

回転金網ろ過方式の濁水処理工法の開発

SS 10mg/L 以下のきれいな処理水を狭い敷地内で簡単に！

山本 達生*¹ ・ 福田 淳*¹ ・ 佐々木 卓也*¹ ・ 岩田 将英*¹ ・ 清水 英樹*¹ ・ 三輪 俊彦*¹

Development of Turbid Water Treatment Method

Easy to treat turbid water (under 10mg/L) in the narrow site

Tatsuo YAMAMOTO, Jun FUKUDA, Takuya SASAKI, Masahide IWATA, Hideki SIMIZU, Toshihiko MIWA



写真-1 トンネル現場での実証実験状況

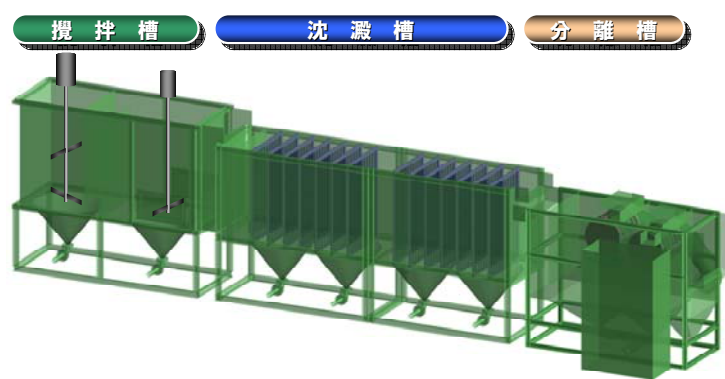


図-1 濁水処理設備の概要

研究の目的

工事現場で発生する濁水は、多くの現場で貯め置く環境が許されない状況にあることから、従来、ポリ塩化アルミニウム(以下、PAC と称す)と高分子凝集材による凝集・沈澱処理(以下、従来法と称す)により、放流先の水質環境に悪影響を及ぼさないように処理をしてから放流をしている。近年の環境意識の高まりから、放流水の水質には厳しい水質基準が適用される機会が増えてきており、従来法による処理では、①過大な処理設備の導入を余儀なくされる、②薬材添加等の管理が面倒になる、といった問題が顕在化している。

これらの問題を解決するため、凝集効果の高い粉体無機凝集材を採用した省スペース・省メンテナンス型の濁水処理の工法開発を行った。本報では、開発工法の適用性を現場実験(写真-1)により検証した結果について報告する。

技術の説明

凝集作用が高く、沈降性の高いフロックを形成できる粉体凝集材の特性を最大限利用するため、図-1 に示す濁水処理設備を考案した。本装置は、①攪拌槽、②沈澱槽、③分離槽の3つの設備により構成されている。各設備の特徴は、以下の通りである。①攪拌槽では、急速攪拌・緩速攪拌の工程により、粉体凝集材の速やかな反応促進を図る。②沈澱槽では、整流板を設置することにより濁水の流れを制御し、小さい設置面積で 99%以上の SS を沈降させる。③分離槽では、沈澱槽で分離しきれない細かいフロックを回転型金網でろ過することで、10mg/L 以下の処理水を得る。

主な結論

排水機場のリニューアル工事に伴い発生するコンクリート切削排水、および、トンネル工事に伴い発生する吹付コンクリート洗浄排水を含む工事濁水処理を通して検証を重ねた結果、目標とした処理能力 30~60m³/h 級の処理に対して、10mg/L 以下の処理品質を確保すること実証した。

一方、連続処理を実施した場合、沈澱槽下部に沈澱したフロックが一定量堆積する、または、整流板に付着したフロック量が多くなる、の何れかの事態の発生により、処理水品質が低下する問題が顕在化した。今後、沈澱槽下部からの汚泥引抜き、および、整流板の自動洗浄の機能を追加設置する対策を実施することで、さらに、処理品質の向上を図る予定である。

* 1 本店 土木事業本部 土木設計・技術部

回転金網ろ過方式の濁水処理工法の開発

山本 達生^{*1}福田 淳^{*1}佐々木 卓也^{*1}岩田 将英^{*1}清水 英樹^{*1}三輪 俊彦^{*1}

要 旨

工事現場で発生する濁水は、従来、ポリ塩化アルミニウムと高分子凝集材による凝集・沈澱処理により、放流先の水質環境に悪影響を及ぼさないように処理をしてから放流しているが、近年の環境意識の高まりから、放流水の水質には厳しい水質基準が適用される機会が増えている。

このため、従来の方法による処理では、①過大な処理設備の導入を余儀なくされる、②薬材添加等の管理が面倒になる、といった問題がある。

これらの問題を解決するため、凝集効果の高い無機系粉体凝集材を採用した省スペース・省メンテナンス型の濁水処理工法を考案し、排水機場のリニューアル工事に伴い発生するコンクリート切削排水、および、トンネル工事濁水の処理を通して、その適用性の検討を行った。

本報告は、30～60m³/h級の処理能力にて、SS 10mg/L以下の処理品質を確保する濁水処理工法の適用性を確認した結果について報告するものである。

キーワード 工事濁水／濁水処理／コンクリート切削排水／トンネル工事／高度処理／省スペース

目 次

- | | |
|----------------------|------------------|
| 1. はじめに | 5. トンネル濁水に対する適用性 |
| 2. 無機系粉体凝集材について | 6. 結論 |
| 3. 濁水処理設備について | 7. おわりに |
| 4. コンクリート切削排水に対する適用性 | |

DEVELOPMENT OF TURBID WATER TREATMENT METHOD

Tatsuo Yamamoto
Takuya Sasaki
Hideki Shimizu

Jun Fukuda
Masahide Iwata
Toshihiko Miwa

Synopsis:

Usually after it is processed by flocculation method, the construction turbid waters have been discharged. Recently, the water quality of discharged water are increasingly stringent water quality standards are applied. Therefore, treatment with conventional methods, are forced to introduce excessive handling equipment, become difficult to maintain such flocculating agent additive, is a problem that is inherent. To solve these problems, we devised a method of turbid water treatment employing Space-saving and low-maintenance-type coagulant effective inorganic powder agglomeration. This report is intended to report on the results confirm the applicability of the method developed by turbid water treatment.

