

天竜川ダム再編事業

恒久堆砂対策工法検討委員会
第2回委員会

資料

平成28年8月19日
浜松河川国道事務所

目 次

1. 委員会規約(一部改正)	...	2
2. 恒久堆砂対策工法の検討	...	4
3. 堆砂対策量の検討	...	31
4. 実行可能性調査	...	40
5. 今後の予定	...	50

1. 委員会規約(一部改正)

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)

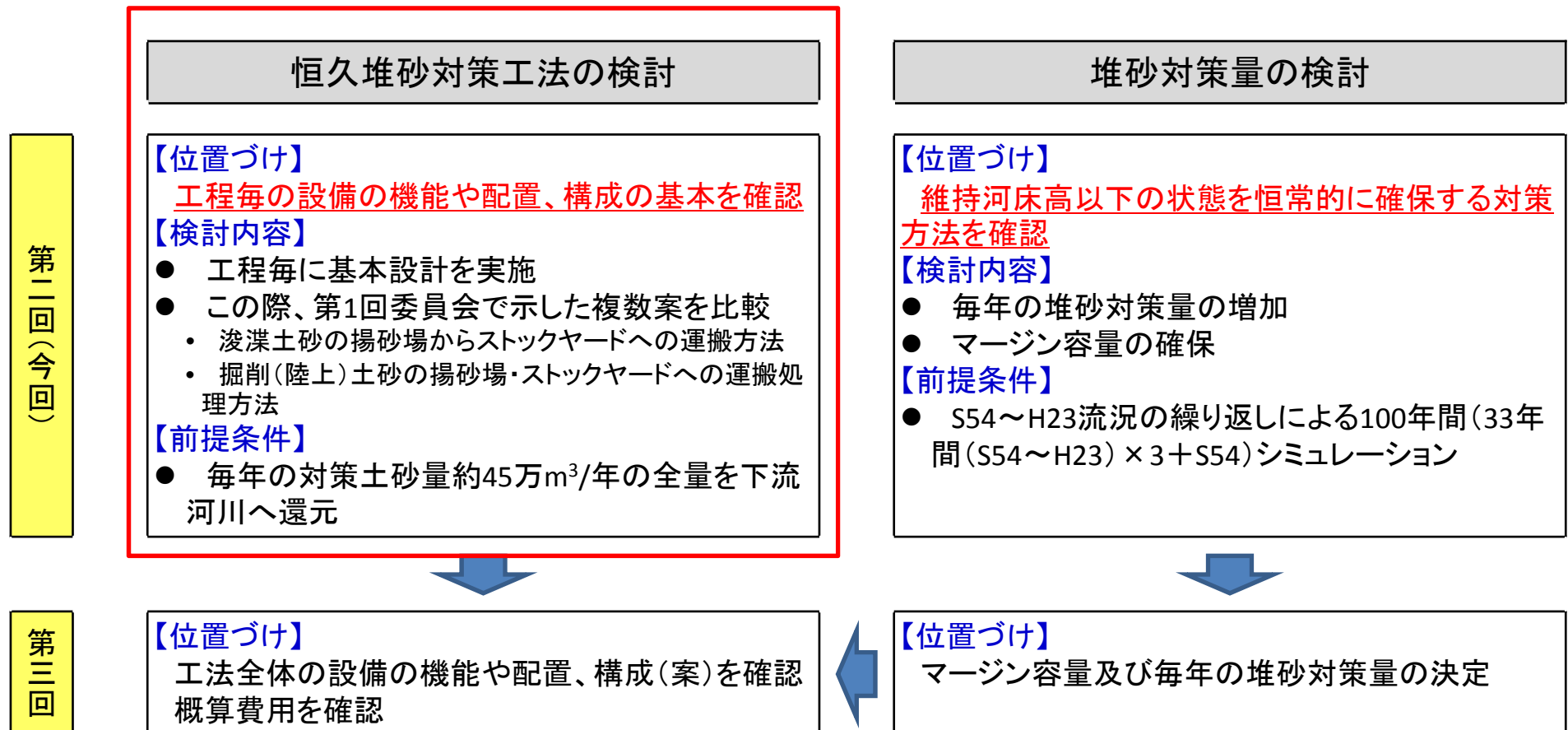
別紙

委員名簿 (規約第三条第1項関係)

氏名	所属等	備考
池口 幸宏	電源開発株式会社 土木建築部 部長	
櫻井 寿之	国立研究開発法人 土木研究所 水工研究グループ 主任研究員	
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 河川研究室長	
戸田 祐嗣	名古屋大学大学院 教授	
藤田裕一郎	名古屋女子大学 特任教授	
松尾 和巳	国土技術政策総合研究所 河川研究部 水環境研究官	

五十音順、敬称略

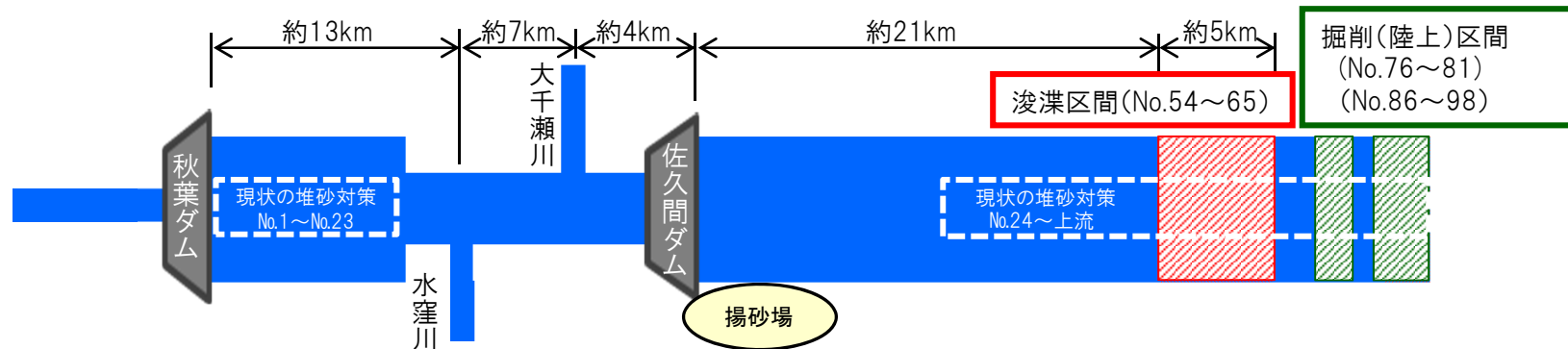
2. 恒久堆砂対策工法の検討



【来年度以降】

- 実行可能性調査(水理模型実験等)結果から前提条件の精度を高め詳細設計に反映

■恒久堆砂対策の位置概要



■対策土砂量／年

(単位: 万m³)

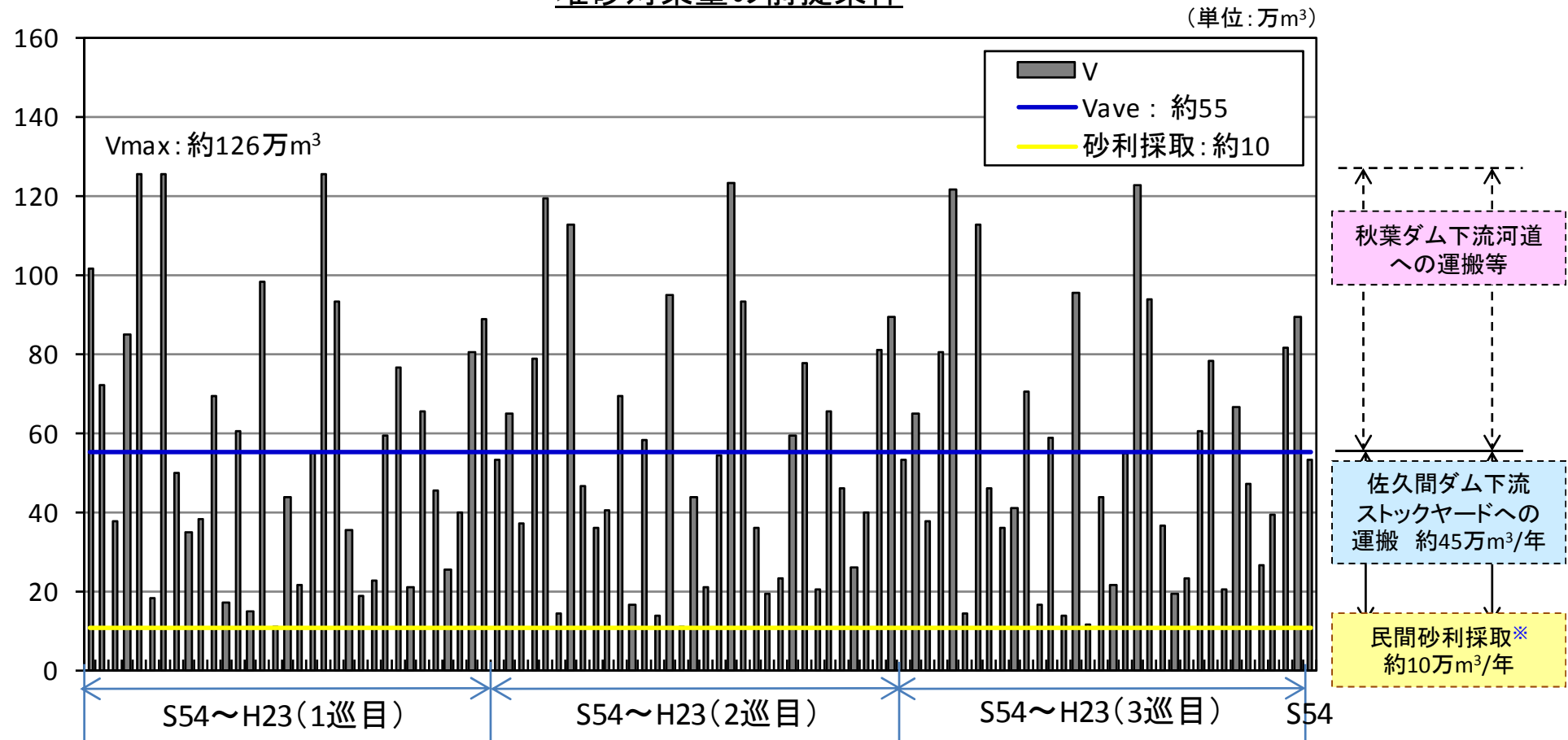
	浚渫区間	掘削(陸上)区間	合計
① 堆砂対策量	約35	約20	約55
② 民間砂利採取量	約10	—	約10
対策土砂量(①-②)	約25	約20	約45

■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	・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	・同左(ただし、EL.250m以下の日数を対象)

- 佐久間ダムにおける毎年の堆砂対策量は、効率性・予算確保の観点から、排除土砂量の平均値約55万m³/年、そのうち恒久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45万m³/年を前提

堆砂対策量の前提条件



注) 堆砂対策量は維持掘削範囲の維持河床上の堆積土砂量(各年12/31時点)

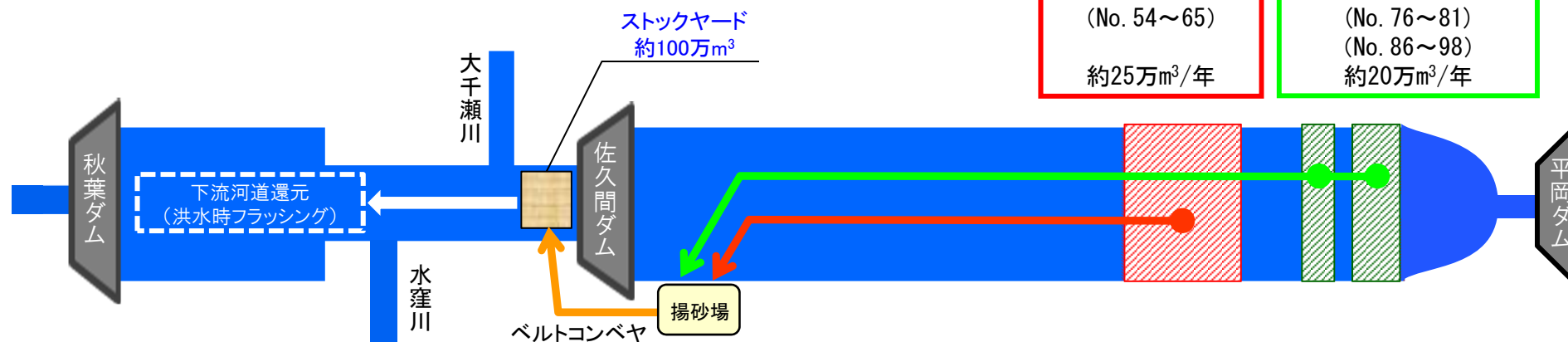
※ 砂利採取量は近10ヵ年(H17~H26)の実績平均値29.5万m³/年×35.7%^(注)で設定

* H1~H24採取量のうち貯水池№54~№65の採取量が占める割合

恒久堆砂対策工法の基本設計 結果(概要)

機密性 1 情報

■ 恒久堆砂対策工法 概要図



■ 揚砂場

作業段階	施工機械	規格	規模
揚砂	リクレーマ船	1200PS	1隻
ストックパイルへ運搬	ホイールローダ	10.3 m^3	1台
	ダンプトラック	32t級	2台
ストックパイル敷均	ブルドーザ	21t級	2台
ベルトコンベヤへ投入	ホイールローダ	10.3 m^3	1台

■ 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	2.8m × 2.8m (幌型)	1,520m
	ベルトコンベヤ	W=1,200mm	1,520m

■ 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	10.3 m^3	1台
	ダンプトラック	10t	9台
敷均	ブルドーザ	21t級	3台

■ 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	1.4 m^3 級	5台
	ダンプトラック	10t	25台
積込場敷均	ブルドーザ	21t級	3台
土運船積込	ホイールローダ	10.3 m^3	1台
土砂運搬船	土運搬船	650 m^3 級	4隻
	引船	1000PS級	3隻

