

第2章 技術の概要と評価

第1節 技術の概要

§5 技術の目的

本技術は、最終沈殿池に適用することにより、処理能力を増強、あるいは処理水質を向上することを目的とした技術である。本技術を既存の下水処理場に適用する場合、既存施設を活用することによって新たな施設の建設が不要となり、低コストで目的を達することができる。

【解説】

(1) 本技術の背景

図2-1に、下水処理場の供用開始件数の推移を示す¹⁾。供用が開始された下水処理場の箇所数は、1985年頃から急激に増え、ピークを迎えた2000年代初頭までに総数の90%程度に達した。しかしながら、2005年を超える頃には下水処理場の新設は著しく減少し、今後は下水処理施設もしくは設備の多くが更新の時期を迎えることになる。

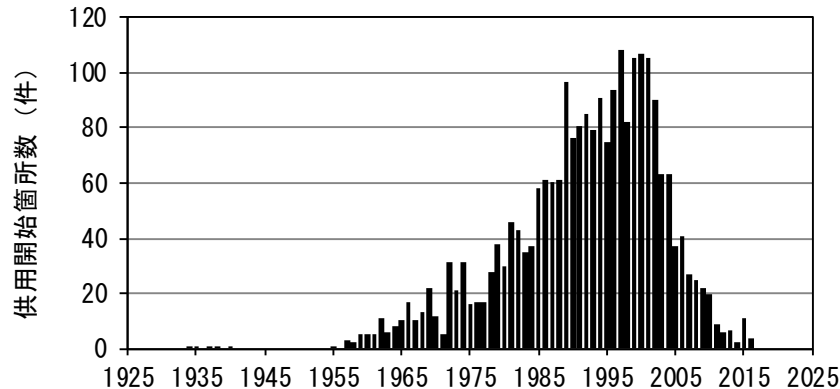


図2-1 下水処理場供用開始箇所数の推移

※平成27年度下水道統計¹⁾を元に作成

最終沈殿池において、汚泥かき寄せ機などの機械設備を更新する場合には、対象となる最終沈殿池が使えなくなる。このため、汚水量の実績が現有処理能力にほぼ達している下水処理場では、更新工事時に処理能力が不足し、処理水質が悪化することが懸念される。このため、更新工事時の処理能力不足を補うために、新しい最終沈殿池の設置を計画することがある。

また、将来的に人口減少、すなわち汚水量の減少が見込まれる中、複数の下水処理場または排水処理施設を統合する計画を検討することがある。しかしながら、統合先の下水処理場が現有する処理能力だけでは、統合後の計画汚水量のすべてを処理するには不十分な場合がある。この場

合においても、処理能力不足を補うために、最終沈殿池を含む新しい水処理施設の設置が計画される。

しかしながら、土木躯体を含む新しい最終沈殿池の設置は、財政的な負担が大きくなる。しかも、更新工事時の処理能力不足は一時的（数か月～1年程度）な課題であり、統合後の処理能力不足も、中長期的（10年～20年程度）には人口減少に伴う汚水量の減少によって解消される可能性があることを踏まえると、土木躯体の増設には慎重にならざるを得ない。

一方、処理能力の増強とは異なり、処理水質の向上を目的として急速ろ過施設の導入を検討、もしくはすでに導入している下水処理場がある。急速ろ過には様々な形式があるが、いずれの形式においても土木躯体の設置が必要であり、特に新設を計画している場合には、急速ろ過池の設備に加え、土木躯体の工事が必要であり、導入に係るコストが問題となる場合がある。また、急速ろ過施設を設置するには下水処理場内に十分な設置スペースが必要であるが、用地が確保できないことが導入の妨げとなる可能性がある。あるいは、すでに急速ろ過施設を導入している下水処理場では、急速ろ過池の設備は老朽化に合わせて更新工事が必要となり、その費用が問題となる場合がある。

これらの問題を踏まえ、従来と比較して低コストで既存の下水処理場の処理能力を増強、もしくは処理水質を向上できる技術が求められている。

（2）本技術の目的

本技術は、ろ材を用いたろ過処理を行うものであり、最終沈殿池の流出部（越流ぜきおよび流出トラフ付近）に設置するろ過部において、最終沈殿池内で沈殿分離せず、上澄水に含まれる浮遊性の固形物を除去するものである。現有処理能力以上の水量を既存の最終沈殿池に流入させる場合、最終沈殿池内での沈殿分離が不十分となり、処理水質の悪化が想定される。ここで、本技術を適用することによって上澄水中の浮遊物を除去することができるため、流入水量を増加させた場合においても現状と同等の処理水質が得られる（処理能力の増強）。これにより、例えば最終沈殿池の更新を迎えた下水処理場において、運転を継続する一部またはすべての池に本技術を導入することにより、本技術を導入する池への流入水量を増加させても従来と同等の処理水質を得ることが可能となる。あるいは、現状と同等の流入水量の条件において本技術を適用することにより、現状では処理水に含まれている固形物を除去することができるため、現状より良好な処理水質が得られる（処理水質の向上）。

また、本技術で設置するろ過部は内部の空隙率が高いため、通水抵抗が小さい特徴を有する。この特徴により、本技術は、既存の水位高低差の範囲で運転することが可能である。このため、本技術の導入には既存の最終沈殿池躯体を活用することができ、低コストで目的を達することが可能である。

§6 技術の概要

本技術は、最終沈殿池の下流側に設けられ、最終沈殿池の上澄水に含まれる浮遊性の固形物を除去するろ過部と、ろ過部で除去した固形物を定期的ろ過部から洗い出し、最終沈殿池より上流に返送する洗浄設備によって構成される。

【解 説】

(1) 構成と機能

本技術の構成を図2-2に示す。本技術はろ過を行うろ過部と、ろ過部の洗浄を行う洗浄設備（洗浄排水槽、洗浄排水ポンプおよび洗浄ブロウなど）によって構成され、合わせてろ過設備とする。ろ過部は複数のろ過部カセットが設置され、それぞれのろ過部カセットは上面と底面に通水口を有する箱型の構造であり、内部には図2-3に示す材が詰められている。ろ材は樹脂製であり、実証研究ではφ7mm×L8mmのものを用いた。また、ろ過部カセットの内部には、ろ過部の洗浄に用いる洗浄空気が配置されており、底部には底部スクリーンを清掃するための空気が配置されている。

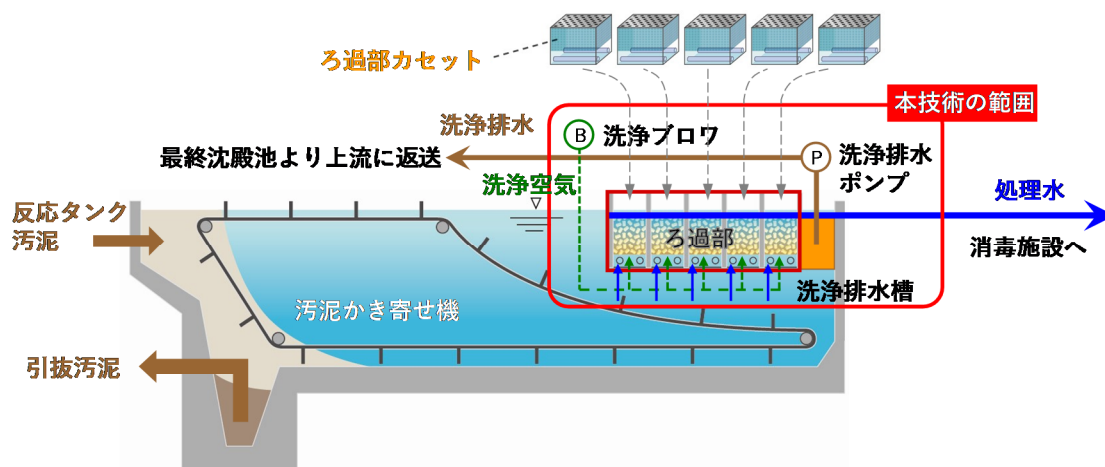


図2-2 本技術の構成



図2-3 中空円筒型ろ材

本技術のろ過部は最終沈殿池の下流側に設置され、最終沈殿池の上流側では、反応タンクから流入した活性汚泥混合液（以下、「反応タンク汚泥」とする。）に含まれる固形物が従来と同じように沈殿分離する。最終沈殿池の上澄水には、沈殿できなかった固形物が含まれているが、ろ過部を通過するなかでろ材表面への付着、あるいはろ層でのふり分けなどによって除去される。なお、図 2-3 に示すとおり、本技術で用いるろ材は中空円筒型であることから、ろ過部での通水抵抗は小さく、水位高低差を利用した無動力な上向ろ過が成される。

