

第12回委員会説明資料
第2回ストックヤード試験運用結果

令和5年10月12日

国土交通省中部地方整備局
三峰川総合開発工事事務所

第12回委員会説明資料

第2回ストックヤード試験運用結果

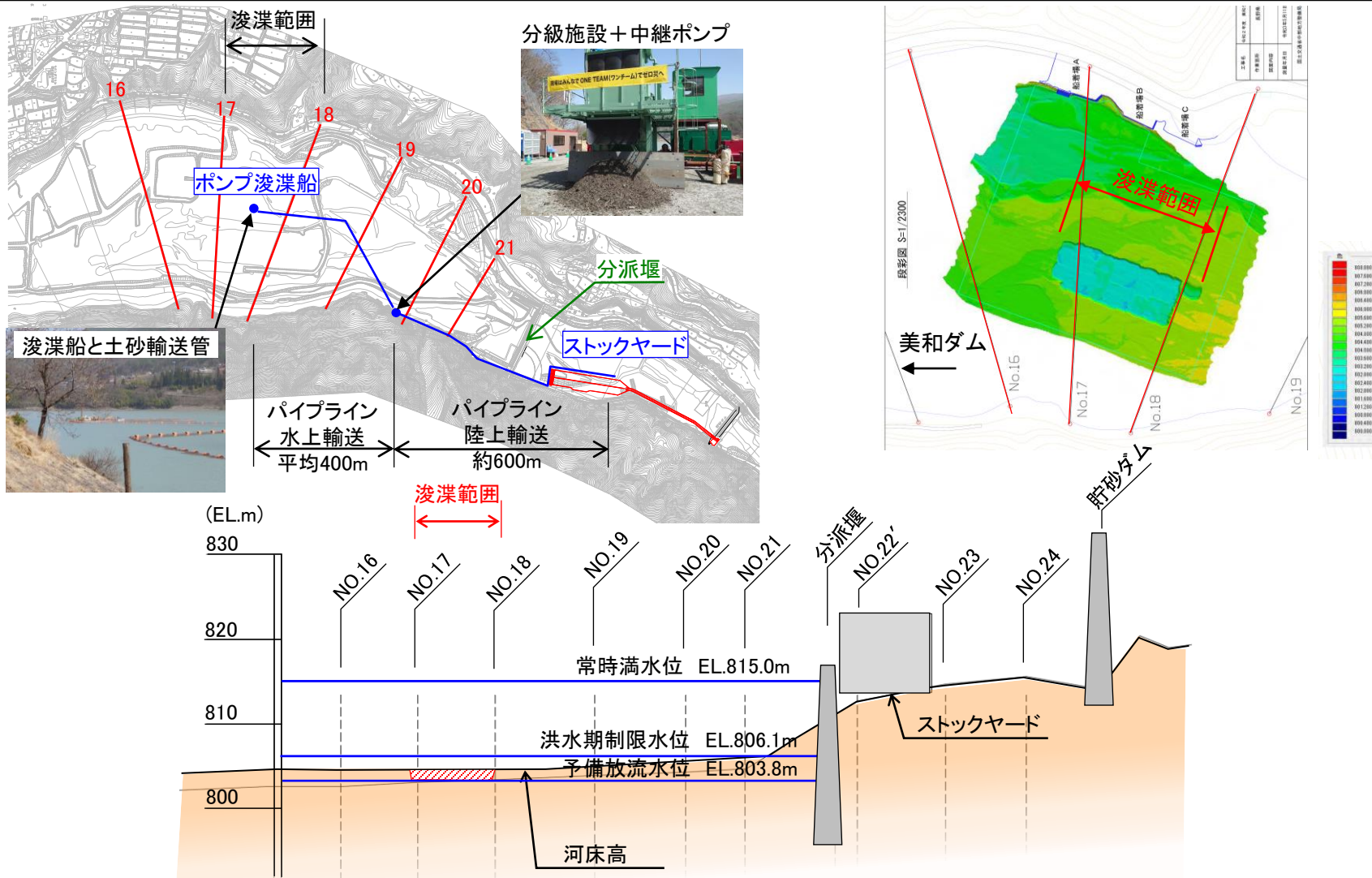
目次

1. スtockヤード土砂(Aサイド)の特性.....	1
2. 令和5年度の試験運用計画.....	6
3. スtockヤード試験運用結果(2回目).....	7

1. スtockヤード土砂 (Aサイド) の特性

1.1 浚渫の概要

- 第2回試験運用で排砂した土砂は、令和3年3~5月にかけて浚渫・投入したものである。
- 浚渫範囲は測線No. 17~No. 18であり、ポンプ浚渫船を配置、泥水状態で排砂管により土砂圧送した。
- 水上排砂管と陸上排砂管の分岐点に分級施設を配置し、Stockヤードに排送する前処理として2mm以上の礫分や流木・塵芥を合計630m³除去（浚渫土砂のうち2%程度）した。



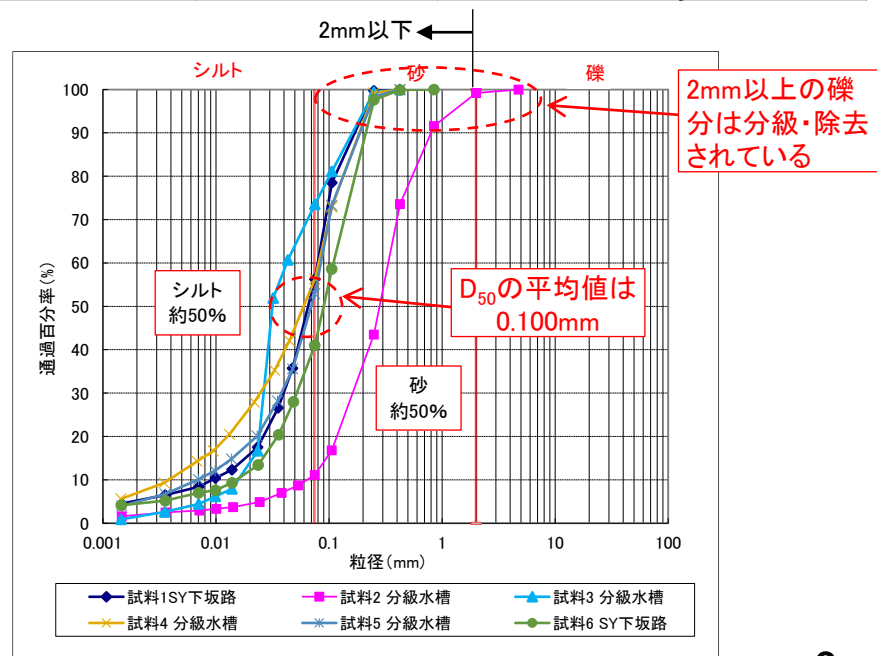
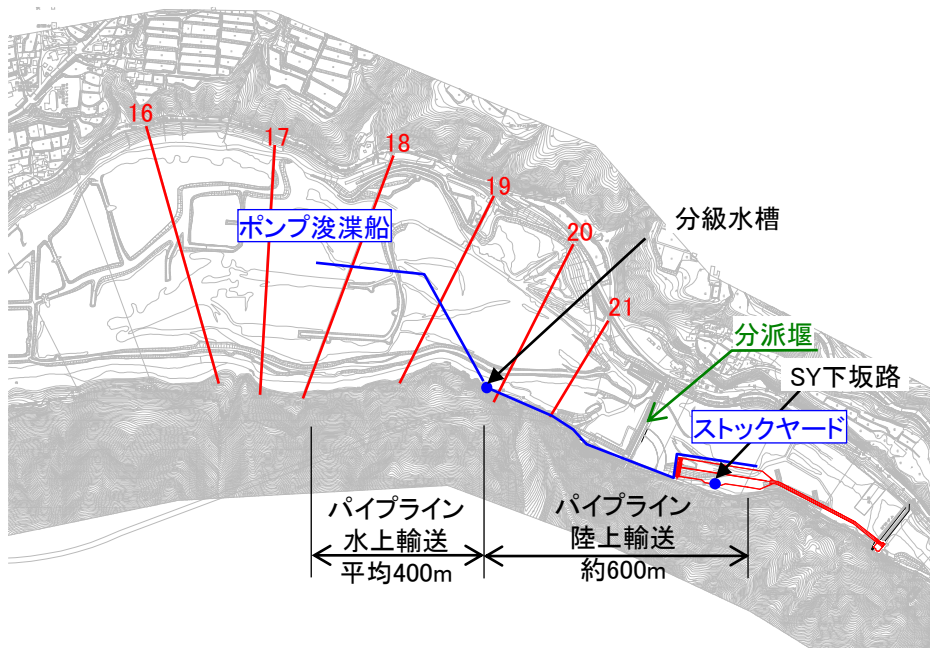
1. スtockyard土砂 (Aサイド) の特性

1.2 投入土砂の概要

- 投入土砂の粒度試験結果は以下のとおりであり、粘土シルトと砂の割合は、1 : 1であった。
- 当初計画での投入土砂は、粘土・シルト主体を想定していたが、砂分が多くなっている。近年は特に、大規模な土砂流入が続いており、浚渫範囲で砂分堆積が進行していることが影響している。
- 分級・除去されたのは流木が主であるが、礫分も確認されている。前述のとおり除去対象は全体の2%程度であり、浚渫範囲の土砂が2mm以下の砂・シルト・粘土主体であったといえる。

