

第 2 編 施設更新指針

目 次

1 章 総則	1
1.1 適用の範囲	1
1.2 用語の定義	1
2 章 施設更新の基本方針	3
2.1 更新計画の策定手順	3
2.2 基礎情報の整備（施設台帳の整備）について	5
2.3 更新診断の考え方	6
3 章 更新診断方法	8
3.1 土木施設・建築施設の更新診断方法	8
3.2 機械・電気・計装設備の更新診断方法	17
3.3 管路の更新診断方法	21
4 章 更新計画の検討	29
4.1 更新優先度の設定	29
4.2 更新効果の検討	31
4.3 更新／補強・補修および工法の検討	33
4.4 更新事業実施における留意点	37

1章 総則

1.1 適用の範囲

施設更新指針は、工業用水道施設の更新判断における診断方法の基本的事項を示すものである。

〔解説〕

第2編 施設更新指針（以下、更新指針）では、工業用水道事業の全施設・設備を対象として、それぞれの施設・設備の設計諸元や日常の点検結果などの情報をもとに、更新の必要性を診断する手法等について示すものである。また、診断結果や重要度を用い、更新優先度の選定ならびに更新事業量の推定、更新計画を作成する手順を提示する。

なお、施設・設備の劣化診断等の更新診断手法は、各事業者において標準としている手法がある場合、更新指針で提示する更新診断方法によらずに、診断を行うことが可能である。

1.2 用語の定義

この指針に用いる用語の定義は次のとおりとする。

- 更新
施設・設備の機能維持または機能向上のため、現施設、現設備を廃棄して再建設あるいは全部を取替えること。
- 補強
構造物の強度等を現状より増大させる行為。
- 補修
施設の一部取替えまたは部品の交換などにより、施設・設備の機能の原状回復を図ること。修繕とも言う。
- 点検
施設・設備の運転状況や損傷状況を把握し、評価判断する業務。
- 耐用年数
施設・設備の使用が不可能又は不適當となり、対象施設の全部又は一部を再建設あるいは取替えるまでの期間。
- 法定耐用年数
地方公営企業法において種類・構造又は用途ごとに定める有形固定資産の耐用年数。

〔解説〕

工業用水道施設の機能を維持または向上させるためには、点検や更新等の作業が必要である。このための作業を土木工学ハンドブック（第54編プロジェクトの実施、第6章完成プロジェクトの保全）では施設機能を保全する行為と位置付け、この保全行為を点検、維持、補修、改良、更新に区分して、表1.1のように整理している。

表 1.1 保全の概念 (Maintenance activities)

区分	内容
点検 inspection	構造物の損傷状況その他の状況を把握し、評価判断する業務。 点検時における緊急措置、臨時措置を含む。
維持 maintenance	構造物の機能を保持するため反復して行う業務。 軽微な損傷を機能回復させる小修繕を含む。
補修 repair	構造物の損傷による機能低下を回復させる修繕業務。 災害を被った構造物を原状に復旧することを含む。
改良 improvement	構造物の機能を原状より強化増大させる改善業務。
更新 renewal	損傷が激しく、補修・改良では機能を保全できず、または他の原因により、現構造物を廃棄して再設置する業務。

土木工学ハンドブックより

更新指針では、表 1.1 の概念等を踏まえ、更新に関わる各用語を上記のように定義した。

なお、更新等の各行為を工業用水道事業に当てはめると、表 1.2 のようになる。

表 1.2 更新等の各行為の工業用水道事業における例

区分	工業用水道における例
更新	ポンプ等の設備の取り替え 沈殿池の傾斜改良による排泥量の減少 管路の布設替え
補強	耐震補強のため配水池の壁厚増強 耐震補強のためコンクリート構造物の柱増強
補修	スクリーンの目詰まり除去 管路のフランジボルト増し締め 漏水箇所修繕 管路の部分的な布設替え
点検	設備機器の点検 施設巡回

2章 施設更新の基本方針

2.1 更新計画の策定手順

工業用水道施設の更新計画の策定は、下記の 5 段階の手順により行うものとする。

- (1)基礎情報の整備（施設台帳の整備）
- (2)更新計画の対象施設の選定
- (3)更新診断
- (4)工業用水道事業としての評価
- (5)更新計画の策定

〔解説〕

（１）基礎情報の整備（施設台帳の整備）

基礎情報の整備は、更新診断や更新計画に必要となる施設の位置、構造、設置時期等の施設管理上の基礎的事項を記載した施設台帳として整備しておくことが望ましい。

基礎情報の整備は、施設の適切な維持管理・更新を行う上で必要不可欠であるとともに、中長期計画、災害時等の危機管理体制の強化や官民連携の検討等、多様な用途で活用していくことを踏まえると、電子化が有効な選択肢となる。

（２）更新計画の対象施設の選定

更新計画は、基本的に、全ての施設・設備を対象として立案することが望ましい。

しかし、事業規模が大きく、保有する施設・設備数が多い事業については、更新計画の対象を劣化の著しい施設・設備に絞り込んだ上で計画策定を行うことが効率的な場合もある。更新計画の対象施設・設備を選定する場合は、日常の点検及び維持管理等で蓄積された情報をもとに、施設・設備の劣化状況を大まかに判断し、選定する。

（３）更新診断

更新診断は、物理的劣化の度合い、機能的劣化の度合い、社会的劣化の度合い、経済性、耐震性及び経過年数に着目して行う。この診断により、各施設・設備が機能的側面、物理的側面、経済的側面等により、これ以上の供用に耐え難いと判断される場合は、更新を行うこととなる。また、補修や維持管理により機能を発揮でき、破損や故障を予防できると判断される場合は、補修や維持管理の充実により供用・運転を継続することとなる。

工業用水道の施設・設備は、施設・設備ごとに材料、強度などが異なるため、土木施設・建築施設、機械・電気・計装設備、管路の３つに区分して診断を行うものとする。

（４）工業用水道事業としての評価

工業用水の供給維持の目的から見た施設・設備の重要度、及び施設・設備を更新した場合と更新しない場合のコスト比較等の財政面からの検討をもとに、

工業用水道事業としての当該施設の更新の必要性を評価する。

（５）更新計画の策定

施設更新が必要と判断された施設・設備を抽出し、その重要度や地域性（ユーザー企業の特徴、施設周辺状況等）などを踏まえて更新計画を策定する。

2.2 基礎情報の整備（施設台帳の整備）について

施設の計画的な更新等、適切な資産管理を行うために必要な基礎情報の整備は、施設台帳を作成、電子化に努めつつ、登録・保管する。また、記載事項の変更は定期的に更新し、最新の状態を維持することが重要である。

【解説】

基礎情報は、下記で示す更新診断の精度、さらには、中長期計画で検討する「更新需要の見通し」や「財政収支の見通し」の精度に影響する。

既に施設台帳を整理している工業用水道事業者については登録情報の充実と電子化を検討し、施設台帳が未整備の工業用水道事業者は施設台帳を整備する必要がある。ただし、施設台帳の作成による負担が更新計画の検討を妨げることがないように、更新計画に必要な情報と施設台帳の精度とのバランスを個々の工業用水道事業者が判断し、中長期的な視点で登録情報の拡充を進めていくことが望ましい。

表 2.1 施設台帳として整備すべき情報

項 目		登録情報
調 書	管路調書	管路区分、設置年度、口径、材質、継手形式毎の管路延長
	施設・設備調書	名称、設置年度、数量、構造形式又は形式、能力
図 面	一般図	給水区域、主要な施設の位置、主要な管路の位置が記載された図面
	施設平面図	管路の基本情報（管路の位置・口径・材質、弁栓類の位置・種類）、 管路以外の施設の基本情報（名称・位置・敷地の境界線）、 その他の情報（一般図に含まれる情報・付近の道路・河川・鉄道等の位置） が記載された図面

【施設台帳作成ガイドライン等】

- 「簡易な水道施設台帳の電子システム導入に関するガイドライン」、国土交通省、2018
- 「水道法の一部改正に伴う水道施設台帳の整備について」、国土交通省、2019
- 「水道法改正法の概要、2.適切な資産管理の推進」、国土交通省、2019

2.3 更新診断の考え方

各施設・設備の更新の必要性は、物理的側面、機能的側面、社会的側面、経済的側面、耐震性等を評価し、診断する。

更新診断は、施設・設備を、土木施設・建築施設、機械・電気・計装設備および管路に区分して行う。

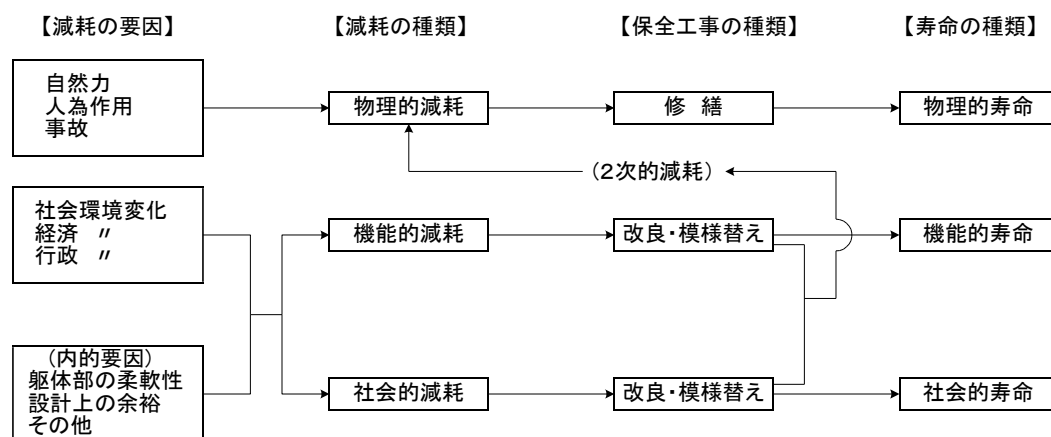
〔解説〕

更新の必要性は施設等の寿命に関係する。しかしこの寿命は一意的に定められるものでなく、例えば次のように分けてとらえることができる。「村上（「維持管理と施設寿命」、土木計画学シンポジウム、1983）より」

・施設の寿命（耐用年数）の分類

- ①物理的寿命：自然条件と荷重などにより逐次その機能を減耗し、通常の維持修繕を加えてもやがて使用に耐えなくなる限界としての寿命
- ②経済的寿命：引き続き維持修繕によって使用するより、取り替えを行う方が経済的に得策となる限界としての寿命
- ③機能的寿命：施設が建設された時点でのプロジェクトの機能が、その後の情勢によって変化し、これに施設の仕様に対応できないため廃棄される場合の寿命
- ④社会的寿命：他のプロジェクトを要因とする環境の変化や新しいプロジェクトの出現により、当初の施設を引き続き使用することができなくなる場合の寿命

