

資料-3

# 第4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29年3月9日

国土交通省 天竜川ダム統合管理事務所

第4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＞

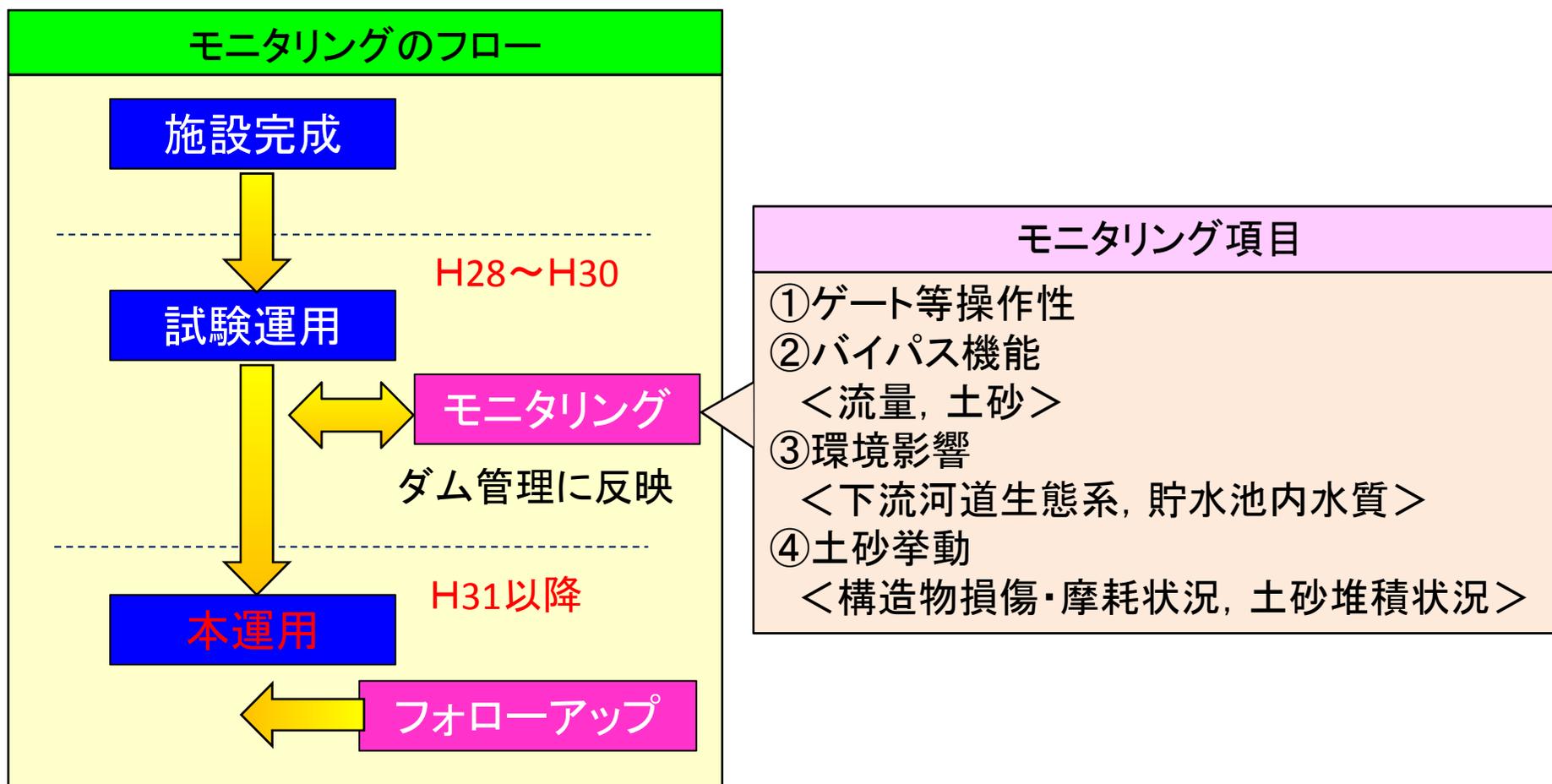
---

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) 各部会の開催状況	8
(2) 土砂収支部会	9
(3) 構造部会	23
(4) 環境部会	32
3. モニタリング調査計画（案）	
(1) モニタリングの目的・内容	48
(2) モニタリング計画の見直し	49
4. 平成29年度の試験運用方法について	52

# 1.今年度の土砂バイパストンネルの試験運用状況

## 1.1 モニタリングの目的・内容

- 土砂バイパストン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ンネルを使用して洪水を放流するようダム操作を行う。



# 1.今年度の土砂バイパストンネルの試験運用状況

## 1.2 H28年以降の試験運用方法について

### 平成28年以降の試験運用方法

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"><li>・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</li><li>⇒バイパス土砂量をモニタリング</li><li>・利水容量を確保し、発電放流に影響のない範囲で運用</li></ul>
分派堰上流河床高	<ul style="list-style-type: none"><li>・維持管理しない自然体の河床高とする</li><li>⇒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</li></ul>



H28年度より試験運用開始

# 1.今年度の土砂バイパストンネルの試験運用状況

## 1.3 土砂バイパストンネルの運用状況

- ・今年度は試験運用としてバイパス放流を2回実施し、最大放流量は約80m<sup>3</sup>/sであった。

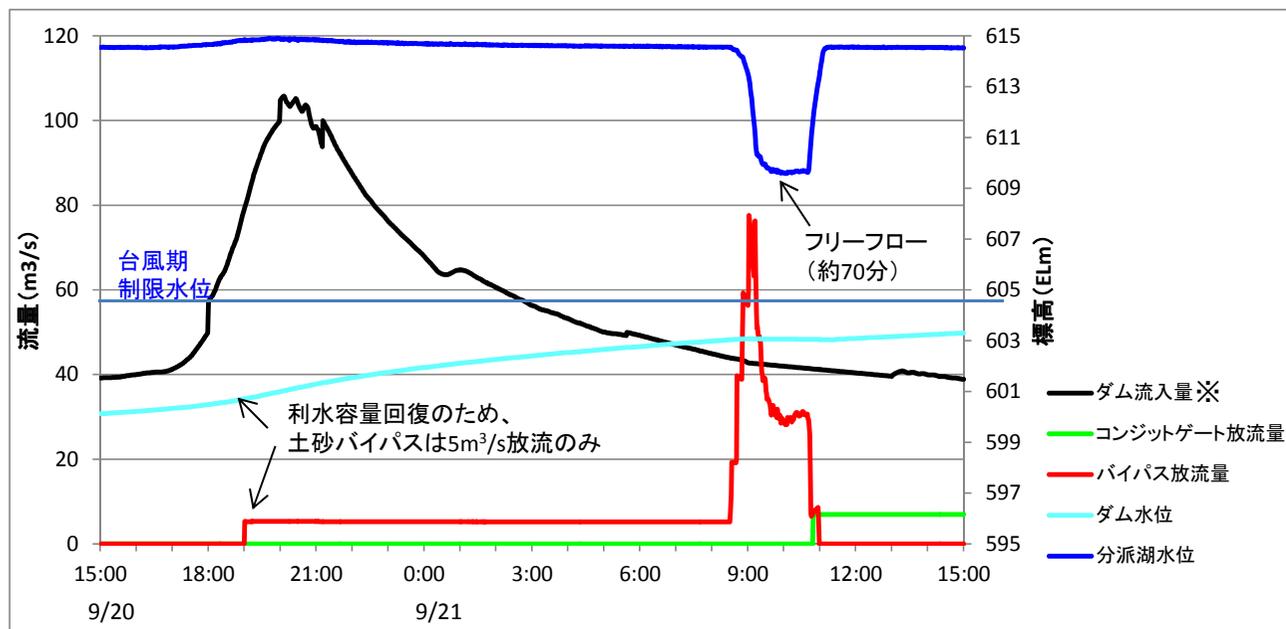
バイパス放流実績一覧					
No	年. 月. 日	最大放流量 (m <sup>3</sup> /s)	放流回数 (回)	延べ放流時間 (時間)	使用目的 (出水原因)
1	H28.9.20~9.21	80	1	16*	試験運用(台風16号)
2	H28.9.23	60	3	5.8	試験運用(前線)

※9/20時点から5m<sup>3</sup>/sのバイパス放流を開始

# 1.今年度の土砂バイパストンネルの試験運用状況

## 1.4 9/21 台風16号操作実績(最大放流量80m<sup>3</sup>/s)

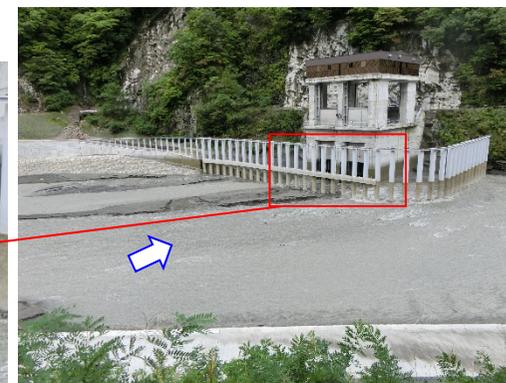
- ・9/20 19:00から9/21 11:00の約16時間、バイパス放流を実施した。
- ・流入ピーク時は、利水容量回復のため貯めこみ操作を実施し(バイパス放流量は5m<sup>3</sup>/sのみ)、出水末期の9/21 8:30よりフリーフロー操作(約70分)を実施した。
- ・このため、フリーフロー時は流入量が約40m<sup>3</sup>/s程度に対する操作となった。



流量、水位



フリーフロー開始前の状況 9/21 8:20

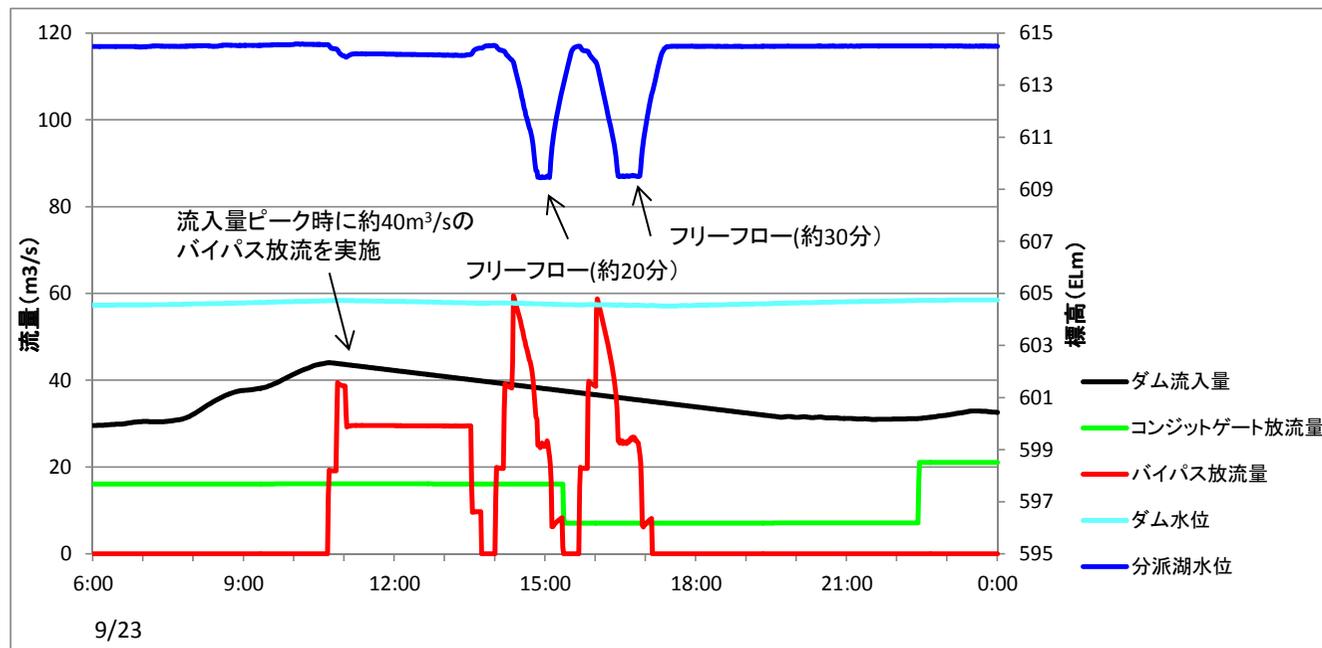


フリーフロー時の状況 9/21 9:30

# 1.今年度の土砂バイパストンネルの試験運用状況

## 1.5 9/23秋雨前線(最大放流量60m<sup>3</sup>/s)

- ・ 9/23 11:00から18:00の約6時間、バイパス放流を実施した。
- ・ 流入量ピーク時に水位維持操作、その後流量低減後の9/23 14:00頃から2回のフリーフロー操作（約20分・30分）を実施した。



流量、水位



フリーフロー時の状況 9/23 14:55



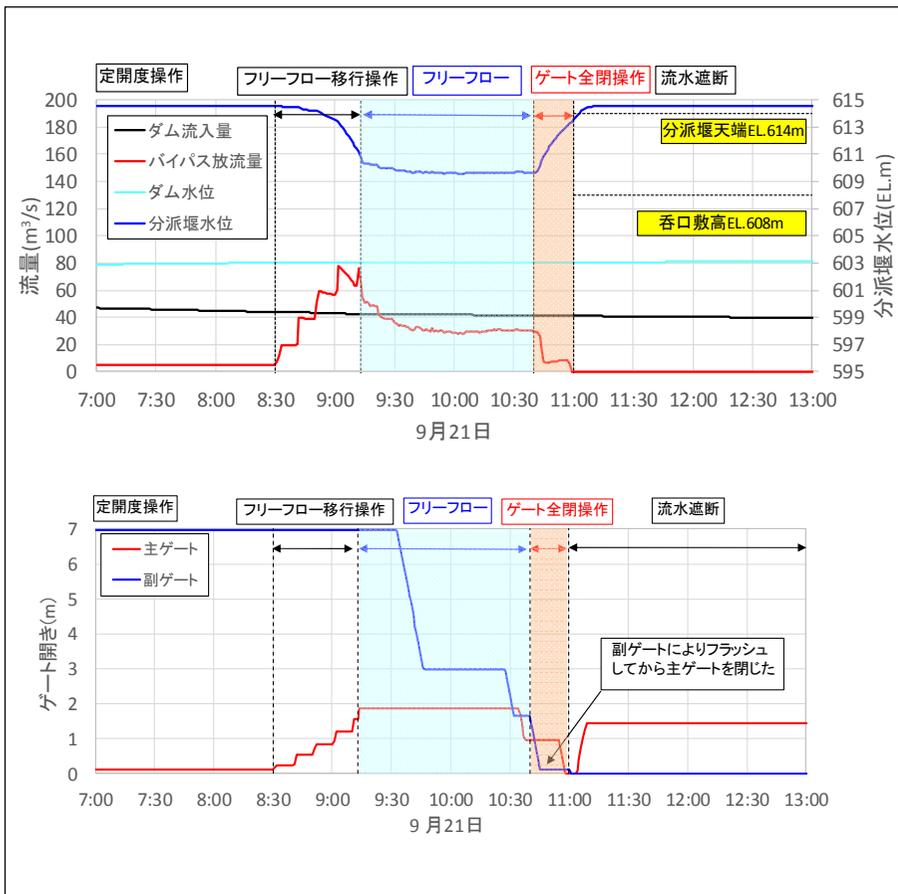
# 1.今年度の土砂バイパストンネルの試験運用状況

## 1.6 ゲートの操作状況（H28.9.20～9.21:台風16号対応、H28.9.23:秋雨前線対応）

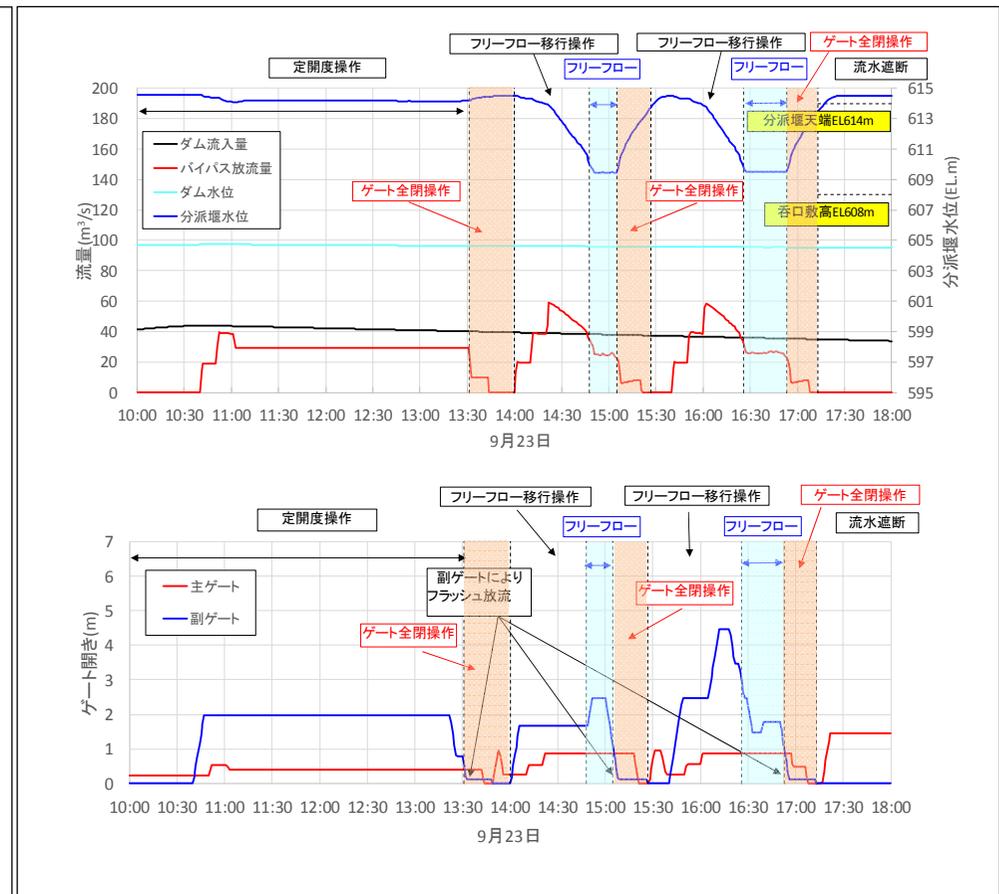
### ■ゲート操作

- ・台風16号対応に関しては、定開度放流操作⇒フリーフロー移行操作⇒ゲート全閉操作を実施し、ゲート操作上の問題は、確認されなかった。
- ・秋雨前線対応に関しては、定開度放流操作⇒ゲート全閉操作⇒フリーフロー移行操作⇒ゲート全閉操作⇒フリーフロー移行操作⇒ゲート全閉操作を実施し、ゲート操作上の問題は、確認されなかった。

台風16号対応(上:流量・分派堰水位、下:主ゲート・副ゲート操作)



秋雨前線対応(上:流量・分派堰水位、下:主ゲート・副ゲート操作)



