資料-3-1

第1回　美和ダム・小渋ダム堆砂対策検討委員会
説明資料
【小渋ダム編】



令和7年3月11日

国土交通省 中部地方整備局
天竜川ダム統合管理事務所

第1回　美和ダム・小渋ダム堆砂対策検討委員会　説明資料
【小渋ダム編】
＜目次＞

＜目次＞ 1

1. 小渋ダムの概要 2

2. これまでの経緯 9

3. 令和6年度の土砂バイパスの運用状況 12
- 3.1. 令和6年度のバイパス運用
- 3.2. 令和6年度バイパス土砂量の算定
- 3.3. トンネル施設の摩耗・損傷状況
- 3.4. 令和2年度の被災及び令和6年度の摩耗の概況
- 3.5. 令和6年度バイパス土砂量と摩耗量との関係
- 3.6. 摩耗予測式の評価
- 3.7. 環境モニタリング調査の概要
- 3.8. 物理環境調査結果の整理
- 3.9. 生物環境調査結果の整理
- 3.10. 環境モニタリング調査結果まとめ
- 3.11. 令和6年度のバイパス運用状況を踏まえた課題

4. 令和6年度のバイパス運用を踏まえた見直し 44
- 4.1. バイパス運用計画の見直し
- 4.2. バイパス運用基準及び補修基準の見直し
- 4.3. 補修計画の見直し

5. バイパス運用の最大化に向けた検討 51
- 5.1. 呑口部機能改善対策の概要及び事業工程
- 5.2. 呑口部機能改善対策の効果

6. 今後の予定 55
- 6.1. 恒久的堆砂対策（案）の検討
- 6.2. 治水容量回復に必要な対策量
- 6.3. 貯水池維持のために継続的に必要な掘削量



1.小渋ダムの概要



1. 小渋ダムの概要

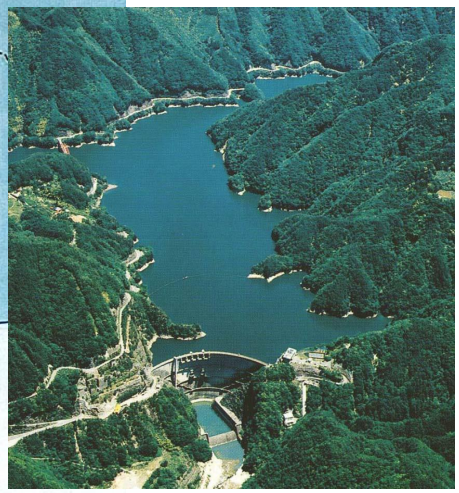
1.1 小渋ダムの概要

水系名：天竜川水系小渋川
所在地：左岸：長野県下伊那郡松川町生田
　　右岸：長野県上伊那郡中川村大草

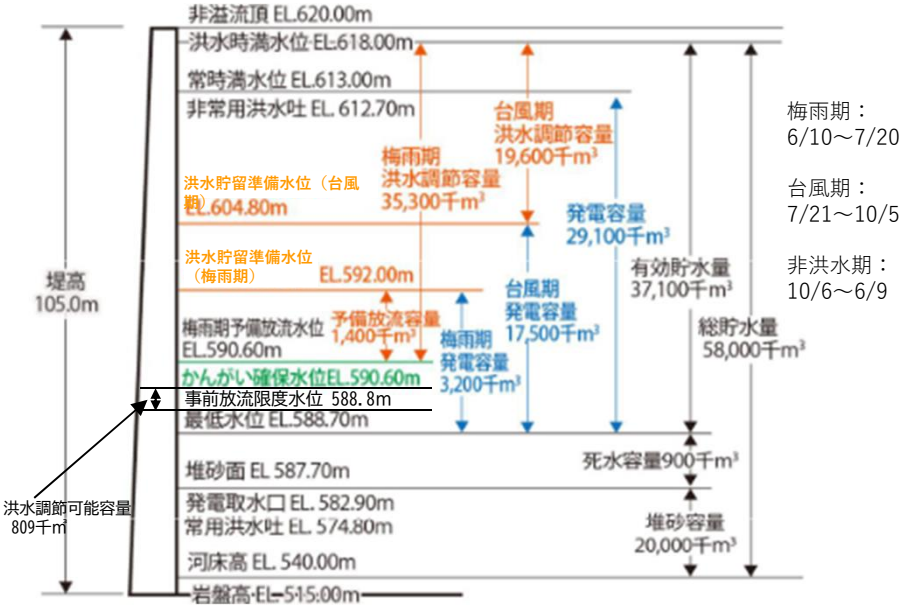


- 小渋ダムは、洪水調節、かんがい、発電を目的として天竜川水系小渋川に建設されたアーチ式コンクリートダムである。
- 昭和36年6月、梅雨前線の豪雨による記録的大洪水に見舞われ、天竜川のいたる所で破堤氾濫し、甚大な被害を被った。
- その後、昭和38年4月に建設事業に着手し、昭和44年5月に竣工、同年7月から管理を開始した。

型式：アーチ式コンクリートダム
堤高　105.0m（ダム天端標高E.L.620.0m）
堤頂長　293.3m
流域面積　288.0km^2
湛水面積　1.67km^2
総貯水量　58,000千m^3



小渋ダム



小渋ダム貯水池容量配分図

1.2 小渋ダム事業の経緯

- 管理開始後、ダム周辺の利用者の安全対策と河川敷地の適正な管理のため、環境整備事業を昭和52年度から西地区に着手し、昭和58年度の桑原地区の整備で完了している。
- 小渋ダム及び生田堰堤の取水により生じていた無水区間（6.8km）に対し、「川の流れの回復」、「水棲生物の生息環境の改善」、「レクリエーション・教育の場の提供」を目的とした、維持流量の確保などの水環境改善事業を平成7年度より着手し、平成12年3月に完成している。
- 貯水池への土砂流入を抑制するとともに、ダム地点における土砂移動の連続性を確保するために、直轄堰堤改良事業として、土砂バイパストンネル設置等の事業に平成12年度より着手し、平成28年9月より試験運用を開始した。令和2年に土砂バイパストンネルが損傷し、運用休止したが、その後、災害復旧工事を経て、令和6年4月より土砂バイパストンネルの本運用を開始した。

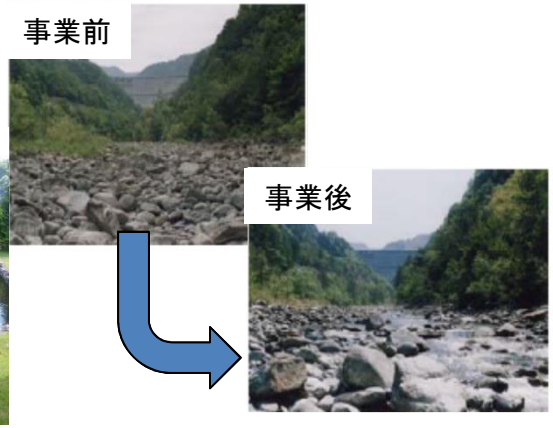
小渋ダム事業の経緯（管理開始後）

年　　月	事業内容
昭和52年4月	環境整備事業着手
昭和53年3月	第１貯砂堰完成
昭和59年3月	環境整備事業完成
平成2年3月	第２貯砂堰完成
平成7年4月	水環境改善事業着手
平成12年3月	水環境改善事業完成
平成12年4月	直轄堰堤改良 （土砂バイパストンネル等）事業着手
平成21年3月	土砂バイパストンネル工事着手
平成25年9月	土砂バイパストンネル本体完成
平成28年9月	土砂バイパストンネル試験運用開始
令和2年7月	土砂バイパストンネル運用休止
令和6年4月	土砂バイパストンネル本運用開始



環境整備事業

桑原地区（オートキャンプ場、釣堀等を整備）



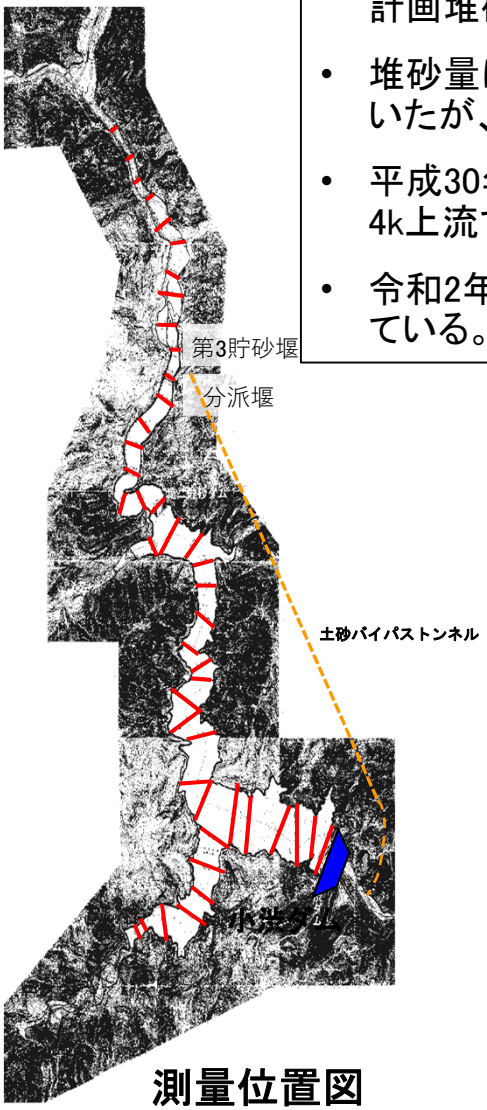
維持流量の放流



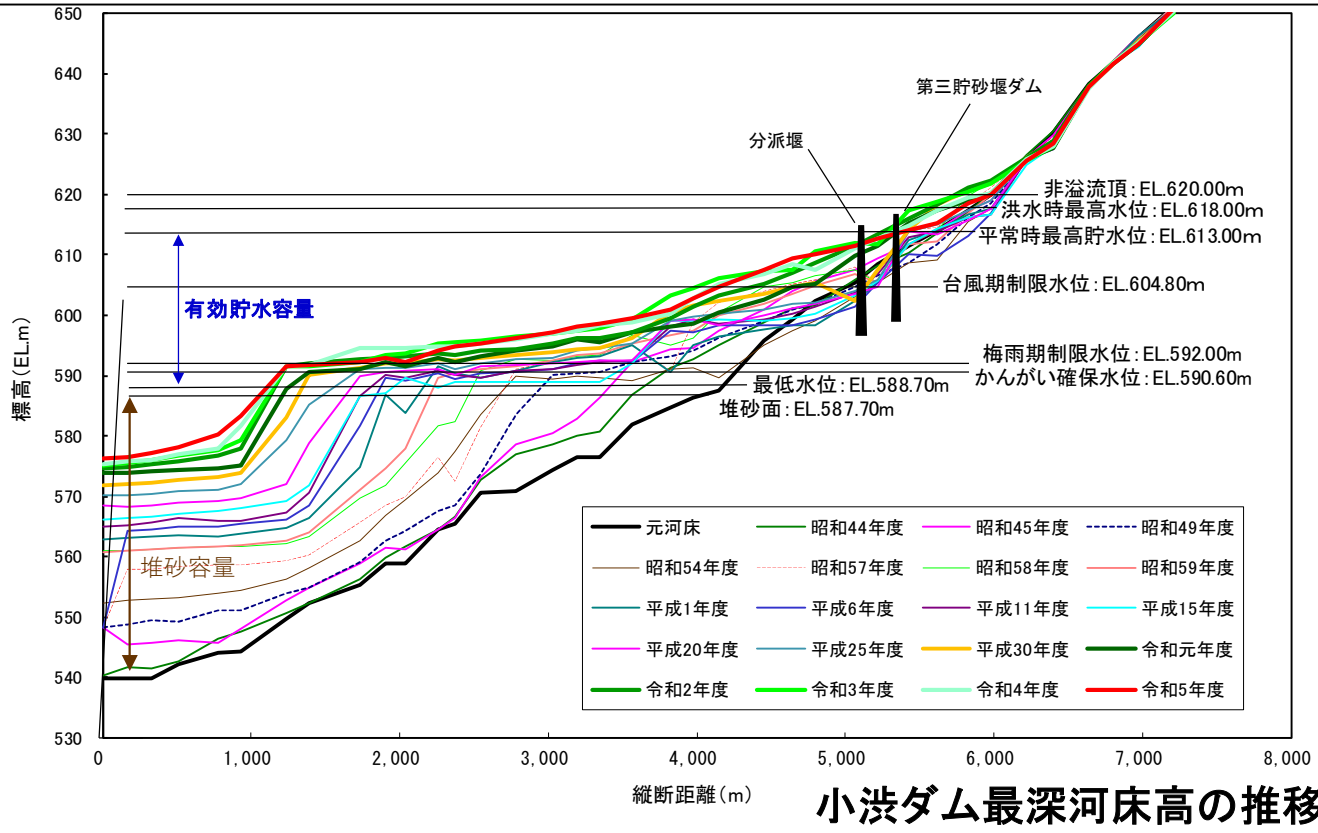
土砂バイパストンネル呑口

1.3 小渋ダムの堆砂状況

- 令和5年度現在の堆砂状況は、ダム完成後55年が経過し、全堆砂量は約23,755千m³であり、計画堆砂容量の118.8%の堆砂実績となっている。
- 堆砂量は、S45年度、S57年度に堆砂が急激に進行し、それ以降はゆるやかに堆砂が進行していたが、平成30年以降、堆砂が大きく進行した。
- 平成30年度以降、堆砂肩の前進とともに河床高が徐々に上昇した。令和2年度および3年度に4k上流で河床高が上昇し、令和5年度には堆砂肩が1k付近に近づいた。
- 令和2年以降、分派堰下流の河床高が上昇し、分派堰上流まで背水影響等が及ぶ状況となっている。



測量位置図

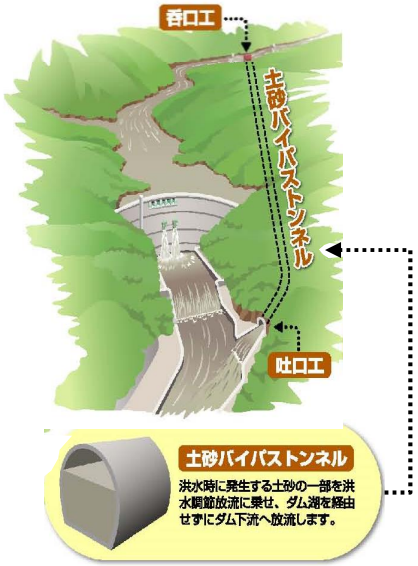


小渋ダム最深河床高の推移

1.4 小渋ダム堰堤改良事業の概要

- 小渋ダムでは、ダム湖に流入する土砂を排砂するバイパストンネルを建設する「直轄堰堤改良事業」を平成12年度に着手しており、平成25年9月に土砂バイパストンネル本体が完成した。
- 平成28年度から試験運用を実施しているが、令和2年6月30日からの長時間にわたる運用により、トンネル施設が損傷したため、令和2年7月から令和5年5月にかけて、災害復旧のため運用を休止した。令和5年6月から運用を再開し、令和6年度から本運用を開始した。
- 平成28年度～令和2年度の5年間、令和5年度～6年度の2年間の計7年間において、バイパス放流を20回実施し、土砂バイパスによる排砂量は約3,069千m^3である。





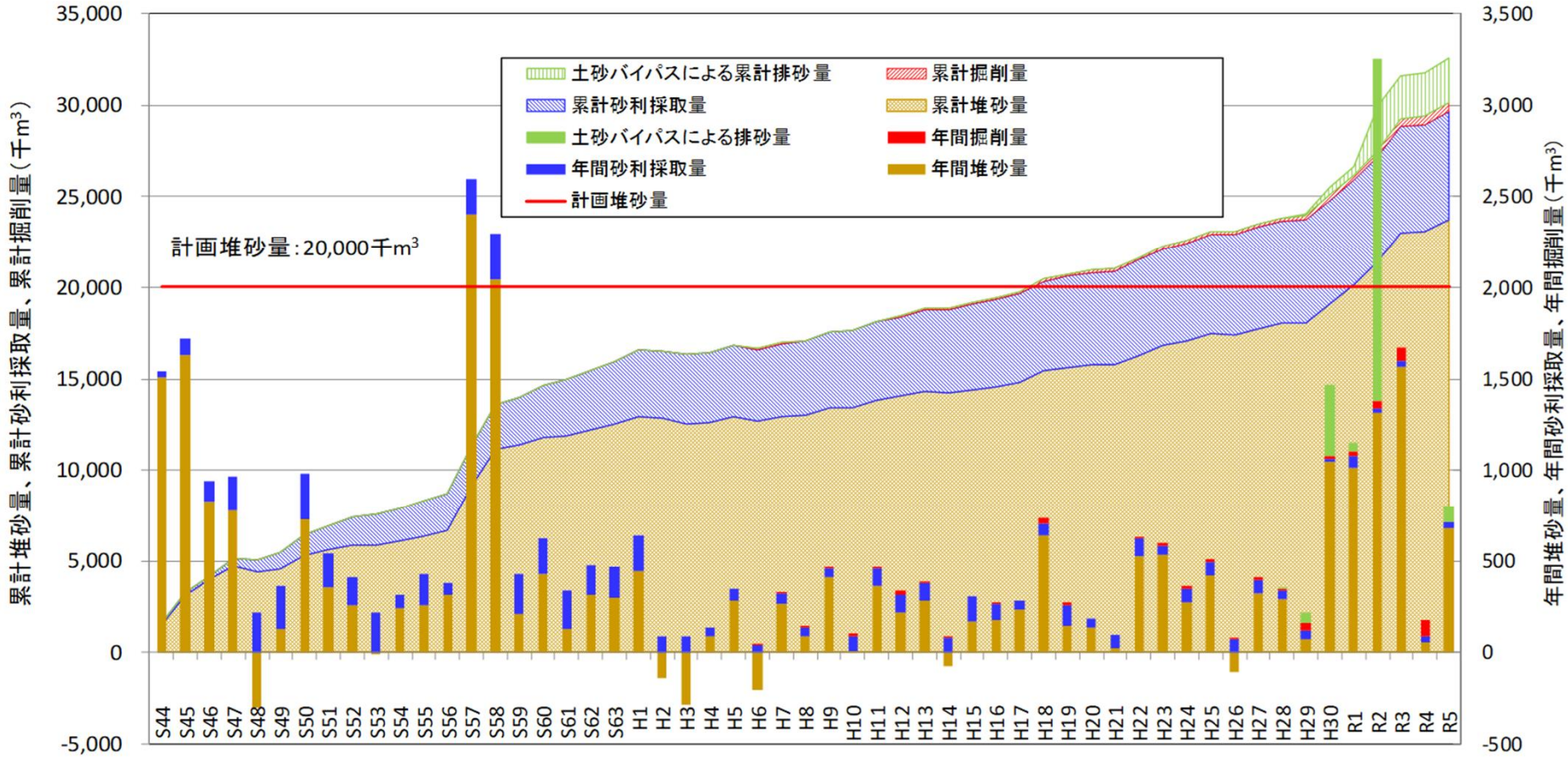
※小渋ダムの土砂バイパストンネルは、掃流砂、浮遊砂、ウォッシュロードを対象としている。

土砂バイパストンネルの運用実績

洪水名	最大流量(m^3/s) 流入	最大流量(m^3/s) バイパス	放流時間(hr)	バイパス排砂量(千m^3)
平成28年9月21日出水	80m^3/s	43m^3/s	16時間	4.3千m^3
平成28年9月23日出水	36m^3/s	38m^3/s	6時間	1.1千m^3
平成29年7月4日出水	79m^3/s	117m^3/s	3時間	2.6千m^3
平成29年10月22日出水	197m^3/s	183m^3/s	10時間	23.9千m^3
平成29年10月29日出水	66m^3/s	86m^3/s	49時間	26.2千m^3
平成30年7月4日出水	352m^3/s	141m^3/s	11時間	38.5千m^3
平成30年9月4日出水	469m^3/s	170m^3/s	44時間	189.8千m^3
平成30年9月30日出水	379m^3/s	195m^3/s	70時間	163.4千m^3
令和元年7月4日出水	199m^3/s	175m^3/s	10時間	34.5千m^3
令和元年10月12日出水	249m^3/s	36m^3/s	―	10.5千m^3
令和2年7月1日出水	597m^3/s	207m^3/s	380時間	1,882.2千m^3
令和5年6月1日出水	611m^3/s	97m^3/s	20時間	20.0千m^3
令和5年6月5日出水		53m^3/s	27時間	63.5千m^3
令和5年8月23日出水	33m^3/s	30m^3/s	50時間	0.5千m^3
令和6年5月13日出水	152m^3/s	135m^3/s	26時間	42.7千m^3
令和6年5月28日、31日出水	179m^3/s	154m^3/s	123時間	141.8千m^3
令和6年6月14日出水	105m^3/s	102m^3/s	120時間	54.9千m^3
令和6年6月21日出水	190m^3/s	189m^3/s	437時間	334.2千m^3
令和6年10月9日出水	93m^3/s	53m^3/s	29時間	34.1千m^3
合計			1,431時間	3,068.7千m^3

1.5 バイパス運用による効果と課題

① 堆砂対策としてこれまでに掘削（砂利採取含む）に加え、土砂バイパスによる排砂を行っている。
② 令和5年度までの排砂量は、砂利採取5,882千m^3 、土砂掘削498千m^3 、土砂バイパスによる排砂2,461千m^3 である。



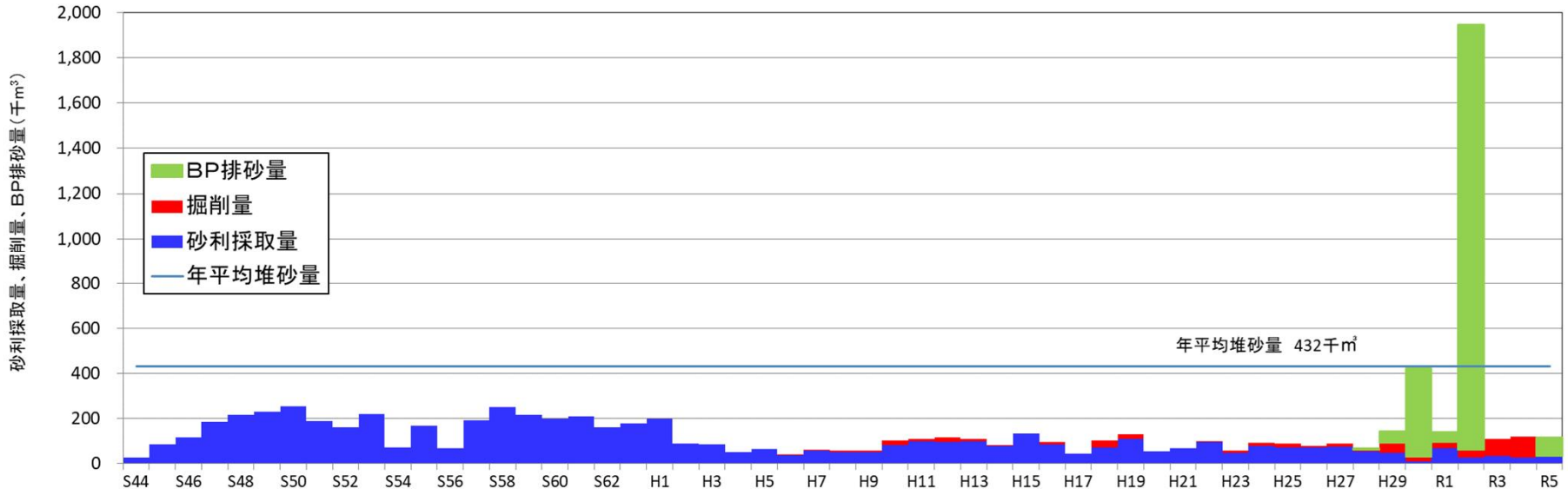
堆砂量と掘削土砂量の推移

1.5 バイパス運用による効果と課題

① 小渋ダムでは、管理開始当初から民間による砂利採取が行われ、その採取量は令和5年まで年平均100千m³を超えている。

② 直轄による掘削は、平成6年から実施している。

③ 平成28年からは土砂バイパストンネルによる排砂も実施されており、出水が長かった令和2年は1,882千m³を超える量を排砂した。



※年平均堆砂量は、現在総堆砂量を経過年数で除した値

砂利採取、掘削、土砂バイパス排砂量の推移

2.これまでの経緯



2. これまでの経緯

- これまで、小渋ダムでは土砂収支部会、構造部会、環境部会により、流入土砂量・バイパス土砂量の把握や運用方法、トンネルの摩耗状況の把握や補修方法、下流河道への影響等について検討してきた。
- 平成28～令和5年度の期間はバイパスの試験運用を実施しながら、バイパスの効率的な運用方法を検討してきており、第12回モニタリング委員会において、令和6年度から始まる本運用での運用方法や維持管理計画を定めている。
- 一方で、貯水池の堆砂進行を止めるためにはバイパス運用だけでなく、維持掘削等の恒久的な堆砂対策が必要となることから、令和6年度より「美和ダム・小渋ダム堆砂対策検討委員会」を設置し、恒久的な堆砂対策の検討を実施していくものとした。

	土砂収支部会	構造部会	環境部会	モニタリング委員会
H25年度			第1回	
H26年度	第1回	第1回	第2回	第1回
H27年度	第2、3回		第3回	第2回
H28年度	第4回	第2回	第4回	第3回
H29年度	第5回	第3回	第5回	第4回
H30年度	第6回	第4回	第6回	第5回
R1年度	第7回	第5回	第7回	第6回
R2年度	第8回（R3.2.4）	第6回（R3.2.16）	第8回（R3.2.9）	第7，8回
R3年度	第9回（R4.2.24）	第7回（R4.2.17）	第9回（R4.2.25）	第10回
R4年度	第10回（R5.1.24）	第8回（R5.1.24）	第10回（R5.1.30）	第11回
R5年度	第11回（R6.2.15）	第9回（R6.2.15）	第11回（R6.2.22）	

試験運用（H28～R2）　令和2年7月洪水

・モニタリング調査結果の報告
・シミュレーションモデルの構築
・モニタリング調査結果の報告
・流入土砂量及び バイパス土砂量の検討
・土砂収支算定方法の検討

・モニタリング調査結果の報告
・維持管理計画の検討
・補修計画の検討

・環境モニタリング調査結果の報告
・土砂バイパス試験運用による環境変化の予測
・今後の環境モニタリング調査内容の検討

運用休止（R2.7～R5.5）

・**呑口部機能改良対策検討**（バイパス効率の向上、大粒径流入防止対策等）
・**バイパス運用方法の検討**（積極的なバイパス運用）

・**復旧方針の検討**（トンネルインバートの高強度化等）
・**損傷要因の分析**（摩耗・損傷検証）

・**バイパス運用休止期間**における環境変化の把握
・**水域・陸域環境**への影響評価

運用開始（R5.6～）

第12回モニタリング委員会 **土砂収支算定方法、バイパス運用計画、維持管理計画**

近年の堆砂状況、治水容量の減少等を踏まえ、バイパスだけでなく貯水池全体の堆砂対策の必要性

R6年度　本運用開始（R6年度～）

美和ダム・小渋ダム堆砂対策検討委員会

2. これまでの経緯

2.1 小渋ダム土砂バイパストンネルモニタリング委員会での審議内容

- これまでの各部会、委員会での協議において了承事項や引き続き検討が必要な項目を整理した。
- 継続的に検討が必要な項目に関しては、堆砂対策検討委員会（R6年度～）において、引き続き検討していく。

