

第5回 小渋ダム土砂バイパストンネル モニタリング委員会 説明資料



平成27年7月撮影

平成30年3月23日

国土交通省 天竜川ダム統合管理事務所

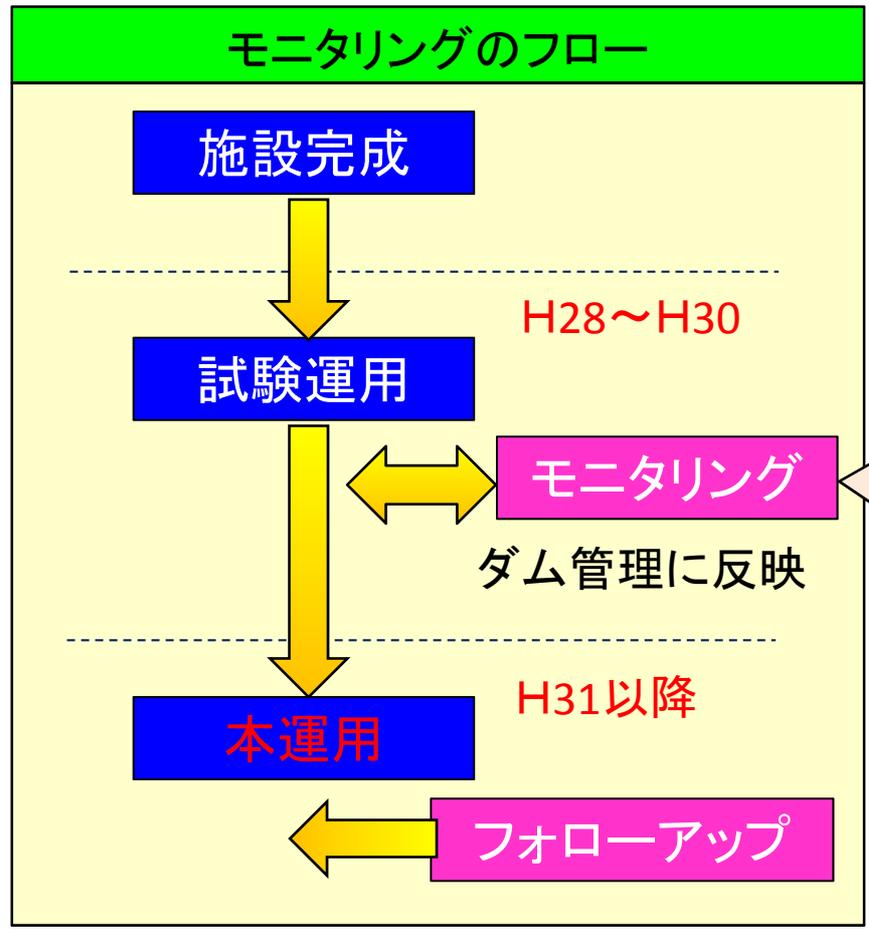
第5回 小渋ダム土砂バイパストンネル
モニタリング委員会 説明資料
<目次>

1. 今年度の土砂バイパストンネルの試験運用状況	2
2. 各部会の報告	
(1)土砂収支部会	8
(2)構造部会	24
3. モニタリング調査計画(案)	
(1)モニタリングの目的・内容	41
(2)モニタリング計画の見直し	42
4. 平成30年度の試験運用方法について	46
5. 平成30年度の検討事項について	47

1.今年度の土砂バイパストネルの試験運用状況

1.1 モニタリングの目的・内容

- 土砂バイパストネルの試験運用開始に伴う土砂動態や河川環境の変化等を把握し、その結果を分析して本格運用に向けたダム管理方法を検討するため、モニタリングを実施する。
- 今後も、可能な限り土砂バイパストネルを使用して洪水を放流するようダム操作を行う。



- | モニタリング項目 |
|-------------------------------|
| ①ゲート等操作性 |
| ②バイパス機能
＜流量, 土砂＞ |
| ③環境影響
＜下流河道生態系, 貯水池内水質＞ |
| ④土砂挙動
＜構造物損傷・摩耗状況, 土砂堆積状況＞ |

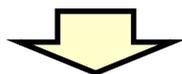
1.今年度の土砂バイパストネルの試験運用状況

1.2 小渋ダム土砂バイパストネルの試験運用方法について

運用項目	運用の方針
バイパス開始及び閉鎖流量	<ul style="list-style-type: none">・出来る限りバイパストネルで土砂を排砂するように運用⇒バイパス土砂量をモニタリング・利水容量を確保し、発電放流に影響のない範囲で運用
分派堰上流河床高	<ul style="list-style-type: none">・維持管理しない自然体の河床高とする⇒試験運用期間中にデータを取りながら管理する河床をきめていく



- ・H28年度は2回の試験運用
- ・放流規模は80m³/s、60m³/sの小規模な出水(全量バイパス)に対する運用



- ・H29年度は3回の試験運用
- ・放流規模は120m³/s、180m³/s、90m³/sの出水(全量バイパス)に対する運用

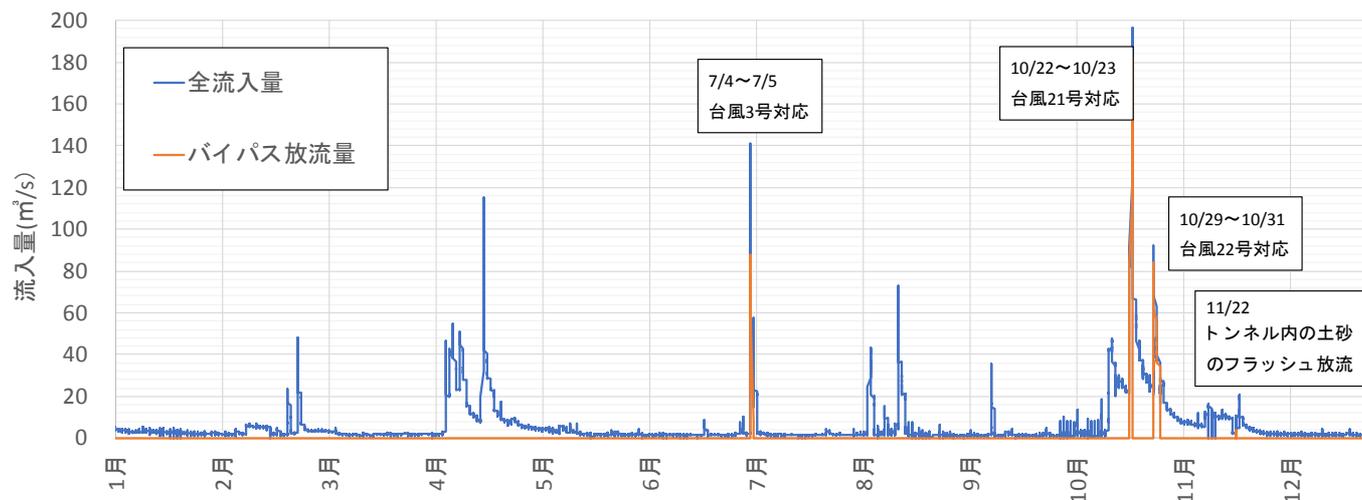
1.今年度の土砂バイパストンネルの試験運用状況

1.3 H29年度の土砂バイパストンネルの運用状況

- ・平成29年度の試験運用は、台風3号(7/4～7/5)、台風21号(10/22～10/23)、台風22号(10/29～10/31)に伴う出水時に実施した。
- ・バイパス最大放流量は、台風21号の約183m³/s(設計流量370m³/sの5割程度)であり、これまで実施した試験運用中最大の流量となった。
- ・延べ放流時間の最大は、台風22号の48.8時間であり、これまで実施した試験運用中最長の時間となった。
- ・洪水調節が必要な規模ではなかったため、3回ともに全量バイパスにより下流へ放流した。

試験運用実績一覧

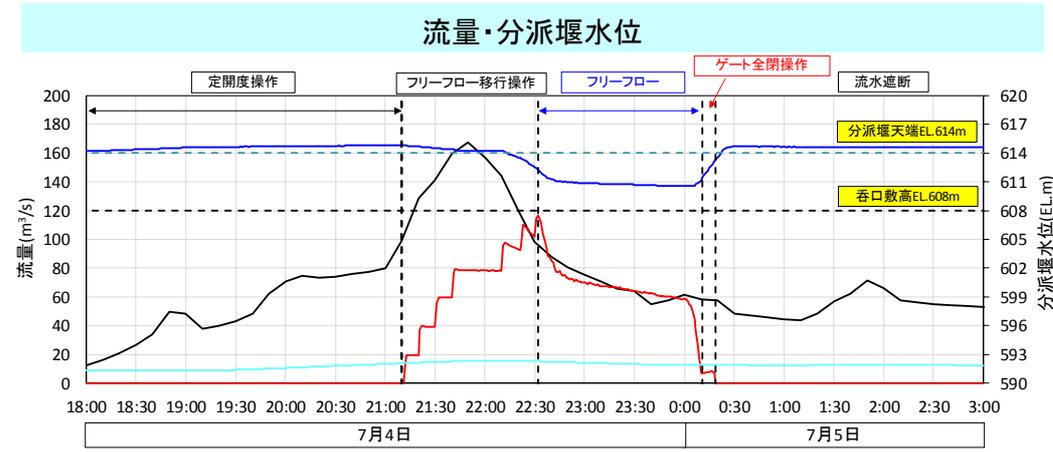
年.月.日	最大放流量 (m ³ /s)	放流形態	放流回数 (回)	延べ放流時間 (時間)	使用目的 (出水原因)
H29.7.4～7.5	117	フリーフロー	1	3.1	試験運用1回目(台風3号)
H29.10.22～10.23	183	フリーフロー	1	9.7	試験運用2回目(台風21号)
H29.10.29～10.31	86	フリーフロー	1	48.8	試験運用3回目(台風22号)



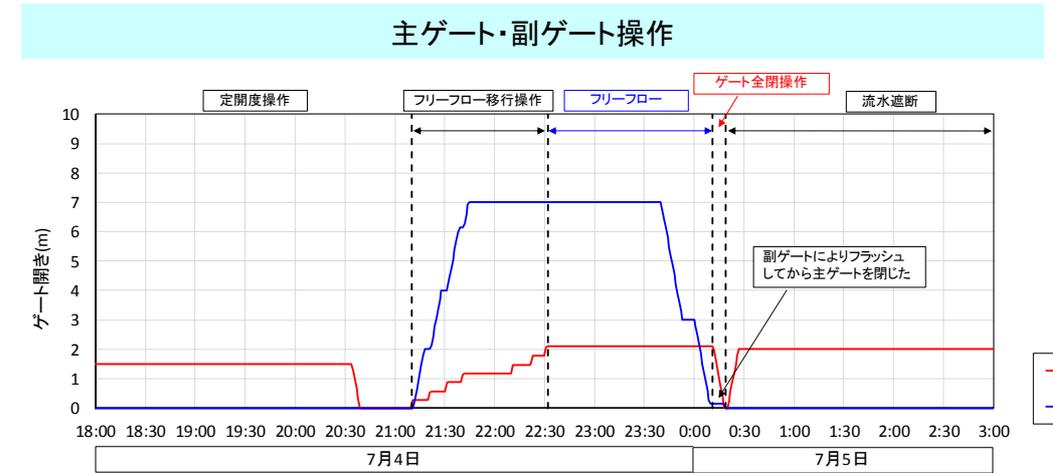
1.今年度の土砂バイパストンネルの試験運用状況

1.4 7/4 台風3号操作実績 (最大放流量 約120m³/s)

- ・7/4 21:20から7/5 0:10の約3時間、バイパス放流を実施した。
- ・今回の洪水波形は非常にシャープなものであり、ピーク後の7/4 22:50よりフリーフロー操作(約80分)を実施した。
- ・フリーフロー時は全流入量が約70m³/s程度に対する操作となった。
- ・ゲート全閉操作時は、副ゲートによるフラッシュ放流を実施し、ゲート操作上の問題は確認されなかった。



呑み口ゲート状況
(分派湖最低水位時 EL611m)



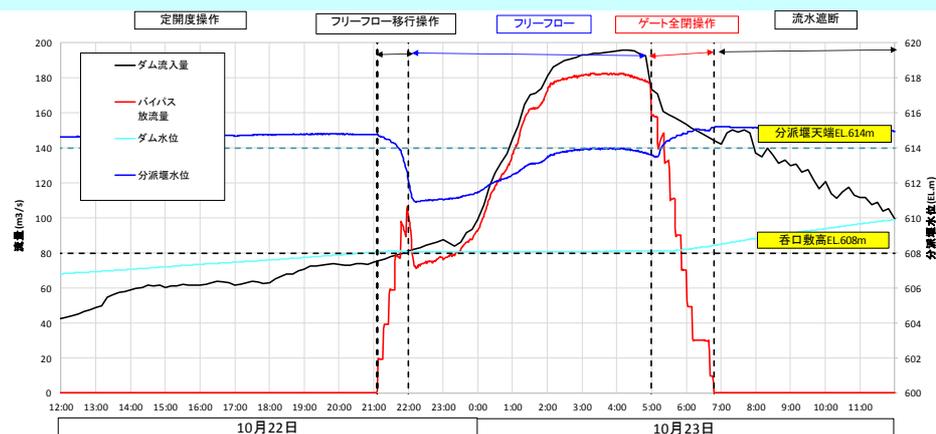
バイパス吐口 7/4 21:30の状況

1.今年度の土砂バイパストネルの試験運用状況

1.5 10/22 台風21号操作実績(最大放流量 約180m³/s)

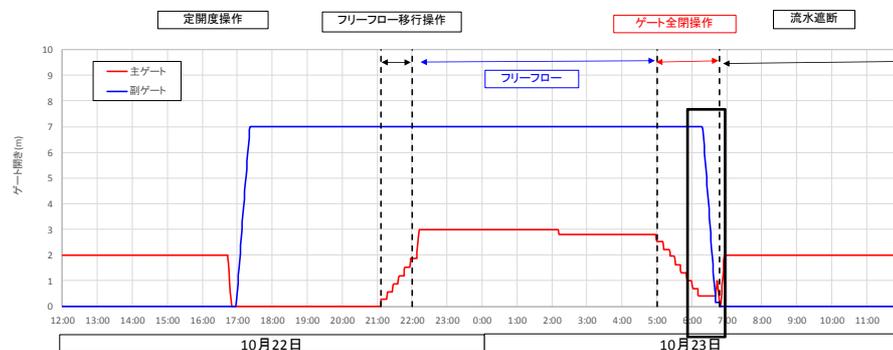
- ・10/22 21:10から10/23 6:40の約10時間、バイパス放流を実施した。
- ・洪水ピーク前に分派堰の水位低下が完了し、10/22 22:10よりフリーフロー操作(約7時間)を実施した。
- ・バイパス流量はこれまでの運用で最大の約180m³/sとなった。
- ・ゲート全閉操作時は、副ゲートによるフラッシュ放流を実施し、ゲート操作上の問題は確認されなかった。

流量・分派堰水位



バイパス呑口 10/23 07:10の状況

主ゲート・副ゲート操作



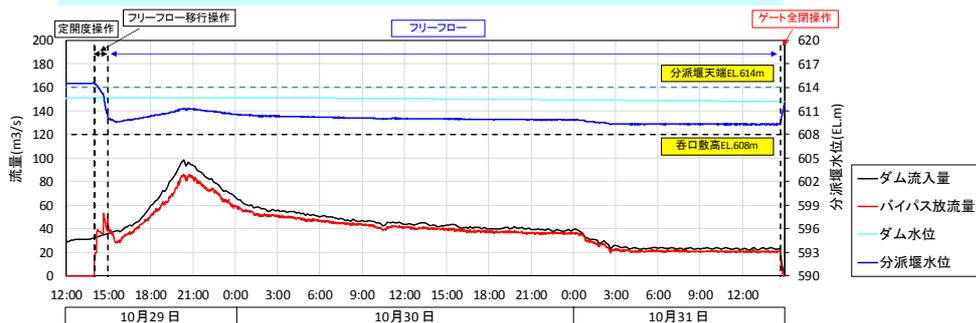
バイパス吐口 10/23 06:10の状況

1.今年度の土砂バイパストネルの試験運用状況

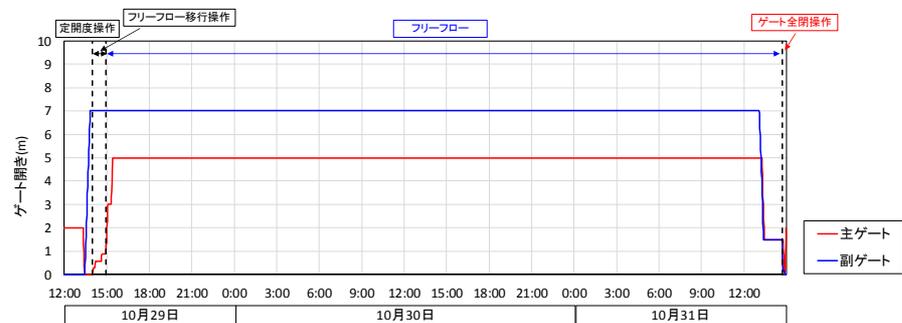
1.6 10/29 台風22号操作実績 (最大放流量 約90m³/s)

- ・10/28 14:10から10/31 15:00の約49時間、バイパス放流を実施した。
- ・洪水ピーク前に分派湖の水位低下が完了し、ピーク前の10/29 15:10よりフリーフロー操作(約48時間)を実施した。
- ・10/30夜間～10/31朝にかけて分派湖左岸に堆積していた土砂がすべて流出し、滞筋が左岸側に移動する大規模な河床変動が生じている。(夜間でありカメラ画像では確認できない)
- ・ゲート操作上の問題は、確認されなかった。

