

3. 第1研究グループ

(老朽管路における水質劣化とその防止策等に関する研究)

3. 第1研究グループ

3.1 研究目的

老朽化した管路施設の更新・改良については、健全な水循環の形成という観点から、衛生面や環境負荷面に配慮し、効率的・計画的に行わなければならない。しかし、管路の大部分は地中に埋設されており、その状況が容易に把握できないため、管路更新を効率的・計画的に行うには、残留塩素の減少・消失等の水質劣化調査等を実施し、管路機能の低下や管内外面の劣化状況を総合的に診断・評価することが必要であり、更新等の優先順位付けに役立つ、管路の老朽度診断手法ならびに要素技術の開発が望まれる。

本研究では、残留塩素の減少・消失等の水質変化を主な判断指標として管内面の劣化状況を診断・評価する手法の検討を行い、この点を従来の評価手法に取り入れることにより、管路の総合的な機能診断技術を開発する。

これらの研究により、各水道事業体が将来を踏まえて、今の段階から管路施設の老朽度や更新の必要性を総合的に評価し、効率的・計画的に管路更新が進められる支援することのできる技術の開発研究を目標とする。

3.2 研究方針

水道管路の重要な機能の一つとして「水質保持機能」が挙げられる。しかし、これまで管路の老朽度を管内水質の変化から定量的に評価する手法は充分とはいえない状況にある。

そこで、従来の管路機能診断手法に管内水質面からの評価を取り入れ、さらに検討を加えることにより、更新の必要性和更新の優先順位付けに役立つ、管路の総合的な診断・評価アルゴリズムの構築を図る。本研究の手順は、概ね以下のとおりである。

- ① 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、把握する。
- ② ①の結果に基づき、残留塩素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。
- ③ 従来の管路の老朽度や耐震性の評価等に、上記の水質劣化に関する評価も加え、管路機能を総合的に診断・評価する手法を開発する。

また、管内水質の劣化状況から早急に更新が必要とされる場合でも、埋設環境や財政面等から、必ずしも早急に管路更新できるとは限らない。このような状況においても需要者には良質な水道水を供給する義務があるため、更新可能な時期までの対応策として、（水資源の有効利用を考慮した）水質劣化防止対策技術を総合的に研究する。

例）取り扱いが容易な塩素注入装置、石灰注入等

3.3 アンケート調査結果の分析

本研究を進めるに当たり、管路における残留塩素の減少・消失等の水質劣化状況の実態を把握するために、「2. アンケート調査結果」をもとに、調査結果の分析を行った。アンケート調査結果の分析の結果、以下の点が明らかになった。なお、分析結果の詳細については、後段に添付したとおりである。

- ・ 原水と浄水処理の関係では、河川水の急速ろ過処理が最も多く 2 割強を占め、次いで、地下水の消毒のみの処理が 2 割弱を占めた。
- ・ 給水人口別及び布設年代別の管路延長から、5 万人未満の事業体は布設後 40 年以上の管路延長率が低く、5 万人～25 万人の事業体の布設後 40 年以上の管路延長率が高い。
- ・ 給水人口が多くなるにつれて、残留塩素濃度の大幅な低減現象があると回答した事業体の比率が高い。
- ・ 残留塩素濃度の低減現象についての主な原因は管路内での滞留によるもので、その対策には排水・洗浄を用いている。