また、各概念の寿命に関係する要因及び減耗（機能劣化）の種類、それに対応する保全工事の種類を図 2.1 とする。



村上、維持管理と施設寿命、土木計画学シンポジウム、1983 をもとに作成

図 2.1 減耗の要因・種類、保全工事の種類と寿命の関係

このように、施設の寿命はさまざまな要因により規定されるものであり、更新が必要かどうかの診断は、各施設の寿命に関わる複数の要因を総合的に評価することにより行う必要がある。

更新指針では、各要因に関する評価点数をもとに総合評価点数（S）を算出し、総合評価点数（S）より耐用寿命に達したか否かを判定するものとする。

総合評価点数（S）と評価の基準は表 2.2 を基準とする。

表 2.2 総合評価点数と更新の必要性の評価

総合評価点数（S）（点）	総合評価
76～100	I 健全
51～75	II 一応許容できるが弱点を改良、強化する必要がある
26～50	III 良い状態ではなく、計画的更新を要する
0～25	IV きわめて悪い、早急に更新の必要がある

この総合評価に当たっては、工業用水道施設は基本的に水道施設と同様の構成、構造を有しており、「水道施設更新指針、（公社）日本水道協会、平成 17 年 5 月」の考え方、手法に準拠することを基本とする。

しかし、水道施設更新指針の適用に当たっては以下のような相違点に留意する必要がある。

- ・ネットワーク構造の相違（樹枝状と網目状）
- ・供給水質の相違（送配水過程での水質劣化を考慮する必要性が小さい）
- ・緊急時における断水への影響（工業用水道では可能な限り供給を継続する必要がある。）

……………等

このため更新指針では、水道施設更新指針の物理的評価方法を、工業用水道施設の特徴に合わせて一部改良した。

また、工業用水道の施設・設備は、それぞれ材質、構造、機能が異なることから、更新診断は①土木施設・建築施設、②機械・電気・計装設備、③管路に区分して行う。

3章 更新診断方法

3.1 土木施設・建築施設の更新診断方法

1. 土木施設・建築施設の更新診断は、次の 6 項目について行い、6 項目の評価点数の相乗平均値を総合評価点数とする。

- (1)老朽度 (S_Y)
- (2)コンクリートの中性化度 (S_N)
- (3)コンクリートの圧縮強度 (S_o)
- (4)漏水 (S_L)
- (5)耐震度 (S_S)
- (6)容量・能力 (S_C)

土木施設・建築施設の総合評価点数 $S = (S_Y \times S_N \times S_o \times S_L \times S_S \times S_C)^{1/6}$

2. 管理棟など建築施設の更新診断において、前述の 6 項目のうち、該当しない診断項目がある場合は、該当項目のみで評価を行う。

〔解説〕

1. について；土木施設・建築施設については、老朽度 (S_Y)、コンクリートの中性化度 (S_N)、コンクリートの圧縮強度 (S_o)、漏水 (S_L)、耐震度 (S_S)、容量・能力 (S_C) の 6 項目について評価を行い、6 項目の点数の相乗平均値を算出し、これを総合評価点数とする。そして、この総合評価点数より表 2.2 に示した 4 段階で更新の必要性を評価するものとする。

なお、診断例を参考資料 2-1 に示しているので参照すること。また、耐震度 (S_S) については、3 編耐震対策指針を参照すること。

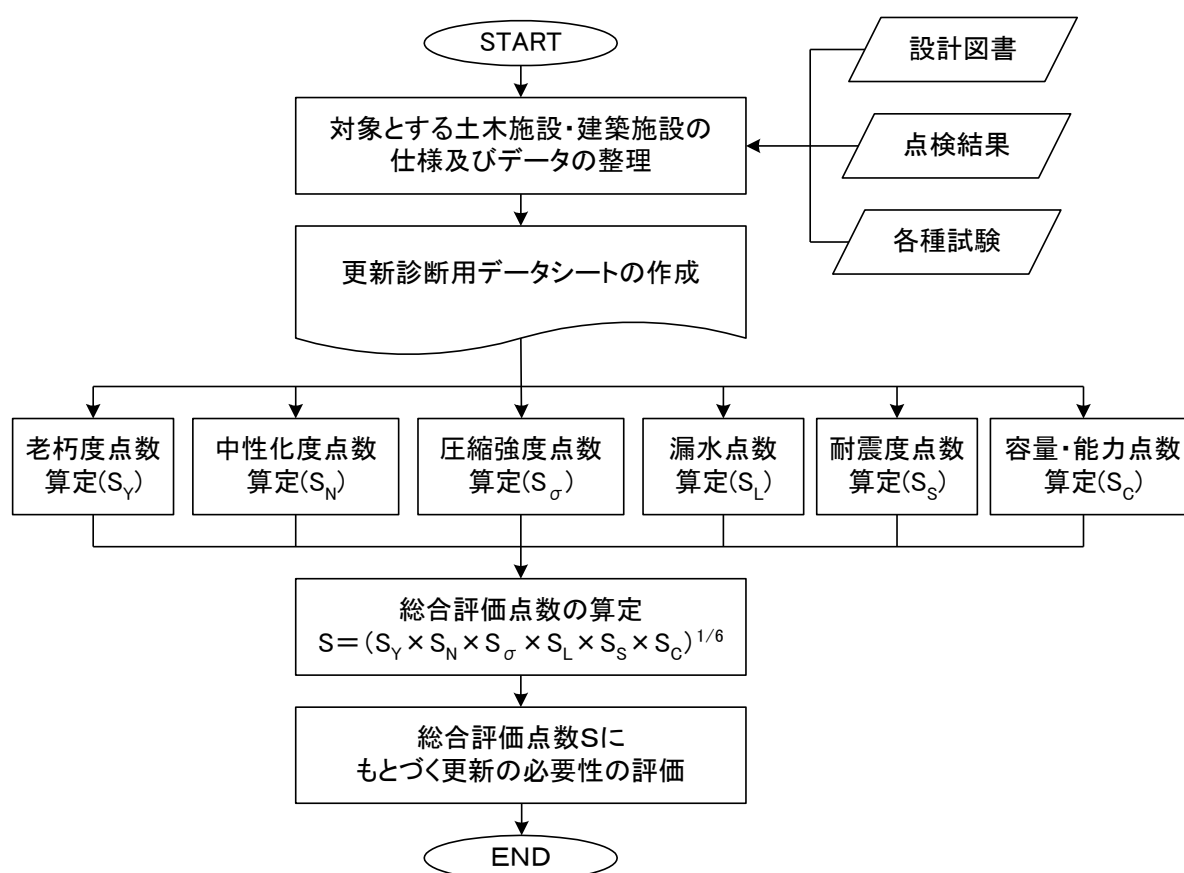


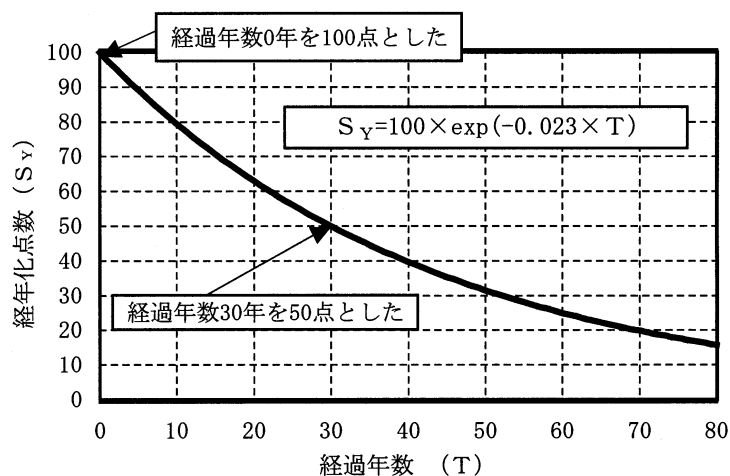
図 3.1 土木・建築施設の更新診断の手順

(1) 老朽度 (S_Y) について

コンクリート構造物の老朽化は、立地条件、施工、使用材料等にも関連するが、一般に時間の経過に伴い老朽化が進行することが知られている。ここでは、水道施設更新指針に準じ、図 3.2 の関係をもとに、式 (3.1) として表すものとする。

$$S_Y = 100 \times \exp(-0.023 \times T) \quad \dots\dots\dots \text{式(3.1)}$$

T:経過年数



「水道施設更新指針」より引用

図 3.2 施設の老朽度点数 (S_Y) の算出方法

(2) コンクリートの中性化度 (S_N) について

コンクリートの中性化は、大気中の二酸化炭素(CO_2)の作用によりコンクリートの pH を低下させ、鉄筋の腐食が進行する現象である。中性化度は、鉄筋の被り厚さと中性化深さの関数として図 3.3 のようにとらえ、式 (3.2) として表すものとする。

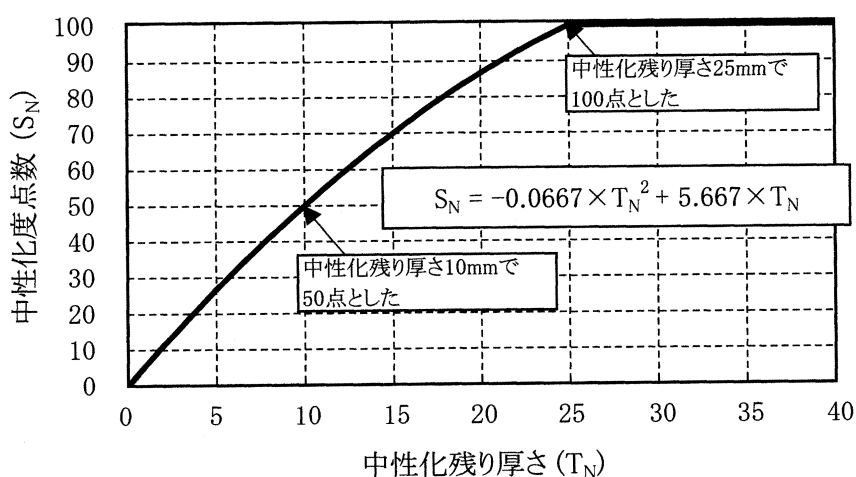
$$S_N = -0.0667 \times T_N^2 + 5.667 \times T_N \quad \dots\dots\dots \text{式(3.2)}$$

$$T_N = L_2 - L_1 \quad \dots\dots\dots \text{式(3.3)}$$

T_N : コンクリートの中性化残り厚さ (mm)

L_1 : 中性化深さ (mm)

L_2 : 鉄筋の被り厚さ (mm)



