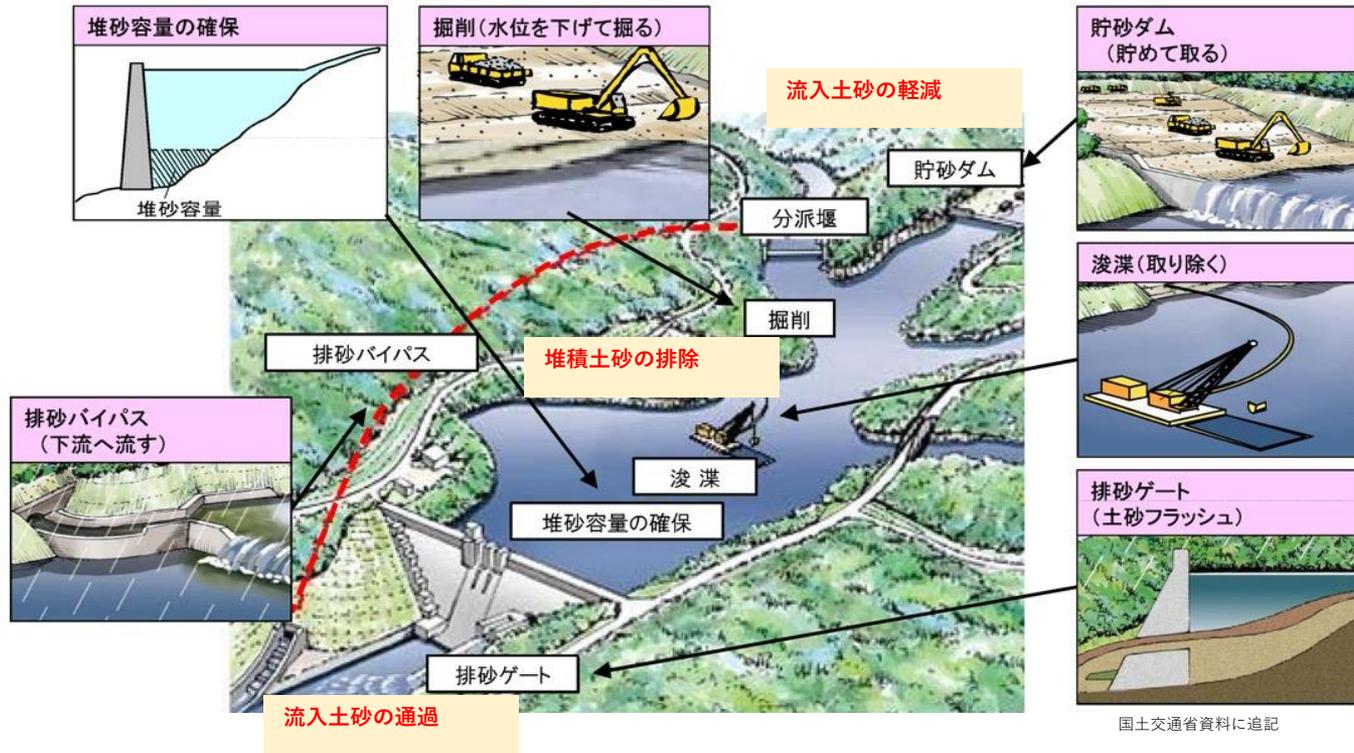


自然エネルギーを活用したダム堆砂対策技術 － 潜行吸引式排砂管の開発 －



国立研究開発法人土木研究所
水工研究グループ水理チーム
上席研究員 石神 孝之

□ 堆砂対策の概要



現状の堆砂対策手法

現状の堆砂対策手法

- ・ 設備等の建設及び維持管理に**多額の費用**を要する
- ・ **貯水池運用の制約**を受ける

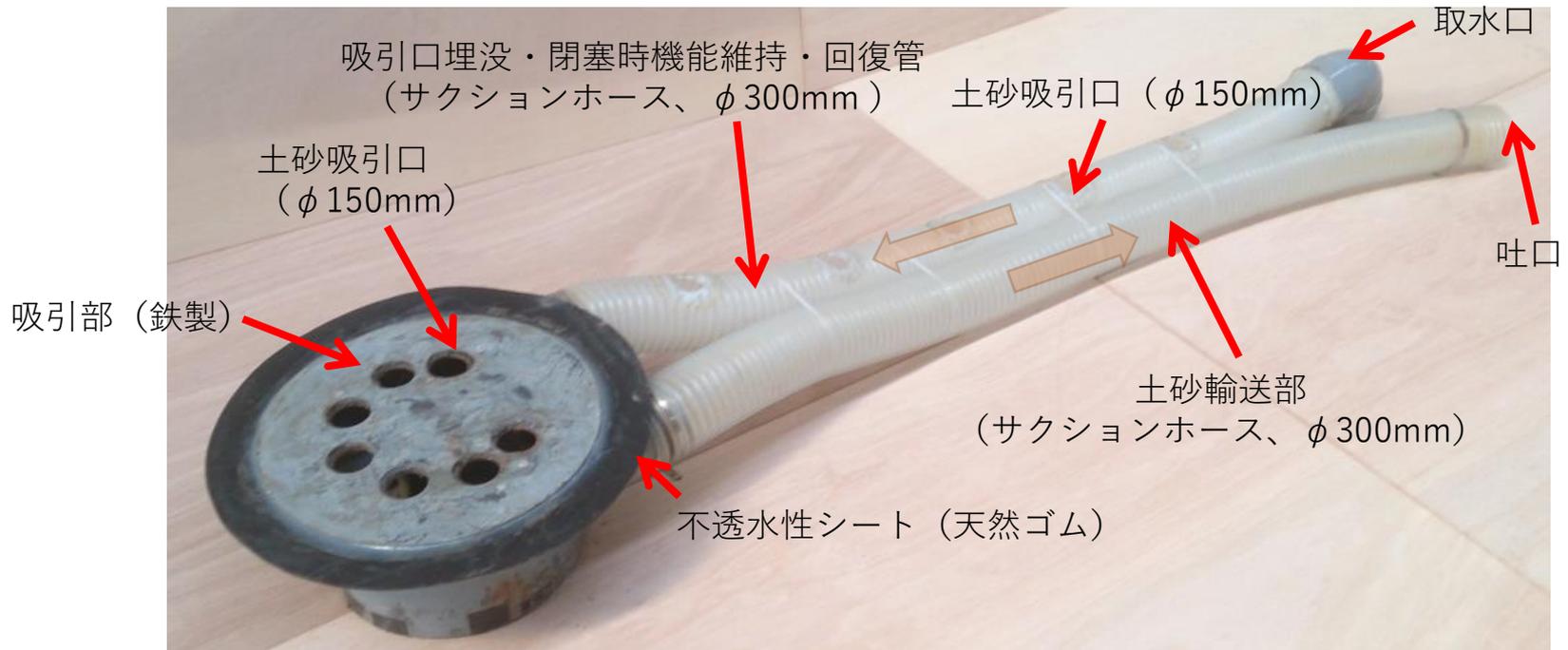


