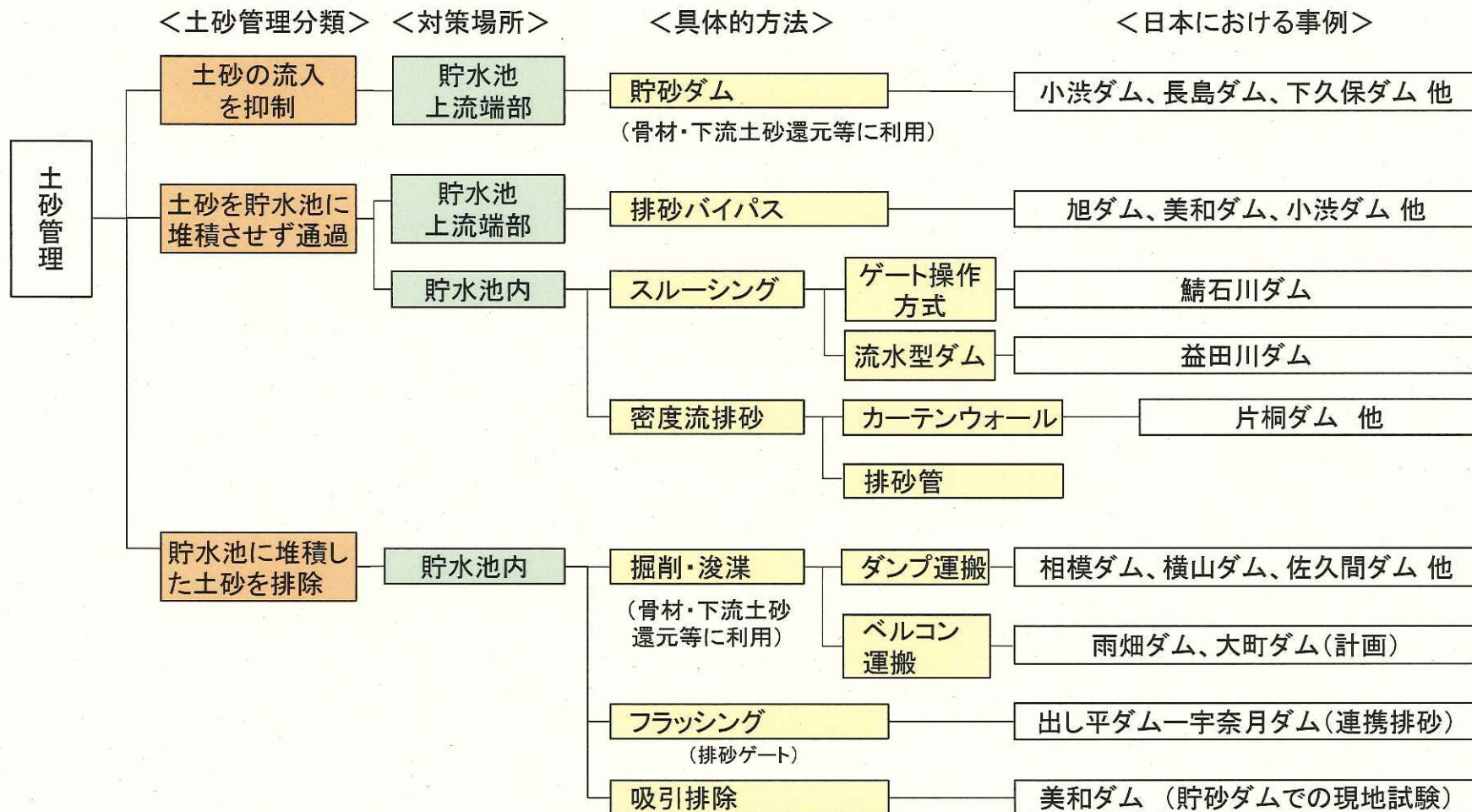
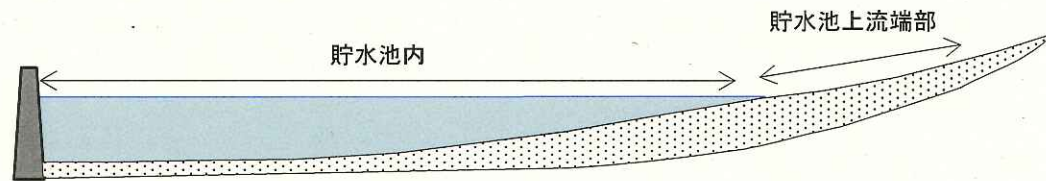


4. 堆砂対策の方法

(1) 堆砂対策方法の分類	197
(2) 堆砂対策の方法と事例	198
・ 貯砂ダム	198
・ 排砂バイパス	199
・ スルーシング	202
・ 密度流排砂	204
・ 掘削・浚渫	205
・ フラッシング	210
・ 吸引排除	211
(3) 堆砂対策の方法のまとめ	212

4. 堆砂対策の方法【(1)堆砂対策方法の分類】

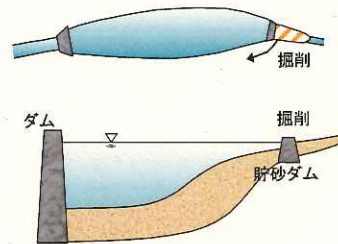
● ダムの堆砂対策は土砂の処理方法や対策する場所によって大きく7つの工法に分類することができる。



4. 堆砂対策の方法【(2)堆砂対策の方法と事例】(貯砂ダム)

① 貯砂ダム

貯水池上流に貯砂ダムを設け、粗粒土砂を堆積させることで、粗粒土砂が貯水池内に流入することを軽減させる。貯砂ダムでは堆砂の掘削除去が容易であり、堆砂掘削や砂利採取と合わせた対策が可能である。



■ 堆砂状況

- ダム完成後45年が経過し、堆砂量は約17,512千 m^3 、比堆砂量が1,723 m^3 /年/ km^2 であり、計画堆砂容量の88%の堆砂実績となっている。

【出典】平成26年度中部地方ダム等フォローアップ委員会報告書

■ 対策の概要

- これまでに3基の貯砂堰を設置しており、平成20年までに砂利業者による約230万 m^3 の砂利採取、約5万 m^3 の土砂排除工事を実施している。

【出典】平成21年度中部地方ダム等フォローアップ委員会報告書

■ 事例:小渋ダム(砂利採取業者との連携事例)

諸元	水系名	天竜川水系	目的	治水、不特定、かんがい、発電
	管理者	中部地方整備局	総貯水容量	58,000千 m^3
	所在地	長野県下伊那郡松川町	有効貯水容量	37,100千 m^3
	竣工年	昭和44年	堆砂容量	20,000千 m^3
	ダム形式	アーチ	集水面積	288.0 km^2



