

(3) 注入装置の製品に関する調査

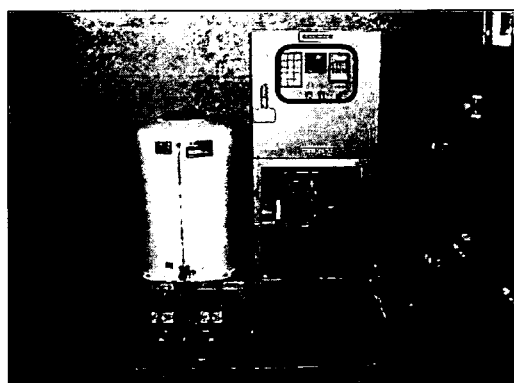
配水管路で追加塩素を実施している事業体で、実際に使用されていた注入装置について、製品の性能や適用性についての調査を実施した。

1) 製品の特徴 「全自動滅菌装置：OAC（オアック）」（オーヤラックス㈱製）

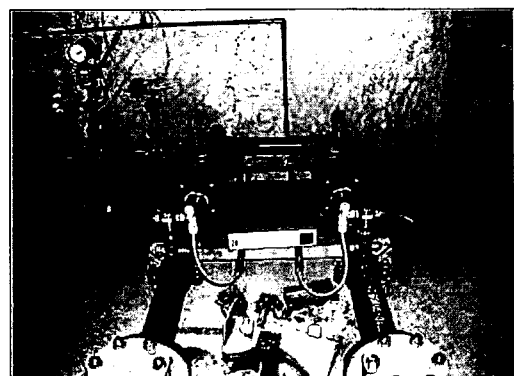
全自動滅菌装置は、水中の残留塩素濃度を正確に、しかも連続的に測定しコントロールする残留塩素制御装置と滅菌装置を組み合わせ、残留塩素の検知・調整・記録の自動化を実現した装置である。水量の変化にも敏感に対応し、常に正確な残留塩素を保持するとともに、確かな測定とデータの記録を無人で行うことができる。

2) 製品の構成

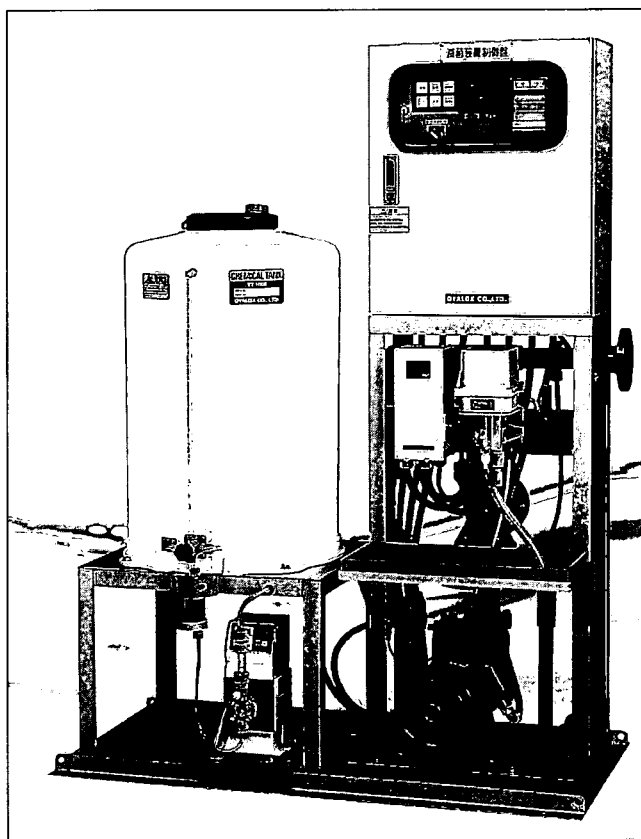
全自動滅菌装置は、残留塩素計、制御盤、記録計、薬液槽、滅菌機で構成される。残留塩素計で検知された残留塩素濃度信号（DC 4～20mA）を制御盤で変換し、滅菌機を制御する。また、流量計等と組み合わせることにより、配水管路中への塩素注入が可能となる。装置の写真を写真 3.6.23 に示す。また、装置の構成図およびフローシートを図 3.6.31 に示す。



a) 設置事例※1



b) 不断水注入装置（管路注入箇所）※1



c) 全景※2

※1) 「メーカー施工写真」より引用

※2) 「メーカーカタログ」より引用

写真 3.6.23 全自動滅菌装置

3) 採用実績

ビル、集合住宅、学校、工場などの二次滅菌や、浄水場、簡易水道、プールなどの水の消毒に幅広く用いられている。水道の消毒用としては、約 1,500 件の採用実績（ほとんどが貯水槽への注入で、管路注入の実績は把握していない。）がある。

4) 製品の適用性

本製品を管路注入に適用する場合には、以下の点に注意する必要がある。

- 装置の設置スペース（2.0m×1.5m 程度）が必要となる。また、装置に直射日光が当たらないように室内に設置する必要がある。（温度管理が重要で、場合によっては、室内にエアコンを設置することもある。）
- 管路末端で注入する場合、混合のことを考慮して、注入後の管路延長を十分確保する必要がある。
- 次亜塩素酸ナトリウムの補充は 1 回/月程度。また、装置のメンテナンスは通常 1 回/年程度必要である。

(4) その他の情報

東京都水道局では、都内全域で均一な水質（残留塩素濃度を 0.4mg/l 以下）を実現するために、給水所において消毒用塩素を投入する施設（全自動滅菌装置）を 2009 年度までに 8 箇所設置する予定である。



