

水道の基盤強化に資する管路の構築及び情報活用に関する研究
(*New Pipes* プロジェクト)

報告書

令和5年3月

公益財団法人 水道技術研究センター

水道の基盤強化に資する管路構築及び情報活用に関する研究
(*New Pipes* プロジェクト)
報告書の発刊にあたって

本報告書のテーマである「水道の基盤強化に資する管路構築及び情報活用に関する研究 (*New Pipes* プロジェクト)」は、公益財団法人水道技術研究センターと共同研究参加企業 15 社からの共同研究費により実施してきたものであり、学識者、水道事業者の協力も得て、いわゆる産官学連携による研究体制のもと、令和 2 年度から令和 5 年度までの 3 か年計画で進めてきました。なお、*New Pipes* という愛称には、「水道管路インフラの促進、向上及び強化における新時代」(New Era in Water Pipeline Infrastructure Promotion, Enhancement and Strength) を目指すという想いが込められています。

本研究では、「水道の基盤強化に資する管路の構築及び情報活用」という全体テーマのもと、二つの研究テーマを掲げて取り組みました。

一つ目は、「人口減少下の維持管理に適する管路網強化に関する研究」で、全国の水道事業者に対してアンケート調査を行い、事業者の職員が維持管理業務に対してどの程度負担に感じられているかを整理しました。この結果は、本報告書の他にも「管路の維持管理業務の現状と改善策 読本」としてまとめ、当センターの HP にて無料でダウンロードできるようにしています。また、管路網の再構築手法の 1 つとして、新たに「管網のスリム化」を提言しました。

二つ目は、「水道管路のリスク対応と付帯情報の効果的活用に関する研究」で、水道の安定供給のリスクとなる水道施設の老朽化や自然災害などに対して、水道事業者の現状把握を目的とした評価支援ツールを開発し、当センターの HP から無料でダウンロードできるようにしました。

これらの成果を取りまとめ、広く水道関係者の皆様に活用を図っていただくことを期待し、本報告書を発刊することとしました。

本研究は、学識者、水道事業者及び企業の専門家から構成される管路技術研究推進委員会（委員長：小泉明・東京都立大学大学院特任教授）及びそのもとに設置した研究テーマごとの「研究委員会」により行われました。

ご指導を賜りました小泉明委員長をはじめ委員の皆様には厚くお礼申し上げますとともに、貴重な情報や事例、実フィールド等にご協力いただきました厚生労働省、水道事業者、参加企業の関係各位に心よりお礼申し上げます。

令和 5 年 3 月
公益財団法人 水道技術研究センター理事長 安藤 茂

New Pipes プロジェクトの研究開発調査を終えて

New Pipes プロジェクトは、第1期の *Epoch* プロジェクト（平成14年度～16年度）、第2期の *New Epoch* プロジェクト（平成17年度～19年度）、第3期の *e-Pipe* プロジェクト（平成20年度～22年度）、第4期の *Pipe Stars* プロジェクト（平成23年度～25年度）、第5期 *Rainbows* プロジェクト（平成26年度～28年度）、第6期 *Pipe Σ* プロジェクト（平成29年度～令和元年度）に続く7期目の産官学共同研究プロジェクトであり、令和2年度から令和4年度の3年間にわたり研究を実施しました。研究を進めるにあたって、研究推進委員会のもとに、第1研究委員会と第2研究委員会を設置し、第1研究委員会では、「人口減少下の維持管理に適する管路網強化に関する研究」、第2研究委員会では「水道管路のリスク対応と付帯情報の効果的活用に関する研究」に取り組み、学識者委員、事業体委員、企業委員から構成されるメンバーにより推進してまいりました。

第1研究委員会では、維持管理に適する「適正な管路」の検討を行うとともに、適正な管路に向けた「再構築プロセス」について研究に取り組みました。「適正な管路」では、全国の1,281の水道事業体を対象にアンケート調査を行い、事業体の職員が管路の維持管理業務に対して感じている負担や課題を整理しました。また、「再構築プロセス」では、既往研究で検討されていない「管路延長の短縮」を考慮した「管路網のスリム化」を提言し、その実現性と効果を検証しました。

第2研究委員会では、「付帯情報の効果的活用に関する研究」、「水道管路のリスク対応に関する研究」に取り組みました。2つの研究テーマとも、職員数の減少や水道施設の老朽化という状況を踏まえ、維持管理および災害対応における事業体のウィークポイントの指南と課題解決への支援を目的に評価支援ツールの開発に取り組みました。

以上に述べたとおり、*New Pipes* プロジェクトでは、「人口減少下の維持管理に適する管路網強化」「水道管路のリスク対応と付帯情報の効果的活用」という2つのテーマについて研究を行うとともに、水道の基盤強化に資する管路の構築及び情報活用に関する研究を示しており、維持管理業務の負担を軽減するための施策や的確な災害対応の施策打ち出しに資するものと考えております。

また、本プロジェクト期間中において、新型コロナウイルス（COVID-19）が感染拡大し、政府が緊急事態宣言を発出したことによって、対面での議論ができない状況が続きました。こうした状況下においても、オンライン会議ツール等を活用し、研究を遂行できたことは本プロジェクトの成果の1つと言えるでしょう。

最後に、本プロジェクトにご協力いただいた委員の皆様には深謝申し上げますとともに、厚生労働省をはじめ、フィールド等をご提供いただいた水道事業体の関係者各位に心より御礼を申し上げます。

令和5年3月
東京都立大学大学院都市環境学研究科
特任教授 小泉 明

目 次

1. はじめに	
1.1 背景	1-1
1.2 研究の概要	1-1
1.3 研究期間	1-1
1.4 研究費	1-1
1.5 研究体制	1-2
1.5.1 プロジェクト組織	1-2
1.5.2 委員会構成	1-3
1.5.3 ワーキンググループの構成	1-7
1.6 活動経過	1-9
2. 人口減少下の維持管理に適する管路網強化に関する研究	
2.1 研究概要	2-1
2.2 研究内容	2-1
2.3 期待される効果	2-1
2.3.1 適正な管路構築	2-1
2.3.2 再構築プロセス	2-1
2.4 適正な管路構築	2-2
2.4.1 全国の水道事業体へのアンケート調査について	2-2
2.4.2 アンケートの回答状況	2-4
2.4.3 維持管理業務の負担に関する集計結果（給水人口規模別）	2-5
2.4.4 維持管理業務の負担に関する集計結果（クロス集計）	2-87
2.4.5 維持管理業務の負担に関するコメントの分析	2-90
2.5 再構築プロセス	2-108
2.5.1 管網のスリム化について	2-108
2.5.2 シミュレーションによるスリム化の検証	2-113
2.5.2.1 簡易モデルによるシミュレーション	2-113
2.5.2.2 実管路簡略化モデルによるシミュレーション	2-138
2.5.3 水圧の現地計測（スリム化が水圧に与える影響の確認）	2-168
2.5.3.1 調査概要	2-168
2.5.3.2 調査結果	2-174
2.5.4 消防水利に関する調査	2-191
2.6 総括	2-203
2.6.1 適正な管路構築	2-203
2.6.2 再構築プロセス	2-203

3. 水道管路のリスク対応と付帯情報の効果的活用に関する研究	
3.1 研究概要	3-1
3.2 研究内容	3-2
3.3 期待される効果	3-7
3.4 付帯情報の効果的活用に関する研究	3-8
3.4.1 過去のアンケート、文献調査の分析	3-8
3.4.2 過去の成果調査、活用方法整理	3-9
3.4.3 課題・解決手法	3-9
3.4.4 事業者アンケート調査	3-9
3.4.5 事業者へのヒアリング調査	3-16
3.4.6 事業者情報の収集・分析	3-30
3.4.7 水道管路維持管理に関する事例集の作成	3-37
3.4.8 水道管路維持管理における現状把握方法の検討(ツールの開発)	3-45
3.5 水道施設のリスク対応に関する研究	3-61
3.5.1 過去のヒアリング調査、文献調査の分析	3-61
3.5.2 災害リスク対応に関する評価方針	3-71
3.5.3 レジリエンシーの定義	3-75
3.5.4 レジリエンシーの評価に関する検討	3-79
3.5.5 事業者へのアンケート調査	3-82
3.5.6 事業者へのヒアリング調査	3-95
3.5.7 災害対応に関する事例集の作成	3-100
3.5.8 災害対応における現状把握方法の検討(ツールの開発・基礎検討)	3-101
3.5.9 災害対応における現状把握方法の検討(ツールの開発・具体的検討)	3-103
4. 参考資料 (DVD に収録)	
4.1 人口減少下の維持管理に適する管路網強化に関する研究	4-1
4.1.1 文献調査結果	4-1
4.1.2 アンケート調査結果 (単純集計)	4-92
4.1.3 アンケート調査結果 (給水人口規模別クロス集計結果)	4-116
4.1.4 管網のスリム化 シミュレーション結果 (令和3年度実施分)	4-120
4.1.5 事業者ヒアリング調査	4-173
4.1.5.1 調査の概要	4-173
4.1.5.2 調査結果	4-173
4.2 水道管路のリスク対応と付帯情報の効果的活用に関する研究	4-179
4.2.1 付帯情報の効果的活用に関する研究	4-179
4.2.2 水道管路のリスク対応に関する研究	4-420

1. はじめに

1. はじめに

1.1 背景

わが国では、人口減少による水需要の減少と、これに伴う給水収益の悪化、高度経済成長期に整備された多くの管路や施設の老朽化及び水道事業に携わる職員数の減少といった問題を抱え水道施設の効率的な維持管理が求められている。

また、管路の再構築においては、将来の水需要減少を考慮し、水質や均等な水圧の確保など最適な管路網の構築が重要であり、効果的かつ効率的な管路の構築手法の確立が必要とされている。

一方で、近年では頻発する自然災害への対応が必須な状況にあり、このような状況下でも持続的に安定して水道事業を継続するため、水道の基盤強化への施策が求められている。

1.2 研究の概要

本研究では、人口減少に伴う水需要の減少、少ない職員での維持管理の困難さ、並びに近年頻発する自然災害への対応が求められる状況下においても、持続的な水道サービスの維持向上及び必要なサービスを行うための水道基盤の強化を目指した、管路網内の管理手法や情報の活用方法を明らかにすることを目的とする。

1.3 研究期間

本研究の実施期間は令和2年度から令和4年度末までの3ヵ年とし、研究成果を広く公開するため、令和5年4月から令和6年3月の1年を成果普及活動期間とする。

1.4 研究費

研究の実施に必要な研究費は、本研究に参加する企業及び公益財団法人 水道技術研究センター（以下、センターという。）が負担する。

1.5 研究体制

本研究の円滑な推進のため委員会を設置した。その構成は以下のとおりである。

1.5.1 プロジェクト組織

本研究では、学識者（7名）、水道事業者（21事業者・21名）、企業（15社・19名）及びセンターの専門家で構成する研究推進委員会を設置し、そのもとに研究課題に応じて2つの研究委員会を設け、それぞれ事業者及び企業によるワーキンググループ（以下、「WG」という。）を設けた。なお、委員会等の運営に係る庶務はセンターが行った。

また、大学等の研究機関、水道事業者、企業から推薦を受けたものを委員とする。本組織図を図1.5.1.1に示す。

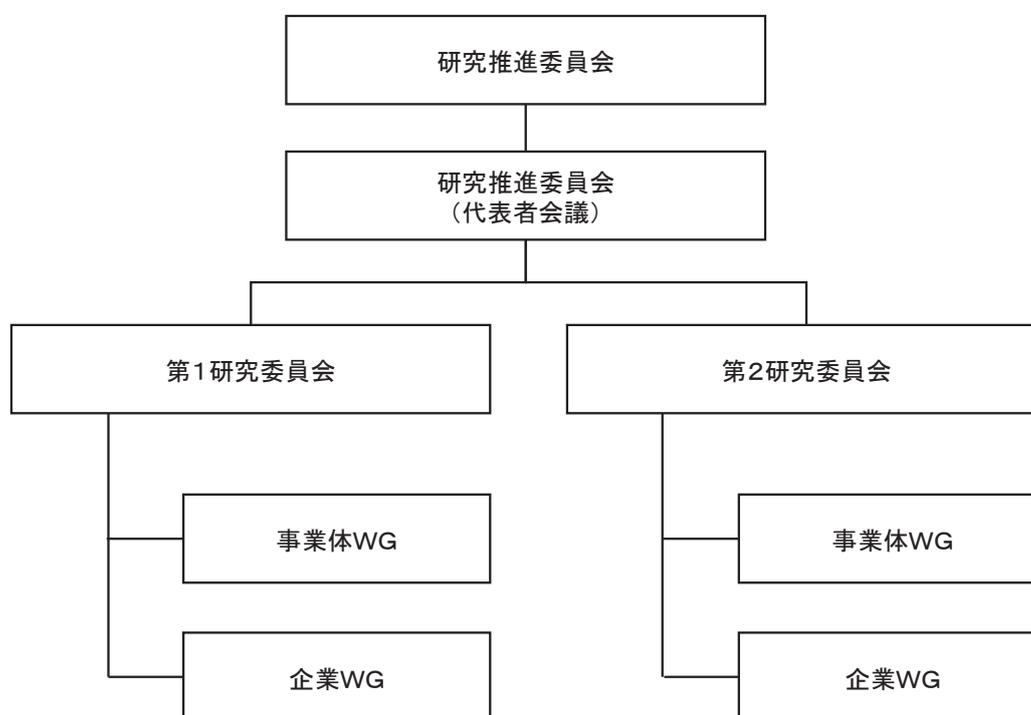


図 1.5.1.1 プロジェクト組織図

1.5.2 委員会構成

(1) 研究推進委員会

各研究課題に関する研究の基本方針、研究の進め方及び成果を表 1.5.2.1 に示す関係者にて総合的に検討・評価し、本研究の円滑な推進を図るために設置した。

表 1.5.2.1 委員会構成

委員区分	委員名	所属・部署名
委員長	小泉 明	東京都立大学 都市環境学部
学識者委員	荒井 康裕	東京都立大学 都市環境学部
	平山 修久	名古屋大学 減災連携研究センター
	長岡 裕	東京都市大学 建築都市デザイン学部 都市工学科
	畑山 満則	京都大学 防災研究所
研究協力者	増田 貴則	国立保健医療科学院
	細井 由彦	鳥取大学
事業体委員	第1～第2研究委員会：委員全員（21事業体・21名）	
企業委員	第1～第2研究委員会：委員全員（15社・19名）	
公益財団法人 水道技術研究センター	管路技術部	

(2) 第1研究委員会

「人口減少下の維持管理に適する管路網強化に関する研究」について、表 1.5.2.2 に示す委員にて基本方針、研究の進め方及び成果を総合的に検討した。

表 1.5.2.2 第1研究委員会構成

委員区分	委員名	所属・部署名
委員長	小泉 明	東京都立大学 都市環境学部
学識者委員	荒井 康裕	東京都立大学 都市環境学部
	平山 修久	名古屋大学 減災連携研究センター
事業体委員	松尾 圭将 (山口 達也) (敦賀 仁)	横浜市水道局 配水部 配水課 (横浜市水道局 配水部 配水課) (横浜市水道局 配水部 配水課)
	須藤 靖 (市井 大生)	大津市企業局技術部水道ガス整備課 計画調整グループ (大津市企業局 施設部 浄水管理センター浄水施設課 建設グループ)
	酒井 誠	京都市上下水道局 水道部 管理課
	荒木 雄太	神戸市水道局 配水課
	長瀬 宏行	さいたま市水道局 水道計画課 計画調整係
	高橋 弘行 (栗田 昌寛)	千葉県企業局 水道部 給水課 施設管理班 (千葉県企業局 水道部 給水課 給水装置班)
	岩渕 成吾	豊中市上下水道局 技術部 水道維持課
	小出 大輔	名古屋市上下水道局 管路部 配水課 管理係
	高坂 亮	八戸圏域水道企業団 配水課
	神垣 隆人 (守岡 徹)	広島市水道局 技術部 維持課 (広島市水道局 技術部 維持課)
	中尾 渡	福岡市水道局 配水部 整備推進課 整備推進係
	企業委員	楠瀬 幸司
高橋 伸司		コスモ工機株式会社 開発部 開発課
加藤 茂		株式会社ジオプラン・ナムテック システム開発部
浅見 悠司		東洋計器株式会社 総合企画部 IoT ビジネス推進室
唐澤 進太郎 令和4年12月まで在籍		東洋計器株式会社 水道事業部
阿部 雅俊		日本水工設計株式会社 東京支社水道部 設計二課
佐藤 智春		日之出水道機器株式会社 上水道マーケティンググループ

※所属は令和4年度末の所属

() 内は前任者の氏名及び当時の所属

(3) 第2研究委員会

「水道管路のリスク対応と付帯情報の効果的活用に関する研究」について、表 1.5.2.3 に示す委員にて基本方針、研究の進め方及び成果を総合的に検討した。

表 1.5.2.3 第2研究委員会構成(1/2)

委員区分	委員名	所属・部署名
委員長	長岡 裕	東京都市大学 建築都市デザイン学部 都市工学科
学識者委員	畑山 満則	京都大学 防災研究所
	増田 孝則	国立保健医療科学院
事業体委員	三栖 幸彦	川崎市上下水道局 水道計画課
	児玉 和大	大阪広域水道企業団 事業管理部 技術管理課 技術管理グループ
	丸尾 健治 (壺井 多川士)	香川県広域水道企業団 本部工務課 (香川県広域水道企業団 本部工務課)
	小西 宏和 (村田 功一)	倉敷市水道局 水道総務課 企画検査室 (倉敷市水道局 水道総務課 企画検査室)
	武内 慎輔	高知市上下水道局 水道整備課
	笹山 太	佐世保市水道局 事業部 水道施設課
	諏訪 英司	札幌市水道局 給水部 給水課 給水管理係
	尾形 晋治	仙台市水道局 給水部 配水管理課 水運用係
	福岡 千尋	東京都水道局 総務部 施設計画課
	和田 賢太郎	横須賀市上下水道局 技術部 計画課 水道計画係
企業委員	菖蒲 光徳	株式会社栗本鉄工所 パイプシステム事業部 パイプソリューション統括部 PPP 営業部 西部営業グループ
	堀江 良次	株式会社クボタ パイプシステム事業部
	川原 聡	株式会社クボタ パイプシステム営業推進部 管路ソリューショングループ
	山口 喜堂	JFE エンジニアリング株式会社 環境本部 アクア事業部 パイプライン技術部
	澤井 崇	ジオ・サーチ株式会社 企画営業本部 減災事業開発グループ
	中村 健介	東芝インフラシステムズ株式会社 水・環境プロセス技術部
	黒川 太 令和4年3月まで在籍	東芝インフラシステムズ株式会社 インフラシステム技術開発センター システム制御・ネットワーク開発部
	辻 諭	日本水工設計株式会社 プランニング室
高橋 義晴	日本鋳鉄管株式会社	

※所属は令和4年度末現在の所属

() 内は前任者の氏名及び当時の所属

表 1.5.2.3 第2研究委員会構成(2/2)

委員区分	委員名	所属・部署名
企業委員	北澤 敬介 (北川 巧) (田畑 潤也)	株式会社日立製作所水事業部 ソリューション事業推進部 (株式会社日立製作所水事業部 ソリューション事業推進部) (株式会社日立製作所水事業部 ソリューション事業推進部)
	有吉 寛記	フジテコム株式会社 経営企画グループ
	南 泳旭	フジテコム株式会社 技術開発グループ
	川崎 幸一	株式会社清水合金製作所 技術本部
	竹山 倫弘	大成機工株式会社 技術部

※所属は令和4年度末現在の所属

() 内は前任者の氏名及び当時の所属

1.5.3 ワーキンググループの構成

本研究を円滑に推進するにあたり、具体的な作業計画の立案や実務的な作業は、技術及び労力を要することから、各研究委員会の下に事業体委員で構成する事業体ワーキンググループ（以下「事業体WG」という。）と企業委員で構成するワーキンググループ（以下「企業WG」という。）を設置した。各WGの構成委員を表1.5.3.1から表1.5.3.4に示す。

(1) 第1研究委員会WG

表 1.5.3.1 第1研究委員会 事業体WG構成

委員区分	委員名	所属・部署名
事業体リーダー	松尾 圭将	横浜市水道局 配水部 配水課
事業体委員	須藤 靖	大津市企業局技術部水道ガス整備課 計画調整グループ
	酒井 誠	京都市上下水道局 水道部 管理課
	荒木 雄太	神戸市水道局 配水課
	長瀬 宏行	さいたま市水道局 水道計画課 計画調整係
	高橋 弘行	千葉県企業局 水道部 給水課 施設管理班
	岩渕 成吾	豊中市上下水道局 技術部 水道維持課
	小出 大輔	名古屋市上下水道局 管路部 配水課 管理係
	高坂 亮	八戸圏域水道企業団 配水課
	神垣 隆人	広島市水道局 技術部維持課
	中尾 渡	福岡市水道局 配水部 整備推進課 整備推進係

※所属は令和4年度末現在の所属

表 1.5.3.2 第1研究委員会 企業WG構成

委員区分	委員名	所属・部署名
幹事長	楠瀬 幸司	株式会社クボタ パイプシステム営業推進部
企業委員	高橋 伸司	コスモ工機株式会社 開発部 開発課
	加藤 茂	株式会社ジオプラン・ナムテック
	浅見 悠司	東洋計器株式会社 総合企画部 IoTビジネス推進室
	阿部 雅俊	日本水工設計株式会社 東京支社水道部 設計二課
	佐藤 智春	日之出水道機器株式会社 上水道マーケティンググループ

※所属は令和4年度末現在の所属

(2) 第2研究委員会WG

第2研究委員会では、企業WGの下に情報活用サブWGと災害対応サブWGを設置した。

表 1.5.3.3 第2研究委員会 事業体WG構成

委員区分	委員名	所属・部署名
事業体リーダー	三栖 幸彦	川崎市上下水道局 水道計画課
事業体委員	児玉 和大	大阪広域水道企業団 事業管理部 技術管理課 技術管理グループ
	丸尾 健治	香川県広域水道企業団 本部工務課
	小西 宏和	倉敷市水道局 水道総務課 企画検査室
	武内 慎輔	高知市上下水道局 水道整備課 水道計画係
	笹山 太	佐世保市水道局 事業部 水道施設課
	諏訪 英司	札幌市水道局 給水部 給水課 管理係
	尾形 晋治	仙台市水道局 給水部 南管路整備課 工事第一係
	福岡 千尋	東京都水道局 総務部 施設計画課
	和田 賢太郎	横須賀市上下水道局 技術部 給排水課

※所属は令和4年度末現在の所属

表 1.5.3.4 第2研究委員会 企業WG構成

委員区分	委員名	所属・部署名	
幹事長	菖蒲 光徳	株式会社栗本鐵工所	
情報活用 サブWG	サブWG長	辻 諭	日本水工設計株式会社 本社企画部 DX推進室
	企業委員	川原 聡	株式会社クボタ
		山口 喜堂	JFE エンジニアリング株式会社 環境本部 アクア事業部 パイプライン技術部
		澤井 崇	ジオ・サーチ株式会社 企画営業本部 減災事業 開発グループ
		中村 健介	東芝インフラシステムズ株式会社 水・環境プ ロセス技術部
		高橋 義晴	日本鑄鉄管株式会社
		北澤 敬介	株式会社日立製作所水事業部 ソリューション 事業推進部
	有吉 寛記	フジテコム株式会社 経営企画グループ	
災害対応 サブWG	サブWG長	川崎 幸一	株式会社清水合金製作所 技術本部
	企業委員	竹山 倫弘	大成機工株式会社 技術部

※所属は令和4年度末現在の所属

1.5.4 水道技術研究センター委員の構成

表 1.5.4.1 に水道技術研究センター委員の構成を示す。

表 1.5.4.1 水道技術研究センター委員 構成

研究推進 委員会	第1 研究委員会	第2 研究委員会	氏名	所属・部署名
○	○	○	小原 信次 (中川 慶太)	管路技術部長 (管路技術部長)
○	○		中村 学 (兼子 浩)	管路技術部 研究員 (管路技術部 主任研究員)
○	○		津崎 将人	管路技術部 主任研究員
○		○	後藤 大 (田中 佑典)	管路技術部 主任研究員 (管路技術部 主任研究員)
○		○	水野 陽介	管路技術部 研究員

※氏名及び所属・部署名は令和4年度末現在。()内は、令和3年度末までの構成員の氏名及び所属・部署名を示す。

※○は所属する研究委員会を示す。

1.6 活動経過

本研究においては、研究推進委員会、第1研究委員会、第2研究委員会を表1.6.1及び表1.6.2に示すとおりに開催した。

(1) 研究推進委員会（全体会議及び代表者会議）

表 1.6.1 本研究の活動経過

回数	開催日	議事内容
代表者会議 第1回	令和3年3月1日（月） （水道技術研究センター）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第1研究委員会 研究テーマ、研究計画の審議 ・ 第2研究委員会 研究テーマ、研究計画の審議
全体会議 第1回	令和3年3月22日（月） （飯田橋レインボービル）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第1研究委員会 研究計画及び進捗報告 ・ 第2研究委員会 研究計画及び進捗報告
代表者会議 第2回	令和3年10月25日（月） （水道技術研究センター）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第1研究委員会 研究計画及び進捗報告 ・ 第2研究委員会 研究計画及び進捗報告
代表者会議 第3回	令和4年3月15日（火） （水道技術研究センター）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第1研究委員会 研究計画及び進捗報告 ・ 第2研究委員会 研究計画及び進捗報告
全体会議 第2回	令和4年3月30日（水） （飯田橋レインボービル）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第1研究委員会 研究計画及び進捗報告 ・ 第2研究委員会 研究計画及び進捗報告
代表者会議 第4回	令和4年9月5日（月） （水道技術研究センター）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第1研究委員会 研究計画及び進捗報告 ・ 第2研究委員会 研究計画及び進捗報告 ・ New Pipes プロジェクトシンボルマーク
代表者会議 第5回	令和5年2月27日（月） （水道技術研究センター）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第1研究委員会 研究計画及び進捗報告 ・ 第2研究委員会 研究計画及び進捗報告
全体会議 第3回	令和5年3月29日（水） （家の光会館）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 第1研究委員会 研究成果報告 ・ 第2研究委員会 研究成果報告

(2) 第1研究委員会

表 1.6.2 第1研究委員会の活動経過

回数	開催日	議事内容
第1回	令和3年2月18日(木) (水道技術研究センター)	<ul style="list-style-type: none">・企業WGでの検討事項、進捗の状況・事業体WGでの検討事項・研究フローについて・水道事業体へのアンケート(案)について
第2回	令和3年8月17日(火) (水道技術研究センター)	<ul style="list-style-type: none">・事業体へ維持管理に関するアンケートの分析・管路のスリム化に関する検討及び現地計測
第3回	令和4年2月15日(火) (水道技術研究センター)	<ul style="list-style-type: none">・令和3年度の報告書目次(案)・令和3年度報告書(案)・読本(案)について
第4回	令和4年7月26日(火) (飯田橋レインボービル)	<ul style="list-style-type: none">・事業体アンケート クロス分析結果・管路のスリム化に関する研究・管路のスリム化に関する研究(水圧現地計測)・福岡市、長崎市へのヒアリング調査報告
第5回	令和5年2月9日(木) (日中友好会館)	<ul style="list-style-type: none">・事業体アンケート コメントの分析結果・管路の維持管理の課題について・管路のスリム化に関する研究・研究成果の取りまとめについて

(3) 第2研究委員会

表 1.6.3 第2研究委員会の活動経過

回数	開催日	議事内容
第1回	令和3年2月10日(水) (飯田橋レインボービル)	<ul style="list-style-type: none">・企業WGでの検討事項及び経過確認・各サブWGにおける研究フローについて
第2回	令和3年8月4日(水) (水道技術研究センター)	<ul style="list-style-type: none">・研究進捗報告
第3回	令和4年2月9日(水) (水道技術研究センター)	<ul style="list-style-type: none">・研究進捗報告
第4回	令和4年7月20日(水) (飯田橋レインボービル)	<ul style="list-style-type: none">・研究進捗報告
第5回	令和5年2月8日(水) (日中友好会館)	<ul style="list-style-type: none">・情報活用サブWG及び災害対応サブWGの進捗報告及び評価ツールのデモなど

2. 人口減少下の維持管理に適する 管路網強化に関する研究

2. 人口減少下の維持管理に適する管路網強化に関する研究

2.1 研究概要

水道水は日々の生活用水としての活用もさることながら、日本全国において猛威を振るった COVID-19 ウィルスの感染予防として、手洗い、うがいを行うために安心、安全に使用できるものとしても認識されている。公衆衛生の向上と生活環境の改善には、将来にわたる安定した水供給が必要不可欠である。しかしながら、現在、日本では人口減少が深刻化しており、管路の更新を含めた維持管理に係る技術者の減少等の要因により、安定した水供給を持続できるかが問題となっている。

そこで、本研究では、人口減少に伴う水運用や維持管理方法の変化について調査し、管路の老朽化対策において、将来の社会情勢に対応できるような管網を構築するための手法について検証・研究に取り組むこととした。

2.2 研究内容

- (1) 文献調査、事業者アンケート等による課題抽出により、研究の方向性を決定する。
- (2) 過去プロジェクトと本研究との関係性を整理する。
- (3) 現状の管網の分類について整理し、人口減少下における維持管理に適した管路について分析する。
- (4) 文献調査、事業者アンケート調査、事業者ヒアリングを基に、管網を維持するための最新技術及び水運用について整理する。
- (5) 維持管理の負担軽減を目指した管網のスリム化^{*}を検討し、具体的な再構築プロセスおよび実現性について考察する。スリム化に対して障害となりうる消防水利等の事象に対し、ケーススタディまたはシミュレーションにより検証を行う。得られた結果を基に、管路更新における口径決定手法について整理する。

2.3 期待される効果

2.3.1 適正な管路構築

本研究では、文献調査、事業者アンケート等を行い、維持管理業務の現状を把握し、人口減少に伴う需要量の減少や事業者職員の減少に伴う管路の維持管理負担軽減を考慮した管網の再構築方法を検討することを目的とする。維持管理を行う上での課題や先進事例・技術を分析、共有することで維持管理業務の負担軽減につなげ、また、これからの管路更新に向けた管網の在り方についての視点の多様化に寄与することが期待できる。

2.3.2 再構築プロセス

本研究では、管路の更新する際に、過去プロジェクトから課題となっている消防水利のあり方や水運用及び維持管理の負担軽減につながる管網の構築を検討することを目的とする。これより、技術者の減少により負担が大きくなると考えられる維持管理業務を効果的に行うことを念頭においた管路の更新計画の策定に寄与することが期待できる。

2.4 適正な管路構築

2.4.1 全国の水道事業体へのアンケート調査について

(1) 目的

人口減少下の維持管理に適する管路網強化に関する研究を推進するにあたり、管路網の維持管理の課題を解決するため、水道事業体における管路の維持管理の負担の状況について実態を把握することを目的にアンケートを行った。

(2) アンケート対象

日本国内で水道事業及び用水供給事業を行う約 1300 事業体を対象とした。その内訳は、以下のとおりである。

(3) 回答方法

JWRC よりアンケートへの協力依頼文書を事業体へ郵送した。事業体担当者が JWRC のホームページよりダウンロードしたアンケートフォーム（エクセル）に回答を記入後、メールにて JWRC へ送付していただいた。

(4) 実施期間

令和 3 年 5 月 17 日 アンケート協力依頼文書発送

令和 3 年 6 月 10 日 回答締切り

(5) 質問項目

質問項目を表 2.4.1.1 に示す。回答はコメントに加え、表 2.4.1.2 に示すとおり「コスト」「技術」「人数」「時間」の 4 つの指標で、負担について「大・中・小」の 3 段階で行う形式を導入した。

表 2.4.1.1 アンケート質問項目

質 問	内 容
1	管路情報の整備の実施
2	管路情報の整備で最も重要な項目
3	管路診断の実施老朽度を把握
4	管路診断に基づく更新計画
5	配水量分析の実施
6	管路の洗浄の実施
7	管路の埋設位置の把握状況
8	漏水探知や管路保全のための巡視
9	地盤沈下対策の実施
10	漏水事故への対応の体制整備
11	点検（日常、定期）での業務
12	管路再構築する際の重視するポイント
13	管路延長の短縮の有効性
14	管路口径の縮径の有効性
15	I o TやI C Tの維持管理業務での活用
16	維持管理を実施するための重要な業務
17	夜間業務
18	維持管理に関して将来への不安

表 2.4.1.2 アンケート質問項目

観点	選択肢	定 義
コスト	外部委託	該当する業務を外部へ委託して実施している
	内部作業	該当する業務を事業体職員で実施している
技術力	大	業務の習熟に3年以上を要する
	中	業務は3年以内で習熟が可能である
	小	業務は1年以内で習熟が可能である
人数	大①	複数部署が関わって作業を行う
	大②	単独部署で業務を行い、部署職員全体の50%以上が必要となる
	中	単独部署で業務を行い、部署職員全体の30%以上50%未満が必要となる
	小	単独部署で業務を行い、部署職員全体の30%未満で対応可能
時間	大	年間を通して作業を行う
	中	毎月数回程度の作業である
	小	年数回程度の作業である

2.4.2 アンケートの回答状況

(1) アンケートの回収状況

アンケートの回答は 636 事業体からあった。回答のあった事業体の給水人口別の内訳を表 2.4.1.3 に示す。

表 2.4.1.3 アンケート回答事業体数の給水人口別内訳

給水人口	事業種別		総計
	水道事業	用水供給	
25 万人以上	84 (93)	—	84 (93)
5 万人以上 25 万人未満	225 (388)	—	225 (388)
5 千人以上 5 万人未満	287 (733)	—	287 (733)
その他 (用水供給)	—	40 (67)	40 (67)
総計	596 (1214)	40 (67)	636 (1281)

※1 () 内はアンケートを送付した事業体数

※2 上記の他、給水人口 5 千人未満の 64 事業体 (主に簡易水道事業体) からの回答があった

(2) アンケート調査結果 (単純集計)

アンケートの調査結果 (単純集計) の詳細については、参考資料 4.1.1 に示す。

2.4.3 維持管理業務の負担に関する集計結果（給水人口規模別）

アンケート結果から事業体の給水人口規模別で分類し、維持管理業務の負担に関する推定を行った。給水人口規模の区分は下記のとおりとした。

- 大規模：給水人口 25 万人以上
- 中規模：給水人口 5 万人以上 25 万人未満
- 小規模：給水人口 5 万人未満

(1) 質問 1 管路情報の整備について

1) 質問 1-1-1 管路情報は整備されていますか。

図 2.4.3.1 に示すとおり、大・中規模事業体のほとんどが管路情報を整備しているとの回答に対し、小規模事業体では整備していると回答した比率が 89%に留まっており、小規模事業体では管路情報の整備が遅れている状況が分かった。



図 2.4.3.1 管路情報の整備状況

2) 質問 1-1-2 整備されている場合、その方法を教えてください。

図 2.4.3.2 に示すとおり、大・中規模事業体の 84%前後がマッピングシステムを導入し整備している状況が分かった。一方、小規模事業体ではマッピングシステムを導入して整備していると回答した比率が 67%に留まっており、マッピングシステムの導入が遅れている状況が確認された。

マッピングシステムと紙ベースの両方で整備しているとの回答もあり、表 2.4.3.1 マッピングシステムと紙ベースの両方で整備している理由に示すようなコメントがあった。また A 事業体以外にも、B 事業体（大規模）では「災害時のリスク分担」を考慮して、紙ベースの管理図を整備しているとの回答もあった。



図 2.4.3.2 管路情報の整備方法

表 2.4.3.1 マッピングシステムと紙ベースの両方で整備している理由

両方で整備している事業体		理由
A 事業体	小規模	平成 19 年度にマッピングシステムを導入しているが、システムの陳腐化等により使い勝手が悪く、更新も視野に検討中
B 事業体	中規模	管路についてはマッピングシステムと紙ベースの両方で管理している
C 事業体	小規模	マッピングシステムと紙ベース台帳が混在している

3) 質問 1-1-3 整備されている場合、コスト、技術力、人数、時間における負担の大きさを教えてください。

① コスト

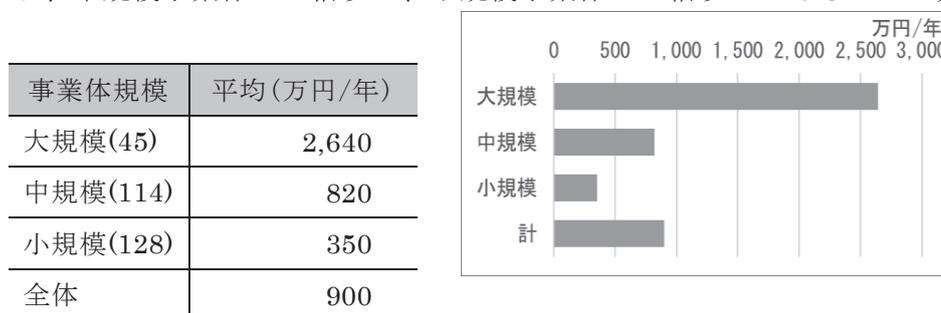
図 2.4.3.3 に示すとおり、管路情報の整備を行っている場合のコスト面の負担として、外部委託と内部作業の比率についてまとめた。事業体規模に関係なく 69%前後の事業体が管路情報の整備を外部委託していることが分かった。



図 2.4.3.3 外部委託と内部作業の比率

② 年間外部委託費用

図 2.4.3.4 に示すとおり、外部委託費用は、大規模事業体が 2,640 万円/年余りと突出しており、中規模事業体の 3 倍以上、小規模事業体の 7 倍以上であることが分かった。



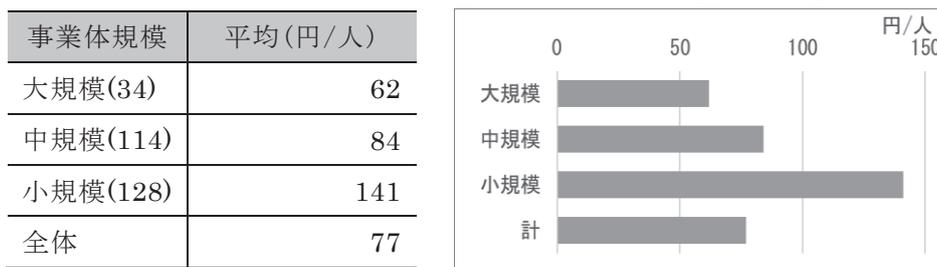
注：()内の数値は、有効回答数を表す。

図 2.4.3.4 管路情報の整備に掛かる年間外部委託費用

③ 給水人口 1 人当たりの外部委託費用

図 2.4.3.5 に示すとおり、給水人口 1 人当たりで見ると、大規模事業体よりも小規模事

業体の負担が大きく、大規模事業者の2倍以上であることが分かった。

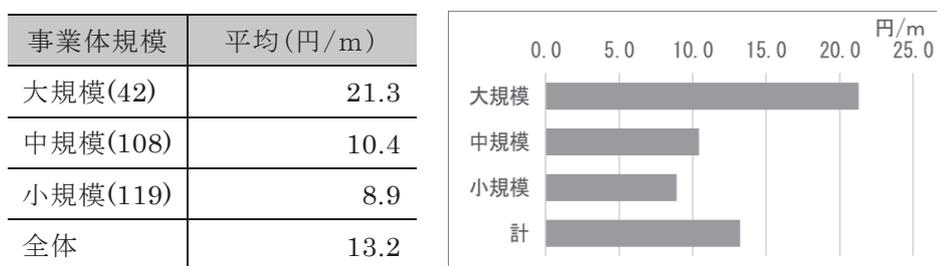


注：()内の数値は、有効回答数を表す。

図 2.4.3.5 管路情報の整備に掛かる給水人口1人当たりの外部委託費用

④ 管路延長1m当たりの外部委託費用

図 2.4.3.6 に示すとおり、管路延長1m当たりで見ると、大規模事業者の負担が大きく、中規模・小規模事業者の2倍以上であることが分かった。



注：()内の数値は、有効回答数を表す。

図 2.4.3.6 管路情報の整備に掛かる管路延長1m当たりの外部委託費用

外部委託と内部作業の両方と回答した事業者数とその概算費用について表 2.4.3.2 にまとめた。内部作業も行う事で、概算費用が抑えられていることが分かった。

表 2.4.3.2 外部委託と内部作業の両方と回答した事業者とその概算費用

事業者規模	事業者数	平均(万円)/年
大規模	29	1,060
中規模	42	610
小規模	37	110
全体	108	560

外部委託と内部作業の両方と回答した事業者とその理由を表 2.4.3.3 にまとめた。外部委託により負担は軽減しているものの、A 事業者のように、外部委託後に内部作業が発生しその負担も大きいことが分かった。

表 2.4.3.3 外部委託と内部作業の両方と回答した事業体の理由

両方と回答した事業体		理由
A 事業体	中規模	マッピングシステムの情報更新作業等は、外部委託で実施しているが、入力後の確認作業に職員の労力が多くかかっている。
B 事業体	中規模	配水管布設に係る管路情報や管網モデルの更新は外部委託とし、漏水修繕情報や給水管の新規取り出しについては、内部作業としている。
C 事業体	小規模	委託内容を精査し年1回のシステムバックアップのみとし、他の軽微な変更やデータの取り込み・更新等については職員による内部作業にて委託料の費用を抑えている。

⑤ 技術力

図 2.4.3.7 に示すとおり、大規模・中規模事業体では、「中」と回答した比率が高く、一方、小規模事業体では「小」と回答した比率が高いことが分かった。事業体規模に関係なく、「大」または「中」と回答した比率を合わせると 87%に達しており、管路情報の整備はおおむね 3 年以内で習熟が可能と推察される。



図 2.4.3.7 運用に対する負担の大きさ (技術力)

⑥ 人数

図 2.4.3.8 に示すとおり、事業体規模による大きな差はなく、58%前後の事業体が「小」(単独部署で全体の 30%未満で対応)との回答であった。また、中規模・小規模事業体の 90%以上は、単独部署で業務を行っていることが分かった。一方、大規模事業体は単独部署で行っている割合は 84%に留まっており、中規模・小規模事業体に比べ、複数部署が関わって作業を行うことが多いことも分かった。



図 2.4.3.8 運用に対する負担の大きさ (人数)

⑦ 時間

図 2.4.3.9 に示すとおり、大規模事業者では、「大」と回答した比率が 61%と大半を占めており、小規模事業者では、「小」と回答した比率が 49%と最も多いことが分かった。大規模事業者では、迅速にデータの更新を進めているが、小規模事業者では、四半期ごとや年度末にまとめて作業をしているのではないかと推察される。



図 2.4.3.9 運用に対する負担の大きさ(時間)

4) 整備していない理由を教えてください。(複数選択可)

図 2.4.3.10 に、管路情報を整備していない理由についてまとめた。大規模、中規模事業者のほとんどが管路情報を整備しているため、回答は「その他」のみとなっている。小規模事業者が整備していない理由としては、コストが 25%と最も多く、続いて人数 22%、時間 21%という結果であった。

事業者規模	コスト	技術力	人数	時間	その他	計
大規模	0	0	0	0	1	1
中規模	0	0	0	0	3	3
小規模	23	13	20	19	12	87
計	23	13	20	19	16	91

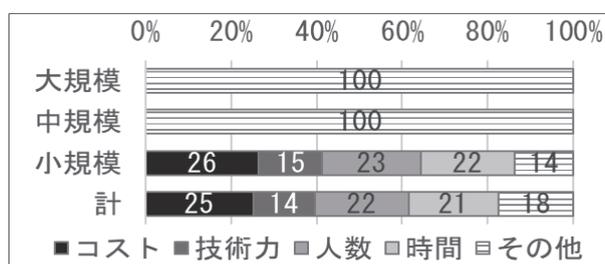


図 2.4.3.10 管路情報を整備していない理由

整備していないと回答した大規模・中規模事業者の理由を表 2.4.3.4 に示す。整備していない理由として、「用水供給事業のため」という理由のほかに、「台帳等が確実に記入されていないため」と回答した中規模事業者があり、情報管理が不十分な事業者があることも分かった。

表 2.4.3.4 大規模・中規模事業体における整備していない理由

整備していない事業体		理 由
A 事業体	大規模	用水供給事業のみであり、工事完成図からの情報を主に管理。
B 事業体	中規模	用水供給事業のため（導水管）
C 事業体	中規模	台帳等が確実に記入されていないため。

整備していないと回答した小規模事業体の理由を表 2.4.3.5 に示す。整備していない理由として、大規模・中規模事業体と同様に「工事図面による管理」「過去の履歴データが無い」との回答がり、この点が紙ベースの台帳で整備している理由と考えられる。整備していないと回答した事業体の中にも、多くの事業体で「現在、管路情報の整備途中」ということが分かった。

表 2.4.3.5 小規模事業体の整備していない主な理由

整備していない事業体	主な理由
A 事業体	マッピングシステム等の記録媒体が無い
B 事業体	工事図面による管理の常態化
C 事業体を含む 2 つの事業体	過去の履歴データが無いため
D 事業体を含む 8 つの事業体	現在整備途中

5) 質問 1-2 管路情報の整備で苦労している点、工夫している点

表 2.4.3.6 に、管路情報の整備で苦労している点、工夫している点についてまとめた。

苦労している点の回答から、小規模事業者を中心に管路情報を整備する上で「人員不足」や「システムの導入、維持・管理費」が高いハードルになっていると推察される。また、工夫している点のキーワードとして「タブレット」や「リンク付け」「デジタル納品」などがあり、苦労している点をデジタル化で解決しようとする取り組みが窺える。

マッピングシステムについては、苦労している点としてシステムの経年劣化（OS の更新、機器の耐用年数）を挙げている事業者がある。また、システムが事業者独自の仕様となっているとの回答があり、マッピングシステムを導入する上での課題となっている。

表 2.4.3.6 管路情報の整備で苦労している点、工夫している点

苦労している点	工夫している点
人員の確保	データを随時更新
管路情報と現地の整合性	年間を通じた更新業務
反映に時間を要する	タブレットの使用
維持、管理の負担	竣工図面や施工写真をリンク付け
技術継承が困難	操作研修の実施
管路情報不足と精度の悪さ	竣工図面のデジタル納品
内部作業に時間を要する	管種によって色分け
外部委託費が高い	基本地図データを他部署と共有
データの更新	マニュアルの作成
図面の修正が必要	内部作業で委託費を抑える
資料が膨大	災害時を見据えた紙ベースの整理
紙ベースのデータが混在	様々なデータの取り込み

(2) 質問 2 管路情報の整備項目について

1) 質問 2-1 管路情報の整備にあたり重要度が高いと思われる項目は何ですか。(複数選択可)

図 2.4.3.11 に、管路情報の整備にあたり重要度が高いと思われる項目についてまとめた。事業体規模に関係なく、最も重要度が高いと思っている項目は「布設年数」と「管種」となっており、続いて「事故履歴」「水量・水圧・水質」であることが分かった。

事業体規模に関係なく、これら 4 項目を 80%以上の事業体を選択していることから、水道事業の中では基礎的な情報であると推察する。

事業体規模	布設年度	管種	水量 水圧 水質	事故 履歴	苦情 履歴	給水 人口	その他	計
大規模	101	101	50	68	21	19	27	387
中規模	203	206	85	127	35	27	41	724
小規模	354	350	109	141	25	37	64	1,080
計	658	657	244	336	81	83	132	2,191

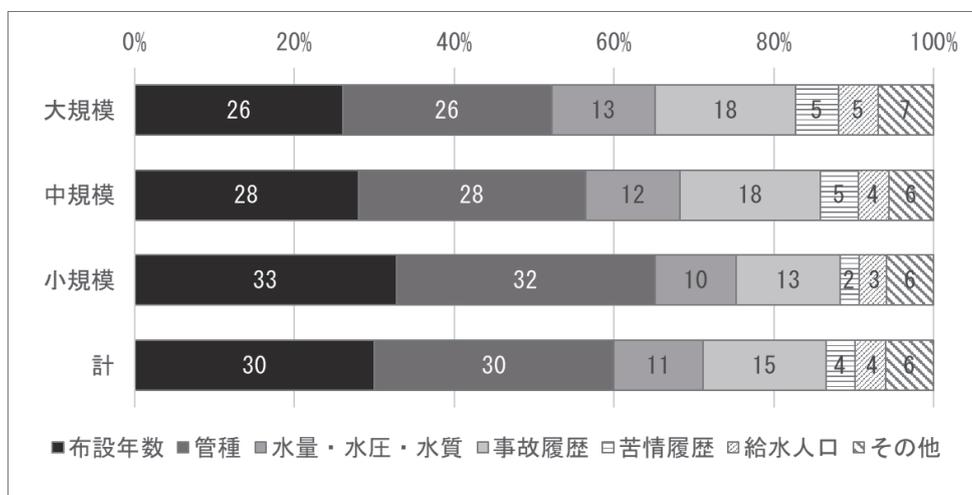


図 2.4.3.11 管路情報整備の重要項目

2) 質問 2-2 上記項目が必要だと思われる理由を教えてください。

表 2.4.3.7 に、重要度が高いと思う理由をまとめた。「布設年数」「管種」「事故履歴」「水量・水圧・水質」は、水道事業の中では基礎的な情報であるとともに、更新計画の立案や漏水事故対応などの維持管理には必要不可欠な情報であることが分かった。

各事業体がある他に重要と思う項目を表 2.4.3.8 にまとめた。口径、継手、管路延長などが含まれ、漏水事故対応等では事前の材料手配等で必要な情報とも考えられる。

表 2.4.3.7 重要度が高いと思う理由

重要だと思う理由	大規模	中規模	小規模
更新計画の立案	66	129	180
漏水事故対応に必要な情報	31	56	138
基礎的な情報	21	28	46
給水業務	9	32	39
維持管理業務	26	21	21
埋設管の確認	8	10	19
断水時における影響範囲の検討	10	15	9
耐震化計画への活用	3	11	10
管網解析に必要な情報	7	5	3
災害対応に活用	0	1	5
ダウンサイジングの検討	2	0	1
給水ブロックの見直し	1	0	0

表 2.4.3.8 その他の重要項目

その他の重要項目
①口径
②埋設位置
③埋設深さ
④継手
⑤管路延長

(3) 質問 3 管路診断について

1) 質問 3-1-1 管路診断を実施し、現状管路の老朽度の確認を行っていますか。

図 2.4.3.12 に示すとおり、事業体全体で見ると、老朽度確認を行っているという回答は 27%に留まっており、行っていないという回答は 73%にのぼっている。行っていないという回答した事業体の大半を占めているのは小規模事業体で、事業体規模別で見ても小規模事業体の 81%は老朽度確認を行っていないと回答している。大規模・中規模事業体も行っていないと回答している事業体の方が多く、大規模事業体では半数以上の 52%が老朽度の確認を行っていないと回答している。



図 2.4.3.12 管路診断の実施状況

老朽度の確認を行っていないと回答した事業体の理由を表 2.4.3.9 に示す。老朽度の確認は、管路診断でなく管路情報に基づき行っているという回答が多かった。また、老朽度の確認とはどのような事を行っているのかを調べたところ、表 2.4.3.10 の回答があった。

表 2.4.3.9 老朽度の確認を行っていない理由

行っていない事業体		理由
A 事業体	大規模	管路の布設年度、管種等を把握できているため
B 事業体	中規模	法定耐用年数と管種を目安にしているから
C 事業体	小規模	管路の布設年度や管種によって更新範囲を決めているため。

表 2.4.3.10 老朽度の確認方法

行っていない事業体		老朽度の確認方法
D 事業体	大規模	埋設状態の管路の確認は困難なため実施していませんが、撤去管については管体及び周辺土壌調査を実施しています。弁筐や消火栓等附属設備、水管橋等の横断管路管体調査の確認を行っています。

2) 質問 3-1-2 診断されている場合、コスト、技術力、人数、時間における負担の大きさを教えてください。

① コスト

図 2.4.3.13 に、管路診断を行っている場合のコスト面の負担として、外部委託と内部作業の比率についてまとめた。事業体規模に関係なく、老朽度確認は外部委託が中心となっていることが分かった。また、外部委託と内部作業の両方と回答した事業体は 8 事業体あった。

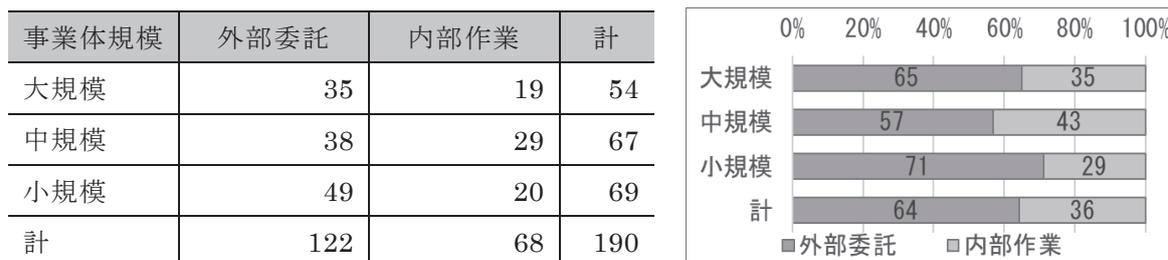
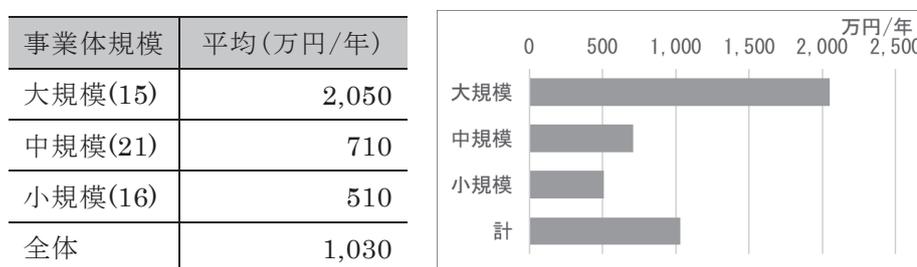


図 2.4.3.13 外部委託と内部作業の比率

② 年間外部委託費用

図 2.4.3.14 に示すとおり、外部委託費用は、大規模事業体が 2,050 万円／年余りと突出しており、中規模事業体の約 3 倍、小規模事業体の約 4 倍であることが分かった。

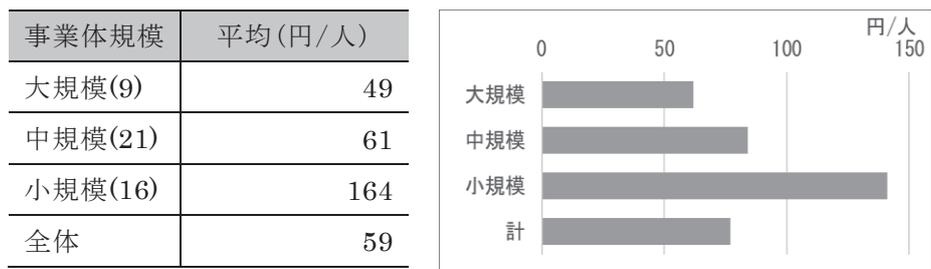


注：()内の数値は、有効回答数を表す。

図 2.4.3.14 管路診断に掛かる年間外部委託費用

③ 給水人口 1 人当たりの外部委託費用

図 2.4.3.15 に示すとおり、給水人口 1 人当たりで見ると、大規模事業体よりも小規模事業体の負担が大きく、大規模事業体の 3 倍以上、中規模事業体の 2 倍以上であることが分かった。

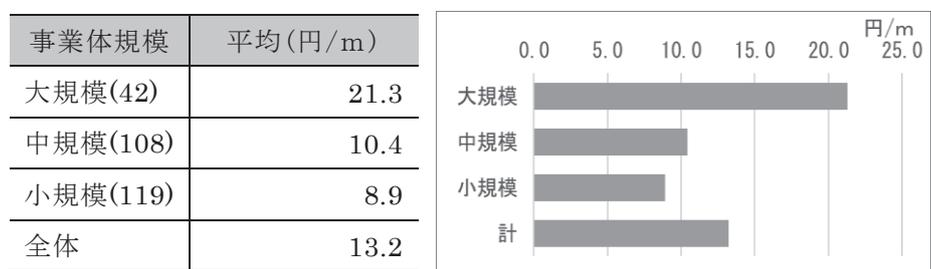


注：()内の数値は、有効回答数を表す。

図 2.4.3.15 管路診断に掛かる給水人口 1 人当たりの外部委託費用

④ 管路延長 1m 当たりの外部委託費用

図 2.4.3.16 に示すとおり、管路延長 1m 当たりで見ると、大規模事業体の負担が大きく、中規模・小規模事業体の 2 倍以上であることが分かった。



注：()内の数値は、有効回答数を表す。

図 2.4.3.16 管路診断に掛かる管路延長 1m 当たりの外部委託費用

内部作業と回答した事業体の老朽度確認での業務内容について、表 2.4.3.11 に示す。

表 2.4.3.11 内部作業による老朽度の確認方法

内部作業と回答した事業体		内部作業による老朽度の確認方法
A 事業体	中規模	漏水修理や撤去時などに目視により管状態を確認している、簡易的な老朽度調査を行っている。
B 事業体	中規模	外部委託ではコストによる負担が大きいため、水管橋の点検、調査のみ内部作業で実施している。

⑤ 技術力

図 2.4.3.17 に、管路診断を行っている場合の技術力の負担について示す。中規模事業体は「中」という回答が最も多いが、大規模・小規模事業体は「大」という回答が多い。事業体全体で見ると、「大」または中」と回答した事業体の比率が高く、老朽度の確認にはおおむね 3 年程度の習熟が必要と推察される。

事業体規模	大	中	小	計
大規模	17	15	16	48
中規模	15	23	16	54
小規模	23	23	15	61
計	55	61	47	163

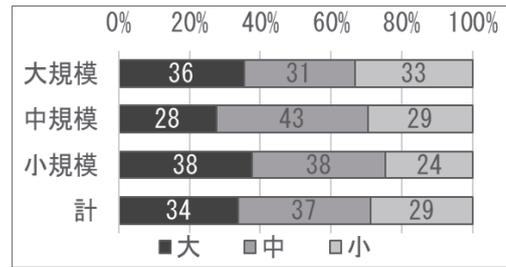


図 2.4.3.17 運用に対する負担の大きさ(技術力)

⑥ 人数

図 2.4.3.18 に示すとおり、事業体規模による大きな差はなく、57%前後の事業体が「小」との回答であった。また、小規模事業体の 97%が単独部署で業務を行っていることが分かった。一方、大規模・中規模事業体は単独部署で行っている比率は 87%に留まっており、小規模事業体に比べ、複数部署が関わって作業を行うことが多いことも分かった。外部委託の割合が高いことから、人数の負担は抑えられていると考えられる。

事業体規模	大①	大②	中	小	計
大規模	6	0	13	26	45
中規模	7	3	14	32	56
小規模	2	8	17	32	59
計	15	11	44	90	160

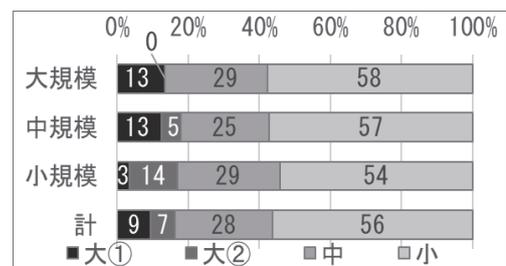


図 2.4.3.18 運用に対する負担の大きさ(人数)

⑦ 時間

図 2.4.3.19 に示すとおり、事業体規模による大差はなく、「小」と回答した比率が 50%前後と最も多いことが分かった。また、「中」と「大」と回答した比率もそれぞれ 25%前後と高くなっているが、外部委託の割合が高いことから、時間の負担は抑えられていると考えられる。

事業体規模	大	中	小	計
大規模	11	9	25	45
中規模	13	16	26	55
小規模	11	18	31	60
計	35	43	82	160

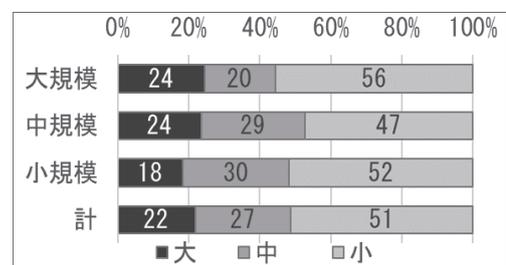


図 2.4.3.19 運用に対する負担の大きさ(時間)

図 2.4.3.20 に、老朽度の確認を行っていない理由についてまとめた。事業体規模に関係なく、老朽度の確認を行っていない理由として最も割合が高いのは、「コスト」33%前後と「人数」24%前後を挙げている事業体が多いことが分かった。

行っていないと回答した主な理由は表 2.4.3.12 老朽度の確認を行っていない理由のとおりで、管路情報に基づき老朽度の確認を行っているという回答が多かった。また、管路診断にコストをかけるより、管路更新にウエイトを置いているとのコメントがあった。

【確認していない理由を教えてください。(複数選択可)】

事業体規模	コスト	技術力	人数	時間	その他	計
大規模	26	16	21	19	23	105
中規模	106	43	74	16	30	314
小規模	239	126	169	138	43	715
計	371	185	264	218	96	1134

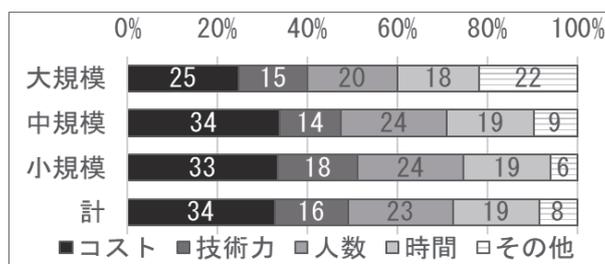


図 2.4.3.20 管路診断を行っていない理由

表 2.4.3.12 老朽度の確認を行っていない理由

行っていない事業体		理由
A 事業体	大規模	管路の布設年度、管種等を把握できているため
B 事業体	大規模	布設年度、管種及び漏水率で老朽度を判断している
C 事業体	中規模	法定耐用年数と管種を目安にしているから
D 事業体	中規模	布設年度、管種、漏水状況により老朽度を推測できる。
E 事業体	小規模	管種、布設年度から老朽度を推定するため。
F 事業体	小規模	管路の布設年度や管種によって更新範囲を決めているため。

3) 質問 3-2 管路診断にあたり苦勞している点、工夫している点

表 2.4.3.13 に、管路診断で苦勞している点、工夫している点についてまとめた。工夫している点として、マッピングシステムを活用した管路情報の入手を挙げている事業者があった一方、データに整理や更新に苦勞していると回答している事業者もあった。

表 2.4.3.13 管路診断で苦勞している点、工夫している点

苦勞している点	工夫している点
不可視部の管路診断に苦慮	水管橋は即時修繕で対応
調査結果が膨大	調査サイクルを設定
交通量の多い箇所の調査が困難	マッピングシステムの活用
データの整理や更新	交通の支障とならない箇所の選定
診断の専門知識に乏しい	漏水修繕時に確認
管路情報の収集	
工事手続きと費用に手間がかかる	
属性情報の整理や更新（追加）	
管路情報の不備	
開削を行う必要がある点	
財政的問題と人手不足	

(4) 質問 4 管路の更新計画について

1) 質問 4-1-1 管路診断結果に基づき、管路の更新計画を立案していますか。

図 2.4.3.21 に、更新計画の立案状況について示す。事業体全体で見ると、管路更新計画を立案していないと回答した事業体が 56%と最も多く、立案していると回答した事業体は 44%に留まっている。立案していないと回答した事業体の大半を占めているのは小規模事業体で、事業体規模別で見ても 65%に達している。一方、大規模事業体では 66%の事業体で管路更新計画を立案しており、小規模事業体と相反する結果となっている。

立案していないと回答した大規模事業体の理由を表 2.4.3.14 に示す。大規模事業体が立案していない理由は、コスト、技術力、人数、時間とは別の理由によるものであった。



図 2.4.3.21 更新計画の立案状況

立案していないと回答した中規模・小規模事業体の理由は表 2.4.3.15 に示す。布設経過年数や漏水多発箇所から更新しているというものが多かった。

表 2.4.3.14 大規模事業体の立案していない理由

立案していない事業体		理由
A 事業体	大規模	管路診断結果ではなく、経営プランに基づき更新計画を作成しているため
B 事業体	大規模	経営戦略により更新計画を策定しているため。
C 事業体	大規模	管路診断したものではなく、40 年を経過するものを機械的に施工する管路更新計画を作成している。

表 2.4.3.15 中規模・小規模事業体における立案していない理由

立案していない事業体		理由
D 事業体	中規模	管路診断に基づく更新計画は立案していないが、管路の布設年度や重要度から優先度を定めている。
E 事業体	中規模	老朽管、破損実績を踏まえ、2・3年ごとに更新箇所を決めている。
F 事業体	中規模	現在はマッピング情報による経過年数等で更新計画を行っている。
G 事業体	中規模	布設年度や漏水修理、漏水調査を基に更新計画を立案している。
H 事業体	小規模	管路診断結果ではなく、布設年度からの経過年数により計画している。
I 事業体	小規模	管路診断は実施していないが、過去の漏水頻度と管種、布設年度を基に直近の更新計画を作成中
J 事業体	小規模	年度の古い管や漏水事故の多い箇所の管路更新をしているため。
K 事業体	小規模	計画は、管種ごとに設定した更新基準に基づき経過年数・事故履歴・継手種・重要度などを総合的に判断し立案
L 事業体	小規模	管路診断を行わず、老朽度・漏水発生量から更新計画を立てている。
M 事業体	小規模	布設経過年数や漏水多発箇所の把握による更新計画は立案している。

2) 質問 4-1-2 立案されている場合、コスト、技術力、人数、時間における負担の大きさを教えてください。

① コスト

図 2.4.3.22 に、管路情報の整備を行っている場合のコスト面の負担として、外部委託と内部作業の比率について示す。事業体規模に関係なく、外部委託と内部作業の割合がほぼ同等の 50%前後であることが分かった。

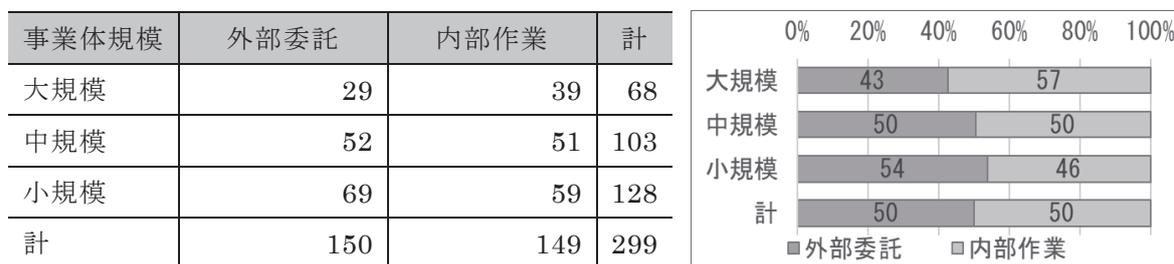
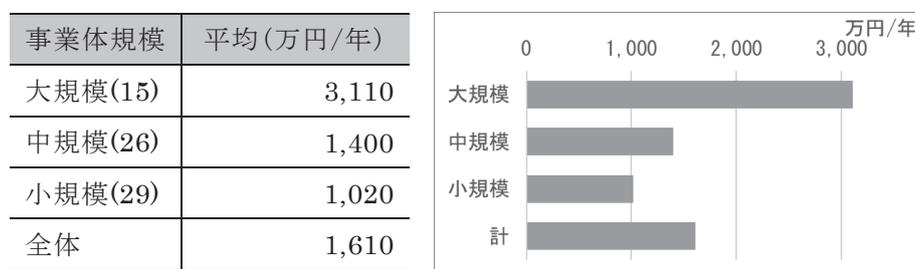


図 2.4.3.22 外部委託と内部作業の比率

② 年間外部委託費用

図 2.4.3.23 に、更新計画の立案にかかる外部委託費用の平均値をまとめた。外部委託費用は、大規模事業者が 3,110 万円/年余りと突出しており、中規模事業者の 2 倍以上、小規模事業者の 3 倍以上であることが分かった。

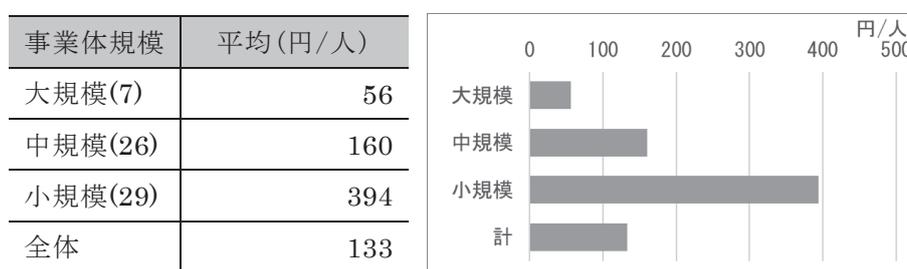


注：()内の数値は、有効回答数を表す。

図 2.4.3.23 更新計画の立案に掛かる年間外部委託費用

③ 給水人口 1 人当たりの外部委託費用

図 2.4.3.24 に示すとおり、給水人口 1 人当たりで見ると、大規模事業者よりも小規模事業者の負担が大きく、大規模事業者の約 7 倍、中規模事業者の 2 倍以上であることが分かった。

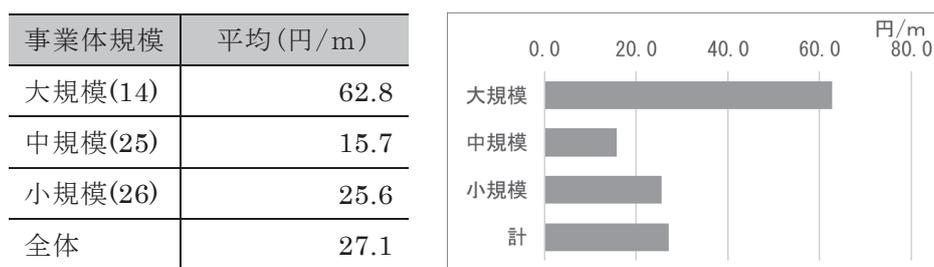


注：()内の数値は、有効回答数を表す。

図 2.4.3.24 更新計画の立案に掛かる給水人口 1 人当たりの外部委託費用

④ 管路延長 1 m 当たりの外部委託費用

図 2.4.3.25 に示すとおり、管路延長 1m 当たりで見ると、大規模事業者の負担が大きく、中規模事業者の 4 倍、小規模事業者の 2 倍以上であることが分かった。



注：()内の数値は、有効回答数を表す。

図 2.4.3.25 更新計画の立案に掛かる管路延長 1m 当たりの外部委託費用

表 2.4.3.16 に、外部委託と内部作業の両方と回答した事業体数とその概算費用についてまとめた。内部作業も行う事で、大規模事業体ではコストが抑えられている一方、小規模事業体では逆にコストが上昇していることが分かった。

表 2.4.3.16 外部委託と内部作業の両方と回答した事業体とその概算費用

事業体規模	事業体数	平均(万円)/年
大規模	5	850
中規模	4	1,815
小規模	9	2,077
全体	18	1,779

⑤ 技術力

図 2.4.3.26 に、更新計画の立案を行っている場合の技術力の負担について示す。中規模事業体では、「中」と回答した比率が 48%と最も高かったが、大規模・小規模事業体は「大」と回答した比率 52%前後であることが分かった。事業体規模に関係なく、「大」または「中」と回答した比率を合わせると 89%前後に達しており、更新計画の立案にはおおむね 3 年前後の習熟が必要と考えられる。



図 2.4.3.26 運用に対する負担の大きさ(技術力)

⑥ 人数

図 2.4.3.27 に示すとおり、事業体全体で見ると「中」と回答した事業体は 38%と最も多く、続いて「小」と回答した事業体が 33%であったが、大規模事業体では、「大①」という回答が最も多いことが分かった。外部委託の割合が高いことから、人数の負担は比較的抑えられているとみられるが、更新計画の立案には人数の負担が大きいと考えられる。



図 2.4.3.27 運用に対する負担の大きさ(人数)

⑦ 時間

図 2.4.3.28 に、更新計画の立案を行っている場合の時間の負担について示す。事業体規模別による大きな差はなく、事業体全体の結果から「中」と回答した比率が高いことが分かった。



図 2.4.3.28 運用に対する負担の大きさ (時間)

⑧ 立案していない理由を教えてください。(複数選択可)

図 2.4.3.29 に、更新計画を立案していない理由について示す。事業体規模に関係なく、管路更新計画の立案を行っていない理由として最も割合が高いのは、「コスト」27%と「人数」23%を挙げている事業体が多くなっている。

事業体規模	コスト	技術力	人数	時間	その他	計
大規模	11	8	11	8	20	58
中規模	42	17	36	30	40	165
小規模	136	77	117	96	58	484
計	189	102	164	134	118	707

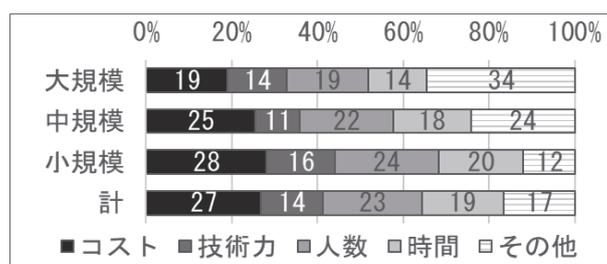


図 2.4.3.29 更新計画を立案していない理由

立案していないと回答した事業体の主な理由を表 2.4.3.17 に示す。大規模事業体ではコスト、技術力、人数、時間とは別の理由によるものが多く見られ、中規模・小規模事業体では布設経過年数や漏水多発箇所から更新しているというものが多かった。管路更新計画の立案をしていない理由として、N 事業体（中規模）の様な「多額の費用を要する」とのコメントも見られ、財政面で思う様に進まない事業体も多いと思われる。また更新計画を立案していないと回答した事業体でも、管路更新計画を立案中、または立案を計画しているとのコメントもあった。

表 2.4.3.17 更新計画を立案していない理由

立案していない事業体		理 由
A 事業体	大規模	管路診断結果ではなく、経営プランに基づき更新計画を作成しているため。
B 事業体	大規模	経営戦略により更新計画を策定しているため。
C 事業体	大規模	管路診断したものでは無く、40 年を経過するものを機械的に施工する管路更新計画を作成している。
D 事業体	中規模	管路診断に基づく更新計画は立案していないが、管路の布設年度や重要度から優先度を定めている。
E 事業体	中規模	老朽管、破損実績を踏まえ、2・3 年ごとに更新箇所を決めている。
F 事業体	中規模	現在はマッピング情報による経過年数等で更新計画を行っている。
G 事業体	中規模	布設年度や漏水修理、漏水調査を基に更新計画を立案している。
H 事業体	小規模	管路診断結果ではなく、布設年度からの経過年数により計画している。
I 事業体	小規模	管路診断は実施していないが、過去の漏水頻度と管種、布設年度を基に直近の更新計画を作成中。
J 事業体	小規模	年度の古い管や漏水事故の多い箇所の管路更新をしているため。
K 事業体	小規模	計画は、管種ごとに設定した更新基準に基づき経過年数・事故履歴・継手種・重要度などを総合的に判断し立案している。
L 事業体	小規模	管路診断を行わず、老朽度・漏水発生量から更新計画を立てている。
M 事業体	小規模	布設経過年数や漏水多発箇所の把握による更新計画は立案している。

(3) 質問 4-2 管路更新計画の立案にあたり苦労している点、工夫している点

表 2.4.3.18 に、管路更新計画の立案で苦労している点、工夫している点について示す。管路更新計画の立案にあたり苦労されている点として、「将来計画給水量の設定」と「優先順位の選定」を挙げている事業者が複数あった。また財政面を挙げている事業者は多いが、人手不足の問題を挙げる事業者は他の質問に比べると少なく、どちらかという人に関する部分として技術力の不足を挙げている事業者が多く見られ、管路更新計画の立案にあたっては一定の技術力が求められていると考えられる。ダウンサイジングが必要、または検討中と回答した事業者があり、そのコメントを表 2.4.3.19 に示す。

表 2.4.3.18 管路更新計画の立案で苦労している点、工夫している点

苦労している点	工夫している点
将来計画給水量の設定	マッピングシステムの活用
優先順位の選定	管のダウンサイジング
財源確保	丁寧な説明
管路の更新基準年数の設定	路線設定による評価
立案等の確認に知識と経験が必要	
情報収集	
事業費削減や管路更新平準化等	
管路単位での評価	
データの作成	
コンサルの力量不足や経費削減	
技術力が低く、少人数	
投資の配分	
他埋設物との調整	

表 2.4.3.19 ダウンサイジングの検討を進めている事業者のコメント

立案していない事業者		理由
A 事業者	大規模	水需要減少に伴い、ダウンサイジングを検討していく必要がある一方で、事故時バックアップや消防水利、住宅開発に伴う需要の分布の変更などを考慮して、総合的に判断していく必要がある。
B 事業者	小規模	限られた予算・人員で更新を行うにあたり、優先順位やダウンサイジング可能かなどの検討に苦労している。
C 事業者	小規模	苦労点：財源確保 工夫点：管のダウンサイジング

質問 5 管路情報の整備について

1) 質問 5-1-1 配水量の分析を行っていますか（無効水量を少なくするための分析など）。

図 2.4.3.30 に配水量分析の実施状況について示す。大規模事業体は配水分析を行っているのに対し、中・小規模では半数近くが配水量の分析を行っていない状況であった。また、大規模事業体の分析していない 28 事業体の多くが用水供給事業のため配水分析自体が不要であった。



図 2.4.3.30 配水量分析の実施状況

2) 質問 5-1-2 分析されている場合、コスト、技術力、人数、時間における負担の大きさを教えてください。

① コスト



図 2.4.3.31 配水量分析の実施者（外部委託、内部作業）

図 2.4.3.31 に配水量分析の実施のコスト面の負担として、外部委託と内部作業の比率について示す。配水量分析は事業体規模によらず配水量分析はほぼ内部作業で行っている。

② 年間外部委託費用

図 2.4.3.32 に配水量分析実施にかかる外部委託費用の平均値をまとめた。事業体規模が大きくなるほど外部委託費も大きくなっており、大規模事業体は中規模・小規模に比べ約 3 倍となっている。

事業体規模	平均(万円/年)
大規模(2)	2,530
中規模(5)	918
小規模(13)	763
全体	978

()内は有効回答数

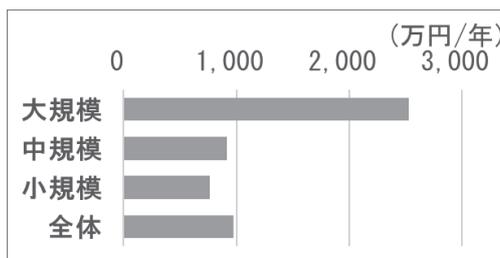


図 2.4.3.32 配水量分析の年間の外部委託費

③ 給水人口 1 人当たり外部委託用

図 2.4.3.33 に示すとおり、給水人口 1 人当たりの外部委託費としては、小規模事業体が最も高くなり、大規模・中規模に比べ 3 倍以上となっている。

事業体規模	平均(円/人)
大規模(2)	104
中規模(5)	88
小規模(13)	322
全体	149

()内は有効回答数

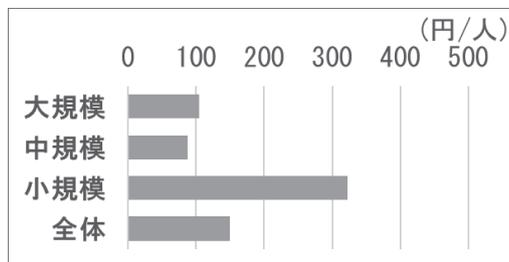


図 2.4.3.33 配水量分析の給水人口 1 人当たりの外部委託費

④ 管路延長 1m 当たり外部委託用

管路延長 1m 当たりの外部委託費では大規模事業体が最も高くなった。大規模事業体は、1 人当たりとして小さい負担額で、1m 当たりでは多くの分析費をかけている。

事業体規模	平均(円/m)
大規模(2)	44.7
中規模(5)	12.6
小規模(13)	36.8
全体	123.0

()内は有効回答数

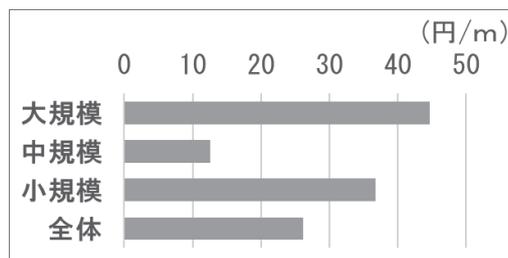


図 2.4.3.34 配水量分析の管路延長 1 m 当たりの外部委託費

⑤ 技術力

図 2.4.3.35 に示すとおり、小規模事業体では大・中規模事業体に比べ技術力の負担が大きいと感じている。ただし、どの規模の事業体でも 7～8 割は負担が中・小と感じている。



図 2.4.3.35 技術力の負担

⑥ 人数

図 2.4.3.36 に示すとおり、大規模事業体の約 4 割が負担「大①」との回答しており、中・小規模に比べ、人数の負担が大きな業務となっている。

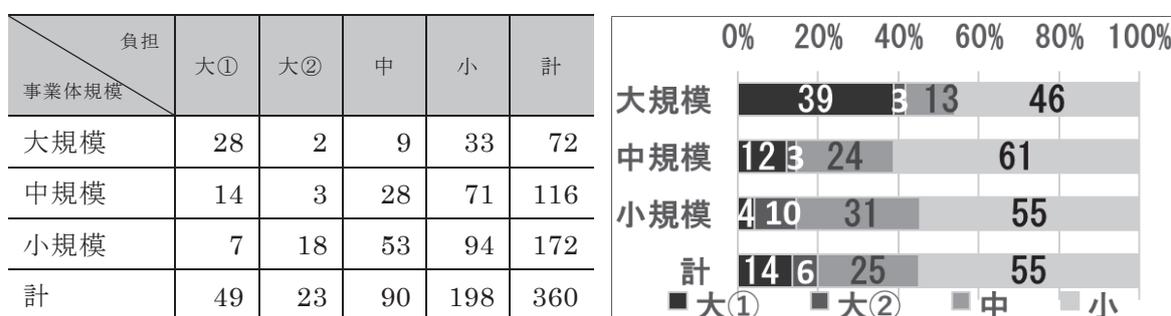


図 2.4.3.36 人数の負担

⑦ 時間

図 2.4.3.37 に示すとおり、規模による違いは小さく、小規模の事業体での負担大の回答が若干多い。それでも 7 割以上の事業体が負担は中・小と回答しており、時間的負担はそれほど大きくないと思われる。

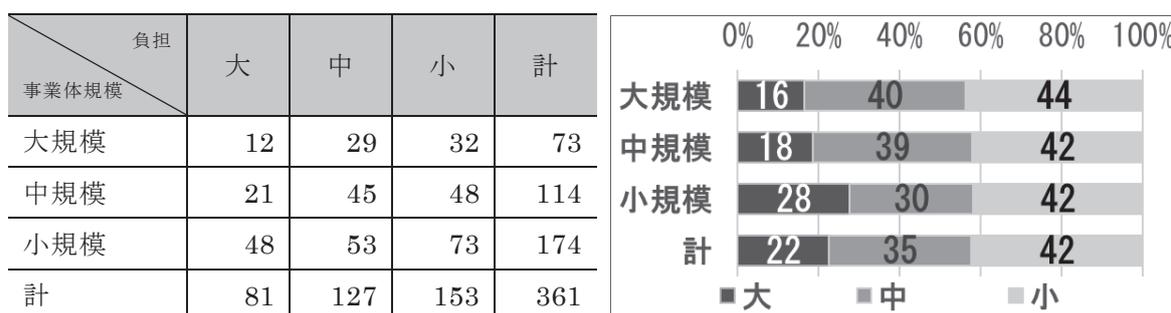


図 2.4.3.37 時間の負担

⑧ 整備していない理由(複数選択可)

図 2.4.3.38 に示すとおり、分析できない理由として人数、コストによる負担との回答が多い。その他と答えた大規模事業の回答のコメントは、用水供給事業体であるや無効水量が少なく分析の必要がないというもので、できない理由というより必要性がないとの回答となっている。

事業体規模	コスト	技術力	人数	時間	その他	計
大規模	0	0	0	0	1	1
中規模	0	0	0	0	3	3
小規模	23	13	20	19	12	87
計	23	13	20	19	16	91

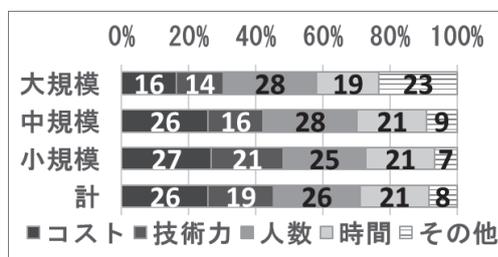


図 2.4.3.38 分析していない理由

(2) 質問 5-2 配水量の分析で苦労している点、工夫している点

配水量の分析で苦労している点として、配水区域がブロック化されておらずブロック単位での計測ができていないために分析に必要な情報が得られないことやメーター不感水量の算定が多く挙げられた。また、数は少ないが、時世を反映して、新型コロナ感染拡大の影響として、配水量(水使用量)の傾向が変化し、配水量予測に苦慮するというコメントもあった。

表 2.5.3.20 配水量の分析で苦労している点

事業体		苦労している点
A事業体	大規模	配水区域のブロック化が完全に行えていないため、混合区域についての分析精度が落ちてしまう。
B事業体	大規模	配水ブロック化がされていない等のことから、分析を十分できない。配水ブロック化の実施が課題である。
C事業体	小規模	使用水量の多い市街地区でブロック分けができておらず漏水量及び箇所数の推定に支障をきたす。
D事業体	小規模	地形や住宅密集地の都合上、ブロック化等がされておらず、正確な配水量分析をすることが困難である。
E事業体	大規模	メーター不感率の検証や電磁流量計の精度確認手法等が課題である。
F事業体	大規模	メーター不感水量 2%が一般的と思うが、2%だと 100%を超え残数扱いになる。
G事業体	中規模	メーター不感水量の算定
H事業体	大規模	新型コロナウイルス感染症に伴い配水量の傾向が変化し、配水量予測に苦慮している。

一方、これとは逆に工夫している点として多かったコメントは、ブロック化しブロック単位で常時監視による分析というもので、さらにクラウド管理や監視システムの導入を行っているという事業者もあった。

表 2.5.3.21 配水量の分析で工夫している点

事業者		工夫している点
A 事業者	大規模	配水系統単位や配水ブロック単位に細分化した分析を試みている。
B 事業者	大規模	各ブロックの入り口に流量計と水圧センサーを設置し情報を迅速に把握している。
C 事業者	中規模	漏水調査・洗管・配水ブロック監視システムによる早期発見を行っている。
D 事業者	中規模	配水池ごとの配水量についてクラウド管理を行っている
E 事業者	中規模	中央監視システムと連携している。

コメントからは、有効率向上のための適切な配水量の分析には、ブロック化とブロック単位での情報収集、そのための監視システムやクラウド管理の活用が有効ということが読み取れる。

(6) 質問 6 定期的な洗浄について

1) 質問 6-1-1 維持管理上、夾雑物除去や残留塩素濃度確保目的とした定期的な洗浄を行っていますか。

図 2.4.3.39 に示すとおり、定期的な洗浄を行っていないと回答した事業体は小規模事業体に多く 67%であったが、逆に大規模事業体の 62%は行っていると回答しており、大規模事業体と小規模事業体で相反する結果であった。



図 2.4.3.39 定期的な洗浄の実施状況

2) 質問 6-1-2 洗浄を行っている場合、コスト、技術力、人数、時間における負担の大きさを教えてください。

① コスト

図 2.4.3.40 に示すとおり、中規模事業体は内部作業の割合が 71%と最も高いが、大規模・小規模事業体も 65%前後であり、事業体規模による差はなく、定期的な洗浄は内部作業で行われていることが多いと推察される。

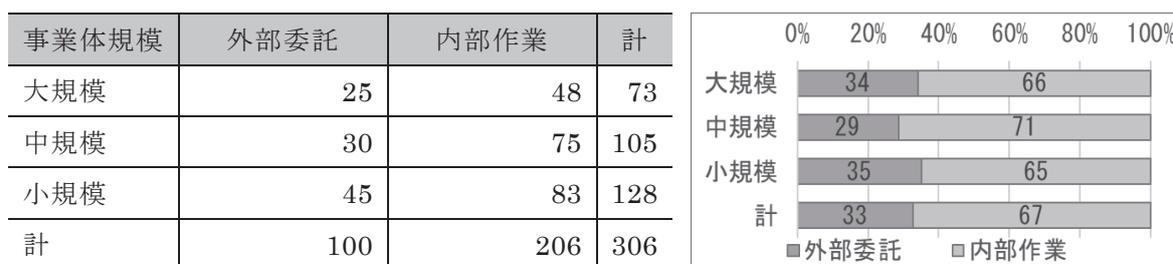


図 2.4.3.40 外部委託と内部作業の比率

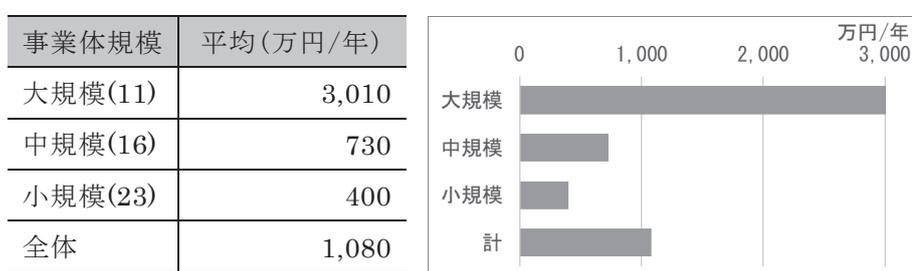
外部委託と内部作業の両方と回答した事業体数とその概算費用を表 2.4.3.22 に示す。内部作業も行うことで、大規模事業体ではコストが約 30%、小規模事業体では約 40%抑えられている一方、中規模事業体では若干コストが上昇していることが分かった。

表 2.4.3.22 外部委託と内部作業の両方と回答した事業体とその概算費用

事業体規模	事業体数	平均(万円)/年
大規模	9	2310
中規模	5	740
小規模	9	350
全体	23	1070

② 年間外部委託費用

図 2.4.3.41 に示すとおり、外部委託費用は、大規模事業体が 3,010 万円/年余りと突出しており、中規模事業体の 4 倍以上、小規模事業体の 7 倍以上であることが分かった。

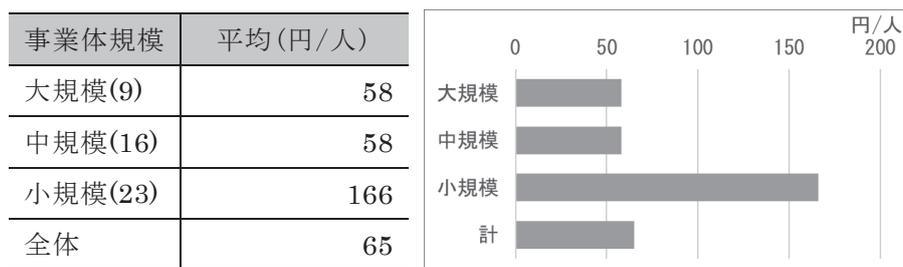


注：()内の数値は、有効回答数を表す。

図 2.4.3.41 定期的な洗浄に掛かる年間外部委託費用

③ 給水人口 1 人当たりの外部委託費用

図 2.4.3.42 に示すとおり、給水人口 1 人当たりで見ると、大規模事業体よりも中規模・小規模事業体の負担が大きく、約 3 倍であることが分かった。



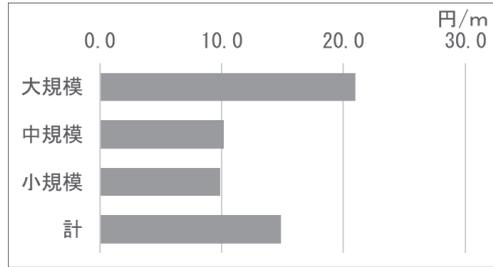
注：()内の数値は、有効回答数を表す。

図 2.4.3.42 定期的な洗浄に掛かる給水人口 1 人当たりの外部委託費用

④ 管路延長 1 m 当たりの外部委託費用

図 2.4.3.43 に示すとおり、管路延長 1m 当たりで見ると、大規模事業体の負担が大きく、中規模・小規模事業体の約 2 倍であることが分かった。

事業体規模	平均(円/m)
大規模(11)	21.0
中規模(15)	10.2
小規模(21)	9.9
全体	14.9



注：()内の数値は、有効回答数を表す。

図 2.4.3.43 定期的な洗浄に掛かる管路延長 1m 当たりの外部委託費用

⑤ 技術力

図 2.4.3.44 に示すとおり、事業体全体で見ると「小」と回答した事業体が最も多いが、大規模事業体では「大」と回答した比率も 25% と高いことが分かった。

事業体規模 \ 負担	大	中	小	計
大規模	16	16	31	63
中規模	7	33	59	99
小規模	11	45	53	109
計	34	94	143	271

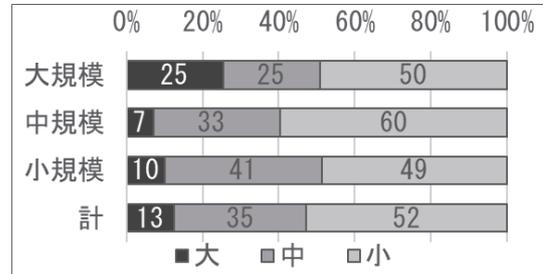


図 2.4.3.44 運用に対する負担の大きさ(技術力)

⑥ 人数

図 2.4.3.45 に示すとおり、事業体全体で見ると洗浄業務は単独部署で全体の 30% 未満で対応と回答した事業体が 55%、単独部署で全体の 30% 以上 50% 未満と回答した事業体が 35% となっており、大半の事業体において単独部署で 50% 未満での対応という回答であった。小規模事業体では、全体の 30% 未満で対応という割合が 47% と若干低く、全体の 30% 以上 50% 未満という割合が 30% と高くなっており、小規模事業体の職員数が関係していると推察される。また、内部作業の割合が高い割には、人数の負担は小さい業務であると推察される。

事業体規模 \ 負担	大①	大②	中	小	計
大規模	10	8	5	40	63
中規模	8	9	23	60	100
小規模	8	18	34	53	113
計	26	35	62	153	276

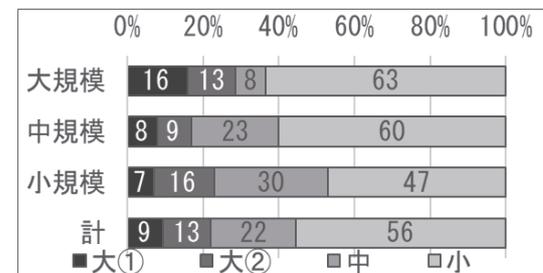


図 2.4.3.45 運用に対する負担の大きさ(人数)

⑦ 時間

図 2.4.3.46 に、定期的な洗浄を行っている場合の時間の負担についてまとめた。事業者全体で見ると、年数回程度の作業と回答している事業者が 58%と最も高く、続いて毎月数回程度と回答した事業者が 27%となっている。事業者規模別で見ても、年数回程度と回答している事業者が小規模事業者を中心に高くなっている一方、大規模事業者は年数回程度の割合が小さくなり、逆に年間を通して作業という割合が 28%と中規模・小規模事業者より大きくなっている。また、内部作業の割合が高い割には、時間の負担は小さい業務であると考えられる。



図 2.4.3.46 運用に対する負担の大きさ (時間)

⑧ 洗浄を行っていない理由を教えてください。(複数選択可)

図 2.4.3.47 に定期的な洗浄を行っていない理由について示す。事業者規模に関係なく、定期的な洗浄を行っていない理由として最も割合が高いのは、「人数」28%と「コスト」25%に加え「時間」23%を挙げている事業者が多くなっている。

定期的な洗浄をしていないと回答した事業者の理由を表 2.4.3.23 に示す。「水質問題は発生してない」「管路がループ状になっておらず断水を伴う」などの理由が複数の事業者からあった。時代の変化に伴い、「24 時間営業の店舗が増加」「夜型生活の増加や深夜電力蓄熱機器の普及等」を挙げている事業者もあった。

事業者規模	コスト	技術力	人数	時間	その他	計
大規模	11	6	18	14	20	69
中規模	47	25	67	56	27	222
小規模	144	72	141	120	47	524
計	202	103	226	190	94	815

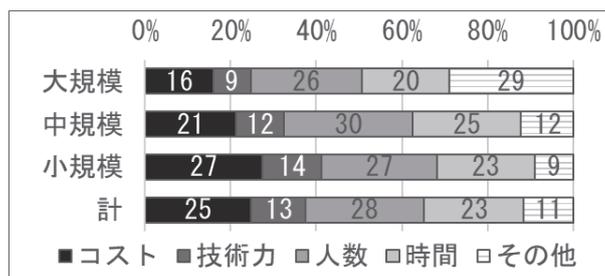


図 2.4.3.47 定期的な洗浄を行っていない理由

表 2.4.3.23 定期的な洗浄を行っていない理由

立案していない事業体		理 由
A 事業体	大規模	夾雑物除去の洗浄事例はない。平時から解析、確認を行い、残留塩素濃度の確保に努めている。
B 事業体	大規模	通常時の運用において、夾雑物除去及び残留塩素濃度確保に苦慮していないため。
C 事業体	大規模	管網整備（配水小ブロック化）により、現在顕在的な水質問題は発生していないため、定期的な洗管は実施していない。
D 事業体	大規模	管路が単路であるため、洗浄を実施した場合断水が伴う。②濁水等が発生していない。
E 事業体	大規模	24 時間営業の店舗が増加したことから。
F 事業体	中規模	夜型生活の増加や深夜電力蓄熱機器の普及等により減圧・濁水苦情が多く寄せられ実施が困難となった。また、活性炭使用等の浄水処理により水質も安定していることから、現在は定期的な洗浄は実施していない。
G 事業体	中規模	調査費用分を更新費用に充てたほうが維持管理の向上に繋がる効果が高いと考えられるため。
H 事業体	中規模	水質モニターにて、残留塩素の数値を管理しており、規定値を下回ると自動排出する装置を設置している。
I 事業体	中規模	定期的な洗浄に適した管路施設が構築できていない。
J 事業体	小規模	管路がループ状になっておらず、上流側で止水すると下流側すべてが断水してしまうため。
K 事業体	小規模	硬質塩化ビニル管が 80%以上を占めるため、錆等の発生は極めて少ないと考えている。
L 事業体	小規模	水質的な異常が確認されないため。

3) 質問 6-2 洗浄などを行うにあたり苦勞している点、工夫している点

表 2.4.3.24 に、定期的な洗浄で苦勞している点、工夫している点について示す。洗浄などを行うにあたり苦勞されている点として、「住民への周知」「深夜での作業」「影響範囲への特定」を挙げている事業体が複数あった。一方、工夫されている点を見ても「住民への周知」「深夜での作業」「影響範囲への抑制」を挙げている事業体が複数あり、苦勞されている点や工夫されている点が双方にある結果となっている。

苦勞している点として、「財政面」を挙げている事業体の回答は見られなかった。「作業員確保」や「技術力低下」を挙げている事業体があり、内部作業の割合が高いことと夜間作業が多い結果、人に関連する苦勞に繋がっているのではないかと考えられる。住民への説明・周知は対象エリアを個別に訪問するなどの形をとっている事業体が多い。また表 2.4.3.25 に示すとおり、エコキュートに関する回答が複数あり、従前とは異なる問題が出てきていることも分かった。

表 2.4.3.24 定期的な洗浄で苦労している点、工夫している点

苦労している点	工夫している点
住民への説明・周知・対応	住民への周知
深夜での作業(安全性の確保)	深夜での作業
影響範囲特定	濁水等影響範囲の抑制
夏、冬で一定放水量を調整	夏季においては洗浄量を増やす
適切な排水量の設定	過剰な配水量の削減
水圧確認や仕切弁操作の作業	消火栓の開度調整を工夫
作業工程の調整	実施場所を記録し定期的に行う
作業員の確保と体調管理	他の外部委託業務に加え作業員を補填
技術継承（ベテラン職員の減少）	洗浄業務と維持管理業務を兼ねて発注
退職や人事異動により技術力も低下	数日間、排水を継続する
夾雑物がたまりやすい箇所等の特定	管末排泥（常時使用）を設置
膨大な時間を要する	送水量を増やし送水能力を維持

表 2.4.3.25 エコキュートに関するコメント

事業体		コメント
A 事業体	大規模	エコキュート等の給湯器を設置している家に対しては、調整を行い承諾のうねーターバルブを閉めてから洗浄作業を行っている。
B 事業体	中規模	夜型生活の増加や深夜電力蓄熱機器の普及等により減圧・濁水苦情が多く寄せられ実施が困難となった。
C 事業体	中規模	大規模な管洗浄はこれまで配水量の少ない夜間に行っていたが、エコキュートなど夜間電力を使用する給湯器が増え、貯湯式給湯器などは夜間に水を補給して加温するため、その対応に苦慮している。
D 事業体	中規模	夜間、使用水量が無いと思っけていても、エコキュート等の深夜使用があるので作業がやりにくいと思います。

(7) 質問 7 現場での管路の確認について

1) 質問 7-1-1 現場にて試掘等を行わずに台帳等で管路の位置を把握することは可能ですか。

図 2.4.3.48 に現場での管路の位置確認の可否について示す。小規模事業者は台帳等から管路の位置を確認できないと回答した割合が大規模・中規模の 2 倍程となっている。大規模・中期事業者では 8 割近くの事業者が試掘等を行わなくても管路の位置の確認が可能との回答であった。

