

第4章 更新計画の立案【管路】

4.1 前提条件

水道事業では、既往計画である「管路耐震化工事実施計画」に基づき管路の耐震化を進めていますが、「管路耐震化工事実施計画」の目標年度は2020(令和2)年度までとなっています。

本計画では、第2章の現状評価から抽出された課題を解決することを目的として、計画期間30か年の更新計画を策定します。

なお、本計画策定に当たっては、2020(令和2)年度までの既往計画を含めた今後10か年の計画を「中期計画」と位置付け、より高い精度の計画を策定します。また、それ以降の20か年の計画については、「長期計画」と位置付け、「中期計画」の考え方を踏襲するような形で計画を策定します。

計画期間	:	2019(令和元)年度	～	2048(令和30)年度	までの30か年
中期計画	:	2019(令和元)年度	～	2028(令和10)年度	までの10か年
長期計画	:	2029(令和11)年度	～	2048(令和30)年度	までの20か年

4.2 管種の評価

(1) 採用管種の変遷

水道事業における管路は、表4.2.1に示すとおり、昭和7年から布設を開始しているが、昭和40年代からダクタイトル鉄管の採用を開始し、平成7年に発生した阪神・淡路大震災の翌年から、全ての管路に耐震管を採用しています。平成29年度時点では、ダクタイトル鉄管GX形継手を基本とし、一部に配水用ポリエチレン管を採用しています。

表4.2.1 採用管種の変遷

年次	使用材料	備考
昭和7年～昭和20年代	普通鉄管	昭和7年より創業事業着手
昭和30年代	石綿セメント管	
昭和40年代～平成7年	ダクタイトル鉄管(A形)	一部、K形・T形使用
平成8年～平成14年	耐震形ダクタイトル鉄管(SII形)	平成7年阪神淡路大震災以降、採用
平成15年～平成25年	耐震形ダクタイトル鉄管(NS形)	一部に配水用ポリエチレン管(HPPE)を採用
平成26年～	耐震形ダクタイトル鉄管(GX形)	

(2) 耐震適合性*

管種・継手ごとの耐震適合性*については、「管路の耐震化に関する検討会報告書（厚生労働省）」において、表 4.2.2 に示すとおり定められています。配水支管と基幹管路では、対象地震動及び要求される耐震性能*が異なるため、それぞれに対して各管種・継手の耐震適合性*が規定されています。これによれば、ダクタイル鋳鉄管*（耐震継手*）、鋼管（溶接継手）は、基幹管路においてレベル2 地震動*に対する耐震適合性*があると評価されています。また、良い地盤に布設されるダクタイル鋳鉄管（K形継手）*、配水用ポリエチレン管（融着継手）*は、水道事業者の判断に委ねられるものの、ダクタイル鋳鉄管*（耐震継手*）や鋼管（溶接継手）に準じた耐震性を有するものと評価できます。

表4.2.2 管種・継手ごとの耐震適合性*

管種・継手	配水支管が備えるべき耐震性能	基幹管路が備えるべき耐震性能	
	レベル1地震動に対して、生ずる損傷が軽微であって、機能に重大な影響を及ぼさないこと	レベル1地震動に対して、健全な機能を損なわないこと	レベル2地震動に対して、生ずる損傷が軽微であって、機能に重大な影響を及ぼさないこと
ダクタイル鋳鉄管 (NS形継手等)	○	○	○
〃 (K形継手等)	○	○	注1
〃 (A形継手等)	○	△	×
鋳鉄管	×	×	×
鋼管（溶接継手）	○	○	○
配水用ポリエチレン管 (融着継手) 注2	○	○	注3
水道用ポリエチレン二層管 (冷間継手)	○	△	×
硬質塩化ビニル管 (RRロング継手) 注4	○	注5	
〃 (RR継手)	○	△	×
〃 (TS継手)	×	×	×
石綿セメント管	×	×	×

注) 管種・継手は、厚生労働省「管路の耐震化に関する検討会報告書（平成19年3月）」を参照した。

注1) ダクタイル鋳鉄管（K形継手等）は、埋立地など悪い地盤において一部被害は見られたが、岩盤・洪積層などにおいて、低い被害率を示していることから、よい地盤においては、基幹管路が備えるべきレベル2地震動に対する耐震性能を満たすものと整理することができる。

注2) 水道配水用ポリエチレン管（融着継手）の使用期間が短く、被災経験が十分でないことから、十分に耐震性能が検証されるには、なお時間を要すると考えられる。

注3) 水道配水用ポリエチレン管（融着継手）は良い地盤におけるレベル2地震（新潟県中越地震）で被害がなかった（フランジ継手部においては被害があった）が、布設延長が十分に長いとは言えないこと、悪い地盤における被災経験がないことから、耐震性能が検証されるには、なお時間を要すると考えられる。

注4) 硬質塩化ビニル管（RRロング継手）は、RR継手よりも継手伸縮性能が優れているが、使用期間が短く、被災経験もほとんどないことから、十分に耐震性能が検証されるには、なお時間を要すると考えられる。

注5) 硬質塩化ビニル管（RRロング継手）の基幹管路が備えるべき耐震性能を判断する被災経験はない。

※ 注を付してあるものも、各水道事業者の判断により採用することは可能である。

備考)

○：耐震適合性あり

×：耐震適合性なし

△：被害率が比較的に低い、明確に耐震適合性ありとし難いもの

※出典：水道施設耐震化の課題と方策 平成20年12月16日 日本水道協会 震災対応等特別調査委員会

(3) 耐震管の被害実績

図 4.2.1、図 4.2.2、図 4.2.3 に阪神淡路大震災時、新潟県中越地震時、東日本大震災時の管種別被害率を示します。

過去の大地震の被害調査より、铸铁管や塩化ビニル管の被害件数が最も多く、ダクタイル铸铁管※についても K 形※や A 形※において被害が発生していることがわかります。ダクタイル铸铁管 NS 形※（耐震継手※）については、被害が発生していないため耐震性がある管種であると判断されます。また、配水用ポリエチレン管については、新潟中越地震時にフランジの継手部で 1 件被害が発生したものの、東日本大震災時には被害が発生していないため、ダクタイル铸铁管※と同様に耐震性の高い管種であると判断されます。

