



岩手中部水道企業団 管路更新計画

平成 29 年 3 月

(令和 6 年 2 月改訂)

目 次

1. 計画の目的と内容	1
1. 1 目的	1
1. 2 内容	1
2. 基幹管路、配水支管の定義	2
2. 1 基幹管路の設定	3
2. 2 現況管路の分析	3
2. 3 本計画の必要性	5
3. 管種選択基準	6
3. 1 耐久性、耐震性、施工性、安全性、経済性を踏まえた選択基準	6
3. 2 選択基準の検討プロセス	7
3. 2. 1 性能要件の定義	7
3. 2. 2 耐久性に関する評価	7
3. 2. 3 耐震性に関する評価	7
3. 2. 4 施工性に関する評価	8
3. 2. 5 安全性に関する評価	8
3. 2. 6 経済性に関する評価	8
3. 2. 7 総合評価	9
4. 更新優先順位	11
4. 1 更新優先順位決定の基本方針	11
4. 2 管路の物理的評価	12
4. 2. 1 物理的評価の方法	12
4. 2. 2 管路全体での評価点数	13
4. 2. 3 個々の管路の物理的評価	13
4. 3 管路の重要度評価	16
4. 3. 1 水理解析モデルに基づく管路流量分布	16
4. 3. 2 重要度点数の算出手順	17
4. 4 管路の更新優先度評価	18
4. 4. 1 更新優先度の評価方法	18
4. 4. 2 評価結果	18

5. 年次別整備計画（令和3年度から令和7年度まで）	20
5.1 更新予定路線（改訂前）	23
5.2 更新予定路線（改訂後）	24
5.3 施工単価の整理	25
5.4 最重要基幹管路の更新	25
6. 管路更新率及び耐震管率の見通し	27
6.1 管路更新率	27
6.2 将来の耐震管率	27
7. 計画のフォローアップ	28
7.1 将来の更新箇所を選定に向けた情報の収集と計画の見直し	28
7.1.1 情報の収集と計画見直しの必要性	28
7.1.2 維持管理情報の収集	28
7.1.3 管体腐食度調査の実施	29
7.2 AIを活用した管網評価とグルーピング	29
改訂履歴	30

1. 計画の目的と内容

1. 1 目的

本計画は、岩手中部水道企業団水道ビジョンに挙げた3つの実施施策を実現するため、同ビジョンのアセットマネジメントによる投資可能額と管路更新率を基に、最も効果的且つ効率的に管路を更新するため必要な各種基準を確立するとともに、その基準による令和3年度から令和7年度までの整備計画を示すことを目的として定めたものである。

しかし、近年の急激な物価上昇による工事価格の高騰から、計画した投資可能額および管路更新率により更新事業を進めることが困難となったほか、計画改訂（令和3年3月）後に主要な配水管の漏水が発生し、更新対象路線の見直しが必要な状況にある。

これらの状況を踏まえ、物価上昇を見据えた投資可能額を設定するとともに、直近の漏水状況等を踏まえた更新路線に見直しし、限られた財源の中で効果的な更新事業を推進することを目的として本計画を改訂する。

【岩手中部水道企業団水道ビジョン実施施策】

- 実施施策 5 水道施設の再構築
- 実施施策 7 水道施設の耐震化
- 実施施策 13 アセットマネジメントの実践

1. 2 内容

- ① 対象区域：岩手中部水道企業団給水区域全域
- ② 計画内容：以下のとおり。
 - 基幹管路、配水支管の定義
 - 管種選択基準
 - 更新優先順位
 - 年次別整備計画（令和3年度から令和7年度まで）
 - 管路更新率及び耐震管率の見通し
 - 計画のフォローアップ

2. 基幹管路、配水支管の定義

基幹管路の設定

岩手中部水道企業団の基幹管路を以下のとおり定義する。

- 基幹管路とは、全ての導水管及び送水管、配水本管をいう。
- 配水本管とは、①口径 150mm 以上の配水管、②口径 100mm 以下の配水管のうち、一次配水池と二次配水池を繋ぐ送水管機能を有する配水管及び配水池に直結する配水管で口径が変更されるまでの区間、③重要給水施設（病院、指定避難所）に供給する配水管、④道路管理者の指定する緊急輸送道路に埋設されている配水管をいう。

なお、上記の配水本管に該当しない配水管を配水支管として定義する。

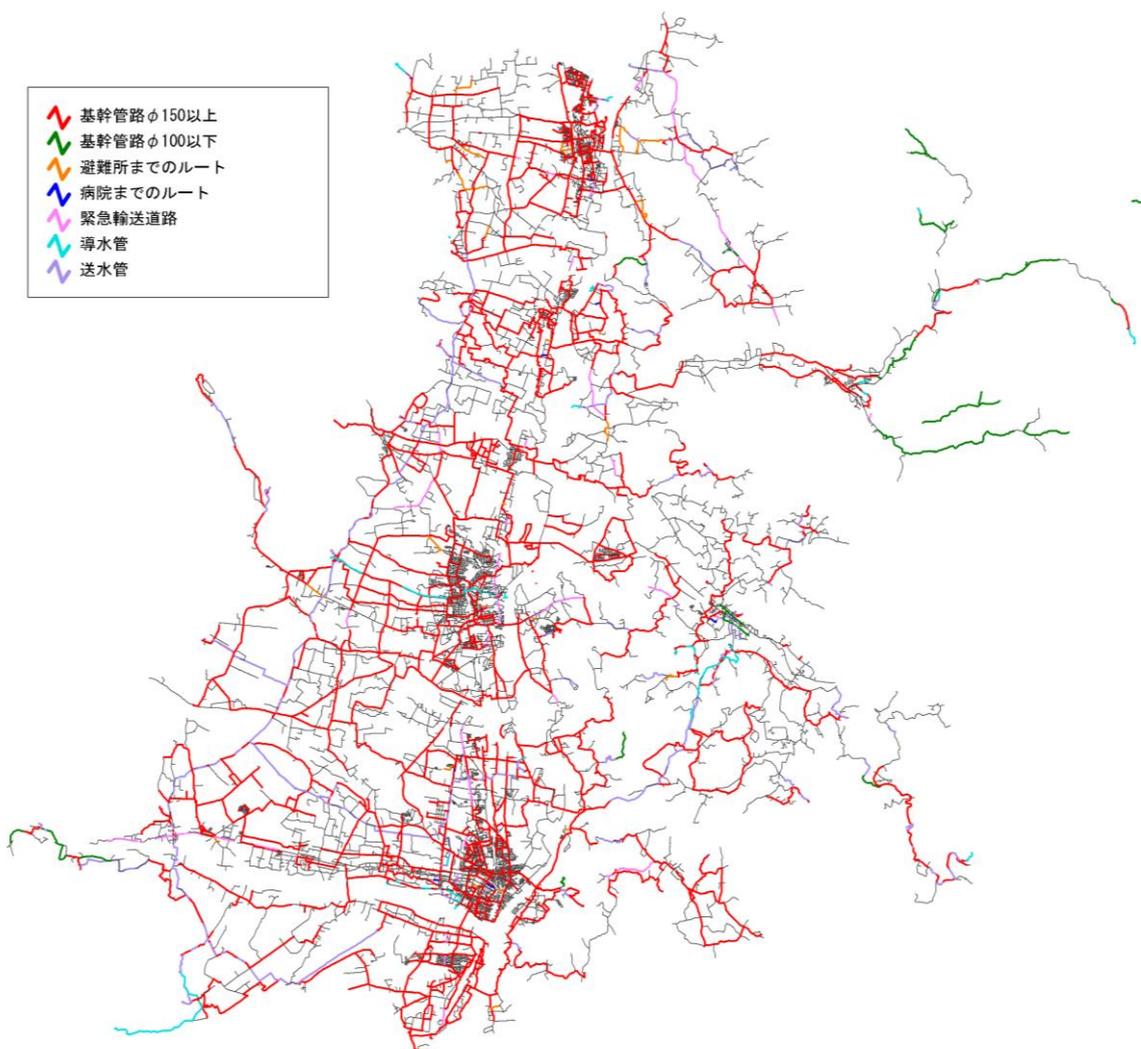


図 2-1 基幹管路分布図

2. 1 基幹管路の設定

基幹管路とは、全ての導水管及び送水管、配水本管で構成され、本計画における配水本管を表 2-1 のとおり定義する。

表 2-1 配水本管

定義	
1	口径150mm以上の配水管
2	口径100mm以下の配水管
	一次配水池と二次配水池を繋ぐ、送水管機能を有する配水管 配水池に直結する配水管で、口径が変更されるまでの区間
3	重要給水施設（後述）に供給する配水管
4	道路管理者の指定する緊急輸送道路に埋設されている配水管

表 2-1 に挙げた重要給水施設として、本計画では表 2-2 のとおり定義する。

表 2-2 重要給水施設

定義	
3-1	企業団の指定する病院（総合病院、人工透析を行っている病院）
3-2	構成市町の地域防災計画に掲載されている指定避難所

2. 2 現況管路の分析

基幹管路の定義に従い、令和元年度末時点（管路情報システム（WATERS）における令和 2 年 3 月時点データ）における管路の状況を分析した。

総延長約 2,870km に及ぶ導送配水管が布設されており、口径別にみると、口径 75mm 及び口径 100mm の管路が最も多く、口径 150mm 以下で全体の 8 割以上を占めている。また、管種別にみると、ダクタイトル鉄管（K 形）と硬質塩化ビニル管（RR 継手）で全体の約 7 割を占めている。

布設年度別にみると、管路の法定耐用年数である 40 年を経過している 1979 年以前に布設された管路が全体の約 1 割を占め、延長としては基幹管路で約 150km、配水支管で約 120km となっており、本計画期間内にはさらに基幹管路で約 110km、配水支管で約 170km の管路が法定耐用年数を超過することになる。