「水道施設更新指針」より引用

図 3.3 施設のコンクリートの中性化度点数 (S_N) の算出方法

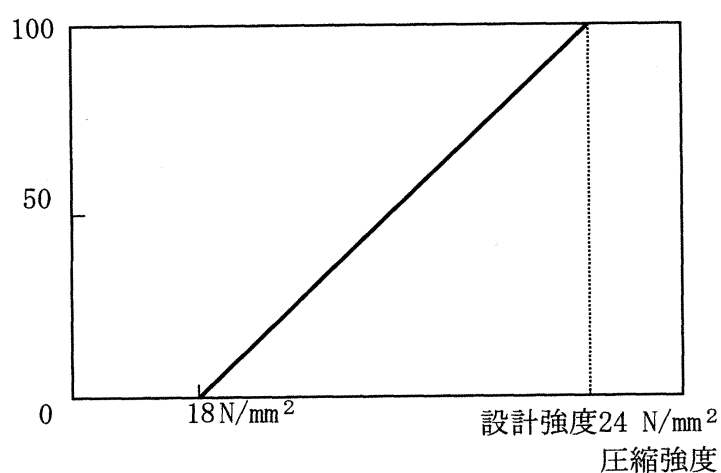
(3)コンクリートの圧縮強度 (S_{σ}) について

鉄筋コンクリートの圧縮強度は、強度が非常に不足する状態を 0 点とし、十分にある場合を 100 点と表す。我が国で用いられる鉄筋コンクリート構造物は、耐久性の面から圧縮強度 $18\text{N}/\text{mm}^2$ 未満のコンクリートは用いられないことから、 $18\text{N}/\text{mm}^2$ を 0 点とする。また、一般に鉄筋コンクリート構造物の設計強度は $24\text{N}/\text{mm}^2$ 程度が用いられていることから、その強度を 100 点とする。したがって、図 3.4 の関係をもとに、式 (3.4) により圧縮強度点数を算出する。

$$S_{\sigma} = [(S_{\sigma 2} - 18) / (S_{\sigma 1} - 18)] \times 100 \quad \cdots \cdots \text{式(3.4)}$$

$S_{\sigma 1}$: 設計強度 (N/mm^2)

$S_{\sigma 2}$: 既存構造物の圧縮強度 (N/mm^2)



「水道施設更新指針」より引用

図 3.4 施設のコンクリートの圧縮強度点数 (S_{σ}) の算出方法

(4)漏水 (S_L) について

配水池等からの漏水については、全容量と一日当りの漏水量より漏水度(R_L)を求め、図 3.5 の関係を基に、漏水点数を式 (3.5) により算出する。

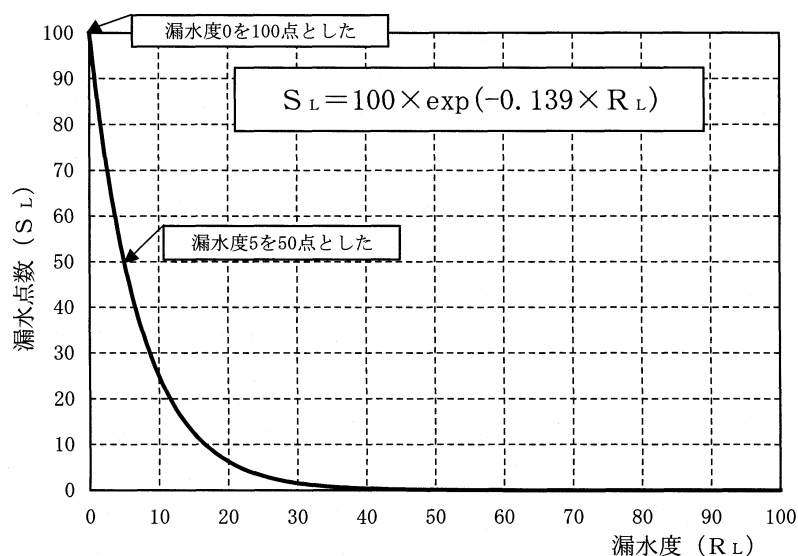
$$S_L = 100 \times \exp(-0.139 \times R_L) \quad \dots\dots\dots \text{式(3.5)}$$

$$R_L = (Q_L / Q) \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{式(3.6)}$$

R_L : 漏水度

Q_L : 一日当りの土木施設からの漏水量 (m³)

Q : 土木施設の容量 (m³)



「水道施設更新指針」より引用

図 3.5 施設の漏水点数 (S_L) の算出方法

(5)耐震度 (S_s) について

土木・建築施設の耐震度は、阪神・淡路大震災後以降提案された地震動レベル、施設の重要度ランクに応じて、表 3.1 の 4 段階で耐震水準を定義し、それぞれの耐震水準に対し 25～100 点を付与するものとする。なお、耐震水準の判定は「第 3 編耐震対策指針 2.2 耐震設計の基本方針」を参照すること。

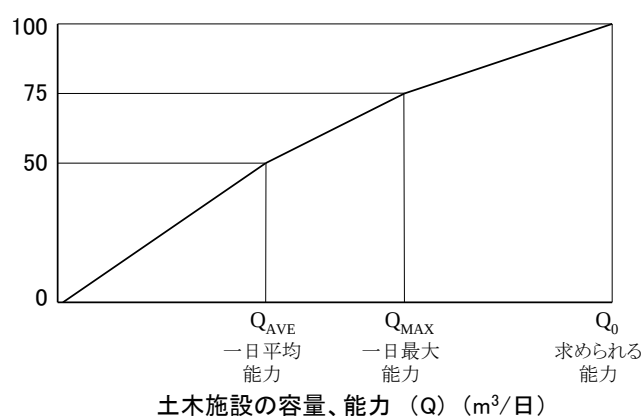
表 3.1 施設の耐震水準と耐震度点数

耐震水準	土木施設の耐震度点数 (S _s) (点)
耐震対策をほとんど考慮していない	25
レベル 1 地震動に対して所定の要求性能を確保する耐震水準	50
レベル 2 地震動に対して復旧性を確保する耐震水準	75
レベル 2 地震動に対して安全性を確保する耐震水準	100

※耐震二次診断が未実施の施設であっても、原設計で設計水平震度が 0.2 以上である場合には、S_s=50 点としてもよい。また、表中の要求性能（復旧性、安全性を含む）については、第 3 編 耐震対策指針 p3-8、表 2.2 参照とする。

(6) 容量・能力 (S_C) について

各施設の供給能力と、当該施設に求められる能力 (Q_0)、当該施設に必要とされる一日最大配水量 (実績水量、 Q_{MAX})、当該施設の一日平均配水量 (実績水量、 Q_{AVE}) より容量・能力点数 (S_C) を図 3.6 に準じて算出する。



「水道施設更新指針」より引用

図 3.6 施設の容量・能力点数 (S_C) の算出方法

なお、評価対象とする施設に求められる能力または容量は、工業用水道施設設計指針・解説（2018 年）等の基準を参考として設定するほか、各事業者の独自基準（「求められる能力＝契約水量」など）により定めることができる。

2. について；1. に示す更新診断方法は、基本的に配水池などの水密性を保持すべき鉄筋コンクリート製の構造物を対象とした評価方法であり、浄水場管理本館などの建築物やポンプ場上屋等には対応しない場合がある。このような場合、該当する項目のみについて評価点数を算出し、該当する項目数の相乗平均値により総合評価点数を求めることにより対象とする施設の更新診断を行うことができる。

【ポンプ場上屋の更新診断の場合】

対象項目

- ・老朽度 (S_Y)
- ・コンクリートの中性化度 (S_N)
- ・コンクリートの圧縮強度 (S_σ)
- ・耐震度 (S_S)

$$\text{ポンプ場上屋の総合評価点数 } S = (S_Y \times S_N \times S_\sigma \times S_S)^{1/4}$$

また、建築施設については、次の診断方法等が整備されており、必要に応じて参照されたい。

【建築施設の診断マニュアル等】

- 「実務者のための建物診断」、稲田泰夫・太田幸廣・河村宗夫・小早川恵実・近藤照夫・清水勇・菅原正尚・成田一徳・矢部喜堂・渡辺弘之・磯畑脩、丸善、1990
- 「2017 年度改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説」、(一財)日本建築防災協会、国土交通大臣指定耐震改修支援センター、2017
- 「2017 年度改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・耐震改修設計指針 適用の手引き」、(一財)日本建築防災協会、国土交通大臣指定耐震改修支援センター、2017
- 「RC 耐震診断基準の改定等を踏まえた 2017 年度改訂版 実務のための耐震診断マニュアル」(一社)東京都建築士事務所協会、建築物耐震改修評価特別委員会、2017
- 「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 (令和 5 年 3 月改訂版)」、国土交通省、2023 年

3.2 機械・電気・計装設備の更新診断方法

機械・電気・計装設備の更新診断は、次の 6 項目についてそれぞれ評価点数を算出し、6 項目の評価点数の相乗平均値を総合評価点数とする。

(1)物理的劣化 (S_b)

(2)機能的劣化 (S_k)

(3)経済的劣化 (S_e)

(4)社会的劣化 (S_s)

(5)耐震性 (S_q)

(6)耐用寿命 (S_t)

機械・電気・計装設備の総合評価点数 $S = (S_b \times S_k \times S_e \times S_s \times S_q \times S_t)^{1/6}$

〔解説〕

機械・電気・計装設備については、物理的劣化 (S_b)、機能的劣化 (S_k)、経済的劣化 (S_e)、社会的劣化 (S_s)、耐震性 (S_q) 及び耐用寿命 (S_t) の 6 項目の評価要因より評価する。

耐用寿命 (S_t) を除く各評価要因の評価項目は表 3.2 のとおりであり、それぞれの評価項目について表 3.3 の診断内容に応じて 1 点～5 点の評価点を与える。そして、各評価要因の合計点の最高点が 100 点になるように調整する。例えば、「機能的劣化要因」は評価項目が 4 項目であるため、機能的評価点 (S_k) は、 $S_k = (\text{採点計}/20) \times 100(\text{点})$ と算出する。その際、評価項目に該当する設備がない場合は、独自の評価項目を作成して評価する。また、機器、装置、設備に致命的な欠陥があった場合は、その要因又は採点を「0」と評価する。

なお、各評価要因の評価点数の算出に当たっては、該当する項目のみについて 1～5 点の評価点を与え、この評価点の合計点数と項目数に応じた満点 (5 点 $\times$ 項目数) により算出するものとする。例えば、監視制御設備の耐震性評価に当たっては、表 3.2 では 13 項目を挙げているが、該当する項目が受変電設備、自家発電設備、配電設備、監視制御システム、ケーブル類の 5 項目であるため、この 5 項目について評価点を与え、これを 4 倍 (=100 点/25 点満点) して評価点数を求める。

また、物理的劣化要因については、(1)機械的評価点 P1、(2)電氣的評価点 P2、(3)化学的評価点 P3、(4)熱的評価点 P4、(5)環境的評価点 P5 をそれぞれ表 3.4 のように細分して算出し、それぞれの細分項目の重みを考慮し、各評価点の加重平均値として算出する。

さらに、耐用寿命 (S_t) は、設備ごとに耐用年数を定め、式 (3.7) により評価点を算出するものとする。

$$S_t = [1 - (T / T_r) \times 0.5] \times 100 \quad \cdots \cdots \text{式 (3.7)}$$

T : 経過年数 (年)

T_r : 耐用年数 (年)

また、(一社)日本電機工業会や(一社)電気学会等では下記のように電気設備等の更新診断方法等を整備している。必要に応じ、更新指針で提示する更新診断方法以外に、下記の診断方法を参照されたい。