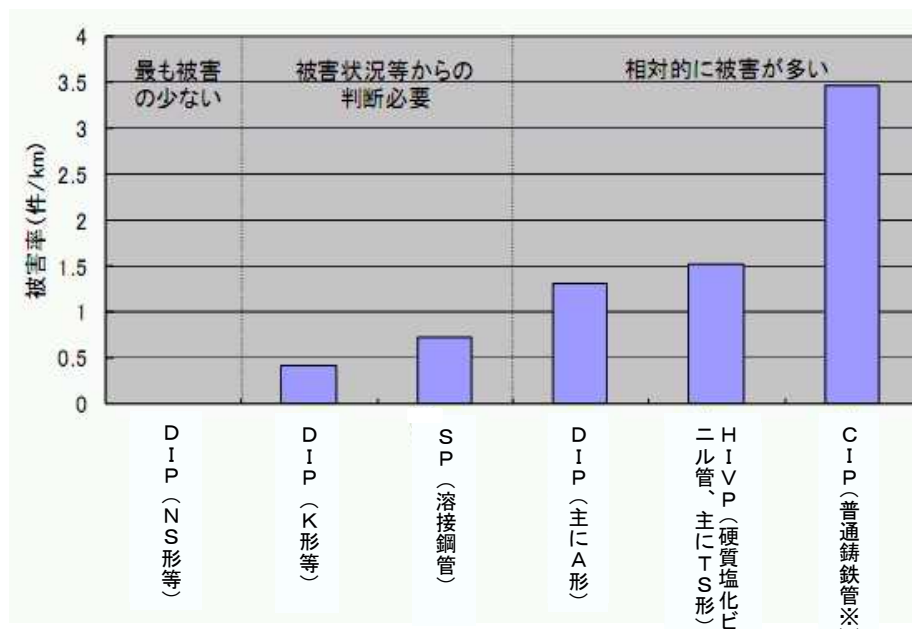


図 4.2.1 悪い地盤での管種・継手と被害率との関係（阪神淡路大震災）

※出典：管路の耐震化に関する検討報告書（厚生労働省）

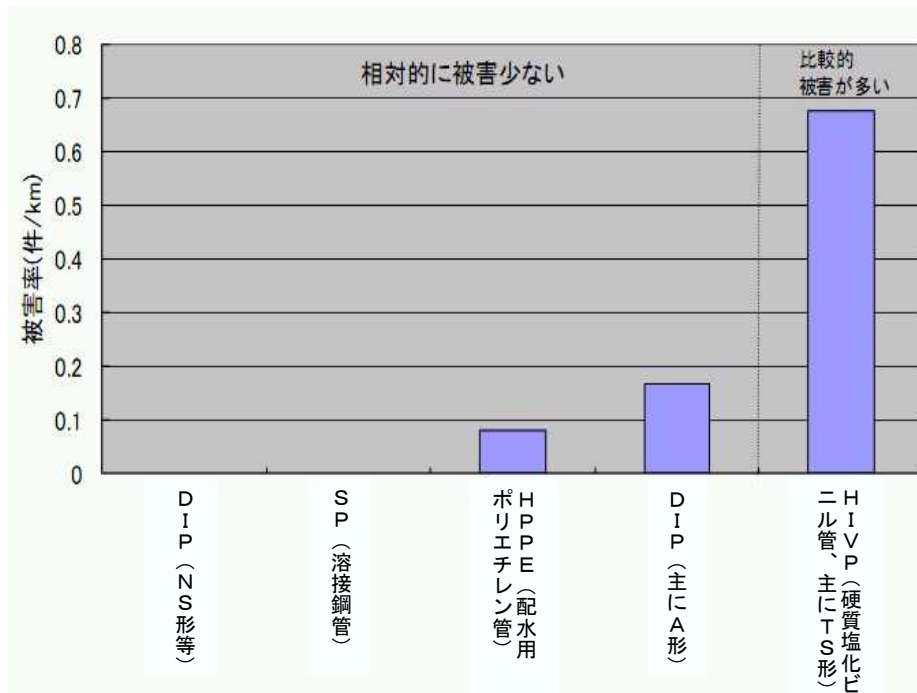


図4.2.2 良い地盤での管種・継手と被害率との関係（新潟県中越地震）

※HPPE（配水用ポリエチレン管）はフランジ継手部の被害のみで融着継手部の被害はありませんでした。

※出典：管路の耐震化に関する検討会報告書（厚生労働省）

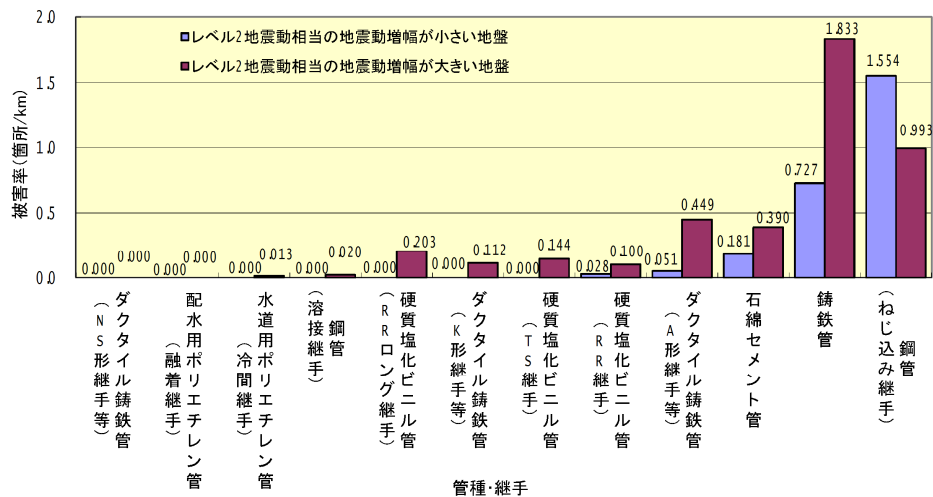


図4.2.3 管種・継手別被害率（東日本大震災）

※出典：管路の耐震化に関する検討報告書（厚生労働省）

(4) 更新管種の選定

1) 耐震管の種類と特性

本検討では、過去の大地震において被害が少なかったダクタイル鋳鉄管※（耐震継手※）及び配水用ポリエチレン管の特性比較を行います。なお、ダクタイル鋳鉄管※（耐震継手※）の中でも GX 形※及び NS 形 E 種管※を対象管路と設定し検討を行います。ダクタイル鋳鉄管 GX 形※は、NS 形※を改良した管種で、高い施工性と外面に施した耐食亜鉛系塗装による長耐久性などの優れた性能を持つダクタイル鋳鉄管※です。ダクタイル鋳鉄管※耐震継手※NS 形 E 種管※は、近年採用実績が増加しているダクタイル鋳鉄管※であり、NS 形※を改良して重量を軽量化することで施工性を高めたダクタイル鋳鉄管※です。

a) ダクティル鑄鉄管 GX 形*

ダクティル鑄鉄管 GX 形*はダクティル鑄鉄管 NS 形*の後継品として、施工性向上、経済性、耐久性の向上を目指して改良され 2010 年に誕生したダクティル鑄鉄管*です。構造としては、NS 形*と同様の構造（免震的な考え方に基づいた耐震性能*を有する継手構造）のダクティル鑄鉄管*です。継手は、大きな伸縮量と離脱防止機能を有しており、地震時の大きな地盤変状に対して、地中に埋設された鎖のように継手が伸縮、屈曲しながら追従します。限界まで伸び出した後は、挿し口突部とロックリングが引っ掛かることにより、離脱防止機構が働き、管路の機能を維持することができる構造です。

NS 形*と GX 形*の大きな違いは接合時の挿入力であり、NS 形*の場合は大きな挿入力が必要であるため、接合時にジャッキ等を使用しなければならないが、GX 形*は挿入力が NS 形*ほど必要ないため、レバーブロック*での接合が可能であり施工時間を大幅に短縮できます。

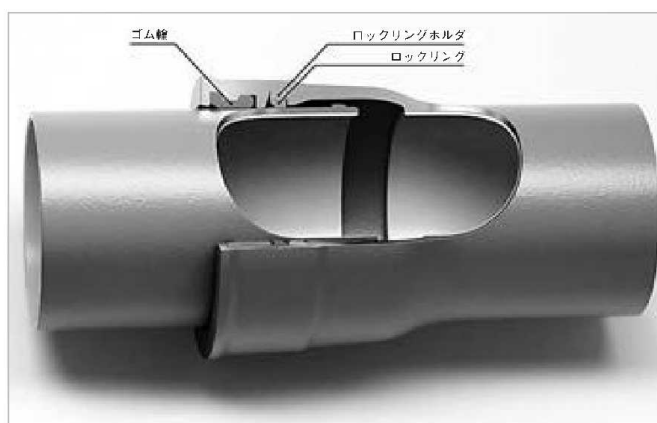


図 4.2.4 ダクティル鑄鉄管 GX 形*



図 4.2.5 ダクティル鑄鉄管 GX 形*施工風景

b) ダクタイル鋳鉄管 NS 形 E 種*

ダクタイル鋳鉄管 NS 形 E 種*は水道管路全体の更新・耐震化の促進に貢献するために、低コスト・軽量化を実現したダクタイル鋳鉄管*です。ダクタイル鋳鉄管 NS 形*との大きな違いは、GX 形*と同様、レバーブロック*での施工が可能であり、施工性に優れています。また、従来の NS 形*と比べると2割程度軽量化しているため、口径が小さければ（口径 75mm 以下）人力での運搬が可能であるというメリットがあります。

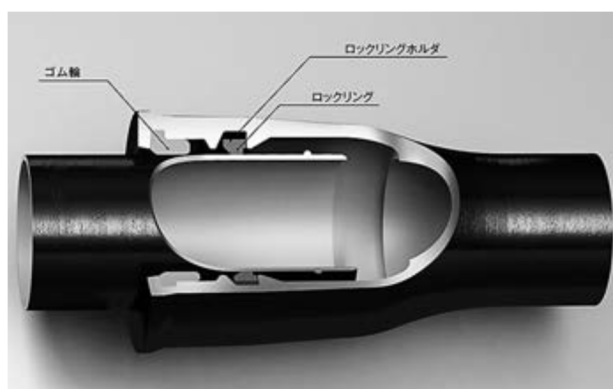


図 4.2.6 ダクタイル鋳鉄管 NS 形 E 種*

	NECS (NS形E種)	NS形3種	NECS (NS形E種)	NS形3種	NECS (NS形E種)	NS形3種
呼び径	75		100		150	
長さ (m)	4		4		5	
管厚 (mm)	4.5	6.0	4.5	6.0	5.5	6.0
質量 (kg)	44.4	59.0	56.5	75.7	118	133

図 4.2.7 NS 形 E 種管*の重量比較



図 4.2.8 NS 形 E 種管*の施工風景

c) 配水用ポリエチレン管

配水用ポリエチレン管は、柔軟で伸びが大きい材料特性に加えて、管と継手が一体となる EF 接合により優れた耐震性能^{*}を発揮した配水管^{*}です。近年発生した大規模地震では、液状化^{*}が発生した地域においても接合部の離脱や管路の屈曲等による被害は見られていないことから耐久性に優れた配水管^{*}であるといえます。また、防食性にも優れているため防食加工を施さなくてよいというメリットもあります。

ただし、多量に灯油、ガソリン等の有機溶剤を扱う場所などでの管の布設は、管路内の水質に悪影響を及ぼす場合があるので、土の汚染度の確認、非汚染土による埋め戻し、影響を受けにくい経路の検討などを行う必要があります。



図4.2.9 配水用ポリエチレン管



図4.2.10 耐震性試験状況

2) 経済性の比較

本検討では、ダクティル鑄鉄管 GX 形^{*}、ダクティル鑄鉄管 NS 形 E 種^{*}及び配水用ポリエチレン管の三種類で費用比較を行います。費用比較については、口径 200mm までを対象とし、管路モデルにおけるそれぞれの管種の工事費用を算出して行います。工事費用を算出する評価パターンを表 4.2.3 に示します。

表 4.2.3 評価パターン

管種	口径 (mm)			
	75	100	150	200
ダクティル鑄鉄管 GX 形	75	100	150	200
ダクティル鑄鉄管 NS 形 E 種	75	100	150	-
配水用ポリエチレン管	75	100	150	200

※ダクティル鑄鉄管 NS 形 E 種^{*}の口径 200mm は規格がないため評価対象外とします。


※配水用ポリエチレン管の口径 200mm については、JWWA（日本水道協会）規格ではないものの、POLITEC（配水用ポリエチレンパイプシステム協会）の規格であるため、評価対象とします。

a) 管路モデル

管路モデルは「GX 形ダクティル鉄管^{*}（日本ダクティル鉄管協会）」に記載されている管路モデルを管路総延長 100m に修正したモデルを使用します。管路モデルを図 4.2.11 に示します。なお、設計条件を以下に示します。

- ・道路舗装の復旧は仮復旧とする。
- ・配水管^{*}の埋設深さは 0.8m とする。
- ・設計水圧は 0.75MPa とする。

GX形 φ75mm配管モデル図

凡 例 (GX形)	
	GX形継手
	ライナ使用箇所
	製作時挿口加工済
	P-Link使用箇所
	G-Link使用箇所

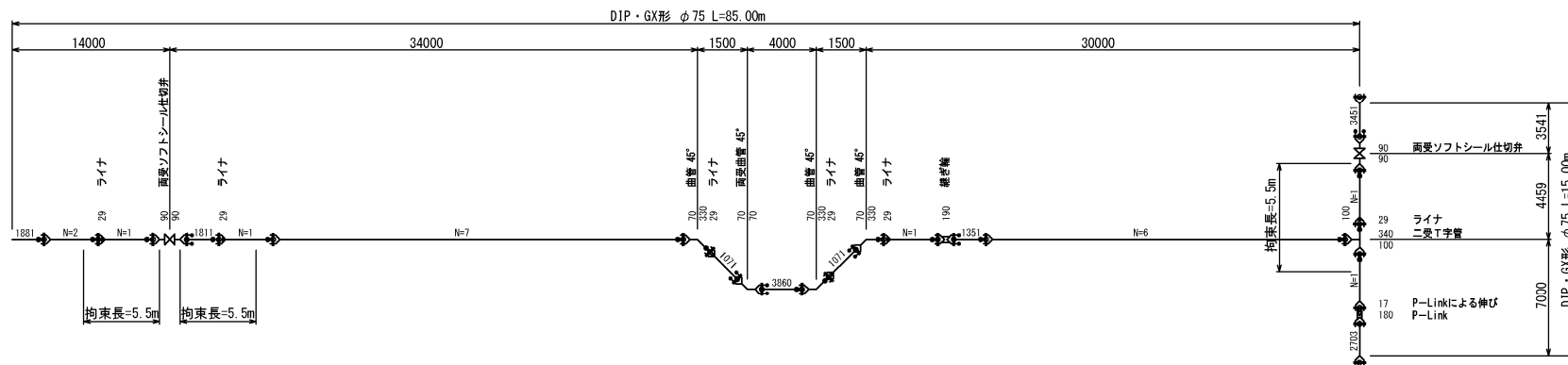


図4.2.1 1 管路モデル (例：ダクティル鑄鉄管 GX形、口径 75mm)

b) 工事費用

口径及び管種ごとの工事費用を図 4.2.12 に示します。図より、どの口径においても配水用ポリエチレン管の工事費用が最も安価となりました。

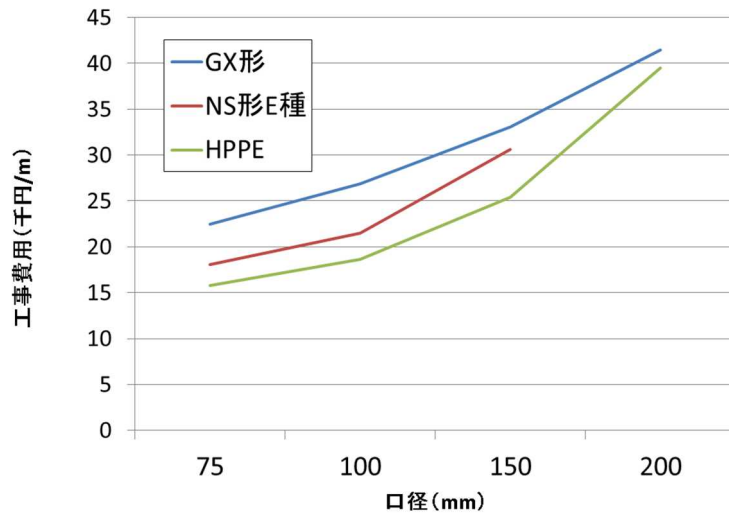


図4.2.12 工事費用

c) 単年度投資額

算出した工事費用を管種別に設定した実使用年数により算定します。

本市における実使用年数は、表 4.2.4 に示す、「実使用年数に基づく更新基準の設定例（厚生労働省）」の管種ごとの設定値とし、初期費用から実使用年数を除することで単年度投資額を算定します。口径及び管種ごとの単年度投資額を図 4.2.13 に示します。