堆積土砂の排除、について、**貯水池運用の制約**を受けず、**低コスト**の堆砂対策技術のニーズに着目

ダムの上流水位差によるエネルギーを活用した排砂手法（潜行吸引式排砂管）の開発

□ 潜行吸引式排砂管

- 土木研究所単独で特許5305439号、5599069号を取得



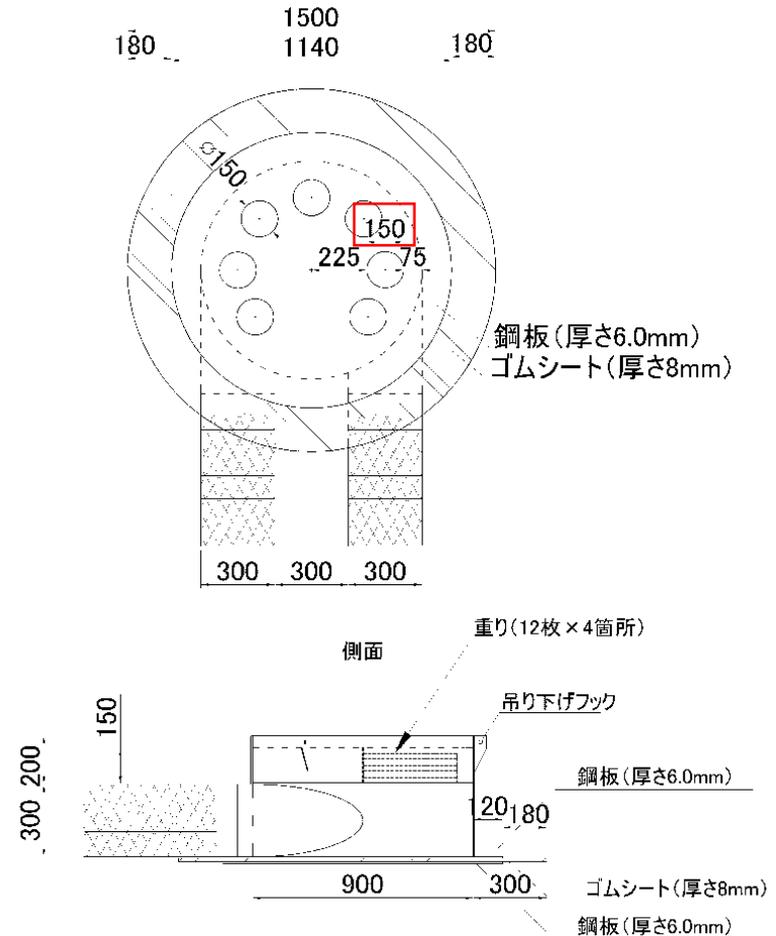
φ300mm潜行吸引式排砂管 (吸引口径150mm：裏返した状況)

