

3-4. 膜モジュール仕様および運転方式

- ・ 膜形式 : 外圧式中空糸 MF 膜
- ・ 膜材質 : ポリ弗化ビニリデン
- ・ 公称孔径 : $0.1\mu\text{m}$
- ・ 膜面積 : 約 6m^2
- ・ ろ過方式 : クロスフロー定流量ろ過

3-5. 検討項目

① 凝集条件の検討

使用する凝集剤の種類として PAC と鉄-シリカ系凝集剤を検討する。また、膜に対する最適凝集条件（注入率および pH）についても検討する。

② 酸化剤注入条件の検討

酸化剤としては、次亜塩素酸ナトリウムと二酸化塩素の 2 種類を対象とし、高フラックス化に適する注入方法、注入量を検討する。

③ 膜の運転性能の確認

長期間安定なろ過が可能なフラックスおよびろ過継続時間の確認を行う。

④ 処理水質

膜のファウリングの原因と考えられる濁質、鉄、マンガン、有機物に関する水質項目、また、酸化剤による副生成物を測定する。

⑤ 二酸化塩素、亜塩素酸イオンの挙動およびその除去方法の検討

4. これまでの経緯

2000 年 11 月中旬より実験を開始し、これまでに酸化剤による膜差圧に及ぼす影響を調査してきた。

5. 結果と考察

原水の濁度、pH、水温の日平均値推移を図 1 に、また、他の主な水質を表 1 に示す。

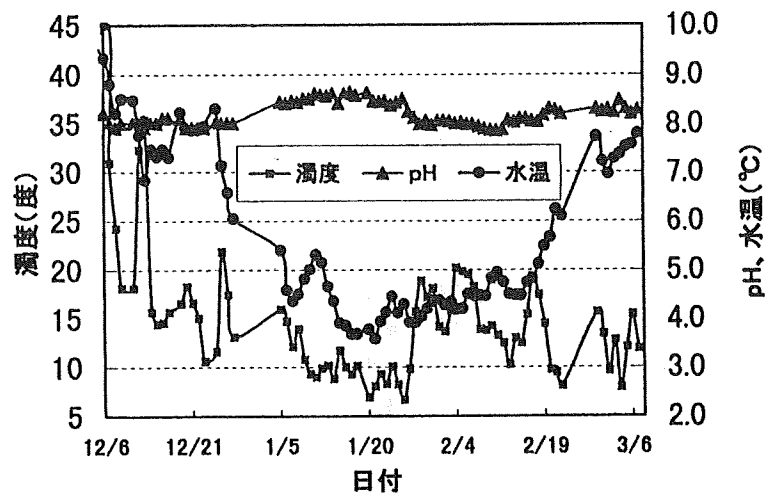


図 1 原水の濁度、pH、水温の日平均値推移

以上のような原水条件を対象に、二酸化塩素および次亜塩素酸ナトリウムによる膜のファウリング抑制効果の確認実験を行った。図2に、25℃補正膜差圧の経時変化を示す。

さらに、処理水に残留した二酸化塩素、亜塩素酸イオン、および残留塩素濃度を表2に示す。

表1 原水水質平均値 (n=1~3)

E260(50mmセル)	—	0.343
色度	度	9.3(18.3)
過マンガン酸カリウム消費量	mg/L	11.5
DOC	mg/L	3.1
総硬度	mg/L	83.2
総鉄	mg/L	0.44
総マンガン	mg/L	0.028
溶解性マンガン	mg/L	<0.005

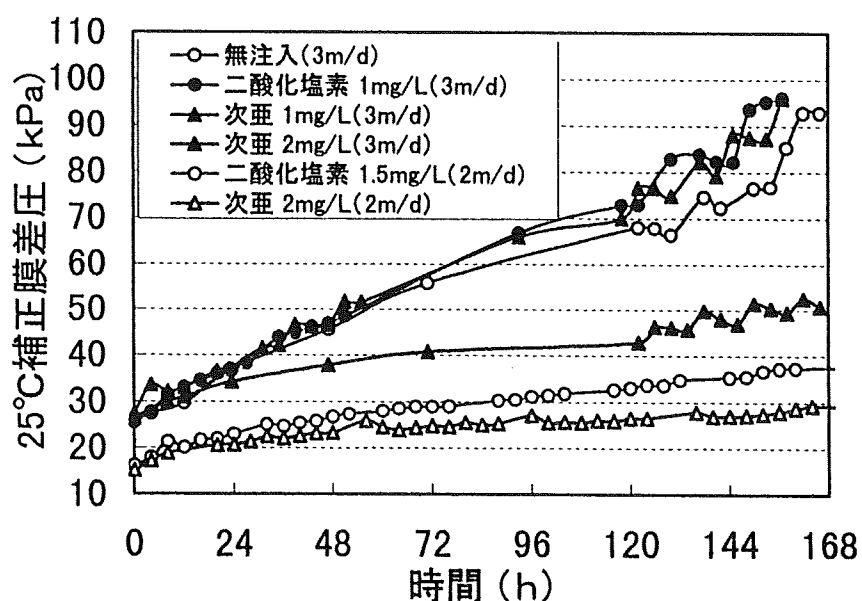


図2 二酸化塩素、次亜塩素酸ナトリウムによる膜差圧の経時変化

表2 残留二酸化塩素、亜塩素酸イオン、および残留塩素

酸化剤注入量	注入箇所	残留二酸化塩素 (mg/L)	残留亜塩素酸イオン (mg/L)	残留塩素 (mg/L)
二酸化塩素 1 mg/L	膜の直前	0.39	0.10	—
二酸化塩素 1.5mg/L	膜の直前	0.81	0.33	—
二酸化塩素 1.5mg/L	凝集槽	0.57	0.58	—
二酸化塩素 2 mg/L	膜の直前	0.94	0.50	—
次亜 1 mg/L	膜の直前	—	—	0.02
次亜 2 mg/L	膜の直前	—	—	0.38
次亜 3 mg/L	膜の直前	—	—	0.63
次亜 4 mg/L	膜の直前	—	—	2.1

はじめに、酸化剤として次亜塩素酸ナトリウムを注入した場合、酸化剤を注入しない場合に比べ、膜差圧の上昇を抑制できることが確認できた。次亜の注入量としては、有効塩素で1 mg/Lでは効果がなく、2 mg/L以上で効果が現れた。2 mg/L以上では、注入量を増やしても効果に違いは認められなかった。1 mg/Lの注入量では、残留塩素がほとんどなく、次亜によるファウリング抑制には、残留塩素を生じる程度の注入量が必要と推測された。また、2 mg/Lの注入による処理水中の総トリハロメタン濃度は30 μg/Lであった。

