

大阪市水道管路施設維持管理方針

大阪市水道局

2024(令和6)年3月

改訂履歴

承認者：水道局長

作成者：配水課長

[illegible]

目 次

1	本方針の位置づけ	1
1.1	背景	1
1.1.1	インフラの維持管理を取り巻く国のうごき	1
1.1.2	インフラの維持管理を取り巻く本市のうごき	1
1.2	本方針の位置づけ	3
2	本方針の対象施設	4
2.1	本方針の対象施設の保有状況	4
2.1.1	埋設管路	4
2.1.2	水管橋	4
2.1.3	付属設備（弁栓類等）	5
2.2	本方針の対象施設の経年化状況	5
2.2.1	使用可能年数との関係	5
2.2.2	漏水件数の推移	6
2.3	本方針の対象施設の分類状況	8
2.3.1	管路機能の設定	8
2.3.2	管種別使用可能年数の設定	10
2.4	本方針の対象施設の管理状況（法令に基づく）	11
3	本方針の基本的な考え方	14
3.1	日常管理の実施方針	14
3.2	更新移行判断基準	15
3.3	管路施設の種類の維持管理方針	15
4	埋設管路についての方針	17
4.1	基本的な考え方	17
4.2	鋳鉄管、ダクタイル管、硬質ポリ塩化ビニル管	17
4.2.1	漏水傾向	18
(1)	基幹管路と配水支管の地上漏水の傾向	18
(2)	配水支管の地下漏水検知技術の適用	18
(3)	基幹管路の地下漏水検知技術の導入検討	18
(4)	給水量分析に基づく漏水量の分析	19

① 配水支管等の微小漏水の実態把握調査	19
② 漏水量構成の分析	21
4.2.2 維持管理方針	22
(1) 点検	22
① 基幹管路と配水支管の地上漏水	22
② 基幹管路の地下漏水	23
③ 配水支管の地下漏水	23
④ 配水支管等の微小漏水	24
(2) 診断	24
(3) 修繕と記録	25
4.2.3 維持管理フロー	26
4.2.4 特殊な位置条件の埋設管路（軌道横断管）	27
(1) 基本的な考え方	27
(2) 必要な軌道横断管の精査	27
(3) 維持管理方針と維持管理フロー	28
4.3 埋設鋼管	30
4.3.1 基本的な考え方	30
4.3.2 漏水傾向	30
(1) 鋼管の基本的性質	30
(2) 埋設鋼管の漏水事故発生傾向	31
4.3.3 埋設鋼管特有の対策（電気防食設備設置）の整理	32
4.3.4 維持管理方針	34
(1) 使用可能年数内の埋設鋼管	34
(2) 使用可能年数を超過した埋設鋼管	34
4.3.5 維持管理フロー	35
5 水管橋についての方針	36
5.1 基本的な考え方	36
5.2 漏水傾向	36
5.3 必要な条数の精査	36
5.4 維持管理方針	37
5.4.1 点検	37
(1) 遠方目視点検	37
(2) 近接目視点検	38
(3) 塗替工事時の足場を利用した詳細点検	39

5.4.2 診断	39
(1) 塗覆装	39
(2) 管体	39
(3) 補剛材	39
(4) 架替または撤去の判断	40
5.4.3 修繕と記録	40
(1) 塗替	40
(2) 補修	40
5.5 維持管理フロー	40
6 付属設備（弁栓類等）についての方針	42
6.1 基本的な考え方	42
6.2 破損傾向	42
6.3 維持管理方針	43
6.3.1 点検	43
6.3.2 診断	44
6.3.3 修繕と記録	44
(1) 更新工事に合わせた故障弁栓類の取替	44
(2) 不断水修繕工法の適用が可能な弁栓類の修繕	44
(3) その他の弁栓類の取替	45
6.4 維持管理フロー	45
7. その他	47
7.1 他マニュアルとの連携	47
7.2 方針の見直し	47
(補足) 使用可能年数の設定方法	48
1 ダクティル鑄鉄管	48
1.1 使用可能年数設定の基本的発想	48
1.2 使用可能年数	48
1.2.1 ダクティル鑄鉄管(ポリエチレンスリーブ被覆なし)	48
1.2.2 ダクティル鑄鉄管(ポリエチレンスリーブ被覆あり)	51
2 埋設鋼管	51
2.1 使用可能年数設定の基本的発想	51
2.2 使用可能年数	52

1.1 背景

1.1.1 インフラの維持管理を取り巻く国のうごき

2013(平成 25)年 11 月、インフラストックの経年化に的確に対応し、首都直下地震や南海トラフ巨大地震等の大規模災害に備え、国土、都市等を支える社会基盤の戦略的な管理が必要であることから、国全体の取組として、戦略的な維持管理等の方向性を示した「インフラ長寿命化基本計画」が策定され、メンテナンスサイクルの構築等による安全・安心の確保や、予防保全型維持管理の導入、必要性の低い施設の統廃合等によるトータルコストの縮減・予算の平準化等の取組が推進されることとなりました。

これを受け厚生労働省では、「インフラ長寿命化計画(行動計画)」(2015(平成 27)年 3 月)を策定し、水道施設の点検・診断、修繕・更新等の取組として、日常管理及び保守点検の適切な継続実施についての必要性を発信するとともに、厚生科学審議会「水道事業の維持・向上に関する専門委員会報告書」(2016(平成 28)年 11 月)で示された、予防保全を主とする「維持・修繕」や台帳整備等「施設管理の推進」等の提言を踏まえ、2018(平成 30 年)12 月に「水道法の一部を改正する法律」(以下「改正水道法」という)が公布され、2019(令和元)年 10 月 1 日から施行されています。

さらに、改正水道法の施行に伴い、水道法施行規則(昭和 32 年厚生省令第 45 号)(以下「施行規則」という。)が改正され、水道施設の点検とそれにより異状を確認した際の維持・修繕の措置、コンクリート構造物における点検・修繕記録の保存等の基準が定められたことから、改正の趣旨を踏まえ「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(令和元)年 9 月)が策定されました。

このガイドラインは、水道法施行規則に基づき、水道施設の維持・修繕の考え方や具体的な実施方法を取りまとめたもので、一例として、具体的な点検方法や点検頻度等について記載されています。各水道事業者等は、これを参考に、構造、位置、維持または修繕の状況その他の水道施設の状況、重要度等のほか、実施体制や効率性・経済性等を考慮して点検方法を規定し、実施することが求められています。このため、本市においても、点検や修繕を含む維持管理方法について、具体的に定めることとしました。

1.1.2 インフラの維持管理を取り巻く本市のうごき

本市においても、高度成長期に整備した公共施設の本格的な更新時期を迎えるにあたり、総合的かつ計画的な施設の維持管理を進める上での基本的な方針である「大阪市公共施設マネジメント基本方針」(2015(平成 27)年 12 月策定、2021(令和 3)年 2 月改訂)に基づき、持続可能なメンテナンスサイクルを構築し、着実に公共施設の維持管理を実施することとしているほか、2018(平成 30)年 6 月の大阪府北部地震や、2019(令和元)年 6 月の G20 大阪サミット開催を契機として、テロ対策

を含めた水道施設のリスク対策強化が喫緊の課題となっています。

これらの対応策として、水道施設に係る事故や水質異常、テロ行為などを未然に防止するとともに、発生時の対応に万全を期することを目的に、平成30年6月6日、水道施設の安全対策を推進する「水道施設の総点検タスクフォース（給配水部門・浄水部門）」を設置し、そこでの検討を踏まえて、2020（令和2）年2月、信頼性の高い水道システムの構築を目指して、点検と修繕による日常管理について定めた「大阪市水道維持管理方針」（以下「維持管理方針」という。）を策定しました。

さらに、2021（令和3）年10月に和歌山市の六十谷水管橋が崩落し、これに伴い、和歌山市北部（紀の川北部）地域で約6万戸、最大で10日間の断水が発生しました。

本事故は、管路部分は点検されていたものの、それを支える構造部材等水管橋の特徴に応じた点検が不十分であったことが明らかとなり、事故を契機として、全国的に水管橋の維持管理について見直しが進むこととなり、厚生労働省でも関連省令の改正、並びに「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」の改正が2023（令和5）年3月末に行われ、水管橋を構成する重要な部材の確実な点検や、形状・位置に応じた留意点の確認などを含む事故の再発防止策等が追加されています。

他方、信頼性の高い水道システムの構築のもう一つの側面である管路更新については、2018（平成30）年3月、「管路耐震化促進・緊急10ヵ年計画」を策定し、管路施設の整備を推進してきたところです。

しかしながら、2020（令和2）年度以降の新型コロナウイルス感染症の感染拡大により今後の水需要や給水収益予測への影響が見込まれること、管路更新を大幅に促進するため導入に向けて取り組んできた公共施設等運営権の設定による「大阪市水道PFI管路更新事業等」が応募者の辞退により事業の実施が困難となったことから、2022（令和4）年3月、事業量の見直しを含む「大阪市水道施設基盤強化計画」を策定しました。その後、さらに検討を進め、管路の更新については、これまでの南海トラフ巨大地震対策、上町断層帯地震対策、経年劣化対策全てを含む「大阪市水道PFI管路更新事業等」から、南海トラフ巨大地震対策を中心とした「大阪市水道基幹管路耐震化 PFI 事業」に事業対象を絞り込み、2024（令和6）年度当初から事業を開始します。これに伴い、上町断層帯地震対策は、PFI 事業完了後に着手することとなり、経年劣化対策として、管種別に設定した使用可能年数に準拠した更新を行うこととしました。

市民生活に大きな影響を及ぼさないよう、管路施設の機能を維持していくには、点検・修繕による日常管理と、定期的な更新、これら双方を適切に実施していく必要があります。

1.2 本方針の位置づけ

水道施設の点検と修繕による「日常管理」について定めた「大阪市水道維持管理方針 2020(令和2)年2月」策定後、和歌山市の水管橋落橋事故の原因分析を反映した厚生労働省の「水道法施行規則」(2023(令和5)年3月公布、2024(令和6)年4月施行)改正や「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」(2023(令和5)年3月)改訂や、本市における事故履歴の分析や管路機能の参照を考慮した日常管理方法の見直しなど、新たに得られた施設管理に関する知見・教訓が得られており、これに今回新たに検討した日常管理と更新の関係の整理も加味して、従来の「大阪市水道維持管理方針」の全面改訂を行います。

本方針は、管路施設についての従来の「大阪市水道維持管理方針」に代わるものとして、管路施設の機能維持のための管理を「更新」と組み合わせて適切に行っていくための「日常管理」である「点検、修繕等の実施方針」及び「日常管理の対象から更新の対象へ移行する管路施設の判断基準」を定めるものです。この基準は、埋設管路、水管橋といった施設の種類ごとに設定した維持管理フローに対象施設を当てはめることで、更新への移行判断が可能となるよう、具体的かつ明確に定めています。

なお、「更新」については、浄配水施設等も含めた水道施設全体の更新計画である「大阪市水道施設整備 中長期計画 2024(令和6)年4月(予定)」に定めています。また、「日常管理」のうち、管路施設に関する定めは本方針で、浄配水場施設に関する定めは「大阪市水道浄配水場施設維持管理方針(仮称) 2024(令和6)年度中に策定予定」で定めます。これらの3つの計画と方針によって、全ての水道施設の機能確保を図ることとし、より信頼性の高い水道システムの構築・推進を目指します。

図表1－1 水道施設機能確保のための更新・日常管理の計画及び方針

	浄配水施設	管路施設
更 新	大阪市水道施設整備中長期計画 2024(令和6)年4月策定予定	
日常管理	大阪市水道浄配水場施設 維持管理方針(仮称) 2024(令和6)年中策定予定	大阪市水道管路施設 維持管理方針【本方針】 2024(令和6)年3月策定

2 本方針の対象施設

本方針で想定する維持管理の対象は、原則として上水道の導水管、送水管および配水管(口径 400mm 以上の基幹管路、口径400mm未満の配水支管含む)であり、それ以外の施設については、別途検討を行うものとします。

ここでは、本方針が対象とする管路施設の現状把握のため、基本的な情報をまとめます。まず、統計データとしての管路施設の種類や数量を整理し、その後、市で付与した管路の役割や劣化状態把握の指標について整理します。

2.1 本方針の対象施設の保有状況

2.1.1 埋設管路

導送配水管の総延長は図表2-1のとおりであり、現在、優先的に解消に取り組んでいる鑄鉄管(352km)は約7%となっています。

図表2-1 導送配水管 管種別延長(2023(令和 5)年3月末時点) (単位:km)

	ダクタイル 鑄鉄管	鑄 鉄 管	鋼 管	硬質ポリ塩化 ビニル管等	総 延 長
導水管	27.4	0.0	7.8	0.2	35.4
送水管	21.8	0.0	36.4	0.0	58.2
配水管	4,268.7	351.6	68.0	440.4	5,128.7
内,旧配水細管	57.6	0.0	0.0	440.4	498.0
合計	4,317.9	351.6	112.2	440.6	5,222.4
(比率)	82.7%	6.7%	2.1%	8.4%	100.0%

※ 旧配水細管は、配水管網を補足する管路であり、配水管とは別途管理としていたが、2014(平成 26)年度から配水管に統合した。

2.1.2 水管橋

河川等を横断する管路のうち、水道管単独で横断するものは独立水管橋、道路橋等の橋梁等に水道管を吊り下げたものは橋梁添架管と呼んでいます。こうした水管橋は、全体で 321 橋 401 条あり、このうち補剛形式の水管橋は 13 橋 18 条です。

図表2-2 運用中の水管橋(2023(令和 5)年3月末時点)

	独立水管橋		橋梁添架管	合計
		うち補剛形式		
橋梁数	133 橋	13 橋	188 橋	321 橋
管路数※	150 条	18 条	251 条	401 条

※1 橋に複数の管路が添架している水管橋が存在している。



図表2－3 水管橋の一例(補剛形式の独立水管橋と橋梁添架管)

なお、水管橋における補剛形式とは、管体だけでは構造的に安全に河川等を横断できないため、管体を補強する目的で、フランジやトラス、アーチといった補剛部材を使用したもので、図表2－3の左の水管橋は、アーチ補剛形式の水管橋です。

2.1.3 付属設備(弁栓類等)

水道管には、その機能を適切に果たすため、水の流れをせき止める制水弁、管内の空気を排出するための空気弁、管内の水を排出する排水栓及び洗浄栓、消防活動に使用する水を提供する消火栓といった付属設備が設置されています。

図表2－4 付属設備(2023(令和 5)年3月末時点)

制 水 弁		空 気 弁	排水栓・洗浄栓	消 火 栓
基幹管路上	その他管路上			
3,101基	65,815 基	6,481 基	3,796 基	30,727基



図表2－5 制水弁、空気弁、消火栓(排水栓)の一例

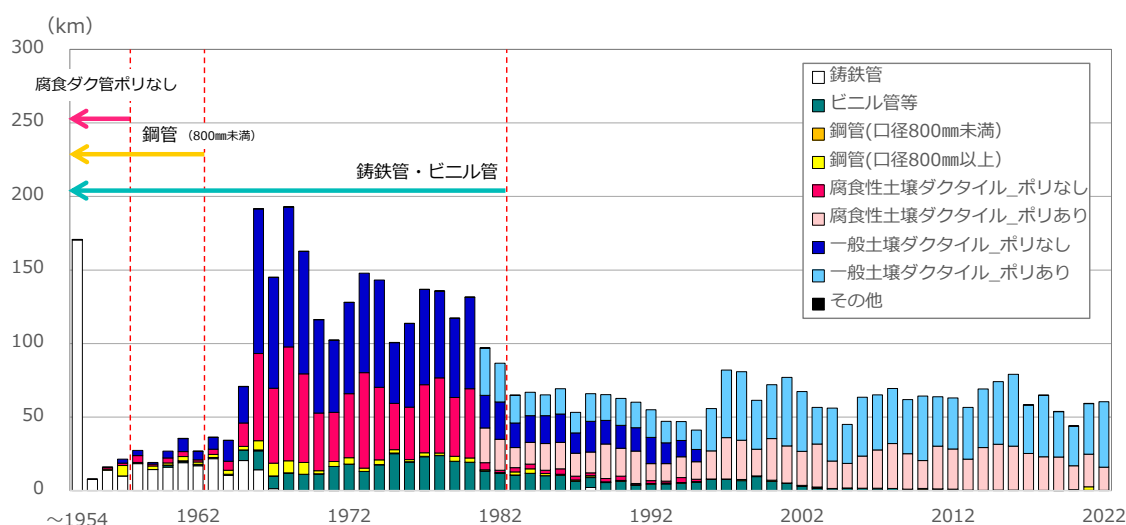
2.2 本方針の対象施設の経年化状況

2.2.1 使用可能年数との関係

埋設年度別延長は1966(昭和 41)年から1980(昭和 55)年で年間100kmを上回っていましたが、現在は年間約50～70km です。詳細は「2.3.2 管種別使用

可能年数の設定」で後述しますが、図表2－6のとおり、現時点ではほとんどの管路は管種別に定めた使用可能年数内におさまっています。図表2－6は、管種別の年度別埋設年数をグラフ化したもので、点線の左上に記載された管種について、点線よりも前に埋設されているものは、使用可能年数を超過した管路です。使用可能年数については、「2.3.2 管種別使用可能年数の設定」にて詳述しますが、埋設後、その年数に達すると、更新が必要な程度に劣化していると想定される年数で、これに達した管路は、原則として更新対象としています。このため現状では、ほとんどの管路は、管路機能を保持できています。しかし、鑄鉄管とビニル管を含む一部の管路は、使用可能年数を超過しています。このため、口径も大きく比較的重要度が高い管路が多い鑄鉄管に着目し、更新を行ってきましたが、さらに今後、官民連携の制度を活用しながら、2024(令和6)年度から2031(令和13)年度までの8年間で、鑄鉄管を中心とした基幹管路38kmの更新に取り組みます。