(平成 19 年 9 月 13 日 日経産業新聞)

(5) まとめ

全自動滅菌装置については、管路注入をしている事業者から「満足のいく結果が得られている」との評価を受けている。また、管網内での残留塩素濃度の平準化のためのニーズも高まることが予想されることから、今後、管路注入を採り入れる事業者が増える可能性がある。

3.6.5 管路における水質劣化防止対策技術のまとめ

老朽管路における水質劣化対策技術として 3.6.2 章から 3.6.4 章で 3 つの技術を調査した。以下に各技術の主な調査結果を示す。

(1) 管路更新による水質劣化防止調査結果

- 1) 更新前に比べて更新後で残留塩素濃度低下が改善された。
- 2) 更新前に比べて更新後で懸濁物質量が減少した。

(2) 石灰注入による水質劣化防止調査結果

- 1) 水道配管材である鋳鉄とモルタルの腐食が抑制された。
- 2) 石灰注入している方が残留塩素濃度低下は抑制された。
- 3) 石灰注入している方が懸濁物質量の抑制は期待できる。

(3) 管路における塩素注入方式に係る調査結果

- 1) アンケート調査等より管路注入で残留塩素濃度を改善できることが確認できた。

水質劣化防止対策として上記のどの技術を採用するかは、水質面や水理面等の条件で一概には決められないが、本調査結果を踏まえた対策の考え方を述べる。

老朽管による水質劣化が発生した場合は、その老朽管の管更新が優先技術である。しかし、これからの水道施設の大更新時代を迎えるに当たり、財政上配管更新への投資が難しくなることが考えられる。

水道水の腐食性を改善する石灰注入法※は、老朽管からの水質への影響を抑制し、水質劣化を局部的ではなく全般的に防止できるので更新に替わる有効な技術である。

さらに、管路更新と石灰注入法を抱き合わせた形での対策もある。ひどく老朽化した配管のみ更新するか、または現在投資できる分の配管を更新すると同時に、まだ水質劣化に影響していない配管の延命化を目的に石灰注入法を採用する手法である。この手法は、配水施設を護り、浄水場でつくられた安全な水を蛇口まで届けるための最適手法であり、永続的水道経営にも有用と考える。

管路での塩素注入法は、残留塩素濃度を維持するのが難しい特異なケースでの採用と考える。

※消石灰注入の留意点

水道水のランゲリア指数が、水質管理目標項目「-1 程度以上とし、極力 0 に近づける」を満足していなく、特にランゲリア指数が -2 程度以下（2 より大きい負の値）の場合に消石灰注入によるランゲリア指数改善での水質劣化防止に効果がある。

なお、総アルカリ度と総硬度がそれぞれ 80mg/L 程度有する水質の場合は、炭酸カルシウム析出の懸念があるので留意すべきである。

3.7 管路の水質面における評価・診断手法の開発

3.7.1 既存評価・診断事例の整理

管路の水質面における評価・診断手法の開発にあたり、既存の評価・診断事例の整理を行った。整理の対象は以下のとおり。

- ① 水道事業体の管路更新等のマニュアル
- ② 日本水道協会等のマニュアル

(1) 水道事業体の管路更新等のマニュアル

平成 17 年度に実施した「管路施設の機能診断・評価に関する研究における水道事業体向アンケート調査」の結果のなかで、管路更新計画を立案する際に独自のマニュアルを有していると回答のあった事業体（18 事業体）のうち、評価に水質関連の項目を取り入れている 3 事業体の事例を以下に整理した。

1) K 市水道局

K 市水道局では、管路機能の各種評価・診断結果をもとに、水理面、水質面、耐震面および老朽面の各々の観点から、管路の更新優先順位を決定している。水質面では、残留塩素濃度消費速度係数 k 値が大きく、流速の遅い管路ほど更新の優先順位が高くなるように指標が設定されている。管路更新優先順位指標を表 3.7.1 に示す。

表 3.7.1 管路更新優先順位指標

優先項目	順位を示す指標 (値が大きいほど優先順位が高い)	更新目的 (例)
a) 水理面重視	(動水勾配) × (流量比別重要度)	・出水不良地域の解消 ・地域内水圧の平準化 ・日変動水圧の低減
b) 水質面重視	(残塩消費速度係数 k 値) × (1/流速)	・低残塩濃度地域の解消 ・高残塩濃度地域の解消
c) 耐震面重視	(地震時被害率) × (流量比別重要度)	・復旧日数の短縮 ・地震時被災度の低減 ・防災時拠点給水確率の向上
d) 老朽面重視	(平常時事故件数) × (1/対象管路の更新費用)	・維持管理費の低減 ・2 時災害の防止

2) H 市水道局

H 市水道局では、配水本管の老朽改良における優先順位付けについて、平常時において事故の危険性が高いものを埋設年度や管種、埋設土壌、事故等の影響度（減圧、断水、交通遮断）等による老朽度面から評価するとともに、将来起こり得る地震による影響も加味した総合評価により、管路の更新優先順位を決定している。内面腐食という観点では、普通铸铁管（無ライニング）、普通铸铁管（ライニング）、ダクタイル铸铁管の順に高い得点（更新優先順位が高い）が設定されている。老朽管の評価方法を図 3.7.1 に示す。

