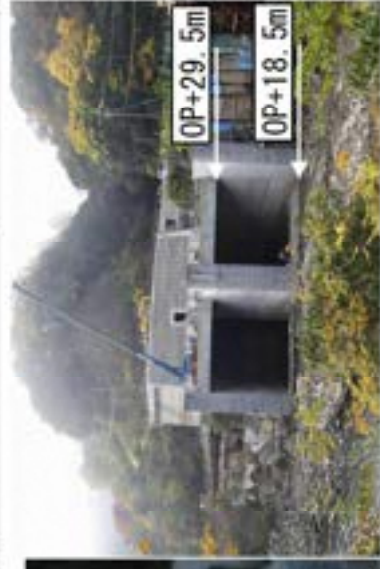
○実際の2次減勢後の水位や減勢池内の流況は、水理模型実験とほぼ同様の結果となっている。

実際の流況（令和5年5月8日19時頃）
トンネル放流量 約600m³/s程度
ダム側放流量 約180m³/s程度

2次減勢後の水位は、OP+23～25m程度※
⇒ 水理模型実験の水位とほぼ同等

減勢池内の状況（約600m³/s）
⇒ 水理模型実験とほぼ同等の脈動※

模型実験最高水位
OP+28.22

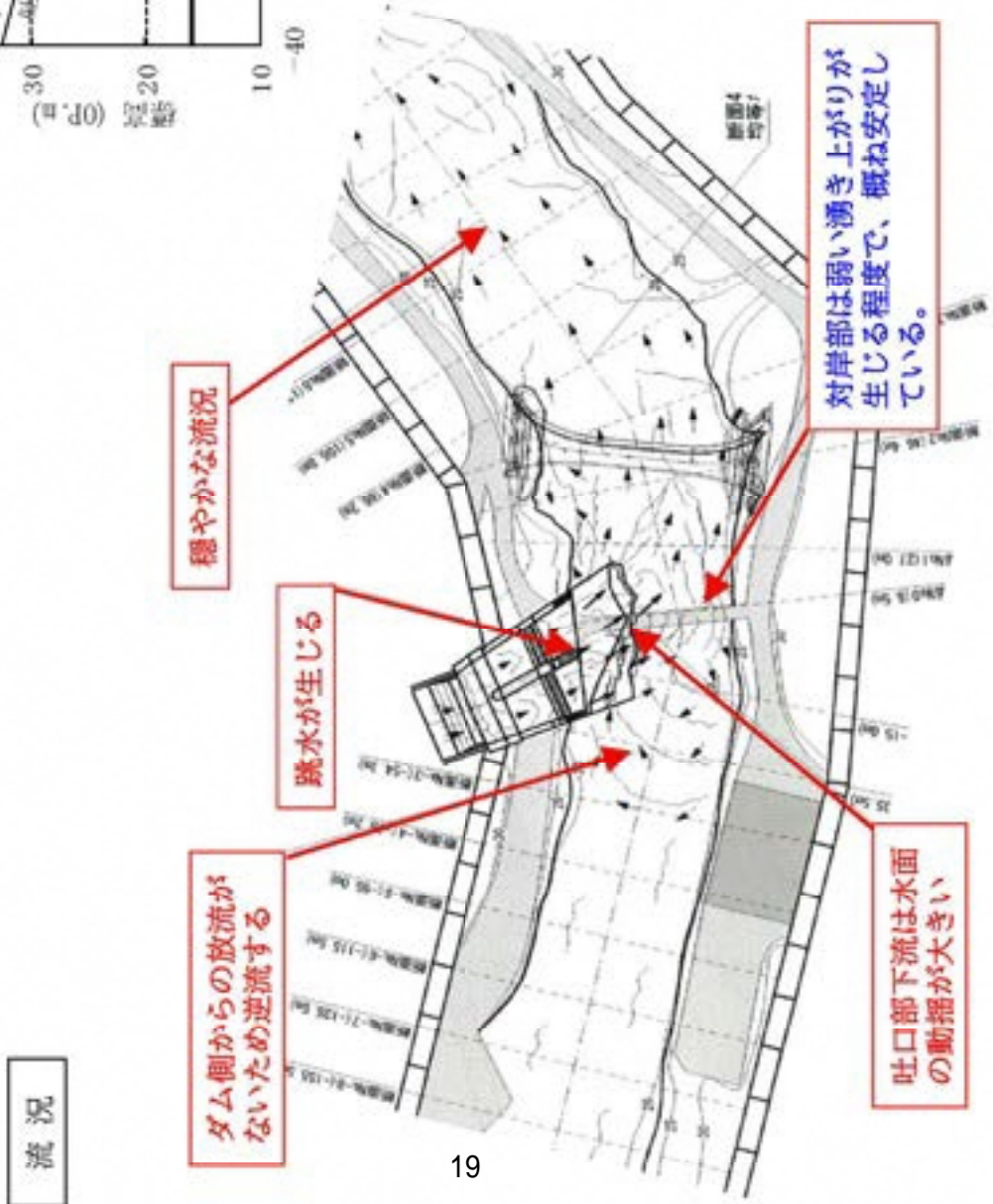
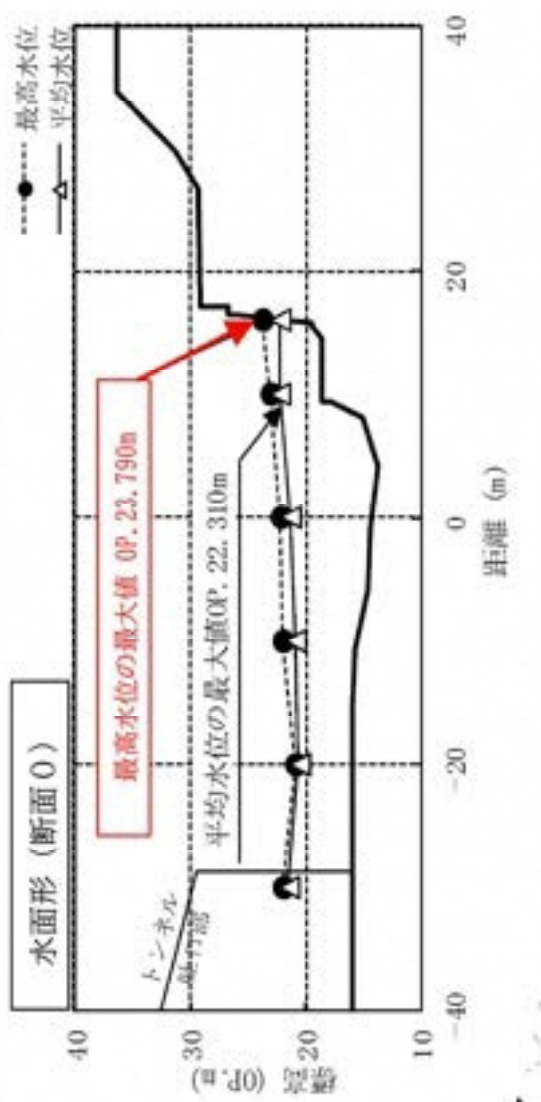


※) 当日の動画から目視確認

(4) トンネル式放流設備からの放流による 打ち上げの発生要因の考察

(4)-1 水理模型実験 (H28) 結果 (下流河道)

トンネル式放流設備694m³/s ダム放流量0m³/s



水理模型実験では、対岸部は弱い湧き上がりが生じる程度であり、最高水位の最大値もOP. 23.790m程度の結果であったが、実際には高い標高までトンネル式放流設備からの放流による打上げが生じた。

