

合流式下水道改善対策における 凝集沈殿付き高速繊維ろ過技術に関する研究

1. はじめに

合流式下水道の改善対策のうち、夾雑物除去、高速ろ過・凝集分離、消毒及び計測・制御の4分野に係る技術開発が「下水道技術開発プロジェクト(SPIRIT21)」において平成14～16年度の3ヶ年で行われた。「雨天時未処理放流水等の超高速繊維ろ過技術」(以降、先行技術と称す)は、無薬注による沈殿処理を前処理として付加したろ過技術によりSS、BOD等の汚濁物質を除去する技術として評価認定を得た。平成16年4月1日には「下水道法施行令の一部を改正する政令」が施行され、合流式下水道からの放流水について雨水の影響が大きい時は、処理区域毎にBOD濃度を40mg/l以下とすることが示された。しかし、対象となる処理区域によっては、合流式下水道からの雨天時放流水質基準を遵守するために、無薬注処理では達成できない高いBOD除去率を求められるケースも今後想定される。このため、先行技術からBOD除去性能の向上に着目し、前処理である沈殿処理前に高分子凝集剤による凝集反応を行った後、沈殿と高速繊維ろ過を行う「凝集沈殿付き高速繊維ろ過技術」について確認した。今回、現地実験等の調査結果により、性能・維持管理性等において十分な成果が得られたので、技術資料として取りまとめ、最適な設備の建設・維持管理が行われるようにするものである。

2. 技術資料の概要

今回とりまとめた「凝集沈殿付き高速繊維ろ過技術」は、合流式下水道において雨天時にポンプ場から排出される下水、または終末処理場の簡易処理対象下水を対象とし、合流式下水道の改善対策を目的とした凝集沈殿付き高速繊維

ろ過施設の計画、設計、維持管理に適用する。

本技術資料の作成に際しては、数カ所の合流式下水処理場の雨天時流入下水に対する凝集実験(ジャーテスト)により、高分子凝集剤による凝集沈殿ろ過の適応性調査を行うとともに、合流式下水処理場に設置した実証実験機による四季の代表的な降雨に対する実験を行うことで、処理性能、ろ過特性および維持管理性に関する調査を行い、凝集沈殿付き高速繊維ろ過設備の適用範囲を明確化し、計画、設計、維持管理に関する技術的事項についてとりまとめている。

今後、下水道管理者が合流式下水道の改善計画をする場合に、凝集沈殿付き高速繊維ろ過設備の導入検討、設計検討を行う際の活用が期待される。具体的には、以下のような技術資料の活用が挙げられる。

- ①凝集沈殿付き高速繊維ろ過設備の計画、設計、施工および維持管理の際の内容および留意事項を容易に把握でき、各段階における判断をすることができる。
- ②参考資料として、凝集沈殿付き高速繊維ろ過設備のモデル設計例および既存技術との比較例を示しており、設計の内容や流れを把握できる。
- ③凝集沈殿付き高速繊維ろ過設備の特記仕様案を整理し掲載しており、選定時の参考とすることができる。

3. 技術資料の内容

3.1 凝集沈殿付き高速繊維ろ過の特徴

本技術は、1種類の高分子凝集剤による凝集沈殿処理と高速繊維ろ過処理を組み合わせることにより、高いBOD除去性能を得るものである。本技術のシステムフローを図-1に示す。