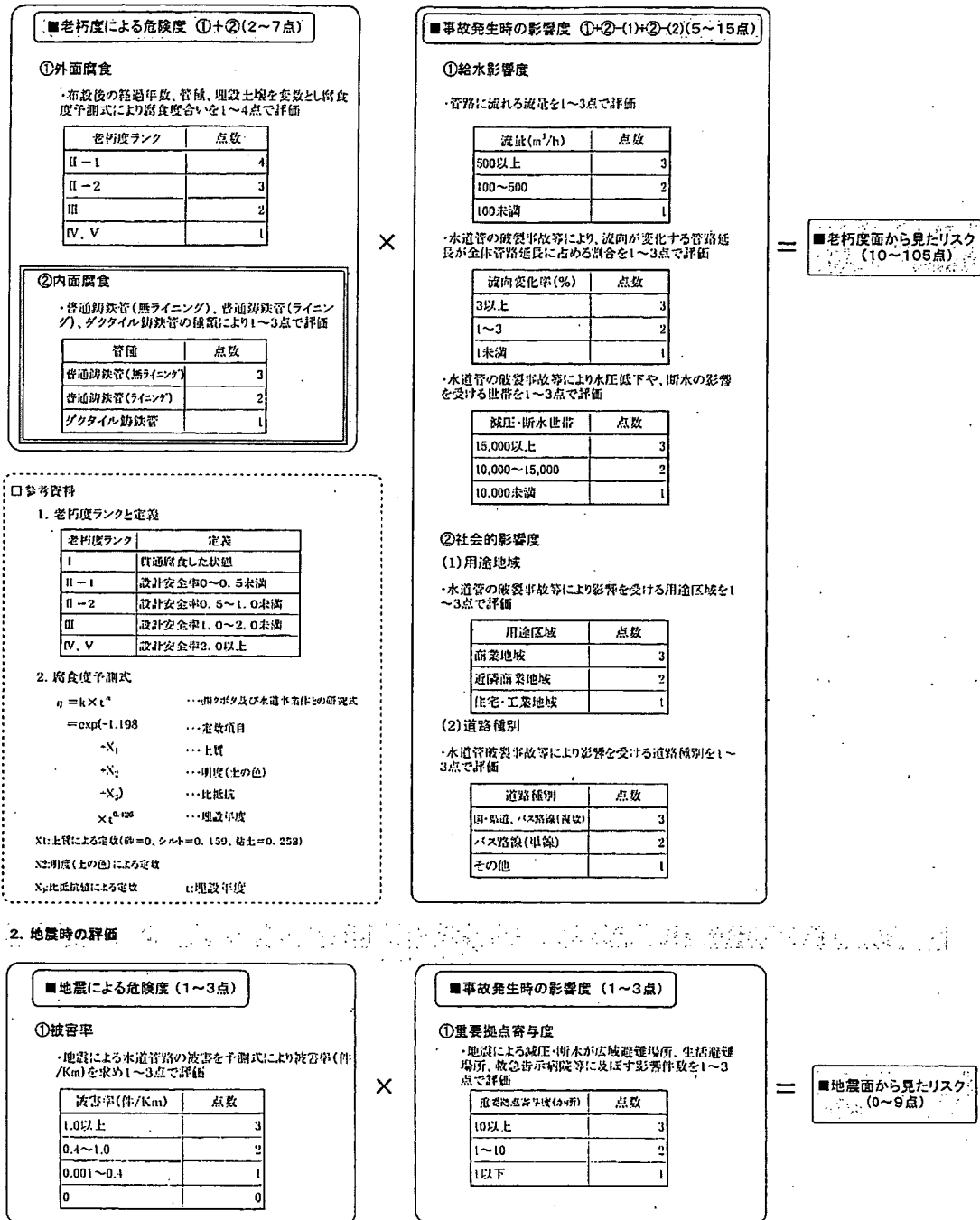


図 3.7.1 老朽管の評価方法

3) Y市水道局

Y市水道局では、施策等の得点に水理面等の各機能得点を加算する体系をとっている。水理面、水質面、事故対応面、地震対応面での評価の際には、各機能別の施策評価に加えて、「危険度」×「影響度」によって、管路の更新優先順位を決定している。水質面での得点化基準では、水質低下の危険度を「残留塩素濃度の減少」×「滞留水の発生」と定義し、口径や管種など管路特性から得られる残留塩素濃度減少速度係数と流速を指標として得点化した。管路更新優先順位決定手法を図3.7.2に示す。

