

天竜川ダム再編事業
恒久堆砂対策工法検討委員会
第6回委員会

資料

令和2年2月6日
浜松河川国道事務所

目次

1.	委員会規約	…	2
2.	第5回委員会までの確認事項	…	4
3.	上流ダム群の排砂操作を考慮した場合の恒久堆砂対策	…	9
4.	実行可能性調査	…	15
5.	今後について	…	45

1. 委員会規約(一部改正)

1. 委員会規約

天竜川ダム再編事業恒久堆砂対策工法検討委員会 規約

(名称)

第一条 本会は、「天竜川ダム再編事業恒久堆砂対策工法検討委員会」(以下「委員会」という。)と称する。

(目的及び設置)

第二条 委員会は、天竜川ダム再編事業の恒久堆砂対策施設の具体化に向け、佐久間ダムに流入する土砂の適切な処置が可能な工法について、専門家からの意見・助言を聴くことを目的として開催し、浜松河川国道事務所長(以下「事務所長」という。)が設置する。

(組織等)

第三条 委員は別紙のとおりとし、事務所長が委嘱する。
 2 委員の任期は前条の目的が達成されるまでの間とする。
 3 委員会には委員長を別紙のとおり置くこととし、委員長は委員会議事の進行と総括を担うものとする。
 4 委員会には事務局を浜松河川国道事務所(以下「事務所」という。)に置くこととし、事務局は委員会の事務を担うものとする。
 5 委員以外の専門家を委員会へ招請する必要がある場合は、事務所長が委員長の確認を得て行うものとする。

(会議)

第四条 委員会の開催は原則公開とし、委員会資料及び議事要旨を事務所のホームページで公表する。
 2 特許に関わる情報など公表に適さない事項は、委員長の確認を得て公表する委員会資料から除外する。
 3 議事要旨は、事務局が委員長の確認を得て公表する。

(雑則)

第五条 この規約の改正は、委員会に諮り行う。
 2 この規約に定めるもののほか、委員会の運営に関して必要な事項は、委員長が委員の意見を聴いて定める。

附 則

(施行期日)

この規約は、平成28年2月25日から施行する。

(一部改正)

平成28年8月19日(委員名簿)
 平成29年11月7日(委員名簿)
 平成31年1月15日(委員名簿)
 令和2年2月6日(委員名簿)

委員名簿 (規約第三条第1項関係)

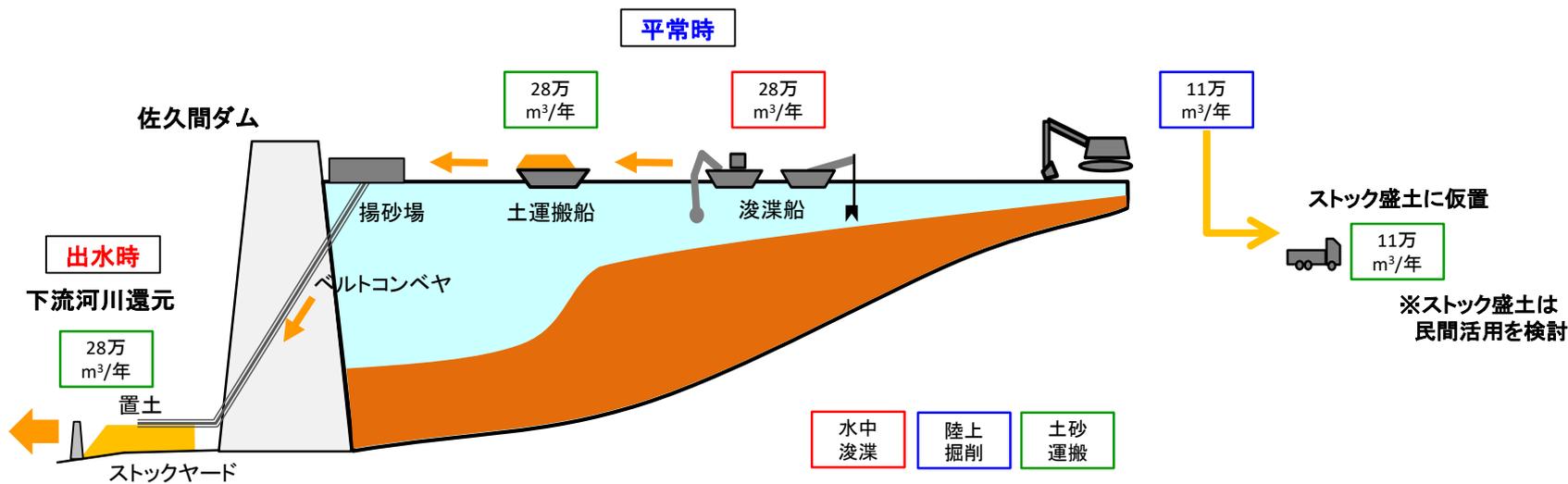
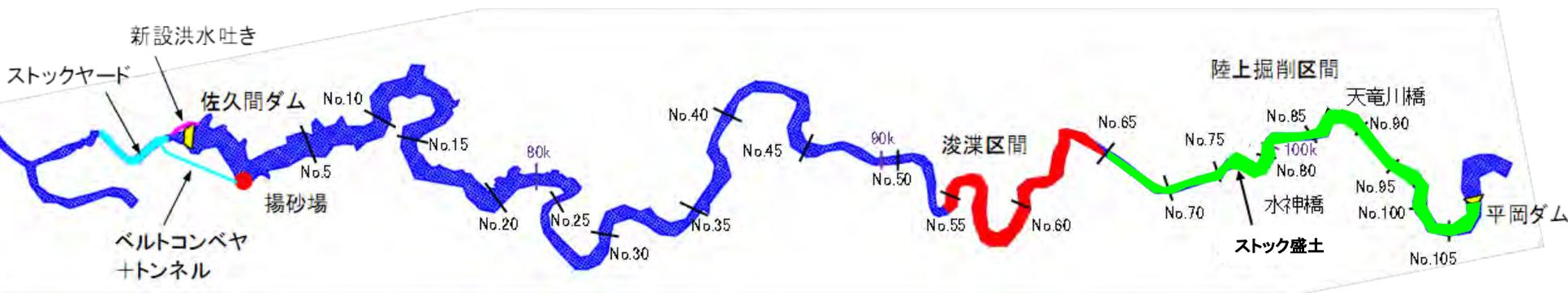
氏名	所属等	備考
石神 孝之	国立研究開発法人 土木研究所 水工研究グループ 上席研究員	
鈴木 徳行	名城大学 名誉教授	
角 哲也	京都大学 教授	委員長
諏訪 義雄	国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川構造物管理研究官	
戸田 祐嗣	名古屋大学大学院 教授	
早川 博之	電源開発株式会社 土木建築部 部長代理	
福濱 方哉	国土技術政策総合研究所 河川研究部 水環境研究官	
藤田 裕一郎	岐阜大学 名誉教授	

五十音順、敬称略
 ※下線は変更箇所

2. 第5回委員会までの確認事項

2-1 恒久堆砂対策の概要(第5回検討委員会までの堆砂対策)

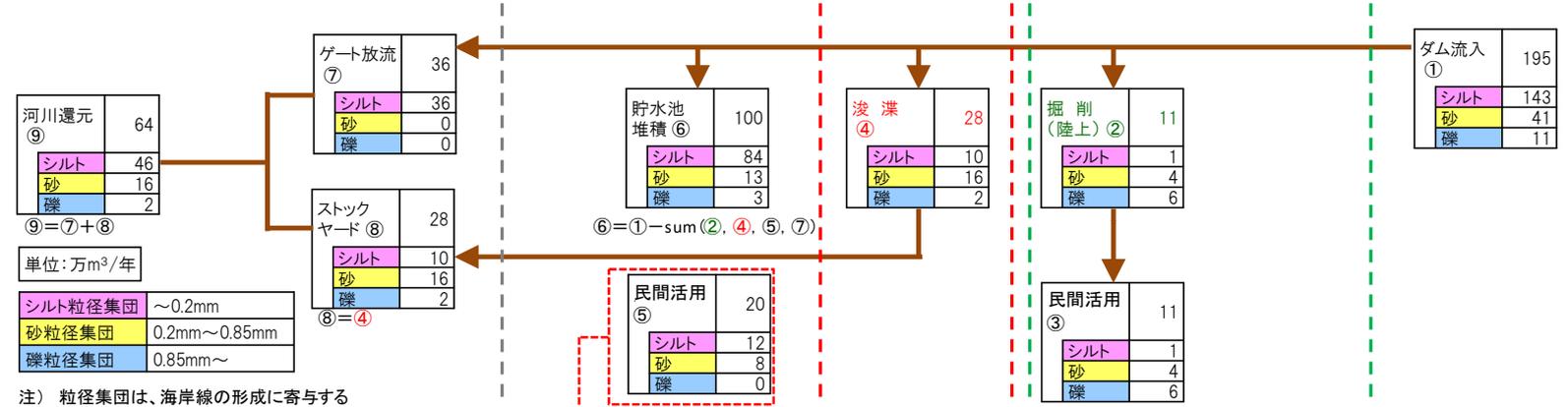
- 佐久間ダム堆砂対策施設の全体配置は以下に示すとおりである。



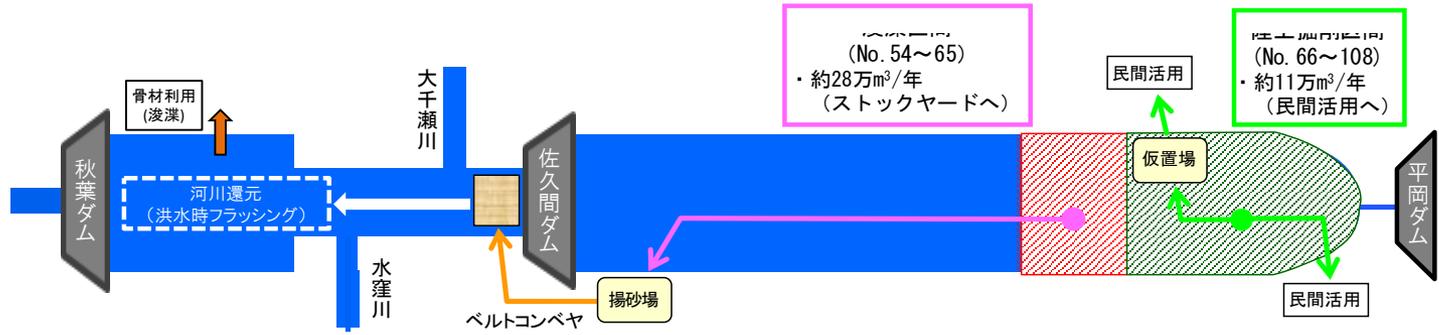
2-2 堆砂対策量の土砂収支(第5回検討委員会までの堆砂対策)

- ダム下流のストックヤードに28万m³/年の土砂還元(砂成分は16万m³)。

土砂収支図



民間業者による採取量は、これまでの実績による想定数量であり、ここで提示している以上に採取することも充分に可能と考えている。



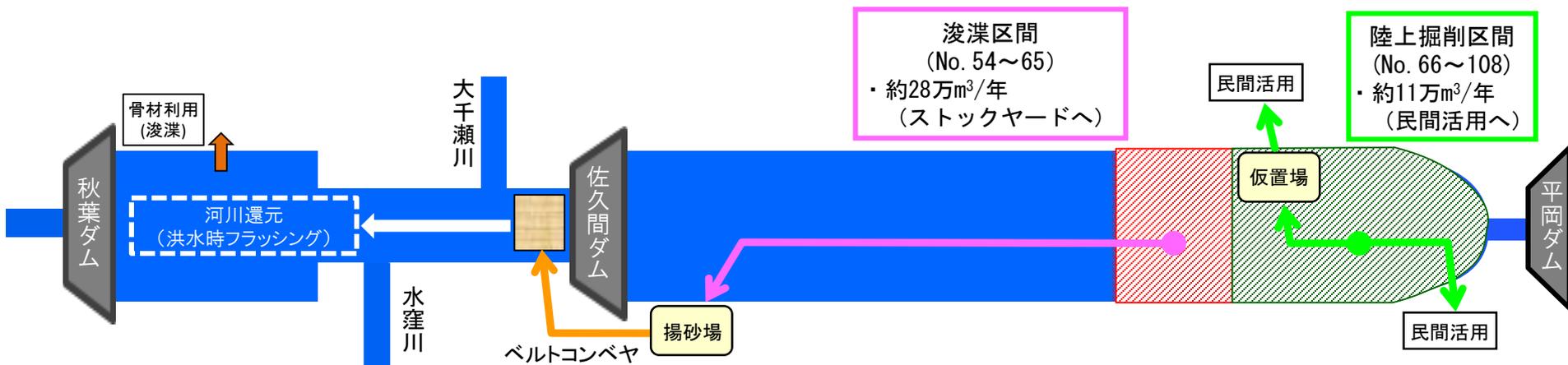
堆砂対策量

単位: 万m³/年

	堆砂対策量		
		河川還元	系外搬出
浚渫	28	28	なし
掘削(陸上)	11	0	11 (民間業者引渡)
計	39	28	11

注) 土砂収支のシミュレーションは1次元河床変動計算により、期間はS54~H23の33年間×3+S54の100年間とした。

- ダム流入土砂量は、上流域3ダム(美和、小渋、松川)堆砂対策施設の運用による排砂を見込んでいない。
- 数値は今後の精査等により変更する場合もある。



①掘削(陸上) 施工機械

作業段階	施工機械	規格	規模
掘削(陸上)	バックホウ	1.4m ³ 級	3台
	ダンプトラック(民間業者)	10t	2台
	ダンプトラック(仮置場)	10t	10台

②浚渫 施工機械

作業段階	施工機械	規格	規模
浚渫	グラブ浚渫船	鋼 D5.0m ³ 級	1隻
		鋼 D2.5m ³ 級	1隻
土砂運搬船	土運搬船	650m ³ 級	3隻
		300m ³ 級	3隻
	押船	1000PS級	2隻
		600PS級	2隻

③揚砂場

作業段階	施工機械	規格	規模
揚砂	アンローダ	500t	1基
ストックパイルへ運搬	ホイールローダ	7m ³	1台
	ダンプトラック	12t級	2台
ストックパイル敷均	ブルドーザ	21t級	1台
ベルトコンベヤへ投入	ホイールローダ	7m ³	1台

④ベルトコンベヤ

作業段階	施工機械	規格	規模
土砂運搬	トンネル	2.7m × 2.7m(幌型)	1,290m
	ベルトコンベヤ	W=1,050mm	1,440m

⑤ストックヤード

作業段階	施工機械	規格	規模
土砂運搬	ホイールローダ	7m ³	1台
	ダンプトラック	32t	3台
敷均	ブルドーザ	21t級	2台

3. 上流ダム群の排砂操作を考慮した場合の恒久堆砂対策

【報告事項】

- 堆砂対策土砂量と土砂収支
- 堆砂対策施設の配置
- 維持管理費

4. 実行可能性調査

【確認事項】

- 下流ストックヤードの小規模出水用水路の設計条件
- 下流端堰の位置

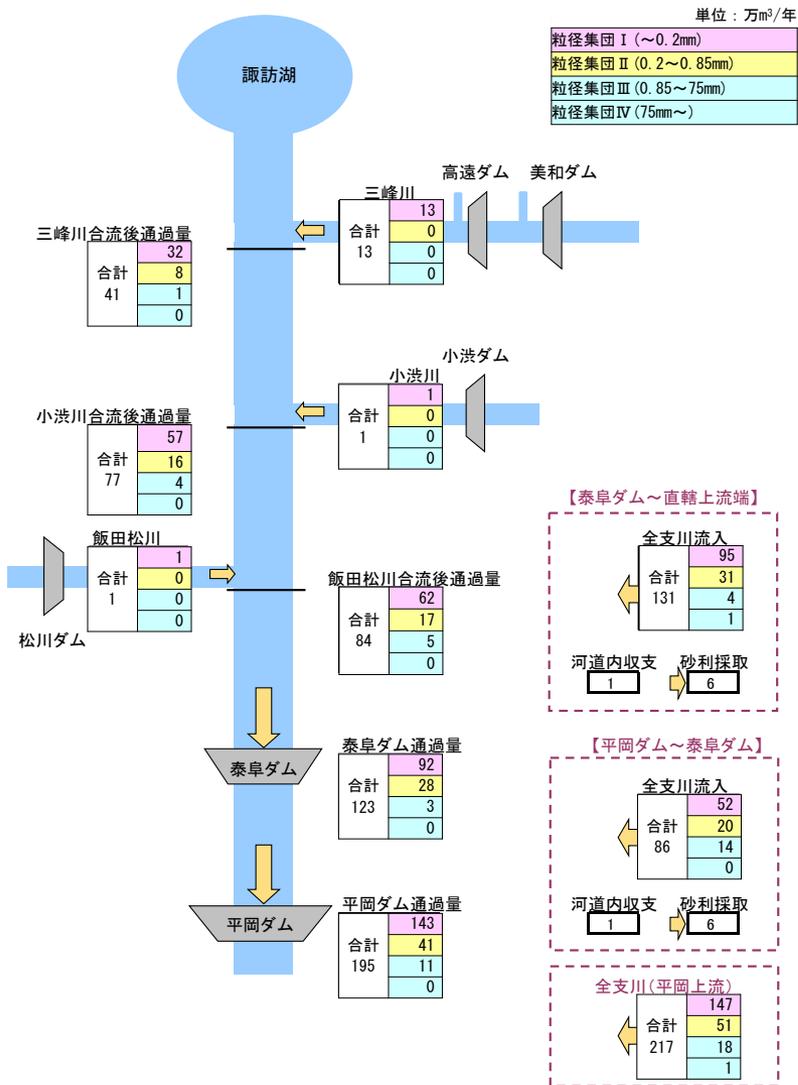
【報告事項】

- 置土実験(これまでの実験結果)

