

2. 浄水システム委員会の研究概要

2. 1 研究課題および研究目的

(1) 研究課題

水質に応じた浄水処理方式の構築と評価に関する研究

(2) 研究目的

「安全でおいしい水を目指した高度な浄水処理技術の確立に関する研究」の一つの委員会である本委員会は、浄水処理方式を総合的に選定・評価し、浄水技術の確立を図ることを目的とする。

具体的には、全国の原水水質データの分析や望ましい処理水水質の検討から、種々の要求に応じた処理水水質を提示することがまず挙げられる。次いで原水水質と処理水水質をつなぐために、従来の処理プロセス、或いはそれらを組み合わせたプロセスについて、実際のデータを基に処理プロセスの性能を評価し、適用範囲、処理可能水質、操作条件の範囲等を明らかにするとともに、これらのプロセスを組み合わせ、原水水質に応じて望ましい処理水水質を得ることができる処理システムを構築することを目的としている。また鉄系凝集剤を用いた膜ろ過やナノろ過等の新たな技術で実際の処理データでは不十分な処理プロセスについては実証実験、文献調査などによりその性能、適用範囲等を明らかにするとともに、新たな処理システムに組み入れることを考えている。

2. 2 研究実施体制

委員長	伊藤 雅喜 (国立保健医療科学院)
事業体委員	金子 明 (神奈川県内広域水道企業団)
	古野 一治 (北九州市水道局)
	小山 達也 (京都市上下水道局)
	花元 隆司 (阪神水道企業団)
	川瀬 悦郎 (新潟市水道局)
企業委員	照井 竜郎 (アタカ大機)
	伊藤 義一 (荏原製作所)
	宮ノ下 友明 (オルガノ)
	三木 一弥 (クボタ)
	橋本 敬行 (神鋼環境ソリューション)
	惣名 史一 (水道機工)
	山根 陽一 (月島機械)
	相馬 孝浩 (東芝)
	品田 司 (西原環境テクノロジー)
	松尾 茂 (日立製作所)
山田 雄司 (日立プラントテクノロジー)	
高橋 和孝 (富士電機システムズ)	
田名部 直勝 (前澤工業)	

後藤 伸介（三菱電機）
前委員 西尾 弘伸（神鋼環境ソリューション）

2. 3 活動内容

浄水システム委員会では、課題・目的に対応するため、(1) 水質に応じた処理方式の構築、(2) 合同実験、(3) 文献調査、の3つのテーマで研究を進めてきている。

以下にテーマごとの研究内容について述べる。

2. 3. 1 水質に応じた処理方式の構築

本テーマは本研究委員会の研究課題そのものであり、浄水システム委員会の研究活動の中心となるものである。これは最終的には水質評価委員会、機能評価委員会、環境評価委員会と連携して、総合的にデータに基づいたシステムの評価、選定手法を開発するものであり、原水水質の分析、各処理プロセスの機能評価、環境影響評価、コスト評価などが必要となる。本委員会ではこのうち、主として個々の浄水プロセスの評価および浄水システムの構築、選定手法の開発と望ましい処理水質の設定を行う。既存のシステムのデータ収集や解析では不十分と考えられる部分については、実証実験や文献調査により研究を進めることとし、テーマ(2)、(3)を設定した。

2. 3. 2 合同実験

*e-Water*プロジェクトでは、膜ろ過を既存浄水場の更新に併せて適用することを想定し、凝集・沈澱や直接ろ過等の前処理と組み合わせた実験を行った。この結果、前処理で濁質負荷量を低減することにより、膜ろ過単独処理の場合に比べて膜の薬品洗浄までの運転時間を2～3倍に伸ばすことが可能であることが示された。また、凝集剤量も従来の処理より低減できることも明らかになった。

*e-Water II*プロジェクトでは合同実験により実際の浄水場の運転データでは取得できない浄水プロセス及び浄水システムのデータを収集し、新たな処理システム構築へ活用することを考えている。本研究では新たなシステムとして、前プロジェクト *e-Water* の結果を基に凝集・沈澱または直接ろ過と組み合わせた膜ろ過システムを想定した。また、水質基準の強化に伴い残留アルミニウム濃度の低減化を求められることも考えられることから、上記システムにおける代替凝集剤の使用についても検討を行うこととした。具体的には、以下の2つの膜ろ過を組み込んだ処理システムにおいて、それぞれ PAC、塩化第二鉄を凝集剤として使用する実験を行っている。並行して従来システムである急速ろ過システム運転も実施し比較検討を行っている。

「凝集 → フロック形成 → 沈澱 → 膜ろ過」

「凝集 → 直接ろ過 → 膜ろ過」

2. 3. 3 文献調査

本テーマの目的は、浄水場の運転データ、水質データや実証実験では集められないデータ

を収集して、各処理プロセス、浄水システムの評価のために用いることである。5つの研究委員会の合同作業として文献調査ワーキンググループを発足させ、プロジェクト委員会技術小委員会のもとで活動している。内容の関連性の強さ、ワーキンググループのリーダーが浄水委員会委員であることなどから、文献調査の活動については浄水システム委員会から報告する。

