

令和4年度 土木学会環境賞 Iグループ

泥水式シールドの掘削排泥水の処理

**“土質変化に対応する泥水二次処理剤
自動添加システムの開発と実用化”**

～自動化・見える化で環境負荷低減とコスト縮減を実現～

西松建設 株式会社

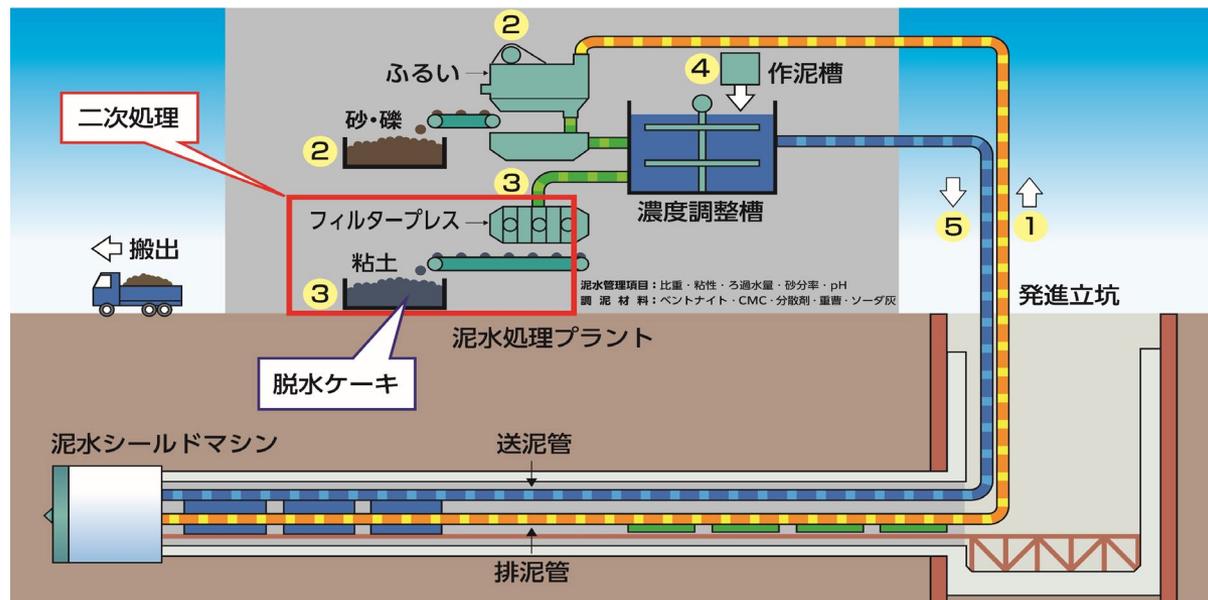
株式会社 タック

目 次

- § 1. 開発の背景
- § 2. 技術の概要
- § 3. 技術の特徴
- § 4. 実施工での効果
- § 5. まとめ

§ 1. 開発の背景

- 泥水式シールド工法は、掘削した排泥水を地上の泥水処理プラントで一次処理(土砂)、二次処理(脱水ケーキ⇒建設汚泥:産業廃棄物)を行う。



泥水式シールド工法の掘削土処理

- 二次処理の脱水ケーキは、産業廃棄物となるので適正な処理が必要
 - ①せめて地山相当まで脱水して産業廃棄物量を減らせないか？
 - ②掘削土質変化によって変動する粘性土の懸濁粒子量(比重)に応じた二次処理剤のリアルタイムの適正添加が出来ないか？

⇒ **二次処理土のリデュース(発生抑制)を目的に**
泥水二次処理剤自動添加システムを開発

§ 2. 技術の概要-1

二次処理フロー



① 余剰泥水に二次処理剤を添加

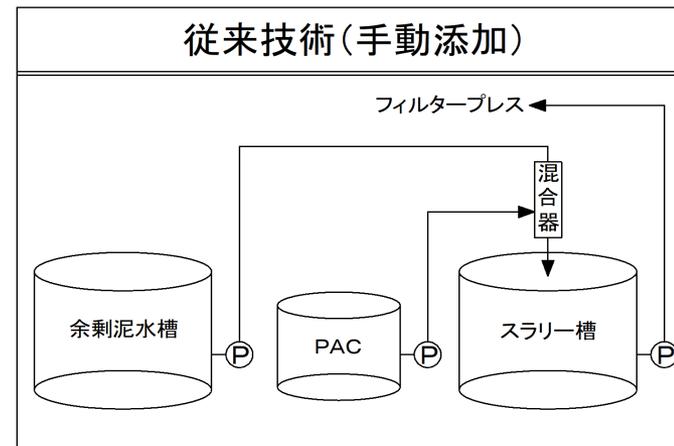


② フィルタープレスで圧縮した脱水ケーキ



③ 搬出前の脱水ケーキ

従来技術(手動添加)



