

天竜川ダム再編事業における排砂工法の検討結果について

1. 概要

平成16年度から実施計画調査に着手した天竜川ダム再編事業は、天竜川水系の天竜川本川に位置する大規模な利水専用ダムである佐久間ダム（昭和31年完成、電源開発（株））を有効活用して、新たに治水機能を確保し、天竜川中下流部の洪水防御に資するものです。また、新たに付加した治水機能を含め、貯水池が果たすべき機能の保全を図るために恒久的な堆砂対策を実施することにより土砂移動の連続性を確保して、ダム下流河川の望ましい河川環境の保全・再生、海岸侵食の抑制等を目指すものです。

本事業の恒久的な堆砂対策としての排砂工法について、平成18年度に設立した「天竜川ダム再編事業技術工法検討委員会」による検討結果がまとまりましたのでお知らせします。

なお、本委員会において検討した排砂工法（案）は、事業化に向けた今後の検討の基本となる有力案として絞り込んだものであり、この案のまま事業実施することを決定したものではありません。

今後、浜松河川国道事務所では、本委員会による検討結果を踏まえて、排砂工法の技術開発のための現地実験や土砂流下による河川の環境変化をみる置土実験を行いつつ、より詳細な検討を行っていく予定です。

2. 委員会について

1) 名称

天竜川ダム再編事業技術工法検討委員会

2) 目的

恒久堆砂対策として、佐久間ダムおよび秋葉ダムにおいて必要とされる排砂工法について、技術的な評価と事業を実施していく上で生じる技術的課題の検討を行うとともに、助言を得ることを目的として設置しました。

3) 構成

「別紙 - 2」の河川工学、ダム工学、海岸工学などの有識者により構成しています。

4) 開催経過

各回の議事概要は「別紙 - 3」のとおりです。

（第1回）平成18年 5月 8日

（第2回）平成18年 7月27日

（第3回）平成18年10月20日

平成18年11月15日 中間報告の公表

（第4回）平成19年 3月12日

（第5回）平成19年 7月19日

（第6回）平成20年 1月29日

平成20年 3月10日 （今回）検討結果の公表

3. 委員会による検討結果

1) 排砂工法の選定にあたっての基本的な考え方

堆砂の進行をくい止めるため、ダム貯水池に新たに流入してくる土砂を、下流へ流下させる。

- ・ 佐久間ダムへの流入土砂を、可能な限り貯水池に堆砂させることなく、出水時の流水による自然の輸送力を用いて、できるだけ多く通過させる。
- ・ 佐久間ダムの下流に設置されている秋葉ダムでは、佐久間ダムの通過土砂を含めた流入土砂を、可能な限り貯水池に堆砂させることなく、出水時の流水による自然の輸送力を用いて、できるだけ多く通過させる。

