

## 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3年が経過し、このプロジェクトの半分を経過したこととなる。

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、平成10年度に作成した「代替消毒剤の実用化に関するマニュアル(案)」のフレームワークに基づき、個々の構成要素を作成する作業、具体的には、担当する代替消毒剤毎の各項目に関連する文献調査や持ち込み研究を実施した。

### 6. 2 研究の概要

#### 6. 2. 1 研究の目的および本年度の達成目標

本グループの研究目的は、病原性微生物の制御システムの確立、個別代替消毒技術の確立、給配水系を視野に入れた消毒システムの確立、新興・再興病原微生物への対応、および消毒システムとしての浄水における酸化処理の位置付け、等を視野に入れながら代替消毒剤、消毒技術を実用化することにある。

本年度は、最終年度である平成13年度末の「代替消毒剤の実用化に関するマニュアル(案)」完成を念頭に、文献調査と持ち込み研究を中心に作業する事を目標とした。

#### 6. 2. 2 活動状況

平成11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9回研究グループ委員会

日時：平成11年5月18日 15:00~17:00

場所：(財)水道技術研究センター会議室

出席者：大垣委員長ほか20名

主議題：

- ・平成10年度研究報告書について
- ・平成11年度作業計画について
- ・持ち込み研究の進捗状況について
  - ①クリプトスポリジウムの除去方法の確立
  - ②代替消毒技術及び消毒方法の確立
  - ③紫外線を利用した塩素代替消毒技術の開発
- ・基礎研究報告
  - ①代替消毒・酸化処理による消毒副生成物の生成と変異原性試験による安全性の評価

主な決議事項：

- ・特になし

(2)第10回研究グループ委員会

日時：平成11年7月23日15:00~17:00

場所：大阪府水道部村野浄水場会議室

出席者：大垣委員長ほか20名

主議題：

- ・文献委員会報告
- ・技術資料作成ワーキンググループ報告
- ・持ち込み研究の進捗状況について
  - ①クリプトスポリジウムの除去方法の確立
  - ②紫外線を利用した塩素代替消毒技術の開発
  - ③高濃度生成次亜塩素酸ナトリウムによる消毒
- ・基礎研究について
  - ①紫外線照射装置の生物線量計による評価
  - ②オゾンによる*Cryptosporidium parvum*オーシストの不活化に及ぼすpHとラジカルの影響
- ・その他
  - ①持ち込み研究実験施設視察(クリプトスポリジウムの除去方法の確立、ユニチカ株)
  - ②第2研究グループ合同研究施設見学

主な決議事項：

- ・特になし

(3)第11回研究グループ委員会

日時：平成11年12月3日15:00~17:00

場所：宇部市水道局広瀬浄水場会議室

出席者：大垣委員長ほか20名

主議題：

- ・技術資料作成ワーキンググループ中間報告
- ・浄水技術ガイドライン作成委員会中間報告
- ・「代替消毒剤の実用化に関するマニュアル」について
- ・持ち込み研究状況報告
  - ①クリプトスポリジウムの除去方法の確立
  - ②代替消毒技術及び消毒方法の確立
  - ③紫外線を利用した塩素代替消毒技術の開発
  - ④高濃度生成次亜塩素酸ナトリウムによる消毒に関する研究

主な決議事項：

- ・特になし

### 6. 2. 3 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。

現在実験が終了して報告書をまとめている段階であるが、本研究で得られた知見・成果を可能な限り公開し、代替消毒技術の早期実現化に寄与したい。

#### (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ている。実験期間は、平成10年12月1日より平成12年3月31日までで、現在、連続運転データの収集を行っている。

#### (3) 紫外線を利用した塩素代替消毒技術の開発

新日鐵(株)と(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ている。併せて、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ている。

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月までの予定で実施する。

### 6. 3 次年度以降の研究計画

第4研究グループでは、平成10年度に行った「代替消毒剤の実用化に関するマニュアル」の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。

次年度は、平成11年度と同様の作業を行うと共に、「代替消毒剤の実用化に関するマニュアル」作成の具体的作業に取り掛かる。

以 上

## 7. 第5研究グループ

### 7. 1 経緯

第5グループでは、平成9年度に先ず参加各社が保持する「排水処理技術」の背景を整理するために、「1980年土木学会編：汚泥処理上からみた合理的浄水法」の輪読による勉強会を行った。さらに当書の刊行後から現在に至る最新約20年間の排水処理に関する内外の文献を約600件収集して分類整理した。

平成10年度は収集したこれらの文献を委員全員の分担で抄訳、抄録した。その成果は抄訳集として平成10年11月に仕上げる事が出来た。なお、抄訳集全編の総覧の便宜を図るため本集の冒頭にはレビューを作成のうえ添付した。以上の作業結果から、排水処理プロセスから発生する返送水の性状に関する資料、知見が非常に少ないことが判明した。委員全員の総意により参加企業全社共同の持ち込み研究「浄水場の返送水に関する研究」として返送水の水質を調査することになった。幸い事業体委員のご好意で、北千葉広域水道企業団：北千葉浄水場、名古屋市水道局：春日井浄水場及び神奈川県内広域水道企業団：相模原浄水場の三カ所から試料を採取できることになった。

### 7. 2 平成11年度に実施した持ち込み研究

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| ① 「浄水場の返送水に関する水質調査」           | 全23社共同研究   |
| ② 「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)  |
| ③ 「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   |
| ④ 「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)<br>(株)西原環境衛生研究所 ユニチカ(株)<br>神鋼パンテック(株) 6社共同 |
| ⑤ 「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)<br>神鋼パンテック(株) 4社共同                         |
| ⑥ 「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   |

### 7. 3 持ち込み研究の成果概要

- ① 「浄水場の返送水に関する水質調査」
- ・北千葉浄水場、相模原浄水場、春日井浄水場の三浄水場の返送水々質を調査した。
  - ・いずれも大規模浄水場ゆえに、排水は終日連続して均等に排出されている。
  - ・返送水々質は経時的に大きく変動することがなく、原水々質に影響を与えない。
  - ・返送水々質が原水々質に影響すると思われる福増浄水場(小規模)を調査に追加した。
  - ・福増と改修工事中の春日井では排水の排出が間欠運転になっている模様である。
  - ・不連続運転のため濃縮槽からの上澄水の流出が返送水々質のショック負荷となった。
  - ・濃縮槽内に長時間放置された排水は嫌気化により変質するようである。

