

下水道事業のストックマネジメント実施に関する
ガイドライン

-2015 年版-

平成 27 年 11 月
(令和 4 年 3 月改定)

国土交通省水管理・国土保全局下水道部
国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部

はじめに

下水道の普及率は、平成 26 年度末で 77.6%（人口普及率）に達し、管渠総延長約 46 万 km、処理場数は約 2,200 箇所となっており、今や全国の多くの地域で、下水道のある暮らしが当たり前になっている。これは、長年の投資と努力の賜物である。

下水道ストックは、昭和 40 年代から平成 10 年代に集中的に整備され、今後急速に老朽化することが見込まれる。その一方で、本格的な人口減少社会の到来による使用料収入の減少により、地方公共団体の財政状況は逼迫化しており、投資余力が減退の方向にある。以上のことから、下水道施設のライフサイクルコストの低減化や、予防保全型施設管理の導入による安全の確保等、戦略的な維持・修繕及び改築を行い、良質な下水道サービスを持続的に提供することが重要である。

このような背景のもと、平成 20 年度には「下水道長寿命化支援制度」を創設し、従来の改築に加え長寿命化対策を加えた計画的な改築を推進している。また、平成 27 年度の改正下水道法においては、維持修繕基準を創設するとともに、事業計画について、維持・修繕及び改築に関する内容を含めたものへと拡充した。これを踏まえ、予算制約のもと、増大する改築需要に対応すべく、施設全体の管理を最適化するストックマネジメントを推進することとしている。本ガイドラインは、ストックマネジメントの手法を定め、各下水道管理者が維持・修繕及び改築に関する計画を策定し、点検・調査から修繕・改築に至るまでの一連のプロセスを計画的に実施することを支援するものである。

各下水道管理者においては、ストックマネジメントに必要な経営管理、執行体制の確保を含めた取組みにより下水道事業の持続性を高めつつ、サービスの向上が図られることを期待している。

おわりに、本ガイドラインの作成にあたりご協力をいただいた委員長、委員各位ならびに関係者各位に、深く感謝の意を表したい。

平成 27 年 11 月

国土交通省 水管理・国土保全局 下水道部
国土交通省 国土技術政策総合研究所 下水道研究部

下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン策定検討会 委員名簿

(順不同・敬称略)
(平成 27 年 11 月現在)

委員長	東京大学大学院工学系研究科教授	滝 沢 智
委員	関東地方整備局建政部都市整備課長補佐	稲 垣 豊
委員	東京都下水道局計画調整部緊急重点雨水対策事業担当課長	中 井 宏
委員	横浜市環境創造局下水道計画調整部下水道事業調整課長	竹 内 徹 也
委員	名古屋市上下水道局技術本部施設部施設整備課長	山 田 宏 美
委員	堺市上下水道局下水道部下水道計画課長	角 羊一朗
委員	横須賀市上下水道局技術部下水道管渠課長	石 河 一 彦
委員	千葉県栄町下水道課長	西 城 猛
委員	日本下水道事業団事業統括部調査役	新 井 智 明
委員	日本下水道事業団西日本設計センター調査役	若 山 泰 介
特別出席	日本下水道協会技術研究部技術指針課長	林 幹 雄

下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン

目 次

第1編 総論	1
第1章 スtockマネジメントの目的	1
第1節 スtockマネジメントの定義	1
第2節 スtockマネジメントの目的	3
第3節 適用対象	4
第4節 用語の定義	5
第5節 ガイドラインの構成	7
第2章 経営管理・執行体制の課題把握のための長期的な改築の需要見通し	8
第1節 経営管理・執行体制の課題把握のための長期的な改築の需要見通し	8
第2編 スtockマネジメントの実施手法	15
第1章 共通編	15
第1節 スtockマネジメントの基本的な考え方と実施フロー	15
第2節 施設情報の収集・整理（現状の把握）	18
第3節 リスク評価	19
第4節 施設管理の目標設定	20
第5節 長期的な改築事業のシナリオ設定	23
第6節 施設情報システムの構築・活用	24
第7節 住民及び関係機関等への説明責任（アカウンタビリティ）	25
第2章 管路施設	26
第1節 リスク評価	26
第2節 長期的な改築事業のシナリオ設定	30
第3節 点検・調査計画の策定	36
第4節 点検・調査の実施	45
第5節 修繕・改築計画の策定	46
第6節 修繕・改築の実施	56
第7節 評価と見直し	56
第3章 処理場・ポンプ場施設	57
第1節 リスク評価	57
第2節 長期的な改築事業のシナリオ設定	60
第3節 点検・調査計画の策定	72
第4節 点検・調査の実施	81
第5節 修繕・改築計画の策定	82
第6節 修繕・改築の実施	106
第7節 評価と見直し	106

付録

- 付録Ⅰ-1 東京都下水道局 経営計画 2013
- 付録Ⅰ-2 横浜市環境創造局 中期経営計画 2014
- 付録Ⅰ-3 静岡市下水道アセットマネジメントの取り組み
- 付録Ⅰ-4 北海道釧路市下水道ビジョン
- 付録Ⅰ-5 北海道白老町下水道中期ビジョン 平成 23 年 3 月
- 付録Ⅰ-6 北海道剣淵町下水道中期ビジョン
- 付録Ⅰ-7 愛媛県西条市 西条市下水道施設アセットマネジメント基本構想
- 付録Ⅱ 改築通知：平成 25. 5. 16 国水事第 7 号 「下水道施設の改築について」
- 付録Ⅲ 改築通知：平成 26. 7. 25 事務連絡「下水道管きよの更生工法による改築に関する
交付対象の運用について」
- 付録Ⅳ 長期的な改築の需要見通し検討例
- 付録Ⅴ 管渠の健全率予測式
- 付録Ⅵ リスク評価例（管路施設）
- 付録Ⅶ リスク評価例（処理場・ポンプ場施設）
- 付録Ⅷ 管渠調査に関するスクリーニング技術
- 付録Ⅸ 主な設備に関する主要部品の判定項目の例
- 付録Ⅹ 土木・建築の点検・調査項目及び診断の例

第1編 総論

第1編 総論

第1章 スtockマネジメントの目的

第1編 総論

第1章 スtockマネジメントの目的

第1節 スtockマネジメントの定義

1.1.1 スtockマネジメントの定義

下水道事業におけるStockマネジメントとは、下水道事業の役割を踏まえ、持続可能な下水道事業の実現を目的に、明確な目標を定め、膨大な施設の状況を客観的に把握、評価し、長期的な施設の状態を予測しながら、下水道施設を計画的かつ効率的に管理することをいう。

【解説】

下水道事業におけるStockマネジメントは、目標とする明確なサービス水準を定め、下水道施設全体を対象に、その状態を点検・調査等によって客観的に把握、評価し、長期的な施設の状態を予測しながら、点検・調査、修繕・改築を一体的に捉えて下水道施設を計画的かつ効率的に管理するものである。

一方、下水道事業を持続的に運営していくためには、施設管理に必要な経営管理、執行体制の確保を含めたアセットマネジメントⁱが重要であるが、本ガイドラインでは、点検・調査や修繕・改築による施設管理に着目し、図1.1のうち、Stockマネジメントを中心に記載している。

ⁱ 「アセット」とは、Stockマネジメントで対象とする施設資産のほか、資金、人材、情報等を指す。社会資本の「アセットマネジメント」を下水道事業に当てはめれば、社会ニーズに対応した下水道事業の役割を踏まえ、下水道施設（資産）に対し、施設管理に必要な費用、人員を投入（経営管理、執行体制の確保）し、良好な下水道サービスを持続的に提供するための事業運営と位置づけられる。

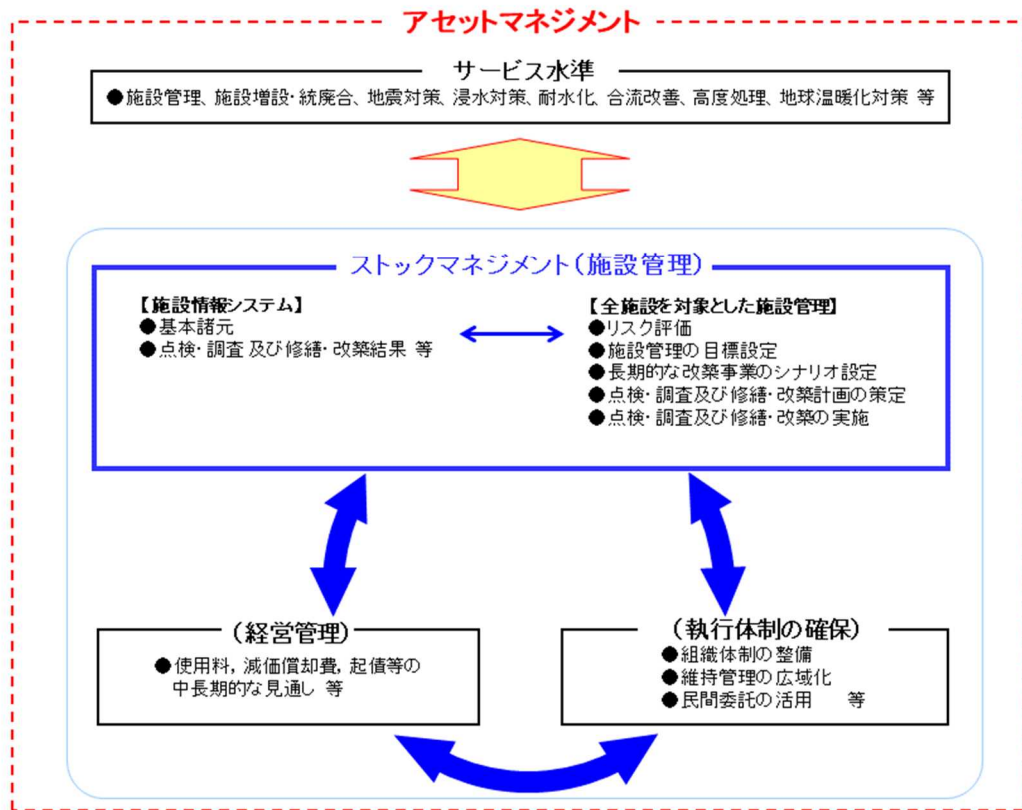


図 1-1 下水道事業におけるStockマネジメントとアセットマネジメントのイメージ

第2節 スtockマネジメントの目的

1.1.2 目的

Stockマネジメントは、長期的な視点で下水道施設全体の今後の老朽化の進展状況を考慮し、リスク評価等による優先順位付けを行ったうえで、施設の点検・調査、修繕・改築を実施し、施設全体を対象とした施設管理を最適化することを目的としている。本ガイドラインは、Stockマネジメントの導入・実践にあたっての基本的な考え方をとりまとめたものである。

【解説】

わが国の社会資本は、戦後の高度成長期に急速に整備が進められてきたが、これらの社会資本によるサービスの提供は、Stock（施設）が一定程度健全な状況に保たれて初めて可能となる。

これらの膨大なStockは、日々劣化し、点検・調査、修繕・改築のコストの増大を招くとともに、最悪の場合、管路の破損等による道路陥没や汚水の流出及び処理施設の停止による公共用水域の水質悪化などに陥るリスクもはらんでいる。これまで、そのリスクを把握し、適切に対応してきた技術職員が大量に退職時期を迎え、適切な技術継承ができず、結果として施設の適正な管理が困難になることも懸念される。一方、社会資本に求められる役割は多様化しており、人口減少やライフスタイルの変化も踏まえて、適切に機能を発揮できるようにしておく必要がある。

これらの課題に対応するためには、社会資本のStockを将来にわたって適切に点検・調査、修繕・改築していく必要があり、そのための手法としてStockマネジメントが着目されている。

このようなことから、本ガイドラインは、下水道事業におけるStockマネジメントの一層の普及促進を図るため、その基本的な考え方をとりまとめたものである。

第1編 総論

第1章 スtockマネジメントの目的

第3節 適用対象

1.1.3 適用対象

本ガイドラインは、Stockマネジメント実施のための計画策定と、その実施・評価・見直しを対象としている。

【解説】

本ガイドラインは、Stockマネジメント実施のための計画策定と、その実施・評価・見直しを対象としている。対象とする下水道施設の種類は、管路、ポンプ場、処理場である。

本ガイドラインに記載する手法等は、多くの地方公共団体に活用してもらえよう、考え方の一例を記載したものであり、ここに記載されている内容以外に、各地方公共団体の実情やPDCAの実践に基づく創意工夫等を妨げるものではない。

また、各地方公共団体におけるStockマネジメントの取組みが進み、事例が増えてくれば、本ガイドラインの見直しを図っていく。

第4節 用語の定義

1.1.4 用語の定義

本ガイドラインにおける主な用語の定義は、以下のとおりである。

(1) 改築

更新または長寿命化対策により、所定の耐用年数を新たに確保するもの。

- ① 更新：既存の施設を新たに取替えること。
- ② 長寿命化対策：既存の施設の一部を活かしながら部分的に新しくすること。

なお、更新及び長寿命化対策に関する国の財政支援の扱いについて、別途、通知が定められている（付録Ⅱ 関連通知：平成 25. 5. 16 国水下水事第 7 号「下水道施設の改築について」（以下、改築通知という。))。

(2) 修繕

老朽化した施設または故障もしくは損傷した施設を対象として、当該施設の所定の耐用年数内において機能を維持させるために行われるもの。

(3) 維持

処理場施設等の運転、下水道施設の保守、点検、調査、清掃等下水道の機能を保持するための事実行為で工事を伴わないもの（※改築事業の効率化を目的として、計画的に実施する点検、調査、診断を含む（※P. 6 図の点線部））。

(3) -1 保守

定期的に行う消耗品の確認、補充及び交換や、異状が発見された場合に行う軽微な調整・修理・取替等を行う活動。

(3) -2 点検

施設・設備の状態を把握するとともに、異状の有無を確認すること。

管路施設にあつては、マンホール内部からの目視や、地上からマンホール内に管口テレビカメラを挿入する方法等により、異状の有無を確認すること。

処理場等施設・設備にあつては、機能維持のために定期的な目視や測定装置の使用等により、異状の有無を確認すること。

(3) -3 調査

施設・設備の健全度評価や予測のため、定量的に劣化の実態や動向を確認すること。

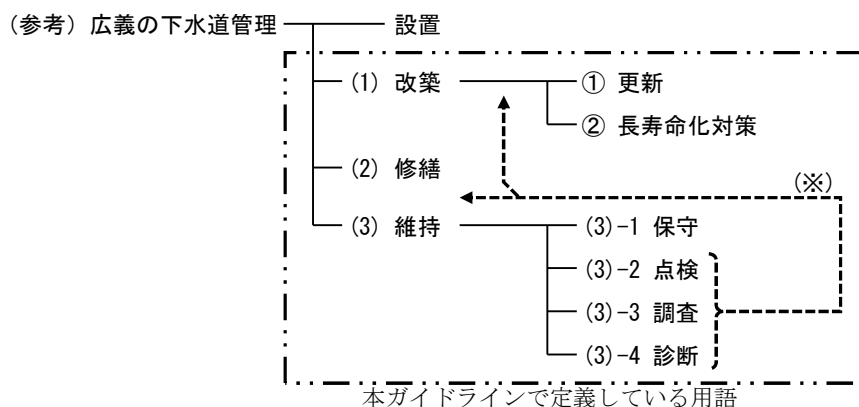
管路施設にあつては、管内に潜行する調査員による目視、または、下水道管渠用テレビカメラを挿入する方法等により、詳細な劣化状況や動向等を定量的に確認するとともに、原因を検討すること。

処理場等施設・設備にあつては、目視や測定装置等により、定量的に劣化の実態や動向等を確認するとともに、原因を検討すること。

(3) -4 診断

点検・調査結果を踏まえ、健全度や緊急度を判定すること。なお、緊急度は管渠のみに適用す

る。また、処理場等施設・設備においては、劣化予測も含む。



4) 予防保全

施設・設備の寿命を予測し、異状や故障に至る前に対策を実施する管理方法で、状態監視保全と時間計画保全がある。

(4) -1 状態監視保全

施設・設備の劣化状況や動作状況の確認を行い、その状態に応じて対策を行う管理方法。

(4) -2 時間計画保全

施設・設備の特性に応じて予め定めた周期（目標耐用年数等）により、対策を行う管理方法。

(5) 事後保全

施設・設備の異状の兆候（機能低下等）や故障の発生後に対策を行う管理方法。

(6) ライフサイクルコスト（LCC）

施設・設備における新規整備、維持、修繕、改築等を含めた生涯費用の総計。

(7) リスク

目的に対する不確かさの影響のこと（JIS Q0073 の定義より）。リスクの大きさは「事故・故障の発生確率」と「事故・故障が発生したときの被害規模」の組み合わせで評価する。