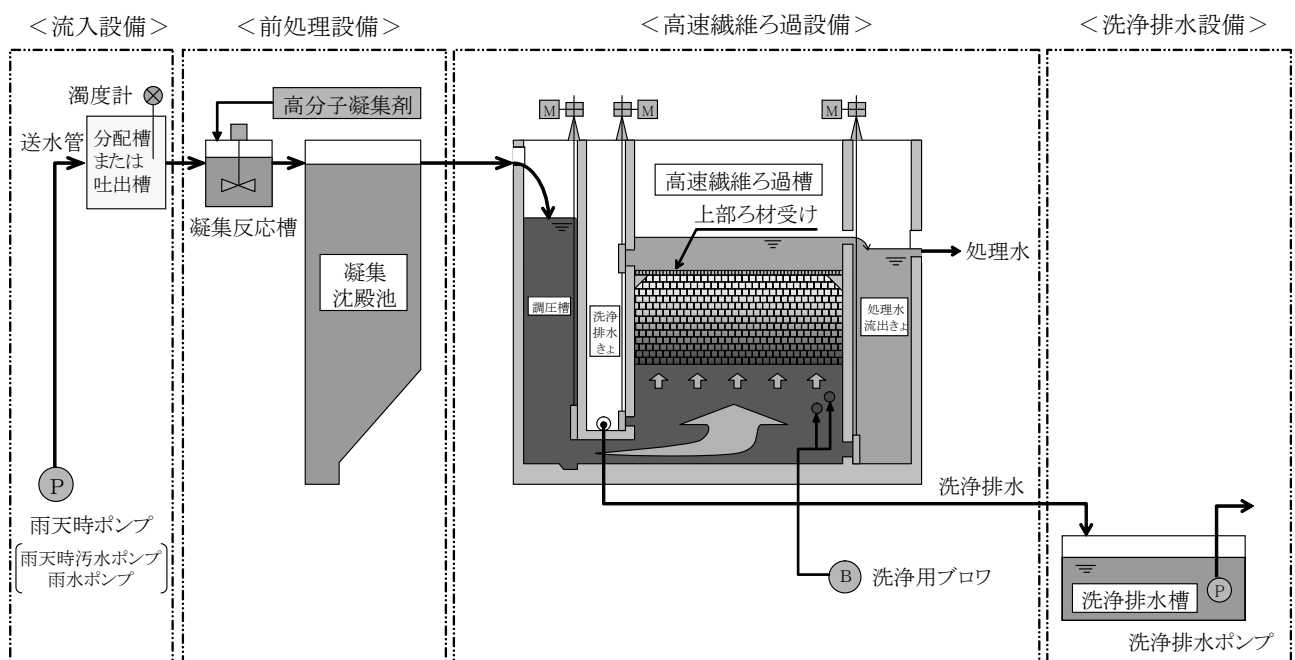


図-1 システムフロー

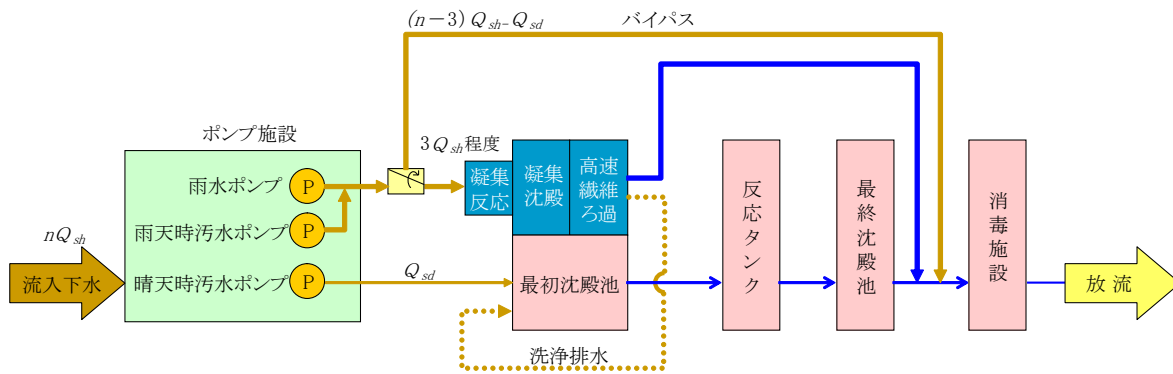


図-2 本技術の適用イメージ（終末処理場）

表-1 除去率の比較

処理方式	従来技術	先行技術	本技術			
	雨水沈殿池	沈殿+ 高速繊維ろ過	凝集沈殿+ 高速繊維ろ過			
薬注の有無	無薬注	無薬注	性能目標 (薬注)	薬注率(実験結果)		
				2mg/λ	3mg/λ	4mg/λ
SS除去率(%)	30	70	80以上	91	92	94
BOD除去率(%)	30	60	75以上	74	77	79

※沈殿時間は、先行技術、本技術ともに12分間である。

※本技術の薬注率別除去率は、実証実験の結果から薬注率と除去率の相関式より算出した。

雨天時に流入した原水は、雨天時ポンプ（雨天時汚水ポンプ、雨水ポンプ）により揚水され、前処理設備に供給される。前処理設備では、凝集反応槽で高分子凝集剤を注入混合して雨天時流入下水中の懸濁物質を凝集フロック化させ、つづく凝集沈殿池で沈降しやすい凝集フロックと夾雑物の除去を行う。凝集沈殿池処理水は、ろ過原水として調圧槽に流入する。

ろ過原水は、高速繊維ろ過槽の下部より流入し、ろ過槽上部に形成された浮上性繊維ろ材からなるろ層を上向流で通過し、この間に原水中のSSが捕捉除去される。ろ過処理水は、処理水流出きょを経て系外に流出する。

高速繊維ろ過槽の洗浄は、洗浄用ブロウにより供給する空気でもろ材を攪拌流動させるとともに、ろ過槽下部からろ過処理水を通水して行う。洗浄排水は、ろ槽上部から洗浄排水槽へ排出される。