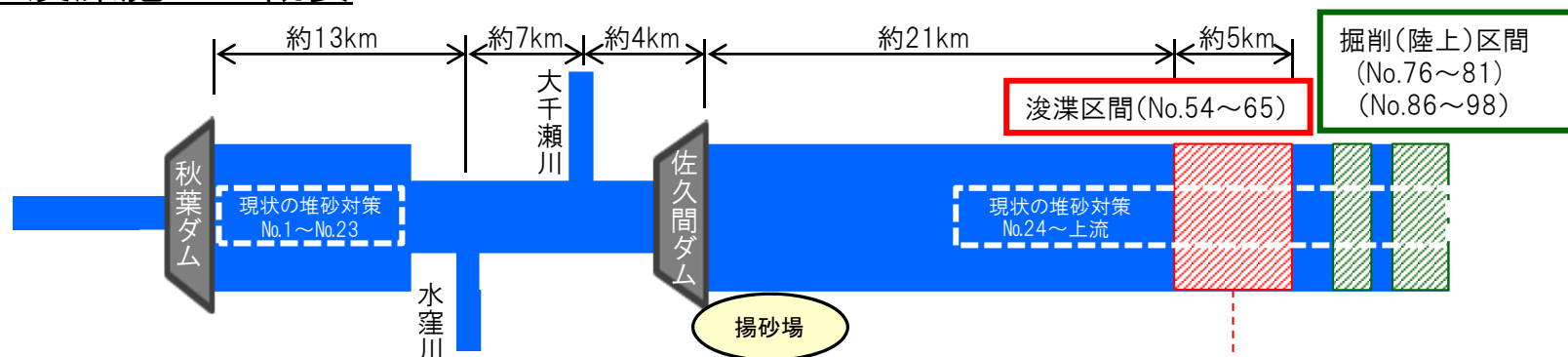
■ 浚渫 施工機械

作業段階	施工機械	規格	規模
浚渫	グラブ浚渫船	鋼 D5.0 m^3 級	2隻
土砂運搬船	土運搬船	650 m^3 級	6隻
	引船	1000PS級	4隻

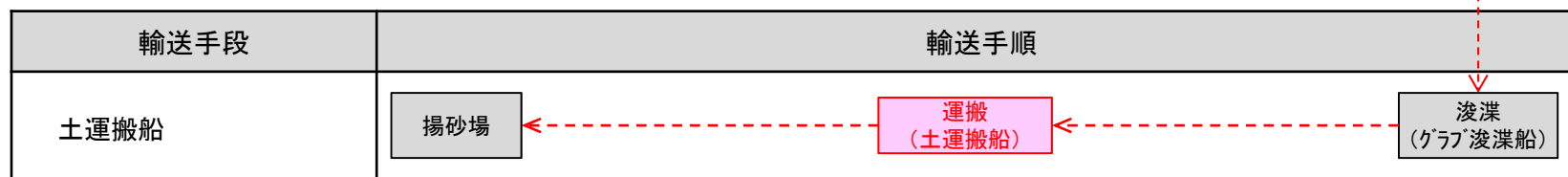
2－1. 浚渫施工・運搬処理方法

- 浚渫区間の対策土砂量約25万m³/年の運搬処理は、土運搬船による揚砂場への運搬を検証評価

■浚渫施工の概要



■浚渫土砂の運搬処理方法



■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25万m ³	グラブ浚渫船	鋼 D5.0m ³ 級	2隻
土砂運搬		土運搬船	650m ³ 級	6隻
		引船	1000PS級	4隻
揚砂		リクレーマ船※	1200PS	1隻

※ リクレーマ船は、掘削(陸上)分を揚砂する場合も共用する

- 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

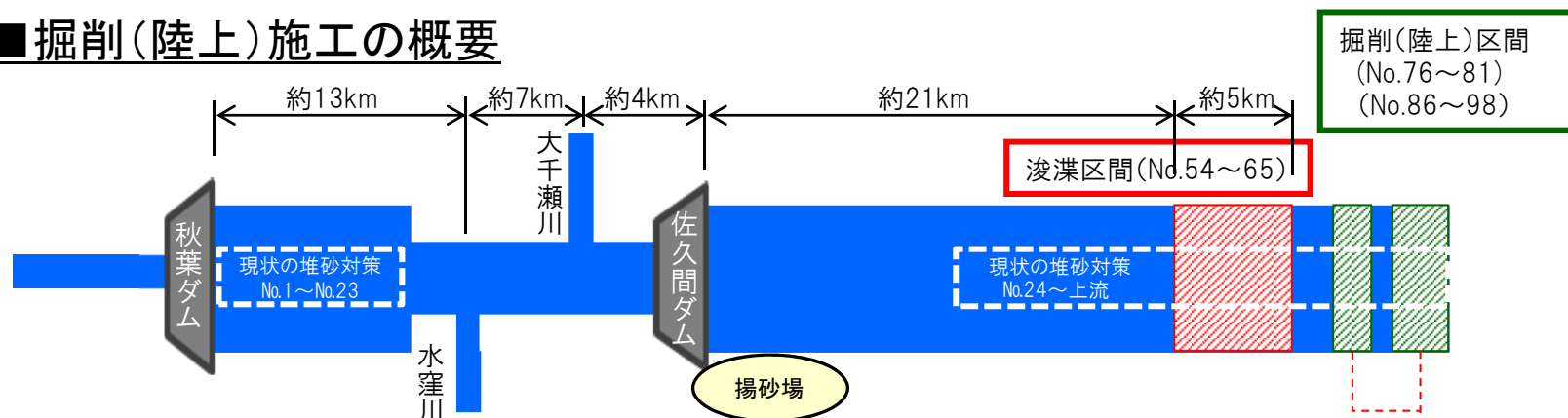
浚渫土砂の運搬処理方法の評価(案)

評価軸	評価項目	土運搬船
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)	27
	B 維持管理費用(億円／年平均)	7.1
	C 維持管理費用(億円) (B×50年間)	355
	総費用(億円) (A+C)	382
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	台数の増減で対応可能
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

2－2. 掘削(陸上)施工・運搬処理方法

- 掘削(陸上)区間の対策土砂量約20万m³/年の運搬処理は、① 土運搬船、② ダンプトラック(揚砂場への運搬)、③ ベルトコンベヤ、④ ダンプトラック(土捨て場) について比較評価

■掘削(陸上)施工の概要



■掘削(陸上)土砂の運搬処理方法

輸送手段	輸送手順
案① 土運搬船	掘削(陸上)(バックホウ) → 運搬(ダンプトラック) → 積み込み場 → 運搬(土運搬船) → 揚砂場
案② ダンプトラック(揚砂場)	掘削(陸上)(バックホウ) → 運搬(ダンプトラック) → ベルコン投入口
案③ ベルトコンベヤ	掘削(陸上)(バックホウ) → 運搬(ベルトコンベヤ) → ベルコン投入口
案④ ダンプトラック(土捨て場)	掘削(陸上)(バックホウ) → 運搬(ダンプトラック) → 土捨て場

掘削(陸上)運搬処理方法の比較評価

機密性 1 情報

- 総合的な比較評価の結果、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
- 今後、堆砂対策量(3.)や総合的な土砂管理の観点を加え、土捨場への運搬についても検討

掘削(陸上)土砂の運搬処理方法の比較評価(案)

評価軸	評価項目	案① 土運搬船		案② ダンプトラック (揚砂場)		案③ ベルトコンベヤ		案④ ダンプトラック (土捨場)	
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	△	一般的な工法であり現実的な施設配置が可能	△
	用地	積込み場の用地取得が必要		特に問題なし		設置箇所の用地取得が必要		大規模な用地取得が必要	
経済性	A 整備費用(億円)	21		0		147		0	
	B 維持管理費用 (億円／年平均)	9.0		10.1		21.0		4.4	
	C 維持管理費用(億円) (B×50年間)	450	○	505	△	1,050	×	—	△
	総費用(億円) (A+C)	471		505		1,197		—	
実現性	設計や用地取得	特に問題なし	○	特に問題なし	○	特に問題なし	○	特に問題なし	○
持続性	長期にわたる運用	特に問題なし	○	特に問題なし	○	特に問題なし	○	土捨場の容量に限りがある	×
柔軟性	処理量の変動等への対応	台数の増減で対応可能	○	台数の増減で対応可能	○	拡張性の技術開発を要する	△	台数の増減で対応可能	○
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	○	土捨場地点の環境を改変	△
	一般交通への影響	特に問題なし		約1kmに1台程度の運行となり影響が大きい		特に問題なし		特に問題なし	
総合評価		○ 大きな問題はない		×		×		△ 対応可能な土砂量が限定的 環境保全措置が必要	

掘削(陸上)施工・運搬処理方法の概要

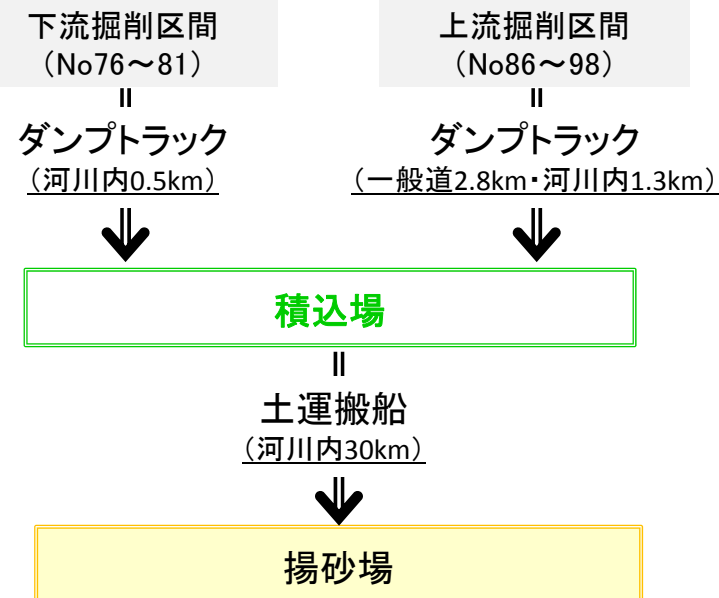
機密性 1 情報

- 掘削(陸上)土砂の土運搬船への積込は、掘削区間の下流端付近に積込場を設けて実施を想定
- 積込場の諸元や土運搬船の通行等の具体は今後検討

■掘削(陸上)計画の概要図



■掘削(陸上)の運搬計画



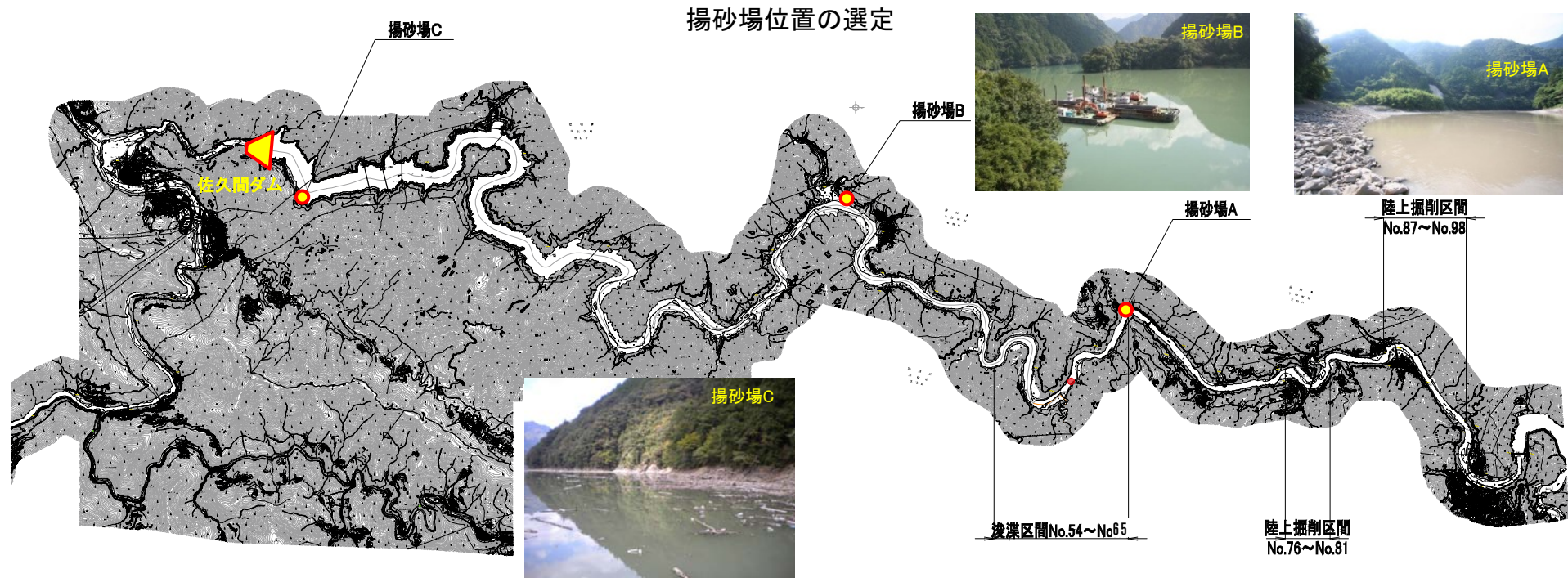
■設備配置

作業段階	対策土砂量	施工機械	規格	規模
陸上掘削	約20万m ³	バックホウ	1.4m ³ 級	5台
		ダンプトラック	10t	25台
積込場敷均		ブルドーザ	21t級	3台
運搬船積込		ホイールローダ	10.3m ³	1台
土砂運搬		土運搬船	650m ³ 級	4隻
		引船	1000PS級	3隻
揚砂		リクレーマ船※	1200PS	1隻

※ リクレーマ船は、浚渫分を揚砂する場合も共用する 15

2－3. 揚砂場の概略設計

- 揚砂場の位置は、既設道路からのアクセスが可能な湖岸入江のうち、佐久間ダム至近※の場所(下図C)を選定
- ※ 浚渫・掘削場所からの運搬処理方法で経済的に最も優位な土運船を最大限に利用するため
- 揚砂場の位置は今後、選定位置から約500m下流の流木処理場との兼用も含め総合的に比較検討
- 揚砂場の規模は、浚渫土砂の水抜用ストックパイルや積込等の作業スペースに必要な約8千m²を想定



掘削土の水抜に必要なストックパイルの規模設定

【浚渫土砂量】

$24.9 \text{ 万 m}^3 / \text{年} \div 170 \text{ 日 / 年} \div 1,460 \text{ m}^3 / \text{日} \times 3 \text{ 日分} * \rightarrow 4,380 \text{ m}^3$