## 2.各部会の報告

### 2.1 各部会の開催状況

#### ・モニタリング委員会

全4回開催 平成26年7月25日  
 平成27年7月30日  
 平成28年3月3日  
 平成29年3月9日

#### ・構造部会

全2回開催 平成27年1月9日  
 平成29年1月23日

#### ・土砂収支部会

全4回開催 平成27年1月15日  
 平成27年6月(各委員持ち回り)  
 平成27年12月17日  
 平成29年1月24日

#### ・環境部会

全4回開催 平成26年1月29日  
 平成27年2月27日  
 平成28年2月9日  
 平成29年2月16日

赤字:今年度に実施

開催時期	H26			H27			H28			H29	
	1月～3月	4月～8月	9月～12月	1月～3月	4月～8月	9月～12月	1月～3月	4月～8月	9月～12月	1月～2月	3月
モニタリング委員会		→ 第1回			→ 第2回			→ 第3回			→ 第4回
土砂収支部会				第1回	第2回	第3回				第4回	
構造部会				第1回						第2回	
環境部会	第1回			第2回			第3回			第4回	

## 2.各部会の報告

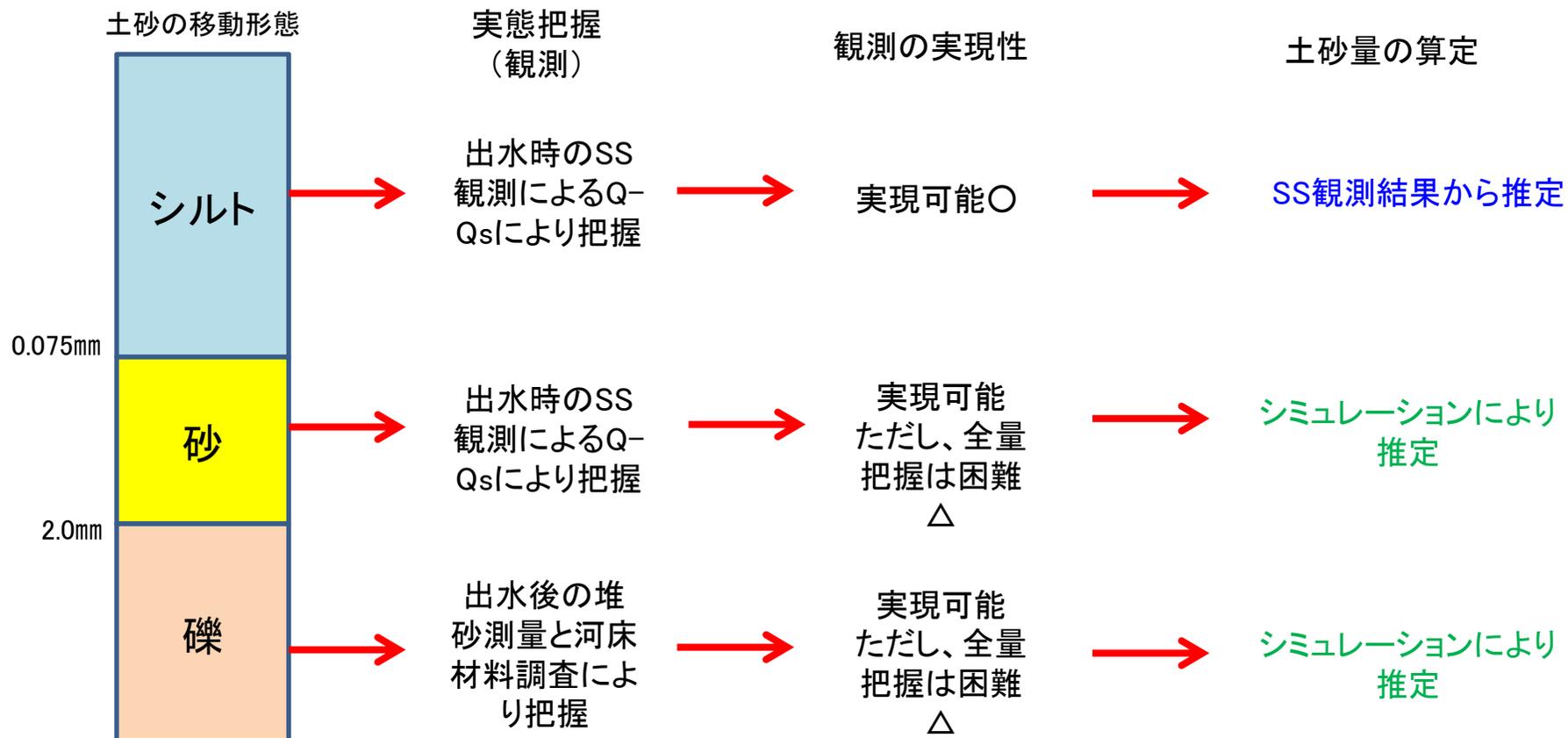
### (1) 土砂収支部会

## 2.各部会の報告

### 2.2 土砂収支部会での報告

#### (1)モニタリング結果の活用について

- ・モニタリング調査(SS観測、堆砂測量、河床材料調査)の結果から、土砂収支を算定する
- ・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・礫成分については、計算により算定する



※土砂収支部会の指摘により、礫の算定方法を見直し

## 2.各部会の報告

### 2.2 土砂収支部会での報告

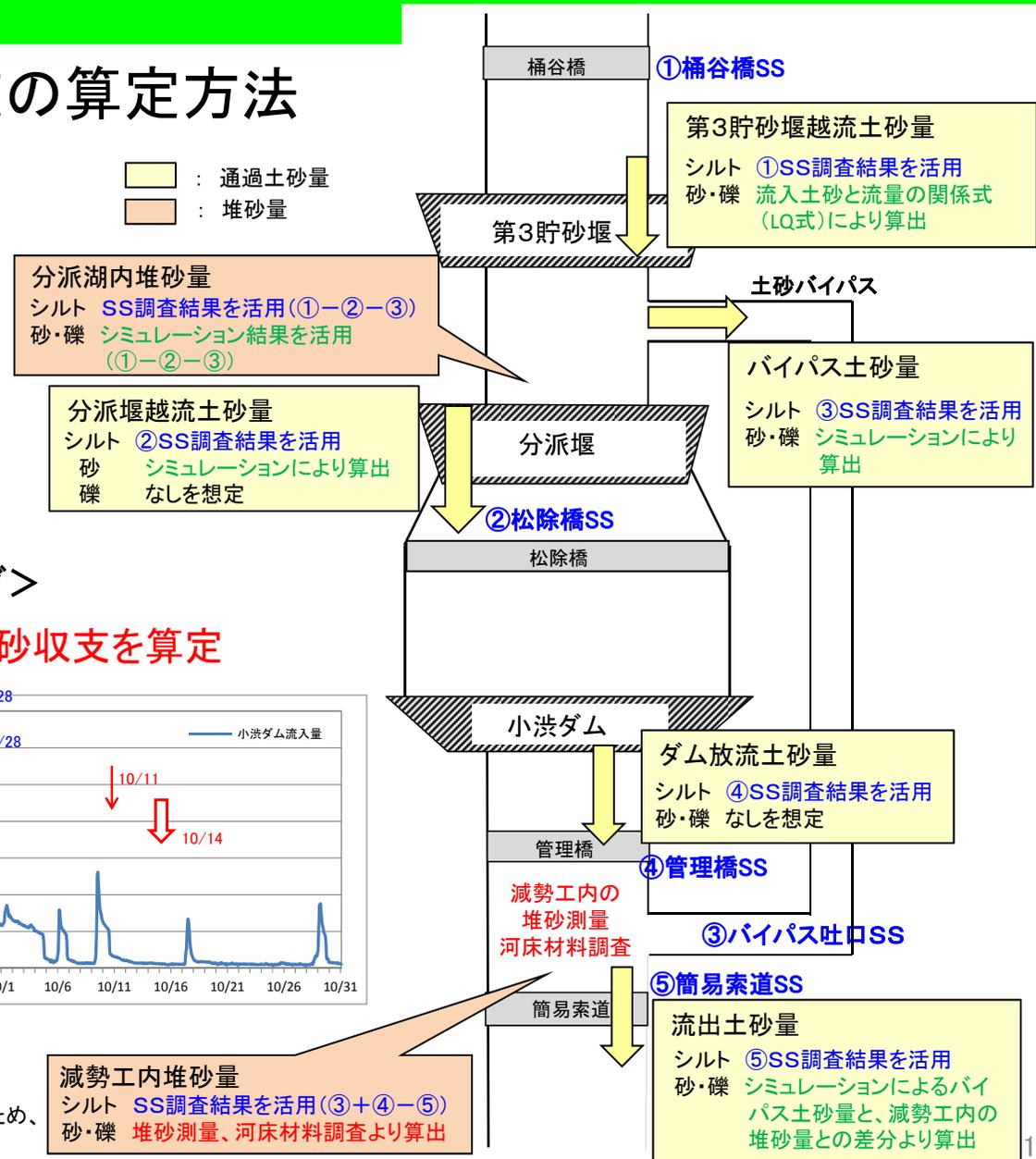
#### (2)モニタリング調査概要

## バイパス運用時の土砂収支の算定方法

モニタリング調査は、右図の地点において、以下の調査を出水前後及び出水中に実施

SS採水調査(出水中):右図 青字箇所

測量、河床材料調査(出水前後):右図 赤字箇所



#### <堆砂測量、河床材料調査の実施のタイミング>

#### この期間の土砂収支を算定



- ↓ 堆砂測量(減勢工内)
- ↓ 堆砂測量(分派湖内)
- ↓ 河床材料調査(減勢工内)
- ↓ 河床材料調査(分派湖内)

減勢工内では出水後に堆砂測量が実施できたため、測量調査結果を用いて土砂収支を算定

## 2.各部会の報告

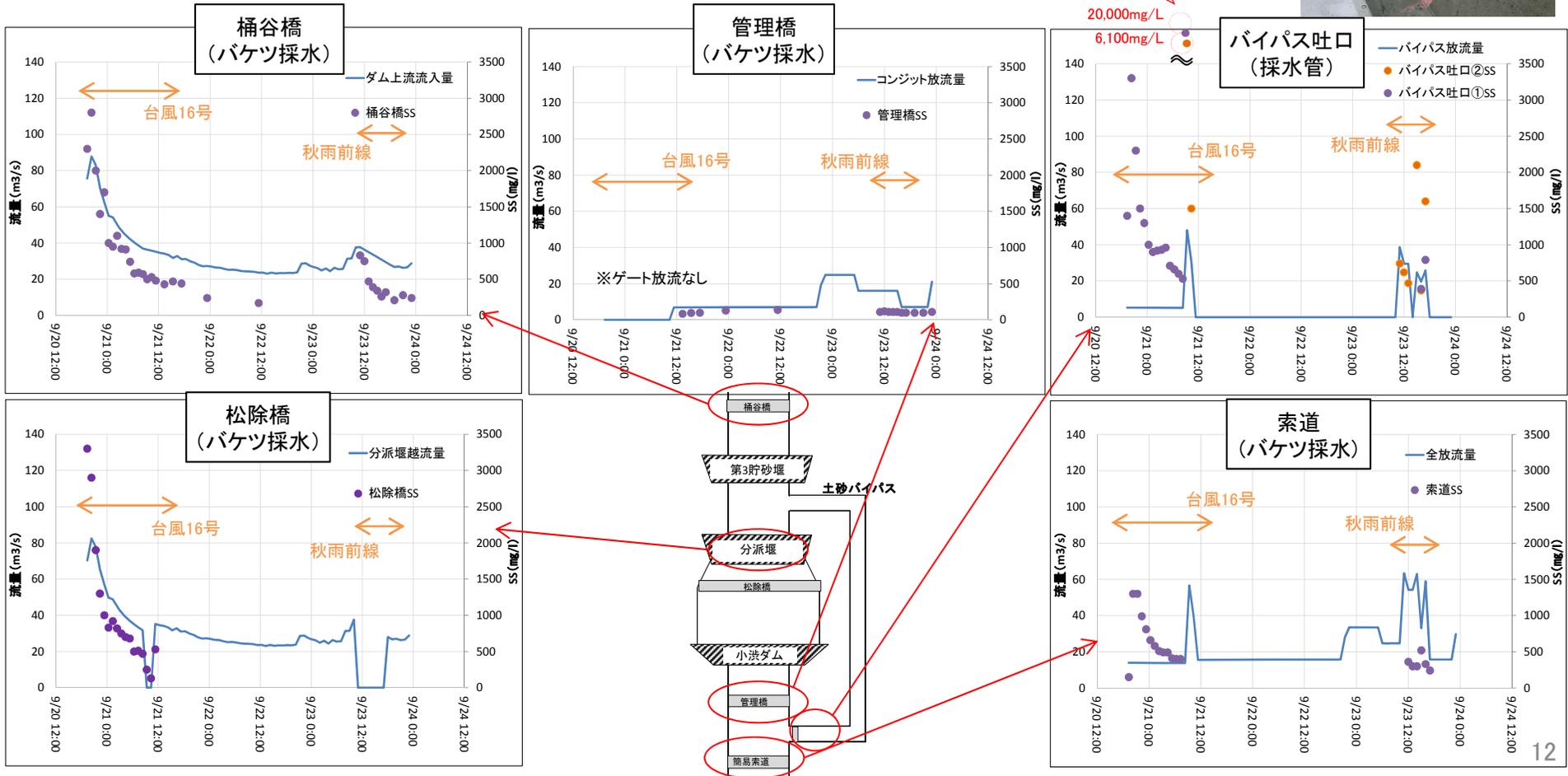
### 2.2 土砂収支部会での報告

#### (3)モニタリング調査結果(採水調査)

- ・9/20 から9/23のバイパス運用期間中に、1時間ごとの採水調査を実施した
- ・各地点の流量と放流SSに概ね相関があることを確認した
- ・フリーフロー直後の9/21 9:20にはバイパストネル吐口の放流SSが20,000mg/Lと非常に高濃度となっている



フリーフロー直後に  
20,000mg/L



## 2.各部会の報告

### 2.2 土砂収支部会での報告

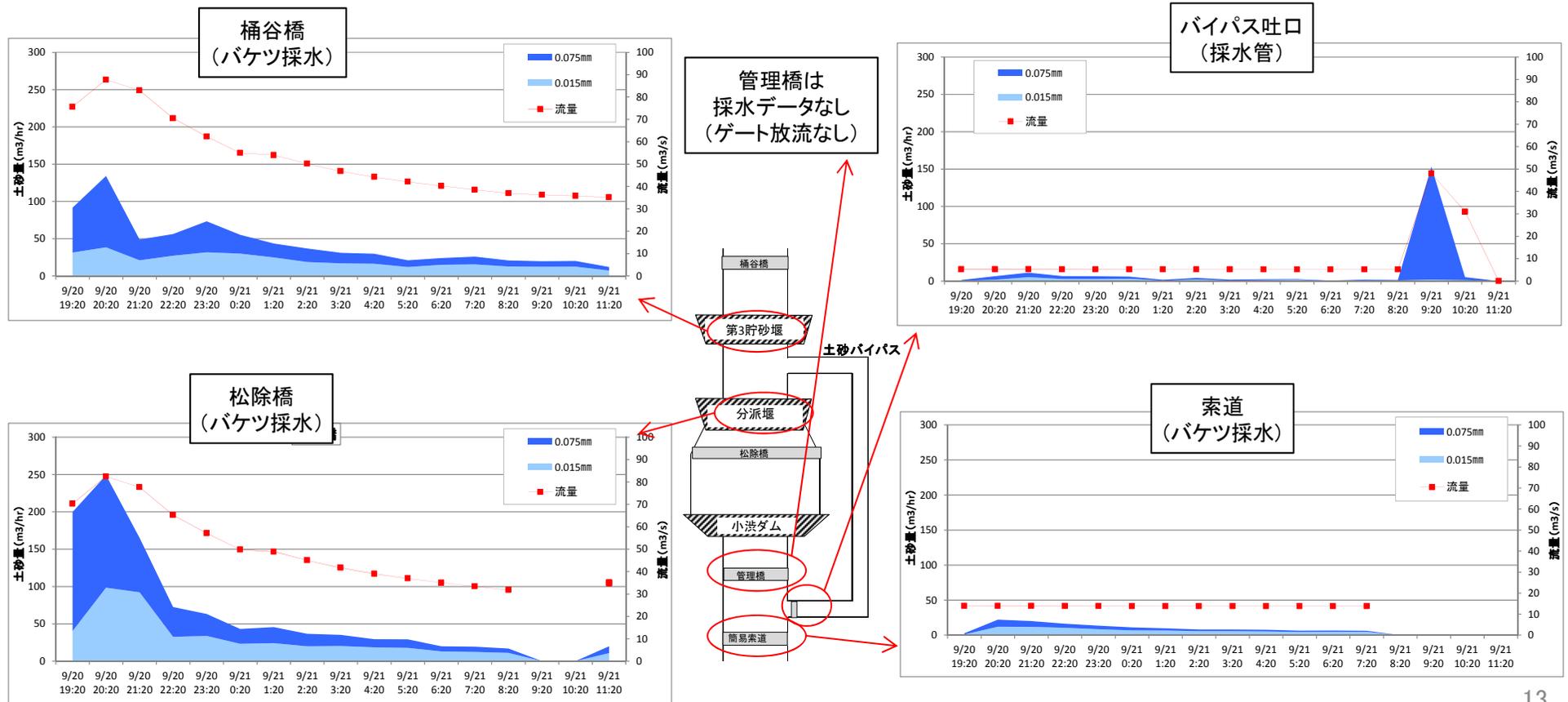
#### (4)モニタリング結果を用いた土砂収支の算定(採水調査)

#### 採水によるSS観測結果を用いたシルト成分の土砂量算定

各地点の通過土砂量を以下のように算定

- ①総土砂量 (m<sup>3</sup>) = 流量 (m<sup>3</sup>/s) × SS (g/m<sup>3</sup>) ÷ (浮遊砂密度 (g/cm<sup>3</sup>) × 10<sup>6</sup>) × 3600
- ②総土砂量に対し、粒度分布測定結果により粒径別の土砂量に換算