設問 1-1) 原水の種類とその割合について教えてください。

設問 1-2) 設問 1-1 でお答えいただいた主要な浄水場の浄水処理の種類について教えてください。

→ 設問 1-1 及び 1-2 より、原水の種類毎の浄水処理の種類を図 3.3.1 に示す。

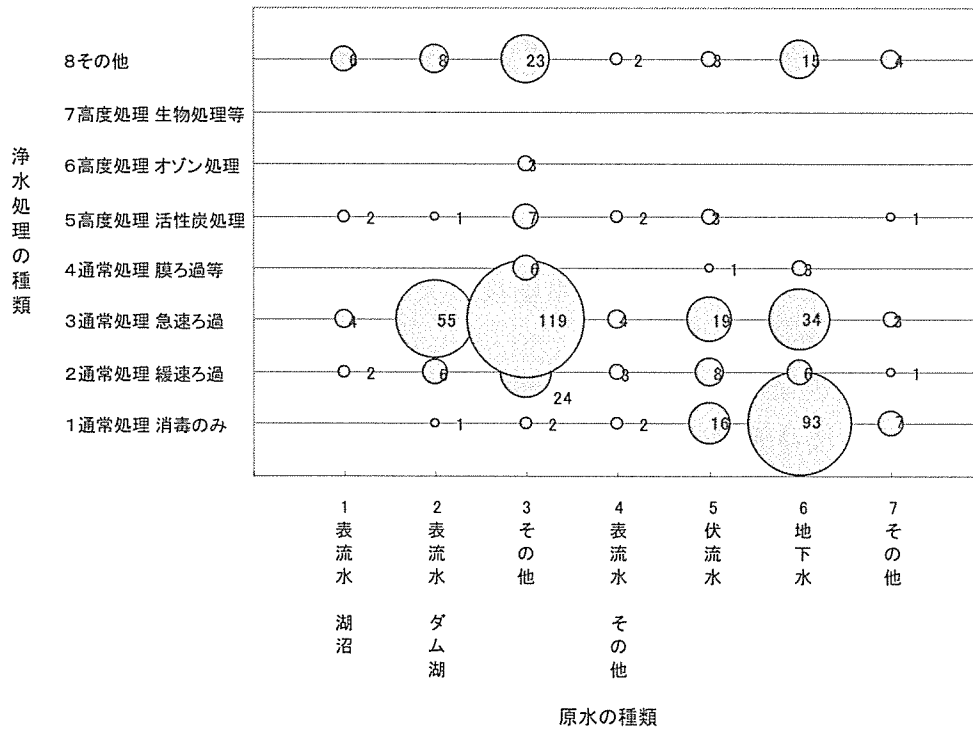


図 3.3.1 原水別の浄水処理の種類

設問 1-3) 平成 16 年度末時点における管路施設の保有状況について教えてください。
 なお、回答欄の (1) には布設後 25 年未満の管路延長 (km)、(2) には布設後 25
 年以上 40 年未満の管路延長 (km)、(3) には布設後 40 年以上の管路延長 (km)
 を記入して下さい。

→ 給水人口及び布設年代別の管路延長を図 3.3.2 に示す。

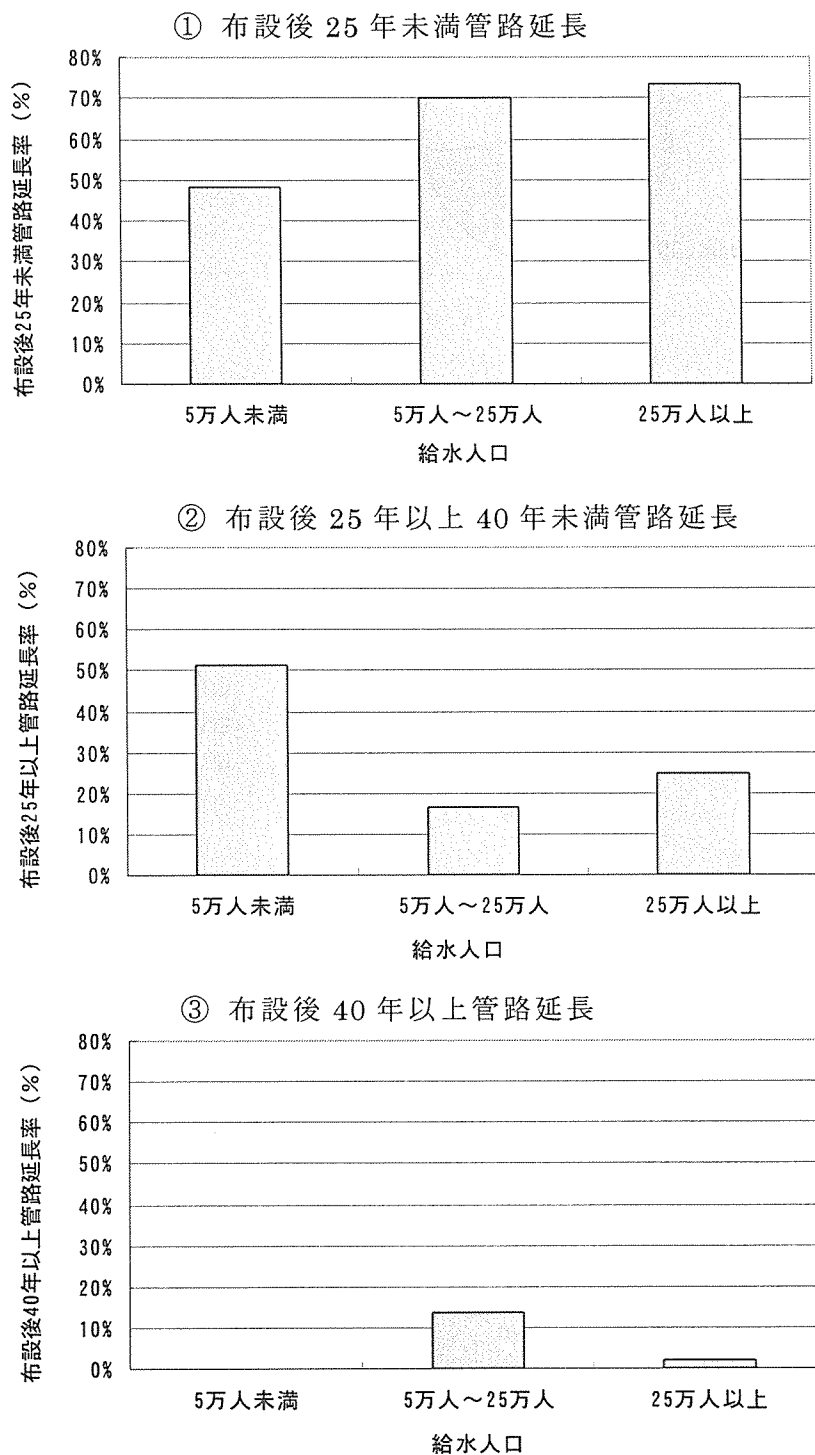
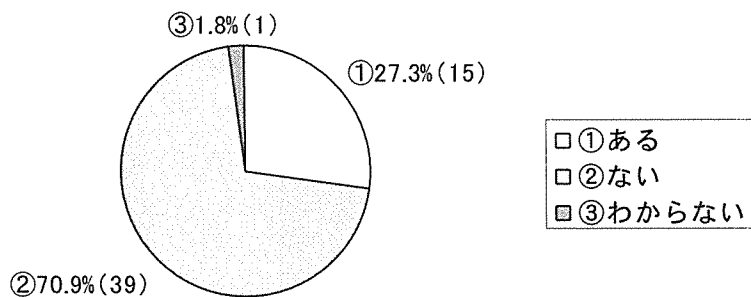