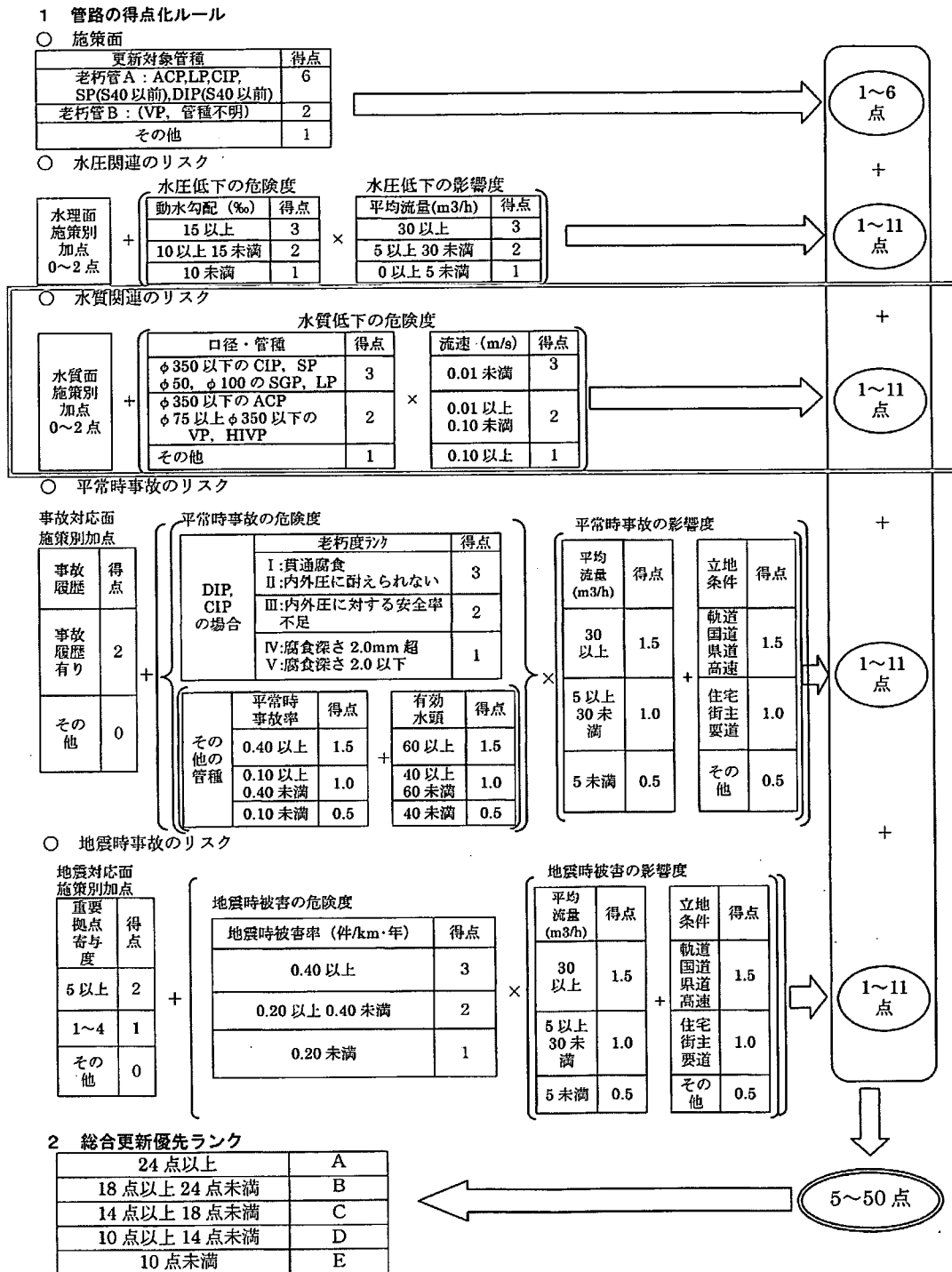


図3.7.2 管路更新優先順位決定手法

(2) 日本水道協会等のマニュアル

水道事業体以外で纏めたマニュアルで水質関連の評価項目を取り入れているものとして、「水道施設更新指針」（日本水道協会）および「水道管路更新システム開発調査ガイドライン（素案）」（厚生省生活衛生局水道環境部）について以下に整理した。

1) 日本水道協会「水道施設更新指針」

水道施設更新指針では、水質面の障害、原因、対策および水質劣化の定量評価について、以下のようにまとめている。

①水質面の障害・原因・対策

送・配水管路における主な水質面の障害、原因、対策を表 3.7.2 に示す。管路における水質面の主な障害としては、残留塩素の消費、赤水の発生、有機溶剤の浸透等が挙げられる。

表 3.7.2 送・配水管路における主な水質面の障害要因と対策

現象	主な原因	状況	対策
残留塩素の消失	配水管の老朽化及び腐食	鉄などとの反応による消費	管路の更生・更新
	配水管末端での停滞	水中有機物や管材との反応及び自己分解	管網の整備 配水のブロック化
赤水	配水管の腐食	pH 値が低く水の浸食性が大きい水道水の滞留による鉄の溶出	pH 調整 管路の更生・更新
異臭味	塩化ビニル管、ポリエチレン管の変質	有機溶剤、ガソリン等の浸透	有機溶剤などが浸透しない管種の使用
高 pH	モルタルライニングなどからのアルカリ分の溶出	滞留による内面ライニングからのアルカリ分の溶出	管網の整備 管路の更生・更新

②管路における水質劣化の定量評価

管路の水質保持機能を 100 点満点で定量評価する。評価手順としては、表 3.7.3 に示す水質保持機能係数 (C_Q) を用いて、式 (1) から水質保持機能指標 (R_Q) を算出する。

$$R_Q = \Sigma (C_Q \cdot L_P) / \Sigma L_P \quad (1)$$

C_Q : 管種・内面ライニング別水質保持機能係数

L_P : 管種・内面ライニング別管路延長 (m)

表 3.7.3 各管種に起因する水質的な障害及び水質保持機能係数 (C_Q)