潜行吸引式排砂管の概要

□ 管径300mm潜行吸引式排砂管（吸引口径150mm）

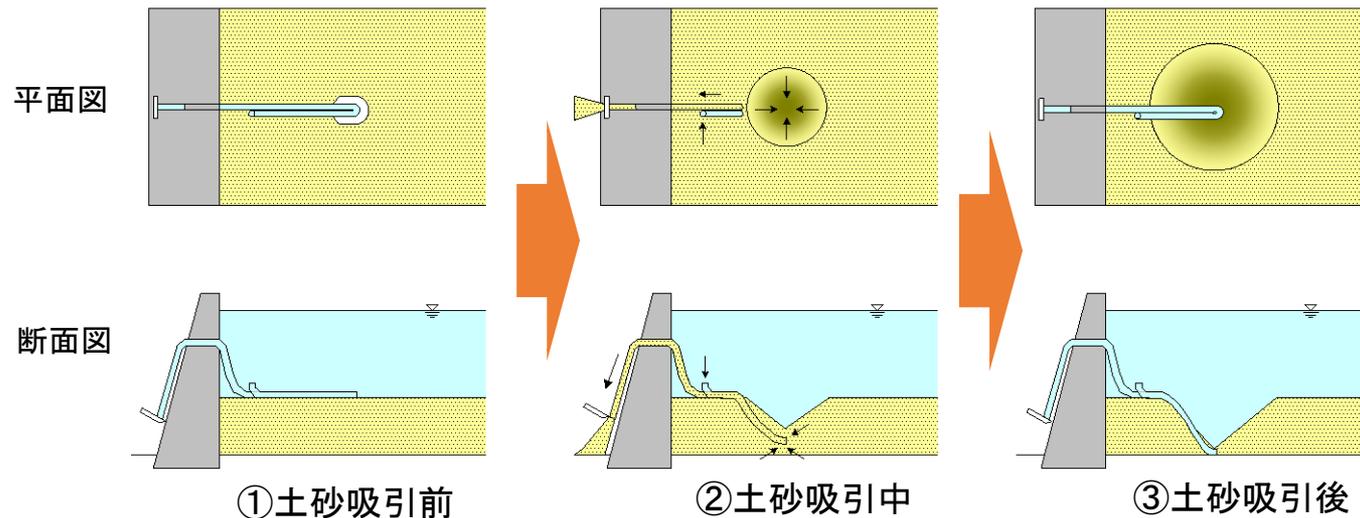


吸引部 重さ約700kg



□ 排砂管メカニズム

- ①平水時に装置を堆砂の表面に設置
- ②洪水時に、装置下流のバルブを開くことにより、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上流部の管底面に設置された穴等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。



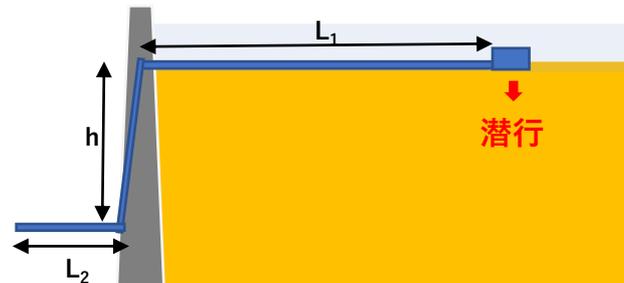
潜行吸引式排砂管の操作イメージ

□ 実験概要

水位差：1.6～12m
 管延長：約13～約70m
 粒径：0.1mmから吸引口径（50～150mm）程度
 管内流速：2.3～3.7m/s
 土砂濃度：1～5%程度

