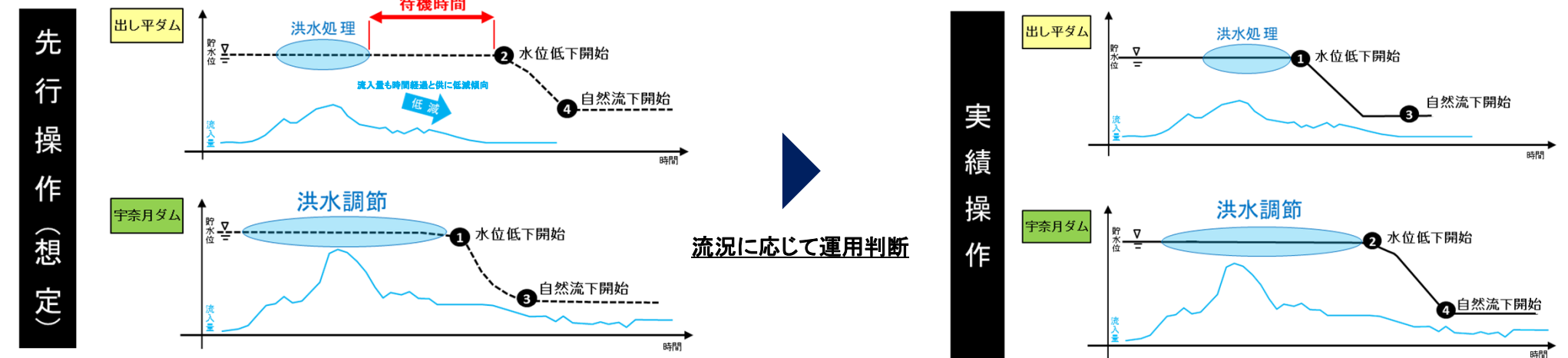


令和6年度連携排砂運用の検証について

◆検証の目的

令和6年度の連携排砂では、出水規模が大きく宇奈月ダムの水位低下開始までに長い時間を要する事が予見され、流入量はピークを確認した以降に低減傾向であったことから、宇奈月ダム先行操作ではなく、従来操作と同様に出し平ダムの水位低下操作を先行した運用の実施を判断した。



○本年度の運用で目指したこと

コンパクトな運用

近年、ピーク流入量から中止基準流量を下回るまでの時間が短くなる傾向にあることに加え、今回出水規模が大きく洪水調節に時間を要することが予見されたことを踏まえ、確実に排砂を実施するため（＝排砂未実施、中止を回避するため）、全体としてコンパクトな運用を目指した。

○本年度の運用で実施したこと

従来操作でありながら先行操作の効果を発揮させる運用

自然に近いかたちで土砂を流下させるとともに、先行操作で期待される効果である“両ダムにおける堆積土砂量の軽減”を図るため、両ダムの自然流下のタイミングと自然流下時間を合わせた運用を実施した。