- ・今後、これら変質する成分の動態を定量的に追跡することも課題と考える。
- ②「膜を利用した高効率浄水プロセスの汚泥濃縮」
- ・福増浄水場に膜面積 5 m<sup>2</sup> の実験装置を設置して運転を開始したところである。
  - ・実験装置による試験に先立ち、試験室で模擬排水による簡易実験を行った。
  - ・Fe 系凝集剤による汚泥の方が Al 系汚泥に比べて、ろ過抵抗が小さかった。
  - ・膜の洗浄は Fe 系、Al 系ともに有機酸で可能である。
  - ・目標の濃縮濃度 5 % が達成できる見通しを得た。
  - ・ろ過水の水質も高品質の分離水になることが確認できた。
- ③「返送水の処理及び返送方法」
- ・名古屋市水道局：春日井浄水場で実験中である。
  - ・濃縮槽に代えて膜処理を行い排水の高濃度減容化及び返送水の水質向上を目指す。
  - ・使用する膜はモノリス型セラミック膜、モノリス内径 2.5mm と 3.0mm である。
  - ・濃縮槽上澄水の膜ろ過では凝集剤を使うとろ過継続時間を長くする事が出来た。
  - ・ろ過水水質は懸濁性項目については高度に除去できた。
  - ・色度、KMnO<sub>4</sub>消費量、溶解性マンガン等の除去量は十分でない。
  - ・急速ろ過池洗浄排水と沈殿池引き抜き汚泥の混合排水の濃縮実験を行った。
  - ・濁質が高濃度の混合排水ではモノリス内径が大きい方が安定したろ過が出来る。
  - ・高濃度排水であるが、ろ過水の濁度は 0.1 度以下を達成できた。
- ④「浄水場排水のクリプト対策技術の探索」
- ・スラッジの脱水テストの結果、トレサ（クリプトスポリジウム<sup>®</sup>の代用）の存在比は  
ケーキ：ろ液：ろ布洗浄排水＝97：2：1 であった。
  - ・その他実験方法を把握するために予備試験を行っている。
  - ・クリプトスポリジウムを汚泥から回収するのは、免疫磁気ビーズ法がよい。
  - ・クリプトスポリジウムのヒトへの感染性を調べるため、ヒトの小腸由来の培養細胞を用いた感染試験を行う予定。
  - ・トレサは疎水性であるため、親水化が難しいが出来次第、汚泥凝集や脱水試験を行う。
  - ・クリプトスポリジウム<sup>®</sup>の不活性化の本試験は平成12年3月頃から開始予定である。
- ⑤「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」
- ・新エネルギーに関する最新の文献を収集した。
  - ・熱を有効利用することで①スラッジ加温②ケーキの造粒乾燥③クリプトスポリジウムの不活性化にどの程度効果があるかを試算中である。
- ⑥「浄水場排水の高効率処理技術の開発」
- ・霞ヶ浦浄水場に試験装置を設置し、実験を開始したところ。
  - ・膜濃縮を継続し濃度が 1% 程度以上になるとケーキろ過様になり、抵抗が急上昇する。

また、以上 6 件の研究紹介を添付資料に示す。

#### 7. 4 平成 12 年度の予定

平成 12 年度以降継続する予定の持ち込み研究は次の通りである。

- 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) 6 社共同
- 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) 4 社共同
- 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

#### 7. 5 委員会の開催状況

第 7 回委員会 平成 11 年 6 月 11 日 (金) 13:30~15:30

- ・ 共同持ち込み研究「浄水場の返送水に関する水質調査」について、調査の実施方法について打ち合わせを行う。
- ・ その他の持ち込み研究の準備状況の説明

第 8 回委員会 平成 11 年 10 月 4 日 (月) 13:30~15:30

- ・ 共同持ち込み研究「浄水場の返送水に関する水質調査」の調査報告並びに対象浄水場の変更について検討。

第 9 回委員会 平成 12 年 1 月 19 日 (火) 13:30~15:30

- ・ 共同持ち込み研究「浄水場の返送水に関する水質調査」の調査報告。
- ・ その他個別持ち込み研究について進捗状況の報告。

第 10 回委員会 平成 12 年 3 月 21 日 (月) 13:30~15:30

- ・ 平成 12 年度活動の総括に関する報告書作成について打ち合わせを行う。

以上

## 8. 第6研究グループ報告

### 8. 1 研究概要

当研究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。本年度は「機能診断手法の開発」を中心課題として上げ、既往の知見を参考にして浄水施設の物理的耐久性や浄水特性、運転管理性などの現有機能を間接的又は直接的に診断し、これを総合的かつ客観的に評価する手法を研究した。主な検討項目は次のとおりである。

- ① 浄水施設機能診断の考え方の整理
- ② 浄水施設の効率化指標の作成
- ③ 施設台帳作成方法の検討
- ④ 機能診断調査手法の検討
- ⑤ 診断結果の総合評価手法の検討
- ⑥ 水道施設整備の便益評価

### 8. 2 浄水施設機能診断の考え方の整理

#### (1) 機能診断の必要性

浄水施設は、個々の構造物、設備、装置が健全な機能を発揮するだけでなく、着水井から浄水池、排水処理施設の各単位プロセスが全体としてバランスがとれたトータルシステムとして信頼性を継続的に確保していかなければならない。とりわけ今後、性能基準により水道施設整備が行われると、浄水施設も多種多様な浄水方法と設備が選択できることになる。これにより、導入実績の少ない新技術の採用、余裕や信頼性等についても広範な解釈なども可能になるので、浄水施設の安全性や安定性、効率性などの現有機能の水準を継続的に確認することがこれまで以上に重要な課題となる。