複数の工法の組合せを含め、最適な工法を検討する。

建設費（イニシャルコスト）だけでなく、維持管理費（ランニングコスト）を含めたトータルコスト、及び海岸域の汀線後退の抑滞効果（供給土砂量（砂））を考慮する。

2) 排砂工法（案）

1) に基づき検討した結果、次のような複数の排砂工法の組合せ案を基本として今後詳細な検討を進めていく必要がある。

【佐久間ダムにおける排砂工法】

排砂バイパストンネル＋分派堰	（新設）
吸引方式＋排砂トンネル＋湖内輸送	（新設）
コンジットゲート	（既設ゲートの改造）

【秋葉ダムにおける排砂工法】

スルーシング・フラッシング	（既設排砂ゲートの活用）
---------------	--------------

3) 排砂効果（ダム下流への供給土砂量）

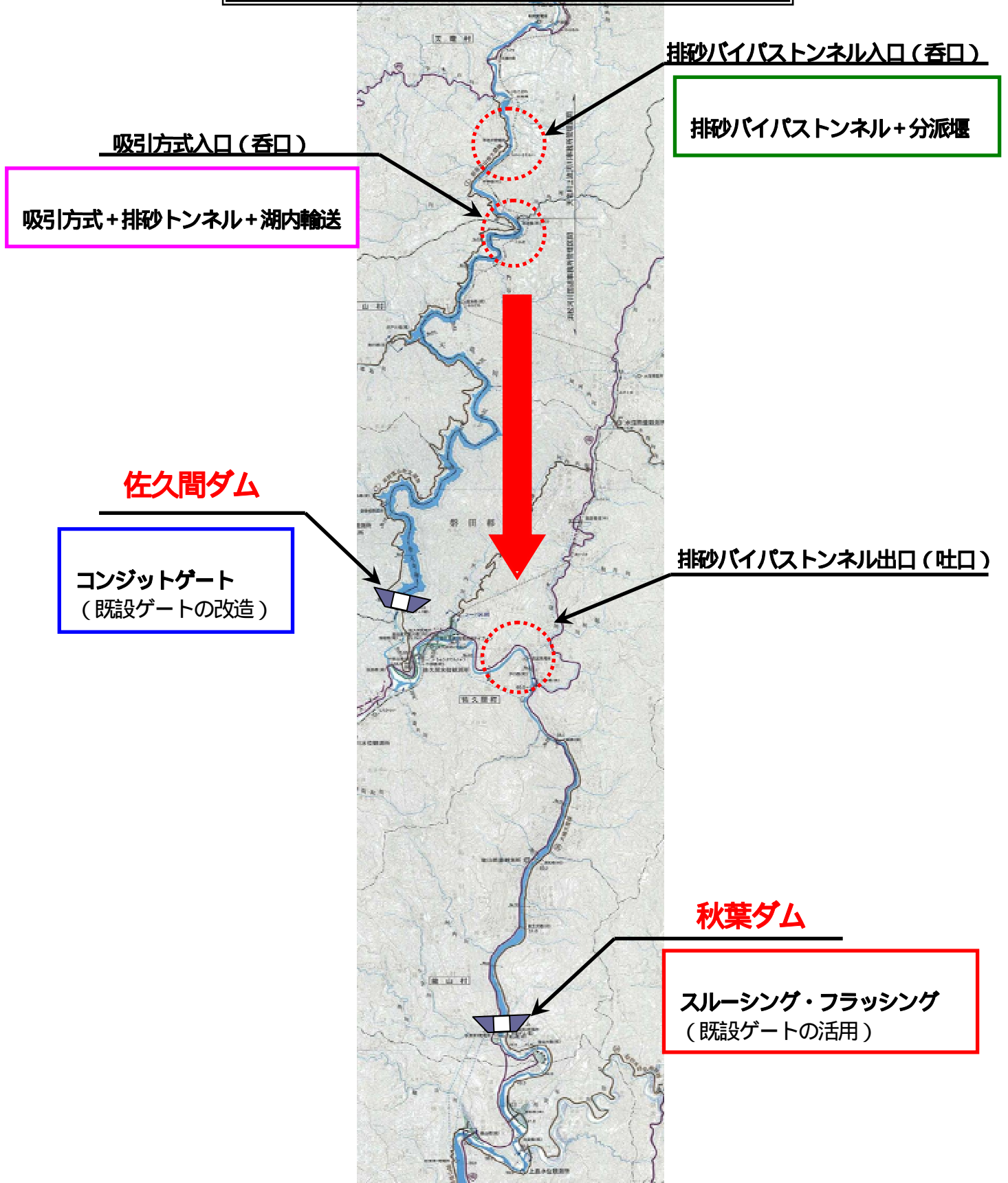
秋葉ダム下流への供給土砂量のうち砂分については、現状においては約1万m³/年程度が供給されているが、本検討委員会で検討した排砂工法（案）により、S54年～H16年の約25年間の流況を用いて予測計算すると、年平均約40万m³/年～80万m³/年程度の供給土砂量（砂）が見込める。

早期に排砂効果を発現させるため、各排砂施設の整備完了毎に段階的な排砂運用を行う必要がある。

なお、ダム下流への供給土砂量（砂）は、排砂施設の規模、位置及び運用方法によって変わってくるため、必要コスト、下流の河川環境への効果・影響、海岸侵食抑滞効果等を考慮して、今後詳細に検討する必要がある。