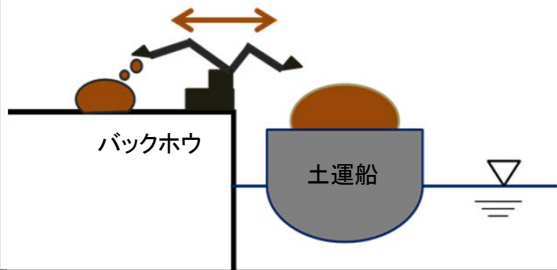
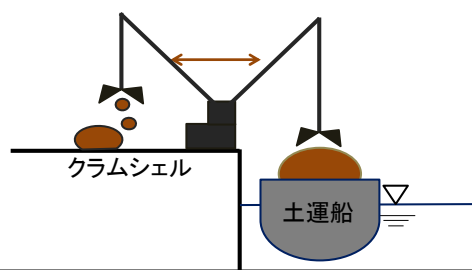
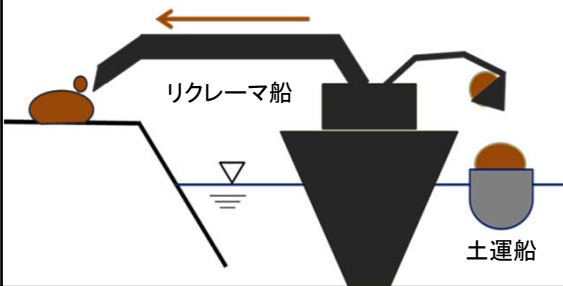
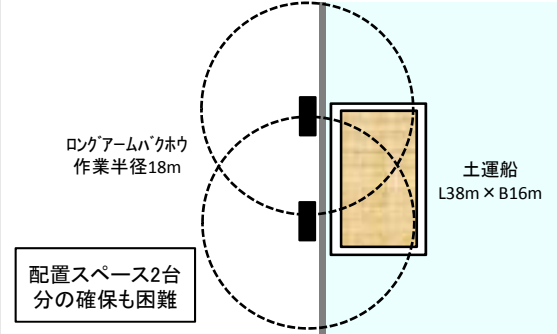
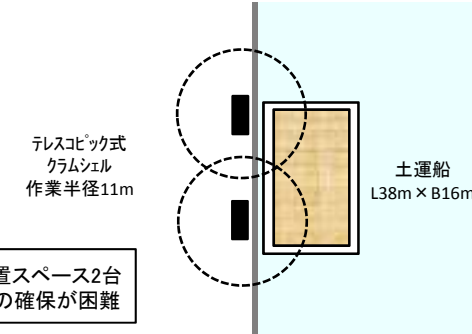
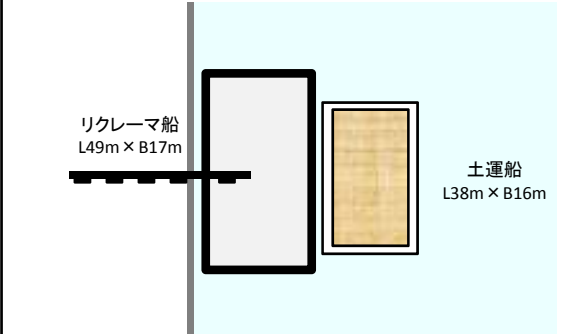
【ストックパイル面積】

$4,380 \text{ m}^3 \div \text{高さ} 2 \text{ m} = 2,190 \text{ m}^2 \rightarrow \text{約} 800 \text{ m}^2 \times 3 \text{ 箇所}$

* 水抜の所要時間を35時間(ストックパイル高2m×土砂の水分量(体積比)50%÷透水係数 $8.0 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$) → スtockパイルは3日分必要

- 揚砂場での作業は、積込場～ストックパイルへの運搬 ⇒ スtockパイルでの敷均 ⇒ スtockパイルからベルトコンベヤへの投入
- 汎用重機による揚砂方法として、①バックホウ、②グラブ付クレーン(クラムシェル)、③リクレーマ船を比較評価

揚砂方法の事例

揚砂方法	揚砂場側から		土運船側から
種別	案① バックホウ	案② グラブ付クレーン(クラムシェル)	案③ リクレーマ船
施工機械諸元	ロングアームバックホウ(0.45m ³) 施工能力100m ³ /日・台	テレスコピック式クラムシェル(3.3m ³) 施工能力1,500m ³ /日・台(精査中)	鋼DE1,200PS型(4.2m ³) 施工能力2,800m ³ /日・台
施工イメージ			
			
所要規模	26台	2台	1台
評価	・土運船周辺への配置スペースが確保できないうえ、貯水位が低い場合の作業ヤード設置を要する ・施工能力がバケットの規模等で決定されるため、機種選定の検討が必要	・土運船周辺への配置スペースが確保できない ・施工能力がバケットの規模等で決定されるため、機種選定の検討が必要	・鋼DE1,200PS型1台を配置

揚砂方法の比較評価

機密性 1 情報

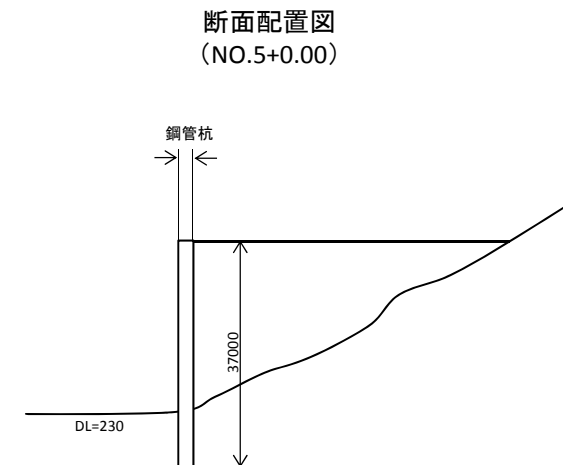
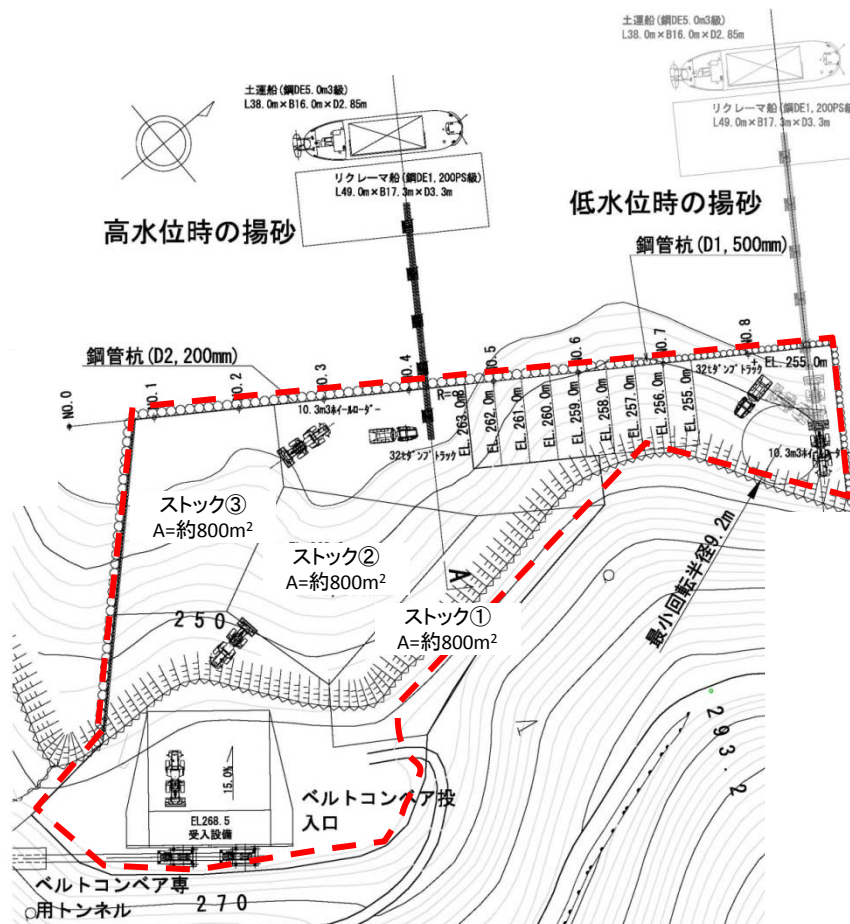
- 汎用重機による揚砂方法は、リクレーマ船が優位
- 今後、陸上(揚砂場)の固定式大型設備(ガントリークレーン等)を検討し、リクレーマ船との総合的な比較評価を実施

揚砂方法の比較評価(案)

揚砂方法		揚砂場側から揚砂				ダム湖側から	
評価軸	評価の考え方	案① バックホウ		案② グラブ付クレーン (クラムシェル)		案③ リクレーマ船	
確実性	工法・施設配置	汎用重機では、必要台数の配置スペースが確保できない	×	汎用重機では、必要台数の配置スペースが確保できない	×	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)	汎用重機では、必要台数の配置スペースが確保できない	—	汎用重機では、必要台数の配置スペースが確保できない	—	11	○
	B 維持管理・費用 (億円/年平均)					3.6	
	C 維持管理費用 (B×50年間)					180	
	総費用(億円) (A+C)					191	
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	汎用重機では必要な台数が配置できないため不可能	×	汎用重機では必要な台数が配置できないため不可能	×	特に問題なし	○
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(最大 2,800m ³ /日)	△
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	○
	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		・汎用重機では、必要な施工能力が得られない		・汎用重機では、必要な施工能力が得られない ・陸上の固定式大型設備(ガントリークレーン等)の検討が必要		・ダム湖側では確実に揚砂を行うことが可能 ・揚砂場側からの揚砂設備との比較検討が必要	

■ 設備配置

作業段階	施工機械	規格	規模
ストックパイルへの運搬	ホイールローダ	10.3m ³	1台
	ダンプトラック	32t	2台
ストックパイルでの敷均	ブルドーザ	21t	2台
ベルトコンベヤへの投入	ホイールローダ	10.3m ³	1台



2-4. スtockヤードへの運搬方法

- 揚砂場からストックヤードへの運搬方法は、ダンプトラックとベルトコンベヤ(専用トンネル)とを比較評価

位置図



前提条件

項目	条件	備考
ダンプトラック 運搬距離	約4.4km	
トンネル起点	揚砂場地点 EL.265m	現地条件により
ストックヤード 最上流端	ストックヤード EL.130m	佐久間ダム 副ダム敷高
運搬土砂量	約45万 m^3	(年間必要堆砂対策量) ー(民間砂利採取量)
トンネル勾配	5%未満	小規模断面トンネルの施工方法による (掘削ズリ出しをレール方式とした場合の制限)
最小トンネル規模	高さ×幅 2.80m×2.80m	ベルトコンベヤ幅と管理用通路幅より

ベルトコンベヤ(専用トンネル)の諸元設定(案)

機密性 1 情報

- ベルトコンベヤの幅は対策土砂量(約45万m³/年)より1,200mm※に設定
- ※ 必要能力(497t/h)の直近上位規格(1,050mm・590t/h)に作業量増加の事態等を考慮しワンランクアップ
- 専用トンネルの幅は管理用通路と離隔を考慮し2.8mに設定
- 専用トンネルの縦断勾配は小断面トンネルの施工(掘削ズリの搬出)方法による制限から5%未満に設定

ベルトコンベヤの幅

- ベルトコンベヤ稼働日数 170日
- 運搬土砂量 約45万m³
- 必要な時間あたりの輸送土砂量 497t/h※

※:空隙率を50%、日当り作業時間を7h、土粒子密度を2.65gf/cm³とした場合

< 790t/h

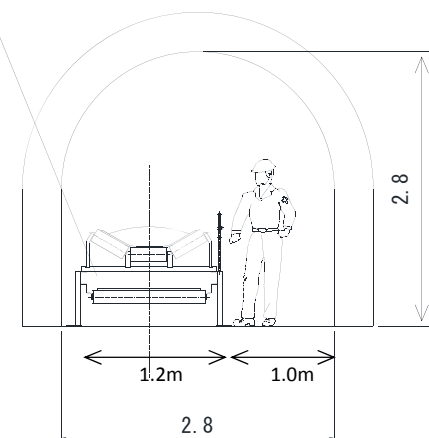
1,200mm幅の
ベルトコンベヤの
時間当たり処理量

トンネルの断面

ベルトコンベヤ
(W=1,200mm)

トンネル概要

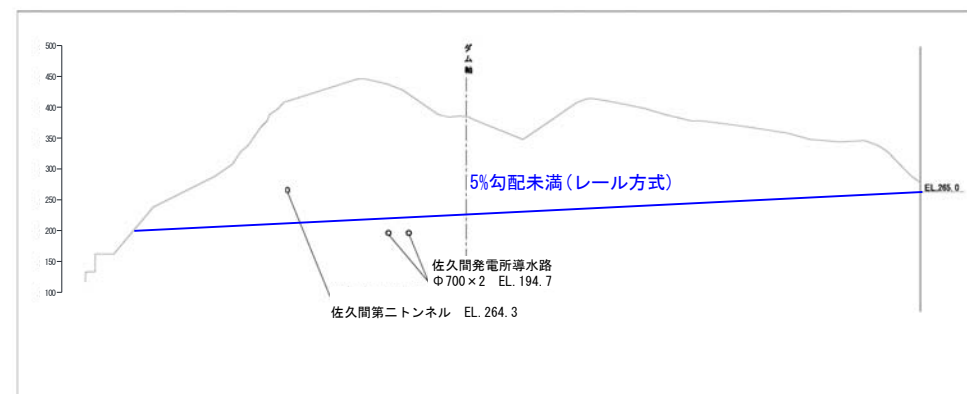
トンネル形状	幌型
トンネルの幅 ベルト幅 1.20m 通路部の幅 1.00m 離隔 0.20m × 3	2.80m
トンネルの高さ	2.80m
内空断面	7.0m ²



トンネルの施工方法と縦断勾配

ズリ処理方法	縦断勾配	備考
レール方式	5%未満 ※	小断面トンネルに対応した機関車に対応可能

※:トンネル標準示方書(山岳工法)・同解説より



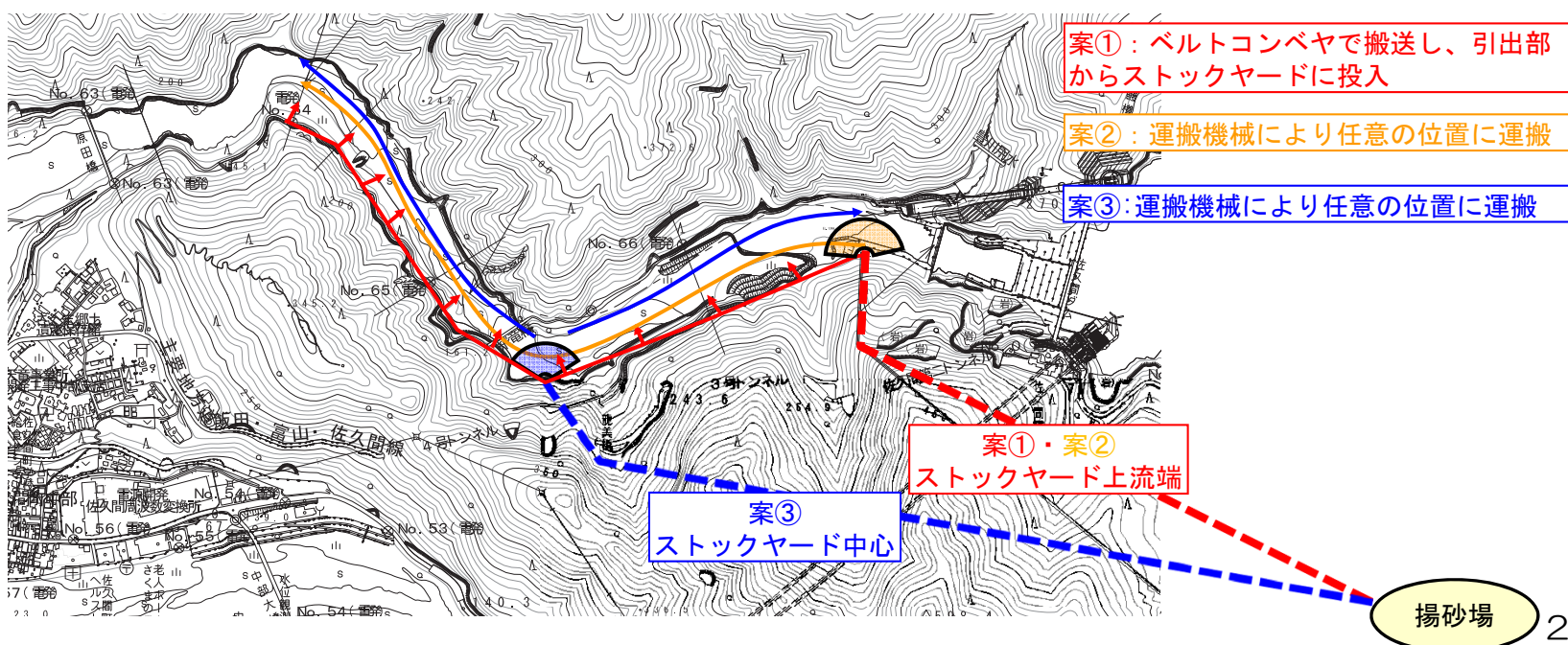
ベルトコンベヤ(専用トンネル)の選択肢

機密性 1 情報

- ベルトコンベヤ(専用トンネル)による方法は、「トンネルの終端位置」と「ストックヤード内の土砂運搬方法」との組合せから下記3案を比較評価

ベルトコンベヤの比較案

項 目	案①	案②	案③
トンネルの終端位置	ストックヤード上流端	ストックヤード上流端	ストックヤード中心
ストックヤード内の運搬方法	ベルトコンベヤ	ホイールローダ+ダンプトラック	ホイールローダ+ダンプトラック
トンネル諸元	延長:1,280m 断面:D2.8m幌型 縦断勾配:5% 吐口敷高:EL.201m	延長:1,280m 断面:D2.8m幌型 縦断勾配:5% 吐口敷高:EL.201m	延長:1,520m 断面:D2.8m幌型 縦断勾配:5% 吐口敷高:EL.189m
ベルトコンベヤ諸元	延長:1,280m+1,500m +SP50m×10=3,280m 幅 :1,200mm	延長:1,280m 幅 :1,200mm	延長:1,520m 幅 :1,200mm



