

新しい濁水処理工法(回転金網ろ過方式)『AQUA-FILTER SYSTEM』の開発

前田建設工業(株) 正会員	○山本 達生	前田建設工業(株) 正会員	清水 英樹
前田建設工業(株) 正会員	佐々木 卓也	(株)テクノス北海道	橋本 昭彦
前田建設工業(株) 正会員	福田 淳	新日本工業(株)	前田 敦

1. 背景と目的

近年、環境意識の高まりから自然環境に影響を与えないよう工事濁水を確実に、かつ、高度に処理をして放流することを求める事例が増えている。このような要求に応えるため、従来のポリ塩化アルミニウム(以下、PACと称す)と高分子凝集材を併用する凝集・沈澱法(以下、従来法と称す)では、①設計処理量の数倍の能力を有するシックナー(沈澱処理装置)の設置や、②砂ろ過装置の付加導入など、設備強化による対応を余儀なくされている。

また、PAC+高分子凝集材は、濁水のpHや濁度に応じて、添加量を増減させる調整作業の必要も生じるため、処理水品質の高度化が求められる場合には、厳格な薬剤添加管理が必要となる。

以上より、昨今求められている工事濁水の高度処理に従来法で対応するためには、設備の大型化に伴う処理費用の増大や、施工ヤードの確保、運転管理にさらなる人手を要することなどが問題となりつつある。

一方、PAC+高分子凝集材に比較して凝集能力の高い粉体凝集材が数多く開発されつつあり、市場流通量も増加する傾向が見られるようになってきた。一般的に、粉体凝集材は、凝集効果が高く、沈降性の高いフロック(凝集物)を形成するため、沈澱分離槽(例えばシックナー)容積の縮小化、高品質処理水の実現などをもたらすが、従来の濁水処理設備そのままを使用する場合、攪拌強度が足りない、シックナーが大きすぎるなど、薬材の特性と設備との間にミスマッチが生じるため、当該凝集材の特徴を十分に活かせるとは言い難い。そこで、処理水品質の高度化と省スペース、省メンテナンスを両立する濁水処理工法を開発することを目的とし、粉体系凝集材の特性を活かせる濁水処理設備を考案し、工法の成立性を実証すべく、複数現場の検証を行ってきた。

本報告は、考案した濁水処理工法の適用性を、トンネル工事現場で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

NETIS登録技術、使用実績のある粉体凝集材を7種類程度選択し、費用を含めた性能比較を行った結果、以下の特徴を有する新日本工業(株)社製「高性能無機凝集材 SNK バイオ(NETIS:HK-090014-A)」(写真-1)を選定した。



写真-1 無機系粉体凝集材

○SNK バイオの特徴○

- ①強い凝集作用を有し、沈降性が高いフロックを形成する(写真-2 参照)
- ②濁度変動の影響を受けにくい(濁度変動に伴う薬材添加量の細かい調整無しに、安定した処理が可能)
- ③pH変動の影響を受けにくい(広いpH範囲に対して凝集効果を発揮できる)
- ④人工的に合成された高分子凝集材や有害物質を含まず、魚毒性が小さい

なお、本凝集材については、本開発の進捗に伴い、品質・コスト面での改良を加えた結果、 LC_{50} (96時間でヒメダカの半数が斃死する濃度、JIS K0102)が4,500mg/L、70mg/L程度の少量の添加量で凝集効果が発現することが確認された。このため、 LC_{50} が800mg/L前後、必要添加量が100mg/L前後であるPACに比較し安全性が高く高性能な凝集材となっている。

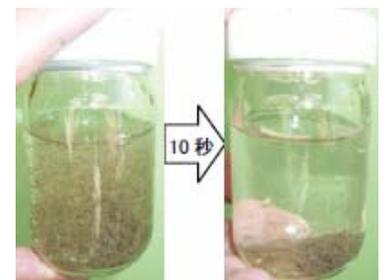


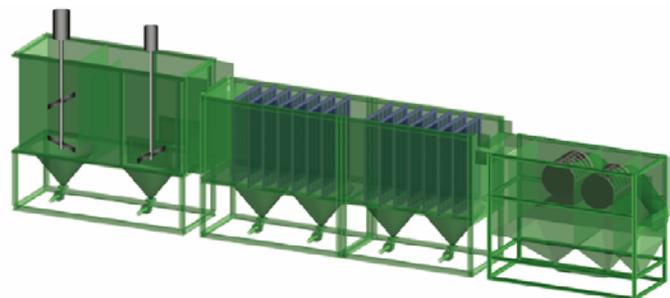
写真-2 凝集状況

キーワード 工事濁水、濁水処理、高度処理、省スペース、コンクリート切削排水、トンネル工事
連絡先 〒101-0064 東京都千代田区猿樂町 2-8-8 前田建設工業(株) 土木設計技術部 TEL 03-5217-9563