本委員会における「砂」とは、0.106mm～0.85mmの粒径の土砂のことである。

排砂工法（案） 位置図

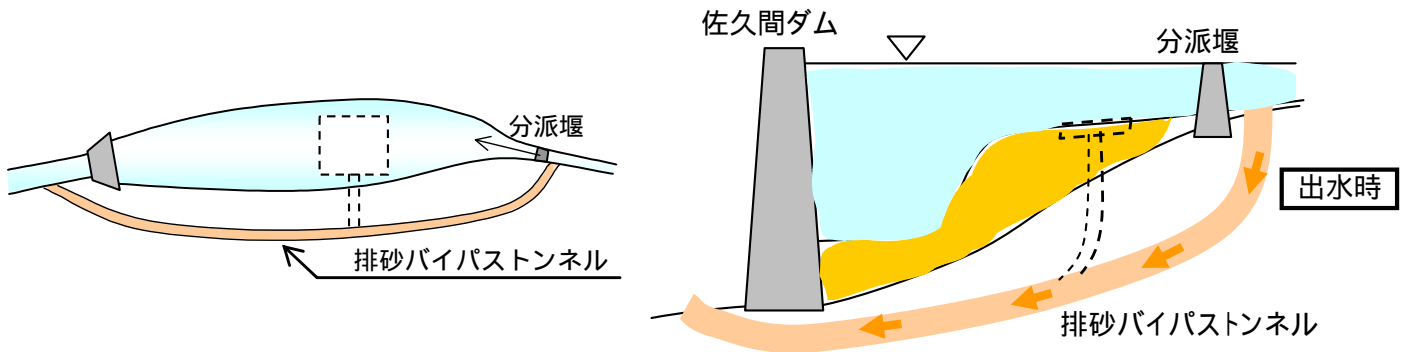


複数の排砂工法の組合せ案を基本として今後詳細な検討を進めていく必要がある。

【佐久間ダムにおける排砂工法】

排砂バイパストンネル+分派堰（新設）

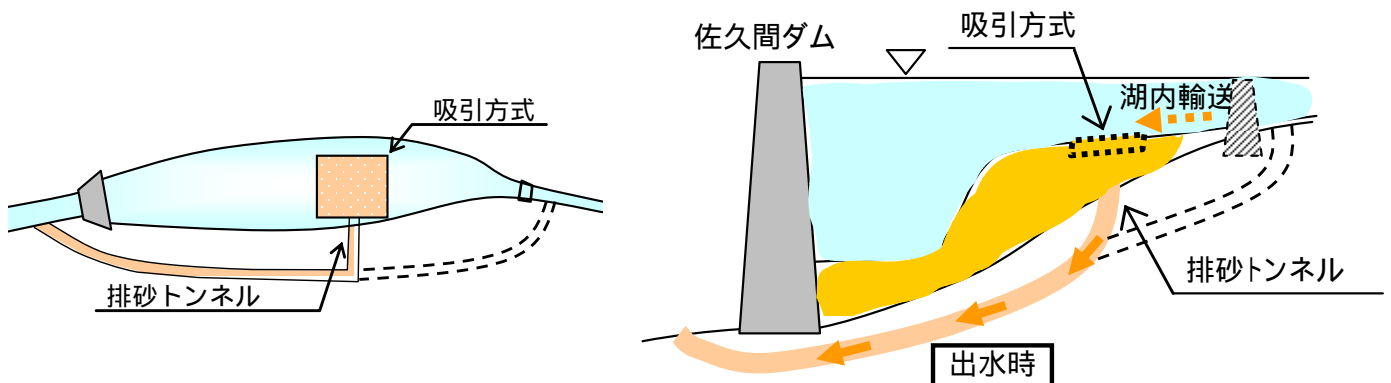
貯水池上流部に設けた分派堰によって、出水時に水とともに流下してくる土砂を貯水池に流入する前に分派し、排砂バイパストンネルを通してダム下流へ流下させる。