(8) 健全度

評価する対象物が有する機能、状態の健全さを示す指標であり、状態監視保全施設の診断の際に修繕、改築等の対策手法の判断を行うためのもの。

(9) 緊急度

管渠に対して従来から用いられている施設の機能や状態の健全さを示す指標であり、対策が必要と判断された施設において、対策を実施すべき時期を定めたもの。

(10) 標準耐用年数

改築通知の別表で定められた年数。

(11) 目標耐用年数

改築の実績等をもとに施設管理者が目標として設定する耐用年数。

第1編 総論

第1章 スtockマネジメントの目的

第5節 ガイドラインの構成

1.1.5 ガイドラインの構成

本ガイドラインは、第1編と第2編から構成される。

第1編では、Stockマネジメントの目的及び経営管理・執行体制の課題把握のための長期的な改築の需要見通しについて記載している。

第2編では、第1章（共通編）において、Stockマネジメントの実施にあたっての基本的な事項について記載し、第2章（管路施設）、第3章（処理場）では、リスク評価、長期的な改築事業シナリオの設定、点検・調査及び修繕・改築計画の策定手法に係る具体的な記載をしている。

【解説】

本編の構成及び概要を以下に示す。

第1編：総論

第1章 総論

Stockマネジメントの定義と目的、適用対象、用語の定義及び本ガイドラインの構成について記載している。

第2章 経営管理・執行体制の課題把握のための長期的な改築の需要見通し

Stockマネジメントの実施に先立ち、経営管理・執行体制の課題を把握するために効果的となる、長期的な改築の需要見通しの検討方法について記載している。

第2編：Stockマネジメントの実施手法

第1章 共通編

Stockマネジメントに関する基本的な考え方・実施フロー、施設情報の収集・整理、リスク評価、施設管理の目標設定、長期的な改築事業のシナリオ設定、施設情報システムの構築・活用に係る基本的な事項、住民及び関係機関等への説明責任を記載している。

第2章 管路施設

管路施設に対するリスク評価、長期的な改築事業のシナリオ設定、点検・調査及び修繕・改築の計画策定・実施・評価・見直しについての概要を記載している。

第3章 処理場・ポンプ場施設

処理場・ポンプ場施設に対するリスク評価、長期的な改築事業のシナリオ設定、点検・調査及び修繕・改築の計画策定・実施・評価・見直しについての概要を記載している。

第2章 経営管理・執行体制の課題把握のための長期的な改築の需要見通し

第1節 経営管理・執行体制の課題把握のための長期的な改築の需要見通し

1.2.1 経営管理・執行体制の課題把握のための長期的な改築の需要見通し

ストックマネジメントの実施に先立ち、下水道事業を持続的に運営する観点から、経営管理・執行体制の課題を把握し、解決に取り組むことが重要であるが、課題の把握にあたっては、長期的な改築の需要を見通すことが効果的である。

【解説】

下水道事業を持続的に運営するためには、経営管理・執行体制の課題を把握し、解決に取り組むことが重要である。長期的な改築の需要を見通すことにより、これらに対応するための経営管理や執行体制が、現行の状態ですべてであるかといったギャップの有無を把握することが可能となる。

以下に長期的な改築の需要見通しの分析例を示す。詳細は、付録IVを参照にされたい。また、平成23年11月18日に「下水道事業中長期改築事業量調査算定支援ツール」ⁱⁱが公表されており、施設諸元等を入力するだけで簡易的に改築の需要見通しが算定できる。

なお、本ガイドラインでは長期的な期間を、改築周期を参考に50～100年程度としているが、各地方公共団体の実状等に応じた期間設定をすることが望ましい。

(1) 管路施設の長期的な改築の需要見通しの検討

1) 長期的な改築の需要見通しの検討に必要な情報の整理

検討にあたっては、以下に示す基本情報を整理する。

- ・年次別布設延長の整理（必要に応じて口径・管種ごとに整理することが有効である）
- ・過去の実績や費用関数を用いて試算した管路施設の改築平均単価

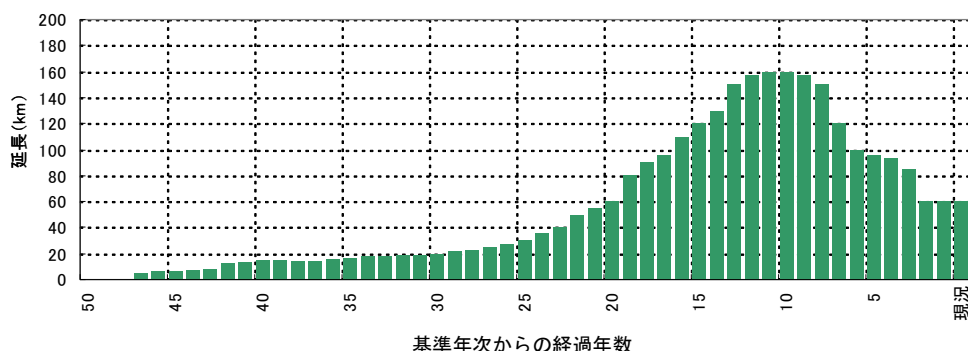


図 1-2 管路施設の年次別布設延長

ⁱⁱ 日本下水道協会ホームページ「情報のみち ONLINE」に公表 <http://www.jswa.jp/>

2) 改築の需要見通しの作成方法

A 全てを標準耐用年数で単純に改築

全ての管路施設を標準耐用年数で更新する前提で試算する。改築需要として事業費を用いる場合は、試算した延長に、改築の平均単価を乗じて求める。

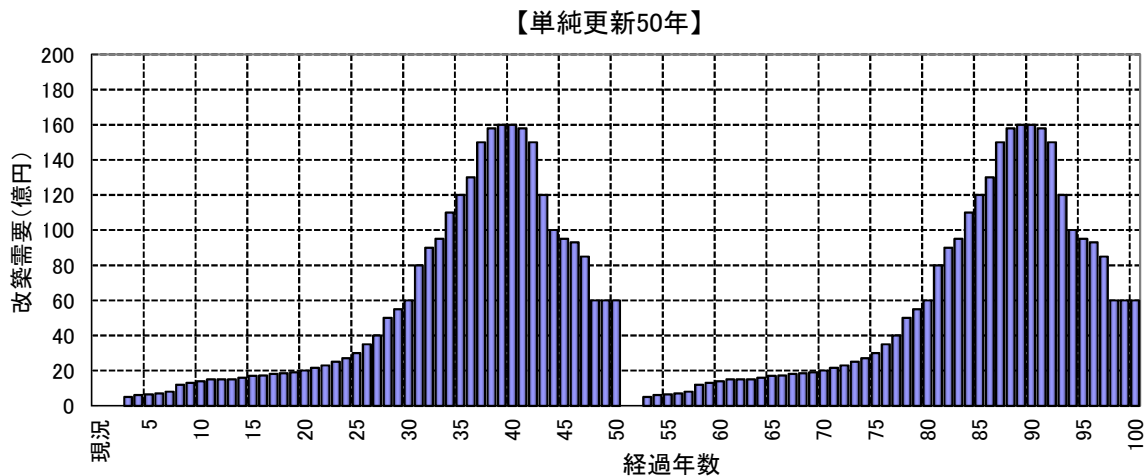


図 1-3 標準耐用年数（50年）による単純改築の例

B 健全度の低下した路線のみを改築

健全率予測式によって、健全度の低下した路線延長を把握し、当該路線のみを改築していく前提で試算する。

改築需要として事業費を用いる場合は、改築を実施するものとした延長に、実績等に基づく改築の平均単価を乗じて求める。

また、健全度の低下した管路施設が集中する期間が発生する場合、必要に応じて改築量の平準化を図ることが望ましい。

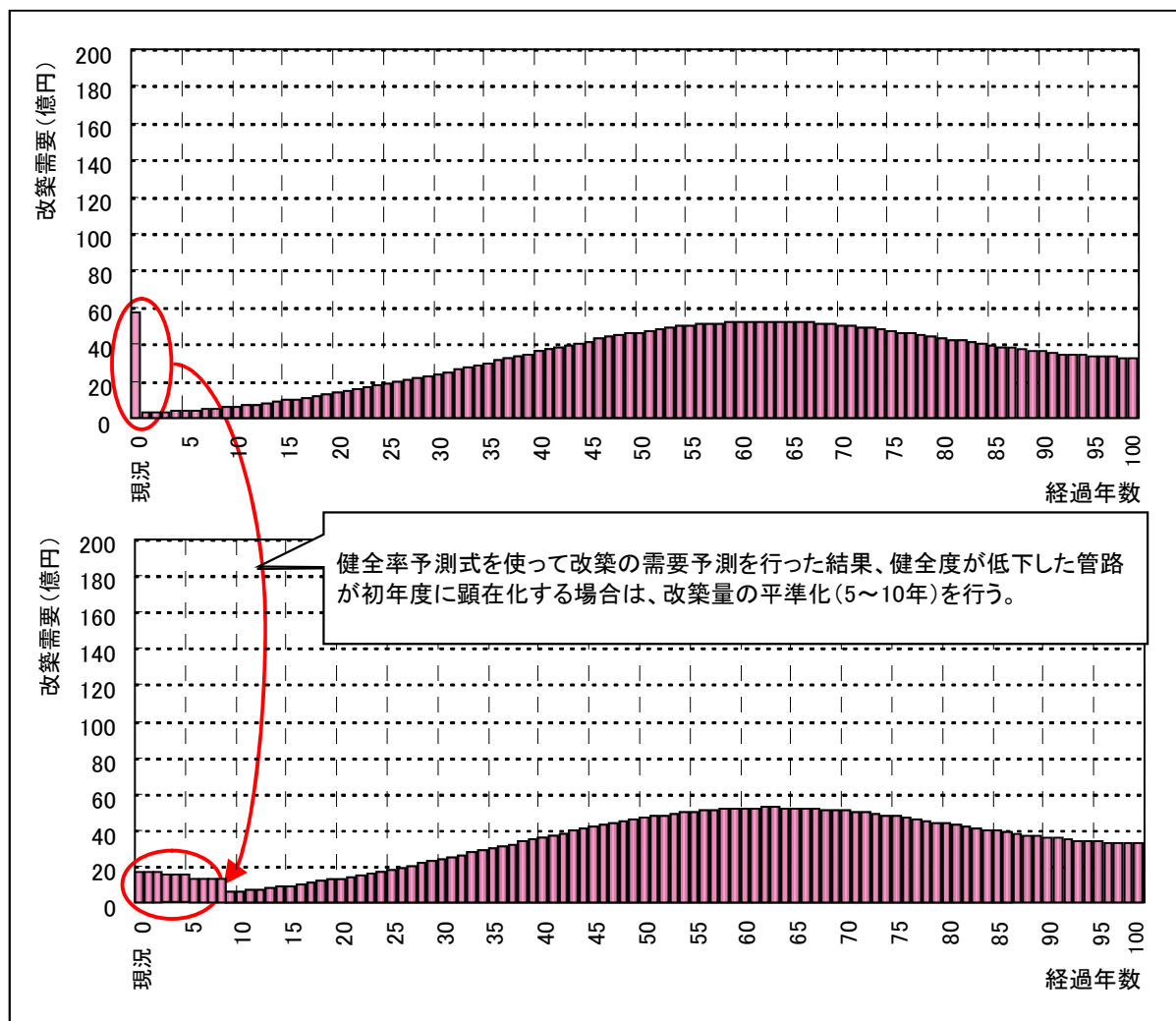


図 1-4 健全度の低下した路線のみを改築する例

健全率予測式は、例えば国土技術政策総合研究所が、全国から収集した調査データから分析した結果を公表しておりⁱ⁾、これを活用することにより、改築の需要見通しを求めることができる。なお、これ以外にも各地方公共団体の調査結果を解析し、独自に健全率予測式を推定する方法もあり、データが不足する場合は、国土技術政策総合研究所が公開しているテレビカメラ調査データのデータベース（管渠劣化データベースⁱⁱⁱ⁾）を活用することも有効である。

ⁱⁱⁱ⁾ <http://www.nilim.go.jp/lab/ebg/rekka-db.html>

<参考>健全率予測式について

健全率とは、全管渠に対する健全な管渠の割合を示したものであり、その健全率と経過年数の関係式を「健全率予測式」という。健全率予測式は、管渠全体の（マクロ的な）劣化状態の進行状況を表している。

この健全率予測式により、ある経過年数後に、全管渠の何割を改築する必要があるかを把握することができる。

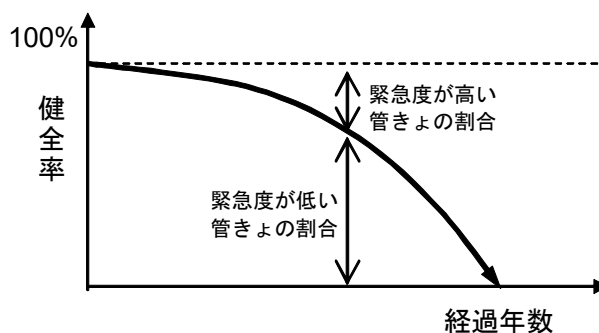


図 1-5 健全率曲線

(2) 処理場・ポンプ場施設の長期的な改築の需要見通しの検討

1) 長期的な改築の需要見通しの検討に必要な基本情報の整理

検討にあたっては、以下に示す基本情報を整理する。

- ・改築通知別表の大分類^{iv}ごとの設置時期
- ・処理場の場合、処理方式、処理能力、水処理及び汚泥処理の系列数
- ・ポンプ場の場合、排水量、系列数（ポンプ台数）
- ・過去の実績や費用関数等を用いて試算した大分類ごとの設置費

2) 改築の需要見通しの作成方法

本ガイドラインでは、改築の需要見通しの一例として、以下の2つの異なるシナリオによる検討例を示す。

A 標準耐用年数で改築し、1つの施設・設備の改築工事を複数年に分割することで、改築需要の平準化を図るシナリオ

本方法では、土木・建築施設及び機械・電気設備がそれぞれの標準耐用年数を経過した年度に改築を実施することとし、図 1-6 に示すように対象施設全体の今後の改築需要を予測するシナリオである。

^{iv}平成 25 年 5 月 16 日付け 国水下事第 7 号 国土交通省水管理・国土保全局 下水道事業課長通知参照

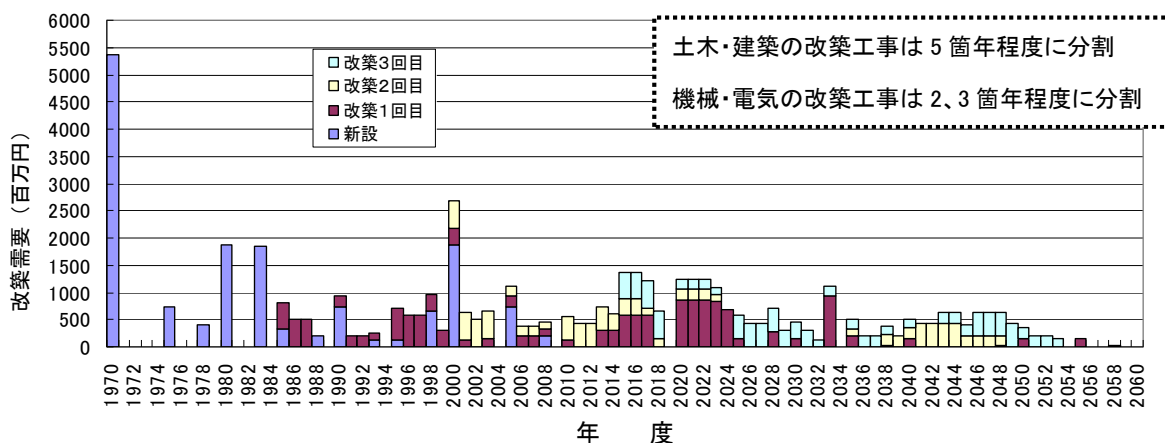


図 1-6 標準耐用年数での改築需要の例

B 目標耐用年数で改築し、1つの施設・設備の改築工事を複数年に分割することで、改築需要の平準化を図るシナリオ

本方法は、土木・建築施設及び機械・電気設備それぞれの目標耐用年数を設定し、目標耐用年数を経過した年度に改築を実施することとし、図 1-7 に示すように対象施設全体の今後の改築需要を予測するシナリオである。