抄録作成の対象文献は、海外で実績があり日本の知見が不足していると考えられる「ナノろ過」「紫外線照射」「イオン交換」「電気透析」「吸着・晶析」「逆浸透」「過酸化水素」「AOP処理」の8技術分野とした。

3. 平成18年度の研究報告

3. 1 水質に応じた処理方式の構築

本テーマにおける目的は、原水水質、処理水水質に対応できる処理システムの評価と合理的システム選定手法の開発である。原水水質条件、目標とする浄水水質レベル（複数）の設定、システムの浄水処理性能、維持管理性、コスト等を考慮した複数の評価指標で処理システムを総合的に評価することを目的としている。原水水質、望ましい処理水水質間の水質ギャップを埋めることのできる複数の処理フローを提示し、処理性能優先やコスト重視等のユーザーの評価基準によつての選択をしやすいような処理システムの選定法の提示までを範囲としている。

具体的な作業は主として水質評価委員会、機能評価委員会、環境評価委員会の作業・成果を統合し、国内の実浄水場の数多くの水質・運転データを用い、統計的に分析し処理システムの総合的な評価を行う。現在行っている作業は

- 1) 処理システムの類型分け
- 2) 処理システムの水質因子、操作因子の抽出
- 3) 機能評価手法の検討
- 4) 望ましい浄水水質のレベル別設定

に関するものである。

図 1-1 に示すように、全体の作業のイメージとしては類型分けされた個々の処理システム（ここでは「粒状活性炭（粒状炭）+砂ろ過」、前段の処理は省略）について、システムを構成する処理プロセスごとに考慮すべき水質因子、主要な操作因子を抽出する。それぞれのプロセスについてデータを基に処理機能をどのように表すかについて検討する。個々の処理プロセスの評価を基に原水、目的とする処理水水質を満足する処理システムを提示する手法を開発することとなっている。

データ整理：(例)

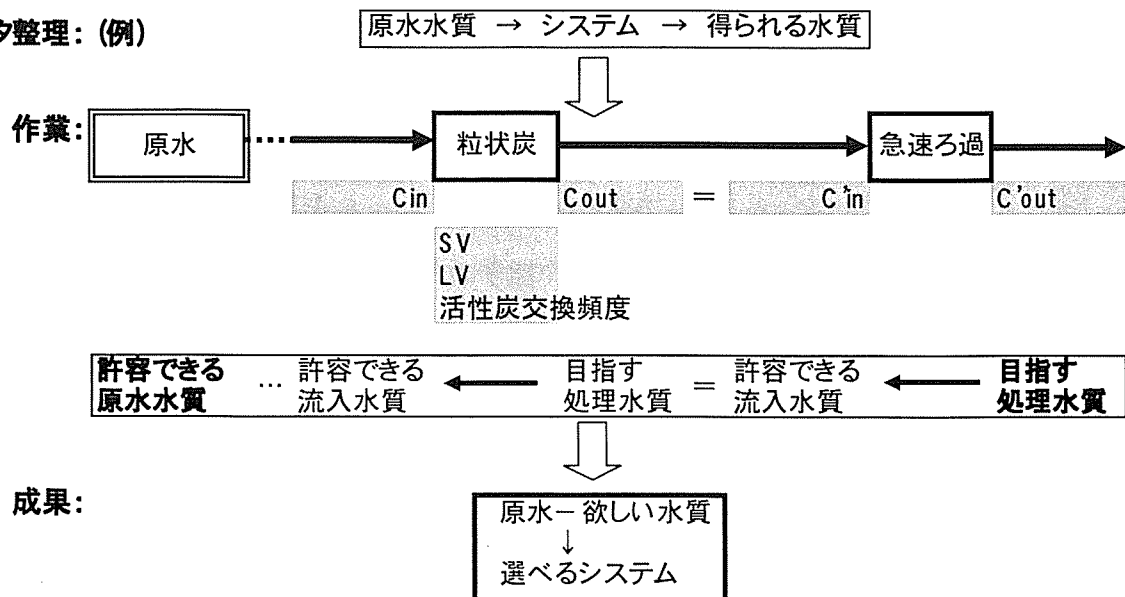


図 1-1 作業イメージ

3. 1. 1 処理システムの類型分け

最終的には処理プロセスの機能評価の積み上げから、水質に応じた処理システムを構築することになるが、既存データの活用や作業の進行を容易にするために12の基本的な処理システムを設定した(表1-1)。基本的な考え方としては最終プロセスを固液分離の砂ろ過または膜ろ過とし、溶解性成分処理のオゾン・活性炭処理、または活性炭単独処理と組み合わせ対応している。生物活性炭からの微生物の漏出やクリプトスポリジウム等への対応を考慮し、最終プロセスは砂ろ過または膜ろ過とした。促進酸化法、紫外線消毒、ナノろ過等、国内でまだ十分な実データのないものについては別途単位プロセスとして評価を行い、トータルシステムへの組み入れが可能なプロセスとしてまとめることとしている。