* 1 本店 土木事業本部 土木設計・技術部

1. はじめに

近年、環境意識の高まりから自然環境に影響を与えぬよう工事濁水を確実、かつ、高度に処理をして放流することが求められる事例が増えている。

この要求を満足するため、従来のポリ塩化アルミニウム(以下、PAC と称す)と高分子凝集材を使用する凝集・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、添加量を増減する調整作業の必要がある¹⁾。

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、設備大型化に伴うメンテナンス負荷の増大や、施工ヤードの圧迫、運転管理に人手を要するなどが問題となる。

一方、[PAC+高分子凝集材]に比較して凝集能力の高い粉体系凝集材が数多く開発されつつあり、当社でも使用実績が見られるようになってきた。

一般的に、粉体系凝集材は、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)が小さくなる、高品質の処理水が得られるなどの利点がある。

また、粉体系凝集材を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するため、当該凝集材の特徴を十分に活かせないといったことが問題となる。

このため、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ため、粉体系凝集材の特性を活かした濁水処理設備を考案した。

本報告は、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の選定にあたっては、NETIS 登録技術、および、当社での使用実績のある粉体系凝集材を7種類程度選択し、木節粘土・水道水を調査して作成した模擬濁水に対する凝集効果を室内実験により確認した。その結果、凝集効果に大きな違いは認められなかったため、費用対効果が最も高い新日本工業株式会社「高性能無機凝集材 SNK バイオ(NETIS : HK-090014-A)」を選定し、当該凝集材の効果を最大限に引き出す濁水処理設備を検討することとした。選定した無機系粉体凝集材(写真-1 参照)の特徴を以下に示す。

なお、新日本工業株式会社は、濁水処理設備の試作対応も可能であったため、共同で開発を実施することとした。

- 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(濁度変動しても、薬材添加量の細かい調整をすることなく、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を含まない
- ⑤有害物質を含まない

なお、本開発の進捗に伴い、新日本工業株式製の無機系粉体凝集材については、品質・コスト面で改良を加えている。改良を重ねた現在の無機系粉体凝集材は、LC50(96 時間でヒメダカの半数が斃死する濃度、JIS K 0102)が 4,500mg/L であること、必要添加量が 40~70mg/L 程度と少量であることが確認されており、LC50 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い凝集材といえる。



写真-1 無機系粉体凝集材

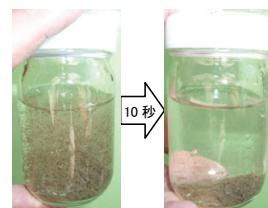


写真-2 凝集状況

3. 濁水処理設備について

3.1 設備全体の設計概念

無機系粉体凝集材の特徴を最大限引き出すため、攪拌槽、沈澱槽、分離槽の3槽により構成する濁水処理設備を考案した²⁾。概略図を図-1に示す。

以下に各槽の概要について示す。

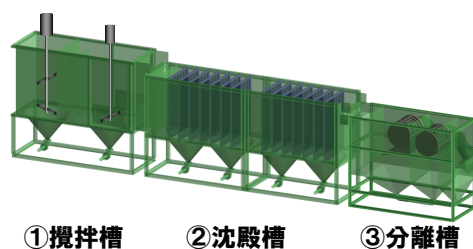


図-1 設備概略図

3.2 攪拌槽について

無機系粉体凝集材は固体の状態で使用する凝集材であり、液体の状態で使用する[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、沈降性の高いフロックを形成するためには、フロック径を大きくすることが肝要であり、フロックを壊さない速度でゆっくりと攪拌することで、フロック同士を衝突させることが必要である。

以上より、無機系粉体凝集材の性能を最大限引き出すため、攪拌槽は急速攪拌槽・緩速攪拌槽の2段階攪拌方式を採用した。

ここで、攪拌槽から流出する濁水のプロック形成状況を写真-3 に示す。これより、径の大きなプロックが形成されている状況が確認できる。

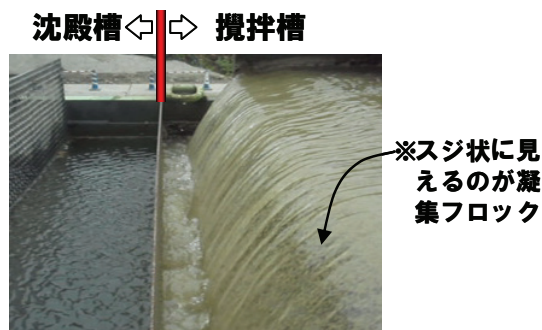


写真-3 フロック形成状況

3.3 沈殿槽について

無機系粉体凝集材は、[PAC+高分子凝集材]に比較して沈降性の高いプ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、単純に槽容量を小さくするだけでは、沈殿槽内で乱流が発生し、プロックが重力沈降しないことが分かった。このため、沈殿槽内に整流板を設置し、沈殿槽内の処理水を層流に制御することとした。この整流板には、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-4 に示す。

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、 $30\text{m}^3/\text{h}$ 級の処理を実施する場合には約 1.6m^2 、 $60\text{m}^3/\text{h}$ 級の処理を実施する場合には約 3.2m^2 程度の面積が必要であることが判明した。この数字は、従来のシックナーに比較して $1/5\sim 1/10$ 程度の値となっており、大幅な小型化が図れていることの証しといえる。