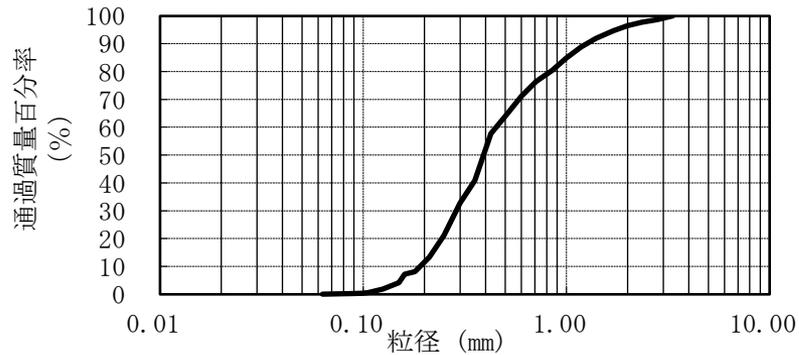
これまでの試験実績

管径	吸引口径	場所	水位差 (h)	管延長 (L1+L2+h)	流速 (清水)	排砂時間	排砂量 (空隙込)	排砂可能粒径	時間当たり排砂量	排砂時流速 (概ね)	土砂濃度 (平均)
100mm	50mm	室内	2.6m	約16m	2.8m/s	約4.5時間	約30m ³	0.1mm～2mm	約6.7m ³ /h	2.5m/s	5.66%
		発電所沈砂池	3.2m	約36m	2.3m/s	15分	約1.2m ³	0.1mm～50mm (長径80mm)	約4.8m ³ /h	2.2m/s	4.63%
200mm	100mm	穂高砂防観測所	3.3m	約13m	3.7m/s	78分	約17m ³	0.1mm～長径38mm	約13m ³ /h	3.7m/s	1.92%
		高滝ダム貯砂ダム	1.6m	約18m	2.4m/s	15分	約5.5m ³	0.1mm～100mm (長径140mm)	約22m ³ /h	2.3m/s	5.07%
300mm	150mm	室内	2.3m	約16m	3.4m/s	約1時間	約50m ³	0.1mm～2mm	約50m ³ /h	2.7m/s	5.13%
		高滝ダム貯砂ダム	1.6m	約18m	2.6m/s	2時間	約21m ³	0.1mm～150mm (長径180mm)	約10.5m ³ /h	2.5m/s	0.99%
		松川砂防堰堤	12m	約70m	3.0m/s	30分	約7.4m ³	0.1mm～80mm	約15m ³ /s	3.0m/s	2.00%

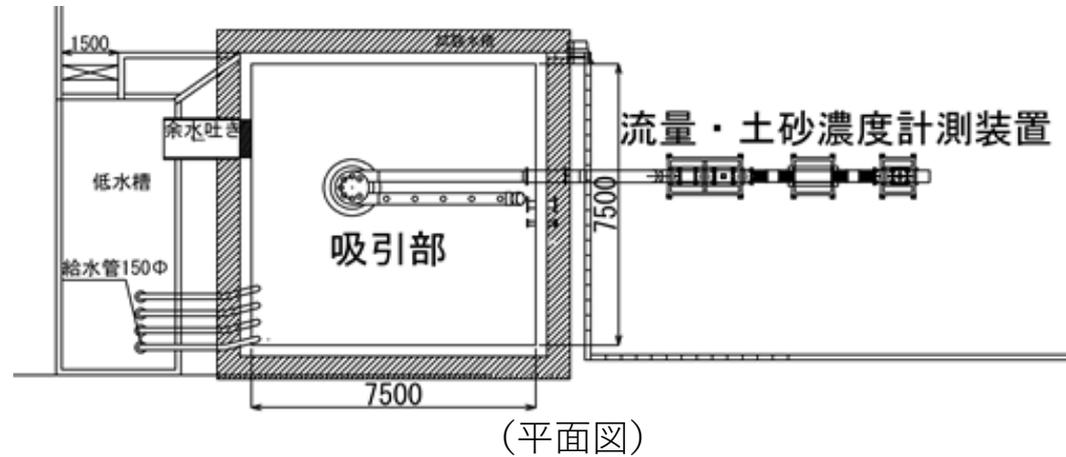


□ 室内実験事例

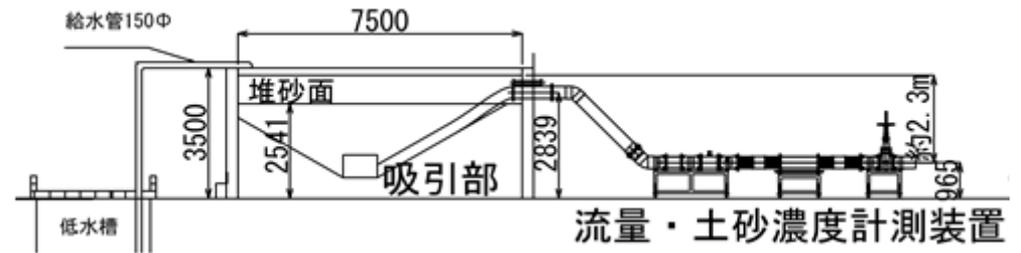
管 径：300mm
 水 位 差：約2.3m
 管 延 長：約16m
 粒 径：0.053～3.35mm（平均粒径0.55mm）



実験土砂の粒度分布



(平面図)



(断面図)

