

2) 事前実験検討項目

事前実験では、まずジャーテストにおいて最適凝集 pH 値を確認し、攪拌条件、凝集剤注入率について、ある程度適切な範囲を決定する。その後、実験プラントにより、①～④のフロー毎に最適な攪拌条件、凝集剤注入率を確認する。

(1) ジャーテスト実施概要

<ジャーテスト条件> (攪拌時間は実験プラント 460m³/d 処理を想定)

急速攪拌時間：実験プラント混和槽と同等とし、固定 (3.0 分)

緩速攪拌時間：実験プラントフロック形成槽と同等とし、固定 (25 分)

静置時間：10 分 (暫定で固定)

検討処理条件：凝集剤注入率、凝集 pH 値、急速攪拌強度、緩速攪拌強度、

(2) 実験プラント運転条件検討

- a) 「①凝集+膜」および「②凝集+直接ろ過+膜」のフローにおける「凝集」の対象を混和水とするかフロック形成水とするかについて、膜差圧上昇傾向と膜ろ過水水質 (主として鉄、マンガン、アルミニウム) の観点から評価し、決定する。凝集沈澱処理の運転条件については、(1) ジャーテストの結果から、適切な範囲のうち数点を変化させて最適条件を確認する。
- b) 「③凝集+沈澱+膜」「④凝集+沈澱+砂ろ過」の各フローにおける最適な凝集沈澱処理運転条件について、a と同様に確認する。
- c) 同時に処理を行う①②④および②③④の組み合わせにおける凝集沈澱処理運転条件について、a)、b)の結果から判断し、それぞれ決定する。

3) 本実験概要

(1) 実験 (通水) 期間

1 スパンの実験期間は同時実験を行う 4 系列のろ過膜のうち、1 つが限界差圧 (薬品洗浄が必要な時期) に達した時点とし、評価を行う。

(2) 評価項目

<膜ろ過原水および砂ろ過原水水質>

①濁度 ②色度 ③pH 値 ④水温 ⑤e260 ⑥吸引ろ過性^{※2} ⑦微粒子径分布
⑧TOC ⑨鉄 ⑩アルミニウム ⑪マンガン

<膜ろ過水および砂ろ過水水質>

① (濁度) ② (色度) ③ (pH 値) ④ (水温) ⑤ (e260) ⑥ TOC
⑦鉄 ⑧アルミニウム ⑨マンガン

<薬品洗浄排液>

① TOC ②鉄 ③アルミニウム ④マンガン ⑤その他

(3) 水質基準項目測定

原水、膜ろ過水、砂ろ過水の計7検体について、水質基準50項目を2ヶ月に1回の頻度で測定する。

(4) 汚泥・排水処理実験

①沈殿池汚泥のリーフテストを年4回程度実施する。

②膜ろ過洗浄排水、砂ろ過洗浄排水、直接ろ過洗浄排水についても採水し、濃縮性、脱水性等について調査する。

2.4 活動報告

本年度、浄水システム委員会は3回の開催であった。しかし、研究活動を円滑に進めるために、ワーキンググループ(WG)をつくり、以下に示すように伊藤委員長を中心に合同実験関係、過去の研究事例の方向性などの打合せを行った。

	会議名称	活動内容
H17.11.4	第1回浄水システム委員会 (水道技術研究センター)	・委員会の基本計画の審議 ・今後のスケジュール
H17.12.14	第2回浄水システム委員会 (綾瀬浄水場)	・研究計画書の審議 (合同実験など) ・綾瀬合同実験場 見学
H18.2.16	第3回浄水システム委員会 (水道技術研究センター)	・綾瀬合同実験 予備実験結果の審議 ・文献項目リストの審議 ・水質評価委員会 データ整理の審議
H17.10.3	浄水システム委員会 WG (国立保健医療科学院)	・研究事例レビューの打合せ ・合同実験概要打合
H17.11.21	浄水システム委員会 WG (国立保健医療科学院)	・浄水システム委員会研究計画書(案)打合せ (レビュー手法、合同実験概要)
H17.12.19 ~ 12.21	予備実験(ジャーテスト) (綾瀬浄水場)	・綾瀬浄水場 原水を用いてのAL系凝集剤、Fe系凝集剤によるジャーテスト
H17.12.22	浄水システム委員会 WG (国立保健医療科学院)	・文献収集手法、文献分類項目の打合せ
H18.1.10	浄水システム委員会 WG (神鋼環境ソリューション)	・文献収集、文献分類項目の打合せ、割り当て