本年度の実績操作について指標を設定し、従来操作並びに令和2年から試行している先行操作と比較を行い運用を検証。

◆検証の指標

- ①両ダムの運用時間
- ②両ダムの貯水池の堆砂量
- ③宇奈月ダムの放流SSのピーク（先行操作で期待される効果の一つであるため、検証指標に追加）

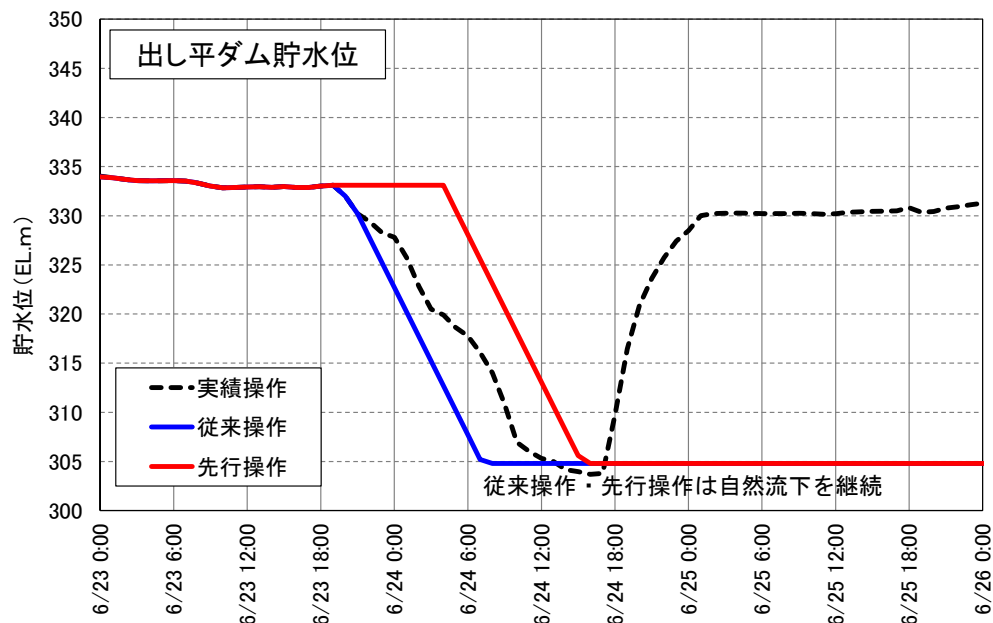
◆検証方法

令和6年度連携排砂時の流況を用いて先行操作、従来操作の排砂シミュレーションを行い、令和6年度の実績操作との比較検証を実施。

◆検証モデルの設定

指標検証のため、従来操作並びに先行操作における水位低下から自然流下開始までの貯水位運用を設定する。

※留意点: 従来操作と実績操作では共通して出し平ダムの水位低下操作から開始するが、水位低下速度に差がある。



【出し平ダム検証モデル操作】

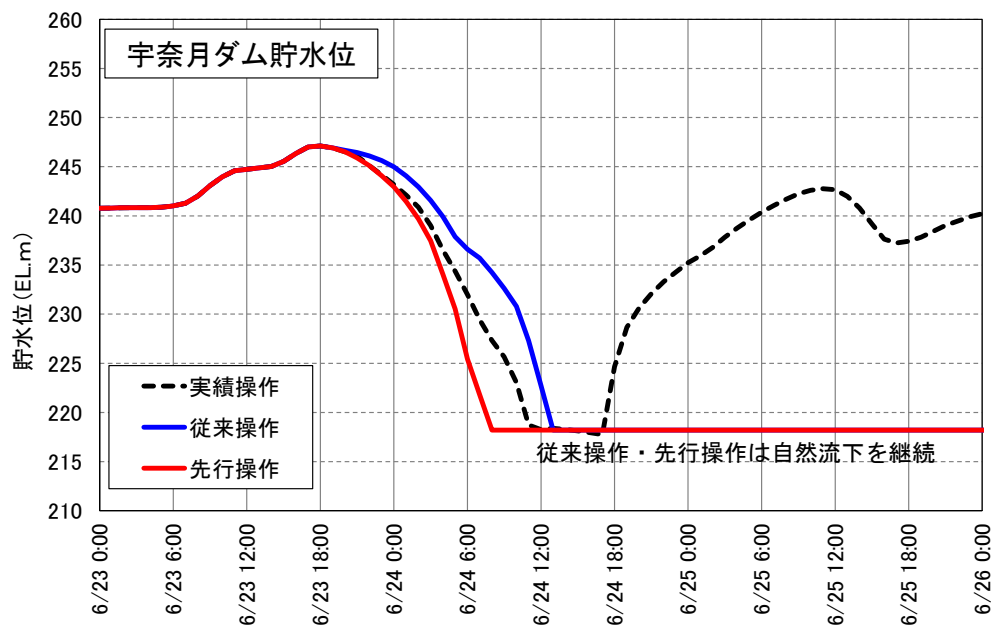
・**従来操作**における水位低下カーブは、過去の運用を参考に、水位低下開始から2時間程度は宇奈月の流入量を考慮し、水位低下速度を遅くし、その後1時間に2.5mの速度で低下させる。

・**先行操作**は、宇奈月ダムの水位がある程度低下するまで出し平ダムの水位をキープし、その後、1時間に2.5mの速度で低下させる。

※水位低下速度2.5m/h: 出し平ダム貯水池内の法面安定に配慮した最大速度

【出し平ダム実績操作】

・**実績操作**における水位低下速度は、両ダムの自然流下開始タイミングを重複させるために、宇奈月ダムの水位低下状況に配慮し、**従来操作**よりも遅らせている。



【宇奈月ダム検証モデル操作】

・**従来操作**および**先行操作**は、出し平ダムの放流量と黒薙川の流量から宇奈月ダムの流入量を算出する。
宇奈月ダムの放流量は、実績と同程度の放流量と仮定し、流入量と放流量から運用計算により貯水位を算定する。