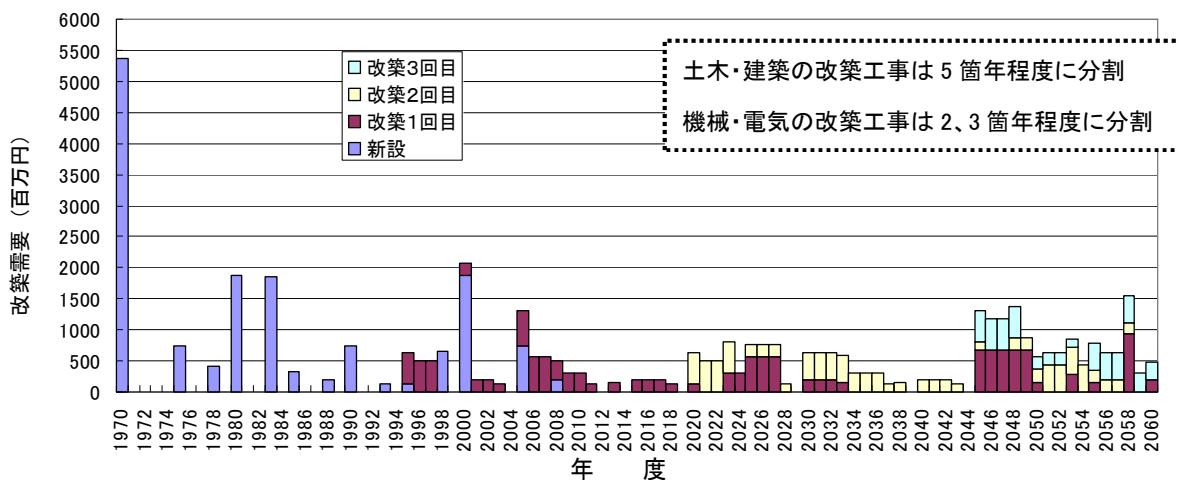


図 1-7 目標耐用年数での改築需要の例

・目標耐用年数の設定

目標耐用年数は、表 1-1 に示すような他都市の事例も参考に設定する（設定例：機械・電気設備 25 年、土木・建築施設 75 年）。

表 1-1 目標耐用年数の設定の例

項目	標準耐用年数	地方公共団体への耐用年数実績アンケート結果(年)	地方公共団体への耐用年数実績アンケート結果平均(年)	目標/標準	平均倍率
除塵機	15	15～25	23.5	1.6	1.7
汚水ポンプ	15	15～50	30.9	2.1	
雨水ポンプ	20	20～40	31.7	1.6	
送風機	20	20～35	29.6	1.5	
散気装置	10	10～25	21.8	2.2	
脱水機	15	15～25	20.8	1.4	
機械濃縮機	15	15～23	20.6	1.4	
焼却炉	10	10～35	23.3	2.3	

出典：「効率的な改築事業計画策定技術資料 【下水道主要設備機能診断】」2005年8月、(財)下水道新技術推進機構、P185及びP187

第2編 スtockマネジメントの実施手法

第2編 スtockマネジメントの実施手法

第1章 共通編

第1節 スtockマネジメントの基本的な考え方と実施フロー

2.1.1 スtockマネジメントの基本的な考え方と実施フロー

リスク評価を踏まえ、明確かつ具体的な施設管理の目標及び長期的な改築事業のシナリオを設定し、点検・調査計画及び修繕・改築計画を策定する。また、これらの計画を実施し、評価、見直しを行うとともに、施設情報を蓄積し、Stockマネジメントの精度向上を図る。

【解説】

リスク評価を踏まえ、明確かつ具体的な施設管理の目標及び長期的な改築事業のシナリオを設定し、点検・調査計画及び修繕・改築計画を策定する。また、これらの計画を実施し、評価、見直しを行うとともに、施設情報を蓄積し、Stockマネジメントの精度向上を図る。なお、これらの取組みは、組織全体で方向性を共有することが重要である。

Stockマネジメントの実施フローの例を図 2-1 に示す。

① 施設情報の収集・整理（現状の把握）

リスク評価、施設管理の目標設定、長期的な改築事業のシナリオ設定、点検・調査及び修繕・改築計画の策定に必要な情報を収集・整理する。

② リスク評価

点検・調査及び修繕・改築の優先順位等を設定するために、リスクを特定し、施設の重要度に基づく被害規模（影響度）及び発生確率（不具合の起こりやすさ）を検討し、リスク評価を行う。

③ 施設管理の目標設定

各施設の点検・調査及び修繕・改築に関する事業の目標（アウトカム）及び事業量の目標（アウトプット）を設定する。

④ 長期的な改築事業のシナリオ設定

リスク評価等に基づく管理方法や、施設全体の概ねの改築周期や健全度・緊急度を基にした改築条件等を踏まえ、今後の事業費を考慮したシナリオを設定する。

シナリオの設定にあたっては、地震対策、浸水対策、耐水化及び地球温暖化対策等施設の機能を向上させる事業など他の計画に位置づけている事業の事業量、事業費、実施時期を調整し設定する必要がある。また、人口減少、節水意識の向上等に伴う処理水量の減少を踏まえ、広域化・共同化による施設の統廃合を行うなど既存Stockの最適化についても考慮して設定することが重要である。

⑤ 点検・調査計画の策定

1) 基本方針の策定

リスク評価、施設管理の目標、長期的な改築事業のシナリオ設定等を踏まえ、点検・調査の頻度、優先順位、単位及び項目をとりまとめる。

2) 実施計画の策定

事業計画期間を勘案し、概ね5～7年程度の期間を対象として、基本方針を踏まえた対象施設・実施時期、点検・調査の方法及び概算費用をとりまとめる。

なお、本ガイドラインでは、点検・調査計画の検討事項ごとに「維持管理指針」²や「腐食対策の手引き(案)」³等に示されている内容を引用しており、その引用元を具体的に示している。

⑥ 点検・調査の実施

点検・調査計画に基づき、点検・調査を実施する。

⑦ 修繕・改築計画の策定

1) 基本方針の策定

調査結果に対する診断を行い、リスク評価、施設管理の目標、長期的な改築事業のシナリオ設定等を踏まえ、対策(修繕・改築)の必要性及びその優先順位について整理する。

2) 実施計画の策定

事業計画期間を勘案し、概ね5～7年程度の期間を対象として、基本方針を踏まえた対策範囲(修繕か改築か)、長寿命化対策対象施設の選定、改築方法(更新か長寿命化対策か)及び実施時期・概算費用をとりまとめる。

⑧ 修繕・改築の実施

修繕・改築計画に基づき、修繕・改築を実施する。

⑨ 評価と見直し

事業計画を勘案し、5～7年程度を目安に、施設管理の実績に対する評価を行う。施設管理の目標が達成できなかった場合や、点検・調査及び修繕・改築の計画値と実績値に乖離があった場合等には、その原因を分析し、目標値や計画値を見直す。

以上がStockマネジメントの基本的な考え方と実施フローである。第1章では共通的な事項、第2章では管路施設、第3章では処理場・ポンプ場施設を対象とした内容を記述する。

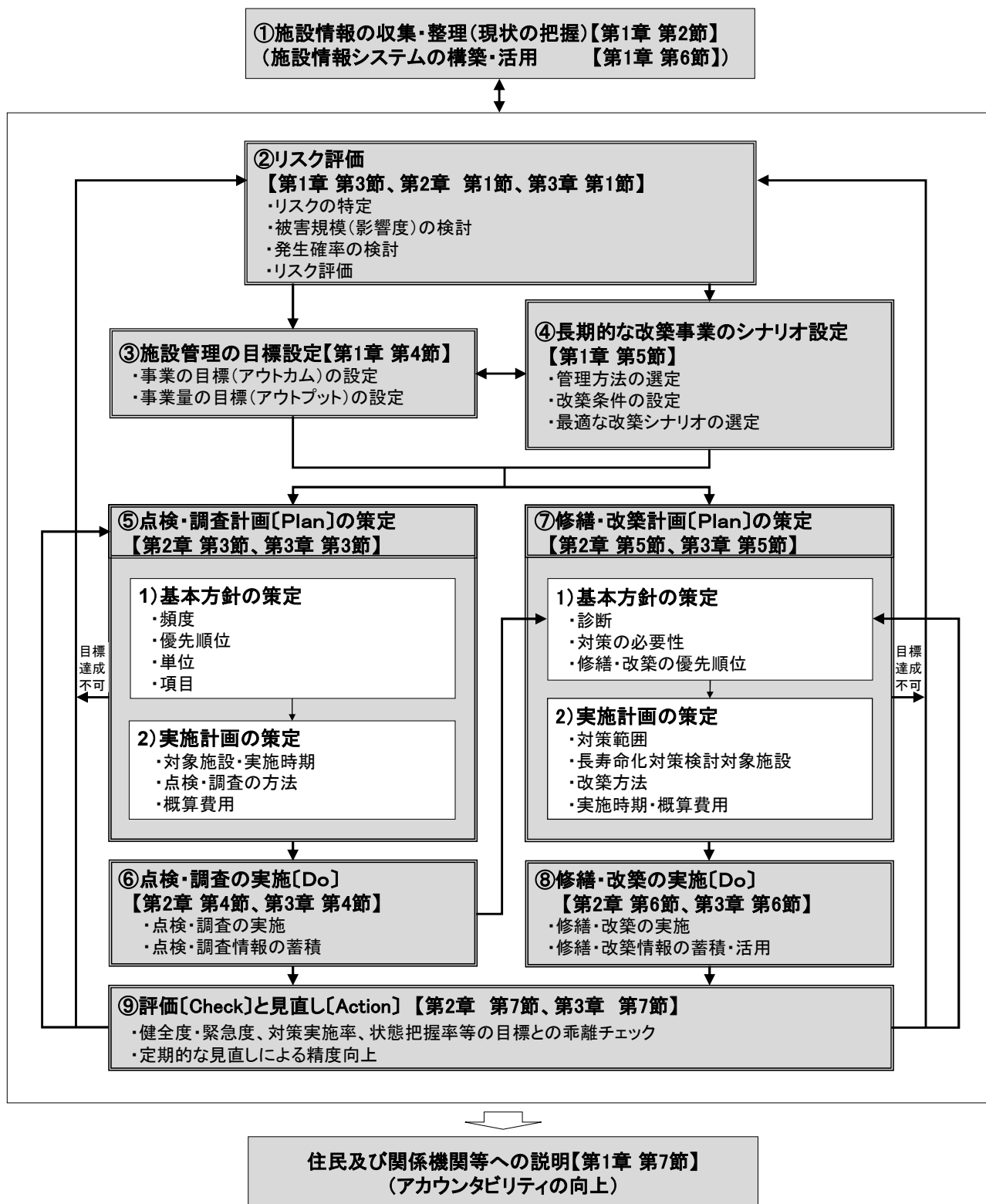


図 2-1 スtockマネジメントの実施フローの例

第2節 施設情報の収集・整理（現状の把握）

2.1.2 施設情報の収集・整理

リスク評価、施設管理の目標設定、長期的な改築事業のシナリオ設定、点検・調査計画及び修繕・改築計画の策定に必要な施設情報を収集・整理する。

【解説】

表 2-1 に示すように、リスク評価、施設管理の目標設定、長期的な改築事業のシナリオ設定、点検・調査計画及び修繕・改築計画の策定に必要な「上位計画」、「他計画」、「諸元」、「リスク」、「点検・調査」、「修繕・改築」に関する施設情報を収集・整理する。

表 2-1 施設情報の種類の例

項目	主な情報内容等
(1) 上位計画に関する情報	地方公共団体のビジョン、地域の将来計画、下水道ビジョン等
(2) 他計画に関する情報	全体計画、事業計画、広域化・共同化計画、地震対策計画、浸水対策計画、耐水化計画、地球温暖化対策の推進に関する法律に基づく地方公共団体実行計画等
(3) 諸元に関する情報	名称、設置年度、設置価格（費用関数や再設置価格で代用可能）、所在地、構造形式、材質、形状寸法（口径）・容量・能力・延長、土被り等
(4) リスクの検討に関する情報	点検・調査結果、地盤情報、地震被害予測資料、ハザードマップ、機能停止時の影響予測資料、影響度、施設の周辺環境条件等
(5) 点検・調査に関する情報	図面、点検・調査履歴、修繕履歴、事故・故障履歴等
(6) 修繕・改築に関する情報	経過年数、標準耐用年数、診断履歴、改築費用（または改築単価（m単価、m ² 単価等））、健全度、運転及び水質に関する情報等

下水道施設は、多種多様で、膨大な数のStockで構成される。これらの施設情報を効率的に整理するためには、表 2-2 に示すような機能、系列、種類等で分類・階層化して整理することが有効である。分類・階層化にあたっては、改築通知（付録Ⅱ 関連通知：平成 25. 5. 16 国水下水事第 7 号「下水道施設の改築について」）の別表が参考となる。

表 2-2 分類・階層化の例

LV1	LV2	LV3 (設備)	LV4 (機器、小分類)	LV5 (点検修繕または主要部品)
処理場	水処理施設	最初沈殿池	流入ゲート 1 号	
			汚泥掻寄せ機 1 号	
			⋮	
	⋮	⋮		
	汚泥処理施設	汚泥濃縮機	汚泥濃縮機 1 号	
	⋮	⋮	⋮	
管路	管渠			
	マンホール	本体	—	—
		ふた	—	—
	ます		—	—
⋮	⋮	⋮	—	

第3節 リスク評価

2.1.3 リスク評価

効率的・効果的なStockマネジメントを実践していくためには、「リスクマネジメント」の視点を持って計画を策定・実施することが重要である。

リスク評価は、点検・調査及び修繕・改築の優先順位等を設定するために行う。リスク評価にあたっては必ずしも厳密な数値の算定は必要なく、現実的で理解しやすい指標を立てて、関係者の合意を得て決定することが望ましい。

【解説】

下水道施設のStock量は膨大である。そのため、全ての施設を平等に点検・調査及び修繕・改築することは、労力的にも、時間的にも、費用的にも困難である。そのため、限られた条件のもとで、効率的・効果的にStockマネジメントを実践するためには、リスク評価による優先順位付けを行いつつ、制約条件（予算、組織体制等）を勘案し、適切な対策手法を組み合わせることで全体最適化を図り、点検・調査及び修繕・改築計画を策定・実施することが合理的である。

リスクは、「その事象が顕在化すると、好ましくない影響が発生する」と「その事象がいつ顕在化するかが明らかではない」という性質を持っている（JIS Q 31000 リスクマネジメント—原則及び指針より）。したがって、どのような事象が、どのような被害（影響）を与えるか、その可能性はどれくらいかを評価し、コントロール（点検・調査及び修繕・改築の優先度等への活用）する必要がある。以上のことから、リスクの大きさは、「好ましくない事象の被害規模」と「好ましくない事象の発生確率」の積あるいはマトリクスで評価し、その検討手順の例は、以下のとおりである。

① リスクの特定

下水道施設にとって好ましくない事象を洗い出し、特定する。

② 被害規模（影響度）の検討

リスクの被害規模あるいは影響度を算定する。

③ 発生確率（不具合の起こりやすさ）の検討

リスクの発生確率を算定する。

④ リスクの評価

リスクの大きさを評価する。

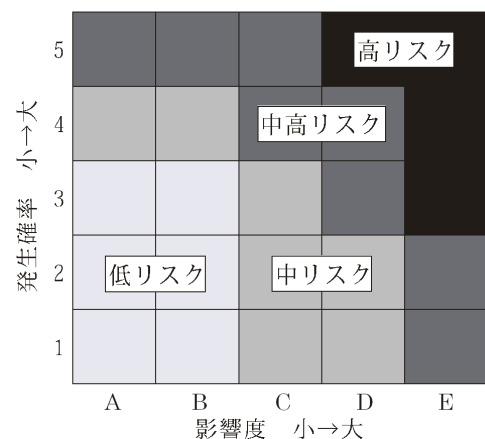


図 2-2 リスクマトリクスの例

点検・調査及び修繕・改築計画の策定と実施の検討事項については、「第2編 第2章 管路施設」、「第2編 第3章 処理場・ポンプ場施設」を参照されたい。

第4節 施設管理の目標設定

2.1.4 施設管理の目標設定

リスク評価を踏まえて、下水道施設の点検・調査及び修繕・改築に関する事業の効果目標（アウトカム）及び事業量の目標（アウトプット）を設定する。

アウトカムとは、下水道施設の点検・調査及び修繕・改築に関する事業の実施によって得られる効果を定量化した目標を指す。

また、アウトプットとは、アウトカムを達成するための具体的な事業量の目標を指す。

【解説】

施設管理に関する目標を設定する意義は以下のとおりである。

- 1) 目標を設定することにより、管理者から現場の職員に至るまで、施設管理の方向性（目的）を共有することができる。
- 2) 目標の達成状況を評価することにより、今後の施設管理の方向性を改善できるとともに、アカウンタビリティが向上し住民との相互理解に役立つ。

施設管理に関する目標としては、長期的な視点に立って目指すべき方向性及びその効果の目標値（アウトカム）と、アウトカムを実現するための具体的な事業量の目標値（アウトプット）の2つを設定する必要がある。