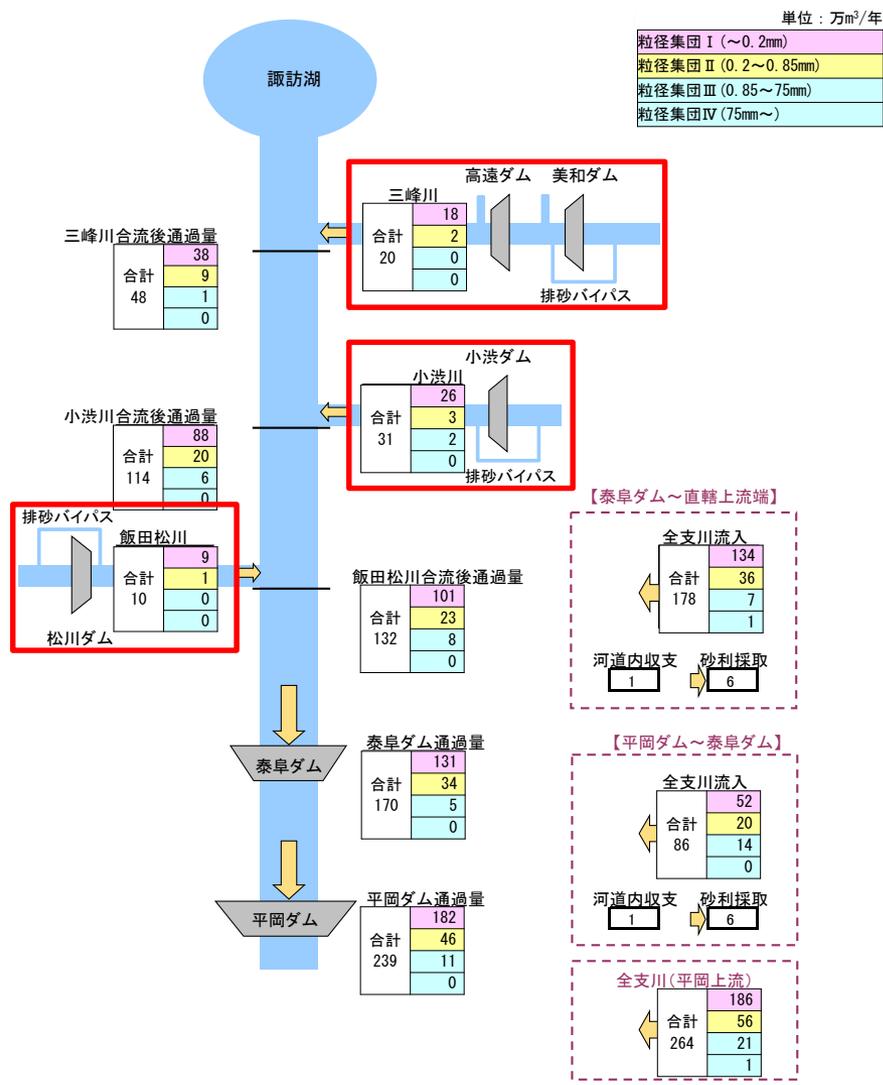
3. 上流ダム群の排砂操作を考慮した場合の恒久堆砂対策

3-1 検討概要

- 将来的における佐久間ダムの流入土砂量について、上流ダム群(美和ダム, 小渋ダム, 松川ダム)の排砂操作を考慮した場合の想定とする。
- 上流ダム群の排砂操作と見込まれる排砂量は以下に示すとおりである。



上流ダム群排砂操作なし

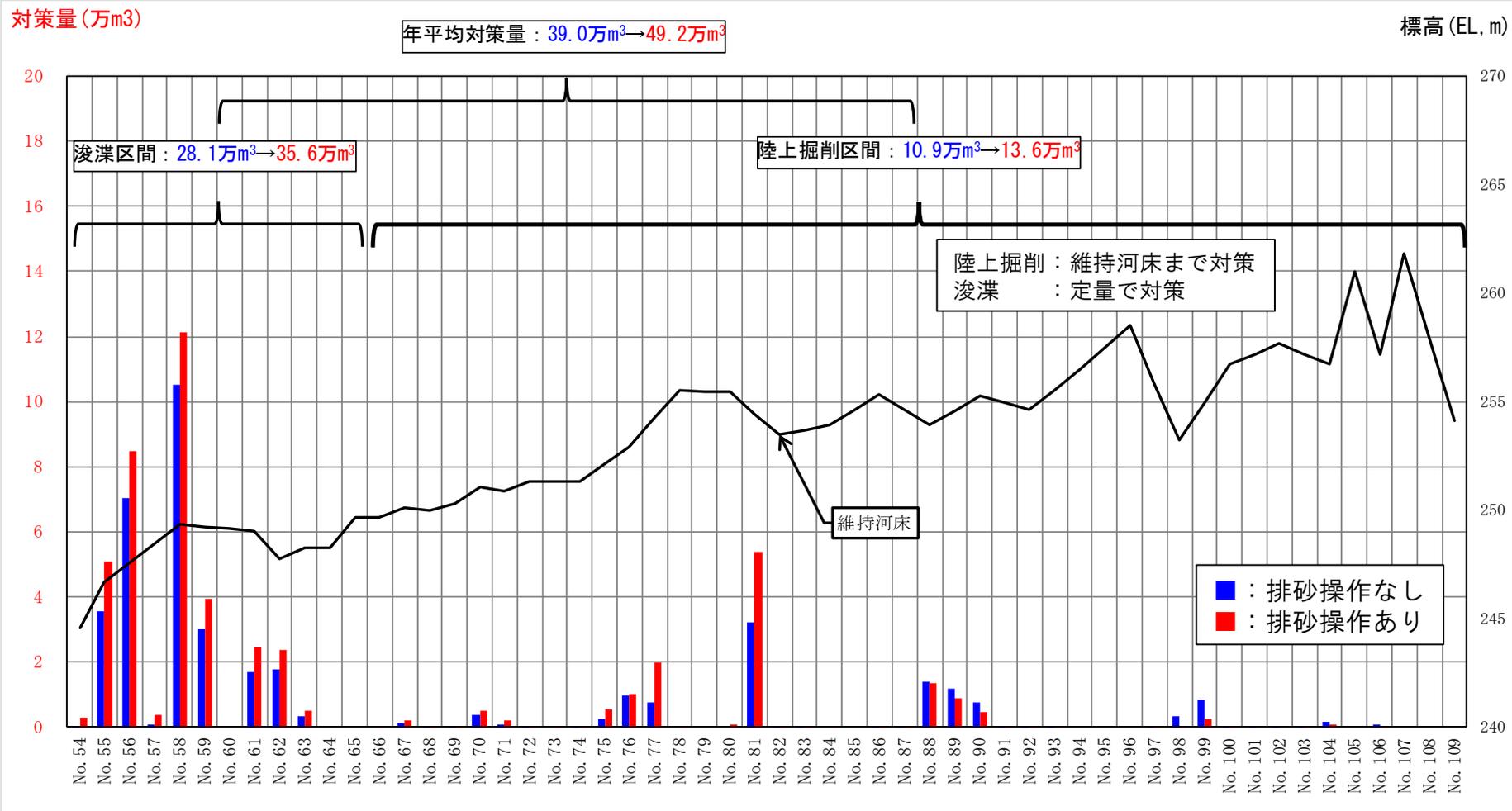


上流ダム群排砂操作あり

3-2 堆砂対策土砂量と土砂収支(1)

- 上流ダム群の排砂操作を考慮する場合は、考慮しない場合に比べて、維持河床を維持するための対策土砂量が増加する。

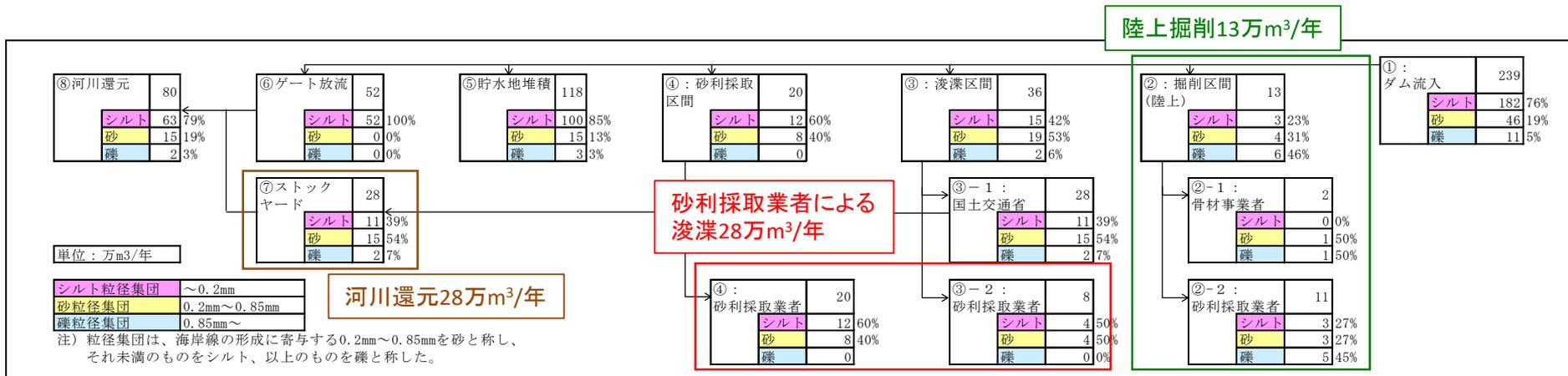
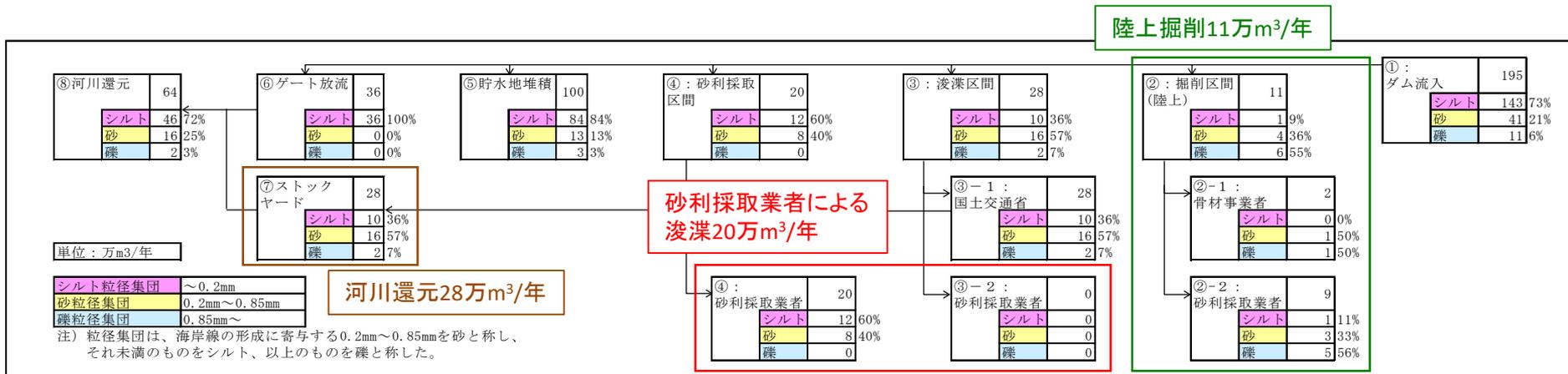
浚渫量 : 28.1万m³/年 → 35.6万m³/年 7.5万m³/年増加
 陸上掘削量 : 10.9万m³/年 → 13.6万m³/年 2.7万m³/年増加



※1 : 排砂操作なしとありでは流入土砂量の設定方法が異なる。(排砂あり : LQ式, 排砂なし : 平岡ダム上流の河床変動計算結果)
 ※2 : 流入土砂量の設定方法の違いにより、排砂ありは排砂なしに比べて3.375~31.75mmの流入土砂量が減少した。そのため、陸上掘削区間のNo. 88より上流側で対策量が減少した。

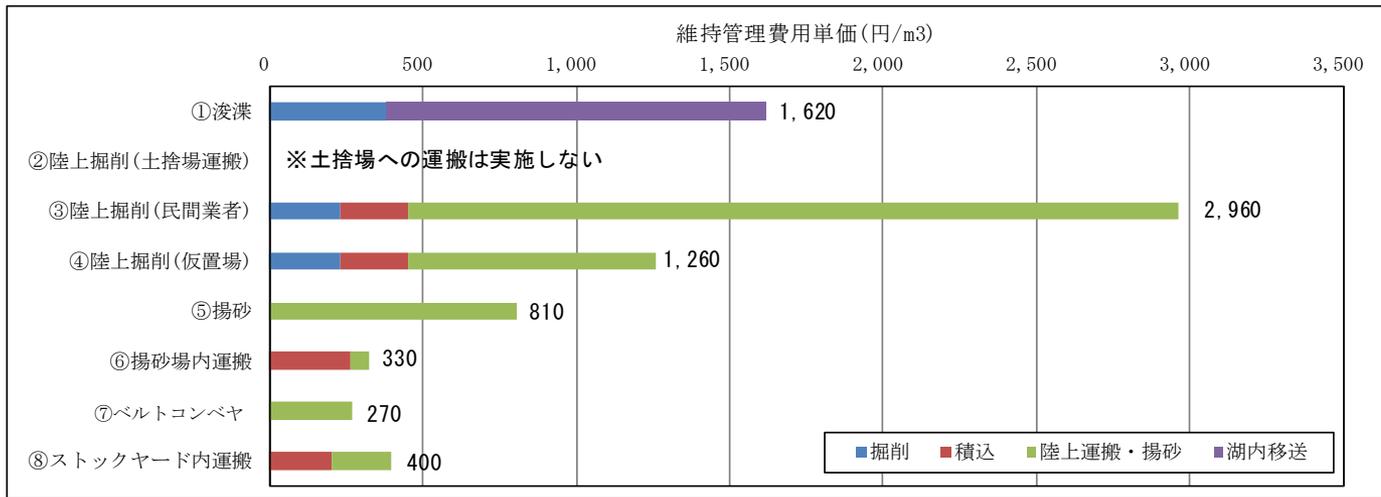
3-3 堆砂対策土砂量と土砂収支(2)

- 浚渫量の増分約8万m³/年は、民間砂利採取業者による浚渫で見込むこととした。
- 陸上掘削量の増分約3万m³/年は、従来計画と同様に汎用重機による掘削と民間活用により処理することとした。



3-5 維持管理費用について(まとめ)

- 浚渫量は28万m³/年が36万m³/年に増加したが、うち8万m³/年は民間砂利採取を見込むことから、維持管理費に影響はなかった。
- 陸上掘削量は11万m³/年が13万m³/年に増加し、トータル費用は増加したが、処理単価は変わらなかった。
- 維持管理費は陸上掘削量の増加分、費用が増加した。