※ 水面積負荷(表面積負荷)=

流入濁水量/沈殿槽の水面積 $[\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{日}]$

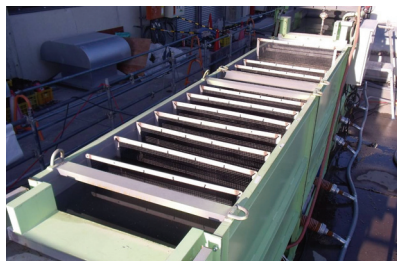


写真-4 沈殿槽外観

3.4 分離槽について

無機系粉体凝集材を使用することで、沈降性の高いプ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プロックが生

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として、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浸漬し、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行うことを特徴としている(図-2 参照)。

また、ろ過処理を継続実施することにより、金網にプ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、定期的に金網の内側から水洗浄を行う機構を設置した。

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。

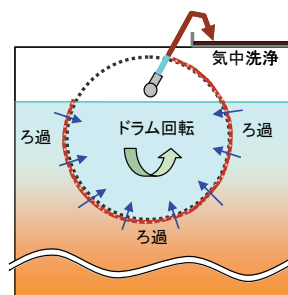


図-2 ろ過と洗浄の概念図



写真-5 分離槽への金網設置状況

4. コンクリート切削排水に対する適用性

4.1 実証実験を実施した現場の概要

平成 21 年 12 月 13 日～平成 22 年 1 月 14 日、北陸支店新川排水機場(3期)作業所にて、無機系粉体凝集材および濁水処理設備の適用性を検証する機会を得た³⁾。

当該作業所では、洪水対策のために設置された排水機場内の老朽化した排水ポンプの撤去を実施しており、 $\text{SS}10,000\text{mg/L}$ 、 $\text{pH}12$ 程度のコンクリート切削排水が $10\sim 20\text{m}^3/\text{日}$ 程度発生していた。

なお、当該工事では、本設として荏原実業(株)製の RDP 型パッケージ型濁水処理装置($10\text{m}^3/\text{h}$)を設置し、濁水処理を実施していた。

4.2 濁水処理プラントのフロー

当該工事はリニューアル工事であり、狭隘なスペースしか確保できなかったが、写真-6 に示すスペースに、写真-7 のように実証実験プラントを設置できた。

図-3 に実証実験プラントの濁水処理フローを示す。開発工法が従来工法と比較して大きく異なる優位点は、凝集材の pH 適用範囲が広いこと、強アルカリ性を呈する様な当該工事濁水に対し、中和処理を行うことなく、凝集・沈澱処理が可能なことが挙げられる。

このため、本実証実験では、20m³ の貯留槽に工事濁水を貯留し、実証プラントを用いて濁水処理を実施した後、処理水を 20m³ の放流槽に移送し、当該水槽内で希硫酸によるパッチ中和処理を行う方式とした。

沈澱槽で凝集沈澱した汚泥については、水切りコンテナバック M-1DOW Hyper(タニ工業㈱社製)に移送して処理をすることとした。

また、実工事から発生する濁水量が 10～20m³/日と少なかったことから、木節粘土を排水機場から取水した海水で解いた模擬濁水を作成し、海水混じり微粒濁水に対する開発工法の適用性についても検証を行った。

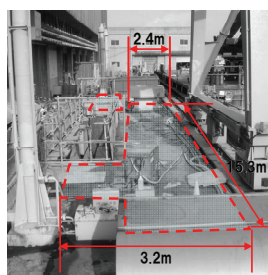


写真-6 設備設置前状況



写真-7 設備設置状況(60m³/h 級)

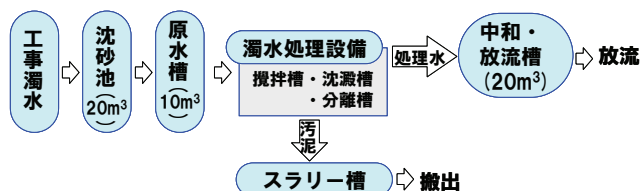


図-3 濁水処理フロー

4.3 実証実験結果

(1) 濁水処理実施状況

濁水処理実施状況を写真-8 に示す。処理条件は、原水 SS : 3,670mg/L, pH : 11.89, 無機系粉体凝集材添加量 :

75mg/L, 処理水量 : 60m³/h である。

写真-8 より、攪拌槽出口ではしっかりとしたフロックが形成されていること、沈澱槽内では層流の状態での処理水が移動し沈降分離が促進されていること、分離槽では沈降槽で分離しきれなかった径の小さいフロックが金網でろ過されていることが目視により確認できた。



フロック生成状況



沈澱分離状況(沈澱槽)



金網ろ過状況(分離槽)



処理水発生状況(放流槽)

写真-8 濁水処理状況

(2) コンクリート切削排水に対する実験結果

処理品質確認のため図-4 中に示した箇所を試料を採取し、SS 分析(「JIS K0102 14.1 懸濁物質」に準拠)を実施した。ろ過金網洗浄の直前と直後では、放流水の水質(SS)に違いが出る可能性があるため、ろ過金網洗浄直後に採取した放流水を「放流(後)」, 洗浄直前に採取した放流水を「放流(前)」と区別した。

30m³/h で処理した際の結果を図-5 に、60m³/h で処理した結果を図-6 に示す。

原水の SS が 1,267～12,097mg/L のコンクリート切削排水を処理する場合、30m³/h 処理では、75～100mg/l の無機系粉体凝集材を添加することで、5mg/l 以下の処理水が得られた(図-5)。

60m³/h 処理では、10mg/L 程度の処理水が得られるが、無機系粉体凝集材添加量を 75mg/L から 148mg/L に増しても、処理水 SS の顕著な低下は認められなかった。