また、ろ過を継続していくと、除去された固形物によってろ過部空隙が徐々に閉塞していくため、定期的な洗浄が必要となる。洗浄間隔は、1 日に 1 回を基本とするが、ろ抗が設定値に達した場合などには洗浄を行う必要がある。なお、洗浄運転はあらかじめ中央監視室で設定する条件（洗浄開始時刻もしくは洗浄開始ろ抗など）に基づき、自動で運転開始および終了させる。

（２）最終沈殿池への設置

本技術によるろ過設備を最終沈殿池へ適用したイメージを図 2-4 に示す。本技術は、最終沈殿池の中へろ過部および洗浄排水槽を設置し、流出トラフ末端に洗浄切替ゲートを設ける。洗浄切替ゲートは、ろ過部の洗浄時に洗浄排水が処理水として流出するのを防ぐためのゲートであり、流出トラフのすべての出口に設置する。さらに、洗浄設備を構成する洗浄排水ポンプ、洗浄ブロワおよびこれらに付随する配管類を最終沈殿池周辺に設置するため、これらのスペースが必要となる。図 2-4 においては、洗浄排水の戻し先を共通水路としているが、最終沈殿池より上流側であればよく、例えば反応タンクに戻すこともできる。

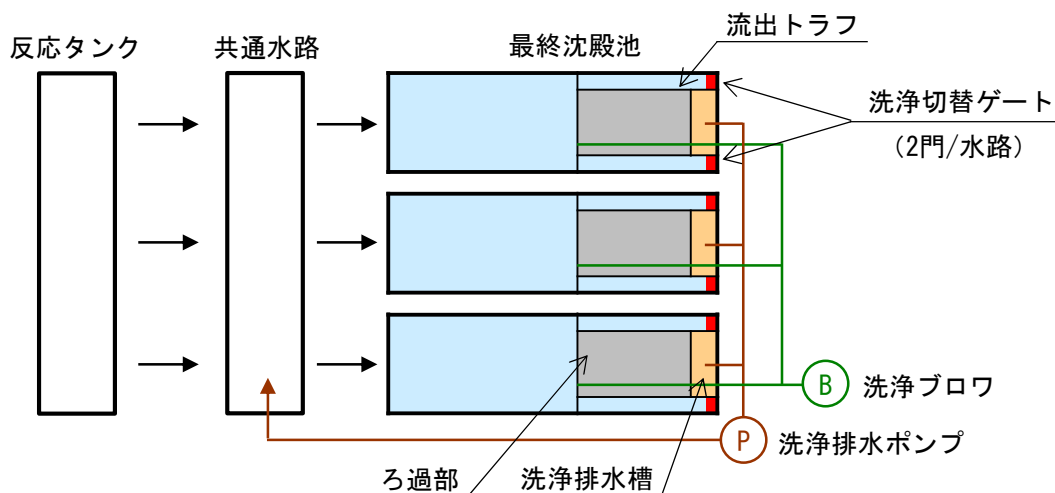


図 2-4 ろ過設備の設置イメージ

（３）システムフロー

本技術の運転は、ろ過運転と洗浄運転に分かれ、洗浄運転はさらに空洗工程とリンス工程に分けることができる。各運転および各工程における水の流れを図 2-5 に示す。

1) ろ過運転

- ①最終沈殿池に流入する反応タンク汚泥中の固形物は、その大半が最終沈殿池の上流側で沈降分離し、残存する固形物が下流側のろ過部で捕捉される。
- ②ろ過部を通過した水は流出トラフを通じて最終沈殿池の池外に流出する。
- ③最終沈殿池の上流側と下流側（ろ過部）の間には仕切り板があり、通常のろ過運転においては、上流側から下流側への水面での越流は阻止される。このため、最終沈殿池流入水のすべてがろ過部を通過する。
- ④ろ過開始時は最終沈殿池の上流側と下流側で水位差はほとんどない（数 mm）が、ろ過の継続とともに徐々にろ過部において閉塞が進行し、仕切り板の前後で水位差が生じる。なお、上流側および下流側各々に設置した水位計によって水位を測定することで、水位差（すなわち、ろ抗）を把握できる。
- ⑤一定時間（24 時間を標準とする。）、ろ過運転を継続した場合、あるいはろ抗が所定の値に達した場合には、洗浄運転を行う。

2) 洗浄運転（空洗工程）

- ①流出トラフ末端の洗浄切替ゲートを閉止し、最終沈殿池からの流出を停止する。
- ②洗浄ブロワから洗浄空気を供給することでろ過部のろ材が流動し、ろ過部に捕捉されていた固形物が再び懸濁状態になる。
- ③ろ過部の洗浄に合わせ、底部スクリーンの下部への曝気により清掃が行われる。
- ④洗浄排水ポンプが起動し、再懸濁した固形物は、洗浄排水槽を介して最終沈殿池より上流の水路（共通水路を基本とする。）へ排出される。
- ⑤洗浄排水槽の水位が低下するとともにろ過部の水位が低くなり、上流側との水位差が再び生じる。これにより、ろ過部への流入が再開され、ろ過部から洗い出された固形物が継続して洗浄排水槽へ送られる。
- ⑥一定時間経過後（20 分を標準とする。）、洗浄ブロワを停止し、ろ材の流動を終了させる。

3) 洗浄運転（リンス工程）

- ①空洗工程終了後も洗浄排水ポンプは運転を継続し、ろ材間に残った固形物を洗い流す。
- ②リンス工程に移行して一定時間経過した後（20 分を標準とする。）、または洗浄排水の濁度が設定値（放流可能な水質）を下回れば、洗浄排水ポンプを停止させる。
- ③洗浄切替ゲートを開き、ろ過運転を再開する。