【電気設備、機械設備の診断マニュアル等】

- 「汎用高压機器の更新推奨時期に関する報告書（改訂版）」、（一社）日本電機工業会、2023
- 「低压機器の更新推奨時期に関する調査報告書」、（一社）日本電機工業会、1992
- 「設備診断技術 実践保全技術シリーズ 1」、（公社）日本プラントメンテナンス協会、1990
- 「劣化診断マニュアル」、（一社）電気協同研究会、1991
- 「電気設備の診断技術」、（一社）電気学会、2003
- 「電気学会技術報告 2 部 第 310 号 変電機器の劣化特性と診断方法」、変電機器点検保守技術調査専門委員会編、（一社）電気学会、1989
- 「電気学会技術報告 2 部 第 376 号 電気設備診断・更新技術に関する調査報告」、電気設備診断・更新技術調査専門委員会編、（一社）電気学会、1991
- 「河川ポンプ設備更新検討事例集」、（一社）河川ポンプ施設技術協会、1996
- 「誘導電動機の更新推奨時期について」、（一社）日本電機工業会、2000
- 「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（令和 5 年 3 月改訂版）」、国土交通省、2023 年

なお、診断例を参考資料編に示しているので参照すること。

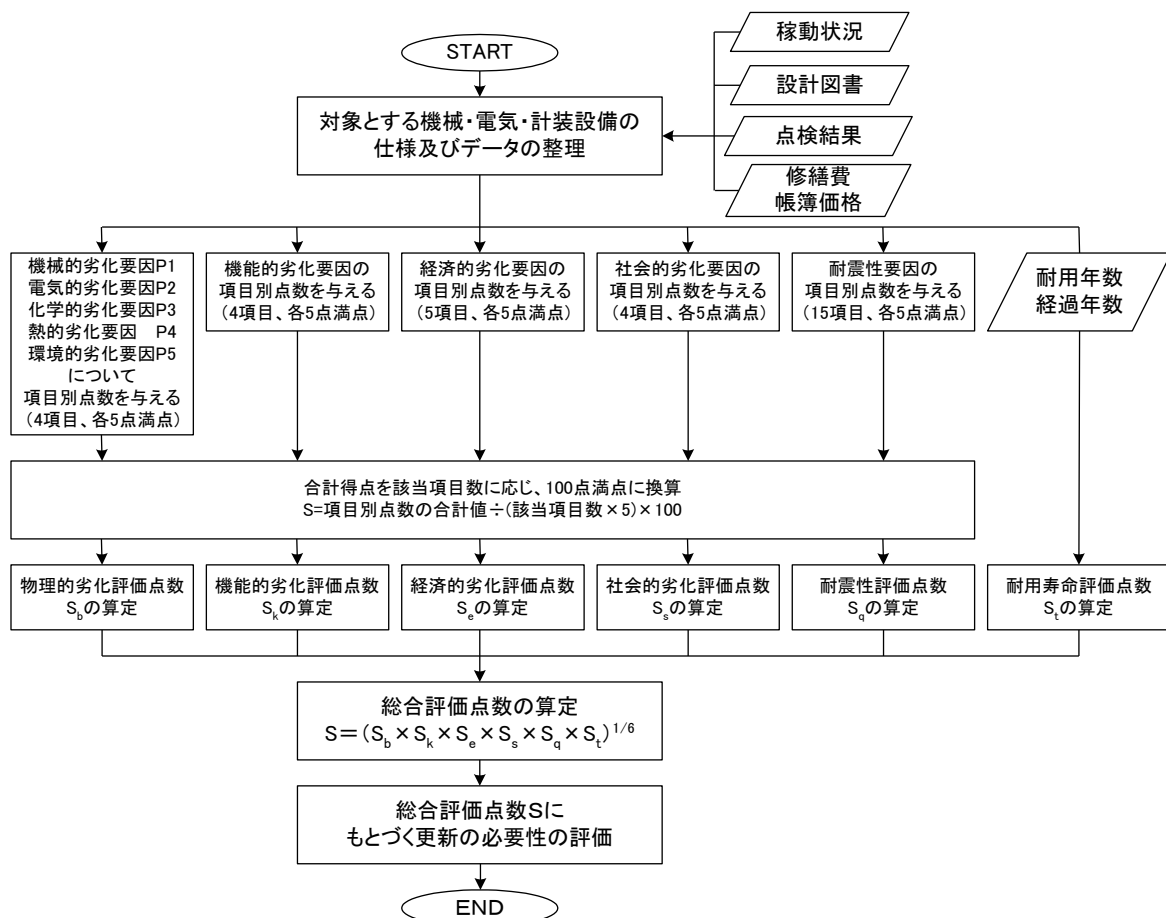


図 3.7 機械・電気・計装設備の更新診断の手順

表 3.2 機械・電気・計装設備の評価要因と評価項目（耐用寿命を除く）

評価要因	評価項目
物理的劣化要因 (5 項目)	(1)機械的評価点 P1 (2)電氣的評価点 P2 (3)化学的評価点 P3 (4)熱的評価点 P4 (5)環境的評価点 P5
機能的劣化要因 (4 項目)	(1)設備・装置・機器容量の過不足 (2)制御装置の陳腐化 (3)補修及び部品の入手状況 (4)監視制御システムの操作
経済的劣化要因 (5 項目)	(1)効率的な制御方式や技術進歩による運転動力の状況 (2)維持管理費、補修費の状況 (3)部品交換や補修費用の状況 (4)運転管理費の状況 (5)ライフサイクルコストの状況
社会的劣化要因 (4 項目)	(1)法令の遵守 (2)テロ等の危機管理の対応 (3)工業用水の安定供給の確保 (4)省エネルギーの取り組み
耐震性 (13 項目)	(1)アンカーボルト (2)水中機械設備(フロキュレータ、傾斜板など) (3)ポンプ (4)薬品注入設備 (5)採水設備 (6)貯槽類 (7)排泥処理設備 (8)圧油設備 (9)受変電設備 (10)自家発電設備(ディーゼル方式、ガスタービン方式) (11)配電設備 (12)監視制御システム(遠方監視制御、TM/TC) (13)ケーブル類

「水道施設更新指針」をもとに作成

表 3.3 機械・電気・計装設備の診断内容と評価点の関係

診断内容	評価点 (点)
致命的：施設停止、給水停止など致命的な損失を与える	1
重大：施設停止、給水停止などかなりの損失を与える	2
軽微：機能が失われる	3
微小：無視できる程度	4
安全：全く問題がない	5

「水道施設更新指針」より引用

表 3.4 機械・電気・計装設備の物理的劣化要因の評価項目と診断内容

物理的劣化の 評価項目	診断内容
P1 機械的劣化要因 (15 項目)	(1)性能(能力)低下 (2)強度低下 (3)事故・故障頻度 (4)事故・故障の大きさ(波及範囲) (5)事故・故障の停止継続時間(平均修復時間) (6)腐食、発錆状況 (7)ポンプ (8)プラント配管(薬品注入設備、排泥処理設備など) (9)加圧脱水機 (10)濃縮槽排泥掻寄機 (11)送風機 (12)電動機 (13)空気冷却装置 (14)除湿装置(加熱再生式) (15)損傷、摩耗状況
P2 電氣的劣化要因 (12 項目)	(1)絶縁劣化 (2)遮断器・断路器等の開閉特性など (3)変圧器・コンデンサなど (4)受配電盤、監視操作盤、コントロールセンタ、機側盤など (5)制御装置など (6)CRT・プロジェクターなど (7)交流無停電電源装置 (8)蓄電池 (9)自家発電装置 (10)ケーブルなど (11)制御装置など (12)事故・故障の継続時間(平均修復時間)
P3 化学的劣化要因 (1 項目)	(1)薬品による腐食・損傷など
P4 熱的劣化要因 (2 項目)	(1)蒸気等の熱的影響による腐食・損傷など (2)溶接部の影響による腐食・損傷など
P5 環境的劣化要因 (3 項目)	(1)腐食性ガスによる腐食・損傷など(塩素、硫化ガス、潮風、塵埃等) (2)周囲温度、湿度の影響 (3)高調波の影響

「水道施設更新指針」をもとに作成

3.3 管路の更新診断方法

管路の更新診断は、次の(1)～(6)のそれぞれ評価点数を算出し、(2)～(6)の評価点数を経年化係数 (C_Y) で調整した値の相乗平均値を総合評価点数とする。

- (1)経年化係数 (C_Y)
- (2)事故危険度 (S_F)
- (3)漏水点数 (S_E)
- (4)水理機能 (S_H)
- (5)耐震強度 (S_S)
- (6)水質保持機能 (S_Q)

$$\text{管路の総合評価点数 } S = (S_F \times S_E \times S_H \times S_S \times S_Q)^{1/5} \times C_Y$$

【解説】

管路については、事故危険度点数 (S_F)、漏水点数 (S_E)、水理機能点数 (S_H)、耐震強度点数 (S_S)、水質保持機能点数 (S_Q) の 5 項目について評価を行い、5 項目の点数の相乗平均値を算出する。これに経年化係数 (C_Y) を乗じて調整し、これを管路の総合評価点数とする。そして、この総合評価点数より表 2.2 に示した総合評価で更新の必要性を評価するものとする。なお、漏水や水質劣化が問題とならない事業者にあつては、上記 5 項目のうちこれらに関する漏水点数 (S_E)、水質保持機能 (S_Q) の評価を省略し、残る事故危険度 (S_F)、水理機能 (S_H)、耐震強度 (S_S) について評価を行い、これら 3 項目の評価点数をもとに、次式で管路の総合評価点数を求めることもできる。

【漏水及び水質保持機能の評価を省略した場合の管路の総合評価点数】

$$S = (S_F \times S_H \times S_S)^{1/3} \times C_Y$$

また、(公財) 水道技術研究センターでは、鋳鉄管、鋼管、硬質塩化ビニル管について更新・更生計画マニュアル又は診断マニュアルを整備している。さらに、樹脂ライニング工業会では樹脂ライニング皮膜の劣化診断方法を指針としてとりまとめている。各管路を個別に詳細に診断する場合は、必要に応じ下記の診断方法等を参照されたい。

【管路の診断マニュアル等】

- 「鋳鉄管路の診断及び更新・更生計画策定マニュアル」、技術レポート No.37、(公財) 水道技術研究センター、2001
- 「鋼管路の診断及び更新・更生計画策定マニュアル」、技術レポート No.46、(公財) 水道技術研究センター、2003
- 「水道用硬質塩化ビニル管路の診断マニュアル」、技術レポート No.45、(公財) 水道技術研究センター、2003
- 「樹脂ライニング皮膜の劣化診断指針 写真で見る樹脂ライニング皮膜の劣化・損傷とその診断 (創立 30 周年記念出版)」、樹脂ライニング工業会、1996
- 「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 (令和 5 年 3 月改訂版)」、国土交通省、2023 年

また、トンネル、隧道については、東京電力（株）及び日本工営（株）により、「水路トンネル管理支援システムの開発、電力土木、2000年5月、287号」が提案されているが、劣化診断技術が確立された状況にはない。水管橋の診断技術と合わせ、これらの更新診断方法は今後の課題である。