障害と水質保持機能係数		管路機能におよぼす障害の程度と水質保持機能係数の目安			水質保持機能係数 (C _Q)
		障害の程度：大 〔係数の目安〕 0.1～0.3	障害の程度：中 〔係数の目安〕 0.3～0.8	障害の程度：小 〔係数の目安〕 0.8～1.0	
管種					
石綿セメント管		・アルカリ分溶出による pH 上昇	・残留塩素消費あり	—	0.1
铸铁管	CL ^{注1)} あり	—	・残留塩素消費あり ・アルカリ分溶出による pH 上昇	—	0.3
	CLなし	・赤水発生 ・残留塩素消費が大	—	—	0.1
硬質塩化ビニル管		・有機溶剤浸透による水質汚染（埋設環境条件による）	—	水質基準改正に伴う鉛（添加物）対応	0.3
ダクタイル管	CLあり	—	—	・残留塩素消費あり ・アルカリ分溶出による pH 上昇	1.0
	CLなし	・赤水発生 ・残留塩素消費が大	—	—	0.1
鋼管	CL等あり ^{注2)}	—	—	・残留塩素消費あり ・アルカリ分溶出による pH 上昇	1.0
	CL等なし ^{注3)}	・赤水発生 ・残留塩素消費が大	—	—	0.1
その他 ^{注5)}		—	—	—	0.3

注 1) CL とはセメントモルタルライニングをいう。

注 2) 鋼管の CL 等ありとは、セメントモルタルライニング、液状エポキシ樹脂塗装、無溶剤型エポキシ樹脂塗装をいう。

注 3) 鋼管の CL 等なしとは、無塗装、エポキシ樹脂塗装、タールエポキシ樹脂塗装、アスファルト塗装、亜鉛メッキ塗装等の上記以外のものをいう。

注 4) 上表に含まれていないライニングとして、エポキシ樹脂粉体塗装がある。これは、最近使用されてきたものであり、ここでは対象外とした。これは残留塩素消費速度が CL に比べて約 1/2 と優れている。

注 5) その他とは、ポリエチレン管(φ50 以下)などをいう。C_Q 値については、硬質塩化ビニル管と同等とした。

2) 厚生労働省「水道管路更新システム開発調査ガイドライン（素案）」

水道管路更新システム開発調査ガイドラインでは、管路の障害・事故（ここでは、水質障害の態様を赤水に限定している。）の要因と対策実施対象管路の優先順位を以下のようにまとめている。

①障害・事故の要因

経年劣化等による老朽管路の障害・事故の要因には、管の仕様要因、経年要因、埋設環境要因、使用状態要因がある。管路を規定する主な要因と、障害・事故の態様の関係は、表 3.7.4 に示すとおり。

表 3.7.4 管路の主な要素と障害・事故の態様

要因	履歴要素	障害・事故の様態			
		赤水	出水不良	継手のゆるみ	管体損傷
管の仕様要因	管種	○	○		○
	継手の種類			○	
	口径		○	○	○
	内面塗装	○	○		○
	外面塗装				○
経年要因	経過年数	○	○	○	○
埋設環境要因	埋設位置の地質			○	○
	土被り			○	○
	埋め戻し土			○	○
	交通量			○	○
使用状態要因	管内水圧		○	○	○
	管内水質	○			
	管内流速	○			

②対策実施対象管路の優先順位

以下の状況にある管路について、その対策を優先的に実施している。

- － 常時排水等が施されている管路
- － 赤水発生頻度の高い管路（苦情件数の多い地域の管路）
- － 経年管路
- － 道路改修工事や他企業工事等と競合する管路
- － 管路の特性から赤水が予想される管路
- － 施工の容易な管路
- － 小口径の管路

(3) 既存評価・診断事例の整理のまとめ

以上の事例について、評価項目を表 3.7.5 に整理した。それぞれのマニュアルで採用している評価項目については、組み合わせに若干の違いはあるものの、管種と流速を主とした以下の項目について評価していることが分かった。

(評価項目)

- ① 管種
- ② 流速
- ③ 口径
- ④ 経過年数
- ⑤ 障害の程度

表 3.7.5 各マニュアルの評価項目

対 象	管種 (管内面塗覆装仕様)	流速	口径	経過 年数	管内 水質	障害の程度
K市水道局	○	○				
H市水道局	○					
Y市水道局	○	○	○			
水道施設更新指針	○					○
開発調査 ガイドライン	○	○		○	○	

3.7.2 管路の水質面における評価・診断手法の開発について

管路は、浄水場でつくられた安全な水を蛇口まで届ける役割を担っている。しかしながら、管路機能を水質面から評価すると、残留塩素の消失や赤水の発生等、潜在的な問題を抱えた管路が存在していることがわかる。こうした管路によって引き起こされる水質劣化を放置すれば、健康影響を生じることも懸念される。

そこで、本研究の成果を生かし、水質面で問題を抱えた管路を適切かつ計画的に更新するための評価・診断手法を以下にまとめる。

(1) 評価項目

水質面において問題を抱えた管路を抽出するために必要な評価項目について、「既存評価・診断事例の整理」の結果を受けて、以下の6項目を候補として、各項目について本研究の成果を踏まえた検討を行った。

[評価項目の候補]

- ① 管種（管内面塗覆装仕様）
- ② 流速
- ③ 口径
- ④ 経過年数
- ⑤ 管内水質
- ⑥ 障害の程度

また、水質面において問題を抱えた管路を抽出するにあたり効果的な評価項目で、且つ事業者が把握している項目として、「残塩対策（ドレン・追塩等）の実施の有無」や「水質に関する苦情の有無」についても検討を行った。

検討の結果、評価項目として選定した項目については、水質面における危険度を属性別に大～小の区分に分類した。

1) 管種（管内面塗覆装仕様）

[New Epoch 調査結果]