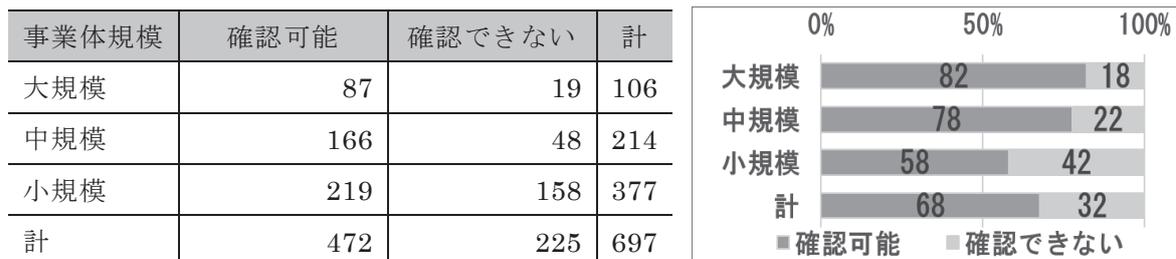


図 2.4.3.48 現場の管路の位置の確認状況

2) 質問 7-1-2 現場にて確認できる管路は水道施設のみですか、他企業の管路の位置も把握可能ですか。

図 2.4.3.49 に示すとおり、現場で管路の位置が確認可能と回答した事業者の内、他企業分についても確認可能と回答したのは規模に関わらず約 1 割となっている。



図 2.4.3.49 他企業施設の管路の位置の確認状況

3) 質問 7-1-3 管路の位置の確認についてコスト、技術力、人数、時間における負担の大きさを教えてください。

① コスト

図 2.4.3.50 に示すとおり、事業者規模によらずほぼ内部作業で行っている。

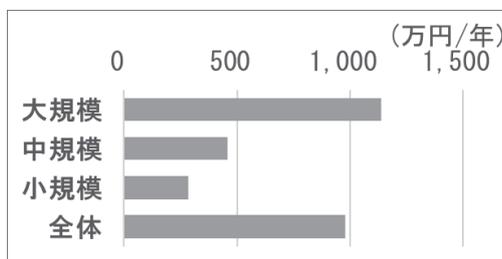


図 2.4.3.50 管路位置の確認の実施者(外部委託、内部作業)

② 年間外部委託用

図 2.4.3.51 に外部委託費用の平均値を示す。事業体規模が大きくなるほど外部委託費も大きくなっており、大規模事業体では管路の位置の確認のために、中規模の約 2.5 倍、小規模の約 4 倍のコストが発生している。

事業体規模	平均(万円/年)
大規模(4)	1,140
中規模(8)	460
小規模(5)	284
全体	978



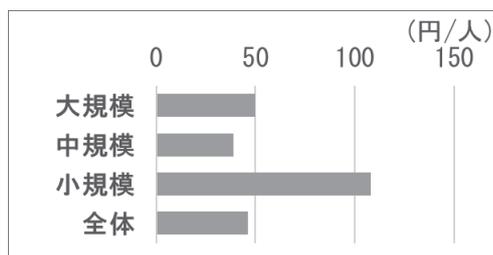
()内は有効回答数

図 2.4.3.51 管路の位置の確認の年間の外部委託費

③ 給水人口 1 人当たり外部委託用

図 2.4.3.52 に示すとおり、給水人口 1 人当たりの外部委託費としては、小規模事業体が最も高くなり、大規模・中規模に比べ 2~3 倍となっている。

事業体規模	平均(円/人)
大規模(4)	50
中規模(8)	39
小規模(5)	108
全体	46



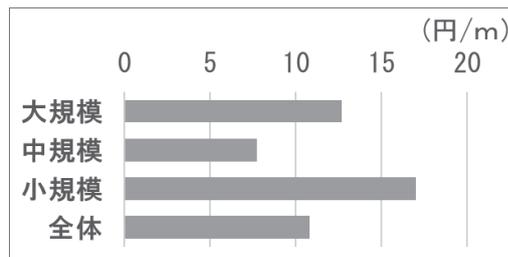
()内は有効回答数

図 2.4.3.52 管路の位置の確認の給水人口 1 人当たりの外部委託費

④ 管路延長 1m 当たり外部委託用

図 2.4.3.53 に示すとおり、管路延長 1m 当たりの外部委託費では大規模事業体が最も高かった。全体コストは小規模事業体が小さいものの、給水人口当たり、管路 1m 当たりのコストとしては割高となっている。

事業体規模	平均(円/m)
大規模(4)	12.7
中規模(8)	7.7
小規模(5)	17.0
全体	10.8



()内は有効回答数

図 2.4.3.53 配水量分析の管延長 1m 当たりの外部委託費

⑤ 技術力

図 2.4.3.54 に示すとおり、小規模事業者が大規模・中規模に比べ負担大と回答した割合が大きいものの、規模によらず 8 割以上が負担は中または小と回答しており、管路の位置の確認のための技術力の負担は大きくないと判断できる。



図 2.4.3.54 技術力の負担

⑥ 人数

図 2.4.3.55 に管路の現地確認における人数の負担を示す。事業者規模によらず 8 割以上が負担は中または小と回答しており、管路の位置の確認は人数の面でも大きな負担となっていない。



図 2.4.3.55 人数の負担

⑦ 時間

図 2.4.3.56 に示すとおり、大規模事業の約 3 割が時間の負担が大と回答しており、中規模・小規模に比べ 2 倍となっている。大規模事業者では管路の位置の確認に中規模・小規模より時間を要していると思われる。



図 2.4.3.56 時間の負担

⑧ 管路の位置が確認できない理由（複数選択可）

現地で管路の位置が確認できない理由として、中規模・小規模ではコストと技術力を挙げている事業者が多い。表 2.5.3.26 に管路位置が確認できない理由をして回答のあったものを示す。理由として多かったものは、台帳上に情報はあるもの、経年での環境変化で台帳情報と実際の現地とにズレが生じているためというものであった。

事業者規模	コスト	技術力	人数	時間	その他	計
大規模	3	1		2	13	19
中規模	15	13	2	9	28	67
小規模	73	64		45	71	253
計	91	78	2	56	112	339

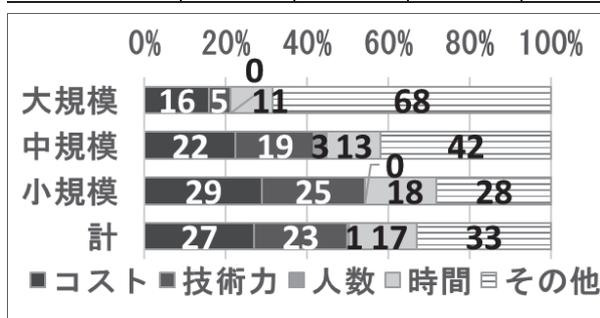


図 2.4.3.57 管路の位置が確認できない理由

表 2.5.3.26 コメントから確認できた管路の位置が確認できない理由

事業者		管路の位置が確認できない理由
A 事業者	大規模	完成年度が古い管路ほど完成図書（管路情報）の不足や誤謬があるため。
B 事業者	大規模	布設年度が古いものや、地形が変更されていると分からない
C 事業者	中規模	管路施設の台帳はありますが、特に古い布設年度の台帳では現場との乖離が見受けられるため。
D 事業者	中規模	完成図のあるものは仕切弁・消火栓等やオフセットで確認できるが、古いものやオフセットの無いものでは正確な位置の把握は難しい。
E 事業者	小規模	マッピング情報は布設当時（40 年程度前）の完成図を基に作成したものであり、信憑性が低いため。
F 事業者	小規模	管布設後の環境変化（道路改良など）まで台帳に対応できていない

3) 質問 7-2 管路の位置の確認で苦勞している点、工夫している点

管路の位置の確認において苦勞している点としては、前述のコメントと同様に、台帳上に情報はあるものの、現地と異なったものとなっているため台帳情報の信憑性が低いため、試掘をせざるを得ないというものが多かった。

また、現場における紙での確認作業を挙げている事業者がある一方で、表 2.5.3.27 に示すようにマッピングシステムと連動した端末やアプリを活用することで効率的に現地での管路の位置の確認できるといった事業者があった。

表 2.5.3.27 端末やアプリに関するコメント

事業者		管路位置を確認するための端末やアプリについて
A 事業者	中規模	現場での確認を印刷した紙で行っているため雨雪で読めなくなる。
B 事業者	小規模	管網図の本（A3 サイズ）を片手に現場へ行くので、非常にかさばる。
D 事業者	大規模	専用のタブレット端末により現場においてもマッピングシステムを使用することができる。
E 事業者	大規模	マッピングシステムを単独起動できるタブレット端末により、現地で図面を確認することが可能。
F 事業者	中規模	マッピングシステムを搭載したタブレット型端末を用いることで現場でも管路情報の参照が可能。
G 事業者	小規模	タブレットにマッピングシステムを入れてあるので、現場で詳細情報の確認が可能。
H 事業者	小規模	スマホアプリを活用し管路情報を現場にて確認できるため、職場に戻る時間が削減され、緊急工事の発注や段取りなど迅速な対応ができている。

現地での管路の位置の確認は、大きな負担とはなっていないものの、台帳上の情報が古いために、現地とズレが生じていることが問題となっている。

また、管路の位置の確認の効率化の 1 つの手法として、マッピングシステムと連動した端末やアプリの活用が有効と思われる。

(8) 質問 8 管路巡視について

1) 質問 8-1-1 漏水探知または管路保全のための管路巡視は行っていますか。

図 2.4.3.58 に示すとおり、事業者規模によらず管路巡視を行っている事業者の方が多いが、大規模事業者の 8 割が行っているのに対し、小規模事業者では 6 割程度に留まっている。



図 2.4.3.58 管路巡視の実施状況

2) 質問 8-1-2 管路の巡視についてコスト、技術力、人数、時間における負担の大きさを教えてください。

① コスト

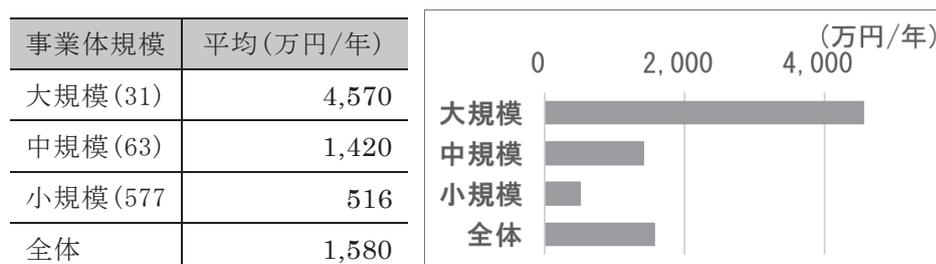
図 2.4.3.59 に示すとおり、規模別による差は小さいが、小規模に比べ大・中規模の事業者の方が管路の巡視を外部委託している割合が高く、約 6 割が外部委託となっている。



図 2.4.3.59 管路の巡視の実施者(外部委託、内部作業)

② 年間外部委託用

図 2.4.3.60 に示すとおり、管路の巡視の外部委託費は大規模事業者が最も高く、中規模の 3 倍、小規模の 9 倍となっている。



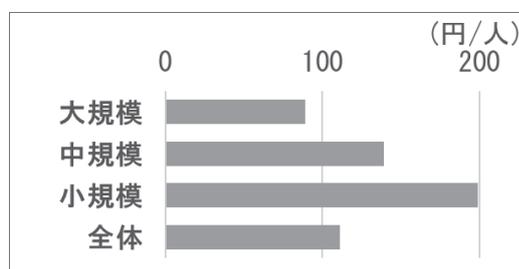
()内は有効回答数

図 2.4.3.60 管路の巡視の年間の外部委託費

③ 給水人口 1 人当たり外部委託用

図 2.4.3.61 に示すとおり、給水人口 1 人当たりの外部委託費としては小規模事業者が最も高くなり、大規模・中規模に比べ 2～3 倍となっている。

事業者規模	平均(円/人)
大規模(31)	89
中規模(63)	139
小規模(577)	199
全体	111



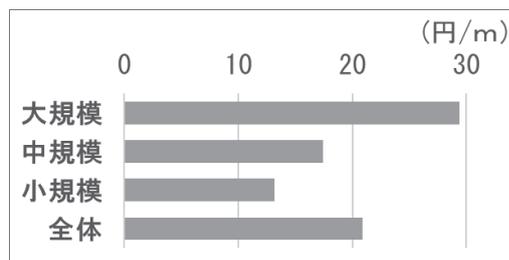
()内は有効回答数

図 2.4.3.61 管路の巡視の給水人口 1 人当たりの外部委託費

④ 管路延長 1m 当たり外部委託用

図 2.4.3.62 に示すとおり、管路延長 1m 当たりの外部委託費では大規模事業者が最も高かった。大規模事業者は給水人口 1 人当たりの負担は小さいが、1m 当たりの管路の巡視の外部委託費として中規模・小規模事業者より多くの費用をかけている。

事業者規模	平均(円/m)
大規模(31)	29.4
中規模(63)	17.4
小規模(577)	13.2
全体	20.9



()内は有効回答数

図 2.4.3.62 管路の巡視の管延長 1 m 当たりの外部委託費

⑤ 技術力

図 2.4.3.63 に示すとおり、管路巡視に関する技術力の負担は事業者規模による大きな差はない。外部委託の割合に大きな差がないためか、負担と感じる割合にも差がでていないと思われる。

事業者規模 \ 負担	負担			
	大	中	小	計
大規模	29	32	20	81
中規模	29	61	42	132
小規模	64	67	62	193
計	122	160	124	406

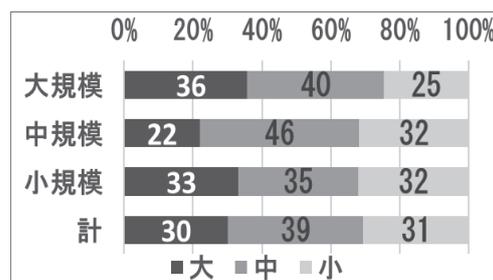


図 2.4.3.63 技術力の負担

⑥ 人数

図 2.4.3.64 に示すとおり、事業体規模によらず約 8 割が負担は中または小と回答しており、人数に関しては大きな負担とはなっていない。



図 2.4.3.64 人数の負担

⑦ 時間

図 2.4.3.65 に示すとおり、管路巡視における時間の負担としては大規模事業体の約 6 割が「大」と回答しており、中規模・小規模事業体との負担感に差がでていいる。大規模事業体にとって管路の巡視は、技術的に難しくなく、人手の負担も小さいが、多くの時間が割かれる業務となっていると考えられる。



図 2.4.3.65 時間の負担

⑧ 管路の巡視ができない理由(複数選択可)

図 2.4.3.66 に示すとおり、管路の巡視ができない理由として人数を上げる事業体が多いが、実際に管路の巡視を行っている事業体では人数における負担は中・小との回答が多く、逆となっている。また、大規模事業体の中には、漏水調査は別途委託業務に含めて発注しているため、漏水発見を目的とした管路巡視は必要ないという回答もあった。

事業体規模	コスト	技術力	人数	時間	その他	計
大規模	7	4	12	7	7	37
中規模	31	20	55	39	7	152
小規模	73	61	124	105	14	377
計	111	85	191	151	28	566

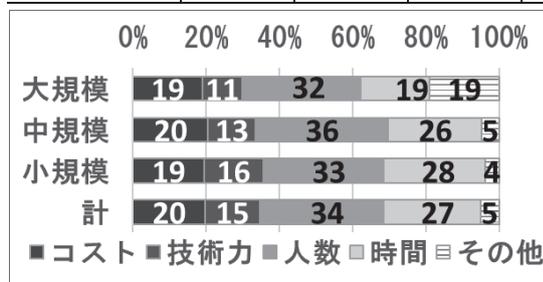


図 2.4.3.66 管路の巡視ができない理由

表 2.5.3.28 その他と回答した大規模事業体のコメント

事業体		コメント
A 事業体	大規模	漏水調査委託を行っているため、積極的には管路巡視を行っていない。
B 事業体	大規模	漏水調査を定期的実施しているため、埋設されている管路の巡視は行っていない。
C 事業体	大規模	古い管路は3年以内で全ての管路の漏水調査を行っているため

3) 質問 8-2 管路の巡視で苦労している点、工夫している点

漏水発見を目的とした管路の巡視については、巡視というより漏水調査そのものへのコメントとして、夜間での業務や内部での技術習得等を苦労する点として挙げられている。

表 2.5.3.29 管路の巡視で苦労している点

事業体		苦労している点
A 事業体	中規模	夜間の作業が多く委託業者との連携が大変。施工管理する上で局側も漏水防止調査について十分に知っておく必要があるため、研修会に参加させ常に新しい情報を得る必要がある。
B 事業体	大規模	委託業者の技術力の差が大きい。
D 事業体	大規模	有収率を上げるためにも管路巡視は欠かせないが、外部委託に頼っている分、コストが毎年かかる。内部での技術習得は厳しいのが現状。
E 事業体	中規模	技術を持ったベテラン職員の異動により漏水調査等技術の継承が困難になっている
F 事業体	小規模	委託業者に現場対応をすべて任せているため、職員の技術力向上に繋がらない。

工夫している点としては、漏水を効率的に発見するために、配水ブロックを構築してブロックごとの配水分析や流量計測により、有効率の低いエリアや夜間最小流量が増加した区域に対し調査を行うというものが多かった。

表 2.5.3.30 管路の巡視で工夫している点

事業体		工夫している点
A事業体	大規模	毎年、配水ブロック分析を行い、有効率の低い地区を直営と委託に分けて調査を行っている。
B事業体	中規模	配水ブロック流量監視システムや外部委託による調査を実施している。技術力低下防止のため、事業体職員でも漏水探知機による調査を実施。
D事業体	中規模	配水ブロックごとに行う配水量分析結果を基に、漏水可能性のあるブロックのあたりを付け効率的に漏水探知を行っている。
E事業体	中規模	ブロック化しブロックの流量監視で夜間最小流量が増加した区域等を重点的に漏水調査（管路巡視）している。
F事業体	小規模	配水地域のブロック化を図り早期発見に努めている。ブロックのスタート地点にハンドホールを設けハンディータイプ流量計を設置できるように本年度より施工する。

(9) 質問 9 地盤沈下対策（空洞調査等）について

1) 質問 9-1-1 管路の地盤沈下対策（空洞調査等）を行っていますか。

図 2.4.3.67 に示すとおり、大規模・中規模では約 8 割が、また、小規模でも 6 割近くが管路の地盤沈下対策（空洞調査等）を実施している。



図 2.4.3.67 地盤沈下対策（空洞調査）の実施状況

2) 質問 9-1-2 地盤沈下対策（空洞調査）は水道事業者で実施していますか、道路管理者で実施していますか。

図 2.4.3.68 に示すとおり、地盤地下対策（空洞調査）を水道事業者で実施しているケースは少ない。回答のあった大規模事業者の約 9 割、中・小規模事業者においても約 7 割が道路管理者で行っている。地盤沈下対策としての空洞調査自体は水道事業ではなく、道路管理者の業務として位置づけられていることが多いと思われる。

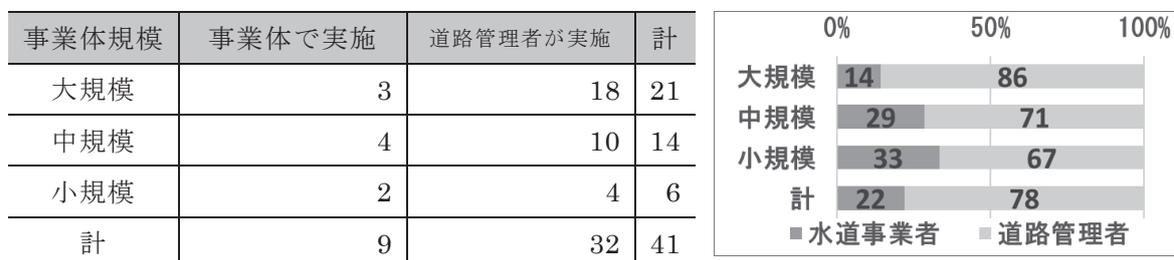


図 2.4.3.68 地盤沈下対策（空洞調査）の実施者

3) 質問 9-1-3 地盤沈下対策（空洞調査）についてコスト、技術力、人数、時間における負担の大きさを教えてください。

① コスト

図 2.4.3.69 に示すとおり、事業体規模によらず 9 割近くが内部作業で行っている。



図 2.4.3.69 地盤沈下対策（空洞調査）の実施者（外部委託、内部作業）

② 年間外部委託用

図 2.4.3.70 に示すとおり、回答数が少なく、規模別の比較にはならないが、外部委託する場合おおむね 2,000 万円の委託費となっている。

事業体規模	平均(万円/年)
大規模(3)	2,080
中規模(1)	2,000
小規模(1)	10
全体	1,652



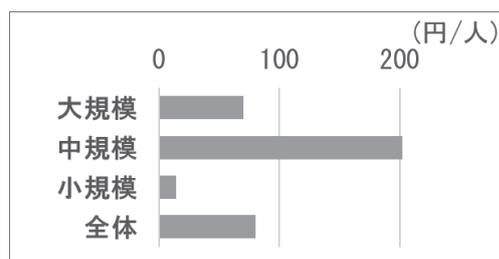
()内は有効回答数

図 2.4.3.70 地盤沈下対策(空洞調査)の年間の外部委託費

③ 給水人口 1 人当たり外部委託用

図 2.4.3.71 に示すとおり、回答数が少なく、規模別の比較にはならないが、給水人口 1 人当たりの負担としては数十円から数百円ほどとなっている。

事業体規模	平均(円/人)
大規模(3)	50
中規模(1)	39
小規模(1)	108
全体	46



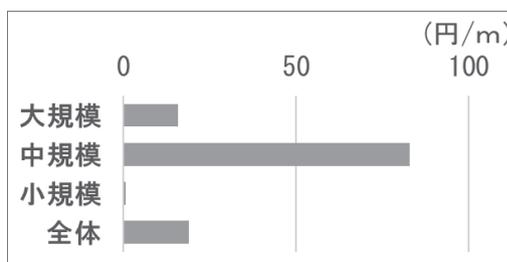
()内は有効回答数

図 2.4.3.71 地盤沈下対策(空洞調査)の給水人口 1 人当たりの外部委託費

④ 管路延長 1m 当たり外部委託用

図 2.4.3.72 に示すとおり回答数が少なく、規模別の比較にはならないが、管路延長 1m 当たりの負担としては数十円から 100 円未満となっている。

事業体規模	平均(円/m)
大規模(3)	15.8
中規模(1)	82.8
小規模(1)	0.7
全体	19.0



()内は有効回答数

図 2.4.3.72 地盤沈下対策(空洞調査)の管延長 1m 当たりの外部委託費

以下の技術力、人数、時間の負担については、水道事業体で実施していないこともあり回答数が少なく、傾向としては読み取りづらいが、大きな負担とはなっていないと思われる。

⑤ 技術力



図 2.4.3.73 技術力の負担

⑥ 人数



図 2.4.3.74 人数の負担

⑦ 時間



図 2.4.3.75 時間の負担

⑧ 地盤沈下対策(空洞調査)ができない理由(複数選択可)

できない理由としてコスト、時間が多くなっているが、実際は、地盤沈下対策としての空洞調査自体が水道事業者の業務として位置づけられていないことが実施していない理由と思われる。

事業体規模	コスト	技術力	人数	時間	その他	計
大規模	44	23	21	16	22	44
中規模	131	68	93	74	35	131
小規模	237	148	170	143	48	237
計	412	239	284	233	105	412

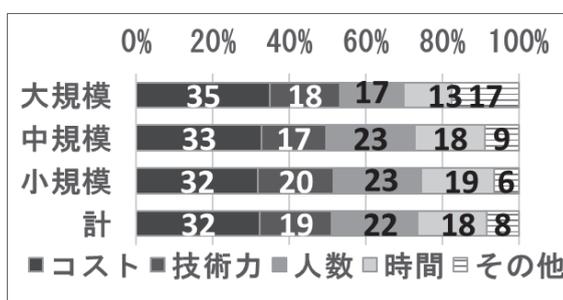


図 2.4.3.76 地盤沈下対（空洞調査）が確認できない理由

4) 質問 9-2 地盤沈下対策（空洞調査）で苦労している点、工夫している点

水道事業者で実施しているケースが少ないためか、苦労している点、工夫している点という観点でのコメントはほぼ無かった。水道事業者で行っている内容として表 2.5.3.31 に示す。

表 2.5.3.31 地盤沈下対策(空洞調査)についてのコメント

事業体		苦労している点、工夫している点
A 事業体	大規模	配水本管の漏水事故などにより、路盤の洗堀が疑われる場合には空洞調査を実施しますが、頻度は極めて少ないです。
B 事業体	中規模	空洞調査は実施していないが、廃止管の撤去、モルタル補填など地盤沈下対策を行っている。
D 事業体	中規模	道路管理者等からの依頼やパトロールにより対応している。初期対応は内部作業で行っている。
E 事業体	中規模	漏水事故修理後に二次被害防止の観点から、隣接地での目視による空洞調査は実施している。

(10) 質問 10 漏水事故の復旧体制について

1) 質問 10-1-1 漏水事故（配水管及び給水管）の修繕にあたり、復旧体制を整備されていますか。

図 2.4.3.77 に示すとおり、全体の 89%の事業体で復旧体制を整備していると回答があり、中でも大・中規模事業体では 95%以上に達した一方、小規模事業体では 83%に留まっていることが分かった。ただし、整備していないと回答した事業体の中にも、「整備していない理由」の項目で、漏水事故時の対応法についてのコメントを回答している事例もあり、“復旧体制”の認識に差異が存在する可能性や、用水給水事業者が含まれている点も考慮する必要がある。



図 2.4.3.77 復旧体制整備の状況

2) 質問 10-1-2 復旧体制を整備されている場合、マニュアル化して整備されていますか。

図 2.4.3.78 に復旧体制マニュアル化の状況を示す。全体の 67%の事業体で復旧体制を整備していないと回答があったが、規模別で見ると大規模事業体は 60%と過半数で整備が進んでいるとの回答であった。一方で中・小規模の事業体では整備していないという回答の比率が高くなり、小規模事業体では 78%に達した。復旧体制と比べて、マニュアル化まで整備されている事業体は少ないと分かった。なお、本項に関しても前項と同様、“マニュアル化”の認識の差異が存在する可能性や用水給水事業者が含まれている事を考慮する必要がある。



図 2.4.3.78 復旧体制マニュアル化の状況

3) 質問 10-1-3 復旧体制を整備されている場合、コスト、技術力、人数、時間における負担の大きさを教えてください。

① コスト

図 2.4.3.79 に示すとおり、事業体全体では内部作業で対応しているとの回答が 55%とやや多いものの、外部委託と比率が拮抗している。規模別であると大・中規模事業体ではやや外部委託が上回っている一方、小規模事業体では内部作業の割合が 64%と高いことが分かる。



図 2.4.3.79 負担の大きさコスト

② 年間外部委託費用

図 2.4.3.80 に示すとおり、外部委託費用の平均額は大規模事業体が突出しており、中規模事業体の約 9 倍、小規模事業体の約 24 倍となっている。

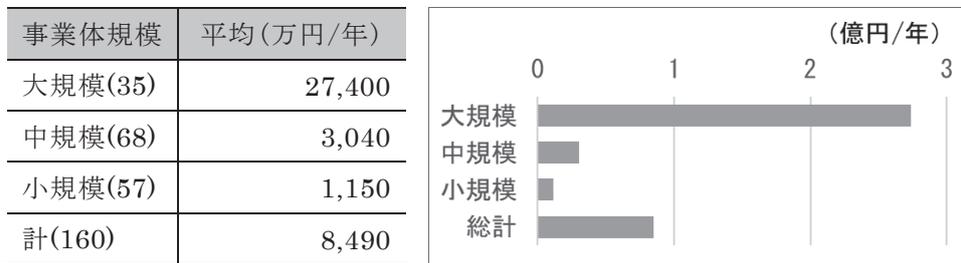


図 2.4.3.80 負担の大きさ年間外部委託費用

③ 給水人口 1 人当たり外部委託費用

図 2.4.3.81 に示すとおり、給水人口 1 人当たりの外部委託費用負担では大規模事業体が 46 円/人、小規模事業体が 43 円/人でほぼ拮抗している一方、中規模事業体は 26 円/人と低い金額となっていることが分かる。

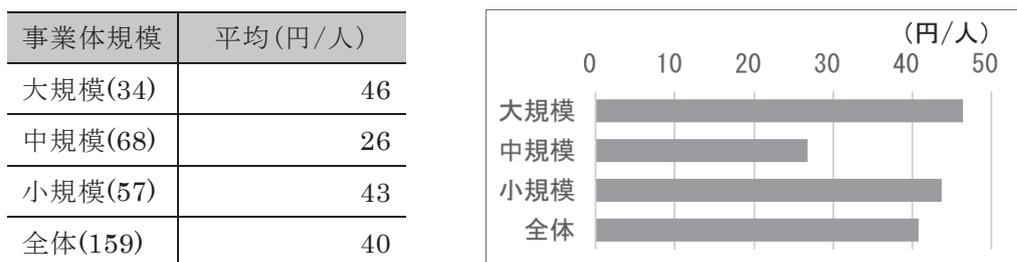


図 2.4.3.81 負担の大きさ給水人口 1 人当たり外部委託費用

④ 管路延長 1m 当たり外部委託費用

図 2.4.3.82 に示すとおり、管路延長 1 人当たりの外部委託費用負担では、費用の年間平均と同様に規模に比例し、特に大規模事業体が突出しており、人口ベースの数値とは異なる傾向となった。

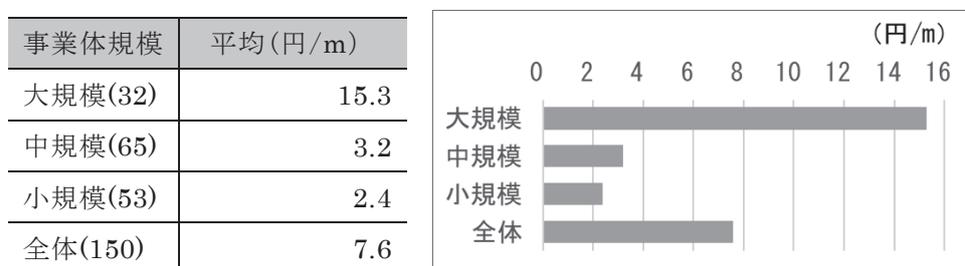


図 2.4.3.82 管路延長 1m 当たり外部委託費用

⑤ 技術力

図 2.4.3.83 に示すとおり、大規模事業体では 55%が「大」との回答であり、一方で中・小規模事業体では「中」が最多であった。

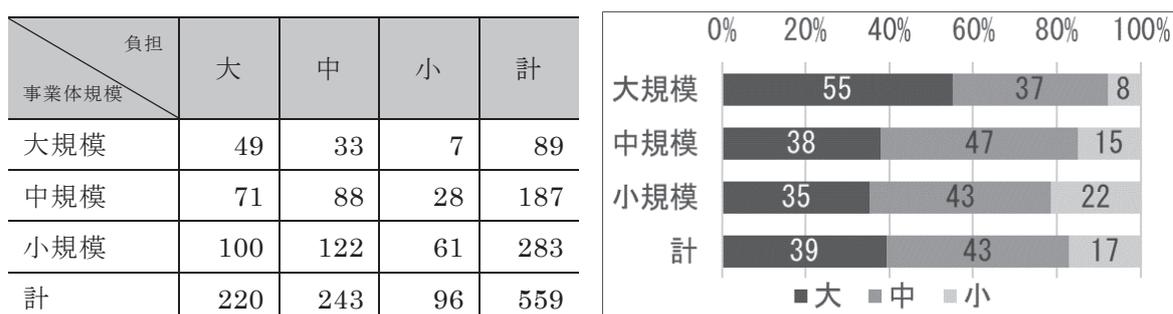


図 2.4.3.83 負担の大きさ技術力

⑥ 人数

図 2.4.3.84 に示すとおり、全体では単独部署内で完結（大②、中、小）するという回答比率が 8 割超と高いことが分かった。規模別で見ると大規模事業体では複数部署にまたがる対応を要するとの回答の比率が、中・小規模事業体よりも高めである一方で、「小」の回答も 28%とそれなりに見受けられた。

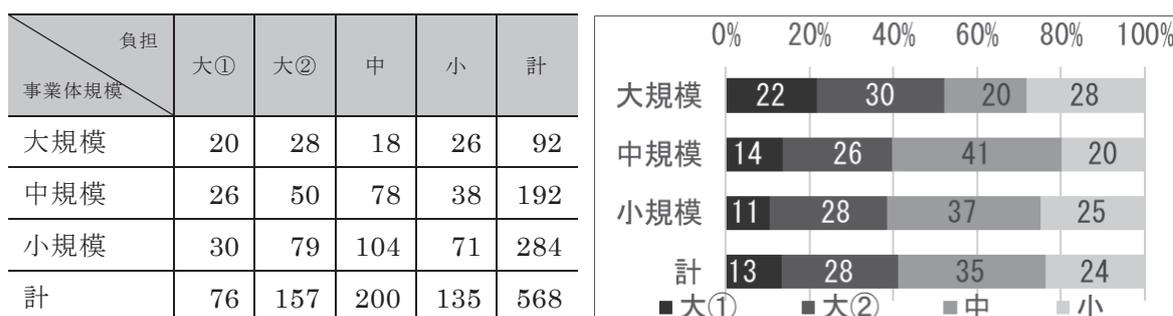


図 2.4.3.84 負担の大きさ人数

⑦ 時間

図 2.4.3.85 に示すとおり、大規模事業者ほど「大」との回答が多く、過半数を超え65%に達していた。復旧体制整備の時間的な負担は規模に比例すると推測される。

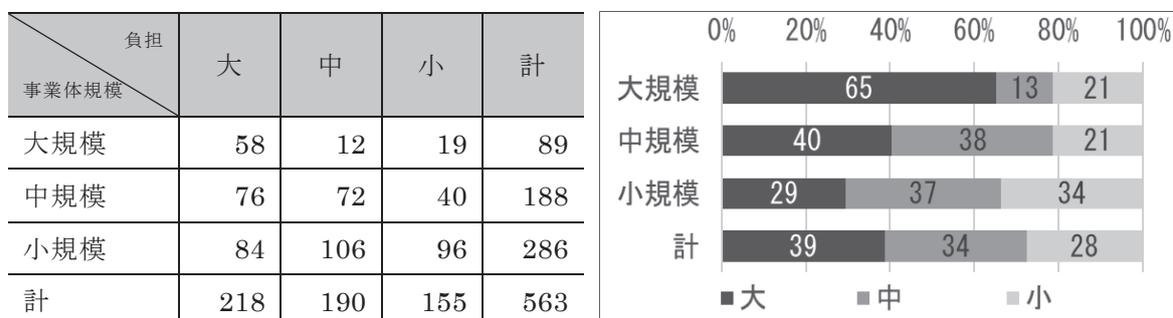


図 2.4.3.85 負担の大きさ時間

⑧ 整備していない理由

図 2.4.3.86 に示すとおり、整備していないと回答した小規模事業者が多かったため、本項目も小規模事業者の回答が多くなっている。全体として技術と時間での負担以外にその他の回答も多い。

事業体規模	コスト	技術力	人数	時間	その他	計
大規模	1	0	0	0	2	3
中規模	1	3	0	4	5	13
小規模	14	20	1	23	23	81
計	16	23	1	27	30	97

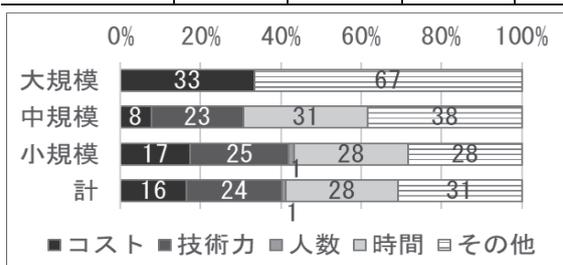


図 2.4.3.86 復旧体制を整備していない理由

表 2.5.3.32 にその他についてのコメントを示す。「用水供給事業者であるため、送水管は保持していても配水管・給水管をそもそも所有していない」という理由と、「事故発生の度に都度業者手配など対応しているから」という回答が多く見受けられた。この点は、用水給水事業者送水管については「送水管に対しては体制を整備している」可能性が考えられる。また、仮に「事故発生時に依頼する工事業者リスト」のようなものが存在しているのであれば、それも「復旧体制」の一部にあたるも考えられ、認識の差異もあると推測される。

表 2.5.3.32 復旧体制を整備していない理由（その他）

整備していない事業体		理 由
A 事業体	大規模	用水供給事業のみであり、配水管・給水管を所有していないため。
B 事業体	小規模	水道用水供給事業者であり、送水管の復旧マニュアルは作成済み。
C 事業体	小規模	事故発生ごとに状況に応じて業者に修理を依頼しているから。
D 事業体	小規模	管工事協会はあるが、全ての業者が加入していないため体制づくりが難しい。

4) 回答 10-1-4 配水管の漏水事故対応の、コスト、技術力、人数、時間における負担の大きさを教えてください。

① コスト

図 2.4.3.87 に示すとおり、外部委託しているとの回答が 64%と多めであった。その傾向は規模別でも同様であり、特に中規模事業体では 70%と高い比率である。



図 2.4.3.87 負担の大きさコスト

② 年間外部委託費用

図 2.4.3.88 に示すとおり、外部委託費用は大規模事業体が突出しており、中規模事業体の約 6 倍弱、小規模事業体の約 18 倍となっていることが分かる。一方で復旧体制整備や給水管の事故対応の外部委託費用よりも、大規模と中・小規模事業体の差は小さかった。

事業体規模	平均(万円/年)
大規模(38)	12,930
中規模(94)	2,330
小規模(116)	710
計(248)	3,220

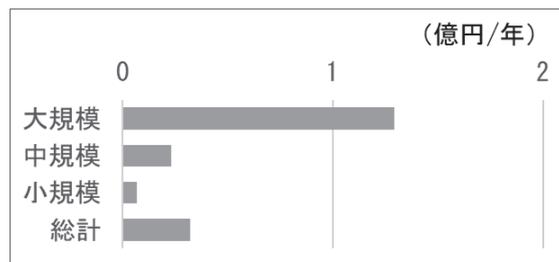


図 2.4.3.88 負担の大きさ年間外部委託費用

③ 給水人口 1 人当たり外部委託費用

図 2.4.3.89 に示すとおり、給水人口 1 人当たりの外部委託費用負担では、大規模事業体が 32 円/人、小規模事業体が 33 円/人でほぼ拮抗している。一方、中規模事業体は 21 円/人と低い金額となっていることが分かる。これは復旧体制の整備、給水管の事故対応と同様の傾向となった。

事業体規模	平均(円/人)
大規模(34)	32
中規模(94)	21
小規模(116)	33
全体(244)	28

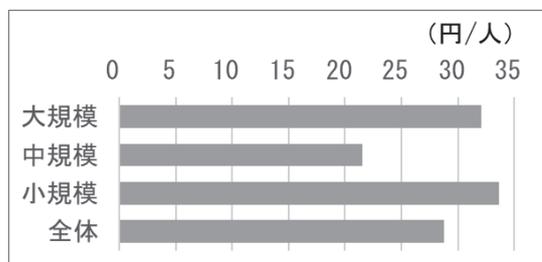


図 2.4.3.89 負担の大きさ給水人口 1 人当たり外部委託費用

④ 管路延長 1m 当たり外部委託費用

図 2.4.3.90 に示すとおり、管路延長当たりの外部委託費用負担では、費用の年間平均と同様に大規模事業体が突出しており、復旧体制整備と同様、人口ベースの数値とは異なる傾向となった。

事業体規模	平均(円/m)
大規模(35)	10.7
中規模(90)	3.0
小規模(109)	1.9
全体(234)	5.3

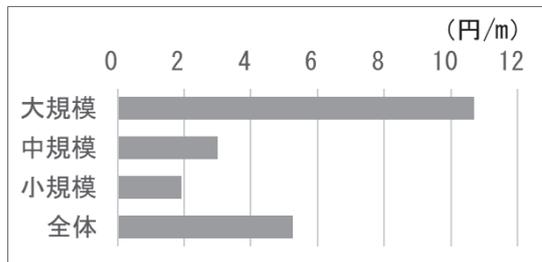


図 2.4.3.90 負担の大きさ管路延長当たり外部委託費用

⑤ 技術力

図 2.4.3.91 に示すとおり、全体でも技術の習熟に 1 年以上を要する（大・中）との回答が 9 割近く、特に大規模事業体では 62%が「大」との回答であり、配水管の漏水事故対応は高い技術力が求められる業務であると推測される。

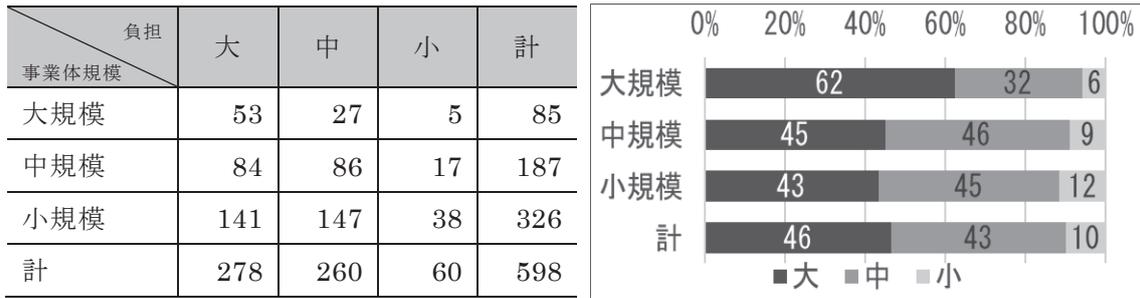


図 2.4.3.91 負担の大きさ技術力

⑥ 人数

図 2.4.3.92 に示すとおり、全体では単独部署内で完結（大②、中、小）するという回答比率が高いことが分かった。規模別で見ると大中規模事業体では「大」の回答の比率が小規模事業体よりも高めである一方で、大規模事業体は「小」との回答も 28%とそれなりに見受けられた。

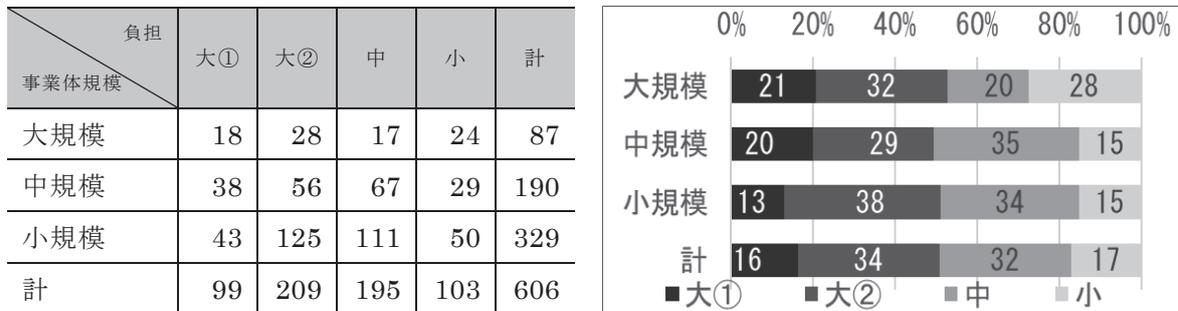


図 2.4.3.92 負担の大きさ人数

⑦ 時間

図 2.4.3.93 に示すとおり、大規模事業体ほど「大」との回答が多く、過半数を超え 58%に達していた。配水管の漏水事故対応の時間的な負担は規模に比例すると推測される。

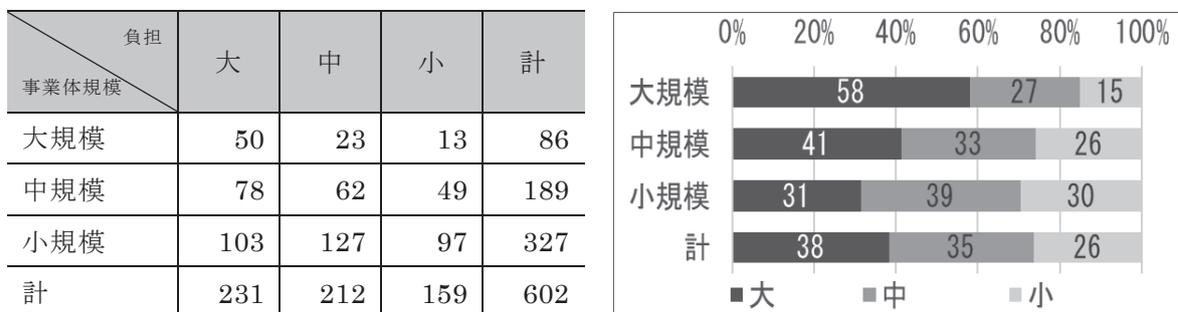


図 2.4.3.93 負担の大きさ時間

5) 質問 10-1-5 給水管の漏水事故対応のコスト、技術力、人数、時間における負担の大きさを教えてください。

① コスト



図 2.4.3.94 負担の大きさコスト

図 2.4.3.94 に示すとおり、外部委託しているとの回答が 63%と多めであった。外部委託が過半数を超える傾向は規模別でも同様であるが、特に中規模事業体では 71%と高い比率である。

② 年間外部委託費用

図 2.4.3.95 に示すとおり、外部委託費用は大規模事業体が突出しており、中規模事業体の約 9 倍弱、小規模事業体の約 33 倍弱となっていることが分かる。復旧体制整備や配水管の事故対応の外部委託費用と比べ、大規模事業体と小規模事業体の差は大きいものとなった。

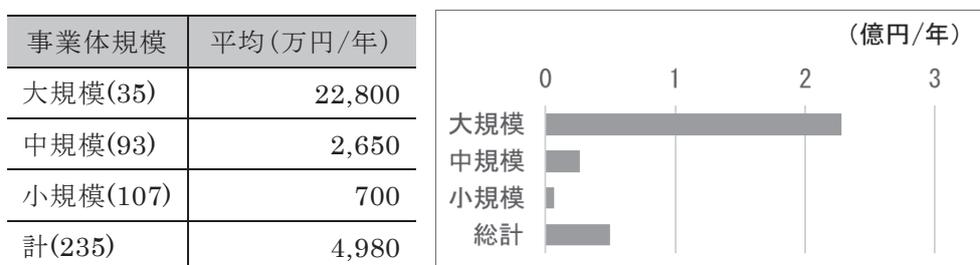


図 2.4.3.95 負担の大きさ年間外部委託費用

③ 給水人口 1 人当たり外部委託費用

図 2.4.3.96 に示すとおり、給水人口当たりの外部委託費用負担では、年間外部委託費用平均と同様、大規模事業体が 49 円/人と突出しており、一方で中規模事業体は 24 円/人、小規模事業体は 29 円/人と比較的小さな差となった。大規模事業体と小規模事業体の費用については、拮抗していた復旧体制整備と配水管の事故対応の傾向とは異なるものであった。

事業体規模	平均(円/人)
大規模(35)	49
中規模(93)	24
小規模(107)	29
全体(235)	40

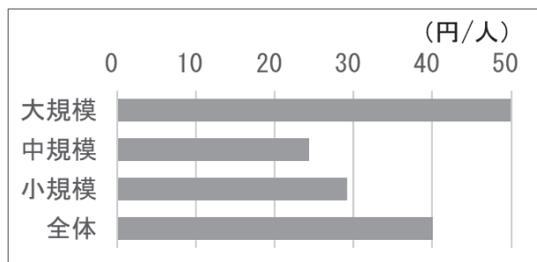


図 2.4.3.96 負担の大きさ給水人口1人当たり外部委託費用

④ 管路延長1m当たり外部委託費用

図 2.4.3.97 に示すとおり、管路延長当たりの外部委託費用負担では、費用の年間平均と同様に大規模事業体が突出、規模に比例している。この差は配水管の事故対応のものよりも大きな差となった。

事業体規模	平均(円/m)
大規模(32)	16.7
中規模(87)	3.3
小規模(100)	1.6
全体(219)	7.3

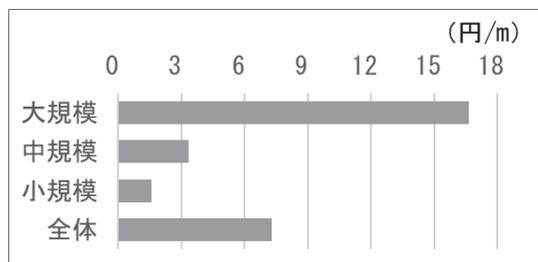


図 2.4.3.97 負担の大きさ管路延長当たり外部委託費用

⑤ 技術力

図 2.4.3.98 に示すとおり、全体でも技術の習熟に1年以上を要する(大・中)との回答が8割弱となっているが、「大」の回答は全体でも30%と、46%が「大」と回答した配水管の事故対応と比べて低いものとなっており、技術負担の面では配水管の方が給水管よりも大きいと推測される。

事業体規模	負担			
	大	中	小	計
大規模	34	31	14	79
中規模	50	89	37	176
小規模	85	149	81	315
計	169	269	132	570

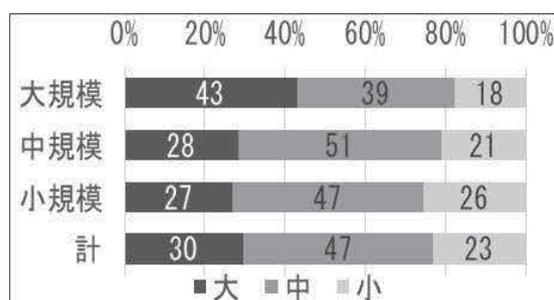


図 2.4.3.98 負担の大きさ技術力

⑥ 人数

図 2.4.3.99 に示すとおり、全体では単独部署内で完結（大②、中、小）するという回答比率が 9 割と高いことが分かった。「小」の比率も高く、配水管の漏水事故対応よりも負担感は小さい傾向が見受けられる。



図 2.4.3.99 負担の大きさ人数

⑦ 時間

図 2.4.3.100 に示すとおり、大規模事業体ほど「大」との回答が多く、75%に達していた。給水管の漏水事故対応は配水管と同様に時間的な負担は規模に比例すると推測されるが、その傾向はより強いものとなった。

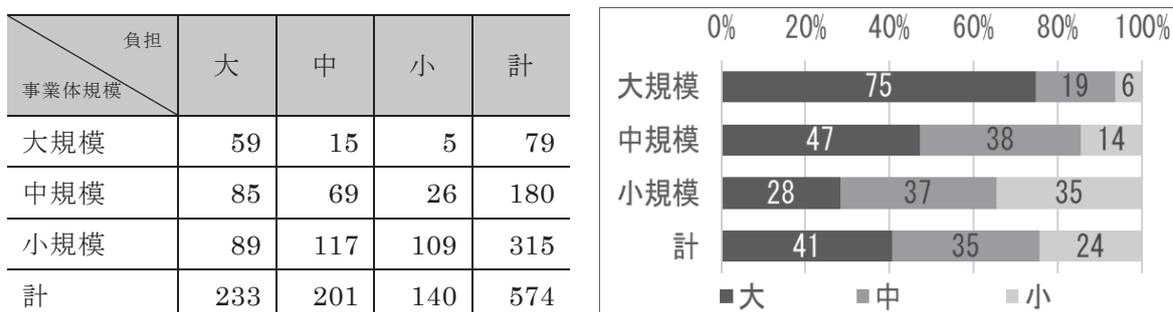


図 2.4.3.100 負担の大きさ時間

6) 質問 10-2 漏水事故対応にあたり苦勞されている点や工夫している点

職員・業者双方の人手不足が、技術継承を含め様々な苦勞の原因であるように見受けられる。外部委託対応であっても図面確認や仕切弁操作や広報などで、職員が立ち会う必要がある業務が存在しており、24 時間 365 日の対応体制維持の負担が大きいとのコメントが複数あった。

工夫としては職員・業者の当番制の確立や、業者との連携強化、台帳の整理、マニュアル化などが見受けられた。

表 2.5.3.33 苦勞している点、工夫している点

苦勞している点	工夫している点
職員の人手不足	管種で対応の決裁者を変える
業者の人手不足	仕切弁により断水箇所を最小化
職員の技術継承の不安	メーター交換と併せた管更新
業者の技術継承の不安	職員の連絡先グループの作成
断水時の広報	対応シフトの作成
漏水場所の特定	業者との連携強化
休日夜間対応	私有地給水管の自己修繕要請
対応時間限られる現場の存在	育成目的の簡易な工事の発注
大型車両・特殊車両運転人員の不足	再任用職員の活用
現場の図面確認	管理台帳の整理
仕切弁操作ができる人員の不足	マニュアルの整備
特殊部材の調達	特殊部材のストック

(11) 質問 11 日常点検及び定期点検業務について

1) 質問 11-1-1 日常点検、定期点検の具体的な内容（複数選択可）

図 2.4.3.101 に示すとおり、漏水調査の回答は規模を問わず多くみられ、特に小規模事業体で 31%と高い比率であった。それだけ対応の多い業務であると推測される。また、水管橋の点検については規模に比例して高い傾向が見受けられたが、これは対象となる水管橋を大規模事業体ほど多く抱えている事によるものと推測される。管路点検や弁・栓類の点検、減圧弁保守・点検は規模を問わず 15%前後の比率であった。

事業体規模	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	計
大規模	94	62	71	72	81	24	10	414
中規模	154	83	88	101	95	21	30	572
小規模	236	128	101	130	75	23	77	770
計	484	273	260	303	251	68	117	1756

ア：漏水調査

イ：管路点検

ウ：弁・栓類の点検

エ：減圧弁保守・点検

オ：水管橋の点検

カ：他企業工事巡視

キ：その他

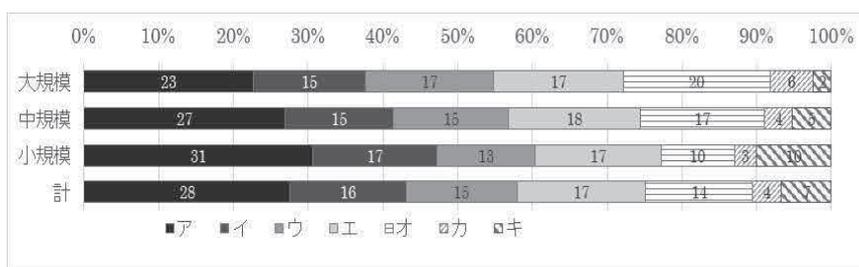


図 2.4.3.101 日常点検、定期点検の具体的な内容

2) 回答 11-1-2 日常点検、定期点検のうち、最も負担が大きいものを教えてください。

図 2.4.3.102 に示すとおり、規模を問わず漏水調査という回答が半数以上という大きな数値を占めており、点検業務の中でも特に負担が大きいものとして認識が共有されていると推測される。

事業体規模	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	計
大規模	66	15	15	6	13	3	5	123
中規模	125	21	23	15	8	6	12	210
小規模	198	58	28	29	7	3	48	371
計	389	94	66	50	28	12	65	704

ア：漏水調査

イ：管路点検

ウ：弁・栓類の点検

エ：減圧弁保守・点検

オ：水管橋の点検

カ：他企業工事巡視

キ：その他

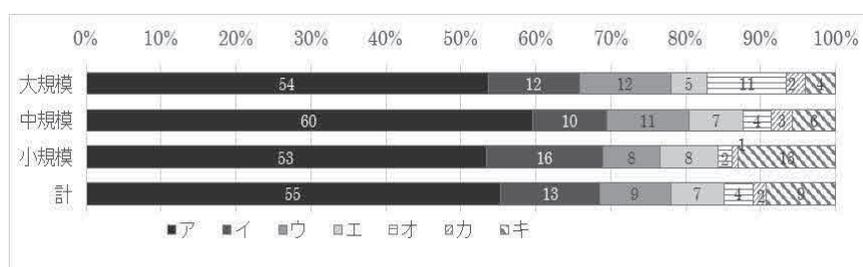


図 2.4.3.102 最も負担の大きい日常点検、定期点検

3) 回答 11-1-3 その負担の大きさを教えてください

① コスト

図 2.4.3.103 に示すとおり、最も負担の大きな点検業務を外部委託しているとの回答が 56%と多めであった。外部委託が過半数を超える傾向は規模別でも同様であるが、小規模事業体では 51%に留まっており、内部作業と拮抗している。

事業体規模	外部委託	内部作業	計
大規模	77	49	126
中規模	136	84	220
小規模	176	167	343
計	389	300	689

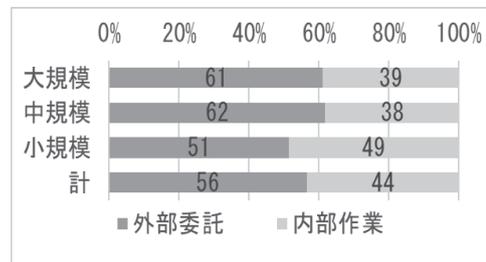


図 2.4.3.103 負担の大きさコスト

② 年間外部委託費用

図 2.4.3.104 に示すとおり、最も負担の大きな業務の外部委託費用平均は大規模事業者が最も多いものとなっているが、中規模事業者の約 3 倍弱、小規模事業者の約 4 倍であり、そこまで大きな差ではなかった。

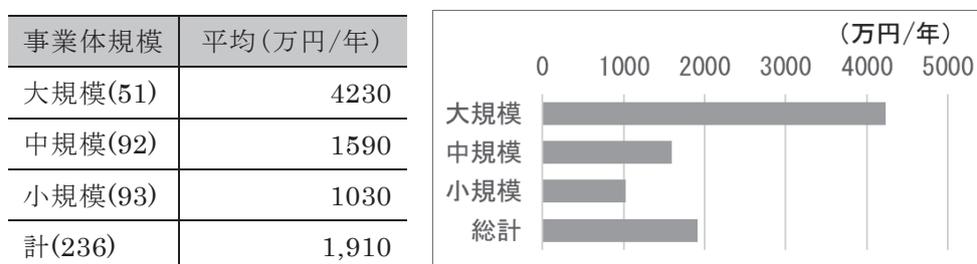


図 2.4.3.104 負担の大きさ年間外部委託費用

③ 給水人口 1 人当たり外部委託費用

図 2.4.3.105 に示すとおり、最も負担の大きな業務のための給水人口 1 人当たりの外部委託費用負担では、小規模事業者が 29 円/人と突出しており、一方で中規模事業者は 15 円/人、大規模事業者は 8 円/人と、金額が規模に比例していた年間外部委託費用平均とは反対の傾向となった。

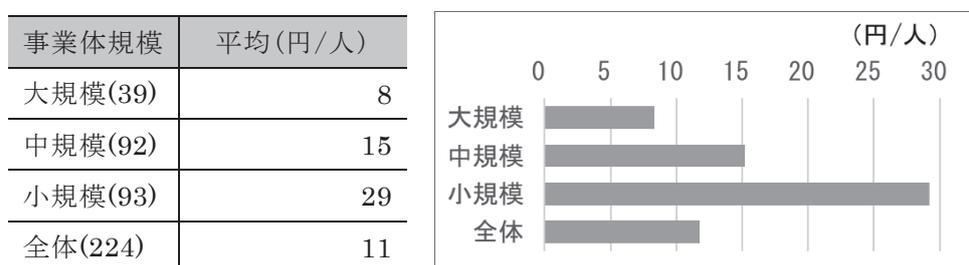


図 2.4.3.105 負担の大きさ給水人口 1 人当たり外部委託費用

④ 管路延長 1m 当たり外部委託費用

図 2.4.3.106 に示すとおり、最も負担の大きな業務のための管路延長 1m 当たりの外部委託費用負担は全体的に似通ったものであった。

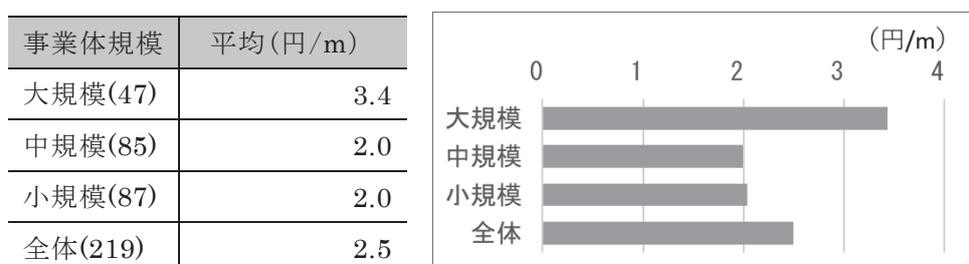


図 2.4.3.106 負担の大きさ管路延長当たり外部委託費用

⑤ 技術力

図 2.4.3.107 に示すとおり、最も負担の大きな業務に要する技術力負担は大規模事業者における「大」の回答は 49%と中・小規模事業者と比べて高いものとなっている。

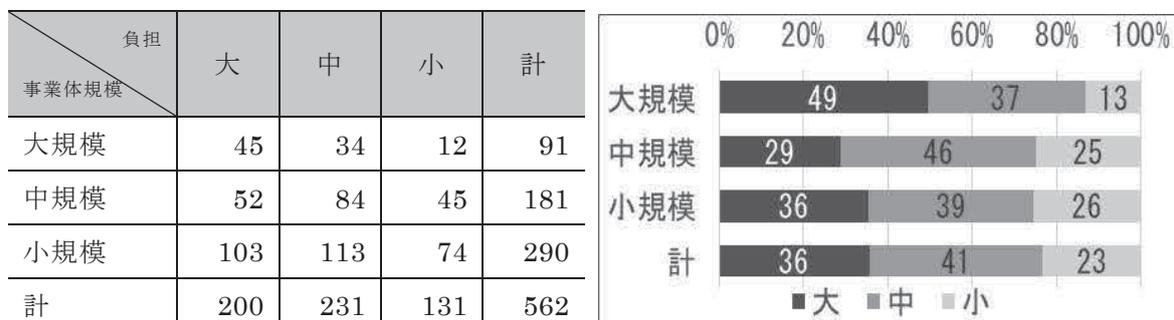


図 2.4.3.107 負担の大きさ技術力

⑥ 人数

図 2.4.3.108 に示すとおり、最も負担の大きな業務では、全体では単独部署内で完結（大②、中、小）するという回答比率が 93%と高いことが分かった。「小」の比率も高く、全体で 41%であった。



図 2.4.3.108 負担の大きさ人数

⑦ 時間

図 2.4.3.109 に示すとおり、大規模事業者では「大」との回答が多く、56%に達している。

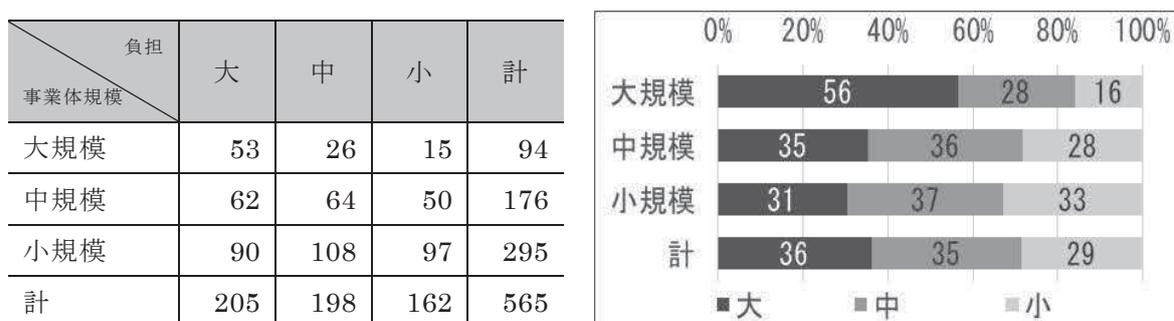


図 2.4.3.109 負担の大きさ時間

4) 回答 11-2 日常点検、定期点検にあたり苦勞されている点や工夫している点

人手不足が苦勞の大きな原因となっており、人手に見合わない点検対象エリアの広さや管路の長さを抱えている、または内勤業務の片手間であるために点検が追い付かないといったコメントが見られた。また、人手不足や人事異動が、仕切弁の操作や見分けなどの技術継承不足に繋がっているとの意見もあった。さらに苦勞して行っている漏水調査も、そこまで有収率の改善に繋がっていると実感できないとの声もあった。

工夫している点としては、ブロック化による計画的な対応や、マッピングシステムの導入、管理システムの配水量データからの漏水確認、外部委託の実施などが見受けられる。

表 2.5.3.34 日常点検、定期点検にあたり苦勞されている点や工夫している点

苦勞している点	工夫している点
人件費の高騰	ブロック単位の対応
異常に対しての後手の対応	作業を整理した上での対応
設備がよく把握できていない	クラウドマッピングシステム活用
対象管路が長すぎる	対応ルートの効率化
幹線道路での点検	道路担当部署と共同の点検実施
点検は手が空いた時しかできない	委託の活用
異動で技術が継承されない	点検の優先付け実施
仕切弁の種類が多い	管理システムによる漏水確認
仕切弁の開閉作業が多い	
仕切弁の浸水	
漏水調査が有収率改善に繋がらない	
人手と技術の不足	

(12) 質問 12 管路の再構築

1) 回答 12-1 管路の再構築を検討する場合、重視する点、または目指すポイント（複数選択可）

図 2.4.3.110 に示すとおり、全体的に重視される点として、適正口径、更新事業費の削減から、水質・水圧・流速、バックアップ管路へと続く傾向が見受けられた。規模別では大規模事業体にて消防用水量を気にされる傾向が中小規模事業体よりも高めであるが、これは人口と同時開栓数を紐づけた指針等の影響もあるものと推測される。

事業体規模	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	計
大規模	97	34	62	41	72	77	6	389
中規模	201	47	95	39	110	143	8	643
小規模	294	54	152	41	154	231	18	944
計	592	135	309	121	336	451	32	1976

ア：適正口径

イ：配水小ブロック

ウ：バックアップ管路

エ：消防用水量

オ：水質・水圧・流速

カ：更新事業費削減

キ：その他

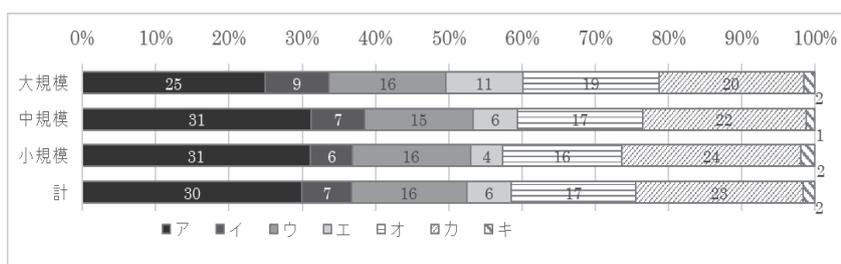


図 2.4.3.110 管路の再構築時に重視または目指すポイント

2) 回答 12-2 管路の再構築についての意見等

規模を問わず、管路の再構築において更新費用圧縮と水質維持の面などから、適正口径への縮径の必要性についての言及が多く見受けられると共に、消防用水量の確保がハードルとなっているとのコメントも多かった。回答 12-1 の回答比率以上に、消防用水量確保の課題は大きいものと推測される。

表 2.5.3.35 管路の再構築についての意見

事業体	理由	
A 事業体	大規模	縮径には消防用水量の確保が大きな課題となっている。
B 事業体	大規模	人口減少社会を迎えダウンサイジングは必要である。
C 事業体	中規模	消防用水量に沿った口径での水質維持が困難となっている。
D 事業体	小規模	管路更新に必要な費用を捻出できない。

(13) 質問 13 維持管理の負担と管路延長の短縮

1) 質問 13-1 維持管理の負担軽減の観点から、管路延長の短縮は有効か。

図 2.4.3.111 に示すとおり、全体的に見て 7 割以上で有効であるとの回答が得られ、規模が大きくなるほどその比率は高いものとなった。

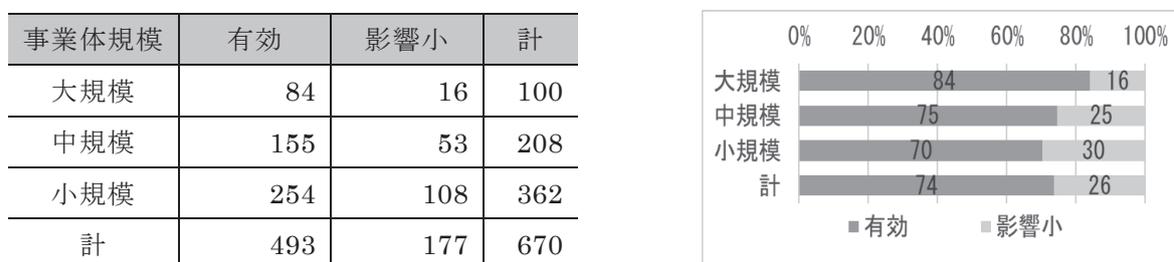


図 2.4.3.111 管路延長短縮の有効性

2) 質問 13-2 上記回答の理由

管路延長の短縮が維持管理の負担軽減に有効とする理由では「維持管理すべき対象の管路や弁類が減るため」という明快な理由が多く見受けられた。また、「漏水が発生するリスクのある対象が減る」「滞留解消による残塩濃度、水質面での改善から捨水作業等が軽減される」とのコメントもあった。さらに維持管理とはやや離れるが、プラス面のコメントとして「更新費用が削減されると見込まれるから」との意見も多数見受けられた。

一方であまり影響がない理由としては、その実現性への疑問が多くみられた。その内容として、「需要が減るといっても特定エリアだけ都合よく減るわけではないので、配管自体は残さなければいけない」「配水管が無くなったら給水管が増えるのでは」などの他、「そもそも現状が最低限なのでこれ以上はない」とのコメントも多くみられた。また、防災面・レジリエンスの低下の懸念や、配管だけでは効果が薄いとの声もあった。

表 2.5.3.36 管路延長の短縮に対する意見

有効である理由	あまり影響がない理由
管理対象管路減少という純粋な理由	実現性に疑問を感じる
管理弁類の減少	既に最低限で短縮の余地がない
漏水発生リスクの減少	給水区域自体は直ぐには減らないため
滞留解消と水質改善	レジリエンスの低下懸念
更新費用の削減	給水設備が減らないならば効果は薄い
	配水管は減っても給水管が増える

3) 回答 13-3 管路延長と維持管理の負担についての意見

前項と同様、管路延長の短縮は、水質面や漏水リスク低減など、維持管理面で有効であると認める一方で、防災面の懸念や消防用水量の都合、給水先が存在する以上、管路短縮が困難であるなどのコメントが見受けられた。特に小規模事業者では「需要減少は進んでいるが、これ以上の短縮も直ぐには困難」との意見が多くみられた。

管路延長の短縮に関しては、維持管理負担軽減の効果を見込むことができるとのコメントを多く得られた。今後はその実現に向けてハードルとなっている事項を解決し、スキームを構築することで、実施が容易になると推測される。

表 2.5.3.37 管路延長と維持管理の負担についての意見

事業者		理由
A 事業者	大規模	可能な限りコンパクトな管網が配水効率や維持管理の観点から望ましい。実際には郊外の住居が点在した区域もあり、樹枝状管網で水質劣化防止のために捨水を行っている。また、消防水利を確保するために管路口径をダウンサイジングできないケースもある。
B 事業者	中規模	管路延長が短ければその分、管路の破裂・漏水リスクは減少するため有効ではある。市街地のように集中していれば短縮を図れるが、山間部等の点在する集落等があれば短縮は図れない。
C 事業者	中規模	管路延長が減少すれば管理負担は減ると考えるが、管網化等をしていかないと自然災害や事故等による断水等のリスクが高くなることが懸念される。
D 事業者	小規模	管路延長の短縮は維持管理の負担軽減において有効と考えるが、散居村を形成する自治体において管路延長の短縮はほぼ不可能と思われる。

(14) 質問 14 維持管理の負担と管口径の縮径

1) 質問 14-1 維持管理の負担軽減の観点から、管口径の縮径は有効か。

図 2.4.3.112 に示すとおり、全体的に見て 7 割以上で有効であるとの回答が得られ、規模が大きくなるほどその比率は高いものとなった。



図 2.4.3.112 管口径の縮径の有効性

2) 質問 14-2 上記回答の理由

管口径の縮径が維持管理の負担軽減に有効とする理由としては、漏水事故発生時の負担が減ると見込まれる点と、水質改善へのコメントが多く見受けられた。漏水事故対応の負担軽減の理由としては「部材が安い」「部材が揃いやすい」などの部材面への言及と、「大口径より対応がしやすい」「被害が小さくて済む」など作業面への言及が見られた。水質改善については、捨水作業の削減が実務面で効果的との意見が見られた。さらに維持管理とはやや離れるが、プラス面のコメントとして「更新費用が削減されると見込まれるから」との意見も見受けられた。

あまり影響がない理由としては「更新費用削減では効果的だと思うが、管理面での有効性がピンとこない」との意見の他、修繕費の削減効果への疑問の声や、消防用水量や使用実態などからこれ以上の縮径が難しいとの声も見受けられた。

表 2.5.3.38 管口径の縮径に対する意見

有効である理由	あまり影響がない理由
漏水事故発生時の修理費が安い	口径でそこまで修繕費は変わらない
漏水事故発生時の対応が容易	既に最小限の口径であるため
漏水事故発生時の被害が小さい	維持管理面では有効性を感じない
漏水事故発生時の部材調達が容易	更新費用削減には有効
大口径の部材備蓄を減らせる	最新管種そのものが丈夫である
滞留が減り、水質改善に繋がる	消防用水量の制約がある
捨水作業などの削減に繋がる	使用量に波があるため
更新費用の削減	増径による統合が有効なこともある

3) 質問 14-3 上記の回答について管口径の縮径と維持管理の負担について実例等

縮径による残留塩素の確保と水質改善効果についてのコメントが多く見受けられ、具体的に捨水作業・弁操作の削減による維持管理業務の負担軽減に触れられるものもあった。修繕費の削減効果については前項でその効果について異なる意見がみられたものの、水質改善とそれに伴う維持管理業務の負担軽減についての疑問は少なかったことから、事例集などがあると維持管理面での効果説明に有効と推測される。

また、縮径においても管路短縮と同様に、消防用水量がハードルとして言及されており、検討を要する事項であると分かった。

表 2.5.3.39 管口径の縮径と維持管理の負担について実例等

実例のある事業体		理 由
A 事業体	大規模	更新計画では費用負担軽減の観点から減径を検討・実施している。結果的に流速増による夾雑物除去や修繕が容易な範囲が広がっていると考ええる。
B 事業体	大規模	既設管路では残留塩素濃度確保のために末端で常時放水しているが、縮径できれば常時放水の必要はなくなり有収率の向上に繋がる。ただし、消防用水量を確保するために縮径できない場合もある。
C 事業体	中規模	配水池更新（基幹管路更新を含む）時に、管口径の縮径を行い、緊急遮断弁や仕切弁等の縮径に繋がっている。また、維持管理上、職員による試運転や開閉作業の軽減にも繋がっている。
D 事業体	小規模	人口減少に伴う水需要の減少が確実視されており、ダウンサイジング等により更新事業費を削減したいところであるが、消防用水量を考慮すると管路口径のダウンサイジングが困難であり、費用負担の在り方について検討が必要である。

(15) 質問 15 水道管路の維持管理の中で ICT や IoT を活用していますか。あるいは活用を目指していますか。

1) 質問 15-1 維持管理への ICT や IoT 活用状況

全体の 12%が既に活用しており、17%が活用を目指している。71%は、活用を考えていないとの回答があった。



図 2.4.3.113 維持管理への ICT や IoT 活用状況

2) 質問 15-1-1 既に活用している場合の事例及び活用による効果・課題

大規模事業体から最多の回答があった「タブレット・PC 端末」の活用事例をまとめた。

端末で利用可能とした情報：水道管理図、竣工図、管路情報（管路台帳、管路図等）、点検記録、現場状況の動画、GIS（マッピング情報）

効果：現場での即時対応可能、事務所との情報共有と指示、ペーパーレス化、現場での気づきメモを蓄積、漏水等事故の早期対応

「水道施設の監視・自動制御」を実施していると回答した事業体の割合は、小規模事業体ほど高い結果となった。監視・自動制御のレベルに対する認識が、事業体ごとに異なるので比較は難しいが、人員不足への対策として監視設備の導入が進んでいるのではないかと推測される。

表 2.5.3.40 活用中の ICT・IoT 活用事例と実施事業体数

既に活用している事業体		ICT・IoT 活用事例
A 事業体含む 7 事業体	大規模	タブレット・PC 端末を活用。現場での図面等情報活用、事務所との通信
B 事業体含む 5 事業体	中規模	
C 事業体含む 4 事業体	小規模	
D 事業体含む 11 事業体	大規模	水道施設の監視・自動制御。浄水場、調整池、受水池、配水管内の水位・流量・水圧・水質などを監視。ポンプ、電動弁の監視・自動制御。設備の死活監視
E 事業体含む 9 事業体	中規模	
F 事業体含む 29 事業体	小規模	
H 事業体	大規模	グループウェアソフトによる広域化。事業所間で情報共有
R 事業体含む 3 事業体	大規模	AI、ドローン活用。管路劣化の AI 予測診断、衛星画像の AI 解析による漏水調査。現地調査時の写真撮影
S 事業体	中規模	
T 事業体含む 7 事業体	中規模	管路管理システム（マッピングシステム）。水道施設の効率的な維持管理や市民サービス向上。課題は、固定資産（管路延長や資産価値）との突合や連動ができていない
U 事業体含む 7 事業体	小規模	
V 事業体	小規模	Web 運用・クラウド化。管路データベースシステムや設備台帳システム、浄水場中央監視装置の Web 運用、積算システムのクラウド化
W 事業体	小規模	スマートメーター。検針業務の効率化

3) 回答 15-1-2 活用を目指している技術について

コメントの傾向としては、下記のとおりである。

- ・「既に活用している」として回答された項目と同様の項目が多く挙げられた。中でも「タブレット・PC 端末」の活用が比較的多かった。
- ・「既に活用している」の回答には挙がっていない項目として下記が挙げられた。
他の課との情報共有システム、消防水利優先の管路情報、水道情報活用システム、等
- ・導入を考えていない事業体もイメージしやすく、導入効果も得られやすいと思われる。

表 2.5.3.41 活用中の ICT・IoT 活用事例と実施事業体数

既に活用している事業体		ICT・IoT 活用事例
A 事業体含む 2 事業体	大規模	グループウェアソフト。広域化。事業所間で情報共有
B 事業体	小規模	
B 事業体含む 10 事業体	大規模	Web 運用・クラウド化。管路データベースシステムや設備台帳システム、浄水場中央監視装置の Web 運用、積算システムのクラウド化。タブレット・PC 端末活用
C 事業体含む 11 事業体	中規模	
D 事業体含む 8 事業体	小規模	
E 事業体含む 6 事業体	大規模	
F 事業体含む 2 事業体	中規模	AI、ドローン活用。管路劣化の AI 予測診断、衛星画像の AI 解析による漏水調査。現地調査時の写真撮影。可搬式のライブカメラの導入
G 事業体含む 3 事業体	小規模	
H 事業体	大規模	
I 事業体含む 3 事業体	中規模	管路管理システム（マッピングシステム）。水道施設の効率的な維持管理や市民サービス向上。課題は、固定資産（管路延長や資産価値）との突合や連動ができていない
J 事業体含む 3 事業体	小規模	
N 事業体	大規模	
O 事業体含む 8 事業体	中規模	スマートメーター、検針業務の効率化
P 事業体含む 13 事業体	小規模	
Q 事業体	大規模	消防水利優先の管路情報
R 事業体含む 2 事業体	大規模	各種管理システム（水道情報活用システム、水道施設台帳システム、水道標準プラットフォーム、会計システム、水道使用量検針システム、管路老朽化診断システム）
S 事業体含む 3 事業体	中規模	
T 事業体含む 3 事業体	小規模	
V 事業体	小規模	
W 事業体含む 2 事業体	大規模	RPA(Robotic Process Automation)。試験導入。一部水道使用の手続きを自動化
X 事業体含む 2 事業体	中規模	
Y 事業体含む 7 事業体	小規模	
AQ 事業体含む 6 事業体	大規模	水道施設の監視・自動制御。浄水場、調整池、受水池の水位・流量などの運転状況を監視。設備の稼働状況を監視・自動制御。設備の死活監視。補修履歴、工事履歴の管理
AR 事業体含む 6 事業体	中規模	
AS 事業体含む 6 事業体	小規模	
		無回答、または具体策検討中

4) 回答 15-1-3 活用は考えていない場合の理由

回答の傾向は下記のとおりである。

- ・ 発展途上（現時点で有効な技術が無い、全国的に普及していない、システムが未成熟）
- ・ セキュリティ要件に合わない。
- ・ 実績が不十分（他事業体への動向に応じて検討、調査段階）
- ・ 人員、時間、コスト等の資源不足（広域化対応で人手不足、通常業務の遅延の懸念、老朽施設や管路の更新が優先、初期費が捻出困難）
- ・ その他（事業統合を控えているため。知識不足）

その他の理由を見ると、事業体間での情報共有ができれば解決しそうなものもある。一方で広域化等を進めているために導入が決められない、等の事業体固有の課題もある。また、コストを理由としている事業体が多数見られた。

大規模事業体の最多回答である「タブレット・PC 端末」の活用事例は、導入を考えていないと回答した事業体もイメージしやすく、導入効果も得られやすいと思われる。



図 2.4.3.114 ICT や IoT を活用していない理由

(16) 質問 16 適切な維持管理の実施のために、最も重要だと考えるものは何ですか。

1) 質問 16-1 該当する項目にチェックを入れてください。(複数選択可)

各事業体規模の回答合計の多い順に「ア：管路情報の整備」「ウ：更新計画の立案」「キ：漏水調査」「ク：漏水事故対応及び管路事故の復旧」となっている。

「その他」の内容として、「技術力の維持」「適正水圧での配水」「管路の再構築(適正化)や更新」「記録の整理及び保管」「水系の切替」との回答があった。

事業体規模	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ	サ	シ	ス	計
大規模	90	66	63	42	66	35	75	73	12	28	39	24	6	619
中規模	176	121	164	78	96	57	141	139	25	51	69	14	5	1,13
小規模	326	188	257	142	175	56	234	221	37	52	84	46	11	1,82
計	592	375	484	262	337	148	450	433	74	131	192	84	22	3,58

ア：管路情報の整備

イ：管路の診断(老朽度の把握)

ウ：更新計画の立案

エ：配水量の分析

オ：日常点検及び定期点検

カ：管路洗浄

キ：漏水調査

ク：漏水事故対応及び管路事故の復旧

ケ：管路延長の短縮

コ：管口径の縮径

サ：管路の再構築

シ：ICT及びIoT技術の活用

ス：その他

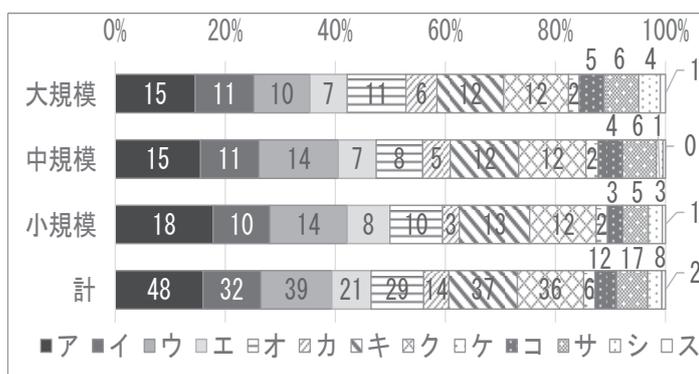


図 2.4.3.115 適切な維持管理に重要と考えるもの

2) 質問 16-2 適切な維持管理の実施のために、最も重要だと考えるものは何ですか。回答 16-1 のうち、最も重要な項目を教えてください。(複数選択可)

各事業体規模の回答合計の多い順に「ア：管路情報の整備」「ウ：更新計画の立案」となった。

事業体規模	ア	イ	ウ	エ	オ	カ	キ	ク	ケ	コ	サ	シ	ス	計
大規模	62	30	29	13	25	9	36	32	4	7	20	7	4	278
中規模	11	48	85	25	42	13	73	71	5	12	23	1	4	521
小規模	22	84	12	53	71	21	11	10	10	14	37	16	8	879
計	41	16	23	91	13	43	22	20	19	33	80	24	16	1678

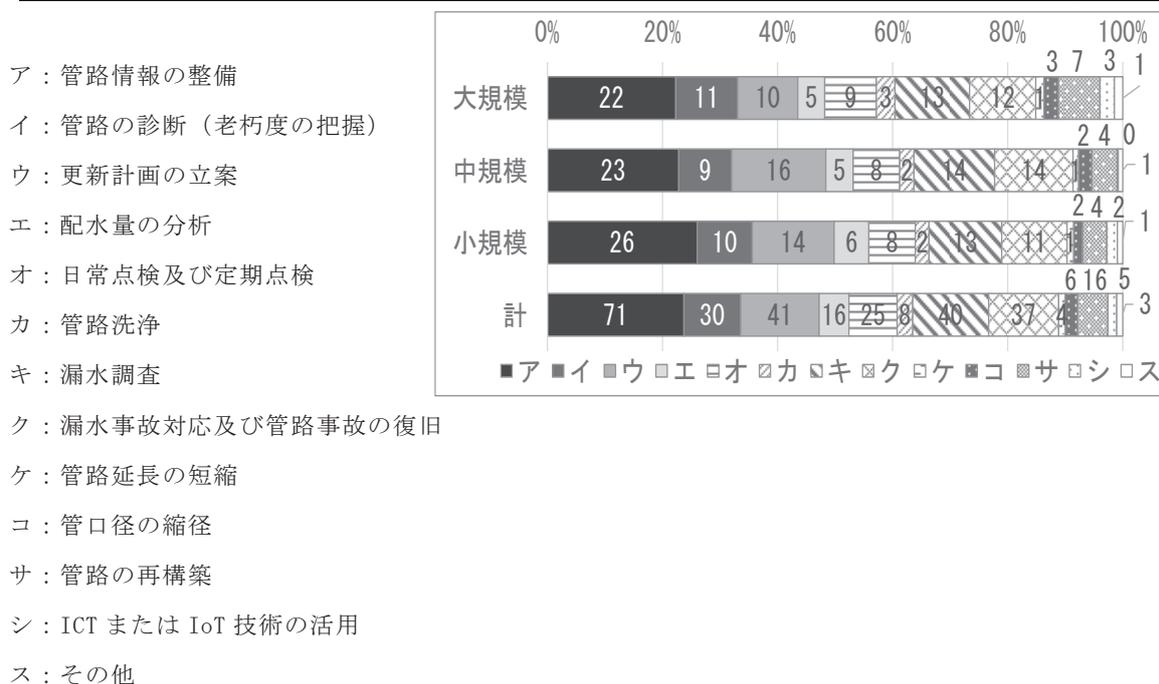


図 2.4.3.116 適切な維持管理に最も重要と考えるもの

3) 質問 16-3 質問 16-2 にあたり、最も重要な理由を下欄にご記入ください。

上位 2 つについての回答の要約は下記のとおりである。

ア：管路情報の整備

- ・災害、事故時の情報共有及び早期対応のため
- ・事業計画の立案のため
- ・事故予防、長寿命化のため
- ・技術力の維持のため
- ・有収率向上のため
- ・安定供給のため

ウ：更新計画の立案

- ・老朽管増加（耐用年数超え）や、耐震化（地震対策等地域）への対応のため
- ・管路適正化のため（施設や管路のダウンサイジング、水源を生かした布設、給水量の減少）
- ・事故予防や水質管理などを含む水の安定供給のため
- ・有収率向上及び料金収入確保のため

表 2.5.3.42 に適切な維持管理に最も重要と考えるものとする代表的な回答を示す。コメントの傾向は下記のとおりである。

- ・全体として、安定供給（事故への迅速な対応）及び緊急漏水の対応が最も重要、との回答が多い（事後対応）。
- ・更新計画の立案と回答した事業者は、施設の老朽化と料金収入低下への対応に際して、効率的な施設更新が重要と考える事業者が多い（事前対策）。

表 2.5.3.42 適切な維持管理に最も重要と考えるもの

事業者		コメント
A 事業者	大規模	断水地域の縮小（被害の最小化や復旧の効率化）、消防用水量の確保等
B 事業者	大規模	老朽管の増加から漏水事故等は対処療法的にならざるを得ない部分もあるので点検も重要
C 事業者	大規模	配水ブロック構築の推進により、影響範囲の最小化を図る
D 事業者	中規模	漏水事故等の初期対応から中長期的な予防的・計画的な対策を一体として考える必要がある
E 事業者	小規模	目の前の安全、安定、安心を確保が大前提。その次に安定した水道供給を図ることが重要
F 事業者	小規模	漏水現場の特定ができない（管路情報や日常の配水量、給水量の把握ができていない）
G 事業者	小規模	配水エリア全体から適正管路を見据えて更新計画を策定し、今後の投資費用に反映

(17) 質問 17 維持管理業務を夜間に行うものはありますか（夜間に行う必要性など）。

1) 質問 17-1 夜間における維持管理業務の有無

大規模事業者ほど、夜間業務を行っている。ただし小規模事業者でも 45%は行っている。



図 2.4.3.117 夜間の維持管理業務

2) 質問 17-1-1 夜間に維持管理業務を行っている内容について

① 多く見られた回答（要約）

- ・ 事故対応（漏水対応含む）
- ・ 配管及び給水装置の洗浄、点検、工事
- ・ バルブの切替え作業（配水区域切替え）
- ・ 漏水調査（夜間最小流量測定、路面音聴調査）
- ・ 水道施設の常時監視、または運転
- ・ 緊急対応の待機、または受付指示
- ・ 水圧調整、現場作業への立会い

② 特徴的なコメント

- ・ 夜間に漏水等が発生した場合に応急対応を行っている（小規模な場合は翌日に実施する）
- ・ 交通量が多い、騒音が大きい
- ・ 使用水量を考慮
- ・ 冬期間のスノージャム及び枯れ草の対応（取水口）
- ・ 地区内水道本管を対象に区間を絞って配水位の変動から漏水区間を特定する業務

3) 質問 17-1-2 夜間に維持管理業務を行っている場合のコスト、技術力、人数、時間における負担の大きさを教えてください。

① コスト

図 2.4.3.118 に示すとおり、小規模事業者は内部作業での対応の方が多い。

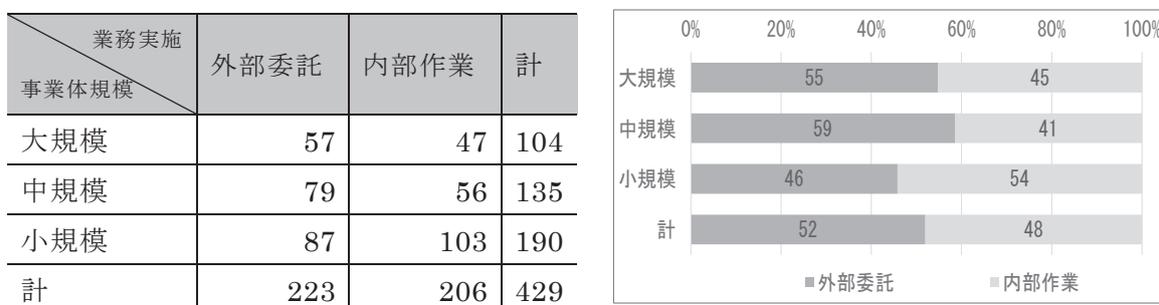


図 2.4.3.118 夜間に行う維持管理業務の負担 (コスト)

② 年間外部委託費用

図 2.4.3.119 に示すとおり、規模が大きいほど外部委託費の総額は大きい。小規模事業者は外部委託実施数が最も多いにもかかわらず、総額は最も小さい。

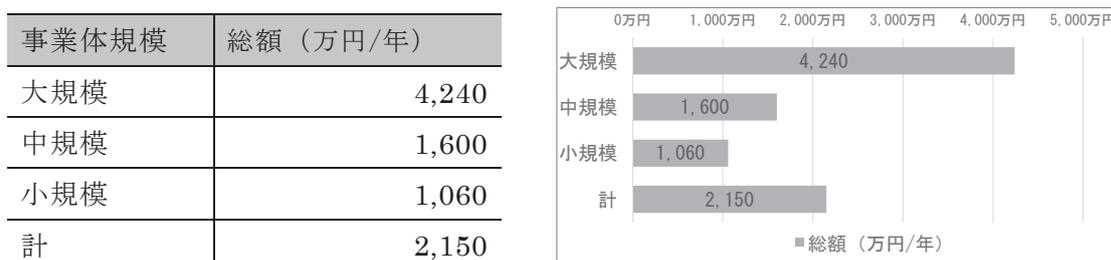


図 2.4.3.119 夜間に行う維持管理業務の負担 (外部委託コスト)

③ 給水人口 1 人当たり外部委託費用

図 2.4.3.120 に示すとおり、給水人口 1 人当たり外部委託コストは小規模事業者ほど金額負担が大きいことが分かる。総額は小規模事業者が最も少ない事から、給水人口が少ないことが原因といえる。

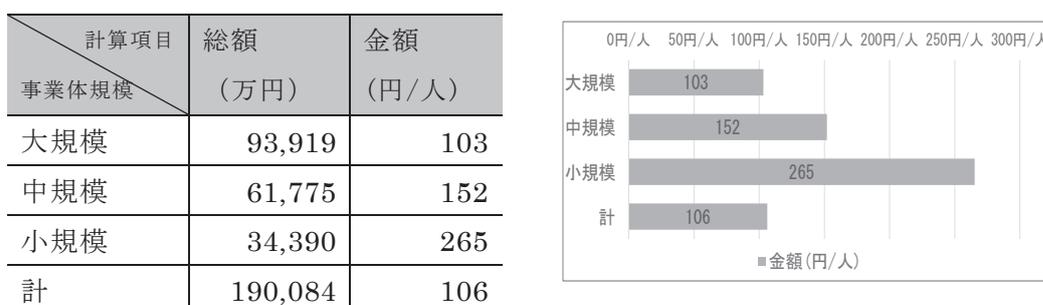


図 2.4.3.120 夜間に行う維持管理業務の負担 (給水人口 1 人当たり外部委託コスト)

④ 管路延長 1m 当たり外部委託費用

図 2.4.3.121 に示すとおり、大規模事業者ほど管路 1m 当りに要するコストは高いことが分かる。大規模事業者では耐震管への更新が進んでいるためか、または大規模工事によるコストアップなどがあるのか、原因は不明である。

事業体規模	計算項目	総額 (万円)	1m 当たり 金額(円)
大規模		93,919	32.9
中規模		61,775	21.3
小規模		34,390	17.6
計		190,084	16.0

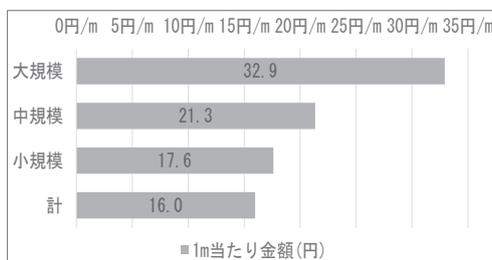


図 2.4.3.121 夜間に行う維持管理業務の負担（管路延長 1m 当たり外部委託コスト）

⑤ 技術力

図 2.4.3.122 に示すとおり、規模に関係なく、大・中の業務が多い。

事業体規模	負担の大きさ				計
	大	中	小		
大規模	34	32	13		79
中規模	32	64	21		117
小規模	65	66	29		160
計	131	162	63		356

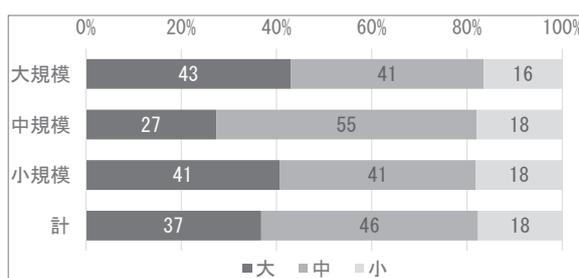


図 2.4.3.122 夜間に行う維持管理業務の負担（技術力）

⑥ 人数

図 2.4.3.123 に示すとおり、規模に関係なく中・小の業務が多い。

事業体規模	負担の大きさ					計
	大①	大②	中	小		
大規模	14	10	18	36		78
中規模	9	28	32	47		116
小規模	17	44	54	48		163
計	40	82	104	131		357

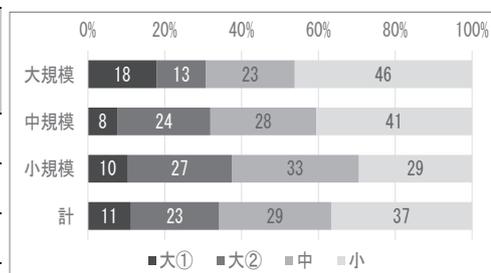


図 2.4.3.123 夜間に行う維持管理業務の負担（人数）

⑦ 時間

図 2. 4. 3. 124 に示すとおり、いずれの規模でも小が最多となっている。

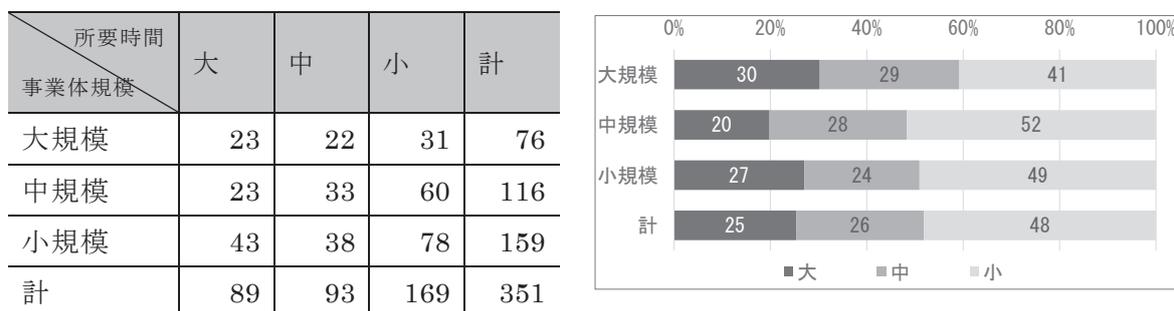


図 2. 4. 3. 124 夜間に行う維持管理業務の負担 (時間)

4) 質問 17-1-3 夜間に維持管理業務を行っていない理由を教えてください (複数選択可)



図 2. 4. 3. 125 夜間に維持管理業務を行っていない理由

いずれの規模でも、人数の負担を理由とする事業体が最も多い。夜間に行っていない「その他」の代表的な理由は下記のとおりである。

- ・夜間に行う維持管理業務がない (管路が新しく漏水調査等が不要など)。または夜間ではできない業務がない。
- ・漏水調査をしてもコストに見合う成果が出なくなったため。
- ・作業できる業者が 1 社しかなく、日中の業務に支障をきたすため。

管網整備により洗管業務、夜間漏水調査を無くすことができたとの回答もあった。

- ・「管網整備 (配水小ブロック化) により、洗管の必要性はなくなった。また、配水小ブロックの流量監視や漏水調査機器の高度化により漏水調査を夜間に実施する必要性がなくなった。」

- 5) 質問 17-2 夜間での維持管理にあたり苦勞されている点がございましたら下欄にご記入ください。

表 2.4.3.43 夜間の維持管理で苦勞している点

事業体		コメント
A 事業体	大規模	外部委託先（業者）で対応できない事案もあり，職員が対応しているケースもある。
B 事業体	大規模	消火栓での排水では管内流速が期待したほど上昇しない。
C 事業体	中規模	深夜帯でも配水流量が低下せず、作業時間帯も遅くなっている。また、エコキュートなど深夜時間帯に稼働する貯湯式給湯器もあるため苦勞している。
D 事業体	小規模	そのまま日中業務に従事しなくてはならないことから体調を崩し休職、退職している職員がいる。
E 事業体	小規模	断水等になるような事故のみ対応しているが、施設からの監視装置がないため、現地に行かないと分からないため、または初動に時間を要している。

コメントの傾向は下記のとおりである。

- ・特にないという回答も少なくない。
- ・夜間作業翌日の通常業務対応が困難との回答が比較的多く見られる。人員不足も合わせ、夜間作業自体だけでなく、翌日の業務にも影響が出ている様である。
- ・エコキュートなど夜間使用水栓への濁り水混入が問題として数事業体で挙げられる。
- ・最悪は夜間 1 名体制など、人員不足、急な対応要求のため、危険な作業を強いられる場合もあるようである。
- ・施設の監視装置が無いために、事故対応の初動が遅れるとの例もある。IoT、ICT 技術の活用により効果的な監視が求められているといえる。

(18) 質問 18 維持管理業務において将来的に不安だと感じるものは何ですか。

1) 質問 18-1 特に不安だと感じるものを教えてください

いずれの規模でも、「技術力維持・確保」が最多であった。「その他」の回答は少ない。「その他」の内容としては、「管路情報の整備」「バルブの劣化」を挙げている。

今後の不安 事業体規模	コスト	技術力	職員数	時間	その他	計
大規模	51	87	71	14	1	224
中規模	117	167	154	33	3	474
小規模	230	282	269	58	7	846
計	398	536	494	105	11	1,544

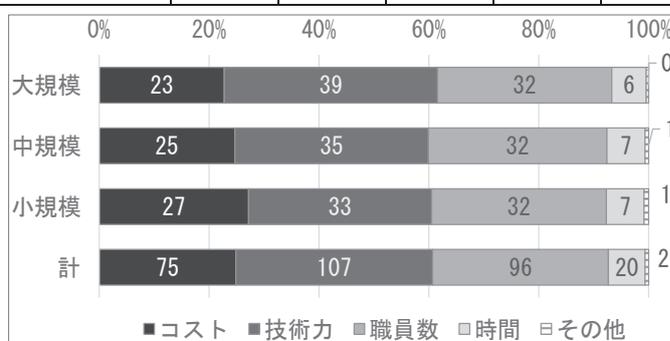


図 2.4.3.126 維持管理業務についての不安

2) 回答 18-2 将来的な維持管理業務での不安について具体的内容があれば下欄にご記入
 ください

表 2.4.3.44 に将来的な維持管理業務での不安についてのコメントについて示す。人員不足や技術職員の減少、外注化による技術ノウハウが無いことが課題として大きい。また、外部業者においても技術力の低下が進んでいることが懸念されている。

表 2.4.3.44 将来的な維持管理業務での不安

事業体		コメント
A 事業体	大規模	管路更新を重視しているため、維持管理に携われる職員数が減らされていくこと。 維持管理業務に精通している地元業者及び職員が減っていること。
B 事業体	大規模	今は委託しているが、委託できなくなる時が不安である。
C 事業体	小規模	各施設の更新が必要だが、それらを整備するには自己財源のみでは賄えず、年次計画を整理していく必要がある。結果的に後回しになってしまうものもある。
D 事業体	小規模	耐震化による漏水事故の減少や、設備メーカーによる対応が増え、技術を身に着ける機会が減っている。夜間等の緊急時の対応が取れるか不安はある。
E 事業体	小規模	技術継承を行う余裕が無い。ICT・IoT等の新技術を取り入れ余裕を作りたいところだが、知識のある職員がいない。専門の業者の営業に対処することすら困難である。