維持管理費用単価 (対策土砂量49万m³/年, 今回検討結果) ※39万m³のうち21万m³は民間活用

4. 実行可能性調査

4-1 実行可能性調査の検証事項

検証事項		検証内容	水理模型実験	予測計算等	対応状況
①ストック土砂を排出できるか	1) ストックヤード平面形状の影響	・流量規模、置土設置状況に伴うストックヤード内の放流水の流下状況、土砂の移動形態を把握し、適正な置土条件を検討。 (着目点) ✓ 偏流の発生、置土侵食、土砂流下状況の現象把握 ✓ 排砂特性の変化	H29	H29～H31	・ストックヤードの長期計算により必要容量を算定 ・必要容量をもとに堰位置候補を抽出 ・抽出した堰位置で平面2次元解析により排砂特性を確認 ・上記結果をもとに堰位置を選定 【本委員会資料P24～28】
	2) 下流端堰の構造などの影響	・水理模型実験による下流端堰の影響把握と最適堰形状の選定。 ・実験結果を用いた河床変動解析モデルの校正。 (着目点) ✓ HQ関係の把握と、大流量時の水位堰上げによる掃流力の低下 ✓ ゲート部への土砂堆積、排砂特性の変化	H29	H28～H30	・水理模型実験および解析結果を踏まえ、下流端堰はスリット構造を選定 【第5回委員会資料P44】 ・水理模型実験結果をもとに、河床変動計算モデルを校正 【第5回委員会資料P46, 47】
	3) 放流水のストック土砂へのあて方の影響	・分流施設及び小規模水路途中からの放流による、残留土砂の軽減方法の検討。 (着目点) ✓ 対策の有無による土砂排出効果	H29	H31～	・置土の縦断配置の違いによる排砂量と初期排出SSの関係を整理 【本委員会資料P30】
	4) ストック土砂の粘性土含有の影響	・ストック土砂に含まれる粘着性土砂が置土侵食に及ぼす影響把握。 (着目点) ✓ 土砂性状ごとの摩擦速度と侵食速度の関係を把握し、関係式を作成	H28	-	・粘着性土砂の侵食特性実験により、侵食速度式を設定 【第3回委員会資料P46】
②河川還元する土砂の濃度が高すぎないか		・放流初期の置土流出に伴う濁度量、濁度変化を把握。 (着目点) ✓ 下流端堰構造に伴う土砂流出量(浮遊砂による濁度)の時系列変化	-	H28～	・1次元解析により、排砂初期のSSが高くなることを確認 ・初期排出SSは運用方法により低減可能であることを確認 【第5回委員会資料P38～39】
③河川還元した土砂が河道に異常堆積しないか	1) 佐久間ダム下流河道	・置土実験および予測計算による土砂移動状況の把握 (着目点) ✓ 洪水後の河道堆積の可能性とその影響	-	H29～	・平面2次元解析により、置土による下流河川への影響はほとんどないことを確認 【第5回委員会資料P48～50】
	2) 秋葉ダム貯水池	・スルーシング実験及び予測計算による土砂移動状況の把握 (着目点) ✓ 洪水後の貯水池内堆砂とその影響	-	H29～	・佐久間ダム直下の置土とスルーシングによる影響を1次元解析により確認 【今回資料P34～38】
	3) 秋葉ダム下流河道	・置土実験及び予測計算による、土砂移動状況の把握 (着目点) ✓ 洪水後の河道堆積の可能性とその影響	-	H29～	・佐久間ダム直下の置土とスルーシングによる影響を置土実験結果により確認 【今回資料P39～42】
④平常時に濁水が流出しないか		・ストックヤードからの濁水の流出状況の検討。 (着目点) ✓ 盛土の含水分による細粒分の流出 ✓ 降雨による細粒分の流出 ✓ 沢水等による細粒分の流出			詳細な設計段階で検討

時間軸

水理模型実験

予測計算

H28

(1) 粘着性土砂の侵食特性実験 (H28年度)

【検証事項】

- ①ストック土砂を排出できるか
- 4) スtock土砂への粘性土含有の影響

実験内容

・粒径、含水比、水温・空隙をパラメータとし、流量規模（摩擦速度）に応じた侵食量を計測。
 ・土砂性状ごとの摩擦速度と侵食速度の関係を把握し、関係式を作成。

(2) 一次元解析 (H28年度)

【検証事項】

- ①ストック土砂を排出できるか
- 2) 下流端堰の構造などの影響
- ②河川還元する土砂の濃度が高すぎないか

排砂施設の予備検討

・予備検討として、各排砂設備案の排砂特性を概略把握し、排砂施設の基本諸元を設定。

H29

(3) スtockヤードの排砂特性実験 (H29年度)

【検証事項】

- ①ストック土砂を排出できるか
- 1) スtockヤード平面形状の影響
- 2) 下流端堰の構造などの影響
- 3) 放流水のStock土砂へのあて方の影響

実験内容

・模型縮尺1/70とする。なお、置土粒径の相似即を確保できないため、定性的な土砂移動特性を把握する。
 ・基本条件（放流量波形、堰構造）、運用条件（置土条件、オペレーション）をパラメータとした実験を実施する。
 ・Stock土砂の流出、下流端堰近傍の流況、土砂移動特性等、土砂の排出特性を把握する。

実験結果を反映

検討結果を反映

実験結果を反映

(4) 一次元・平面二次元解析 (H29・H30年度)

【検証事項】

- ①ストック土砂を排出できるか
- 1) スtockヤード平面形状の影響
- 2) 下流端堰の構造などの影響
- ③河川還元した土砂が河道に異常堆積しないか
- 1) 佐久間ダム下流河道

解析モデルの妥当性確保

・実績洪水を対象に、河道流況の再現性を確保。
 ・模型スケールを対象とした検証計算を実施し、Stock土砂の流出、下流端堰近傍の流況の再現性を確保。

実スケールにおける置土が下流河道に及ぼす影響評価

・Stock土砂の摩擦速度と侵食速度の関係を評価・反映。
 ・実スケールを対象とした予測計算を実施し、Stock土砂の流出、下流河道への土砂堆積状況を把握。

H30

H31

(5) 一次元・平面二次元解析 (H31年度)

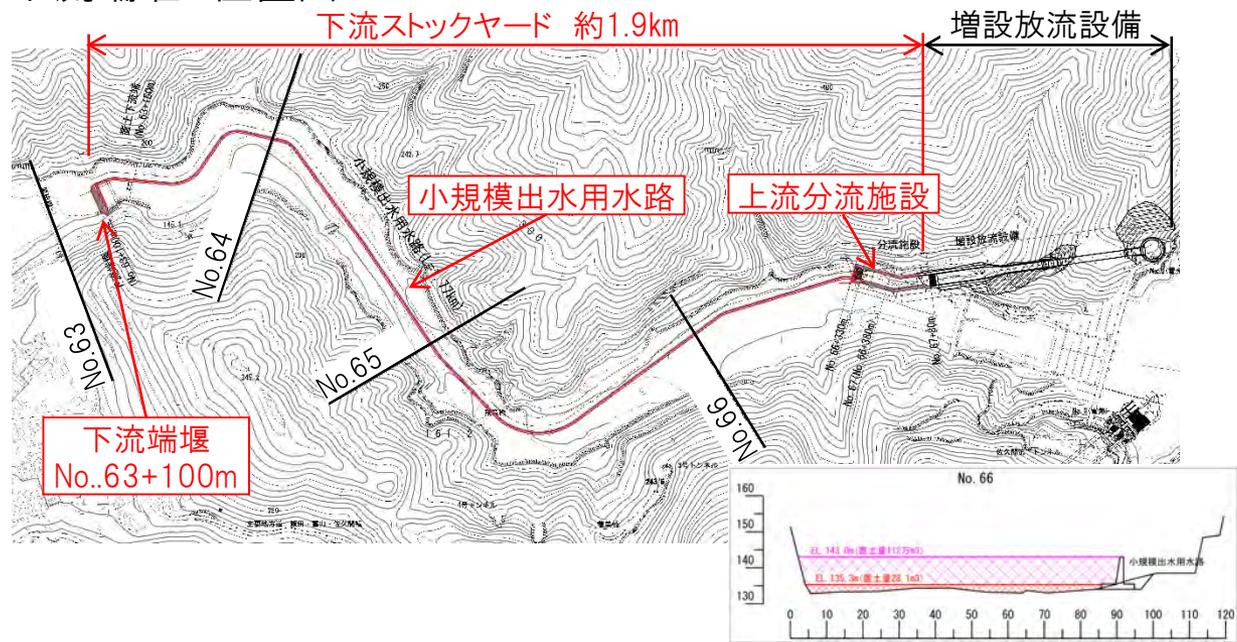
【検証事項】

- ①ストック土砂を排出できるか
 - 3) 放流水のStock土砂へのあて方の影響
 - ②河川還元する土砂の濃度が高すぎないか、③河川還元した土砂が河道に異常堆積しないか
- (置土現地実験の結果を反映し、中長期の運用、下流物理環境の変動、影響の軽減対策などの観点から検討を行う。)

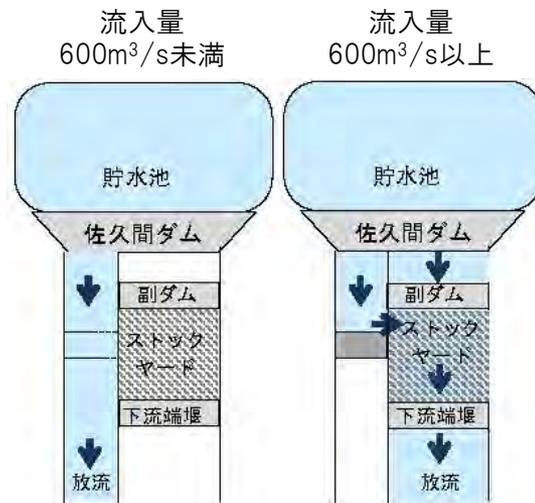
4-2 スtockヤード施設の計画

- 下流ストックヤードは佐久間ダムの浚渫土砂を下流に還元するための置土施設である。
- 下流ストックヤードの施設構成は、上流分流施設，小規模出水用水路，下流端堰で構成される。
- 小規模出水用水路は、下流へ置土を排出するタイミングを遅らせるための施設であり、排砂開始流量に合わせて $600\text{m}^3/\text{s}$ の施設規模とした。

■ 下流端堰 位置図

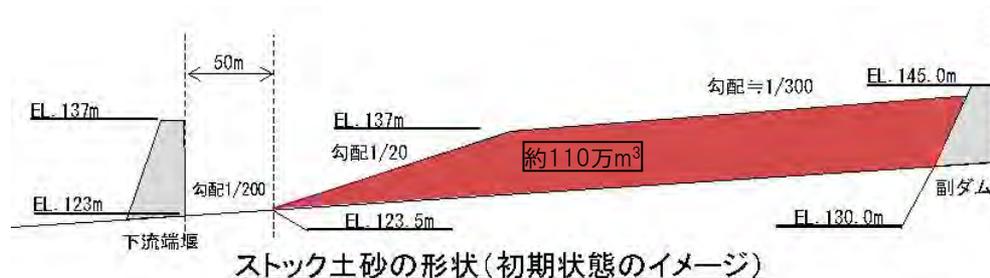


■ スtockヤード運用イメージ



■ スtock土砂の縦断形状

- 下流端堰放流口の閉塞防止のため、約50mの離隔を設定
- 下流側からの立上り1/20程度、副ダムへの擦付河床勾配(1/300)程度を想定

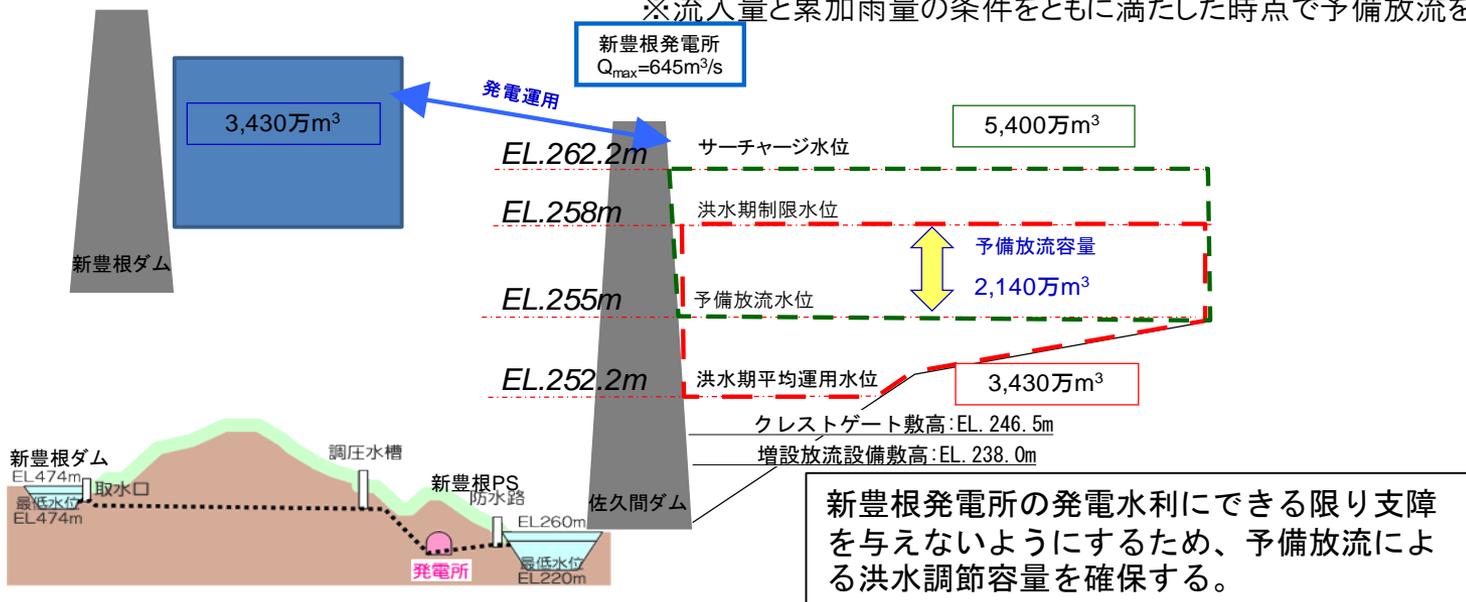


- 佐久間ダムでは予備放流を計画しているが、流入量が600m³/s未満※で予備放流を実施する場合、下流河川の濁りに配慮して、排砂操作を実施しない予定である。
- 予備放流条件は以下に示すとおりで、予備放流開始の流量基準は貯水位に応じて流入量275~465m³/s, 上流累加雨量28~64mmで計画している。
- 流入量が排砂開始流量600m³/sを超える前に予備放流を開始する可能性があるため、予備放流開始時の流入量と予備放流時の最大放流量を把握する必要がある。

※出水時に鹿島地点の流水が濁り始めることが想定される時の佐久間ダムの流入量
予備放流条件

最大放流量	1,400m ³ /s		
佐久間ダム貯水位	EL.258~257m	EL.257~256m	EL.256~255m
予備放流開始基準(佐久間ダム流入量)	274.50m ³ /s	330.61m ³ /s	464.59m ³ /s
予備放流開始基準(佐久間ダム上流累加雨量)	28.3mm	47.6mm	64.4mm