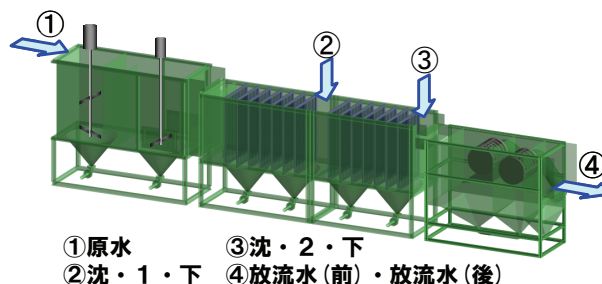


図-4 試料採取場所

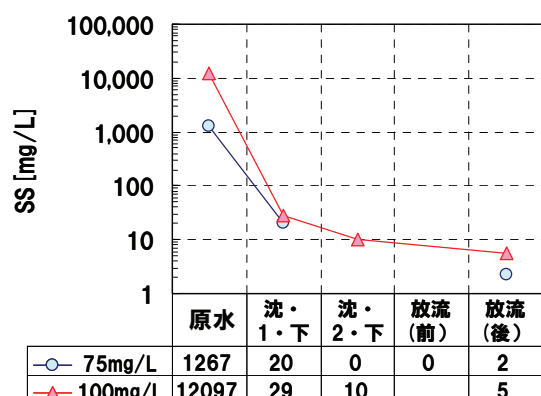


図-5 30m³/h 処理時の処理品質結果

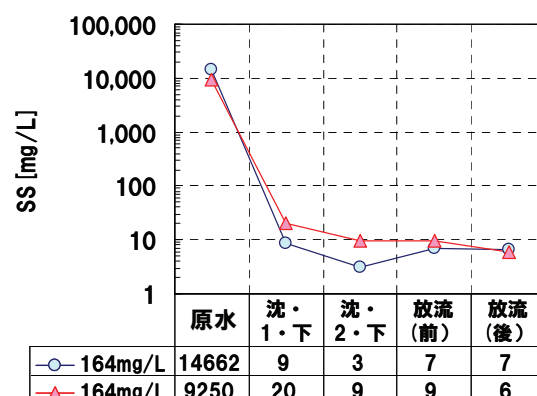


図-8 60m³/h 処理時の処理品質結果

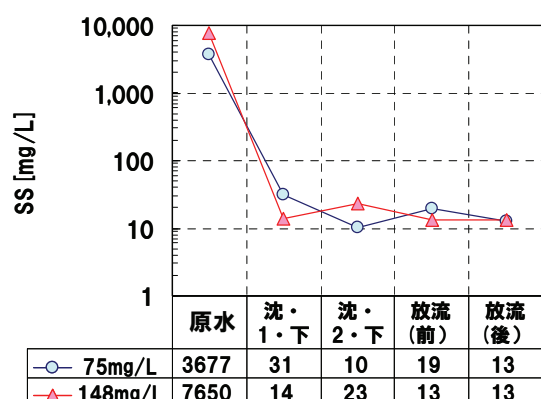


図-6 60m³/h 処理時の処理品質結果

(3) 海水混じり模擬濁水に対する実験結果

排水機場内の海水混じり河川水を取水し、これに木節粘土を添加することにより作成した模擬濁水を、30m³/hと60m³/hで処理した結果を図-6、図-7に示す。

これらより、10mg/L程度の処理水を得るために、30m³/hでは148mg/L(図-7)、60m³/hでは164mg/L(図-8)の無機系粉体凝集材の添加が必要であった。これは、コンクリート切削排水に比較して、約2倍程度の添加量となっている。添加量が約2倍程度必要になった原因は、海水中に含まれるナトリウムイオン(Na⁺)等が、濁質の凝集反応の阻害物質となっているためと思われる。

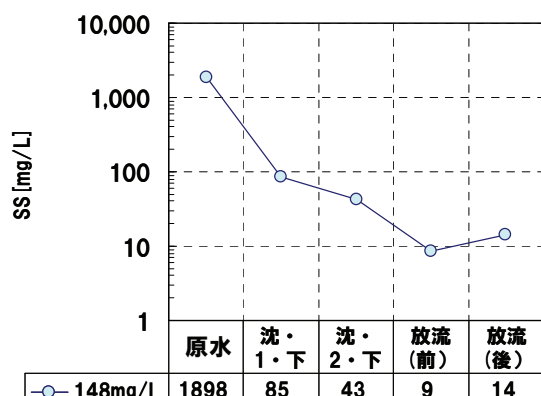


図-7 30m³/h 処理時の処理品質結果

4.4 まとめ

コンクリート切削排水、および、海水混じり模擬濁水に対する処理実験から、以下に列挙する知見が得られた。

- ①9.6L×1.2Wのスペースに設置可能な省スペース型の設備により、30～60m³/hの処理能力で10mg/L程度の処理水が得られる濁水処理が可能である。
- ②pH12程度の工事濁水を、中和処理せずに濁水処理が可能であるため、処理水を中和せずにコンクリート切削水として再利用すれば、中和に必要な希硫酸や炭酸ガス等の中和材使用量が大幅に削減できる。
- ③コンクリート切削排水に対しては、1,300～12,000mg/L程度の流入SSの変動に対しても、無機系粉体凝集材の添加量を75～100mg/L添加することで処理が可能であることから、薬材添加管理が容易である。
- ④海水混じりの模擬濁水に対しては、無機系粉体凝集材添加量が148～164mg/L程度必要になるため、費用対効果が悪化する。

なお、凝集沈殿した汚泥については、水切りコンテナバックに移送し、1～2日間放置することで、ダンプトラックで搬出できる状態になることを確認した。

4.5 抽出された問題点

排水機場リニューアル工事現場にて実施した開発技術の適用性を確認するための実証実験を行った結果、以下に示す問題が顕在化した。

図-9に示すように、沈殿槽下部にある一定量以上の汚泥(凝集沈殿物)が蓄積すると、沈殿槽内で汚泥が再浮上し、分離槽への流出量が増大する。この量がある一定量を超えると分離槽内で汚泥の濃縮が顕著になることで、ろ過障害が発生し、処理水量、および、処理品質が低下する結果を招いた。