2.4.4 維持管理業務の負担に関する集計結果（クロス集計）

2.4.3 章では、維持管理を4つの視点（コスト、時間、人数、技術力）における負担度合について確認した。本章では、集計した結果を更に詳細に検討するため、クロス集計を行った。維持管理において内部作業（コスト負担：低）で時間、人数、技術力の負担が低い状態が理想と考え、コスト（内部作業と外部作業）を軸としたクロス集計を実施することで、負担の傾向が表れないか確認した。

図 2.4.4.1 にアンケートに回答した全ての事業体に対するクロス集計の結果を示す（事業体規模ごとの集計は参考資料 4.1.3 に示す）。

クロス集計の結果、下記のことが分かった。

・質問 1、質問 3

管路情報の整備及び管路診断については、すでに外部委託が進んでいる事業体が多いことが分かる。

また、技術的負担については「効果なし」の傾向がある。一方で、人数・時間的負担については「効果あり」の傾向がある（おおよそ半数の事業体が負担は小さいと回答）。

・質問 4

管路の更新計画については外部委託をするかしないかに関わらず、負担が大きいことが読み取れ、外部委託することによる負担軽減の効果は不明である。

・質問 5～質問 7

配水量分析、定期的な洗浄、現場の管路確認については内部作業の割合が高く、外部委託化が難しい、あるいはメリットが小さい可能性がある。

・質問 6、質問 7

内部作業、外部委託いずれも、負担は小さいと回答した事業体の方が多く、負担軽減の効果は不明である（内部作業であっても負担は小さい傾向）。

・質問 8

管路の巡視においては、外部委託をした場合の方が内部作業で行った場合よりも負担が小さい傾向にあった。外部委託化の効果があるものと考えられる。

・質問 10、質問 11

漏水事故の復旧体制や点検においては、内部作業・外部委託どちらの場合も、負担は大きい傾向にあり、負担軽減の効果は不明である。

・質問 17

夜間の維持管理においては、内部作業と外部委託のどちらも負担は大きい傾向にあったため、負担軽減の効果は不明である。

事業体の維持管理の負荷に関するクロス分析（全体）

<凡例> 上側エリア 負担大(①、②)・中
合計：254 回答数合計

左側エリア 内部作業		右側エリア 委託作業	
A	55% (140)	C	8% (21)
B	34% (86)	D	3% (7)

回答数に対する割合
()は回答数

○ 50%以上

○ 25%以上50%未満

下側エリア 負担小

質問1： 管路情報の整備	質問3： 管路診断	質問4： 管路の更新計画	質問5： 配水量分析	質問6： 定期的な洗浄	質問7： 現場の管路確認	質問8： 管路巡視	質問10： -3 復旧体制整備 -4 漏水事故対応 -5 漏水事故対応	質問11： 点検時の負担	質問17： 夜間の維持管理
合計：565	合計：150	合計：228	合計：254	合計：239	合計：420	合計：400	合計：472	合計：471	合計：288
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
11% (64)	22% (33)	49% (111)	55% (140)	30% (72)	45% (190)	24% (94)	38% (180)	32% (151)	43% (122)
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
35% (198)	48% (72)	40% (91)	8% (21)	15% (35)	46% (184)	46% (184)	50% (233)	43% (204)	40% (115)
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
10% (57)	14% (21)	6% (14)	34% (86)	44% (105)	45% (188)	19% (74)	11% (54)	15% (73)	9% (25)
D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
8% (45)	16% (24)	5% (12)	3% (7)	11% (27)	45% (188)	12% (48)	12% (54)	9% (43)	8% (24)
合計：571	合計：148	合計：229	合計：255	合計：240	合計：420	合計：401	合計：467	合計：470	合計：287
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
9% (54)	14% (21)	38% (88)	40% (102)	32% (77)	28% (118)	22% (87)	43% (201)	29% (138)	37% (107)
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
26% (147)	31% (46)	31% (70)	6% (15)	12% (29)	29% (115)	29% (115)	24% (110)	29% (138)	26% (76)
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
7% (38)	14% (39)	17% (39)	49% (126)	42% (100)	62% (259)	20% (82)	13% (61)	18% (86)	14% (41)
D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
12% (68)	32% (47)	14% (32)	5% (12)	14% (34)	20% (82)	29% (117)	10% (54)	23% (108)	22% (63)
合計：572	合計：150	合計：226	合計：255	合計：243	合計：422	合計：306	合計：461	合計：470	合計：287
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
14% (80)	14% (21)	36% (81)	51% (130)	28% (68)	41% (174)	35% (108)	37% (171)	36% (167)	24% (69)
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
34% (193)	35% (52)	34% (76)	7% (18)	12% (30)	41% (174)	21% (65)	50% (237)	35% (163)	26% (75)
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
14% (82)	29% (44)	19% (43)	38% (96)	46% (112)	49% (206)	20% (61)	6% (28)	12% (58)	17% (82)
D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
4% (25)	22% (33)	12% (26)	4% (11)	14% (33)	5% (19)	5% (19)	19% (88)	23% (108)	22% (64)
合計：572	合計：150	合計：226	合計：255	合計：243	合計：422	合計：306	合計：461	合計：470	合計：287
A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
14% (80)	14% (21)	36% (81)	51% (130)	28% (68)	41% (174)	35% (108)	37% (171)	36% (167)	24% (69)
C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
34% (193)	35% (52)	34% (76)	7% (18)	12% (30)	41% (174)	21% (65)	50% (237)	35% (163)	26% (75)
B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
14% (82)	29% (44)	19% (43)	38% (96)	46% (112)	49% (206)	20% (61)	6% (28)	12% (58)	17% (82)
D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
4% (25)	22% (33)	12% (26)	4% (11)	14% (33)	5% (19)	5% (19)	19% (88)	23% (108)	22% (64)

図 2.4.4.1 クロス集計結果（全体）

また、今回の集計結果から、大きく分けて以下の 2 種類の業務があると考えられる。

- ① 内部作業でも外部委託をしても負担が大きいと回答している事業者が多い維持管理業務
- ② 負担が大きいと回答している事業者もあれば、負担が小さいと回答している事業者もあり、どちらも 25%以上を占める傾向が見える維持管理業務

①に該当する業務は今後、管路更新が進めば負担は小さくなるのではないかと考えられ、②は定常的に行っている管理業務と見受けられるため、管路更新が進んだとしても、何らかの形で業務を効率化させないと負担軽減につながらないと考えられる。

2.4.5 維持管理業務の負担に関するコメントの分析

自由回答欄を設けた質問について、苦勞している点と工夫している点に関するコメントを「ヒト」「モノ」「コト」の3つの視点で分類しまとめた。

【質問1】管路情報の整備について

表 2.4.5.1 苦勞している点

分類	運用面で苦勞している点のコメント	事業規模	
【ヒト】	人員不足		
	人員不足のため更新に時間を費やしている。	中	
	水道職員の減少により、竣工図入力データの構築が滞っている。	中	
	配置されている職員数が少ない。	大	
	委託料が負担となるが、職員減少のため外部委託しか方法がない。	中	
	技術者が一人しかおらず、毎年人事異動もあるため対応出来ない。	小	
	職員のスキル獲得・維持		
	担当者交代時のシステム技能習得に苦勞している。	中	
	マッピングを使いこなすには、職員の習熟が必須である。	中	
	事務職が多く、システム及び土木に関する基礎知識の習熟に時間を要する。	大	
	システムを使いこなすスキルを身に着けることに苦勞している。	小	
	【コト】	マッピングシステムの運用	
		マッピング反映まで一定時間を要するため、若干のタイムラグが発生する。	大
		マッピングシステムが正確でない。	中
システム運用費用が高い。		中	
システムへの入出力に時間と人員が割かれる。		中	
実際の延長とシステム上の延長が異なる。		中	
紙ベースのデータをそのまま反映しているため精度がよくない。		小	
年度が古いものについては、マッピングにうまく反映されておらず、現場との差異が多い。		小	
台帳・管路情報不足／不正確			
窓口での問合せ時に回答に苦慮している。		中	
布設年度、管種が不明のため、適正な維持管理ができていない。		大	
過去の不明がある。		大	
管路施設の情報や埋設位置等を正確に把握できない。		小	
更新対象となる資料が膨大であり、その取りまとめに毎年苦勞している。	小		

表 2.4.5.2 工夫している点

分類	運用面で工夫している点のコメント	事業規模
【ヒト】	技術やノウハウを持った職員／業者の確保	
	複数部署との連携を進めている。	小
	外部委託業者による職員向け研修会を実施している。	大
【モノ】	システムや機器類の導入・活用	
	基本情報だけでなく、竣工図面や施工写真などもリンク付けし、閲覧できるよう整備している。	中
	早めにマッピングシステムに取り込みをし、タイムラグをなくす。	大
	タブレット端末の導入により、現場でも管路情報を確認できる。	中
	電子化を図り位置情報とのリレーション等をはかっている。	小
	修理事績やその他の注意事項をマッピングシステムにおとしている。	小
【コト】	内部作業によるコスト削減	
	全委託していたものを今年度からは一部内部作業で行っている。	中
	委託内容を年1回のシステムバックアップのみとし、軽微な変更やデータの取り込み、更新等は職員による内部作業としている。	小
	情報の整理と活用	
	現地調査と紙ベースの資料を照合し精度を向上させている。	中
	漏水調査を実施し、無効水量の削減に繋げている。	中
	水道管理設位置等の情報を整理し、維持管理上活用できるようにしている。	小

【分析結果】

管路情報整備は、膨大な資料を人の手によってマッピングシステムに入力することが主体となっており、システムを使いこなすには一定のスキルを習得した技術者が必要となるが、慢性的な人員不足が進むなか、技術者の確保が難しく作業の遅延や入力ミスなど、システムの信頼性が低下しかねない状況にあることが読み取れる。これらの課題を解決するため、事業体としても職員向け研修会実施や、複数部署との連携を図るなど、スキルを身に着ける取り組みや職員の負担軽減、遅延解消に取り組んでいることが分かる。また、マッピングシステムには年度が古い管路情報もあり、適正な維持管理に影響を及ぼしているとのコメントがある一方、基本情報だけでなく竣工図面や施工写真をリンク付けし、位置情報なども取り込むなどマッピングシステムの活用に向けたコメントも多く見られ、今後の活用方法の拡大が期待される。

【質問3】 管路診断について

表 2.4.5.3 苦労している点

分類	運用面で苦労している点のコメント	事業体規模
【ヒト】	人員不足	
	技術者が一人しかおらず、毎年人事異動もあるため対応出来ない。	小
【コト】	診断の実施方法	
	診断結果の見直しを定期的実施するための手法の検討に苦慮している。	中
	老朽化は、管の経過年数だけでは判断できない。	小
	老朽度を正確に定量化するには膨大なデータが必要となる。	大
	十分な知見や診断データが得られておらず、診断結果を各種計画等に活用するに至っていない。	大

表 2.4.5.4 工夫している点

分類	運用面で工夫している点のコメント	事業体規模
【ヒト】	外部委託の活用	
	工事に合わせて管体および土壌調査を実施している。	大
	管路老朽度評価業務を外部委託にて行っている。	中
	管路更新計画を立てる際に実施している。	中
【コト】	優先順位付け	
	試掘箇所の選定及び協議等を行っている。	大
	交通の支障とならない場所を選ぶように工夫している。	小
	診断の実施方法	
	塩害の危険性が危惧される沿岸部の埋設管については、テストピースによる10年毎の腐食度調査を実施している。	大

【分析結果】

事業体のコメントから、老朽度を確認するには膨大なデータと十分な知見が必要で、管路診断結果を各種計画等に活用されていないケースがあることが分かった。また、管路診断を行うタイミングは、管路更新計画を立てる際や工事に合わせて実施することが多く、主に外部委託で実施していると推察され、実施にあたっては交通に支障が出ないよう試掘個所の選定に配慮していることが読み取れる。

【質問4】 管路更新計画について

表 2.4.5.5 苦労している点

分類	運用面で苦労している点のコメント	事業規模
【ヒト】	人員不足	
	通常業務を行いながらのため、人員、時間的に難しい。	中
	職員のスキル獲得・維持	
	定期的な人事異動があり、知見を得た職員が水道局外へ流出してしまう。	大
	業務引継が実施されておらず、設計思想が次世代に継承されていない。	大
	自前での更新計画／設計のため、水道経験の浅い職員では困難を極める。	小
【コト】	更新計画の策定	
	管路更新の優先順位の選定に苦労している。	中
	どの程度の重み付けを行い計画に反映していくべきかの判断が、非常に難しい。	大
	優先順位が付けられない。	小
	総合的な判断が必須となることから、情報収集に苦労している。	小
	基幹管路の更新計画は、更新時の水需要に基づく水運用方法に苦慮している。	大
	将来計画給水量の設定が予想しづらい点に苦労している。	大
	長期的な管路更新計画になるため、計画策定に苦労している。	中
他事業(道路、河川)に関連する工事が多く、計画的な更新計画を立案していくのに苦労している。	小	

表 2.4.5.6 工夫している点

分類	運用面で工夫している点のコメント	事業規模
【ヒト】	技術やノウハウを持った職員／業者の確保	
	計画立案は、業務の根幹を成すものであり、熟練技術者が担当する必要がある。	大
【コト】	更新計画の策定	
	各スパンのランク付けをし、地域状況を加えて更新の優先順位を選定している。	中
	計画的に更新を進める箇所と、リアルタイムな漏水や破損状況に応じ更新を進める箇所を年度毎に整理している。	中
	基幹管路、管種、口径、避難所、漏水履歴等により優先順位付けを行っている。	中
	プロジェクトチームを作り検討を行っている。	大
	関係課で策定計画を精査し、検証を行っている。	大
	水需要減少に伴い、ダウンサイジングを検討していく必要がある一方で、事故時バックアップや消防水利、住宅開発に伴う需要の分布の変更などを考慮して、総合的に判断していくことが必要である。	大

内部で管網検討委員会を開催し、管路更新の計画を策定している。	中
布設年度や漏水状況を鑑み、5年計画にものを策定している。	中
施工年度、管種、過去の修繕記録等を総合的に勘案して立案している。	小

【分析結果】

管路更新計画の策定は水道事業の根幹を成す非常に重要な業務で、多岐にわたる知見と総合的な判断が必須となることから熟練した技術者が必要と思われるが、慢性的な人員不足と技術継承がされていないという実情がコメントから読み取れる。人事異動により知見を得た職員が水道局外へ出てしまうという課題もあり、残された経験の浅い職員だけでの策定作業は困難を極めると推察できる。事業体の対応としては、プロジェクトチームを作り、管路更新計画を策定するなどの取り組みをしているところもあるが、重み付け、優先順位、将来計画給水量の設定など判断に困るケースも多々あると思われる。更新計画の策定にあたっては、布設年度や過去の修繕記録等を総合的に判断して計画的に進めている事業体があることも分かった。

【質問5】配水量分析について

表 2.4.5.7 苦労している点

分類	運用面で苦労している点のコメント	事業体規模
【ヒト】	職員のスキル獲得・維持・継承	
	遠隔監視により即時確認が取れる施設と現地読み取りの箇所があり分析の頻度が低いことと、分析力の育成等経験値によるところの継承が難しいことから、分析結果を生かしづらい。	小
【モノ】	メーター不感の算定	
	メーター不感率の検証や電磁流量計の精度確認手法等が課題である。	大
	メーター不感水量は2%が一般的に用いられていると思うが、2%を用いると100%を超えるため、残数扱いになる。	大
	メーター不感水量を算定すること。	中
【コト】	データ収集・分析	
	配水量分析に必要なデータの収集や精度向上に苦慮しており、分析結果を無効水量削減に向けた事業や対応に活かしきれていない。	大
	データが各部署にわたり、取りまとめ作業が煩雑で時間を要することに苦労している。	大
	担当課だけのデータでは分析できないため他部署のデータ協力が必要になる。	中
	ブロック化不十分による精度不足やデータの不足	
	配水系統別（大ブロック）での配水量分析に用いる配水量と有収水量の時期にズレが生じることや、年度毎に検針日数の設定に差が生じていること等から、究明することに苦慮している。	大
	配水区域のブロック化が完全に行えていないため、混合区域についての分析精度が落ちてしまう。	大

	配水ブロック化がされていない等のことから、分析を十分できない。	大
	地域や配水ブロック別の配水量計測が行えていないため、問題個所の絞り込みに時間と労力が必要となっている。	大
監視箇所の不足		
	流量計を設置していないので、正確な流量を算出することが困難である。	大

表 2.4.5.8 工夫している点

分類	運用面で工夫している点のコメント	事業規模
【コト】	ブロックでの管理/調査	
	市内一円だけでなく、配水系統単位や配水ブロック単位に細分化した分析を試みている。	大
	漏水防止に特化し、配水ブロックの形成及びブロック毎の水量把握を行っている。	中
	市内を複数にブロック化することによって、漏水多発地域を特定でき、漏水調査を効果的に実施している。	大
	多数の監視箇所数を設けて常時監視	
	配水系統を 52 の中ブロックに細分化し、各ブロックの入り口に流量計と水圧センサーを設置し、流量の情報を迅速に把握している。	大
	各地点に設置した流量計等で無効水量を把握している。	大
	漏水が頻発している箇所については、管路上の複数地点にセンサーを設置し、常時計測している。	大
	監視システムの導入/活用	
	無効水量となる漏水量を低減するため、漏水調査・洗管・配水ブロック監視システムによる早期の漏水の発見を行っている。	中

【分析結果】

苦労している点としては配水量分析に必要なデータの収集や分析となっており、その解決策としてはブロックを形成し、ブロックごとに監視箇所を設けて、監視システムによる常時監視でデータを収集し、ブロック単位での分析することで、効率化や精度向上を繋がっている事が読み取れる。

【質問6】 定期的な洗浄について

表 2.4.5.9 苦労している点

分類	運用面で苦労している点のコメント	事業規模
【ヒト】	人員不足	
	弁操作ができる人材の育成に苦労している。	大
	洗浄作業に従事する職員の技術を継承する若手職員が不足している。	中
	ノウハウがなく、効果的な方法が無い。	小
	夜間作業による負担	
	深夜作業に伴う職員の労力負担が大きい。	大
	管路洗浄作業は、お客様への影響を考慮して夜間に実施しているが、職員の負担が大きい。	中
【コト】	効果的な洗浄方法	
	夏場は、残留塩素濃度確保のため洗浄の頻度が多い。	大
	効果的な排水量と無収水量とのバランス調整に苦慮している。	中
	関係者の理解を得るための対応	
	洗浄作業に伴う地元調整に苦労している。	大
	作業時間中の断水等についてお客様の理解が得られない場合も有り得る。	中
	時間を要するため近隣から排水音等の苦情がある。	中
	理解が得られず実施が難しい区域もある。	小

表 2.4.5.10 工夫している点

分類	運用面で工夫している点のコメント	事業規模
【ヒト】	外部委託の活用	
	外部委託で作業人数を補うことを試している。	中
【コト】	データ収集・分析	
	市内全箇所の年間排水量の把握(無効水量の把握)を行っている。	大
	塩素注入室に透明配管を廻らせ、室内の温度低下を図った。	小
	注入点を流動的な箇所に設けた。	小
	効果的な洗浄方法	
	配水ブロック毎に洗浄を行うことで影響区域を限定している。	大
	滞留時間の長い系統は常時排水を行っている。	中
	自動水質計器に排水機能をもたせ、省力化を図っている。	中
	管末排泥(常時使用)を設置している。	中
	常時排水を行っている。	小
	関係者の理解を得るための対応	
	周知期間や方法に気をつけている。	中

【分析結果】

定期的な洗浄は、職員が主体となっていて行っていることがコメントから読み取れる。慢性的な人員不足により、深夜作業における職員への負担が大きく、外部委託により作業人数を補っている事業体があることも分かった。効果的な洗浄方法に苦勞しており、常時排水を行っている事業体も多く、洗浄にあたっては、地域住民からの排水音等の苦情もあることから、周知期間や方法に気をつけている点もコメントから読み取れる。

【質問7】現場において、管路を試掘等の必要がなく台帳等で位置を把握することは可能ですか。

表 2.4.5.11 苦勞している点

分類	運用面で苦勞している点のコメント	事業体規模
【モノ】	システム・端末がない/不十分	
	マッピングシステムが使用可能なタブレット端末を導入していないため位置情報が把握できない。	大
	マッピングシステム上の問題のため位置情報は分からない。	小
	探査技術の精度/不足	
	鉄管の場合は機器によりある程度の位置は確認できるが塩ビ管等は確認が難しい。	小
	埋設管の情報が少ない。水道表示ピン等の表示がないため、位置が分からない。	小
【コト】	台帳・管路情報の不足/不正確	
	竣工図や台帳には古い資料も多く、正確とは限らない。	大
	古い管路を主としてシステム内の図面データの基となった紙図面の時点で現場の配管と一致していない場合がある。	中
	布設位置は、竣工図のあるものでは仕切弁・消火栓等やオフセットで確認できるが、古いものやオフセットのないものでは正確な位置の把握は難しい。	中
	セキュリティによる制約	
	個人情報などセキュリティ面から制約を受ける。	大

表 2.4.5.12 工夫している点

分類	運用面で工夫している点のコメント	事業体規模
【モノ】	探査技術	
	鉄管やワイヤーを埋設している場合は、探知器で埋設位置や概ねの埋設深度を把握できる。	小

【分析結果】

台帳を整備し、システムを導入していたとしても、試掘なしに管路の情報を把握することは困難な状況であることが分かる。また、工夫や解決策に関するコメントはほぼなく、全施設の台帳情報のリアルタイムでの更新でもない限り、現在の技術や仕組みでは試掘せずに管路位置を正確に把握することは難しいと思われる。

【質問 8】 漏水探知又は管路保全のための管路巡視

表 2.4.5.13 苦労している点

分類	運用面で苦労している点のコメント	事業体規模
【ヒト】	職員のスキル獲得・維持・継承	
	有収率を上げるために管路巡視は欠かせないが、外部委託に頼っている分、コストが毎年かかる。内部で行うための技術習得が難しい。	大
	音聴調査等の経験を要する業務の技術取得、技術継承や配水用 PE 管、2 層 PE 給水管等音が伝播し難い材料の採用、普及が課題である。	大
	技術を持ったベテラン職員の異動によって漏水調査等技術の継承が困難である。	中
	漏水探知器を使用し調査を経験している職員が退職し技術継承ができていない状況にある。バルブによって閉開作業が水質に影響を与えてしまうなど経験による判断が必要になっている。	小
	人員不足	
	人員不足のため、直営での実施は時間的にも困難な状況になってきている。	小
	人員不足のため、水道事業特有の技術の継承、職員の育成に苦労している。	小
	課内の人数が少なく、頻度良く行えていない。	小
【コト】	作業時の交通規制/夜間での作業	
	弁操作を伴う巡視の際には数名の職員で実施しているが、交通量の多い車道での作業の際の事故や安全面への配慮に苦労している。	大
	交通量が多い路線は夜間作業での対応となる。	中
	漏水探知は職員による夜間作業で実施しており負担が大きい。	小
	関係者の理解を得るための活動	
戸別音聴調査は民地立入の調査のため、身分証明書を発行の上、不審者に間違われないように注意している。	大	

表 2.4.5.14 工夫している点

分類	運用面で工夫している点のコメント	事業体規模
【ヒト】	技術の継承	
	技術力の低下を防止するため、事業体職員でも漏水探知機による調査を実施している。	中
【モノ】	常設の監視システム/装置の活用	
	配水ブロック流量監視システムを導入している。	中
	監視型機器の採用により以前に比べ広範囲に精度よく漏水調査が行えるようになった。	中
【コト】	ブロックでの管理/調査	
	配水ブロック毎に行う配水量分析結果を基に、漏水可能性のあるブロックのあたりを付け効率的に漏水探知を行っている。	中
	配水地域のブロック化を図り早期発見に努めている。ブロックのスタート地点にハンドホールを設けハンディータイプ流量計を設置できるように本年度より施工する。	小
	外部委託の活用	
	広い範囲が調査できるよう、委託調査と直営調査を組み合わせている。また、調査効率を高めるため漏水の可能性が高い管路に絞って調査している。	大
	従来は内部作業で行っていたが、近年、外部委託するようになり、効率よく漏水探知ができるようになった。	小

【分析結果】

ヒトに関わる苦勞のコメントに対し、監視システム及び装置の活用や、ブロック化を行い、ブロック単位で管理・調査がその解決策となるコメントが多い。

【質問 10】漏水事故対応について

表 2.4.5.15 苦勞している点

分類	運用面で苦勞している点のコメント	事業体規模
【ヒト】	技術やノウハウを持った職員／業者の確保	
	漏水修繕の対応における、仕切弁の操作、復旧方法の検討、業者への指示等を含め職員の技術力の平均化が図れておらず、特定の職員への負担となっている。	中
	漏水箇所の特定において技術と経験を要するため、ある程度の時間等が必要となる。修理業者の技量によっては、委託金額が増加する傾向にある。	小
	休日夜間の待機業務を外部委託している。その為、漏水事故時における図面確認に苦慮している（給水台帳等には個人情報に記載されているため、職員が緊急に来庁し、出力・確認を行っている）。	大
	漏水修繕工事については、市管工事組合に在籍している業者（8社）をはじめ、市内指定給水装置工事事業者に対応依頼しているが、対応可能な業者に限りがある。更に、配水管等の道路掘削を伴う比較的大がかりな修繕では、依頼しても「人手不足」「民間工事で多忙」などの理由で断られるケースもあり、業者手配に苦慮している。 また、1係内（職員5名）で多岐にわたる業務を行っており、配水管漏水で緊急を要する場合、バルブ操作が必要となると、人手不足が否めない状況である。（※バルブ操作は職員による作業を必須としている）	中
	地元水道業者との連絡体制はあるが、地方での水道工事もあり緊急的に業者が確保できない状況にある。	小
【モノ】	復旧対応のマニュアル整備	
	当企業団では、H21年度に発生した大規模漏水事故を教訓として大幅なマニュアル改訂を行い、以後、数回の改訂を経て現在のマニュアルは整備されているが、事故を経験していない職員も増え、内容の周知等で苦勞している。	大
【コト】	復旧対応に必要な部材の手配	
	材料の名称や用途などが多く熟知するまで時間を要する。	小
	突発的な漏水事故などを経験してきた職員の減少により修理資材の選定、近隣水道事業体での応急資材在庫状況の把握ができず復旧に時間を要している。	小
	関係者の理解を得るための対応	
	突発漏水事故時、断水しなければならない区域の中に商売屋があった場合、断水時間の調整に時間がかかるため、すぐに修繕できない。	大
	給水管の漏水補修対応	
	給水管の漏水対応において、1次側漏水なのか2次側漏水なのか利用者側で判断つかないため苦勞をしている。	中

表 2.4.5.16 工夫している点

分類	運用面で工夫している点のコメント	事業規模
【ヒト】	技術やノウハウを持った職員／業者の確保	
	連絡体制及び連絡様式については、事前に準備しており、毎年研修会を実施するなどして準備体制を強化している。	大
	水道事業課職員の当番制により漏水修理対応を実施している。なお、断水に係るバルブ操作や断水告知は職員が行い、漏水修理は管工事協同組合で対応するよう、年度当初に業務委託契約を行っている。	中
【モノ】	復旧対応のマニュアル整備	
	直営職員（配管工）による修繕を主としている。系統幹線事故に早急に対応できるように、バックアップ方法やどのバルブを操作するか等を具体的に定めたマニュアルを整備している。	大
	システムや機器類の導入・活用	
	漏水事故時の復旧計画書の作成にあたっては、半自動で作成できるようにシステムを導入している。	大
	管路台帳を整備したことで、漏水を止めるためどの仕切弁を操作すべきかの判断がスムーズに行えるようになった。導入した台帳システムが断水範囲も併せて表示できるため、周知が必要な範囲が素早く特定できるようになった。	小
【コト】	給水管の漏水補修対応	
	給水管については民地内であれば利用者自身で業者に依頼し、費用を負担の上、修繕してもらっている。	小

表 2.4.5.17 事業体のコメントキーワード傾向

工夫している点	苦労している点
<ul style="list-style-type: none"> ・漏水対応の外部委託や、職員と委託業者の当番制度の実施している。 ・マニュアルやシステムの導入、講習会の開催により、対応時の技量による差の平準化を目指している。 ・給水管の漏水については利用者に対応を依頼している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・外部委託業者の当番制度を取り決めていても、その通りに対応できない事もある。 ・バルブ操作など職員による対応を要する作業があり、完全外部委託には至らない。 ・ノウハウや管路、部材知識、バルブ操作等の経験や技術を持つ職員が減少している。 ・利用者が対応すべき漏水との判断が、需要家では難しく、結局対応している。

【分析結果】

漏水事故に対応する人員は、規模を問わず内部の職員・外部委託先の業者双方で不足傾向にあり、特に地方の小規模事業体で顕著である。職員の判断を要する外注できない事項や、指示や弁操作等にノウハウを要する対応もある中で、突発的な事故への即応体制を維持することは負担となっている。マニュアルの整備やシステムの導入などの工夫も見られる他、スリム化によって管路更新を進め、漏水事故を起こしやすい老朽管を減らすことが、負担軽減につながると推測される。

【質問 11】 日常・定期点検について

表 2.4.5.18 苦労している点

分類	運用面で苦労している点のコメント	事業規模
【ヒト】	技術やノウハウを持った職員／業者の確保	
	様々な器具、電子機器の取り扱いや探査技術の習熟には長い年月が必要となり、職員の技術継承が今後の課題となっている。	大
	外部委託による漏水調査において、入札による業務受託業者の技術力に成果が大きく左右される。	中
	人事異動で職員が刷新される場合があり、技術の継承が適正に行えていない。	小
	管路についての日常点検は人員不足のため実施できていない。	小
【モノ】	システム・端末がない/不十分	
	調査機器の利用による点検を行っているが、最終的には現地での職員の調査及び判断となるため、コストと時間の削減につながらない。	中
【コト】	優先順位付け	
	市域が広いため、計画的にエリアを巡回するように漏水調査を行っているが、そのため費用対効果の良いエリア選定に苦慮している。	大
	業務による効果	
	漏水調査ではなかなか漏水場所が特定できないことがある。	中
	漏水調査を5ヶ年で全給水区域を外部委託により調査しているが、目に見えての有収率向上及び費用対効果が図れていない。	小

表 2.4.5.19 工夫している点

分類	運用面で工夫している点のコメント	事業規模
【ヒト】	技術やノウハウを持った職員／業者の確保	
	漏水調査は夜間配水量の監視により適時実施しているが、高度な技術を要することから近年は外部委託することが多い。	小
	漏水調査を業務委託することで広範囲な調査を行い漏水の早期発見に努めている。	大
	市内3配水ブロックの管末の市民の方に委託し、毎日の残塩、水温および臭気を確認している。(市内5箇所 島嶼部含む)	小
【モノ】	システムや機器類の導入・活用	
	漏水の日常点検については、毎日の夜間配水量ロガーデータを監視し、漏水量が増えていないか確認している。	小
	配水量を常時確認し異常時には直営で漏水調査を行い、早期の修繕に繋げている。	大
【モノ】	優先順位付け	

市内のエリア分けを行ったうえで幹線道路のみの点検となっている。	中
調査対象とする管についても布設年度や管種である程度絞った調査になるため効率の良い条件設定を模索している。	大

表 2.4.5.20 事業体のコメントキーワード傾向

工夫している点	苦勞している点
<ul style="list-style-type: none"> ・業者や需要家などに外部委託している。 ・地区を選んで対応している。 ・配水量などの常時監視などのシステムを活用している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・漏水調査のノウハウや器具の取り扱いの技術継承に苦勞している。 ・様々な負担から漏水調査自体を実施できていない。 ・漏水調査による改善効果を実感できない。

【分析結果】

特に漏水調査に関するコメントが多く見受けられた。ノウハウがある業者への委託や、監視システムの導入、地区を選んで順繰りに漏水調査を行うなどの工夫が見受けられた一方、他の業務で手一杯の為、漏水調査は後回しになってしまっている事例や、その効果を十分に感じることができないという意見も見受けられた。漏水調査に関しても、管路更新により老朽管が少なくなり、また管路の耐久性が高まることによって、漏水調査の頻度を削減する等の効果を見込むことができると推測される。

【質問 17】 夜間の維持管理業務について

表 2.4.5.21 夜間での維持管理にあたり苦勞している点

分類	運用面で苦勞している点のコメント	事業体規模
【ヒト】	技術やノウハウを持った職員／業者の確保	
	早急な対応を必要とする場合が多く、マンパワーが必要であり、対応できる職員等の育成、技術継承も課題である。	大
	体力的なことから、若い人材の確保が必要になる。	中
	修繕業者の対応が翌日となるため、職員でやることが制限される。	小
	更新の事業量も多く、人員体制が少ないため、夜間における維持管理まで、手が回らない。	小
	人員の削減及び働き方改革等による時間外勤務時間の制限により、夜間での維持管理作業の実施に支障が生じている。	大
	漏水事故対応/管路事故の復旧で、緊急工事を実施する際の交通警備員の確保に苦慮している。	小
	いつ何時出動になるかわからないので、不安を毎日感じている。	中
水道課職員全員が緊急対応用の携帯電話を持っており、夜間に水道事務所の留守番電話にメッセージが入ると転送され、当番職員が確認・対応するシステム。職員数も少なく、月に 8、9 回と当番業務を行っており、負担が多い状況。緊	小	

	急漏水となると、技術職員の対応が必要な場合が多く、さらに負担増となる。	
	夜間の宿直業務は外部委託により現場確認を行っているが、修繕が必要となった場合に直営職員を呼び出すことになるため職員の健康管理、メンタルケアに課題がある。人員を多く確保し対処できればよいが昼間の修繕工事で手一杯であるため、夜間の対処が厳しい。	大
	職員での作業になり、そのまま日中業務に従事しなくてはならないことから体調を崩し休職、退職している職員がいる。	小
	1 係内（職員 5 名）で、浄配水場施設の維持管理・修繕・更新事業、配水管布設・布設替事業、給水装置工事申請・竣工事務、窓口での埋設管調査対応など、多岐にわたる業務を行っており、夜間作業翌日でも朝から出勤せざるを得ない状況にある。	中
	担当職員が少ない（2 人）ため、飲酒等により対応不可の場合がある。	小
	職員数が少なく、日中の業務もあるので休みにくい。	小
	仕切弁の位置確認や排泥時の着色確認など、日中に比べ困難であり、時間を要する。	中
【モノ】	システム・端末がない/不十分	
	簡易水道等において、警報内容が不明な浄水場があり、現地で警報内容を確認しなければならない点に苦労している。	小
【コト】	安全の確保	
	特に浄水場の取水口は人力でスノージャムや枯れ草などを除去している。（夜間 1 名体制のため危険である）	小
	漏水調査の場合、夜間に山に入るだけでかなり危険である。	小
	夜間は交通量の多い幹線道路での作業が多くなるため、作業前の道路規制に時間を要するため、昼間に比べて作業進捗が遅い。	大
	関係者の理解を得る為の対応	
	夜間作業のため、不審者に間違えられる場合がある。	大
	夜間での各種点検・洗浄作業では、事前に飲食店等と作業予定日時等の協議調整、お知らせビラの配布等の住民対応に苦慮している。	大
	工事の場合、大きな音や断水等が発生するのでよく苦情が出る。	小
	夜間作業の必要性/効果	
	夜間作業は、当日の周辺への影響を少なくすることはできるが、作業に失敗した際の緊急対応が取れないリスクがある。そのため、夜間作業の際には職場内に周知し、事前に対応可能な体制の準備を行う。	中
	比較的交通量の少ない夜間でも騒音により漏水音が聞き取りにくい。	小
	日中とは異なり、周囲が暗いので、作業効率が下がる。	小
	技術や生活様式の変化	

濁り影響の少ない夜間での作業であるが、生活パターンの多様化による深夜での使用者からの苦情も多い。エコキュートへ濁り水混入することもある。	中
生活様式の多様化や飲食店の営業時間等により、断水（洗浄）作業の時間に十分な時間が確保できない場合がある。	大
夜間での消火栓放水にて洗管を行っているが、集合住宅の給水方式が貯水槽から直結増圧にシフトしており、夜間とはいえ作業しづらくなってきている。	大

表 2.4.5.22 夜間での維持管理にあたり工夫している点

分類	運用面で工夫している点のコメント	事業規模
【ヒト】	技術やノウハウを持った職員／業者の確保	
	漏水で安全確保(二次被害のないこと)が確認できる場合は、翌日対応している。	大
	仕切弁等の位置を間違わないよう事前に番号をマーキングする。	中
【コト】	安全の確保	
	作業箇所付近を通行する車や歩行者等に配慮し、作業スペースの視認性が向上するような安全対策を施している。	大
	関係者の理解を得る為の対応	
	夜間作業の事前通知を徹底している。また、路面の穿孔など、騒音が発生する作業は昼間に実施しておく。 実際の夜間の調査においては、ちょっとした物音でも苦情につながることもあるため、以下の対策を行っている他、消火栓などの鉄蓋の開閉においては、器具の選定を工夫して、音の発生を最小限に抑える。	中
	作業中、車のドアやバルブボックスの開け閉めなどについて騒音を立てないように細心の注意を払っている。(漏水調査)	小
	漏水調査：管轄の警察に作業内容を伝えておく。	大
	夜間洗管作業では、事前に業務内容を周辺住民に通知して行っている。洗管作業では、直接路面に排水すると、排水音が近隣民家に響き渡ることから、排水音を軽減するために、消火栓のスタンドにパイプを連結させて側溝に排水できるようにしている。	大
	夜間作業の必要性/効果	
給水ブロックの変更作業：月給水量の把握をしやすいするため、土日に関係なく月末日深夜の作業を基本としている。	大	

表 2.4.5.23 夜間での維持管理について回答した事業体のコメントキーワード

工夫している点	苦勞している点
<ul style="list-style-type: none"> ・事前の周知対応を行っている。 ・騒音対策を行っている。 ・夜間対応の外部に委託している。 ・現場の視認性向上やチェック対応を行っている。 ・可能な場合は翌日対応している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・人員や業者が不足している。 ・技術職員が不足している。 ・委託できない作業がある。 ・シフト作成が難しい。 ・心身への負担が大きい。 ・作業上の安全対策が大変である。 ・夜間作業により効率低下する。 ・使用実態やライフスタイルの変化で夜間の水使用がある。 ・需要家への事前周知対応が負担である。 ・騒音対策が大変である。 ・赤水対策、仕切弁等の確認作業がある。 ・天候の影響がある。

【分析結果】

職員、業者共に対応人員不足の傾向にある中での夜間作業は、一人当たりへの負荷の増大やシフト構築上のハードルとなっているコメントが多く見受けられ、中には実際に職員の心身に影響を及ぼしている事例も見受けられた。

夜間作業自体についても、安全や騒音への配慮や周囲環境による制約、周知業務の負荷が増大しているなどの苦勞の他、最近では夜間の水使用も増えていることから、昼間に比べて影響が少ないというメリットを十分に活かしきれていない事例もある。

夜間作業としては断水を伴う設備更新の他、漏水事故対応や漏水調査などが多く見受けられる。これらは管路更新の進展によってその数を減ずることができると思われる。

夜間には維持管理業務は行っていないと回答している事業体に行っていない理由についてのコメントを表 2.4.5.24 にまとめた。

表 2.4.5.24 夜間には維持管理業務は行っていないと回答している事業体の理由

分類	コメント内容	事業体規模
【ヒト】	技術やノウハウを持った職員／業者の確保	
	技術力・人数・時間に負担がかかるため、業務に特別な理由がない限り、極力昼間で行う。	大
	作業できる業者が1社しかなく、日中の業務に支障をきたすため。	小
【モノ】	システムや機器類の導入・活用	
	集中管理システムにより警報等を自動で発信しているため。	小

	常時、中央監視装置で送水流量を監視できるため。	中
	配水小ブロックの流量監視や漏水調査機器の高度化により漏水調査を夜間に実施する必要性がなくなった。	大
	水道施設（約8割浄水場、配水池等）に遠隔監視システム（web監視）が設置されている。	小
	新しい管路	
	管路供用開始後20年を経過しておらず、比較的新しい管であるため。	中
【コト】	安全の確保	
	暗いところでの作業となり、効率も悪く危険である。今のところする必要がない。	小
	夜間作業の必要性/効果	
	交通量が多い場合のみ検討する。	中
	昼間の作業で間に合っている。	小
	現在のところ維持管理作業においては夜間作業の必要がない。今後はその必要性について検討が必要と考える。	中
	小規模なため必要なし。	小
	緊急の水道管の漏水事故以外に必要な維持管理作業がないため。	小
	ブロックで管理・調査	
	管網整備（配水小ブロック化）により、洗管の必要性はなくなった。	大

表 2.4.5.25 夜間維持管理業務を行っていないと回答した事業者のコメントキーワード

工夫している点	苦勞している点
<ul style="list-style-type: none"> ・集中管理、遠隔監視システムを導入した。 ・新しい管路の使用している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・業者の確保が難しい。 ・作業上の安全対策が大変である。

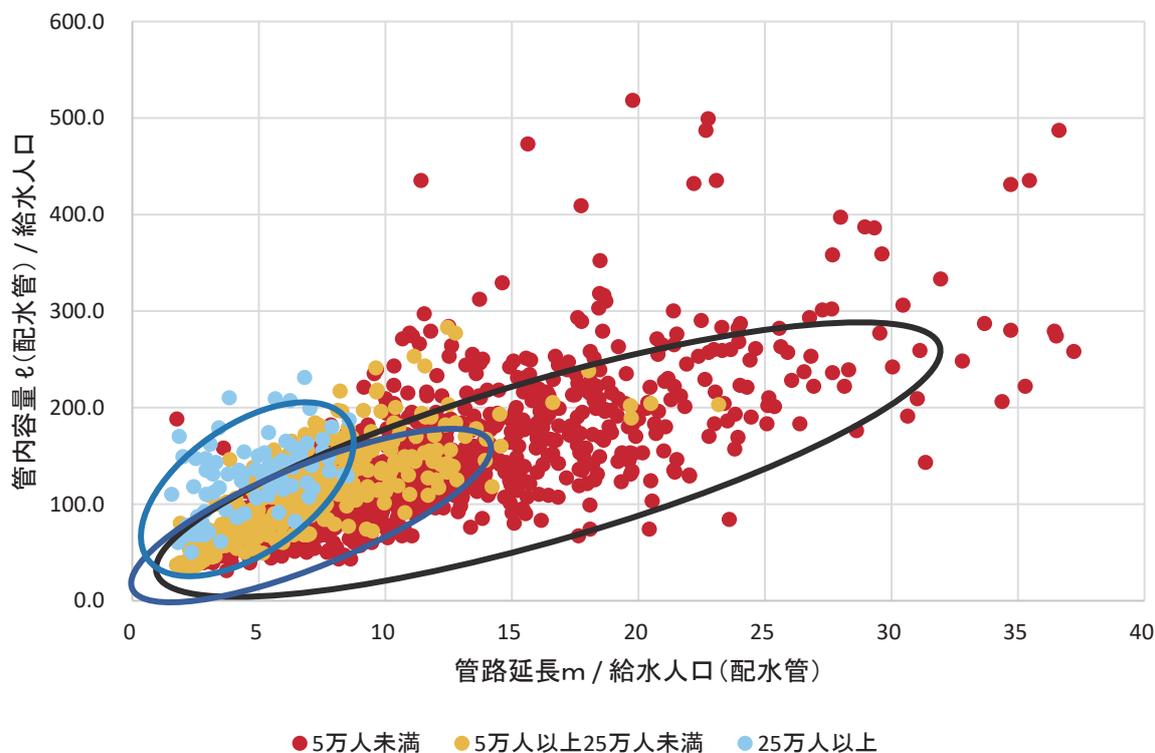
【分析結果】

わざわざ夜間に作業を行う必要性が無い、薄いという声が見受けられた他、監視システム等の活用により夜間作業を解消している事例も見受けられた。また、管路が新しいことも理由として見受けられることから、管路更新は夜間作業の削減にも効果があると見込まれる。

2.5 再構築プロセス

2.5.1 管網のスリム化について

2.5.1.1 管内容量と管路延長の現状



【引用】日本水道協会（令和2年度）水道統計を図化

図 2.5.1.1 管内容量と管路延長の現状

管内容量と管路延長の現状について図 2.5.1.1 に示す。2.4 項でのアンケート結果より、管口径および管路延長は極力小さくかつ短い場合、維持管理の負担が小さいとの認識から、図にプロットされている位置が原点に近いほど給水人口に対して配水管の管内容量が小さく（管口径が過大でない）、管路延長も短いため維持管理の負荷は小さい管路構成になっているといえる。今後、人口減少が進んだ場合、管路構成が現状から変わらない状態であれば原点から遠ざかり負担が増えていく。

給水人口 25 万人以上の事業体は、現状では管路延長については比較的原点に近い位置にあるため、管路更新時に口径の縮径を進めていくことが維持管理の負担軽減につながると考えられる。給水人口 5 万人未満の事業体は、原点から遠い位置の事業体も多く、管路更新時に管口径の縮径のみならず、管路延長の短縮も考慮していく必要がある。

今後の人口減少も考慮し、管路更新をすすめるうえで口径縮減、管路短縮を含めた場合の検証を行うこととした。

2.5.1.2 管網のスリム化

今回、管路延長の短縮を含めた管路網の再形成に関する検討を実施することを「管網のスリム化」とし、以下のような定義付けをおこなった。

【管網のスリム化】

管路更新を含む管路の維持管理の負担軽減を目的とし、配水や給水に支障のない範囲で管路のネットワーク構造を見直し、配水管路の短縮や縮径を図る。

管網のスリム化を検証するにあたり、以下の手順で行うものとした。

- ①管網のスリム化の実現性に関して、事業体委員に確認を行う。
- ②実現性があれば簡易モデルによるシミュレーションにより、効果の確認を行う。
- ③実管路モデルによるシミュレーションにより効果の確認を行う。

2.5.1.3 管路短縮の実現性について

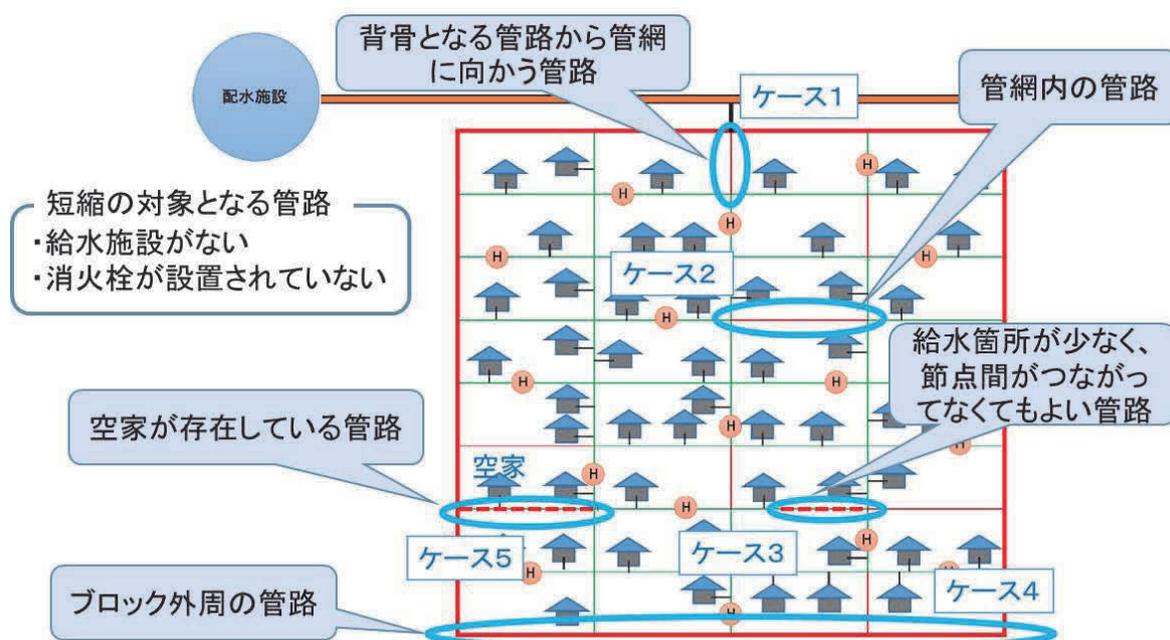


図 2.5.1.2 管網の短縮 実現性確認モデル

管路の短縮の実現性について確認するため、図 2.5.1.2 に示す配水本管から格子状のブロック管網に流入する検証モデルを用いた。このモデルにおいて下記のケースで管路の短縮を図ることが可能か事業体委員に確認をおこなった。なお、短縮の対象となる管路の条件として①給水施設がない管路、②消火栓が設置されていない管路とした。

ケース 1：管網内の背骨となる管路から管網に枝分かれする管路

ケース 2：管網内の管路

ケース 3：管網の節点間において給水箇所はあるが、節点間がつながっていてもよい管路

ケース 4：格子状のブロック管網の外周の管路

ケース 5：空家が存在している管路

表 2.5.1.1 に調査結果を示す。ケース 1～5 において事業体による違いはあるものの、水理解析を実施し問題なければ管路短縮は可能であると考えられる結論を得た。

表 2.5.1.1 管路の短縮の実現性についての調査結果（1）

	事業体名	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
管網としてあり・なし	A 事業体 (他 8 事業体)	あり				
	B 事業体 (他 2 事業体)	あり	ほぼなし	あり		あり
	C 事業体	あり			なし	あり
	E 事業体	ほとんどなし (ほとんどの更新管路で給水取り出しがある)		あり	ほとんどなし	あり
	F 事業体	あり		ほとんどなし	あり	
	G 事業体	あまりなし	あり	あり		あまりない
	H 事業体	あり				なし
	管網として多い・少ない	A 事業体	ほとんどない	少ない	少ない	ほとんどない
B 事業体		多い			少ない	多い
C 事業体		少ない (ケース 2 よりは多い印象)	少ない		少なからずあり (見つけやすい)	少ない
D 事業体		ブロック注入点は少ない。ブロック内管路を考慮すると多い	少ない	多い	少ない	不明
E 事業体		少ない	—	多い	少ない	多い
F 事業体		ほとんどない。	少ない。	短縮する延長にもよるが、少ない。約 2%	少ない。約 1.5%	現状ほぼなし。約 0.1%
G 事業体		少ない (10m/本)	—	少ない (10m/本)	多い	(まだ) 少ない
H 事業体		少ない		多い	少ない	不明
I 事業体		少ない			比較的ある	少ない (空き家かどうかは未確認)
J 事業体		少ない			少ない (給水があるケースがほとんど)	少ない
K 事業体		多い	少ない	多い	少ない	多い
L 事業体		少ない (10m/本)		ほぼ無し	少ない (10m/本)	
M 事業体		少ない		多い	—	どちらとも言えない
N 事業体		多い	やや多い	少ない		
O 事業体		各ブロックに存在する	少ない	多い	少ない	
P 事業体	少ない 10~20m程度/本	ケース 1 より多い 10m~50m程度/本	ケース 2 より多い 10m~50m程度/本	ケース 1 と同等 10m~20m程度/本	—	
Q 事業体	多い	少ない		—	少ない	

表 2.5.1.1 管路の短縮の実現性についての調査結果（2）

	事業体名	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5
短縮の実現 可・否	A事業体	可：水理解析は必要			否：他系統へのバックアップ管路となる場合あり	否：現在は廃止できない。隣接管路に給水切替を行う場合あり
	B事業体	可：水理解析は必要		可：排水施設の有無により検討	否	
	C事業体	可：水理解析は必要			否：基本的に×	可：水理解析により水圧等を確認
	D事業体	ブロック内で可（水理解析で検討）	可：水理解析で検討	△：水理解析で検討	可：管路の重要度を要確認	△
	E事業体	可	—	可	△：冗長性を考慮	可
	F事業体	可：水理解析は必要	可：水理解析必要	可：水理解析は必要 特に、行止管なので残留塩素の確認が必要	△：隣接ブロックからのバックアップ等を考えると短縮が難しい管路もある。	否：給水義務あり。
	G事業体	可：水理解析は必要	—	可：水理解析は必要	△：中口径輸送用	否：給水義務あり
	H事業体	可：予備注入点のイメージ リスク管理は必要	可：水理解析必要	可：水理解析は必要	可：水理解析必要 末端の管網は脆弱のため	可：権利廃止の手続きが必要のためハードルが高い
	I事業体	可	可：水理解析必要（消防水利を要確認）	否：片押しで定期排水が必須となる	否：片押しで定期排水が必須となる	否：給水義務あり
	J事業体	可：水理解析は必要	可：水理解析は必要	可：水理解析は必要	可：水理解析は必要	否：給水義務あり
	K事業体	否	可	否	否	否
	L事業体	可：水理解析は必要 バックアップをどう考えるか要検討	可 水理解析は必要	否：片押しで定期排水が必須となり、労力が増えるため	否：片押しで定期排水が必須となり、労力が増えるため	否：給水義務あり
	M事業体	可：将来計画及び管網解析の結果により問題ないと判断された場合に限りダウンサイジング可能	否：給水なしの配水管は管路冗長性等のために敷設している管路が多いため基本的には短縮不可能	可：ケース1と同様の場合に限り短縮可能	—	否：空家であってもメータボックスが残る限り給水義務が発生するため管路の短縮は不可能
	N事業体	否：ブロック内メイン管路をエリア中央に配するため、注入点直下の管路は必須。	可	可：延長による。行き止まり管はφ50で100m、φ75で200m以内としている。	可：水理解析は必要	否：給水義務あり
O事業体	否	否	—	可	可	
P事業体	可：水理解析は必要。	可：水理解析は必要。	可：水理解析は必要 残留塩素は要確認	可：水理解析は必要	否：給水義務あり	
Q事業体	否：給水人口が大幅に減少しない限りは検討不可。	可：水理解析は必要。	△：水理解析は必要 給水人口が多ければ難しい	—	否：給水義務あり	

2.5.2 シミュレーションによるスリム化の検証

前項において管路更新時に管網内に置いて管路短縮も選択肢として可能性があることが分かったため、本項においてシミュレーションによる検証により効果があるか確認を行った。

2.5.2.1. 簡易モデルによるシミュレーション

(1) 目的

スリム化の手順と効果を検証するために簡易モデルによるシミュレーションを行う。

従来の検討のように、スリム化を行わずに適正口径のみを検討した場合とスリム化も含めて検討を行った場合の結果を比較し、ダウンサイジングや水圧、流速、水質などの評価項目にどの程度違いが出るのかを検証する。

(2) 検討スパン

簡易モデルによる検証のため、短期スパン（10年毎）での検討は行わずに、中長期（60年先）を見据えた検討を行う。

(3) 将来水量

将来水量（人口）については一律に減少するものとし、*Pipe Σ*の研究などで用いた既往のモデルにおける水量変化率を用いるものとする。

(4) 消火用水量

消火用水量を考慮した検討を行うものとし、モデル規模がそれほど大きくないこと、また事業体のアンケートなどから同時開栓の消火栓は2栓程度（ $1\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{栓} \times 2\text{栓}$ ）の回答が多かったことを踏まえ、要所の火点における消火栓の同時開栓数は2栓として検討を行う。

(5) 評価指標

1) 水圧、流速、水質（残留塩素濃度）の分布

① 水圧

最低水圧及び、エネルギーロスの少なさを評価する（各節点の有効水頭の平均値等）。

② 流速

管内夾雑物を一定程度移動させることができる流速を評価する（管内流速 0.3m/s を基準）。

なお、現状および再構築後において、基準値を下回る地域が同一地域かどうか確認する。

③ 水質（残留塩素濃度）

最低残留塩素濃度及び、滞留時間の少なさを評価する（各管路の滞留時間の和等）。

なお、現状および再構築後において、基準値を下回る地域が同一地域かどうか確認する。

2) ダウンサイジング率

口径別の延長から管内容積を求め、現況との変化率を管網ごとに評価する。

3) 更新率

ダウンサイジング及び短縮を行うことでコストダウンした分を、管路更新に充てることで更新率を向上させ、計画期間の短縮につながるか評価する。

- ・ダウンサイジング及び短縮を見込んだ更新率の計算例

ダウンサイジング及び短縮を見込んだ更新率

= (①ダウンサイジング及び短縮により

削減した費用で更新する延長+当初の更新延長)

÷ 全体の管路延長

- ① ダウンサイジング及び短縮により削減した費用で更新する延長

=ダウンサイジング及び短縮により削減した費用

÷ ②延長当たりの更新費用

②延長当たりの更新費用 = 当初の更新事業費 ÷ 当初の更新延長

4) 事業費

Rainbows、**Pipe Σ**プロジェクトと同様に、「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き 平成 23 年 12 月 (厚生労働省)」を参考にして、口径ごとに標準的な費用を設定し、管網毎に再構築の費用を評価する。

5) 維持管理費

水圧、水質 (残留塩素濃度)、流速の分布を評価した上で、管網の維持管理に要する費用を評価する。

特に、水量が減少する傾向の中で、水質の基準値に満たない管路の定期洗浄が必要な場合などの洗浄水量等は無収水として評価する。

(6) 対象モデル

シミュレーションで用いる簡易モデルを図 2.5.2.1.1 に示す。

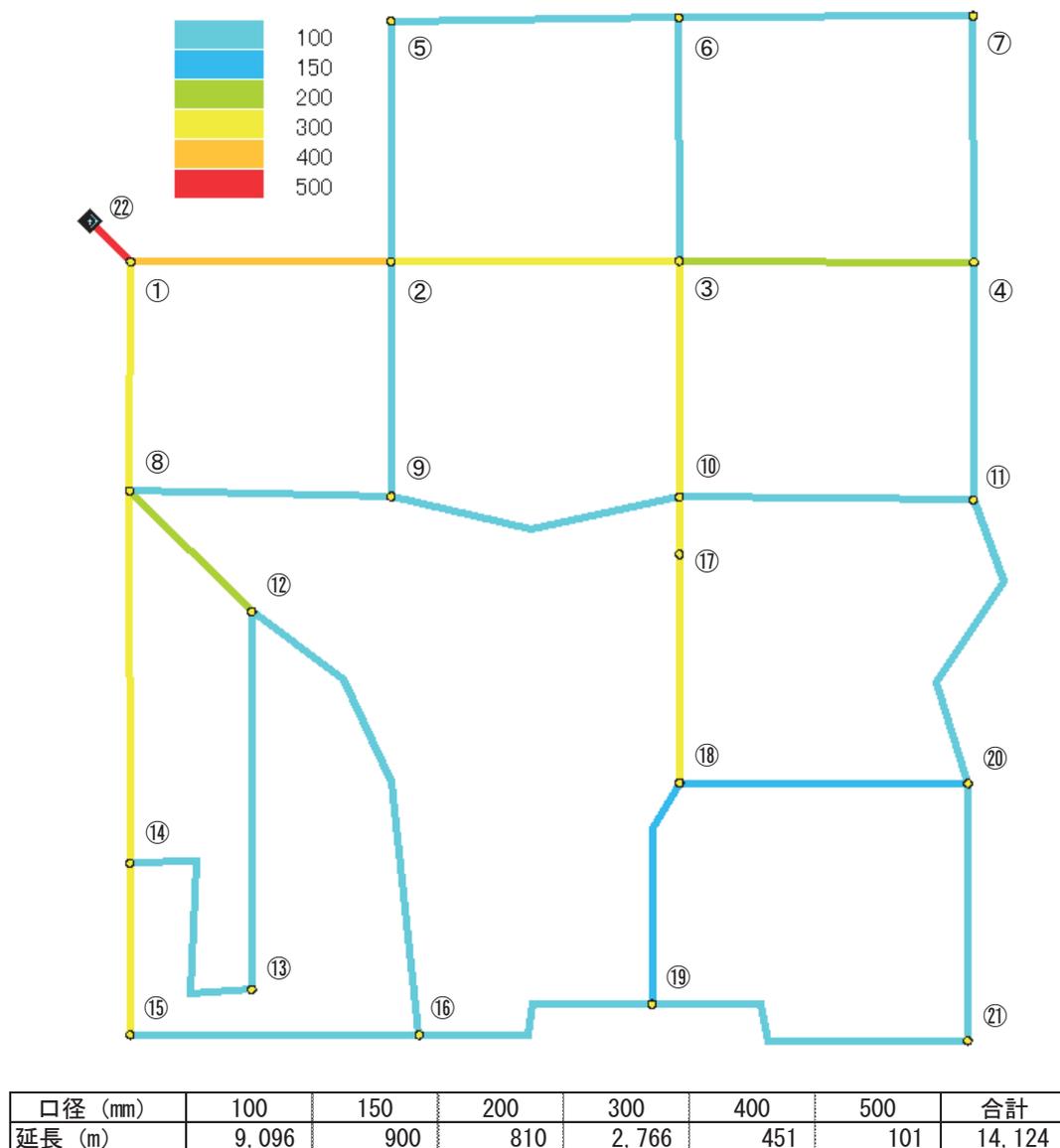


図 2.5.2.1.1 対象モデルデータ（口径色分け、口径別延長）

この簡易モデルは、実在の管網、需要量などをもとに簡略化を行ったものである。

簡易モデルはシステムの北西部に配水基点の位置付けとなる配水池があり、基点からφ500mmの単一管路が南東へ延び、すぐにφ400mmおよびφ300mmの管路に分岐して、それらの管路が骨格を成した形で東と南へ延びる形となっている。

骨格の管路からφ200mmやφ100mmの管路が分岐して管網を構成しており、地区全体の管路延長は約14kmとなっている。

簡易モデルの各管路および各節点の諸元を示す。

表 2.5.2.1.1 各管路および各節点の諸元

各管路の諸元

開始節点 番号	終了節点 番号	口径 (mm)	延長 (m)	流速係数
①	②	400	451	110
②	③	300	500	110
③	④	200	511	110
②	⑤	100	420	110
③	⑥	100	426	110
④	⑦	100	431	110
①	⑧	300	401	110
②	⑨	100	411	110
③	⑩	300	413	110
④	⑪	100	416	110
⑧	⑫	200	299	110
⑫	⑬	100	661	110
⑧	⑭	300	651	110
⑬	⑭	100	456	110
⑭	⑮	300	300	110
⑮	⑯	100	501	110
⑩	⑰	300	101	110
⑰	⑱	300	400	110
⑱	⑲	150	400	110
⑱	⑳	150	500	110
⑳	㉑	100	450	110
①	㉒	500	101	110
⑤	⑥	100	498	110
⑥	⑦	100	511	110
⑧	⑨	100	453	110
⑨	⑩	100	512	110
⑩	⑪	100	510	110
⑪	⑳	100	550	110
⑫	⑯	100	840	110
⑯	⑲	100	450	110
⑲	㉑	100	600	110

各節点の諸元

節点番号	地盤高 (m)	需要水量 (L/sec)
①	57	4.0
②	55	5.7
③	54	7.7
④	53	6.4
⑤	55	3.7
⑥	57	4.3
⑦	54	4.2
⑧	56	2.2
⑨	54	2.0
⑩	53	6.9
⑪	53	6.0
⑫	54	4.9
⑬	54	6.0
⑭	55	10.8
⑮	54	3.4
⑯	53	7.7
⑰	53	7.5
⑱	53	14.5
⑲	52	3.3
⑳	52	12.0
㉑	50	9.7
㉒	100	(配水池)
合計		132.9
	(m ³ /d)	11,483

(7) 検討条件、手法

1) 最小口径の設定

更新時における最小口径は計画期間における人口減に伴う需要水量の減少を考量した上で最もダウンサイジングした状態を目標管網とし、ダウンサイジング（減径）においては、 $\phi 50$ を下限の口径とする。

2) 人口の設定

人口の減少は、既往のモデル地区における減少率を参考として用いるものとする。

3) ダウンサイジングにおける条件設定

これまでの検討では流速などの制限を設けていたが、今回の検討では流速の制限は設けずに有効水頭を満足する条件とする。

有効水頭は平常時（時間最大流量）において 20m 以上、消火時において 0.1MPa の確保とする。

- ・ 水圧 : 平常時に 20m 以上、消火時に 0.1MPa 以上
- ・ 流速 : 制限を設けない
- ・ 残留塩素濃度 : 0.2mg/L~0.5mg/L (配水管レベルでの要件)

残留塩素濃度については、解析の特性上、意図的に目標値に収めることが難しく、解析の結果として得られる側面があり、また、目標値から外れた場合の対応についても、管末排水や注入率の変更、および浄水水質の向上など種々の対応方法が検討されることから、目標値からよほど逸脱した値でなければ目安の値として扱うものとする。

(8) 更新率、更新順位

60年先の検討期間において全管路が更新されるものとする。つまり更新率は約 1.67%となる。10年ステップの段階的な検討は行わないため、管路更新の優先順位は考慮しない。

(9) 消火用水量

1) 消火用水量の設定

消火用水量の設定については、1火点につき 2栓同時開栓とし、1栓あたり $1\text{m}^3/\text{min}$ の消火用水量とする。

(10) 管路口径選定手法

1) 60年先を見越して目標管網を設定し、60年後の管網を再構築するプロセス（60年先計画）

① 管路口径の増径、減径の実施手法

60年後までの更新対象の管路（全管路）について以下を行う。

- ・ 更新対象の管路を下限口径まで減径する。
- ・ 水理解析を実施する。

全ての節点の有効水圧について、一つでも所定の有効水圧を下回っている場合は、②の処理を行う。

②所定の有効水圧を下回っている場合、水圧回復の作業を行う。

- ・①において減径を行った更新対象管路について、動水勾配が最も大きな管の口径をワンランクアップする。ただし、元の口径よりも増径しないようにする。
- ・増径の管路が生じた場合、水理解析を繰り返して実施する。
- ・全ての節点の有効水圧が所定の有効水圧以上となった場合、あるいは、減径を行った全ての更新対象管路について元の口径まで増径した場合、これが管路口径の検討結果となる。

(11) シミュレーションの設定条件、手法の整理

シミュレーションでの条件設定、手法を表 2.5.2.1.2 にまとめる。

表 2.5.2.1.2 シミュレーションの設定条件、手法

項目	条件
計画期間・目標年度	60年
将来水量の変化	<ul style="list-style-type: none"> ・既往の検討における人口および水量の変化率を用いる ・原単位の変化は考慮しない
流速等の条件	<ul style="list-style-type: none"> ・水圧 : 20m 以上 (対象地区での直結給水を考慮) ・流速 : 制限を設けない ・残留塩素濃度 : 0.2mg/L~0.5mg/L (配水管レベルでの要件)
更新率、更新順位	<ul style="list-style-type: none"> ・60年で全管路が更新されるものとする ・途中年次は検討しないため管路更新の優先順位は考慮しない
消火用水量	<ul style="list-style-type: none"> ・同時2栓開栓で1栓あたり 1m³/min とする
再構築プロセスと整備ステップ	<ul style="list-style-type: none"> ・60年先に目標を設定して更新(60年先計画)
管路口径選定	流速の制限を設けずに口径を選定し、水圧条件に入っているか確認(所定有効水頭を下回る場合、水圧回復を行う)

(12) 将来人口から求めた将来水量比率

既往の検討に用いている将来人口から求めた水量の比率を整理する。

表 2.5.2.1.3 将来水量の比率

年度	2020	2025	2030	2035	2040	2045	
比率	1.0000	0.9828	0.9600	0.9326	0.9025	0.8700	
年度	2050	2055	2060	2065	2070	2075	2080
比率	0.8344	0.7938	0.7504	0.7035	0.6531	0.5992	0.5419

現状を 2020 年と考え、この水量を 1 としたときの将来の水量比率として上記を用いる。
60 年先は 2080 年であることから、推計値は 0.5419 となる。

(13) シミュレーション

1) 解析条件

簡易モデルにおける系統規模と既往の系統モデルの規模に大差はないことから、日最大や時間最大の水量係数については、既往のモデルと同じ係数を適用する。

よって各節点に割り当てられた水量を平均水量（水量係数：1）とすると、日最大および時間最大は以下となる。

- ・一日最大給水量：係数：1.1131
- ・時間最大給水量：係数：1.8638

将来水量の比率および水量ケース別の係数を元に、シミュレーションにおける水量の条件を表 2.5.2.1.4 に整理する。

表 2.5.2.1.4 水量ケース別の将来水量の比率

水量ケース\年次	水量係数	01~10年後	11~20年後	21~30年後	31~40年後	41~50年後	51~60年後
日平均水量時	1.0000	1.0000	0.9600	0.9025	0.8344	0.7504	0.6531
日最大流量時	1.1131	1.1131	1.0686	1.0046	0.9288	0.8353	0.7270
時間最大流量時	1.8638	1.8638	1.7892	1.6821	1.5552	1.3986	1.2172

この表に示す係数は、現在の日平均水量を 1 とした時の各年次における解析水量に掛ける係数である。

水位は簡易モデルの大元の条件を継承し、配水基点（配水池）の水位を 100m とする。

水質（残留塩素濃度）の条件については、既往のモデルと同様の設定とする。

・残留塩素濃度減少速度式（水質由来式（ K_w ））： $K_w = \text{Exp}(0.045 \cdot T + 0.80) / 1000$
($k_a = 0.045$ 、 $k_b = 0.80$ 、 T ：水温（ $^{\circ}\text{C}$ ）)

・残留塩素濃度減少速度式（口径由来式（ K_d ））： $K_d = \text{Exp}(-5.4408 \cdot D + 0.0706 \cdot T - 5.4245)$
・・・文献[1]に提示されている実験式を参考（ D ：管径（ m ）、 T ：水温（ $^{\circ}\text{C}$ ））

（水質由来式と口径由来式で係数（ K_w 、 K_d ）を求め、

係数の大きい方を採用して残留塩素濃度を計算）

・初期残留塩素濃度：上流側配水場の年間平均値：0.52mg/l

・水温：平均水温：約 20 $^{\circ}\text{C}$ 、給水栓月最大：約 30 $^{\circ}\text{C}$ （危険側として 30 $^{\circ}\text{C}$ を採用）

・水量：残塩の解析は日平均水量とする。

[1] 後藤圭司「配水管網における水質変化(I)～(III)」、『水道協会雑誌第 569～571 号』

(14) 火点の設定

火点として検討区域の水圧低下懸念箇所（4箇所）を想定して行う。

（各火点における同時使用消火栓の配置：4箇所の円群の節点箇所：消火栓の近傍節点に水量を設定）

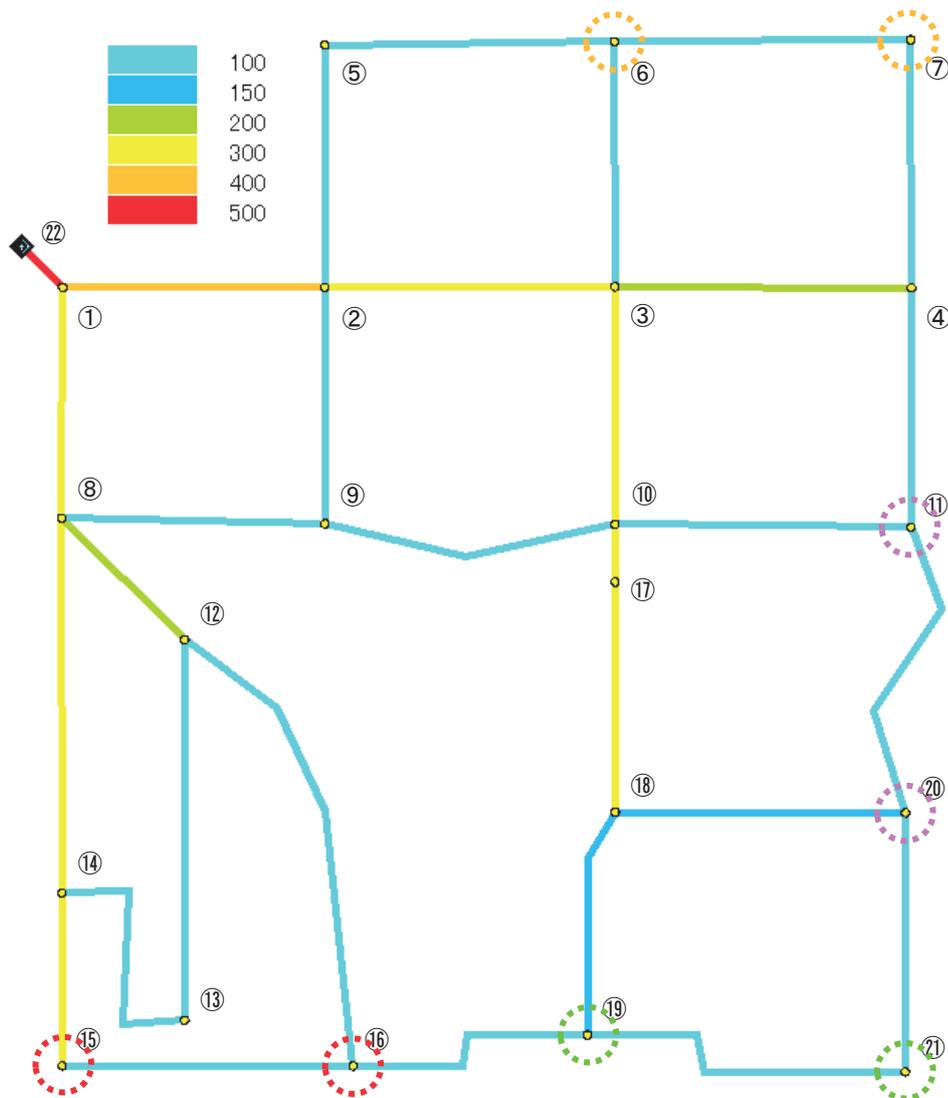


図 2.5.2.1.2 火点の設定、消火栓の配置

(15) 管路の短縮

管路の短縮を行うことで更新費用の低減や停滞水の改善（水質面などの維持管理の向上）を図る。

今回のスリム化検証においては、消火栓の設置や配水本管の位置付けを保持する観点から、 $\phi 150\text{mm}$ 未満の配水小管を短縮の対象とし、短縮可能な管路を選定する。

短縮対象管路の選定においては、短縮のイメージとして「ケース1」から「ケース5」に挙げる短縮のパターンを参考とし、管網の実態や事業者の考え方などに応じて短縮の対象とする管路の選定を行う。

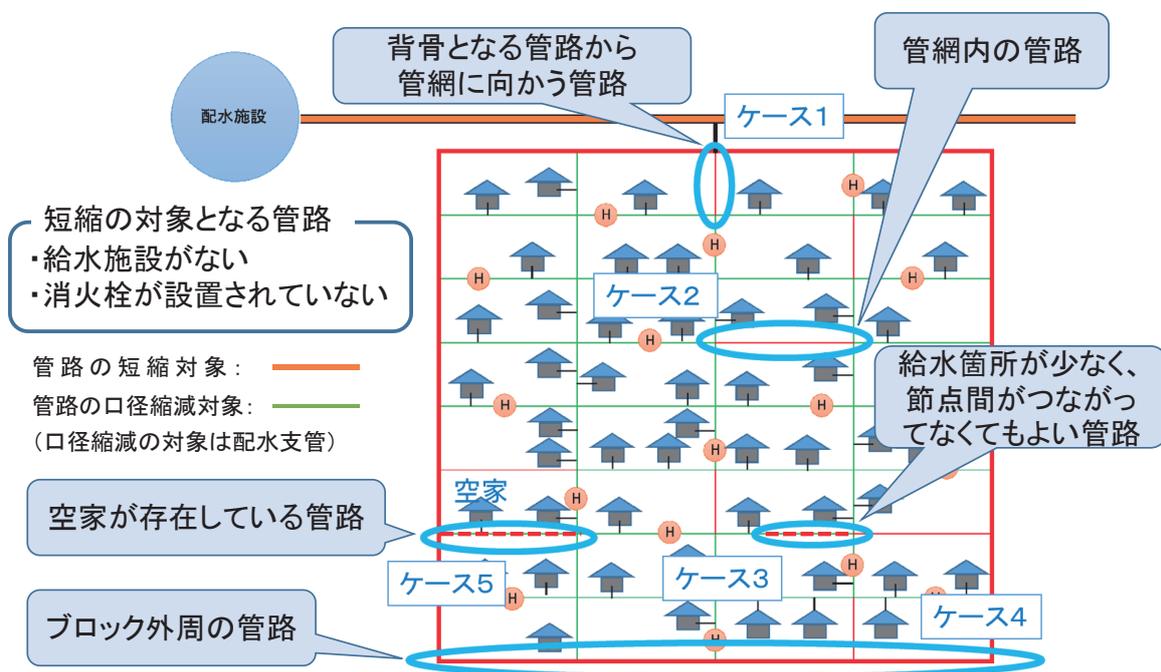


図 2.5.2.1.3 管路短縮のイメージ

ここでは、短縮対象管路の選定手順の一例として、まずは管網の外側（管網末端側）に位置する「ケース4」に相当する管路を単区間で一つずつ選定し、その管路を短縮可能かどうかの確認を行う。

短縮が可能かどうかの判定として、時間最大水量時の条件で所定の水圧を確保できるかどうかに着目する。

また、末端部において最も水理的に厳しいと考えられる消火時の条件で管網解析を行い、所定の水圧を確保できるかどうかに着目する。

消火時の検討は、短縮対象とする管路に最も影響の大きいと考えられる箇所（短縮対象管路の上流部や近傍に位置する箇所）に火点を設定する。

なお、時間最大時、消火時の解析ともに、将来において給水取り出しが無くなり短縮が可能になるという観点から、60年後における条件で検討を行う。

事業体において、対象管路の短縮を行う時期が概ね確定している場合は、当該時期に応じた条件で検討を行う。

表 2.5.2.1.5 短縮対象管路の選定（「ケース4」単独）

短縮 管路区間	口径 (mm)	延長 (m)	時間最大水量時 最低有効水頭	消火時 最低有効水頭	判定
②-⑤	100	420	-44.09	-8.05	×
⑤-⑥	100	498	-4.37	-2.51	×
⑥-⑦	100	511	15.74	-0.49	×
⑦-④	100	431	-1.72	-63.16	×
④-⑪	100	416	18.76	17.12	△
⑪-⑳	100	550	21.95	28.32	○
㉑-㉒	100	450	6.69	-48.58	×
㉒-㉓	100	600	7.95	-25.70	×
㉓-㉔	100	450	20.52	15.87	○
㉔-㉕	100	501	22.09	22.00	○

選定の検証結果として、時間最大時の有効水頭が20m以上であり、かつ消火時の最低有効水頭が0.1MPa以上であるのは、「⑪-⑳」「㉓-㉔」「㉔-㉕」のいずれかの管路をスリム化した場合である。

尚、「④-⑪」の管路を短縮した場合は、時間最大水量時の有効水頭が20mを若干下回っているため判定を△としているが、所定の有効水頭を確保するには増径が必要となり、本来のスリム化の目的から外れるため、このような結果は要件を満たしているとして扱わないものとする。

次に、上記で得られた「ケース4」として短縮可能な管路について、複合的に短縮が可能かどうかの確認を行う。前記と同様の考え方で複数の管路をスリム化した場合に、時間最大水量時、及び消火時の管網解析で所定の水圧を確保できるかどうかの確認を行う。

表 2.5.2.1.6 短縮対象管路の選定（「ケース4」複合）

短縮 管路区間	口径 (mm)	延長 (m)	時間最大水量時 最低有効水頭	消火時 最低有効水頭	判定
⑪-⑳ ⑲-⑯	100 100	550 450	20.52	13.91	○
⑪-⑳ ⑯-⑱	100 100	550 501	21.88	21.82	○
⑲-⑯ ⑯-⑱	100 100	450 501	16.64	-53.65	×

以上より、「ケース4」として短縮可能な管路について、複合的な短縮が可能かどうかを確認したところ「⑪-⑳」と「⑲-⑯」の組み合わせ、及び「⑪-⑳」と「⑯-⑱」の組み合わせで有効水頭を確保できることが分かった。

尚、複合のパターンとして「⑪-⑳」「⑲-⑯」「⑯-⑱」の全ての組み合わせがあるが、「⑲-⑯」と「⑯-⑱」の組み合わせで×の判定であるため、この確認は行っていない。

複合パターンとして「⑪-⑳」と「⑲-⑯」の組み合わせ、及び「⑪-⑳」と「⑯-⑱」の組み合わせが可能という結果となり、次に、この両者の組み合わせをもとにして、さらなるスリム化を検討することになるが、初期段階や中途段階において短縮の検討ケース数が増えてしまうと、以降の検討における短縮ケースが膨大となるため、中途段階で、ある程度有効なスリム化ケースを絞るものとする。

よって、さらなるスリム化の検討に向けて、どちらの組み合わせを採用するかを取り決める。

次の段階で管網内部の管路をさらにスリム化することを考えると、解析結果の有効水頭がより高い方が有利と考えられる。またスリム化の効果という面を考えると、スリム化対象管路の延長が長いほど布設費が低減されると考えられる。

このような面を考慮して、「⑪-⑳」と「⑯-⑱」の組み合わせを採用してスリム化を進めるものとする。

短縮対象の管路を選定する次のステップとして、上記の「ケース4」相当の管路短縮に加えて、管網内部の短縮として「ケース1」～「ケース3」、また「ケース5」に相当する管路の選定を行う。

これらのケースに相当する管路として、管網内部の8区間の管路が対象となる。

「ケース4」相当の管路短縮に加えて、この8箇所をそれぞれ短縮した場合の管網解析を行い、有効水頭により短縮可能かどうかの判定を行う。

表 2.5.2.1.7 短縮対象管路の選定（「ケース4」複合 & 他の短縮ケース）

スリム化 管路区間	口径 (mm)	延長 (m)	時間最大水量時 最低有効水頭	消火時 最低有効水頭	判定
⑪-⑳	100	550	21.88	21.82	○
⑯-⑮	100	501			
②-⑨	100	411	21.64	27.85	○
③-⑥	100	426	19.00	-22.88	×
⑧-⑨	100	453	21.58	27.76	○
⑨-⑩	100	512	21.81	27.48	○
⑩-⑪	100	510	22.02	-3.54	×
⑫-⑬	100	661	20.49	21.88	○
⑫-⑯	100	840	10.41	-19.79	×
⑬-⑭	100	456	21.81	21.74	○

以上より、判定に示されるように、さらに管網内部において5区間の管路の短縮が可能であることが分かる。

尚、この5箇所の管路に関して、「⑫-⑬」と「⑬-⑭」に着目すると、この二本の管路が節点⑬の箇所への供給ルートとなっており、両者を短縮すると⑬の箇所への供給ルートが無くなってしまう。

将来的に「⑫～⑬～⑭」のルート上に給水取り出しが無くなり、2か所の管路ともに短縮可能になるという考え方もあるが、ここでは⑬の箇所までの供給は残すものとして、どちらかの管路をスリム化対象とする。

どちらの管路を選定するかにあたって、この検討ステップはスリム化の最終段階であり、有効水頭の余裕よりも布設費の低減を優位に考え、管路の延長が長い「⑫-⑬」を選定するものとする。

同様に「②-⑨」と「⑧-⑨」と「⑨-⑩」に着目すると、この三本の管路が節点⑨の箇所への供給ルートとなっており、全ての管路を短縮すると⑨の箇所への供給ルートが無くなってしまいます。

前述と同様の考え方で、⑨への供給ルートの管路を一本だけ残すことが考えられるが、⑨の箇所へは元々三本の管路が接続しており、これを一本にするのは水理的に危険と捉え、一本の管路のみを短縮するものとする。

尚、管網の状況や水理的な余裕、また事業者の考え方などに応じて、管路を一本のみ残すといった対応も可能と考えられる。

以上より、短縮対象管路は同様の考え方で、管路の延長が長い「⑨-⑩」を選定するものとする。

最終段階の短縮の判定として、「⑪-⑳」「⑯-⑱」「⑫-⑬」「⑨-⑩」の組み合わせで短縮が可能かどうかの確認を行う。

表 2.5.2.1.8 短縮対象管路の選定（最終確認）

短縮 管路区間	口径 (mm)	延長 (m)	時間最大水量時 最低有効水頭	消火時 最低有効水頭	判定
⑪-⑳	100	550	20.52	14.62	○
⑯-⑱	100	501			
⑫-⑬	100	661			
⑨-⑩	100	512			

上記の計算結果のとおり、「⑪-⑳」「⑯-⑱」「⑫-⑬」「⑨-⑩」の組み合わせで短縮を行っても、時間最大水量時、及び消火時に所定の水圧を確保できることが分かる。

図 2.5.2.1.4 に短縮が可能として選定した管路を示す。

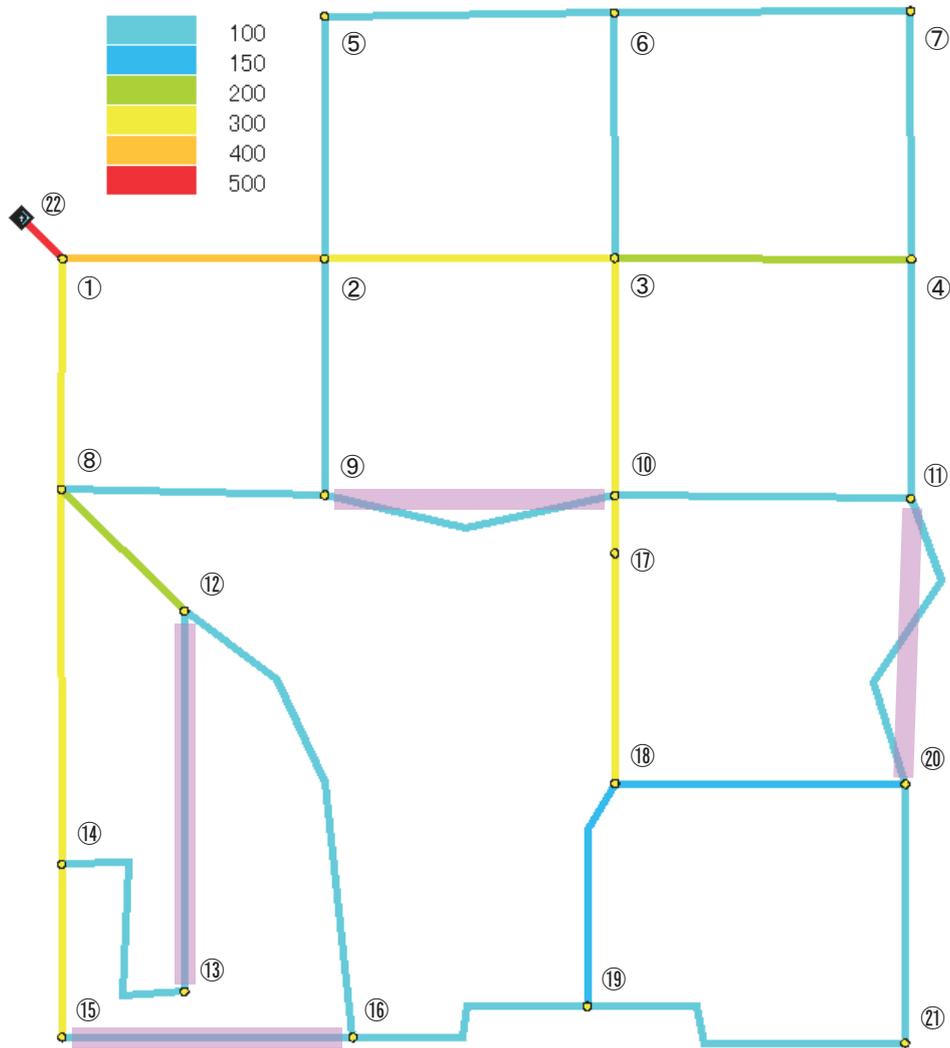


図 2.5.2.1.4 短縮可能な管路の選定（ピンクのマーカールイン）

これらの短縮可能な管路について、60年後においては全て短縮を実施するものとする。短縮対象管路は全てφ100mmの管路であり、延長合計は2,224mである。

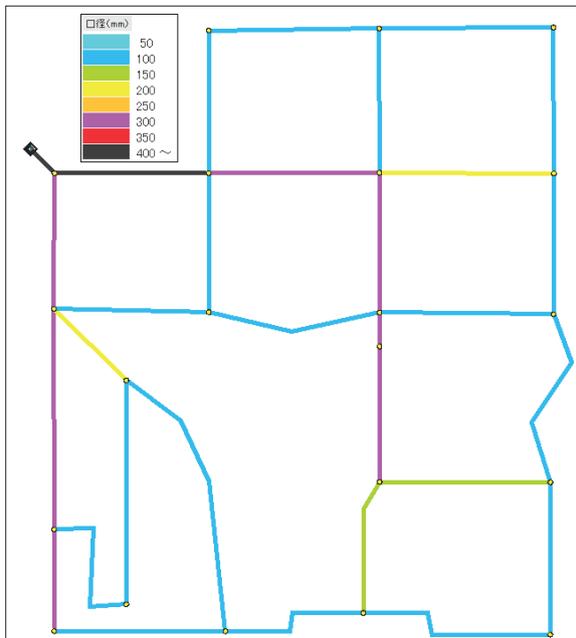
(16) 検討結果

1) 検討結果

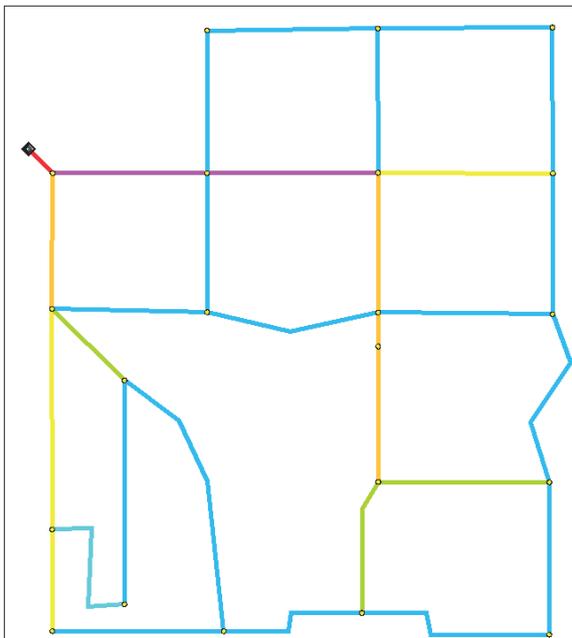
【口径】

検討結果として、口径の分布図、口径別延長について整理する。

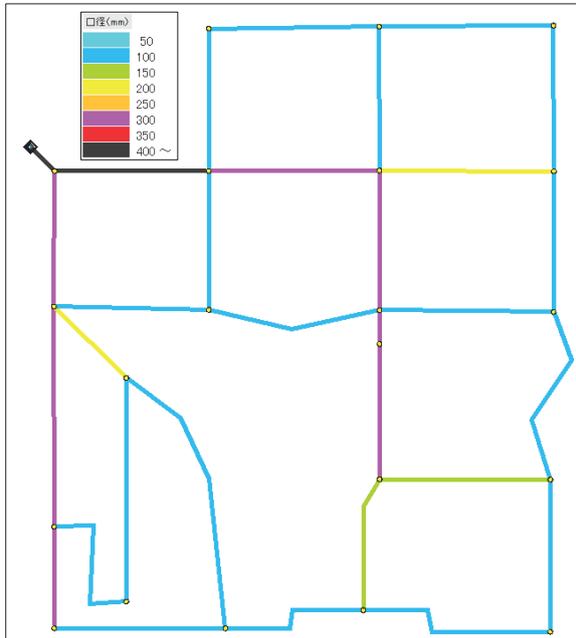
現況



60年後



現況



60年後

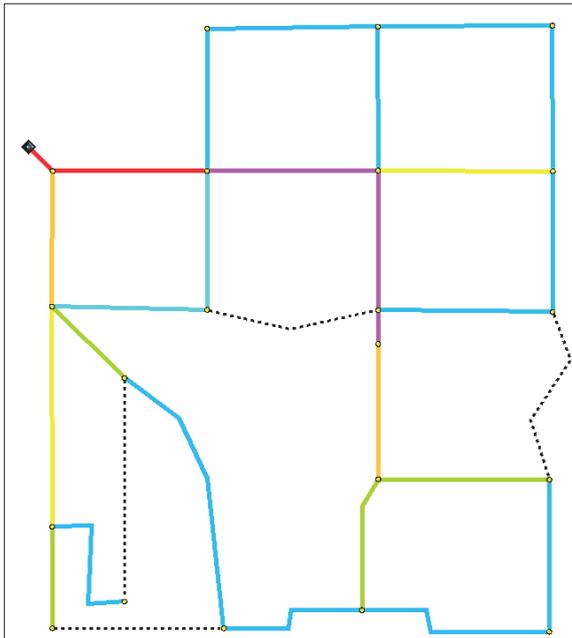


図 2.5.2.1.5 口径分布図

(上：スリム化なし（短縮は行わず、ダウンサイジングのみ）、下：スリム化あり)

60年後において、スリム化なし（上段）もスリム化あり（下段）も配水基点からの流出管路はφ350mmの減径となっており、その下流はφ300mmやφ250mmに減径している状況は類似している。スリム化ありにおいては、管路が無くなる分を補うために骨格部分においてφ350mmやφ300mmの管路の延長が少し長くなっている。

スリム化ありの場合は、局所的な要因（スリム化に伴う影響）によりφ50mmまで減径できる部分がある。

減径の検討口径にφ75mmも含まれているが、今回の検討ではφ75mmとなる結果は生じていない。また、今回の検討にはφ350mmへの口径変更も含めているが、事業者によってはφ350mmへの変更を行わない（φ350mmを採用しない）場合もある。

表 2.5.2.1.9 現況と60年後の口径別延長 (m) : (上 : スリム化なし、下 : スリム化あり)

口径\経過年	現況	60年後
50		456
100	9,096	8,640
150	900	1,199
200	810	1,462
250		1,315
300	2,766	951
350		101
400	451	
500	101	
合計	14,124	14,124

口径\経過年	現況	60年後
50		864
100	9,096	6,008
150	900	1,499
200	810	1,162
250		801
300	2,766	1,014
350		552
400	451	
500	101	
合計	14,124	11,900

スリム化ありの場合は、スリム化なしの場合に比べて（局所的な要因により）φ50mmの減径延長が多くなっているが、φ100mmの延長はスリム化なしの方が多くなっている。

スリム化ありの場合は骨格部の管路に負荷が多くなると思われ、φ350mmやφ300mmの延長が多くなっている。

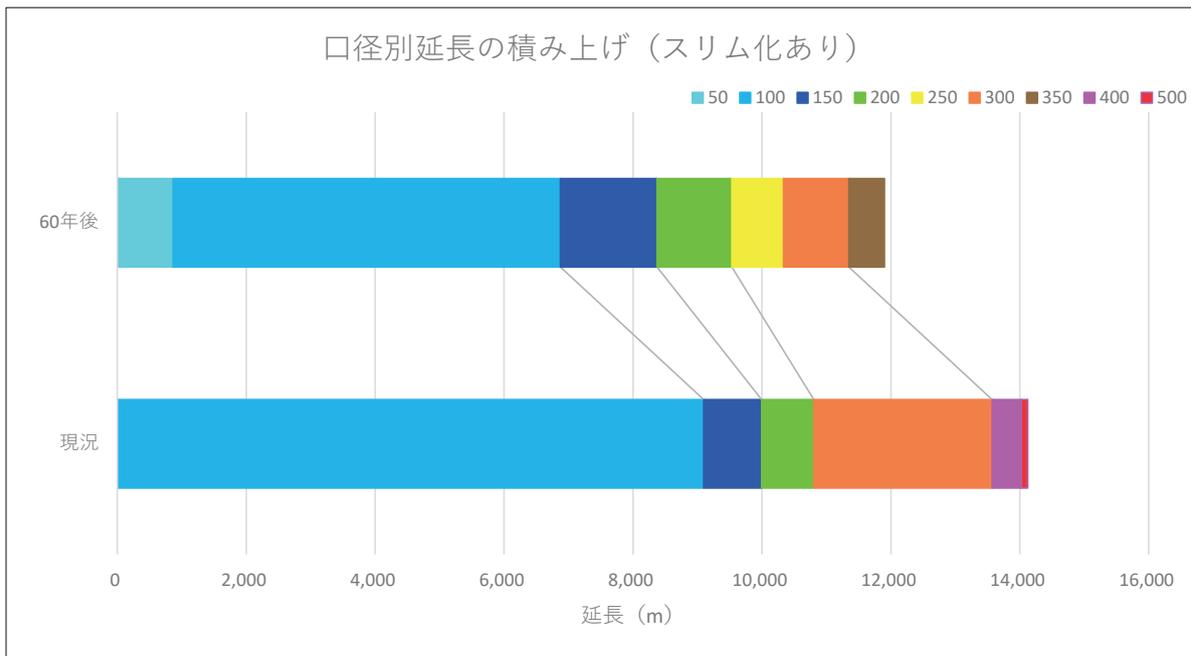
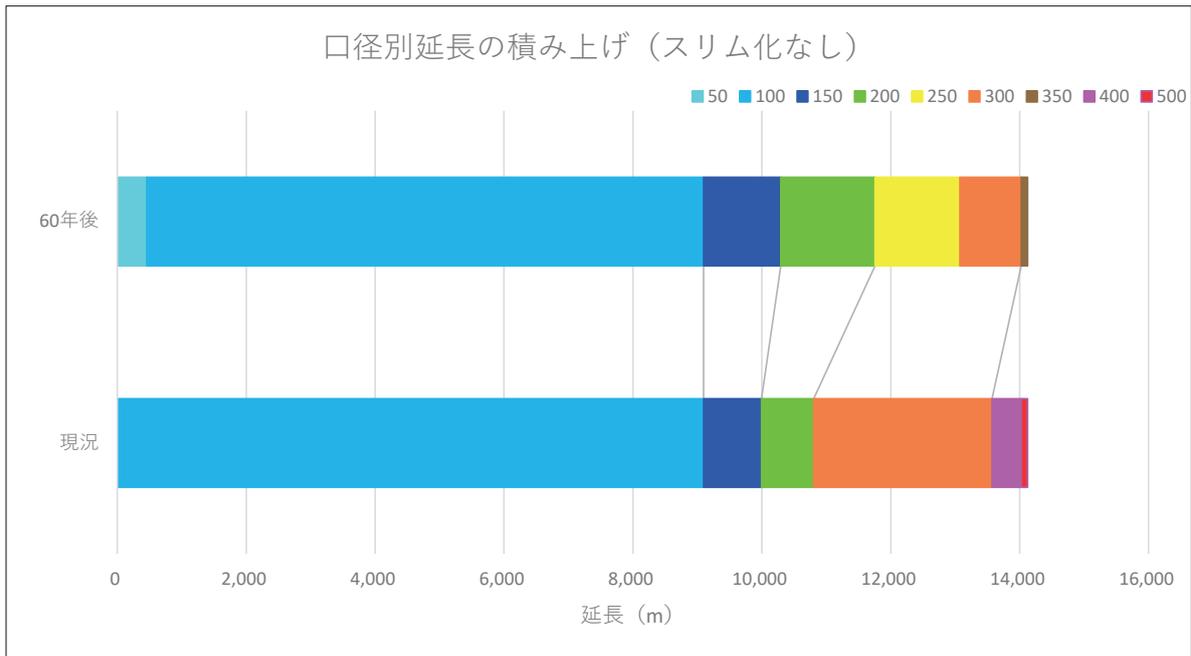


図 2.5.2.1.6 現況と 60 年後の口径別延長 (m) : (上 : スリム化なし、下 : スリム化あり)

表 2.5.2.1.10 現況と 60 年後の管内容積、平均口径：消火用水量を考慮

経過\ケース	管内容積 (m ³) の変化		平均口径 (mm) の変化	
	スリム化なし	スリム化あり	スリム化なし	スリム化あり
現況	384.8	384.8	116.8	116.8
60年後	277.4	276.0	99.2	98.9

※ 管内容量 = $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{\pi \times D^2}{4} \times L \right) \dots$ n : 管路数、D : 口径、L : 延長

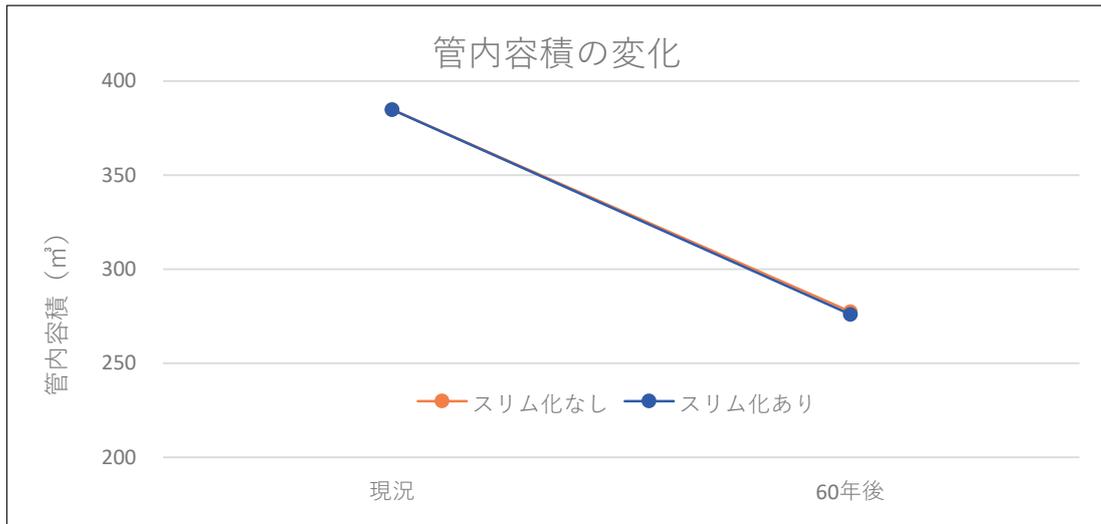


図 2.5.2.1.7 現況と 60 年後の管内容積：消火用水量を考慮

管内容積の変化、及び平均口径の変化について、スリム化なしの場合もスリム化ありの場合も 60 年後の結果はほぼ同等となった。

(管内容積は現況の 384.8m³ に対して両者ともに約 28%減となる。)

