

■排砂バイパス呑口

- ・掃流砂の取り込みに有効な底部取水方式（オリフィス形式）
- ・呑口と連絡口にローラーゲートが設置され、貯水池側とバイパス側の切替が可能な構造
図-1.4.15 に呑口断面図、写真を示す。

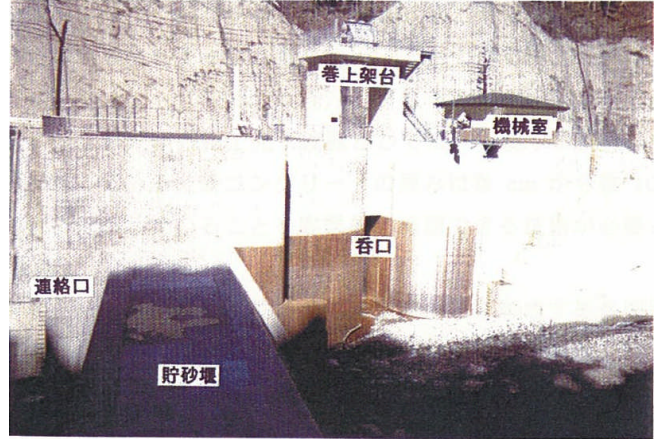
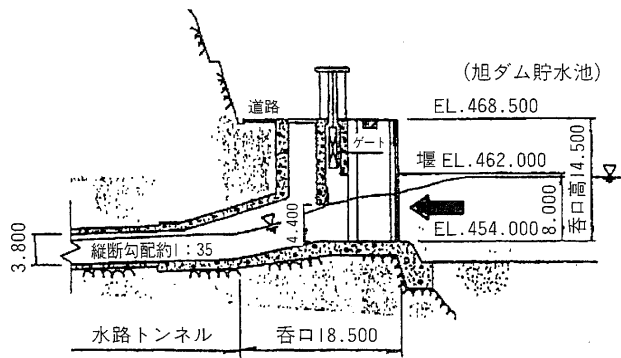


図-1.4.15 呑口断面図、写真¹⁴⁾

■排砂バイパス吐口

- ・トンネルから流出する流線の向きを河川の流線に沿う方向に設定
- ・敷高はダム設計洪水流量 1200m³/s が放流されても閉塞しないように河床より 4m 高く設計
- ・前面は洗掘防止のため護床工が設置
- ・200m 下流で河川内流速がバイパス設置前と変わらないことを模型実験で確認
図-1.4.16 に吐口断面図、写真を示す。

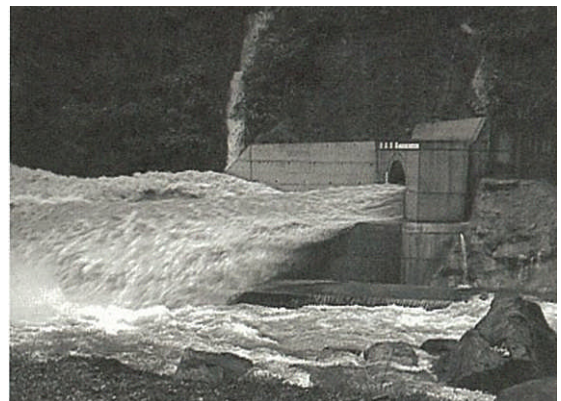
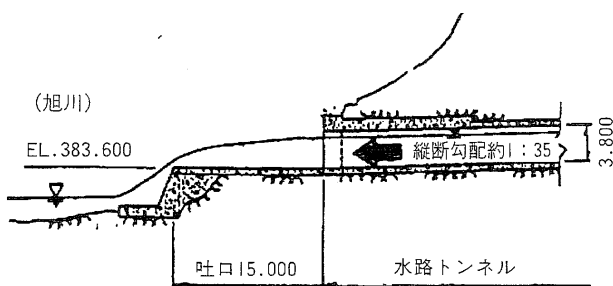