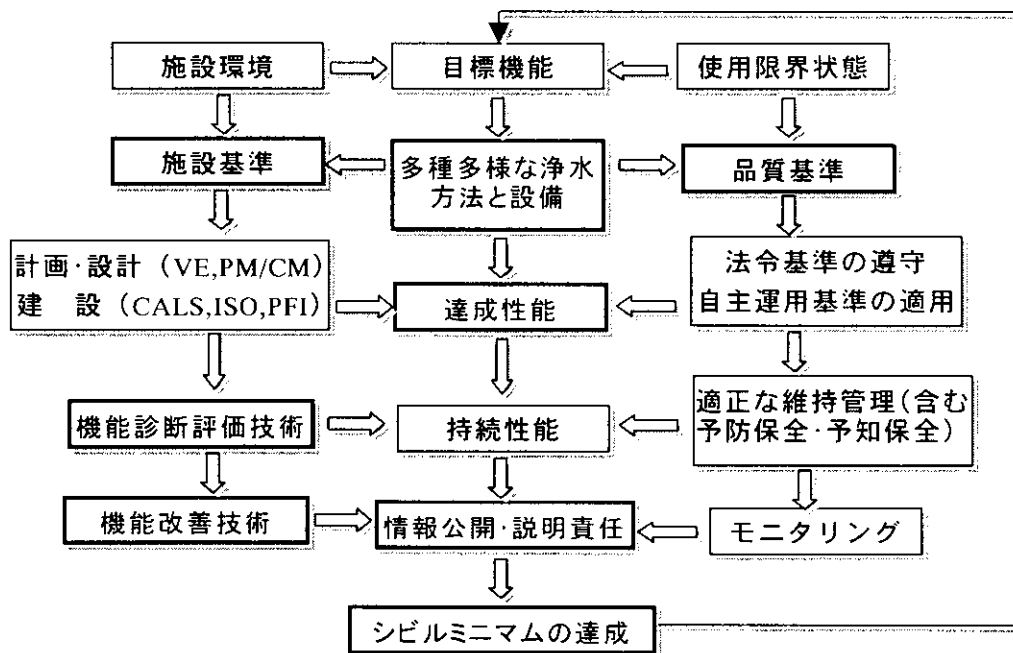


図8-1 浄水施設の機能管理のサイクル

浄水施設の機能診断は、機能管理のサイクルの中で重要な役割を担い、日々の水量、水

質のモニタリングといった品質管理だけでなく、機能診断調査により建設当初の機能との対比から持続性能を評価して施設を管理していくことも実現していかなければならない。このため、合理的な方法により施設の機能診断調査を実施して現有機能を評価し、必要に応じて適切な機能改善を図る必要がある。

## (2) 機能診断の定義

建設して多年を経過した浄水施設では、既設の浄水施設が水道内外の要因により機能が低下して施設建設当初の浄水機能、すなわち、水量、水質、浄水コスト、管理及び施設環境等が維持できなくなったり、浄水機能として達成すべき目標水準が向上したことにより現在の浄水機能が不足する場合がある。

機能診断は、既設の浄水施設（排水処理施設を含む）について、現在の機能（A）及び建設当初に比較して不足する機能（B）の状態を原因究明等を行って評価するとともに、将来予想される浄水機能（C）の状態を評価し、機能改善方針を決定するものである。

機能改善すべき（D）の内容は機能改善計画により検討する。

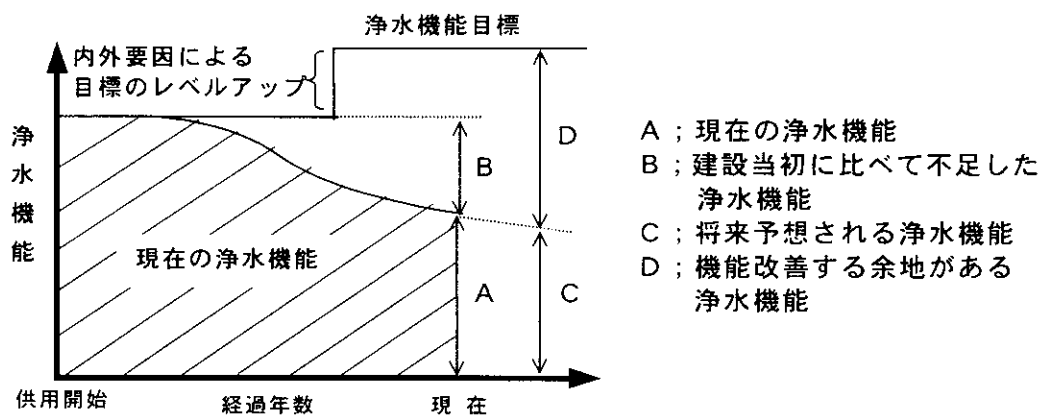


図8-2 浄水機能の定義

## (3) 機能診断と機能改善方法の概念整理

浄水機能が低下した施設の改善を図る目的は、狭義、広義の2つの視点が考えられ、両者の視点から当該施設のあり方を検討する必要がある。

狭義：当該浄水施設における浄水機能目標水準の達成（浄水施設効果の最大化）

広義：当該浄水施設を含めた水道システム全体、社会システムにおける効果の最大化

機能診断調査結果をもとに、水道技術のすう勢と事業体の事情を勘案して浄水機能の改善目標を作成し、水道全体として最適な事業実施内容を意志決定することが合理的な計画の考え方である。図8-3に浄水機能改善方策までの一連の流れの概要を示した。

## (4) 機能診断調査及び機能改善計画の手順

機能診断調査及び機能改善計画の業務フローは図8-4に示すとおりである。

機能診断調査は、全体（予備）診断と個別（詳細）診断に分けて行う。機能診断調査では、建設当初の浄水機能に比較して既存施設が不足している機能を認識し、ア. 改善の必要なし、イ. 管理方法の変更又は保守整備の強化対策、ウ. 部分施設改良又は機能付加対策、エ. 全面施設更新対策のいずれの対策（方針）を選定すべきかを判断する。



改善策	<p>機能改善計画</p> <p>機能低下の進行</p> <p>トラブル発現</p> <p>現況評価</p> <p>機能診断調査</p>	<p>機能改善方法</p> <p>浄水機能改善項目</p> <p>機能評価項目(例)</p>	<p>○更新・再構築</p> <p>○修繕・改良(補修・補強)</p> <p>○施設・設備の付加</p> <p>○維持管理方法の変更</p> <p>安全性の向上</p> <p>効率化への対応</p> <p>安定性の向上</p> <p>経営環境の変化への対応</p> <p>土木・建築構造物機能</p> <p>水処理機能</p> <p>機械・電気設備機能</p>	<p>最適改善方策の選定</p> <p>機能改善目標</p>	<p>・原水水質の変化(クリプト、異臭味、鉄、マンガ、揮発性有機化合物、亜硝酸性窒素対策など)</p> <p>・給水水質の改善(11対策、硬度除去対策など)</p> <p>・浄水水質の向上(特殊処理・高度浄水施設整備など)</p> <p>・浄水能力の維持・向上(浄水量)</p> <p>・維持管理コストの低減</p> <p>・自動化・省力化</p> <p>・施設の老朽化・陳腐化</p> <p>・災害対策(地震・濁水・風水害)</p> <p>・管理システムの高度化</p> <p>・周辺立地環境の変化</p> <p>・事業計画の変更(施設統廃合、水源変更)</p> <p>・計画処理水量の変更</p> <p>・耐久性【中性化：腐食：ひび：漏水：強度：たわみ：表面劣化：環境】</p> <p>・機能性【耐荷性：耐震性：沈下】</p> <p>・周辺環境への影響性【景観：公害：他施設への影響】</p> <p>・水処理性能【水理的能力：水質的能力】</p> <p>・環境・防災性能【環境負荷：事故・災害リスク】</p> <p>・維持管理性【コスト：監視：制御労力】</p> <p>・機能性【構造劣化：性能低下：効率：陳腐化】</p> <p>・劣化度【腐食：振動：異常音：過熱：歪み変形】</p> <p>・安全性【整備状況：絶縁抵抗：接地抵抗】</p> <p>・安全性【人的：電氣的保護】</p> <p>・環境【温度：湿度：物質濃度】</p> <p>・信頼性【バックアップ：緊急時対応：負荷分担：部品安定供給】</p> <p>・故障履歴【頻度：影響度合】</p> <p>・維持管理性【点検整備：監視：制御】</p>
-----	--	--	--	--------------------------------	---