スリム化ありの場合は、骨格管路などに多少大きな口径が必要となるが、短縮した管路の影響により管内容積が概ね同等となっている。

平均口径についても、両者ともに現況の φ 116.8mm が 60 年後に約 15%減の φ 99mm 程度となる。

【事業費】

スリム化を行わなかった（ダウンサイジングのみを行った）場合、及びスリム化を行った場合のシミュレーションで得られた更新口径の結果について概略の更新費用を算出する。

更新費用として、同口径の再構築を行った場合も比較参考として算出する。

表 2.5.2.1.11 現況口径および適正口径による更新管路延長と概算工事費

口径	60年後の更新管路延長			m当たり 工事費 (千円)※	60年後までの工事費(千円)		
	現況口径 で更新	スリム化なし 計画で更新	スリム化あり 計画で更新		現況口径 で更新	スリム化なし 計画で更新	スリム化あり 計画で更新
50	0	456	864	56	0	25,536	48,384
75	0	0	0	60	0	0	0
100	9,096	8,640	6,008	64	582,144	552,960	384,512
150	900	1,199	1,499	72	64,800	86,328	107,928
200	810	1,462	1,162	82	66,420	119,884	95,284
250	0	1,315	801	94	0	123,610	75,294
300	2,766	951	1,014	107	295,962	101,757	108,498
350	0	101	552	122	0	12,322	67,344
400	451	0	0	139	62,689	0	0
500	101	0	0	180	18,180	0	0
合計	14,124	14,124	11,900		1,090,195	1,022,397	887,244

※ 「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き 平成23年12月」『厚生労働省健康局水道課』
(工事条件:開削工、DIP(耐震)、車道、昼間施工)
工事費は諸経費を含み、消費税抜き。

現況口径のまま更新を行うと、60年後までの更新費用は10.9億円と算定された。

スリム化を行わない場合、60年後までの更新費用は10.2億円程度となり、スリム化を行った場合、更新費用は8.9億円程度となる。

両者の差は1億4千万円程となり、スリム化による更新費用の削減効果が表れた結果となっている。

更新手法による費用の差は以下のようになる。

- ・ 現況口径のまま更新：10.90億円 — スリム化なしで更新：10.22億円 = 0.68億円
- ・ 現況口径のまま更新：10.90億円 — スリム化ありで更新：8.87億円 = 2.03億円
- ・ スリム化なしで更新：10.22億円 — スリム化ありで更新：8.87億円 = 1.35億円

【ダウンサイジング】

ダウンサイジングの確認として管内容積の変化率を把握する。

ダウンサイジング率は下式により求められる。

(ダウンサイジング率 (更新管路))

$$= 1 - (\text{更新後管路の管内容積}) / (\text{更新前管路の管内容積})$$

(ダウンサイジング率 (管網全体))

$$= 1 - (\text{将来形の管内容積の総和}) / (\text{現状の管内容積の総和})$$

今回の簡易モデルによる検討では、全ての管路を 60 年後までに更新する条件としているため、更新管路＝管網全体となる。

下表のとおり、スリム化なしの場合もスリム化ありの場合も更新後の管内容積はかなり少なくなる結果となっており、それぞれダウンサイジング率は 27.9%および 28.3%となっている。

両者の更新後の管内容積に大差はないため、両者ともに 28%程度のダウンサイジング率となっている。

表 2.5.2.1.12 ダウンサイジング率

項目	スリム化なし計画	スリム化あり計画
更新管路 (管網全体)		
更新前の管内容積 (m ³)	384.8	384.8
更新後の管内容積 (m ³)	277.4	276.0
ダウンサイジング率 (%)	27.9	28.3

また、下式により単位水需要量あたり管内水量の値も補足として確認する。

$$(\text{単位水需要量あたり管内水量 (管網全体)}) = (\text{管内容積の総和}) / (\text{水需要量の総和})$$

この値は、水需要に対する管路の冗長性と捉えることもできるが、現状で 2.90 の値が、スリム化なしの場合の 60 年後は 3.20 に上がり、スリム化ありの場合の 60 年後も 3.18 へ上がる。

これは、両者ともに将来はダウンサイジングにより管内容積は減るものの、それ以上に水需要量が減少することによると考えられる。

また、スリム化なしの場合とスリム化ありの場合とで、将来の冗長性は概ね同等になると言える。

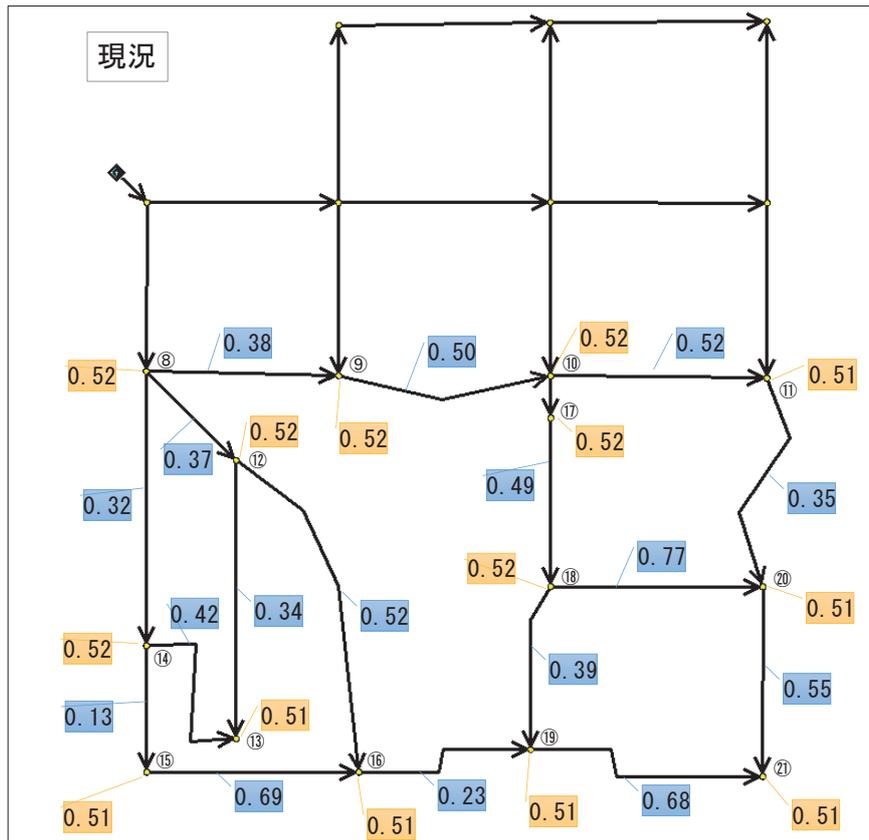
表 2.5.2.1.13 単位水需要量あたり管内水量

項目	現状	スリム化なし	スリム化あり
管内容積の総和 (m ³)	384.8	277.4	276.0
水需要量の総和 (平均水量 : m ³)	132.900	86.796	86.796
単位水需要量あたり管内水量	2.90	3.20	3.18

【流速、残留塩素濃度】

この簡易モデルの検討においては、将来的に減径のみを行う場合（スリム化なし）と、スリム化を行うことによって管網が疎になる部分に着目して、流速の変化や残留塩素濃度の違いについて確認を行う。

現況および 60 年後にスリム化を行わない場合とスリム化を行う場合の流速および残留塩素濃度について、スリム化対象部分に各値を記載した図を以下に示す。



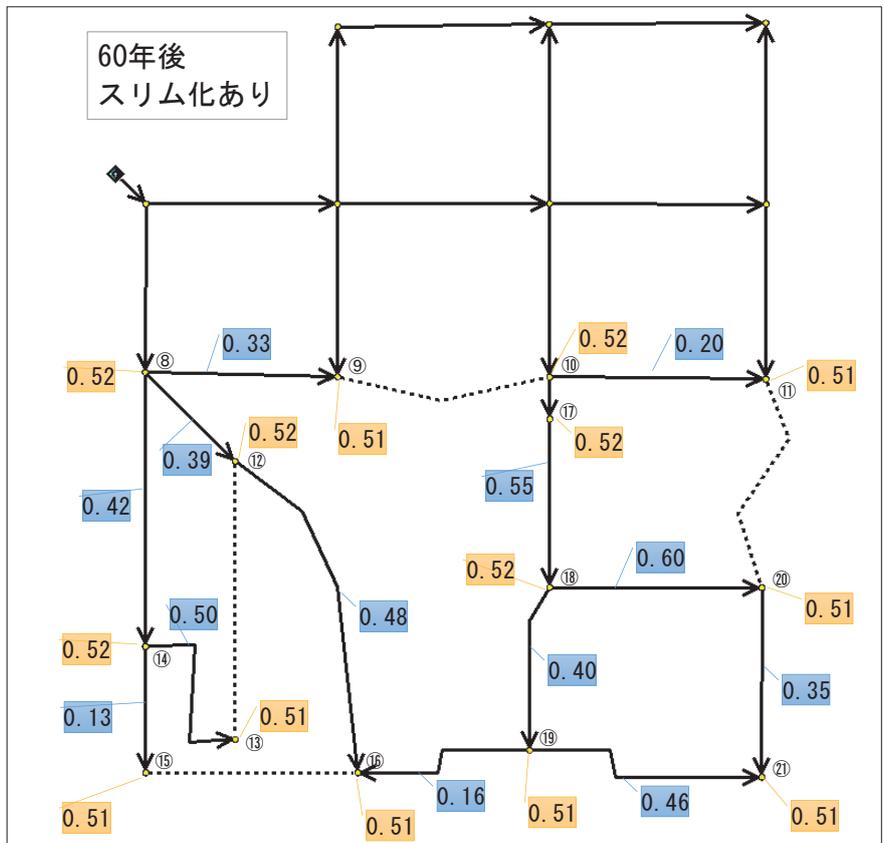
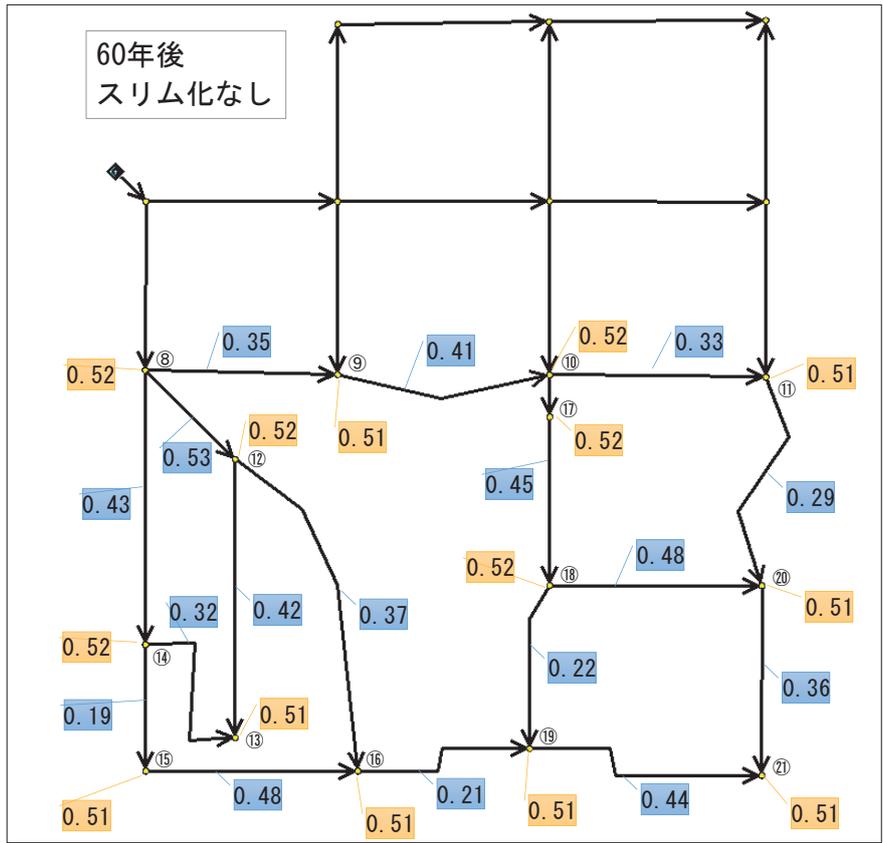


図 2.5.2.1.8 流速（青色）、残留塩素濃度（橙色）の変化

流速に関して、現況に比べて 60 年後の方が全般的に流速が遅くなっていることが見受けられる。これは前述の冗長性（単位水需要量あたり管内水量）にも示されるように、将来はダウンサイジングにより管容量は少なくなるものの、それ以上に水需要量が減少する影響と考えられる。尚、残留塩素濃度の値は現況と 60 年後で概ね同等であり、水需要量が減少する状況において、ダウンサイジングを行ったことにより残塩低下は抑えられていると考えられる。

60 年後におけるスリム化なしの場合とスリム化ありの場合を比べてみると、スリム化に伴い樹枝状に近くなる管路（⑫→⑬、⑭→⑮、⑯→⑰、⑱→⑲、⑲→⑳）において顕著に流速が速くなっていることが分かる。尚、残留塩素濃度に関してはスリム化に伴う影響はそれほど現れず、両者ともに概ね同等の値となっている。

(17) スリム化なしの計画とスリム化ありの計画による管網の再構築計画の考察

●簡易モデルを用いて、スリム化なしとスリム化ありとの計画でシミュレーションを行ったが、両者ともに骨格管路部分はφ300mm やφ250mm に減径している状況は類似している。尚、スリム化ありにおいては、この骨格部分においてφ350mm やφ300mm の管路の延長が少し長くなっている状況がみられ、これは管路が無くなった分を補うために口径が大きくなったものと考えられる。

●更新費用について、スリム化なし及びスリム化ありの計画ともに、現況の口径で更新する場合に比べて更新費用が低減される試算となった。

また、スリム化ありの場合はスリム化なしの場合に比べて、かなり更新費用が低減される結果となり、スリム化による更新費用の削減効果が表れた結果となった。

表 2.5.2.1.14 現況口径および適正口径による更新管路延長と概算工事費

口径	60年後の更新管路延長			m当たり 工事費 (千円)※	60年後までの工事費(千円)		
	現況口径 で更新	スリム化なし 計画で更新	スリム化あり 計画で更新		現況口径 で更新	スリム化なし 計画で更新	スリム化あり 計画で更新
50	0	456	864	56	0	25,536	48,384
75	0	0	0	60	0	0	0
100	9,096	8,640	6,008	64	582,144	552,960	384,512
150	900	1,199	1,499	72	64,800	86,328	107,928
200	810	1,462	1,162	82	66,420	119,884	95,284
250	0	1,315	801	94	0	123,610	75,294
300	2,766	951	1,014	107	295,962	101,757	108,498
350	0	101	552	122	0	12,322	67,344
400	451	0	0	139	62,689	0	0
500	101	0	0	180	18,180	0	0
合計	14,124	14,124	11,900		1,090,195	1,022,397	887,244

※ 「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き 平成23年12月」『厚生労働省健康局水道課』
(工事条件:開削工、DIP(耐震)、車道、昼間施工)
工事費は諸経費を含み、消費税抜き。

ダウンサイジングに伴う更新率の上昇について、下式により試算する。

延長当たりの更新費用

$$= \text{当初の更新事業費（現況口径での更新費用）} / \text{当初の更新延長} \quad \dots \quad \textcircled{1}$$

ダウンサイジングにより削減した費用で更新する延長

$$= \text{ダウンサイジングにより削減した費用} / \textcircled{1} \quad \dots \quad \textcircled{2}$$

ダウンサイジングを見込んだ更新率

$$(\textcircled{2} + \text{当初の更新延長}) / \text{全体の管路延長}$$

◇スリム化を行わずに更新を行う場合

$$\text{延長当たり更新費用} = 1,090 \text{ 百万円} / 14,124 \text{ m} = 77.174 \text{ 千円} / \text{m}$$

ダウンサイジングによる低減費用での更新延長

$$= (1,090 - 1,022) \text{ 百万円} / 77.174 \text{ 千円} / \text{m} = 881 \text{ m}$$

ダウンサイジングを見込んだ更新率

$$= (881 + 14,124) / 14,124 = 106.24\% / 60 \text{ 年} = 1.77\% / \text{年}$$

◇スリム化を行って更新を行う場合

$$\text{延長当たり更新費用} = 1,090 \text{ 百万円} / 14,124 \text{ m} = 77.174 \text{ 千円} / \text{m}$$

ダウンサイジングによる低減費用での更新延長

$$= (1,090 - 887) \text{ 百万円} / 77.174 \text{ 千円} / \text{m} = 2,630 \text{ m}$$

ダウンサイジングを見込んだ更新率

$$= (2,630 + 14,124) / 11,900 = 140.79\% / 60 \text{ 年} = 2.35\% / \text{年}$$

上記の通り、スリム化を行わない計画において、現況口径での更新と同等の費用をかけた場合は1.67%の更新率が1.77%となり0.10%増えることになる。

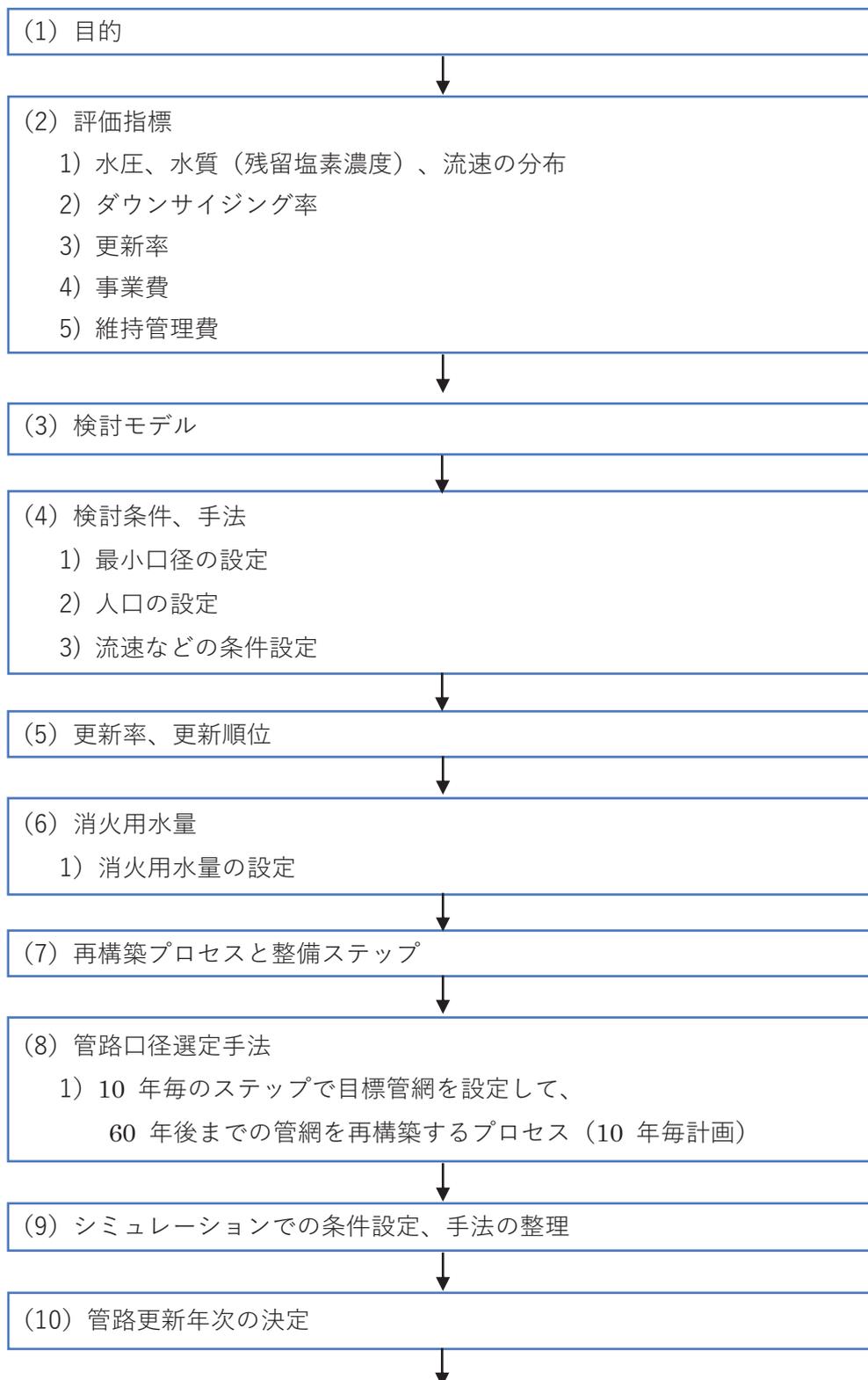
一方、スリム化を行う場合は1.67%の比率が2.35%と0.68%増えることになり、スリム化を行わない場合に比べて、かなり更新率の上昇が期待できる結果となった。

●維持管理費用として、残留塩素濃度の低下箇所における排水作業や残塩確認の費用を評価するが、この簡易モデルによる検討においては、将来の水需要減少に伴う管網全体としての残塩低下やスリム化に伴う局所的な残塩の増減などは生じず、特に維持管理に影響するような残塩低下は見られなかった。

2.5.2.2 実管路簡略化モデルによるシミュレーション

■ 検討フロー

シミュレーションによる調査を以下のフローで実施した。



(11) シミュレーション

- 1) 解析条件
- 2) 消火用水量
- 3) 火点の設定
- 4) 管路のスリム化（短縮）



(12) 検討結果

- 【口径】
- 【事業費】
- 【ダウンサイジング】
- 【流速】
- 【有効水頭】
- 【残留塩素濃度】



(13) スリム化なしの計画とスリム化ありの
計画による管網の再構築計画の考察

(1) 目的

既往の研究 (**Pipe Σ**プロジェクト) で実施した実管網を用いたシミュレーション検討について、より評価の行いやすいように小口径を省いた簡略化モデルとし、いくつかの条件をより現実に即したのものとしたモデルを作成して追加の検討を行うものとする。

(2) 評価指標

1) 水圧、水質 (残留塩素濃度)、流速の分布

①水圧

最低水圧及び、エネルギーロスの少なさを評価する (各節点の有効水頭の平均値等)。

②水質 (残留塩素濃度)

最低残留塩素濃度及び、滞留時間の少なさを評価する (各管路の滞留時間の和等)。

なお、現状および再構築後において、基準値を下回る地域が同一地域かどうか確認する。

③流速

管内夾雑物を一定程度移動させることができる流速を評価する (管内流速 0.3m/s を基準)。

なお、現状および再構築後において、基準値を下回る地域が同一地域かどうか確認する。

2) ダウンサイジング率

口径別の延長から管内容積を求め、現況との変化率を管網ごとに評価する。

3) 更新率

ダウンサイジング及び短縮を行うことでコストダウンした分を、管路更新に充てることで更新率を向上させ、計画期間の短縮につながるか評価する。

・ダウンサイジング及び短縮を見込んだ更新率の計算例

ダウンサイジング及び短縮を見込んだ更新率

= (①ダウンサイジング及び短縮により

削減した費用で更新する延長+当初の更新延長)

÷ 全体の管路延長

② ダウンサイジング及び短縮により削減した費用で更新する延長

= ダウンサイジング及び短縮により削減した費用

÷ ②延長当たりの更新費用

②延長当たりの更新費用 = 当初の更新事業費 ÷ 当初の更新延長

4) 事業費

Rainbows、**Pipe Σ**プロジェクトと同様に、「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き 平成 23 年 12 月（厚生労働省）」を参考にして、口径ごとに標準的な費用を設定し、管網毎に再構築の費用を評価する。

5) 維持管理費

水圧、水質（残留塩素濃度）、流速の分布を評価した上で、管網の維持管理に要する費用を評価する。

特に、水量が減少する傾向の中で、水質の基準値に満たない管路の定期洗浄が必要な場合などの洗浄水量等を無収水として評価する。

(3) 検討モデル

既往の研究で用いたモデルをφ150mm以上の管路に絞り込み、簡略化したモデルでシミュレーションを行う。尚、φ150mm未満の管路を除外することでループを成していた管路が樹枝状となる部分については、φ150mmを補ってループ形状を保つものとする。



口径 (mm)	150	200	250	300	350	合計
延長 (m)	16,607	3,037	1,023		604	21,271

図 2.5.2.2.1 対象モデルデータ（口径色分け、口径別延長）

検討モデルはφ150mm～φ350mmの口径で構成され、全体の管路延長は約21kmである。

(4) 検討条件、手法

1) 最小口径の設定

更新時における最小口径は計画期間における人口減に伴う需要水量の減少を考量した上で最もダウンサイジングした状態を目標管網とし、ダウンサイジング（減径）においては、φ50を下限の口径とする。

2) 人口の設定

人口の設定に関しては、既往の研究と同様の条件とする。

3) 流速などの条件設定

既往の研究においては流速などに制限を持たせたが、今回の検討では水圧（有効水頭）が目標値を上回っていればよいものとする。このように水圧の下限を設けることで大きな管路損失を避けることにつながり、間接的に流速や動水勾配に制限が設けられる形となる。

尚、事業体において独自の考え方などがあれば、その考え方を元に流速などの制限を設けることで構わない。

- ・ 水圧 : モデル地区の水道事業体による
 (今回は平常時に 0.2MPa 以上、消火時に 0.1MPa 以上)
- ・ 流速 : 制限を設けない
- ・ 残留塩素濃度 : 0.2mg/L~0.5mg/L (配水管レベルでの要件)

残留塩素濃度については、解析の特性上、意図的に目標値に収めることが難しく、解析の結果として得られる側面があり、また、目標値から外れた場合の対応についても、管末排水や注入率の変更、および浄水水質の向上など種々の対応方法が検討されることから、目標値からよほど逸脱した値でなければ目安の値として扱うものとする。

(5) 更新率、更新順位

更新率は、水道事業体により異なることが予想されるため、選定した水道事業体で設定している更新率とする。

今回のシミュレーションにおいては水道事業体の実態を考慮し 1.0%/年程度とすることが考えられるが、1.0%/年では 60 年後の更新が 6 割となり、スリム化の対象となる管路が少ない場合はスリム化があまり進まないことが想定され、「スリム化なし」と「スリム化あり」の将来形の相違が捉えにくくなる可能性があるため、検討期間である 60 年で全ての管路を更新するものとして考える。(更新率 : 1.67%/年)

(6) 消火用水量

1) 消火用水量の設定

既往の研究では、消防水利の基準により決定していたが、モデル規模がそれほど大きくないこと、また事業者のアンケートなどから同時開栓の消火栓は2栓程度（ $1\text{m}^3/\text{min} \cdot \text{栓} \times 2 \text{栓}$ ）の回答が多かったことを踏まえ、要所の火点における消火栓の同時開栓数は2栓として検討を行う。

また、消火栓同時開栓を行った場合に、配水管内で 0.1MPa を下回らないように水圧を設定する。

(7) 再構築プロセスと整備ステップ

再構築のプロセスとして、短期スパン（10年毎）による検討を行うことから、以下とする。

10年毎のステップで目標管網を設定して、60年後までの管網を再構築するプロセス（10年毎計画）

また、整備ステップについては、目標を設定する年次（10年）を1ステップと考えるものとする。

(8) 管路口径選定手法

1) 10年毎のステップで目標管網を設定して、60年後までの管網を再構築するプロセス（10年毎計画）

①管路口径の増径、減径の実施手法

管路更新順位に基づく60年後までの更新対象の管路について以下を行う。

- ・流速の制限などはないため、全ての管路を下限口径まで減径する。

全ての節点の有効水圧について、一つでも所定の有効水圧を下回っている場合は、②の処理を行う。

②所定の有効水圧を下回っている場合、水圧回復の作業を行う。

- ・①において減径を行った更新対象管路について、動水勾配が最も大きな管の口径をワンランクアップする。ただし、元の口径よりも増径しないようにする。
- ・増径の管路が生じた場合、水理解析を繰り返して実施する。
- ・全ての節点の有効水圧が所定の有効水圧以上となった場合、あるいは、減径を行った全ての更新対象管路について元の口径まで増径した場合、これが管路口径の検討結果となる。

③10年毎のステップでの管路口径

- ・次の検討期間（10年後）は、再度①に戻って検討を行い、60年後までを繰り返し実施す

る。

(9) シミュレーションでの条件設定、手法の整理

シミュレーションでの条件設定、手法を表 2.5.2.2.1 にまとめる。

表 2.5.2.2.1 シミュレーションでの条件設定、手法

項目	条件
計画期間・目標年度	60年
将来水量の変化	・既往の研究と同様
流速等の条件	・水圧 : 0.2MPa～0.74MPa (対象地区での直結給水を考慮) ・流速 : 制限を設けない ・残留塩素濃度 : 0.2mg/L～0.5mg/L (配水管レベルでの要件)
更新率、更新順位	・60年で全管路が更新されるものとする (1.67%/年) ・各管路の更新優先順位を元に10年ステップごとの更新管路を設定する
消火用水量	・同時2栓開栓で1栓あたり1m ³ /minとする
再構築プロセスと整備ステップ	・10年毎に目標を設定して更新 (10年毎計画)
管路口径選定	流速の制限を設けずに口径を選定し、水圧条件に入っているか確認 (所定有効水頭を下回る場合、水圧回復を行う)

(10) 管路更新年次の決定

既往の研究で用いた管路更新順位に基づき、φ150mmモデルにおける更新年次を決定する。

管路の更新率を1.67%/年と考えるため、モデルデータの管路総延長に対して1.67%/年の更新延長となるように設定する。

更新延長について表2.5.2.2.2、図2.5.2.2.2に整理する。

表 2.5.2.2.2 10年ステップごとの更新率と更新延長

ステップ	更新率累計 (%)	更新延長 (m) ※	更新延長累計 (m)
現在	0	0	0
01～10年後	16.5	3,502	3,502
11～20年後	33.2	3,557	7,059
21～30年後	49.9	3,547	10,606
31～40年後	66.5	3,548	14,154
41～50年後	83.2	3,544	17,698
51～60年後	100	3,573	21,271

※ 個々の管路延長の長・短により、10年ステップの更新延長にバラツキが生じる。

10年毎のステップにおける更新について、管路の色分けを以下に示す。

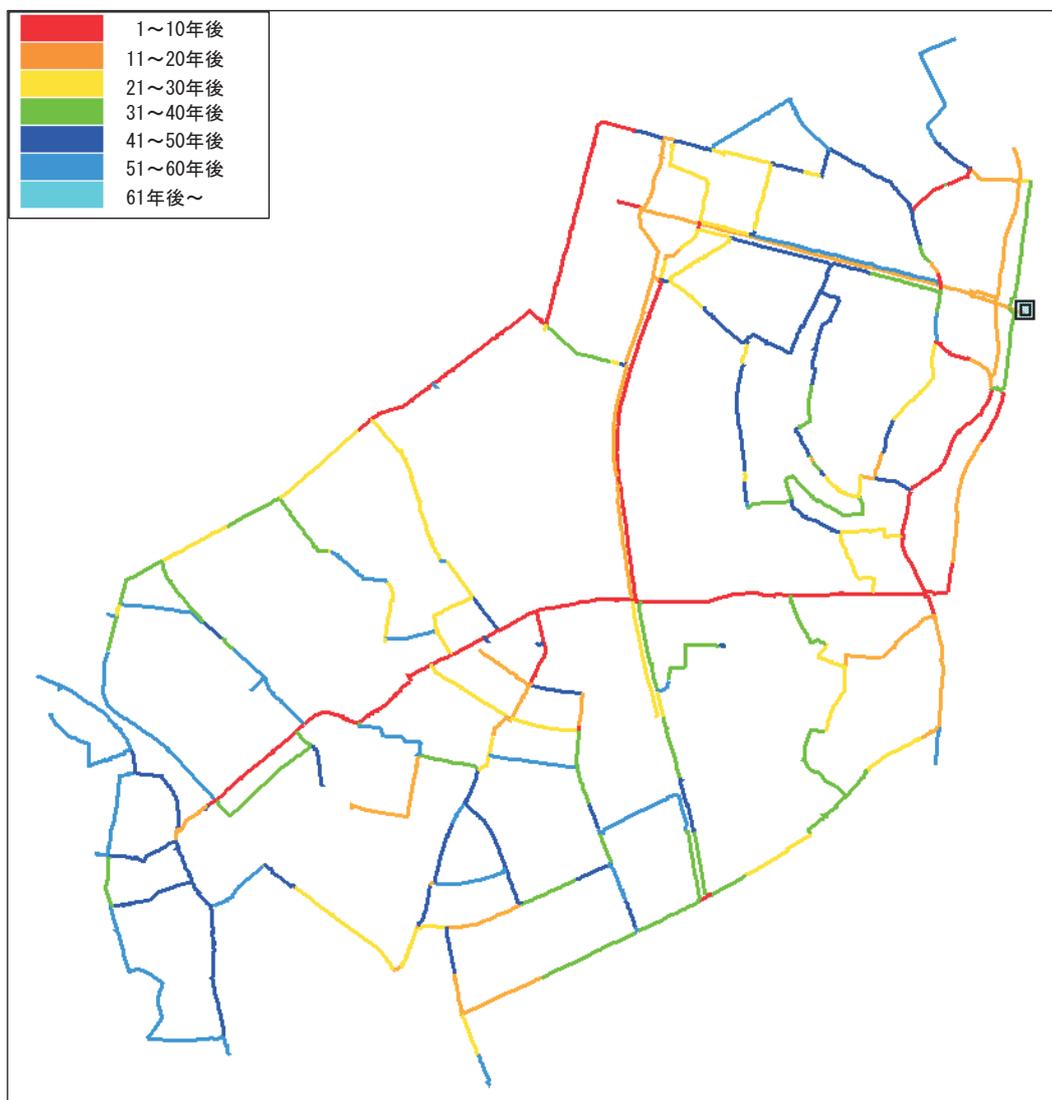


図 2.5.2.2.2 更新ステップ毎の管路色分け

(11) シミュレーション

1) 解析条件

水量や水圧、水質に関する解析条件については、既往の研究と同様の設定とする。

2) 消火用水量

消火用水量の設定については、1 火点につき 2 栓同時開栓とし、1 栓あたり $1\text{m}^3/\text{min}$ の消火用水量とする。

また、消火栓の配置については、火点から 120m 以内で離隔を取り、極力、同一路線の管路上に配置しないようにする。

3) 火点の設定

火点は検討区域の約 8 箇所を想定して行う。

(各火点における同時使用消火栓の配置：①～⑧の円群)

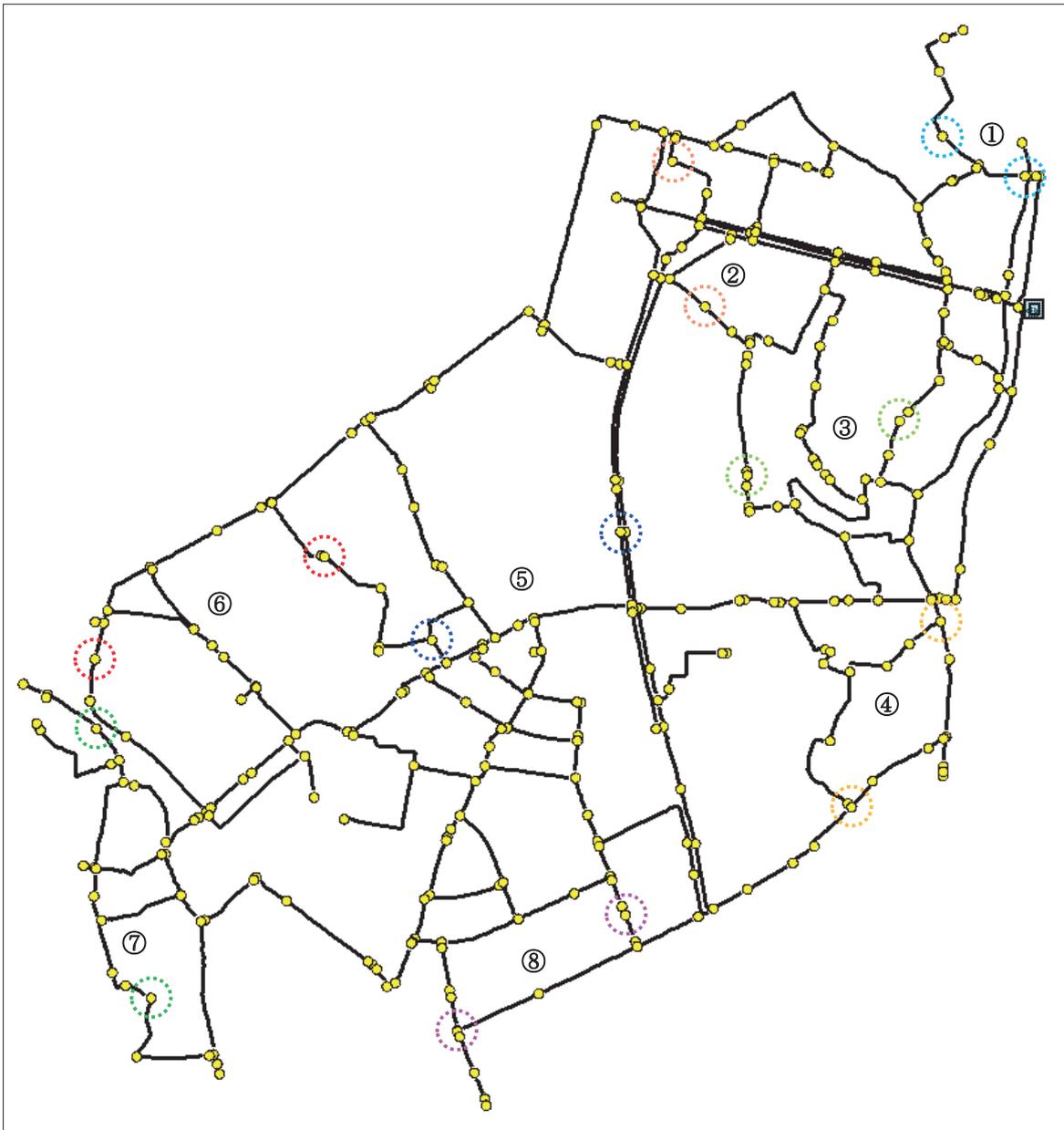


図 2.5.2.2.3 火点の設定、消火栓の配置

4) 管路の短縮

管路の短縮を行うことで更新費用の低減や停滞水の改善（水質面などの維持管理の向上）を図る。

配水本管（骨格管路）と位置付けられる管路は短縮の対象外とし、それ以外の配水小管を短縮の対象とする。

短縮管路の選定については、消火栓が設置されていない管路や将来的に給水取り出しが無くなると思われる管路など、現実的にスリム化が可能と考えられる管路を選定する。

図 2.5.2.2.4 に短縮が可能として選定した管路を示す。

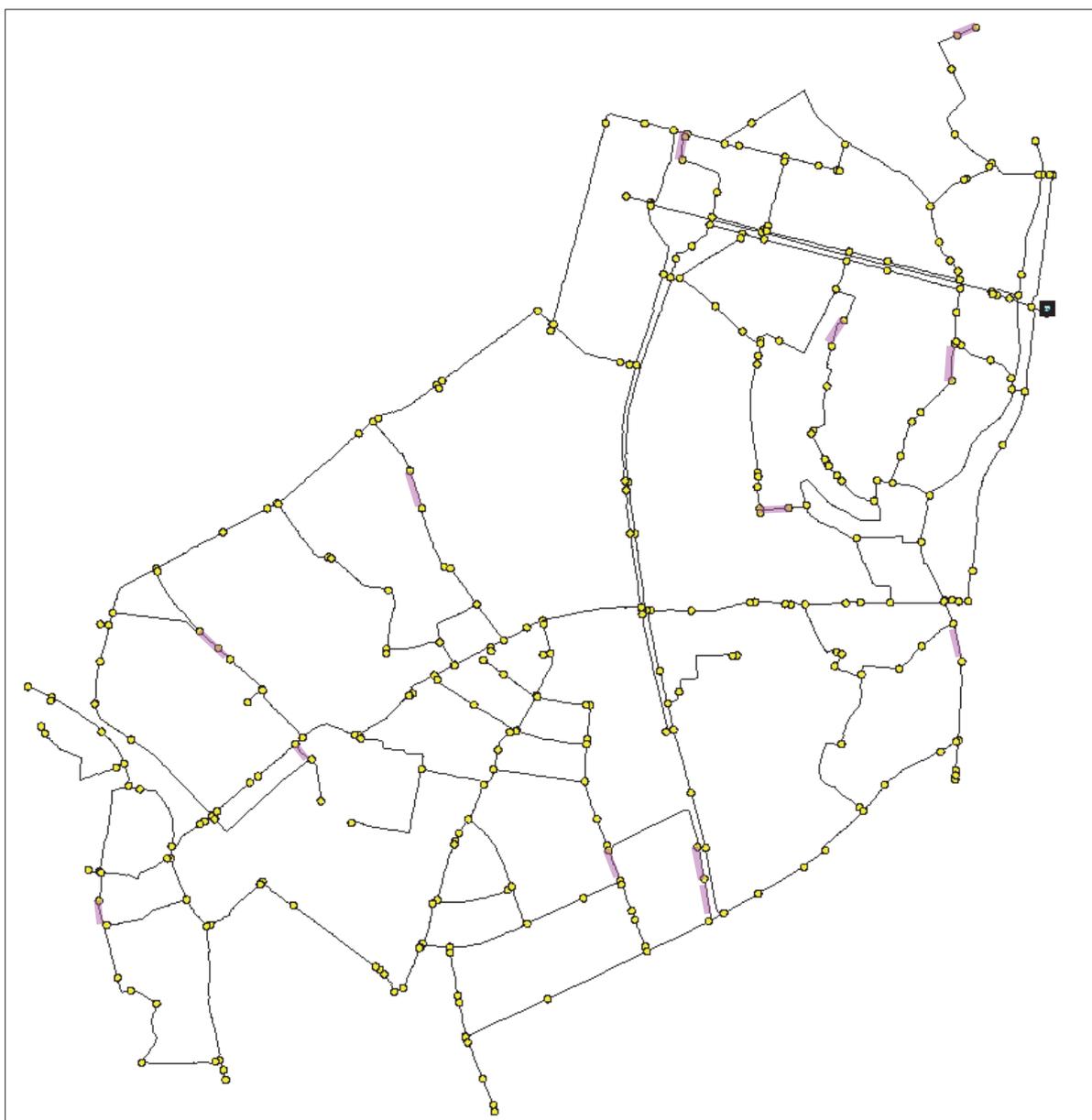
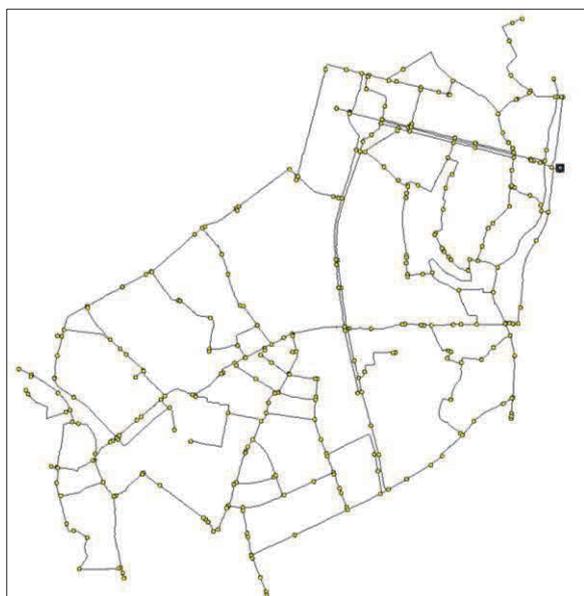


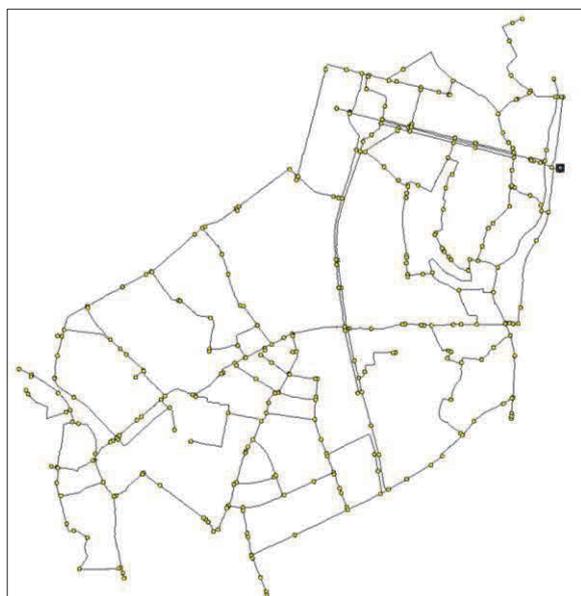
図 2.5.2.2.4 スリム化可能な管路の選定（ピンクのマーカールイン）

これらの短縮可能な管路について、年次ごとの更新順位に合わせて短縮を実施するものと考ええる。

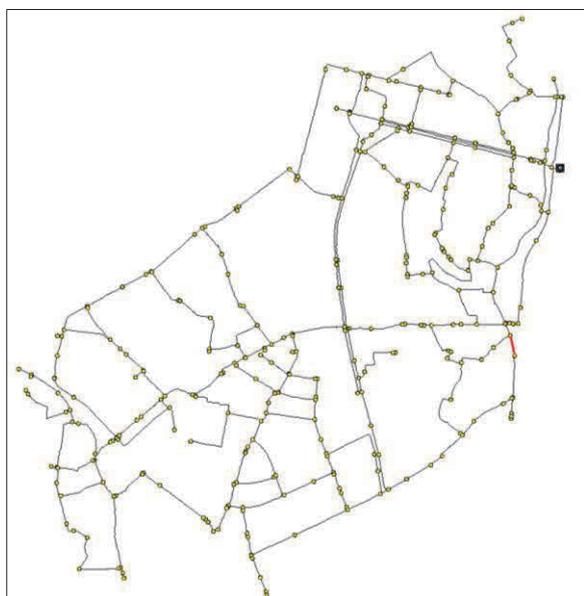
以下に各年次におけるスリム化の状況を示す。(図中の赤色管路が短縮対象)
スリム化対象管路は 20 年後以降に現れ始め、60 年後に合計 640m 程の管路が対象となる。



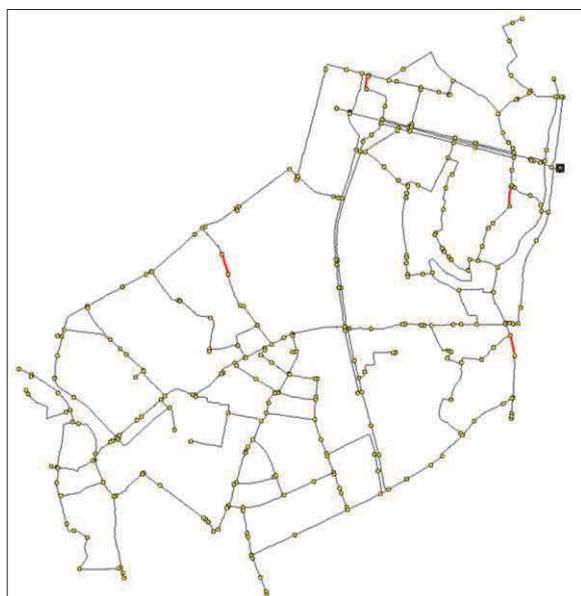
現況



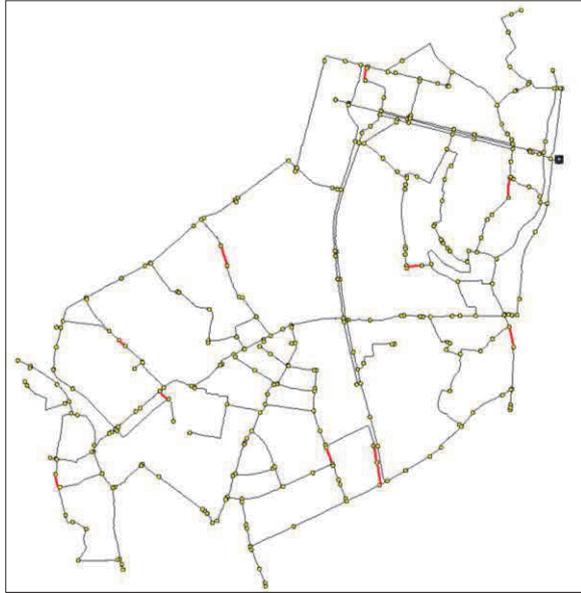
10 年後



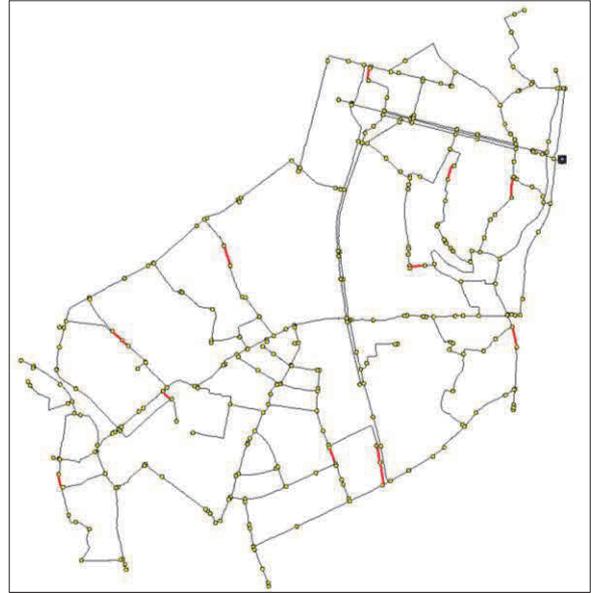
20 年後



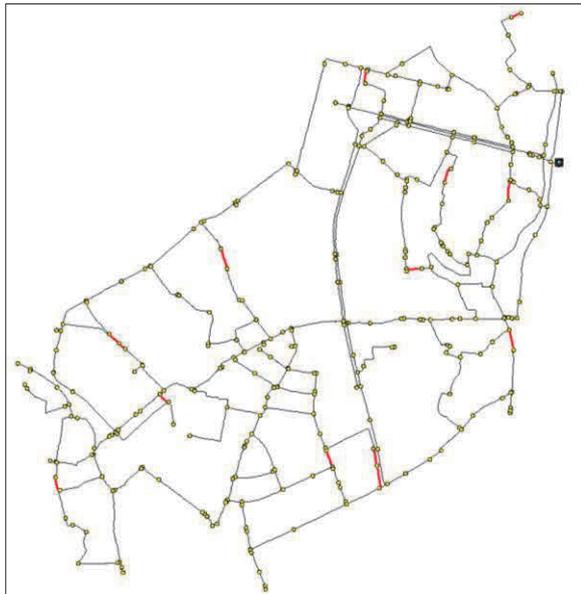
30 年後



40年後



50年後



60年後

図 2.5.2.2.5 各年次のスリム化状況

また、以下に各年次の短縮対象の延長を示す。

表 2.5.2.2.3 各年次の管路の短縮状況

短縮対象管路 口径 (mm)	単位 (m)						
	現況	10年後	20年後	30年後	40年後	50年後	60年後
150		0	59	157	309	83	30
累計	0	0	59	216	525	608	638

(12) 検討結果

1) 検討結果

【口径】

検討結果として、口径の分布図、口径別延長について整理する。

なお、口径や流速などの各解析結果について、現況から60年後までの10年毎の分布図などは別途の4.1.2 参考資料にまとめ、以下に現況と60年後のものについて載せる。

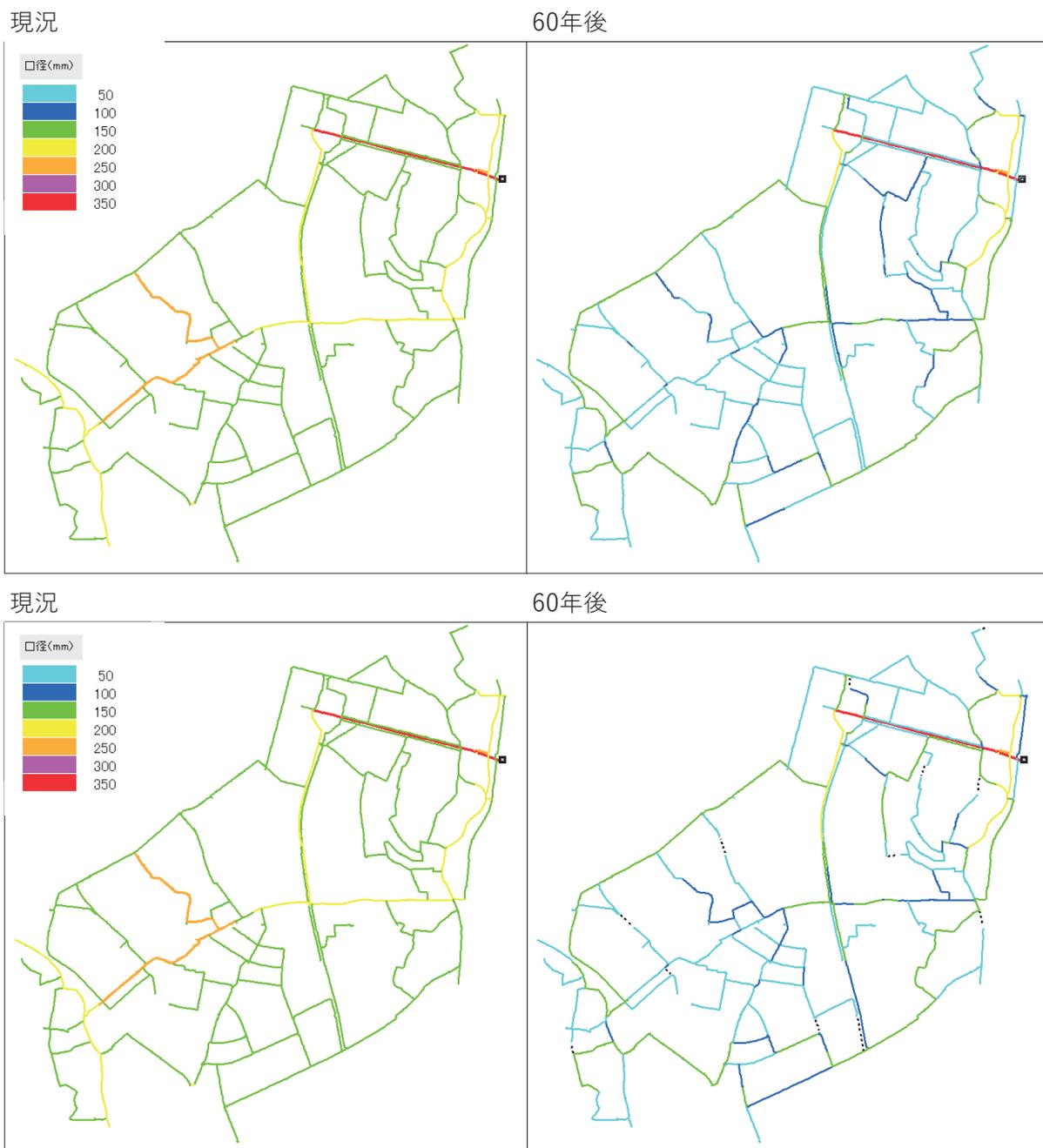


図 2.5.2.2.6 口径分布図

(上：スリム化なし（ダウンサイジングのみ）、下：スリム化あり)

60年後において、やはりスリム化なし（ダウンサイジングのみ）（上段）の方がφ50mmが多く、より減径が進んでいると考えられる。

但し、φ150mm以上の管路については、スリム化なしとスリム化ありとで、かなり類似しており、簡略化モデルのため管網のネットワークが疎になっていることにより、主要な管路は相応の水を流す必要があり減径は難しくなっていると考えられる。

表 2.5.2.2.4 10年ステップごとの口径別延長（m）：（上：スリム化なし、下：スリム化あり）

口径\経過年	現況	10年後	20年後	30年後	40年後	50年後	60年後
50		1,048	1,470	3,299	4,887	5,897	8,242
75		279	497	905	1,760	2,511	2,986
100		695	881	1,338	1,754	2,801	2,907
150	16,607	16,172	15,642	13,112	10,389	8,076	5,555
200	3,037	1,990	1,694	1,670	1,649	1,154	931
250	1,023	483	483	343	228	228	46
300							
350	604	604	604	604	604	604	604
合計	21,271	21,271	21,271	21,271	21,271	21,271	21,271

口径\経過年	現況	10年後	20年後	30年後	40年後	50年後	60年後
50		1,048	1,623	3,252	3,673	4,760	7,206
75		279	475	844	1,812	2,421	2,459
100		695	903	1,389	2,016	2,661	3,029
150	16,607	16,172	15,260	12,783	10,594	8,665	6,188
200	3,037	1,990	1,864	1,840	1,819	1,324	1,101
250	1,023	483	483	343	228	228	46
300							
350	604	604	604	604	604	604	604
合計	21,271	21,271	21,212	21,055	20,746	20,663	20,633

スリム化を行わない場合とスリム化を行う場合で、10年後までの口径変化は同様である。

また、φ250mm以上の管についても年次の口径変化は同じ結果となっており、管網が疎になって水の流れが限定されるために、主要な管路の減径は難しくなっていると考えられる。

40年後以降はスリム化を行わない場合の方がφ50mmへの減径が多くなっており、スリム化を行う場合との相違が現れている。

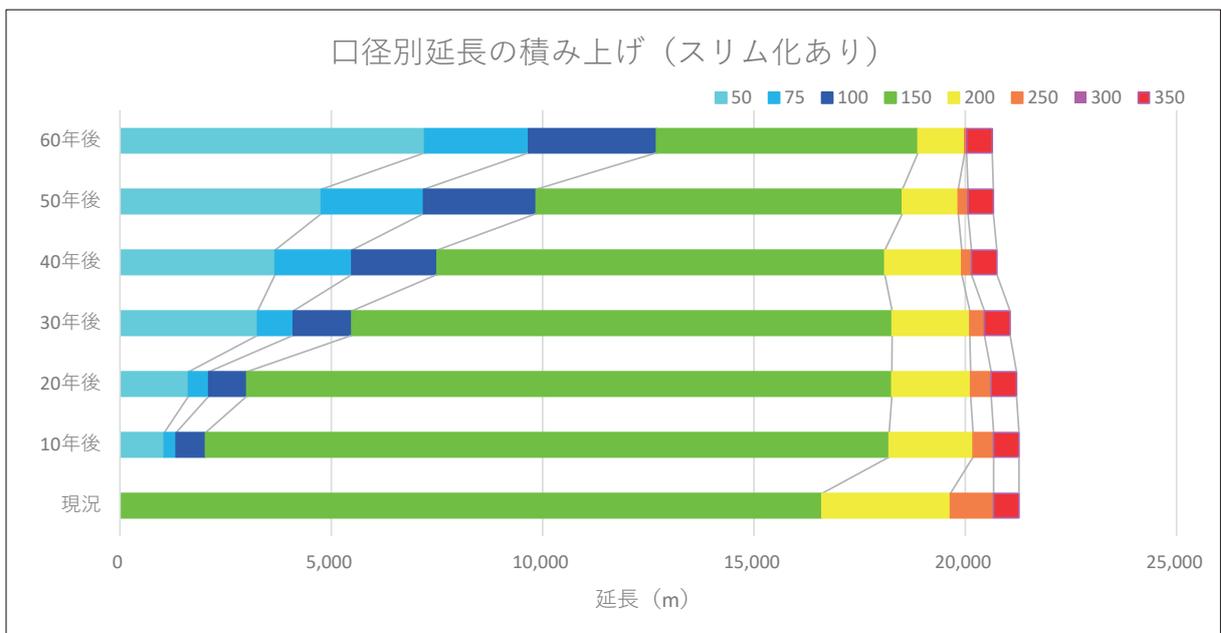
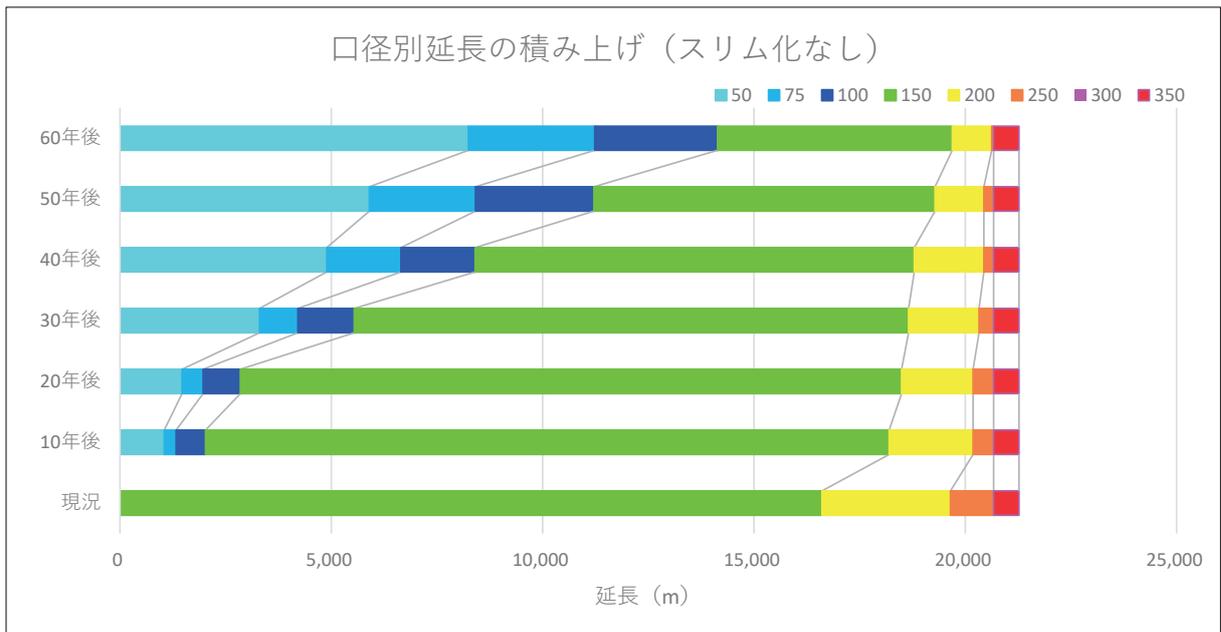


図 2.5.2.2.7 10年ステップごとの口径別延長（m）：（上：スリム化なし、下：スリム化あり）

表 2.5.2.2.5 10年ステップごとの管内容積、平均口径

経過\ケース	管内容積 (m ³) の変化		平均口径 (mm) の変化	
	スリム化なし	スリム化あり	スリム化なし	スリム化あり
現況	497.2	497.2	172.5	172.5
10年後	438.9	438.9	162.1	162.1
20年後	423.5	422.4	159.2	159.2
30年後	380.1	379.7	150.8	151.5
40年後	335.8	344.7	141.8	145.5
50年後	292.9	305.0	132.4	137.1
60年後	240.0	253.1	119.9	125.0

※ 管内容量 = $\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{\pi \times D^2}{4} \times L \right) \dots n: \text{管路数}, D: \text{口径}, L: \text{延長}$

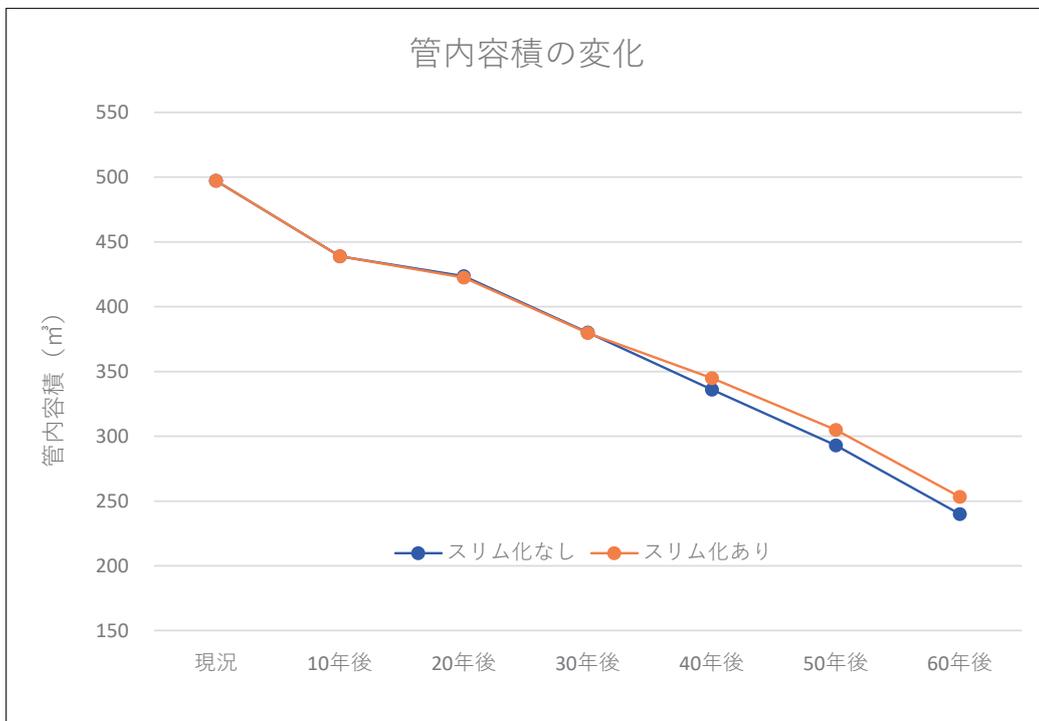


図 2.5.2.2.8 10年ステップごとの管内容積

管内容積の変化、及び平均口径の変化について、スリム化なしの場合もスリム化ありの場合も30年後まではほぼ同様の減少傾向となっている。40年後以降にスリム化なしの場合の方が若干減少が大きくなるが、その差は大きくは広がりず、両者ともに順次減少が進む。

スリム化なしの場合は、60年後において現況の497.2m³に対して約52%減の240.0m³まで管内容積が減り、スリム化ありの場合は、現況に対して約49%減の253.1m³まで管内容積が減少する。

平均口径についても、スリム化なしの場合は、現況のφ172.5mmが60年後に約30%減のφ119.9mmとなり、スリム化ありの場合は、現況に対して60年後は約28%減のφ125.0mmへと減少する。

【事業費】

スリム化を行わなかった場合、及びスリム化を行った場合のシミュレーションで得られた更新口径の結果について概略の更新費用を算出する。

更新費用として、同口径の再構築を行った場合も比較参考として算出する。

表 2.5.2.2.6 現況口径および適正口径による更新管路延長と概算工事費

口径	60年後の更新管路延長			m当たり 工事費 (千円)※	60年後までの工事費(千円)		
	現況口径 で更新	スリム化なし 計画で更新	スリム化あり 計画で更新		現況口径 で更新	スリム化なし 計画で更新	スリム化あり 計画で更新
50	0	8,242	7,206	56	0	461,552	403,536
75	0	2,986	2,459	60	0	179,160	147,540
100	0	2,907	3,029	64	0	186,048	193,856
150	16,607	5,555	6,188	72	1,195,704	399,960	445,536
200	3,037	931	1,101	82	249,034	76,342	90,282
250	1,023	46	46	94	96,162	4,324	4,324
300	0	0	0	107	0	0	0
350	604	604	604	122	73,688	73,688	73,688
合計	21,271	21,271	20,633		1,614,588	1,381,074	1,358,762

※ 「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き 平成23年12月」『厚生労働省健康局水道課』
(工事条件:開削工、DIP(耐震)、車道、昼間施工)
工事費は諸経費を含み、消費税抜き。

現況口径のまま更新を行うと、60年後までの更新費用は16.1億円程度となる。

スリム化を行わなかった場合、60年後までの更新費用は13.8億円程度となり、スリム化を行った場合、更新費用は13.6億円程度となる。

両者の差は2千万円程となり、簡略化モデルにおけるスリム化によって減径が進まない状況においても、スリム化を行うことでさらに更新費用の削減が可能である結果となった。

更新手法による費用の差は以下のようになる。

- ・ 現況口径のまま更新：16.15億円 — スリム化なしで更新：13.81億円 = 2.34億円
- ・ 現況口径のまま更新：16.15億円 — スリム化ありで更新：13.59億円 = 2.56億円
- ・ スリム化なしで更新：13.81億円 — スリム化ありで更新：13.59億円 = 0.22億円

【ダウンサイジング】

ダウンサイジングの確認として管内容積の変化率を把握する。

ダウンサイジング率は下式により求められる。

$$\begin{aligned} & \text{(ダウンサイジング率 (更新管路))} \\ & \quad = 1 - \text{(更新後管路の管内容積)} / \text{(更新前管路の管内容積)} \\ & \text{(ダウンサイジング率 (管網全体))} \\ & \quad = 1 - \text{(将来形の管内容積の総和)} / \text{(現状の管内容積の総和)} \end{aligned}$$

今回の簡略化モデルによる検討では、全ての管路を 60 年後までに更新する条件としているため、更新管路＝管網全体となる。

下表のとおり、ダウンサイジング率はスリム化なしの場合もスリム化ありの場合も 50%前後となっており、かなりダウンサイジングが進むことが分かる。

尚、スリム化なしの場合に比べてスリム化ありの場合の値が若干小さいが、大差はないと言える。

表 2.5.2.2.7 ダウンサイジング率

項目	スリム化なし計画	スリム化あり計画
更新管路 (管網全体)		
更新前の管内容積 (m ³)	497.2	497.2
更新後の管内容積 (m ³)	240.0	253.1
ダウンサイジング率 (%)	51.7	49.1

また、下式により単位水需要量あたり管内水量の値も補足として確認する。

$$\text{(単位水需要量あたり管内水量 (管網全体))} = \text{(管内容積の総和)} / \text{(水需要量の総和)}$$

この値は、水需要に対する管路の冗長性と捉えることもできるが、現状で 2.18 の値が、スリム化なしの場合の 60 年後は 1.61 に下がり、スリム化ありの場合の 60 年後も 1.72 へ下がる。

今回の検討では縮径の限度をφ50mmとしていることや消火用水量を同時開栓 2 栓としていることで、両者ともにφ50mm への縮径がかなり進んだことにより冗長性が減少したと考えられる。

スリム化なしの場合はφ50mm への縮径がより進んだことで、冗長性もより減少している。

表 2.5.2.2.8 単位水需要量あたり管内水量

項 目	現 状	スリム化なし	スリム化あり
管内容積の総和 (m ³)	497.2	240.0	253.1
水需要量の総和 (平均水量 : m ³ /hr)	227.657	148.709	147.150
単位水需要量あたり管内水量	2.18	1.61	1.72

【流速】

解析結果として、流速の分布図、分布グラフについて整理する。

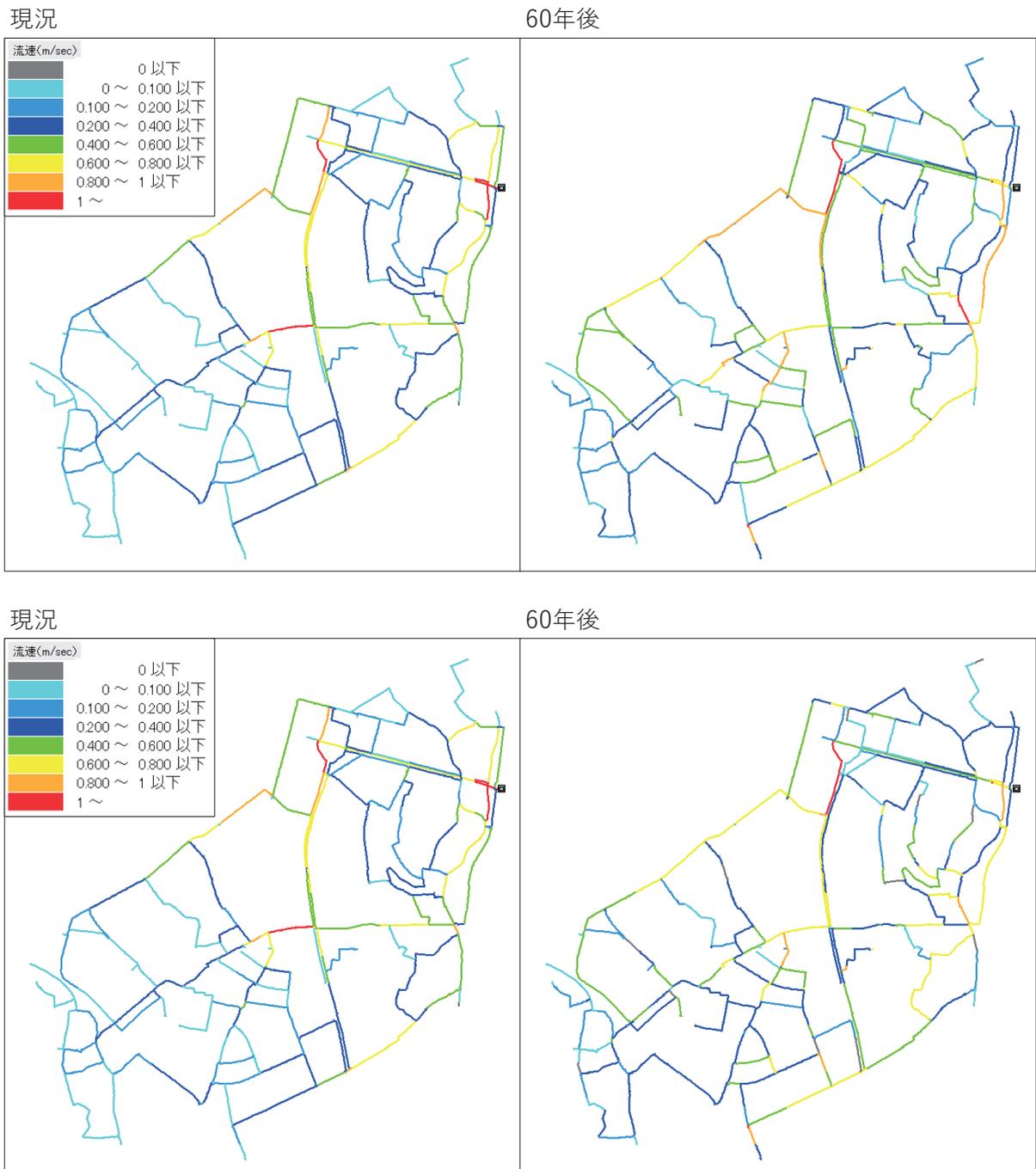
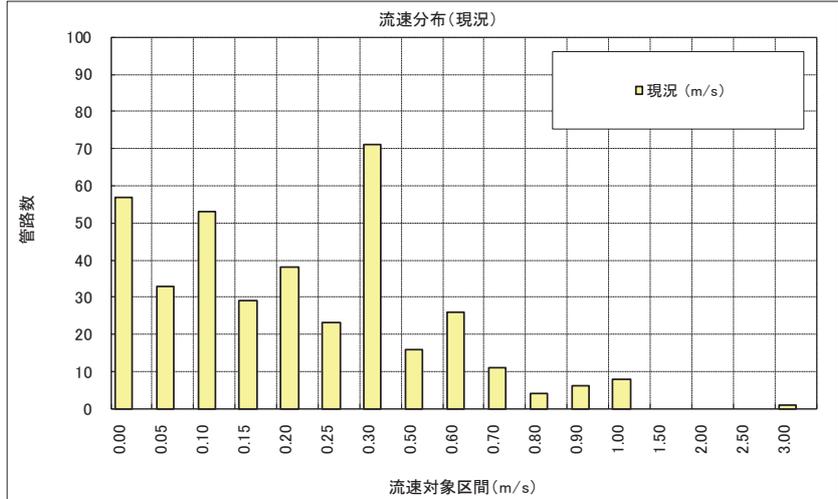


図 2.5.2.2.9 流速分布図（上：スリム化なし、下：スリム化あり）

< 現況 >

流速-管路数分布

対象区間 (m/s)	現況	
0.00 ~ 0.05	57	0
0.05 ~ 0.10	33	0
0.10 ~ 0.15	53	0
0.15 ~ 0.20	29	0
0.20 ~ 0.25	38	0
0.25 ~ 0.30	23	0
0.30 ~ 0.50	71	0
0.50 ~ 0.60	16	0
0.60 ~ 0.70	26	0
0.70 ~ 0.80	11	0
0.80 ~ 0.90	4	0
0.90 ~ 1.00	6	0
1.00 ~ 1.50	8	0
1.50 ~ 2.00	0	0
2.00 ~ 2.50	0	0
2.50 ~ 3.00	0	0
3.00 ~	1	0
合計	376	0



< 60年後 >

流速-管路数分布

対象区間 (m/s)	スリム化なし	スリム化あり
	60年後	60年後
0.00 ~ 0.05	28	33
0.05 ~ 0.10	25	30
0.10 ~ 0.15	34	24
0.15 ~ 0.20	27	19
0.20 ~ 0.25	38	35
0.25 ~ 0.30	29	32
0.30 ~ 0.50	84	76
0.50 ~ 0.60	29	35
0.60 ~ 0.70	28	32
0.70 ~ 0.80	19	26
0.80 ~ 0.90	23	11
0.90 ~ 1.00	5	4
1.00 ~ 1.50	6	4
1.50 ~ 2.00	0	0
2.00 ~ 2.50	1	1
2.50 ~ 3.00	0	0
3.00 ~	0	0
合計	376	362

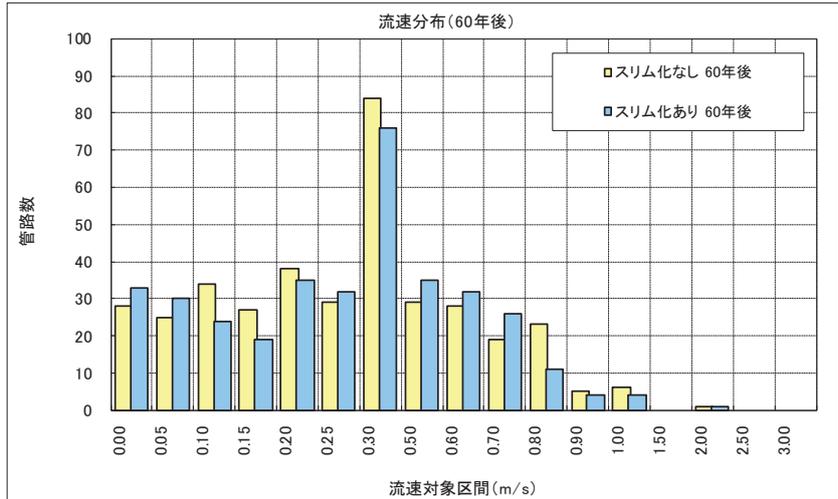


図 2.5.2.2.10 流速分布グラフ

分布図を見ると、60年後の結果は管路短縮を行う方が管網の幹となる部分の流速が若干早くなっているように見受けられるが、管網の周囲に位置する管路については管路短縮なしのケースの方が速くなっているようである。

これは、スリム化によって管網的な（冗長的な）流路が遮断されることにより、幹線部は水の流れが速くなるが、遮断により主要な流路の位置付けから外れた管路では、水を通す役割が若干低下したことにより、流量が減り流速が遅くなった（早くはならなかった）と想定される。

分布グラフを見ても、スリム化なしの場合とスリム化ありの場合とで流速の速くなる管路と遅くなる管路が混在していることが分かる。

【有効水頭】

解析結果として、有効水頭の分布図、分布グラフについて整理する。

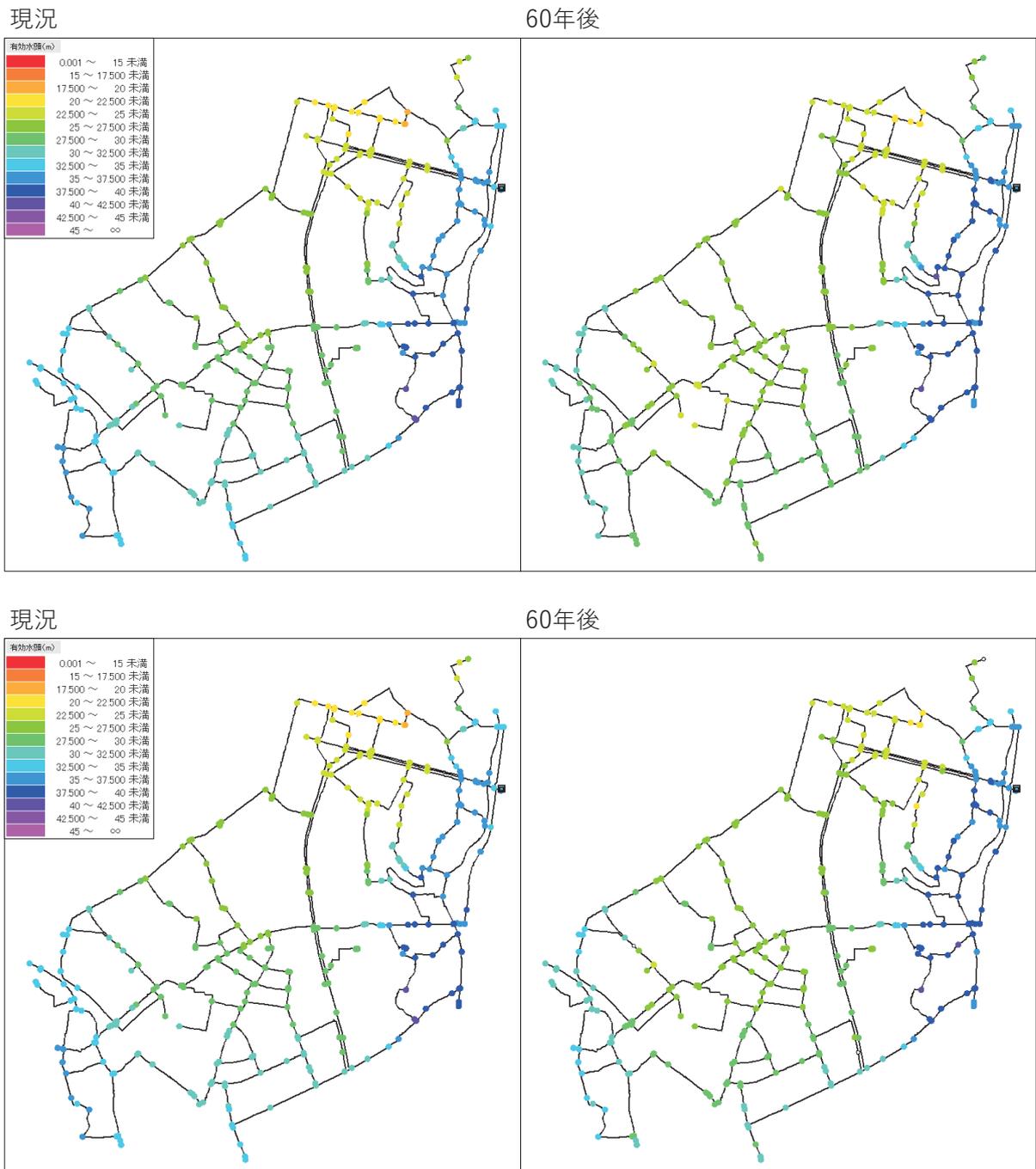


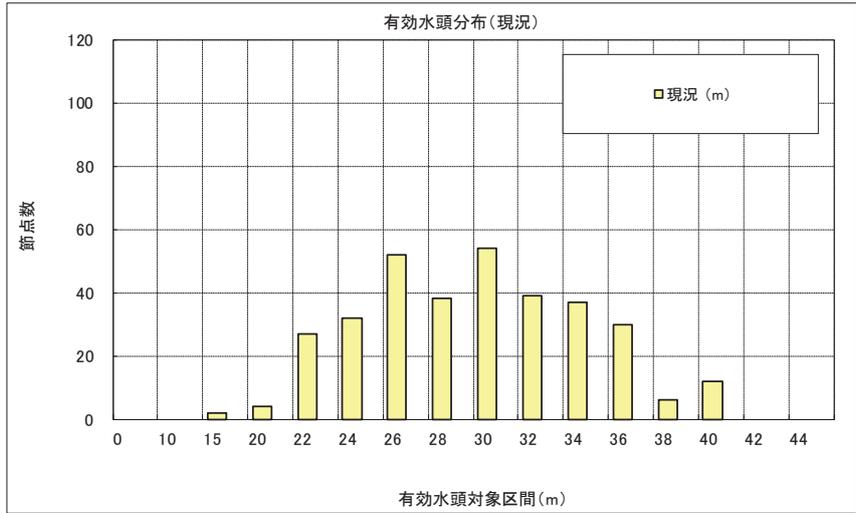
図 2.5.2.2.11 有効水頭分布図

(上：スリム化なし（ダウンサイジングのみ）、下：スリム化あり）

< 現況 >

有効水頭－節点数分布

対象区間 (m)	現況	
0 ~ 10	0	0
10 ~ 15	0	0
15 ~ 20	2	0
20 ~ 22	4	0
22 ~ 24	27	0
24 ~ 26	32	0
26 ~ 28	52	0
28 ~ 30	38	0
30 ~ 32	54	0
32 ~ 34	39	0
34 ~ 36	37	0
36 ~ 38	30	0
38 ~ 40	6	0
40 ~ 42	12	0
42 ~ 44	0	0
44 ~	0	0
合計	333	0



< 60年後 >

有効水頭－節点数分布

対象区間 (m)	スリム化なし 60年後	スリム化あり 60年後
0 ~ 10	0	0
10 ~ 15	0	0
15 ~ 20	0	0
20 ~ 22	4	4
22 ~ 24	14	9
24 ~ 26	72	45
26 ~ 28	82	83
28 ~ 30	53	53
30 ~ 32	29	44
32 ~ 34	10	22
34 ~ 36	13	12
36 ~ 38	29	30
38 ~ 40	18	16
40 ~ 42	9	12
42 ~ 44	0	0
44 ~	0	0
合計	333	330

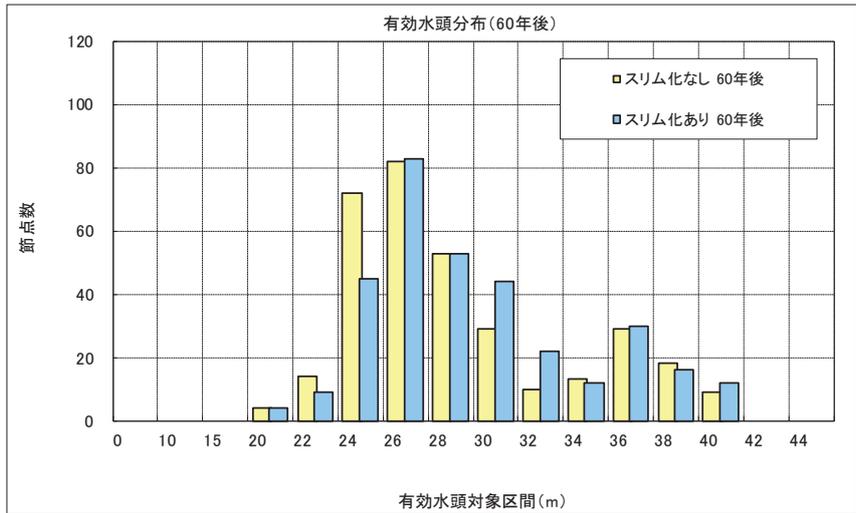


図 2.5.2.2.12 有効水頭分布グラフ

スリム化なしの場合とスリム化ありの場合とで、有効水頭は概ね同等の傾向であるが、スリム化なしの場合は若干水圧が低下しているように見受けられる。

これはスリム化なしの場合の方が、より縮径が成されたことで管路損失が若干大きくなり、水圧が若干低下したものと考えられる。

【残留塩素濃度】

解析結果として、残留塩素濃度の分布図、分布グラフについて整理する。

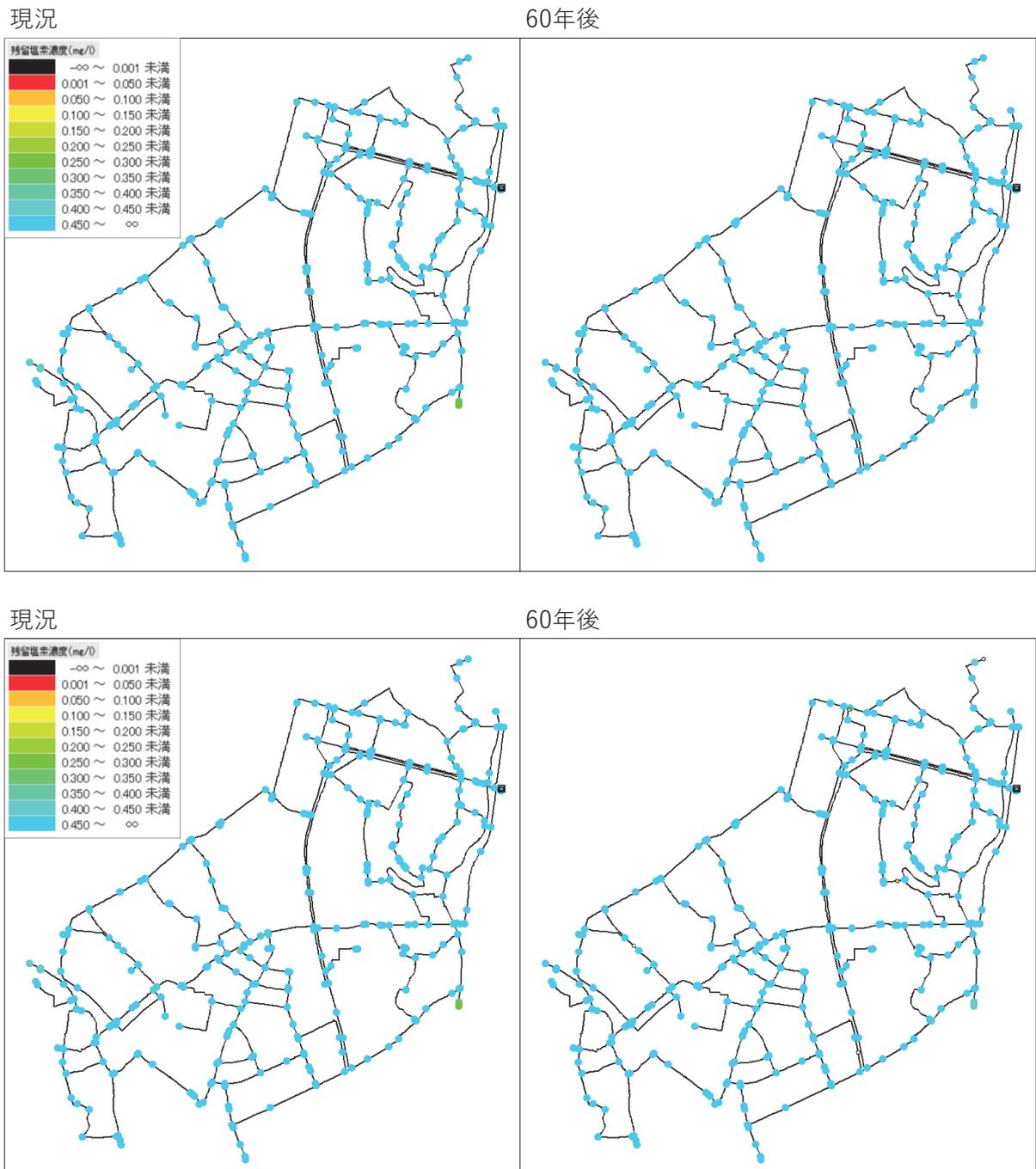
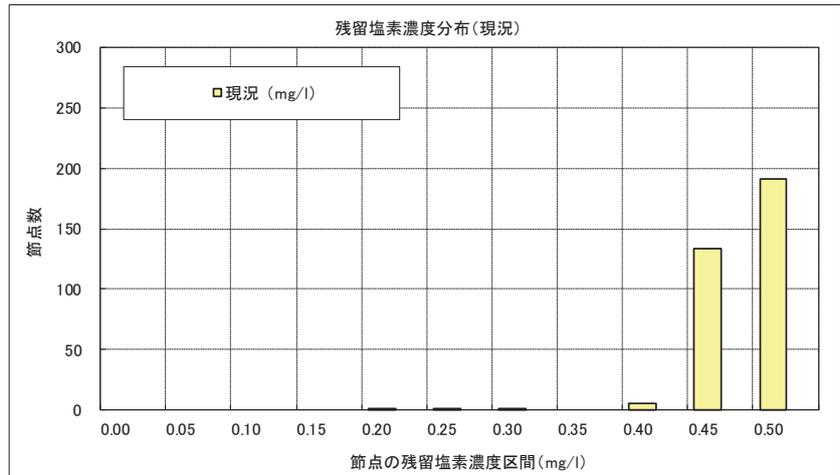


図 2.5.2.2.13 残留塩素濃度分布図（上：スリム化なし、下：スリム化あり）

< 現況 >

残留塩素濃度－節点数分布

対象区間 (mg/l)	現況	
0.00 ~ 0.05	0	0
0.05 ~ 0.10	0	0
0.10 ~ 0.15	0	0
0.15 ~ 0.20	0	0
0.20 ~ 0.25	1	0
0.25 ~ 0.30	1	0
0.30 ~ 0.35	1	0
0.35 ~ 0.40	0	0
0.40 ~ 0.45	5	0
0.45 ~ 0.50	134	0
0.50 ~	191	0
合計	333	0



< 60 年後 >

残留塩素濃度－節点数分布

対象区間 (mg/l)	スリム化なし 60年後	スリム化あり 60年後
0.00 ~ 0.05	0	0
0.05 ~ 0.10	0	0
0.10 ~ 0.15	0	0
0.15 ~ 0.20	0	0
0.20 ~ 0.25	0	0
0.25 ~ 0.30	0	0
0.30 ~ 0.35	0	0
0.35 ~ 0.40	0	0
0.40 ~ 0.45	2	5
0.45 ~ 0.50	77	102
0.50 ~	254	221
合計	333	328

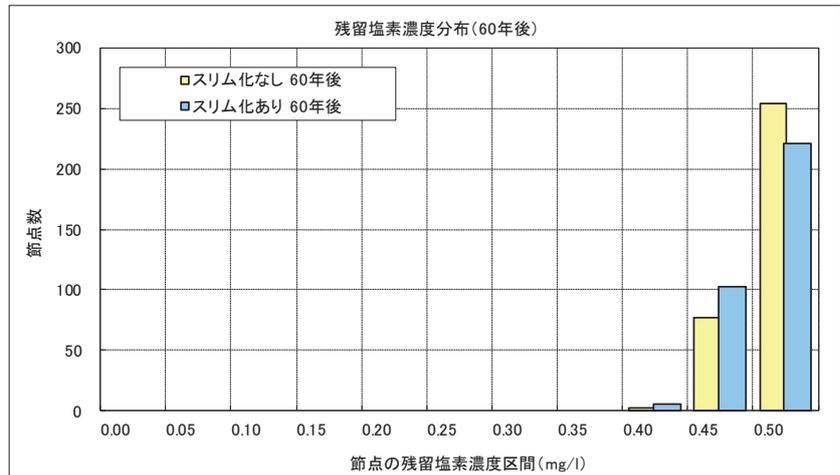


図 2.5.2.2.14 残留塩素濃度分布グラフ

残留塩素濃度については、スリム化なしの場合とスリム化ありの場合とで、60 年後の結果はほとんど差がない状況と言える。

今回のシミュレーション検討ではφ50mm までの縮径を可能として実施しており、局所的な停滞を生じやすい管末部において、小口径までの縮径が成されたことにより、停滞や残塩低下の解消につながったと考えられる。

(13) スリム化なし（ダウンサイジングのみ）の計画とスリム化ありの計画による管網の再構築計画の考察

- スリム化なしとスリム化ありとの計画でシミュレーションを行ったが、両者ともに口径の大きな管路部分の減径は同じ結果となり、簡略化モデルで管網ネットワークが疎になっている影響で、大口径部分の管路は減径が難しくなったものと考えられる。

この簡略化モデルは管網が疎になっているため、上記のように減径が難しいと思われるが、消火用水量を実態に即した水量に設定することなどにより、φ50mmへの減径もかなり促進する結果となった。

スリム化ありの場合は、さらに管網が疎の形となるが、その条件においても多くの管でφ50mmへの減径が可能となり、管内容量としてはスリム化なしの場合もスリム化ありの場合も大差は生じなかった。

今回の検討は、簡略化モデルという管網が疎の状態を対象としており、これは言い換えれば小規模事業体や山間地域、樹枝状管網の地区などに近い管路状況であり、このような地域においても減径やスリム化の可能性が期待できる結果となった。

- 更新費用について、スリム化なし及びスリム化ありの計画ともに、現況の口径で更新する場合に比べて更新費用が低減される試算となった。

また、スリム化なしの場合とスリム化ありの場合とで更新費用に大きな差は生じなかったが、簡略化モデルにおけるスリム化によって減径が進まない状況においても、スリム化を行うことでさらに更新費用の削減が可能である結果となった。

表 2.5.2.2.9 現況口径および適正口径による更新管路延長と概算工事費

口径	60年後の更新管路延長			m当たり 工事費 (千円)※	60年後までの工事費(千円)		
	現況口径 で更新	スリム化なし 計画で更新	スリム化あり 計画で更新		現況口径 で更新	スリム化なし 計画で更新	スリム化あり 計画で更新
50	0	8,242	7,206	56	0	461,552	403,536
75	0	2,986	2,459	60	0	179,160	147,540
100	0	2,907	3,029	64	0	186,048	193,856
150	16,607	5,555	6,188	72	1,195,704	399,960	445,536
200	3,037	931	1,101	82	249,034	76,342	90,282
250	1,023	46	46	94	96,162	4,324	4,324
300	0	0	0	107	0	0	0
350	604	604	604	122	73,688	73,688	73,688
合計	21,271	21,271	20,633		1,614,588	1,381,074	1,358,762

※ 「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き 平成23年12月」『厚生労働省健康局水道課』
(工事条件:開削工、DIP(耐震)、車道、昼間施工)
工事費は諸経費を含み、消費税抜き。

ダウンサイジングに伴う更新率の上昇について、下式により試算する。

延長当たりの更新費用

$$= \text{当初の更新事業費（現況口径での更新費用）} / \text{当初の更新延長} \quad \dots \quad \textcircled{1}$$

ダウンサイジングにより削減した費用で更新する延長

$$= \text{ダウンサイジングにより削減した費用} / \textcircled{1} \quad \dots \quad \textcircled{2}$$

ダウンサイジングを見込んだ更新率

$$(\textcircled{2} + \text{当初の更新延長}) / \text{全体の管路延長}$$

◇スリム化を行わずに更新を行う場合

$$\text{延長当たり更新費用} = 1,615 \text{ 百万円} / 21,271 \text{ m} = 75.925 \text{ 千円} / \text{m}$$

ダウンサイジングによる低減費用での更新延長

$$= (1,615 - 1,381) \text{ 百万円} / 75.925 \text{ 千円} / \text{m} = 3,082 \text{ m}$$

ダウンサイジングを見込んだ更新率

$$= (3,082 + 21,271) / 21,271 = 114.49\% / 60 \text{ 年} = 1.91\% / \text{年}$$

◇スリム化を行って更新を行う場合

$$\text{延長当たり更新費用} = 1,615 \text{ 百万円} / 21,271 \text{ m} = 75.925 \text{ 千円} / \text{m}$$

ダウンサイジングによる低減費用での更新延長

$$= (1,615 - 1,359) \text{ 百万円} / 75.925 \text{ 千円} / \text{m} = 3,372 \text{ m}$$

ダウンサイジングを見込んだ更新率

$$= (3,372 + 21,271) / 20,633 = 119.43\% / 60 \text{ 年} = 1.99\% / \text{年}$$

上記の通り、スリム化を行わない計画において現況口径での更新と同等の費用をかけた場合は1.67%の更新率が1.91%となり0.24%増えることになる。

スリム化を行う場合は1.67%の比率が0.32%増の1.99%となり、スリム化を行う場合は、さらに更新率の上昇が期待できる結果となった。

- 維持管理費用として、残留塩素濃度の低下箇所における排水作業や残塩確認の費用を評価するが、この簡略化モデルによる検討においては、将来の水需要減少に伴う管網全体としての残塩低下やスリム化に伴う局所的な残塩の増減などは生じず、特に維持管理に影響するような残塩低下は見られなかった。

下表に示すように、スリム化なしの場合もスリム化ありの場合も現況での最低残留塩素濃度 0.25mg/L が 0.4mg/L 以上まで上昇しており、消火用水量の設定を 2 栓（1m³/min・栓×2）としたことや縮径の限度をφ50mm としたことにより、管網の末端部分においてφ50mm までの縮径が行われたことで水の流れがよくなり、残留塩素濃度が上昇したと考えられる。

表 2.5.2.2.10 現況と 60 年後の最低残留塩素濃度（単位：mg/L）

	現況	60 年後
スリム化なし	0.25	0.42
スリム化あり	0.25	0.41

2.5.3 水圧の現地計測（スリム化が水圧に与える影響の確認）

2.5.3.1 調査概要

(1) 目的

水圧の現地計測の目的は、配水管のスリム化による水圧への影響を確認することとした。

(2) 計測の概要

水圧計測の日時は、以下のとおりとした。

表 2.5.3.1 水圧計測の日時

地区名	工事前	工事後
A市A地区	令和3年11月30日0時 ～令和3年12月6日24時	令和4年11月29日0時 ～令和4年12月5日24時
A市B地区	令和4年2月11日0時 ～令和4年2月16日24時	1回目：令和4年11月11日0時 ～令和4年11月17日24時
		2回目：令和5年2月25日0時 ～令和5年3月5日24時
B市	令和4年4月13日0時 ～令和4年4月19日24時	令和4年10月26日0時 ～令和4年11月1日24時