※流入量と累加雨量の条件をともに満たした時点で予備放流を開始

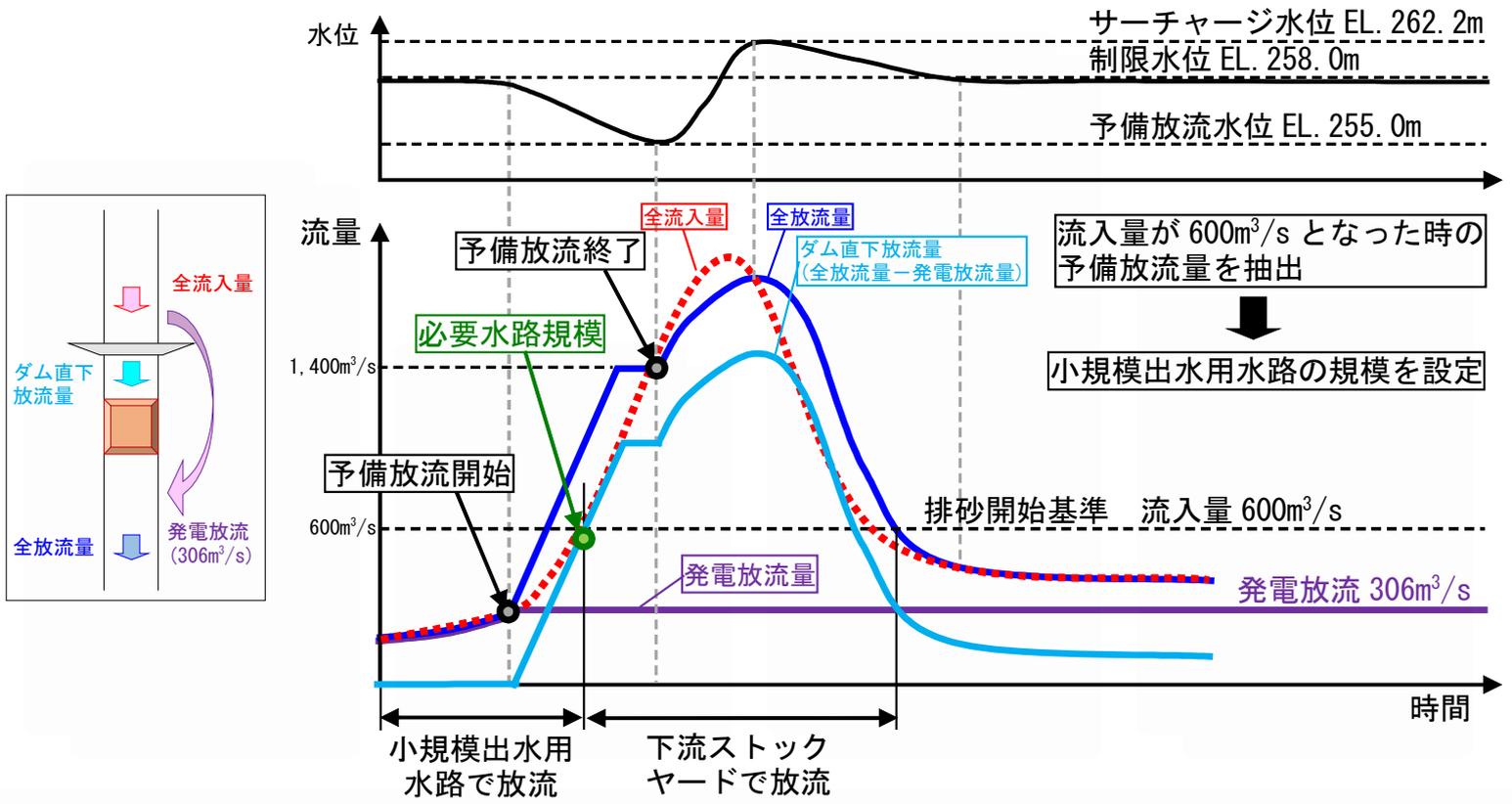


4-2-3 予備放流を考慮した場合の小規模出水用水路の必要規模(1)

- 小規模出水用水路は、排砂開始流量(600m³/s)を流下させるために、600m³/sの水路規模が必要となる。
- 一方、予備放流時には、流入量が排砂開始流量に達する前に、600m³/s以上の放流が必要となる可能性がある。
- 上記のことから、実績の流入量をもとに、予備放流時の最大放流量(ただし、流入量が排砂開始流量600m³/sを超える前まで)を確認した上で、小規模出水用水路の規模を設定することとした。

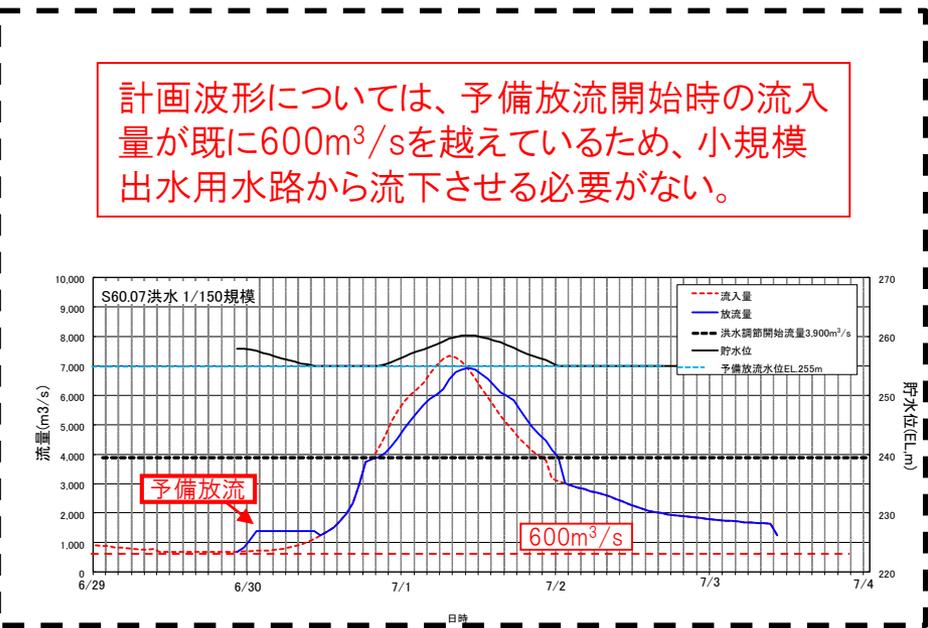
■ 予備放流時の小規模出水用水路必要規模の検討手順

- ① 予備放流開始前の貯水位はEL.258.0mで設定し、実績の流入量をもとに予備放流開始後の放流量を計算
(放流量は放流の原則により設定)
- ② 予備放流開始から流入量が600m³/sに至るまでの間の最大放流量を抽出
- ③ S54~H23年の33年間の出水のうち、予備放流量の最大値により小規模出水用水路の規模を設定

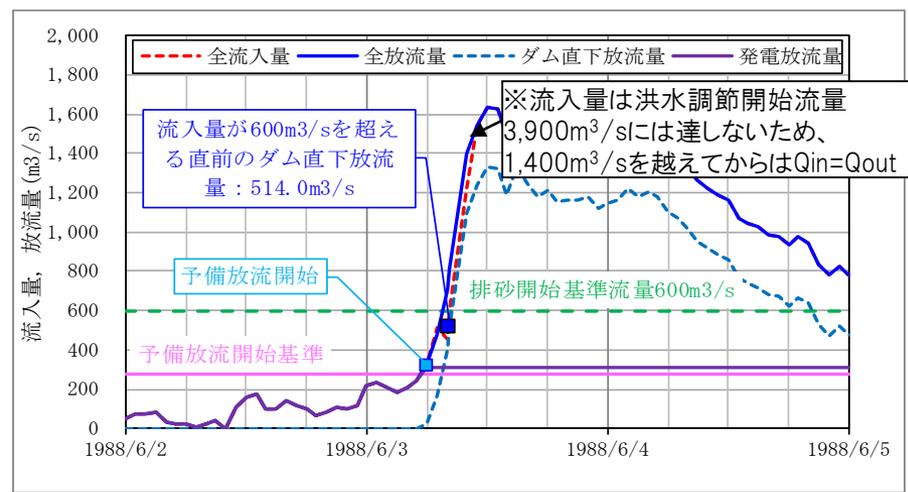
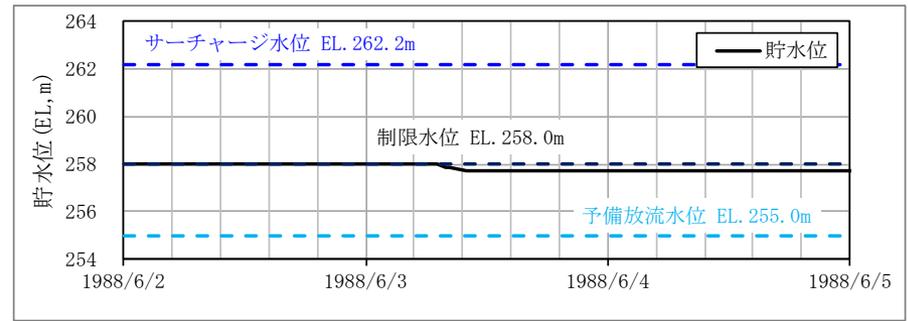


- 予備放流時の最大放流量は $514\text{m}^3/\text{s}$ となり、排砂開始流量 $600\text{m}^3/\text{s}$ を下回る。
- 小規模出水用水路の流下能力は排砂開始流量 $600\text{m}^3/\text{s}$ で設定することで、予備放流にも対応できることを確認した。

計画波形については、予備放流開始時の流入量が既に $600\text{m}^3/\text{s}$ を越えているため、小規模出水用水路から流下させる必要がない。



一般的な予備放流 (計画波形, S60.7洪水 1/150規模)



実績流入量にもとづく予備放流実施の判定結果、必要水路規模が最大となる出水

- 第5回委員会では、下流端堰を旧原田橋の直上流に配置することで、ストックヤード容量を最大限確保する計画としていた。
- 一方、堰位置は必要容量を確保できる範囲で、できるだけ上流側に配置した方が、小規模出水用水路の延長が短くなり初期費用が安価となる。
- 上記のことから、ストックヤードの必要容量、小規模出水用水路の費用等をもとに、下流端堰の位置を検討した。