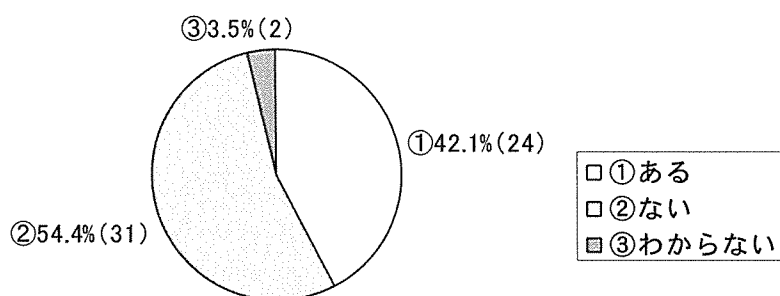
図 3.3.2 給水人口・布設年代別管路延長

設問 3-1) 管網末端部での残留塩素濃度の大幅な低減現象はありますか。
 → 給水人口別の残留塩素濃度の低減傾向を図 3.3.3 に示す。

① 5 万人未満



② 5 万人～25 万人



③ 25 万人以上

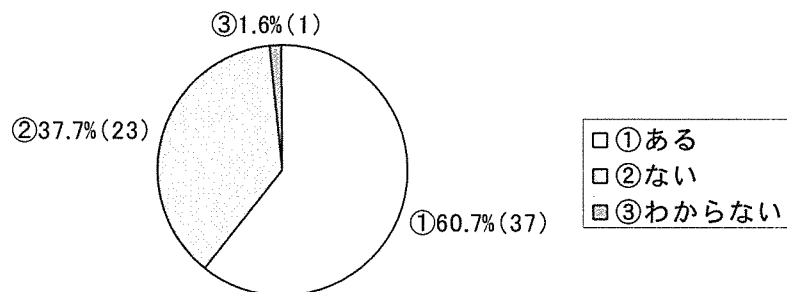


図 3.3.3 給水人口別の残留塩素濃度の低減傾向

設問 3-2) 設問 3-1 で「①ある」とお答えの場合の主な原因は何と考えますか。該当するものに○（選択欄）を付けて下さい。また、○を付けたものについて、その順位を付けて下さい。

→ 優先順位高いものから順に、1位に4点、2位に3点、3位に2点、4位に1点を加点し集計したものを図 3.3.4 に示す。

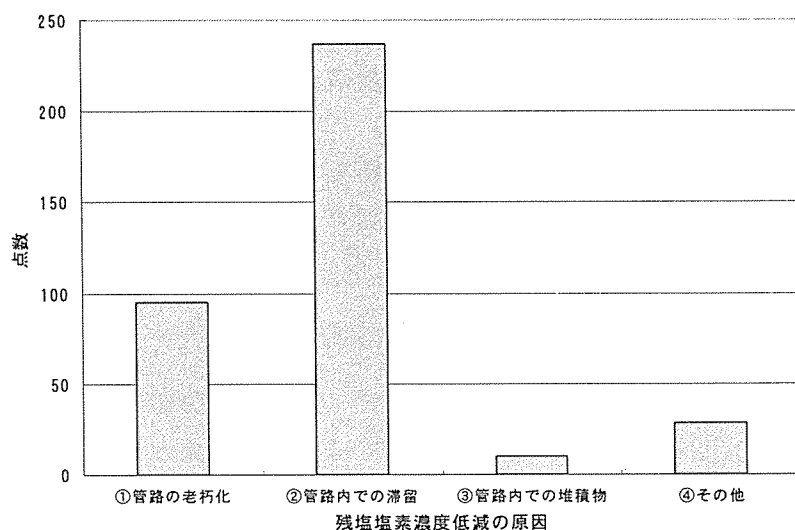


図 3.3.4 残留塩素濃度低減の原因（得点化）

設問 3-3) 設問 3-1 で「①ある」とお答えの場合に、実施した対策は何ですか。該当するものに○（選択欄）を付けて下さい。また、○を付けたものについて、その順位を付けて下さい。