粒度試験の結果一覧

	試料1	試料2	試料3	試料4	試料5	試料6	平均
礫分(%)	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
砂分(%)	43.7	88.1	26.5	43.7	47.1	59.0	51.4
粘土・シルト分(%)	56.3	11.1	73.5	56.3	52.9	41.0	48.5
最大粒径(mm)	0.425	4.75	0.425	0.425	0.425	0.85	1.217
50%粒径(mm)	0.066	0.284	0.031	0.061	0.070	0.090	0.100
採取場所	Stockyard下坂路	分級施設下部水槽	分級施設下部水槽	分級施設下部水槽	分級施設下部水槽	Stockyard下坂路	

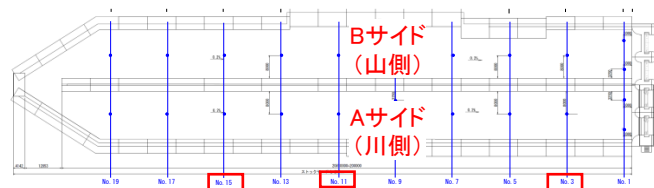


Stockyard投入土砂の粒度分布(分級後に投入された土砂)²

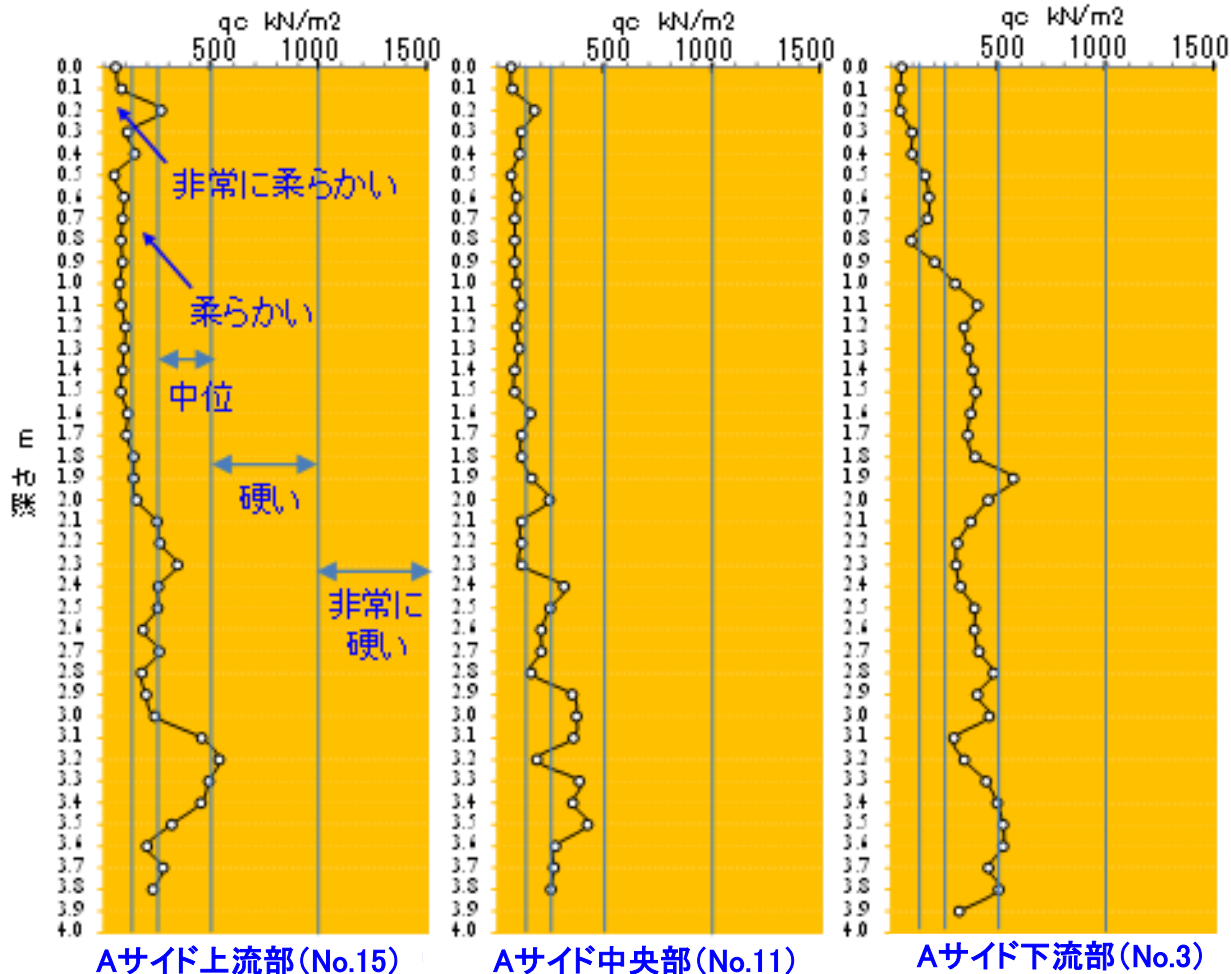
1. スtockヤード土砂 (Aサイド) の特性

1.3 投入土砂の貫入試験結果

- 投入されて1年以上が経過した令和4年12月に貫入試験を実施した。
- 表層から2m程度までは柔らかい状態が維持されており、深度が進むにしたがって固くなる傾向が見られた。



貫入試験の実施箇所

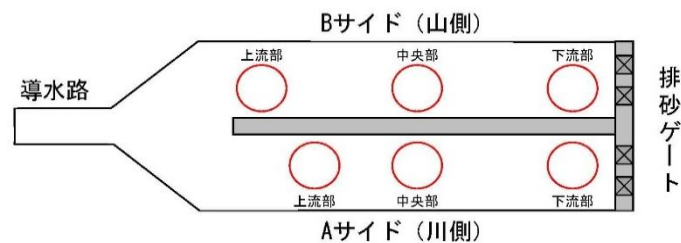
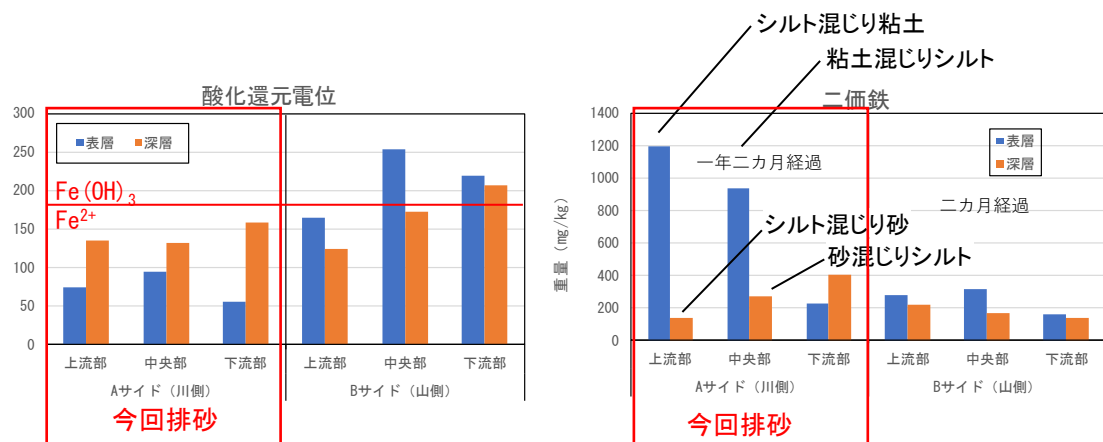


貫入試験結果

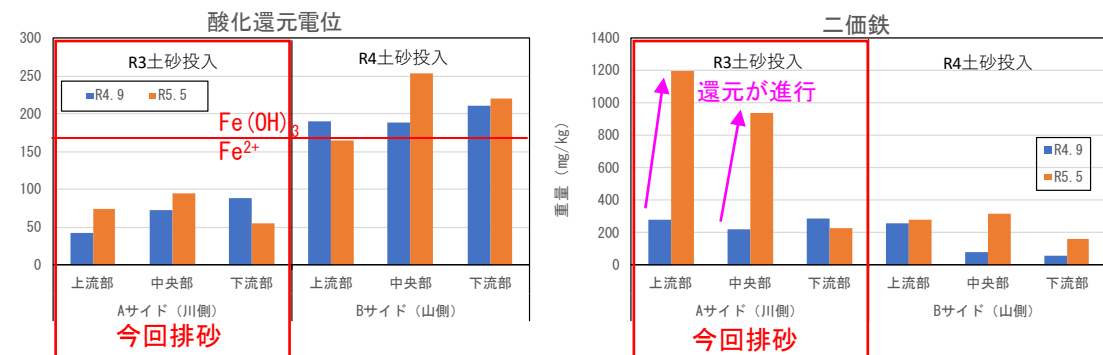
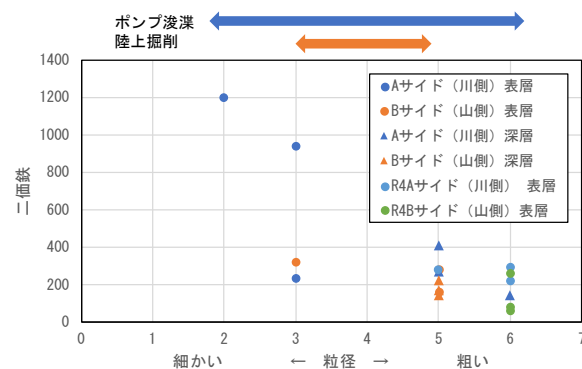
1. スtockヤード土砂 (Aサイド) の特性

1.4 底質調査 (酸化還元電位、二価鉄)

- ・今回排砂したAサイド (川側) の上流部と中央部では深層よりも表層の方が二価鉄が多く、還元状態が進行していた (上段右図)。深層が砂混じりであったのに対して表層はシルト・粘土で構成されていたためと考えられる。
- ・Aサイド (川側) の上流部と中流部では令和4年と比較して還元状態が進行した (下段右図)。
- ・今回の分析に用いた試料の粒度を比較すると、ポンプ浚渫よりも陸上掘削の方が粒径の幅が狭かった (右下図)。



