

ダムの排砂技術 (潜行吸引式排砂管による排砂)

特許5305439号 特許第5599069号
水中堆積物流送用の吸引パイプ、水中堆積物の流送装置、
及びそれを用いた水中堆積物の流送方法

日本国土と河川

- 日本列島は、標高1000～3000mにもなる山脈が背骨のように走り、太平洋側と日本海側にわけている。
- 水は高い場所から低い場所へ流れる特徴から、降水後の雨は河川を形成する。わが国の河川はヨーロッパやアメリカの川に比べると全体の長さがとても短く、同じ標高差を短い距離で流れるため、速く流れる。
- これに併せて土砂も河川等を通じて流れ下り、時には、土砂混じりの洪水として襲いかかるが、一方で扇状地や平野を形成し、我々は、その土地から豊かな恵みを受けている。



出典：国土地理院HP


我が国のダムの数

- 日本のダム数 : 2,803 (総貯水容量：約302億m³)
(堤高15m以上、砂防ダムを除く、参照：ダム年鑑2012)
- 国土交通省所管ダム数 : 551
(平成26年度、直轄+水機構+都道府県)
- 国交省直轄+水資源機構ダム数 : 122 (総貯水容量：約82億m³)
数では4%、容量では27%

国土交通省資料

ダムの機能と特徴

- ダムは河川に横断して建設される大規模構造物で、大容量の水を貯留して川に流れる水を平準化させ、建設前では生じていた洪水や渇水による生活への影響を低減できる社会的な資産であり、我々の生活を支える極めて重要な役割を果たす。
- 一方で水と同時に流下する土砂は、ダムがなければ下流へ水とともに流下するはずだが、密度が水より重いことから、ダムで貯留されてしまい堆砂となる。時間が経つにつれ、度重なる洪水によりその量は増加し、ダムの機能は徐々に失われていく。
- また、下流では、土砂の流下により形成されてきた扇状地、平野、海岸への土砂の供給が行われなくなることによって、河川の露岩化や海岸侵食などにより生物の生育・生息環境や国土の減退を引き起こす要因の一つとなっている。
- 我々の国土を長期的に美しく維持していくためにはダムの堆砂対策技術(ダム再生技術)の早期の技術開発が必要となっている。



堆砂の計画と堆砂の現象

・通常、100年分の堆砂量を予測し、その容量をあらかじめ貯水池内に見込んでいる。

国土交通省資料

平成25年度会計検査院による措置要求

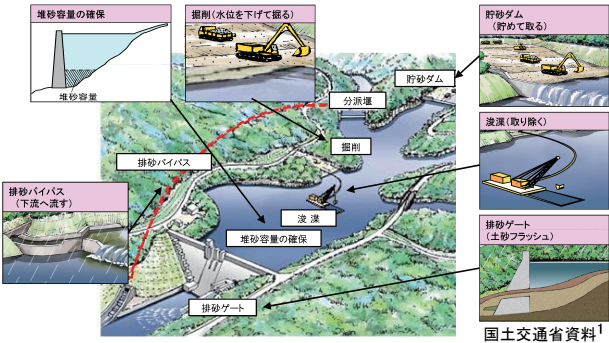
ダムの維持管理について(国土交通大臣宛て)

- 本院が要求する改善の処置

イ 堆砂量が既に計画堆砂量を著しく上回っている場合及び洪水調節容量内に堆砂している場合における対策等を行うことについて検討したり、洪水調節容量内における堆砂の状況を把握したり、堆砂測量の結果を反映した貯水位に対応する貯水量を制御処理設備に設定することを検討したりするよう、ダムの維持管理を行う事務所等及び道有県に対して周知すること

