

3.7.2 来年度以降の予定

1) 老朽管路における機能劣化と更新計画等に関する調査研究

【ラボ実験】

- ①水質と残留塩素減少に係る調査
- ②管材質と残留塩素減少に係る調査

【フィールド調査】

- ①水理特性と残留塩素減少に係る調査
- ②管の老朽度と残留塩素減少に係る調査

2) 当面の水質劣化対策技術に関する調査研究

【フィールド調査】

- ①石灰注入による水質劣化防止効果に係る調査
- ②管路における塩素注入方法に係る調査

【ヒアリング調査】

- ①管路における塩素注入方法に係る調査

3) 水道事業体保有データの収集・解析

4) 水質面を考慮した管路の機能評価手法の検討

4. 第2研究グループ

(管路の老朽度診断技術に関する研究)

4. 管路第2研究グループ

4.1 研究目的

本研究では、管路施設の更新や維持管理を検討する場合、管路の状況を把握することが重要となるが、管路の老朽度等を調査するには、管周辺の掘削が必要である。しかし、埋設環境や膨大な掘削コスト等が支障となり、管路診断が容易に行えない事例が増えてきており、極力掘削しないで診断する技術や非開削で管路の状態を把握・診断できる技術の開発が望まれているが、未だ有効な技術が開発されていないのが現状である。

このようなことから、本研究では極力掘削しないで診断する方法や非開削などで診断できる技術について基礎的な研究開発などを行う。

4.2 研究方針

約330の水道事業体へのアンケート調査を実施し、老朽度診断技術に関するニーズ等を取りまとめる。

既存技術（文献調査、展示会、センターの報告書等）を調査し製品化されているものの適用範囲調査、有望技術の確認（デモンストレーション等）を行ない診断レベル（直接・間接診断）に応じた診断技術として整理する。

水道事業体が診断調査を行うための資料、レベルマップ（管種別に診断調査をまとめたもの。また、実用レベルについても区分けを行う）を作成する。

他分野の技術についても水道において適用できそうなものについては、調査確認を行い、可能ならば基礎研究・基礎実験として取り入れる。

4.3 アンケート調査結果の分析

水道事業体の現況

・原水や浄水処理方法としてはアンケートの回答結果 702 施設中、表流水の利用が最も多く、416 施設（59%）でそのうち 174 施設が急速濾過であった。参照 図 4.3.1

・管路の布設年数は平成 16 年度末時点で給水人口 25 万人以上の大規模事業体では、布設後 40 年以上経過している管路の保有割合が少なく管路更新、整備はほぼ順調に進んでいる。

給水人口 5 万～25 万人の中規模事業体では、布設後 40 年経過の管路は 10% 強あり、近い将来これらの管路更新が必要とされる。

給水人口 5 万人未満の小規模事業体では、40 年以上の管路割合は存在せず、昭和 40 年代前後の高度成長期に創設された事がうかがえる。しかし布設後 25 年～40 年未満の割合が 30%を占めていることから更新時期は近いと言える。参照 図 4.3.2

・水質の過去 3 年間（平成 14～16 年度）における苦情は、錆による赤水、濁水、異物混入が過半数を占めており、配水洗浄など事後対策が一般的となっており、予防保全の視点からも対策が求められている。参照 図 4.3.3

・管路の漏水事故に関して過去 3 年間（平成 14～16 年度）では、「管体継手の折損」「継手の拔出し」「腐食」で約 6 割、部分補修が 3 割弱であり、漏水多発管が管路更新の大きな要因となっている。参照 図 4.3.4

また、これらの漏水事故データは 195 の事業体のうち約 75%で管理され、さらに事故の詳細状況や原因の究明は 3 割弱で実施されている。

・管路更新では規模の大きな事業体において独自に「基準・マニュアル」を作成し管路施設の管理を実施している事業体があるが、その他多くの事業体では管路更新の判断を、漏水事故の多発管および特定管種を対象としており、次に基準年数を超えた管路、赤水などの濁水の発生を基準として対応していることが多い。この事からも管路の老朽度判断を最も重要視していると思われる。参照 図 4.3.5、図 4.3.6、図 4.3.7

・更新理由では「漏水事故等の未然防止のため」が大きな割合を占めており、予防保全に対するニーズが高いことも伺える。参照 図 4.3.7、図 4.3.8、図 4.3.9

今後の方向性

多くの事業者は、無条件に更新する特定管種（石綿管や鋳鉄管など）および漏水事故が多発している管路の更新を優先し、それ以外は、管路の老朽度診断からの必要性を切望しているが、埋設環境の影響度や老朽化に地域差があり、一概に判断できない難しさがある。したがって管路診断としては、開削による調査および漏水発生管の直接診断が45%で、漏水調査による対処療法的な診断が主流となっている。

しかし、埋設環境や膨大な開削コストなどが支障となり、管路診断が容易に行えない事例が増えている。一方、老朽管路の更新の遅れに伴う腐食による漏水や破損事故、赤水などの水質障害発生の増加が危惧されているが、未だそれらを予測、判断する有効な技術の開発がされていないのが現状である。

特に、中小の事業者は、近い将来には一斉に老朽管の割合が増えることが予想され、費用面の負担も合わせ、効率的、計画的に更新していく必要がある。なお、給水人口5万人未満の事業者では中小口径管路が主体であり、これら管路の診断技術のニーズが高まると考えられる。