流量・分派堰水位



主ゲート・副ゲート操作



分派湖の状況



バイパス呑口 10/29 14:50の状況
(左岸に大量の土砂が堆積している)



バイパス呑口 10/30 08:00の状況
(土砂が削られて流出している)



バイパス呑口 10/31 08:30の状況
(大半の土砂が流出している)

減勢工の状況



バイパス吐口 10/31 15:30の状況
(バイパスからの土砂が堆積している)

下流河道の状況



バイパス前(10/12)



バイパス後(11/16)

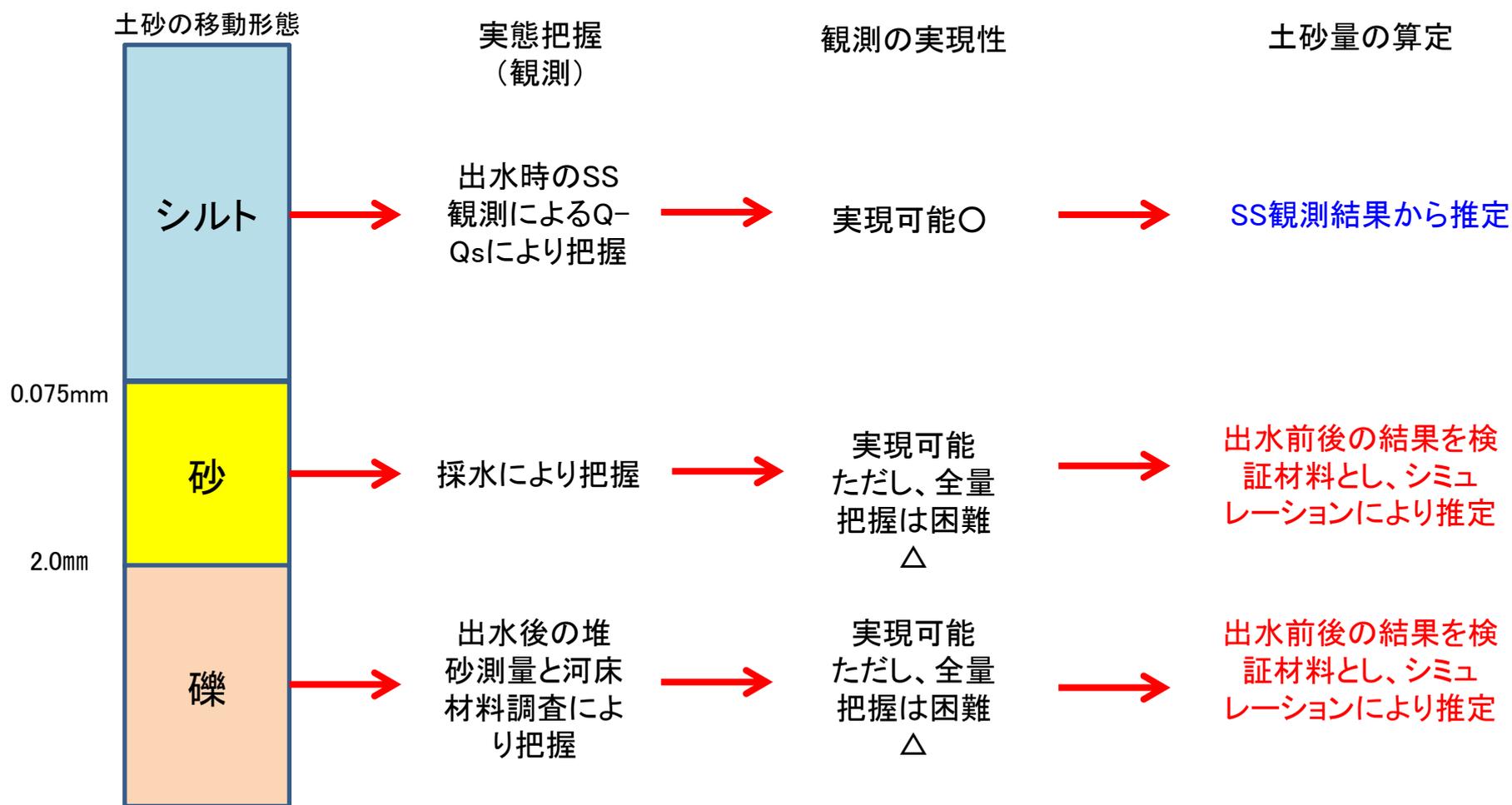
(1) 土砂収支部会

2.各部会の報告

2.1 土砂収支部会での報告

(1)モニタリング結果を用いた土砂収支の算定方法

- ・土砂成分を土質区分の分類をもとに3区分に分類。
- ・土砂量をできるだけ観測により把握するが、観測だけでは困難な砂及び礫成分については、計算により算定する。



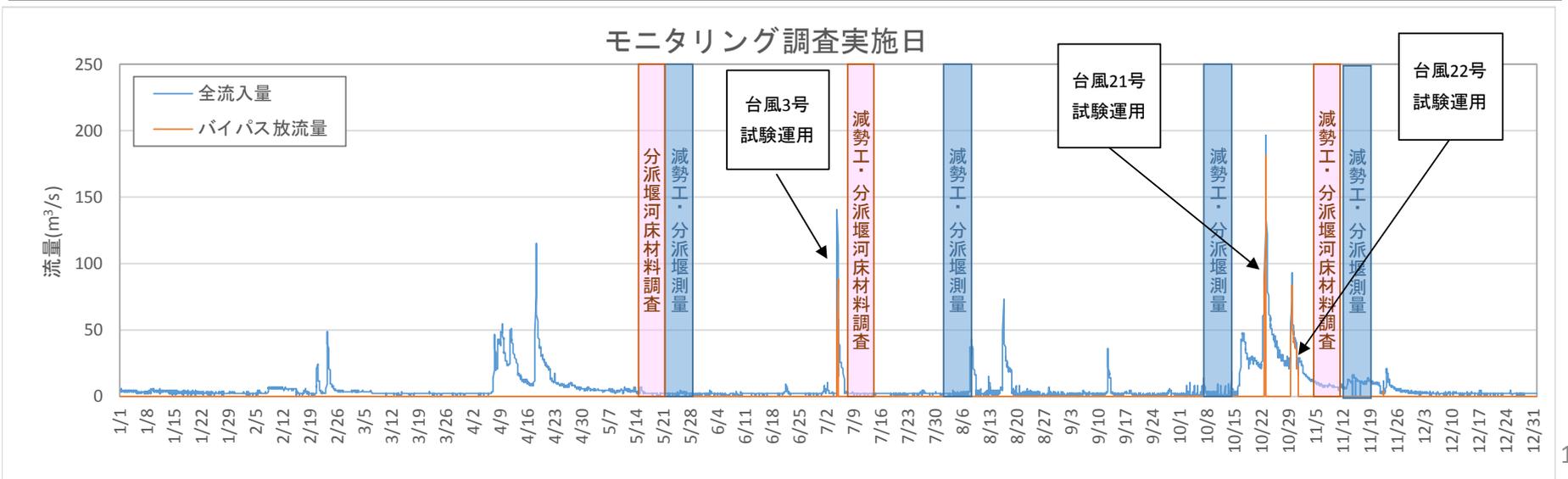
3.今年度のモニタリング調査の概要

2.1 土砂収支部会での報告

(1)モニタリング結果を用いた土砂収支の算定方法

- ・測量は、小渋ダム全域を11/13、ダム下流を4/1、減勢工・分派堰を出水前の5/22～5/23と3回のバイパス試験運用前後に実施した。
- ・採水は、3回のバイパス試験運用中に実施した。
- ・河床材料調査は、分派堰を出水前の5/30に、分派堰と減勢工を台風3号と台風22号のバイパス試験運用後に実施した。

	調査箇所		調査時期			
			出水前	H 29.7試験運用（台風3号）後	H 29.10試験運用（台風21号）前後	H 29.10試験運用（台風22号）後
測量	ダム下流	0.0～3.0k	2016/12/15	—	—	—
		3.0k～4.8k	2017/4/1	—	—	—
	減勢工	2017/5/22	2017/8/4	2017/10/12	2017/11/15	
	分派堰	2017/5/23	2017/8/4	2017/10/12	2017/11/6	
	小渋ダム全域	2016/10/12	—	—	2017/11/13	
水質	採水	—	2017/7/4-2017/7/5	2017/10/22-2017/10/27	2017/10/29-2017/11/1	
河床材料	減勢工	—（土砂撤去のため調査なし）	2017/7/9	—	2017/11/7	
	分派堰	2017/5/30	2017/7/9	—	2017/11/7	



2.各部会の報告

2.1 土砂収支部会での報告

(2) モニタリング調査結果(採水)

【採水調査】 調査結果(7/4 台風3号)

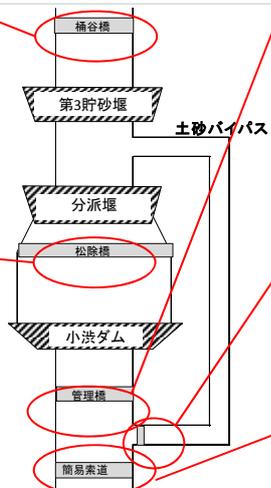
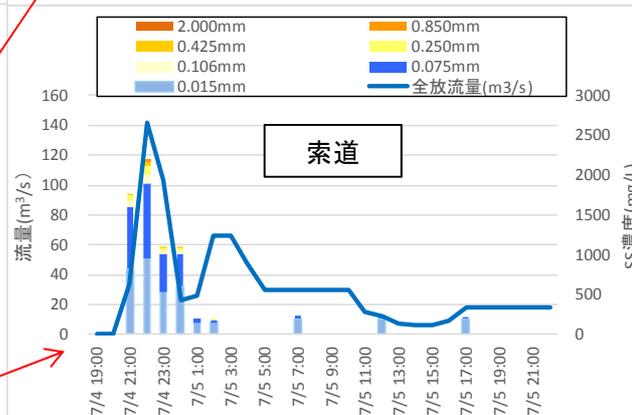
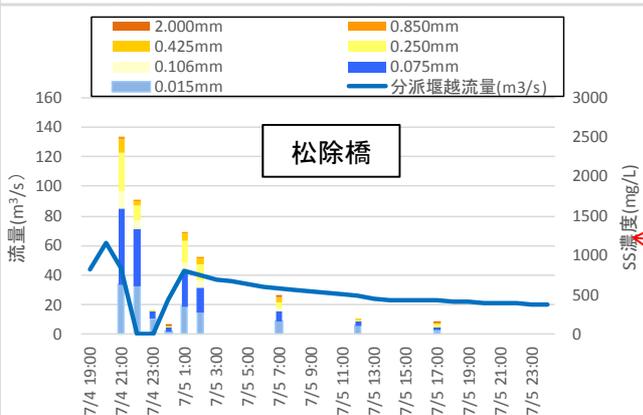
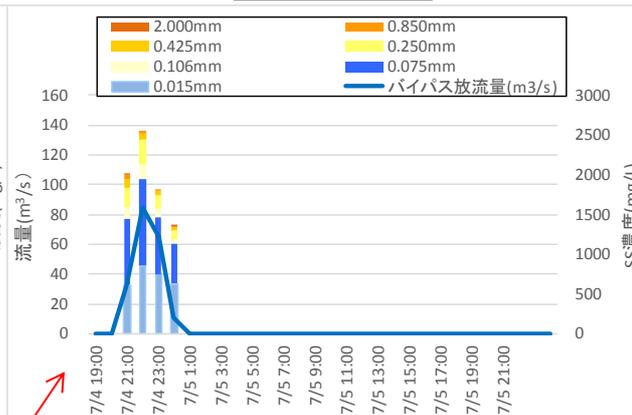
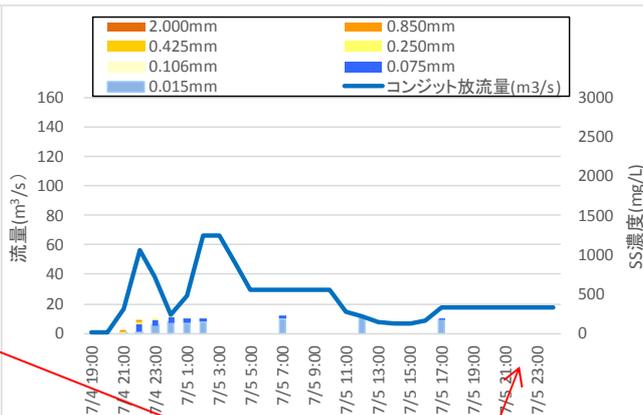
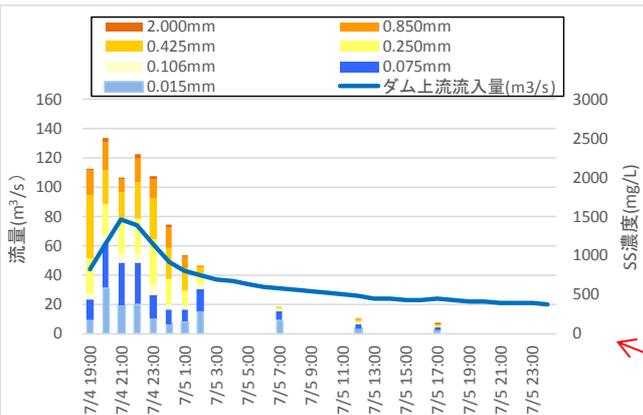
- ・フリーフロー直後のSS濃度は約2,500mg/Lであり、昨年度(20,000mg/L)と比較すると低い。
- ・分派堰内への堆積が少なかったため、フリーフロー時の急激なSS濃度の上昇が生じなかったと推察される。



桶谷橋

管理橋

バイパス吐口



2.各部会の報告

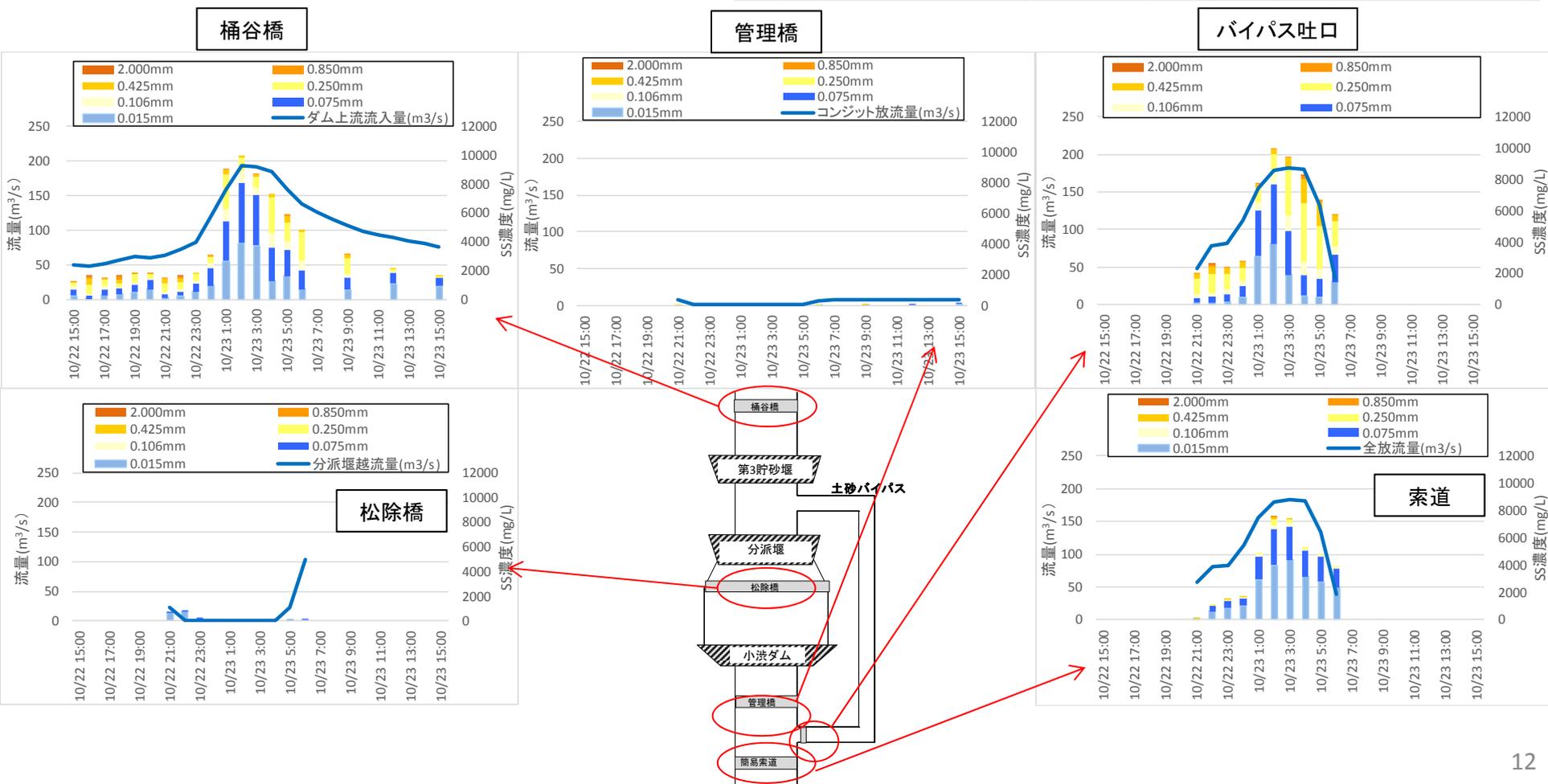
2.1 土砂収支部会での報告

(2)モニタリング調査結果(採水)

【採水調査】 調査結果(10/22台風21号)