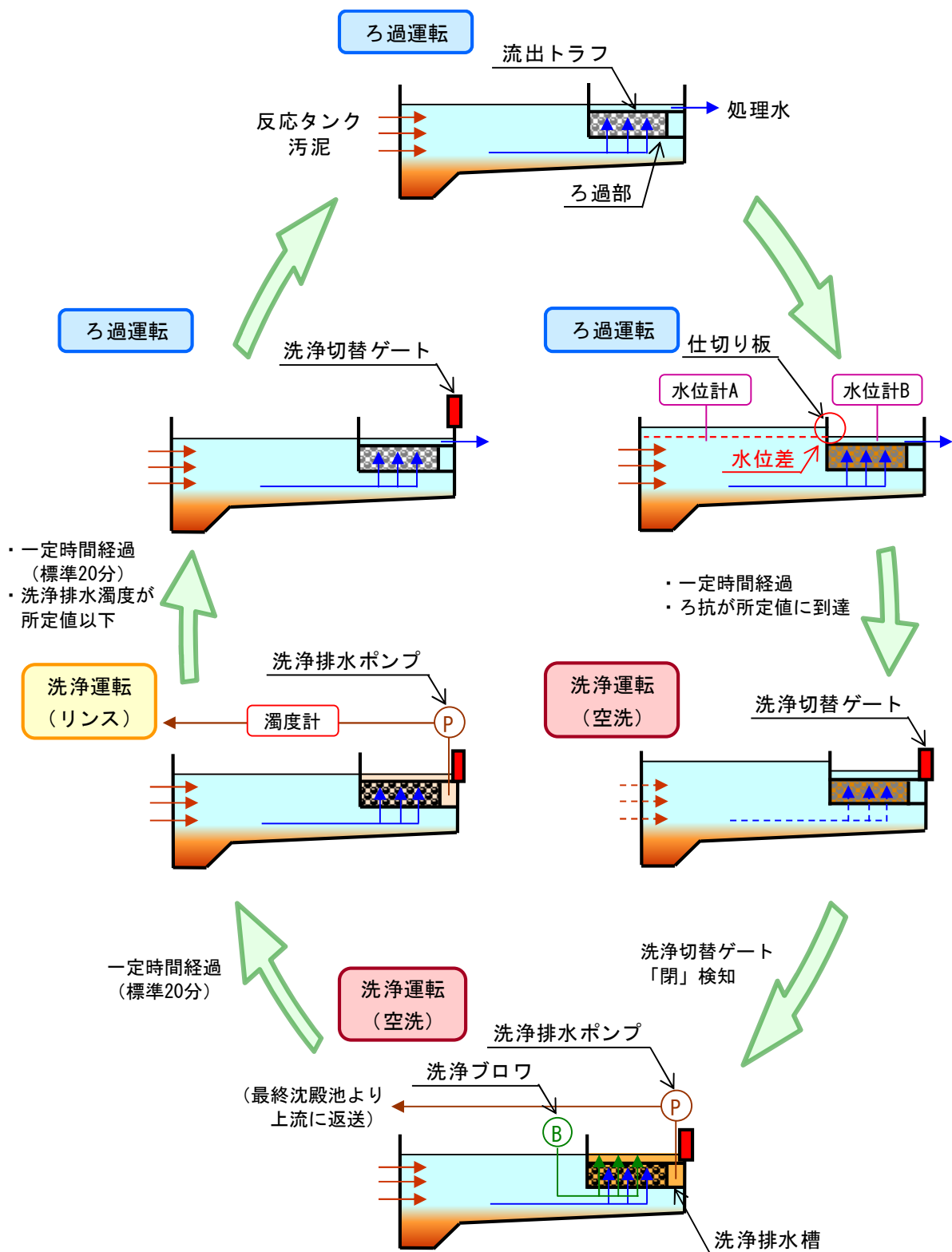


図 2-5 本技術の各運転工程における水の流れ

§7 技術の特徴

本技術は、最終沈殿池の下流側にろ過部を設置するものであり、既存の最終沈殿池を改造して導入する場合、以下の特徴を有する。

- (1) 処理能力の増強、または処理水質の向上
- (2) 既存施設の活用による、省コストおよび省スペース化
- (3) 設置工事に伴う既存施設の運転停止が短期間

【解 説】

本技術は、最終沈殿池にろ過設備を導入するものであり、最終沈殿池の下流側にろ過部を設置するとともに、洗浄設備を最終沈殿池周りに設置する。本技術は、主に既存の最終沈殿池に適用することを想定しており、以下の(1)から(3)に示す特徴を有するが、新設の最終沈殿池に対しても、(1)および(2)の特徴を生かすことができる。

(1) 処理能力の増強、または処理水質の向上

本技術は、既存の最終沈殿池における沈殿分離と、ろ過による固形物の除去を組み合わせたものである。このため、最終沈殿池での沈殿分離が不十分であっても、最終沈殿池下流側のろ過部によって固形物除去能力が補強される。また、沈殿分離が十分に機能している場合においては、ろ過によってさらに固形物が除去され、処理水質の改善が期待できる。

1) 処理能力の増強（量的向上）

既存の最終沈殿池において、現状より多くの水量が流入した場合、池内での沈殿分離が不十分となり、処理水質の悪化が懸念される。特に、下水道計画の変更によって汚水量が増加する場合、もしくは既存の最終沈殿池の更新工事によって一部の池への流入が停止する場合には、新たな最終沈殿池を設置しない限り、運転する最終沈殿池への流入水量が計画汚水量を超える場合が想定される。このような場合においても、本技術を適用することによって固形物除去能力が補強され、現状と同等の処理水質が得られる。言い換えれば、既存の最終沈殿池と同等の処理水質が得られる条件において、最終沈殿池の処理水量を増やす、すなわち処理能力の増強を図ることができる。

2) 処理水質の向上（質的向上）

現状と同等の流入水量の条件において本技術を適用することにより、現状では処理水として流出していた固形物が除去され、処理水質の向上を図ることができる。

また、合流改善として雨天時活性汚泥法を適用している下水処理場においては、本技術を導入することにより、ろ過部での固形物除去能力が補強されるため、処理水質のさらなる向上が期待できる。なお、雨天時活性汚泥法を適用している下水処理場に本技術を導入する場合の運転方法および条件については、さらなる検討が必要である。

（２）既存施設の活用による、省コストおよび省スペース化

本技術は、既存の最終沈殿池を活用して処理能力の増強、または処理水質の向上が図れる。このため、土木躯体を含む最終沈殿池施設の増設、または急速ろ過施設の新設もしくは更新が不要となり、建設費および設置スペースの大幅な縮減が可能となる。

（３）設置工事に伴う既存施設の運転停止が短期間

本技術の設置工事において、最終沈殿池内にろ過部を据え付ける際には、当該池への流入を休止する必要がある。ただし、池の上部床面に設置する洗浄設備などの据付工事、配管工事および電気工事は、流入停止を伴わずに実施できる。また、ろ過部は複数のろ過部カセットによって構成されるが、ろ過部カセットは工場で製作するプレハブ構造であり、クレーン等の重機で吊上げることが可能な形状である。これにより、ろ過部の設置工事に伴う現地での作業工数を最小限に抑えることができ、最終沈殿池への流入停止期間を短期間とすることが可能である。なお、ろ過部の設置に合わせてろ過部カセット内の洗浄空気管と池の上部床面にあらかじめ敷設した配管をつなぎ合わせるため、ろ過部カセットの設置完了と同時に、流入を再開することができる。

なお、既存の最終沈殿池の構造を踏まえ、ろ過部をプレハブ構造のろ過部カセットとして設置するのが困難な場合には、現場でろ過部の組み立て工事を行うことも可能である。ただし、この場合は、設置工事に伴う通水停止期間の短縮を期待することはできない。

実証研究においては、概ね表 2-1 に示す工程でろ過部の設置工事を行い、1 池当たりの通水停止期間は予備日を含めて 1 週間程度であった。ろ過部の設置方法の一例として、実証研究で行った方法を説明する。ろ過部カセットは図 2-6 に示すとおりであり、ろ過部カセットのフレームに設けた車輪により、最終沈殿池躯体に新たに取付けたレールに沿って移動させることができる。これにより、図 2-7 および図 2-8 に示すとおり、最終沈殿池の上部床面にある梁などを避けてろ過部カセットを設置することができる。所定の位置に移動させたカセットは、カセットのフレームとレールをボルトで固定する。

表 2-1 実証研究におけるろ過部設置工事の工程

作業日	作業内容
1日目	（深夜より）対象池の流入ゲート閉、池内排水 （昼間作業）池内洗浄、越流ぜき取り外し
2日目	（昼間作業）仕切り板および洗浄切替ゲート取り付け
3日目	（昼間作業）仕切り板取り付け（続き）、コーキング処理
4日目	（昼間作業）ろ過部カセット設置、洗浄排水槽設置
5日目	（昼間作業）ろ過部セット設置（続き）、配管接続 （当日夜間、もしくは週明け）対象池の流入ゲート開

