

DIP (φ100 異形管) ポリ粉体塗装 H3)

横須賀市上下水道局の浦賀では、上流から下流に向けて、ライニング铸铁管（ダクタイル铸铁管）、ライニング鋼管、無ライニング铸铁管で構成されている管路において、残留塩素の低減について調査を行った。

無ライニング铸铁管の場合、滞留が生じていれば残留塩素の消費速度は速いが、流速が10cm/s程度あれば、消費速度はダクタイル铸铁管等と大差は見られない。

残留塩素は、管路の内面状況だけでなく、水理要件が大きく影響することと考えられる。

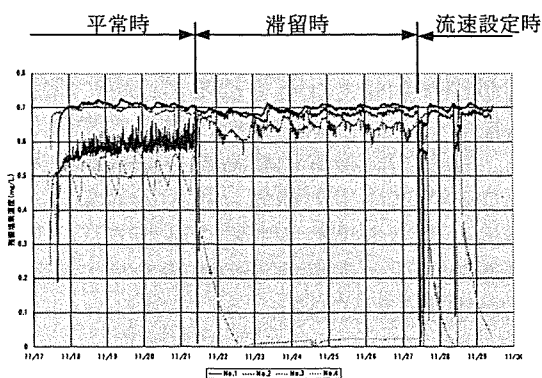


図16 残留塩素濃度計測結果
(横須賀市浦賀 更新前)

神戸市水道局では、管材料の仕様の変遷から、多くの事業体で存在すると考えられる直管部はライニング、異形管部が無ライニングの管路（道場町）の残留塩素の低減について、直管部及び異形管部共にライニングされている管路（鹿の子台南町）との比較調査を行った。

異形管が無ライニングの場合でも、残留塩素の消費速度は比較的小さく、5cm/s程度の流速があれば、直管部及び異形管部ともにライニングされている場合との大差が見られなかった。

神戸市での調査結果から見ても、管路の内面状況だけでなく、水理要件の影響が無視出来ないことが示唆されている。

(4) 石灰注入による水質劣化防止効果に係る調査（フィールド調査）

水質劣化防止対策としての消石灰（および炭酸ガス）注入による非腐食性化水質改

善効果をフィールドにて検証した。

調査は、ダクタイル铸铁管から切り出した铸铁とモルタルの試験片（35mm×50mm×5mm）をφ40の試験管路内に設置し、流速0.6m/secで通水した状態で実施した。調査期間は6ヶ月（現在、1ヶ月经過）で、試験片質量の経時変化（腐食度）を計測する。

調査箇所は、水源種類が同じで、消石灰注入をしている水道水と消石灰を注入していない水道水において、浄水場出口とある配水地点とした。

調査箇所

① 石灰注入あり

千歳浄水場（室蘭市水道部）+美園配水池（登別市都市整備部水道室）

② 石灰注入なし

平浄水場+仁井田運動場（いわき市水道部）

文献調査において得られている知見ではあるが、腐食スケールは表面層、比較的硬いシェル層、多孔質のコア層、管本体の基床部に分かれており、基床部からの第一鉄イオンの供給により、多孔質のコア層で第二鉄に転換されるメカニズムにより腐食が進行すると考えられており、多孔質のコア層の多孔性を炭酸カルシウムで減少させることが腐食の抑制に繋がると指摘されている。

現時点では、実験が始まったばかりであるが、消石灰注入による腐食速度の抑制が確認されており、過去の知見を裏付ける結果が得られている。

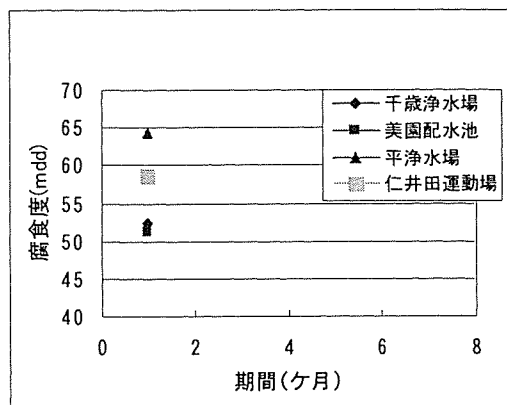


図17 铸铁試験片腐食度

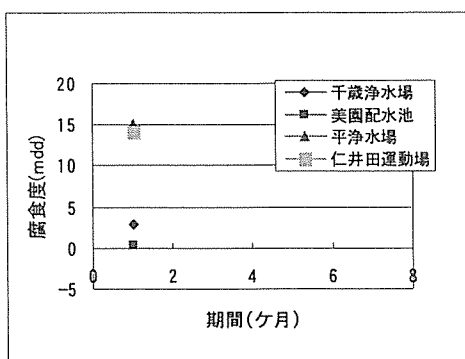


図18 モルタル試験片腐食度

平成17年度の実験結果から、石灰注入による残留塩素の低減抑制が確認されており、それは、腐食防止のメカニズム、すなわち、多孔性の閉塞による鉄供給の減少による塩素消費の減少が考えられる。

本年度では、実フィールドでの残留塩素に関するデータ数が少なく、十分な裏付けは得られていないが、平成19年度の継続調査により、効果を明らかにして行く。

(5) 管路における塩素注入に係る調査

ヒアリング調査を実施した20事業体のうち、そのほとんどが配水池やポンプ所周辺の管路における追加塩素で、配水管路で追加塩素を実施しているのは3事業体であった。この3事業体では、ポンプ注入や全自動滅菌装置（残留塩素濃度の自動制御装置）等によって配水管路で追加塩素を実施することによって、課題としていた配水管路末端部における残留塩素濃度の確保が可能になったとしている。