（いずれのトンネルもダムの下を通るわけではない）

吸引方式+排砂トンネル+湖内輸送（新設）

吸引方式によって、貯水池に堆積した土砂を出水時に水とともに吸い込み、排砂トンネル、排砂バイパストンネルを通してダム下流へ流下させる。



（いずれのトンネルもダムの下を通るわけではない）

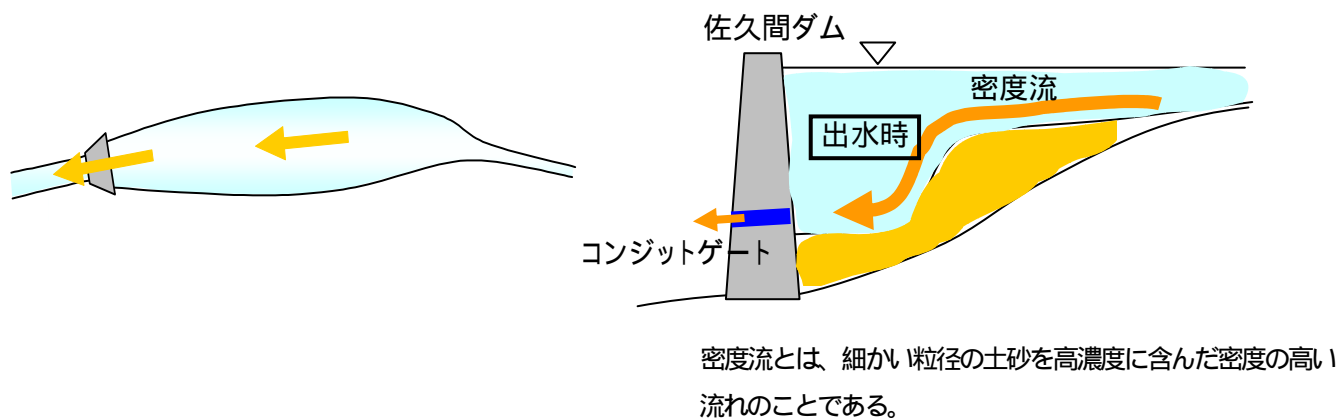
排砂トンネルとは、吸引施設から排砂バイパストンネルまでの接続部分のことである。

排砂トンネルは排砂バイパストンネルに比べ、トンネルの断面が小さくなる。

吸引方式については、詳細な検討が必要である。

コンジットゲート（既設ゲートの改造）

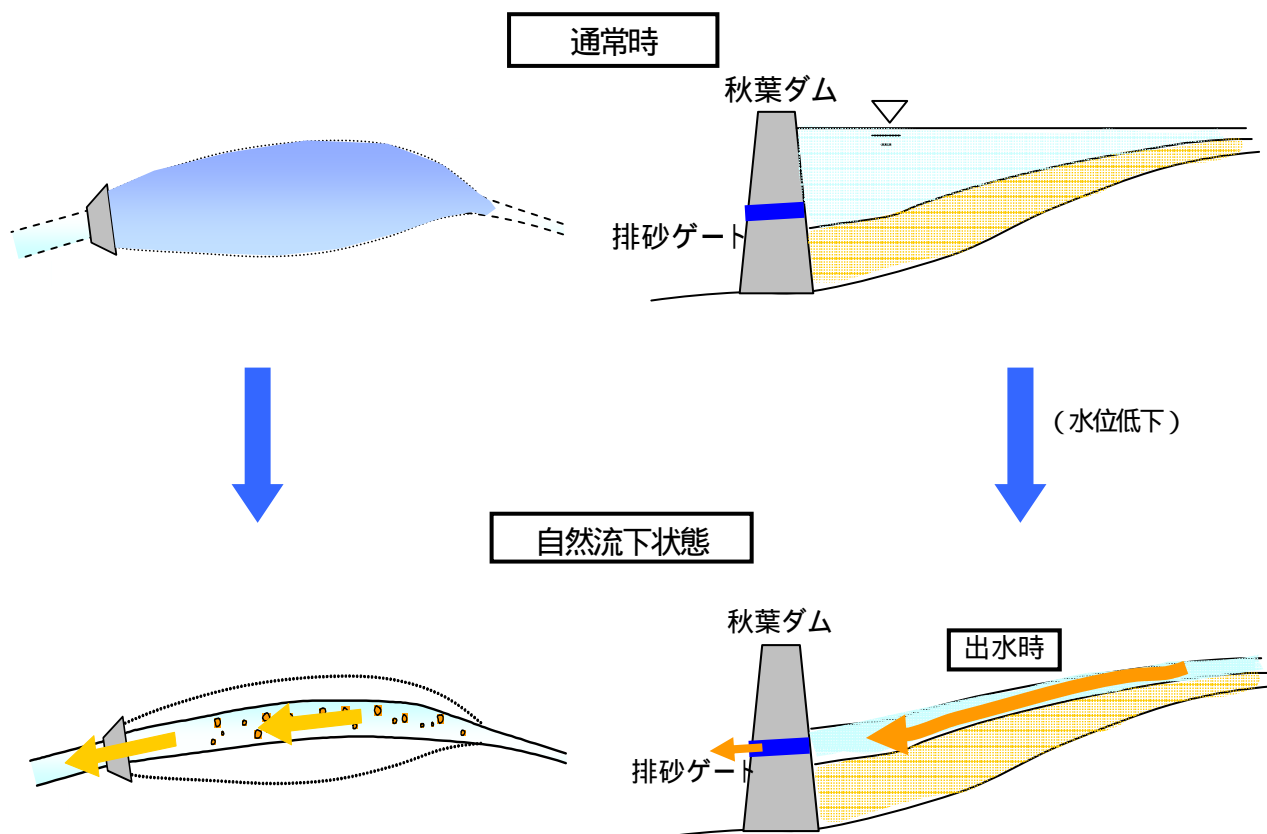
ダムと比較的低い位置に設けたコンジットゲートから効果的に放流することによって、出水時にダム位置まで浮遊状態で流れてくる細かい粒径の土砂を滞留させずに流下させる。



【秋葉ダムにおける排砂工法】

スルーシング・フラッシング（既設排砂ゲートの活用）

出水時に貯水池の水位を低下させて自然河川に近い状態にして、流水の力によって既設の排砂ゲートから土砂を流下させる。



4) 今後必要な検討事項

【佐久間ダムにおける排砂工法】

排砂バイパストンネル、分派堰の構造の検討