従って、今後、計画的な管路の更新を行わない場合は、これらの老朽化した管路が増加することになる。

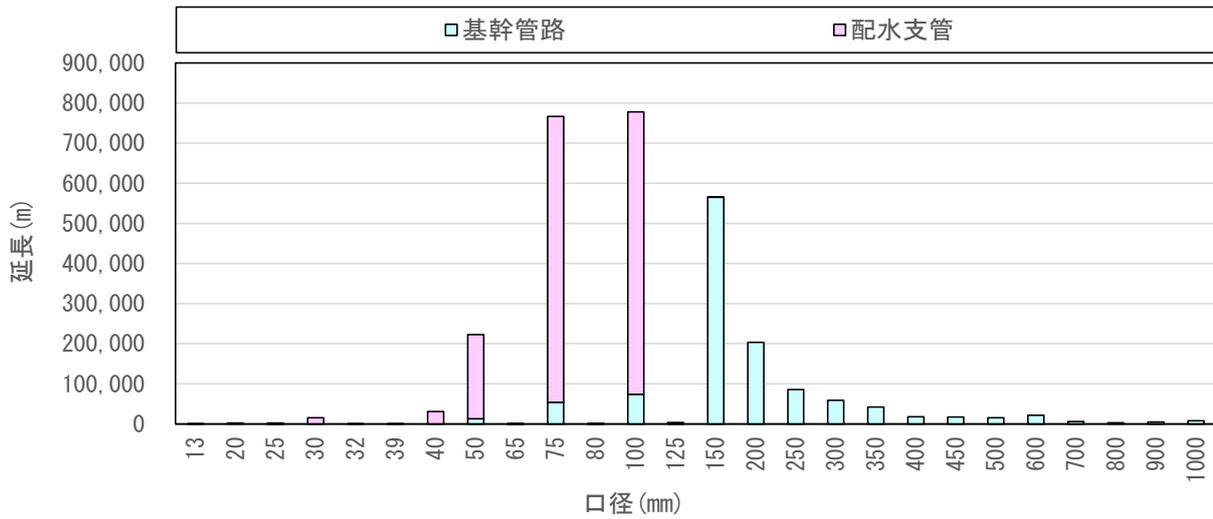


図 2-2 口径別管路延長

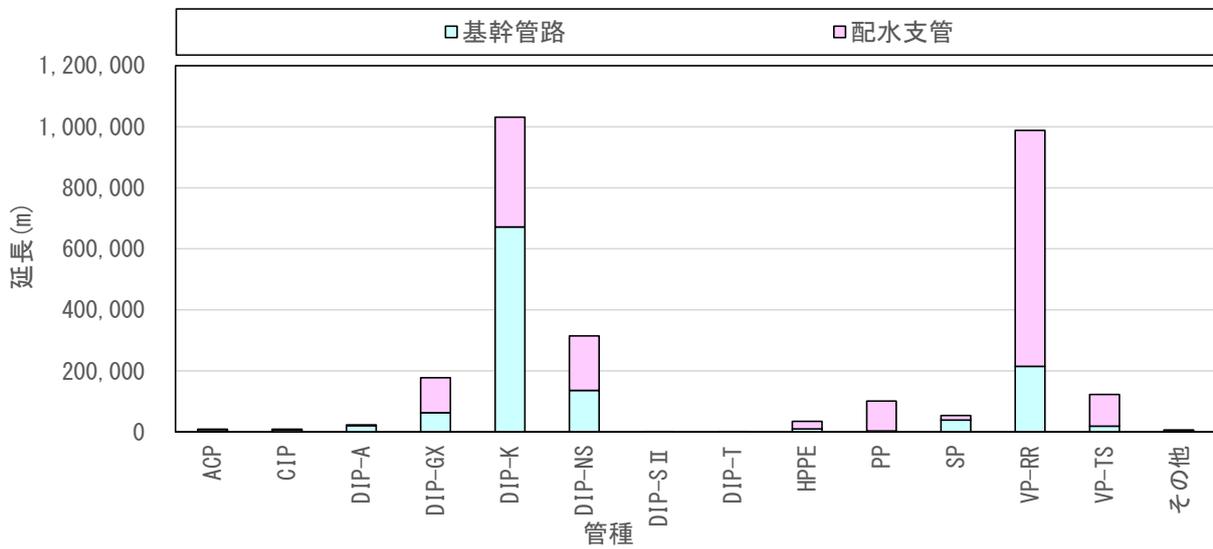


図 2-3 管種別管路延長

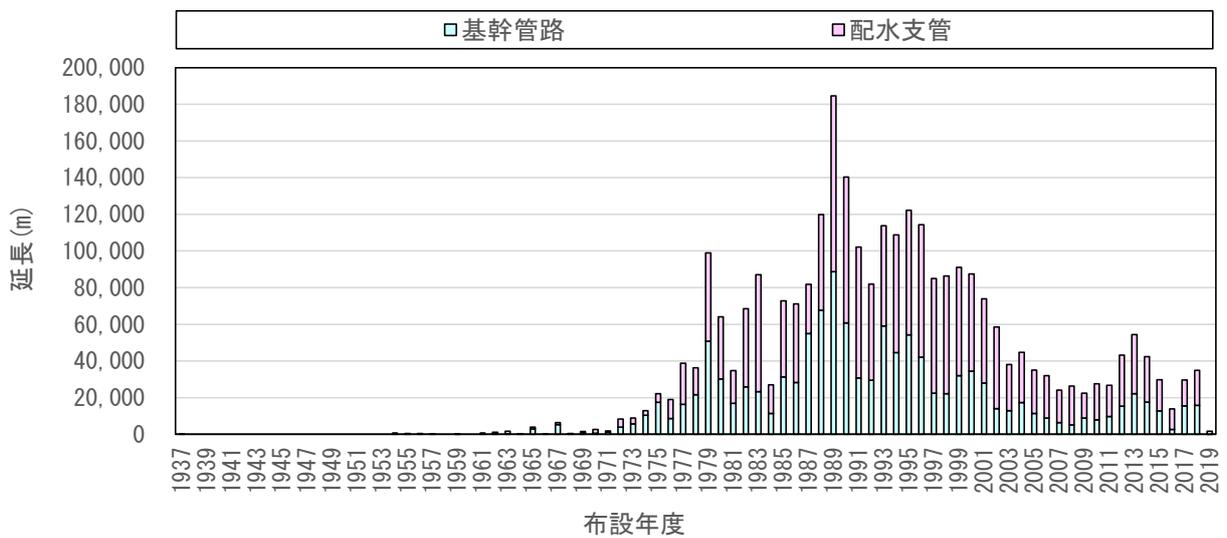


図 2-4 布設年度別管路延長

全ての管路を表 2-1、表 2-2 に基づき分類した管路延長及び構成比率を表 2-3 に示す。

表 2-3 基幹管路及び配水支管の延長及び構成比率（単位：m、％）

管路の分類		延長	比率	
基幹管路	導水管	38,599	1.3	
	送水管	166,824	5.8	
	配水本管	1 口径150mm以上の基幹管路	887,495	30.9
		2 口径100mm以下の基幹管路	39,963	1.4
		3-1 病院までのルート	2,014	0.1
		3-2 避難所までのルート	18,005	0.6
		4 緊急輸送道路	37,926	1.3
		配水本管 計	985,403	34.3
	基幹管路 計	1,190,826	41.4	
	配水支管	1,681,311	58.6	
総管路延長	2,872,137	100.0		

2.3 本計画の必要性

図2-4に示したとおり、当企業団の管路は1979年以降に布設されたものが大半を占めるが、これは法定耐用年数 40 年を超過する管路が今後急速に増加していくことを意味するものでもある。この急速に増大する更新需要に対応し、国民の生活を支える社会インフラとしての責務を果たすには、中長期的視点に立って資産を管理し、計画的な投資を行うというアセットマネジメントの実践が必要となる。

当企業団のアセットマネジメントは、マクロマネジメントにて投資規模を設定し、ミクロマネジメントによりその規模における最も効果的な整備方法を設定するものであり、本計画は、このミクロマネジメントを実施するうえで必要な基準等を示すものである。

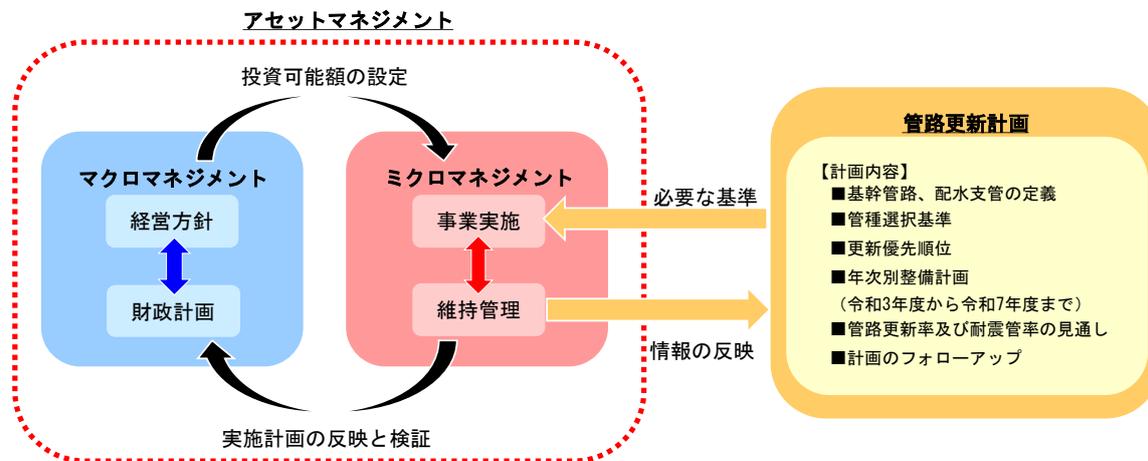


図 2-5 アセットマネジメントにおけるマクロマネジメントとミクロマネジメントの関係

3. 管種選択基準

3. 1 耐久性、耐震性、施工性、安全性、経済性を踏まえた選択基準

管路の更新及び新設時に採用する管種は、次を原則とする。

耐久性、耐震性、施工性、安全性、経済性を踏まえた選択基準

基幹管路については事故時の影響が大きいことから、各種性能に対する信頼性が高く、地震以外の災害にも強いGX形ダクトイル鋳鉄管を採用し、強靱な管路の構築と給水の安全性確保を図る。

配水支管については口径毎の総合的評価に基づき、口径75mm、100mmにおいてGX形ダクトイル鋳鉄管を、口径50mmにおいては水道配水用ポリエチレン管を採用する。

表 3-1 耐久性、耐震性、施工性、安全性、経済性を踏まえた選択基準

区分		採用管種
基幹管路		G X 形ダクトイル鋳鉄管（ポリエチレンスリーブ被膜）
配水支管	口径 75mm, 100mm	G X 形ダクトイル鋳鉄管（ポリエチレンスリーブ被膜） 水道配水用ポリエチレン管※
	口径50mm	水道配水用ポリエチレン管

※口径75mm、100mmにおける水道配水用ポリエチレン管は、その使用条件及び施工方法を事前に検討し、定めようえで試験施工を行い、採用に係る諸検討を行う。

3. 2 選択基準の検討プロセス

ここでは、本計画における選択基準の検討過程を示す。

3. 2. 1 性能要件の定義

当企業団が求める性能要件を次のとおり定義する。

耐久性	管路の法定耐用年数 40 年に 1.5 を乗じた「 <u>60 年を超える実使用が期待できること</u> 」を耐久性の性能要件とする。
耐震性	ライフラインとしての社会的役割を果たすため、基幹管路、配水支管ともに「 <u>レベル 2 地震動による損傷が軽微であること</u> 」を耐震性の性能要件とする。
施工性	円滑な更新事業の実現を図るため、「 <u>施工性の劣後が事業の進捗に影響を及ぼさないこと</u> 」を施工性の性能要件とする。
安全性	近年、豪雨に起因した大規模な自然災害が発生していることから、「 <u>豪雨被害による損傷が軽微であること</u> 」を安全性の性能要件とする。
経済性	「 <u>生涯費用（ライフサイクルコスト）及び会計上の費用が低廉であること</u> 」を経済性の性能要件とする。

3. 2. 2 耐久性に関する評価

耐久性については、長期耐久性に係る技術的根拠資料により評価を行った。

GX 形ダクタイル鋳鉄管の外表面耐食塗装、配水用ポリエチレン管の第三世代としての材料特性は、技術としては比較的新しく（JWWA 規格取得年度：GX 形ダクタイル鋳鉄管⇒H25 年 3 月、配水用ポリエチレン管⇒H9 年 9 月）、試験結果から得られた相関式を基に長期耐久性能を予測、立証する手法を取っている。

よって、その予測通りに 100 年程度の耐久性を有するか確認することは、実証という手段では証明不可能な状況にあるが、それぞれの技術的根拠資料が示す試験の手法と内容を鑑みるに、性能要件である 60 年以上の使用は達成できると評価した。

ただし、配水用ポリエチレン管は長期間における使用実績が存在せず、耐久性に係る検証方法に一部懸念がある。

3. 2. 3 耐震性に関する評価

耐震性については、厚生労働省が主催し取りまとめを行った「管路の耐震化に関する検討報告書（H26.6）」を基に評価を行った。

近年の大規模地震による被害が無いこと、同検討報告書に記載があるとおり厚生労働省資料では GX 形ダクタイル鋳鉄管及び配水用ポリエチレン管ともに耐震管と区分していること

から、耐震性の優劣こそ判定困難なものの、性能要件を満たした耐震化は、どちらの採用によっても達成できると評価した。

配水用ポリエチレン管については、供用から長時間経過した後の耐震性、複数回のレベル2地震動への対応について懸念がある。

3. 2. 4 施工性に関する評価

当企業団の事業区域において長年の施工実績があり信頼性の高いダクティル鑄鉄管が、円滑な事業進捗の観点において特に施工性に優れると評価した。

一方、配水用ポリエチレン管はその材料特性上、工夫を施してもなお水場での施工等に難があるが、全国的には配水用ポリエチレン管の普及は拡大傾向にあり、施工性に起因した大きな事業進行遅延の情報はないことから、本性能要件自体は満たすものと評価した。