なお、診断例を参考資料編に示しているので参照すること。

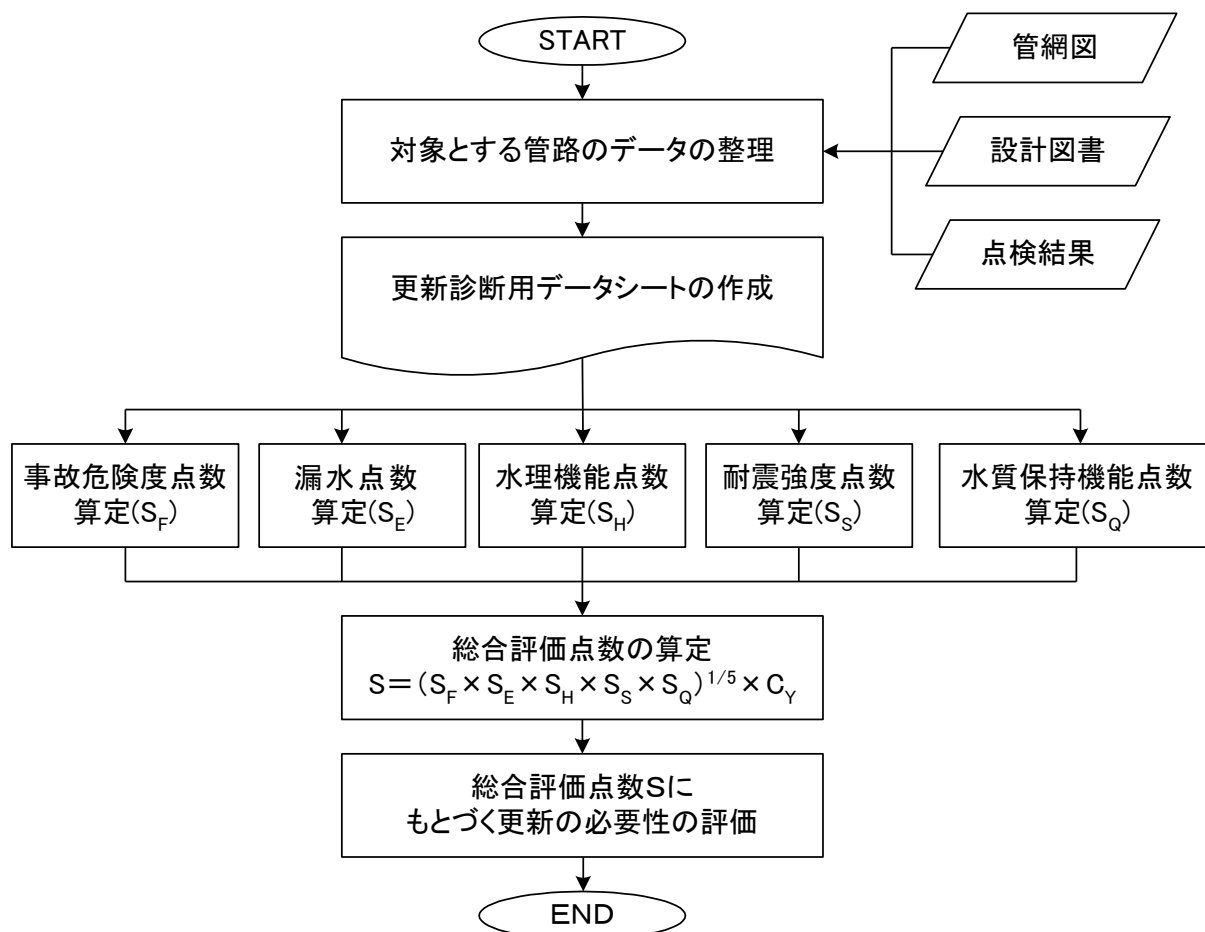
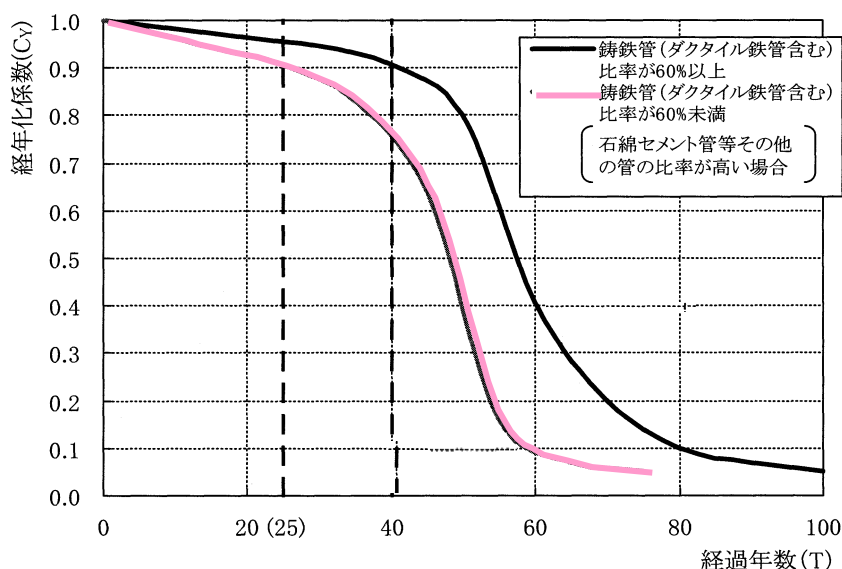


図 3.8 管路の更新診断の手順

(1) 経年化係数 (C_Y) について

水道施設更新指針では管路布設後の経過年数をもとに経年化係数を図 3.9 のように表している。すなわち、铸铁管比率が 60%未満の場合は 25 年を経過した段階で経年化が加速し、铸铁管比率が 60%以上の場合は 40 年経過後に経年化が加速すると想定している。



注 1) 「铸铁管 (ダクタイル鉄管を含む)」の法定耐用年数は 40 年。

注 2) 平成 12 年度以前の「石綿セメント管その他の管」の法定耐用年数は 25 年。

「水道施設更新指針」より引用

図 3.9 管路の経年化係数 (C_Y) の算出方法

更新指針でも水道施設更新指針に準じ、管路の経年化係数 (C_Y) を次のように定義する。

A : 管種を構成する铸铁管 (ダクタイル鉄管含む) 比率が 60%以上の場合

$$C_Y = -0.0018 \times T + 1.0 \quad (0 \leq T \leq 30)$$

$$C_Y = 0.945 - 0.0105 \times \exp(0.1312 \times (T - 30)) \quad (30 < T \leq 60)$$

B : 管種を構成する铸铁管 (ダクタイル鉄管含む) 比率が 60%未満の場合

$$C_Y = -0.00375 \times T + 1.0 \quad (0 \leq T \leq 15)$$

$$C_Y = 0.960 - 0.0212 \times \exp(0.0908 \times (T - 15)) \quad (15 < T \leq 55)$$

T : 経過年数 (年)

なお、経過年数の異なる管路が混在している場合は、評価対象管路の平均経過年数 (T_a) に置き換えて算出する。

$$T_a = \Sigma (T \cdot L_T) / \Sigma L_T$$

T : 経過年数 (年)

L_T : 経過年数別管路延長 (m)

(2) 管路の事故危険度点数 (S_F) について

平常時に発生する管路事故は、管種により差異があることから、管種別延長をもとに算出した事故危険度点数 (R_F) をもとに、次式で算出する。

$$R_F = \sum (C_F \cdot L_p) / \sum L_p$$

R_F : 事故危険度

C_F : 管種別事故危険度係数

L_p : 管種別管路延長 (m)

$$S_F = 118.9 \times \exp(-8.664 \times R_F)$$

S_F : 事故危険度点数

表 3.5 管種別事故危険度係数 (C_F)

管種	事故危険度係数 (C _F)
ダクタイル鉄管 (DCIP)	0.02
铸铁管 (CIP)	0.20
鋼管 (SP)	0.02
硬質塩化ビニル管 (VP)	0.30
石綿セメント管 (ACP)	0.40
その他	0.35

「水道施設更新指針」をもとに作成

(3) 管路の漏水点数 (S_E) について

管路の漏水点数は、直近の有効率より次式で算出する。ここで、有効率の定義について水道施設更新指針では、「有効率とは使用上有効と見られる水量の割合で 100% から漏水率を差し引いた値にほぼ等しい。」としている。また、同指針では、水道事業の有効率は事業者の規模により差異があることから給水人口 50 万人以上と 50 万人未満に区分して漏水点数算出式を提示している。工業用水道事業では水道事業に比べて配水管からの分岐箇所が少なく、漏水の発生箇所が少ない状況であるため、水道施設更新指針で提示している算出式のうち給水人口 50 万人以上の式を採用することとした。

なお、工業用水道事業においては有効率が把握されていないことが多いと想定されるが、その場合は実給水量とユーザー企業の実使用水量の比を有効率 (R_E) の代替指標とするものとする。

$$S_E = 1.745 \times 10^{-3} \times \exp(0.1118 \times R_E)$$

R_E : 直近の有効率 (%)

(4) 管路の水理機能点数(S_H)について

管路の通水能力は、経年化に伴う管内面の錆こぶにより低下する。この錆こぶの発生は管種及びライニングの有無により大きく異なるため、管種・内面ライニング別の水理機能係数(C_H)をもとに水理機能指数(R_H)を求め、これより次式で水理機能点数を算出する。

$$R_H = \sum (C_H \cdot L_p) / \sum L_p$$

R_H : 水理機能指数

C_H : 管種・内面ライニング別水理機能係数

L_p : 管種・内面ライニング別管路延長 (m)

$$S_H = 6.981 \times \exp(2.773 \times R_H)$$

表 3.6 管種・内面ライニング別水理機能係数(C_H)

管種	水理機能係数 C_H
ダクタイル鉄管 (ライニングあり)	1.0
ダクタイル鉄管 (ライニングなし)	0.1
鋳鉄管 (ライニングあり)	0.3
鋳鉄管 (ライニングなし)	0.1
鋼管 (ライニングあり)	1.0
鋼管 (ライニングなし)	0.1
硬質塩化ビニル管	0.3
石綿セメント管	0.2
その他	0.3

「水道施設更新指針」をもとに作成

(5) 管路の耐震度点数 (S_s) について

管路の耐震度は、耐震水準から判断する“方法 1”を標準とする。ただし、管路延長が長い、人員が少ないなど、診断に時間を要するため簡易的に診断したい場合は、管種等の補正係数を用いた“方法 2”を利用しても良い。なお、方法 2 は「工業用水道施設設計指針・解説 (2018)」において規定されている方法である。

1) 方法 1

方法 1 における管路の耐震度は、阪神・淡路大震災後以降提案された地震動レベル、施設の重要度ランクに応じて、表 3.7 の 3 段階で耐震水準を定義し、それぞれの耐震水準に対し 25～100 点を付与するものとする。