今後は、老朽管路の更新までの延命策（老朽管更新量の平準化対策）として、費用や効果の面から実用に適したものか、引き続き調査を行う予定である。

(6) 文献調査

老朽管路における水質劣化とその防止対策に関する研究を進めるにあたり、管路内の水質劣化や診断に関する研究について現状を把握するため、文献調査を行った。

調査は独立行政法人科学技術振興機構の文献データベース JSTPlus を利用した。

「水道、管路、水質、更新、診断」をキーワードに検索した結果65件が抽出され、本研究に寄与すると思われる15件を選択し

た。調査の結果、以下のことが明らかになった。

- ・水質の変化や劣化の原因やプロセスを把握するには、濁度測定よりも水中の粒子を分析するほうが優れている。本研究においても懸濁物質の捕捉と分析を進めており有益な知見が得られると期待できる。

- ・鉄管の腐食スケールの構造や成長のメカニズムの分析結果から、赤水抑制策の一つとして水質調整（炭酸カルシウム）によりスケール内部の多孔質を減少させる方法が挙げられる。本研究でも石灰注入（ランゲリア指数調整）による水質劣化防止の実験を進めており有益な知見が得られると期待できる。

- ・安定給水を確保するために水道施設の更新が益々重要となってくるが、特に管路更新については技術的課題、財政的課題が多い。長期的な視野に立った更新計画の基礎となる管路情報の整備、更新の対象管路や優先度合いを決めるための評価方法、管路更新の方法と選定などの整備やマニュアル化が求められている。

2. 第2研究グループ（管路の老朽度診断技術に関する研究）

(1) 事業体独自マニュアルの内容調査

昨年度実施したアンケート調査において、水道事業体が独自に管路診断または管路更新に関する基準やマニュアルを保有しているとの回答が多数あった。今後の参考とするため、これら事業体独自の基準・マニュアルを収集し、内容（診断項目等）の整理ならびに追加ヒアリング調査を行った。

その結果、老朽度診断項目の実態を把握することができ、調査した内の半数の事業体で採点（重み付け採点）をもとに管路更新優先順位を決定していることが判明した。

(2) 水道用硬質塩化ビニル管路の診断技術の研究

昨年度実施した既存技術調査において、樹脂管の経年変化の非開削診断技術があまり存在しないこと、また、実際には塩ビ管の漏水事故が多発していることを受け、水道用硬質塩化ビニル管路のTS継手管について、水道事業体から供給を受けた経年管（堀上管）の実態調査を実施した。

調査の結果、水道用硬質塩化ビニル管の老朽度診断を行うための指標となる現象の一つとして、1979年のJIS規格改訂前の旧仕様のTS継手においては、かなり高い割合で継手に亀裂が発生していることが判明した。来年度は、漏水事故の多い実管路の「管内カメラ調査」を実施し、実際に「き裂発生」部分を内面から確認することが可能かどうかの実証実験を予定している。

新旧のJIS規格の違い（管厚）とき裂の状況を写真1に示す。

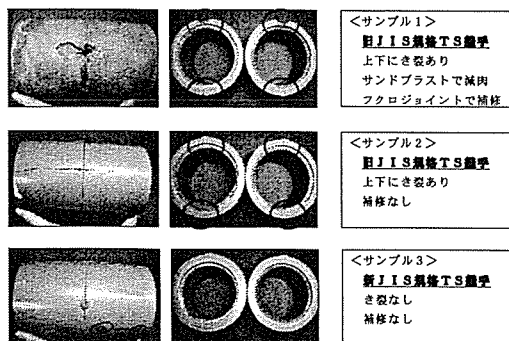


写真1 規格の違いとき裂の状況
(硬質塩化ビニル管 TS 継手)

(3) 水道用バルブ点検データの分析

事業体委員より水道用バルブの点検補修記録データ（調査台数 224 台）の提供があり、この分析を実施した。

その結果、水道用バルブの老朽度の実態を把握することができ、今回提供いただいたデータでは、設置後 30 年を超えると徐々に不具合が増加することが判明した。

また、来年度も継続して他事業体のバルブのデータを検証する予定である。

(4) 有望既存技術の性能確認

昨年度実施した既存技術調査より、①管内テレビカメラロボット (OMNIVS)、②磁気飽和渦流探傷法 (SLOFEC) を有望技術として、性能確認を主に詳細調査を行った。

その結果、管内テレビカメラロボット (OMNIVS) は、調査を行うに当たり、管内面の清掃を伴うことと、分岐部は不可とのことより、水道管路への適用は困難であることが確認された。

また、磁気飽和渦流探傷法 (SLOFEC) は、磁性のある金属管を対象とし、渦電流を用いて供試体に非接触で欠陥の検出が可能な

技術である。管内面にモルタルライニングが施されたダクタイル鉄管などについて、内面のライニングの上から管体外面の腐食などの欠陥を検出することが可能であり、水道管路の健全性確認に有効な手法であるとの判断が得られた。

(5) 铸铁管における管体および土壌腐食調査

「数量化理論による配水管の安全性評価モデルに関する研究」で事故の危険性が高いと想定される地区の管路について、統計解析手法の精度向上を図るためのデータを蓄積するとともに、今後の調査の統一仕様（最低限の必要調査事項）を設定するための一助とするため、掘り上げ管（铸铁管およびダクタイル铸铁管）の腐食調査ならびに埋設土壌の腐食性調査を実施した。

なお、この掘り上げ管については、基礎研究の「統計的な解析手法」で診断モデルとしている福岡市水道局より、全 3190 メッシュの解析で危険度が高いと推定されるメッシュにおいて布設年数が 40 年前後経過した管を選定した。

調査の結果、外観上はあまり腐食が進行していないように見える管であっても、詳細に調査するとかなり腐食が進行している場合もあることが判明した。腐食の状況を写真2に示す。