・フリーフロー直後のバイパス吐口のSS濃度は約11,000mg/Lであり、昨年度(20,000mg/L)と比較すると低い。

土砂収支算定期間



2.各部会の報告

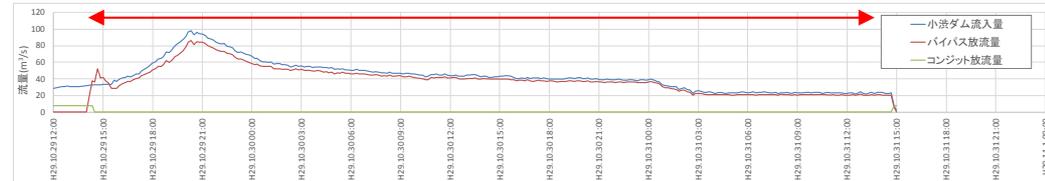
2.1 土砂収支部会での報告

(2)モニタリング調査結果(採水)

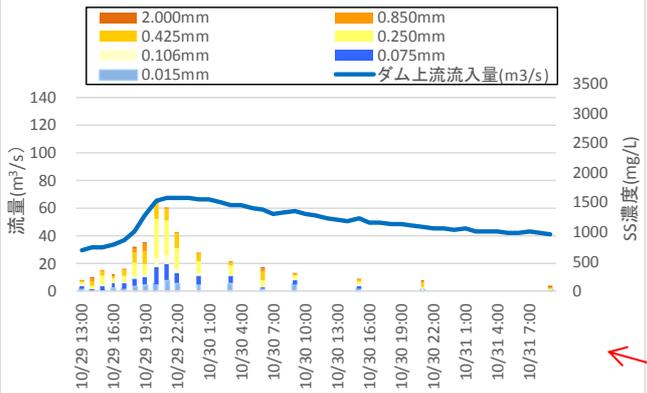
【採水調査】 調査結果(10/29台風22号)

・フリーフロー直後のバイパス吐口のSS濃度は約2,500mg/Lであり、7/4出水と同程度であった。

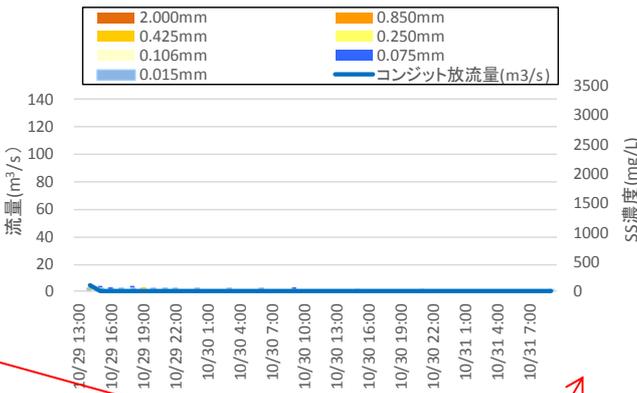
土砂収支算定期間



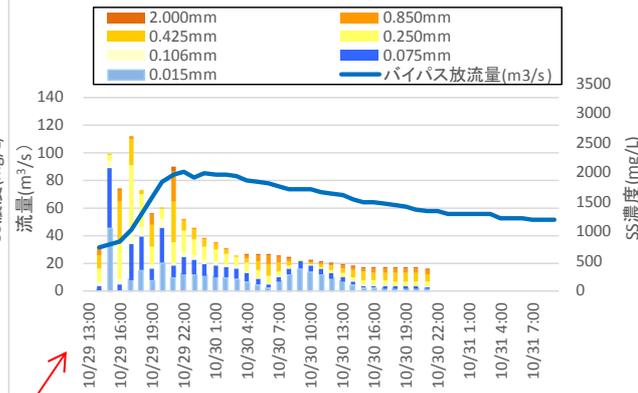
桶谷橋



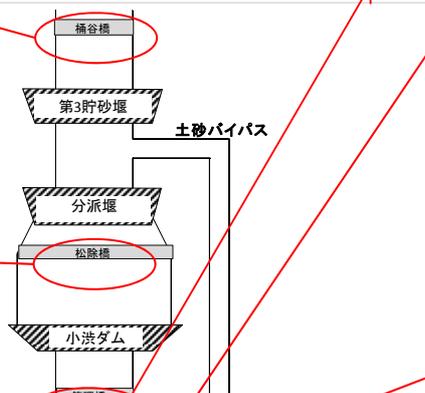
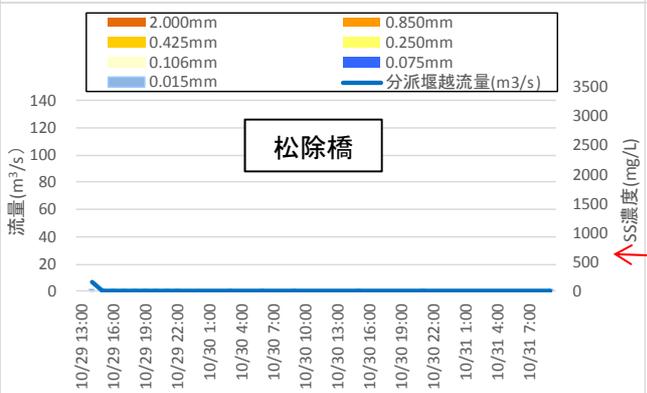
管理橋



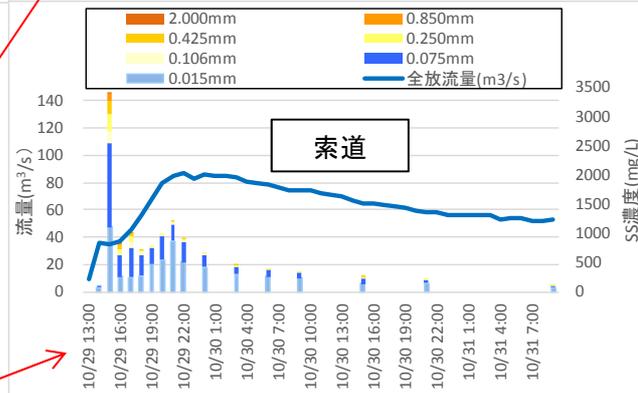
バイパス吐口



松除橋



索道



2.各部会の報告

2.1 土砂収支部会での報告

(3)モニタリング調査結果(堆積土砂量)

調査結果(分派湖内:台風3号前後)

- ・5/23~8/4の期間では分派湖内全体で3,455m³の土砂が堆積した。
- ・堆砂箇所は第3貯砂堰の直下に集中している。

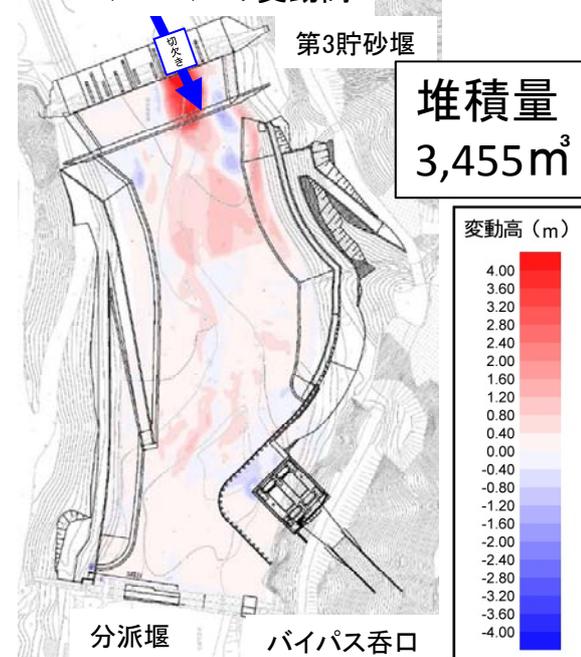
5/23 河床高



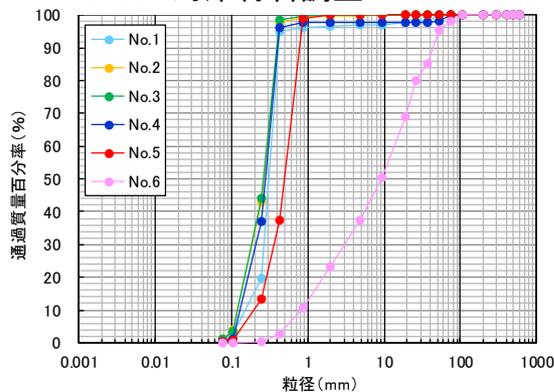
8/4 河床高



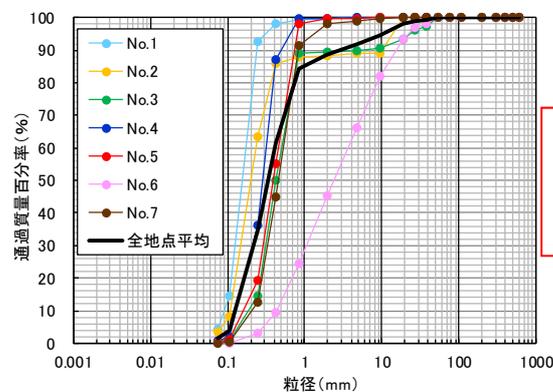
5/23-8/4の変動高



5/30 河床材料調査



7/9 河床材料調査



洪水後の7/9河床材料調査結果(全地点平均)で堆積土砂量の粒度分布を按分

粒径区分	堆積土砂量 (m ³)
シルト	47
砂	3,017
礫	391
合計	3,455

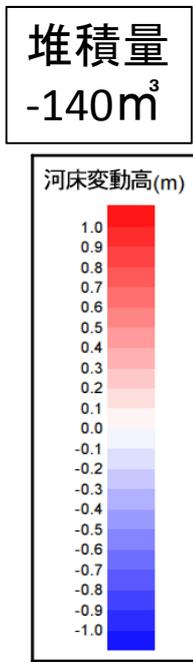
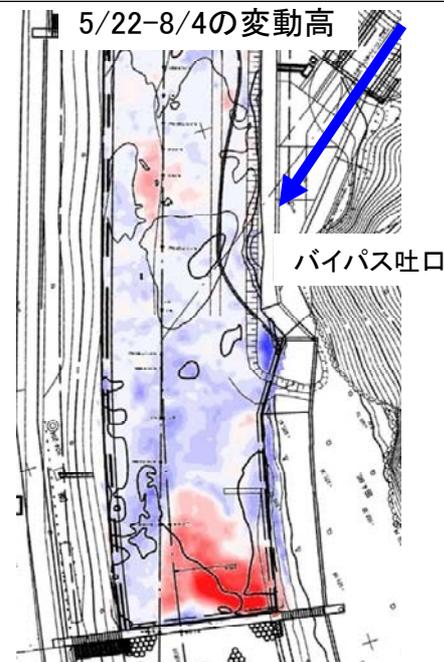
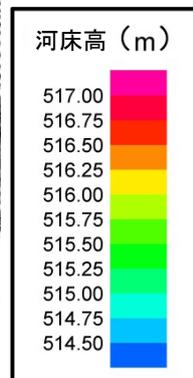
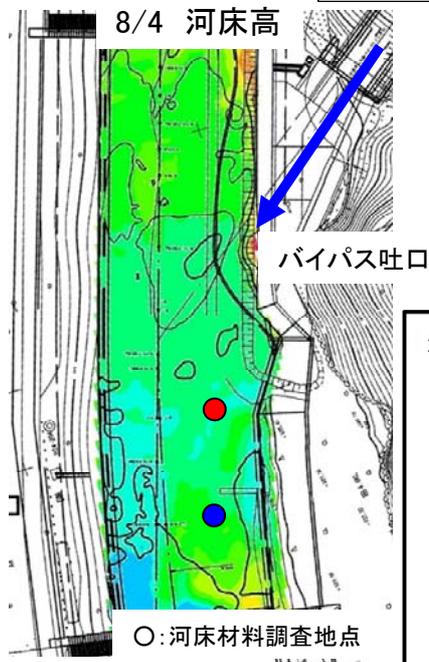
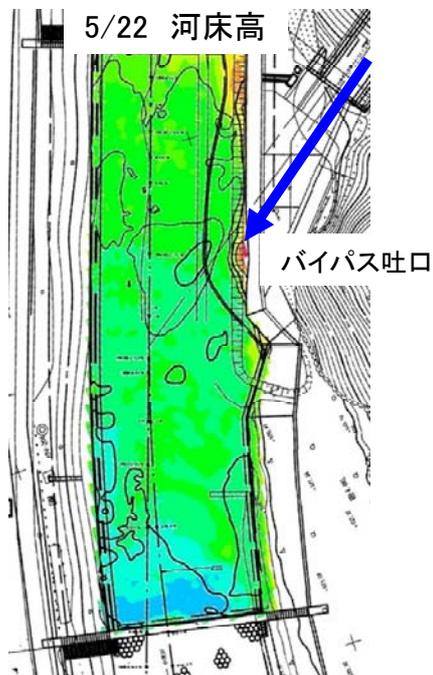
2.各部会の報告

2.1 土砂収支部会での報告

(3)モニタリング調査結果(堆積土砂量)

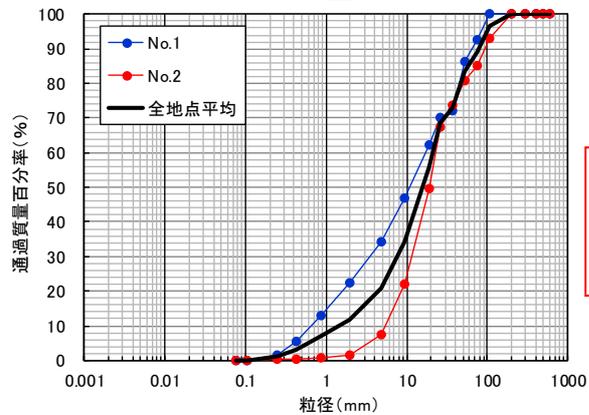
調査結果(減勢工内:台風3号前後)

・5/22~8/4の期間では、減勢工全体で140m³の洗掘量となった。
 ・バイパス吐口直下では洗掘され河床が低下し、減勢工の下流側では一部堆積した。



堆積量
-140m³

7/9 河床材料調査



5月の測量と同時期の河床材料調査はなし

洪水後の7/9河床材料調査結果(全地点平均)で堆積土砂量の粒度分布を按分

粒径区分	堆積土砂量 (m ³)
シルト	0
砂	-17
礫	-123
合計	-140

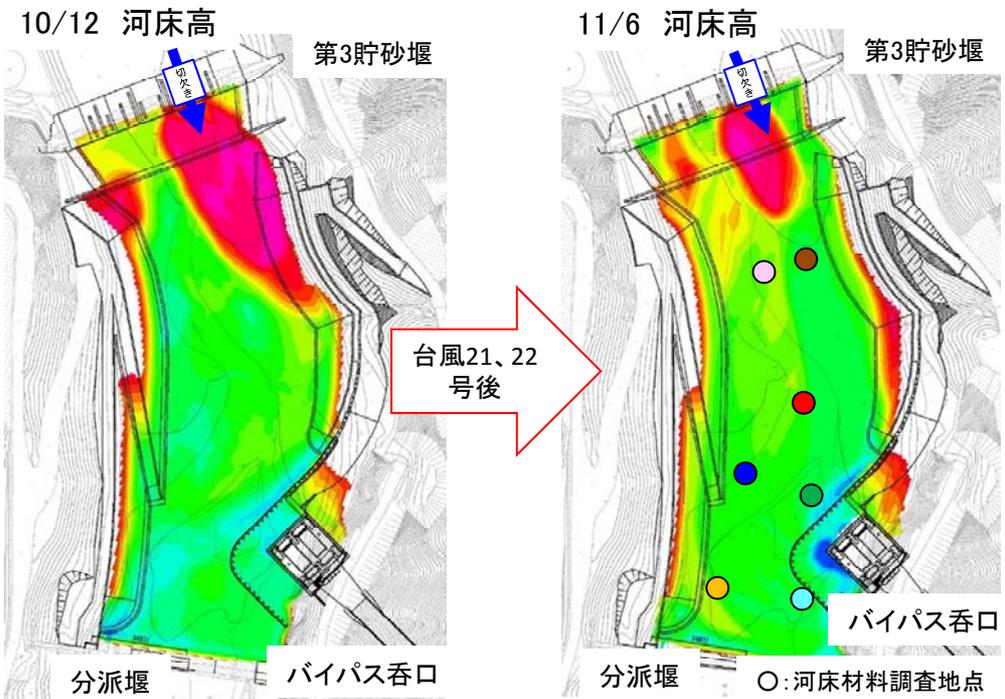
※実際には洗掘した土砂の粒径は不明であるが、ここでは参考として洪水後の河床材料調査結果で洗掘した土砂の粒径を割り振った

2.各部会の報告

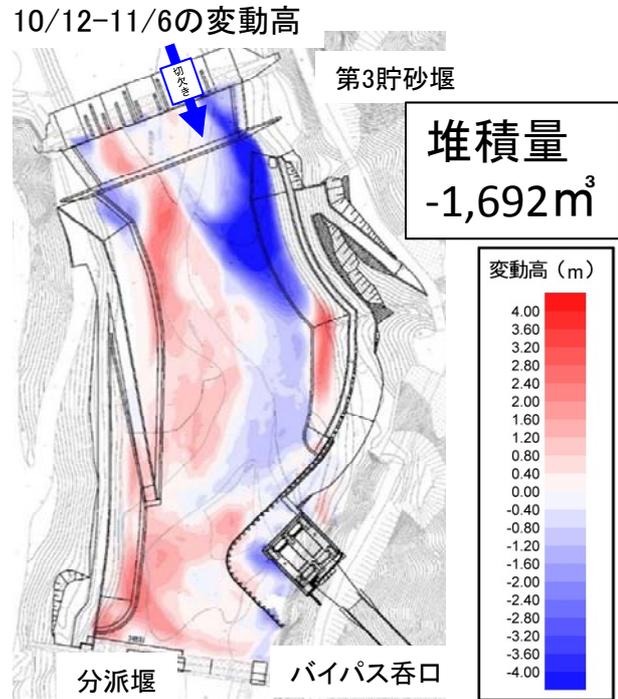
2.1 土砂収支部会での報告

(3) モニタリング調査結果(堆積土砂量)

