

工事濁水の高度化処理技術 回転フィルターろ過方式の紹介

AQUA-FILTER SYSTEM

山本達生・藤本祐樹・清水英樹

水は地球上に生きる全ての動植物にとって最も重要な資源であり、とりわけ私たちの暮らしにも欠かすことのできない淡水は、地球上に存在する水のわずか2.5%程度¹⁾にすぎない。

一方、災害に強いしなやかな国土形成のためには、社会インフラ整備を進めることが必要だが、そのためには自然環境への配慮が必要不可欠である。

以上より、社会インフラ建設に伴い発生する工事濁水を、天然鉱物由来の魚毒性が極めて小さい粉体凝集材と、複数種のフィルターを備えた独自の小型設備を組合わせた、低コストで処理水のSSを数mg/L程度に処理するシステムを考案した。本稿では、考案したシステムの機能と特徴、現場での実証試験結果について報告する。

キーワード：工事濁水、濁水処理、NATMトンネル工事、省スペース、粉体凝集材、魚毒性、回転フィルター式ろ過方式、AQUA-FILTER SYSTEM

1. はじめに

災害に強いしなやかな国土を形成するためには、自然と共生しながらインフラ整備を進めることが必要であり、なかでも全ての動植物にとって最も重要な資源である水に配慮した水域の保全が至上命題であると考ええる。

従来、社会インフラ設備の構築を含む建設現場で生ずる工事濁水は、ポリ塩化アルミニウム（以下、PACと称す）と高分子凝集材を使用する凝集・沈澱法²⁾（以下、従来法と称す）により、放流先の自然環境に悪影響を及ぼさない水質に処理をしているが、自然豊かな里山、山岳地域での建設工事では、処理水の水質には特に配慮する必要がある。

このため、従来法では、①設計処理量の数倍の容量を有するシックナー（沈澱処理装置）を導入する、②砂ろ過装置を導入するなど、濁水処理設備を強化することで対応してきた経緯がある。

一方、PACや高分子凝集材（以下、従来凝集材とする）に比較し、凝集能力が高い粉体系凝集材が数多く開発され、市場流通量も増加傾向にある。一般的に、粉体凝集材は、沈降性の高いフロック（凝集物）を形成する利点があるものの、従来の濁水処理設備で使用する場合、攪拌強度が足りない、シックナーが大きすぎるなど、薬材と設備にミスマッチが存在し、当該凝

集材の特徴を十分に活かせないといった問題があった。

以上の課題解決のため、凝集能力の高い粉体凝集材と、これに適した複数種類のフィルターを備えた小型設備を組合わせた濁水処理システムを考案した。

本稿では、考案した濁水処理工法の適用性を、現場実証実験により検証した結果について述べるものである。

2. 無機系粉体凝集材について

処理能力を左右する凝集材は、NETIS登録技術や使用実績のある粉体凝集材を中心に7種類程度の凝集材を選定し室内性能試験を行い、費用対効果が最も高いと判断した新日本工業(株)社製「高性能無機凝集材SNKバイオ（NETIS：HK-090014-A）」を利用することとした。

ただし、当該凝集材は、(a)電気伝導度が低い濁水、(b)10,000mg/L以上の高濃度濁水に対する凝集能力が低い欠点があったため、現在では、(a)、(b)に対応した凝集材をラインナップに加えた3種類の凝集材を、濁水の性状に合わせて使い分けをしている。改良を加えた凝集材は、『セーフクリンパウダー（写真—1）』（以下「本凝集材」という）と呼び、(a)、(b)の違いは、枝番（(a)：『P』、(b)：『Z』）をつけて区別を



写真一 本凝集材

している。

これら、3種類の粉体凝集材は、対象とする濁水の性状により使い分けられているだけであり、特徴に大きな違いはないため、『本凝集材』に対する特徴を以下に述べる。

- ①天然鉱物を主原料としているため、有害物質を含まず、魚毒性が極めて小さい。
- ②強い凝集性を有し、沈降性が高いフロックを形成する(写真一2)。
- ③広いpH範囲で高い凝集効果があり、pHが12程度のセメント切削排水に対しても、事前中和処理を必要としない。
- ④粉体凝集材を1種類のみ濁水に添加・搅拌するだけで凝集効果があるため、薬剤管理が容易である。