ストックヤードへの運搬方法の比較評価(案)

機密性 1 情報

- スtockヤードへの運搬方法は総合的な比較評価の結果、ダンプトラックよりもベルトコンベヤ(専用トンネル)が優位
- ベルトコンベヤ(専用トンネル)による方法は今後、トンネルの施工方法やベルコンの運行速度、平面・縦断線形等の技術的課題を精査し、改めて総合的な比較評価を実施

ストックヤードへの運搬方法の比較評価(案)

評価項目		ダンプ運搬		ベルトコンベヤ 案①		ベルトコンベヤ 案②		ベルトコンベヤ 案③	
トンネルルート		—		ストックヤード上流端		ストックヤード上流端		ストックヤード中心	
ストックヤード内の運搬方法		ダンプトラック		ベルトコンベア		ホイールローダ +ダンプトラック		ホイールローダ +ダンプトラック	
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	○	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		特に問題なし	
経済性	A 整備費用(億円)	0		49		31		36	
	B 維持管理費用(億円/年平均)	5. 8		4. 6		5. 1		5. 1	
	C 維持管理費用(億円)(B×50年間)	290	△	230	○	255	△	255	△
	総費用(億円)(A+C)	290		279		286		289	
実現性	設計や用地取得	特に問題なし	○	特に問題なし	○	特に問題なし	○	特に問題なし	○
持続性	長期にわたる運用	特に問題なし	○	ベルトコンベヤの基数が多く機械メンテに労力を要する	△	特に問題なし	○	特に問題なし	○
柔軟性	処理量の変動等への対応	台数の増減で対応可能	○	大幅に増加した場合、対応できない	△	台数の増減で対応可能	○	台数の増減で対応可能	○
地域社会・環境への影響	環境への影響(騒音・振動、悪臭)	約300mに1台程度の運行となり影響が大きい	×	CO2の排出量が少ない	○	粉塵等の発生が懸念	△	粉塵等の発生が懸念	△
	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		×		△		△		○	
		・地域交通に与える影響や大きく現実的ではない		・機械設備の故障が頻発すれば、運搬に支障が生じる可能性あり		・ストック土砂が侵食する下流端側への運搬距離が長く、維持管理費増大の可能性あり		・土砂侵食状況に応じた土砂運搬が可能で運用面での柔軟性が高い	

2-5. スtockヤードの概略設計

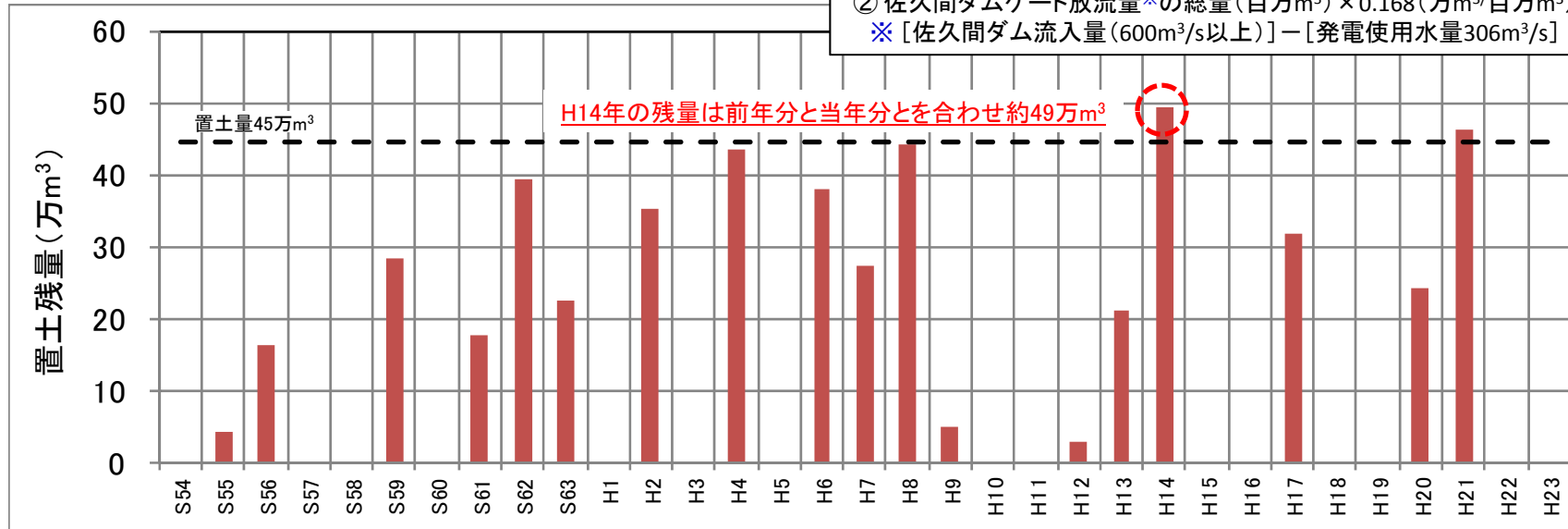
ストックヤードの必要規模

機密性 1 情報

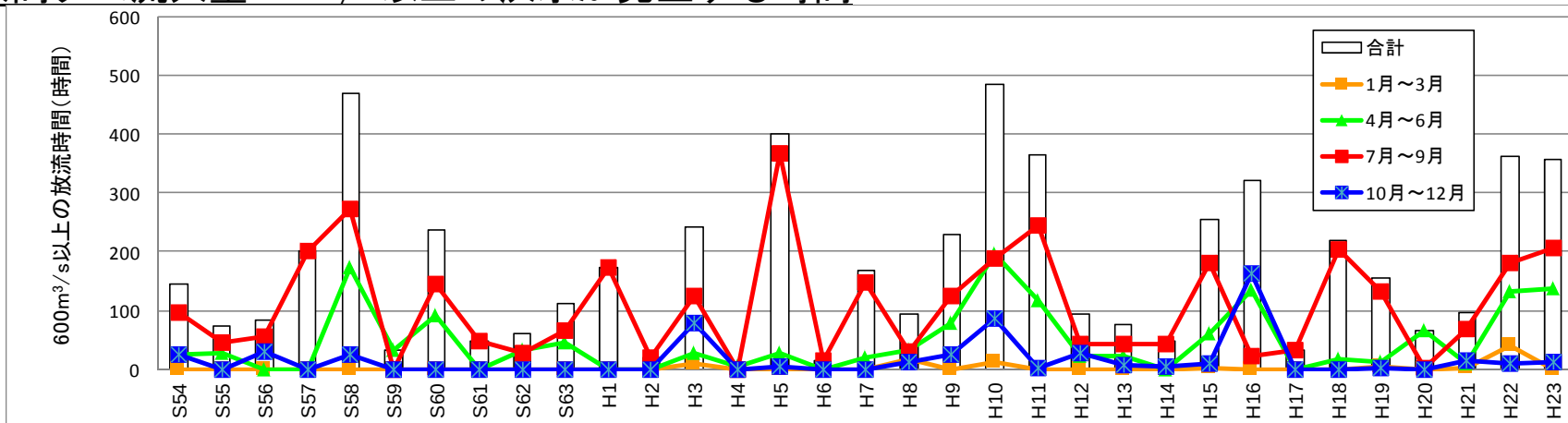
- スtockヤードの規模は物理的設置と河川還元とが可能な最大値とすることが経済的(第1回委員会)
- 毎年の置土量45万 m^3 で未流出分の翌年繰越を前提に毎年の河川還元量を試算した結果、ストックヤードの必要規模は約94万 m^3 (置土残量の最大49万 m^3 +当年分の置土45万 m^3)

[当年のストックヤードの置土残量]
 $= [前年の残量] + [当年の置土45万m^3] - [当年の河川還元量 (MIN(①, ②))]$
 ① 佐久間ダム流入量600 m^3/s 以上の時間(hr) $\times$ 0.55 (万 m^3/hr)
 ② 佐久間ダムゲート放流量※の総量(百万 m^3) $\times$ 0.168 (万 $m^3/百万m^3$)
 ※ [佐久間ダム流入量(600 m^3/s 以上)] - [発電使用水量306 m^3/s]

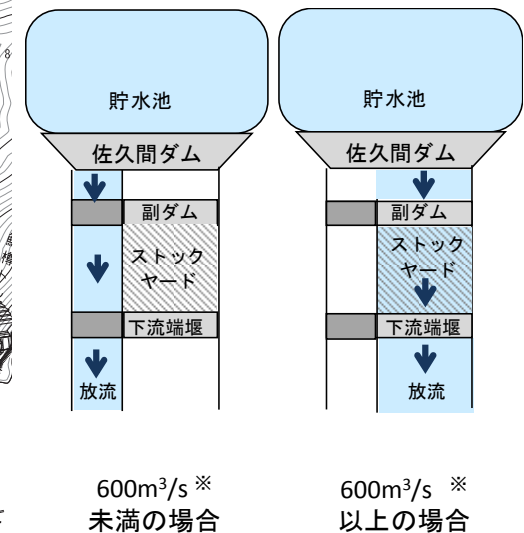
ストックヤードの置土残量



佐久間ダム流入量600 m^3/s 以上の洪水が発生する時間



- ### ■下流端堰 位置図



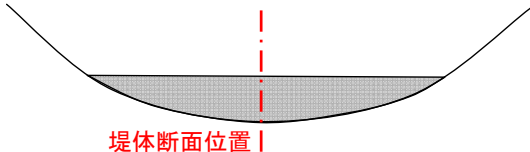
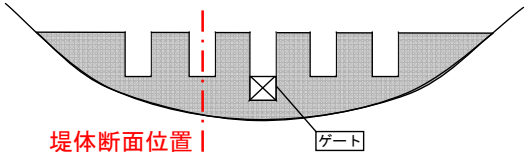
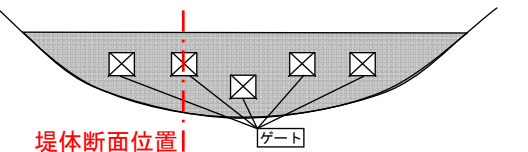
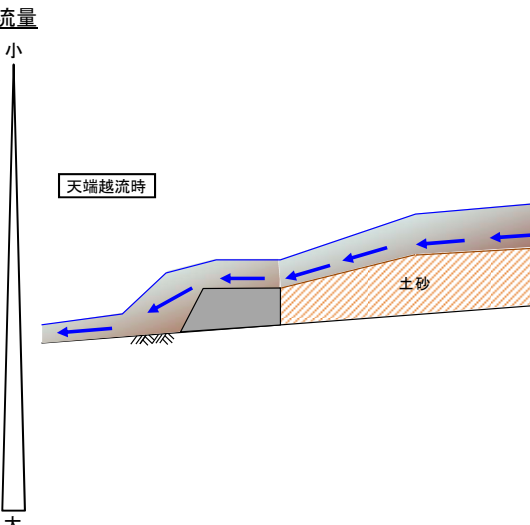
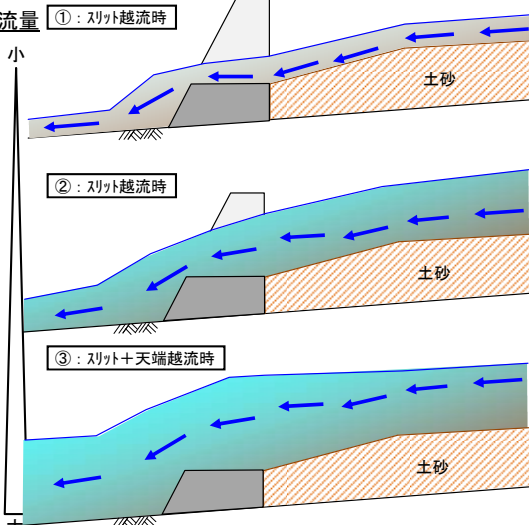
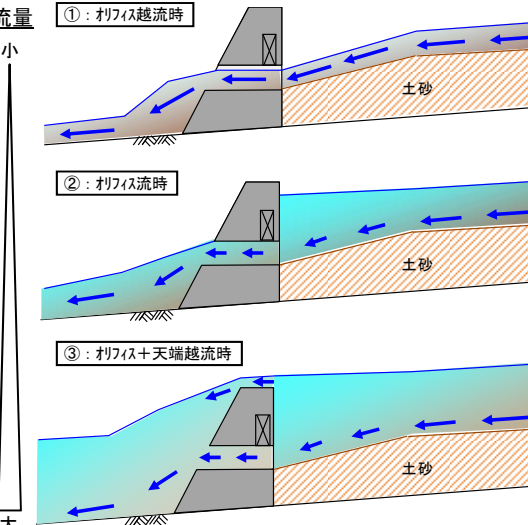
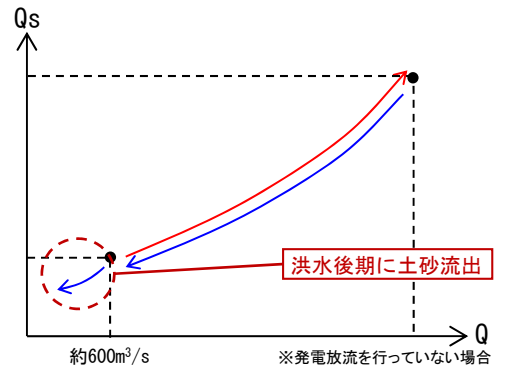
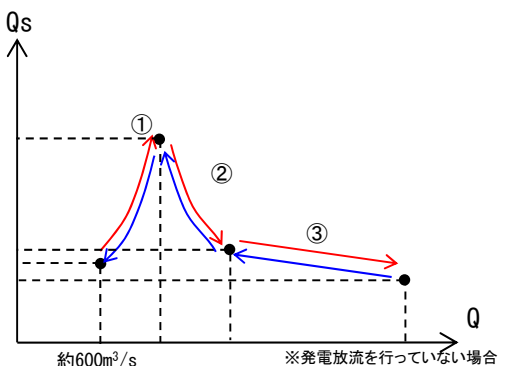
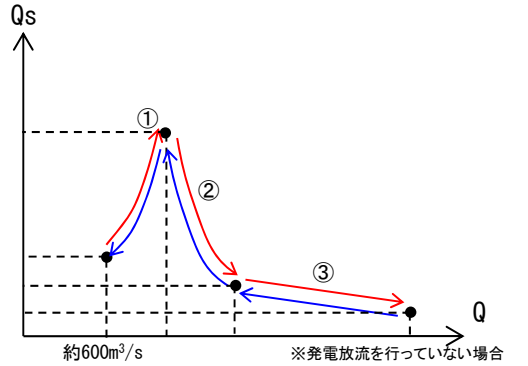
■ストック土砂の縦断形状(仮定)