なお、耐震水準の判定は「第 3 編耐震対策指針 2.2 耐震設計の基本方針」を参照すること。

表 3.7 管路施設の耐震水準と耐震度点数

耐震水準	管路施設の耐震度点数 (S _s) (点)
耐震対策をほとんど考慮していない	25
レベル 1 地震動に対して所定の要求性能を確保する耐震水準	50
レベル 2 地震動に対して所定の復旧性を確保する耐震水準	100

※耐震二次診断が未実施の施設であっても、原設計で設計水平震度が 0.2 以上である場合には、S_s=50 点としてもよい。また、表中の要求性能（復旧性を含む）については、第 3 編 耐震対策指針 p3-9、表 2.3 参照とする。

2) 方法 2

方法 2 では、地震時の管路被害の発生は、管種及び管径で異なることから、次式でまず耐震性強度(R_s)を求め、これより、耐震度点数(S_s)を図 3.10 の関係をもとに算出する。

$$R_s = C_{p\text{-max}} \times C_{d\text{-max}} - \left[\frac{\sum (C_p \cdot L_p)}{\sum L_p} \right] \times \left[\frac{\sum (C_d \cdot L_d)}{\sum L_d} \right]$$

R_s：管路の耐震性強度

C_p：管種に関する補正係数

C_d：管径に関する補正係数

C_{p-max}：管種に関する補正係数の最大値 (=1.2)

C_{d-max}：管径に関する補正係数の最大値 (=1.6)

L_p：管種別管路延長 (m)

L_d：管径別管路延長 (m)

$$S_s = 160.4 \times R_s - 190.5 \quad (1.5 \leq R_s)$$

$$S_s = 71.4 \times R_s - 58.1 \quad (1.233 \leq R_s < 1.5)$$

$$S_s = 24.3 \times R_s \quad (R_s < 1.233)$$

表 3.8 管種に関する補正係数 (C_p)

管種	C_p
ダクトイル鉄管 (K 形、T 形等の一般継手)	0.3
ダクトイル鉄管 (S 形、NS 形等の離脱防止機能付き継手)	0.0
鋳鉄管	1.0
硬質塩化ビニル管	1.0
鋼管	0.3 注)
石綿セメント管	1.2
その他	1.2

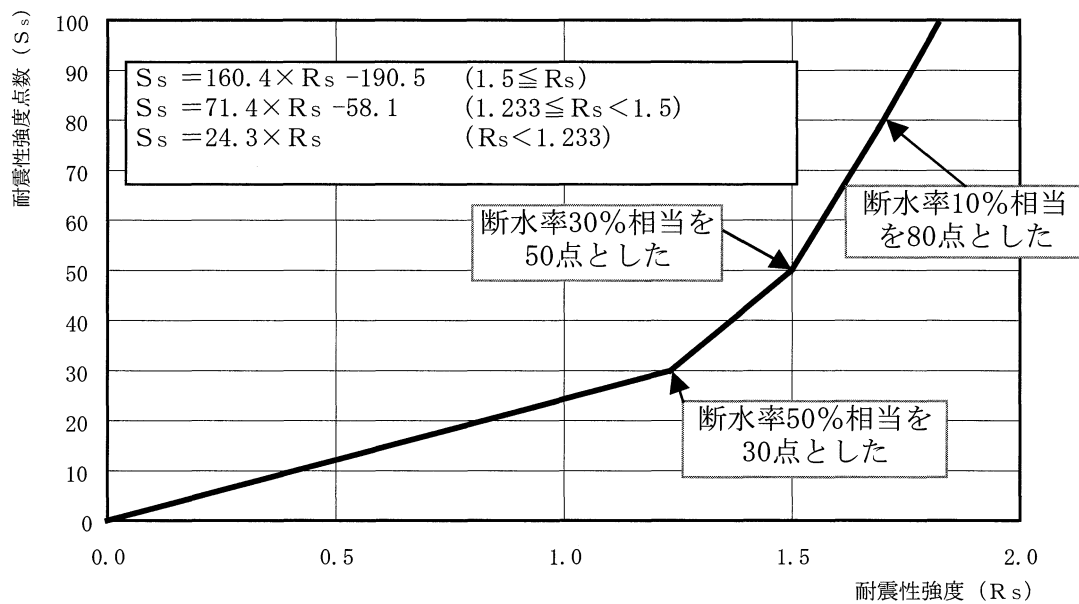
「水道施設更新指針」をもとに作成

※溶接鋼管については延長が短いため、参考程度とし、大口径の溶接鋼管については当てはまらない。
また、ポリエチレン管（融着継手）など、その他の管種の取扱いについては、「(公社) 日本水道協会：水道施設耐震工法指針・解説 2022 年版」に準拠すること。

表 3.9 管径に関する補正係数 (C_d)

管径 (mm)	C_d
$\phi 75$	1.6
$\phi 100 \sim \phi 150$	1.0
$\phi 200 \sim \phi 450$	0.8
$\phi 500 \sim \phi 800$	0.5
$\phi 900$ 以上	0.2

「水道施設更新指針」をもとに作成



「水道施設更新指針」より引用

図 3.10 管路の耐震性強度点数 (S_s) の算出方法

(6)水質保持機能点数 (S_Q) について

管路の水質劣化は、管材の溶出及び管内面の錆こぶにより生じており、この程度は管種及びライニングの有無により異なっている。そこで、管種・内面ライニング別の水質保持機能係数(C_Q)をもとに水質保持機能指標(R_Q)を求め、これより次式で水質保持機能点数を算出する。

$$R_Q = \Sigma (C_Q \cdot L_p) / \Sigma L_p$$

R_Q：水質保持機能指標

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)

$$S_Q = 7.736 \times \exp (2.666 \times R_Q)$$

表 3.10 管種・内面ライニング別水質保持機能係数(C_Q)

管種	水質保持機能係数 C _Q
ダクタイル鉄管 (ライニングあり)	1.0
ダクタイル鉄管 (ライニングなし)	0.1
鋳鉄管 (ライニングあり)	0.3
鋳鉄管 (ライニングなし)	0.1
鋼管 (ライニングあり)	1.0
鋼管 (ライニングなし)	0.1
硬質塩化ビニル管	0.3
石綿セメント管	0.1
その他	0.3

「水道施設更新指針」をもとに作成

4章 更新計画の検討

4.1 更新優先度の設定

1. 工業用水道施設はその役割により重要度が異なり、重要度が高い施設ほど支障が生じた場合のリスクは大きくなる。更新事業の実施にあたっては、重要度の高い施設から優先的に更新していく必要がある。
2. 重要度は構造物・管路、設備それぞれにおいて段階別に設定する。
3. 総合評価点数と重要度から総合的な更新優先度を設定する。

〔解説〕

1. について；3 章での物理的評価により、「I 健全」と評価された施設・設備以外は、更新対象候補として認識できる。しかしながら、更新財源が十分に確保できない状況においては、更新対象候補となった施設・設備の優先度を評価し、事業計画に反映させることが必要である。

2. について；I 編総論 2.1 章重要度設定の基本方針に基づき、重要度のランク分けを行うこと。なお、管路については、重要度に差がつかないケースもあることから、“影響度”を別途設定することも有効である。影響度設定例を図 4.1 および表 4.1 に示す。工業用水道システム全体に与える影響の大きさから、影響度①、影響度②、影響度③、影響度④の 4 つに区分した例である。この他、地域特性（需要動向やユーザー企業の要望など）や事業者独自の施策を影響度として設定してもよい。

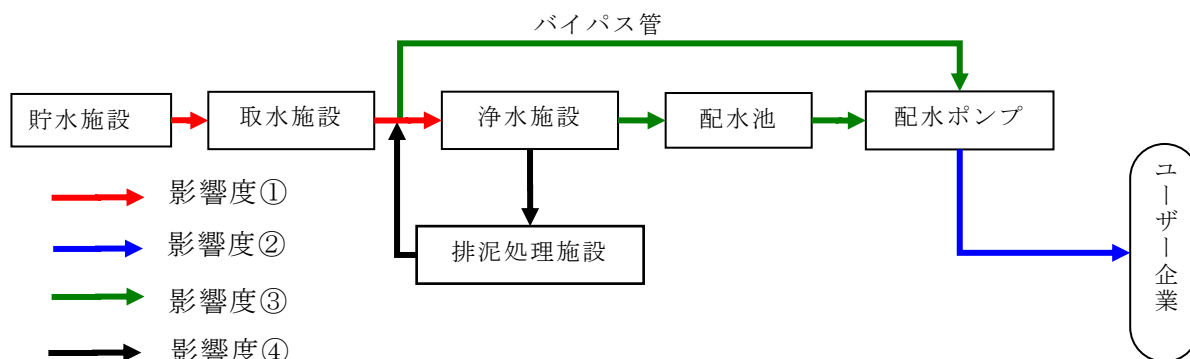


図 4.1 管路の影響度の概念

表 4.1 管路の影響度評価例

施設分類	耐震設計上の重要度	影響度	備考
取水管	ランク A1	影響度①	
導水管	ランク A1	影響度①	
浄水場内配管	ランク A1	影響度③	バイパス管がある場合ランク A2 薬品を常時注入する場合、ランク A1
送水管	ランク A1	影響度②	
配水管	ランク A1	影響度②	バイパス管がない場合ランク A1
排泥管	ランク B	影響度④	排泥処理施設の汚泥貯留容量が不足する場合ランク A1

3. について；各施設・設備の最終重要度評価と、総合評価点数を併せて更新優先度の定量評価を行う。以下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す。図 4.2 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。