一方、酸化剤として二酸化塩素を注入した場合では、今回の実験条件においては膜差圧の上昇抑制効果が認められなかった。この原因として、①二酸化塩素が作用できない有機成分によるファウリング、②無機物によるファウリング、③反応時間が不十分、④低水温による反応の鈍化、等が考えらる。これまでの調査において、②については、処理水中の鉄、マンガンについて分析した結果、二酸化塩素と次亜塩素酸ナトリウムとの違いは認められなかった。また、③についても凝集槽へ注入することにより反応時間を30分程度に延ばしても効果は確認できなかった。

また、二酸化塩素による総トリハロメタンの生成は認められなかった。

なお、二酸化塩素と次亜塩素酸ナトリウムの酸化還元電位とpHとの相関を図3に示す。

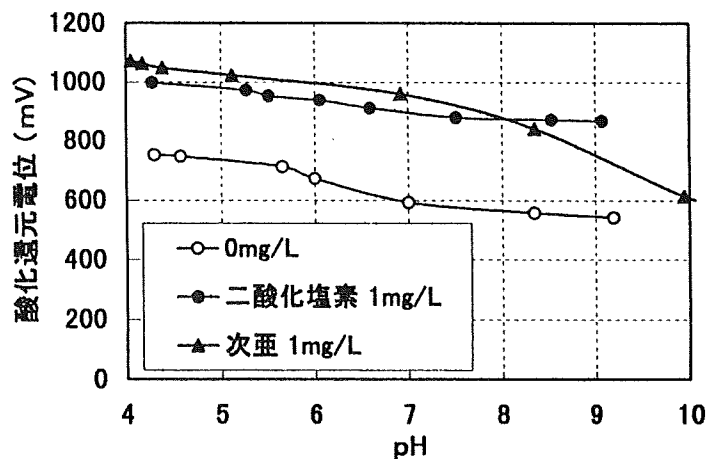


図3 二酸化塩素と次亜塩素酸ナトリウムの酸化還元電位とpHとの相関

6. 今後の予定

今後、以下の内容について検討する予定である。

- ・ 水温による二酸化塩素の反応速度の調査
- ・ 長期間安定なる過が可能なフラックスの見極め
- ・ 膜に対して最適な凝集条件

以上

6. 第4研究グループ報告

6. 1 はじめに

平成9年度から5ヶ年計画でスタートした高効率浄水技術開発研究も4年が経過し、プロジェクトの活動も大詰めを迎えつつある。

消毒システムの革新と高効率化を目指して「代替消毒法の実用化技術の開発に関する研究」を推進している第4研究グループでは、「代替消毒剤の実用化に関するマニュアル(案)」をグループ全体の成果と位置付け、その作成に全力を挙げて取り組んでいる。また、持ち込み研究では実験終了のものが2件あり、現在、4件の持ち込み研究について実験継続中で、プロジェクト期間内に初期の成果を挙げるべく、活動を行っている。

6. 2 研究の概要

6. 2. 1 本年度の研究の成果

本年度は、「代替消毒剤の実用化に関するマニュアル(案)」作成の第1段階として、マニュアルを構成する各消毒剤毎の第1稿を、代替消毒剤毎に担当を定めて作成した。具体的には、①遊離塩素、②二酸化塩素、③クロラミン、④紫外線、⑤オゾン、⑥複数の消毒剤の組合せ、⑦その他の方法ごとに、各担当が原稿を作成した。現在、この原稿は第1項として提出されただけのものであり、各消毒方法ごとに調整は図られておらず、内容の補完や全体の調和も含めて今後の課題となっている。

また、各企業が行っている持ち込み研究は、可能な限り委員会の開催と並行して見学会を開催し、グループ委員全体の知識の向上を図った。さらに、研究委員会では、基礎研究成果の説明を受ける機会を設け、新しい知識、技術の修得に努めた。

6. 2. 2 委員会活動状況

平成12年度の第4研究グループ委員会の活動概要を以下にまとめる。

(1) 第12回研究グループ委員会

日時：平成12年4月21日(金) 16:00~17:30

場所：神奈川県内広域水道企業団綾瀬浄水場会議室

出席者：大垣委員長ほか24名

主議題：

①平成11年度報告書について

②第7研究グループ幹事との打ち合わせ報告

・二酸化塩素及び亜塩素酸イオンの自動計測機器の開発を第7研究グループに依頼した。

・第4研究グループで二酸化塩素を用いた実験場所が確保できれば、第7研究グループの持ち込み研究として対応してもよいとの回答を得た。

③「代替消毒剤の実用化に関するマニュアル」について

・マニュアルの目次案が提出され、承認された。

・「遊離塩素」の項は、(株)荏原製作所に担当してもらうこととなった。

④持ち込み研究報告

- ・代替消毒技術及び消毒方法の確立
- ・クリプトスポリジウムの除去方法の確立
- ・紫外線を利用した塩素代替消毒技術の開発
- ・高濃度(5%)次亜塩素酸ナトリウムによる消毒に関する研究検討

主な決議事項：特になし

(2)第13回研究グループ委員会

日時：平成11年7月25日(火) 14:00~16:00

場所：水道技術研究センター会議室

出席者：大垣委員長ほか19名

主議題：

- ①「代替消毒剤の実用化に関するマニュアル」について
 - ・「二酸化塩素」、「クロラミン」、「複数の消毒剤の組合せ」、「その他の方法」に関する原稿(全部あるいは一部)が提出された。
- ②持ち込み研究概要報告
 - ・クリプトスポリジウムの除去方法の確立
 - ・紫外線を利用した塩素代替消毒技術の開発
- ③基礎研究報告
 - ・相澤委員より、「代替消毒・酸化処理過程における消毒効果と消毒副生成物の生成ならびに変異原性試験による安全性の評価」の説明。

主な決議事項：特になし

(3)第14回研究グループ委員会

日時：平成12年12月25日(月) 15:30~17:30

場所：茨城県企業局水質管理センター会議室

出席者：大垣委員長ほか26名

主議題：

- ①「代替消毒剤の実用化に関するマニュアル」について
 - ・「オゾン」に関する原稿の提出および「複数の消毒剤の組合せ」に関する追加原稿の提出。
 - ・マニュアルの作成に関し、編集委員会を組織して全体の取りまとめを行うこととする。
- ②成果取りまとめ委員会の報告
- ③持ち込み研究概要報告
 - ・クリプトスポリジウムの除去方法の確立
 - ・紫外線を利用した塩素代替消毒技術の開発
 - ・代替消毒剤を用いた高効率浄水処理システムの確立

