

1. 技術概要

1.1 技術の原理

本技術は、前処理の1段目の特殊スクリーン付きスワール(GSS)、凝集混和槽、2段目の特殊スクリーン付きスワール(FSS)及び中圧紫外線消毒装置により構成される。本技術の処理フローを図-1に示す。

特殊スクリーン付きスワールによる高速凝集

特殊スクリーン付きスワールによる高速凝集は、1段目の特殊スクリーン付きスワール(GSS)で原水中の夾雑物を除去し、凝集混和槽にて無機凝集剤(硫酸バンド)と高分子凝集剤(カチオン系)を添加してフロックを形成させ、特殊スクリーン付きスワール(FSS)により、凝集フロックを高速で分離するものである。図-2に特殊スクリーン付きスワールの概要図を示す。

特殊スクリーン付きスワール内に導かれた汚泥、夾雑物、凝集フロックは、渦流により中心部に引き寄せられ、高速凝集処理水はスクリーンを抜けて、中圧紫外線消毒装置へ導かれる。槽内に溜まった汚泥は下部のバルブを定期的にかけることにより引き抜く。

中圧紫外線消毒

塩素系消毒剤は微生物の細胞膜や細胞壁を破壊することにより消毒を行うが、紫外線消毒は微生物の複製機構を司るDNA、RNAに直接作用し、増殖阻害を生じさせることにより消毒を行う。スワールによる高速凝集によりSSや大腸菌群数がかなり除去されるが、公衆衛生を考慮し、消毒性能を担保するために高速凝集処理水を中圧紫外線消毒装置へ供給して消毒を行う。紫外線消毒装置の概要図を図-3に示す。

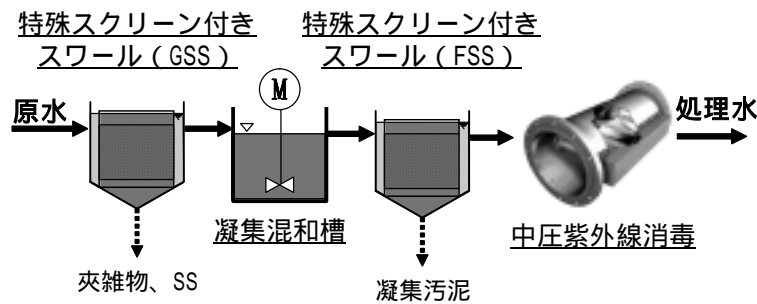


図-1 処理フロー

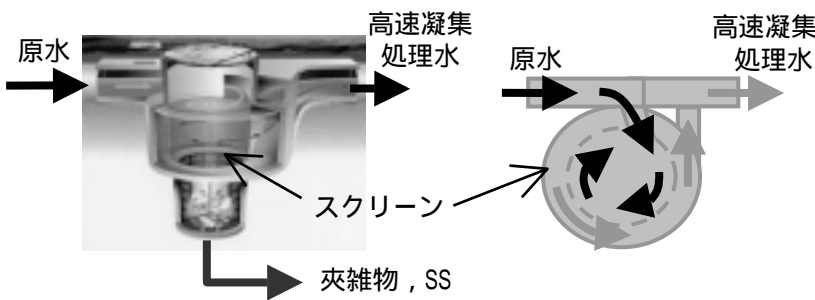


図-2 特殊スクリーン付きスワールの概要図



図-3 中圧紫外線消毒装置の概要図

2. 開発研究

2.1 必要性能と技術評価の判断基準

必要性能と性能目標

【必要性能】

「合流式下水道改善に関する技術開発 募集要領」に記載された開発目標は、下記のとおりである。

ポンプ場等からの排出水について大腸菌群数を3,000個/cm³以下にでき、かつ消毒の能率化がはかられ、及び消毒により下流側水域に影響を与えないような工夫がされている技術。

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、及び終末処理場から放流される処理水について下記イ)、ロ)、の両方の事項に該当する技術とする。