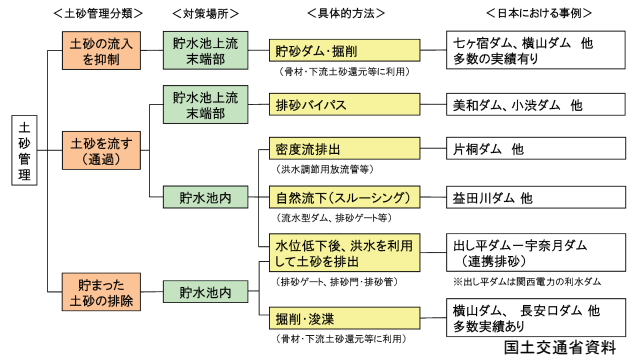
主な堆砂対策

○堆砂対策は、貯水池容量や取水・放流機能の保持、貯水池上流端部の堆砂に起因する浸水対策等を目的として実施。



国土交通省資料¹

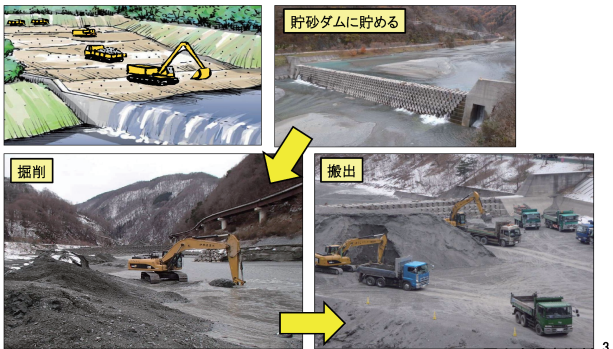
主な堆砂対策



国土交通省資料

貯砂ダム・掘削

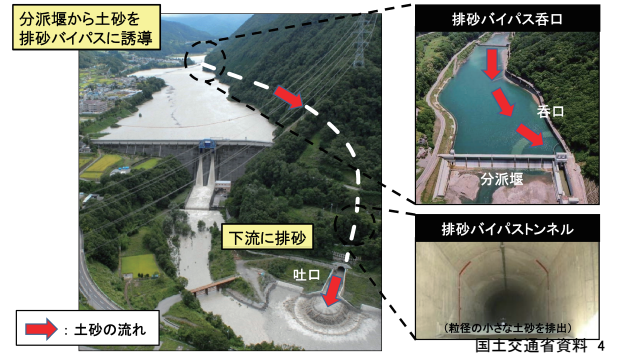
○貯砂ダムに貯めて掘削(天竜川水系三峰川 美和ダムの貯砂ダム)



国土交通省資料³

排砂バイパス

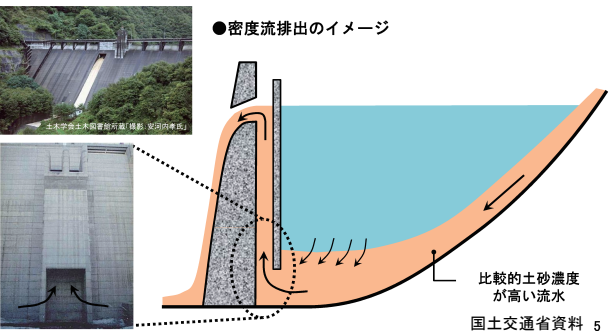
○排砂バイパスで下流に排砂(天竜川水系三峰川 美和ダム)



国土交通省資料⁴

密度流排出

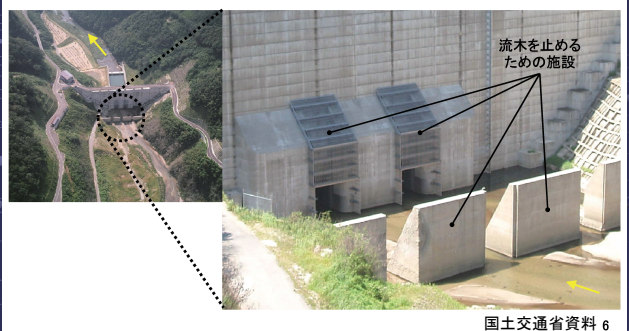
○洪水時に貯水池の底部に流入する比較的土砂濃度の高い流水を放流することで、土砂をダム下流へ放流(天竜川水系松川 片桐ダム(長野県))