このためには、早期に管路の老朽度診断技術の開発と、現有管路に対する更新優先順位の見極めに有効な診断手法・評価に基づいた管路更新への取組みが急務である。

設問 1-1) 原水の種類とその割合について教えてください。

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

→ 設問 1-1 及び 1-2 より、原水の種類毎の浄水処理の種類を図 4.3.1 に示す。

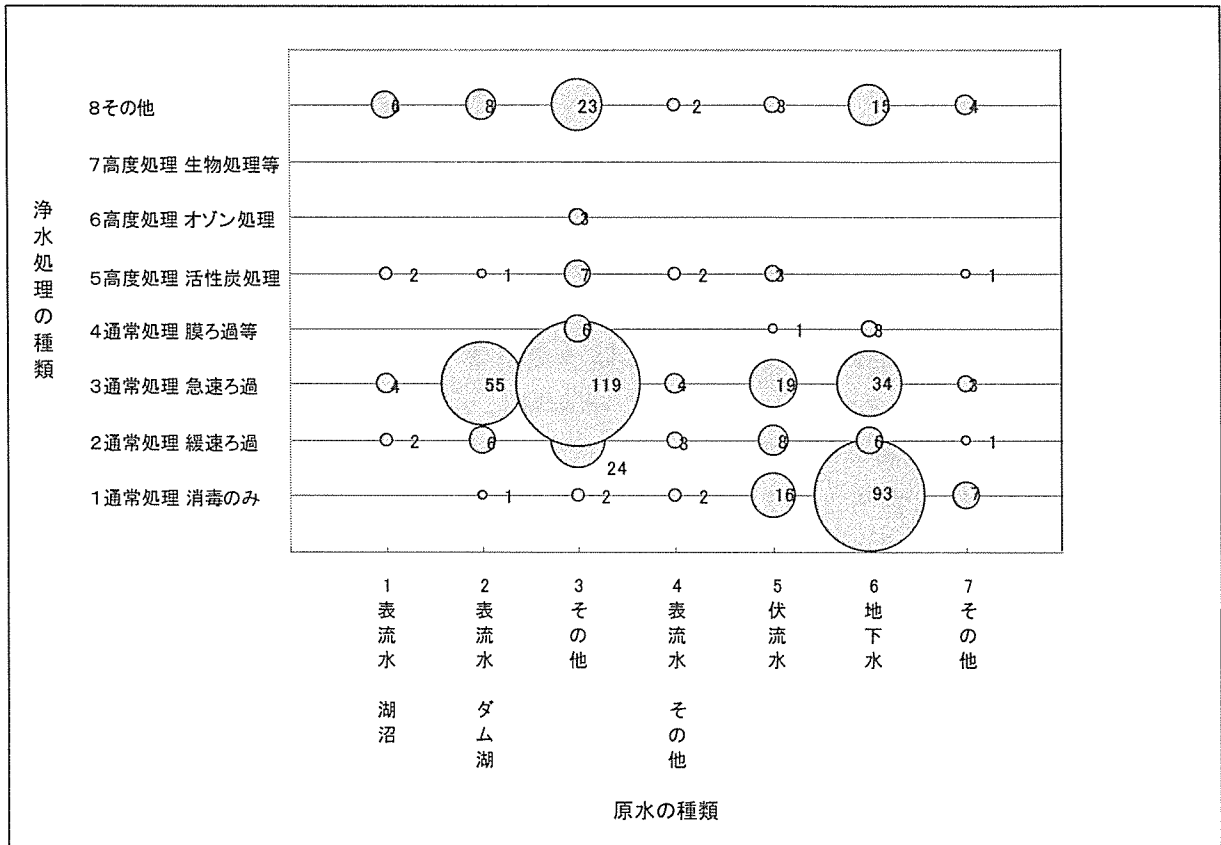


図 4.3.1 原水別の浄水処理の種類

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

→ 給水人口及び布設年代別の管路延長を図 4.3.2 に示す。

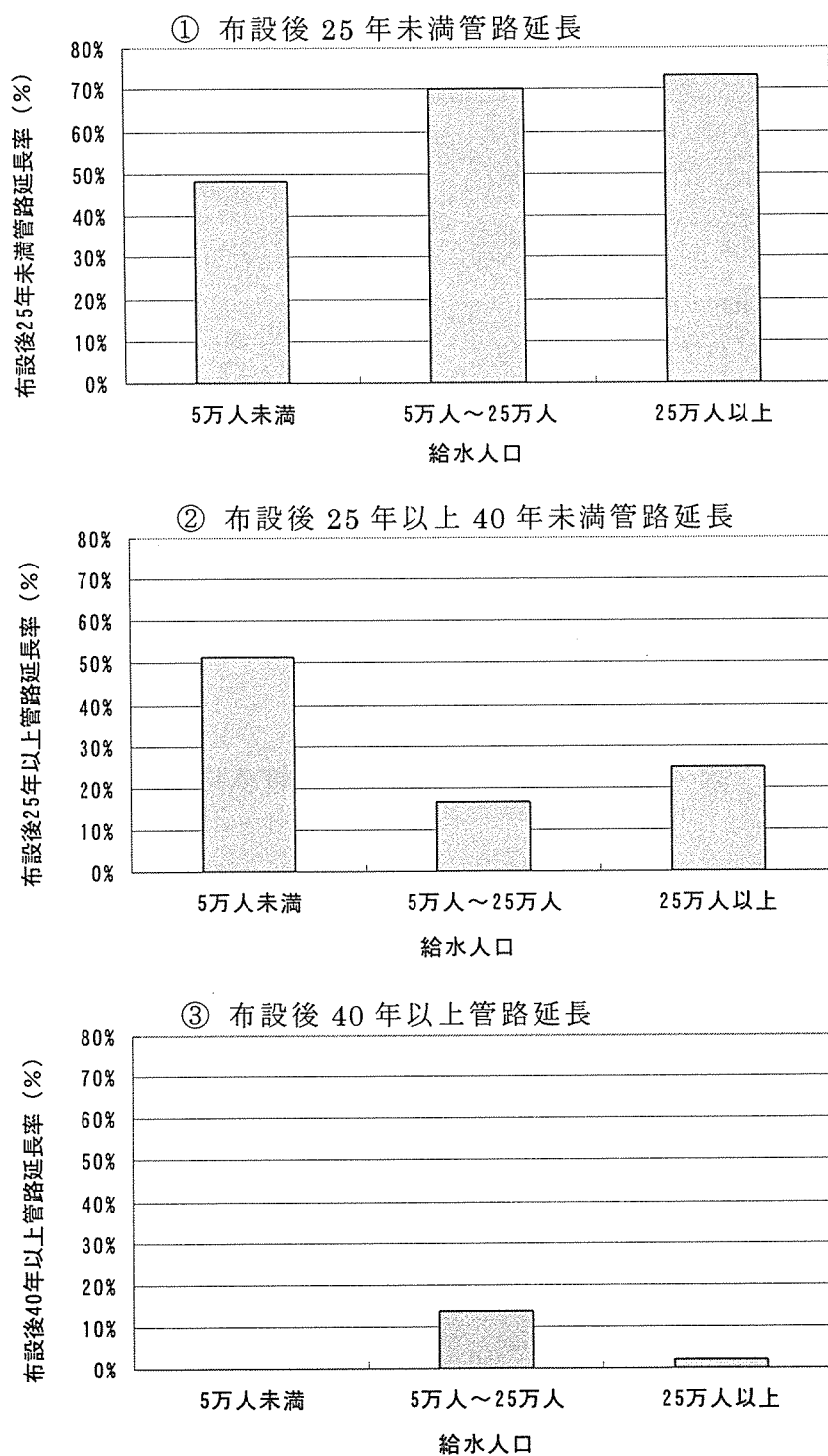


図 4.3.2 給水人口・布設年代別管路延長

設問 2-1) 過去 3 年間 (H14~H16 年度) の管路施設が要因となった苦情の状況について教えてください。また、苦情に対してどのような対策を講じましたか。主な対策として、下記の (1) ~ (5) から一つ選択して下さい。