単年度投資額は、口径 75mm 及び 100mm については配水用ポリエチレン管が安価となり、また、口径 150mm 及び 200mm についてはダクタイル鋳鉄管 GX 形が安価となりました。

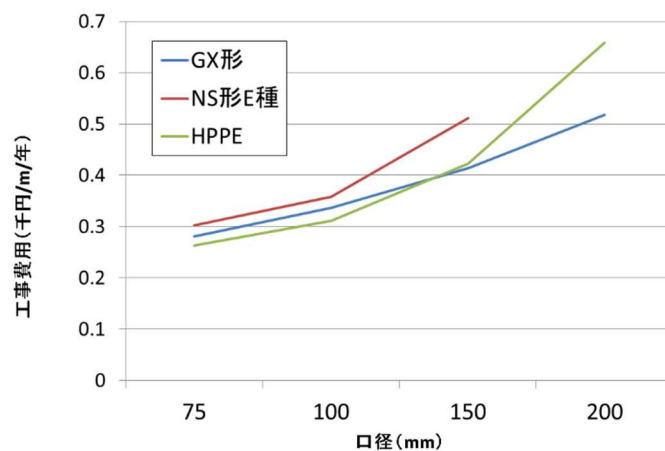


図4.2.13 単年度投資額

表4.2.4 実使用年数に基づく更新基準の設定例

水道統計の管種区分	更新基準の初期設定値 (法定耐用年数)	実使用年数の設定値例		耐震性能*	
		事故率、耐震性能 を考慮した更新基 準としての一策**	レベル 1	レベル 2	
铸铁管 (ダクタイル铸铁管は含まない)	40年	40年～50年	50年	×	×
ダクタイル铸铁管 耐震型継手を有する		60年～ 80年	80年	○	○
ダクタイル铸铁管 K形継手等を有するものうち 良い地盤に布設されている			70年	○	注1)
ダクタイル铸铁管(上記以外・不明なものを含む)			60年	○	×
鋼管 (溶接継手を有する)		40年～	70年	○	○
鋼管 (上記以外・不明なものを含む)		70年	40年	—	—
石綿セメント管 (m)		40年	40年	×	×
硬質塩化ビニル管 (RRロング継手を有する)		40年～ 60年	60年	○	注2)
硬質塩化ビニル管 (RR継手を有する)			50年	○	×
硬質塩化ビニル管(上記以外・不明なものを含む)			40年	×	×
コンクリート管		40年	40年	—	—
鉛管		40年	40年	—	—
ポリエチレン管 (高密度、熱融着継手を有する)		40年～	60年	○	注3)
ポリエチレン管 (上記以外・不明なものを含む)		60年	40年	○	×
ステンレス管 耐震型継手を有する		40年～	60年	○	○
ステンレス管 (上記以外・不明なものを含む)		60年	40年	—	—
その他 (管種が不明のものを含む)		40年	40年	—	—

* 平成18年度管路の耐震化に関する検討会報告書、平成19年3月
注1)～注3)は、検討会報告書を参照

** 事故率及び耐震性能を考慮した設定の例ですので、管路の布設環境(地質、土壌の腐食性、ポリエチレンスリーブの有無等)、管種別の布設時期、漏水事故実績等、事業者の実情を踏まえた設定を心がけてください。

※出典：実使用年数に基づく更新基準の設定例（厚生労働省）

3) 評価結果

特性比較の結果、口径75mmと100mmは配水用ポリエチレンの評価が優れ、口径150mmと200mmはダクタイル铸铁管GX形の評価が優れる結果となりました。

既往計画である「管路耐震化工事実施計画」が終了した後の2021（令和3）年度以降の管路更新は、この評価結果による管種を採用します。

特性比較表を表4.2.5に示します。

表4.2.5 管種の特長比較表

管種		ダクタイル鋳鉄管 (GX形)	ダクタイル鋳鉄管 (NS形E種)	水道配水用 ポリエチレン管 (HPPE)	
最高許容圧力		1.4MPa	1.4MPa	1.6MPa	
耐震性		◎ 被害実績なし	◎ 被害実績なし	◎ 被害実績ほぼなし ¹⁾	
施工性		◎ 継手の接続が容易	◎ φ75mm以下であれば 人力運搬可	◎(雨天△) 人力可(EF溶接)	
防食性		○ 埋設条件によって必要	△ 必須	◎ 防食工不要	
採用実績		◎ 多数	○ 増加中	○ 増加中	
耐久性		◎ 最も耐久性に優れている (耐用年数は80年)	◎ GX形に比べて管厚が薄く耐 久性は劣るものと想定される。 (耐用年数は60年)	○ ダクタイル鋳鉄管GX形 に比べると劣る。 (耐用年数は60年)	
備考		-	-	有機溶剤の浸透の懸念がある 箇所については、浸透防止ス リーブを被覆する必要がある。	
経済性	管路布設費	費用(千円/m)			
		口径			
		φ75	22.5	18.1	15.8
		φ100	26.9	21.5	18.7
		φ150	33.1	30.7	25.4
	単年度投資額	費用(千円/m/年)			
		口径			
		φ75	0.28	0.30	0.26
		φ100	0.34	0.36	0.31
		φ150	0.41	0.51	0.42
φ200	0.52	-	0.66		
評価		○	△	○	
総合評価		◎ 耐久性に優れ、口径150mm及 び200mmにおいて経済性に 優れる。	△ 施工性に優れるものの、他管 種に比べて経済性に劣る。	◎ 施工性及び防食性に優れ、 口径75mm及び100mmにおい て経済性に優れる。	

凡例	◎: 優れる	○: 普通	△: やや劣る
----	--------	-------	---------

※布設費及び単年度投資額については、最安値を着色

1) 新潟中越地震において配水用ポリエチレン管の被害はあったものの、すべてフランジ継手部の被害であり、融着継手部の被害はありませんでした。

4.3 管路更新計画

(1) 更新優先順位の基本方針

1) 更新優先順位の算出方法

管路の更新は、布設年が古い管路から更新することを基本としますが、布設年に係らず優先的な更新が必要となる管路を別途設定します。布設年に関係なく更新が必要となる管路は以下のとおりとします。

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">① 現在更新計画のある管路（石綿セメント管*・普通铸铁管*）② 重要度の高い管路 |
|---|

上記の①～②の管路は無条件で他の管路より更新優先度を高く設定し、該当しない管路については、布設年、管種、口径、地震被害率によって優先度を評価します。

また、既に耐震管路（DIP-KF、DIP-NS、DIP-PN、DIP-S、DIP-SⅡ、DIP-GX、HPPE）となっているものについては、法定耐用年数の40年を超過していないことから、全て更新対象外とします。

2) 評価項目

【管路の重要度による評価：優先度A】

重要度の高い管路としては、地震時においても正常な機能の確保が必要となる基幹管路（導水管、送水管、配水本管）、重要給水施設*への配水ルート、水管橋*の3つを選定します。

【その他の管路施設：優先度B】

その他の管路については、地震被害が大きなものから優先的に更新を実施します。

3) 更新優先順位の評価フロー

更新優先順位については、影響度が高い管路を優先度A1、A2、A3、Bに分類し、それぞれのカテゴリの中で優先順位を設定します。

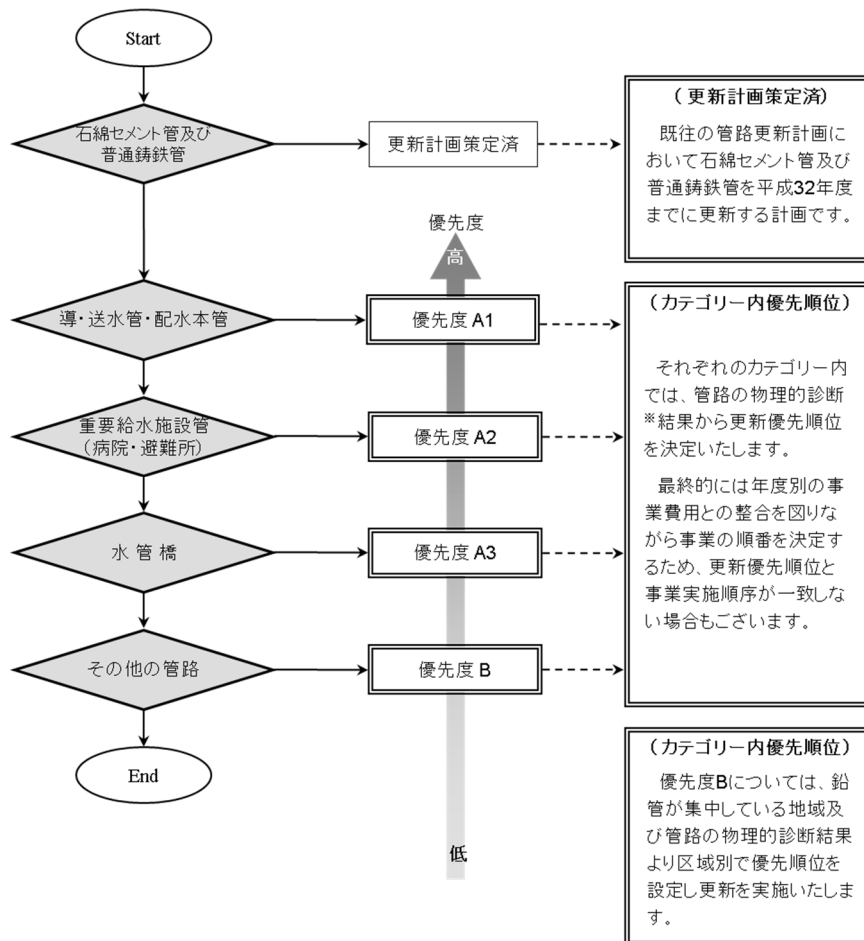


図4.3.1 更新優先順位の評価フロー

(2) 管路の重要度

1) 重要度の高い管路（優先度 A）

重要度の高い管路は、地震時においても送配水が正常に行われるべき管路施設を指します。本市においては、「導水管・送水管・配水本管（A1）」「重要給水施設※への配水ルート（A2）」「水管橋※（A3）」が重要度の高い管路に該当します。

a) 導水管・送水管・配水本管（優先度 A1）

導水管・送水管・配水本管は、基幹の管路であり、地震による被害を受けた場合の影響がきわめて大きいため、最優先での更新が必要となります。本市の導水管・送水管・配水本管を図4.3.2に示します（※図は耐震管を含む）。