イ)消毒効果を得るための時間が短時間であること。

ロ)消毒の結果、水棲生物に与える影響が小さいこと。

なお、募集要領に記載された開発目標に加え、提案技術の導入に当たっては、薬品量・電力量といったユーティリティ面において低減化されていることが望ましい。上記を考慮した上で、技術評価対象項目として「処理性能」、「消毒の能率化」、「下流側水域の安全性」及び「その他」の4項目を掲げ、それぞれについて必要性能をまとめて表-1に示す。

表-1 必要性能

技術評価対象項目	必要性能
処理性能	排出水の大腸菌群数3,000個/cm ³ 以下を達成すること。
消毒の能率化	消毒効果を得るための時間が短時間であること。
下流側水域の安全性	消毒の結果、下流側水域の水棲生物に与える影響が従来技術と比較して小さいこと。
その他	薬品量・電力量の低減化を図ること。

【性能目標】

技術提案者が提示した性能目標を表-2に示す。

表-2 技術提案者が提示した開発目標

技術評価対象項目	性能目標
処理性能	流入下水について特殊スクリーン付きスワールにより高速凝集処理及び紫外線消毒を行い、紫外線消毒装置出口における大腸菌群を3,000個/cm ³ 以下とする。
消毒の能率化	消毒効果を得るための時間が短時間であること。(スワールによる高速凝集の滞留時間は5分、中圧紫外線消毒装置の滞留時間は1分以内とする)
下流側水域の安全性	消毒の結果、下流側水域の水棲生物に与える影響が小さいこと。
その他	本技術を実施設とした場合に、消費電力量等が現実的であること。

2.2 研究開発方法

川崎市建設局入江崎水処理センターの初沈流入水を原水とし、平成14年11月から平成16年8月にかけて実験を行った。実証実験装置の主な仕様を表-3、中圧紫外線消毒装置の写真を図-4、実験装置フローを図-5に示す。実験装置は、簡易放流開始に合わせて手動で起動した。

表-3 実証実験装置の主な仕様

名称	仕様
原水供給ポンプ	1.3m ³ /min×2台
特殊スクリーン付きスワール	スクリーン径 900×スクリーン高さ 1000 ^h ×2台(GSS,FSS)
凝集混和槽	有効容積 約6.2m ³ 、攪拌機 2台
中圧紫外線消毒	紫外線ランプ(容量可変 1.2、2.4、3.7kW)×2本