3. 2. 5 安全性に関する評価

安全性については、近年の豪雨被害実例を基に評価を行った。

耐震型継手のダクティル鑄鉄管は大規模な道路崩壊においても被害が確認されておらず、性能要件を十分に満たすものと評価した。

配水用ポリエチレン管については、全てのケースではないものの、被害実例が確認されたことから、性能要件は満たさないと評価し、重要な管路である基幹管路には採用しないこととする。

3. 2. 6 経済性に関する評価

標準的なモデル管路を設定し、その設計額を算出することで経済性の評価を行った。

GX形ダクティル鑄鉄管、配水用ポリエチレン管の工事価格及び1m当たりの施工単価は表3-2に示すとおりであり、13～15%程度GX形ダクティル鑄鉄管が高い結果となった。

表 3-2 モデル管路500mにおける施工費の比較（単位：円）

施工費		①DIP (GX)	②HPPE	差額	比率 (①/②)
口径 75mm	工事価格 (税抜)	25,400,000	22,510,000	2,890,000	113%
	1m当たり単価	50,800	45,020	5,780	
口径 100mm	工事価格 (税抜)	28,390,000	24,760,000	3,630,000	115%
	1m当たり単価	56,780	49,520	7,260	

経済性の評価は、生涯費用（ライフサイクルコスト）と会計上における費用（減価償却費）の2通りの観点から行うことができる。

会計上における費用（減価償却費）による比較を行った結果、GX形ダクティル鑄鉄管は、配水用ポリエチレン管に比べ、13～15%程度高く、短期的な視点（減価償却費）では配水用ポリエチレン管の方が経済性で有利となった。

表 3-3 会計上の費用（減価償却費）による比較（単位：円/年）

減価償却費		①DIP (GX)	②HPPE	差額	比率 (①/②)
口径 75mm		635,000	562,750	72,250	113%
	1m当たり単価	1,270	1,126	144	
口径 100mm		709,750	619,000	90,750	115%
	1m当たり単価	1,420	1,238	182	

※法定耐用年数は地方公営企業法施行規則による(①②いずれも40年)。

一方で、生涯費用（ライフサイクルコスト）による比較を行った結果では、GX形ダクタイトイル鑄鉄管は、実耐用年数を配水用ポリエチレン管より20年程度長く期待できるため、配水用ポリエチレン管に比べ、8～10%程度低く、長期的な視点（ライフサイクルコスト）ではGX形ダクタイトイル鑄鉄管の方が経済性で有利となった。

表 3-4 生涯費用（ライフサイクルコスト）による比較（単位：円/年）

ライフサイクルコスト		①DIP (GX)	②HPPE	差額	比率 (①/②)
口径 75mm		254,000	281,375	-27,375	90%
	1m当たり単価	508	563	-55	
口径 100mm		283,900	309,500	-25,600	92%
	1m当たり単価	568	619	-51	

※実耐用年数は耐久性評価による(①は100年、②は80年)。

3. 2. 7 総合評価

当企業団が水道管路に求める5つの性能（耐久性、耐震性、施工性、安全性、経済性）について、前述までの検証をもとに総合的な評価を行った結果を表3-5に示す。

その結果、全ての性能においてGX形ダクタイトイル鑄鉄管が配水用ポリエチレン管と同等以上の評価となったことから、GX形ダクタイトイル鑄鉄管を規格口径の範囲において基本的な更新管種として採用し、地震以外の災害にも強い強靱な管路を構築することで、給水の安全性確保を図る。

ただし、配水用ポリエチレン管はイニシャルコストが低く、短期の経済性に優れることから、ダクタイトイル鑄鉄管に劣る性能的要素（耐久性、耐震性、安全性）が当企業団の給水事業に悪影響を及ぼすことのない形で使用することで、その長所を活かした使用方法を模索するべく、口径75mm及び100mmにおいて試験施工を実施する。

表 3-5 総合評価

項目	GX 形ダクタイトイル鑄鉄管 (DIP-GX)	配水用ポリエチレン管 (HPPE)
耐久性	<ul style="list-style-type: none"> □ 外面耐食塗装技術により、60 年を大幅に超える使用が期待できると評価した。 □ 経年による物性値の低下はなく、本地域でも布設より 65 年を迎える印籠継手形の鑄鉄管が現在も使用されている実績を考慮するに、耐食性を持つ鑄鉄管の長寿命性を妥当と評価した。 	<ul style="list-style-type: none"> □ PE100 の材料特性により、60 年以上の使用が期待できる。 □ 常温において経年劣化する合成樹脂製の HPPE 管に長期間の使用実績がなく、耐久性に係る検証方法に一部懸念がある。
耐震性	<ul style="list-style-type: none"> □ 厚労省が取りまとめを行った「管路の耐震化に関する検討報告書」により、十分な耐震性を有すると評価した。 	<ul style="list-style-type: none"> □ レベル 1 地震動に対する耐震性は有すると評価した。 □ 塑性設計であり、供用から長時間経過した後の耐震性、あるいは複数回のレベル 2 地震動への対応については懸念がある。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> □ プッシュオン・メカニカルの接合は施工管理方法が確立しており信頼性も高く、天候や現場への適応力も高いことから、十分な施工性を有すると評価した。 	<ul style="list-style-type: none"> □ 材料特性上、施工で工夫を施しても水場での施工に難があり、陸付け配管ができない現場では長所も活かしづらいため DIP 管には劣るものの、要件を満たす程度の施工性は有すると評価した。
安全性	<ul style="list-style-type: none"> □ 近年に豪雨被害を受けた事業者への調査結果より、道路崩壊するような大きな災害においても被害がなく、極めて災害に強い管であると評価した。 	<ul style="list-style-type: none"> □ 被災事業者への調査結果より毎年数件の破断破損被害が確認されており、性能要件を満たさないため基幹管路には適さない。 □ 被災の可能性が小さい等、使用条件を限定したうえで配水支管としての使用を検討する。
経済性	<ul style="list-style-type: none"> □ HPPE 管に比べ 13%~15%程度建設費（イニシャルコスト）が高く、減価償却費も高額となる。 □ 耐久性の評価から実耐用年数を 100 年程度期待することが出来、その場合のライフサイクルコストは HPPE 管より少額となる。 	<ul style="list-style-type: none"> □ DIP 管に比べ 13%~15%程度建設費が低いため、減価償却費が少額となる。 □ 耐久性の評価を考慮し、実耐用年数を 80 年程度とした場合のライフサイクルコストは DIP 管より高額となる。

4. 更新優先順位

更新事業対象とする路線の抽出及び優先順位付け方法を下記に示す。

4. 1 更新優先順位決定の基本方針

更新優先順位決定の基本方針

優先順位 1：企業団選定路線（漏水など問題が発生している路線）

優先順位 2：更新指針による評価路線

管路更新には事後保全と予防保全の考え方があり、給水サービス向上の観点からは、全ての管路を予防保全的に、即ち漏水前に更新することが理想であるが、布設年度の違いや投資可能額の制約から、理想的更新を行うことは困難な状況にあることが判明している。

そこで、更新の優先順位としては、漏水という管路の機能性低下情報を把握した路線における再発防止を最優先とし、次に漏水による被害影響の大きい基幹管路を、その次に配水支管をそれぞれ計画的に更新することを基本方針とする。

ここでは、日本水道協会「水道施設更新指針」に従い、管路の物理的評価と重要度評価を行い、更新優先順位の検討のための基礎資料となる更新優先度点数を検討している。

管路の更新優先度点数（Ⅰ～Ⅻ）は、「重要度評価」と「総合物理的評価点数」を併せて管路更新優先度の定量評価を行うもので、点数が低いほど更新優先度が高いことを示す。

なお、更新指針による評価は、経過年数、管種、管径等から一般的な知見を基に評価する手法であり、企業団での漏水事故履歴などの実情は反映されていない。これらを反映した具体的な更新予定箇所については、5. 年次別整備計画で検討している。

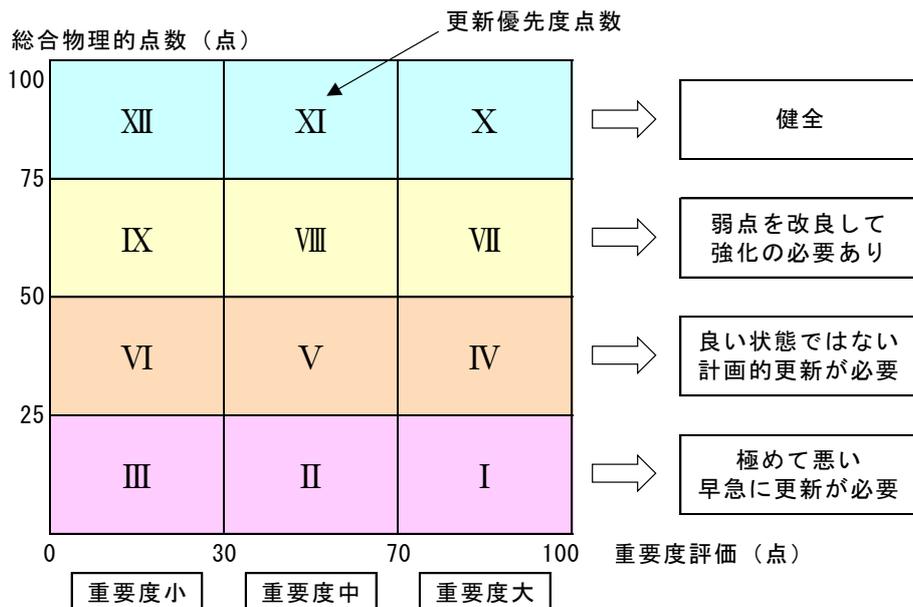


図 4-1 管路更新優先度点数の説明

4. 2 管路の物理的評価

日本水道協会「水道施設更新指針（平成 17 年 5 月）」に従い、水道管路の物理的評価を行った。

4. 2. 1 物理的評価の方法

事故危険度点数（ S_F ）、有効率点数（ S_E ）、水理機能点数（ S_H ）、耐震性強度点数（ S_S ）、水質保持機能点数（ S_Q ）の各要素及び経年化係数（ C_Y ）を用いて総合物理的評価点数（ S ）を算定した。

各要素に経年化係数（ C_Y ）を乗じたものを S_F' 、 S_E' 、 S_H' 、 S_S' 、 S_Q' とし、これらの相乗平均を総合物理的評価点数（ S ）とする。算出した総合物理的評価点数（ S ）は、下式に従い総合評価を行った。

$$\text{総合物理的評価点数（} S \text{）} = (S_F' \times S_E' \times S_H' \times S_S' \times S_Q')^{1/5}$$

- 老朽度の定量評価；管種、管種を構成する鋳鉄管（ダクタイル鋳鉄管含む）比率、経過年数から経年化係数（ C_Y ）を算定。
- 事故危険度の定量評価；主な既往資料から管種別の平均的な事故率を設定し、それを事故危険度係数（ C_F ）としており、管種と延長から事故危険度点数（ S_F ）を算定。
- 管路漏水の定量評価；管路漏水の評価は、有効率を用いて有効率点数（ S_E ）を算定。
⇒平成 30 年度の有効率 88.8%では有効率点数（ S_E ）は 36.8 点。
- 水理条件の定量評価；管種別に水理機能係数（ C_H ）を設定しており、管種と延長から水理機能点数（ S_H ）を算定。
- 耐震度の定量評価；「地震による水道管路の被害予測」（日本水道協会）の地震時被害予測式を用いて耐震性強度（ R_s ）を算出し（管種、管径、延長により算出）、耐震性強度点数（ S_S ）を算定。
- 水質劣化の定量評価；管種別に水質保持機能係数（ C_Q ）を設定しており、管種と延長から水質保持機能点数（ S_Q ）を算定。

