

第 5 回

松川ダム堆砂対策懇談会

説明資料

【目次】

1. これまでの経緯と今後の方針	1
2. バイパス運用実績（水収支）の報告	3
3. 土砂収支の報告	6
4. モニタリング調査結果の報告・総括	12
5. 本運用後のモニタリング計画（案）	28
6. 本運用後の維持管理計画（案）	30

令和6年3月22日

飯田建設事務所 松川ダム管理事務所

1. これまでの経緯と今後の方針

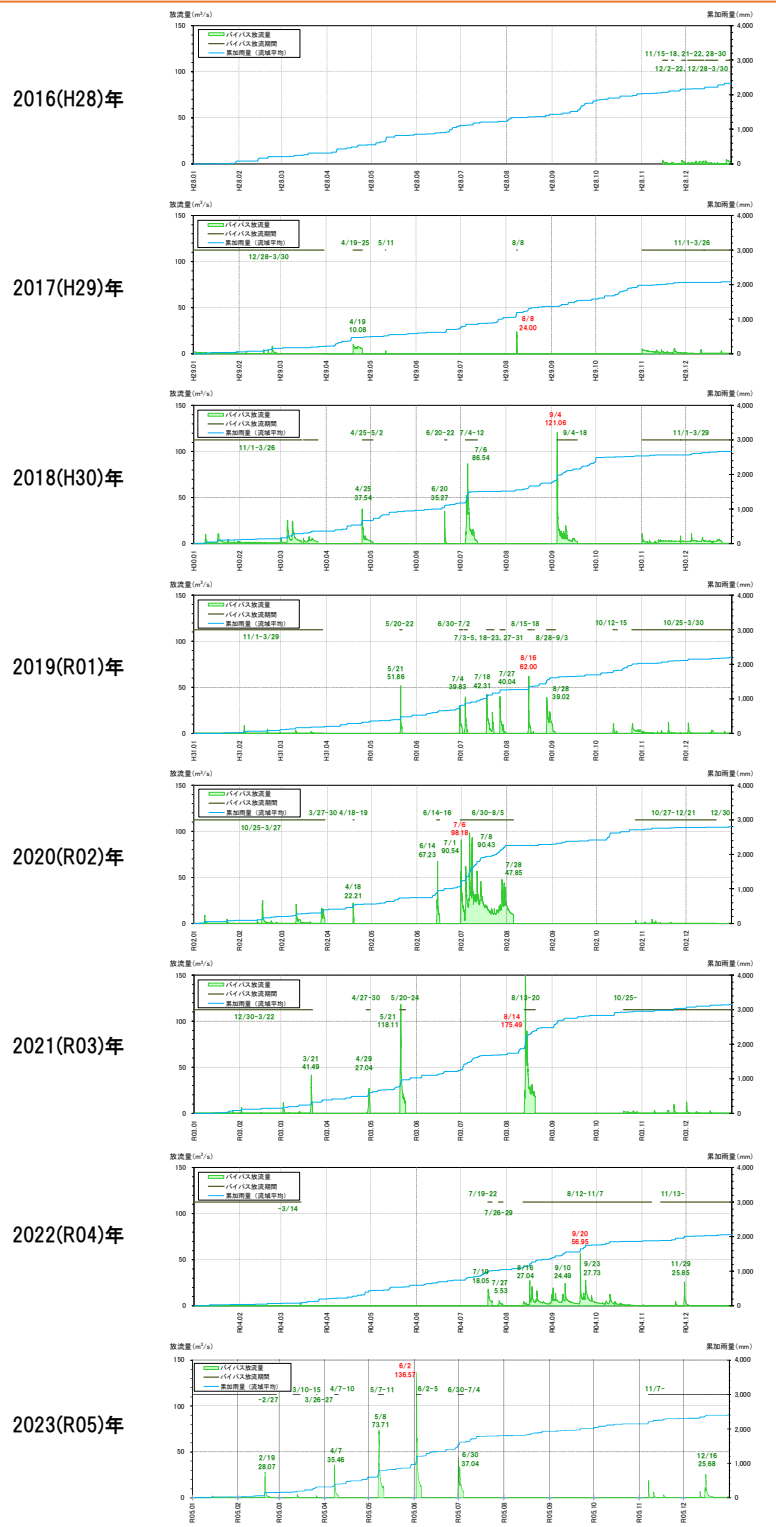
1. これまでの経緯と今後の方針

- 松川ダムでは平成28年11月15日のバイパス試験放流開始以降、現在までの約7年間で出水を対象として合計30回のバイパス放流を行った。
(冬季の転流期間は除く)
- バイパス試験放流による河川環境への影響評価を目的として、各種モニタリングを継続的に実施してきた。
- 来年度からは本運用への移行を予定しており、今回の懇談会では、本運用に向けて、以下について議論を行う。
 - ✓ バイパス運用実績（水収支、土砂収支）
 - ✓ 各種モニタリング調査結果（R05までの総括）
 - ✓ 本運用後のモニタリング計画（案）
 - ✓ 本運用後の維持管理計画（案）