しかし今後、時間の経過とともに、主にダクタイル鑄鉄管を中心に、使用可能年数を超過する管路が発生します。これらの更新は進めていきますが、時間経過とともに経年劣化は進行するため、日常管理の重要性も上昇するものと考えています。

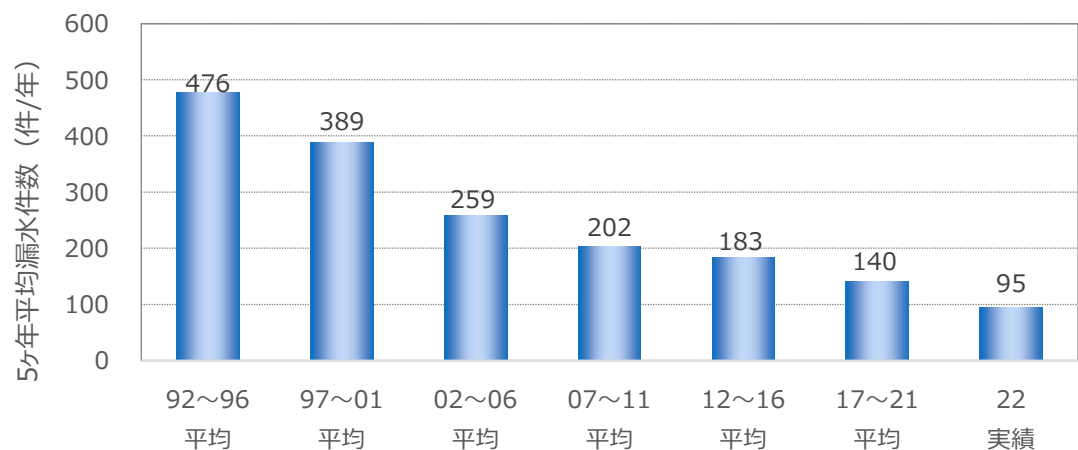


図表2－6 埋設管路の埋設年度別分布(2023(令和5)年3月末時点)

2.2.2 漏水件数の推移

配水管の漏水件数は、短い間隔では増減があるものの減少傾向にあり、このことを示すデータとして、1992(平成4)年度以降、5か年で平均した漏水件数を図表2－7に掲載しています。なお、この漏水件数は管体漏水と継手漏水の合計件数で、弁栓類等の漏水は含みません。

漏水件数が減少傾向にある要因は、配水管の漏水の多くが鑄鉄管で発生(図表2－8)しており、これらの管路を集中的に更新対象としてきたためです。

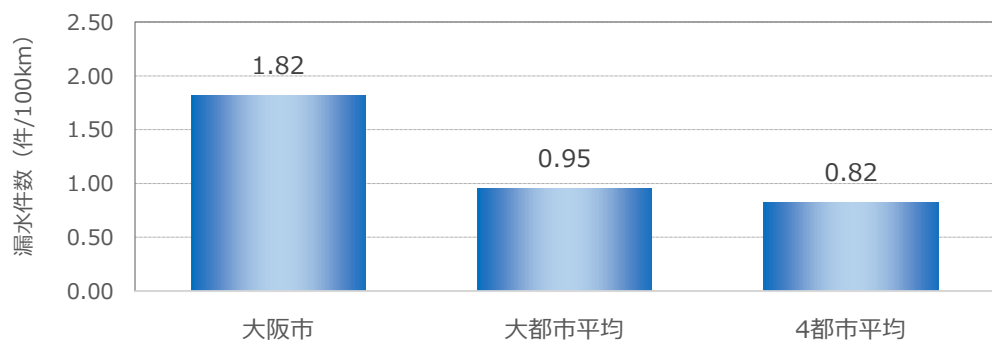


図表2－7 配水管漏水件数の5か年平均の推移(2023(令和5)年3月末時点)

図表2－8 管種別漏水件数(2022(令和4)年度実績)

管 種	略称	配水管		参考:給水管
		100km あたり 漏水件数	漏水修繕件数 構成比	漏水修繕件数 構成比
鋳鉄管	CIP	10.2	40%	—
ダクタイル鋳鉄管	DCIP	0.6	31%	—
硬質ポリ塩化ビニル管	VP	14.1	22%	18%
耐衝撃性硬質ポリ塩化ビニル管	HIVP	1.3	4%	15%
鋼管	SP	2.7	3%	—
鉛管	LP	—	—	64%
その他	—	—	—	3%

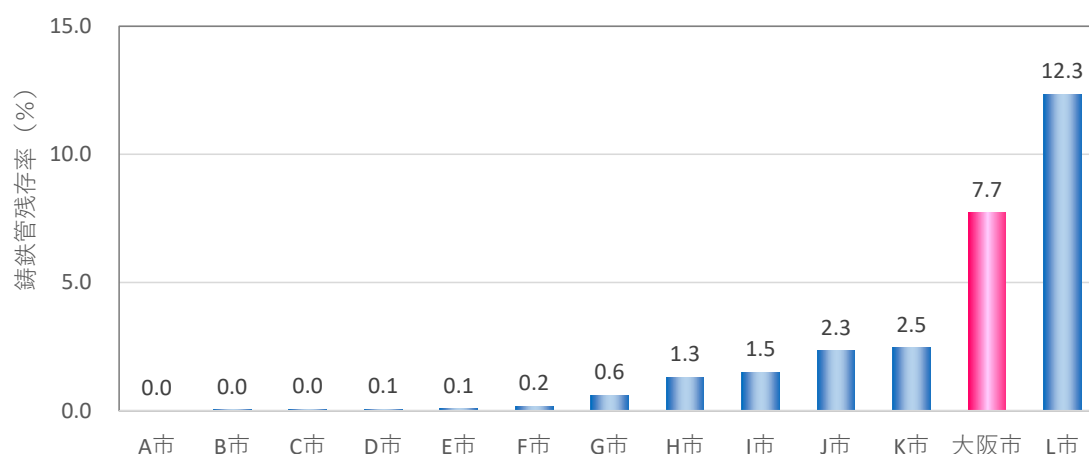
しかし、東京都と給水人口が概ね 100 万人以上の政令指定都市の 12 都市や、給水人口が概ね200 万人以上の札幌市、東京都、横浜市、名古屋市の4都市と、配水管 100km あたり漏水件数を比較すると、本市が 2 倍程度となっています。



図表2－9 配水管漏水件数の大都市比較(2022(令和4)年度決算)

なお、この12都市の鋳鉄管残存率を比較すると、図表2－10のとおり、大阪市の管残存率は高くなっています。このことが、漏水件数が多いことの要因のひとつであると考えられます。

こうしたことから、本市では、集中的に鋳鉄管の更新に取り組んでいます。



図表2－10 導送配水管の残存鋳鉄管率の大都市比較
(2021(令和3)年度水道統計より)

2.3 本方針の対象施設の分類状況

2.3.1 管路機能の設定

効率的な管路施設の維持管理を行うために、それぞれの管路施設が持つ機能を整理しておくことが重要です。管路機能は重要度を示す指標でもあり、管路の重要度の高いものは点検頻度を高めるなどして、管路機能を参照しつつ効率的に日常管理を実施します。

管路機能の設定は、別途定める「大阪市水道施設整備中長期計画（2024(令和6)年4月）」で整理していますが、その概要を以下に示します。

将来の管路網の構築にあたっては、配水ブロック化による水圧管理・水質管理の適正化を図るため、水源となる浄水場の配水池、配水場、加圧ポンプ場(以下、「配水機場」)から、1次配水ブロック、2次配水ブロック、需要家という水の流れが明確かつ効率的となるよう、各階層における管路の機能を明確化し、機能を満たす口径、接続条件を設定することとしています。管路機能の一覧は、以下のとおりです。

広域的な配水運用を担う1次配水ブロック階層に位置する送配水管(主に基幹管路)

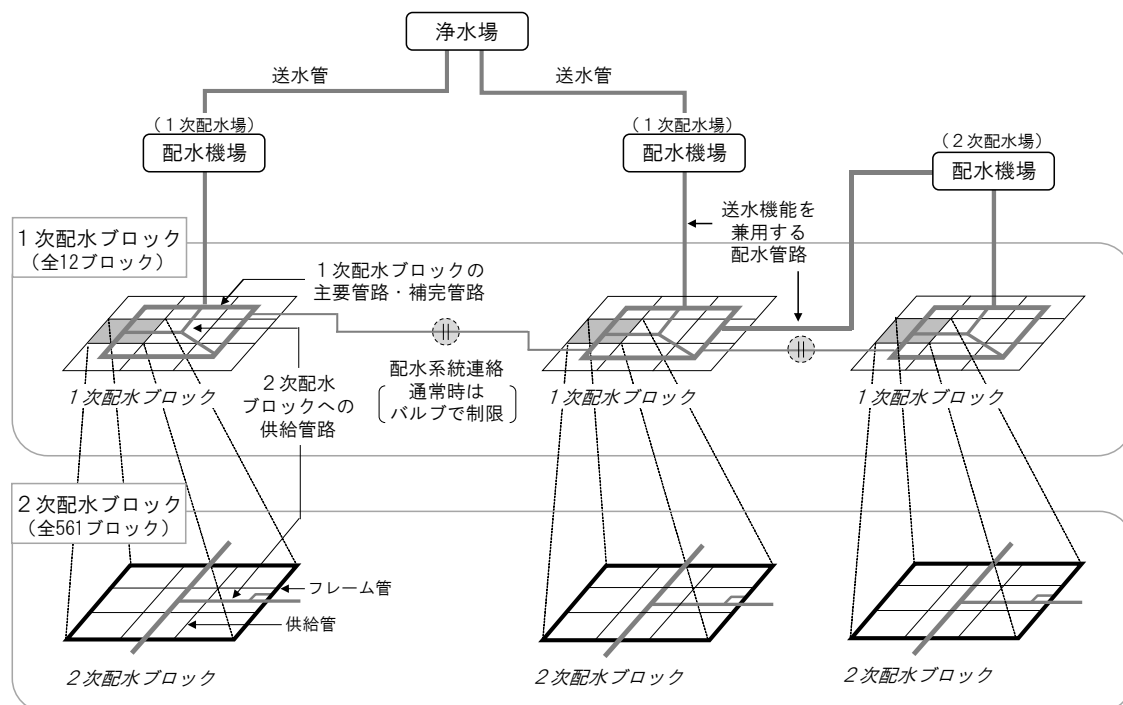
- ・送水管
- ・送水機能を兼用する配水管路
- ・1次配水ブロックの主要管路
- ・1次配水ブロックの補完管路
- ・2次配水ブロックへの供給管路
- ・配水系統連絡管路

末端給水を担う2次配水ブロック階層に位置する配水管(主に配水支管)

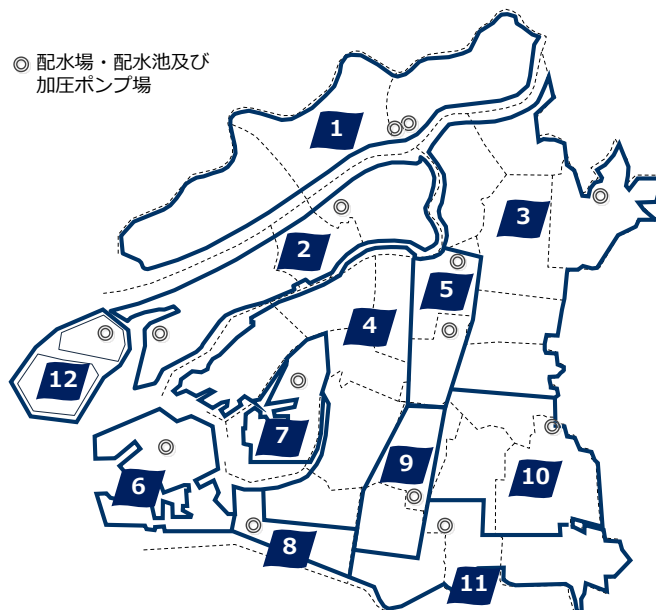
- ・フレーム管路
- ・供給管路

これを図示すると、図表2-11のようになります。上流側の管路ほど、関係する需要家の数が多くなるため、重要度が高くなります。

このような管路機能は、全管路について設定のうえ、管路情報管理システムに登録、管理しています。特に重要な送水管、送水機能を兼用する配水管路、1次配水ブロックの主要管路は、優先的に更新する路線も設定済みです。なお、管路機能を持たない管路は、「撤去可能管(使用するが、更新対象ではない)」と位置付けています。



図表2-11 階層化された管路網上での各管路機能の位置づけ



図表2-12 市内における12の1次配水ブロック

2.3.2 管種別使用可能年数の設定

目視できない埋設管路施設は、日常点検による延命を行っても、健全な機能を維持できているかどうか、精度高く把握することが困難です。このため、図表2-13のとおり、さまざまなデータや文献などを参考にしながら、管種別に使用可能年数をそれぞれ設定しました。これは、使用可能年数を超えると経年劣化によって更新が必要であると判断する基準であり、経年劣化状況を示す指標でもあります。

鋳鉄管は漏水事故も多く、既に管路更新を進めていることもあり、全て更新対象または撤去可能管路と位置づけています。なお、給水管であるため本方針の対象外ですが、図表2-8に示すように漏水が多い鉛管についても、鋳鉄管と同じ扱いです。

ダクタイル鋳鉄管は管路の量が多く、鋼管は重要な管路が多いことから、法定耐用年数等ではなく、過去の事故履歴よりも早い文献の腐食速度を採用し、危険側想定としての本市独自の使用可能年数を設定しており、詳細は「(補足)使用可能年数の設定」に記載しています。

硬質ポリ塩化ビニル管は、耐衝撃性の有無にかかわらず、口径や重要度が低い管路がほとんどで、比較的漏水件数も多いため、個別検討の対象とはせず、法定耐用年数を使用可能年数としています。

図表2-13 管種別使用可能年数

管 種	使用可能年数	根 拠
鋳鉄管	(40年)	すべての鋳鉄管は更新対象
ダクタイル鋳鉄管(腐食性土壌)※	65 年	管体、土壌サンプルから設定 ポリエチレンスリーブ被覆で+20 年
ダクタイル鋳鉄管(一般土壌)※	100 年	同上
鋼管(口径 800mm 以上)※	80 年	文献の最大マイクロセル腐食速度から設定
鋼管(口径 800mm 未満)※	60 年	同上
硬質ポリ塩化ビニル管	40 年	法定耐用年数

※ 詳細については、(補足) 使用可能年数の設定方法 参照。

2.4 本方針の対象施設の管理状況(法令に基づく)

水道法改正に関する国のうごきについては、「1. はじめに」で記載したとおり、予防保全を主とする維持・修繕の実施や台帳整備とそれに基づいた施設管理の推進の達成のため、水道法とともに、関連法令のひとつである水道法施行規則も改正されています。改正された水道法施行規則では、水道施設の点検・修繕の実施および記録の保管や管路施設を含む水道施設の台帳作成について定めがあり、本市においても、これらを遵守したうえで、水道法第19条に基づき、水道技術管理者へ報告を行っています。

水道法および水道法施行規則のうち、管路施設の維持管理に関する項目と、本市の遵守状況をまとめると、図表2-14のとおりとなります。

このように対応することで、法令を適切に遵守するとともに、水道法の趣旨を踏まえた適切な管路施設の維持管理を行っています。

図表2-14において、主に水道台帳として活用している管路情報管理システムとは、管路の位置情報と口径、継手、埋設年度、竣工図や漏水履歴といった各種情報を一元的に管理するシステムです。

なお、この管路情報管理システムには、図表2-11に示す管路機能分類や図表2-12に示すブロック区分も登録されており、システム上で個別の管路の機能や属する1次配水ブロック及び2次配水ブロックを確認することが可能です。

図表2-14 管路施設の維持管理に関する法令の遵守状況

法令上の遵守事項		法令の遵守状況	水道技術管理者への報告項目
水道法22条の2 水道施設の維持・修繕			
施行規則17条の2			
1	一 運転の監視を行うこと (浄配水場等のみ) 水道施設の巡視すること 清掃等の必要な措置を講じること	— 埋設管路の巡視の実施 (4. 2. 2参照) 必要に応じて洗浄排水を実施	管路巡視状況 漏水調査状況 漏水修繕状況 水管橋等点検状況 弁栓類点検状況
	二 目視等による点検を行うこと	埋設管路、水管橋等、弁栓類の点検の実施 (4. ～6. の各項目参照)	
	三 コンクリート構造物や水管橋等の5年に1回以上の点検を行うこと	管路施設は水管橋等のみ 5年に1回以上の点検の実施 (5. 4. 1参照)	
	四 1の三の点検に基づく修繕を行うこと	水管橋等の修繕の実施 (5. 4. 3参照)	
2	1の三に基づく点検記録を保管すること	水管橋等の点検作業報告書の保管(5. 4. 3参照)	
3	1の四に基づく修繕記録を保管すること	修繕工事書類の保管 管路情報管理システムへ 修繕竣工図登録(5. 4. 3参照)	
水道法22条の3 水道施設台帳			
施行規則17条の3			
1	作成すべき台帳の内容 :調書・図面	口径、管種、設置年度、継手等 と位置情報とともに 管路情報管理システムへ登録	管路情報管理 システム抽出 統計データ (決算値)
2	一 管路調書に記載すべき内容 :口径、管種、設置年度、継手等 二 管路以外の調書に記載すべき内容	—	
3	一 一般図を作成すること :主要な水道施設や管路の位置や名称が分かる図面	大阪市水道施設図 (1/50,000)作成 大阪市水道配水設備図 (1/20,000)作成	
	二 施設平面図を作成すること :弁栓類配置も含めた詳細図	管路情報管理システムから 出図可能	
	三 その他図面を作成すること :弁栓類台帳や構造図など	竣工図、弁栓類台帳は 管路情報管理システムへ登録	
4	調書・図面に変更があれば速やかに訂正すること	管路情報管理システムは 2か月に1回更新	