アウトカムは、社会的影響、サービスレベルの維持、事業費の低減を勘案して設定するとともに、計画策定及び段階的な進捗状況評価のために、目標達成期間を設定する。

アウトプットは、アウトカムを実現するために下水道管理者が施設を管理するうえで利用しやすい事業量の目標とする。点検・調査計画及び修繕・改築計画について検討しなければ目標を定めることが困難な場合は、仮定的な前提条件として設定し、各計画の検討後に再検証し、精度向上を図る。

なお、アウトカムの実現のために、アウトプットを適宜見直すことが必要である。

表 2-3 点検・調査及び修繕・改築に関する目標(アウトカム及びアウトプット)の設定例

点検・調査及び修繕・改築に関する目標 (最終アウトカム)				施設種類別事業量の目標 (アウトプット)			
項目		目標値	達成期間	項目		目標値	達成期間
安全の確保	本管に起因する道路陥没の削減	道路陥没 0件/km/年	20年	管路施設	管渠の改築	管渠調査延長 100km/年 改築延長 30km/年	10年
	マンホールふたに起因する事故削減	年間事故割合 0件/処理区/年	20年		マンホールふたの改築	点検数量 5,000基/年 改築数量 2,000基/年	10年
サービスレベルの確保	安定的な下水道サービスの提供	不明水量の減少 15%→10%以下	20年	管路施設	管路施設改築	管渠調査延長 100km/年 改築延長 30km/年 ます・取付け管改築 100箇所/年	10年
		主要な施設の健全度を2以上		設備	主要設備の改築	改築設備数 3件/年	10年
ライフサイクルコストの低減	目標耐用年数の延長	管渠 65年→75年	20年	管路施設	定期的な点検・調査による劣化の早期発見・早期対応による延命化	点検・調査の延長の見直し 80km/年→100km/年 不具合予防処置(重症になる前の早期対応)の拡充 50km/年→70km/年	10年
		状態監視保全を行っている設備の目標耐用年数を現在の約1.2倍とする。		設備	点検・調査の重視及び劣化の早期発見による延命化	定期的な状態監視保全設備の調査を行うことにより、部品単位の交換を行う。 5件/年→10件/年	10年

表 2-4 段階的進捗状況把握のための目標設定例(管路施設(安全の確保))

目標種別	項目	短期目標 (5年)					中期目標 (10年)					最終目標 (20年)				
点検・調査及び修繕・改築に関する目標 (アウトカム)	道路陥没	0.02件/km/年以下					0.01件/km/年以下					0件/km/年				
	施設種類別事業量の目標 (アウトプット)	調査延長	5年間で250km					5年間で400km					10年間で1,000km			
1年			2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	・	・	・	20年
50km			40km	60km	70km	30km	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
		50km/年					80km/年					100km/年				
施設種類別事業量の目標 (アウトプット)	改築延長	5年間で75km					5年間で120km					10年間で300km				
		1年	2年	3年	4年	5年	6年	7年	8年	9年	10年	11年	・	・	・	20年
		15km	12km	18km	21km	9km	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
		15km/年					24km/年					30km/年				

評価と見直し

評価と見直し

第2編 スtockマネジメントの実施手法

第1章 共通編

表 2-5 段階的進捗状況把握のための目標設定例(処理場・ポンプ場施設(サービスレベルの確保))

目標種別	項目	短期目標 (5年)					中期目標 (10年)					最終目標 (20年)				
点検・調査及び修繕・改築に関する目標 (アウトカム)	健全度2以上の施設割合	40%以下					20%以下					0%				
施設種類別事業量の目標 (アウトプット)	主要設備の改築	5年間で25件					5年間で35件					10年間で100件				
		1年 4件	2年 6件	3年 8件	4年 2件	5年 5件	6年 ・	7年 ・	8年 ・	9年 ・	10年 ・	11年 ・	・	・	・	20年 ・
		5件/年					7件/年					10件/年				


評価と見直し


評価と見直し

第5節 長期的な改築事業のシナリオ設定

2.1.5 長期的な改築事業のシナリオ設定

長期的な改築事業のシナリオの設定にあたり、複数の改築シナリオを設定し、最適シナリオを選定する。

最適シナリオに基づき、修繕・改築の基本方針のほか、最適化した修繕・改築を実現するために必要な、効率的・効果的な点検・調査の基本方針を策定する。

【解説】

長期的な改築事業のシナリオを設定するために、リスク評価等に基づく管理方法や、施設全体の概ねの改築周期や健全度・緊急度を基にした改築条件等を踏まえた複数のシナリオを設定する。複数シナリオの中から「費用」、「リスク」及び「執行体制」を総合的に勘案し、最適シナリオを選定する。

事業量や事業費の最適化にあたっては、地震対策、浸水対策、耐水化及び地球温暖化対策等施設の機能を向上させる事業など他計画に位置づけている事業の事業量、事業費、実施時期を調整し、これら他計画を優先させることも含めて適切に設定する必要がある（図2-3）。なお、人口減少、節水意識の向上等に伴う処理水量の減少を踏まえ、広域化・共同化による施設の統廃合を行うなど既存ストックの最適化についても考慮して設定することが重要である。

最適シナリオは、修繕・改築の基本方針や、最適化した修繕・改築を実現するために必要な、効率的・効果的な点検・調査の基本方針を策定するために活用するほか、各地方公共団体の予算制約条件に応じて、下水道使用料の見直し等の基礎資料としても活用が可能である。

また、本ガイドラインでは長期的な期間を、改築周期を参考に50~100年程度としているが、各地方公共団体の特性に応じた期間設定をすることが望ましい。

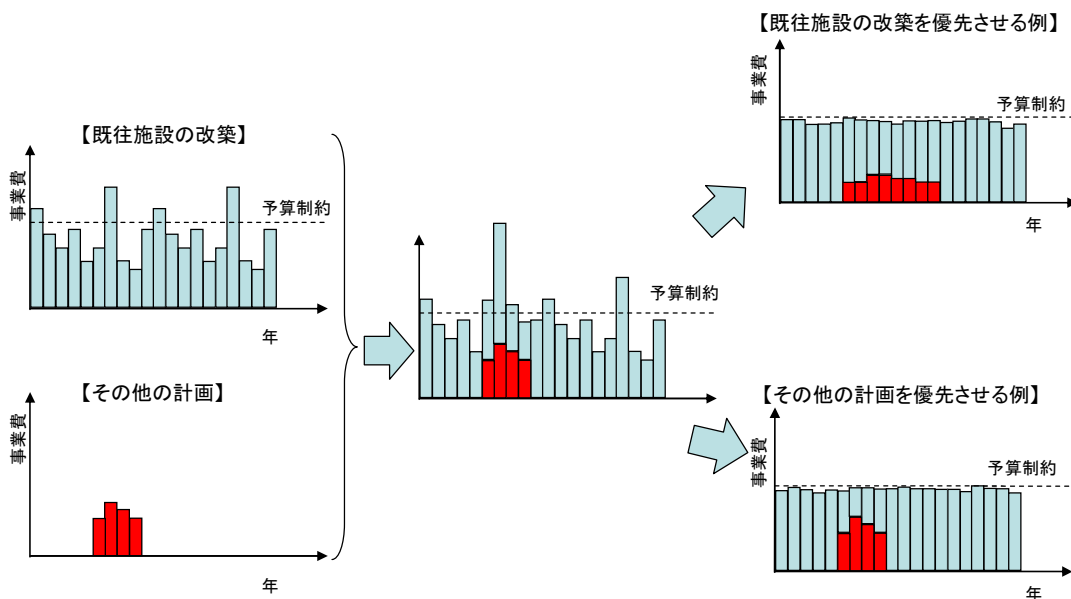


図 2-3 改築事業と他計画との最適化（事業平準化）のイメージ

第6節 施設情報システムの構築・活用

2.1.6 施設情報システムの構築・活用

点検・調査や修繕・改築等で得られた施設情報を継続的に蓄積し、この情報を効率的に活用してStockマネジメントを充実させることが望ましい。

【解説】

Stockマネジメントを効率的・効果的に実施するためには、点検・調査や修繕・改築の実施によって得られる施設情報を継続的に蓄積することが重要である。そのためには紙ベースによる下水道台帳を整理するとともに、将来的には電子データによる施設情報システム(データベース)を構築することが有効である。

施設情報システム(データベース)を活用することで、健全度の予測及び修繕・改築事業費の予測を効率的に行うことが可能となる。また、施設情報の継続的な蓄積によって徐々に予測精度を向上させていくことも可能となる。さらに、予測結果を用いて最適な点検・調査及び修繕・改築計画の策定を支援することができるシステムへと発展させていくことが望ましい。

なお、システム構築にあたっては、利用目的や管理実態を踏まえて蓄積する施設情報を選定し、導入効果や利用効率の高いシステムになるように検討することが重要である。

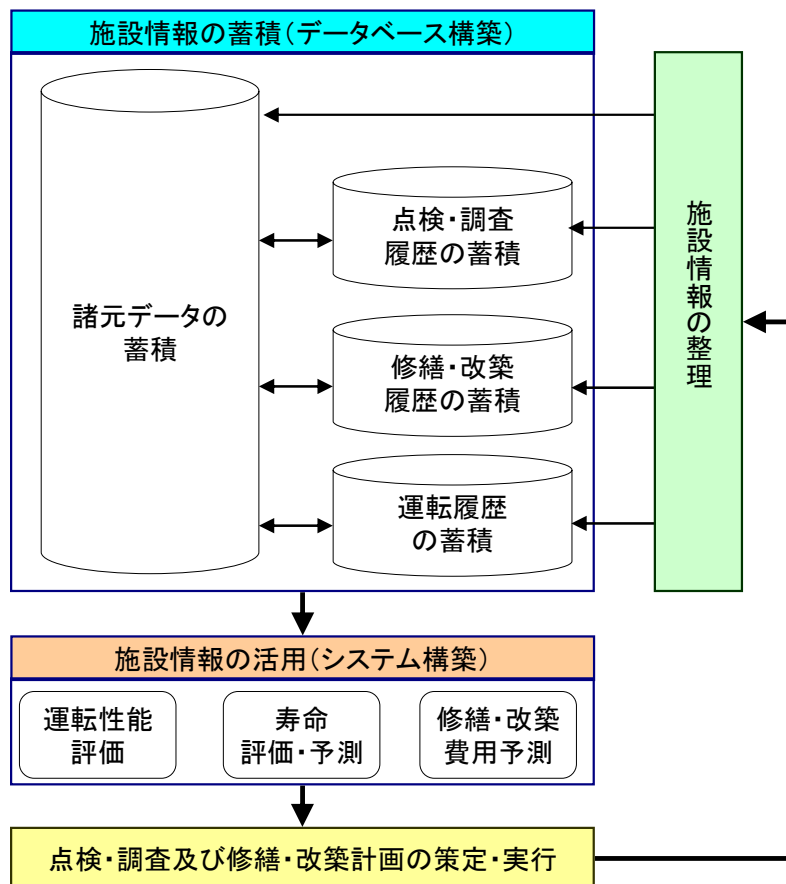


図 2-4 下水道施設情報システムの構築と活用の例

第7節 住民及び関係機関等への説明責任（アカウンタビリティ）

2.1.7 住民及び関係機関等への説明責任（アカウンタビリティ）

下水道施設を持続的に管理・運営していくためには、下水道サービスの受益者である住民や、財務部局及び議会等関係機関に対して、施設管理に関する情報を分かり易く説明し、下水道事業の推進に理解と協力を得ることが重要である。

このため、Stockマネジメントのための計画策定にあたっては、住民等の意見を聴くとともに、計画策定後においても、計画の達成度や実施効果等について定期的に公表し、意見聴取することが重要である。

【解説】

Stockマネジメントを導入・実践することにより、①施設管理に関する目標とリスクの明確化、②リスク評価による客観的な点検・調査、修繕・改築の優先順位に基づく施設管理、③長期的な事業見通し等が実現でき、説明責任（アカウンタビリティ）の向上を図ることができる。

下水道事業を推進していくためには、使用者である住民や関係機関等へ施設管理に関する情報を分かり易い形で提供し、意見聴取に努め、理解と協力を得ることが重要である。

例えば、住民等へは、下水道施設の現状、将来の目標とその進捗状況、計画実施による成果等をパンフレット等でとりまとめ、財務部局等へは、投資の必要性、改築事業の効果等の説明資料を作成し、下水道事業に関する理解と協力を得る。

参考に、東京都、横浜市、静岡市、北海道釧路市、白老町及び剣淵町の説明資料の抜粋を付録I-1～6に示す。なお、各説明資料の本文は、以下のURLから確認が可能である。また、愛媛県西条市の説明資料の抜粋を付録I-7に示す。

【東京都下水道事業 経営計画 2013】

<http://www.gesui.metro.tokyo.jp/jigyou/keieikeikaku/keikaku2013.htm>

【横浜市下水道事業「中期経営計画 2014」】

<http://www.city.yokohama.lg.jp/kankyo/gesui/keiei/keieikeikaku/2014.html>

【静岡市下水道アセットマネジメントの取り組み】

http://www.city.shizuoka.jp/373_000009.html

【北海道釧路市下水道ビジョン】

<http://www.city.kushiro.lg.jp/shisei/shisaku/gyouseikeikaku/suidou/0002.html>

【北海道白老町下水道中期ビジョン 平成23年3月】

<http://www.town.shiraoi.hokkaido.jp/docs/2013012800207/>

【北海道剣淵町下水道中期ビジョン】

<http://www.town.kembuchi.hokkaido.jp/blog/gesuichuuki.pdf>

【西条市下水道施設アセットマネジメント基本構想（愛媛県西条市）】

第2章 管路施設

第1節 リスク評価

2.2.1 リスク評価

Stockマネジメントを効率的・効果的に実践するために、リスク評価により優先順位（重要度）を検討し、点検・調査及び修繕・改築計画の策定につなげる。リスク評価では、以下の事項について検討する。

- (1) リスクの特定
- (2) 被害規模（影響度）
- (3) 発生確率（不具合の起こりやすさ）
- (4) リスク評価

【解説】

(1) リスクの特定

下水道施設におけるリスクとしては、地震、風水害あるいは経済状況等の受動的なリスクと、施設の劣化に起因する事故や、機能低下・停止による下水道使用者への使用制限・中止、設備の誤操作による公共用水域の水質汚染等、下水道管理に起因して発生するリスクがある。

下水道管理に起因して発生するリスクの例を表 2-6 に示す。このうち、本ガイドラインが対象とする管路施設のリスクは、管路施設の損傷や劣化である。

表 2-6 管路施設のリスクの例

項目	事象	リスク（事象発生による環境影響）	
管路施設	管路施設の破損・クラック	計画的維持管理で対応できるリスク（機能不全に起因するリスク）	・道路陥没による人身事故、交通阻害 ・下水道使用者への使用制限
	浸入水		・処理水量増による処理費増大
	タルミ等による下水滞留		・臭気の発生
	施設構造に起因する騒音の発生		・マンホール部での落差、段差構造に伴う下水流による騒音発生
	油脂・モルタル付着及び木根侵入等による詰まり		・管路施設の閉塞 ・下水の溢水 ・下水道使用者への使用制限
	マンホールふたの劣化		・マンホールふたのがたつきによる騒音・振動 ・マンホールふたの腐食による人身・物損事故 ・スリップによる交通事故
	有害ガスの発生		・悪臭物質の発散 ・有害ガス（硫化水素等）の噴出
	漏水		・地下水や土壌等の環境汚染
	管路施設内での異常圧力の発生		計画的維持管理では対応できないリスク
	無許可他事業工事による下水道管路施設の破損	・道路陥没による人身事故、交通阻害 ・下水道使用者への使用制限	
	有害物質の大量流入	・公共用水域への流出による環境汚染	
	大規模地震による液状化による被害	自然災害によるリスク	・大規模地震による液状化に伴う管渠の沈下やマンホールの浮上による交通阻害 ・下水道使用者への使用制限
	超過降雨による下水の異常流入		・下水の溢水並びに浸水被害

出典：「維持管理指針（マネジメント編）」² P.170 より引用・加筆

網掛け：本ガイドラインが対象とするリスク（機能不全に起因するリスク）

(2) 被害規模（影響度）

管路施設の損傷や劣化による事故の被害の大きさは、「影響度」で評価する。影響度の考え方は、下水道施設の地震対策事業における対策の優先順位の考え方等が参考となる。

影響度の評価にあたっては、表 2-7 に示す評価項目等が考えられ、以下に示す方法等により評価することが有効である。なお、各地方公共団体の情報の蓄積状況等を勘案して適切な方法を選択・検討することが望ましい。

- ① 管口径や集水面積等によって影響度を評価する。
- ② 「機能上重要な施設」、「社会的な影響が大きな施設」や「事故時に対応が難しい施設」等の施設特性を総合的に評価する。