ストックヤード内の底質調査結果 (R5. 5. 23)



ストックヤード内の底質調査結果 (経年変化)

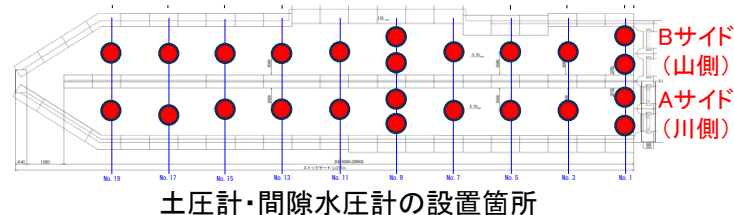
二価鉄と土質の関係

- 1 粘土
- 2 シルト混じり粘土
- 3 粘土混じりシルト
- 4 シルト
- 5 砂混じりシルト
- 6 シルト混じり砂
- 7 砂

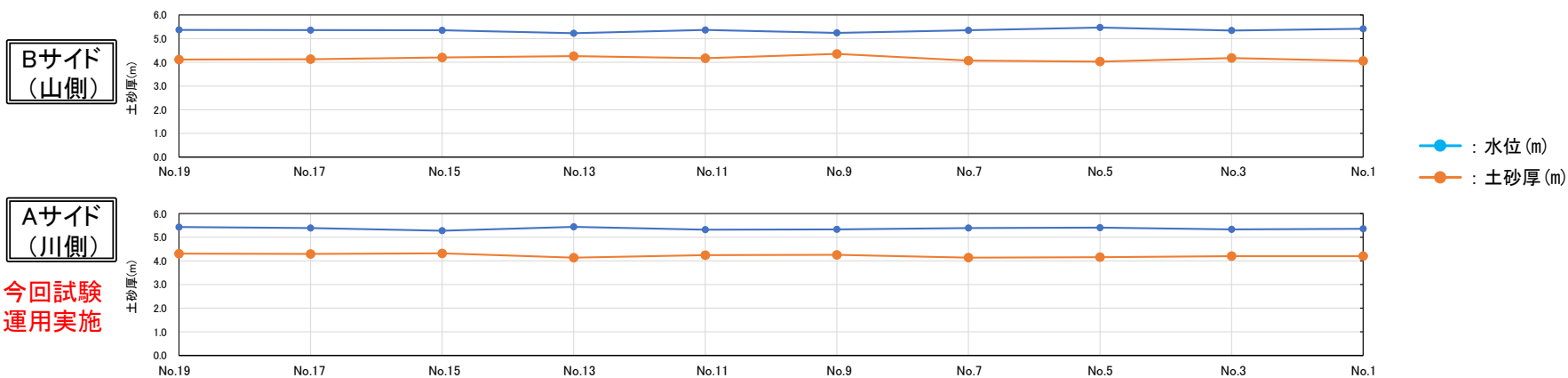
1. スtockヤード土砂 (Aサイド) の特性

1.5 S.Y内の投入土砂形状

- スtockヤード内の土砂堆積状況は、ヤード内床版に埋設した土圧計・間隙水圧計でモニタリングしている。
- 土圧計・間隙水圧計の値から堆積土砂厚・水位を換算した結果は、下図のとおりとなっている。
- 投入土砂の高さは、概ね4m程度で一定となっている。

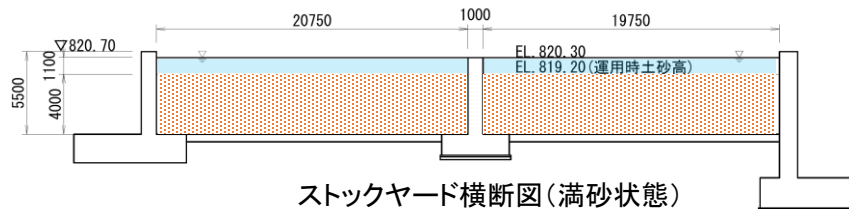


土圧計・間隙水圧計から推定したStockヤード内の状況



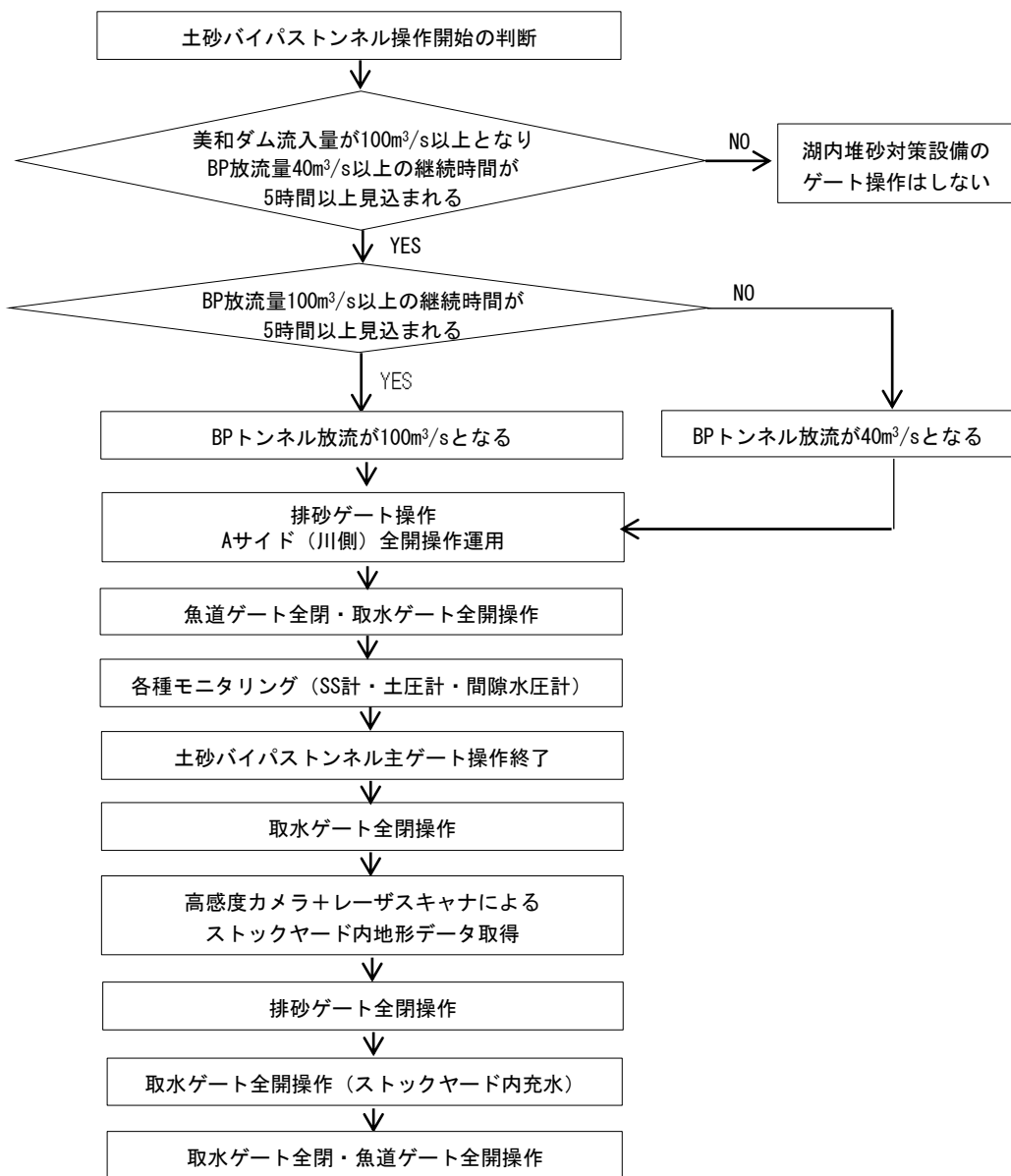
今回試験
運用実施

土圧計・間隙水圧計の2023.6.2 14:00測定結果(第2回試験運用直前)

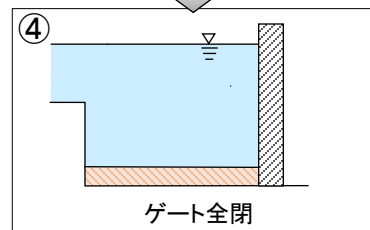
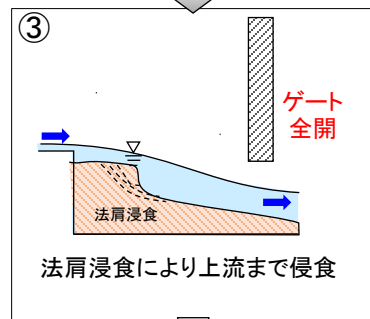
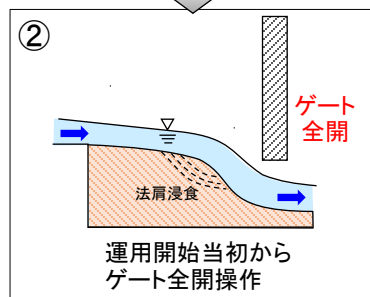
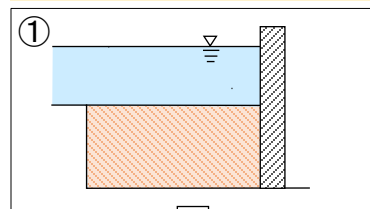


