

天竜川ダム再編事業

恒久堆砂対策工法検討委員会
第3回委員会

資料

平成29年3月2日
浜松河川国道事務所

目次

1.	維持河床, 堆砂対策量の検討	…	2
2.	堆砂対策施設の概略設計	…	13
3.	実行可能性調査	…	44
4.	今後の予定	…	60

1. 維持河床, 堆砂対策量の検討

【用語の使用】

- 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)から民間砂利採取10.5万m³/年を控除)
- ⑤マージン容量：排除土砂量(②)の変動に対し堆砂対策量(③)で維持河床(①)を保持するための土砂溜(予堀)容量

維持河床, 堆砂対策量の検討

【内容】

- 堆砂対策量約55万m³/年(浚渫35, 掘削20)では維持河床上の土砂堆積を解消できない年があるため, 解消の方策を検討

【結果】

- 堆砂対策量約63万m³/年(浚渫38, 掘削25)で解消可能⇒**対策量の増加は維持管理費用が問題となるため再考**
- 掘削(陸上)区間はマージン容量約98万m³(維持河床-4m盤下)確保により堆砂対策量を増やさず対応可能⇒**マージン容量の確保は施工面などの実現性を検討**
- 浚渫区間はマージン容量確保での対応が不可能

堆砂対策施設の概略設計

【内容】

- 対策土砂量約45万m³/年の全量を下流河川へ還元する前提で各工程の設備の機能や配置、基本構成を検討

【結果】

- 浚渫・掘削(陸上)土砂の揚砂場への運搬は土運船が妥当⇒**掘削(陸上)土砂は今後, 土捨場への運搬も検討**
- 揚砂場からストックヤードへの土砂運搬はベルトコンベヤが妥当⇒**ベルトコンベヤのルートや諸元は今後検討**
- スtockヤードの下流端は佐久間ダム堤体から約1.9km下流が妥当⇒**土砂のストック形状や下流端堰の構造, 河川還元オペレーションは今後検討**

第二回(前回)

第三回

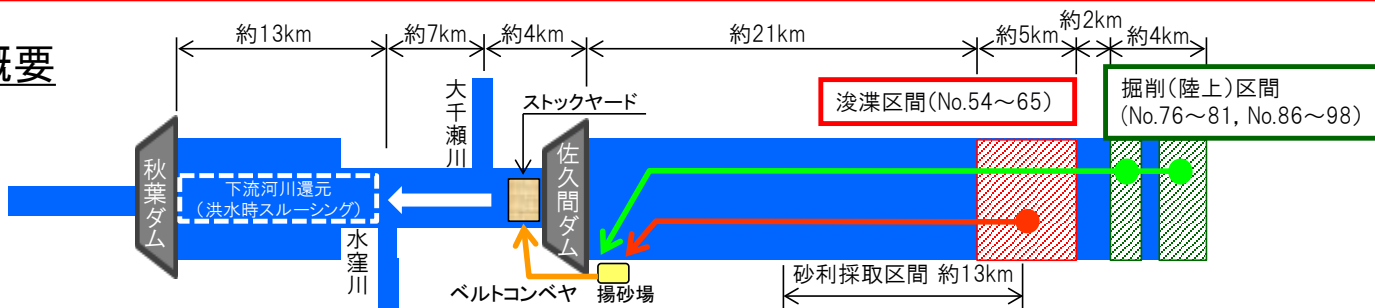
【土砂が堆積しにくい維持河床の再設定】

- マージン容量の取扱
- 維持河床の再設定
- 堆砂対策量の設定

【堆砂対策施設の全体概略設計】

- 各工程の設備の基本構成を再検討
- 概算費用の算定
- 技術開発(案)

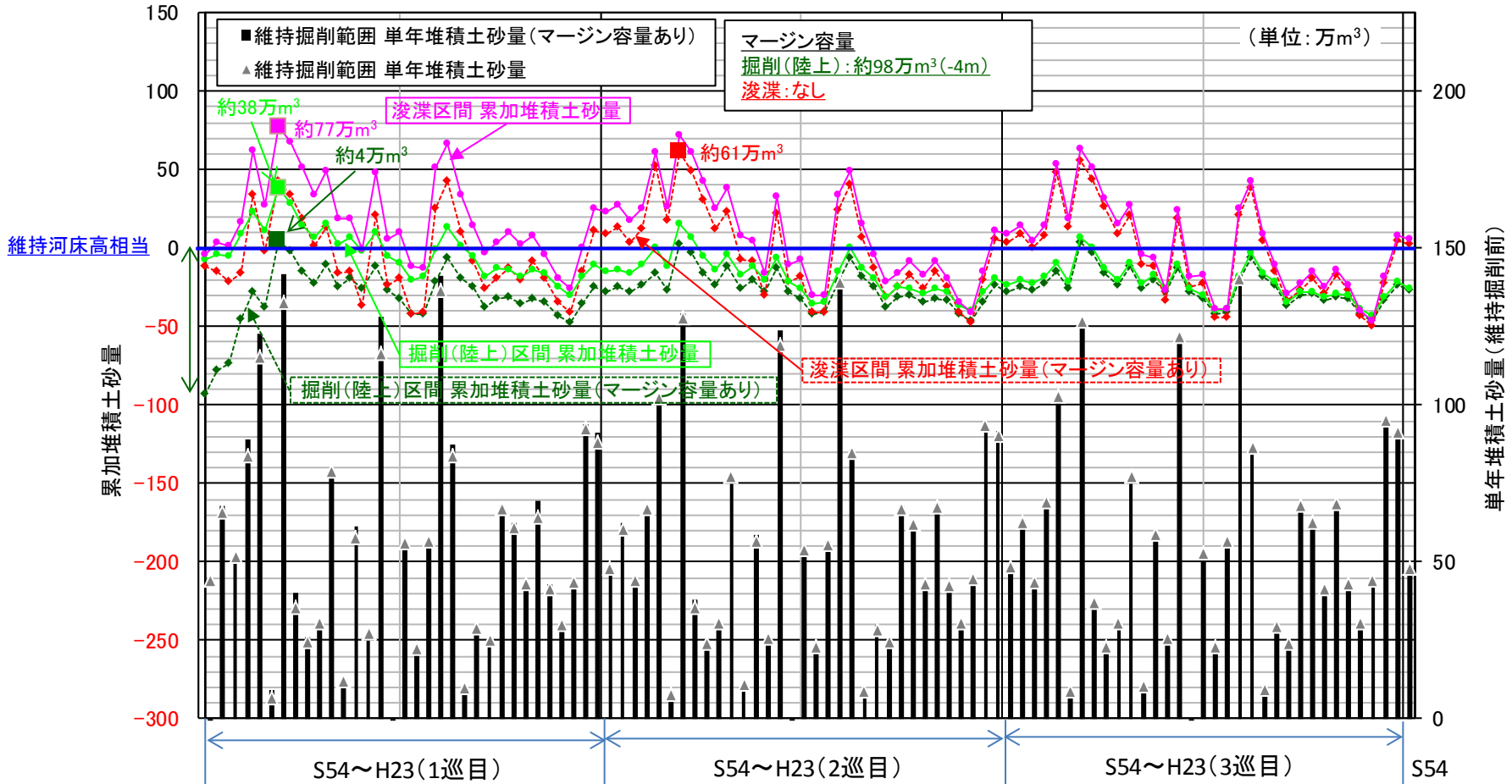
堆砂対策の概要



- 【第2回委員会】掘削(陸上)区間のマージン容量の確保は施工面などの実現性を検討
- 維持河床高-4mの掘削や約98万m³の土砂処理は**施工性等の面で現実的には困難**であり、マージン容量確保による**効果も限定的なため、堆砂対策の計画にはマージン容量を見込まない**

対策区間の累加堆積土砂量の比較 (堆砂対策量 約55万m³/年)

単位: 万m ³ /年	計	浚渫	掘削(陸上)
①堆砂対策量(マージン容量が必要)	約 55	約 35	約 20
②維持河床高以下の状態を恒常的に確保(マージン容量なし)	約 63	約 38	約 25
差(②-①)	約 8	約 3	約 5



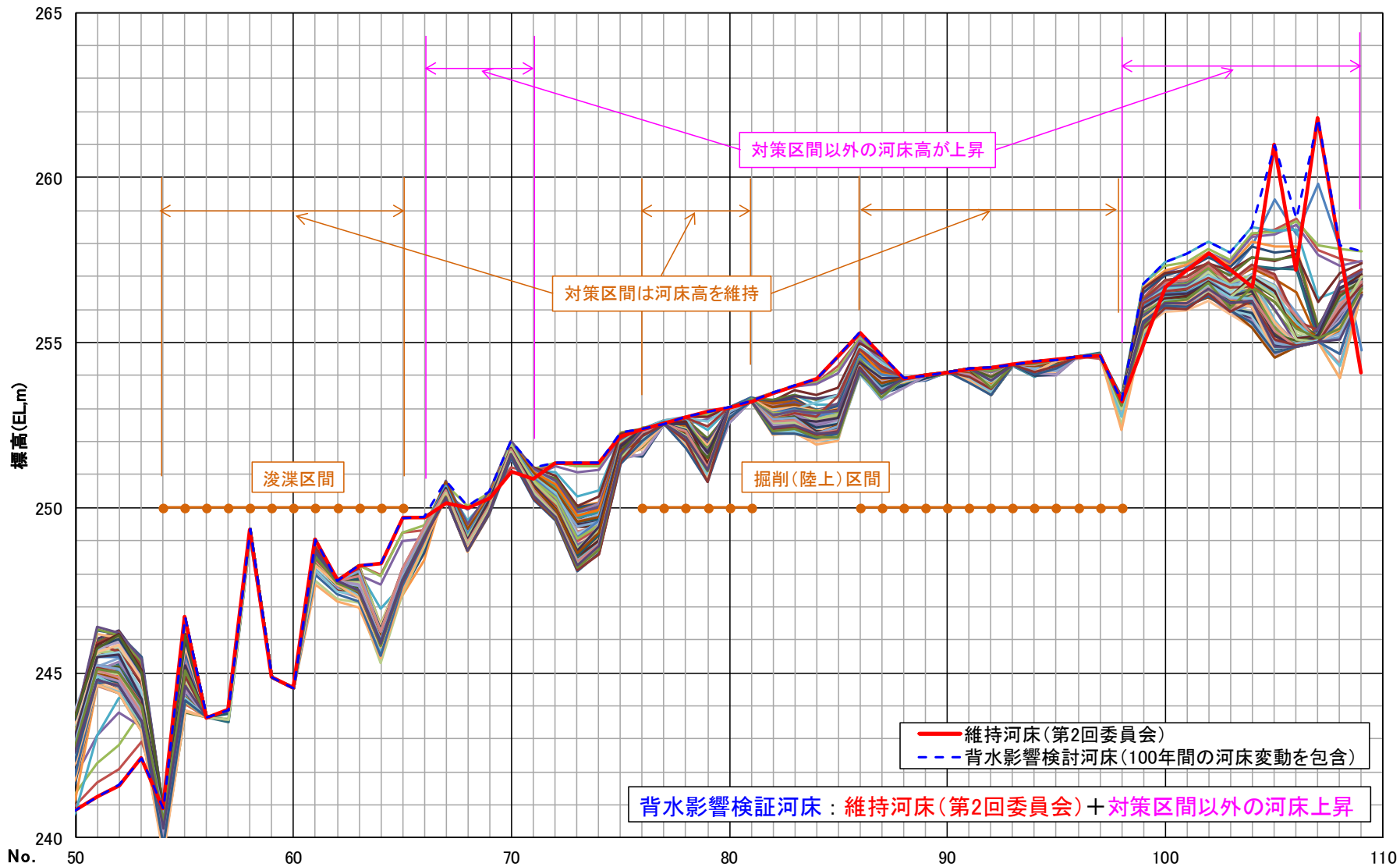
注) 単年堆積土砂量は前年と当年との差分(何れも洪水期終了翌日の10/11時点)に堆砂対策量(55万m³)を加えた値
 累加堆積土砂量は洪水期終了翌日の10/11時点(堆砂対策は翌年洪水期開始前日の5/31に対策区間を55万m³掘削)

維持河床の再設定（背水影響の検証条件）

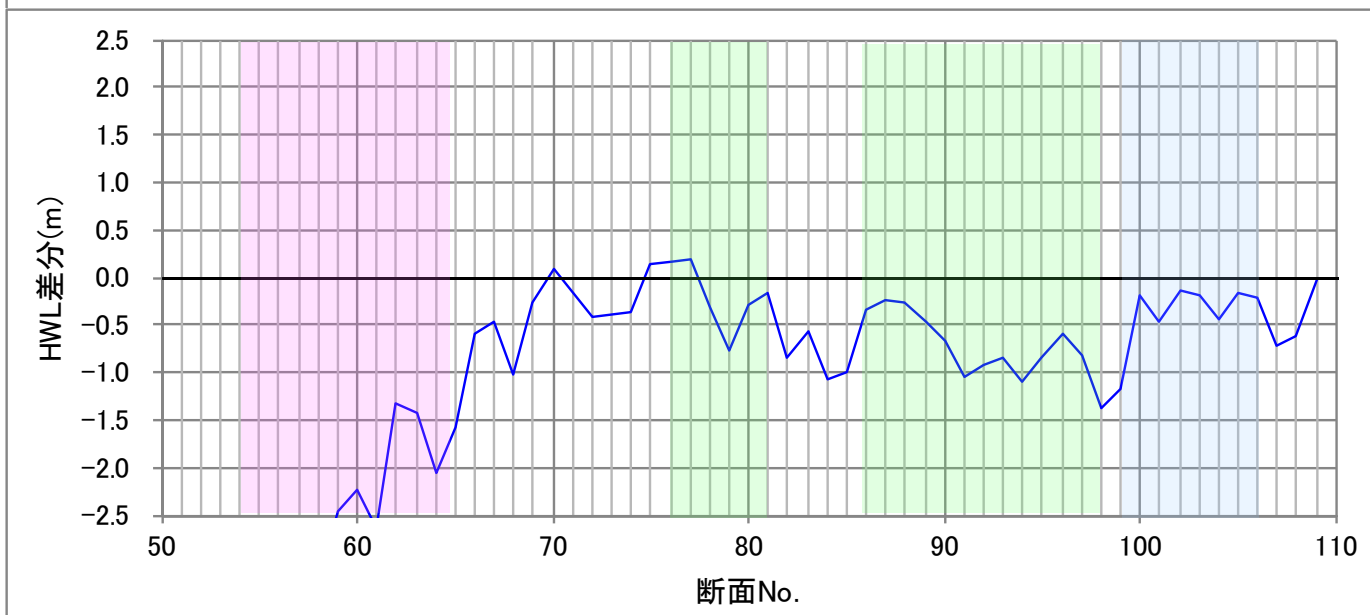
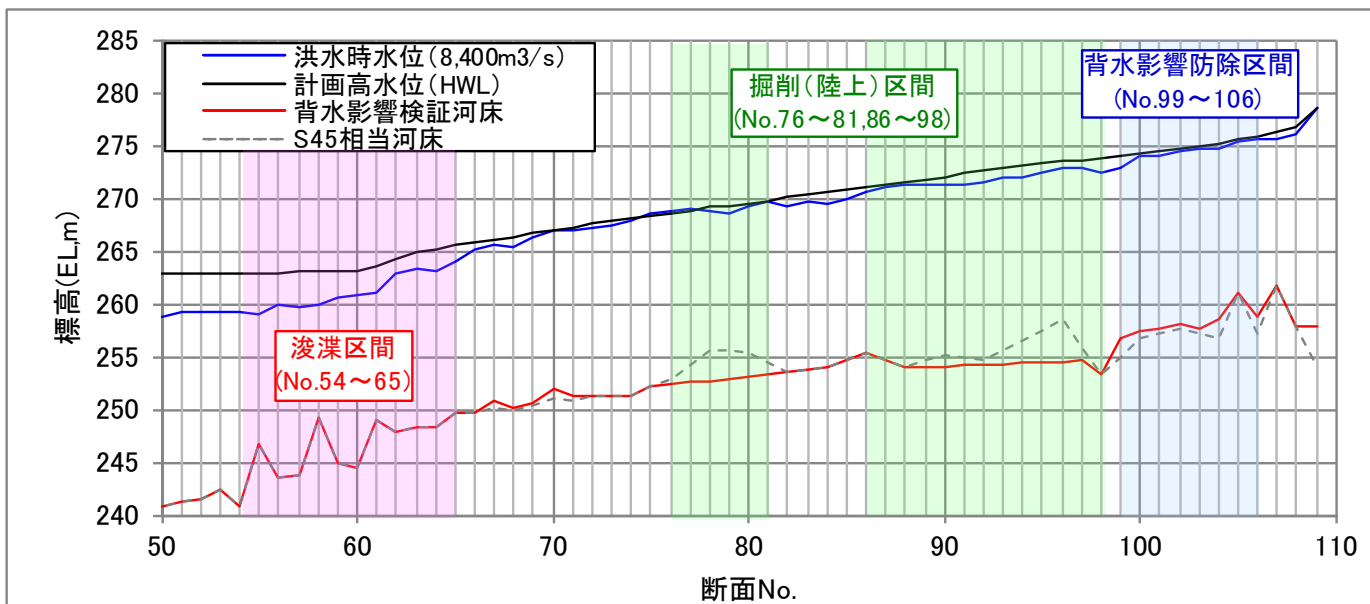
- 【第2回委員会】対策区間の堆積土砂量だけでなく河床変動や洪水時背水位の状態を検証
- 従前(第2回委員会まで)の維持河床をもとに100年間の河床変動を包含する河床形状で背水影響の有無を検証