→ 苦情内容とその対策を図 4.3.3 に示す。

<対策>

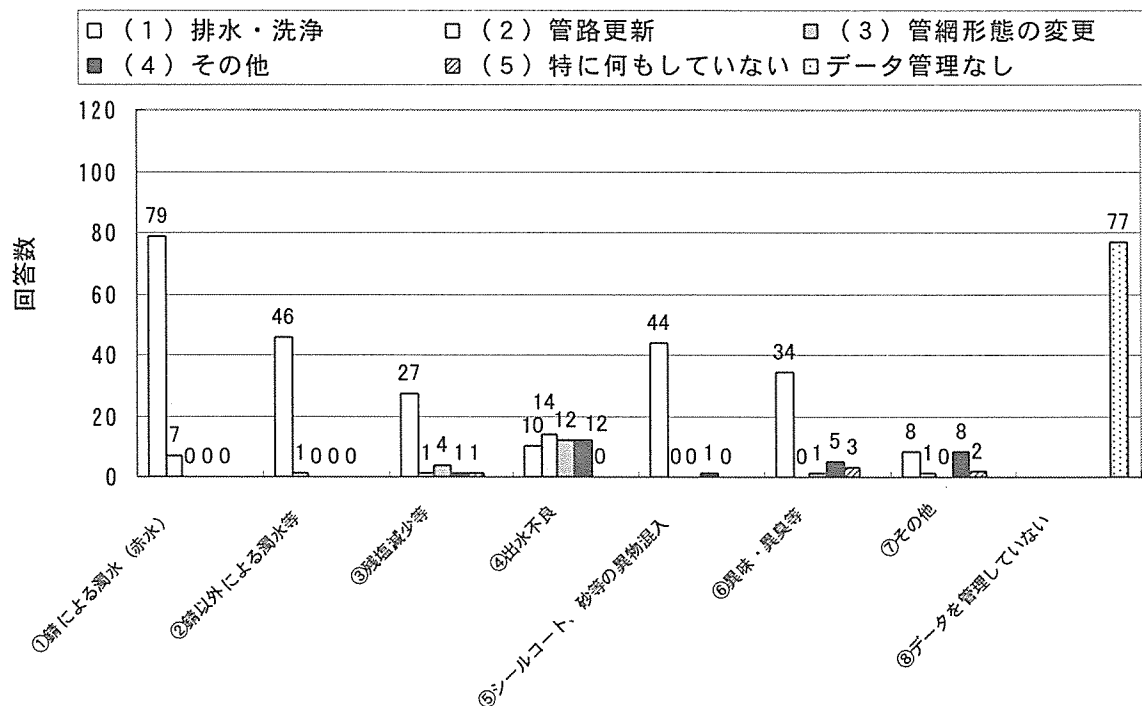


図 4.3.3 苦情の状況 (複数回答あり)

設問 2-2) 過去 3 年間 (H14~H16 年度) の管路施設の漏水事故の状況について教えて下さい。また、漏水事故に対してどのような対策を講じましたか。主な対策として、下記の (1) ~ (3) から一つ選択して下さい。

→ 漏水事故原因とその対策を図 4.3.4 に示す。

<対策>

□ (1) 補修 (事故箇所部のみの更新) □ (2) 管路更新 □ (3) その他 □ データ管理なし

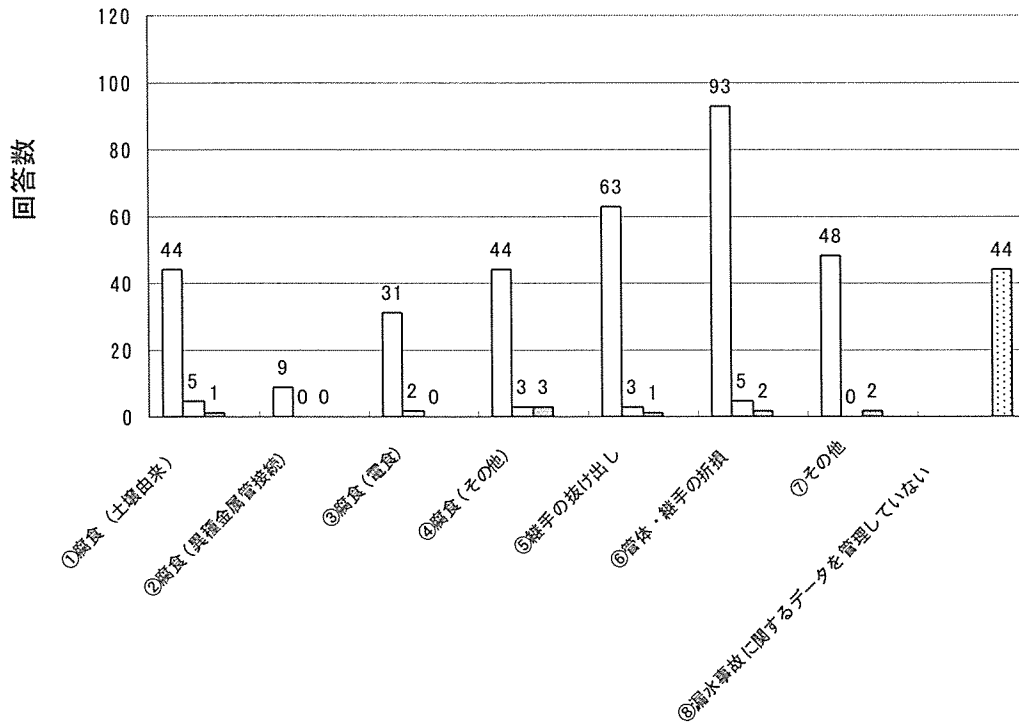


図 4.3.4 漏水事故の原因 (複数回答あり)

設問 4-3) 管路更新計画を立案している場合、参考になっている基準やマニュアルはありますか。

→ 管路更新計画時、参考としている基準・マニュアルを図 4.3.5 に示す。

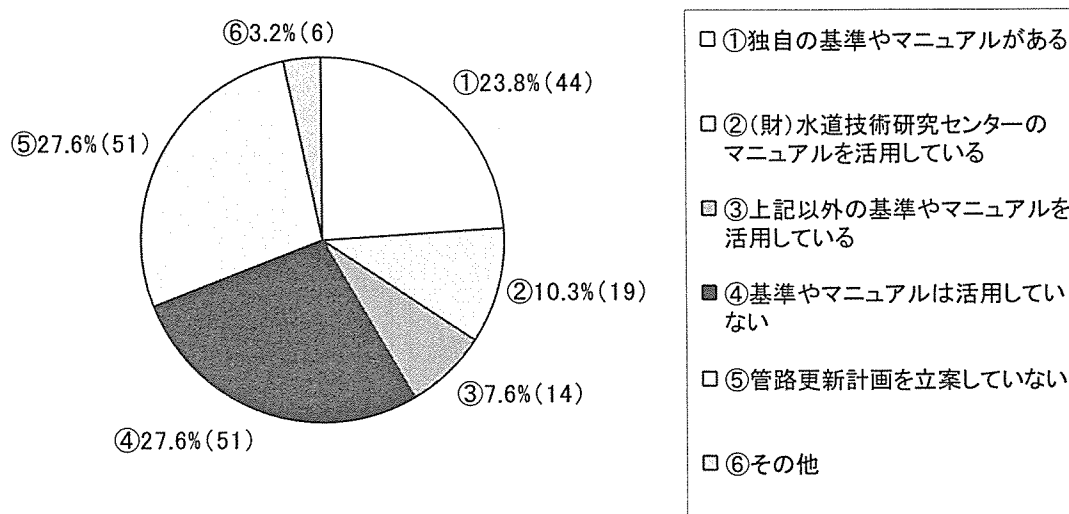
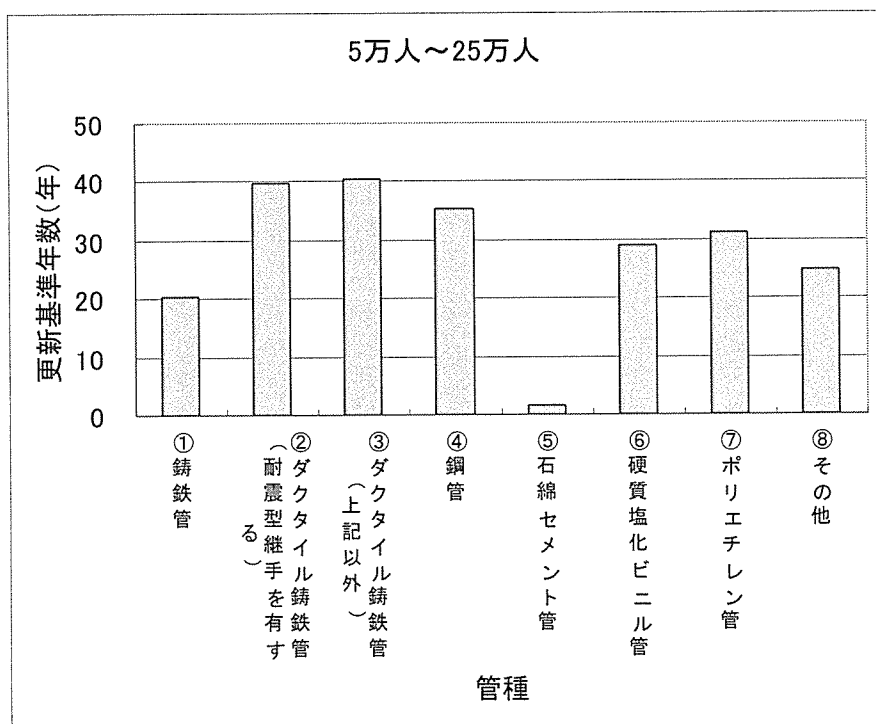
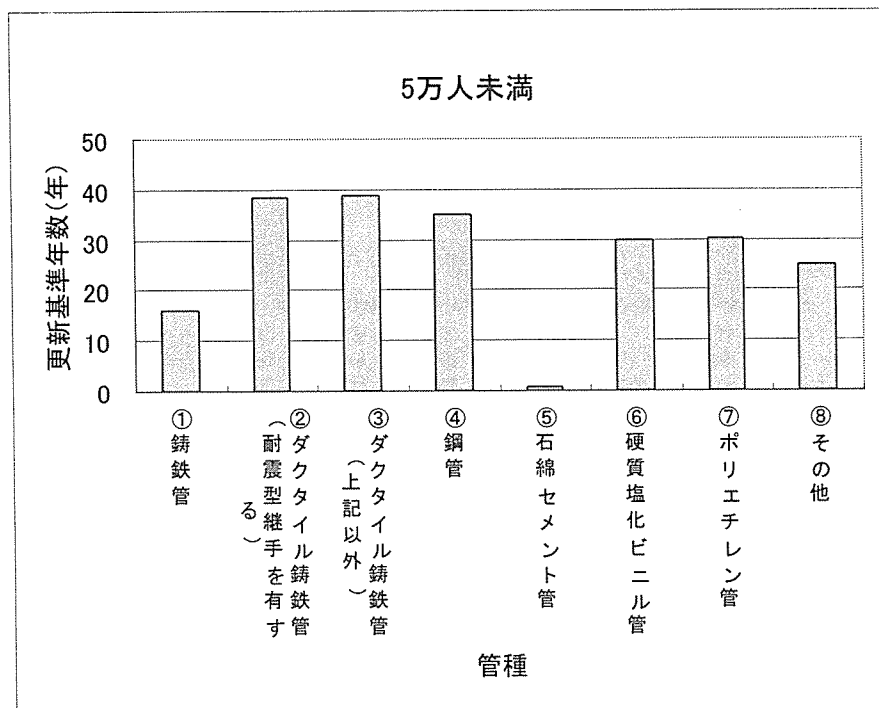