項目		小渋ダム土砂バイパストンネルモニタリング委員会における審議状況		美和ダム・小渋ダム堆砂対策検討委員会
		了承済み事項	継続検討事項	検討事項
土砂収支部会	流入土砂量	ダム堆砂量から作成したLQ式により設定する方針で了承済み （第9回委員会）	今後、貯水池のボーリング調査、河床材料調査、堆砂測量等の更新状況を踏まえ、適宜見直していく必要がある	大規模出水など、新たなデータが蓄積でき次第、流入土砂量の設定を検証し、土砂収支計画に反映する
	土砂収支算定手法（土砂収支計画）	平面二次元河床変動解析より設定した分派特性を反映した一次元河床変動計算により把握していく方針で了承済み （第9回委員会）	今後、呑口部（分派堰・第三貯砂堰等）の地形状況、呑口部での対策状況の変化に応じて、分派特性を検証していく必要がある	呑口部機能改善対策の実施に伴い、分派特性などに変更が生じた場合は、シミュレーションモデルを検証し、土砂収支計画に反映する
	バイパス運用計画	可能な限り最大限バイパス運用を実施していく方針で了承済み （第12回委員会）	―	バイパス運用の実態に応じて、最適なバイパス運用方法に見直していく
	呑口部機能改善対策（大粒径対策含む）	呑口部機能改善対策の内容について了承済み （第12回委員会）	第三貯砂堰の鋼製スリット工、水通し部の切り下げについては、スリット部の閉塞の可能性も懸念されるため、試験施工や運用を重ねながら検証していく必要がある	試験施工や運用を重ねながら、効果と影響を把握し、最適な構造や掘削形状等について検討していく
	恒久堆砂対策	―	バイパス運用に加え、ダム貯水池の堆積した土砂の排除を含めたダム全体の堆砂対策の恒久的な堆砂対策の検討が必要	治水容量内に堆積した土砂の排除、治水容量の恒久的な維持に向けて、具体な恒久堆砂対策の検討に着手する
構造部会	維持管理計画	バイパス運用基準（運用停止基準、運用一時中断・監視基準）、補修基準について了承済み （第12回委員会）	摩耗・損傷状況の実績データを蓄積し、状況に応じた効果的、効率的な補修方法について、試験補修を重ねながら検討していくことが必要	堆砂対策実施による効果、土砂バイパスの運用による摩耗・損傷の実態を踏まえ、適宜、補修方法や補修計画を見直していく
	バイパストンネル摩耗監視手法	・三次元測量や簡易計測（三角定規）により摩耗状況の把握手法について了承済み （第12回委員会） ・摩耗予測式について了承済み （第12回委員会）	・バイパス運用後に、摩耗・損傷状況を把握するために、引き続き測量を実施 ・摩耗予測式は、運用に伴い引き続き検証していく必要がある	・土砂バイパスの効率的な運用や、施設の補修時期の判断に必要な監視手法について引き続き検討する ・引き続き、運用実績を重ねながら、摩耗・損傷メカニズムを解明し、予測手法を確立する
環境部会	環境モニタリング計画	・本運用後は、定期調査・定期測量、河川水辺の国勢調査を活用し、フォローアップ委員会と連携し把握していくことで、了承済み （第12回委員会）	・バイパス運用による小渋川や天竜川への長期的な影響と効果を把握していくことが必要 ・水域と陸域のバランス、安定領域と撹乱領域のバランスについて、引き続き確認が必要	バイパスの積極的な運用、下流河道への土砂還元等の堆砂対策等の実施に向けて、引き続き、モニタリング調査を実施し、物理環境・生物環境への影響・効果を評価していく

3.令和6年度のバイパス運用状況



3. 令和6年度のバイパス運用状況

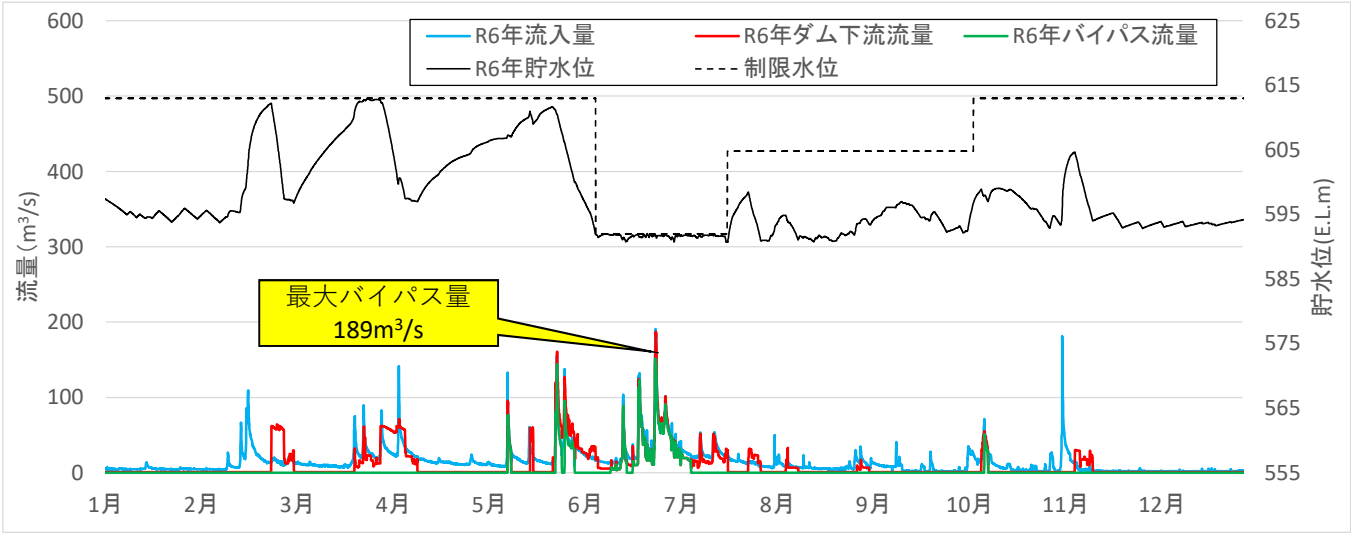
3.1 令和6年度のバイパス運用

- 「第12回小渋ダム土砂バイパスモニタリング委員会」で提示したバイパス運用方針に基づき、令和6年度は、中小洪水に対しても、可能な限りバイパスを運用し、5月～10月にかけて計6回バイパスを運用した。
- なお、今年度は、上流の生田発電所の補修工事に伴い、発電取水が限定的となったため、洪水後期の小流量時までバイパス運用を実施している。

	最大流入量 (m^3/s)	最大放流量 (m^3/s)	バイパス土砂量 (万m^3)	放流回数（回）	運用日数（延べ時間）
R6.5.13～5.14	152	135	4.3	1	26
R6.5.28～6.3	179	154	14.2	2	123
R6.6.14～6.19	105	102	5.5	1	120
R6.6.21～7.9	190	189	33.4	1	437
R6.10.9～10.10	93	53	3.4	1	29

バイパスの運用方針（第12回委員会より）

項目	運用基準	備考
バイパス開始基準	可能な限り早期からバイパス運用を開始（全流入量60m^3/sまでに開始を目安）	• 貯水池運用に支障がないように、可能な限り早期からバイパスを運用 • 目安となる60m^3/sは実際の土砂濃度や発電流量の確保を考慮して設定 • 全流入量60m^3/sを超えてから運用を開始しても設計上の水圧等による問題はないが、過去に不具合が生じた高流量時のゲート操作には注意が必要



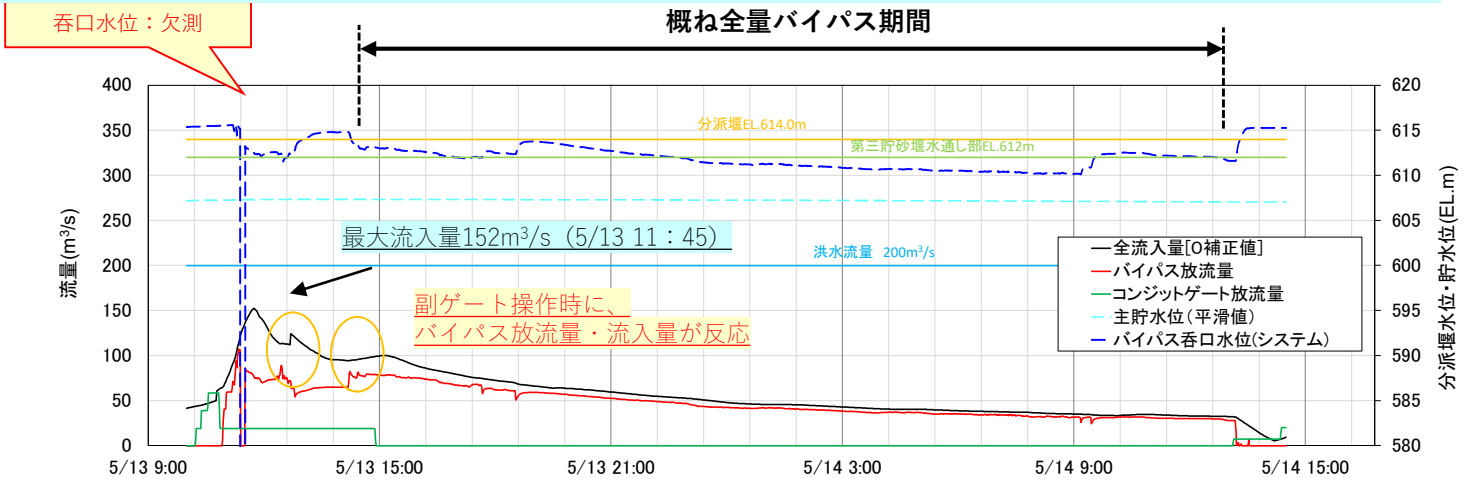
ダム流入量、放流量（毎正時データより作成）

3. 令和6年度のバイパス運用状況

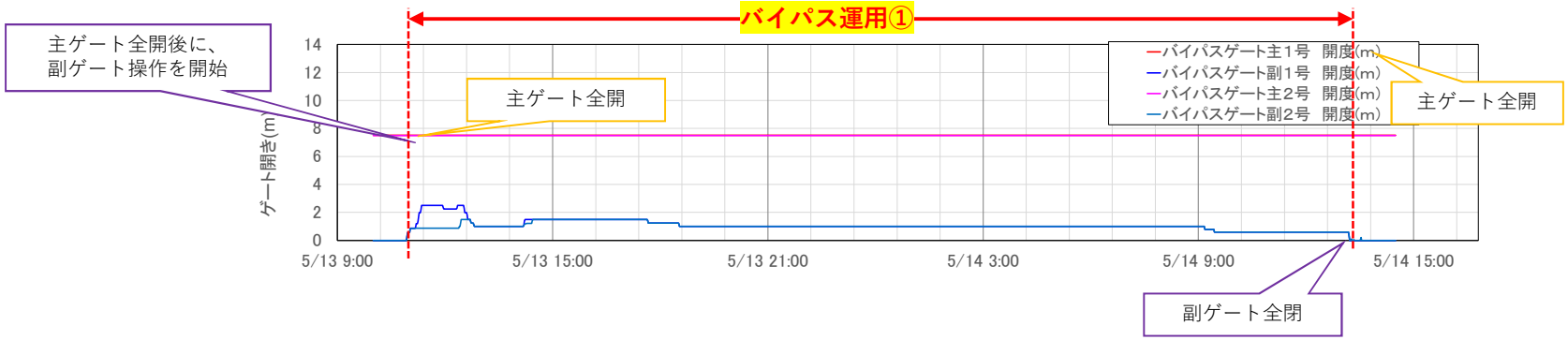
3.1 令和6年度のバイパス運用（運用①：令和6年5月13日～14日の運用状況）

■バイパス運用①
- 5/13（月）10:56からバイパス運用を開始し、5/14（火）13:32まで運用した（約26時間）。
- 最大流入量約152m³/s（5/13（月）11:45）を記録し、バイパス最大放流量は約135m³/s（5/13（月）11:21）であった。
- 主ゲート全開後に、副ゲートの開操作を実施。ダム貯水位は概ね維持されている。

流量・水位（1分データより作成）



主ゲート・副ゲート操作（1分データより作成）

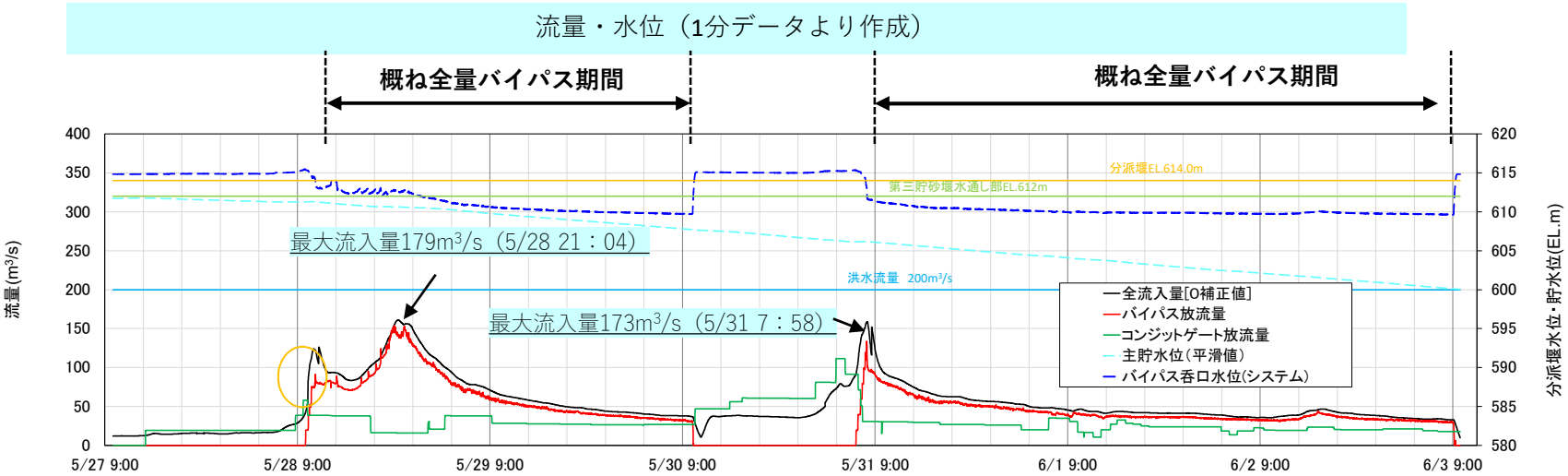


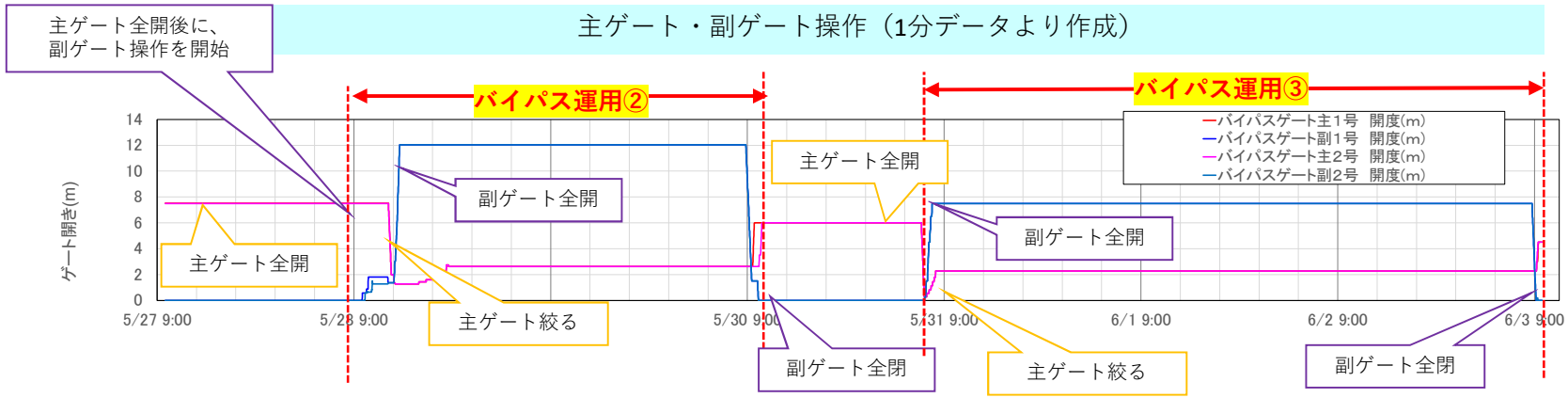
3. 令和6年度のバイパス運用状況

3.1 令和6年度のバイパス運用（運用②・③：令和6年5月28日～6月3日の運用状況）

■バイパス運用②
- 5/28（火）10:02からバイパス運用を開始し、5/30（木）10:22まで運用した（約48時間）。
- 最大流入量約179m³/s（5/28（火）21:04）を記録し、バイパス最大放流量は約154m³/s（5/28（火）21:04）であった。

■バイパス運用③
- 5/31（金）6:37からバイパス運用を開始し、6/3（月）9:21まで運用した（約75時間）。
- 最大流入量約173m³/s（5/31（金）7:58）を記録し、バイパス最大放流量は約134m³/s（5/31（金）7:58）であった。
- バイパスゲートからの放流に合わせ、コンジットゲートから放流も併用し、貯水位を低下させた。



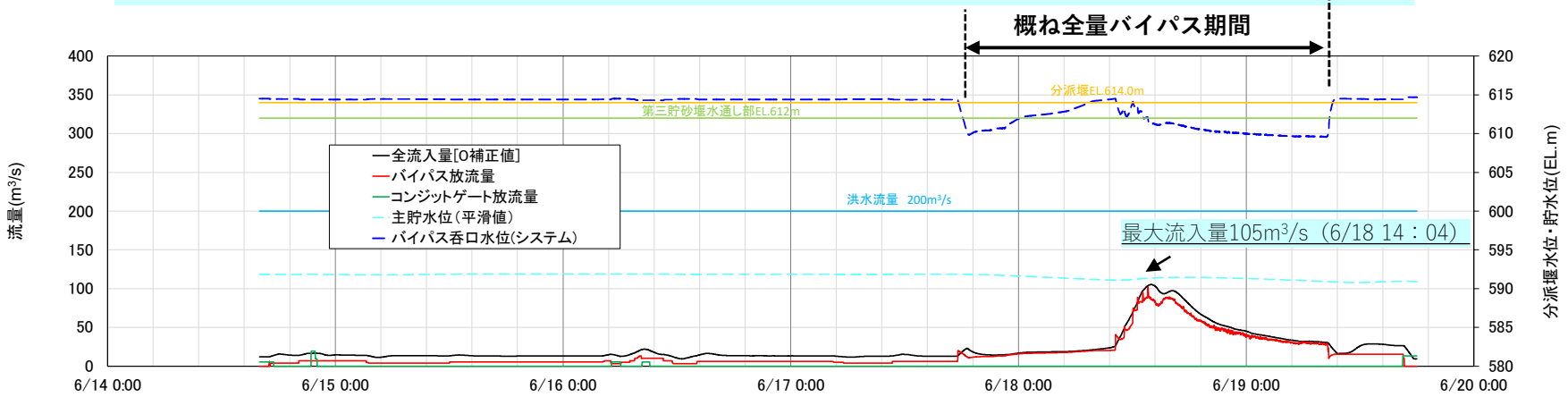


3. 令和6年度のバイパス運用状況

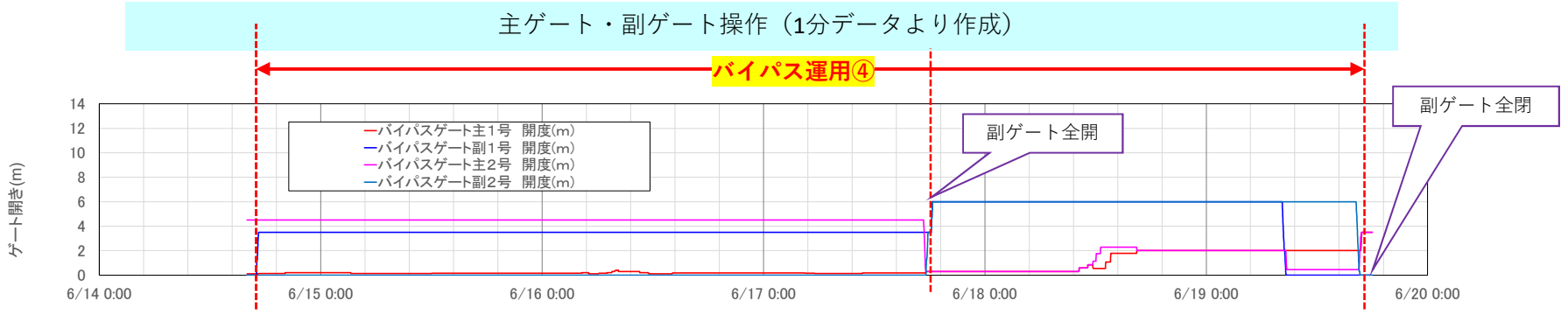
3.1 令和6年度のバイパス運用（運用④：令和6年6月14日～6月19日の運用状況）

■バイパス運用④
- 6/14（金）10:02からバイパス運用を開始し、6/19（水）16:39まで運用した（約120時間）。
- 最大流入量約105m³/s（6/18（火）14:04）を記録し、バイパス最大放流量は約102m³/s（6/18（火）13:39）であった。

流量・水位（1分データより作成）



主ゲート・副ゲート操作（1分データより作成）

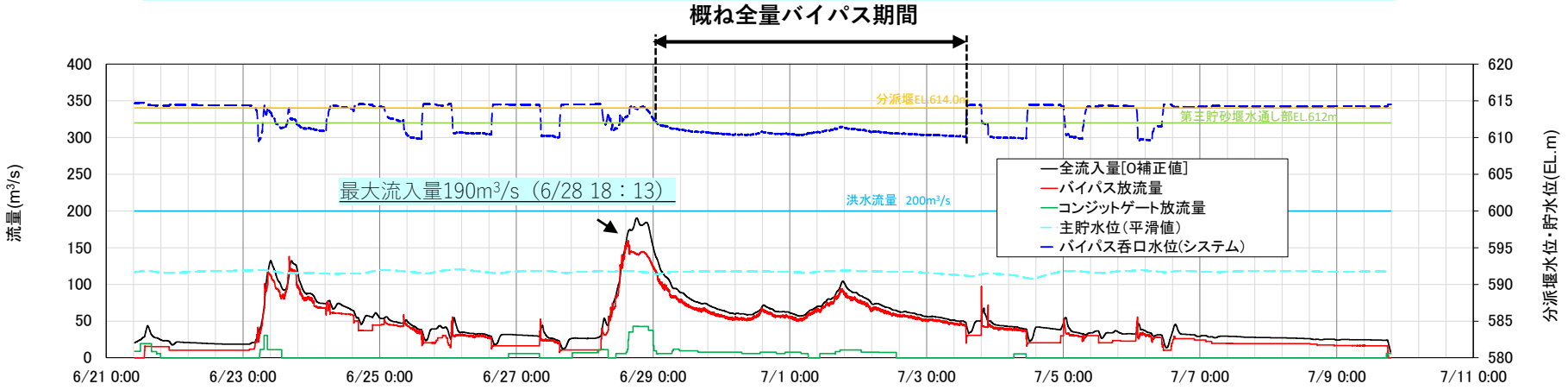


3. 令和6年度のバイパス運用状況

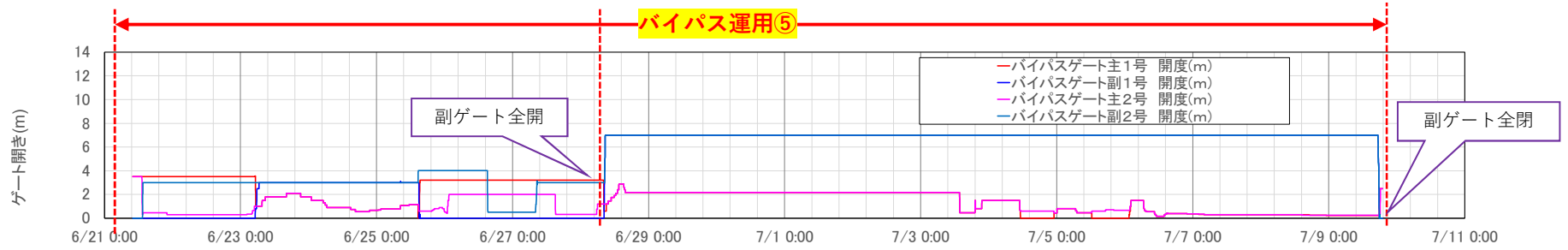
3.1 令和6年度のバイパス運用（運用⑤：令和6年6月21日～7月9日の運用状況）

■バイパス運用⑤
- 6/21（金）13:25からバイパス運用を開始し、7/9（火）18:07まで運用した（約437時間）。
- 最大流入量約190m³/s（6/28（金）18:13）を記録し、バイパス最大放流量は約189m³/s（6/28（金）15:12）であった。

流量・水位（1分データより作成）



主ゲート・副ゲート操作（1分データより作成）

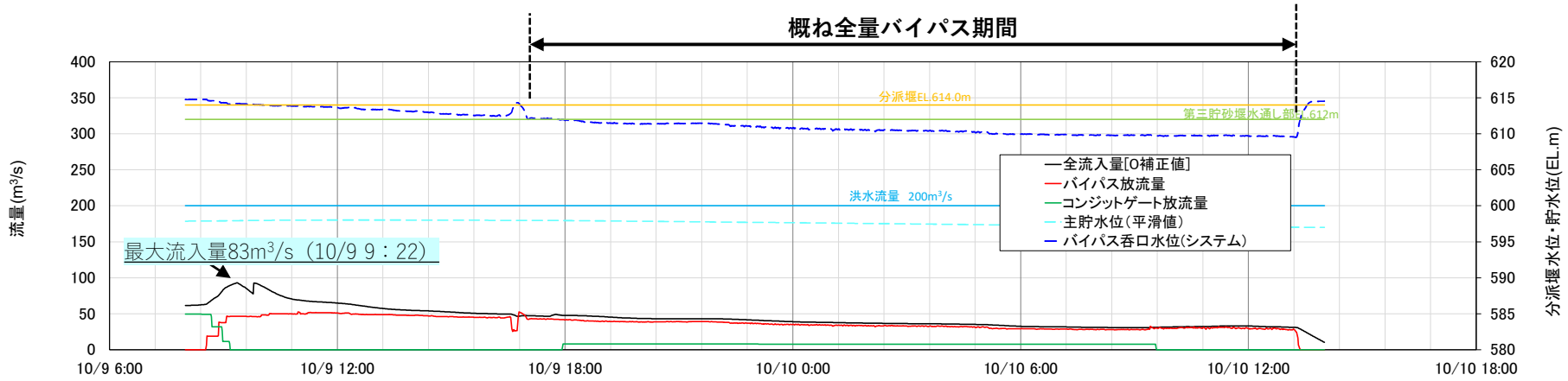


3. 令和6年度のバイパス運用状況

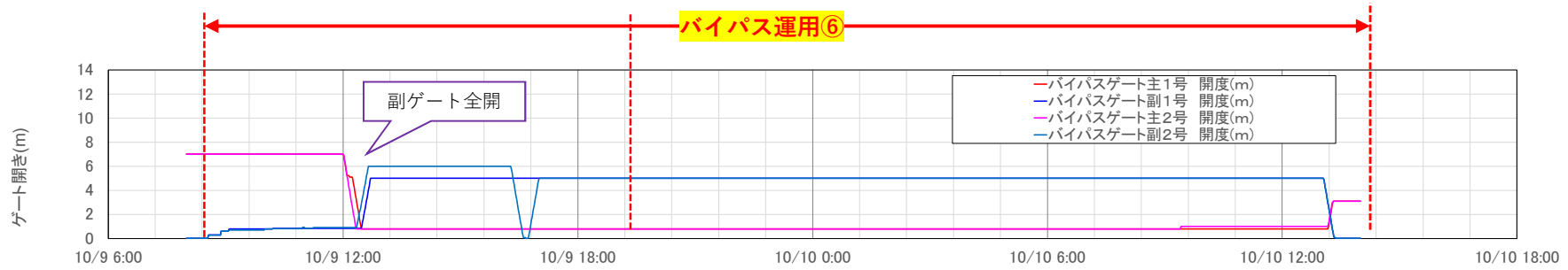
3.1 令和6年度のバイパス運用（運用⑥：令和6年10月9日～10月10日の運用状況）

■バイパス運用⑥
- 10/9（水）8:33からバイパス運用を開始し、10/10（木）13:21まで運用した（約29時間）。
- 最大流入量約93m³/s（10/9（水）9:22）を記録し、バイパス最大放流量は約53m³/s（10/9（水）16:47）であった。