H28. 11	バイパス放流設備試験放流開始
H29. 06	第1回松川ダム堆砂対策検討委員会 ・環境モニタリング計画(案)作成準備
平成29年度	バイパス放流（3回）実施〔設備の安全性等確認〕
H30. 03	第2回松川ダム堆砂対策検討委員会 ・環境モニタリング計画(案)作成
平成30年度	バイパス放流（4回）実施〔(本格的に)試験運用開始〕
H31. 03	第3回松川ダム堆砂対策検討委員会 ・環境モニタリングによる課題抽出、対応案検討
令和元年度	バイパス放流（9回）実施
R02. 07 (書面形式)	第4回松川ダム堆砂対策検討懇談会 ・環境モニタリングによる課題抽出、今後の対応、短期的影響評価
令和2年度	バイパス放流（4回）実施（うち1回は約1カ月間継続）
R03. 04 (書面形式)	令和2年度 松川ダムバイパス放流に係るモニタリング調査結果 報告 ・環境モニタリング結果および評価分析結果報告
令和3年度	バイパス放流（3回）実施
R04. 02 (WEB形式・書面形式)	令和3年度 松川ダムバイパス放流に係るモニタリング調査結果 報告 ・環境モニタリング結果および評価分析結果報告
令和4年度	バイパス放流（3回）実施（うち1回は約3カ月間継続）
R05. 02~03 (対面形式・WEB形式)	令和4年度 松川ダムバイパス放流に係るモニタリング調査結果 報告 ・環境モニタリング結果および評価分析結果報告
令和5年度	バイパス放流（4回）実施
R06. 03	第5回松川ダム堆砂対策検討懇談会

試験運用

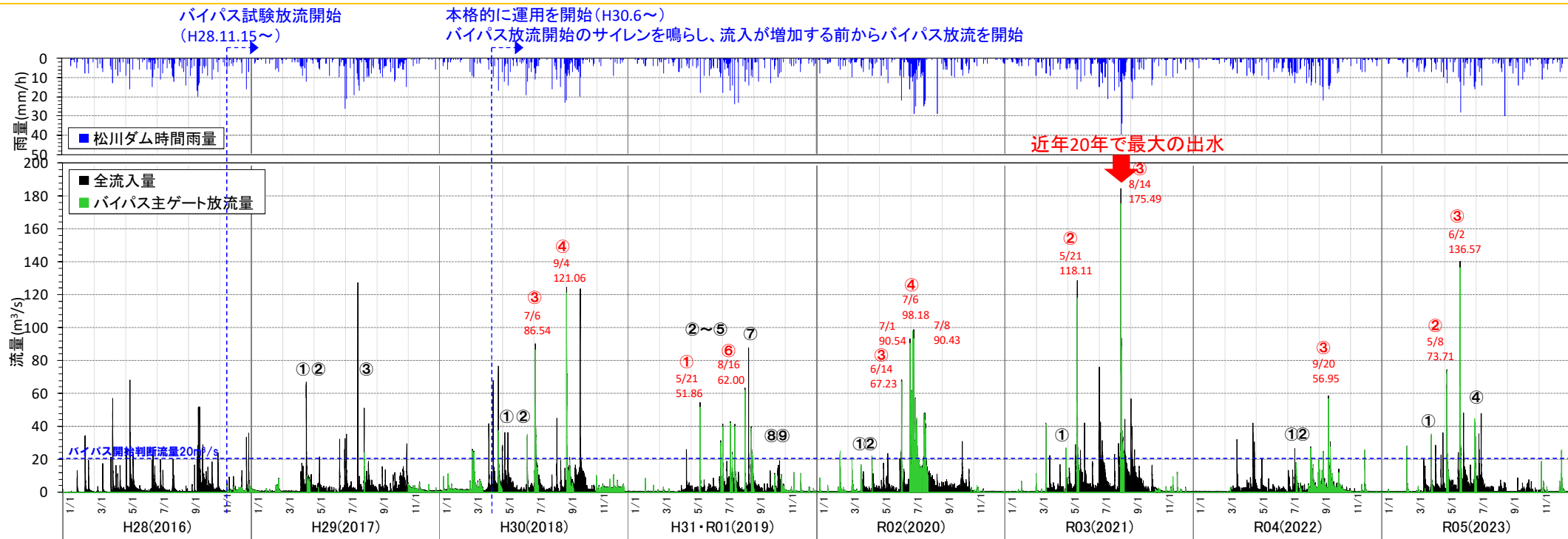
令和6年度	本運用
-------	-----



2. バイパス運用実績の報告 (水収支)

2. バイパス運用実績の報告

- 平成28年11月15日からバイパス試験放流を開始し、令和5年末までに、出水期において計30回バイパス放流を行った。
(例年11月初旬から翌3月末の期間は、バイパス施設は貯水池掘削のための転流工として運用しているため、上記には含まない。)
- 令和3年8月には近年20年で最大規模の出水が発生し、その際に試験放流開始以降最大となる約175m³/sのバイパス放流を行った。