主な決議事項：特になし

6. 2. 3 持ち込み研究見学会

(1) 第1回持ち込み研究見学会

日時：平成12年4月21日(金) 14:30~15:50

場所：神奈川県内広域水道企業団綾瀬浄水場

参加者：大垣委員長ほか24名

見学施設：

- ①神奈川県内広域水道企業団綾瀬浄水場
- ②「紫外線を利用した塩素代替消毒技術の開発」（新日本製鐵(株)、(株)西原環境衛生研究所）実験プラント

(2) 第2回持ち込み研究見学会

日時：平成12年12月25日(月) 13:00~15:30

場所：茨城県企業局県南水道事務所

参加者：大垣委員長ほか26名

見学施設：

- ①茨城県企業局県南水道事務所浄水施設
- ②「湖沼水を原水とする向流式加圧浮上ろ過実証実験」（第1研究グループ、クロリンエンジニアズ(株)、水道機工(株)、(株)荏原製作所）実験プラント
- ③「高フラックス膜ろ過システムの開発」（第3研究グループ、水道機工(株)）実験プラント
- ④「代替消毒剤を用いた高効率浄水処理技術の確立」（第4研究グループ、茨城県企業局、(株)荏原製作所、オルガノ(株)、(株)クボタ、水道機工(株)）実験プラント
- ⑤「膜を用いた浄水排水処理に関する開発研究」（(株)西原環境衛生研究所）実験プラント
- ⑥「二酸化塩素及び亜塩素酸イオン連続計測に関する開発研究」（横河電機(株)、(株)西原環境衛生研究所、水道機工(株)）実験プラント

6. 2. 4 持ち込み研究

(1) 代替消毒技術および消毒方法の確立

茨城県企業局、(株)荏原製作所、オルガノ(株)、(株)クボタ、水道機工(株)が共同で、茨城県企業局鰐川浄水場に設置してある高度浄水処理実証プラントに代替消毒剤比較実験装置を組み込み、①代替消毒剤の消毒効果と消毒副生成物の評価、②代替消毒剤による凝集効果の改善、③代替消毒剤の酸化剤としての評価、④代替消毒剤の活性炭漏出微生物への処理効果、を検討することを目的に平成10年6月から平成11年5月末まで実験を実施した。

研究報告書は、平成11年度報告書に掲載した。

(2) クリプトスポリジウム除去技術の確立

大阪府水道部とユニチカ(株)が共同で大阪府水道部三島浄水場万博公園浄水施設において、急速ろ過洗浄排水中のクリプトスポリジウム除去を目的に持ち込み研究を行った。実験期

間は、平成10年12月より平成12年3月までで、現在、実験を終了して報告書を纏めているところである。

(3) 紫外線を利用した塩素代替消毒技術の開発

神奈川県内広域水道企業団、新日鐵(株)および(株)西原環境衛生研究所が共同で、紫外線を活用した標記持ち込み研究を実施している。実験場所は神奈川県内広域水道企業団綾瀬浄水場で、平成11年7月から実験を開始し、実験期間は平成14年3月末までの予定である。

(4) 高濃度(5%)次亜塩素酸ナトリウムによる消毒に関する研究検討

宇部市水道局、(株)荏原製作所、クロリンエンジニアズ(株)の三者は共同で、高濃度次亜塩素酸ナトリウムによる消毒の有効性を確認することにより、浄水場の省スペース化を図ることを目的とした研究を行った。研究では残留塩素濃度管理の観点から、浄水場を出てから給水されるまでの残留塩素濃度と消毒副生成物の変化を調べ、最適な追加塩素地点と追加塩素濃度を見出すことを目指した。実験は宇部市水道局広瀬浄水場で、平成11年10月から平成12年3月まで実施し、報告書は提出済みである。

(5) 代替消毒剤を用いた高効率浄水処理システムの確立

茨城県企業局、(株)荏原製作所、オルガノ(株)、(株)クボタ、水道機工(株)が共同で、茨城県企業局県南水道事務所に設置してある高度浄水処理実証プラントに代替消毒剤比較実験装置を組み込み、①代替消毒剤の実用性評価、②配水管網内での水質変化の確認、③バイオフィームの形成とバイオフィームによる水質変化の確認、④消毒面からみた個別浄水処理設備の評価、を検討することを目的に持ち込み研究を開始した。実験期間は、平成12年11月から平成13年10月までの予定で、現在実験継続中である。

(6) 粒状活性炭から漏出する微生物の除去技術の開発

茨城県企業局、水道機工(株)は共同で、粒状活性炭から漏出する微生物の除去技術として、けい藻土ろ過あるいは膜ろ過技術を用いて実用化に向けた技術確立のための持ち込み研究を開始した。実験は、茨城県企業局鱈川浄水場で、平成13年1月から平成13年9月までの予定で、現在実験継続中である。

6.3 来年度以降の研究計画

第4研究グループでは、グループ全体の課題として「代替消毒剤の実用化に関するマニュアル(案)」の作成を行っている。本マニュアルは、代替消毒剤を使用する実務者が、日常の作業に有効に活用出来ることを前提としている。平成13年度は、マニュアル全体としての体裁を整えるため編集委員会を編成してその作業を行う予定であるが、ACT21全体の取りまとめである「新しい浄水技術(仮称)」との位置付け、整合性、領域分けが重要となろう。フレームワークに基づき、平成11年度は持ち込み研究と文献収集を行った。

また、平成13年度には、第6研究グループと共同で海外調査を実施する予定である。海外調査結果も、マニュアルには積極的に反映させる方針である。

7. 第5研究グループ報告

7. 1 概要

平成9年度から5カ年計画で『ACT21 高効率浄水技術開発研究』が実施されている。第5研究グループでは、中村教授、湯浅教授、綾教授の指導の下、北千葉広域水道企業団と名古屋市上下水道局の協力を得て、企業23社が共同で順次、以下に掲げるようなテーマを中心に開発研究に取り組中である。

- 平成9年度 ①「1980年土木学会編：汚泥処理上からみた合理的浄水法」の輪読
- ② 1980年以降の直近20年間の排水関係内外文献を約600件収集

- 平成10年度 ③ 内外排水関係600文献の抄録集を編纂
- ④ 共同持込み研究「浄水場の返送水に関する水質調査」検討・企画

以上のようなワーキング活動の結果から、排水プロセス内で発生した浄水プロセスへの返送水の性状に関する知見が、意外に少ないことが判明した。この結果を踏まえて、返送水の性状調査に取り組むことを討議・検討・企画し、引き続き平成11年度から当第5研究グループ全体の共同持込み研究として実施することが決定した。また、本持込み研究の他にも、浄水プロセスの新しい試みに対応する排水プロセスの検討。排水プロセスに残留するクリプトスポリジウムの挙動観察とその不活化を目指す新規の取り組み。等が持込み研究として実施の承認を受け、同じ平成11年度から開始された。

- 平成11年度 ⑤ 共同持込み研究「浄水場の返送水に関する水質調査」の実施
- ⑥ 「膜を利用した高効率浄水プロセスの汚泥濃縮」
- ⑦ 「返送水の処理及び返送方法」
- ⑧ 「浄水場排水のクリプト対策技術の探索」
- ⑨ 「新エネルギーを導入した浄水場排水処理システムの検討」
- ⑩ 「浄水場排水の高効率処理技術の開発」