沈殿槽に沈降する汚泥については、図-9に示すように、カスケードポンプを利用して、沈殿槽下部に設置した3箇所の汚泥引き抜き口(四角錐)から引き抜く構造としていたが、本構造では汚泥引き抜き効率が悪いとため、改善をすることの必要性が明確となった。

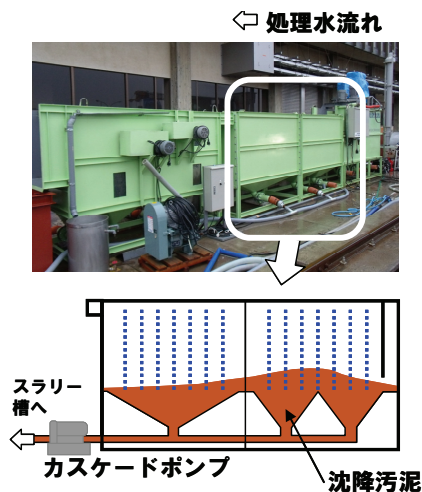


図-9 汚泥堆積状況概念図

また、分離槽に設置したろ過金網を洗浄するため、ろか金網を設置したドラムを回転させる機構としている。この回転部分は、グランドパッキング方式によりポンプの回転軸の水密性を確保している。

一方、回転金網は 10rpm 程度のゆっくりとした速度で回転をしており、シール材を締め付けて水密性を確保するグランドパッキング方式では、摩擦抵抗が大きく作用することになり、回転軸が少しでもずれると、ドラムの回転が停止するといったトラブルが起こった。

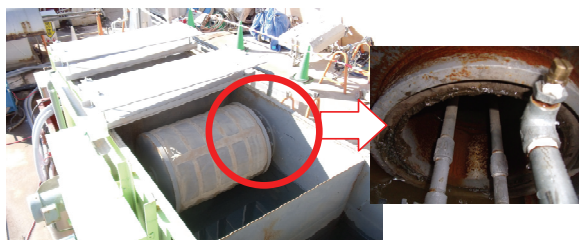


写真-9 回転部止水構造

5. トンネル濁水に対する適用性

5.1 実証実験を実施した現場の概要

コンクリート切削排水での実証実験に続き、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にて、長期間稼動における問題点の抽出を目的とした実証試験を行った。

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(内トンネル延長：L=372m)、幅員：SL=11.25m、内空断面積：A=70.5㎡、掘削延長：L=337m

当該現場においては、従来型の 60m³/h まで対応可能なシクナー、中和設備、フィルタープレスを主要設備とする設備により濁水処理を実施しており、設備はプラント建屋内に設置されていた。

実証実験プラントは、本設プラント建屋内に追加設置することが困難であり、また、特段騒音が発生する設備もないために、トンネル坑口前のスペースに設置することとした。設置状況を写真-10 に示す。



写真-10 濁水処理設備設置状況概況

5.2 濁水処理プラントの改良点

新川排水機場(3期)作業所での実証実験で抽出された 2 つの問題点である①汚泥引抜き構造、②回転ドラム止水構造に対し、以下に示す改良を行った。

また、当該トンネル現場では、平均 15m³/h 程度の工事濁水が継続的に発生したため、設備の自動運転、および、処理水濁度の自動記録計を導入した。

(1) 汚泥引き抜き構造の改良

汚泥引き抜き効率を高めるため、沈澱槽下部の形状を四角錐から円錐形状(写真-11 参照)に変更すると共に、沈澱槽 1 槽につき汚泥引き抜きポンプを一台設置した。

汚泥引き抜きポンプには、写真-12 に示すよう、汚泥ポンプ(赤)とカスケードポンプ(灰色)の二種類を選定し、適用性の比較検討をした。汚泥ポンプは、「吸引力は小さいが、吸引量が多い」、カスケードポンプは、「吸引力は大きい、吸引量が少ない」といった特徴を有する。

汚泥ポンプは、引き抜き汚泥の含水比が高くなるといった問題があり、また、カスケードポンプは濁水中に含まれる砂分による摩耗により故障をおこす結果となった。このため、今後は、吸引力が大きい、吸引量が少なく、かつ、摩耗抵抗性の高い渦巻きポンプの適用性を検討する予定である。

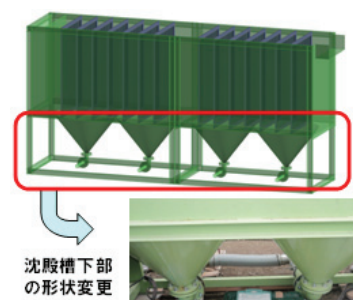


写真-11 沈澱槽下部の改良部概要



写真-12 汚泥引抜きポンプ設置状況

(2) 回転ドラム止水構造

ドラム回転部と分離槽の接合部は、止水性が重要であると考え、グランドパッキン方式の止水方式を採用したが、前述の通り、ドラムの回転が停止するトラブルが発生した。

このため、ドラム回転部の摩擦抵抗を少なくする目的で、ベアリング方式の止水構造に変更した。この変更により、回転部の止水性を確保した上で、小さな動力でドラムを安定して回転させることが可能となった。

(3) 自動運転と自動記録計

実用段階を見据えた今回の実証実験では、連続稼動に向けた運転の自動化を目指し、品質管理データの収集・記録機能と、ポンプ類のシーケンス制御機能を併せ持つ、タッチ型ペーパーレスレコーダー TR-V500(株式会社キーエンス社製)を導入した(写真-13 参照)。



写真-13 ペーパーレスレコーダー表示画面(例)