流量・水位（1分データより作成）



主ゲート・副ゲート操作（1分データより作成）

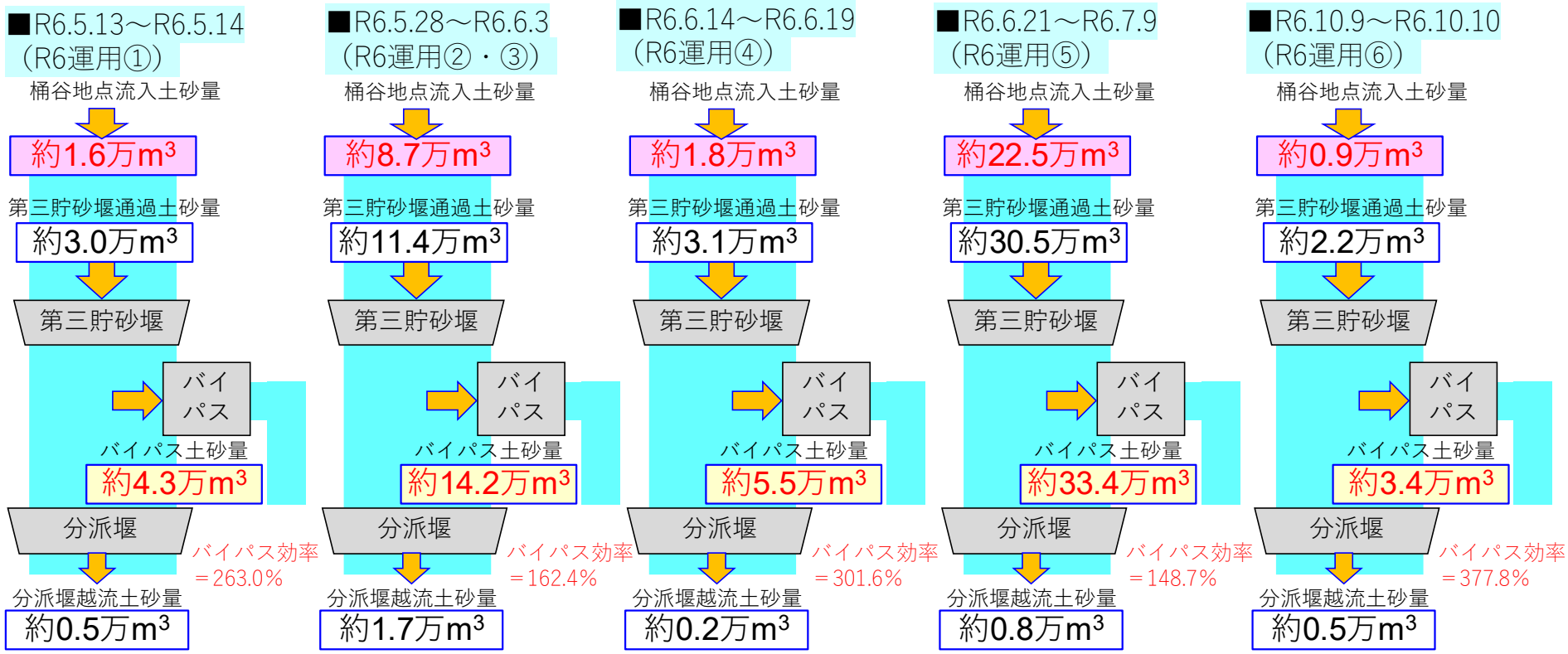


3. 令和6年度のバイパス運用状況

3.2 令和6年度バイパス土砂量の算定

一次元河床変動モデルによる計算値

- 「小渋ダム土砂バイパストンネルモニタリング委員会、土砂収支部会」で検討・構築してきた土砂収支算定モデル（呑口部分派特性を考慮した一次元河床変動モデル）により、令和6年度に運用した6回のバイパス土砂量を算定した。
- 運用①では約4.3万m^3、運用②・③では約14.2万m^3 、運用④では約5.5万m^3 、運用⑤では約33.4万m^3、運用⑥では約3.4万m^3となり、6回の運用の合計は、約60.7万m^3であったと推定される。 ※空隙率0.5で表記
- 令和6年度の運用は、どの運用においても、桶谷地点流入土砂量以上の土砂量をバイパスさせた（バイパス効率100%以上）。
- 令和6年度の運用は、流量規模は比較的小さいが、全量バイパスを実施している時間が約735時間と長く、分派堰内が河道状態になるため、掃流力が増加し、粗粒分が分派湖内に流下しやすく、バイパス流入しやすかったといえる。



令和6年度のバイパス運用時の土砂収支

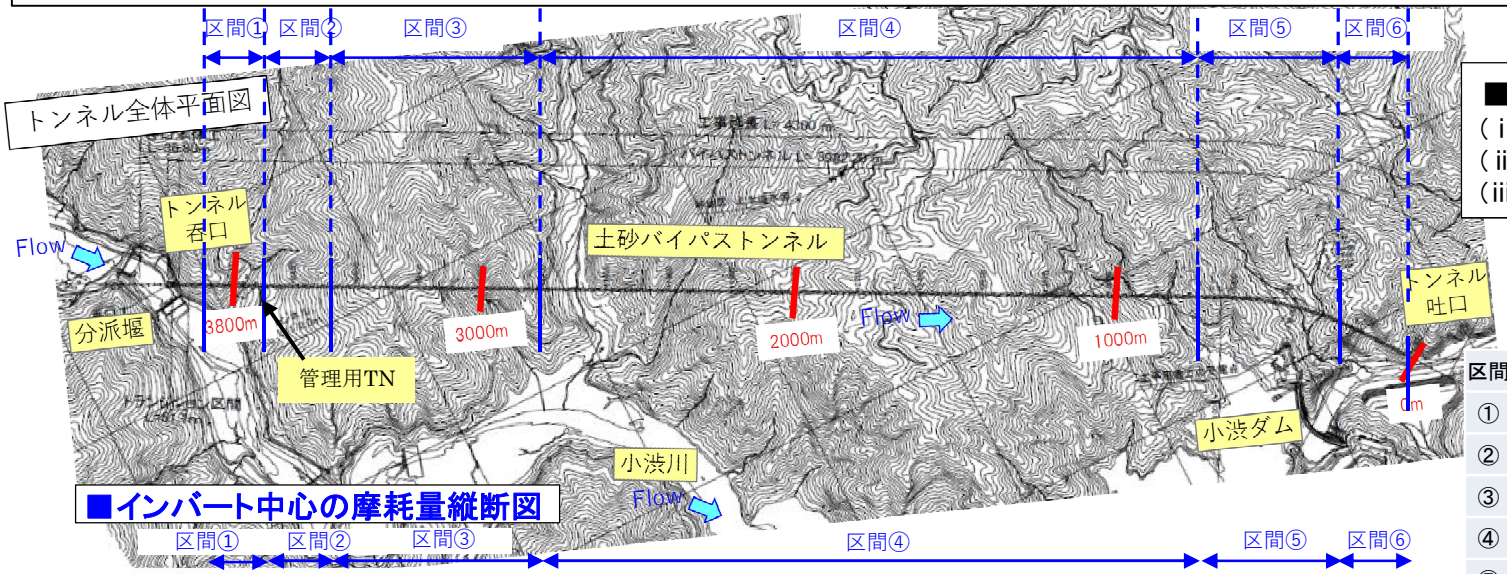
※土砂量は「空隙率0.5」で表記
※バイパス効率（%）＝バイパス土砂量／桶谷地点流入土砂量

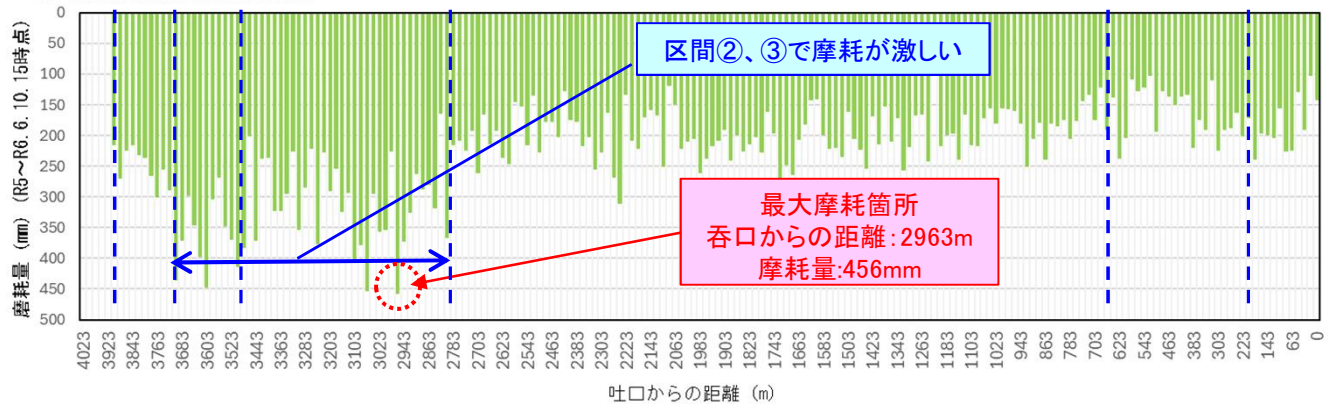
3. 令和6年度のバイパス運用状況

3.3 トンネル施設の摩耗・損傷状況

(1) 令和6年度の摩耗・損傷状況(トンネル全線)

- 前述の令和6年度のバイパス運用①～⑥後の令和6年10月末にインバート面の3次元測量を実施し、3次元測量結果から、摩耗量縦断(インバート中心)、ヒートマップ、主要地点の横断図を作成して、昨年度からの摩耗状況を確認した。
- トンネル構造(管理用TNの上下流・湾曲等)、摩耗量(深度)、主な摩耗位置(平面位置)からトンネルを6区分して、各区間の代表的な摩耗状況を整理した。
- その結果、吐口から2,800m程度～3,700m程度区間までの区間(区間②③)の摩耗が著しく、最大摩耗量が450mm以上(インバート残り厚150mm以下)の箇所が確認され、早急な補修が必要な状況である。





■区間の分類条件
(ⅰ)構造条件(管理用TN、湾曲等)
(ⅱ)縦断図における摩耗量
(ⅲ)横断方向の摩耗が進行位置

区間	特 徴	
①	管理用TN上流:	摩耗:中、位置:右岸
②	管理用TN下流:	摩耗:大、位置:右岸
③	管理用TN下流・直線:	摩耗:大、位置:中央
④	直線区間:	摩耗:小、位置:中央
⑤	湾曲区間:	摩耗:小、位置:右岸
⑥	直線区間・吐口:	摩耗:小、位置:中央

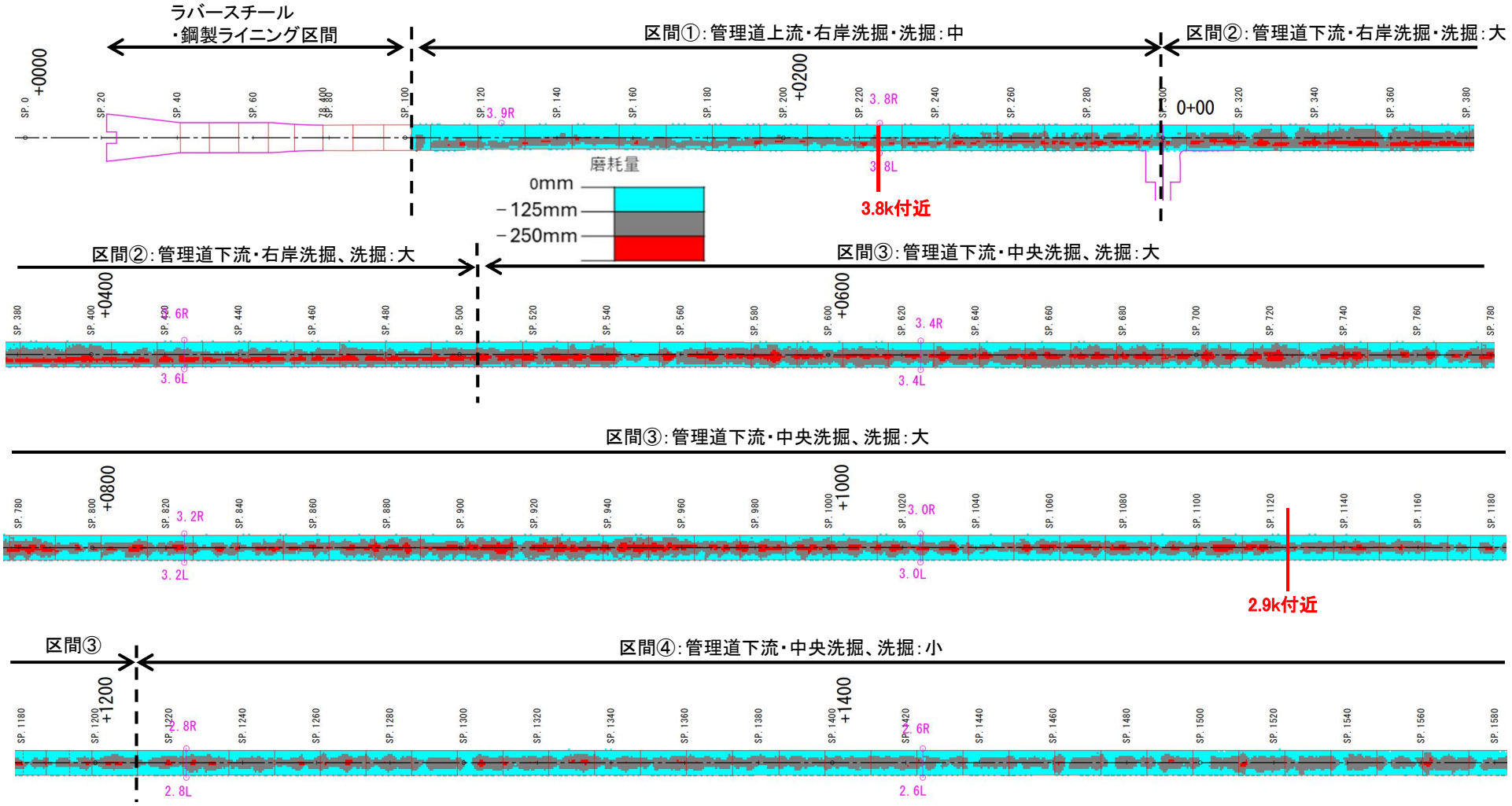
区間	吐口からの距離[m] (吐口側)		
区間①	3704.2	～	3921.3
区間②	3518.2	～	3704.2
区間③	2787.0	～	3518.2
区間④	662.5	～	2787.0
区間⑤	187.5	～	662.5
区間⑥	0.0	～	187.5

3. 令和6年度のバイパス運用状況

3.3 トンネル施設の摩耗・損傷状況

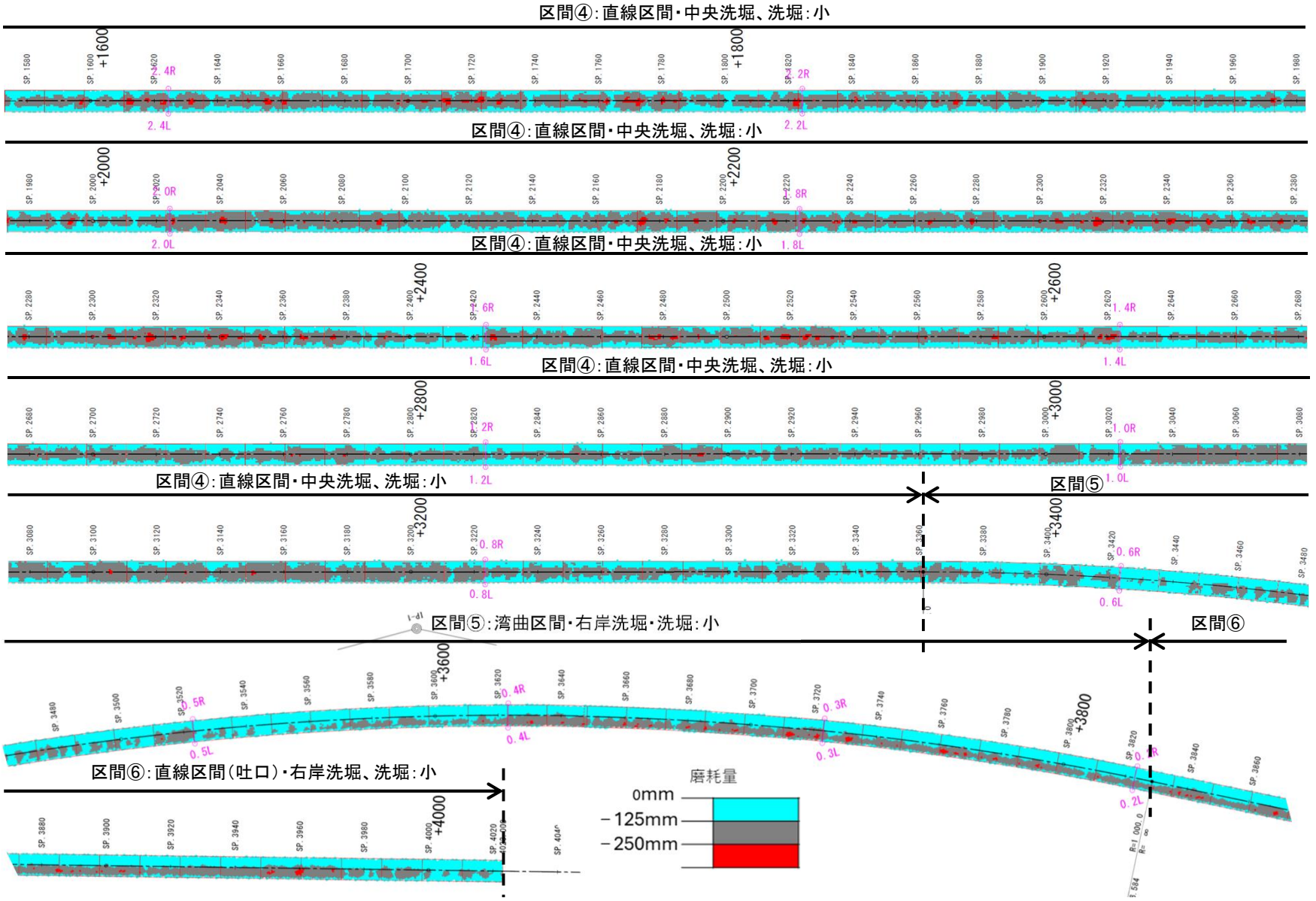
(1) 令和6年度の摩耗・損傷状況(トンネル全線)

- 令和5年度末に実施した三次元測量と令和6年10月に実施した三次元測量結果に基づいて、2時点の差分をヒートマップとして整理した。
- 昨年度委員会で設定した部分補修基準の250mm以上摩耗した箇所を赤、その1/2以上の125mm以上摩耗した箇所を灰色で表示した。



3.3 トンネル施設の摩耗・損傷状況

(1)令和6年度の摩耗・損傷状況(トンネル全線)



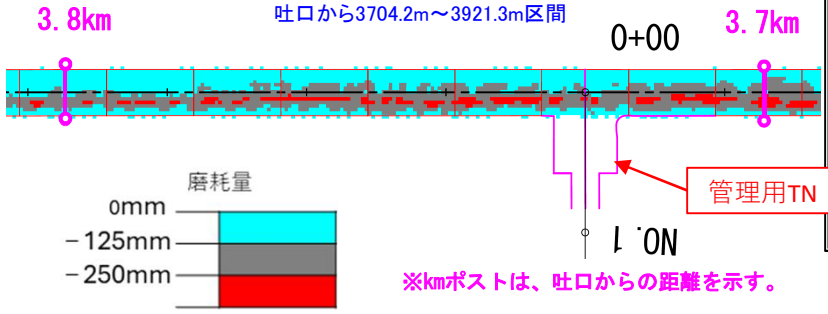
3. 令和6年度のバイパス運用状況

3.3 トンネル施設の摩耗・損傷状況

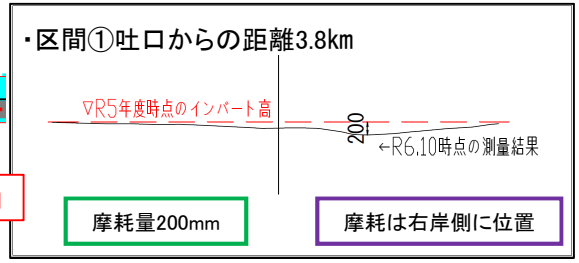
(2) 令和6年度の摩耗・損傷状況(区間①・区間②)

各区間の代表ヒートマップと現地写真(ｉ)

区間①【管理用TN上流】のヒートマップ



- 主な摩耗位置は右岸側である。
- 最大摩耗量は300mm(残厚300mm)程度である。
- 深掘れ箇所(250mm以上)は縦断的には連続していない。

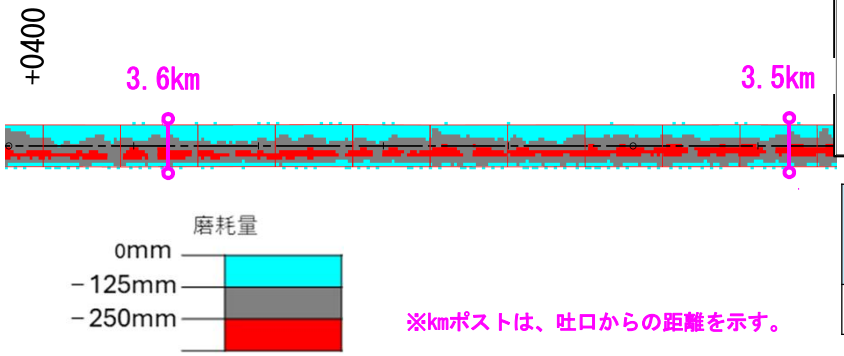




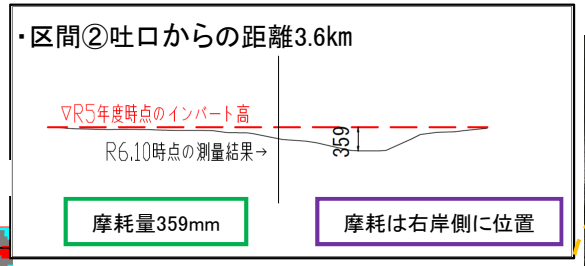
最大摩耗量※ [mm]	平均摩耗量※ [mm]
300	114

区間②【管理用TN下流】のヒートマップ

吐口から3518.2～3704.2m



- 主な摩耗位置は右岸側である。
- 最大摩耗量は447mm(残厚153mm)程度である。
- 深掘れ箇所(250mm以上)が縦断的にやや連続する。





最大摩耗量※ [mm]	平均摩耗量※ [mm]
447	171

※摩耗量の定義(最大・平均)
・最大摩耗量は測量縦断図(インバート中心)より抽出した。
・平均摩耗量＝区間全体摩耗体積÷区間距離÷インバート幅
・インバート幅は施工時の標準断面を参照し、固定値6.6mとする

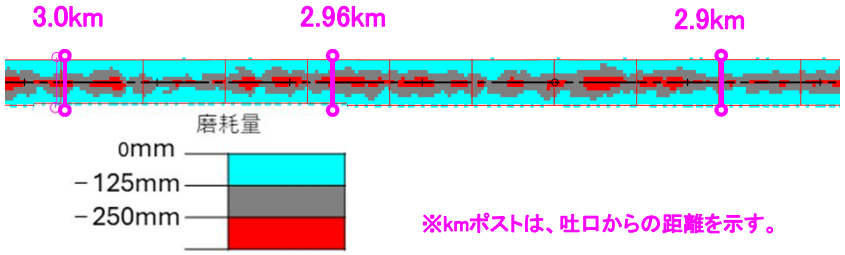
3.3 トンネル施設の摩耗・損傷状況

(2) 令和6年度の摩耗・損傷状況(区間③・区間④)

各区間の代表ヒートマップと現地写真(ⅱ)

区間③【管理用TN下流:直線】のヒートマップ

吐口から2787.0～3518.2m



※kmポストは、吐口からの距離を示す。

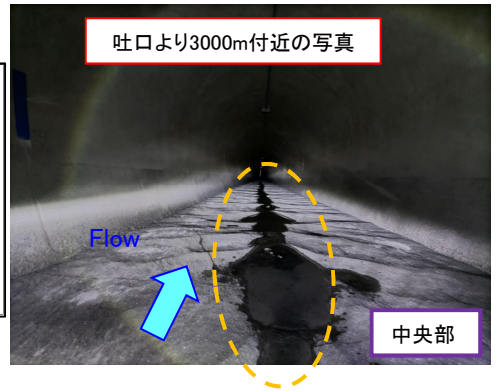
- 主な摩耗位置は中央部である。
- 最大摩耗量は456mm(残厚144mm)程度である。
- 深掘れ箇所(250mm以上)が縦断的に連続しない。

・区間③吐口からの距離2.96km



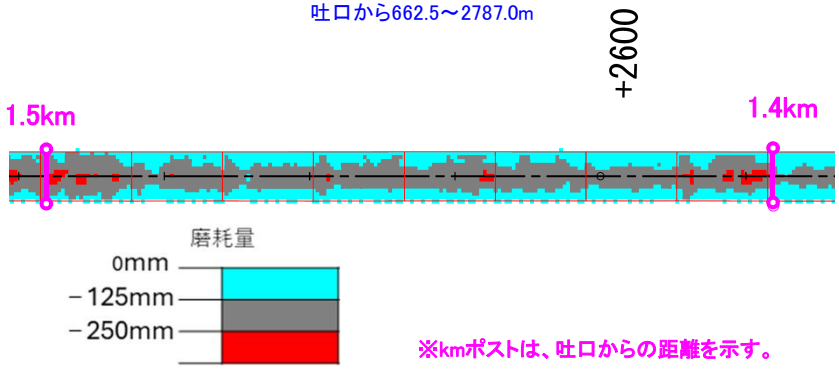
摩耗量453mm　　摩耗は中央部に位置

最大摩耗量※ [mm]	平均摩耗量※ [mm]
456	154



区間④【直線区間】のヒートマップ

吐口から662.5～2787.0m



※kmポストは、吐口からの距離を示す。

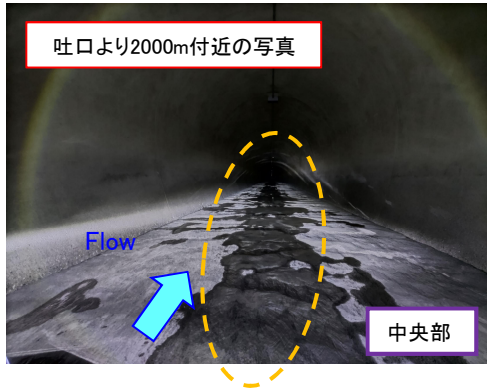
- 主な摩耗位置は中央部である。
- 最大摩耗量は310mm(残厚280mm)程度である。
- 深掘れ箇所(250mm以上)が点在する。

・区間④吐口からの距離1.4km



摩耗量226mm　　摩耗は中央部に位置

最大摩耗量※ [mm]	平均摩耗量※ [mm]
310	136



※摩耗量の定義(最大・平均)
・最大摩耗量は測量縦断図(インバート中心)より抽出した。
・平均摩耗量＝区間全体摩耗体積÷区間距離÷インバート幅
・インバート幅は施工時の標準断面を参照し、固定値6.6mとする

3. 令和6年度のバイパス運用状況

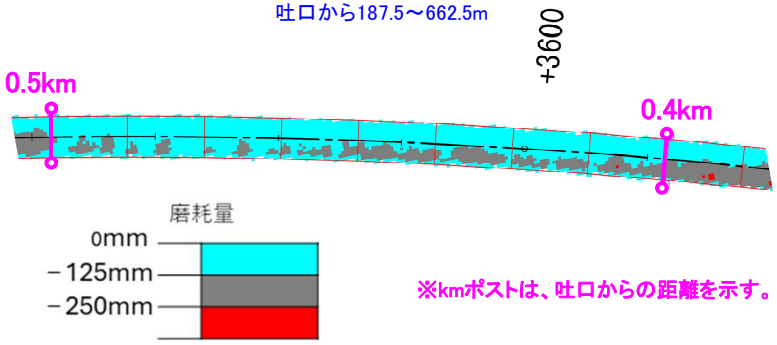
3.3 トンネル施設の摩耗・損傷状況

(2) 令和6年度の摩耗・損傷状況(区間⑤・区間⑥)

各区間の代表ヒートマップ断面図及び現地写真(iii)