→ 優先順位高いものから順に、1位に6点、2位に5点、3位に4点～6位に1点を加点し集計したものを図 3.3.5 に示す。

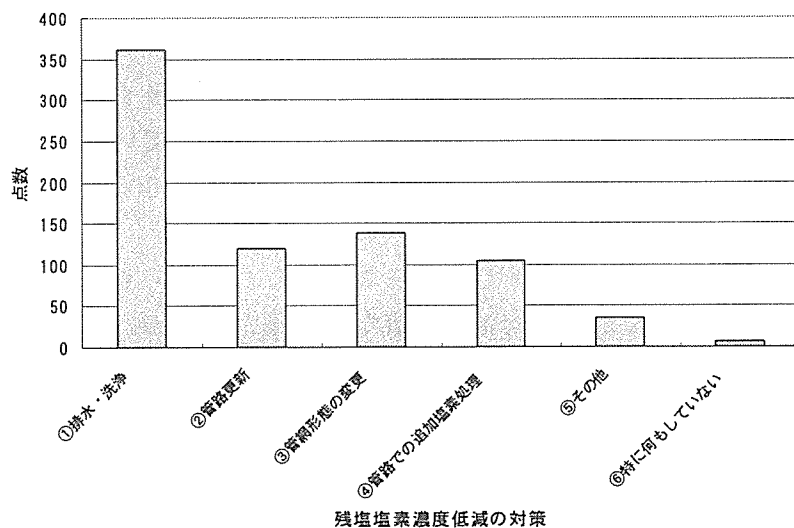


図 3.3.5 残留塩素濃度低減の対策（得点化）

3.4 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、管路内の残留塩素の減量に関する研究について現状を把握するため、文献調査をおこなった。

3.4.1 調査概要

1) 調査対象

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。このデータベースは科学技術全分野に関する文献情報で、国内だけでなく世界 50 カ国の情報を含み、収録件数は約 1,351 万件である。

「残留塩素、管」をキーワードに検索した結果 335 件が抽出され、*New Epoch* での研究に寄与すると思われる 46 件を選択した。調査した文献のリスト及び調査票を「5 章 文献調査票」に示す。

2) 調査結果

調査結果として *New Epoch* 文献調査リスト一覧を巻末の参考資料に示すとともに、個々の論文の抄録、目的、手法、結論については文献調査票としてまとめた。

3.4.2 調査結果の考察

調査した国内外の文献は 46 件で、おおよその分類と件数を下記に示す。

- ①管の種類（材質や口径）と残留塩素の減量に関する研究・・・12 件
- ②実管路での残留塩素の減量に関する研究・・・11 件
- ③管網での残留塩素の減量のシミュレーションに関する研究・・・20 件
- ④水質劣化防止、管路の診断、更新計画等に関する研究・・・3 件

以下に 2000 年以降に発表された文献を中心に概要を紹介する。

1) 管の種類（材質や口径）と残留塩素の減量に関する研究

- ①大阪市の研究（文献 1G-1、1G-3、1G-4）では、モルタルライニングを施したダクタイル鋳鉄管を用いた実験を行い、次のような知見が示されている。
 - ・遊離塩素濃度の減少速度係数は管内径に逆比例し、内径が 300mm 以下になると塩素消費が顕著になる。
 - ・試験水を攪拌した場合の方が滞留している場合よりも塩素の減少速度が大きくなり、配水管内の流れの状態により塩素消費が異なると推定される。
 - ・水温が高くなると、特に 20℃を超えると塩素消費が顕著になる。
 - ・小口径管で構成される管網を塩素消費が少ない管種で構成することが重要である。経年等により管内面の塩素消費が増大した場合、小口径管ほど影響が大きい。

- ②大阪市の別の研究（文献 1G-17）では、高度浄水処理水と中間塩素処理水を比較実験し、高度浄水処理水では遊離塩素の減少速度係数は、中間塩素処理水より小さい。高度浄水処理水の減少速度係数が小さいのは、水中の有機物が減少したためであり、有機物指標項目である溶存有機炭素量、過マンガン酸カリウム消費量と、減少速度係数の間には良好な相関が認められた。
- ③R. M. Clark らの研究（文献 1G-2）では、無ライニング铸铁管（口径 150mm、長さ 27m）を用いた実験を行い、無ライニング铸铁管での残留塩素の減少は流速の影響が顕著であることを確認した。また実験結果を基に、EPANET(Rossman)モデルと BLC(Biswas,Lu,Clark)モデルを比較すると、無ライニング铸铁管では BLC モデルの方が有効であることを確認した。
- ④名古屋市の研究（文献 1G-6）では、経年管と新管を用いた実験を行い、残留塩素の消費が少ない順位はエポキシライニング管（新管）、モルタルライニング管（新管）、モルタルライニング管（経年管）、無ライニング管（経年管）であること、特に無ライニング管（経年管）では数時間で残留塩素が消費されることが示されている。
- ⑤横須賀市の研究（文献 1G-12）では、モデル配管（延長 40m）を用いた実験を行い、残留塩素の消費が少ない順位はポリエチレン管、ステンレス管、塩ビ管、モルタルライニング铸铁管であること、および水温に影響されることが示されている。