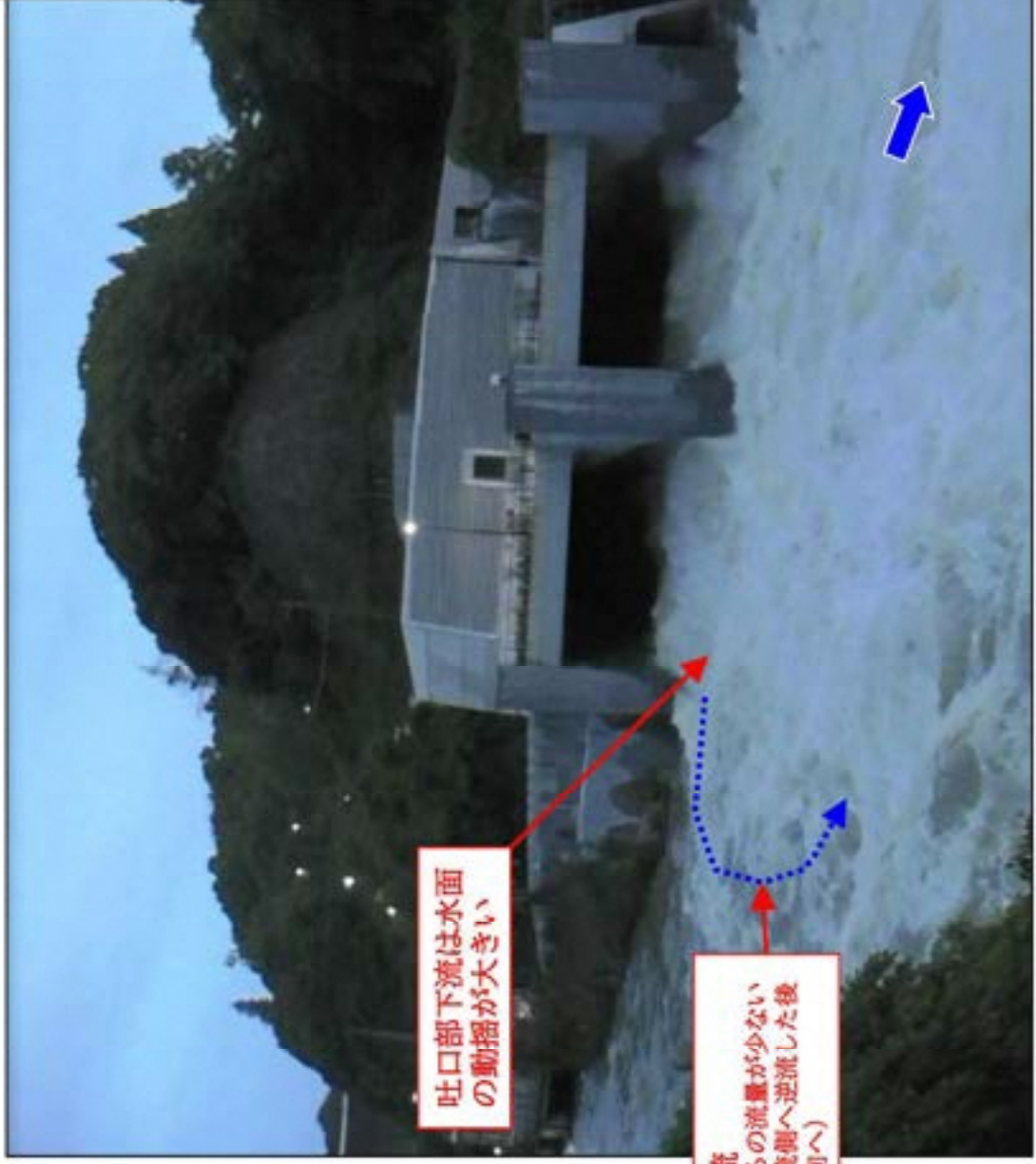
(4)-1 実際の流況（下流河道）

○実際の流況の下流河道でも水理模型実験と比較結果、ほぼ同様の流況となっている。

実際の流況（令和5年5月8日19時頃）
 トンネル放流量 約600m³/s程度
 ダム側放流量 約180m³/s程度



実際の流況（令和5年5月9日9時半頃）
 トンネル放流量 約600m³/s程度
 ダム側放流量 約180m³/s程度

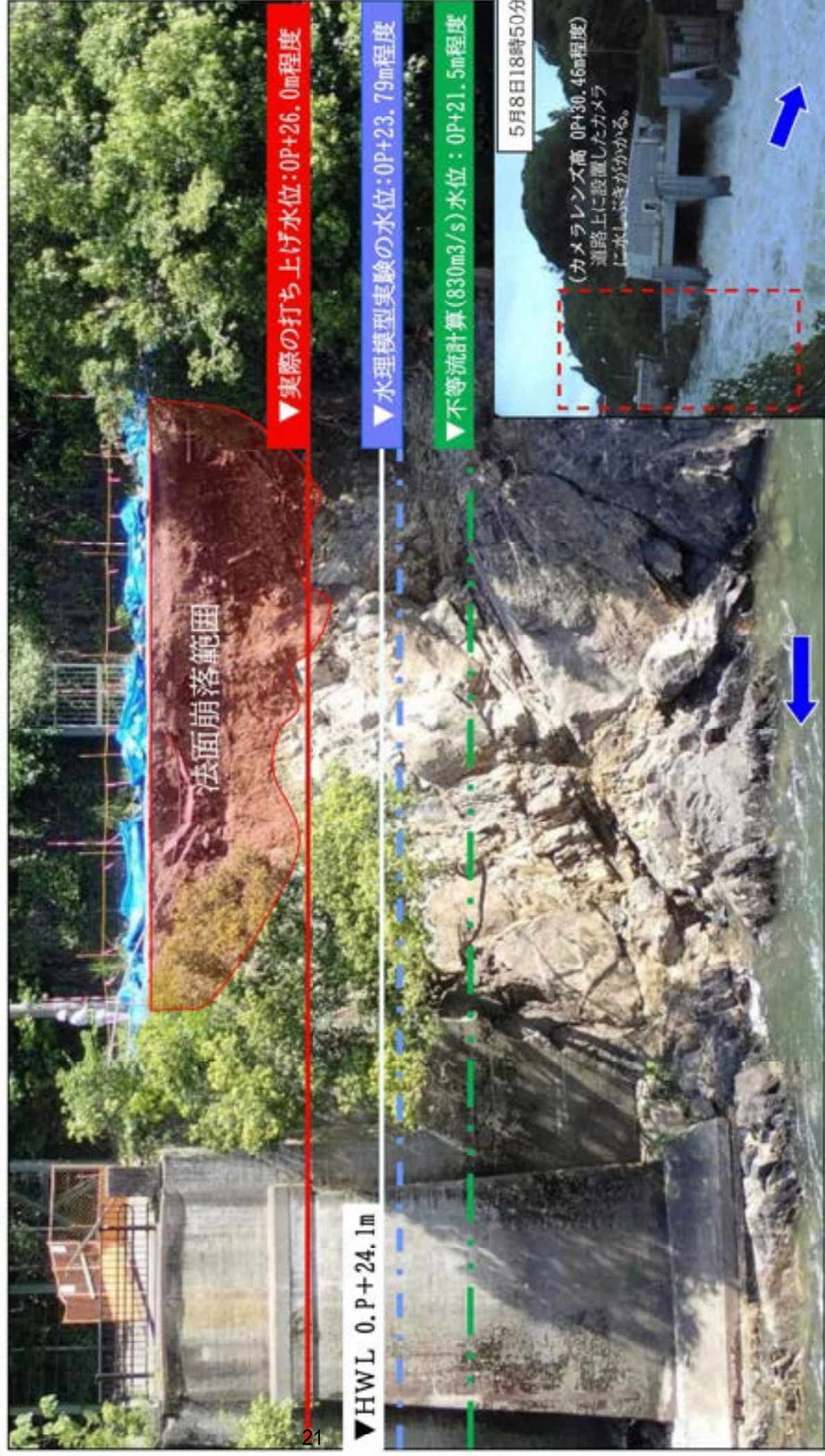


吐口部下流は水面の動揺が大きい

放流の逆流
 （ダム側からの流量が少ないため、上流側へ逆流した後に下流方向へ）

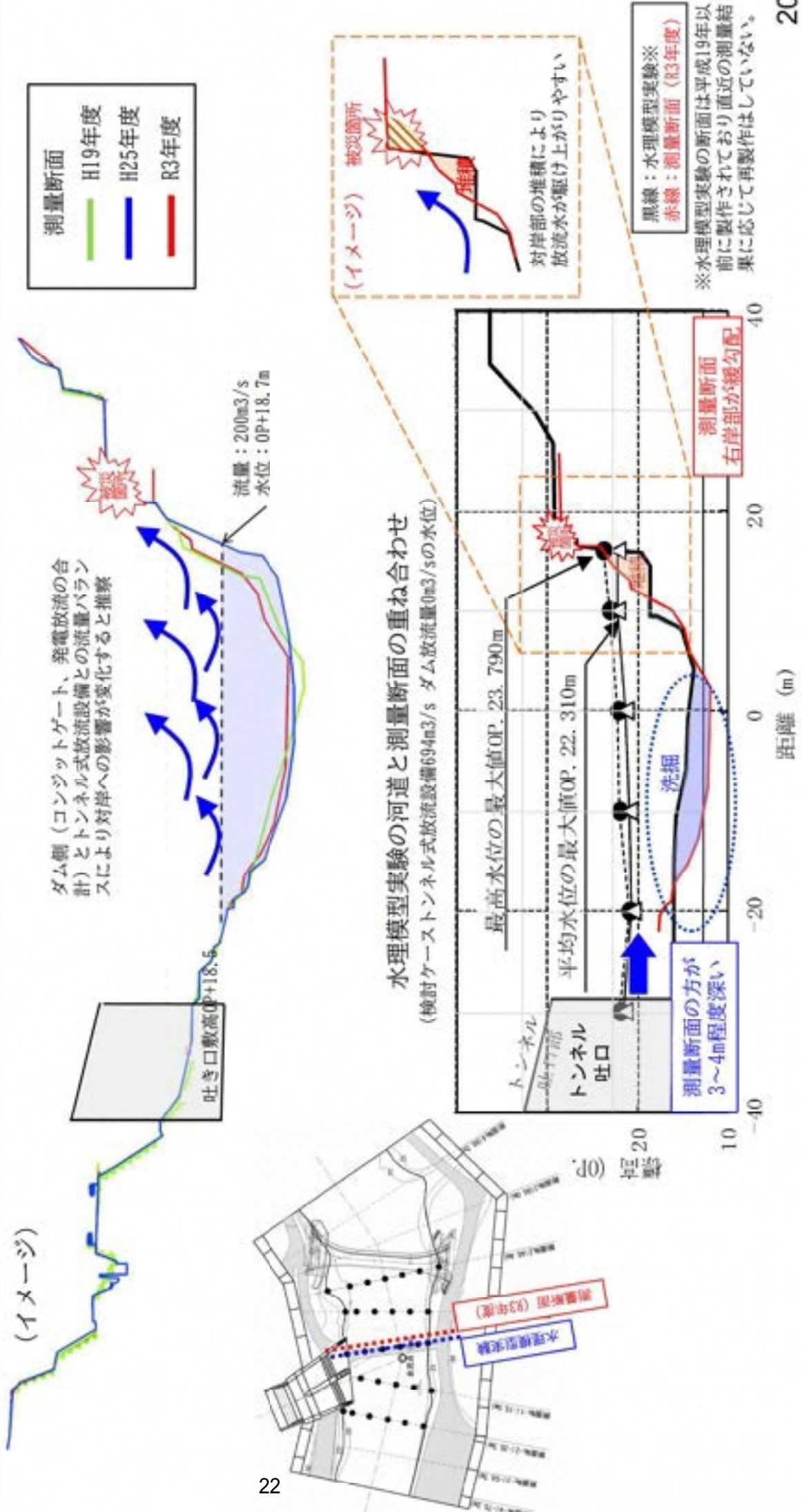
(4)-2 水理模型実験と実際の打ち上げ水位の比較

- 実際には、水理模型実験で再現していた水位より高い標高まで放流による打ち上げが発生。
- トンネル式放流設備からの放流による痕跡水位は、今回の最大放流（830m³/s）の不等流計算水位よりも高く、さらに計画高水位（HWL）よりも高い。