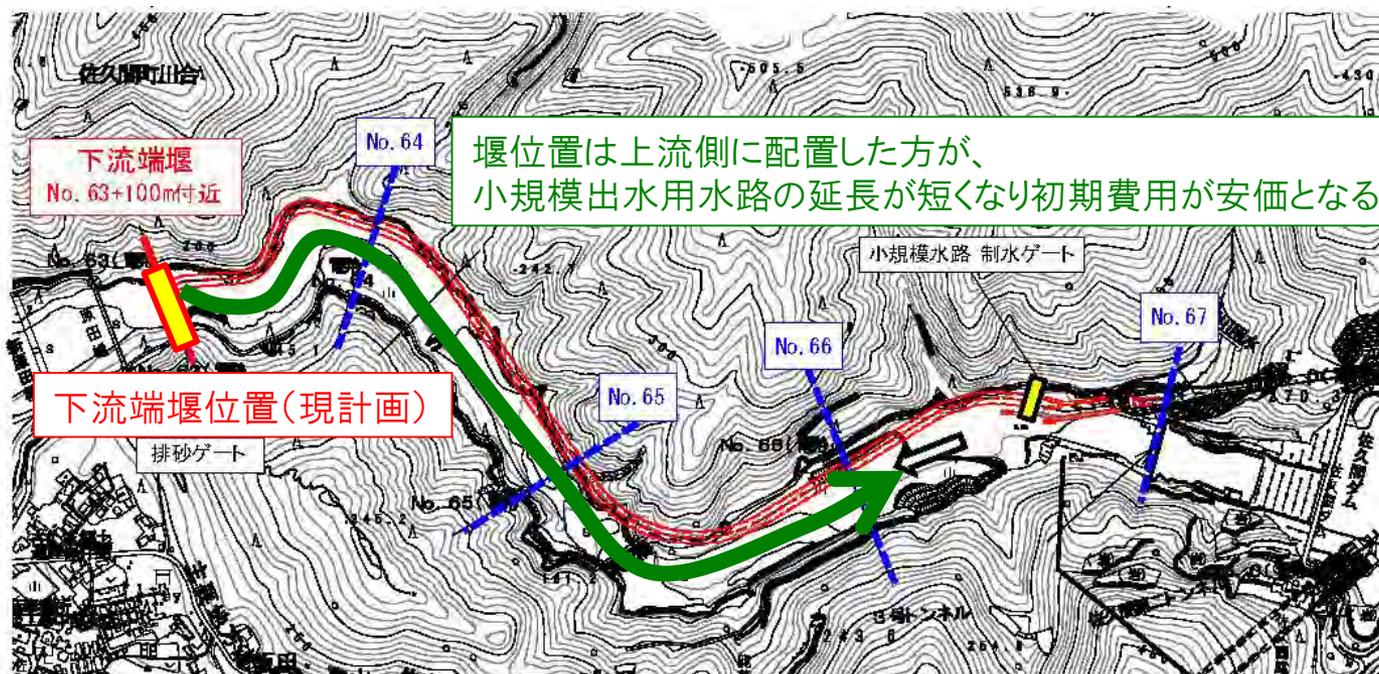
①ストックヤードの必要容量が確保できる堰位置の範囲を設定



②設定した範囲内で地形条件をもとに堰位置の候補を設定



③排砂効率や経済性等の指標をもとに堰位置を選定



4-2-5 下流ストックヤードの必要容量

- 下流ストックヤードの必要容量をストックヤードの出し入れ計算により検討した。
- 検討の結果H4年の翌年に置土量が51.8万m³で最大になる結果となった。

検討手順

①S54年の実績流入量をもとに、1年分の28.1万m³を 置土した場合の排砂量, 残土量を、1次元河床変動計算により算出

②S55年の実績流入量をもとに、S54年の残土に1年分の28.1万m³を追加して置土した場合の排砂量, 残土量を、1次元河床変動計算により算出

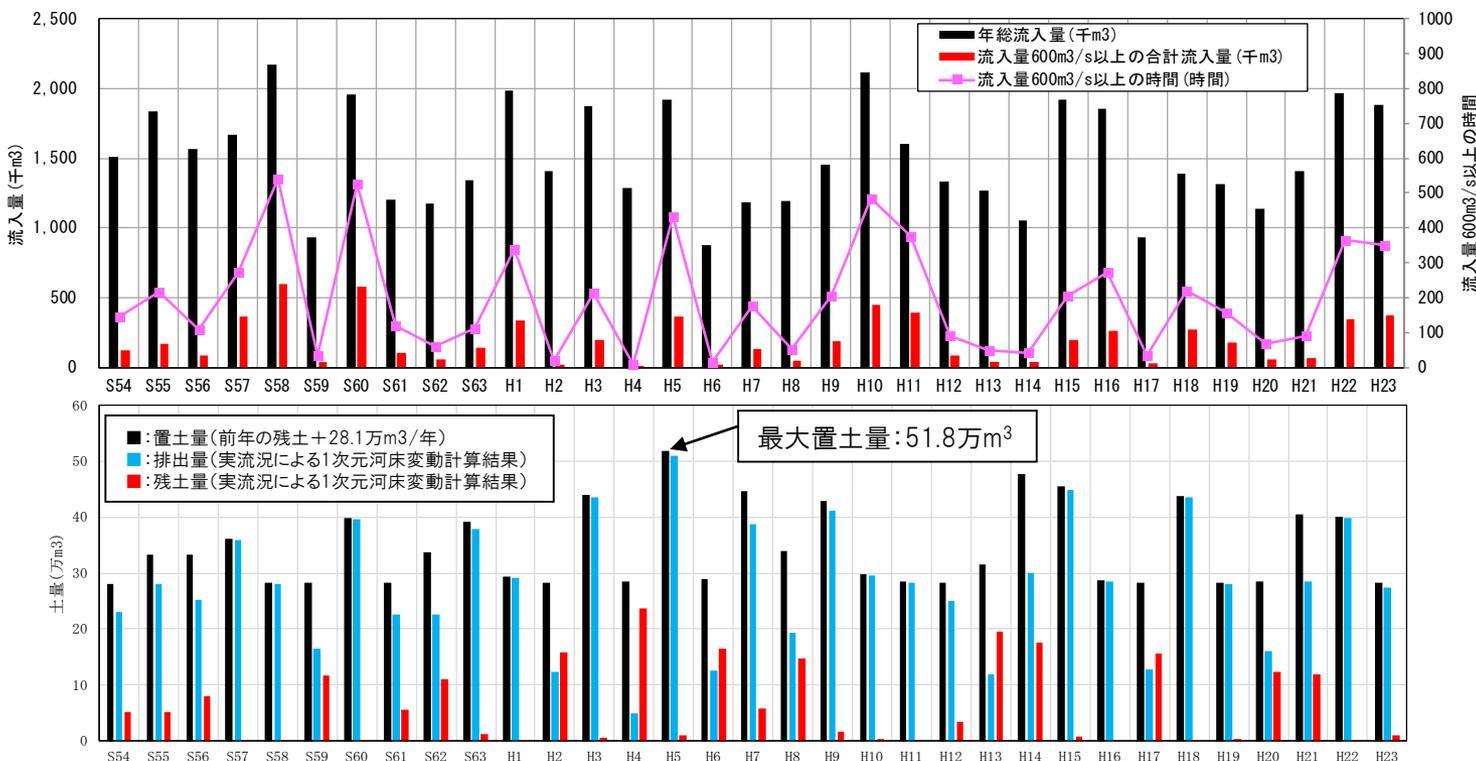
⋮

以降、H23年まで33年間を繰り返して計算を実施

計算条件

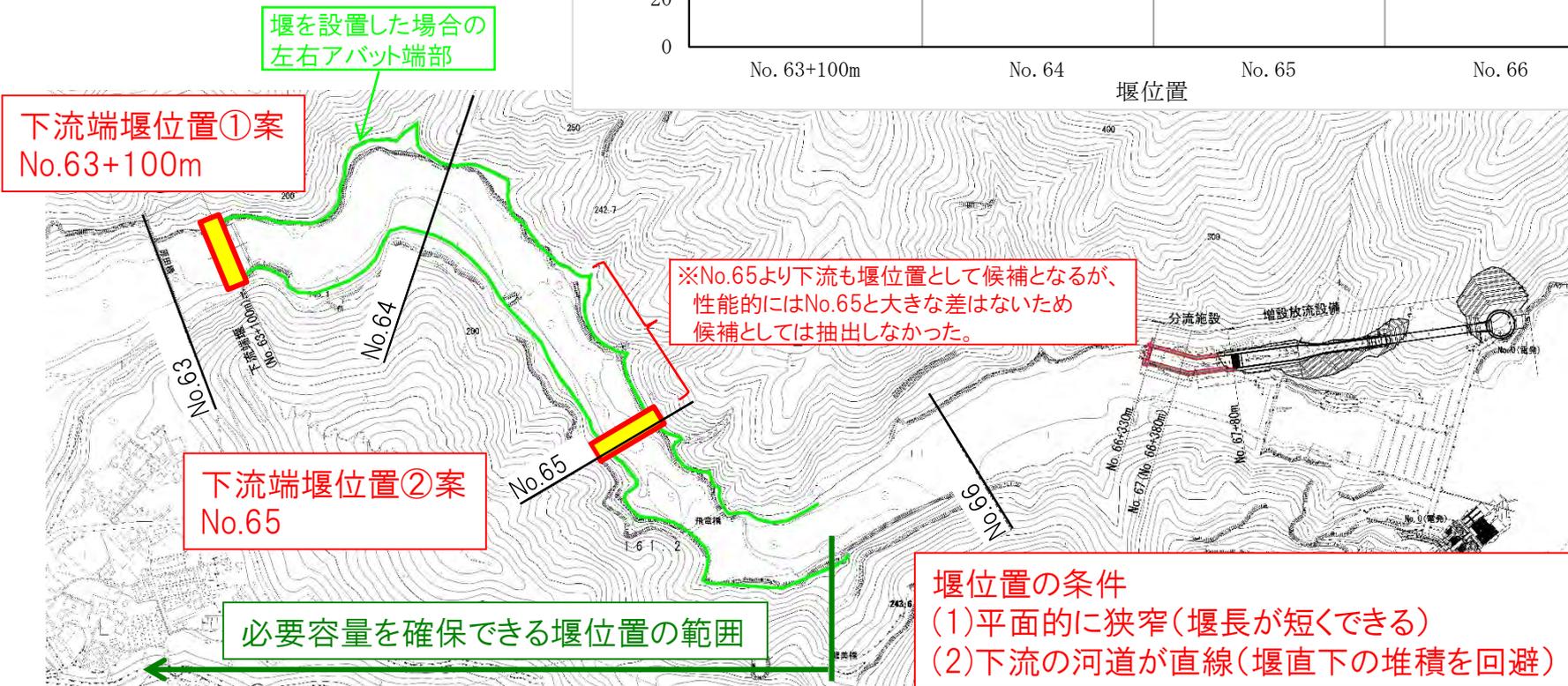
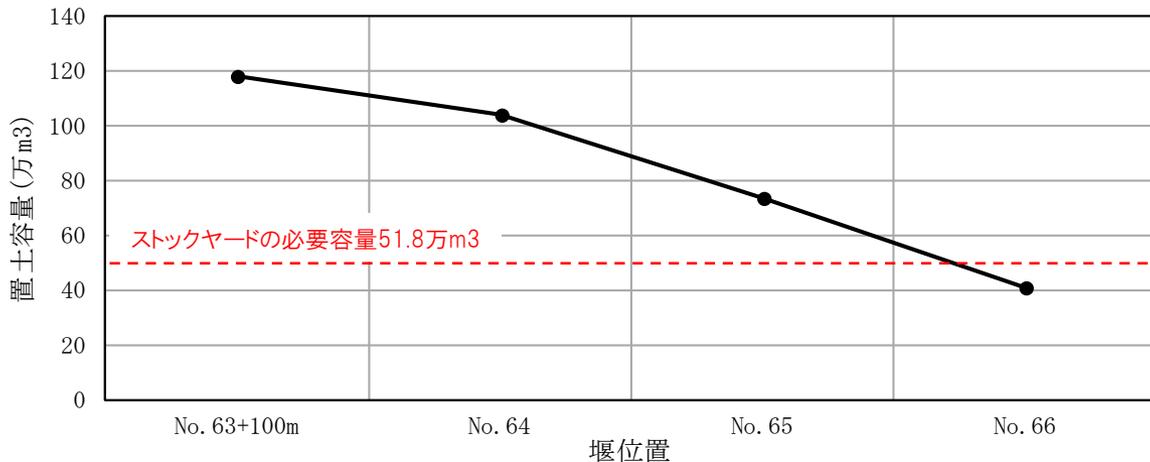
下流端堰位置	No. 63+100m
下流端堰構造	スリット形式
置土量	28.1万m ³ /年
流入量条件	各年の実績流入量

検討結果

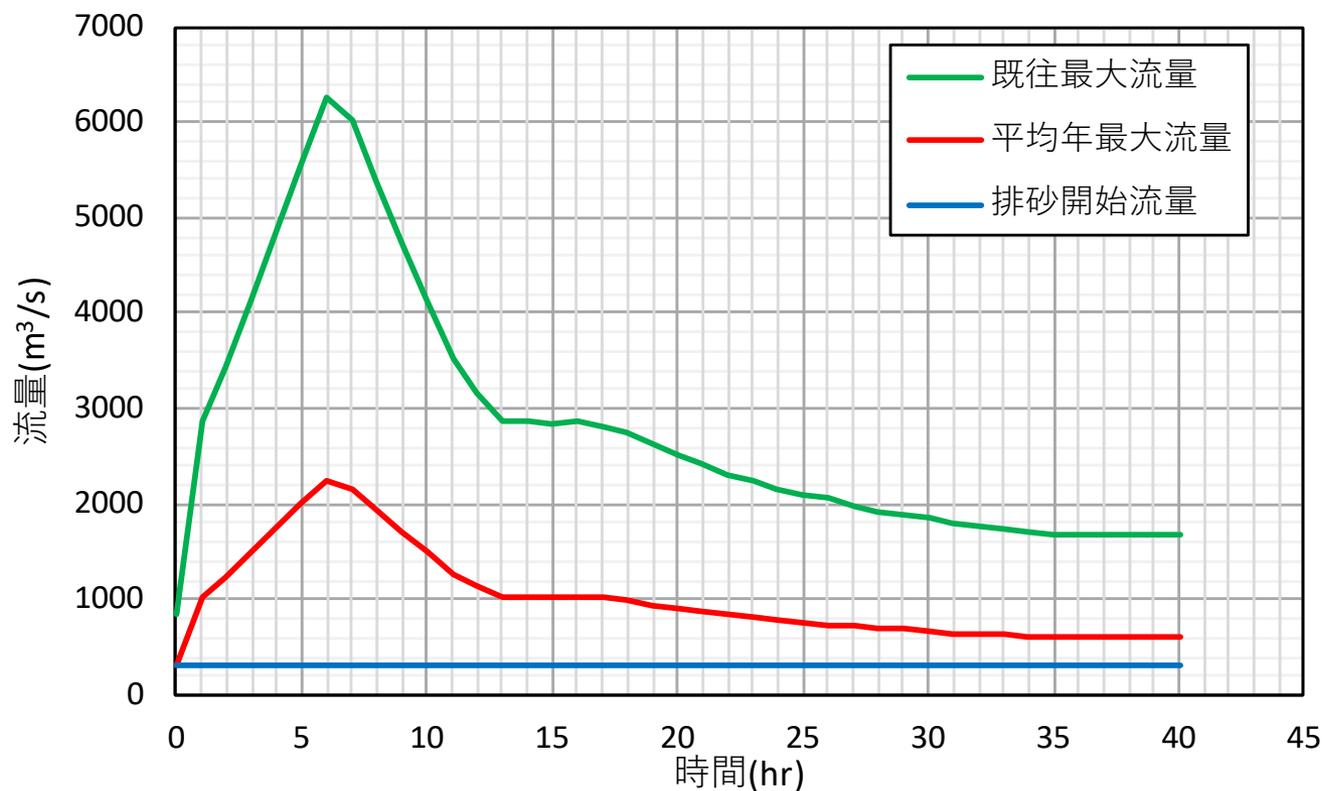


下流ストックヤードの1次元河床変動計算による最大置土量の検討結果

- 堰位置と置土容量の関係より、必要容量51.8万m³を確保できる堰位置はNo.63からNo.65の間であることを確認した。
- 平面的に狭窄であることと、下流河道が直線であることに着目して堰位置候補を抽出した。
- 上記の条件をもとに、堰位置として①案(No.63+100m)と②案(No.65)を選定した。



- 候補として抽出した堰位置2箇所に対して、平面2次元解析により排砂率を確認する。
- 置土量は、1次元解析の長期計算により算出した最大置土量51.8万 m^3 とする。
- 流量規模毎の排砂特性(排砂量, SS濃度)を把握するため、流量条件は大流量, 中流量, 小流量の3パターンとする。
 - 大流量: 既往最大流量
 - 中流量: 平均年最大流量
 - 小流量: 排砂開始流量300 m^3/s



- 置土量51.8万m³、平均年最大流量時の排砂量は、①案:37.3万m³、②案:40.4万m³となり同程度の排砂能力となる。
- ①, ②案ともに平均年最大流量時は28.1万m³以上の排砂が可能で、翌年の総置土量が51.8万m³を超えることはない。

下流端堰位置①案 No.63+100m (下流配置)

下流端堰位置②案 No.65 (上流配置)

初期河床
51.8万m³

300m³/s
通水後

2258m³/s
通水後

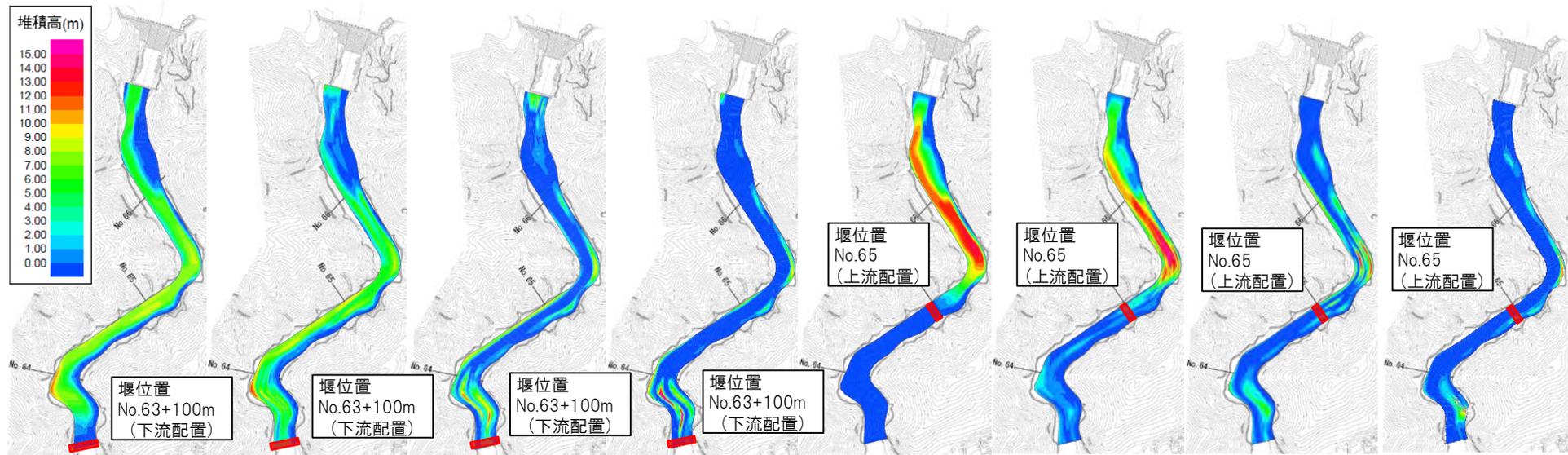
6268m³/s
通水後

初期河床
51.8万m³

300m³/s
通水後

2258m³/s
通水後

6268m³/s
通水後



置土量51.8万m³
排砂量12.9万m³
残存量38.9万m³
排砂率25%(12.9/51.8)

置土量51.8万m³
排砂量37.3万m³
残存量14.5万m³
排砂率72%(37.3/51.8)

置土量51.8万m³
排砂量45.4万m³
残存量6.4万m³
排砂率88%(45.5/51.8)

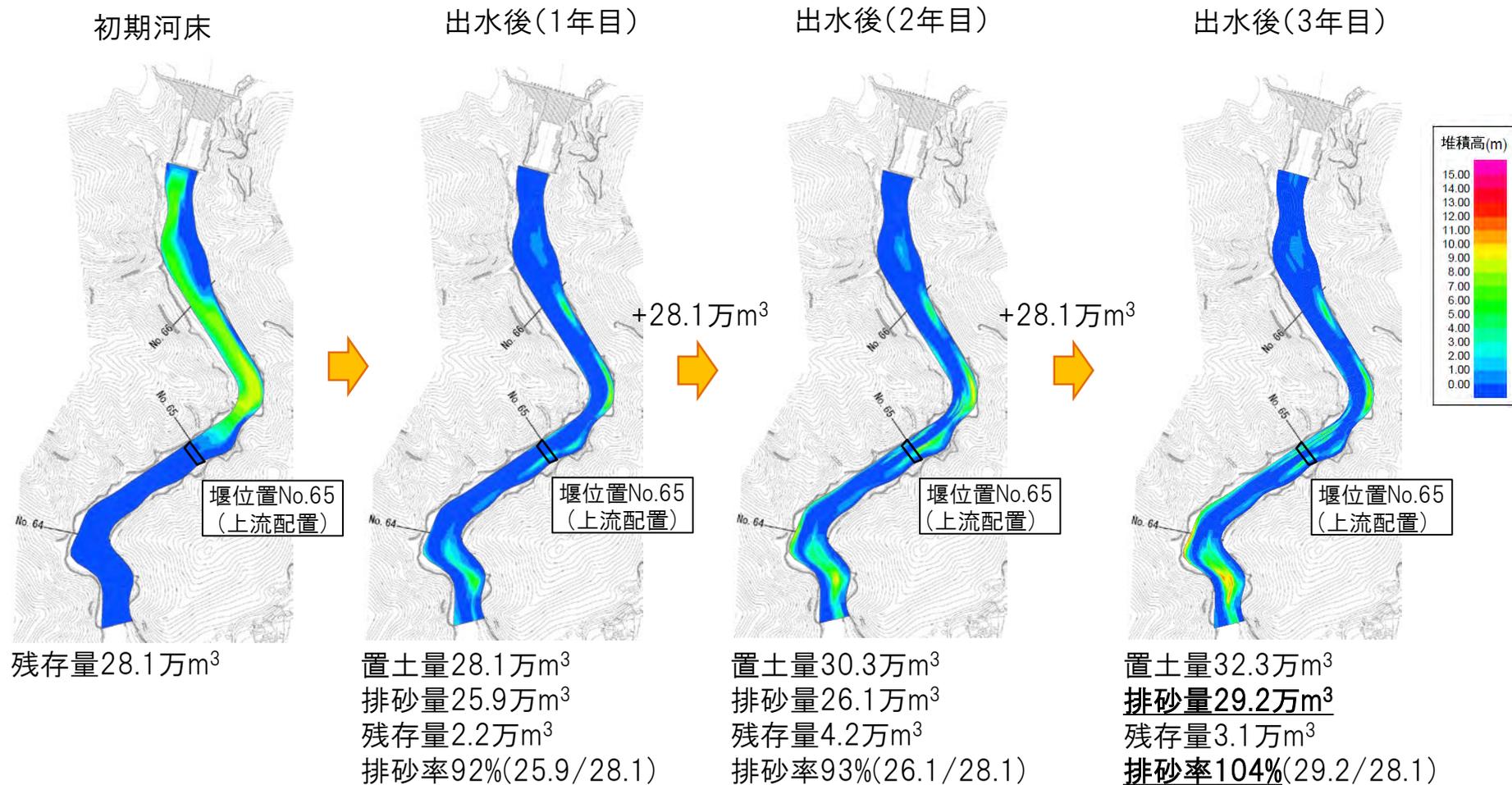
置土量51.8万m³
排砂量8.3万m³
残存量43.5万m³
排砂率16%(8.3/51.8)