表 2-7 影響度の評価視点の例

評価の視点	評価項目	例	内容
機能上重要な施設	下水機能上重要路線	幹線管渠／枝線	・処理場までの流下機能を確保する上で重要な管渠
		処理場に直結した管渠	
	防災上重要路線	処理場と重要な防災拠点をつなぐ管渠	・被災時の下水機能を確保する上で重要な管渠
社会的な影響が大きな施設	軌道横断の有無	平面軌道を横断／横断なし	・日常または緊急時に交通機能確保等を図る上で重要な管渠
	河川横断の有無	河川横断あり／横断なし	
	緊急輸送路の下	緊急輸送路下に布設／その他	
事故時に対応が難しい施設	ボトルネック	伏越し／その他	・不具合が生じた場合に対応が難しい管渠
		事故時の下水の切り回しが難しい管渠／その他	
		埋設深度が深い幹線管渠	
		重要埋設文化財指定区域内に埋設されている管渠	

出典：「維持管理指針（マネジメント編）」² P. 171

(3) 発生確率（不具合の起こりやすさ）

管路施設の発生確率の設定は、以下に示す方法等により評価することが有効である。なお、各地方公共団体の情報の蓄積状況等を勘案して適切な方法を選択・検討することが望ましい。

① 経過年数による方法

経過年数により不具合の起こりやすい施設を整理する。

② 清掃・巡視・苦情等の結果得られた情報や経験者への確認による方法

清掃・巡視・苦情等の結果得られた情報や経験者への確認により、不具合の起こりやすい地区や施設を整理する。

③ 健全率予測式による方法

国土技術政策総合研究所の公開データ等を使用した健全率予測式により、不具合の起こりやすい施設を絞り込む。

簡易的には、全管種または管種別の予測式（付録V 管渠の健全率予測式（国土技術総合研究所 平成22年の研究成果））によって推定する。より詳細な方法として、国総研ホームページに公開データがあるため、事業分類、排水種別等に細分化し、健全率予測式を推定する方法や、各地方公共団体の調査結果を解析し、独自に健全率予測式を推定する方法も考えられる。

④ 簡易な現地調査による方法

「点検・調査マニュアル(案)」⁴のP.6に示されている①マンホール目視調査（鏡等）、②管口テレビカメラ調査、③テレビカメラ調査（側視なし）、④その他新技術（展開テレビカメラ、浮

遊式カメラ等)といった簡易調査等によるスクリーニング³を実施することや、巡視・清掃等による施設状況の情報等を活用し、不具合が発生している可能性がある施設を絞り込む。

Stockマネジメントの導入当初は、経過年数等による簡易な方法を使用して予測を行うことができる。また、将来は、点検・調査結果等のデータが蓄積された段階で詳細な検討を行う等、検討方法をレベルアップさせることが望ましい。なお、これらの方法は、一つの方法に限定するものではなく、組み合わせて検討を行うことも有効となる。

(4) リスク評価

評価にあたっては、「被害規模（影響度）」と「発生確率（不具合の起こりやすさ）」に基づき、リスクが発生した場合の被害規模と発生確率をそれぞれランク化して評価する方法（リスクマトリクス）と、下式のように被害規模と発生確率の積で評価する方法が考えられる。

$$\text{リスクの大きさ} = \text{被害規模（影響度）} \times \text{発生確率（不具合の起こりやすさ）}$$

なお、具体的なリスク評価例は、付録VIを参照にされたい。

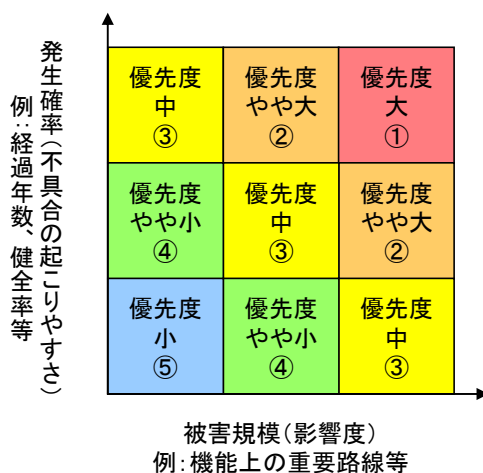


図 2-5 リスクマトリクスによる優先順位づけの例

³管口カメラ等の簡易調査を行い、不具合の可能性のある施設を把握し、視覚調査の実施範囲を絞り込む調査。

第2節 長期的な改築事業のシナリオ設定

2.2.2 長期的な改築事業のシナリオ設定

長期的な修繕・改築の事業量及び事業費の最適化を図るために、長期的な改築事業のシナリオを設定する。ここでは、以下の事項について検討する。

- (1) 管理方法の選定
- (2) 改築条件の設定
- (3) 最適な改築シナリオの選定

【解説】

改築に関する複数のシナリオの中から「費用」、「リスク」、「執行体制」を総合的に勘案し、最適な改築シナリオを選定する。その際、施設の重要度に応じた改築シナリオを設定することにより、予算制約に対応することも可能となる。また、人口減少等を踏まえた施設のダウンサイジング、他計画の方針等も考慮することが望ましい。

(1) 管理方法の選定

管理方法には大きく予防保全と事後保全がある。

予防保全は、寿命を予測し異状や故障に至る前に対策を実施する管理方法であり、状態監視保全と時間計画保全に分類される。事後保全は、異状の兆候や故障の発生後に、対策を行う管理方法である。なお、管理方法に関する詳細については、「2.3.2 長期的な改築事業のシナリオ設定 (1)管理方法の選定」に示すとおりである。

基本的に、管路施設については、劣化状況の把握が可能であり、状態監視保全に分類することが望ましいが、施設の種類により求められる機能・性格が異なるため、管渠、マンホールふた、マンホール、取付け管、ます等の施設ごとに、各地方公共団体の実状を勘案し、その管理区分を独自に設定することも可能である。

(2) 改築条件の設定

管路施設の改築シナリオを検討するために、各施設の改築時期や、改築に必要な費用を設定する。

改築時期については、「2.2.1 リスク評価」で示す発生確率（不具合の起こりやすさ）に基づき設定する。

改築費用については、各地方公共団体の改築実績等に基づいて設定する。改築実績がない地方公共団体においては、地域特性等の適用条件について留意し、他都市の事例等を参考に設定することも可能である。また、表 2-8 に示す「流総指針」⁵の費用関数を用いることができるが、新設費用であることに留意する必要がある。

表 2-8 管渠施設建設費の費用関数（平成 26 年度単価）

適用工法 (管径の適用範囲)	費用関数
開削工法 ($\phi 150 \leq X \leq \phi 1,200$)	$Y = (1.23 \times 10^{-5} X^2 + 0.56 \times 10^{-3} X + 9.26) \times (109.9 / 102.3)$
小口径管推進工法 ($\phi 250 \leq X \leq \phi 700$)	$Y = (4.16 \times 10^{-5} X^2 - 0.59 \times 10^{-3} X + 25.6) \times (109.9 / 102.3)$
推進工法 ($\phi 800 \leq X \leq \phi 2,000$)	$Y = (2.44 \times 10^{-5} X^2 - 36.9 \times 10^{-3} X + 67.5) \times (109.9 / 102.3)$
シールド工法 ($\phi 1,350 \leq X \leq \phi 5,000$)	$Y = (1.06 \times 10^{-5} X^2 - 16.1 \times 10^{-3} X + 102) \times (109.9 / 102.3)$

X：管径（mm）、Y：mあたり建設費（万円/m）

（注）費用関数は、標準モデルを作成し、「下水道用設計積算要領（社）日本下水道協会 1996 版」に基づいて積み上げ計算した結果により作成。

（注）管渠施設建設費の費用関数は、平成 9 年度単価で作成しており、建設工事費デフレーター（平成 17 年度基準、平成 9 年度=102.3、平成 26 年度=109.9）を用いて平成 26 年度価格に補正。

(3) 最適な改築シナリオの選定

最適な改築シナリオの選定にあたっては、改築周期を参考に 50～100 年程度を対象に、設定した複数のシナリオに対し、「費用」、「リスク」、「執行体制」を総合的に勘案する。最適な改築シナリオを選定する。なお、事業費の平準化にあたっては、他計画の実施時期・投資額を考慮する。

1) 改築シナリオの設定

シナリオは、比較を行うため、単純改築シナリオと最適案を選定するための複数のシナリオを設定することが望ましい。

単純改築シナリオは、標準耐用年数等の経過年数で単純に改築した場合であるが、劣化していない管渠の改築、投資ピークの再来等が想定されるため必ずしも経済的であるとは限らない。

最適案を選定するため、以下のように複数の改築シナリオを想定することが望ましい。想定するシナリオは、健全率予測式等を用いて、管路施設の劣化状態を勘案して改築を行うケース等が考えられる。

〈シナリオの例〉

- ・改築する健全度を変えるシナリオ
- ・現行の健全度を将来的にも維持するシナリオ
- ・平均的な健全度をあるレベル以下に保持するシナリオ
- ・年間投資額に制約を加えるシナリオ
- ・健全度の推移に合わせて改築パターンや投資パターンを経年的に変えるシナリオ 等

ここで、管渠の場合には、枠内の健全度を従来から用いられている緊急度と読み替えても構わない。緊急度とは、対策が必要とされた管渠について、その改築の実施時期を定めるもので

ある。詳細については、「維持管理指針（実務編）」² P.117に示されているとおりである。

なお、年間投資額は、各地方公共団体の財政状況を勘案して設定する必要がある。

2) 最適な改築シナリオの選定

シナリオは、「改築投資の規模」や「2.2.1 リスク評価」にて評価した「リスク」、「2.1.4 施設管理の目標設定」で掲げる「目標」との関係を踏まえ、地方公共団体の実情に応じて事業費の平準化を踏まえた最適な改築シナリオを選定することが望ましい。

表 2-9 最適なシナリオ選定にあたっての評価項目の例

視点	項目	評価対象	内容
①	健全度の推移傾向	悪化 /横這い or 改善	・健全度が将来的に悪化し続けていくシナリオは望ましくない
②	改善の効率性	単位費用当たり 健全度改善量の大小	・少ない費用で大きな改善効果が得られるシナリオを選定する
③	投資額の現実性	過年度の投資額等	・現実的に投資可能なシナリオを選定する

【参考例 最適な改築シナリオの選定例】

〈シナリオの比較〉

- シナリオ 1：単純改築（標準耐用年数 50 年で改築）
- シナリオ 2：緊急度 I と II を改築
- シナリオ 3：緊急度 I のみを改築
- シナリオ 4：一定の予算制約下で改築
- シナリオ 5：段階的に投資額を増額し、重要施設は緊急度 I と II、一般施設は緊急度 I を改築

〈比較対象の検討〉

シナリオ 1：単純改築（標準耐用年数 50 年で改築）

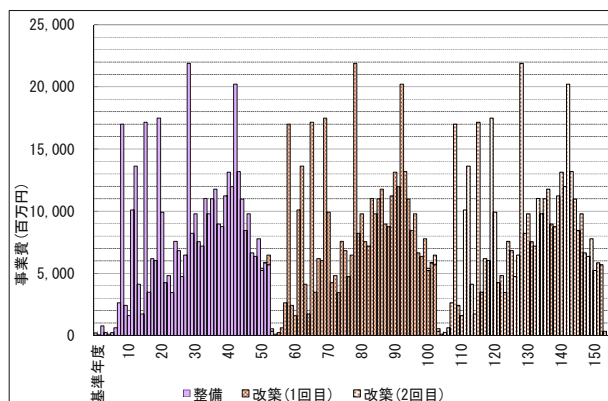


図 2-6 改築投資額（比較対象）

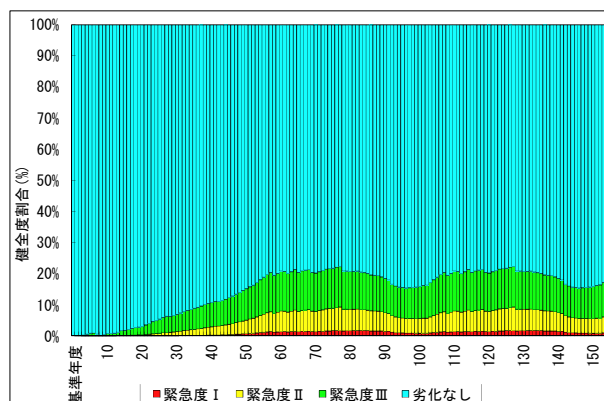


図 2-7 緊急度の推移（比較対象）

- 〈所見〉
- ・単純改築を行うと、投資の波が生じる。
 - ・単純改築の場合は、まだ劣化が進行していない管渠を改築することもある。

シナリオ 2：緊急度 I と II を改築

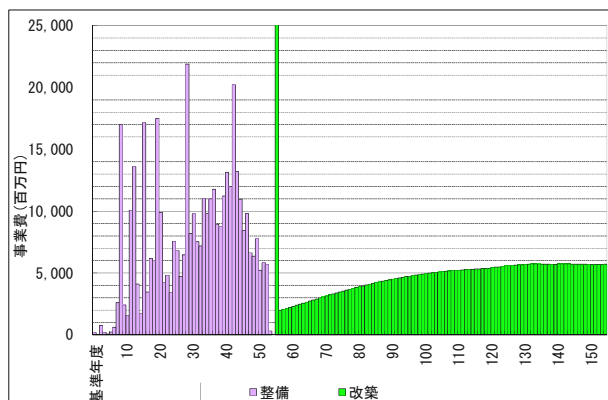


図 2-8 改築投資額（シナリオ 2）

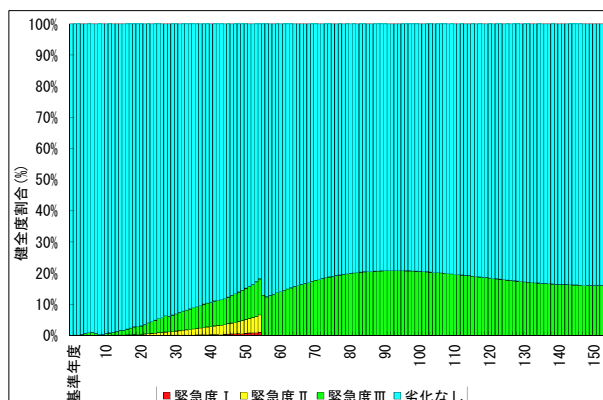


図 2-9 緊急度の推移（シナリオ 2）

- 〈所見〉
- ・将来的な健全度の割合をあるレベルで維持することにより、シナリオ 1 に比べて投資額を絞り込むことができる。

シナリオ3：緊急度Ⅰのみを改築

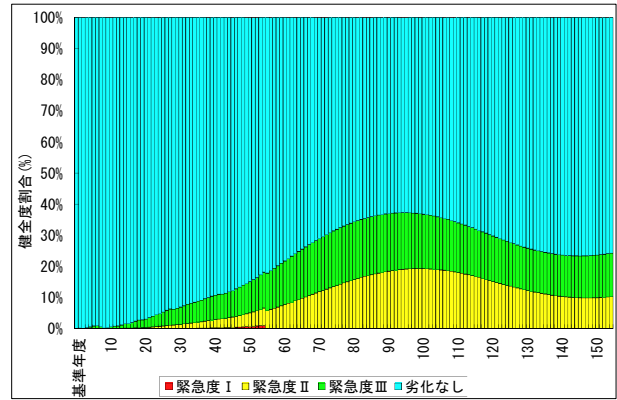
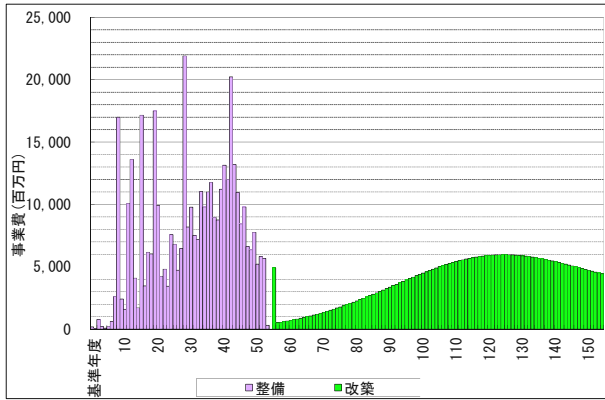


図 2-10 改築投資額 (シナリオ 3)

図 2-11 緊急度の推移 (シナリオ 3)