- ・効率的な排砂を行うために、分派堰の形状や構造について、模型実験等により確認しながら、今後詳細に検討する必要がある。

吸引方式の技術開発

- ・技術開発途上の工法であることから、現地実験等により工法の性能や現地適応性を確認するとともに、構造や運用方法について、今後詳細に検討する必要がある。

- ・流水掃砂りゅうすいそうしゃ（ダム水位を低下させることにより貯水池の中上流部を自然河川に近い状態にし、出水時の流水を利用して堆砂を貯水池下流部へ移動させること）による運用計画については、コスト縮減の可能性が考えられることから、関係者との調整を含め詳細に検討する必要がある。

コンジットゲート（既設ゲートの改造）の運用・効果の検討

- ・ダム堤体近くに浮遊状態で流れてくる細かい粒径の土砂は、コンジットゲートにより排出できる可能性があることから、長期的な効果検討を行う必要がある。

【秋葉ダムにおける排砂工法】

スルーシング・フラッシングのための運用方法の検討

- ・秋葉ダムの排砂効果を十分に発揮させるためには、佐久間ダムとの連携による排砂操作が要求されることから、ダムの運用方法について、今後詳細に検討する必要がある。

【コスト縮減】

コストの算出及び縮減の検討

- ・建設費（イニシャルコスト）、維持管理費（ランニングコスト）及びトータルコストの算出及びコスト縮減について、砂利採取等の民間活力の活用も含め詳細な検討を行う必要がある。