H18.1.16	浄水システム委員会 WG (国立保健医療科学院)	・予備実験（ジャーテスト）結果打合せ
H18.1.26	浄水システム委員会 WG (国立保健医療科学院)	・合同実験の評価条件に関する打合せ
H18.2.2	浄水システム委員会 WG (国立保健医療科学院)	・処理システム水質因子表(案)に関する討議
H18.2.13	浄水システム委員会 WG (国立保健医療科学院)	・文献項目リストに関する打合せ ・予備実験（鉄溶解度）に関する打合せ ・合同実験 運転条件に関する打合せ ・処理システム水質因子表（案）に関する打合せ ・H17年度 浄水システム委員会 研究報告書打合

3. 平成 17 年度の研究報告

3. 1 過去の研究事例の調査報告

3. 1. 1 文献項目リストと論文数

1) 文献分類項目リストの作成を実施

浄水処理技術全般を対象とした文献調査を行う事と文献調査結果を後に活用しやすいように整理を図るために、文献分類項目リスト(添付資料-1参照)を作成した。

文献分類の方法は、処理対象物質による分類や処理プロセスによる分類など多様な分類方法が考えられたが、今回は文献検索時に浄水処理技術全般を網羅し、抜けなく・重複なく検索することを目的として、浄水処理プロセスを階層的に分類した文献項目リストとした。

2) 科学技術振興機構データベースサービス (J Dream II) による文献数調査の実施

文献分類項目リストの中分類、小分類レベルで各項目別の件数を調査した。

例えば、凝集処理分野では、大分類：凝集用薬品注入設備、中分類：凝集剤、小分類：鉄系凝集剤として、鉄系凝集剤に関する文献数がどの程度あるかを調査した。

調査結果の詳細を添付資料-1及び添付資料-2に示す。

文献検索の検索条件の概略を表-Aに、また各々検索条件での検索結果を表-Bに示す。

表 - A

	検索条件 1	検索条件 2	検索条件 3
分野	浄水 or 上水	浄水 or 上水	浄水 or 上水
対象時期	1990年以降	1990年以降	1990年以降
言語	限定なし	日本語 or 英語	日本語 or 英語
記事区分	限定なし	論文	論文
発行国	限定なし	限定なし	日本 or 米国 or 英国
掲載図書	限定なし	限定なし	特定の学会誌等

表 - B

処理分類区分	文献数		
	検索条件 1	検索条件 2	検索条件 3
凝集	2,905	1,330	429
沈殿	1,513	640	174
ろ過（膜ろ過、粗ろ過含む）	4,242	2,418	860
特殊処理（O ₃ 、活性炭、UV等）	3,156	2,659	945
合計	14,918	7,047	2,408
（参考） 浄水 or 上水全体にて検索	47,351	12,308	2,585

浄水分野の 1990 年以降の文献にて各項目の文献数を調査（検索条件 1）した合計の件数は 14,918 件であった。これらに対して記事区分を論文、言語を日本語と英語に限定した絞込み検索（検索条件 2）をすると 7,047 件であった。さらに発行国、掲載図書を限定による絞り込み検索（検索条件 3）により 2,408 件であった。

今後の論文調査を実施し過去の研究成果を整理していく対象として、これからの日本国内で求められる浄水技術レベルに合致した知見が含まれると思われる検索条件 3 で抽出した約 2500 件の論文で十分と考えられる。

3. 1. 2 処理フロー毎の水質及び操作因子

原水、対象水質、浄水システムを以下のように類型分けし、原水毎の水質変動範囲、プロセス、システムの処理性能に応じてシステムを選定できるようなシステム評価手法を開発することを目的に、添付資料 - 3 ~ 5 に示すような処理フローにおける水質操作因子表を作成した。本年度は、急速ろ過システム（前塩素、中間塩素、中間塩素 + 粉末活性炭）の検討を行った。本表は、水源の種類、各処理工程、水質項目、操作因子、形式による違いから構成されている。急速ろ過システムで留意すべき原水の水質項目、各処理工程での留意すべき水質項目、操作因子（維持管理性）等を挙げている。本表の水質等に全国の浄水場のデータを入力しデータベース化すれば、事業体においても現状の運転状況の把握、設備更新の際の参考となるはずである。今後は、オゾン等の高度処理、膜ろ過についても同様の水質因子表を作成し、