-

ストック土砂の形状(初期状態のイメージ)

下流端堰の構造と特徴

機密性 1 情報

下流端堰の構造		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)
堤体正面イメージ				
堤体断面土砂流下イメージ				
Q-Qsイメージ				
特徴	土砂流出形態	・流量に応じた土砂が流出 (大流量時に大きく流出) ・洪水後期に貯留分の濁水が流出	・流量に応じた土砂が流出 (流出土砂量は案①よりも安定) ・洪水後期の貯留分の濁水を遮断	・流量が小～中の時に土砂が流出 (流出土砂量は案①②よりも小) ・洪水後期の貯留分の濁水を遮断
	維持管理	・基本的にメンテナンスフリー	・ゲートの維持管理、施設更新が必要 ・ゲート形式(引上式or越流式)、門数の検討が必要	・ゲートの維持管理、施設更新が必要

下流端堰の比較評価(案)

機密性 1 情報

- 下流端堰の構造は今後、実行可能性調査(水理模型実験)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性等を比較評価し具体化

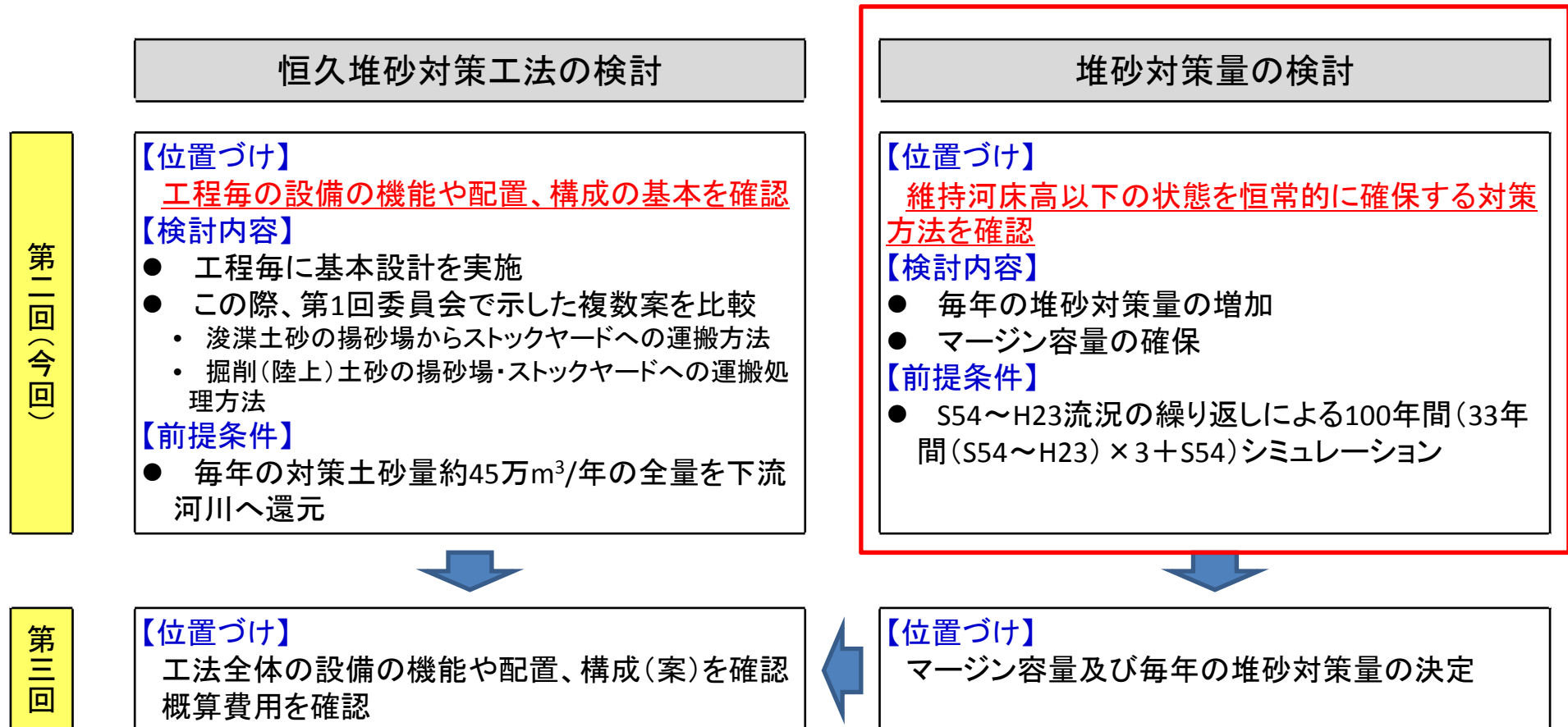
下流端堰の比較評価(案)

評価軸	評価の考え方	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)	
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	
実現性	設計や用地取得	特に問題なし	○	特に問題なし	○	特に問題なし	○
持続性	長期にわたる運用	特に問題なし	○	特に問題なし	○	特に問題なし	○
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					

実行可能性調査(水理模型実験)で明らかにする事項

- スtock土砂の侵食特性
- 河川還元の運用や下流端堰の構造に応じた $Q-Q_s$ 関係と洪水末期の土砂流出状況

3. 堆砂対策量の検討



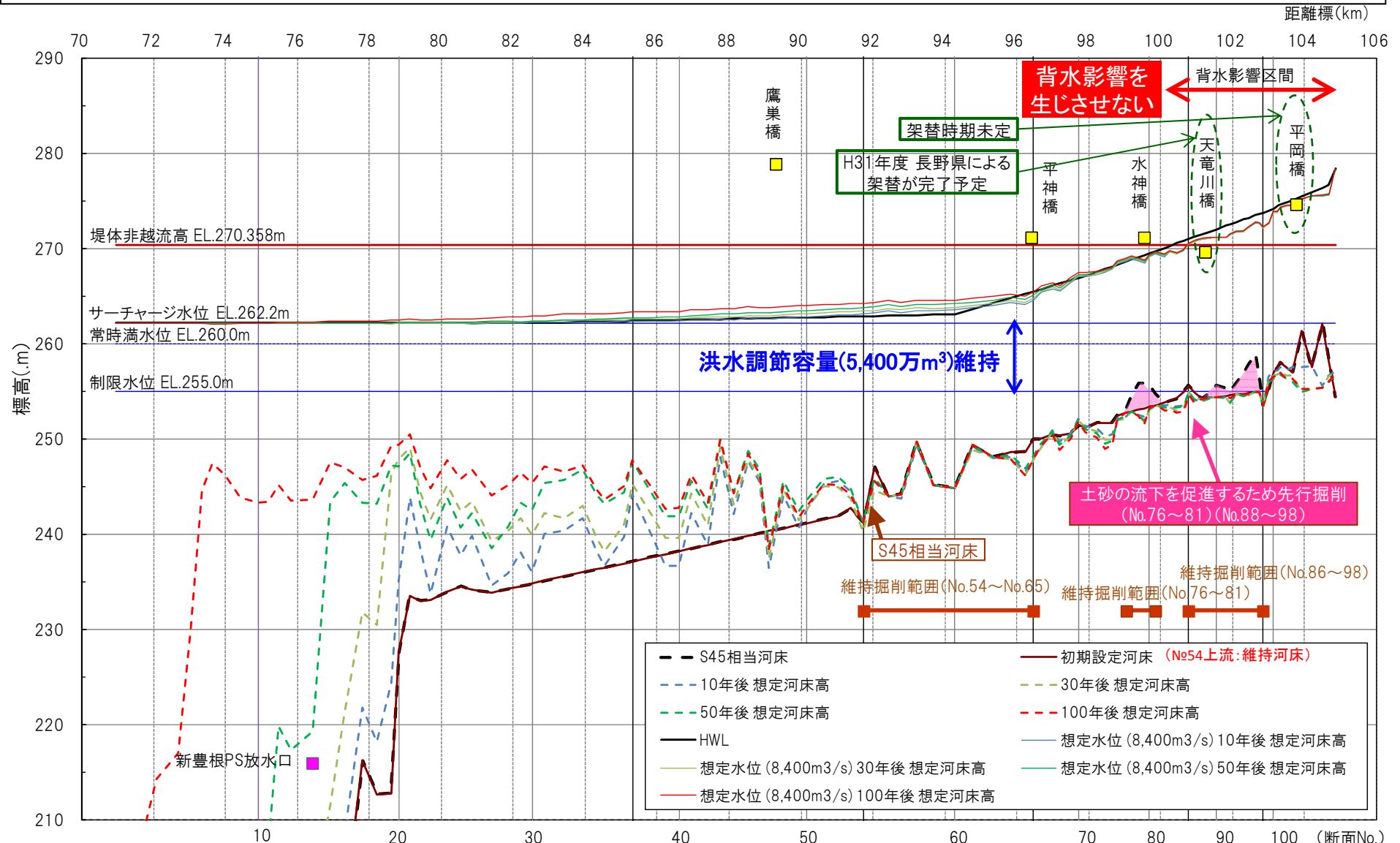
【来年度以降】

- 実行可能性調査(水理模型実験等)結果から前提条件の精度を高め詳細設計に反映

維持河床の設定【第1回委員会資料より】[1/2]

機密性 1 情報

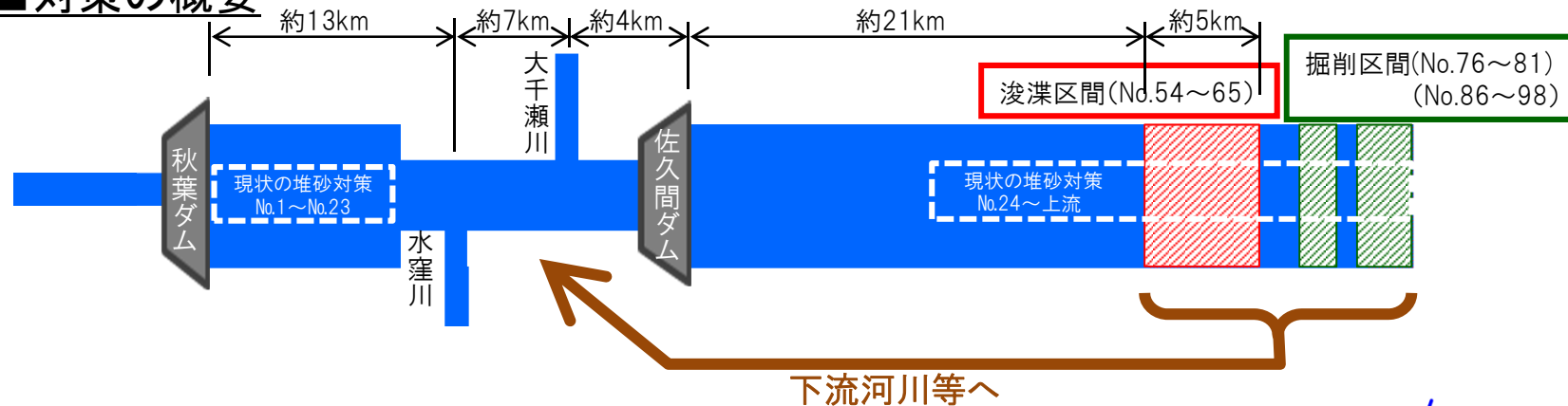
- 堆砂対策を確実かつ効率的(経済的)に実施するため、洪水調節容量を維持し、背水影響を生じさせない、維持掘削量が最も少なくなる河床形状「維持河床」(佐久間ダム貯水池No.54上流)を設定



注) 想定河床高は維持河床高を初期設定河床とし、維持掘削範囲の維持河床上の堆積土砂全量を毎年排除した場合のシミュレーション計算結果 (何れも12/31時点)。想定水位は各河床高をもとに、サーチャージ水位で計画高水相当流量(8,400 m^3/s)が流入した場合の計算結果

- 貯水池内の**堆砂対策量**(維持掘削範囲の維持河床上に毎年堆積する土砂量)は、**平均約55万m³/年**(掘削(陸上):約20万m³/年、浚渫:約35万m³/年)

■対策の概要



■土砂収支

単位: 万m³/年

ゲート放流	36
シルト	36
砂	0
礫	0

ダム流入	195
シルト	145
砂	39
礫	11

貯水池堆積	104
シルト	86
砂	18
礫	0

浚渫	35
シルト	18
砂	16
礫	1
掘削(陸上)	20
シルト	5
砂	5
礫	10

シルト粒径集団	0.01mm~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) 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。