【その他】

段階的な排砂運用の検討

- ・早期に排砂効果を発現させるため、各排砂施設の整備完了毎に段階的な排砂運用を検討する必要がある。
- ・洪水調節容量確保のために実施する貯水池掘削により発生する土砂を、ダム下流の河川に先行して還元することを検討する必要がある。
- ・段階的な排砂に伴う下流河川環境への効果・影響、海岸侵食の抑制効果については、現在準備中の置土実験も含め、モニタリング調査により確認しつつ、順応的な排砂運用計画を検討する必要がある。

天竜川ダム再編事業技術工法検討委員会委員

- 池田 駿介 東京工業大学 教授
- 宇多 高明 (財)土木研究センター 理事
- 加藤 英夫 (社)日本作業船協会 審議役
- 鈴木 徳行 名城大学 名誉教授
- 角 哲也 京都大学 准教授
- 高橋 洋一 中部地方整備局河川部 広域水管理官
- 箱石 憲昭 (独)土木研究所水工研究グループ 上席研究員
- (柏井 条介 前(独)土木研究所水工研究グループ 上席研究員(H18.7.20まで))
- 檜谷 治 鳥取大学 教授
- 藤田 裕一郎 岐阜大学 教授
- 安田 成夫 国土技術政策総合研究所河川研究部 水資源研究室長
- 山元 弘 (独)土木研究所技術推進本部 主席研究員

五十音順、敬称略
○委員長

これまでの検討委員会における議事概要

	主な検討項目	主な意見等
【第1回】 H18.5.8	- 排砂工法の検討条件の整理 - 排砂工法の比較検討	- 排砂はダムに流入してきたものを下流へ通過させるものであり、ダムが土砂を止めている現状よりも改善されることになる。また、既設ダムの貯水容量という既存ストックは有効に活用すべきである。 - 排砂工法選定に際しては、環境面の制約によって排砂量を限定する方向ではなく、できるだけ多く排砂することができる工法を検討する方針とする。 - 粒径ごとの堆積位置・量などの工法選定のために必要な資料、河床変動シミュレーション結果、コスト比較などを十分に整理しておく必要がある。 - 佐久間ダムの流入土砂の粒度構成は、H17、18年度で実施の佐久間ダムの堆積土砂のボーリング調査を踏まえて精度を高める必要がある。
【第2回】 H18.7.27	- 排砂工法の絞り込み - 工法の組合せ案の検討	- 排砂バイパストンネルについては、分派堰における流量配分の考慮、砂をどの程度捕捉・排出できるかといった検討が必要である。 - 吸引方式については、吸引部における流量配分の考慮、排砂可能粒径、吸引後のトンネルの土砂輸送能力、貯水池内で土砂が吸引部に到達するか、通り過ぎることがないかという検討が必要であり、土砂を吸引部に集積させる湖内輸送との組み合わせを前提にする必要がある。 - 密度流排出については、将来の堆砂形状の変化を考慮に入れた検討が必要である。 - 機械力によって力づくで土砂を出すことを考えるよりも、水の位置エネルギーを活かし、自然の摂理に従った工法を活用すべきである。 - 維持管理コストについても精度良く推定しておくことが重要である。
【第3回】 H18.10.20	排砂工法の組合せ案の検討評価	- 排砂工法の選定においては、評価項目の優先順位を何に置くべきかを考える必要があり、その第1にはダム機能維持のために必要な土砂を流下させること、第2には海岸侵食抑制のために必要な砂を流下させることが位置づけられる。排砂工法の実施に必要なコスト（初期建設コストおよび維持管理コスト）は、次の優先順位と位置づけるべきである。 - 佐久間ダムからの排砂工法として、排砂バイパストンネルに吸引方式を組み合わせた複合案も考える必要がある。 - 吸引方式については、必要排砂量などが将来変化した場合に対する柔軟性を持っていることや、排砂操作時の排砂量をコントロールしやすい点では有利であるが、新しい技術であることから十分な検証が必要である。 - 密度流排出については、排出実績があると考えられる既設ダムにおける観測データなども参考に検討していく必要がある。