本技術は、これら一連の処理を雨天時ポンプで揚水後、自然流下で行うものである。

本システムに求められる性能・特徴を以下に示す。

(1) 汚濁物質 (SS, BOD) の高い除去性能

高分子凝集剤を使用することにより、高い汚濁物質の除去性能 (SS 除去率 80%以上, BOD 除去率 75%以上) が得られる。また、凝集沈殿池処理で沈降しやすい凝集フロックと夾雑物を事前に除去するため、高速繊維ろ過槽のろ過継続時間が長くなるとともに、安定したろ過性能が得られる。

(2) 薬注率設定による所要 BOD 除去性能達成

本技術の BOD 除去率は、一定の範囲において高分子凝集剤の注入率を大きくするほど高くなる。そのため、適切な注入率を設定することにより合流改善目標で必要とする BOD 除去率が得られる。

(3) 薬注処理・無薬注処理の切り替えによる薬品費低下

本技術は、ファーストフラッシュのように汚濁負荷の高い時は薬注処理を行い、降雨開始後数時間経過し、雨水により希釈されて汚濁負荷が低くなった時点で濁度計で検知し、無薬注処理に切り替えることができる。そのため、薬品費の低減が図られ、常時薬品を使用する技術に比べ薬品費を抑えた経済的な運転が可能である。

(4) 既存施設改造による本施設の設置

本システムを新規に導入する場合は、既設の最初沈殿池や雨水沈殿池をそのまま凝集沈殿池としてもちい、高速繊維ろ過池を新規に建設する。また、既設利用処理対象水量に対して本施設を設置するために必要なスペース（有効水深 3.5m以下）が改造可能な既存施設のみで確保できる場合、既設の最初沈殿池や雨水沈殿池の前段を凝集沈殿池としてもちい、後段を高速繊維ろ過池に改造することができる。この場合、既設の流入きょや沈殿池の整流壁および汚泥かき寄せ機等を流用することができる。

3.2 適用範囲

本技術を終末処理場に適用したイメージを図-2に示す。終末処理場においては、新たに用地を確保して設置するか、合流式の既設最初沈殿池を晴天時汚水ポンプ（計画1日最大汚水量：Qsd）に対応する池と雨天時ポンプ（雨天時汚水ポンプ、雨水ポンプ）に対応する池に分離し、雨天時ポンプに対応する池を雨水処理専用施設に改造して本技術を適用することができる。本技術は、従来の簡易処理対象下水（2Qsh）に対する簡易処理の高度化と必要に応じて現状未処理で直接放流されている未処理下水の一部を簡易処理し、処理場における放流負荷量の削減を図るものである。

3.3 導入効果

実証実験結果を基に、SS 除去率と BOD 除去率について、従来技術の雨水沈殿池や先行技術および本技術の除去性能を表-1にまとめた。

本技術は、高分子凝集剤の薬注率を高くするに依り除去率が向上する。薬注率 3mg/l で先行技術（無薬注）に比べ、SS 除去率は 10 ポイント以上、BOD 除去率は 15 ポイント以上向上させることが可能である。

3.4 計画

本技術は、合流改善目標達成のため汚濁負荷量削減の一部を図るものであり、合流改善計画は、他の合流改善対策と組合せて改善効果や経済性等の検討を行い、最適な対策案を総合的に評価して策定する。

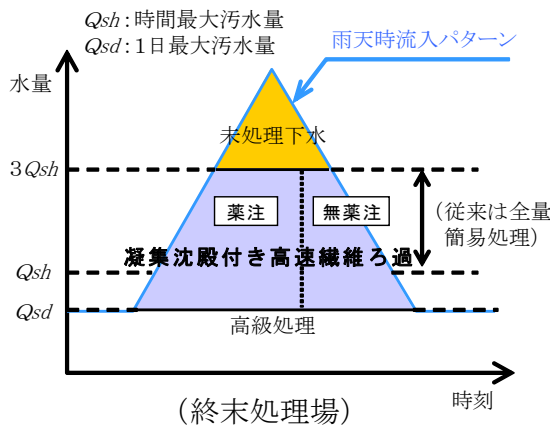


図-3 本技術による雨天時処理形式のイメージ

3.5 設計

(1) 設計水量の設定

終末処理場における雨天時の処理対象の設計水量（雨天時処理能力）は、以下により定義される。

設計水量(Q_0 (m³/日))=

雨天時計画汚水量(nQ_{sh} (m³/日)) - 計画1日最大汚水量(Q_{sd} (m³/日))