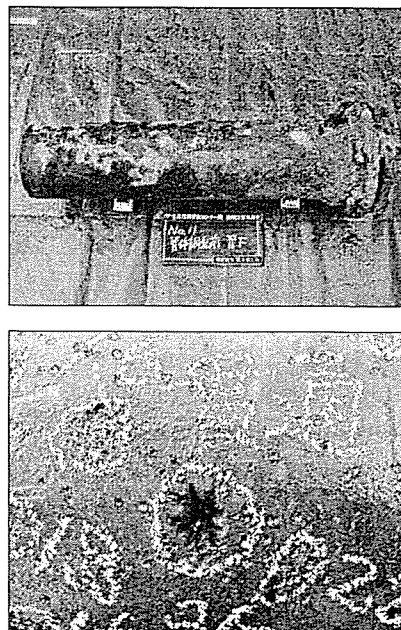


写真2 調査管の腐食状況

(6) 衝撃弾性波法に基づくダクタイル鋳鉄管の老朽度評価手法に関する基礎研究

衝撃弾性波法の計測方法の検討および管の肉厚推定方法に関する基礎的な検討を行なった。

前者検討においては主に健全供試管を対象として、異なる弾性波の入力方法や受信方法を用いた計測を行い計測方法の違いが弾性波特性値に与える影響について検討した。後者検討においては異なる肉厚の供試体を対象として前者検討による計測方法を用い、得られた弾性波測定値と肉厚の関係を比較することにより検討を行なった。

その結果、管の肉厚が減少するとともに、管のピーク周波数が低周波側に移動することが確認できた。また、肉厚とピーク周波数の減少傾向にはある程度の規則性があるため、対象とする管のピーク周波数を求めることによりダクタイル鋳鉄管の肉厚を定量的に評価することが可能であることが確認できた。

(7) 音響エコーを用いた水道管路の劣化検出（音響法）

埋設管（堀上管）について本工法の適用性について検討を行なった。

その結果、超音波の反射ピーク強度が見られる位置に堆積物の存在が確認できた。よって、この検知したピークから堆積物の位置を測定できることが確認できた。

実際の水道管は水が満水状態である。よって、水を満たした管路中に模擬堆積物を封入し、そのエコーを求める試験を行なった。パルス応答時間と付着物設置距離の関係で、応答時間を測定することにより、付着物の存在位置が特定できることが確認できた。

(8) 電磁波の伝播と反射を用いた金属製水道管路の欠損の検出（電磁波信号発生ピグ流下法）

昨年は「パルス・エコー法」として、研究を行なったが、研究を進めるに当たり、①光速で進行する電磁波パルスを用いるので極めて短いパルスを発生させなければならない。また高速な現象を検出する計測器が必要となる。②必要とされる配水管の肉厚

変化を検出する解像度を得ることができなかった。③連続した鋼管には適用可能だが、絶縁部が存在する鋳鉄管には必ずしも適切に適用できない恐れがある等の問題が発生したため、一部変更を行なった。以下に新工法について記述する。

電磁波を発生させる装置を取り付けたピグを水道管内に挿入する。電磁波は金属管に流れ反射と吸収を行う。その反応を消火栓などを利用し設置したアンテナで検出する。ピグは水流によって流下し個々の肉厚に相当した信号を検出用アンテナが受信する。

調査の結果、各欠損位置に存在する欠損の欠損率に対応した出力値が得られた。

また、欠損率の増加と共に出力値の増加が測定された。このことから、信号発生によって入力した数値を読取装置に置いて出力値を測定することで金属管の欠損率を求められることが確認できた。

また、この工法についてステンレス管に食塩水を満水にして試験を行った。結果として検出出力は欠損部の真上に来た時に最大値を示し、高い感度で欠損を検出することができた。欠損率とピーク出力値は線型の関係にあり1%程度の欠損も容易に検出することができた。

(9) 数量化理論による配水管の安全性評価モデルに関する研究（メッシュデータを用いた評価モデルの作成）

水道管路システムを構成する「配水管路」を取り上げ、その安全性評価に供する統計的な分析を試み、水道管路のマッピング情報（事業体のメッシュデータ）を活用し、配水管路の修理件数の有無が、管路の材質や埋設年度、土質・地形分類といった要因にどのような影響を受けているのかを明らかにした。

そして、将来において優先的に対策を講じるべき地区（メッシュ）の特定を目的に、数量化理論を用いた配水管路の安全性評価モデルを作成した。

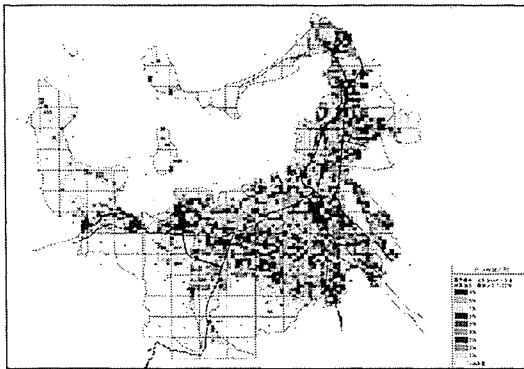


図19 配水管路の安全性評価結果

D. 考察

今年度は、「老朽管路と水質劣化の関係の把握」、「老朽管路の機能面での実態把握のための技術開発」の2つの課題に対して、事業体の実管路等を活用し、これまで確認されてこなかった基本的項目について確認調査を行った。

老朽管路と水質劣化の関係では、水道事業体の老朽管路を対象として、管内水質、水理条件、管材質、管の埋設年数および管内面劣化状況（管内カメラによる）等と、水質劣化（残留塩素の減少量等）および濁水障害発生（鉄錆の量等）等との関連性を調査した。

管路における水質劣化状況を調査したところ、ライニングの有無だけではなく、水理条件（流速）が水質劣化に大きく影響していることがわかった。また、管内水の残留塩素濃度や鉄濃度、色度の変化等から、管路の老朽度を見極める可能性が確認された。

次年度では、これらの調査結果に基づき、残留塩素濃度の減少量等の程度から、老朽管の水質劣化に及ぼす影響度合いや、管内面の老朽度を診断・評価する手法を検討する。

老朽管路の機能面での実態把握のための技術開発では、適切な管路更新に向け、管路が有する機能の実態を把握し、管路更新の際の判断指標となる診断技術（水道用硬質塩化ビニル管路の診断技術、衝撃弾性波法等）について基礎的な研究に取り組み、新技術の適用可能性が確認された。