表1-1 基本的な処理システム

1		膜ろ過				
2	-1	凝集	+	沈澱	+	急速ろ過
	-2	凝集	+	沈澱	+	膜ろ過
3	-1	凝集	+	急速ろ過		
	-2	凝集	+	膜ろ過		
4		凝集	+	前ろ過	+	膜ろ過
5	-1	凝集	+	沈澱	+	粒状活性炭 + 急速ろ過
	-2	凝集	+	沈澱	+	粒状活性炭 + 膜ろ過
6	-1	凝集	+	沈澱	+	O ₃ + 粒状活性炭 + 急速ろ過
	-2	凝集	+	沈澱	+	O ₃ + 粒状活性炭 + 膜ろ過
7		凝集	+	粒状活性炭	+	膜ろ過
8		凝集	+	前ろ過	+	粒状活性炭 + 膜ろ過

※前塩、中塩、粉末活性炭の有無については、各システムの小分類として扱う。

※「粒状活性炭(粒状炭)」は、「粉末活性炭に対すところの粒状活性炭」という位置づけであり、「GAC」「BAC」の区別をしていない。

処理プロセスについては今後の成果を見ながら新しいプロセス、システムを追加、削除するなど、適宜修正を行う。

3. 1. 2 処理システムの水質因子、操作因子の抽出

3. 1. 1で設定した処理システムの機能評価を行うために、それぞれの処理システムの処理対象物質や、操作に係わる処理水質等を明確にする必要がある。ここでは今後の浄水処理方法検討において重要となる水質項目として40項目を抽出し、各々のシステムに関してシステム全体での各水質項目毎の除去性能、さらには各処理プロセスに分解して各々のプロセスでの各水質項目の除去性能並びに運転操作・監視に関わる重要な水質項目を分類整理した。加えて処理性に係わる操作因子(運転条件等)のリストも各処理プロセス毎にまとめた。3. 1. 1で設定した12の基本処理システムでの検討結果(操作因子表)を添付資料1-1~12に示す。

今後、実運転データの解析結果を基に、現在定性的に表現した水質・操作因子表内の除去性能等の項目を定量的に数値化して提示していく予定である。

3. 1. 3 機能評価手法の検討

機能評価はそれぞれのプロセスの評価が基本となるが、最終的にはそれぞれ評価された機能を積み重ねてシステムを構築する必要がある。浄水システム委員会では、実浄水場での運転データに基づき、処理システムとしての処理性能、並びに、各処理プロセスでの処理性能を個々に評価する。前者は基本12システムにあてはめ、各処理システムにおいて評価を行う。後者は、システムに関わらず個々の単位プロセスごとに入口-出口の水質に基づいて評価を行う。両者の結果から、プロセスの組合せによるシステムの処理性能評価の手法並びに可否を検討する。上記検討結果より、現状では実データでの評価はできないが、今後プロセスの組合せにより提案可能な新しい処理システム（例えば、凝集+前ろ過+膜ろ過）の処理性能も提案していく予定である。

(1) システム評価手法の検討

本年度は、水質評価委員会と協力してデータ収集・整理した、日本全国の浄水場における原水水質と処理水水質に関する主要水質項目（40項目）のデータを用いシステム全体としての処理性能評価手法の検討を進めている。収集データの処理フローは細分化して分類すると34の処理フローになったが、評価手法の検討においては基本12システムに再分類してデータを取り扱い検討を行う事とした。（前塩素注入や粉末活性炭の注入の有無の影響は個々の水質項目の評価手法の一操作因子として評価・検討することとした。）これは統計的評価を試みることで、水質項目により影響が異なるため操作因子（塩素注入率等）と併せて個々の水質項目毎に評価していくことで判断できると考えたからである。収集データの概要を表1-2に示す。（詳細は添付資料2に示す。）また、基本システム毎の原水水質-処理水水質の関係、ならびに累積頻度分布を添付資料3に示す。

なお、原水水質と処理水水質に関するデータの収集およびフローごとのデータの整理は、水質評価委員会に作業していただいたものである。

表1-2 入手データ概要

データ収集先：事業体数 33件
浄水場数 129件

番号	システム	データ数（浄水場、年度別）
1	膜ろ過	1
2	-1 凝集沈澱+急速ろ過	228
3	-1 凝集+急速ろ過	5
5	-1 凝集沈澱+粒状活性炭+急速ろ過	20
6	-1 凝集沈澱+O ₃ +粒状活性炭+急速ろ過	22
基本システム外		93