従来の添加方法の課題

特殊作業員が手動で余剰泥水の計測(試験)・計算・添加操作を昼夜で3~4回の調整頻度で行う。このため、**掘削土質の変化に対応した二次処理剤の適正添加が困難**で、**フィルタープレスからの脱水ケーキの性状悪化(高含水比)や排出量増大**となる課題があった。

新規性

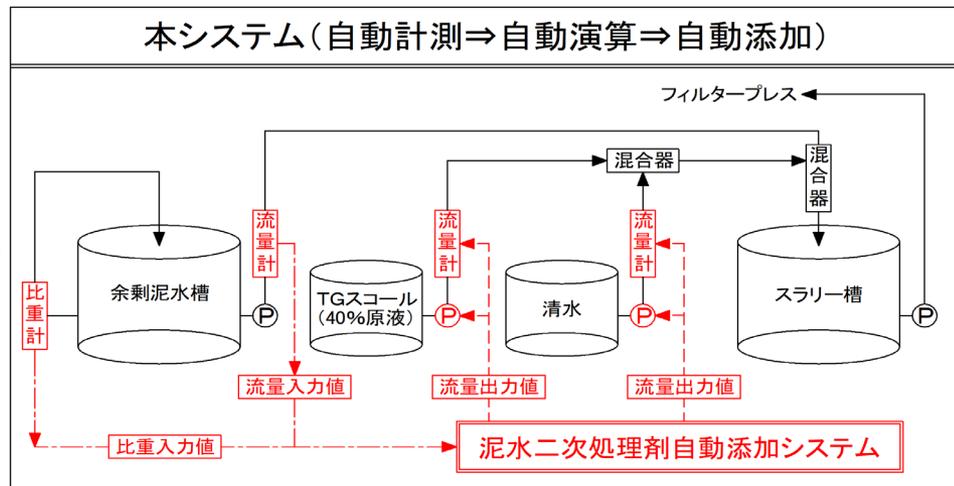
→ 二次処理剤添加方法を**従来の手動から自動システムに変える**

	添加方法	添加調整頻度	管理場所	土質変化対応
従来技術	特殊作業員の手動	昼夜間で3~4回	処理プラント	困難
本システム	制御盤からの自動	リアルタイム(1秒毎)	中央制御室	可能

§ 2. 技術の概要-2

本システムの新規性

- ① 自動計測・演算・添加による二次処理剤添加管理の自動化・見える化で掘削土質の変化に対応した二次処理剤の適正添加を可能とし、従来の課題を解決
- ② 経験の少ない担当者でも適正な二次処理剤の添加管理が可能



泥水二次処理剤自動添加システム

新規性

特許登録：特許第6775136号、NETIS登録：KT-180039-A、NNTD登録1249

余剰泥水の比重と送泥量を自動計測

懸濁粒子量と適正な二次処理剤の濃度および量を自動演算

リアルタイムに二次処理剤ポンプと清水ポンプを制御して自動添加

システム構成



二次処理剤の添加管理を「自動化・見える化」

§ 3. 技術の特徴

二次処理剤の添加量比較 (PACの場合)

掘削土質変化に対応したリアルタイムの添加量・濃度の自動調整を実現



①高含水比



②適正な含水比

脱水ケーキ性状



模式図			
・土粒子: 懸濁粒子 ・薬剤: 二次処理剤			
・二次処理剤使用量	過少の使用量	適量の使用量	過剰の使用量
二次処理剤費	25kg/sst以下(○)	25kg/sst(○)	25kg/sst以上(×)
・脱水ケーキ	高含水比	適正な含水比	高含水比
運搬処理費	増加(×)	標準(○)	標準(△)
・ろ水の再利用 水道費、環境性	ろ水不足で泥水調整に問題(×)	泥水調整に影響なし(○)	pHが酸性領域となり問題(×)
評価	×	○	×