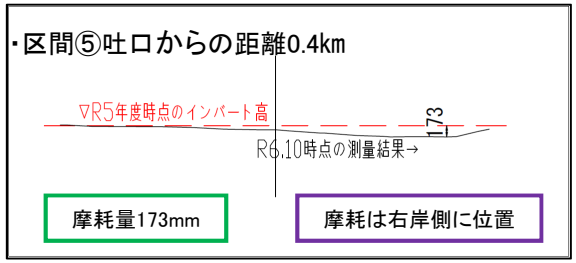
区間⑤【湾曲区間】のヒートマップ

吐口から187.5～662.5m

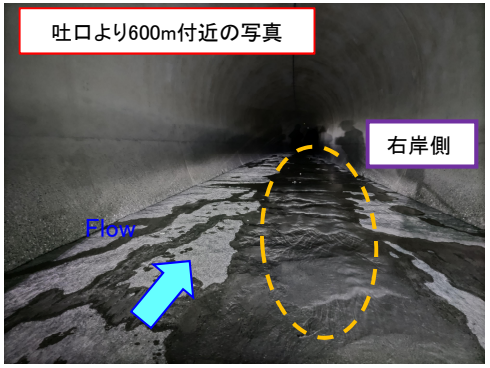


※kmポストは、吐口からの距離を示す。

- 主な摩耗位置は右岸側(湾曲内岸側)である。
- 最大摩耗量は237mm(残厚363mm)程度である。
- 深掘れ箇所(250mm以上)は限定的である。

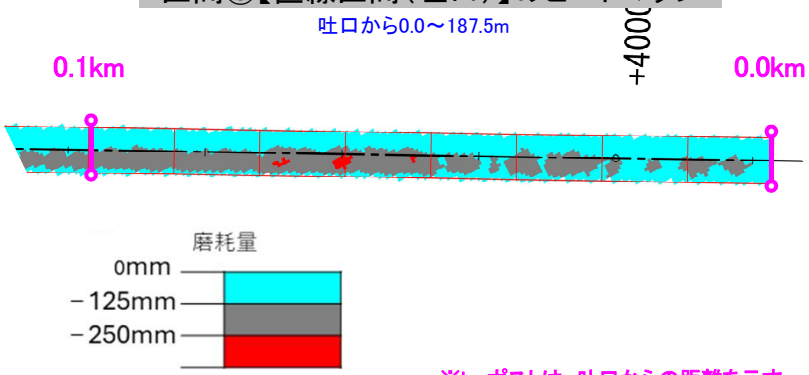


最大摩耗量※ [mm]	平均摩耗量※ [mm]
237	111



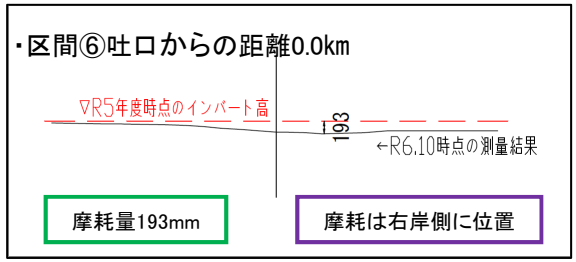
区間⑥【直線区間(吐口)】のヒートマップ

吐口から0.0～187.5m

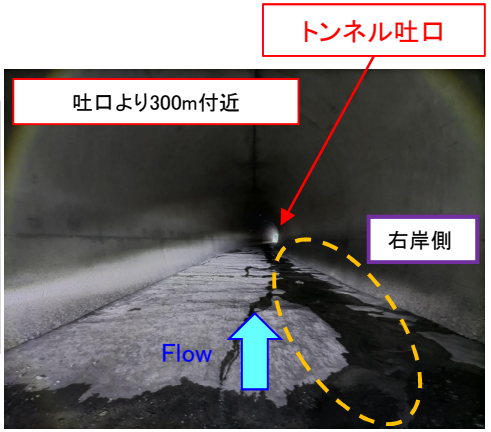


※kmポストは、吐口からの距離を示す。

- 主な摩耗位置はやや右岸側である。
- 最大摩耗量は223mm(残厚377mm)程度である。
- 深掘れ箇所(250mm以上)は限定的である。



最大摩耗量※ [mm]	平均摩耗量※ [mm]
223	136



※摩耗量の定義(最大・平均)
・最大摩耗量は測量縦断図(インバート中心)より抽出した。
・平均摩耗量＝区間全体摩耗体積÷区間距離÷インバート幅
・インバート幅は施工時の標準断面を参照し、固定値6.6mとする

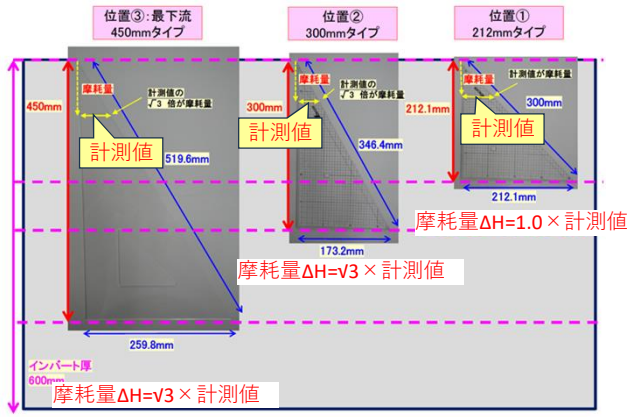
3. 令和6年度のバイパス運用状況

3.3 トンネル施設の摩耗・損傷状況

(3)簡易計測プレートによる摩耗状況の把握

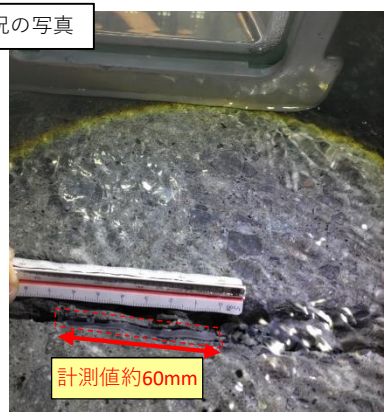
- バイパス内の摩耗・損傷状況の短時間・簡易作業での確認を行うことを目的に、簡易計測プレート(三角定規)を3測線×3箇所(計9箇所)に設置している(インバートのブロック境界の打継目に設置)。
- 令和6年6月、令和6年11月の2回の現地調査にて、簡易計測プレートのインバート面での幅を計測することにより摩耗量を把握した。
- 令和6年6月時点、令和6年11月時点での総バイパス土砂流入量はそれぞれ①26.85万m³、②69.15万m³ (②－①＝42.3万m³)である。
- 簡易プレート③の右岸＋2地点の例では、6月時点の摩耗量は63mm 、11月時点の摩耗量は128mm (増加65mm)と評価され、バイパス運用停止後に簡易計測プレートを計測することによりバイパス流下土砂量の増加と摩耗量の進行の関係をある程度把握可能であることが確認できた。
- ただし、現在のプレートは透明プラスチック製であり、視認性に問題があることから、今後設置する場合には改良が必要である。

＜簡易計測プレート(三角定規)の詳細＞



＜簡易計測プレートによる計測状況例＞

計測状況の写真



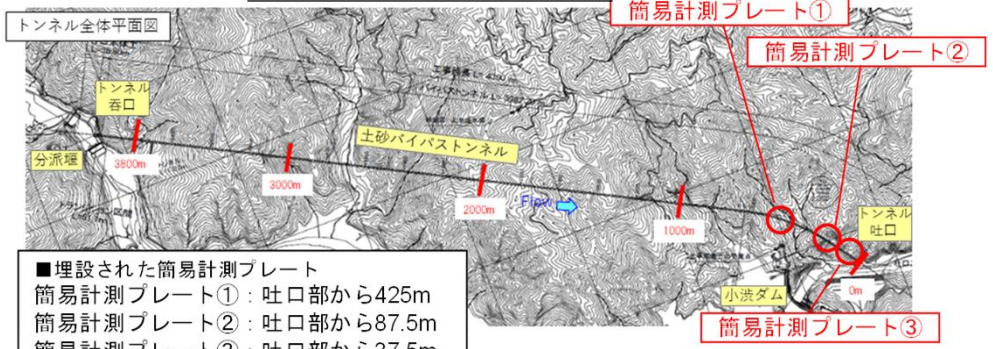
■現地調査日と計測箇所
・R6.6.14
・簡易計測プレート①
(右岸＋2m)

■計測値
・60mm

■摩耗量の計算例
ΔH＝1.0×60mm＝60mm

※現在設置されているプレートは透明プラスチック製であり、視認性に課題がある

簡易計測プレートの埋設位置



■埋設された簡易計測プレート
簡易計測プレート①：吐口部から425m
簡易計測プレート②：吐口部から87.5m
簡易計測プレート③：吐口部から37.5m

簡易計測プレートによる摩耗量計測値

・R6年6月14日 (現地調査)　①バイパス土砂流入量(設置後～R6.6.14)：26.85万m³

簡易計測プレート	吐口からの距離	摩耗量(令和6年6月14日)		
		左岸＋2m	流心	右岸＋2m
①	425m	30mm	30mm	60mm
②	87.5m	45mm	50mm	70mm
③	37.5m	15mm	45mm	63mm

②バイパス土砂流入量(設置後～R6.11.19)：69.15万m³

・R6年11月19日 (現地調査)　③期間増加量 (②－①) ：42.3万m³

簡易計測プレート	吐口からの距離	摩耗量(令和6年11月19日)		
		左岸＋2m	流心	右岸＋2m
①	425m	33mm	74mm	105mm
②	87.5m	52mm	55mm	87mm
③	37.5m	35mm	113mm	128mm

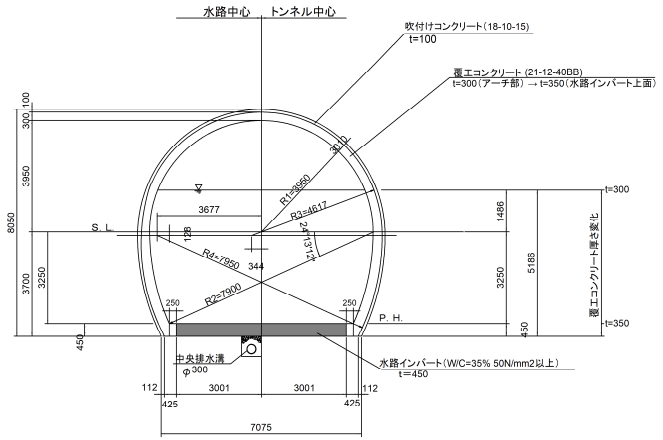
3. 令和6年度のバイパス運用状況

3.4 令和2年度の被災と令和6年度の摩耗の概況

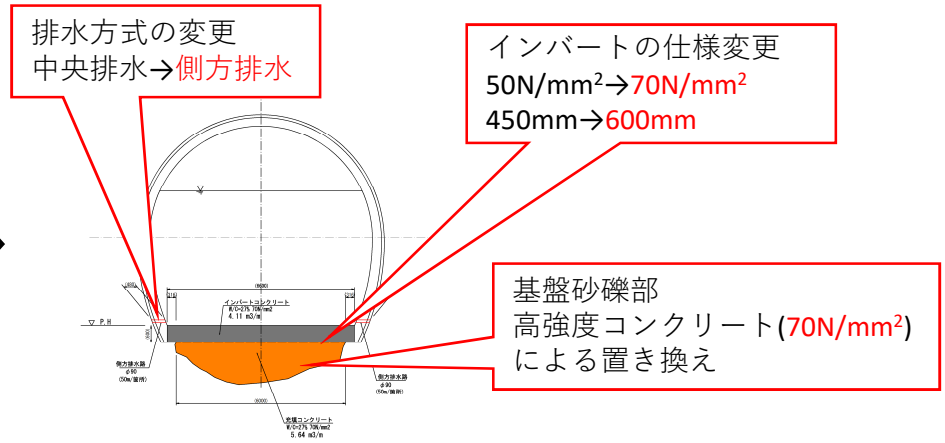
(1)令和2年度の被災時及び令和6年度のインバート構造や出水規模・バイパス運用の違い

- 令和2年11月～令和5年5月にかけて、土砂バイパストンネルの被災したインバート部分を対象に、復旧工事を実施した。
- 耐摩耗性の向上を目的として、インバートの高強度化50N/mm² ⇒70N/mm² 、増厚450mm⇒600mmを実施した。
- 呑口部分のライニングは、敷設区間の延長・高強度化・固定方法の変更により、摩耗・損傷要因に対する改善を図っている。

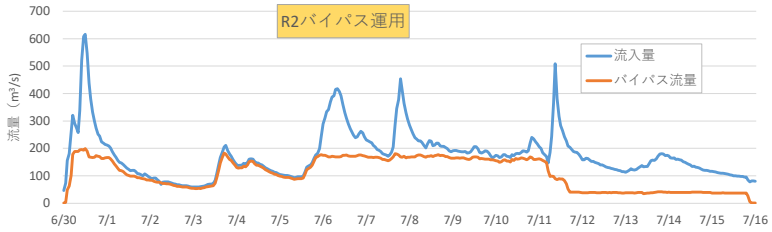
当初



復旧断面

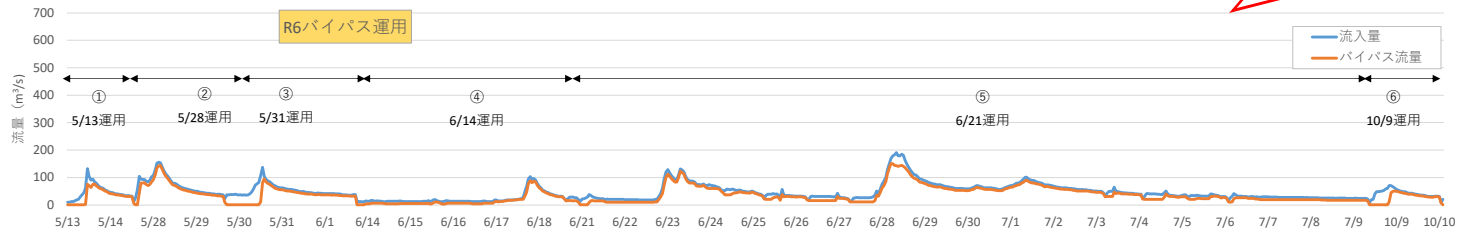


- 令和6年度はバイパスを6回運用しており、令和2年の運用と比較すると、流量規模は小さいものの運用時間が長い



R2運用
年最大流入量　　：640m³/s
総バイパス土砂量：188.2万m³

- R6運用は運用時間がR2運用の約2倍
- 流入量＝バイパス流量（全量バイパス）の期間が長く、分派堰上流が河道状態となり、河道に堆積していた掃流砂成分が多くバイパスされたと推察される



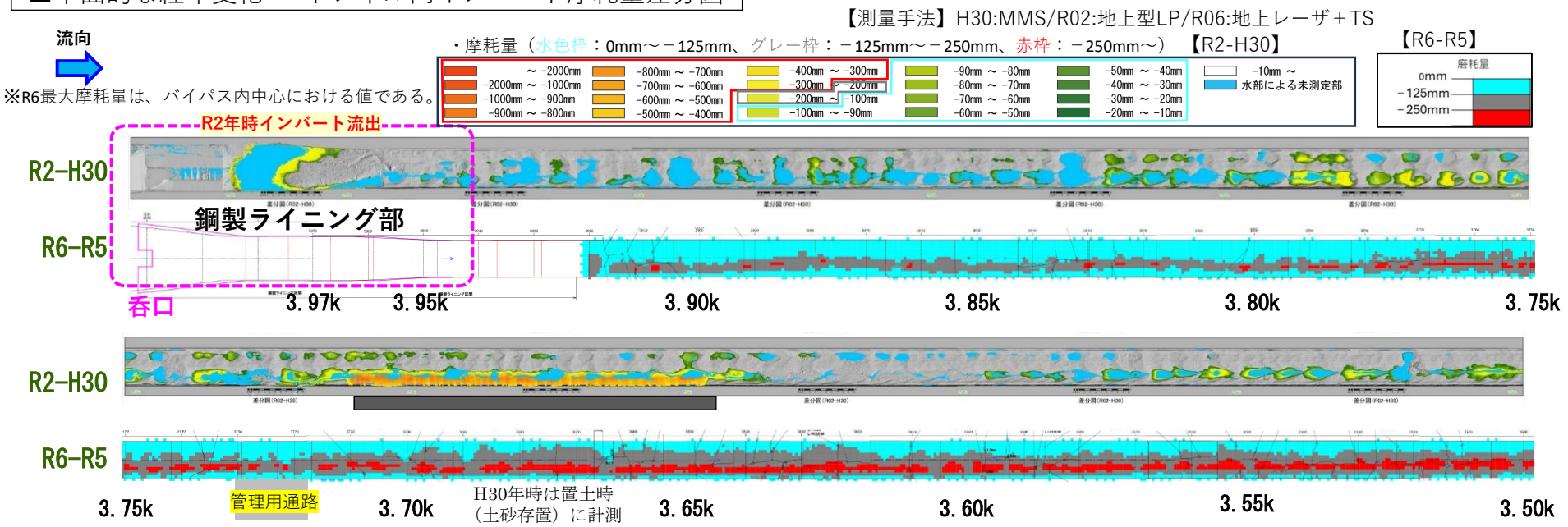
R6運用
年最大流入量　　：190m³/s
総バイパス土砂量：60.7万m³

3.4 令和2年度の被災と令和6年度の摩耗の概況

(2)令和2年度の被災及び令和6年度の摩耗状況の比較

- 令和2年度インバート流出箇所は、①鋼製ライニング部、②吐口より3.3km～3.26km、③吐口より2.9km～2.81km、④吐口より2.17km～2.12km、⑤吐口より0.09km～0kmの5個所である。
- 令和2年度インバート流出箇所②～⑤のR6年時における最大摩耗量はそれぞれ②353mm、③317mm、④169mm、⑤225mmであり、特別摩耗が進行している傾向は確認できない。
- 令和2年度のインバート流出箇所は、5箇所全てで横断方向にも全面的に損傷しているが、令和6年時は、横断方向の全面的な損傷には至っておらず局所的な損傷にとどまっている。
- 令和2年度のインバート流出箇所以外においては、一部区間(吐口部～1.0km区間、吐口から3.3km～3.6km区間等)を除いて摩耗によって生じた“みお筋”が2本形成されているが、令和6年度は“みお筋”は1本であり、縦断的に連続している状況である。
- インバート全体の摩耗・損傷傾向については、呑口～管理用通路までは、令和2年度、令和6年度ともに右岸側の方の摩耗が卓越している。
- 吐口より2.75km～湾曲部までは、令和2年度は左岸側、令和6年度は中央部の摩耗が卓越しているという傾向の違いが確認できる。
- 湾曲部～吐口までは、令和2年度、令和6年度ともに右岸側の方が摩耗が卓越している。
- なお、全般的に横断的に見ると摩耗進行位置及び幅や形状差があり、縦断的にも摩耗量のばらつきに違いがあるので今後整理する必要がある。