2) 実管路での残留塩素の減量に関する調査研究

- ①大阪市の研究（文献 1G-8、1G-14）では、高度浄水処理水の全域通水に伴い、遊離残留塩素の挙動を解析したものであり、次のような知見が示されている。
- ・給水栓末端等に設置している水質遠隔監視装置の測定結果から、高度浄水処理時の遊離塩素の減少速度係数は、中間塩素処理時の 1/2 程度となっている。
 - ・高度浄水処理水の減少速度係数が小さいのは、水中の有機物が減少したためである。室内実験により、有機物指標項目である溶存有機炭素量、過マンガン酸カリウム消費量と、減少速度係数の間には良好な相関が認められた。
 - ・貯留水における残留塩素濃度の減少を抑制するには、水深を深くするとともに、水温を上昇させないことが重要である。
- ②神奈川県の研究（文献 1G-13）は、配水量 5000m³/日程度の配水区域で、加圧ポンプ吐出管および管路の途中での残留塩素濃度を 24 時間測定したものである。
- ・測定結果と、需要変動および受水槽流入を考慮した管網計算を行って流達時間を算出して求めた残留塩素濃度を比較することで、受水槽流入時に生じる流れ方向の変化によって配水管網内の残留塩素の濃度変化を説明できる。
 - ・無ライニング铸铁管は残留塩素の消費が大きく、周辺の管路にも大きな影響を与えており、無ライニング铸铁管の解消が不可欠である。

3) 管網での残留塩素の減量のシミュレーションに関する研究

- ①小泉らの研究（文献 1G-5）では、H 市の送配水管網を対象にして、配水池出口の残留塩素濃度を入力、管網末端の残留塩素濃度を出力とするニューラルネットワークを適用したモデル化を試みた。1 週間の学習の後に、3 日間の検証を行ったところ、実際の濃度と推定値が良く一致しており、十分な精度のモデルを得ることができた。
- ②小泉らの別の研究（文献 1G-15）では EPANET とニューラルネットワークモデルによる残留塩素濃度の推定を比較し、EPANET では管網内の全ての管路の流速係数や残留塩素減少係数の設定が必要なのに対して、ニューラルネットワークモデルでは管網全体をマクロにモデル化するため非常に簡潔であることが示されている。
- ③G. R. Munavalli らの研究（文献 1G-10）では、Datt らの研究（1994 年）と Reddy らの研究（1996 年）で得られているバンガロール市（インド）の送配水管網の情報（管路、流速、残留塩素濃度など）を用いてモデル化を行った。既知の数箇所の節点での計測値を用いて残留塩素の減少係数（水質に由来する係数、管に由来する係数）を設定し、次にこの減少係数により管網全体の節点での残留塩素濃度を算出し、既知の計測値との比較を行っている。

4) 水質劣化防止、管路の診断、更新計画等に関する研究

- ①舟橋らの研究（文献 1 G-21）では水道水に水酸化カルシウム溶液と炭酸ガスを注入することでランゲリア指数をゼロ付近に調整することができ、水道配管内面に薄く緻密な炭酸カルシウム含有の保護膜を形成し、管内面の腐食防止や赤水発生防止が可能なが示されている。
- ②神戸市の研究（文献 1 G-16）では、管路の機能に関する複数の評価診断項目（水理面、水質面、耐震面、老朽面）を指標化し、重み付けを変化させながら複数の更新計画を立案するステップ、更新後の管路機能（効果）と更新費用を分析するステップを含む、最も経済的・効果的な計画立案手法が検討されている。
- ③千葉県の研究（文献 1 G-19）では、鋼管管路の埋設状況や水理状況から内外面の腐食程度を予測するモデルと、その評価に基づく管路更新計画の立案について示されている。

3.4.3 まとめ

1) 文献調査の結果から、下記のように要約できる。

- ①管の種類（材質や口径など）が残留塩素の消費に影響を与える。

材質については残留塩素の消費が少ない順位は (a) エポキシライニング管、ポリエチレン管、ステンレス管、(b) モルタルライニング管、塩ビ管、(c) 無ライニング管といえる。経年管は新管よりも塩素消費が大きい。また口径については小口径ほど、特に 300mm 以下になると塩素消費が著しい。

②管内の流れ（流速や水温など）が残留塩素の消費に影響を与える。

無ライニング管では流速が大きいほど塩素消費が大きい。室内実験では攪拌した方が滞留している場合よりも塩素消費が大きい。水温が高くなると、特に 20℃を超えると塩素消費が顕著になる。

③浄水の水質が残留塩素の消費に影響を与える。

高度浄水処理水は中間塩素処理水に比べて塩素消費が少ない。これは水中の有機物が減少したためである。有機物指標項目である溶存有機炭素量、過マンガン酸カリウム消費量と、残留塩素の減少速度係数の間には良好な相関が認められる。

④ランゲリア指数の調整により管内面に保護膜を形成できる。

水質劣化の防止効果があることから、塩素消費の抑制にも効果を発現する可能性が考えられる。

⑤管網での残留塩素の減量のシミュレーション手法。

それぞれの手法で制約や制限、入力すべきデータの多寡、安定性や精度などに特色があるように思われ、より簡素で精度の高い実用的なシミュレーション手法の開発が望まれる。

2) 文献の中から k 値の測定例を幾つか紹介する。

①R.M. Clark ら（文献 1G-2）

無ライニング铸铁管 φ152.4、長さ 27m の環状管路で k 値を測定した。

流速 (cm/s)	k 値 (1/hr)			備考
0.69	0.0512	0.0599	0.0663	15.6℃
2.08	0.2422	0.0993	0.0671	
5.20	0.2180	0.1546	0.1587	
10.4	0.2110	0.1240	0.1685	
20.8	0.2300	0.2009	0.1777	
31.2	0.1629	0.1477	0.1495	
41.6	0.7321	0.3862	0.2878	