置土量51.8万m³
排砂量40.4万m³
残存量11.4万m³
排砂率78%(40.4/51.8)

置土量51.8万m³
排砂量48.4万m³
残存量3.4万m³
排砂率93%(48.4/51.8)

- 継続的に置土した場合の排砂可能性を確認するため、3ヵ年分の平面2次元解析を実施し、排砂能力を確認した。
- 置土量は、年間置土量28.1万m³とする。
- 対象流量は、平均的な条件として平均年最大流量2,258m³/sとする。

①堰位置No.65(上流配置)



- 3ヵ年目での排砂率は104%となり、1年分の置土量以上の土砂が排砂され、2年目より堆砂が進行しない。
- 継続的に置土した場合に、ストックヤードから排砂可能と考えられる。

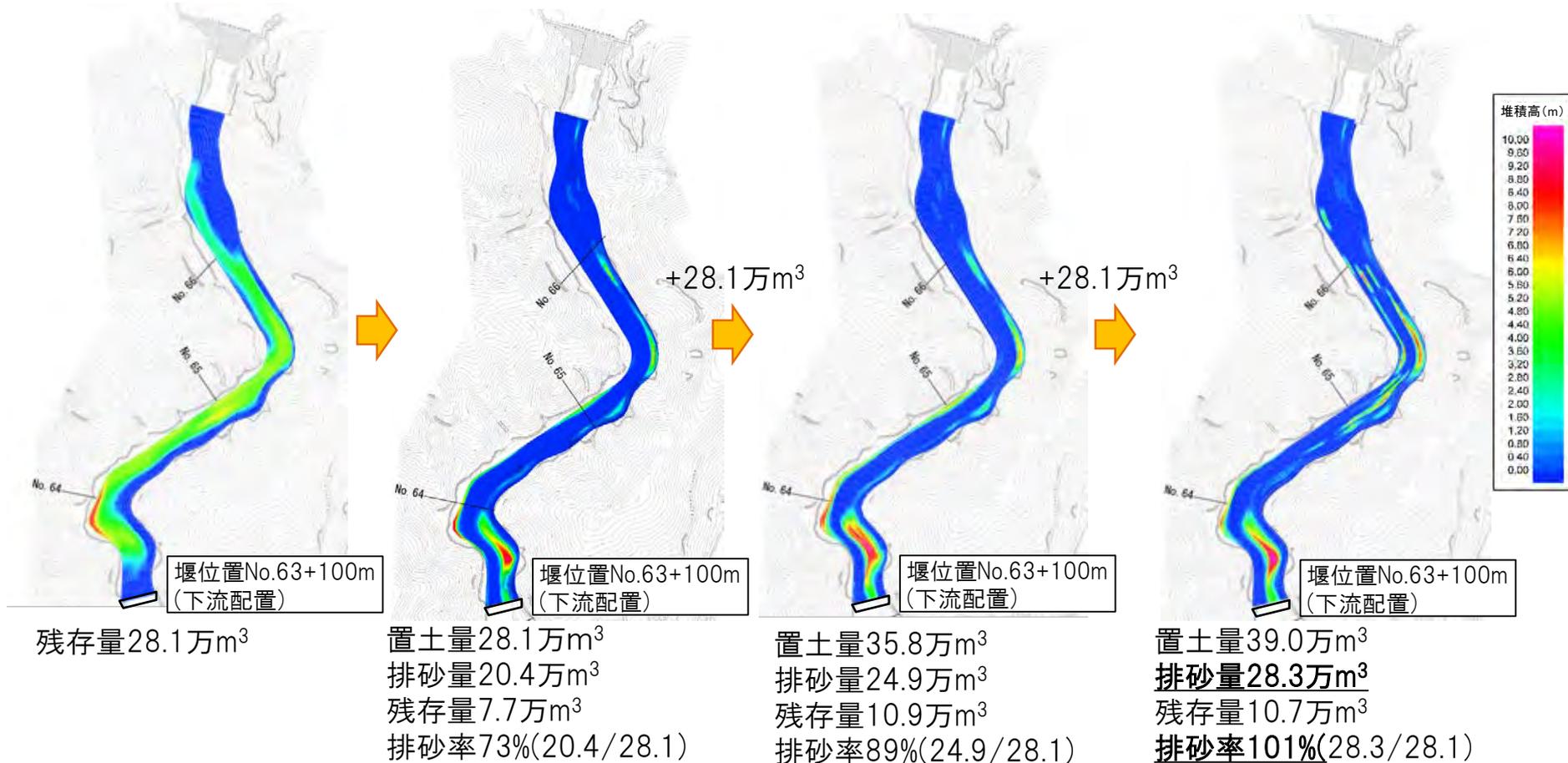
②堰位置No.63+100m(下流配置)

初期河床

出水後(1年目)

出水後(2年目)

出水後(3年目)



- 3カ年目での排砂率は101%となり、1年分の置土量以上の土砂が排砂され、2年目より堆砂が進行しない。
- 継続的に置土した場合に、ストックヤードから排砂可能と考えられる。

- 比較の結果、排砂率と経済性に着目して、下流端堰の位置は上流配置(No.65)を採用することとした。

	下流配置(No.63+100m)	上流配置(No.65)
排砂率 および 排砂状況 【平面2次元 解析結果】	<p>■51.8万m³を置土【スリット形状】</p> <p>大流量:(排砂率:88%, 45.4万m³/51.8万m³)</p> <p>中流量:(排砂率:72%, 37.3万m³/51.8万m³)</p> <p>小流量:(排砂率:25%, 12.9万m³/51.8万m³)</p>	<p>■51.8万m³を置土【スリット形状】</p> <p>大流量:(排砂率:93%, 48.4万m³/51.8万m³)</p> <p>中流量:(排砂率:78%, 40.4万m³/51.8万m³)</p> <p>小流量:(排砂率:16%, 8.3万m³/51.8万m³)</p>
	○	◎
最大SS 【平面2次元 解析結果】	<p>■51.8万m³を置土【スリット形状(粒径2mm以下)】</p> <p>大流量:(12,600mg/L)</p> <p>中流量:(28,500mg/L)</p> <p>小流量:(12,600mg/L)</p>	<p>■51.8万m³を置土【スリット形状(粒径2mm以下)】</p> <p>大流量:(12,200mg/L)</p> <p>中流量:(18,700mg/L)</p> <p>小流量:(14,700mg/L)</p>
	-	-
経済性 (比較対象のみ)	<p>・小規模出水用水路(L=1.75km):24億円</p>	<p>・小規模出水用水路(L=0.90km):12億円</p>
	○	◎
容量	<p>112万m³※ (必要容量51.8万m³の約2.2倍)</p> <p>・必要容量を確保できる。</p>	<p>71万m³※ (必要容量51.8万m³の約1.4倍)</p> <p>・必要容量を確保できる。</p>
	-	-
下流河道への影響	<p>・排砂後の堰位置から大千瀬川合流地点までの残存土砂の量を最小限とすることができるため、排砂操作時以外(降雨時, 600m³/s未満の放流時)における濁水排出の影響を最小化できる。</p>	<p>・排砂後の堰位置から大千瀬川合流地点までには残存土砂が発生するが、土砂量は少ないため、基本配置案との差は小さい。</p>
	-	-
評価	<p>・小規模出水用水路の延長が長いため経済性で約12億円不利となるが、容量に余裕があり置土の配置にも柔軟な対応が可能となる。</p>	<p>・排砂率が高く、小規模出水用水路の延長も短く経済的である。</p> <p>・災害対応により置土量が増える場合には、下流端堰の下流側に置土することも可能であるため、容量に対する優劣は基本配置と差はない。</p>
		【採用】

※比較表の容量は、平面2次元解析により確認した地形的要因により大流量出水後も流れずに残る土砂量(P28参照)を差し引いて算出した容量である。

下流配置:118万m³-6万m³=112万m³, 上流配置:74万m³-3万m³=71万m³

4-3 スtockヤードの置土形状(縦断形状)の検討

- 下流ストックヤードの置土の縦断形状は、上流側は現河床勾配程度の1/300とし、下流側は置土量を多く確保できるように、1/20の勾配(5%勾配)としている。
- 初期排出SSIは、置土下流が侵食されることにより排出される土砂の影響が大きいと考え、下流側の勾配と排砂特性(初期排出SS, 排砂量および確保できる容量)を整理した。

■ ストック土砂の縦断形状

- 下流端堰放流口の閉塞防止のため、約50mの離隔を設定
- 下流側からの立上り1/20程度、副ダムへの擦付河床勾配(1/300)程度を想定



1次元河床変動計算条件

下流端堰位置	No. 65
下流端堰構造	スリット形式
置土量	28.1万m ³
流入量条件	平均年最大流量規模

1次元河床変動計算結果

下流側勾配	1/20	1/50
排砂率	100% (28.1万m ³ / 28.1万m ³)	100% (28.1万m ³ / 28.1万m ³)
初期排出SS*	21,700mg/L	19,800mg/L
置土容量	74万m ³	29万m ³

※2mm以下の流砂量/流量

- 置土の下流側の勾配を緩勾配とすることにより、初期排出のSSを低減できる可能性があることを1次元河床変動計算により確認した。
- 緩勾配とすることによる排砂率の低減はないが、置土量(置土容量)は少なくなる。
- 下流ストックヤードの詳細設計時に、置土の排出SSを抑制する方策の一案としてとりまとめる。

4-4 下流ストックヤードからの排出SSについて

- 第5回委員会において、下流ストックヤードからの排出SSは、排砂開始直後に置土の影響により下流へ放流されるSSが高濃度となる可能性があることを報告した。
- 対応方針としては、堰構造や運用方法の変更により、排出SSを抑制する方法がないかを今後も検討する。

■ 佐久間ダム流入SS，支川の流入SS

佐久間ダムの流入SS最大値	6,300mg/L ※2	(H22年7月出水時※1)
佐久間ダムからの放流SS最大値	1,150mg/L ※3	(H22年7月出水時※1)
佐久間ダム下流の支川（気田川）からの流入SS最大値	1,800mg/L ※4	(H22年7月出水時※1)

※1：平均年最大流量規模程度の出水（H22年7月出水時，最大流量約2,800m³/s）

※2：佐久間ダム流入土砂LQ式による推定，粒径成分0.106mm未満（2mm未満の場合は8,200mg/L）

※3：佐久間第二発電所取水口地点の観測濁度からの換算SS値

※4：SS観測結果をもとに設定したLQ式によりSSを推定，粒径成分0.106mm未満

佐久間ダムからの放流SSは、平面2次元解析結果より10,000～20,000mg/l程度となり、佐久間ダムの流入SS等と比較すると、排砂操作時は高濃度となる可能性があることが明らかとなった。



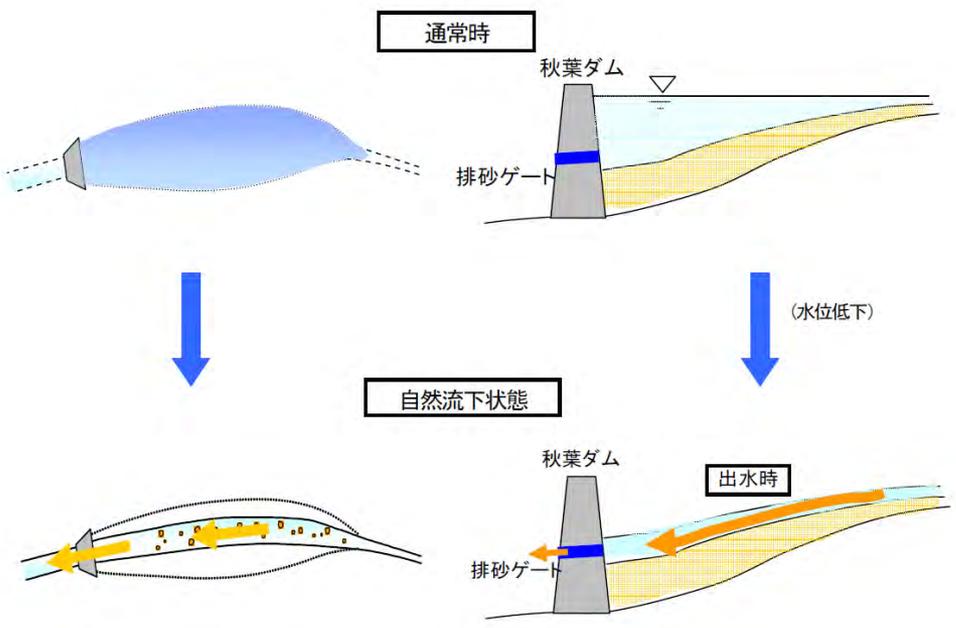
■ 対応方針

- 堰の細部構造の工夫や運用方法の変更により、排出SSを抑制する方法がないかを今後検討する。

4-5 秋葉ダムスルーシング対策

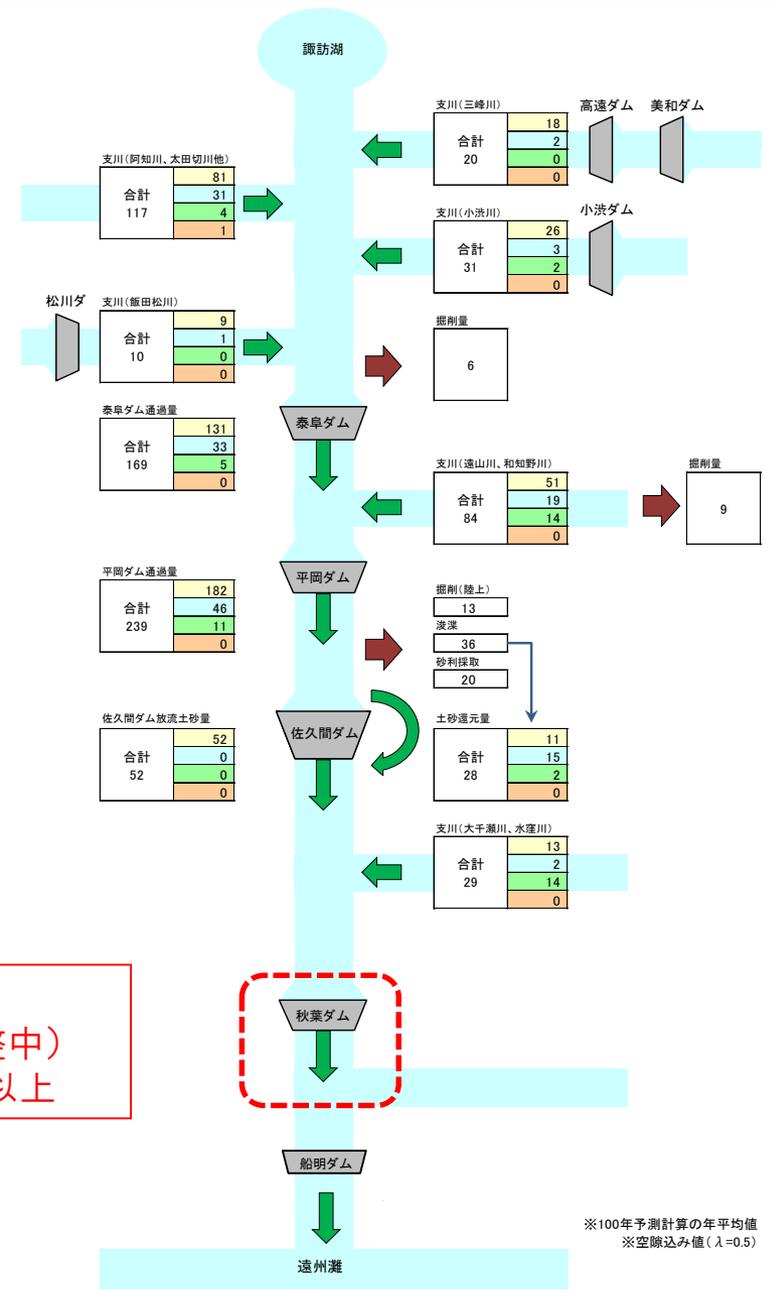
4-5-1 秋葉ダム スルーシングの条件(1)

- 佐久間ダムの下流ストックヤードから排出した土砂が秋葉ダムを通過するようにスルーシングを実施する。



秋葉ダム対策(スルーシング)