- 管材質と残留塩素減少に係る調査結果の k 値（表 3.7.6）
- 管の老朽度・水理特性と残留塩素減少に係る調査結果の k 値

本研究における「管材質と残留塩素減少に係る調査」の結果より、管種別の k 値を表 3.7.6 に示す。

表 3.7.6 管種別 k 値（管材質と残留塩素減少に係る調査結果）

年度	No.	管種	内面仕様 ^{※1}	口径	布設年	残留塩素濃度消費速度係数 k 値 (hr ⁻¹)
H18 ^{※2}	①	鋳鉄管 (CIP)	NON	φ 200	不明	0.3163 (0.8093 ^{※3})
	②	鋳鉄管 (CIP)	NON	φ 200	T11	0.1495 (0.4467)
	③	鋼管 (SP)	CL	φ 200	S41	0.0126 (減少なし)
	④	鋼管 (SP)	EP	φ 200	新管	減少なし
H17 ^{※4}	⑤	ダクタイル鉄管 (DIP)	CL	φ 300	新管	減少なし
	⑥	ダクタイル鉄管 (DIP)	粉体	φ 150	新管	減少なし
	⑦	塩ビ管 (HIVP)	—	φ 100	S46	0.0102
	⑧	塩ビ管 (HIVP)	—	φ 100	S50	0.0115
	⑨	塩ビ管 (VP)	—	φ 100	新管	0.0050
	⑩	ポリエチレン管 (PE)	—	φ 100	H9	0.0135
	⑪	ポリエチレン管 (PE)	—	φ 100	新管	0.0034

※1) 内面仕様の記号は、NON：無ライニング、CL：セメントモルタルライニング、EP：エポキシ樹脂塗装、粉体：エポキシ樹脂粉体塗装を示す。

※2) 平成 18 年度調査の k 値は、() なしが温度条件 10℃で、() が温度条件 18℃での結果で、k 値は、計測 6 時間後までのデータをもとに算出したもの。

※3) 計測 3 時間後までのデータによる参考値。

※4) 平成 17 年度調査は、管掘上後の内面の乾燥対応、コンディショニングや試験時に攪拌をしていなかった等調査条件に不備があったと考えられるため、参考値とした。また、この k 値は、計測 24 時間後までのデータをもとに算出したもの。

また、文献には、「エポキシ樹脂粉体塗装の残留塩素消費は、最も小さくエポキシ樹脂粉体塗装の残留塩素消費速度に対し、セメントモルタルライニングの消費速度は約 2 倍、無ライニングは約 40 倍となっている。」※1 や「経年管と新管を用いた実験を行い、残留塩素の消費が少ない順位はエポキシライニング管（新管）、モルタルライニング管（新管）、モルタルライニング管（経年管）、無ライニング管（経年管）であること、特に無ライニング管（経年管）では数時間で残留塩素が消費されることが示されている。」※2 といった調査の結果が紹介されている。

以上の結果より、内面にライニングの無い管の k 値が、その他のライニングのある管種 k 値と比較して極端に大きいことから、管種（管内面塗覆装仕様）別の危険度を表 3.7.7 のように設定した。

表 3.7.7 管種（管内面塗覆装仕様）別危険度

管種（管内面塗覆装仕様）	危険度
内面無ライニング管	大
その他ライニング管	小

2) 流速

[New Epoch 調査結果]

- 管の老朽度・水理特性と残留塩素減少に係る調査結果（流速と k 値の関係）

以上の結果より、流速別の危険度を表 3.7.8 のように設定した。

表 3.7.8 流速別危険度

流 速	危険度
滞留あり (目安：5cm/s 未満)	大
滞留なし (目安 5cm/s 以上)	小

※1) 水道施設更新指針 日本水道協会 P.73

※2) 第 54 回水道研究発表会講演集 「Control of Water Quality in Transmission & Distribution Process」 名古屋市上下水道局

3) 口径

文献調査によると、「モルタルライニングを施したダクタイル鋳鉄管を用いた実験を行った結果、遊離塩素濃度の減少速度係数は管内径に逆比例し、内径が 300mm 以下になると塩素消費が顕著になることが分かった。」※1 としている。この結果をもとに、口径別の危険度を表 3.7.9 のように設定した。

表 3.7.9 口径別危険度

口径	危険度
φ 300 以下	大
φ 350 以上	小

4) 経過年数

Y 市/管路 F のように布設年が T11 で、通水後既に約 90 年が経過しているような管路でも、水質の劣化しない管路が見られる。水質面から見た場合、経過年数というよりは管内面の塗覆装の状況や流況等の影響が大きいと考え、評価項目として採用しないこととした。

5) 管内水質

配水系統が同じであれば、管内水質も同じである。配水系統毎の比較はできないことはないが、水質由来の影響はさほど大きくはない（「水質と残留塩素減少に係る調査」参照）ので、評価項目として採用しないこととした。

6) 障害の程度

日本水道協会の「水道施設更新指針」では、管路機能におよぼす障害の程度を 3 段階に区分して評価（石綿セメント管の場合 アルカリ分溶出による pH 上昇：障害の程度大、残留塩素消費あり：障害の程度中）しているが、間接診断の段階で障害の程度を把握するのは難しいので、評価項目として採用しないこととした。

7) 残塩対策の実施の有無

既に現象として水質面における問題を把握している場合には、その情報を活用することは非常に有効である。残塩対策（ドレン等）の実施の有無の危険度を表 3.7.10 のように設定した。