背水影響検証のための河床高の設定

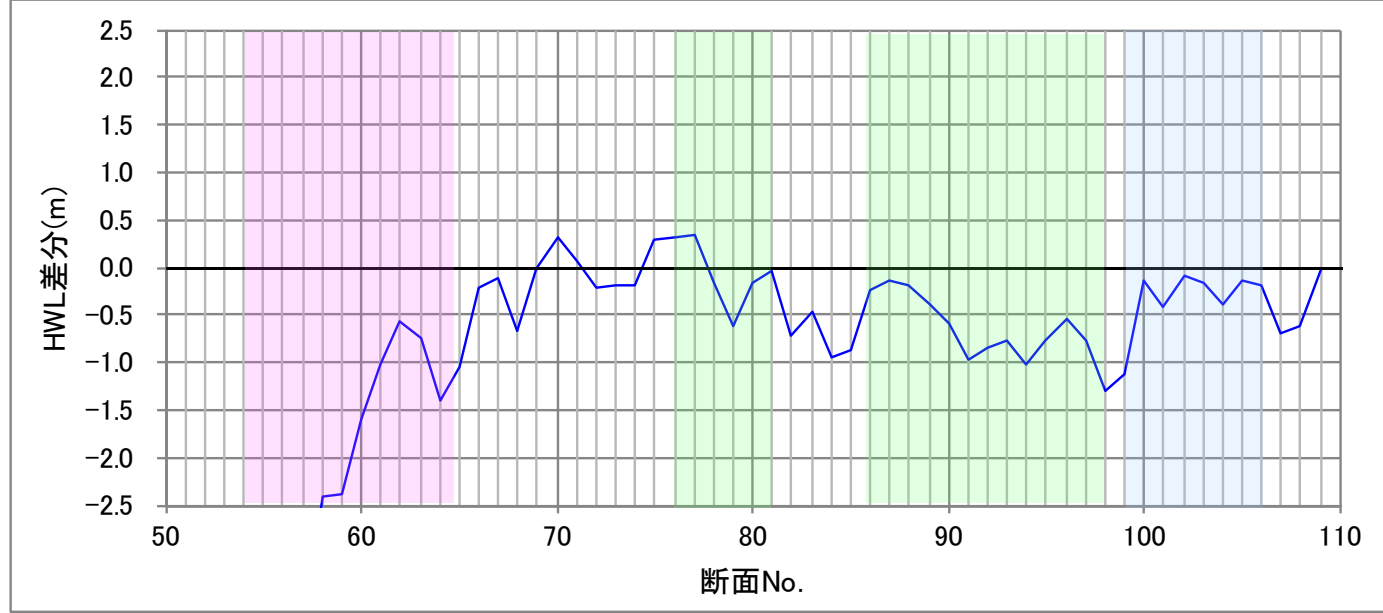
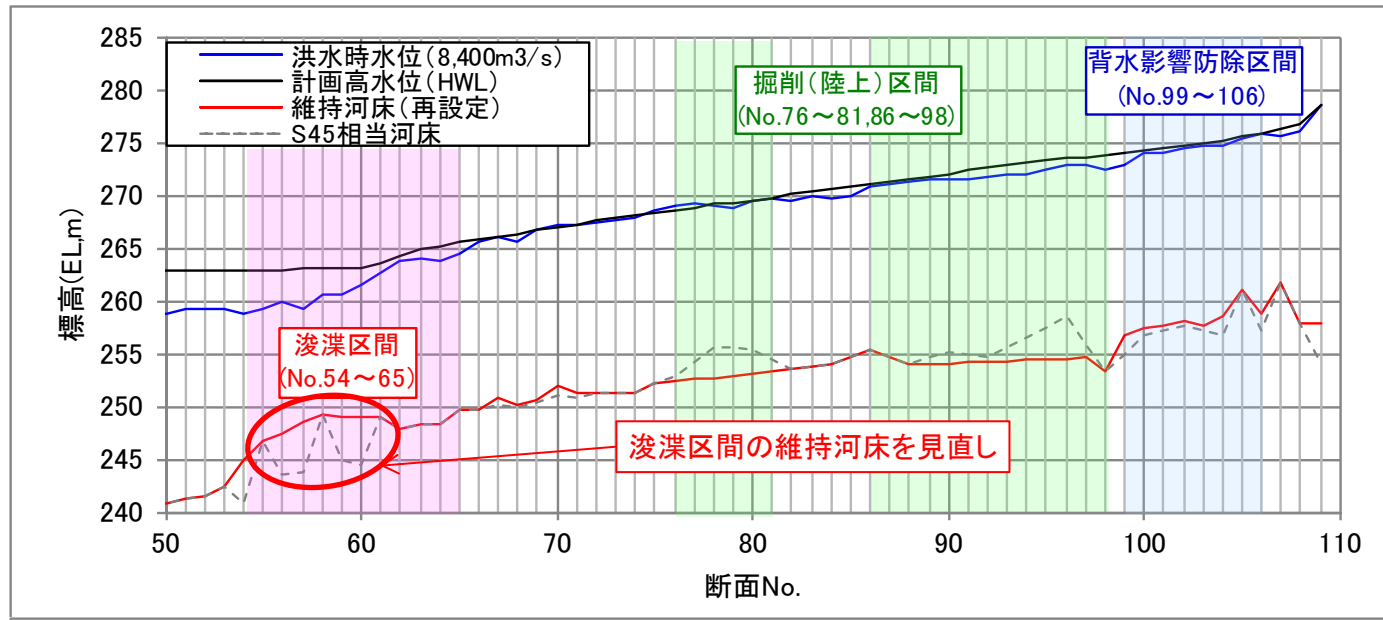
注) 河床高は洪水期終了翌日の10/11時点(対策区間上の堆積土砂を一括除去後)



● 背水影響防除区間(貯水池No.99~106)の洪水時水位は計画高水位より0.2m程度低く背水影響は生じない



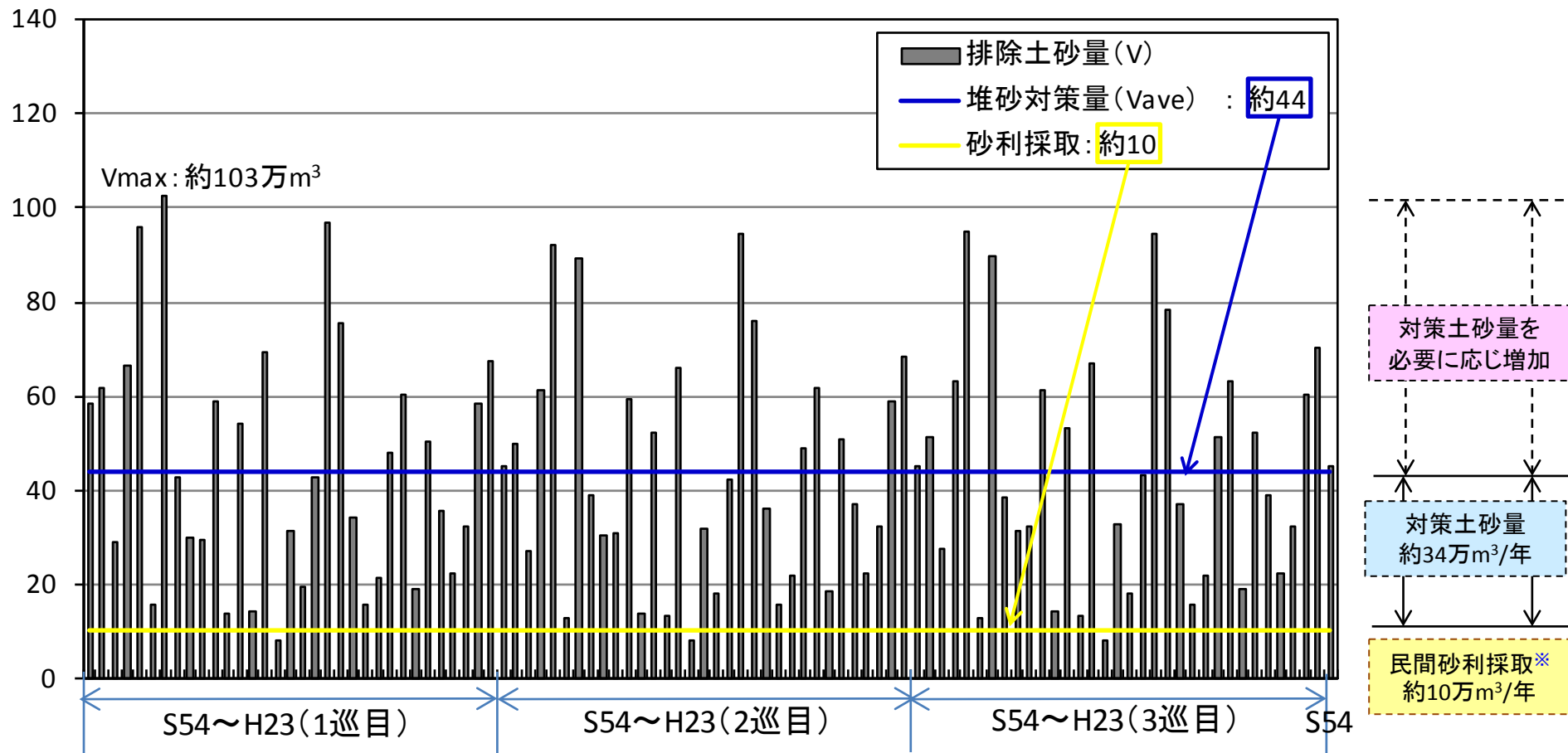
- 背水影響防除区間(貯水池No.99~106)の洪水時水位が計画高水位以下となる条件で**浚渫区間の維持河床を見直し**



- 再設定した維持河床をもとに河床変動計算(100年間)を実施し、対策区間の排除土砂量を算定
- 佐久間ダムにおける毎年の堆砂対策量は、効率性等の観点から、排除土砂量の平均値約44万m³/年
- そのうち堆砂対策施設による対策土砂量は民間砂利採取約10万m³/年を控除した約34万m³/年を前提
- 洪水調節容量の維持や背水影響の防除に支障が生じる場合は、災害復旧等で対策土砂量を増加させて対応

堆砂対策量の前提条件

(単位: 万m³)

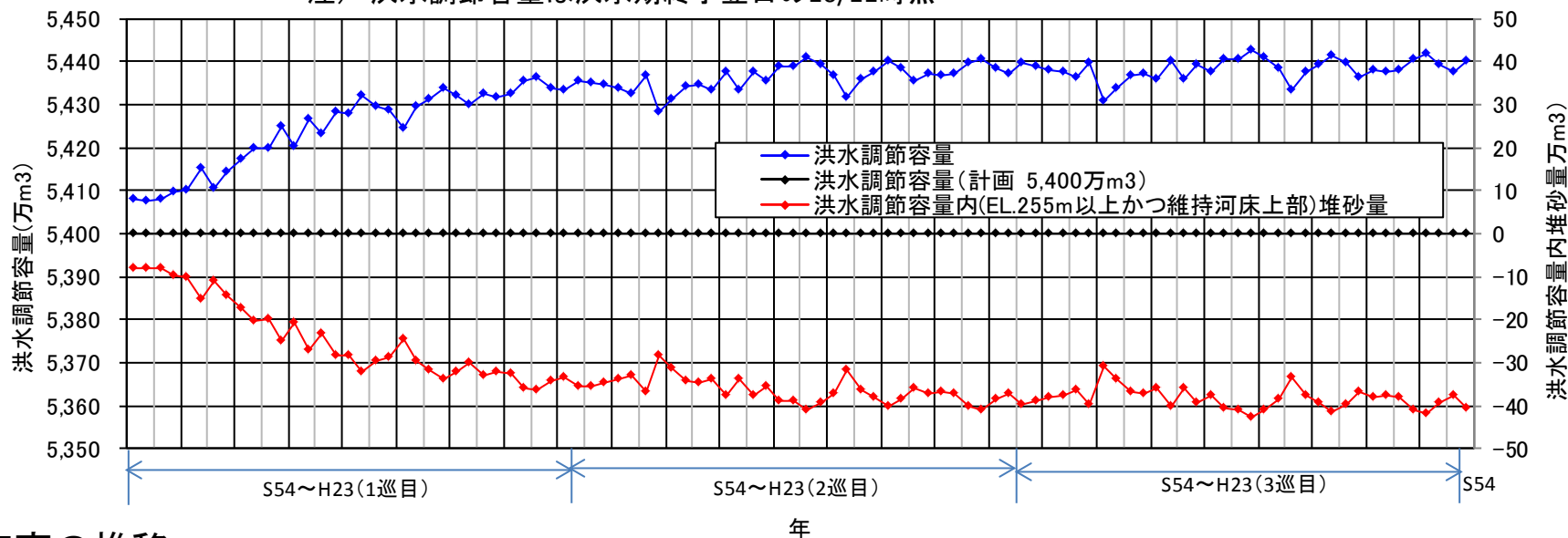


注) 排除土砂量は対策区間の維持河床上の堆積土砂量
 (各年10/11時点, 堆積土砂量は前年分を5/31に排除した後の単年値)
 ※ 砂利採取量は近10カ年 (H17~H26) の実績平均値29.5万m³/年 × 35.7% * で設定
 * H1~H24採取量のうち貯水池№54~№65の採取量が占める割合

- 堆砂対策量約44万 m^3 /年(浚渫24万 m^3 /年・掘削(陸上)20万 m^3 /年)で洪水調節容量の維持が可能

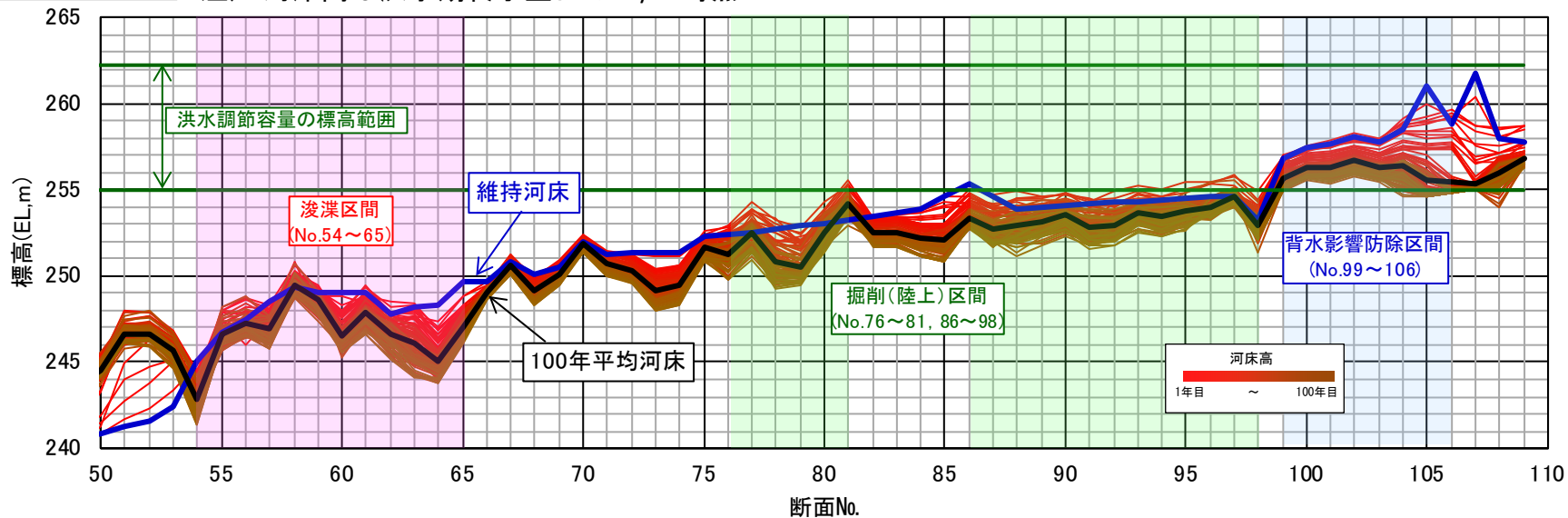
洪水調節容量の推移

注) 洪水調節容量は洪水期終了翌日の10/11時点



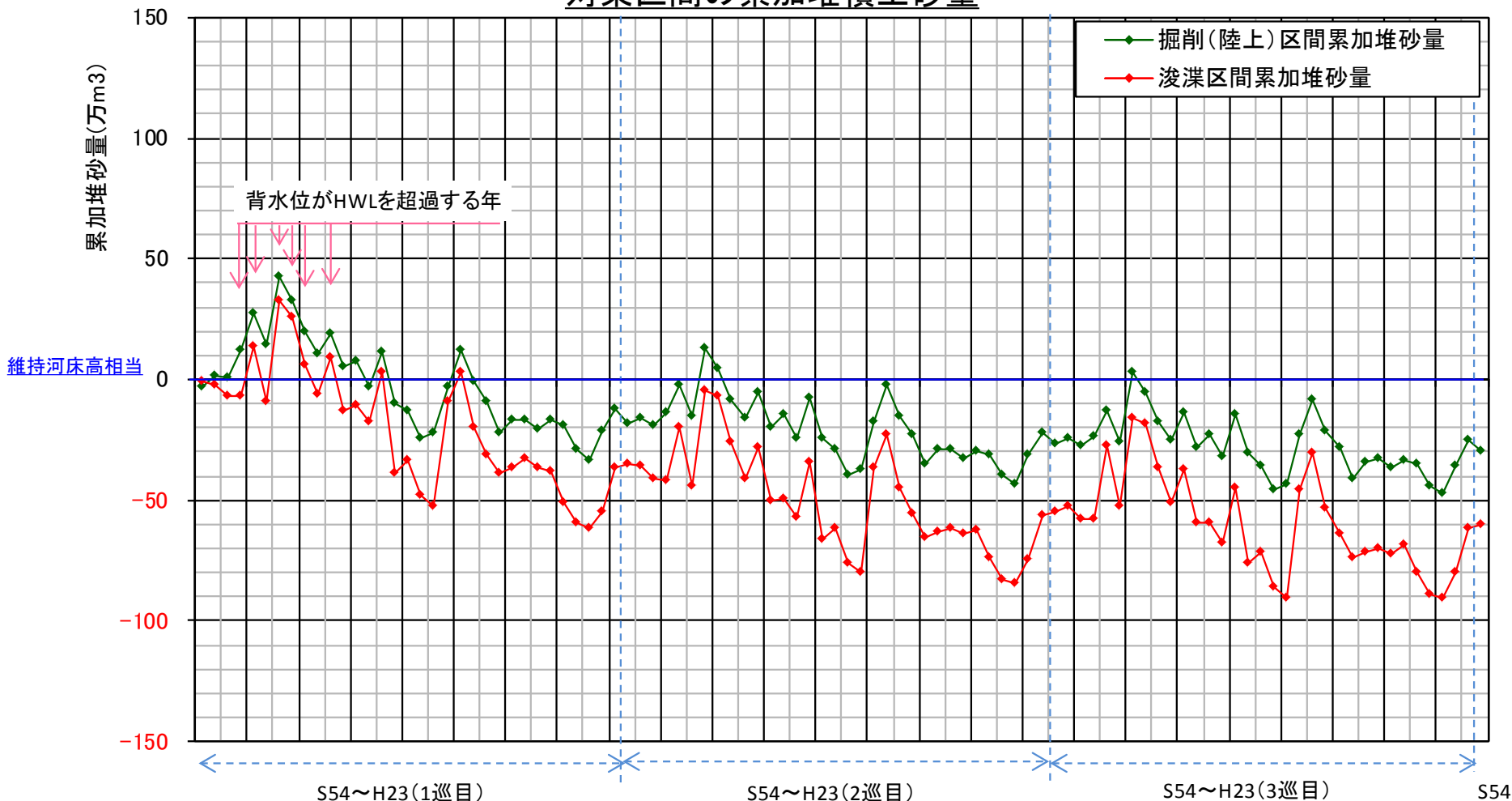
河床高の推移

注) 河床高は洪水期終了翌日の10/11時点



- 堆砂対策量約44万m³/年（浚渫24万m³/年・掘削（陸上）20万m³/年）で対策区間（No.54～65, 76～81, 86～98）維持河床上の土砂堆積は17ヵ年/100年
- 背水影響防除区間の洪水時水位が計画高水位超過となる年は1巡目の6ヵ年（S57, S58, S60, S61, S62, H1）