第1貯砂堰



第2貯砂堰

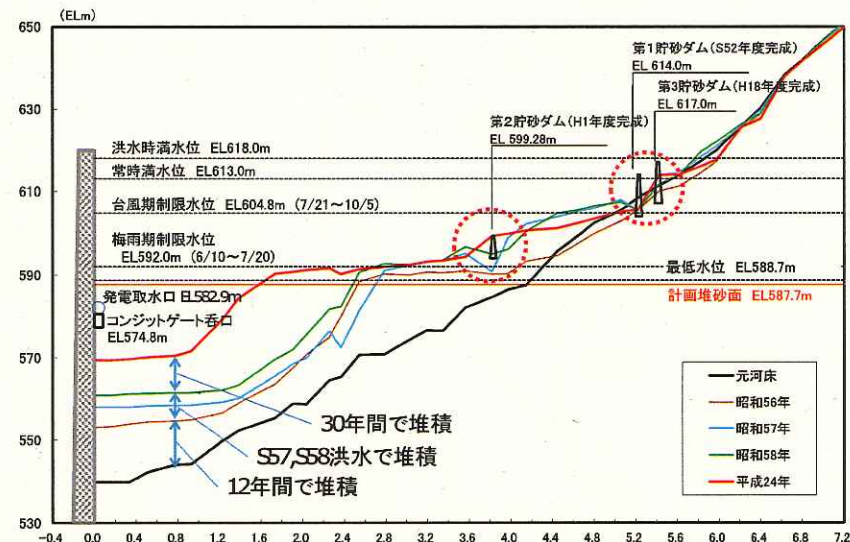
■ 対策の目的・目標

- 貯水地への流入土砂を低減する。
- 計画堆砂量の2倍であった堆砂を半減させることを目標とする。

【出典】天竜川水系の貯水地の堆砂軽減対策

■ 対策施設の諸元

第1貯砂堰		第2貯砂堰	
完成年度	昭和52年度	完成年度	平成元年度
計画貯砂量	153千 m^3	計画貯砂量	105千 m^3
堤高	10.00m	堤高	5.28m
堤頂長	100m	堤頂長	129m



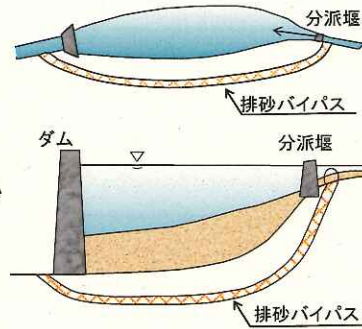
小渋ダムの堆砂状況と施設位置の関係

【出典】第1回小渋ダム土砂バイパストンネル モニタリング委員会説明資料

4. 堆砂対策の方法【(2)堆砂対策の方法と事例】(排砂バイパス)

② 排砂バイパス

貯水池に流入する土砂量を軽減するため、貯水池の上流に堰などの分派施設を設け、洪水時に土砂を含んだ流水の全部あるいは一部を、貯水池を迂回させて下流に放流する。また、流入土砂のうち堰に堆積する粗い粒子は洪水後掘削排除する必要がある。



■ 事例：旭ダム(礫・砂・ウオッシュロード(WL)を排砂対象とした事例)

諸元	水系名	新宮川水系	目的	発電
	管理者	関西電力(株)	総貯水容量	16,920千m ³
	所在地	奈良県吉野郡十津川村旭	有効貯水容量	12,500千m ³
	竣工年	昭和53年	堆砂容量	4,420千m ³
	ダム形式	アーチ	集水面積	39.2km ²

■ 対策の目的・目標

- ダム貯水池内の堆砂の抑制
- 濁水長期化の抑制
- 下流環境の改善

■ 対策施設の諸元

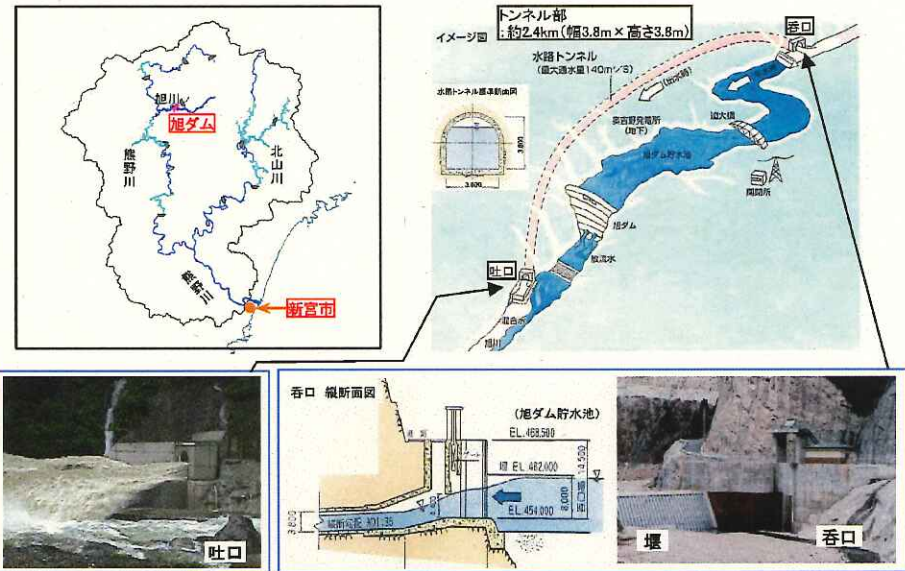
排砂バイパストンネル		分派堰	
完成年	平成10年度	堤高	13.5m
トンネル通水量	概ね140m ³ /s	堤頂長	45m
トンネル延長※	2,350m	※トンネル呑口および呑口から20mは鋼製ライニング	
径	3.8m		
勾配	1/35		

■ 堆砂状況

- 平成2年の台風に伴い上流域の崩壊地が拡大して、平成2年からの3年間で年平均130千m³の堆砂が進行した。また、濁水長期化現象が発生し対策が必要となった。

■ 対策の概要

- 排砂バイパスは、トンネル通水量(概ね140m³/s)までの洪水は、全てトンネル部を通じて下流に流すこととしており、上流から供給される土砂のほとんどを下流に流している。
- 平成10年運用開始以降、年間流入土砂量の約1~2割が湖内に堆砂、残りの8~9割の土砂は排砂バイパスにより流下したと推定される。
- トンネルインバートの磨耗が著しく、点検補修費用は2~4千万円/年となっている。



排砂バイパス施設の概要

4. 堆砂対策の方法【(2)堆砂対策の方法と事例】(排砂バイパス)

② 排砂バイパス

■ 事例: 美和ダム(ウオッシュロード(WL)を排砂対象とした事例)

諸元	水系名	天竜川水系	目的	治水、発電、かんがい
	管理者	中部地方整備局	総貯水容量	29,952千m ³
	所在地	長野県伊那市高遠町	有効貯水容量	20,745千m ³
	竣工年	昭和34年	堆砂容量	6,586千m ³
	ダム形式	重力式コンクリート	集水面積	311.1km ²

■ 対策の目的・目標

- 美和ダム貯水池への堆砂を抑制し、ダム機能の保全を図る。
- 土砂バイパス施設(土砂バイパストンネル、分派堰、貯砂ダム)を整備し、貯水池への土砂流入を抑制するとともに、ダム地点における土砂移動の連続性を確保する。

■ 対策施設の諸元

土砂バイパストンネル		分派堰(三峰堰)		貯砂ダム	
完成年	平成17年	完成年	平成17年	完成年	平成17年
全長	4,308m	堤高	20.5m	堤高	10.2m
断面形状	馬蹄形	堤頂長	244.5m	堤頂長	144.4m
断面の大きさ	H7.0m B7.8m	堆砂容量	520千m ³	堆砂容量	200千m ³
最大流量	300m ³ /s				