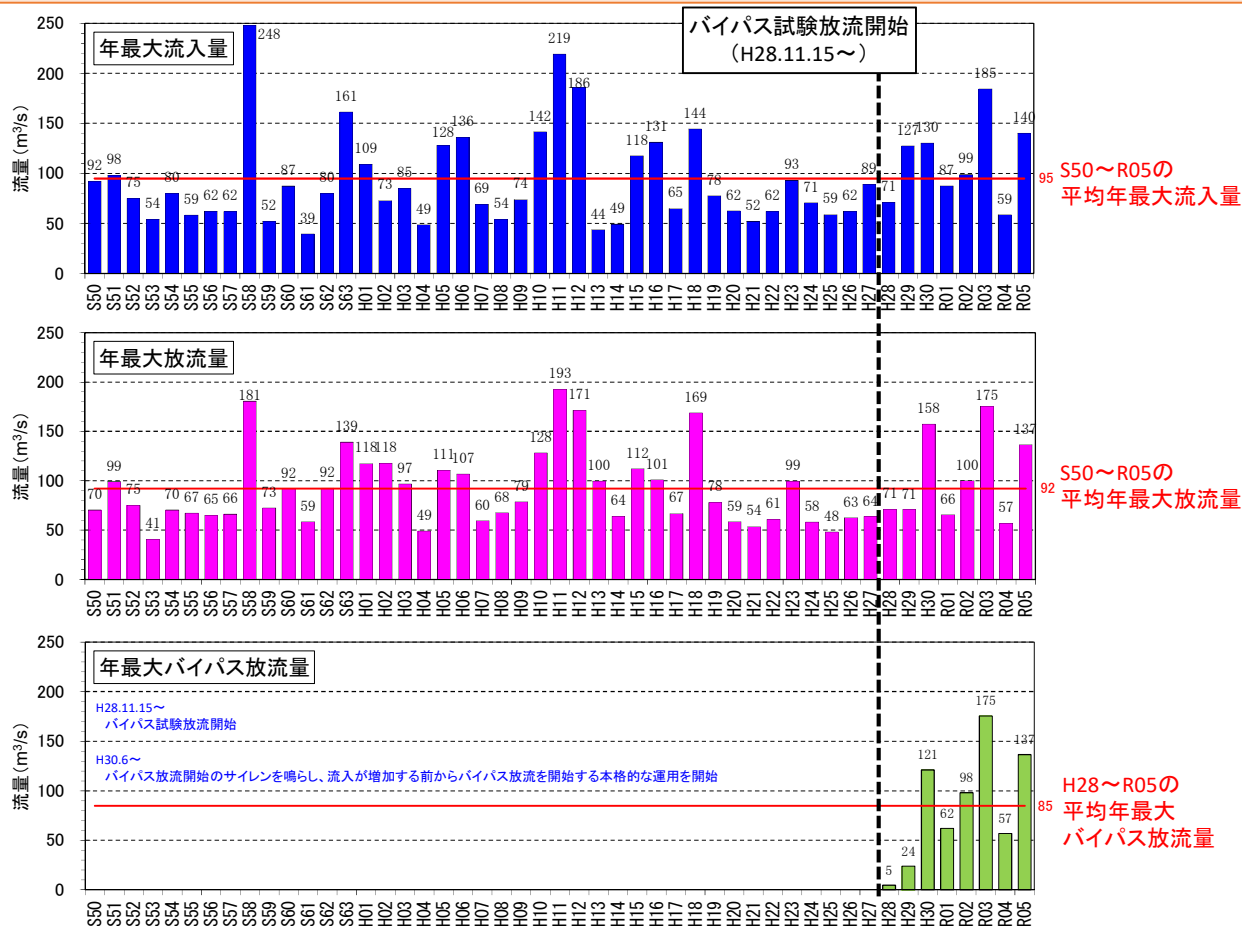
松川ダムバイパス運用状況

赤字: バイパス放流のピーク流量が50m³/s以上

年	①	バイパス放流期間	バイパス放流時間	最大流入量 (m ³ /s)	最大放流量 (m ³ /s)	最大バイパス放流量 (m ³ /s)	運用状況		
							① 総流入量 (m ³)	② 総バイパス放流量 (m ³)	②/① 比率 (%)
2017 (H29)	①	04/19 10:00 ~ 04/25 14:00	148時間 (約 6.2日間)	13.89	14.94	10.08	3,771,000	3,644,496	97
	②	05/11 09:00 ~ 05/11 15:00	6時間 (約 0.3日間)	3.14	3.14	3.14	72,288	70,920	98
	③	08/08 10:00 ~ 08/08 17:00	7時間 (約 0.3日間)	30.25	37.88	24.00	580,932	473,544	82
2018 (H30)	①	04/25 12:00 ~ 05/02 17:00	173時間 (約 7.2日間)	38.48	37.90	37.54	5,304,852	3,786,012	71
	②	06/20 10:00 ~ 06/21 20:00	34時間 (約 1.4日間)	34.26	35.90	35.27	1,145,628	728,892	64
	③	07/04 11:00 ~ 07/12 15:00	196時間 (約 8.2日間)	90.31	98.83	86.54	14,685,372	12,960,036	88
	④	09/04 14:00 ~ 09/18 11:00	333時間 (約 13.9日間)	124.74	144.39	121.06	13,861,512	11,251,728	81
2019 (R01)	①	05/20 20:00 ~ 05/22 09:00	37時間 (約 1.5日間)	54.70	56.54	51.86	1,565,712	1,516,968	97
	②	06/30 08:00 ~ 07/02 16:00	56時間 (約 2.3日間)	31.42	30.87	30.24	2,431,152	2,305,728	95
	③	07/03 17:00 ~ 07/05 15:00	46時間 (約 1.9日間)	41.50	40.40	39.83	2,033,352	1,868,508	92
	④	07/18 16:00 ~ 07/23 15:00	119時間 (約 5.0日間)	43.02	42.94	42.31	5,203,836	4,511,664	87
	⑤	07/27 18:00 ~ 07/31 09:00	87時間 (約 3.6日間)	41.43	42.50	40.04	3,399,300	2,812,248	83
	⑥	08/15 17:00 ~ 08/18 11:00	66時間 (約 2.8日間)	63.39	63.16	62.00	2,359,620	2,197,044	93
	⑦	08/28 10:00 ~ 09/03 09:00	143時間 (約 6.0日間)	39.82	40.19	39.02	7,006,968	6,515,640	93
2020 (R02)	①	03/27 14:00 ~ 03/30 09:00	67時間 (約 2.8日間)	16.67	16.47	16.47	2,104,776	2,073,744	99
	②	04/18 09:00 ~ 04/19 05:00	20時間 (約 0.8日間)	21.87	24.62	22.21	806,652	778,392	96
2021 (R03)	③	06/14 09:00 ~ 06/16 08:00	47時間 (約 2.0日間)	68.32	68.39	67.23	3,184,704	3,154,464	99
	④	06/30 13:00 ~ 08/05 14:00	865時間 (約 36.0日間)	98.88	100.07	98.18	69,534,684	67,838,544	98
	①	04/27 21:00 ~ 04/30 13:00	64時間 (約 2.7日間)	26.84	27.04	27.04	1,829,268	1,804,536	99
2022 (R04)	②	05/20 20:00 ~ 05/24 15:00	91時間 (約 3.8日間)	128.66	135.44	118.11	9,813,168	9,642,240	98
	③	08/13 08:00 ~ 08/20 16:00	176時間 (約 7.3日間)	184.56	175.49	175.49	24,163,164	23,324,364	97
	①	07/19 11:00 ~ 07/22 8:00	70時間 (約 2.9日間)	18.14	18.62	18.05	2,050,776	1,996,272	97
2023 (R05)	②	07/26 16:00 ~ 07/29 16:00	73時間 (約 3.0日間)	5.81	6.17	5.53	717,264	701,280	98
	③	08/12 11:00 ~ 11/7 13:00	2,091時間 (約 87.1日間)	58.72	56.95	56.95	31,556,268	30,593,340	97
	①	4/7 17:00 ~ 4/10 8:00	64時間 (約 2.7日間)	34.62	36.10	35.46	2,007,108	1,928,736	96
	②	5/7 11:00 ~ 5/11 9:00	95時間 (約 4.0日間)	74.49	78.82	73.71	8,125,812	7,900,020	97
2023 (R05)	③	6/2 9:00 ~ 6/3 17:00	81時間 (約 3.4日間)	140.26	136.57	136.57	8,910,828	8,751,312	98
	④	6/30 16:00 ~ 7/4 15:00	96時間 (約 4.0日間)	42.54	45.46	44.84	5,104,440	4,969,188	97