図 8-3 浄水施設機能改善方策

<p>浄水施設機能要件</p>	<p>○目的物質が確実に除去でき安全な浄水水質が得られること。</p> <p>○安定した水理状態で精度の高い水量制御が可能なこと。</p> <p>○浄水施設の設置面積が小さいこと。</p> <p>○維持管理が容易なこと。</p> <p>○建設費、維持管理費が安価であること。</p> <p>○汚泥発生量が少ないこと。</p> <p>○浄水場周辺環境への負荷が小さいこと。</p>
<p>機能低下原因</p>	<p>○設計・施工要因</p> <p>○運転操作要因</p> <p>○経年劣化要因</p> <p>○外的要因</p>
<p>機能低下現象</p>	<p>1. 物理的な寿命の顕在化</p> <p>①施設を構成する材料が腐食・同化などの連続的な劣化・疲労・損耗により、必要な材料性能を維持できなくなる</p> <p>②地震、風水害、温度応力などの非連続的外力により施設が破損する。</p> <p>③沈下、埋没などの物理的要因による変形が生じているなどの物理的減耗によって施設が機能できなくなる。</p> <p>2. 機能的な寿命の顕在化</p> <p>①当初の設計値や計画目標を機能的に保持できない。</p> <p>②内外由来(原水水質・水量の変化、関連設備の劣化、維持管理の不徹底、故障頻度の増加、錆や付着物など)による浄水機能の低下</p> <p>③機能の陳腐化や限界、他システムとの不調和</p> <p>④デザインの旧式化、外觀の悪化</p> <p>など、継続使用に支障をきたす機能的減耗により施設の機能が発揮できなくなる。</p> <p>3. 社会的な寿命の顕在化</p> <p>①新製品への変換(転換)に伴う部品の生産中止</p> <p>②規格・標準(基準)等の変化に伴う不適合</p> <p>③新規事業計画のもとでの機能の位置づけ、整合性</p> <p>④浄水場の立地周辺環境との不調和</p> <p>などの社会的な減耗により施設の機能が発揮できなくなる。</p> <p>4. 経済的な寿命の顕在化</p> <p>①ライフサイクルコスト</p> <p>②省力化、省エネ化</p> <p>③法定耐用年数</p> <p>などの面から経済的な価値が低下または不利益になる。</p>

機能診断調査（本年度研究テーマ）

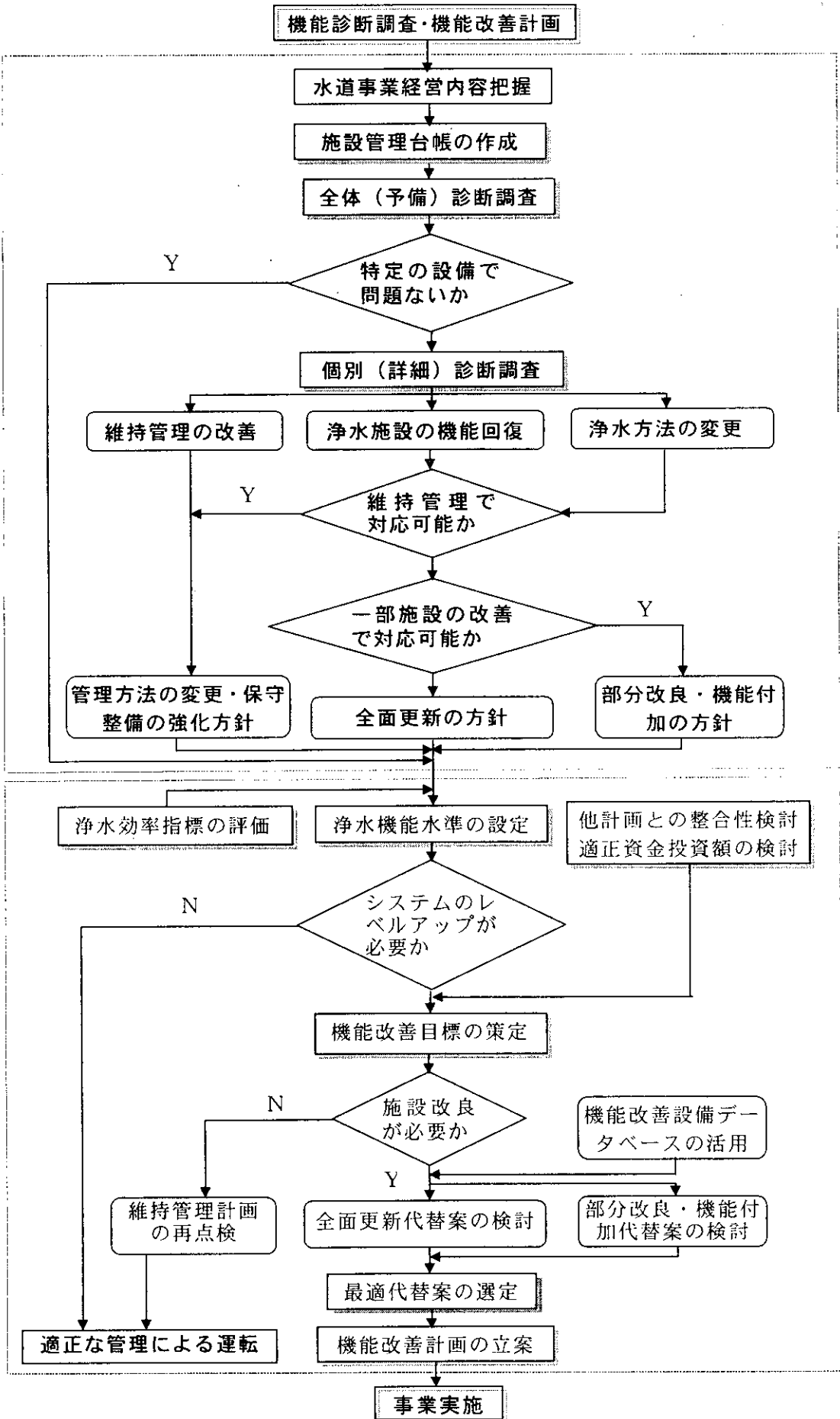


図 8 - 4 機能診断調査・機能改善計画フロー

### 8.3 浄水施設の効率化指標の作成

水道事業経営の効率化を促進する観点から各種の経営指標を利用してヤードスティック方式（基準比較方式）で実質的な改善を図ることが試みられている。こうした効率化の自立的確保を図るインセンティブ規制は、当グループの研究課題である浄水施設の現有機能を評価し、適正な改善を促す場合も有効な手段であると考えられる。すなわち、個別の浄水場で類似規模の浄水場の平均的な生産性等の指標値と比較し、コスト縮減や合理化、適正資金投資等の改善目標を立案するための評価尺度の参考に利用しようとするものである。