表 4-1 物理的視点からみた管路施設の総合評価

総合物理的評価点数（ S ）（点）	管路施設の総合評価
76～100	健全
51～ 75	一応許容できるが弱点を改良、強化の必要がある
26～ 50	良い状態ではなく、計画的更新を要する
0～ 25	きわめて悪い、早急に更新の必要がある

4. 2. 2 管路全体での評価点数

配水管全体、送水管全体、導水管全体の物理的評価を行った結果を表 4-2 に示す。なお、配水管全体の総合物理的評価には有効率点数（36.8 点）を適用したが、送水管と導水管の有効率点数（ S_E ）は評価できないため、除外した。

表 4-2 物理的評価結果

経年化係数及び各要素点数	配水管	送水管	導水管
経年化係数 (C_V)	0.873	0.947	0.921
事故危険度点数 (S_F)	35.7	92.0	81.6
有効率点数 (S_E)	36.8	-	-
水理機能点数 (S_H)	45.0	99.1	92.0
耐震性強度点数 (S_S)	32.1	84.1	81.9
水質保持機能点数 (S_Q)	45.9	95.9	92.0
総合物理的評価点数 (S)	33.8	87.7	79.9

以上より、以下の結果が得られた。

- 配水管全体の総合物理的評価点数は 33.8 点であり、「良い状態ではなく、計画的更新を要する」という評価であった。このような結果になった要因として、平常時事故危険度が高く、また耐震性も低いとされる硬質塩化ビニル管を多く使用していることがあげられる。
- 送水管全体の総合物理的評価点数は 87.7 点であり、「健全」という評価であった。
- 導水管全体の総合物理的評価点数は 79.9 点であり、「健全」という評価であった。
- 今後、老朽化が懸念される硬質塩化ビニル管について、ダクタイル鋳鉄管（耐震継手）やポリエチレン管（融着継手）等に優先順位を早めて布設替えしていくことにより、総合物理的評価結果は効果的に向上すると考える。

4. 2. 3 個々の管路の物理的評価

個々の管路についても物理的評価を行った。総合物理的評価点数（ S ）の分布色分け図（有効率点数は管路個々の評価はできないため除外）を図 4-2 に示す。

また、導水管の総合物理的評価点数（ S ）別の延長集計結果を図 4-3 に、送水管の総合物理的評価点数（ S ）別の延長集計結果を図 4-4 に、配水管の総合物理的評価点数（ S ）別の延長集計結果を図 4-5 に示す。

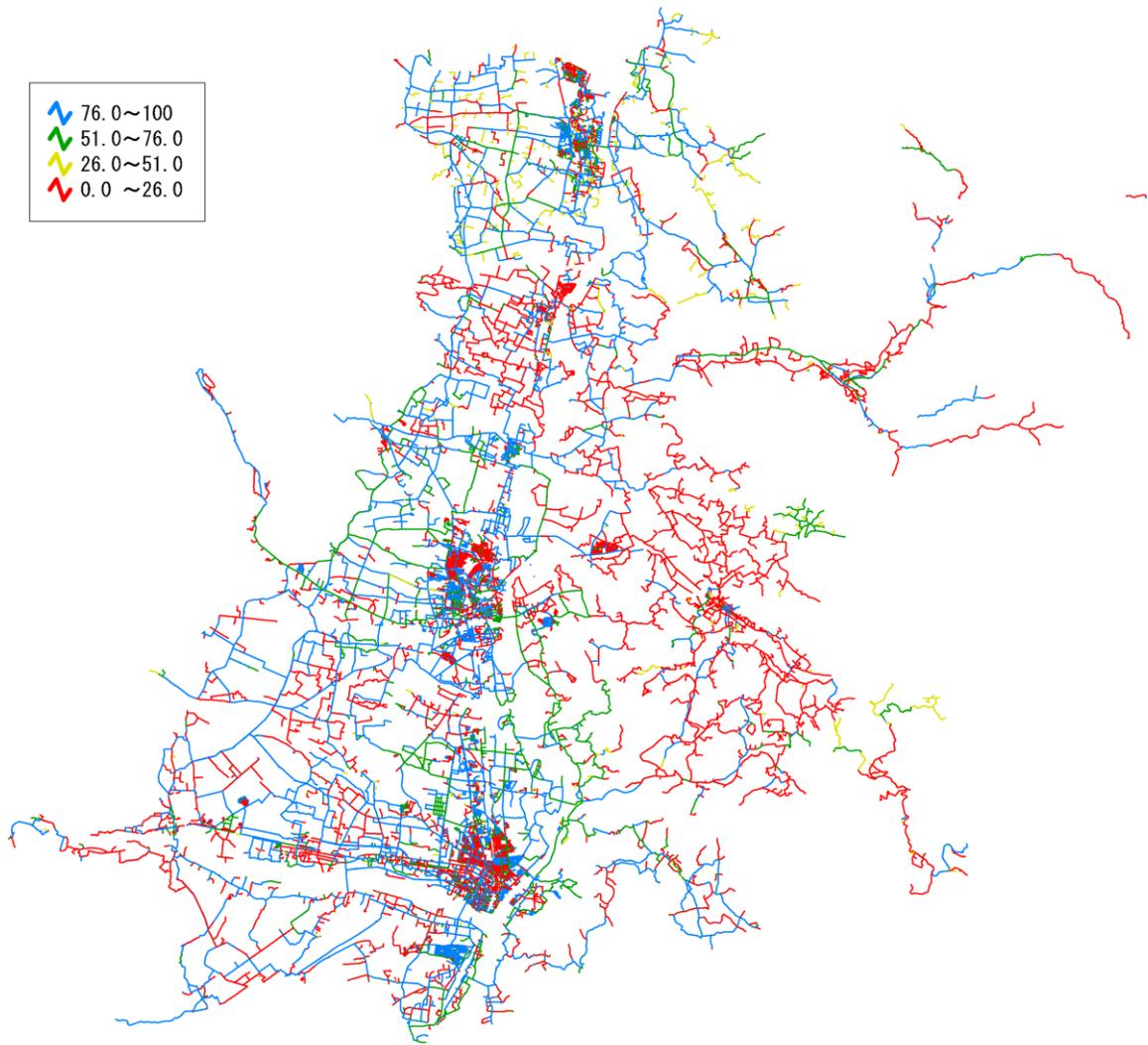


図 4-2 総合物理的評価点数 S 点数分布図 (導・送・配水管)

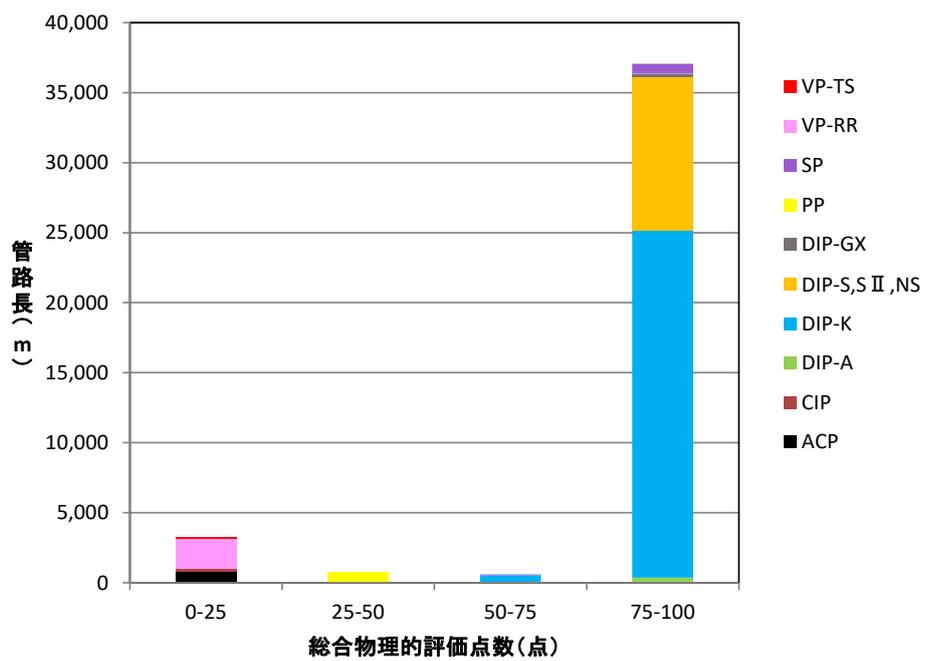


図 4-3 導水管の総合物理的評価点数 S-延長集計

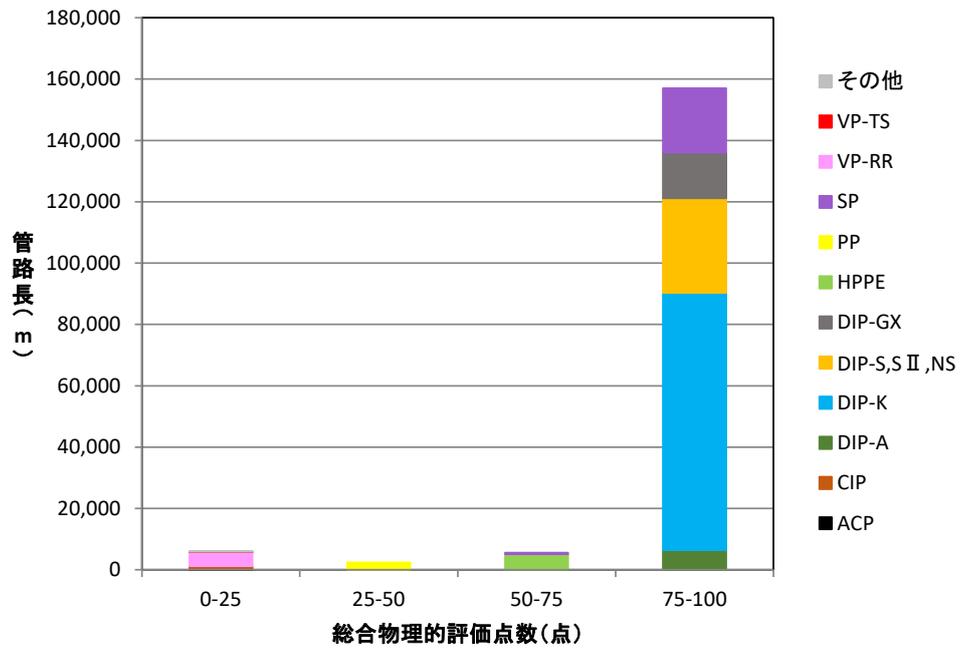


図 4-4 送水管の総合物理的評価点数S-延長集計

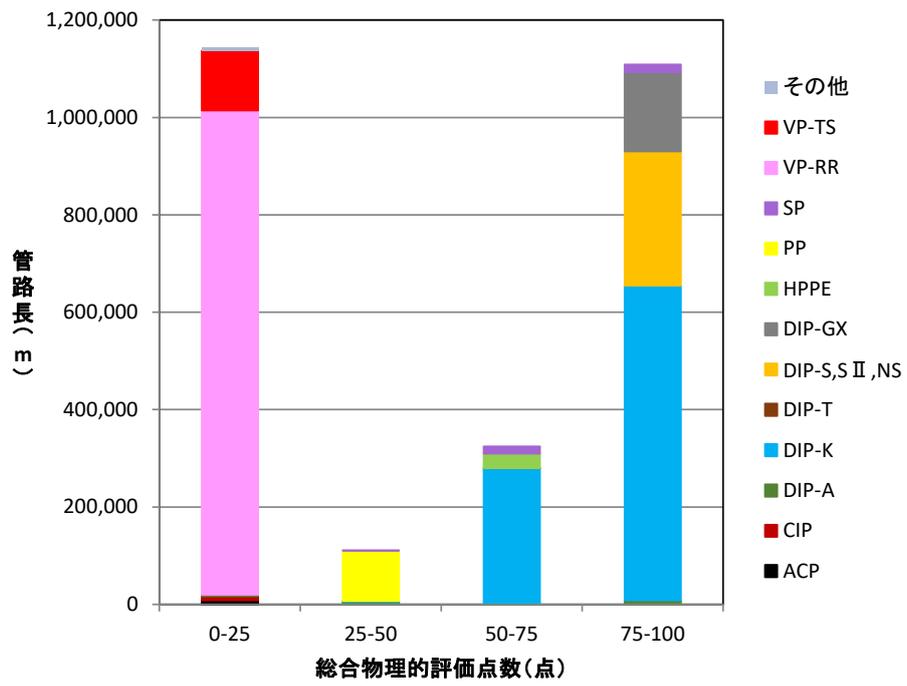


図 4-5 配水管の総合物理的評価点数S-延長集計

4. 3 管路の重要度評価

4. 3. 1 水理解析モデルに基づく管路流量分布

管路の重要度評価を行うにあたり、各管路に流れる流量を定量的に把握するため、マッピングシステムから出力された水理解析モデルを用いて、平成 30 年度における 1 日最大配水日の一日平均配水時を想定した使用水量を設定した。なお、送水量は平成 30 年度の配水日報から、送水流量、もしくは送水先の配水池の日計平均水量を入力した。