9/20台風16号での各地点の粒径別土砂量



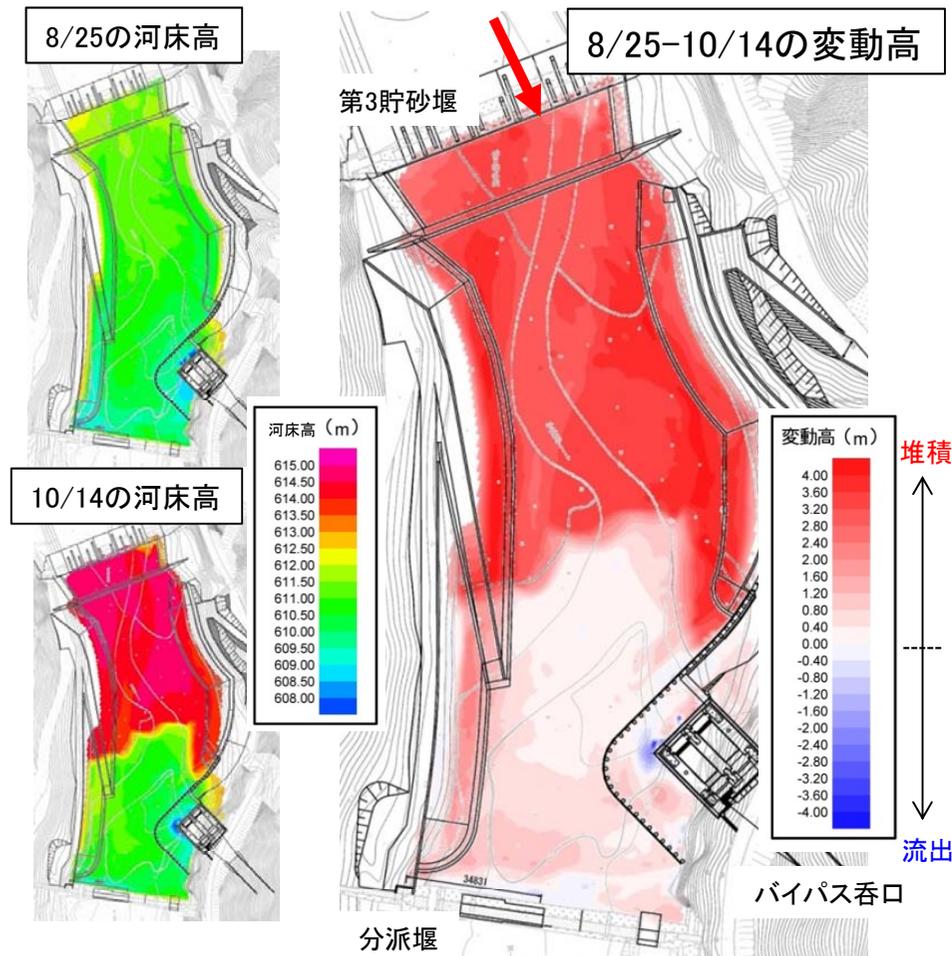
## 2.各部会の報告

### 2.2 土砂収支部会での報告

#### (3)モニタリング調査結果(測量)

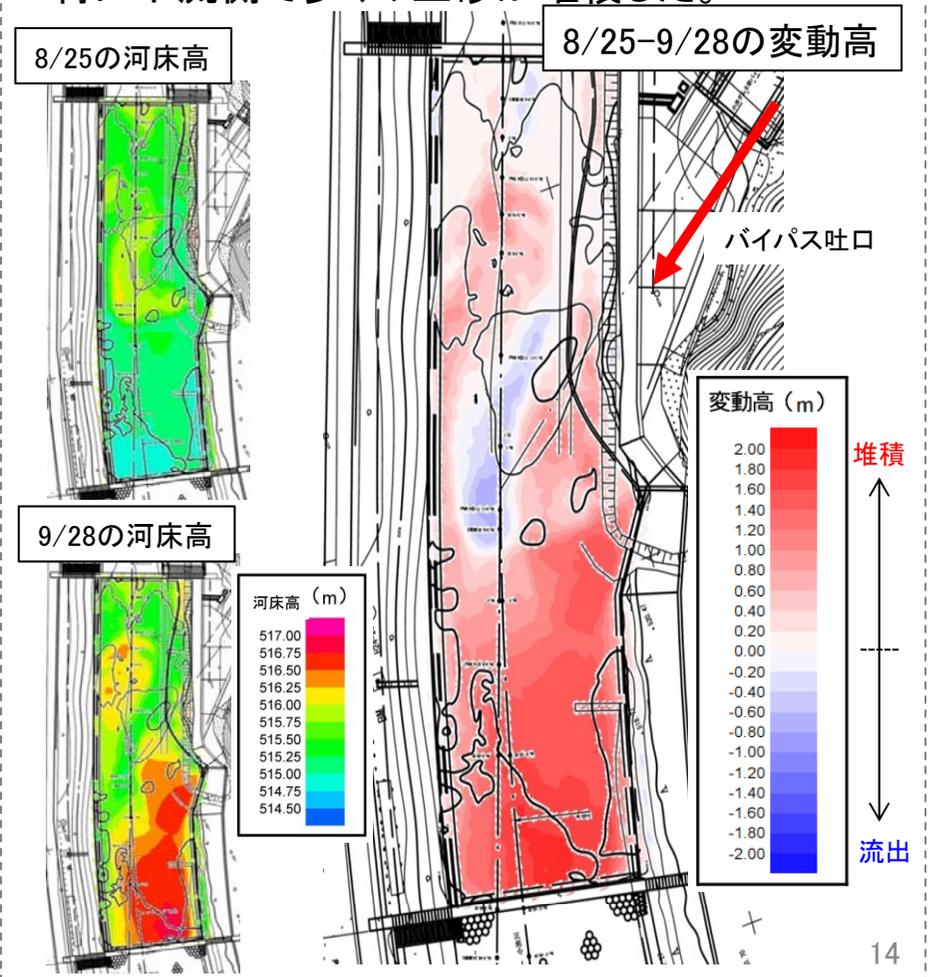
##### 分派湖内の調査結果

- ・8/25～10/14の期間に分派湖内全体で約25,000m<sup>3</sup>の土砂が堆積した。
- ・特に上流側で多くの土砂が堆積した。



##### 減勢工内の調査結果

- ・8/25～9/28の期間に減勢工内全体で約2,000m<sup>3</sup>の土砂が堆積した。
- ・特に下流側で多くの土砂が堆積した。



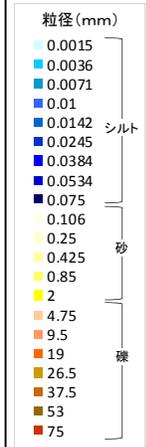
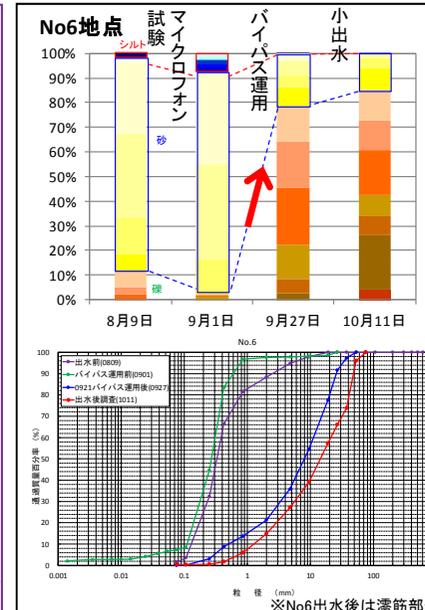
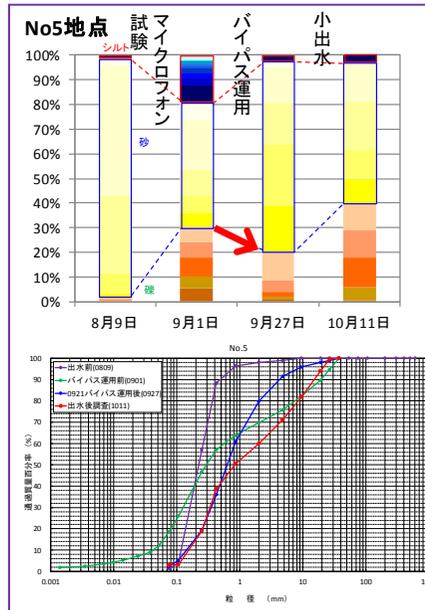
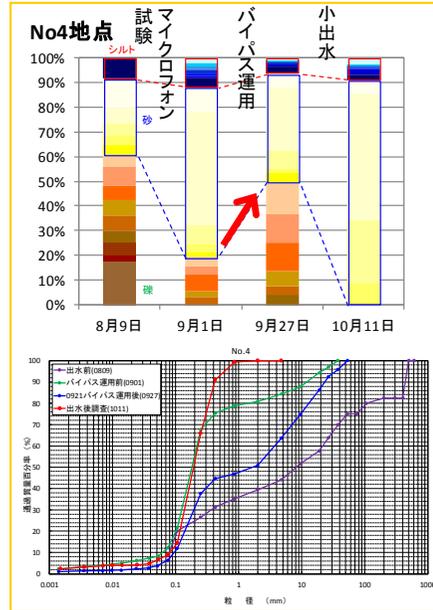
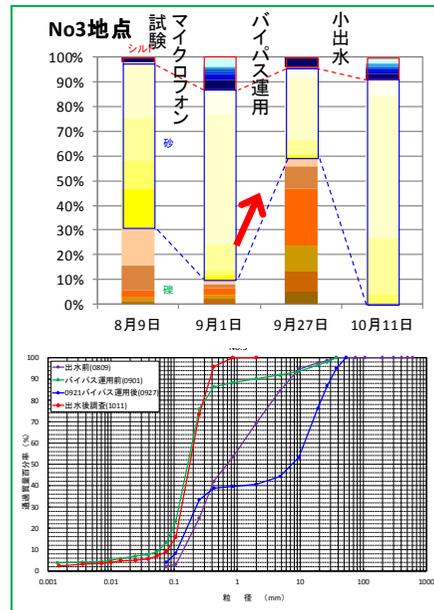
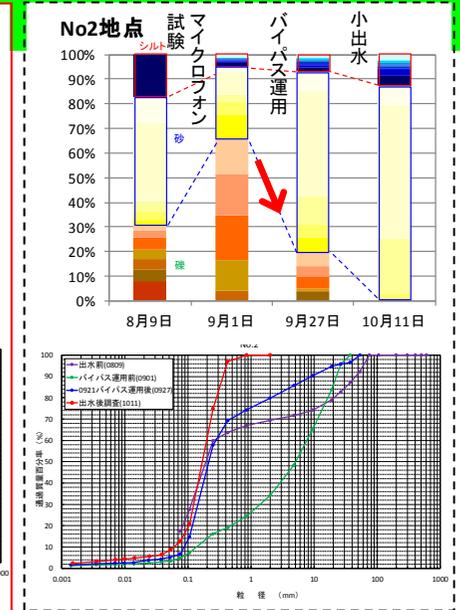
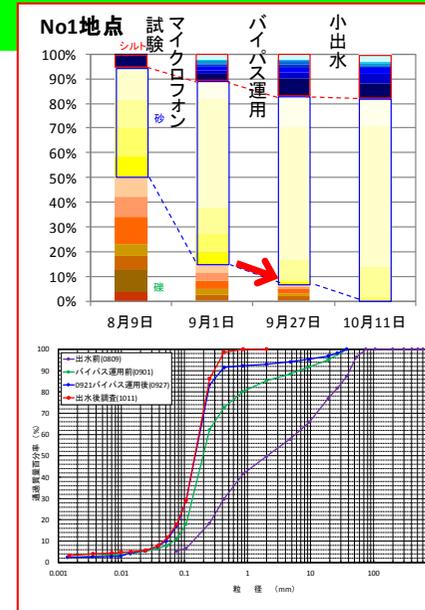
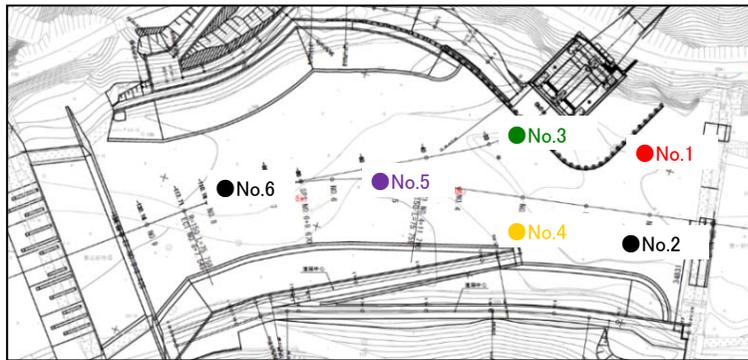
## 2.各部会の報告

### 2.2 土砂収支部会での報告

#### (3)モニタリング調査結果(河床材料調査)

##### 河床材料調査結果(分派湖内)

- ・No1、No2地点ではバイパス運用後、シルト・砂成分が増加
- ・No5地点ではバイパス運用後、砂成分が増加
- ・No3、No4、No6地点ではバイパス運用後に礫成分が増加



※No6出水後は滞筋部分

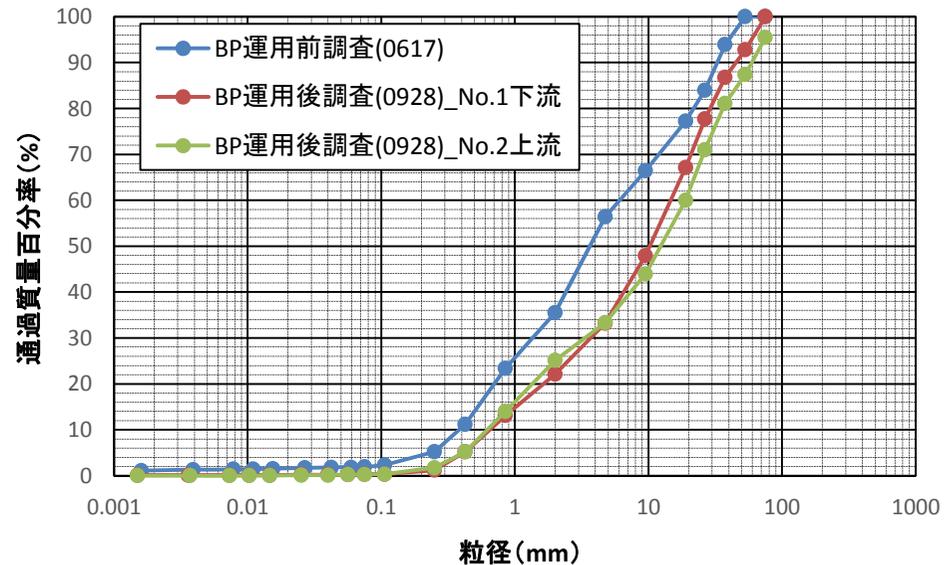
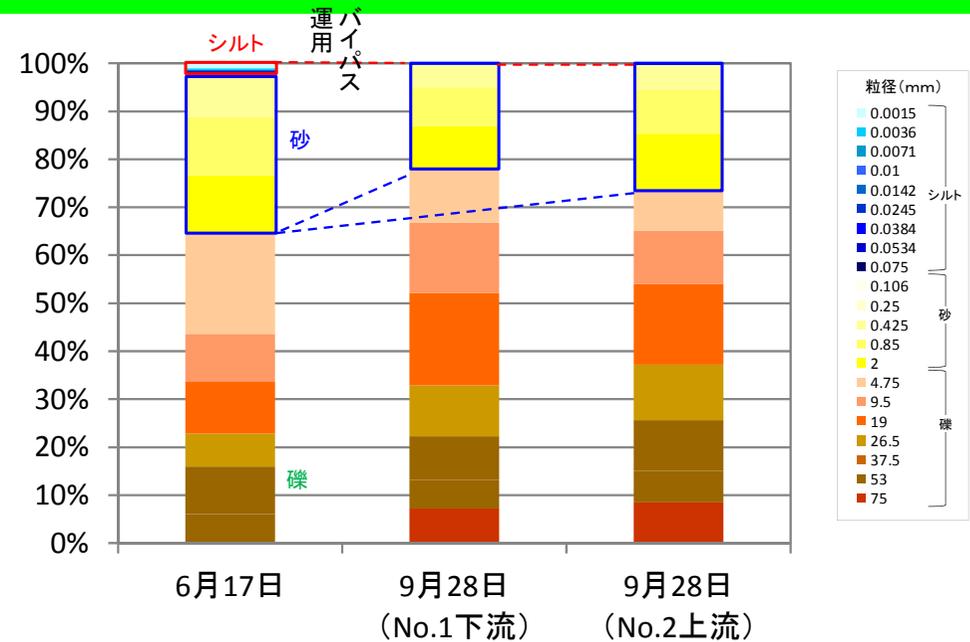
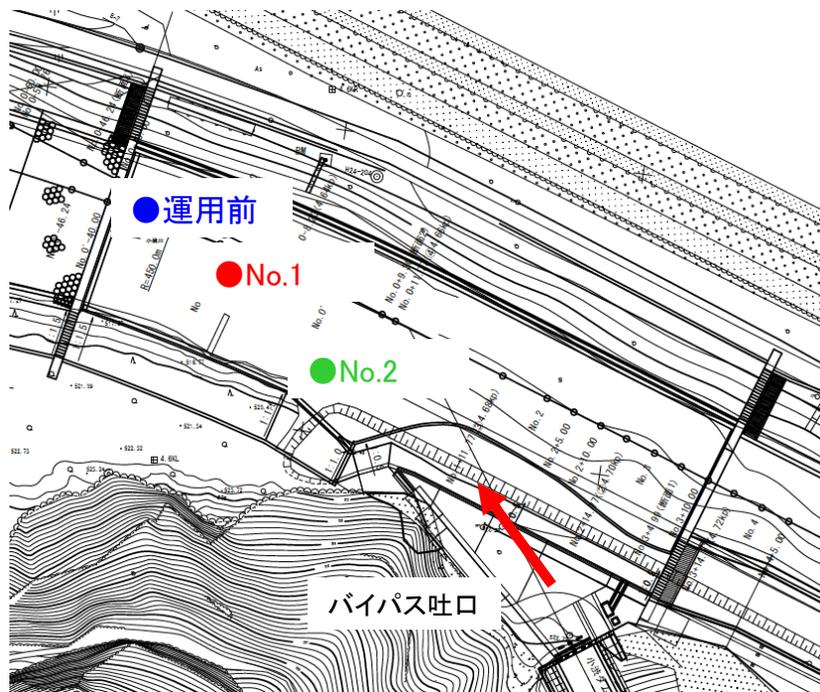
## 2.各部会の報告

### 2.2 土砂収支部会での報告

#### (3)モニタリング調査結果(河床材料調査)

##### 【河床材料調査】 調査結果(減勢工内)

- ・減勢工内でバイパス運用前に1地点、バイパス運用後に2地点の河床材料調査を実施し、粒度分布の変化を確認
- ・バイパス運用後に礫成分の存在比率が増加している



## 2.各部会の報告

### 2.2 土砂収支部会での報告

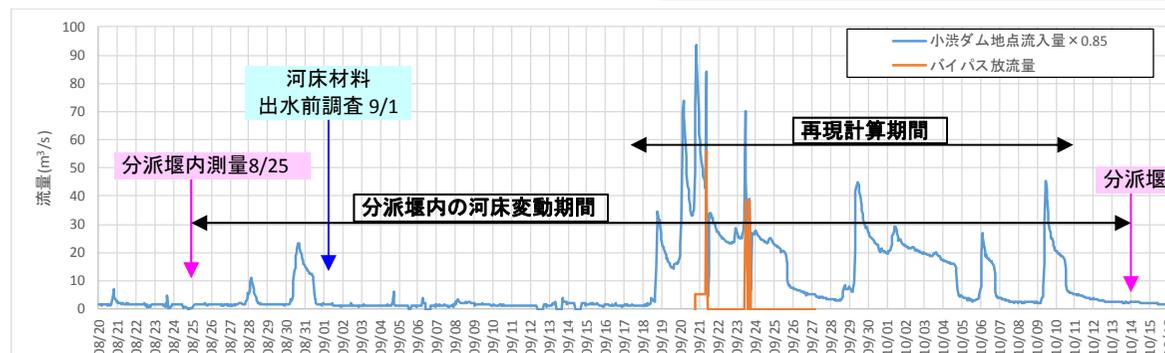
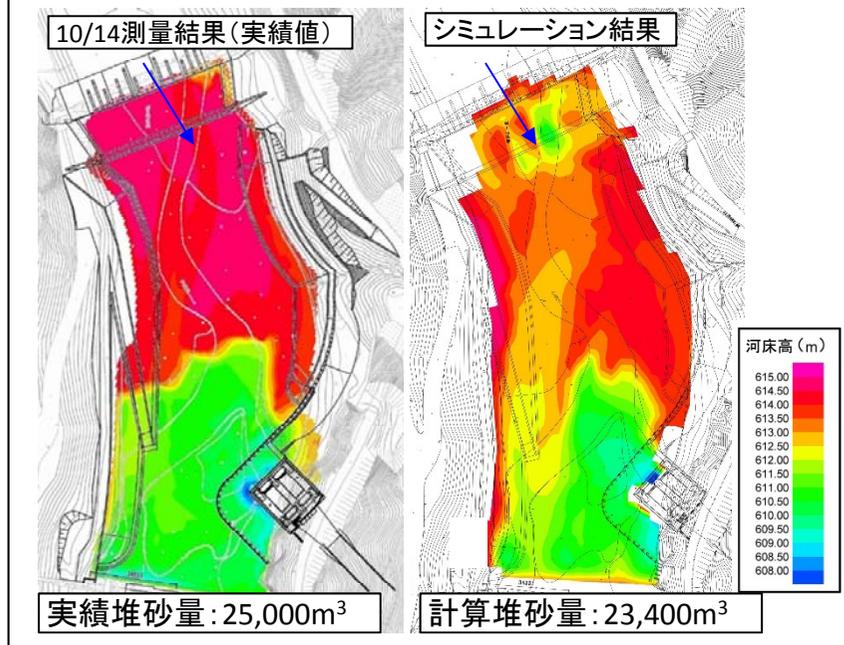
#### (5)シミュレーションによる土砂収支の算定