なお、各凝集材の魚毒性試験結果の一覧を表一に示す。これは、「平成15年11月21日薬食発第1121002



凝集材搅拌後 → 10秒整置後
写真二 フロック沈降特性

表一 魚毒性試験結果の一覧

凝集材名	96hLC ₅₀	96hNOEC
本凝集材	4,500	-
本凝集材-P	2,100	800
本凝集材-Z	7,200	1,600
PAC	800	-

※単位は mg/L

号「新規化学物質等に係る試験方法について」で示された調査方法に基づき、ヒメダカに対する96時間の暴露試験により凝集材添加量と死亡率の関係から求めた魚毒性を示す値である。数値が大きい程、魚毒性が小さいことを示している。

さらに、96hLC₅₀は、96時間暴露により50%のヒメダカが死亡する添加量を示しており、96hNOECは、同暴露時間における無影響濃度を示している。

表一より、本凝集材は、PACに比較して魚毒性が小さく、安全であることが証明された。

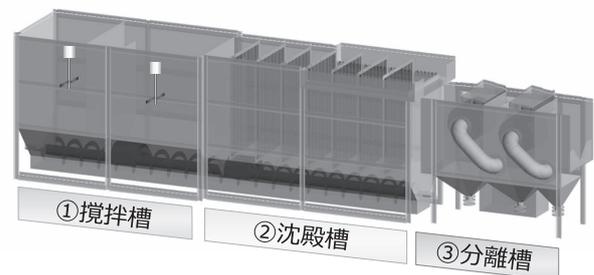
3. 濁水処理設備について

(1) 設備全体の設計概念

本凝集材の特徴を最大限引き出すため、①搅拌槽、②沈殿槽、③分離槽の3槽により構成する濁水処理設備を考案した。概略図を図一に示す。

また、NATMトンネル工事で生じる工事濁水処理設備として導入した際の事例を写真三に示す。

以下に、①～③各槽の概要について述べる。



図一 設備概略図



写真三 設置事例 (NATMトンネル現場)

①搅拌槽について

本凝集材は固体の状態で使用される凝集材であり、液体の状態で使用される従来凝集材に比較して、強い搅拌

力（急速攪拌）が要求させる。

一方、沈降性の高いフロックを形成するためには、複数の小さなフロックを衝突させながら、フロック径を大きくしていくことが必要となる。

以上より、攪拌槽は凝集材と濁水中のSSの反応を促進するための『急速攪拌』と、フロック径の成長を促すための『緩速攪拌』の2段階攪拌方式とした。

ここで、攪拌槽から沈殿槽に流れる処理水を写真4に示す。これより、大きなフロックが生成している状況が確認できる。



写真4 フロック生成状況

②沈殿槽について

従来凝集材に比較して沈降性の良いフロックが得られるため、沈殿槽を小型化できると考えたが、単純に槽容積を小さくしただけでは、沈殿槽内の処理水流速が速くなることで乱流が発生し、フロックが沈殿しない現象が生じた。このため、沈殿槽内の処理水の流れを層流に制御することを目的とした整流フィルターを複数枚設置することとした。この整流フィルターは、軽量かつ安価な土木シートを使用した。沈殿槽の外観を写真5に示す。