2. バイパス運用実績の報告

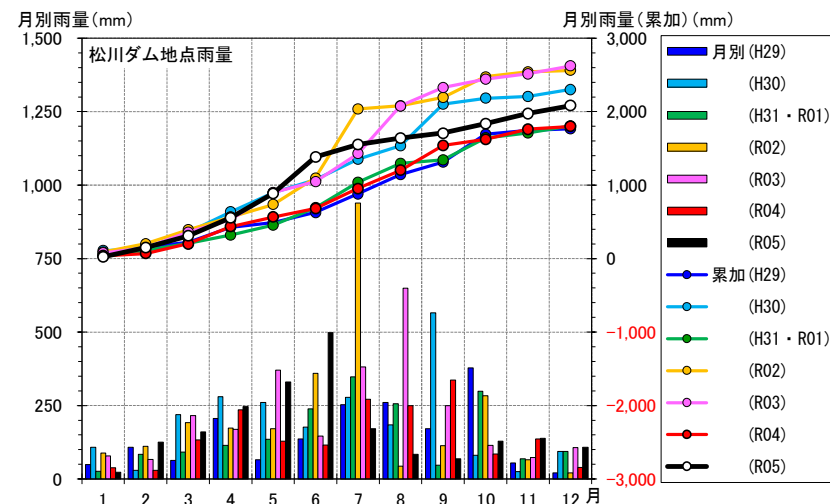
- 平成29年以降、令和5年までの約7年間で合計1,213日間（冬季に転流工として運用している期間も含む）バイパス運用し、水収支上では総流入量の43%をバイパスした。
- ダム完成以降、令和5年までの平均年最大流入量は95m³/s、平均年最大放流量は92m³/sであった。
- 平成28年11月のバイパス試験放流開始以降、令和5年までの期間は、大規模出水の発生した年や、出水の発生が少ない年等もあり、様々な流況が含まれる期間であった。



バイパス期間内の諸量(各年諸量)

バイパス放流期間	バイパス放流時間 バイパス主ゲートが開いていた時間	年最大流入量	年最大放流量	年最大バイパス放流量	水収支(m ³) バイパス放流期間中の毎正時データを基に集計		
					(a)総流入量	(b)バイパス通過流量	バイパス割合 (b)/(a)
平成29年	3,745時間(約156日間)	127.39	71.00	24.00	68,403,384	14,586,444	21%
平成30年	4,193時間(約175日間)	130.48	157.51	121.06	130,494,528	58,375,656	45%
平成31年・令和元年	4,344時間(約181日間)	87.39	65.71	62.00	64,936,296	30,337,128	47%
令和2年	4,437時間(約185日間)	98.88	100.07	98.18	130,651,488	81,415,332	62%
令和3年	4,103時間(約167日間)	184.56	175.49	175.49	145,258,164	42,843,564	29%
令和4年	5,133時間(約214日間)	58.72	56.95	56.95	63,913,572	37,594,188	59%
令和5年	3,160時間(約132日間)	140.26	136.57	136.57	86,361,408	31,390,416	36%
平成29年～令和5年	29,115時間(約1,213日間)	—	—	—	690,018,840	296,542,728	43%

※冬季に転流工として運用している期間も含む



松川ダム地点の各年の月別雨量と累加雨量

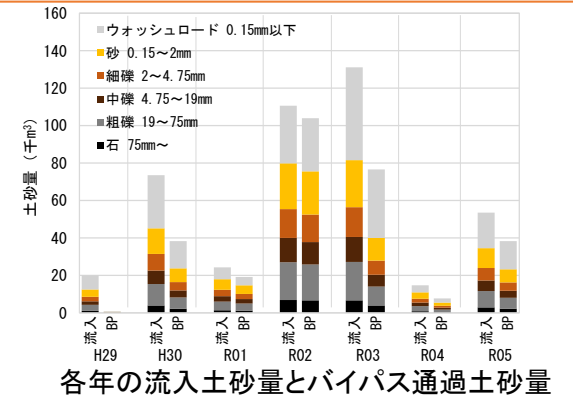
3. 土砂収支の試算結果の報告

3.1 試算結果

3.2 試算方法・試算条件

3. 土砂収支の報告 (3.1 試算結果)