#### シミュレーションを用いた砂・礫成分の土砂量算定

バイパス土砂量を平面二次元河床変動計算により算定

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	第3貯砂堰～分派堰
計算期間	2016/9/18～2016/10/10
流量条件	上流端:ダム流入量×0.85倍 バイパス流量:トンネル内観測水位により算定した流量
粗度係数	n=0.04
流入土砂量	流量-粒径別流砂量の関係式より算定した土砂量
初期河床材料	出水前調査結果

・10/14時点の河床変動結果を概ね表現



## 2.各部会の報告

### 2.2 土砂収支部会での報告

#### (6)バイパス運用中の土砂収支の算定

シルト成分は採水結果、砂と礫成分はシミュレーション結果からバイパス運用中の土砂収支を算定した。

9/21（台風16号）と9/23（秋雨前線）のバイパス運用により、砂が合計で8,500m<sup>3</sup>、礫が合計で1,300m<sup>3</sup>バイパスされる結果となった。

#### 9/21試験運用のシミュレーション結果

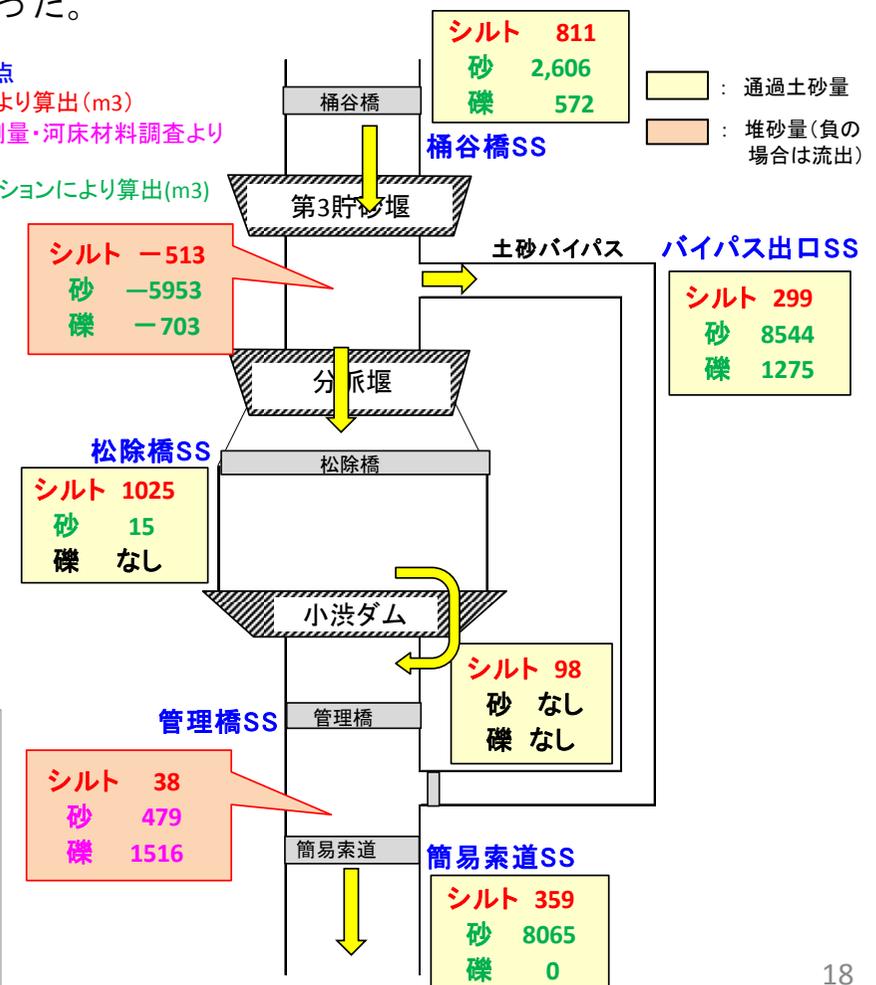
項目	土砂量(計算値)[m <sup>3</sup> ]		
	シルト	砂	礫
分派湖流入土砂	523	815	184
バイパス土砂量	1,044	5,878	910
分派堰越流	51	4	0

#### 9/23試験運用のシミュレーション結果

項目	土砂量(計算値)[m <sup>3</sup> ]		
	シルト	砂	礫
分派湖流入土砂	1,161	1,791	389
バイパス土砂量	1,047	2,666	365
分派堰越流	428	11	0

青字:SS調査地点  
 赤字:採水調査より算出(m<sup>3</sup>)  
 ピンク字:堆砂測量・河床材料調査より算出(m<sup>3</sup>)  
 緑字:シミュレーションにより算出(m<sup>3</sup>)

バイパス運用時 9/20 19:00~9/21 10:00  
 9/23 11:00~9/23 17:00



## 2.各部会の報告

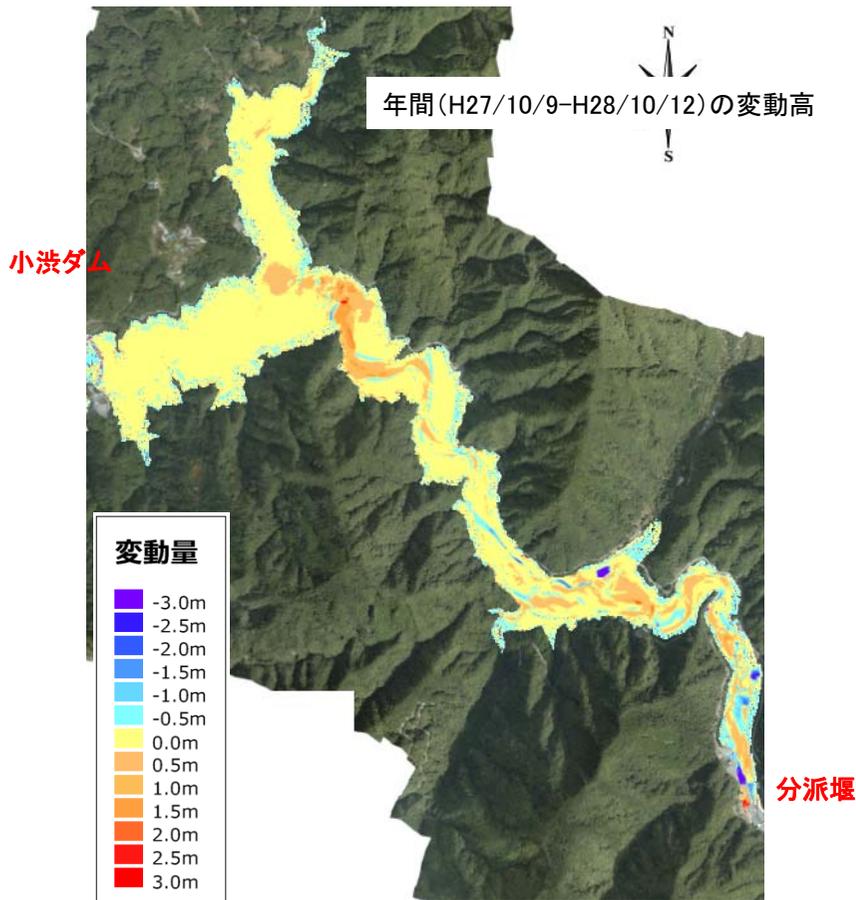
### 2.2 土砂収支部会での報告

#### (7)年間の土砂収支の算定

貯水池および下流河道の堆砂測量結果より、年間の堆砂量を算定した。

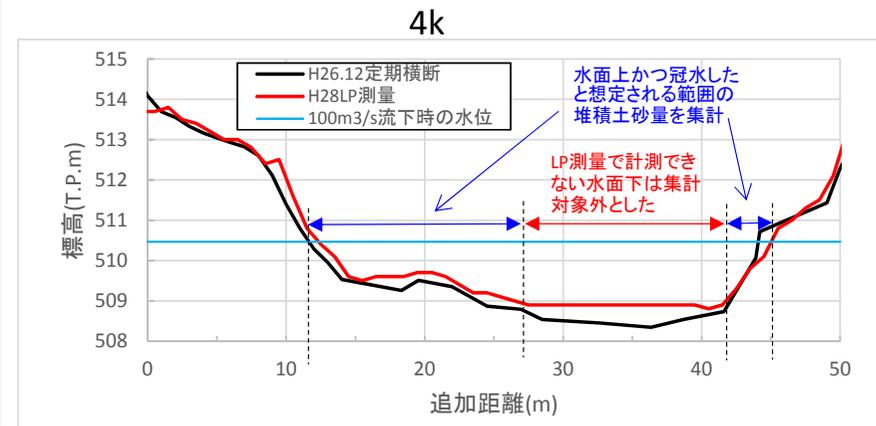
#### 貯水池内

LP測量の結果から、貯水池内の堆砂量を算定  
⇒年間で約245,000m<sup>3</sup>の土砂が堆積



#### 下流河道

定期横断測線の河積の差分(水面上)に区間距離を乗じることで、下流河道の堆砂量を算出  
(減勢工下流から天竜川合流点まで約5.0kmの区間)  
⇒年間で約8,000m<sup>3</sup>の土砂が堆積

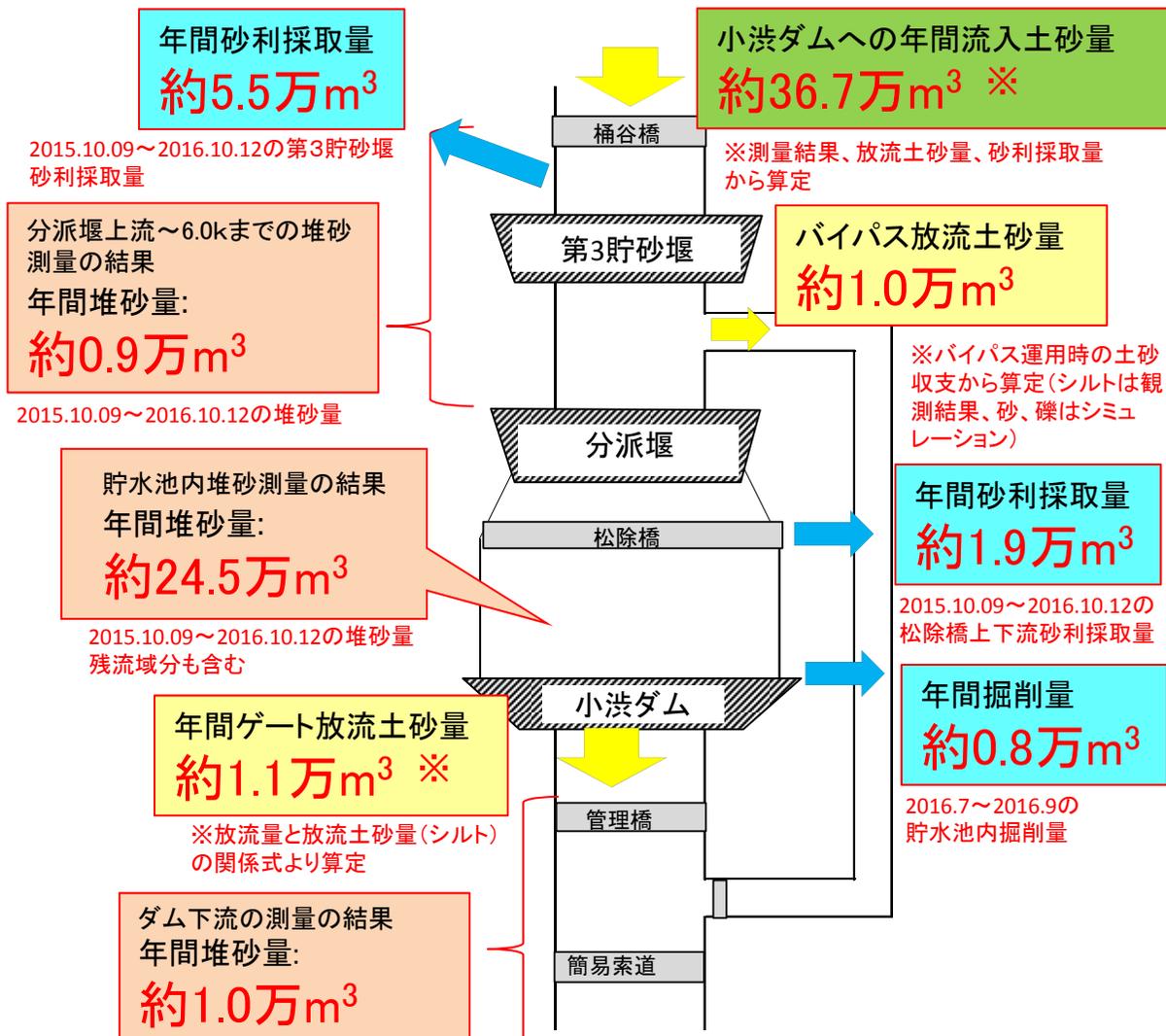


## 2.各部会の報告

### 2.2 土砂収支部会での報告

#### (7)年間の土砂収支の算定

測量結果より、年間の土砂収支を算定した

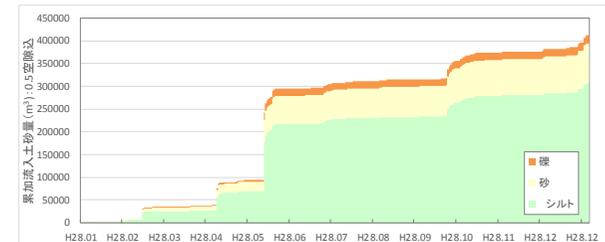
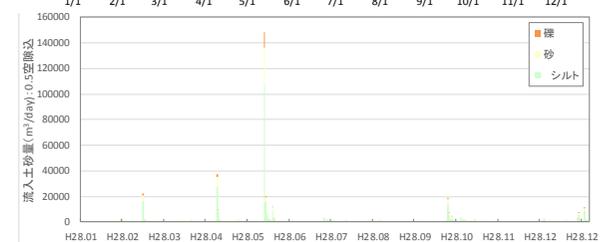
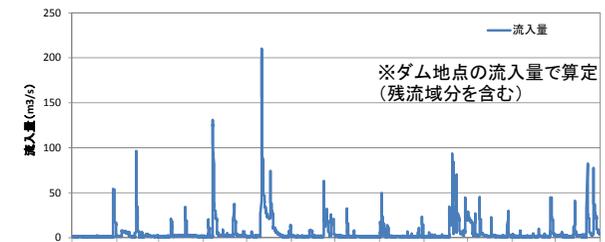


※減勢工の堆砂量と下流河道(減勢工下流から天竜川合流点まで約5km)の堆砂量の合計

<参考>L-Q式より算定した流入土砂量

(単位:m<sup>3</sup>)

シルト	砂	礫	合計
307,870	87,220	17,038	412,128



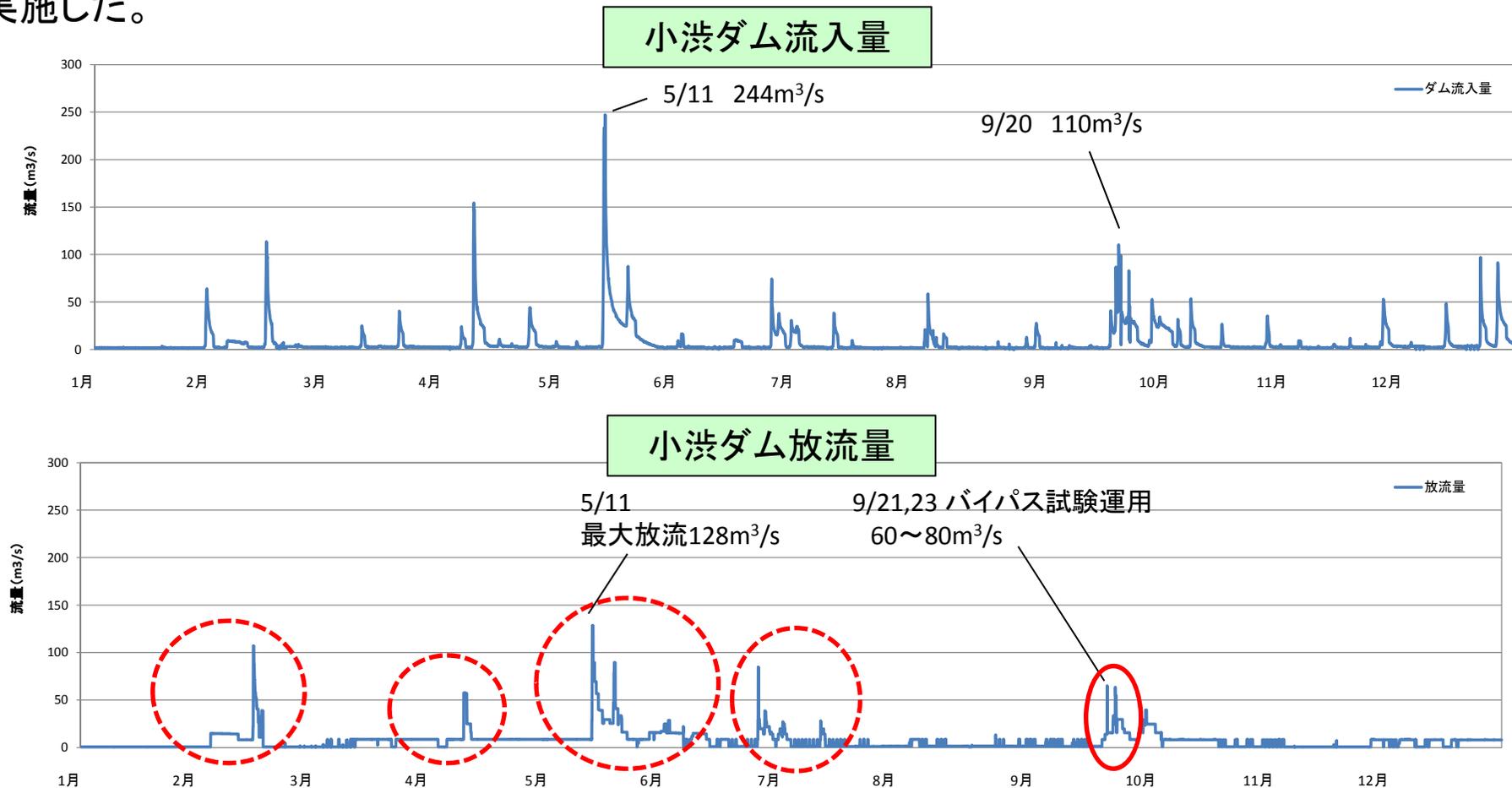
流入土砂量の年間の時系列

## 2.各部会の報告

### 2.2 土砂収支部会での報告

#### (7)年間の土砂収支の算定

今年度は9/21～9/23に5～80 m<sup>3</sup>/sのバイパス試験放流を実施したが、施設完成前の1月～8月の間に4回ゲート放流を実施している。5/11には最大128 m<sup>3</sup>/sの放流(流入量244 m<sup>3</sup>/s)を実施した。