図 4.3.5 管路更新計画基準マニュアル

設問 5-1) 管種別に更新の対象とする基準年数を教えてください。

→ 給水人口別の管種別更新対象基準年数を図 4.3.6 に示す。



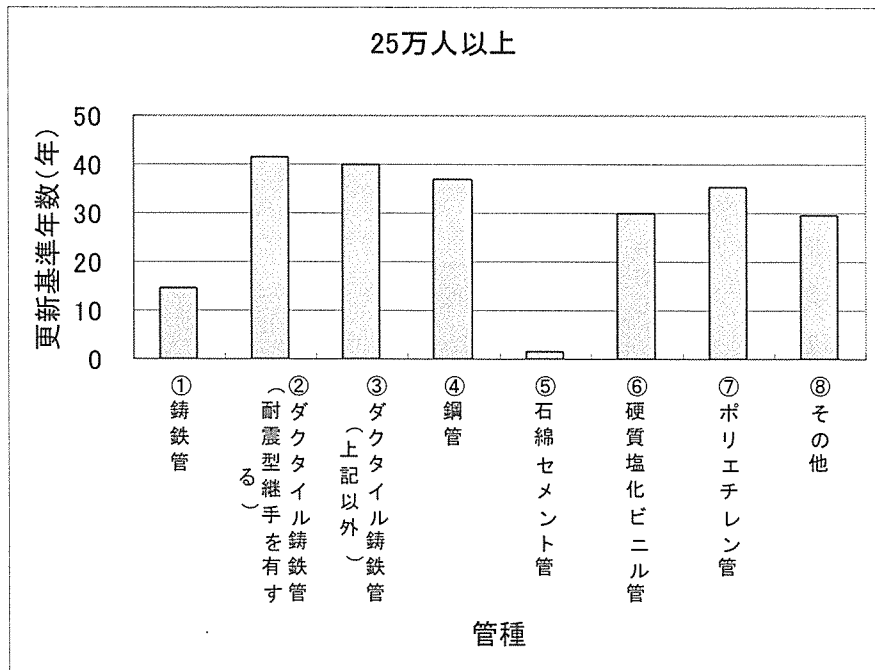
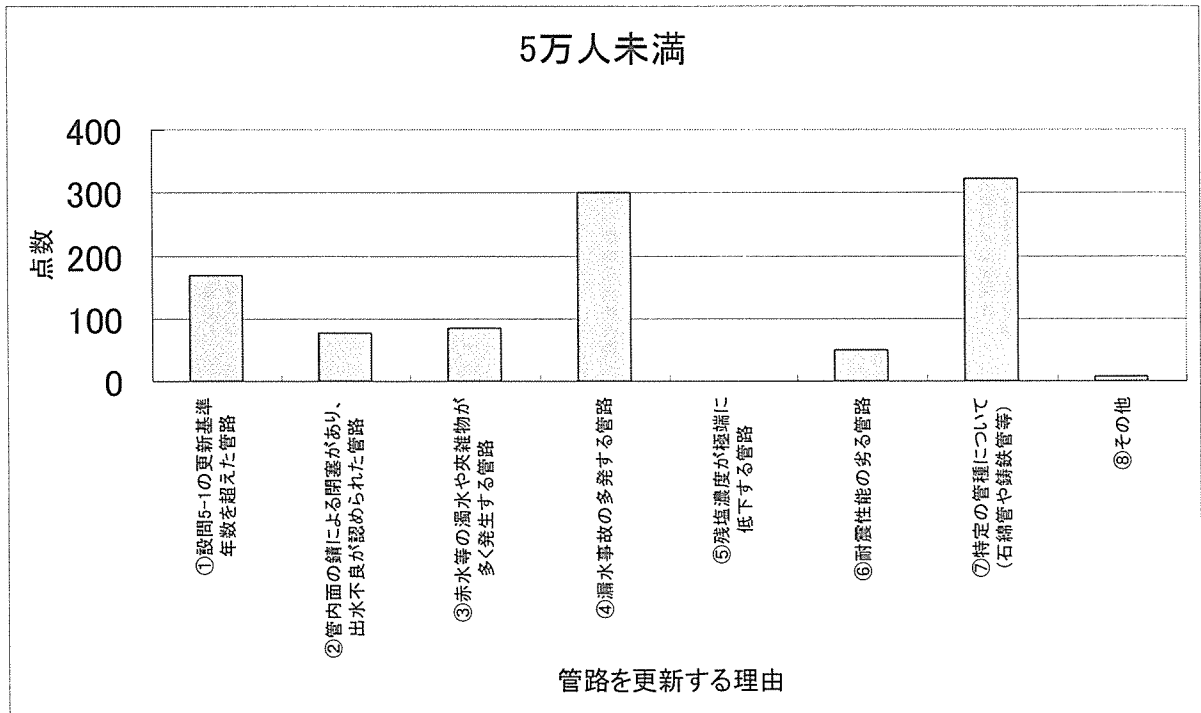