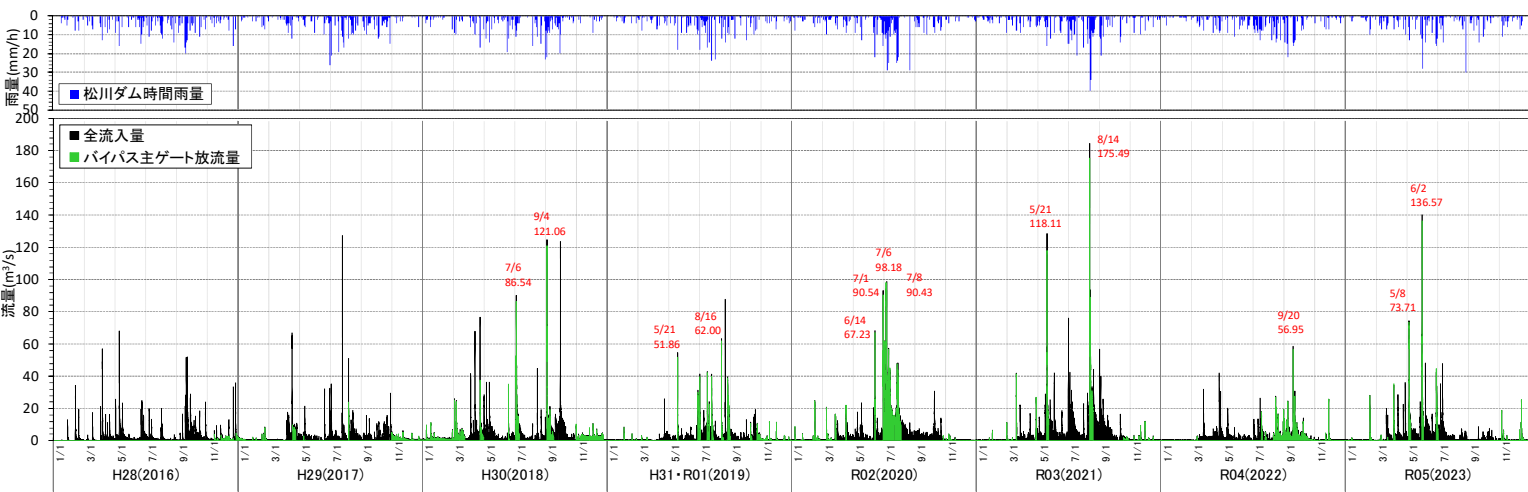
- 土砂収支および水収支の実態の試算結果について、年別、粒径別の内訳は以下のようになった。
 - ・ バイパス試験放流開始以降、約7年間で約29,000時間（約1,200日間）のバイパス放流を行い、水収支上約3億m³（総流入量の43%）をバイパスし、土砂収支上約28万m³（総流入土砂量の67%）をバイパスしたものと試算された。
 - ・ バイパスした土砂のうち、ウォッシュロード成分は36%、砂礫分は64%と試算された。



各年の流入土砂量とバイパス通過土砂量

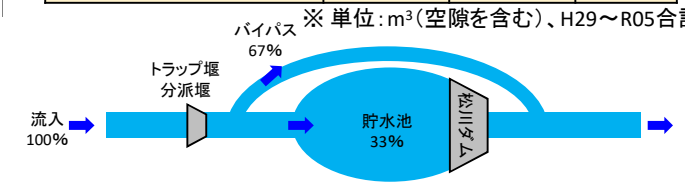
流入土砂量とバイパス通過土砂量の粒径の内訳

	流入	バイパス	BP割合
ウォッシュロード (粘土シルト) ~0.15mm	143,877	101,357	70%
砂 0.15~2mm	86,861	55,914	64%
礫 2~75mm	172,125	110,881	64%
石 75mm~	23,630	16,361	69%
合計	426,493	284,513	67%



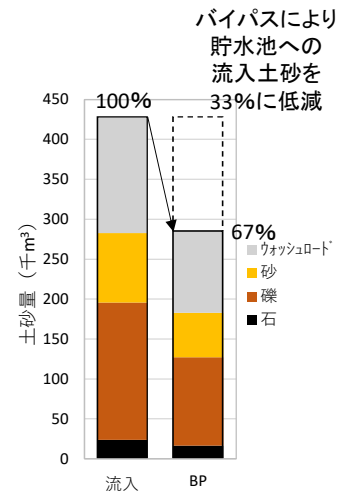
ダムおよびバイパス運用状況

バイパス期間内の諸量 (各年諸量)



※単位: m³(空隙を含む)、H29~R05合計

バイパス放流期間	バイパス放流時間 バイパス主ゲートが開いていた時間	水収支(m ³) バイパス放流期間中の毎正時データを基に集計			土砂収支(m ³)【全粒径】 ※空隙を含む			
		総流入量 (Q _{IN})	バイパス通過流量(Q _{BP})	バイパス割合 Q _{BP} /Q _{IN}	流入土砂量 (Q _{S IN})	バイパス通過土砂量(Q _{S BP})	バイパス割合 Q _{S BP} /Q _{S IN}	
H29	平成29年	3,745時間(約156日間)	68,403,384	14,586,444	21%	19,821	685	3.5%
H30	平成30年	4,193時間(約175日間)	130,494,528	58,375,656	45%	73,222	38,194	52%
R01	平成31年・令和元年	4,344時間(約181日間)	64,936,296	30,337,128	47%	24,170	19,157	79%
R02	令和2年	4,437時間(約185日間)	130,651,488	81,415,332	62%	110,305	104,025	94%
R03	令和3年	4,103時間(約167日間)	145,258,164	42,843,564	29%	131,087	76,640	58%
R04	令和4年	5,133時間(約214日間)	63,913,572	37,594,188	59%	14,523	7,455	51%
R05	令和5年	3,160時間(約132日間)	86,361,408	31,390,416	36%	53,365	38,357	72%
合計		29,115時間(約1,213日間)	690,018,840	296,542,728	43%	426,493	284,513	67%