図-1.4.16 吐口断面図、写真¹⁴⁾

■摩耗対策

- ・流入土砂による摩耗対策を貯砂堰、呑口、トンネル、吐口に適用(表-1.4.3)
- ・摩耗量測定のため測定用プレートを設置
- ・摩耗量は排砂量に応じて増加しているが予測の範囲内であり著しい摩耗箇所は適宜補修
図-1.4.17 にインバート部の摩耗量を示す。

表-1.4.3 コンクリートの摩耗対策

場 所	箇所(部 位)	工 法	設計基準強度	備 考
貯砂堰	本体天端 部表面	高強度コンクリート打設 (表面：t=50cm)	36N/mm ²	主要対策
		シリカフェーム入りコン クリート打設（表面： t=20cm)	70N/mm ²	一部分
	水叩き上 流部表面	シリカフェーム入りコン クリート打設（表面： t=20cm)	70N/mm ²	主要対策
		高強度コンクリート打設 (表面：t=20cm)	36N/mm ²	一部分
トンネ ル	インバ ート(全線)	高強度コンクリート打設 (表面：t=40cm)	36N/mm ²	主要対策
		シリカフェーム入りコン クリート打設（表面： t=20cm)	70N/mm ²	トンネル終点部分 85.2m 区間のみ
吐口	本体天端 上流部表 面	シリカフェーム入りコン クリート打設（表面： t=20cm)	70N/mm ²	

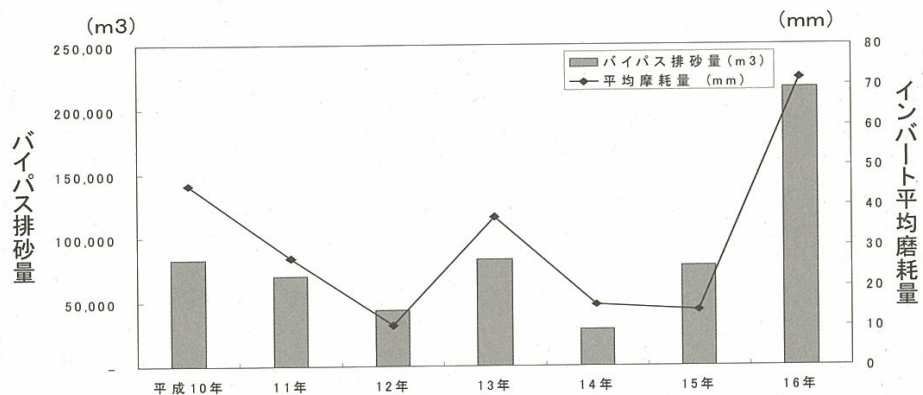


図-1.4.17 インバート部の摩耗量¹⁴⁾

■運用実績

- ・総流入量の約 65%が排砂バイパスを通過して直接下流に放流している(図-1.4.18)。
- ・濁水長期化では、図-1.4.19 に示すように 5ppm 以上の濁度が発生している日数について、運用前は上流測水所と下流測水所の差が 54~128 日であったが(H8 年度除く)、運用後は 3~32 日になった。
- ・堆砂の軽減効果は、図-1.4.20 に示すとおり、年間流入土砂量の 1~2 割が貯水池内に堆砂し、残り 8~9 割の土砂は排砂バイパスで排出されている。
- ・巨礫が目立った下流河床が、中小砂礫による礫床の形成によって露出度が低下。
- ・砂礫の州ができて河相が回復、昔の旭川に戻りつつあると地元民が評価。