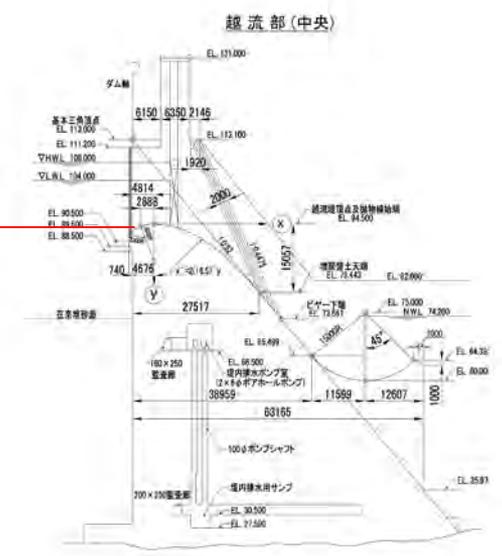
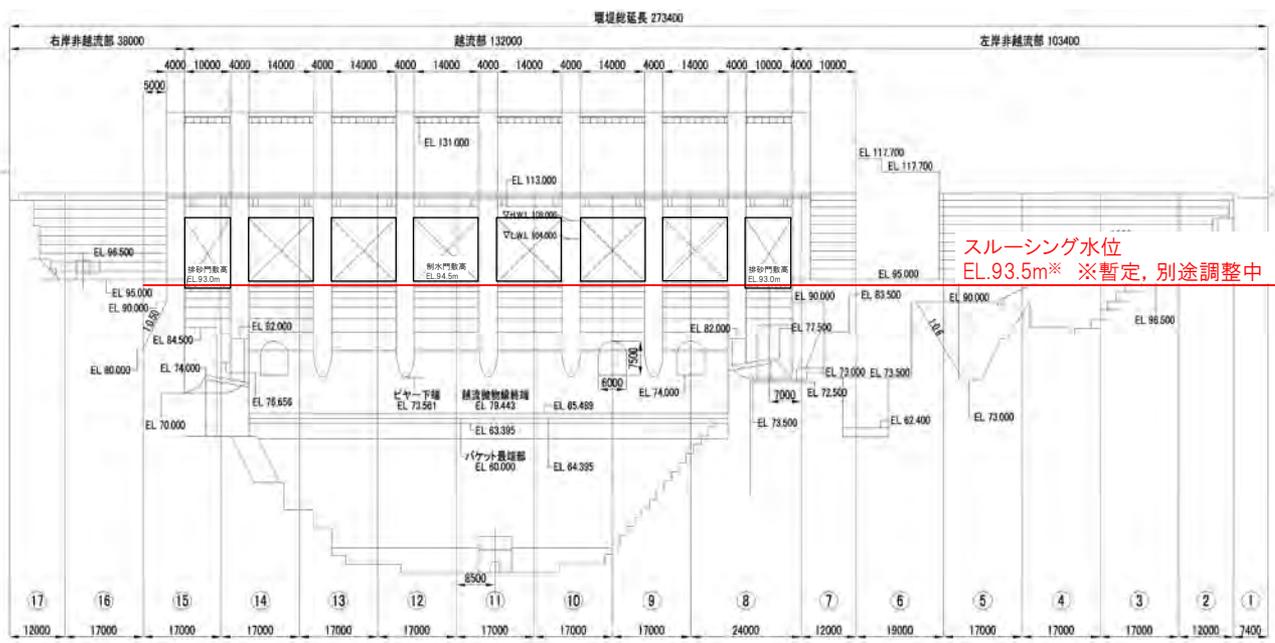
- ・スルーシング実施時の水位 : WL.93.5m(※暫定, 別途調整中)
- ・スルーシング実施条件 : 佐久間ダム流入量600m³/s以上



※100年予測計算の年平均値
※空隙込み値(λ=0.5)

4-5-1 秋葉ダム スルーシングの条件(2)

- スルーシング水位はEL.93.5m※で設定した。
※暫定, 別途調整中



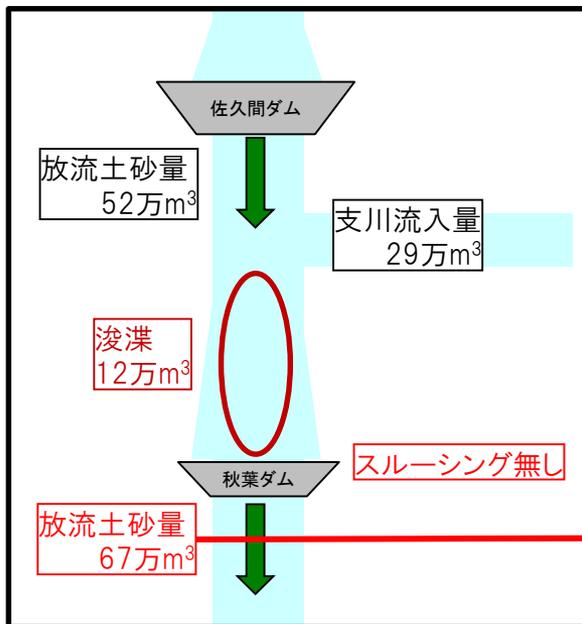
4-5-2 秋葉ダム スルーシングの効果

- スルーシングによる効果を秋葉ダム貯水池の1次元河床変動計算により確認した。
- スルーシングをEL.93.5mで実施することにより、置土28万 m^3 の概ね全量(27万 m^3)を排出できることを確認した。

秋葉ダム貯水池の1次元河床変動計算条件

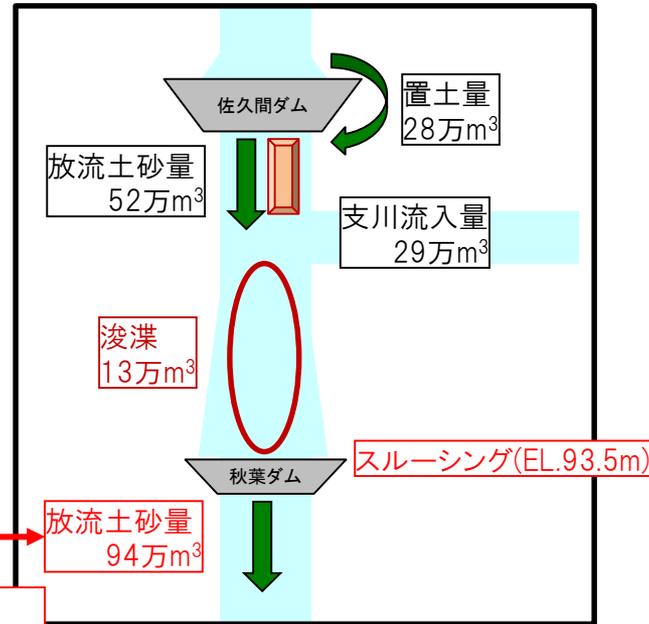
項目	佐久間ダム～秋葉ダム
下流端水位	【平常時】:実績貯水位 【洪水時】:佐久間ダム流入量600 m^3/s 以上で水位をEL93.5m※に低下(スルーシング) ※暫定, 別途調整中
流入土砂量	【佐久間ダムゲート・発電放流土砂】:佐久間ダム1次元河床変動解析結果 【支川流入土砂量】: 粒径0.106mm以下:SS観測値の回帰式からLQ式の定数を設定 粒径0.106mm以上:H23河床材料調査結果から粒度区分を設定し、掃流力見合いの流入土砂量を設定
浚渫	・毎年末日時点での維持河床(No12～No33)上の堆積土砂を全量除去
置土の設定	・【置土量および粒度構成】:佐久間ダムの1次元河床変動計算結果による佐久間ダムの対策土砂の量および粒度分布を使用

【置土なし、スルーシングなし】



※秋葉ダム貯水池の1次元河床変動計算(計算期間100年)による150年間の推定値

【置土あり、スルーシング(EL.93.5m)】



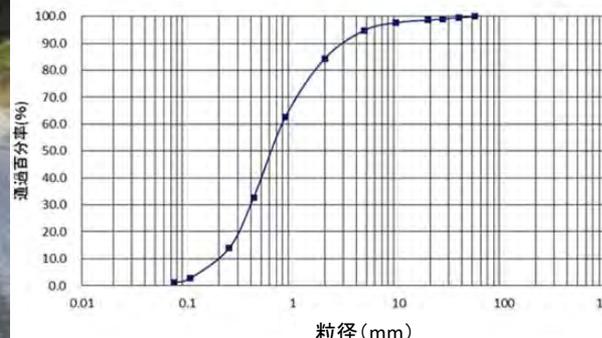
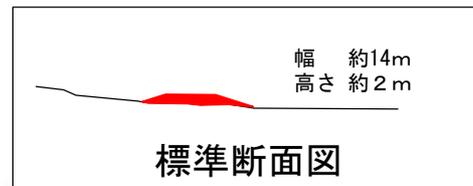
スルーシング実施により、
放流土砂量は27万 m^3 増加

※第4回天竜川流砂系総合土砂管理計画検討委員会【下流部会】資料P25(秋葉ダム貯水池の河床変動計算, 計算期間150年)

4-6 佐久間ダム下流置土実験

4-6-1 平成31年度置土実験 置土流出状況

- 場所 : 佐久間ダム下流約5.6km左岸河川敷 (河内川合流点付近)
- 施工時期 : H30.11下旬~H31.4末
- 置土量 : 約1.7万m³



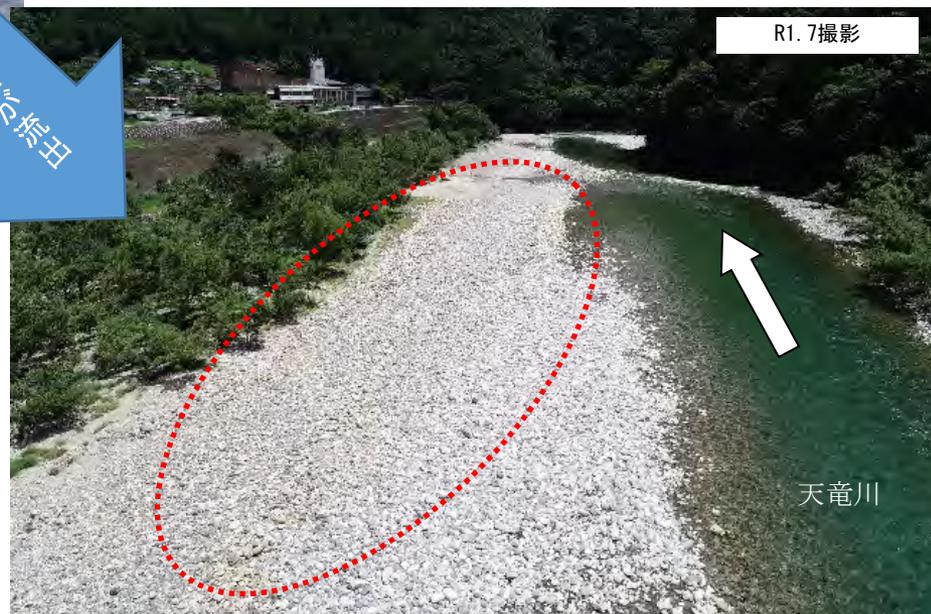
位置関係

平成30年度置土試験工事 粒径加積曲線

※H28、H29、H30年度、共に同じ箇所に置土を設置。
翌年度のH29、H30、H31(R1)に置土実験を実施。

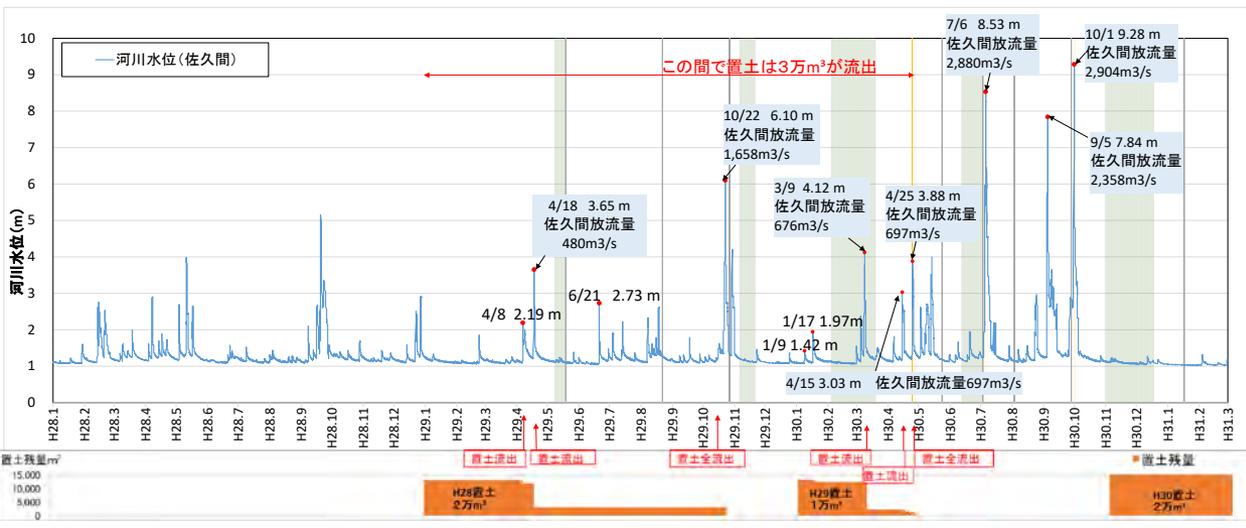
置土実験田

- 平成28年度置土: 約1.7万m³
平成29年4月・10月出水ですべて流出
- 平成29年度置土: 約1.2万m³
平成30年3月・4月出水ですべて流出
- 平成30年度置土: 約1.7万m³
令和元年5月・7月出水ですべて流出

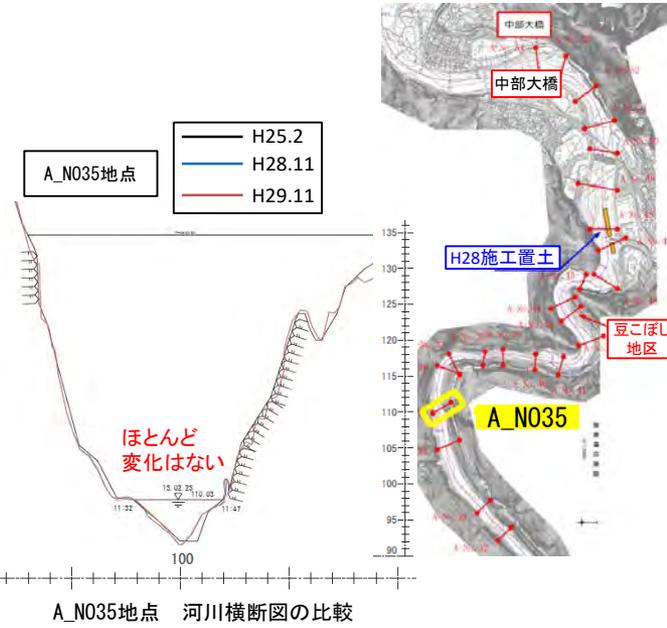


- ・ R1.5. 21の出水で置土 約 7,000m³ 流出 (佐久間ダムはゲート放流せず、大千瀬川の増水のみ)
- ・ R1.7. 4の出水で置土 約 10,000m³ が全て流出 (佐久間ダム最大ゲート放流量700m³/s)