■平面的な経年変化 ― トンネル内インバート摩耗量差分図

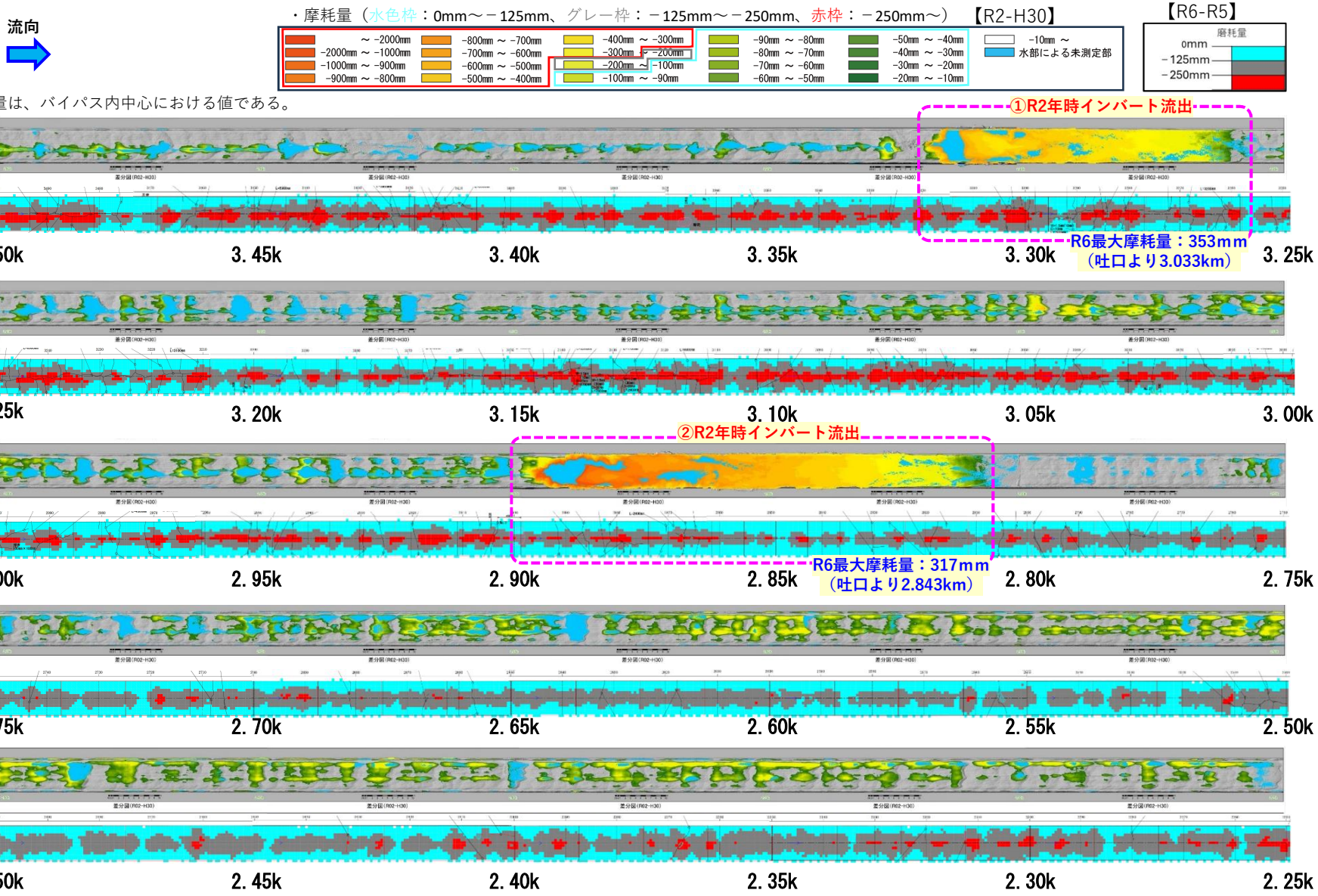


3.4 令和2年度の被災と令和6年度の摩耗の概況

(2)令和2年度の被災及び令和6年度の摩耗状況の比較

■平面的な経年変化 ― トンネル内インバート摩耗量差分図

【測量手法】H30:MMS/R02:地上型LP/R06:地上レーザ＋TS

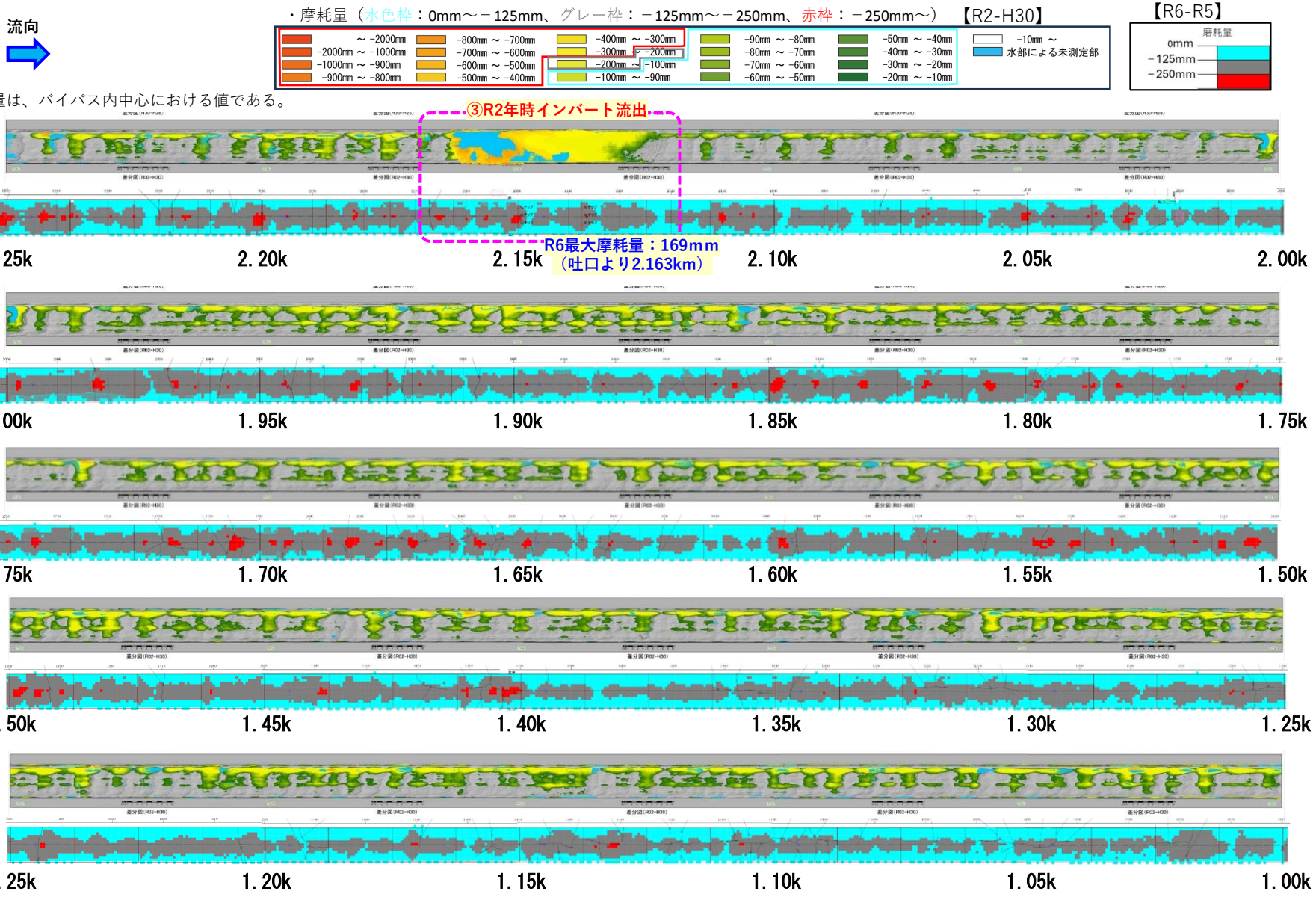


3.4 令和2年度の被災と令和6年度の摩耗の概況

(2)令和2年度の被災及び令和6年度の摩耗状況の比較

■平面的な経年変化 ― トンネル内インバート摩耗量差分図

【測量手法】H30:MMS/R02:地上型LP/R06:地上レーザ＋TS

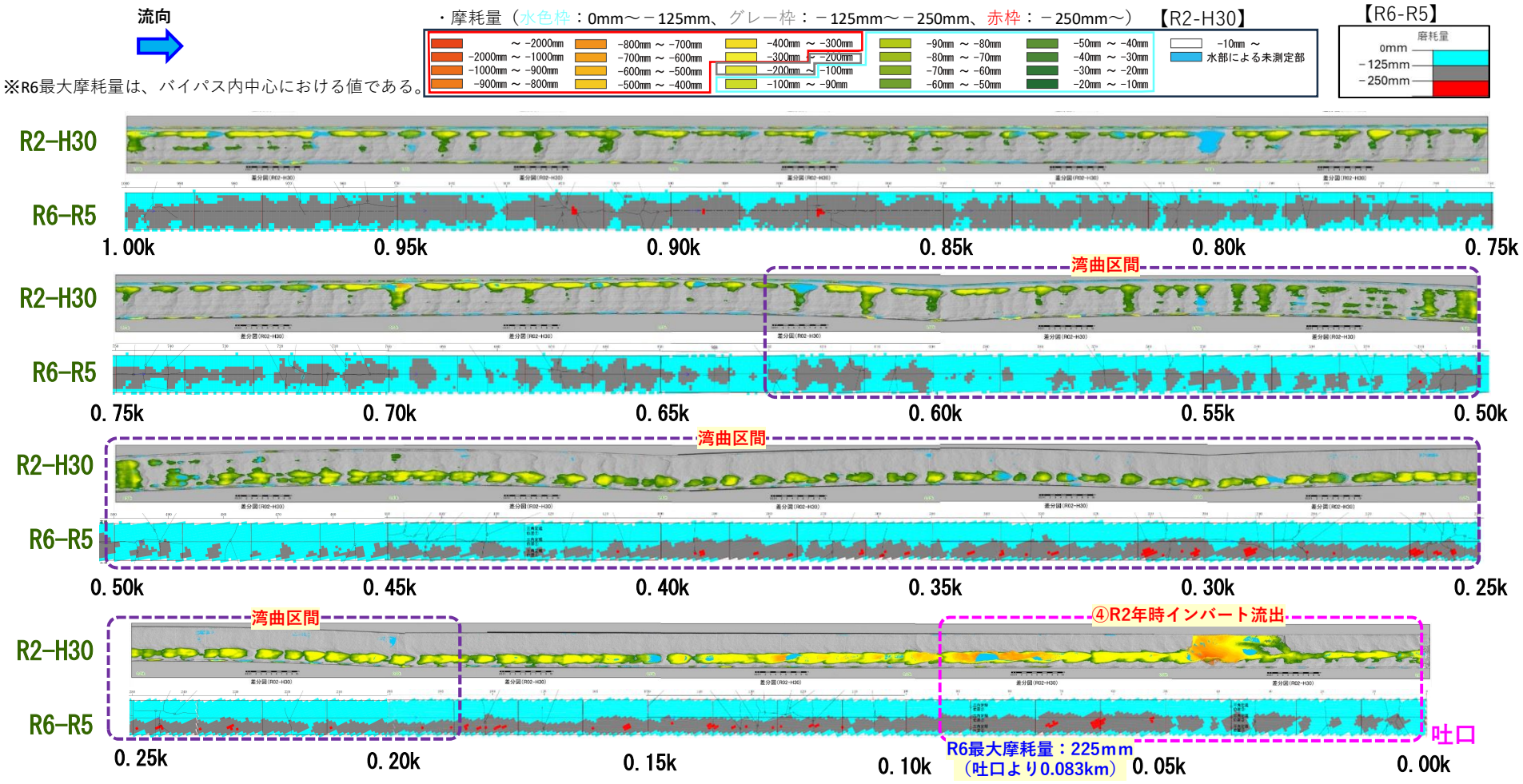


3.4 令和2年度の被災と令和6年度の摩耗の概況

(2)令和2年度の被災及び令和6年度の摩耗状況の比較

■平面的な経年変化 ― トンネル内インバート摩耗量差分図

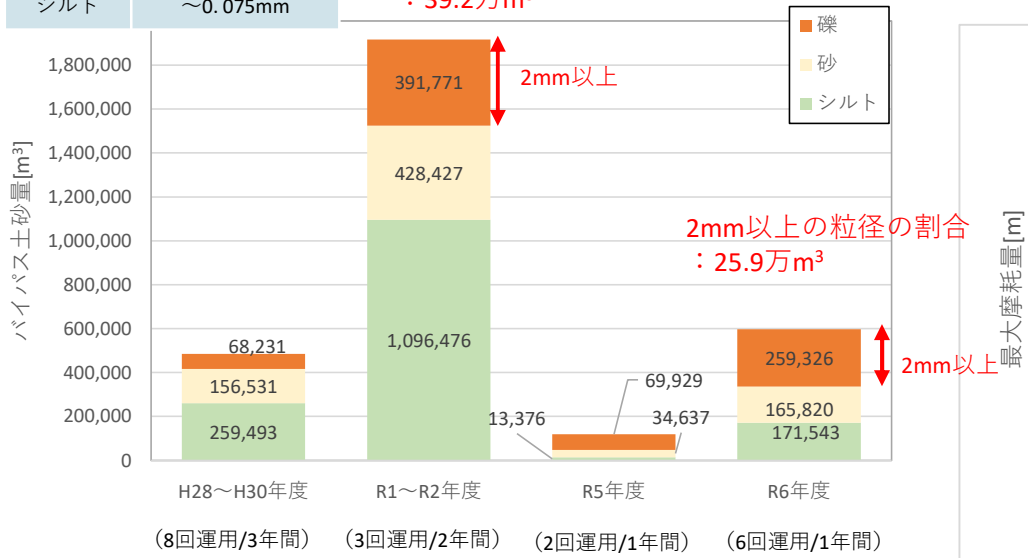
【測量手法】H30:MMS/R02:地上型LP/R06:地上レーザ＋TS



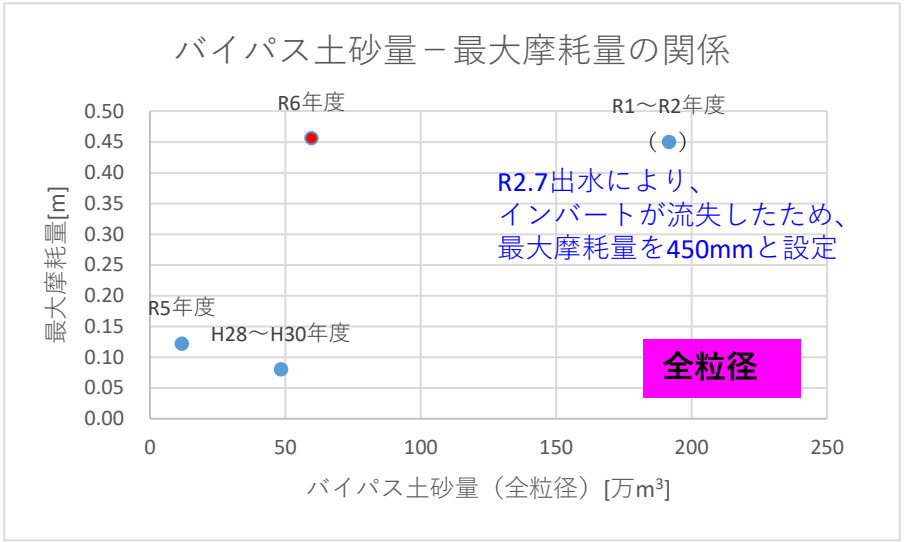
3.5 令和6年度バイパス土砂量と摩耗量との関係

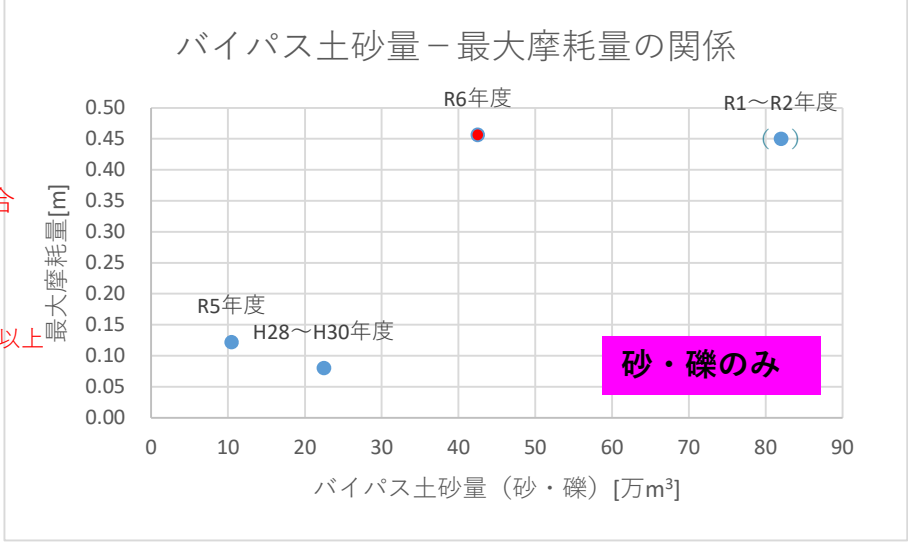
- 令和6年度のバイパス運用におけるバイパス土砂量と最大摩耗量について、これまでの運用状況と比較した。
- バイパス土砂量は令和1～2年度が最も多く、次いで令和6年度が多い。
- 令和6年度のバイパス土砂量は、洪水後期の運用時間が長く、河道堆積土砂が多く排砂されたためシルト分が少なく、摩耗・損傷に寄与すると想定される礫（2mm）以上の割合が多かった。
- 令和6年度の運用は、流量規模は大きくないが、全量バイパスを実施している時間が長く、分派堰内が河道状態になるため、掃流力が増加し、分派時より粗粒分がバイパスに流入されやすかったと想定される。
- 令和6年度の最大摩耗量は約460mmであり、平成28～H30年度と比較すると全粒径のバイパス土砂量は同等であるものの、礫（2mm）以上の土砂量が3倍以上であったことから摩耗量が大きくなったと想定される。

粒径区分	粒径
礫	2.00～512mm
砂	0.075～2.00mm
シルト	～0. 075mm



粒径別バイパス土砂量（計算値）





バイパス土砂量と最大摩耗量の関係

3.6 摩耗予測式の評価

■令和6年度運用の予測摩耗量と実績摩耗量の比較
・令和5年度まで摩耗予測式の検証（R2出水、450mm、50N/mm²で同定し、70N/mm²に適用した式）として、令和6年度運用のバイパス土砂量を用いた場合の予測摩耗量と実績摩耗量（三次元測量結果から結果を抽出）を比較した。
・最大摩耗量は、予測値350mmに対し、実績値456mmであった。予測値が実績値より100mm程度小さい値となった。
・平均摩耗量は、予測値195mmに対し、実績値136mmであった。予測値が実績値より50mm程度大きい値となった。
⇒最大摩耗量の予測は、実績摩耗量より小さい値となったが、区間ごとの最大摩耗量は、大部分の区間で約250mm程度であった。最大摩耗量の予測値は大部分区間の摩耗量より大きい値を示しているため、トンネル全体の状況把握としては、維持補修・運用継続確認でこの摩耗予測式を今後も用いていく。
※ただし、スポット的な大規模摩耗の予測が十分できていないため、予測式の精度向上を図るとともに、余裕を持った運用を継続する。

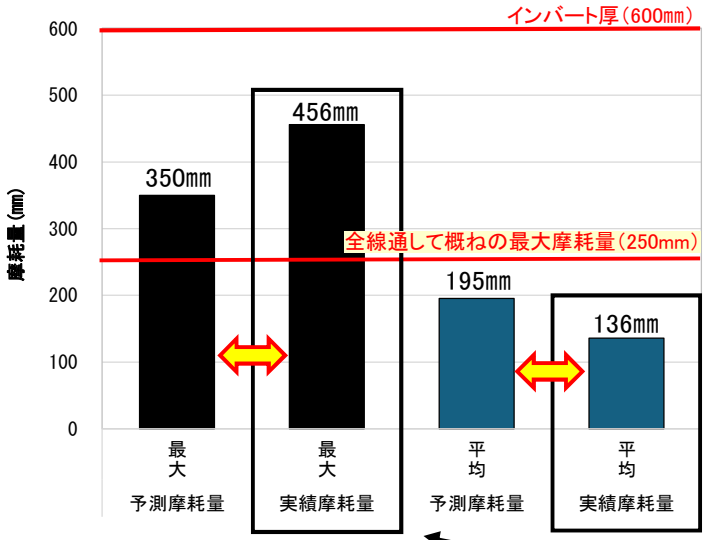


図　令和6年度運用時の
予測摩耗量と実績摩耗量の比較
（令和6年5月～10月）

※実績摩耗量の定義（最大・平均）
・最大摩耗量は測量縦断図（インバート中心）より抽出
・平均摩耗量＝区間全体摩耗体積÷区間距離÷インバート幅
・インバート幅は施工時の標準断面を参照し、固定値6.6m

※予測摩耗量の定義（最大・平均）
・平均摩耗量（1m間隔の横断最深の縦断平均）に同定した係数で算定
・最大摩耗量に同定した係数で算定

摩耗予測に用いた令和6年度運用のBP土砂量

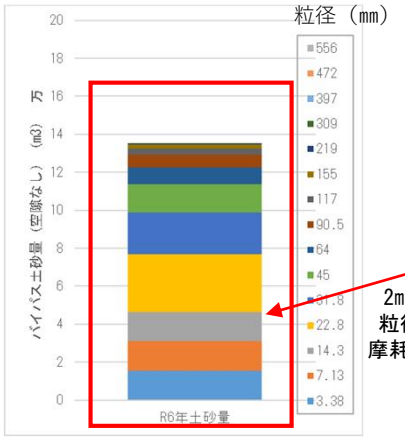


図　令和6年度運用時のBP土砂量
（空隙なし　2mm以上）

2mm以上の
粒径のみで
摩耗量を算定

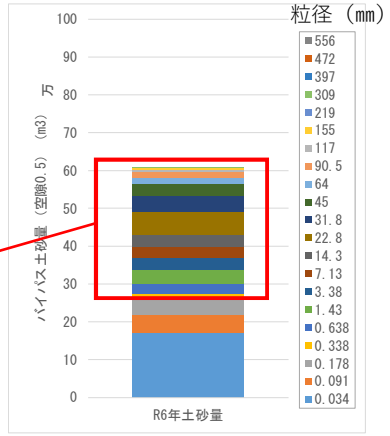
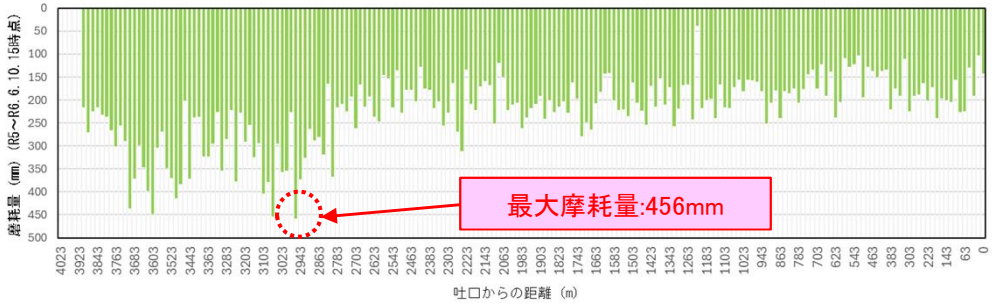


図　令和6年度運用時の
BP土砂量（空隙0.5込み）

■インバート中心の摩耗量縦断図



3.7 環境モニタリング調査の概要

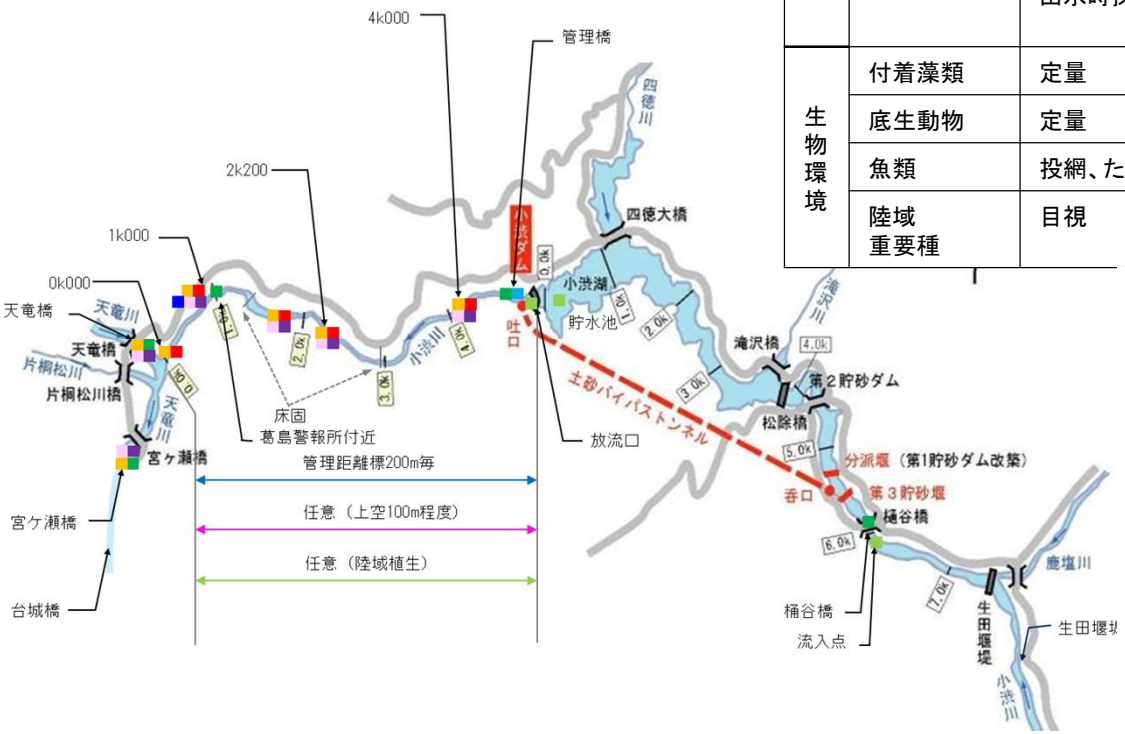
・昨年度までに知見が得られた調査項目については、調査地点数を減少した。

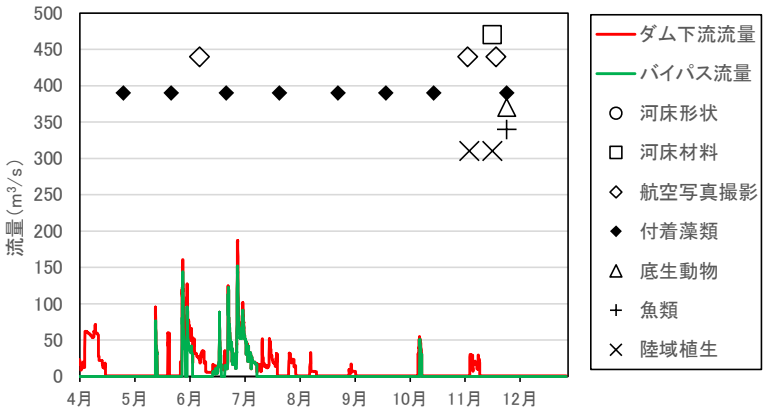
■令和6年度環境モニタリング調査
・河床材料調査：小渋川の調査地点を減少、
　　天竜川に調査範囲を拡大
・付着藻類調査：調査地点を減少
・底生動物調査：小渋川の調査地点を減少
・魚類調査：　　小渋川の調査地点を減少

令和6年度のモニタリング調査項目

区分	調査項目	調査手法	調査時期	調査場所	凡例
物理環境	河床形状	水準測量等	出水期後	小渋ダム下流の小渋川　200mピッチ	←→
	河床材料	容積サンプリング法	出水期後	1.0k、2.2k、4.2k、天竜橋、宮ヶ瀬橋	■
		面積格子法	出水期後	1.0k、2.2k、4.2k、天竜橋、宮ヶ瀬橋	■
	河川景観	UAV撮影	出水中、出水期後	ダム下流小渋川～台城橋	←→
	水質	平常時採水	毎月	流入点、放流口、貯水池3層	■
		出水時採水	出水時	桶谷橋、管理橋、葛島警報所付近、天竜橋、台城橋	■
生物環境	付着藻類	定量	出水期後	1.0k	■
	底生動物	定量	出水期後	1.0k、2.2k、4.0k、天竜橋、宮ヶ瀬橋	■
	魚類	投網、たも網等	出水期後	1.0k、2.2k、4.0k、天竜橋、宮ヶ瀬橋	■
	陸域重要種	目視	出水期後	小渋ダム下流の小渋川	←→

令和6年度の環境モニタリング調査地点



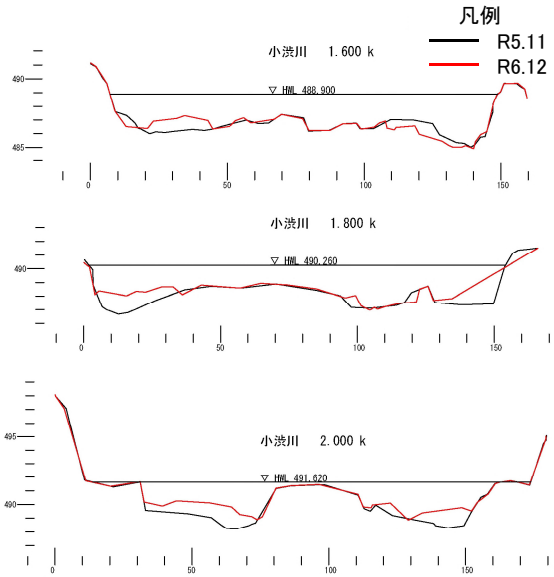


令和6年度のモニタリング実施状況

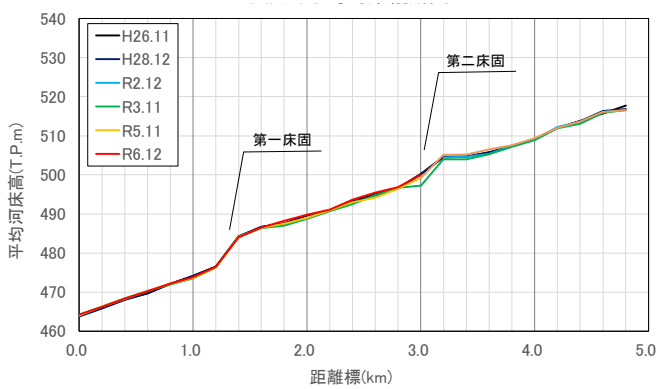
3. 令和6年度のバイパス運用状況

3.8 物理環境調査結果の整理　①河床形状　横断測量

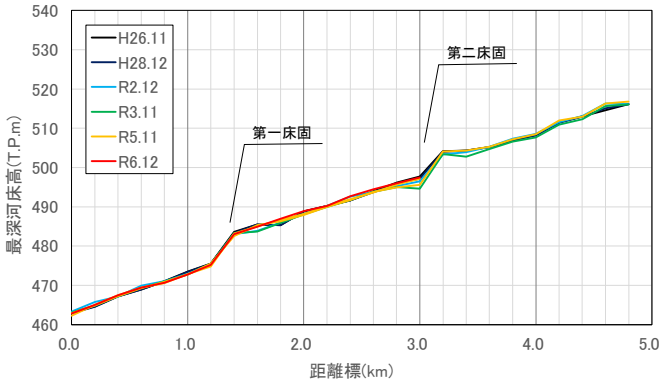
- 令和5年には第二床固上流に土砂が堆積していた。
- 令和5年から6年にかけて、比較的川幅が広く、勾配の緩い第一床固から第二床固間で澪筋に土砂が堆積し、平均河床高および最深河床高が1m程度上昇した。バイパスから供給された土砂等が比較的勾配の緩い区間に堆積したと考えられる。



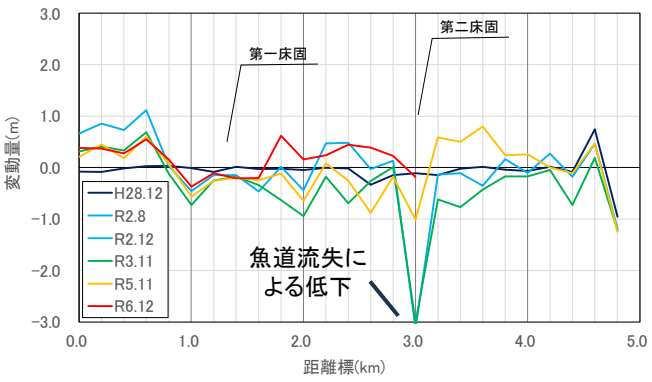
小渋川横断図



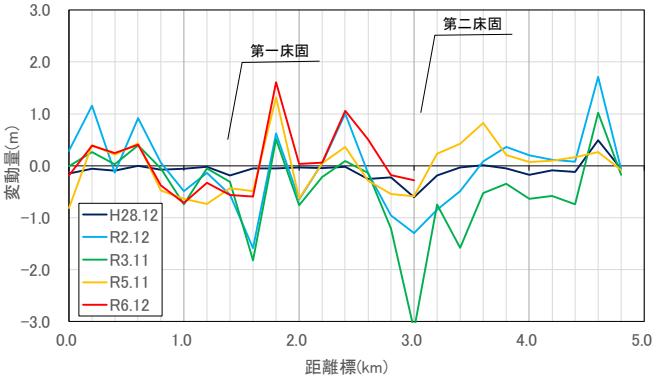
平均河床高縦断図



最深河床高縦断図



平均河床高変動量

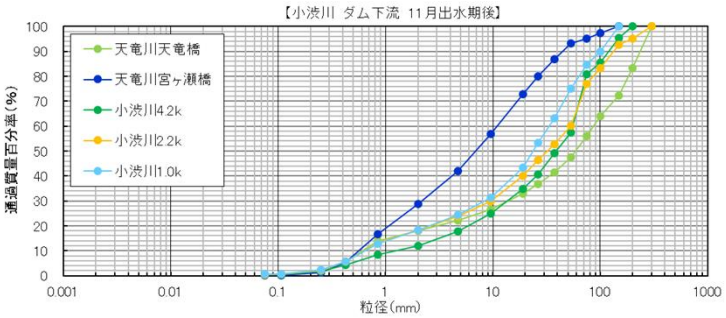


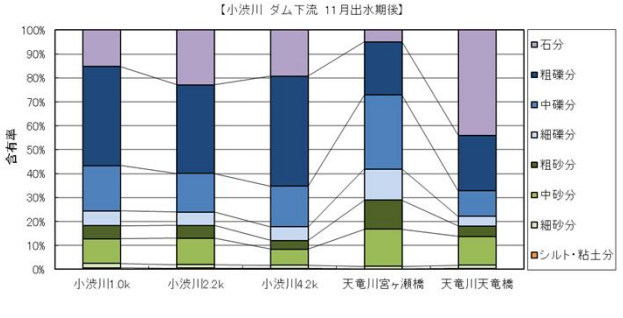
最深河床高変動量

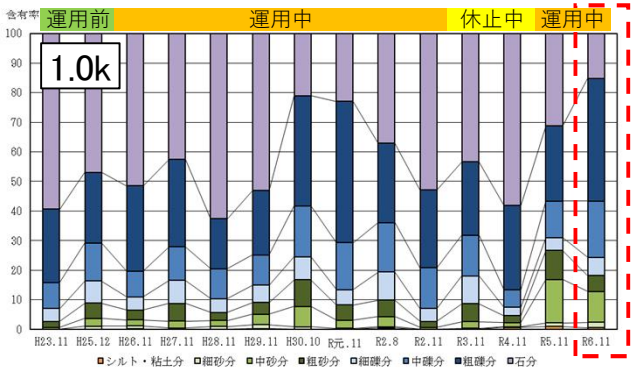
3.8 物理環境調査結果の整理 ②河床材料調査（容積サンプリング法）

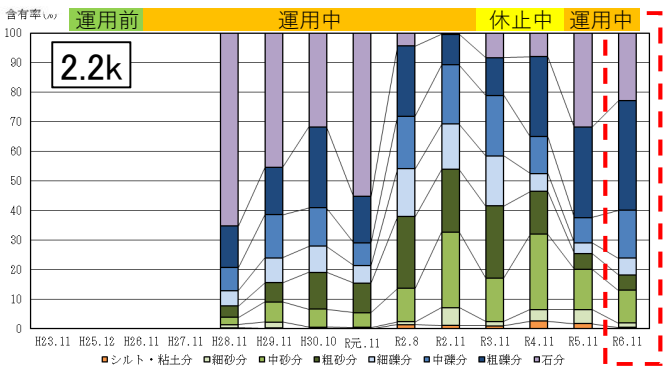
- 出水期後に実施した容積サンプリング法では、小渋川の3地点は概ね同様の粒度組成となった。
- 小渋川1.0kおよび2.2k地点では、前年と比較して礫分が増加して、石分、砂分（中砂・粗砂）が減少した。礫分が60%に増加したのは、バイパス土砂の礫分が増加した影響と考えられる。
- 小渋川1.0k、2.2地点ともに、90%、60%粒径が小さくなり、30%粒径が大きくなった。
- 天竜川では、小渋川合流前の天竜橋は小渋川よりも粒径が大きく、小渋川合流後の宮ヶ瀬橋は、小渋川よりもやや粒径が細かかった。

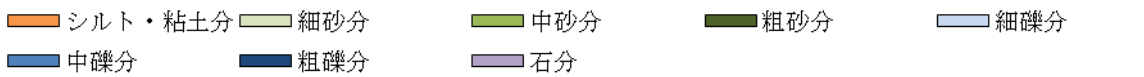
※4.2k地点は工事による改変があったため、評価対象から除外



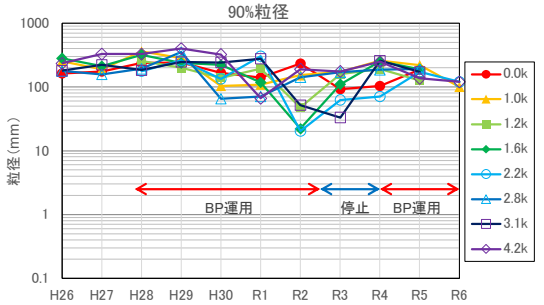


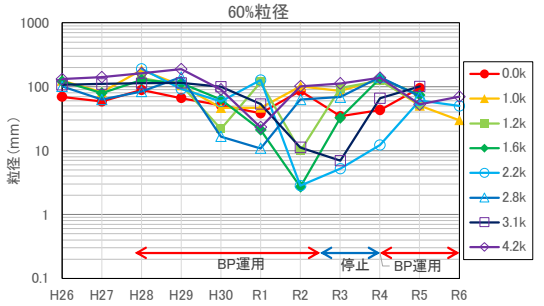


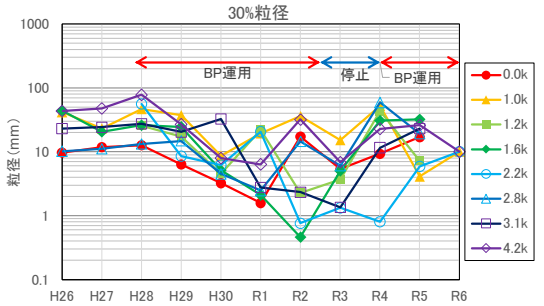


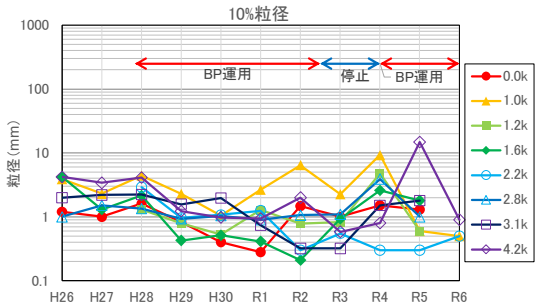


シルト：0.075mm未満、細砂：0.075～0.25mm、中砂：0.25～0.85mm、粗砂：0.85～2mm、
細礫：2～4.75mm、中礫：4.75～19mm、粗礫：19～75mm、石分：75mm以上