バイパス完成前に4回の出水

⇒バイパスが運用できていれば、平成28年度としてさらに事業効果がみこめた

## 2.各部会の報告

### 2.2 土砂収支部会での報告

#### (7)第4回土砂収支部会における主な指摘事項と今後の対応

##### 第4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
河床変動計算による土砂量の算定	ダム上下流での測量等実施しても通過土砂については把握が困難である。このため、礫についてもシミュレーションで算定した土砂量を正とすることも考えられる	礫についても計算結果を土砂収支に反映	本委員会で報告
土砂収支算定に関する課題	モニタリング調査だけではなく、計算モデルの精度向上等についても課題として整理する必要がある	モニタリング調査に対する課題のみでなく、計算等に関する課題も整理	第5回土砂収支部会で報告

## 2.各部会の報告

### (2) 構造部会

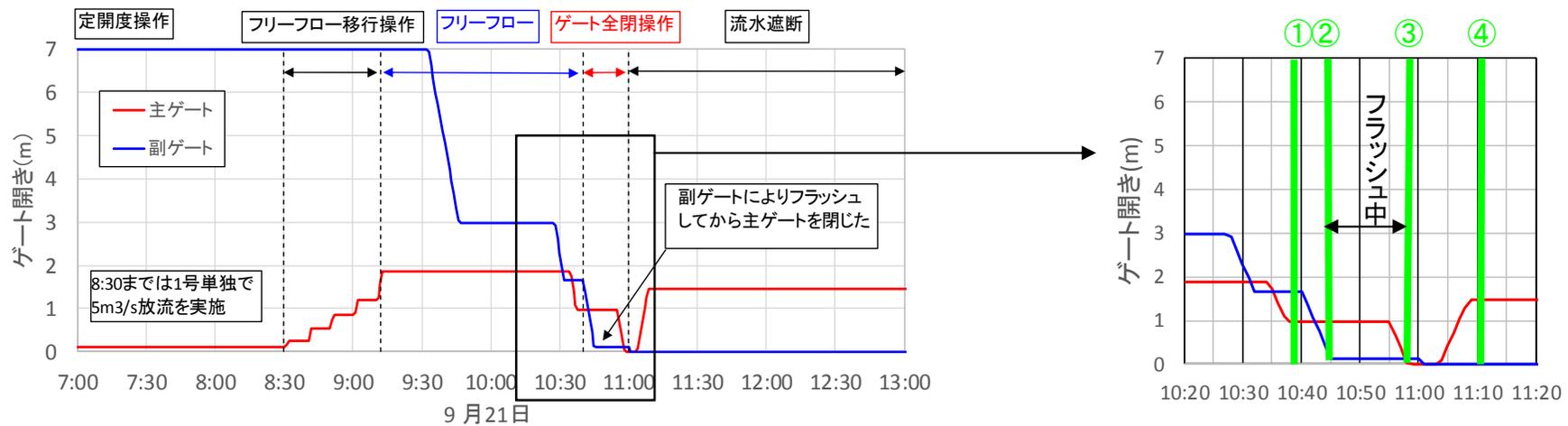
## 2.各部会の報告

### 2.3 構造部会での報告

#### (1)ゲートの全閉操作

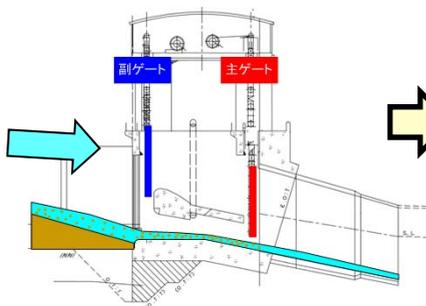
##### ■副ゲートによるフラッシュ放流の実施

- ・まず副(上流)ゲートの開度を0.1m程度にしぼり、戸溝内の土砂、塵芥をフラッシュした後、主(下流)ゲートを閉じる。
- ・4回のゲート全閉操作でバイパスゲートが確実に閉まることを確認した。

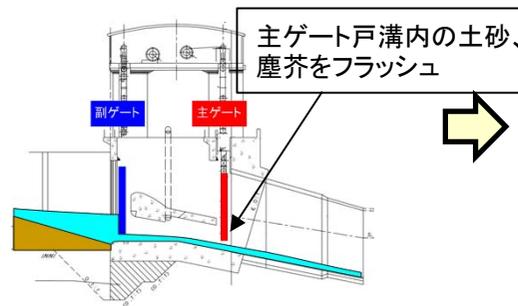


#### フラッシュ操作の概要

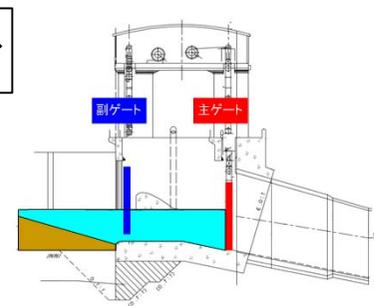
##### ①閉操作開始前



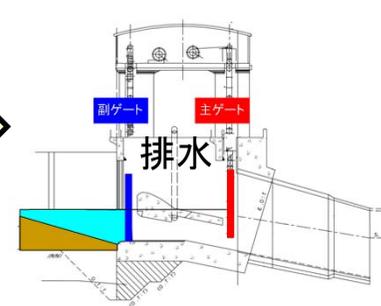
##### ②副(上流)ゲートによるフラッシュ



##### ③主(下流)ゲート全閉



##### ④副(上流)ゲート全閉



## 2.各部会の報告

### 2.3 構造部会での報告

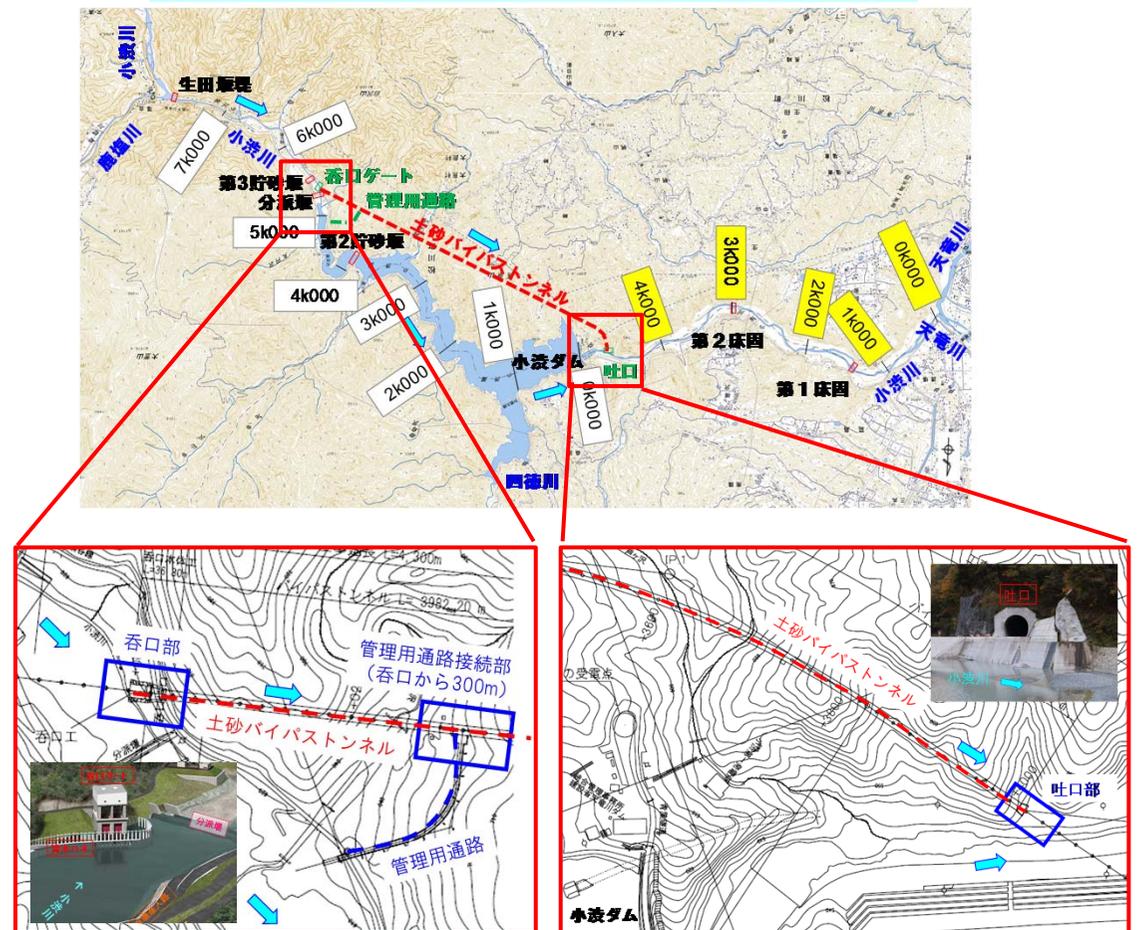
#### (2)モニタリング調査概要

##### ■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、吐口部の調査実施箇所において、出水後、巡視により、構造物の損傷状況の調査を実施した。

	調査内容
呑口部	ゲート操作時の問題点の把握。 ゲート周辺(戸溝等)土砂の堆積、損傷状況の確認。 ライニング材、ラバーsteel部の損傷状況を確認。
吐口部	放水路部の損傷状況の確認。
トンネル内	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。 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。 全区間の土砂の堆積状況、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

### 2.3 構造部会での報告

#### (3) 呑口部及び吐口部巡視による調査概要

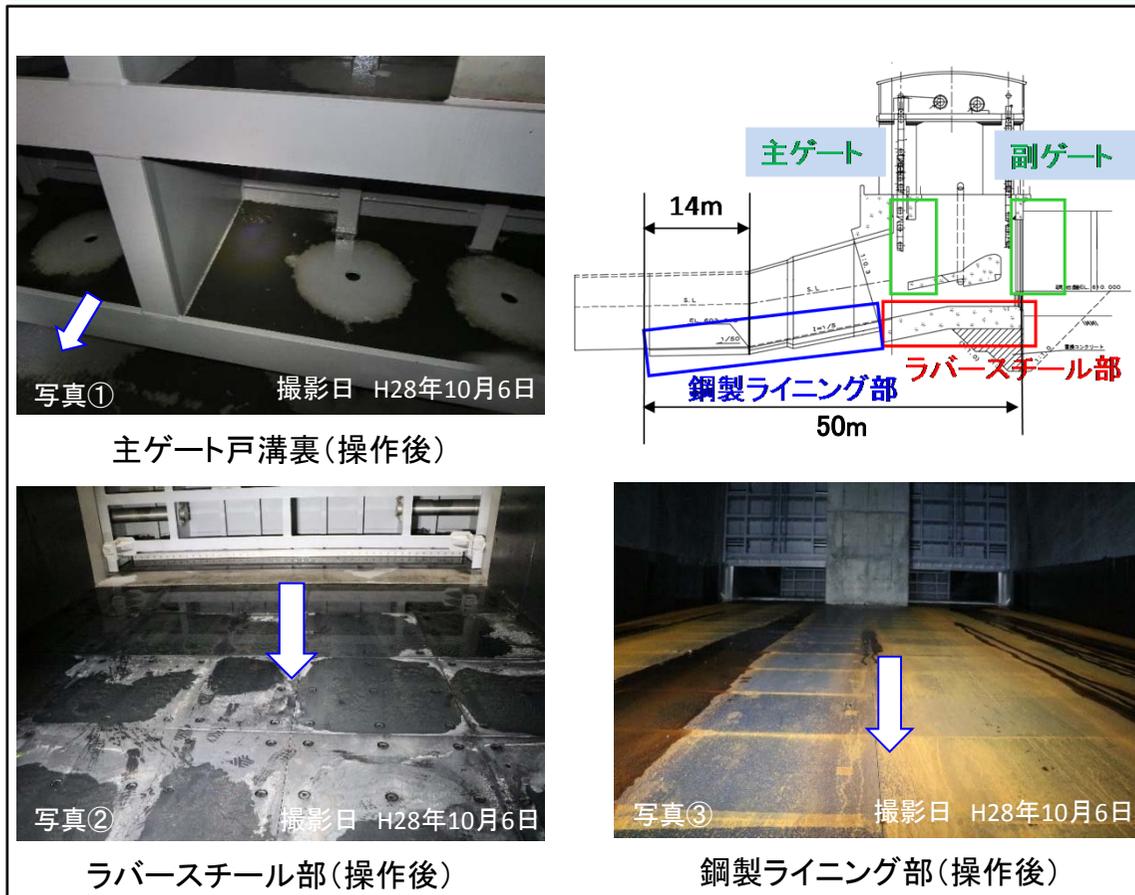
##### (1) 呑口部(ゲート周辺、ライニング部)

- ・ゲート周辺は、土砂の堆積や流木の捕捉等なく、確実に閉塞できている。扉体及び戸溝には損傷はない。(写真①)
- ・ライニング部は、ラバーsteel、鋼製ライニングとも損傷はない。(写真②、③)

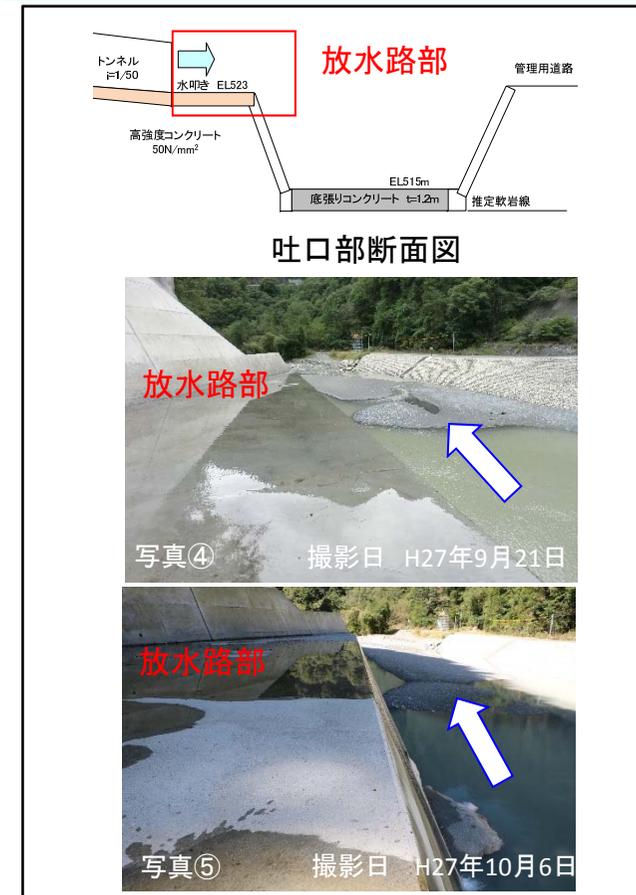
##### (2) 吐口部(放水路部)

- ・放水路部は、トンネル同様、表面のモルタルのはがれはあるものの有意な損傷はない。(写真④、⑤)

#### 呑口部



#### 吐口部



## 2.各部会の報告

### 2.3 構造部会での報告

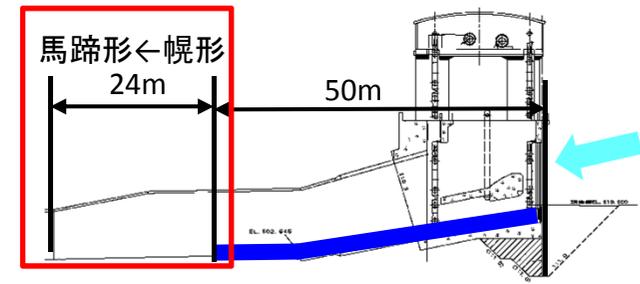
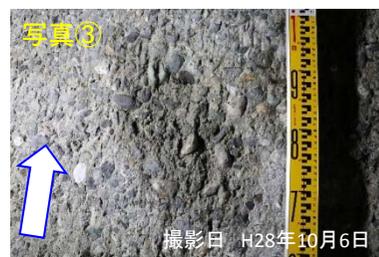
#### (4)トンネル部巡視による調査結果

##### (1)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部の表面モルタルのはがれと、一部で骨材露出が確認された(写真③)が有意な損傷はない。
- ・トンネル全体を通じて、コンクリート部の摩耗はこの区間が最も大きい。

##### (2)管理用通路接続部(呑口から300m)

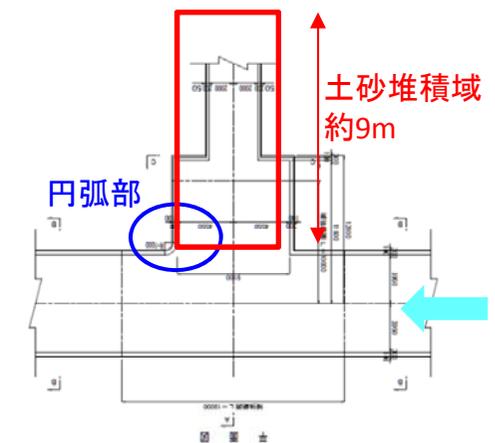
- ・管理用通路接続部で約10m<sup>3</sup>堆積土砂が確認された(写真④)。
- ・堆積土砂は細砂が主体であるが数cmの礫も確認(写真④)、堆積域は本トンネルとの接続部より9m程度。(写真⑤)
- ・本トンネルとの接続部下流側(側壁円弧部)で、骨材露出が確認された(写真⑥)。



トランジション区間の状況



管理用通路本トンネル接続部の状況



管理用通路本トンネル接続部

## 2.各部会の報告

### 2.3 構造部会での報告

#### (4)トンネル部巡視による調査結果

##### (3)トンネル内全体(インバートコンクリート)

- ・堆積土砂は確認されなかった。
- ・トンネル内全線にわたって表面モルタルとペンキ帯のはがれ、一部で骨材露出が確認されたが、有意な損傷はない。(写真③)
- ・インバートコンクリート両端の普通コンクリート(21N/mm<sup>2</sup>)と、高強度コンクリート(50N/mm<sup>2</sup>)の状況に明瞭な差異はない。(写真③、④)