なお、本項において説明した設置方法は一例であり、本技術の導入を検討する下水処理場の現状に応じて適切に検討する必要がある。

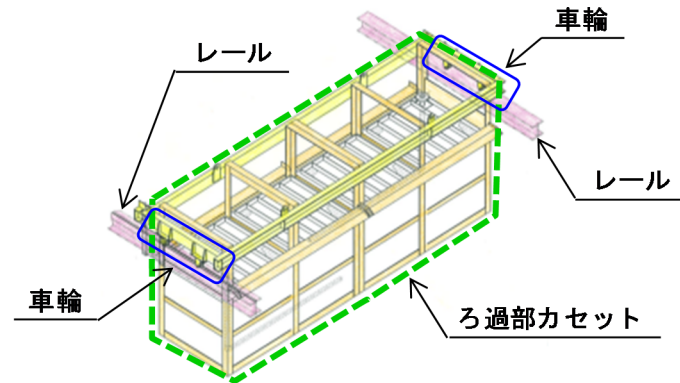


図 2-6 ろ過部カセット概念図

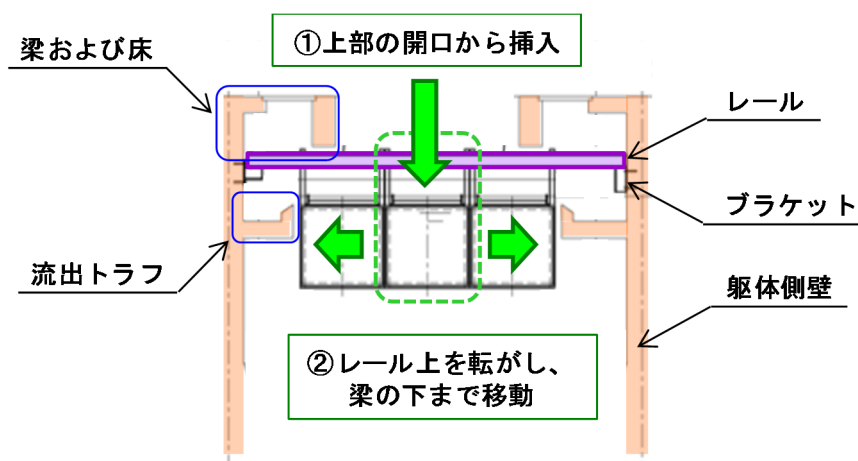


図 2-7 実証研究でのろ過部カセット設置方法（断面図）

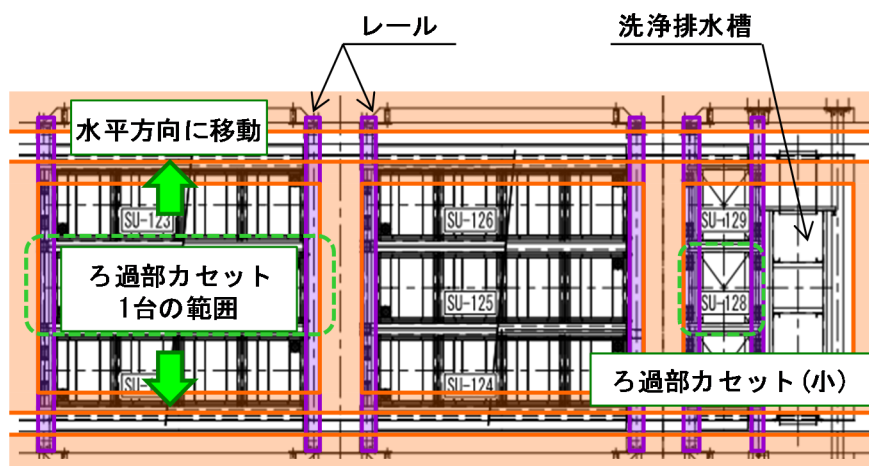


図 2-8 実証研究でのろ過部カセット設置方法（平面図）

第2節 技術の適用条件

§8 技術の適用条件

本技術は、最終沈殿池の処理能力の増強が必要な下水処理場に適用する。または、処理水質の向上を目的とした急速ろ過法のひとつの技術として適用する。

本技術は、既存の最終沈殿池の改造、または最終沈殿池の新設に適用することができる。ただし、既存施設の構造によっては、改造が困難な場合がある。

【解 説】

本技術は、SS および SS に由来する有機物（BOD）の除去を目的としており、生物処理後の固液分離技術として、既存の最終沈殿池と組み合わせて用いる。一般的な都市下水を対象とし、標準活性汚泥法が採用されている下水処理場に適用することができる。なお、適用に際しては、以下に示す適用条件および留意事項の確認が必要である。

なお、本技術を計画日最大汚水量以下の水量条件で用いる場合、放流水の BOD が 10mg/L 以下を満たすことが実証研究において確認されている（§11 を参照）。すなわち、本技術は、下水道法施行令第5条の5第1項第2号の表における「急速ろ過法を併用する方法」の技術上の基準を満たしている。したがって、前述の水量条件を満たす範囲において、本技術は急速濾過法のひとつの技術として適用することができる。

（1）適用条件

1）施設面制約

本技術は、既存の最終沈殿池の躯体を活用して導入することができる。ただし、既存の最終沈殿池が以下に示す条件を満足していなければ、適用することができない。なお、本技術を新設の最終沈殿池に適用する場合においても、以下に示す条件を満たすように設計・計画することが必要である。

①最終沈殿池躯体が十分な強度を持っていること

本技術では、最終沈殿池躯体の側壁にレールおよびブラケットを取り付け、その上にろ過部カセットを設置する。そのため、構造計算上、土木躯体（特に側壁）が十分な強度を有している、あるいは補強工事などにより十分な強度を確保できることが条件となる。

②形状が矩形であり、1階層であること

ろ過部カセットの形状は箱型（直方体）であり、矩形の最終沈殿池に適用することを想定している。円形の最終沈殿池に対しては、池の構造とカセットの形状を踏まえ、本技術の適用対象外とする。また、多階層式沈殿池では適切なろ過運転および洗浄運転の制御が困難なため、本技術を適用することができない。

③最終沈殿池が複数の池で構成されること

本技術は、定期的にはろ過部を洗浄する必要がある。ろ過部の洗浄運転を行う池では、流出トラフの末端を洗浄切替ゲートで閉止するため、処理水の流出は停止する。しかしながら、反応タンクからの流入は継続するため、ろ過運転を継続している池にて最終沈殿池流入水を受け入れ、処理する必要がある。

このため、本技術を導入するためには、最終沈殿池が少なくとも二つ以上の池で構成されていることが条件となる。

④汚泥かき寄せ機と干渉しないこと

本技術は、最終沈殿池内にろ過部を設置するため、汚泥かき寄せ機と干渉しないことが条件となる。ろ過部と汚泥かき寄せ機の位置関係の一例として、チェーンフライト式汚泥かき寄せ機が設置されている最終沈殿池に対し、ろ過部および洗浄排水槽を据え付ける場合の断面図の例を図2-9に示す。ろ過部は、最終沈殿池の中流から下流側において、水面から1m程度の深さに設置するため、この範囲と汚泥かき寄せ機の可動領域が重なっていないことが条件となる。また、洗浄排水槽は、汚泥かき寄せ機の可動範囲を踏まえて、適切な水深にまで設置する。