図-4 中圧紫外線消毒装置の写真

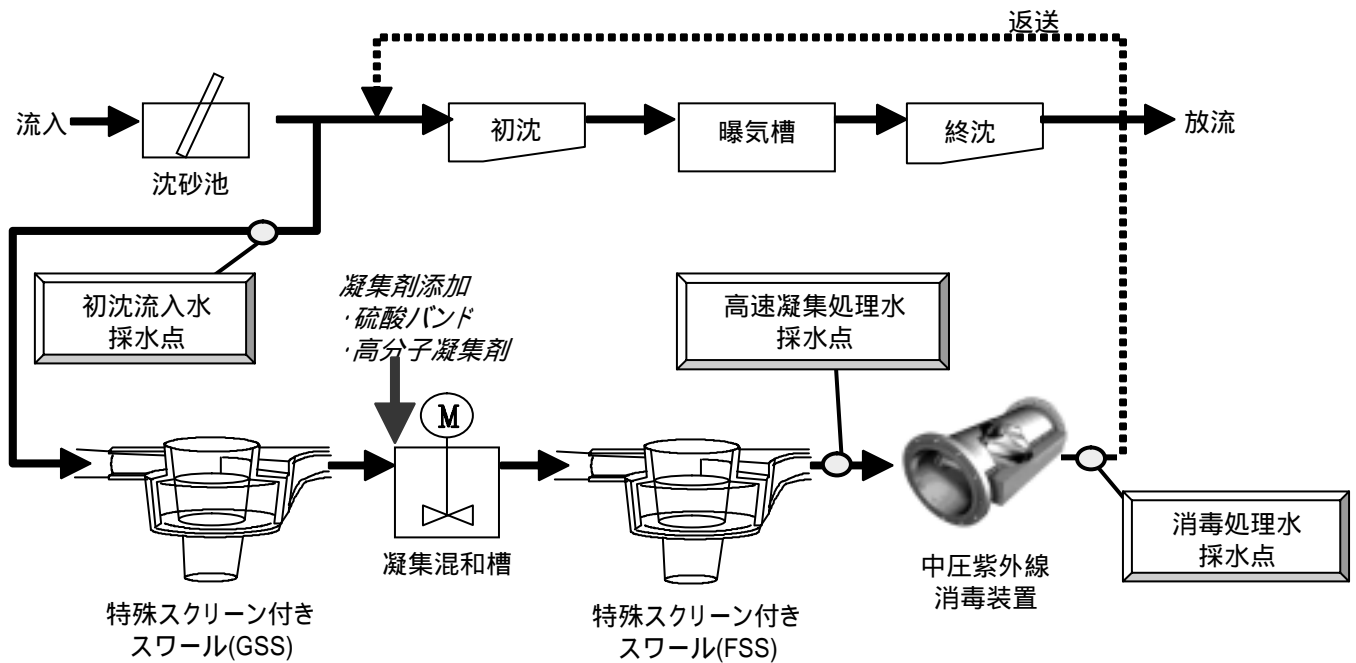


図 - 5 実験装置フロー

次に、技術評価対象項目の検証方法を図 - 6 に示す。晴天時の初沈流入水について予備試験を実施し、処理水大腸菌群数を $3,000$ 個/cm³ 以下に低減可能な条件を確認し、予備試験より得られた結果を検証すべく雨天時の実証試験を行い、「下流側水域の安全性」についても検証を行った。

次いで参考試験として、高速凝集処理後の大腸菌群数の濃度が低く紫外線消毒の効果を定量的に示すことが困難なために、硫酸バンドを添加せずに高分子凝集剤のみを添加した場合について検証を行った。更に、従来技術と比べて短時間で消毒達成可能であることを確認するため、雨天時の高速凝集処理水を対象として次亜塩素酸ナトリウムによる消毒実験を行った。

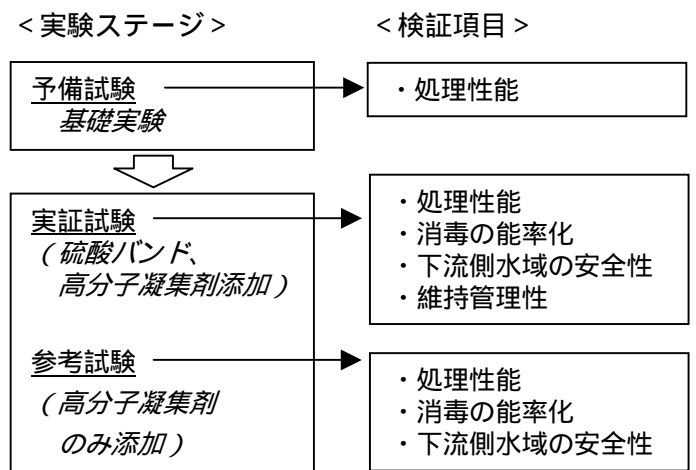


図 - 6 検証フローチャート

2.3 開発研究結果

2.3.1 予備実験

スワールによる高速凝集

無機凝集剤(硫酸バンド)の最適注入率を検討した。晴天時初沈流入水を対象とし、硫酸バンド 4~32mg-Al₂O₃/L、高分子凝集剤 3mg/L 一定として実験を行った。実験結果を図 - 7 に示す。