このレコーダーにより、原水槽に設置した水位センサー(三極棒)データをモニタリングし、原水槽の水位が設定値を超えたら、濁水処理に必要なポンプやモーター類を自動起動させる自動運転制御をさせると共に、処理水濁度、処理水量などの運転データを表示・収集・蓄積した。

5.3 実証実験結果

(1) 濁水処理フローおよび分析方法

開発技術の適用性を検証するため、図-9 に示す処理フローにしたがって、工事濁水処理を実施し、以下に示す計測・分析を行った。

濁度の計測は、投込み式濁度計(TB-25A, 東亜 DKK(株)社製)を用いて連続濁度測定を原水と処理水した。

また、この連続測定の精度を確認する目的で、ポータブル濁度計(2100P, HACH 社製), および, SS 分析 (JIS K0102 14.1 懸濁物質に準拠) を以下に示す箇所から採水した試料の濁度分析を適宜実施した。

- ・ 原水
 - ・ 沈澱槽(中央：図-10 中①・流出口：図-10 中②)
 - ・ 分離槽(上流ろ過水図-10 中③・放流水図-10 中④)
- また、原水の pH 測定を、1 回/日程度、ガラス電極式ポータブル pH 計(D-51T, (株)堀場製作所製)により行った。
- なお、濁水処理設備の運転は、昼間のみの運転とした。

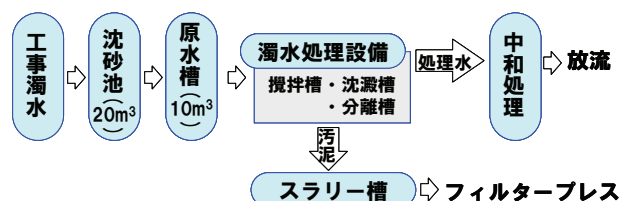


図-10 処理フロー概要図

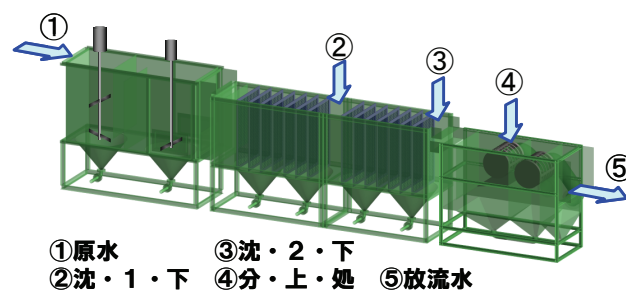


図-11 採水箇所

(2) 30m³/h 級処理結果について

図-12 に 30m³/h 級の連続処理を行った結果を示す。粉体系凝集材添加量は 70mg/L 一定とし、現場の昼方で発生した工事濁水を連続的に処理した。この日の原水濁度は 500[NTU]以下と総じて濁度が希薄な濁水が発生していた。

また、処理水は、運転開始直後に 10[NTU]を一部上回ったが、5[NTU]程度に安定して処理ができていた。

また、図-13 に同様の運転条件で濁水処理をした際に、図-11 に示す箇所より採水した試料の SS 分析結果を示す。

これより、沈澱槽流出口(沈・2・下)では、10mg/L を超過していたが、処理水は 10mg/L 以下を満足しており、分離槽にてろ過処理を 2 回実施する効果が確認できた。

このとき、原水は 200～5,300mg/L の範囲で変動をしていたが、無機系粉体凝集材の添加量は、70mg/L 一定の条件で運転していることに注目されたい。

図-14 には、別日の運転処理条件として、無機系粉体凝集材添加量を 50mg/L に縮減した際の濁度の推移を示した。

当該日の、原水濁度は 70～1,500[NTU]の範囲で大きく変動したが、図中赤丸での示した範囲で処理水濁度が目標値である 10mg/L を超過したものの、目標値である 10mg/L をほぼ満足する結果が得られた。無機系粉体凝集材 50mg/L の添加量であっても、著しく処理品質が低下する現象は見られなかった。

なお、投込式濁度計の測定限界は 1,000[NTU]であるため、これを超える場合は 1,000[NTU]の表示になっている。

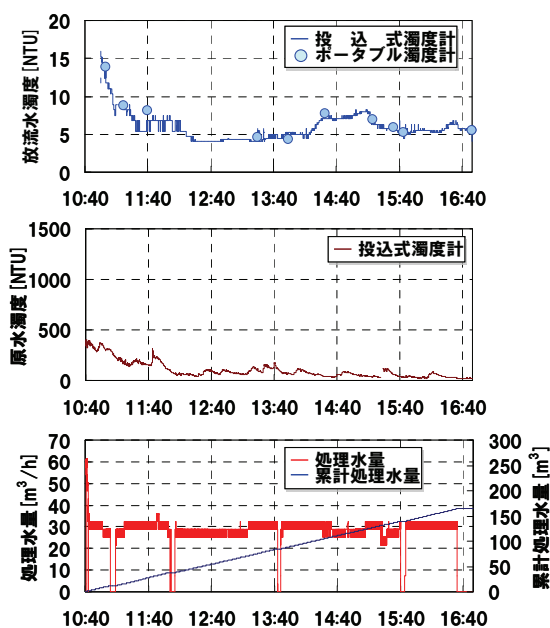


図-12 濁度・処理水量(30m³/h, 70mg/L, 6月10日)