図 4.3.6 管種別更新基準年数

設問 5-2) 管路更新は主にどのような管路を対象に実施していますか。該当するものに○を付けて下さい。また、○を付けたものについて、その優先順位を付けて下さい。

→ 優先順位高いものから順に、1位に8点、2位に7点、3位に6点～8位に1点を加点し集計したものを給水人口別に図 4.3.7 に示す。



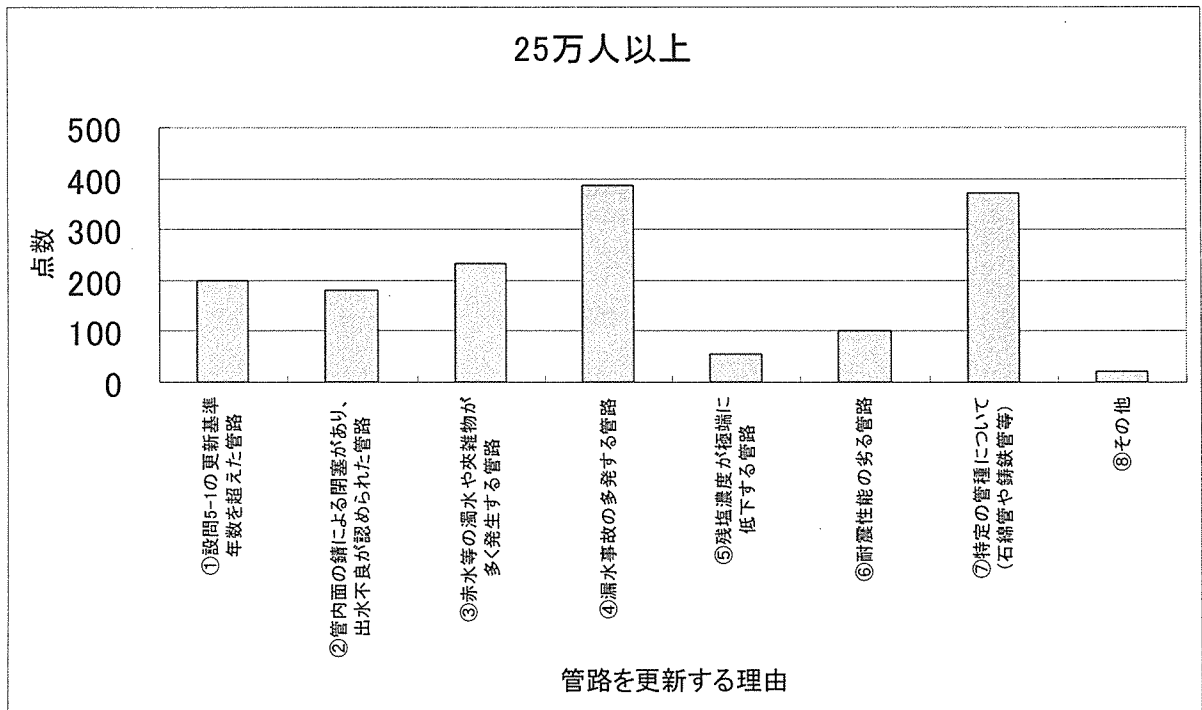
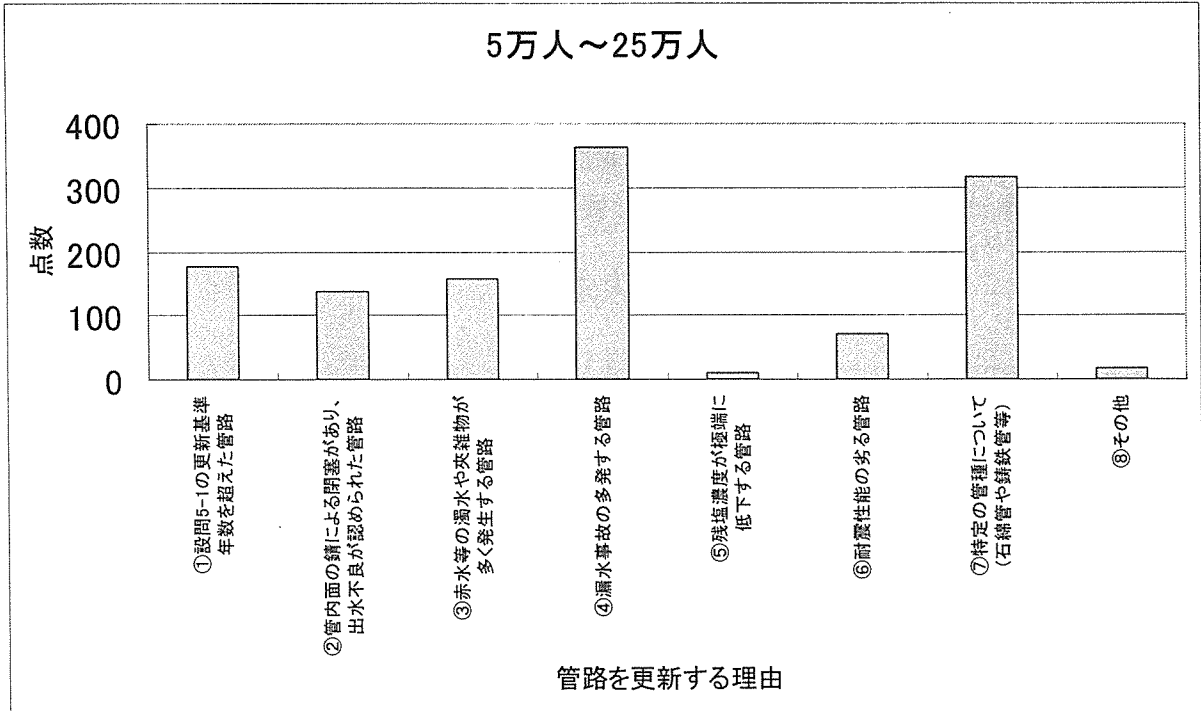
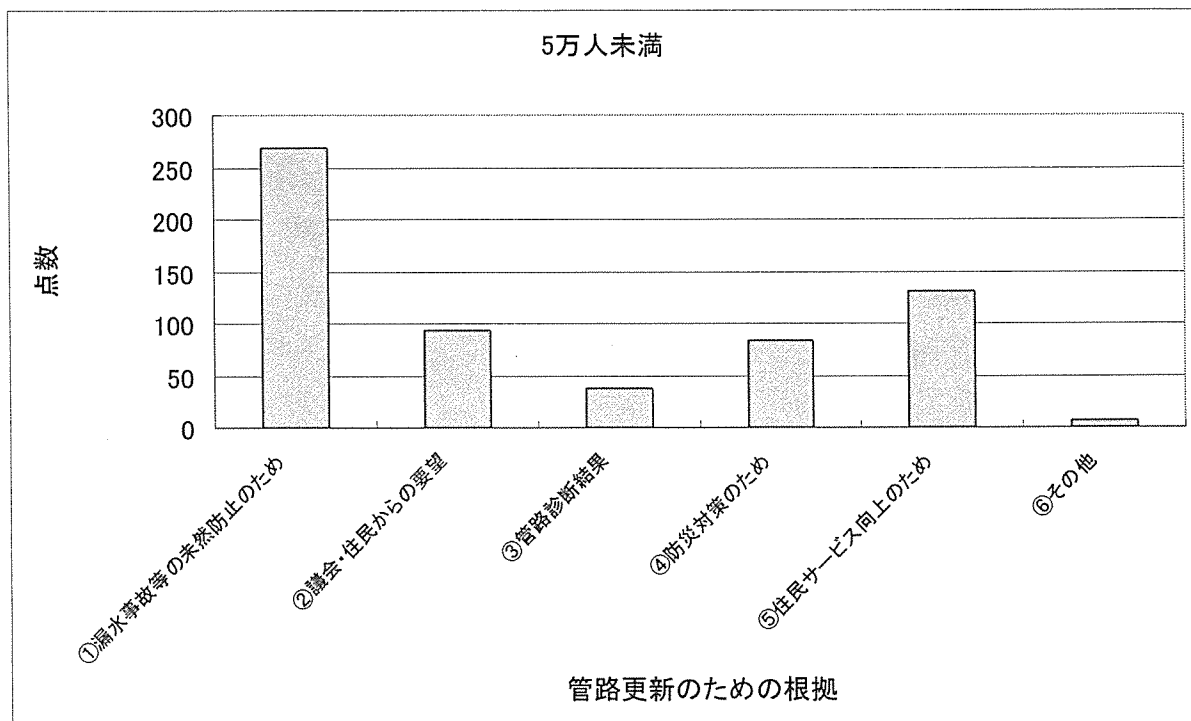