HWL
100年後河床高 イメージ
初期設定河床 イメージ
佐久間ダム
下流河川等へ

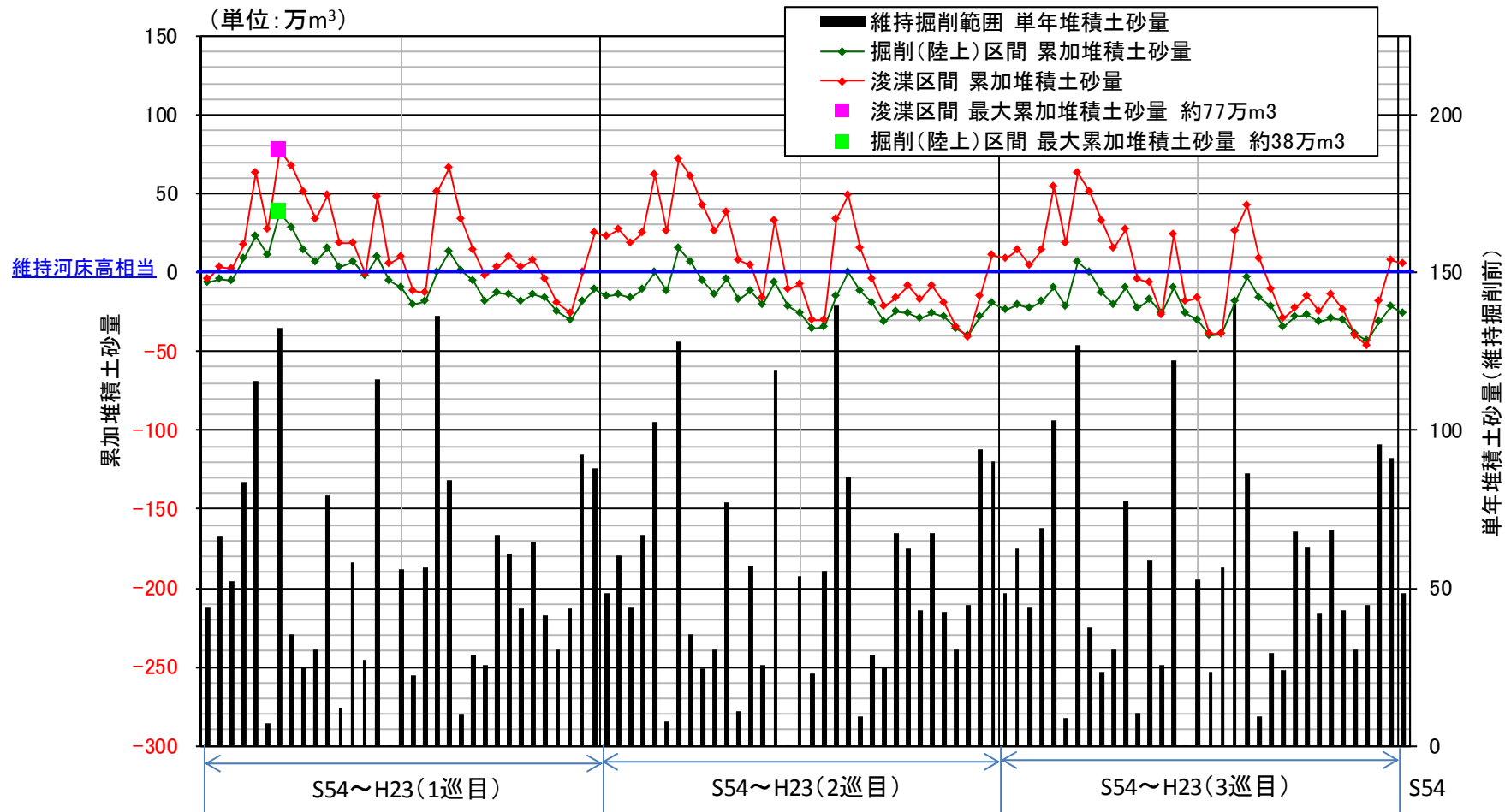
堆砂対策量の検討【堆砂対策量55万m³/年】

機密性 1 情報

- 毎年の堆砂対策量約55万m³(掘削(陸上):約20万m³、浚渫:約35万m³)では、維持河床高(下記グラフの累加堆積土砂量が0)以下状態の恒常的確保が不可能
- このため、毎年の堆砂対策量の増加またはマージン容量の確保が必要

維持掘削範囲の累加堆積土砂量

【堆砂対策量】掘削(陸上):約20万m³/年、浚渫:約35万m³/年
【マージン容量】掘削(陸上):なし、浚渫:なし



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)に維持掘削量(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(毎年洪水期開始前日の5/31に維持掘削範囲を55万m³掘削)

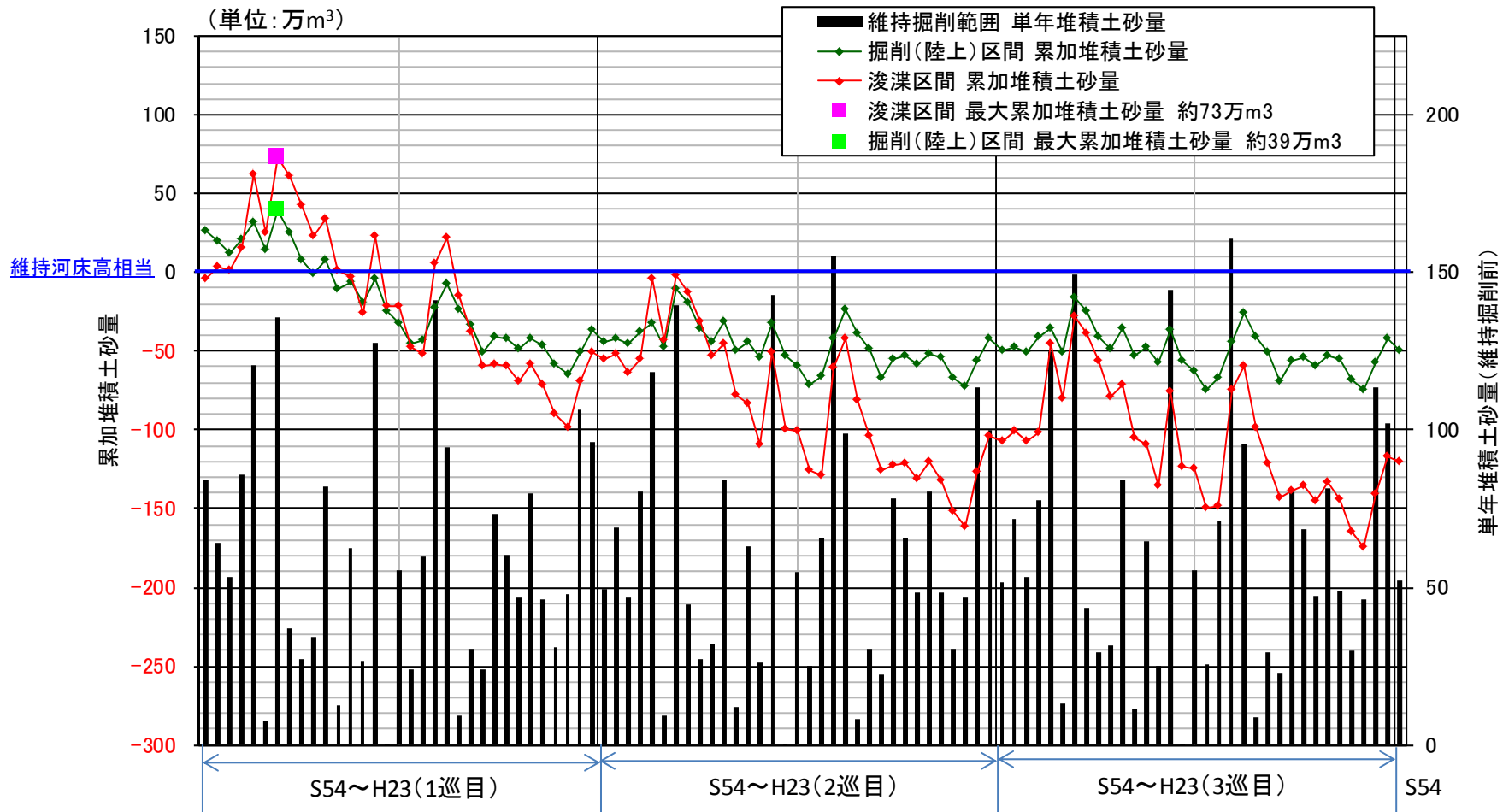
堆砂対策量の検討【毎年の堆砂対策量の増加】

機密性 1 情報

- 毎年の堆砂対策量約63万 m^3 (掘削(陸上):約25万 m^3 、浚渫:約38万 m^3)※とすれば、維持河床高(下記グラフの累加堆積土砂量が0)以下状態の恒常的確保が可能
- ※ 感度分析的な試算値(費用が最安価となる最適値は、なお検討を要する)

維持掘削範囲の累加堆積土砂量

【堆砂対策量】掘削(陸上):約25万 m^3 /年、浚渫:約38万 m^3 /年
【マージン容量】掘削(陸上):なし、浚渫:なし



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)に維持掘削量(63万 m^3)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(毎年洪水期開始前日の5/31に維持掘削範囲を63万 m^3 掘削)

マージン容量の検討手順

① 掘削(陸上)区間のマージン容量の検討

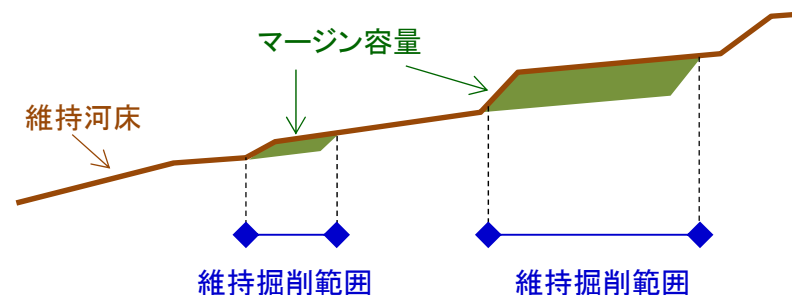
- 100年間(33年間(S54~H23) × 3 + S54)のシミュレーションを実施し、掘削(陸上)区間において維持河床高以下の状態を恒常的に確保可能なマージン容量を検討



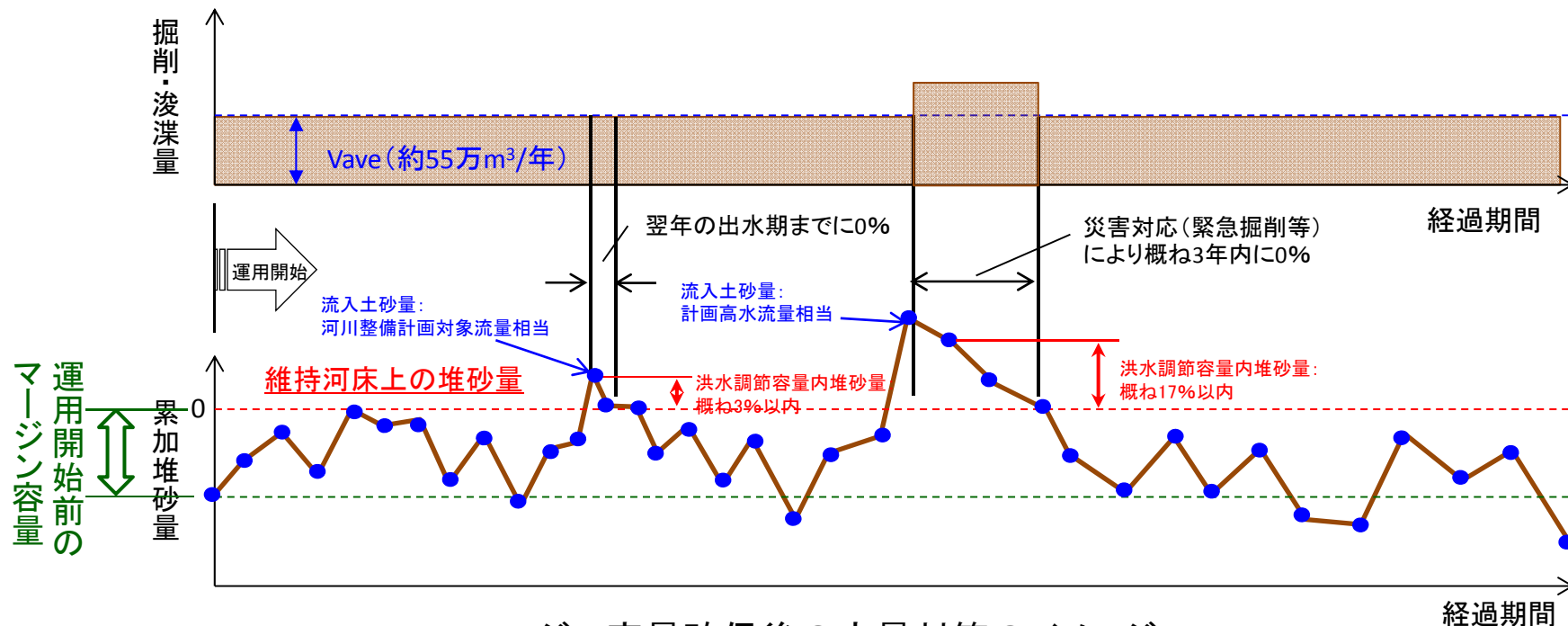
② 浚渫区間のマージン掘削量の検討

- ①で設定した掘削(陸上)区間のマージン容量確保を前提に100年間(33年間(S54~H23) × 3 + S54)のシミュレーションを実施し、浚渫区間において維持河床高以下の状態を恒常的に確保可能なマージン容量を検討

- 維持掘削範囲の河床高を予め維持河床高よりも掘り下げてマージン容量を設定
- 同範囲において[堆積土砂量] > [堆砂対策量]の年も[堆砂対策後の河床高] ≤ [維持河床高]の状態を確保