数量化理論による配水管の安全性評価

モデルに関する研究では、メッシュ内の管路の事故リスク評価を目的として、経年管比率・土壌の腐食性・世帯数等と事故件数の関係について数量化理論による統計的解析を行い、本手法が有効であることを確認した。

また、有望既存技術として「磁気飽和渦流探傷法（SLOFEC）」の性能確認を行い、次年度以降の研究につながる一連の結果を得ることができた。

次年度は、上記研究を引き続き実施するとともに、最終成果目標としている「老朽管路の計画的更新に関する技術マニュアル」の素案となる「管路施設の整備・更新を進める上で役立つ技術資料」の作成を目指して、管路の機能診断・評価アルゴリズムの構築のため、

- ① 判定基準の明確化
- ② 老朽管路の更新優先順位付け
- ③ 管路更新の効果の評価方法 等

についても検討を行う予定である。

E. 結論

【浄水技術部門】

原水条件に応じた最適浄水処理プロセスの選定と臭気原因物質の検知と除去に必要な以下の研究結果を得た。

- ・原水水質と処理水水質に関係する水質項目について、既存浄水場のデータ等を用い単位プロセスごとに分析・評価を行い、原水水質と浄水プロセスの適合性、単位プロセスの適用範囲、事業体の規模による水質管理などの差を明らかにした。
- ・膜ろ過実証実験の結果、膜ろ過の前処理としては「凝集+直接ろ過」よりも「凝集+沈殿」とする方が流束の低下が緩やかであり、凝集剤では鉄系凝集剤がアルミ系凝集剤と比較して流束の低下が緩やかであることがわかった。
- ・水道統計の5000以上の浄水場の水質データを基にクラスター解析の手法を用いて解析した結果、クラスターごとに原水

種類の特徴が類型化に反映されており、浄水フローと浄水水質の関連づけを見出すことが可能であること、臭気物質の濃度レベルによる特別なクラスターが形成されることなどを確認した。

- ・凝集沈澱急速ろ過施設、及び粒状活性炭ろ過施設の建設・運転・廃棄の各段階におけるエネルギー消費量・二酸化炭素排出量を試算し、事業期間全体で評価した場合、薬品や活性炭に関する環境負荷が相対的に高いという結果が得られた。
- ・VOC 計の低濃度における性能評価として、VOC23 成分標準混合希釈液 (5 μg/L) の添加実験を行い、GC/MS における測定値との高い相関が得られ、VOC 計の低濃度における検出の信頼性が確認できた。また、水質事故等が発生した場合の水質予測シミュレーションモデルを作成し、電気伝導度を用いてモデルの検証を行い、実測データとの整合を確認することができた。

【管路技術部門】

老朽管路における水質劣化のメカニズムの解明に必要な以下の研究結果を得た。

- ・管路内の水の水質劣化には、水自体の水質変化によるものと管内面の影響によるものがある。

水自体の水質変化による残留塩素濃度の低減傾向を把握するために、浄水場および管路末端部で採水した水の残留塩素濃度の経時変化を調査した。浄水場の浄水では、時間経過とともに残留塩素濃度の減少傾向が認められたが、管路末端部では減少しないことがわかった。

このことから、水自体の水質変化による残留塩素濃度の低減は一定時間を経過すれば反応が収束しており、管路末端部では、水自体の水質変化の影響を無視できることがわかった。

- ・管由来の調査として、実管路から撤去した無ライニング鑄鉄管とモルタルライニング鋼管では、無ライニング鑄鉄管が残留塩素濃度の減少速度が速い傾向が見られた。また、ライニングが施されている場合には、経年管においても残留塩素濃

度の減少速度は小さいことがわかった。

- ・実管路から撤去した無ライニング鑄鉄管では、時間の経過とともに鉄濃度が上昇する傾向が見られた。実管路においても鉄濃度から、管内面の錆の状況を把握できることがわかった。
- ・実管路における調査より、無ライニング鑄鉄管路の場合、水が滞留していれば残留塩素濃度の消費は速いが、流速が10cm/sec程度あれば、ライニングのある管路と残留塩素濃度の消費に差が見られなかった。実管路における残留塩素濃度の消費には、管路の内面状況だけでなく、水理要件が大きく影響していることがわかった。

また、管路の老朽度を診断する技術開発に関して、以下の研究結果を得た。

- ・老朽管路を特定するための間接診断（スクリーニング）技術として、水道事業者のマッピング情報から抽出した、経年鑄鉄管比率・土壌の腐食性・水圧等のデータと漏水量の関係について統計的解析を行い、将来において優先的に対策を講じるべき地区（メッシュ）の特定を目的に、数量化理論を用いた「配水管路の安全性評価モデル」を作成した。
- ・管路を直接的に診断する技術として、「衝撃弾性波法」や「水道用硬質塩化ビニル管路の診断技術」等の基礎的な研究に取り組み、新技術の適用可能性を確認した。

F. 健康危険情報

特になし。

G. 研究発表

- ・「健全な水循環の形成に資する浄水・管路技術に関する研究」中間報告会（e-Water II, New Epoch プロジェクト合同セミナー）2006.10.24
- ・浄水施設への LCA の適用～水道事業の環境評価に向けて～「第19回中小都市水道技術講習会」2007.2.20

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

未定

健全な水循環の形成に資する浄水・管路技術に関する研究

添付資料

「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」
(浄水技術部門)

「管路施設の機能診断・評価に関する研究」
(管路技術部門)