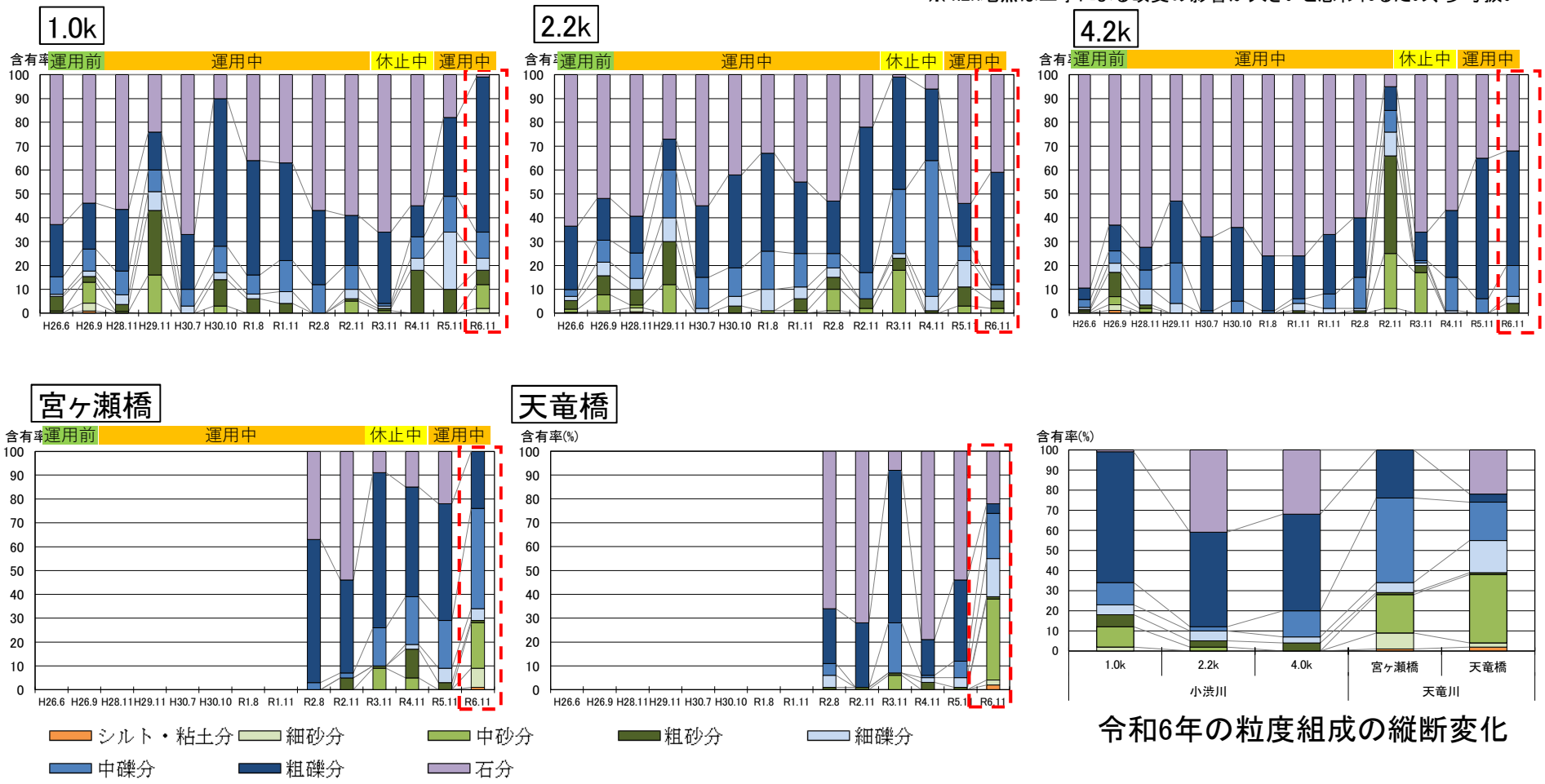


3. 令和6年度のバイパス運用状況

3.8 物理環境調査結果の整理　②河床材料調査（面積格子法）

- 令和6年は小渋川1.0kでは粗礫が60%程度に増加し、石分がほとんどなくなり、砂分は20%弱に減少した。小渋川2.2kでは粗礫が50%程度に増加し、石分と砂分は減少した。土砂バイパスを3回運用した平成30年に近い粒度組成となった。
- 天竜橋では石分と粗礫が減少し、中礫以下が増加したが、小渋川合流後の宮ヶ瀬橋では石分、粗礫が減少し、中礫、中砂が増加した。
- 小渋川と宮ヶ瀬橋で粗礫が増加したのは、バイパス土砂の礫分が増加した影響と考えられる。

※4.2k地点は工事による改変の影響が大きいと思われるため、参考扱い

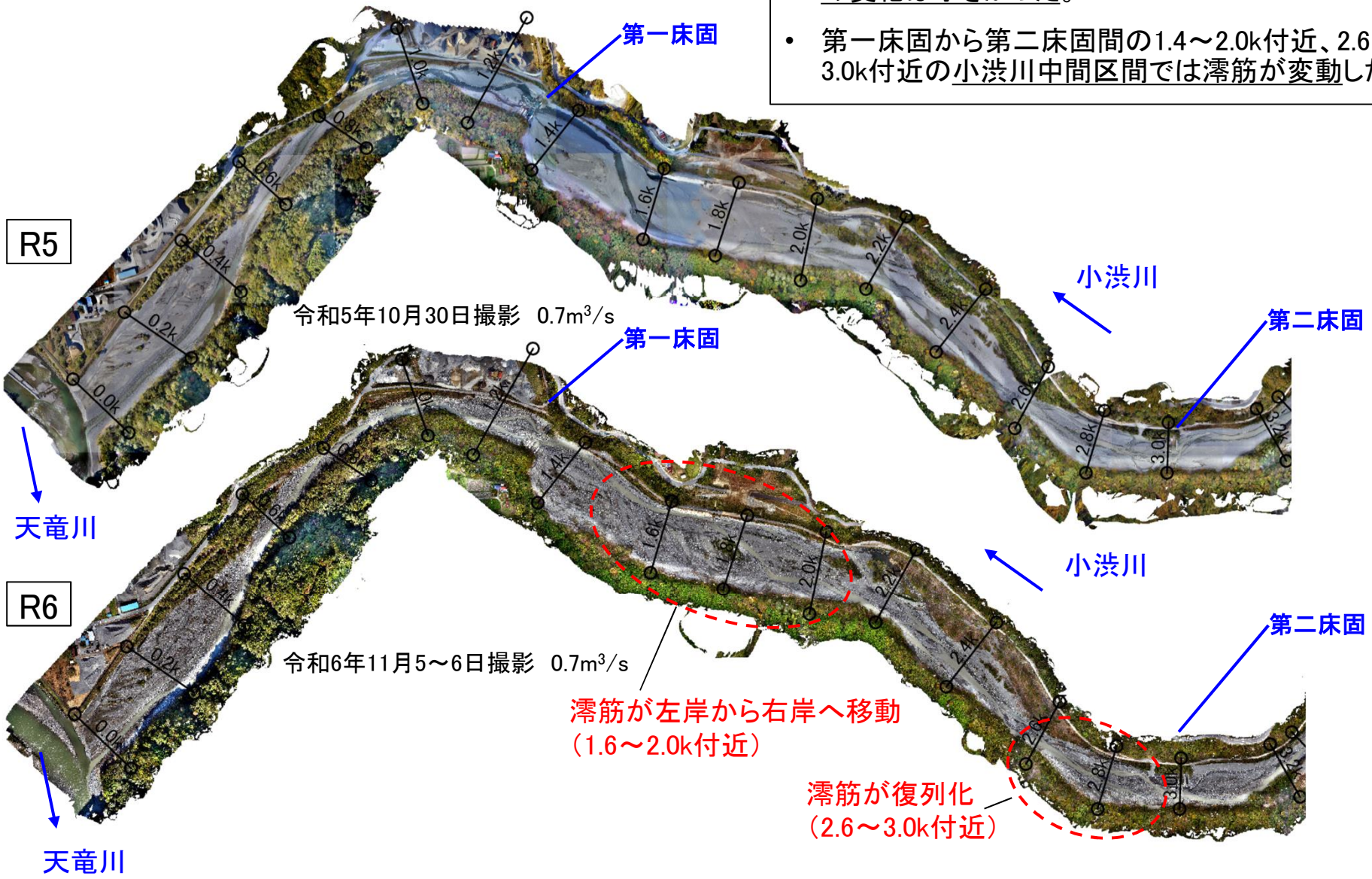


令和6年の粒度組成の縦断変化

シルト：0.075mm未満、細砂：0.075～0.25mm、中砂：0.25～0.85mm、粗砂：0.85～2mm、細礫：2～4.75mm、中礫：4.75～19mm、粗礫：19～75mm、石分：75mm以上

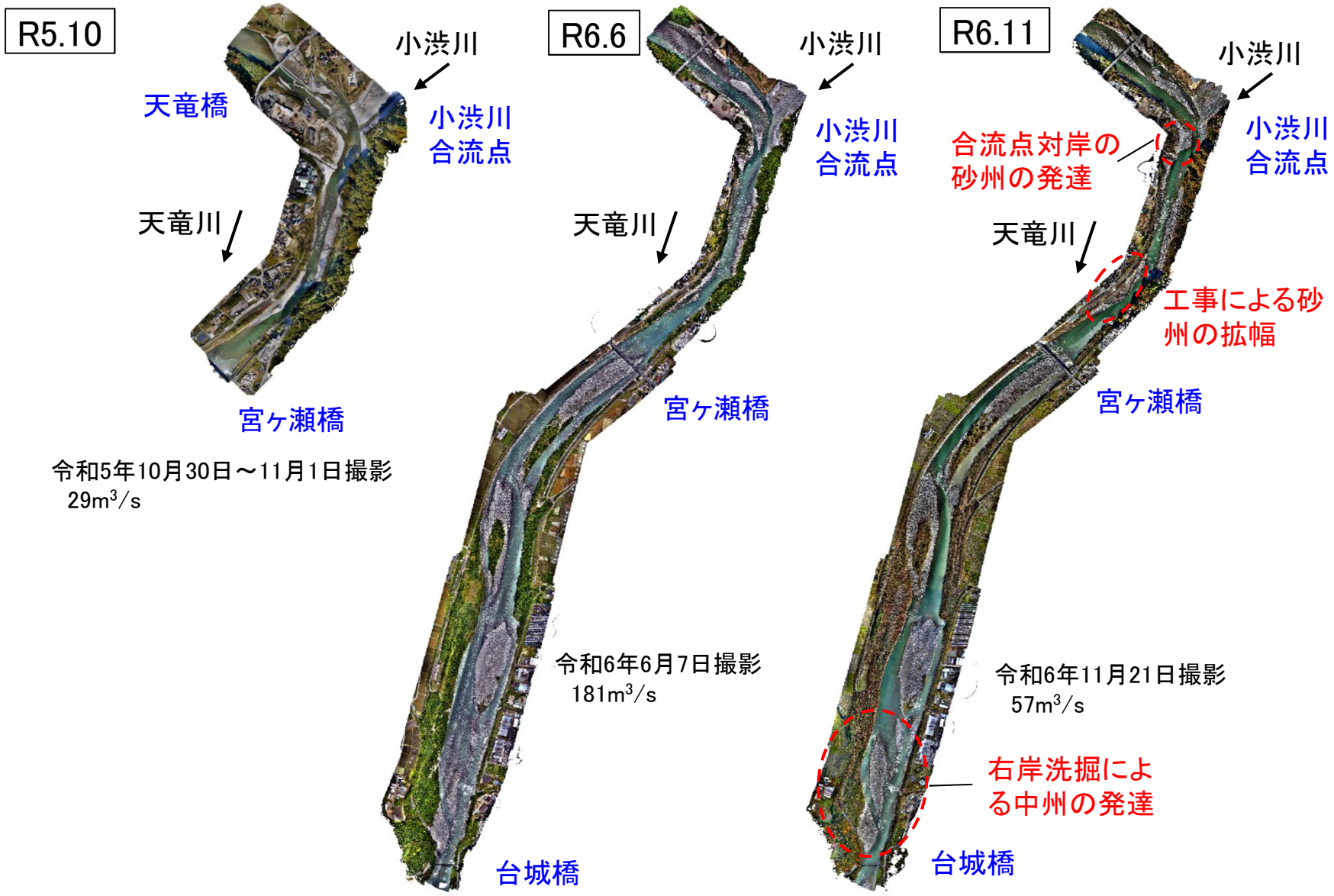
3.8 物理環境調査結果の整理 ③河川景観（小渋川）

- ダム下流の小渋川については、第一床固下流での変化は小さかった。
- 第一床固から第二床固間の1.4～2.0k付近、2.6～3.0k付近の小渋川中間区間では澪筋が変動した。



3.8 物理環境調査結果の整理 ③河川景観(天竜川)

- 天竜川では大きな変化は見られなかったが、台城橋上流で右岸高水敷河岸が洗掘され、中州が発達した。

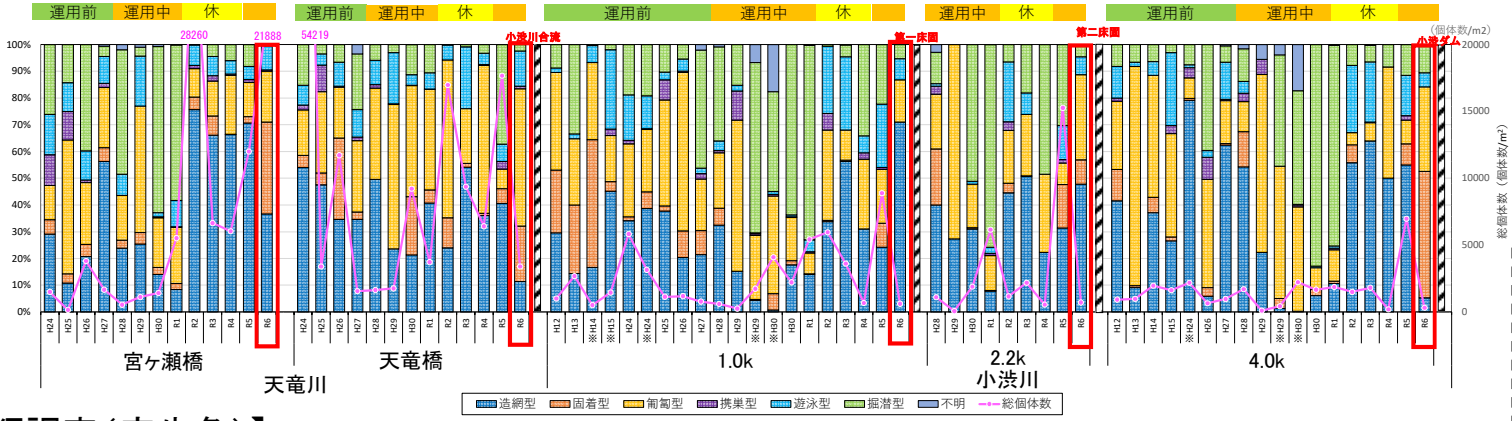


3. 令和6年度のバイパス運用状況

3.9 生物環境調査結果の整理　①底生動物、②魚類調査結果

【底生動物調査（総個体数と生活型別構成割合）】

- 令和6年度はダム下流全体で個体数が少なかった。生活型別でみると、1.0Kで造網型が、2.2Kで造網型と匍匐型が増加した。令和6年度は7月以降、流況が安定した状態が長く続いていたため、1.0Kと2.2Kで造網型が増加したと考えられる。
- 4.0Kについては工事による影響で個体数が大きく減少し、1.0Kや2.2Kと種構成が異なったと考えられる。
- 小渋川合流後の宮ヶ瀬橋（天竜川）では個体数が大幅に増加し、固着型が大きく増加した。



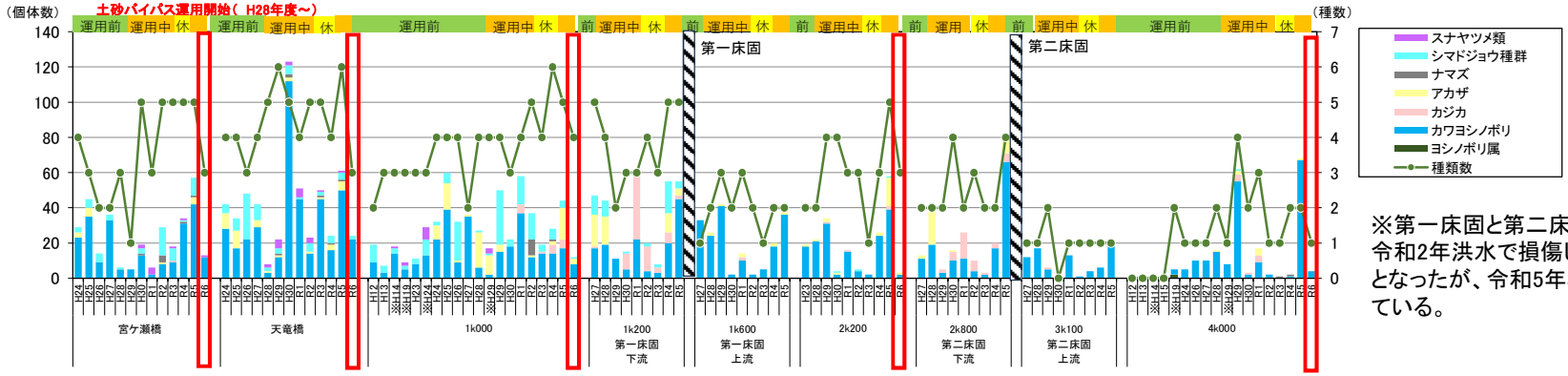
土砂供給により想定される変化

生活型	変化
固着型、造網型、	減少↘
匍匐型、携巣型、掘潜型	増加↗

参考）西田ほか(2011)、溝口ほか(2018)、土木研究所(2013)

【魚類調査（底生魚）】

- 小渋川では、下流側ほど確認種数及び個体数が多い傾向を示しており、令和6年度も同様の傾向であった。
- 令和6年度は前年度よりも確認個体数が減少した。11月2日に出水があったことと、その関係で調査日が例年より遅い11月下旬となり、水温低下により魚類の活性が低下し、採捕されにくかったことが要因と考えられる。

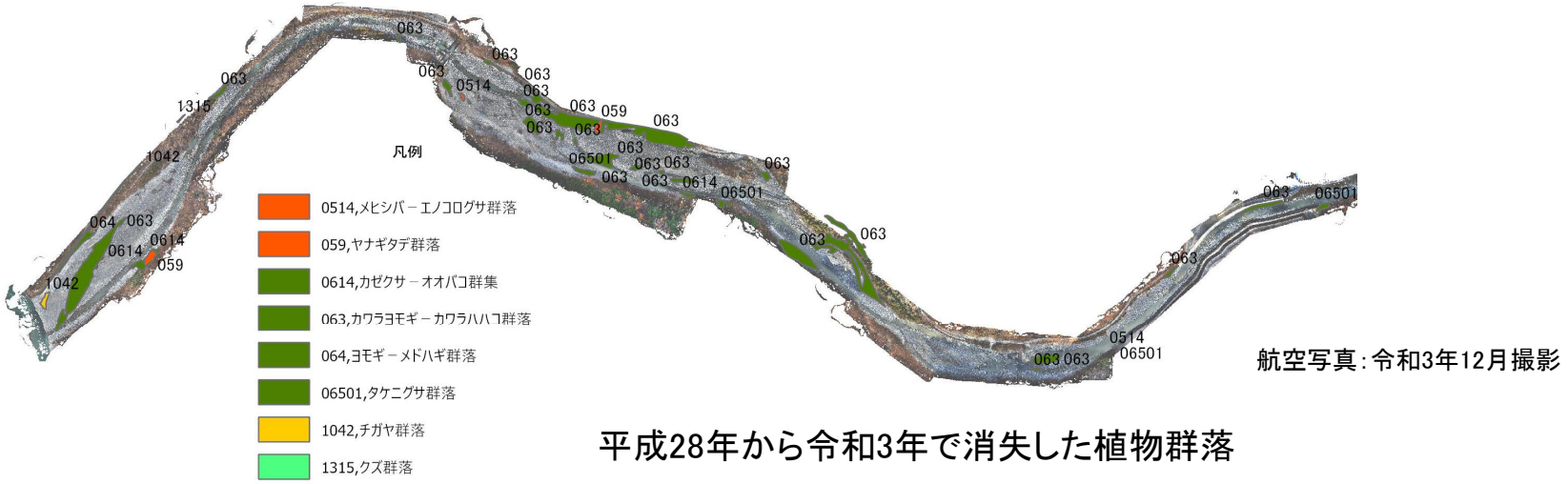


※第一床固と第二床固の魚道は令和2年洪水で損傷し、遡上不可となったが、令和5年3月に復旧している。

3. 令和6年度のバイパス運用状況

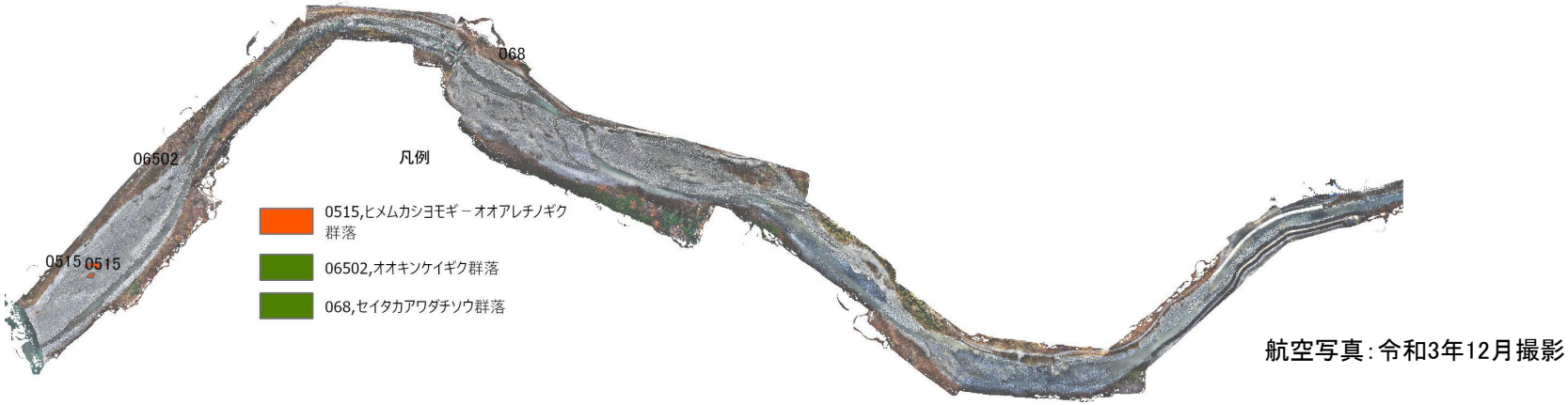
3.9 生物環境調査結果の整理 ③植物群落

- 平成28年から令和3年にかけて自然裸地が16.8ha増加し、草本では、ヤナギタデ群落、メヒシバーエノコログサ群落、カワラヨモギーカワラハハコ群落、ヨモギーメドハギ群落、カゼクサーオオバコ群集、タケニグサ群落、チガヤ群落、クズ群落が消失した。<u>カワラヨモギーカワラハハコ群落は3.5haが消失した。</u>
- 一方で、面積としては少ないが外来種のヒメムカシヨモギーオオアレチノギク群落、セイタカアワダチソウ群落、オオキンケイギク群落が新たに確認された。



航空写真：令和3年12月撮影

平成28年から令和3年で消失した植物群落



航空写真：令和3年12月撮影

平成28年から令和3年で新たに確認した植物群落

3. 令和6年度のバイパス運用状況

3.10 環境モニタリング調査結果まとめ

- 令和6年度は、バイパス運用を6回実施し、合計約60.7万m^3の比較的大きな粒径構成の土砂を長時間の間、下流河道に供給した。
- その結果、小渋川の物理環境は、第一～第二床固間（1.4～2.0k付近、2.6～3.0k付近）で澪筋の変化、堆積が確認された。
- 生物環境については、7月以降の流況が安定したこと、調査前に出水があり調査時期が遅くなったことなどから、土砂バイパスの運用による明確な効果・影響は確認できなかった。
- 陸域植物調査について、ツツザキヤマジノギクは、令和3年11月に確認株数が0となり、その後も毎年確認調査を実施しているものの、令和6年度においても確認されなかった。
- 平成28年から令和3年にかけて自然裸地が増加しカワラヨモギ-カワラハハコ群落が消失した。
- 陸域の生物環境については、委員意見に応じて、重要種だけでなく一般種および植物群落についても確認していく。

	調査項目	調査方法	令和6年度の調査結果	令和6年度の評価
物理環境	河床形状	水準測量等	第一、第二床固間で横断形状の変化と1m程度の堆積が確認された。	令和6年度のバイパス運用（比較的小規模出水・長時間の運用）による影響が確認された。
	河床材料	容積サンプリング法 面積格子法	小渋川1.0k、2.2k地点では、礫分が増加し、石分、中砂・粗砂が減少した。	令和6年度のバイパス運用（比較的小規模出水・長時間の運用）による効果が確認された。
	河川景観	UAV撮影	小渋川1.4～2.0k付近、2.6～3.0k付近で澪筋が変動した。 天竜川では台城橋上流で右岸高水敷河岸が洗掘され、中州が発達した。	令和6年度のバイパス運用で、礫以上の粒径が継続的に供給されたことにより、第一、第二床固間の河床が動いた。 天竜川への影響は、引き続き、長期的に見て評価する。
	水質	出水時採水	5月出水では流量に対してダム下流のSSは高くなかった。 6月出水では流量ピーク付近で調査を実施していない。	ー
生物環境	付着藻類	定量	これまで同様、出水でクロロフィルa、強熱減量が大きく減少し、出水がない期間に値が徐々に高くなる傾向を示した。	基本的に出水により現存量が増減する。土砂バイパスの運用による明確な影響は確認されなかった。
	底生動物	定量	1.0K、2.2Kでは7月以降に流況が安定していたため、造網型が増加した。 4.0Kは工事影響により他のダム下流調査地点とは種構成が異なっていた。 天竜川の宮ヶ瀬橋では優占していた造網型が減少した。	令和6年度は7月以降流況が安定していたことから、1.0Kと2.2Kで造網型が増加したが、バイパス運用による明確な変化は確認されなかった。
	魚類	投網、たも網等	令和6年度は令和5年度よりも確認個体数が減少していた。これは、出水の関係で調査が11月末となり、水温低下がみられたことにより、生体の活動が低下し、採捕されなかったことが影響していると考えられる。	昨年度からの個体数の減少は見られるものの、主な要因は調査タイミングによるものであり、土砂バイパスの運用による効果を確認することができなかった。
	陸域 重要種	目視	令和6年度は令和4年度以降同様にツツザキヤマジノギクは確認されなかった。 河川敷で確認される重要種12種のうちアイヌテントウとヒエガエリの2種が確認されたものの、特に注意が必要な種であるカワラニガナは確認されていない。	令和2年7月出水によるツツザキヤマジノギクの消失は、植生遷移と規模の大きな出水が続いた影響が大きかった。 また、ツツザキヤマジノギク、カワラニガナの他の河原性の重要種へのバイパス運用の影響は現時点で明確になっていない。
	植物群落	植生図	平成28年から令和3年にかけて、自然裸地が大きく増加し、カワラヨモギ－カワラハハコ群落等の草本群落が消失した。	平成30年および令和2年の大規模出水の影響と考えられる。令和6年度は植生図調査は実施していない。

3.11 令和6年度のバイパス運用状況を踏まえた課題

- 令和6年度のバイパス運用状況とこれを踏まえた課題を以下に示す。

＜バイパスの運用状況＞

- 令和6年度は、中小洪水に対しても積極的にバイパスを運用する方針のもとバイパスを6回運用し、総バイパス土砂量は60.7万m^3であった。
- 令和6年度の運用は、流量規模は比較的小さいが、全量バイパスを実施している時間が約735時間と長く、分派堰内が河道状態になるため、掃流力が増加し、粗粒分が分派湖内に流下しやすく、バイパス流入しやすかったといえる。
- どの運用においても、桶谷地点での流入土砂量以上の土砂量をバイパスで流下させた（バイパス効率100%以上）。