具体的には、システムとしてほとんど除去できない物質（蒸発残留物の例を次頁図1-2に示す。）に関しては原水水質と浄水水質の散布図より回帰分析を行い統計的に除去できないことが示せる目処がたった。多数の浄水場の実データに基づく除去性能の評価を統計的に行うには、原因を特定できる特異データの抽出とそれらの取り扱いにより相関係数ならびに信頼性が大きく変わるため、（非定常と特定できる）特異点の除去が一つのポイントといえる。図1-2は凝集沈澱＋急速ろ過のシステムにおける蒸発残留物の評価例である。全データでの評価と、雨天高濁時のデータを除いた評価例である。蒸発残留物の一般的な除去性能評価としては雨天時高濁データを除いた評価が適していると考える。このように今後各水質項目、システムフローでの特異点の限定、取り扱いに関しては精査していく予定である。

回帰統計	
重相関 R	0.872896
重決定 R ²	0.761948
補正 R ²	0.761789
標準誤差	24.73122
観測数	1499

分散分析表					
	自由度	変動	分散	置かれた分	有意 F
回帰	1	2930668	2930668	4791.546	0
残差	1497	915614.7	611.6331		
合計	1498	3846283			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	18.74279	1.401334	13.37496	1.27E-38	15.99401	21.49158	15.99401	21.49158
X 値 1	0.779206	0.011257	69.221	0	0.757125	0.801287	0.757125	0.801287

回帰統計	
重相関 R	0.972508
重決定 R ²	0.945772
補正 R ²	0.945733
標準誤差	11.91959
観測数	1408

分散分析表					
	自由度	変動	分散	置かれた分	有意 F
回帰	1	3483943	3483943	24521.59	0
残差	1406	199759.7	142.0766		
合計	1407	3683703			

	係数	標準誤差	t	P-値	下限 95%	上限 95%	下限 95.0%	上限 95.0%
切片	1.057629	0.738163	1.432786	0.152141	-0.39039	2.505647	-0.39039	2.505647
X 値 1	0.972489	0.00621	156.5937	0	0.960307	0.984672	0.960307	0.984672

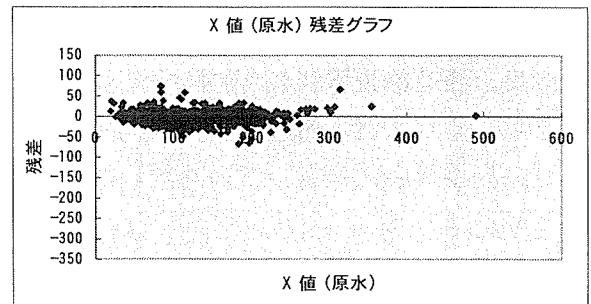
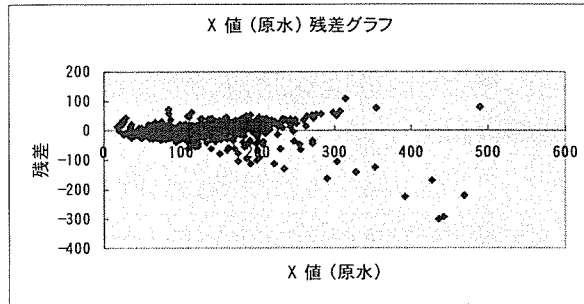
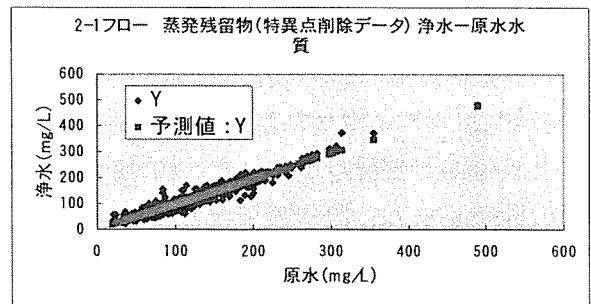
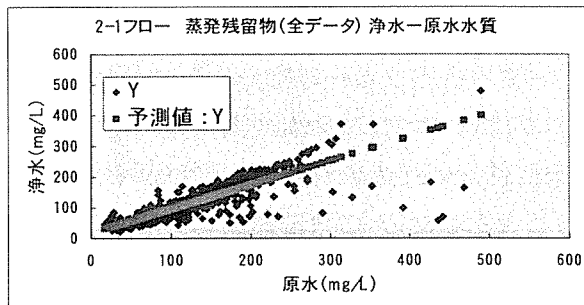


図1-2 凝集沈澱＋急速ろ過システムでの蒸発残留物の除去性能評価例

また、原水濃度に依らず浄水処理水質が一定値以下にまで除去できる物質（例えば濁度）に関しては、累積頻度より処理性能の評価が可能と判断できるが線引きを95%値として処理する等の検討が必要である。