	主な検討項目	主な意見等
【第4回】 H19.3.12	排砂工法の組合せ案の比較検討評価、絞り込み	- 工法の比較評価については、評価項目の優先順位を踏まえ、合理的な評価ができている。 - ランニングコストが高いので、コスト削減の方策を検討する必要がある。砂利採取等の民間活力の活用も、有効な手段であると思われる。 - 吸引工法は技術開発途上の工法であるため、実用化に向けた技術開発に関する検討が必要である。 - 排砂バイパストンネルの分派効率の検討が必要である。 - 排砂に際しては、佐久間ダムと秋葉ダムの連携操作が重要となるので、排砂タイミングなどの運用面の検討が必要である。 - 排砂施設完成後に一気に排砂するのではなく、段階的に排砂量を増やしていく必要がある。この点では吸引方式の場合は、排砂量をコントロールすることが可能であると思われる。
【第5回】 H19.7.19	- 排砂工法の組合せ案の最終案の絞り込み - 排砂工法の運用方法の検討	- 土砂をできるだけ下流に供給するという観点では、佐久間ダムでの「排砂バイパストンネル」+「吸引方式」+「密度流排出」と、秋葉ダムでの「スレーシング・フラッシング」の組合せ工法がよい。 - ランニングコスト削減の方策を検討する必要がある。 - コスト面から考えると、供給する砂量を減らすことも考える必要がある。その場合には、海岸侵食への影響がどうなるかを評価しておく必要がある。 - 運用検討では、下流への環境負荷や、スレーシングでの水位低下後の水位回復の可能性を考慮して水位低下継続時間を検討する必要がある。 - 段階的整備として、佐久間ダムの放流管改造を最優先とすることは妥当である。
【第6回】 H20.1.29	- 排砂工法最終案のコスト削減検討 - 連携排砂運用の検討 - 排砂施設計画（案）の策定	- コスト削減の視点で検討した各排砂工法（16ケース）において、必要コストとそれに対応した秋葉ダム下流への供給土砂量（砂）の関係を確認した。佐久間ダム：排砂バイパストンネル+分派堰、吸引方式+排砂トンネル+湖内輸送、コンジットゲート（既設ゲートの改造）、秋葉ダム：スレーシング・フラッシング（既設排砂ゲートの活用）を基本として、今後詳細な検討を進めていく必要がある。 - 佐久間ダムの吸引工法については、現地実験等により技術開発を進めていく必要がある。 - 佐久間ダムの吸引施設は、最初から最大規模を設置するのではなく、民間活力の活用状況などをみつつ、段階的に増やしていく方法が考えられる。 - 佐久間ダムの排砂バイパスの分派堰における分派効率は、模型実験等によって確認していく必要がある。 - 秋葉ダムのスレーシング・フラッシング（既設排砂ゲートの活用）については、佐久間ダムから土砂が排出される洪水前に先行して貯水位を低下させることで、ダム下流に土砂が放流されることを確認したが、引き続き詳細な検討を行っていく必要がある。 - 早期に排砂効果を発現させることが必要であるが、排砂バイパストンネル建設などによる本格的な排砂効果発現までには時間がかかることから、ある程度の土砂を下流河川に先行して還元することにより、段階的な対策を講じる必要がある。 - 今後の下流河道等における調査を踏まえて、施設規模及び段階的な排砂運用計画について検討していく必要がある。

天竜川ダム再編事業の概要

天竜川ダム再編事業は、利水専用既設ダム(佐久間ダム)を有効活用して、新たに治水機能を確保し、天竜川中下流部の洪水防御に資するものです。また、貯水池の保全を図るために恒久的な堆砂対策を実施することにより、土砂移動の連続性を確保して、ダム下流河川の望ましい河川環境の保全・再生、海岸侵食の抑制等を目指すものです。