こうした指標は、①毎年度容易に正確な情報が得られること、②指標値が毎年度大きな変動がないこと、③客観的で目的とする内容が総合的に反映できること、が条件として望まれる。そこで、毎年発刊される水道統計と地方公営企業年鑑を活用して以下の3つの項目で指標の整理を試みた。

ただし、本来であれば、浄水方式別や浄水施設運転費目別等にも細分化し、かつ、水処理の安定性や安全性などの浄水機能に直結した妥当な指標を見いだしたいところであるが、引用可能なデータは限られているため、浄水施設の効率性を十分網羅しているとはいえない面が残る。

#### （1）浄水関係職員数に関する指標

- ①一水道事業体当たりの浄水関係職員数（人／事業体）
- ②一浄水場当たり浄水関係職員数（人／箇所）
- ③給水人口千人当たり浄水関係職員数（人／千人）
- ④給水量千 $m^3$ 当たり浄水関係職員数（人／千 $m^3$ ）
- ⑤全職員数に占める浄水関係職員数の割合（％）

#### （2）浄水費に関する指標

- ①給水人口1人当たり浄水費（円／人）
- ②給水量1 $m^3$ 当たり浄水費（円／ $m^3$ ）
- ③営業費に占める浄水費の割合（％）
- ④排水処理運転費用（円／DS-t）

#### （3）浄水施設整備費に関する指標

- ①一水道事業体当たり浄水施設整備費（千円／事業体）
- ②給水人口当たり浄水施設整備費（円／人）
- ③給水量1 $m^3$ 当たり浄水施設整備費（円／ $m^3$ ）
- ④全事業費に占める浄水施設整備費（％）

### 8.4 施設台帳作成方法の検討

浄水施設の機能を的確に評価する上では、現在までの施設の履歴を正確に把握することが重要である。したがって、診断対象となる土木・建築構造物、機械、電気設備に関して既存資料を収集し、施設情報、維持管理情報を整理する必要がある。

施設情報、維持管理情報は、机上調査によって施設台帳としてとりまとめるものとし、表8-1を記載内容とした帳票様式を作成した。

表 8 - 1 施設台帳の記載内容

項 目		土木・建築構造物	機械・電気設備
施設情報	一般情報	所在地, 施設名, 資産管理 No, 供用開始年月, 工事金額, 耐用年数, 経過年数	設置場所, 資産管理 No, 機器 No, 供用開始年月, 工事金額, 耐用年数, 経過年数
	構造諸元	躯体構造, 形式, 基礎, 系列, 能力, 形状寸法, 基数, 容量, 付属設備の内容	形式, 系列, 仕様, 能力, 基数, 製品名, 会社名, 材質, 付属設備の内容
	建設記録	竣工年月, 設計・施工図書の有無, 請負業者, 減価償却, 改造履歴(用途変更, 増改築, 補修, 他), 材料, 荷重条件, 耐震性能, 防水	竣工年月, 設計・施工図書の有無, 請負業者, 減価償却,
管理情報	使用・運転状況	環境, 荷重履歴, 使用状態, 地盤状態, 水量	環境, 使用状態, 運転時間, 運転操作方法
	補修・修繕履歴	工事年月, 目的, 工事種別(応急処置, 全改良, 部分改良, 定期整備等), 工事内容, 業者, 工事費	工事年月, 目的, 工事種別(応急処置, 全改良, 部分改良, 定期整備等), 工事内容, 業者, 工事費
	保守・点検記録	保守・点検状況, 事故履歴, 管理上の問題点	保守・点検状況, 事故・故障履歴, 管理上の問題点

## 8. 5 機能診断調査手法の検討

機能診断調査手法は、水処理機能、ろ過材機能、土木・建築構造物機能、機械設備機能、電気設備機能毎に検討した。(診断方法の詳細は本編参照のこと。)

### 8. 5. 1 水処理機能診断

#### (1) 機能低下現象と原因

水処理機能の低下現象と原因を事象別、設備別に整理した。

#### (2) 全体診断

##### ① 運転実績資料の収集と分析

運転日報、月報等の資料により、水量、水質の傾向分析、薬品注入状況、排水処理特性などを検討する。

##### ② 全体診断表による調査

全体診断表(チェックリスト)は以下の診断項目で構成し、設問毎に点数評価する方法とした。

- ① 水量・水質の安定性に関する項目
- ② 機能に関する項目
- ③ 構造に関する項目
- ④ 運転管理に関するもの(コスト・制御性も含む)
- ⑤ 防災・安全に関するもの

評価点は、次の3段階に区分した。

- 0 : 現在・将来とも通常の維持管理で問題なし
- 1 : 軽微な問題、維持管理上の複雑化等による問題がある
- 2 : 緊急性も含む問題がある

評価は100点満点とし、診断結果の合計点数が60点以下の場合には個別診断を実施することを想定(試案)している。診断例を表8-2に示した。

表8-2 全体診断の調査例

施設名： 着水井（2系）  
 装置名： \_\_\_\_\_

分類	調査内容	評価指標等	評価点	計
水量・水質の安定性	1) 水量の減少・増大傾向が見られるか。		0	
	2) 水量のマスバランスに問題ないか。		1	
	3) 水質の異常はないか。		1	(平均A <sub>1</sub> ) 0.66
機能	1) 排水処理の濃縮上澄水が返送される場合、取水量と返送水の希釈割合について十分考慮している。	0. 十分考慮している 1. 考慮している 2. 考慮していない	2	
	2) 排水処理の濃縮上澄水が返送される場合、凝集及び溶解性マンガンの影響について十分考慮している。	0. 十分考慮している 1. 考慮している 2. 考慮していない	0	
	3) 原水の水位の動揺を安定させ、確実に原水量を測定し、その量を調整できるか。	0. 完全に調整できる 1. 調整できる 2. 調整できない	0	
	4) 多系統の原水を受水し、混合する目的、あるいは返送水を受水する目的等を持つ場合は、この機能が十分か。□ <sup>1)</sup> 目的などを持たない。□ <sup>2)</sup> 目的などを持つ	□ <sup>2)</sup> の場合 0. 十分である 1. やや不十分である 2. 不十分である	1	(平均A <sub>2</sub> ) 計0.75
構造	1) 水位が高水位にならないよう、越流管や越流堰、あるいは流量調整用バルブを設けてあるか。	0. 設置している 1. 設置予定あり 2. 設置予定なし	0	
	2) 着水井の高水位と周壁天端との間には、60cm以上の余裕高をとっているか。	0. 十分とっている 1. とっている 2. とっていない	0	
	3) 排水設備が設けてあるか。	0. 設置している 1. 設置予定あり 2. 設置予定なし	0	
	4) 滞留時間は1.5分以上、水深は3.0~5.0m程度の範囲にあるか。	0. 完全に範囲である 1. ほとんど範囲である 2. 範囲にない	0	
	5) 原水の水量を正確に測定するため、量水装置が設けてあるか。	0. 設置している 1. 設置する予定である 2. 予定はない	2	(平均A <sub>3</sub> ) 0.4
運転管理(コスト・制御性含む)	1) システム上問題ないか。		1	
	2) 底部に堆積した土砂は適宜排出しているか。	0. 排出している 1. 排出していない 2. その他	0	
	3) 機器類・計測器等の定期点検行っているか。		0	
	4) 設備の老朽化が目立っているか。(付属設備を含む)		1	(平均A <sub>4</sub> ) 0.33
防災・安全	1) 非常時対策		0	(平均A <sub>5</sub> ) 0
	2) 自動化、効率化の程度		0	
	3) 浄水障害の発生		0	
追記事項：		評価点：(1-A <sub>1</sub> /2)(1-A <sub>2</sub> /2)・・・×100	評価点	31点