2. 令和5年度の試験運用計画

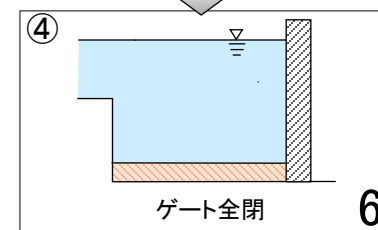
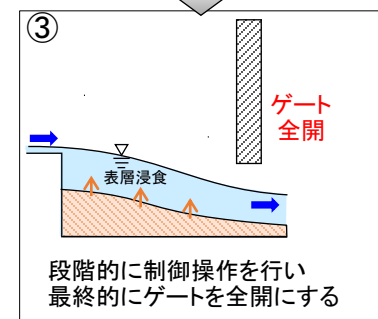
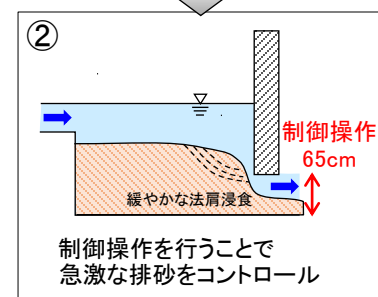
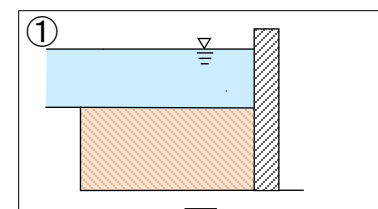
- 今年度の試験運用手順は以下のとおりであり、排砂ゲートは運用開始から全開とし、その後に取り水ゲートを全開とした。（第1回試験運用は、取水ゲート⇒排砂ゲート（制御操作）の順で操作）



今回試験運用 (R5)



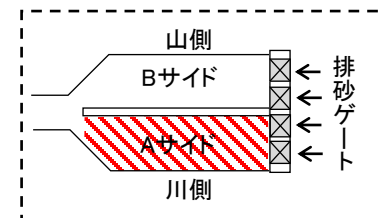
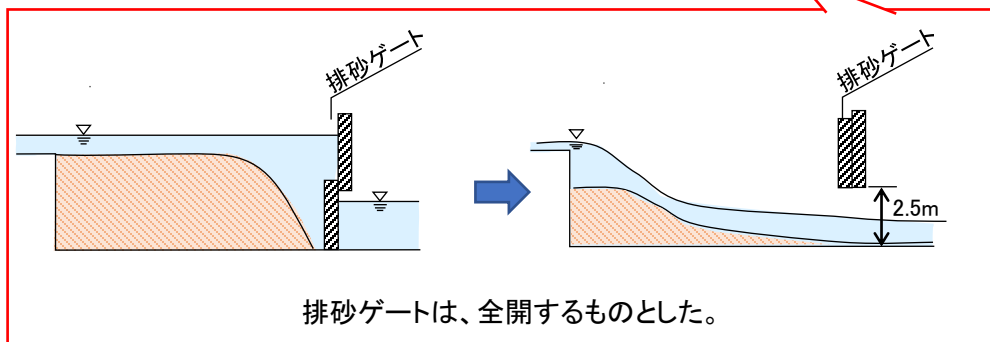
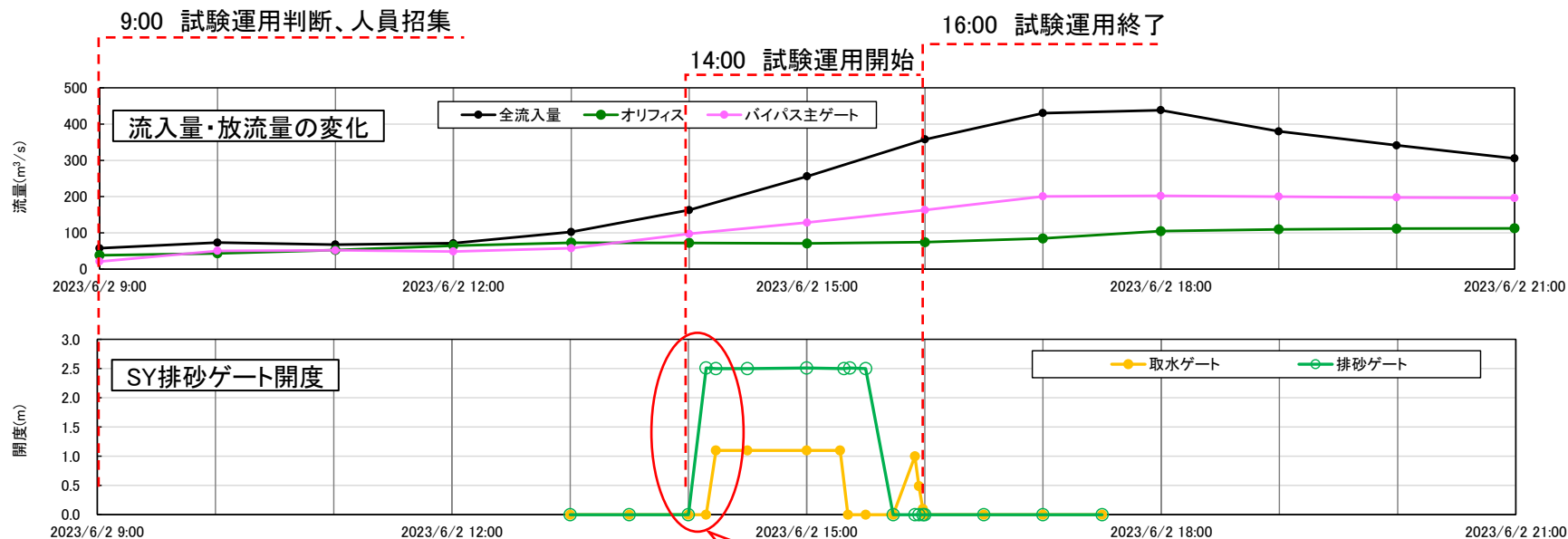
前回試験運用 (R3)



3. スtockヤード試験運用結果（2回目）

3.1 ダム、土砂バイパス、ストックヤード運用の概況

時刻		ストックヤードの操作	美和ダム流入量
5月31日	16:00	バイパストンネル運用開始	6/2/12:00頃より流入量増加、同13:00頃流入量100m ³ /s付近に到達。その後は流量が増加しており、流入量のピークは18:00頃となった。
6月2日	14:00～14:09	S.Y.排砂ゲート操作：開度0m⇒2.50m (Aサイド(川側)の2門同時)	流量163m ³ /s程度(増加傾向)
	15:30～15:44	S.Y.排砂ゲート操作：開度2.50m⇒0.00m (Aサイド(川側)の2門同時)	流量358m ³ /s程度(増加傾向)









3. スtockヤード試験運用結果（2回目）

3.2 スtockヤードからの土砂流出状況（目視による確認）

- ・ 排砂ゲート開放とともに排砂ゲート近傍から落下流が発生、落下流は上流に伝播する。
- ・ 取水ゲート開放によりさらに法肩浸食の速度が速くなり、1時間程度で上流まで浸食が伝播した。
- ・ バイパス水路のSS計は中止基準の89,000mg/Lよりも低く、排砂ゲート全開操作でも問題はないことが確認できた。

時刻	Stockヤードゲート操作・濁度	写真
14:04	排砂ゲート全開運用開始	①
14:05	取水ゲート全開運用開始	
14:42	バイパス水路のSS計は最大27,500mg/L(補正值)(中止判断の基準値89,000mg/L)	②～⑧
15:22	取水ゲートの全閉	⑨
15:30	排砂ゲート全閉	
15:59	Stockヤード充水完了	

①14:04:19	②14:10:09	③14:12:17
排砂ゲート開放開始とともにゲート近傍から水位が低下。	法肩浸食が発生していると想定され、浸食肩付近で落下流発生。	取水ゲート全開後、段波が到達
		
④14:16:14	⑤14:26:00	⑥14:40:04
段波到達後、流量が増加し、法肩浸食が進んでいる。法肩より下流側はほとんど流出しているように見える。	法肩浸食は上流に移動しているが、形状は当初と同じであり一定速度で浸食していると考えられる。	法肩浸食は上流に移動しているが、形状は当初と同じであり一定速度で浸食していると考えられる。
		

3. スtockヤード試験運用結果（2回目）

3.2 スtockヤードからの土砂流出状況（目視による確認）

⑦14:47:42

ストックヤード土砂はほぼ排出されている。



⑧15:00:00

状況は変わらない



⑨15:23:42

取水ゲートを全閉し、ストックヤードへの流入を停止




3. スtockヤード試験運用結果（2回目）

3.3 スtockヤードからの土砂流出状況（前回運用との比較）

- 第1回試験運用では、
 - 流量低減中の運用で、排砂ゲートを段階的に開操作（制御操作）
 - 法肩の落下流の高さが小さく浸食速度が小さかった。
 - 法肩浸食が上流に伝播するとより落下流の高さが小さくなっていた。
 - 最終的に隔壁付近に土砂が残った。
- 第2回試験運用では、
 - 流量増加中の運用で、排砂ゲートは初期から全開操作
 - 法肩浸食の落下流の高低差が大きくなり、浸食速度が明らかに早い。
 - 法肩浸食が上流に伝播しても高低差は確保されている。
 - 隔壁付近に土砂は残っていない。