3. 濁水処理設備について

3. 1 設備全体の設計概念

前述の無機系粉体凝集材「SNK バイオ」の特徴を最大限引き出すため、攪拌槽、沈殿槽、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-1 に示す。以下に各槽の概要について示す。



①攪拌槽

②沈殿槽

③分離槽

図-1 濁水処理設備概略図

3. 2 攪拌槽について

当該凝集材は粉体で使用する凝集材であり、液体の状態を使用する PAC+高分子に比較して、強い攪拌力(急速攪拌)が要求される。一方、沈降性の高い連鎖状フロックを形成するためには、フロックを壊さない速度でゆっくりと攪拌し、フロック同士を衝突させてフロック径を大きくすることが肝要である。

よって、攪拌槽は急速攪拌・緩速攪拌の2段階攪拌方式を採用した。写真-3 に示す攪拌槽から流出する濁水のフロック形成状況より、粒径の大きなフロックが形成されている状況が確認できる。



写真-3 フロック形成状況

3. 3 沈殿槽について

当該凝集材は、PAC+高分子凝集材に比較して沈降性の高いフロックが得られるため、従来設備より沈殿槽の小型化が可能と考えたが、更なる機能向上を目的として、整流フィルター(土木用シート)を沈殿槽内に複数枚設置することで、沈殿槽内の処理水の水流を層流状態に制御することを試みた。

なお、試作した沈殿槽を用いた実証実験より、30m³/h 級の処理を実施する場合には約 1.6m²、60m³/h 級の処理を実施する場合には約 3.2m² 程度の水面積負荷が必要であることが確認された。この数字は、従来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、大幅な小型化を実現したといえる。沈殿槽の外観を写真-4 に示す。

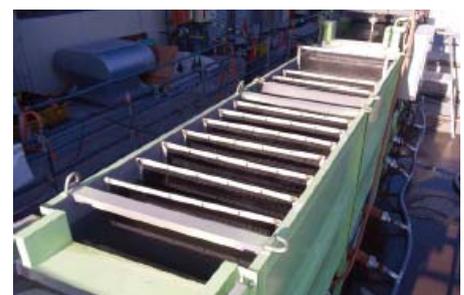


写真-4 沈殿槽外観

3. 4 分離槽について

当該凝集材を使用することで、沈降性の高いフロックを形成することが可能となったが、小型化にこだわった沈殿槽では沈降分離できない細かいフロックが生じる可能性があった。このため、最終処理水の品質を向上させることを目的に、金網によるろ過処理機能を有する分離槽を考案した。

考案した分離槽におけるろ過処理方法は、金網を設置したドラムを処理水中に部分的に浸漬、および、回転させることで、金網外側から内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)。

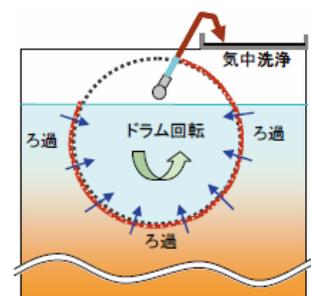


図-2 ろ過と洗浄の概念図

また、ろ過処理を継続実施することにより、金網にフロックが付着してろ過障害が発生する。連続ろ過処理を可能にするため、気中に露出した金網に対して、定期的に内側から水洗浄を行う機構を設置した。回転ろ過膜を部分浸漬させた意味はここにある。

なお、処理水品質の向上を目的として、 $100\mu\text{m}$ と $40\mu\text{m}$ の目開きを有する金網の2段階ろ過方式を採用した。分離槽内に金網を設置した状況を写真-5 に示す。



写真-5 分離槽への金網設置状況

4. 現場実証実験結果

4. 1. 実証実験の概要

平成23年5月9日～6月29日の約2ヶ月間、下記に示すトンネル工事現場(写真-6)にて、①処理水品質の安定性確認、②長期稼働による問題点抽出を目的とする実証試験を行った。

なお、当該現場では、元来より日平均 $15\sim 30\text{m}^3/\text{h}$ の濁水発生量に対し、ポリ塩化アルミニウムと高分子凝集剤を使用した一般的な濁水処理設備 ($60\text{m}^3/\text{h}$ 級) を用いた処理を行っていた。

4. 2. 実証方法

図-3 に処理フローを示す。当該工事現場では、既設濁水処理設備が稼働していたため、従来の処理フローを阻害しないよう、開発した濁水処理設備を既設中和処理装置の前に設置するフローとした。

原水、および、放流水の濁度は、投込式濁度計(東亜 DKK(株)製 TB-25A)により連続測定を、また、適宜、図-4 に示した箇所ですべて試料を採水し、ポータブル濁度計(HACK 社製 2100P)による処理水濁度とSS分析(JIS K0120 14.1 懸濁物質に準拠)を併せて行った。