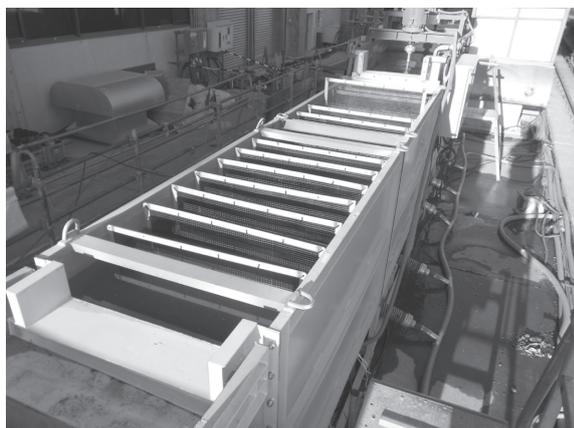


写真5 沈殿槽外観

なお、沈殿槽の水面積負荷については、試作した沈殿槽を用いた実証実験を繰り返し、30 m³/h級の処理を実施する場合には約1.6 m²、60 m³/h級の処理をする場合は約3.2 m²程度が必要であった³⁾。これは、従来設備のシックナーに比較して1/5～1/10程度の値となっており、設備の大幅な小型化が図れたことの証といえる。

③分離槽について

沈殿槽で処理水SSは25 mg/L以下とすることが可能であるが、さらに透明度の高い処理水を得るため、ポリプロピレン製メッシュをフィルターとしたろ過機能を有する分離槽を考案した。

当該槽によるろ過処理方法は、フィルターを設置した円筒ドラムを2/3程度処理水中に浸漬し、この内側から外側に向かってろ過処理をすることを特徴としている（図2参照）。

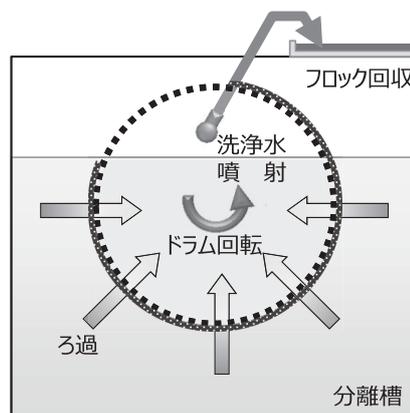


図2 ろ過と洗浄の概念図

ろ過処理を継続することで、フィルターにフロックが付着しろ過障害が生じ、分離槽内の水位が上昇する。ろ過処理を連続・自動運転するため、分離槽内の水位を監視し、自動的にフィルター内側から水洗浄す



写真6 フィルター洗浄状況

る機構を設置した。フィルター洗浄状況を写真—6に示す。

4. トンネル濁水に対する適用性

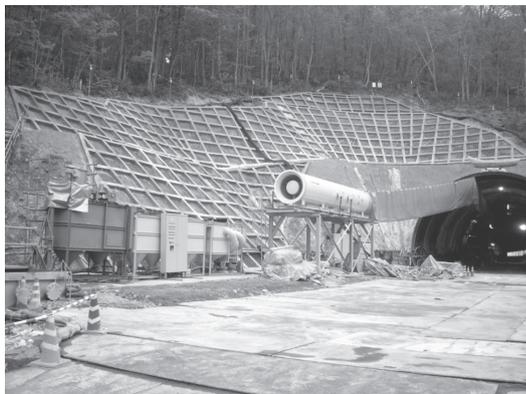
(1) 実証実験の概要

平成23年5月29日～6月29日の約1ヶ月間、下記に示すトンネル工事現場にて、当該システムの適用性検討のための実証実験を実施した⁴⁾。

工事名称：一般国道229号余市町梅川トンネル工事
 発注者：国土交通省 北海道開発局 小樽開発建設部
 工事概要：工事延長L=600m（トンネル延長L=372m）、幅員SL=11.25m、内空断面積A=70.5m²、掘削延長L=337m

当該現場においては、従来型の60m³/h処理まで対応可能な機械式濁水処理設備（シクナー、中和設備、フィルタープレス等）がプラント建屋内に既に設置されていたため、写真—7に示すようトンネル坑口前のスペースに設備を設置し、データを収集した。