試験運用の実施条件比較

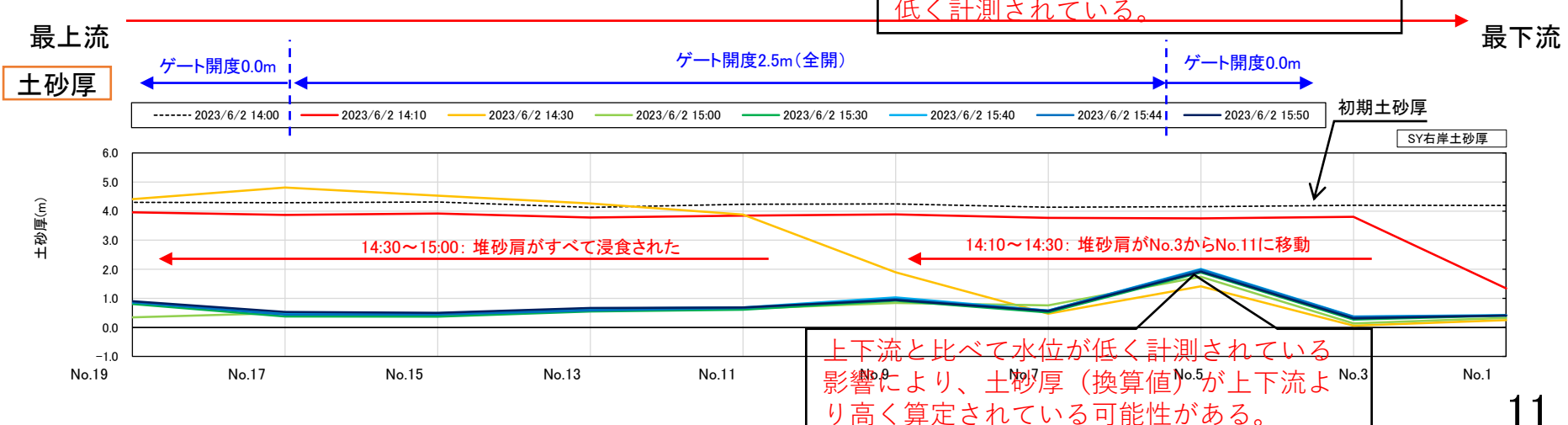
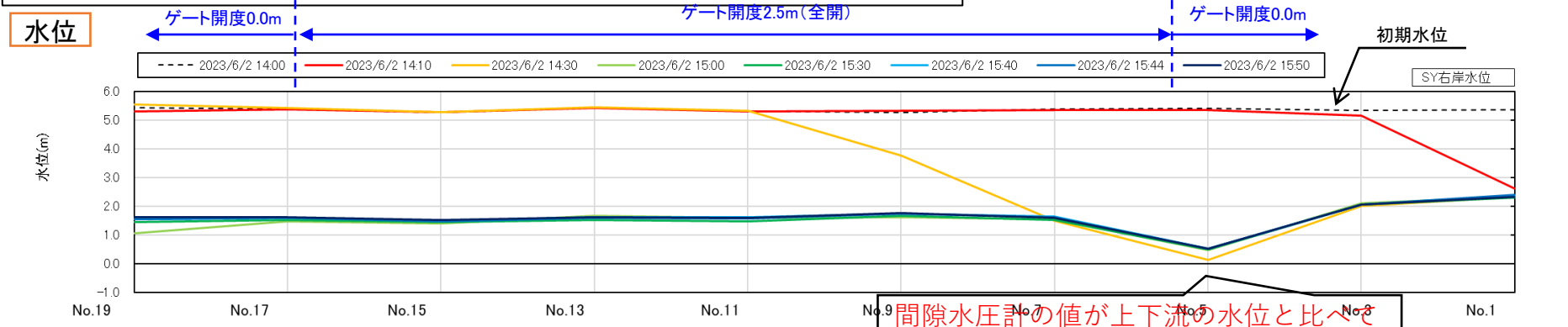
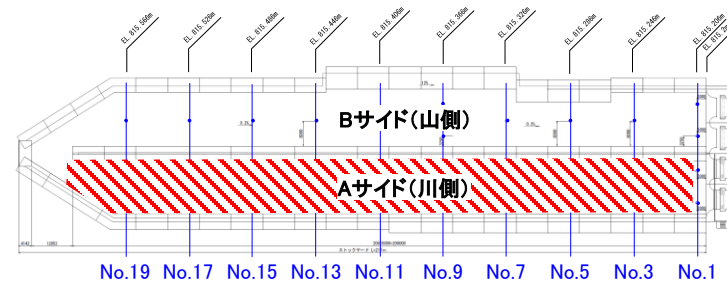
	第1回	第2回
排砂ゲート操作	段階的开操作	全開操作
運用中 ダム流入量	160.21m ³ /s（10時） ～140.17m ³ /s（12時）	163.13 m ³ /s（14時）～ 357.79 m ³ /s（16時）
SY運用時間 排砂開～取水閉	2時間49分 9時32分～12時21分	1時間7分 14時14分～15時21分
SY導水路取水位 （SY導水量と関連）	3.3～3.1m 9時33分～12時03分 の初期値と最終値	3.3～3.6m 14時14分～15時18分 の初期値と最終値

第1回試験運用 令和3年7月3日	①09:35:40(3分40秒後) 内部で法肩浸食が発生していると想定され、浸食肩付近で落下流発生。	②09:44:38(12分後) 落下流は引き続き上流に向かって伝播。	③11:00:00(1時間28分後) 隔壁付近で一部堆砂面が陸地化しているのが確認される。
			
	第2回試験運用 令和5年6月2日	④14:10:29(1分29秒後) 既に堆砂面はかなり乱されていると想定され、初期段階と比べると明確な落下流ではない。	⑤14:21:00(12分後)
			

3. スtockヤード試験運用結果 (2回目)

3.4 スtockヤードからの土砂流出状況 (土圧計の計測結果)

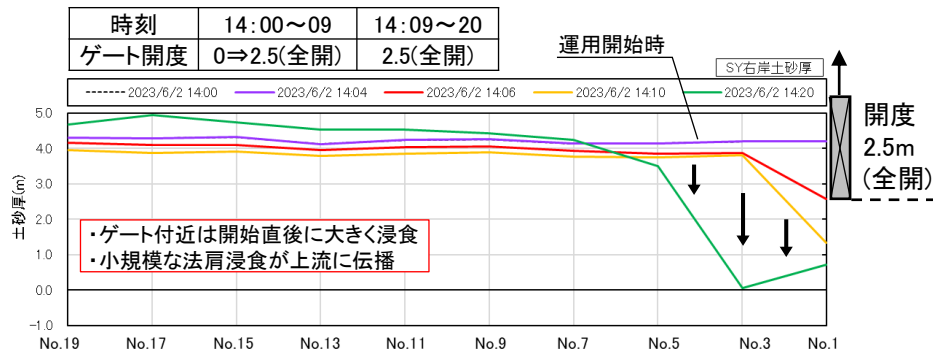
- S. Yに配置した土圧計・間隙水圧計から、S. Y縦断方向の堆砂形状を時系列で整理した。
- 土圧計の値から推察すると、S. Y内土砂は運用時間内に概ね排砂されたといえる。
- 前掲の写真のとおり隔壁付近に土砂が残るような現象はみられていないが、分派堰上流の水位が高かったことに伴い、底部に薄く残っていた可能性もある。
- さらに時刻歴を細分化した土砂流出状況は次頁に示す。



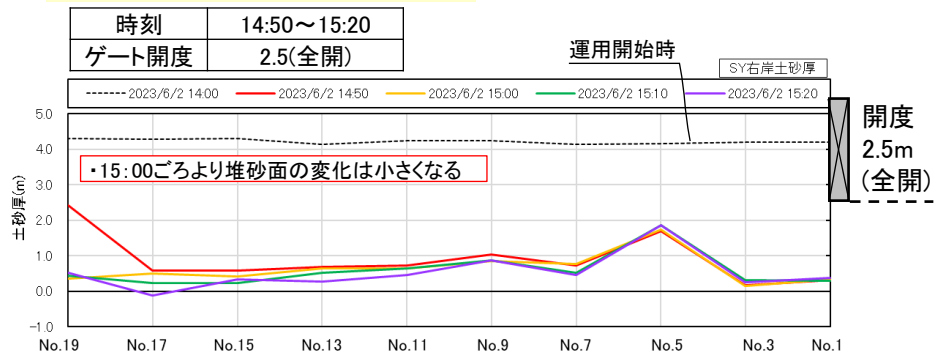
3. スtockヤード試験運用結果 (2回目)

