

4.2 潜行吸引排砂管の実用化研究

研究年度：令和元年度～

研究分野：ダムの改造・再開発に関する調査研究

調査研究名：潜行吸引排砂管実用化研究

研究者：山下武宣、神田貴行、荒井唯

【要約】

令和2年度排砂実験は、坂本ダムに堆積した土砂をダム下流河川へ供給する装置（潜行吸引式排砂管：土木研究所開発）について、現地における水理実験により、基本的な水理特性等を調査し、令和3年度に予定される実証試験ならびに将来の本運用に向け、**排砂システムを検討**する資料を得ることを目的に行われた。結果として、①既往実験に比べて高い水頭差であったが、管路長さ（損失水頭）の調整により、所要の流速に制御できることが確認された。②水深10mからの排砂も可能であることを確認できた。③実運用時のサイフォン形成ならびに排砂操作手順について確認できた。これらの成果は、今後令和3年度の実証試験をふまえ、吸引場（排砂材一時置き場）の設計（位置や規模など）等に活かすことになる。また、漁協立ち会いで行った環境調査では、洪水時排砂だけでなく、平常時排砂についても、現段階では可能性を排除する必要はない結果となった。

【キーワード】

潜行吸引式排砂管、排砂材溜、洪水時排砂、平常時排砂

【背景・目的】

ダム貯水池の堆積土砂対策としては、貯水池上流での対策（貯砂ダム、土砂生産地対策、斜め堆砂計画への移行など）、貯水池内で掘削し処分地へ輸送する対策、ダム下流へ流下させる対策（土砂バイパス、置き砂など）、ダムの堆砂容量を増やす対策（嵩上げ、容量振替など）がダムに応じて、単独または複合でとられてきたが、近年では、既往対策の効力低下や、土砂処分地の不足などから行き詰まりを感じるダムも多くなっている。

潜行吸引式排砂管を用いた排砂システムには、①ほぼ永続的 ②初期費用が比較的安価 ③管理運用費が比較的安価、という特長以外に、④排砂条件（排砂材料、排砂量、排砂時間）をコントロールできる、という利点があり、地域のコンセンサスを得やすいものと思われるため、早期に実用化をはかることが求められている。

【研究経緯】

令和元年度：検討対象ダムの基本データ等の収集

令和2年度：坂本ダムにおける実機による実験

【令和2年度の研究内容】

排砂管を用いた排砂システム検討のフロー

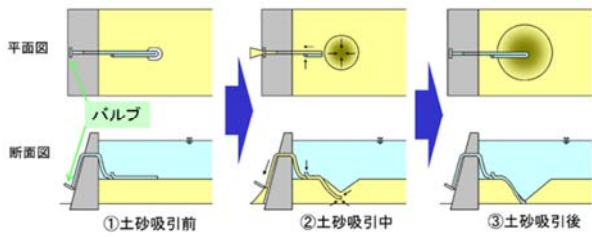
- ① 堆積土砂の量や質の調査
- ② 排砂管の能力の検討
- ③ 排砂管の操作方法
- ④ 排砂材料の前処理の検討
- ⑤ 排砂材料の輸送の検討
- ⑥ 下流河川への影響把握