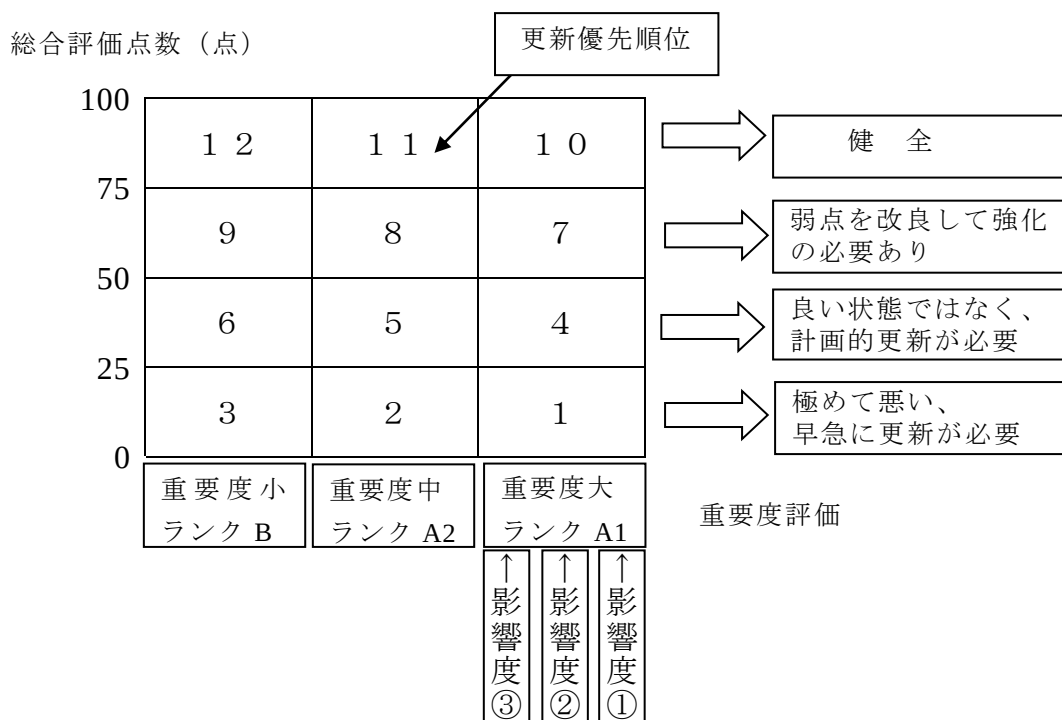


図 4.2 更新優先度の評価例

4.2 更新効果の検討

更新事業の実施にあたっては、更新による効果を検討のうえ定量化し、費用対効果分析結果を踏まえて、工業用水道のユーザーである企業に示すことが必要である。

〔解説〕

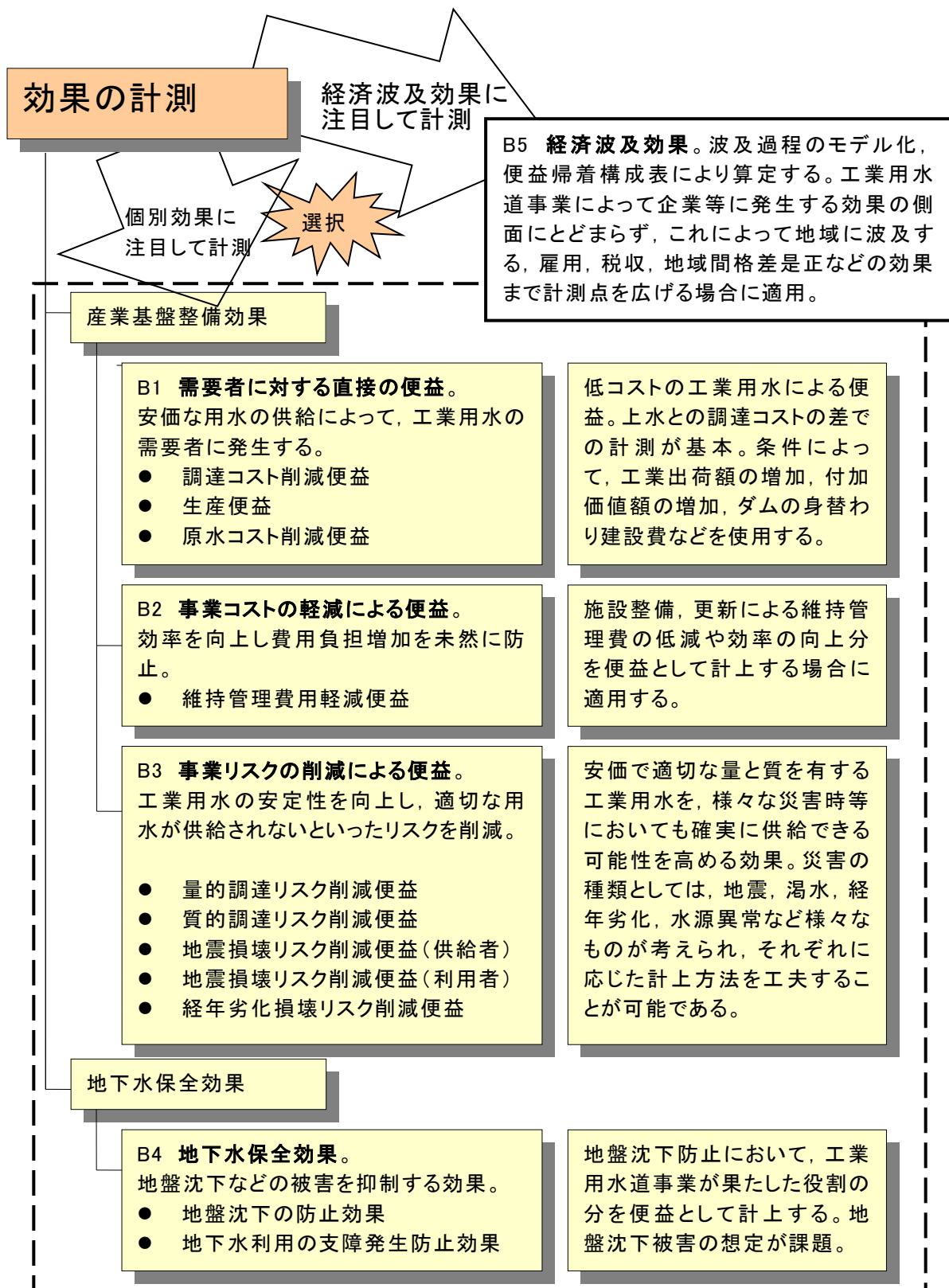
更新事業は、工業用水道施設の機能維持・向上を目的としたものであるが、事業の実施にあたっては、更新による効果を定量化して工業用水道のユーザーである企業に示すことが必要である。

更新による効果としては、下記項目が考えられる。

- ・信頼性の向上
- ・安定性の向上
- ・耐震性の向上
- ・施設効率の改善
- ・施設稼働率の改善
- ・維持管理性の改善及び維持管理費の低減
- ・省エネルギー
- ……等

これらの各効果の検討においては、定性的な効果項目の整理のみならず、できる限り定量的に示す必要がある。定量化の手法としては、効果を貨幣価値に換算し“便益”として表す方法がある。この手法の代表的なものは、(一社)日本工業用水協会「費用対効果分析マニュアル、平成16年度」があり、更新による効果(便益)と更新事業に要する費用をそれぞれ算出し、費用便益比(B/C、CBR: Cost Benefit Ratio)として評価する。更新対象施設・設備が複数あり、更新の優先順位付けまたは更新対象施設の絞込みを行う必要がある場合は、更新効果の大きなものから実施することが望ましく、費用便益比をこの判断資料として用いることが考えられる。図4.3には、費用対効果分析マニュアルにて整理されている工業用水道事業における効果の体系を示しておく。

また、例えば耐震性の向上効果の検討に関しては、更新前の施設と更新後の施設について想定される地震動に対する被害箇所数を推定し、これより地震時の工業用水道供給の安定性評価ならびに復旧の容易性の評価を行うことが考えられる。(公社)日本水道協会「水道施設耐震工法指針・解説2022年版」などに準拠するものとする。



「日本工業用水協会、費用対効果分析調査報告書—解説編—、平成 16 年度」より

図 4.3 工業用水道事業による効果の体系

4.3 更新／補強・補修および工法の検討

1. 更新／補強・補修の判断は、更新診断結果を基礎としたうえで、費用対効果分析等の定量的な評価に工業用水道事業者固有の条件を加味して総合的に評価する。
2. 更新事業の工法は、事業コストの低減を図るとともに、なるべくユーザー企業の生産活動に影響を与えないよう、工事に伴う断水を避けることができる工法を選定する必要がある。断水が回避できない場合は、断水期間をできる限り短期間にできるよう配慮する。

〔解説〕

1. について；更新／補強・補修の判断は、事業者が施設状態や財政状況等に基づいて計画を作成し、ユーザー企業の理解を得た後に実施されることが多い。更新計画、補強・補修計画の作成にあたっては「費用対効果分析」による定量化および計画内容の評価を合理的かつ総合的に行い、更新／補強・補修の判断に至る根拠を明確にすることが重要である。

個別の施設については、単純な改良費用の比較のみによるのではなく、費用対効果分析等の定量的な評価に基づき、施設の物理的な耐用年数を見極めるとともに、会計上の残存価値も考慮に入れることが大切である。例えば、コンクリート構造物の法定耐用年数は 60 年であるが、個々の構造物によって劣化度にはばらつきがあり、また、施設の機能性についても要求性能が異なるので、残存期間の見極めが容易でない場合もある。

更新／補強・補修の判断を総合的に行う際の参考例を以下に示す。

- ・補強に要するコストより更新の方が合理的な場合
 - －対象施設を補強する際に、そのバックアップ機能や施設がないために、それらを整備する費用が多額となり、別の場所で更新した方が安価な場合。
 - －補強の工事費が甚大である場合（構造物直下の地盤改良など）
- ・補強の対象施設の老朽化が顕著であり、残存供用期間が短いと判断できる場合
- ・補強するための施工ヤードがない場合
- ・新たな機能を付加する場合

また、管路の場合、法定耐用年数は 40 年であるが、現実の布設替え工事の現状からはこれを遵守することは極めて困難な状況である。法定耐用年数や目標上の耐用年数に対しての残存期間による定性的な評価のみで耐震化を計画する場合も見られるが、送配水システムとしての機能向上を考慮して優先順位を設定することが望まれる。

なお、費用対効果分析の参考資料としては、「費用対効果分析調査報告書」（（一社）日本工業用水協会、平成 16 年度）等がある。

2. について；更新事業の実施にあたっては、当然のことではあるが事業コストの低減を図る必要がある。また、現状の工業用水の供給を維持しながら事業を実施する必要があるため、なるべくユーザー企業の生産活動に影響を与えないよう、工事に伴う断水を避ける必要がある。断水が回避できない場合は、断水期間をできる限り短期間にできるようにすべきである。

この際、浄水場内の沈殿池や計装設備など、複数系統化が図られている施設・設備を更新する場合は、系統ごとに更新を行うことが可能となる。この場合、工事中以外の系統の供給能力を十分に把握した上で、ユーザー企業が必要とする工業用水の供給量を確保するよう配慮する必要がある。

また、多くの工業用水道事業の管路のように、複数系統化が図られていない施設・設備を更新する場合は、次の2種類の工事方法が考えられる。

- ・更新対象となる施設・設備の代替施設・設備を整備した上で、不断水または短期間で切替える。

(更新対象施設の代替施設の整備→更新後の施設への切り替え→更新対象施設の撤去)

- ・工区を細分し、短期間の工事・断水を繰り返す。

(第1工区工事・断水→通水→第2工区工事・断水→通水→……→第n工区工事・断水→通水)

更新事業を行う場合の工法としては、コンクリート構造物、機械・電気・計装設備については、表 4.2 および表 4.3 に示すコンクリート構造物のクラック補修や中性化対策を除き、基本的に既存の構造物あるいは設備を撤去し、新たな構造物・設備を整備することになる。これらの構造物・設備の更新に当たっては、更新対象外の構造物・設備の給水能力を維持できるよう、撤去、整備の最適な工法を選択するよう配慮する必要がある。