【出典】三峰川総合開発工事事務所 平成20年度パンフレット

■ 堆砂状況

- ダム完成後55年が経過し、平成25年度時点において、堆砂量は約6,080千m³、比堆砂量が959m³/年/km²であり、計画堆砂量の92.3%の堆砂実績となっている。

■ 対策の概要

- 再開発事業の一環として恒久堆砂対策を実施し、平成17年より試験運用を開始している。
- 土砂バイパストンネルは、平成26年度までに、延べ12回の試験運用がされており、約543千m³の排砂効果が確認されている。

【出典】三峰川総合開発工事事務所 2015(平成27年度)事業概要

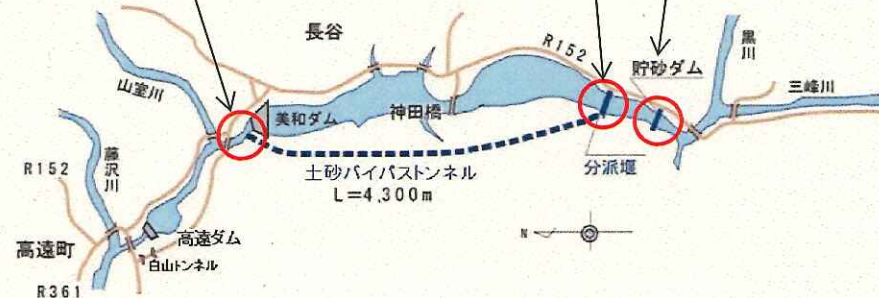
【土砂バイパストンネル】ウオッシュロード(細かい土砂で微少なものを)洪水とともに下流に流し、ダムを迂回させることによってダム湖に堆積しないようにします。



【分派堰】貯砂ダムを通過した細かい土砂が混ざった水を堰き止めて、土砂バイパストンネルに導きます。



【貯砂ダム】粗い土砂を堰き止め(沈降させ)洪水後に掘削することを容易にする。



土砂バイパス施設の配置及び機能

【出典】平成26年度 中部地方ダム等管理フォローアップ委員会、2015(平成27年度)事業概要

4. 堆砂対策の方法【(2)堆砂対策の方法と事例】(排砂バイパス)

② 排砂バイパス

■ 排砂バイパス事例の比較

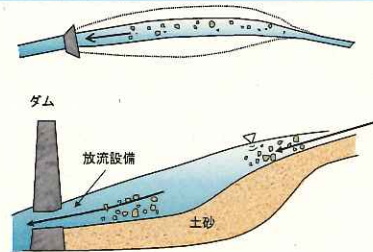
- 現在、国内で完成している排砂バイパスの事例を整理した。

ダム名		旭ダム	美和ダム	小渋ダム
管理者		関西電力(株)	国土交通省 中部地方整備局	国土交通省 中部地方整備局
バイパス完成年		平成10年度	平成17年度	平成25年度 (平成28年度より試験運用開始の予定)
目的		ダム貯水池内の堆砂の抑制 濁水長期化の抑制 下流環境の改善	堆砂を抑制し、ダム機能の保全を図る	堆砂進行の抑制 下流河床の粒度分布の改善
対象土砂		掃流砂、浮遊砂、ウォッシュロード	ウォッシュロード	掃流砂、浮遊砂、ウォッシュロード
年平均バイパス土砂量(計画)		—	39.9万m ³ /年	約31万m ³ /年 (※委員会資料試算値)
バイパストンネル	延長	2,350m	4,308m	約4,000m
	最大流量	140m ³ /s	300m ³ /s	370m ³ /s
	勾配	約1/35	1/100	1/50
	断面形状	幌型 (高さ:3.8m、幅3.8m)	標準馬蹄形 (高さ:7.0m、幅7.8m)	標準馬蹄形 (高さ:8.05m、幅7.075m)
分流堰	形式	鋼製式ダブルウォール	重力式コンクリート	重力式コンクリート
	寸法	高さ:13.5m	高さ:20.5m	高さ:20.3m、容量:210千m ³
	ゲート	1門	主ゲート:2門、副ゲート:1門 水位低下ゲート:1門	2門
出典		「旭ダムにおける貯水池の土砂管理について」、土砂管理とダムに関する国際シンポジウム、2005.10	三峰川総合開発工事事務所 平成20年度パンフレット 「美和ダム恒久堆砂対策の概要と試験運用」、建設の施工企画(2008.8)	事業概要、天竜川ダム統合管理事務所、平成27年度 第1回小渋ダム土砂バイパストンネルモニタリング委員会、資料3、2014.7

4. 堆砂対策の方法【(2)堆砂対策の方法と事例】(スルーシング)

③ スルーシング【ゲート操作方式】

洪水期に水位を低下させることにより流入土砂を貯水池内に堆積させることなく下流河川へ通過させる。多くの場合、洪水期の貯水位を低水位で運用して、十分な土砂運搬能力を助長することによって実施されている。



■ 事例: 鯖石川ダム (融雪出水を利用した事例)

諸元	水系名	鯖石川水系	目的	治水、不特定
	管理者	新潟県	総貯水容量	6,000千m ³
	所在地	新潟県柏崎市高柳町	有効貯水容量	5,100千m ³
	竣工年	昭和48年	堆砂容量	900千m ³
	ダム形式	重力式コンクリート	集水面積	46.0km ²

■ 対策の目的・目標

- スルーシングの安定運用による堆砂抑制
- 不特定用水容量の確保
- 平成21年度の堆砂形状を維持

■ 対策施設の諸元

- 貯水位運用によるソフト対策のため、堆砂対策のための専用施設はない。



【出典】新潟県HP

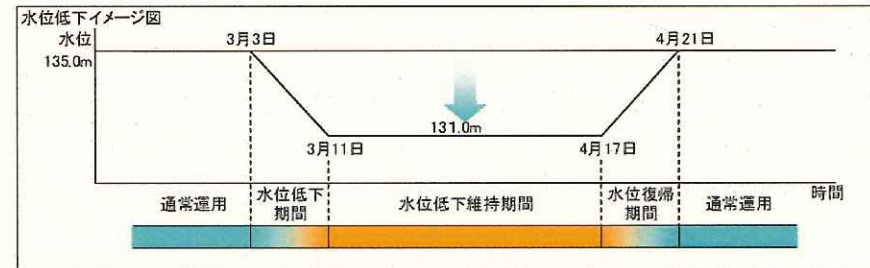
■ 堆砂状況

- 平成22年度時点、ダム建設から37年が経過しているが、対策直近(平成22年12月)の堆砂量は1,330千m³(堆砂率147.8%)に達している。

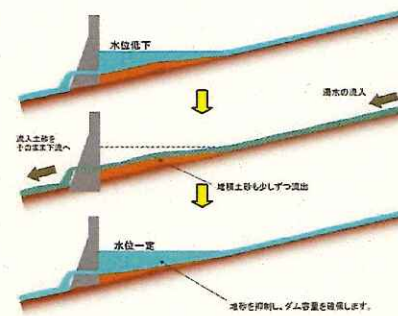
■ 対策の概要

- 流入量の多い融雪期(3月上旬~4月中旬)に貯水位を下げ、ホロージェットバルブから排砂。
- 平成23年のスルーシング実施後、堆砂量が約5千m³削減され、堆砂の進行を抑制。