(3) 計測地点

水圧計測の地点は、下図に示すとおりとした。

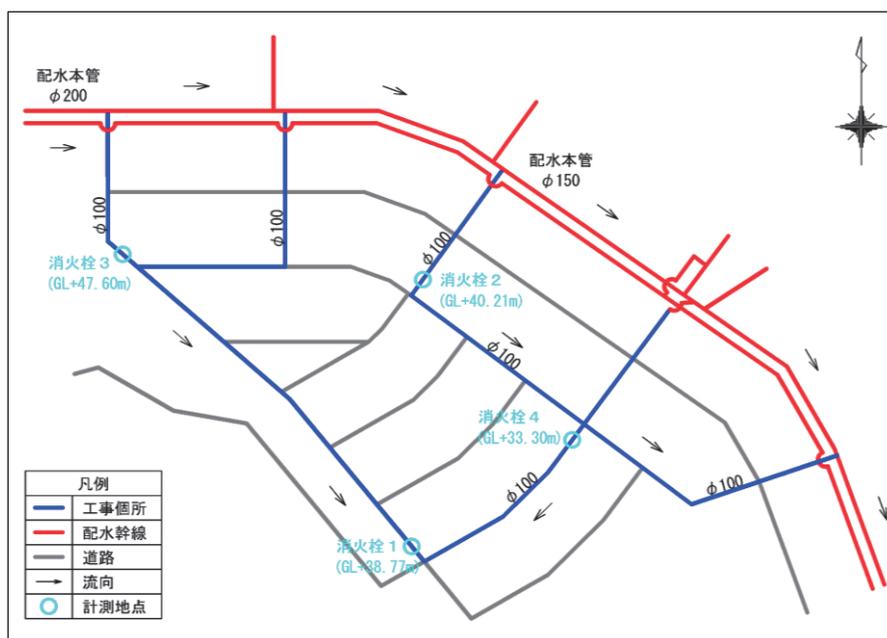


図 2.5.3.1 計測地点と工事前の管路図【A市A地区】

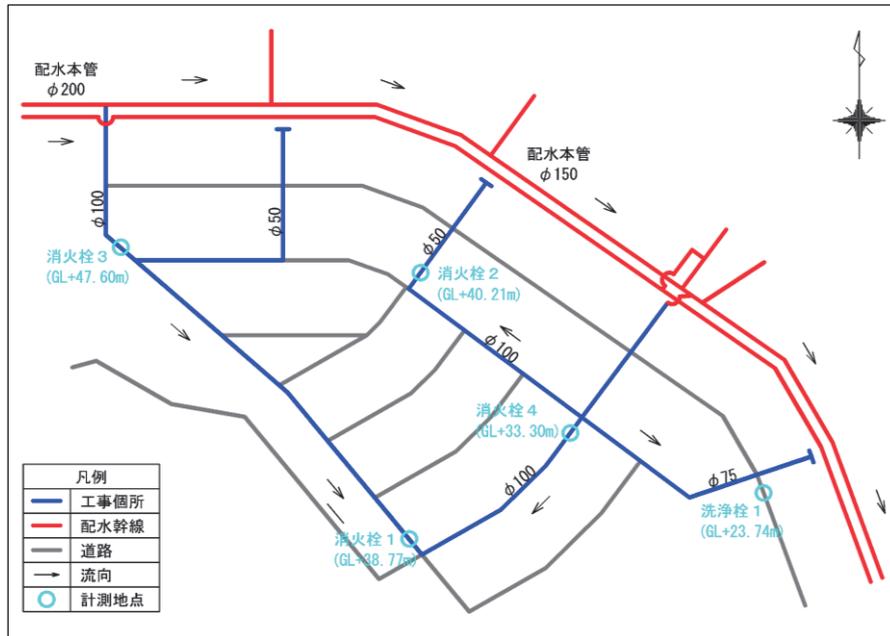


図 2.5.3.2 計測地点と工事後の管路図【A市A地区】



図 2.5.3.3 計測装置の設置状況【A市A地区】

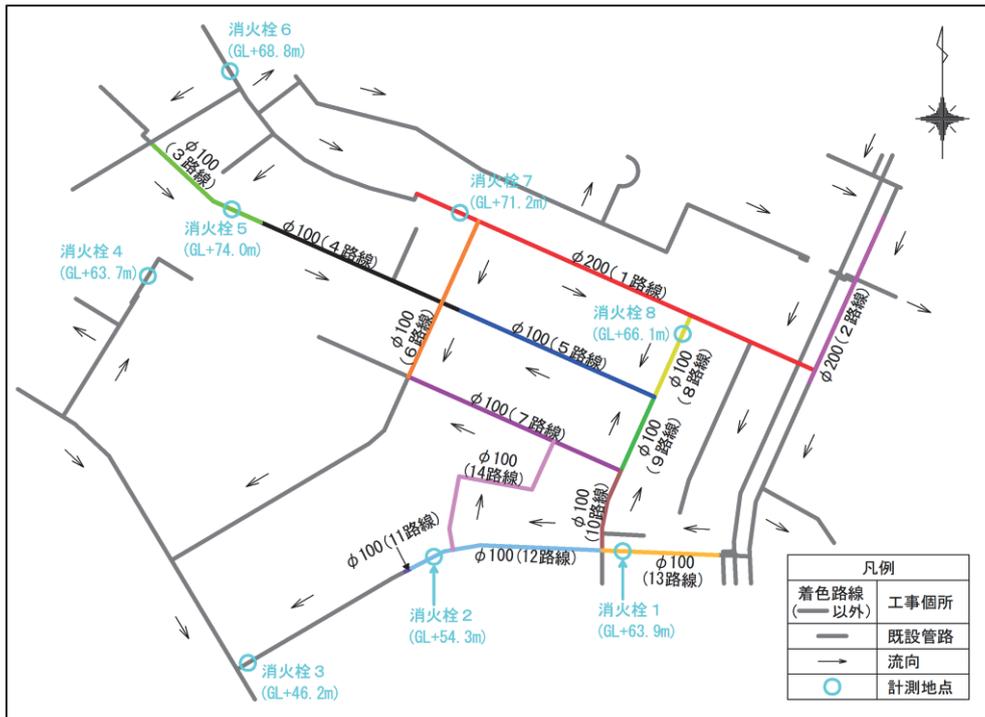


図 2.5.3.4 計測地点と工事前の管路図【A市B地区】

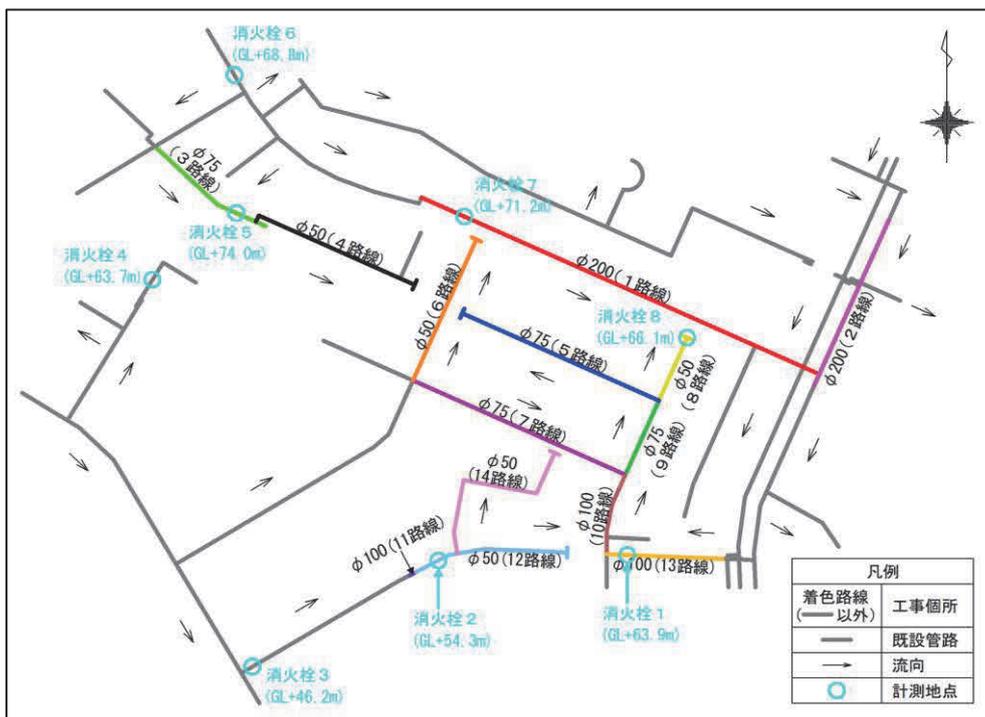


図 2.5.3.5 計測地点と工事後の管路図【A市B地区】

計測装置

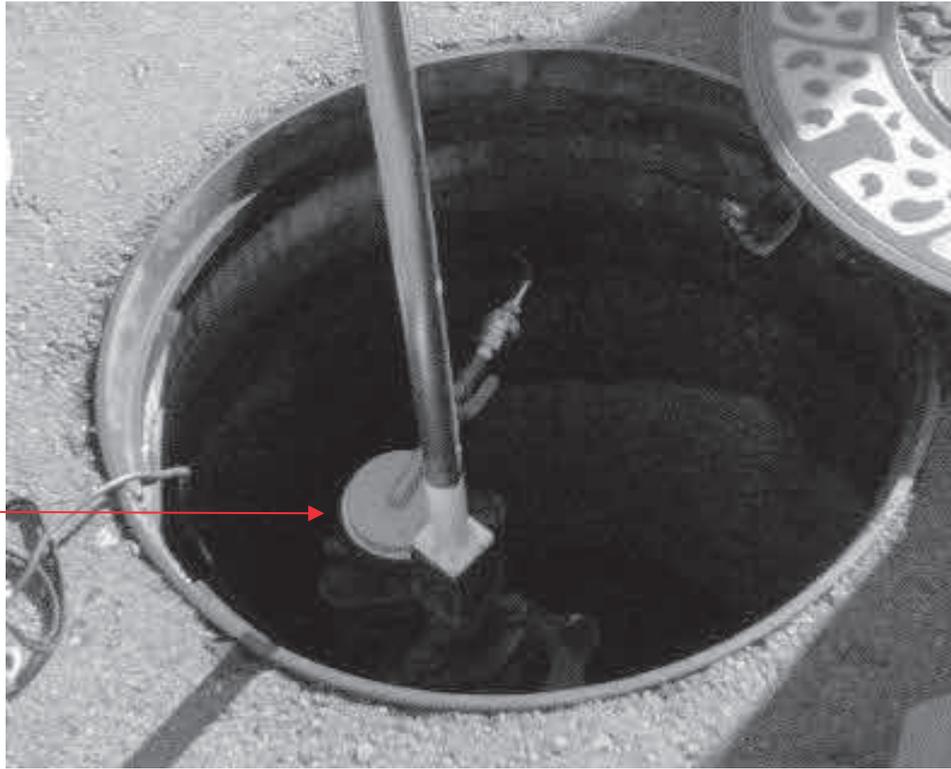


図 2.5.3.6 計測装置の設置状況【A市B地区】

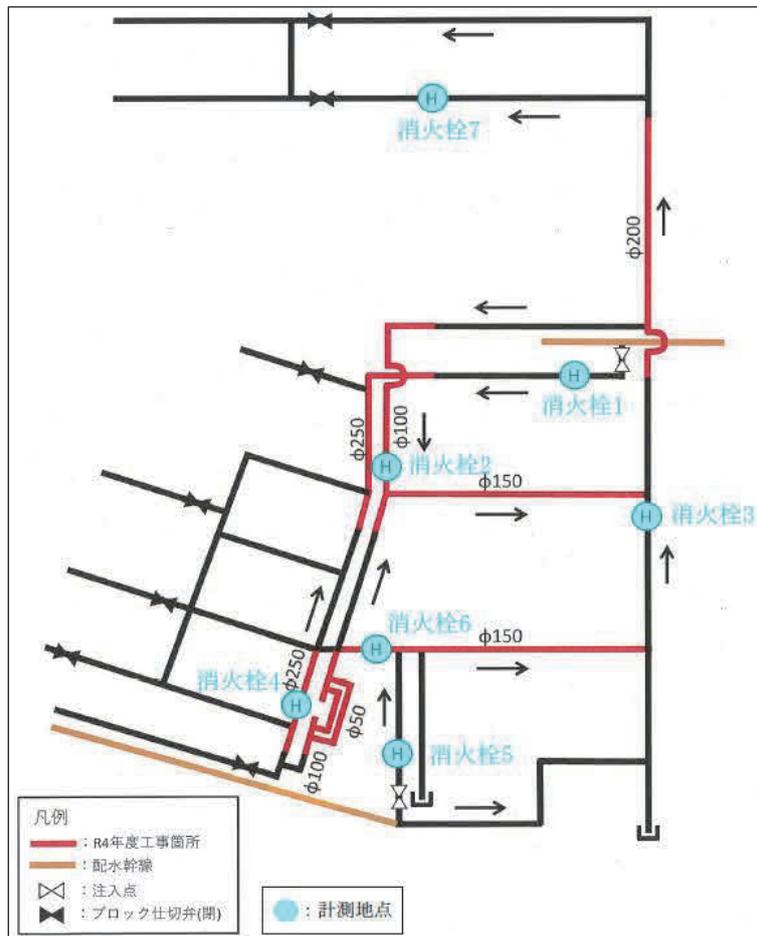


図 2.5.3.7 計測地点と工事前の管路図【B市】

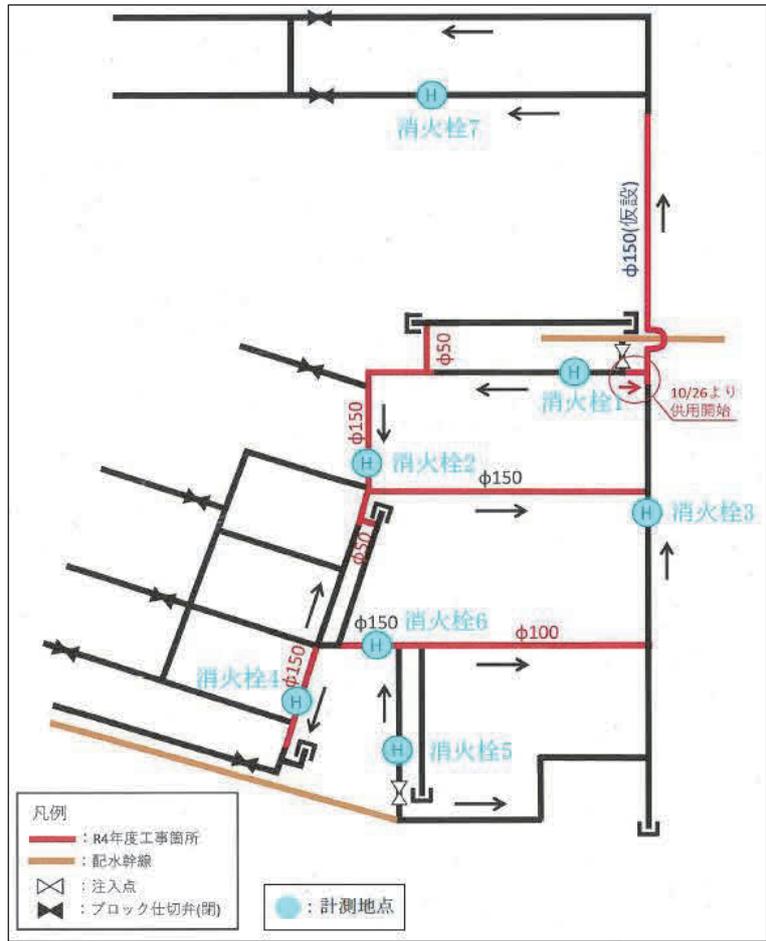


図 2.5.3.8 計測地点と工事後の管路図【B市】

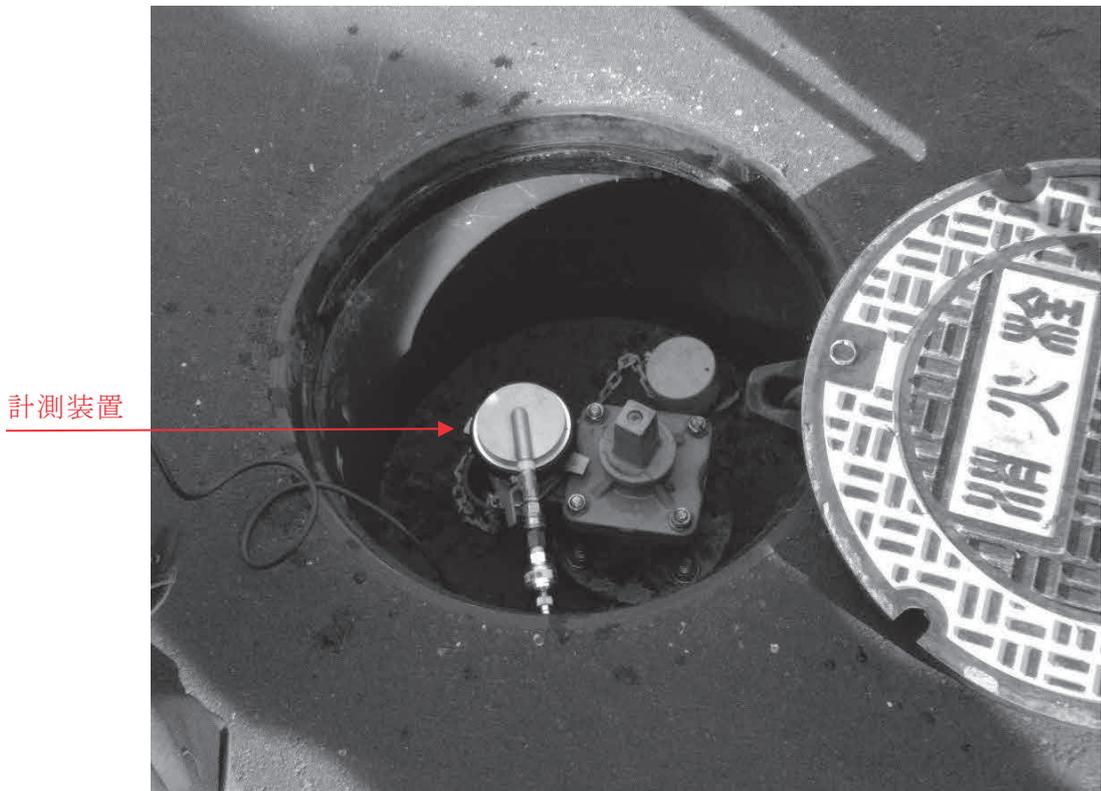


図 2.5.3.9 計測装置の設置状況【B市】

(4) 計測地点の選定理由

計測地点の選定理由は、「A市A地区」「A市B地区」「B市」の3地区で行われる布設替工事が配水管網のスリム化・ダウンサイジングを行う工事であり、工事期間が本研究の期間内であることから、工事前後の水圧状況の変化が検証可能となったためである。表 2.5.3.2 に布設替工事の概要を示す。

表 2.5.3.2 布設替工事の概要

項目	内容	備考
○A市A地区		
件名	A地区口径 50 mmから 150 mm配水管布設替工事	※1
履行場所	A地区	
概要	ダクタイトル鑄鉄管布設工（φ 50 mm～φ 150 mm、L=939m）、給水管取付替工一式、管撤去工一式、路面復旧工一式 ほか	
履行期間	契約締結の日から 285 日間	
○A市B地区		
件名	B地区口径 50 mmから 200 mm配水管布設替工事	※1
履行場所	B地区	
概要	ダクタイトル鑄鉄管布設工（φ 50 mm～φ 200 mm、L=1,254m）、給水管取付替工一式、管撤去工一式、路面復旧工一式 ほか	
履行期間	契約締結の日から 360 日間	
○B市		
件名	配水管布設工事	※2
履行場所	B市	
概要	配水管布設工（HPPE φ 75 L=121.4m、GX・DIP φ 200 L=111.4m、GX・DIP φ 150 L=86.4m）、仕切弁設置工一式、消火栓設置工一式、給配水管接続工一式、仮設配水管布設・撤去工一式、既設配水管撤去工一式、路面本復旧工一式 ほか	
履行期間	契約日から令和 5 年 10 月 31 日まで	

(出典：※1 A市ホームページ、※2 B市ホームページ)

(5) 計測項目

計測項目は、消火栓ボックスに対する計測機器の大きさ等の制約から、3地区とも水圧のみとした。

(6) 計測方法

水圧の計測は、3地区ともフジテコム(株)製の水圧計を利用した。計測に利用した水圧計の主な機能は、表 2.5.3.3 のとおりである。

表 2.5.3.3 今回利用した水圧計の主な機能

項目	内容	備考
機種名	水圧データロガー DLS-HS	
主な機能	測定間隔：10s	
	記録方法：内蔵メモリ	
	電源：乾電池	
	センサー仕様：0～1Mpa	
	防水：水深 1m	
	寸法・重量：170mm×135mm×95mm・約 950g	

2.5.3.2 調査結果

(1) 計測結果(布設替工事前)

布設替工事前に行った消火栓での水圧の計測結果を図 2.5.3.10～図 2.5.3.12 に示す。

1) A市A地区

おおむね水圧の高い消火栓順に消火栓 4、消火栓 1、消火栓 2、消火栓 3 であり、消火栓 3 は配水本管に近いものの、水圧が低いことから、配水ルートが迂回しているものと考えられる。1日において水圧が最も高くなる時間帯は、どの消火栓においてもおおむね早朝 5 時頃であり、最も低くなる時間帯は、深夜 12 時頃となっている。これは、計測現場が住宅街であることから、炊事・洗濯・風呂のような一般生活用水の使用時間帯と整合していると考えられる。

2) A市B地区

計測結果は、20 時頃に最も水圧が高くなり、早朝 4 時頃に最も水圧が低くなっている。これは、計測現場が末端圧制御を行っているポンプ場に近いため、計測した水圧は吐出圧の変動に追随したと考えられる。なお、末端圧制御とは、給水末端における水圧が一定となるように、水需要が少ない際にはポンプの吐出圧を低くし、水需要が多い際には吐出圧を高くする制御である。

3) B市

計測結果は、1日を通して約 0.24MPa の水圧が確認された。また、瞬間的な水圧の変化が計測されたが、これは付近で行われた配管工事の影響や給水管の開閉による水撃圧と推察する。

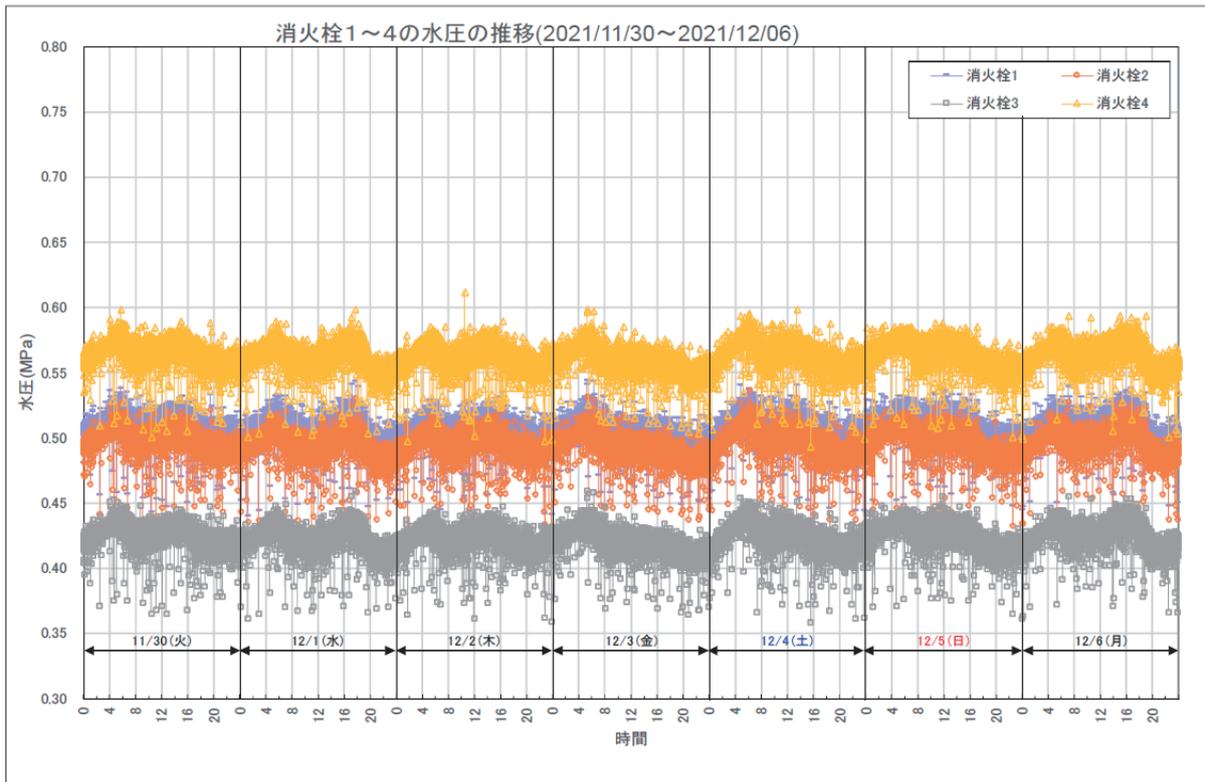


図 2.5.3.10 消火栓での水圧の計測結果(工事前)【A市A地区】

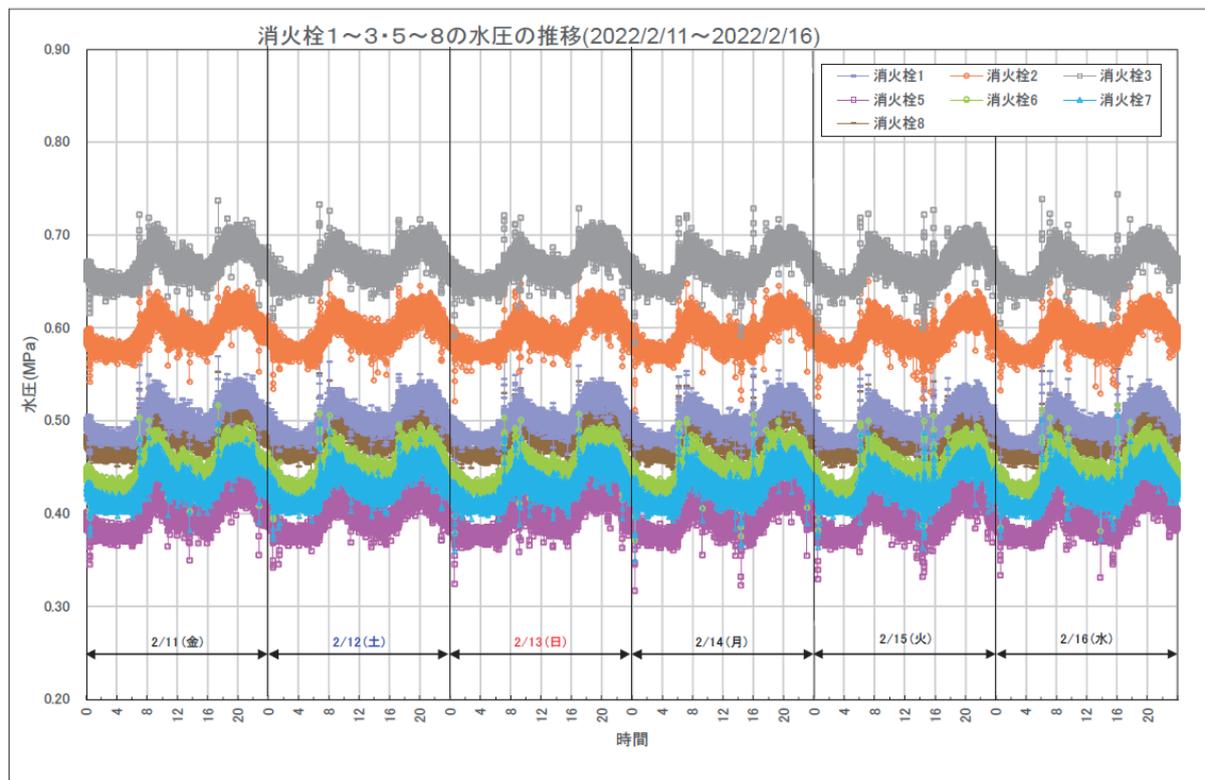


図 2.5.3.11 消火栓での水圧の計測結果(工事前)【A市B地区】

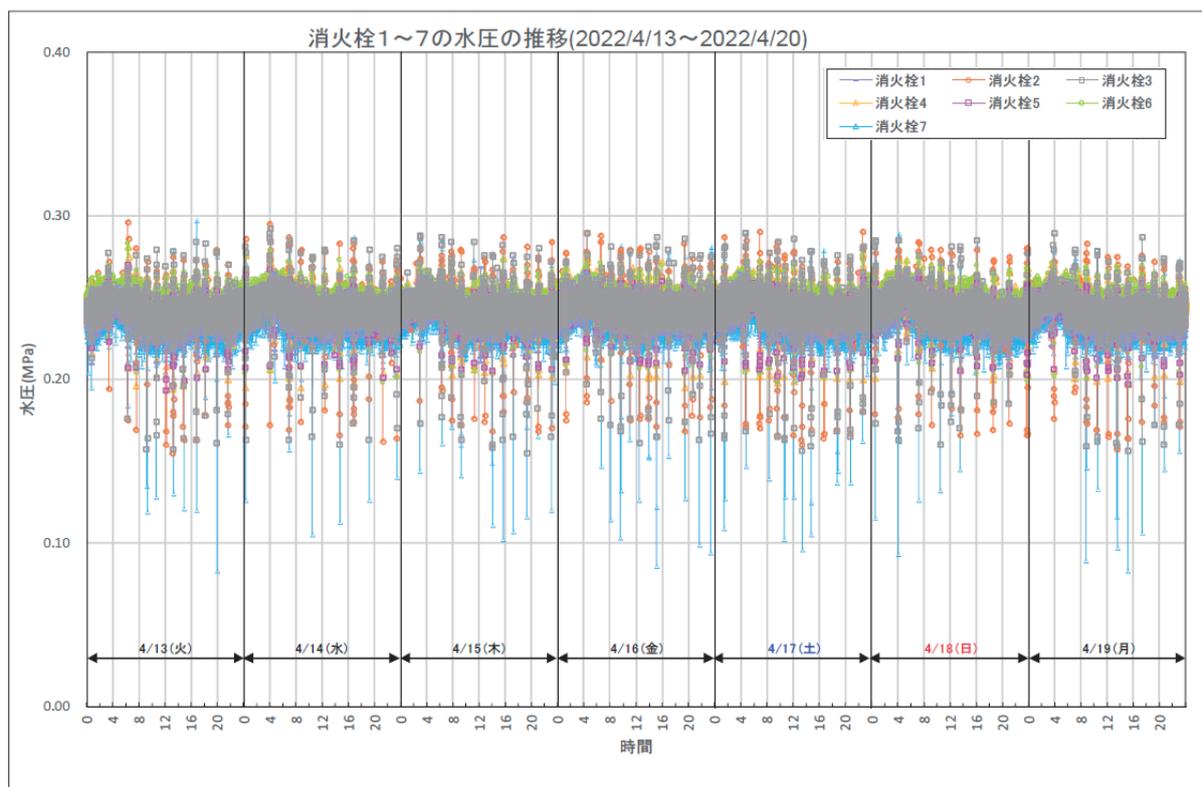


図 2.5.3.12 消火栓での水圧の計測結果(工事前)【B市】

(2) 計測結果(布設替工事前)の考察

A市A地区、A市B地区、B市の3地区の布設替工事前の水圧状況を消火栓に把握することができた。布設替工事により配水本管から配水支管への注入点が切断・撤去されることで、配水支管における水圧の伝わる経路が変わることから、流向の変化が生じると考える。この流向の変化により、配水本管から消火栓までの管路延長が長くなり、水圧の低下が見込まれるが、この計画上の水圧と計測値の乖離が生じるか工事後の計測値にて確認を行い、スリム化による影響を検証する。

(3) 計測結果(布設替工事後)

布設替工事後に行った消火栓での水圧の計測結果を図 2.5.3.13～図 2.5.3.16 に示す。

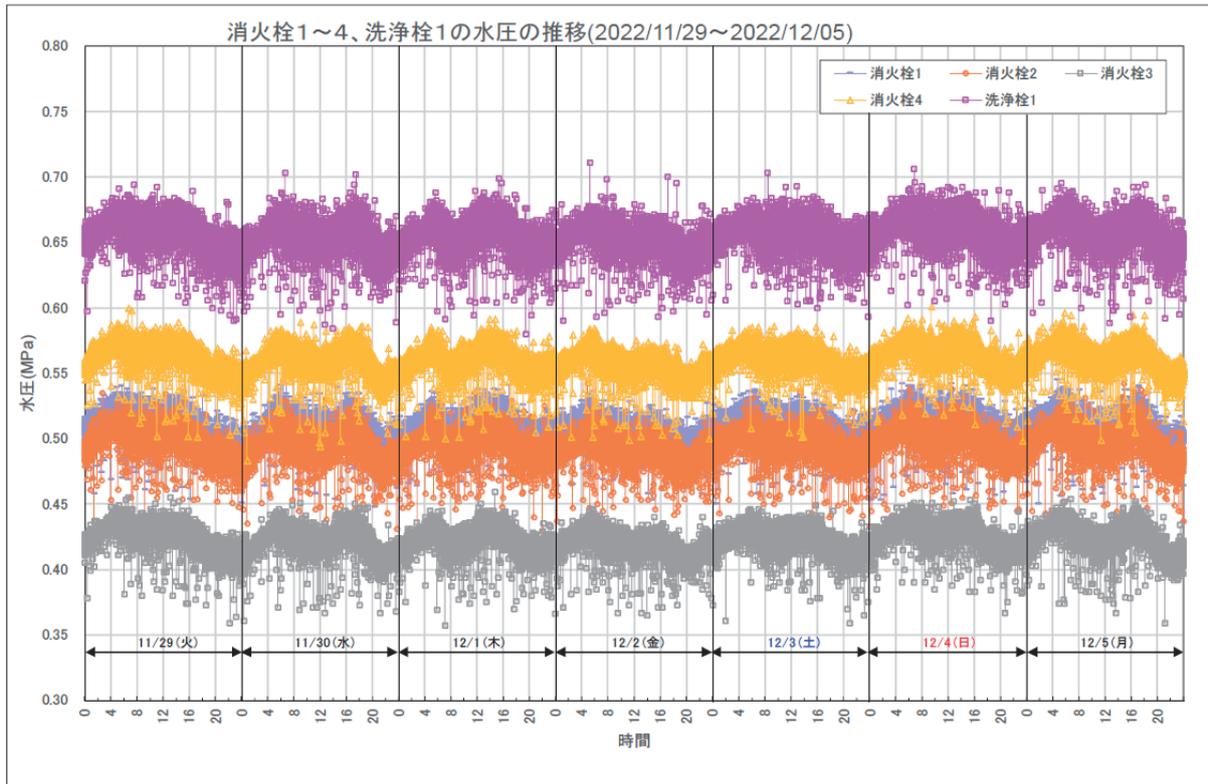


図 2.5.3.13 消火栓での水圧の計測結果(工事後)【A市A地区】

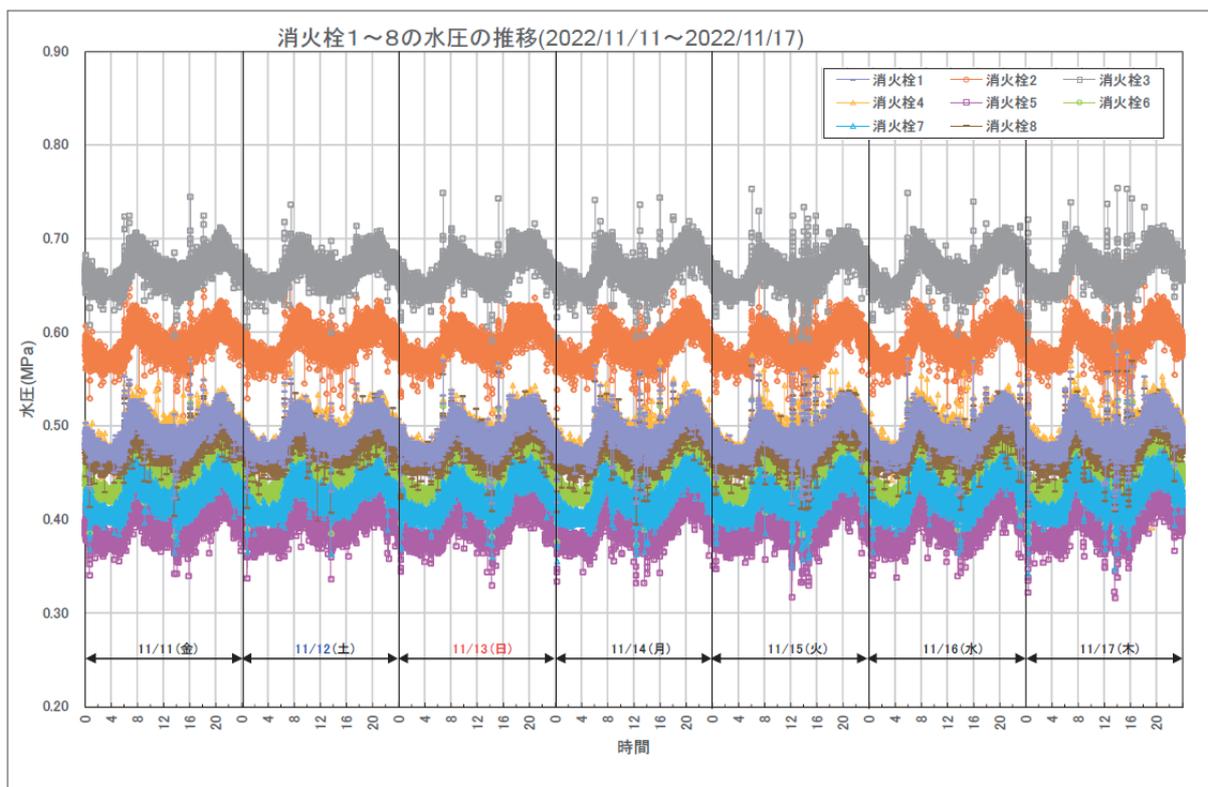


図 2.5.3.14 消火栓での水圧の計測結果(工事後:2022/11/11~2022/11/17)【A市B地区】

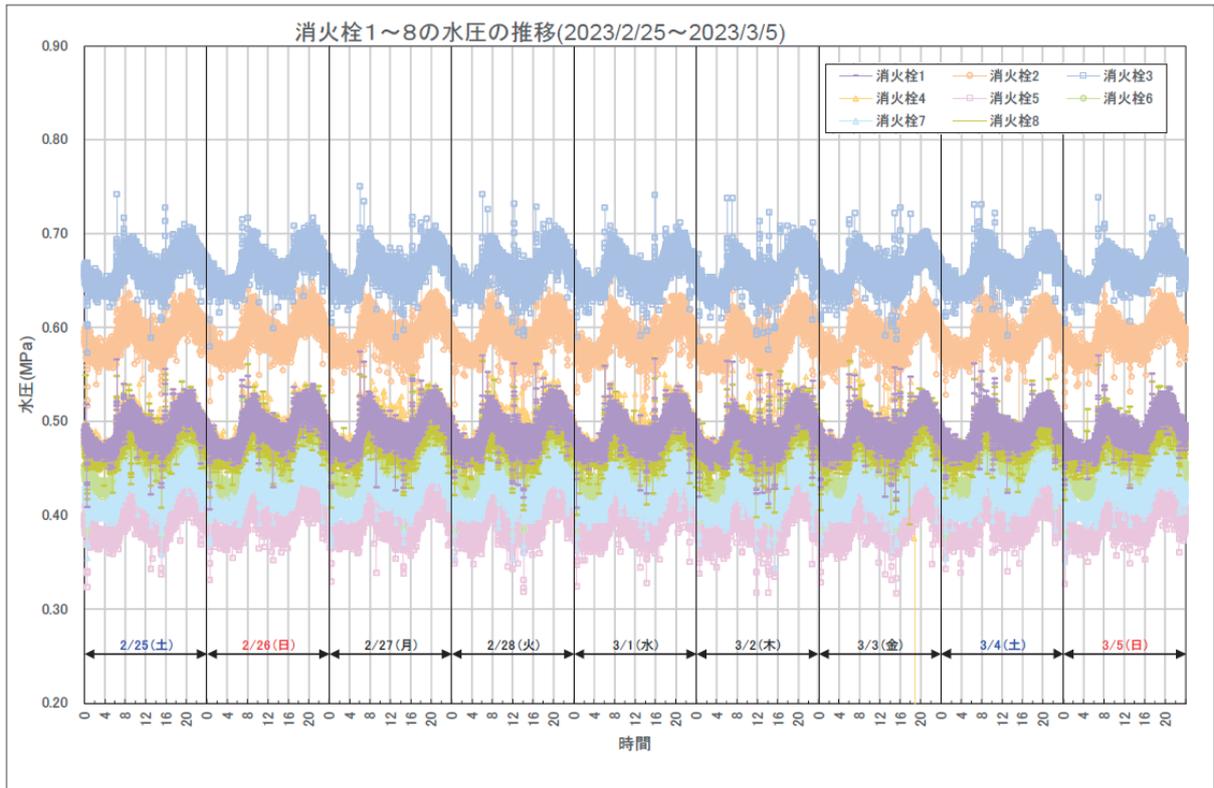


図 2.5.3.15 消火栓での水圧の計測結果(工事後:2023/2/25~2023/3/5)【A市B地区】

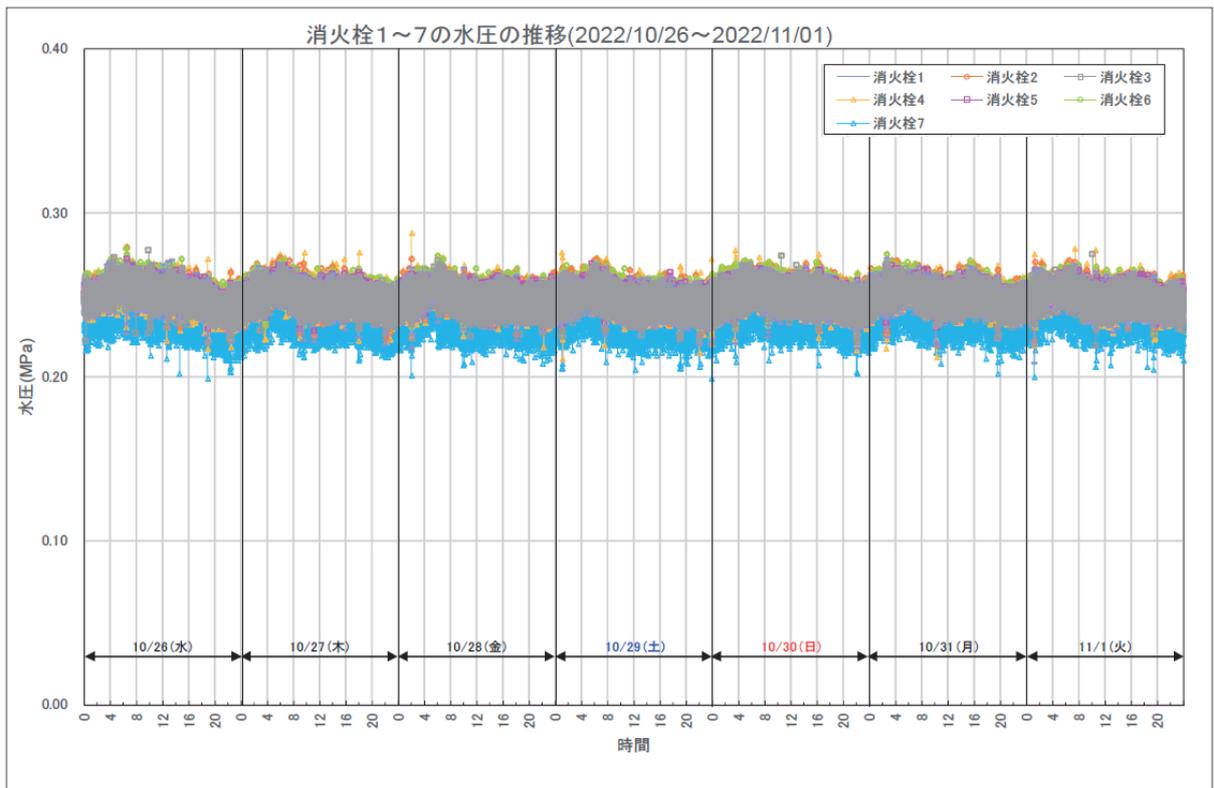


図 2.5.3.16 消火栓での水圧の計測結果(工事後)【B市】

(4) 計測結果(布設替工事後)の考察

1)A市A地区

計測箇所を1箇所追加し(洗浄栓)、計測を行った。1日における水圧の変動に大きな変化は見られず、最も高くなる時間帯は早朝5時頃であり、最も低くなる時間帯は深夜12時頃となった。

2)A市B地区

1日における水圧の変動に大きな変化は見られず、20時頃に最も水圧が高くなり、早朝4時頃に最も水圧が低くなった。

3)B市

工事前と同様、1日を通して約0.24MPaの水圧が確認された。但し、瞬間的な水圧の変化については、変動幅が工事前に比べ減少しており、付近で行われていた配管工事が完了したことや配水管網の接続状況も変わったことにより、給水管による水撃圧の影響が緩和したためと推察する。

(5) 計測結果(布設替工事前後の比較)

A市A地区、A市B地区、B市の3地区における布設替工事前後の水圧の比較グラフを図2.5.3.17～図2.5.3.36に示す。3地区とも布設替工事前後において水圧は、「工事後に若干減少」、または「変化なし」といった状況であった。これは管網のスリム化により計測地点までの管路延長が長くなった箇所やダウンサイジングにより、損失水頭が増えたためと考える。

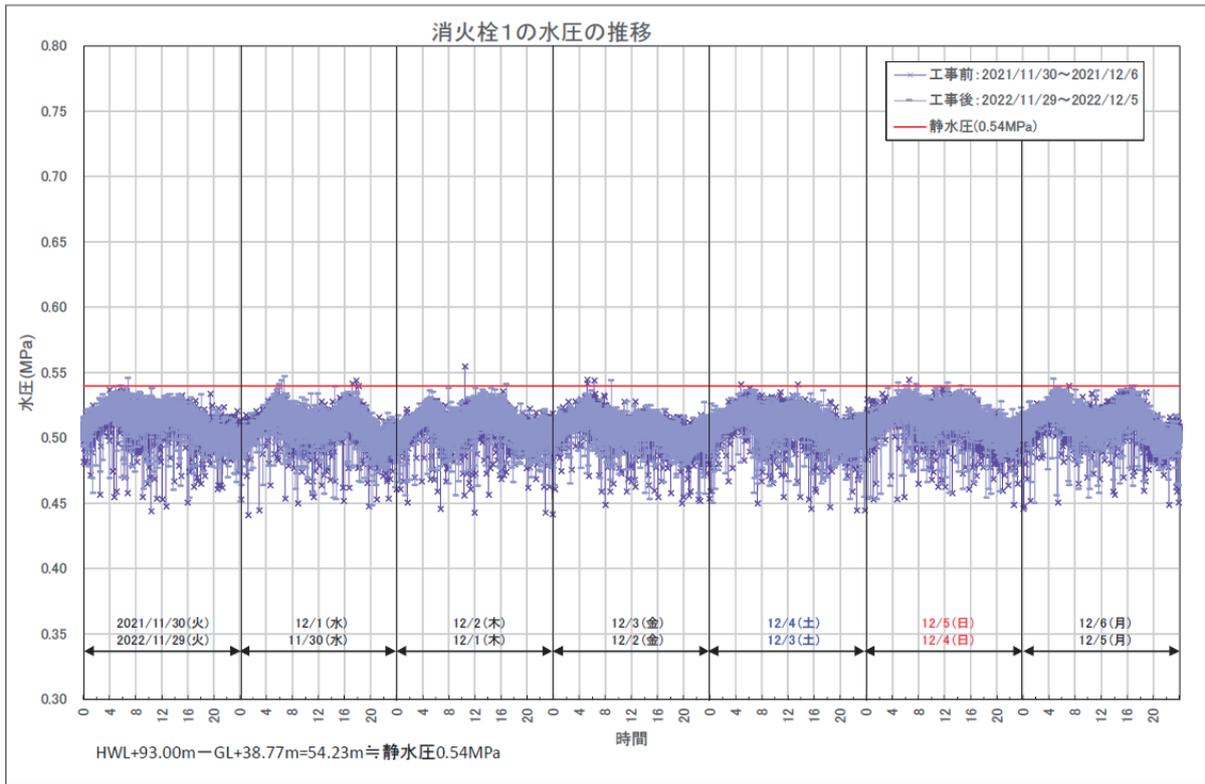


図 2.5.3.17 消火栓 1 の水圧の計測結果(工事前後比較)【A市A地区】

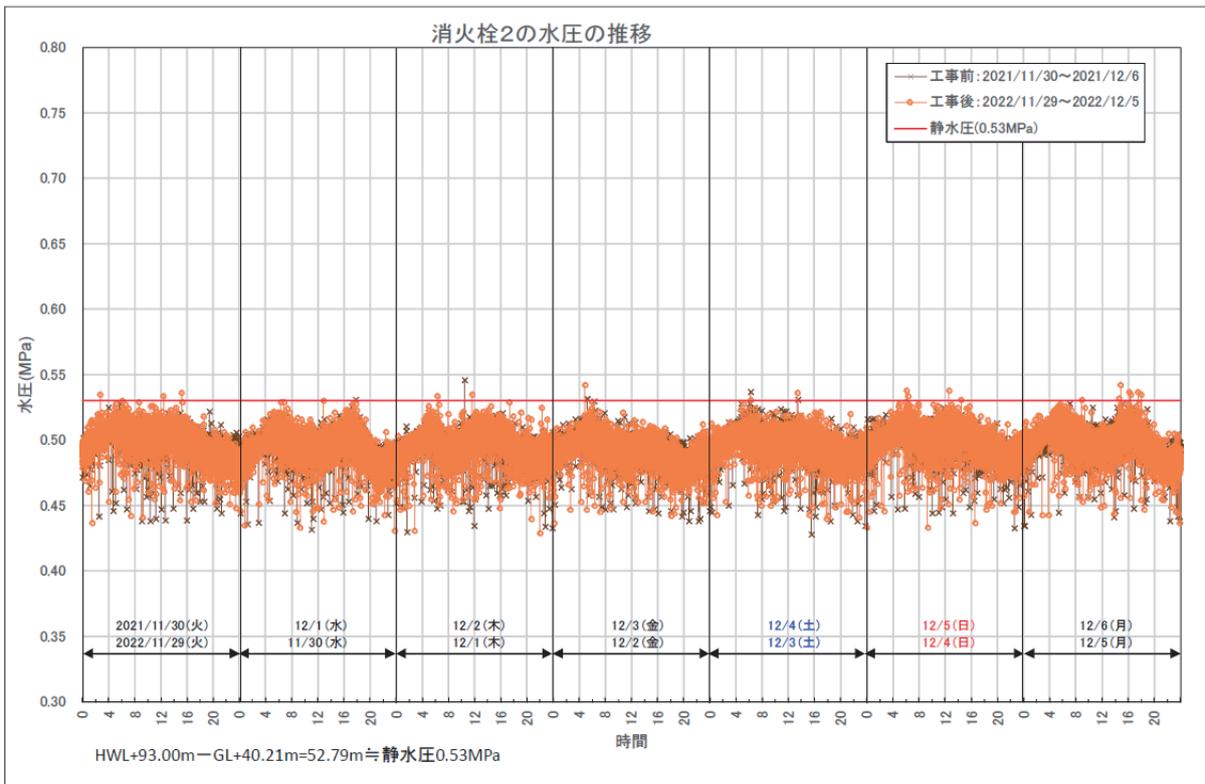


図 2.5.3.18 消火栓 2 の水圧の計測結果(工事前後比較)【A市A地区】

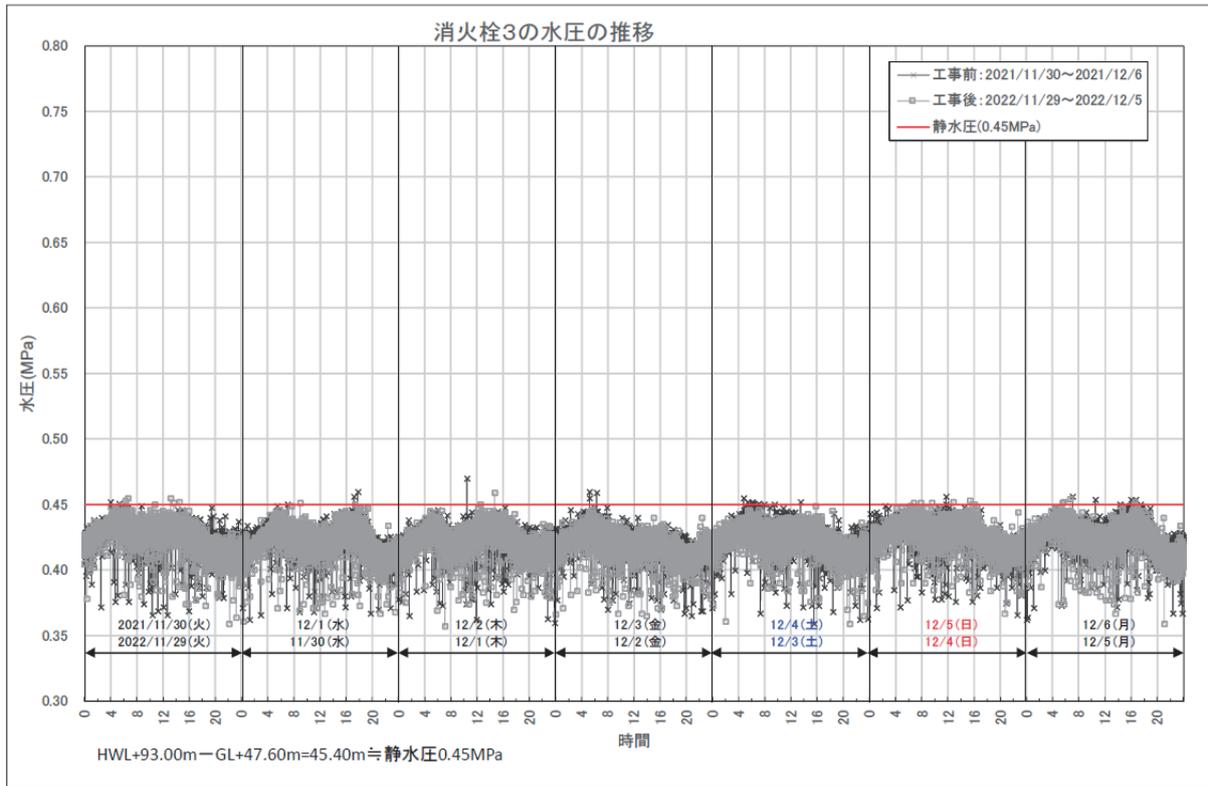


図 2.5.3.19 消火栓 3 の水圧の計測結果(工事前後比較)【A市A地区】

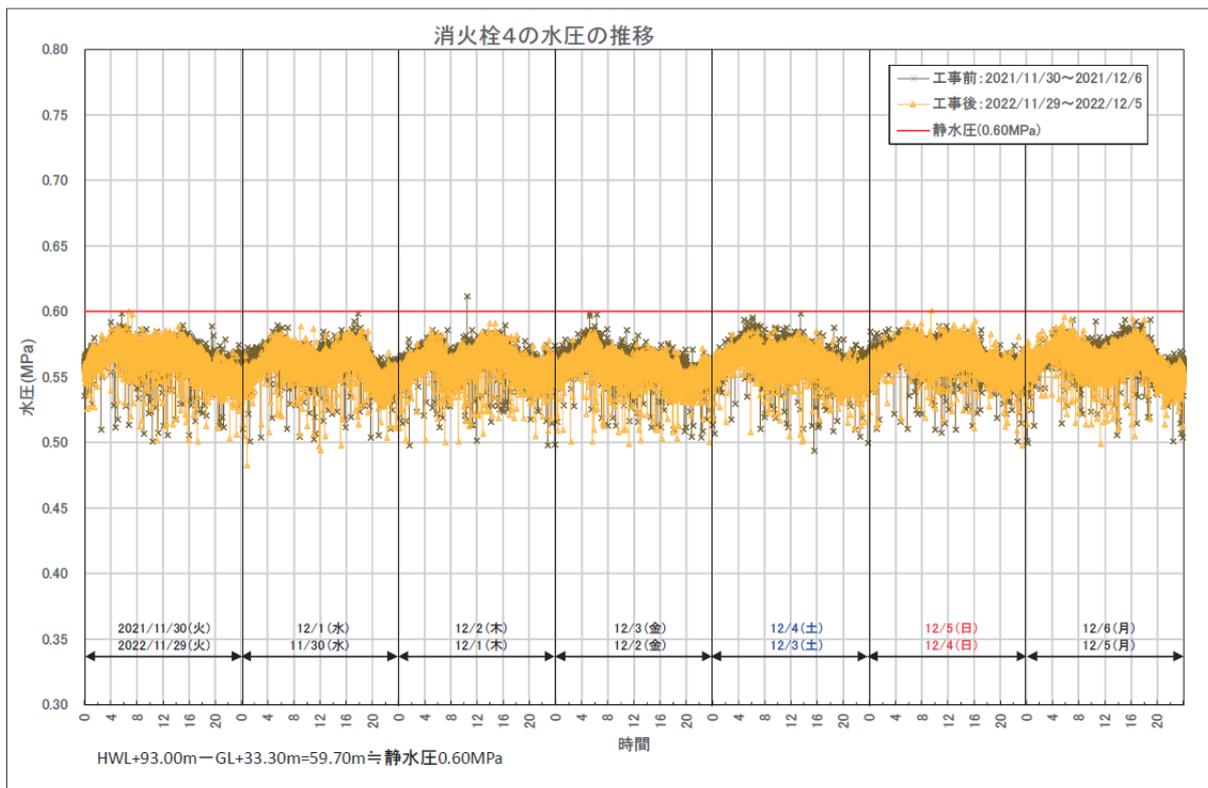


図 2.5.3.20 消火栓 4 の水圧の計測結果(工事前後比較)【A市A地区】

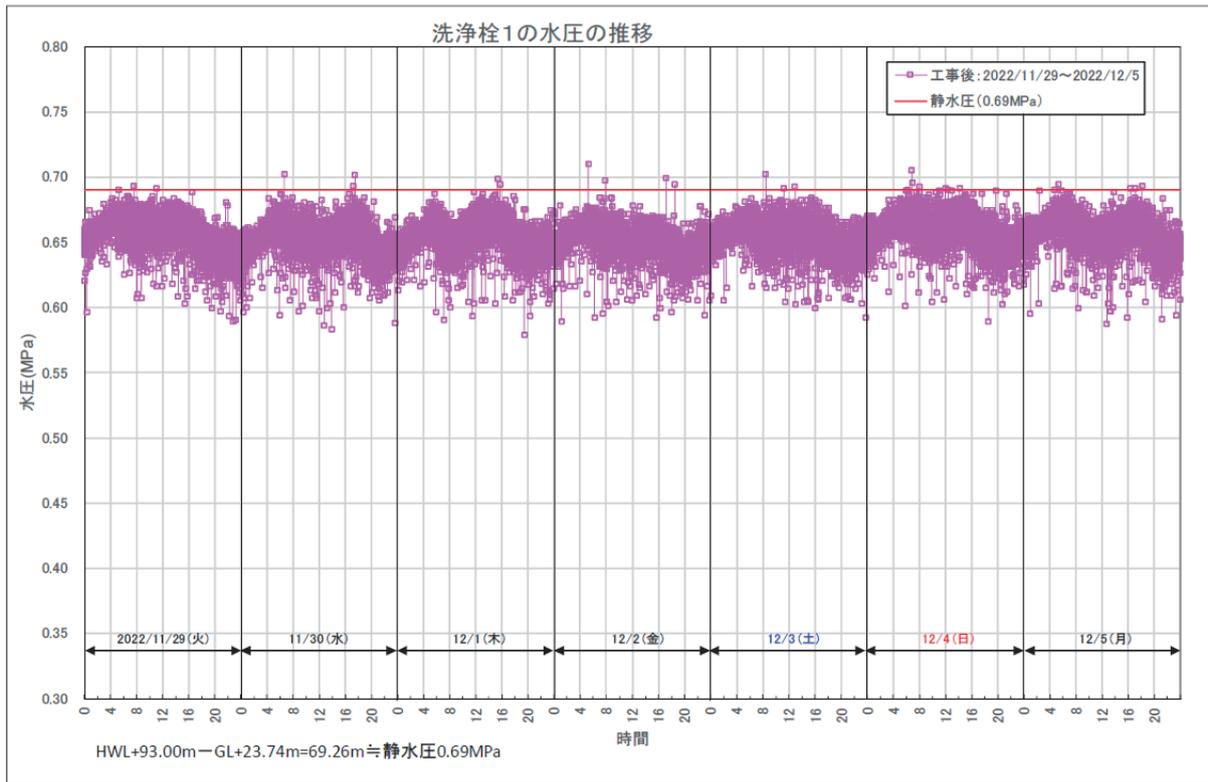


図 2.5.3.21 洗浄栓 1 の水圧の計測結果(工事前後比較)【A市A地区】

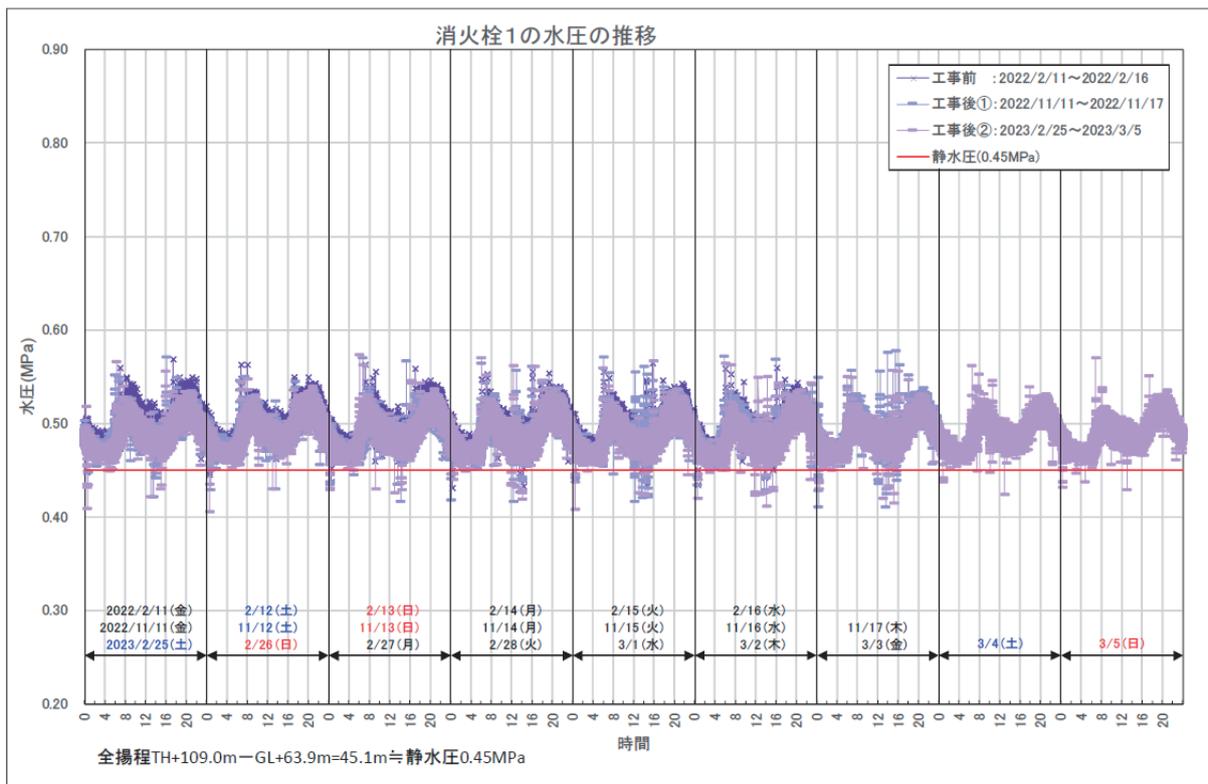


図 2.5.3.22 消火栓 1 の水圧の計測結果(工事前後比較)【A市B地区】

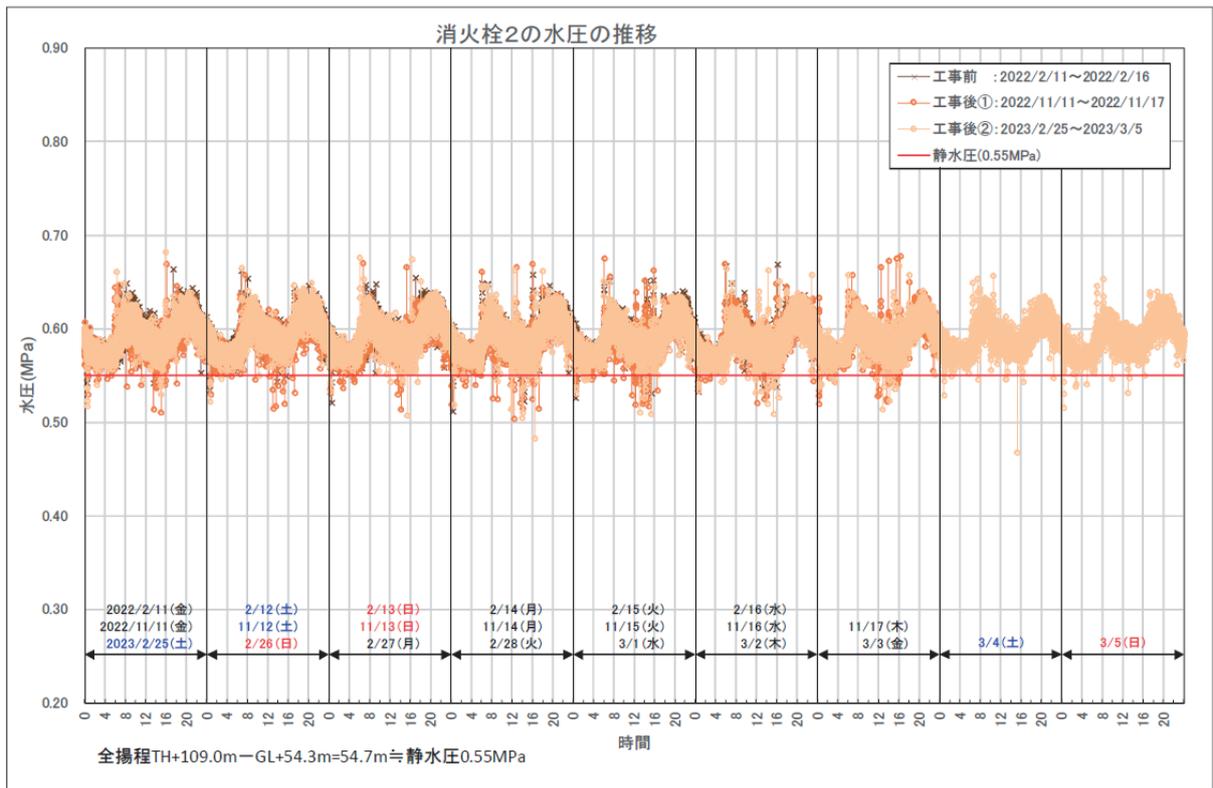


図 2.5.3.23 消火栓 2 の水圧の計測結果(工事前後比較)【A市B地区】

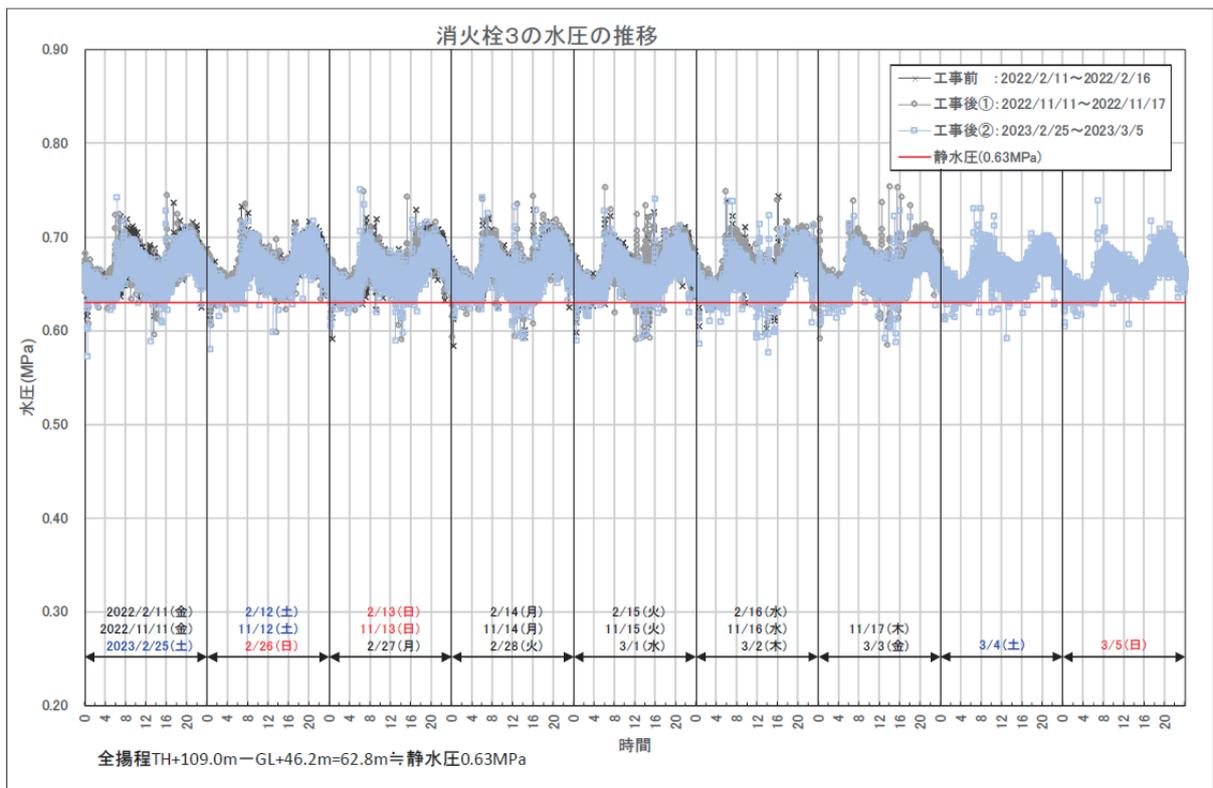


図 2.5.3.24 消火栓 3 の水圧の計測結果(工事前後比較)【A市B地区】

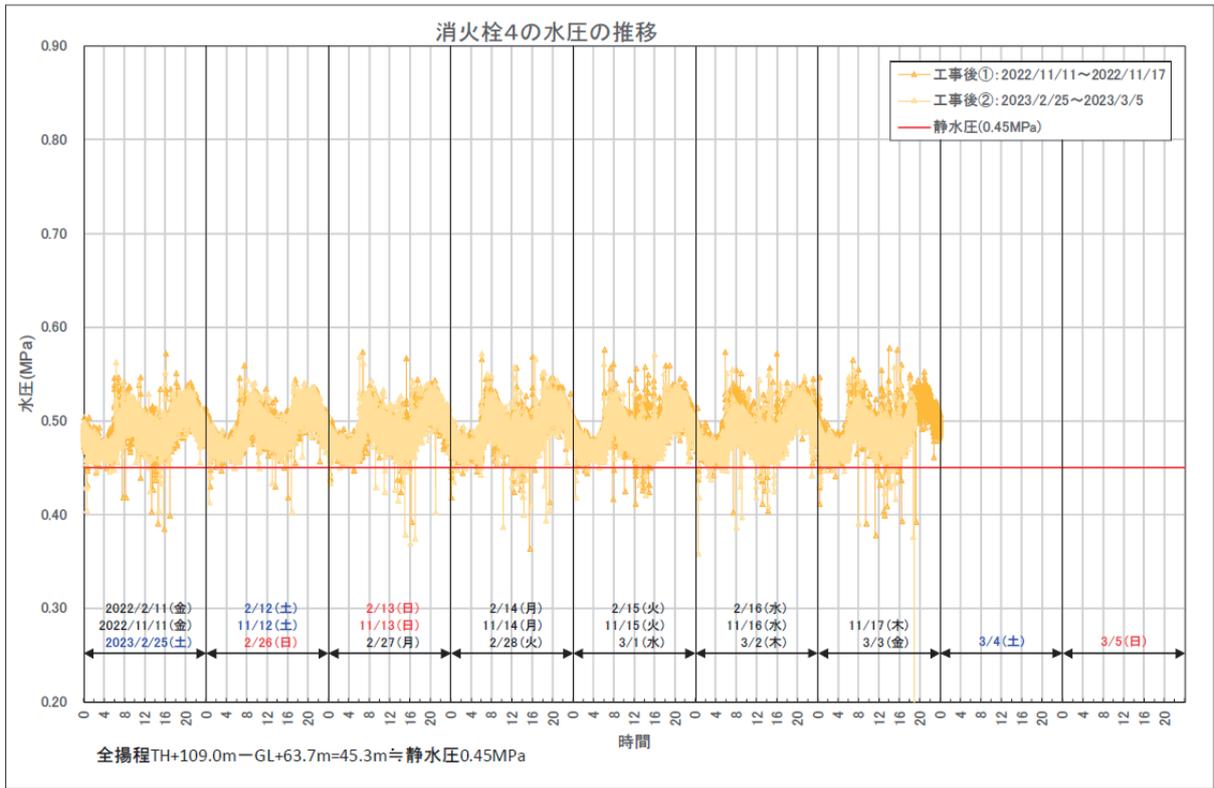


図 2.5.3.25 消火栓 4 の水圧の計測結果(工事前後比較)【A市B地区】

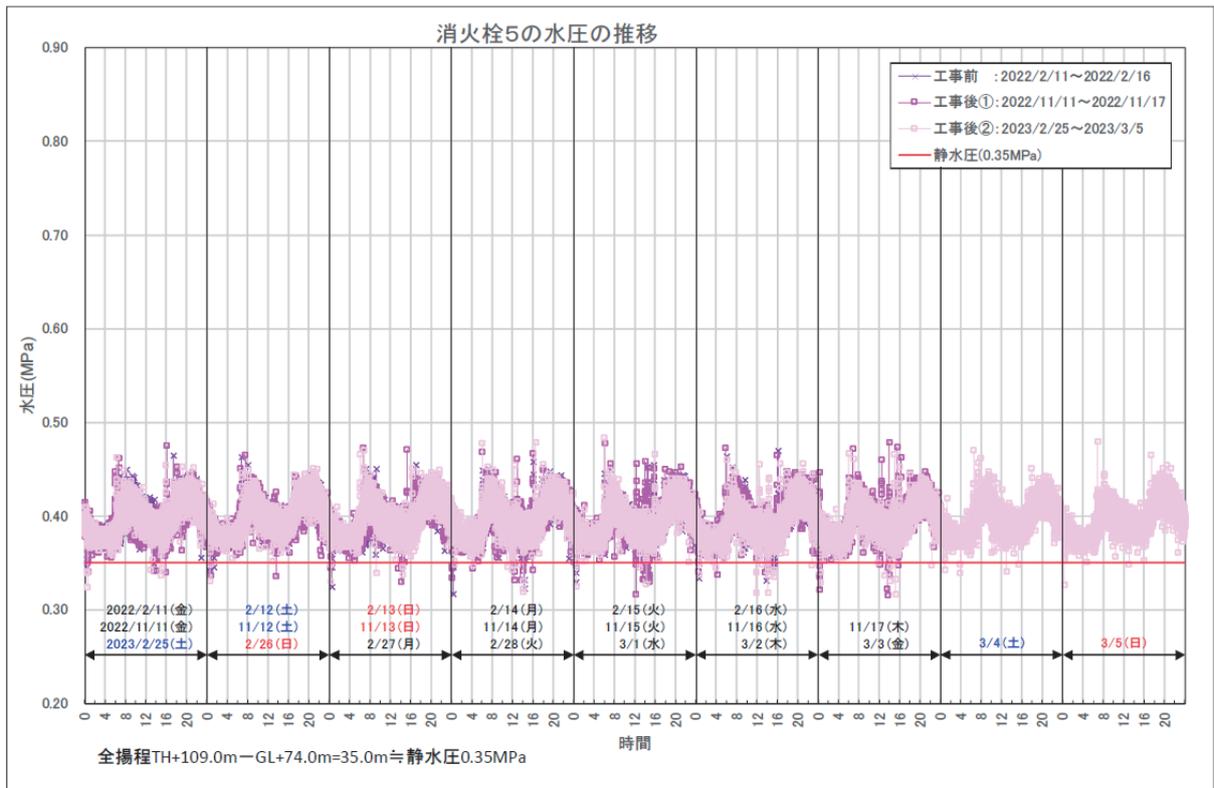


図 2.5.3.26 消火栓 5 の水圧の計測結果(工事前後比較)【A市B地区】

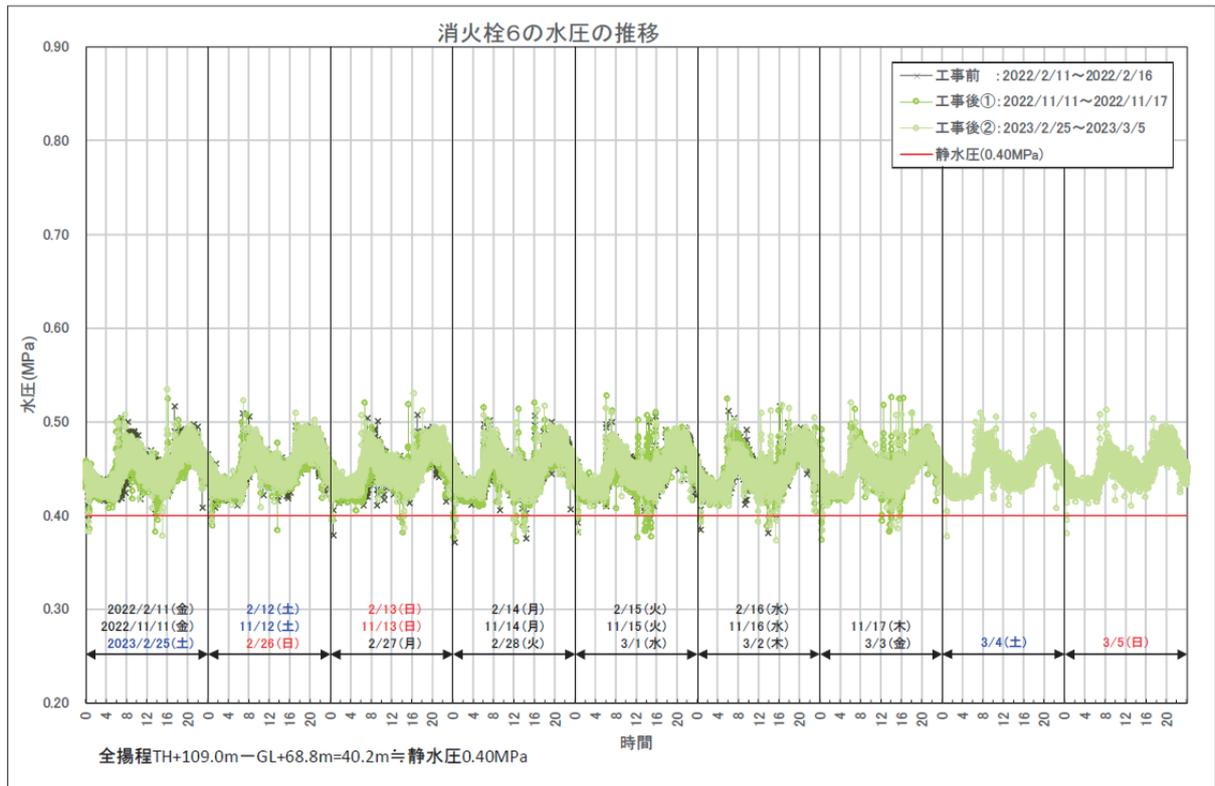


図 2.5.3.27 消火栓 6 の水圧の計測結果(工事前後比較)【A市B地区】

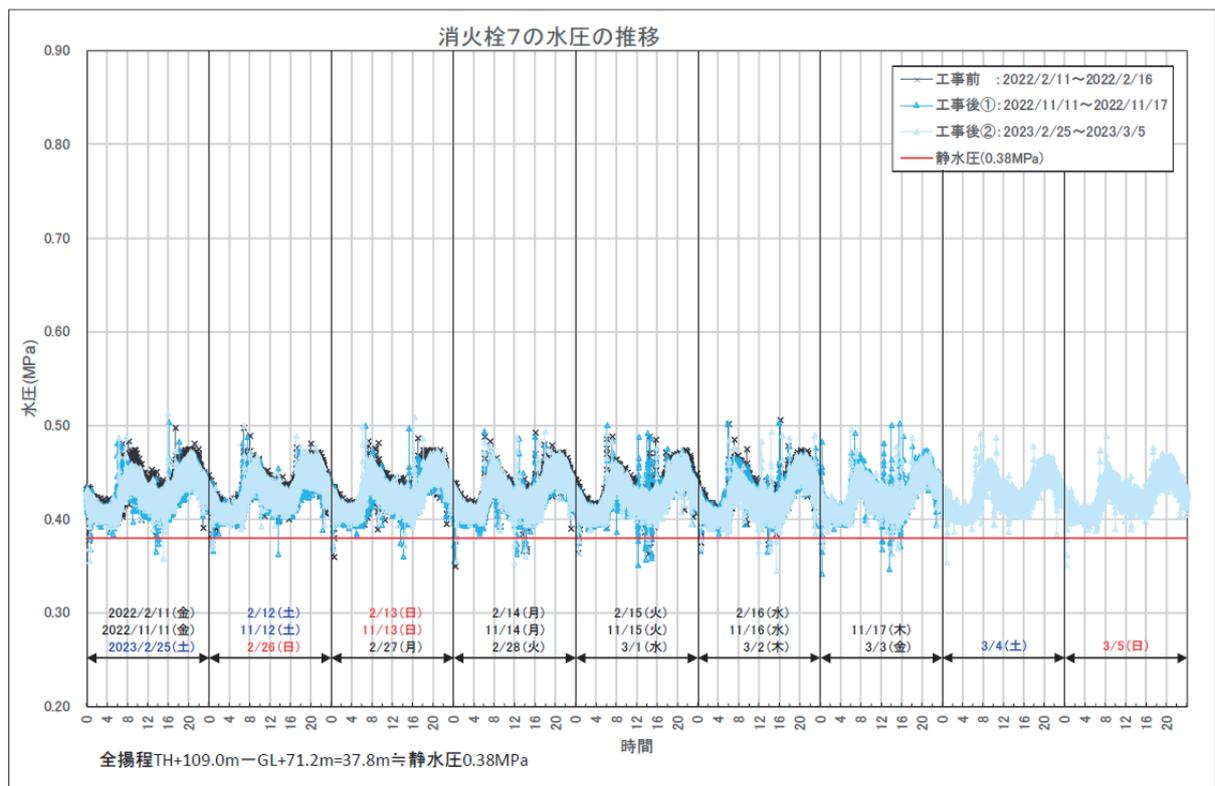


図 2.5.3.28 消火栓 7 の水圧の計測結果(工事前後比較)【A市B地区】

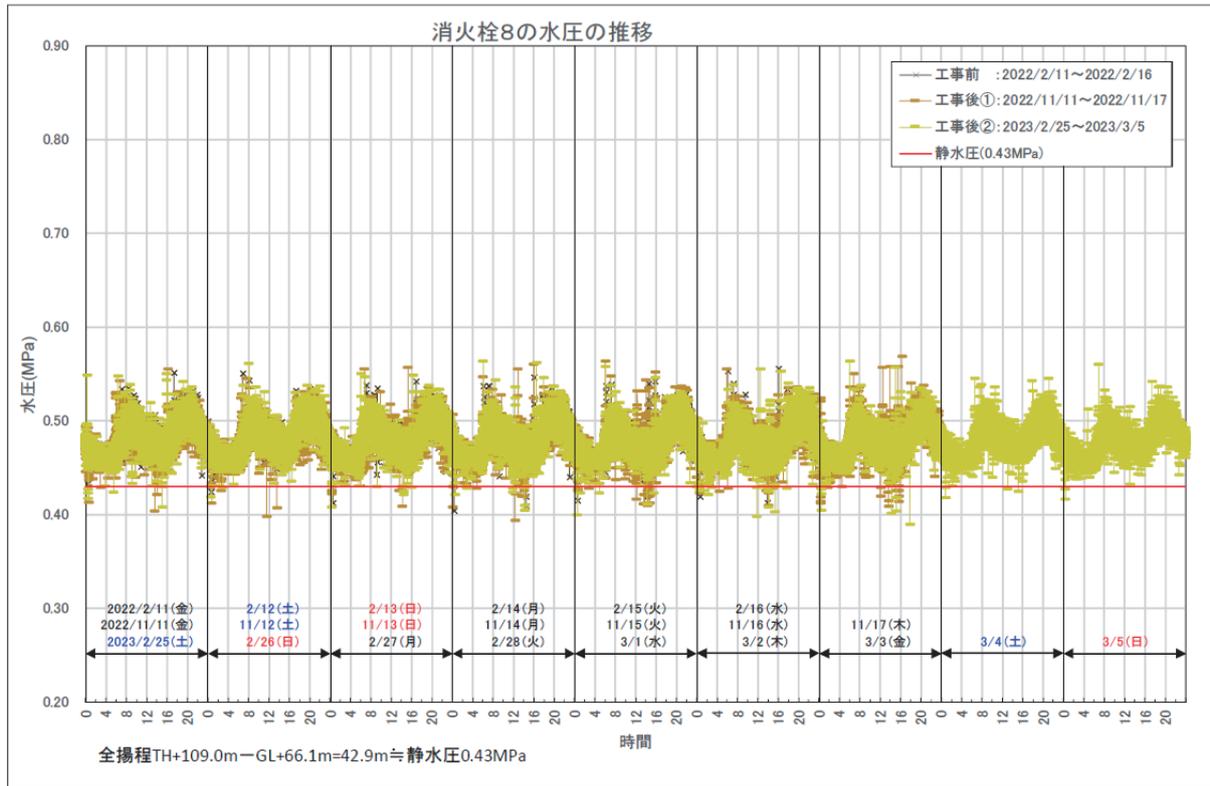


図 2.5.3.29 消火栓 8 の水圧の計測結果(工事前後比較)【A市B地区】

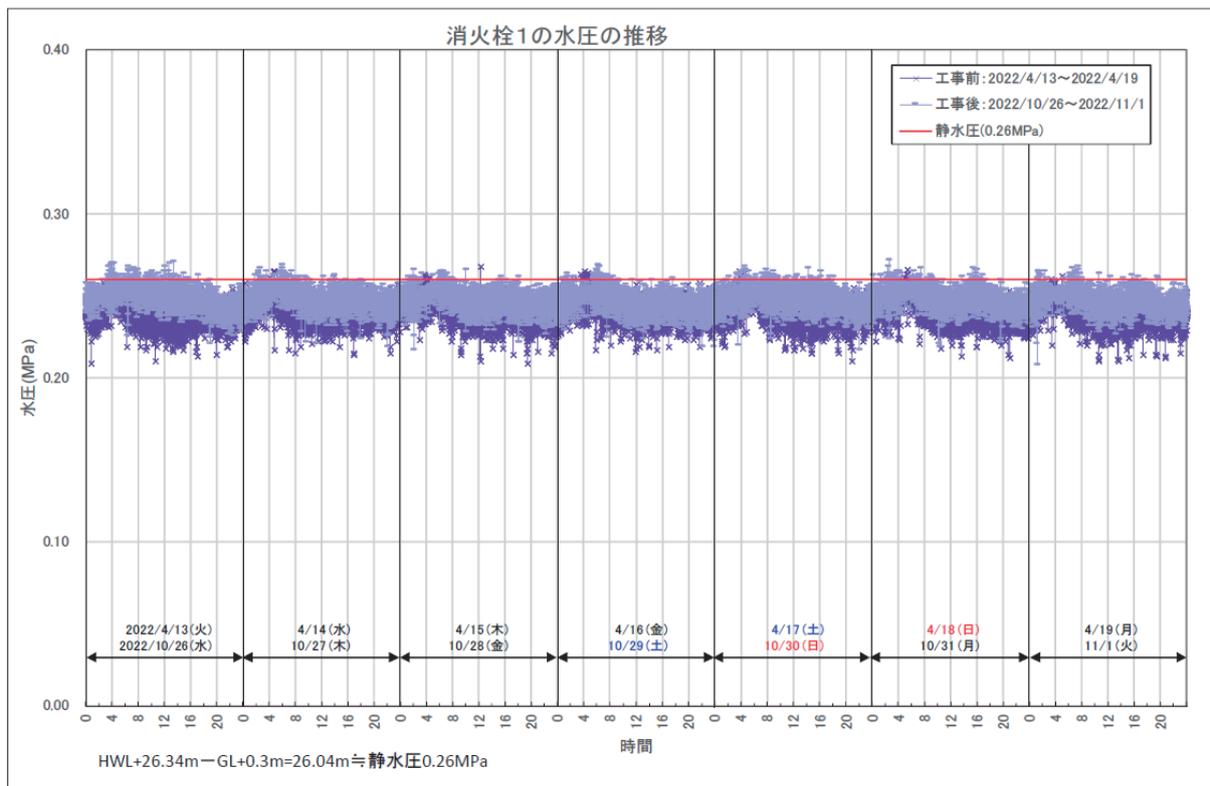


図 2.5.3.30 消火栓 1 の水圧の計測結果(工事前後比較)【B市】

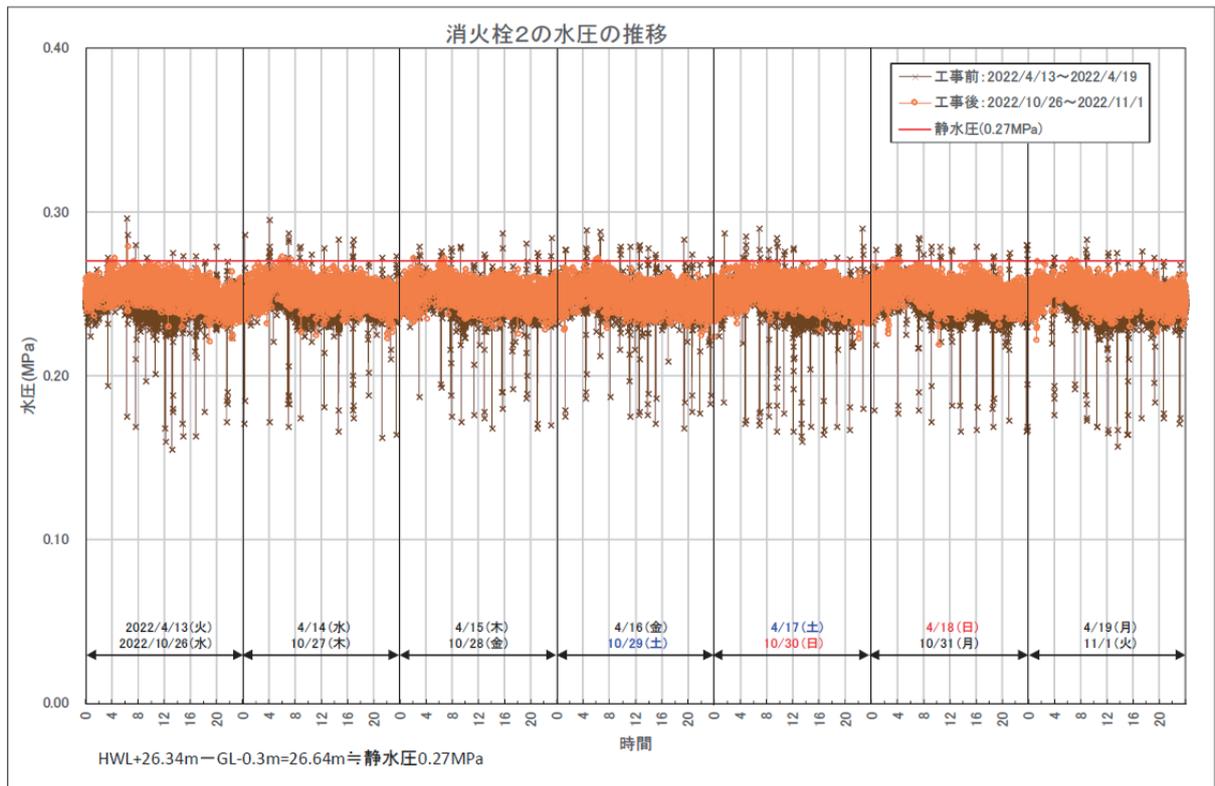


図 2.5.3.31 消火栓 2 の水圧の計測結果(工事前後比較)【B市】

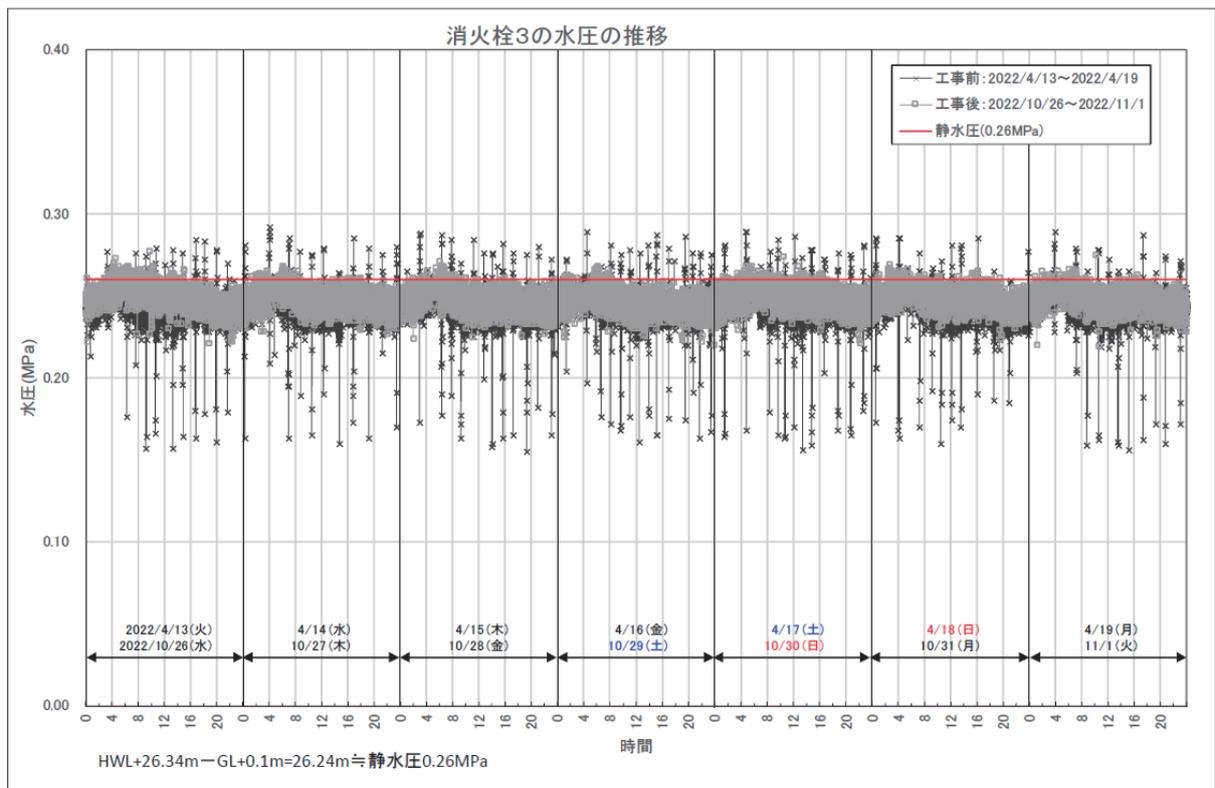


図 2.5.3.32 消火栓 3 の水圧の計測結果(工事前後比較)【B市】

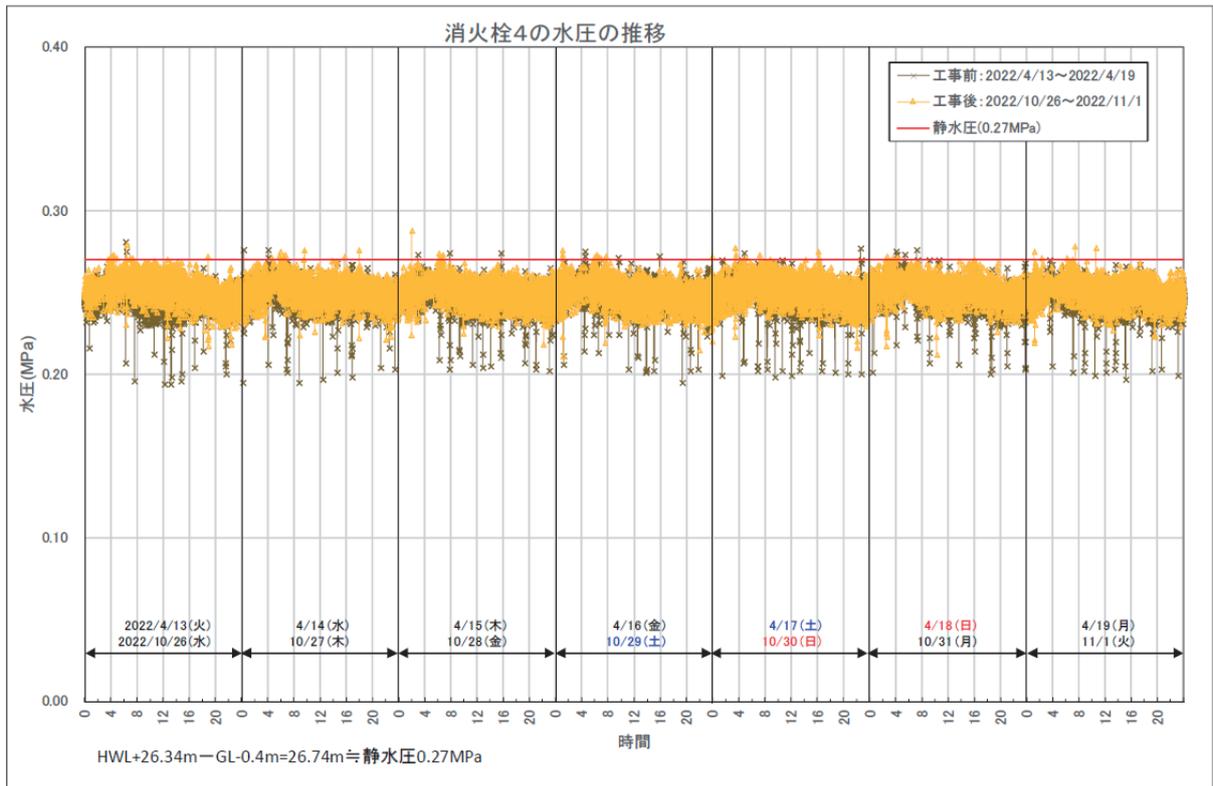


図 2. 5. 3. 33 消火栓 4 の水圧の計測結果(工事前後比較)【B市】

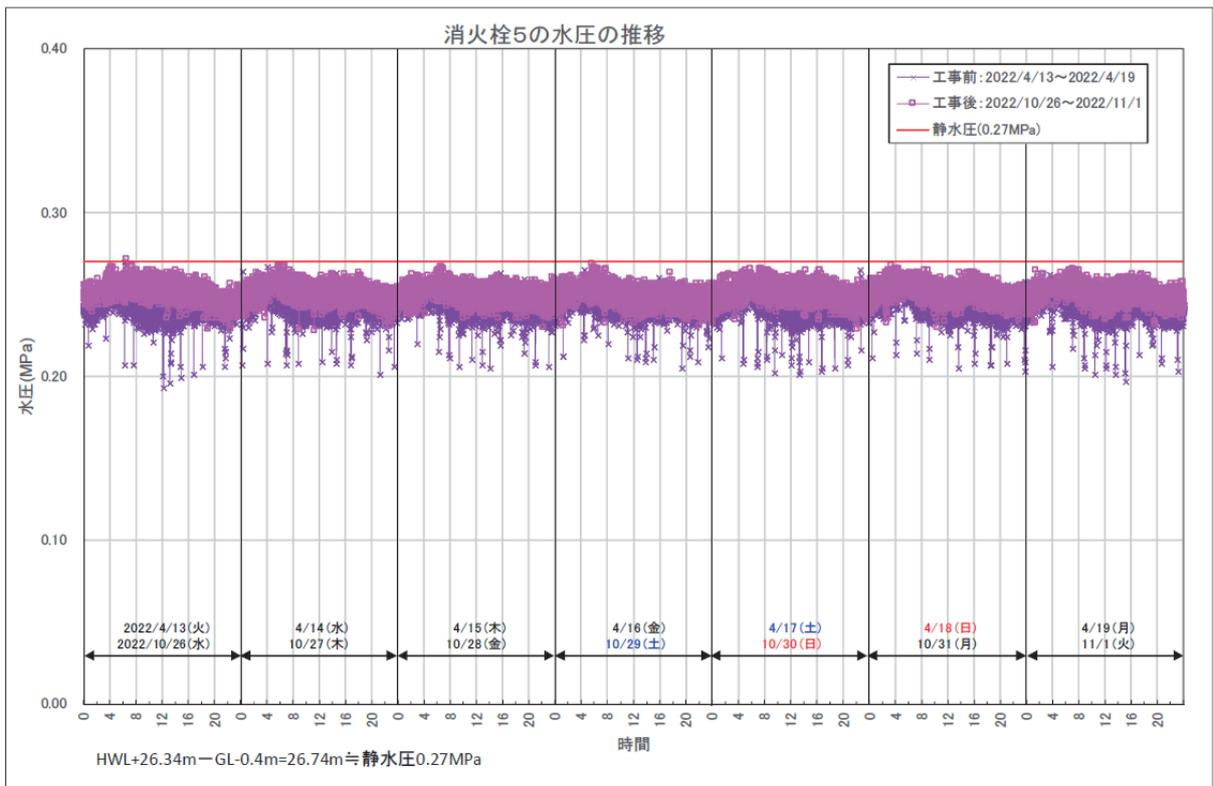


図 2. 5. 3. 34 消火栓 5 の水圧の計測結果(工事前後比較)【B市】

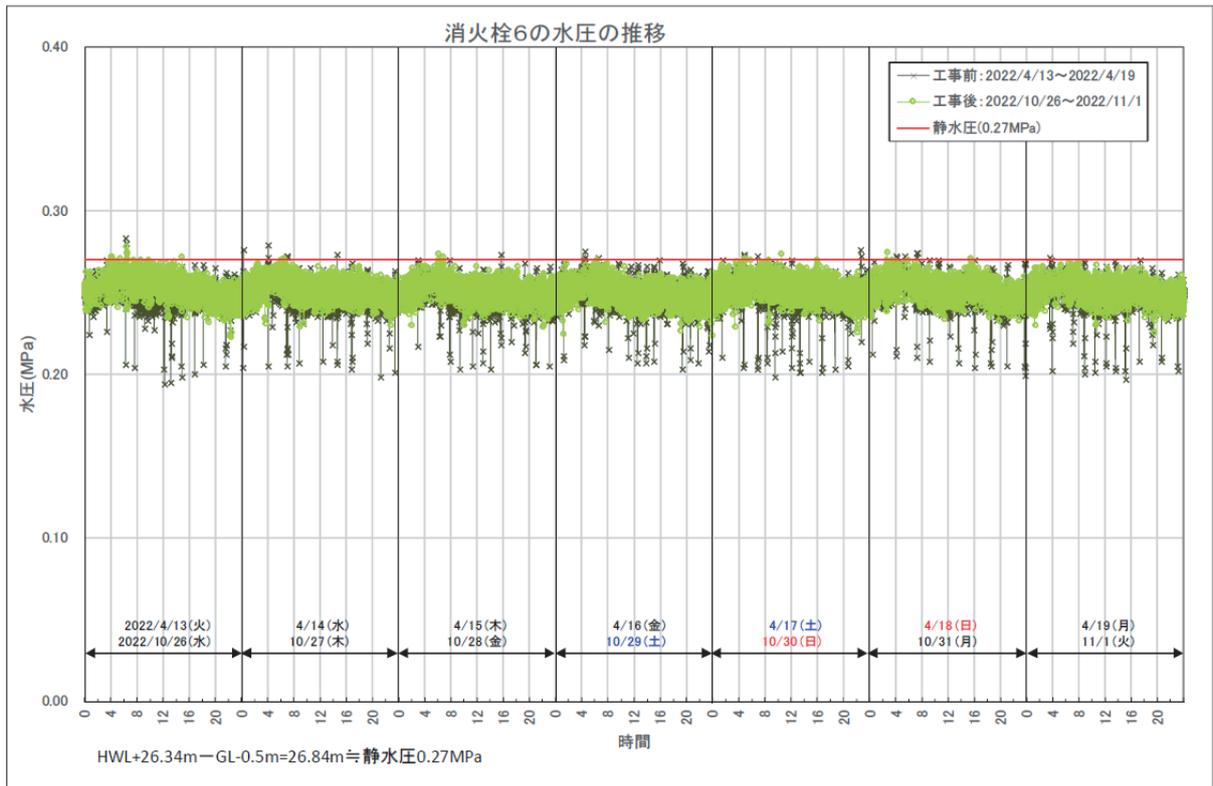


図 2.5.3.35 消火栓 6 の水圧の計測結果(工事前後比較)【B市】

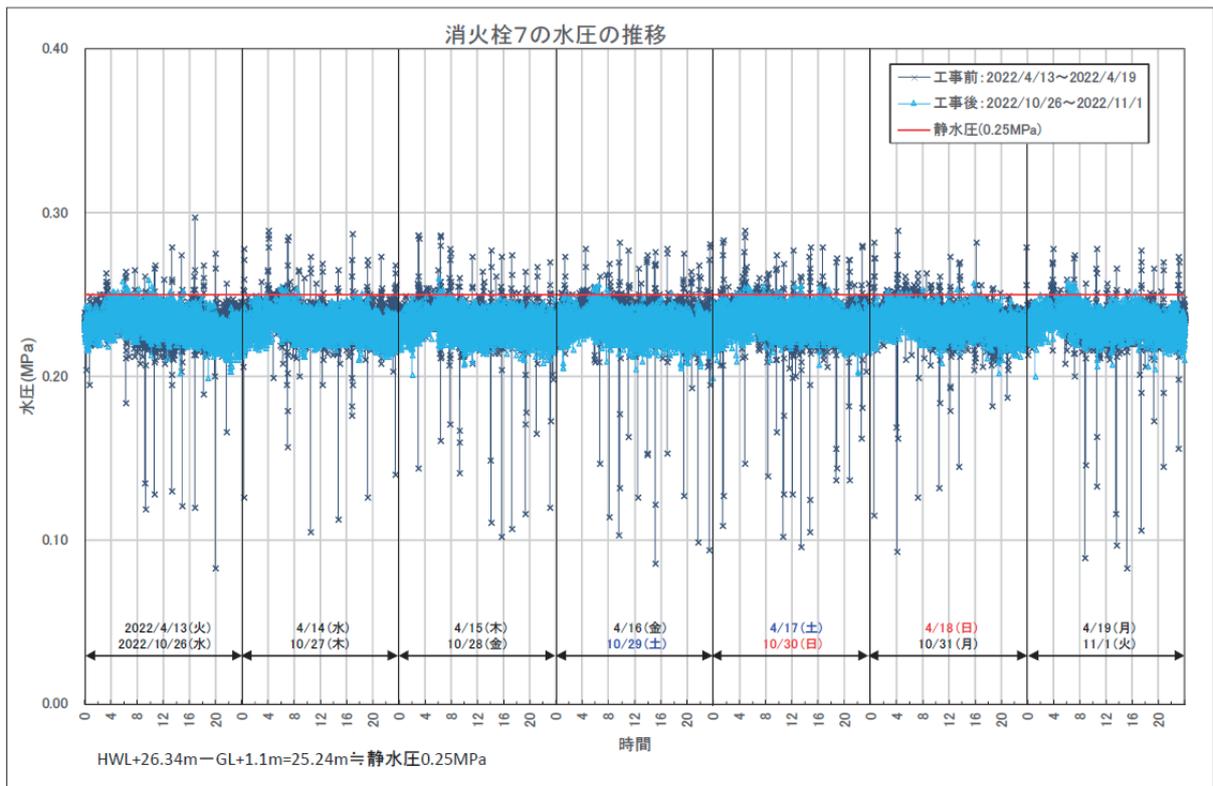


図 2.5.3.36 消火栓 7 の水圧の計測結果(工事前後比較)【B市】

(6) 計測結果(布設替工事前後の比較)の考察

A市A地区、A市B地区、B市の3地区ともに布設替工事前後において水圧の変化は、「工事後に若干減少」、または「変化なし」といった状況であったことから、おおむねスリム化及びダウンサイジングを行うことによる水圧上の支障はないものとする^{※1}。このスリム化及びダウンサイジングにあたっては、事前に水理解析にてスリム化の範囲やダウンサイジング後の口径を設定し、工事前後の水圧の変化は把握する必要があるが、今回の現地計測により、水理解析の結果と計測値に大きな乖離はなかったことから、水理解析の結果に準じ、スリム化やダウンサイジングの管路更新を行うことは、適切な手法であるとする。