3.4 Stockヤードからの土砂流出状況 (土圧計の計測結果)

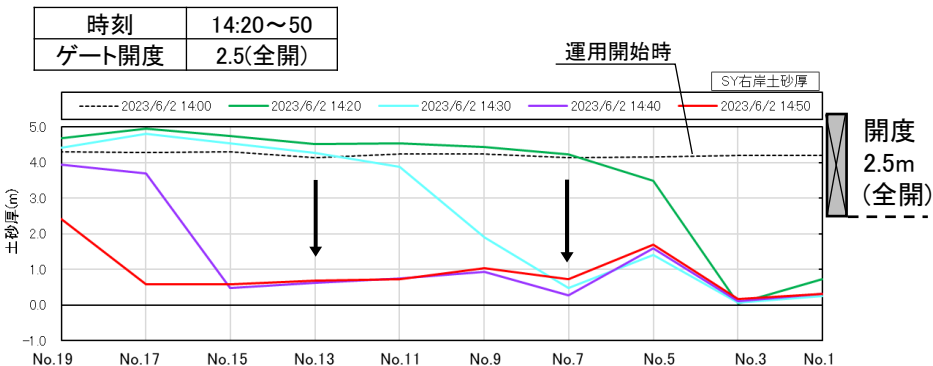
S. Y堆砂面変化① : 14:00~14:20



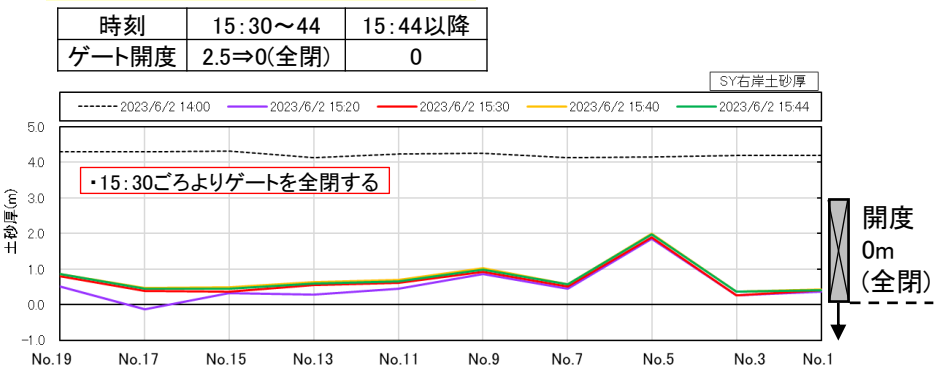
S. Y堆砂面変化③ : 14:50~15:20



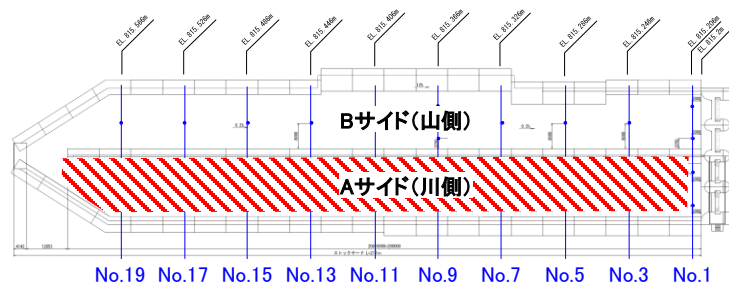
S. Y堆砂面変化② : 14:20~14:50



S. Y堆砂面変化④ : 15:20~15:44



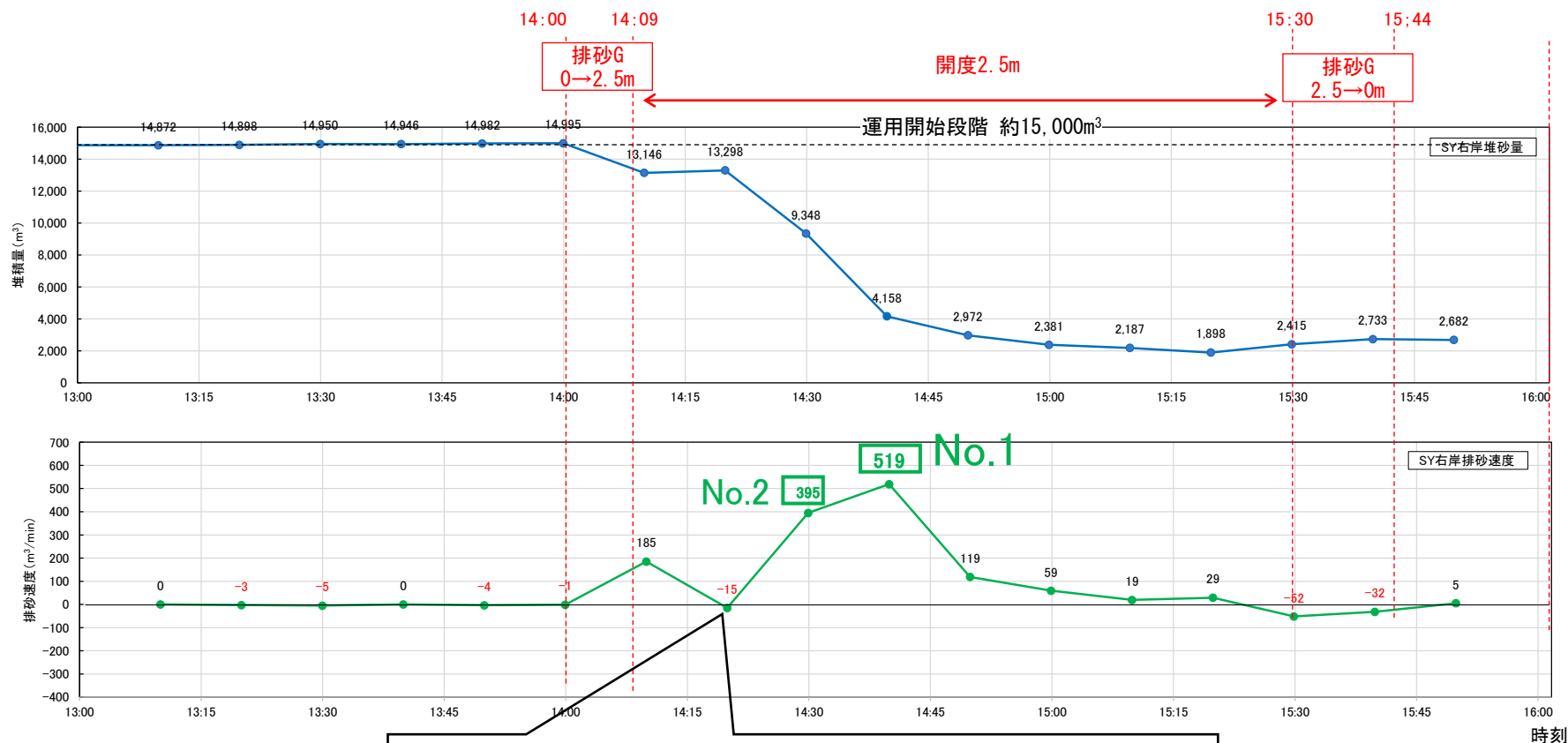
No.5は、上下流と比べて水位が低く計測されている影響により、土砂厚(換算値)が上下流より高く算定されている可能性がある。



3. スtockヤード試験運用結果（2回目）

3.5 スtockヤードからの土砂流出状況（S. Y内土砂量の変化と排砂速度）

- スtockヤードに配置した土圧計の動きを基に、S. Y内土砂量変化および排砂速度を整理した。
- 14:40ごろ（運用開始40分後）に排砂速度が最も高く、519m³/分となっている。
- その後、堆砂がほとんど排出されたため、運用終盤に向けて排砂速度が低下していく。

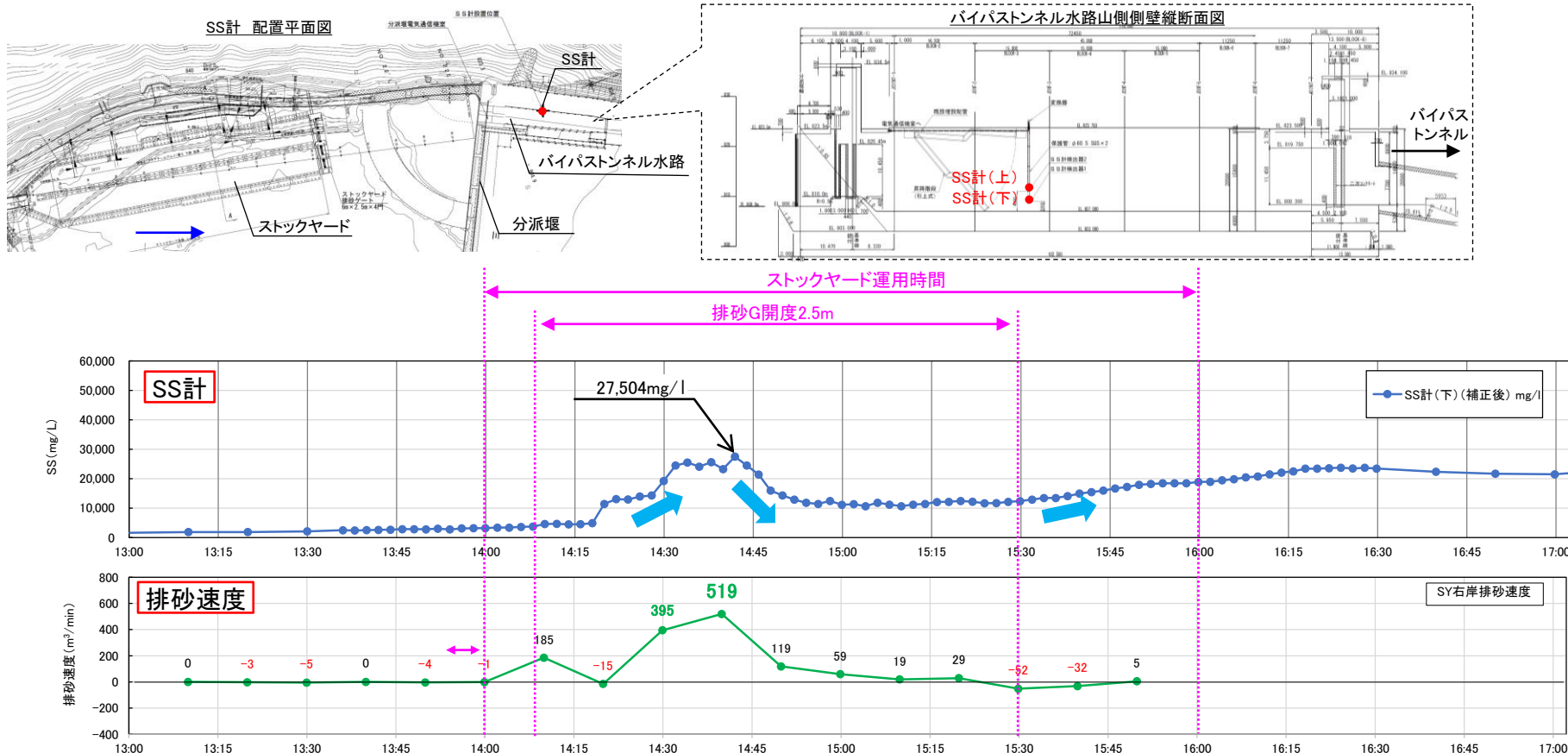


前述の堆砂面変化状況において、14:10～14:20にNo.5測線より下流側で排砂が認められるものの、それより上流側で堆砂面が上昇する計測結果（計測精度の影響と考えられる）となっており、相殺されて排砂速度がほぼゼロとなっている。