【出典】鯖石川ダムのスルーシングについて



鯖石川ダムにおけるスルーシング運用計画



スルーシングの機構



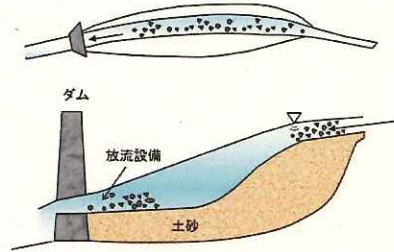
スルーシング時の貯水池内の状況

【出典】新潟県HP

4. 堆砂対策の方法【(2)堆砂対策の方法と事例】(スルーシング)

③ スルーシング【流水型ダム】

ゲートの無い自然調節方式の治水専用ダムとし、洪水調節用の放流管をダム建設前の河床標高に合わせて設定することで、流入土砂をダム下流へ通過させる。



■ 事例: 益田川ダム(流水型ダム※の事例)

諸元	水系名	益田川水系	目的	治水
	管理者	島根県	総貯水容量	6,750千m ³
	所在地	島根県益田市久々茂町	有効貯水容量	6,500千m ³
	竣工年	平成17年	堆砂容量	250千m ³
	ダム形式	重力式コンクリート	集水面積	87.6km ²

※ 流水型ダムとは洪水調節専用のダムで、利水機能を持たず通常時は水を貯めないダムである。

■ 対策の目的・目標

- 洪水調節機能の確保

■ 対策施設の諸元

常用洪水吐(排砂施設と兼用)	
形状	幅4.45m × 高さ3.4m
施設数	2条
備考	・ステンレス鋼によりライニング ・流木を止める施設が設置



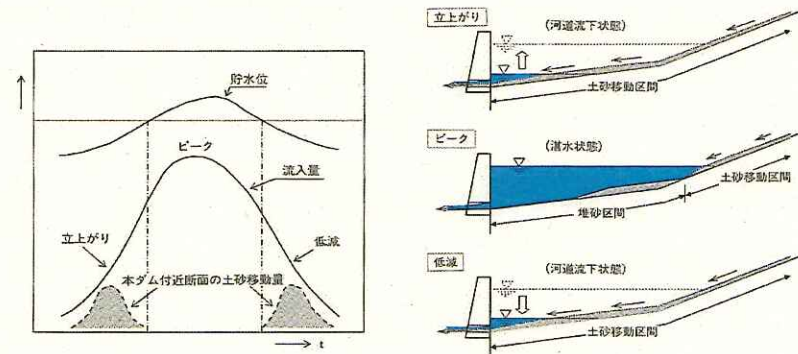
常用洪水吐の状況(ダム上流面)

■ 対策の概要

- 洪水時の初期および末期の掃流力により、河床部にある常用洪水吐から下流河道へ自然排砂させる。
- 計画流入土砂量230万m³に対し、170万m³を自然排砂する。

【排砂メカニズム】

- 常用洪水吐が河床部にあるため、洪水時に流入する土砂は洪水の初期および末期の掃流力により、常用洪水吐から下流河道へ自然排砂する。



流水型ダムにおける排砂イメージ



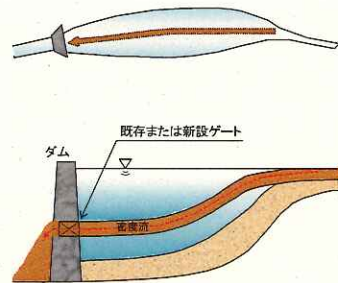
益田川ダムの現況(平成19年時点)

【出典1】益田川治水ダム建設事業について、島根県益田土木建築事務所、平成16年10月
【出典2】益田川ダムの管理開始から現在までの状況について、島根県河川課 平成19年5月

4. 堆砂対策の方法【(2)堆砂対策の方法と事例】(密度流排砂)

④ 密度流排砂【カーテンウォール】

洪水時に高濃度密度流の放流を行えるような放流設備を利用(必要に応じて新設)し、ウォッシュロード成分等をダムから放出する。



■ 事例: 片桐ダム

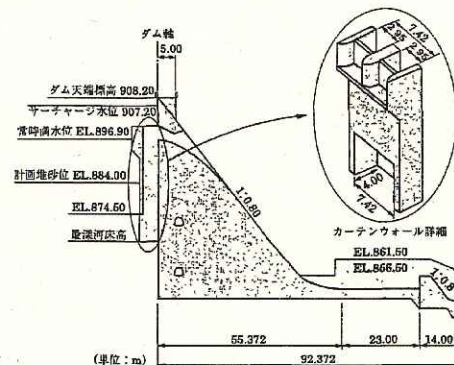
諸元	水系名	天竜川水系	目的	治水、不特定、水道
	管理者	長野県	総貯水容量	1,840千m ³
	所在地	長野県下伊那郡松川町上片桐	有効貯水容量	1,310千m ³
	竣工年	平成元年	堆砂容量	530千m ³
	ダム形式	重力式コンクリート	集水面積	15.1km ²

■ 対策の目的・目標

- 有効容量の確保(堆砂容量不足1,890千m³の解消)
- ダム計画時に堆砂対策を導入

■ 対策施設の諸元

カーテンウォール	
完成年	平成元年度
内空断面	7.42m × 4.00m
高さ	27m



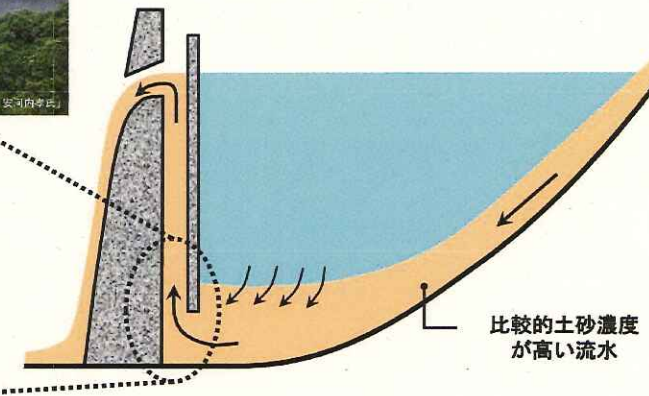
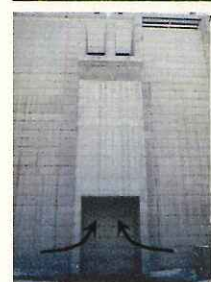
【出典】ダムの堆砂と排砂

■ 対策の概要

- 常用洪水吐に設置されたカーテンウォールから底部の細粒分を吸入して流下させる。
- 堆砂容量の不足1,890千m³を上流砂防ダム群で830千m³、貯水地からの掘削搬出で850千m³、残りの210千m³を洪水吐(カーテンウォール)からの濁水放流で処理する。