表 3.7.10 残塩対策の実施の有無の危険度

対策の有無	危険度
対策あり	大
対策なし	小

※1) 水道協会雑誌 大阪市水道局「配水管内面の塩素消費を考慮した残留塩素濃度管理手法の構築」

8) 水質に関する苦情の有無

残塩対策の実施同様、水質に関する苦情についても、その情報を活用することは非常に有効である。水質に関する苦情の有無の危険度を表 3.7.11 のように設定した。

表 3.7.11 水質に関する苦情の有無の危険度

苦情の有無	危険度
苦情あり	大
苦情なし	小

※ 水質に関する苦情とは、赤水等の濁水によるもので、塩素臭い（カルキ臭）という苦情については、ここでは除外する。

9) 評価項目の検討結果

以上の検討の結果、選定した評価項目および危険度を表 3.7.12 に示す。

表 3.7.12 選定した評価項目および危険度

評価項目	属性区分	危険度
① 管種（管内面塗覆装仕様）	内面無ライニング管	大
	その他ライニング管	小
② 流速	滞留あり（目安：5cm/s 未満）	大
	滞留なし（目安：5cm/s 以上）	小
③ 口径	φ 300 以下	大
	φ 350 以上	小
④ 残塩対策の実施の有無	対策あり	大
	対策なし	小
⑤ 水質に関する苦情の有無	苦情あり	大
	苦情なし	小

(2) 間接診断

選定した評価項目を用いた間接診断（スクリーニング）の手法について検討を行う。間接診断では、水質面において問題を抱えた管路を抽出するために、水質面での危険度の高い順に得点が高くなるように、各評価項目の属性による得点化を行う。

1) 得点化

得点化を行う 5 つの評価項目について、水道事業体の配水管路で実施した「管の老朽度・水理特性と残留塩素減少に係る調査」の結果をまとめたものを図 3.7.3 に示す。

図 3.7.3 管の老朽度・水理特性・水理特性と残留塩素減少に係る調査結果による得点化項目の確認






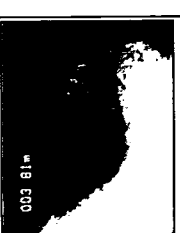
項目	Y市/管路U (更新前)	Y市/管路U (更新後)	Y市/管路F	Y市/管路K	Y市/管路N	K市/管路D	K市/管路M
管路状況		写真なし (新管)					
得点化項目	管種:CIP 布設年:不明	管種:DIP 布設年:H18	管種:CIP 布設年:T11	管種:CIP 布設年:S31	管種:CIP 布設年:S31	管種:DIP 布設年:S41	管種:DIP 布設年:H3-5
	直管:NON 異形管:NON	直管:CL 異形管:粉体	直管:NON 異形管:NON	直管:CL 異形管:NON	直管:CL 異形管:NON	直管:CL 異形管:NON	直管:CL 異形管:粉体
	○cm/s	○cm/s	○cm/s	○cm/s	○cm/s	○cm/s	○cm/s
	φ200	φ100	φ200	φ250	φ250	φ100	φ100
	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
⑤対策	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
k値 (hr ⁻¹)							
懸濁物質 量 (μg/l)							
管内閉塞	直管:大(21.4%) 異形管:不明	直管:なし 異形管:なし	直管:大(18.9%) 異形管:不明	直管:なし 異形管:大	直管:なし 異形管: -	直管:なし 異形管:大	直管:なし 異形管:なし

図 3.7.3 の各項目を整理すると、「管種」については、無ライニング管であれば、流速の有無にかかわらず管内面に錆こぶが発生している可能性が高く、仮に流速があっても残留塩素濃度が下がらなかったとしても、赤水等のリスクが高いことから、1点を加点することとした。次に、「流速」、「口径」については、何れか1つの項目でも危険度が「小」であれば、水質面での問題のない管路として扱うことができる。

また、「残塩対策の実施の有無」、および「水質に関する苦情の有無」については、上記の3項目の得点にかかわらず、加点のできる項目である。

よって、調査の対象が7管路で、検証は十分とは言えないが、現状で得点化を行う場合の考え方の案を図 3.7.4 に示す。

		得点化の考え方	
① 管種 (管内面塗覆装仕様)	内面無ライニング管 (大) 1点	その他ライニング管 (小) 0点	+
② 流速	5cm/s 未満 (大) 1点	5cm/s 以上 (小) 0点	×
③ 口径	φ 300 以下 (大) 1点	φ 350 以上 (小) 0点	+
④ 残塩対策の有無	対策あり (大) 0.5点	対策なし (小) 0点	+
⑤ 水質に関する苦情の有無	苦情あり (大) 0.5点	苦情なし (小) 0点	+
水質面での間接診断得点：3点～0点			

図 3.7.4 水質面での間接診断得点 (案)

図 3.7.4 の得点化 (案) に従って、管の老朽度・水理特性と残留塩素減少に係る調査を実施した管路での得点を算出すると、Y市/管路U (更新前) が2点、Y市/管路F が1点で、その他のライニングのある5管路は全て0点となる。

(計算例 Y市/管路U更新前の場合)

①管種 (大:1点) +②流速 (大:1点) ×③口径 (大:1点) +④管内水質 (-:0点)
+⑤残塩対策の有無 (小:0点) +⑥水質に関する苦情の有無 (-:0点) =2点

(3) 直接診断

間接診断の結果、得点の高い管路については、水質劣化の危険度が高いと推測される。危険度を確認するためには、管路を直接診断する必要がある。しかしながら、直接診断するには費用が嵩むため、できる限り効率的な方法が望まれる。