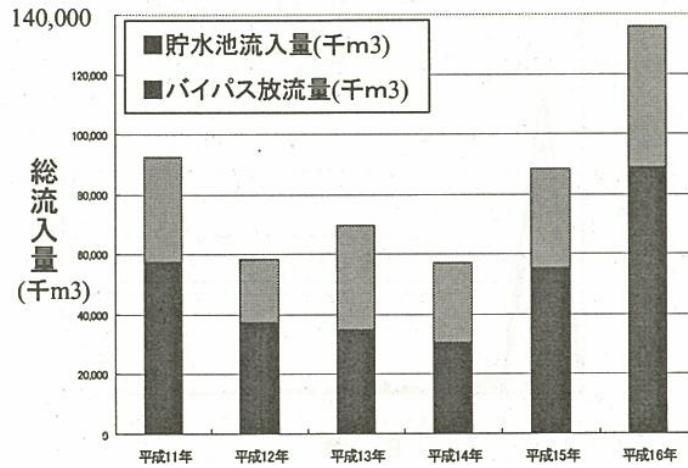


図-1.4.18 バイパス放流量の年別実績グラフ (H11~H16) ¹⁴⁾

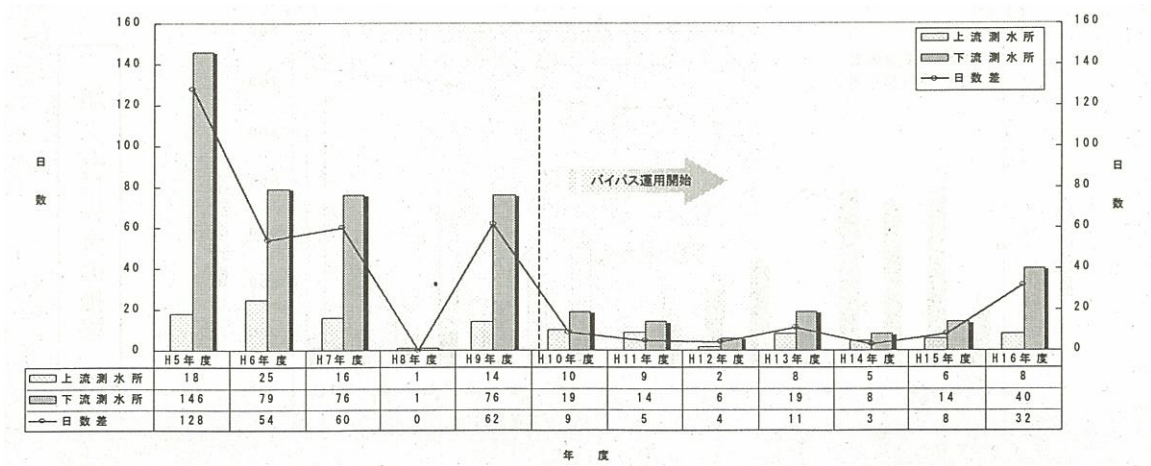


図-1.4.19 旭ダム上下流における濁度 5ppm 以上の日数 ¹⁴⁾

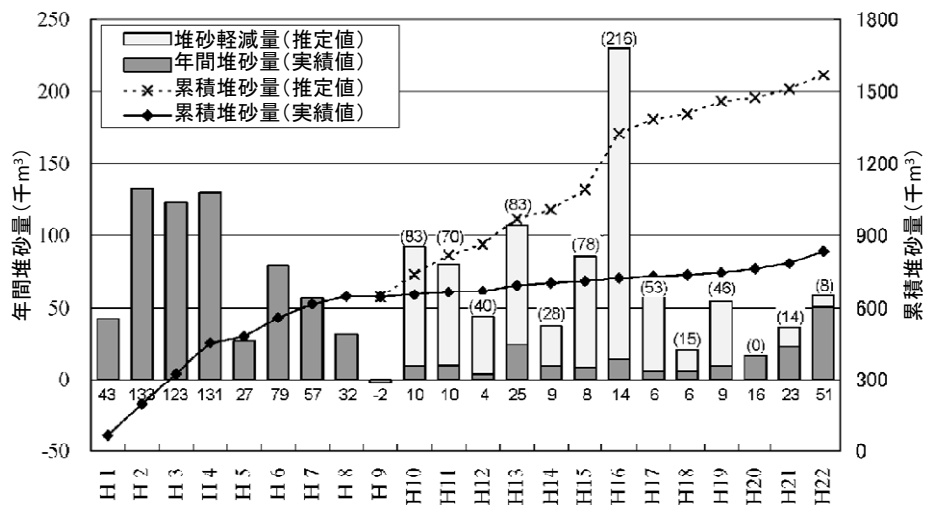


図-1.4.20 貯水池の堆砂量の推移 ¹⁴⁾

(3) 美和ダムの排砂バイパス事例

美和ダムの恒久堆砂対策は、上流の貯砂ダム、排砂バイパスへの導流機能を果たす分派堰が一体となって対応している。施設の計画では、美和ダムへの流入土砂はウォッシュロードが多いという特徴を考慮したものになっている(図-1.4.21)。