(4)-3 放流の打ち上げが発生した要因の考察

- 測量断面（令和3年度）は、水理模型実験断面の河道と比較して、河床部が3～4m程度深くなっている。
- また、右岸部が堆積しており緩勾配になっている。
- 河床状況や河岸の凹凸、更にはダム側（コンジットゲート、発電放流の合計）とトンネル式放流設備からの流量バランスにより対岸への影響が変化すると推察。



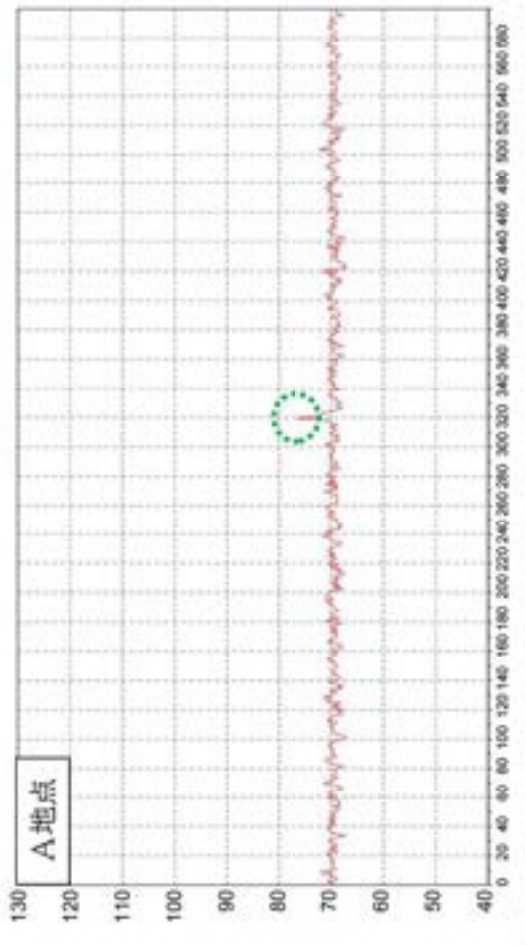
(5) 被災原因の究明

(5)-1 道路法面の崩落時刻の推察

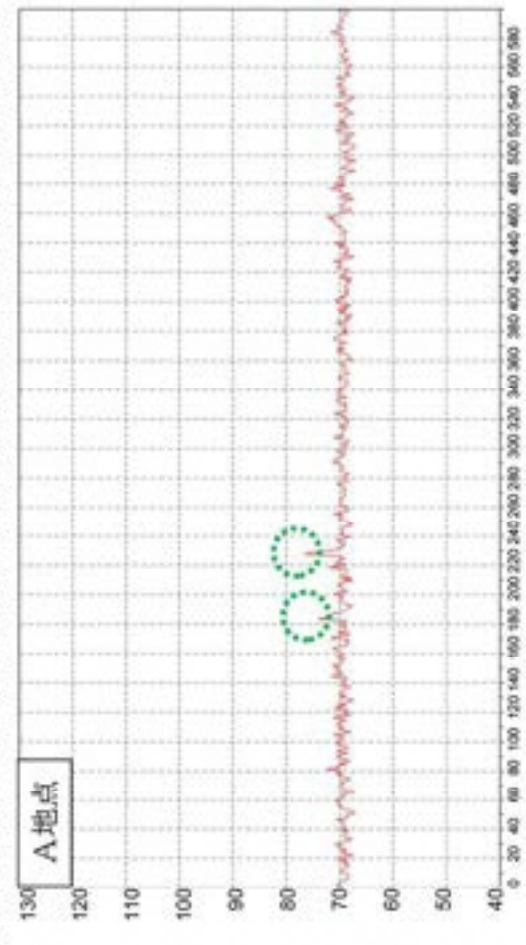
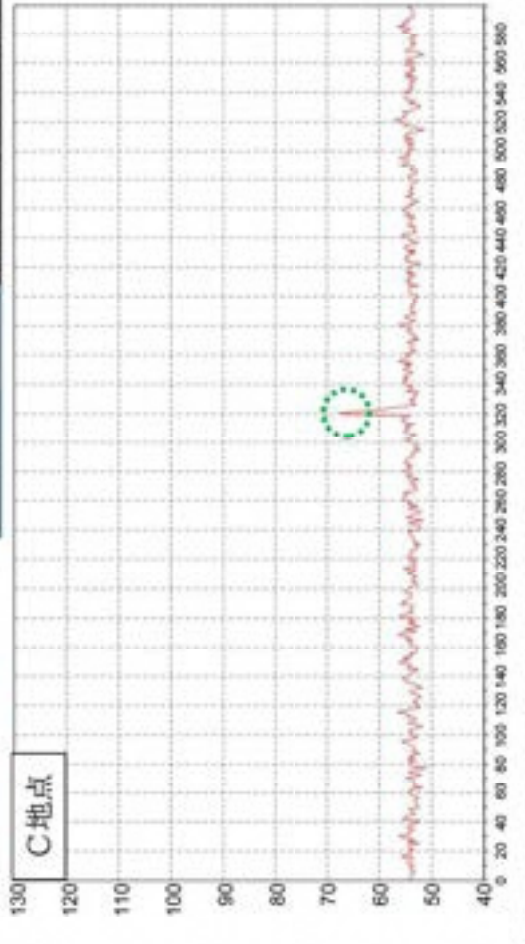
- 低周波の常時観測データにより、地点AとCで同じタイミングで取得された音を確認。
- 5月9日の1時15分頃、4時15分頃に他の時間に見られない大きなレベル変動を示す特徴から、崩落のタイミングであると推察。

(グラフの凡例)

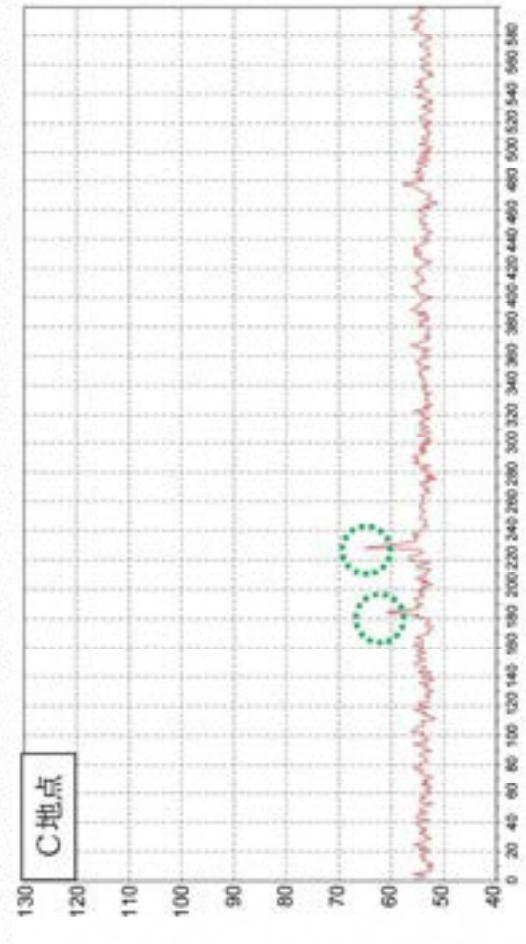
縦軸：音圧レベル (dB) 横軸：時間 (s) ●...取得された音圧レベルから崩落のタイミングと推察されるもの