【宇奈月ダム実績操作】

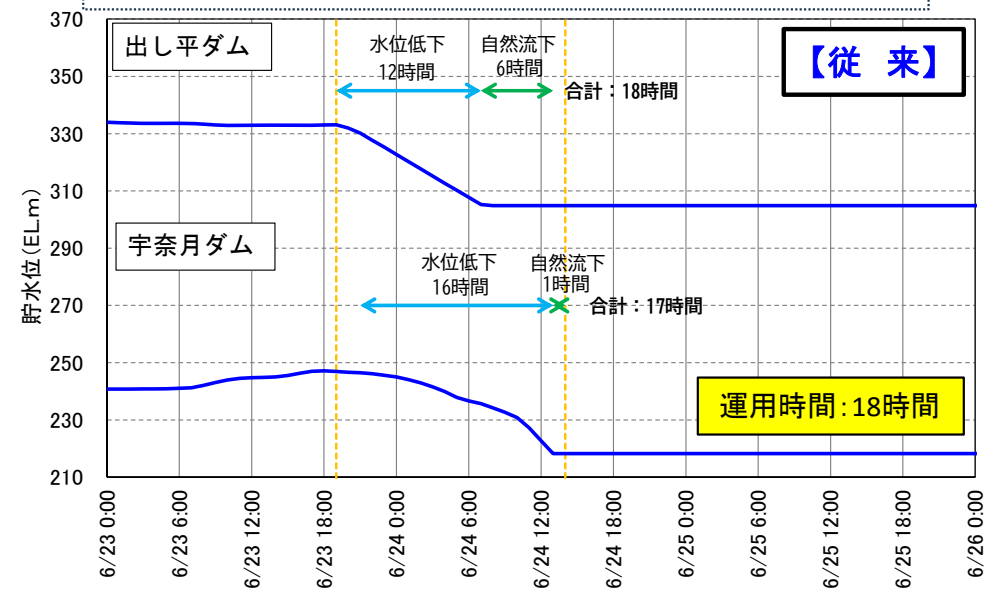
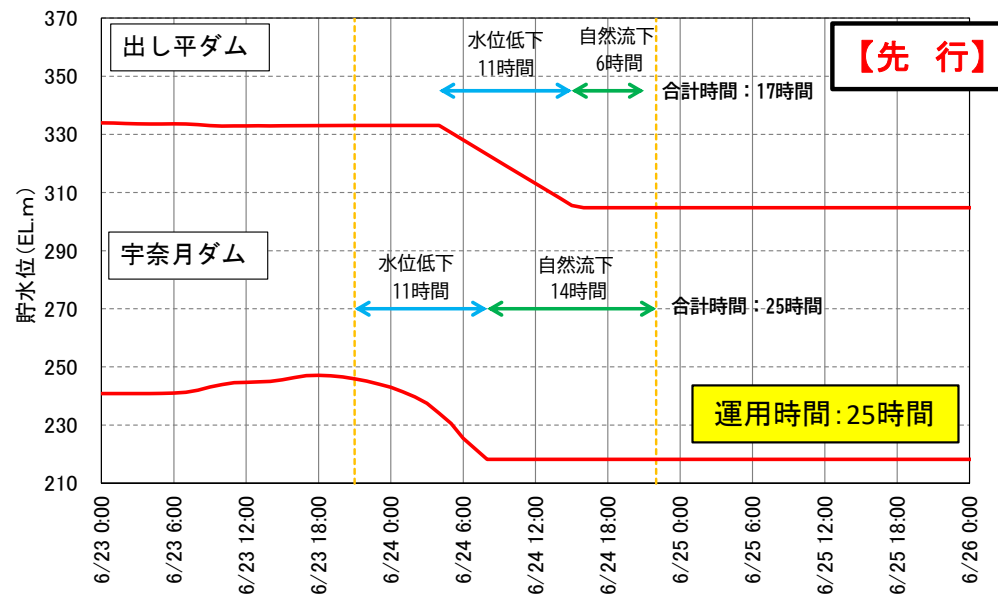
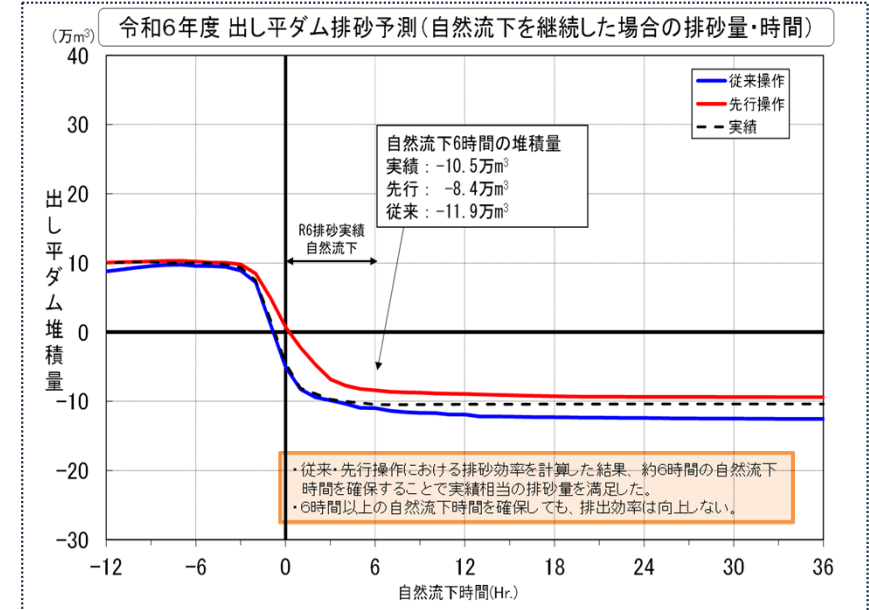
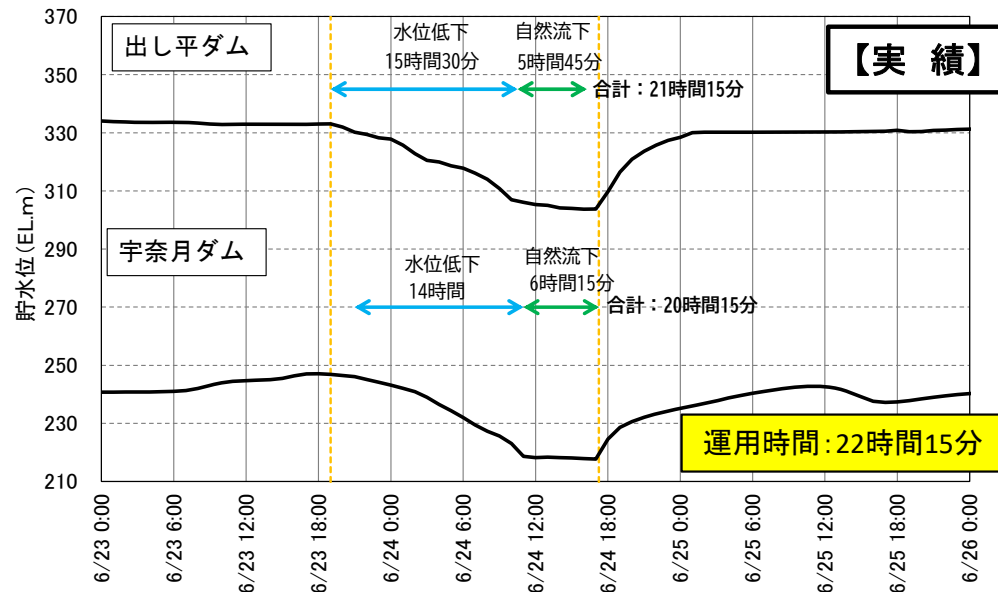
・**実績操作**は、出し平ダムの自然流下開始タイミングとできる限り重複させ、自然流下の時間も出し平ダムと同程度確保している。