水質評価委員会、機能評価委員会等他の委員会と調整を行い、本表の水質の数値化等を念頭に置きながら作業を行っていく予定である。

3. 2 合同実験

3. 2. 1 実験施設概要

本合同実験施設は、神奈川県内広域水道企業団綾瀬浄水場に設置され、e-Waterにおいて用いられた実験施設を改造・補修したものである。

図-3-1に、本実験施設の処理フローを示す。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、同一の比較実験が可能である。

浄水場着水井からポンプアップされた原水は、原水分配槽でA系、F系にそれぞれ分配され、最高 460m³/日で処理される。以下に、それぞれ実験可能な処理フローを示す。

- (1) 混和＋フロック形成＋凝集沈澱＋砂ろ過
- (2) 混和＋膜ろ過（A-1系、F-1系）
- (3) 混和＋フロック形成＋膜ろ過（A-1系、F-1系）
- (4) 混和＋フロック形成＋凝集沈澱＋膜ろ過（A-1系、F-1系）
- (5) 混和＋直接ろ過＋膜ろ過（A-2系、F-2系）
- (6) 混和＋フロック形成＋直接ろ過＋膜ろ過（A-2系、F-2系）

このうち、同時運転可能な組み合わせは（1）（2）（5）、（1）（3）（6）、（1）（4）（6）である。

本実験施設の主な特徴として、以下の事項が挙げられる。

- ①凝集剤は原水濁度に比例した注入制御が可能。
- ②硫酸注入はフロック形成槽に設置した pH 計の指示値により制御が可能。
- ③急速攪拌強度および緩速攪拌強度が可変。

3. 2. 2 実験施設仕様

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) 取水設備

(1) 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： 1.4m³/min × 14m × 7.5kW

(2) 原水分配槽

- 数 量： 1 槽
型 式： 鋼板製角形

寸 法： W3,000mm×L2,400mm×H1,000mm
容 量： 5.0m³

2) A系、F系凝集沈澱ろ過設備

(1) 混和槽

数 量： 2槽×2系列
型 式： 鋼板製角形
寸 法： W800mm×L800mm×H1,000mm（1槽あたり）
容 量： 0.448m³/槽

(2) 急速攪拌機

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

(3) フロック形成槽

数 量： 2槽×2系列
型 式： 鋼板製角形
寸 法： W1,500mm×L1,500mm×H2,350mm
容 量： 4.05m³/槽
付 属 品： 緩速攪拌機（0.4kW×1基/槽；インバータ制御）

※フロック形成槽と凝集沈澱槽の連絡配管を150Aから300Aに変更した。

(4) 凝集沈澱槽

数 量： 1槽×2系列
型 式： 鋼板製角形寸法： W2,000mm×L5,000mm×H2,500mm
容 量： 沈澱部17.6m³、処理水槽4.4m³
付 属 品： 傾斜管、排泥用自動弁、レベル計、排泥促進管

※フロック形成槽と凝集沈澱槽の連絡配管を150Aから300Aに変更した。

(5) 促進管送水ポンプ

数 量： 1台×2系列
型 式： 片吸込渦巻ポンプ
仕 様： 0.1m³/min×12m×0.75kW

(6) 砂ろ過ポンプ

数 量： 1台×2系列
型 式： 片吸込渦巻ポンプ

仕 様： $0.25\text{m}^3/\text{min} \times 7\text{m} \times 0.75\text{kW}$

(7) 砂ろ過槽

数 量： 1槽×2系列
型 式： 鋼板製角形
寸 法： $W1,700\text{mm} \times L1,700\text{mm} \times H4,000\text{mm}$
ろ過面積： 2.89m^2
ろ 材： 珪砂 有効径 0.6 mm
均等係数 1.4
層厚 600 mm

※ろ材は新規に入れ替えを実施した。

(8) 逆洗水貯槽

数 量： 1槽
型 式： パネルタンク
寸 法： $W4,000\text{mm} \times L6,000\text{mm} \times H2,000\text{mm}$ (有効 1,000mm)
容 量： 24m^3

(9) 逆洗ポンプ

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

(10) 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 600mm)
容 量： 7.2m^3

(11) 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 1,500mm)
容 量： 22.5m^3

(12) 汚泥槽

数 量： 1槽
型 式： 鋼板製角形槽 (地下埋設)