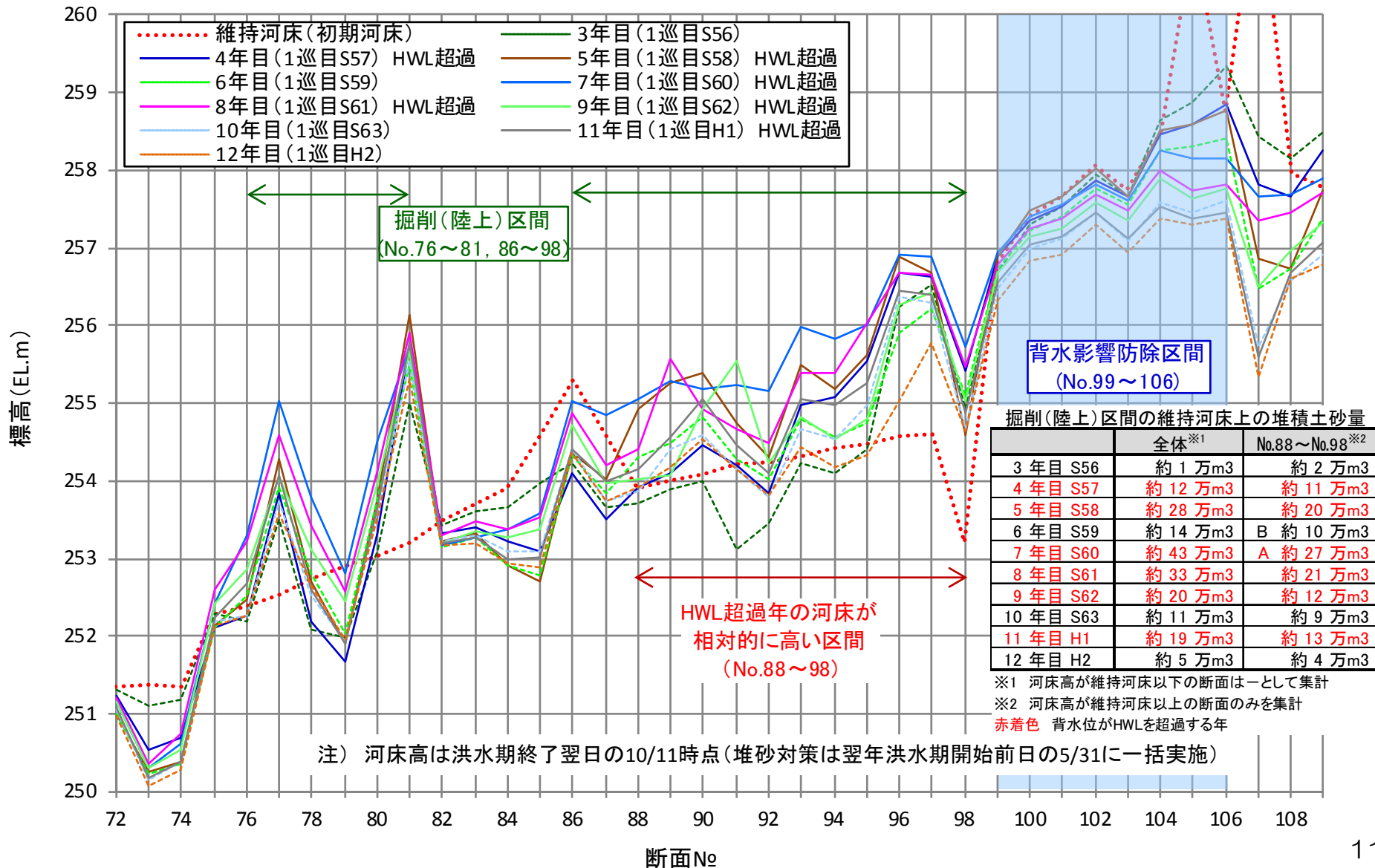
対策区間の累加堆積土砂量



注) 累加堆積土砂量は洪水期終了翌日の10/11時点で、河床高が維持河床を超過する断面を+、未満の断面を一として集計（毎年洪水期開始前日の5/31に対策区間を約44万m³掘削）

- その6カ年はNo.88～No.98河床が相対的に高く、当該区間の処理量を最大17万m³(下表A-B)程度増加する必要
- 掘削(陸上)区間の処理量増加は陸上掘削し土捨場への運搬(P21参照)で対応予定

河床高の比較（HWL超過年前後）



堆砂対策量の設定（土砂収支）

- 堆砂対策による佐久間ダムからの河川還元土砂量は26万m³/年(うち砂粒径集団は約12万m³/年)増加
- 海岸侵食の抑制等に寄与する砂粒径集団の河川還元量を天竜川水系河川整備計画で位置付けた約20万m³/年へ増加させることを目指し、今後は掘削・浚渫した土砂の分級作業の導入を検討(P42参照)

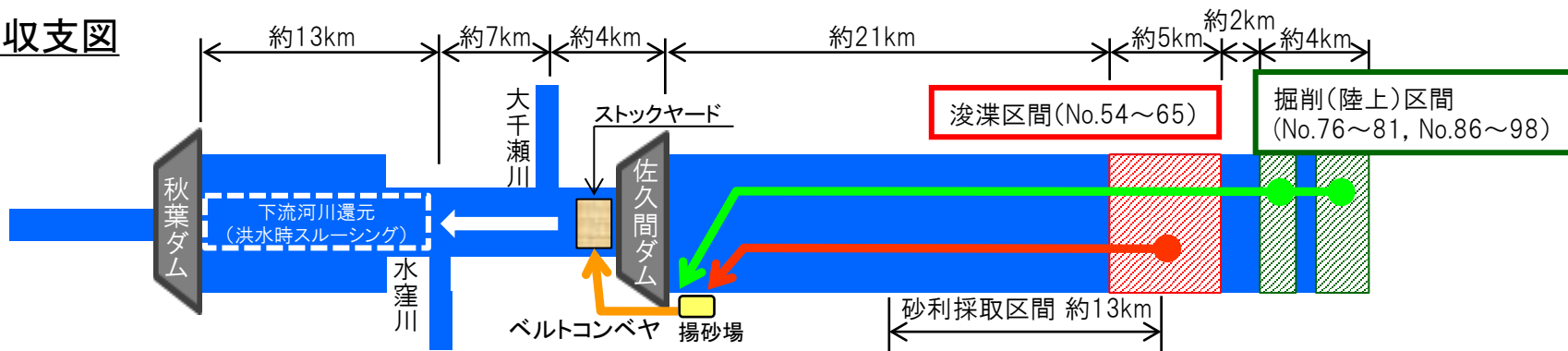
堆砂対策量

単位: 万m³/年

	堆砂対策量（今回設定）			参考（第2回委員会まで）		
	堆砂対策量	河川還元	系外搬出	堆砂対策量	河川還元	系外搬出
浚渫	24	14	砂利採取 10	35	25	砂利採取 10
掘削(陸上)	20	12	8	20	20	0
計	44	26	18	55	45	10

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。

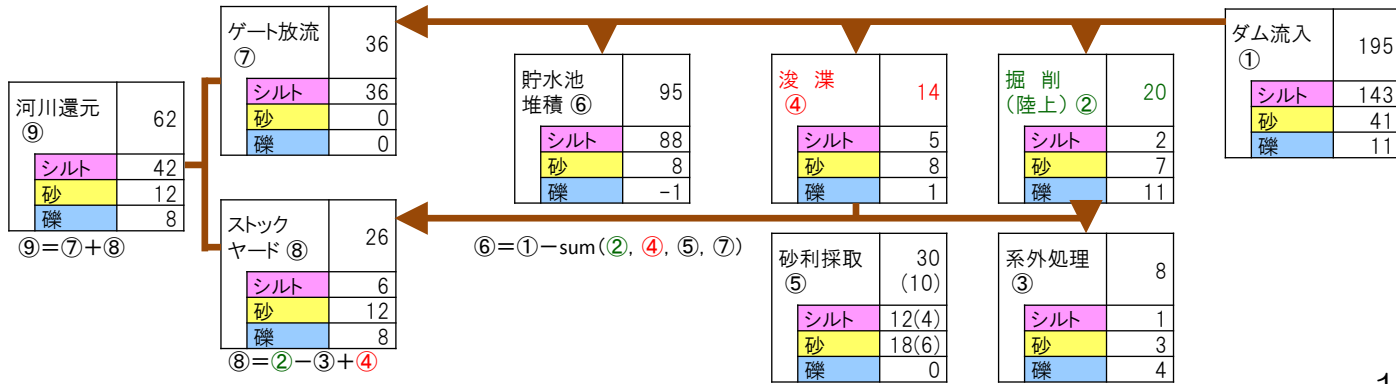
土砂収支図



単位: 万m³/年

シルト粒径集団	~0.2mm
砂粒径集団	0.2mm~0.85mm
礫粒径集団	0.85mm~

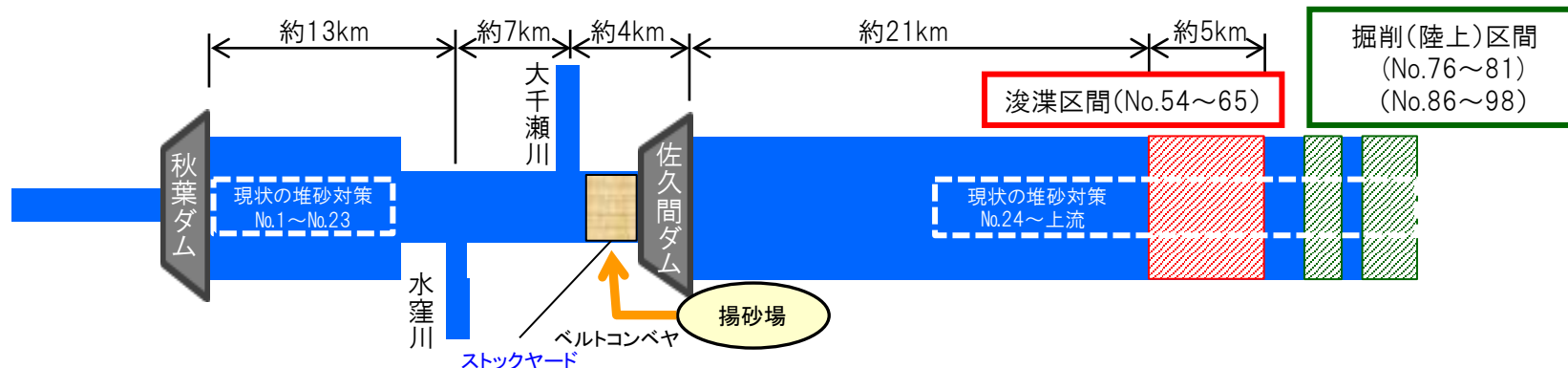
注) 粒径集団は、海岸線の形成に寄与する0.2mm~0.85mmを砂と称し、それ未満のものをシルト、以上のものを礫と称した。



注: ()は浚渫区間からの採取分

2. 堆砂対策施設の概略設計

■堆砂対策施設の配置



■対策土砂量／年

(単位: 万m³)

	浚渫区間	掘削(陸上)区間	合計
① 堆砂対策量	約24(▲11)	約20	約44(▲11)
② 民間砂利採取量	約10	—	約10
対策土砂量(①-②)	約14(▲11)	約20	約34(▲11)

※()書きは第2回委員会に提示した量との差分

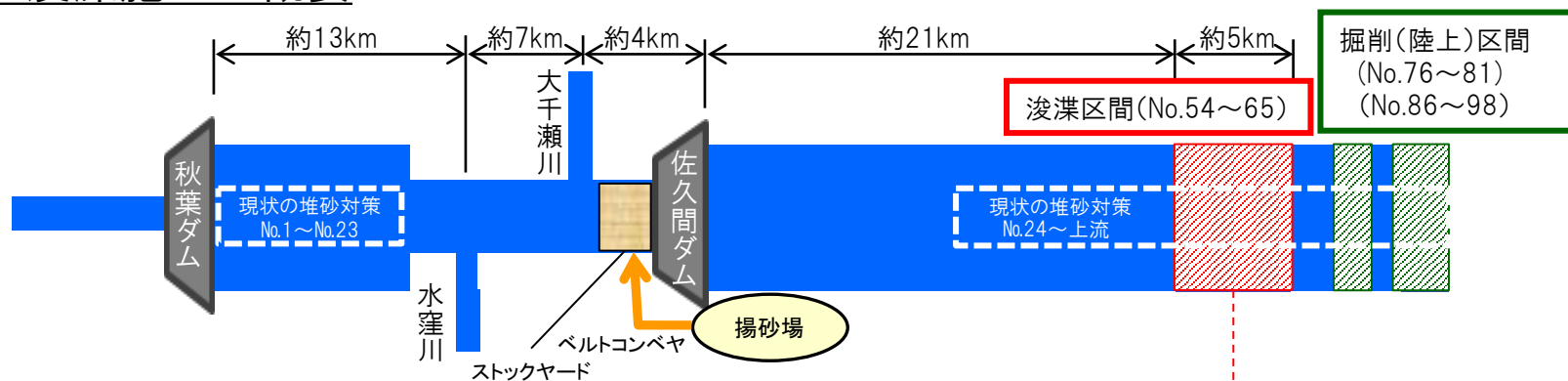
■施工可能日数／年

	浚渫区間	掘削(陸上)区間
施工可能な貯水位の条件	EL.249m以上	EL.250m以下
施工可能な日数	170日	87日
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・S54~H26実績水位でEL.249m以上の日数の平均値に20/30(休日等補正)を乗じた値 ・なお、流水掃砂の実施年は、水位低下期間(2/15~3/31)を除外し、年間日数を補正 	<ul style="list-style-type: none"> ・同左(ただし、EL.250m以下の日数を対象)

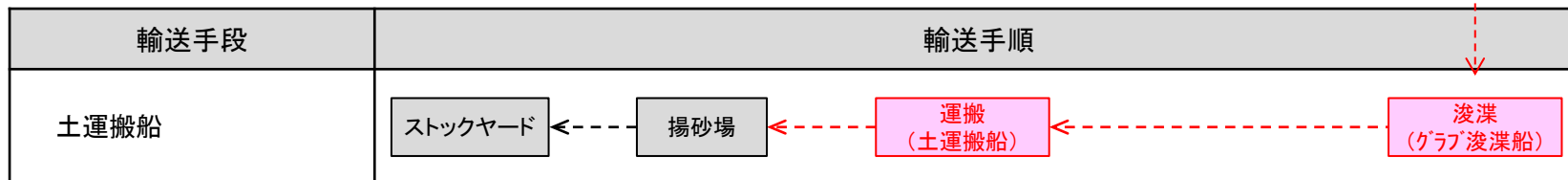
2-1. 浚渫施工・運搬処理

- 【第2回委員会】浚渫土砂の運搬処理は土運搬船による揚砂場への運搬が妥当
- 対策土砂量約14万m³/年に対応する設備規模を設定

■浚渫施工の概要



■浚渫土砂の浚渫方法



■設備配置の計画

作業段階	対策土砂量	施工機械	規格	規模
浚渫	約14万m ³	グラブ浚渫船	鋼 D5.0m ³ 級	1隻
土砂運搬		土運搬船	650m ³ 級	3隻
		押船	1000PS級	2隻

浚渫施工・運搬処理方法の評価

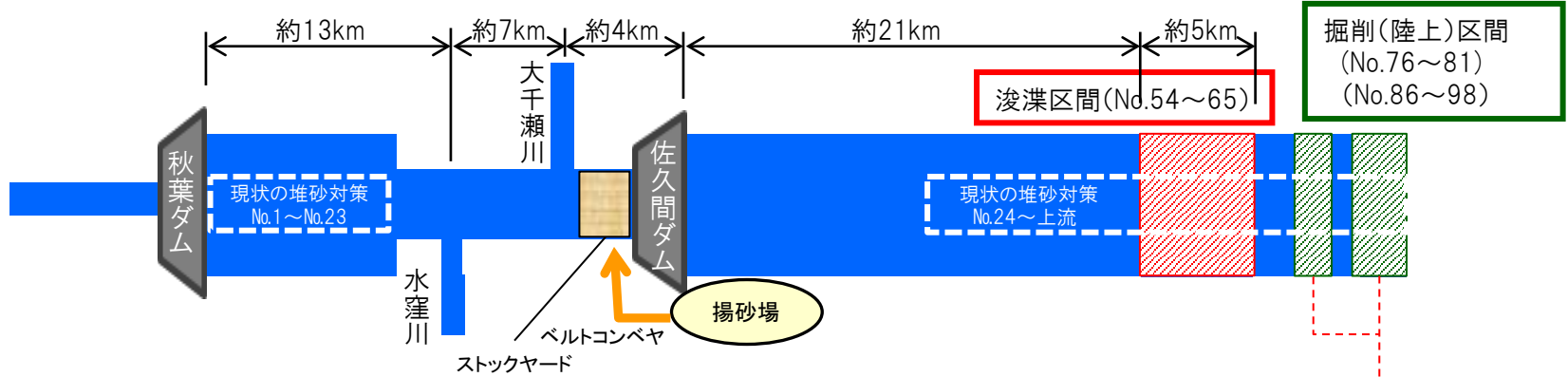
評価軸	評価項目	土運搬船
対策土砂量/年		14万m ³
確実性	工法・施設配置	一般的な工法であり現実的な施設配置が可能
	用地	特に問題なし
経済性 ※	A 整備費用(億円)	96.0
	B 維持管理費用(億円/年)	6.8
	C 維持管理費用(億円) (B×50年間)	340.0
	総費用(億円) (A+C)	436.0
	m ³ あたりの処理費用(円/m ³) (A+C) / (50年間・対策土砂量)	6,229
実現性	設計や用地取得	特に問題なし
持続性	長期にわたる運用	特に問題なし
柔軟性	処理量の変動等への対応	設備能力の余裕(必要能力×1.6程度)で対応が可能
地域社会・環境への影響	環境への影響(騒音・振動、悪臭)	特に問題なし
	一般交通への影響	特に問題なし
総合評価		浚渫施工による運搬処理方法は土運搬船が妥当

※ 経済性は浚渫からストックヤード敷均までに要する費用を計上

2-2. 掘削(陸上)施工・運搬処理

- 【第2回委員会】掘削(陸上)土砂の運搬処理は土運搬船による揚砂場への運搬が妥当
- 【第2回委員会】今後は系外処理(骨材事業者への運搬・引渡、土捨場への運搬)との組合せを検討

■掘削(陸上)施工の概要



■掘削(陸上)土砂の運搬処理方法

処理方法	搬出先	輸送手段	輸送手順
系外処理	骨材事業者への運搬・引渡	ダンプトラック	掘削(陸上)(バックホウ) → 運搬(ダンプトラック) → 骨材事業者
	土捨場への運搬	ダンプトラック	掘削(陸上)(バックホウ) → 運搬(ダンプトラック) → 土捨場
河川還元	揚砂場	ダンプトラック + 土運搬船	掘削(陸上)(バックホウ) → 運搬(ダンプトラック) → 積込場 → 運搬(土運搬船) → 揚砂場 → スtockヤード