詳細報告資料

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

目 次

| | |
|----------------------------------|----|
| I 総論 ----- | 1 |
| 1. 背景と目的----- | 1 |
| 2. 基本方針----- | 2 |
| 2. 1 研究課題----- | 2 |
| 2. 2 研究期間----- | 2 |
| 2. 3 最終成果目標----- | 2 |
| 3. 研究実施体制----- | 2 |
| 4. 平成 18 年度合同研究報告概要----- | 4 |
| | |
| II 総合研究委員会 | |
| 1. 総合研究委員会の研究概要----- | 6 |
| 1. 1 目的----- | 6 |
| 1. 2 研究実施体制----- | 6 |
| 2. 平成 18 年度の研究報告----- | 6 |
| | |
| II-1 浄水システム委員会 ----- | 7 |
| 1. はじめに----- | 7 |
| 2. 浄水システム委員会の研究概要----- | 8 |
| 2. 1 研究課題及び研究目的----- | 8 |
| 2. 2 研究実施体制----- | 8 |
| 2. 3 活動内容----- | 9 |
| 2. 3. 1 水質に応じた処理方式の構築----- | 9 |
| 2. 3. 2 合同実験----- | 9 |
| 2. 3. 3 文献調査----- | 9 |
| 3. 平成 18 年度の研究報告----- | 11 |
| 3. 1 水質に応じた処理方式の構築----- | 11 |
| 3. 1. 1 処理システムの類型分け----- | 12 |
| 3. 1. 2 処理システムの水質因子、操作因子の抽出----- | 12 |
| 3. 1. 3 機能評価手法の検討----- | 13 |
| 3. 1. 4 望ましい浄水水質のレベル別設定----- | 15 |
| 3. 2 合同実験----- | 16 |
| 3. 2. 1 実験方法----- | 16 |
| 3. 2. 2 結果と考察----- | 34 |
| 3. 2. 3 まとめ----- | 64 |
| 3. 3 文献調査----- | 65 |
| 4. 平成 19 年度の研究計画----- | 67 |

| | | |
|-------------|---------------------------|------------|
| 4. 1 | 水質に応じた処理方式の構築 | 67 |
| 4. 1. 1 | 処理システムの類型分け | 67 |
| 4. 1. 2 | 機能評価手法の検討 | 67 |
| 4. 1. 3 | 望ましい浄水水質のレベル別設定 | 67 |
| 4. 2 | 合同実験 | 67 |
| 5. | 添付資料 | 68 |
| | | |
| II-2 | 水質評価委員会 | 103 |
| 1. | はじめに | 103 |
| 2. | 水質評価委員会の研究概要 | 103 |
| 2. 1 | 研究課題及び研究目的 | 103 |
| 2. 2 | 研究実施体制 | 103 |
| 2. 3 | 活動内容 | 104 |
| 3. | 平成 18 年度の研究報告 | 105 |
| 3. 1 | 事業体提供データの収集と整理 | 107 |
| 3. 2 | 水道統計水質データによる原水分類（クラスター解析） | 109 |
| 3. 2. 1 | 採用データ | 109 |
| 3. 2. 2 | 解析方法 | 109 |
| 3. 2. 3 | クラスター解析条件 | 109 |
| 3. 2. 4 | 解析結果 | 110 |
| 3. 3 | 事業体直接ヒアリング | 111 |
| 4. | 平成 19 年度の研究計画 | 111 |
| 5. | 添付資料 | 112 |
| | | |
| II-3 | 機能評価委員会 | 136 |
| 1. | はじめに | 136 |
| 2. | 機能評価委員会の研究概要 | 137 |
| 2. 1 | 研究課題及び研究目的 | 137 |
| 2. 2 | 研究実施体制 | 137 |
| 2. 3 | 活動内容 | 138 |
| 2. 3. 1 | 研究内容 | 138 |
| 2. 3. 2 | 達成及び成果物 | 138 |
| 3. | 平成 18 年度の研究報告 | 139 |
| 3. 1 | 浄水場ヒアリング調査 | 139 |
| 3. 1. 1 | 目的 | 139 |
| 3. 1. 2 | ヒアリング調査内容の検討（ヒアリング事前検討） | 139 |
| 3. 1. 3 | 浄水場ヒアリング調査 | 141 |
| 3. 2 | 浄水処理の機能評価手法の検討 | 141 |
| 3. 2. 1 | 目的 | 141 |

| | | |
|-------------|---------------------------|-----|
| 3. 2. 2 | 収集資料 | 141 |
| 3. 2. 3 | 濁質の処理性とその要因 (A 浄水場の分析結果) | 141 |
| 3. 2. 4 | 濁質の処理性とその要因 | 145 |
| 3. 2. 5 | まとめ | 161 |
| 3. 3 | 中間プロセス水質データの収集 | 163 |
| 3. 3. 1 | 主旨 | 163 |
| 3. 3. 2 | 浄水プロセス及び収集水質データ項目 | 163 |
| 3. 3. 3 | データ集計 | 163 |
| 3. 3. 4 | データ整理 | 164 |
| 4. | 平成 19 年度の研究計画 | 165 |
| | | |
| II-4 | 環境評価委員会 | 166 |
| 1. | はじめに | 166 |
| 2. | 環境評価委員会の研究概要 | 167 |
| 2. 1 | 研究課題及び研究目的 | 167 |
| 2. 2 | 研究実施体制 | 167 |
| 2. 3 | 活動内容 | 167 |
| 3. | 平成 18 年度の研究報告 | 167 |
| 3. 1 | マニュアルの作成 | 168 |
| 3. 2 | ケーススタディ | 168 |
| 3. 2. 1 | 検討対象とデータ収集方法 | 168 |
| 3. 2. 2 | 算出の途中結果 | 168 |
| 4. | 平成 19 年度の研究計画 | 174 |
| 5. | 添付資料 | 176 |
| | | |
| II-5 | 臭気評価委員会 | 185 |
| 1. | はじめに | 185 |
| 2. | 臭気評価委員会の研究概要 | 185 |
| 2. 1 | 研究目的 | 185 |
| 2. 2 | 研究実施体制 | 185 |
| 2. 3 | 活動内容 | 185 |
| 2. 3. 1 | 研究内容 | 185 |
| 2. 3. 2 | 成果のイメージ | 186 |
| 3. | 平成 18 年度の研究報告 | 189 |
| 3. 1 | 臭気原因物質等に関する検出・評価方法の検討について | 189 |
| 3. 1. 1 | 合同実験 | 189 |
| 3. 1. 2 | 水質予測モデルによるシミュレーションについて | 190 |
| 3. 2 | 臭気原因物質等に関する対策技術の確立について | 194 |
| 3. 2. 1 | AOP に関する文献調査 | 194 |

| | |
|-----------------|-----|
| 3. 2. 2 対策技術の整理 | 194 |
| 3. 3 ヒアリング調査 | 194 |
| 4. 平成19年度の研究計画 | 195 |
| 5. 参考資料・添付資料 | 195 |