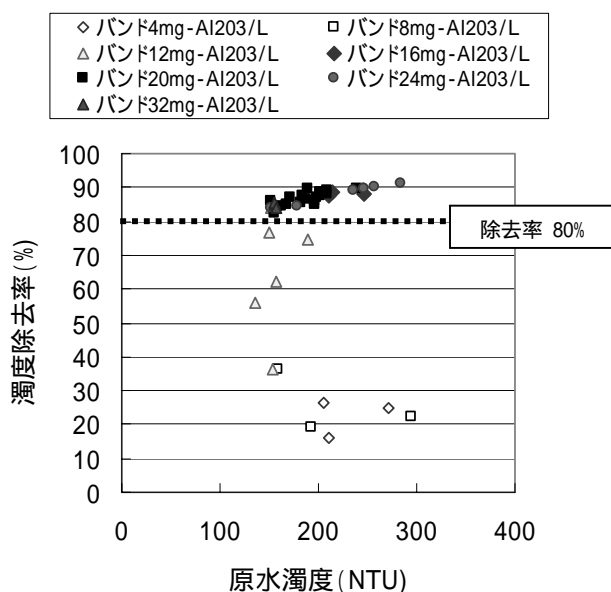


図 - 7 予備試験(スワールによる高速凝集)の結果

濁度除去率 80%以上を目安として評価を行い、硫酸バンド 16~32mg-Al₂O₃/L、高分子凝集剤 3mg/L で濁度除去率 80%以上の結果が得られることが判った。

紫外線消毒

晴天時初沈流入水の高速凝集処理水に対する紫外線消毒効果を検討した。硫酸バンド 16mg-Al₂O₃/L、高分子凝集剤を 3mg/L とし、高速凝集処理水の紫外線透過率を 50%以上を対象とした試験結果を図 - 8 に示す。

ランプの総出力を 1.2kW×2 本以上に設定することによって、滞留時間 2 秒で 1Log、同じく 5 秒で 2Log の不活化率を達成できることが確認された。

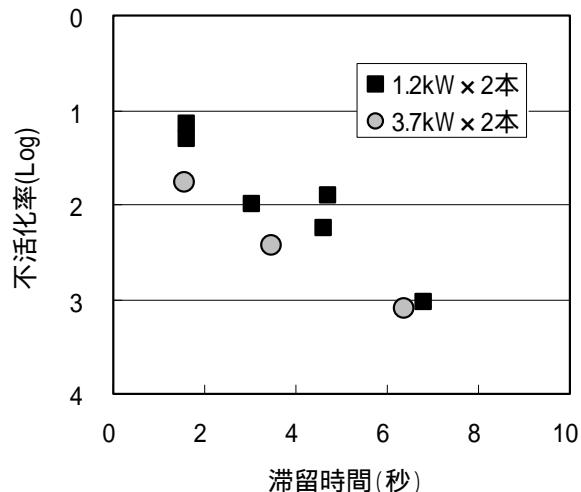


図 - 8 予備試験(紫外線消毒)の結果

2.3.2 実証実験

雨天時初沈流入水を対象として実証試験(4回)を行った。実証試験結果の一例を、図 - 9 に示す。

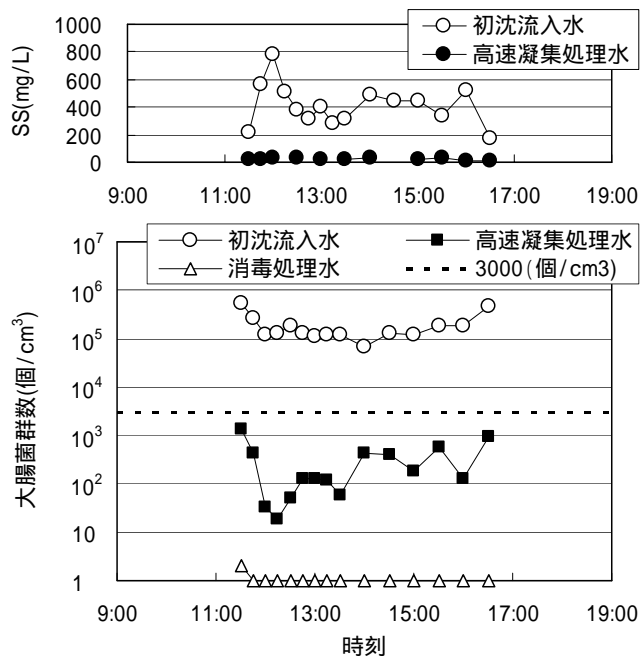


図 - 9 実証試験結果の一例

高速凝集処理(硫酸バンド 12~20mg-Al₂O₃/L、高分子凝集剤 3mg/L、滞留時間 5分)で大腸菌群数 3,000 個/cm³以下を達成し、更に紫外線消毒(滞留時間 7 秒以内)により大腸菌群数を大幅に低減可能であった。