※1: 瞬間的な水圧の変化については、布設替工事による影響よりも工事前から生じている状況を把握することが重要とする。

2.5.4. 消防水利に関する調査

(1) ヒアリング事項

企業 WG では管路のスリム化（管路延長の短縮、縮径）を進める際に制約となる消火用水量を整理するに当たり「消防水利の基準」の把握および理解を進めた。「消防水利の基準」を理解する際に、どのような消火栓が基準の適または不適になるのか、企業 WG で表 2.5.4.1～表 2.5.4.3 と図 2.5.4.1 のとおり整理した。

この内容が、消火栓を設置する際の考え方と整合するか、事業体委員から頂いた意見をもとに、消火栓周辺の管路のスリム化が可能であるか、2.5 管網のスリム化に関する研究の検証の判断材料とした。

表 2.5.4.1 消防水利の基準（抜粋）

消防水利の基準
<p>第三条</p> <p>2 消火栓は、呼称六十五の口径を有するもので、<u>直径百五十ミリメートル以上の管に取り付けられていなければならない。ただし、管網の一边が百八十メートル以下となるように配管されている場合は、七十五ミリメートル以上とすることができる。</u></p>

（出典：消防庁ホームページ）

表 2.5.4.2 管網の一边の定義

管網の一边の定義
<p>管網の一边の定義とは、管網の一部が分岐している場合の隣接する分岐点の区間をいう。 （管網の一边は、図 2.5.4.1 の太い黒丸の間の区間）</p>

（出典：消防力の整備指針・消防水利の基準(第2次改訂版)P185～186)

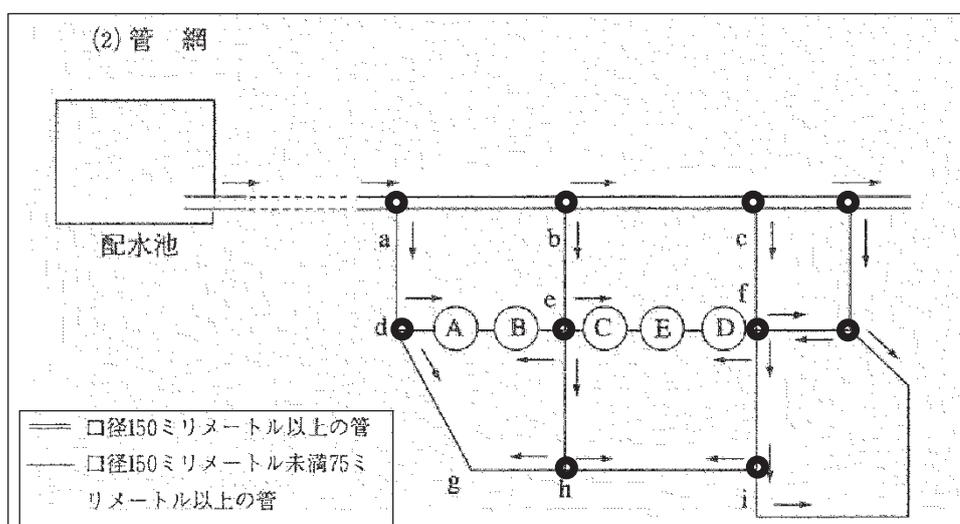


図 2.5.4.1 管網の一边

（出典：消防力の整備指針・消防水利の基準(第2次改訂版)P186）に加筆

表 2.5.4.3 ヒアリング事項

ヒアリング事項

表 2.5.4.1～表 2.5.4.2、図 2.5.4.1 の内容から、どの位置にある消火栓が消防水利の基準を満たすかを図示すると図 2.5.4.2 の内容になると考える。この図 2.5.4.2 に記入した「基準内」「基準外」は、事業体においても同様の位置付けとなるか。

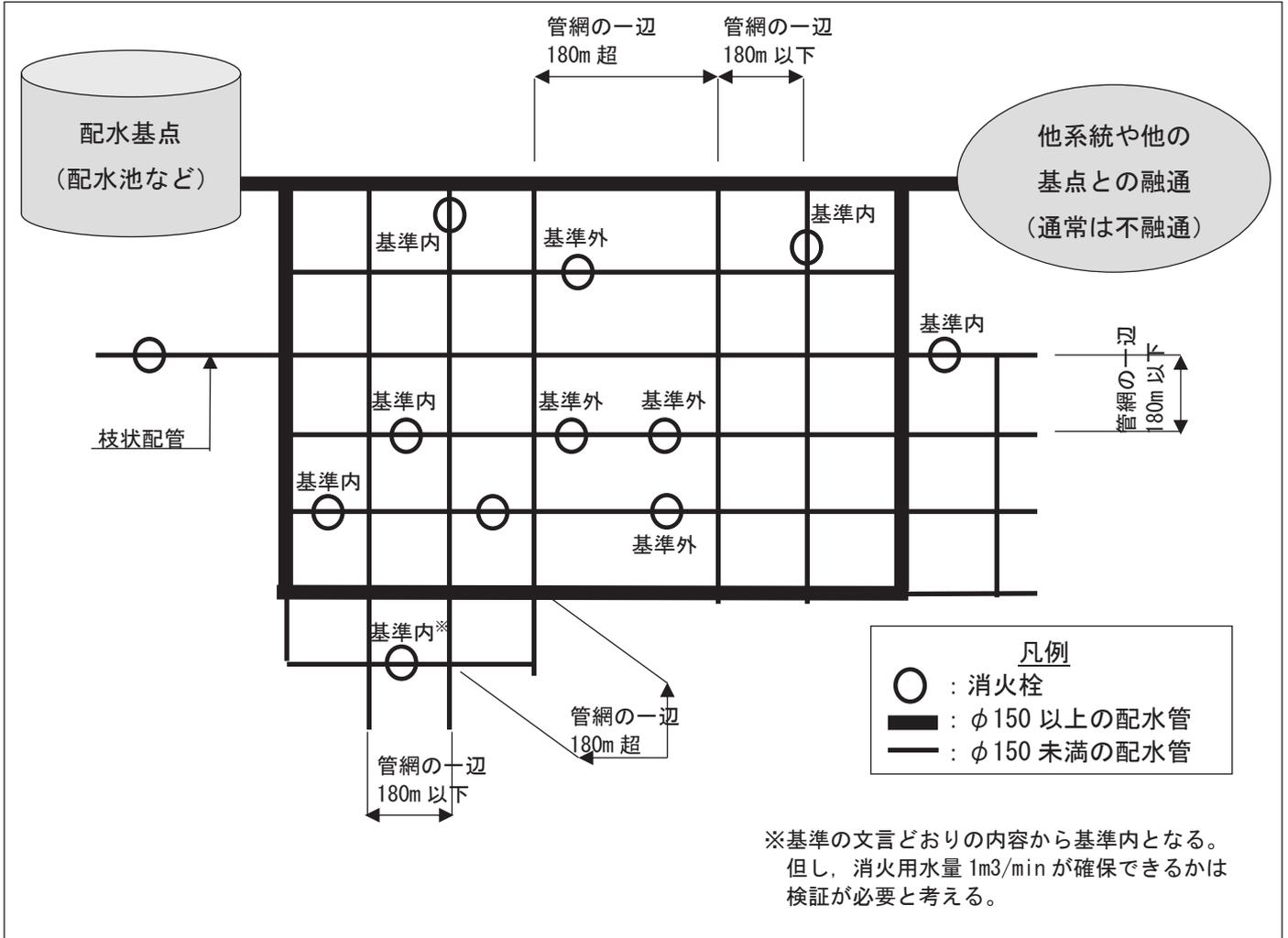


図 2.5.4.2 消防水利の基準を満たす消火栓の位置について (例)

(2) ヒアリング結果

ヒアリングの結果を表 2.5.4.4 に示す。

表 2.5.4.4 消防水利基準に関する意見

回答の内容
神戸市水道局・荒木委員： ①消火栓を設置する配水管としての基準に関しては、資料のとおりと考える。 ②本市でよく議論される内容が、「消火栓の設置間隔の 100～200m」についてであり、場所ごとに消防局へ協議を行い、対応している。 ③市街地に関しては、80m 間隔で消火栓の設置を要望されている。また、消火栓から直線距離（消火栓から半径 80m の円）では基準を満足しているものの、場所によってはホースの延長（路線延長）を鑑みて、追加の設置依頼がある場合もある。 ④本市の場合、各消防署が火事があった際に、「どこに消防車両を設置して、どの消火栓で消火活動を行う」などの戦略を既に立てており、ダウンサイジングにより消火栓を減らす場合、そのような消防側の戦略も踏まえて、協議を行っている。 ⑤本市の実情をモデルに反映する必要はないと思うが、「100～200m の間隔」について、「100m 以内」として取り扱われることが多い。 ⑥いただいた資料の最終頁にあるスリム化のモデル図ですが、各メッシュの 1 辺（1 ブロック）をどれくらいで想定されているかわからないが、100m～200m 間隔で設置する消火栓と φ150mm から分岐して 180m 以内の φ75 以上の配管の間隔を鑑みた場合に、配水支管のメッシュが細かすぎる（多すぎる）ように感じる。
八戸圏域水道企業団・高坂委員：別紙 1 参照。
横浜市水道局・山口委員：別紙 2 参照。
福岡市水道局・中尾委員： ①本市では、消防局との消火栓等負担金に関する協定書に基づき工事毎に消火栓の設置について協議しており、100m 以内の間隔を基準としている。 ②市街地から離れた単純管路や小規模な加圧エリアでは消火水量が見込めない場合もあり、そのような箇所では水理解析やポンプ能力で協議しているが、基本的には、消火栓の設置により特に過大となる管路の増径やポンプの増設等を行っていない。 ③消防局でも消火栓で賄えない場合は、他の水利を使用するなど活動に支障をきたさぬよう準備していると伺っている。
京都市上下水道局・酒井委員：別紙 3 参照。
さいたま市水道局・長瀬委員： ①図の方については、明示のとおり考えている。 ②本市では現在消火栓設置基準の策定に向けて、検討中でありまして、明確にお答え出来る状態ではない。 ③現在の運用については、老朽管更新事業及び配水支管整備事業に合わせて、消防局へ設置の照会を

掛けて、必要な所に設置しているところである。

- ③他の事業体同様に、総務省の基準から逸脱するが、φ75には積極的に設置していないのが、現状である。

広島市水道局・神垣委員：

- ①消防水利の基準については、資料のとおりと考えている。

- ②本市では、原則「消防水利の基準」と「水道施設設計指針」を基に消火栓を設置しているが、(消防局と協議した上で)「消防水利用消火栓」と「管内水の排水など維持管理用に使用する消火栓」を区別していないことから、消火用水量 1m³/min が確保できない場合などは、必要に応じて個別に消防局と協議をしている。このため、本市における消火栓(維持管理用を含む)を設置する際の考え方については、参考にならないと考える。

※基準は理解しているが、維持管理等を総合的に判断し消火栓を設置している。その上で消防水利の基準を満たす消火栓の位置(例)についてですが、頂いた資料のとおりと考えている。

- ③個人的な意見だが、資料の図 2.5.4.2 は消火栓の基準を満たすかの判断をする資料のため、P2に記載してある、管網の1辺(180m以内)に2つの消火栓は基準内、3つ設置した場合は基準外となることが判断できるように消火栓を追加してある資料の方が分かりやすいのではないかと、思った。

- ④消防水利用消火栓の設置か所については、消防水利の基準(第四条別表)により、市街地又は準市街地の防火対象施設から消火栓に至る距離が100~120m以下、これに準ずる地域は140m以下に設けることになっていることから、図 2.5.4.2 を市街地の商業地域であると仮定すると、半径100m以内に設置することとなる。

- ⑤管路のダウンサイジングに際し、基準を満たす消火栓の設置数を最小限とすることが、消火栓周辺の管路口径の制約が緩和されることから、消火栓を中心とした半径100mの円を描くと消防水利用の消火栓設置数減につながると思った。

- ⑥その他の資料は、別紙4参照。

豊中市水道局・岩淵委員：

本市の消火栓設置基準だが、消防水利の基準を基に本市消防本部が以下のように定めている。

- ①消火栓は、原則として消火対象物の敷地の各部分から消防水利に至る水平距離が120m以内となるように設置すること。

- ②消火栓は原則として口径150mm以上の水道管に設けること。ただし、管網の1辺が180m以下となるように配管されている場合は、75mm以上とすることができる。

- ③配水管の形態は、管網の形態となっていること。

- ④管網の形態でない場合は、管網の接続部から180m以内に設置された1個目の消火栓は、有効な消火栓とみなすことができる。

- ⑤実情として、消火栓更新、新設時(管路更新・新設時)には消防と協議し消火栓配置を決めているが、概ね水道施設の維持管理を考慮した消火栓配置でも了承をいただき、一般会計から繰入れ対象としていただいている状況である。かなり密に設置しても了承いただいている。また、φ75での管

回答の内容

更新はほとんど行っていないので（φ50では実施）、消火栓設置はφ100以上で実施している。

⑥消防本部では密に設置された消火栓の中で、火災時に使用する消火栓と使用しない消火栓とで区分していると聞いている。水圧情報等は提供していないため、使用する消火栓については、距離のみで判断されているようである。

表 2.5.4.5 水理解析時の同時開栓数に関する事業体委員の意見

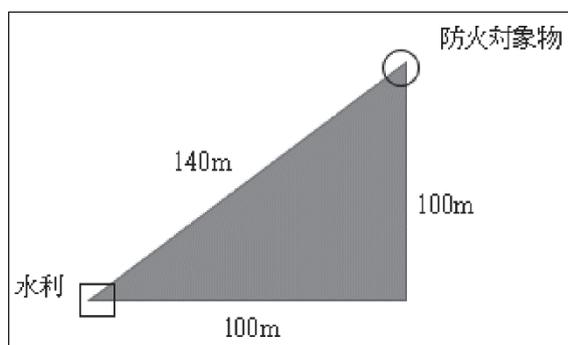
事業体名	水理解析時、同時開栓数を2栓に設定することに対する意見
京都市上下水道局	消火栓同時開栓数を一律2栓に設定するのは、過大だと思う。1栓で負圧にならない程度でも良いのでは。
神戸市水道局	最適な管網・ドラスティックに管網を再構築という観点では、同時開栓数よりも再配置によるところが大きい。現状、比較的流速の流れている路線や地形的に有効な路線に消火栓を再配置することで、スリム化の効果は飛躍的に向上すると考える。企業WGの中でもご検討いただければ。
千葉県企業局	1箇所あたり60m ³ /h程度配水（吸入）
豊中市上下水道局	指針に準ずるとかなり過大となり短縮（スリム化）、ダウンサイジングのボトルネックになると考えられる。FWPや他事業体の消防との協議結果等を聞くと2栓が妥当だと思う。
名古屋市上下水道局	消火栓同時開栓数：シミュレーション対象エリアの給水人口に基づき、設計指針に示されている同時開栓数を適用しては。
新潟市水道局	時間係数K=1.0で2栓開放可
八戸圏域水道企業団	給水人口5万人以下の約7割の水道事業体の実状を最優先に考えるとすれば1栓又は0.5栓（簡易水道の基準）が現実的。消防水利の基準では、例外を除くと消火栓をφ150以上の管に取り付けることになっているが、八戸の導・送・配水管の延長が2,545kmあるうち、約57%の1,463kmがφ100以下の管路である。
仙台市水道局	<p>消防水利の基準に基づき、1栓あたり1m³/分を設定。配水支管網ダウンサイジングの検討に際し、本市消防当局と消火栓の同時開栓数について協議。当初は、消防当局が参考に行っている書籍である「逐条問答、消防力の整備指針・消防水利の基準（消防力の整備指針研究会編集）」を根拠として、”消火栓の同時5栓開栓が可能な管網”を要求されたが、市街地と中山間地とでは、水理解析条件に大きな違いがあるため、2パターンに分けて解析条件を設定することにした。（本市消防当局と協議し了承済み）</p> <p>○管網を形成している市街地</p> <p>本市の過去5年間の実際の火災における消火栓使用実績では、消火栓の3栓同時開栓までで9割以上の火災に対応できていた。よって、配水ブロック末</p>

	<p>端や設置位置の標高が高い等、条件の悪い消火栓であっても、3栓同時開栓が可能な管網構築を目指す。</p> <p>○管網を形成していない中山間地等</p> <p>中山間地等では、消防庁基準に準拠すると配水支管径が過大となり、不経済なうえ停滞水が問題。このため消火栓は同時開栓せず、1栓開栓を基本条件とし、水利解析の結果、負圧が発生する路線があれば「簡易水道等国庫補助事業に係る施設基準」の1栓あたり0.5m³/分を準用することで負圧が発生しない管網を構築する。</p>
倉敷市水道局	火災発生時の同時開栓数はφ65単口消火栓2栓（1栓あたり0.50m ³ /min）を想定して水利解析を実施している。
札幌市水道局	水道施設設計指針2012（P435）表7.1.2の人口別消火用水量や地域の実情を踏まえ、同時開栓数を設定し、負圧とならないことを確認している。
東京都水道局	配水管の受持つ給水区域内の計画給水人口が10万人以上であるため、設計指針に基づき、消化用水量は考慮していない。

【別紙 1】

八戸圏域水道企業団は、1市6町から構成されています。

消火栓の設置間隔については、消防水利の基準第4条の規定に基づき、八戸市内(市街地又は準市街地)を半径120m以下、八戸市の一部地域と6町(市街地又は準市街地以外の地域)を半径140m以下としています。



以前、消防との協議で、無理のない放水を継続するため、ホース延長本数10本(約200m)以内、消防水利から防火対象物までの直線距離の最大を140mとしていることを確認しました。

管網の一边が180m以下となるように配管されている場合は、75mm以上とすることができることについてですが、横浜市さんのご意見にもあるとおり、ループを形成している管路における考え方であり、単線管路には適用できません。また、対象となる地区の静水頭により前提条件が異なるため、注意事項として記載した方が良いと思います。当企業団の場合、消火栓設置は口径 $\phi 100$ 以上を基本としており、 $\phi 75$ は積極的に設置していないのが現状であるため、個別に水理解析を行い判断していくことになります。

中小規模の現状を伝えるため補足しますと、昭和61年に11市町村10事業体の統合により業務を開始した当企業団では、統合になった10の水道事業体の中に簡易水道も含まれており、元々簡易水道の基準(簡易水道等国庫補助事業にかかる施設基準、小規模水道で使用する消火栓の使用水量 $30\text{m}^3/\text{h}$)で施設整備されていた地域は、消火用水に関して十分な管網能力を有していません。

様々な協議を経て、消火栓設置は口径 $\phi 100$ 以上を基本として、現在も $\phi 75$ は積極的に設置していません。当企業団が定める消火栓設置基準要綱では、双口消火栓は $\phi 200$ 以上、単口消火栓は $\phi 100$ 以上から分岐、行き止まりの管路の場合は、原則として口径 $\phi 100$ の場合は1基とすることなどを定めています。また、現状を把握するため、全ての消火栓を水理解析し能力評価を実施しました。

簡易水道の基準で施設整備された地域については単線管路が多いと思いますので、今回の例とは別に考える必要があると考えます。

【別紙 2】

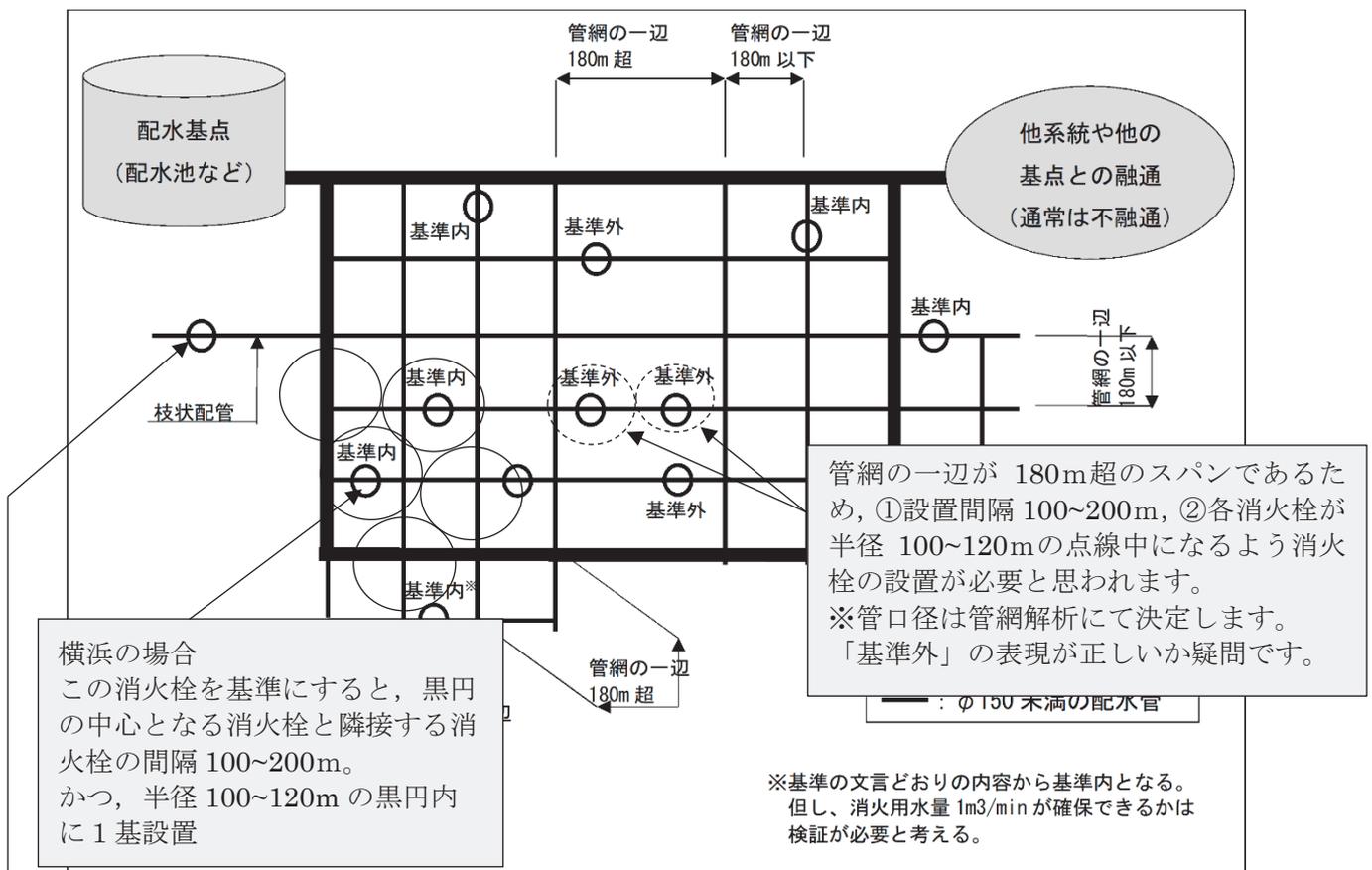
消防局とは「消火栓の設置及び維持管理に関する協定書」を締結しており、この協定において、消防水利の基準及び水道施設設計指針に基づくとしています。

したがって、消火栓の設置は、①100~200m 間隔を目安とし、②次の有効範囲（都市計画法の用途地域別）の周辺地域を包含するようにしています。

- ・商業地域、近隣商業地域、工業地域、工業専用地域・・・半径 100m
- ・その他の用途地域及び市街化調整区域・・・半径 120m

φ75mm 以上に消火栓を設置する際の「管網の一边が 180m 以下」については、ループを形成している管路における考え方であり、ご提示いただいた図のとおりと解釈しています。

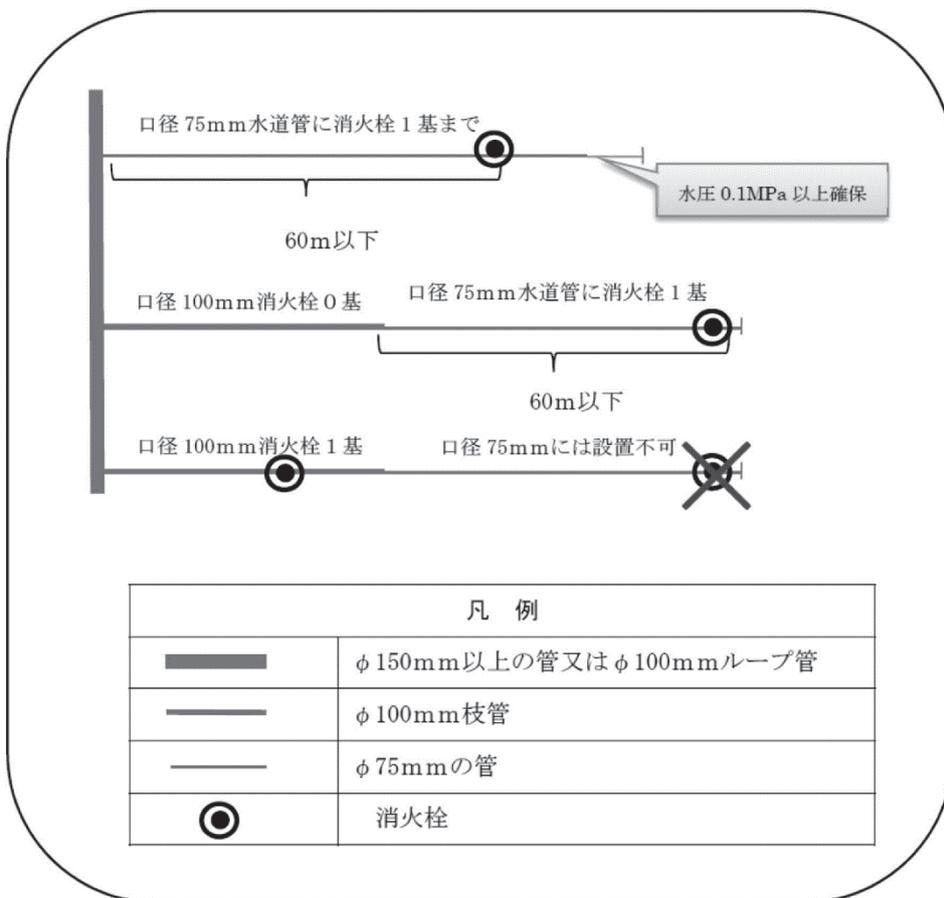
しかし、図中の消火栓の位置については、若干の疑問があったため、下図のとおりコメントさせていただきました。（メッシュが細くなると「消火栓の設置位置」や「基準外・内」の表現が難しくなります。）



なお、本市では、ダウンサイジングや管路延長を短くすること（ループを切る）に伴い、樹枝状管路の φ75mm への消火栓設置について、消防局立ち合いにより実施した実証実験の結果から、消防局の合意により次頁を基本として取り扱っています。

管口径 75mmの水道管に消火栓を設置する場合は、消火活動に支障を来すことのないよう、以下の条件を遵守すること。(図-1 参照)

- (1) 口径 75mmの水道管に設置することができる消火栓の個数は1基とする。
- (2) 消火栓を毎分 1 m³ (1,000ℓ) 放水した場合における下流(二次側)水道配管の水圧は 0.1MPa 以上確保する。
- (3) 口径 75mm水道管の消火栓までの延長距離は 60m以下とする。
ただし、現地の高低差等の状況により、60m以上とする場合は別途協議することができる。
- (4) 口径 75mm水道管の上流(一次側)分岐本管が 100mmの枝状配管の場合は、当該 100mmの枝状配管には消火栓が設置されていないこと。(100mmの枝状配管に消火栓が設置されている場合は、口径 75mm水道管への消火栓の設置は不可とする。)



(図-1) 管口径 75mm水道管への消火栓設置条件

出典：樹枝状管路 ϕ 75mm への消火栓設置について (横浜市水道局)

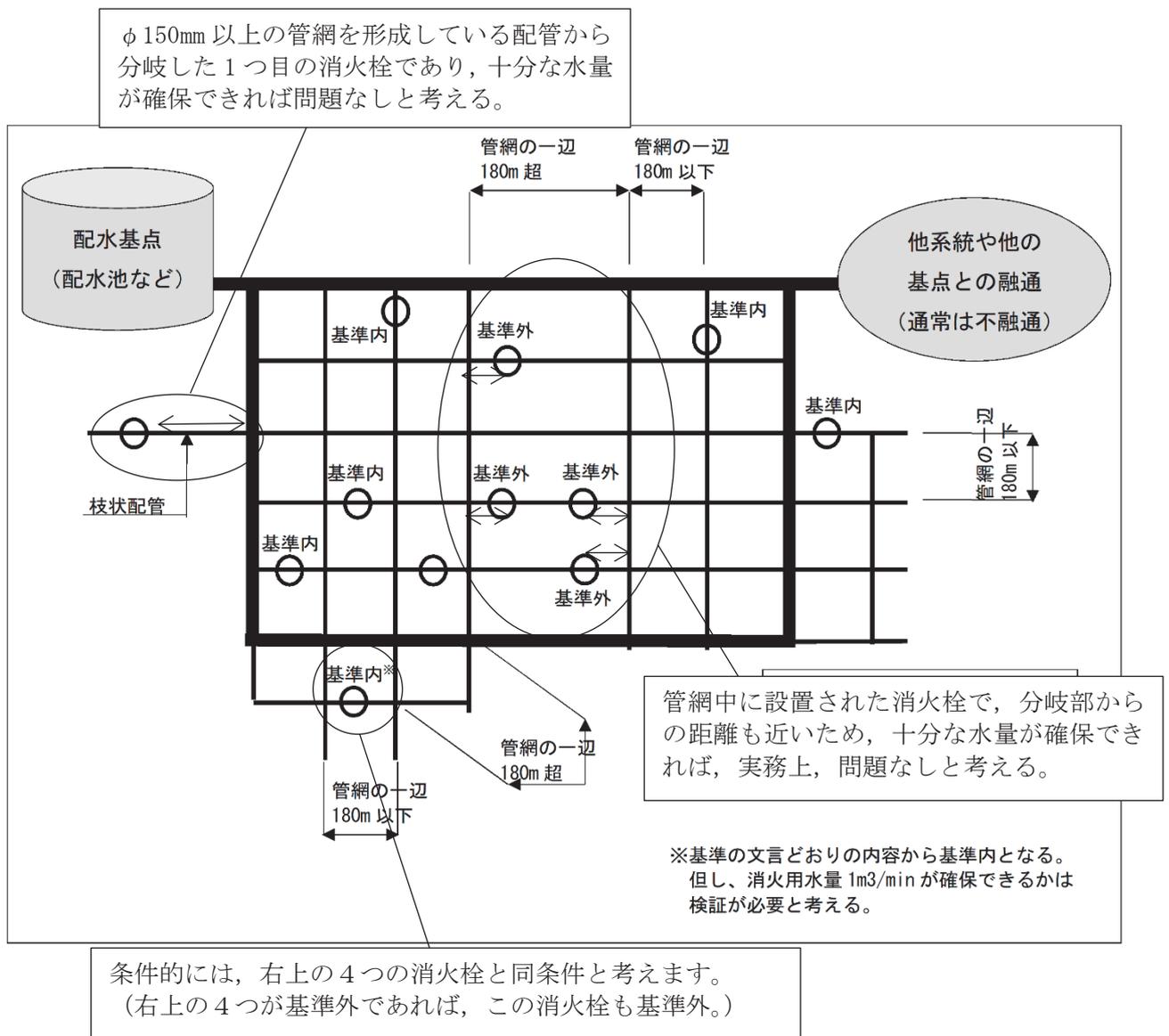
【別紙 3】

消火栓の設置については、「消防水利の基準」を基本としたうえで、別添の本市の水道施設技術基準により、現場条件等も踏まえて検討を行っている。

本市の技術基準にある通り、 $\phi 75\text{mm}$ 以上の配水管の末端部には基本的に消火栓を設置することとしており、横浜市さんと同様、 $\phi 75\text{mm}$ の枝状配管であっても、管網から分岐後 1 つ目の消火栓で、「消防水利の基準」に示された水量を確保できると考えられる場合には、消火栓を設置している。

そのため、下図において「基準外」と表現された 5 つの消火栓については、「消防水利の基準」に則れば判断に迷うところですが、実務上は、十分な放水量が確保できれば問題ないものと考えています。

なお、本市では、現状、配水管更新の際、「消防水利の基準」を満たさなくなるようなダウンサイジング（例えば既設 $\phi 150$ から $\phi 100$ に減径）は、基本的に行わないこととしております。



ウ 消火栓

配水管の消火栓の設置は、次の各項を考慮することが望ましい。

- ① 道路の交差点，分岐点付近等の消防活動に便利な箇所に設置する。
- ② 途中においても沿線の建物状況及び消防ホースの延長の限度等を配慮し，基本的に100～120m間隔に設置する。

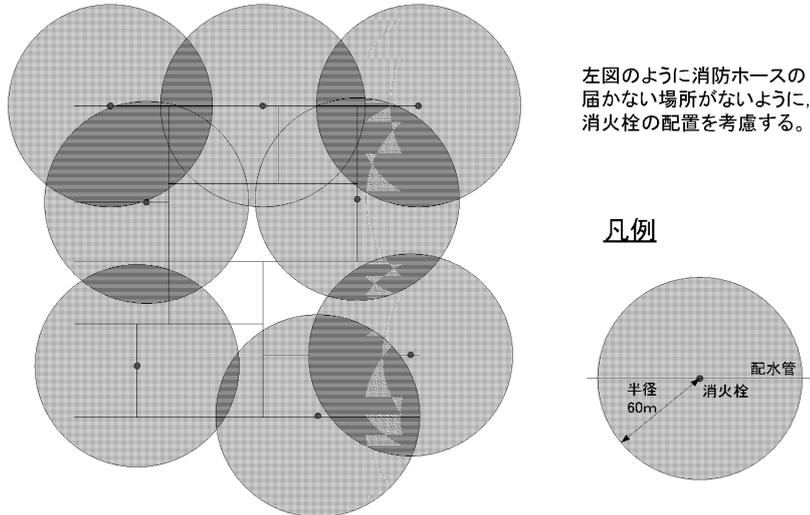


図3-11 消火栓の設置例

- ③ 原則として， $\phi 300\text{mm}$ 以下の配水管に取付ける。
- ④ 管内洗浄のため，1断水区域内には必ず1箇所以上取付ける。
- ⑤ 行き止まり管の末端には，必ず取付ける。
- ⑥ 消火栓に取付ける補修弁は，原則としてキャップ式補修弁を使用するものとする。ただし，次のケースはレバー式補修弁を使用する。
 - ・洗浄用消火栓に取付ける場合。
 - ・土被りが深い（フランジ短管2個以上で，フランジ短管の合計高さが $H=400\text{mm}$ 以上（仕切弁操作キーが届かないため））場合にフランジ付丁字管の直上に取付ける補修弁
- ⑦ 道路交通法により，消火栓付近5m以内は駐車禁止とされているため，必要に応じて，設置位置について付近の住民と協議を行う。

出典：水道施設技術基準（京都市上下水道局）

2.6 総括

2.6.1 適正な管路構築

人口減少下における維持管理を検証するにあたり、現状の維持管理における負担度合や課題を把握するためアンケートおよび事業者へのヒアリングを実施した。これらにより、給水人口による事業者規模で負担度合や、維持管理業務における苦労や工夫に関するコメントから維持管理の実情、課題を把握した。またクロス集計による分析やアンケート回答より老朽管の管路更新が維持管理の負担軽減につながることを、さらに口径の縮径や管路延長の短縮を考慮した管路更新が維持管理の負担軽減につながる有効策のひとつであることを認識した。

2.6.2 再構築プロセス

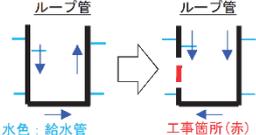
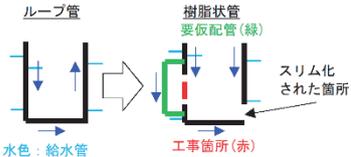
人口減少下における維持管理の負担軽減につながる管路更新方法として、「管路更新を含む管路の維持管理の負担軽減を目的とし、配水や給水に支障のない範囲で管路のネットワーク構造を見直し、配水管路の短縮や縮径を図る」ことを管網のスリム化と定義し、検証を行った。本研究におけるモデルによるシミュレーションでは、スリム化を考慮した場合でも水供給における水圧や残留塩素の確保も問題はなく、更新工事費においても一定の効果があるとの結果を得た。

また、シミュレーション上での確認だけではなく、実管路において管路短縮を含めた管路更新を行った現場での水圧計測も行った。工事前後において大きな水圧の変化は見られなかったことから、事前にシミュレーション等による検証を行った上で、スリム化を考慮した管網に更新すれば水圧において水供給に支障はないことが確認できた。

表 2.6.1 に管路更新方法の違いによるメリット・デメリットを示す。今回、スリム化での管路更新を検証し効果を確認したが、管網形態は多種多様であり、今回のスリム化のパターンで更新した場合が今後の管路更新において最適であるかどうかは、さらなる検証が必要であると考え。以下に、今後検討する必要があると考える課題を示す。

- ・検証する管網の種類（今回は1パターンのブロック管網を対象としたケースでしか検証していない）
- ・スリム化対象の選択方法（自動的にスリム化できる管路を判定できない）
- ・2条管路を1条にするような管路の短縮の検証などの管路短縮の手法
- ・スリム化に対する評価方法（維持管理の負担の指標化・定量化、冗長性に対する評価）
- ・消防水利に関する整理（必要消火栓数など）

表 2.6.1 管路更新方法の違いによるメリット・デメリット

		方法①.単純更新	方法②.ダウンサイジング(縮径)による更新	方法③.スリム化(短縮)による更新
概要	口径	現状管路と同口径で更新	現状管路から縮径して更新 ^{※1}	現状管路から基本的に縮径して更新. 但し, 増径となる管路もある. ^{※1}
	延長	現状管路と同延長で更新	同左	現状管路から短縮して更新
	耐震性	布設替え管は, 全て耐震管	同左	同左
・施工前の検討・調整事項				
工事発注前の事前検討		従来どおり.	—	管網の機能別にスリム化(短縮)が可能な管路の選出
		—	必要な水圧と消火用水量を確認するための水解析が必要. (現状と更新後モデルが対象)	同左
消防部局との調整		—	必要	必要
配管更新工事の施工性	概要	基本的に延長, 配管口径は変わらない.	延長は変わらず, 口径の小さい配管を布設する.	延長は短く口径の小さい配管を布設する. スリム化の該当箇所は, 更新が不要となる.
	施工性	現状の管網を維持しながら施工が可能.	ダウンサイジングによる流向の変化による濁水等を最小限とするよう施工順序の検討が必要.	同左
・効果				
管路の冗長性(能力の余裕 ^{※2})		1)高い(人口減少に伴い, 管路内の余裕水量は増加. 給水用・消防用として, 利用できる水量が多い) 2)工場地帯やタワーマンションが建設されるなどの極端な水需要の増加にも即対応できる.	方法①より低い. 現状の給水量を最大値と考えている.	全て縮径となる場合, 方法②より低い. 現状の給水量を最大値と考えている. 管路自体がない場合もある. (増径管路がある場合は, この限りではない)
消防機能		現状維持(使用時に濁水が発生するリスクは増える)	消火用水量は確保する(但し, 水圧低下等あり)	同左
水質の安全性		1)人口増加等の時期に整備された配管のため, 口径が過大の場合が多く, 管内水が滞留し, 最も劣化しやすい. 2)更新後は100年近く使用するため, 人口・水需要減少に対する水質維持が課題.	1)ダウンサイジングにより管内水量が減少するため, 方法①より滞留しにくい. 2)バルブ等で管路を区切ることで, 人口・水需要減少に対する一定の水質維持は可能.	1)スリム化により方法②より管内水量が若干減少するため, 滞留しにくい. ^{※3} 2)管網の構成が変わることで, 人口・水需要減少に対する一定の水質維持は可能. 3)樹枝状, 行止管となる管路については滞留水等に留意が必要.
管路事故に伴う急な断水等への対応		ループ化により, 断水エリアを方法③に比べ, 小さくできる.	同左	ループ化されていない管路は, 断水となる. 1)早期の復旧が困難な水橋等がある管路を樹枝状管路とする場合, 断水の影響が大きくなる. 2)更新計画時に断水事故の場合のエリアを想定して整備することが重要.
更新後, その次の管路更新時における施工性		断水連絡(接続)工事を基本としている事業体で, ある程度配水管のループが形成されている地域でのスリム化は, 仮配管は必要なく, 断水による大きな影響なく更新が可能である.(事前にドレン等の赤水対策は必要) 	同左	更新後は樹枝状管となるため, 更新箇所より下流側へは仮配管により通水を確保する必要がある. 

	方法①. 単純更新	方法②. ダウンサイジング(縮径)による更新	方法③. スリム化(短縮)による更新
維持管理性	1) 維持管理の対象管路の延長は、既存管路と変わらない。 2) 口径が水需要に対して、過大な場合、維持管理の手間が増加する。	1) 同左 2) 普段使用しない管路（ブロック化での閉止管路）への維持管理が課題。	1) 維持管理の対象管路の延長は、最短となる。 2) 流向や水理的な影響範囲がよりわかりやすくなる。
工事発注時の対応	1) 工事範囲（布設替え延長）を決める必要がある。	1) 工事範囲（布設替え延長） 2) 縮径後の口径を決める必要がある。	1) 工事範囲（布設替え延長） 2) ループ管路を切断する箇所 3) 縮径後の口径を決める必要がある。 ^{※4}
経 済 性	概算工事費 ^{※5}	・モデル管網：1,582百万円	・モデル管網：1,356百万円 (既設管撤去の費用は含まない)
	残塩濃度の維持の排水費用 ^{※6}	・モデル管網：5.244百万円/年×60年=314.64百万円	・モデル管網：5.245百万円/年×60年=314.7百万円
	計 ^{※7}	・モデル管網：1,897百万円 高価	・モデル管網：1,671百万円 方法②より安価。(最安価) (方法①との差額 226百万円)

注釈事項

※1：配水本管は基本的に縮径の対象外とし、配水支管を縮径の対象とする。（但し、配水支管のみの縮径より、配水本管を含めた縮径の方が、水理面や経済性等、総合的に有利となる場合は、配水本管も縮径を可とする）

※2：極端な需要増への対応等。

※3：スリム化により構築された末端管路においては、スリム化以前より停滞水が発生する可能性があるため、この限りではない。

※4：管路更新におけるスリム化手法は、長所も多いが下記のような短所も考えられるため、採用にあたっては、事業者がそれぞれの事情を踏まえつつ、長所・短所を理解し、関係者と共通認識を持つこと重要である。

- 1) 計画や工事の実績が少ない。
- 2) 計画時に現在および将来の水需要に基づく詳細な水理計算が必要になる。
- 3) ループ管路を切断する箇所によっては、流向が変わり、赤水等の恐れが生じる。
- 4) 災害時や事故時等における断水リスクが拡大する場合がある。

※5 出典：報告書 表 4.1.4.20（60年間、税抜）。

※6 出典：報告書 表 4.1.4.22（排水費+人件費）

※7：方法①②③の費用差は、大きな金額ではないが、スリム化は方法①②に比べコスト縮減を可能とする更新手法として捉える。

3. 水道管路のリスク対応と 付帯情報の効果的活用に関する研究

3. 水道管路のリスク対応と付帯情報の効果的活用に関する研究

3.1 研究概要

我が国の水道管路は、老朽化の進行や耐震化の遅れなどの課題に直面しており、平常時における漏水事故の多発、自然災害時における断水の長期化等のリスクを抱えている。管路更新率、耐震化率が伸び悩む中、これらの安定給水を阻害するリスクは水道事業者等にとって喫緊の課題であり、早期の解決策が求められる。

そこで本研究では、「予防保全型の維持管理」及び「自然災害に備えた事前準備」に着目して、水道事業者等の現状の取組に関する評価ツールと今後の対策検討を支援する事例集から平常時における水道管路の維持管理や自然災害時における水道施設の早期復旧に寄与する成果を得ることを目的に種々検討した。

(1) 付帯情報の効果的活用に関する研究（情報活用サブWG）

水道管路の老朽化が進む中、水道管路は常時、安定給水を継続しなければならない。そのためには既設管路の適切な維持管理が必要であり、職員減少の問題も踏まえると効率的な維持管理も求められている。

本研究では、水道事業者等が実施する既設管路の維持管理について現状把握を行い、その結果からレベルアップを支援する評価ツール「水道管路維持管理評価支援ツール」を開発するために以下の手順で検討した。

- 1) 研究テーマと成果目標の決定
- 2) 水道管路維持管理評価支援ツールの開発（基礎検討）
- 3) 水道管路維持管理評価支援ツールの開発（具体的検討）

(2) 水道管路のリスク対応に関する研究（災害対応サブWG）

近年、比較的規模の大きな自然災害が頻発する中、災害による断水の回避、あるいは断水した場合の迅速な給水量の確保に向けたリスク対策は重要度を増している。

本研究では、大規模災害時に一刻も早く被災前の給水量に戻すことを可能とする、災害に備えた事前準備について、現状の準備状況から最適な準備状況へレベルアップ支援できる評価ツール「災害対応評価支援ツール」を開発するために以下の手順で検討した。

- 1) 研究テーマと成果目標の決定
- 2) 災害対応評価支援ツールの開発（基礎検討）
- 3) 災害対策評価支援ツールの開発（具体的検討）

3.2 研究内容

(1) 付帯情報の効果的活用に関する研究（情報活用サブ WG）

本研究の研究フローを図 3.2.1.1、検討手順を表 3.2.1.1 に示す。

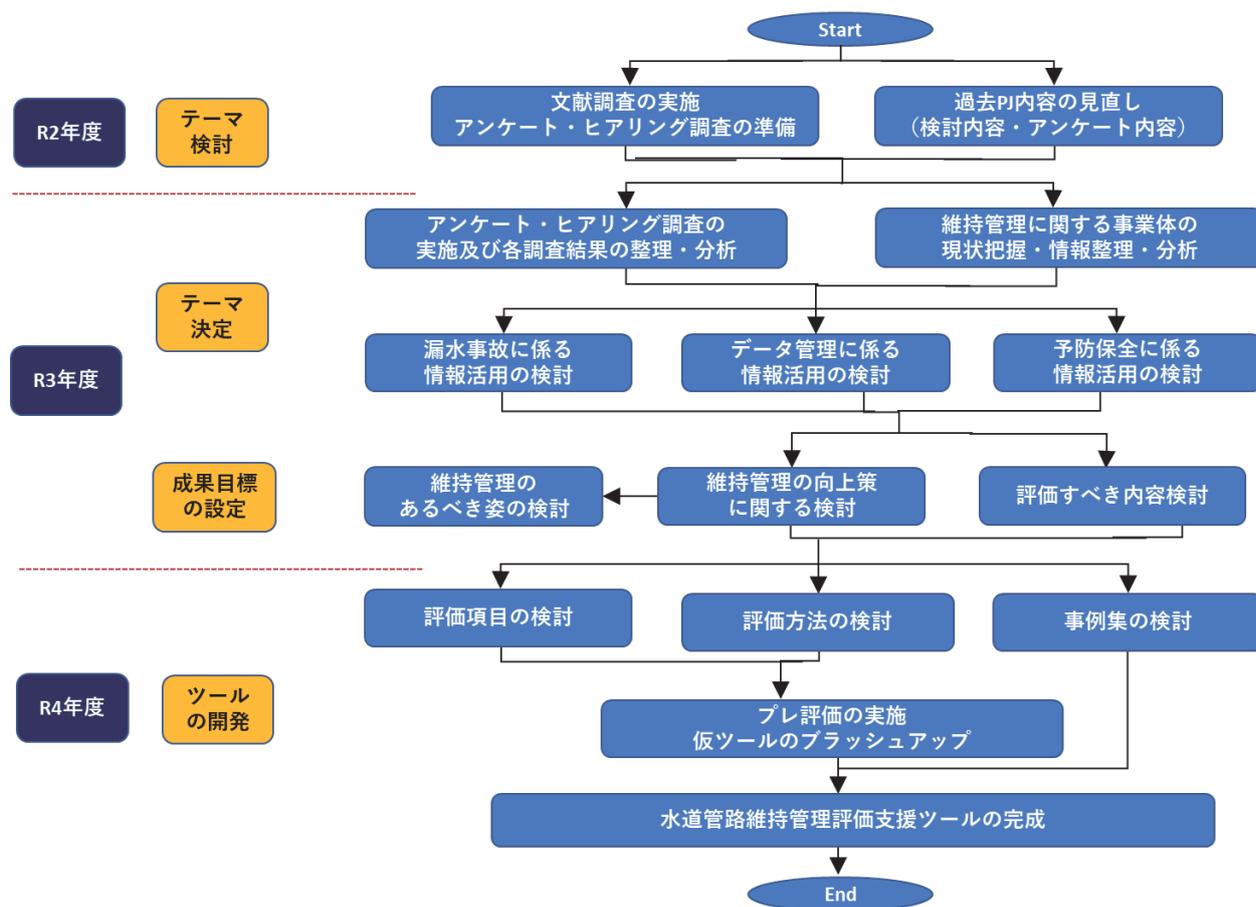


図 3.2.1.1 研究フロー（情報活用サブ WG）

表 3.2.1.1 検討手順（情報活用サブWG）

年度	研究過程	内容
R2	テーマ検討	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 過去のプロジェクト成果の見直し調査 ◆ 過去のプロジェクトで実施したアンケート結果の見直し調査 ◆ 文献調査 ◆ 各調査で得た情報の整理・分析 ◆ アンケート調査(準備)
R3	テーマ決定	<ul style="list-style-type: none"> ◆ アンケート調査(実施) ◆ 事業体の維持管理情報の収集(現状把握) ◆ 課題整理 ◆ 各種情報の整理・分析(漏水事故、維持管理情報、予防保全の観点で整理)
	成果目標の設定	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 維持管理のあるべき姿の検討 ◆ 本研究で提案すべき内容検討(情報活用促進、予防保全への転換促進) ◆ 現状把握(評価)からレベルアップ支援(事例集)のできるツール開発
R4	ツール開発 (基礎検討)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 評価項目の検討(維持管理に必要な項目とは何か) ◆ 評価方法の検討(容易で分かりやすく現状把握できる評価方法とは何か) ◆ 評価結果の見せ方検討(得られた結果は何を意味するのか) ◆ 事例集の検討(どのような事例が役立つのか)
	ツール開発 (具体的検討)	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 試作ツールの開発 ◆ プレ評価の準備(事業体委員との意見交換) ◆ プレ評価の実施(事業体委員との意見交換) ◆ 成果ツールの開発(プレ評価結果を踏まえて)

1) テーマ検討・決定と成果目標の設定

全国の水道事業者等を対象としたアンケート調査結果、ヒアリング調査結果、文献調査及び過去のプロジェクトで検討した研究内容の見直し等から研究すべきテーマと成果目標について検討した。検討の結果、既設管路を対象とした「水道管路維持管理評価支援ツールの開発」を研究テーマとし、成果目標として維持管理の評価から現状把握ができ、その結果から事例集を参考にレベルアップ支援できる評価ツールを検討することとした。

2) ツールの開発（基礎検討）

各種調査結果を踏まえ、評価ツールの内容について検討した。検討の結果、以下の内容を基本として進めることとした。なお、水道管路を対象にやるべき維持管理は、全国の水道事業者等で共通と考え、本ツールでは直接評価を採用した。

- ・ 評価項目：水道維持管理指針 2016 から引用
- ・ 評価方法：目標設定、現状評価とも直接評価（択一式）
- ・ 事例集：ガイドライン・マニュアル等、ヒアリング事例集、管路帳票・記録項目例、参考文献・論文等で構成（214 事例）
- ・ 活用シーン：セルフチェックを想定
- ・ 評価対象：給水人口 25 万人未満の水道事業者等を想定（水道統計の給水人口区分）
- ・ 対象施設：既設の送・配水管路（弁栓類含む）

3) ツールの開発（具体的検討）

基礎検討の内容を踏まえ、評価ツールの具体的な内容について検討した。検討の結果、以下のフロー（構成）となるツール開発を進め、仮ツールで事業体委員をはじめとする水道事業者等にプレ評価をお願いし、ユーザー目線の意見を取り入れながら、より完成度の高い成果ツールを目指した。

手順 1：評価条件の入力・選択

- ・回答者情報の入力（都道府県、事業体名、所属部署、役職、経験年数）
- ・所管施設、調査方法、保全方法の選択、評価したい項目の選択

手順 2：目標設定（施設管理目標）

- ・任意の期間に達成すべき目標を設定（択一式）

手順 3：現状評価（実際の実施状況）

※手順 2、手順 3 は設問単位で実施

- ・現状の達成状況を評価（択一式）

手順 4：評価結果

- ・レーダーチャートから目標と現状のギャップを確認
- ・事例集一覧から参考にしたい情報を選択

手順 5：レベルアップ支援

- ・事例内容を参考にレベルアップの検討

(2) 水道管路のリスク対応に関する研究（災害対応サブ WG）

本研究の研究フローを図 3.2.2.1、検討手順を表 3.2.2.1 に示す。

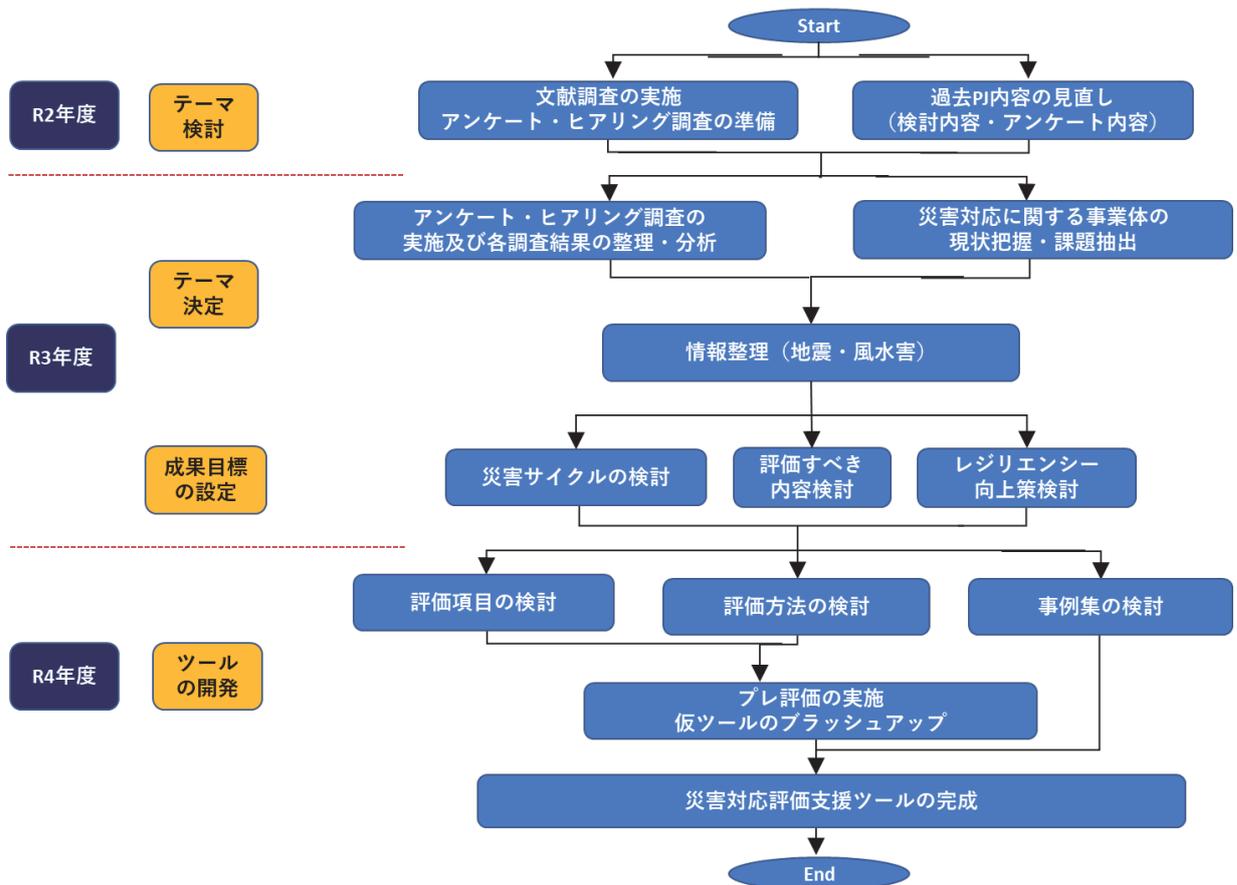


図 3.2.2.1 研究フロー（災害対応サブWG）

表 3.2.2.1 検討手順（災害対応サブWG）

年度	研究過程	内容
R2	テーマ検討	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 過去のプロジェクト成果の見直し調査 ◆ 文献調査 ◆ ヒアリング調査（準備） ◆ アンケート調査（準備）
R3	テーマ決定	<ul style="list-style-type: none"> ◆ アンケート調査（実施） ◆ ヒアリング調査（実施） ◆ 課題整理 ◆ 各種情報の整理・分析（対象：地震と風水害）
	成果目標の設定	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 災害対応サイクルの検討 ◆ 研究成果で提案すべき内容の検討（早期に被災前の給水量に戻す準備） ◆ 現状把握（評価）からレベルアップ支援（事例集）のできるツール開発
R4	ツール開発 （基礎検討）	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 評価項目の検討（災害対応に必要な項目とは何か） ◆ 評価方法の検討（容易で分かりやすく現状把握できる評価方法とは何か） ◆ 評価結果の見せ方検討（得られた結果は何を意味するのか） ◆ 事例集の検討（どのような事例が役立つのか）
	ツール開発 （具体的検討）	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 試作ツールの開発 ◆ プレ評価の準備（事業体委員との意見交換） ◆ プレ評価の実施（事業体委員との意見交換） ◆ 成果ツールの開発（プレ評価結果を踏まえて）

1) テーマ検討・決定と成果目標の設定

全国の水道事業者等を対象としたアンケート調査結果、ヒアリング調査結果、文献調査及び過去のプロジェクトで検討した研究内容の見直し等から研究すべきテーマと成果目標について検討した。検討の結果、既設の水道施設を対象として、地震と風水害への備えについて評価できる「災害対応評価支援ツールの開発」を研究テーマとし、成果目標として災害対応の事前準備の現状把握ができ、その評価結果から事例集でレベルアップ支援ができる評価ツールを検討することとした。

2) ツールの開発（基礎検討）

各種調査結果を踏まえ、評価ツールの内容について検討した。検討の結果、以下の内容を基本として進めることとした。なお、評価方法は、水道事業者等の状況（規模、地域等）を反映できるように、重要度評価として評価項目の重み付けができる階層分析法を採用した。

- ・評価項目：水道の耐震化計画等策定指針から引用
- ・評価方法：階層分析法（重要度評価）、直接評価（達成度評価）
- ・事例集：水道事業者等の実施事例（201事例）
- ・活用シーン：セルフチェックを想定
- ・評価対象：給水人口 25 万人未満の水道事業者等を想定（水道統計の給水人口区分）
- ・対象施設：既設の水道施設

3) ツールの開発（具体的検討）

基礎検討の内容を踏まえ、評価ツールの具体的な内容について検討した。検討の結果、以下のフロー（構成）となるツール開発を進め、仮ツールの作成で事業体委員をはじめとする水道事業者等に繰り返しプレ評価をお願いし、その都度、ユーザー目線の意見を取り入れながら、より完成度の高い成果ツールの完成を目指した。

手順 1：評価条件の入力

- ・回答者情報の入力（所属部署、役職、経験年数）

手順 2：重要度評価（項目の重み付け）

- ・評価項目の重要度を評価（階層分析法、一対比較）

手順 3：達成度評価（現状の達成状況）

※手順 2 と手順 3 は交互に実施

- ・現状の達成状況を評価（択一式）

手順 4：評価結果（ギャップチャート）

- ・ギャップチャートから目標と現状のギャップを確認
- ・他の事業体の実施事例を一覧から選択

手順 5：レベルアップ支援

- ・事例内容を参考にレベルアップの検討

3.3 期待される効果

(1) 付帯情報の効果的活用に関する研究（情報活用サブ WG）

水道管路維持管理評価支援ツールの開発で期待される効果について、事業体委員にユーザー目線の回答を求めた。以下にその内容を示す。

- ・体制の見直し
- ・現状把握（全体像の把握）
- ・課題抽出
- ・職員の意識調整（ベクトル合わせ）
- ・新入職員、若手職員への研修（スキルアップ）
- ・計画策定検討
- ・アセットマネジメントのレベルアップ検討

(2) 水道管路のリスク対応に関する研究（災害対応サブ WG）

災害対応評価支援ツールの開発で期待される効果について、事業体委員にユーザー目線の回答を求めた。以下にその内容を示す。

- ・対応の見直し
- ・危機管理の整理（リスクマネジメント）
- ・計画策定検討
- ・対策の優先順位検討
- ・ウィークポイントの洗い出し
- ・重要視すべき対応の見極め
- ・新入職員、若手職員への研修（スキルアップ）

3.4 付帯情報の効果的活用に関する研究

3.4.1 過去のアンケート、文献調査の分析

管路施設の予防保全型維持管理に向け、事業者が抱えている潜在的な課題を検討することを目的とし、水道技術研究センターで行った過去のアンケート調査を再整理するとともに、管路施設における事故及び情報登録・更新に係る文献の調査を行った。これらの表 3.4.1.1 にまとめる。なお、具体的な調査内容は、「4.2.1. (1) 過去のアンケート調査」「4.2.1. (2) 文献調査」に示す。

表 3.4.1.1 過去のアンケート調査、文献調査のまとめ

分類	分析結果
過去のアンケート調査	<ul style="list-style-type: none">● 維持管理が計画的に行われていない。 (又は不十分であると認識されている)● 配水管理の実態より、水(水量・水圧・水質等)に係る常時監視、定期的な計測・調査が行われている。● 現在取り組んでいる対策に予防保全型のアプローチを加味することで、予防保全型維持管理への転換に資することが期待できる。
文献調査	<p>①漏水事故の対応</p> <ul style="list-style-type: none">● 管路施設の破損は、外部環境に影響を受ける。● 外部環境の評価方法が整理されている。● 鉄系の管路では、管種別に劣化予測の考え方が整理されている。 <p>②漏水の予兆/対策(維持管理を含む)</p> <ul style="list-style-type: none">● 自治体においても様々な取組が行われており、蓄積されたデータを活用している事例も多い。● 漏水事故の発生状況は、経過年数・布設環境のほか、管内の状態にも影響を受ける。● 漏水調査のデータを用いた漏水予測や位置推定の研究は多く行われている。● 漏水調査の手法について、実証実験を含めた研究が多く行われている。 <p>③情報登録/更新の阻害要因</p> <ul style="list-style-type: none">● 情報登録/更新の阻害要因として、組織文化、財政、体制が挙げられる。● 情報活用やオープン化に向けて、ステークホルダーの理解が必要となる。

3.4.2 過去の成果調査、活用方法整理

水道技術研究センターが過去に行った水道管路の研究において、維持管理に係る情報活用の研究成果及び本研究での活用方法を整理した。本研究では、「次世代の水道管路に関する研究 (*Pipe Stars*)」で整理した、水道管路の維持管理の観点を基に、各種情報の時点更新を行うとともに、マッピングソフトや維持管理の項目等における好事例を抽出する。なお、具体的な調査内容は、「4.2.1 (3) 次世代の水道管路に関する研究 (*Pipe Stars*)」「4.2.1 (4) 将来の不確実性に対応した水道管路システムの再構築に関する研究 (*Rainbows*)」「4.2.1 (5) 人口減少社会における水道管路システムの再構築及び管理向上策に関する研究 (*PipeΣ*)」に示す。

3.4.3 課題・解決手法

(3) 文献・過年度成果の調査による課題抽出

文献及び過年度成果を再調査したところ、管路の情報だけでなく、布設環境、漏水事故、修繕、調査結果、流量（流速）・水圧・水質（残塩）の計測値を蓄積・活用することで、水道管路の管網管理の効率化につながることを示されていた。

しかしながら、得られた情報の活用方法の一例が示されたものの、水道管路のリスクや状態を把握するための情報項目、また水道管路の管理項目とリスクのつながりは明らかにされていない。

(4) 課題設定及び課題解決手法の整理

水道管路のリスクに係る情報を整理し、管路の状態を把握するための情報と関連付けることによって、水道管路のリスク対応に必要な付帯情報が明らかになることが見込まれる。さらには、整理された付帯情報から、*Pipe Stars* プロジェクトで示されたシステム・機能と必要な情報のブラッシュアップが期待される。

具体的には、水道管路のリスクとなる漏水事故記録の事例を整理し、未然防止に資する情報項目を明らかにする。また、この情報項目が事前に整理できる項目なのか、自動又は人手を要して入力するのか、漏水事故（リスク）にどのように寄与するのかを整理し、管路の状態を把握するための情報項目として取りまとめる。さらには、整理された情報項目を活用した維持管理作業への活用方法を提示し、水道管路における予防保全型の維持管理（状態監視保全）の具体例を示す。

3.4.4 事業者アンケート調査

(5) 事業者アンケート調査の目的

水道法改正により、水道事業者等に点検を含む施設の維持・修繕を行うことが義務化された（第22条の2）。現状においても、管路パトロールや定期点検等の維持管理を行っているものの、漏水事故リスクは解消されていない状況にあるといえる。また、同法により台帳整備が義務化されているものの、マッピングソフトの導入が進んでいない状況も見られる。

そこで、アンケート調査の目的は、事業者における水道管路に対する維持管理の現状や、情報蓄積や情報活用の実態、水道管路のリスクである漏水事故の現況を把握することとした。

アンケート調査の内容

アンケート調査においては、企業WGにて素案を作成した後、事業体委員の意見を考慮に入れて設問を設定した。

第2研究委員会【水道管路のリスク対応と付帯情報の効果的活用に関する研究】 ＜情報活用サブWG＞

本調査は、維持管理における記録や情報活用に関するアンケートです。

- ・以下の質問1～16についてお答えください。
- ・回答欄の該当する選択肢をチェック、又は回答をご記入ください。
- ・なお、本ページアンケート内容は、「水道維持管理指針2016」に示されている「1.3.3. 保全管理（pp.20-24）」のうち、管路を前提としています（維持管理は下表に示される作業を指します）。

「表-1.3.1 施設の保全業務」（p.21）の抜粋

施設	保全業務
導水管	路線・弁類の巡視、点検・整備、漏水調査など
送・配水管	弁栓類の点検・整備、水管橋・橋梁添架管の塗装、漏水調査、修理、管内状況調査・洗浄作業、管路の巡視、他工事立会い、管体腐食度調査、防食設備の点検、水質測定・流量計等の計器の点検・整備、水圧・水質測定など

1. 維持管理全般について

【質問1】

管路施設で、維持管理を行っている対象施設を教えてください。

【回答1】（複数選択可）

- 導水管
 送水管
 配水本管
 配水支管
 給水管・給水装置

【質問2】

水道管路に対する維持管理の方法で参考にしてしている文献等を教えてください。

【回答2】（複数選択可）

- 指針等 具体的な文献名：（ ）
 ガイドライン等 具体的な文献名：（ ）
 マニュアル等 具体的な文献名：（ ）
 その他 具体的な文献名：（ ）

【質問3】

水道管路の状態監視保全に向けて期待する技術等がありますか。また、必要な情報がありましたら教えてください。

- ※状態監視保全の定義は、「水道施設の点検を含む維持・修繕の実施に関するガイドライン（令和元年9月）」に従います。
 状態監視保全：予防保全のうち、点検調査や診断結果に基づき損傷、腐食その他の劣化、故障等の予兆を事前に把握し、**施設の状態に応じて修繕や更新等を行う管理手法**のこと（劣化傾向が一定でないなど保全周期が決めにくく、劣化診断や判定基準が確立されている水道施設等に適用される）。

【回答3-1】（期待する技術を下欄にご記入ください）

例) 管路台帳や漏水事故、修理情報に基づく、管路劣化の予測シミュレーションツール 例) 管路埋設環境評価ツール

【回答3-2】（必要な情報を下欄にご記入ください）

例) 埋設位置の土質分布図、土質、地盤、地下水位、交通量ほか

図 3.4.4.1 調査対象のアンケート（1/5）

【質問4】
維持管理で実施している作業と頻度を教えてください。また、維持管理を阻害する要因を教えてください。

※基幹管路とは、導水管、送水管、及び配水管のうち、緊急輸送路や指定病院・避難先等の災害対策上、重要な管路を指しま

【回答4-1】 作業内容・頻度（複数回答可）

	作業	頻度	定期的でなく必要に応じて（自由記載）
基幹管路	<input type="checkbox"/> 漏水調査	() 年 に () 回	(例) 内面塗装の剥離などが確認された場合に実施
	<input type="checkbox"/> 管路点検（管路の巡視含む）	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 管内状況調査	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 洗浄調査	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 管体腐食度調査	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 弁・栓類の点検	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 減圧弁の保守・点検	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 水管橋・橋梁添架管の点検	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 水管橋・橋梁添架管の塗装	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 他企業工事の巡視	() 年 に () 回	()
基幹管路以外の管路	<input type="checkbox"/> 漏水調査	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 管路点検（管路の巡視含む）	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 管内状況調査	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 洗浄調査	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 管体腐食度調査	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 弁・栓類の点検	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 減圧弁の保守・点検	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 水管橋・橋梁添架管の点検	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 水管橋・橋梁添架管の塗装	() 年 に () 回	()
	<input type="checkbox"/> 他企業工事の巡視	() 年 に () 回	()

【回答4-2】 阻害要因（複数回答可）

予算不足 人員数の不足 技術力・ノウハウの不足 断水できない等の外部要因
 その他の外部要因（交通量） 更新業務優先等の内部要因 その他の内部要因（維持管理の意識が高くない）
 その他（下欄にご記入ください）

2. 維持管理の記録について

【質問5】
維持管理の実績をマッピングシステムに記録していますか。また、維持管理記録の管理方法、記録していない方はその理由を教えてください。

【回答5-1】

マッピングシステムに記録している マッピングシステムとは別に、電子化して記録している
 紙で記録している 記録していない マッピングシステムを導入していない

【回答5-2】
記録している項目を選択してください。（複数回答可）

マッピングシステムで管理	マッピングシステム以外の電子データで管理	紙で管理
<input type="checkbox"/> 漏水調査	<input type="checkbox"/> 漏水調査	<input type="checkbox"/> 漏水調査
<input type="checkbox"/> 管路点検	<input type="checkbox"/> 管路点検	<input type="checkbox"/> 管路点検
<input type="checkbox"/> 管内状況調査	<input type="checkbox"/> 管内状況調査	<input type="checkbox"/> 管内状況調査
<input type="checkbox"/> 洗浄調査	<input type="checkbox"/> 洗浄調査	<input type="checkbox"/> 洗浄調査
<input type="checkbox"/> 管体腐食度調査	<input type="checkbox"/> 管体腐食度調査	<input type="checkbox"/> 管体腐食度調査
<input type="checkbox"/> 弁・栓類の点検	<input type="checkbox"/> 弁・栓類の点検	<input type="checkbox"/> 弁・栓類の点検
<input type="checkbox"/> 減圧弁の保守・点検	<input type="checkbox"/> 減圧弁の保守・点検	<input type="checkbox"/> 減圧弁の保守・点検
<input type="checkbox"/> 水管橋・橋梁添架管の点検	<input type="checkbox"/> 水管橋・橋梁添架管の点検	<input type="checkbox"/> 水管橋・橋梁添架管の点検
<input type="checkbox"/> 水管橋・橋梁添架管の塗装	<input type="checkbox"/> 水管橋・橋梁添架管の塗装	<input type="checkbox"/> 水管橋・橋梁添架管の塗装
<input type="checkbox"/> 他企業工事の巡視	<input type="checkbox"/> 他企業工事の巡視	<input type="checkbox"/> 他企業工事の巡視

【回答5-3】
マッピングシステムに記録していない理由がございましたら下欄にご記入ください。

(例) 点検を含む維持管理業務を全面的に委託しているため、報告書として保管している (例) マッピングシステムに入力するところがない。

図 3.4.4.1 調査対象のアンケート (2/5)

【質問6】
マッピングシステムで、更新前の旧管（又は撤去済みの管路）の記録は残していますか。

【回答6】

- 全ての管路記録を残している（別レイヤでの管理を含む） 残置物件のみを残している（モルタル中詰を含む）
 全て残していない、又は抹消している

【質問7】
掘り上げた埋設管の調査（管体調査）を行っていますか。また、調査を行っている場合、調査結果の記録を提供していただくことはできますか。あわせて、漏水が発生した埋設管の調査結果をお持ちでしたら、その記録を提供していただくことはできますか。

【回答7】

	掘り上げた埋設管の調査（管体調査）		漏水が発生した埋設管の調査	
管体調査の実施	<input type="checkbox"/> はい (調査を行っている)	<input type="checkbox"/> いいえ (調査を行っていない)	<input type="checkbox"/> はい (調査を行っている)	<input type="checkbox"/> いいえ (調査を行っていない)
調査結果の記録	<input type="checkbox"/> はい (結果を保管している)	<input type="checkbox"/> いいえ (結果を保管していない)	<input type="checkbox"/> はい (結果を保管している)	<input type="checkbox"/> いいえ (結果を保管していない)
調査結果の提供	<input type="checkbox"/> はい (結果を提供できる)	<input type="checkbox"/> いいえ (結果は提供できない)	<input type="checkbox"/> はい (結果を提供できる)	<input type="checkbox"/> いいえ (結果は提供できない)

3. 漏水事故の記録について

【質問8】
貴事業体の水道管路の管路延長及び漏水事故の発生状況を教えてください。
 なお、漏水事故の発生状況は、直近5年（1～5年前まで）の平均と、6～10年前までの平均とします。

【回答8】

	延長 (年度時点)	近5年の漏水状況 (1～5年前の平均)	6～10年前の漏水状況 (6～10年前の平均)
導水管	() km	() 箇所/年	() 箇所/年
送水管	() km	() 箇所/年	() 箇所/年
配水本管	() km	() 箇所/年	() 箇所/年
配水支管	() km	() 箇所/年	() 箇所/年
給水管	() km	() 箇所/年	() 箇所/年

【質問9】
漏水事故をマッピングシステムに記録していますか。記録していない場合は、その理由を教えてください。

【回答9-1】

- マッピングシステムに記録している マッピングシステムとは別に、電子化して記録している
 紙で記録している 記録していない マッピングシステムを導入していない

【回答9-2】

マッピングシステムに記録していない理由がございましたら下欄にご記入ください。
 例) 漏水調査及び補修を全面的に委託しているため、報告書として保管している。

図 3.4.4.1 調査対象のアンケート (3/5)

【質問10】
漏水事故の原因調査を行っていますか。また、行っている場合は、どのような体制・方法で行っていますか。

【回答10】

実施状況	<input type="checkbox"/> 行っている	<input type="checkbox"/> 行いたいが出ていない	<input type="checkbox"/> 行っていない（又は行う予定がない）
体制	<input type="checkbox"/> 直営	<input type="checkbox"/> 委託	<input type="checkbox"/> その他（ ）
方法	具体的な方法について、下欄にご記入ください。 例）折損、亀裂、腐食等、漏水状況の判別は実施 例）切断した管を持ち帰り、管厚等を測定		

【質問11】
漏水事故の想定される原因を教えてください。

【回答11】（複数回答可）

<input type="checkbox"/> 土質	<input type="checkbox"/> 基礎	<input type="checkbox"/> 施工不良	<input type="checkbox"/> 他工事の影響	<input type="checkbox"/> 老朽化	<input type="checkbox"/> 水圧	<input type="checkbox"/> 管内腐食	<input type="checkbox"/> 交通量
<input type="checkbox"/> 地下空洞	<input type="checkbox"/> 継手・弁栓類との接合部						
<input type="checkbox"/> その他の外部要因（下欄にご記入ください）							
例）地下水、電食（鋼管）、地盤の不等沈下等							
<input type="checkbox"/> その他の内部要因（下欄にご記入ください）							

4. 記録された情報の活用について

【質問12】
水道管路の維持管理に必要な情報、あると便利な情報（欲しい情報）を教えてください。

【回答12】（複数回答可）

必要な情報	<input type="checkbox"/> 管種	<input type="checkbox"/> 継手種別	<input type="checkbox"/> 口径	<input type="checkbox"/> 布設年度	<input type="checkbox"/> 布設箇所の土質	<input type="checkbox"/> 基礎	<input type="checkbox"/> 土被り
	<input type="checkbox"/> オフセット	<input type="checkbox"/> 道路種別			<input type="checkbox"/> 交通量	<input type="checkbox"/> 水道以外の埋設物	
	<input type="checkbox"/> 布設箇所の工事情報（他企業の予定を含む）				<input type="checkbox"/> 過去の修繕履歴	<input type="checkbox"/> 過去の漏水履歴	
	<input type="checkbox"/> 過去の維持管理の実績				<input type="checkbox"/> その他（ ）		
便利な情報	<input type="checkbox"/> 管種	<input type="checkbox"/> 継手種別	<input type="checkbox"/> 口径	<input type="checkbox"/> 布設年度	<input type="checkbox"/> 布設箇所の土質	<input type="checkbox"/> 基礎	<input type="checkbox"/> 土被り
	<input type="checkbox"/> オフセット	<input type="checkbox"/> 道路種別			<input type="checkbox"/> 交通量	<input type="checkbox"/> 水道以外の埋設物	
	<input type="checkbox"/> 布設箇所の工事情報（他企業の予定を含む）				<input type="checkbox"/> 過去の修繕履歴	<input type="checkbox"/> 過去の漏水履歴	
	<input type="checkbox"/> 過去の維持管理の実績				<input type="checkbox"/> その他（ ）		

【質問13】
漏水事故及び維持管理の履歴等を、計画策定などの他業務に活用していますか。また、活用している場合、どのような業務に活用しているか教えてください。

【回答13-1】

活用している 活用していない（又は活用できていない）

【回答13-2】
活用している業務や活用方法を、下欄に具体的にご記入ください。

例）漏水多発している管路を優先して更新しています。
例）更新優先度の決定判断、事故率の推計など。

図 3.4.4.1 調査対象のアンケート（4/5）

【質問14】
漏水調査の優先順位を決める際に、参考になっている情報を教えてください。

【回答14】（複数回答可）

<input type="checkbox"/> 管種	<input type="checkbox"/> 継手種別	<input type="checkbox"/> 口径	<input type="checkbox"/> 布設年度	<input type="checkbox"/> 布設箇所の土質	<input type="checkbox"/> 基礎	<input type="checkbox"/> 土被り
<input type="checkbox"/> オフセット（寄り）	<input type="checkbox"/> 道路種別	<input type="checkbox"/> 交通量	<input type="checkbox"/> 水道以外の埋設物	<input type="checkbox"/> 過去の修繕履歴	<input type="checkbox"/> 過去の漏水履歴	
<input type="checkbox"/> 布設箇所の工事情報（他企業の予定を含む）	<input type="checkbox"/> 過去の修繕履歴	<input type="checkbox"/> 過去の漏水履歴				
<input type="checkbox"/> 過去の維持管理の実績	<input type="checkbox"/> その他（					）

【質問15】
管路更新の優先順位を決める際に、参考になっている情報を教えてください。ただし、緊急輸送路下への布設や指定病院・避難先等の災害対策を優先する場所への布設は除きます。

【回答15-1】

<input type="checkbox"/> 水道施設更新指針に従っている	<input type="checkbox"/> 管種	<input type="checkbox"/> 継手種別	<input type="checkbox"/> 口径	<input type="checkbox"/> 布設年度	<input type="checkbox"/> 布設箇所の土質
<input type="checkbox"/> 基礎	<input type="checkbox"/> 土被り	<input type="checkbox"/> オフセット	<input type="checkbox"/> 道路種別	<input type="checkbox"/> 交通量	<input type="checkbox"/> 水道以外の埋設物
<input type="checkbox"/> 布設箇所の工事情報（他企業の予定を含む）	<input type="checkbox"/> 過去の修繕履歴	<input type="checkbox"/> 過去の漏水履歴			
<input type="checkbox"/> 過去の維持管理の実績	<input type="checkbox"/> その他（				）

【回答15-2】
参考になっている情報のうち、重要視している順に上位5件を教えてください（枠内の数字を選択してください）。

<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					
<input type="checkbox"/>					

【質問16】
マッピングシステムに記録されている、管路台帳、漏水事故の履歴、維持管理の履歴をご提供いただくことは可能でしょうか。※本研究では、漏水事故・維持管理等の事例データベースの構築を目指しており、それに活用させていただく予定です。

【回答16】

<input type="checkbox"/> 所定の手続きを行えば可能（所定の手続きの内容を下欄にご記入ください）	
	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> 条件付きで可能（指定の条件等を下欄にご記入ください）	
	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> 不可能（不可能な理由を下欄にご記入ください）	
	<input type="text"/>

図 3.4.4.1 調査対象のアンケート (5/5)

(6) アンケート調査の考察

アンケート調査の結果、各事業体は限られた経営資源（予算・体制）の中で、できる限りの維持管理を行っていることが把握できた。また、情報活用の観点で見ると、漏水調査等に管路の属性情報や過年度の維持管理・漏水事故の履歴を活用していることが把握できた。一方で、情報の一元管理（マッピングへの記録など）では、機能の違いや費用対効果が示せない等の理由から実現できていない事業体が多々見られた。

また、漏水に対して、管の布設環境だけでなく管内情報のニーズがあることや、維持管理に必要な情報は管路の属性情報に集中しており、必要な情報は過去の維持管理や漏水事故の履歴を求めていることが把握できた。

これらのことから、情報活用に向けては、マッピングに求められる機能や記録される情報の標準化と情報の活用事例の公開が求められていることが推察できた。

表 3.4.4.2 アンケート調査結果から得られた考察

関連する質問	アンケート回答 全体の概観
全体	アンケートの回答は、給水人口、給水面積、職員数、配水管延長、水道メーター数、年間有収水量、有収率と相関がある項目が多い。よって、所管する施設数と維持管理する職員数に応じた傾向があると考えられる。
質問 4	維持管理の作業項目は、給水人口、給水面積、職員数、配水管延長、年間有収水量と相関が見られるが、職員 1 人当たりの給水人口との相関が低い。よって、給水人口と職員数に着目した事例抽出が見込める。
質問 5	維持管理におけるマッピングの活用状況は、給水人口、配水管延長、水道メーター数と相関が見られるものの、職員数や有収率等との相関が見られない。よって、事業規模に応じた傾向があるものの、業務効率化や有収率向上などの事業運営につながっていないことが想定される。
質問 7	老朽管の調査は、給水人口、職員数、配水管延長、水道メーター数、有収率等と相関が見られる。一方、漏水管の調査は、水道メーター数、有効率、有収率との相関が見られない。よって、管体調査は事業体の考え方に基づいて行われていると考えられる。
質問 9	漏水事故におけるマッピングの活用状況は、給水人口、職員数、配水管延長、水道メーター数、有収率等と相関が見られる。よって、漏水事故の記録は事業規模に応じた傾向があることが想定される。
質問 10 質問 11	漏水事故の原因調査は、全体的に統計情報との相関が低い。ただし、年間有収水量や現行料金改定率等との相関が見られるため、経営意識が高い事業体の事例抽出が見込める。
質問 12	維持管理に必要な情報は統計情報と相関が見られるが、あると便利な情報は相関が見られない。よって、あると便利な情報は、事業体の環境又は回答者の技量等に応じた回答になっていると考えられる。
質問 13	漏水事故の情報活用は統計情報との相関が見られる。すなわち、事業規模が大きくなるほど情報が活用されていると考えられる。
質問 14	漏水調査の優先順位に活用する情報は、統計情報との相関が低い。よって、漏水調査の考え方などに地域特性があると考えられる。
質問 15	更新管路の参考情報や優先順位は、統計情報との相関が見られない。よって、管路更新は事業体ごとに特徴があると考えられる。

3.4.5 事業体へのヒアリング

前述のアンケート調査の結果から、事業体において維持管理で工夫している事例（他事業体が参考になる好事例）を抽出することを目的とし、事業体へのヒアリング調査を行った。

(7) ヒアリング調査の内容

ヒアリングにあたり、ヒアリング内容に抜け・漏れがないように、ヒアリング調書を作成した。ヒアリングする項目は、予防保全型の維持管理を念頭に、「1.維持管理（予防保全）に有効な情報に対する調査」「2.漏水事故情報の活用に対する調査」「3.維持管理情報と漏水事故情報の管理方法に対する調査」に分類してヒアリング項目を整理した。

ヒアリング項目の作成にあたっては、全体で 2 時間程度に収まるように、12～15 問程度（1 問当たり 8～10 分）に抑えるように留意した。作成したヒアリング調査票を下図に示す。本調査票は、ヒアリングを行う事業体に対して事前に配付し、インタビュー方式（対面又は Web）でヒアリングを行った。

「水道の基盤強化に資する管路の構築及び情報活用に関する研究」

(New Pipes プロジェクト) 第2研究委員会

水道管路のリスク対応と付帯情報の効果的活用に関する研究

ヒアリング調査の内容について

情報活用サブWGでは、事業体委員の所属する水道事業体を対象に事例調査及び実態を把握することを目的として行ったアンケートの回答で、「維持管理業務を工夫している」と回答した水道事業体を対象として、以下の項目についてヒアリング調査を実施することとしました。

項目ごとにQ&A形式で示しておりますので、ヒアリング当日までに、該当する項目について可能な範囲で回答してください。また、ヒアリング当日は、報告書等、例示できる資料があれば準備していただけると幸いです。

<本調査の対象範囲>

本調査は、配水管を対象とします。

(ヒアリングの際に、給水装置に話題がおよぶ可能性がありますので、ご了承ください。)

<本調査における維持管理>

本調査で用いる用語の定義は、「水道施設の点検を含む維持・修繕の実施に関するガイドライン」

(令和元年9月、厚生労働省医薬・生活衛生局水道課)の「1.5 用語の定義」に基づくものとし、主な用語の定義は以下のとおりです。

図 3.4.5.1 作成したヒアリング調査票 (1/9)

用語	定義
監視	水道施設の運転状況を把握するため、遠方監視装置の活用のほか、個々の設備の運転状態、各需要者への給水状況、及び水質検査結果等を多様な方法で確認すること。
巡視	水道施設の異状の有無や機能の低下などの状態を確認するために見回ること。
点検	水道施設の異状の有無や機能の低下などの状態を確認すること。
維持	水道の機能を維持するために、水道施設の運転、巡視、保守、点検、診断、清掃等の作業を行うこと(工事を伴わない)。
修繕	水道施設の損傷、腐食その他劣化を把握したときに、原状程度に復旧するために工事等を行うこと。技術指針類で「補修」、「修理」と記載されている場合も、本ガイドラインでは「修繕」と表記している。
補強	供用開始時の水準より性能を高めること。例として、最新の設計基準等に基づく耐震補強等がある。本ガイドラインでは、補強は修繕の一環として実施するものとする。
長寿命化	予防保全的な管理により、事後保全的な管理を行う場合よりも、水道施設を長期間使用できるようにすること。
予防保全	損傷、腐食その他の劣化、故障等を未然に防ぐ管理手法のこと。予防保全には、時間計画保全、状態監視保全の2種類がある。
事後保全	損傷、腐食その他の劣化、故障等が発生した後、対症的に修繕・復旧を行う管理手法のこと。異状原因の除去、劣化補修等がある。
時間計画保全	予防保全のうち、法定耐用年数や供用年数等に基づき、一定の時間経過を以って交換や修繕、更新等を行う管理手法のこと。 劣化状況の把握が困難な水道施設、故障や機能停止の影響が大きい重要な水道施設等に適用される。
状態監視保全	予防保全のうち、点検調査や診断結果に基づき損傷、腐食その他の劣化、故障等の予兆を事前に把握し、施設の状態に応じて修繕や更新等を行う管理手法のこと。 劣化傾向が一定でないなど保全周期が決めにくく、劣化診断や判定基準が確立されている水道施設等に適用される。
診断	既存水道施設について顕在化した機能低下現象や潜在的な機能不足の状況を的確に把握し、原因を究明して可能な限り客観的に機能水準を評価すること。
保安全管理計画	水道施設の点検、診断・評価、修繕及び記録等の保安全管理業務について、方法、範囲、頻度等を定めた計画のこと。

図 3.4.5.1 作成したヒアリング調査票 (2/9)

<維持管理・情報活用についての調査項目>

- 項目ごとにQ&A形式で示しております。
- 各項目について可能な範囲で回答を記入してください。
- 該当しない項目は無記入のままとしてください。
- 各項目について、みなさまが考えていることを「その他の意見」欄に記入してください。

1. 維持管理（予防保全）に有効な情報に対する調査

Q1. 配水管路の危険度（漏水リスク）の判定（診断）に使用している情報があれば教えてください。また、危険度（漏水リスク）の判定結果（診断結果）を活用している方法をご教示ください。

A1.

判定（診断）に 使用している情報	
判定結果（診断結果） の活用方法	
その他意見 （自由意見）	

Q2. 少ない人数で、より多くの維持管理作業を行うために必要な（又は有効な）情報や、工夫している取り組みがあれば教えてください。

A2.

効率化に有効な情報	
工夫している取り組み	
その他意見 （自由意見）	

Q3. 維持管理に充てられる予算を増やす取り組み（特に、予防保全に充てられる予算を増やす取り組み）があれば教えてください。

A3.

工夫している取り組み	
------------	--

図 3.4.5.1 作成したヒアリング調査票（3/9）

その他意見 (自由意見)	
-----------------	--

Q4. 予防的対策に有効な維持管理業務として、管路更新以外に考えられる管路の状態を改善（又は把握）する作業とその理由、情報の活用方法について教えてください。また、予防保全に向けて、事故（漏水による断水等）を他の管に波及させないための取り組みや、事故の早期発見に向けた情報や取り組み、維持管理方法の検討・見直し等の取り組みがあればご教示ください。

A4.

管路更新以外の作業	
管路更新以外の作業を行う理由	
情報の活用方法	
事故を早期発見するために有効な情報	
事故を波及させない、又は早期発見するための取り組み	
検討・見直し等の取り組み	
その他意見 (自由意見)	

Q5. 有収率向上対策に必要な（又は有効な）情報や、工夫している取り組みがあれば教えてください。

A5.

有収率向上に有効な情報	
工夫している	

図 3.4.5.1 作成したヒアリング調査票（4/9）

取り組み	
その他意見 (自由意見)	

Q6. 予防保全に、点検等の維持で得られる情報を活用する場合、必要な(又は有効な)情報や、工夫している取り組みがあれば教えてください。

A6.

予防保全に 有効な情報	
工夫している 取り組み	
その他意見 (自由意見)	

Q7. 配水管路の状態把握(マイクロマネジメント)が、アセットマネジメントの構築に必要だと考えています。アセットマネジメントの中で、維持管理の情報を経営計画(マクロマネジメント)に反映する取り組みや、反映する際の課題や問題があれば教えてください。

A7.

状態把握の 必要性	
AMに反映する 取り組み	
反映する際の 課題・問題	
その他意見 (自由意見)	

図 3.4.5.1 作成したヒアリング調査票 (5/9)

2. 漏水事故情報の活用に対する調査

Q8. 漏水事故を記録する場合に、一番重要な項目、その理由、活用方法を教えてください。また、漏水事故情報の要因・原因を記録している場合、その項目と活用状況についてご教示ください。

A8.

一番重要な項目	
重要だと考える理由	
漏水情報の活用方法	
原因・状態の記録項目	
原因・状態の活用状況	
その他の意見 (自由意見)	

Q9. 過去の漏水事故の中で、布設年度が比較的新しい(概ね10年以内)にも関わらず発生した事例があれば教えてください。また、原因判別が困難であった事例や、漏水事故事例を教訓とした取り組みがあれば、ご教示ください。

A9.

漏水事故の事例 (比較的新しい管路)	
漏水事故の事例 (原因判別が困難)	
漏水事故を 教訓とした取り組み	
その他の意見 (自由意見)	

図 3.4.5.1 作成したヒアリング調査票 (6/9)

Q10. 漏水事故の早期発見に有効だと考える情報、早期復旧するために必要（又は有効な）情報があれば教えてください。

A10:

早期発見に 有効な情報	
早期復旧に 有効な情報	
その他意見 (自由意見)	

Q11. 漏水事故の原因究明に向けて、必要（又は有効）だと考える情報があれば教えてください。

A11:

原因究明に 有効な情報	
その他意見 (自由意見)	

図 3.4.5.1 作成したヒアリング調査票 (7/9)

3. 維持管理情報と漏水事故情報の管理方法に対する調査

Q12. 管路台帳（マッピングシステム）に記録している、管路情報、工事履歴、維持管理情報、漏水事故などの更新方法や頻度を教えてください。また、管路以外の情報（工事履歴、維持管理情報、漏水事故など）の記録に対して課題や問題があればご教示ください。

A12.

情報更新の方法	
情報更新の頻度	
維持管理情報の記録に係る課題	
その他意見 (自由意見)	

Q13. 維持管理情報や漏水事故などの情報を活用するために、記録すべき項目、記録方法や取り組みについて教えてください。また、各種情報を確実に記録・更新するために必要な体制（要員数）、予算、作業時間（他業務の負担軽減）、専門技術や情報システム、人材育成（教育）などがあれば、ご教示ください。

A13.

記録すべき項目	
記録方法 や取り組み	
確実に記録するために必要な要素	
その他意見 (自由意見)	

Q14. マッピングシステムや維持管理情報を管理する情報システムを導入する（または更新する）際に、苦勞したことや工夫したことがあれば教えてください。

A14.