実験施設概要図

□ 室内実験事例

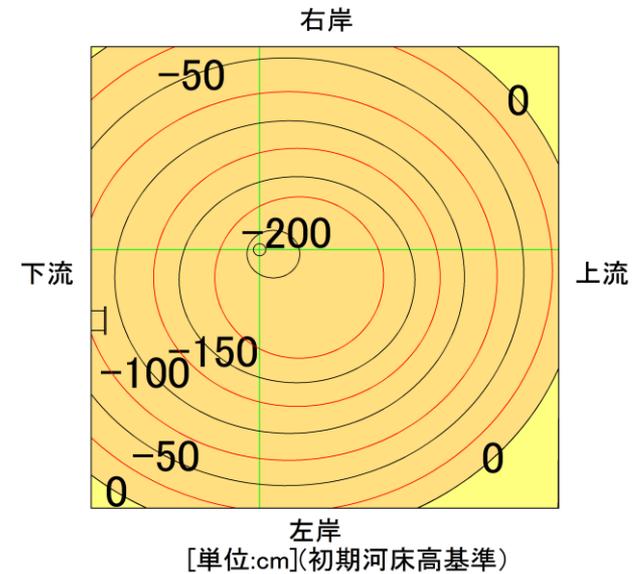


実験中の様子
約50m³/時間 (約1200m³/日) の土砂を排砂

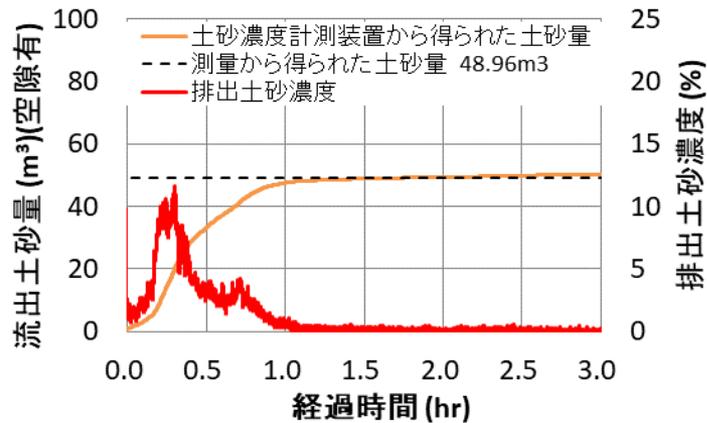
□ 室内実験事例



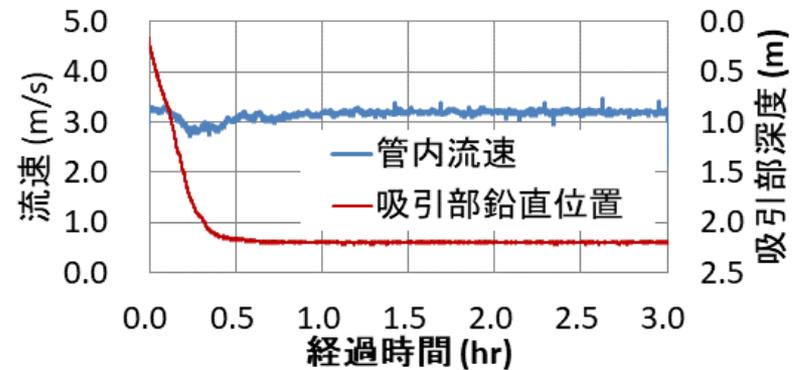
実験後の水槽内の状況



実験後の水槽内の河床高



排出土砂濃度と総量の時間変化



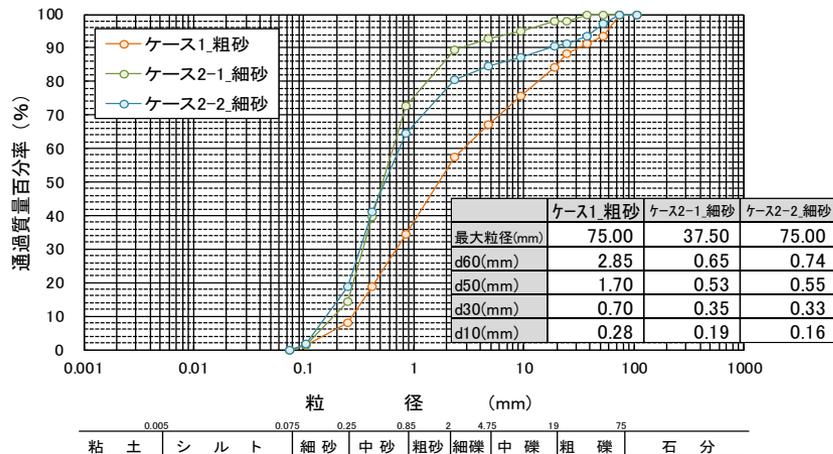
管内流速と吸引部鉛直位置の時間変化

□ 屋外実験事例（長野県松川砂防堰堤）

管 径：300mm（途中で200mmに縮小）
 水 位 差：約12m
 管 延 長：約70m
 粒 径：0.1~80mm

実験ケース一覧

ケース	粒径(D50)	管延長	落差
1	1.70mm	69.9m	11.68m
2-1	0.53mm	69.9m	11.63m
2-2	0.53mm	69.9m	11.67m