国土交通省資料⁵

自然流下(流水型ダム)

○平常時は貯水池に貯留せず、流下してくる土砂を流水と一緒にダム下流へ流下(益田川水系益田川 益田川ダム(島根県))



国土交通省資料⁶

排砂ゲート

○洪水を利用して、排砂ゲートから土砂を排出
(黒部川水系黒部川 宇奈月ダムと出し平ダムの連携操作)

貯水位低下

宇奈月ダム

洪水調節の後すぐに、貯水池内を一時的に空にする。

国土交通省 宇奈月ダム

関西電力 出し平ダム

貯水時の水位

貯水時の水位

水位低下

水位低下

排砂

宇奈月ダム

排砂ゲートを開け、貯水池にたまった土砂を排出する。

国土交通省 宇奈月ダム

関西電力 出し平ダム

排砂(自然落下)時の水位

排砂

国土交通省資料 7

掘削

○水位を下げた掘削(木曾川水系揖斐川 横山ダム)

掘削

国土交通省資料 8

土研での技術開発のきっかけ

- 既存の実用化技術は、下流河川の水域のみならず陸域の環境に影響を与えるとともに、ダムにおける適用条件も厳しく貯水池運用にも影響を与え、これらの影響を軽減して運用できる技術が確立されていない。
- 例えば、土砂バイパスは、建設コストが大きく、土砂生産の激しい河川に限定されており、置土は、数多くのダムで適用されているが、人手を介した単純作業の繰り返しで、コスト、労力、時間が多くかかり、省力化が求められる。
- 貯水池運用に影響を与えることなく、低コストで貯水池から排砂することを目標に新しい技術開発が進められ、中でも、ダム上下流の水位差のエネルギーを利用して土砂を吸引、輸送する「排砂管システム(吸引工法)」が考案されている。

土砂バイパスによる排砂状況

排砂設備による状況

貯砂ダムでの掘削の状況

ダム下流での置土の状況

排砂管システム(吸引工法)について

- ダム上下流の水位差により生じる水流(水は高いところから低いところへ流れる特性)を利用して、貯水池内に設置する管路型の設備等への通水に伴い管内に発生する負圧により掃除機のように堆砂を吸引し、輸送管を通じてダム下流河川へ排砂する技術。

【検討されている排砂管システムの類型】

- ① 台船等を制御基点として、クレーン等により吸引位置を制御するもの(移動式)
- ② 堆砂面下に敷設した配管など、固定施設により吸引を行うもの(固定式)
- ③ 堆砂面上に置いたフレキシブルな配管に設けた吸引口周辺の堆砂面に覆いをかけて吸引する方法(表面設置型)

現在のところ、排砂管システム(吸引工法)が実際の貯水池で実用化されている事例はなく、多方面で実験室レベルでの検証や教例の現地実証実験が実施されている段階。

開発中の技術：吸引工法(固定式)

- ・貯水池上下流の水位差のエネルギー(他の動力でも可)を用いて土砂を吸引し排出。
- ・管径数10cm~1m程度の管を用いて数百L/s~数m³/sの比較的小さい流量で、高濃度(数%)の土砂を排出(下流ではダムからの放流量と混合して濃度を薄める)。
- ・固定式では、初期に堆砂中に装置を設置する必要がある。
- ・下流端のゲート・バルブ等の操作によって運転する。

ハイドロバイパス工法

○ハイドロバイパス工法(青木あすなろ建設)

鉛直二重管吸引工法(電源開発)

○鉛直二重管吸引工法(電源開発)

参照: 青木あすなろ建設株式会社, HP. http://www.aaconst.co.jp/technology_006.html

参照: 庄路ら(電源開発)「鉛直二重管吸引工法プロトタイプシステムによる室内排砂実験」土木学会年報, 2014年9月

参照: 片山ら(ダム水源地土砂対策技術研究会)「鉛直埋設吸引管排砂工法の実験的検討」水工学論文集, 2013年

○鉛直埋設吸引管排砂工法(ダム水源地土砂対策技術研究会)