また、高速凝集処理により、SS が原水 123~779mg/L に対し処理水 7~35mg/L、BOD が原水 79~340mg/L に対し処理水 6~34mg/L と良好な水質が得られた。

2.3.3 下流側水域の安全性の検証

初沈流入水を高速凝集処理した場合、更に紫外線消毒した場合の遺伝毒性について、Ames 試験、umu 試験にて検証を行い、次亜塩素酸ナトリウムによる消毒結果と比較した。

紫外線消毒の実験条件は、ランプ出力 3.7kW×2 本、滞留時間 7 秒とし、次亜塩素酸ナトリウムの実験条件は初沈流入水、高速凝集処理水のそれぞれについて添加率 10mg/L 及び 5mg/L で滞留時間 10 分とし、得られたサンプルを実験に供した。いずれの試験においても高速凝集処理水、及び紫外線処理水は次亜塩素酸ナトリウムと同程度であり、下流側水域への安全性は問題ないと判断された。

2.3.4 参考試験

高速凝集処理後の大腸菌群数の濃度が低く紫外線消毒の効果を定量的に示すことが困難なため、硫酸バンドを添加せずに高分子凝集剤のみを添加した場合について検証を行った。雨天時初沈流入水を対象に検討した結果を図 - 1 0 に示す。硫酸バンドを添加しない場合の高速凝集処理水において、紫外線消毒(滞留時間 13~15 秒)で大腸菌群数 3,000 個/cm³以下を達成が確認された。

次に、従来技術と比べて短時間で消毒達成可能であることを確認するため、対象として次亜塩素酸ナトリウムによる消毒実験を行った。結果を図 - 1 1 に示す。紫外線消毒は、滞留時間 15 秒程度で大腸菌群数 3,000 個/cm³以下を達成することが確認された。これに対し、次亜塩素酸ナトリウムは 10mg/L 添加の条件においても大腸菌群数 3,000 個/cm³以下を達成するためには 10 分間以上の滞留時間が必要であった。