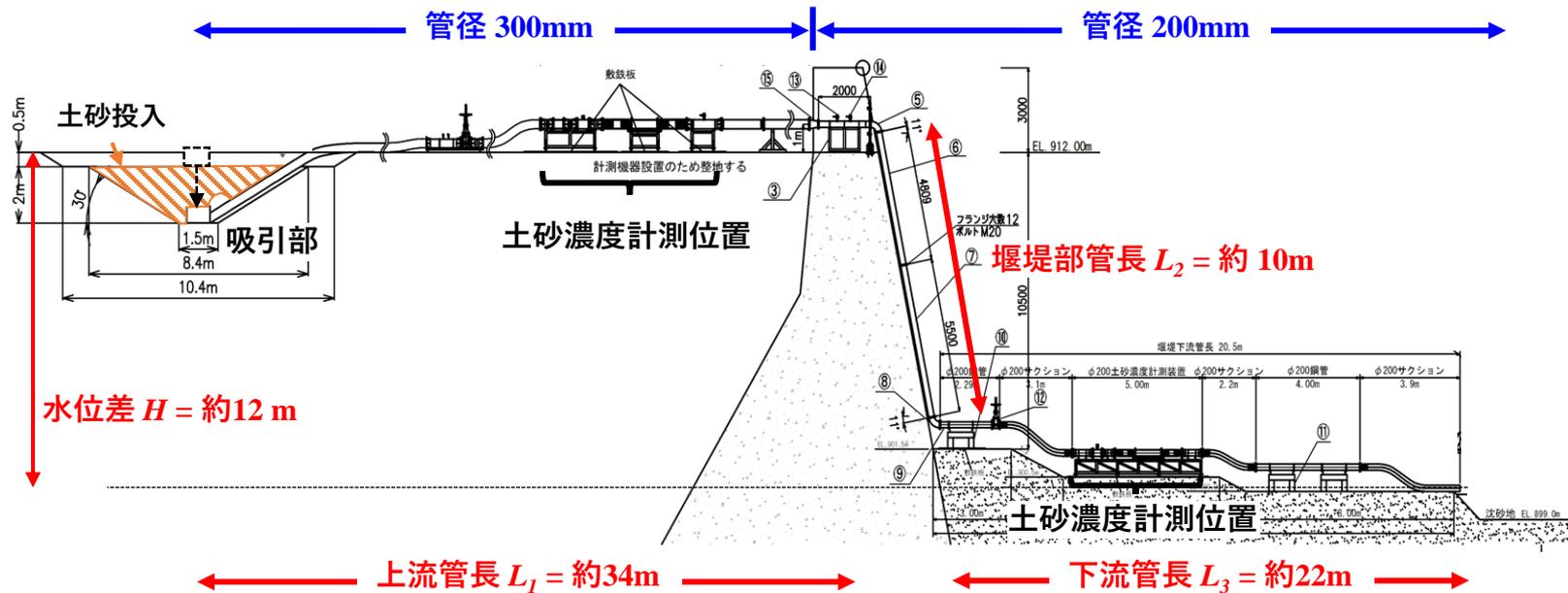


実験対象土砂粒径



実験施設全景（松川砂防堰堤）

□ 屋外実験事例

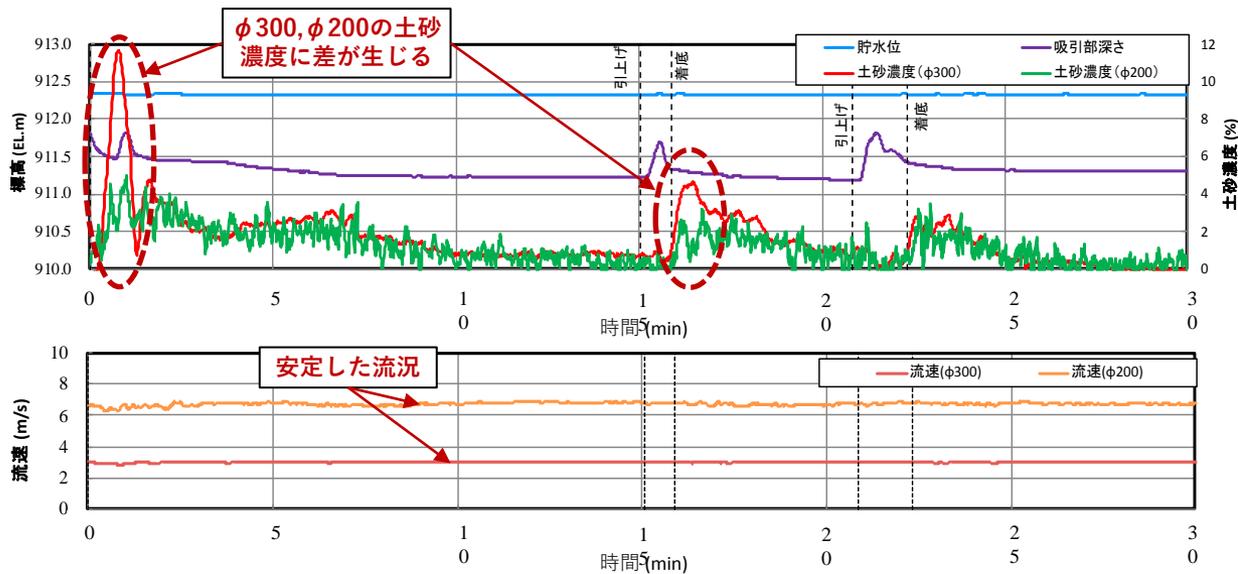


排砂管配置縦断面図

屋外実験事例

実験結果 (ケース 2-1 : $d_{50}=0.53\text{mm}$)

⇒ 4度の潜行 (着底ークレーン引揚) の操作



水理量の時間変化 (ケース2-1)

- 安定したサイフォンの形成、管内流速の維持を確認
- 着底後潜行初期に高い土砂濃度(最大11.7%) → φ300において堆積層の発生
- 堆積に伴う土砂濃度計測誤差 → 堆積考慮の補正により $C_{\phi300} \doteq C_{\phi200}$ を確認
- 4度の潜行を通じて、本ケース総排砂量 7.4m^3 を確認

代表的な水理量

項目	水理量	備考
流速	2.98m/s	φ300
〃	6.73m/s	φ200
土砂濃度	最大11.7%	φ300
〃	最大4.5%	φ200
排砂量	7.4m ³ /s	空隙0.4