※ 網掛け部分は直近の改正(水道法施行規則、令和5年3月22日公布、令和6年4月1日施行)によるもの。

直近の法令改正は、水道法施行規則の改正（令和5年3月22日公布、令和6年4月1日施行）で、主な改正内容は、2021（令和3）年10月に和歌山市で発生した水管橋崩落事故を受けて、水管橋の点検および点検記録、修繕記録の保存に係る下記項目が第17条の2で義務化されたことです。

- ・1回／5年以上の点検
- ・次回点検までの点検記録の保存
- ・供用期間中の修繕記録の保存

この改正とともに、「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（厚生労働省）」も、2023（令和5）年3月に改正されています。

この水管橋の落橋事故は、分析の結果、水管橋の補剛材の劣化が原因であることが判明しましたが、これと同時に、こうした補剛材の劣化は、これまでの一般的な水管橋の点検手法である遠方目視点検では、発見が困難であったことも判明しました。

水道法施行規則の改正に伴う水管橋の点検と点検・修繕記録の保存に係る義務は、従前の維持管理対策でも遵守できていますが、一方で、水管橋落橋事故の原因分析から、従来どおりの遠方目視点検のみでは、水管橋の点検精度の確保が困難であるとも考えられます。

このため、「5 水管橋についての方針」において、これまでの対策の見直しを行っています。

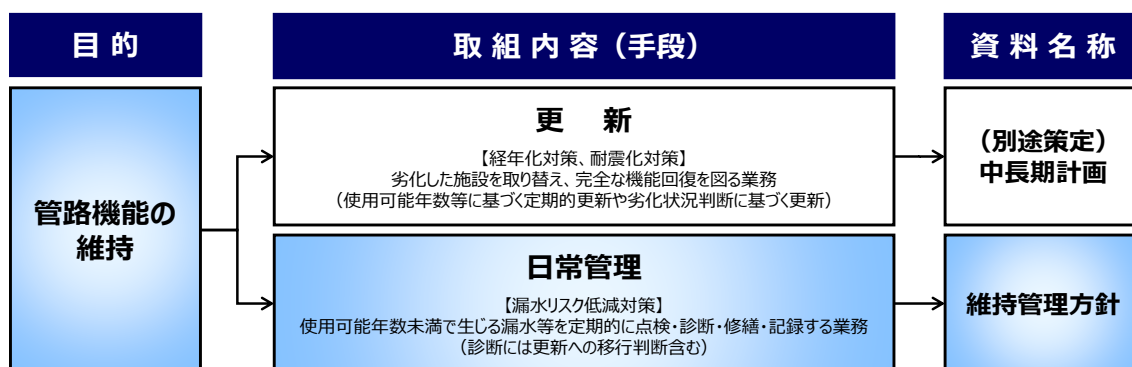
3. 本方針立案の基本的な考え方

3.1 日常管理の実施方針

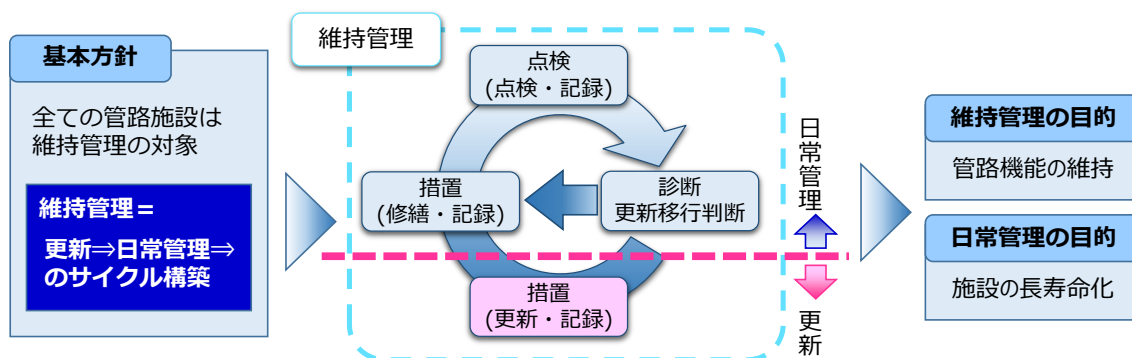
管路施設を含むすべての施設は、年月の経過に伴って徐々に劣化が進行し、いずれその機能の保持に支障をきたします。こうした事態を回避し、管路機能を維持するため、全ての管路施設は、更新と日常管理による維持管理対策が必要です。本方針は、より合理的・効率的に維持管理対策を推進するため、整理・策定するものです。

管路施設は、最終的に更新により完全な機能回復を図ることを前提としつつ、それまでの間、日常的な「漏水の有無等の点検」「診断」「措置(修繕・補修)」「記録」のメンテナンスサイクルを円滑に回すことで、機能を維持するとともに、「更新」までの期間の長期化、長寿命化を図ります。

管路施設の維持管理の概念図を図表3-1に、更新と日常管理によるメンテナンスサイクルの概念図を図表3-2に示します。本方針は、更新への移行判断を含む日常管理、つまり図表3-1の着色部分が対象であり、更新については、別途定める「大阪市水道施設整備計画 中長期計画 2024(令和6)年3月」で詳述しています。

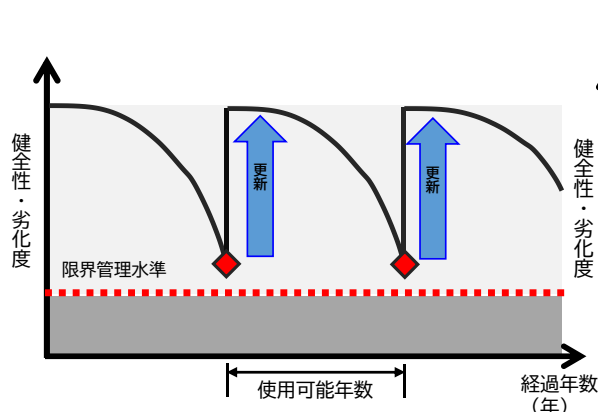


図表3-1 管路施設の維持管理 概念図

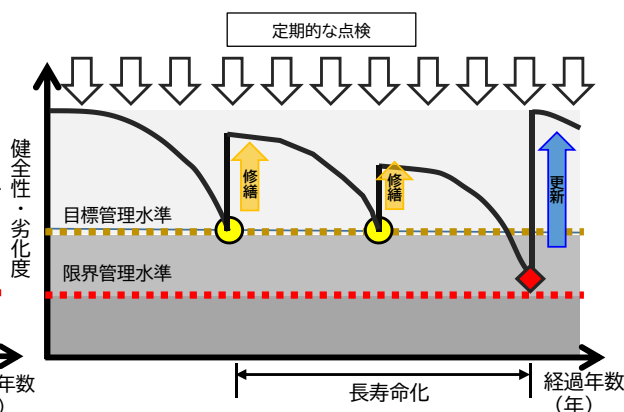


図表3-2 管路施設のメンテナンスサイクル 概念図

管路施設の大半は、目視できない埋設管路です。このため、維持管理対策は、管種ごとに設定した使用可能年数に基づく「時間計画保全」を基本としつつ、目視可能な水管橋や付属設備(弁栓類)等については、原則は定期的な点検と修繕で対応し、修繕対応が困難であれば更新へと移行する「状態監視保全」で対応します。



図表3-3 時間計画保全 概念図



図表3-4 状態監視保全 概念図

3.2 更新移行判断基準

管路施設は、日常管理を行いつつ、可能な限り長期間使用しますが、経年劣化により修繕対応できなくなれば、当該管路施設に「2.3.1 管路機能の設定」準拠で設定された管路機能に基づき、「更新対象」または「撤去可能管路」に整理のうえ、必要な対策を実施していくことになります。

移行判断基準は、上述のとおり、修繕対応が不可能となった場合が基本ですが、時間計画保全の対象施設は、使用可能年数の経過が移行判断基準となります。ただし、使用可能年数経過前でも、同一管路で漏水を繰り返す、修繕が非常に施工難易度や費用が高く、更新が合理的と判断されるなど、日常管理よりも更新が適切と判断できる場合は、移行対象とすることがあります。

なお、更新対象や撤去可能管路に整理しても、これらの管路施設が存在する限り、劣化による破損が社会的影響を及ぼす可能性があります。このため、更新または撤去するまでの間は、日常管理の対象とします。

3.3 管路施設の種類の維持管理方針

管路施設は図表3-5のように分類でき、それぞれの管路施設は、点検方法や劣化診断基準、修繕方法や更新方法が異なり、現在の維持管理が抱える問題点や施工難易度、劣化傾向も異なります。

このため、管路施設を「埋設管路」、「水管橋」、「付属設備(弁栓類等)」の3種類に分類し、それぞれ、基本方針を定め、現状の劣化状況の把握や点検方法や修繕方法といった現状の維持管理対策の整理を行い、この結果に基づいて、点検、

診断、修繕および記録という一連の維持管理方針とフローを設定します。

図表3-5 予防保全区分別の対象施設と移行判断基準

	時間計画保全対象	状態監視保全対象
適用条件	目視等で点検が困難な施設	目視等で点検可能な施設
対象管路施設	埋設管路	水管橋
	鋳鉄管・ダクタイル鋳鉄管	独立水管橋
	硬質塩化ビニル管	橋梁添架管
	埋設鋼管	付属設備(弁栓類等)
		制水弁
		空気弁等その他弁栓類
移行判断基準	・使用可能年数を経過したとき ・使用可能年数経過前でも、漏水頻発などで更新が適切と判断したとき	・点検で把握した劣化状況から修繕で対応不可と判断したとき

4 埋設管路についての方針

4.1 基本的な考え方

埋設管路は原則として、使用可能年数に基づく定期的な更新を前提とした時間計画型保全を行いつつ、更新までの間、水使用に影響を与える大規模な漏水や長期の断水が発生しないよう、漏水の早期発見・修繕に努め、適切な維持管理を行います。また、漏水頻度などのデータを収集し、漏水調査頻度設定の基礎資料とするとともに、維持管理で対応できないほどに劣化した管路があれば、管路機能に基づき要・不要を判断のうえ、維持管理対象から更新対象または撤去可能管路への移行させることで、適切なメンテナンスサイクルを構築します。

ここでは、上記を達成するための具体的な対策を現状分析に基づき整理し、更新への移行を含む対策選択の判断フローを整理します。

なお埋設鋼管は、ほとんどが基幹管路かつ配置が限られており、铸铁管やビニル管にはない対策が存在するなど、一部条件が異なるため、別途検討を行い、「4.3 埋設管路(鋼管)」にて詳述します。

4.2 铸铁管、ダクトイル铸铁管、硬質ポリ塩化ビニル管

4.2.1 漏水傾向の把握

埋設管路の維持管理は、前述のとおり水使用に影響を与える漏水の発生抑制を目的としています。このため、漏水をその状態に応じて分類し、それぞれに対して、有効な対策を講じることとします。

埋設管路の漏水には、地上で発見できる地上漏水と、地上では何もない状態でも、地下では漏水している地下漏水があります。地上漏水は、管路の巡視や通報により発見することが可能です。地下漏水は、口径400mm 未満の配水支管の場合、計画的な漏水調査で発見することができますが、口径400mm 以上の基幹管路では、地下漏水の検知技術は確立されていません。

地下漏水の検知技術でも発見できないほどに規模が小さい漏水も存在していると考えられ、これを微小漏水と呼んでいます。しかし、基幹管路については、地下漏水の検知技術が存在しないため、配水支管のように微小漏水と地下漏水を区別できません。このため、地下漏水対策の検討時には、微小漏水の区別はせず、全て地下漏水として取り扱います。

図表4-1 漏水対策検討時における漏水の分類

	配水支管	基幹管路
非顕在の漏水	微小漏水:計画的漏水調査で検知不能	地下漏水 微小漏水規模の漏水も含む
	地下漏水:計画的漏水調査で検知可能	
顕在化した漏水	地上漏水	地上漏水

(1) 基幹管路と配水支管の地上漏水の傾向

地上漏水は発生次第、即時修繕できる体制を構築しており、直ちに修繕を行っています。漏水の件数は、顕在化した地上漏水、検知した地下漏水含めて、図表2-7のとおり、年々減少傾向にあります。

(2) 配水支管の地下漏水検知技術の適用

配水支管の地下漏水の検知技術である漏水調査は、漏水音を聞き取ることで漏水を発見する技術です。まずは広域的に音圧調査を行い、疑わしい部分があれば、関連調査や図表4-2～3のような音聴調査で漏水位置を確定します。



図表4-2 路面音聴調査



図表4-3 戸別音聴調査

こうした計画的漏水調査の結果やこれまでに発生した漏水事故の履歴から、漏水が多い管種は、図表2-8のとおり、配水管では铸铁管、硬質ポリ塩化ビニル管(特にVP管)、給水管では鉛管、VP管であることが判明しています。

口径 400mm 以上の基幹管路の場合、管路の埋設位置が深く、幹線道路に埋設されているため、高感度センサーでなければ漏水音が捉えられず、さらに漏水音と雑音の区別が難しいため、地下漏水を検知する技術は確立されていません。

(3) 基幹管路の地下漏水検知技術の導入検討

前述のとおり、基幹管路の地下漏水の検知技術は確立していませんが、図表4-4のような方法が検討されています。

図表4-4 基幹管路の漏水検知技術(開発中)の一例

活用技術	概要	課題
人工衛星からの反射波の測定	人工衛星から放射した電波の反射状況から地中の水を探知する方法	地下水と漏水を区別できない 鉄筋コンクリート構造物があると電波が遮られる
高感度センサー	漏水音を直接聞き取る方法	漏水音の捕捉は可能 漏水音と雑音が区別できない

これらの技術は、大阪市の工業用水道事業を請け負う「大阪市工業用水道特定運営事業等」の運営権者によって、既設の工業用水道管路を用いて実証実験されています。このうち、人工衛星を用いた方法は、地下水位が高く、鉄筋コンクリート構造物が立ち並ぶ本市での適用が難しいことが判明したため、検討継続を断念しており、現在は高感度センサーを用いた方法に重点を移しています。

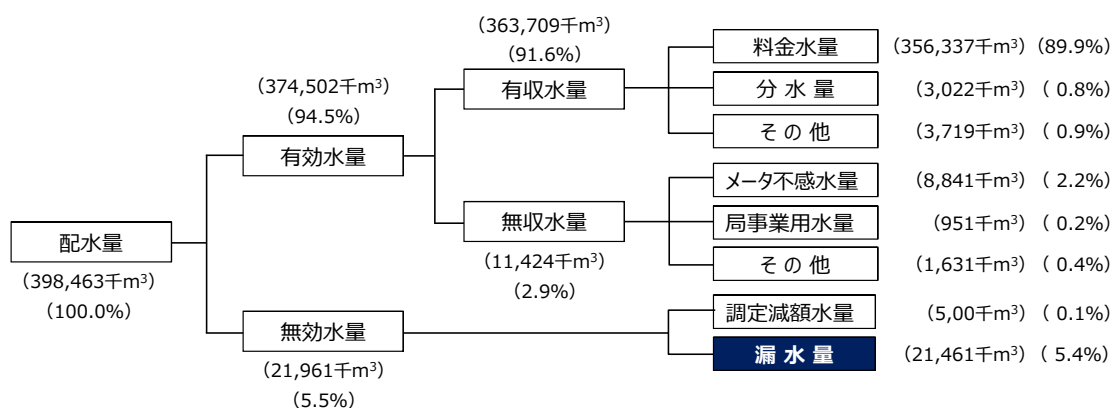
しかし、今のところ、漏水音の捕捉はできても、漏水音と雑音が区別できないため、技術の確立には至っていません。

(4) 給水量分析に基づく漏水量の分析

漏水の状態を示す指標のひとつに、図表2-7～8で示す漏水件数のほか、図表4-5に示す給水量分析から求められる有収率、漏水率が挙げられます。これは、昭和51年9月4日付の旧厚生省の通知「水道の漏水防止対策の強化について」による分析方法に準拠して、料金収入対象の有収水量や、料金収入にも有効活用にもならない漏水量を算定し、これの給水量に対する割合としたものです。

漏水による費用面でのロスは、漏水量に造水コストを乗じたもので、令和4年度実績では2.4億円程度となります。

給水量分析に基づく漏水量と、地上漏水や地下漏水の実績から推定される漏水量との間には、大きな乖離があることが判明しています。このことから、前述の配水支管等の微小漏水と、基幹管路の地下漏水が存在することが疑われます。