4. 3. 試験結果

処理水量 $30\text{m}^3/\text{h}$ 、当該凝集材添加量 $70\text{mg}/\text{L}$ 一定の条件で、現場の昼方で発生した工事濁水を連続的に処理した。その際に、図-4 に示した箇所より採水した試料のSS分析結果を図-5 に示す。

これより、沈殿槽2からの流出処理水のSSは $10\text{mg}/\text{L}$ を超過していたが、分離槽での金網による2回のろ過処理により、放流水SSは $10\text{mg}/\text{L}$ を下回る結果となり、分離槽にて沈殿槽で沈降しきれなかった細かいフロックが除去されることが実証できた。

また、原水SSは $200\sim 5,400\text{mg}/\text{L}$ の範囲でばらついてはいたが、処理水量、無機系紛体凝集材の添加量を変化させることなく、安定して $\text{SS}10\text{mg}/\text{L}$ 以下の放流水が得られていた。

また、無機系紛体凝集材添加量は $70\text{mg}/\text{L}$ 一定の

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
 工事延長：L=600m(内トンネル延長：L=372m)
 幅員：SL=11.25m, 内腔断面：L=70.5m², 掘削延長：L=337m

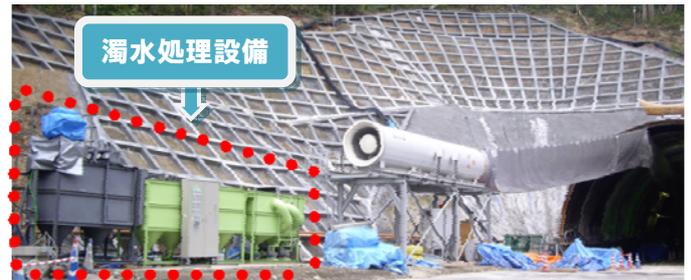


写真-6 濁水処理設備設置概況

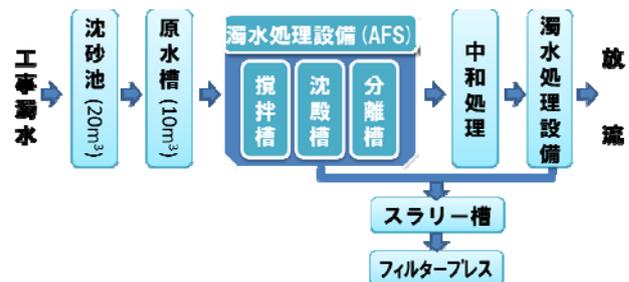


図-3 濁水処理フロー

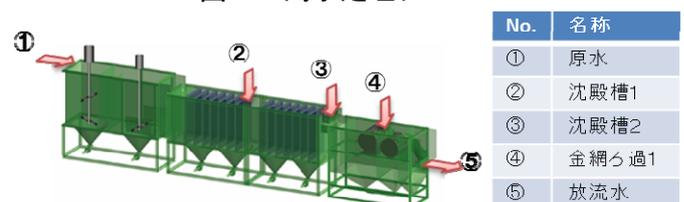


図-4 試料採取場所

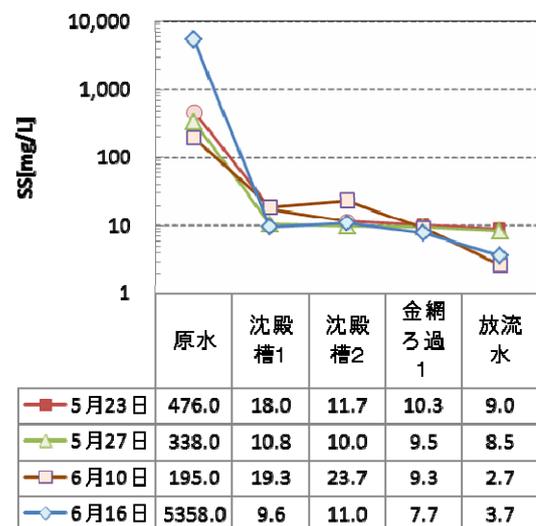


図-5 SS分析結果 ($30\text{m}^3/\text{h}$, $70\text{mg}/\text{L}$)

条件のもと、処理水量を 30, 45, 60m³/h と変化させ、連続的に濁水処理をした結果を図-6~8 に示す。

投込式濁度計の測定限界が 1,000NTU であるため、これを超える場合であっても表示は 1,000NTU となっているが、15~1,000NTU を超える原水濁度の変動があっても、10NTU 程度の放流水が安定して得られた。