### (3) 個別診断

個別診断は、実測調査と運転状況詳細調査及びその結果を基にした個別診断用チェックリストにより行う。

#### ①実測調査

必要に応じてジャーテスト等の簡易試験、水理計測、水質分析を実施する。

#### ②運転状況詳細調査

必要に応じて長期間にわたり施設別の管理指標を実測し、機能低下の状況を定量的に評価する。

#### ③個別診断表による調査

個別診断表の評価項目及び評価点の考え方は、全体診断表と同様である。

ただし、評価方法は上記の調査結果をもとに、各評価項目を数量化して表現し合計点数を算出するようにした。この結果、次の判定基準に照らして改善方針を判断するものとした。

- |     |         |                           |
|-----|---------|---------------------------|
| 評価点 | 0.0～0.5 | 通常の維持管理で問題がない             |
|     | 0.5～1.0 | やや問題があり個別の問題をクリアする必要がある   |
|     | 1.0～1.3 | 設備的な問題があり近い将来的に改善する必要がある。 |
|     | 1.3～1.7 | 設備的な問題があり緊急に検討・改善する必要がある。 |
|     | 1.7～2.0 | 早急に施設改善を行う必要がある。          |

### 8.5.2 ろ過材の機能診断

#### 1) ろ過砂の機能診断

ろ過砂の機能診断は、既存の維持管理資料を整理し分析した上で、実測調査を実施して評価する。

##### (1) 維持管理資料の整理・分析

過去に実施したろ過池の調査やろ材の調査及び工事に関する報告図書を収集するとともに、以下の維持管理資料を整理して分析する。

	急速ろ過池	緩速ろ過池
収集情報	①ろ過池水位 ②ろ過水量、ろ過速度、損失水頭 ③ろ過水質 ④洗浄水量、洗浄時間 ⑤洗浄状況の監視（膨張率、ろ材流出、空気障害、洗浄装置の故障、ろ層陥没・亀裂の有無） ⑥洗浄排水濁度 ⑦ろ層調査（ろ層厚、マッドボールの発生） ⑧ろ過水量調節装置の作動状況 ⑨下部集水装置	①ろ過池水位 ②ろ過水量、ろ過速度、ろ過損失水頭、ろ過継続時間 ③ろ過水質 ④水生生物、藻類の発生状況定期点検 ⑤砂面陥没の有無、藻類・虫類等の生息状況（砂掻き取り時） ⑥ろ過水量調節装置の作動状況
分析項目	①水量、水質等の傾向分析 ②過去の同一系統や同一年度、同一ろ過池の調査工事結果を比較検討 ③現在の機能低下現象と調査工事考察との比較 ④原水に対するろ材の汚れ具合の相関性評価	

## (2) 実測調査

ろ過池からろ過砂、ろ過砂利をサンプリングし、JWWA A-103 規定に基づく項目の試験を行う。また、急速ろ過池は、必要に応じて不陸調査を行う。

	調査項目	試験内容
急速ろ過池	ろ材検査	〔砂〕 基本検査：外観、篩い分け、洗浄濁度、付着物試験（濁度） 凝着試験（塩酸可溶率） 詳細検討：付着物試験（濁度以外の項目）、凝着試験（塩酸可溶率以外の項目）、マッドボール試験 〔砂利〕 基本検査：外観 詳細検討：付着物試験（濁度）
	不陸調査	・不陸状態原因把握：表洗管、壁面、トラフ等の確認 ・操作方法：スケールによる人力測定又は機械による半自動測定
緩速ろ過池	ろ材検査	〔砂〕 基本検査：外観、篩い分け、洗浄濁度、付着物試験（濁度） 凝着試験（塩酸可溶率） 詳細検討：付着物試験（濁度以外の項目で鉄、マンガンは除く）、凝着試験（塩酸可溶率以外の項目）、マッドボール試験 〔砂利〕 基本検査：外観 詳細検討：付着物試験（濁度）

## (3) 判定評価

実測調査の結果、次の事項に該当する場合は改善の必要性が認められると判断される。

### a. ろ過砂

- ①篩い分け試験により粒径が肥大化している場合。
- ②砂の有効径が管理基準（例えば 0.7mm）を超えた場合
- ③汚染進行状況（洗浄濁度、付着物重量及び容積、付着物濁度、塩酸可溶率あるいは異常物質の混入）が顕著な場合
- ④ろ層厚みが一定値（例えば 10%）の以上に減少した場合
- ⑤不陸が一定規模（例えば幅 6cm）で発生している場合
- ⑥急速ろ過池でろ層厚しと粒径（調和平均径） $D_n$  の比が一定値（例えば 800～600）以下になった場合
- ⑦一定の使用年限に達した場合

### b. ろ過砂利

- ①ろ過砂が圧力水室へ流出し、ろ層が陥没している場合
- ②砂利表面の付着物量が管理目標を超えた場合
- ③砂利層厚が 30cm の時は 10cm（ろ層との設計境界面から上下各 10cm）以上、砂利層厚が 20cm の時は 6.7mm 以上の不陸が発生した場合
- ④一定の使用年限に達した場合