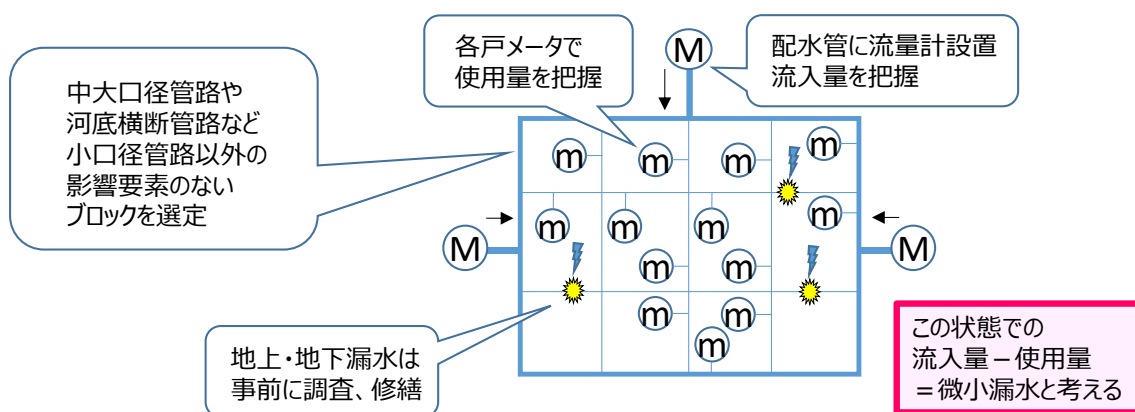


図表4-5 給水量分析(令和4年度実績)

① 配水支管等の微小漏水の実態把握調査

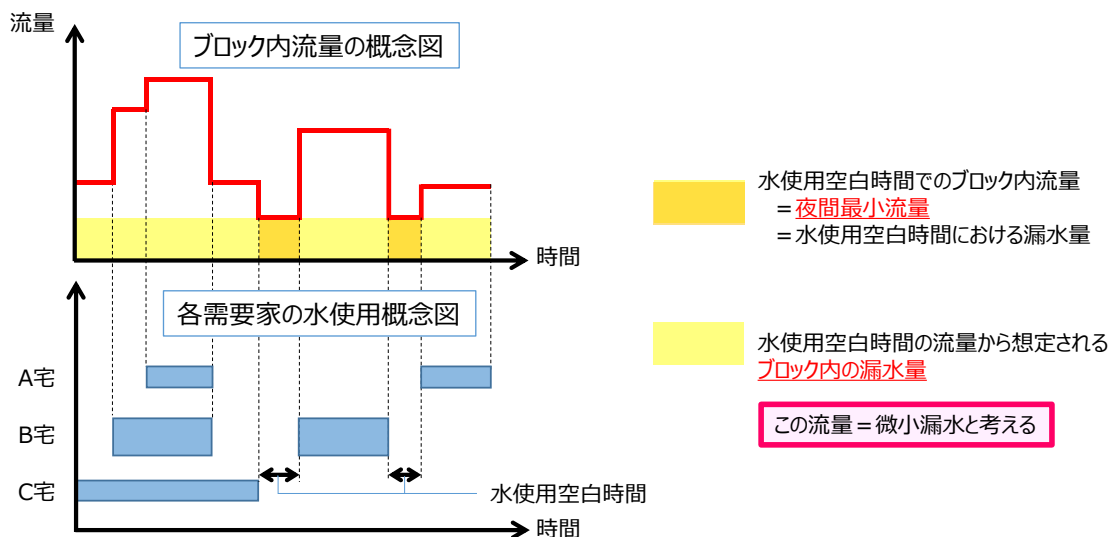
微小漏水を直接把握することは技術的に不可能であるため、土地利用や管路の分布に偏りがなく、ブロック内やブロック注入に基幹管路や河川横断管路がない代表的な2次配水ブロックを選定し、さらに当該ブロック内の事前の計画的漏水調査および修繕によって、基幹管路の漏水や配水支管等の地下漏水といった微小漏水以外の漏水影響を排除したうえで、2種類の方法で微小漏水量を推計しました。

推計方法の1つ目は、図表4-6に示す当該ブロックの水収支に着目する方法で、調査対象となる2次配水ブロック内で地上漏水がないことを確認し、さらに地下漏水を計画的漏水調査および修繕で排除したのちに、当該ブロックの流入点に流量計を設置し、その状態でのブロック流入量から水道メータでの使用量を差し引いたものを配水支管等の微小漏水と考えるものです。



図表4-6 微小漏水把握方法1:水収支調査

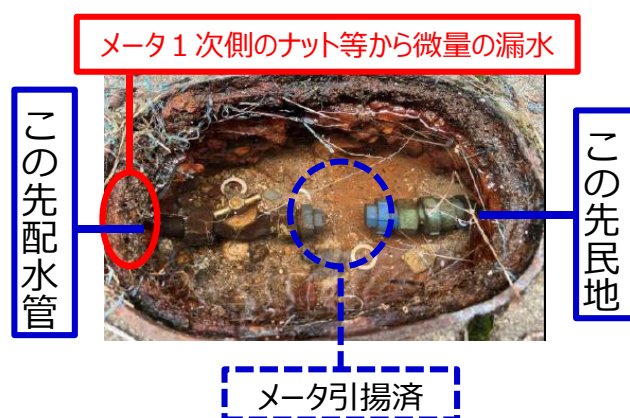
2つ目は図表4-7に示す夜間の最小流量に着目する方法で、ブロック内の各需要家が水を使用しない時間帯が存在するとした場合、それはブロックへの流入量が最小値となる時間帯と考えられるため、この流量を配水支管等の微小漏水と考えるものです。



図表4-7 微小漏水把握方法2:夜間最小流量

これら2つの方法で推計した漏水率は、いずれの方法でも 5%程度となりました。市域全体の漏水率は図表4-4のとおり5.4%であることを勘案すると、流量計、各戸メータのメータ誤差(ともに±2%程度)を勘案しても、そのほとんどが微小漏水で占められていると考えられます。

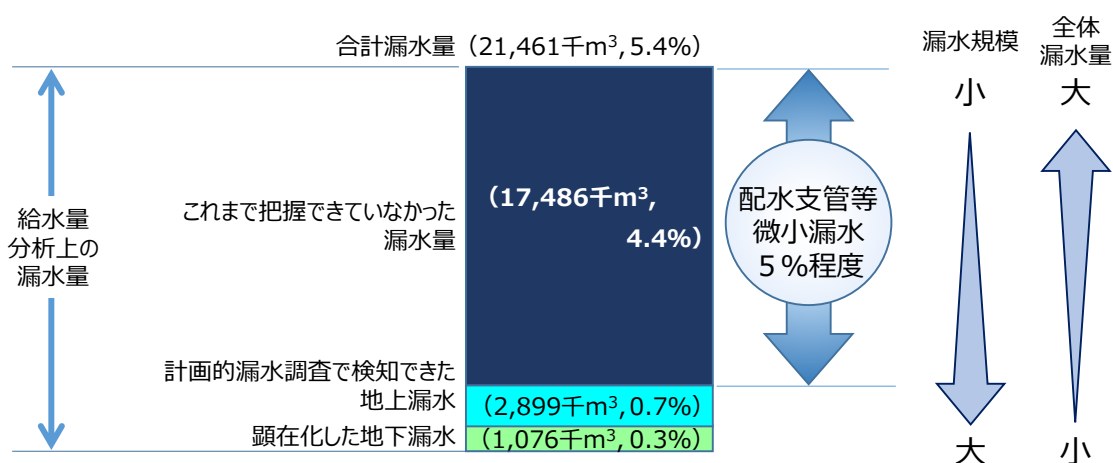
こうした微小漏水は、事前に実施した漏水調査で発見された漏水(図表4-8)よりも規模が小さいため、水使用への影響は小さいものの、位置の特定はできません。このため、微小漏水の解消の有効な手段は、現在進めている管路更新のみとなります。



図表4-8 事前の漏水調査で発見された地下漏水の規模

② 漏水量構成の分析

地上漏水、地下漏水件数から、それぞれの漏水量を推計することが可能です。この推計と、前項のとおり配水支管等の微小漏水率が5%程度であったことを令和4年度の給水量分析上の漏水量に当てはめると、図表4-9のように漏水量の構成を推計することができます。

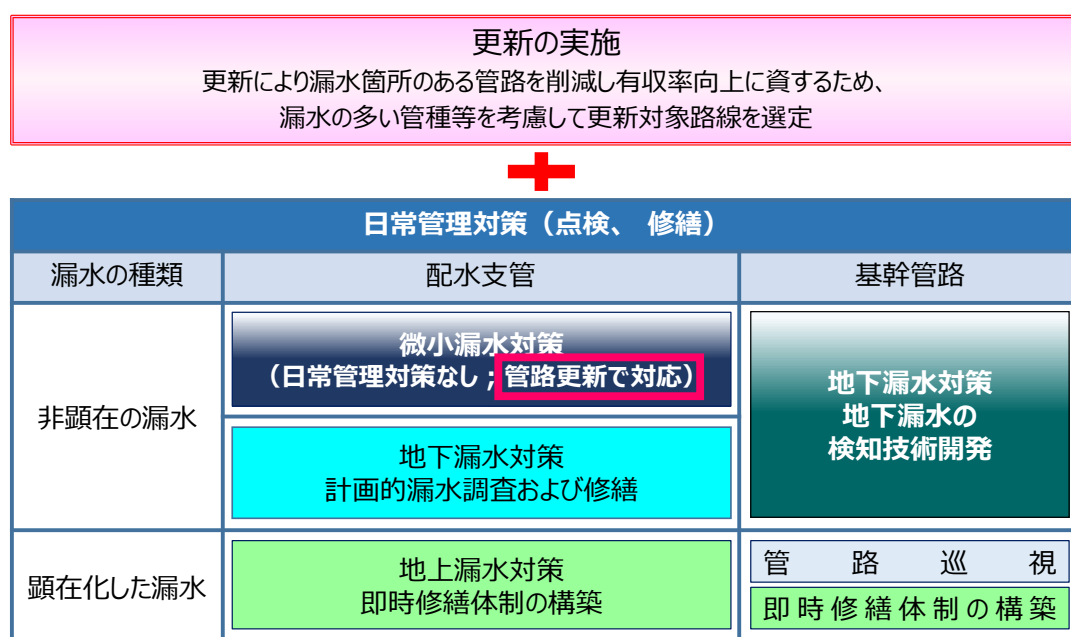


図表4-9 給水量分析上の漏水量構成比の推計

このように、漏水のほとんどは配水支管等の微小漏水であることが判明したため、今後は、この結果を踏まえ、合理的な漏水抑制対策を実施していくこととなります。

4.2.2 維持管理方針

時間計画保全としての「使用可能年数に基づく管路更新」を前提としながら、更新までの間、漏水の量や影響度勘案して、図表4－10に示すとおり、点検、診断、措置を適切かつ網羅的に維持管理を行います。



図表4－10 埋設管路の維持管理対策

(1) 点検

① 基幹管路と配水支管の地上漏水

図表4－9から、地上漏水の量は全体の漏水量に占める割合は低いものの、既に水使用に影響が出ている状態であるため、速やかに通常の水使用の再開ができるよう、即時修繕体制を構築しており、今後ともこの体制を維持します。

これに加えて、基幹管路は漏水時の影響が大きいことを考慮して、地上漏水や鉄蓋の異常の早期発見のため、「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(2023(令和5)年3月改訂版、厚生労働省)」や過去の実績を踏まえ、年1回の頻度で管路巡視を行います。実施内容は図表4－11のとおりです。

ガイドラインより巡視頻度は低くなっていますが、本市の配水区域はほとんどが市街化されており、漏水があった場合はすぐ通報があるため、この頻度としています。しかしながら、豊野系の導水管や送水管は市外にあり、市内ほど通報による漏水発見が期待できないこと、重要度が高いことから、高頻度で巡視を行っています。

図表4－11 管路巡視の実施内容

対 象	巡視頻度	内 容	ガイドライン頻度(例)
導水管・送水管・配水本管 の基幹管路	1 巡／年	地上漏水の有無、路面の 状況、鉄蓋劣化状況等を 目視により点検	・基幹管路 :4巡／年 ・老朽化管路:1巡／月 ・一般管路 :2巡／年

※豊野系の導水管・送水管は1巡/月で実施

配水支管は計画的漏水調査により地下漏水の段階で漏水発見が可能であること、漏水時の影響が小さいことから、定期的な管路巡視の対象とはせず、計画的漏水調査で大規模な漏水に至るリスクを抑制します。

② 基幹管路の地下漏水

図表4－9から、基幹管路の地下漏水量は非常に少ないと考えられますが、いずれは水使用や社会的に影響を及ぼす地上漏水に拡大していくため、現時点では検知技術は未確立ですが、技術開発に取り組みます。

まず、全国の水道事業体が必要とする技術を表明し、それに対して技術をもった事業者が自社技術をプレゼンテーションすることで、技術マッチングを図る会議体「ICT情報連絡会」にて、基幹管路の漏水検知技術を募集し、有用と考えられる技術があれば、導入検討を行います。

これに加え、「大阪市工業用水道特定運営事業等」の運営権者が実施する高感度センサーによるデータ収集や分析に協力し、漏水音と雑音の区別する技術の確立を目指して、漏水音に特徴的な音の大きさ、波形の特定に取り組みます。

これを受けて、令和6年度末時点で技術確立の見込みがあれば、上水道への導入検討を行います。

このほか、間接的な漏水把握方法として、既設の各種配水テレメータの監視や、大口径管路、特に河底横断管路の断水の前後での当該1次配水ブロックの有収率監視などを行うことで、基幹管路の漏水把握に努めます。

③ 配水支管の地下漏水

図表4－9から、配水支管の地下漏水量が全漏水量に占める割合は少ないですが、いずれ水使用や社会へ影響する地上漏水となることを防ぐため、配水支管の地下漏水は、計画的な漏水調査と即時修繕で対応します。

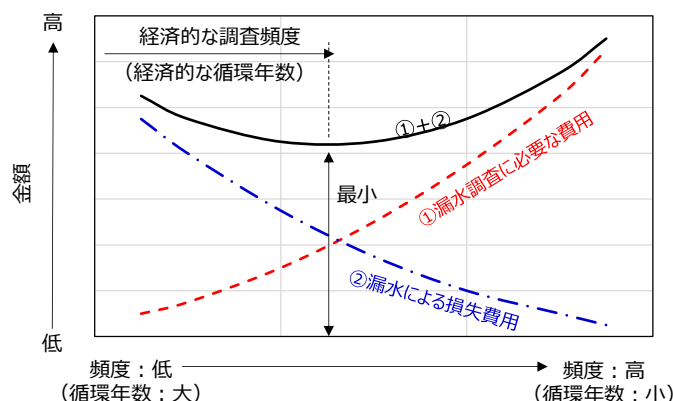
計画的漏水調査の調査サイクルである循環年数は、短ければ漏水の早期発見できる代わりに、調査費用は高くなり、逆に長ければ、調査費用は安くなりますが、漏水期間が延びて累積漏水量が増大し、損失費用が増大します。このため、漏水防止対策指針(日本水道協会 1976(昭和52)年11月)に準拠し、図表4－13のとおり、調

査費用と損失費用(この場合は漏水量相当の造水コスト)の合計が最小となる、最も合理的な循環年数を算出し、採用しています。循環年数は、漏水実績等を踏まえ、適宜、見直しを行っていきます。

このような計画的調査のほか、他企業の更新工事等に伴う舗装復旧が完了した直後に漏水が発見され、その修繕のための掘り返しが発生しないよう、他企業の舗装二次本復旧が完了するまでの間に、制水弁及び消火栓等水道施設の損傷の有無の確認と合わせて、近隣の水道管を対象に漏水調査を実施しています。これを「機動的点検整備」といい、計画的な漏水調査と合わせて、継続的に実施しています。

図表4-12 漏水調査の内容

対 象	循環年数・調査頻度	内 容	ガイドライン頻度
計画的漏水調査	鉄製管 : 6年で1巡 硬質ポリ塩化ビニル管 : 2年で1巡 (VP、HIVP とも)	・音圧調査 ・相関調査 ・音聴調査	漏水調査実施は推奨されているが頻度に関する記載なし
機動的点検整備	他企業(道路管理者含む)による舗装二次本復旧完了までの間に実施 ※口径 400mm以下かつ1980(昭和55)年以前の管路が対象	(路面、戸別、弁栓類)等	



図表4-13 循環年数の算出イメージ

④ 配水支管等の微小漏水

微小漏水は漏水量の大半を占めますが、漏水位置は技術的に特定できず、また1件当たりの漏水量は極めて小規模で水使用への影響や社会的影響はないと考えられるため、日常管理は行わず、管路更新で合理的に対策します。

(2) 診断

基本的に、「2.3.2 管種別使用可能年数の設定」で設定した使用可能年数を経過した管路と铸铁管、耐衝撃性のない硬質ポリ塩化ビニル管は、更新対象または撤

去可能管に位置づけ、更新または撤去の判断は、「2.3.1 管路機能の設定」の管路機能分類に準拠します。ただし、使用可能年数経過前でも漏水が同一箇所でも頻発するなど、修繕のみでは対応が困難な箇所は、更新対象等と判断します。

軌道横断管など、容易に対策が実施できない特殊な位置条件の管路については、管路機能分類のほかに、付近の管路にできるだけ機能を代替させ、軌道横断部の更新対象を削減するよう、別途検討を行います。軌道横断部の埋設管路の維持管理については、「4.2.4 特殊な位置条件の埋設管路(軌道横断管)」にて詳述します。