なお、東町3号井及び三里塚3号井は共に暫定井※であり、将来的に廃止される予定であるため、東町3号井から東町配水場への導水管、三里塚3号井から三里塚配水場への導水管については評価対象外とします。

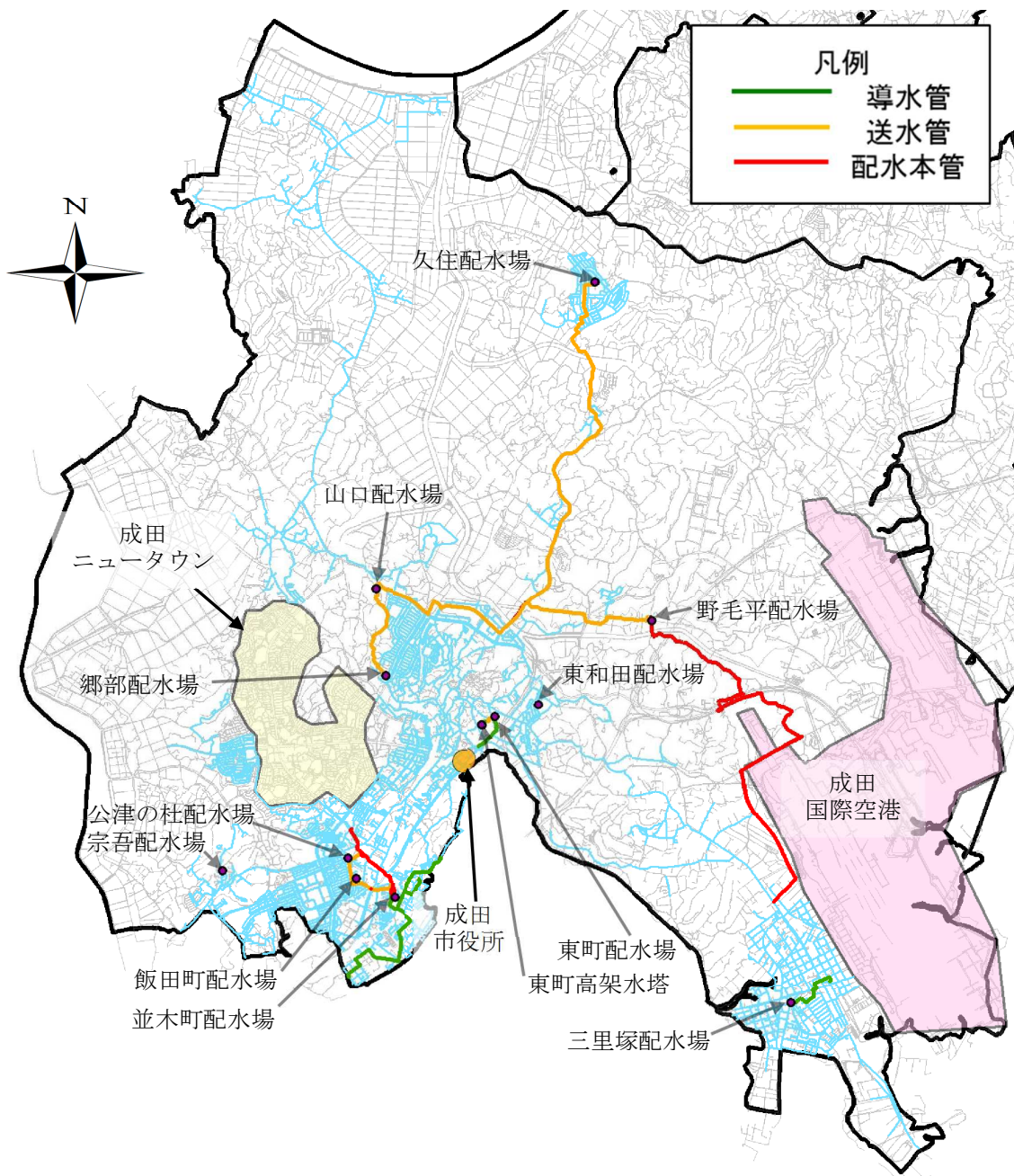


図4.3.2 導水管・送水管・配水本管（優先度 A1）

b) 重要給水施設^{*}への配水ルート（優先度 A2）

①医療機関への配水ルート

非常時に正常な給水を必要とする医療施設は、人命に係るものを最優先とし、大人数を収容できる基幹病院及び大量に水を必要とする透析医療機関のうち、本市水道事業が給水している施設を選定しました。本市における重要給水施設^{*}の一覧を表 4.3.1 に示します。

表4.3.1 重要給水施設^{*}一覧（医療機関）

NO	医療機関名	摘要	所在地
1-1	成田赤十字病院	基幹病院	飯田町 90-1
1-2	みはま成田クリニック	透析医療機関	飯田町 129-1

②給水拠点への配水ルート

給水拠点となる学校は避難所として、市役所等は指揮系統としての機能を有することから、地震時においても給水を正常に行う必要があり、成田市地域防災計画では、原則として、防災井戸を設置している指定避難所を拠点給水所として定めております。本市水道事業が給水している給水拠点の一覧を表 4.3.2 に示します。

なお、八生小学校、中郷運動施設、豊住小学校までの配水ルートはすでに耐震管となっているため、本計画の対象外とします。また、成田小学校までの配水ルートには、一部石綿管の箇所があるものの、令和元年度までに更新予定であり、その他の管路はすべて耐震管であるため、本計画の対象外とします。

本市の重要給水施設への配水ルートを図 4.3.3 に示します（※図は耐震管を含む）。

表4.3.2 重要給水施設^{*}一覧（給水拠点）

NO	給水拠点名	摘要	所在地	備考
2-1	成田市役所	指揮系統	花崎町 760	
2-2	成田小学校	避難所	幸町 948-1	対象外
2-3	平成小学校	避難所	飯仲 50-1	
2-4	八生小学校	避難所	松崎 1468	対象外
2-5	中郷運動施設	避難所	赤萩 1574	対象外
2-6	豊住小学校	避難所	北羽鳥 1985-2	対象外
2-7	三里塚小学校	避難所	本三里塚 153-1	

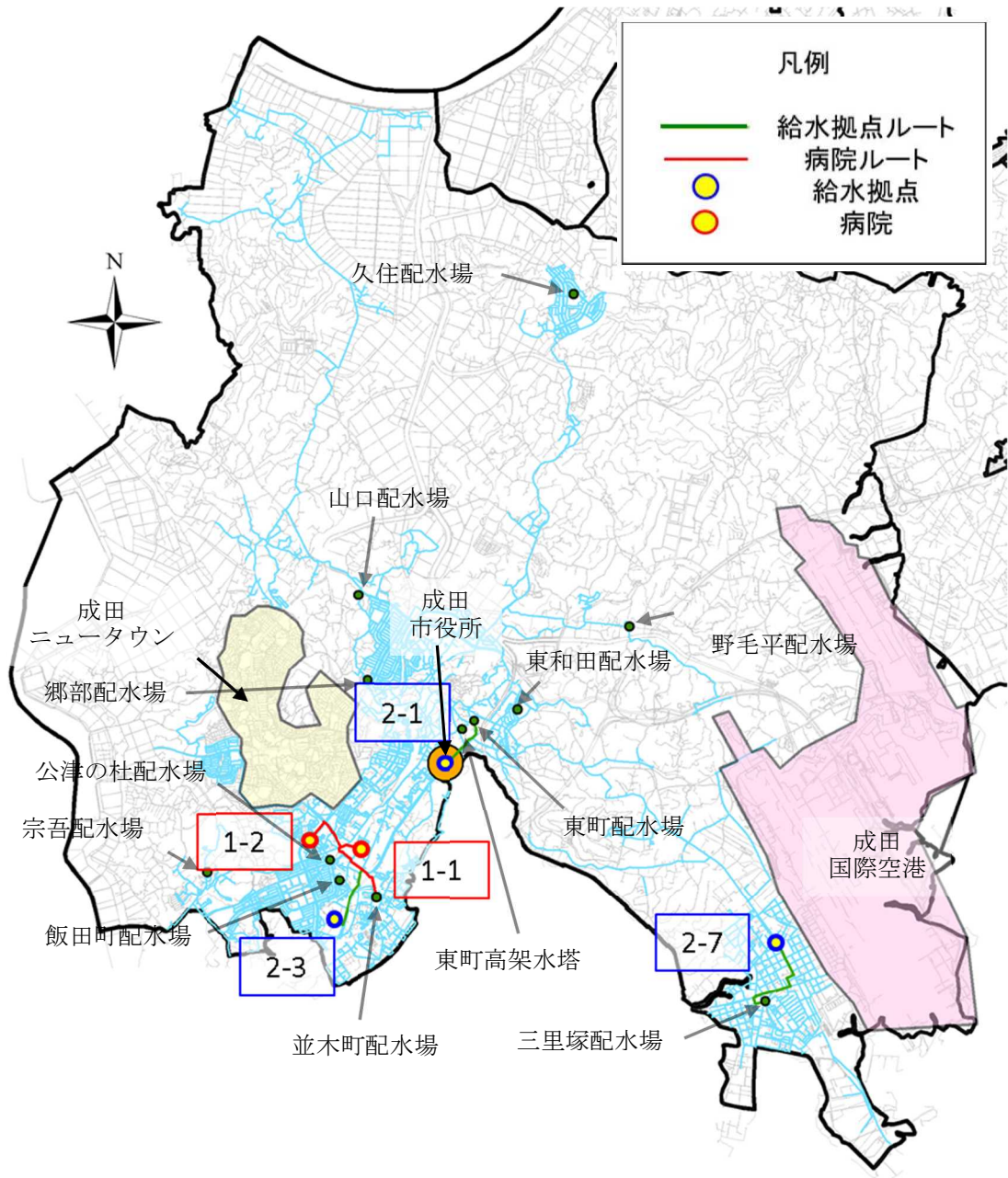


図4.3.3 重要給水施設※への配水ルート（優先度 A2）

c) 水管橋※（優先度 A3）

水管橋※は鉄道軌道や河川を横断する重要な管路施設であり、地震による被害を受けた場合に他のルートからのバックアップがない場合が多いことから、本検討においても重要管として位置づけます。本市における水管橋※の一覧を表 4.3.3 に示します。

なお、No. 1、No. 2、No. 3、No. 7、No. 10、No. 11、No. 12、No. 13、No. 14 は既に耐震管となっているため、本計画の対象外とします。また、No. 4、No. 5 は、将来的に廃止する方針であるため本計画の対象外とします。