バイパスにより貯水池への流入土砂を33%に低減

※冬季に転流工として運用している期間も含む

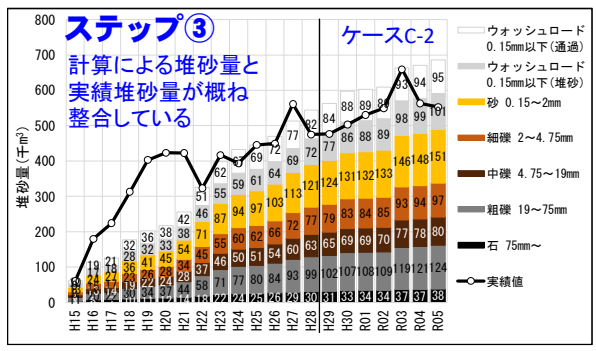
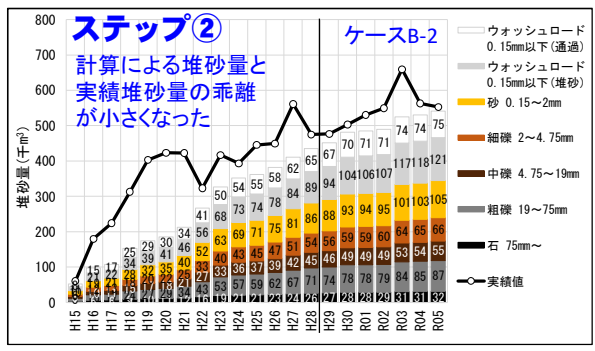
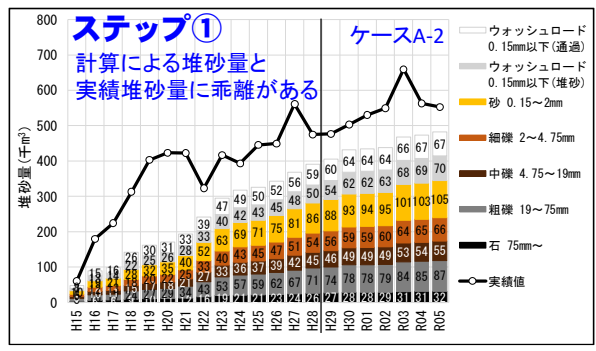
3. 土砂収支の報告 (3.2 試算方法・試算条件)

【試算概要】

- 計画土砂収支の算定方法および計算条件を参考に、平成29年から令和5年までの実績の年間流況に対する流砂量計算を行い、砂礫分も含めた全粒径の土砂収支の試算を行った。
- 計算で得られた堆砂量と実績堆砂量を比較し、その差の程度を確認することにより、計算の再現性を確認した。
- ステップ①で再現性が得られなかったため、次のステップとして計算条件を見直してトライアル計算を行い、実績堆砂量を再現できる計算条件を見だし、その結果をもって最終的な試算結果とした。（「3.1 試算結果」参照）

砂礫分の土砂収支の試算の検討の流れ

計算ケース	流入土砂の計算対象流量		河床材料	備考	再現性
	掃流砂・浮遊砂	ウォッシュロード			
ステップ① ケースA-1 A-2 A-3	20m³/s以上	20m³/s以上	1: H15・H27～H30の平均(75mm以上含む) 2: H27～H30の平均(75mm以上含む) 3: H27～H30の平均(75mm以下)【参考ケース】	計画土砂収支算定時の 計算条件に最も近い	× 実績堆砂量と比較して計算結果の堆砂量が少なく、 堆砂の質についてもウォッシュロード分が少ない
↓ ウォッシュロード分の対象流量を変更し、再現精度の向上を図る					
ステップ② ケースB-1 B-2 B-3	20m³/s以上	5m³/s以上	同上		× ケースAに比べてウォッシュロード分は増えたものの、 依然として実績堆砂量に比べて計算結果の堆砂量が少ない
↓ 掃流砂・浮遊砂の対象流量を変更し、再現精度の向上を図る					
ステップ③ ケースC-1 C-2 C-3	15m³/s以上	5m³/s以上	同上		○ ケースC-2 実績堆砂量を概ね再現することが出来た



実績堆砂量と計算による堆砂量の比較の例

【参考ケース】

ケースD-1 -2 -3	10m³/s以上	5m³/s以上	同上		× 実績堆砂量と計算結果の堆砂量の差が大きく、 再現精度が低い
--------------------	----------	---------	----	--	---------------------------------------

3. 土砂収支の報告 (3.2 試算方法・試算条件)

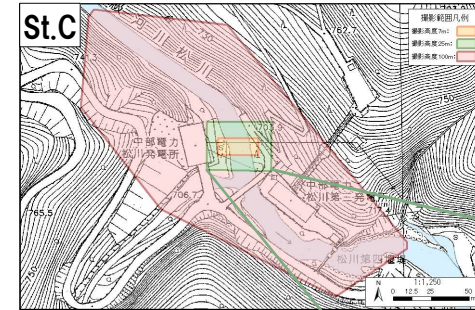
【計算条件】

- 計画土砂収支の算定条件を参考に、各種計算条件を設定した。
- 計画土砂収支算定時以降、新たな調査結果が存在する項目は最新のデータに更新し、計画土砂収支算定時から不変と考えられる項目は、当時の計算条件を踏襲するものとした。