＜トンネル施設の摩耗・損傷状況＞

- 吐口から2,800m程度～3,700m程度区間までの区間の摩耗が著しく、最大摩耗量が450mm以上（インバート残り厚150mm以下）の箇所が確認され、早急な補修が必要な状況である。

＜令和6年度バイパス土砂量と摩耗量との関係＞

- 令和6年度のバイパス土砂量はシルト分が少なく、摩耗・損傷に寄与すると想定される礫（2mm）以上の割合が多かったことが推測される。

＜摩耗予測式の評価＞

- 区間ごとの実績最大摩耗量は、全線通して大部分の区間で約250㎜程度であり、摩耗予測式による予測摩耗量（最大：350㎜）と同程度であり、摩耗予測式のある程度の精度が確認できた。
- スポット的な大規模摩耗の予測が十分できていないため、予測式の精度向上を図るとともに、余裕を持った運用を継続する。

＜環境モニタリング調査結果＞

- 令和6年度環境モニタリング調査は、河床材料調査、付着藻類調査、底生動物調査、魚類調査の調査地点を縮小して実施した。また、河床材料調査については、天竜川まで拡大して調査した。
- 令和6年度のバイパス運用（比較的小規模出水・長時間の運用）により、河床材料調査結果より、上流側2.2k付近では礫分の増加が確認された。礫以上の粒径が継続的に供給されたことにより、第一床固から第二床固間（1.4～2.0k付近、2.6～3.0k付近）の河床が動いた。天竜川への影響は、引き続き、長期的に見て評価する。
- 底生動物について、今年度は7月以降流況が安定していたことから、小渋川1.0Kと2.2Kで造網型が増加したが、バイパス運用による明確な変化は確認されなかった。
- 平成28年から令和3年にかけて自然裸地が増加し、カワラヨモギ-カワラハハコ群落が消失しており、陸域の生物環境については、重要種だけでなく一般種および植物群落についても確認していく。

4.令和6年度のバイパス運用を踏まえた見直し



4. 令和6年度のバイパス運用を踏まえた見直し検討

4.1 バイパス運用計画の見直し

- 令和6年度は、中小洪水に対するバイパス運用を積極的に実施したため、トンネルの摩耗・損傷が進行したことが確認されたが、摩耗予測式の精度を確認することができた。
- バイパスの終了基準「運用一時中断・監視基準」については、摩耗予測式の精度がある程度確認できたため、バイパス土砂量と摩耗量の関係より、バイパス運用中もインバートの摩耗損傷状況を推定できると判断し、当面は適用しない方針とする。
- 貯水池への流入土砂を抑制するため、今後も引き続き、出水期及び非出水期において、積極的にバイパスを運用する方針とする。

小渋ダム土砂バイパス運用マニュアル

区分	項目	運用基準	備考
出水期の運用方法	バイパス開始基準	可能な限り早期からバイパス運用を開始（全流入量60m³/sまでに開始を目安）	• 貯水池運用に支障がないように、可能な限り早期からバイパスを運用 • 目安となる60m³/sは実際の土砂濃度や発電流量の確保を考慮して設定 • 全流入量60m³/sを超えてから運用を開始しても問題ないが、過去に不具合が生じた高流量時のゲート操作には注意が必要
	バイパス中の操作	ゲート全開	• 正確な流量把握に留意しながら、バイパスを積極的に運用
	バイパス終了基準	【運用停止基準】 ・500mm（残り100mm） ~~【監視基準（運用一時中断）】~~ ~~・R6年度の対応：200mm程度（残り400mm）~~	• 洪水中のインバート厚は直接観測、または、流量、土砂量、摩耗予測式を活用した推定方法により把握 • 1山波形の場合には、バイパス運用途中で一時休止しないことを基本に運用 ~~• R6年度は、2山波形以上の洪水が予測された場合、監視基準、運用停止基準を目安に、一時休止・停止を判断~~
非出水期の運用方法	運用時期	春先～ドローダウン期 （概ね4月～5月）	• 貯水池運用に支障がないように、可能な限りバイパスを運用 • バイパストンネルの補修が必要な期間は運用しない
	バイパス開始基準	洪水状況に合わせて適宜設定	• 融雪出水等で常時満水位の超過が見込まれる場合、貯水位維持のためバイパスを運用 • ドローダウン期は、コンジットゲートのみ貯水位を下げる運用としているが、ダム流入量の増加が見込まれる場合は、バイパスゲートを併用することで、土砂流入量を減少させる
	バイパス中の操作	ゲート全開	
	バイパス終了基準	【運用停止基準】 ・500mm（残り100mm）	• 洪水中のインバート厚は直接観測、または、流量、土砂量、摩耗予測式を活用した推定方法により把握

赤字：令和6年度運用を踏まえて見直す内容

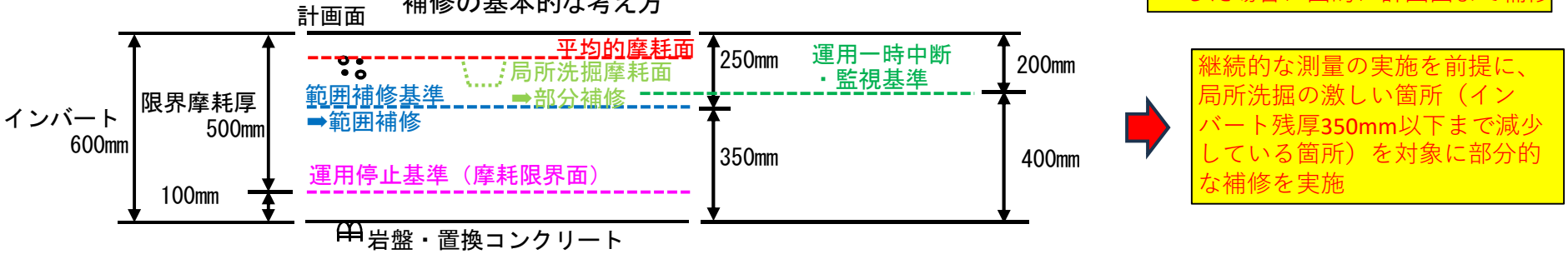
4.2 バイパス運用基準及び補修基準の見直し

- 昨年度においては、インバート補修後（コンクリート強度70N/m²に変更後）の摩耗特性が十分把握できていなかったことから、バイパス運用中においても摩耗特性の把握、摩耗予測式の妥当性確認を目的とした「運用一時中断・監視基準」を設定していた。
- 上記に対して、令和6年度の運用により、大規模な出水は経験しなかったものの、中小規模洪水時に積極的にバイパス運用した結果、維持管理計画で想定する計画バイパス土砂量19.2万m³の約3倍の約60.7万m³を土砂をバイパスし、当該運用を対象とした摩耗予測式は管理に使用できる精度を有していることを確認した。
- 一方で、面的な摩耗状況としては、補修計画で想定していたような、**“平均的”摩耗と捉えるべき現象はほとんど発生せず、局所洗掘が間欠的に連続**するような現象となることが確認された。
- 今後も中小規模洪水時にも積極的にバイパス運用する方針のため、当面は今年度のような摩耗状況が継続すると想定される。今後のインバート補修は運用後の測量の実施を前提に、非洪水期間において、**局所洗掘の激しい箇所（インバートの残厚が350mm以下の箇所）を対象に部分的な補修（局所洗掘部を周辺と擦り付けるように補修）を実施する対応**とする。また、「運用一時中断・監視基準」は当面の間は適用しないものとする。
- 当面は上記の部分的な補修を繰り返すことを想定するが、擦り付ける周辺のインバートも経年的に低下するため、補修面でのインバート残厚が300～350mm（計画面から250mm程度の摩耗深）となった場合には**「範囲補修」を実施し、計画面まで補修する**計画とする。
- なお、当面の間は部分補修を継続的に実施していくため、計画面からの摩耗量ではなく、**インバートの残厚を指標とした管理**とする。

運用基準及び補修基準の考え方（現行基準からの見直し）

目的	基準	インバートの残厚	各基準の設定根拠
運用基準	運用停止基準	100mm	■バイパス運用中において、インバートの残厚が100mm程度以下に達したと予測された場合に**運用を停止する。** • 施設の安全性に考慮し、最大限バイパスを運用できるように設定する。
	運用一時中断・監視基準【R6年度の対応】	400mm程度	■バイパス運用中において、平均的摩耗量での残厚が400mm程度以下に達したと予測される時点で、バイパス放流を一時的に中断（**運用一時中断**）して作業の安全性、摩耗予測の妥当性を確認（**監視**）した上で、今後のバイパス運用を判断する。 • 摩耗予測の不確実性を考慮して、範囲補修基準のインバート残厚350mmに達する手前のインバート残厚400mm程度を実施の目安とする。 • 摩耗予測量の妥当性を確認する。 • バイパス放流量と摩耗量の関連性に関する基礎データを蓄積する。 • 必要に応じて摩耗予測式を修正のうえ、バイパス運用の再開の 可否を判断する。 当面の間は運用一時中断・監視基準は適用しない
補修基準	範囲補修基準【平均的摩耗対応】	補修面で350mm	■補修面がインバート残厚が350mm程度に達した時点で、対象**範囲の補修**を実施する。摩耗状況、補修期間、補修対象数量等を考慮のうえ全線を分割（工区割り）して、工区毎に計画面まで単年もしくは複数年で実施する。 • R2.7出水が再来しても安全にバイパス運用を実施する（R2,7洪水に対して再度バイパスを運用してもインバートが全損しない）ための基準。 • バイパス運用前には、R2.7洪水（バイパス土砂量188.2万m³）に対して摩耗予測式より推定した**最大摩耗量329mm以上**のインバート残厚を必ず確保しておくものとする。 部分補修の補修面が当該基準に該当した場合に面的に計画面まで補修

補修の基本的な考え方



継続的な測量の実施を前提に、局所洗掘の激しい箇所（インバート残厚350mm以下まで減少している箇所）を対象に部分的な補修を実施

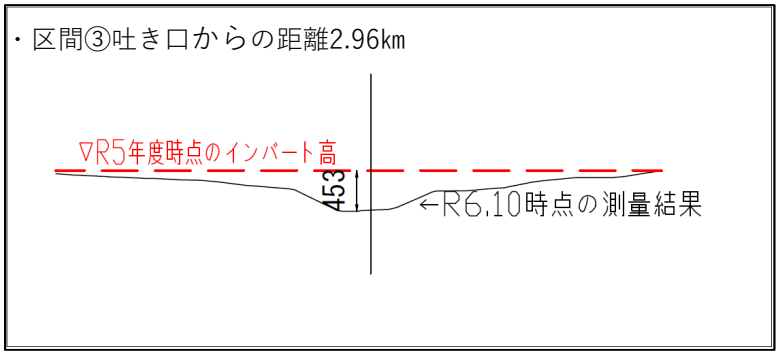
4. 令和6年度のバイパス運用を踏まえた見直し検討

4.3 補修計画の見直し

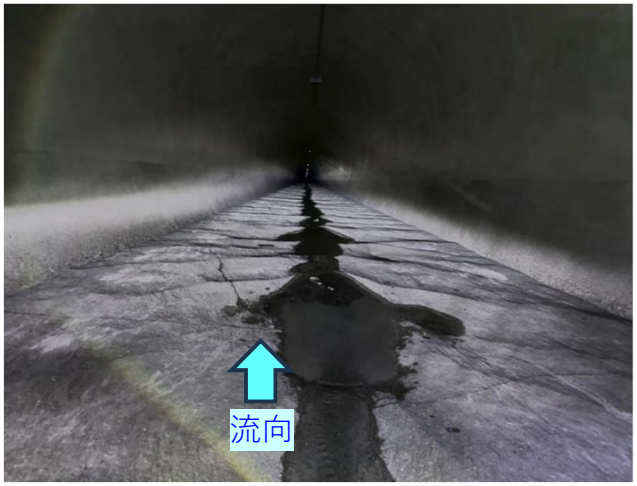
(1)令和6年度非出水期の部分補修方法の方針

■令和6年度運用後の簡易測量結果
- 前述のとおり令和6年度のバイパス運用(運用①～⑥)後の令和6年10月時点で三次元測量を実施している。
- その結果、局所的な洗掘が無数に確認された(下記、現地状況写真 参照)。
- その横断形状は下記のとおりであり、最大400mm以上の洗掘が確認されたものの、概ね第12回モニタリング委員会で提示した局所洗掘(部分補修対応)に相当すると判断され、今年度の非洪水期に部分補修を実施する方針とする。

横断測量による摩耗前後のインバート形状



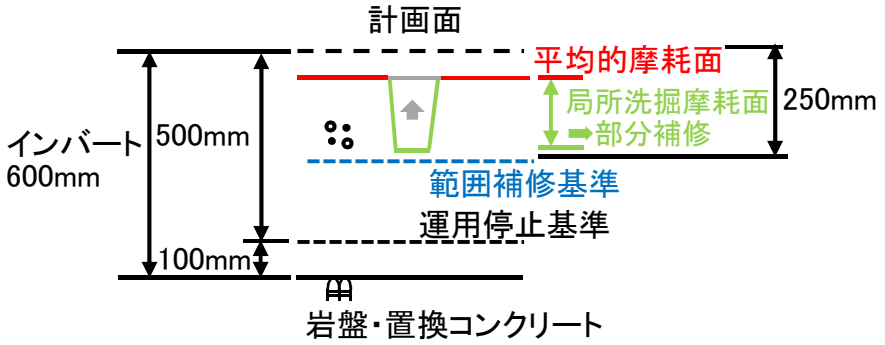
R6.11時点のインバート状況



第12回モニタリング委員会で提示した局所洗掘に対する補修方針

■局所洗掘に対する部分補修
- 局所洗掘に対する部分補修は、平均的摩耗面からの摩耗厚が160mm程度(施工品質確保の観点からの目安)もしくは範囲補修基準250mm(残厚350mm以下)に達した時点を補修実施のタイミングとし、周辺の高さ(平均的摩耗面)まで部分補修を実施する。
- 補修厚が160mmを下回る場合はコンクリート強度70N/mm²を確保しつつ、施工上の品質確保が可能な最大骨材粒径に調整する。
- 補修範囲の規模が比較的小さいことから、短期間での対応が可能である。基本的には洪水期も活用して補修を実施する方針とする。

局所洗掘対応(部分補修)



4.3 補修計画の見直し

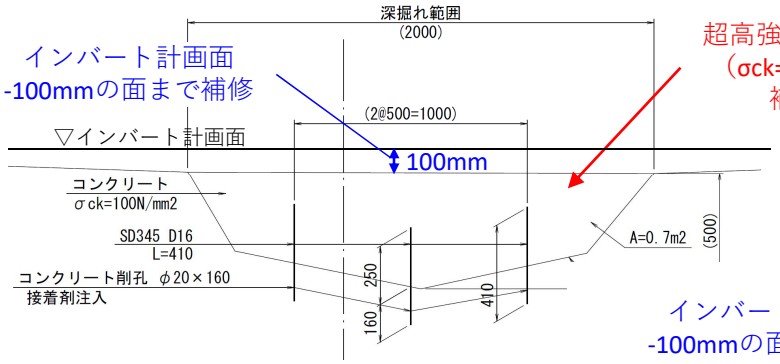
(2)令和6年度非出水期の部分補修方法(案)

■令和6年度運用後のインバート補修
- 前述のとおり、令和6年度の非洪水期に250mm以上の局所洗掘が発生している箇所を中心に部分補修を実施するものとする。
- 最大骨材粒径は、現地で調達可能(災害復旧工事実績)なGmax=20mmとし、チッピングのみを行う。
- 補修方法については、**今後、積極的なバイパス運用と並行して、運用・補修を繰り返しながら効果的な手法を確立していく必要**があることから、損傷状況や損傷箇所に応じて、今年度については、下記の**3手法程度を現地状況に応じて使い**分けることを想定している。
- なお、現地の摩耗状況、施工性、材料の確保状況、コスト等を踏まえて、区間ごとにどの補修案を採用するか決定することを想定している。

インバート補修イメージ

A案	超高強度コンクリート(σck=100N/mm²)で補修
B案	インバート表面を巨礫(小渋川から採取予定)で保護
C案	玉石＋モルタルで充填

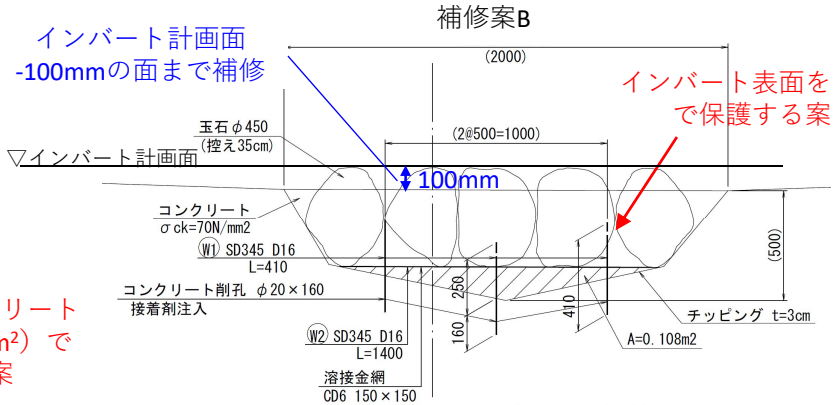
補修案A



インバート補修A 数量表 10m当り

名 称	規 格	単位	数 量	摘 要
コンクリート	σck=100N/mm2	m3	7.0	
コンクリート削孔	削孔深さ160mm	孔	60	
鉄筋(材料費)	D16 SD345	t	0.038	
接着剤注入(鉄筋挿入含む)	2液型エポキシ樹脂系 カートリッジ式注入タイプ	孔	60	
接着剤(材料費)	2液型エポキシ樹脂系 カートリッジ式注入タイプ	kg	1.4	
チッピング	打設面	m2	20.0	

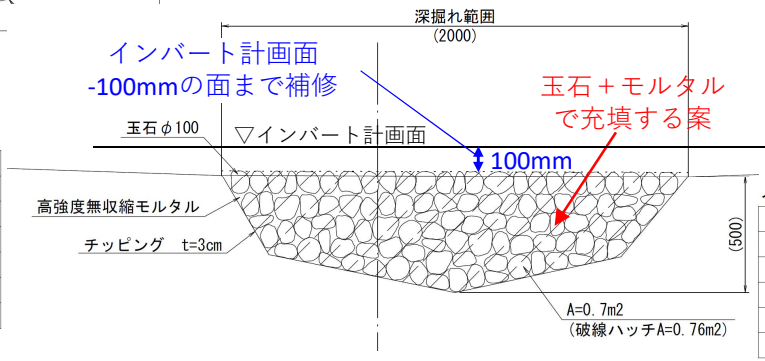
補修案B



インバート補修B 数量表 10m当り

名 称	規 格	単位	数 量	摘 要
コンクリート削孔	削孔深さ160mm	孔	60	
鉄筋	D16 SD345	t	0.09	W2
チッピング	打設面	m2	20.0	
溶接金網	CD6 150×150	m2	14.0	
鉄筋(材料費)	D16 SD345	t	0.038	W1
接着剤注入(鉄筋挿入含む)	2液型エポキシ樹脂系 カートリッジ式注入タイプ	孔	60	
接着剤(材料費)	2液型エポキシ樹脂系 カートリッジ式注入タイプ	kg	1.4	
胴込・裏込コンクリート	σck=70N/mm2	m3	3.3	
玉石設置	φ450	m2	20.0	
玉石(材料費)	φ450	個	114	

補修案C



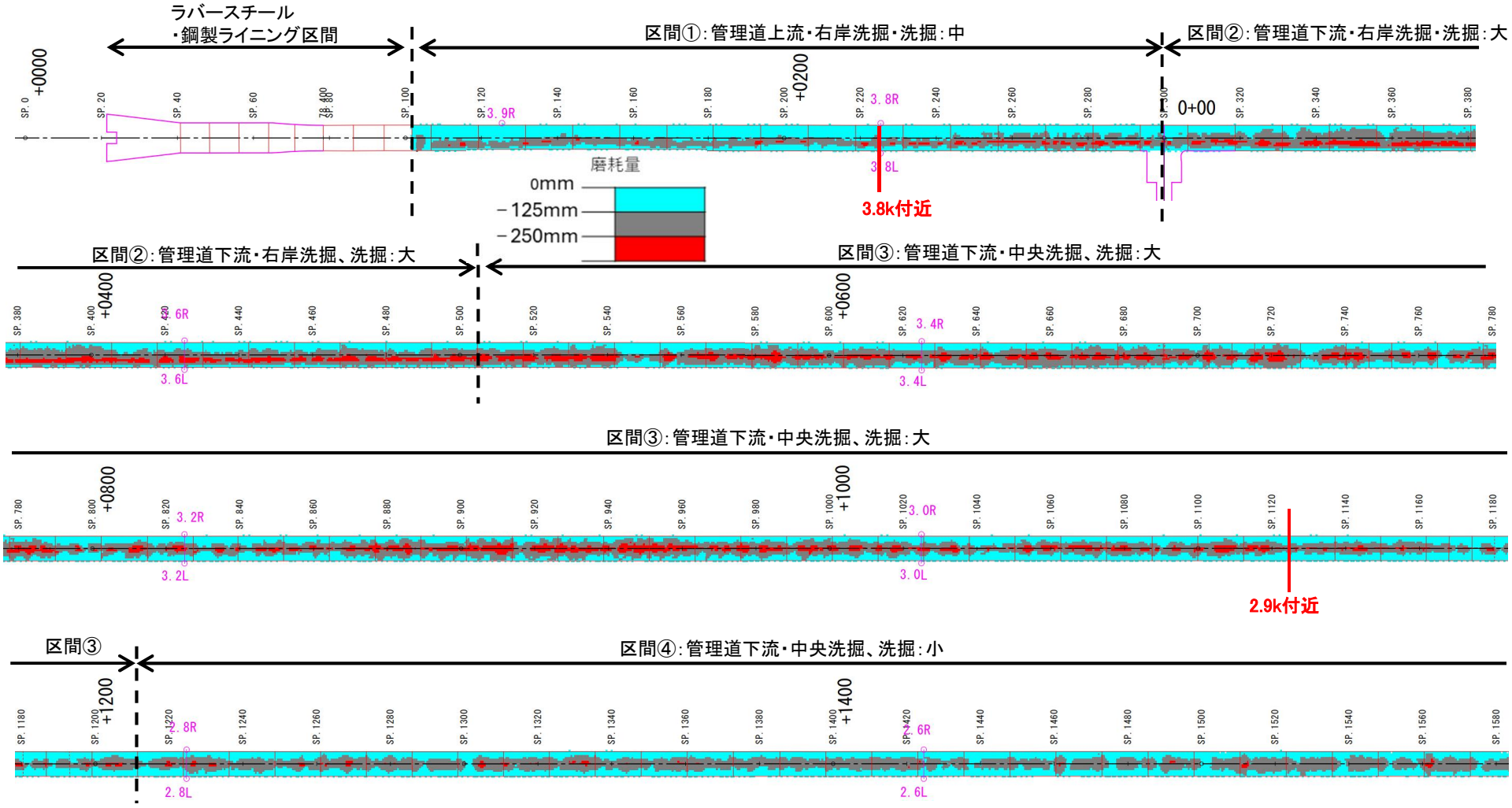
インバート補修C 数量表 10m当り

名 称	規 格	単位	数 量	摘 要
モルタル打設	高強度無収縮モルタル	m3	1.5	
チッピング	打設面	m2	20.0	
積込(ルーズ)	土砂	m3	5.6	
高強度無収縮モルタル(材料費)	太平洋プレユーロックス #-S同等品以上	m3	1.8	ロス率20%含む
玉石(材料費)	φ100	個	11248	

4.3 補修計画の見直し

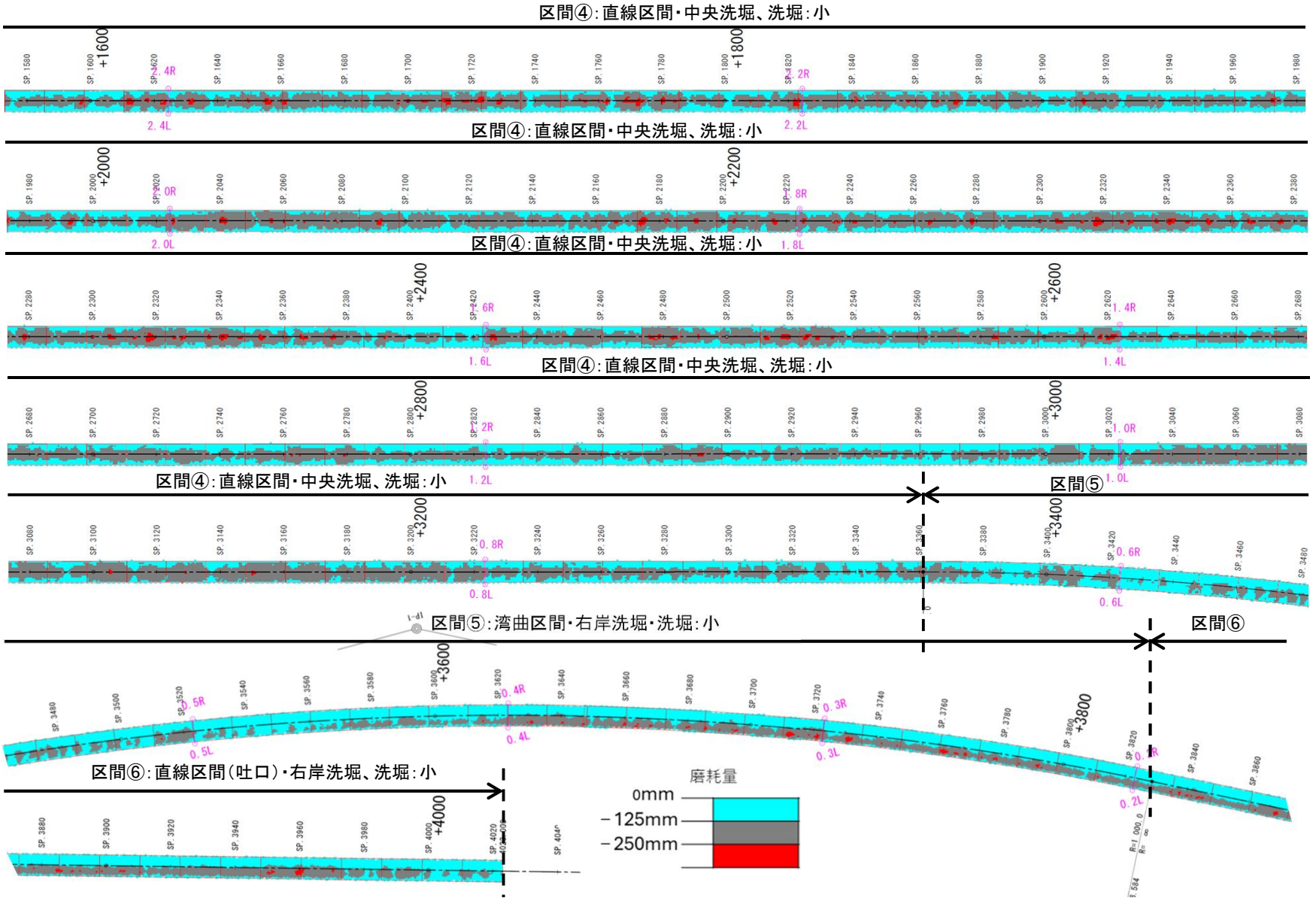
(3)令和6年度非出水期の部分補修範囲(案)

- 補修対象範囲はインバート残厚が350mm以下(摩耗量250mm以上)の局所洗掘が発生している箇所とする。
- 3次元測量結果から、インバート残厚が350mm以下の箇所(ヒートマップで赤く表示されている箇所)は、呑口から2.9km付近～3.8km付近で多く発生しており、その他区間でも点在する。
- なお、補修対象範囲を平均的な摩耗量相当の計画面から100mm下がりの面まで補修した場合の補修ボリュームは250m³程度となる。



4.3 補修計画の見直し

(3)令和6年度非出水期の部分補修範囲(案)