なお共同持込み研究の調査箇所として、北千葉広域水道企業団：北千葉浄水場、名古屋市上下水道局：春日井浄水場、神奈川県内広域水道企業団：相模原浄水場、千葉県水道局：福増浄水場の4カ所から試料提供の協力を頂き、その結果は、平成11年度の報告書に詳しく報告することができた。

平成12年度も引き続き、前⑥～⑩項に掲げた5件の持込み研究を継続するほか、更に1件の持込み研究が新たに開始され、計6件の持込み研究を精力的に推進しているところである。その成果は平成12年9月に開催の第2回ACT21セミナーにて、前記共同持込み研究他、4件の計5件のテーマについて大部分はまだ中間報告であったが発表することができた。また、トピックとしては平成12年6月26日～7月9日の2週間にわたって、第7研究グループと合同で真柄教授、中村教授の指導下、欧州の浄水技術について5浄水場、2研究所、1水道運営会社を視察調査する機会を持つことができ

た。本調査の実施報告書は既に平成12年12月に(財)水道技術研究センターから刊行されている。^{注)}

- 平成12年度 ⑪「膜分離システムを用いた場内排水回収システムの改善」他、
継続5件
- ⑫ 第2回ACT21セミナーにて持込み研究の成果5件を発表
- ⑬ ヨーロッパにおける浄水技術等に関わる視察調査

7. 2 平成12年度に継続中の持ち込み研究

- ①「膜を利用した高効率浄水プロセスの汚泥濃縮」 日立プラント建設(株)
- ②「返送水の処理及び返送方法」 日本ガイシ(株) 名古屋市 岐阜大学
- ③「浄水場排水のクリプト対策技術の探索」 (株)石垣 月島機械(株) 前澤工業(株)
(株)西原環境衛生研究所 ユニチカ(株) 神鋼パンテック(株)
- ④「新エネルギーを導入した浄水場排水処理システムの検討」
(株)石垣 月島機械(株) 三井造船(株) 神鋼パンテック(株)
- ⑤「浄水場排水の高効率処理技術の開発」 (株)西原環境衛生研究所
- ⑥「膜分離システムを用いた場内排水回収システムの改善」
(株)クボタ 阪神水道企業団

7. 3 持ち込み研究の成果概要

7.3.1 「膜を利用した高効率浄水プロセスの汚泥濃縮」

① 目的：

- ・高効率型浄水プロセスから発生する汚泥の濃縮に回転平膜型濃縮装置を適用し、浄水工程使用凝集剤種毎に汚泥濃縮性能、運転条件を検討することが目的。

② 成果：

- ・原汚泥：FeCl₃使用の凝集沈殿池引抜き汚泥の場合
運転 Flux 0.4~0.7m³/m²・d, 膜ディスク回転数 80rpm の条件で、連続運転を実施。汚泥濃度が5~6%の範囲で、ろ過圧力が急上昇。これは、汚泥粘度が急上昇するポイントと一致した。
濁質の無い処理水が得られるが、Mn については水道水質基準値(0.05mg/l)を超過。加圧圧搾による脱水試験の結果、従来の重力沈降による濃縮汚泥に比べ、脱水ケーキの含水率は約7%低く、ろ過速度は約2倍高くなった。
約8ヶ月の連続運転後、しゅう酸とNaClOによる薬洗を実施し、新膜と同等の透過性能まで回復することを確認した。
- ・原汚泥：FeCl₃+ノニ系ポリマー使用凝集沈殿池引抜き汚泥の場合
運転 Flux 0.5~0.8m³/m²・d, 膜ディスク回転数 80rpm の条件で、連続運転を実施。目標汚泥濃度5%の条件において、運転 Flux 0.8m³/m²・d でろ過圧力は安定していた。当初懸念されたポリマー添加による急激な膜閉塞は確認されていない。これは、ポリマー添加濃度が低い(0.3mg/L-処理水)ことによると考える。

濁質の無い処理水が得られるが、Mnについては水道水質基準値(0.05mg/l)を超過。

③ 今後の課題と確認事項：

- ・ポリマ添加時での限界 Flux を見極めること。
- ・ポリマ添加時の回転平膜による濃縮汚泥の脱水性評価。
- ・処理水への Mn 流出の程度の確認。

7.3.2 「返送水の処理及び返送方法」

① 目的：

- ・ろ過池洗浄排水、濃縮槽上澄水、沈澱池引抜き汚泥等に膜処理を適用し、将来的に水源水質が悪化した場合でも、浄水並に清澄な膜ろ過水を着水井に返送し、浄水システムの濁質負荷の低減を図ると共に、排水や汚泥の短時間濃縮減容による排水処理の負荷低減を図る事を目的としている。

② 成果：

- ・第1期実験(基礎試験)終了：高速凝集沈澱池引抜き汚泥、急速ろ過池洗浄排水を対象にモノリス型セラミック膜処理を実施し、膜運転性能、膜ろ過水性状等の基礎データを取得した。

引抜き汚泥(濁度 1000 度程度)に対し、Flux 1m/日、無凝集全量ろ過運転で、薬洗周期は1ヶ月、濃縮汚泥濃度は約5%、膜ろ過水質は浄水並に清澄である事を確認した。急ろ洗浄排水(濁度 60 度程度)では、Flux 4m/日、無凝集全量ろ過運転で、薬洗周期は3ヶ月、微粒子除去性能はLRV5.9以上、膜ろ過水質は浄水並である事を確認した。

- ・第2期実験(連続試験)継続中：基礎試験を踏まえ、混合排水(急ろ洗浄排水+沈澱池引抜き汚泥)を対象に連続試験を実施中。2条件での膜処理性及び薬洗回復性を把握。冬季脱水性能、消費電力費等詳細のデータを取得中。

混合排水(濁度 100~1500 度程度)に対し、Flux 2m/日、無凝集全量ろ過運転の結果。

- ア) 常逆洗の場合、薬洗周期は約60日。逆洗水に次亜塩素酸ナトリウムを添加すると約150日に周期が延びて、更に長期安定運転が可能であった。
- イ) 全期間を通じ、膜ろ過水質は浄水並に清澄であった。
- ウ) TSが約900mg/Lの混合排水を膜濃縮した後、3日静置すると、濃縮汚泥濃度はTSで約60000mg/Lに到達した。
- エ) 濃縮汚泥を機械脱水(無薬注長時間ろ過方式)した結果、脱水ケーキ水分は47.7%と、良好な脱水性能であった。
- オ) 膜による微粒子(>1.0 μ m)除去性能は、LRV 7.1(99.99992%)以上であった。
- カ) 次亜塩素酸ナトリウム及びクエン酸を用いた薬品洗浄により、膜性能は初期透水能まで完全に回復した。薬洗廃液の分析結果を含め、膜閉塞は有機成分が膜面にケーキ形成した為と推測された。