すべての管路は、更新または撤去するまで、漏水リスク低減対策の対象とします。

(3) 修繕と記録

前述のとおり、通報、管路巡視、計画的漏水調査によって検知された漏水は、即時修繕を行います。

配水支管等の微小漏水は、前述のとおり修繕ではなく管路更新で対応しますが、図表2-8のとおり漏水件数が多い铸铁管、鉛管、耐衝撃性でない硬質ポリ塩化ビニル管(VP 管)が効率よく解消され、漏水リスク低減に資するよう、更新時には以下の点に留意します。

- ・铸铁管、鉛管の取替は継続する。
- ・更新路線選定時には、耐衝撃性でない硬質ポリ塩化ビニル管(VP 管)分岐が多い路線を優先的に選択し、可能な限り VP 管分岐を解消する。

これらの漏水履歴は、統計データ整理や管路情報管理システムへの登録などによって蓄積され、今後の更新対象等への移行判断基準の見直しや、計画的漏水調査の循環年数見直しなどに活用します。

このほか、管体サンプルを取得して分析を行うことで、漏水事故の原因究明や使用可能年数推計の基礎資料とする「管体調査」を実施しています。管体調査は、埋設管路の一部を管体サンプルとして採取し、塗装をショットブラスト処理で除去したのち、腐食深さ測定を行うもので、ボルト、ゴム輪、ポリエチレンスリーブといった付属品や、周辺の土壌サンプルを採取し、劣化状況の詳細調査を行うこともあります。



図表4-14 管体調査のサンプル
(ショットブラスト前)



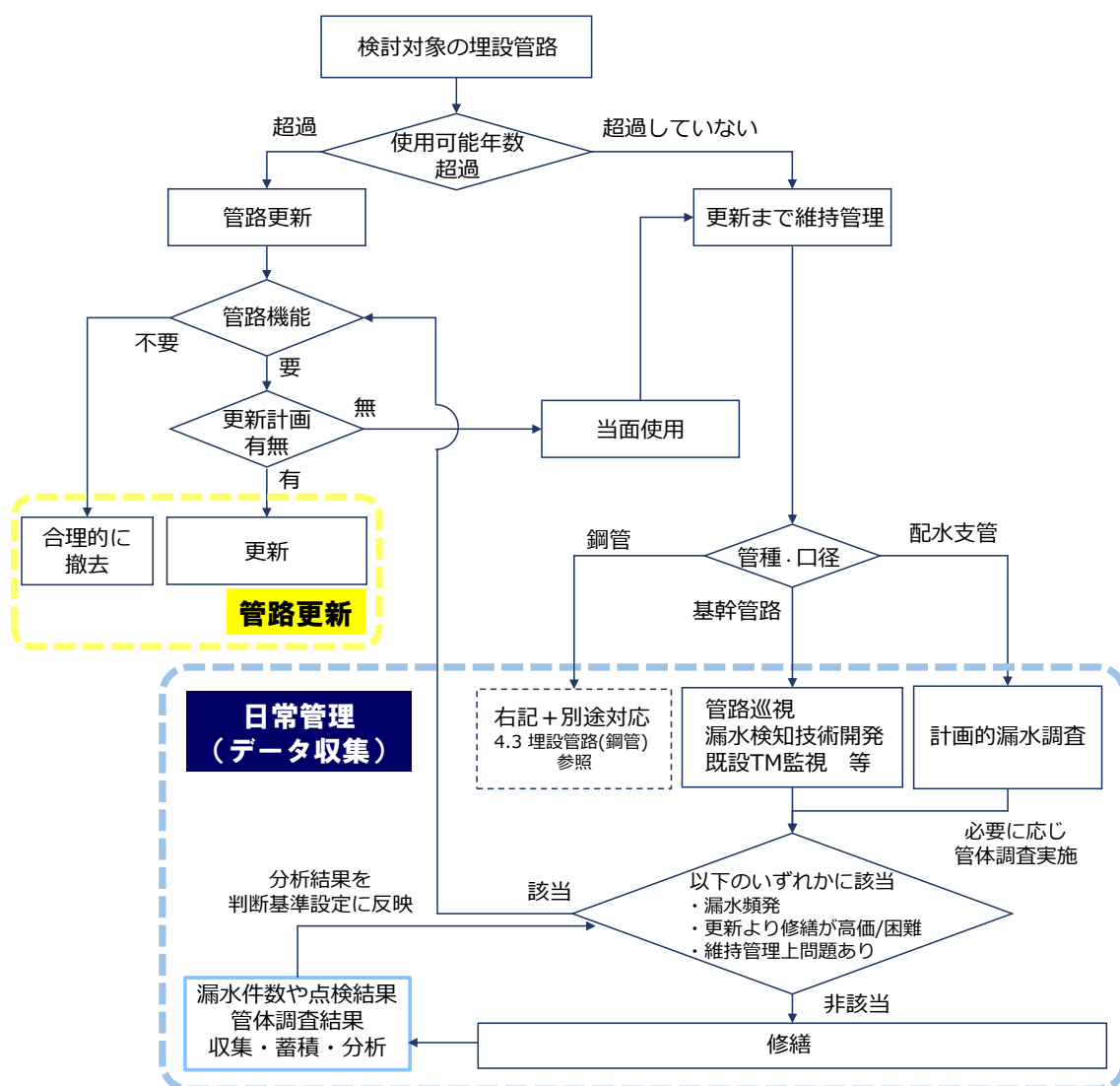
図表4-15 管体調査のサンプル
(ショットブラスト後)

これらは、事故原因の特定のほか、「（補足）使用可能年数の設定方法」に示すとおり、ダクタイル鋳鉄管の使用可能年数の設定時にも参照しています。

4.2.3 維持管理フロー

この維持管理方針をまとめたフローを、図表4－16に示します。

この維持管理フローは、現時点のデータや知見に基づいて作成したものであるため、今後、新たな知見が得られた場合、適宜、維持管理フローを見直します。



図表4－16 埋設管路の維持管理フロー

4.2.5 特殊な位置条件の埋設管路(軌道横断管)

(1) 基本的な考え方

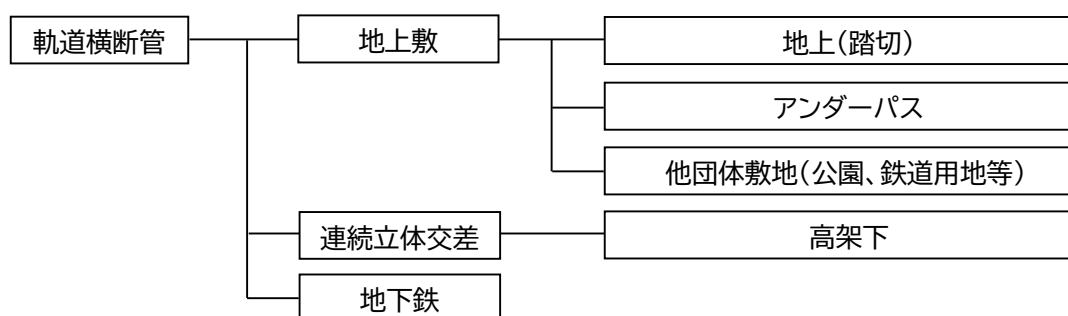
埋設管路は、原則として前述のとおり、更新による時間計画保全を行いつつ、更新までの間、適切に漏水低減対策を実施します。

しかしながら、特殊な位置条件の管路、特に軌道横断部の埋設管路は、漏水時の影響が大きい一方で、管路更新の難易度が高く、確実な更新の進捗を確保するためには、全体更新数量を把握し、計画的に更新を進めていく必要があります。

以上のことから、全ての軌道横断部を洗い出し、それぞれについて、横断形態、管種、管路機能分類などを整理のうえ、可能な限り付近の管路で機能を代替することを前提に、改めて要・不要を判断し、更新の方針を定め、計画的に対策を進めていくこととします。

(2) 必要な軌道横断管の精査

軌道横断管の交差形態は、図表4-17に大別されます。



図表4-17 軌道横断管の交差形態

この抽出作業では、地上敷、連続立体交差について、管路機能、管種、継手形式、埋設年度、さや管の有無を確認した上で、基幹管路は管路機能分類を、配水支管は周辺管路の状況等(周辺に機能を代替できる管路の有無を個別に確認)をそれぞれ勘案しつつ、個別に更新の必要性を判断しました。

ただし、配水支管のうち高架下かつ铸铁管でないものについては、比較的管路の更新が容易であるため、全て更新することとしました。

こうした抽出作業の結果、軌道横断部は全部で747箇所あり、そのうち更新が必要な箇所は421箇所、更新が不要な箇所は75箇所、更新済みの箇所は251箇所あることが分かりました。

図表4-18 軌道横断箇所の現状(2024(令和6)年2月時点)

区分	管種	さや管	更新の 必要性	地上敷			連立交差	合計
				地上敷	アンダーパス	他団体敷地	高架下	
配水 支管	鑄鉄管	有	要	☆ 1	0	0	0	1
			不要	◇ 3	0	0	0	3
		－	要	☆ 5	☆ 1	0	79	85
			不要	◇ 33	◇ 4	0	9	46
	一般 ダク	有	要	0	0	0	1	1
			不要	4	0	0	0	4
		－	要	1	3	0	244	248
			不要	2	2	2	0	6
	耐震管	有	済	1	0	0	0	1
		－	済	2	2	1	133	138
	小計①			52	12	3	466	533
	更新要			7	4	0	324	335
	更新不要			42	6	2	9	59
	更新済			3	2	1	133	139
基幹 管路	鑄鉄管	有	要	★ 2	0	0	0	2
			不要	◆ 1	0	0	0	1
		－	要	★ 3	★ 1	0	8	12
			不要	◆ 2	◆ 0	0	8	10
	一般 ダク	有	要	6	1	1	11	19
			不要	0	0	1	0	1
		－	要	2	2	1	48	53
			不要	0	0	0	4	4
	耐震管	有	済	16	2	3	37	58
		－	済	6	2	2	44	54
	小計②			38	8	8	160	214
	更新要			13	4	2	67	86
	更新不要			3	0	1	12	16
	更新済			22	4	5	81	112
合計(①+②)			90	20	11	626	747	
更新要			20	8	2	391	421	
更新不要			45	6	3	21	75	
更新済			25	6	6	214	251	

(3)維持管理方針およびフロー

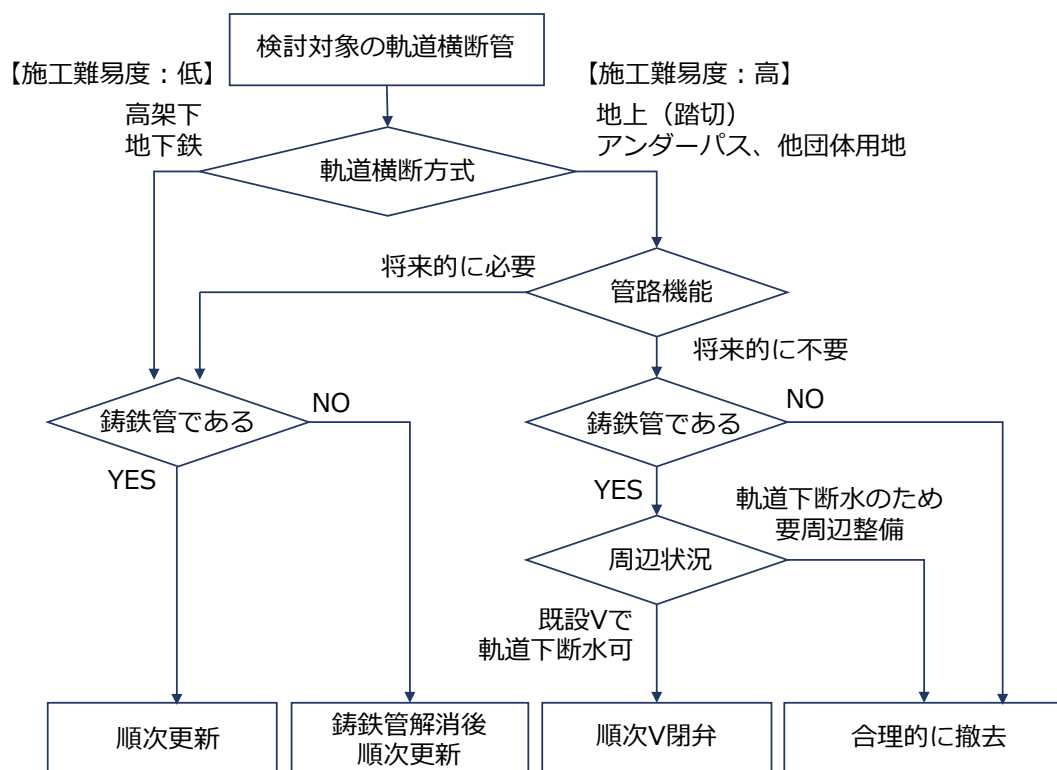
高架下でない鑄鉄管は、その他のものと比較して大規模な漏水事故リスクが高いため、さや管の有無に関係なく、早急に対策を実施する必要があります。このため、更新が必要な鑄鉄管の配水支管7箇所(図表4-18☆の計)、基幹管路6箇所(同表★の計)は、今回 PFI 事業も活用しながら、順次、更新を実施していきます。

また、更新が不要な鋳鉄管の配水支管40箇所(同表◇の計)、基幹管路3箇所(同表◆の計)については、撤去又は切断のうえモルタル充填することが望ましいのですが、この作業は、必要な管路の更新と比べると優先順位が低くなります。まずは、多額の費用を伴わない対策として、軌道横断部分を既存の設備のみで断水できるもの(図表4-19の「V 調整」)については、順次、制水弁の閉弁を行います。バルブの閉弁のために接合替や管路の再接続等の周辺整備が必要なものは、更新優先度を踏まえ、将来的な撤去を検討します。

図表4-19 軌道下の将来的に不要となる鋳鉄管の対応方針

区分	管種	措置	地上	アンダーパス	他団体敷地	合計	備考
配水支管	鋳鉄管	V 調整	12	1	0	13	対応予定
		周辺整備	24	3	0	27	
小計①			36	4	0	40	
基幹管路	鋳鉄管	周辺整備	3	0	0	3	
小計②			3	0	0	3	
合計(①+②)			39	4	0	43	

※V 調整 13箇所のうち、3 箇所については既に閉弁済み。



図表4-20 軌道横断管の維持管理フロー

4.3 埋設鋼管

4.3.1 基本的な考え方

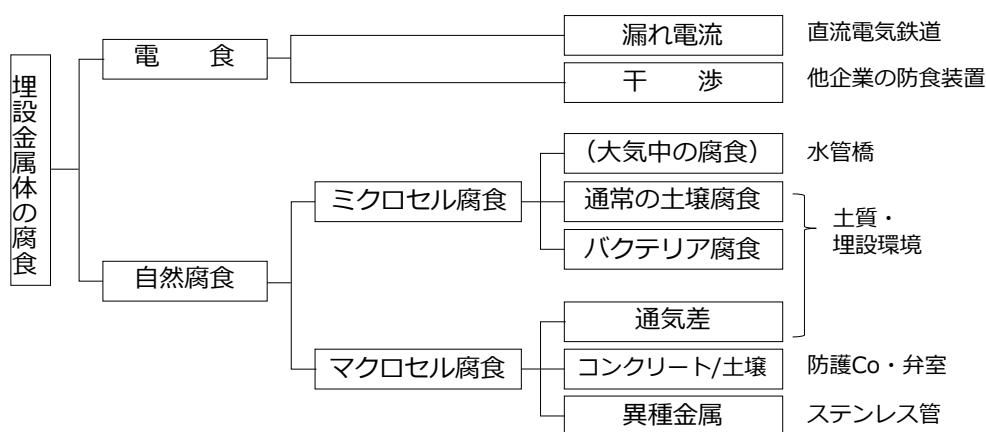
埋設鋼管も、他の埋設管路と同様、原則は使用可能年数に基づく更新を行います。しかし埋設鋼管は、使用可能年数超過の有無にかかわらず、一部の管路が漏水を繰り返す一方で、同じような埋設年数の管路でも、漏水履歴がない管路が存在するなど、埋設管路の劣化状況にばらつきがあります。これに加え、鋼管はそのほとんどが基幹管路で重要度が高く更新難易度が高いこと、鋳鉄管にはない鋼管特有の劣化把握方法や維持管理方法が存在することから、それぞれの埋設鋼管の特徴を把握したうえで、更新や維持管理の方針を決定することが合理的です。

以上のことから、過去の漏水履歴等を参照しながら埋設鋼管の漏水傾向を分析するとともに、鋼管特有の各種対策についても整理し、この結果に基づき、更新と維持管理の方針を設定します。

4.3.2 漏水傾向

(1) 鋼管の基本的性質

埋設鋼管の劣化は、まず絶縁体である塗覆装が劣化した後、管体に電流が流れて鉄イオン化し、流出することで管厚が減少し、破孔に至ることで進行します。電流が発生する要因は、図表4－21に示すとおり、電食、マクロセル腐食とミクロセル腐食に分類されます。



図表4－21 鋼管の腐食の分類

電食とマクロセル腐食は、腐食速度が1mm/年を超過することもあるなど、進行が早いですが、原因が特定でき、局所的な対策で対応可能です。ミクロセル腐食は、文献(管路の診断及び更新・更生計画策定マニュアル(財)水道技術研究センター)によると、腐食速度は0.02～0.1mm/年以下と穏やかですが、全体的に進行するため、これを維持管理対策で防ぐことは困難です。

このため、埋設鋼管の使用可能年数は、ミクロセル腐食の最も危険側の腐食進行速度に着目し、塗覆装の効果は見込めないものとして、以下のとおり設定しています。

- ・口径 800mm 以上:80 年(管厚 8mm 以上)
- ・口径 800mm 未満:60 年(管厚 6mm 以上)