〈所見〉 ・緊急度Ⅰのみを改築すると、将来的な健全度割合が横這いとなる。

シナリオ4：一定の予算制約下で改築

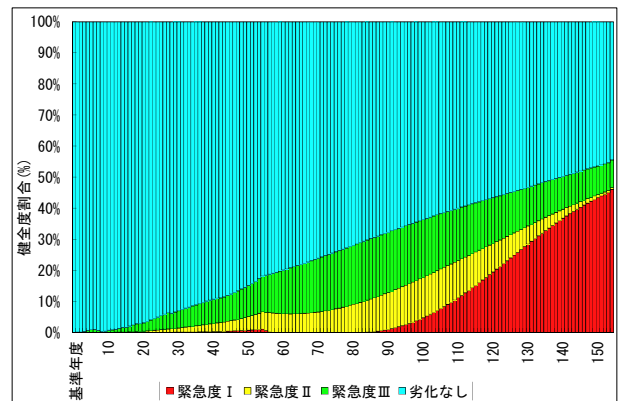
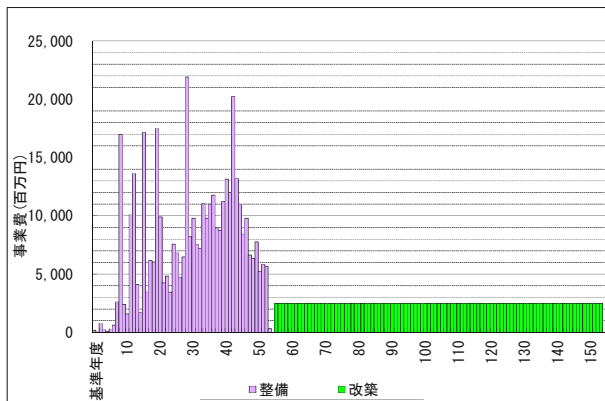


図 2-12 改築投資額 (シナリオ 4)

図 2-13 緊急度の推移 (シナリオ 4)

〈所見〉 ・一定の予算制約下で改築を行う場合、健全度が大幅に悪化する。

シナリオ5：段階的に投資額を増額し、重要施設は緊急度ⅠとⅡ、一般施設は緊急度Ⅰを改築

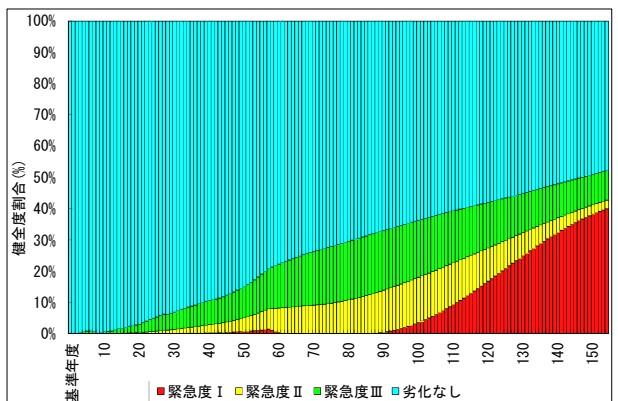
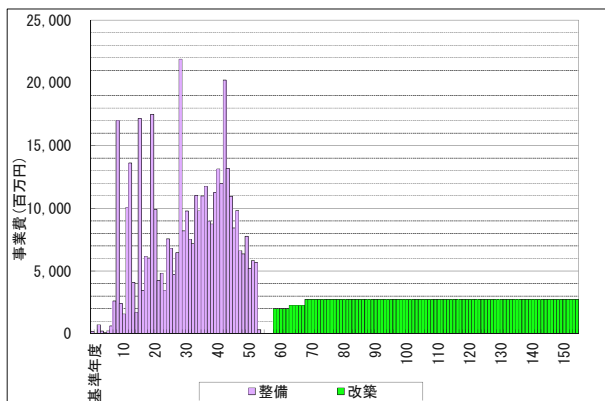


図 2-14 改築投資額 (シナリオ 5)

図 2-15 緊急度の推移 (シナリオ 5)

〈所見〉 ・シナリオ4に比べて、若干ではあるが健全度の割合が改善している。
 ・改築実施から30年は緊急度Ⅰを出現させずに改築の実施が可能である。

〈最適な改築シナリオの選定例〉

表 2-10 から、シナリオ 5 が最適シナリオと評価される。

表 2-10 最適シナリオの選定例

シナリオ	内容	評価視点① (緊急度の推移傾向)		評価視点② (改善の効率性)		評価視点③ (投資額の実現性)		総合 評価
		指標値	評価	指標値	評価	指標値	評価	
1	単純改築（標準耐用年数 50 年で改築）	増加時期あり	△	低い	×	不可能	×	×
2	緊急度ⅠとⅡを改築	良好	◎	中程度	△	不可能	×	△
3	緊急度Ⅰのみを改築	増加時期あり	△	中程度	△	改築実施後一定期間可能	△	○
4	一定の予算制約下で改築	悪化	×	高い	○	改築実施後一定期間可能	△	○
5	段階的に投資額を増額し、重要施設は緊急度ⅠとⅡ、一般施設は緊急度Ⅰを改築	シナリオ4よりは改善	△	高い	○	改築実施後一定期間可能	△	◎
評価の方法		緊急度割合の推移を見て判断する		平均健全度／平均投資額を算定し、比較する		現実的に投資可能な事業費であるかを判断する		

第3節 点検・調査計画の策定

2.2.3.1 基本方針の策定

基本方針は、長期的な視点から、以下の内容について検討する。

なお、平成27年の改正下水道法において維持修繕基準が創設された。そのうち定量的な点検の基準として下水道法施行令第五条の十二^{※1}において、「腐食のおそれ大きい排水施設」については5年に1回以上の頻度で点検することとされ、下水道法施行規則第四条の四^{※2}において、具体的な材質、箇所が規定されている。また、これらの箇所については、点検の方法と頻度を事業計画に定めることが義務付けられた。

以上を踏まえ、本項では、Ⅰ．一般環境下、Ⅱ．腐食環境下（上記の「腐食のおそれ大きい排水施設」）、に大別して整理する。

- (1) 頻度
- (2) 優先順位
- (3) 単位
- (4) 項目

【※1 下水道法施行令第五条の十二（抄）】

三 前号の点検は、下水の貯留その他の原因により腐食するおそれ大きいものとして国土交通省令で定める排水施設にあつては、五年に一回以上の適切な頻度で行うこと。

【※2 下水道法施行規則第四条の四（抄）】

令第五条の十二第一項第三号に規定する国土交通省令で定める排水施設は、暗渠である構造の部分をも有する排水施設（次に掲げる箇所及びその周辺に限る。）であつて、コンクリートの他腐食しやすい材料で造られているもの（腐食を防止する措置が講ぜられているものを除く。）とする。

- 一 下水の流路の勾配が著しく変化する箇所又は下水の流路の高低差が著しい箇所
- 二 伏越室の壁その他多量の硫化水素の発生により腐食のおそれ大きい箇所

【解説】

基本方針として、点検・調査の頻度、優先順位、単位及び項目について検討する。なお、管路施設については、施設の種類により求められる機能・性格が異なるため、管渠、マンホールふた、マンホール、取付け管、ます等の施設ごとに、各地方公共団体の実状を勘案し、その管理区分を設定することが望しい。

点検は、管路施設の異状の有無を確認するために行う。

調査は、点検によって異状が発見された場合や、独自にその頻度を設定し、経過年数等に応じて計画的に行う場合がある。いずれも、視覚調査をはじめとする各種調査で把握し、異状の程度を見極めて、維持・修繕・改築を判断する情報を得るために行う。

具体的な点検・調査については、清掃も含め、合理的な組み合わせについて検討することが望ましい。例えば、最初から点検を含めてテレビカメラ調査を実施、既存資料（工事台帳等）や簡

易調査によってスクリーニングを行った後に視覚調査（テレビカメラ調査等）を実施、清掃時に点検を実施し異状が確認された場合に調査を実施することなどが考えられる。

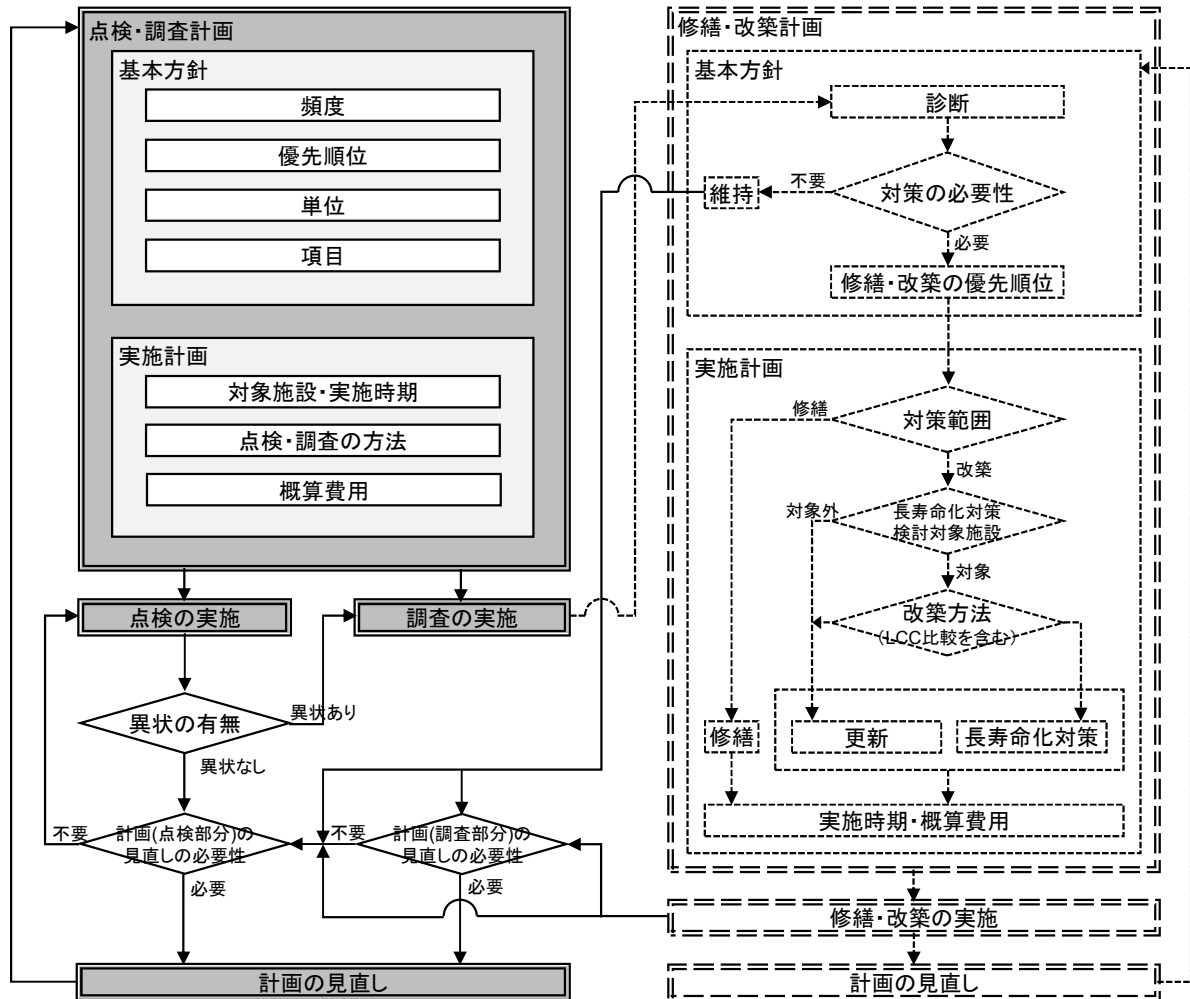


図 2-16 管路施設の点検・調査計画の策定と実施のフローの例

I. 一般環境下

(1) 頻度

① 基本的な考え方

個々の管路施設（管渠、マンホールふた、マンホール、取付け管、ます等）は、材質、大きさ、経過年数、埋設深さ、交通荷重、流量、水質等、異なった環境下に置かれており、かつ、下水輸送システム及び社会インフラとしての重要度も個々の施設により異なる。また、劣化状況（腐食、破損、クラック、摩耗等）も様々であり、劣化状況毎の劣化発生要因も、初期欠陥、経年劣化、突発的な異状など様々である。

このため、点検及び調査の頻度を一律で設定することは適切ではなく、個々の施設情報（材質、形状等の情報）や過去の点検・調査結果、修繕履歴、苦情履歴等に基づき、標準的（平均

的) な経年劣化進行度、重要度等を勘案し、その頻度を設定することが望ましい。

例えば、劣化の進行が早い「腐食」は、短周期で点検・調査を行う必要があり、その頻度は当該位置における硫化水素濃度に応じたものを設定することが望ましい。一方、油脂付着や土砂堆積、悪臭発生については、経験的に予見可能な場合が多いことから、実績（発生頻度）に見合った点検・調査頻度を設定することが望ましい。また、破損やクラック、継ぎ手ズレ等については、地震や近接工事といった外的要因により発生することもあり、その都度、点検等を実施することが有効である。

しかしながら、点検・調査の頻度を設定するための情報が十分整理されていない地方公共団体においては、適切な頻度設定が困難と想定される。このような場合には当面の間、健全率予測式（国総研公開データ）に基づいて設定した点検・調査頻度を目安に点検・調査を実施し、データ蓄積を図ることが望ましい。

② 頻度の設定

点検は、管路施設の異状の有無を確認するために行う。

調査は、点検によって異状が発見された場合や、独自にその頻度を設定し、経過年数等に応じて計画的に行う場合がある。いずれも、視覚調査等で異状の程度を見極めて、維持・修繕・改築を判断するために行う。

なお、リスク評価によって施設の重要度を評価したうえで、「維持管理指針(実務編)」² P.251～253 に示されている信頼性重視保全 (RCM: Reliability-Centered-Maintenance) の考え方にに基づき、施設の重要度に応じた調査頻度を設定するとともに、調査頻度を踏まえて点検頻度を設定した例を表 2-11 及び図 2-17 に示す。

ここで示した点検頻度の設定事例は、点検は調査の合間に実施する補完的かつ簡易的な調査であるという考え方に基づいたものである。

表 2-11 管路施設の重要度に応じた調査頻度及び点検頻度の設定例

重要度	調査頻度	点検頻度
最重要施設	1回/10年	5年に1回
重要施設	1回/15年	7～8年に1回
一般施設	1回/30年	15年に1回

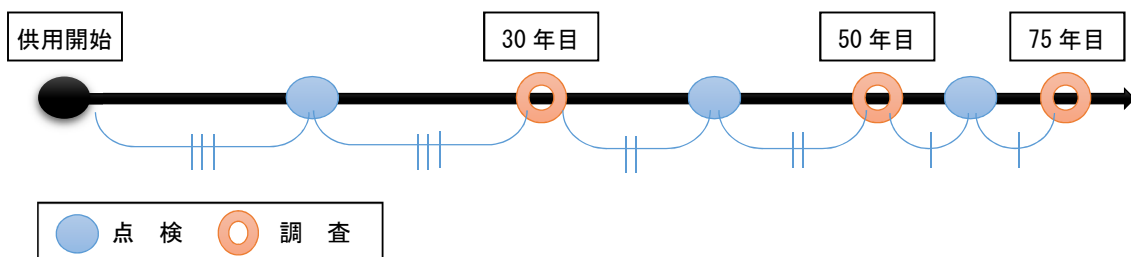


図 2-17 一般環境下における経過年数に応じた点検と調査の実施時期のイメージの例

(2) 優先順位

優先順位は、リスク評価に基づいて定める方法が有効である。

管路施設を重要施設と一般施設に大別し、リスク評価に基づき優先順位を設定した一例を図2-18に示す。

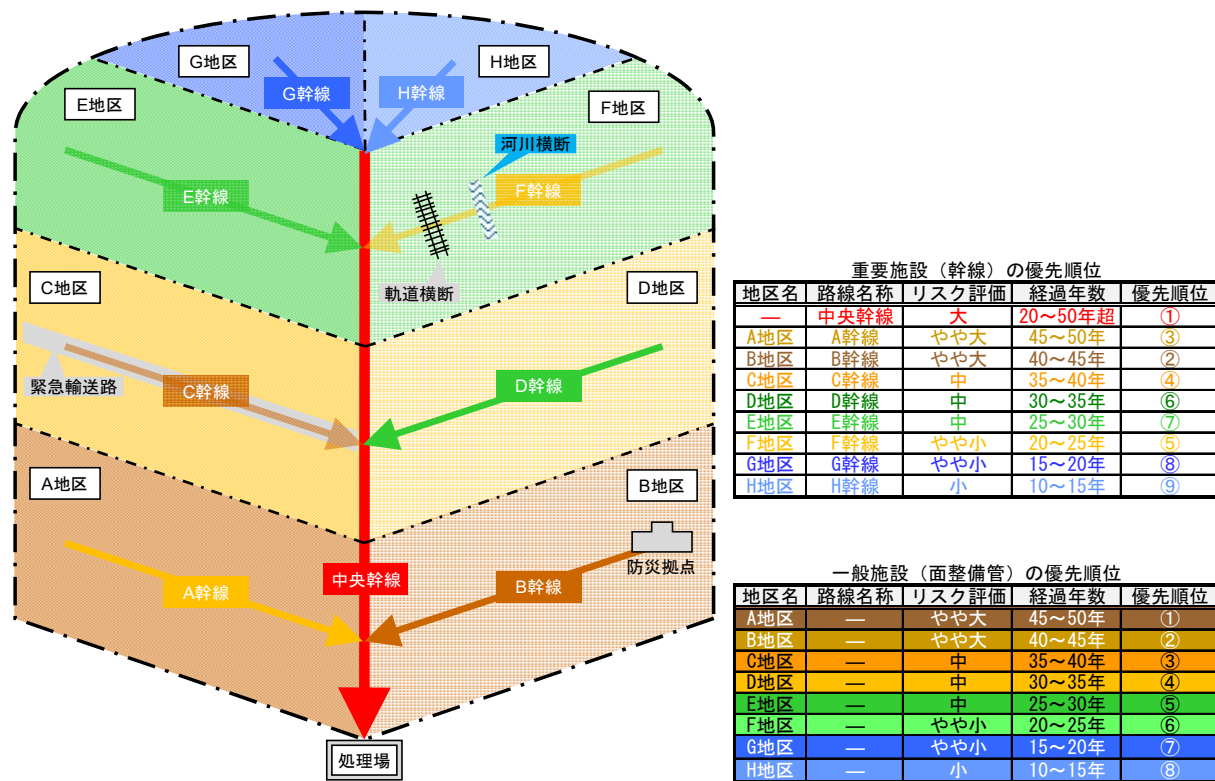


図 2-18 優先順位の設定イメージの例

(3) 単位

点検単位は、管渠、マンホールふた、マンホール、取付け管、ます等といった個々の管路施設とすることが望ましい。

調査単位は、個々の管路施設の部材単位（管渠であれば管1本単位、マンホールであれば側壁・床版等部材単位）とすることが望ましい。

(4) 項目

点検・調査項目については、「維持管理指針（実務編）」²に示されている個々の施設に対する点検項目及び調査項目を参考に検討する。

II. 腐食環境下

【基本的な考え方】

① 対象とする腐食のおそれの大きい材質と腐食の種類

土木分野で広く使用されているコンクリート構造物の四大劣化現象は、中性化、塩害、アルカリシリカ反応及び凍害（凍結融解作用）と言われている。これらの劣化が進行した結果、コンクリートにひび割れが発生し、鉄筋が劣化因子に曝されて鉄筋腐食が進行する。