現在は有機物指標に代表される、処理システムまたは操作因子により除去性能が異なる水質項目の評価手法の検討を進めている。評価方法の検討例を添付資料4に示す。

(2) プロセス評価手法の検討

プロセス評価手法の検討においては、機能評価委員会と協力により各処理プロセスデータ

の収集及び操作因子に関わる事業体ヒアリングを行った。収集データの概要を表1-3に示す。

表 1-3 プロセスデータの入手状況

	e-WaterII 参画事業体	e-WaterII 非参画事業体 (浄水場ヒアリング対象事業体)
対象数	24 事業体 127 浄水場	17 事業体 19 浄水場
依頼方法	文書送付による依頼	ヒアリング訪問時に提供依頼
収集状況	20 事業体 114 浄水場	8 事業体 9 浄水場

現在、各事業体によるデータ書式が異なるため、機能評価委員会と分担し収集データの整理作業を進めている。

3. 1. 4 望ましい浄水水質のレベル別設定

本項目は適切な浄水システムを提示する際の評価基準として必要となるものである。水道水質管理の基本となる水質基準は水道法第4条の規定から、人の健康に対する悪影響（急性及び慢性）を生じさせない、異常な臭味や洗濯物の着色などの生活上の障害をきたさないという観点から設定されている。一方、多くの水道事業体では、水道水の品質の均一性を確保するとともに、より安全でおいしい水を安定的に給水するため、国が定めた水質基準値・目標値よりさらに厳しい管理目標値を原水の特長や浄水システム、浄水処理技術の水準から各々設定し浄水管理がなされている。また、東京都水道局、横浜市水道局、千葉県水道局などのように、「安全でおいしい水」の供給に向けた計画を策定し、独自で高度な水質目標を設定し公表しているところもある。これらのことから、望ましい浄水水質の設定にあたっては、各事業体で設定されている管理目標値を参考に実際に使用する場合に理解されやすいことも考慮に入れている。

本年度は、「望ましい浄水水質のレベル別設定」に関する基本的な考え方について検討を行った結果、ここでの「浄水」とは、最終プロセス出口（後塩素注入前）と考える。「望ましき」に関しては、

- ①通常浄水システム（凝集沈澱＋砂ろ過）において
適切に運転管理がなされている場合に達成可能なレベル
- ②通常浄水システムではシステムの見直しが必要と考えられるレベル
- ③高度浄水システムにおいて目指していくレベル

にそれぞれ設定していくこととした。

3. 2 合同実験

3. 2. 1 実験方法

本年度は、実験プラントの連続通水による実験を実施した。その際の、凝集条件は、平成17年度に実施した、ジャーテストにより得られた運転条件をもとに、実際に、実験プラントの連続通水を行いながら、より適した運転条件を見出すことで実施した。

(1) 実験プラントの概要

図2-1 (p.24) に、実験装置のフローを示す。系列は、大きくA系（アルミニウム系凝集剤）、F系（鉄系凝集剤）の2つに分かれ、両者は同等の処理フローであることから、同一条件による比較実験を行った。

以下に、本実験施設各設備の主な仕様を示す。※はe-Water合同実験設備からの変更点を示し、特に注記がないものは、変更がないことを示す。

1) 実験施設仕様

①取水設備

a 取水ポンプ

数 量： 2 台（内 1 台予備）
型 式： 自吸式渦巻ポンプ
仕 様： $1.4 \text{ m}^3/\text{min} \times 14 \text{ m} \times 7.5 \text{ kW}$

b 原水分配槽

数 量： 1 槽
型 式： 鋼板製角形
寸 法： $W3,000 \text{ mm} \times L2,400 \text{ mm} \times H1,000 \text{ mm}$
容 量： 5.0 m^3

②A系、F系凝集沈澱ろ過設備

a 混和槽

数 量： 2 槽 \times 2 系列
型 式： 鋼板製角形
寸 法： $W800 \text{ mm} \times L800 \text{ mm} \times H1,000 \text{ mm}$ （1 槽あたり）
容 量： $0.448 \text{ m}^3/\text{槽}$

b 急速攪拌機

数 量： 2 台 \times 2 系列
型 式： 縦型パドル式
仕 様： 1.5 kW （インバータ制御）

c フロック形成槽

数 量： 2 槽 \times 2 系列

i 逆洗ポンプ

数 量： 1 台
型 式： 片吸込渦巻ポンプ
仕 様： $1.8 \text{ m}^3/\text{min} \times 18 \text{ m} \times 7.5 \text{ kW}$

j 処理水槽

数 量： 1 槽
型 式： 鋼板製角形槽（地下埋設）
寸 法： $W3,000 \text{ mm} \times L4,000 \text{ mm} \times H1,000 \text{ mm}$ （有効 600 mm）
容 量： 7.2 m^3

k 逆洗排水受槽

数 量： 1 槽
型 式： 鋼板製角形槽（地下埋設）
寸 法： $W3,000 \text{ mm} \times L5,000 \text{ mm} \times H2,000 \text{ mm}$ （有効 1,500 mm）
容 量： 22.5 m^3