調査結果(分派湖内:台風21、22号前後)

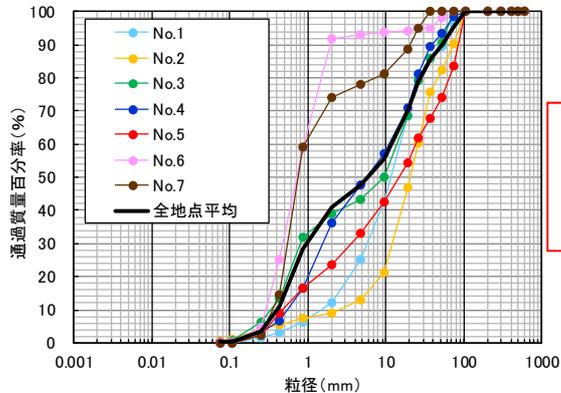


- ・10/12~11/6の期間では、分派湖内全体で1,692m³の洗掘量となった。
- ・バイパス運用前に左岸上流部に堆積していた土砂の大部分がバイパス運用後に流出している。



※コンター図の背景の地形図は、既往の測量結果である

11/7 河床材料調査



10月の測量と同時期の河床材料調査はなし

洪水後の11/7河床材料調査結果(全地点平均)で堆積土砂量の粒度分布を按分

粒径区分	堆積土砂量 (m ³)
シルト	-3
砂	-689
礫	-1,000
合計	-1,692

※実際には洗掘した土砂の粒径は不明であるが、ここでは参考として洪水後の河床材料調査結果で洗掘した土砂の粒径を割り振った

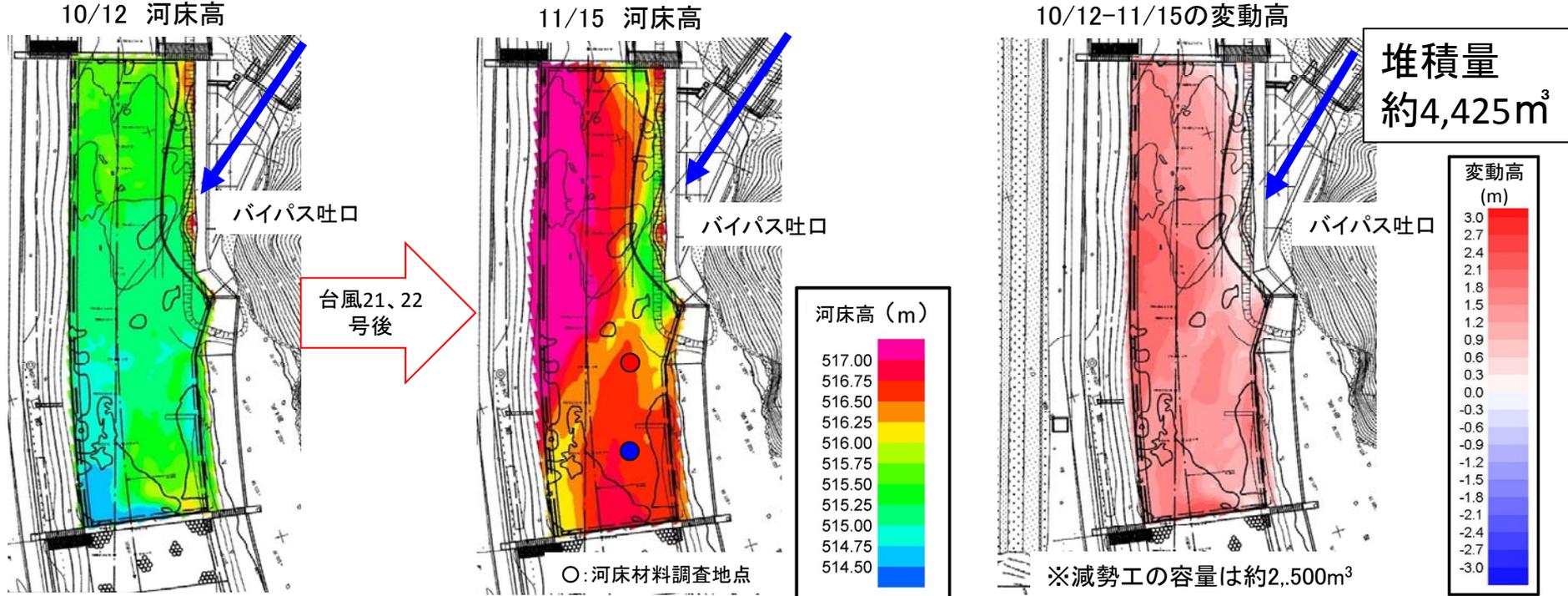
2.各部会の報告

2.1 土砂収支部会での報告

(3) モニタリング調査結果(堆積土砂量)

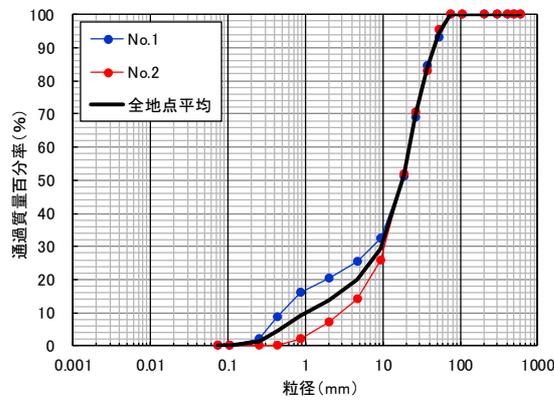
・10/12～11/15の期間では、減勢工全体で4,425m³の堆積量となった。
 ・バイパス運用後には減勢工内全域で堆積が生じている。

調査結果(減勢工内:台風21、22号前後)



※コンター図の背景の地形図は、既往の測量結果である

11/7 河床材料調査結果



10月の測量と同時期の河床材料調査はなし

洪水後の11/7河床材料調査結果(全地点平均)で堆積土砂量の粒度分布を按分

粒径区分	堆積土砂量 (m ³)
シルト	0
砂	611
礫	3,814
合計	4,425

2.各部会の報告

2.1 土砂収支部会での報告

(4) バイパス運用中の土砂収支の算定

桶谷橋から分派堰の区間において平面二次元河床変動モデルを構築し、バイパス運用中の土砂収支を算定した。

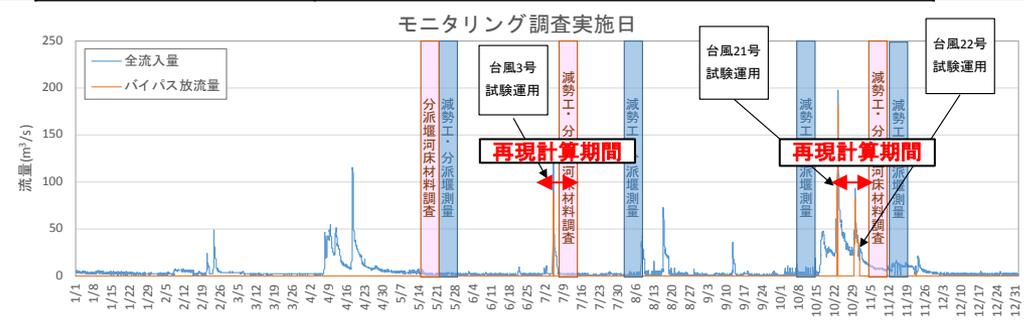
項目	計算条件
計算手法	平面二次元河床変動計算
対象範囲	桶谷橋～分派堰
計算期間	2017/7/4～2017/7/5 2017/10/22～2017/10/29
流量条件	上流端: 生田堰堤放流量 バイパス流量: ゲート開度-水位-流量関係より算定されたバイパス流量
粗度係数	n=0.04
流入土砂量	・0.075mm以上の砂・礫については実績の堆砂量をもとに作成したLQ式 ・0.075mm以下のシルトについては、既往観測でのQ-Qs式
初期河床材料	出水前調査結果



◆初期河床高(第3貯砂堰)
■台風3号の再現計算 H28.10測量成果より設定
■台風21、22号の再現計算 台風3号の再現計算結果を引き継いで計算

【第3貯砂堰上流の条件設定に関する課題】
・バイパス運用直前の測量結果がない(年1回の測量のみ)
・砂利採取を考慮していない (H29年度は8～10月に約1.3万m³の砂利を採取)

◆初期河床高(分派堰)
■台風3号の再現計算 H29.5.23測量成果より設定
■台風21、22号の再現計算 H29.10.12測量成果より設定



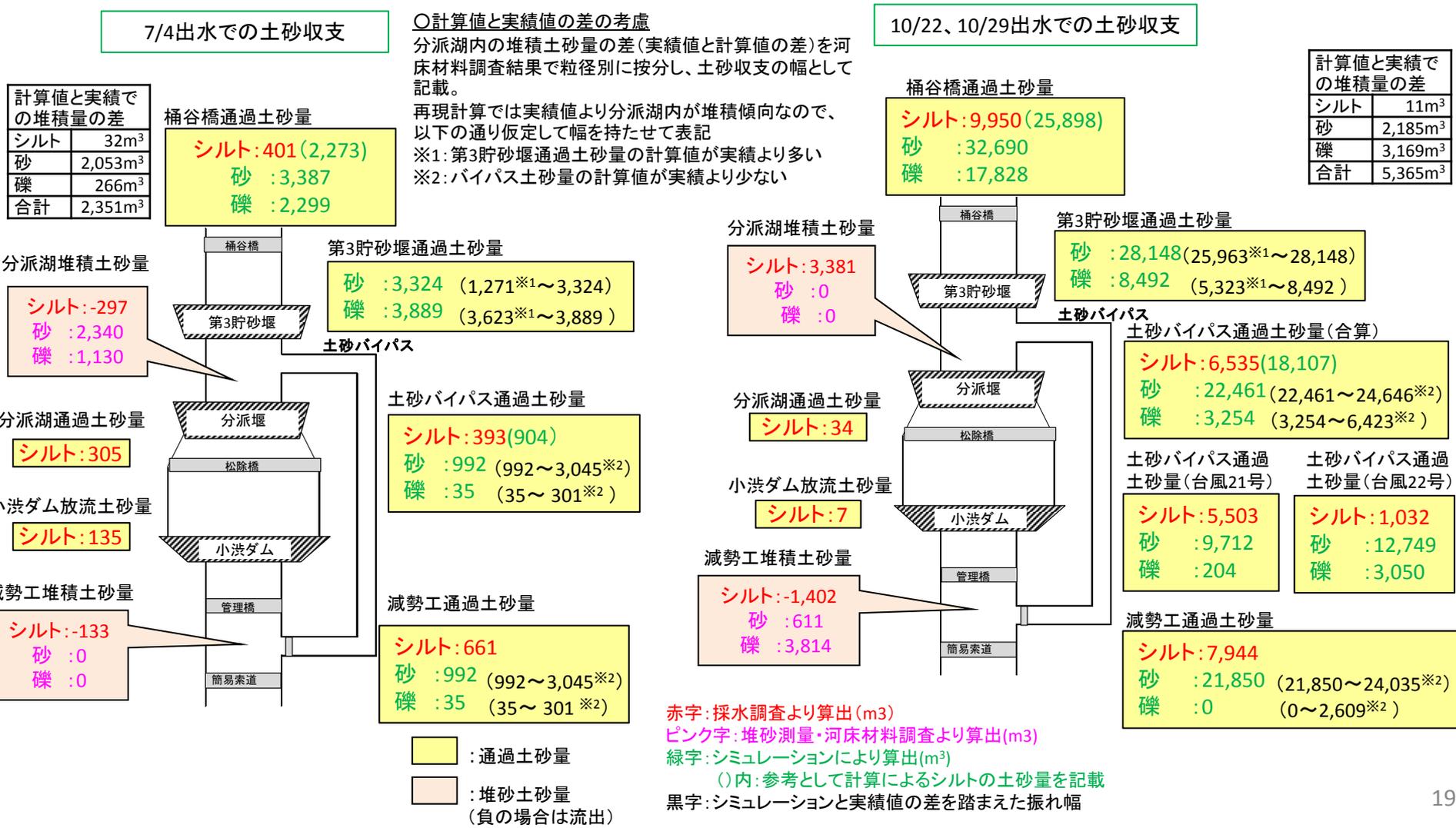
モデルの概要

2.各部会の報告

2.1 土砂収支部会での報告

(4) バイパス運用中の土砂収支の算定

- ・モニタリング結果とシミュレーションによる結果により土砂収支を算定した。
- ・7/4の出水では全粒径で1,420m³、10/22、10/29出水では32,250m³の土砂をバイパスした結果となる。

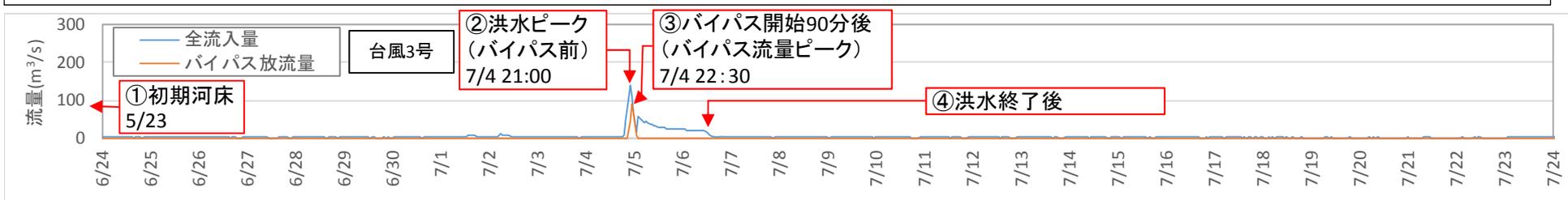


2.各部会の報告

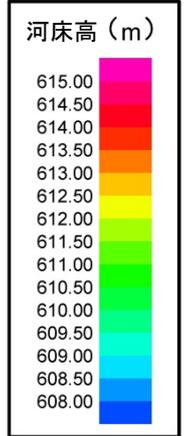
2.1 土砂収支部会での報告

(5)シミュレーションの課題

・7/4洪水ではバイパスの運用時間が短く、バイパス運用中の分派湖内の河床変化は少なかったと推察される。
 ・シミュレーション結果より第3貯砂堰下流の堆砂域は洪水ピーク後の減衰期に形成されたと想定されるが、実績と堆砂範囲が若干異なっている。



	①初期河床	②洪水ピーク時(バイパス前)	③バイパス開始90分後(バイパス流量ピーク)	④洪水終了後
実績				
シミュレーション				



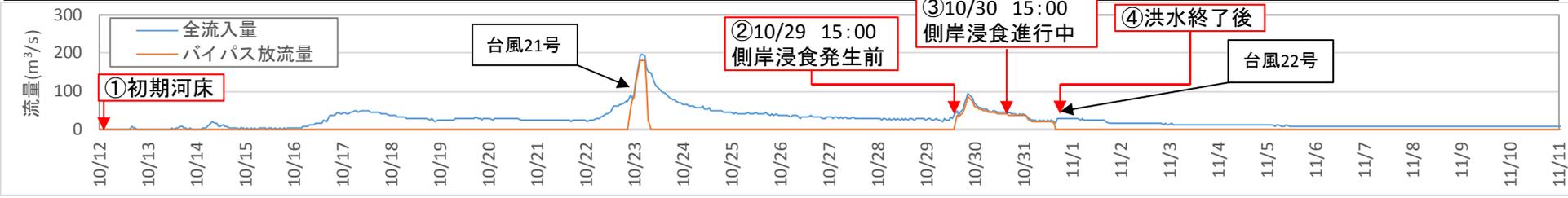
堆砂範囲が
実際と異なる

2.各部会の報告

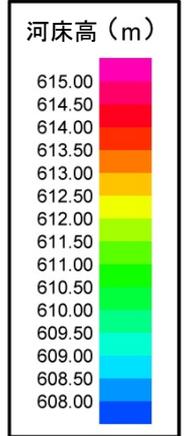
2.1 土砂収支部会での報告

(5)シミュレーションの課題

- ・側岸浸食発生前の河床高を見ると左岸側の堆砂形状は表現できているものの、第三貯砂堰直下の滞筋等の形状が異なっている
- ・側岸浸食進行中の期間は計算では、上流側では浸食が進んでいるが、下流側では浸食が進んでおらず実現象と異なっている
- ・以上より、分派堰内の堆砂形状の課題と、側岸浸食の再現性による課題がある



	①初期河床	②側岸浸食発生前	③側岸浸食進行中	④洪水終了後
実績		<ul style="list-style-type: none"> ・実績では流木ハネ前面まで堆砂 ・シミュレーションでは実績に比べて堆砂範囲が若干少ない 	<ul style="list-style-type: none"> ・実績では側岸浸食により堆砂範囲が減少 ・シミュレーションでは側岸浸食が進行しない 	
シミュレーション		<p>みお筋ができていない</p>	<p>みお筋の形成がうまく再現できていない</p>	