寸 法： W3,000mm×L2,000mm×H2,000mm（有効 1,500mm）
容 量： 9.0m³

(13) 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： 0.1m³/min × 5m × 0.25kW

(14) 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： 165L/min × 0.93MPa × 1.5kW
付 属 品： 除湿器

3) A系、F系直接ろ過設備

(1) A系、F系直接ろ過原水槽

数 量： 2槽
型 式： 密閉円筒型
容 量： 300L

(2) A系直接ろ過塔

数 量： 1基
型 式： 鋼板円筒型
寸 法： φ500mm×H4,000mm
ろ過面積： 0.20m²
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。

(3) F系直接ろ過塔

数 量： 1基
型 式： 鋼板円筒型
寸 法： φ600mm×H4,000mm
ろ過面積： 0.28m²
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。

(4) ろ過塔逆洗水槽

数 量： 1 槽
型 式： 鋼板製角型
寸 法： W1,300mm×L1,600mm×H2,200mm（有効水深 1,500mm）
容 量： 3.12m³

4) A系、F系膜ろ過設備

(1) 膜ろ過原水槽

数 量： 4 槽
型 式： 密閉円筒型
容 量： 300 L

(2) 膜ろ過原水槽攪拌用水中ポンプ ※新設

数 量： 4 台
仕 様： 32A 80L/min×4m×0.15kW

※膜ろ過原水槽の濁質沈降防止目的で設置した。

(3) 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： P V D F（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。

(4) 膜浄水槽

数 量： 1 槽
型 式： 密閉円筒型
容 量： 200 L

(5) 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

(1) 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： 30mL/min×1MPa×15W

※濁度比例注入を可能とするため、4～20mA制御可能な機器に変更した。

(2) 塩鉄注入ポンプ ※新設

数 量： 2台

型 式： 電磁駆動ダイヤフラム方式

仕 様： 60mL/min×1MPa×18W

※濁度比例注入を可能とするため、4～20mA制御可能な機器に変更した。

(3) 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： 30mL/min×1MPa×15W

※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。

(4) 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： 1.0～10mL/min × 1.0MPa × 25W

付 属 品： ポンプ槽 (300L)

(5) 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： 2.0～20mL/min × 1.0MPa × 25W

付 属 品： ポンプ槽 (200L)

(6) 膜逆洗次亜注入ポンプ

数 量： 4台

型 式： 電磁ポンプ

仕 様： 144mL / min × 1.0MPa × 30W

(7) P A C貯留槽

数 量： 1 槽
型 式： 角形密閉槽
寸 法： □750mm×H1,007mm (有効890mm)
容 量： 500L

(8) 塩鉄貯留槽

数 量： 1 槽
型 式： 角形密閉槽
寸 法： □630mm×H907mm (有効750mm)
容 量： 300L

(9) 濃硫酸貯留槽

数 量： 1 槽
型 式： 角形密閉槽
寸 法： □490mm×H907mm (有効830mm)
容 量： 200L

(10) 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

(1) 変圧器盤

数 量： 1 面
型 式： 鋼板製屋外自立型

(2) 水処理動力制御盤

数 量： 1 式
型 式： 鋼板製屋内自立型

※P A C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

(3) 電磁弁箱 (沈殿槽廻り)

数 量： 2 面
型 式： 鋼板製屋外壁掛型

(4) 取水ポンプ現場操作盤

数 量： 1 面

型 式： 鋼板製屋外壁掛型

(5) 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

(6) 膜ろ過設備電力計盤

数 量： 1 面

型 式： 鋼板製内自立型

(7) 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

(8) 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

(9) 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

(10) 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

(11) 砂ろ過槽水位計

数 量： 2 台

形 式： 差圧式

- (12) A系、F系直接ろ過塔用水位計 ※新設
数 量： 2台
仕 様： DC24V 出力4～20mA
スパン： 2～100kPa
- (13) 原水pH計
数 量： 1台
形 式： 浸漬型
- (14) 凝集水pH計
数 量： 2台
形 式： 浸漬型
※電極交換を実施
- (15) 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
- (16) 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
- (17) 砂ろ過水濁度計
数 量： 2台
形 式： レーザー透過光／散乱光式
- (18) 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
- (19) 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