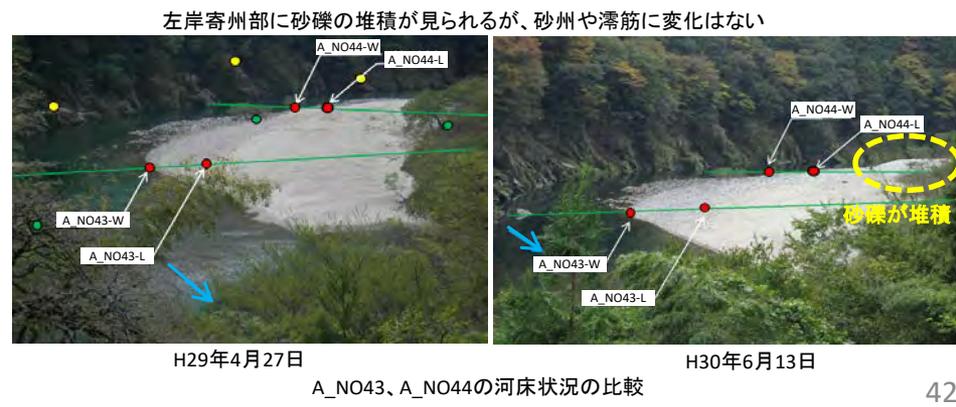
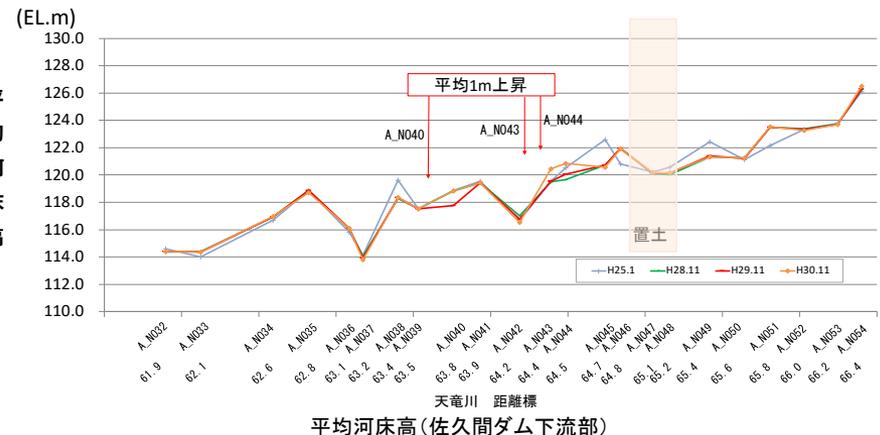
- 実験により佐久間ダムからの放流量480m³/sで約2万m³の置土が流出したことを確認。
- 平均河床高は、置土下流では堆積・流出を繰り返し、殆ど変化は見られない。
- A_NO36付近において、砂州形状、滞筋に殆ど変化は見られない。
- 約3万m³の置土が流下したが、大きな変化が見られず、その殆どは下流へ流下しているものと考えられる。



佐久間水位観測所地点の流況及び置土の流下状況

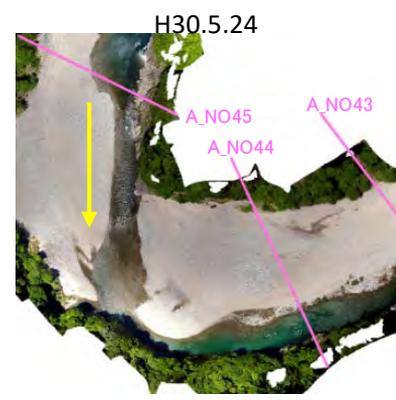
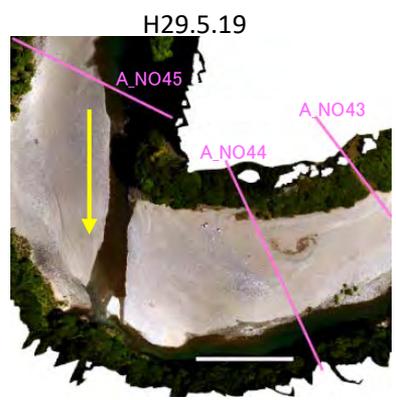


63.8k、64.4k、64.5kで1.0m程度の河床上昇が見られる他は河床上昇は見られない



4-6-2 置土実験による河床材料調査結果(佐久間ダム下流)(2)

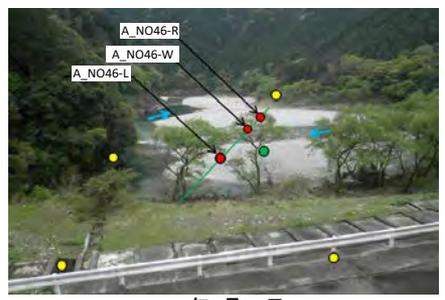
- 置土下流のA_NO44付近では、砂州の河岸部において砂の堆積が見られるが、滞筋及び水際の砂州では、砂の堆積は見られず、3万m³の置土流出前後で大きな変化は見られない。
- 置土の殆どは、下流まで流下しているものと考えられる。



置土
流下後

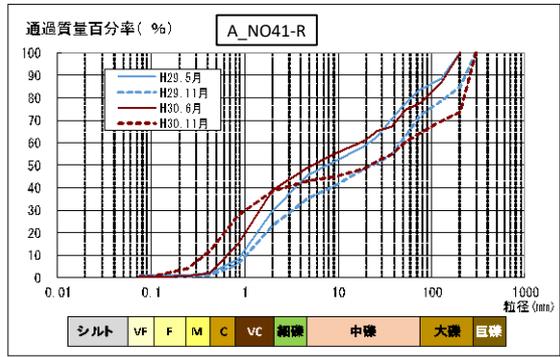


A_NO45 河岸に堆積が見られるが、滞筋は礫成分で占められ、細粒分の堆積は見られない

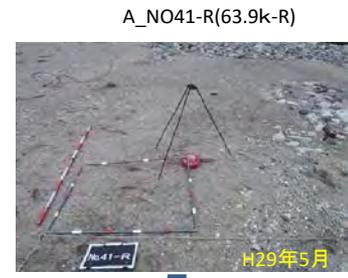


A_NO46 特に変化は見られない

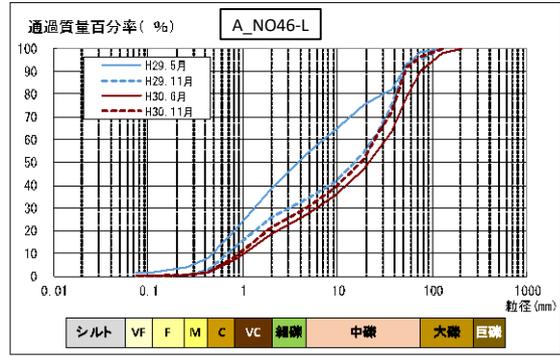
置土流出量の状況
H29.4-8-10: 13,000m³
H30.3-4 : 13,000m³



A_NO41-R
H29.5からH30.11までに、砂~中礫において堆積、流出の変化がみられる



砂州高位面の砂成分が若干増加



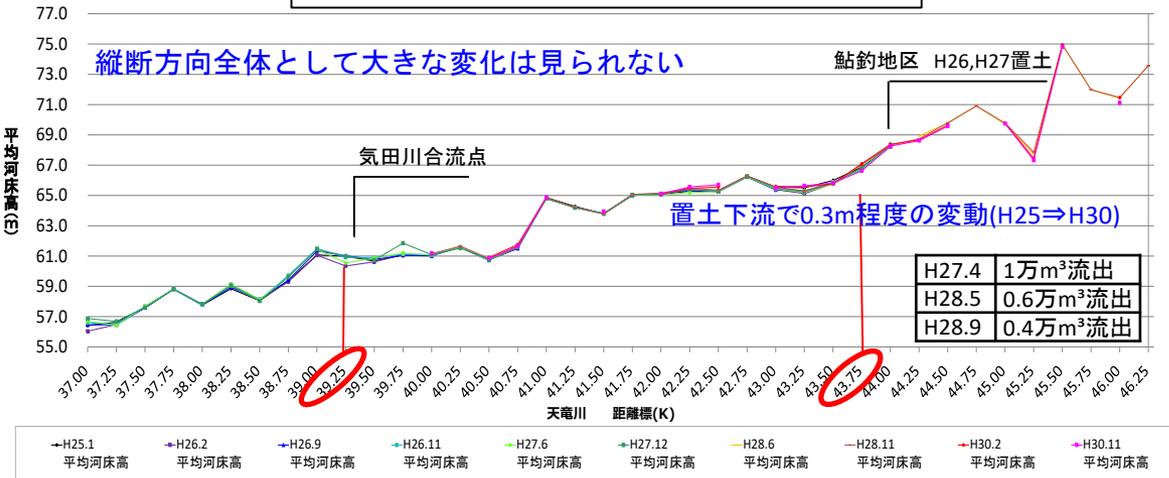
A_NO46-L
H29.5に堆積していた、細粒分が流下後、堆積していない



砂成分が若干減少し、細~中礫が増加

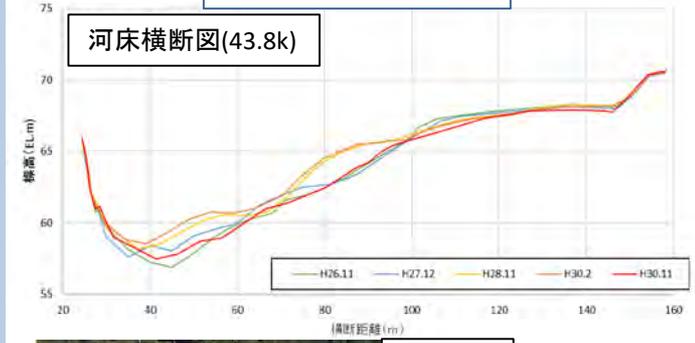
- シミュレーションにより河床上昇が予測された39.3k及び43.8k地点の測量結果の変化を確認。
- 39.3kの気田川合流点付近の測量結果では最深部で堆砂・洗堀を繰り返しているが、構造が変わるような大きな変化は見られない。気田川の河床高が天竜川より高いことから、気田川からの流入土砂による影響が大きい可能性が高い。
- 43.8kの測量結果では、最深河床高はH27年からH30年2月まで一旦上昇したが、H30年10月の出水により置土前(H26)の状態に戻っており、大きな変化は見られない。

天竜川(秋葉ダム下流) 平均河床高の変遷

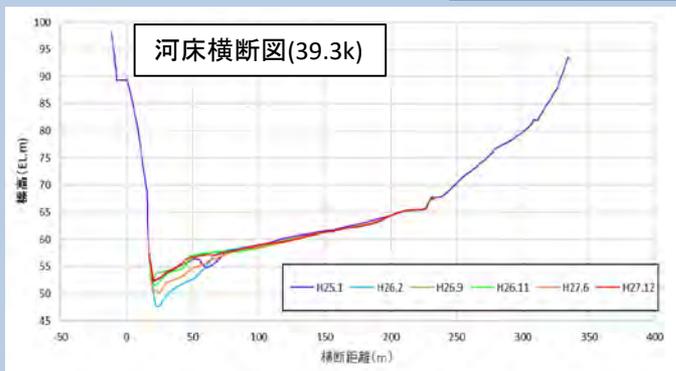


秋葉ダム 年最大放流量	H27.9.8	H28.9.21	H29.10.23	H30.10.1
	1,317m ³ /s	1,632m ³ /s	2,584m ³ /s	4,098m ³ /s

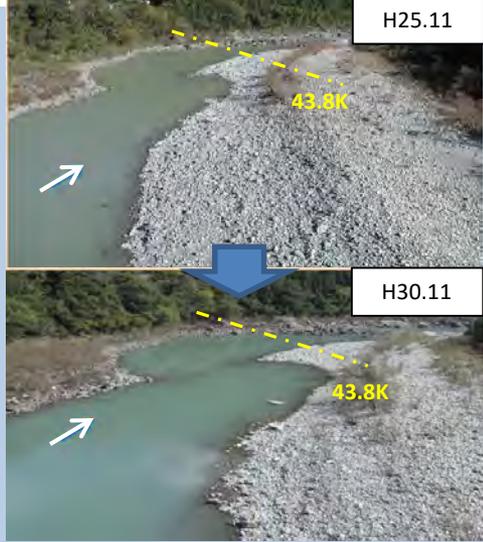
43.8kの河道の変化



39.3kの河道の変化



気田川からの流出土砂量が多い



河床形態に大きな変化なし

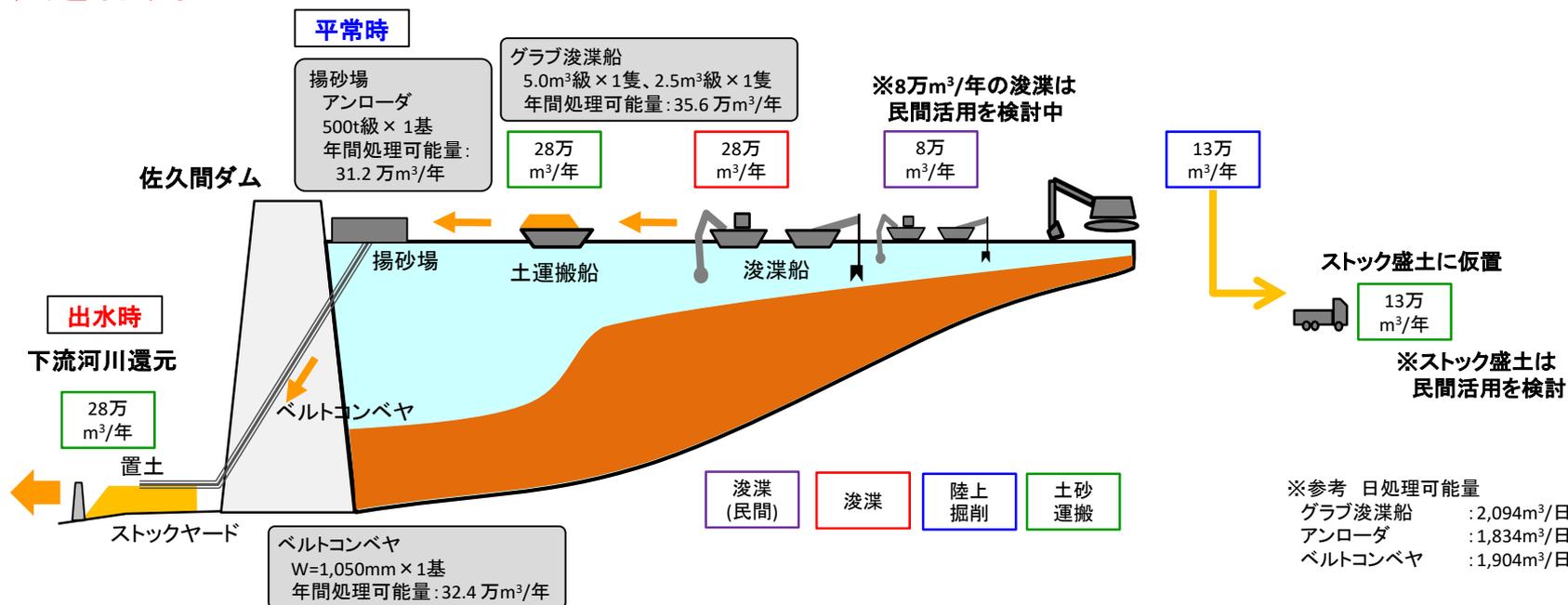
5. 今後について

5 今後について(1)

本委員会での確認事項と今後について

堆砂対策量

- 堆砂対策量 : 約49万 m^3 /年
- 対策土砂量 : 約28万 m^3 /年 (浚渫量:約28万 m^3 /年)
- 陸上掘削土砂(約13万 m^3 /年)と浚渫土砂の一部(約8万 m^3 /年)は民間活用を促進
⇒着工後はモニタリングを継続し、対策の妥当性を検証しつつ必要に応じて施設の改良を行う。



- ① 維持河床：洪水調節容量確保と背水影響防除とを満足する限界的な河床形状
- ② 排除土砂量：維持河床(①)上の対策区間に堆積する毎年の土砂量
- ③ 堆砂対策量：排除土砂量(②)の平均値
- ④ 対策土砂量：堆砂対策施設の設計条件とする土砂量(堆砂対策量(③)から民間砂利業者採取または引渡し量を控除)

本委員会での確認事項と今後について(案)

堆砂対策工法

■本委員会での確認事項

- ①対策土砂量は上流ダム群の排砂を考慮して設定するものとする。
- ②陸上掘削の13万m³の掘削土は民間活用を図る。浚渫量36万m³のうち8万m³は民間の砂利採取を促進する。
- ③下流端堰の堰位置はNo.65の位置とする。

■今後について

・以下の事項を踏まえ、各施設の詳細設計を実施する。

- ①陸上掘削施設の先行整備による掘削土の民間活用
- ②既存の浚渫施設の有効活用や新技術の取り込みによる浚渫コスト縮減
- ③解析結果も踏まえた下流端堰のスリット形状の細部設計
- ④ベルトコンベア施設のエネルギーの有効活用

■新技術の一例

- ・グラブ巻下げ時の回生エネルギー活用
- ・クレーン機本体の運転動作自動化



バケツ用ワイナラ室

浚渫用発電機 561Kw*2

ハイブリッド機能および全自動運転システムを装備するグラブ浚渫船

実行可能性調査

■本委員会での確認事項

- ①長期計算により必要容量を算出し、堰位置No.65では概ね2.5年分の容量を確保できることを確認した。
- ②下流ストックヤードの置土形状(下流側の勾配)を変えることにより、排出SSを抑制できることを確認した。

■今後について

・運用方法も踏まえ、SS低減対策の検討を引き続き実施する。