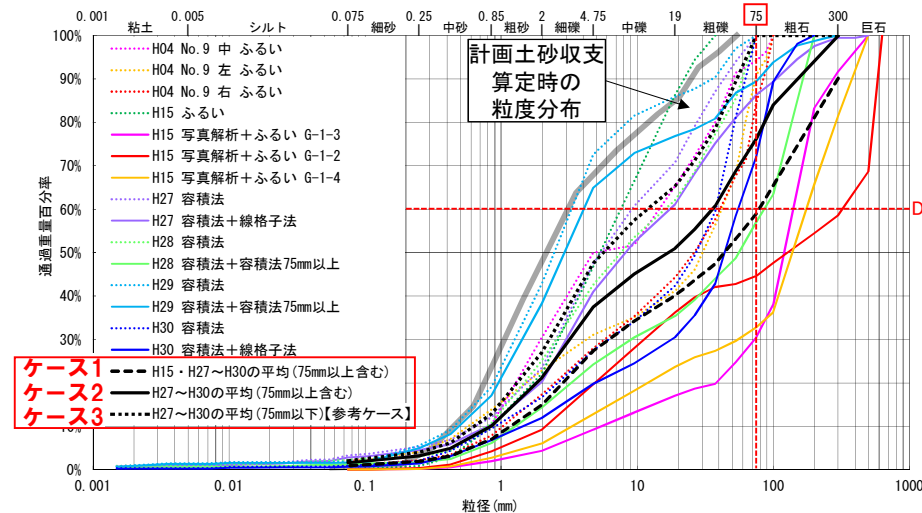
流入土砂量の計算条件【H15～R05】

項目	内容	備考	
対象流況	平成15年～令和5年の実績流況(時間データ) ・ケースA: 対象流量20m ³ /s以上 ・ケースB: 対象流量20m ³ /s以上(ウォッシュロードは5m ³ /s) ・ケースC: 対象流量15m ³ /s以上(ウォッシュロードは5m ³ /s) ・ケースD: 対象流量10m ³ /s以上(ウォッシュロードは5m ³ /s)【参考】	計画土砂収支算定時と同条件 バイパス放流終了の目安としている5m ³ /sと設定	
流砂量式	掃流砂	芦田・道上の式	
	浮遊砂	濃度分布式:レーン・カリンスキ式 平衡基準面濃度式: 芦田・道上の式	
	ウォッシュロード	St.CのH15～R04採水調査結果によるLQ式を基に算出 $Q_w(g/s) = 0.9246 \times Q^2.6783$	
代表計算断面	松川第4 堰堤上流部を矩形断面 (B=17m) で近似	計画土砂収支算定時と同条件	
水理量	等流計算により設定 (n=0.045、l=1/70)	計画土砂収支算定時と同条件	
河床材料	St.Cにおける既往河床材料調査結果を基に設定 ・ケース1: H15・H27～H30の平均(75mm以上含む) ・ケース2: H27～H30の平均(75mm以上含む) ・ケース3: H27～H30の平均(75mm以下)【参考ケース】	貯水池上流の調査地点であるSt.Cの調査結果を使用 現地には石分も存在するため、石分を含まないケース3は参考ケースとする	
計算粒径	掃流砂 浮遊砂	0.15mm以上	掃流砂・浮遊砂は粒径で分けるのではなく、水理量に応じて移動形態毎の流砂量を算定する
	ウォッシュロード	0.15mm以下	計画土砂収支算定時と同条件
空隙率	・掃流砂・浮遊砂: $\lambda = 0.4$ ・ウォッシュロード: $\lambda = 0.7$	一般的な値を使用	
ダム捕捉率	既往検討も参考に、対象期間中の回転率を基にBrune曲線を用いてバイパス試験放流開始前後それぞれの期間に対し、全粒径の捕捉率を設定した上でウォッシュロードの捕捉率を各ケース毎に設定 全粒径の捕捉率 H15～H28: 0.85、H29～R04: 0.90		

【河床材料粒度分布】



St.Cの様子



St.Cの既往河床材料調査結果

計画土砂収支算定時の粒度分布には石分は含まれていない。今回の計算条件設定にあたり、航空写真や河床材料調査結果から、松川ダム上流には粒径の大きな石分も多く存在していることから、計算条件として石分を含む粒径(ケース1・ケース2)を設定した。また、参考ケースとして、石分を含まない粒径(ケース3)も設定した。

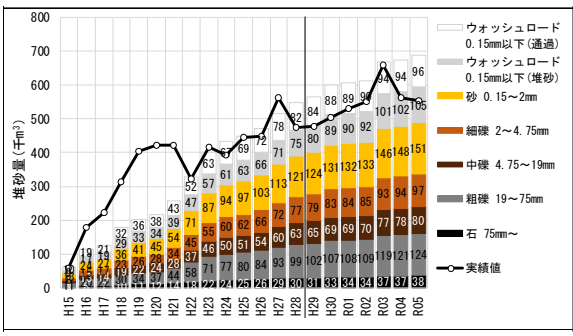
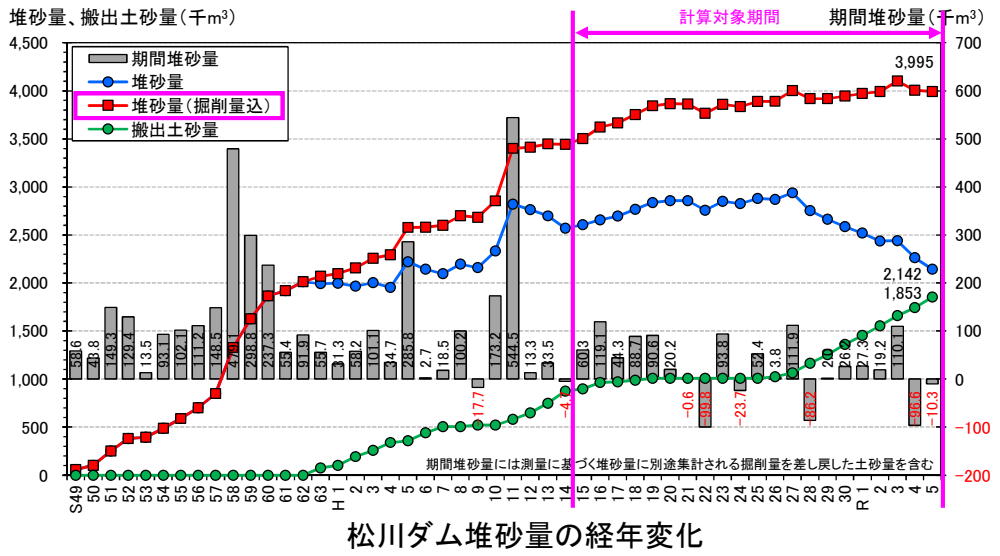
3. 土砂収支の報告 (3.2 試算方法・試算条件)