(20) 処理水残留塩素計

数 量： 1 台

型 式： ガルバニ電池式

3. 2. 3 実験施設の e-Water からの改造点について

1) 配管ライン変更点

図-3-2 に e-Water 合同実験時の実験フローを示す。この実験フローにおいて、1 系および 2 系凝集沈澱処理系統から、A～D 系膜ろ過系統への導水を可能とする配管ライン改造を実施した。以下に、変更点を示す。

- ① 1 系混和槽→A 系膜ろ過原水槽へ
- ② 1 系混和槽→B 系直接ろ過槽前段へ
- ③ 1 系フロック形成槽→A 系膜ろ過原水槽へ
- ④ 1 系フロック形成槽→B 系直接ろ過槽前段へ
- ⑤ 1 系凝集沈澱槽→A 系膜ろ過原水槽へ
- ⑥ 2 系混和槽→C 系活性炭ろ過槽前段へ
- ⑦ 2 系混和槽→D 系膜ろ過原水槽へ
- ⑧ 2 系フロック形成槽→C 系活性炭ろ過槽前段へ（既設ラインを使用）
- ⑨ 2 系フロック形成槽→D 系膜ろ過槽前段へ
- ⑩ 2 系凝集沈澱槽→D 系膜ろ過原水槽へ

これらのライン変更に伴い、各系列および設備の名称を表 3-1 の通りとした。

表 3-1 綾瀬合同実験施設名称の変更点

e-Water での名称	e-Water II での名称
1 系	A 系
2 系	F 系
A 系	A-1 系
B 系	A-2 系
C 系	F-2 系
D 系	F-1 系
B 系直接ろ過槽	A-2 系直接ろ過塔
C 系活性炭ろ過槽	F-2 系直接ろ過塔*

*活性炭からケイ砂に入れ替えを実施

2) その他設備の変更点

以下に、その他、設備、計装機器類の変更点を示す。

- ①注入率の比例制御を可能とするために PAC、塩鉄注入用ポンプは、4～20mA 制御が可能なものとした。

- ②フロックの破壊、縮小防止を目的とし、フロック形成槽と凝集沈殿槽の接続部分を 150A から 300A の配管に変更し、直管とした。
- ③濁質の沈降防止を目的とし、膜ろ過原水槽計 4 槽について、攪拌用水中ポンプを設置した。
- ④ 1 系、2 系沈殿池排泥ラインを立ち上げ、沈澱汚泥を採取できるようにサンプリングコックを設けた。
- ⑤ B 系直接ろ過槽のろ材を新規に入れ替えた。
- ⑥ C 系活性炭ろ過槽のろ材を活性炭からケイ砂に変更した。
- ⑦膜ろ過 4 系統の流入水水量を正確に把握する目的で、電磁流量計（現場指示のみ）を設置した。
- ⑧膜ろ過原水濁度を個別に測定する目的で、濁度計を各系統に計 4 台設置した（1 台は既設利用）。
- ⑨膜ろ過水各系列を個別に測定する目的で、膜ろ過水用の高感度濁度計を計 4 台設置した。
- ⑩損失水頭を連続記録する目的で、直接ろ過槽計 2 槽に損失水頭計を設置した。
- ⑪新設の計測機器類の連続記録用に記録ユニットを増設した。
- ⑫MF 膜モジュールを新規に 8 本準備した。

3. 2. 4 事前実験結果と考察

事前実験ジャーテストは、実験プラントを運転する上で、凝集剤注入率や凝集 pH 値、攪拌条件について、ある程度適切な範囲の目安とすることを目的として実施した。添付資料-6, 7 参照。

1) 実施期間

平成 17 年 12 月 19 日～21 日

2) 実施場所

綾瀬浄水場 e-Water II 合同実験施設内

3) 実験条件

①原水水質

ジャーテストにより、凝集剤注入率、凝集 pH 値、急速攪拌強度等を変化させる実験を行った。対象原水は、12 月 19 日に実験プラント原水分配槽から採取したものとした。表 3-2 に、原水水質を示す。

表 3-2 12 月 19 日採水の原水水質

項目	単位	測定値
濁度	NTU	1.6
色度(390nm 吸光度)	abs./50mm	0.009
pH 値	—	7.54 *
E260	abs./50mm	0.065