●事業の目的

既設佐久間ダム（発電専用）において、貯水池内掘削、恒久堆砂対策等を実施

洪水調節容量の確保

・天竜川中下流部の洪水防御

貯水池保全のため土砂移動の連続性を確保

・望ましい河川環境の保全・再生
・海岸線後退の抑制

●事業の効果

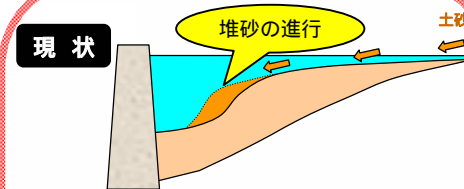
- 佐久間ダム地点において、新たに洪水調節を可能とし、天竜川中下流部の洪水防御を図ります。
- 土砂管理上の問題点が顕在化している天竜川中下流において、ダムの恒久堆砂対策により、佐久間ダムから河川、海岸までの流砂系の改善および、適正な土砂移動を推進します。

●現在の進捗

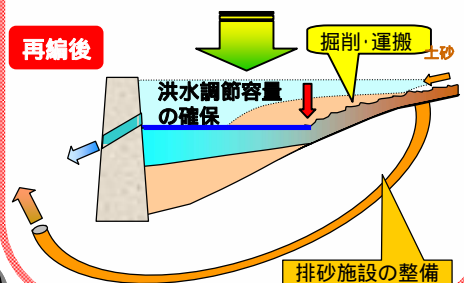
- 平成16年度から実施計画調査に着手し、「天竜川ダム再編事業」の事業計画（事業の内容）を立案するために必要な調査・検討を行っています。

利水専用既設ダム(佐久間ダム)の有効活用

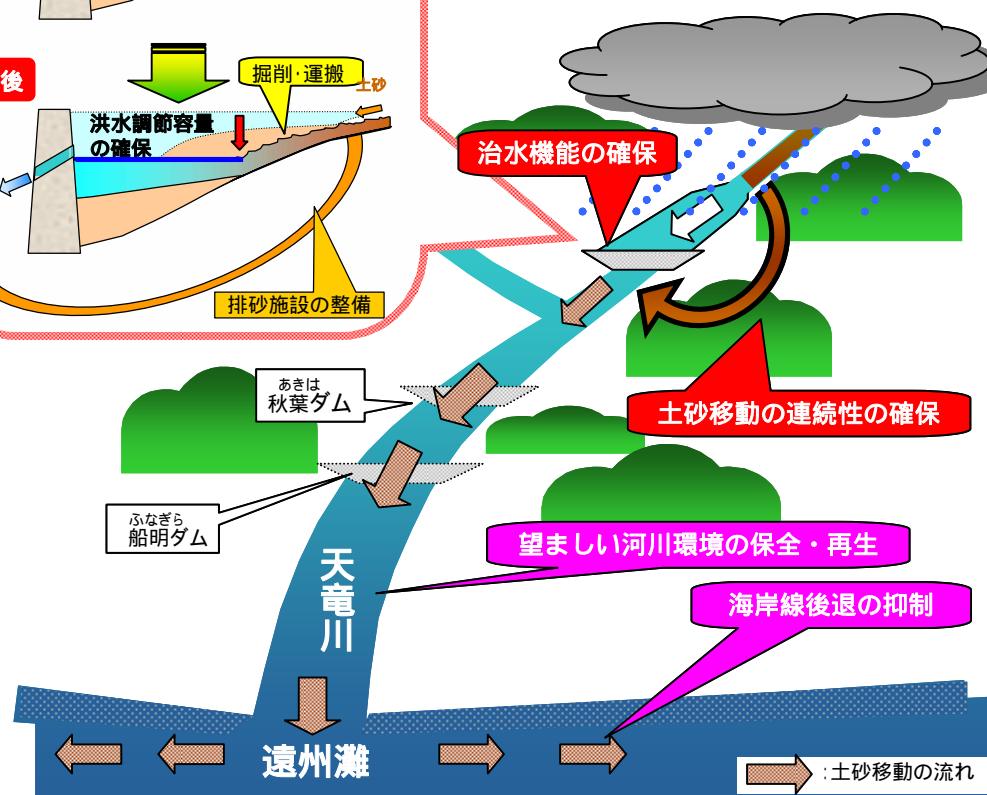
現状



再編後



位置図



●天竜川ダム再編事業のイメージ図