## 2) 粒状活性炭（GAC）の機能診断

### (1) 使用履歴調査

活性炭を使用し始めてからの吸着槽入り口水質濃度及び処理水質の変化、通水量、通水時間を整理する。

### (2) 性能分析調査

採取した活性炭は、吸着能力と再生時期を判断するため、次の 11 項目を分析する。

充填密度、強熱残分、粒度、硬さ、ヨウ素吸着力、メチレンブルー脱色力、ヒ素、亜鉛、鉛、カドミウム、揮発分

(3) 性能評価方法〔入れ替え時期の判定基準〕

次の(A)及び(B)のいずれかの条件に該当する場合は、活性炭の交換を行う。

(A) 管理目標となる物質濃度が原水に対して活性炭処理水で一定の割合に達した時

(B) 採取炭の性能試験で以下のいずれかに該当しない時

①メチレンブルー脱色力は110mg/g以上であること。

②ヨウ素吸着力は750mg/g以上であること。

③揮発分は15%以下であること。

### 8.5.3 土木・建築構造物の機能診断

#### 1) 機能低下現象と原因

土木・建築構造物の機能低下現象と原因を整理した。

#### 2) 全体(簡易)診断

浄水施設の土木・建築構造物の中から機能上問題のある構造物を簡単かつ確実に抽出する方法として、昭和62年度厚生省委託費による「安定供給確保のための水道の診断手法に関する調査報告書」〔昭和63年3月(社)日本水道協会〕に提案されている“総合評点”による診断方法を採用した。

この方法の特徴は、①構造的強度の評価を“ひびわれ”と“剥落”の2指標に代表させている。②ある時点で同じ構造強度を有していても経過年数によって劣化の進行度に対する評価が異なるという“経年安定性”の概念を導入している点である。

#### 3) 個別(一次)診断

全体(簡易)診断の総合評点が基準点以下の構造物あるいは重要度から判断して必要と思われる構造物に対して個別(一次)診断を実施する。

個別(一次)診断の方法は、東京都都市計画局建築指導部監修の「建築物の耐力診断要綱」〔平成元年、(社)東京都建築士事務所協会〕に提案されている手法を採用した。

この方法の特徴は、①資料調査と目視調査が主体となっている。②設計、使用状態、構造部材の現況を総合的に観察して機能保持上の問題点を評価する仕組みになっており、改築の要否やより高次の機能診断及び耐震診断の要否を判断するに必要な十分なデータが得られる点である。

#### 4) 耐震性診断

土木構造物の耐震診断は、「地震による水道被害の予測及び探査に関する技術開発研究－池状構造物の簡易診断手法－」(水道技術研究センター、H11.8)及び「水道の地震対策マニュアル」(水道技術研究センター、H8.9)を利用して調査を実施する。

建築構造物は、各方面で耐震診断等のマニュアルが検討されているが、ここでは「既存建築物耐震診断の業務手引」(社団法人日本建築士事務所協会連合会 建築物耐力判定特別委員会)の診断手法を適用することにした。



#### 8.5.4 機械設備機能診断

##### 1) 機能低下現象と原因

機械設備の機能低下現象と原因を設備別に整理した。

##### 2) 全体診断

浄水施設の全ての機械設備についてははじめから個別機能診断を実施するには多くの労力、時間を要するため、まず全体的な診断を実施し、浄水機械設備の安定性を定性的に判断し、個別診断の要否を決定する。

全体診断の手法は、「安定供給確保のための水道の診断手法に関する調査報告書」(昭和63年3月、社団法人日本水道協会)にしたがい、設備の故障・事故による施設全体に対する影響の度合い、設備の故障・事故発生頻度の実績、故障・事故発生に対する対策実施度等の事項を定量判断し、点数化(百点満点)して設備全体の安定度を評価する。

評価点がある基準以下の設備については、個別診断を行い、機能劣化の程度を各設備毎に定量的に再評価する。評価指標は次の4項目である。

- ①故障、事故による設備能低下の大きさ。
- ②故障、事故により影響を受ける範囲の大きさ。
- ③故障、事故の発生頻度。
- ④故障、事故発生防止のための対策度。

##### 3) 個別診断

施設台帳を及び現地調査(ヒアリング、目視調査)により、設備毎に物理的要因、機能的要因の評価を行い、信頼度を算定する。

###### (1) 物理的状态評価

現地において、各設備の構成機器毎に①亀裂・破損・変形、②腐食・発錆、③振動、④騒音・異音、⑤発熱・損傷、⑥故障・動作不良の状況を3段階(0:正常、1:要予防対策、3:要対策)で判定し、耐用年数(稼働年数)および故障発生状況も併せて判断の資料として、次の方法で各機器の物理的状态評価を行う。

$$\text{各機器の評価} = \text{判定} \times \text{重み} G_1$$

$$\text{重平均} C = \text{評価の平均} \times \text{重み} G_2$$

各機器の重平均(C<sub>n</sub>)値を信頼度の直列系モデルで計算し、信頼度評価値(D<sub>1</sub>)を算出する。

$$D_1 = (1 - (1 - C_1 / 2)(1 - C_2 / 2) \cdots) \times 2$$

信頼度評価値(D<sub>1</sub>)に、さらに設備としての重み(W<sub>1</sub>)を掛けて、設備としての物理的要因としての評価得点(X<sub>1</sub>)を算出する。

$$\text{評価得点} X_1 = \text{信頼度評価} D_1 \times \text{重み} W_1$$

###### (2) 機能的状態評価

機能的要因は、①処理性能、②操作性、③点検整備性、④省エネ・省力化、⑤信頼性の5項目について3段階(0~2点)で判定し、設備としての機能を評価する。

機能的要因は、信頼度が直列系モデルで評価するものと意味合いが異なり、単純平均で評点(D<sub>2</sub>)を与える。

平均評点に設備としての重み(W<sub>2</sub>)を掛けて、設備としての評価得点(X<sub>2</sub>)を得る。

重平均  $F_{1\sim 5} = \text{各項目判定の平均} \times \text{重み} G_3$

平均評点  $D_2 = (F_1 + \dots + F_5) \div 5$

評価得点  $X_2 = \text{平均評点} D_2 \times \text{重み} W_2$

### (3) 総評価

物理的要因による評価点 ( $X_1$ ) と機能的要因による評価点 ( $X_2$ ) から、総合評価点は、2つのシステムが直列に結ばれた系の信頼度を考えて、信頼度を評価点に換算して算出する。

総評価  $Y = (1 - (1 - X_1 / 2)(1 - X_2 / 2)) \times 2$

また、総評価点 0 が信頼度 100% で、総評価点 2.0 が信頼度 0% となるが、次式で信頼度を 100 点法で表現することができる。

信頼度 (100 点法) =  $(2.0 - Y) / 2.0 \times 100$

表 8 - 3 に評価例を示した。

## 8. 5. 5 電気設備機能診断

### 1) 機能低下現象と原因

電気設備の機能低下現象と原因を設備別に整理した。

### 2) 全体診断

診断方法は機械設備機能診断方法に準じた。

### 3) 個別診断

診断方法は機械設備機能診断方法に準じた。

## 8. 6 診断結果の総合評価手法の検討

機能診断結果では、水処理設備、土木・建築構造物、機械設備、電気設備ごとに評価点数を判定しているが、これから何らかの方法で改善方針を決定する必要がある。改善方針は、改善の必要なし、管理の強化、全面更新、部分改善・機能付加の 4 つの選択肢がある。