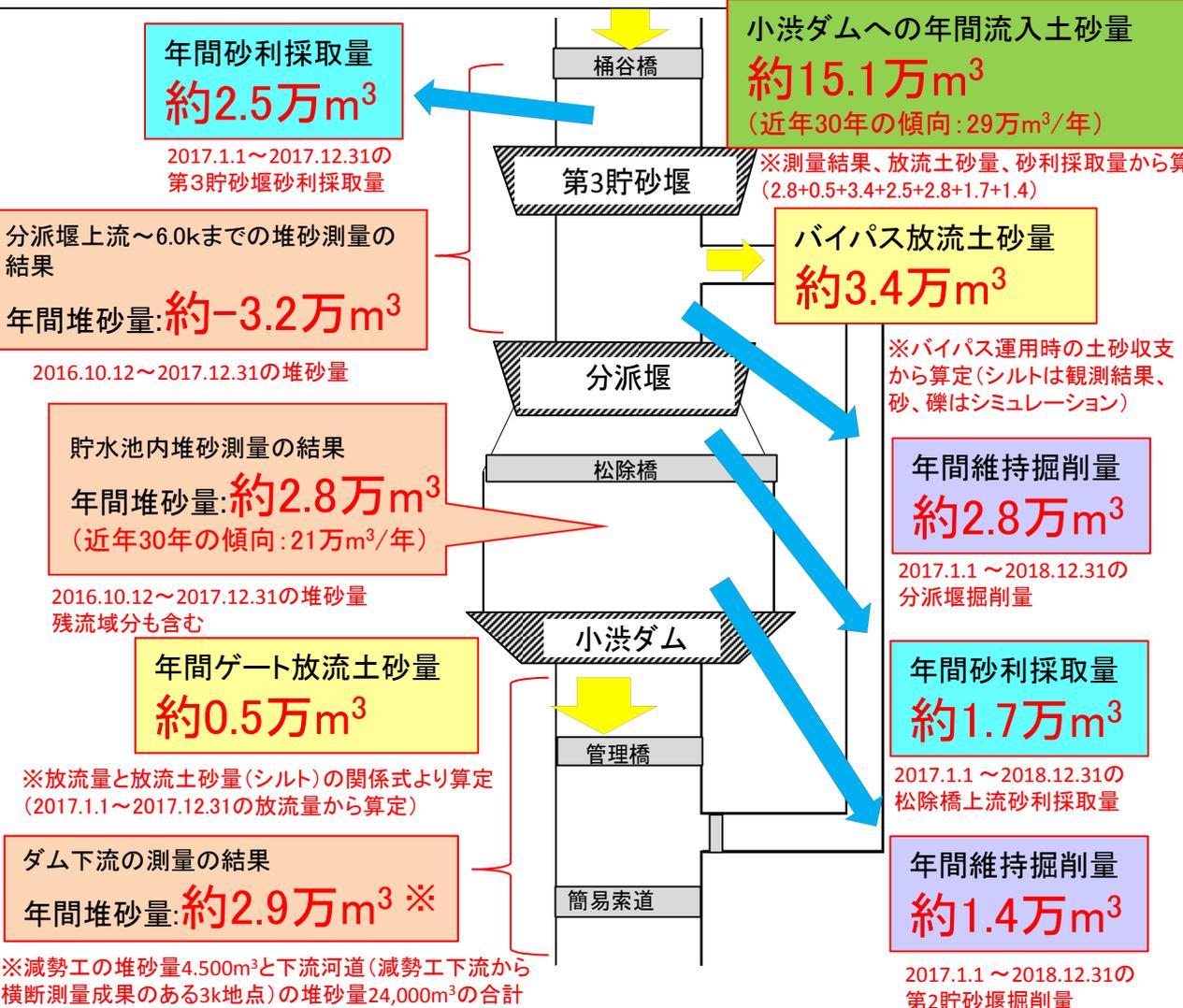
2.各部会の報告

2.1 土砂収支部会での報告

試算値

(6) 年間の土砂収支と事業効果(試算値)の算定

・今回算定した土砂収支及び貯水池測量等の結果を用いてH29年の土砂収支(試算値)を算定した。
 ・約15万m³の流入土砂量に対し、土砂バイパス及び砂利採取により、貯水池での堆砂量を約3万m³(流入土砂量に対する堆砂量約19%)まで減らすことができた。



(参考)シミュレーションで使用しているLQ式より算定した年間の流入土砂量

シルト	56,522m ³
砂	55,847m ³
礫	20,497m ³
合計	132,865m ³

事業効果の試算値

	土砂量 (万m ³)	流入土砂量に対する割合 (%)
ダム流入土砂量	15.1	—
バイパス土砂量	3.4 (シルト0.7) (砂 2.4) (礫 0.3)	22% (シルト4%) (砂 16%) (礫 2%)
ゲート放流土砂量	0.5	3%
砂利採取量	4.2	28%
維持掘削量	4.2	28%
ダム堆砂量	2.8	19%

※これらの事業効果の値は測量やシミュレーション結果から推定した試算値であり、実際と異なる可能性がある

2.各部会の報告

2.1 土砂収支部会での報告

(7) 第5回土砂収支部会における主な指摘事項と今後の対応

第5回土砂収支部会における主な指摘事項と今後の対応

項目	主な意見・指摘事項	対応方針	今後の対応予定
モニタリング調査	SS観測について、2mm以上の粒径も対象に観測する	SSの調査方法を見直し 現状では2mm以上の土砂も採水されているものの、2mm以下の土砂のみを対象に分析	次年度以降のモニタリング調査で対応
	必要に応じて上層だけでなく下層の河床材料調査が必要	河床材料調査方法を見直し	次年度以降のモニタリング調査で対応
	減勢工では吐口上流の堆積箇所での調査が必要	河床材料調査地点を見直し	次年度以降のモニタリング調査で対応
河床変動計算による土砂量の算定	第3貯砂堰上流の計算条件を記載	計算条件を記載	本委員会で報告
	堆砂形状の再現性を確認し、側岸浸食による誤差と、分派堰に流入する土砂による誤差を仕分け	計算途中の河床形状を記載し、実現象と差異がある部分を確認	本委員会で報告
	LQ式に関する妥当性の確認が必要	LQ式の精度を確認し、必要に応じてLQ式の修正を行う	第6回土砂収支部会で報告
	砂利採取等により第3貯砂堰上流の計算条件の設定が難しいため、粒度や河床高を変化させた感度分析を実施してはどうか	第3貯砂堰での砂利採取を考慮した河床高の設定、粒度分布を感度分析的に変化させた計算により再現性を確認	第6回土砂収支部会で報告

(2) 構造部会

2.各部会の報告

2.2 構造部会での報告

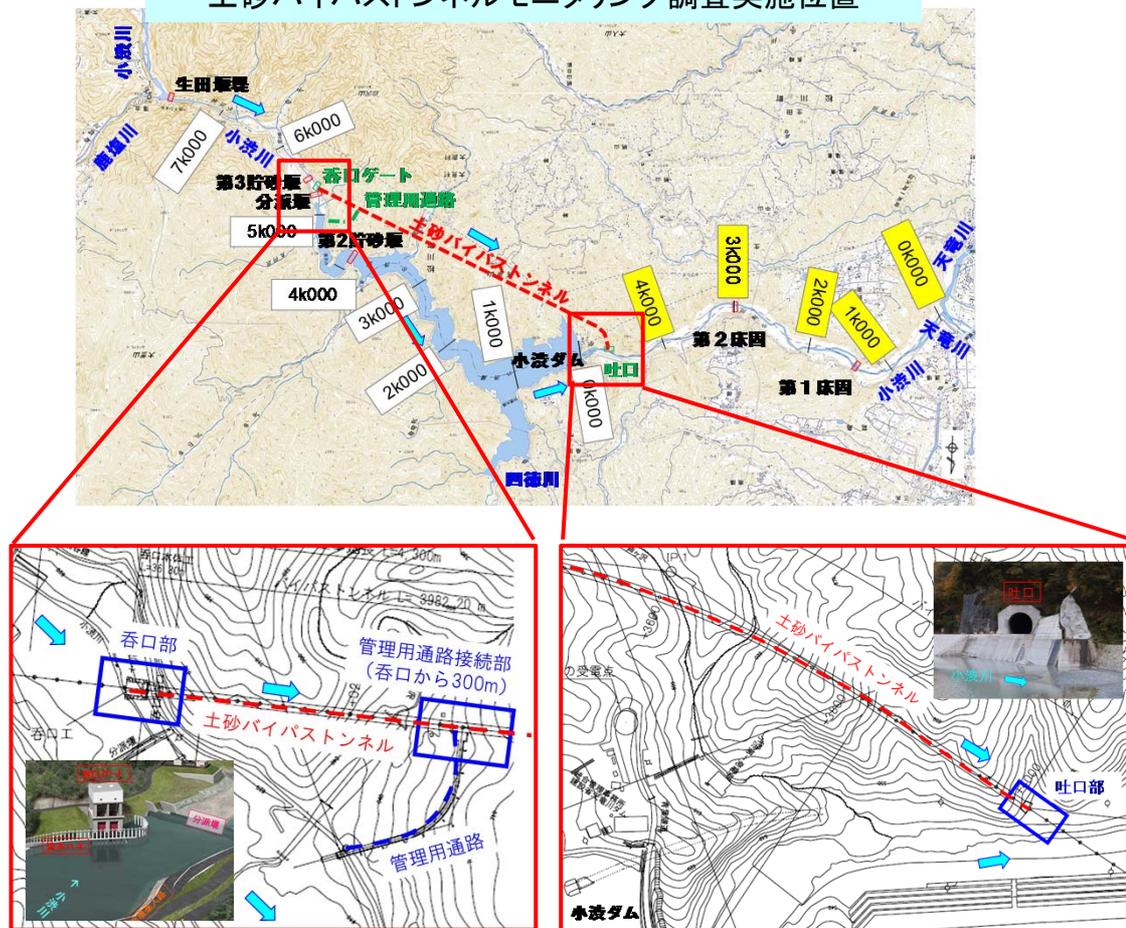
(1)巡視によるモニタリング調査概要

■土砂バイパストンネルモニタリング調査

- ・呑口部、トンネル内、吐口部の調査を出水中及び出水後、実施した。
- ・構造物の損傷状況の調査は、出水後、巡視により実施した。

	調査内容
呑口部	<p>出水中: 流木ハネの流木補足状況、土砂流下状況の確認。</p> <p>出水後: ゲート操作時の問題点の把握。</p> <p>ゲート周辺(戸溝等)土砂の堆積、損傷状況の確認。</p> <p>ライニング材、ラバースチール部の損傷状況を確認。</p>
トンネル内	<p>トランジション区間及び管理用通路本トンネル接続部の土砂の堆積状況、損傷状況の確認。</p> <p>トンネル内に一定間隔で塗布されているペンキの剥がれ具合、目地状況の確認。</p> <p>全区間の土砂の堆積状況、損傷状況の確認。</p>
吐口部	放水路部の損傷状況の確認。

土砂バイパストンネルモニタリング調査実施位置



2.各部会の報告

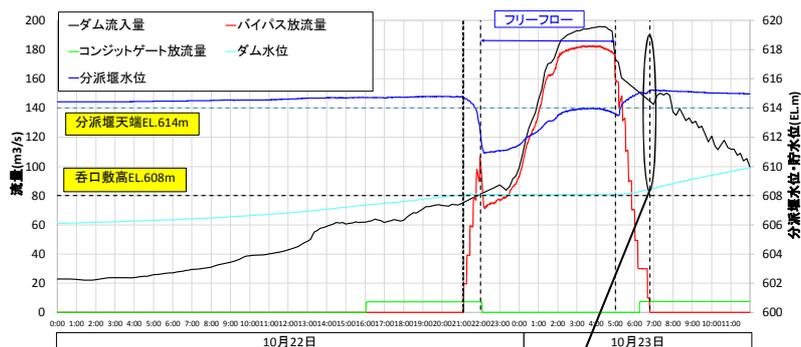
2.2 構造部会での報告

(2) 呑口部出水中のモニタリング調査結果

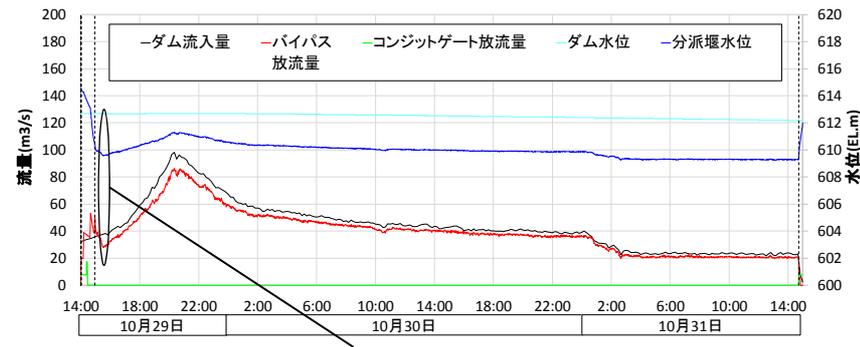
■呑口部周辺状況【流木ハネ】

台風21号(2回目)、台風22号(3回目)運用中は、流木の流下量はわずかであり、流木ハネで堰上げが生ずるほどの流木は捕捉していない。

台風21号(2回目)運用中



台風22号(3回目)運用中



写真① バイパス放流量0m³/s
分派湖水位 EL615m



写真② バイパス放流量0m³/s
分派湖水位



写真② バイパス放流量50m³/s
分派湖水位 EL610m



写真③ バイパス放流量
50m³/s
分派湖水位



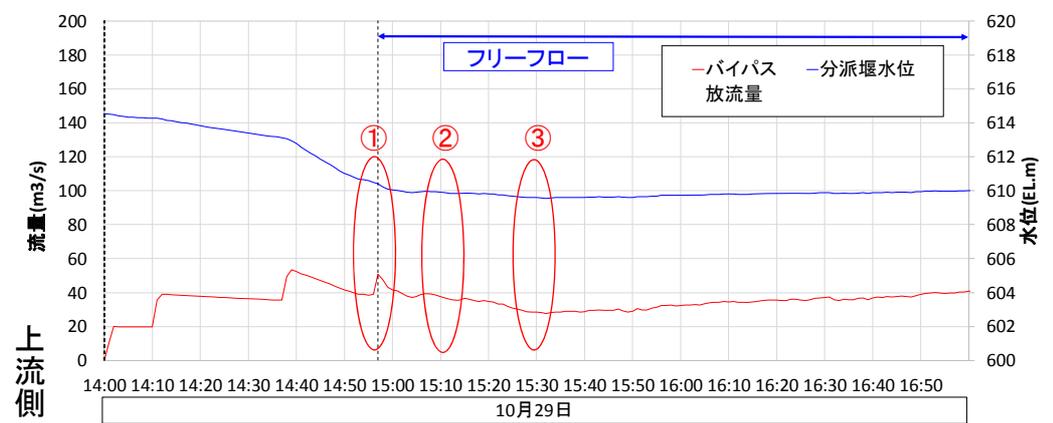
2.各部会の報告

2.2 構造部会での報告

(2) 呑口部出水中のモニタリング調査結果

■ゲート前面の土砂状況

フリーフロー時、堆砂面の浸食により流れが分派堰側から上流側へ移動し、ゲート前面の土砂が流下していることを確認。



↓ 10分後



20分後



呑口ゲート前面の状況

2.各部会の報告

2.2 構造部会での報告

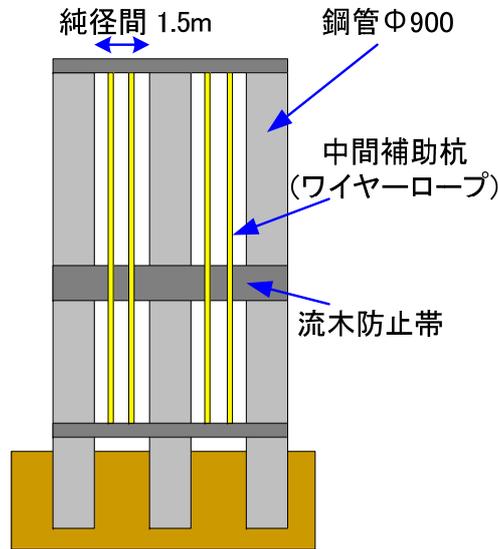
(3) 呑口部出水後の巡視によるモニタリング調査結果

■ 呑口部周辺状況

【流木ハネ】鋼管下部は、20cm程度の塗装剥がれが確認されたが、全体的に損傷はない。(写真①～写真③)

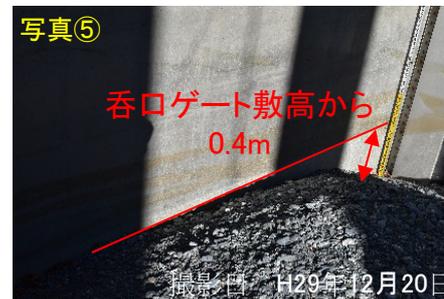
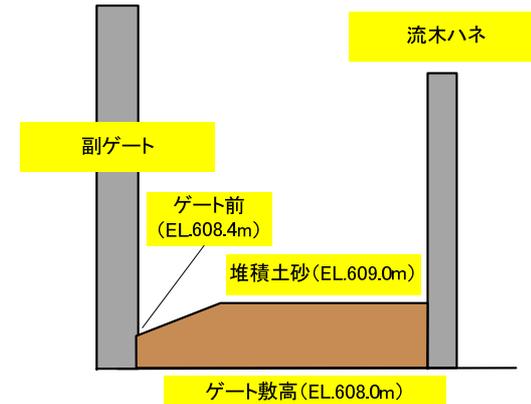
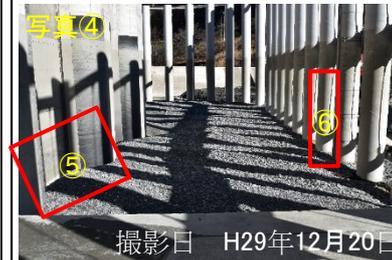
【土砂状況】ゲート前面と流木ハネの間の土砂は、3回のバイパス運用後、ゲート前面で0.4m、流木ハネ鋼管ゲート側で1.0m堆積していた。(写真④～写真⑥)