l 汚泥槽

数 量： 1 槽
型 式： 鋼板製角形槽（地下埋設）
寸 法： $W3,000 \text{ mm} \times L2,000 \text{ mm} \times H2,000 \text{ mm}$ （有効 1,500 mm）
容 量： 9.0 m^3

m 汚泥移送ポンプ

数 量： 2 台（内 1 台予備）
型 式： 水中汚水ポンプ
仕 様： $0.1 \text{ m}^3/\text{min} \times 5 \text{ m} \times 0.25 \text{ kW}$

n 空気圧縮機（計装用）

数 量： 1 台
型 式： 無給油式、空気タンク一体型
仕 様： $165 \text{ L}/\text{min} \times 0.93 \text{ MPa} \times 1.5 \text{ kW}$
付 属 品： 除湿器

③A系、F系直接ろ過設備

a A系、F系直接ろ過原水槽

数 量： 2 槽

型 式： 密閉円筒型
容 量： 300 L

b A系直接ろ過塔

数 量： 1 基
型 式： 鋼板円筒型
寸 法： $\phi 500 \text{ mm} \times H4,000 \text{ mm}$
ろ過面積： 0.20 m^2
ろ 材： 珪砂 有効径 1.2 mm
均等係数 1.4
層厚 600 mm

※e-Water で使用した「直接ろ過塔」のろ材を新規に入れ替えて使用した。

c F系直接ろ過塔

数 量： 1 基
型 式： 鋼板円筒型
寸 法： $\phi 600 \text{ mm} \times H4,000 \text{ mm}$
ろ過面積： 0.28 m^2
ろ 材： 珪砂 有効径 1.2 mm
均等係数 1.4
層厚 600 mm

e-Water で使用した「活性炭ろ過塔」のろ材を新規に入れ替えて使用した。

d ろ過塔逆洗水槽

数 量： 1 槽
型 式： 鋼板製角型
寸 法： $W1,300 \text{ mm} \times L1,600 \text{ mm} \times H2,200 \text{ mm}$ (有効水深 1,500 mm)
容 量： 3.12 m^3

④A系、F系膜ろ過設備

a 膜ろ過原水槽

数 量： 4 槽
型 式： 密閉円筒型
容 量： 300 L

b 膜ろ過原水槽攪拌用水中ポンプ ※新設

数 量： 4 台
仕 様： 32A 80 L/min \times 4 m \times 0.15 kW

※膜ろ過原水槽の濁質沈降防止目的で設置した。

c 膜ろ過ユニット

数 量： 4 式

型 式： ケーシング収納式中空糸膜

膜 材 質： PVDF（ポリフッ化ビニリデン）

ろ過方式： 全量ろ過

※膜モジュールについては、予備を含め、新規に 8 本付属。

d 膜浄水槽

数 量： 1 槽

型 式： 密閉円筒型

容 量： 200 L

e 膜逆洗排水槽

数 量： 1 槽

型 式： 密閉円筒型

容 量： 200 L

⑤薬品注入設備

a PAC 注入ポンプ ※新設

数 量： 2 台

型 式： 電磁駆動ダイヤフラム方式

仕 様： 30 mL/min×1 MPa×15 W

※濁度比例注入を可能とするため、4～20 mA 制御可能な機器に変更した。

b 塩化第二鉄注入ポンプ ※新設

数 量： 2 台

型 式： 電磁駆動ダイヤフラム方式

仕 様： 60 mL/min×1 MPa×18 W

※濁度比例注入を可能とするため、4～20 mA 制御可能な機器に変更した。

c 濃硫酸注入ポンプ ※新設

数 量： 2 台

型 式： 電磁駆動ダイヤフラム方式

仕 様： 30 mL/min×1 MPa×15 W

※*e-Water* 使用の機器は故障で使用不可能であったため新設した。

d 前次亜注入ポンプ

数 量： 2 台

型 式： 定量注入液中プランジャー式

仕 様： 1.0~10 mL/min × 1.0 MPa × 25 W

付 属 品： ポンプ槽 (300 L)

e 中次亜注入ポンプ

数 量： 2 台

型 式： 定量注入液中プランジャー式

仕 様： 2.0~20 mL/min × 1.0 MPa × 25 W

付 属 品： ポンプ槽 (200 L)

f 膜逆洗次亜注入ポンプ

数 量： 4 台

型 式： 電磁ポンプ

仕 様： 144 mL/min×1.0 MPa×30 W

g PAC貯留槽

数 量： 1 槽

型 式： 角形密閉槽

寸 法： □750 mm×H1,007 mm (有効 890 mm)

容 量： 500 L

h 塩化第二鉄貯留槽

数 量： 1 槽

型 式： 角形密閉槽

寸 法： □630 mm×H907 mm (有効 750 mm)