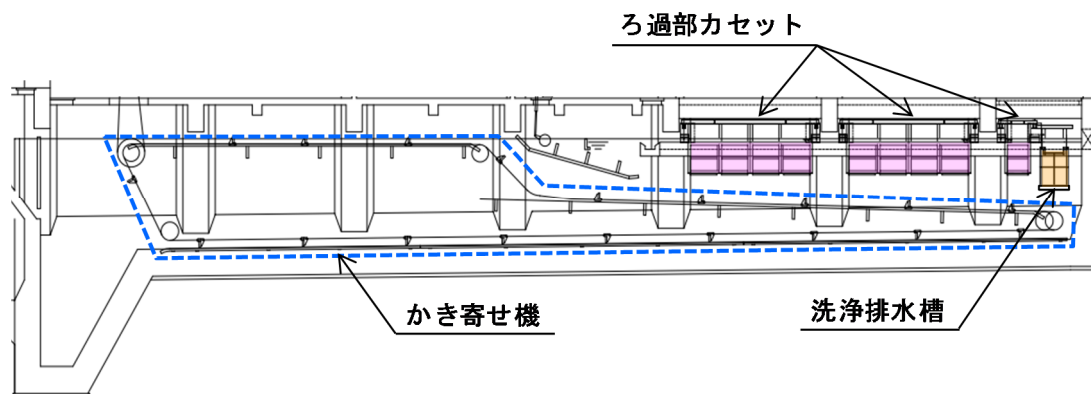


図 2-9 ろ過部と汚泥かき寄せ機の位置関係の例

2) 活性汚泥性状

本技術は、最終沈殿池における固形物の沈殿分離と組み合わせることでその機能を果たすものであり、沈殿分離が不十分であると良好な処理水質を期待できない。このため、導入を検討する下水処理場における反応タンク汚泥の性状、すなわち最終沈殿池での汚泥の沈降性の良否が適用条件となる。具体的には、反応タンク汚泥の MLSS 濃度および SVI または SSVI によって沈降性を評価するが、詳細は § 14 において説明する。

（２）適用に際して留意する事項

既存の最終沈殿池に本技術を適用するには、以下の事項に留意する。

1）最終沈殿池上部の構造物

ろ過部カセットを最終沈殿池内に挿入するためには、池上部床面に十分な開口が必要であり、池下流側はコンクリートの上部床で覆われていないことが必要である。ただし、取り外しが可能な覆蓋（例えば、FRP 製）であれば、ろ過部カセットの据え付けを検討することは可能である。また、池上部床面に十分な開口があっても、梁によって開口の一部が遮られ、かつ、梁の下にろ過部カセットを移動することが困難な場合には、必要なる過面積を確保できない恐れがある。

2）流出トラフの構造

ろ過部は最終沈殿池の下流側、流出トラフが設置されている付近に設置するが、流出トラフを避けて設置する。そのため、流出トラフは土木躯体の側壁に設けられていることが望ましい。例えば、流出トラフが井形に組まれている場合、ろ過部を設置できる面積が限られるとともに、ろ過部カセット形状に制約が生じるため、必要なる過面積を確保できない恐れがある。

3）汚泥かき寄せ機の駆動方式

ろ過部を設置する際は、対象となる最終沈殿池への通水を約1週間、停止する必要がある。複数の池に設置する場合であっても、1池ずつ停止することで、運転を継続する池への影響を最小限にすることができる。しかしながら、複数の池の汚泥かき寄せ機を単一の駆動装置で運転する場合は、ろ過部を設置する際に複数の池への通水を同時に停止することになる。この場合、運転を継続する池への負荷が大きくなることに留意する。

4）共通水路の縁切りが可能であること

ろ過部の設置に合わせ、流出トラフの越流ぜきを撤去する必要がある。そのため、本技術を導入する最終沈殿池の流出水位は、越流ぜきを取り除いた分低くなる。本技術を導入する池と既存の最終沈殿池が共通水路でつながっている場合、本技術を導入する池への流入水量が増える場合がある。このため、共通水路を角落とし等で縁切りできる構造であることが必要である。

（３）適用が推奨される下水処理場

本技術は、前述の「（１）適用条件」を満たす下水処理場において適用が可能である。その中でも、以下に示す下水処理場に本技術を適用した場合には、より高い導入効果が得られると期待されるため、特に推奨される。

なお、本技術は既存施設の改造により処理能力を増強、あるいは処理水質を向上する技術であるが、新設する下水処理場、または増設する水処理系列にも適用することができる。

1) 最終沈殿池の更新時期を迎えるなか、処理能力に余裕のない処理場

最終沈殿池の設備、例えば、汚泥かき寄せ機を更新する場合、または最終沈殿池躯体の更新もしくは耐震化工事を行う場合は、対象となる池への通水を数か月～1年程度停止することになる。この間、継続して運転する池が少なくなるため、1池当たりの負荷が大きくなる。現有処理能力に余裕がない下水処理場では、池数が減少することによって1池当たりの流入水量が計画値を超える可能性があり、処理水質の悪化が懸念される。これに対して、従来は最終沈殿池の増設で対応するしかなく、建設費が高いことが問題であった。

そこで、運転を継続する一部またはすべての池に本技術を導入し、当該池の処理能力を増強させることにより、本技術を導入する池への流入水量を増加させても従来と同等の処理水質を得ることが可能となる。これにより、最終沈殿池を増設する場合と比較して、建設費の大幅な削減効果が見込める。なお、更新工事が完了した後は、既存の最終沈殿池と同じ水量で運転することにより、処理水質の向上および安定が期待できる。

2) 処理場統合または処理場内の系列統合により、一過的に汚水量が増加する処理場

人口減少等を考慮した下水道計画の見直しにより、集落排水を含めた複数処理場の統合が計画されることがある。この際、統合先の下水処理場の汚水量は、廃止される処理場の汚水量を合わせたものとなり、統合直後は統合先の現有処理能力を超える場合も想定される。この場合、統合先の下水処理場においては、不足する処理能力を補うために新しい系列の増設が計画されるが、将来の人口減少によって、中長期（10～20年程度）的には汚水量が統合前よりも減少する場合がある。その場合、増設した系列は、将来において余剰施設となる可能性があり、特に耐用年数が長い土木躯体については、その可能性が高いと想定される。したがって、土木躯体を含む新しい系列の増設には慎重な検討が必要である。

一方、既存の下水処理場においても、将来的な汚水量の減少と水処理施設の老朽化を踏まえ、複数の水処理系列を統合・再編成することが計画されることがある。系列統合時に汚水量が減少していれば問題ないが、廃止する系列の老朽化を踏まえ、短中期（5～10年程度）的な将来における汚水量の減少を見越して統合する場合も想定される。この場合、前述の処理場間の統合と同じく、土木躯体を含む系列の設置には慎重な検討が必要となる。

ここで、本技術を導入することによって処理能力を増強できるため、統合先の下水処理場または系列において、最終沈殿池の一部またはすべてにろ過設備を設置することにより、統合直後の汚水量の増大に対応することが可能となる。また、建設費については、土木躯体を含む施設全体の増設と比較して大幅な削減が期待できる。

3) 急速ろ過の導入を検討している、または更新時期を迎えている処理場

下水道計画における水処理方式として急速ろ過を併用しているものの、用地や財源の確保が困難であり、未だ導入ができていない処理場がある。また、保有している急速ろ過施設が更新時期を迎えている下水処理場において、更新費用が課題である場合も想定される。

本技術を導入することにより、既存の最終沈殿池の処理水質を急速ろ過水並みに向上させることができるため、急速ろ過施設を新設または更新する必要がなくなる。これにより、建設費および設置用地の削減が期待できる。

§9 導入シナリオ

本技術は、既存の最終沈殿池を有効活用し、低コストで処理能力の増強、または処理水質の向上が図れる技術である。本技術を導入することにより、より高い効果が得られると考えられるシナリオの例を、以下に示す。