【指標①】両ダムの運用時間

※出し平ダムにおける先行・従来操作モデルの自然流下時間は排砂効率計算の結果、実績操作相当の6時間と設定。
 宇奈月ダムにおける従来操作の自然流下時間は、過去の運用実績を参考に出し平ダム自然流下時間完了の1時間後に設定。
 宇奈月ダムにおける先行操作の自然流下の完了時刻は、過年度実績を参考に出し平ダムの自然流下完了の1時間後に設定。

・運用時間は**従来操作**が一番短く、次に**実績操作**、**先行操作**の順に長くなる。
 ただし、

従来操作では、宇奈月ダムの自然流下時間が短く、先に出し平ダムの自然流下が完了してしまう。※排砂計画に、“原則自然流下時間は重複させる”としている
先行操作では、出し平ダムが水位低下中に宇奈月ダムが単独で自然流下状態にある時間が長い。



【指標②】両ダム貯水池の堆砂量（全粒径・粗い粒径）

- ・実績操作：両ダムともに同程度の堆砂量の減少が認められる。
- ・従来操作：出し平ダムでは実績操作と同程度の堆砂量であるが、宇奈月ダムでは実績操作と比較すると、堆砂量が多くなる。
- ・先行操作：出し平ダムは想定変動範囲を外れた堆砂量である。宇奈月ダムは実績操作と比較すると、流出土砂量が多く堆砂量も大きく減少する。
なお、粗い粒径について、先行操作が宇奈月ダムからの流出量が一番多くなる。

【宇奈月ダム】

◆全粒径

単位：千m³

	流入土砂量	流出土砂量	堆積土砂量
実績操作	211	310	-98
従来操作	222	228	-5
先行操作	203	419	-215

◆粗い粒径(70mm～500mmの粒径)

単位：千m³

	流入土砂量	流出土砂量	堆積土砂量
実績操作	8	2	7
従来操作	8	0	8
先行操作	8	7	1

【集計期間】5/1～各操作の自然流下終了時点

- ・実績操作：6/24 17:00(FF6時間)
- ・従来操作：6/24 14:00(FF1時間)
- ・先行操作：6/24 22:00(FF14時間)

【出し平ダム】

◆全粒径

単位：千m³

	流入土砂量	流出土砂量	堆砂量
実績操作	162	264	-102
従来操作	158	267	-110
先行操作	160	244	-84

◆粗い粒径(70mm～500mmの粒径)