1 時 15 分頃



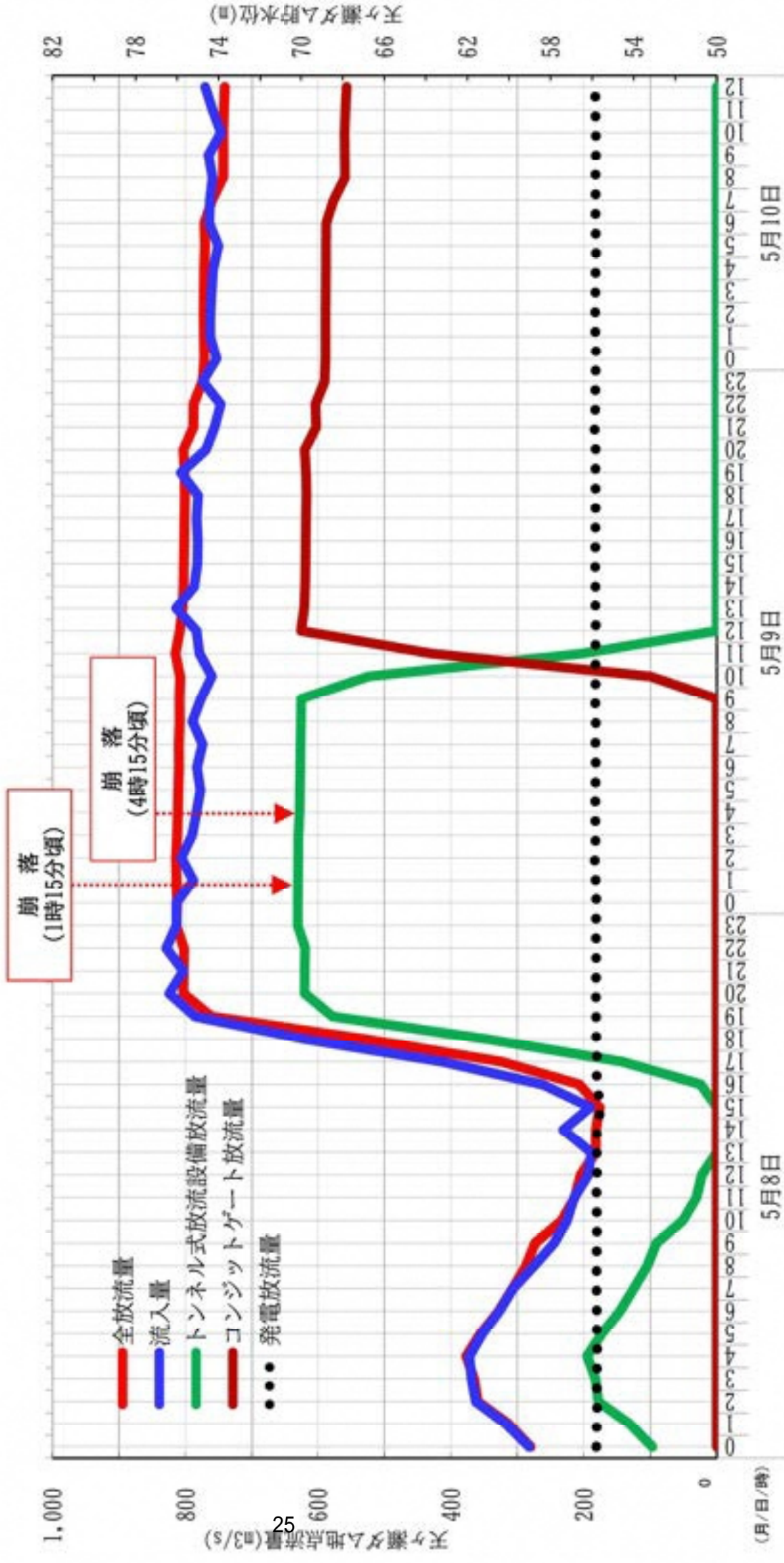
4 時 15 分頃



(5)-2 道路法面の崩落時刻と放流状況

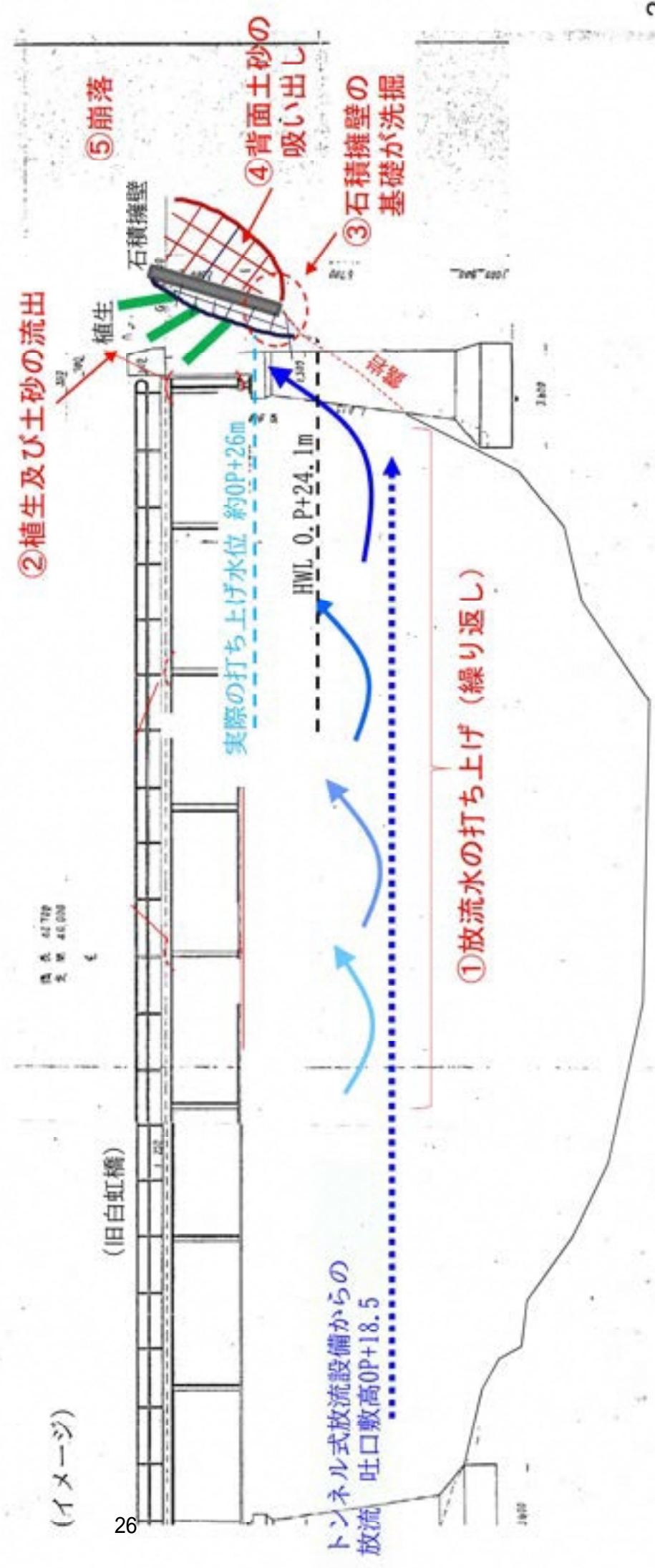


○トンネル式放流設備からの放流が約600m³/sに到達し、同条件のまま一定時間経過後の放流継続中に道路法面の崩落（令和5年5月9日1時15分頃、4時15分頃）に至ったと推察。



(5)-3 被災のメカニズム (道路法面の崩落)

○トンネル式放流設備の放流増量中に崩落せず、600m³/s放流継続中に一定時間経過後、複数回にわたって崩落したことを鑑みると、繰り返し放流水の打ち上げが石積擁壁の基礎部を徐々に洗掘させ、背面土砂が吸い出されたことが要因と推察。



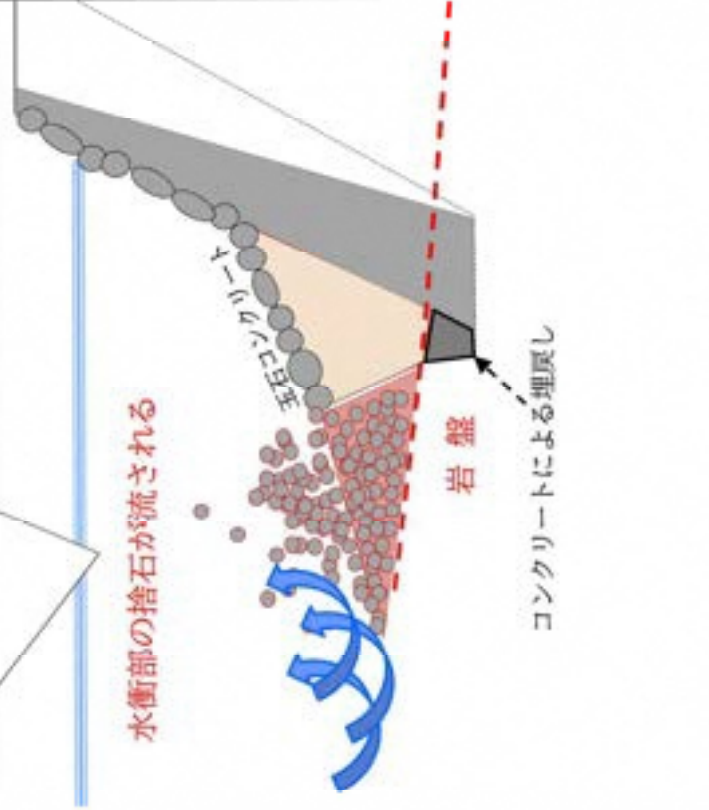
- 白虹橋付近下部 (右岸) は、トンネル式放流設備からの放流の水衝部となったことが要因であり、それにより、護岸前面部分の捨石が流出され、洗掘が生じた。
- また、祠付近への着水は、階段が水衝部に位置し、放流水が階段を駆け上がったことが要因。



(イメージ)