マージン容量確保のイメージ

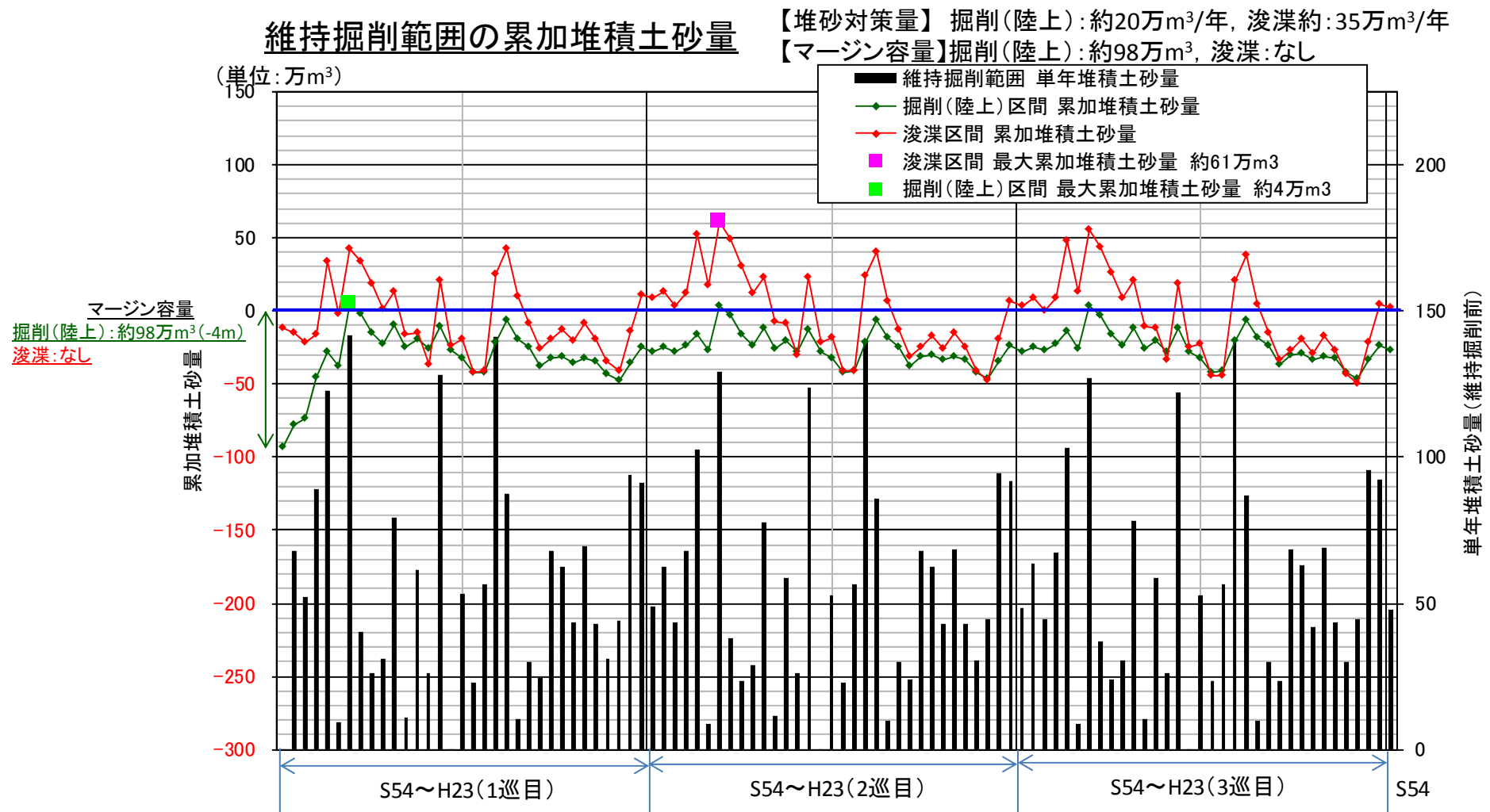


マージン容量確保後の定量対策のイメージ

堆砂対策量の検討【掘削(陸上)区間のマージン容量】

機密性 1 情報

- 掘削(陸上)区間においては、維持河床高-4m(98万 m^3)程度のマージン容量確保により維持河床高以下状態の恒常的に確保がほぼ可能
- このため、掘削(陸上)区間ではマージン容量確保を前提に、毎年の堆砂対策量は排除土砂量の平均値(約20万 m^3)とすることを基本に検討



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)に維持掘削量(55万 m^3)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(毎年洪水期開始前日の5/31に維持掘削範囲を55万 m^3 掘削)

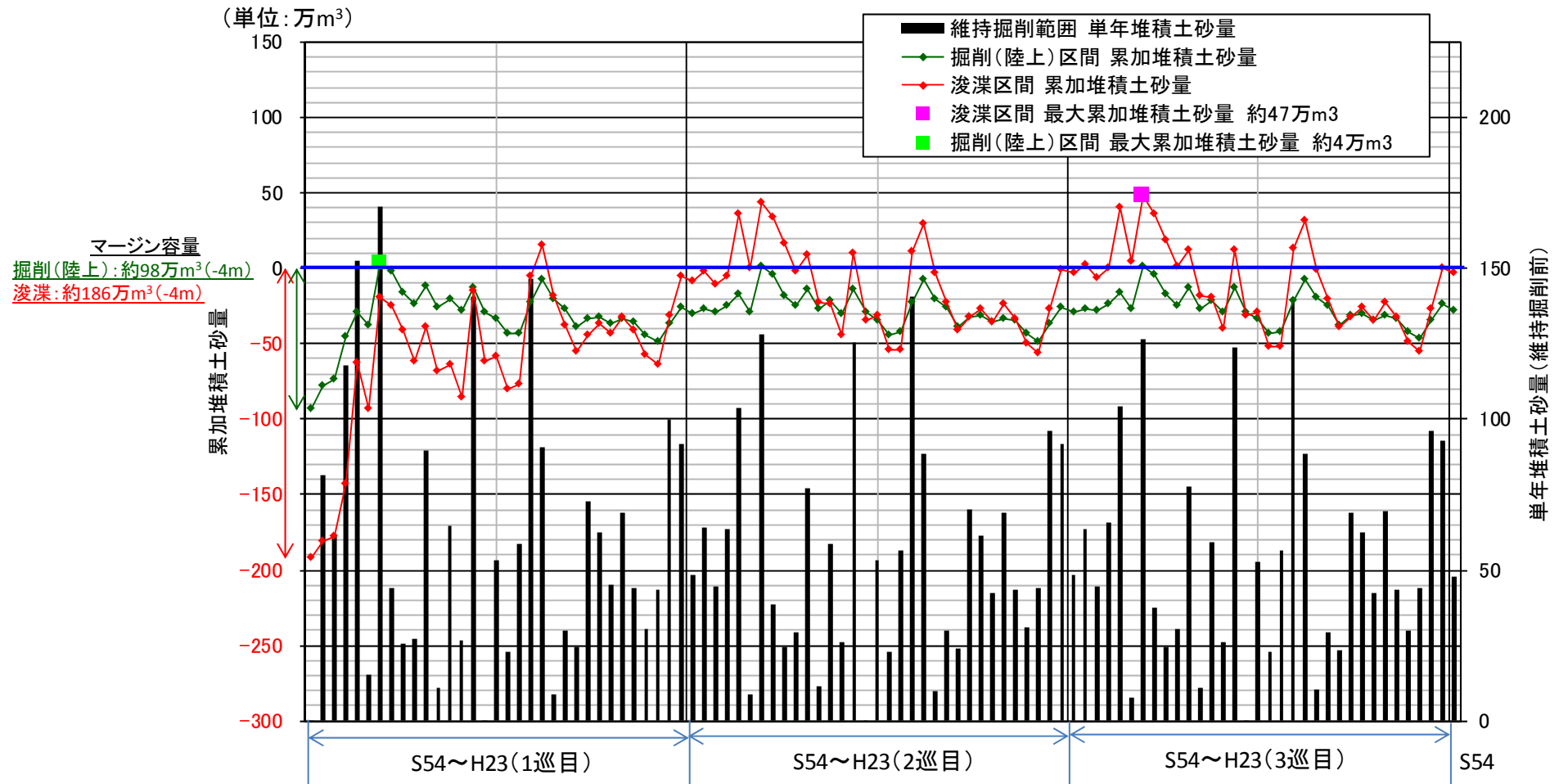
堆砂対策量の検討【浚渫区間のマージン容量】

機密性 1 情報

- 浚渫区間においては、マージン容量確保による維持河床高以下状態の恒常的確保が不可能
- このため浚渫区間ではマージン容量を設けず、毎年の堆砂対策量は排除土砂量の平均値(約35万m³)よりも増加することを基本に検討

維持掘削範囲の累加堆積土砂量

【堆砂対策量】掘削(陸上):約20万m³/年, 浚渫:約35万m³/年
 【マージン容量】掘削(陸上):約98万m³, 浚渫:約186万m³



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)に維持掘削量(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(毎年洪水期開始前日の5/31に維持掘削範囲を55万m³掘削)

4. 実行可能性調査

4－1. 水理模型実験計画

- 実験結果からストック土砂の侵食特性を考慮した侵食速度式を作成し、数値シミュレーションにフィードバックすることにより、ストック土砂の河川還元操作の検討、ストックヤードの施設設計に活用

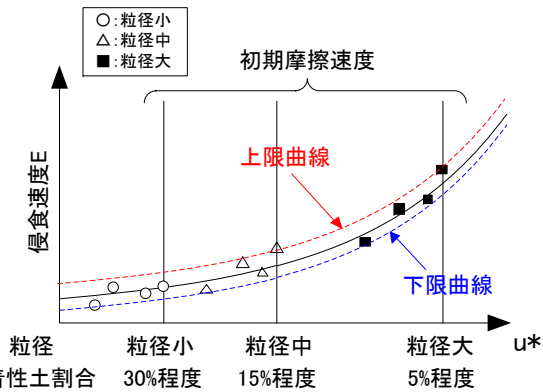
■実験条件

ケース	粘着性土砂含有率	位置づけ
粒径大	5%程度	現地土砂より粘着性土砂が少ない場合
粒径中	15%程度	現地土砂と同程度の場合
粒径小	30%程度	現地土砂より粘着性土砂が多い場合

※粒度分布、含水比、摩擦速度をパラメータとしたを11ケースを想定

- ・粒度分布の影響検討 粒径×3、摩擦速度×3=9ケース
- ・含水比の影響検討 含水比×2ケース =2ケース

■侵食速度式の作成

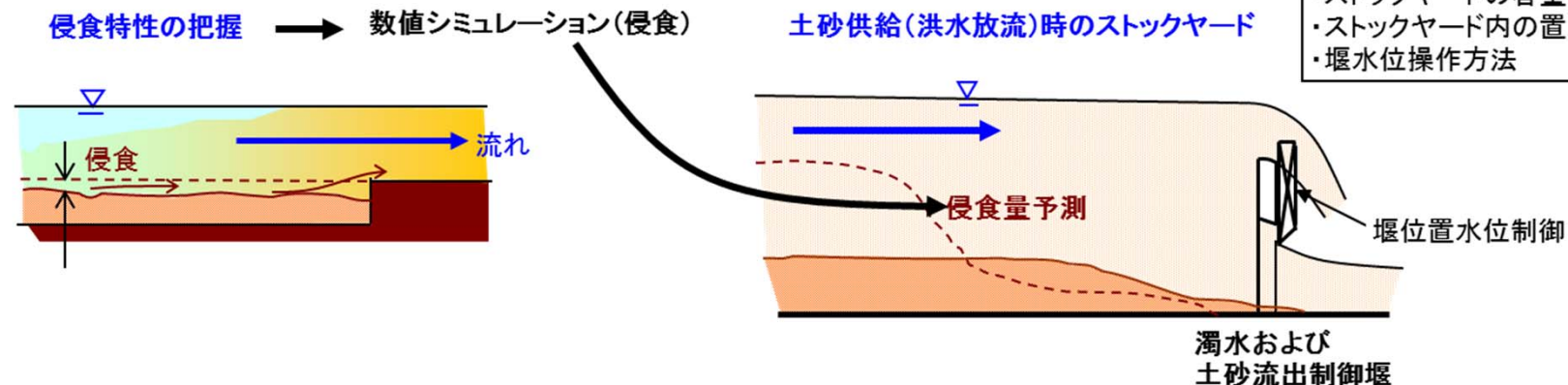


【侵食速度式】

$$E = \alpha u_*^\beta$$

E : 侵食速度、 u_* : 摩擦速度、 α 、 β : 土質性状に依存する定数

■実験結果の活用イメージ



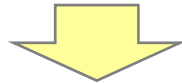
計画・設計に反映する事項

- ・ストックヤードの容量(ストック規模)
- ・ストックヤード内の置土位置
- ・堰水位操作方法

4－2. 佐久間ダム下流置土実験計画

目的

- Q－Qs関係の把握
- 河川環境への影響の把握
 - 礫間の砂づまり
 - 淵や砂州への堆積



恒久堆砂対策施設の施設設計・
運用計画への反映

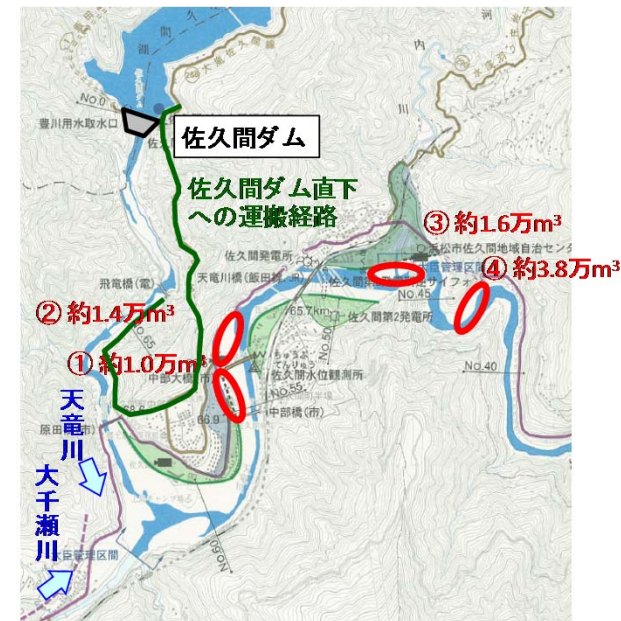
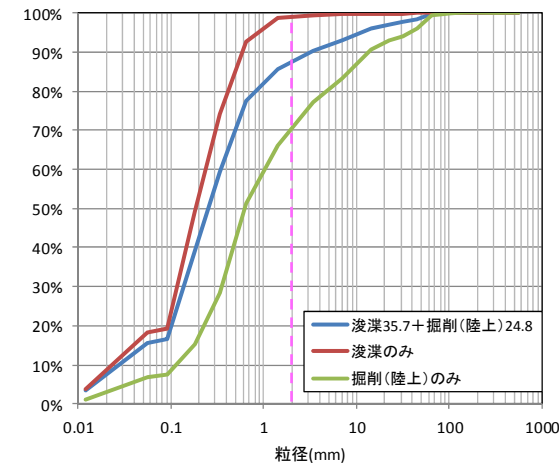
現地状況

- 佐久間ダム下流河道の洲への置土可能量は
4カ所・約7.8万m³ [右図]
- ダンプトラックによる置土試料運搬は町内
通行となるため1非出水期に約2万m³が限度

対応

- 2万m³超の置土は佐久間ダム直下の無水区
間（ストックヤード予定場所）を基本
- 佐久間ダム直下への置土は新原田橋完成（H31年度末予定）までの間は困難
⇒ H28年度～H30年度までの置土は2万m³/年を限度に上図①～④で実施

基本的には砂以下（ $d < 2\text{mm}$ ）の成分



流出可能量

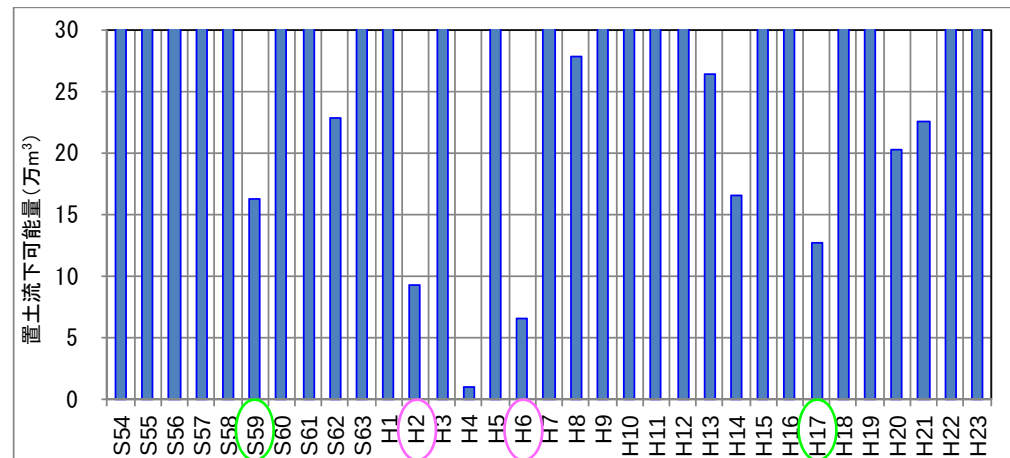
- 砂以下 ($d < 2\text{mm}$) の成分の土砂を佐久間ダム直下河道へ置土する場合、1洪水期の流出可能量は、少ない年で5万 m^3 程度、次いで10万 m^3 程度と推定※