図 3.4.5.1 作成したヒアリング調査票 (8/9)

システム導入・更新 で苦勞したこと	
システム導入・更新 で工夫したこと	
その他意見 (自由意見)	

Q15: マッピングシステムに対して、利点 (活用方法や効率化など)、改善点 (将来欲しい機能など) を教えてください。

A15:

利点	
改善点	
その他意見 (自由意見)	

質問は以上です。ご協力ありがとうございました。

図 3.4.5.1 作成したヒアリング調査票 (9/9)

(8) ヒアリング調査の実績

令和3年度に行ったヒアリング調査の実績を下表に示す。令和4年も継続してヒアリング調査を行い、調査結果の見せ方についても検討する。なお、具体的な各事業体へのヒアリング調査の内容は、「4.2.1.(7) ヒアリング調査」に示す。

表 3.4.5.1 ヒアリング調査の実績

No	ヒアリング実施日	事業体名	給水人口区分
1	2022年2月16日 (水)	A事業体	30,000～50,000
2	2022年2月22日 (火)	B事業体	50,000～100,000
3	2022年3月8日 (火)	C事業体	100,000～250,000
4	2022年3月14日 (月)	D事業体	100,000～250,000
5	2022年3月28日 (月)	E事業体	100,000～250,000
6	2022年6月8日 (水)	F事業体	1,000,000～
7	2022年6月15日 (水)	G事業体	1,000,000～
8	2022年6月28日 (火)	H事業体	100,000～250,000
9	2022年6月30日 (木)	I事業体	50,000～100,000
10	2022年7月13日 (水)	J事業体	250,000～500,000
11	2022年8月31日 (水)	K事業体	50,000～100,000

(9) ヒアリング調査の考察

どの事業体も、情報管理を重要視し、情報活用に向けた取組みが行われていた。情報システムは、活用方法によって効果が多様化するため、定量的な効果を示すことが難しく、他部門（財政部門等の管理部門）とのコンセンサスを得るのに苦慮していた。

情報活用の観点では、修繕や点検調査等の維持管理情報や流量や水圧等の運転情報を、管路情報と組み合わせることにより、漏水の早期発見や現状のリスク評価、管路更新の優先順位付け等に活用していることが把握できた。また、事業体によっては、人材育成や蓄積され

たデータの２次利用など新たな活用方法を模索していることが窺えた。

一方、情報活用の課題としては、データの確からしさやデータ更新の頻度、職員数の現象に伴う体制、ハードウェアやソフトウェアの費用等、多岐にわたっていた。これら課題への対応には、多様な方法が考えられるが、共通してデジタル人材不足が考えられる。

表 3.4.5.2 ヒアリング調査結果から得られた考察 (1/2)

関連する質問	ヒアリング調査で得られた回答 全体の概観
1.維持管理（予防保全）に有効な情報に対する調査	
Q1	大規模事業者では管体腐食度調査の結果を活用していた。一方、中小規模の事業者においては、漏水情報（漏水箇所や原因等）や管路情報（管種や布設年度等）を基にリスク評価を行っていた。
Q2	全般的に、マッピングシステムや情報共有システム（プラットフォーム）にデータを集約（情報の一元化）させており、タブレット、スマートメーター等の活用の他、監視設備との連携等の工夫が見られた。一方、情報共有に向け委託先との連携強化を（LINE 等の SNS の活用、ヒアリングの実施、JV への委託等）を図っている事業者も見られた。
Q3	大半の事業者は限られた予算内で工面しているが、維持管理計画（予防保全）を策定している事業者では、必要性を説明し予算確保に繋がっていた。
Q4	主な取組として、配水量や水圧の監視・調査（定期的な定点観測）、管内洗浄、減圧弁等の付帯設備の点検・分解調査が行われていた。また、事故を波及させないために、弁栓類の開閉状態等の情報共有や、バルブ操作を実施している事業者も見られた。
Q5	戦略的又は計画的な漏水調査を行っており、宅内を含む給水管（メーター1次側まで）を対象としている事業者もあった。また、水道以外の水利用者（地下水等）の情報を管理している事業者も見られた。
Q6	過年度の維持管理情報（点検や調査の結果等）が大半を占めていた。また、布設環境情報や漏水事故の発生要因が挙げられた。
Q7	多くの事業者が、マッピングシステムを基盤として、維持管理情報を蓄積・活用することで、更新計画や財政計画に反映していくことを目指していた。また、固定資産台帳や予算・会計上の収支と一元的に管理すること（データ連携を含む）を目指した取組や有識者等からアドバイスを得る取組も見られた。一方、情報の量や鮮度、正確性（確からしさ）、AM 運用に向けた体制構築、技術継承等の人材育成、職員の意識醸成といった課題が挙げられた。
2.漏水事故情報の活用に対する調査	
Q8	漏水事故の症状（破損状態、漏水量等）、原因（破損、破断等）、事故管の属性（管種、口径、布設年度等）、埋設環境（近隣の土質、埋戻し土等）、影響範囲（断水や濁水の範囲、関係機関への連絡等）が重要と考えられていた。一方、漏水事故の記録を統計的に分析、又は流量等の監視情報と組み合わせ、更新の優先順位設定や更新する管種選定等に活用されていた。

表 3.4.5.2 ヒアリング調査結果から得られた考察 (2/2)

関連する質問	ヒアリング調査で得られた回答 全体の概観
2.漏水事故情報の活用に対する調査	
Q9	継手部の緩みや破断、接合部の不良による漏水が見られる。また、発見しにくい漏水として、他埋設物の近隣や深い位置に埋設されている管路、コンクリート等で防護された管路が挙げられた。
Q10	早期発見には、管路情報の他、配水量や水圧、動水勾配の変化など、管内の情報、地域住民からの通報が挙げられた。一方、早期対応には初動体制や修理業者との協力体制、仮設管の準備が挙げられた。
Q11	管路情報（防食を含む）の他、埋設環境（土壌等）が挙げられた。
3.維持管理情報と漏水事故情報の管理方法に対する調査	
Q12	管路情報は委託業者による更新が大半を占めており、1ヶ月～1年に1回と頻度のバラツキが大きかった。一方、修繕を含む工事や点検、調査等の維持管理の情報は職員が行っている事業体も多く、直営で実施している場合は即時入力が多く見られた。なお、情報更新においては、情報が更新されるまでのタイムラグと保存される情報量が課題となっており、ハードウェアの選定やシステム移行を懸念する意見があった。
Q13	記録項目の標準化（帳票フォーマットの作成を含む）やマニュアル化が大半を占めた。体制では、修繕等の現場職員の他に、情報を記録する職員を配置している事業体や、業務効率化に向けタブレットを活用している事業体も見られた。一方、職員の異動やベテラン職員の退職・離職など、専門技術・知見を有する人材の確保に、多くの事業体が課題を抱えていた。
Q14	関連部門から理解を得ることに苦労している声が大半を占めた。また、データの確からしさや情報システムの調達に苦労している意見もあった。一方、他システムとの連携（施設・設備系台帳や固定資産台帳等）や、自分たちが使いやすいようなカスタマイズの実施等の工夫がされていた。
Q15	メリットとして、情報の検索、一元管理、水理解析等のシミュレーションの実現が大半を占めた。また、タブレットを活用している事業体では、クラウドの利便性が挙げられた。一方、課題としては他システム（料金や資産管理等）との連携やデータ更新頻度、動作環境の変化が課題として見られた。また、多くの事業体で人材育成やデータの2次利用など、有用な活用方法を模索していることが窺えた。

3.4.6 事業体情報の収集・分析

情報活用に向けて、事業体が保有している情報項目を把握するため、前述のアンケート調査と並行して資料収集を行った。また、既往の維持管理情報（収集した資料）を基に、国が推進している水道標準プラットフォームで定めている標準項目とのギャップを整理して、予防保全型の維持管理に有効な情報項目を提示する。

(10) 事業体情報（所有する維持管理情報等）の収集

事業体情報（所有する維持管理情報等）の収集にあたり、各事業体が保有する下表に示す資料の提供を依頼した。

表 3.4.6.1 データ提供依頼の一覧

提供いただきたいデータ (又は帳票等)		データ形式
1	管体調査の記録 (老朽管など)	<PDF ファイル形式> ● 帳票形式の情報があれば、帳票を主にしてください。 ● PDF ファイルに変換する前の Word・Excel ファイル等があれば、変換前のデータを主にしてください。 ● Excel 等で整理した一覧表、又は集計したデータがあれば幸いです。
2	管体調査の記録 (漏水事故が発生した管路)	
3	漏水事故の履歴 (事故報告書など)	
4	維持管理の履歴 (点検・調査帳票など)	
5	管路台帳	<SHP ファイル形式> ● 属性情報を SHP ファイルに格納してください。 ● コード化している項目があれば、コード表も併せて提示してください。

アンケート調査で回答いただいた事業者を中心に依頼したところ、2021年11月末時点で、全国の78事業者から資料を収集した。各資料の事業者数をブロック別（地域別）・給水人口区別に整理したものを下表に示す。収集した資料は、地域や規模に大きな偏りがなかった。

表 3.4.6.2 ブロック別（地域別）に集計した提供データ数（事業者数）

ブロック別	管体調査 (老朽管等)	管体調査 (漏水管等)	漏水事故履歴 (報告書等)	維持管理履歴 (点検帳票等)	管路台帳
1 北海道	1	2	4	2	2
2 東北	4	3	8	8	6
3 関東内陸	1		1	1	1
4 関東臨海	3	1	8	4	5
5 北陸			3	1	1
6 東海	2	2	7	5	4
7 近畿内陸					1
8 近畿臨海	3	2	4	4	4
9 山陰			1		1
10 山陽	3	3	7	4	2
11 四国	2	2	2	2	2
12 北部九州	1	1	7	3	6
13 南部九州			2		1
14 沖縄	1		2	1	2
合計	21	16	56	35	38

表 3.4.6.3 給水人口区別に集計した提供データ数（事業者数）

給水人口別	管体調査 (老朽管等)	管体調査 (漏水管等)	漏水事故履歴 (報告書等)	維持管理履歴 (点検帳票等)	管路台帳
1 1,000千人以上	4	3	7	3	7
2 500千人以上、1,000千人未満	4	2	5	3	4
3 250千人以上、500千人未満	7	5	9	11	7
4 100千人以上、250千人未満	4	2	11	6	6
5 50千人以上、100千人未満		1	4	3	3
6 30千人以上、50千人未満	1	1	5	1	6
7 20千人以上、30千人未満			1		
8 10千人以上、20千人未満			2	1	3
9 5千人以上、10千人未満			1		
10 0人以上、5千人未満			1		
12 用水供給事業	1	2	9	7	2
13 その他			1		
合計	21	16	56	35	38

収集した資料は、同じ項目であっても項目名称が複数ある（項目名称の揺れ）ことが想定されるため、下表の内容で収集した資料を整理した。整理にあたっては、水道情報活用システムの標準項目（表 3.4.6.5）との比較を並行して行った。

表 3.4.6.4 事業者が保有する維持管理情報項目の整理

項目名称	登録される内容
事業者名	資料を提供した事業者の名称
帳票の分類	基となる資料の分類（表 3.4.6.1 参照） 1：管体調査の記録（老朽管など） 2：管体調査の記録（漏水事故が発生した管路） 3：漏水事故の記録（事故報告書など） 4：維持管理の履歴（点検・調査帳票など） 5：管路台帳
出典	基となる資料の名称（報告書のタイトルなど） ※記載されていない場合はファイル名を記載
レイヤ名	Shape ファイルのファイル名 ※5：管路台帳のみ
項目名	帳票・表などに記載されている各項目の名称
単位	項目に記録されている単位（mm 等）
記載例	項目に記録されている内容 ※多数入力されている帳票の内容を例示する
No	水道情報活用システムの標準項目に記載されている「No」
業務 1	水道情報活用システムの標準項目に記載されている「業務 1」
業務 2	水道情報活用システムの標準項目に記載されている「業務 2」
項目	水道情報活用システムの標準項目に記載されている「項目」
備考	その他の特記事項など

表 3.4.6.5 水道情報活用システムの標準項目（2021年11月末時点）（1/3）

No	業務1	業務2	項目	内容	データ取得頻度	データ型	簡易水道向け項目選別(案)	アセットマネジメント 実践タイプごとの項目 (タイプ別境界面について)		
								2B	3C	4D
1	管格調書		台帳番号	管路を一意に特定するための番号	1回/月	文字型	●	○	○	
2	管格調書		枝番号	上記設備と同設備がある場合に枝番管理する場合もある	1回/月	文字型	●	○	○	
3	管格調書		施設名称	管路名称	1回/月	文字型	●	○	○	
4	管格調書		設備名称	管路に付随する設備名称	1回/月	文字型	●	○	○	
5	管格調書		設置場所	設置場所	1回/月	文字型	●	○	○	
6	管格調書		取得年度	設備を取得した年度（設置年度とは別）	1回/月	数値型	▲	○	○	
7	管格調書		取得価額	設備の取得価額（税込み額）（本体価格）	1回/月	数値型	▲	○	○	
8	管格調書		工事費用	設備設置工事にかかる費用	1回/月	数値型	-	○	○	
9	管格調書		延長	管路の長さ	1回/月	数値型	●	○	○	
10	管格調書		管路位置	管路の位置（緯度経度など）	1回/月	文字型	-	○	○	
11	管格調書		管路口径	管路の口径	1回/月	文字型	●	○	○	
12	管格調書		管種	管路の管種（例：铸铁管、ダクタイル铸铁管、鋼管、ステンレス鋼管、右締セメント管、硬質塩化ビニル管、ポリエチレン管）	1回/月	文字型	-	○	○	
13	管格調書		材質	管路の材質	1回/月	文字型	-	○	○	
14	管格調書		継手	配管する時、管と管を結合するのに用いられる部品の総称（例：結合式、溶接式、ねじこみ式）	1回/月	文字型	●	○	○	
15	管格調書		土かぶり	地中埋設物上端から地表面までの距離	1回/月	数値型	●	○	○	
16	管格調書		構造形式	管路の構造や形状	1回/月	文字型	●	○	○	
17	管格調書		管路区分	管路における区分（例：導水管、送水管、配水本管、配水支管）	1回/月	文字型	●	○	○	

表 3. 4. 6. 5 水道情報活用システムの標準項目（2021年11月末時点）（2/3）

No	業務1	業務2	項目	内容	データ取得頻度	データ型	簡易水道向け項目選別(案)	アセットマネジメント実践タイプごとの項目(タイプ別境界面について)		
								2B	3C	4D
18	管轄調査		法定耐用年数	設備機器の法定耐用年数	1回/月	数値型	▲		○	○
19	管轄調査		実使用耐用年数	実際にどれくらい使つか、事業体ごとに設定した耐用年数(=目標耐用年数)	1回/月	数値型	-		○	○
20	管轄調査		設置年度	管路の設置年度	1回/月	数値型	-		○	○
21	管轄調査		経過年数	管路を設置してから経過した年数	1回/月	数値型	-		○	○
22	管轄調査		水道メータ位置	管路における水道メータの取り付け位置	1回/月	文字型	-		○	○
23	管轄調査		図面番号	管路の関連する図面の番号など	1回/月	文字型	-		○	○
24	管轄調査		設置位置	管路が埋設されている位置情報	1回/月	文字型	-		○	○
25	管轄調査		付属設備種類	弁や消火栓などの管路に付属する設備の種類	1回/月	文字型	-		○	○
26	管轄調査		設置年度(横断管路)	横断管路の設置した年度	1回/月	数値型	-		○	○
27	管轄調査		横断管路位置	道路等を横断する管路の位置	1回/月	文字型	-		○	○
28	管轄調査		横断管路延長	横断管路の延長(長さ)	1回/月	数値型	-		○	○
29	管轄調査		横断管路口径	横断管路の口径	1回/月	文字型	-		○	○
30	管轄調査		管路条数	1本として管理している管路の本数	1回/月	文字型	●		○	○
31	管轄調査		管路区分毎の延長	管路区分が同一の管路ごとの延長	1回/月	数値型	-		○	○
32	管轄調査		設置年度毎の延長	管路を設置した年度が同一の管路ごとの延長	1回/月	数値型	-		○	○
33	管轄調査		管路口径毎の管路延長	管路口径が同一の管路ごとの延長	1回/月	数値型	-		○	○
34	管轄調査		管種毎の管路延長	管路の種類が同一の管路ごとの延長	1回/月	数値型	-		○	○
35	管轄調査		継手毎の管路延長	継手が同一の管路ごとの延長	1回/月	数値型	-		○	○
36	管轄調査		給水区域境界の地名	給水区域の境界地名	1回/月	文字型	-		○	○
37	管轄調査		敷地境界線	管路が埋設されており、当該管路が敷地を跨ぐ場合の境界線位置情報	1回/月	文字型	-		○	○
38	管轄調査		敷地内主要施設名称	敷地内の主要な施設の名称	1回/月	文字型	-		○	○
39	管轄調査		敷地内主要施設位置	敷地内の主要な施設の位置	1回/月	文字型	-		○	○
40	管轄調査		占用許可番号	管路埋設に伴う道路の占用許可番号	1回/月	文字型	-		○	○
41	管轄調査		占用期間(自)	管路埋設に伴う道路の占用期間	1回/月	日付型	-		○	○
42	管轄調査		占用期間(至)	管路埋設に伴う道路の占用期間	1回/月	日付型	-		○	○
43	管轄調査		工種	管路工事における工事の種類(例:管渠推進工事、水路・管路工事など)	1回/月	文字型	-		○	○
44	点検		点検年月日	点検を実施した年月日	1回/日	日付型	-		○	○
45	点検		点検対象物	点検の対象となる施設、設備などの名称	1回/日	文字型	-		○	○
46	点検		点検実施者	点検を実施した者の氏名	1回/日	文字型	-		○	○
47	点検		点検方法	設備機器や施設の点検に用いた方法	1回/日	文字型	-		○	○
48	点検		点検頻度	設備機器などの点検を行う周期(頻度)	1回/日	文字型	-		○	○
49	点検		台帳管理番号	設備を一意に特定するための番号	1回/日	文字型	-		○	○
50	点検		校番号	上記設備と同設備がある場合に校番管理する場合もある	1回/日	文字型	-		○	○
51	点検		天候	点検実施した日の天候	1回/日	文字型	-		○	○
52	点検		外気温	点検実施した日の外気温	1回/日	数値型	-		○	○
53	点検		盤表示	盤に表示されている流量などの計測値の表示状態	1回/日	文字型	-		○	○
54	点検		施設状態(水漏れ、施設など)	施設状態の異常	1回/日	文字型	-		○	○
55	点検		配管状態	配管の状態(水漏れ、流量異常など)	1回/日	文字型	-		○	○
56	点検		電流	機器の電流状態	1回/日	文字型	-		○	○
57	点検		弁開度	弁の開度状態	1回/日	文字型	-		○	○
58	点検		池異物	配水池、貯水池などの池の状態	1回/日	文字型	-		○	○
59	点検		機器オイル量	機器のオイル量の状態	1回/日	文字型	-		○	○
60	点検		機器周波数	機器が動作している際の周波数	1回/日	文字型	-		○	○
61	点検		タイマー時刻修正有無	タイマー時刻の修正の要否	1回/日	文字型	-		○	○
62	点検		コンプレッサ圧力	コンプレッサの圧力異常	1回/日	文字型	-		○	○
63	点検		空気槽圧力	空気槽の圧力異常	1回/日	文字型	-		○	○
64	点検		弁動作	弁の開閉動作状況	1回/日	文字型	-		○	○
65	点検		エア漏れ	対象機器のエア漏れなどの異常	1回/日	文字型	-		○	○
66	点検		水質計器状態	水質計器の正常動作状況	1回/日	文字型	-		○	○
67	点検		フィルター汚れ	機器のフィルター汚れ状態	1回/日	文字型	-		○	○
68	点検		ポンプ動作状態	ポンプの動作状況	1回/日	文字型	-		○	○
69	点検		薬品貯蔵液位	薬品の在庫状況	1回/日	文字型	-		○	○
70	点検		ポンプ流量	ポンプからの流出流量	1回/日	文字型	-		○	○
71	点検		ポンプ背圧	ポンプの背圧	1回/日	文字型	-		○	○
72	点検		ポンプ動作音	ポンプの動作異常音など	1回/日	文字型	-		○	○
73	点検		ポンプ回転数	ポンプの回転数	1回/日	文字型	-		○	○
74	点検		点検費用	点検にかかる費用	1回/日	数値型	-		○	○
75	点検		室温	室温	1回/日	文字型	-		○	○
76	点検		修繕履歴	修繕等を行った場合の記録内容	1回/日	文字型	-		○	○
77	劣化診断		台帳管理番号	設備を一意に特定するための番号	1回/日	文字型	-		○	○
78	劣化診断		校番号	上記設備と同設備がある場合に校番管理する場合もある	1回/日	文字型	-		○	○
79	劣化診断		診断日付	劣化診断を実施した日付	1回/日	日付型	-		○	○
80	劣化診断		施設名称	劣化診断対象の施設名称	1回/日	文字型	-		○	○
81	劣化診断		設備名称	劣化診断対象の設備名称	1回/日	文字型	-		○	○
82	劣化診断		天候	点検実施した日の天候	1回/日	文字型	-		○	○
83	劣化診断		外気温	点検実施した日の外気温	1回/日	数値型	-		○	○
84	劣化診断		用途	設備機器の用途	1回/日	数値型	-		○	○
85	劣化診断		水系	対象設備の設置されている水系	1回/日	文字型	-		○	○
86	劣化診断		施設種別	施設の構造や設備機器の材質などを区分する項目	1回/日	文字型	-		○	○
87	劣化診断		機能分類	評価すべき機能分類	1回/日	文字型	-		○	○
88	劣化診断		重み係数	評価時の重み係数	1回/日	数値型	-		○	○
89	劣化診断		算出方法	機能診断の評価計算方法	1回/日	文字型	-		○	○
90	劣化診断		評価指標	機能ごとの評価指標	1回/日	数値型	-		○	○
91	劣化診断		診断得点	機能分類ごとの評価得点	1回/日	数値型	-		○	○
92	劣化診断		評価区分	評価判定の区分(0:不足、1:概ね満足、2:十分など)	1回/日	文字型	-		○	○
93	劣化診断		機能低下原因	設備機器の機能劣化原因	1回/日	文字型	-		○	○
94	劣化診断		影響範囲	他設備機器や施設能力に対する影響範囲	1回/日	文字型	-		○	○
95	劣化診断		出現頻度	劣化によるインシデントの出現する頻度	1回/日	数値型	-		○	○
96	劣化診断		改善必要度	劣化による設備機器の更新及び修繕の優先度	1回/日	数値型	-		○	○
97	劣化診断		改善手法	改善する場合の方針など	1回/日	文字型	-		○	○
98	マッピング(配水施設)		レイヤ番号	マッピングシステムにおけるシェーパファイルのレイヤ番号	1回/月	Shapeファイル形式	-		○	○
99	マッピング(配水施設)		サブレイヤ番号	マッピングシステムにおけるシェーパファイルのサブレイヤ番号	1回/月	Shapeファイル形式	-		○	○
100	マッピング(配水施設)		管理番号	管路の管理番号	1回/月	Shapeファイル形式	-		○	○
101	マッピング(配水施設)	管路系	竣工年月日	管路を埋設等の竣工した年月日	1回/月	Shapeファイル形式	-		○	○
102	マッピング(配水施設)	管路系	マイロ番号	地図上の軸間におけるマッピングされた場所の管理番号	1回/月	Shapeファイル形式	-		○	○
103	マッピング(配水施設)	管路系	管種	埋設した管路の管種	1回/月	Shapeファイル形式	-		○	○
104	マッピング(配水施設)	管路系	口径区分	埋設した管路の口径区分	1回/月	Shapeファイル形式	-		○	○
105	マッピング(配水施設)	管路系	口径	埋設した管路の口径	1回/月	Shapeファイル形式	-		○	○
106	マッピング(配水施設)	管路系	特殊部	管路と一緒に埋設した特殊部の内容又は名称など 特殊部とは:地中にケーブルを入れたり接続などの作業をするためのコンクリート製の箱	1回/月	Shapeファイル形式	-			○

表 3. 4. 6. 5 水道情報活用システムの標準項目（2021年11月末時点）（3/3）

No	業務1	業務2	項目	内容	データ取得頻度	データ型	簡易水道向け項目選別(案)	アセットマネジメント実践タイプごとの項目(タイプ別境界面について)		
								2B	3C	4D
107	マッピング(配水施設)	管路系	特殊工事種別	特殊部の工事種別	1回/月	Shapeファイル形式				○
108	マッピング(配水施設)	管路系	管外材料	管路の外装皮膜や塗装に関する材料	1回/月	Shapeファイル形式				○
109	マッピング(配水施設)	管路系	竣工年月日2	特殊部の竣工年月日	1回/月	Shapeファイル形式				○
110	マッピング(配水施設)	管路系	マイクロ番号2	地図上の軸間におけるマッピングされた場所の管理番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
111	マッピング(配水施設)	管路系	口径区分2	管路の口径区分	1回/月	Shapeファイル形式				○
112	マッピング(配水施設)	管路系	口径2	管路の口径	1回/月	Shapeファイル形式				○
113	マッピング(配水施設)	管路系	管外被覆・塗装種類	管路の外装皮膜や塗装に関する種類	1回/月	Shapeファイル形式				○
114	マッピング(配水施設)	管路系	竣工年月日3	管外皮膜などを施した日付	1回/月	Shapeファイル形式				○
115	マッピング(配水施設)	管路系	マイクロ番号3	地図上の軸間におけるマッピングされた場所の管理番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
116	マッピング(配水施設)	管路系	管内材質・被覆種類	管路の内装材質や被覆に関する種類	1回/月	Shapeファイル形式				○
117	マッピング(配水施設)	管路系	竣工年月日4	管内材質、被覆を施した日付	1回/月	Shapeファイル形式				○
118	マッピング(配水施設)	管路系	マイクロ番号4	地図上の軸間におけるマッピングされた場所の管理番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
119	マッピング(配水施設)	管路系	浅層管フラグ	埋設深さを浅くしている場合のフラグ	1回/月	Shapeファイル形式				○
120	マッピング(配水施設)	管路系	メ	その他メ	1回/月	Shapeファイル形式				○
121	マッピング(配水施設)	弁栓類	種別	弁栓の種類(例:仕切弁、減圧弁、消化栓、補修弁、空気弁など)	1回/月	Shapeファイル形式				○
122	マッピング(配水施設)	弁栓類	口径区分	当該弁の口径区分	1回/月	Shapeファイル形式				○
123	マッピング(配水施設)	弁栓類	口径	当該弁の口径	1回/月	Shapeファイル形式				○
124	マッピング(配水施設)	弁栓類	竣工年月日	弁栓設置に関する竣工年月日	1回/月	Shapeファイル形式				○
125	マッピング(配水施設)	弁栓類	マイクロ番号	地図上の軸間におけるマッピングされた場所の管理番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
126	マッピング(配水施設)	弁栓類	閉情報	弁栓の開閉に関する情報	1回/月	Shapeファイル形式				○
127	マッピング(配水施設)	弁栓類	接続レイヤ番号	弁栓を繋ぐ他区域のマッピング情報(レイヤ)と接続しているレイヤ番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
128	マッピング(配水施設)	弁栓類	接続サブレイヤ番号	弁栓を繋ぐ他区域のマッピング情報(レイヤ)と接続しているサブレイヤ番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
129	マッピング(配水施設)	弁栓類	接続口径区分	弁栓を繋ぐ他区域のマッピング情報(レイヤ)と接続している口径区分	1回/月	Shapeファイル形式				○
130	マッピング(配水施設)	弁栓類	接続口径	弁栓を繋ぐ他区域のマッピング情報(レイヤ)と接続している口径	1回/月	Shapeファイル形式				○
131	マッピング(配水施設)	弁栓類	全回転数	弁栓における回転数	1回/月	Shapeファイル形式				○
132	マッピング(配水施設)	弁栓類	副弁の有無	設置された弁に副弁があるかないか	1回/月	Shapeファイル形式				○
133	マッピング(配水施設)	弁栓類	副弁口径区分	弁に付随する副弁の口径区分	1回/月	Shapeファイル形式				○
134	マッピング(配水施設)	弁栓類	副弁口径	弁に付随する副弁の口径	1回/月	Shapeファイル形式				○
135	マッピング(配水施設)	弁栓類	副弁全回転数	弁に付随する副弁の回転数	1回/月	Shapeファイル形式				○
136	マッピング(配水施設)	弁栓類	消防管理番号	消火栓についての管理番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
137	マッピング(配水施設)	私設系	有効水量	施設から配水された水の量	1回/月	Shapeファイル形式				○
138	マッピング(配水施設)	私設系	材質	施設の材質	1回/月	Shapeファイル形式				○
139	マッピング(配水施設)	オフセット・デプス	離れ	管路とバックアップの管路の離れ具合	1回/月	Shapeファイル形式				○
140	マッピング(配水施設)	オフセット・デプス	深さ	バックアップの管路の埋設された深さ	1回/月	Shapeファイル形式				○
141	マッピング(配水施設)	漏水修理位置	修繕工事費積算書番号	漏水修理した管路の修繕工事費用の管理番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
142	マッピング(配水施設)	水系ポリゴン	水系コード	管路に流れる水の水系を表すコード	1回/月	Shapeファイル形式				○
143	マッピング(配水施設)	配水ブロック	ブロック番号	配水ブロックの番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
144	マッピング(給水施設)		レイヤ番号	マッピングシステムにおけるシェーフイルのレイヤ番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
145	マッピング(給水施設)		サブレイヤ番号	マッピングシステムにおけるシェーフイルのサブレイヤ番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
146	マッピング(給水施設)	管路系	取出し管種	給水管取出し工により宅地へ引き込み際の管種	1回/月	Shapeファイル形式				○
147	マッピング(給水施設)	管路系	取出し口径	給水管取出し工により宅地へ引き込み際の口径	1回/月	Shapeファイル形式				○
148	マッピング(給水施設)	管路系	給水台帳受付番号	給水台帳受付番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
149	マッピング(給水施設)	管路系	浅層管フラグ	管路埋設深さが浅い場合のフラグ	1回/月	Shapeファイル形式				○
150	マッピング(給水施設)	管路系	メ	管路の埋設における補足情報	1回/月	Shapeファイル形式				○
151	マッピング(給水施設)	管路系	管種	給水管の管種	1回/月	Shapeファイル形式				○
152	マッピング(給水施設)	管路系	口径	給水管の口径	1回/月	Shapeファイル形式				○
153	マッピング(給水施設)	管路系	共同管番号	本管から共同管を利用している場合の共同管番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
154	マッピング(給水施設)	弁栓類	消防管理番号	消火栓についての管理番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
155	マッピング(給水施設)	弁栓類	口径区分	弁栓の口径区分	1回/月	Shapeファイル形式				○
156	マッピング(給水施設)	弁栓類	口径	弁栓の口径	1回/月	Shapeファイル形式				○
157	マッピング(給水施設)	弁栓類	副弁の有無	弁栓に付随する副弁の有無	1回/月	Shapeファイル形式				○
158	マッピング(給水施設)	弁栓類	副弁口径区分	弁栓に付随する副弁の口径区分	1回/月	Shapeファイル形式				○
159	マッピング(給水施設)	弁栓類	副弁口径	弁栓に付随する副弁の口径	1回/月	Shapeファイル形式				○
160	マッピング(給水施設)	弁栓類	給水台帳受付番号	給水栓などに紐づく給水台帳受付番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
161	マッピング(給水施設)	メータ	メータ口径	給水メータの口径	1回/月	Shapeファイル形式				○
162	マッピング(給水施設)	メータ	使用水量	給水メータに設定する使用水量	1回/月	Shapeファイル形式				○
163	マッピング(給水施設)	メータ	特定使用者名	特定使用者の名称	1回/月	Shapeファイル形式				○
164	マッピング(給水施設)	メータ	老人世帯名	老人のみが居住する世帯名	1回/月	Shapeファイル形式				○
165	マッピング(給水施設)	メータ	3階以上直結給水	需要家の居住する住宅が3階以上かつ3階まで直結給水となっているか	1回/月	Shapeファイル形式				○
166	マッピング(給水施設)	メータ	給水台帳受付番号	メータに紐づく給水受付番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
167	マッピング(給水施設)	メータ	水栓番号(起)	メータに紐づく水栓番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
168	マッピング(給水施設)	メータ	水栓番号(終)	メータに紐づく水栓番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
169	マッピング(給水施設)	メータ	メータ番号	メータの管理番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
170	マッピング(給水施設)	メータ	管番号	メータの管番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
171	マッピング(給水施設)	メータ	水栓番号	メータに紐づく水栓番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
172	マッピング(給水施設)	メータ	給水台帳受付番号	メータに紐づく給水台帳受付番号	1回/月	Shapeファイル形式				○
173	マッピング(給水施設)	受水槽	受水槽種別	給水メータにある受水槽種別	1回/月	Shapeファイル形式				○
174	マッピング(給水施設)	受水槽	受水槽容量	給水メータにある受水槽の容量	1回/月	Shapeファイル形式				○
175	マッピング(給水施設)	受水槽	高層水槽の有無	設置されている受水槽が高い位置にあるか	1回/月	Shapeファイル形式				○
176	マッピング(給水施設)	受水槽	高層水槽容量	設置されている受水槽が高い位置の場合の容量	1回/月	Shapeファイル形式				○
177	マッピング(給水施設)	受水槽	受水槽管理者連絡先	受水槽の管理者の連絡先	1回/月	Shapeファイル形式				○
178	マッピング(給水施設)	ブースタポンプ	ブースタ種別	ブースタポンプが設置されている場合のポンプ種別	1回/月	Shapeファイル形式				○
179	マッピング(給水施設)	漏水修理位置	竣工年月日	漏水修理した年月日	1回/月	Shapeファイル形式				○
180	マッピング(給水施設)	漏水修理位置	修繕工事費積算書番号	漏水修理時の修繕工事費用の調査番号	1回/月	Shapeファイル形式				○

(11) 事業体情報の分析

データベース化した事業体が保有する情報項目は、令和4年度に類似する項目名称等の整理を行った上で、水道情報活用システムの標準項目とのギャップ分析を行った。また、給水人口区分やブロック(地域)、職員数など水道統計の事業体情報を活用し、傾向分析を行った。

傾向分析では特徴的な傾向が見られなかったため、本研究では個々の帳票を確認し、特徴

的な帳票を事例として採用することとした。なお、詳細は「4.2.1.(8) 事業体情報の傾向分析」に示す。

1) 管体調査の記録（老朽管など）

各事業体で帳票に工夫が見られるが、水道情報活用システムの標準項目とは乖離している事業体が多い。また、劣化診断（業務 1）との対比では、管路情報と診断得点を記載している事業体が多いものの、台帳管理番号との紐付けが行われていないことが把握できた。一方、ブロック別では傾向が把握できないものの、給水人口区分別に見ると 250 千人以上の事業体に集中していた。

これらのことから、情報活用の観点では、以下の課題が想定される。

- 中規模未満の事業体（給水人口 250 千人未満の事業体）では、予算、又は人員不足により管体調査が実施できていない。
- 台帳管理番号等の項目が見られないため、管路台帳との紐付けができていない。

2) 管体調査の記録（漏水事故が発生した管路）

漏水事故が発生した管路の管体調査は、表 3.4.6.2、表 3.4.6.3 に示されるとおり、実施している事業体が少ないことが想定される。また、劣化診断（業務 1）との対比では、評価区分を設定しているのは給水人口 1,000 千人以上の事業体のみであり、前述の管体調査の記録（老朽管など）と同様に、台帳管理番号との紐付け行われていないことが把握できた。一方、ブロック別では、劣化診断（業務 1）の項目を記載しているのは東北地方に多く見られた。

これらのことから、情報活用の観点では、以下の課題が想定される。

- 漏水事故が発生した管路は、事故対応が優先されて管体調査が行われていない可能性がある。
- 台帳管理番号等の項目が見られないため、管路台帳との紐付けができていない（前述の管体調査の記録（老朽管など）と同じ）。

3) 漏水事故の履歴（事故報告書など）

漏水事故の履歴では、設置場所や管種・口径等、管路の属性情報が記録されている事業体が多かった。標準項目以外の情報としては、漏水の通報に係る情報（通報者、受信者等）や復旧に係る情報（工事業者や施工費用等）が多く見られ、中大規模の事業体では漏水に係る情報（漏水状況や漏水量等）が記録されている傾向が見られた。一方、ブロック別や給水人口区分別に見ても特徴的な傾向は把握できなかった。

これらのことから、情報活用の観点では、以下の課題が想定される。

- 漏水に係る情報が中大規模の事業体に偏っていることから、統計的な分析を実施しても市街地の情報に偏りが発生する可能性がある。
- 台帳管理番号等の項目が少ないため、大半の事業体では管路台帳との紐付けができていない可能性が高い。

4) 維持管理の履歴（点検・調査帳票など）

維持管理の履歴では、全体的に対象施設の情報（管路や弁栓類等）と、対象施設の点検結果が記載されていた。また、点検項目については、事業者ごとに点検作業を効率的に行うための工夫が見られた。また、前述と同様に台帳管理番号等の項目が記載されていないことが多く、管路台帳との紐付けが行われていないことが把握できた。一方、ブロック別や給水人口別に見ても特徴的な傾向は把握できなかった。

これらのことから、情報活用の観点では、以下の課題が想定される。

- 弁栓類の点検帳票が多く、管路本体の点検は水管橋など地上部の管路の点検が行われており、埋設管に対しては、パトロール（管路布設場所の地上部の点検）が主体となっている。点検内容は事業者ごとに創意工夫がなされているものの、台帳管理番号等の項目が少ないため、管路台帳との紐付けができていない可能性が高い。
- 帳票形式であることが多いため、Microsoft Excel®等を用いてデータ化されていることが想定される。

5) 管路台帳

管路台帳では、GIS 情報（SHP 形式）が多く提供されたことから、管路台帳の電子化は進んでいることが把握できた。しかしながら、GIS 情報のうち図形情報のみで表現している事業者が見られたことから、紙台帳のトレースに留まる管路台帳が存在する可能性がある。また、属性情報のコード表を入手できなかった事業者もあるため、標準項目との対比には精査が必要となる。なお、ブロック別や給水人口別に見ても特徴的な傾向は把握できなかった。

これらのことから、情報活用の観点では、以下の課題が想定される。

- 様々な情報を蓄積するための基盤としては、大半の事業者で準備ができていると考えられる。
- 管路および弁栓類についても、水道情報活用システムの標準項目と整合が図られている可能性が高い。

3.4.7 水道管路維持管理に関する事例集の作成

(12) 情報活用に向けたあるべき姿

過年度の研究（Pipe Stars プロジェクト）において、「管路維持管理マニュアル作成の手引き」が作成されており、この中で「維持管理レベルの評価手法」が示されている。本研究においても、維持管理の現状を把握して参考となる事例を参照することが求められたため、「維持管理レベルの評価手法」を見直すこととした。

この評価手法を設定するにあたり、予防保全型の維持管理を目指した「維持管理のあるべき姿」を企業WGで協議した。作成した「維持管理のあるべき姿」の案と期待される効果を図3.4.7.1、図3.4.7.2に示す。

「点検を含む維持・修繕」の位置づけ ⇒ 水道の機能を維持する作業や、水道施設の運転、巡視、保守、診断、清掃等の作業を行うとともに、水道施設の損傷、腐食その他劣化を把握したときに、現状程度に復旧すること

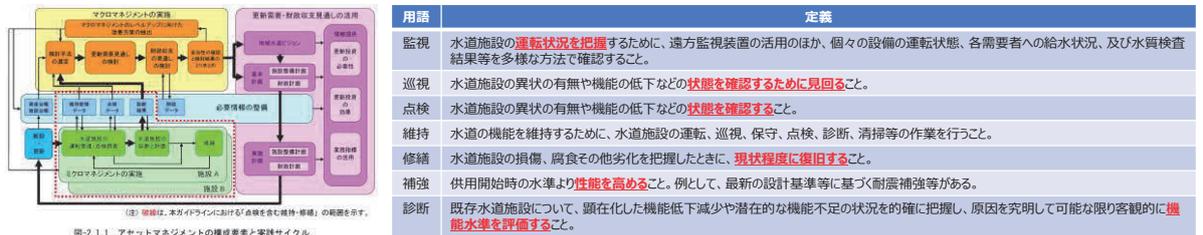


図-2.1.1 アセットマネジメントの構成要素と実施サイクル

出典：水道施設の点検を含む維持・修繕の実施に関するガイドライン（R元年9月、厚労省）

管路状態の現状把握を可能とし、それぞれの事業者において水道管路に求められる機能が速やかに評価できる

図 3.4.7.1 維持管理のあるべき姿（案）

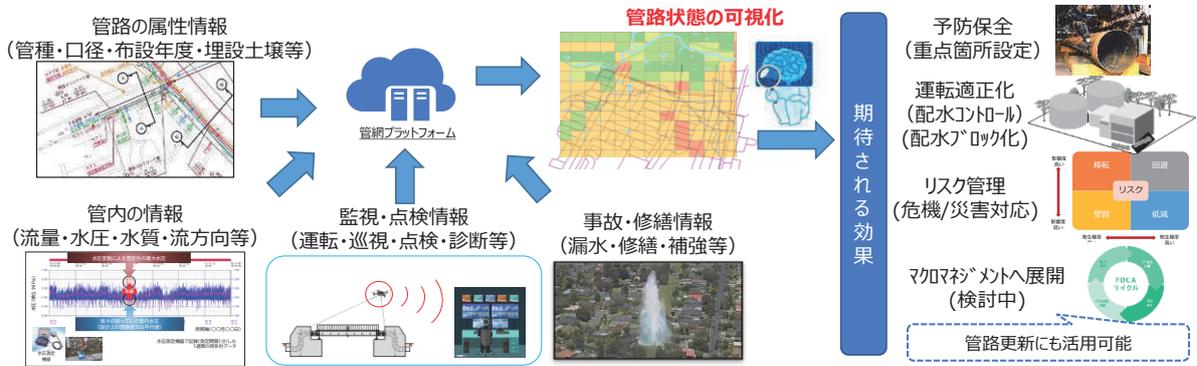


図 3.4.7.2 期待される効果

(13) 事例集に対する利用シーン

事例集の作成にあたり、水道事業者の職員が事例集を利用する状況（利用シーン）を検討した。検討にあたっては、ペルソナ（典型的なユーザー像のこと）を設定して利用シーンを想定した（図3.4.7.3）。利用シーンを多数想定すると、事例集を利用する際、「職員自身が課題を感じており、目的を持って事例集を参照する（検索する）」ことが共通することを把握できた。そこで、水道事業者の職員が、既設管路に対する維持管理の実施状況について現状と改善箇所を把握（セルフチェック）し、それに準じた事例を提示する仕組みを構築することとした。

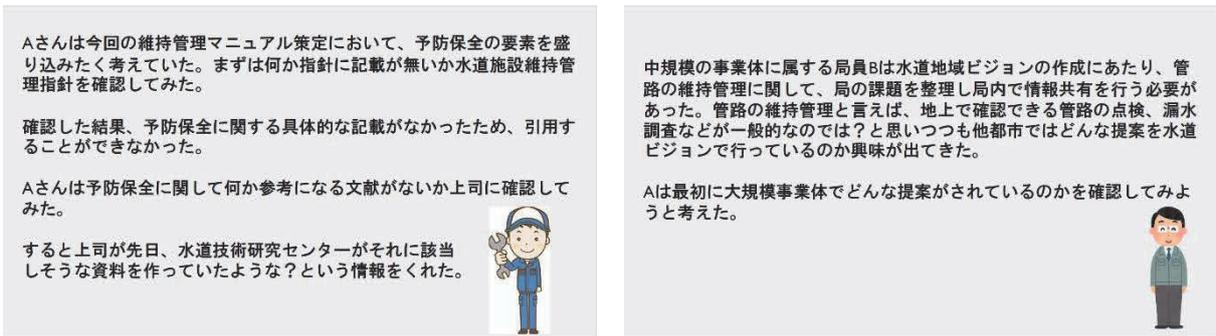


図 3.4.7.3 ペルソナ設定による利用シーンの検討例

(14) 維持管理における評価方法

既設管路に対する維持管理の実施状況について、現状と改善箇所を把握するためには、現状の維持管理の実施状況を評価する必要がある。ただし、維持管理や保全方法は、現在においても日常的に改善が図られている。そこで、水道維持管理指針 2016(以下「維持管理指針」)に示される合理的管理に基づき評価する方法を検討した。

1) 対象施設

事業体へのアンケート調査結果では、維持管理の参考文献として維持管理指針等と回答した事業体が 68.3%を占めていた(図 4.2.1.9)。その他の文献では、ガイドライン等が 20.5%、マニュアル等が 13.4%に留まっているため、評価方法は維持管理指針を基に作成することとした。

一方、維持管理指針に示される維持管理の内容は、水道施設全体を網羅したものとなっている。このため、本研究では維持管理指針に示される項目の中から、対象施設を管路施設(送・配水施設)に絞り込むこととした(図 3.4.7.4)。



出典：水道維持管理指針 2016 (日本水道協会)

図 3.4.7.4 本研究における対象施設の設定

2) 評価項目

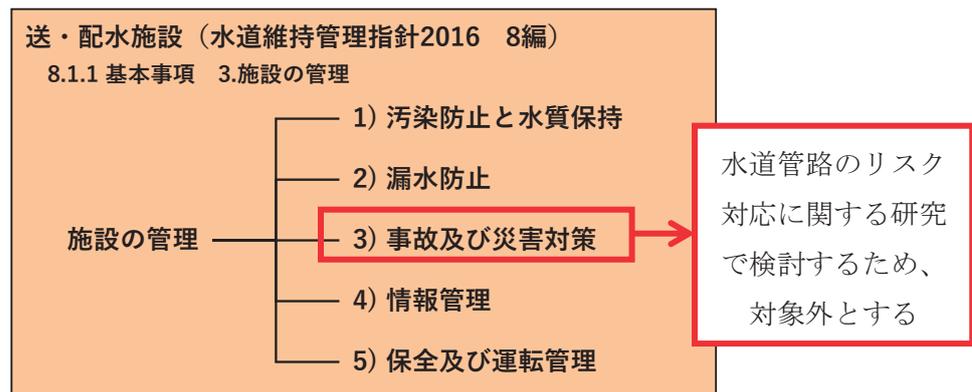
はじめに、評価項目について、維持管理指針の合理的管理に示される管理の方法を軸に体系的に整理することとした（図 3.4.7.5）。



出典：水道維持管理指針 2016（日本水道協会）

図 3.4.7.5 評価軸の設定

次に、対象施設における管理の観点を検討した。維持管理指針では、図 3.4.7.6 に示す 5 つの観点が記載されている。このうち、「事故及び災害対応」部分は、水道管路のリスク対応に関する研究で行っているため除外することとした。なお、本研究では、研究テーマに即して、他の 4 つの観点を踏まえるものの、情報管理に観点を強調することとした。

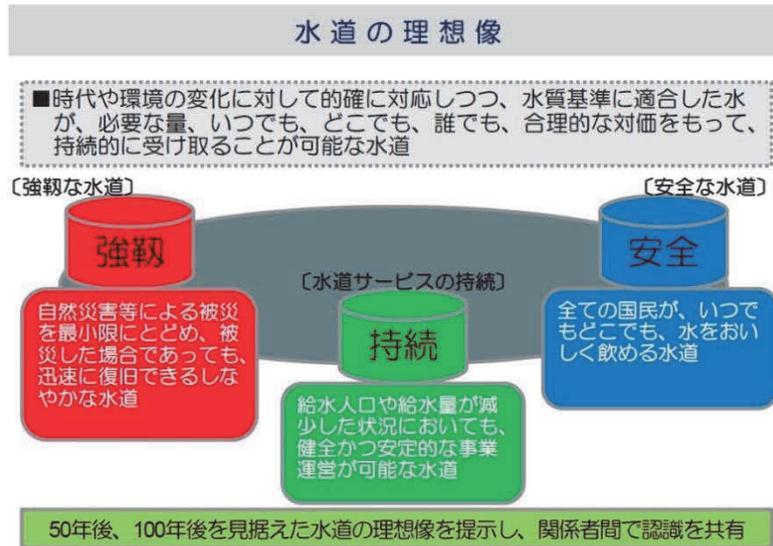


出典：水道維持管理指針 2016（日本水道協会）

図 3.4.7.6 本研究における対象施設の設定

一方、厚生労働省が示す新水道ビジョンにおいて、水道の理想像（図 3.4.7.7）が示されている。また、「水道事業ビジョン」作成の手引き（厚生労働省）においても、「6.3 地域の水道の理想像と目標設定」で、「持続」「安全」「強靱」のそれぞれの観点から目標の設定を示すことが求められているため、前述の維持管理のあるべき姿に向け、「強靱な水道」

「安全な水道」「水道サービスの持続」の視点で体系的に評価項目を検討することとした（図 3.4.7.8）。これら評価項目の検討例を表 3.4.7.1 に、評価項目を表 3.4.7.2 に示す。



出典：新水道ビジョン（厚生労働省）

図 3.4.7.7 水道の理想像

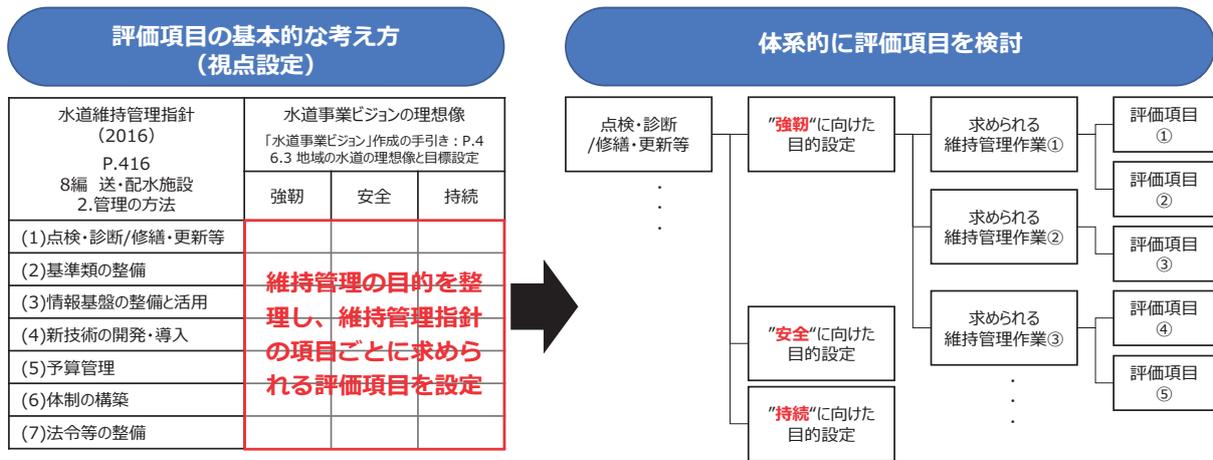


図 3.4.7.8 評価項目の基本的な考え方

表 3.4.7.2 評価項目の設定 (1/2)

評価項目		参考文献
1) 点検・診断／修繕・更新等		
点検	(1) 管路の巡視	・ マニュアル作成の手引き (<i>Pipe Stars</i> プロジェクト)
	(2) 弁栓類の点検・整備	
	(3) 水管橋・橋梁添架管の点検・塗装	
	(4) 防食設備の点検	
	(5) 計装設備の点検・整備	・ 維持管理指針 2016 (日本水道協会) (11.3.計測機器の保守管理)
調査・診断	(1) 漏水調査	・ マニュアル作成の手引き (<i>Pipe Stars</i> プロジェクト)
	(2) 管内状況調査	
	(3) 洗浄作業及び状態調査	
	(4) 管体腐食度調査	
	(5) 水圧調査	
	(6) 流量調査	
	(7) 水質調査	
2) 基準類の整備		
	(1) 維持管理に係る情報収集／反映	
	(2) 施設更新に係る情報収集／反映	
	(3) 計画策定に係る情報収集／反映	
3) 情報基盤の整備と活用		
	(1) 現況情報の整備	・ マニュアル作成の手引き (<i>Pipe Stars</i> プロジェクト)
	(2) 点検情報の記録	
	(3) 調査・診断情報の記録	・ 水道事業におけるアセットマネジメント (資産管理) に関する手引き (厚生労働省)
	(4) 維持管理作業への情報活用	
	(5) 計画類への情報活用	
	(6) 業務改善への情報活用	

表 3.4.7.2 評価項目の設定 (2/2)

評価項目	参考文献
4) 新技術の開発・導入	
(1) 現況課題の把握・整理	
(2) 現況課題の発信	
(3) 新技術導入に向けた体制の準備	
5) 予算管理	
(1) 維持管理費用の試算・予算確保	・ 水道事業におけるアセットマネジメント（資産管理）に関する手引き（厚生労働省）
(2) 更新需要の試算	
(3) 財政見通しの試算	
6) 体制の構築	
(1) 業務内容・業務量の適正化	
(2) 職員数の確保・適正化	
(3) 技術力の維持・向上	
7) 法令等の整備	
(1) 水道事業の現状評価・課題整理	・ 「水道事業ビジョン」作成の手引き（厚生労働省）
(2) 将来の事業環境の検討	
(3) 地域水道の理想像と目標設定	

3) 事例集の整理

事例集の整理にあたっては、前述の 3.4.4 に示すアンケート結果より、ガイドラインやマニュアル等を参考にしている事業者が 20%以下であることを踏まえ、表 3.4.7.3 に示す分類で整理することとした。

表 3.4.7.3 事例集の概要

分類	事例集の概要
ガイドライン・マニュアル等	評価項目に準じて、国等が公開している手引きやガイドライン、マニュアル等を参考資料として提示し、利用率向上に努める。
ヒアリング事例調査	前項 3.4.5 に示す、特徴的な取組を行っている事業者へのヒアリング調査で把握できた事例を提示する。
管理帳票・記録項目例	前項 3.4.6 に示す、事業者から収集した管理帳票等において、予防保全に資する帳票や記録項目等を提示する。
参考文献・論文等	先進的な取組事例として、令和元年度以降の水道研究発表会で発表された事例論文等を提示する。

表 3.4.7.2 に示す評価項目および表 3.4.7.3 に示す事例集の分類を基に、予防保全に資する事例や特徴的な帳票等を参考文献として抽出することとした。抽出にあたっては、企業委員で分担して行い、本研究で行ったヒアリング事例調査や、収集・分析した管理帳票・記録項目例が示せない評価項目については、ガイドライン・マニュアル等や参考文献・論文等を充実するように注力した。なお、整理した事例集の件数を表 3.4.7.4 に示す。

表 3.4.7.4 整理した事例集の件数

評価分類	点検・診断/修繕・更新等										基準類の整備		情報基盤の整備と活用			新技術の開発・導入		予算管理		体制の構築		法令等の整備											
	点検					調査・診断					基準類の整備		情報基盤の整備と活用			新技術の開発・導入		予算管理		体制の構築		法令等の整備											
評価軸	① 管路の巡視	② 弁栓類の点検・整備	③ 水管橋・橋梁添架管の点検・塗装	④ 防食設備の点検	⑤ 計装設備の点検・整備	⑥ 漏水調査	⑦ 管内状況調査	⑧ 洗浄作業および状態調査	⑨ 管体腐食度調査	⑩ 水圧調査	⑪ 流量調査	⑫ 水質調査	⑬ 維持管理に係る情報収集/反映	⑭ 施設更新に係る情報収集/反映	⑮ 計画策定に係る情報収集/反映	⑯ 現況情報の整備	⑰ 点検情報の記録	⑱ 調査・診断情報の記録	⑲ 維持管理作業への情報活用	⑳ 計画類への情報活用	㉑ 業務改善への情報活用	㉒ 現況課題の把握・整理	㉓ 現況課題の発信	㉔ 新技術導入に向けた体制の準備	㉕ 維持管理費用の試算・予算確保	㉖ 更新需要の試算	㉗ 財政見通しの試算	㉘ 業務内容・業務量の適正化	㉙ 職員数の確保・適正化	㉚ 技術力の維持・向上	㉛ 水道事業の現状評価・課題整理	㉜ 将来の事業環境の検討	㉝ 地域水道の理想像と目標設定
ガイドライン・マニュアル等	3	5	6	2	2	4	3	4	3	1	1	2	4	1	1	4	3	3	2	2	3	0	0	0	1	2	2	0	1	0	2	1	2
ヒアリング事例調査	1	0	0	0	0	4	1	1	2	1	2	0	0	0	0	1	0	3	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
管理帳票・記録項目例	5	19	6	0	0	3	0	0	7	0	0	0	0	0	2	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
参考文献・論文等	1	2	2	2	2	15	6	6	5	2	2	3	3	4	9	3	8	8	15	13	7	7	5	5	3	1	2	26	18	18	2	1	2
合計	10	26	14	4	4	26	10	11	17	4	5	5	7	5	10	10	13	20	18	15	11	8	6	6	4	3	4	26	19	19	4	2	4

注) 1つの事例が、複数の評価項目で参照されるため、合計は延べ件数となる点に留意する

3.4.8 水道管路維持管理における現状把握方法の検討（ツールの開発）

設定した評価項目（表 3.4.7.2）に基づき、水道事業体の現状を把握する方法を検討する。検討にあたっては、評価項目に準じた評価方法（調査）、維持管理の現状を捉える手法（診断）、評価結果の可視化（診断結果）を対象とした。また、水道事業体の職員が、既設管路に対する維持管理の実施状況について現状と改善箇所を把握（セルフチェック）することを目的とすることから、誰でも容易に利用できる Microsoft Excel®を用いた簡易ツールを構築することとした。

1) 評価項目に準じた評価方法

前述の評価項目に対する評価方法は、評価項目の内容によって異なることが想定される。また、利用する水道事業体の規模や保有する施設等により、定量的な評価は困難である。そこで、能力成熟度モデル（CMM）で示される成熟度レベル（図 3.4.8.1）を参考に、評価項目ごとに具体的な表現で示すこととした。

また、各評価項目を判定するための設問と評価方法においては、企業 WG にて素案を作成した後、事業体委員の意見を踏襲して設定した。検討した結果を「4.2.1.(9) 評価項目・評価方法」に示す。

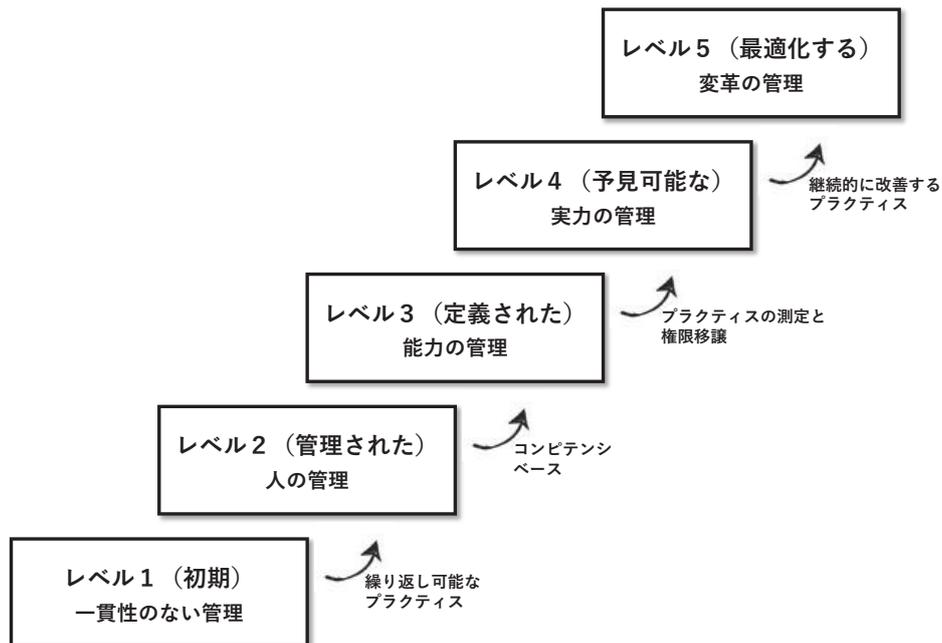


図 3.4.8.1 能力成熟度モデルにおける成熟度レベル

2) 維持管理の現状を捉える手法

維持管理の現状を捉えるうえで、①所管する施設が異なる、②予算や体制に応じて実施可能な維持管理作業が異なる、③利用者によって把握したい内容が異なるといった課題がある。そこで、各課題に対し企業 WG にて対応案を作成した後、事業体委員の意見を踏まえて、方針を設定した（表 3.4.8.1）。

表 3.4.8.1 課題への対応方針

No	課題	対応方針
1	所管する施設が異なる	本研究の対象施設（図 3.4.7.4）を前提とするため、水道管路は必須とし、以下の施設を選択することで、評価項目を絞り込む（所管していない施設は評価しない）。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 弁栓類 ➤ 水管橋・橋梁添架管 ➤ 防食設備 ➤ 計装設備・センサー等（路上局の圧力計等）
2	予算や体制に応じて実施可能な維持管理作業が異なる	所管する施設の点検は必須とし、以下の調査作業を選択することで、評価項目を絞り込む（実施する予定のない調査作業は評価しない）。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 漏水調査 ➤ 管内状況調査 ➤ 洗浄作業及び状態調査 ➤ 管体腐食度調査 ➤ 水圧調査 ➤ 流量調査 ➤ 水質調査（日常的な水質検査は対象外）
3	利用者によって把握したい内容が異なる	評価項目（図 3.4.7.5、表 3.4.7.2）のうち、「1）点検・診断/修繕・更新等」「2）基準類の整備」「3）情報基盤の整備と活用」を必須とし、以下の管理方法を選択することで、評価項目を絞り込む（利用者が担当しない内容は評価しない）。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 4) 新技術の開発・導入 ➤ 5) 予算管理 ➤ 6) 体制の構築 ➤ 7) 法令等の整備

維持管理や保全方法は、現在においても日常的に改善が図られているため、絶対的な基準を設定するのは困難である。また、前述の課題（表 3.4.8.1）より、全ての水道事業体に適用できる相対的な評価基準を設定することも難しい。そこで、目標管理制度を応用して、評価項目ごとに目標と現状の評価を行うことで現状を捉え、目標に向けた評価項目を確認できる方法を採用することとした。

3) 評価結果の可視化

評価結果の可視化にあたり、①評価項目は体系的に整理されている、②評価項目ごとに評価方法が異なる可能性がある、③目標と現状を評価する必要があることを前提にして評価結果の表現方法を検討した。

まず、評価項目が体系的に整理されていることから、個々の評価を積み上げて総合的な評価とする必要がある。次に、評価項目ごとに評価方法が異なる可能性があることから、絶対評価が困難であるため、目標の評価を100とした相対評価が求められる。最後に、目標と現状を評価する必要があることから、見た目が煩雑にならないように、段階的に評価結果を表示することが望ましい。

これらのことを検討した結果、評価項目の総合的な評価を棒グラフで簡素に示し、細分化された評価項目はレーダーチャートで示すこととした（図3.4.8.2、図3.4.8.3）。

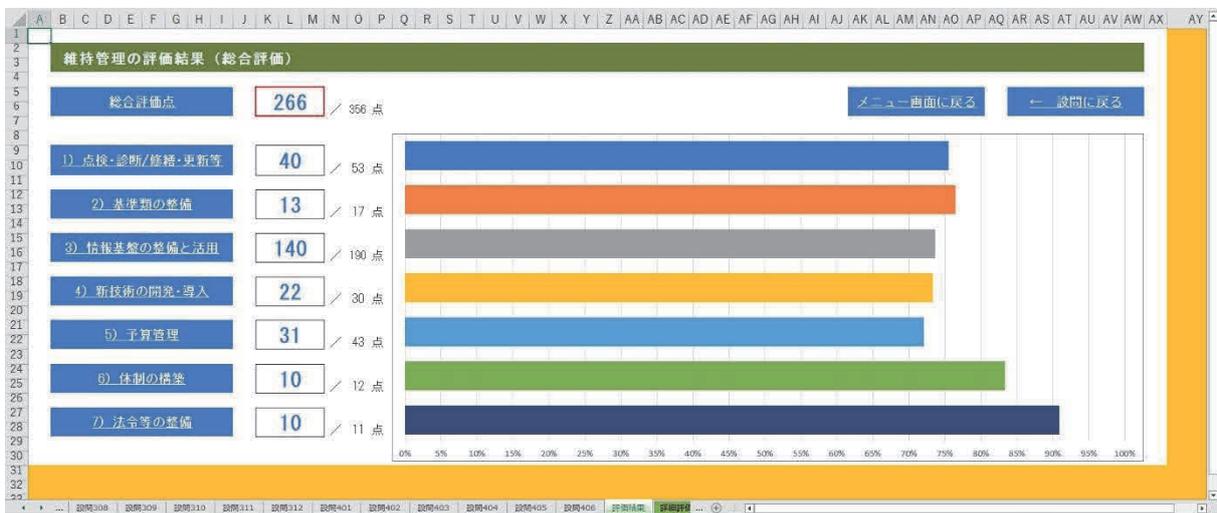


図 3.4.8.2 総合的な評価 (例)



図 3.4.8.3 細分化された評価 (例)

4) 簡易ツールの構築

設定した評価項目（表 3.4.7.2）に対し、項目ごとに評価する仕組みとして、Microsoft Excel®を用いた簡易ツールを構築した。

① 非機能要件の設定

簡易ツールの構築に先立ち、機能として要求しない事項（非機能要求）を整理した。非機能要求については、独立行政法人情報処理推進機構（以下「IPA」）が公開している非機能要求グレード 2018 で示される検討項目を参考にした。なお、本簡易ツールは、セルフチェックを目的としているため、非機能要求グレード 2018 で例示されている「社会的影響が殆ど無いシステム」として整理した。

表 3.4.8.2 非機能要求の設定（1/2）

No	大項目	特徴	簡易ツールにおける非機能要求の設定
1	可用性	稼働率	他の情報システムに影響を与えないため、停止しても問題ない（稼働率を考慮しない）。
2		目標復旧水準	最新版を水道技術研究センターで公開するため、最新版を上書きして利用する。
3		大規模災害	最新版を水道技術研究センターで公開するため、最新版を上書きして利用する。
4	性能・拡張性	性能目標	VBA の処理に対する応答時間は、PC の性能に影響を受ける。
5		拡張性	単独ファイルでの処理となる。
6	運用・保守性	運用時間	業務時間内のみの利用となる。
7		バックアップ	セルフチェックのみであるため、ファイルの保存のみとなる。
8		運用監視	個人利用であるため、死活監視は不要となる。
9		マニュアル	操作マニュアルは作成するが、ツール内にヘルプ画面を設け、マニュアルの代替とする。
10		メンテナンス	メンテナンスできないように、Excel ブックやシートを保護する。
11	移行性	移行方式の規程	移行は考慮しないため、規定は特にない。
12		移行スケジュール	移行は考慮しない。
13		設備・データ	利用者が使用する PC のみであるため、考慮しない。

表 3.4.8.2 非機能要求の設定 (2/2)

No	大項目	特徴	簡易ツールにおける非機能要求の設定
14	セキュリティ	重要資産の公開範囲	セキュリティ対策を施すべき重要な資産を保有していない（個人情報や非公開情報等を含まない）。 ただし、VBA の実行に係るセキュリティ設定に対する説明画面を表示する。
15	システム環境	制限	法律や条例などの制限はない。
16	・エコロジー	耐震	単独ファイルでの処理となるため、耐震性は考慮しない。
17	その他	効果目標	本ツールを使った後の行動が目的であるため、本ツールに対する効果目標は設定しない。
18		ユーザビリティ	画面解像度に制限を受けるため、事業体委員の利用環境を調査する。

② 画面の検討

画面設計にあたり、1画面に収まる（画面スクロールを最小限に留める）ようにするため、事業体委員に協力を仰ぎ、各事業体において日常業務で使用しているPCの解像度を確認した（表 3.4.8.3）。この結果を参考に、各事業体のPCで1画面に収まるように、画面の解像度：1,366×768、表示倍率：100%を基準として画面設計を行うこととした。

表 3.4.8.3 事業体委員の利用するPCの解像度

事業体	解像度	表示倍率
大阪広域水道企業団	1,366×768	100%
倉敷市水道局	1,920×1,080	150%
高知市上下水道局	1,920×1,080	100%
札幌市水道局	1,920×1,080	100%
仙台市水道局	1,366×768	100%
東京都水道局	1,920×1,080	100%
横須賀市上下水道局	1,920×1,080	125%

③ 画面遷移の検討

画面遷移の検討にあたり、簡易ツールの処理の流れを設定した（図 3.4.8.4）。セルフチェックは評価項目に即した質問に対し、目標と現状の回答を入力する方法とし、回答された結果を集計する仕組みとした。なお、簡易ツールの完全性を確保するため、回答を選択する方法（個別入力をさせない仕組み）を採用した。

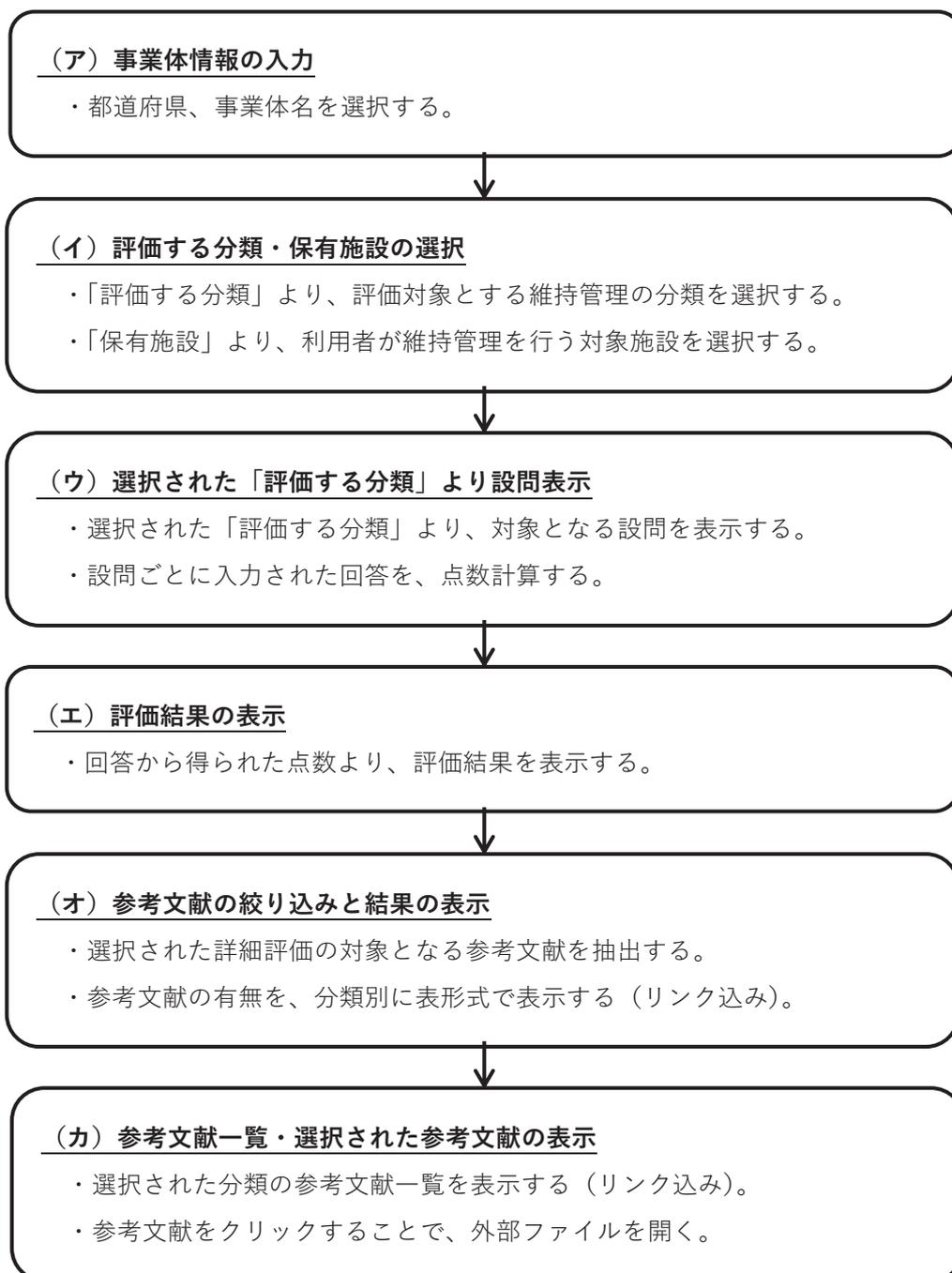


図 3.4.8.4 処理の流れ

上図に示す処理の流れに準じて、(ア)～(カ)の画面を検討し、事業体委員の意見を収集するため評価版を構築した。画面の特徴を図 3.4.8.5～図 3.4.8.9 に、事業体委員の意見を表 3.4.8.4 に示す。なお、事業体委員の意見では、処理の流れや操作性の意見はなく、個々の設問に係る意



⑨総合評価

- ・回答より算出された評価点数（表示のみ）
- ・評価する分類に応じて総合点数を集計

⑩個別の評価点数

- ・回答より算出された評価点数（表示のみ）
- ・評価する分類ごとに点数を集計

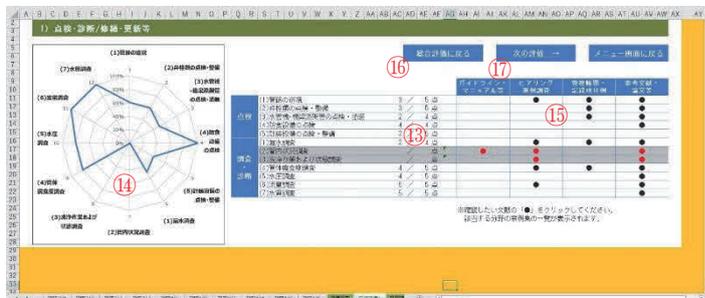
⑪棒グラフ

- ・評価する分類ごとの点数をグラフ化
- ・グラフは表示のみ

⑫評価する分類（シート移動）

- ・対象となる詳細評価に移動（リンク）

図 3.4.8.7 （エ） 評価結果の表示に係る画面例



⑬個別の評価点数

- ・回答より算出された評価点数（表示のみ）
- ・設問の評価単位ごとに点数を集計

⑭レーダーチャート

- ・設問の評価単位ごとの点数をグラフ化
- ・グラフは表示のみ

⑮参考文献の有無（シート移動）

- ・参考文献がある場合は、“○”を表示
- ・クリックすると、文献 DB より文献リストを抽出
- ・文献リストを抽出後、シートを移動（リンク）

⑯総合評価に戻る（シート移動）

- ・最初の評価は、総合評価に戻る（リンク）
- ・2 枚目以降は、前の画面に戻る（リンク）

⑰次の評価へ（シート移動）

- ・次の詳細評価シートに移動（リンク）
- ・最後の設問は、総合評価に移動（リンク）
※選択された「評価する分類」のみを対象

図 3.4.8.8 （オ） 参考文献の絞り込みと結果の表示に係る画面例

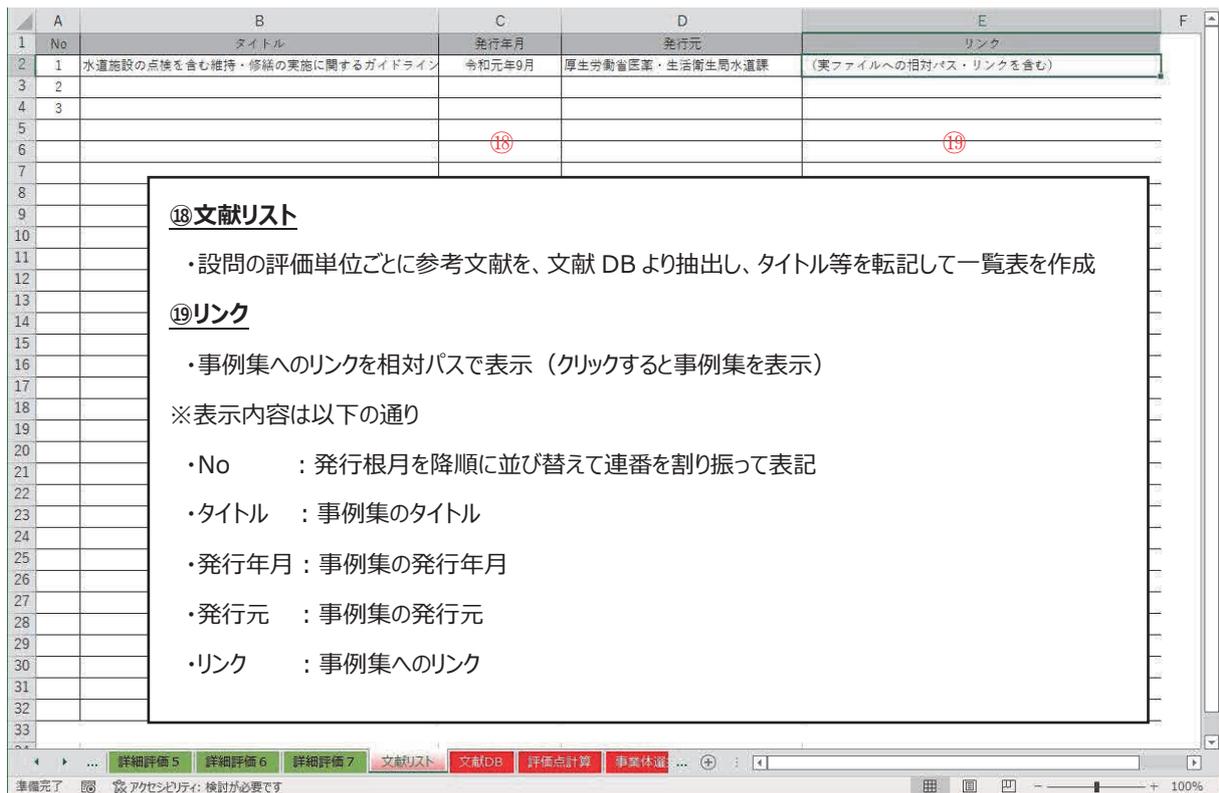


図 3. 4. 8. 9 (カ) 参考文献一覧・選択された参考文献の表示に係る画面例

表 3. 4. 8. 4 評価版における事業体委員からの主な意見 (1/2)

事業体委員	操作感・記載内容に係る意見
大阪広域水道企業団	システム全体として分かりにくい点はありませんでした。
仙台市水道局	本ツールの目的の説明文で、照会→紹介ではないでしょうか。
	上位帰化とは？広域化？
	評価点計算のロジックや加点配分等については、今後 WG 内での意見調整を行った方が良く感じました。
札幌市水道局	当方 OA 環境は、Windows10、Excel2016MSO32 ビット版です。試行の際、評価結果算定までの動作に不具合はありませんでした。本市を含め 2019 へのバージョンアップが完了していない事業体もあるものと思われ、旧バージョン対応を考慮する必要はないでしょうか？
	「評価結果」のシートのレーダーチャートにおいて、「7)法令等の整備」などの囲みがボタンになっていますが、ボタンであることを認識しにくかったため、他のボタンと同様のフォーマット（黄色の塗りつぶし）にしてはどうかと思いました。そのほか、とてもスムーズに操作できました。

表 3.4.8.4 評価版における事業体委員からの主な意見 (2/2)

事業体委員	操作感・記載内容に係る意見
横須賀市上下水道局	<p>Start1 この場合は、照会 → 紹介では？ 4) の要約がはみ出ています</p>
	<p>Start3 ほか 保有施設 → 保有設備では？ 施設は「ある目的を持ったシステム全体」、設備は「システムを運用するためのツール」のようなイメージであると認識しています。</p>
	<p>Start4 チェックした項目が文献リストのタブに連動するものというイメージでいいでしょうか？ハイパーリンクがあると良いと思います。</p>
	<p>諸元 空白のセルがあると計算がエラーになることがあるようです。(横須賀市の諸元で確認。F54 が空白のため N54 がエラーになるのに伴い Q54、R54 もエラー。F54 に 0 を入力すると解消されました。) Z87 ほか、令和元年度は 366 日では？</p>
	<p>設問 6-1 G6～M6 にプルダウンが設定されています。(たまたま見つけただけなので他は確認していません。)</p>
	<p>設問 7-2 設問の文章が途切れています。</p>
	<p>b. 要求仕様書の表記内容 (p7 参考物件 → 参考文献)</p>
高知市上下水道局	<p>評価ツールの設問や要求仕様書の表記内容等に特段、意見等はありません。</p>
倉敷市水道局	<p>現在 M 列までである回答欄の長さを、J 列くらいまで短くしても良いかと思いました。そうすることで <input type="checkbox"/> を押した後の選択肢の選択がスムーズになるかと思いました。</p>
	<p>選択肢の周辺以外のセルを選択不能にすればよいかと思いました。セルを選択できてしまうので少し効率が悪く思いました。上図の青でハッチングした箇所を選択不能にするのはどうでしょうか。</p>
東京都水道局	<p>総合評価画面のレーダーチャートにある「評価する分類」のうち、点数が低い項目を着色して強調させると良いと思いました。</p>
	<p>「クリックすると、各分類の評価画面に移動」できることを、評価結果のシートでも再周知・再案内した方が良いと思いました。←隣の席の人に実践してもらいましたが、評価結果のページで留まっていました。</p>
	<p>所管部署を記入できる欄があると局内で展開しやすいと思いました。</p>

④ 水道管路維持管理評価支援ツールの構築

評価版における事業体委員の意見を踏まえ、設問方法について企業WGで検討を行った。事業体委員の意見を集約すると、①画面上の操作ボタン等に係る表現、②設問中の語句の修正、③設問と評価する分類及び評価点計算の3つに分離された。①は画面操作に係るボタンは青色白字で下線を付与する表現に統一することとした。また、②は事業体委員からの意見を優先して修正することとした。③は既往の手引きやガイドライン等を参考に再考することとした。

予防保全型の維持管理に係る計画を策定する場合、計画類を体系的に整理すると、水道事業ビジョン、AM計画、維持管理計画の順に整理されるのが理想的である(図3.4.8.10)。そこで、水道施設の管理目標を実現するための手順が示されている「水道事業におけるアセットマネジメント(資産管理)に関する手引き」(厚生労働省)の手順に従って、設問に係る表示順序や回答の内容及び点数を見直した(図3.4.8.11、表3.4.8.5)。また、評価点計算については、単純に積み上げる形とし、目標とする回答に対する現状の回答の点数割合を示すこととした(図3.4.8.12~図3.4.8.15)。

水道管路維持管理評価支援ツールの構築にあたっては、運用上のメンテナンス性を考慮し、事例集の配置やソースコードの記述ルール等を設定した。なお、これらツールに係る仕様等は、「4.2.1.(10) 水道管理維持管理評価支援ツールの仕様」に示す。

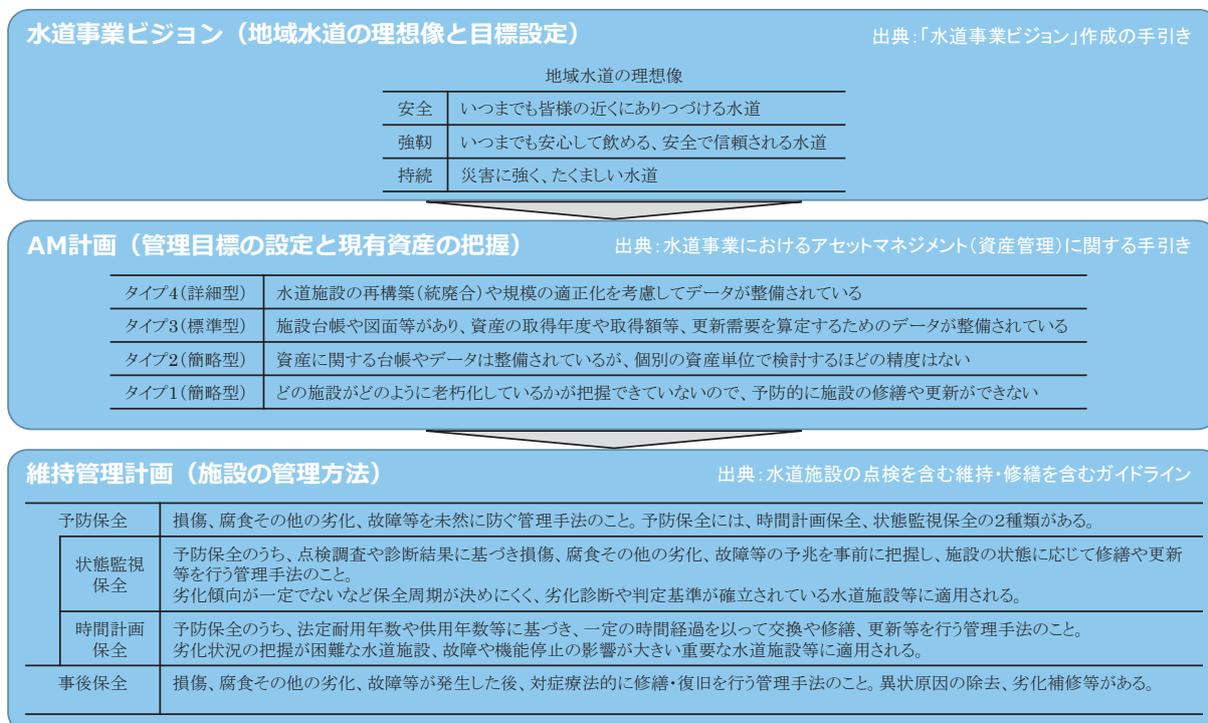


図 3.4.8.10 計画類の体系化

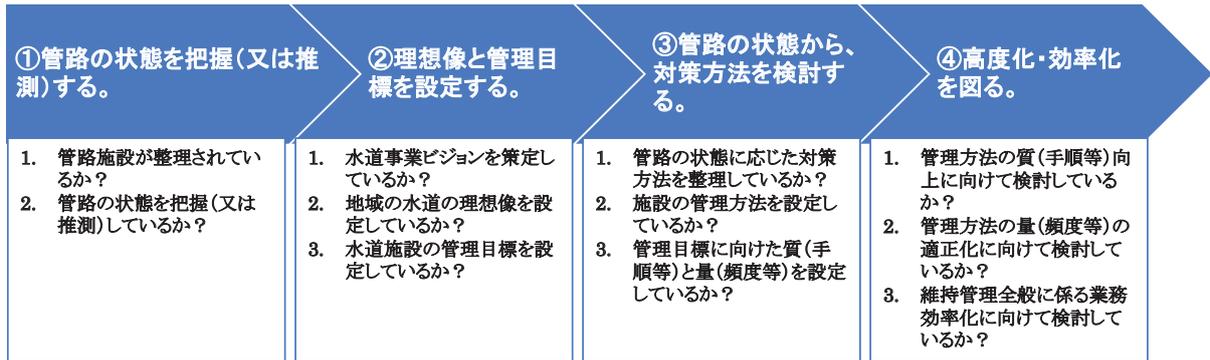


図 3.4.8.11 設問の表示順序案（手引きに基づく維持管理の高度化に向けた流れ）

表 3.4.8.5 表示順序案に基づく評価項目への落とし込み

評価項目	①管路の把握	②理想像と管理目標	③状態把握と対策方法	④高度化・効率化
点検・診断／ 修繕・更新等	○ (管路の老朽度)	△ (頻度等の設定)	○ (実施・記録)	
基準類の整備	○ (文献の確認)	○ (管理目標設定)	△ (目標の見直し)	○ (マニュアル整備)
情報基盤の 整備と活用	○ (マップ等整備)		○ (情報活用)	
新技術の 開発・導入				○ (試験導入・評価)
予算管理			△ (予算確保)	○ (中長期の試算)
体制の構築			△ (実施体制構築)	○ (要員計画検討)
法令等の整備				○ (ビジョン策定)

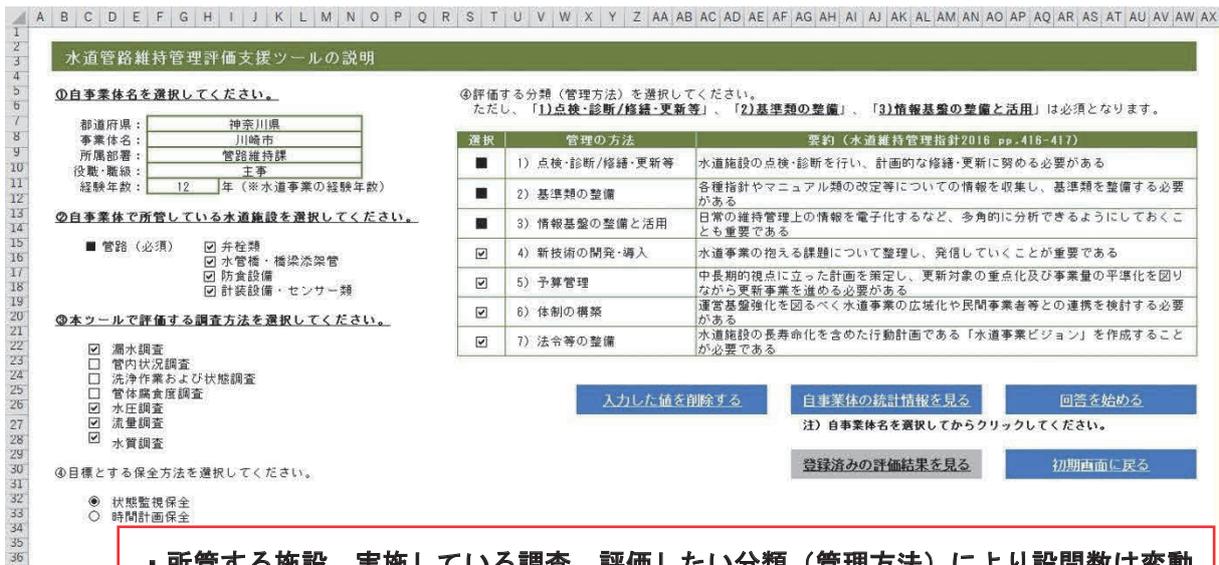
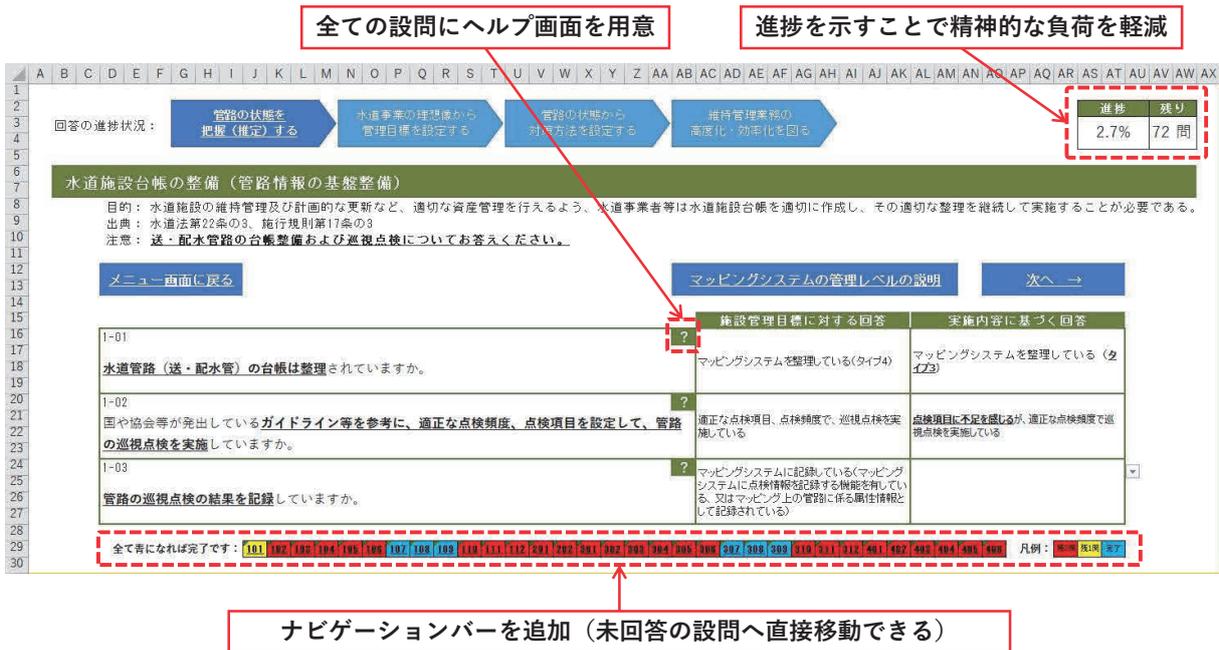


図 3.4.8.12 初期条件の設定画面（1つの画面に集約）



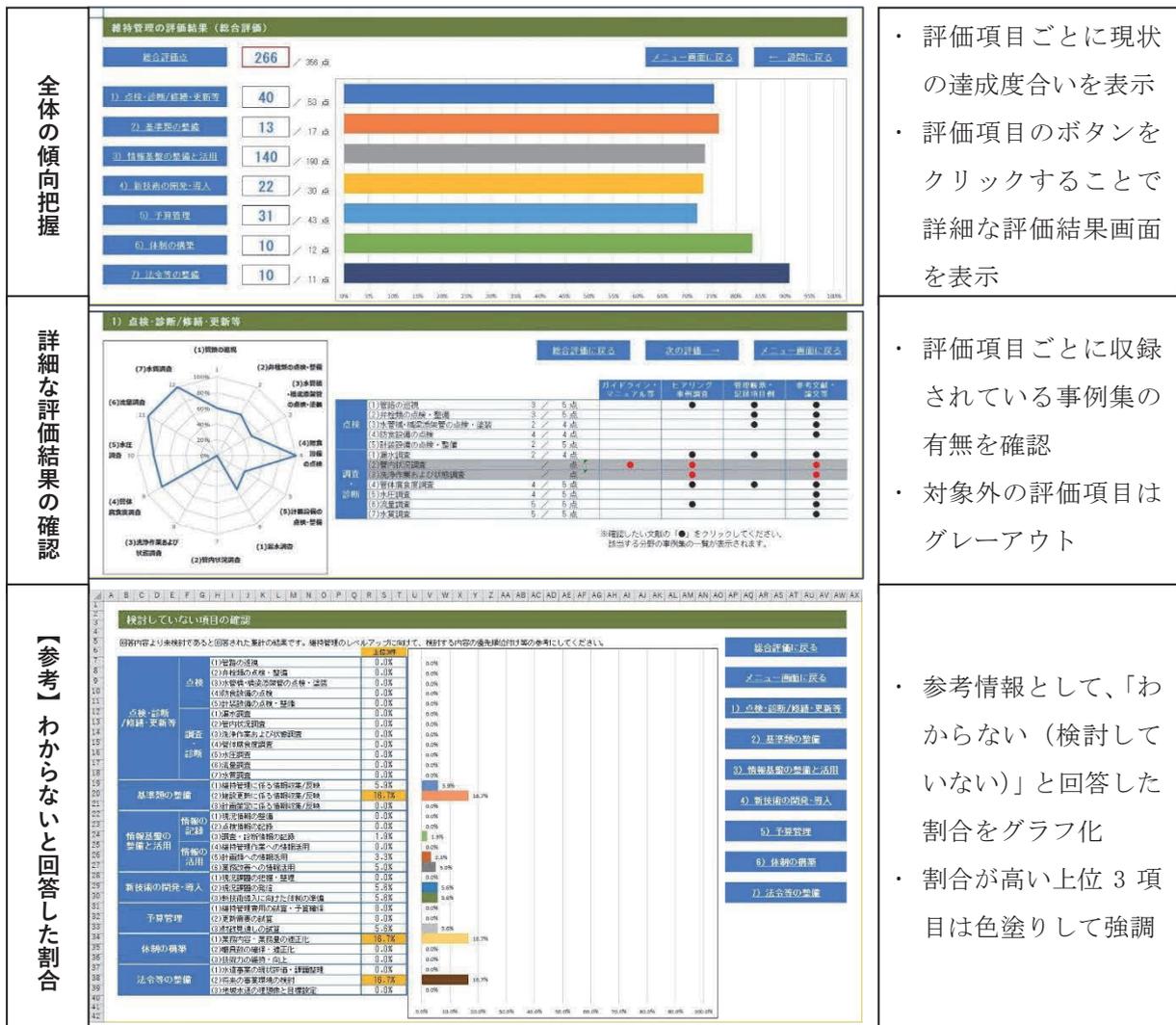


図 3.4.8.14 評価結果画面例 (全体評価と詳細評価)

- ・ 評価項目ごとに現状の達成度合いを表示
- ・ 評価項目のボタンをクリックすることで詳細な評価結果画面を表示

- ・ 評価項目ごとに収録されている事例集の有無を確認
- ・ 対象外の評価項目はグレーアウト

- ・ 参考情報として、「わからない (検討していない)」と回答した割合をグラフ化
- ・ 割合が高い上位 3 項目は色塗りして強調

No	タイトル	発行年月	発行元	リンク先
1	水管橋維持管理マニュアル	2022/11	和歌山市企業局	1点検診断_水管橋維持管理マニュアル.xlsx
2	水道施設の点検を含む維持・修繕の実施に関するガイドライン	2019/9	厚生労働省 医薬・生活衛生局 水道課	1点検診断_水道施設の点検を含む維持・修繕の実施に関するガイドライン.xlsx
4	水道維持管理指針2016	2017/3	日本水道協会	1点検診断_水道施設維持管理指針2016.xlsx
9	管路巡視マニュアル	2014/3	広島市水道局	1点検診断_管路巡視マニュアル_H26年5月_広島市水道局.xlsx
10	管路維持管理マニュアル作成の手引き (Pipe Stars プロジェクト)	2014/3	公益財団法人 水道技術研究センター	1点検診断_管路維持管理マニュアル作成の手引き (Pipe Stars プロジェクト).xlsx
12	露出鋼管 (水管橋等) ~外面塗装劣化診断評価の手引き~	2011	国土交通省 国土技術政策総合研究所	1点検診断_露出鋼管 (水管橋等) ~外面塗装劣化診断評価の手引き~.xlsx

利用者の操作性を考慮し、事例ごとに要約を表記

図 3.4.8.15 事例集の一覧画面例

⑤ 事業体委員による所感

作成した水道管路維持管理評価支援ツールの動作確認を行い、事業体委員に活用方法等に係るヒアリングを行った。事業体委員から得られた意見を下表に示す。

表 3.4.8.6 水道管路維持管理評価支援ツールの所感（事業体委員からの意見）（1/2）

事業体委員	事業体委員からの意見
大阪広域水道企業団	<p>本ツールは水道管路の維持管理に関する水道事業体の現状を評価するものであり、現場で行う維持管理だけでなく、それらを反映した計画やアセットマネジメントの現状についても評価するものである。</p> <p>水道管路の維持管理に関する幅広い分野の現状を取りまとめるものであるため、維持管理部門だけではなく、計画部門、整備部門などにおいて、現状の認識を合わせたり、今後の方向性を決めるための基礎資料としたりなど、幅広く活用できるものであると考える。</p>
倉敷市水道局	<p>① 新たな事業計画策定時に事業の優先順位をつけるにあたって参考となる自組織における現状の問題点（今後の課題）の抽出することができる。</p> <p>② 複数の職員に行わせることで局内における職員、また課ごとの意識の違いを明らかにすることができる。そのうえで自組織の方向性を修正したり、逆に職員が同じ方向を向くための意識改革の一助となりえる。</p> <p>③ 新入職員に問となっている項目をみせることで、こういったことに気を付けて業務を行わなければならないといった意識づけを行える。</p> <p>④ 他事業体の事例を閲覧し、自組織に取り入れることができる。</p>
高知市上下水道局	<p>○活用方法</p> <p>維持管理指針等の基準を網羅した形で設問が設定されているため、指針等を引っ張りだすことなくツールによる回答で維持管理の全体像が掴める。</p> <p>○期待される効果</p> <p>評価ツールを通じて、自らの自治体の維持管理の現状把握がなされ、管理レベルや目標を「どのレベル」までに引き上げていくべきなのかを総体的に捉えることができると思う。これは、漫然と惰性的に維持管理を続けるのではなく、維持管理の高度化に資するともいえるし、さらなる資産管理（アセットマネジメント）の適正化にも寄与できるものと期待している。</p>

表 3.4.8.6 水道管路維持管理評価支援ツールの所感（事業体委員からの意見）（2/2）

事業体委員	事業体委員からの意見
佐世保市水道局	<p>○活用方法</p> <p>水道法の改正により、適正な資産管理が求められているため、現在本市では維持管理基本方針の策定にむけた検討を行っている。その中で、課題抽出のための現状把握に利用しようと考えている。</p> <p>○期待される効果</p> <p>個人で行う結果と成果のセルフチェックや、部署全体で行う会議で活用し、共通意識を持つことで次の取組につなげる活用ができればと思っている。</p>
札幌市水道局	<p>本市では、漏水対応や濁水処理を含む、管路の維持管理については、これまでに培った経験に基づいて作業を行うことが多く、また必要なマニュアル等もすでに整備しているので、維持管理指針やガイドラインなど熟読する機会が少ないと思っている。当ツールを若手職員に使用してもらうことで、現在の維持管理手法について考えるきっかけになると思う。また、他都市の事例を参照し、維持管理手法を見直すきっかけとなることも期待できる。</p>
仙台市水道局	<p>○活用シーン</p> <p>水道法に定める必要最低限の管路台帳が整備されている前提だが、アセットマネジメントのレベルアップを検討したい場合に、既存の維持管理情報を活用して、または新たに維持管理情報を蓄積していくためにどのような取組が必要かを検討したい場面での活用が期待できる。</p>
東京都水道局	<p>○活用方法</p> <p>維持管理体制の見直しに役立つ（当局では十分だと思っていた維持管理体制の見直しを実施するきっかけになると思う）。</p> <p>○期待される効果</p> <p>当局では十分だと思っている維持管理の欠点（不足事項）に気づくことができるツールとなることを期待する。</p>
横須賀市上下水道局	<p>○活用方法</p> <p>計画策定時に役に立つと思う。広く網羅されているため、これまで盲点だった分野への気づきにもなると感じた。</p> <p>○期待される効果</p> <p>回答時に計画対象の洗い出し、レーダーチャート・ギャップチャートで現状・弱点の把握、事例により具体的な目標を設定ができることを期待する。また、副次的な効果になるが、経験の浅い職員にとっては回答すること自体でスキルアップを促せるのではないかと感じた。</p>

3.5 水道管路のリスク対応に関する研究

3.5.1 過去のヒアリング調査、文献調査の分析

(15) 過去の災害経験事業体へのヒアリング調査

1) 調査目的

過去研究プロジェクトにおいて、災害経験事業体へのヒアリング調査を実施しており、その調査結果を本研究の「自然災害に備えた事前準備」の観点から分析する。

2) 調査方法

*Pipe Σ*プロジェクトで実施した災害経験事業体へのヒアリング調査を水道管路のリスク対応の観点から関連する内容を抽出し整理する。

3) 調査対象事業体

*Pipe Σ*プロジェクトで実施した災害経験事業体と対象となる自然災害の種類を表 3.5.1.1 に示す。

表 3.5.1.1 調査対象事業体

調査対象事業体	自然災害の種類	被災年
A 水道局	土砂災害	平成 26 年
B 水道局	地震	平成 23 年
C 水道局	集中豪雨災害	平成 5 年

4) 調査項目

水道事業体における自然災害の発生前、発生時、経験後の各時点での考え方や出来事に関して収集した情報から主に水道管路のリスク対応に関係する内容を整理する。

調査項目を以下に示す。

① 災害発生前

設問 A-1 想定した災害及び水道施設の被害

設問 A-2 A-1 の災害・被害に対して実施していた対策

② 災害発生時

設問 B-1 発生した災害及びその被害

設問 B-2 B-1 の被害への対応

設問 B-3 想定外の事象や二次被害

設問 B-4 A-2 の対策で有効だったもの

設問 B-5 事前に実施していた対策以外に想定外の事象を回避する又は被害を軽減するために実施しておくべきだったと考える方策

③ 災害経験後

設問 C-1 災害の経験を踏まえ、事前対策又は事後対応を要するものとして新たに想定した事象や被災時に発生する技術的な問題

設問 C-2 基幹管路のルート選定において、津波想定地区、活断層付近、土砂災害危険

区域、浸水想定区域等を避けるような検討実施

設問 C-3 重要給水施設管路の耐震化について、病院、避難所、防災拠点等、現時点で考慮している施設以外に追加で考慮すべき施設

設問 C-4 災害を経験して新たに計画又は検討した施設整備等

設問 C-5 災害・被害前後で復旧までに要する期間に関する想定の見直し

設問 C-6 災害に備えた施設整備等を行う上で他の事業体に助言できること

5) 調査結果の整理

想定した災害及び被害について、実施していた対策の有効性を整理した結果を表 3.5.1.2 に示す。詳細のヒアリング調査結果については、「4.2.2. (1) 過去の災害経験事業体へのヒアリング調査結果」に示す。