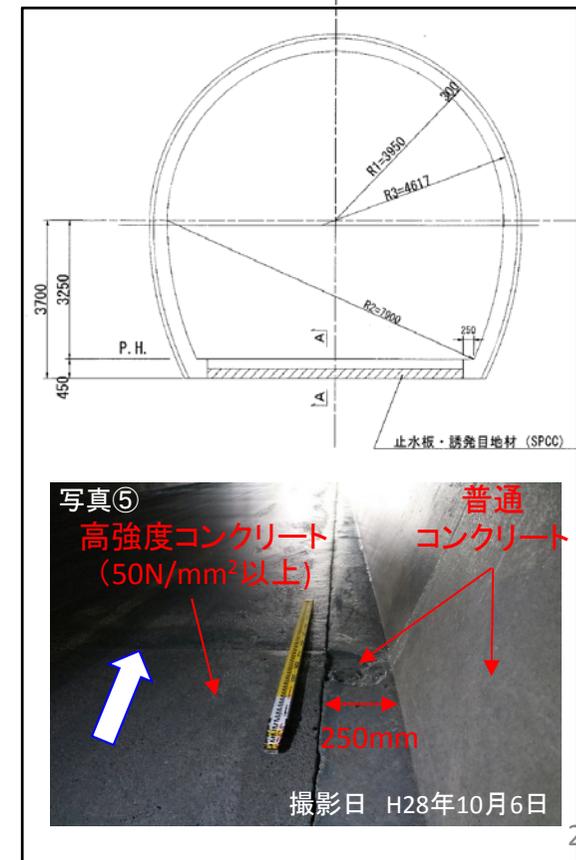
ペンキ帯の初期塗布状態



試験運用後のインバート部の状況



トンネル断面とインバート端部処理



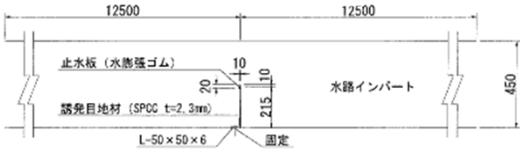
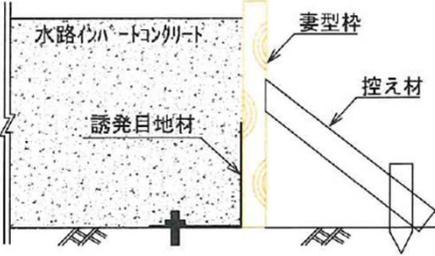
## 2.各部会の報告

### 2.3 構造部会での報告

#### (4)トンネル部巡視による調査結果

##### (4)トンネル内全体(インバートコンクリート目地部分)

- ・インバートコンクリートには12.5m間隔で目地が配置されている。
- ・目地には誘発目地(積極的クラックを発生)と施工目地(打設日毎に配置)の2種類となっている。
- ・誘発目地、施工目地のいずれにおいても有意な損傷はない。(写真③、④)

	運用前	運用後	目地構造の縦断図
誘発目地	<p>写真①</p>  <p>撮影日 H28年4月19日</p>	<p>写真③</p>  <p>撮影日 H28年10月6日</p>	<p>【縦断図】</p>  <p>止水板(水膨張ゴム) 10 誘発目地材(SPOC t=2.3mm) 20 L=50×50×6 固定 水路インバート 12500 450</p>
施工目地	<p>写真②</p>  <p>撮影日 H28年4月19日</p>	<p>写真④</p>  <p>撮影日 H28年10月6日</p>	<p>【縦断図】</p>  <p>水路インバートコンクリート 妻型枠 誘発目地材 控え材</p>

※運用前後の写真は同一地点ではない

## 2.各部会の報告

### 2.3 構造部会での報告

#### (4)トンネル部巡視による調査結果

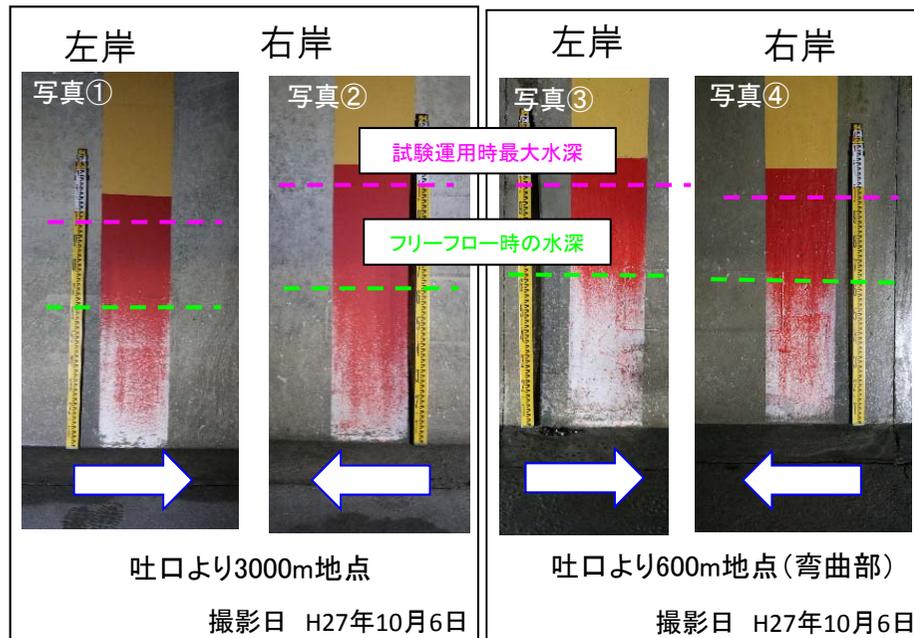
##### (5)トンネル内全体(トンネル側壁部)

- ・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線で確認された。(写真①～写真④)
- ・ペンキ帯のはがれは低標高部ほど顕著となり、最高位置は、最大放流量時の水面の7割程度の0.7m付近に達している(写真③、④)

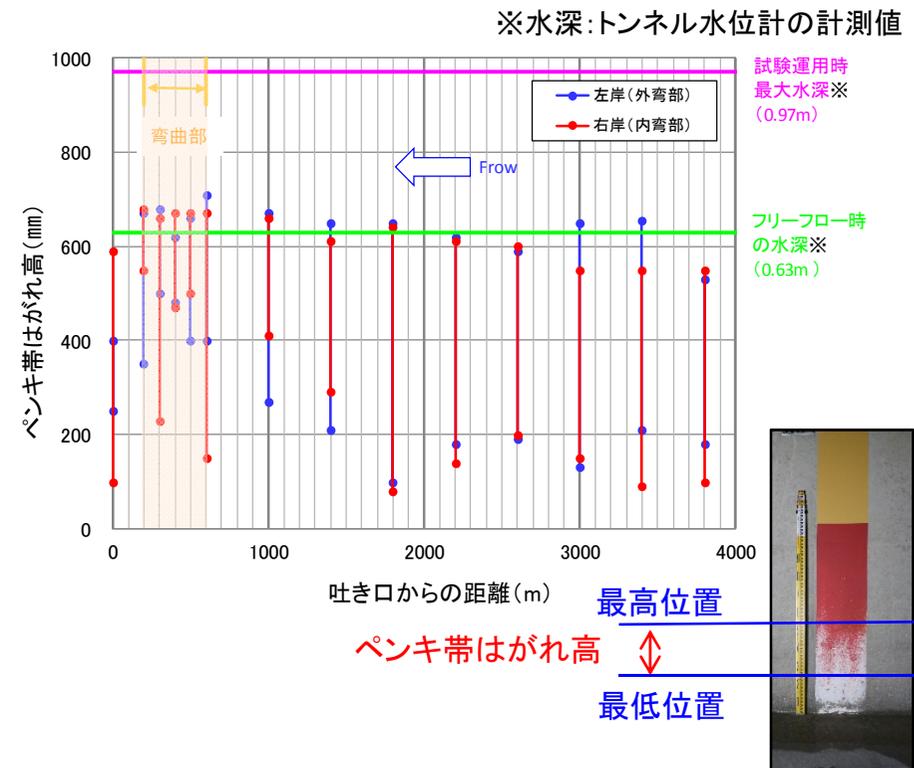
##### (6)側壁部ペンキ帯はがれ高の縦断特性

- ・ペンキ帯はがれ高は、ペンキすべてがはがれている高さを最低位置、一部がはがれている高さを最高位置とした。
- ・底面から100mmから200mmの高さはほぼ全域でペンキがはがれている。
- ・ペンキはがれの最高位置700mm程度で、試験運用時の最大水深の7割程度及びフリーフロー時の水深と同等程度となっている。

#### 側壁部のペンキ帯流出状況



#### 側壁部のペンキ帯はがれ高



## 2.各部会の報告

### 2.3 構造部会での報告

#### (5) 第2回構造部会における主な指摘事項と今後の対応

#### 第2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	
土砂バイパス先行事例調査	旭ダムの事例は参考扱いとし、小洪ダムとして適切な維持管理を行うこと。	小洪ダムの特徴を踏まえた維持管理計画を作成する。	第3回構造部会で報告	
試験運用報告	ゲート操作	フラッシュ放流により閉塞ができない場合の対応を考慮しておく。	閉塞できない場合は、いったん開操作し、フラッシュ放流を繰り返す。 主・副両方が閉じられない場合についての対応を検討する。	第3回構造部会で報告
	水理特性の把握	トンネル内水位計測はどのようにするのか	複数個所の水位計測については検討する。	第3回構造部会で報告
		呑口水位計に流木ハネが与える影響確認はどのようにするのか(流木ハネと呑口間の河床把握等)	呑口水位計の精度を確認する。呑口直上の河床高測定は、その箇所の流速が大きいため、水没させて測定する河床高測定器による実測は困難と考え、運用後の測量結果で評価する。	第3回構造部会で報告
		呑口水位計とトンネル水位計の位置づけについてはどのようにするのか	水位計精度を検証したうえで検討する。	第3回構造部会で報告
		トンネル水位計の出力に関して確認したほうが良い	H28年データは1分毎の平滑化データしかない。機器の使用を確認したうえで、可能であれば平滑化前のデータを整理する。	第3回構造部会で報告
モニタリング計画について	施設の機能別の点検項目の整理をしておくこと	ダム施設としての重要度や機能に着目した点検項目・点検表を整理しモニタリングを行っていく。	第3回構造部会で報告	

## 2.各部会の報告

### (3) 環境部会

## 2.各部会の報告

### 2.4 環境部会での報告

#### (1)平成28年度試験放流による環境変化-1

##### 【土砂バイパス放流時の状況】



## 2.各部会の報告

### 2.4 環境部会での報告

#### (1)平成28年度試験放流による環境変化-2

##### 【土砂バイパス放流時の状況】

##### 第2床固(距離標3k)の状況比較



撮影 H27.11.13 (0.7m<sup>3</sup>/s) ※維持放流量相当



H28.9.21 (9:30~10:00、 30~40m<sup>3</sup>/s) 34

## 2.各部会の報告

### 2.4 環境部会での報告

#### (1)平成28年度試験放流による環境変化-3

【9月21日試験放流時ピーク流量相当(流量50m<sup>3</sup>/s)時の想定冠水域】



## 2.各部会の報告

### 2.4 環境部会での報告

#### (1)平成28年度試験放流による環境変化-4

#### 【平成28年度に実施した環境モニタリング調査の項目】

※赤文字の項目

分類	調査項目	調査期間	備考
物理環境	河床形状	河川測量	平成21・23, 26～28年
	河床材料	容積サンプリング法による調査	平成19～23, 25～28年
		面積格子法による調査	平成28年
		河床材料面分布調査	平成26～28年
		ザクザク度調査	平成28年
	河川景観	航空写真撮影	平成20～28年
	土砂移動	ICタグ付き礫等調査	平成25～28年
水質	濁水・水温調査	平成21～24, 26～28年	平常時・出水時
生物環境	付着藻類	定量採取・分析	平成23, 26～28年
	底生動物	定量採取・分析	平成19, 23～平成28年
	魚類調査	忌避行動調査	平成27年
		定量採取	平成19, 23～28年
	陸域植生	重要種分布調査	平成23, 26～28年
ベルトランセ外調査		平成26～27年	同 横断分布等

## 2.各部会の報告

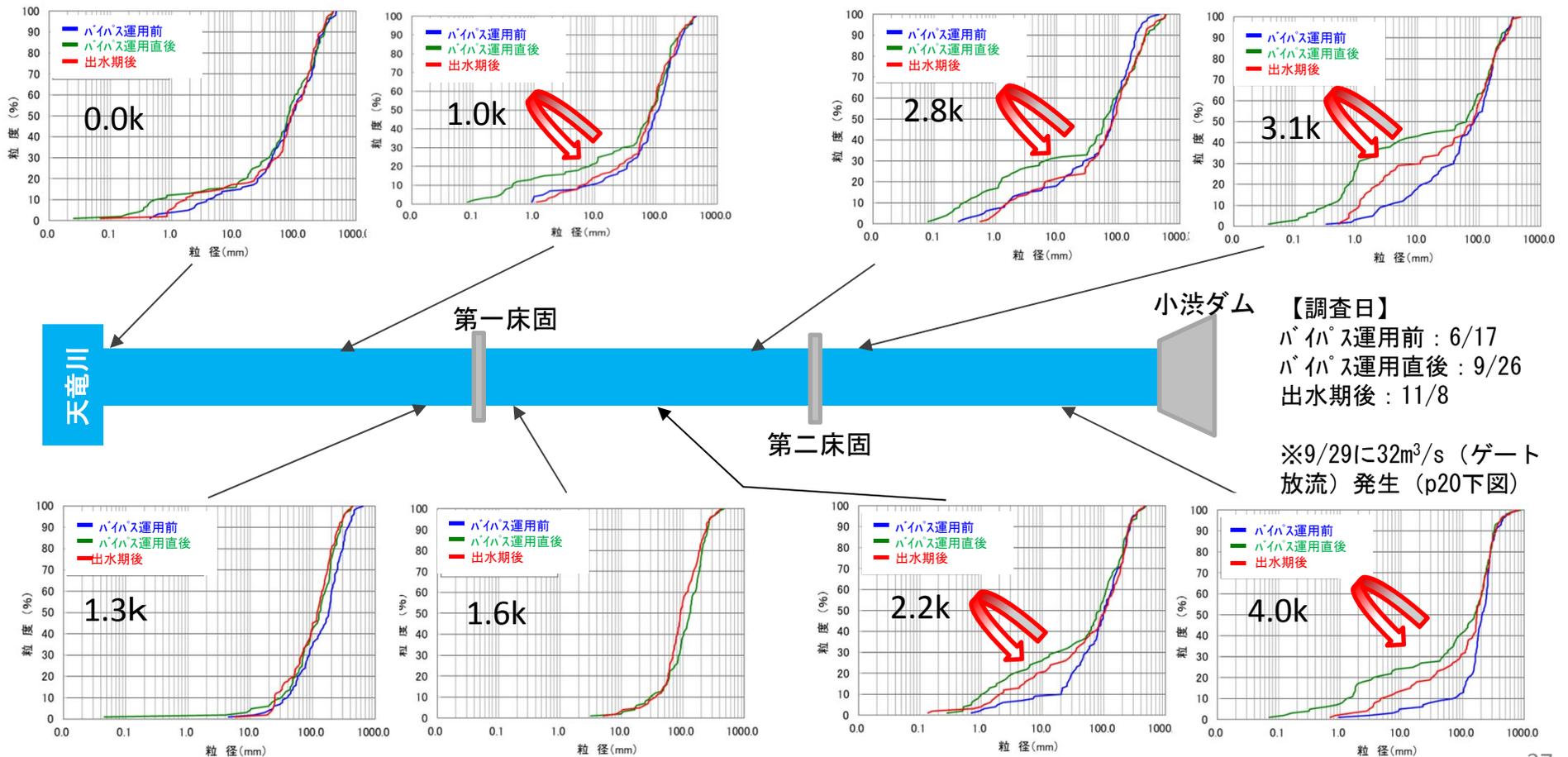
### 2.4 環境部会での報告

#### (1)平成28年度試験放流による環境変化-5

##### 【物理環境(河床材料)の変化】

○土砂バイパス運用直後に2~5mm以下の細粒材料が増加するが、その後のダムゲート放流(Q:約30m<sup>3</sup>/s)などにより減少し、土砂バイパス運用前の構成割合に戻る傾向が、主に区間上流部において見られた(距離標1.0k、2.2k、3.1k、4.0kなど)

※面積格子法による調査結果



## 2.各部会の報告

### 2.4 環境部会での報告

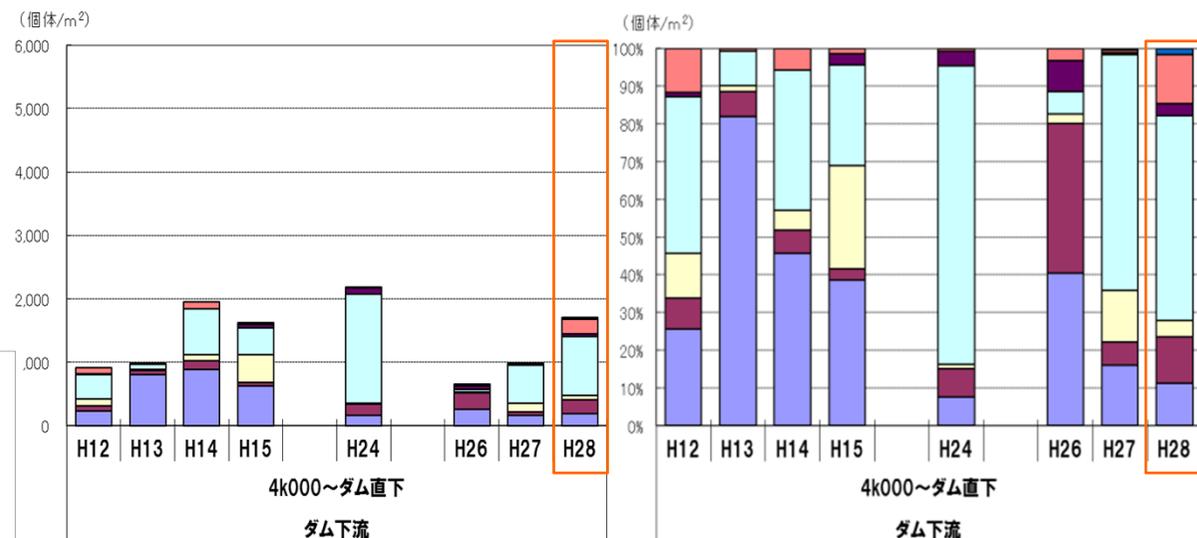
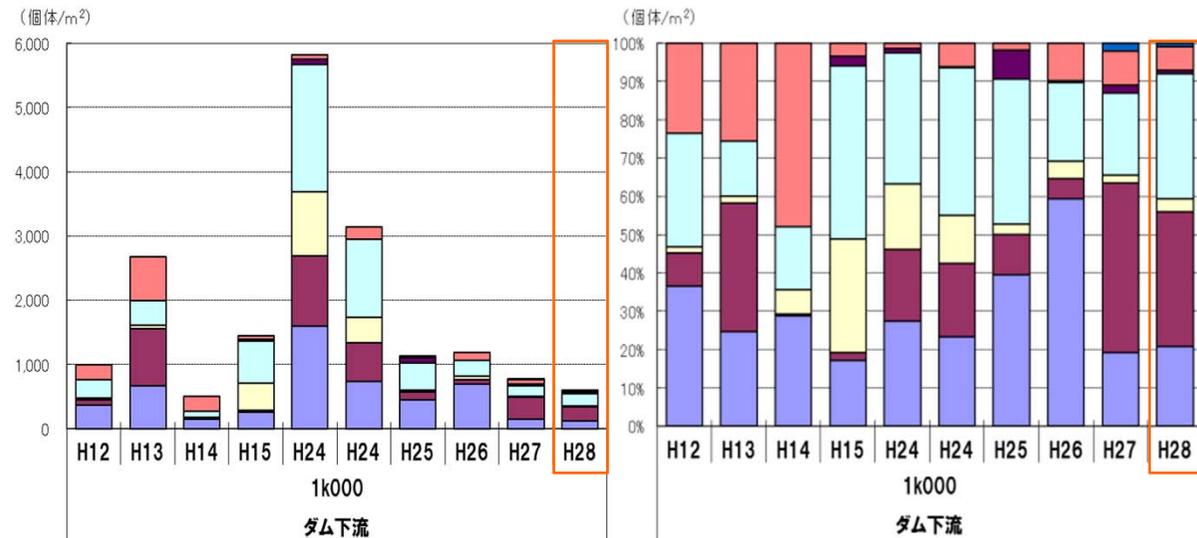
#### (1)平成28年度試験放流による環境変化-6