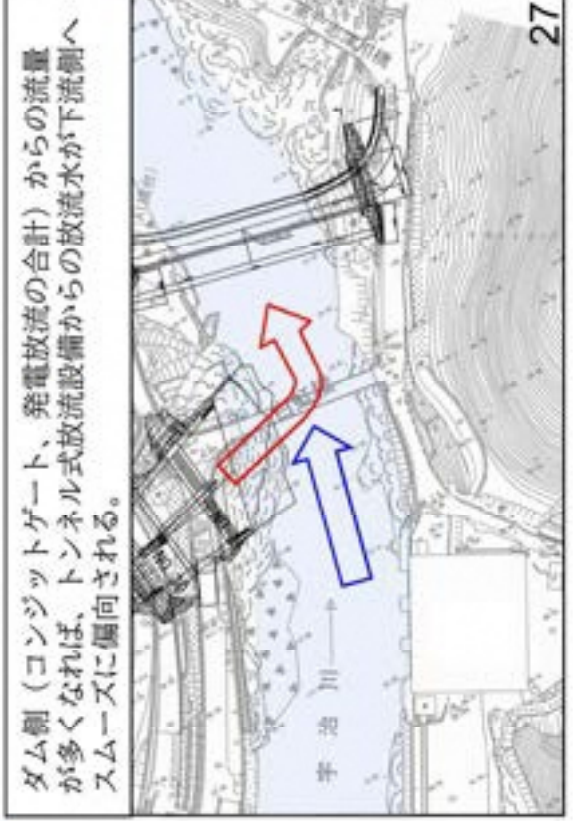
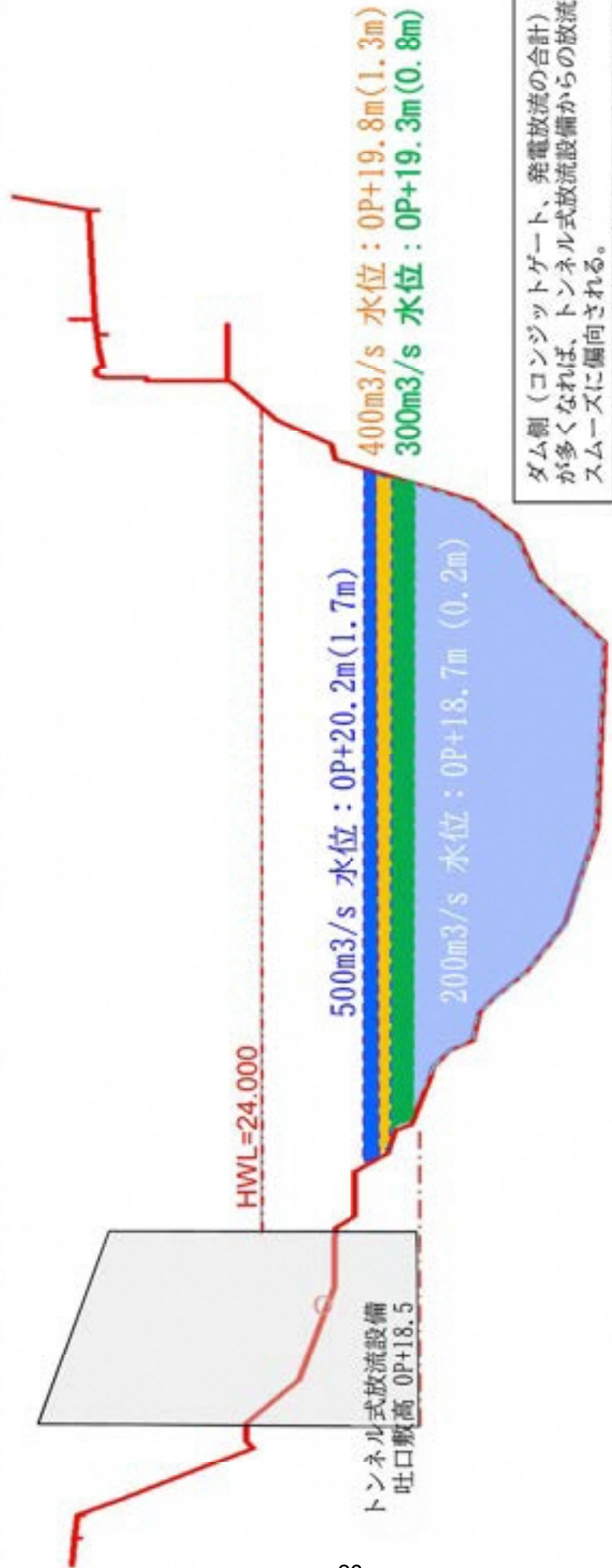
白虹橋 橋台



(6) 今回の事象を受けて

トンネル式放流設備からの放流とダム側流量の考察

○ダム側（コンジットゲート、発電放流の合計）からの流量が多くなれば、トンネル式放流設備の吐口敷高より高い水位となり、トンネル式放流設備からの放流水が下流側へスムーズに偏向されることが想定され、放流による打ち上げは緩和されると推察。