容 量： 300 L

i 濃硫酸貯留槽

数 量： 1 槽

型 式： 角形密閉槽

寸 法： □490 mm×H907 mm (有効 830 mm)

容 量： 200 L

j 膜逆洗次亜貯留槽

数 量： 1 槽

型 式： 密閉角型

容 量： 100 L

⑥電気計装設備

a 変圧器盤

数 量： 1面

型 式： 鋼板製屋外自立型

b 水処理動力制御盤

数 量： 1式

型 式： 鋼板製屋内自立型

※PACおよび塩鉄注入用調節器（濁度比例注入用）を追加する等の改造を実施

c 電磁弁箱（沈澱槽廻り）

数 量： 2面

型 式： 鋼板製屋外壁掛型

d 取水ポンプ現場操作盤

数 量： 1面

型 式： 鋼板製屋外壁掛型

e 膜ろ過設備制御盤

数 量： 1面

型 式： 鋼板製屋内自立型

※ライン、ポンプ切り替えスイッチ変更、制御シーケンス変更等の改造を実施

f 膜ろ過設備電力計盤

数 量： 1面

型 式： 鋼板製内自立型

g 膜ろ過設備計装盤 ※新設

数 量： 1面

型 式： 鋼板製内自立型

※新設計装機器用

h A系、F系直接ろ過原水槽流入水用電磁流量計 ※新設

数 量： 2台

型 式： ウェハ形検出器

口 径： 40A

- i A-1系膜ろ過原水槽流入水用電磁流量計 ※新設
数 量： 1台
型 式： ウェハ形検出器
口 径： 65A
- j F-1系膜ろ過原水槽流入水用電磁流量計 ※新設
数 量： 1台
型 式： ウェハ形検出器
口 径： 50A
- k 砂ろ過槽水位計
数 量： 2台
形 式： 差圧式
- l A系、F系直接ろ過塔用水位計 ※新設
数 量： 2台
仕 様： DC24V 出力 4~20 mA
ス パ ン： 2~100 kPa
- m 原水 pH 計
数 量： 1台
形 式： 浸漬型
- n 凝集水 pH 計
数 量： 2台
形 式： 浸漬型
※電極交換を実施
- o 原水濁度計
数 量： 1台
形 式： 表面散乱光式
※分解整備および PSL による校正を実施
- p 沈澱水濁度計
数 量： 2台
形 式： 透過散乱式
※分解整備および PSL による校正を実施

q 砂ろ過水濁度計
 数 量： 2 台
 形 式： レーザー透過光／散乱光式

r 膜ろ過原水濁度計
 数 量： 4 台※
 型 式： 90° 散乱光式
 ※ 3 台は新設、1 台は *e-Water* 使用の機器を整備して設置

s 膜ろ過水用高感度濁度計 ※新設
 数 量： 4 台
 型 式： レーザー透過光／散乱光式

t 処理水残留塩素計
 数 量： 1 台
 型 式： ガルバニ電池式

2) 実験施設の H17 年度報告書からの変更点
 表 2-1 に示す。

表 2-1 H17 年度からの実験装置変更点

番号	内容	実施日
1	凝集 pH 値の自動制御を実施	H18/04/11～
2	凝集沈澱槽に覆蓋を設置	H18/05/18～
3	凝集剤注入率の濁度比例制御を実施	H18/10/06～
4	膜の薬品洗浄のため新膜と交換し、運転	H19/01/09～

(2) 運転状況

平成18年3月からの実験装置運転状況を表2-2に示す。また、実験工程表を、表2-3(p.21)に示す。

表 2-2 実験装置運転状況

番号	内容	期間
1	凝集沈澱⇒急速ろ過の連続運転を開始	H18/03～
2	塩化鉄の溶解度試験	H18/03
3	凝集剤注入率を段階的に変化させて、データ取得	H18/03～
4	凝集 pH 値の自動制御を実施	H18/04/11～
5	凝集沈澱池の全排泥、清掃、停止	H18/04/28～H18/05/07
6	直接ろ過について連続運転開始	H18/05/08～