②Yeo-Cheon Yoo ら（文献 1 G-11）

亜鉛メッキ鋼管の新管と経年管（10 年）で温度、流速を変えて k 値を測定したもの。

温度 (°C)	初期残塩濃度 (mg/L)	k 値 (l/min)	
		経年管	新管
6	0.4	0.0545	0.0198
	0.8	0.0587	0.0116
18	0.4	0.0533	0.0256
	0.8	0.0491	0.0234
24	0.4	0.0981	0.0339
	0.8	0.0597	0.0270

③松村智文ら（文献 1 G-12）

4 種 6 系統の 40m 管路で滞水させ塩素濃度を測定したもの。

管種	口径 (mm)	水温 (°C)	k 値 (l/hr)
モルタルライニング管	75	7.5	5.4245×10^{-3}
ステンレス管	20	7.5	7.2×10^{-3}
ステンレス管	60	7.5	7.2×10^{-3}
HI 塩ビ管	20	7.5	6.9×10^{-3}
HI 塩ビ管	75	7.5	6.9×10^{-3}
ポリエチレン管	20	7.5	7.4×10^{-3}

④水道技術研究センター（文献 1G-20）

包括的な残留塩素濃度減少係数の実測事例。

事業体	管路・管種等	k 値 (l/hr)
札幌市水道局 (夏季の測定結果)	幹線	1.86×10^{-2}
	準幹線	2.0×10^{-2}
広島市水道局 (口径 300mm の測定結果)	モルタルライニング管	0.058~0.062
	エポキシ粉体塗装管	0.01

3.5 老朽管路と水質劣化の実態調査

以上のアンケート調査及び文献調査の結果より、管路における水質劣化には、①水源水質（処理方法）、②管材質、③管老朽度、④水理特性などの要因が複雑に関与していることが明らかとなった。

そこで、本研究では、管路における水質劣化のメカニズムを解明するために図 3.5.1 に示す調査を実施することとした。

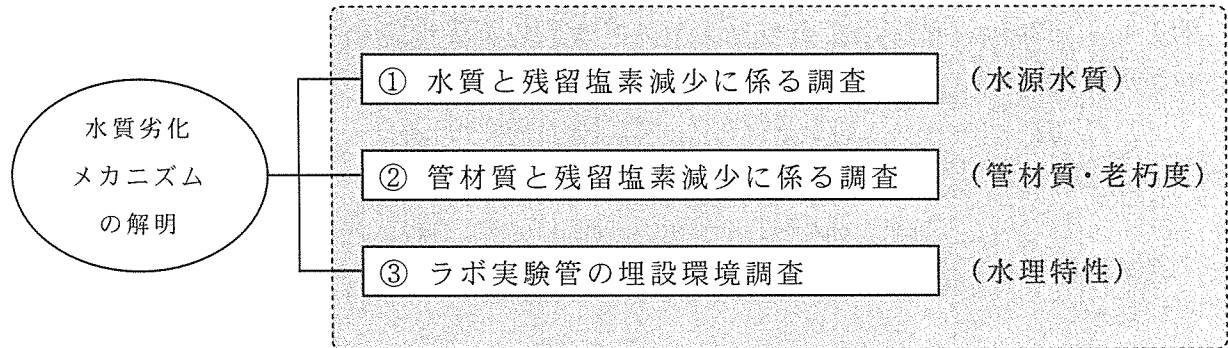


図 3.5.1 水質劣化メカニズム解明のための調査内容

3.5.1 調査概要

本研究では、管路における水質劣化のメカニズムを解明するために、水道事業体の実管路等を活用し、管内面や水理・水質条件の異なる条件下での残留塩素濃度等の経時変化や水道水中の懸濁物質に関する調査を行い、管路における水質劣化の原因を特定する。

本年度は以下に示す4項目について調査を行い、老朽管路と水質劣化の実態の把握に努めた。

1) 水質と残留塩素減少に係る調査（ラボ実験）

水源水質、浄水処理の違いによる残留塩素濃度や各種水質の経時変化を把握することを目的とし、事業体にて調査を行った。

2) 管材質と残留塩素減少に係る調査（ラボ実験）

管材質の違いによる残留塩素濃度や各種水質の経時変化を把握することを目的とし、事業体より提供された経年管や新管について調査を行った。

3) ラボ実験管の埋設環境調査（フィールド調査）

埋設されている実管路から採取する管が水理・水質的にどのような状況下に置かれていたのか、あるいは実管路における水質の変化がどの程度であるのかを把握することを目的とし、実管路での埋設環境調査を行った。本年度は横須賀市上下水道局の管路にて実施した。

4) ランゲリア指数改善による水質劣化防止に係る調査（ラボ実験）

老朽管における水質劣化防止対策として、ランゲリア指数の改善効果の把握を目的とし、本年は経年管についてランゲリア指数の影響について調査した。

3.5.2 調査結果

1) 水質と残留塩素減少に係る調査（ラボ実験）

(1) 実験目的

水源水質の違いによる残留塩素濃度や各種水質の経時変化を把握する。

(2) 実験項目

① 残留塩素濃度経時変化

② 各種水質分析

- ・濁度 ・pH 値 ・総アルカリ度 ・硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素
- ・TOC ・総硬度 ・蒸発残留物 ・電気伝導率 ・鉄 ・マンガン
- ・溶存酸素