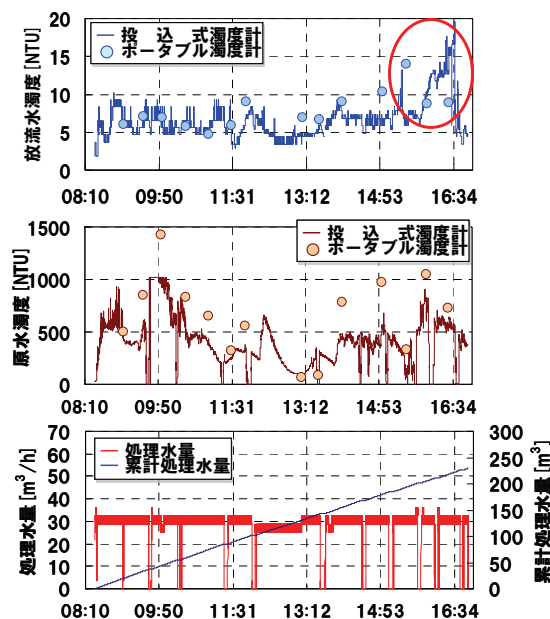


図-14 濁度・処理水量(30m³/h, 50mg/L, 6月23日)

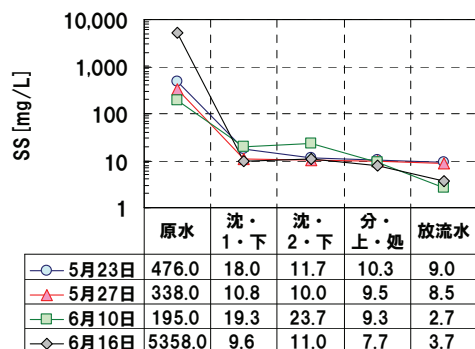


図-13 SS 分析結果(30m³/h, 70mg/L)

(3) 45m³/h 級処理結果について

次に、粉体系凝集材：70mg/L，処理能力：45m³/h で濁水を処理した結果の内，濁度分析結果，および，処理水量データを図-15 に，SS 分析結果を図-16 に示す。

これより，30m³/h 処理時と同様，原水濁度の変動によらず，安定して 10mg/L 以下の処理水が得られることを確認した。

(4) 60m³/h 級処理結果について

最後に，粉体系凝集材：70mg/L，処理能力：60m³/h で濁水を処理した結果の内，濁度分析結果，および，処理水量データを図-17 に，SS 分析結果を図-18 に示す。

これより，60m³/h 級の処理においては，処理水濁度は，平均値で 10[NTU]程度となるが，目標値を超える時間帯も多く出現する傾向を示した。

また，処理水の SS は，11～14.3mg/L の範囲となり，30～45m³/h 級の処理実施時より，1.5 倍程度処理水品質が低下する結果となった。

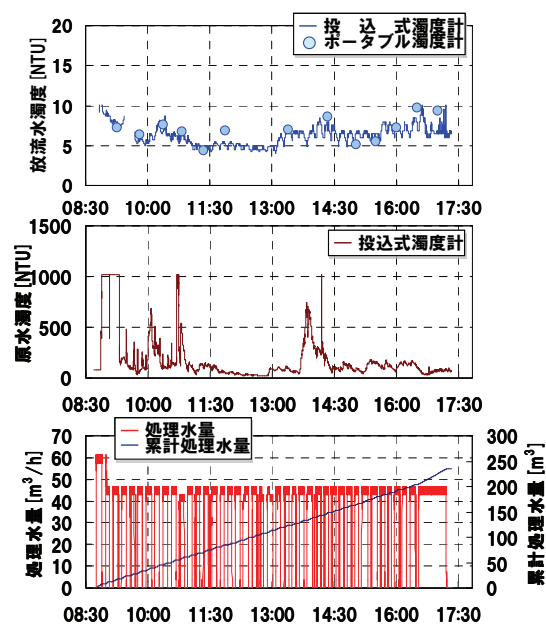


図-15 濁度・処理水量(45m³/h, 70mg/L, 6月9日)

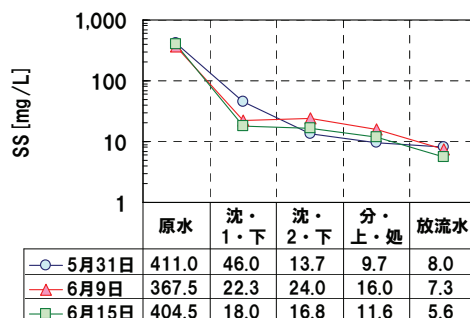


図-16 SS 分析結果(45m³/h, 70mg/L)

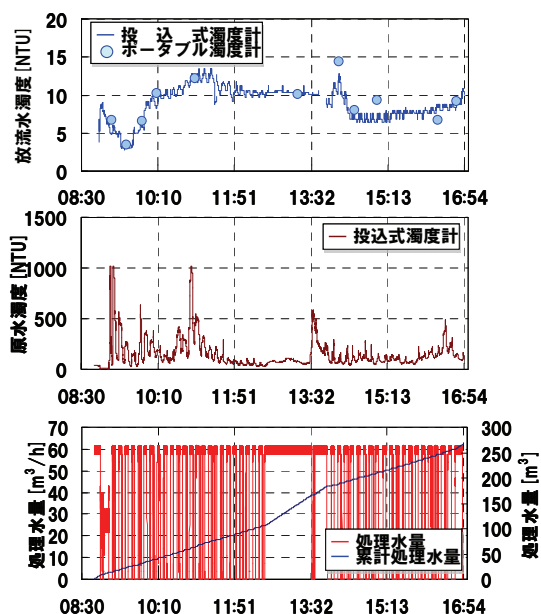


図-17 濁度・処理水量(60m³/h, 70mg/L, 6月8日)

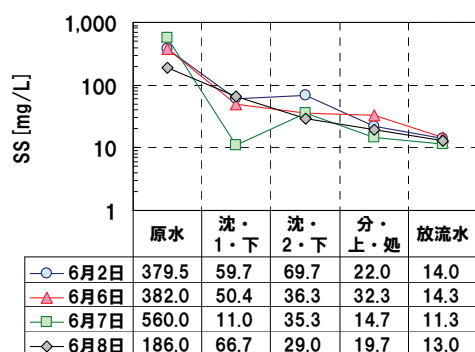


図-18 SS分析結果(60m³/h, 70mg/L)