I 総論

1. 背景と目的

新世紀を迎えた今日、わが国の水道は97%を越える高普及率を達成しており、社会の基幹施設として機能している。平成16年6月に発表された「水道ビジョン」が指摘しているように、今後とも水道は環境保全を考慮しつつ、安全・安心な水を持続的に安定して供給していくことが必要不可欠となっており、一旦事故等が発生すると大きな影響を与えるため、適切な施設の更新と維持管理が必要不可欠である。

しかし、水道ビジョンが示しているように日本の高度成長期を支えてきた浄水施設の内相当数が、今後10年以内に更新の時期を迎える。さらに、人口の減少等から水需要の伸びは期待できず、水道事業体の経営に大きな影響を及ぼしている。

一方、今後15年程度で水道事業体職員の半数以上が退職する見込みであり、技術の継承が急務であると共に、省力化・効率化が図れる施設に更新することが必要である。また、水源について考えてみると水源水質は浄水施設建設時と比較すると、河川表流水からダム貯留水やダム放流水の比率が多くなると共に、周辺の開発などにより悪化している。さらに、クリプトスポリジウムのように、塩素による消毒が効果のない病原性微生物の問題などがあり、近年のボトル・ウォーターの消費量の伸びなどを考えると、需用者のニーズは安全でおいしい水であり、これらを満足する新しい技術に対する要求は高まっている。

上記のような理由から、施設更新を行うに当たり、水道事業体ではその地域に最も適した浄水処理技術を選択するためのガイドラインが求められている。また、平成12年に施設基準が性能基準化されたことに伴い、各水道事業体は、原水水質などその地域に最も適した水道施設を設けることが可能となり、その具体的な指針が求められている。

また、退職職員の急増を考えると、浄水場の維持管理に関する技術の継承や省力化・効率化のために機械化、コンピュータ化の適切な指針が求められている。

一方、2-MIB やジェオスミンの臭気物質の濃度は水質基準が決められ、その除去が必要になっていると共に、安全でおいしい水を求める需用者のニーズに応えるため、その他の臭気原因物質等による水源汚染が水道事業にとって大きな問題となっている。

以上のような背景を受け、原水条件に応じた最適な浄水プロセスを示すことにより、水質基準への適合、消費エネルギー等の低減、排水処理施設からの汚濁物質低減、維持管理における省力化を図るとともに、未知の臭気原因物質等を特定すること及び除去方法を研究することは、安全・安心な水を安定して供給するために不可欠であり、これらにより現在更新時期を迎えている水道施設の効率的な更新を図り、安全・安心でおいしい水を安定して供給することが出来る。

本研究は、上記に示した各種の原水条件に応じた最適浄水処理プロセスの選定指針の作成、おいしい水を目指した臭気原因物質等の検知と除去方法等の各種研究を実施することにより、需用者が求めている安全でおいしい水を供給する効率的な浄水技術の選定手法を確立し水道事業体を支援することを目指すものである。

2. 基本方針

2. 1 研究課題

本研究では、次の課題につき研究を行う。

(1) 原水条件に応じた最適浄水システムに関する研究

日本全国の原水水質を水質項目によりグループ分類を行う。その後、単位浄水プロセスの組み合わせによる浄水システムについて、浄水水質の安全性、維持管理性、省エネルギー、環境負荷低減を考慮した LCA 的観点、排水、汚泥処理プロセス、監視・計装システム等の項目により評価し、最適な浄水プロセスの指針の検討を行う。

(2) おいしい水を目指した臭気原因物質等に関する研究

臭気原因物質としては、従来、2-MIB、ジェオスミンが代表的物質として挙げられているが、これらが検出されていない原水に対しても、浄水処理後、又は、給水末端にて、臭気が発生するケースがある。これは、原水中に含まれる臭気原因物質等が、塩素処理により変性し、何らかの臭気物質を生成している可能性がある。

より安全でおいしい水を供給するために、未知の臭気原因物質をできるだけ早く検出し、取水方法の変更、浄水処理の強化等により、安全性・快適性の向上を図る研究を行う。

2. 2 研究期間

本研究は平成 17 年度～平成 19 年度の 3 年間とする。

2. 3 最終成果目標

本研究の最終的な成果として、2 項の必要性に記述した施設整備及び更新に必要な指針作りを目指した、センター図書である「浄水技術ガイドライン」等を補完するための技術資料等を作成し、新技術の推進を図ると共に、施設整備及び更新に関する認可変更の資料として活用されるものを目指す。

3. 研究実施体制

本研究を実施するため、下記の各委員会を設置する。

(1) 調整委員会

本研究の円滑な推進のための委員会で、本研究に参画する国立保健医療科学院、大学、水道事業体、企業、関連団体の代表者により構成する。

(2) 研究評価委員会

本研究の総合的な推進を図り、各研究課題に関する研究の基本方針、研究内容の事前審査や評価及び成果を総合的に検討するため、学識者の代表を中心とする委員会である。

(3) プロジェクト委員会

具体的な研究計画の調整を図ると共に、必要な情報交換やその他本研究に関連する諸業務を行うため、参加企業の代表を中心とする委員会である。

(4) 総合研究委員会

研究課題に関する研究を円滑に推進するため、「調整委員会」の下に設置する委員会で、本研究に参画する国立保健医療科学院、大学、水道事業体、企業等の代表者により構成する。