表 4.3.3 水管橋※一覧

No	橋名	設置位置	管種	形式	規 模			完成年度	備考
					口径	延長	管材		
1	西和泉橋	一級河川荒海川	送配水管	添架	φ 200	73.7m	SUS	1996	対象外
2	松崎橋	一級河川小橋川	配水管	独立	φ 300	85.0m	STW	2000	対象外
3	さくら橋	一級河川根木名川	送配水管	添架	φ 400	69.5m	SUS	2000	対象外
4	関戸橋	一級河川根木名川	配水管	添架	φ 75	91.4m	SGP-V	1997	対象外
5	石橋橋	一級河川小橋川	配水管	添架	φ 100	24.3m	SGP-V	1990	対象外
6	吾妻橋	一級河川根木名川	配水管	添架	φ 40	57.1m	SGP-V	1980	
7	寺見橋	一級河川根木名川	配水管	添架	φ 250	48.1m	SUS	2016	対象外
8	成東橋	一級河川根木名川	配水管	添架	φ 75	48.4m	SGP-V	1970	
9	公津橋	京成電鉄本線	配水管	添架	φ 150	13.0m	SGP-V	1965	
10	飯田橋	京成電鉄本線	配水本管	独立	φ 500	32.3m	SUS	2014	対象外
11	不動橋	J R 成田線	配水管	添架	φ 250	16.8m	STW	1985	対象外
12	郷部橋	J R 成田線	配水管	添架	φ 100	19.2m	STW	1988	対象外
13	松崎川第一橋	準用河川松崎川	配水管	添架	φ 150	52.8m	SUS	2012	対象外
14	真々田橋	一級河川取香川	配水本管	独立	φ 400	77.0m	STW	2013	対象外

※ SUS …ステンレス鋼管（溶接継手）

STW …塗覆装鋼管（溶接継手）

SGP-V…硬質塩化ビニルライニング鋼管（ねじ込み継手）

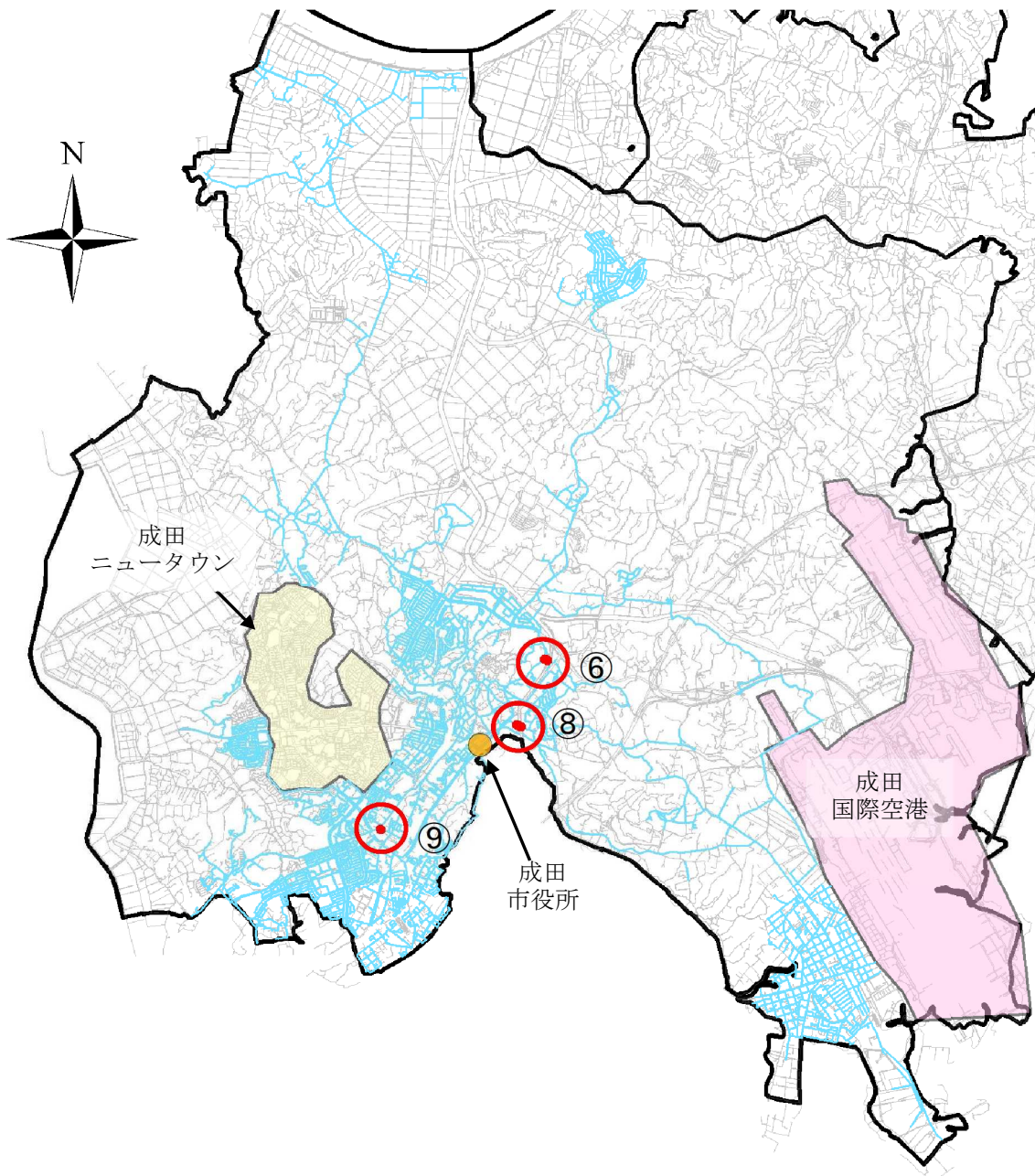


図4.3.4 水管橋* (優先度 A3)

2) その他の管路 (優先度 B)

その他の管路については、耐震優先度 A1、A2、A3 を除く配水支管とします。更新優先度は A より下となりますが、老朽化している管路も多く、着実に更新していく必要があります。

3) 評価対象管路

優先度別評価対象管路を図 4.3.5 に示します。

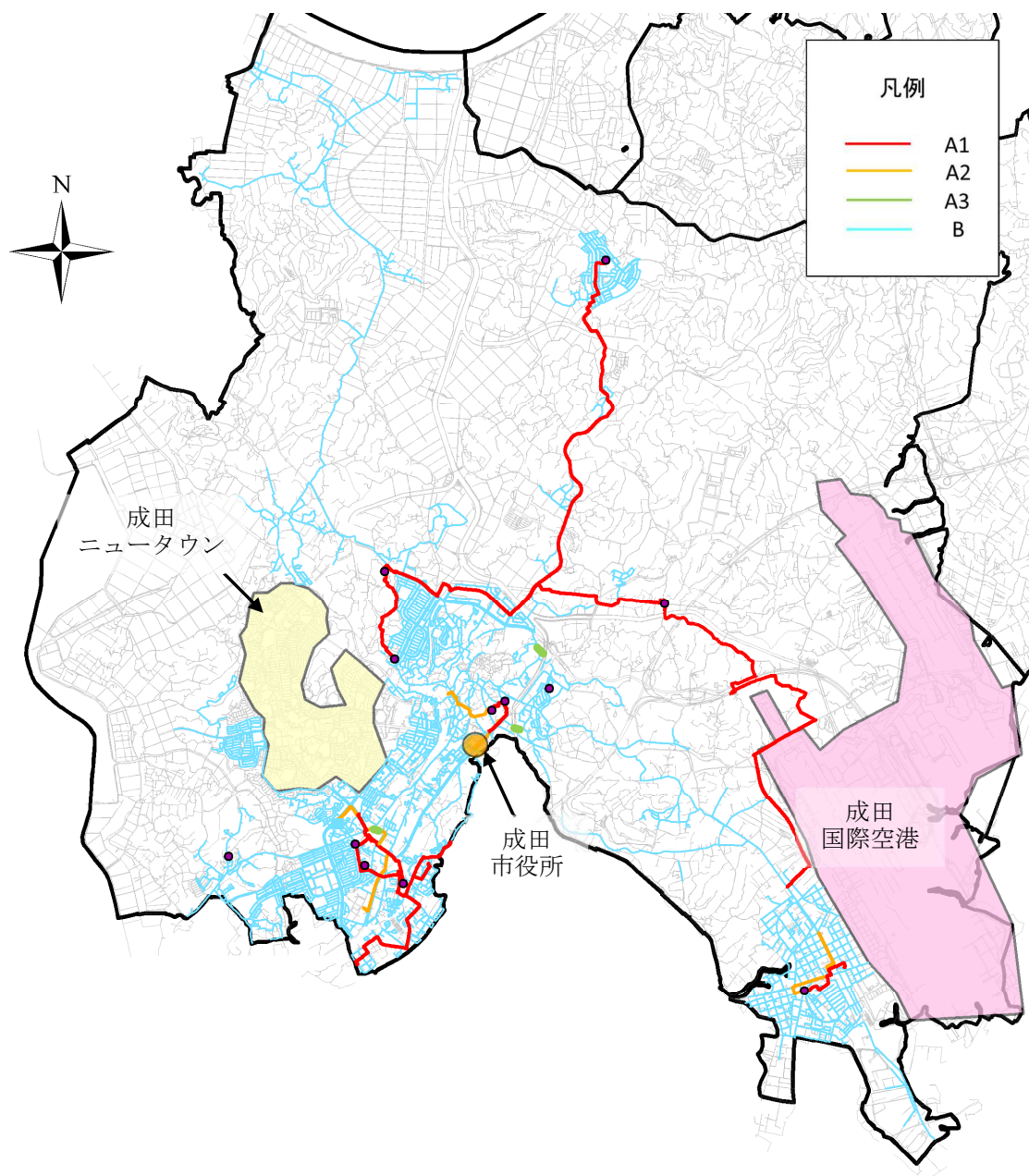


図4.3.5 優先度別評価対象管路

(3) 更新優先度

1) 影響度

更新優先度は、総合物理的評価点数※に影響度を考慮して設定します。管路施設評価における影響度の区分は、水量の大小により判定します。影響度の決定に用いる送配水量は、送水管・導水管については、2014（平成26）年度から2016（平成28）年度の日最大配水量を基に設定し、水源から浄水施設までの導水管の水量は、2014（平成26）年度から2016（平成28）年度の日最大取水量※を基に設定します。また、重要給水施設※への配水ルートについては、2017（平成29）年1月及び2月の給水メータ別の検針水量を基に設定します。

2) 優先順位の設定

各施設・設備の総合物理的評価点数※と影響度評価※を併せて更新優先度の定量評価を行います。図4.3.6にマトリックス評価を用いた更新優先順位の設定例を示します。

図中の数字は、更新優先順位であり、数字の低いグループから更新を進めていく必要があります。

100	16	15	14	13	健全
75	12	11	10	9	強化の必要 はあり
50	8	7	6	5	良い状態 ではない
25	4	3	2	1	極めて悪い
0	影響度④	影響度③	影響度②	影響度①	

図4.3.6 更新優先順位の評価例

3) 導水管・送水管・配水本管（優先度 A1）

導水管・送水管・配水本管については、影響度と総合物理的評価点数^{*}を図 4.3.7 のように分類し評価を行います。なお、影響度を考慮した結果、同じ順位となった場合は、影響度の大きい施設から更新優先順位を高く設定することとします。評価結果より、並木町配水場システムの配水本管、東町配水場から東町高架水塔までの送水管、並木町取水井から並木町配水場までの導水管の順で更新優先順位が高い結果となります。