開発中の技術：吸引工法(移動式)

- ・浚渫と似たような手法で、吸引管を移動させることによって土砂の吸引を行う。
- ・貯水池の上下流の水位差のエネルギーを用いることでコストを低減。
- ・吸引管の先端に土砂を攪拌するためのカッターを有するものもある。
- ・出水中の操作・運用が安全にできるが課題がある。

ハイドロ工法

○ハイドロ工法(青木あすなろ建設)

サイフォン排砂システム(ダムドレ)

○サイフォン排砂システム(ダムドレ)

参照: 青木あすなろ建設株式会社, HP(http://www.aaconst.co.jp/technology_006.html)

参照: 株式会社ダムドレ, HP(<http://www.damdre.com/jisseki.htm>)

開発中の技術：吸引工法（表面設置型）

・固定式と類似しているが、パイプに柔軟性を持たせ、初期には堆砂面の表面に設置（土木研究所で開発中）

- 排砂管システムの表面設置型の一つとして、通称「潜行吸引式排砂管」を開発中。
- 写真の形状について、平成20年に特許を出願、平成25年7月に特許（5305439号）を取得。改良形状も特許（5599069号）を取得。

取水口 **吐口** **不透水性シート** **不透水性シート** **土砂吸引口・吸引部**

湾曲部側面 **湾曲部底面**

（特徴）

- ・U字形状のフレキシブル管
- ・一方が取水口、他方が吐口
- ・湾曲部底面に不透水性シート
- ・湾曲部底部、側部に土砂吸引口を設置

潜行吸引式排砂管の運用イメージ

- 潜行吸引式排砂管を用いて、以下のような土砂吸引を考えているところ。
 - ① 装置を堆砂の表面に設置し、
 - ② 装置下流のゲートを開くことにより、堆砂を吸引・放流する。堆砂はすり鉢状に崩れながら吸引され、吸引部は堆砂に潜行していく。吸引部が底面に達した後も折り返し部の管横面と上流部の管底面に設置された穴から土砂を吸引し続け、
 - ③ 最終的には再び堆砂の表面に吸引部が現れる。

※装置下流は堤体下流の他に、土砂輸送トンネルも考えられる

①土砂吸引前 ②土砂吸引中 ③土砂吸引後

技術開発の経緯

実験小水槽

Plan view, Vertical view, Suction pipe, Water supply pipe, Rectangular weir, Sediment, Gate, Setting point

排砂前 排砂後

技術開発の経緯

実験大水槽

排砂前 排砂後

技術開発の経緯

現地実験（京大 穂高砂防試験地）

排砂中

排砂前 排砂前 排砂後

技術開発の経緯

不透水性シート 土砂吸引口 取水口 吐口 吸引部 水流 土砂輸送部 潜行吸引式排砂管 25tラフタークレーン

止水バルブ 種異径ビニール管 電磁流量計 吸引部 アクリル管 取水口 土砂輸送部 潜行吸引式排砂管

最新の技術開発の状況

無線LANによるデータ送信
ケーブルによるデータ伝送 (所荷重、水位増高)
ケーブルによるデータ伝送 (管内流速)
ケーブルによるデータ伝送 (管内圧力)

実用化に向けた自動システム化

2013/11/22 9:33

2013/11/22 9:42

Φ200mm排砂管による実験状況

最新の技術開発の状況

貯砂ゲム天端からの距離 (m)

右岸管通道路からの距離 (m)

連続2時間で約21m³の土砂を排出
最大径150mm (吸引孔径150mm)
その他有用な水理量の取得

使用上の留意点

粘性への適応性

塵芥への適応性

その他に、現場条件に合わせる検討が必要。
例えば

- 水位差と排砂管の延長の関係の検討
- 摩耗損傷対策としての材質の検討
- 装置の大規模化に伴う検討

などが挙げられる

本技術の発展のため、様々な現場で適用実績を積み重ねたい。