単位：千m³

	流入土砂量	流出土砂量	堆砂量
実績操作	21	12	9
従来操作	20	15	5
先行操作	21	7	15

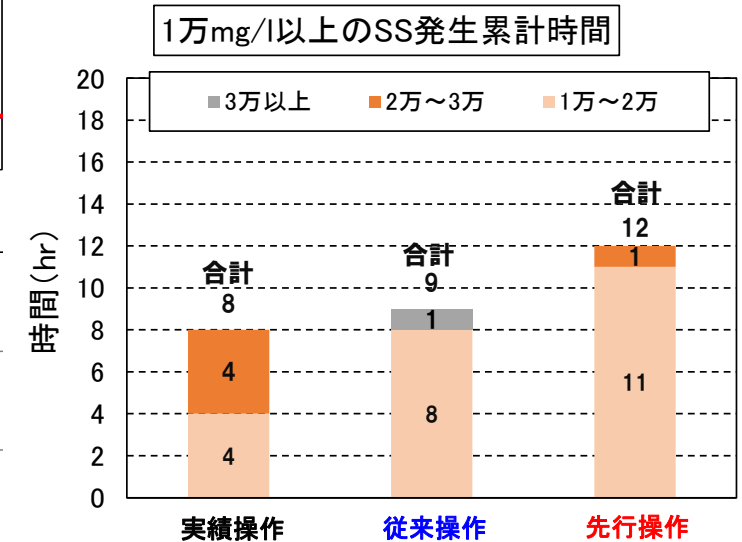
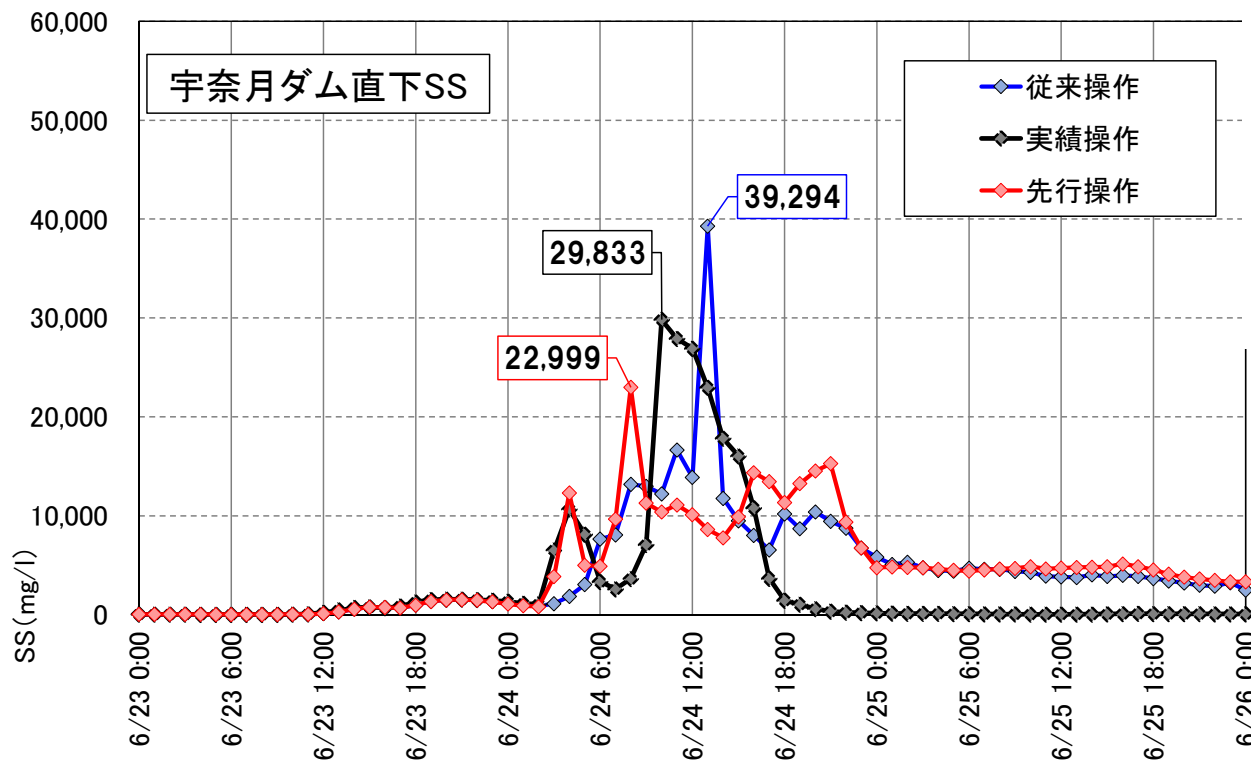
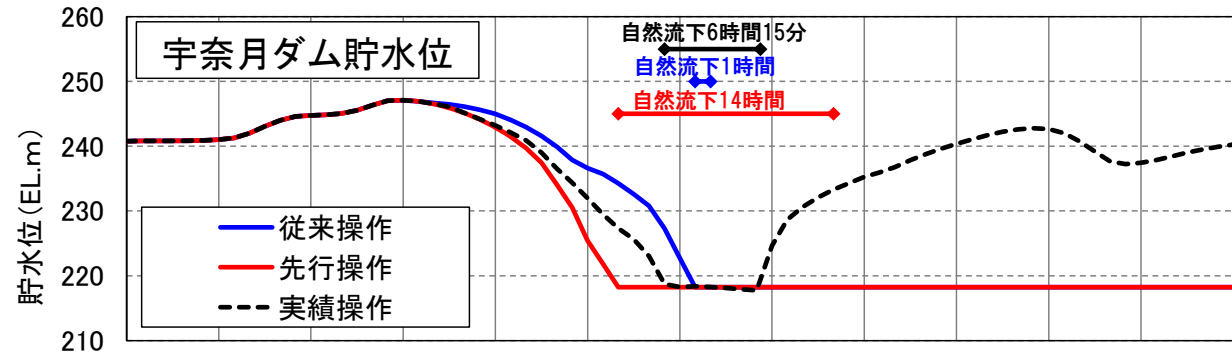
【集計期間】5/1～各操作の自然流下終了時点