（1）坂本ダム潜行吸引排砂装置現地実験

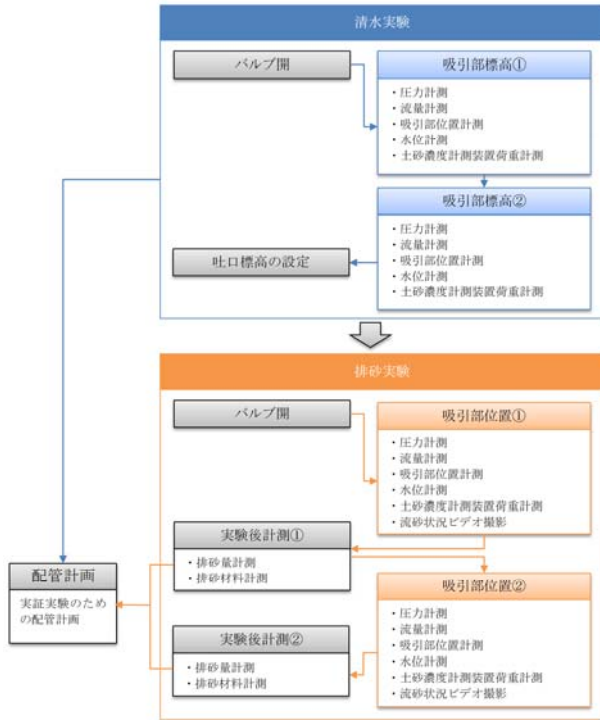
上記②の実験研究により、⑤の基礎資料を得るとともに③の方針を得ることを目的とした。また併せて⑥についても調査を行った。



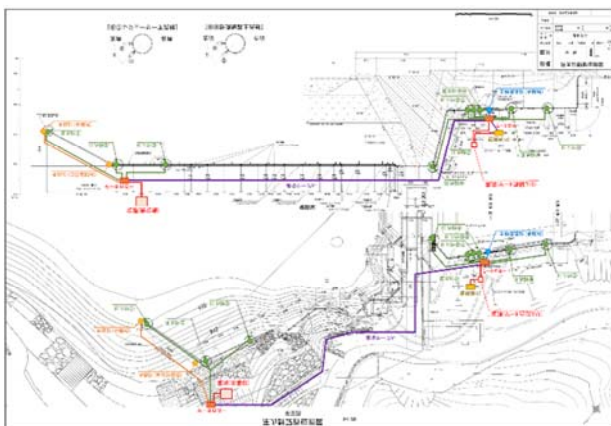
φ100mm 潜行吸引式排砂管



潜行吸引式排砂管の吸引イメージ



実験フロー



計測計器配置

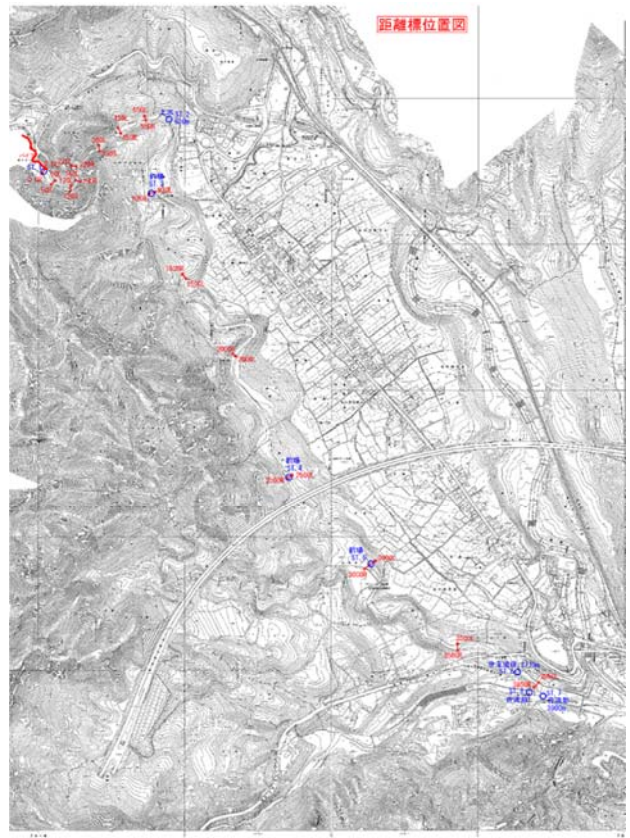
清水実験

- ①圧力計測：管の作用圧力を圧力計を用いて連続的に計測する。
- ②流量計測：流量を電磁流量計を用いて連続的に計測する。
- ③吸引部位置計測：排砂管の潜行状況を水位計により連続的に計測する。