出水後調査状況(呑口状況)



呑口流木ハネの概要

出水後調査状況(呑口副ゲート前面の土砂状況)



2.各部会の報告

2.2 構造部会での報告

(3) 呑口部出水後の巡視によるモニタリング調査結果

■ゲート周り: 全3回全ての操作で安全に閉塞できた。

【土砂・流木】

- ・土砂の堆積は確認されなかった。
- ・主ゲート戸溝内に確認されたが、ゲートの閉塞操作に支障はきたさなかった(写真②)。

【損傷の有無】

- ・扉体及び戸溝、ゲート側部は、ボルト欠損、損傷は、確認されなかった(写真③)。

3回目運用後の状況



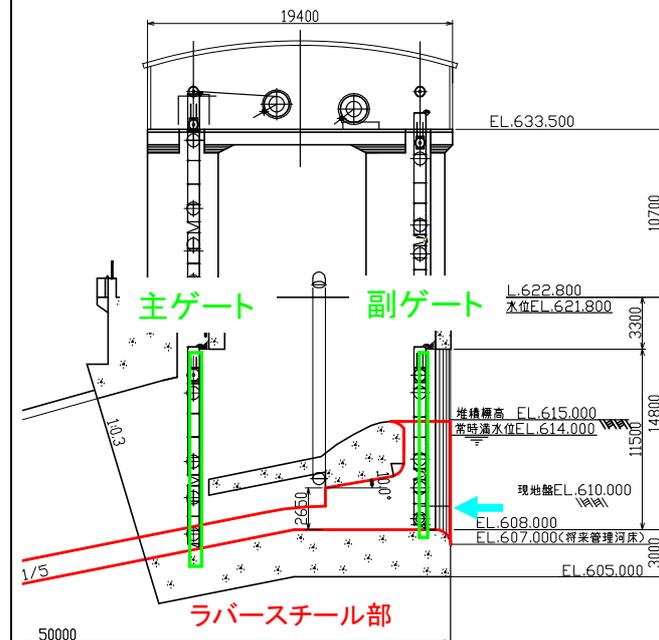
ゲート全体状況



戸溝



ゲート下部



2.各部会の報告

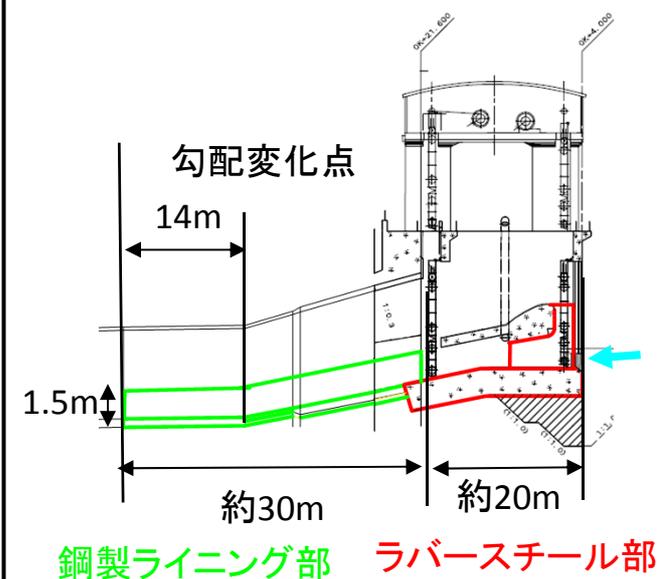
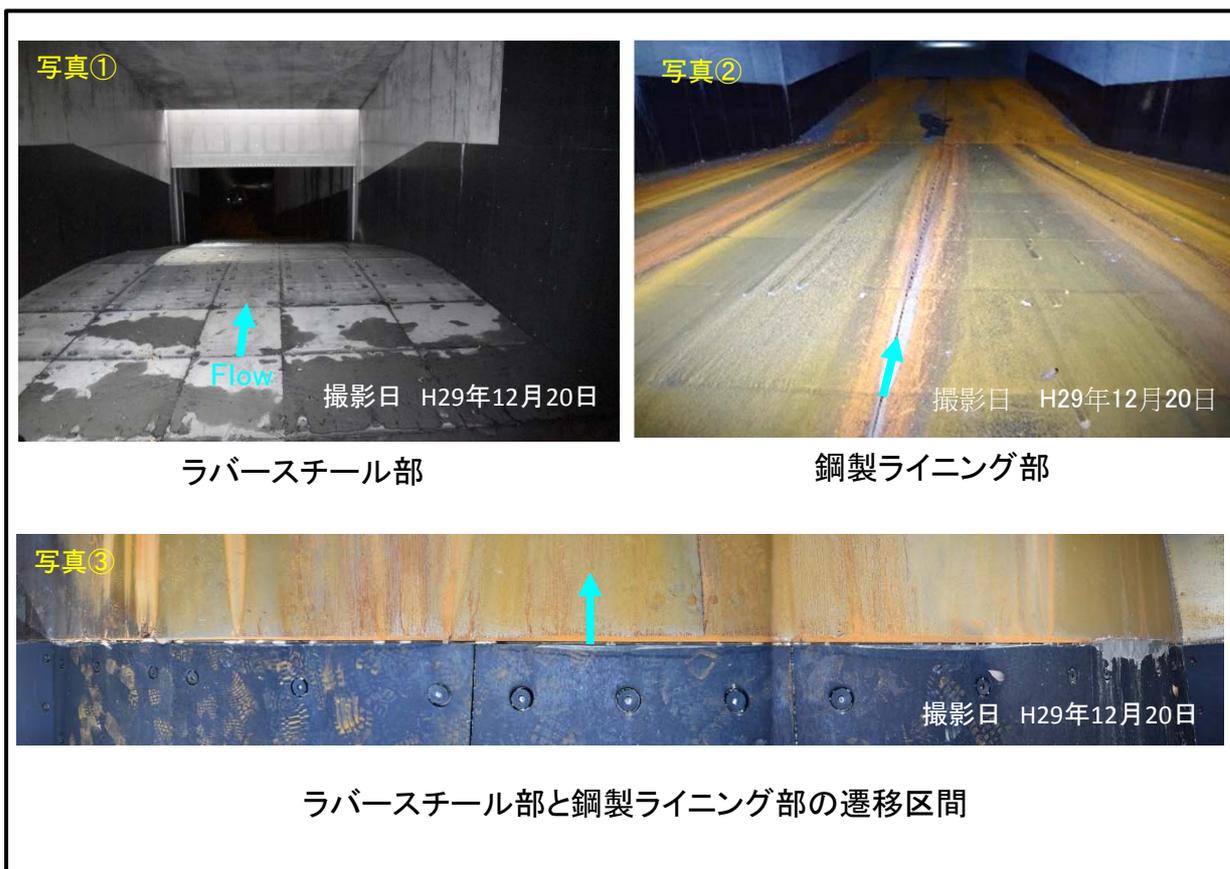
2.2 構造部会での報告

(3) 呑口部出水後の巡視によるモニタリング調査結果

■ライニング部(ラバーsteel・鋼製ライニング)

- ・ライニングはライニング材の損傷、ボルトの欠損は、確認されなかった。(写真①、②)
- ・ラバーsteel部と鋼製ライニング部のつなぎ目における鋼製ライニングの剥がれは確認されなかった。(写真③)

3回目運用後の状況



2.各部会の報告

2.2 構造部会での報告

(4)トンネル部出水後の巡視によるモニタリング調査結果

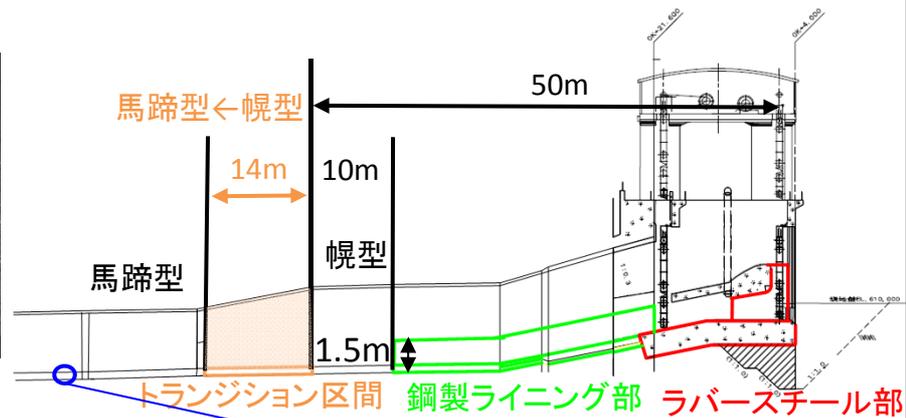
■トランジション区間(断面遷移部)

- ・インバートコンクリートは、3回目運用後に摩耗の発生が顕著であった。この傾向は、トランジション区間下流20m程度まで確認された。(写真③、④)
- ・インバートコンクリートは、直径10cm程度の骨材及びモルタルが共に剥がれる骨材の吸出しが数か所確認された。(写真⑤)

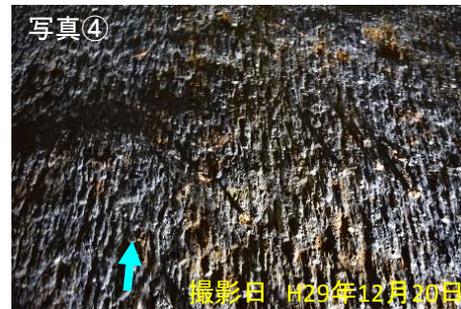
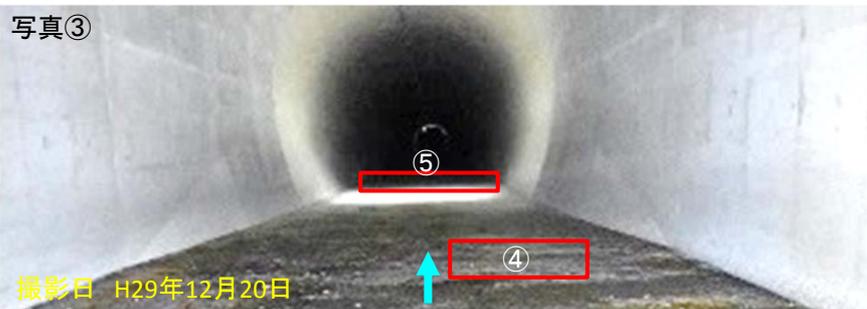
本年度運用前の状況



トランジション区間インバート部の凹凸状況



台風22号(3回目)対応(3回目)運用後の状況



トランジション区間インバート部の凹凸状況

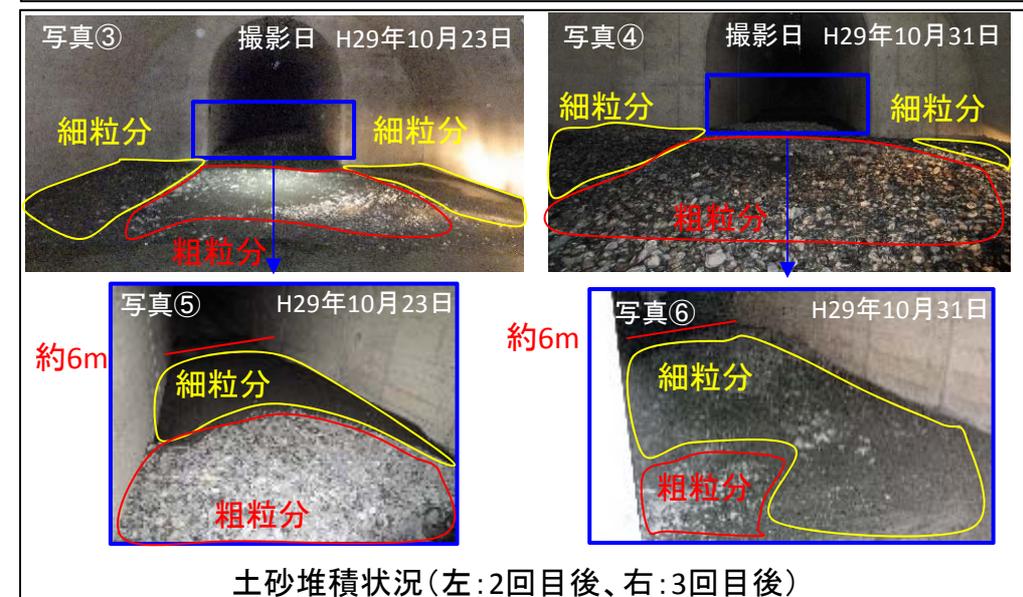
2.各部会の報告

2.2 構造部会での報告

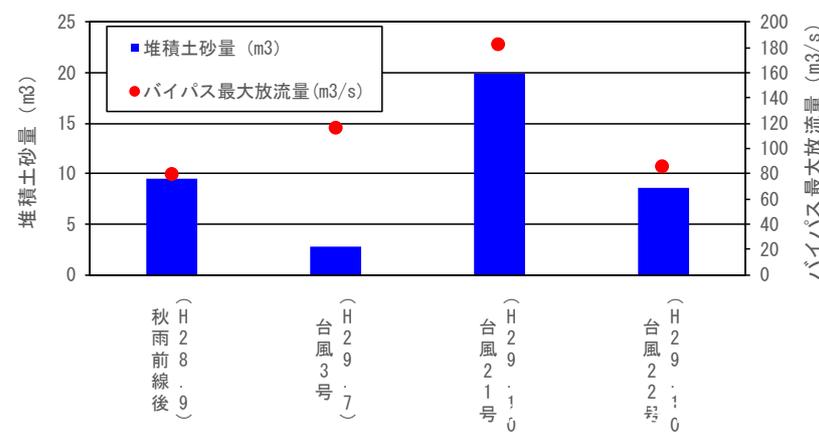
(4)トンネル部出水後の巡視によるモニタリング調査結果

■管理用通路接続部(呑口から300m)

- ・円弧部で骨材露出が進行しており、円弧底面部では骨材の吸出しが発生していた。(写真①、②)
- ・通路側の土砂堆積は、台風21号(2回目)、22号(3回目)対応運用後に発生し、2回目の堆積土砂量が、最大で、20m³程度であった。(写真③~⑥)



管理用通路本トンネル接続部



管理用通路土砂堆積量とバイパス放流量の関係

2.各部会の報告

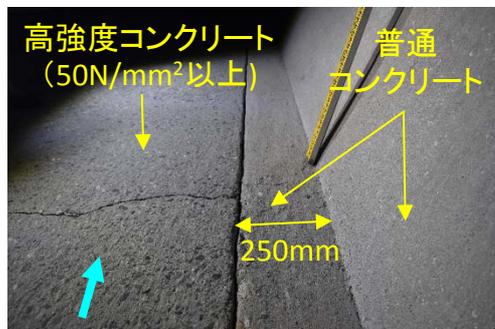
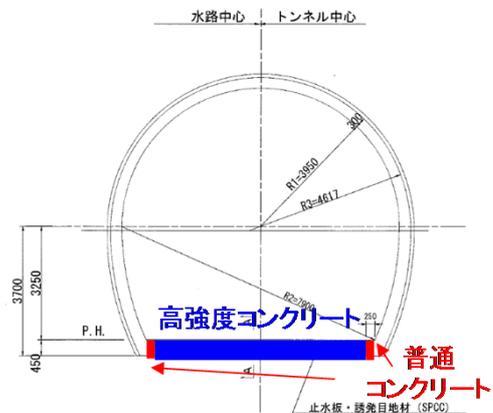
2.2 構造部会での報告

(4)トンネル部出水後の巡視によるモニタリング調査結果

■トンネル内全体(インバートコンクリート)

- ・堆積土砂は、全区間で確認されなかった。(写真③)
- ・骨材露出はトンネル内全区間にわたって確認された。骨材の吸出しは、数か所確認された。(写真③、④)
- ・普通コンクリート(21N/mm²)部と、高強度コンクリート(50N/mm²)部のインバート端部の状況に明瞭な差異は確認されなかった。(写真⑤)