5.バイパス運用の最大化に向けた検討



5. バイパス運用の最大化に向けた検討

5.1 呑口部機能改善対策の概要及び事業工程

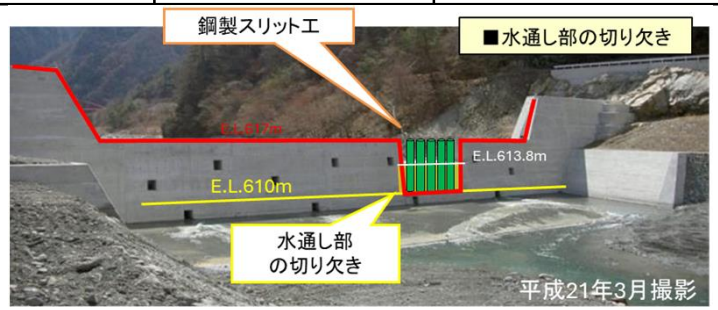
(1)呑口部機能改善対策の概要

■第12回モニタリング委員会において提示した対策

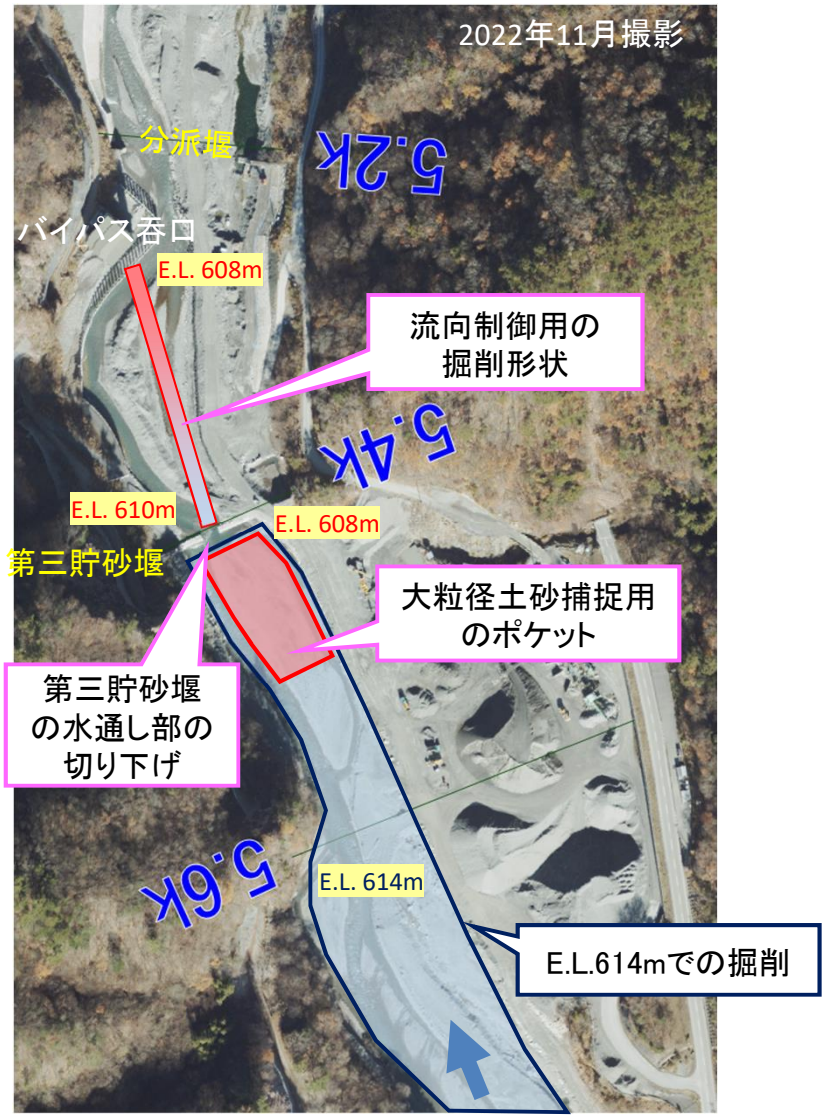
- 貯水池の堆砂抑制対策として、バイパス運用を最大限実施するために、呑口部機能改善対策を検討している。
- トンネルの大規模な摩耗・損傷の要因として考えられる大粒径土砂(100mm以上)のバイパスへの流入を抑制する対策として、第三貯砂堰の改良と上流側での大粒径捕捉用のポケット整備を予定している。
- バイパスに引き込みやすいように、分派堰内の掘削形状の工夫する。

呑口部機能改善対策の内容

目的	対策箇所	対策
バイパストンネルへの大粒径土砂の流入抑制	第三貯砂堰上流	大粒径捕捉用ポケット(局所的に深堀り)
	第三貯砂堰	鋼製スリットエによる大粒径土砂の捕捉
バイパス効率の向上	第三貯砂堰	水通し部の切り下げ
	分派堰内	流向制御用の掘削 維持掘削(分派堰の機能維持)
	流木ハネ	ワイヤーの撤去



第三貯砂堰の改良イメージ



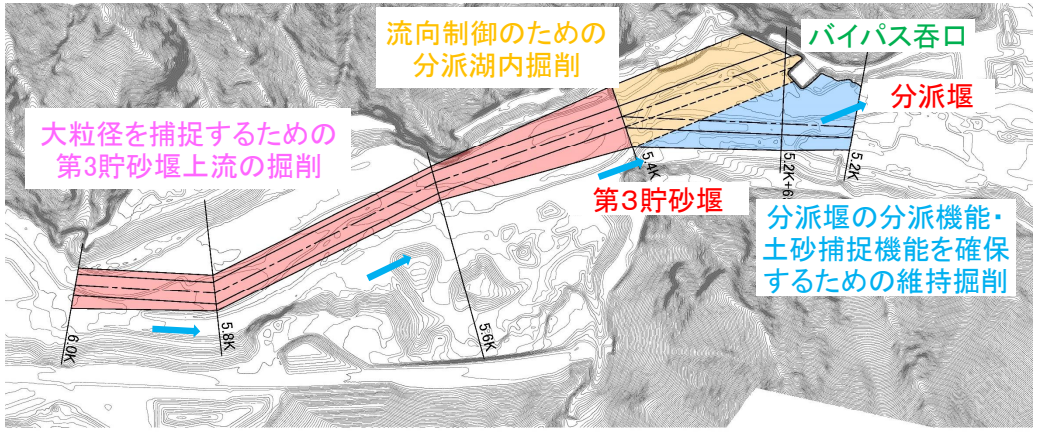
対策位置の概要

5.1 呑口部機能改善対策の概要及び事業工程

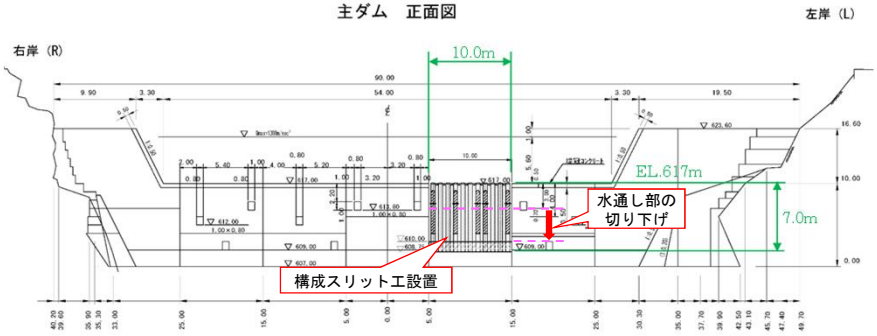
(2)事業工程

- 呑口部機能改善対策は、対策実施個所、実施目的を踏まえて、下記の4区分に分割して対策を実施する。
  - ①：流向を制御するため分派湖内を掘削【分派湖掘削】
  - ②：大粒径土砂を捕捉するため第3貯砂堰の上流側を掘削【第3貯砂堰上流掘削】
  - ③：大粒径土砂を捕捉するため第3貯砂堰の鋼製スリット化を実施【第3貯砂堰水通し切り下げ＋堰鋼製スリット工設置】
  - ④：分派堰の分派機能・土砂捕捉機能を確保するための維持掘削【維持掘削】
- 下記の工程表に示すとおり、今後3カ年で呑口部機能改善対策(維持掘削含む)を実施する予定である。

■対策工の区分(計画平面図)



■鋼製スリット工一般図(水通し部の切り下げ含む)



・鋼製スリットは100mm以上の粒径を捕捉することを目標とする。
・上記の目標を達成するための最適スリット間隔は実際に運用しながら確認する必要があることから、鋼製スリットの間隔は100mmの4倍の400mmとする。
・実際に運用により、よりスリット間隔を狭くする必要が確認された場合にはワイヤーネット等で調整する。

■工程計画

項目	工程		
	令和6年度	令和7年度	令和8年度
測量及び検討	■	■	■
堆砂対策施設機能向上の検討・設計	■		
分派湖掘削	■	■	
第3貯砂堰上流掘削			■
第3貯砂堰鋼製スリット化			■

5.2 呑口部機能改善対策の効果

■呑口機能改善対策有無の土砂収支の比較

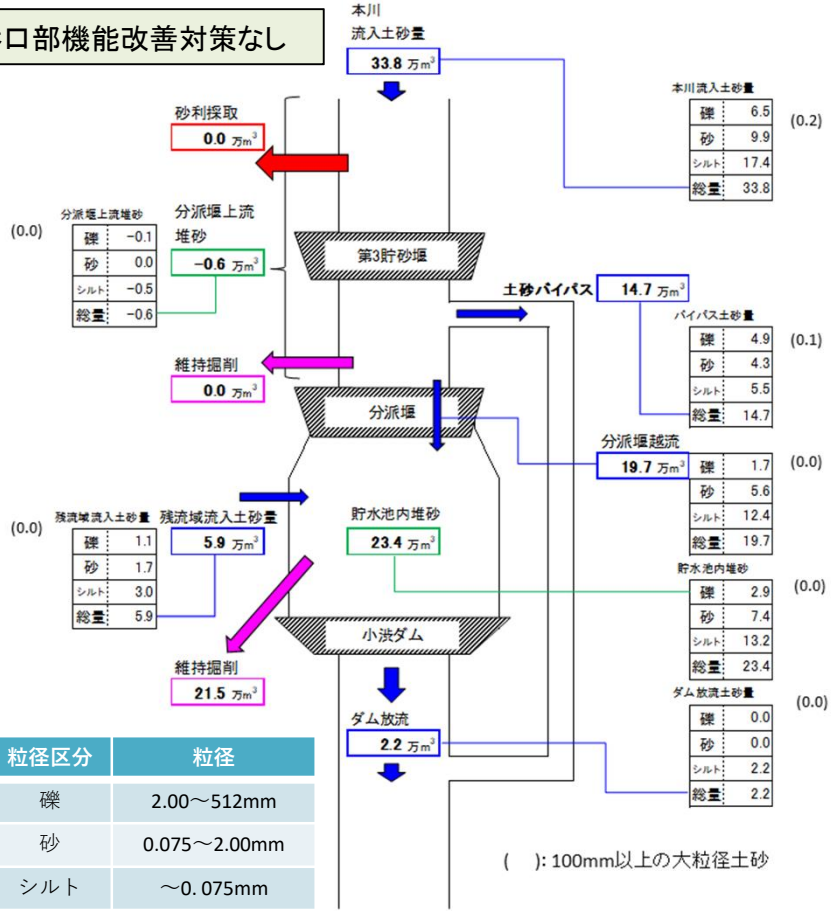
- 呑口部機能改善対策を実施することで、第三貯砂堰の水通し部をスリット化するとともに、分派堰内・第三貯砂堰上流の掘削を実施することにより、対策前後で、以下の効果を確認した。

効果：①第三貯砂堰上流での大粒径土砂の捕捉量の増加
②バイパスに流入する大粒径土砂の流入防止
③分派堰越流土砂量の抑制　④貯水池掘削量の減少
⑤バイパス土砂量の増加

計算ケース

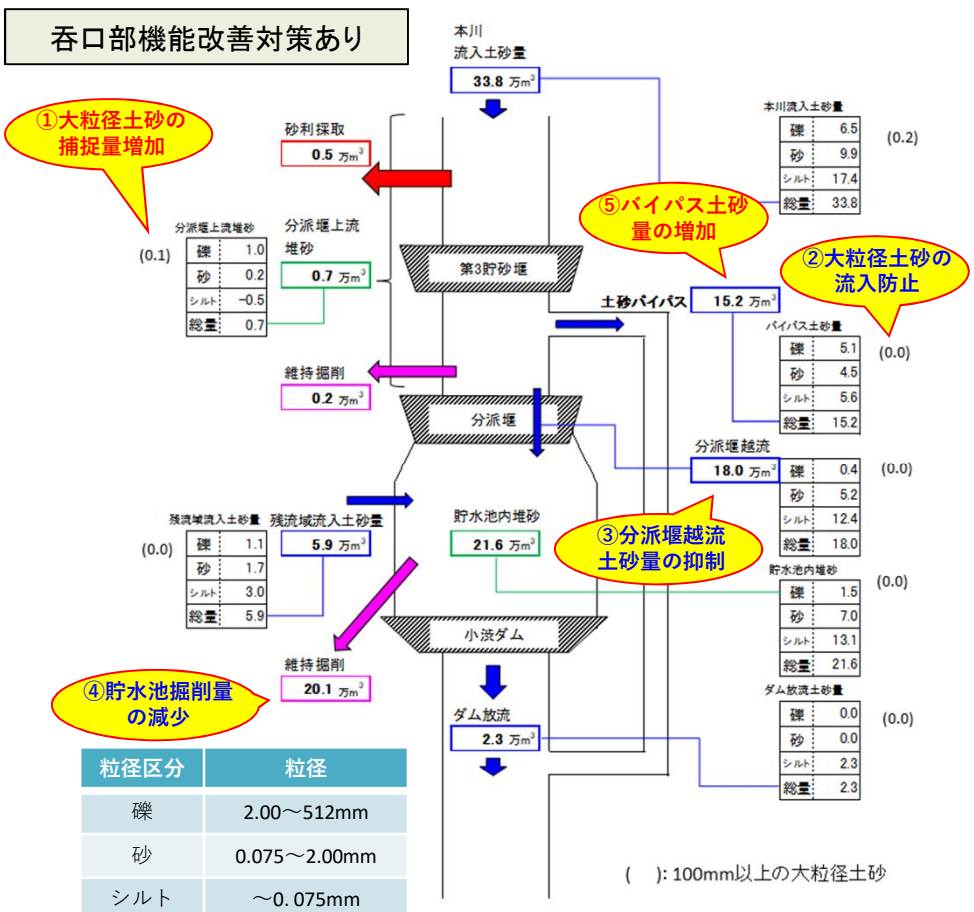
項目	対策なし	対策あり
第三貯砂堰 分派堰	掘削なし	掘削あり 第3貯砂堰切り下げ
バイパス 運用	バイパスあり	同左
貯水池	治水容量維持 を掘削	同左

呑口部機能改善対策なし



粒径区分	粒径
礫	2.00～512mm
砂	0.075～2.00mm
シルト	～0. 075mm

呑口部機能改善対策あり



粒径区分	粒径
礫	2.00～512mm
砂	0.075～2.00mm
シルト	～0. 075mm

呑口対策ありなしの土砂収支の比較（S44～R5のうち、大規模洪水：S44,45,57,58,H30,R2,R3を除いた平均値）

6.今後の予定



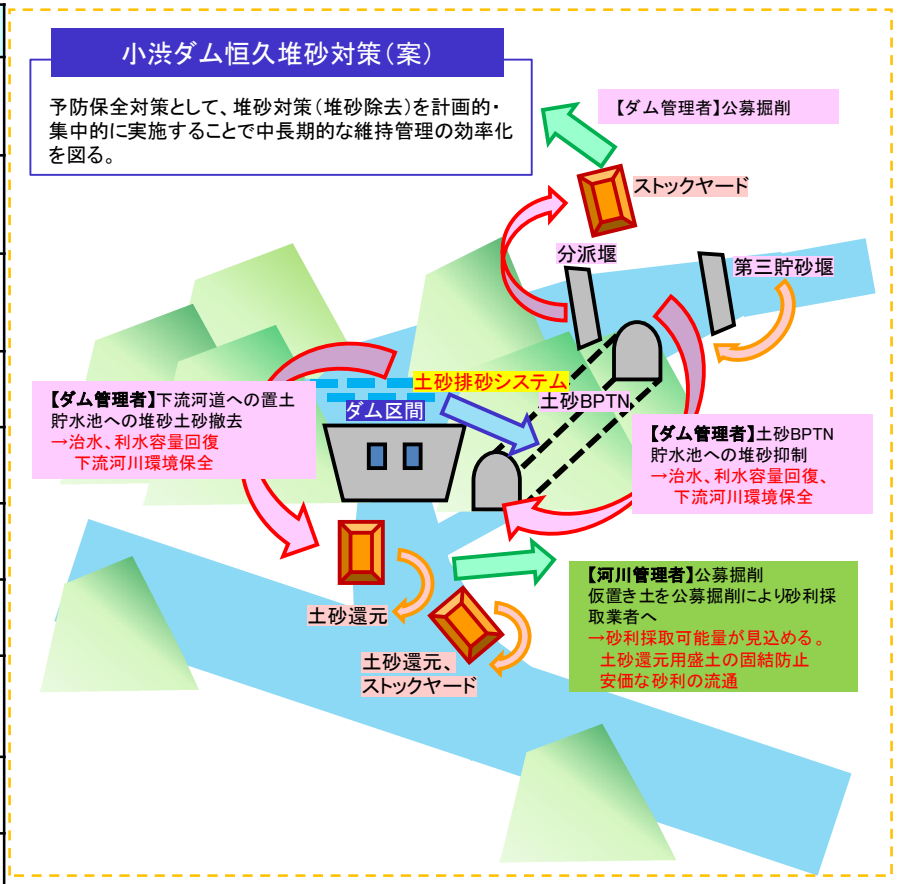
6. 今後の予定

6.1 恒久的堆砂対策（案）の検討

- 小渋ダムの維持管理の効率化と持続可能な貯水池管理に向け、**①治水容量内に堆積した土砂の排除**、**②治水容量の恒久的な維持**に必要となる検討を継続的に実施する。
- 現在の実施中の内容を継続するとともに、高等な技術開発等が必要な内容も含め、下表に示すような複数の項目を並行して検討していく。

■今後検討すべき内容（案）

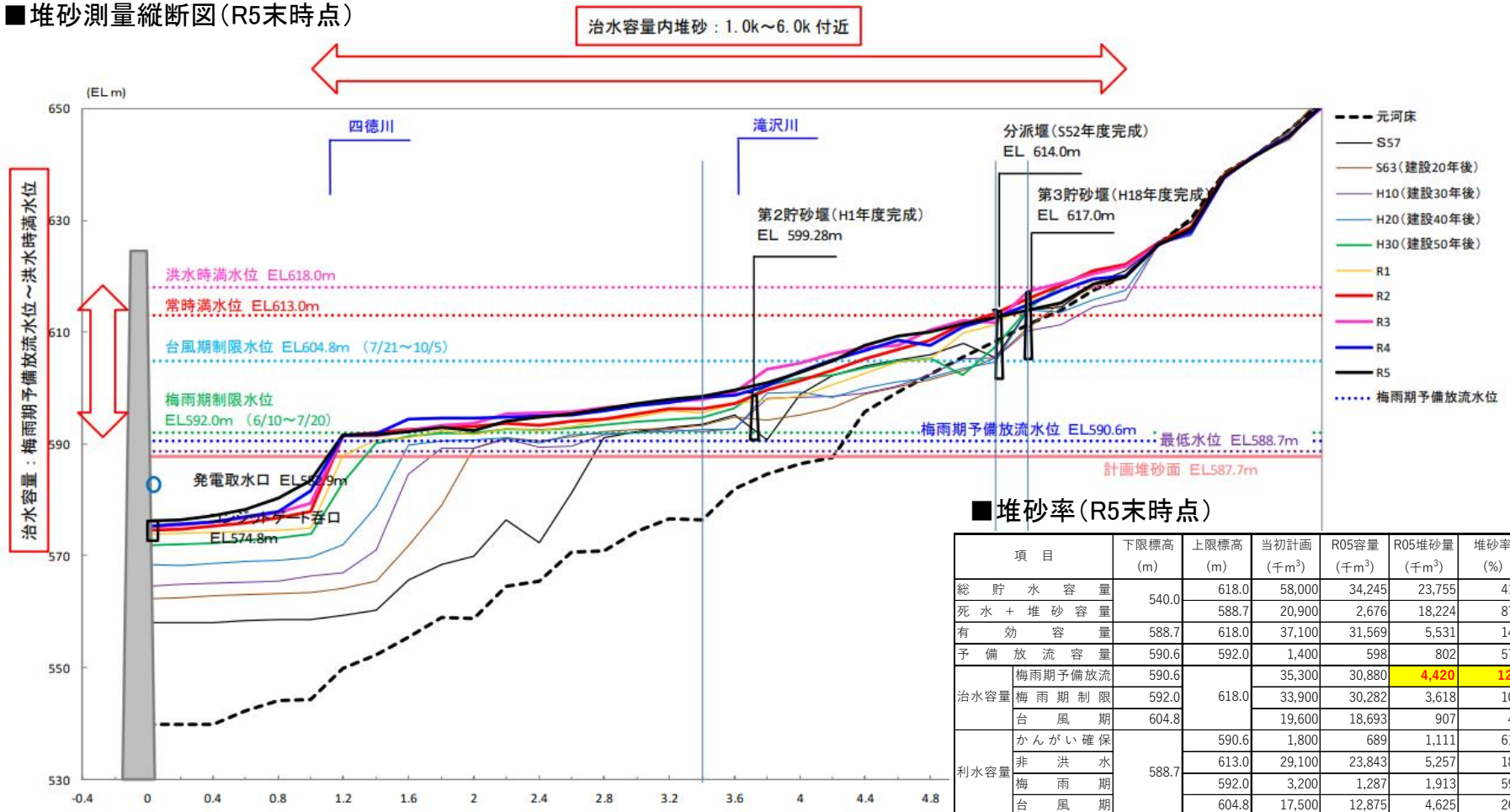
目　的	分　類		検討内容（案）
治水容量内の堆積土砂の排除	事業化	―	目標土砂量、対策期間の設定 ⇒ 事業化
	掘削・浚渫	工法	ストックヤード、進入路、大規模浚渫システム
	土砂処理	土砂処分地の整理	周辺候補地の抽出
		運搬路の整備	ダンプ運搬
		下流河川還元	置き土場所、量、質の検討、下流河川の調査
流入土砂量の抑制	補助施設	土砂バイパスの活用	バイパス内の置き土、ストックヤード（上下流）
			バイパストンネル使用中に排砂できるシステムの開発
土砂バイパスの維持	摩耗対策	大粒径の捕捉	呑口部機能改善対策の実施 **（継続）**
	補修対策	―	複数の補修方法を試験的に採用 **（継続）**
			摩耗状況を分析して効果的な補修方法を検討



6.2 治水容量回復に必要な対策量

- 小渋ダムの堆砂は、令和5年度時点で全堆砂量23,755千m³であり、計画堆砂量20,000千m³に対して堆砂率118.8%となっている。
- 有効容量内堆砂も進行しており、治水容量内堆砂は4,420千m³(計画治水容量35,300千m³の約13%の減少)である。
- 治水容量回復に必要な対策量4,420千m³の排除方法について検討が必要となる。

■堆砂測量縦断図(R5末時点)



■堆砂率(R5末時点)

項目		下限標高 (m)	上限標高 (m)	当初計画 (千m³)	R05容量 (千m³)	R05堆砂量 (千m³)	堆砂率 (%)
総貯水容量		540.0	618.0	58,000	34,245	23,755	41.0
死水＋堆砂容量			588.7	20,900	2,676	18,224	87.2
有効容量		588.7	618.0	37,100	31,569	5,531	14.9
予備放流容量		590.6	592.0	1,400	598	802	57.3
治水容量	梅雨期予備放流	590.6	618.0	35,300	30,880	4,420	12.5
	梅雨期制限	592.0		33,900	30,282	3,618	10.7
	台風期	604.8		19,600	18,693	907	4.6
利水容量	かんがい確保	588.7	590.6	1,800	689	1,111	61.7
	非洪水期		613.0	29,100	23,843	5,257	18.1
	梅雨期		592.0	3,200	1,287	1,913	59.8
	台風期		604.8	17,500	12,875	4,625	26.4
総堆砂量／堆砂容量		540.0	587.7	20,000	－	23,755	118.8

6.3 貯水池維持のために継続的に必要な掘削量

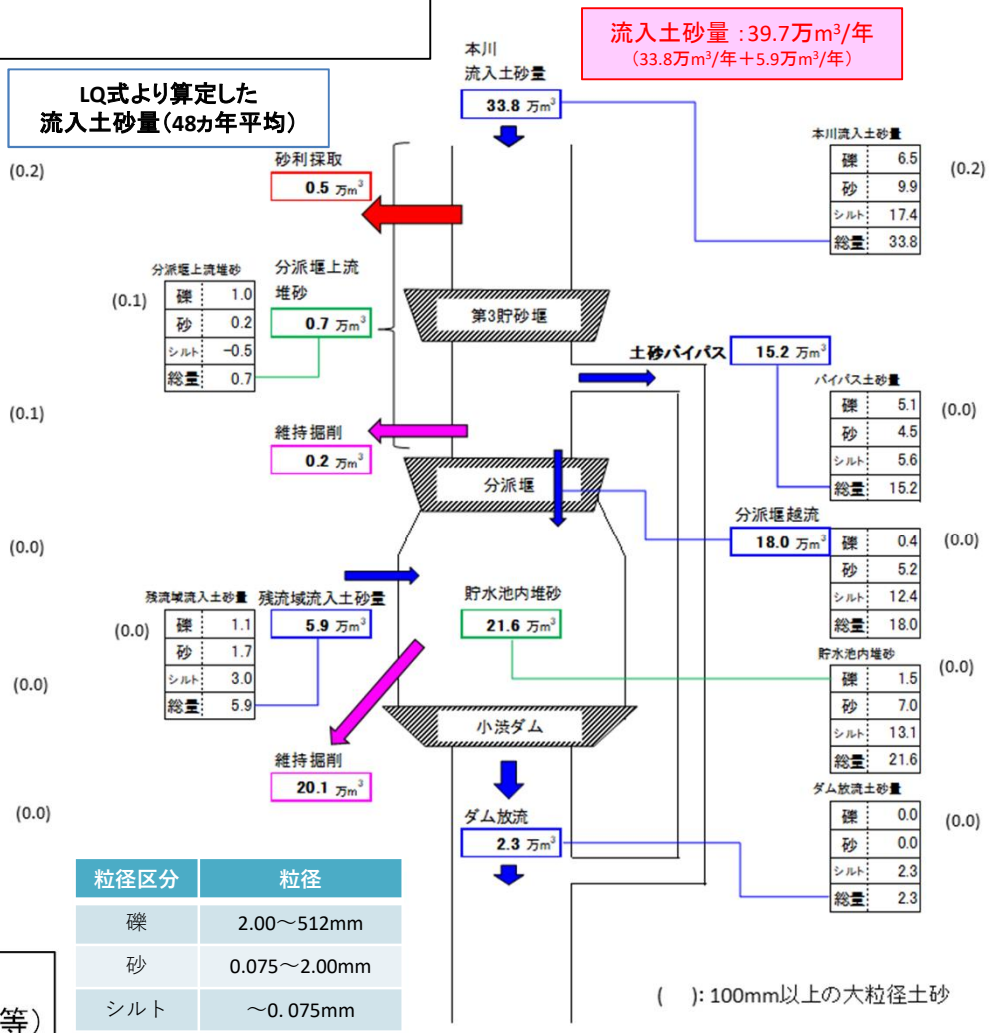
- 呑口部機能改善対策を実施し、土砂バイパスを積極的に運用した場合でも、1年間に約20万m³土砂が貯水池内に堆積する。
- そのため、治水容量回復に必要な対策量とは別途、貯水池内の河床を維持するための継続的な維持掘削が必要である。

■土砂管理対策
- 呑口部機能改善対策
  - 第三貯砂堰の改良（切り下げE.L.610m）
  - 鋼製スリット工設置
  - 第三貯砂堰上流：維持掘削E.L.614m
  - 分派堰内：水通し部の切り下げE.L.610m）から呑口下部（E.L.608m）にかけて勾配をつけて澪筋を維持掘削
- 可能な限り、積極的にバイパス運用を実施

■年間の土砂収支計画
- 流入土砂量約39.7万m³ /年に対し、バイパス土砂量は約15.2万m³ /年が期待できる。
- 年間の維持掘削量は、
  - 分派堰内　：　約0.2万m³
  - 貯水池内　：　約20.1万m³
  - 計　約20.3万m³の掘削が必要。

■対策
- 陸上掘削（土砂搬出⇒他事業での活用、河川還元等）
- 洪水時に排砂できる手法の開発、運用

48年間に対する一次元河床変動計算結果



粒径区分	粒径
礫	2.00～512mm
砂	0.075～2.00mm
シルト	～0. 075mm

呑口部機能改善対策を実施した場合の年土砂収支計画