- 掘削(陸上)土砂の運搬処理は費用が安価な系外処理を優先

掘削(陸上)施工・運搬処理方法の比較評価

評価軸	評価項目	系外処理		河川還元
		骨材事業者(長野県側)への運搬・引渡	土捨場への運搬	揚砂場への運搬(積込場から土運搬船)
対策土砂量/年		2万 ^m 3 受け入れ実績より仮定	6万 ^m 3 早木戸川沿いの2箇所の土捨場を100年間使用すると仮定	12万 ^m 3程度は可能 施設規模、台数である程度処理は可能
確実性	工法・施設配置	一般的な工法であり、現実的な施設配置が可能である	一般的な工法であり、現実的な施設配置が可能である	一般的な工法であり、現実的な施設配置が可能である
	用地	特に問題なし	土捨場の用地取得や関係者との調整が必要となる	積込場の用地取得が必要
経済性	A 整備費用(億円)	0.0	※2 38.7	88.2
	B 維持管理費用(億円/年)	※1 0.6	※3 1.5	※4 7.4
	C 維持管理費用(億円)(B×50年間)	30.0	75.0	370.0
	総費用(億円)(A+C)	30.0	113.7	458.2
	m ³ あたりの処理費用(円/m ³)(A+C)/(50年間・対策土砂量)	3,000	3,790	7,637
持続性	長期にわたる運用	民間需要の動向により受入量の変動する可能性がある	100年後に土捨場が満杯となり使用できなくなる	特に問題なし
柔軟性	処理量の変動等への対応	関係者との調整が必要となる	設備規模の増減で対応可能	設備規模の増減で対応可能
地域社会・環境への影響	環境への影響	特に問題なし	特に問題なし	特に問題なし
	一般交通への影響	搬出先への現道交通に影響を与える	土捨場への現道交通に影響を与える	積込場への現道交通に影響を与える
総合評価		<ul style="list-style-type: none"> 民間需要の変動により、受け入れ量が変動する可能性がある 平岡地区のダンプ運行に制限を受ける可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> 大規模な用地買収が必要となる 大規模な地形を改変するため環境対策が必要となる可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> 処理費用が高価

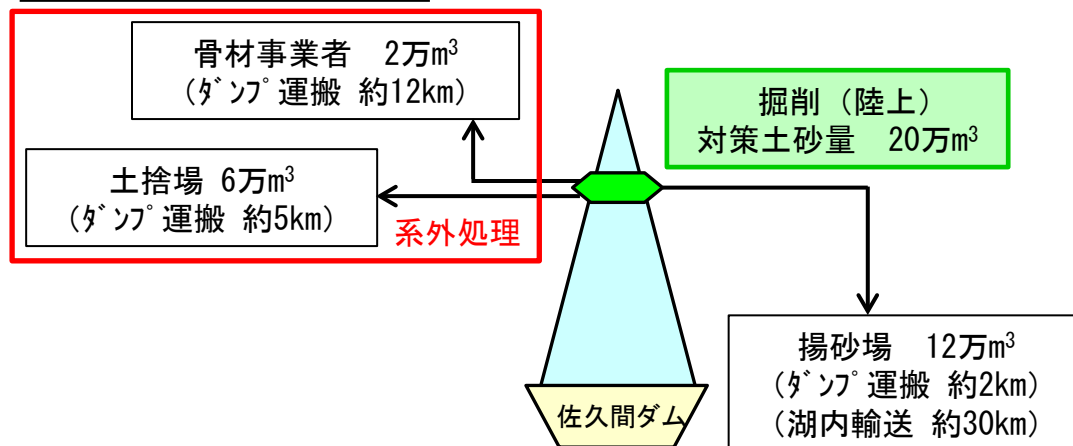
※1: 掘削から骨材事業者引渡までに要する費用, ※2: 用地取得の費用(50年間分の容量相当), ※3: 掘削から土捨場運搬, 土捨場整備までの費用, ※4: 掘削からストックヤード敷均までの費用

【今後の検討課題】

- 現道改良の要否等(ダンプトラック運搬による地域交通等への影響を考慮)
- 系外搬出する土砂の分級作業(系外処理は礫粒径集団のみとし砂粒径集団の全量を河川還元)



■ 掘削(陸上)の運搬計画



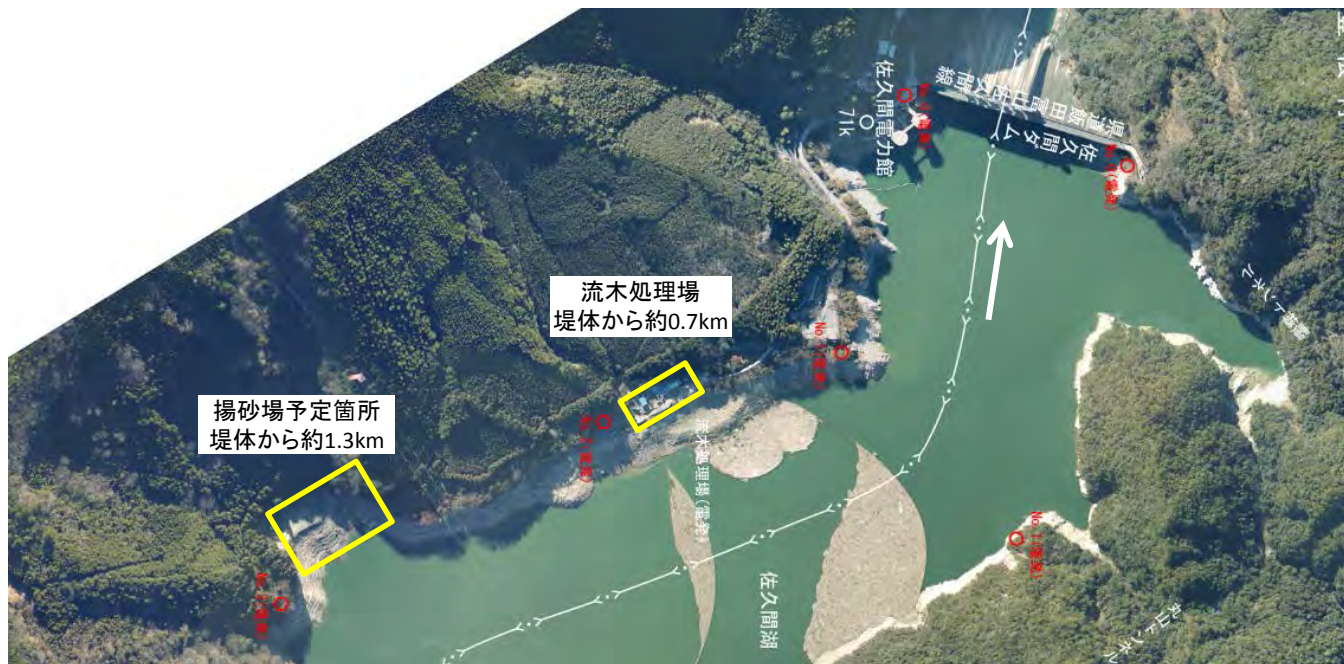
■ 設備配置の計画

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	5台
	ダンプトラック(骨材事業者)	10t	2台
	ダンプトラック(土捨場)	10t	8台
	ダンプトラック(積込場)	10t	15台
積込場敷均し	ブルドーザ	21t	2台
土運搬船積込	ホイールローダ	3m ³	1台
土砂運搬	土運搬船	650m ³ 級	3隻
	押船	1000PS級	2隻

650m³の土運船が航行するための航路 (B 16m×H 4m×L 3km) を掘削(陸上)の開始前までに実施

2-3. 浚渫・掘削(陸上)土砂の陸揚

- 【第2回委員会】 今後は揚砂場と既設流木処理場との併設案も検討
- 揚砂場は作業の確実性から単独施設とし佐久間ダム堤体至近の湖岸入江へ整備



揚砂場位置の比較評価

評価軸	評価項目	揚砂場予定箇所に設置	流木処理場に揚砂場を併設
諸元		揚砂場必要面積：約10,000m ²	揚砂場必要面積：約10,000m ² 現流木処理場：4,000m ²
確実性	工法・施設配置	特に問題なし	○ 網場に溜まった流木が支障となり、土運搬船の進入が困難となるため、航路確保のための対策が必要
経済性	整備費用 (億円)	10.0	○ 10.0 (揚砂場の必要面積は縮小しないと考えられるため)
持続性	長期にわたる運用	特に問題なし	○ 流木処理作業と揚砂運搬作業が輻輳する場合があります工程調整が必要
柔軟性	処理量の変動等への対応	所定の能力以上の対応は不可能	△ 工程調整により流木処理場の面積を作業ヤード等に活用できる可能性がある
総合評価		○ 専用の施設となるため確実に作業を行うことが可能である	× ストックヤードへ運搬するトンネル距離が短くなるため経済的に優位となる可能性はあるが、土運搬船の進入等の運用面に課題がある

- 【第2回委員会】揚砂方法は汎用重機(バックホウ、クラムシェル)との比較でリクレーマ船が優位
- 【第2回委員会】今後は大型クレーン等と比較検討

揚砂の必要能力 $26\text{万m}^3(\text{年間対策土砂量}) \div 170\text{日}(\text{施工可能日数}) = 1,530\text{m}^3/\text{日}$

揚砂方法の検討対象

揚砂方法	陸側に設置	貯水池側に設置	
種別	案①: 大型クレーン(アンローダ)	案②: 空気圧送船	案③: リクレーマ船
施工機械諸元	アンローダ(500t/h) 施工能力 1,700m ³ /日・台	D2250PS型 施工能力 1,700m ³ /日・台	鋼DE1,200PS型(4.2m ³) 施工能力 2,800m ³ /日・台
施工イメージ	 ※イメージ	 ※イメージ	 ※イメージ
所要規模	1台	1台	1台
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄鋼石や石炭等のバラ物を荷揚げする設備で、グラブバケットにより揚砂を行う ・コンテナクレーン等の他の固定式大型設備と比較すると1基あたりの施工能力が高い 	<ul style="list-style-type: none"> ・船から陸までの土砂輸送は別途設置の管路を使用し空気圧送により実施 ・レキ程度の粒径まで輸送が可能で、加水を必要としない 	<ul style="list-style-type: none"> ・船から陸までの土砂輸送は船に付属のベルトコンベヤにより実施

- 揚砂方法は経済性と持続性で優位な大型クレーン(アンローダ)を選択

揚砂の必要能力 $26\text{万m}^3(\text{対策土砂量/年}) \div 170\text{日}(\text{施工可能日数}) = 1,530\text{m}^3/\text{日}$

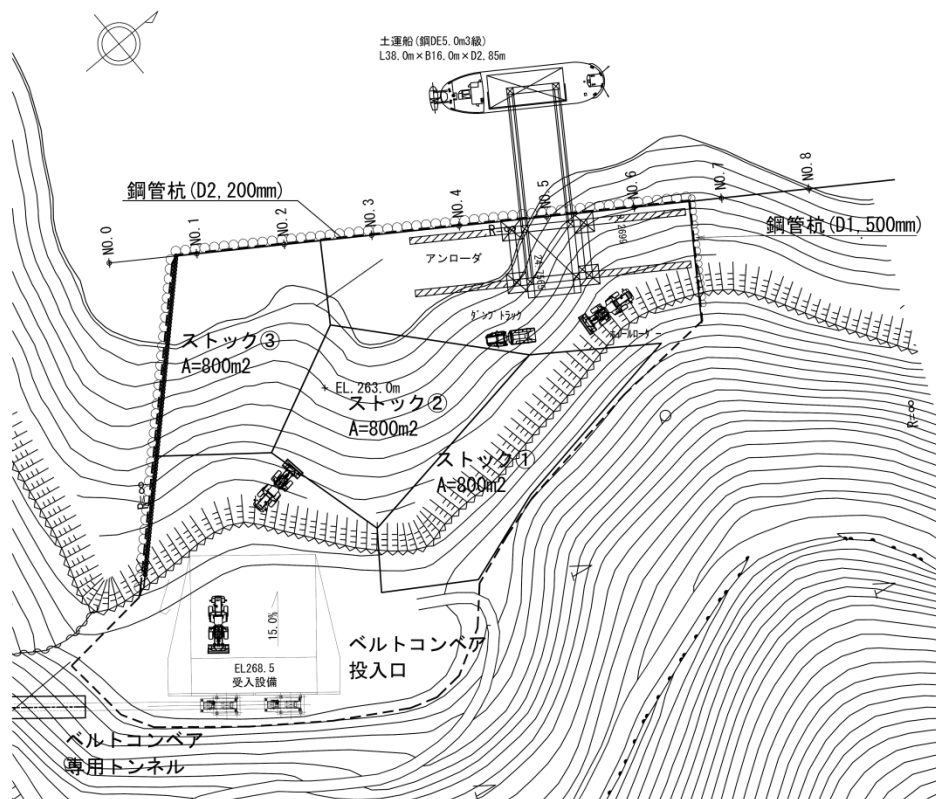
揚砂方法の比較評価

揚砂方法		陸側に設置	貯水池側に設置		
評価軸	評価項目	案①：大型クレーン（アンローダ）	案②：空気圧送船	案③：リクレーマ船	
施工機械		アンローダ（500t/h）	D2250PS型	鋼DE1, 200PS型（4.2m ³ ）	
諸元		施工能力 1,700m ³ /日・台	施工能力 1,700m ³ /日・台	施工能力 2,800m ³ /日・台	
確実性	工法・施設配置	一般的な工法であり、現実的な施設配置が可能 ○	一般的な工法であり、現実的な施設配置が可能 ○	一般的な工法であり、現実的な施設配置が可能 ○	
経済性 ※	A 整備費用（億円）	21.8	10.7	12.2	
	B 維持管理費用（億円/年）	2.3	5.1	3.8	
	C 維持管理費用（億円）（B×50年間）	115.0 ○	255.0 ×	190.0 △	
	総費用（億円）（A+C）	136.8	265.7	202.2	
	m ³ あたりの処理費用（円/m ³ ）（A+C）/（50年間・対策土砂量）	1,052	2,044	1,555	
持続性	長期にわたる運用	特に問題なし ○	設備の更新や維持管理の作業を水上で行うため、運休が長期間となる可能性 △	設備の更新や維持管理の作業を水上で行うため、運休が長期間となる可能性 △	
柔軟性	処理量の変動等への対応	所定能力以上の対応が不可能 △	所定能力以上の対応が不可能 △	所定能力以上の対応が不可能 △	
地域社会・環境への影響	環境への影響（騒音・振動、悪臭）	特に問題なし ○	特に問題なし ○	特に問題なし ○	
総合評価		○ ・他の案より経済性で優位 ・建設や維持管理は陸上作業となるため、所要期間が他案に比べ短い	× ・建設や維持管理は水上作業となるため、運休が長期間となる可能性	△ ・建設や維持管理は水上作業となるため、運休が長期間となる可能性	

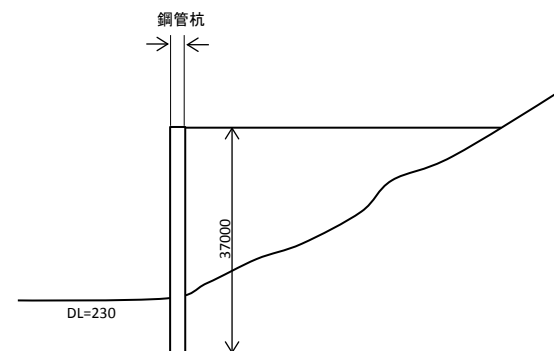
※：揚砂のみに要する費用

■ 設備配置

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



断面配置図
(NO.5+0.00)



2-4. スtockヤード内の運搬方法

- 【第2回委員会】揚砂場からストックヤードへの土砂の運搬方法はダンプトラックとの比較でベルトコンベヤが優位
- 【第2回委員会】ベルトコンベヤ専用トンネルの吐口位置はストックヤードの上流端と中心付近とで経済的差異が小さい
- 今回は専用トンネル吐口位置をストックヤード上流端と仮定し、ストックヤード内の運搬方法について比較評価

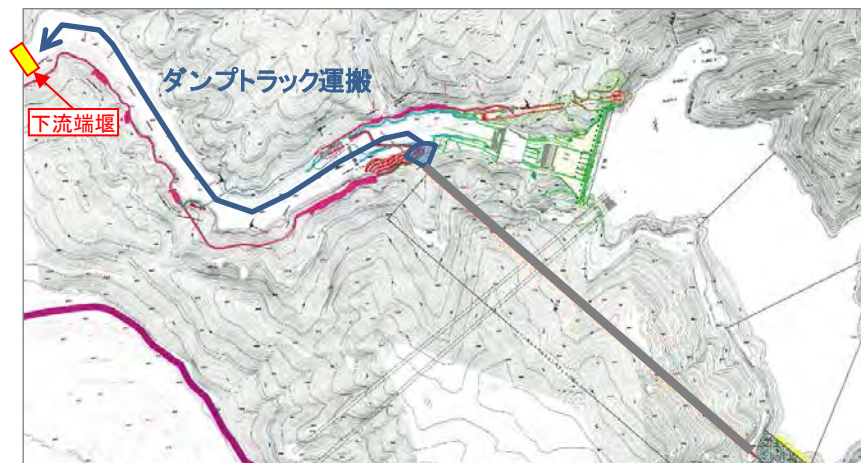
ストックヤード内運搬方法の検討対象

	案① (間欠運転+ダンプ運搬)	案② (引出ベルコン+ダンプ運搬)	案③ (引出ベルコン+場内ベルコン)
揚砂場～ ストックヤード上流端	トンネル(7.0m ²) +ベルトコンベヤ(1,200mm)	トンネル(6.5m ²) +ベルトコンベヤ(1,050mm)	トンネル(6.5m ²) +ベルトコンベヤ(1,050mm)
トンネル終端	シュート (間欠運転)	シュート +引出ベルトコンベヤ	シュート +引出ベルトコンベヤ
ストックヤード上流端～ 置土位置までの運搬	積込み: 7m ³ 級ホイールローダ 運搬: 32t級ダンプトラック	積込み: - 運搬: 32t級ダンプトラック	積込み: - 運搬: <u>ベルトコンベヤ</u>

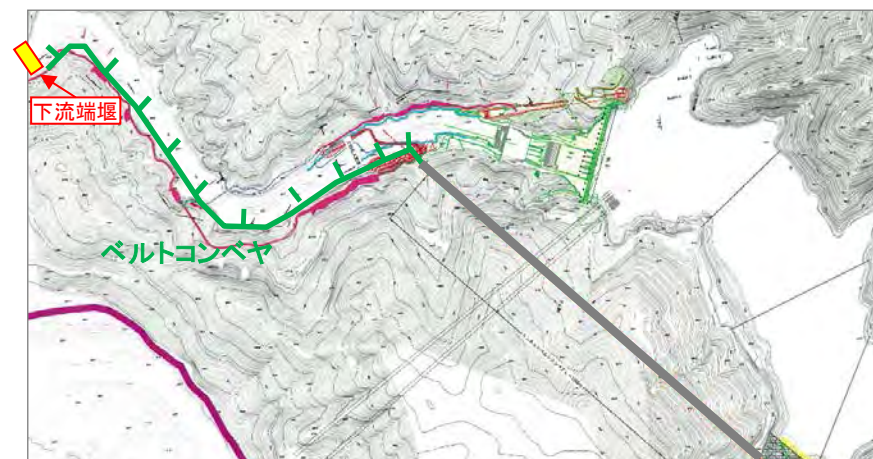
※下線部は、他の比較案と違う箇所

■ダンプトラック運搬 と ベルトコンベヤ運搬 (案①・②と案③の違い)