なお、洗浄排水量 q については、以下の式を満たすことを確認する。

計画1日最大汚水量 Q_{sd}

+ 洗浄排水量 $q \leq$ 計画時間最大汚水量 Q_{sh}

ここに

$$\text{洗浄排水量 } q = \text{設計水量 } Q_0 \times \text{洗浄排水量比} \times \frac{1}{100}$$

(2) 設計ろ過速度

設計ろ過速度は、最終ろ過損失水頭から求めた1槽洗浄時のろ過速度と1系列当たりの槽数より設定する。

本技術では、最大ろ過速度は、最終ろ過損失水頭が2mの場合、2,500m/日とする。最終ろ過損失水頭を1mとする場合は、SS捕捉量が低下するため2,000m/日とする。なお、ろ材を洗浄するための洗浄水は、他の高速繊維ろ過槽の処理水を使用するため、1系列当たりの高速繊維ろ過槽の数量は2槽以上の複数とする。

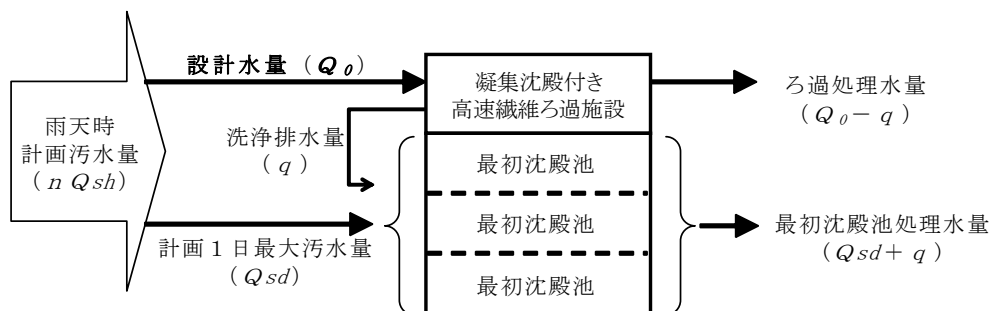
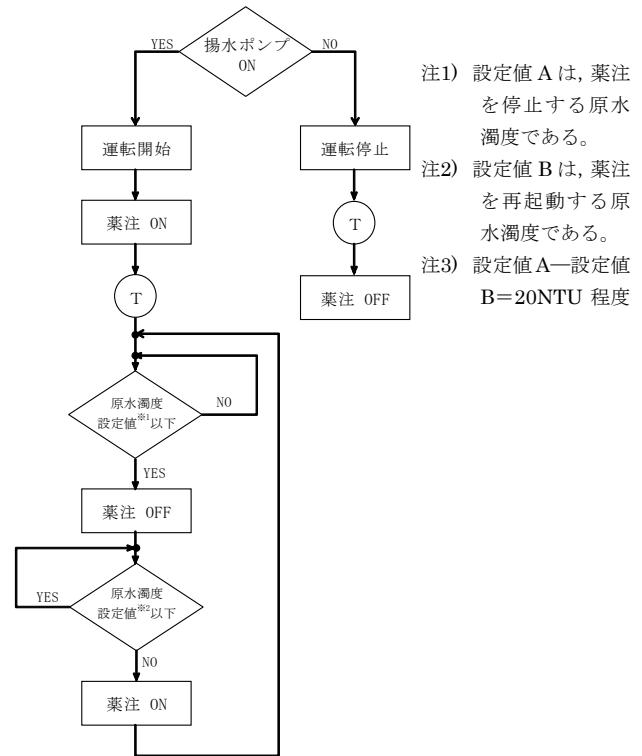


図-4 終末処理場に設置する場合の設計水量（雨天時処理能力）設定の考え方

(3) 薬中ON-OFF制御

薬注ON-OFF制御は、汚濁負荷を濁度計で簡易的にとらえ、薬注と無薬注を自動で切り替えるものである。薬注ON-OFF制御の運転ブロックを図-5に示す。薬注ONで運転を開始し、所定時間後（適用箇所に応じて設定）から原水濁度計による薬注ON-OFF制御を行う（原水濁度が設定値A以下になると薬注をOFFし、設定値Bを超えると薬注をONする）。



注1) 設定値Aは、薬注を停止する原水濁度である。
 注2) 設定値Bは、薬注を再起動する原水濁度である。
 注3) 設定値A—設定値B=20NTU程度

図-5 薬注ON-OFF制御運転ブロック

3.9 施工と試運転

凝集沈殿付き高速繊維ろ過設備の施工手順を整理すると共に、各装置設置時および試運転時における留意点を整理した。

3.10 維持管理

凝集沈殿付き高速繊維ろ過設備の維持管理事項として、運転管理、水質管理および保守点検について整理した。

4. まとめ

本技術資料は、現地実証実験等から得られた性能、維持管理性などの調査結果に基づき、凝集沈殿付き高速繊維ろ過設備の適用範囲、特徴、施設の設計、施工、維持管理などに係る技術的事項をとりまとめたものである。

本技術技術資料を用いることにより、合流改善設備の計画、設計等を行う際の一助になれば幸いである。