● 密度流排出のイメージ



カーテンウォールによる排砂イメージ

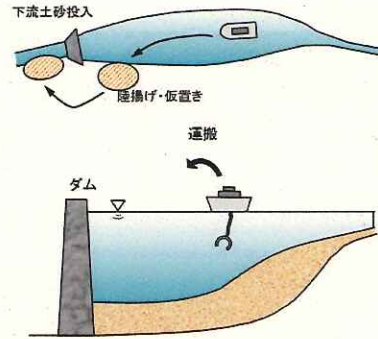
【出典】国土交通省HP

4. 堆砂対策の方法【(2)堆砂対策の方法と事例】(掘削・浚渫)

⑤ 掘削・浚渫

掘削は、貯水池上流部に堆積した土砂を、陸上掘削機械により採取し、湖外へ移動させる方法である。本法は、貯水池内における対策のうち最も一般的な方法である。

浚渫は、ポンプ浚渫船やグラブ浚渫船などの機械力を用いて、水中に堆積している土砂を採取し、湖外へ搬出する方法である。



■事例：相模ダム(バックホウ浚渫の事例)

諸元	水系名	相模川水系	目的	上水道、工業、発電
	管理者	神奈川県	総貯水容量	63,200千m ³
	所在地	神奈川県相模原市緑区	有効貯水容量	48,200千m ³
	竣工年	昭和22年	堆砂容量	15,000千m ³
	ダム形式	重力式コンクリート	集水面積	1,128.5km ²

■対策の目的・目標

- 貯水池末端部の堆砂による洪水災害の防止
- 貯水容量の確保

■対策施設の諸元

- 水上から土砂を陸揚げするための施設が必要となる。



相模ダムのバックホウ浚渫



浚渫土の陸揚げ

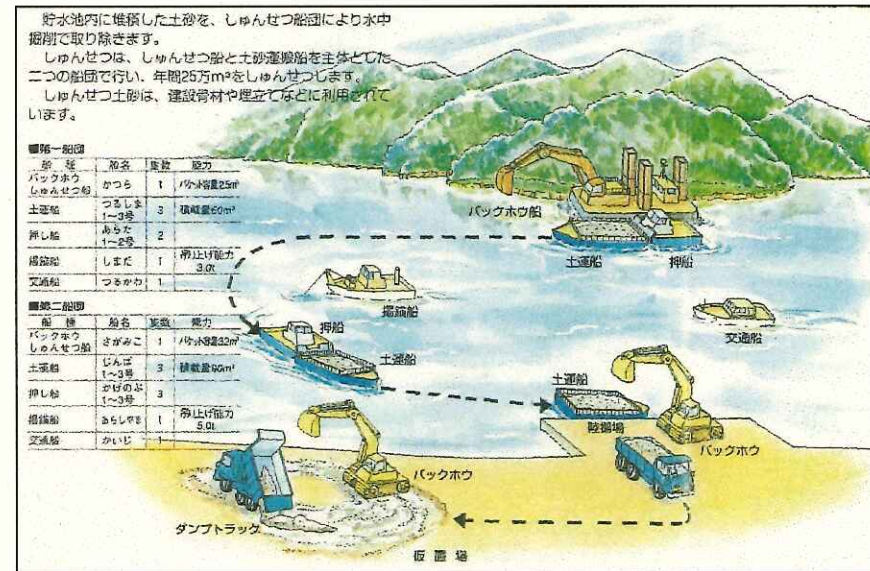
■堆砂状況

- 平成25年度現在、ダム建設から67年が経過しているが、全堆砂量は18,780千m³(堆砂率125.2%)に達している。

【出典】相模川 流砂系 総合土砂管理計画(案)

■対策の概要

- 昭和62年度からバックホウ浚渫船を導入し、水中掘削により年間10~15万m³の浚渫を行ってきた。
- 平成5年度から相模貯水池大規模建設改良事業に着手。浚渫船団を2船団に増強し、25万m³/年の浚渫を実施する計画となった。



相模ダム貯水池における土砂浚渫のイメージ


【出典】神奈川県 相模貯水池大規模建設改良事業計画概要

4. 堆砂対策の方法【(2)堆砂対策の方法と事例】(掘削・浚渫)

⑤ 掘削・浚渫(参考)

■ 浚渫の種類について

- 浚渫工法はポンプ、クラブ、バックホウの3つに分けられる。

工法分類	ポンプ浚渫	クラブ浚渫	バックホウ浚渫
工法の概要	水底の土砂をカッターで切り崩し、船内のポンプで吸引口から水と共に土砂を吸い上げる方式の浚渫船で、通常ポンプ浚渫船といえ、この機種を指す。搬出方法は船内ポンプによるスラリーのパイプライン輸送である。	クラブバケットで水底の土砂を汲み上げる方式で、自航式のものもあるが、非航式のものが多い。浚渫土砂は、通常、土運船で運搬するが、圧送ポンプ、スラリーポンプを内蔵した機種もある。	運搬組立て式の台船にバックホウを艀装し、浚渫するものである。
施工実績	湖沼、河川における実績は多数。ダム貯水池での土砂採取に利用される例も多い。	ダム、湖沼、河川における実績は多い。	湖沼、河川における実績は多い。
適応土質	粘性土～砂質土	軟弱土～硬質土	軟質土～硬質土
浚渫深度	3～15m程度が一般的	ワイヤ長により、深度変化に容易に対応可能	台船上から6.5～7.0m程度
障害物への対応	大型障害物には前処理工事が必要になる。雑障害物は防護カバーで対処できるが、作業効率は大幅に低下する。	沈木や転石に容易に対応できるが、選別除去装置が必要である。	中小型、雑ゴミなどの障害物は別途選別することで対処可能だが、バケットに入らない大型は事前処理が必要である。
環境	濁りは比較的少ない。騒音は一般的なレベルである。	開放型は濁りが多く、密閉型は少ない。騒音は多少あるので、夜間作業を行う場合は防音装置が必要である。	濁りは多い。騒音も多少あるので、夜間作業を行う場合には防音装置が必要である。
ダム湖に対する適用性	砂質土、粘性土に適し、作業能力も高い。障害物が少なく、平坦広大で距離も比較的近い処理地をもつ場合に適する。	適用土質が広く、施工能力も広範で、障害物対応も可能、浚渫深度も制限がない。実績も多く、ダム湖浚渫に適する。	浚渫深度の浅く、障害物の少ない中小規模のダム湖浚渫に適する。
浚渫状況	 【出典】ダム水源地土砂対策研究会HP	 【出典】株式会社東翔建設HP	 【出典】日本作業船協会HP

【出典】ダム堆砂排除の手引き(案)、ダム水源地環境整備センター、平成5年3月

4. 堆砂対策の方法【(2)堆砂対策の方法と事例】(掘削・浚渫)

⑤ 掘削・浚渫

■ 事例: 雨畑ダム(ベルトコンベア運搬の事例)

諸元	水系名	富士川水系	目的	発電
	管理者	日本軽金属(株)	総貯水容量	11,000千m ³
	所在地	山梨県南巨摩郡早川町雨畑	有効貯水容量	11,000千m ³
	竣工年	昭和42年	堆砂容量	—
	ダム形式	アーチ	集水面積	99.7km ²