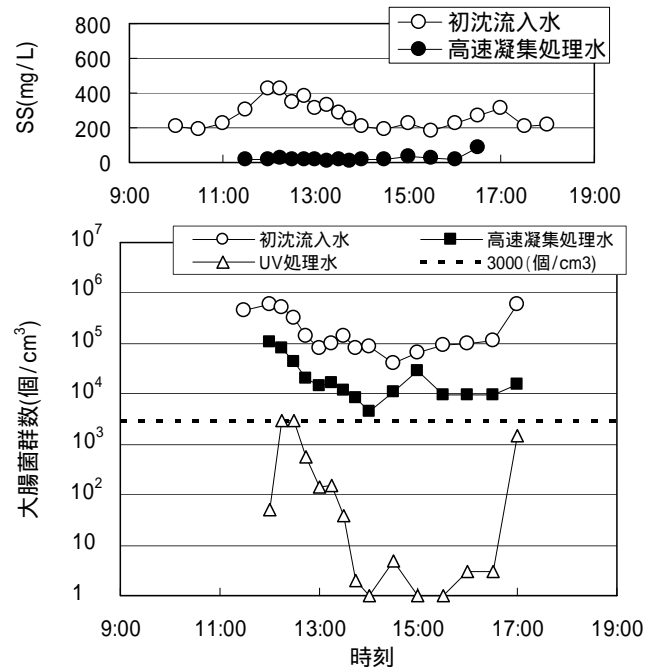


図 - 1 0 参考試験結果の一例

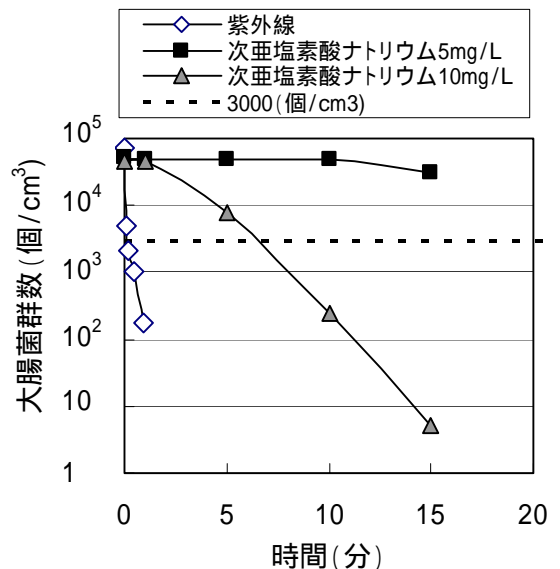


図 - 1 1 消毒効果比較試験結果

2.3.5 経済性比較

本技術を処理場における未処理下水の消毒に適用した場合の年間ランニングコストと高級処理における次亜塩素酸ナトリウム消毒の年間ランニングコストとの比較を行った。本技術の年間ランニングコストは、年間の高級処理で消費する次亜塩素酸ナトリウムの15.7%以下という試算結果となった。

2.3.4 技術の評価

本技術の評価結果を表 - 4 に示す。消毒処理水中の大腸菌群数、消毒処理時間の目標を達成、下流側水域の安全性も確保され、薬品量・電力量について実用範囲であり、よって必要性能を有すると認められた。

する悪影響を考慮することが必要ない消毒である。また、薬剤のように過剰注入の恐れがない。

- ・ 有機物やアンモニウムイオンなどによる消毒性能の低下がない。

薬剤による消毒は、有機物やアンモニウムイオンなどの影響を受けるが、紫外線消毒は光殺菌であり、それらの物質が共存しても消毒効果が低下する恐れがない。SS が大量に存在する場合は紫外線が透過しにくく消毒効果が低下するが、本技術では紫外線消毒の前段にスワールによる高速凝集処理を組み込んで濁質を大幅に低減しているため問題はない。

3 . 技術の特徴

本技術の特徴を以下に示す。

【スワールによる高速凝集の特徴】

- ・ 凝集剤を使用することにより、汚濁物質除去率 (SS 除去率 80%以上・BOD 除去率 80%以上) が高い。

【中圧紫外線消毒装置の特徴】

- ・ 消毒後の放流先への悪影響がない。
紫外線消毒は、DNA への直接的作用を利用した消毒であり、薬品を使用しないため副生成物生成の可能性が極めて低く、消毒後の放流先に対

4 . 適用方法

本技術は、合流式下水道における雨天時の未処理下水や終末処理場からの簡易処理水等を対象とした消毒技術である。

なお、スワールによる高速凝集に関する詳細は、「特殊スクリーン付きスワールによる高速凝集分離システム」を参照されたい。

表 - 4 本消毒技術の評価結果

技術評価対象項目	開発目標 (必要性能)	評価結果
処理性能	排出水の大腸菌群数 3,000 個/cm ³ 以下。	未処理下水に対し、スワールによる高速凝集を組み合わせた中圧紫外線において、紫外線消毒装置の滞留時間 1 分以内で大腸菌群数 3,000 個/cm ³ 以下を、大幅に下回ることが出来、必要性能を有すると認められる。
消毒の能率化	消毒効果を得るための時間が短時間であること。	
下流側水域の安全性	消毒の結果、下流側水域の水棲生物に与える影響が小さいこと。	未処理下水に対し、消毒を十分できうる薬品添加条件、紫外線接触時間で処理した場合に、その安全性が従来技術による消毒と比較して、安全性が同程度と判断され、必要性能を有すると認められる。
その他	薬品量・電力量の低減化を図ること。	薬品量、電力量が実用範囲であり、既存施設への組み込みが可能であると認められる。