- ・貯砂ダム
流入土砂のうち掃流砂・浮遊砂を上流で捕捉し掘削除去する。建設資材として有効活用する。
- ・分派堰
導流機能と貯砂機能を併せ持つ。導流機能は貯砂ダムを越流してくるウォッシュロードをバイパスへ導く。貯砂機能は大洪水の際に貯砂ダムを越流してくる粗粒分を導流工及びトラップ堰で捕捉し、バイパスへの流入を防ぐ。
- ・排砂バイパス
ウォッシュロードを洪水流とともに美和ダム直下へ流下させる。

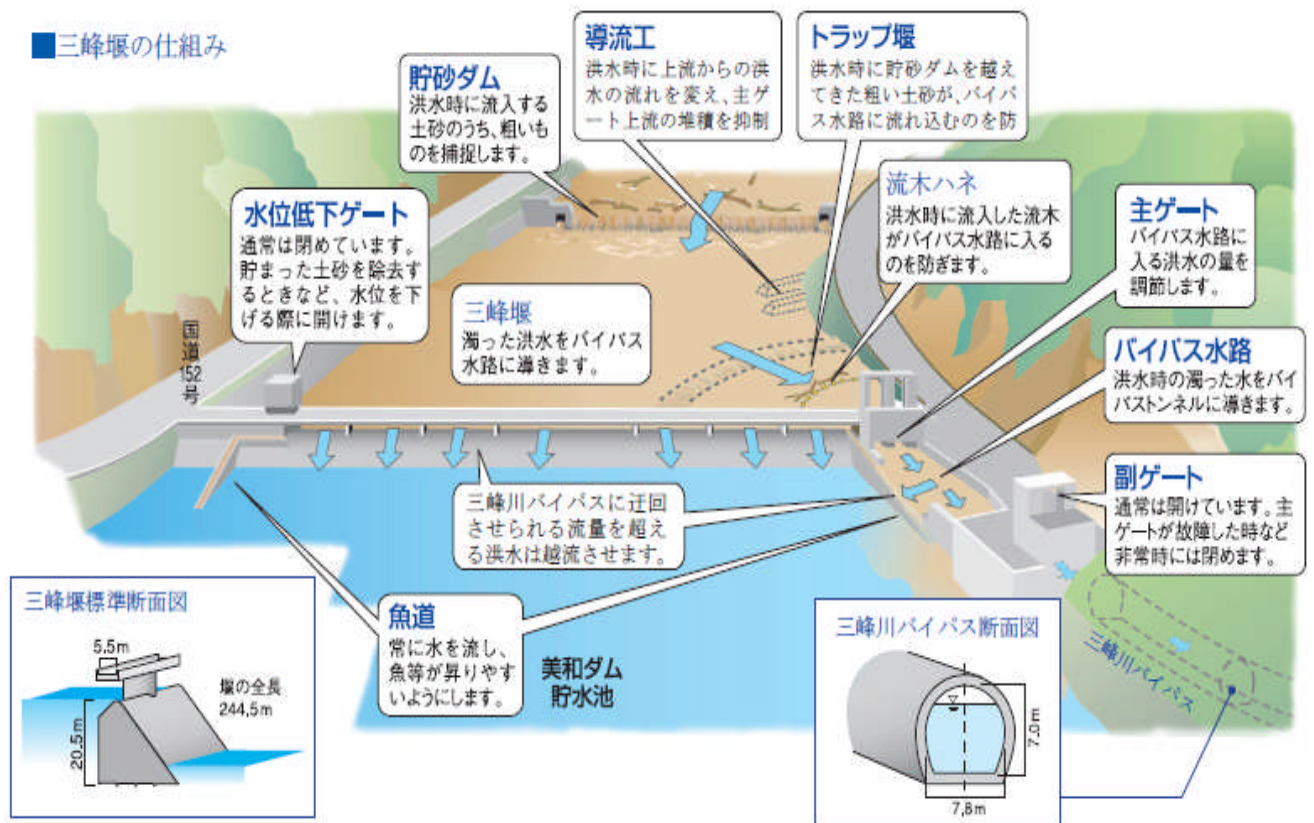


図-1.4.21 美和ダムにおける恒久堆砂対策（各設備の役割）¹³⁾



図-1.4.22 各設備の役割、写真¹⁵⁾

■トンネルの諸元等

- ・諸元 馬蹄型無圧水路、延長 4300m、勾配約 1/100、仕上がり断面 47m²