一方、下水道施設では、これらの劣化機構よりも、硫化水素に起因する硫酸腐食が特徴的に見られ、一般的に下水道分野で腐食と言え、コンクリート構造物の硫酸腐食を指すことがほとんどである。

したがって、腐食するおそれの大きい材質はコンクリート^{vi}、腐食の種類は硫酸腐食を基本とする。ただし、上記以外の材質についても、腐食のおそれの有無について、必要に応じて確認を行うことが望ましい。

以下に管路施設における腐食のメカニズムを示す。

- i) 嫌気性状態の下水中及び汚泥中での硫酸塩還元細菌による硫酸塩 (SO_4^{2-}) からの溶存硫化物 (H_2S 、 HS^- 、 S^{2-}) が生成（生物学的作用）
- ii) 液相から気相への硫化水素 (H_2S) ガスが放散（物理学的作用）
- iii) 密閉されたコンクリート構造物気相部内面の結露水中での好気性の硫黄酸化細菌による硫化水素ガスからの硫酸が生成（生物学的作用・化学的作用）
- iv) 硫酸とコンクリート中の成分との反応によるコンクリートが劣化（化学的作用・物理学的作用）

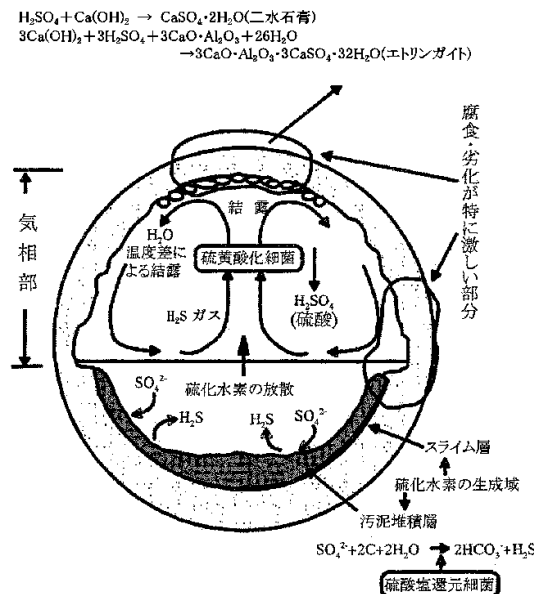


図 2-19 下水道施設に特有な硫酸によるコンクリート腐食メカニズム

^{vi} あらかじめ、腐食対策を目的として耐硫酸モルタルを配合したコンクリートやレジンコンクリート等の耐酸性に優れたコンクリート及びコンクリート表面に防食被覆を施した場合については、この限りではない。

② 対象箇所

下水道法施行令第五条の十二に定める「腐食のおそれの大きいものとして『下水道法施行規則第四条の四』で定める排水施設」については、「維持管理指針（実務編）」² P. 267 や「腐食対策の手引き（案）」³ P. 15、「腐食抑制技術及び防食技術マニュアル」⁶ P. 20 等で示されている以下の箇所を参考に、各地方公共団体における腐食劣化の実績や、これまでの点検・調査において把握した腐食環境等を踏まえ、対象箇所を選定する。

- i) 圧送管吐出し先
- ii) 落差・段差の大きい箇所
- iii) 伏越し下流部
- iv) その他腐食するおそれの大きい箇所

また、対象とする部位は管渠とマンホールであり、その他の部位（マンホールふた、取付け管、ます等）は、一般環境下の扱いとする。

(1) 頻度

点検の実施頻度については、下水道法施行令第五条の十二で定められている5年に1回以上とし、「維持管理指針（実務編）」²等を参考として、腐食環境等を踏まえ、個別に頻度を設定する。また、調査の実施頻度については、点検結果と管路施設の重要度に応じて設定する。

(2) 優先順位

点検・調査の優先順位は、点検・調査の結果から把握した腐食状況や、修繕・改築の実施により蓄積された情報を踏まえ、優先順位を設定することが望ましい。なお、腐食状況等が不明な場合には、一般環境下と同様にリスク評価に基づいて定める方法も有効である。

(3) 単位

点検・調査の単位は、一般環境下の考え方に準ずる。

(4) 項目

点検・調査の項目は、一般環境下の考え方に準ずる。

2.2.3.2 実施計画の策定

実施計画は、どの施設を、いつ、どのように、どの程度の費用をかけて、点検・調査を行うかを定めるものであり、以下の内容について検討する。

なお、本項においても、Ⅰ．一般環境下、Ⅱ．腐食環境下、に大別して整理する。

- (1) 対象施設・実施時期
- (2) 点検・調査の方法
- (3) 概算費用

【解説】

実施計画は、短期的な視点で具体的に行動するために、どの施設を、いつ、どのように、どの程度の費用をかけて、点検・調査を行うかを検討する。

Ⅰ．一般環境下

(1) 対象施設・実施時期

対象施設・実施時期については、「2.2.3.1 基本方針の策定 Ⅰ．一般環境下 (2)優先順位」の検討結果を踏まえ、優先度の高い施設を対象に、事業計画期間を勘案し、概ね5～7年程度の実施時期について検討する。

(2) 点検・調査の方法

「(1) 対象施設・実施時期」で対象とした施設に対して、点検・調査の方法を検討する。

① 点検方法

点検には、管内目視や管口カメラ等による方法があり、管路施設が埋設された道路の状態、マンホールのふたの状態、マンホールの内面及びマンホールから目視できる範囲の管渠の内面や堆積物あるいは下水の流下状況を観察できる方法を選定する。

② 調査方法

調査は、管路施設内の損傷・劣化を発見し、その程度を確認するために、適切な方法を選定する。

なお、調査は、対象施設の絞り込み（簡易調査等によるスクリーニング）と視覚調査に大別される。

対象施設の絞り込みについては、マンホール目視調査（鏡等）、管口カメラ調査、テレビカメラ調査（側視なし）及び展開式テレビカメラや浮遊式カメラ等の新技術等を用いることができる。

また、視覚調査については、マンホール目視調査（鏡等）、潜行目視調査、テレビカメラ調査（側視あり）及びその他新技術等を用いることができる。

第2編 スtockマネジメントの実施手法
第2章 管路施設 3 点検・調査計画の策定

各調査分類に対する調査方法の例を表 2-12 に示す。

なお、展開式テレビカメラ等のスクリーニング技術については、付録Ⅷを参照されたい。

表 2-12 管路施設の調査方法の例

調査分類		調査方法
対象範囲の絞り込み (簡易調査等スクリーニング) ※留意事項 ・調査前に前処理(管路内洗浄)は行わない。 ・側視は行わない。	マンホール目視調査(鏡等)	直接または鏡等により管内(管口)やマンホールふた、マンホール本体を簡易的に調査する。
	管口テレビカメラ調査	調査員が地上から管口テレビカメラを挿入し、管口カメラにより管内を簡易的に調査する。
	テレビカメラ調査(側視なし)	調査員が入孔してテレビカメラを据付け、テレビカメラを自走等させることにより管内を簡易的に調査する。
	その他新技術等 (展開テレビカメラ、浮遊式カメラ等)	調査員が入孔して展開テレビカメラ等を据付け、当該カメラを自走や浮遊させることにより管内を簡易的に調査する。
視覚調査 ※留意事項 ・調査前に前処理(管路内洗浄)は行う。 ・側視を行う。	マンホール目視調査	必要に応じて調査員が入孔し、直接、管内(管口)やマンホールふた、マンホール本体を調査する。
	潜行目視調査	調査員が管内に潜行し、目視により管内を調査する。
	テレビカメラ調査(側視あり)	調査員が入孔してテレビカメラを据付け、テレビカメラを自走等させることにより管内を調査する。
	その他新技術等 (展開テレビカメラ、浮遊式カメラ等)	調査員が入孔して展開テレビカメラ等を据付け、当該カメラを自走や浮遊させることにより管内を調査する。

※「維持管理指針(実務編)」²P.14 より引用・加筆

なお、点検・調査にあたっては、道路上または管路施設(マンホール・管渠)内での作業となり、種々の危険が伴うため、労働安全衛生対策に十分心がける必要がある。危険防止に関する詳細については、「維持管理指針(総論編)」²第3章 安全衛生管理(P.93~159)等を参考にされたい。

③ 調査が困難な箇所の取扱い

管渠内の下水量が多く止水が難しい場合や、圧送管など常時満管の場合には、点検・調査が困難となる。しかし、当該管渠も劣化していくため、適正な点検・調査が必要である。

このような箇所においては、コストやリスクを勘案しつつ、以下の対応が考えられる。

- ・最新の点検・調査技術を試みる。
- ・具体的な対応がとれない間は、時間計画保全で対応する。
- ・更新時に対応可能な二条化等の施設整備を実施する。

(3) 概算費用

「(1) 対象施設・実施時期」及び「(2) 点検・調査の方法」を踏まえ、事業計画期間を勘案し、概ね5~7年程度の概算費用を算出する。

II. 腐食環境下

(1) 対象施設・実施時期

対象施設・実施時期については、「2.2.3.1 基本方針の策定 II. 腐食環境下 (2) 優先順位」の検討結果を踏まえ、優先度の高い施設を対象に、事業計画期間を勘案し、概ね5～7年程度の実施時期について検討する。

(2) 点検・調査の方法

「(1) 対象施設・実施時期」で対象とした施設に対して、点検・調査の方法を検討する。

「2.2.3.1 基本方針の策定 II. 腐食環境下 ② 対象箇所」で示したとおり、腐食のおそれの大きい箇所は、圧送管吐出し先や落差・段差の大きい箇所等のマンホール及び管渠とされていることから、点検についてはマンホールや管口部分に対して目視または管口カメラを用いた点検を行うことを基本とする。

点検により腐食の進行が確認された場合には調査を実施し、劣化の状態を定量的に評価する。

調査は視覚調査により行い、必要に応じて詳細調査を実施する。視覚調査及び詳細調査の方法の分類や内容については、「維持管理指針（実務編）」²等を参考にされたい。

なお、点検・調査や硫化水素濃度の測定にあたっては、道路上または管路施設（マンホール・管渠）内での作業となり、種々の危険が伴うため、労働安全衛生対策に十分心がける必要がある。危険防止に関する詳細については、「維持管理指針（総論編）」²第3章 安全衛生管理（P.93～159）等を参考にされたい。

(3) 概算費用

「(1) 対象施設・実施時期」及び「(2) 点検・調査の方法」の検討結果を踏まえ、5～7年程度の概算費用を算出する。

第4節 点検・調査の実施

2.2.4 点検・調査の実施

点検・調査計画に基づき、点検・調査を実施する。点検・調査によって得られる情報を整理し、継続的に施設情報システム(データベース)に蓄積して活用することが望ましい。

検討事項は、次のとおりとする。

- (1)点検・調査の実施
- (2)点検・調査情報の蓄積

【解説】

(1) 点検・調査の実施

点検・調査実施計画に基づき、点検・調査を実施する。

(2) 点検・調査情報の蓄積

点検・調査の実施によって得られた情報(業務名称、時期、箇所、実施者、費用、方法及び結果(図面・写真等を含む))は、施設管理の目標設定や、点検・調査計画及び修繕・改築計画の評価と見直しのために必要であるため、これらの情報を継続的に施設情報システムに蓄積して活用することが望ましい。

第5節 修繕・改築計画の策定

2.2.5.1 基本方針の策定

基本方針は、調査結果に基づき、施設の劣化状況を把握し、長期的な改築事業のシナリオ設定を踏まえ、事業計画期間を勘案し、概ね5～7年程度における修繕・改築の優先順位を設定する。

- (1) 診断
- (2) 対策の必要性
- (3) 修繕・改築の優先順位

【解説】

修繕・改築計画では、調査結果に基づいて診断し、「2.1.1 スtockマネジメントの基本的な考え方と実施フロー」における「④ 長期的な改築事業のシナリオ設定」を踏まえて修繕・改築の優先順位を設定する。

管路施設の修繕・改築計画の策定と実施のフローの例を図 2-20 に示す。

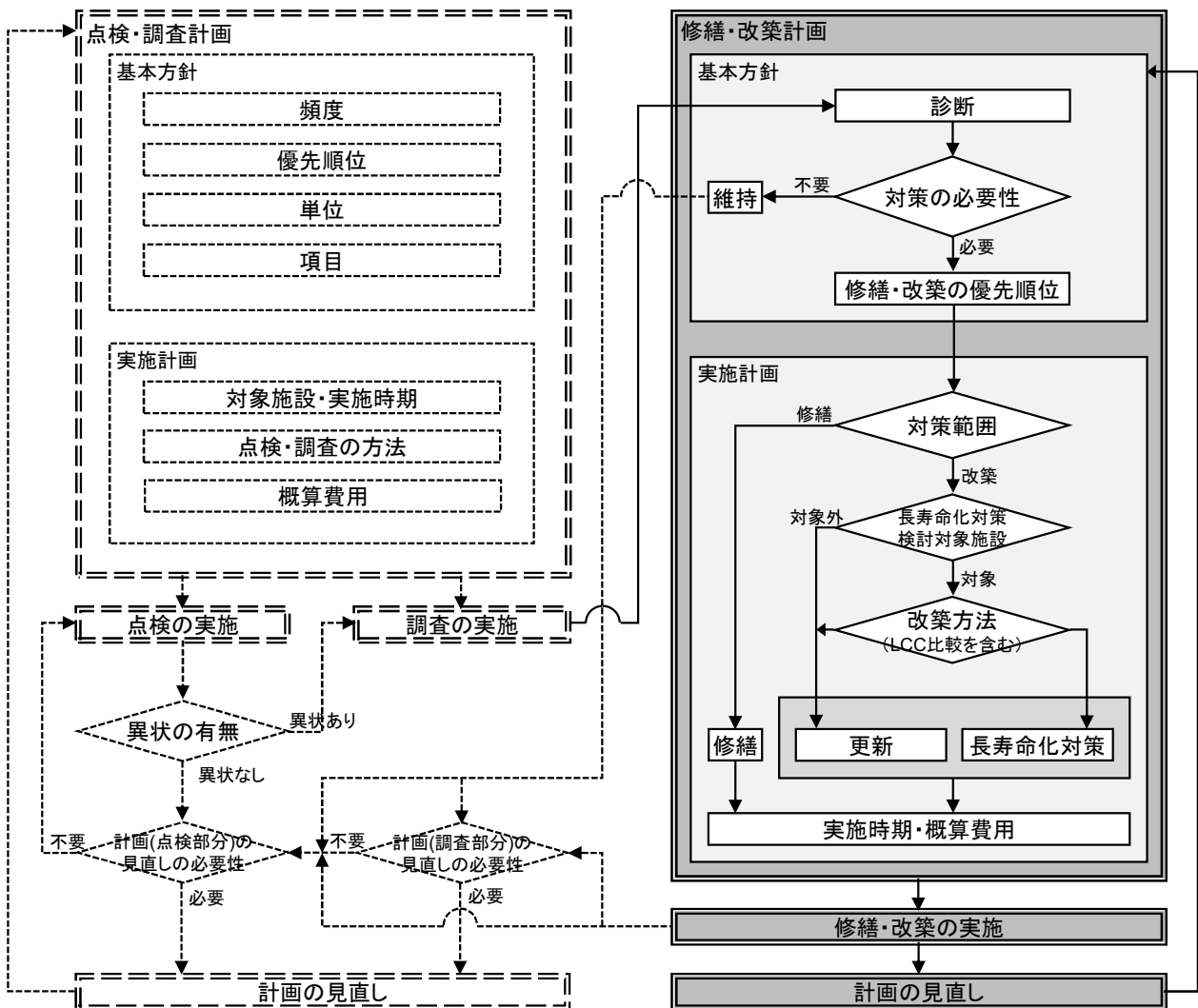


図 2-20 管路施設の修繕・改築計画の策定と実施のフローの例

(1) 診断

診断については、調査により把握した施設の劣化状況をもとに、「維持管理指針（実務編）」²に示されている個々の施設に対する診断基準等を参考にしつつ行う。

(2) 対策の必要性

診断により判定された健全度・緊急度と、長期的な改築事業のシナリオを踏まえ、対策の必要性を検討する。なお、これらはスパン単位で行うことが望ましい。

(3) 修繕・改築の優先順位

修繕・改築の優先順位は、リスク評価に基づいて定める方法が有効である。その際、他計画についても考慮し、優先順位を検討することが望ましい。

修繕・改築と他計画の対象箇所が重複または近傍にある場合の事業実施のイメージと、一体的な事業実施のために、優先順位を考慮して策定した事業実施時期のイメージの例を、図 2-21 及び表 2-13 示す。