鉄	mg/L	<0.01
マンガン	mg/L	<0.005
アルミニウム	mg/L	<0.01
水温	℃	10.3

* 再測定の結果を記載した

②実験装置

ジャーテスターは 20～240rpm 程度の回転数で攪拌が可能なもので、1 枚または 2 枚の攪拌翼を用いた。また、ジャーテスト用ビーカーとして、容量 1 L の角型容器（内寸 100×100×150mmH）を用いた。図 3-1 にジャーテスターの模式図を示す。

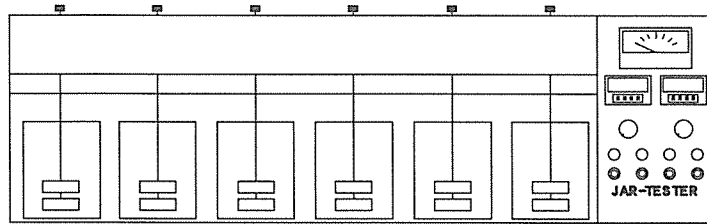


図 3-1 ジャーテスター

③ジャーテスト条件

ジャーテスト条件のうち、攪拌時間については、実験プラントの 460m³/日 処理を想定した各槽の滞留時間とほぼ同等とした。基本的な条件は以下のとおりとした。

- ・急速攪拌時間：実験プラント混和槽と同等とし、固定（3分）
- ・緩速攪拌時間：実験プラントフロック形成槽と同等とし、固定（25分）
- ・静置時間：10分（固定）
- ・試験水温：10℃前後で試験中にあまり変化しないように留意
- ・凝集剤：ポリ塩化アルミニウム（以下、PAC）、塩化第二鉄（以下、塩鉄）
- ・pH調整剤：硫酸
- ・検討条件：凝集剤注入率、凝集 pH 値、急速攪拌強度

なお、各薬剤の注入率表記は以下のとおりとした。

- ・PAC：PAC100%として（PAC 1 mg を水に溶かし 1 L = 1 mg/L）
- ・塩鉄：38%塩化第二鉄溶液として（38%塩化第二鉄 1mg を水に溶かし 1 L = 1 mg/L）
- ・硫酸：100%硫酸として（98%濃硫酸 0.98mg を水に溶かし 1 L = 1 mg/L）

④実験条件

試験は凝集沈澱処理水を対象として、(1)凝集剤注入率変化、(2)硫酸注入率変化、(3)急速攪拌強度変化の順で実施し、それぞれ前段実験までの最適条件を用いて、次段の実験を行った。続いて、凝集水を対象として、同様に(4)～(6)の試

験を実施した。また、凝集水を対象として、(7)最適条件における凝集剤注入率の比較、および、(8)フロック形成（緩速攪拌）の有無による処理性の比較試験についても実施した。表 3-3 に各試験における実験条件を示す。

表 3-3 各試験における実験条件

試験名		(1) 凝集剤注入率変化 (凝集沈澱処理)	(2) 硫酸注入率変化 (凝集沈澱処理)	(3) 急速攪拌強度変化 (凝集沈澱処理)			
実験条件							
急速攪拌速度	rpm	120	120	120	155	240	240
急速攪拌翼数	枚	1	1	1	1	1	2
急速攪拌強度	秒 ⁻¹	188	188	188	277	533	755
急速攪拌時間	分	3	3	3			
緩速攪拌速度	rpm	40	40	40			
緩速攪拌時間	分	25	25	25			
静置時間	分	10	10	10			
硫酸注入率	mg/L	0	0,5,10,15,20,25	PAC:10,塩鉄:25			
凝集剤注入率	mg/L	PAC5,10,15,20,25 塩鉄 5,10,15,20,25	PAC15 塩鉄 15	PAC15 塩鉄 15			

試験名		(4) 凝集剤注入率変化 (凝集処理)	(5) 硫酸注入率変化 (凝集処理)	(6) 急速攪拌強度変化 (凝集処理)			
実験条件							
急速攪拌速度	rpm	155	155	120	155	240	240
急速攪拌翼数	枚	1	1	1	1	1	2
急速攪拌強度	秒 ⁻¹	277	277	188	277	533	755
急速攪拌時間	分	3	3	3			
緩速攪拌速度	rpm	—	—	—			
緩速攪拌時間	分	—	—	—			
静置時間	分	—	—	—			
硫酸注入率	mg/L	0	0,5,10,15,20,25	PAC:10,塩鉄:25			
凝集剤注入率	mg/L	PAC5,10,15 塩鉄 5,10,155	PAC15 塩鉄 15	PAC15 塩鉄 15			