図 4.3.7 管路更新理由 (得点化)

問 5-3) どのようなことが発端となって管路を更新しますか。発端となる項目に○（選択欄）を付けて下さい。また、○を付けたものについて、その優先順位を付けて下さい。

→ 優先順位高いものから順に、1位に6点、2位に5点、3位に4点～6位に1点を加点し集計したものを給水人口別に図4.3.8に示す。



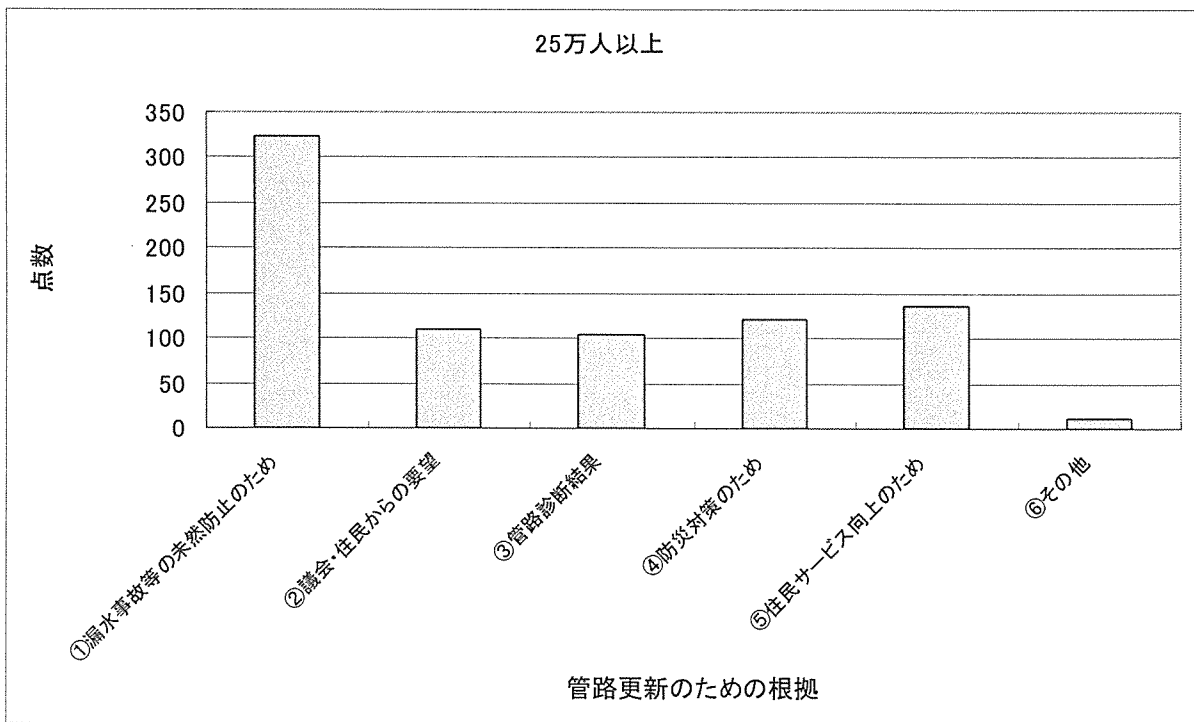
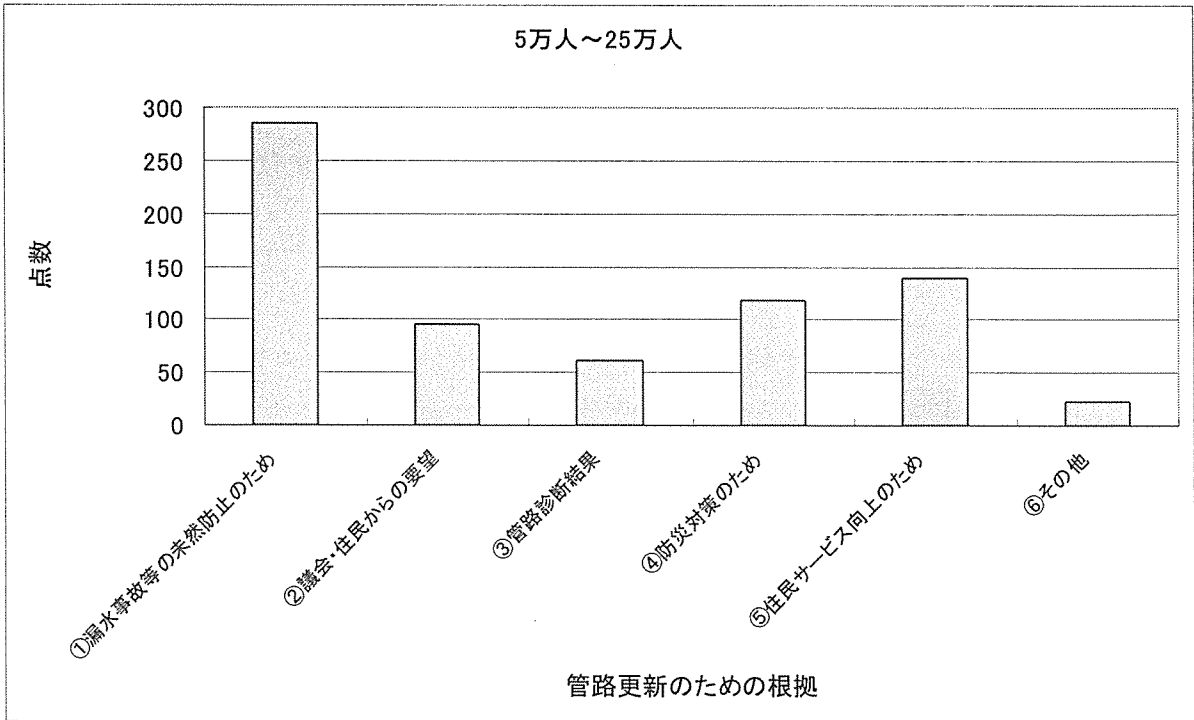
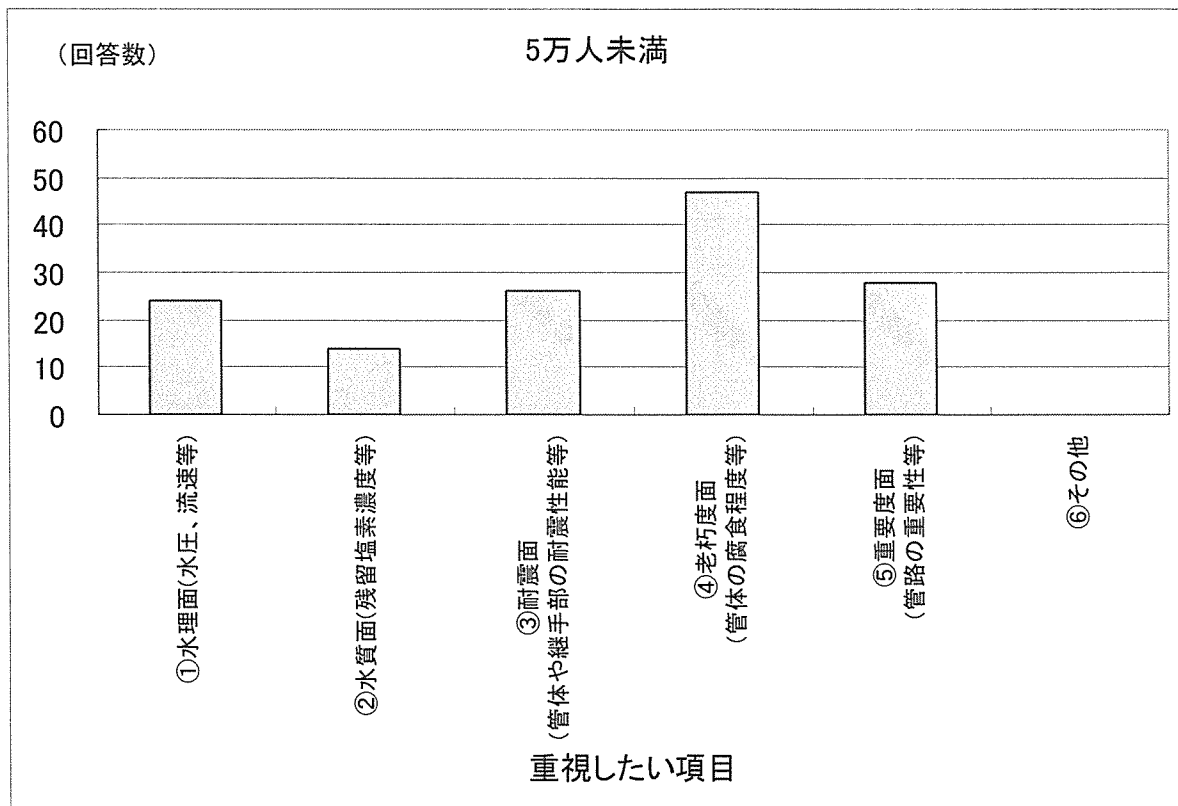