※添加量が少な過ぎても多すぎても問題となる

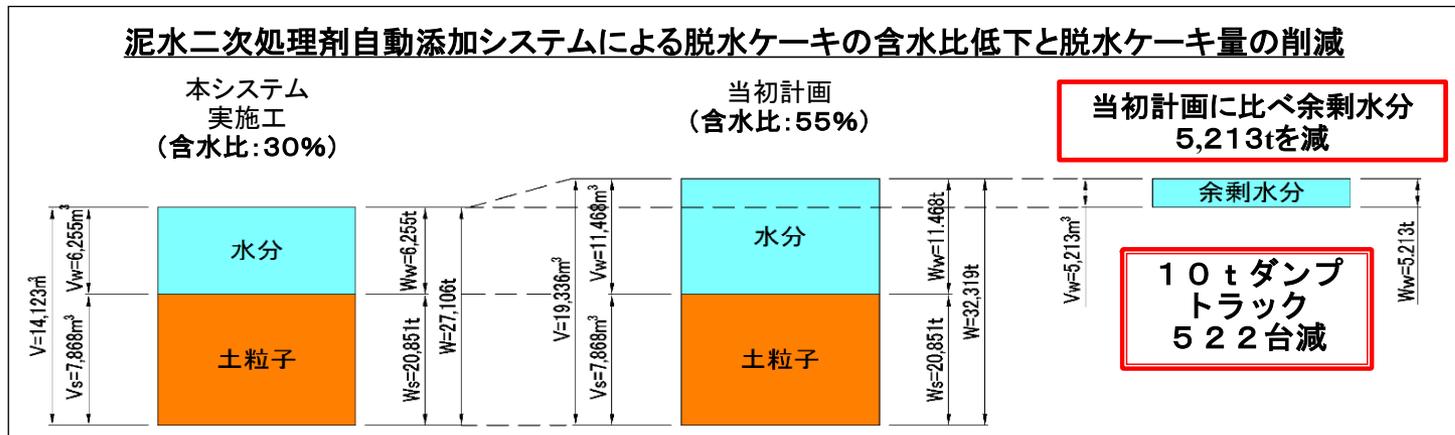
優秀性

- ①脱水ケーキ量の削減により、**経済性が向上**
- ②脱水ケーキの強度の低下が無くなり、**処理土の品質が向上**
- ③シールドオペレータの遠隔操作で、**施工性向上と省力化**
- ④脱水ケーキ量削減により、**地球環境への影響抑制**
- ⑤脱水ケーキの運搬車削減により、**周辺環境への影響抑制**
- ⑥フィルタープレスサイクルタイム短縮が可能で、**施工性が向上**
- ⑦**優れた操作性とデータ管理**

§ 4. 実施工での効果-1

「桂川右岸流域下水道幹線管渠工事(雨水南幹線管渠)」での効果実績
 施工場所: 京都府長岡京市～向日市、掘削外径: $\Phi 4040\text{mm}$ 、掘進延長: 4,057m

直接的効果



①運搬処理費: 脱水ケーキ5,213t (ダンプ522台)減 【16%縮減】

- ・脱水ケーキ含水比 30%(低含水比)
- ・脱水ケーキコン指数 718kN/m²(第3種処理土以上)

②労務費: 自動添加で大幅な労務費(労務72人工)減 【87%縮減】

コスト12%縮減
(18,600,000円)

(単位: 千円)

	運搬処理費	労務費	二次処理剤費	システム費	合計
当初計画	138,840	2,130	12,900	0	153,870
実施工	116,440	280	13,050	5,500	135,270
差額 (縮減率)	▲22,400 (▲16%)	▲1,850 (▲87%)	150 (1%)	5,500 (新規)	▲18,600 (▲12%)

§ 4. 実施工での効果-2

間接的効果

- ① 中間処理場(往復40km)までのダンプトラック522台減による**二酸化炭素排出量削減と騒音振動の抑制** → $40\text{km} \times 522\text{台} = 20,880\text{km}$ での地球環境、生活環境の保全
- ② 建設汚泥の発生抑制は、近年の逼迫している**建設汚泥の最終処分場残余容量の減や不法投棄防止**にも寄与
- ③ **SDGsの取組みに貢献**できる環境負荷低減技術
- ④ 水分量を確実に低減可能で、近年の集中豪雨対策の**河川やダム湖の浚渫土の改良(脱水)等にも活用**できる防災・減災を支える技術



脱水ケーキの10tダンプトラック積込み

環境負荷低減とコスト縮減を実現

SDGs(持続可能な開発目標)への貢献技術

【インパクト】

- ・ リデュースによる廃棄物の抑制
- ・ 環境に配慮した設計・施工
- ・ 生物多様性対応と生態系の保全
- ・ レジリエントなインフラ整備への貢献
- ・ 安心安全な労働環境



§ 5. まとめ

(1) 環境の保全・改善・創造への貢献度

- ① 脱水ケーキ(建設汚泥)の**大幅削減**【含水比平均30%⇒リデュース】
- ② 脱水ケーキの強度低下が無く、**処理土の品質向上、再利用を促進**
【コーン指数平均700kN/m²⇒資源循環、建設汚泥の有効利用】
- ③ 運搬車両の減による、**CO₂排出量削減**および**騒音振動の抑制**

(2) 新規性および優位性

- ① **リアルタイム(1秒毎)に自動計測・演算・添加**できる技術を開発
- ② **掘削土質の変化に対応した二次処理剤添加の自動調整が可能**な
“**自動化・見える化**”を実現

(3) 信頼性・安全性・経済性

- ① 脱水ケーキの大幅削減と省力化・施工性向上で**環境負荷低減とコスト縮減が可能**
- ② **国内外で実績が増加**し、大断面・長距離シールドで一層有効

(4) 論文、学会発表等

- ① **土木学会年次学術講演会**、専門誌で6編発表
- ② **特許・NETIS・NNTD登録**および**第23回国土技術開発賞**等受賞