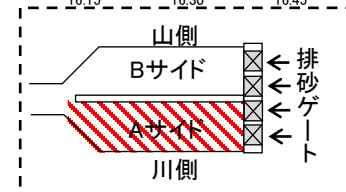
3. スtockヤード試験運用結果 (2回目)

3.6 Stockヤードからの土砂流出状況 (SS計の計測結果)

- バイパストンネル入口 (バイパス水路) でのSS測定結果は以下のとおりであり、排砂ゲート全開期間 (14:00~15:30) においてSS値の上昇・低下が概ね排砂速度と連動している。
- 14:20ごろよりSS値が上昇していき、14:40ごろに最大値27,504mg/lを記録した。
- なお、運用時間を通じてStockヤード中止基準となるSS値89,000mg/lを下回っている。



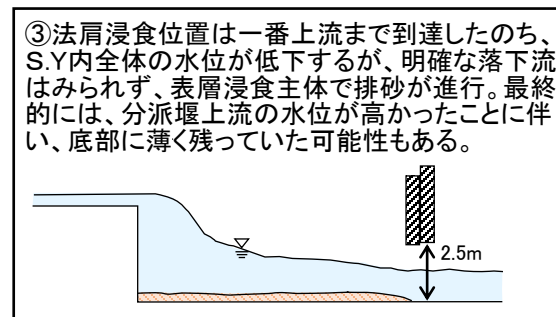
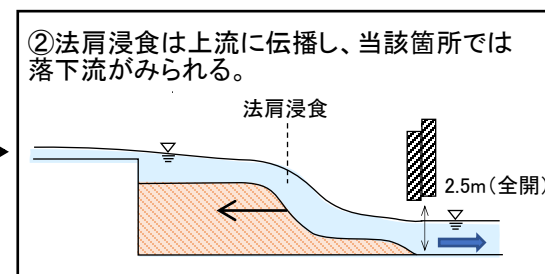
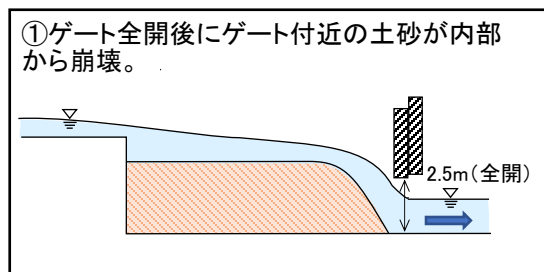
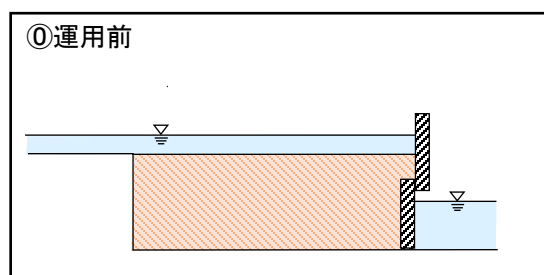
Stockヤードからの排砂速度とバイパス水路内のSS計の動きは連動している。



3. スtockヤード試験運用結果（2回目）

3.7 スtockヤードからの土砂流出状況（まとめ）

- 今回の制御操作運用により、水理模型実験で確認された大規模法肩浸食は発生した（水面形の落差は最大4m程度）。
- 法肩浸食は発生したが、バイパス水路内のSS測定値も基準値を大きく下回る範囲にとどまった。
- 1時間程度の運用で大部分の土砂を排出することができた。
- 分派堰上流の水位が高かったことに伴い、底部に薄く残っていた可能性もある。



3. スtockヤード試験運用結果（2回目）

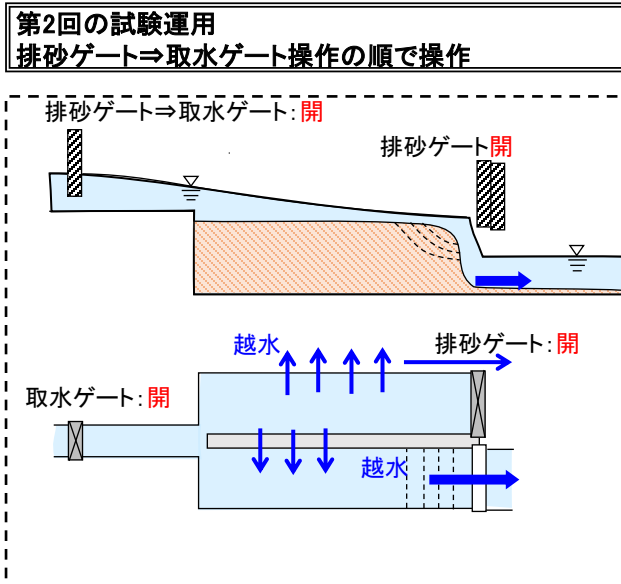
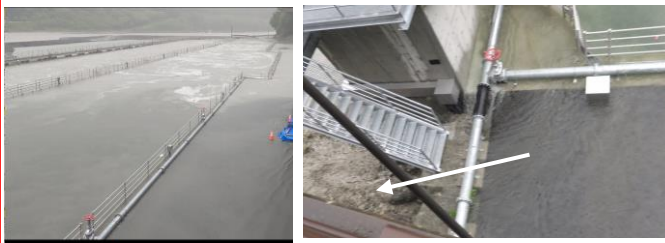
3.8 課題および対応

課題		対応
操作開始時の段波発生	<ul style="list-style-type: none"> 取水ゲートを遅れて開くことで、排砂ゲートを開いているAサイドでは段波の影響はなかった。 取水ゲートを開いていない側は、段波の到達を受け、波が発生し、短期的ではあるが、水位の上昇、側壁、隔壁からの越水が発生 側壁から越水した水が排砂ゲート横から越水した。 	<ul style="list-style-type: none"> Bサイドの山側側部区間に縁石を設置するとともに、法面の浸食対策を実施する。
土砂バイパス主副ゲート間SS計の高濃度値の発生	<ul style="list-style-type: none"> Stockヤード運用中にSS計の値が70,000mg/L程度まで上昇したが、後日採水SS結果と比較したところ、実際より高い濃度で表示されていた 事前に89,000mg/Lの試液で校正を行ったが、攪拌が不十分で、試液の濃度が低くなった状態を89,000mg/Lで校正したことで実際よりも高い値で表示したと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 攪拌により安定的な濃度が確保できる試液で校正を行う。 昨年度は現地での校正を実施したが、今年度は計測機器を一度取り外し、メーカー点検・校正を行う。 今年度の評価は、SS計の計測値と採水SSの関係から計測値の補正を行う。

取水ゲート開操作後の段波発生状況(14:12:15)



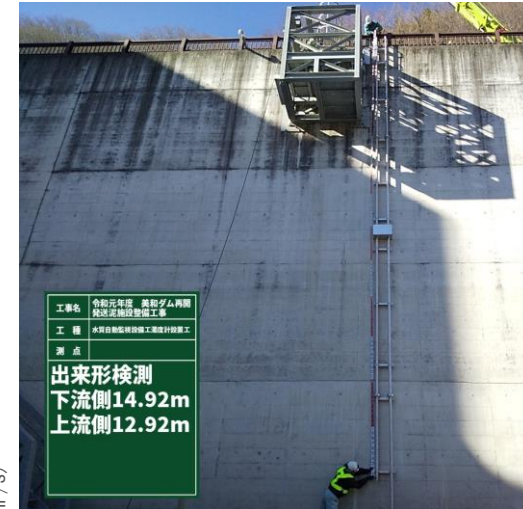
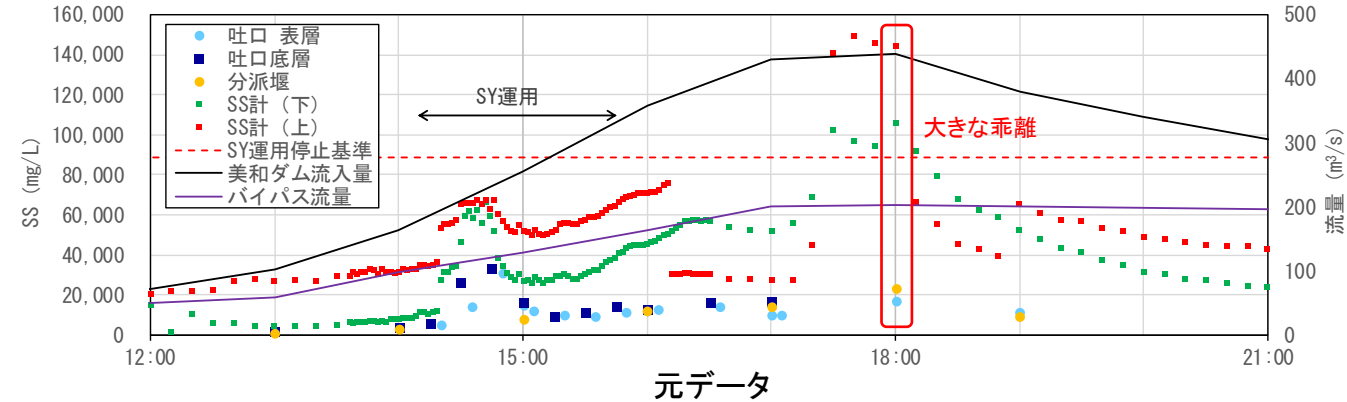
取水ゲート開操作後の水位上昇による越水(14:15:35)