③ 今後の課題と確認事項：

- ・膜処理適用による高効率化(新機能、スペース、エネルギー、維持管理性)達成度のまとめ。
- ・他排水での膜処理性を確認すること。

7.3.3 「浄水場排水のクリプト対策技術の探索」

① 目的：

- ・排水処理プロセスにおけるクリプトの挙動を確認するために、クリプトの疑似粒子であるトレーサーを用いて、プロセス内でのクリプトの存在割合を把握する。更に効率的なクリプトの不活化システムの提案を行うことを目的に取り組んでいる。

② 成果：

- ・スラッジ及びケーキ中のクリプトの死滅条件を確認する際の、試料からの回収方法には免疫磁気ビーズ法とシヨ糖浮遊法がある。
- ・これまでの試験では、試料の希釈倍率が高いほど、また分散剤を添加するほど回収向上の傾向がみられるものの、全体的にはまだ低回収率である。今後、添加オーシスト数を増加させ、不活化評価に必要なオーシスト数を確保して実験を行う予定である。
- ・クリプトの疑似粒子を用いて濃縮槽以降の排水処理設備内でのクリプトの存在割合を確認した。
- ・濃縮槽での沈降において、99.9%以上のトレーサーが濃縮スラッジに存在し、濃縮槽上澄水にはほとんど存在しなかった。
- ・脱水行程では、1～5%がろ布洗浄排水に、0.08～0.6%が脱水ろ液に、96～98%が脱水ケーキにトレーサーが存在した。また、脱水ろ液中に排出されたトレーサーの70%以上は、打込開始～打込1分までに漏洩したものであった。
- ・加熱温度60℃未満の場合、1時間程度の短時間ではクリプトの不活化が困難であることが確認できた。
- ・ケーキ中の乾燥によるクリプトの不活化の観察では、放置2ヶ月経過後もクリプトが確認された。従って、脱水ケーキにある程度の水分が残っていると、クリプトは長期間生存することがわかった。
- ・圧力によるクリプトの不活化については、圧入時間60min、圧力0.5～4.0MPaで約15%～25%程度の不活化率であった。また、圧力1.5MPa、圧入時間60～1440minでも約17%～26%の不活化率であった。従って、通常のフィルタープレス（圧搾圧力：1.5MPa）ではクリプトを十分に不活化させることができないと考える。

③ 今後の課題と確認事項：

- ・本実験のクリプトの不活化について、小腸由来の培養細胞を用いた感染試験による不活化評価を開始し、現在データの採取中である。更に不活化処理したクリプトの培養細胞上での脱囊・増殖の確認を行う予定である。

7.3.4 「新エネルギーを導入した浄水場排水処理システムの検討」

① 目的：

- ・排水処理プロセスで利用するエネルギーのうち、電気以外の利用可能エネルギーの利用効率を向上させることと、未利用エネルギーを活用した新排水処理システムの提案を試みる。

② 成果：

- ・利用可能なエネルギーには次のようなものがある。
 - ア) 太陽熱 イ) 太陽光 ウ) 風力 エ) 河川・湖沼・海水、地下水、下水等の温度差
 - オ) 深夜電力の貯蔵・蓄熱 カ) ガス/コ・ジェネレーション キ) 燃料電池
- ・一般にコ・ジェネレーションシステムを適用する場合には、エネルギー効率の向上のために熱回収が不可欠である。排水処理プロセスにはこの熱の利用できる単位操作が多く存在する。この排水処理プロセスへの熱供給という観点から見てガス/コ・ジェネレーションシステムは実現の可能性の有望なシステムと考える。
- ・脱水処理工程の前処理としてスラッジを加温する方法がある。スラッジの粘性が低下し、脱水ろ過速度が上昇する効果がある。また、ケーキのろ布剥離性が良くなる等の改善効果も期待できる。
- ・ケーキを乾燥することで、浄水場から搬出するケーキ量は減量化できるので、処分費が削減できる。更に脱水ケーキに乾燥・造粒加工を施すことで、農園芸用等への有効利用が可能になる等の効果が出る。
- ・コ・ジェネレーションからの熱利用のひとつに、ケーキを熱処理する方法がある。ケーキ中に残留しているクリプトの不活化が可能になるので、埋め立て処分時の問題が解決できる。

③ 今後の課題と確認事項：

- ・各種の未利用エネルギー毎に普及の現状と今後の普及への方策を探索すること。
- ・建設費や発電単価等の特徴について、比較表を揃える。
- ・スラッジ加温、ケーキ乾燥、クリプト不活化等に熱利用を採用する際の建設費、運転費の算定を試みることで、対費用効果の評価が必要である。

7.3.5 「浄水場排水の高効率処理技術の開発」

① 目的：

- ・浄水場排水処理に、浸漬式膜分離法を適用するための実用化研究を行う。
- ・膜分離によって濃縮操作を行う場合の諸課題を抽出、整理し、浄水処理系を含めた最適な浄水処理システム構築のための知見を得ることを目的とする。
 - ア) 浄水場排水濃縮処理に浸漬式膜分離法を適用した場合の膜ろ過性能(ろ過能力、ろ過水水質)を把握する。
 - イ) 最適な膜ろ過運転操作方法(ろ過流速、ろ過圧力、物理洗浄方法、薬品洗浄方法等)についての基礎的知見を集積する。
 - ウ) 最適な浄水処理システム構築のための知見を得ることを目的とする。

② 成果：

- ・排泥池水を原水とした場合、夏期では、濃縮汚泥濃度1%でろ過流速 $0.6\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{日}$ 、3%で $0.15\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{日}$ で1ヶ月安定して運転できることを確認した。
- ・排水池を原水とした場合、0.3%で膜ろ過流速 $0.9\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{日}$ で1ヶ月間安定して運転できることを確認した。
- ・膜ろ過水水質は、直接浄水とするには、やや高めの項目があるものの、着水井もしくは活性炭吸着槽への返送が可能であることを確認した。

③ 今後の課題と確認事項：

- ・ 冬季を含めて、通年のデータを揃える。

7.3.6 「膜分離システムを用いた場内排水回収システムの改善」

① 目的：

- ・ 排水池の場内排水を原水として実験プラントを連続運転し、簡易ろ過濃縮装置および膜分離装置の最適運転条件（ろ過速度、膜ろ過流束、洗浄条件、濃縮濃度など）を検討する。
- ・ 既存の排水池を改造して適用する場合の条件や設計諸元などについても検討する。

② 成果：

- ・ 現在の成果は以下の通りである。

ア) ろ過濃縮装置の運転結果

中空プラスチックろ材（4mmφ×4mmL）を2m（既存排水池に充填可能な高さ）に充填したろ過濃縮塔に上向流で通水し、通水LV240m/dでろ過継続時間24hrにおける平均濁度除去率84.5%が得られた。そのときの濃縮倍率67倍（算定濃縮濁度990度）であった。