案①・②(ヤード内をダンプトラックで運搬)

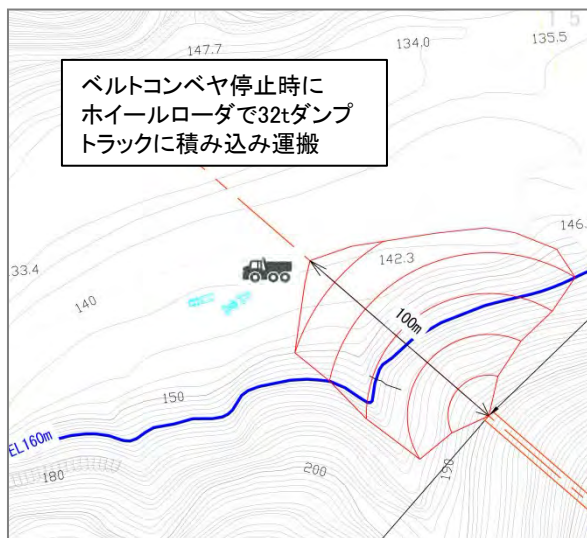


案③(ヤード内をベルトコンベヤで運搬)



■間欠運転と引出ベルコン（案①と案②の違い）

案①
(間欠運転+ダンプ運搬)



案②
(引出ベルコン+ダンプ運搬)



トリッパーの事例



引出ベルコンの事例(雨畑ダム)



- スtockヤード内での積替方法は引出ベルコン(案②)が間欠運転(案①)よりも経済性で優位
- 今後はベルトコンベヤによる発電(P39参照)と合わせ、場内運搬方法(案②ダンプ運搬と案③場内ベルコン)とを比較検討

ストックヤード内運搬方法の比較評価

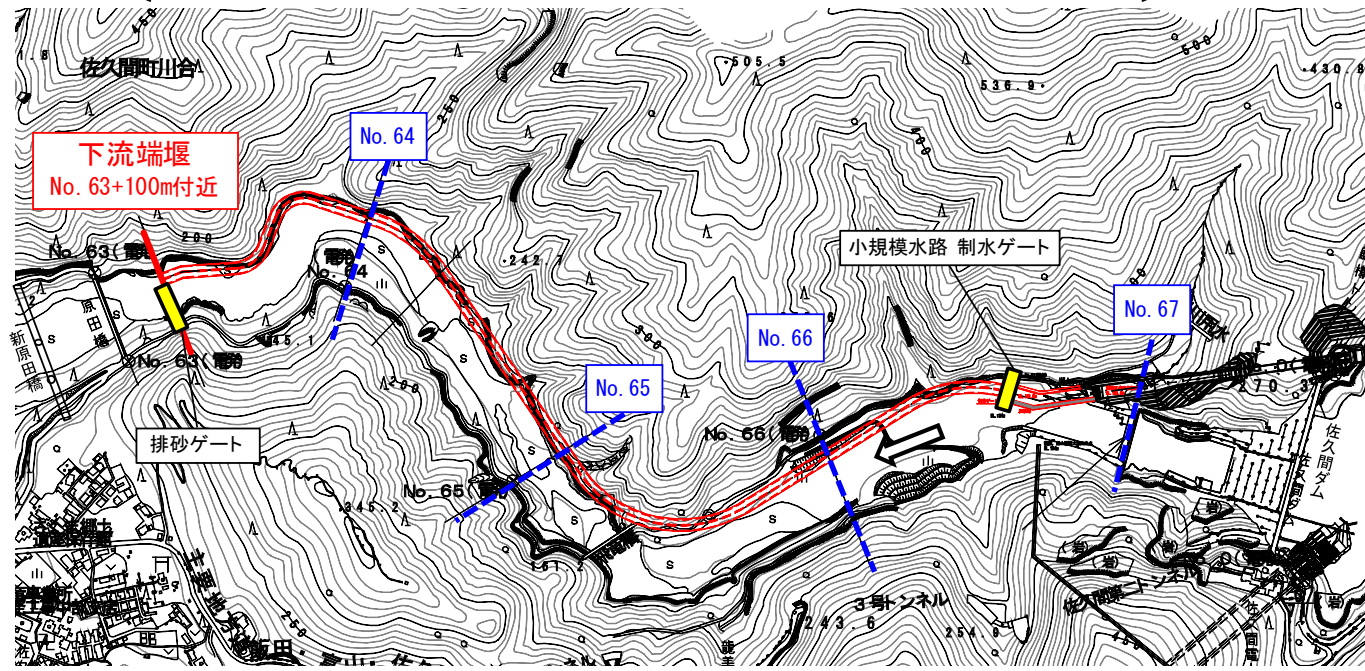
評価軸	評価項目	案① (間欠運転+ダンプ運搬)	案② (引出ベルコン+ダンプ運搬)	案③ (引出ベルコン+場内ベルコン)
諸元	トンネル	延長:1,290m 内空断面:7.0m ² 吐口標高:EL.201m	延長:1,290m 内空断面:6.5m ² 吐口標高:EL.201m	延長:1,290m 内空断面:6.5m ² 吐口標高:EL.201m
	トンネル内ベルトコンベヤ	ベルトコンベヤ延長:1,290m 幅:1,200mm (約400m ³ /h)	ベルトコンベヤ延長:1,290m 幅:1,050mm (約300m ³ /h)	ベルトコンベヤ延長:1,290m 幅:1,050mm
	引出ベルトコンベヤ	—	ベルコン・ボックスカルバート延長:150m 幅:1,050mm	ベルコン・ボックスカルバート延長:150m 幅:1,050mm
	搬送ベルトコンベヤ	—	—	ベルトコンベヤ延長:1,600m 幅:1,050mm
	積み込み・運搬 施工機械	7m ³ 級ホイールローダ 2台 32t級ダンプトラック 3台	32t級ダンプトラック 3台	ベルトコンベヤ
	敷均し 施工機械	7m ³ 級ホイールローダ 1台 21t級ブルドーザ 2台	7m ³ 級ホイールローダ 1台 21t級ブルドーザ 2台	7m ³ 級ホイールローダ 1台 21t級ブルドーザ 2台
経済性	A 整備費用 (億円)	35.7	34.6	45.0
	B 維持管理費用 (億円/年)	4.2	3.3	4.4
	C 維持管理費用 (億円) (B×50年間)	210.0	165.0	220.0
	総費用 (億円) (A+C)	245.7	199.6	265.0
	m ³ あたりの処理費用 (円/m ³) (A+C) / (50年間・対策土砂量)	1,890	1,535	2,038
持続性	長期にわたる運用	特に問題なし ○	特に問題なし ○	ベルコンの基数が多く点検・修理等のメンテに労力を要する △
柔軟性	処理量の変動等への影響	所定の能力以上の対応は不可能 △	所定の能力以上の対応は不可能 △	所定の能力以上の対応は不可能 △
地域社会・環境への影響	環境への影響	重機の走向等により土埃の巻き上げや騒音が懸念される △	重機の走向等により土埃の巻き上げや騒音が懸念される △	CO ₂ の排出が少ない ○
評価		・経済性で劣り、重機の規模も多く環境へ与える影響が大きい	○ ・経済性で優り確実な運用が期待できる	・経済性や確実な運用面で劣るが、CO ₂ や騒音等の発生が少なく環境に与える影響が小さい

2-5. スtockヤードの概略設計

- 【第2回委員会】ストックヤードの規模は下流端を佐久間ダム堤体から約1.9km下流とし100万m³余の確保が可能
- 【第2回委員会】置土に伴う平常時や洪水後期の濁水流出防止など、下流河川の河川環境に及ぼす影響を踏まえて、ストックヤード下流端に堰の設置を検討
- スtockヤードの規模(下流端の位置)は今後、コスト縮減も念頭に実行可能性調査の結果も踏まえ検討

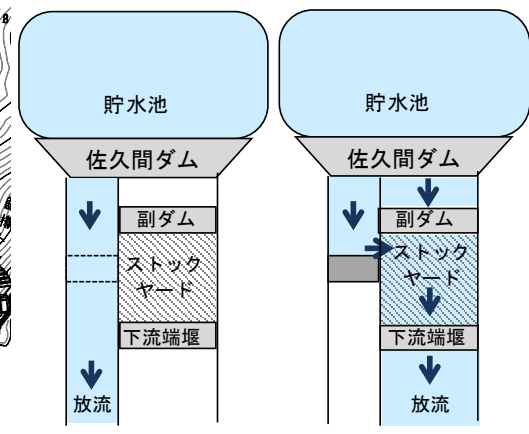
■下流端堰 位置図

約1.9km(下流端堰～佐久間ダム副ダム堤体)



■ストックヤード運用イメージ図

注) 前回(第2回)委員会資料に修正を加えた。



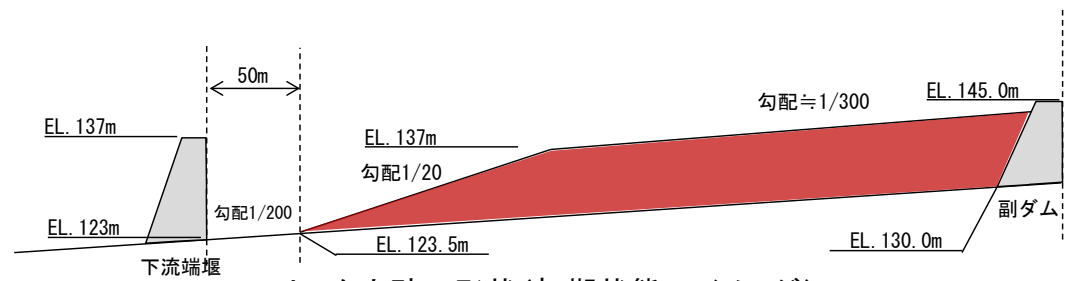
600m³/s ※
未満の場合

600m³/s ※
以上の場合

※発電放流(最大約300m³/s)を行っている場合は、約300m³/sとなる

■ストック土砂の縦断形状(仮定)

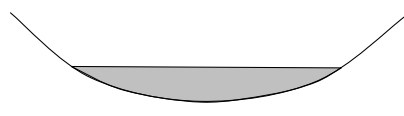
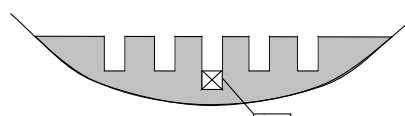
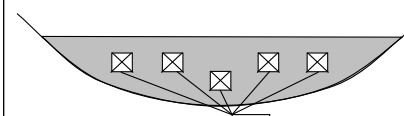
- 下流端堰放流口の閉塞防止のため約50mの離隔を想定
- 下流側からの立上り1/20程度、副ダムへの擦付は河床勾配(1/300)程度を想定



ストック土砂の形状(初期状態のイメージ)

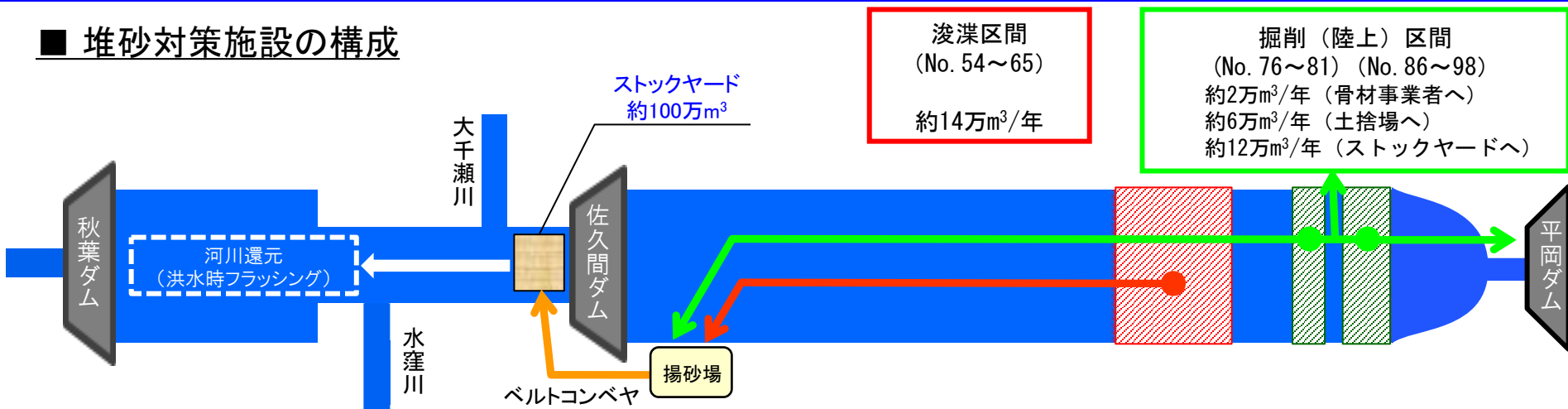
- スtockヤード下流端堰の構造や操作方法は今後、実行可能性調査の結果も踏まえ検討

下流端堰の比較評価

評価軸	評価項目	案① 全面越流	案② スリット(ゲート 1門)	案③ オリフィス(ゲート 5門)
下流端堰の構造				
確実性	工法・施設配置	一般的な工法であり現実的な施設配置が可能	一般的な工法であり現実的な施設配置が可能	一般的な工法であり現実的な施設配置が可能
	用地	特に問題なし	特に問題なし	特に問題なし
経済性	A 整備費用(億円)	4.6	6.0	8.9
	B 維持管理・費用(億円/年平均)	0.09	0.15	0.21
	C 維持管理費用(B×50年間)	4.5	7.5	10.5
	総費用(億円)(A+C)	9.1	13.5	19.4
持続性	長年にわたる運用	特に問題なし	機械設備の不具合が発生する可能性がある	機械設備の不具合が発生する可能性がある
柔軟性	河川還元量の制御	制御できない	ゲート操作による制御が可能	ゲート操作による制御が可能
地域社会・環境への影響	環境への影響(騒音・振動、悪臭など)	洪水後期の土砂流出への対応等が課題	特に問題なし	特に問題なし
	一般交通への影響	特に問題なし	特に問題なし	特に問題なし
総合評価		下流端堰の構造は今後、実行可能性調査(水理模型実)の結果も踏まえ、ストック土砂の性状や河川還元操作上の適正等を比較検討し具体化		

2-6. 全体構成

■ 堆砂対策施設の構成



浚渫区間
(No. 54~65)
約14万m³/年

掘削(陸上)区間
(No. 76~81) (No. 86~98)
約2万m³/年 (骨材事業者へ)
約6万m³/年 (土捨場へ)
約12万m³/年 (ストックヤードへ)

■ 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	7m³	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	7m³	1台

■ 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 D5.0m³級	1隻
土砂運搬船	土運搬船	650m³級	3隻
	押船	1000PS級	2隻

■ 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

■ 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	1.4m³級	5台
	ダンプトラック(骨材事業者)	10t	2台
	ダンプトラック(土捨場)	10t	8台
	ダンプトラック(積込場)	10t	15台
積込場敷均	ブルドーザ	21t級	2台
土運船積込	ホイールローダ	3m³	1台
土砂運搬船	土運搬船	650m³級	3隻
	押船	1000PS級	2隻

■ スtock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	7m³	1台
	ダンプトラック	32t	3台
敷均	ブルドーザ	21t級	2台

- 各作業の設備能力の設定は所要能力に対し概ね適正なレベル(80%前後)

設備能力の妥当性確認

作業区別	作業段階	施工機械	規格	規模	最大日作業量 (m ³ /日) (i)	必要日作業量 (m ³ /日) (ii)	(ii) / (i) (%)	評価	
浚渫	浚渫	グラブ浚渫船	鋼 D5.0m ³ 級	1隻	1,350	820	61%	規模の縮小を検討 (港湾土木積算基準の最小規格)	
	土砂運搬船	土運搬船	650m ³ 級	3隻					
		押船	1000PS級	2隻					
掘削(陸上)	掘削	バックホウ	1.4m ³ 級	5台	2,500	2,300	92%	適正(汎用重機の能力から必要台数を算定)	
	運搬(骨材業者)	ダンプトラック	10t級	2台	250	230	92%	適正(汎用重機の能力から必要台数を算定)	
	運搬(土捨場)	ダンプトラック	10t級	8台	750	690	92%	適正(汎用重機の能力から必要台数を算定)	
	運搬(積込場)	ダンプトラック	10t級	15台	1,500	1,380	92%	適正(汎用重機の能力から必要台数を算定)	
	積込場敷均し	ブルドーザ	21t級	2台	1,960	1,380	70%	適正	
	土砂運搬船へ積込	土運搬船	ホイールローダ	3m ³ 級	1台	1,020	710	70%	適正
		土砂運搬船	土運搬船	650m ³ 級	3隻				
押船			1000PS級	2隻					
揚砂	揚砂	アンローダ	500t	1基	1,700	1,530	90%	適正	
	ダンプトラックへ積込	ホイールローダ	7m ³	1台	1,840	1,530	83%	適正	
	ストックパイルへの運搬	ダンプトラック	12t級	2台	1,840	1,530	83%	適正	
	ストックパイル敷均	ブルドーザ	21t級	1台	980	820	84%	適正	
	ベルトコンベヤへ投入	ホイールローダ	7m ³	1台	1,840	1,530	83%	適正	
ベルトコンベヤ	土砂運搬	ベルトコンベヤ	W=1,050mm	1,440m	2,140	1,530	71%	適正	
ストックヤード	土砂運搬	ホイールローダ	7m ³ 級	1台	1,840	1,530	83%	適正	
	敷均	ダンプトラック	32t級	3台	2,140	1,530	71%	適正	
		ブルドーザ	21t級	2台	1,960	1,530	78%	適正	