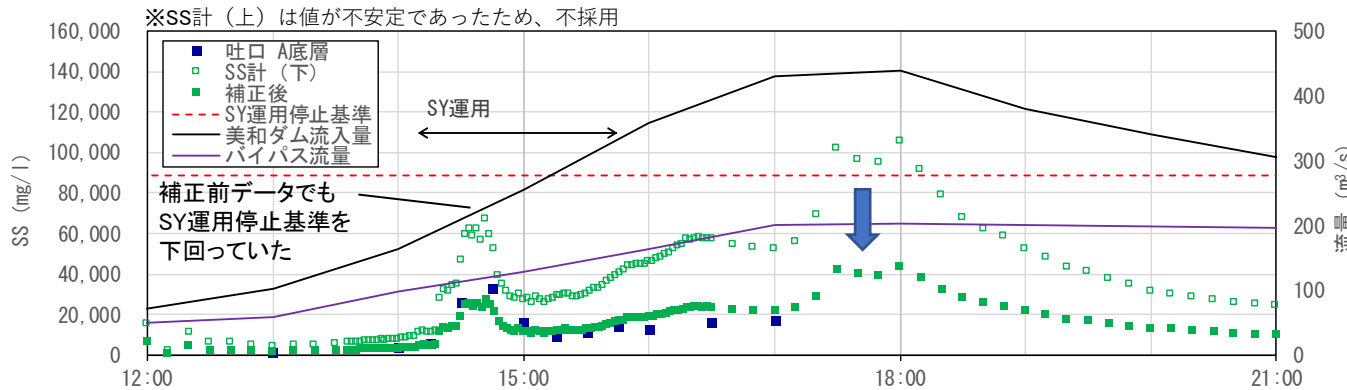
3. スtockヤード試験運用結果（2回目）

3.9 主副ゲート間の連続計測SS計測値と採水SS値の比較と補正

- 今回の全開操作による試験運用では、バイパス主副ゲート間のSS計の値が70,000mg/L弱となり、SY運用停止基準を下回った。
- 一方で、美和ダム流入量のピーク時には上層で150,000mg/L、下層で110,000mg/Lと非常に大きな値となった。
- 主副ゲート間は乱流状態で上層・下層で濃度がほとんど変わらないと考えられるが、SS計の値は全体的に乖離していた。
- 分派堰、バイパス吐口等でのSS分析値が流入量ピーク時に20,000mg/Lであったことから、SS計が正しく計測できていなかったと考えられた。
- SS計の校正時の状況を確認したところ、SS計が保護管から取り外せなかったため、高所での作業となり、十分に校正液（89,000mg/L）を攪拌することができず、上澄みで校正をかけていた懸念が確認された。
⇒このため、分派堰、バイパス吐口の分析値により補正をかけ、Stockヤード運用中のデータ取得間隔が短く、再現性が高かった吐口底層のSSで補正したものを採用した。



バイパス主副ゲート間のSS計

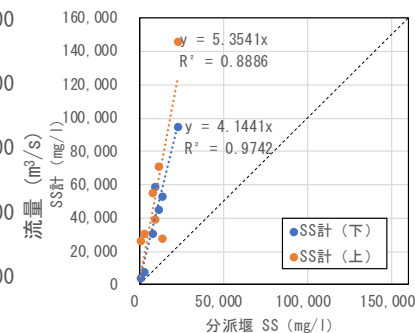
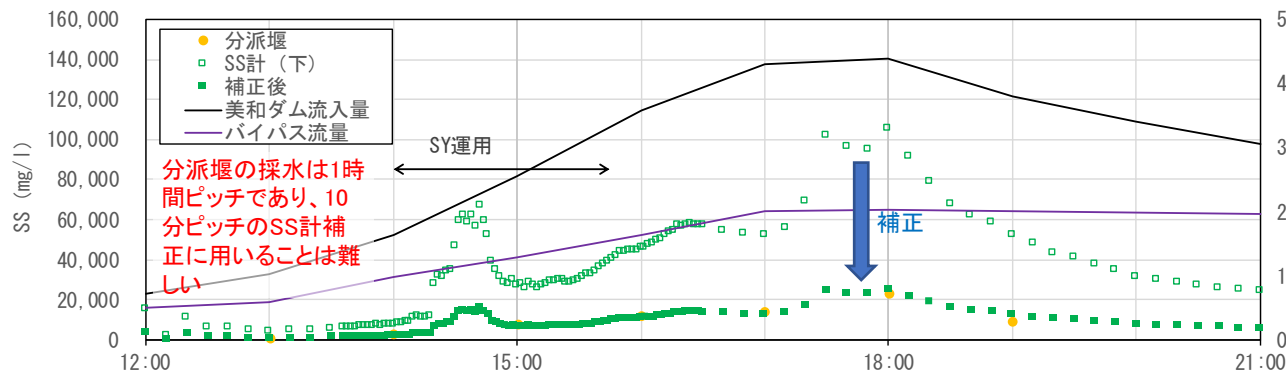


バイパス吐口底層の分析SSによる補正

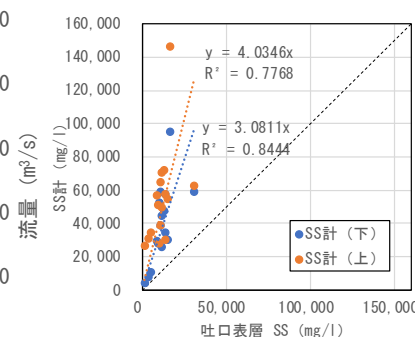
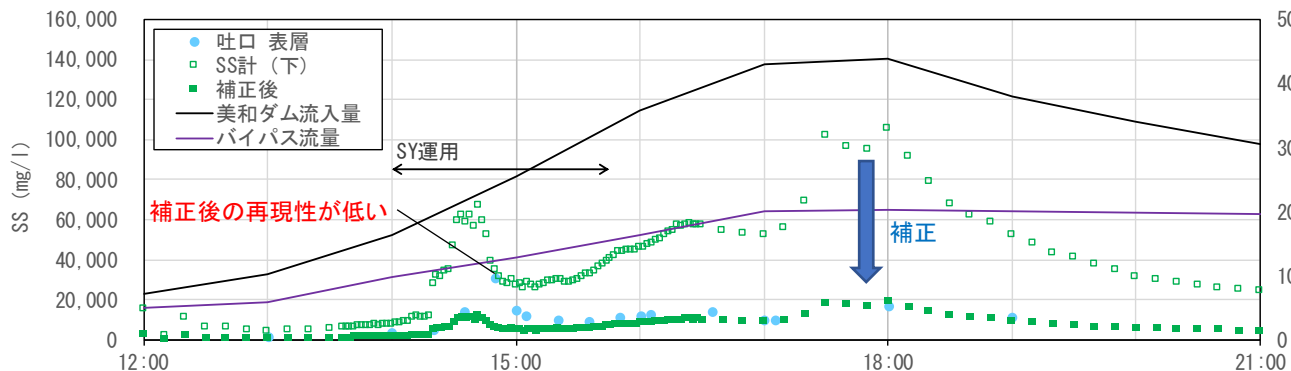
3. スtockyard試験運用結果 (2回目)

3.9 主副ゲート間の連続計測SS計計測値と採水SS値の比較と補正

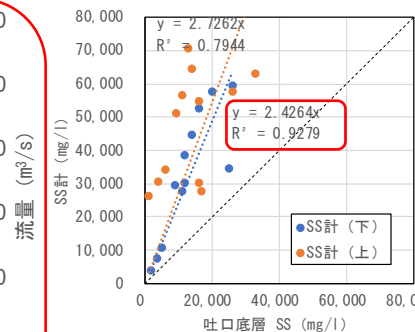
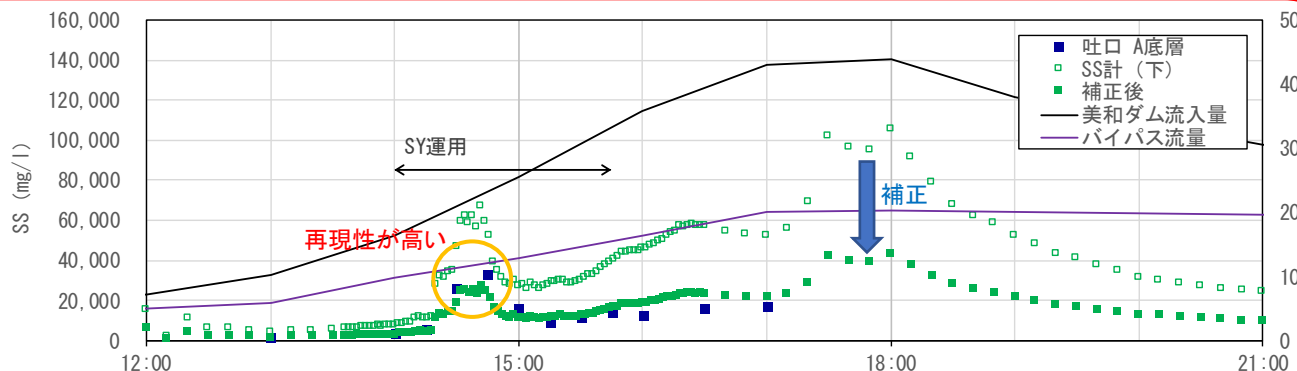
分派堰



吐口表層



吐口底層



分析SSによる補正