本研究の「管の老朽度・水理特性と残留塩素減少に係る調査」や「管の老朽度と懸濁物質捕捉に係る調査」とおして、水質面において問題を抱えた管路を抽出するにあたり、効率的な直接診断の方法について検討をした結果のイメージを図 3.7.5 に示す。

まず、第 1 段階で、間接診断において得点の高かった管路の下流部とその路線の末端部において、簡易にできる懸濁物質の捕集調査を行う。(懸濁物質 (Fe) 濃度が $1.0 \mu\text{g/l}$ 未満であれば、診断終了)

次に、懸濁物質 (Fe) 濃度が $1.0 \mu\text{g/l}$ 以上の管路が見付かった場合、図 3.7.5 のように、対象管路の周辺の数箇所での懸濁物質の捕集調査を行う。懸濁物質濃度の分布から、懸濁物質の発生箇所と堆積箇所を把握する。

最後に、懸濁物質の発生箇所の上下流で、残留塩素濃度の連続計測、管内カメラ調査を行う。k 値や管内閉塞率をもとに、水質面からの危険度を評価し、管路更新の必要性を判断する。なお、更新が必要と判断される目安となる懸濁物質濃度、k 値および管内閉塞率を表 3.7.13 に示す。

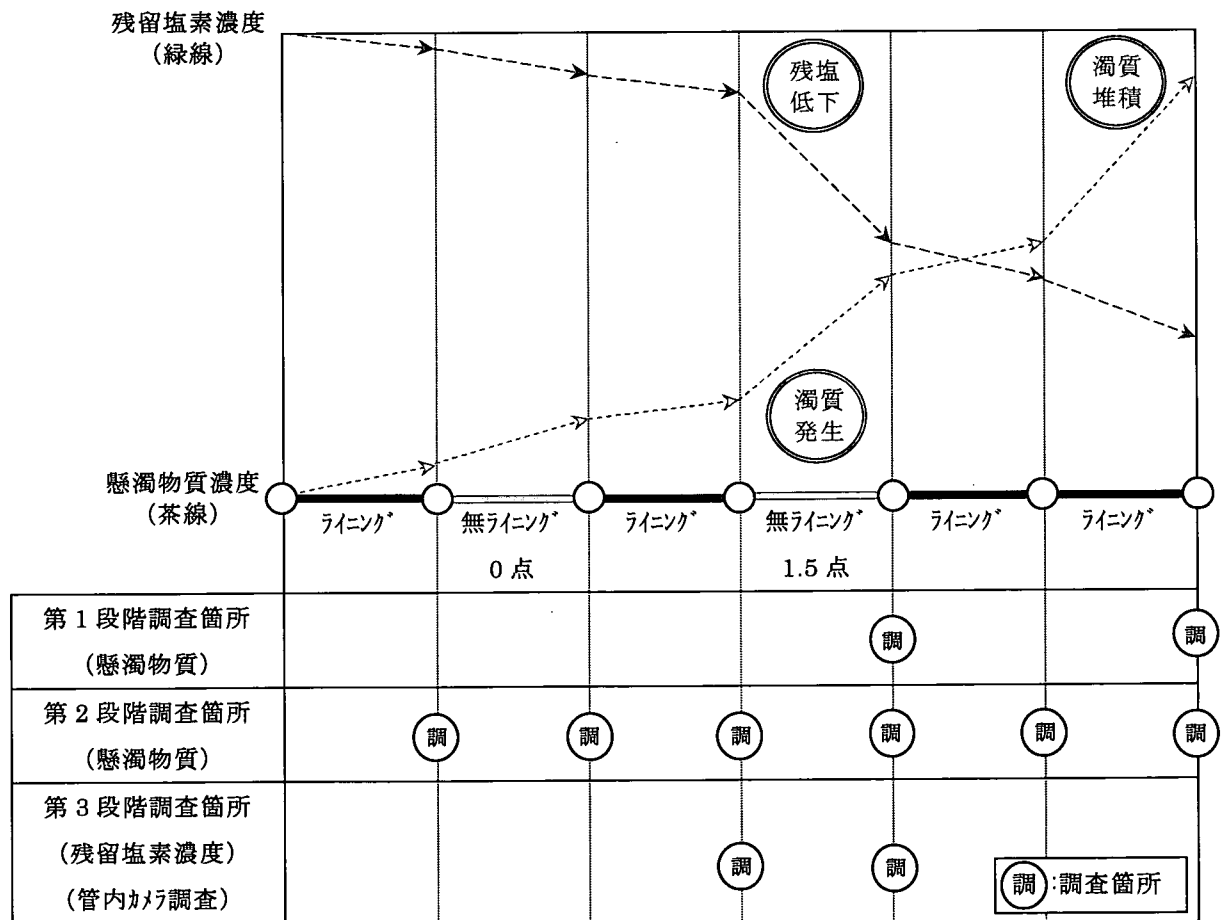


図 3.7.5 直接診断のイメージ

表 3.7.13 更新が必要と判断される目安

項目	更新指標（目安）
k 値 (hr ⁻¹)	0.1 以上
管内閉塞率 (%)	20 以上

※) Y 市/管路 U (更新前) を更新の必要性のある管路に設定し決めた値。

(4) まとめ

以上の検討結果のまとめとして、水質面において問題を抱えた管路を抽出するための、管路の水質面における評価・診断手法の素案を図 3.7.6 に示す。