管路については、管路工事に伴う交通制限が可能な場合や、新たなルートに布設する場合などは、基本的に開削工法により行う。布設工事に伴う交通制限を極力少なくする必要がある場合などは、パイプインパイプ工法などにより行うものとする。図 4.4 には管路の更生工法の分類を示す。また、表 4.4 には、代表的な更生工法の特徴、適用管種、適用延長、施工延長の一覧を示す。また、表 4.4 において*印をつけた11工法については、参考資料 2-2 に各工法の概要等（「工業用水」2006年4月号～2006年12月号より抜粋）を示している。

なお、管路の更新は、一般的に更新対象となる既設配水管を供用しながらの更新工事（バイパス配管工事）となり、結果的に新たな配水系統を付加することができる。このため、更新対象となる既設管を廃止せず更生工法により再利用することで、管路を複数系統化できる。このような管路の複数系統化は、事故時や点検等の危機管理対策に有効であるため、極力既設管の再利用を考慮するものとする。

表 4.2 クラック補修工法

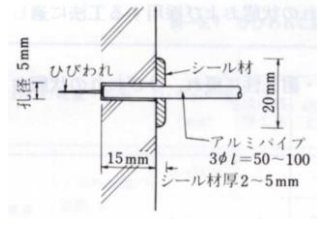
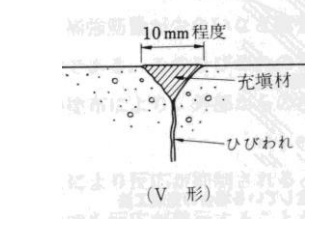
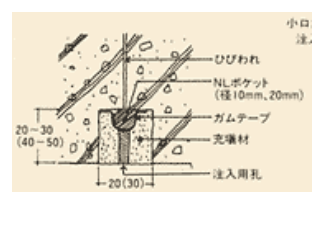
	エポキシ樹脂注入工法	Vカットシーリング材充填工法	ピングラウト工法
標準断面図			
補修工法	注入工法	充填工法	注入工法
補修材料	ひび割れ用エポキシ樹脂	ポリマーセメント系防錆・防食モルタル	NLベースト (親水性・液型ポリウレタン樹脂)
対象クラック幅	0.2mm以上	0.2mm以上	0.5mm未満 (0.5mm以上は別工法)
施工方法	ひび割れ用エポキシ樹脂注入材を注入する。	下地をVカットした後シーリング材を充填し、ポリマーセメント系防錆・防食モルタルを塗り付ける	コンクリートドリルで孔をあけパイプをセットする。ひび割れをシーリングしてペーストを注入する。
公的データ	・JWWA-K-135に適合したものを用いる	・JWWA-K-135に適合したものを用いる	・JWWA-K-115に適合
止水性	エポキシ樹脂の変形追従性が小さいため、補修近傍に新たなクラックが発生する可能性がある。	充填材の変形追従性が大きければ、止水性は高い。	耐アルカリ性、耐酸性を有し長期的な止水が見込める。

表 4.3 中性化対策

グレード	劣化状態	目的別の標準的な工法			
		進行抑制	中性化深さの改善	腐食進行抑制	耐荷力の回復
状態Ⅰ-1 (潜伏期)	中性化残りが発錆限界以上	表面処理	再アルカリ化		
状態Ⅰ-2 (進展期)	中性化残りが発錆限界未満、腐食が開始	表面処理	再アルカリ化		
状態Ⅱ-1 (加速期前期)	腐食ひび割れが発生	表面処理 断面修復	再アルカリ化 断面修復	電気防食 断面修復	
状態Ⅱ-2 (加速期後期)	腐食ひび割れの進展とともに剥離・剥落が見られるが、鋼材の断面欠損は生じていない		断面修復	断面修復	
状態Ⅲ (劣化期)	腐食ひび割れの進展とともに剥離・剥落が見られる、鋼材の断面欠損が生じている		断面修復	断面修復	鋼板接着 増厚等

土木学会：コンクリート標準示方書 維持管理編，2007，pp.90～99の表を一部加工

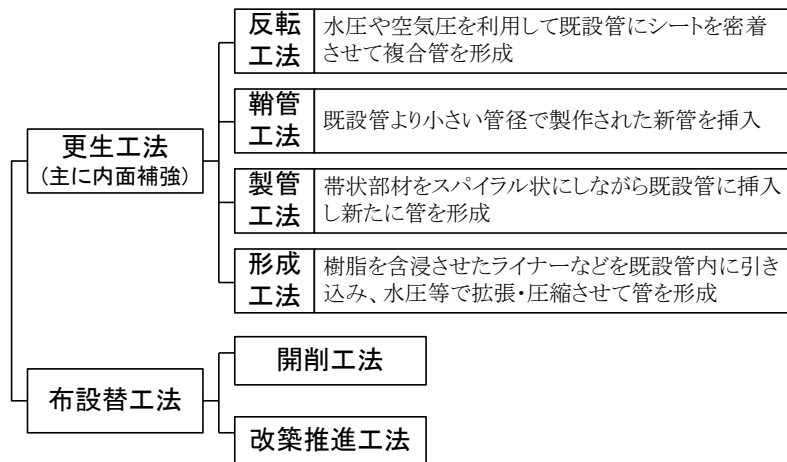


図 4.4 管路の更生工法の分類

表 4.4 管路の更生方法の特徴、適用管種等

区分	工法名	特徴	適用管種	適用口径	施工延長
反転工法	インパイク工法	空気圧反転 光硬化式	ヒューム管、陶管、鋼管、 鋳鉄管、塩ビ管	φ 200 ～ φ 400	最大 100m
	インフオシチュフォーム工法*	水圧反転 温水硬化式	RC 管、陶管、鋼管、鋳鉄 管等	φ 150 ～ φ 1200	標準 70m
	ホースライニング工法*	空気圧反転 蒸気硬化式	ヒューム管、陶管、鋼管、 鋳鉄管、塩ビ管、FRPM 管	φ 200 ～ φ 1200	標準 150m
	SD ライナー工法*	空気圧反転 温水硬化式	RC 管、陶管、鋼管、鋳鉄 管	φ 200 ～ φ 700	50m
	ICP ブリース工法*	水圧+空気圧反転 温水硬化式	RC 管、陶管、鋼管、鋳鉄 管、塩ビ管	φ 75 ～ φ 2500	実績 520m
	グロー工法*	水圧+空気圧反転 (温水+蒸気)循環硬化	全管種	φ 200 ～ φ 600	50m
	ICP ブリース複合管工 法	空気圧反転 温水硬化空調充填式	RC 管、セグメント管等	φ 400 ～ φ 2500	
形成工法	EX 工法*	牽引挿入・空気圧杭径 蒸気冷却硬化	RC 管、陶管、鋼管、鋳鉄 管	φ 200 ～ φ 600	65m～100m
	オメガライナー工法	牽引挿入・空気圧拡張 蒸気硬化式	ヒューム管、陶管、鋼管、 塩ビ管等	φ 150 ～ φ 400	60m～120m
	バルテム SZ 工法	牽引挿入・空気圧拡張 蒸気硬化式	RC 管、ヒューム管、陶管、 塩ビ管、鋼管、鋳鉄管等	φ 200 ～ φ 800	50m～70m
	FFT-S 工法	牽引挿入・空気圧拡張 蒸気硬化式	RC 管、陶管、鋼管、鋳鉄 管等	φ 150 ～ φ 700	最大 100m
	オールライナー工法*	牽引挿入・水圧/空気圧拡張 温水硬化式	ヒューム管、陶管、鋼管	φ 200 ～ φ 600	100m～200m
	シームレスシステム工 法	牽引挿入・空気圧拡張 光硬化式	ヒューム管、陶管、鋼管、 鋳鉄管、塩ビ管	φ 200 ～ φ 600	最大 100m
	EPR-LS 工法	牽引挿入・空気圧拡張 常温硬化式	RC 管、陶管、鋼管、鋳鉄 管	φ 200 ～ φ 400	50m
	バルテム HL-E 工法	牽引挿入・空気圧拡張 蒸気冷却硬化式	RC 管、陶管、FRPM 管	φ 200 ～ φ 450	標準 50m
製管工法	SPR 工法*	スパイラル製管 空隙充填式		φ 250 ～ φ 3000	60m～500m
	ダンビー工法*	スパイラル製管 空隙充填式	RC 管、鋼管、鋳鉄管等	φ 800 ～ φ 3000	200m
	バルテム・フローリン グ工法*	鋼製リング モルタル充填式	ヒューム管、RC 管	φ 800 ～ φ 3000	100m～250m
	3S セグメント工法*	セグメント組立 空隙充填式	RC 管	φ 1500 ～ φ 2600	制限なし
鞘管工法	ボックス工法		RC 管	φ 800 ～ φ 1650	100m
	強プラ管鞘管工法		RC 管	φ 800 ～ φ 2600	制限なし

「下水道管路施設の改築・修繕技術便覧、管路更生工法研究会編、こうきょう、2004」をもとに作成

4.4 更新事業実施における留意点

更新事業の実施にあたっては、下記に留意して行うものとする。

1. ユーザー企業との調整
2. 道路管理者等との調整
3. PDCA サイクルの適用

〔解説〕

1. について；更新事業は財政面及び工事期間中の水供給の面でユーザー企業に影響を及ぼす事業であり、ユーザー企業の理解を得て進めていくことが重要である。このため、更新事業の必要性及びユーザー企業の便益、負担増等について、説明会等を通じて十分な理解と協力を求めるものとする。

なお、1 編総論 3.2 章にユーザー企業との情報共有について明記されているので参照すること。

2. について；道路整備事業や水道・下水道等の地下埋設物布設事業との工事期間、ルート、道路占用等について調整を行い、円滑な事業遂行及び経費の節減が図れるよう配慮することが必要である。さらに、管路布設に伴う工事期間中の交通障害に関して道路管理者と調整することも必要である。

3. について；更新事業は一時的な事業ではなく、今後定期的に継続していく必要がある。このため、事業の実施状況を評価指標により目標達成度をチェック、評価し、これを次の計画策定、事業実施に「改善行為」としてつなげていくものとする。

このような改善行為を、PDCA サイクルとして工業用水道の更新に当てはめると図 4.5 となる。すなわち、既存施設の維持管理において施設の状況、機能の評価し、これを更新計画に反映していくプロセスが重要となる。この際、既存施設の構成や施工（材料、工法等）に改善点があれば、設計段階、施工段階へも維持管理情報を活用していくことが有効となる。このような一連の計画サイクルを適用することにより、更新計画を定期的に見直すほか、次期更新計画の策定にあたっての改善を図ることができる。

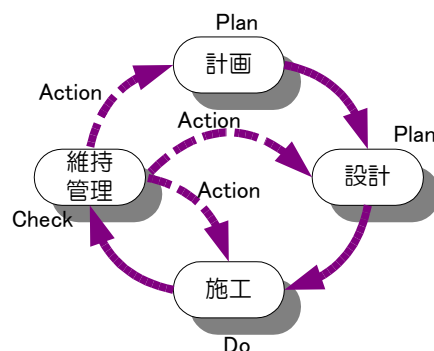


図 4.5 工業用水道施設の更新における PDCA サイクルの適用