試験名		(7) 注入率比較 (凝集処理)	(8) 緩速攪拌の有無 (凝集処理)
実験条件			
急速攪拌速度	rpm	240	240
急速攪拌翼数	枚	2	2
急速攪拌強度	秒 ⁻¹	755	755
急速攪拌時間	分	3	3
緩速攪拌速度	rpm	—	0, 40
緩速攪拌時間	分	—	0, 25
静置時間	分	—	0, 0
硫酸注入率	mg/L	PAC:10,塩鉄:25	PAC:10,塩鉄:25
凝集剤注入率	mg/L	PAC5,,15 塩鉄 5,15	PAC15 塩鉄 15

4) 評価項目

処理性の評価については、凝集沈澱処理水を対象とした場合には、フロックの大きさ、沈降性、上澄水の水質（濁度、吸引ろ過性、溶解性鉄、マンガン、アルミニウム等）により、総合的に判断した。凝集水を対象とした場合には、吸引ろ過性および溶解性鉄、マンガン、アルミニウム等により評価した。

- ①吸引ろ過性は、所定量の試料を MF で吸引ろ過する時間 T1 と、一度吸引ろ過した同量の試料を再度吸引ろ過する時間 T2 の比 (T1/T2) で評価した。(数値が小さい方が吸引ろ過性が良好。)
- ②孔径 0.45 μ m の MF による吸引ろ過性については、凝集沈澱処理水は所定量を 500mL、凝集処理水は 250mL とした。
- ③孔径 0.1 μ m の MF による吸引ろ過性については、所定量を 100mL または 250mL とした。
- ④鉄、マンガン、アルミニウムについては、孔径 0.45 μ m の MF ろ過水について、溶解性として測定した。e260 についても同様とした。

5) 実験結果

(1) 凝集剤注入率変化試験 (対象：凝集沈澱水)

凝集剤注入率を変化させた場合の凝集沈澱水の水質について、PAC の場合を図-A-1 に、塩鉄の場合を図-F-1 に示す。本結果および、フロックの性状等から、PAC、塩鉄ともに注入率 15mg/L が最適と判断した。

(2) 硫酸注入率変化試験 (対象：凝集沈澱水)

硫酸注入率を変化させた場合の凝集沈澱水の水質について、PAC の場合を図-A-2 に、塩鉄の場合を図-F-2 にそれぞれ示す。本結果より、PAC の場合は硫酸注入率 10mg/L (凝集 pH7.0、沈澱処理水 pH7.1)、塩鉄の場合は硫酸注入率 25mg/L (凝集 pH6.2、沈澱処理水 pH6.3) が最適と判断した。

(3) 急速攪拌強度変化試験 (対象：凝集沈澱水)

急速攪拌強度を変化させた場合の凝集沈澱水の水質について、PAC の場合を図-A-3 に、塩鉄の場合を図-F-3 に示す。本結果より、急速攪拌強度の処理水質への影響は明確には確認できなかった。

(4) 凝集剤注入率変化試験 (対象：凝集水)

凝集剤注入率を変化させた場合の凝集水（急速攪拌のみ実施した処理水）の水質について、PAC の場合を図-A-4 に、塩鉄の場合を図-F-4 に示す。本実験の注入率範囲では、PAC、塩鉄ともに凝集剤注入率を上昇させると、吸引ろ過性が低下する結果が得られた。

(5) 硫酸注入率変化試験 (対象：凝集水)

硫酸注入率を変化させた場合の凝集水の水質について、PAC の場合を図-A-5 に、塩鉄の場合を図-F-5 に示す。本実験の注入率範囲では、PAC、塩鉄ともに硫酸注入率を上昇させると、処理水質が良好となる結果が得られた。

(6) 急速攪拌強度変化試験 (対象：凝集水)

急速攪拌強度を変化させた場合の凝集水の水質について、PACの場合を図-A-6に、塩鉄の場合を図-F-6に示す。本実験の条件範囲では、PAC、塩鉄ともに急速攪拌強度を上昇させると、吸引ろ過性が向上する結果が得られた。

(7) 最適条件における凝集剤注入率の比較 (対象：凝集水)