■ 対策の目的・目標

- ダム機能(発電機能)の維持

■ 対策施設の諸元

ベルトコンベア	
運用開始年	昭和50年
全長	1,200m 隧道1箇所(1,035m)
勾配	15/1000
ベルト幅	900mm
運転速度	120m/分

土砂運搬用ベルトコンベア



【出典】ニッケイ工業株式会社雨畑工場パンフレット及びヒアリングによる

ダム湖内での掘削状況



土砂採取機

■ 堆砂状況

- 平成24年度現在、ダム建設から37年が経過しており、全堆砂量は1,275千m³(堆砂率147.78%)に達している。

【出典】ニッケイ工業株式会社雨畑工場ヒアリングによる

■ 対策の概要

- 昭和50年から土砂採取をはじめ、現在は30万m³/年の原石・砂利(硬質砂岩)をダム付近に建設したプラントで生産出荷。
- 貯水池上流で土砂を掘削し、10トンダンプでベルコンの受け口まで運び込む。受け口で粒径200mm以上の石や流木は除外。
- ベルコンで運搬された土砂はダム直下流にストックされ、プラント施設によって骨材(原石、洗砂、25mm砂利)として出荷される。操業時間は8:00~17:00。



プラント施設



【出典】ニッケイ工業株式会社雨畑工場パンフレット及びヒアリングによる

4. 堆砂対策の方法【(2)堆砂対策の方法と事例】(掘削・浚渫)

⑤ 掘削・浚渫

■事例:大町ダム等再編事業(ベルトコンベアによる上流ダムからの土砂運搬【計画】)

大町 ダム 諸元	水系名	信濃川水系	目的	治水、不特定、水道、発電
	管理者	北陸地方整備局	総貯水容量	33,900千m ³
	所在地	長野県大町市大字平地先	有効貯水容量	28,900千m ³
	竣工年	昭和61年	堆砂容量	5,000千m ³
	ダム形式	重力式コンクリート	集水面積	193.0 km ²

高瀬 ダム 諸元	水系名	信濃川水系	目的	発電
	管理者	東京電力	総貯水容量	76,200千m ³
	所在地	長野県大町市大字平字高瀬入	有効貯水容量	16,200千m ³
	竣工年	昭和53年	堆砂容量	37,400千m ³
	ダム形式	ロックフィル	集水面積	131.0 km ²

■対策の目的・目標

- 既設ダム(高瀬ダム・七倉ダム)を活かした洪水調節機能の確保

■対策施設の諸元

	ベルトコンベア	トンネル
運用開始年	現在計画中	現在計画中
延長	約14km	約12km (うち7km新設)
土砂運搬量	—	—

【出典】平成27年度予算概算要求に係るダム事業の新規事業採択時評価資料(資料2)、大町ダム等再編事業 事業概要(2)

■対策の概要

- 大町ダム上流の既存の発電ダム(高瀬ダム・七倉ダム)の発電容量の一部を洪水調節容量に振り替えると共に、安定的に治水・利水機能を発揮するために上流の高瀬ダムにおいて土砂対策を実施する。
- 高瀬ダムに流入する濁沢・不動沢で掘削した土砂を約14kmのベルトコンベアで大町ダム下流まで運搬する計画である。



大町ダム等再編事業におけるベルトコンベア運搬の概要

【出典】平成27年度予算概算要求に係るダム事業の新規事業採択時評価資料(資料2)
大町ダム等再編事業 事業概要(2)

4. 堆砂対策の方法【(2)堆砂対策の方法と事例】(掘削・浚渫)

⑤ 掘削・浚渫(参考)

■ 輸送工法の種類について

- 輸送工法としては空気圧送、スラリー輸送、土運船、トラック運搬、ベルトコンベアの大きく5つに分類される。

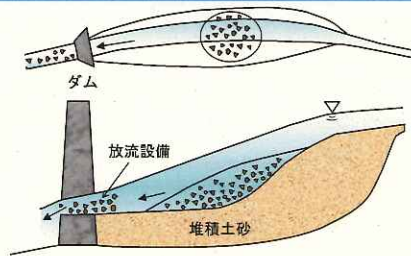
対象領域	水上での輸送工法			陸上での輸送工法	
工法分類	空気圧送	スラリー輸送	土運船	ダンプ運搬	ベルトコンベア
工法の概要	圧縮空気により浚渫土砂をパイプラインで輸送する台船上に圧送機を搭載し、バックホウ等で掘削した土砂を圧送タンクに投入し、圧縮空気で圧送するものである。	ポンプ浚渫船の渦巻きポンプにより、管路内の土砂を水でスラリー化(※)して輸送する。※泥状の混合物のこと。固体粒子が液体の中に懸濁している流動体。	土運船はグラブ浚渫船と組合せて使用されることが多い。ダム湖においては組立て可搬式のユニットフロートを艀装して用いる。積載量は30~100m ³ で大量輸送は難しい。	一般的に多く使用される輸送工法で、短距離から長距離まで柔軟に適應できる。一般に使用される種類は、11t積積載ダンプトラックで、公道を使用した運搬が可能である。	コンベアをループ状に走行させ、連続的に運搬する。ベルトの形状によりトラフ型、U型、円筒型がある。
長所・短所	高含泥率で輸送できるため、処分地での余水処理、沈殿池、汚濁処理設備がスラリー輸送と比較して少ない。	ポンプ浚渫船と組み合わせたシステムで、長距離・大量・連続輸送が可能。	陸揚げがある場合は揚土設備が必要。	運搬量の調整や運搬地点の変更が容易であるが、道路条件や交通・環境問題に留意する必要。	長期間、長距離大量輸送が可能。施設費用が高い。
適用性	実績が多い。	実績が多い。	ダムでは組立て台船を用いる。	実績が多い。	ダムの浚渫土の輸送実績は少ない。
対象土砂	軟泥	粒径が大きな土砂では能力が落ちる。	大塊以外は可能。	大塊以外は可能。	含水比の高い土砂は前処理が必要。
輸送能力	最大150m ³ /hr (圧送距離1500~2000m)	可搬式(D1350PS)で200m ³ /hr	台船輸送の場合は大量輸送は困難。	道路条件と台数により柔軟性あり。	最大24千m ³ /hr (ベルト幅300mm)
機械調達	可能	可能	組立て台船は可能。	容易	容易
環境負荷	圧縮空気の開放音大きい。	排砂管に騒音が発生。	少ない。	振動・騒音・粉塵が発生。	飛散、振動、騒音あり。
輸送状況	 【出典】日本浚渫・空気圧送協会HP	 【出典】ダム水源地土砂対策研究会HP	 【出典】相模貯水池大規模建設改良事業パンフレット		 【出典】鳥形山ベルトコンベア

【出典】ダム堆砂排除の手引き(案)、ダム水源地環境整備センター、平成5年3月

4. 堆砂対策の方法【(2)堆砂対策の方法と事例】(フラッシング)