また、本委員会の元に5つの研究委員会を設け研究を進めることとする。

①浄水システム委員会

原水水質、目標とする浄水水質、維持管理性、及びコスト等を考慮した適切なシステムの選定手法、システムの評価に関する研究を行う。

②水質評価委員会

原水・浄水水質及び原水水質に影響を与える因子に関するデータを幅広く収集し、原水水質の分類・評価・解析に関する研究を行う。

③機能評価委員会

浄水処理プロセスごとに水質等の面から評価を行い、浄水処理技術の確立を図ることを目的とした研究を行う。

④環境評価委員会

環境に優しい水道の実現に資することを目的として、上水道分野におけるライフ・サイクル・アセスメント（LCA）手法を確立するための研究を行う。

⑤臭気評価委員会

おいしい水を目指して、臭気原因物質等に関する検出・評価方法についての検討、対策技術の選定手法の確立に関する研究を行う。

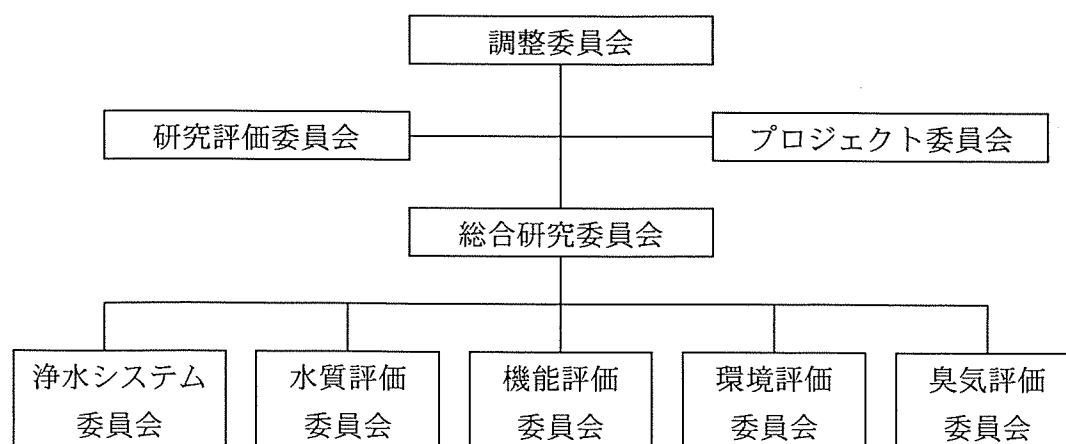


図 3-1 研究実施体制図

4. 平成 18 年度合同研究報告概要

(1) 総合研究委員会

5つの研究委員会の研究報告を受け、最終成果の形・表現方法等について意見交換を行い、研究の進め方や方向性を示した。

(2) 浄水システム委員会

①水質に応じた処理方式の構築

- ・ 12 の基本的な浄水処理システムを設定し、今後の浄水処理方法検討において重要となる水質項目・操作因子を抽出し、浄水処理システム毎にまとめた。
- ・ 水質評価委員会と協力して収集した水質データを整理し、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水質項目毎に整理した。
- ・ 「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い、レベルを3段階に設定した。

②合同実験（鉄系凝集剤と膜ろ過処理の組合わせ実験）

- ・ 凝集沈殿処理において適切な凝集剤注入にて膜ろ過の透過流束を 3 m/d まで上げて運転を行い、鉄系・アルミ系凝集剤を用いた時の処理水水質、透過流束、発生汚泥性状を比較した。
- ・ 凝集沈殿処理において不足すると考えられる凝集剤注入にて運転を開始し、データを収集している。

③文献調査

- ・ 抄録作成（全文精読）の対象を、海外で実績があり日本での知見が不足していると考えられる 8 技術分野に絞り文献を選定し、最終的に 182 編の抄録を作成した。作成した文献抄録は、本年度末までに抄録集としてまとめる。

(3) 水質評価委員会

①事業体提供データの収集と整理

- ・ e-Water II 参加事業体及び水源の種類、浄水フロー、処理量、地域性等を考慮して選定した事業体にデータ提供依頼を行い、1994、1996、2000 年の三年分の原水と浄水水質項目別の測定データを入手した（33 事業体、129 浄水場）。
- ・ 入手したデータは浄水システム委員会からの依頼に沿って浄水処理フローごとの原水水質と浄水水質について整理作業（各浄水場をフロー分類し、フローごとに整理水質項目（29 項目）について一覧表（平均値、最大値、最小値、中央値(原水・浄水)）、散布図(原水－浄水)、累積分布曲線(原水、浄水)を作成）を実施した。
- ・ データ数の多い凝集沈殿ろ過のフローのみ粉炭注入・塩素注入点を大まかに区別し 3 フローとして、再度整理した。

②水道統計水質データによる原水分類（クラスター解析）

- ・ 水道統計の平成 16 年度の水質データを用いて、様々な条件でクラスター解析手法による原水水質の分類を実施した。

③事業体直接ヒアリング

- ・ 原水異常時の対応事例、水源の監視と保全対策、運転管理基準の内容等を調査すべく、

事業体ヒアリング設問表を作成し、18の浄水場にヒアリングを実施した。また、e-Water II参加事業体にも記入を依頼した（77浄水場から回収）。

（4）機能評価委員会

①全国水道研究発表会講演集（(社)日本水道協会）の調査

- ・浄水場の機能評価に関連する文献を調査するため、過去10年間（平成9年～平成18年）の講演集から132文献を抽出し、処理プロセス毎（粉末活性炭処理、生物処理等）に整理した。

①浄水場ヒアリング調査

- ・平成17年度に実施したアンケート結果、収集した水質年報等の情報などから対象を絞り、ヒアリング時に調査する内容についてフォーマットを作成し、浄水処理方法ごとの機能調査及び浄水場の運転管理の詳細なデータ（水質、水量、薬品注入率等）の収集を行った。