イ) 膜ろ過装置単独運転結果

場内排水を直接膜ろ過装置に供給し、膜ろ過流束0.8m³/m²/dで、約7ヶ月連続運転した後の25℃補正膜差圧は50kPa以下であった。

ウ) ろ過濃縮装置+膜ろ過装置併用運転

- ・ ろ過濃縮装置からの前濃縮水（濁度1,000度程度）を膜ろ過装置に供給することで、膜浸漬槽内汚泥濃度5%が得られたが、20日間で汚泥ケーキによる流路閉塞（膜そのものの閉塞ではない）が生じ、急激な差圧上昇がみられた。
- ・ 膜モジュールおよび散気管を膜浸漬槽上部に移動し、膜浸漬槽下部は汚泥の対流が少ない沈降ゾーンとすることで、膜モジュール周囲の対流部の汚泥濃度は1～1.2%程度、沈降ゾーンの濃縮濃度は5%程度を推移し、3ヶ月間安定運転（運転継続中）が可能であった。

③ 今後の課題と確認事項：

- ・ 冬期低水温時のろ過濃縮装置の処理性が悪化（濁度除去率60%程度）の改善。
- ・ 実施設への適用諸元の検討

7.4 海外調査

調査期間	平成12年6月26日～7月9日	
調査先（8ヶ所）	① プラハ（チェコ）	Podoli 浄水場
	② ジュネーブ（スイス）	Prieure 浄水場
	③ ジュシィ（フランス）	Montmorel 浄水場
	④ パリ（フランス）	Mery sur Oise 浄水場
	⑤ レディング（イギリス）	Thames Water International
	⑥ スウィンドン（イギリス）	Water Research Center
	⑦ ユトリヒト（オランダ）	Kiwa 研究所

参加者

⑧ ブローメンダル (オランダ) PWN 浄水場

団 長：北海道大学 真柄 泰基 教授

副団長：山梨大学 中村 文雄 教授

団 員：21 企業 21 名 及び (財)水道技術研究センター 2 名

7. 5 委員会の開催状況

第 1 1 回委員会 平成 1 2 年 6 月 1 日 (木) 13:30~15:30

- ・ 1 1 年度実施の共同持ち込み研究「浄水場返送水に関する水質調査」の報告書作成に関する検討。
- ・ その他持ち込み研究の進捗状況の報告。

第 1 2 回委員会 平成 1 2 年 9 月 1 日 (金) 13:30~15:30

- ・ 第 2 回 ACT 2 1 セミナーに発表する持ち込み研究の検討。
- ・ 第 3 回海外調査の概要報告。

第 1 3 回委員会 平成 1 2 年 1 2 月 1 日 (金) 13:30~17:30

- ・ 名古屋市上下水道局春日井浄水場の見学会。
- ・ 日本ガイシ(株)持ち込み研究実験プラントの見学説明会。
- ・ その他持ち込み研究の進捗状況の報告。

第 1 4 回委員会 平成 1 3 年 3 月 1 日 (木) 13:30~15:30

- ・ 持ち込み研究の進捗状況の報告。
- ・ 「成果とりまとめ」の取り組み方を検討。

以上

注) 報告書 No. 43 平成 1 2 年度 ACT21 高効率浄水技術開発研究 第 3 回海外調査
(ヨーロッパにおける浄水技術等に関わる視察調査 実施報告書)

8. 第6研究グループ報告

本グループの研究テーマは、「浄水施設の機能診断・機能改善に関する研究」であるが、浄水施設の機能的課題と改善に関して派生するインパクトは水道事業全体に大きく影響を与え、今日的な水道界の大きな変革を考えると、機能診断と改善を狭義に捉えるよりも広く事業全体の問題として解釈することが適切であると判断し、「水道事業全般の診断・評価」をテーマとした。

今年度は、水道施設のみならず経営を含めた水道全般にわたる分野の診断評価事例を工学的判断根拠を明確にして各テーマを簡潔に整理した「水道事業診断評価事例集」を作成した。

8.1 経営

(1) 水源種別によるグルーピング(経過年数を考慮)

水道事業体のグルーピングにおける重要な要素のひとつは「水源種別」であり、この水源種別がわかれば、その事業体がどのような浄水処理を行っているのか、規模はどの程度か等の大まかな事項が判別可能となる。水源種別と関連の深い要素を選択し、水道統計を基にした主成分分析を行い、全国水道事業体のグルーピングを行った。

(2) 水道事業体のグルーピング

水道事業の料金水準と施設効率を評価するため、主成分分析した結果を用いて水道事業体をグループ分けすることができる。診断対象事業体の給水量達成率、人口密度、ダム・受水比率を用いて当てはめると、「都市管理依存型」「拡張ダム依存型」「管理ダム非依存型」「地方拡張ダム依存型」のいずれかに類似グルーピングすることができる。

(3) 主成分分析による水道事業の比較診断

水道事業の料金水準と施設効率を評価するための4グループごとに、平均的な水道料金、施設稼働率、管使用効率、有効率、給水業務効率、急速ろ過・受水比率の値を求めた。この平均値と診断対象事業体の数値を比較することで、経営状態を把握することができる。

(4) 経営指標による診断

水道事業は、独立採算を原則としながら、一般会計からの支援も一部受けて、地方公共団体の全資産をもって担保される公営企業債の恩恵にあずかっている。今後、本格的な民営化時代を迎えるに当たって、一般企業の営利的経営理念が適用できる部分とナショナルミニマムとして公的保護をはずせない部分に峻別するためにも、一般的な財務分析を行って事業体の健康診断を行う必要がある。

(5) 都市機能維持に対する寄与

給水人口1人当たりの主として都市機能維持に関する活動の付加価値生産額を求める。1日当たり3000円を超えるような事業体では、水道の都市機能維持活動への寄与が高いと考えられる。

都市機能維持の寄与が大きい水道事業では次のようなことに配慮すべきである。

- ①費用負担を個別利用者のみを求めるのではなく、公共性に鑑みて各種事業実施において一般会計による補助等を積極的に検討する。
- ②巨大地震等の災害による被害を受けた場合に、復旧が遅れた場合の影響が大きい。したがって被災直後の応急給水対応だけではなく、復旧力の整備が重要である。

(6)給水量に関する指標

給水人口が5万人以上の事業体においては有収率が84%、5万人未満においては78%に満たない場合は注意を要する。負荷率（1日平均給水量と1日最大給水量の比）は5万人以上の事業体では80%、5万人以下で73%が目安となる。稼働率（1日最大給水量と施設能力の比）は給水人口10万人以上の事業体では72～92%の範囲、10万人未満においては67～91%の範囲に入っていない場合は注意を要する。

(7)給水区域の社会的条件 1

給水人口20万人から50万人の都市は衛星都市型と地方中核都市型に分類できる。衛星都市型は共同住宅が多く人口密度が高いが、昼間人口は少なく高齢者も少ない。地方中核都市型はこの逆である。水需要の変動に対する対応、巨大地震発生後の対応などにこれらの特性を配慮する必要がある。