(2) 埋設鋼管の漏水事故発生状況

口径 350mm 以上の鋼管の漏水事故発生状況は、図表4-22のとおりであり、水管橋やさや管のない埋設部で集中的に発生していることが分かります。

図表4-22 鋼管の延長と漏水事故件数(口径 350mm 以上)

口径	延長[m]				漏水事故件数[件]		
	埋設鋼管		共同溝内 管路	水管橋	埋設鋼管(さや管以外)		水管橋
	さや管以外	さや管			軌道付近	軌道付近 でない	
2200	6,356	1,047	0	0	—	—	—
2000	19,571	894	0	58	—	—	—
1500	18,412	2,902	682	2,411	6	9	2
1350	1,789	3,321	0	644	—	1	—
1200	1,702	333	238	1,367	—	5	—
1100	1,944	4,086	0	782	—	—	—
1000	1,091	6,300	2,495	862	—	1	2
900	901	5,191	64	1,178	—	—	5
838	481	0	0	25	—	—	—
800	1,486	5,093	139	1,969	—	9	6
700	506	389	0	151	—	—	2
600	475	215	0	2,390	—	1	12
500	304	59	0	1,042	1	—	1
450	51	0	0	141	—	—	—
400	538	304	0	1,804	—	—	8
350	0	0	0	150	—	—	—
小計	55,589	30,171	3,618	14,974	7 (1.3 件/km)	29 (0.6 件/km)	38 (2.5 件/km)
合計	104,352				74 (0.7 件/km)		

注1) 漏水事故件数については、当局の管路情報管理システムに登録された1980(昭和 55)年から2024(令和6)年2月までの漏水情報(44 年間)の合算値。

注2) 「埋設鋼管のさや管」、「共同溝内管路」については漏水事故の記録なし。

注3) 軌道付近:直接横断又は道路等を挟まずに並行しているもの。なお、市内の埋設管路はいずれも、軌道敷から1km 以内(迷走電流の影響があり得ると電気防食メーカーが指摘する範囲)に含まれる。

さらに、事故履歴がある管路のみに着目し、詳細を確認したところ、図表4-23のとおりであり、ほとんどの箇所は漏水事故が発生しても1回のみで、修繕後は問題なく使用できています。しかし、使用可能年数内ではあるものの、繰り返し漏水事故が発生する路線が存在します。これらは、漏水箇所周辺のみではなく、全体的に劣化が進んでいると考えられます。

こうした路線に明確な傾向は見られないため、漏水を繰り返す路線と判断するための指標として漏水回数に着目します。漏水回数2回の時点では、事例も少なく繰り返すか否かの判断が難しいため、通常の修繕で対応します。3回以上(図表4-23 網掛け部)となった場合は、塗覆装が全体的に劣化し、そこから管体部分の腐食も進行していると判断し、抜本的な対策の対象とします。

図表4-23 漏水事故履歴のある埋設鋼管の状況(2024(令和6)年2月時点)

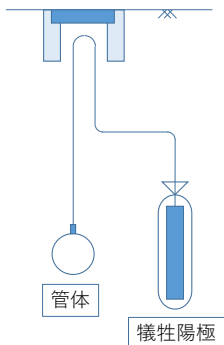
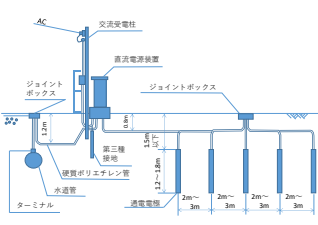
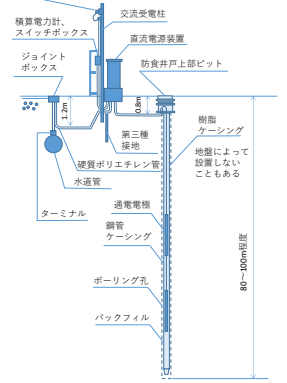
路線	場所	口径 [mm]	延長 [m]	埋設年度	経過年数	最終 事故年度	事故回数
路線1	平野区	500	3	1976	47	2009	1
路線2	平野区	600	9	1975	48	2000	1
路線3	平野区	800	81	1975	48	1997	1
路線4	平野区	800	35	1975	48	2001	1
路線5	平野区	800	138	1975	48	1999	1
路線6	平野区	800	9	1975	48	2000	1
路線7	寝屋川市	1500	8	1968	55	2012	1
路線8	鶴見区	1500	13	1967	56	1999	1
路線9	東成区	1350	2	1966	57	1983	1
路線10	中央区	1000	29	1962	61	1985	1
路線11	守口市	1500	697	1960	63	2011	1
路線12	守口市	1500	115	1959	64	1987	1
路線13	鶴見区	1500	782	1959	64	2023	1
路線14	鶴見区	1500	1624	1959	64	1998	1
路線15	守口市	1500	452	1957	66	2022	1
路線16	守口市	1500	751	1957	66	1997	1
路線17	鶴見区	1500	190	1957	66	2002	1
路線18	鶴見区	1500	20	1957	66	2022	2
路線19	鶴見区	1500	161	1957	66	2007	2
路線20	平野区	1500	544	1962	61	2018	3
路線21	平野区	800	181	1975	48	2021	5
路線22	平野区	1200	588	1975	48	2009	5

4.3.3 埋設鋼管特有の対策(電気防食設備設置)の整理

埋設鋼管の腐食対策は、前述のとおり、管体に電流が流れないようにすることが重要ですが、埋設時に実施した絶縁対策は、時間の経過とともに劣化していきます。

このため、抜本的な対策は更新ですが、その他の対策として、管体に流れる電流と逆向きの同等の電流を流し、鉄イオン化による管体の流出を防ぐ、電気防食設備の設置という対策があります。これは、図表4-24のとおり、流電陽極方式、外部電源方式の大きく2つに分類され、外部電源方式は、電極の設置深さによって、浅埋式と深埋式に分類されます。流電陽極方式は、概ね 30 年程度の効果を想定して陽極のスペックを決定します。外部電源方式の耐用年数は、概ね 40 年程度とされています。

図表4-24 埋設鋼管の電気防食設備

名 称	流電陽極方式	外部電源方式	
防食方式	管体よりイオン化傾向が大きい金属(犠牲陽極)を接続し、管体の代わりに腐食させる方式。	土壌中に難溶性の電極を設置し、防食対象に防食電流を供給して腐食を軽減する方式。 電源装置(地上に操作盤)が必要。	
適 用	腐食電流:小	浅埋式 腐食電流:中	深埋式 腐食電流:大
特 徴	電源は不要。 設計上、犠牲陽極は 30 年程度で消費される。 効果確認は不可能。	電極深は 3.5m 程度。 腐食電流が大きいと、必要電極の数が増加。 効果確認は可能。	電極深が 100m 程度となることもあり、道路上の設置は困難。 効果確認は可能。
概 念 図			
適用可能箇所の特徴	道路上に設置可能。 ただし必要電極数が多い場合、地下埋設物が輻輳する箇所では設置困難。	道路上に設置可能。 ただし必要電極数が多い場合、地下埋設物が輻輳する箇所では設置困難。	道路上の施工には固定占有許可が必要となり、設置困難。設置には局用地等の確保が必要。

これらは、設置可能なスペースがあれば、更新に代わる有効な対策となりますが、腐食電流が大きく、外部電源方式の深埋式が必要となっても、付近に局用地等の設置可能な用地がないと、この対策を採用することはできません。

また、浅埋式であっても、地下埋設物が輻輳している場合は、電気防食設備の設置スペースが確保できないこともあります。また、電気防食設備はどの形式でも、設置後、他企業埋設管路への干渉により、防食効果が低下してしまう懸念があります。

このため、鋼管の維持管理方針の策定にあたっては、鋼管の基本的性質や漏水事故の発生傾向を勘案しつつ、更新や電気防食設備の設置といった対策を適宜選択していく必要があります。

4.3.4 維持管理方針

(1) 使用可能年数内の埋設鋼管

これまでの検討から、漏水履歴が2回までの路線は、通常の埋設管路と同様、「4. 2. 2 維持管理方針」に基づいて日常管理を行います。

漏水履歴が3回以上となった場合は、抜本対策として、一旦、電気防食設備の設置を検討します。これが施工的に可能となる場合(外部電源方式の深埋式でも用地確保が可能など)は、電気防食設備を設置し、そうでない場合は、緊急的な更新を検討します。ただし、電気防食設備が施工的に設置可能な場合でも、使用可能年数到達まで20年未満の場合、電気防食設備の耐用年数が40年程度であることを勘案して、緊急的な更新の検討対象とします。

(2) 使用可能年数を超過した埋設鋼管

使用可能年数を超過した管路は、原則として更新の対象とします。

しかし、水道事業以外の事業も含む他の工事の影響などにより、直ちに更新に移れないことも考えられます。

このとき、漏水履歴が3回以上であれば、更新工事可能時期までの残り年数も勘案しながら、電気防食設備の設置を検討します。電気防食設備の設置が物理的に不可能、または、漏水履歴が2回以下であれば、監視しながら、更新が可能となるまでの間、使用を継続します。

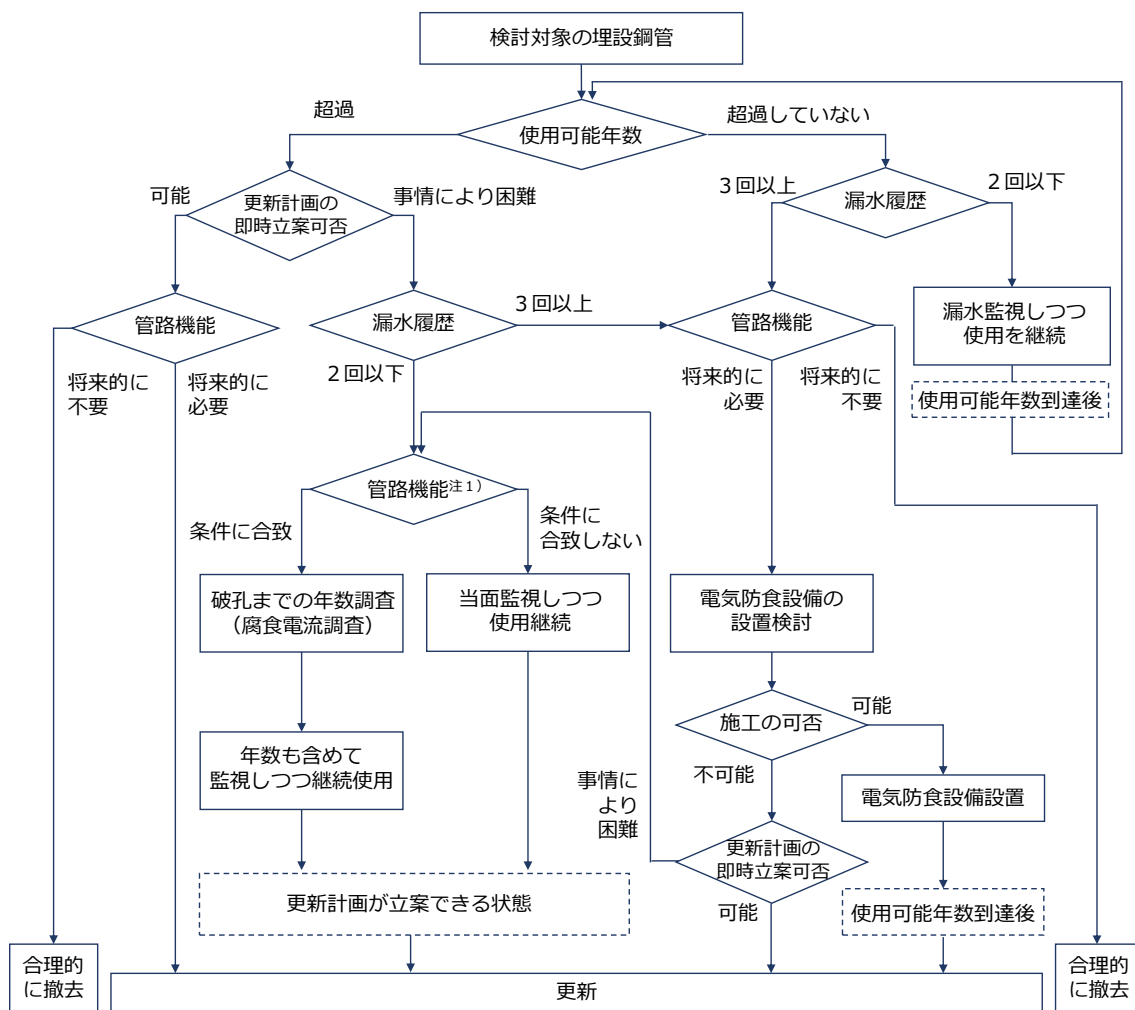
監視方法は、管路の重要度に応じて決定します。この管路機能が、1次配水ブロックへの流入ルート(機能分類上、送水機能を兼用する配水管路)又は1次配水ブロック内の主要ルート(機能分類上、1次配水ブロックの主要管路)であり、かつ、「2.3.1 管路機能の設定」に示すとおり、優先更新対象路線となっている場合は、腐食電流調査により破孔までの年数を把握し、通常の埋設管路を対象とした管路巡視に加えて、この年数も指標に監視します。管路機能がこれに当てはまらない場合は、通常の埋設管路と同様、「4. 2. 2 維持管理方針」に基づいて日常管理を行います。

いずれも、更新が可能となれば、直ちに更新に着手します。

4.3.5 維持管理フロー

この維持管理方針をまとめたフローを、図表4－25に示します。

このフローは、現時点の漏水事故履歴の分析に基づいて設定されているため、今後とも判断事例を積み上げ、適宜、判断フローを精査していくものとしします。



注1) 管路機能が下記のいずれかに該当。

- ・1次配水ブロックへの流入ルート(機能分類上、送水機能を兼用する配水管路)
- ・1次配水ブロック内の主要ルート(機能分類上、1次配水ブロックの主要管路)

注2) フローの点線枠の項目は、断水制限等から更新計画が立案できない状況からできる状況になる、使用可能年数に到達するなど、時間の経過が必要なものを表している。

図表4－25 埋設鋼管の維持管理フロー

5 水管橋についての方針

5.1 基本的な考え方

水管橋は独立水管橋及び橋梁添架管いずれも目視可能であるため、点検と修繕を前提とした状態監視保全を行い、必要に応じて更新対象とするか判断します。ただし、補剛形式の水管橋など一般的な遠方目視点検が困難なものに対しては、点検可能な手法を検討し採用します。水管橋は維持管理、更新ともに施工難易度が高いため、可能な限り他の管路で機能を代替する前提で必要条数を精査し、合理的な更新や維持管理の方針を定めます。

必要条数の精査は行いますが、水管橋は劣化によって落橋などの重大な事故につながるため、将来的に必要なかの精査結果に関わらず、全ての既存水管橋は日常管理対象とし、定期点検結果に基づき、補修や塗替などの劣化対策を行い、劣化の程度が激しく、通常の日常管理では対応できないと判断される場合は、精査結果に基づき、更新または撤去を行うことで、適切なメンテナンスサイクルの構築に努めます。

ここでは、上記を達成するための具体的な対策を現状分析に基づき整理し、更新への移行を含む対策選択の判断フローを整理します。

5.2 漏水傾向

水管橋は、毎年、全水管橋等を対象に実施している目視点検結果に基づき、概ね20年周期で塗替を行うことを基本としつつ、点検結果が良好ならば、次年度の点検まで塗替を繰延しています。

この結果、毎年、概ね10～17,8条を塗替えており、点検結果に基づく周期と20年の想定塗替周期に大きなずれはなく、漏水の発生も年数件に抑制できています。

5.3 必要条数の精査

水管橋の必要条数の精査にあたっては、管路機能分類に加えて、より重要性を明確にするため、重要給水拠点に至るルートであるか、「送水管」、「送水機能を兼用する配水管路」、「1次配水ブロックの主要管路」のいずれかに該当する場合は、優先更新ルート（「2.3.1 管路機能の設定」参照）であるかを考慮しています。

図表5-1 水管橋の統廃合(2024(令和6)年2月末時点)

分 類	条数	耐震化済	非耐震			
			鋼管	耐震ダク	一般ダク	鋳鉄管
1 BR(ブロック)流入・主要管の優先更新路線かつ重要給水施設ルート	10	4	5	0	1	0
2 BR 流入・主要管の優先更新路線	19	4	9	2	1	3
3 1次 BR の重要給水施設ルート	15	☆3	10	0	1	1
4 2次 BR の重要給水施設ルート	2	0	0	0	1	1

5	その他必要な1次配水 BR 管路	87	5	64	1	6	※11
	送水管	5	3	2	0	0	0
	送水機能兼用管路	11	1	10	0	0	0
	1次配水 BR 主要路	6	0	5	0	1	0
	1次配水 BR 補完路	7	0	5	0	0	2
	2次配水 BR 供給路	47	1	34	1	5	※6
	配水系統連絡管路	11	0	8	0	0	3
6	その他必要な 2 次配水 BR 管路	182	0	56	43	37	46
	フレーム連絡管	34	0	13	8	5	8
	フレーム管	36	0	12	11	7	6
	供給管	112	0	31	24	25	32
	小計①(必要な水管橋)	315	16	144	46	47	62
7	将来的に不要な1次 BR 管路	42	4	27	0	0	11
8	将来的に不要な 2 次 BR 管路	49	0	20	0	8	21
	小計①(不要な水管橋)	91	4	47	0	8	32
	合計①+②	406	20	191	46	55	94