7~8cm程度の堆積層を形成

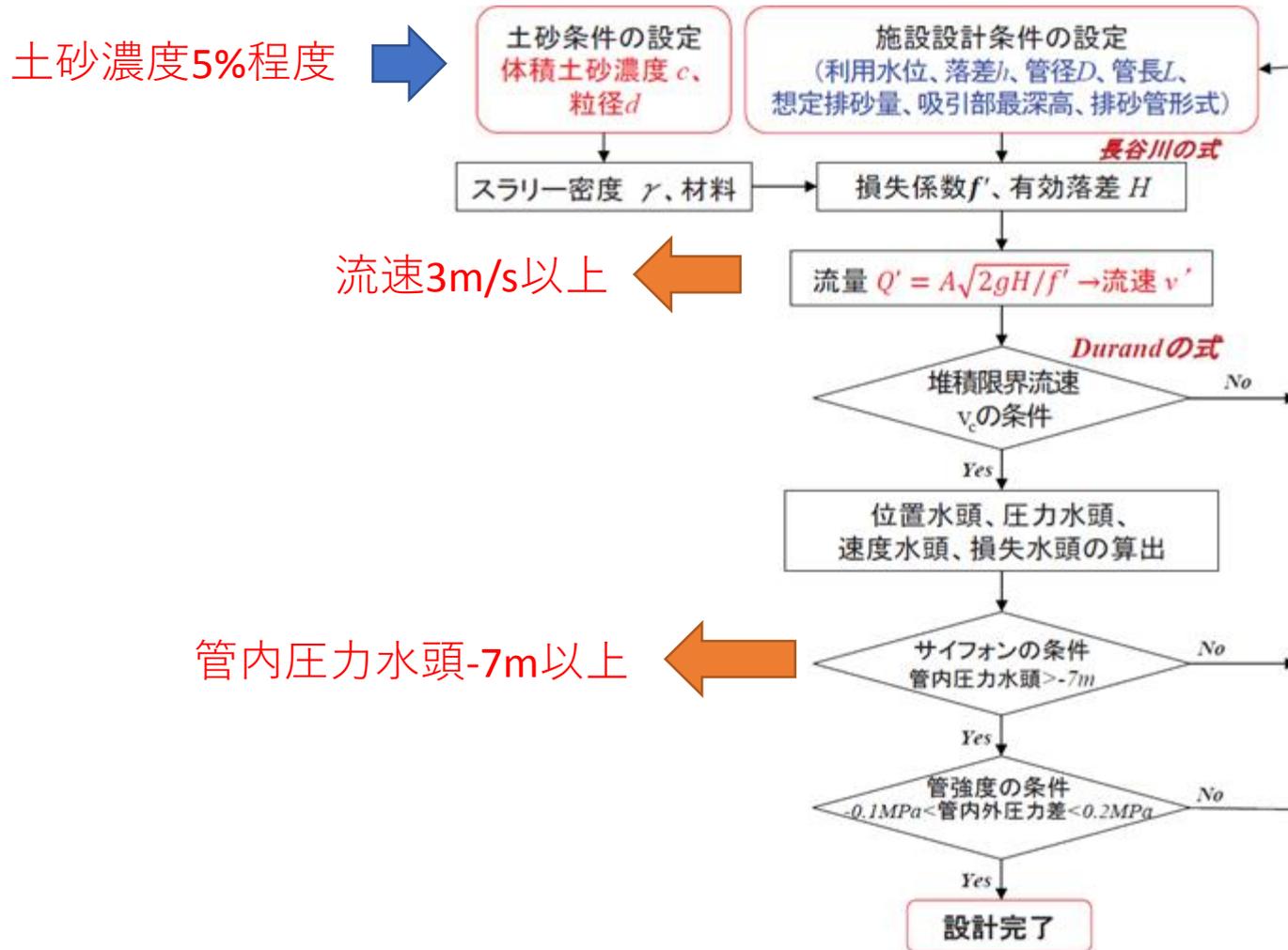


堆積層等は見られない



管内流況 (1min頃)

□ 基本的設計事項

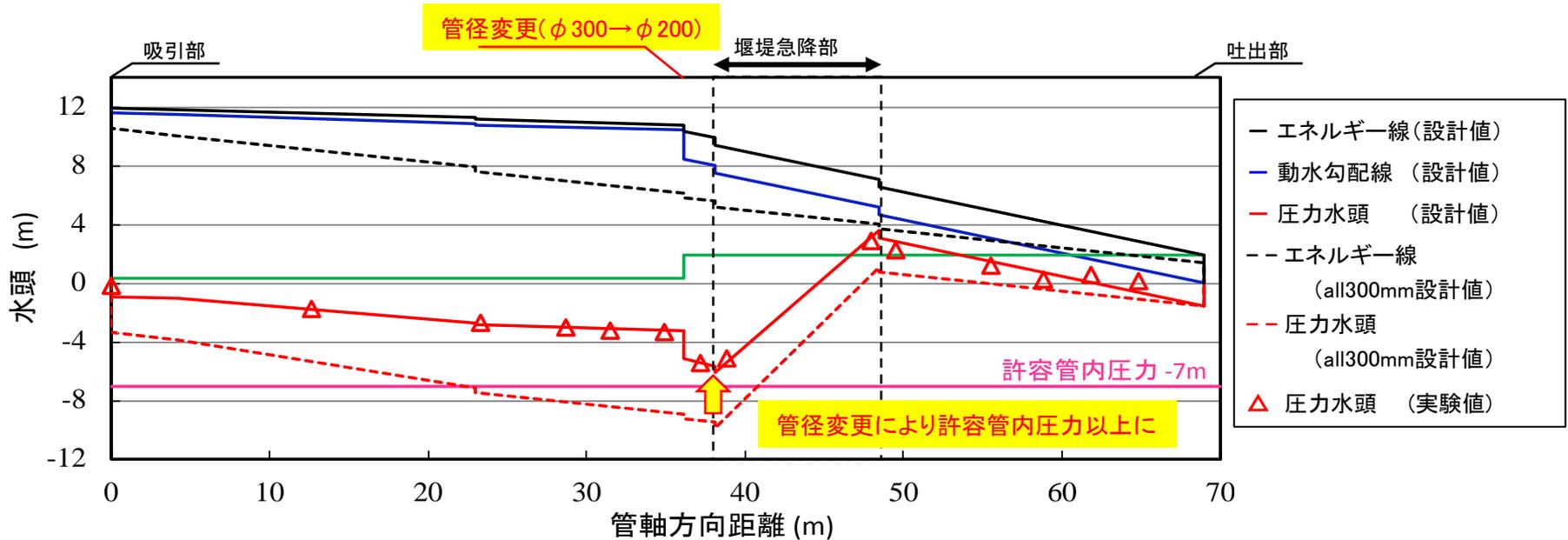


排砂設備設計の流れ

□ 配慮事項

管内の圧力低下について（管内流速も大きくなりすぎた場合）

- 全管 $\phi 300$ の机上設計では、上流側での圧力損失が大きい
- 堰堤直上での管径変更($\phi 300 \rightarrow \phi 200$)により、負圧発生を抑制
→ 今後の配管設計において有用な配置事例



水頭（土砂濃度 3 %時）の実験値と計算値の比較

□ 潜行吸引式排砂管の開発

実験実績

- ・ 管径300mmが実用規模
- ・ 配管延長約70m、水位差約12mまでの規模で実施可能
- ・ 土砂濃度約5%で、50m³/hの土砂量が排出可能

設計条件（目標値）

- ・ 管内流速3m/s以上（土砂濃度5%程度）
- ・ 管内圧力水頭-7m以上

今後の予定

- ・ 配管延長100m以上、水位差20m以上