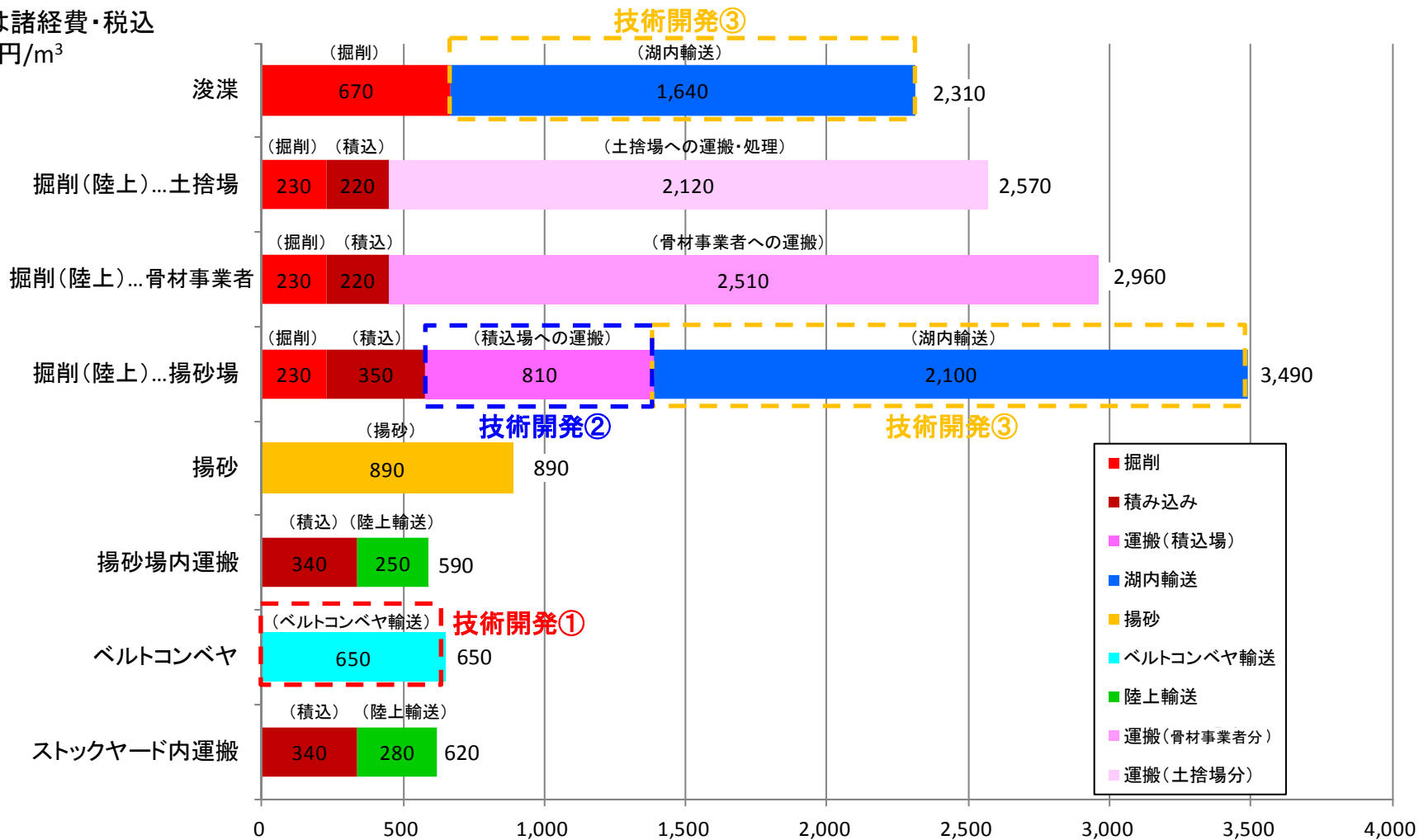
適正ライン：70%~90%を目安

- 技術開発等による維持管理費のコスト縮減は土砂の運搬輸送作業に着目

各作業の単位体積あたり維持管理費用

浚渫～ストックヤードまで運搬に要する費用：5,060円/m³ 掘削（陸上）～ストックヤードまで運搬に要する費用：6,240円/m³

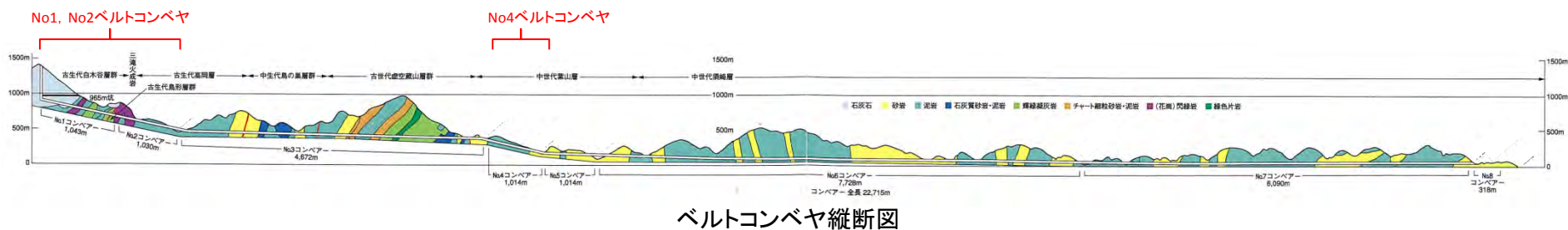
金額は諸経費・税込
単位：円/m³



2-7. 技術開発

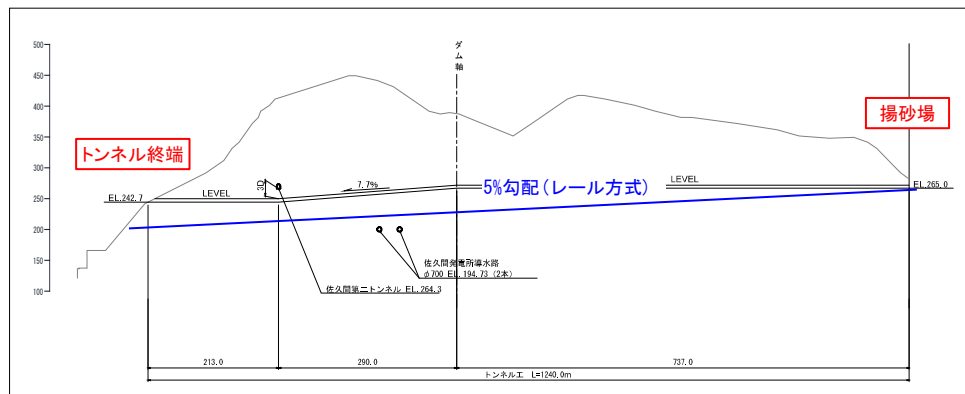
■事例の概要

- 石灰石を採掘する鉱山の事例では、採掘場所から海岸設備まで約23kmの運搬に長距離ベルトコンベヤ（8基）を使用
- 斜行道内のベルトコンベヤ3基（No.1, No.2, No4）は重力の作用のみで稼働し（電気等の動力は不要で）発電も実施（勾配：約20%）
- その電力は他のベルトコンベヤ5基の動力や設備管理に利用

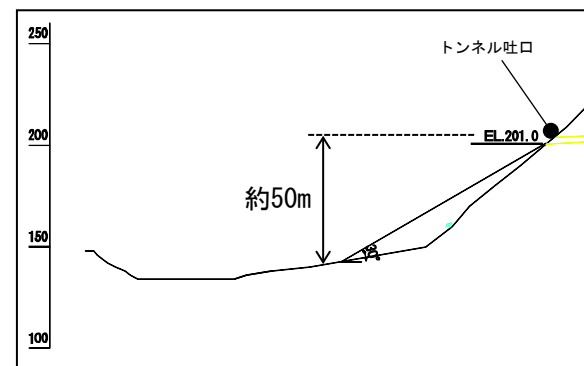


■当事業への活用

- ベルトコンベヤは高低差約64m・勾配5%，ベルトコンベヤ吐出口とストックヤードとの高低差約50mを **活用した発電の技術開発**により運転費用等のコスト縮減等を検討



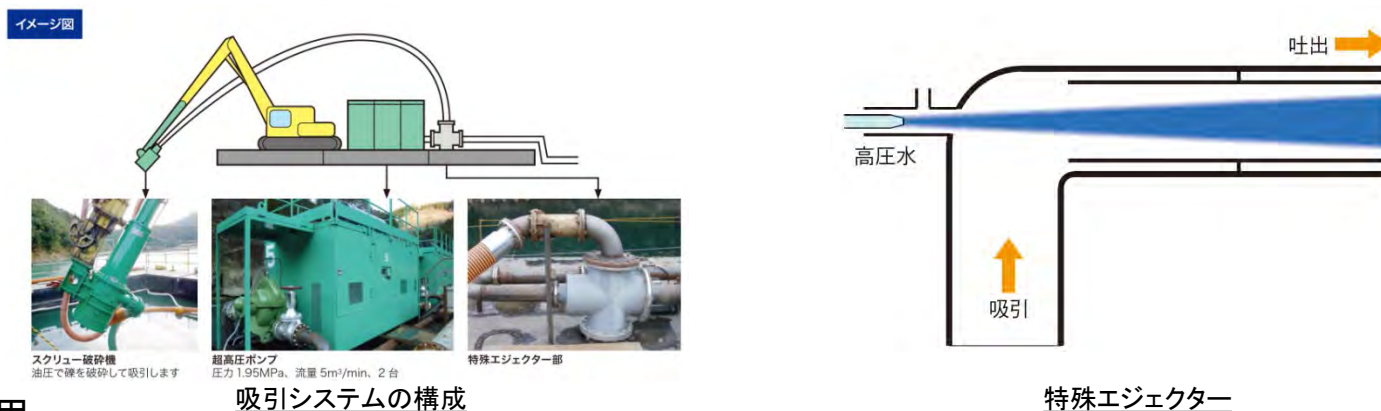
ベルトコンベヤトンネル勾配



トンネル終端標高

■事例の概要

- 九州電力耳川水力整備事業プロジェクトでは特殊エジェクター工法※（圧縮空気を利用したスラグ流）による土砂輸送を実用化
 - 輸送能力は実証試験（2008～2012年）により管径40cm（粒径15cm）で約1kmを確認
 - 大きな礫は粒径15cm以下となるよう吸引部に装着したスクリーブ破碎機で細粒化
- ※ 安藤ハザマ，九州電力，京都大学，西日本技術開発の共同開発



■当事業への活用

- 掘削（陸上）土砂の積込場までの運搬は現在ダンプトラックを基本に計画しているが、**特殊エジェクター工法（最大粒径60mm，運搬距離約3km）の技術開発**によりコスト縮減等を検討
- スクリーン等の設備追加による分級（礫粒径集団の分離）も検討（分級は揚砂場でも検討）⇒ P42参照



■ 当事業への活用

- 河川還元を行う土砂（約26万m³/年）の運搬は土運搬船による湖内輸送を計画
- 航路は起終点が定まっておリシンプル
- 土運搬船の航行や浚渫作業、揚砂作業の自動化の技術開発によりコスト縮減や少力化等を検討

○ 現在計画している土運搬船の台数(浚渫+掘削(陸上)分)

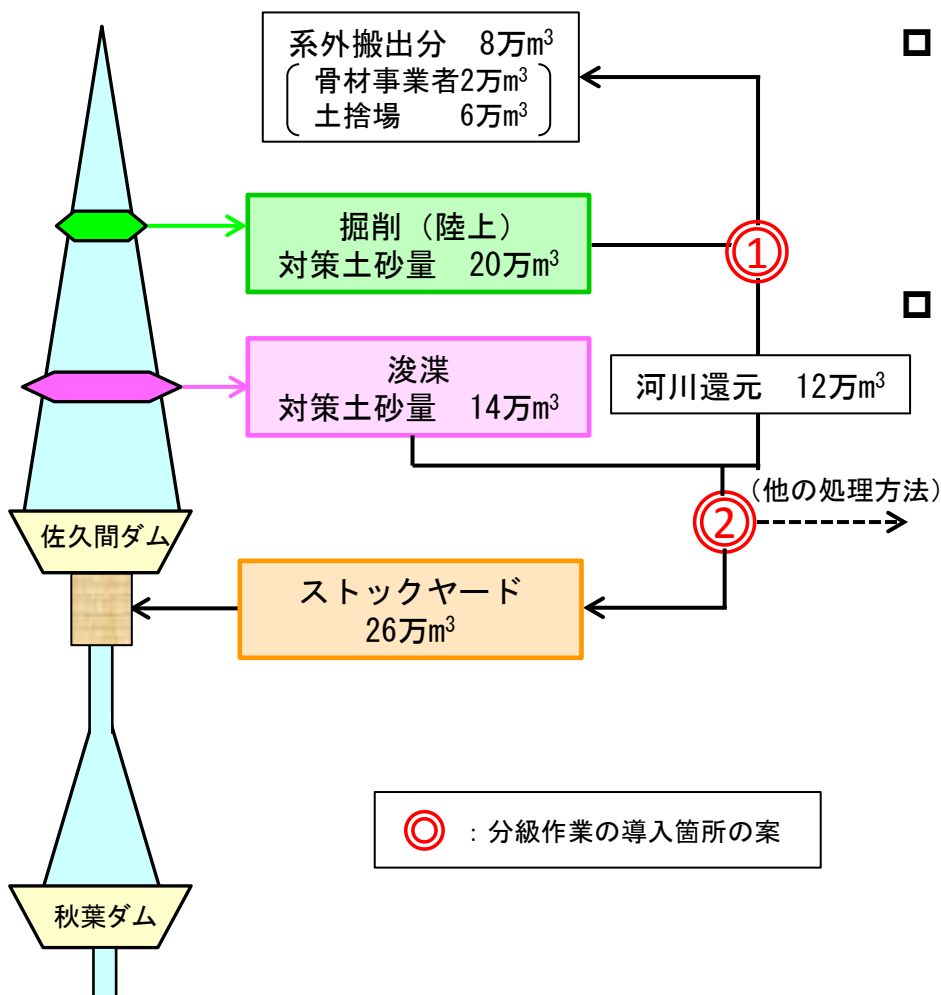
作業段階	施工機械	規格	規模	標準積算上の1船・1日あたりの乗船人数
土砂運搬船	土運搬船	650m ³ 級	6隻	2名
	押船	1000PS級	4隻	4名



■当事業への活用

- 掘削・浚渫した土砂を粒径で分別し、海岸侵食の抑制等に寄与する砂粒径集団の河川還元量増加を目指す
- また、砂粒径集団の河川還元量を増加させる観点から、民間砂利採取においても分級作業の導入を検討する

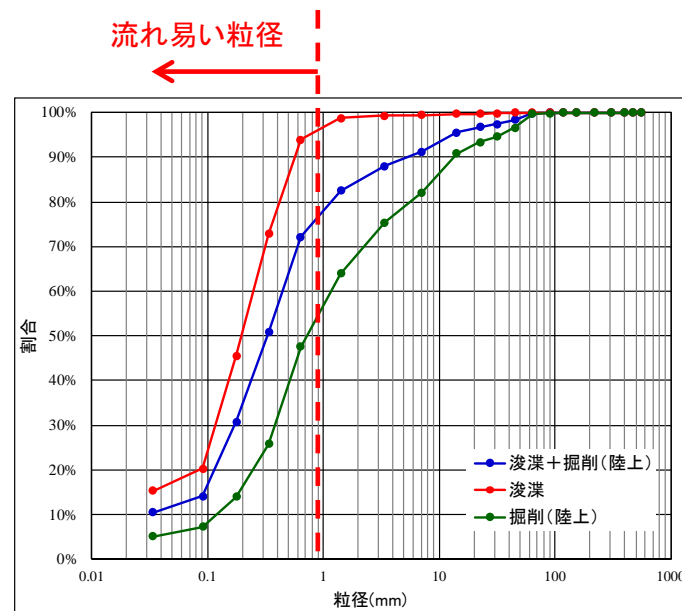
■対策土砂の運搬計画



□ 分級作業の導入箇所(案)

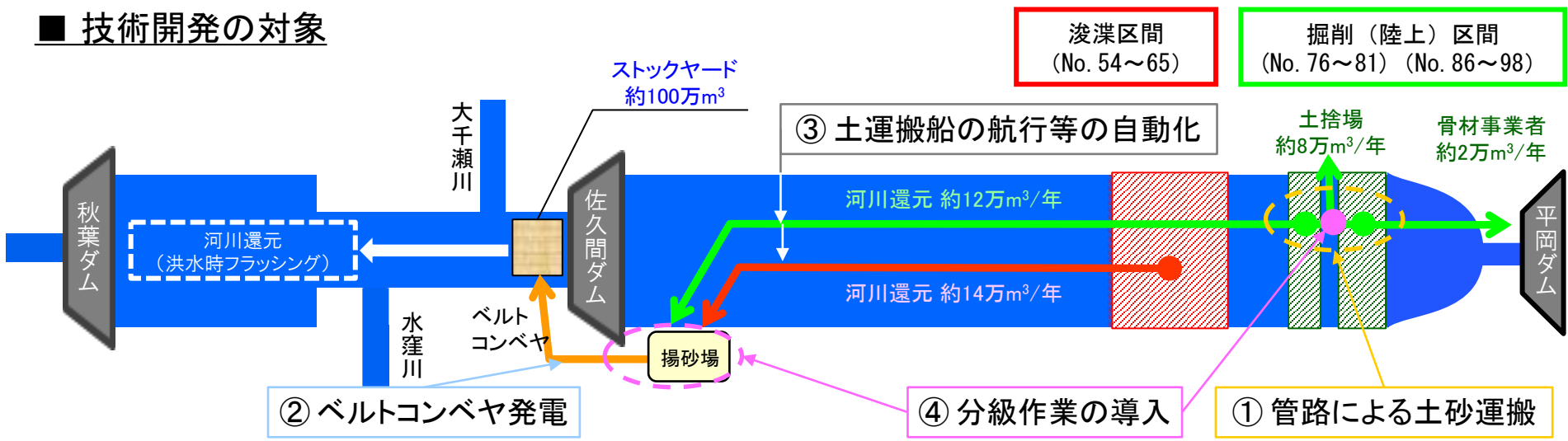
- ①: 掘削(陸上) 区間から積込場等への土砂運搬作業において『特殊エジェクター+スクリーン』で分級
- ②: 河川を流下しにくい粗めの粒径は他の処理方法の検討と合わせ分級の方法を具体化

□ 分級イメージ



置土の粒度分布

■ 技術開発の対象



■ 技術開発の目的等

	目的					開発のスピード感
	維持管理コスト削減	省エネ・省力化	環境負荷軽減	作業効率向上	河川海岸環境改善	
① 管路による土砂運搬	○	○	○	○	/	ダンプ運搬で道路改良を要する場合は[急]
② ベルトコンベヤ発電	○	○	○	/	/	ベルトコンベヤの設計に反映するため[急]
③ 土運搬船の航行等の自動化	○	○	/	○	/	[急]ではない
④ 分級作業の導入	○	/	/	/	○	①②と関連して検討(②との関連で場合によっては[急])

3. 実行可能性調査

実行可能性調査の検証事項

検証事項		検討項目									実行可能性調査			
		対象水量	置土				導流設備		下流端堰		水理模型実験	予測計算等	置土実験	スルーシング実験
			量	形状	粒度構成	含水土比	構造	運用	構造	運用				
① スtock土砂を確実に排出できるか	1) スtockヤード平面形状の影響	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○		
	2) 下流端堰の構造等の影響	○	○	○	△	△			○	○	○	○		
	3) 放流水のStock土砂へのあて方の影響	○	○	○	△	△	○	○			○			
	4) Stock土砂への粘性土含有の影響	○			○	○					○	○	△	
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	1) 佐久間ダム下流河道	○	○		○		○	○			△	○	○	
	2) 秋葉ダム貯水池	○	○		○					△		○	○	○
	3) 秋葉ダム下流河道(船明ダムを含む)	○	○		○					△		○	○	
④ 平常時にStockヤードから濁水が流出しないか			△	△	△	○			○	○	詳細な設計の段階で検討			