流量

流量 $5.0\text{m}^3/\text{h}$ 未満の配水管が、約 $2,452\text{km}$ （全管路延長の約 91.2% ）を占めていたが、その内、口径 300mm 以上の管路が約 12.2km を占めており、あまり水の流れていない口径の大きい管路があることが判明した。また、流量 $5.0\text{m}^3/\text{h}$ 未満の送水管が、約 68km （全管路延長の約 39.8% ）を占めていたが、その内、口径 300mm 以上の管路が約 6.7km を占めており、あまり水の流れていない口径の大きい管路があることが判明した。

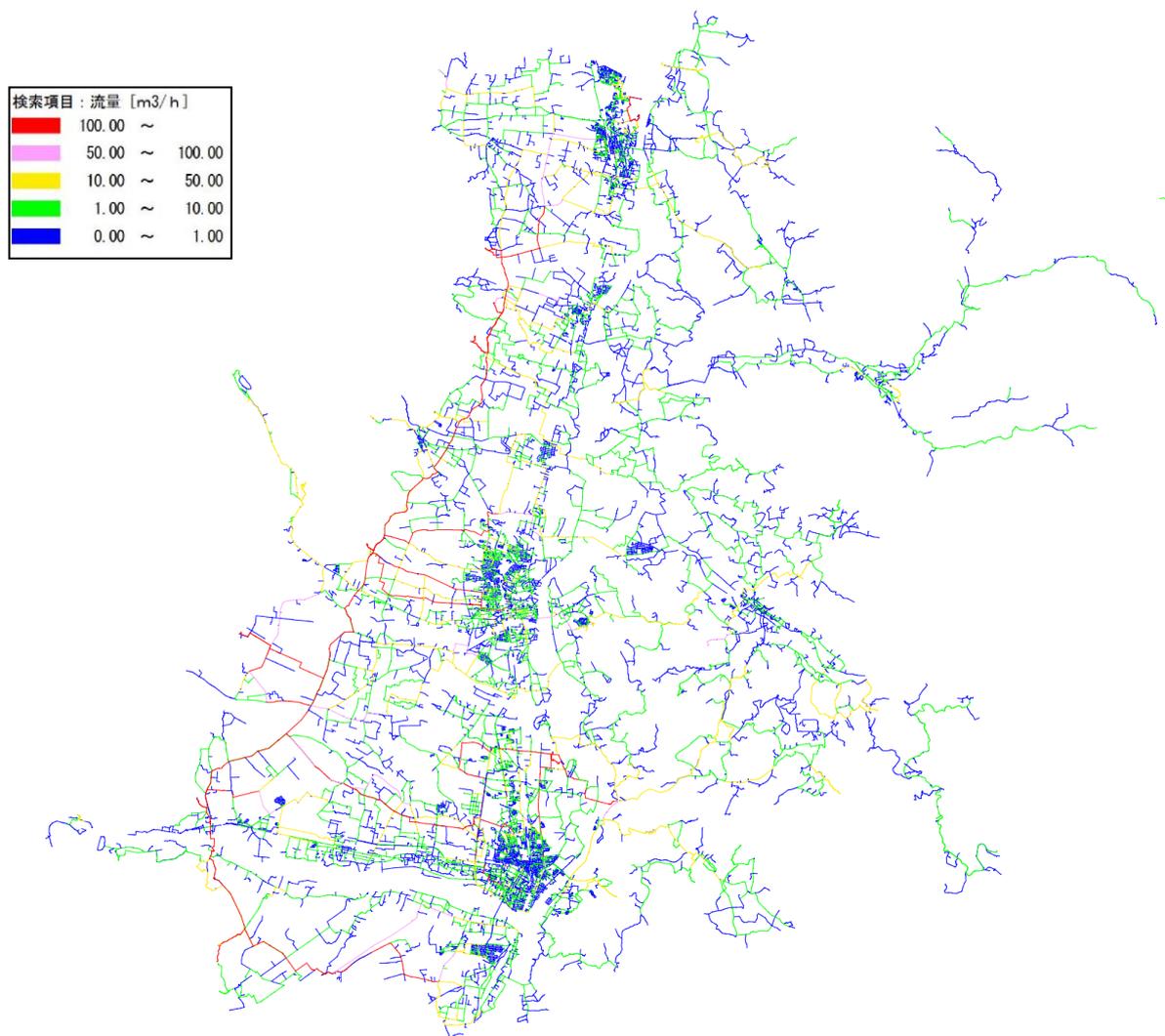


図 4-6 流量色分け図（一日平均配水量）（送・配水管）

4. 3. 2 重要度点数の算出手順

水道施設更新指針に基づく管路の重要度点数の算出手順について、以下に示す。

手順 1 : 下式から路線の給水量重要度 (I_Q) を算出した。

路線の給水量重要度 (I_Q) = (対象路線の給水量/1 路線当たりの平均給水量) \times 0.5

手順 2 : I_Q から下式を用いて各路線の給水量重要度点数 (S_{I_Q}) を算出した。

$$S_{I_Q} = [50 / \{\exp[0.5 \times 0.6931 / (I_{\max} - 0.5)]\}] \times \exp[0.6931 / (I_{\max} - 0.5) \times I]$$

S_{I_Q} : 各路線の給水量重要度点数

$I_{Q\max}$: 路線の給水量重要度最大値

I_Q : 各路線の給水量重要度

手順 3 : 算出された重要度点数から、各管路の給水量重要度を表 4-3 にしたがって評価した。

表 4-3 評価基準

各路線の重要度点数 (S_I)	各路線の重要度評価
70~100 点以下	大
30~ 70 点以下	中
0~ 30 点以下	小

注) 水理解析対象外の導水管については、水道施設更新指針に基づき重要度点数を 100 点とする。

算出した重要度評価の分布図を図 4-7 に示す。

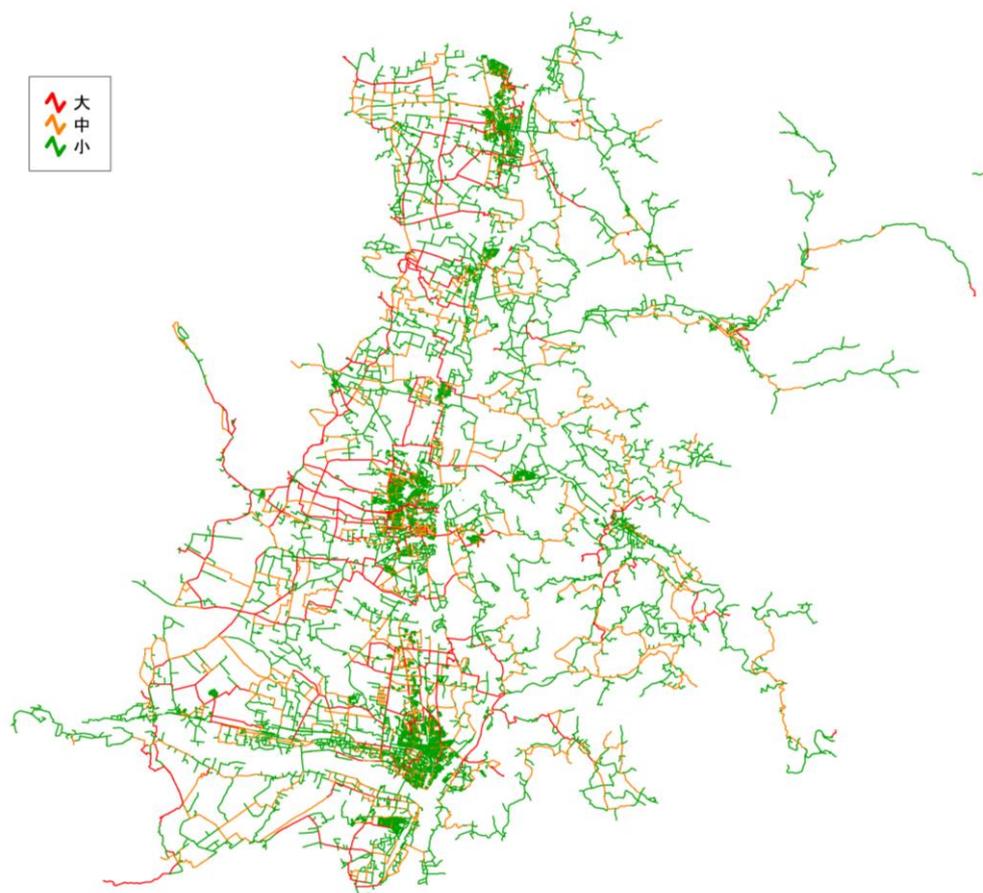


図 4-7 重要度評価の分布図 (導・送・配水管)

4. 4 管路の更新優先度評価

4. 4. 1 更新優先度の評価方法

「管路の重要度評価（大・中・小）」と、「管路の総合物理的評価点数（0～100点）」を併せて管路更新優先度の定量評価を行った。

表 4-4 に管路の更新優先度別の延長を整理する。更新優先度点数が「I」に近いほど、更新優先度が高いことを意味する。

表 4-4 管路更新優先度延長（単位：m）

評価	更新優先度点数	導水管	送水管	配水管	計
極めて悪い、早急に更新が必要	I	2,506	102	33,632	36,240
	II		21	230,847	230,868
	III		5,325	867,003	872,328
		2,506	5,448	1,131,482	1,139,436
良い状態ではない、計画的更新が必要	IV	113		4,889	5,002
	V			1,971	1,971
	VI		2,438	99,760	102,198
		113	2,438	106,620	109,171
弱点を改良して強化の必要あり	VII	540		79,997	80,537
	VIII		11	83,081	83,092
	IX		5,567	159,834	165,401
		540	5,578	322,912	329,030
健全	X	35,440	33,332	191,776	260,548
	XI		40,055	301,437	341,492
	XII		79,973	612,487	692,460
		35,440	153,360	1,105,700	1,294,500
計		38,599	166,824	2,666,714	2,872,137

4. 4. 2 評価結果

1) 導水管

導水管の更新優先度点数の算出結果を図 4-8 に示す。35.4km（全体の 91.8%）が「健全」という結果となり、「極めて悪い 早急に更新の必要」という管路は 2.5km（全体の 6.5%）となった。

2) 送水管

送水管の更新優先度点数の算出結果を図 4-9 に示す。153.4km（全体の 91.9%）が「健全」という結果となり、「極めて悪い 早急に更新の必要」という管路は 5.4 km（全体の 3.3%）となった。

3) 配水管

配水管の更新優先度点数の算出結果を図 4-10 に示す。1,105.7km（全体の 41.5%）が「健全」となり、「極めて悪い 早急に更新の必要」という管路は 1,131.5km（全体の 42.4%）となった。