注1) 休止中の水管橋含む。

注2) 耐震化済:上部・下部工と管路が耐震化された状態。(ただし☆印のうち 2 条は、上部工のみ耐震化)

注3) ※印に含む 4 条(口径φ300 以下)を除く、全 11 条を大阪市水道基幹管路耐震化 PFI 事業で整備予定。

注4) BR 流入・主要管の優先更新路:管路機能の「送水管」、「送水機能を兼用する配水管路」、「1次配水ブロックの主要管路」のうち優先更新路線。詳細は「2.3.1 管路機能の設定」参照。

5.4 維持管理方針

5.4.1 点検

水管橋の点検は、従来の年1回の遠方目視点検に加え、補剛材や遠方目視点検では点検困難な箇所を効率的に点検できる詳細点検を追加しました。ガイドラインよりも点検頻度は高くなっていますが、水管橋は毎年、点検で劣化が発見されるため、ガイドライン策定前の点検頻度である1巡/年を継続しています。

図表5-2 管路巡視の実施内容

対 象	巡視頻度	内 容	ガイドライン頻度
独立水管橋	・目視点検:1 巡/1年	・遠方目視点検	おおむね 1 巡/5年以上 ^{注1)}
橋梁添架管	・詳細点検:1 巡/5年	・近接目視点検	

注1) 点検頻度を高める(例:2年に1回以上など)水管橋の例として、基幹管路等の重要管路に設置された水管橋等が挙げられている。

(1) 遠方目視点検

従前より実施していた全水管橋を対象とした年1回の点検(陸上、船上)は、今後も継続して実施します。



図表5-3 船上からの目視点検風景と点検状況

(2) 近接目視点検

図表5-2のとおり、5年に1回、ドローンを用いて、補剛材等の従来の遠方目視点検では点検困難であった箇所の近接目視点検を行います。



図表5-4 ドローンによる点検画像例(補剛材あり独立水管橋)



図表5-5 ドローンによる点検画像例(橋梁添架管)

ドローンによる点検の対象は、補剛材ありの独立水管橋や、川幅が極端に広い、もしくは狭い、構造物の陰になっている等の理由で、地上や船上からの遠方目視点検のみでは点検が難しい橋梁添架管としています。これらの水管橋や橋梁添架管はリストアップされており、5年で1巡できるよう、計画的にドローン点検を実施します。

(3) 塗替工事時の足場を利用した詳細点検

塗替時には、まず足場を設置し、既存の塗覆装を撤去してから新たな塗覆装を設置するため、塗覆装撤去時に、詳しく管体等の状況を確認できます。詳しくは後述しますが、塗替工事は概ね20年に1回実施しています。

この機会を利用して、概ね20年循環で全ての水管橋を対象に詳細な点検を行うことで、(1)の遠方目視点検や(2)の近接目視点検で把握しきれない劣化を発見し、点検精度の向上を図ります。

5.4.2 診断

(1) 塗覆装

遠方目視点検、近接目視点検の双方で得られた点検結果をもとに、塗覆装の劣化状況を判断します。塗装の劣化状況を統一的かつ合理的に判断できるようにするため、「露出鋼管(水管橋等)～外面塗装劣化診断評価の手引き～(日本水道協会、日本鋼管協会)」に準拠して、図表5-6のとおり、1～4段階で評価します。

塗替対象の要否の判断として、この表の網掛けとなっている評点1～2を塗替工事の対象とします。

図表5-6 劣化診断の評点基準及び塗替対象

評点	塗膜の割れ	塗膜の剥離	鋼材の腐食
4	割れがない	剥がれがない	錆がない
3	割れが見られるが、開いていない	剥がれが見られるが、鋼面は見られない	錆が見られるが、錆汁は見られない
2	割れが見られ、開いている	剥がれが見られ、鋼面が見える	錆汁が見られる
1	割れが見られ、発錆が確認できる	剥がれが多数あり、全体に広がっている	錆が見られ、腐食により減肉している

注) 網掛け部: 塗替対象

(2) 管体

目視点検で管体部分の劣化が確認された場合は、補修を行う必要があります。管体は、減肉している部分に当て板溶接することで、もとの管厚に戻すことが可能です。このため、塗替工事の足場を利用した詳細点検で管体の減肉状況を調査し、その補修工事を塗替工事に含めることで、合理的に管体の健全性の回復を図ります。

(3) 補剛材

目視点検で補剛材の劣化が確認された場合は、管体の劣化の場合とは異なり、構造部材として評価する必要があります。このため、足場を設置した構造調査と、それ

に基づく構造診断を行います。この結果、部材の劣化により構造的に不安定であることが確認されれば、補修工事を行い、その後、塗替工事を実施します。

(4) 架替又は撤去の判断

管体の劣化が激しく、当て板等による補修では対応できない場合、又は、補剛材の補修工事が非常に大規模になる場合等は、当該水管橋等の管路機能を勘案して、架替又は撤去といった整備工事の対象とします。

5.4.3 修繕と記録

(1) 塗替

水管橋の塗替は、WSP 水管橋外面防食基準(日本水道鋼管協会監修 2010(平成 22)年3月 25 日改訂)に準拠して実施します。WSP によると、最も条件が厳しい臨海部における塗替サイクルは、美観を考慮すると 15 年、防食性を考慮すると 31 年となっています。

このように、WSP 基準の最短塗替サイクルは 15 年ですが、一方で、過去の点検結果から、15 年では劣化があまり進んでいないことが判明しています。このため、20 年の塗替サイクルを一定の目安とした上で、毎年 の点検結果を図表4-30の基準に当てはめ、塗替対象となる水管橋を抽出し、実施していきます。

(2) 補修

補修は前述の通り、管体については塗替工事と同時に、補剛材については、別途、構造調査および構造解析を行ったうえで、補修工事を行います。

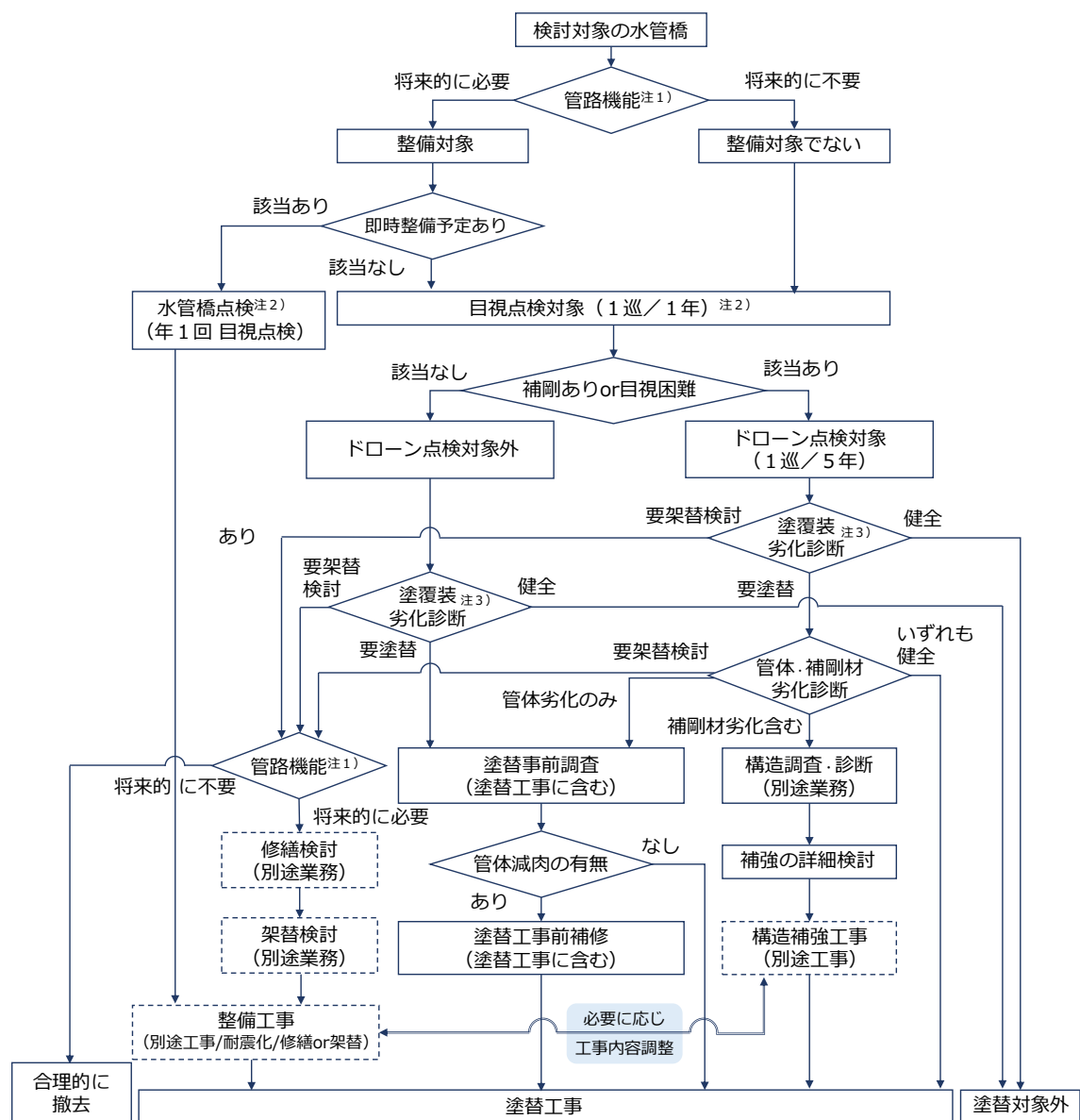
これらの点検結果や塗替、補修記録は、次回の対策実施までの間、すべて帳票として保管するとともに、データベースとして管理していますが、今後、管理システムの開発なども見据えて、データ管理方法の高度化について検討します。

5.5 維持管理フロー

この維持管理方針をまとめたフローを、図表5-7に示します。

このフローは、現時点の水管橋に関する知見に基づいて設定されているため、今後とも判断事例を積み上げ、適宜、判断フローを精査していくものとします。

なお、共同溝内配管の維持管理は、近接目視点検が困難な箇所がある、補剛材の劣化の補修時には綿密な構造計算が必要など、水管橋に特有な項目を除外しつつ、水管橋の維持管理方針を準用します。



注 1) 図表5-1で「将来的に必要」とされたもの。

注 2) 整備対象であっても、全て目視点検の対象とする。

ただし、塗替工事や補修工事の前に、整備工事との調整を行う。

注 3) 図表5-6の基準に基づく。

注 4) 点線枠の項目は、毎年実施する業務の範囲ではなく、別途、検討業務や請負工事を発注が必要となる業務を表している。

図表5-7 水管橋の点検・塗替・修繕フロー

6 付属設備(弁栓類等)についての方針

6.1 基本的な考え方

埋設管路や水管橋等の付属設備には、点検と修繕を前提とした状態監視保全を行い、必要に応じて更新対象とするか判断します。

付属設備は、制水弁における全閉時での故障を除き、操作しなければ通水に影響を及ぼさず、操作時や点検時に初めて故障が発見されるため、定期的な点検が必要ですが、これらの弁栓類は非常に数が多い一方で、配水支管上の弁栓類は比較的修繕が容易です。このため、全てを点検対象とするのではなく、合理的に絞り込みを行います。この結果、故障が判明したものは修繕または取替で機能回復を図りますが、基幹管路上の弁栓類は施工難易度が高いため、管路機能や影響範囲を考慮して、優先的に対応する弁栓類を設定し、これらの機能回復から着手します。

ここでは、上記を達成するための具体的な対策を現状分析に基づき整理し、対策選択の判断フローを整理します。

6.2 破損傾向

主な弁栓類等の付属設備の点検状況は、図表6-1のとおりです。ここでの故障数は、括弧でくくった件数を除き、弁本体(副弁含む)に関する故障の数であり、周辺設備の支障(開度計不良、弁室の損傷等)は含みません。この支障には、容易に修繕できるものもあり、そうしたものは、点検時に修繕まで行っています。

図表6-1 付属設備(弁栓類等)の点検状況(2019(令和元)年度実績抽出)

弁栓類種類	設置管路口径	故障発見数 (R元実績)	点検対象基数	循環年数 (R元時点)
制水弁	—	—	—	—
バタフライ弁(密閉型)	600mm 以上 ^{注1)}	22件	845 基	4年
縦型弁(開放型)		32件	266 基	2年
縦型弁(開放型)	400mm 以上	12件	5,567 基	4年
縦型弁(減速機付き)	600mm未満 ^{注1)}	0件	26 基	2年
縦型弁 ソフトシール弁	400mm 未満	(数件)	62,212 基	—
空気弁	400mm 以上	20件	6,481 基	10年
消火栓 ^{注2)}	全口径	(82 件)	30,727 基	随時
排水栓・洗浄栓	400mm 未満	(数件未満)	3,796 基	—

注1) 600mm以上および 400mm 以上600mm 未満の制水弁には、400mm 以上の基幹管路からの第1分岐で、口径400mm 未満の制水弁(3,600 基程度)が含まれる。

注2) 消火栓は消防局が点検し、消防局負担・水道局修繕で対応しており、この件数には機能不全となっていない消火栓の修繕数(鉄蓋調整など)も含む。

配水支管上に設置された弁栓類は、現在は定期的な点検を行っておらず、断通水作業時などの事前調査時に発見した故障に対して、修繕を行っています。この故障件数は年間数件と少なく、故障があっても代替設備の確保や即時修繕(取替)可能であり、水使用に影響を及ぼすことはありません。このため、即時修繕ができる体制を確保しつつ、定期点検の対象外としています。

一方、基幹管路上に設置された弁栓類は、修繕や取替は困難であり、迅速な機能回復が困難となります。このような付属設備は、修繕しなければ直ちに水使用に影響を及ぼすものではありませんが、漏水事故等に伴い操作が必要となった場合には、影響が広範囲に及ぶリスクがあります。このため、故障率を勘案して定期的に点検、修繕する必要があります。

6.3 維持管理方針

6.3.1 点検

前項までの整理を踏まえ、重要度が高く、修繕作業が大規模なものとなる基幹管路等(口径 400mm 以上)を対象に、計画的に点検し、軽微な故障は点検に合わせて修繕を行います。

点検方法や頻度は、「水道用バルブ類維持管理マニュアル(日本水道協会)」及び「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」(2023(令和5)年3月改訂版、厚生労働省)」を参考に、縦型の制水弁や減速機付きの制水弁といった故障が多く、点検時に清掃及び油脂類の塗布が可能な開放型形状の弁栓類は点検頻度を高くするなど、現状に見合うよう、合理的に設定しています。

図表6-2 付属設備(弁栓类等)の点検

項 目	点検頻度	内 容	ガイドライン頻度(例)
制水弁 【600mm 以上 ^(注1) 】	バタフライ弁(密閉型):1巡/4年 縦型弁(開放型) :1巡/2年	鉄蓋・弁室の状況、 清掃及び油脂類の 塗布、漏水の有無、 開閉状況、塗装の 目視点検、動作確 認を行い、軽微な 修繕も行う	定期点検 :目視と作動 基幹管路制水弁 :1巡/5年
制水弁 【400mm 以上 600mm 未満 ^(注1) 】	1 巡/6年 (減速機付は1巡/2年)		
空気弁	1 巡/10 年		精密点検:分解 基幹管路空気弁 :1巡/10 年

注1) 600mm以上および 400mm 以上600mm 未満の制水弁には、400mm 以上の基幹管路からの第1分岐で、口径400mm 未満の制水弁が含まれる。

制水弁 400mm 以上600mm 未満の点検頻度は、ガイドライン頻度より低く設定していますが、これは図表6-1のとおり、これらの故障頻度が低いことを勘案し、それまでの点検頻度4年を 2020(令和2)年度から6年に見直したためです。

この頻度は、前回の点検が一巡した際に、その間の故障状況を勘案して決定したものであるため、現在の点検が一巡すれば、その間の故障状況を確認し、必要に応じて点検頻度を見直すこととしています。

6.3.2 診断

点検によって、本格的な修繕が必要となったものは、基本的には計画的な修繕を実施しますが、基幹管路上の弁栓類、特に制水弁の修繕は、施工難易度が高く、大規模な土木工事や断通水作業を伴い社会的な影響が大きいため、市内での基幹管路更新工事と工程調整を図りつつ、合理的に進めていく必要があります。

このため、全ての故障弁栓類を直ちに修繕対象とするのではなく、管路機能等や代替となる弁栓類の有無、機能しないことによる断水範囲の広さ等を勘案して「優先対応弁栓類」を定め、これらを対象に、修繕または取替を行っていきます。

6.3.3 修繕と記録

弁栓類の機能回復には、取替または修繕が必要です。可能な限り合理的に機能回復を図るため、次の手順で、修繕方法を決定します。

(1) 更新工事に合わせた故障弁栓類の取替

故障弁栓類が存在する路線に更新計画がある場合は、「大阪市水道基幹管路耐震化 PFI 事業」も含めた更新工事に合わせて弁栓類の取替を行うなど、効率的な機能回復を図ります。