【検証材料】

- 検証材料として、以下のデータを用いる。
 - ①実績堆砂量 (掘削量込)
 - ②既往ボーリング調査結果による構成比率

【実績堆砂量】

- 松川ダムでは継続的に堆砂の掘削・除去が行われているため、検証に用いる実績堆砂量は、掘削量込の堆砂量とする。
- 期間堆砂量がマイナスとなる年があるが、流砂量計算ではこのマイナス値の再現は不可能であるため、各年の堆砂量を具に評価するのではなく、計算期間全体を通じた堆砂の傾向の再現状況により、計算の妥当性の評価する。



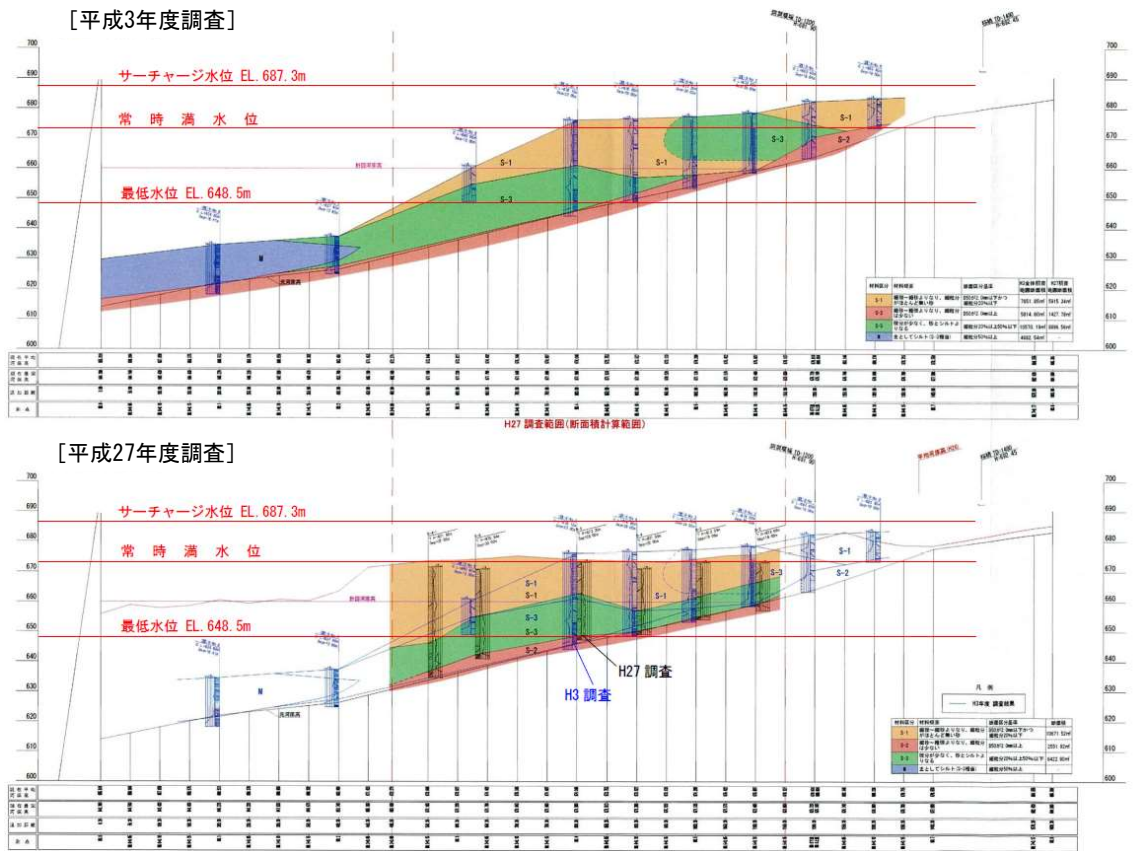
- ・ H21からH22にかけて実績堆砂量が大きく減少しているため、H21以前は計算結果による堆砂量と実績堆砂量が大きく乖離している。
- ・ これはH21頃、バイパス水路の工事に伴い、貯水池内や周辺地山の掘削を実施したことにより、堆砂量の算出条件が変化した影響が大きい。
- ・ そのため、H22以降の実績堆砂量の再現状況をもって妥当性を評価するものとした。

最終的な試算結果の堆砂量の経年変化

【ボーリング調査結果】

- 既往ボーリング調査結果は平成3年度と平成27年度の2時期が存在するが、平成27年度は調査範囲が部分的であるため、計算期間対象外ではあるが、平成3年度の結果を参考として用いる。

- 貯水池堆砂の内訳
- ・ 粘土シルト分：23%
 - ・ 砂 礫 分：77% (空隙を含む)



ボーリング調査結果