- ・実績操作：6/24 16:00(FF6時間)
- ・従来操作：6/24 13:00(FF6時間)
- ・先行操作：6/24 21:00(FF6時間)

【指標③】宇奈月ダム放流SSのピーク

- ・放流SSのピーク値は**従来操作**が一番大きく、次に**実績操作**、**先行操作**の順に小さくなる。
 - ・放流SSの分散具合は、先行操作が最も分散される。
- なお、放流SS値が1万mg/l以上となる発生時間を整理した結果、**実績操作**が最も短い。

【宇奈月ダム下流】



※SSの値には基準となる閾値が無いため1万mg/l以上の値で、魚類が回避行動等をする濁りの度合いであると仮定し集計した。

◆本年度運用

○検証結果

- ・実績操作は、運用時間の短さが二番目となるが、両ダムの自然流下のタイミングと自然流下時間を合わせたことにより、両ダムにおける堆積土砂量をバランスよく軽減できた。放流SSのピーク値は、二番目に小さい値。
(出し平ダムで-10.2万m³、宇奈月ダムで-9.8万m³)
- ・先行操作は、運用時間が一番長く、両ダムにおける堆積土砂量の軽減に偏りが発生する。放流SSのピーク値は最も小さい値。
(出し平ダムで-8.4万m³、宇奈月ダムで-21.5万m³)
- ・従来操作は、運用時間が一番目に短くなるものの、宇奈月ダムの自然流下時間を十分確保することができず、堆積土砂量の軽減効果は小さい。放流SSのピーク値は最も大きい値。
(出し平ダムで-11万m³、宇奈月ダムで-0.5万m³)

➤ 令和6年度の実績操作は、当時の流況に対し確実な排砂のためにコンパクトかつできるだけ両ダムの貯水池内の土砂を流下させることができた。宇奈月ダムからの放流SSのピーク値は、先行操作が一番小さくなるものの、運用時間と堆積土砂量の軽減効果を含め総合的に比較すると、実績操作が最もバランスの良い運用であると考えられる。

◆今後の先行操作運用について

○過年度までの評価

- ・先行操作は令和2年、3年、5年と3ヵ年の運用実績があり、過年度の従来操作との比較検証結果より、従来操作よりも、宇奈月ダムの自然流下時間を長く確保できるため、**宇奈月ダムの貯水池内の堆積土砂量の軽減効果が確認されている。**

○令和6年の検証で分かったこと

- ・先行操作で定めているダムの“水位低下操作開始の順番”及び“自然流下状態を形成する順番”に寄らずとも、**両ダムの自然流下時間を重複させ かつ 同程度確保する事で先行操作に期待する効果が発揮できる。**



➤ 今後の操作運用については、先行操作を基本としながら、近年のピーク流入量から中止基準流入量を下回るまでの時間が短くなる傾向等を踏まえ、令和6年度の実績運用の様に流況に応じて柔軟に判断するものとし、両ダムの自然流下開始タイミングを合わせることと、重複時間を設ける事を基本とすることで、より自然に近い排砂を実現させられると考える。