(4)～(6)の試験の結果得られた最適条件において、凝集剤注入率5mg/Lと15mg/Lの場合の凝集水の水質を比較した結果について、PACの場合を図-A-7に、塩鉄の場合を図-F-7に示す。PAC、塩鉄ともに0.45 μ mMF吸引ろ過性はどちらの注入率でも差がみられなかったが、0.1 μ mMF吸引ろ過性については、注入率15mg/Lの方が良好であった。

(8) フロック形成の有無による処理性の比較

急速攪拌は同じ条件で、緩速攪拌(フロック形成)の有無による処理性を比較した結果について、PACの場合を図-A-8に、塩鉄の場合を図-F-8に示す。PAC、塩鉄ともに0.45 μ mMF吸引ろ過性については、フロック形成を行った方が良好であったが、0.1 μ mMF吸引ろ過性については、両者に差はみられなかった。

(9) pH値の再確認試験

試験時のpH値について、異常値があったため、後日、(2)および(5)の試験について、再度実施し、pH値のみ再確認した。その結果を図-A-2-2、図-A-5-2、図-F-2-2、図-F-5-2に示す。その結果、pH値に関しては再試験結果を評価に用いることとした。また、pH値は緩速攪拌を行っている間に上昇することが明らかとなった。

6) 考察とまとめ

本実験結果より、実験プラントの運転条件を決定する実験を行うにあたって、目安とすべき薬品注入条件(PAC15mg/L：凝集pH7.0、塩鉄15mg/L：凝集pH6.2)、が得られた。

また、吸引ろ過性については、0.45 μ mと0.1 μ mとで挙動が異なることが明らかとなった。0.45 μ mを砂ろ過のろ過性、0.1 μ mを膜ろ過のろ過性と相関があると仮定すれば、砂ろ過と膜ろ過とで、最適な運転条件が異なる可能性があることとなる。

ただし、吸引ろ過性については、不明な点が多く、本実験結果はあくまでも、実験プラントの運転条件を決定する予備実験を行う際の目安とすべきものとする。

また、試験全体を通じて、PACでは溶解性のアルミニウムが、塩鉄では溶解性のマンガンがわずかに検出された。これらは問題となる濃度レベルではなかったが、塩鉄の注入率を上げると溶解性のマンガン濃度も上昇する傾向が見られたため、注入率を高くする際には注意が必要と考える。

3. 2. 5 連続運転条件について（計画）

3. 2. 4の事前実験ジャーテストにより、運転条件の目安が得られたことから、今後はまず、凝集沈澱（+急速ろ過）を中心に連続運転して凝集剤注入率や攪拌条件等を変化させる実験を行い、「急速ろ過には適用できないが、膜ろ過には適用可能と予想される凝集沈澱処理条件」を確立する。

具体的には、凝集剤注入率や攪拌強度、凝集 pH 等を、1 週間に 3 条件程度変化させ、凝集沈澱処理水の水質（濁度、微粒子数、吸引ろ過性等）を測定し、評価することで、今年度中に本実験の連続運転条件を確立する。

4. 平成 18 年度の研究計画

4. 1 水質応じた処理方式の構築

原水、対象水質、浄水システムを以下のように類型分けし、原水毎の水質変動範囲、プロセス、システムの処理性能に応じてシステムを選定できるようなシステム評価手法（3. 1. 2で述べた処理フロー毎の水質操作因子表）を確立することを目的とする。処理システムとしては、オゾン等の高度処理、膜ろ過等追加作成する。また、平成 17 年度に作成した文献項目リストにより対象文献を精査する。

4. 2 合同実験

3. 2. 5で述べたように、平成 17 年度の凝集沈澱処理水の評価をもとに、急速ろ過には適用できないが、膜ろ過には適用可能と予想される凝集沈澱処理条件の実証運転を行う。即ち、最終処理工程が膜ろ過であることから、凝集剤注入率の低減、AL系、Fe系凝集剤の処理性の評価を行う。

実験項目	日程	17 年度				18 年 度				19 年度
		4月	7月	10月	3月	4月	7月	10月	3月	
①事前実験ジャーテスト	○									
②事前実験プラント運転										
③本実験										
④汚泥・洗浄排水実験					○	○	○	○	○	○
⑤報告書まとめ				○				○		○

5. 参考資料・添付資料

- 添付資料－1, 2 : 文献項目リスト
 添付資料－3, 4, 5 : 処理フローにおける水質因子表
 添付資料－6, 7 : 事前ジャーテスト結果

以上