- ④水位計測（貯水位）：実験開始から終了まで水位計で貯水位を連続的に計測する。
- ⑤土砂濃度計測装置荷重計測：清水流下時の土砂濃度計測装置における荷重変化を計測する。

排砂実験

- ①圧力計測：管の作用圧力を圧力計を用いて連続的に計測する。
- ②流量計測：流量を電磁流量計を用いて連続的に計測する。
- ③吸引部位置計測：排砂管の潜行状況の時間変化を水位計により連続的に計測する。
- ④水位計測（貯水位）：実験開始から終了まで水位計で貯水位を連続的に計測する。
- ⑤土砂濃度計測装置荷重計測：土砂流下時の土砂濃度計測装置における荷重を計測する。
- ⑥流砂状況ビデオ撮影：実験中の鋼製吸引部の潜行状況、管内の土砂流下状況及び排砂後の状況をビデオで撮影する。
- ⑦排砂量計測：土砂吸引部の実験前・後の土砂表面形状をレベル等で計測し、排砂量を算出する。 ※水深 11m の深い場所については水中地形測量機で代替することを想定。



下流河川環境調査地点位置図

項目	単位	坂本ダム貯水池			糠米川 (坂本ダム下流河川)							
		Sl.1	Sl.2	Sl.3	Sl.4	Sl.5	Sl.6	Sl.7				
地点名称	—	排砂管設置箇所 (R0-1)			Sl.1	Sl.2	Sl.3	Sl.4	Sl.5	Sl.6	Sl.7	
採水年月日	—	12月8日			12月8日	12月8日	12月8日	12月8日	12月8日	12月8日	12月8日	
採水時刻	時:分	9:40			10:55	14:50	14:30	14:10	13:30	12:50	13:20	
天候	—	晴			曇	晴	晴	晴	晴	晴	晴	
気温	℃	9.8			9.0	7.7	7.0	8.5	8.0	11.0	9.2	
水温	℃	16			—	—	—	—	—	—	—	
透明度	m	2.1			—	—	—	—	—	—	—	
水深	m	—			50以上	50以上	50以上	50以上	50以上	50以上	50以上	
水深	m	11.6			0.41	—	0.22	0.45	0.20	0.42	0.45	
採取水深	m	0.5	5.8	10.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
水温	℃	7.9	7.7	7.7	8.0	7.8	7.8	8.2	8.2	8.8	8.0	
臭気 (採取時)	—	なし			なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし	
DO	mg/l	138	147	127	—	—	—	—	—	—	—	
塩化物濃度 (B)	mg/l	9.3	9.8	9.9	10.0	10.0	10.0	10.3	10.5	11.0	15.4	
SS	mg/l	6.9	7.0	7.0	7.4	7.6	7.6	7.7	7.6	7.6	7.9	
DO	mg/l	7.9	8.1	8.5	11.7	11.5	11.4	11.7	11.6	11.7	12.6	
DO飽和度	%	68.7	70.1	73.6	102.0	99.8	99.0	102.5	101.7	104.0	109.9	
濁度	度	3.4	3.6	3.5	3.2	2.3	2.2	0.8	0.8	0.4	4.2	
TOD	mg/l	1.7	1.7	1.7	—	—	—	—	—	—	—	
TOD	mg/l	—	—	—	0.6	0.7	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	
SS	mg/l	1.8	1.8	2.0	1.1	0.9	0.8	0.2	0.1	0.0	2.6	
大腸菌数	個/l	13	11	17	—	—	—	—	—	—	—	
総窒素 (T-N)	mg/l	0.354	0.263	0.358	—	—	—	—	—	—	—	
総リン (T-P)	mg/l	0.005	0.006	0.006	—	—	—	—	—	—	—	