(5) 無機系粉体凝集材と処理水 SS の関係

無機系粉体凝集材の添加量と処理水 SS の関係を図-18 に示す。

これより、処理能力が 30～45m³/h では、粉体系凝集材添加量と処理水 SS の間には、負の相関が成立し、処理目標値を 10mg/L とした場合には、50～70mg/L 程度の添加量が必要であることが分かった。

また、60m³/h での処理については、処理水 SS が 10mg/L を下回る結果もあったが、概して 10～15mg/L と、処理品質の安定性が低下する傾向が見られた。

60m³/h 処理で処理水 SS が 10mg/L 以上となったこと、また、30～45m³/h 処理においても、処理水濁度が 10[NTU]となることがあった。これらの原因や問題解決のための設備改良について、現時点における考察として次項に述べる。

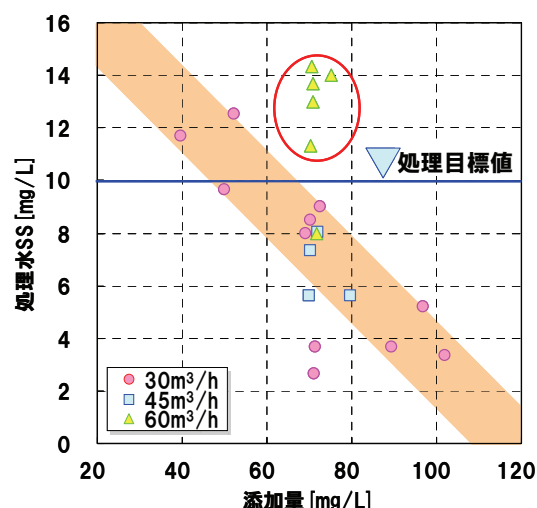


図-19 添加量と処理水 SS の関係

5.4 抽出された問題点

トンネル工事濁水に対して、昼間 8 時間程度の連続処理を行った結果、安定して 10mg/L 程度まで濁水処理した実績データを収集することができたが、以下の事象が発生した際、処理水品質が低下する傾向が見られた。

- ①沈澱槽下部で汚泥蓄積量が増加するとき
- ②沈澱槽内整流板にブロックが大量に付着したとき
- ③60m³/h 処理(添加量 75mg/L)時に原水濁度が 300[NTU]以下になると、処理水品質が 10mg/L を数 mg/L 程度超過する
- ④凝集沈澱処理後に炭酸ガスにより処理水を中和すると、炭酸カルシウムが生成され、処理水が白濁する

①の問題については、沈澱した汚泥の引抜き頻度を高めるや汚泥引抜きポンプの稼動時間の延長により対応したが、その結果、引抜き汚泥の含水比が、従来のシックナーから排出される汚泥に比較し 10 倍程度高くなる不具合傾向が見られた。

また、②については、1 時間/回程度の頻度で、整流板を人力により前後に揺って付着物を剥離することで対応した結果、処理水品質が安定する傾向が見られた。

原水濁度が薄くなる場合の対応については、スラリー槽から汚泥をポンプアップすることで対応できると考えている。

以上より、今後、以下に示す改良をし、濁水処理工法の確実性およびメンテナンスの省力化を図る予定とする。

- A) 沈澱槽下部の汚泥蓄積部(円錐形部)に汚泥掻き取りのためのレーキ設備を追加設置する
- B) 一定時間毎に整流板を振動させる設備を追加する
- C) スラリー槽から攪拌槽への汚泥返送設備を追加する
- D) 凝集沈澱処理の前工程で中和処理を行う

なお、本開発工法で発生した汚泥をフィルタープレスで脱水処理した結果、PAC+高分子凝集材で濁水処理をした際に発生する汚泥と同様の処理が可能であった。

6. 結論

コンクリート切削排水・海水混じり模擬濁水、トンネル工事濁水の３種類の濁水に対する開発工法の適用性検証実験を実施した結果、以下の結果が得られた。

- ・ 無機系粉体凝集材の適性添加量は、50～70mg/L 程度である
- ・ 原水の濁度変動しても、粉体系凝集材の添加量を調整することなく、安定した処理が行える
- ・ 30～45m³/h 級の処理では、整流板を定期清掃することで、安定して 10mg/L 以下の処理水が得られる
- ・ 海水混じりの濁水を処理する場合、PAC+高分子凝集材と同様、無機系粉体凝集材の適性添加量が増える

今後、残された課題である引抜き汚泥設備の改良、整流板の自動清掃設備の追加、返送汚泥の効果確認を行うことにより、開発技術の信頼性を高める予定である。

7. おわりに

従来の濁水処理設備に比較して、省スペース型でかつ高品質の処理水が得られる濁水処理工法を隔離することができた。開発した濁水処理設備は、写真-14 に示すよう、60m³/h 級の設備の場合、11t ユニック 1 台で搬入・搬出が可能な大きさとなっている。

今後、1 日で設置、撤去が行えるよう、設備をユニット化する予定としている。



写真-14 濁水処理設備の搬出状況

謝辞：本濁水処理工法の開発に当たっては、新川排水機場(3期)作業所 鈴木 理人所長、梅川トンネル作業所 梶山 孝司所長、下山田 俊一 機電課長に、現場実験の準備から設備運転管理に至るまで、多大なご協力を頂いた。

末筆ながら各位のご協力に感謝の意を表するものである。

参考文献

- 1) 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
- 2) 福田ら：粉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回年次学術講演会概要集，VI-194, pp.387-388, 2011.9
- 3) 山本ら：粉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回年次学術講演会概要集，VI-195, pp.389-390, 2011.9