図 4.3.8 管路更新のための根拠（得点化）

設問 5-4) 管路更新を計画する際、既設管路の機能面で重視する項目に○ (選択欄) を付けて下さい。また、○を付けたものについては、その優先順位を付けて下さい。
 → 優先順位高いものから順に、1位に6点、2位に5点、3位に4点～6位に1点を加点し集計したものを給水人口別に図 4.3.9 に示す。



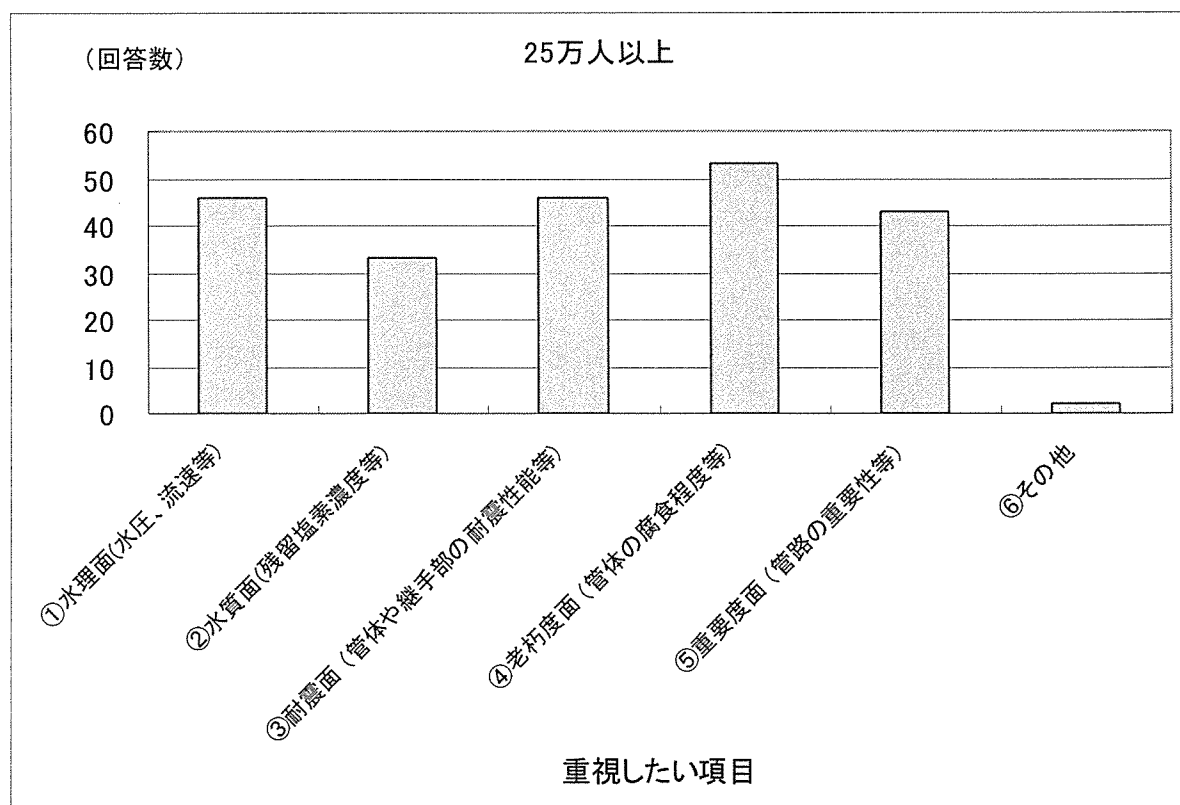
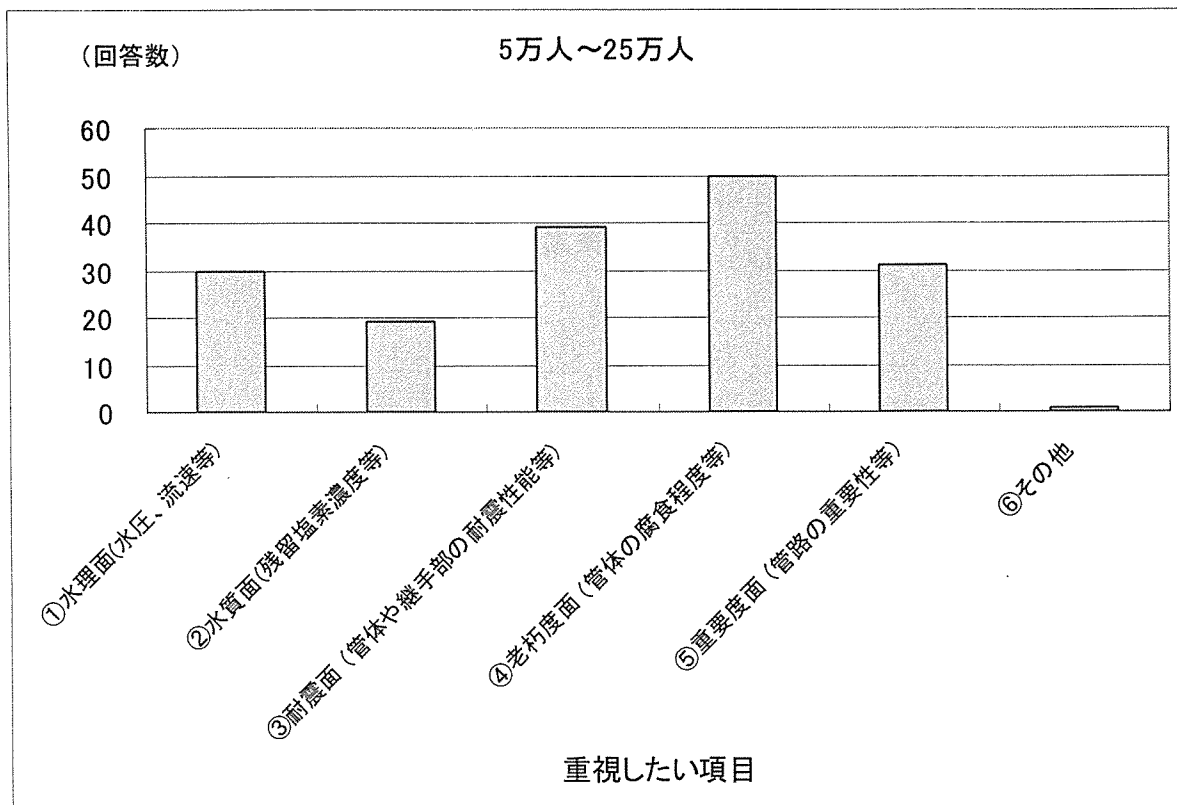