【処理能力の増強を図る場合（量的向上）】

- （1）最終沈殿池の汚泥かき寄せ機の更新に際し、一時的に能力が不足する場合
- （2）処理場の統合により、中長期的な汚水量増加に対応する場合

【処理水質の向上を図る場合（質的向上）】

- （3）処理水質の向上を目的とし、急速ろ過施設を新設する場合

【解 説】

本技術の導入が適していると想定されるシナリオのうち、特に効果的であると考えられるシナリオ例を以下に示す。

【シナリオ1】最終沈殿池の汚泥かき寄せ機の更新に際し、一時的に能力が不足する場合

3系列の最終沈殿池で構成される下水処理場において、そのうちの1系列の汚泥かき寄せ機を更新することを想定した場合の、本技術を導入するイメージを図2-10に示す。

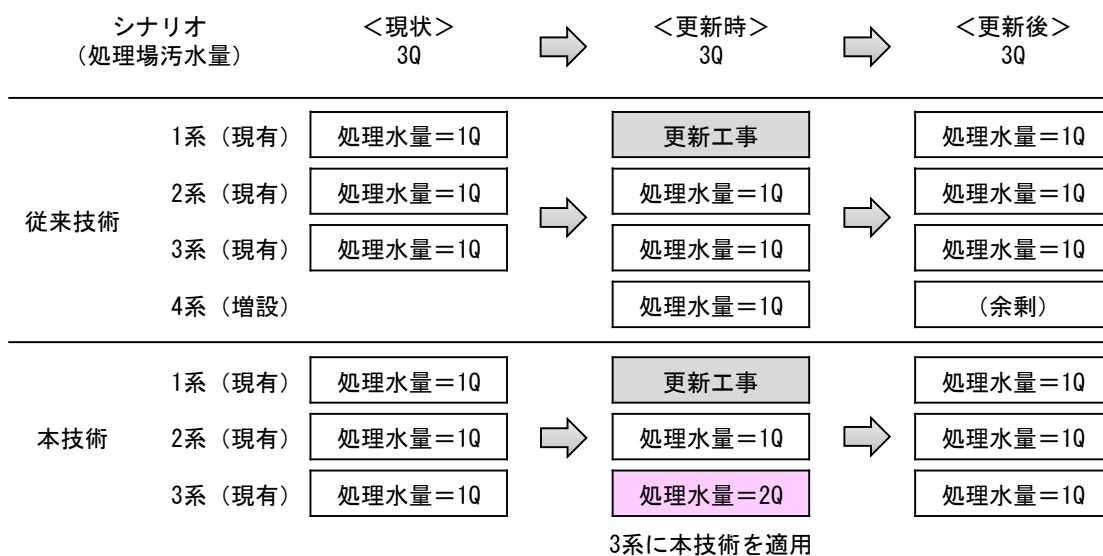


図2-10 更新工事に際しての本技術の導入イメージ

下水処理場への流入汚水量を $3Q$ 、1 系列ごとの処理流量を $1Q$ とすると、1 系列を停止して更新工事を行う場合には、残る 2 系列の処理水量は $1.5Q$ となる。ここで、現有の処理能力に十分な余裕がない下水処理場においては、従来技術では、図 2-10 に示すとおり更新工事に際して土木躯体を含む新しい最終沈殿池系列（4 系）の増設が必要となる。しかしながら、増設した系列は、更新工事を終わると余剰な施設となる可能性がある。

一方、本技術を導入する場合には、既存の 3 系にろ過設備を設置することにより、処理可能な水量を 2 倍に増強することができる。これにより、新たな系列を増設することなく設備更新が可能となり、建設費を大幅に削減できるとともに、用地確保の必要がなくなる効果がある。また、更新工事が終わったときには、本技術を導入した 3 系に通水する流量を更新前に戻すことにより、3 系の運転を質的向上とし、処理水質の向上に寄与することができる。

【シナリオ 2】下水処理場の統合により、中長期的な汚水量増加に対応する場合

既存の水処理系列が 2 系列ある下水処理場（水量 $2Q$ ）に対し、別の処理場（水量 $1Q$ ）の水処理機能を統合することを想定した場合の、本技術を導入するイメージを図 2-11 に示す。従来技術では、統合によって増加する汚水量に見合った水処理系列（3 系）を増設する必要がある。一方、本技術を導入する場合、既存の 2 系にろ過設備を設置することによって処理能力を 2 倍にすることにより、最終沈殿池（3 系）の増設が不要となる。

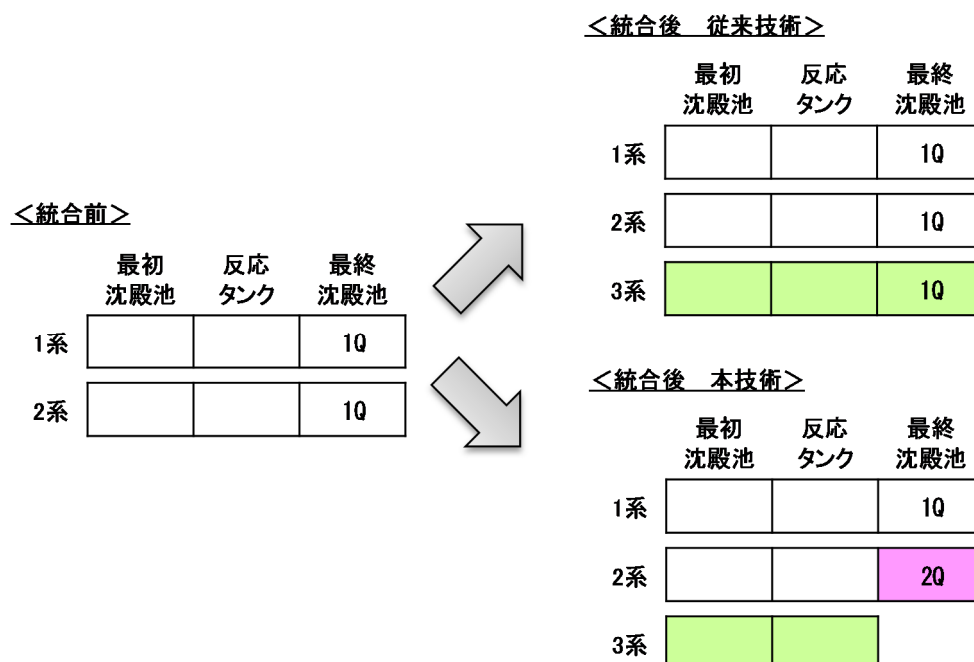


図 2-11 下水処理場の統合に際しての本技術の導入イメージ

【シナリオ3】処理水質の向上を目的とし、急速ろ過施設を新設する場合

本技術を、急速ろ過法のひとつの技術として導入する場合のイメージを図2-12に示す。従来技術では、急速ろ過施設として、土木躯体を含む急速ろ過池および各機器の設置が必要となる。一方、本技術を導入する場合は、既存の最終沈殿池にろ過設備を設置することで急速ろ過水並みの処理水質を得ることが可能であり、土木躯体の設置が不要となることにより用地の削減も可能となる。なお、すべての処理水を急速ろ過水並みにする必要がある場合は、必要となる水量に見合った最終沈殿池に対して本技術を適用することにより、目標を達することができる。