②浄水処理の機能評価手法の検討

- ・収集した浄水場の運転管理データ（時間データ）を用いて、各項目の相関性を評価し、沈澱池出口濁度、ろ過池出口濁度を目的変数として重回帰分析を行い濁質の処理性と相関が高いと考えられる因子を抽出した。またe-Water II参画水道事業体の浄水場の浄水プロセスの水質データを収集した。

（5）環境評価委員会

①マニュアルの作成

- ・浄水施設を対象としたLCA計算手法マニュアルの検討を行い、目次案（1章LCAの概念及び手順の概略説明、2章浄水施設LCA実施に向けた手順、3章ケーススタディ結果の活用）を作成した。

②ケーススタディ

- ・e-Waterにて検討した「施設規；20,000m³/日、浄水フロー；凝集沈澱＋砂ろ過」の設計をベースに「凝集沈澱＋砂ろ過」のフローにおけるLCAの試算を行った。
- ・「オゾン処理」及び「粒状活性炭処理」のLCAのベースとなる仕様（設計書）を収集し、粒状活性炭吸着池のLCAの試算を一部実施した。

（6）臭気評価委員会

①臭気原因物質等に関する検出・評価手法の検討

- ・e-Waterの第3研究委員会報告書のレビューを行い、本委員会に関連する課題を抽出した。
- ・臭気原因物質の迅速検知を目的として、相模川水系の寒川取水場内にVOC計を設置し、オンライン監視を実施している（合同実験、平成18年7月～）。またVOC計の性能評価として、VOC23成分標準混合希釈液の添加実験を実施し、VOC計の検出値の信頼性を確認した。
- ・対象区間を相模川寒川取水堰上流10kmとし、河川流下シミュレーションを行い、水質予測モデル方程式に使う拡散係数を電気伝導度から計算した。

②臭気原因物質等に関する対策技術の確立

- ・2-MIB、ジェオスミンに関するAOP情報について、文献調査を行った。
- ・VOC計、オンライン連続監視装置を導入している水道事業体にヒアリング調査を行った。

II 総合研究委員会

1. 総合研究委員会の研究概要

1. 1 目的

本委員会の目的は、本研究の方針・計画を審議することである。本研究の具体的な活動は、総合研究委員会のもとに設置された、浄水システム委員会、水質評価委員会、機能評価委員会、環境評価委員会、臭気評価委員会の5つの委員会において、個別の課題に沿って実施されており、総合研究委員会は各委員会の研究の方向性を統一し、研究を円滑に推進させるため、総合的な視点からそれぞれの研究方針・活動内容について指導・助言を行う。

1. 2 研究実施体制

| | | |
|--------|--|-------|
| 委員長 | 大垣 眞一郎（東京大学） | |
| 副委員長 | 津野 洋（京都大学）、眞柄 泰基（北海道大学） | |
| 学識者委員 | 伊藤 禎彦（京都大学）、伊藤 雅喜（国立保健医療科学院） 大村 達夫（東北大学）、今野 弘（東北工業大学）、滝沢 智（東京大学） 長岡 裕（武蔵工業大学）、古米 弘明（東京大学） 松井 佳彦（北海道大学）、湯浅 晶（岐阜大学） | |
| 事業体委員 | 薄井 豊樹（仙台市水道局）、増田 武司（埼玉県企業局）、 田中 和明（川崎市水道局）、佐藤 研（名古屋市上下水道局） 西本 尚文（大阪府水道部）、小林 健一（阪神水道企業団） 岩田 孝明（広島市水道局）、姫野 良太（福岡市水道局） | |
| 企業委員 | 鴻野 卓（株式会社荏原製作所）、白土 雅孝（オルガノ株式会社） 石丸 豊（株式会社神鋼環境ソリューション） | |
| アドバイザー | 国包 章一（国立保健医療科学院） | 以上敬称略 |

2. 平成 18 年度の研究報告

総合研究委員会において研究の方針・計画が審議された後、浄水システム委員会、水質評価委員会、機能評価委員会、環境評価委員会、臭気評価委員会の5つの委員会において、個別の課題に沿った研究を実施している。次項以降に各委員会における研究内容を記す。

Ⅱ－１ 浄水システム委員会

１. はじめに

わが国の水道は97%を超える高普及率を達成しており、社会の基幹施設として機能している。平成16年6月に発表された「水道ビジョン」が指摘しているように、今後とも水道は環境保全を考慮しつつ、安全・安心な水を持続的に安定して供給していくことが必要不可欠となっており、一旦事故等が発生すると大きな影響を与えるため、適切な施設の更新と維持管理が必要不可欠である。

しかし、水道ビジョンが示しているように日本の高度成長期を支えてきた浄水施設の内相当数が、今後10年以内に更新の時期を迎える。さらに、人口の減少等から水需要の伸びは期待できず、水道事業体の経営に大きな影響を及ぼしている。

一方、今後15年程度で水道事業体職員の半数以上が退職する見込みであり、技術の継承が急務であると共に、省力化・効率化が図れる施設に更新することが必要である。

また、水源について考えてみると水源水質は浄水施設建設時と比較すると、河川表流水からダム貯留水やダム放流水の比率が多くなると共に、周辺の開発などにより悪化している。

上記のような理由から、施設更新を行うに当たり、水道事業体ではその地域に最も適した浄水処理技術を選択するためのガイドラインが求められている。

このような背景のもと「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」(e-Water IIプロジェクト)では5つの研究委員会により研究を実施している。浄水システム委員会では主として水質評価委員会、機能評価委員会、環境評価委員会と連携して、原水条件、処理水水質に応じた最適浄水システムの構築と評価に関する開発研究を行っている。すなわち実際の浄水場での運転データや実証実験に基づいて評価を行い、原水水質と望ましい処理水水質間の水質変換を可能とする適切な処理システムの、実際の浄水場での運転データや実証実験に基づいて評価を行い、適切な処理システムを構築することを目指している。