また、実証段階であったため、当該設備の稼働は昼間のみとし、夜間は既設の従来設備により行った。



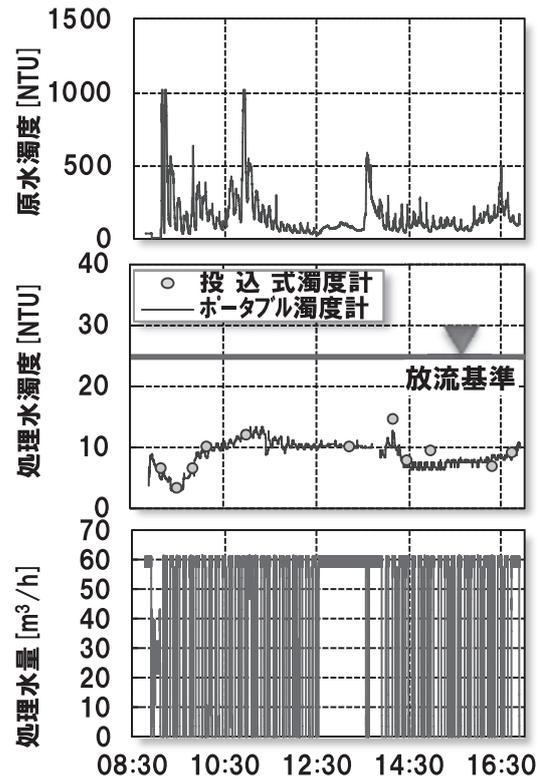
写真—7 濁水処理設備設置状況

(2) 連続処理の結果

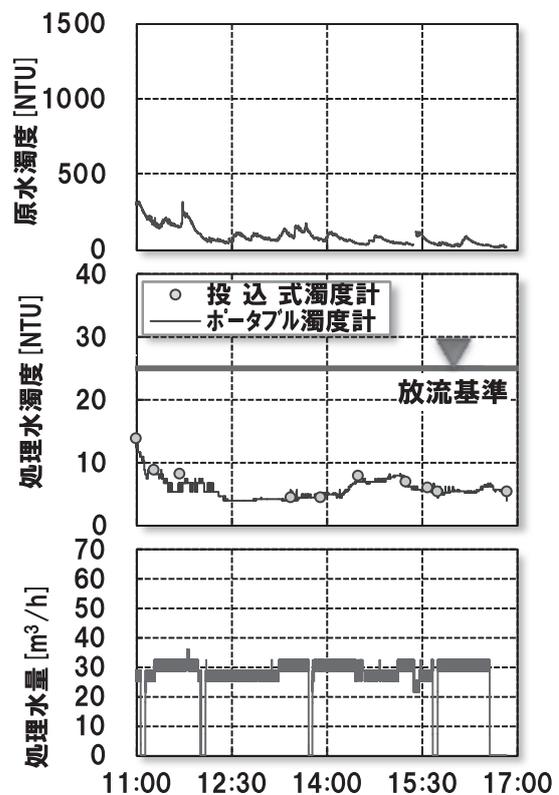
図—3、4にそれぞれ30m³/h、60m³/hでシステムを稼働させた際の原水濁度、処理水濁度、処理水量の推移の一例を示す。当該現場においては、放流基準が25mg/Lであったため、処理水の濁度が10NTU程度となるよう本凝集材（枝番なしの一般濁水用）の添加量を70mg/L添加量一定とし、昼間に連続運転した際の結果である。

なお、SSmg/Lと濁度NTUは、ほぼ1:1の関係性を示していた。

これらより、原水濁度が大きく変動しても、当該システムにより安定して10mg/L程度の処理水が得られることが確認できた。特に、原水濁度が低い場合、



図—3 30m³/h処理時の原水、処理水濁度と処理量



図—4 60m³/h処理時の原水、処理水濁度と処理量

従来設備では処理不良が起こりやすいが、当該システムでは、原水濁度の影響を受けにくい特徴を有することが分かった。

(3) 添加量と処理水 SS 関係

本凝集材添加量と処理水 SS の関係を図一5に示す。これより、処理能力 30～60 m³/h では、添加量と処理水 SS の間には、負の相関が成立し、添加量の増減により処理水 SS を制御できることが分かった。

また、30～60 m³/h の処理水量であれば、処理水の品質は、凝集材添加量に依存し、処理水量は大きな影響を受けないことも明らかとなった。

処理水の流下状況を写真一8に示す。これより、透明度の高い清澄な処理水が得られていることが分かる。