並木町配水場システムの配水本管については、1970 年から 1975 年に布設されたダクタイル鋳鉄管 A 形^{*}が多いことが要因です。

東町配水場から東町高架水塔までの送水管については、送水管の大半が 1960 年代に設置された老朽管であることに加え、液状化^{*}の発生確率が高い箇所に設置されていることで地震被害件数が大きく評価されたことが要因です。

並木町取水井から並木町配水場までの導水管については、1990 年代に布設されたダクタイル鋳鉄管 A 形^{*}が多いことが要因です。

100	6	5
95	4	3
90	2	1
	影響度②	影響度①
	2,000m ³ 未満	2,000m ³ 以上

図4.3.7 導水管・送水管・配水本管の更新優先順位設定分類

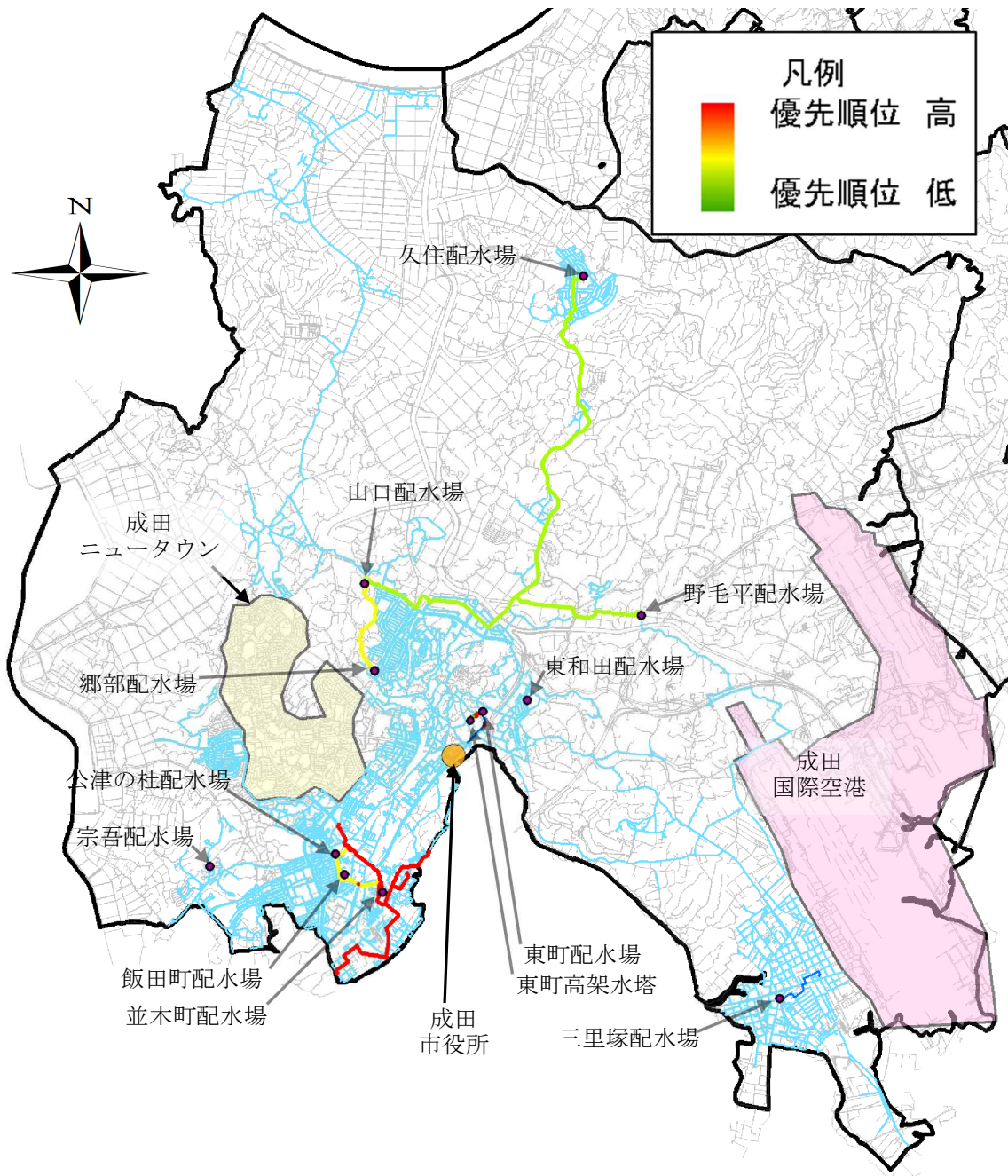


図4.3.8 導水管・送水管・配水本管（優先度 A1）における更新優先順位

表4.3.4 送水管・導水管・配水本管（優先度 A1）の評価結果

ルート		管路延長 (m)	総合物理的 評価点数 (S)	導水量 (m ³ /日)	影響度	更新優先順位 設定分類	更新優先順位
導水管	東町5号井～東町高架水塔	203	98.20	1907	②	6	6
	並木町取水井～並木町配水場	3846	93.03	11226	①	3	3
ルート		管路延長 (m)	総合物理的 評価点数 (S)	送水量 (m ³ /日)	影響度	更新優先順位 設定分類	更新優先順位
送水管	並木町配水場～公津の杜配水場	1301	92.53	4064	①	3	4
	山口配水場～久住配水場	9687	95.86	640	②	6	7
	山口配水場～郷部配水場	3322	93.71	1712	②	4	5
	久住配水場～野毛平配水場	843	96.62	500	②	6	8
	東町配水場～東町高架水塔	188	85.73	3181	①	1	2
ルート		管路延長 (m)	総合物理的 評価点数 (S)	配水量 (m ³ /日)	影響度	更新優先順位 設定分類	更新優先順位
配水本管	並木町配水場系統	1921	62.45	11253	①	1	1

※更新優先順位設定分類が同位の場合は、影響水量の大きいルートから優先的に更新する方針とする。

4) 重要給水施設*への配水ルート (優先度 A2)

重要給水施設*への配水ルートについては、影響度と総合物理的評価点数*を図 4.3.9 のように分類し評価を行います。評価結果より、並木町配水場から成田赤十字病院の配水ルートが最も更新優先順位が高くなり、次いで、東町配水場から市役所までの配水ルート、並木町配水場からみはま成田クリニックまでの配水ルート、三里塚配水場から三里塚小学校までの配水ルートにおいて優先順位が高い結果となります。

なお、並木町配水場から成田赤十字病院の配水ルート以外のルートについては、総合物理的評価点数(S)が90点以上を超えているため早急な対策は必要ないと判断します。

並木町配水場から成田赤十字病院までの配水ルートは、1975年に布設された配水管*で構成されており、経年劣化係数が著しく小さいことが要因です。

100	9	8	7
95	6	5	4
90	3	2	1
	影響度㊦ 10m ³ 未満	影響度㊧ 10m ³ 以上 50m ³ 未満	影響度㊨ 50m ³ 以上

図4.3.9 重要給水施設*への配水ルートの更新優先順位設定分類

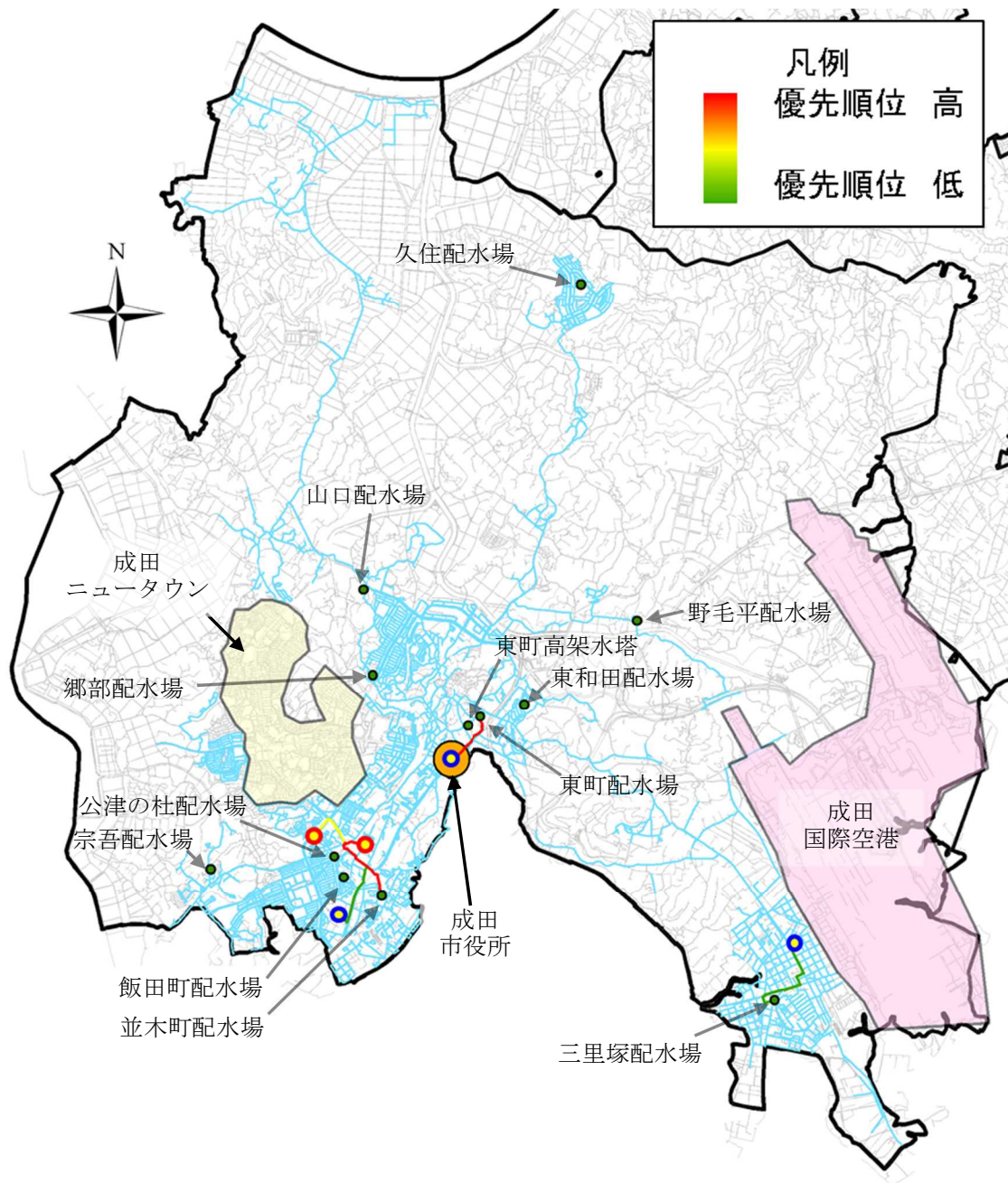


図4.3.10 重要給水施設*への配水ルート（優先度 A2）における更新優先順位

表4.3.5 重要給水施設*への配水ルート（優先度 A2）の評価結果

ルート		管路延長 (m)	総合物理的 評価点数 (S)	影響水量 (m ³ /日)	影響度	更新優先順位 設定分類	更新優先順位
医療機関への 配水ルート	並木町配水場～成田赤十字病院	375	78.31	569.1	①	1	1
	並木町配水場～みはま成田クリニック	707	87.61	10.5	②	5	3
給水拠点への 配水ルート	東町高架水塔～成田小学校	982	95.33	99.9	①	7	6
	東町配水場～市役所	1170	89.86	187.8	①	4	2
	公津の杜配水場、飯田町配水場～平成小学校	525	88.63	0.1	③	6	5
	三里塚配水場～三里塚小学校	696	86.21	0.6	③	6	4