ダム側（コンジットゲート、発電放流の合計）からの流量が多くなれば、トンネル式放流設備からの放流水が下流側へスムーズに偏向される。

3. 対策工事の選定

① 関電道路法面の崩落 対策範囲について

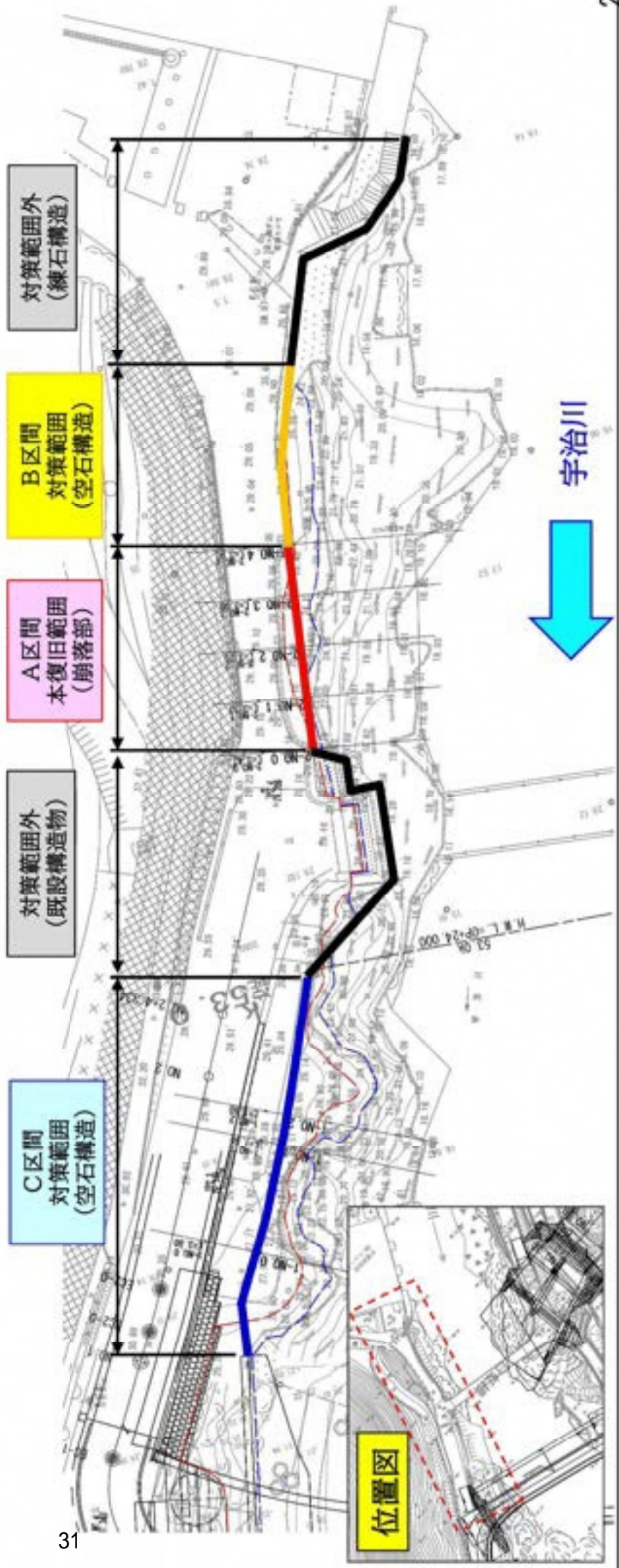
＜前回委員会での指摘事項＞

○再度出水があった場合、被災箇所の上流側も被災するおそれがある。
被災箇所周辺（トンネル放流の影響範囲）をよく確認すること。

○被災箇所の上下流も同様の空石積み構造であるため、再発防止の観点から健全性及び痕跡の調査結果などを勘案し、A・B・C区間を本復旧・対策範囲とする。

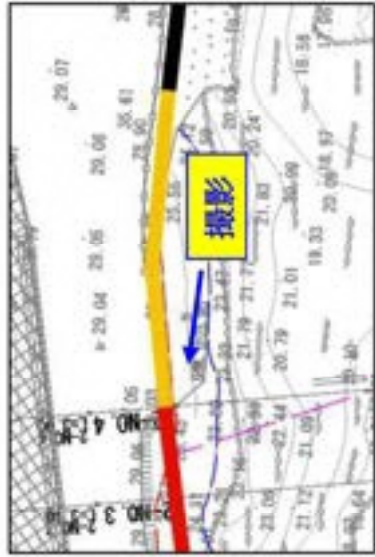
平面図

--- OP+26.0m程度（打ち上げられた水の到達した高さ）
--- OP+24.1m程度（HWL計画高水位）

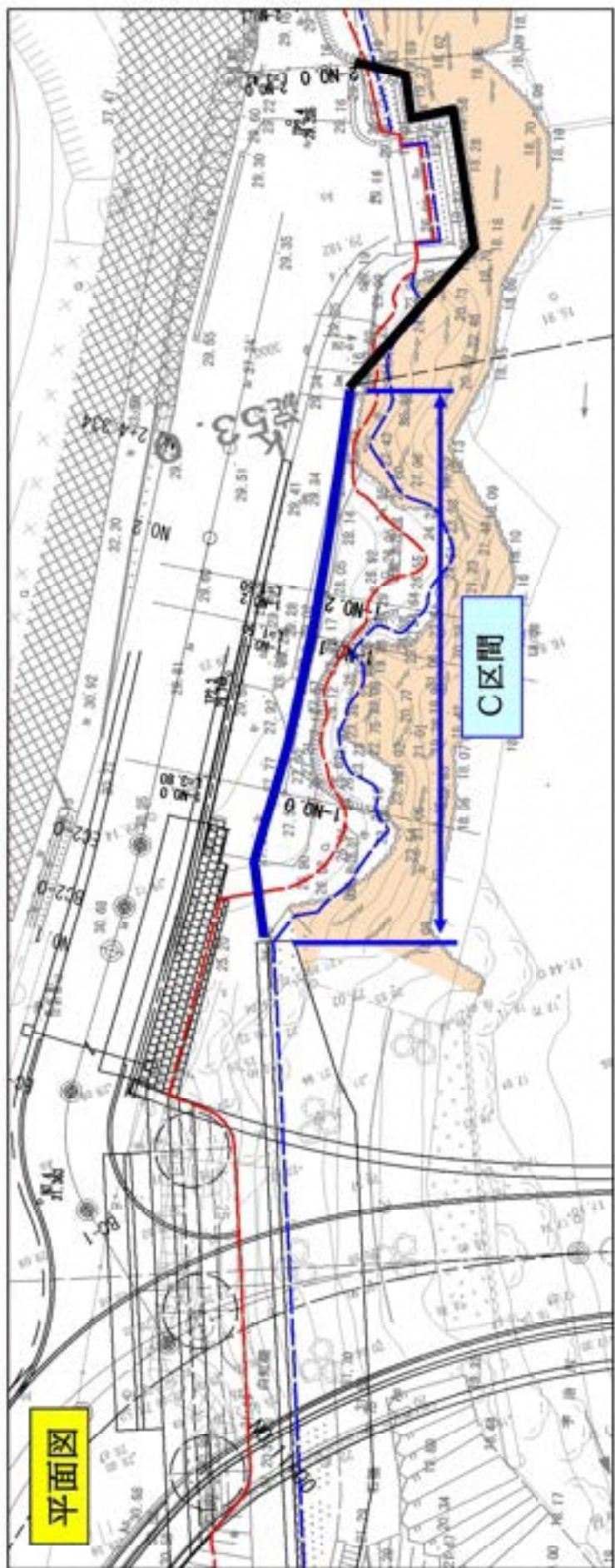


位置図

A区間 (崩落部)



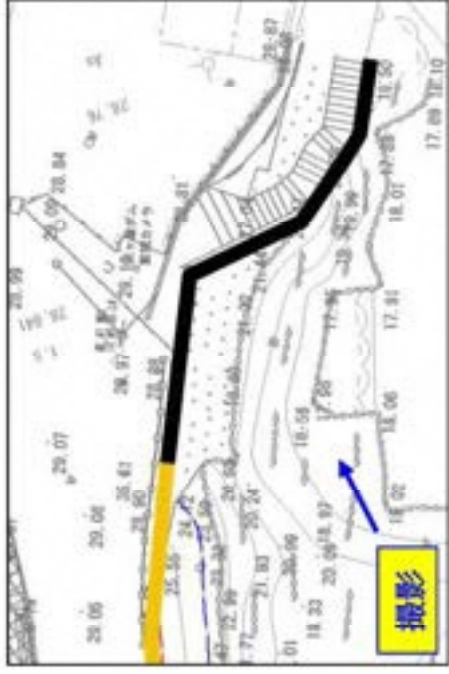
C区間 (空石構造)



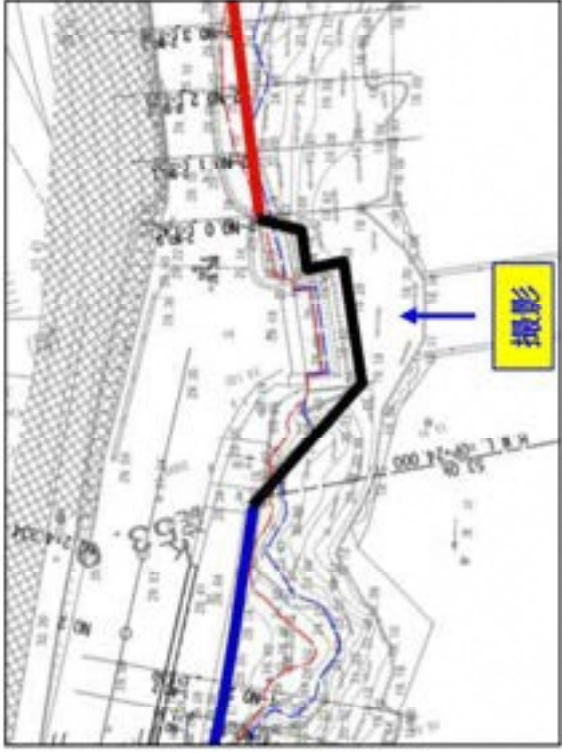
C区間 (空石構造)



对策範圍外（練石構造）



对策範囲外（既設構造物）



①関電道路法面の崩落 大型ブロック積み擁壁 (案) A区間

＜対策方針＞

既存の道路機能を復旧するため、洗掘や吸い出しに耐え得る堅固な構造で既設空石積み擁壁が施工されたいた**現況天端高**まで対策を講じる。

なお、露出した岩の取り壊しは最小限に留め、健全な岩盤のうえに擁壁の基礎を設ける。



※左岸側で施工する大型ブロック積み擁壁 (擬石タイプ) と意匠を統一する。

※A・B・C区間における本復旧・対策工法などについて、地域の意向を確認しながら詳細を決定する。

②白虹橋付近右岸の河岸洗掘 階段形状 (案)