- ・計画通水量 300m³/sec
- ・完成 1997年
- ・全断面掘削の発破工法による NATM
- ・ズリ出しは連続ベルトコンベアによる坑外搬出方式(図-1.4.23)
- ・切羽における集中送気先端集塵システム
- ・貯水位より下位での掘進、中央構造線に近接した施工による突発湧水の恐れ

- 破砕帯や地質変化点において TSP 探査（弾性波探査）、油圧削岩機による探りボーリング
- ・発破による振動の周辺構造物に与える影響が懸念
 - 1 段あたりの薬量を低減させる制限発破の実施
- ・発破による騒音の周辺民家への影響が懸念
 - 坑口に防音扉を設置

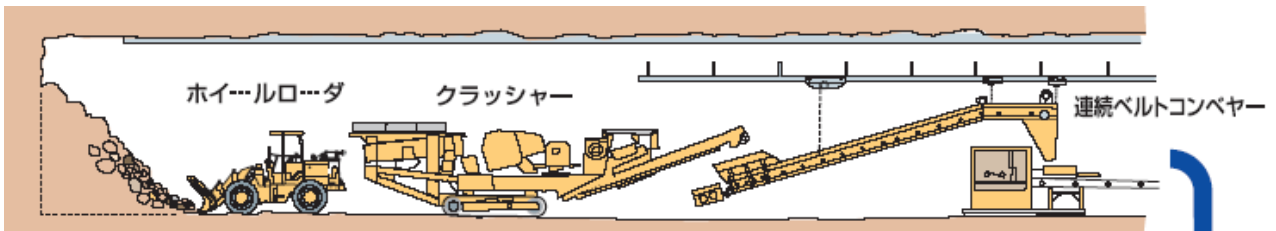
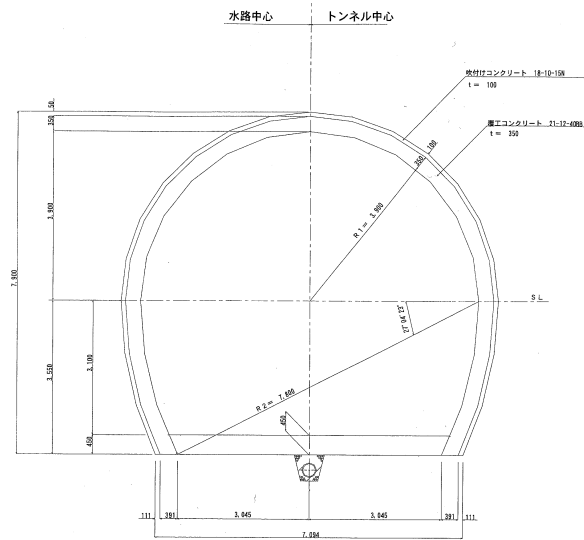