⑥ フラッシング

貯水位を低下させることによって貯水池の掃流力を限界掃流力以上に回復させ、流入水により貯水池内の堆積土砂をダム下流へ放出させるものである。



■事例: 宇奈月ダム

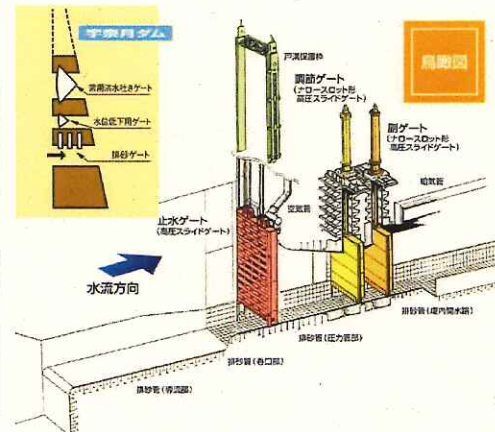
諸元	水系名	黒部川水系	目的	治水、不特定、上水道、発電
	管理者	北陸地方整備局	総貯水容量	24,700千m ³
	所在地	富山県黒部市宇奈月町	有効貯水容量	12,700千m ³
	竣工年	平成13年	堆砂容量	12,000千m ³
	ダム形式	重力式コンクリート	集水面積	617.5km ²

■対策の目的・目標

- ダム機能の維持、下流河川河床低下防止、海岸侵食の進行抑制等
- ダム計画段階で堆砂対策を導入

■対策施設の諸元

排砂門	水位低下用放流管	
完成年	平成13年	平成13年
寸法	B5.0m H6.2m	B5.0m H4.7m
排砂路勾配	i=1/20	i=1/20
施設数	2門	1門
対象流量	200m ³ /s	

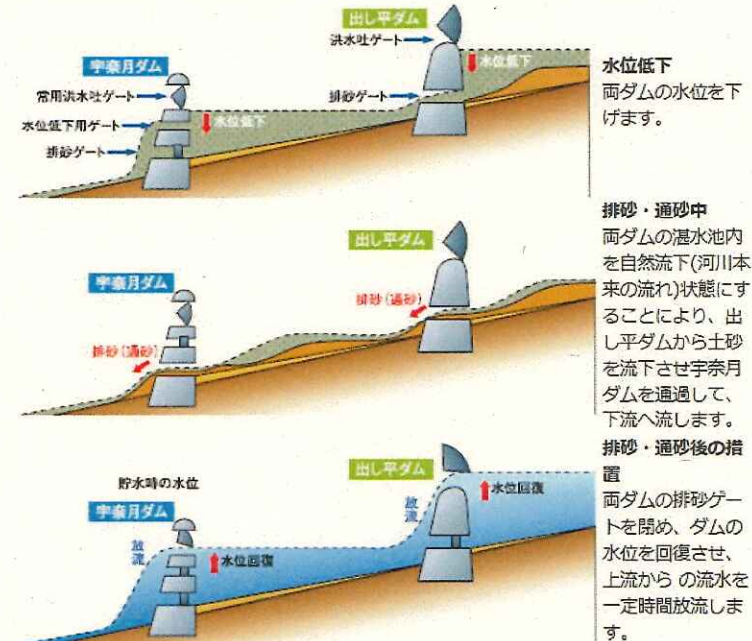


■堆砂状況

- 平成25年度現在、ダム建設から13年が経過しており、全堆砂量は7,515千m³ (堆砂率62.6%)に達している。なお、排砂設備を要するダムとして計画されているため、安定河床までの傾斜堆砂計画とされている。

■対策の概要

- 出し平ダムの下流約7kmに位置し、連携排砂が行われている。
- 河川の流量が豊富な出水時に合わせて行うことを基本に、時期、排砂量、排砂方法、排砂時間等について定めた連携排砂計画を毎年策定し、環境調査を実施しながら行われている。
- 排砂終了後の貯水位回復のために十分な流入量が必要となる。
- 連携排砂が始まった平成13年から平成25年までの出し平ダムにおける年間排砂量は平均で約29万m³となっている。



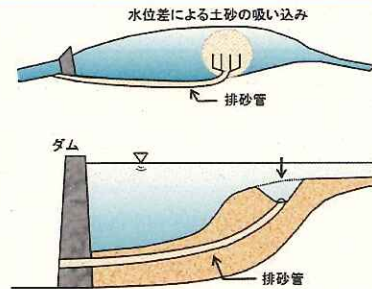
連携排砂のしくみ

【出典】関西電力株式会社HP

4. 堆砂対策の方法【(2)堆砂対策の方法と事例】(吸引排除)

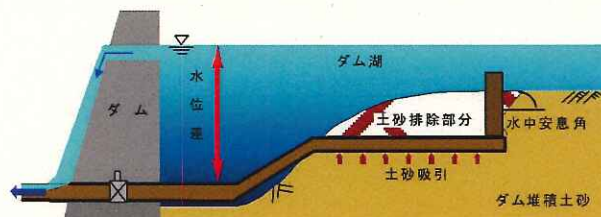
⑦ 吸引排除

サイフォンの原理で水位差を利用して排砂管内に水流を発生させ、負圧吸引により排砂管下部の吸砂口から土砂を吸引して、下流河川等へ排砂する工法である。動力を用いる必要がないため、ランニングコストが少なくすむメリットがあるが、国内ではまだ実用化されていない。



■事例:MHS 排砂管工法 現地実証実験

- MHS工法とは、ダムの水位差を利用して排砂管内に水流を発生させることで、管内に生じた負圧により堆積土砂を吸引し、浸透崩壊とパイピング原理により、土砂の弛緩と連鎖崩壊を引き起こし、排砂を行う吸引工法である。



MHS排砂管工法イメージ

試験期間:2004.12 - 2005.2
 実施場所:美和ダム貯水池内
 管径:φ300mm
 水位差:1~3m
 対象土砂:堆積土砂(シルト)
 排砂:土砂50m³を約15分で
 排出完了した



実験装置風景

【出典】マルチホールサクション(MHS)排砂管工法技術マニュアル 平成18年7月 ダム水源地土砂対策技術研究会

■事例:潜行吸引式 排砂管工法 室内実験

- 潜行吸引式排砂管とは、フレキシブル管をU字形状として一方を取水口とし、折返し部の管底面に不透水性のシートを貼り、折返し部と上流部の管底面に穴を設けて土砂の吸引口としたものである。

排砂実験結果



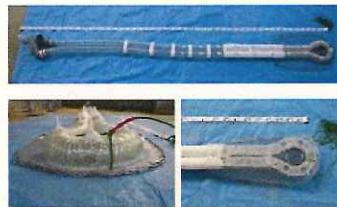
- 室内実験で、0.1~2mmの混合砂を対象に、水位差2.4m、土砂の厚さ2mの条件で管径100mmと200mmの排砂管で排砂に成功。
- 排砂時の土砂濃度は2~5%程度。



- 京都大学 防災研究所 穂高砂防観測所 ヒル谷試験堰場で管径200mmの排砂管を用いて排砂実験を実施。
- 52分間で3.45m³の土砂を排出(水位差3m、流量113L/s、土砂濃度3~6%)。

【出典】ダム排砂技術パンフレット、独立行政法人土木研究所 水理チーム

吸引部の形状



■吸引排除工法の課題点

- 【塵芥の混入】貯水池の堆砂中にある流木、巨礫、ゴミ等の塵芥により吸引効率の低下、吸引口の閉塞が懸念される。
- 【粘性土の混入】粘性土が混入した土砂は崩れ難いため、広範囲の土砂を吸引することができない。
- 【安全確保】移動式は現状では台船等からの操作が必要であるが、出水時は強風、波浪などにより安全確保が課題となる。