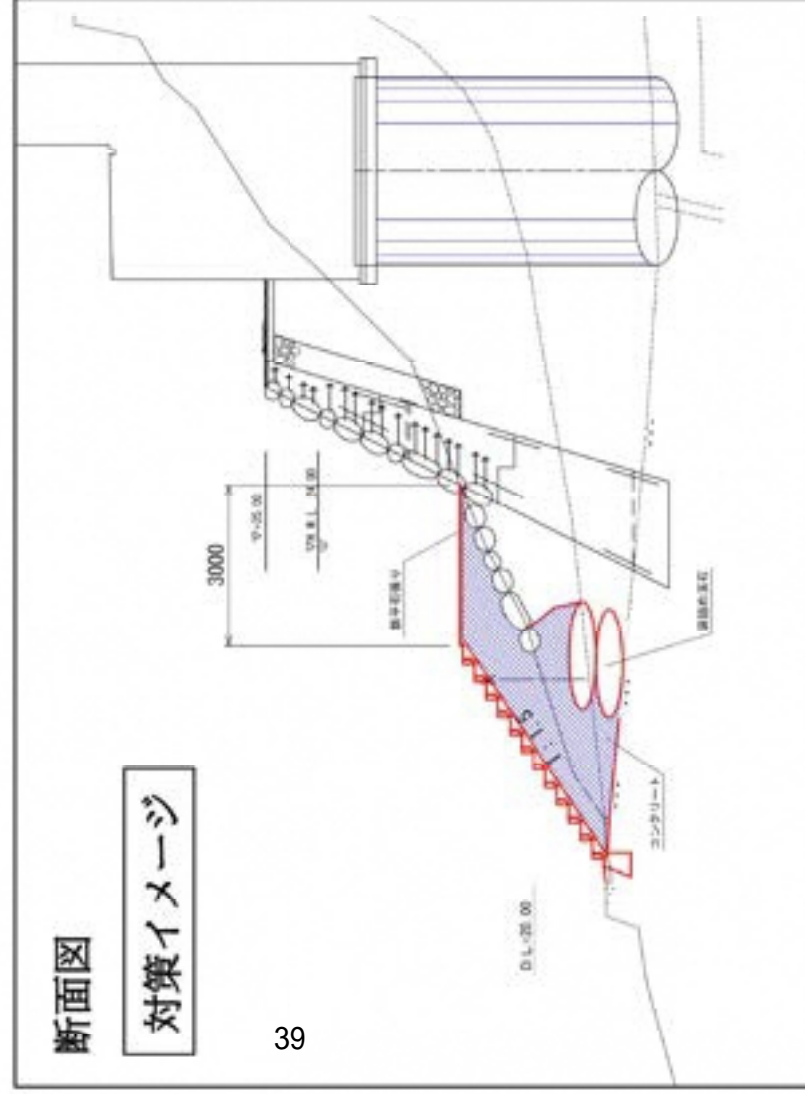


<対策方針>

白虹橋右岸側の護岸本体は機能を喪失することなく健全な状態を保っているが、埋め戻された土石が洗掘を受けているため、**流水の影響に耐え得る構造**で修景する。

断面図

対策イメージ



※景観に配慮し、鉄平石による表面仕上げとする。

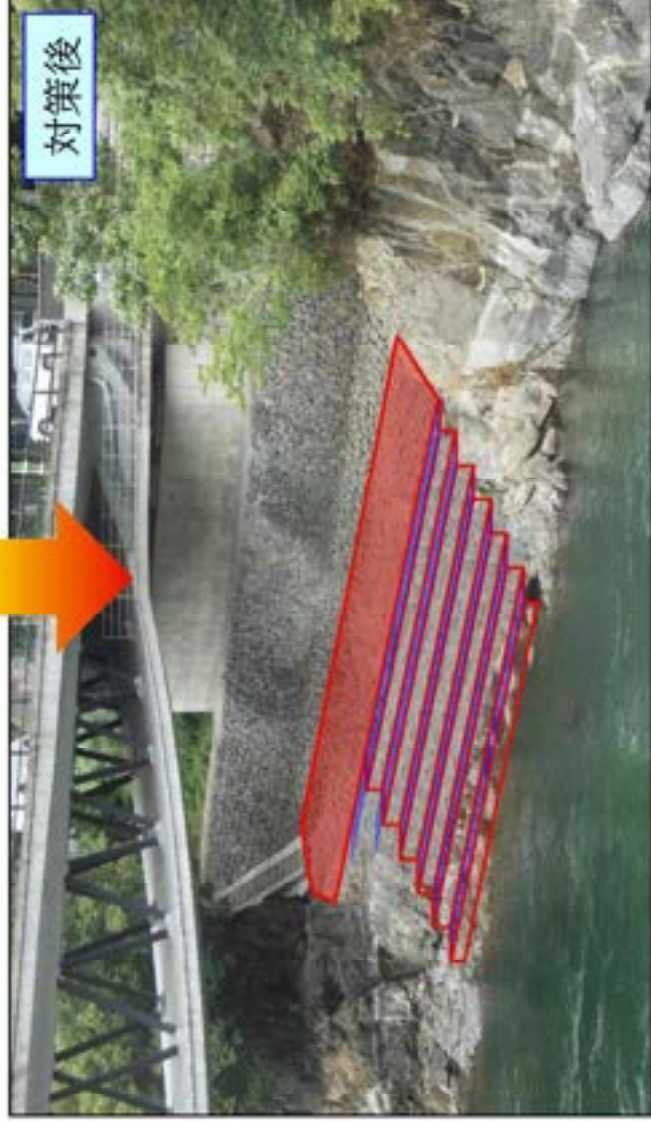
対策イメージ



※本復旧工法などについて、地域の意向を
確認しながら詳細を決定する。

②白虹橋付近右岸の河岸洗掘 階段式護岸 (案)

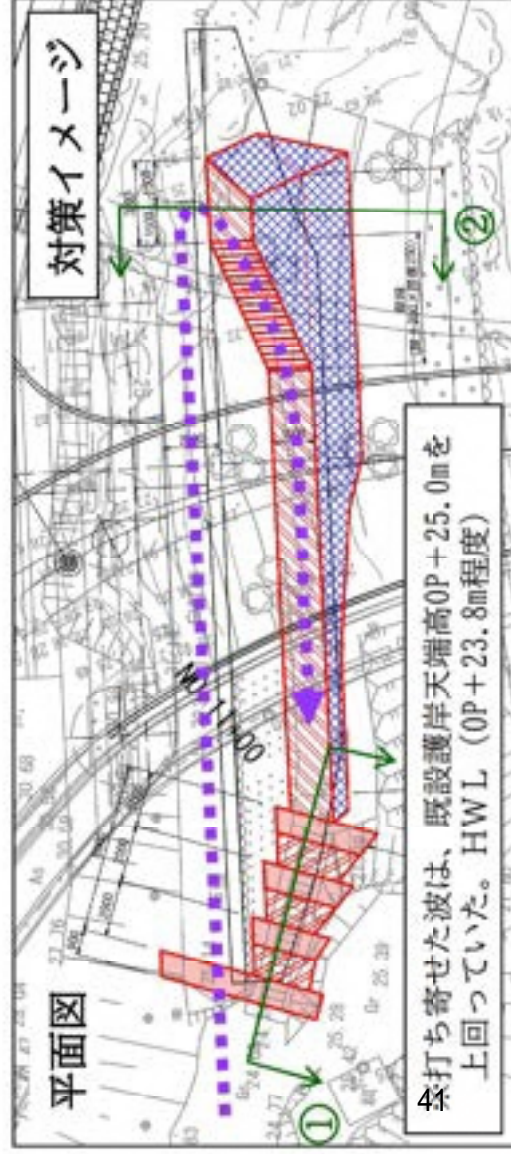
対策イメージ



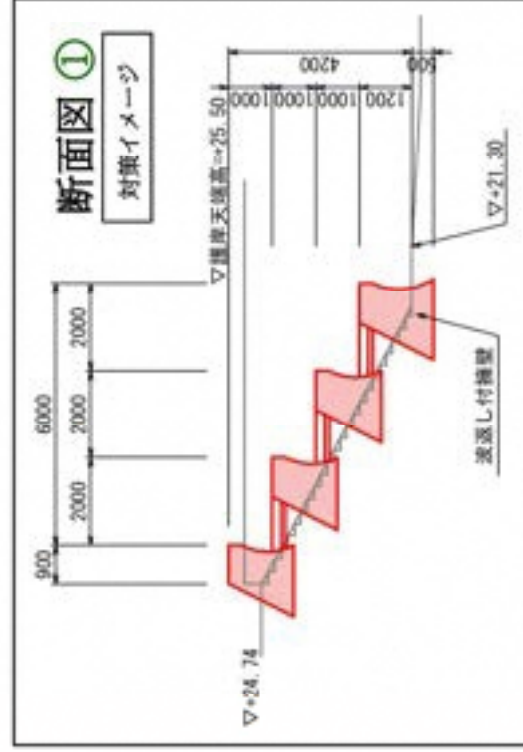
③祠付近の着水 階段移設 (案)

＜対策方針＞

天ヶ瀬ダムからの流水が階段を駆け上がらない構造とする（既設階段は取り壊し）。



※本復旧工法・階段位置などについて、地域の意向を確認しながら詳細を決定する。



※景観に配慮し、自然石仕様とする。

③祠付近の着水 階段移設 (案)

対策イメージ



4. 放流方法の検証

本復旧工事及び対策工事が完了した後は、今回の事象に鑑み、天ヶ瀬ダムからの放流は以下の考えに基づき実施する。

(1) 天ヶ瀬ダムからの放流による本川水位や流況を確認するためにモニタリングを実施する。

(2) 天ヶ瀬ダムからの放流方法は

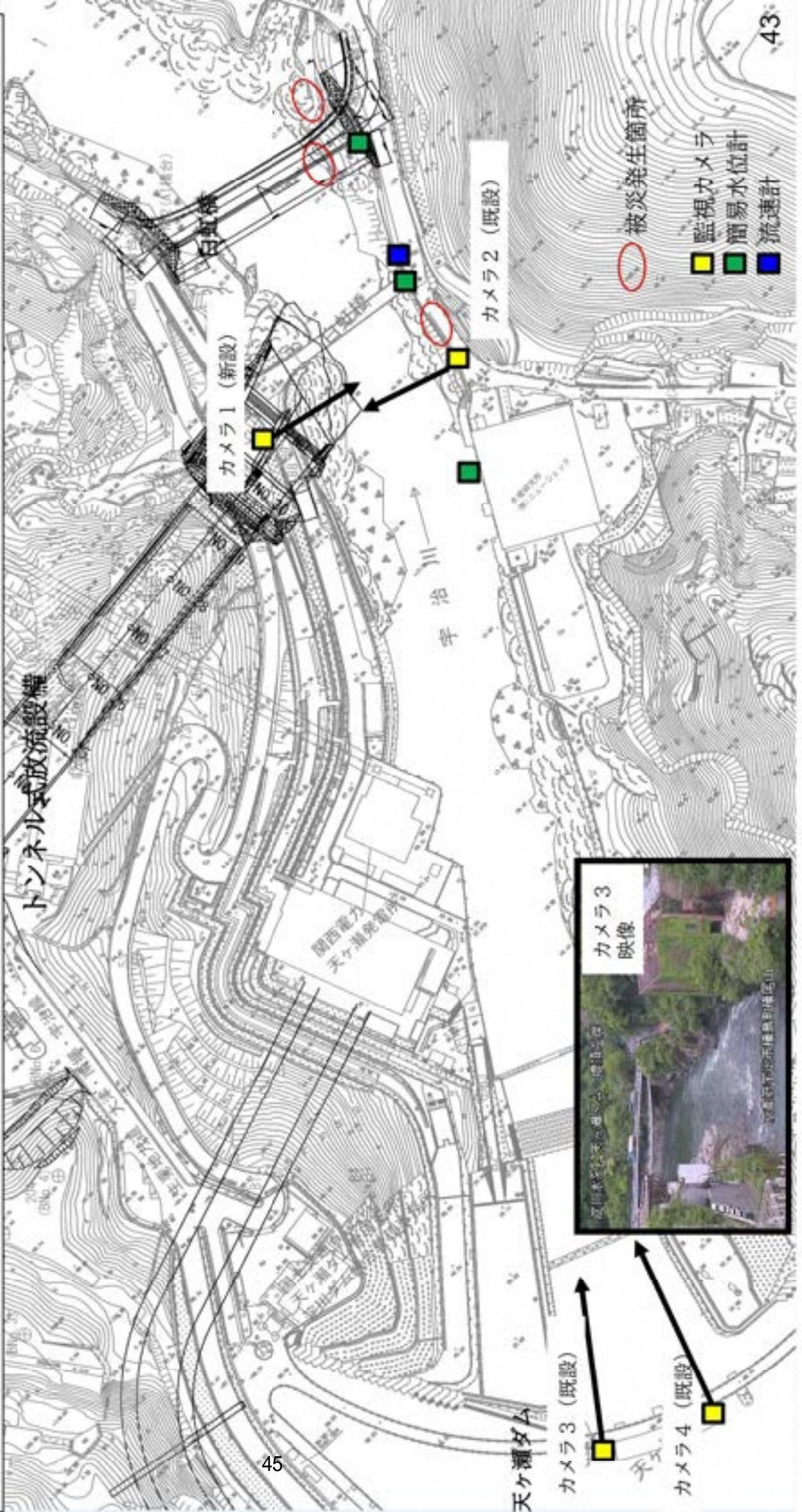
① コンジットゲートとトンネル式放流設備を併用し放流する。

② コンジットゲートからの放流を先行させ、次にトンネル式放流設備から放流する。

トンネル式放流設備の放流時のモニタリング計画 (案)