図-1.4.23 連続ベルトコンベアによる坑外搬出方式イメージ図、断面図¹⁵⁾

■ 摩耗対策

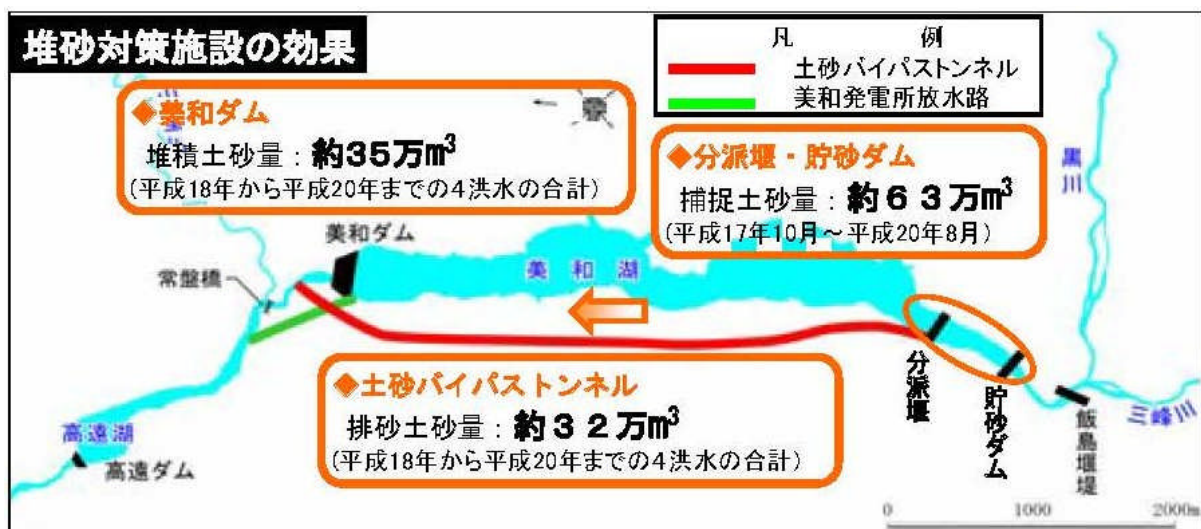
- ・覆工厚さの設定として構造上必要な厚さに 5cm（インバートは 10cm）追加している。
- ・呑口から 124m 区間を耐圧区間としている（表-1.4.4）。

表-1.4.4 美和ダムバイパストンネルのコンクリート仕様

箇所（部位）	仕様	備考
覆工コンクリート	21-12-40BB	一般部
	21-12-40BB 補強鉄筋	耐圧区間
	24-12-25BB	耐圧区間の呑口側
インバート	21-8-40BB	一般部
	21-8-40BB 補強鉄筋	耐圧区間
	24-8-25BB	耐圧区間の呑口側

■運用実績

- ・2005年6月より試験運用を開始。
- ・土砂収支計画、施設構造、放流水の濁り状況、生息生物への影響などについてモニタリング調査を実施中。
- ・2006年（平成18年）7月のバイパス放流終了後にバイパストンネル内の状況を確認した結果、異常が無いことが確認された。測定の結果、摩耗も確認されなかった（測定誤差以下）。
- ・2006年～2008年の4洪水の実績は、流入土砂量130万 m^3 のうち、分派堰、貯砂ダムで63 m^3 を捕捉、下流バイパストンネルにより、約32万 m^3 を下流へバイパスし、合計95万 m^3 の土砂流入を防ぐ効果があった（図-1.4.24）。
- ・美和ダム上流部から天竜川本川春近発電所付近までの8エリアにて流量、水質、堆砂量や河床材料、生物、河原の状況を観測。
- ・試験運用開始後5年間を想定。



(4) 松川ダムの排砂バイパス事例

松川ダムは、天竜川水系松川の飯田市上飯田地先に位置し、1975年に完成した重力式コンクリートダムである。上流域は地形が険しく地質ももろいため、大雨のたびに計画を上回る勢いで大量の土砂が貯水池内に流入し、貯水池運用に支障をきたすようになった（図-1.4.25）。