○: 関係性が強い項目, △: 関連性がある項目

※ 実行可能性調査の結果は施設設計や運用検討に反映

 : P50参照

3-1. 水理模型実験

【検証事項】 ① スtock土砂を確実に排出できるか、② 河川還元する土砂の濃度が高すぎないか

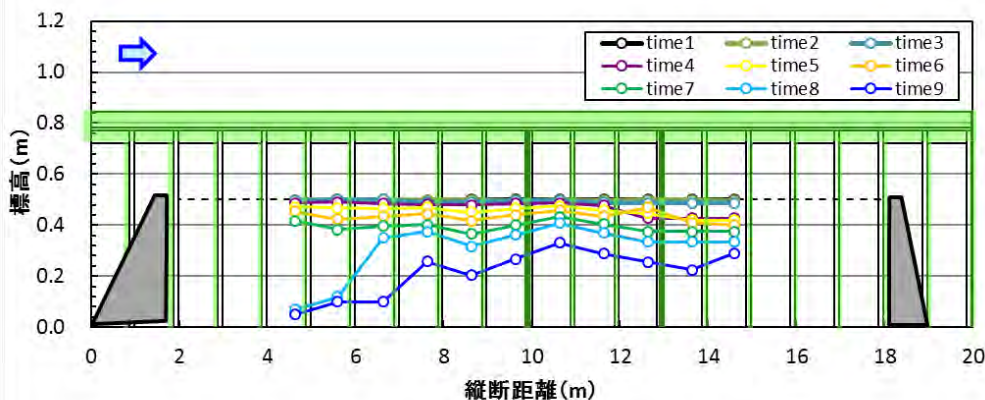
- 流量規模(水流の速度)に応じたStock土砂の侵食特性を水路実験により把握(完了予定:H29.7)し、予測計算に反映
- 実験のケースは、Stock土砂の侵食特性の支配的要因と想定される粘着性(粘性土含有率)や固結度(含水率)に着目して設定

試料と実験ケース設定

- ◆ 実験に使用する試料は佐久間ダム貯水池No42, 43付近から採取した土砂約150m³
- ◆ 試料の粘性土(粒径 $d \leq 0.01\text{mm}$)含有率は概ね5~20%
- ◆ 既往研究で『土砂の侵食特性(速度)は粘性土含有率20%超では概ね同一』の知見
⇒ 本実験の試料は粘性土含有率20%以下で3区分を設定
- ◆ 既往研究で『土砂の侵食特性(速度)は含水率の2.5乗に比例し単調増加』の知見
⇒ 含水率はドロドロに流動する(液性限界)直前の性状, カチカチに固まる(収縮限界)直前の性状, その中間の3区分を設定

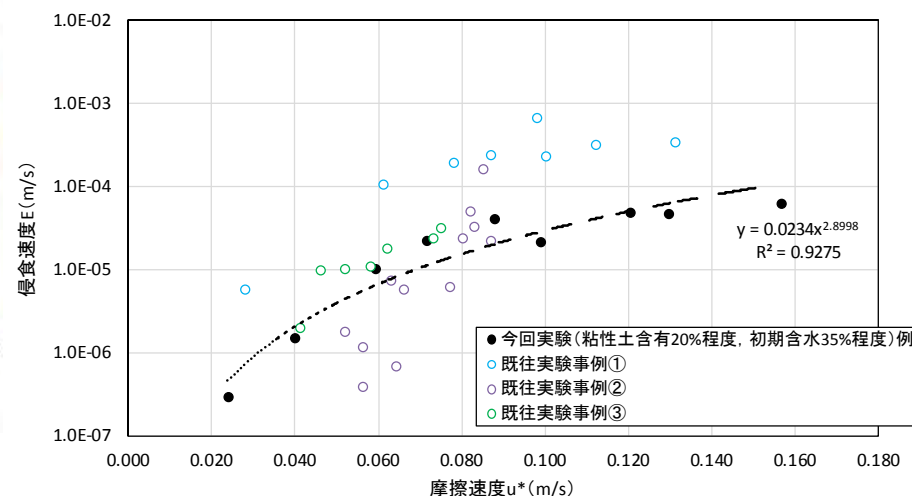
実験ケース

試料		水流の速度
粘性土含有率	初期含水率	
7%程度	35%程度	流速4m/s程度まで段階的に引上
14%程度		
20%程度	40%程度	
	25%程度	



実験のイメージ

試料の侵食状況を水流速度の引き上げとともにマーカーで記録



実験結果とりまとめのイメージ

(粘性土含有率20%程度, 初期含水率35%程度の例)



実験水路施設全景



佐久間ダム実験試料



実験水路



実験通水状況

- 【検証事項】 ① ストック土砂を確実に排出できるか、③ 河川還元した土砂が河道に異常堆積しないか
- 河川還元の流量規模や下流河道の形状、ストックヤード下流端堰の構造による試料の流出・流下特性を模型実験により定性的に把握し、並行して行う予測計算に反映

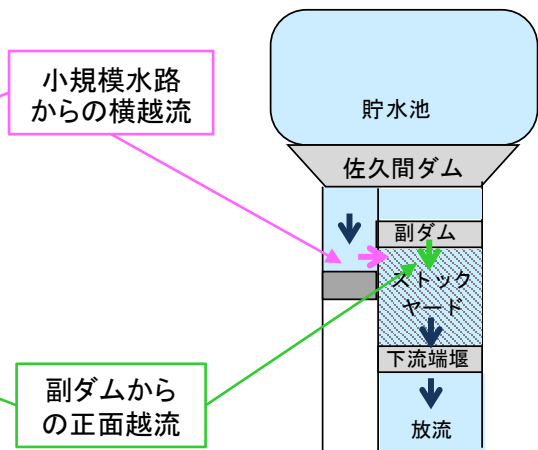
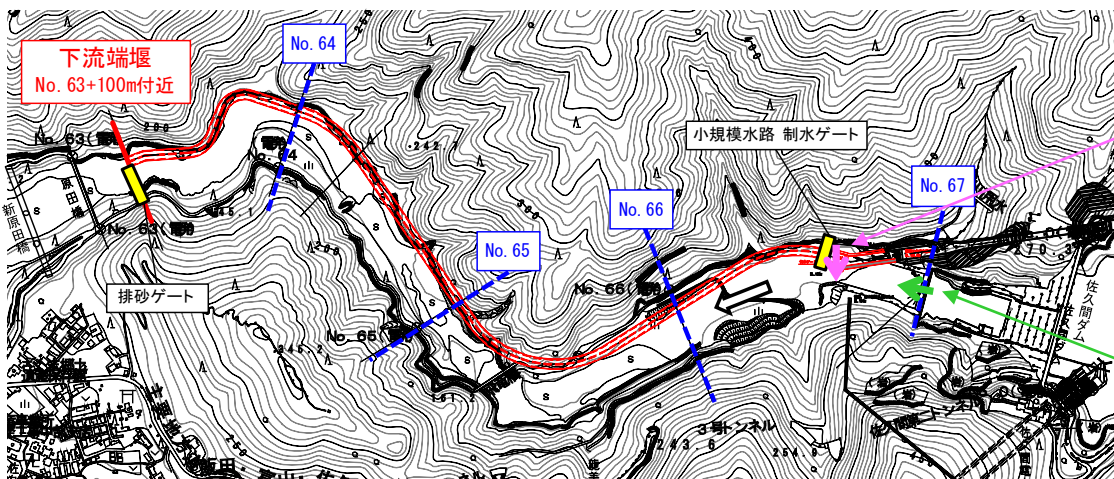


模型製作の範囲(予定)

水理模型実験と予測計算等との関係

 : P45参照

検証事項		水理模型実験	予測計算等【H29年度】
① ストック土砂を確実に排出できるか	1) 土砂をストックヤードのどの場所からどのような形状で置くか	【H29年度】 ■ ストックヤード内の水理現象を流量規模毎に定性的把握 ■ ストックヤード内の土砂侵食状況を流量規模毎に定性的把握	〈パラメータ〉 <ul style="list-style-type: none"> 佐久間ダムゲート放流水量の規模 ストックヤード内の土砂の置き方 〈アウトプット〉 <ul style="list-style-type: none"> 土砂の流出形態や残り方
	② 河川還元する土砂の濃度が高すぎないか	【H29年度】 ■ 下流端堰の構造形式による土砂流出状況の特性を定性的把握	〈パラメータ〉 <ul style="list-style-type: none"> 佐久間ダムゲート放流水量の規模 下流端堰の構造形式 〈アウトプット〉 <ul style="list-style-type: none"> 土砂排出を阻害しない 大流量時に急激な水位上昇が生じない 平常時や洪水末期に濁水流出が生じない 土砂排出濃度の制御
	3) 放流水をストックした土砂へどのようにあてるか	【H29年度】 ■ ストックヤード内の土砂侵食状況を放流水のあて方毎に定性的把握	・小規模水路からの横越流+副ダムからの正面越流【 下図参照 】のみでは課題が残る場合、他の放流水のあて方を実験で検討 ・含水率管理の要否(要の場合は管理の範囲と方法)を実験で検討
	4) ストックした土砂の含水率の管理が必要か	【H28年度】 ■ ストック土砂の粘性土含有率・含水率に応じた侵食特性を定量的把握	

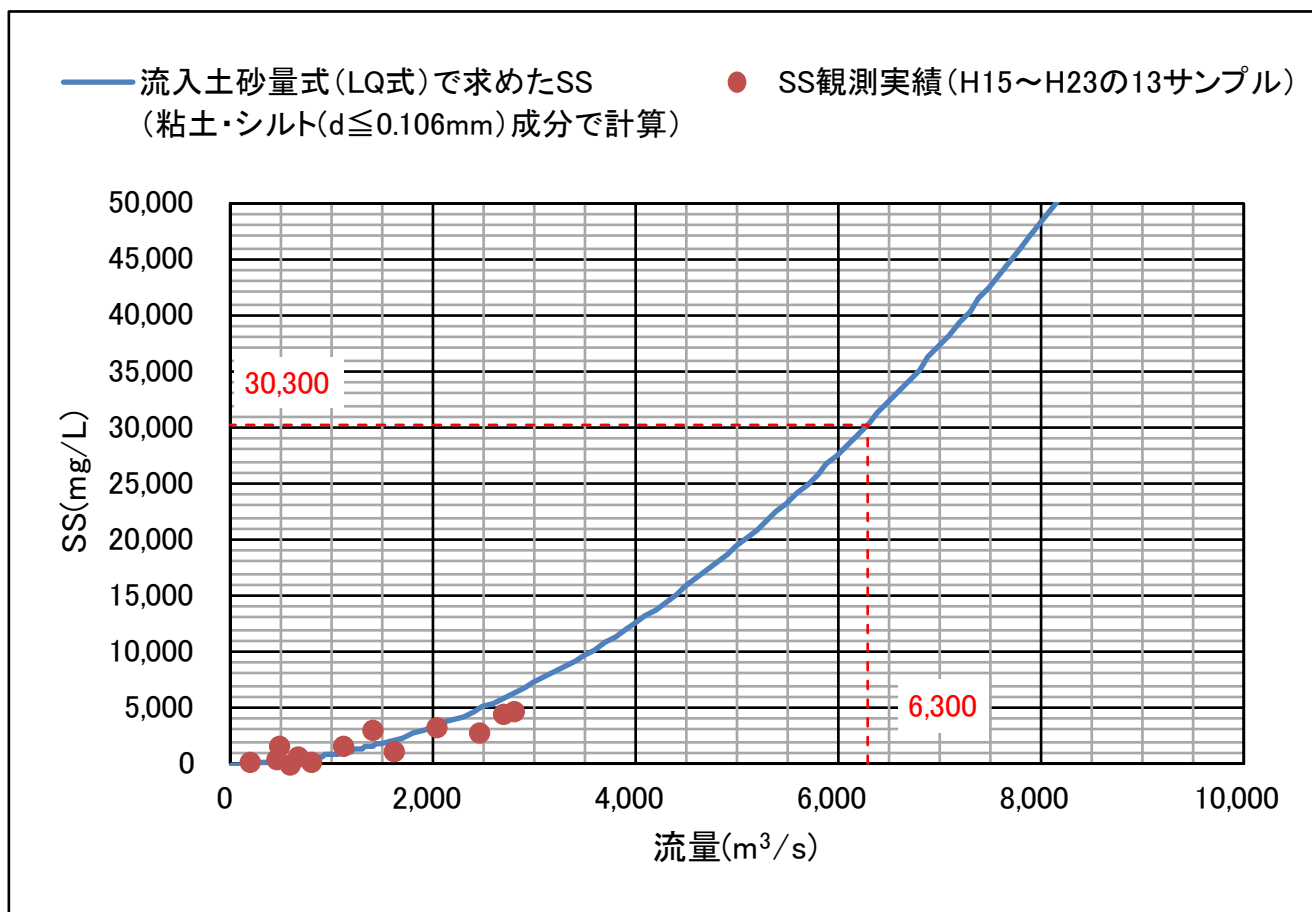


3-2. 予測計算等

【第2回委員会】 河川還元する土砂の濃度等についてダムがない場合と比べるなど目標値を検討

【検証事項】 ② 河川還元する土砂の濃度が高すぎないか

- 戦後最大洪水(s58.9)時の土砂濃度(ss)最大値は約3万mg/Lと推定
- 戦後最大洪水に河川水の濁りによる支障は特に生じていない
⇒ スtockヤード土砂の河川還元時の上限目安値は3万mg/Lとして今後、Stockヤードの設計や運用検討を実施



注) SS観測地点は、佐久間ダムから約30km上流の鶯巣地点

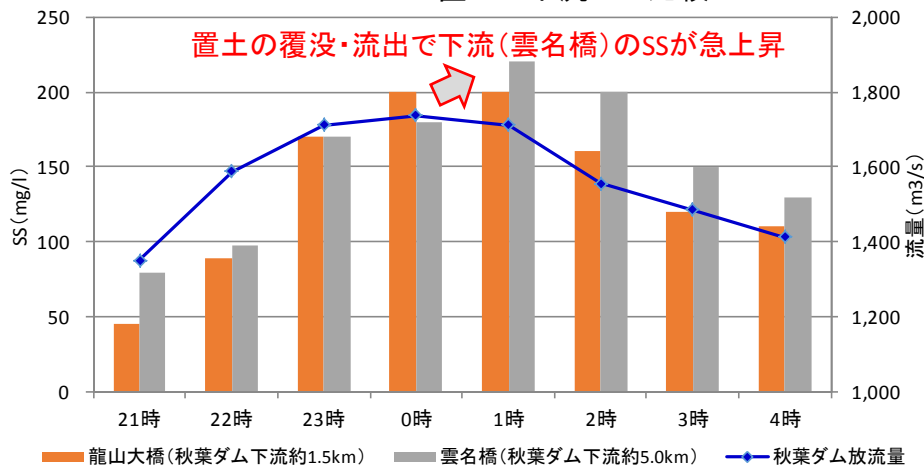
3-3. 置土実験

秋葉ダム下流の置土実験（モニタリング状況 1/2）

【検討事項】 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

- H27年度設置の置土約1.2万m³はH28.5.11（流量約1,200m³/s）で約0.6万m³、H28.9.20洪水（流量約1,700m³/s）で約0.3万m³の計約0.9万m³（約8割）が流出（河床材料や生物生息状況等の変化は現在、調査結果を整理中）

H28.9.20-21 置土上下流のSS比較

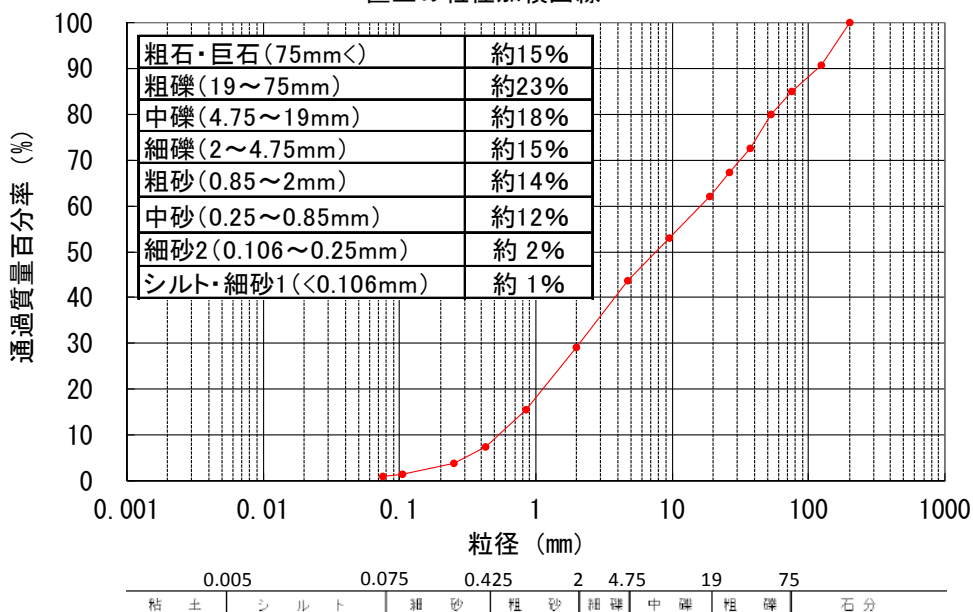


【H27年度設置】約1.2万m³
秋葉ダム下流約2.3km右岸

- 置土覆没流量: 1,400m³/s※
- ※ 秋葉ダム年最大流入量の近10年 (H16~H25) 最小値相当



置土の粒径加積曲線



H28/5/11 最大流量 約1,200m³/s(22時) 置土流出量 約0.6万m³



17:25 置土上流側天端水位
(17時流量 約1,000m³/s)



19:05 置土天端全面越流
(19時流量 1,200m³/s)



12日13:00 出水翌日

H28/9/20-21 最大流量 約1,700m³/s(21日 0時) 置土流出量 約0.3万m³



20日17:55 置土法尻の水位
(18時流量 約400m³/s)



21日5:39 水位低下中
(5時流量 約1,400m³/s)