○モニタリング方法

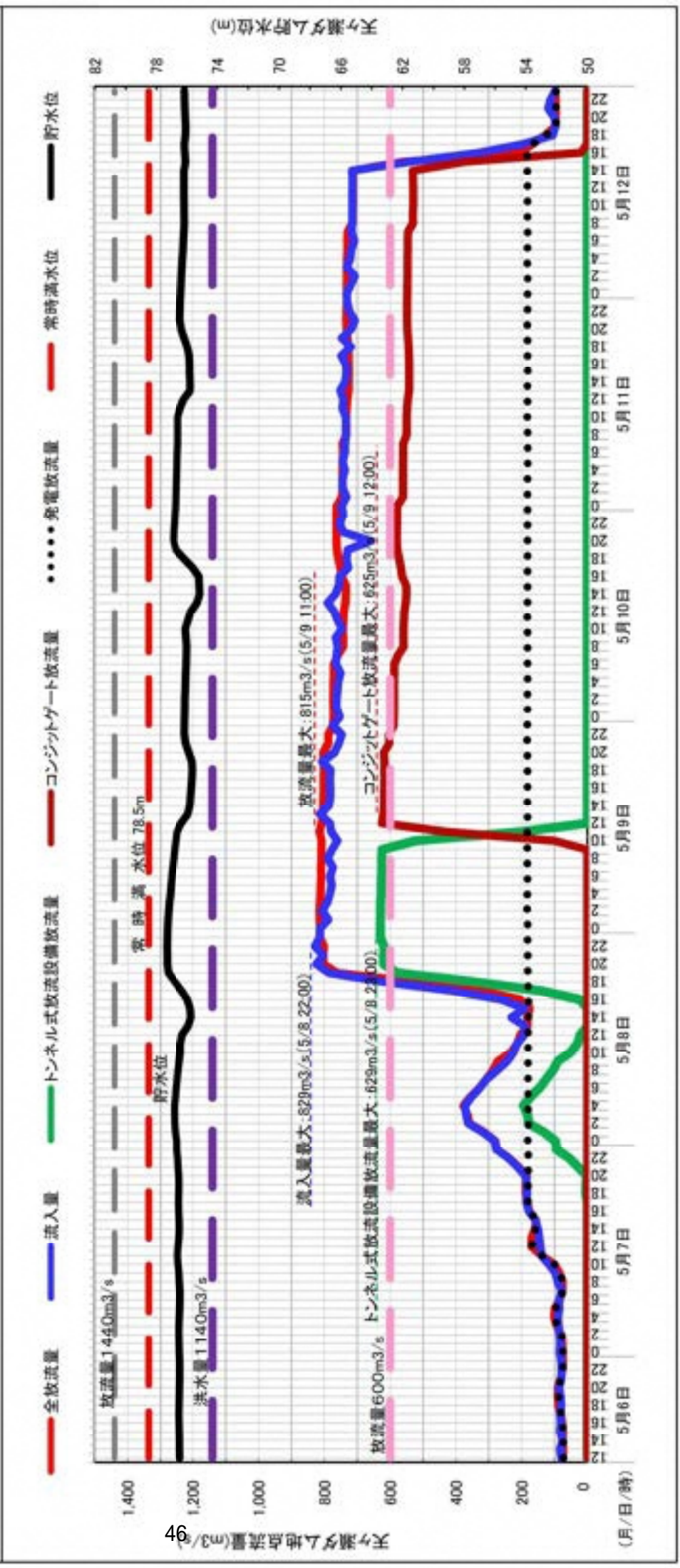
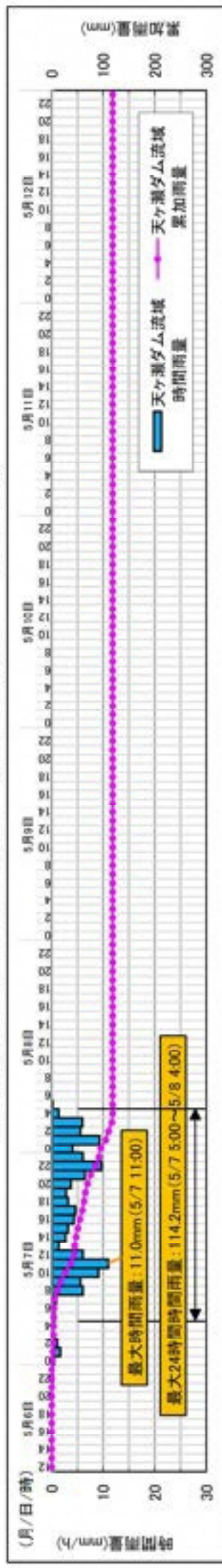
- ・モニタリング項目・・・「対岸への影響」「本川との合流状況」「対策工事の有効性」
- ・機器配置・・・監視カメラ4台（新設1台、既設3台）
簡易水位計3台（志津川発電所1台、旧白虹橋1台、白虹橋1台）





天ヶ瀬ダム操作状況 (ハイドログラフ)

天ヶ瀬ダム操作状況 (5月6日～12日)



第2回 天ヶ瀬ダム放流調査委員会（会議報告）

本委員会における報告・確認事項は以下のとおり。

○被災原因の究明

- ① 関電道路法面の崩落については、トンネル式放流設備からの約600m³/s放流中に、複数回にわたって崩落したことから、繰り返し発生した放流水の打ち上げが、石積擁壁の基礎部を徐々に洗掘させて、背面土砂の吸い出しを受けたことが原因と推察される。
- ② 白虹橋付近右岸の河岸洗掘については、修景的に設置されていた捨石部分が、既往の出水などにより経年的に変化が生じていたところをトンネル式放流設備からの放流水の水衝部となったことが原因と推察される。
- ③ 祠付近への着水については、階段が水衝部に位置し、トンネル式放流設備からの放流水が間欠的に階段を駆け上がったことが原因と推察される。

上記の現象については、トンネル式放流設備設計時に実施した水理模型実験では、河床状況や河岸の凹凸、更にはダム本体側とトンネル式放流設備側からの流量バランスなど、さまざまな条件が重なっており、実際の現場条件や現象の完全な再現には限界があるものの、減勢池内の水面形や下流河道の流況などについては、実現象の一定の再現が図られていると言える。

○対策工事の選定

- ① 関電道路法面の崩落
既存の道路機能の復旧にあたっては、洗掘や吸い出しに耐え得る堅固な構造で既設空石積みが施工されていた道路面まで対策を講じること。
被災箇所の上下流も同様の空石積み構造であるため、再発防止の観点から一連の対策範囲とすることが望ましい。
また、繫目についても吸い出しに耐え得る構造とすることが望ましい。
- ② 白虹橋付近右岸の河岸洗掘
白虹橋右岸側の護岸本体は機能を喪失することなく健全な状態を保っているが、埋め戻された土石が洗掘を受けているため、流水の影響に耐え得る構造で対策すること。
- ③ 祠付近の着水
天ヶ瀬ダムからの流水が階段を駆け上がらない構造とすること。

なお、対策にあたっては、周辺の景観に十分配慮するとともに、地域の意向についても可能な範囲で丁寧に汲み取ること。

○放流方法の検証

本復旧工事及び対策工事が完了した後は、天ヶ瀬ダムからの放流は以下の考えに基づき実施する。

- ①天ヶ瀬ダムからの放流による本川水位や流況を確認するためにモニタリングを実施する。モニタリングはドローンによる映像解析も活用するなどし様々な流況において実施すること。
- ②天ヶ瀬ダムからの放流方法は
 - (1) コンジットゲートとトンネル式放流設備を併用し放流すること。
 - (2) コンジットゲートからの放流を先行させ、次にトンネル式放流設備から放流すること。
 - (3) コンジットゲートとトンネル式放流設備の放流バランスについては、モニタリングにより周辺への影響を生じさせない範囲で運用することとし、併せて数値解析による科学的な根拠の蓄積とともに運用方法の妥当性を検証すること。

○今後について

委員会としての議論は完了した。
今後、新たな課題が発生した場合は、第3回委員会を開催すること。
委員会の結果を受けて、地元への説明を行うこと。

以上