トンネル断面とインバート端部処理



本年度運用前



トンネル内インバート状況

台風22号(3回目)対応運用後



トンネル内インバート状況

2.各部会の報告

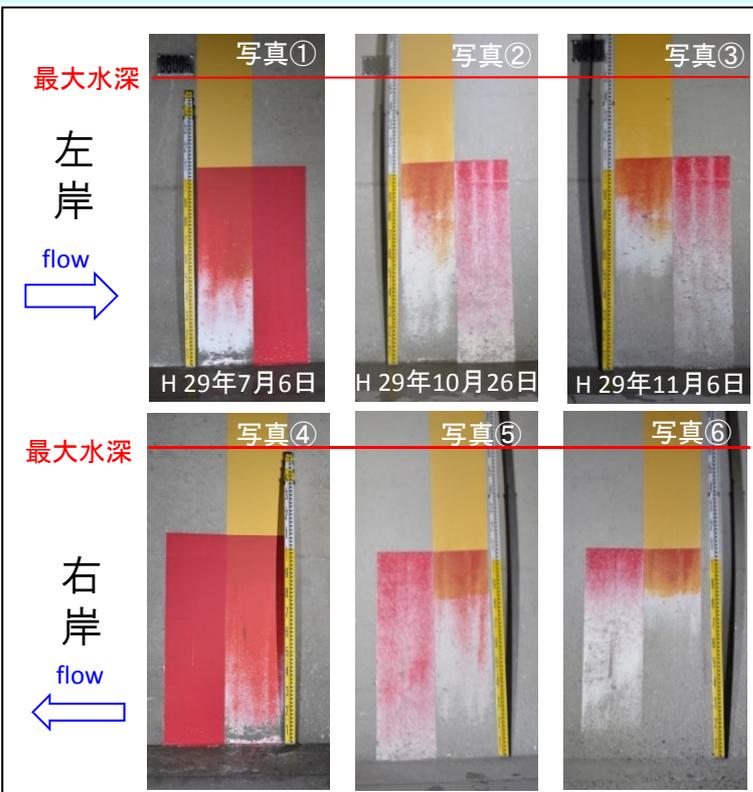
2.2 構造部会での報告

(4)トンネル部出水後の巡視によるモニタリング調査結果

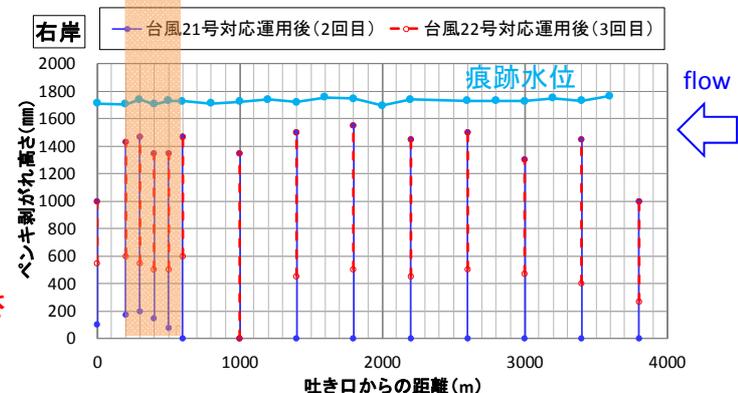
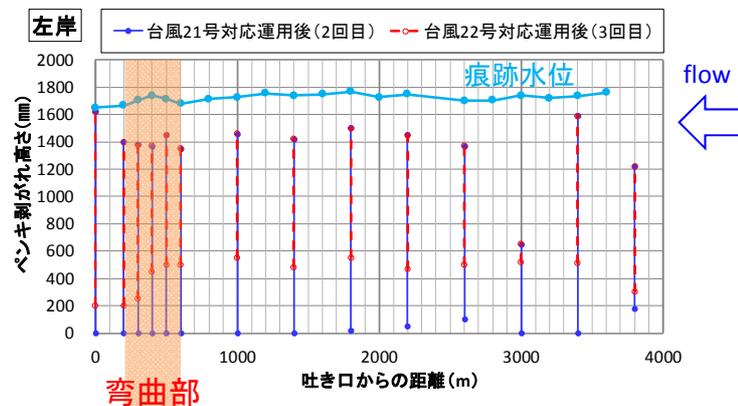
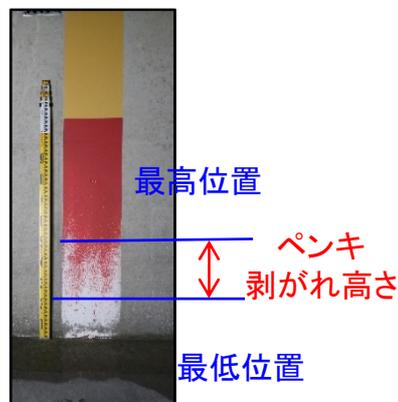
■トンネル内全体(トンネル側壁部)

- ・側壁部コンクリートでは有意な損傷は発生していない。ペンキ帯の剥がれは、2回目運用後、トンネル全区間で確認され、3回目運用後、兩岸とも大きくなっている。これは、3回目の運用時間が長く、流量が小さいため、土砂が底面付近を流下し、ペンキ帯剥がれ高の最低位置が、高くなったものと考えられる。(写真①～写真⑥)
- ・3回目運用後のペンキ剥がれ最低位置は、40cm程度で、弯曲部と直線部の明瞭な差異はない。
- ・2回目運用後の痕跡水位は、上下流1.7m程度であり、ペンキ剥がれの最高位置は、痕跡水位の8割程度である。
- ・痕跡水位1.7mは、等流状態を仮定すると約180m³/s相当であり、2回目運用時最大流量183m³/sと同等程度である。

側壁部のペンキ帯状況(吐口より3400m地点)



※最大水深は
痕跡水位の値



2回目・3回目運用後におけるペンキ剥がれ高さ

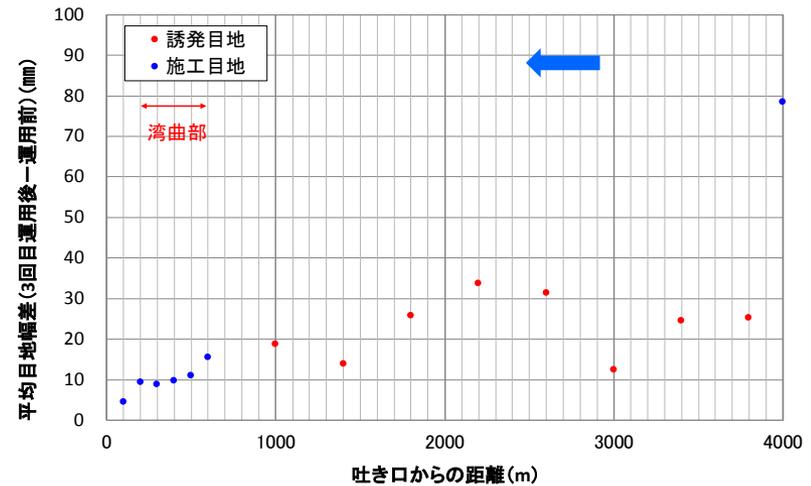
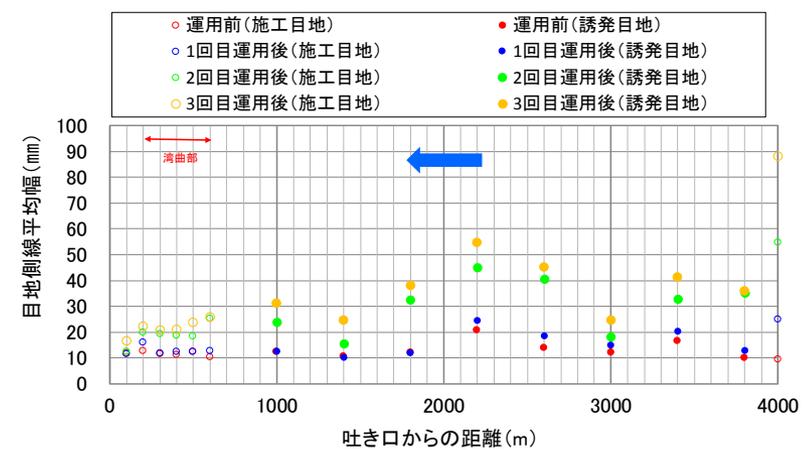
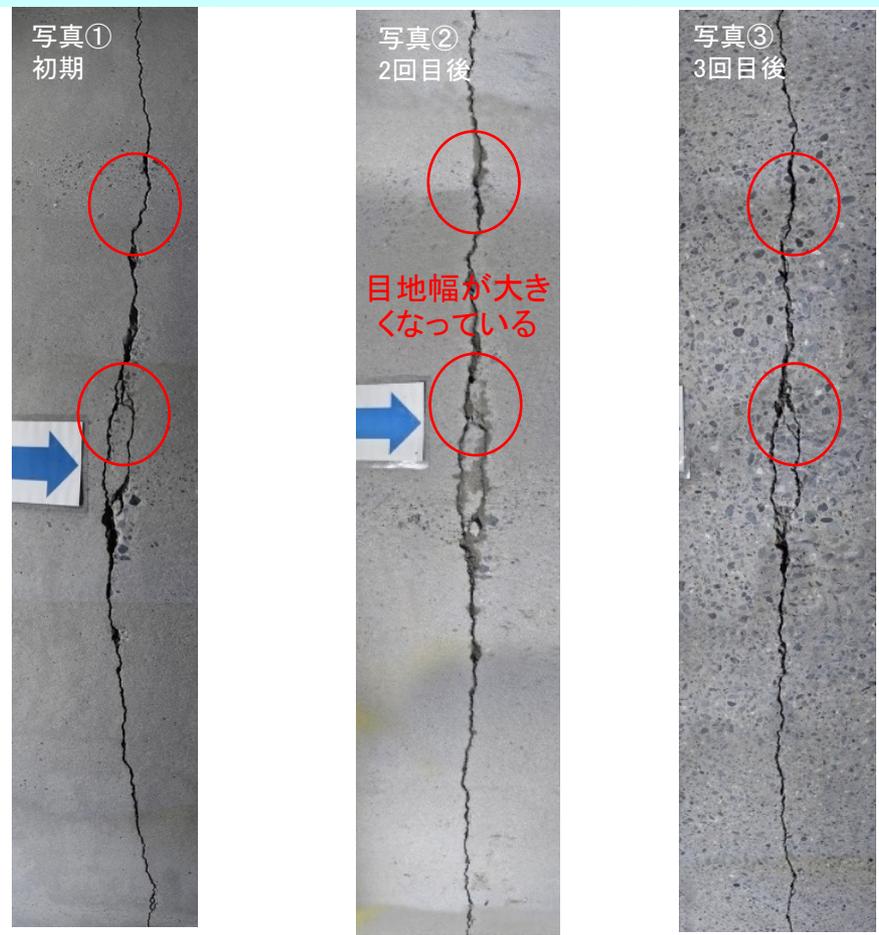
2.各部会の報告

2.2 構造部会での報告

(4)トンネル部出水後の巡視によるモニタリング調査結果

■目地幅の縦断特性
・目地幅は、側線平均幅を算出し、運用前と台風22号(3回目)運用後の結果を比較した。誘発目地は、最大箇所において約35mm、施工目地は、最大箇所において15mm程度である。
⇒出水後に大きくなっていることから、注視する必要がある。

目地状況(吐口より2200m地点)



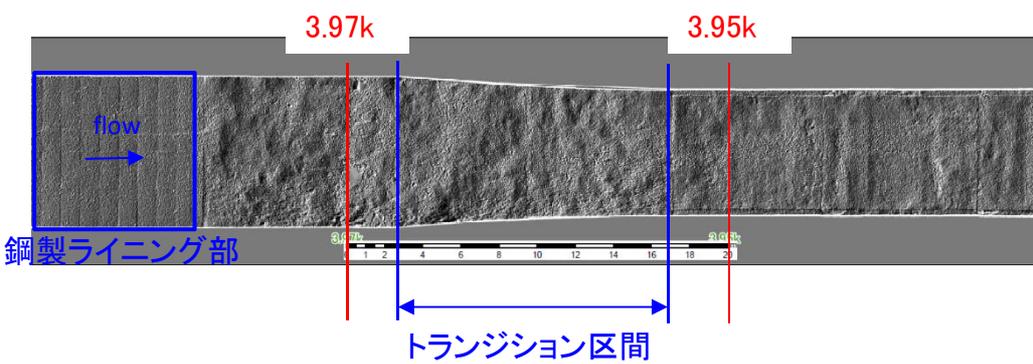
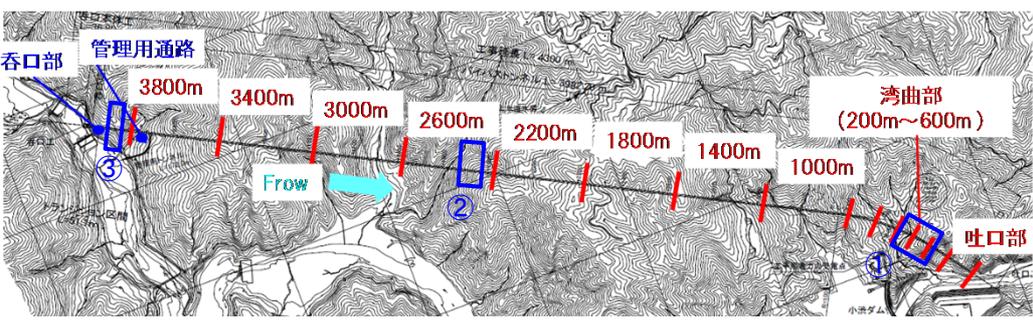
目地側線平均幅の経時変化

2.各部会の報告

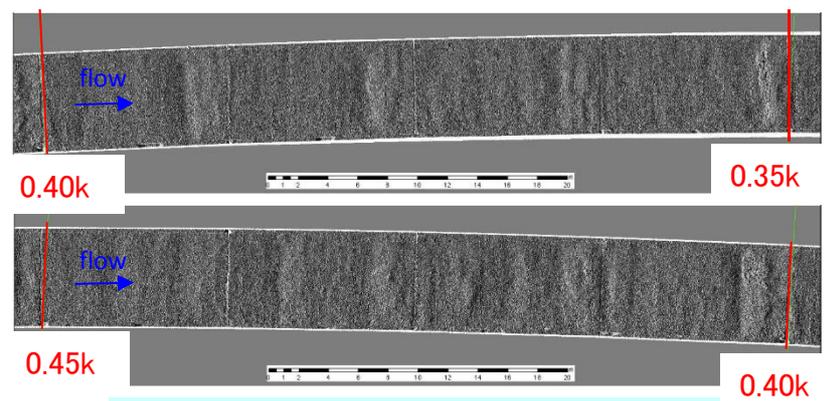
2.2 構造部会での報告

(4)トンネル部出水後の巡視によるモニタリング調査結果

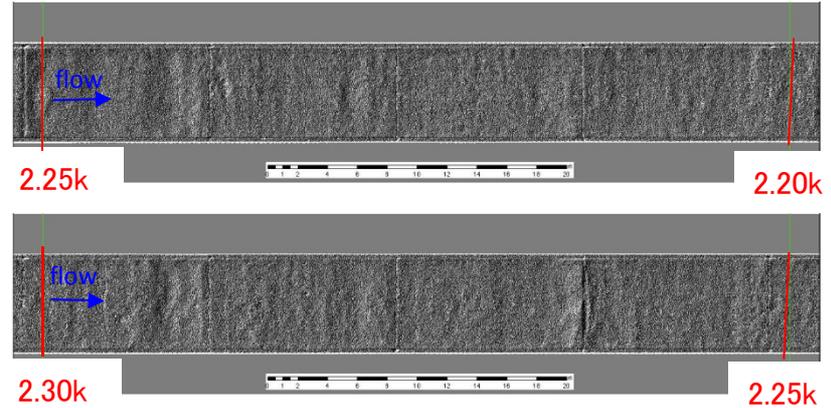
■トンネル内全体
・H29年度のインバート測量結果(MMS測量)を陰影図で整理した。
・インバートの起伏は、トランジション区間周辺で大きくなっており、トンネル部中流部、湾曲部は、トランジションよりは小さくなっているが、明瞭な傾向は、確認できない。



③運用後の河床高陰影図(バイパス上流部)



①運用後の河床高陰影図(下流湾曲部)



②運用後の河床高陰影図(バイパス中流部)

2.各部会の報告

2.2 構造部会での報告

(5)吐き口部出水後の巡視によるモニタリング調査結果

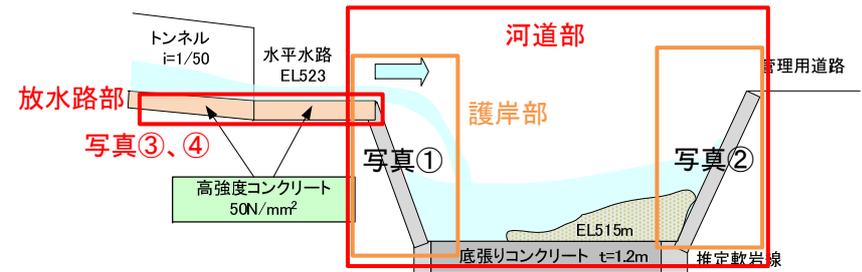
■吐口周辺部

【河道部及び護岸の状況】3回の運用後、損傷は確認されなかった。(写真①、②)

【放水路部】深さ10cm、幅5cm程度のコンクリート塊の欠損が1か所確認されたが、機能に影響を及ぼす損傷は確認されなかった。(写真③、④)

採水パイプ下段は、2回目運用後、破損した。3回目運用前に採水パイプを切断し使用した。(写真⑤、⑥)

3回目運用後の状況



2.各部会の報告

2.2 構造部会での報告

(6)今年度試験運用結果まとめ

■今年度試験運用結果まとめ

【ゲート操作】

- ・3回の運用で計3回の全閉操作を行い、操作上の問題はなかった。

【呑口部の巡視によるモニタリング】

- ・ゲート周り、ライニングとも損傷は確認されなかった。
- ・土砂の堆積は、確認されなかった。
- ・ゲート戸溝に流木を噛みこんでいたが、閉塞操作に支障をきたす状況には至っていない。

【トンネル部の巡視によるモニタリング】

- ・土砂や流木の堆積は、全区間で確認されなかった。
- ・インバートコンクリート部の骨材露出は全区間で発生し、上流端の断面遷移付近で顕著である。また骨材の吸出しが、一部で発生している。
- ・側壁部コンクリートに有意な損傷は発生していないが、ペンキ帯のはがれが全区間で確認された。
- ・目地において局所的な損傷は確認されていないが、横断状に亀裂が増加し、目地幅が大きくなっている
- ・三次元測定の結果、摩耗特性(抵抗係数)を算定するほどの有意な摩耗量とはなっていない