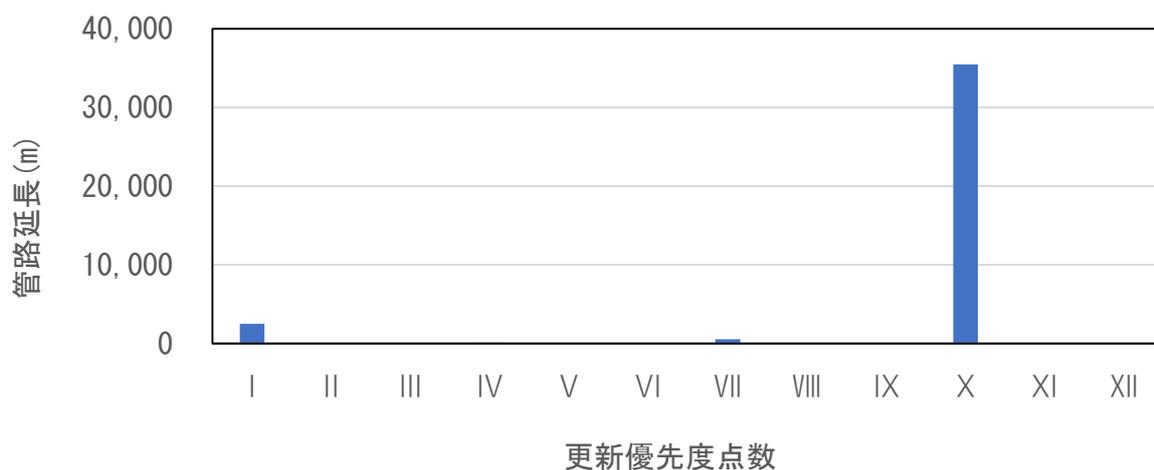


図 4-8 導水管の管路更新優先度点数 分布

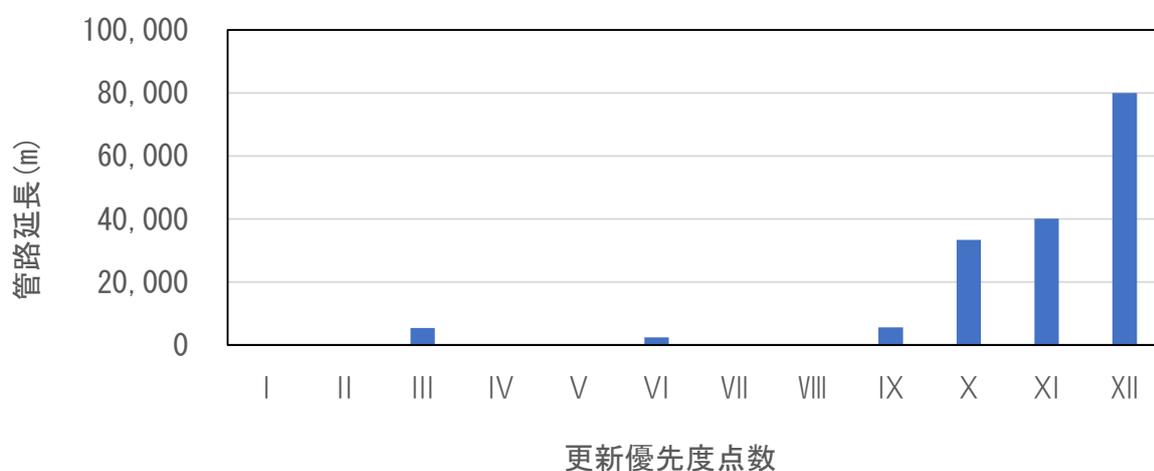


図 4-9 送水管の管路更新優先度点数 分布

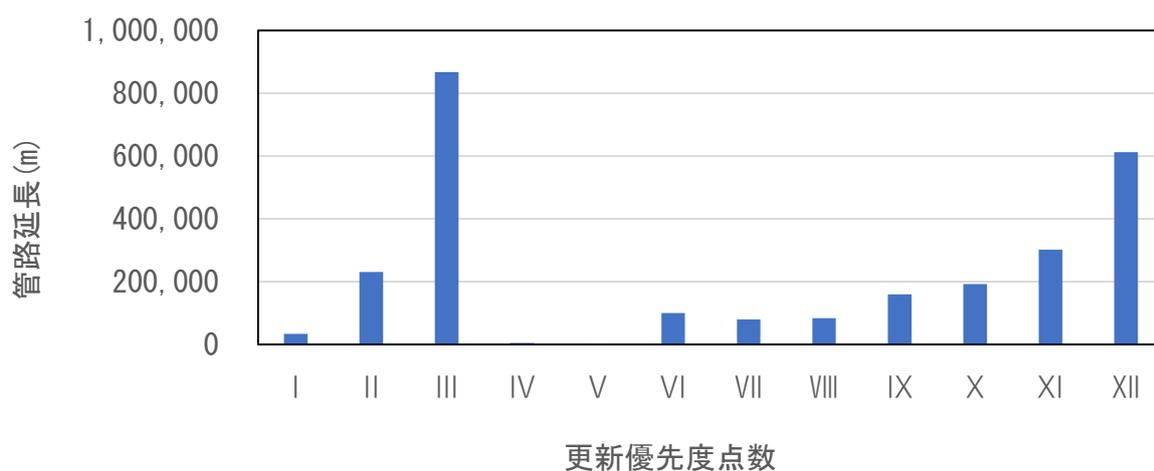


図 4-10 配水管の管路更新優先度点数 分布

5. 年次別整備計画（令和3年度から令和7年度まで）

更新予定箇所

更新優先度を評価した全ての管路を対象として、令和3年度から令和7年度までの年次別整備計画を策定した。

計画の策定にあたっては、企業団選定路線に加えて、更新指針による評価路線について、以下の条件により更新予定箇所を選定している。

- 企業団選定路線は、管としての機能低下が漏水等により既に顕在化している路線であるため、指針による更新優先度に関係なく、最優先箇所として更新予定箇所に組み込む。
- 更新指針による評価路線は、更新優先度を評価した全ての管路を対象に更新基準である法定耐用年数40年を経過した路線を抽出し、改訂水道ビジョンにおける管路アセットマネジメントの考え方（基幹管路への投資可能額を8.6億円、配水支管への投資可能額を10.7億円程度とし、更新率1.13%以上を目指す）を満たすように、緊急度や施工性等を考慮して5年分の更新対象路線を設定した。
- 工事価格の急激な上昇への対応として、令和5年度以降の管路更新への投資可能額を年間25億円程度とし、目標とする更新率を0.60%以上に見直した。
- 令和5年度以降の更新路線は、直近の漏水発生等の状況を考慮し、緊急度の高い路線を優先する考え方を基本として選定した。

表 5-1 今後5年間の更新予定延長（単位：m）

分類		令和3年度 (実績)	令和4年度 (実績)	令和5年度 (見込み)	令和6年度 (見込み)	令和7年度 (見込み)	計
基幹管路	北上市	5,803	3,504	1,857	1,323	1,190	13,677
	花巻市	8,384	4,157	2,227	1,290	2,880	18,938
	紫波町	4,921	1,876	568	680	620	8,665
		19,108	9,537	4,652	3,293	4,690	41,280
配水支管	北上市	3,837	5,004	7,130	4,516	3,514	24,001
	花巻市	4,912	11,905	4,431	8,600	6,930	36,778
	紫波町	805	6,268	4,028	2,300	2,600	16,001
		9,554	23,177	15,589	15,416	13,044	76,780
合計		28,662	32,714	20,241	18,709	17,734	118,060
更新率		0.99%	1.13%	0.70%	0.65%	0.61%	-

分類		令和3年度 (実績)	令和4年度 (実績)	令和5年度 (見込み)	令和6年度 (見込み)	令和7年度 (見込み)	計
北上市	基幹管路	5,803	3,504	1,857	1,323	1,190	13,677
	配水支管	3,837	5,004	7,130	4,516	3,514	24,001
		9,640	8,508	8,987	5,839	4,704	37,678
花巻市	基幹管路	8,384	4,157	2,227	1,290	2,880	18,938
	配水支管	4,912	11,905	4,431	8,600	6,930	36,778
		13,296	16,062	6,658	9,890	9,810	55,716
紫波町	基幹管路	4,921	1,876	568	680	620	8,665
	配水支管	805	6,268	4,028	2,300	2,600	16,001
		5,726	8,144	4,596	2,980	3,220	24,666
合計		28,662	32,714	20,241	18,709	17,734	118,060
更新率		0.99%	1.13%	0.70%	0.65%	0.61%	-

更新費用

選定した更新予定延長（118km）の更新費用の算出結果を以下にまとめる。

5年間の更新費用の総額は12,530,434千円となった。

表 5-2 更新予定延長の更新費用の算出結果（単位：千円（税込））

分類		令和3年度 （実績）	令和4年度 （実績）	令和5年度 （見込み）	令和6年度 （見込み）	令和7年度 （見込み）	計
基幹管路	北上市	551,418	433,385	420,000	415,000	435,160	2,254,963
	花巻市	693,188	476,017	540,000	572,945	609,350	2,891,500
	紫波町	262,127	217,347	180,000	260,200	241,300	1,160,974
		1,506,733	1,126,749	1,140,000	1,248,145	1,285,810	6,307,437
配水支管	北上市	407,866	385,328	590,000	409,640	406,359	2,199,193
	花巻市	446,892	821,051	330,000	618,278	594,300	2,810,521
	紫波町	65,574	399,407	330,000	205,702	212,600	1,213,283
		920,332	1,605,786	1,250,000	1,233,620	1,213,259	6,222,997
合計		2,427,065	2,732,535	2,390,000	2,481,765	2,499,069	12,530,434

分類		令和3年度 （実績）	令和4年度 （実績）	令和5年度 （見込み）	令和6年度 （見込み）	令和7年度 （見込み）	計
北上市	基幹管路	551,418	433,385	420,000	415,000	435,160	2,254,963
	配水支管	407,866	385,328	590,000	409,640	406,359	2,199,193
		959,284	818,713	1,010,000	824,640	841,519	4,454,156
花巻市	基幹管路	693,188	476,017	540,000	572,945	609,350	2,891,500
	配水支管	446,892	821,051	330,000	618,278	594,300	2,810,521
		1,140,080	1,297,068	870,000	1,191,223	1,203,650	5,702,021
紫波町	基幹管路	262,127	217,347	180,000	260,200	241,300	1,160,974
	配水支管	65,574	399,407	330,000	205,702	212,600	1,213,283
		327,701	616,754	510,000	465,902	453,900	2,374,257
合計		2,427,065	2,732,535	2,390,000	2,481,765	2,499,069	12,530,434