4. 堆砂対策の方法【(3)堆砂対策の方法のまとめ】

対策手法	土砂の流入を抑制		土砂を貯水池に堆積させず通過				貯水池に堆積した土砂を排除										
	貯砂ダム		排砂バイパス		スルーシング		密度流排砂		掘削・浚渫		フラッシング	吸引排除					
					ゲート操作方式	流水型ダム	カーテンウォール	排砂管	ダンプ運搬	ベルコン運搬							
概要																	
実例	長島ダム、蓮ダム、小波ダム、味増川ダム 他多数		旭ダム、美和ダム、小波ダム		鯖石川ダム	益田川ダム	片桐ダム		相模ダム、秋葉ダム、佐久間ダム、一庫ダム 他多数	雨畑ダム	宇奈月ダム、出し平ダム	実績なし (現地試験レベルでの実施のみ)					
対策手法の特徴	ダム再開発事業へ適用する際に有利となる条件	<ul style="list-style-type: none"> 粗粒分の土砂流入が多い 建設費材などの需要が長期的に見込まれる 		<ul style="list-style-type: none"> 大量の土砂を排除する 貯水池の蛇行等により、バイパストンネルの距離を短くすることができる 主要流入河川が複数存在しない 		<ul style="list-style-type: none"> ダム低標高に転用可能な既設ゲートが存在する 貯水位を回復するための十分な流量が確保できる 		<ul style="list-style-type: none"> 利水機能が不要となる ダム低標高に洪水ゲートが存在する 		<ul style="list-style-type: none"> 細粒分の土砂流入が多い 堤体に既設ゲートが存在する 		<ul style="list-style-type: none"> 貯水位が低く陸上掘削しやすい 大量の堆積土砂を除去する 		<ul style="list-style-type: none"> 大量の土砂を排除する ダム低標高に転用可能な既設ゲートが存在する 貯水位を回復するための十分な流量が確保できる 		<ul style="list-style-type: none"> 砂分の流入が多い 	
	対象粒径	シルト粘土	細粒分の捕捉は難しい		排除可能		排除可能		排除可能		細粒土砂運搬に課題	排除可能	排除可能				
		砂分	貯砂ダムで捕捉可能		排除可能		排除可能		排除困難		排除困難	排除可能	排除可能				
		礫分	貯砂ダムで捕捉可能		排除可能		排除可能		排除困難		排除困難	排除困難	排除困難				
	対策土砂量	1~5万m ³ /年(実績)		30~40万m ³ /年(計画)		0.5万m ³ /年(実績)	1.7万m ³ /年(計画)	0.4万m ³ /年(計画)		1~30万m ³ /年(実績)	30万m ³ /年(実績)	29万m ³ /年(実績:出し平ダム)	実績なし				
適用上の課題	<ul style="list-style-type: none"> シルト粘土は捕捉・排除できない 貯砂ダムに堆積した土砂の定期的な掘削・除去が必要 		<ul style="list-style-type: none"> バイパストンネルの規模や延長が大きいとトンネル建設費が大きくなる 		<ul style="list-style-type: none"> 排砂時に貯水位の低下操作を伴うため、確実な容量回復が求められる 		<ul style="list-style-type: none"> 洪水調節に特化したダムに適用される方式のため、多目的ダムへの適用は不可能 		<ul style="list-style-type: none"> 砂分、礫分は排除できない 排砂のタイミングの判断が困難 		<ul style="list-style-type: none"> 土砂を仮置きするスペースを確保する必要がある 騒音・振動・粉塵に配慮する必要がある 		<ul style="list-style-type: none"> 排砂時に貯水位の低下操作を伴うため、確実な容量回復が求められる 		<ul style="list-style-type: none"> 堆砂対策としての実績がなく、必要な排砂性能を確保するための輸送管の延長と水位差の関係を明らかにする必要がある 流木・塵芥等による排砂管の閉塞対策技術の確立が必要 		
ダム再開発事業への適用性	既存設備の利用可能性	<ul style="list-style-type: none"> 貯砂ダムを新設する必要があるが、既設運送管があれば有効利用の可能性あり 		<ul style="list-style-type: none"> 流入土砂を排出するための分派施設、水路トンネル等の新設が必要(既設貯砂ダムを改造し、分派堰として利用できる可能性あり) 		<ul style="list-style-type: none"> 既存の放流設備の利用可能性あり(ただし、土砂を排出するための摩擦対策が必要) 		<ul style="list-style-type: none"> 堤体上流にカーテンウォールを設置し既設の放流設備から貯水池底部の密度流を排砂できるようにする必要がある 		<ul style="list-style-type: none"> 浚渫の場合、浚渫土を水上から陸揚げする施設が必要 		<ul style="list-style-type: none"> ダンプ運搬の場合、地形条件によってはトンネル、橋梁が必要となる 		<ul style="list-style-type: none"> 既設の放流設備の利用可能性あり(ただし、土砂を排出するための摩擦対策が必要) 		<ul style="list-style-type: none"> 吸引管、輸送管、排砂ゲート等を新設する必要があるが、既存の放流設備を施設の一部として有効利用できる可能性あり 	
	イニシャルコスト(新設の場合)	小~中 (小:既存施設活用)		大 (中~大:既存施設活用)		中~大 (小~中:既存施設活用)	中~大	中~大 (小~中:既存施設活用)	小	中~大	大 (中:既存施設活用)	中~大					
	堆砂済土砂への対応	<ul style="list-style-type: none"> 今後流入する土砂への対策のため、別途、対応策を講じる必要がある 		<ul style="list-style-type: none"> 今後流入する土砂への対策のため、別途、対応策を講じる必要がある 		<ul style="list-style-type: none"> 貯水位の低下度合いによって排出できる可能性がある 		<ul style="list-style-type: none"> 堆砂済土砂への対応が可能 		<ul style="list-style-type: none"> 流入濁水を排出する対策であるため、別途、対応策を講じる必要がある 		<ul style="list-style-type: none"> 堆砂済土砂への対応が可能 		<ul style="list-style-type: none"> 堆砂済土砂への対応が可能 			
適用および維持管理	<ul style="list-style-type: none"> 堆砂の除去は陸上掘削となり、コストは抑えられない。 組み合わせる運搬方法によるコストの変化が大きくなる。 		<ul style="list-style-type: none"> 礫集団を排出する場合、トンネル部の摩擦対策が必要 流木等の閉塞対策が必要 		<ul style="list-style-type: none"> 排砂時に貯水位を低下回復させるためのゲート操作が必要 対象粒径によって摩擦対策が必要 		<ul style="list-style-type: none"> 礫集団が放流管を通過するため、摩擦対策が必要 流木止め等の閉塞対策が必要 		<ul style="list-style-type: none"> 排砂のためのゲート操作が必要 対象土砂が細粒分のため、摩擦に関する保守点検の必要性は小さい 		<ul style="list-style-type: none"> 堆積土砂を重複により掘削・除去するのにコストを要する。 		<ul style="list-style-type: none"> 礫集団が放流管を通過するため、摩擦対策が必要 		<ul style="list-style-type: none"> 細粒分を対象とするため、摩擦対策の必要性は小さい 流木・塵芥等による排砂管の閉塞対策技術の確立が必要 		
ランニングコスト	中		小~中		小~中	小~中	小	小	大	中	小~中	小~中					