※更新優先順位設定分類が同位の場合は、影響水量の大きいルートから優先的に更新する方針とする。

5) 水管橋※ (優先度 A3)

本検討では、「地震による水道被害の予測及び探査に関する技術開発研究報告書（水道技術研究センター）」に記載されている水管橋※の診断手法に基づいて水管橋※の簡易耐震診断※を実施し、耐震性が低く影響度の高い水管橋※より更新していく方針とします。

鋼管製添架水管橋※の簡易耐震診断※表を表 4.3.6 に示します。簡易診断では、設置箇所の地盤状況、添架構造、配管の口径等から耐震性を評価します。なお、耐震性の評価点数が 14 点より小さい場合は耐震性が高く、28 点より大きい場合は耐震性が低いことを示しています。更新優先順位の設定は、評価点数が高いものから順に実施する方針とします。また、評価点数が同じ水管橋※については、建設年度が古いものを優先的に更新する方針とします。

表4.3.6 鋼管製添架水管橋*の耐震診断表

項目	範 疇	重み係数	備考
地盤	I種	1.0	
	II種	1.4	
	III種	1.2	
地盤変状の影響	無し	1.0	
	恐れあり	2.0	
	有り	3.0	
道路橋桁構造	アーチ、ラーメン	1.0	
	連続桁	2.0	
	単純梁、斜張橋、吊橋	3.0	単純梁：2つの支点で支えられ、一端がピン支点、他端がローラ支点の橋 斜張橋：塔から斜めに張ったケーブルを橋桁に直接つなぎ支える橋 吊橋：綱などの張力で吊り下げ支える形式の橋
添架管の高さ	< 5 m	1.0	
	5 ~ 10 m	1.4	
	> 10 m	1.7	
添架構造	タイプ A	1.0	・専用受桁  橋桁横 
	タイプ B	1.2	・ブラケット形式  橋外 
	タイプ C	1.5	・吊形式  橋内 
配管径	φ300以下	0.8	
	φ300以上	1.0	
添架管継手構造	溶接構造	0.5	
	溶接構造以外	1.2	
配管形状 添架部線形	直線	1.0	
	曲りあり(固定点有)	1.2	
	曲りあり(固定点無)	1.5	
橋台部線型	直線	1.0	
	曲りあり(固定点有)	1.2	
	曲りあり(固定点無)	1.5	
添架管固定点	固定有り	1.0	
	固定無し	1.5	
伸縮可とう管 の設置間隔	L < 100m	1.0	
	L > 100m	1.2	
伸縮可とう管	クローザ [®] 、ペローズ [®] (偏心)	0.8	クローザ：本管より少し大きいスリーブ及び特殊形状のゴムリングにより可とう性及び気密性を持たせる構造 ペローズ：金属で製作した筒状のものにひだを設けることにより可とう性及び気密性を保持する構造
	クローザ [®] 、ペローズ [®]	1.0	
	ドレッサー、スリーブ	1.5	ドレッサー：フランジをボルトで締付けることにより圧着して気密性を保持する構造 スリーブ：グラウンドをボルトで締付けることにより圧着して、気密性を保持する構造
	刃加継手、無	2.0	メカニカル継手：機械的な方法により接続する管継手
震度階	5	1.0	
	6	2.2	
	7	3.6	
耐震性	高	14 >	
	中	14 ~ 28	
	低	28 <	

*地盤種別については、微地形分類の評価より、良質地盤、沖積平地及び改変山地に属する場合は「I種地盤」、改変丘陵地に属する場合は「II種地盤」、谷・旧水部に属する場合は「III種地盤」とする。

*地盤変状の影響は、PL値が5以下の場合は「無し」、PL値が5を超える場合は「恐れあり」、PL値が15を超える場合は「有り」とする。

*伸縮可とう管の形状がわからない水管橋についてはドレッサータイプと想定する。

*震度階級については、地震被害予測で使用した規模の地震が発生したことを想定し、震度6を採用する。

※出典：地震による水道被害の予測及び探査に関する技術開発研究報告書（水道技術研究センター）

評価結果を表 4.3.7 に、詳細な結果を表 4.3.8 に示します。評価結果より、成東橋水管橋の耐震性が最も低く、次いで吾妻橋水管橋、公津橋水管橋の耐震性が低い結果となります。なお、耐震補強を実施する場合は、構造計算に基づく詳細耐震診断が必要となります。

表 4.3.7 簡易耐震診断※結果

No	橋名	設置位置	規 模			完成年度	評価点数	耐震性	更新優先順位
			口径	延長	管材				
①	吾妻橋	一級河川根木名川	φ 40	57.1m	SGP-V	1980	13	「高」	2
②	成東橋	一級河川根木名川	φ 75	48.4m	SGP-V	1970	16	「中」	1
③	公津橋	京成電鉄本線	φ 150	13.0m	SGP-V	1965	8	「高」	3

※ SGP-V…硬質塩化ビニルライニング鋼管（ねじ込み継手）

表4.3.8 簡易耐震診断※結果（詳細）

	橋名	吾妻橋水管橋		橋名	成東橋水管橋		橋名	公津橋水管橋			
		口径	40mm		口径	75mm		口径	150mm		
		橋長	57.1m		橋長	48.4m		橋長	13.0m		
	範疇	得点	備考		範疇	得点	備考		範疇	得点	備考
地盤	I種	1.0		I種	1.0		I種	1.0			
地盤変状の影響	無し	1.0		無し	1.0		無し	1.0			
道路橋桁構造	連続桁	2.0		連続桁	2.0		連続桁	2.0			
添架管の高さ	5～10m	1.4		5～10m	1.4		<5m	1.0			
添架構造	タイプB	1.2		タイプB	1.2		タイプB	1.2			
配管径	φ300以下	0.8		φ300以下	0.8		φ300以下	0.8			
添架管継手構造	溶接構造以外	1.2		溶接構造以外	1.2		溶接構造以外	1.2			
配管形状	曲りあり(固定点無)	1.5		曲りあり(固定点無)	1.5		直線	1.0			
橋台部線型	曲りあり(固定点無)	1.5		曲りあり(固定点無)	1.5		曲りあり(固定点無)	1.5			
添架管固定点	固定有り	1.0		固定有り	1.0		固定有り	1.0			
伸縮可とう管間隔	L<100m	1.0		L<100m	1.0		L<100m	1.0			
伸縮可とう管	クローズ、ヘローズ(偏心)	0.8		クローズ、ヘローズ	1.0		クローズ、ヘローズ	1.0			
震度階	6	2.2		6	2.2		6	2.2			
耐震性	高い 14> 中 14～28 低い 28<	12.8		高い 14> 中 14～28 低い 28<	16.0		高い 14> 中 14～28 低い 28<	7.6			
		「高」			「中」			「高」			

6) その他の管路（優先度 B）

その他の管路については、以下の項目について優先順位の設定を行います。なお、早期の対応が望ましい①は②より優先度を高く設定する方針とします。

- ① 鉛製給水管の集中度
- ② 総合物理的評価点数^{*}及び影響度

a) 鉛製給水管の集中度

鉛製給水管については、停滞水（長時間使用していない水）への鉛の溶出が懸念されるため、鉛製給水管の集中度により優先度の評価を行います。なお、公津の杜 1～6 丁目等で使用されている鉛製給水管の内外面を被覆した管は、鉛が溶出しないことから評価の対象外とします。

鉛製給水管率^{*}の推移を図 4.3.11 に示し、鉛製の給水管の布設位置を図 4.3.12 に示します。評価結果より、美郷台 1～3 丁目でも鉛製給水管が集中しており、次いで囲護台、囲護台 1～3 丁目及び馬橋で鉛製給水管が集中しているため、これらの地区を優先的に更新していく方針とします。