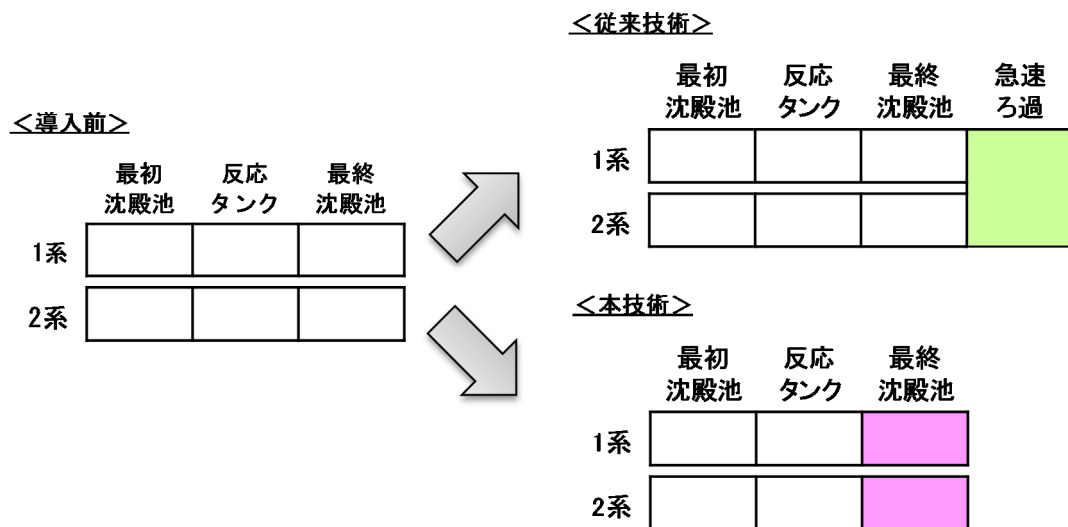


図2-12 急速ろ過施設の新設に際しての本技術の導入イメージ

第3節 実証研究に基づく評価の概要

§10 技術の評価項目

本技術の実証研究における評価項目を以下に示す。

(1) 処理能力の増強（量的向上）

既存の最終沈殿池と比較して2倍の処理水量（ただし、計画日最大汚水量の2倍以内）が得られる運転条件において、既存の最終沈殿池の処理水質と比較する。

(2) 処理水質の向上（質的向上）

既存の最終沈殿池と同じ処理水量（ただし、計画日最大汚水量以内）が得られる運転条件において、①既存の最終沈殿池、②砂ろ過の処理水質と比較する。

(3) 総費用（年価換算値）の縮減

建設費年価と年間維持管理費の合計である総費用（年価換算値）について、従来技術と比較する。

【解 説】

本技術を評価するにあたり、既存の最終沈殿池の運転（以下、対照系）に対し、本技術によるろ過設備を既存の最終沈殿池に設置し、処理水量を調整した運転（以下、実証系）を行った。実証研究では、量的向上または質的向上それぞれの運転を各季節に1か月程度行い、処理水質を評価した。また、得られた実証結果を踏まえ、建設費および維持管理費を試算し、年価換算値としての総費用を比較した。

処理水質の評価における採水条件および評価項目を以下に示す。

- ・採水条件 スポット採水として週2回の頻度で各季節に6回採水。放流水質を模擬するため、採水後に次亜塩素酸ナトリウム溶液を有効塩素濃度1ppmで添加。
- ・評価項目 T-BOD¹（参考として、ATU-BOD²）
 （実証フィールドでは、冬季にアンモニア性窒素の影響が大きく、かつ、実施設よりも塩素添加量が少なかった。このため、T-BODでの評価に加え、アンモニア性窒素の影響を受けないATU-BODを測定した。）

¹ T-BODは、採水した試料をろ過せずに測定したBOD（生物化学的酸素要求量）。

² ATU-BODは、硝化作用を抑制した状態で測定したBODのことであり、硝化抑制剤としてN-アシルチオ尿素を用いたものをいう。C-BODと同義。

（１）処理能力の増強（量的向上）

実証系の処理水量が対照系の2倍となるように調整し、得られる処理水質を比較した。なお、実証研究の一部期間（夏季）において、対照系の処理水量が計画日最大汚水量を超えたため、同期間における実証系の処理水量は計画日最大汚水量の2倍量程度に調整した。

（２）処理水質の向上（質的向上）

実証系の処理水量が対照系と同等となるように調整し、得られる処理水質を比較した。なお、実証研究の一部期間（夏季）において、対照系の処理水量が計画日最大汚水量を超えたため、実証系も同等の処理水量となるように調整した。

① 放流水質として、BODとして10mg/L以下

下水道法施行令における「急速ろ過法を併用する方法」が適合する計画放流水質の区分が、BOD10mg/L以下であることを踏まえ、実証系処理水がこれを満たすか確認した。

② 砂ろ過処理水と同等の処理水質

本技術の導入によって急速ろ過と同等の処理水質が得られることを確認するため、対照系処理水を小型の砂ろ過装置にてろ過処理した水（以下、「砂ろ過処理水」とする。）と、実証系処理水を比較した。

（３）総費用（年価換算値）の縮減

従来技術および本技術で用いる機器の費用を積み上げて建設費を試算した。また、実証研究の結果を踏まえて維持管理費（電力費、人件費および機器補修費）を試算し、年価換算値として総費用を比較した。

① 量的向上

計画日最大汚水量が30,000m³/日である下水処理場において、他の処理場が統合されることによって計画日最大汚水量が15,000m³/日増加すると仮定して算出した。試算範囲は、図2-13の赤枠に示す最終沈殿池周りとし、従来技術は土木躯体を含む最終沈殿池施設を1式、本技術は既存の最終沈殿池を改造してろ過設備を設置するものとした。

【従来技術】

	最初 沈殿池	反応 タンク	最終 沈殿池
第1系列 (現有)			
第2系列 (現有)			
第3系列 (増設)			

【実証技術】

	最初 沈殿池	反応 タンク	最終 沈殿池
第1系列 (現有)			
第2系列 (現有)			
第3系列 (増設)			

ろ過設備
導入

図 2-13 量的向上におけるコスト試算範囲

② 質的向上

計画日最大汚水量が 45,000m³/日の下水処理場において、処理水質の向上を目的として急速ろ過施設もしくは本技術によるろ過設備を導入すると仮定して算出した。図 2-14 に示すとおり、従来技術は最終沈殿池処理水の全量を処理できる急速ろ過施設を新設するものとし、本技術では既存の最終沈殿池すべてにろ過設備を設置するものとした。

【従来技術】

	最初 沈殿池	反応 タンク	最終 沈殿池	急速ろ過 (新設)
第1系列 (現有)				
第2系列 (現有)				
第3系列 (現有)				

【実証技術】

	最初 沈殿池	反応 タンク	最終 沈殿池
第1系列 (現有)			
第2系列 (現有)			
第3系列 (現有)			

ろ過設備導入

図 2-14 質的向上におけるコスト試算範囲

§ 11 技術の評価結果

実証研究に基づく、本技術の評価結果を以下に示す。

(1) 処理能力の増強（量的向上）

T-BOD において、対照系と同等の処理水質であることを確認。

(2) 処理水質の向上（質的向上）

①T-BOD $\leq 10\text{mg/L}$ の処理水質を満足。

②T-BOD において、砂ろ過と同等の処理水質であることを確認。

(3) 総費用（年価換算値）の縮減

①量的向上 約 51%縮減

②質的向上 約 68%縮減

【解 説】

(1) 処理能力の増強（量的向上）

対照系および実証系の処理水に関し、T-BOD 濃度の比較を図 2-15 に示す。図 2-15 に示すとおり、対照系および実証系ともに冬季において大幅に濃度が高くなっているが、年間平均として対照系が 5.0mg/L、実証系が 5.1mg/L であり、同等の処理水質であった。