表 3.5.1.2 想定した災害と対策の有効性

主な調査項目	A 水道局 (土砂災害)	B 水道局 (地震)	C 水道局 (集中豪雨災害)
設問 A-1 想定した災害及び 水道施設の被害	地震、風水害、濁水等 管路の折損、構築物の損 傷、停電に伴う設備の停 止等の被害	Y 県沖地震 (連動型) による被害	風水害や火山災害等
設問 A-2 A-1 の災害・被害に 対して実施してい た対策 (●、○) 設問 B-4 A-2 の対策で有効 だったもの (○)	<ul style="list-style-type: none"> ●耐震補強工事 ●管路の耐震化 ●浄水場間の相互連絡管 ●配水幹線のループ化 ○配水系統間の連絡管の整備 ●停電に備えた自家用発電設備の整備 ○配水池容量の確保 ●緊急遮断弁、給水タンク車等の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ○配水施設の耐震化 ○配水施設の耐震診断 ○配水幹線のループ化 ○管路の耐震化 ○災害拠点病院への管路耐震化 ●緊急遮断弁の設置 ●拠点給水の整備 ●運搬給水の実施 ○復旧資材の備蓄 ●危機管理マニュアルの整備 ●幹線レベルへの不断水仕切弁設置 ○配水管網のブロック化 ○非常用自家発電設備 	<ul style="list-style-type: none"> ○基幹となる3浄水場間の配水幹線による相互融通 ○配水の2系統化 ●停電に備えた非常用発電設備の整備 ●給水タンク車等の配備

6) 調査結果の考察

Pipe Σプロジェクトで実施した自然災害 (土砂災害、地震、集中豪雨災害) を経験した事業体へのヒアリング調査結果を調査項目ごとに比較した。各々の自然災害で共通する結果は、設問 A-2 の“災害・被害に対して実施していた対策”、及び設問 B-4 の“A-2 の対策で有効だったもの”であり、配水管系統の連絡管、配水幹線のループ化、ブロック化、2系統化など管路の冗長性を向上させることによる対策が有効との回答があった。自然災害を経験事業体が冗長性即ちバックアップを可能とする融通性を持たせる対策によって長期断水を回避できる効果を高く評価していることが分かった。

土砂災害及び集中豪雨災害経験事業者は、災害が局所的である特性上、事前対策の難しさが表れているが、少なくとも冗長性の向上については有効であるとの回答があった。

地震経験事業者は、施設の耐震化を地震対策として掲げており、被害を軽微に留める効果进行评估していた反面、耐震性を有すると判断していた基幹管路での破損が想定外であったと回答があった。また、水道管だけでなく空気弁などの付属施設での破損や道路の亀裂、崩壊等による漏水の発生なども想定外の事象として回答があった。

(16) 自然災害による管路被害推定方法の文献調査

1) 調査目的

水道管路のリスク対応に関する研究を進める上で、自然災害による管路被害推定方法に関する既往の知見を整理することと過去研究の趨勢を把握することを目的に文献調査を行う。

2) 調査方法

土木学会論文集の検索エンジン (J-STAGE) を使用し、自然災害を幅広く捉え、表 3.5.1.3 に示す検索キーワードの組合せにて文献抽出を実施する。

表 3.5.1.3 検索キーワードの組合せ

組合せ型	検索キーワード
A	管路・地震・ハザードマップ・自然災害
B	水道・地震・停電・断水
C	管路・水道・耐震・地震・断水・ハザードマップ・自然災害
D	管路・耐震・ハザードマップ・津波
E	管路・水道・耐震・地震・ハザードマップ・自然災害・風水害・津波

なお、各組合せ型における検索キーワードの条件については、適宜 2~6 種類のキーワードを選択し組合せを設定して実施する。

3) 文献調査リスト

土木学会論文集 (J-STAGE) を使用し、表 3.5.1.3 に示す検索キーワードで抽出した文献数は 141 編、その中で本研究目的に該当する文献は 20 編であった。

文献調査リストを表 3.5.1.4 に示す。

表 3.5.1.4 文献調査リスト (J-STAGE 1/2)

No.	論文名	著者	文献	出典
2-1	東日本大震災における二地震の被害分析に基づく配水管路脆弱性評価	鍼田泰子, 佐藤圭介, 加藤蒼二	日本地震工学会論文集	2016年 16 卷 8 号 pp. 8_145-8_155
2-2	鹿島地域の液状化による管路被害集中地域と地形変遷	鍼田泰子, 池尻大介	日本地震工学会論文集	2012年 12 卷 4 号 pp. 4_249-4_262
2-3	東北地方太平洋沖地震による上水道管路被害における液状化の影響	若松加寿江, 先名重樹, 小澤京子	日本地震工学会論文集	2017年 17 卷 2 号 pp. 2_142-2_157
2-4	東北地方太平洋沖地震における上水道管路被害分析に基づく広域被害予測に関する検討	丸山喜久, 永田茂, 若松加寿江	日本地震工学会論文集	2015年 15 卷 7 号 pp. 7_416-7_427
2-5	地震災害復旧のための港湾物流におけるコア技能者の類型化	西口美津子, 鶴田三郎, 黒川久幸	日本航海学会誌 NAVIGATION	2007年 167 卷 pp. 7-
2-6	東京都区部における水道管路の震害影響の推定	小川進, 齋藤恵介, 土屋十罔, 木下武雄, 川合将文, 篠原斉四郎, 栗原浩	水文・水資源学会研究発表会要旨集	2002年 15 卷
2-7	水道施設の被害状況と耐震化計画	村上公彦	電気学会誌	1996年 116 卷 2 号 pp. 79-81
2-8	東日本大震災における浦安市の水道管被害メカニズムの解明	安田進, 石川敬祐, 五十嵐翔太, 田中佑典, 畑中哲夫, 岩瀬伸朗, 並木武史, 斉藤尚登	日本地震工学会論文集	2016年 16 卷 3 号 pp. 3_183-3_200
2-9	自然流下式水道管網において地震時に水圧が低下する現象の解析的検討	鈴木崇伸	日本地震工学会論文集	2018年 18 卷 4 号 pp. 4_25-4_37
2-10	被害想定のための道路網データに基づく下水道管路の分布推定	中澤良太, 山崎文雄	日本地震工学会論文集	2015年 15 卷 7 号 pp. 7_368-7_377

表 3.5.1.4 文献調査リスト (J-STAGE 2/2)

No.	論文名	著者	文献	出典
2-11	GIS を用いた新潟県中越地震における水道管の被害分析	長谷川浩一, 酒井久和, 若松加寿江, 佐藤忠信	GIS-理論と応用	2005年 13 巻 2 号 pp. 149-157
2-12	東日本大震災における仙台市水道管被害の分析	石田栄介, 磯山龍二	日本地震工学会論文集	2019年 19 巻 1 号 pp. 1_1-1_20
2-13	東北地方太平洋沖地震による上水道管路被害における液状化の影響	若松加寿江, 先名重樹, 小澤京子	日本地震工学会論文集	2017年 17 巻 2 号 pp. 2_142-2_157
2-14	水道被害と機能障害	室崎益輝	安全工学	1996年 35 巻 1 号 pp. 41-49
2-15	地下管路との水の流入出を考慮した津波氾濫モデルの構築	水橋光希, 田島芳満, 佐藤慎司, 佐貫宏	土木学会論文集 B2(海岸工学)	2013年 69 巻 2 号 pp. I_396-I_400
2-16	水道ハザードマップを用いた自然災害による水道事業への影響評価	吉川泰代, 矢部博康, 小池亮, 森本達男, 小熊久美子, 荒巻俊也, 滝沢智	土木学会論文集 G (環境)	2012年 68 巻 7 号 pp. III_147-III_156
2-17	過去の地震及び活断層情報に基づいた地震ハザードマップの試算	中尾吉宏, 田村敬一	地震工学研究発表会講演文集	2001年 26 巻 pp. 117-120
2-18	HPC による都市の高分解能な地震被害想定のための基礎検討	藤田航平, 市村強, 堀宗朗, WijerathneM.L.L., 田中聖三	理論応用力学講演会講演論文集	2013年 62 巻 OS19-08
2-19	将来の人口減少を考慮した総合的な自然災害リスクの評価	池永知史, 大原美保	生産研究	2014年 66 巻 4 号 pp. 397-402
2-20	複数要因を考慮したハザードマップ作成の提案	桑原洋次郎, 加納徹, 竹島由里子	画像電子学会研究会講演予稿	2017年 16.04 巻 pp. 16-04-104

4) 文献抄録

抽出した文献は、本研究に必要な知見を整理するため、文献の目的、手法、結論の構成で自然災害による管路被害に関する評価方法、被害分析及び被害予測を対象に、11 編の抄録を作成した。

文献抄録は、4.2.2 (2) 文献調査結果に示す。

5) 過去研究の趨勢調査

平成 28 年度から令和 2 年度までの過去 5 年間の水道研究発表会の中から、リスク管理部門・災害対策部門の論文を研究対象としたリスクを分類別に抽出して件数を整理し、過去に発災した地震及び風水害を並べて過去研究の趨勢を調査した。

水道研究発表会の論文件数は表 3.5.1.5 に示す。また、研究対象としたリスク分類の内容は表 3.5.1.6 に示すように設定した。

表 3.5.1.5 水道研究発表会のリスク管理部門・災害対策部門論文件数

発表年度	リスク管理部門	災害対策部門	リスク管理・災害対策部門
平成 28 年度	20	30	—
平成 29 年度	—	—	42
平成 30 年度	—	—	50
令和元年度	—	—	55
令和 2 年度	—	—	41

表 3.5.1.6 研究対象のリスク分類

リスク分類	研究対象の内容
地震	地震
風水害	台風災害、集中豪雨災害、土砂災害
地震＋風水害	地震及び風水害、自然災害全般を含む
他災害	地震及び風水害以外の寒波、渇水、噴火等
事故	漏水事故、水質事故等
リスク全般	自然災害及び事故、リスク全般を含む
感染症	感染症
テロ	テロ

論文提出期限が例年 6 月中旬であり、平成 28 年 4 月に発災した熊本地震に関する論文が平成 28 年度に見られることから、当該年の 4 月までを発表年度の研究範囲として考えて整理した。過去研究の趨勢調査結果を表 3.5.1.7 に示す。

表 3.5.1.7 過去に発災した地震及び風水害と研究の趨勢

災害		水道研究発表会の論文件数									
年	月日	地震及び風水害 (赤字：地震，青字：風水害)	発表 年度	研究対象のリスク分類					テロ		
				地震	地震 +風水害	風水害	他災害	事故		リスク 全般	感染症
平成27年	5/30	小笠原諸島西方沖の地震	平成28年度	20	3	1	7	10	9	0	0
	9/9-9/11	平成27年9月関東・東北豪雨		21	3	3	0	11	4	0	0
平成28年	4/14	熊本地震 前震	平成29年度	21	2	6	2	8	8	0	3
	4/16	熊本地震 本震		29	6	8	3	5	2	1	1
	8/16-8/31	台風第7, 11, 9, 10号及び前線による大雨・暴風		11	7	10	0	5	6	1	1
	8/20	北海道常呂川・湧別川水害		11	7	10	0	5	6	1	1
平成29年	10/21	鳥取県中部の地震	令和元年度	11	7	10	0	5	6	1	1
	10/28	茨城県北部地震		11	7	10	0	5	6	1	1
平成30年	7/5	平成29年7月九州北部豪雨	令和元年度	11	7	10	0	5	6	1	1
	7/22	秋田県大雨災害、雄物川氾濫		11	7	10	0	5	6	1	1
	8/7	平成29年台風第5号		11	7	10	0	5	6	1	1
	9/17	平成29年台風第18号		11	7	10	0	5	6	1	1
	10/22	平成29年台風第21号		11	7	10	0	5	6	1	1
	6/18	大阪府北部を震源とする地震		11	7	10	0	5	6	1	1
令和元年	7/6	平成30年7月豪雨（西日本豪雨）	令和元年度	11	7	10	0	5	6	1	1
	9/4	平成30年台風第21号による暴風・高潮等		11	7	10	0	5	6	1	1
	9/6	平成30年北海道胆振東部地震		11	7	10	0	5	6	1	1
	9/30	平成30年台風第24号		11	7	10	0	5	6	1	1
	1/3	熊本県熊本地方地震		11	7	10	0	5	6	1	1
	2/21	胆振地方中東部地震		11	7	10	0	5	6	1	1
	6/18	山形県沖の地震		11	7	10	0	5	6	1	1
	7/3	九州南部の大雨		11	7	10	0	5	6	1	1
	8/28	令和元年8月の前線に伴う大雨		11	7	10	0	5	6	1	1
	9/9	令和元年房総半島台風（令和元年台風第15号）		11	7	10	0	5	6	1	1
10/12	令和元年東日本台風（令和元年台風第19号）	11	7	10	0	5	6	1	1		
10/25	令和元年10月25日の大雨	11	7	10	0	5	6	1	1		

また、研究の対象物が管路、管路以外又はその両方を扱うものに分けて論文投稿の傾向を分析した。 研究対象物別の対象リスク分類について、論文件数グラフを図 3.5.1.1 に示す。

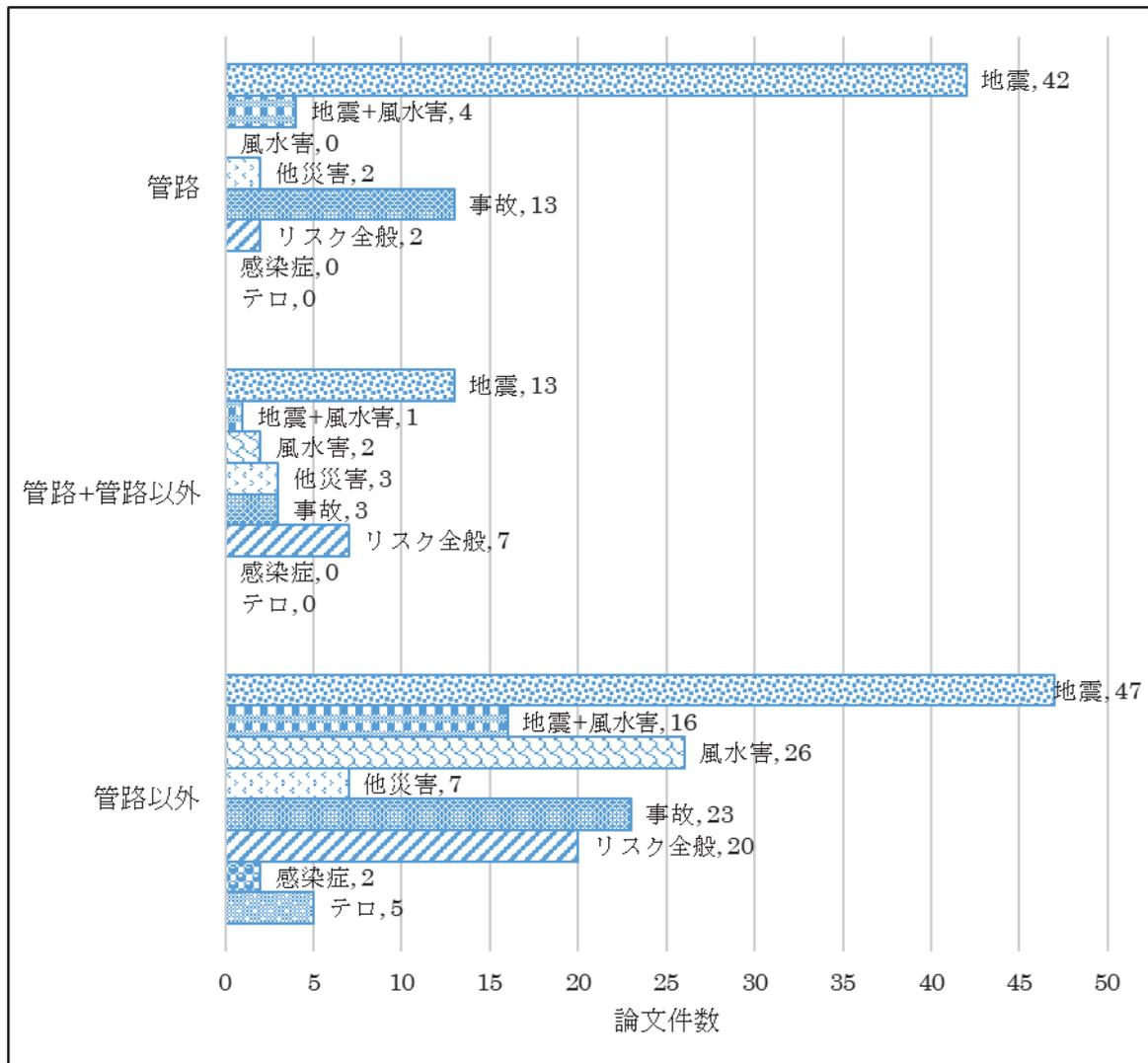


図 3.5.1.1 研究対象物別の対象リスク分類

さらに、研究のカテゴリーを表 3.5.1.8 に示すように分類した。管路以外を対象物を除き管路に関する研究論文の投稿傾向を分析した。

管路に関する研究カテゴリー分類について、論文件数グラフを図 3.5.1.2 に示す。

表 3.5.1.8 研究のカテゴリー分類

研究カテゴリー	主な研究目的
計画／対策	マニュアル、訓練、応急対策、備蓄、人員、体制整備等
調査	現状調査、被害調査、事例報告等
ツール／システム	被害推定、ハザードマップ、情報活用等
施設／設備	電源関連、ポンプ等機器類、管・継手、弁栓類、耐震化、ICT 機器

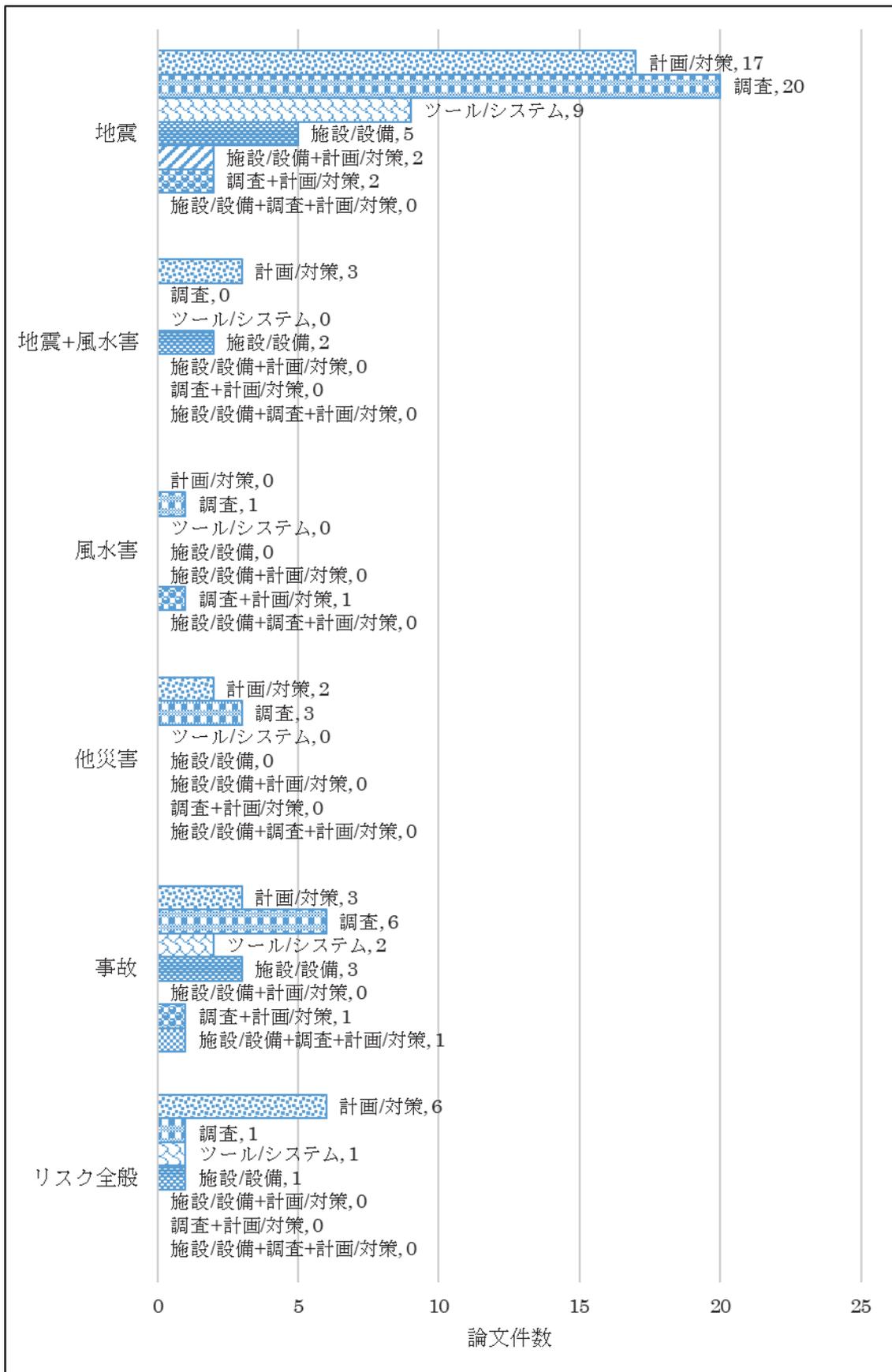


図 3.5.1.2 管路に関する研究カテゴリー分類

6) 調査結果の考察

管路被害推定方法の災害対象を地震以外の風水害などを含めた自然災害として、ハザードマップを検索キーワードに加えて文献調査を行った結果、管路被害の対象となる自然災害に風水害を取り扱う文献は検索されず、主に地震による管路被害を研究対象としていることが分かった。

直近5年間の水道研究発表会のリスク管理部門・災害対策部門の投稿傾向は、地震を取り扱う論文が44～64%（平均52%）を占めており、災害・リスクの中でも地震対策が水道関係者にとって重要視している課題であることが分かった。風水害については、ここ数年、発災する頻度が増加傾向にあり、その傾向に伴い風水害を取り扱う論文は平成28年度で8%であったものが徐々に増えていき、令和元年度では41%と地震の44%に迫る投稿件数であったことから、発災頻度が増えるにつれ風水害への関心が高くなっていることが分かった。

3.5.2 災害リスク対応に関する評価方針

(1) 対象とする自然災害

1) 地震及び風水害

管路被害の災害対象について、風水害などを含めた自然災害の範囲で文献調査を行った結果、管路被害の要因となる災害の多くが地震を対象としていることが分かった。

また、直近5年間の水道研究発表会のリスク管理部門・災害対策部門の投稿傾向においても、地震を取り扱う論文が半数以上を占めており、災害・リスクの中でも地震対策が水道関係者にとって重要視している課題であることが分かった。風水害については、ここ数年の発災頻度の増加傾向に伴い、風水害を取り扱う論文も増加しており、発災頻度が増えるにつれ風水害への関心が高くなっていることが分かった。

既往の知見、過去研究の趨勢をふまえ、本研究では主に地震を想定した対策について調査・研究を進めていき、管路を含む水道施設全体を対象として捉え、地震対策が風水害に対して有効に機能するかという視点でも検討を進めることにした。

2) 地震対策の分類・体系

大規模地震が発生した場合の被害は甚大となり、その影響を及ぼす範囲も広域にわたることが想定される。このため、地震対策は「水道維持管理指針2016」（日本水道協会）においても水道事業における最重点施策の一つであり、水道施設の耐震化対策を進めるとともに、応急対策の体制を整備すること、即ちハードウェアとソフトウェアの両面にわたる対策を推進していくことが重要であるとしている。このような地震対策を体系的に表したものに、「水道の耐震化対策等策定指針」（厚生労働省健康局水道課）の「地震対策の体系」がある。この体系を引用したものを図3.5.2.1に示す。図3.5.2.1は地震対策の全体を示しているが、水道事業体においては耐震化効果等を考慮して当面優先して実施する対策を選定し、それに必要な対策のみを部分的に検討してもよいとしている。

また、体系は以下のように大別されている。

<地震対策の分類>

□耐震化対策

○被害発生の抑制（耐震化）

- ・地震が生じても水道施設に被害が生じないようにする対策

○影響の最小化

- ・水道施設に被害が生じてもバックアップ等によりできる限り給水範囲を拡大し、断水が生じないようにする対策

□応急対策

○復旧の迅速化

- ・地震により生じた水道施設の被害に対して、応急復旧を迅速に行うための対策

○応急給水の充実

- ・断水地区に対して充実した応急給水を行うための対策

○危機管理体制の強化

- ・震災時の諸活動を計画的かつ効率的に行うための対策

前述の「水道維持管理指針 2016」（日本水道協会）では、平成 23 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）のこれまでの被害想定をはるかに超える巨大地震・津波により、戦後最大の人命が失われるなどの甚大な被害に見舞われたことを受け、図 3.5.2.1 の体系の「被害発生の抑制（耐震化）」に津波対策が追加されている。

3) 被害を想定した事前対策

地震対策の体系を大別したとき、「被害発生の抑制（耐震化）」が水道施設に被害が生じないようにする対策であるのに対し、その他の「影響の最小化」「復旧の迅速化」「応急給水の充実」「危機管理体制の強化」は、水道施設に被害が生じたことを想定した対策である。

地震による水道施設の被害を抑制するためには、各水道事業者で水道施設の耐震化を計画的に実施する必要があり、多くの水道事業者では耐震化計画を策定し推進している。

しかし、ヒト・モノ・カネの問題等が耐震化の進捗に影響を及ぼしていること、また南海トラフ巨大地震を代表とする大規模地震を想定している地域とそうでない地域とでは両者の耐震化事情が異なるなど、水道事業者の状況は様々であると推察する。

したがって本研究では、水道事業者が自己評価する際の想定される水道施設に被害が生じた時点からの対策に焦点を当て、その対策の事前整備状況について評価する方法を検討することにした。

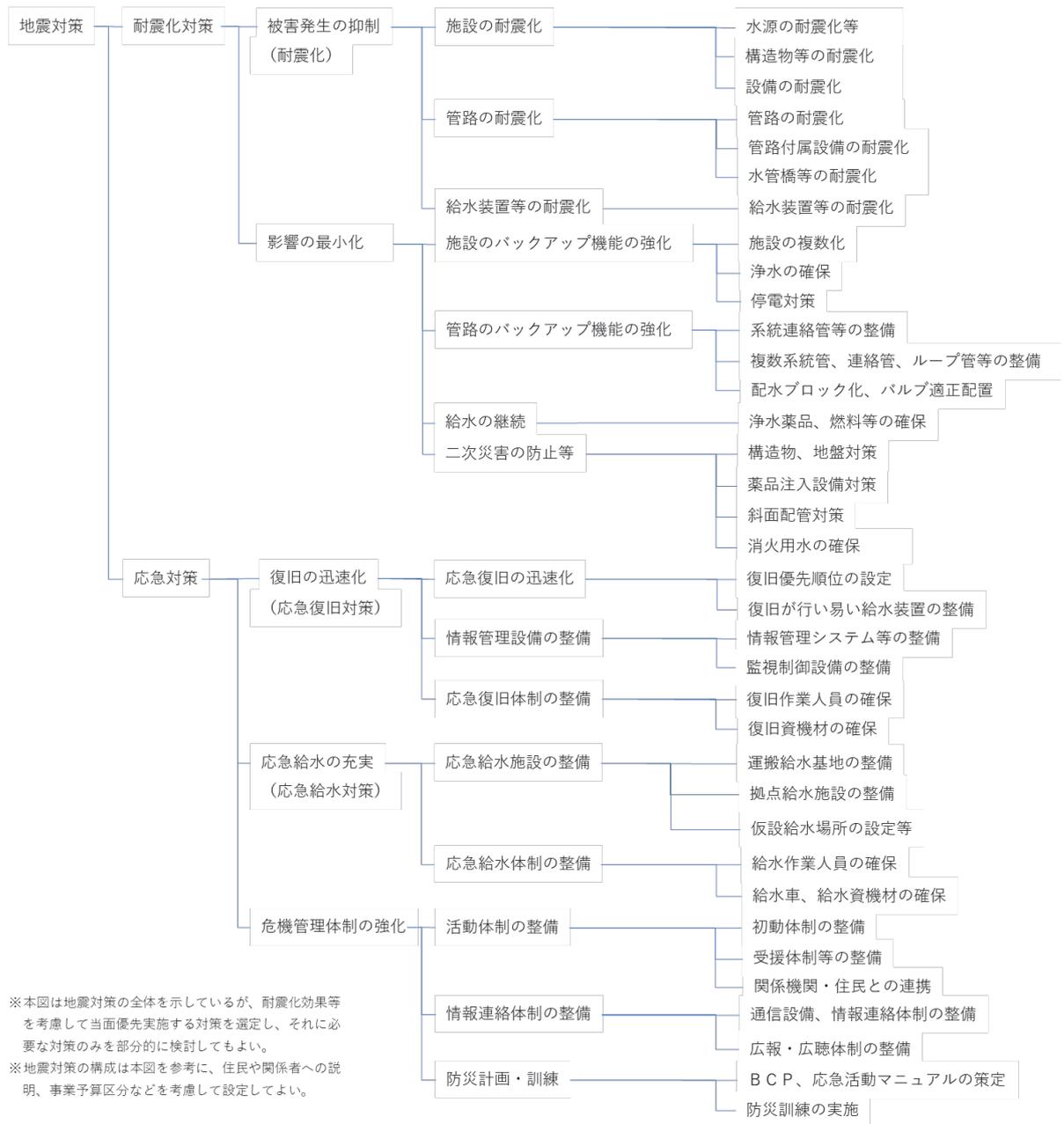


図 3.5.2.1 地震対策の体系

出典 水道の耐震化等策定指針（厚生労働省健康局水道課）

(2) 災害リスク対応に関する評価検討

1) 評価検討の全体流れ

災害リスク対応に関する評価方法を検討するにあたり、まず災害リスク対応の範囲を明確にする。次にその災害リスク対応の評価項目とその基準を検討し評価方法を確立する。

その評価方法を使用して水道事業者が自己評価を実施したときに、水道事業者が考える対策の理想に対して下回る項目があればそれを明らかにするとともに、その項目の改善に参考となる事例集を用意し水道事業者に提供することを目標とした。

2) 災害リスク対応の範囲検討

水道施設に被害が生じた時点からの対策を本研究の災害リスク対応の範囲とすることを前述した。水道施設が被災したとしても迅速に復旧できるしなやかな水道を構築することを目的とし、その復旧対策の事前整備状況を評価する。評価方法を検討するにあたり、対象となる対策範囲を明確にして定義付けすることを検討した。

3) 災害リスク対応の評価に関する検討

対象とする災害リスク対応の対策範囲を明確にしたのち、対策の評価項目及び評価基準を検討する。評価基準の設定については、段階的な直接評価を項目ごとにできるように検討した。

また、水道事業体の規模や地域性などが異なることについては、重要度評価を行い水道事業体ごとの事情を重要度の重み付けの違いとして表すことを検討した。各評価項目の重要度への重み付け方法については、階層分析法を応用して一対比較にて行うことにした。

重要度評価によって得られた重み付けに、前述の直接評価した結果を掛け合わせることで、水道事業体が理想と考える災害リスク対応の体制について現時点の評価結果を表し、さらに、総合評価点を示すことで全体の進捗状況を把握できる評価ツールを検討した。

4) 事業体へのアンケート調査

全国水道事業体に対して災害リスク対応に関するアンケート調査を実施した。アンケート調査結果について、自由回答のワード頻度を分析することで、災害リスク対応の評価項目及び評価基準の内容に抜けがないかを確認した。また、事業体規模又は地域性等の傾向を分析することで、災害リスク対応の重要度評価を実施する際の参考とする。

5) 事業体へのヒアリング調査

災害経験のある水道事業体を中心にヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査結果について、災害リスク対応の評価項目別に仕分することで、事例集で紹介する事例候補を整理した。また、事例が不足している評価項目を明らかにし、今後の事例集作成計画に反映させる。

6) 事例集の検討

水道事業体の災害リスク対応の改善に参考となる事例集の見せ方を検討し、その様式案を提案した。前述のヒアリング調査結果から抽出した事例候補の深堀及び事例を補充すべき項目を明確にして次年度の事例集作成計画とする。

3.5.3 レジリエンシーの定義

(3) レジリエンシーの概念検討

1) 地震リスクマネジメントの概念

本研究で取り扱う災害リスク対応の範囲を定義するにあたり、リスクマネジメントの観点から災害リスク対応の概念を考えることにした。地震リスクマネジメントの手法を上水道システムに適用した研究として、市東・星谷らの「上水道システムの地震リスクマネジメント」を参考にした。図 3.5.3.1 に同研究で用いられている概念図を示す。横軸に発生確率、縦軸に損失を表し、リスク等高線はリスクの大きさを示しており、右上ほどリスクが大きくなる。

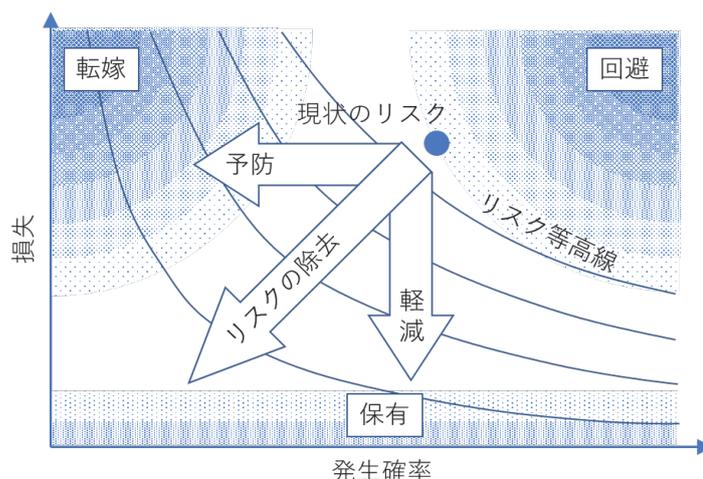


図 3.5.3.1 地震リスクマネジメントの概念図

出典 上水道システムの地震リスクマネジメント（土木学会論文集 No. 584）

リスクへの対応方法は、「回避」「低減」「転嫁」「保有」とされており、一般に「転嫁」「保有」はリスク移転、「回避」「低減」はリスク制御に区分される。リスク移転の「転嫁」は、一般的に共済・補償・保険などの手段で万一の損失を転嫁するという対処が行われるとあり、「保有」は、低損失のリスクを低減することを試みずに保有していた方が経済的に有利な場合を指すとある。しかし、リスク移転の「転嫁」「保有」に依存する前に後述するリスクを低減させていくことが水道事業体の責務であり、災害リスク対応の範囲からは外して考えることとした。また、リスク制御の「回避」は、リスクの損失が大規模となるために事業活動を停止させることでリスク発生を回避することを意味し、これも本研究の対象外として考える。

「低減」は、発生確率を小さく抑える予防対策及び損失を小さくする軽減対策からなる。予防とは、水道施設に被害が生じないように抑制する耐震化を中心とした対策であり、ある程度以下に被害を抑えるには膨大な費用が必要とされている。軽減とは、資材補強、緊急時の人材確保、復旧作業の早期化、応急給水の準備・効率化及び自助・共助による水の確保などの対策であり、危機管理体制との関わりが大きい。また、機能損失の分散のために水道施設の冗長性を高める対策も軽減にあたるという。この予防対策と軽減対策からなる「低減」に絞って検討を進めることにした。

2) 災害サイクルと危機管理の概念

地震リスクマネジメントの「低減」の概念を中心に検討するにあたり、一旦、上水道システムから離れて、災害全般における「低減」を時系列にして表した畑山満則¹の「災害サイクルと危機管理」を参考にした。図 3.5.3.2 に災害サイクルと危機管理の概念図を示す。

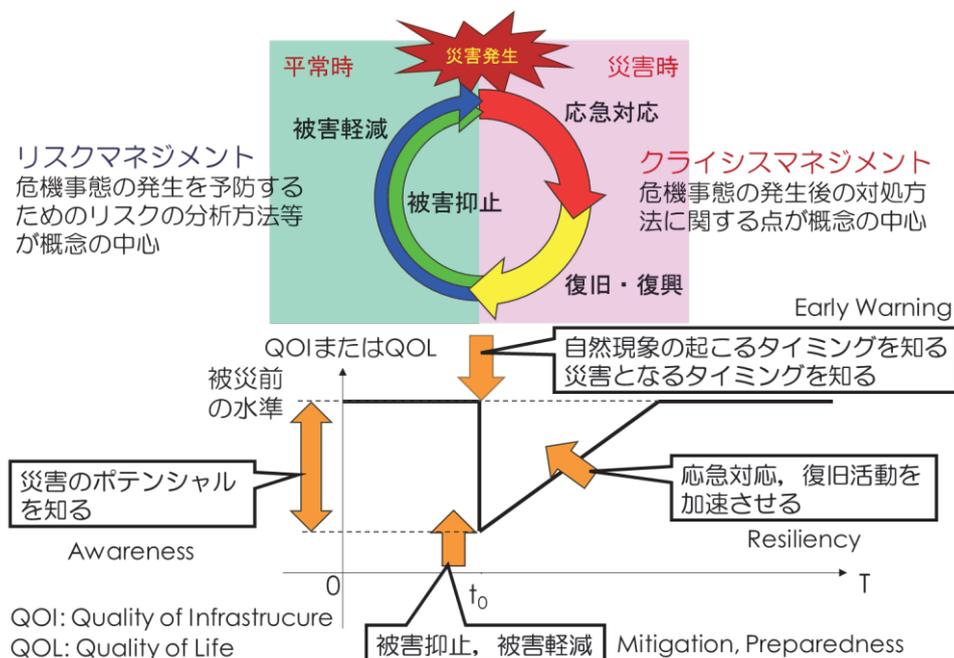


図 3.5.3.2 災害サイクルと危機管理の概念図（畑山満則）

災害が発生すると、応急対応、復旧・復興が行われ、平常時に戻ると、被害抑止、被害軽減に取り組むといったサイクルが循環するとされる。災害時の対応はクライシスマネジメントとされ、災害発生後の対処方法に関する点が概念の中心となる。一方、平常時の対応はリスクマネジメントとされ、災害発生予防のためのリスク分析方法等が概念の中心となる。我が国の危機管理はこれら両方のマネジメントを包含した内容を意味することが多い。

災害サイクルの下に、被災前後のインフラの質又は生活の質の変化を模式的に表したものを示す。災害が発生すると、被災前の質の水準が急激に落ち込む。この落ち込みを抑えようとするのが被害抑止、被害軽減での対応であり、被災前の質の水準に戻そうとする応急対応、復旧活動を Resiliency（レジリエンシー）と呼ぶ。

この「レジリエンシー」が、被災したとしても迅速に復旧できるしなやかな水道の構築に合致すると考え、本研究で取り扱う範囲を「レジリエンシー」と称し、その概念を中心に水道の災害リスク対応に適用して検討することとした。

¹ 畑山満則 京都大学 防災研究所 附属巨大災害研究センター 教授

(4) レジリエンシーの定義検討

1) レジリエンシーの範囲

図 3.5.3.2 の災害サイクルと危機管理の概念図に、水道施設の地震対策の体系を表す図 3.5.2.1 の項目を適用して表した検討過程のものを図 3.5.3.3 に示す。災害時のクライシスマネジメント側には応急対策、平常時のリスクマネジメント側には耐震化対策を適用した。応急対応には応急給水対策、復旧・復興には応急復旧対策とし、それらの対策を危機管理体制の強化によって計画的かつ効率的なものにする位置づけとした。また、被害抑止には被害発生時の抑制（耐震化）、被害軽減には影響の最小化を適用した。

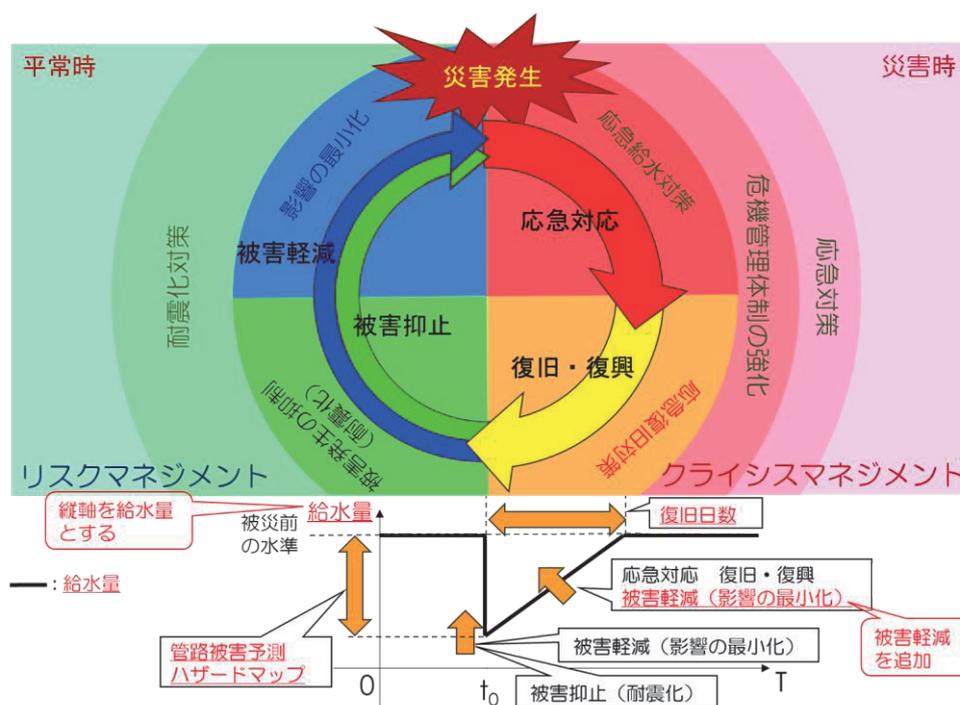


図 3.5.3.3 水道施設の地震対策の体系を適用した災害サイクルと危機管理の概念図

被災前後のインフラの質の変化を表す模式図については、「水道の耐震化対策等策定指針」（厚生労働省健康局水道課）の「応急給水量等の目標設定例」が、地震発生から3日までの目標水量を3リットル/人・日で、被災前給水量の約250リットル/人・日までの目標設定例を示していることを参考に、縦軸を給水量として考えることとし、これに従い給水量を被災前の水準に戻すまでを復旧日数とし、被災時の落ち込みを表すものを管路被害予測、ハザードマップとした。被害軽減の影響の最小化については、被災前の水準に戻そうとする対策にも適用される項目があると考え、被災時の落ち込みを抑える対策の両方に適用することにした。

さらに、災害発生前の準備段階として検討した概念図の検討過程を図 3.5.3.4 レジリエンシーの範囲に示す。被害抑止の耐震化について、各水道事業体の耐震化状況によって被災時の落ち込みをある程度抑制するものと予測されることとして考え、災害発生前の評価時点として被害抑止を被災時の落ち込み抑制から切り離すこととした。また、危機管理体制の強化は、災害発生時の応急給水、応急復旧の活動を計画し、訓練等で効率を向上させる対策であるた

め、被災前の水準に戻そうとする対策に適用するとした。

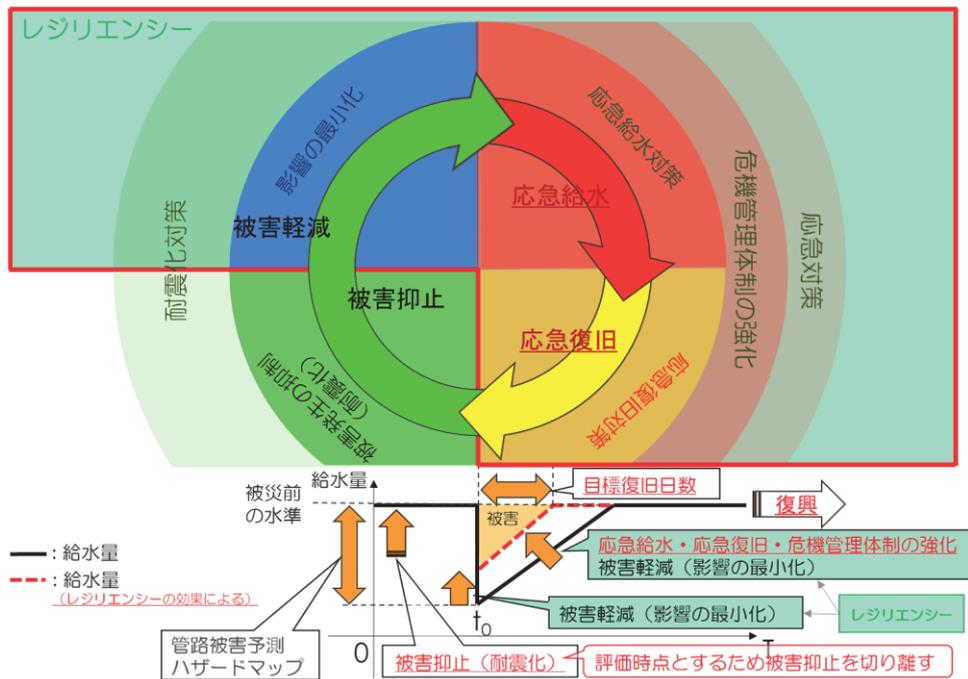


図 3.5.3.4 レジリエンスの範囲

復旧・復興については、「復旧・復興ハンドブック」(内閣府)の「復旧対策」と「復興対策」の区別を参考に整理した。同ハンドブックでは、ライフライン等を被災前と同じ機能に戻すことを「原形復旧」、原形復旧だけでなく被災施設やそれに関する施設を改良することを「改良復旧」としており、これらを併せて「復旧対策」としている。また、「復興対策」は、被災前の状況と比較して「安全性の向上」や「生活環境の向上」「産業の高度化や地域振興」が図られる等の質的な向上を目指すこととしている。したがって、給水量を基準として考えるため、「応急復旧」は、同ハンドブックの「原形復旧」として扱い、「復興」は切り離すことにした。

本研究で取り扱う「レジリエンス」の範囲は、被害を想定した事前対策である応急給水対策、応急復旧対策、危機管理体制の強化が含まれる応急対策及び被害軽減(影響の最小化)とし、被害発生の抑制(耐震化)は「レジリエンス」からは除外することとした。

「レジリエンス」が効果的に活用できれば、被害軽減によって被災時の落ち込みを抑え、かつ早期に被災前の水準に戻すことができ、復旧日数の短縮が図れる。その日数を目標復旧日数とした。

2) レジリエンシーの定義

1) で検討したレジリエンシーの範囲を以下のように定義した。

※レジリエンシー (resiliency) とは

既設の水道施設において、地震、風水害等の自然災害に対する被害軽減策により、管路の冗長性 (redundancy) を高めつつ、応急給水対策、応急復旧対策及び危機管理体制の強化を図ることで、被災前の水準 (給水量) に早期に戻すことをいう。

3.5.4 レジリエンシーの評価に関する検討

(5) レジリエンシーの評価対象

1) レジリエンシーの評価について

レジリエンシーの評価については、前述に定義した範囲を対象とし、平成 27 年 6 月に指針が改定された「水道の耐震化対策等策定指針」(厚生労働省健康局水道課) の内容に従って評価ツールを作成することにした。

2) レジリエンシーの評価対象

本研究は、水道管路のリスク対応に関する研究であるが、管路に絞ったとしても、施設が機能不全に陥れば管路の対策が万全でも被災前の水準に戻すことができないこと、また、水道事業者は水道施設全体に対して対策を講じていることから、レジリエンシーの評価対象を水道施設とした。

(6) レジリエンシーの評価項目

1) 評価項目の設定

レジリエンシーの評価項目は、「水道の耐震化対策等策定指針」(厚生労働省健康局水道課) の内容に従い設定することとした。図 3.5.2.1 地震対策の体系から各項目をレジリエンシーの「影響の最小化」「応急給水対策」「応急復旧対策」及び「危機管理体制の強化」に関連付けさせて表したものを図 3.5.4.1 に示す。12 に分類された対策を評価項目とし、さらに 29 に細分化された対策を個々に評価することにした。

2) レジリエンシーの効果を高める手段

図 3.5.4.1 の下に示したレジリエンシーの概念図に、被災時の落ち込みを抑える効果を量 q 、被災前の給水量の水準に戻す効果を角度 θ として表した。レジリエンシーの効果を高めること、即ち、量 q 及び角度 θ を大きくすることによって、被害の領域が小さくなり復旧日数の短縮化が図れる。効果を高めるための定量化された手段を検討した。例えば、量 q を大きくするためには、系統間原水融通率や薬品備蓄日数などが挙げられ、角度 θ を大きくするためには、災害対策訓練実施回数や応急給水施設密度などが挙げられる。今後、評価の定量化

を検討する際の参考とする。

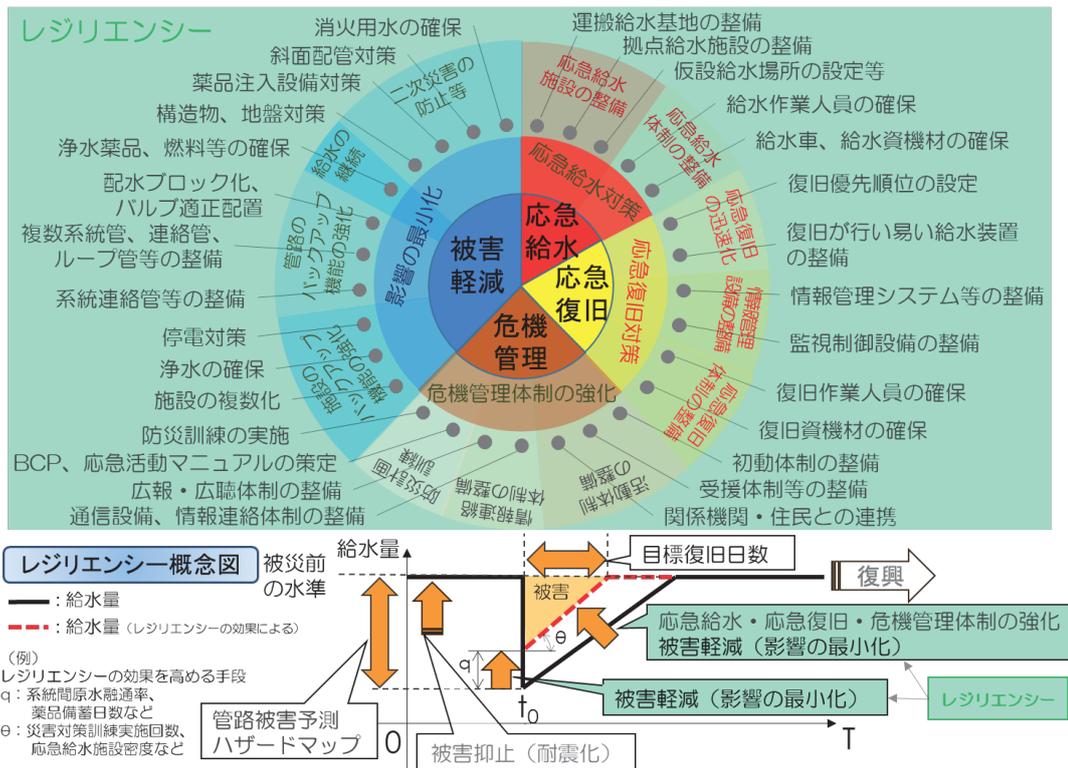


図 3.5.4.1 レジリエンスの評価項目と概念図

(7) レジリエンスの評価基準

1) 具体的内容の設定

レジリエンスの評価基準については、図 3.5.4.1 の 29 に細分化された対策に対して、「水道の耐震化対策等策定指針」（厚生労働省健康局水道課）の内容に従い、直接評価するように設定することとした。

2) 評価基準の妥当性

平成 27 年 6 月に改定された指針であり、通信設備、情報処理機器等の発達によって、対策内容に変化が生じることが予想されるが、そのような点についても留意して検討を進めることにした。

(8) レジリエンスの評価方法

1) 事業体の事情を踏まえた評価

水道事業体の規模や地域性等の違いによって、レジリエンスの対策重要度が異なる。この点を踏まえ、各水道事業体が自己評価をする際に、評価項目に対して重要度の重み付けを行うことにした。重要度の重み付けを 1 次評価とし、階層分析法を応用して一対比較の定性評価をすることによって、水道事業体の事情を踏まえた重要度の定量化を行う。

2) 階層分析法を応用した総合評価

次に2次評価として、レジリエンシーの対策の直接評価を行う。組織成熟度等の評価にも応用されているソフトウェア能力成熟度モデルを参考に設定した段階的な評価基準によって直接評価を行い、重要度評価によって得られた重み付けを掛け合わせることで、水道事業者が理想と考えるレジリエンシーに対する現時点の評価結果を表し、総合評価点を示すことにした。

図 3.5.4.2 にレジリエンシーの階層図を示す。レジリエンシーの評価を目的に、主基準は、「影響の最小化」「応急給水対策」「応急復旧対策」及び「危機管理体制の強化」とし、「影響の最小化」は、「バックアップ機能の強化」の要素を切り分けた。副基準は、29 に細分化された対策とし、重要度評価は、主基準内及び副基準内の一対比較によって重み付けを行う。

副基準については、達成度の直接評価を行い、重要度評価の重み付けが掛け合わされ、個々の評価点が決定する。

(9) 評価結果の活用提案

水道事業者が考えるレジリエンシーの重要度の評価結果を重要度評価チャート、達成度の評価結果を達成度評価チャートとしてレーダーチャート形式で表す。重要度評価結果と達成度評価結果との差をギャップチャートと称して強調表現することで、評価時点で改善すべき項目を判断することができる。また、後述する事例集の該当項目へ導くように評価ツールの仕組みを構築することによって、対策改善の参考になるよう工夫する。

さらに、総合評価点を示すことで、水道事業者が考える重要度評価基準における全体の進捗状況を確認することができる。



図 3.5.4.2 レジリエンスの階層図

3.5.5 事業者へのアンケート調査

(10) アンケート調査の内容

アンケート調査においては、*New Pipes* プロジェクト事業者委員にプレアンケートを行い、その結果を参考に質問内容を追加して作成した。

図 3.5.5.1 に事業者へのアンケート調査内容を示す。

<p>●管路被害推定について (6問)</p> <p>問7：貴事業体では自然災害における管路被害（水管橋含む）で、どのような自然災害を想定されていますか？（複数選択可）</p> <p><input type="checkbox"/> 地震（液状化を含む）</p> <p><input type="checkbox"/> 土砂災害（地震によるものを除く）</p> <p><input type="checkbox"/> 水害（浸水、洪水）</p> <p><input type="checkbox"/> 水害（津波）</p> <p><input type="checkbox"/> その他（ ）</p> <p>※ 選択された項目について、理由を教えてください。</p>
<p>問8：地震災害に対して管路被害推定方法を採用していますか。</p> <p><input type="checkbox"/> はい</p> <p><input type="checkbox"/> いいえ</p> <p>※ 「はい」を選択された場合、その管路被害推定方法を教えてください。</p> <p>例) 水道技術研究センターの「地震による管路被害予測式」（平成28年度版）</p>
<p>問9：地震以外の管路被害推定はどのような方法を採用されていますか。</p>
<p>問10：管路被害推定の結果を管路更新（耐震化）計画に反映させていますか。</p> <p><input type="checkbox"/> はい</p> <p><input type="checkbox"/> いいえ（理由 ）</p>
<p>問11：管路更新（耐震化）計画に応じて管路被害推定を見直していますか。</p> <p><input type="checkbox"/> はい</p> <p><input type="checkbox"/> いいえ（理由 ）</p>
<p>問12：更新計画を立案する際に、特に災害対応として考慮する情報があれば教えてください。</p> <p>キーワード例) 活断層、重要施設、微地形分類、土地の切土・盛土、土の経歴など</p>
<p>●耐震化技術について (4問)</p> <p>問13：貴事業体で採用されている耐震化技術を教えてください。</p> <p>① 新設管路では（耐震化）</p> <p>例) 耐震管、伸縮可とう管など</p> <p>② 既設管路では（耐震性向上）</p> <p>例) 補修金具、補強金具、付属設備の耐震化など</p>
<p>問14：貴事業体における管路の耐震化率（令和元年度）は何%ですか？</p> <p> %</p>
<p>問15：貴事業体における管路の耐震化率の増分（令和元年度-平成30年度＝増分）はどの程度ですか？</p> <p>【耐震化率】</p> <p><input type="checkbox"/> 0.25%未満 <input type="checkbox"/> 0.25%～0.50% <input type="checkbox"/> 0.50%～0.75%</p> <p><input type="checkbox"/> 0.75%～1.00% <input type="checkbox"/> 1.00%～1.25% <input type="checkbox"/> 1.25%以上</p>
<p>問16：貴事業体又は自治体において、耐震化率の向上を妨げる要因として考えられるものは何ですか？</p> <p>例) 施工条件、費用・予算、受注業者・施工業者の確保など</p>

図 3.5.5.1 アンケート調査内容 (2/4)

●ハザードマップについて (7問)

問17：貴事業体において、災害ハザードマップを用意していますか？
 (自治体作成を含む。「いいえ」の場合は問22へ)

はい
 いいえ

問18：どのような自然災害を目的としたハザードマップですか？

地震 (液状化を含む)
 土砂災害 (地震によるものを除く)
 水害 (浸水、洪水)
 水害 (津波)
 その他 ()

問19：ハザードマップには主にどのような情報が表示されていますか。

避難場所 震度分布 水道施設の位置
 重要施設 危険区域
 浸水区域 危険個所
 地盤種別 防災井戸

問20：ハザードマップはどのように活用していますか？

管路	水道施設 (管路以外)
<input type="checkbox"/> 耐震性能評価	<input type="checkbox"/> 更新計画
<input type="checkbox"/> 更新計画	<input type="checkbox"/> 浸水対策
<input type="checkbox"/> 被害予測	<input type="checkbox"/> 土砂災害対策
<input type="checkbox"/> 断水率	<input type="checkbox"/> 建設位置
<input type="checkbox"/> 訓練	<input type="checkbox"/> 訓練
<input type="checkbox"/> その他 ()	<input type="checkbox"/> その他 ()

問21：ハザードマップを活用した訓練を行っていますか？

はい
 いいえ

※ 「はい」を選択した場合は、どのような訓練をどれくらいの頻度で行っているかを教えてください。

問22：ハザードマップは必要だと思いますか？ (問17で「いいえ」を選択した場合のみ)

はい
 いいえ

※ 「はい」を選択した場合は、どのような自然災害を目的としたハザードマップが必要だと思いますか？

地震 (液状化を含む)
 土砂災害 (地震によるものを除く)
 水害 (浸水、洪水)
 水害 (津波)
 その他 ()

問23：ハザードマップは、今まで行ってきた地震対策で有効に活用することができましたか？

はい
 いいえ

※ 「はい」を選択した場合は、対策内容及びどのような点が有効であったか教えてください。(被災経験がある場合はその概要を教えてください。)

図 3.5.5.1 アンケート調査内容 (3/4)

<p>●管路の冗長化について (1問)</p> <p>問24：管路のリスク対策として管路の冗長化をしている事例を教えてください。</p> <p>例) 連絡管、ループ化、ブロック化、2系統化など</p>
<p>●利害関係者との情報提供又は情報共有について (1問)</p> <p>問25：被害状況・復旧状況など被災時の情報提供又は情報共有について、事前に準備されている事例があれば教えてください。</p> <p>(例えば、緊急性を優先する場合、正確性を優先する場合の事例など)</p>
<p>※ 利害関係者とは、国、都道府県、一般行政部局、インフラ事業者や住民・需要者など。</p>
<p>●その他 (2問)</p> <p>問26：今回の研究では「災害対応事例集」の作成を予定しています。水道事業者等が保有している被災情報・災害対応情報を収集・分析した内容で、予防保全に活用できる災害対応マニュアルの基礎情報となることを目指します。</p> <p>ご意見ご要望などがあればお聞かせください。</p>
<p>問27：本研究では、より実用的な成果を得るために、ケーススタディあるいはシミュレーションなどを予定しています。その際、貴事業体が保有する各種データ、管路図等資料のご提供にご協力頂けますか？</p> <p><input type="checkbox"/> はい</p> <p><input type="checkbox"/> いいえ</p>

図 3.5.5.1 アンケート調査内容 (4/4)

(11) アンケート調査結果

1) 回答状況

アンケート調査の回収状況は、情報活用サブWGと同様、厚生労働省の協力の下、全国の水道事業者（上水道事業、簡易水道事業）を対象に実施し、712件の回答が得られた。このうち、水道統計（平成30年度版）と関連付けて分析を行う643件を対象とした。

分析対象の水道事業者の概要は、4.2.1(6)の図4.2.1.5及び図4.2.1.6を参照されたい。

2) 調査結果概要

アンケート調査について、選択式回答結果を4.2.2(3)アンケート結果（選択式）に、記述式回答から給水人口別に集計した結果を4.2.2(4)アンケート結果（記述式）に示す。また、都道府県別に集計した結果を4.2.2(5)アンケート結果（都道府県別）に示す。

3) 給水人口別に係る考察

● 質問 7 想定される自然災害について

自然災害における管路被害で、地震を想定している割合は全体で 87.9%と最も大きく（図 4.2.2.7 参照）、給水人口別による分析結果を示す表 3.5.5.1 を見ても、全ての水道事業者規模において地震を想定している割合が大きいことが分かった。

表 3.5.5.1 想定される自然災害（給水人口別割合）

給水人口区分	地震	土砂災害 (地震によるものを除く)	水害(浸水、洪水)	水害(津波)	その他
1,000,000人以上	93%	36%	50%	29%	7%
500,000人~1,000,000人未満	100%	33%	42%	25%	0%
250,000人~500,000人未満	90%	27%	52%	29%	4%
100,000人~250,000人未満	95%	27%	53%	18%	8%
50,000人~100,000人未満	88%	35%	53%	19%	7%
30,000人~50,000人未満	87%	44%	57%	14%	8%
20,000人~30,000人未満	81%	54%	65%	16%	5%
10,000人~20,000人未満	82%	48%	55%	16%	11%
5,000人~10,000人未満	86%	51%	55%	6%	4%
5,000人未満	85%	55%	60%	5%	5%
水道用水供給事業	84%	20%	36%	9%	2%

● 質問 2 自然災害に対する水道管路の応急対策資料の準備について

地震、風水害などの自然災害に対する水道管路の応急対策資料の準備をしている割合は 79.8%であった（図 4.2.2.1 参照）。その内、準備している資料について給水人口別割合を分析した結果を表 3.5.5.2 に示す。水道事業者の規模が大きいほど資料の準備が進んでおり、中小規模になるに従い準備が進んでいないことが分かった。

表 3.5.5.2 準備している応急対策資料の種類（給水人口別割合）

給水人口区分	非常配備体制表	重要施設等位置図	機器操作マニュアル	応急給水マニュアル	関係機関連絡先リスト	水道施設一般平面図
1,000,000人以上	85%	69%	54%	92%	92%	77%
500,000人~1,000,000人未満	100%	83%	58%	75%	75%	75%
250,000人~500,000人未満	86%	74%	52%	80%	84%	70%
100,000人~250,000人未満	89%	67%	40%	65%	82%	59%
50,000人~100,000人未満	76%	56%	24%	54%	65%	55%
30,000人~50,000人未満	56%	33%	18%	37%	51%	53%
20,000人~30,000人未満	50%	28%	7%	35%	48%	28%
10,000人~20,000人未満	46%	26%	20%	23%	48%	42%
5,000人~10,000人未満	47%	34%	4%	23%	40%	43%
5,000人未満	20%	15%	15%	20%	30%	20%
水道用水供給事業	93%	35%	33%	43%	100%	75%

給水人口区分	配管図(電子または紙)	緊急通行車両証明書及び標章	指揮命令・連絡調整系統図	施設等点検チェックリスト	応急復旧マニュアル	その他
1,000,000人以上	92%	85%	85%	54%	77%	38%
500,000人~1,000,000人未満	100%	50%	100%	50%	83%	8%
250,000人~500,000人未満	86%	64%	82%	52%	66%	4%
100,000人~250,000人未満	81%	34%	81%	38%	50%	4%
50,000人~100,000人未満	74%	14%	65%	21%	39%	7%
30,000人~50,000人未満	67%	9%	45%	15%	26%	4%
20,000人~30,000人未満	50%	7%	37%	6%	17%	2%
10,000人~20,000人未満	59%	3%	43%	14%	20%	1%
5,000人~10,000人未満	49%	0%	28%	4%	11%	4%
5,000人未満	30%	0%	20%	5%	15%	5%
水道用水供給事業	80%	28%	88%	43%	50%	8%

● 質問 4 応急復旧対策についての課題について

アンケートの応急復旧対策についての課題を給水人口別割合に分析した結果を表 3.5.5.3 に示す。耐震化するための費用・予算を課題として選択する割合は、中小規模になるに従い大きくなる傾向であるのに対し、冗長化のための費用・予算は、全ての事業体規模において 45%前後で横並びの結果を示した。

表 3.5.5.3 応急復旧対策についての課題（給水人口別割合）

給水人口区分	断水被害を軽減(耐震化)するための費用・予算		応急復旧に必要な資機材の備蓄(費用)		断水被害を軽減(冗長化)するための費用・予算		応急復旧に必要な資機材の備蓄(保管場所)		応急復旧に必要な資機材の備蓄(非常配備体制)		その他
	割合	割合	割合	割合	割合	割合	割合	割合	割合		
1,000,000人以上	57%	29%	43%	36%	43%	43%	43%	43%	21%		
500,000人~1,000,000人未満	67%	58%	67%	50%	50%	58%	58%	8%			
250,000人~500,000人未満	73%	42%	42%	44%	42%	52%	2%				
100,000人~250,000人未満	72%	39%	35%	45%	42%	63%	5%				
50,000人~100,000人未満	71%	42%	25%	44%	31%	69%	1%				
30,000人~50,000人未満	74%	44%	20%	41%	35%	61%	7%				
20,000人~30,000人未満	77%	47%	16%	37%	25%	65%	2%				
10,000人~20,000人未満	77%	53%	29%	47%	29%	64%	4%				
5,000人~10,000人未満	80%	59%	31%	41%	37%	65%	2%				
5,000人未満	75%	55%	25%	45%	30%	65%	5%				
水道用水供給事業	36%	20%	27%	25%	36%	39%	5%				

● 質問 6 管路更新（耐震化）計画に応じた応急復旧対策の見直しについて

アンケートの管路更新（耐震化）計画に応じた応急復旧対策の見直しについて、給水人口別割合に分析した結果を表 3.5.5.4 に示す。結果から、中小規模になるに従い管路更新計画に応じた応急復旧対策の見直しをしていないことが分かった。

表 3.5.5.4 管路更新（耐震化）計画に応じた応急復旧対策の見直し（給水人口別割合）

給水人口区分	質問6	
	はい	いいえ
1,000,000人以上	50	50
500,000人~1,000,000人未満	36	64
250,000人~500,000人未満	37	63
100,000人~250,000人未満	25	75
50,000人~100,000人未満	21	79
30,000人~50,000人未満	16	84
20,000人~30,000人未満	15	85
10,000人~20,000人未満	19	81
5,000人~10,000人未満	7	93
5,000人未満	12	88
水道用水供給事業	25	75

● 質問 18 ハザードマップの対象とする自然災害について

災害ハザードマップを用意している水道事業者の割合は、88.3%を示しており（図 4.2.2.11 参照）、そのハザードマップが対象とする自然災害は、水害（浸水、洪水）が 88.7%と最も割合が大きい（図 4.2.2.12 参照）。給水人口別割合に分析した結果を示す表 3.5.5.5 を見ても、全ての事業者規模で水害（浸水、洪水）をハザードマップの対象としていることが分かった。続いて割合が大きいのが土砂災害（地震によるものを除く）で、その次に地震であり、いずれも事業者規模による傾向は殆ど見られないことが分かった。

表 3.5.5.5 ハザードマップの対象とする自然災害（給水人口別割合）
（災害ハザードマップを用意している事業者を対象）

給水人口区分	地震	土砂災害 (地震による ものを除く)	水害 (浸水、洪水)	水害 (津波)	その他
1,000,000人以上	80%	80%	100%	80%	10%
500,000人～1,000,000人未満	58%	92%	92%	67%	17%
250,000人～500,000人未満	59%	73%	94%	43%	14%
100,000人～250,000人未満	63%	78%	93%	44%	9%
50,000人～100,000人未満	61%	73%	87%	35%	6%
30,000人～50,000人未満	60%	76%	90%	33%	6%
20,000人～30,000人未満	58%	83%	90%	42%	2%
10,000人～20,000人未満	45%	83%	88%	30%	5%
5,000人～10,000人未満	54%	78%	85%	11%	2%
5,000人未満	59%	82%	65%	29%	6%
水道用水供給事業	52%	74%	81%	33%	4%

● 質問 8 地震災害に対する管路被害推定方法の採用について

アンケートの地震災害に対する管路被害推定方法の採用について、給水人口別割合に分析した結果を表 3.5.5.6 に示す。結果から、中小規模になるに従い管路被害推定方法を採用していないことが分かった。

表 3.5.5.6 地震災害に対する管路被害推定方法の採用（給水人口別割合）

給水人口区分	質問8	
	はい	いいえ
1,000,000人以上	92%	8%
500,000人～1,000,000人未満	67%	33%
250,000人～500,000人未満	50%	50%
100,000人～250,000人未満	28%	72%
50,000人～100,000人未満	19%	81%
30,000人～50,000人未満	10%	90%
20,000人～30,000人未満	5%	95%
10,000人～20,000人未満	6%	94%
5,000人～10,000人未満	0%	100%
5,000人未満	5%	95%
水道用水供給事業	38%	63%

● 質問 5 管路被害推定の結果から応急復旧対策への反映について

アンケートの管路被害推定の結果から応急復旧対策への反映について、給水人口別割合に分析した結果を表 3.5.5.7 に示す。結果として、中小規模になるに従い管路被害推定の結果から応急復旧対策への反映していないことが分かった。

表 3.5.5.7 管路被害推定の結果から応急復旧対策への反映（給水人口別割合）

給水人口区分	質問5	
	はい	いいえ
1,000,000人以上	67	33
500,000人～1,000,000人未満	64	36
250,000人～500,000人未満	50	50
100,000人～250,000人未満	34	66
50,000人～100,000人未満	29	71
30,000人～50,000人未満	20	80
20,000人～30,000人未満	14	86
10,000人～20,000人未満	14	86
5,000人～10,000人未満	9	91
5,000人未満	6	94
水道用水供給事業	33	67

● 質問 10 管路被害推定の結果から管路更新（耐震化）計画への反映について

アンケートの管路被害推定の結果から管路更新（耐震化）計画への反映について、給水人口別割合に分析した結果を表 3.5.5.8 に示す。結果として、中小規模になるに従い管路被害推定の結果から管路更新（耐震化）計画への反映していないことが分かった。

表 3.5.5.8 管路被害推定の結果から管路更新（耐震化）計画への反映（給水人口別割合）

給水人口区分	質問10	
	はい	いいえ
1,000,000人以上	73%	27%
500,000人～1,000,000人未満	40%	60%
250,000人～500,000人未満	46%	54%
100,000人～250,000人未満	31%	69%
50,000人～100,000人未満	26%	74%
30,000人～50,000人未満	22%	78%
20,000人～30,000人未満	14%	86%
10,000人～20,000人未満	13%	87%
5,000人～10,000人未満	2%	98%
5,000人未満	24%	76%
水道用水供給事業	24%	76%

● 質問3 応急復旧に要する人員・資機材の数量算定について

アンケートの応急復旧に要する人員・資機材の数量算定について、給水人口別割合に分析した結果を表3.5.5.9に示す。結果として、中小規模になるに従い地震災害の管路被害推定から応急復旧に要する人員・資機材の数量算定をしていないことが分かった。

表 3.5.5.9 応急復旧に要する人員・資機材の数量算定
(給水人口別割合)

給水人口区分	質問3	
	はい	いいえ
1,000,000人以上	85	15
500,000人～1,000,000人未満	50	50
250,000人～500,000人未満	42	58
100,000人～250,000人未満	35	65
50,000人～100,000人未満	19	81
30,000人～50,000人未満	11	89
20,000人～30,000人未満	4	96
10,000人～20,000人未満	7	93
5,000人～10,000人未満	2	98
5,000人未満	10	90
水道用水供給事業	33	68

● 質問11 管路更新（耐震化）計画に応じた管路被害推定の見直しについて

アンケートの管路更新（耐震化）計画に応じた管路被害推定の見直しについて、給水人口別割合に分析した結果を表3.5.5.10に示す。結果として、中小規模になるに従い管路更新（耐震化）計画に応じた管路被害推定の見直しをしていないことが分かった。

表 3.5.5.10 管路更新（耐震化）計画に応じた管路被害推定の見直し
(給水人口別割合)

給水人口区分	質問11	
	はい	いいえ
1,000,000人以上	46%	54%
500,000人～1,000,000人未満	40%	60%
250,000人～500,000人未満	32%	68%
100,000人～250,000人未満	22%	78%
50,000人～100,000人未満	12%	88%
30,000人～50,000人未満	10%	90%
20,000人～30,000人未満	12%	88%
10,000人～20,000人未満	12%	88%
5,000人～10,000人未満	0%	100%
5,000人未満	19%	81%
水道用水供給事業	14%	86%

4) 地域性に係る考察

● 質問 7 想定される自然災害について

自然災害における管路被害で、地震を想定している割合は全体で 87.9%と最も大きく（図 4.2.2.7 参照）、地域性割合（ブロック別割合）による分析結果を示す表 3.5.5.11 を見ても、全ての地域において地震を想定している割合が大きいことが分かった。

表 3.5.5.11 想定される自然災害（ブロック別割合）

ブロック別区分	地震	土砂災害 (地震によるものを除く)	水害 (浸水、洪水)	水害(津波)	その他
北海道	83%	38%	55%	18%	15%
東北	88%	34%	60%	20%	5%
関東内陸	89%	44%	53%	4%	4%
関東臨海	85%	22%	51%	7%	3%
北陸	96%	31%	62%	23%	0%
東海	90%	32%	37%	15%	1%
近畿内陸	89%	61%	54%	0%	7%
近畿臨海	93%	38%	53%	25%	7%
山陰	100%	57%	64%	14%	14%
山陽	86%	41%	62%	24%	11%
四国	82%	24%	35%	35%	0%
北部九州	83%	49%	62%	13%	13%
南部九州	81%	62%	62%	27%	11%
沖縄	100%	11%	22%	44%	33%

● 質問 2 自然災害に対する水道管路の応急対策資料の準備について

地震、風水害などの自然災害に対する水道管路の応急対策資料の準備をしている割合は 79.8%を示し（図 4.2.2.1 参照）、その内、準備している資料について地域性割合（ブロック別割合）を分析した結果を表 3.5.5.12 に示す。準備している応急対策資料について、地域性の大きな違いは見られなかった。

表 3.5.5.12 準備している応急対策資料の種類（ブロック別割合）

ブロック別区分	非常配備 体制表	重要施設 等位置図 (給水拠 点と給水 対象施設)	機器操作 マニュアル	応急給水 マニュアル	関係機関 連絡先リ スト	水道施設 一般平面 図	配管図 (電子また は紙)	緊急通行 車両証明 書及び標 章	指揮命 令・連絡 調整系統 図	施設等点 検チェック リスト	応急復旧 マニュアル	その他
北海道	85%	47%	35%	50%	79%	74%	79%	26%	76%	26%	41%	6%
東北	78%	56%	33%	50%	85%	68%	85%	15%	70%	26%	45%	5%
関東内陸	76%	46%	42%	54%	72%	68%	90%	28%	70%	26%	38%	2%
関東臨海	84%	57%	31%	60%	76%	56%	90%	35%	74%	34%	40%	9%
北陸	86%	45%	41%	50%	86%	86%	91%	14%	82%	36%	45%	0%
東海	81%	62%	27%	62%	79%	52%	78%	22%	62%	29%	49%	3%
近畿内陸	83%	56%	22%	44%	56%	44%	78%	17%	56%	11%	33%	0%
近畿臨海	81%	75%	35%	67%	81%	73%	87%	38%	77%	33%	58%	10%
山陰	90%	70%	30%	70%	80%	70%	100%	20%	80%	30%	60%	10%
山陽	76%	59%	38%	55%	72%	59%	76%	28%	72%	38%	41%	10%
四国	86%	50%	21%	71%	57%	79%	86%	29%	71%	29%	57%	0%
北部九州	88%	50%	30%	48%	73%	63%	80%	25%	78%	33%	30%	8%
南部九州	79%	34%	14%	62%	69%	38%	62%	7%	62%	28%	41%	7%
沖縄	71%	57%	14%	29%	43%	57%	71%	29%	71%	29%	14%	43%

● 質問 4 応急復旧対策についての課題について

アンケートの応急復旧対策についての課題を地域性割合（ブロック別割合）に分析した結果を表 3.5.5.13 に示す。耐震化するための費用・予算を課題として選択する割合は、東北、北海道、及び西日本側で大きくなる傾向であるのに対し、冗長化のための費用・予算については、地域性の大きな違いは見られなかった。

表 3.5.5.13 応急復旧対策についての課題（ブロック別割合）

ブロック別区分	断水被害を軽減(耐震化)するための費用・予算	応急復旧に必要な資機材の備蓄(費用)	応急復旧に必要な資機材の備蓄(備蓄量の算定基準)	断水被害を軽減(冗長化)するための費用・予算	応急復旧に必要な資機材の備蓄(保管場所)	応急復旧に必要な職員の確保(非常配備体制)	その他
北海道	85%	48%	25%	43%	33%	63%	0%
東北	75%	45%	24%	44%	37%	70%	1%
関東内陸	61%	41%	19%	41%	20%	52%	3%
関東臨海	63%	40%	29%	31%	33%	61%	7%
北陸	73%	42%	15%	46%	46%	69%	8%
東海	68%	36%	31%	44%	42%	59%	5%
近畿内陸	71%	36%	25%	50%	25%	75%	0%
近畿臨海	67%	45%	40%	40%	40%	62%	7%
山陰	71%	36%	50%	36%	14%	50%	7%
山陽	78%	46%	32%	51%	38%	62%	5%
四国	71%	53%	24%	41%	29%	59%	6%
北部九州	79%	58%	40%	47%	47%	62%	4%
南部九州	73%	54%	32%	38%	30%	54%	5%
沖縄	100%	56%	44%	56%	56%	33%	0%

● 質問 18 ハザードマップの対象とする自然災害について

災害ハザードマップを用意している水道事業体の割合は、88.3%を示しており（図 4.2.2.11 参照）、そのハザードマップが対象とする自然災害は、水害（浸水、洪水）が 88.7%と最も割合が大きい（図 4.2.2.12 参照）。地域性割合（ブロック別割合）に分析した結果を示す表 3.5.5.14 を見ても、沖縄を除く殆どの地域で水害（浸水、洪水）をハザードマップの対象としていることが分かった。

表 3.5.5.14 ハザードマップの対象とする自然災害（ブロック別割合）
（災害ハザードマップを用意している事業体を対象）

ブロック別区分	地震	土砂災害 (地震によるものを除く)	水害 (浸水、洪水)	水害(津波)	その他
北海道	55%	81%	87%	45%	10%
東北	44%	82%	87%	35%	8%
関東内陸	53%	81%	85%	7%	4%
関東臨海	66%	61%	89%	26%	5%
北陸	78%	96%	100%	48%	4%
東海	65%	72%	87%	37%	4%
近畿内陸	62%	69%	88%	4%	4%
近畿臨海	71%	73%	92%	46%	12%
山陰	33%	83%	92%	50%	0%
山陽	70%	88%	100%	58%	9%
四国	50%	71%	86%	79%	0%
北部九州	40%	81%	89%	36%	4%
南部九州	71%	94%	94%	55%	13%
沖縄	63%	63%	38%	100%	13%

● 質問 20 ハザードマップの活用について

災害ハザードマップを用意している水道事業者 88.3%（図 4.2.2.11 参照）をアンケートの対象とし、そのハザードマップの活用方法について、地域性割合（ブロック別割合）に分析した結果を表 3.5.5.15（管路）及び表 3.5.5.16（管路以外）に示す。ハザードマップの明確な活用方法は示されていない。また、地域性についても特に違いは見られない。

表 3.5.5.15 管路におけるハザードマップの活用（ブロック別割合）

（災害ハザードマップを用意している事業者を対象）

ブロック別区分	耐震性能評価	更新計画	被害予測	断水率	訓練	その他
北海道	10%	35%	19%	3%	16%	10%
東北	2%	23%	25%	0%	8%	8%
関東内陸	16%	32%	24%	6%	12%	3%
関東臨海	7%	28%	25%	7%	13%	10%
北陸	4%	35%	35%	13%	22%	0%
東海	14%	34%	28%	7%	18%	6%
近畿内陸	4%	19%	23%	0%	8%	12%
近畿臨海	12%	35%	37%	12%	15%	15%
山陰	0%	42%	33%	0%	0%	8%
山陽	9%	33%	30%	0%	6%	6%
四国	29%	50%	36%	14%	14%	0%
北部九州	13%	40%	13%	0%	6%	6%
南部九州	10%	42%	32%	3%	10%	6%
沖縄	13%	25%	25%	13%	13%	0%

表 3.5.5.16 管路以外におけるハザードマップの活用（ブロック別割合）

（災害ハザードマップを用意している事業者を対象）

ブロック別区分	更新計画	浸水対策	土砂災害対策	建設位置	訓練	その他
北海道	35%	39%	13%	13%	16%	10%
東北	27%	36%	23%	16%	9%	8%
関東内陸	38%	46%	32%	26%	16%	1%
関東臨海	23%	38%	21%	8%	11%	11%
北陸	52%	48%	30%	35%	22%	0%
東海	31%	35%	28%	21%	18%	7%
近畿内陸	12%	42%	42%	12%	8%	12%
近畿臨海	27%	50%	29%	21%	17%	12%
山陰	50%	50%	42%	25%	8%	8%
山陽	42%	39%	24%	30%	3%	3%
四国	50%	57%	29%	29%	7%	0%
北部九州	40%	32%	28%	19%	6%	9%
南部九州	45%	32%	29%	26%	10%	6%
沖縄	25%	50%	38%	13%	25%	13%

(3) 記述式回答に係る考察

アンケートの記述式回答から給水人口別に集計した結果を 4.2.2(4) アンケート結果（記述式）に示したが、記述式回答結果から代表的または典型的なワードを抽出したため、主観的な判断が入る可能性が高い。参考までに、テキストマイニングツールを活用して分析した結果を 4.2.2(6) アンケート結果（テキストマイニング分析）に示す。

3.5.6 事業体へのヒアリング調査

(12) 調査方針

本研究では、水道事業体が自然災害に対してどのような想定を行い、その結果想定される被害に対してどのような方針をとっているかを知るため、過去に自然災害を経験した事業体を中心にヒアリング調査を行い、その結果を「事例集」に活用することとした。

ヒアリング調査では、対象となる地震、風水害を取り上げることとし、水道事業体における災害の発生前、発生時、経験後の各地点での考え方や出来事等に関する情報を収集する。なお、ヒアリング調査は後述するように2回に分けて実施した。

(13) ヒアリング調査対象事業体Ⅰ

阪神淡路大震災後に被災した経験を持つ給水人口 25 万人以上又は用水供給の事業体を中心にヒアリング調査を実施した。災害経験事業体と対象となる自然災害の種類を表 3.5.6.1 に示す。

表 3.5.6.1 ヒアリング調査対象事業体Ⅰ

調査対象事業体	自然災害の種類	給水人口 (万人)
A 水道局	地震 ※	25 以上 50 未満
B 水道局	地震	用水供給
C 水道局	地震	100 以上
D 水道局	地震	100 以上
E 水道局	地震	50 以上 100 未満
F 水道局	地震・風水害	25 以上 50 未満
G 水道局	地震	50 以上 100 未満
H 水道局	風水害	25 以上 50 未満
I 水道局	地震	100 以上
J 水道局	地震	100 以上
K 水道局	風水害	100 以上

※A 水道局は大規模な自然災害を想定したヒアリング調査である。

(14) ヒアリング調査対象事業体Ⅱ

阪神淡路大震災後に被災した経験を持つ給水人口 25 万人未満の事業体を中心にヒアリング調査を実施した。災害経験事業体と対象となる自然災害の種類を表 3.5.6.2 に示す。

表 3.5.6.2 ヒアリング調査対象事業者Ⅱ

調査対象事業者	自然災害の種類	給水人口（万人）
L水道局	地震 ※	5 以上 10 未満
M水道局	地震	5 以上 10 未満
N水道局	地震	10 以上 25 未満
O水道局	風水害	3 以上 5 未満
P水道局	地震	3 以上 5 未満
Q水道局	地震	1 以上 2 未満
R水道局	風水害	2 以上 3 未満

(15) 調査方法

ヒアリング調査は、Web を中心とするインタビュー方式で実施した。調査を円滑に進行させるため、事前に図 3.5.6.1 事業者ヒアリング調査票に示す調査票を調査対象事業者へ送付し、回答を頂いた後にヒアリング調査を行った。

水道事業者における自然災害の発生前、発生時、経験後の各時点での考え方や出来事に関して情報を収集し、水道管路のリスク対応に関する内容を中心に整理する。

「水道の基盤強化に資する管路の構築及び情報活用に関する研究」

(*New Pipes* プロジェクト) 第2研究委員会

水道管路のリスク対応と付帯情報の効果的活用に関する研究

被災事業者ヒアリング調査について

災害対応サブWGにおいては、事例調査及び実態を把握することを目的とし、被災経験のある水道事業者（事業者委員）に対して以下の項目によるヒアリング調査を実施することとしております。項目ごとにQ & A形式で示しておりますので、可能な範囲でご回答頂ければ幸いです。

<被災状況についての調査項目>

① 災害発生前

Q1. 想定した災害、水道施設の被害及び実施していた対策はどのようなものですか。

A1.

② 災害発生時

Q2. 発生した災害とその被害及び被害への対応を教えてください。

A2.

Q3. 想定外の事象や二次被害などあれば教えてください。

A3.

Q4. ①の対策で有効だったものはありますか。

A4.

Q5. 事前に実施していた対策以外に、想定外の事象を回避する又は被害を軽減するために実施しておくべきだったと考える方策はありますか。

A5.

図 3.5.6.1 事業者ヒアリング調査票 (1/2)

③ 災害経験後

Q6. 災害の経験を踏まえ、事前対策又は事後対応を要するものとして新たに想定した事象や被災時に発生する技術的な問題はありますか。

A6.

Q7. 基幹管路のルート選定において、津波想定地区、活断層付近、土砂災害危険区域、浸水想定区域等を避けるような検討の実施はしていますか。

A7.

Q8. 重要給水施設管路の耐震化について、病院、避難所、防災拠点等、現時点で考慮している施設以外に追加で考慮すべき施設の検討はしていますか。

A8.

Q9. 災害を経験して新たに計画又は検討した施設整備等はどのようなものですか。

A9.

Q10. 災害・被害前後で復旧までに要する期間に関する想定の見直しはしていますか。

A10.

Q11. 災害に備えた施設整備等を行う上で、他の事業体に助言できることはありますか。

A11.

● アンケート調査項目について

- ① 応急復旧対策について
- ② 管路被害推定について
- ③ 耐震化技術について
- ④ ハザードマップについて
- ⑤ 管路の冗長化について
- ⑥ 利害関係者との情報提供又は情報共有について

以上

図 3.5.6.1 事業者ヒアリング調査票 (2/2)

(16) 調査結果の整理

整理した事業体ヒアリング調査結果を 4.2.2 (7) 事業体ヒアリング調査結果に示す。

(17) ヒアリング調査結果の考察

給水人口 25 万人以上の事業体については、これまで経験した災害、想定する災害に対して、ソフト面では、各種マニュアルの整備、情報共有手段、関係機関との協定や連携、防災訓練の実施、予備電源の確保、職員の安否確認等に係る準備について検討は進んでいる事業体が多かった。ただし、資機材の備蓄は、当該事業体の方針もあり、その必要性について回答が異なった。ハード面では、管路の耐震化を進めつつループ化や2重化、緊急連絡管の設置も検討状況であることが分かった。

しかしながら、給水人口 25 万人未満の事業体については、上記について検討しているものの、マンパワーの問題等を理由に満足する検討までは至っていない状況だと推察でき、これらの解決策が必要だと考えられた。

3.5.7 災害対応に関する事例集の作成

(18) 事例集作成の目的

水道事業者がレジリエンシーについて評価した結果をもとに、重要度に対して対策が進んでいない項目の改善支援に向けて、対策検討の参考となる情報提供をすることを目的に他の水道事業者の実事例を収集して事例集としてまとめた。

(19) 事例の収集

上記の目的に適用する事例集にするために、以下のとおり評価結果に応じた事例を収集することにした。ヒアリング調査からの事例収集については、4.2.2 (8) ヒアリング調査からの事例収集一覧に示す。

- ・事例内容：29種の副基準項目に関連した事例
- ・収集対象：**NewPipes** プロジェクトに参加した全事業者委員
ヒアリング調査協力事業者
- ・収集方法：収集事業者が独自で作成（事業者委員）
事前に準備した事例案の内容確認・加筆修正により作成
（ヒアリング調査協力事業者）

(20) 事例集の様式

事例様式を図 3.5.7.1 に示す。本様式で事例収集し、事例集としてまとめた。

				No.123456	
災害対策事例			事業者名		—
<input checked="" type="radio"/> 耐震化対策	<input checked="" type="radio"/> 被害軽減（影響の最小化）		<input type="radio"/> 被害抑止（耐震化）		
<input type="radio"/> 応急対策	<input type="radio"/> 応急復旧対策	<input type="radio"/> 応急給水対策	<input type="radio"/> 危機管理体制の強化		
事例対象災害		<input type="checkbox"/> 地震	<input type="checkbox"/> 風水害	<input type="checkbox"/> その他（複数回答可）	給水人口区分
概要					
図・写真・資料等					

(21) 事例集の内容

事例集の内容（事例数）を表 3.5.7.1 に示す。事例集は29種の副基準1事例を掲載する実事例集として作成した。

表 3.5.7.1 事例集の内容（事例数）

主基準	副基準	事例数
影響の最小化 (バックアップ)	施設の複数化	5
	浄水の確保	9
	停電対策	11
	系統連絡管等の整備	9
	複数系統管、連絡管、ループ管等の整備	14
	配水ブロック化、バルブの適正配置	7
影響の最小化 (給水の継続/二次災害の防止等)	浄水薬品、燃料等の確保	4
	構造物、地盤対策	4
	薬品注入設備対策	7
	斜面配管対策	4
	消火用水の確保	3
復旧の迅速化 (応急復旧対策)	復旧優先順位の設定	6
	復旧が行い易い給水装置の整備	6
	情報管理システム等の整備	9
	監視制御設備の整備	6
	復旧作業人員の確保	4
	復旧資機材の確保	6
応急給水の充実 (応急給水対策)	運搬給水基地の整備	7
	拠点給水施設の整備	6
	仮設給水場所の設定等	4
	給水作業人員の確保	6
	給水車、給水資機材の確保	6
危機管理体制の強化	初動体制の整備	7
	受援体制等の整備	7
	関係機関、住民との連携	8
	通信設備、情報連絡体制の整備	11
	BCP、応急活動マニュアルの策定	6
	広報、広聴体制の整備	7
	防災訓練の実施	12

3.5.8 災害対応における現状把握方法の検討(ツールの開発・基礎検討)

(1) ツールの基本設計

1) 階層分析法の構成検討

レジリエンシーの評価方法については、3.5.4 (4) で階層分析法を応用した総合評価を採用することを説明した。その計算法には一対比較値の平均値を重みとする幾何平均法を採用した。一対比較には当初、階層分析法を提唱した Thomas L. Saaty² の 1-9 尺度を用いて検討したが、事業体委員を通じて行ったプレ評価において、過度な細分化は比較判断が難しいといった意見が多かったため、1-5 尺度とし中間値を 3 のみとして一対比較をやすくした。この方法によって図 3.5.4.2 レジリエンシーの階層図に示す主基準の 5 項目、各副基準の 5 ~ 7 項目の一対比較を行い、副基準全 29 項目の重み付けをする。この重みを重要度とし総合評価の満点 100 点が 29 項目に配分されるようにした。

さらに副基準である 29 項目は 5 段階の直接評価を行う。当初、直接評価を進捗度として百

² Thomas L. Saaty ピッツバーグ大学名誉教授 1970 年代に AHP (階層分析法) を創始

分率を示していたが、これもブレ評価において定量評価が適当ではないとの意見が多かったため、項目の達成度を定性評価することにした。

2) 階層分析法の整合度

一対比較を進めていくと項目間の重要度に矛盾が生じる可能性が高くなる。このような矛盾は定性評価では起こり得ると考え、どの程度まで許容できるかを示す指標として、Saaty が提案している整合度 C. I. (Consistency Index) を計算し、C. I. =0.15 以下までを許容する方法を採用した。(C. I. は 0 以上で、0 のときに完全に整合となる)

C. I. を計算するために必要な固有値は幾何平均法では求めないため、刀根薫³が示した固有値を採用した。この固有値は後述する具体的検討で矛盾の解消方法を示すことにも利用している。

(2) 評価結果の表現方法

1) ギャップチャート

3.5.4 (5) でギャップチャートと称し、レーダーチャート形式を改良工夫することで、重要度評価結果と達成度評価結果との差であるギャップ（乖離）を強調表現すると説明した。レーダーチャートは、正多角形のチャートが変形することで評価全体の傾向を示すグラフ表現に対し、重要度と達成度の各々のチャートの頂点を線分で表し、その線分をギャップとして示す表現方法とした。ギャップの大きな項目は自事業体においてレベルアップが必要な項目として色付きの強調表示をすることにした。また、達成度評価とギャップの積み上げ棒グラフを切り替え表示できるようにした。棒グラフ全体の長さは重要度評価を表す。

³ 刀根薫 政策研究大学院大学名誉教授

2) 総合評価点

水道事業者の規模や地域性等の違いによって、レジリエンシーの対策重要度が異なることを3.5.4(4)で説明した。そのため重要度評価によって重み付けを行い、自事業者の満点となる100点を29項目の副基準に配分するようにし、29項目の達成度を評価した合計点を総合評価点とし、主基準のギャップチャートを表す際に総合評価点を合わせて表示するようにした。

(3) 事例集の参照方法

主基準のギャップチャート表示から主基準の項目を選択することで、主基準の当該項目下の副基準のギャップチャートへ移動するようにした。副基準のギャップチャートも同様にギャップの大きな項目を色付きで強調して表示するようにし、さらに副基準の項目を選択することで、当該項目の事例集にリンクし、レベルアップの参考となる事例を閲覧しやすくなるようにした。

また、事例集は、レジリエンシーの評価結果から改善検討の参考事例として閲覧する場合と、評価はせずに事例集だけを閲覧する場合の2通りで閲覧するようにした。

レジリエンシー各項目の重要度及び達成度を評価し、階層分析法を応用してギャップを算出することで、自事業者における改善項目を明らかにし、さらにレベルアップの参考となる事例閲覧ができるセルフチェックツール「災害対応評価支援ツール」を提供する。

3.5.9 災害対応における現状把握方法の検討(ツールの開発・具体的検討)

(1) 評価時間の短縮

重要度評価の一対比較を81問、達成度評価の直接評価を29問と全110の設問に回答する必要があるため、評価時間の短縮が課題となった。表計算ソフトウェアであるエクセルを活用した仮ツールを制作し、事業者委員及び委員が所属する事業者の職員によるプレ評価の協力を依頼した。事業者職員は、若手、中堅、ベテランなど経験年数を幅広く、管理、計画など様々な部門の職員が試行した。

プレ評価によって事業者職員から多くの意見を集約し、仮ツールを3回の改編を行って改善することができた。主な改善内容を表3.5.9.1に示す。

表 3.5.9.1 ツールの主な改善内容

項目	改善内容
評価シート	評価シート数を1問1シートの110シートから11シートに集約した
	評価シートのレイアウトを変更、フォントを大きく表示した
	解説文を必要時にポップアップ表示するようにした
	選択ボタンをクリックしやすくした
重要度の一対比較	1-9尺度から1-5尺度に変更した
	一対比較の矛盾を示す整合度表示をなくし、注意説明と色表示に変更した
	一対比較の矛盾が生じた場合の解消の目安となる候補を色付けした
達成度の直接評価	進捗度の百分率表示から達成度の定性評価に変更した
ギャップチャート	ギャップチャートの表示デザインを変更しギャップを線分で表示した
	最も大きなギャップの項目に色付けし強調するようにした

(2) 矛盾の解消方法

プレ評価では当初、整合度C.I.の数値を表示させて一対比較の矛盾を解消するように促していたが、評価者によっては矛盾の解消に時間を要することがわかった。その理由に、どの設問の回答が矛盾に影響しているか判らない、整合度の意味が判らない、整合度を小さくする作業のために自身の一対比較判断が崩れるなどの意見が多かった。

矛盾の解消方法を改善するにあたり、回答状況を一覧できるように評価シートのレイアウトを変更し、整合度の数値表示をしないようにした。整合度表示の代わりにC.I.が0.1未満であれば、

青色で矛盾がないとし、0.1~0.15 は黄色で許容範囲、0.15 を超える場合に赤色で改善を促す注意メッセージを表示するよう単純化した。ただし数値の増減による矛盾解消の方向を探る意見もあったため、カラーバー表示を追加してバーの長さを目安に解消できるようにした。

さらに、整合度を求めるために固定値の推定値を用いることを 3.5.8 (1) で説明したが、この固定値の推定値は、項目ごとに算出した固定値の推定値から対象項目の平均値を算出しているため、整合度 0.1~0.15 に影響する項目を黄色、整合度 0.15 を超える影響を与える項目を赤色に表示し、赤対赤の項目を一対比較している設問を優先して見直し、次に赤対黄の順番とするように、どの設問から解消すべきかを示すようにした。

これらの改善により最小限の操作で矛盾を解消できるようになり、評価者の一対比較判断が大きく崩れないようにした。

(3) 評価結果一覧表示

プレ評価において評価結果全体を見渡せるように一覧で出力したいとの要望があったため、主基準のギャップチャート、総合評価点、副基準 29 項目の達成度とギャップの積み上げ棒グラフを一覧で表示するようにし、ギャップの上位 3 項目に色付けして出力できるようにした。

(4) 評価結果の集計

事業体委員が所属する事業体の複数の職員にプレ評価を行った結果、事業体委員から複数の評価結果を集計して分析できるようにしたいとの要望があったため、今後の研究に活用できるように集計ツールを追加した。

(5) 本ツールに期待する効果

プレ評価を経て改善内容を反映させた本ツールについて、事業体委員に期待する効果として意見集約した結果を表 3.5.9.2 に示す。

表 3.5.9.2 本ツールに期待する効果（事業体委員の意見集約）

質問	回答
<p>本ツールはどのように役立ちそうか</p>	<p>災害対応の見直しに役立つ。(災害対応については、当局でも被害想定の見直しを適宜実施しており、当局でも検討や見直しの動きがあるので、検討内容の参考として活用したい)</p> <p>リスクマネジメントの一環で、危機管理を整理する場合に活用できると思う。本市では、リスクマネジメントの検討を開始したので活用しようと思う。</p> <p>本市では、地震の経験を踏まえて、災害対策の取組を事業化するなど、耐震化の推進・地震への備えを進めている。しかし、職員の異動等により、地震を経験していない職員が、今後、災害対応に携わることも想定されることから、既往の取組の目的や意義を理解し、耐震化計画等策定指針の趣旨などを確認するため、研修の一環として、本ツールを活用できるのではないかと考えている。</p> <p>計画策定時に役に立つと思う。広く網羅されているため、これまで盲点だった分野への気づきにもなると感じた。</p> <p>水道事業ビジョン（経営計画など）の改定作業などに先立ち、耐震対策以外の災害対応施策を企画検討する際に、自事業体の対策分野の優先順序の検討を行いたい場面に役立つ。</p> <p>ハード・ソフト両面において災害対応策を「総花的」に評価することができるため、自らの自治体における強み、弱みを自己分析ができる。また、工事、維持管理、防災、総務などを担当する各課が分析し、その分析結果を共有（認知）することによって、自治体として重要視（主基準）とすべき災害対応上の方向性を見いだせるのではないかと考える。</p>
<p>本ツールに期待することは何か</p>	<p>当局における災害対応の欠点（不足事項）に気づくことが出来るツールとなることを期待している。</p> <p>個人で行う、結果と成果のセルフチェックや部署全体で行う会議で活用し共通意識を持つことで次の取組につなげる活用が出来ればと思う。</p> <p>本市の通常業務については、少なからず縦割りになっているため、経験の少ない職員が、災害対応を幅広く俯瞰できる機会は少ないと思っている。本ツールの使用により、災害対応の幅広い知識を取得するきっかけになるものと期待する。</p> <p>回答時に計画対象の洗い出し、ギャップチャートで現状・弱点の把握、事例により具体的な目標を設定ができることを期待する。特に、事例については最新事例が更新されていくことが重要と思う。</p> <p>評価（設問）項目がとても多いが、評価を通じて抜け落ちていた視点の発見につながると思う。また、現段階の評価、あるべき理想像の評価を対比することによって、取り組むべきタスクが表面化し、さらに時間軸の概念を取り入れたら、進むべきロードマップが描きやすくなると思う。(短期、中期、長期目標の設定が容易となる。ヒト・カネ・モノなどの経営資源の配置の根拠となる?)</p>
<p>本ツールはどのように役立ちそうか、期待することは何か（同時回答）</p>	<p>①東日本大震災、熊本地震等の大地震や豪雨による水道施設の被害など近年激甚化している自然災害に加え、近い将来には南海トラフ巨大地震が発生するとされているとされている。そうした中で水道施設の基盤強化を行うために、本ツールにより事業の優先順位付けと、ウィークポイントの洗い出しを行う事ができる。</p> <p>②担当課では認識しているが他課は知らないような問題点を課ごとの結果を照らし合わせ、話し合いを設けることで共有することができる。</p> <p>③他事業体の事例を閲覧し、自組織に取り入れることができる。</p> <p>本ツールは水道事業における災害対応の各項目に対して、重要度、達成度を各職員が個別に評価するものであり、災害対応というごとに認識が大きく異なる可能性が高く、緊急性が問われる分野において、災害発生前に認識のすり合わせを行い、今後の方向性を整理していく基礎資料となるものであると考える。職員個別の認識のすり合わせを行うものであるため、可能な限り幅広い職員に実施してもらい、危機管理部門にて整理を行い、災害時のあるべき姿への方向性を整理するために活用できるものであると考える。</p> <p>研修の一環として若手職員の知識取得に活用できる。</p> <p>経験の浅い職員にとっては回答すること自体でスキルアップを促せるのではないかと感じた。</p>

4. 参考資料（DVD に収録）

水道の基盤強化に資する管路の構築及び情報活用に関する研究
(*New Pipes* プロジェクト)
報告書

初版 令和5年3月発行

発行所 公益財団法人 水道技術研究センター
〒112-0004 東京都文京区後楽 2-3-28

飯田橋 K.I.S ビル 7F

電話 03 (5805) 0261

FAX 03 (5805) 0265

印刷所 日本印刷株式会社

東京都豊島区東池袋 4-41-24 東池袋センタービル