貯水池および下流河川水質調査結果

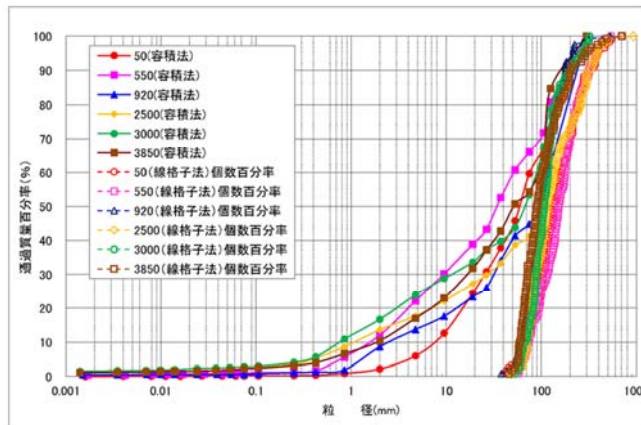
他に⑥に関連する調査として

1) 底生動物・付着藻類調査

事前調査として底生生物および付着藻類の調査を12/9に実施した

2) 事前調査として下流河川の河床材料調査を12/9

に6地点で採取した材料にて実施した。



粒径加積曲線

(2) 排砂管の操作方法に関する実験

効率的運用のためのケースとして、通水状態から、上流バルブを開けたまま下流バルブを閉めて下流バルブまでを満管状態としたうえで給気弁を開けて越流部に空気を入れて給気弁を閉め、この状態から下流バルブを開けることでサイフォンを形成した。これは、越流部に空気が残っていても下流バルブまでの管内に水が入っていればサイフォンが形成可能ということであり、実運用時のサイフォン形成手順の効率化につながると考えられる。上記結果から、確実なサイフォン形成と排砂のための適切なバルブ操作方法の見通しがたった。具体的には、上流側のバルブ操作 (遠隔操作化) のみで運用できること、ただし上流側バルブを閉める際はしっかり閉めること (バルブが緩んでいると下流側バルブが悪戯などで開けられた場合、サイフォンが形成され無効放流がおこる) がわかった

【結果とりまとめ】

・従来の実績 (落差 12m 管延長約 70m) に対し、今回は落差約 30m 管延長約 190m とした。この結果、水頭差が大きい場合でも、サイフォンを形成し、さらに水路長の調節などにより、所要の流速に調整できる見通しがたった。

・また従来吸引部の水深は数 m であるのに対し、今回は水深 11m からの排砂が可能であることを確認でき、実用的な洪水時排砂性能 (1 洪水・1 系統あたり約 1000m³ 排砂) を満たす見通しがたった。

・下流河川水質調査や関係者への意見聴取等により、平常時排砂について今後試験を実施することとし、平常時排砂の可能性を残した

・実運用時のサイフォン形成ならびに排砂の操作手順について確認できた。

【今後の課題】

実用化にむけ、

- ・排砂材料溜めの設計 (設計手法の確立)
- ・排砂材料の合理的な前処理及び残分 (大玉や有機分など) の扱い

・排砂材の排砂材料溜めまでの輸送および造成の検討

- ・潜行吸引排砂装置の遠隔操作化

- ・運用可能水位の検討

- ・排砂計画 (排砂ルール) の検討

などを現地の条件をふまえて、経済性も考慮し進めていく必要がある。

【謝辞】

現地実験の実施主体である群馬県ならびに国立研究開発法人土木研究所の関係各位にはたいへんお世話になり感謝いたしております。

【参考文献】

1) 宮川仁, 宮脇千晴, 熊本紗也華, 石神孝之: 流速が大きい場合の土砂スラリーの濃度計測, 土木学会第 75 回年次学術講演会概要集, II, 2021.

2) 宮川仁, 高田翔也, 宮脇千晴, 石神孝之: 潜行吸引式排砂管の土砂輸送特性と管損失の評価, 河川技術論文集, 第 26 巻, pp.651-656, 2020.

3) 宮川仁, 高田翔也, 宮脇千晴, 石神孝之: 管径 300mm 潜行吸引式排砂管を用いた水位差 12m の現地排砂実験, 土木学会第 74 回年次学術講演会概要集, II-126, 2020.