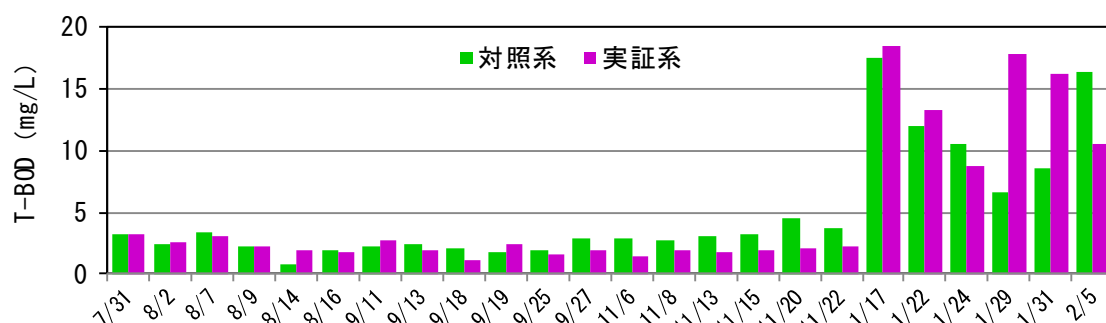


図 2-15 量的向上における処理水 T-BOD 濃度の比較

なお、冬季に T-BOD が大幅に増加しているのは、§ 10 に示したとおり、実証実験における次亜塩素酸ナトリウム溶液の添加率が不十分であり、アンモニア性窒素濃度が影響を与えたと考えられた。このため、ATU-BOD 濃度の比較を行い、その結果を図 2-16 に示す。図 2-16 に示すとおり、対照系および実証系ともに冬季においてやや濃度が高くなるものの、年間平均として対照系が 2.9mg/L、実証系が 2.6mg/L であり、同等の処理水質が得られたと評価された。これらの結果を踏まえ、消毒施設において塩素添加量を適切に調整すれば、実証技術は従来技術と同等の水質が得られると評価された。

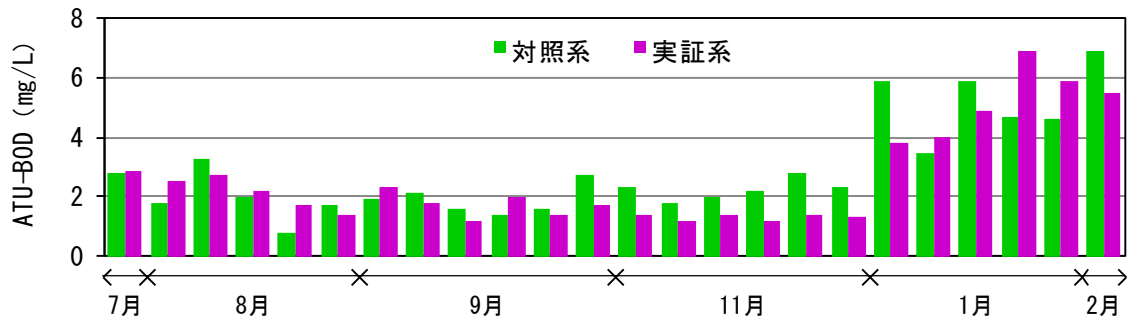


図 2-16 量的向上における処理水 ATU-BOD 濃度の比較

(2) 処理水質の向上（質的向上）

実証系処理水と対照系処理水の T-BOD 濃度の比較を図 2-17 に、実証系処理水と砂ろ過処理水の T-BOD 濃度の比較を図 2-18 に示す。なお、砂ろ過処理水は、対照系処理水を小型の砂ろ過装置（ろ層厚=1,000mm、ろ過速度=300m/日、ろ過砂有効径=1.0mm）にて処理したものである。

図 2-17 に示すとおり、対照系処理水と比較すると実証系処理水の T-BOD 濃度は常に下回っており、年間平均として対照系が 4.3mg/L、実証系が 2.4mg/L であった。これにより、本技術を計画日最大汚水量以下の水量条件で運転することにより、T-BOD 濃度として 10mg/L 以下の処理水質が得られると評価された。

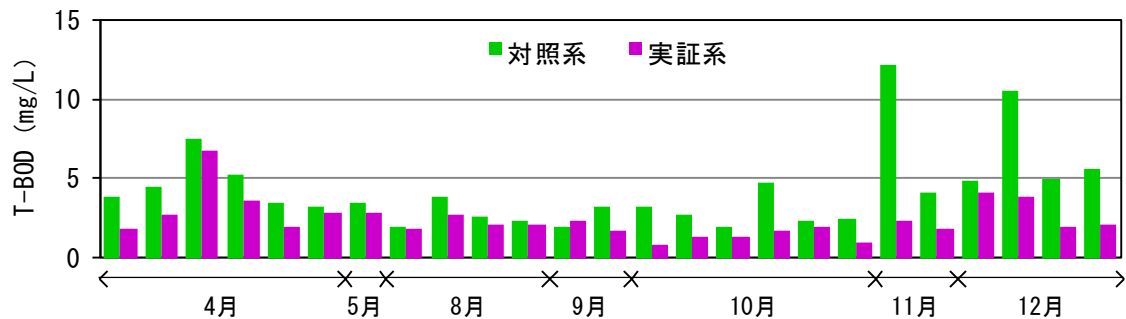


図 2-17 質的向上における処理水 T-BOD 濃度の比較（対照系との比較）

一方、図 2-18 に示すとおり、砂ろ過処理水の T-BOD 濃度は特に冬季において改善しており、年平均として 2.1mg/L 程度の水質が得られた。前述のとおり、実証系の年間平均処理水質は 2.4mg/L であることから、本技術を計画日最大汚水量以下の水量条件で運転することにより、急速ろ過と同等の処理水質が得られると評価された。

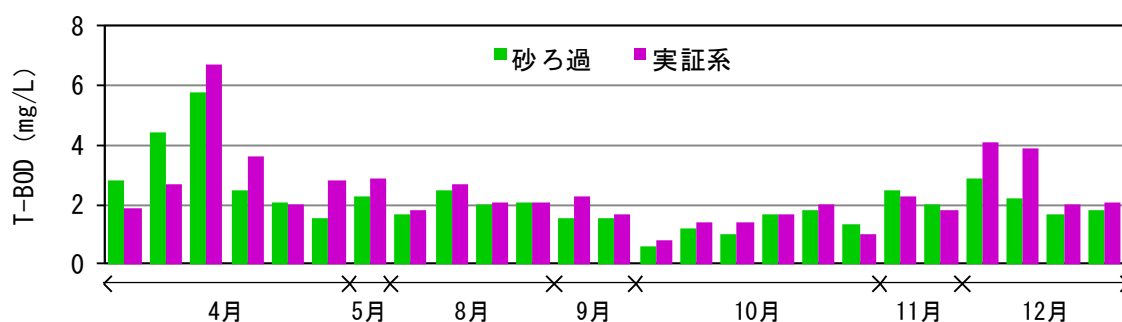


図 2-18 質的向上における処理水 T-BOD 濃度の比較（砂ろ過との比較）

（3）総費用（年価換算値）の縮減

本技術および従来技術にかかる費用の試算結果を表 2-2 に示す。なお、計算結果は項目ごとに四捨五入して示しているため、建設費年価および維持管理費の合計が総費用に一致していないことがある。

試算の結果、量的向上および質的向上のいずれにおいても、本技術を適用することによって大幅なコスト縮減が可能であると評価された。なお、試算結果の詳細は、p. 51 以降において説明する。

表 2-2 総費用の試算結果

	量的向上			質的向上		
	従来技術	本技術	縮減率	従来技術	本技術	縮減率
建設費 (百万円)	667	280	58%	2,285	652	72%
総費用 (年価換算値)	52	26	51%	167	54	68%
(百万円/年)						
建設費年価	44	23		133	52	
維持管理費	8	3		34	3	