図 4.3.9 重視したい項目 (得点化)

4.4 既存技術調査

4.4.1 文献調査

「管路の老朽度診断技術に関する研究」を進めるにあたり、管路診断技術の現状を把握するとともに、本研究の対象となる技術分野の検討などの基礎資料を得るため、文献調査を実施した。文献の調査結果は文献調査リストとして一覧表形式で整理するとともに、それぞれの論文について抄録を行った。

なお、収集した文献情報のうち管路の老朽度診断技術として実用性が高いと判断された技術については、次年度に追跡調査を行うこととした。

1) 調査の概要

文献調査は、「診断」「老朽」「管」などをキーワードとして、インターネット上に公開された技術情報を、一般に用いられている自然言語による検索エンジンや、水道協会雑誌など学術論文情報を検索の対象とした検索サービスなどを併用して調査を実施し、広く技術情報を収集するとともに、水道技術研究センター発行の技術資料、委員の所属団体が所有する技術情報など水道を対象とした知見についても収集を行い再整理した。

2) 調査結果

第1回第2研究グループ委員会資料時点では、インターネット上の検索及び関連文献の調査結果として159件の文献が抽出され、その中でも特に *New Epoch* での研究に寄与すると考えられる37件を選定し、添付資料に示す抄録を行った。

選定した37件について文献調査リストとしてとりまとめた。また、個々の論文については抄録を行い、目的、手法、結論について文献調査票にとりまとめた。

3) 調査結果の考察

選定した37件の文献について、おおよその分類と件数を下記に示す。

① 管厚などの物理量を直接調査または観察する技術	……	13件
② 埋設環境と腐食の進行に関するモデル化技術	……	4件
③ 水撃波などを用いた水道管の劣化状況調査に関する技術	……	1件
④ 水道管路の破損率に関する報告	……	1件
⑤ 硬質塩化ビニル管の劣化診断に関する技術	……	1件
⑥ 赤水、濁水の予測及び洗管に関する技術	……	2件
⑦ 地震被害及び復旧にかかわる技術	……	3件
⑧ 管路更新優先順位付けに関する技術 (管種別の診断マニュアルを含む)	……	7件
⑨ 水道管路の管理全般及びマッピングなどの施設管理技術	……	5件

次頁に文献から読み取れる分類ごとの概要を示す。

① 管厚などの物理量を直接調査または観察する技術

管路の欠陥を腐食を中心として捉えており、超音波法や渦流探傷法、磁気飽和探傷法などの手法を用いて、非破壊で管の厚さや欠陥を検出する技術が実用化されている。ほとんどの技術は、露出配管や開削による管の露出などセンサ部分での物理量を測定するものである。

しかし、2G-4 に示すガス管用の調査機器では、渦流探傷センサを管内に挿入して、管内外面の腐食状況を 50m 程度の範囲で調査するものが実用化されている。また、2G-15 では、超音波を配管全面に伝播させることにより、接触箇所から数 10m の範囲の腐食状況を検出する技術が実用化されている。

一方で、埋設位置や埋設環境及び漏水の有無など管の状況を把握する手法としては、放射線探触法、電気探知法、電磁波探知法、地下レーダ法、塗覆装探傷知、電位測定、地盤変異測定、流量探知、圧力波探知、相関式探知、音聴式探知などがあげられている。

また、管内観察技術は、水のない状態で調査する技術に加えて水道管路を不断水で調査可能な技術が確立されている。

水のない状態での調査技術（2G-17）では、テレビカメラを搭載したロボットを配管内に走行させ、管内面を観察するだけでなく腐食などの大きさ・深さの寸法測定、板厚測定や異物回収機能も搭載した多用途なシステムが開発されている。また、不断水での調査技術（2G-2）では、大口徑配水本管（φ800mm 以上）等を対象に、配水管に設置された空気弁等の分岐部からカメラ・照明等を搭載した装置を挿入する形態の管内挿入型調査機器が開発されている。

これらの結果から、空気弁や消火栓などの分岐部から管内への機器挿入を行うことにより、管内の観察が可能であるが、土被り 1m 程度の埋設管に対して地上から非破壊及び非開削により、管厚の減少など直接診断と同等の精度による調査が可能な技術は実用化されていないことがわかる。

② 埋設環境と腐食の進行に関するモデル化技術

水道管の主要な管種であるダクタイル鉄管は、腐食性土壌による外面からの腐食を静止するためポリエチレンスリーブを装着している。しかし、未装着の管では埋設環境の腐食性によっては今後老朽化が進行し、予期せぬ漏水事故等へと発展する場合も懸念されている。

特殊な腐食としては、配管がコンクリートに接したことにより、10～20 年かけて腐食が進行するような駆動力の小さな(弱い)C/S マクロセルが腐食事故の原因であるとの報告がされている。

一方で、一般的な土壌による腐食に関しては、現地調査による腐食深さの測定、並びに環境条件として管周囲の土壌の分析結果をもとにして、埋設土壌の腐食性と埋設期間を用いた腐食予測式により面的な腐食の進行状況を把握し、管路更新優先順位付けが行われている。