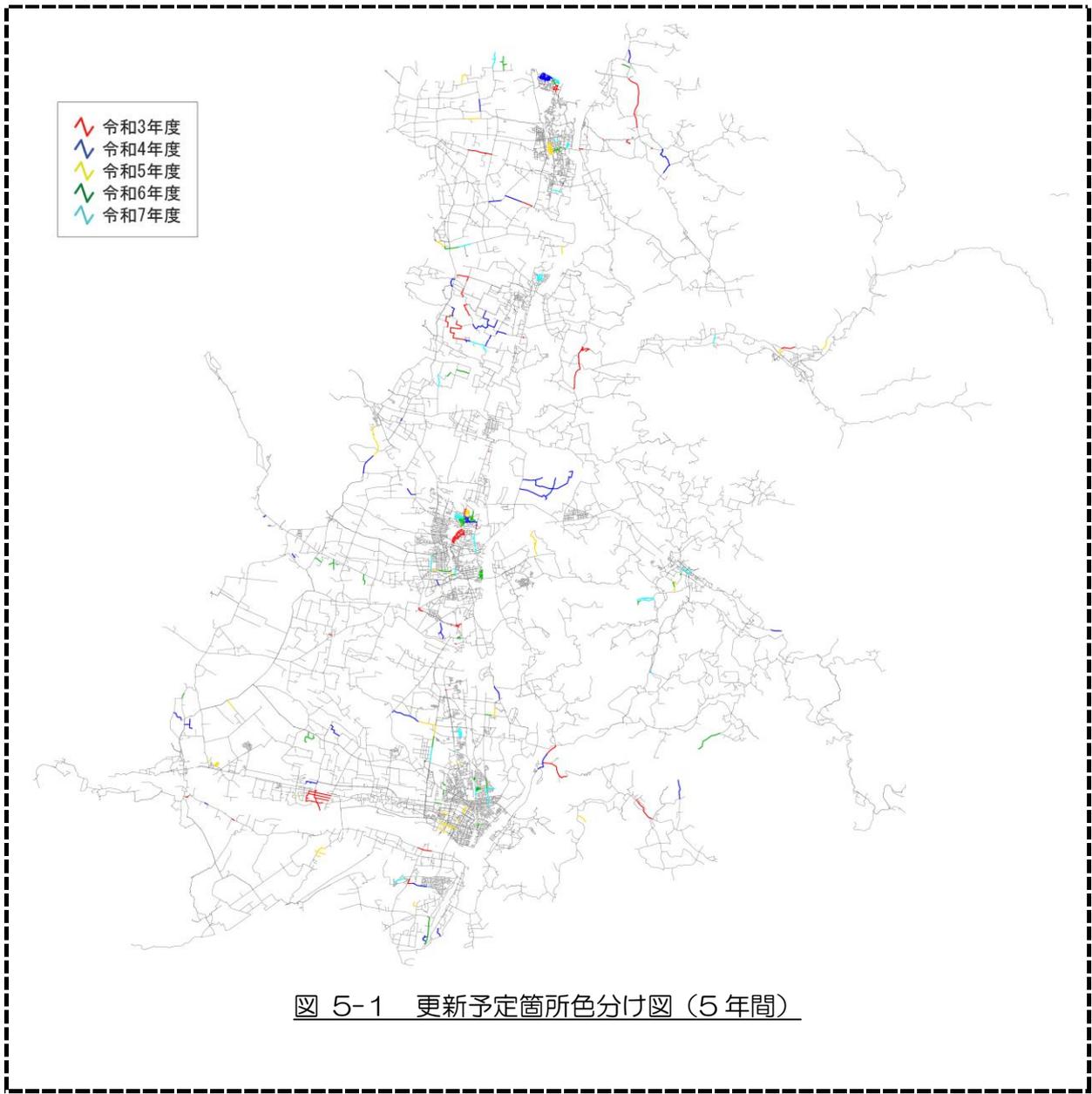


図 5-1 更新予定箇所色分け図（5年間）

5. 1 更新予定路線（改訂前）

前回計画改訂時（令和3年3月）において予定していた更新路線の分布を図5-2に示す。

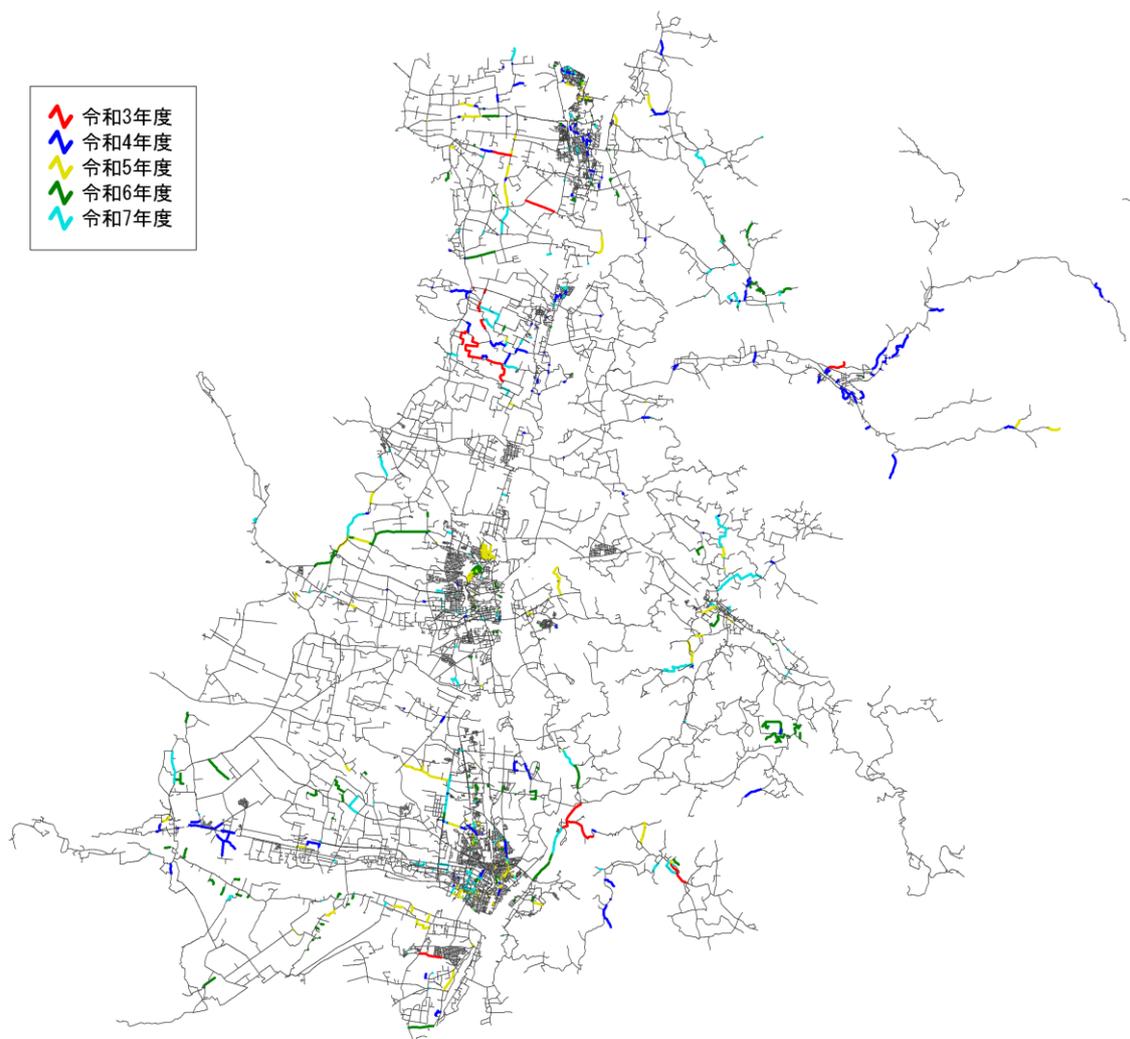


図 5-2 更新予定箇所色分け図（改訂前）

表 5-3 市町別、基幹管路別集計結果（改訂前） 単位：m

市町名	基幹管路	配水支管	計
北上市	19,024	34,932	53,956
花巻市	30,182	35,608	65,790
紫波町	8,255	17,976	26,231
計	57,461	88,516	145,977

5. 2 更新予定路線（改訂後）

令和5年度からの急激な工事価格上昇により、当初に予定していた路線の全てを更新することが極めて困難な状況となった。

このため、計画期間内における投資可能額を年間25億円程度に設定したうえで、前回計画改訂後に発生した漏水状況等を考慮し、緊急性の高い路線を優先する考え方を基本として更新予定路線の見直しを行った。

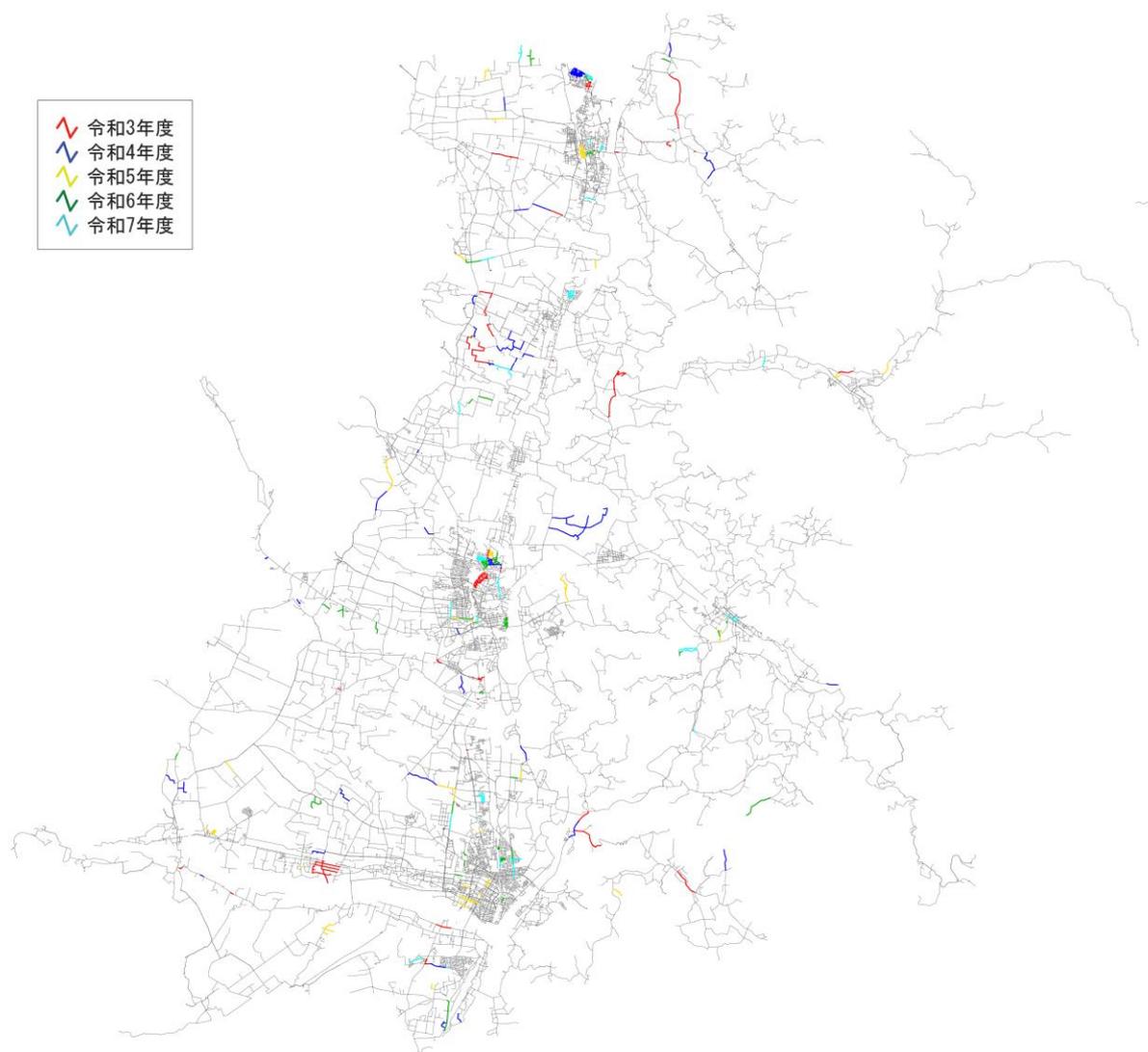


図 5-3 更新予定箇所色分け図（改訂後）

表 5-4 市町別、基幹管路別集計結果（改訂後） 単位：m

市町名	基幹管路	配水支管	計
北上市	13,677	24,001	37,678
花巻市	18,938	36,778	55,716
紫波町	8,665	16,001	24,666
計	41,280	76,780	118,060

5. 3 施工単価の整理

管路の更新費用を算出するにあたり、近年の工事価格上昇を踏まえた口径別の施工単価(税抜)を表5-6に示す。

表 5-5 施工単価(単位: mm、千円/m)

口径	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500
施工単価	43	70	91	117	138	185	236	290	365	410	578

5. 4 最重要基幹管路の更新

令和2年度に実施した管体腐食度調査の結果を表5-7に示す。調査結果より、本地域では埋設環境(土質)が管路の老朽度に大きな影響を与え、必ずしも布設年度には寄らないことが明らかとなった。

また、調査対象とした管路は基幹配水池の直下に位置し、バックアップ不可能な最重要基幹管路であるが、一部の管路は既に腐食が進行しており、早急な更新が必要な状況にあることが判明した。