##### 【生物環境(底生動物)の変化】

- 個体数は、場所別、経年別でも比較的変動がある(図左)。
- 個体数割合では場所および経年的に若干の特徴がみられる(図右)。
- 多くの調査回で、経年的に造網型種の構成割合が多く、ついで匍匐型がみられる。
- 平成28年度の調査結果は、個体数・種数ともに変動の範囲内にある。



□ H28 調査結果



生活型別の個体数(左)及び割合(右)の経年変化

## 2.各部会の報告

### 2.4 環境部会での報告

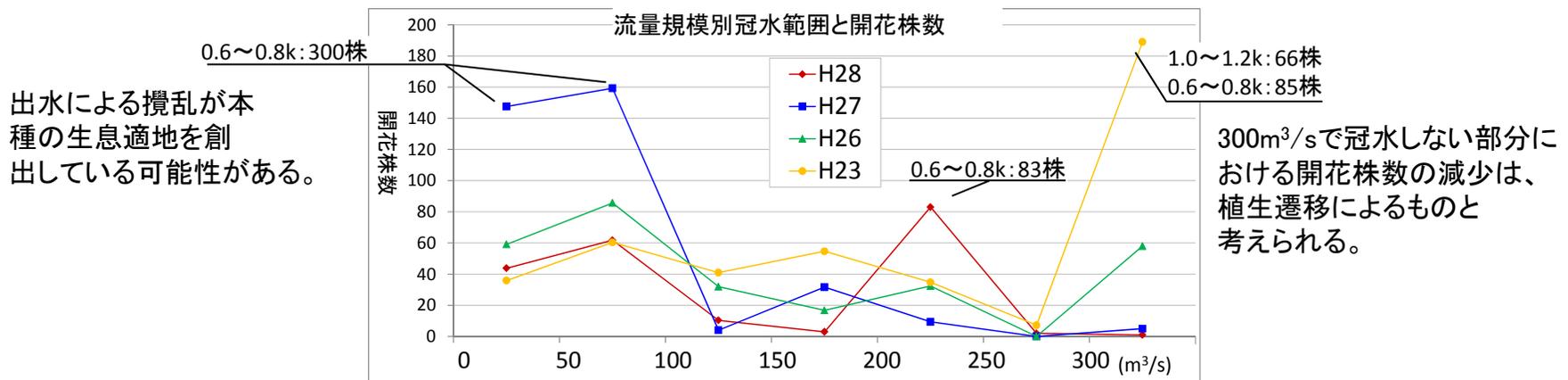
#### (1)平成28年度試験放流による環境変化-7

##### 【生物環境(ツツザキヤマジノギク)の変化】

○冠水流量別に見ると、本種は比較的幅広い冠水条件に生育。

重要種のため種の保存法に則り配布資料ではマスキングを行っています。

流量規模別冠水範囲とツツザキヤマジノギクの確認状況(0.0~2.6k)



## 2.各部会の報告

### 2.4 環境部会での報告

#### (1)平成28年度試験放流による環境変化-8

分類	調査項目	調査結果	
物理環境	河床材料	容積サンプリング法	・河床材料(表層30cm程度の層の材料)に経年的な変化は見られず、また今年度の土砂バイパス試験放流による変化も見られない。
		面積格子法 (平成28年度のみ調査)	・表層の河床材料は、上流を中心に土砂バイパス試験放流直後2~5mm以下の細粒材料の構成比率が増加し、その後に減少する傾向を示した。しかし、放流後2カ月程度経ても放流前の材料には戻っていない。
		面分布調査	・表層の河床材料は、大きな変化が見られないが、特に第2床固上流において砂の堆積が見られた。 ・調査は面積格子法による調査結果を裏付けている。
	河川景観	航空写真撮影	・滞筋の経年的な変化は見られず、また、また今年度の土砂バイパス試験放流による変化も見られない。
	土砂移動	ICタグ付き礫等調査	・平均年最大流量程度の出水(ダム放流)がたびたび発生することで、50mm程度の礫は下流に移動しえる。その距離は最大で2.4km程度となる。
	水質	濁水・水温調査	・平常時のSSは、流入・放流ともに平均で25mg/L程度で経年的に推移する。平成28年度は相対的に高い濃度である。 ・土砂バイパス試験放流時のSSは、バイパス吐口で最大20,000mg/Lだが、下流の葛島警報所(距離標1.3k、区間距離3.5km)では1,800mg/Lに低減する。 ・放流水と流入水の水温は季節変動が見られ、春季から秋季にかけて放流水が流入水より1~3℃程度高い。※参考資料に記載

## 2.各部会の報告

### 2.4 環境部会での報告

#### (1)平成28年度試験放流による環境変化-9

分類	調査項目	調査結果
生物環境	付着藻類	定量採取・分析 <ul style="list-style-type: none"><li>・平成28年度調査による付着藻類は、およそ60m<sup>3</sup>/s以上の出水で減少し、その後生長する傾向を繰り返す。</li><li>・小渋川の藻類量は天竜川の小渋川合流点周辺付近と同様。</li><li>・藻類優占種は主に珪藻類(ツメワカレケイソウ)。</li></ul>
	底生動物	定量採取・分析 <ul style="list-style-type: none"><li>・底生動物数・種数は年変動がある。平成28年度はその変動の範囲内で生息を確認しており、土砂バイパス試験放流後の傾向的な変化は確認できない。</li><li>・ダム下流の個体数の縦断的な特徴は見られないが、種を生活型別でみると、多くの地点で造網型種が優占し下流に至るほど増加する。</li><li>・クラスター分析では、底生動物種の場所的な特徴は見られない。</li></ul>
	魚類調査	定量採取 <ul style="list-style-type: none"><li>・年変動があるものの、小渋川の個体数は下流ほど多い。これは平成28年度も同様であり、土砂バイパス試験放流後の傾向的な変化は確認できない。</li><li>・個体数は、下流域で多く上流域で少ない傾向であり、優占種はウグイやオイカワなどの遊泳魚。底生魚のカワヨシノボリに加えてアカザを第二床固上流の流水区間ではじめて確認。</li><li>・クラスター分析では、魚類種の場所的な特徴は見られない。</li></ul>
	陸域植生	重要種分布調査 <ul style="list-style-type: none"><li>・ツツザキヤマジノギクの開花株数は、過年度より少ないが、主な群落では同等の株数を確認。</li><li>・同種は、多くの株を流量が50～150m<sup>3</sup>/s程度で冠水する箇所を確認。</li></ul>

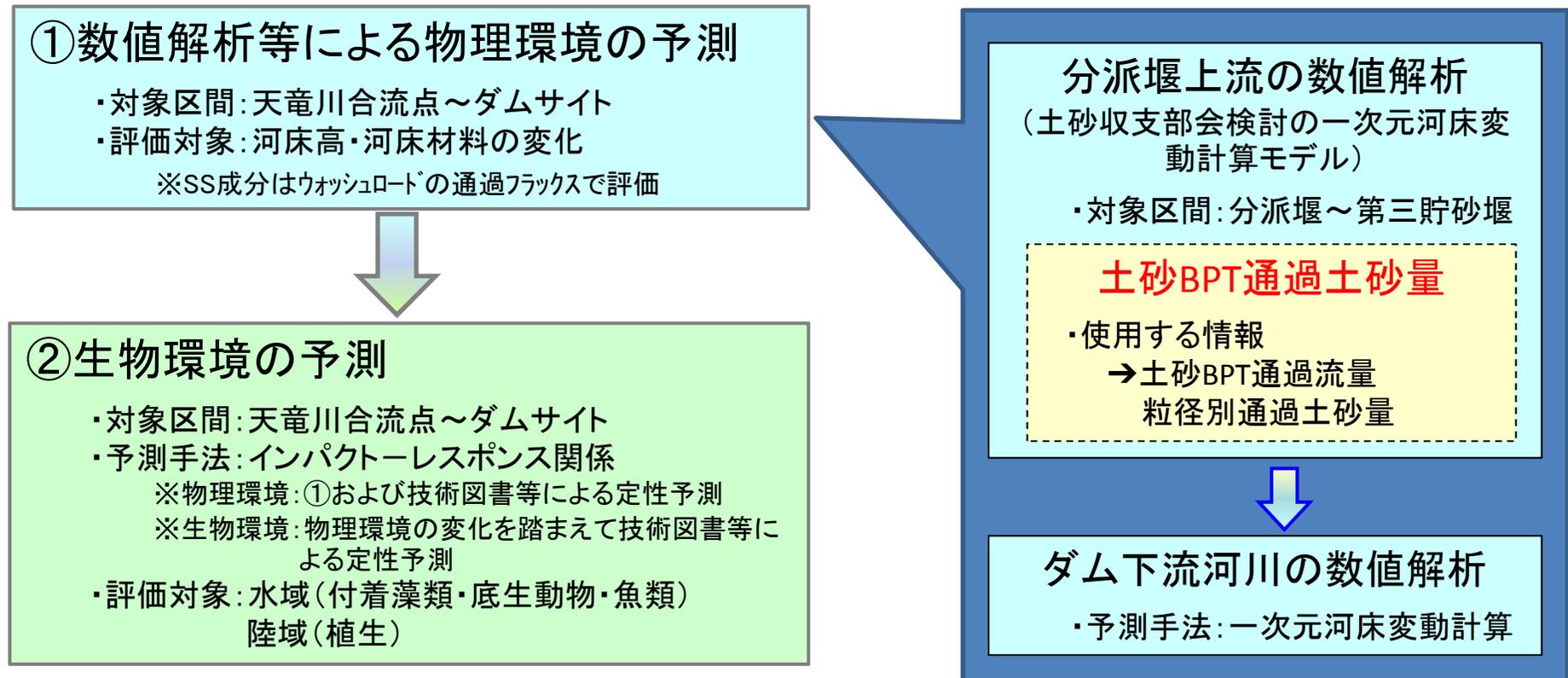
## 2.各部会の報告

### 2.4 環境部会での報告

#### (2)土砂バイパス試験運用による環境変化の予測-1

##### 【環境変化の予測方法】

- 土砂BPTから土砂が流下することによる、生物環境の予測は、①数値解析等による物理環境の予測、②技術図書・研究論文および現地調査を踏まえた生物環境の予測、の流れにより実施。
- 数値解析による物理環境による予測は、河床変動計算により実施。その際のバイパス通過土砂量は、土砂収支部会が検討する分派堰上流の数値解析結果を条件として設定。



環境変化の予測の流れ

## 2.各部会の報告

### 2.4 環境部会での報告

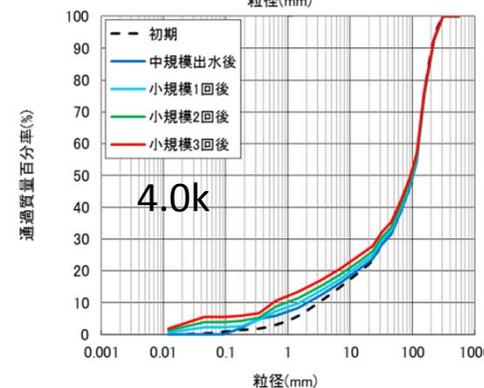
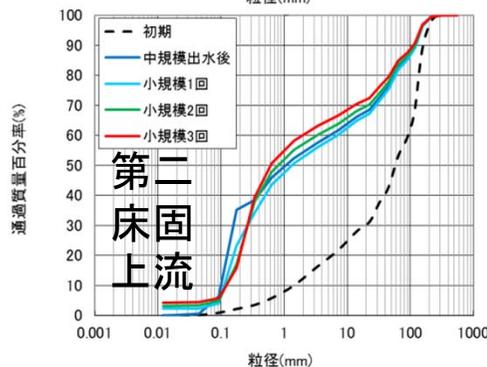
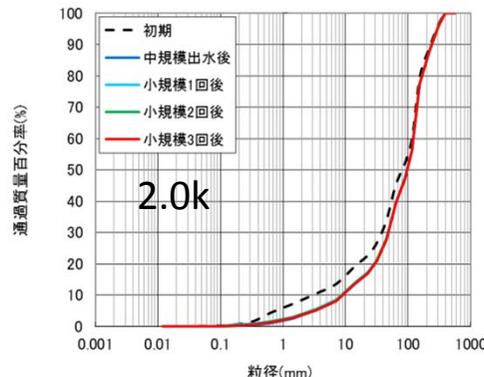
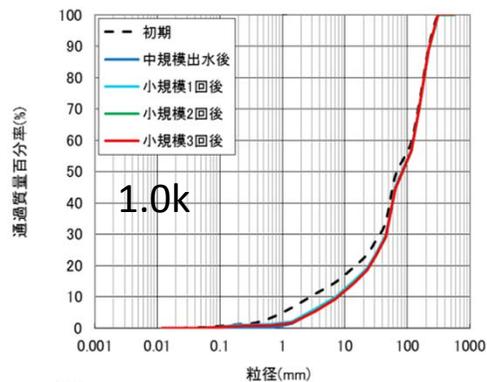
#### (2)土砂バイパス試験運用による環境変化の予測-2

##### 【物理環境の予測結果】

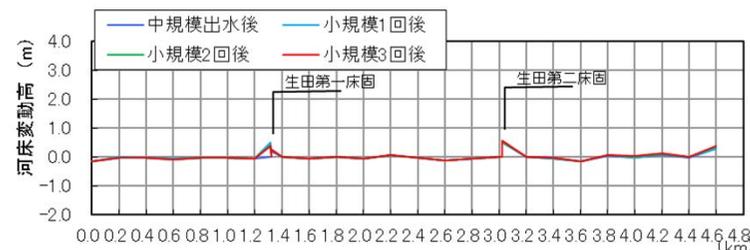
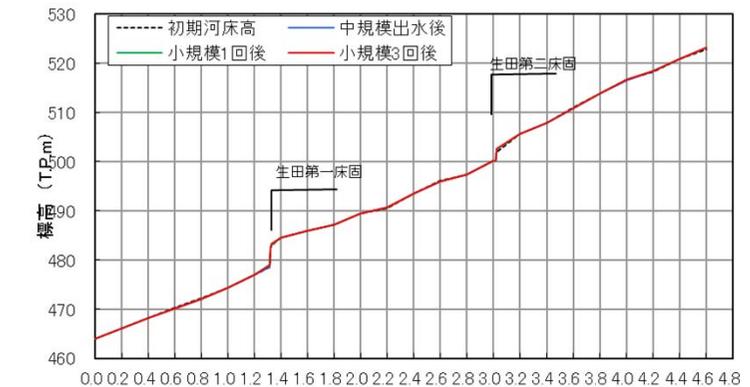
- 中規模出水でも小規模出水でも河床は変動なし。  
(土砂バイパス未考慮時の予測結果と概ね同様)
- 中規模出水(H23.9洪水)後はほとんど変化はないが、4.0kについては小規模出水後に非常にゆっくりと細粒化。
- 小規模出水時の通過土砂量は5,000m<sup>3</sup>程度。

#### 物理環境の予測条件(河床変動計算)

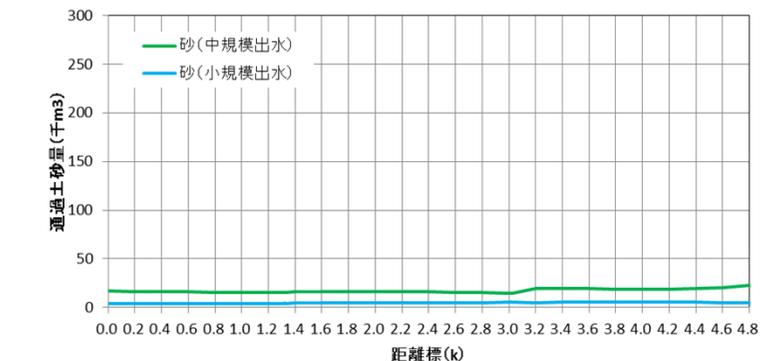
	出水名	ダム流入量	ダム下流流量	分派堰の状態	バイパス流入土砂量
予測計算	H23.9出水(中規模)	250m <sup>3</sup> /s	201m <sup>3</sup> /s	満砂	一次元河床変動計算における分派堰の掃流力、流量見合い
	平成28.9出水(小規模)	110m <sup>3</sup> /s	89m <sup>3</sup> /s		



中規模出水+小規模出水3回後の粒径の変化



中規模出水+小規模出水3回後の河床変動



中規模出水+小規模出水3回後の通過土砂量

## 2.各部会の報告

### 2.4 環境部会での報告

#### (2)土砂バイパス試験運用による環境変化の予測-3

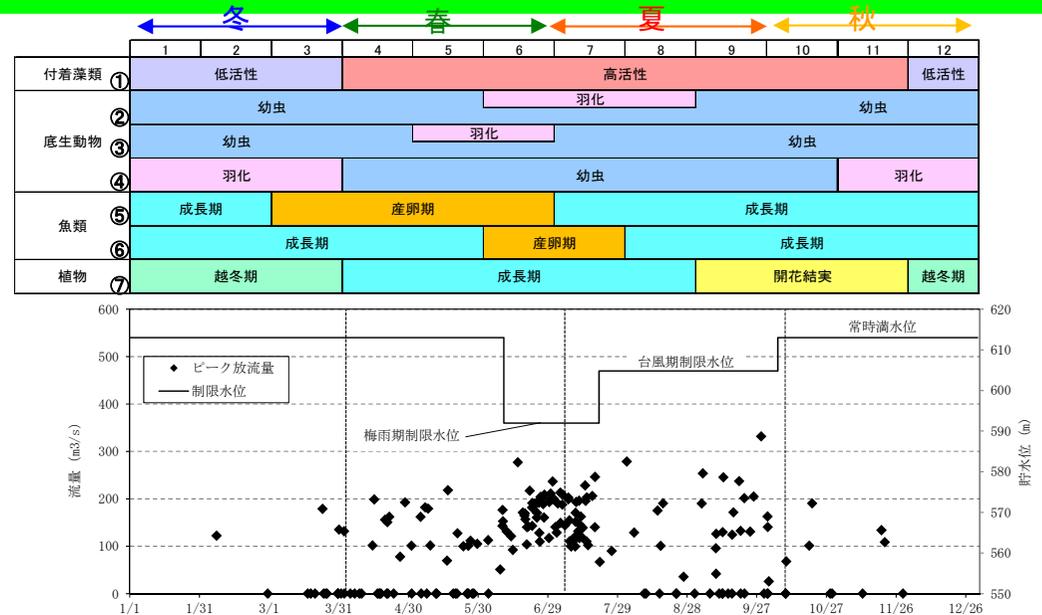
#### 【生物環境の影響の視点と仮定】

○季節毎のダム放流量は、梅雨期に200m<sup>3</sup>/s程度と多く、台風期が最大(上図)。

○各生物の生活史と影響の程度は以下を仮定し設定(下表)。

[仮定]