この方法の対象となる故障弁栓類の位置は、更新対象管路の範囲だけではなく、工事に伴う断水範囲付近に存在するものも含まれます。

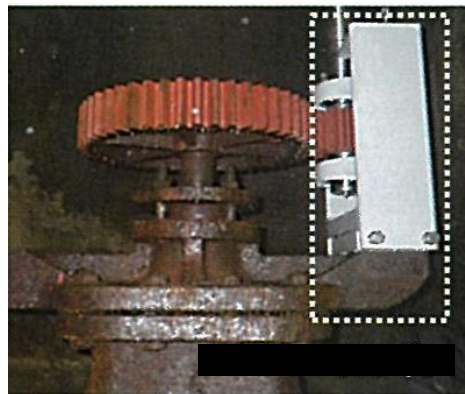
(2) 不断水修繕工法の適用が可能な弁栓類の修繕

弁栓類の修繕は、基本的に取替が必要となるため、管路を断水し、掘削を伴う取替工事を実施しますが、前述のとおり基幹管路の断水は影響が大きく、費用も要するため、断水や掘削を伴わない修繕方法の適用が可能であれば、大幅なコストカットや工期の短縮といった施工の合理化が期待できます。

故障の種類や弁栓類の形状によっては、図表6-3~4のように、一部の部品を汎用部品に取り替えるなどによって、取替と同等の機能回復が期待できる工法も開発されています。この工法を採用すれば、断水も掘削も不要になるため、把握している故障弁栓類への適用可否を確認し、計画的な修繕工事を実施していきます。



図表6-3 不断水修繕工事前



図表6-4 不断水修繕工事後

(3) その他の弁栓類の取替

当該路線の更新計画がなく、不断水修繕工法が適用できない故障弁栓類については、別途、取替工事を実施し、機能回復を図ります。

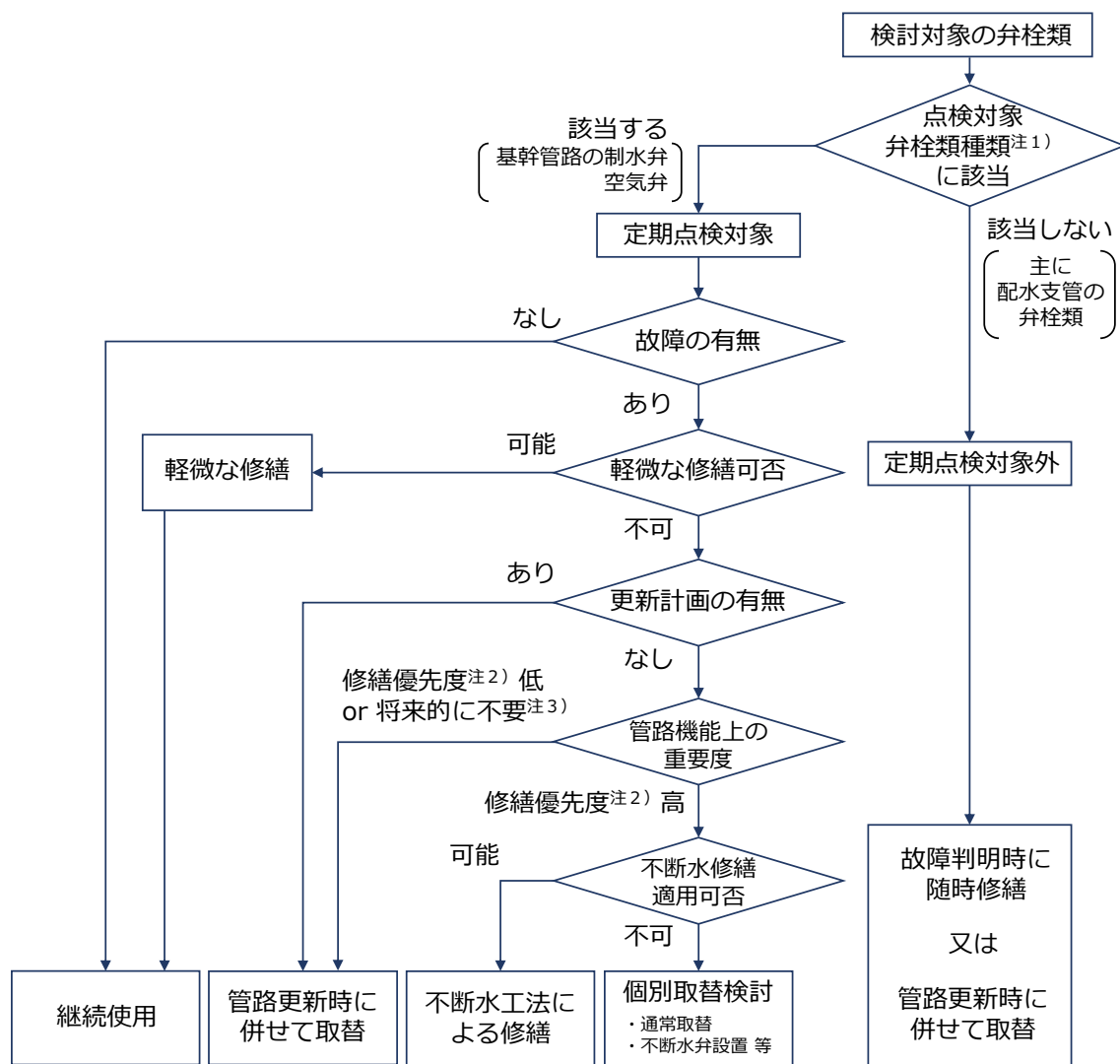
なお、この検討にあたっては、既設管路を断水して故障弁栓類を取り替える方法だけではなく、同様の機能となるように位置を選定し、新たに不断水工法等で制水弁を設置するなど、施工面と費用面の双方を考慮しながら、合理的な機能回復の方法を検討します。

これらの点検結果や修繕記録は、次回の対策実施までの間、すべて帳票として保管するとともに、データベースとして管理していますが、今後、管理システムの開発なども見据えて、データ管理方法の高度化について検討します。

6.4 維持管理フロー

付属設備(弁栓類等)の維持管理方針をまとめたフローを、図表6-5に示します。

今後、弁栓類の維持管理に係る新たな知見の取得や修繕方法等の開発があれば、適宜、フローを見直し、精度向上を図ります。



注1) 図表6-2の点検対象弁栓類に該当するもの。

注2) 「6.3.2 診断」で「修繕対象弁栓類」に分類するもの。

注3) 「2.3.1 管路機能の設定」の設定による。

図表6-5 付属設備(弁栓類)の維持管理フロー

7. その他

7.1 各種マニュアルとの連携

本方針は、管路施設の維持管理の方針を包括的に示すものですが、これを実地で有効に活用するためには、具体的な現場作業マニュアルと連携する必要があります。

大阪市水道局では、安全と品質の両面に立った水安全マネジメントシステムとして、食品安全管理の国際規格である ISO22000 を取得しており、維持管理も含めた現場での作業マニュアルは、この ISO22000 の関係文書の一環として、マニュアルおよび手順書として管理しています。

現時点では、本方針とこれらのマニュアルの内容は整合していますが、今後ともこの状態を維持するため、いずれかの内容を見直す際は、もう一方の内容もそれに整合させるよう、適切に管理を行います。

7.2 方針の見直し

将来的にも管路設備を適切に維持管理していくためには、管路を取り巻く状況の変化や有用な新技術の開発、国によるガイドラインの改定など、新たな知見の取得などによって、その方法を適宜見直していく必要があります。

また、管路施設の予防保全対策として、更新と日常管理で構成されたメンテナンスサイクルによって、管路機能を維持することとしていますが、点検・修繕データや管体調査結果といった各種データを蓄積し、分析することによって、使用可能年数をはじめとした更新の基本条件を見直すこともあり得ます。これによって更新計画が見直された場合、維持管理内容を見直す必要が生じる可能性があります。

こうしたことから、本維持管理方針は、概ね5年に 1 回程度、見直しの必要の有無について確認し、適宜、内容を修正して、その時点の管路施設の状況に最も見合った維持管理方針となるよう、管理を行います。

なお、本方針の管理は、配水課において行います。

(補足) 使用可能年数の設定方法

1. ダクティル鑄鉄管

1.1 使用可能年数設定の基本的発想

ダクティル鑄鉄管の使用可能年数の基本的な発想は、「使用可能年数内に更新を行うことにより、目標とする漏水レベルに抑制できる」ものとしており、目標とする漏水レベルは、「水道ビジョン」に示された大規模水道事業体の目標値である有効率98%程度で、これは漏水する管路が概ね現在の4分の1程度まで減少することに相当します。ここ定義する使用可能年数とは、有効率 98%を達成するダクティル鑄鉄管の更新サイクルでもあります。

また、ダクティル鑄鉄管の漏水は、継手よりも管体で多く発生していることから、管体の外面腐食に着目して劣化予測を行い、使用可能年数を設定することとしました。

1.2 使用可能年数

1.2.1 ダクティル鑄鉄管(ポリエチレンスリーブ被覆なし)

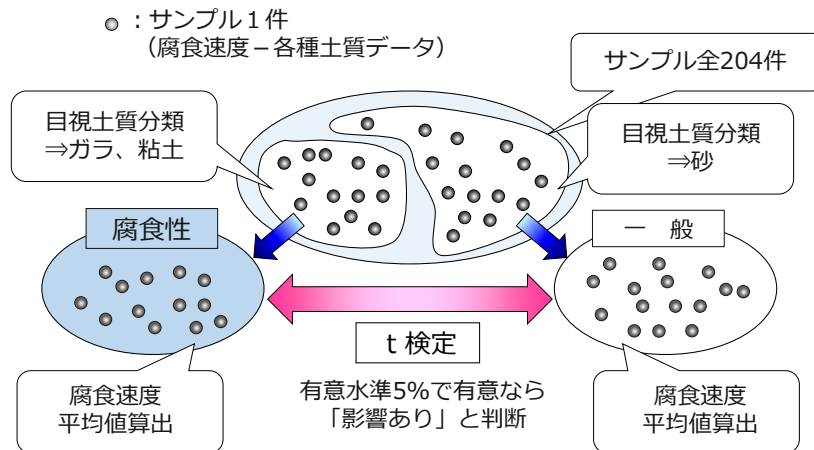
漏水している管路、つまり腐食が進んで穿孔している管路が今後どの程度増加するのか、それを予測するため、劣化予測を行う必要があります。これは、管体調査によるサンプルを収集し、その経過年数と腐食深さ(腐食の程度によって劣化ランクが低下する。Vが健全でIが穿孔あり。数字が小さいほど劣化が進んでいる。)の2種類のデータをマルコフハザードモデル(時間の経過とともに予測対象がどの劣化ランクに推移するか統計的に推計するモデル)で分析し、劣化予測を行っています。

なお、過去の漏水事故の傾向から、特に腐食が進みやすい箇所とそうでない箇所が存在することが分かっています。このため、「4.4.2(3)修繕と記録」に記載の管体調査における管体サンプルと土壌サンプルの分析のほかに資料調査を行い、「やや腐食性の高い土壌」と「一般土壌」を設定しました。

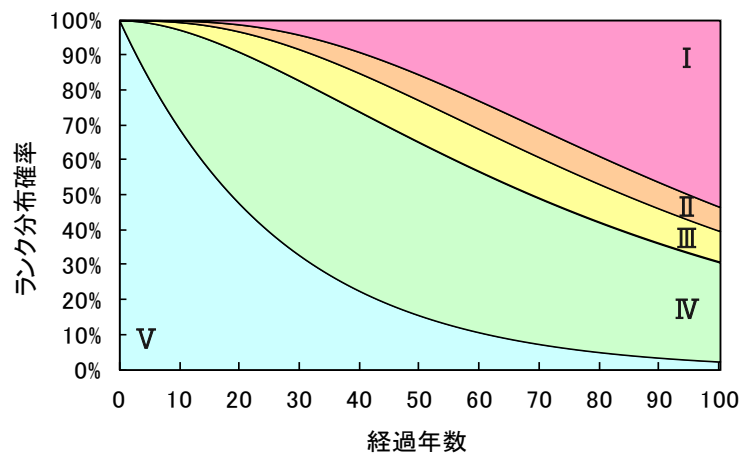
分析にあたっては、町丁目ベースで区分を行っており、収集したサンプルから腐食速度に有意に影響がある要因を抽出(補足図表-1)のうえ、土壌区分設定を行っています。分類後、「腐食性土壌」とされた地域から採取された管体の腐食速度の平均値と、「一般土壌」の平均値の差をt検定し、その結果、有意な差があることを確認することで、土壌区分の妥当性を検証しました。なお、サンプル誤差抑制のため、土壌区分ごとに100件以上のサンプルを確保しています。

補足図表-1 土壌区分設定にあたっての収集データ一覧

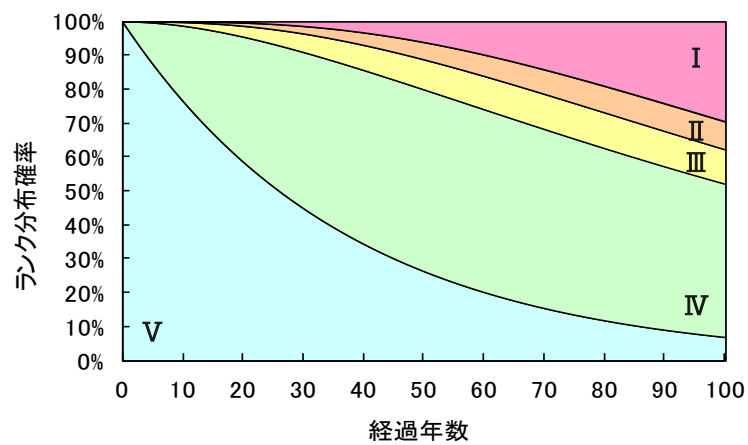
サンプル採取1件あたり		資料調査
管体サンプル	土壌サンプル	
・埋設位置 ・埋設年度 ・腐食深さ	・ANSI ・DVGW ・目視土質分類	・工場地域分類 (土地利用履歴)



補足図表－2 腐食速度への影響要因抽出イメージ



補足図表－3 劣化予測曲線(やや腐食性が高い土壌)



補足図表－4 劣化予測曲線(一般土壌)

1.2.2 ダクタイル鑄鉄管(ポリエチレンスリーブ被覆あり)

ポリエチレンスリーブを被覆することによって、ダクタイル鑄鉄管の腐食を抑制することができます。この効果は、文献資料(水道施設更新指針 2005 (社)日本水道協会)によると、20 年程度とされています。

この年数の妥当性を確認するため、ポリエチレンスリーブを被覆したダクタイル鑄鉄管の管体サンプルを収集し、分析を行っています。

ポリエチレンスリーブは一定の期間、管体の腐食の開始を防止し、その後、効果を失うと考えられるため、ポリエチレンスリーブ被覆なしのダクタイル鑄鉄管の腐食の開始傾向と、ポリエチレンスリーブ被覆ありのダクタイル鑄鉄管の「ポリエチレンスリーブ効果年数」経過後の腐食の開始傾向は、同様の傾向を示すと考えられます。このため、ポリエチレンスリーブを被覆した各サンプルの経過年数から、仮定の「効果年数」を差し引いて劣化予測と行った結果と、ポリエチレンスリーブを被覆しない各サンプルの劣化予測結果を比較して、最も似た傾向となった「効果年数」をもって、ポリエチレンスリーブの効果年数とします。

この分析でも、サンプル誤差の抑制のため、一定量のサンプル数が必要です。ポリエチレンスリーブは管体のように土壤の電氣的要因で腐食せず、土壤の影響は受けにくいと考えられるため、本市以外のポリエチレンスリーブを被覆しているサンプルも含め、100 事例以上を確保していますが、本市内のデータが多いほうが望ましいため、本市内でのサンプル収集も並行して行っています。今後、収集および分析を進め、ポリエチレンスリーブの被覆による使用可能年数の延長効果年数を評価します。

2. 埋設鋼管

2.1 使用可能年数設定の基本的発想

鋼管の劣化プロセスは、まず絶縁体である被覆装が劣化し、鉄製の管体部が露出すると、そこから腐食が始まり、管厚が減少することで進行します。露出配管であれば、塗覆装を塗替により更新することで、劣化の進行を抑制することが可能ですが、埋設管は塗替ができないため、塗覆装の劣化を前提として、いずれは更新を行う必要があります。

更新の目安となる埋設鋼管の使用可能年数の設定にあたっては、図表4-20に示す局所的かつ急激に進行する電食やマクロセル腐食といった路線特有の要因ではなく、管路全体の劣化に関係し、どの路線にも存在するマイクロセル腐食に着目し、マイクロセル腐食による腐食速度を考慮した破孔までの年数を、使用可能年数と定義します。

なお、使用可能年数設定時には、上述の塗覆装の効果年数を考慮することも可能ですが、塗覆装の劣化がどの程度の速さで進行するかに関するデータがないこと、マイクロセル腐食で破孔までの年数を使用可能年数に設定していることから、今回の設

定では、塗覆装の効果を見込まないこととしました。

2.2 使用可能年数設定

マイクロセル腐食の進行速度はバラツキが大きく、文献資料によると、0.02～0.1mm/年以下(鋼管路の診断及び更新・更生計画策定マニュアル(財)水道技術研究センター)であり、過去の本市における事故履歴から想定される腐食速度も、この範囲の中に収まっています。

このため、危険側の想定として、上記の最大値である0.1mm/年を採用し、鋼管の標準管厚をこれで除した年数を、実質的な使用可能年数として設定しました。

- ・口径 800mm 以上:80 年(管厚 8mm 以上)
- ・口径 800mm 未満:60 年(管厚 6mm 以上)

ただし、この年数の設定にあたって、塗覆装の効果を見込んでいないことや、マイクロセル腐食の進行速度としては、極めて速い速度を採用していることから、この年数に到達すると直ちに更新するというものではなく、図表3-20のフローのとおり、それぞれの路線の状況を考慮して、更新の検討を行うこととしています。