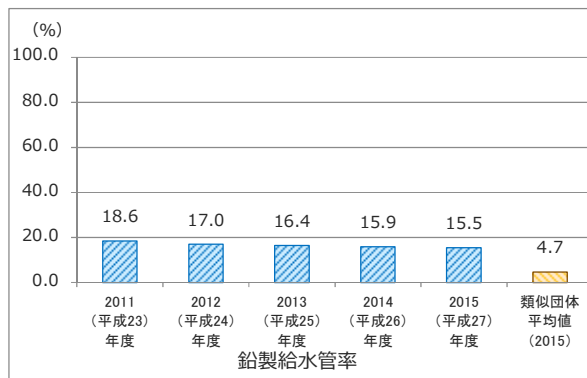


図4.3.11 鉛製給水管率*の推移

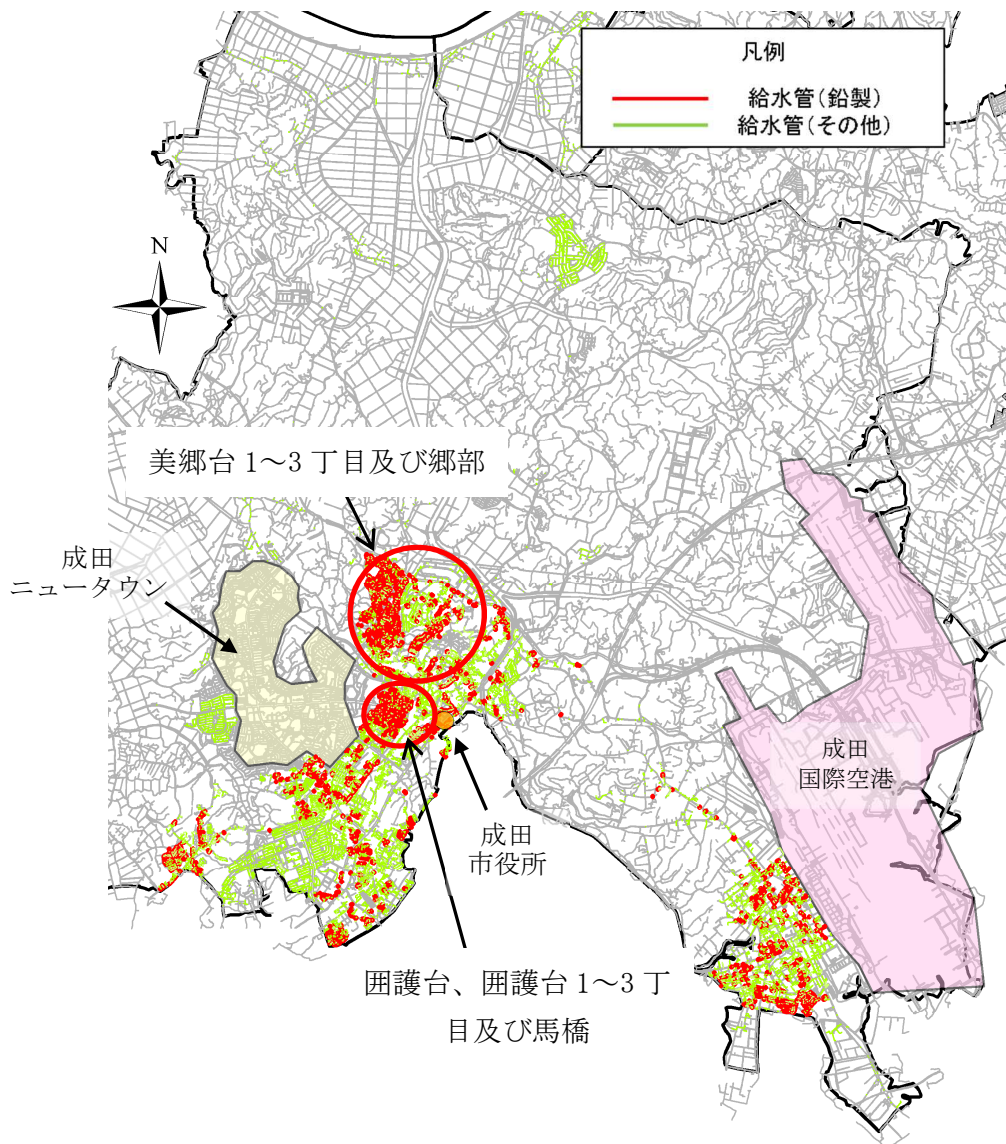


図4.3.12 重要給水施設*への配水ルート(優先度 A2)における更新優先順位

b) 総合物理的評価点数*及び影響度

①鉛製給水管の集中度に該当しない箇所については、優先度 A1、A2 同様、総合物理的評価点数*に影響度を考慮して優先度を設定します。影響度と総合物理的評価点数*を図 4.3.13 のように分類します。評価結果より、並木町と遠山地区の優先度が高い結果となりました。その他管路の更新優先順位を図 4.3.14 に示します。

100	4	3
80	2	1
	影響度㊟ 10m ³ 未満	影響度㊿ 10m ³ 以上

図4.3.13 その他の管路の更新優先順位設定分類

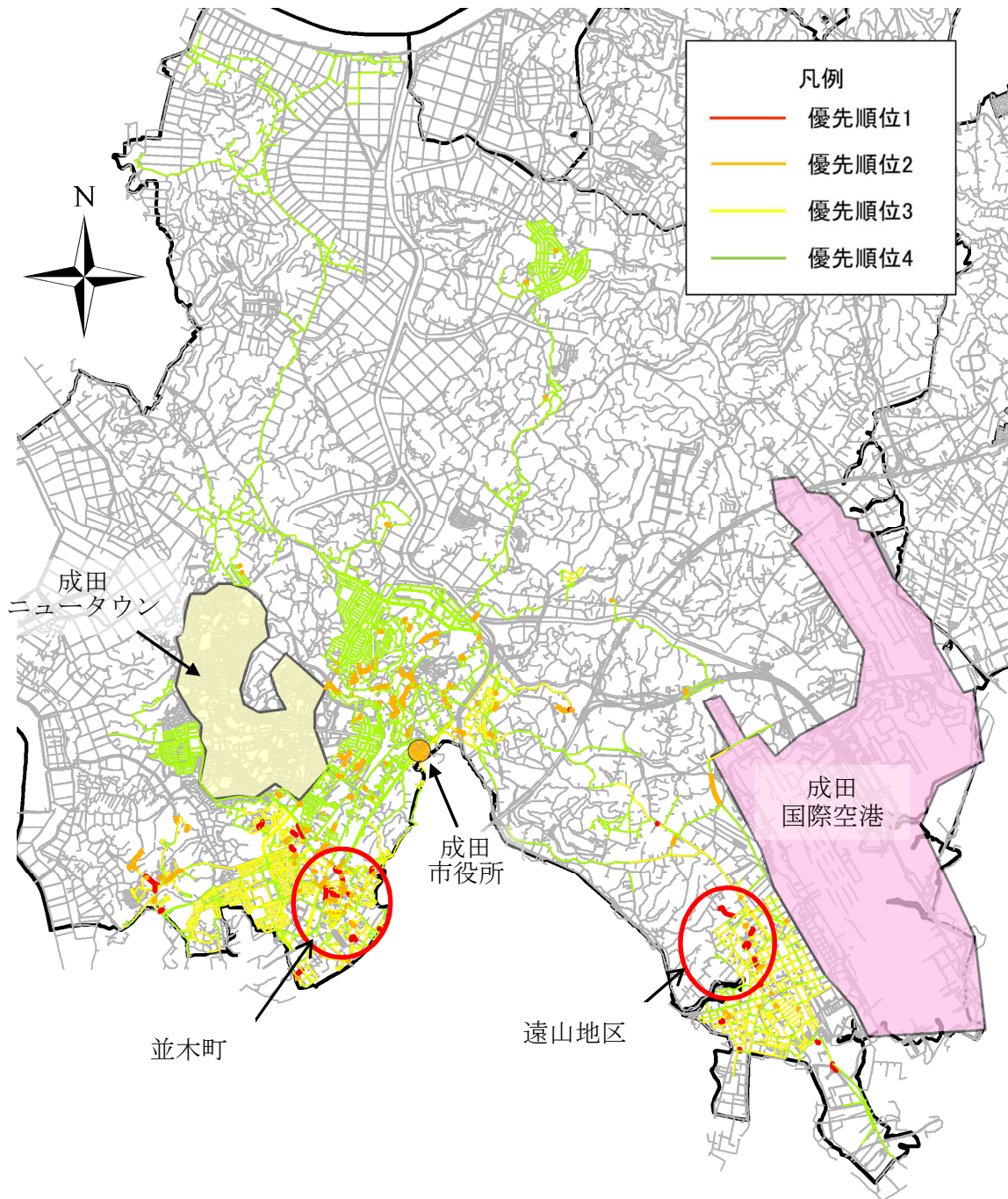


図4.3.14 その他管路における更新優先順位

(4) まとめ

各カテゴリーの優先順位を以下に示します。

優先度 A1 (導水管・送水管・配水本管)

- ① 並木町配水系統の配水本管
- ② 東町配水場から東町高架水塔までの送水管
- ③ 並木町取水井からの導水管

優先度 A2 (重要給水施設への配水ルート)

- ① 並木町配水場から成田赤十字病院までの配水ルート
- ② 東町配水場から市役所までの配水ルート
- ③ 並木町配水場からみはま成田クリニックまでの配水ルート

優先度 A3 (水管橋)

- ① 成東橋水管橋 (一級河川根木名川 東町 125 地先)
- ② 吾妻橋水管橋 (一級河川根木名川 寺台 69 地先)
- ③ 公津橋水管橋 (京成電鉄本線 飯田町 90 地先)

優先度 B (その他の管路)

- ① 美郷台 1～3 丁目、郷部
- ② 囲護台、囲護台 1～3 丁目及び馬橋
- ③ 並木町
- ④ 遠山地区

4.4 目標耐震化率

(1) 検討手法

水道事業では、石綿セメント管^{*}（ACP）、普通鋳鉄管^{*}（CIP）等の耐震性の低い管路を対象として耐震化を進め、単年度の更新延長は経営的に投資可能な事業費から決定しておりましたが、事業費の投資効果まではこれまでに分析していませんでした。

本計画では、管路更新事業の適性投資額を求めることを目的として、成田市水道事業における地震危険度を考慮した管路更新費用に関するライフサイクルコスト^{*}を算定し、投資効果が最大となる管路の耐震化率^{*}を設定します。

なお、管路更新費用に関するライフサイクルコスト^{*}は、管路更新費用と地震被害時の断水による被害額を合算した費用とします。

管路更新費用については、定量的に算出するため「水道事業の再構築に関する施設更新費用算定の手引き（厚生労働省）」でモデル化されている費用により算定します。

また、地震被害時の断水による被害額については、「水道事業の費用対効果分析マニュアル（厚生労働省）」により算定します。

(2) 各ケースにおける比較検討

最も管路更新費用に関するライフサイクルコスト^{*}が最小となる耐震化レベルを特定するため、複数のケースを設定し、それぞれの耐震化レベルにおける管路更新費用に関するライフサイクルコスト^{*}を算出します。検討ケースを表 4.4.1 に示します。なお、石綿セメント管^{*}及び普通鋳鉄管^{*}は全て更新が完了したものと設定します。

表4.4.1 各ケースにおける管路整備内容一覧

検討ケース	管路更新の考え方	耐震管路延長(km)	耐震化率(%)	被害件数(件)	被害率(%)
①	現況管路	216.7	57	128	0.34
②	鋼管、ポリエチレン管、硬質塩化ビニル管を更新	220.9	58	115	0.31
③	鋼管、ポリエチレン管、硬質塩化ビニル管、ダクタイル鋳鉄管（全体の20%）を更新	252.3	67	92	0.24
④	鋼管、ポリエチレン管、硬質塩化ビニル管、ダクタイル鋳鉄管（全体の40%）を更新	283.8	75	69	0.18
⑤	鋼管、ポリエチレン管、硬質塩化ビニル管、ダクタイル鋳鉄管（全体の60%）を更新	315.2	83	46	0.12
⑥	鋼管、ポリエチレン管、硬質塩化ビニル管、ダクタイル鋳鉄管（全体の80%）を更新	346.6	92	23	0.06
⑦	全て耐震管路	378.0	100	0	0

(3) ライフサイクルコスト*の算定結果

耐震化レベルよりライフサイクルコスト*を算出し、ライフサイクルコスト*が最小となる箇所を特定します。ライフサイクルコスト*の算定結果を図 4.4.2 に示します。

検討ケースの中でライフサイクルコスト*を最も抑えることができるのは、ケース④の耐震化率 75%であるため、耐震化率 75%を目標値と設定します。

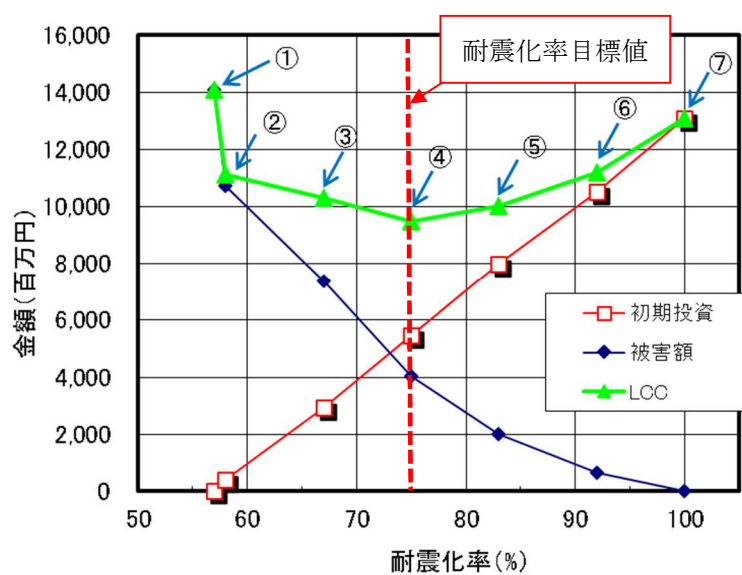


図 4.4.2 管路更新のライフサイクルコスト*