- ・付着藻類:活性が落ちる時期の出水の影響が大きい
- ・底生動物:羽化したあとは影響が少なく、水中で生息している時は影響が大きい
- ・魚類:産卵期は影響が大きい
- ・植物:種子の散布ができなくなることから影響が大きい



分類	種名	出水による影響				選定理由
		春	夏	秋	冬	
付着藻類	①珪藻綱 (ツメワカレケイソウ)	小	小	小	中	優占する珪藻から代表的な1種を選定
底生動物	②ウルマーシマトビケラ (大型)	大	中	中	大	個体数等が多かった大型種・中型種・小型種から選定
	③シロタニガワカゲロウ (中型)	大	中	中	大	
	④ヤマユスリカ亜科 (小型)	大	大	大	小	
魚類	⑤ウグイ	大	中	中	中	個体数が多かった遊泳魚・重要種の底生魚から選定
	⑥アカザ	中	大	中	中	
植物	⑦ツツザキヤマジノギク	中	中	小	中	重要種から選定

## 2.各部会の報告

### 2.4 環境部会での報告

#### (2) 土砂バイパス試験運用による環境変化の予測-4

#### ※中規模出水発生時

##### 土砂BPT運用前(バイパスなし)

※水域-1：第2床固下流および第1床固から天竜川までの区間  
 ※水域-2：ダム直下から第2床固までの区間および第1床固上流

時点 (インパクト)		物理環境			生物環境		
		河床材料	河床形状	水質	付着藻類	底生動物	魚類
梅雨期	水域-2	変化は小床固直上流のみ細粒材料が若干増加	変化は小瀬淵の単調な状態	ピーク濃度は流入水に対して低減 長期濁水放流	中規模出水による流水摩擦で剥離し藻類が減少	中規模出水で流され底生動物が減少	中規模出水で流され魚類が減少
	水域-1	変化は小細粒材料が若干減少	変化は小、若干低下 瀬淵は単調な状態	ピーク濃度は流入水に対して低減 長期濁水放流	その後、再生長(元の状態に近づく)	床固上下流では材料に適応した種組成で回復	流下した個体が回復し出水前に近づく
台風期	水域-2	変化は小床固直上流のみ細粒材料が若干増加	変化は小瀬淵の単調な状態	ピーク濃度は流入水に対して低減 長期濁水放流	中規模出水による流水摩擦で剥離し藻類が減少	中規模出水で流され底生動物が減少	中規模出水で流され魚類が減少
	水域-1	変化は小細粒材料が若干減少	変化は小、若干低下 瀬淵は単調な状態	ピーク濃度は流入水に対して低減 長期濁水放流	その後、再生長(元の状態に近づく)	床固上下流では材料に適応した種組成で回復	流下した個体が回復し出水前に近づく

#### 土砂BPT運用後

##### 土砂BPT運用後(バイパスあり)

時点 (インパクト)		物理環境			生物環境		
		河床材料	河床形状	水質	付着藻類	底生動物	魚類
梅雨期	水域-2	細粒材料が増加	河床高は上昇 瀬淵は多様化	ピーク時に高濃度が流下濁水期間が若干減少	中規模出水による流水摩擦に加えて土砂の摩擦で剥離し藻類が減少	中規模出水で流され底生動物が減少	中規模出水で流され魚類が減少
	水域-1	変化は小細粒材料が若干減少	変化は小瀬淵は単調な状態	ピーク時に高濃度が流下濁水期間が若干減少	その後、再生長(元の状態に近づく)	細粒材料が増加した箇所ではウルマーシマトビケラ(造網型)などの種が減少するが、細粒材料の掃流とともに元の状態に近づく	細粒材料が増加した箇所にアカザ産卵が行われた場合、孵化に影響が生じ、区間全体の個体数が若干減少する 細粒材料に適応した種が増加
台風期	水域-2	細粒材料が増加	河床高は上昇 瀬淵は多様化	ピーク時に高濃度が流下濁水期間が若干減少	中規模出水による流水摩擦に加えて土砂の摩擦で剥離し藻類が減少	中規模出水で流され底生動物が減少	中規模出水で流され魚類が減少
	水域-1	変化は小細粒材料が若干減少	変化は小瀬淵は単調な状態	ピーク時に高濃度が流下濁水期間が若干減少	その後、再生長(元の状態に近づく)	細粒材料が増加した箇所ではヤマユスリカなどの種が維持または増加する	細粒材料に適応した種が増加

赤字：現状(土砂BPT運用前(時点3))とは異なる変化を示すと考えられる項目

## 2.各部会の報告

### 2.4 環境部会での報告

#### (3) 平成29年度の環境モニタリング調査計画

○土砂バイパスの試験運用は平成28年度から始められており、試験運用後の環境調査データが1ヶ年しか存在しないことから、基本的に平成28年度の調査項目を継続して実施する。

○将来的には、生じる出水の規模と環境変化との関係を蓄積・分類し、把握すべき現象を出水直後に絞り込む(調査の実施目的の明確化)ことが可能となるようにしていくことで、調査方法の重点化・簡略化を目指す。

区分	調査項目		目的	調査手法	調査地点	調査時期頻度				備考
						春季	夏季	秋季	冬季	
物理環境	河床形態	河床形状	河川測量	河床形状の把握	レーザー測量	距離標200m毎			①	
		河床材料	粒径調査	河床材料の粒径変化を定量的に把握	容積サンプリング法	ダム下流8地点 ダム上流4地点			①	
			表層材料粒径調査	生物生息場としての表層の粒径変化を定量的に把握	面積格子法	ダム下流9地点		① ④ ⑤		
	河川景観	航空写真撮影	河床材料や滞筋位置、植生の状況などを面的に把握	ラジコンヘリによる写真撮影	ダム下流の小渋川全域			①		
	水質	平常時水質	濁水	平常時の小渋川水質特性の把握	定期採水、水温計測	ダム上流(流入河川) ダム下流(ダム放流)			②	濁水調査は土砂収支部会と連携
			水温							
	出水時水質	濁水	出水時の小渋川水質特性把握	出水時採水、水温計測	ダム上流(流入河川) ダム下流(ダム放流) 天竜川、片桐松川			③	濁水調査は土砂収支部会と連携	
生物環境	付着藻類	定量採取・分析	付着藻類の年間特性把握 出水時の剥離更新の把握 等	コドラート調査	ダム下流2地点 ダム上流1地点			②		
	底生動物	定量採取・分析	土砂環境の変化をとらえやすい生物として代表的に実施	サーバネット等 (水国に準拠)	ダム下流8地点 ダム上流地点1地点 天竜川2地点			①		
	魚類	定量採取	魚類相の把握および重要種の生息状況把握	投網等 (水国に準拠)	ダム下流8地点 ダム上流1地点 天竜川2地点			①		
	陸域植生	重要種調査	重要種ツツザキヤマジノギクの確認調査	ライン調査(H23度調査に準拠)	ダム下流の小渋川全域 ダム上流の小渋川			①		

調査時期頻度の凡例 ①:出水期後、②:毎月1回(平常時)、③:出水中、④出水後、⑤その他

## 2.各部会の報告

### 2.4 環境部会での報告

#### (4) 第4回環境部会における主な指摘事項と今後の対応

#### 第4回環境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
H28モニタリング調査結果	既往の河床材料や付着藻類調査結果などを用いて、土砂バイパス試験運用前の環境を補足的に分析すること。	既往データと今後蓄積されるデータについてさらに分析する。	第5回環境部会で報告
土砂バイパス試験運用による環境変化の予測	モニタリング手法、解析手法の選定方法が今後の課題である。数値計算に加えて経年的な航空写真の比較などにより、河床材料や瀬・淵などの面的な変化を把握すること。	小洪川に適したモニタリング手法、解析手法について、再考する。	第5回環境部会で報告
	河床形態の変化予測は、各区間における典型的なユニット抽出し、その変化を定性的に調査・分析するなど、工夫すること。	典型的なリーチを抽出し、調査と予測を実施する。	第5回環境部会で報告
	インパクト・レスポンス(IR)の関係については、もう少しシンプルに整理し、それらの事象を把握したうえで、詳細な変化を予測・把握すること。	上記の観点を踏まえて、IR関係を大きな視点をもって簡易的に整理する。	第5回環境部会で報告
H29モニタリング調査計画	SS調査の方法や得られた結果の妥当性などを検証したうえで、調査を実施すること。	過去の調査方法を確認したうえで調査を継続実施する。	第5回環境部会で報告
	H28に終了した調査についても大規模出水が発生した場合に調査を実施するか検討すること。	出水の規模や土砂BPの運用状況等を踏まえて、必要に応じて調査を実施する。	第5回環境部会で報告

### 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"><li>・洪水調節機能の確保</li><li>・開操作・閉操作時の操作性の確認</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・操作運用全般</li></ul>	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"><li>・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</li><li>・バイパス機能の確認</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・流入量及びバイパス流量の観測</li><li>・バイパス土砂量の観測</li></ul>	土砂収支部会
③環境影響	<ul style="list-style-type: none"><li>・土砂バイパストンネルによる環境影響の把握</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・下流河道生態系</li><li>・水質</li></ul>	環境部会
④土砂挙動	<ul style="list-style-type: none"><li>・土砂バイパストンネルの維持管理</li><li>・分派堰及び第3貯砂堰の土砂堆積状況の把握</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・構造物損傷・摩耗状況</li><li>・土砂堆積状況</li></ul>	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	H28年度		H29年度		
	調査内容	調査範囲および地点			
土砂収支の把握	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(小渋ダム～5.2k)			
		減勢工内			
		小渋ダム下流(0.0k～4.6k)			
	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	模型実験により設定した分派湖内の6箇所		
		減勢工内	減勢工内の上流側、下流側の2箇所		
		小渋ダム下流(0.0k～4.6k)	0.0k、1.0k、1.6k、2.8k、3.1k、3.4k、4.0kの7箇所		
	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)		同左	
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				
			調査地点については堆砂状況を確認のうえで選定する		

### 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

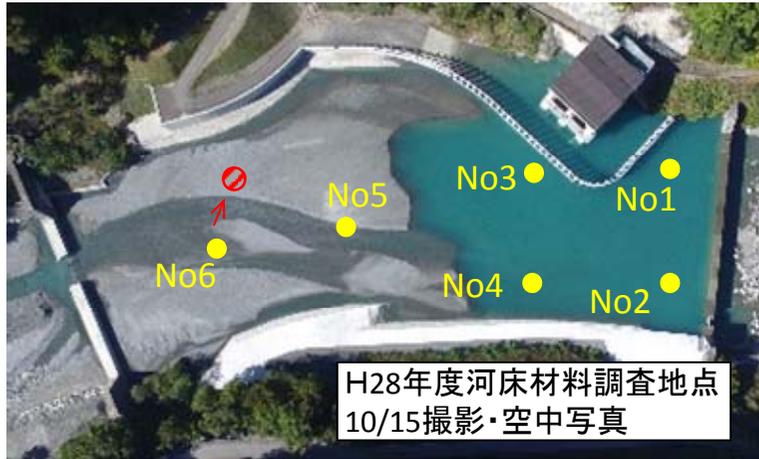
##### 施設構造、環境変化に関するモニタリング

目的	H28年度			H29年度	
	調査内容	調査範囲および地点			
施設構造の検証	映像(CCTV)による状況把握	呑口部 トンネル部	副ゲートカメラ、主ゲートカメラ、主ゲート下流カメラ、トンネル天端カメラ(管理用トンネル接続部)	カメラによる監視 ゲート下流0mカメラ ゲート下流300mカメラ(トンネル水位計近傍)	
		吐口部	トンネル吐口カメラ	同左	
	構造物の損傷状況調査	トンネル内	200mピッチ(弯曲部は100m)でペンキの帯を塗布し、周辺の誘発目地等、局所的な損傷の有無を記録		400mピッチ(弯曲部は100m)でペンキの帯を復旧し、目地の状況を把握(目地開き幅を横断3点で計測)
		呑口部分	流木ハネ、放流設備ライニング、ゲートまわり		同左
		吐口部	水叩き(放水路部)、減勢工		
	放流量の検証	トンネル内水位		トンネル内水位計+トンネル内痕跡水位	
	損傷量の定量的把握	トンネル内	1mピッチで横断測量		同左
環境変化把握 (物理環境)	河床形態(測量)	小渋ダム下流(0.0k~4.6k)		同左	
	河床形態(河床材料)	小渋ダム下流(0.0k~4.6k)	0.0k、1.0k、1.6k、2.8k、3.1k、3.4k、4.0kの7箇所	同左	
	河川景観(航空写真撮影)	小渋ダム下流(0.0k~4.6k)		同左	
	水質(濁度・水温)	平常時	桶谷橋、管理橋		同左
		出水期	桶谷橋、管理橋、天竜橋(天竜川:小渋合流前)、台城橋(天竜川:小渋合流後)、片桐松橋(天竜川支川)		同左
環境変化把握 (生物環境)	付着藻類(定量採取・分析)	ダム下流:1.0k、4.0k      ダム上流:生田堰堤上流		同左	
	底生動物(定量採取・分析)	ダム下流:1.0k、4.0k、第一床固上下流、第二床固上下流		同左	
	魚類(定量採取・分析)	ダム上流:生田堰堤上流      天竜川:天竜橋、宮ヶ瀬橋			
	陸域植生(重要種目視確認)	小渋ダム~天竜川合流点の全域		同左	

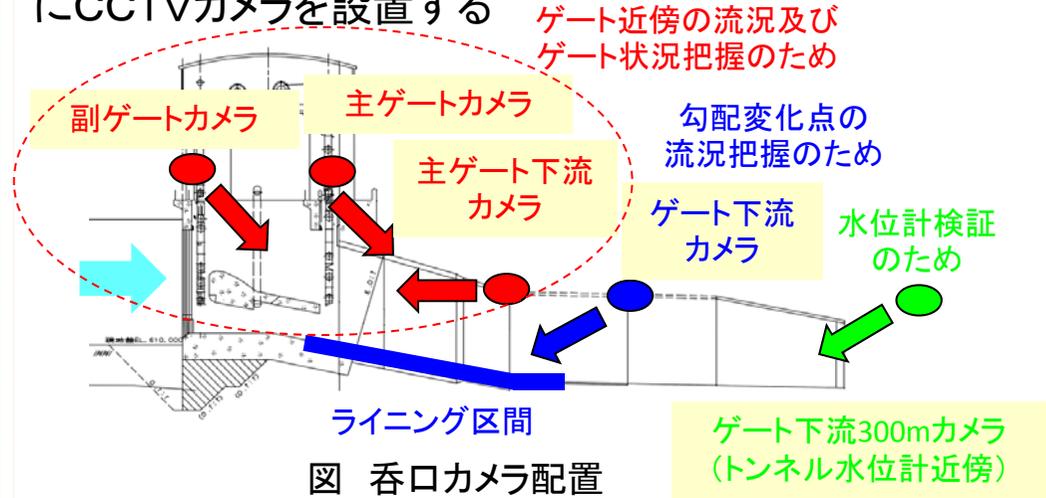
### 3.モニタリング調査計画（案）

#### 3.2 モニタリング計画の見直し

①分派湖内の河床材料調査地点をNo1～No6で固定していたが、堆砂状況を確認のうえで調査地点を選定する



②構造物の機能確認及び損傷の要因を把握するための出水中の監視地点として、ゲート近傍及びトンネル内にCCTVカメラを設置する



③400mピッチ(弯曲部は100m)でペンキ帯を復旧する。また、400mピッチ(弯曲部は100m)で目地の状況を把握する(目地開き幅を横断3点で計測)

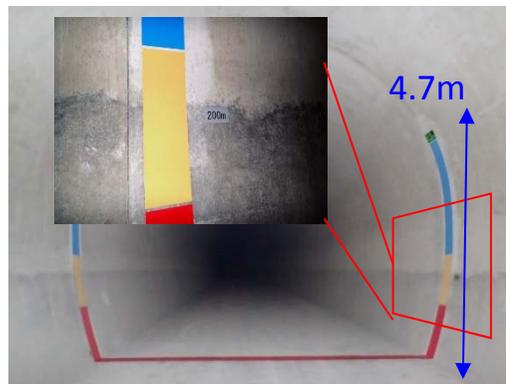
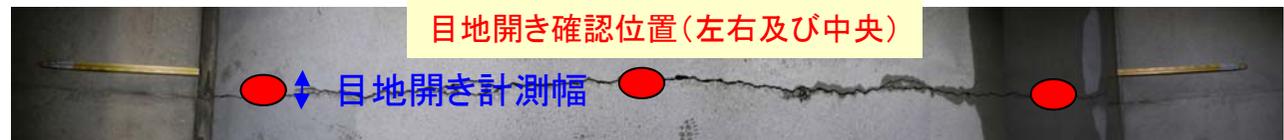
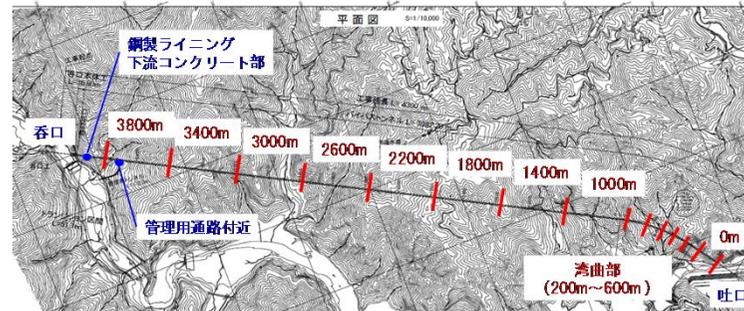


写真 ペンキの帯塗布例



目地の状況確認



定点観測位置

## 4.平成29年度の試験運用方法について

### 平成29年の試験運用方法

運用項目	運用の方針
	H29年度
バイパス開始 及び閉鎖流 量	<ul style="list-style-type: none"><li>・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</li><li>⇒バイパス土砂量をモニタリング</li><li>・利水容量を確保し、発電放流に影響のない範囲で運用</li></ul> <p style="text-align: center;">※H28年度と同様</p>
分派堰上流 河床高	<ul style="list-style-type: none"><li>・出水期前にできるだけ河床高を下げておく(維持掘削を実施)</li><li>⇒第3貯砂堰上流から流下してくる土砂量(粒径)を把握するため、できるだけ空の状態に近づけておく</li></ul>