従って、腐食が進行している基幹管路の早急な更新を図ると共に、今後においても特に重要な基幹管路の更新に当たっては、事前に管体腐食度調査を実施し、その結果を基に適切な更新時期を設定する。

表 5-6 管体腐食度調査結果

		No. 1		No. 2	No. 3
市町名		花巻市		花巻市	花巻市
継手		A 形	A 形	A 形	K 形
口径		450	500	400	400
管種		2 種	1 種	2 種	3 種
布設年		1967	1974	1965	1975
埋設年数(年)		53	46	55	45
規定管厚(mm)		8.0	9.5	7.5	7.0
最大腐食深さ(mm)		4.3	3.1	3.6	5.9
腐食速度(mm/年)		0.081	0.052	0.065	0.131
ANSI 評価点	管上	5.5		6.5	6.5
	管下	5.5		15.5	5.5
	地山	5.5		10.5	5.5
地下水		有		有	有
老朽度 ランク	腐食度評価	Ⅲ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ
	優先度評価	Ⅳ	X	I	VII
余寿命①(年)		14	>100	45	すでに達している
余寿命②(年)		>100	>100	83	>100
余寿命③(年)		21	76	すでに達している	すでに達している
		No. 4		No. 5	No. 6
市町名		北上市		北上市	紫波町
継手		K 形		K 形	K 形
口径		500		400	350
管種		3 種		3 種	1 種
布設年		1978		1977	1979
埋設年数(年)		42		43	41
規定管厚(mm)		8.0		7.0	7.5
最大腐食深さ(mm)		4.8		1.4	1.8
腐食速度(mm/年)		0.114		0.033	0.044
ANSI 評価点	管上	3.0		5.5	3.0
	管下	5.0		5.5	5.5
	地山	7.5		5.5	5.5
地下水		無		有	有
老朽度 ランク	腐食度評価	Ⅱ		V	V
	優先度評価	VII		VII	VII
余寿命①(年)		すでに達している		>100	>100
余寿命②(年)		>100		>100	>100
余寿命③(年)		すでに達している		17	51

※老朽度ランク(腐食度評価)は、外面腐食深さの実測値を用いて、「水道施設更新指針(平成17年5月社団法人日本水道協会)」の基準(5段階)により評価した結果であり、ランクⅠ及びⅡは腐食が進行し、既に更新時期にあることを示す。

6. 管路更新率及び耐震管率の見通し

6. 1 管路更新率

更新対象として抽出した管路を対象として、管路更新への投資可能額である年間 25 億円程度で管路更新率が 0.60%以上を満たすよう計画した。

6. 2 将来の耐震管率

本計画で用いた管路データより算出される管路の耐震管率（(耐震管延長/管路延長)×100）は、令和 3 年度末で 23.4%（677,371m/2,898,792m）である。

抽出した更新管路は、全て耐震管で更新することとなり、既設管路の耐震管率は更新しただけ上昇する。抽出した更新予定延長を全て更新とした場合、令和 7 年度末における耐震管率は 26.5%程度まで上昇する見込みである。

表 6-1 更新率及び耐震管率の推移（単位：m）

	令和3年度 （実績）	令和4年度 （実績）	令和5年度 （見込み）	令和6年度 （見込み）	令和7年度 （見込み）
更新管路延長	28,662	32,714	20,241	18,709	17,734
耐震管延長	677,371	709,385	729,626	748,335	766,069
管路総延長	2,898,792	2,891,541	2,891,541	2,891,541	2,891,541
更新率	0.99%	1.13%	0.70%	0.65%	0.61%
耐震管率	23.4%	24.5%	25.2%	25.9%	26.5%

7. 計画のフォローアップ

7. 1 将来の更新箇所を選定に向けた情報の収集と計画の見直し

7. 1. 1 情報の収集と計画見直しの必要性

持続可能な事業運営を行うには、管路アセットマネジメントの実践が必要であり、アセットマネジメントの高度化を図るには時間基準保全による更新から状態基準保全による更新に進化させることが求められる。

管路は地下に埋設されていることから、現状では劣化状況の判断が難しく、状態基準保全を行うためには、日常的な維持管理情報の収集や腐食度調査を実施し、これらの蓄積された情報を計画の見直し時に活用することで、計画の精度向上と高度化を図ることが可能となる。

本計画は令和3年度から令和7年度までの5年間を計画期間としているが、管路に係る情報は日々変化するものであるため、前述のアセットマネジメント高度化を図りつつ、計画を適宜見直しする。

7. 1. 2 維持管理情報の収集

効率的に修繕・更新の判断を下すためには、日常の保守管理によって得られる苦情、事故とその修理記録、水量・水圧・水質に関する記録等をもとに管路施設の機能低下とその要因を解析し、将来の変化を予測するアセットマネジメントの実践が必要である。

アセットマネジメントでは、維持管理データの集約や集積、各種予測・分析に基づく意思決定が重要となる。その土台作りのために、機能劣化要因と考えられる情報をできる限り収集、蓄積する。情報の蓄積が必要十分になった段階で、機能劣化予測分析を行うことにより、より精度の高い更新基準年数が設定でき、将来的には、点検→分析→診断→障害発生前の手当て（更新）というアセットマネジメントへの移行を目指す。

日常の維持管理のなかで、収集可能なデータを表7-1に示す。

表 7-1 日常の維持管理のなかで収集可能なデータ

調査項目		調査方法	調査項目		調査方法
管路情報	①口径	目視、コンベックス等で確認	ANSSI 評価項目	⑪土壌の比抵抗	接地棒を土壌に挿入し、オームメーターで測定
	②継手形式	目視で確認		⑫地下水の比抵抗	導電率計で測定
	③ポリエチレンスリーブの有無	同上		⑬Redox(酸化還元)電位	現場で土壌を採取した後、3時間以内に測定用試料を作り、センサーで測定
	④腐食深さ	腐食が認められた場合、孔食計(デプスゲージ)で計測		⑭pH	同上
埋設環境	⑤土の種類(土質)	目視で確認		⑮含水比	目視による判定、または水分計で測定
	⑥土の色	同上		⑯硫化物の有無	現場で土壌を採取した後、試験管および薬品を用いて判定
	⑦地下水の有無	同上	※斜体の調査項目を優先		
	⑧地下水位	スタッフ、コンベックス等で確認			
	⑨砂での置換えの有無	目視で確認			
	⑩改良土での置換えの有無	同上			

7. 1. 3 管体腐食度調査の実施

令和2年度に実施した管体腐食度調査の結果から、本地域では埋設環境（土質）が管路の老朽度に大きな影響を与え、必ずしも布設年度には寄らないことが明らかとなった。また、バックアップ不可能な最重要基幹管路についても既に腐食が進行しており、早急な更新が必要な状況にあることが判明した。

この結果より、特に重要な管路の更新にあたっては、事前に管路腐食度調査を実施し、事業実施時期の精度を高めることが重要である。腐食度調査は工事や修繕の際に併せて行うことも可能であることから、今後は効率的な実施方法について検討を行う。

7. 2 AIを活用した管網評価とグルーピング

当企業団では、老朽度評価の精度向上を図るため維持管理情報や公表されている地図情報等を活用した図7-1に示すAIを活用した老朽度評価を実施しているところである。また、これまで手作業で行ってきた更新対象路線を工事発注単位へ集約整理する作業(グルーピング)についても、図7-2に示すAIによる自動化を目指している。

令和8年度から始まる次期管路更新計画では、これらの新技术を導入し、管路更新の効率化を図る予定である。

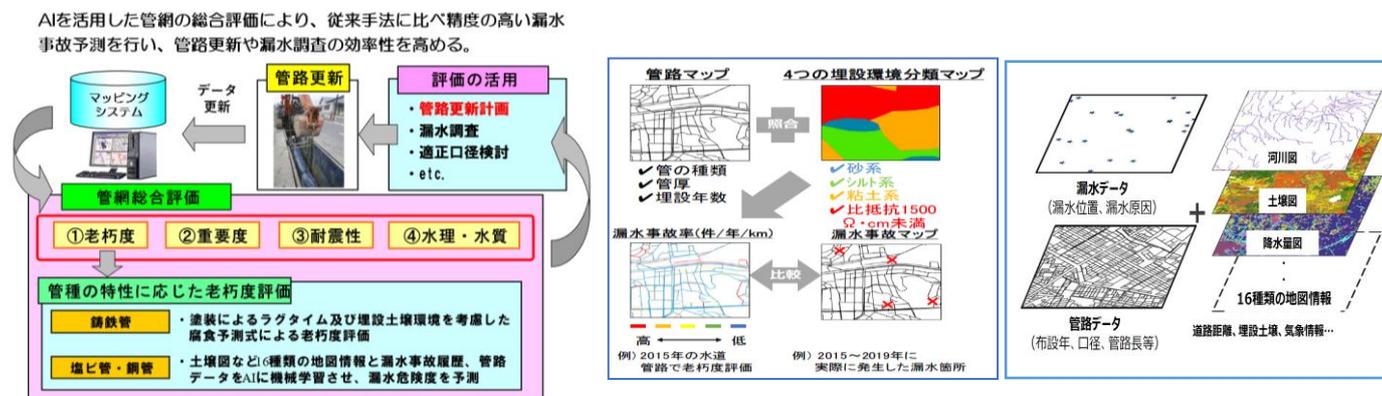


図 7-1 AIを活用した管網評価のイメージ

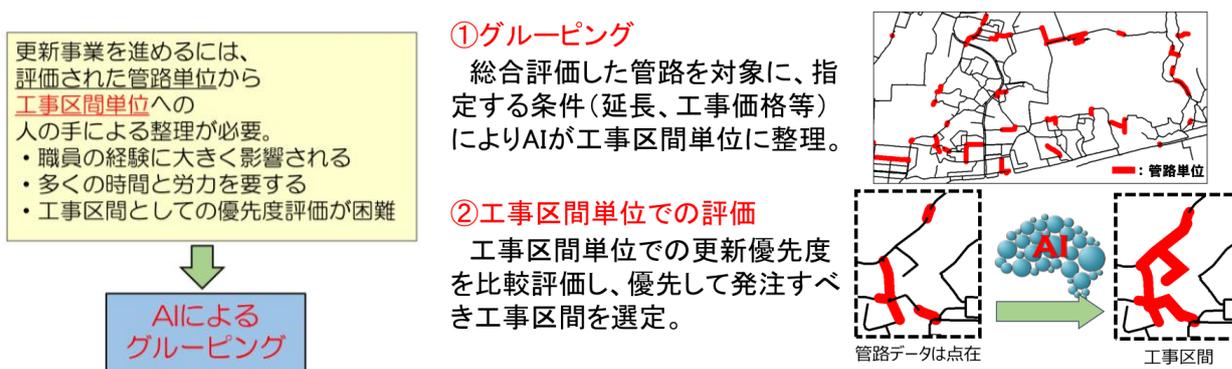


図 7-2 AIを活用したグルーピングのイメージ

計画策定及び改訂履歴

策定・改訂年月日	改訂履歴	内容
平成 29 年（2017 年） 3 月	新規策定	
令和 3 年（2021 年） 3 月	全面改訂	平成 28 年度計画の全面改訂。 基幹管路、配水支管を定義したうえで更新に用いる管種を選定。 更新優先順位を設定し、令和 3 年度から令和 7 年度までの年次別整備計画を策定。
令和 6 年（2024 年） 2 月	一部改訂	物価上昇に伴う工事価格の高騰を踏まえ、「1.計画の目的と内容」、「5.年次別整備計画」、「6.管路更新率及び耐震化率の見通し」の一部を改訂。 AI を活用した管網総合評価の導入を踏まえ、「7.計画のフォローアップ」の一部を改訂。

岩手中部水道企業団 管路更新計画

平成 29 年 3 月策定

令和 6 年 2 月改訂

岩手中部水道企業団



〒025-0004 岩手県花巻市葛第 3 地割 183 番地 1

TEL 0198-29-5377

FAX 0198-26-3307

<https://www.iwatetyubu-suido.jp>