(8)給水区域の社会的条件 2

水道経営にあたっては、給水人口が3万人未満の都市にあっては一般に人口密度が低いこと、高齢者の比率が多いことを配慮する必要がある。

(9)環境貢献度診断

浄水システムが環境に与える影響度合いを次式により評価する。

環境影響度＝（エネルギー消費指数）＋（発生土処分指数）

エネルギー消費指数＝（各事業体単位動力費）／（給水人口規模別平均単位動力費）

発生土処分指数＝（各事業体年間処分土量）／（給水人口規模別平均年間処分土量）

環境影響度が2を下回っていれば、平均的な貢献度と判断される。

(10)民間活用度診断

排水処理作業を中心に拡大しつつある民間委託に関して「民間委託費率」等の分析を行い、施設規模別に水道事業体間の相対評価を行うことができる。

(11)水道事業における経営診断(資本費)

水道事業における経営診断の基本的な情報として、各事業体の資本費に着目して経営状況を評価する。これには、資本費に影響を与える様々な要素を抽出し、水道統計を基にした統計分析を実施する。

(12)借入・債務状況による診断

多額の設備投資を必要とする水道事業では、借入債務は経営を圧迫することになるため、常に給水人口一人当たりの借入金に留意し、経営する必要がある。

給水人口一人当たりの累積借入金は、できれば5万円以下にすることが目安であり、10万円を超えると料金値上げなどの対策が必要になる。

(13)資金活用の診断

金融の自由化時代を迎え、水道事業においても料金収入をいかに活用するか、場合によっては水道債を発行するかなどを検討して、多角的な経営を意識して運営していく必要がある。このため、公定歩合などの変動に留意し、料金収入の一部を何らかの形で施設更新などの将来投資の準備金として運用する必要がある。

(14)内部留保資金による経営状況の診断

水道事業経営において、下式のような財務指標を基に、現状の経営状況について診断す

る。

当年度発生内部留保資金対資本的収支不足額比率：A

過年度内部留保資金等累積額対給水収益比率：B * B' はBの全国平均値
(規模別)

A \geq 1.0 留保資金蓄積型

〔タイプ1〕 B \geq B' 施設整備等事業実施の資金的ポテンシャル大

〔タイプ2〕 B<B' 施設整備等事業実施のための資金蓄積タイプ。

A<1.0 留保資金減少型

〔タイプ3〕 B \geq B' 保留資金は減少するが、過年度の蓄積があるため経営は比較的安定

〔タイプ4〕 B<B' 経営上料金値上げが必要

(15)事業適正資金投資額の診断

ある規模の事業投資が実施された場合、経営を適正な状態に保つための水道料金（供給単価）を簡易モデルより算定し、投資額が妥当かどうか診断するものである。

容認できる供給単価の値は全国の事業体の平均値、また、上昇率は過去の料金改訂率を参考に設定し、供給単価の値、上昇率等により投資額が妥当かどうかを評価する。

(16)水道料金と職員数、給与の分析

水道事業体の経営的な診断の基礎情報として、水道料金が挙げられる。この水道料金に関する職員給与を中心とした統計分析を行い適正を評価する。水道料金と関連の深い建設改良費以外の要素を選択し、水道統計を基にした主成分分析を行い、全国水道事業体のグルーピングを行うことができる。

(17)重回帰分析による水道事業の料金水準診断

施設効率指標を用いて全国の水道料金の重回帰分析を行った結果により、診断対象事業体と同一グループ重回帰式で料金理論値を算出し、料金水準の妥当性を判断することができる。

実際の料金が理論値より大きく上回る事業体では、施設効率指標以外の要因によって料金が高くなっていることが考えられ、原因を究明して経営効率化に努める必要がある。

(18)給水原価の自己認識

水道の給水原価は、地域の水資源の多寡や給水区域の地形、水道の歴史などを背景として、給水原価を構成する営業費、資本費の費用構造の差異が決定要因となる。近年、公共料金の内外価格差、内々価格差が社会問題となり、公共料金に対して企業努力を促すインセンティブ規制が導入されつつある。水道料金についてもヤードスティック規制を念頭に自らの給水原価水準を把握し、経営の効率化や財政改善等の方策を適宜検討することが肝要である。提示したモデルにより給水原価水準を把握できる。

(19)消費支出に占める水道料金

家計の消費支出に占める水道料金の割合は、0.7%~1.1%の範囲にあれば通常である。

(20)職員数の自己認識

水道事業は、競争が少なく、地域独占的に営業することが保証されているので、能率的な経営を前提として適正な原価を査定することになっている。水道サービスの維持向上を図るため合理的な組織と所要の職員で業務の執行にあたるが、一方で、職員数の多寡は事業の生産性に直接影響する。職員数についても水道料金と同様に、相対値による評価方式

を利用して自らの職員数の水準を把握し、計画的な定員管理、組織機構の見直し、職員の適正配置、事務の効率化、組織の活性化等の方策を適宜検討することが望ましい。提示した算定モデルで平均的な職員数を求めることができる。

8.2 計画及び施設一般

(21)事業計画診断

水道で事業を計画する場合、社会情勢を的確に反映するためには適正な事業計画期間を設定し実施する必要がある。全国事業体を施設能力毎にグループ分けし、平均的な事業計画期間を算出し比較する。

事業計画期間は、施設能力 10,000m³/日以下では5年、10,000～100,000m³/日以下では9年、100,000m³/日以下では15年以下とすることが望ましい。

(22)エネルギー効率診断

配水に係るエネルギー効率の診断については、修正電力原単位を用いた評価による。

$$G_n = (E_{pn} \cdot P_n / P_0) / Q_n$$

G_n : n年度の修正電力原単位 E_n : n年度の電力量 Q_n : n年度の総給水量

P_n : n年度の設定配水圧 P_0 : 基準となる年度の設定配水圧

これらは水道統計を基に、全国水道事業体の修正電力原単位 G_n 値を算出し、施設規模、配水管延長、設定配水圧等の要素により算定する。

(23)施設の老朽度診断

施設の老朽度を診断し、更新時期の判断及び更新周期の評価を行う。まず、資産台帳をもとに設置年数と法定耐用年数との比を求め各設備の老朽度を算出する。ついで資産台帳で区分された種別毎の老朽度を判断するため、建設費からデフレータ等を用いて現在価格を求め、各設備の老朽度を乗じて現在の使用費用を算出する。各項目毎に計を出し、建設費計との割合を求め老朽度とする。

診断の結果は、モデル水道事業体の平均値と比較し老朽度を施設毎に評価する。

(24)水道施設の信頼性と保全性

水道施設の設備を安全で経済的に維持管理するためには、各設備の保守点検、補修の情報を把握し、適正に管理していく必要がある。そして、設備の故障頻度、故障時の影響度等を考えながら設備の信頼性向上を図り、故障が少なく、しかも、最少の費用で必要かつ十分な効果が得られる設備管理が大切である。しかも、設備の設置時にあらかじめその設備の寿命を推定したり、使用中の設備の信頼性を評価することが設備管理を実施するうえで重要な役割を果たす。