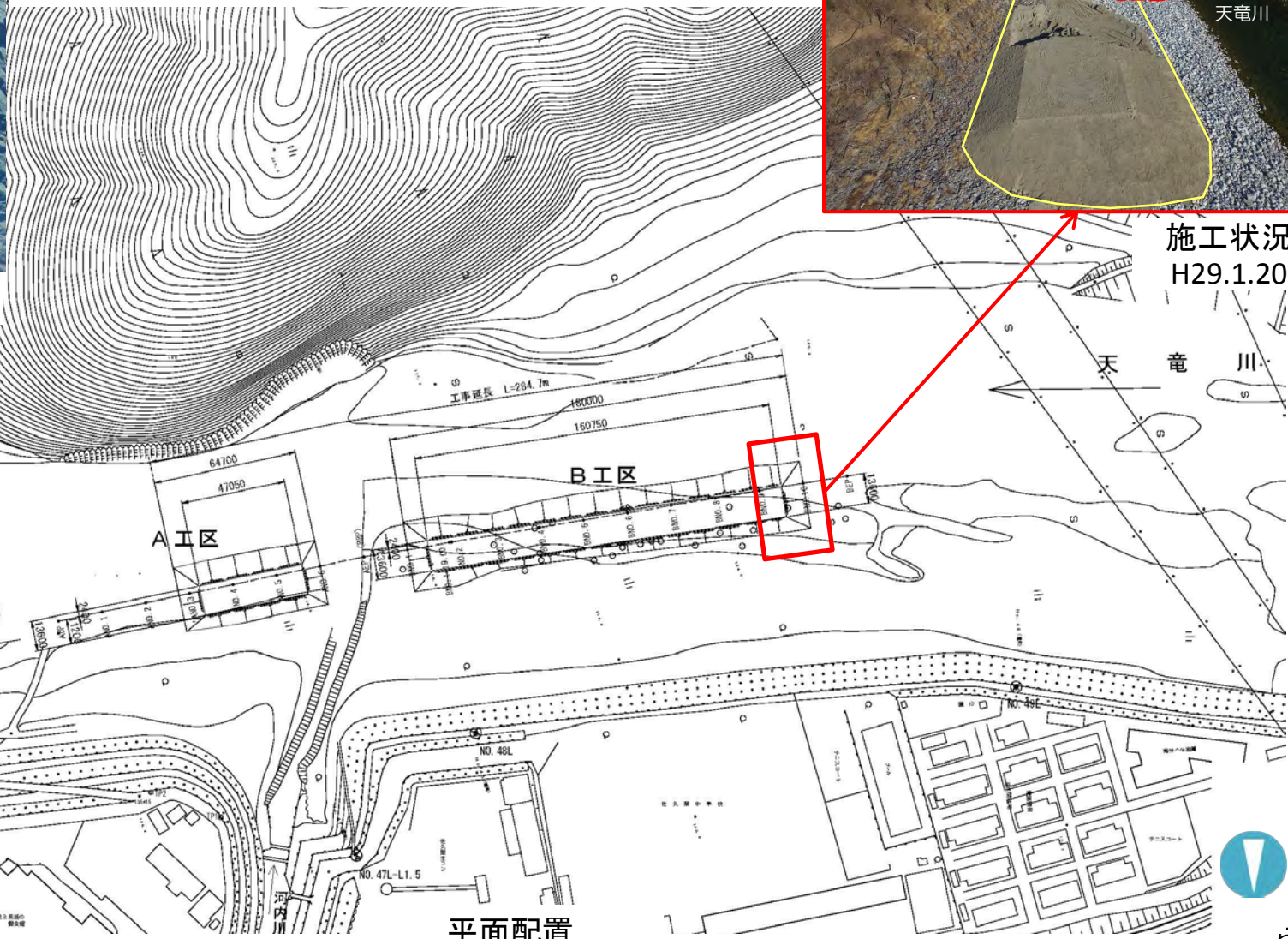
30日9:39 出水後調査時

佐久間ダム下流の置土実験（置土設置状況）

- 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）
 - 施行時期：H28.11下旬～H29.5（予定）
 - 置土量：約2万m³（おおよそ浚渫土砂2：掘削（陸上）土砂1）
 - 置土高：2m程度（流量800m³/s※の水位で覆没）
- ※ 佐久間ダム年最大ゲート放流量の近10年（H16～H25）最小値相当



位置関係



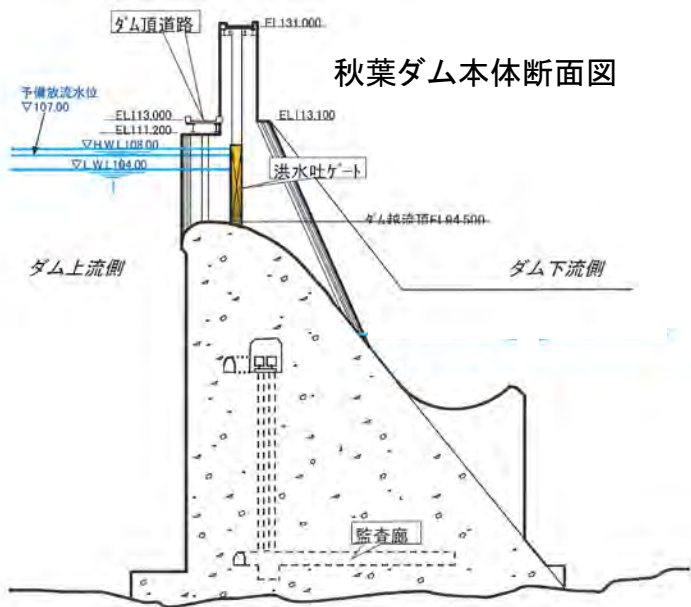
施工状況
H29.1.20



3-4. スルーシング実験

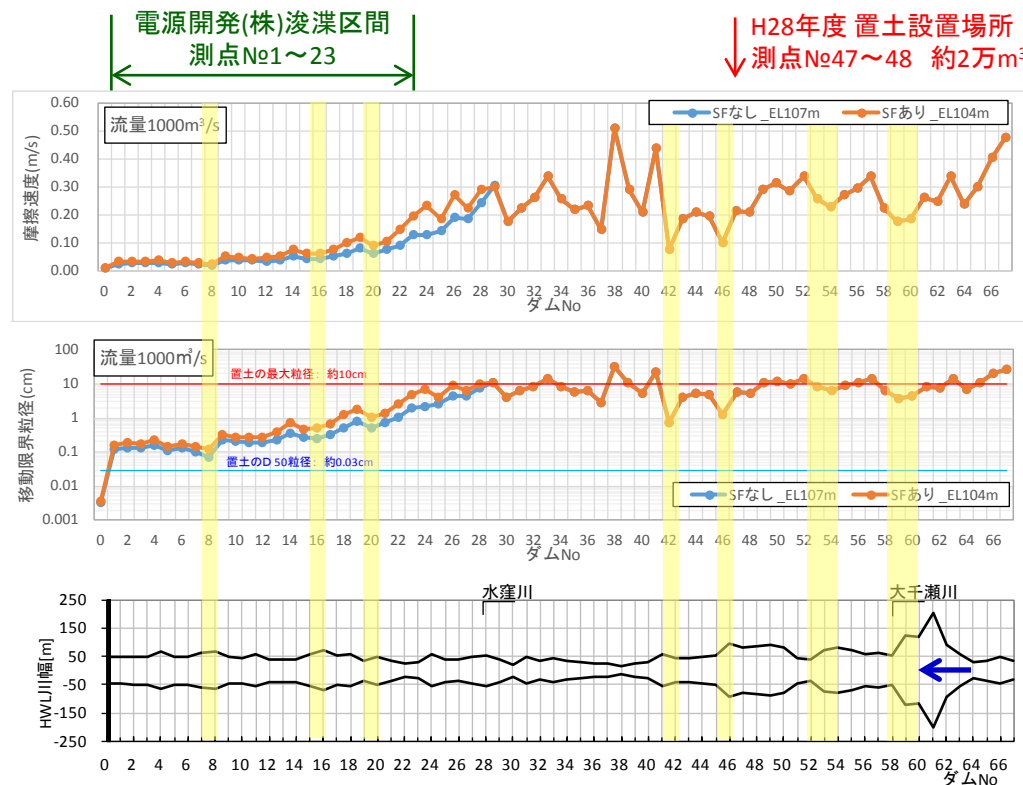
【検討事項】 ③ 河川還元した土砂が河道に異常堆積しないか

- 秋葉ダムスルーシング操作は洪水時の貯水位を現行より3m(EL107m→EL104m)程度低下させ、貯水池の流速を高め土砂移動を促進
- 実験の実施は年1回、対象は佐久間ダムゲート放流量800m³/s(年最大ゲート放流量の近10年最小値相当)以上を予定
- 実験の開始はH30年度を予定(H29年度は「スルーシング操作なし」の状況をモニタリング)
- 置土場所～秋葉ダム区間のモニタリングは主に、川幅が広いなどで土砂を流す力が小さい地点で実施



スルーシング実験の予定

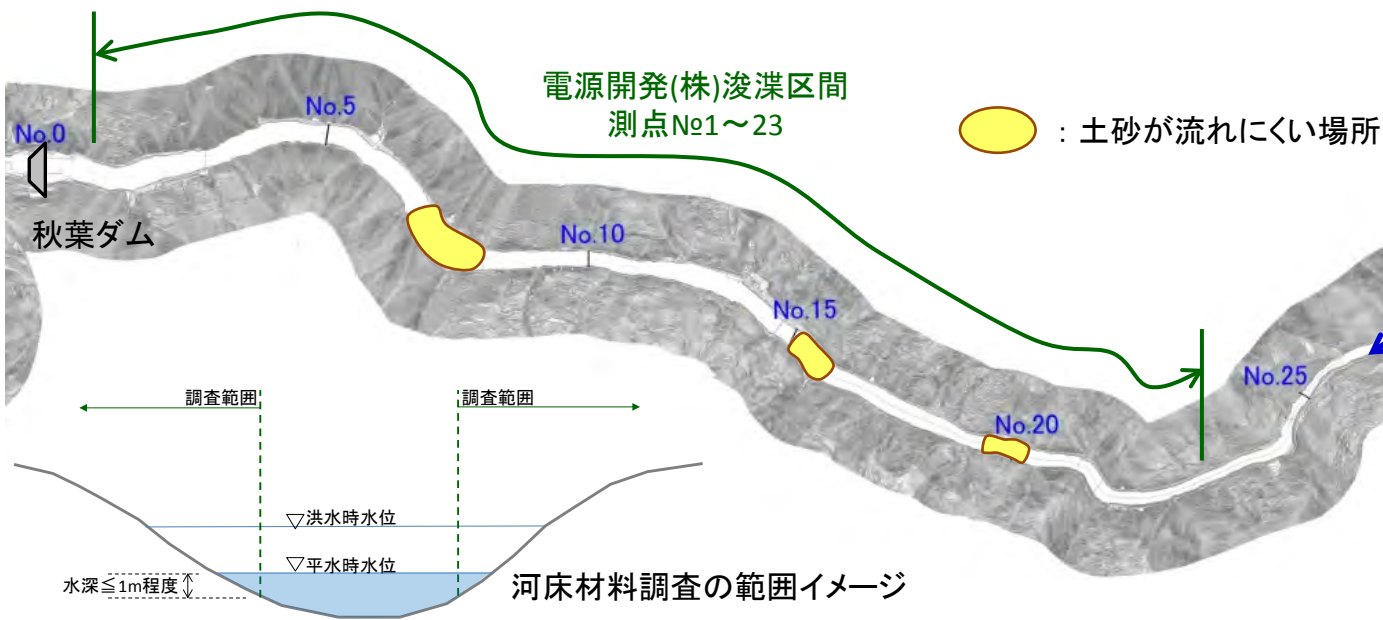
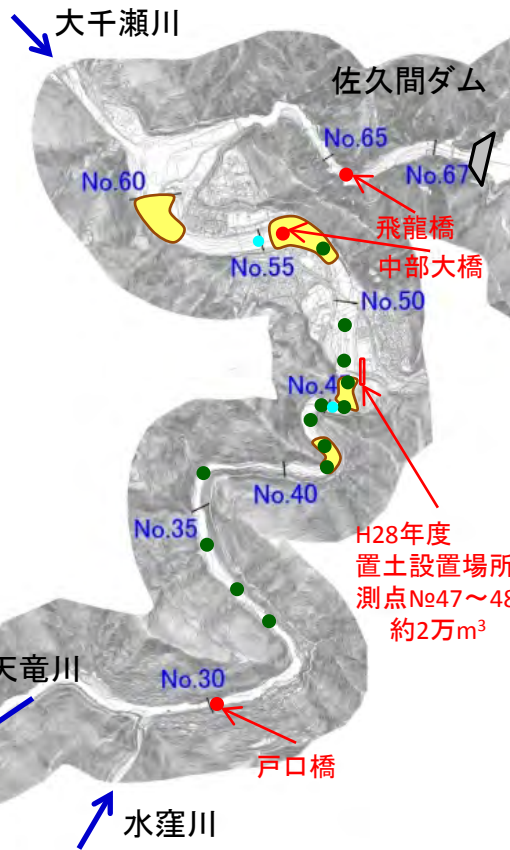
項目	年度			
	H28	H29	H30	H31～
置土設置 (佐久間ダム下流)	約2万m ³ /年度		約5万m ³ /年度 段階的に増加	
秋葉ダム スルーシング実験	—	スルーシング 操作なし	スルーシング操作 (1回/年程度)あり	
モニタリング調査	置土流出状況調査, 水質調査, 河川測量, 河床 材料調査, 生物調査(魚類・底生動物・付着藻類)			



土砂を流す力, 流せる土砂の粒径
(秋葉ダム～佐久間ダム 流量1,000m³/sの場合)
 : 土砂が流れにくい場所
 (測点No8, 16, 20, 42, 46, 52～54, 58～60)

モニタリング調査計画(案)

項目	内容	目的
① 出水時水質調査：●	場所：3地点（飛龍橋，中部大橋，戸口橋） 項目：SS, 粒度分布, 濁度, DO, pH等 時期：置土が流出する洪水中	置土流出による河川水質の変化を把握
② 河床材料調査：●	場所：13測線 時期：洪水前, 洪水後	置土流出による河床材料構成の変化を把握
③ 河川横断測量	場所：67測線（電源開発(株)実施）	置土流出による河床形状の変化を把握
④ 砂利採取実績	（電源開発(株)実施）	③の変化における砂利採取の影響を反映
⑤ 生物調査：●	場所：2地点（中部大橋付近, 豆こぼし付近）※ ※その他, 秋葉ダム下流6地点（秋葉ダム直下, 気田川合流点付近, 船明ダム直下, 鹿島橋付近, かささぎ大橋付近, 天竜川河口付近）	生物生息生育環境の変化を把握



4. 今後の予定

本委員会での確認事項と今後の主な検討事項(案)

堆砂対策量

- 堆砂対策量 : 約44万m³/年
- 対策土砂策量 : 約34万m³/年 (浚渫: 約14万m³, 掘削(陸上): 約20万m³)
- マージン容量 : 設けない
- 堆砂対策工程への分級作業の導入により掘削・浚渫した土砂を分別し、海岸侵食の抑制等に寄与する砂粒径集団のさらなる増加(約20万m³※)を目指す。
また、掘削・浚渫の試験施工等により、堆砂土砂のデータを蓄積し、土砂収支の精度向上を図る。

天竜川水系河川整備計画(平成21年7月策定)

佐久間ダムに新たに吸引口工法と土砂バイパストンネルによる恒久堆砂対策施設を整備し、貯水池への土砂流入を抑制し、ダム地点における土砂移動の連続性を確保し、流下土砂量を佐久間ダム下流で0m³/年から約20万m³/年※に増加させ、海岸侵食の抑制等を目指す。

※ 造浜に寄与する0.2~0.85mmの砂成分。現時点における試算値

堆砂対策工法

- 掘削(陸上)土砂の処理 : 系外処理8万m³/年(骨材利用2万m³, 捨土6万m³)
⇒ 系外処理土砂の分級方策(礫粒径集団の取出), 掘削場所から積込場までの輸送方法, 積込場から揚砂場までの湖内輸送のコスト縮減
- 揚砂方法 : 大型クレーンを基本
⇒ 具体の設計
- スtockヤード内の土砂運搬方法 : 引出ベルコン+ダンプトラックを基本
⇒ スtockヤードへの運搬(ベルコン)ルートを選定, スtockヤード内の土砂集積の形状と手順, 下流端堰の構造と運用
- 全体 : 概略設計(設備の基本構成), 概算費用
⇒ (上記及び実行可能性調査の結果を踏まえ) 設計内容を更新

本委員会での確認事項と今後の主な検討事項(案)

実行可能性調査

〈地域社会・環境への影響・対策〉

○ストックヤードに集積した土砂の河川還元

- ・ 水理模型実験 : ストック土砂の侵食特性把握の実験状況 (H28年度)

⇒ 実験結果の分析

下流端堰の構造及び下流河道の形状によるストック土砂の流出・流下特性把握の実施 (H29年度)

⇒ 実験計画の策定

- ・ 予測計算等 : 土砂濃度の上限目安値3万mg/L

⇒ 水理模型実験結果を踏まえた予測計算と運用検討

- ・ 秋葉ダム下流置土実験 : モニタリング状況 (H28年度)

⇒ モニタリング結果の分析

- ・ 佐久間ダム下流置土実験 : 置土設置状況 (H28年度)

⇒ 実験開始、モニタリング

- ・ 秋葉ダムスルーシグ実験 : 実験計画

⇒ 実験開始、モニタリング

当面の委員会開催予定

- 平成30年度から実施設計段階へ移行できるよう検討を実施

区分	項目	委員会		備考	
		第4回(H29.10頃)	第5回(H30.2頃)		
堆砂対策工法	掘削 (陸上)	① 現道改良の概略	工法, 概算費用	方向性, 有力案	積込場まで(最長約3.4km)と浚渫区間上流端まで(最長約6.3km)とを検討
		②【技術開発】特殊エジェクターによる土砂輸送	技術開発の枠組, 工程 先行事例		
		③【技術開発】分級(d≤0.85mmとd>0.85mmとの分離)			
	浚渫	④ 既存設備の利用	現状把握, 方向性	有力案	電源開発(株)による堆砂対策の船舶等
		⑤【技術開発】土砂運搬船の自動航行	技術開発の枠組, 工程 先行事例		
	揚砂場	⑥ アンローダの諸元 揚砂場の設計条件	概略検討	諸元, 設計条件	
	ベルト コンベヤ	⑦【技術開発】分級(d≤0.85mmとd>0.85mmとの分離)	技術開発の枠組, 工程 先行事例	有力案	場所は揚砂場で行う場合も比較検討
		⑧【技術開発】斜行発電 設置勾配, 吐出口位置			
	ストック ヤード	⑨ ベルトコンベヤによる場内運搬		実現性等	⑧の結果を踏まえ検討
		⑩ 小規模水路, 下流端堰の構造, 排砂オペレーション	H28実験結果を踏まえた方向性	H29実験結果を踏まえた有力案	⑪~⑭の結果を踏まえ検討
実行可能性調査	下流 河川	⑪ 水理模型実験, 予測計算等	H28実験結果 H29実験計画	H29実験結果	
		⑫ 秋葉ダム下流置土実験	H28実験結果		H30の設置予定の必要性を検討
		⑬ 佐久間ダム下流置土実験	H29実験状況(H28設置) H29設置予定	→ H29設置状況	
		⑭ 秋葉ダムスルーシング実験	H29実験状況	→	