7	凝集沈澱池の覆蓋設置	H18/05/18～
8	pH 値を段階的に変化させて、データ取得 (A 系、F 系同条件)	H18/05/09～H18/05/19
9	急速攪拌 G 値を段階的に変化させて、データ取得 (A 系、F 系同条件)	H18/05/22～H
10	膜ろ過設備の連続運転を開始 膜ろ過流束：1.0 m/d	H18/07/19～H18/09/13
11	膜ろ過設備の連続運転を開始 膜ろ過流束：2.0 m/d	H18/09/14～H18/10/18
12	凝集剤注入率の濁度比例制御開始 設定値： ・原水濁度 15 度以下は注入率 20 mg/L で一定 ・原水濁度 15 度～50 度は濁度比例注入 ・原水濁度 50 度以上は注入率 60 mg/L で一定	H18/10/6～H19/01/05
13	膜ろ過設備の連続運転を開始 膜ろ過流束：3.0 m/d	H18/10/19～H18/12/28
14	排水処理実験第 1 回サンプリング	H18/11/15
15	全鉄、全マンガン、全アルミニウム、TOC のサンプリング第 1 回	H18/11/15
16	排水処理実験第 2 回サンプリング	H18/12/29
17	実験装置、水抜き、膜取り外し	H18/12/28～H19/01/04
18	凝集沈澱⇒急速ろ過の運転開始	H19/01/05
19	新膜にて運転開始 膜ろ過流束：1.0 m/d	H19/01/09～H19/01/10
20	新膜にて運転開始 膜ろ過流束：3.0 m/d	H19/01/11～
21	凝集剤注入率の濁度比例制御開始 設定値： ・原水濁度 15 度以下は注入率 5 mg/L で一定 ・原水濁度 15 度～50 度は濁度比例注入 ・原水濁度 50 度以上は注入率 20 mg/L で一定	H19/01/09～
22	全鉄、全マンガン、全アルミニウム、TOC のサンプリング第 2 回	H19/01/25

以上の他に昨年度末に、塩化鉄の溶解度調査を実施した。

表3-1 綾瀬合同実験工程表

No	内容	H18年3月	H18年4月	H18年5月	H18年6月	H18年7月	H18年8月	H18年9月	H18年10月	H18年11月	H18年12月	H19年1月	H19年2月	H19年3月
1	凝集沈殿⇒急速ろ過、凝集⇒直接ろ過の連続運転	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	凝集剤注入率を段階的に変化させて、データ取得	■												
3	凝集pH値の自動制御を実施		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	凝集沈殿池の覆蓋設置			■										
5	pH値を段階的に変化させて、データ取得 (A,F系同条件)			■										
6	急速攪拌G値を段階的に変化させて、データ取得 (A,F系同条件)			■	■	■								
7	膜ろ過設備の連続運転 膜ろ過流束1m/d						■	■						
8	膜ろ過設備の連続運転 膜ろ過流束2m/d							■	■					
9	凝集剤注入率の濁度比例制御開始 設定値：原水濁度15度以下は注入率20mg/Lで一定 原水濁度15～50度は濁度比例注入 原水濁度50度以上は注入率60mg/Lで一定								■	■	■			
10	膜ろ過設備の連続運転 膜ろ過流束3m/d								■	■	■			
11	排水処理実験 サンプルング									■		■		
12	全鉄・全マンガン、全アルミニウム、TOCのサンプルング									■		■		
13	新膜にて運転 膜ろ過流束1m/d											■		
14	新膜にて運転 膜ろ過流束3m/d											■	■	■
15	凝集剤注入率の濁度比例制御開始 設定値：原水濁度15度以下は注入率5mg/Lで一定 原水濁度15～50度は濁度比例注入 原水濁度50度以上は注入率20mg/Lで一定											■	■	■

(3) 実験条件

実験施設の連続通水に入る前段階として、平成17年度に、ジャーテストによる凝集試験を実施し、実験施設での最適な運転条件を予測した。本年度は、平成17年度の予測をもとに、さらに実用できる条件を調査するため、実験施設に、実際に通水を行い、調査した。

1) 凝集条件の決定

①凝集剤注入率の決定

連続通水試験にて、A系（PAC）とF系（塩化第二鉄）の最適な凝集剤注入率を調査した。

凝集剤注入率

凝集剤注入率を表2-4に示す。尚、注入率は、本文はmg/Lにて表記するが、

PACについては、Alのmmol/L単位、塩化第二鉄についてはFeのmmol/Lでの換算値も参考として示した。

表 2-4 凝集剤注入率

凝集剤の種類	注入率 (mg/L 表示)	注入率 (mmol/L 表示)
PAC	5 mg/L～30 mg/L	0.0098 mmol/L～ 0.0588 mmol/L
塩化第二鉄	5 mg/L～30 mg/L	0.0114mmol/L～ 0.0684 mmol/L

凝集 pH

凝集pHは、平成17年度に実施した結果を受け、A系7.0、F系6.2を目標に運転した。

急速、緩速攪拌条件

急速、緩速攪拌条件を表2-5に示す。

表 2-5 急速、緩速攪拌条件

	急速攪拌		緩速攪拌	
	回転数(rpm)	G 値(s ⁻¹)	回転数(rpm)	G 値(s ⁻¹)
A 系 1 槽目	150	320	3.7	85
A 系 2 槽目	150	320	1.8	60
F 系 1 槽目	150	320	3.7	85
F 系 2 槽目	150	320	1.8	60

②凝集 pH の決定

平成17年度のジャーテストの結果から、最適pHは、原水pH（pH7.0～8.0）より下げる必要があることが示された。それを受け、今年度は、原水pHを6.2～7.0まで調整し、実験装置の運転結果から最適値を調査した。尚、pH調整には、硫酸を注入した。