8.3 水源・取水・導水

(25)水源量、渇水頻度診断

使用者に安定的に給水する義務を持つ水道事業にとって、その前提となる水源の確保は重要な経営課題である。また、水源の確保には、膨大な費用と多大な時間を要することから、将来需要と経営状況の見通しを的確に把握して水源を確保する必要がある。

また、需要に見合う水源の確保にあたっては、水系毎に利水安全度が異なることから、各水系別の構成比、水源施設の完成状況（水利権の安定度）などを考慮し、渇水被害が発

生しにくい適切な場所に水源を確保しなければならない。

(26)井戸の機能診断と改善(その1)

井戸施設は、建設後多年を経過すると、当初に比べて水質の悪化や揚水量の減少及び揚水時の水位降下が顕著に発現するなど、井戸の機能が低下し、取水施設として多くの問題を呈する場合がある。これらの現象は、発現の程度によって井戸の寿命を左右することになるが、経過年数や使用状態などの間に一般的な関係があるわけではなく、各施設または地域の固有のものである。水源管理として地下水位、揚水量、原水水質については定期的に測定して記録し、比湧出量などに従来とは異なる異常な変化がみられる場合には早期に原因究明を行い、必要に応じて対策を検討することが肝要である。

井戸の公称能力に比較して、長期間にわたり揚水量の減少が確認される場合には、広域的地下水調査や取水ポンプ及び井戸の機能調査を行い、適切な方法により井戸機能の回復を図る必要がある。

(27)井戸の機能診断と改善(その2)

地下水の水質は、流動速度が小さいため地質の影響を強く受けるが、一般に河川水と比べて良質で安定した性状にある。しかし、井戸の破損や過剰揚水などにより砂の流出が増加する場合がある。また、地下水位の異常低下や塩水化の進行、汚染水の浸透などによっても水質が悪化する場合がある。

水源管理として地下水位、揚水量とともに原水水質についても定期的に測定して記録し、原水水質の経年変化を考慮しても従来とは異なる異常な水質変化がみられる場合には早期に原因究明を行い、取水施設の劣化を防止、地下水の保全、また水質基準を遵守するための対策を速やかに講じる必要がある。

(28)井戸効率

井戸施設は、地下水涵養量の減少や井戸自身の閉塞等に起因して、長年の使用により次第に取水可能性が低下する場合がある。井戸の機能状態は、井戸効率で評価できるため、取水ポンプ交換時あるいは井戸清掃時に揚水試験を実施して井戸効率を把握し、管理の指針にすることが望ましい。

8.4 浄水

(29)浄水場の予備力

既設浄水場の予備能力を評価するため、水道統計によりグラフ化した浄水能力と稼働率を基に当該浄水場の浄水処理量を比較して妥当性を推定する。またグラフ化した浄水場の汚泥処理可能土量と実際処理土量から当該浄水場の排水処理能力も判断材料とする。

全国の浄水場の稼働率は40～90%のものが多く、90%以上の浄水場には予備力の増加を、40%以下の浄水場に関しては、規模縮小や統合等の検討がなされることが推奨される。

排水処理能力に関しては、当該浄水場の汚泥処理能力、実汚泥処理量を統計によるグラフと対比し、処理能力の妥当性を判断する。

(30)水処理設備の事象機能診断法

診断対象施設の機能低下現象をまず把握し、提示した機能低下現象と原因の一般的な因果関係資料をもとに、その考えられる原因を想定しながら詳細な原因を追及する。原因詳細が明らかになれば詳細診断を行う。その結果として対応策が想定され機能改善の方向付

けがされる。

(31) 原水pHによる凝集不良診断と対策

凝集不良の要因として、藻類の繁殖等による原水pHの上昇があり、凝集剤の過剰注入を引き起こす場合がある。原水pHの上昇と凝集不良の因果関係を明確にし、その場合のpH調整は検討する必要がある。

(32) 酸汚泥注入方式による浄水処理の改善方法

原水pH上昇による凝集阻害は、フロックのキャリーオーバーや、凝集剤の過剰注入による難脱水性の汚泥量の増加を引き起こす。pHと凝集阻害の関係を調査し、pH調整方法を検討する必要がある。

ここでは浄水処理改善方法として酸汚泥注入方式の有効例を示した。

(33) 充填材を用いた高速除濁装置の除濁処理改善方法

環境問題がクローズアップされるなかで、浄水処理分野においても資源の有限性、環境問題等から、コストの最小化、環境負荷の最小化を指向する必要性が高まってきている。

ここでは従来の凝集沈殿+ろ過システムに比較して充填材を用いた高速除濁装置の有効例を示した。

(34) 薬品沈殿池設備の機能診断法

薬品沈殿池設備の機能低下現象をまず把握し、提示した機能低下現象と原因の一般的な因果関係資料をもとに、その考えられる原因を想定しながら詳細な原因を追及する。原因詳細が明らかになれば詳細診断を行う。その結果として対応策が想定され機能改善の方向付けがされる。

(35) 薬品沈殿池の水処理機能診断

薬品沈殿池の診断は、①薬品沈殿池処理水の濁度測定を実施する。②原水水質分析結果より、pH値、アルカリ度を把握し、ジャーテスト試験によって適正注入率であるかを確認する。③滞留時間、平均流速等が所定の値で運転されているか確認する方法である。この結果、若干の変動は考えられるが、処理水濁度として0.5度以下に維持できるかどうかを評価する。

(36) 横向流傾斜板装置への原水の流入の整流化による沈殿処理効果の改善

横向流傾斜板装置は高濁度時や水温の急変により沈殿池内に偏流が生じ、沈殿効果が低下する。

そこで、横向流傾斜板装置の直前に小口径、多孔整流板を設けることにより傾斜板装置内が整流化し沈殿処理水質を向上させることができる。

(37) 高速凝集沈殿池の診断と対策例 1

複合型高速凝集沈殿池の運転は槽内スラリーゾーンのレベル及び槽内スラリー濃度の管理が重要である。運転状況の診断は、スラリー濃度、スラリーゾーンレベルが適正に保たれ、処理水濁度が安定しているかどうか判定する。特に水量、流入濁度の変動等がある場合に上記項目を監視、制御する必要がある。スラリーゾーンの界面、濃度等を測定し、インペラ回転数、排泥量を自動制御した対策例を示した。

(38) 高速凝集沈殿池の診断と対策例 2

高速凝集沈殿池の運転は槽内スラリーゾーンのレベル及び槽内スラリー濃度の管理が重要である。運転状況の診断は、スラリー濃度、スラリーゾーンレベルが適正に保たれ、処理水濁度が安定しているかどうか判定する。特に水量、流入濁度