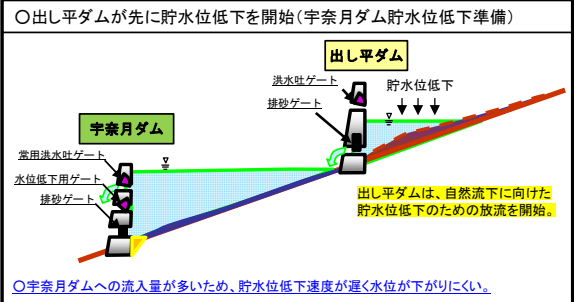
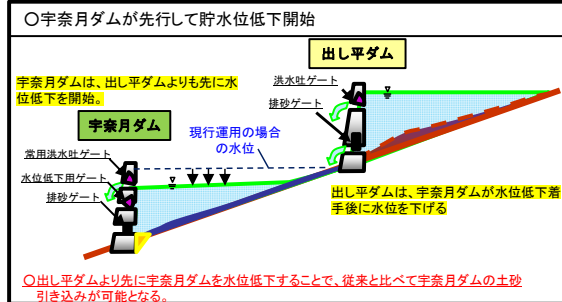
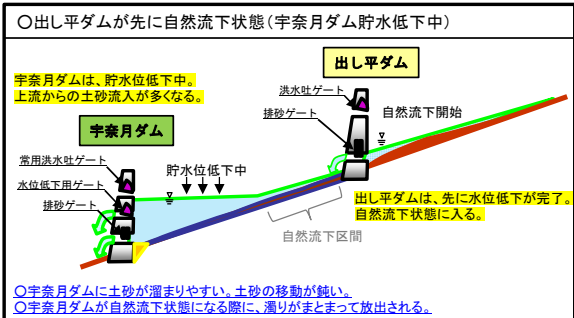
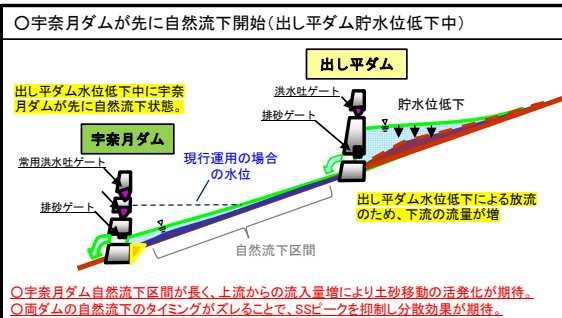
【宇奈月ダム先行操作】

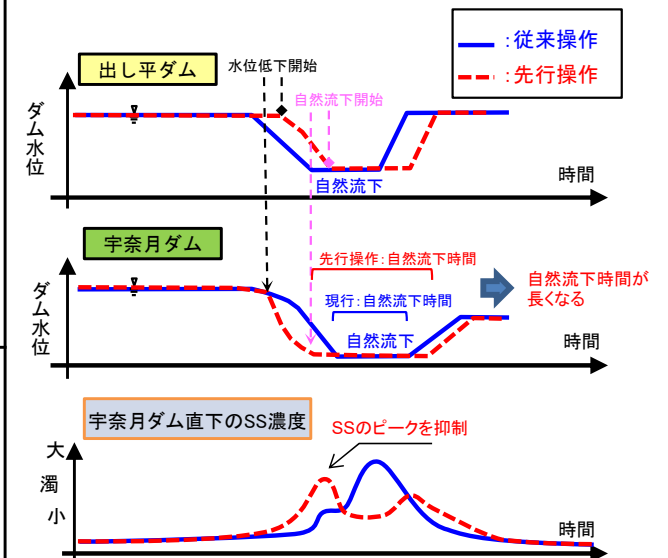
- ・出し平ダムの水位低下を宇奈月ダム水位低下開始後に着手し、かつ宇奈月ダムが先に自然流下状態を形成する。

○期待できる効果

- ・自然流下状態により早く入ること、宇奈月ダム堆積土砂量の軽減が期待される。
- ・排砂時のSSが分散され、ピーク濃度の抑制が期待される。
- ・河川から海岸までの適正な土砂管理（下流への土砂供給は概ね現行運用と同等となる）が期待される。

○各運用の主な操作のタイミングの違い:貯水位低下・自然流下

	従来操作	先行操作
貯水位低下	○出し平ダムが先に貯水位低下を開始(宇奈月ダム貯水位低下準備)  ○宇奈月ダムへの流入量が多いため、貯水位低下速度が遅く水位が下がりにくい。	○宇奈月ダムが先行して貯水位低下開始  ○出し平ダムより先に宇奈月ダムを水位低下することで、従来と比べて宇奈月ダムの土砂引き込みが可能となる。
自然流下	○出し平ダムが先に自然流下状態(宇奈月ダム貯水位低下中)  ○宇奈月ダムに土砂が溜まりやすい。土砂の移動が鈍い。 ○宇奈月ダムが自然流下状態になる際に、溜りがまとまって放出される。	○宇奈月ダムが先に自然流下開始(出し平ダム貯水位低下中)  ○宇奈月ダム自然流下区間が長く、上流からの流入量増により土砂移動の活性化が期待。 ○両ダムの自然流下のタイミングがズれることで、SSピークを抑制し分散効果が期待。