これらの状況の下で、治水効果の充実を図るため緊急治水対策として「松川ダム再開発事業」計画を平成2年度から、次のように実施している（図-1.4.26）。

対策1: 貯水池の堆砂を掘削除去する。

対策2: 恒久堆砂対策として貯水池上流の分派堰で流入土砂を捕捉し、バイパストンネルによって迂回させ下流に放出する。

なお、排砂バイパスは2004年に掘削完了後、財政的な問題を理由に工事は一時休止していたが、現在は進行中である。



図-1.4.25 堆砂状況(建設後23年経過、平成9年撮影)¹⁶⁾

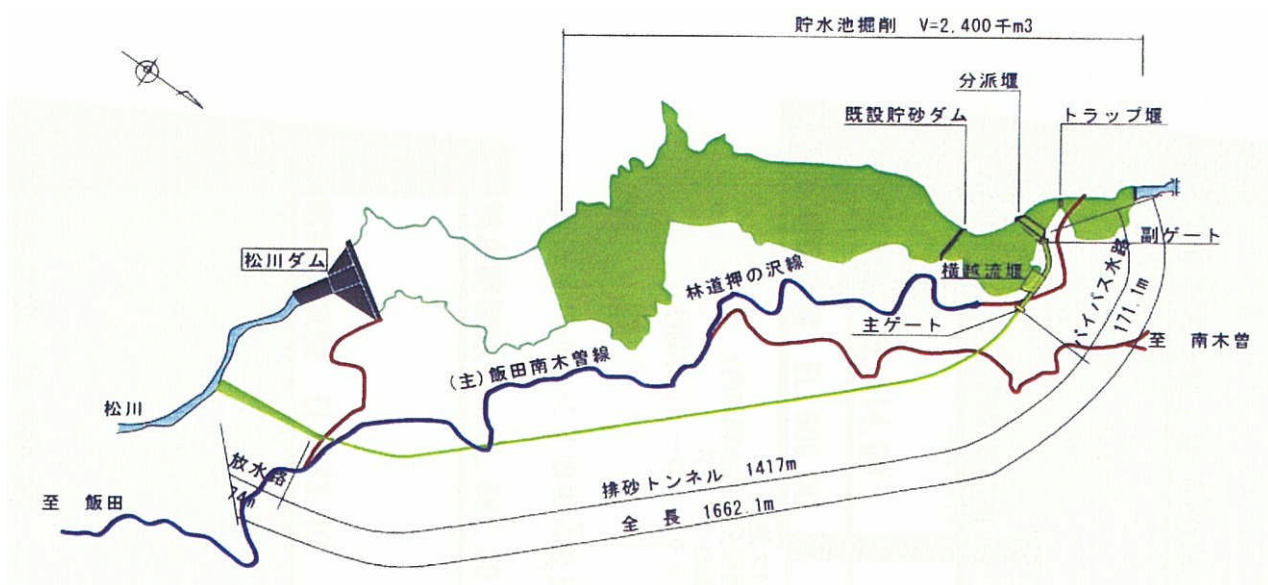


図-1.4.26 松川ダムの再開発事業計画¹⁶⁾

■トンネルの諸元等

- ・諸元 幌型無圧水路、延長1400m、勾配約1/25、仕上がり断面23m²
- ・計画通水量 200m³/sec
- ・工法 発破によるNATM
- ・図-1.4.27に示すように計画土砂収支は、流入土砂約15万m³に対して、分派堰で浮遊砂・掃流砂を合わせて4万m³、排砂バイパスで10.5万m³、貯水池内堆砂量を0.5万m³として見込んでいる。