(3) 実験方法

① 供試水

供試水には、表 3.5.1 に示す各浄水場の「浄水」の中から原水区分および処理区分の異なるものを選択し、表 3.5.2 の示す供試水を採用した。

表 3.5.1 供試水浄水場

事業体名	浄水場・配水池名	原水区分	処理区分	備考
1)大阪市水道局	柴島浄水場	河川水	オゾン+活性炭	高度処理
	庭窪浄水場	河川水	オゾン+活性炭	高度処理
	豊野浄水場	河川水	オゾン+活性炭	高度処理
2)川崎市水道局	長沢浄水場	ダム湖	活性炭+急速ろ過	
	潮見台浄水場	ダム湖+河川水	活性炭+急速ろ過	
	生田浄水場	地下水	急速ろ過	
3)神戸市水道局	千苅浄水場	ダム湖	急速ろ過	
	奥平野浄水場	ダム湖+地下水	急速ろ過	
	上ヶ原浄水場	ダム湖	急速ろ過	
	本山浄水場	河川水	急速ろ過	
	六甲山上浄水場	河川水	急速ろ過	
	阪神企業団受水	河川水	オゾン+活性炭	高度処理
4)名古屋市 上下水道局	春日井浄水場	河川水	急速ろ過	
	鍋屋上野浄水場	河川水	急速ろ過+緩速ろ過	
	大治浄水場	河川水	急速ろ過	
5)大牟田市企業局	延命配水池	河川水	急速ろ過	
	四ツ山配水池	地下水	塩素のみ	
	甘木配水池	河川水	活性炭+急速ろ過	
6)横浜市水道局	小雀浄水場	河川水	急速ろ過	
7)横須賀市 上下水道局	逸見浄水場	河川水	緩速ろ過	
	有馬浄水場	河川水	活性炭+急速ろ過	
8)新潟市水道局	信濃川浄水場	河川水	活性炭+急速ろ過	青山と同一水源
	青山浄水場	河川水	急速ろ過	信濃川と同一水源
	阿賀野川浄水場	河川水	急速ろ過	

表 3. 5. 2 採用供試水

事業体名	浄水場・配水池名	原水区分	処理区分
①大阪市水道局	柴島浄水場	河川水	活性炭+オゾン
②神戸市水道局	千苺浄水場	ダム湖	急速ろ過
③横須賀市上下水道局	逸見浄水場	河川水	緩速ろ過
④川崎市水道局	生田浄水場	地下水	急速ろ過
⑤大牟田市企業局	四ツ山配水池	地下水	塩素のみ
⑥新潟市水道局	信濃川浄水場	河川水	活性炭+急速ろ過
⑦新潟市水道局	青山浄水場	河川水	急速ろ過
⑧新潟市水道局	阿賀野川浄水場	河川水	急速ろ過

②水質分析

a) 残留塩素濃度経時変化

- ・ 供試水を共栓ガラス瓶（200mL 程度）12 個に分割（分析回数分）して入れ、 $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ の状態で静置し、静置開始から 6 時間後までは 1 時間おきに、その後は 24 時間、48 時間、72 時間、120 時間および 168 時間経過時に、残留塩素濃度を測定した。
- ・ 残留塩素濃度測定時には DPD 試薬を用いる。また、デジタル測定器を用いて、小数点第 2 位までの値を読む。
- ・ 分析間隔、分析に必要な液量は表 3. 5. 3 の通り。

b) 各種水質分析

- ・ 供試水をポリ瓶（2L 程度）3 個に分割（分析回数分）して入れ、 $10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ の状態で静置し、静置開始時、72 時間および 168 時間経過時に、各種水質の分析（上水試験方法に準じる）を行う。なお、分析間隔、分析に必要な液量は表 3. 5. 3 の通り。

表 3. 5. 3 分析間隔および必要液量

調査項目	必要 液量 (ml)	分析間隔 (時間)												液量 小計 (ml)	
		0	1	2	3	4	5	6	24	48	72	120	168		
1) 残留塩素濃度	100	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1,200
2) 各種水質分析															
①濁度	100	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	300
②pH 値	100	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	300
③総アルカリ度	200	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	600
④硝酸態窒素及び亜硝酸 態窒素	50	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	150
⑤有機物 (全有機炭素 (TOC) の量)	100	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	300
⑥カルシウム・マグネシウム等 (硬度)	200	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	600
⑦蒸発残留物	200	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	600
⑧電気伝導率	100	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	300
⑨鉄及びその化合物	50	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	150
⑩マンガン及びその化合物															
⑪溶存酸素	200	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	○	600
合計液量 (ml)															5,100

(4) 実験結果

①水質分析結果

採水時、72時間及び168時間後の水質分析の結果を表3.5.4～3.5.6に示す。

表 3.5.4 水質分析結果 (採水時)