※河床変動計算結果から設定した次式により算定

佐久間ダムゲート放流量*の総量(百万 m^3) $\times 0.168$ (万 m^3 /百万 m^3)

* [佐久間ダム流入量($600\text{m}^3/\text{s}$ 以上)] - [発電使用水量 $306\text{m}^3/\text{s}$]

佐久間ダム流入量 $600\text{m}^3/\text{s}$ 以上の洪水時間中の置土流下可能量



1洪水期で10万 m^3 程度流出可能

1洪水期で5万 m^3 程度流出可能

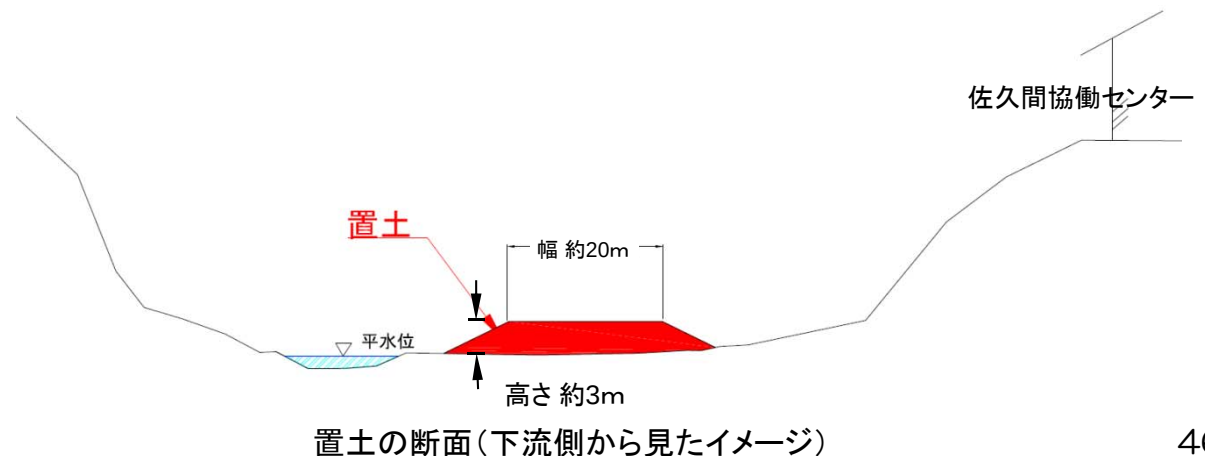
対応

- H31年度の置土量は5万 m^3 とし、H32年度出水期のモニタリング結果を踏まえ、問題がなければ順次10万 m^3 、15万 m^3 、20万 m^3 と5万 m^3 刻みで増加
- 置土試料はJPが実施している湖内移送（概ね70万 m^3 /年）土砂の利用を想定（利用のためには揚砂場や佐久間ダム直下進入路の整備が必要）

置土予定【平成28年度】

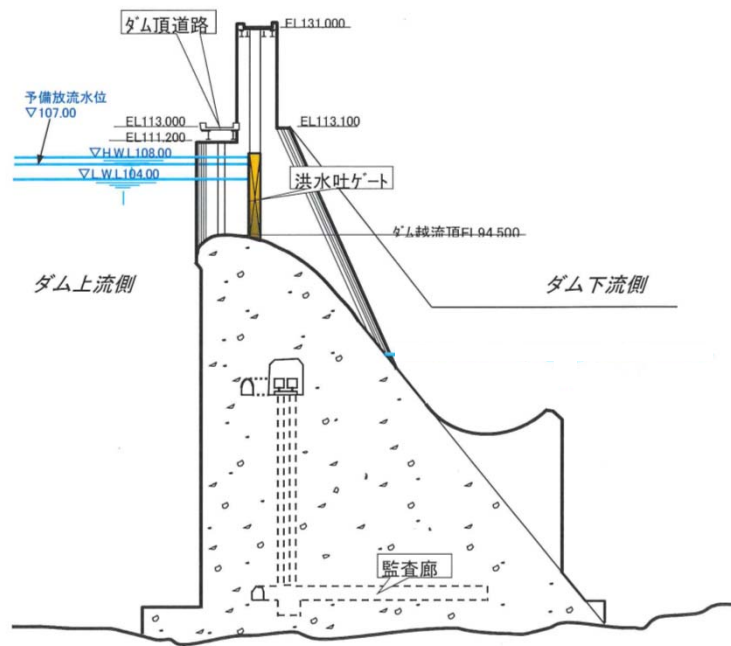
機密性 1 情報

- 平成28年度の置予定地点は佐久間ダムから約5km下流(佐久間町豆こぼし)の左岸を予定
- 置土量は地形上の制約から約1.6万 m^3 とし、粒径径集団(P34)の構成比は恒久堆砂対策で想定 of 砂2:礫1
- 砂粒径集団は佐久間ダム貯水池(佐久間町分地・置土地点まで約11km)の浚渫土砂(粒径1mm程度)、礫粒径集団は佐久間ダム貯水池末端(天龍村福島・置土地点まで約41km)の陸堀土砂(粒径30mm程度)の入手を予定

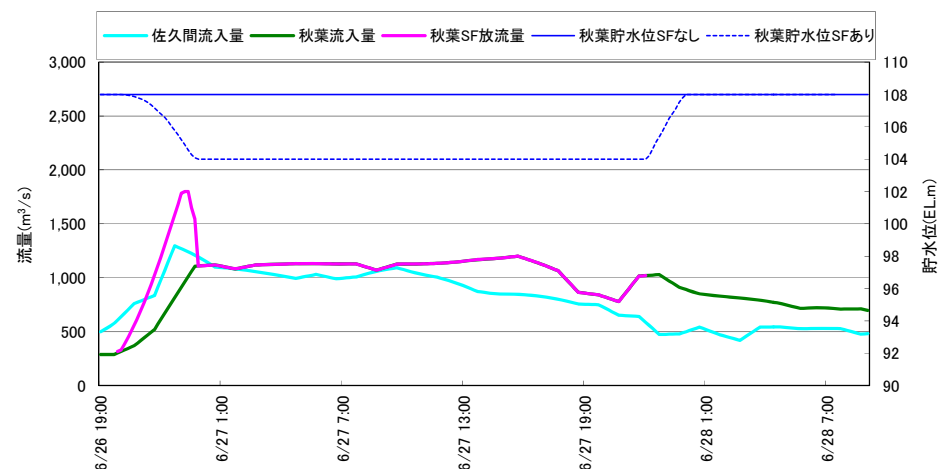
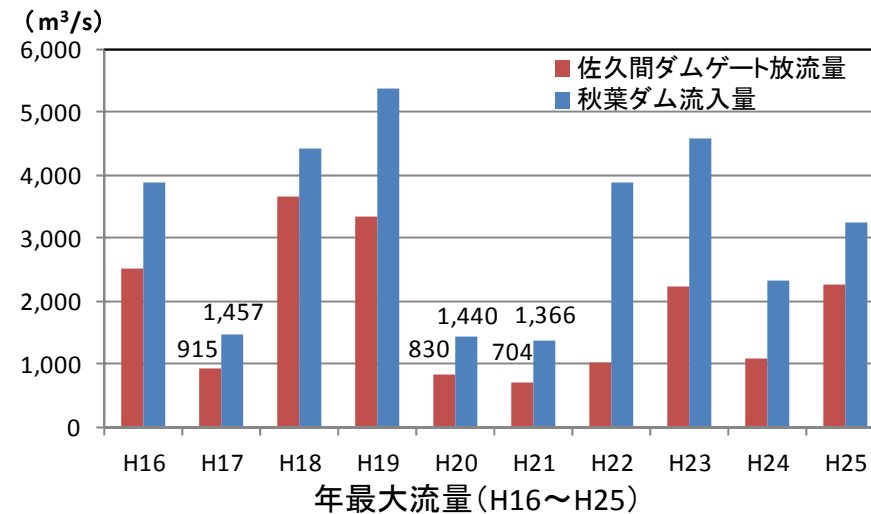


4－3. 秋葉ダムスルーシング実験計画

- [目的] 秋葉ダムスルーシング操作による土砂移動の効果と周辺施設等への影響を把握
- [対象洪水] 毎年1回は発生する洪水(秋葉ダム年最大入流量の最小値(H16~H25)程度)として、佐久間ダムゲート放流量予測800m³/s以上の洪水を対象
- [操作方法] 佐久間ダム流入量が600m³/sに達して以降、放流の原則により貯水位を最低水位EL104m(現行の予備放流水位EL107mより3m下がり)へ低下



秋葉ダム本体断面図



秋葉ダムスルーシング操作のイメージ(H20)

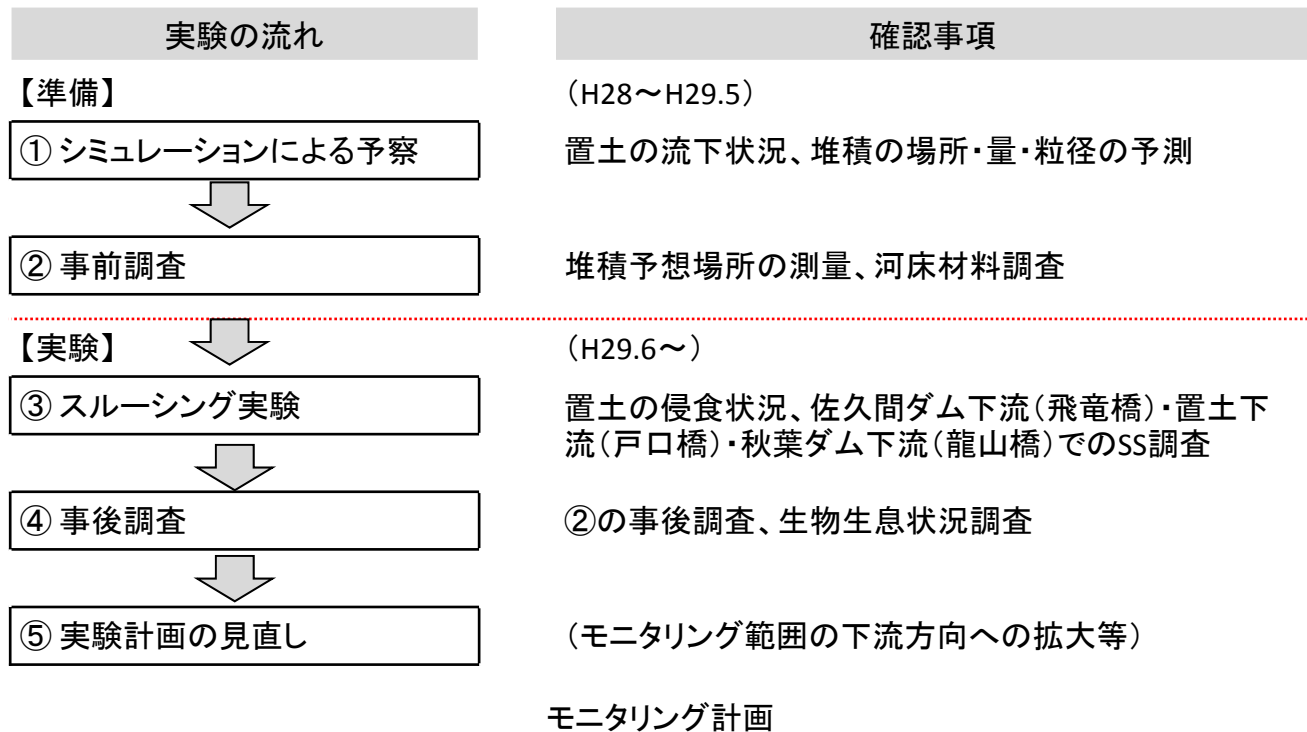
秋葉ダムスルーシング実験計画【モニタリング計画】

機密性 1 情報

- 初年度(H29年度)のモニタリング調査は、予察(H28年度)結果をもとに秋葉ダム直下までを対象に実施
- H30年度以降のモニタリング調査計画は、初年度の結果を踏まえ見直し



位置図



5. 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)

恒久堆砂対策工法

○掘削(陸上)土砂の運搬方法

： 土運搬船→揚砂場(仮置場)→ベルトコンベヤ→ストックヤード

○浚渫土砂の運搬方法

： 土運搬船→揚砂場(仮置場)→ベルトコンベヤ→ストックヤード

⇒ 土運搬船による輸送の効率化

⇒ 揚砂方法、ベルトコンベヤの比較評価

○ストックヤード： 佐久間ダム下流河道で約100万m³規模の確保が可能

⇒ (実行可能性調査結果を踏まえ) 運用検討、比較評価、概略設計

○全体

⇒ (堆砂対策量の検討結果を踏まえ) 設備の機能や配置、構成、概算費用を
検討

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

- 掘削（陸上）区間：マージン容量確保と堆砂対策量20万m³/年に対応
⇒ マージン容量の決定（区間毎精査）、マージン容量確保方法の検討
- 浚渫区間：（上記結果を踏まえ）毎年の堆砂対策量を検討
⇒ 堆砂対策量の決定

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流出
 - ・水理模型実験：ストック土砂の侵食特性把握の実験計画策定 → 実験実施
⇒ Q-Qs関係と洪水末期の土砂流出状況を把握する実験計画の策定
 - ・佐久間ダム下流置土実験：実験計画を確認
⇒ 実験開始、モニタリング（秋葉ダム下流置土実験を含む）
 - ・秋葉ダムスルーシング実験：実験頻度は年1回を基本
⇒ 実験計画の策定（施設管理者との調整） → 実験開始、モニタリング

第 3 回委員会

開催時期
主な議題

平成 2 9 年 2 月下旬頃

1. 堆砂対策量

- ・ マージン容量、毎年の堆砂対策量

2. 恒久堆砂対策工法

- ・ 全体概略設計

3. 実行可能性調査

- ・ 各実験の実施状況

第 4 回委員会

開催時期
主な議題

平成 2 9 年 8 月頃

1. 実行可能性調査

- ・ 平成28年度の結果
- ・ 平成29年度の計画

2. 恒久堆砂対策工法

- ・ 詳細設計の条件等