【吐口部の巡視によるモニタリング】

- ・有意な損傷は、発生していない。

■今後の課題

【構造物の損傷状況を踏まえた維持管理計画の策定】

巡視によるモニタリング結果、摩耗推定結果、土砂バイパス測定結果より、ダム施設としての重要度や機能に着目した点検項目・点検表を整理し、維持管理計画を策定する。

2.各部会の報告

2.2 構造部会での報告

(7)課題の対応

■ 構造物の損傷状況を踏まえた維持管理計画の策定

巡視によるモニタリング結果、摩耗推定結果、土砂バイパス測量結果より、ダム施設としての重要度や機能に着目した点検項目・点検表を整理し、維持管理計画を策定する。

■ ダム施設としての重要度や機能に着目した点検項目・点検表の整理

以下に着目した点検項目、点検表を作成する。

分類		点検対象例
重要度	高	ただちに構造物の安全性やダム機能に影響するもの ゲートの開閉装置・止水性
	中	補修をしないと損傷が急激に進行する恐れがあるもの インバートの局所損傷、ライニング材のボルトの欠損等
	小	構造物の安全性やダム機能にすぐに影響しないもの ライニング材・インバートコンクリートの摩耗

■ 維持管理計画の策定

構造物それぞれについて重要度の高・中における補修の実施判断を設定する。

例えば、インバートコンクリートは広範囲にわたるため、重要度に応じて補修方法を変更する。

重要度中：局所的損傷を放置することで、損傷の急激な拡大が懸念される場合には都度の対応が必要と考えている。

重要度小：平均的な摩耗が進行した状態において、施工条件（車両通行が可能、施工期間）やコスト、補修サイクルなどを考慮した維持管理計画を作成する。

2.各部会の報告

2.2 構造部会での報告

(8) 第3回構造部会における主な指摘事項と今後の対応

第3回構造部会における主な指摘事項と今後の対応

項目		主な意見・指摘事項	対応方針	今後の対応予定
土砂バイパス試験運用状況に関して		・プレートマイクロフォンのデータに関して、使用方法を確認していただきたい。	プレートマイクロフォンのデータの使用方法に関してまとめる。	第4回構造部会で報告
試験運用結果報告に関して	モニタリング調査結果	3次元測量(MMS測量)に関して概要をまとめ、測量結果より、各区間におけるインバート状況の傾向をまとめるべきである。	引き続き、測量を実施し、傾向を把握していく。	第4回構造部会で報告
	バイパス放流量の把握方法	水位計精度検証を実施した経緯をまとめ、確実に水位を把握できる方法を実施するべきである。	トンネル内水位計設置の経緯をまとめ、映像、水位把握時間を考慮し、確実な水位を把握することとする。その上で、呑口で算定しているバイパス放流量の確認を実施する。	第4回構造部会で報告
	コンクリート摩耗量の推定	摩耗推定量に関しては、他の推定式、材料の違い等により推定式の検証を実施し、摩耗量を推定した方が良い。	検証を実施する予定である。	第4回構造部会で報告
試験運用結果を踏まえた課題		全体的なトンネル内の状況及び局所的な状況からの判断で、維持管理計画をまとめた方が良い。	設計時点の維持管理計画、モニタリング調査結果を踏まえ、各施設、位置において、維持管理計画を策定する。	本委員会で報告

3.モニタリング調査計画（案）

3.1 モニタリングの目的・内容

○各モニタリング項目の目的及び内容

モニタリング項目	目的	モニタリング内容	部会
①ゲート操作性	<ul style="list-style-type: none">・洪水調節機能の確保（HQ関係の把握）・開操作・閉操作時の操作性の確認	<ul style="list-style-type: none">・呑口、トンネル内水位観測によるバイパス流量の観測・映像及び巡視による確認	モニタリング委員会（土砂収支部会・構造部会）
②バイパスの機能	<ul style="list-style-type: none">・土砂バイパストンネルによる土砂バイパス効果量の把握・バイパス機能の確認	<ul style="list-style-type: none">・流入土砂量の観測・バイパス土砂量の観測	土砂収支部会・構造部会
③環境影響	<ul style="list-style-type: none">・土砂バイパストンネルによる環境影響の把握	<ul style="list-style-type: none">・下流河道生態系・水質	環境部会
④土砂挙動	<ul style="list-style-type: none">・土砂収支の把握方法の確立・土砂バイパストンネルの維持管理	<ul style="list-style-type: none">・分派堰及び減勢工の土砂堆積状況の把握・構造物損傷・摩耗状況	土砂収支部会・構造部会

→モニタリング結果を分析して土砂バイパスの本格運用方法を検討する

3.モニタリング調査計画（案）

3.2 モニタリング計画の見直し

土砂収支の把握に関するモニタリング

目的	H29年度		H30年度	
	調査内容	調査範囲および地点		
土砂収支の把握方法の確立	堆砂測量、河川測量	第3貯砂堰上流～7.2k	同左	
		分派堰上流～第3貯砂堰		
		貯水池(小洪ダム～5.2k)		
		減勢工内		
		小洪ダム下流(0.0k～4.6k)	ALB等により水面下を含めた測量を検討	
	粒径調査	第3貯砂堰上流	6.0k(桶谷橋)、5.4kの2箇所	同左
		分派堰上流	堆砂状況に応じて設定	可能であれば下層の粒度分布も調査する
		減勢工内	減勢工内の上流側、下流側の2箇所	減勢工内の吐口上流部の箇所においても調査を実施
		小洪ダム下流(0.0k～4.6k)	0.0k、1.0k、1.6k、2.8k、3.1k、3.4k、4.0kの7箇所	同左
		バイパストンネル内(管理用通路)	堆積土砂を概算で調査	堆積土砂の最大粒径を測定
SS観測調査	桶谷橋、松除橋、管理橋、簡易索道、バイパストンネル吐口(高さ別の採水管より)	2mm以上の粒径も対象に粒度分布を計測		
分派湖のカメラ撮影(流況、堆砂状況、滞筋等)	呑口付近のCCTVカメラのみ	分派湖全体の状況把握(第3貯砂堰～呑口間)		
プレートマイクロフォン(現時点では研究段階)	バイパス出口に設置するプレートマイクロフォン	同左		

3.モニタリング調査計画（案）

3.2 モニタリング計画の見直し

施設構造に関するモニタリング

目的	H29年度		H30年度モニタリング計画変更点	
	調査内容	調査範囲および調査地点・手法		
洪水調節機能の確保	放流量の検証	呑口部 トンネル内 <ul style="list-style-type: none"> トンネル内水位の計測値による流量換算値とバイパス放流量の比較 トンネル内水位計の計測値の妥当性を得るためにトンネル内痕跡水位の調査 ゲート下流300mカメラ(トンネル水位計近傍)撮影による目視値の調査 	トンネル内水位計の計測値を検証するため、トンネル内水位計近傍には、量水標をトンネル勾配に沿って運用前に設置し、映像はできる限り記録する	
操作性の確認	施設内における流況把握	呑口部 トンネル部	映像(CCTV等)による状況把握 副ゲートカメラ、主ゲートカメラ、主ゲート下流カメラ、ゲート下流0m、300mカメラによる撮影	バイパス運用時の施設周辺の状況を把握するために、映像は、全運用時、全時間できる限り記録する
		吐口部	トンネル吐口カメラによる撮影	バイパス運用時の吐口部周辺の状況を把握するために、映像は、全運用時、全時間できる限り記録する
土砂バイパストンネルの維持管理	構造物の損傷状況調査	トンネル内	400mピッチ(弯曲部は100m)でペンキの帯を復旧し、剥がれ状況を調査 目地の状況を把握(目地開き幅を横断3点で計測)	管理用通路の損傷に起因する粒径を確認するために、堆積土砂の粒径を測定する
		呑口部分	流木ハネ、放流設備ライニング、ゲートまわりの状況を目視による調査	同左
		吐口部	水叩き(放水路部)、減勢工の状況を目視による調査	
	損傷量の定量的把握	トンネル内	吐口から0.0k～4.0kまでMMS測量	同左

3.モニタリング調査計画（案）

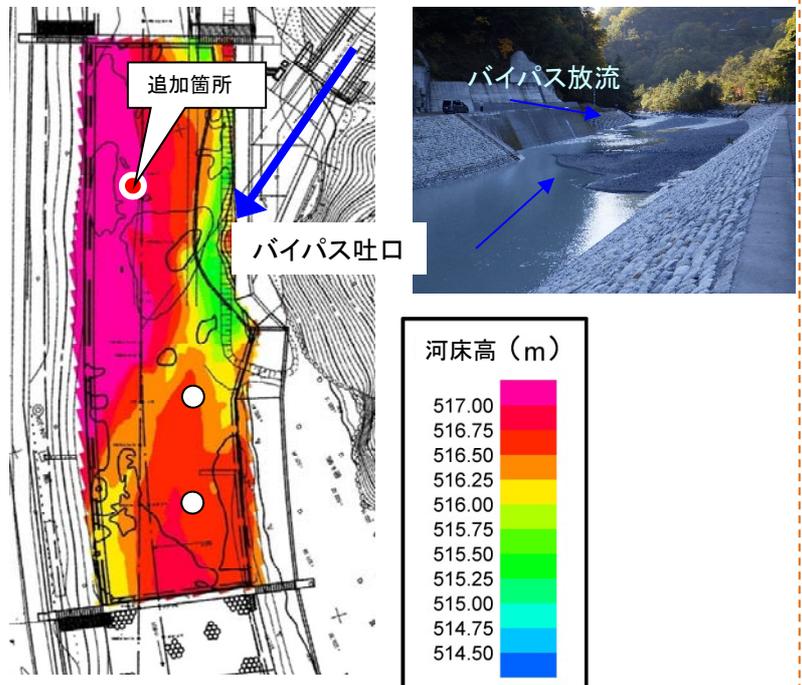
3.2 モニタリング計画の見直し

①分派堰の河床材料調査

- ・調査可能であれば、表層だけでなく下層の河床材料調査も実施する(分派堰の水位低下時等ドライでの作業が可能な場合)

②減勢工の河床材料調査

- ・吐口下流だけでなく土砂堆積が生じている吐口上流での調査を実施する



○:河床材料調査地点(H29)
●:河床材料調査地点(H30追加予定)

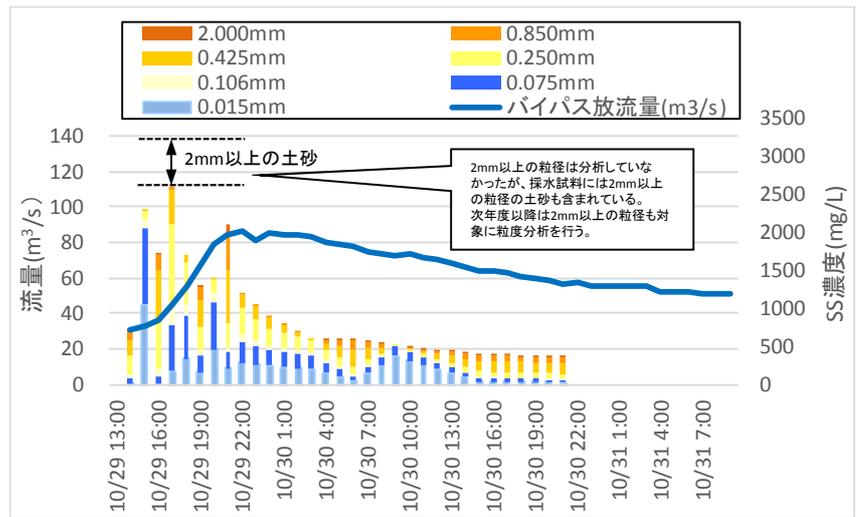
③トンネル内堆積土砂の調査

- ・管理用通路に堆積した土砂の最大粒径を測定



④採水調査について2mm以上の粒径も対象に分析

- ・採水試料の粒度分析は2mmを上限として行っていたが、2mm以上の粒径も対象に分析
- ・採水は表面採水であることを踏まえ、粒度分析結果の取り扱いについては移動形態等を考慮して検討



3.モニタリング調査計画（案）

3.2 モニタリング計画の見直し

⑤出水時の状況把握

- ・出水時の分派湖の状況を把握するための映像を取得する。
- ・既設のCCTVに加え、分派湖全体の状況が把握できるように追加でカメラ撮影を行う。

出水中における現象の把握問題点及び出水中の監視強化



問題点

- ・分派堰から第三貯砂堰の範囲で、流況確認、滞筋の確認ができていない。
- ・呑口前面の状況が把握できていない。



H30年度は分派湖の状況把握のために監視を強化

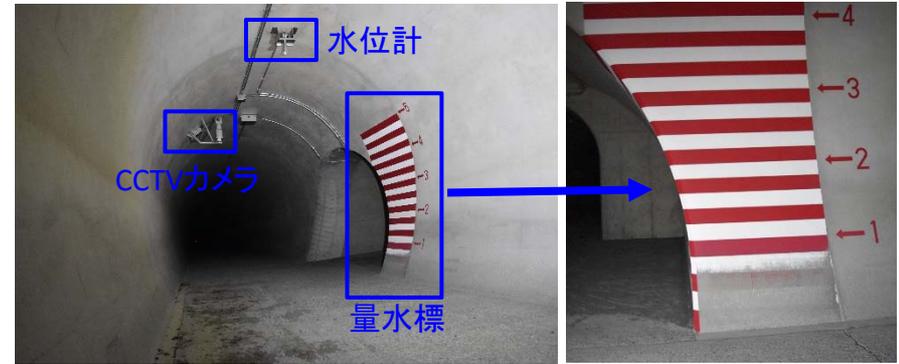
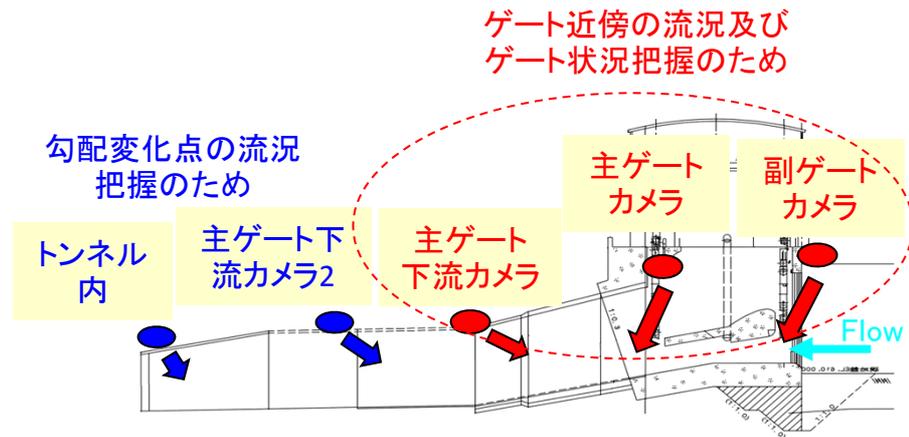


監視強化

CCTVカメラに加え、追加のビデオカメラにより分派湖全体が把握できるようにする。

⑥トンネル内水位の把握

- ・CCTVカメラ等によりバイパス運用中の映像をできる限り撮影する。
- ・トンネル内の水位は、量水標を運用前に勾配に沿って設置し、バイパス運用中の状況を把握する。



4.平成30年度の試験運用方法について

平成30年の試験運用方法

運用項目	運用の方針
	H30年度
バイパス開始及び閉鎖流量	<ul style="list-style-type: none"> ・出来る限りバイパストンネルで土砂を排砂するように運用 ⇒バイパス土砂量をモニタリング ・利水容量を確保し、発電放流に影響のない範囲で運用 ※H28、29年度と同様
分派堰上流河床高	<ul style="list-style-type: none"> ・河床高に応じてメリット、デメリットがあるものの貯水池流入土砂の抑制や流入土砂量を把握することを重視し、出水期前にできるだけ河床高を下げておく ※H29年度と同様 ⇒第3貯砂堰上流から流下してくる土砂量(粒径)を把握する

分派堰の河床高によるメリット、デメリット

	河床高が高い場合	河床高が低い場合
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・バイパス効率が良い(バイパス土砂量が多い) ・下流環境への影響が把握しやすい ・掘削量の減少 	<ul style="list-style-type: none"> ・バイパスへの影響が少ない(磨耗等) ・貯水池への土砂流入が少ない ・分派堰で土砂を捕捉しやすく流入土砂量が把握しやすい
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・貯水池への土砂流入が多い ・分派堰で土砂が捕捉されにくく流入土砂が把握しにくい 	<ul style="list-style-type: none"> ・バイパス効率が悪い ・掘削量が増加

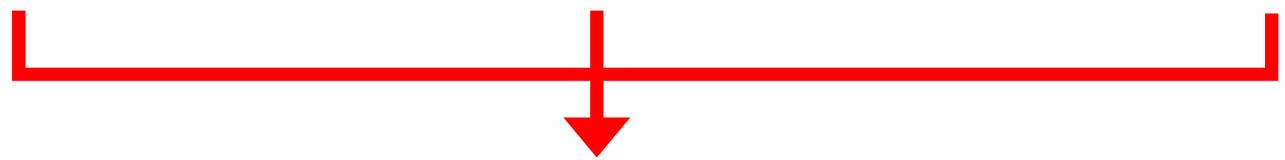
5.平成30年度の検討事項について

- ・これまでの試験運用結果を踏まえ、次年度には本運用に向けたバイパストネルの運用方法を検討する必要がある
- ・土砂収支、構造、環境分野での検討結果を踏まえ、最適な運用方法を検討する必要がある。

土砂収支
・民間の砂利採取の活用
・バイパス効率
・事業効果
(H30年度の目標)
土砂収支算定方法の確立

構造
・磨耗量
・補修の頻度
・その他ゲート等への影響
(H30年度の目標)
維持管理計画の作成

環境 (平成30年度第1四半期に開催予定)
・下流河道への影響
・許容できるバイパス土砂量
・放流方法等
(H30年度の目標)
環境部会での協議結果を踏まえて検討方針を設定



バイパスの運用方法の決定

ダムの延命効果を最大限に発揮しつつ、構造や環境への負荷を考慮した運用方法の設定
→分派湖の維持掘削、バイパス運用のタイミング、フラッシュ放流等