浄水場名	原水 区分	処理区分	濁度 (度)	pH値	総トリ クロム 濃度 (mg/L)	硝酸・亜 硝酸 濃度 (mg/L)	TOC (mg-L)	カルシ ウム 濃度 (mg/L)	蒸発 残留物 (mg-L)	電気 伝導率 (μ S/cm)	鉄 (mg/L)	マン ガン (mg/L)	溶存 酸素 (mg-L)
①大阪市/柴島浄水場	河川水	活性炭+砂ろ過	<0.1	7.50	—	—	0.8	—	—	193	—	—	—
②神戸市/千菊浄水場	ダム湖	急速ろ過	<0.1	7.37	31.0	0.37	1.2	37.2	81	121	0.00	0.001	11.6
③横浜須賀市/逸見浄水場	河川水	緩速ろ過	<0.1	7.30	34.0	0.53	0.3	35.0	56	78	<0.01	<0.005	11.0
④川崎市/生田浄水場	地下水	急速ろ過	0	6.66	51.0	6.60	0.7	92.0	190	352	0.01	0.000	3.7
⑤大牟田市/四ツ山配水池	地下水	塩素のみ	0.05	7.35	68.0	1.40	0.3	216.0	423	581	<0.01	<0.005	8.2
⑥新潟市/信濃川浄水場	河川水	活性炭+急速ろ過	<0.1	7.50	23.0	0.90	0.3	34.0	100	161	<0.01	<0.001	10.9
⑦新潟市/青山浄水場	河川水	急速ろ過	<0.1	7.40	22.0	1.00	0.7	34.0	98	157	<0.01	<0.001	10.6
⑧新潟市/阿賀野川浄水場	河川水	急速ろ過	<0.1	7.50	14.5	0.50	0.5	19.0	60	92	<0.01	<0.001	11.2

表 3.5.5 水質分析結果 (72 時間後)

浄水場名	原水区分	処理区分	濁度 (度)	pH 値	総トリカドミウム 濃度 (mg/L)	硝酸・亜硝酸態窒素 (mg/L)	TOC (mg・L)	加圧マシナリ Δ	蒸発 残留物 (mg・L)	電気 伝導率 (μS/cm)	鉄 (mg/L)	マンガン (mg/L)	溶存 酸素 (mg・L)
①大阪市/柴島浄水場	河川水	活性炭+マシナリ	<0.1	7.50	—	—	0.8	—	—	193	—	—	—
②神戸市/千苅浄水場	ダム湖	急速ろ過	<0.1	7.40	15.0	0.50	0.4	19.0	51	92	<0.01	<0.001	11.2
③横須賀市/逸見浄水場	河川水	緩速ろ過	0.07	7.35	69.0	1.40	0.2	215.0	444	572	<0.01	<0.005	9.3
④川崎市/生田浄水場	地下水	急速ろ過	<0.1	7.50	23.5	0.90	0.2	34.0	96	161	<0.01	<0.001	10.7
⑤大牟田市/四ツ山配水池	地下水	塩素のみ	<0.1	7.40	22.5	1.00	0.7	34.0	96	157	<0.01	<0.001	10.6
⑥新潟市/信濃川浄水場	河川水	活性炭+急速ろ過	<0.1	7.36	31.0	0.37	1.1	36.8	81.2	121	0.00	0.001	11.0
⑦新潟市/青山浄水場	河川水	急速ろ過	<0.1	7.40	34.0	0.52 <0.005	0.33	35.5	54	79	<0.01	<0.005	10.4
⑧新潟市/阿賀野川浄水場	河川水	急速ろ過	0	6.80	51.0	6.60	0.7	92.0	190	352	0.01	0.000	3.4

表 3.5.6 水質分析結果 (168 時間後)

浄水場名	原水区分	処理区分	濁度 (度)	pH 値	総トリカドミウム 濃度 (mg/L)	硝酸・亜硝酸態窒素 (mg/L)	TOC (mg・L)	加圧マシナリ Δ	蒸発 残留物 (mg・L)	電気 伝導率 (μS/cm)	鉄 (mg/L)	マンガン (mg/L)	溶存 酸素 (mg・L)
①大阪市/柴島浄水場	河川水	活性炭+マシナリ	<0.1	7.30	—	—	0.8	—	—	197	—	—	—
②神戸市/千苅浄水場	ダム湖	急速ろ過	<0.1	7.40	13.5	0.50	0.4	19.0	60	92	<0.01	<0.001	10.9
③横須賀市/逸見浄水場	河川水	緩速ろ過	0.05	7.46	69.0	1.40	0.2	214	404	582	<0.01	<0.005	9.3
④川崎市/生田浄水場	地下水	急速ろ過	<0.1	7.40	21.5	0.90	0.2	34.0	96	161	<0.01	<0.001	10.5
⑤大牟田市/四ツ山配水池	地下水	塩素のみ	<0.1	7.30	20.5	1.00	0.6	34.0	95	157	<0.01	<0.001	10.2
⑥新潟市/信濃川浄水場	河川水	活性炭+急速ろ過	<0.1	7.34	30.8	0.38	1.1	36.8	82	121	0.00	0.001	10.8
⑦新潟市/青山浄水場	河川水	急速ろ過	<0.1	7.30	34.0	0.51 <0.005	0.32	35.0	57	79	<0.01	<0.005	10.7
⑧新潟市/阿賀野川浄水場	河川水	急速ろ過	0	6.83	51.0	6.70	0.7	92.0	190	353	0.01	0.000	3.4