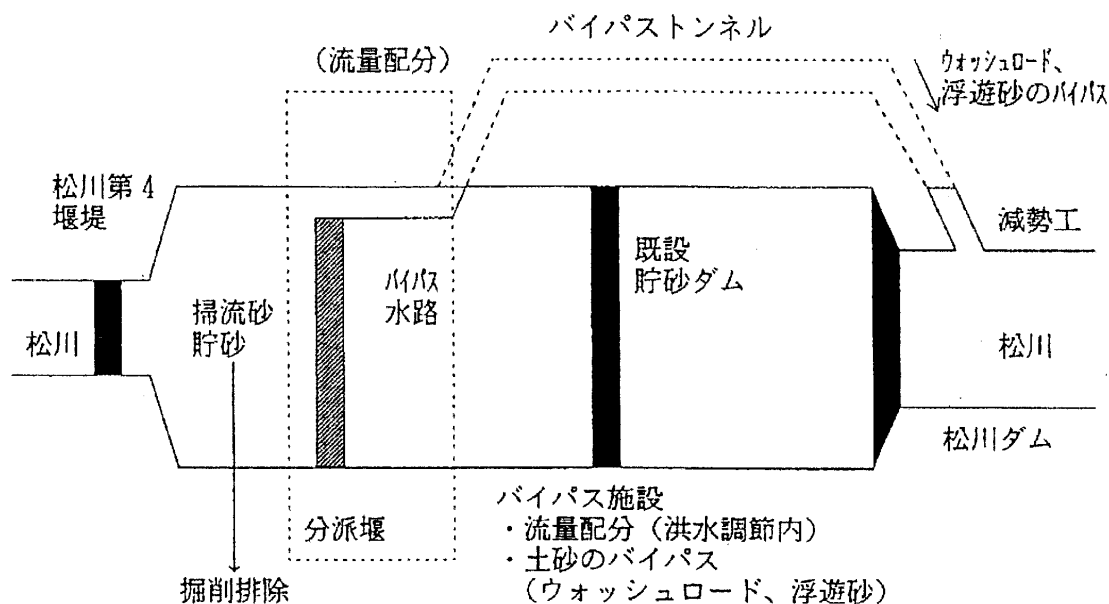


図-1.4.27 松川ダム再開発事業施設配置模式図

■ 摩耗対策

- ・インバートは低熱セメントを使用した高強度コンクリート（60N/mm²）を使用し、配合は表-1.4.5の通りである。
- ・インバート巻厚は最小厚さ35cmに摩耗しろ20cmを加えた55cmとした。

表-1.4.5 インバートの示方配合

セメント種類	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤	
					水	セメント	細骨材	粗骨材		高性能 AE 減水剤 (%)	空気量調整剤 (%)
								40-20	20-5		
低熱	12± 2.5	4.0± 1	30	36	140	446	649	581	581	0.34	0.005

(5) 小渋ダムの排砂バイパス事例

小渋ダムは、天竜川水系小渋川の下伊奈郡松川町と上伊那郡中川村との境界に位置し、洪水調節、かんがい、発電を目的とする多目的ダムとして1969年に完成したアーチ式コンクリートダムである。

現在、堆砂の進行により有効貯水容量が減少し、ダム貯水池機能が低下することに対処するため、土砂バイパストンネル施設の設置事業が進行中で、平成28年度に試験運用開始予定である。

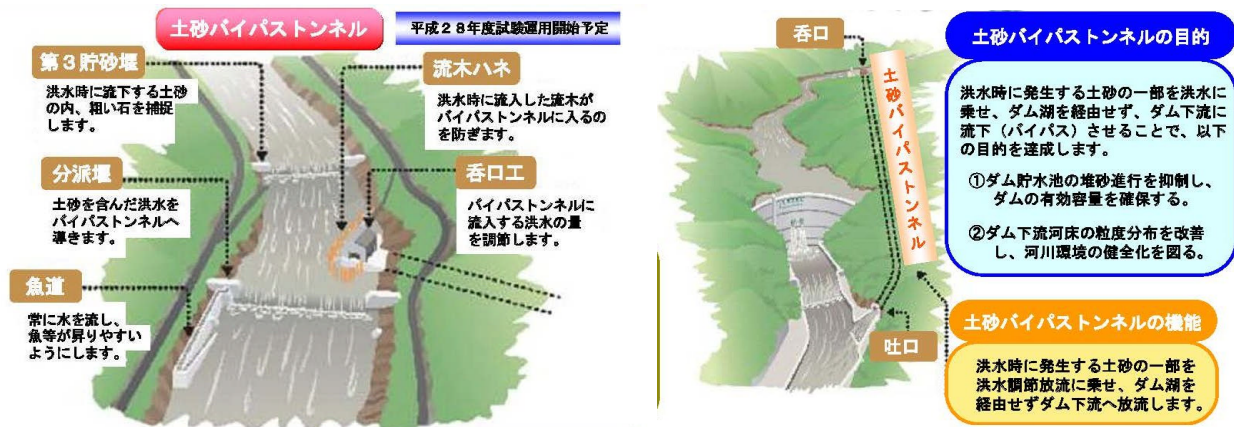


図-1.4.27 土砂バイパストンネルの機能(平成25年11月現在)⁴¹⁾

図-1.4.28 工事進捗状況(平成25年11月現在)⁴¹⁾

■トンネルの諸元等

- ・諸元 幌型無圧水路、延長約4000m、勾配約1/50、仕上がり断面49m²
- ・計画通水量 500m³/sec
- ・工法 NATM
- ・完成 平成27年度(予定)