実証データから、開発した濁水処理技術には、以下の特徴があることが分かった。

- ① 原水濁度の変動しても、凝集材添加量一定の条件で、安定して 10NTU 前後の放流水が得られる。
- ② 濁水処理が困難な 500NTU 以下の濃度が薄い濁水に対しても、安定した処理が連続して行える。
- ③ 処理水量 30m³/h の放流水は平均 5NTU, 45m³/h では平均 7.5NTU, 60m³/h では平均 10NTU 程度であり、処理水量に比例して放流水濁度が上昇する傾向を示した。

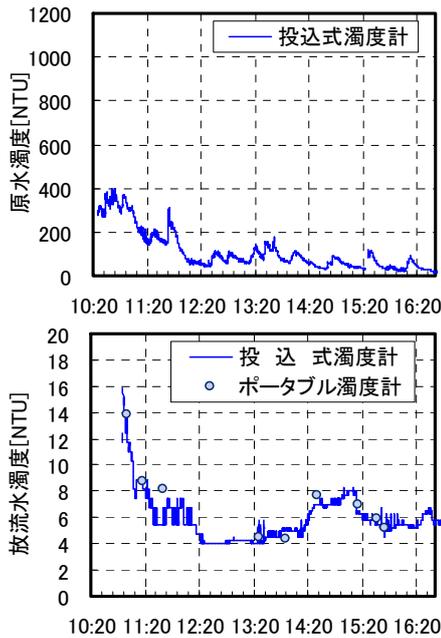


図-6 30m³/h 処理結果(6月10日)

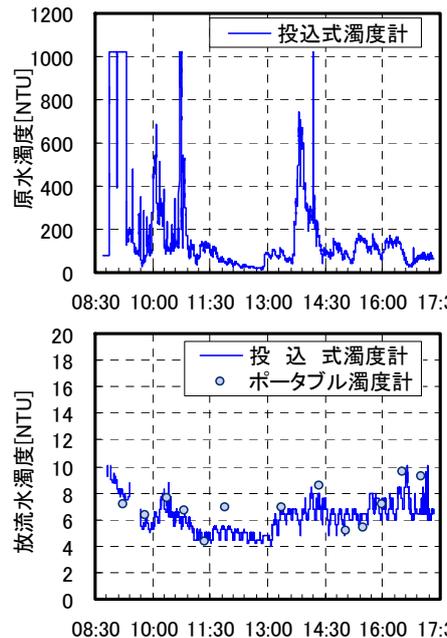


図-7 45m³/h 処理結果(6月9日)

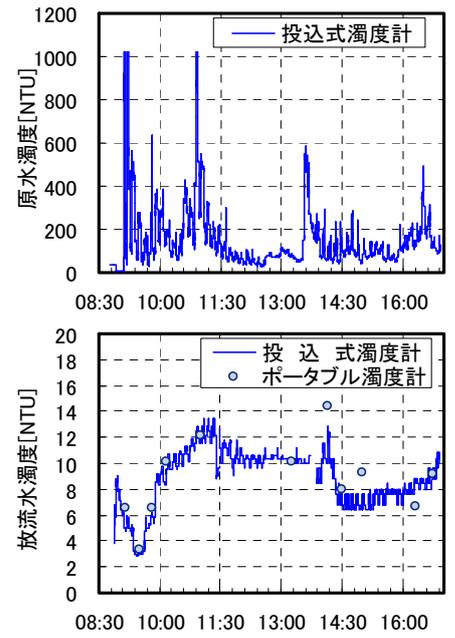


図-8 60m³/h 処理結果(6月8日)

5. 結論

回転金網方式による濁水処理工法のトンネル濁水への適用性について実証実験を行った結果、30~60m³/h の連続処理では、原水濁度の変動しても無機系紛体凝集材の添加量調整等の手間をかけずに、放流水の濁度を 10NTU 程度に安定して処理できることが実証できた。

6. 今後の予定

実験期間中には、沈殿槽内に設置した整流フィルターが目詰まりすることにより、処理水品質が一時的に悪化する事象の発生や、沈殿槽に沈殿したブロックが引き抜けなくなるなどの不具合が発生した。

このため、整流フィルターを定期的に人力で前後に揺することで付着物を剥離させる対応や、沈殿槽に溜まったブロックを人力で掻き出すなどの対応が必要になった。

今後は、夜間や休日での安定運転を見据えて、整流フィルターの自動洗浄設備の追加や、汚泥引抜き運転方法の確立を行うとともに、数多くの現場にて本工法の適用性に関する知見を集積し、開発技術の更なる信頼性向上を図る予定である。

参考文献

- ・財団法人日本ダム協会施工技術研究会編著：新訂版ダム建設工事における濁水処理，財団法人日本ダム協会，pp45~51，平成 12 年 7 月 28 日
- ・紛体凝集材を利用した省スペース型濁水処理工法の開発(その 1)，土木学会第 66 回年次学術講演会，VI-194
- ・紛体凝集材を利用した省スペース型濁水処理工法の開発(その 2)，土木学会第 66 回年次学術講演会，VI-195