それぞれの設備毎に一定の評価点数を下回っていれば改善を必要とすると解されるが、①様々な事情が想定される中で一律の評価点数基準を決定することが難しいこと、②評価点数だけでは 4 つの改善方針を明確に選択しにくいこと、③浄水施設はシステムとして機能しているため、例えば、機械設備のみの評価点数が低く他設備の評価点数は高くとも、機械設備を改善する際は電気設備等のあり方も考慮する必要があること、④改善方針の決定には個々の機能診断のみならず、施設全体の視点から判定する必要があること、などの理由から総合評価して改善方針を意志決定することが得策であろうと考えられる。

一般に、ある代替案の他の代替案に対する優位性を検討しようとする場合には、いくつかの評価基準による評価により総合化する必要が生じるが、これは本課題も同様である。総合化の手法としては、ある方法で一元的に集約する方法、多元的な評価情報をなるべく容易に意志決定者に提示して比較評価する方法が考えられる。

ここでは、前者の方法としてゴール・アチーブメント・マトリクス手法、後者の方法として AHP 手法を適用することを提案した。

表 8 - 3 設備診断評価例

設備診断評価表  
(薬品注入設備)

設備名: 凝集剤注入設備										調査設備:																		
調査日:										調査員: 名前1, 名前2, 名前3																		
主機形式: 貯槽、移送ポンプ、注入ポンプ、他										主機仕様:																		
(判定)	貯槽	移送ポンプ	小出槽 (定圧槽)	注入ポンプ	定量注入ポンプ	注入機	空気源設備	耐用年数判定表 (超過率1)		(点数)																		
正常	0							0~1.0 未満	0																			
予防的対策を要す	1							~1.5 未満	1																			
対策を要す	2							1.5 以上	2																			
項目	重みG <sub>i</sub>	判定	評価	判定	評価	判定	評価	判定	評価	判定	評価	判定	評価	判定	評価	評価	重平均C	信頼度評価D <sub>i</sub>	重みW <sub>i</sub>	評価得点X <sub>i</sub>								
耐用年数	1.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00									
亀裂・破損・変形	1.00	0	0.00	1	1.00	0	0.00	1	1.00	0	0.00	1	1.00	0	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00									
物 腐食・発錆	1.00	1	1.00	1	1.00	1	1.00	1	1.00	1	1.00	1	1.00	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00									
振 動	0.85		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	0.00	0.85	0.00	0.00									
理 騒音・臭音	0.85		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	0.00	0.85	0.00	0.00									
理 発熱・損傷	0.85		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	0.00	0.85	0.00	0.00									
故障・動作不良	1.00		0.00		0.00		0.00		0.00		0.00		1.00		0.00	0.00	1.00	0.00	0.00									
物理的要因に関するコメント																評価 = 判定 × 重みG <sub>i</sub>												
耐用年数の平均																0.33	0.29	0.33	0.43	0.26								
重みG <sub>i</sub>																1.00	1.00	1.00	1.00	1.00								
重平均C																0.333 (C <sub>1</sub> )	0.286 (C <sub>2</sub> )	0.333 (C <sub>3</sub> )	(C <sub>4</sub> )	(C <sub>5</sub> )	0.429 (C <sub>6</sub> )	0.264 (C <sub>7</sub> )	信頼度評価D <sub>i</sub>	重みW <sub>i</sub>	評価得点X <sub>i</sub>	1.19	0.85	1.01
物理的要因に関するコメント																												
設置年 (西暦)																						稼働年数 = 調査年 - 設置年						
調査年 (西暦)																						超過率 = 稼働年数 ÷ 標準的耐用年数						
耐用年数																10	10	10	10	10								
標準的耐用年数																21	14	21	15	21								
超過率																0.5	0.7	0.5	0.7	0.5								
項目	判定	平均	重みG <sub>i</sub>	重平均F	平均F	平均D <sub>i</sub>	重みW <sub>i</sub>	評価得点X <sub>i</sub>																				
処理性能	0	0.00	1.00	0.00 (F <sub>1</sub> )	0.00	1.00	0.00	0.00																				
機 操作性	0	0.33	0.85	0.28 (F <sub>2</sub> )	0.33	0.85	0.28	0.28																				
能 安全性	0	0.00	0.85	0.00 (F <sub>3</sub> )	0.00	0.85	0.00	0.00																				
能 緊急対応性	1	0.00	0.85	0.00 (F <sub>4</sub> )	0.00	0.85	0.00	0.00																				
的 点検整備性	0	0.50	1.00	0.50 (F <sub>5</sub> )	0.50	1.00	0.50	0.50																				
的 交換部品入手性	0	0.00	0.85	0.00 (F <sub>6</sub> )	0.00	0.85	0.00	0.00																				
要 省エネ・省力化	0	0.00	0.85	0.00 (F <sub>7</sub> )	0.00	0.85	0.00	0.00																				
因 信頼性	0	0.00	0.85	0.00 (F <sub>8</sub> )	0.00	0.85	0.00	0.00																				
因 新技術	1	0.50	1.00	0.50 (F <sub>9</sub> )	0.50	1.00	0.50	0.50																				
機能的要因に関するコメント																平均評点D <sub>2</sub>	重みW <sub>i</sub>	評価得点X <sub>2</sub>	0.16	1.00	0.16							
総評価 Y = (1 - (1 - X <sub>1</sub> /2) (1 - X <sub>2</sub> /2)) × 2																						1.09						
標準更新年数																平均T <sub>1</sub>						年						
標準偏差T <sub>2</sub>																年						45.5						
信頼度																45.5												

## 8.7 水道施設整備の便益評価

本研究では10年度に引き続き水道事業におけるプロジェクトの実施便益の評価方法について検討した。水道事業は各種の外力を受けながらある安全性をもって給水を行っているとし、給水により得られる期待純便益を定義した。プロジェクトはある費用をかけてこの期待純便益を増大させることを目的としており、その増分と費用との差がプロジェクト実施の便益であるとした。

給水による便益を生活用、業務活動用、工場用に区別して評価する方法を検討した。業務用、工場用については昨年度と同様に付加価値生産額をもとにする方法を用いることにしたが、その中の水道の寄与率について検討を加え試みの数値を提案した。これらの値は必ずしも理論的裏付けを有するものではなく、さらに検討を重ねる必要がある。

給水便益の計量化法を用いて最近の20年間における都市における水道の価値の変化について考察した。

さらに提案した手法を配水管更新事業と耐震化事業に適用して、プロジェクトの評価を試みた。いずれのプロジェクトにおいても、事業費を上回る便益が得られる傾向にあり、本評価方法は妥当性を有するものと考えられた。発生が非常に稀でその生起する確率を明確に与えることが難しい巨大地震のような災害に対する対策の評価をいかに扱うかはさらに検討を要する。