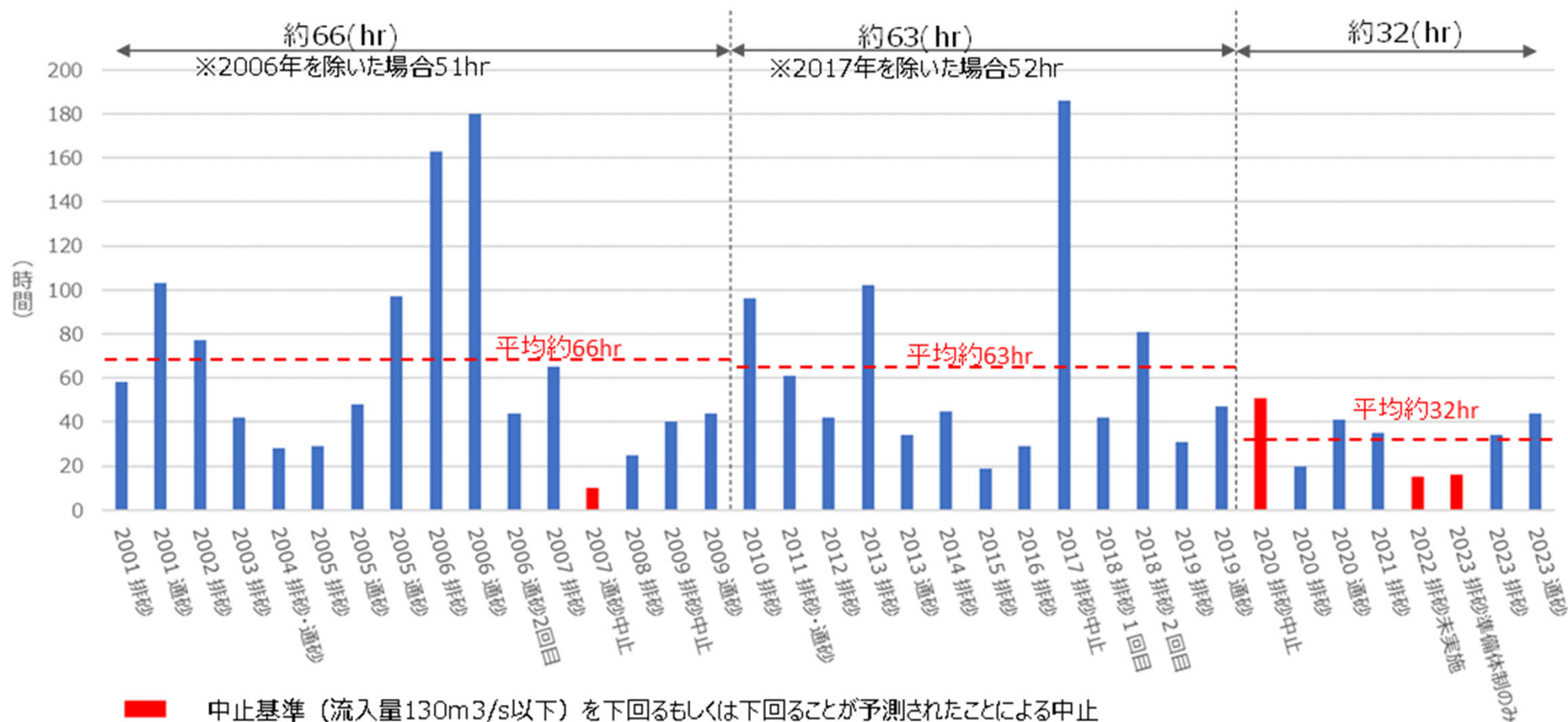
先行操作運用及び期待される効果イメージ

○ピーク流量から中止基準流量(130m³/s)を下回るまでの時間が短くなる傾向にある。

- ・2001年～2009年までの平均時間は約66時間(2006年を除けば約51時間)
- ・2010年～2019年までの平均時間は約63時間(2017年を除けば約52時間)
- ・2020年以降の平均時間は約32時間

○令和6年度より、現行の中止基準流量(130m³/s)の妥当性を検証するため、流量が130m³/sに達しても自然流下が完了していないケースが生じた場合に限り、中止基準流入量を110m³/s程度まで引き下げる試行を実施している。

※現在までに110m³/s程度まで中止基準流入量を引き下げた実績はない。



※2020年は流入予測により自然流下中の流入量が中止基準（130m³/s）を下回ることが予想され、連携排砂に入ることが困難であると判断したため中止となった。

※2023年6月1日に準備体制入りしたが、早期に中止基準（130m³/s）を下回ることが予想されたため実施判断に至らなかった。