表 2-13 優先順位を考慮した事業実施時期のイメージの例

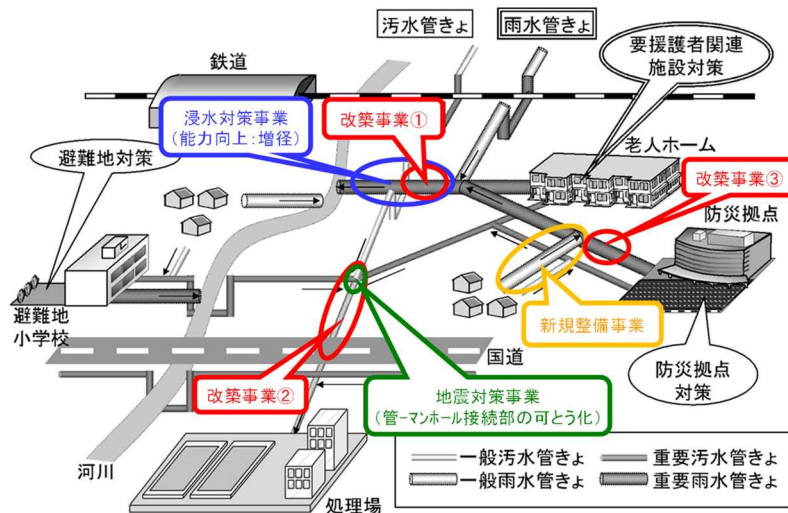
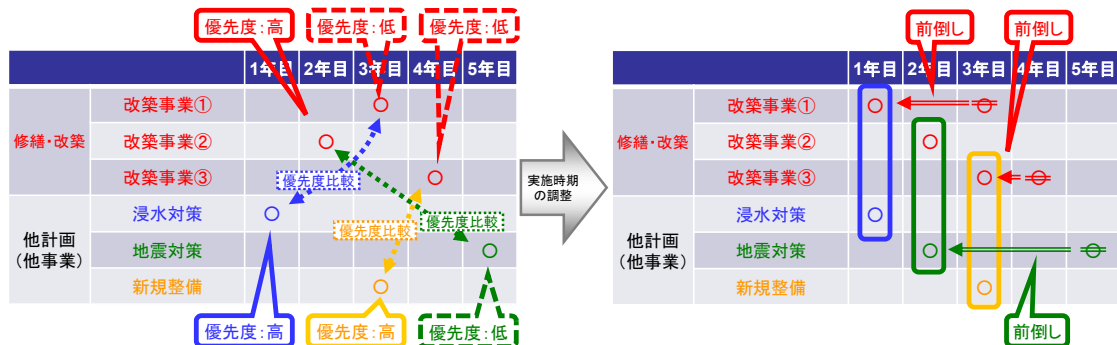


図 2-21 修繕・改築と他計画の事業実施イメージの例

2.2.5.2 実施計画の策定

実施計画は、どの施設を、いつ、どのように、どの程度の費用をかけて、修繕・改築を行うかを検討する。

- (1) 対策範囲
- (2) 長寿命化対策検討対象施設
- (3) 改築方法
- (4) 実施時期・概算費用

【解説】

(1) 対策範囲

1) 管渠

「2.2.5.1 基本方針の策定」で、対策が必要と判定されたスパンについては、修繕か改築かの判定を行う。

修繕は劣化した箇所のみを部分的に取替え、あるいは部分的に管渠内で補強や止水等を行うものであり、改築は更新または更生工法による長寿命化対策である。

取付け管の突出し、油脂の付着、樹木根侵入、モルタル付着に関しては、状態の程度により対策が異なるが、劣化箇所ごとに対策がとれるため原則として修繕で対応することが望ましい。

なお、修繕工法の分類は「維持管理指針（実務編）」p. 131 に示されており（図 2-22）、既設管渠の劣化状況、流下下水の状況及び現場状況を勘察し、可能な範囲で具体的な修繕工法を選定したうえで、改築との比較を行うことが望ましい。

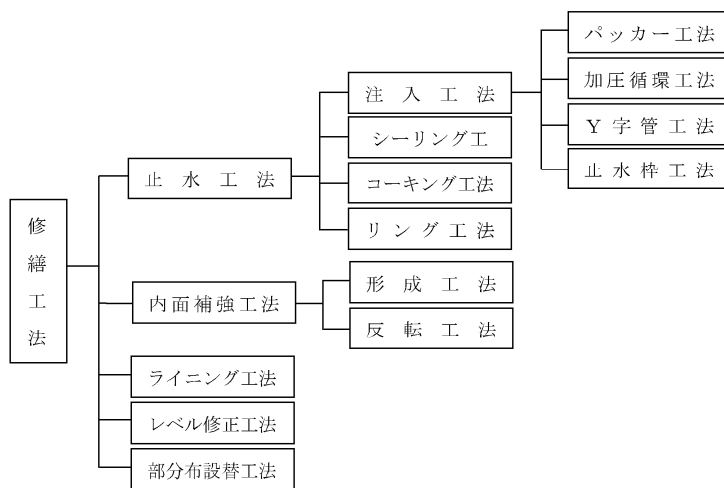


図 2-22 修繕工法の分類

対策範囲の選定にあたっては、以下に述べる診断項目の考え方の例をもとに、必要に応じて経済性の比較を行って検討することが望ましい。

【診断項目の考え方の例】

① 管渠の腐食

管渠の腐食は、鉄筋と主材の健全性が損なわれた状態（たとえば鉄筋が全面的に腐食している場合等）で管渠の耐荷能力が不足し、管渠が変形または破損し、その箇所から地下水や土砂の流入を招きかねない。このような場合は、改築とする。

② 上下方向のたるみ

上下方向のたるみは、不等沈下等の原因により管渠に不陸が生じている状態である。流下物の堆積や場合によっては下水の溢水等の原因となる。このような場合は、改築とする。

③ 逆勾配

逆勾配は、「維持管理指針（実務編）」² P. 113～114 に示されている調査項目に該当しないが、その他の異状項目として調査する場合がある。勾配が逆転しており、管渠の流下能力がない状態である。このような場合は改築とする。

④ マンホール部での逆段差

マンホール部での逆段差は、「維持管理指針（実務編）」² P. 113～114 に示されている調査項目に該当しないが、その他の異状項目として調査する場合がある。本異状は、下流側の管渠が上流側の管渠より高く、ズレ（段差）が生じている状態であり、流下物の堆積や場合によっては下水の溢水等の原因となる。このような場合は、改築とする。

なお、上下方向のたるみ、逆勾配及びマンホール部での逆段差が生じている場合は、当該スパンの前後数スパンを含めた動水勾配等を考慮し、管渠の流下能力が計画流量を上回るかどうか確認する。

⑤ 管渠の破損

管渠の破損は、地下水や土砂の流入要因となり、放置すると地山に空隙ができ、他の施設に悪影響を与えるおそれが生じ、また道路陥没のような社会的に影響が大きく人命にかかわる事故を招きかねない。

管渠の破損に対しては、経済性の比較を行い、改築あるいは修繕を選択する。

⑥ 管渠のクラック

管渠のクラックは、クラック幅と長さが大きくなれば管渠の耐荷能力が不足し、管渠が変形または破損し、その箇所から地下水や土砂の流入を招き、破損と同様な事故を招きかねない。

管渠のクラックに対しては、経済性の比較を行い、改築あるいは修繕を選択する。

⑦ 管渠の継手ズレ

管渠の継手ズレは、継手が脱却している等の場合にズレた箇所から地下水や土砂の流入を招き、破損と同様な事故を招きかねない。

管渠の継手ズレに対しては、経済性の比較を行い、改築あるいは修繕を選択する。

⑧ 浸入水

浸入水は、欠落箇所から土砂の流入を招き、地山を乱すこととなる。その結果、他の施設に悪影響を与えるおそれが生じ、また道路陥没のような社会的に影響が大きく人命にかかわる事故を招きかねない。近年に布設された管渠本体継手部からの浸入水に対しては、本体の劣化度がそれほど進んでいないと考えられるので、現況の浸入水箇所への止水が有効である。しかし、経年による劣化が進んでいる管渠の場合、現在浸入している箇所を止水すれば、地下水の流れが止められ水位が上昇し、水圧が増して他の箇所から浸入してくることが多く見られる。このことから、現在の浸入水箇所における対応のみでなく、スパン全体を反映させた止水対策を施さなければならないこともある。

浸入水に対しては、経済性の比較を行い、改築あるいは修繕を選択する。

2) 管渠以外の施設

「2.2.5.1 基本方針の策定」で、対策が必要と判定された管渠以外の施設(マンホール、取付け管等)については、劣化状況に応じて、修繕か改築かを判断する。

(2) 長寿命化対策検討対象施設

長寿命化対策工法の有無を確認し、長寿命化対策を検討する必要性を確認する。

管渠は、基本的に長寿命化対策検討対象施設とし、マンホールふた等は、基本的に更新対象施設とする。ただし、長寿命化対策に該当する工法として、対象施設の一部を取替えることが可能であり、施設の長寿命化が図れ、ライフサイクルコストが安価になると合理的に判断された場合は、長寿命化対策検討対象施設にできる。

(3) 改築方法

1) 管渠

改築工法の分類は「維持管理指針(実務編)」² P.135 に示されており(図 2-23)、更生工法と布設替え工法に分類され、更生工法は更生管の構造の違い等から、自立管、複合管及び二層構造管に分類される。改築工法は、図 2-24 に示すとおり、既設管の状況、流下能力の確保、現場条件及び経済性を勘案し、適切に選定することが望ましい。

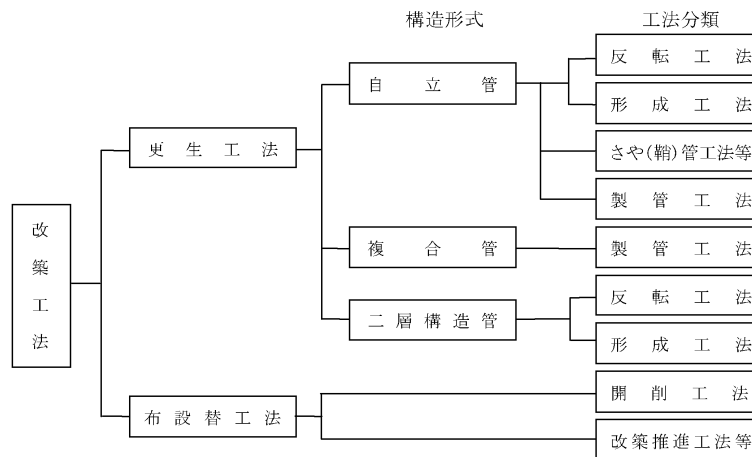


図 2-23 改築工法の分類

① 既設管の状況

老朽化、劣化が著しく、更生工法での施工が不可能な上下方向のたるみ、管渠の破損及び管渠の継手ズレが判定された場合や目視調査や測量により逆勾配やマンホール部での逆段差が確認された場合には、原則として布設替え工法を採用する。ただし、他の劣化がある場合で、上下方向のたるみや管渠の破損の劣化状況を部分的に布設替えする等の措置を講じた上で更生工法を検討できる場合には、その限りでない。

② 流下能力の確保

更生工法を採用する場合には、更生後の流下能力を確認し、粗度係数が向上したとしても流下能力が確保出来ない場合は、増補管や貯留管の設置等を検討する。

③ 現場条件

掘削に伴う他企業埋設物の移設や切り廻し、道路渋滞による社会的影響及び掘削規制の有無等の現場条件を勘案し、工法検討を行う。

④ 経済性

更生工法の経済性の検討は、各工法の特性等から「維持管理指針（実務編）」² P. 113～114に示されている調査項目に基づき、事前の対処が必要な劣化項目が存在するため、各工法で必要な事前処理を検討する。例えば、浸入水については、「維持管理指針（実務編）」² P. 113 及び 114 に示されている調査判定基準（案）のランク b 以上で、自立管で硬化不足の原因となる場合があり、複合管では充填材の空洞化の原因となる場合があるため、事前の止水工事が必要となる場合がある。また、取付け管の突出し、油脂の付着、樹木根侵入及びモルタル付着等の劣化が確認された場合には、施工不良等を懸念

し、事前に処理を行うことになるためこれらを考慮し経済性の比較を行う。

また、改築対象となる取付け管については、個々の施設ごとに比較するか、全体量での比較とするかは、その都度判断することが望ましい。

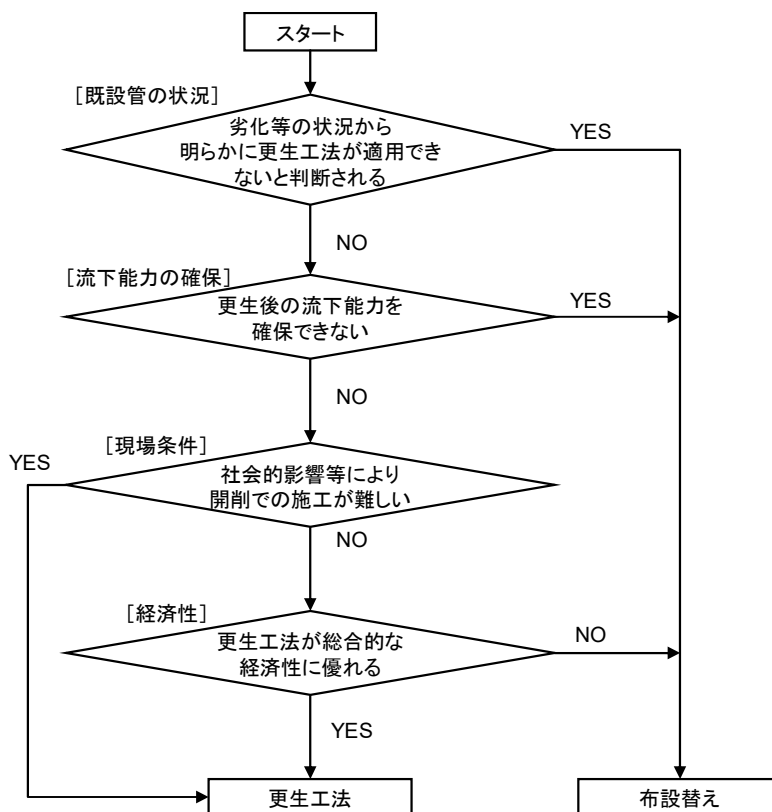


図 2-24 更新（布設替え）・長寿命化対策（更生工法）の検討プロセスの例

(経済比較の算定例)

ここに示す算定例は、布設替えと更生工法の期待される使用年数を標準耐用年数の50年として比較するケースである。期待される使用年数の設定においては、各地方公共団体において検討し、説明根拠を明確にしておく必要がある。

○対象管渠：診断結果より、スパン単位の対策が必要と診断された管渠

○検討ケース：ケース1 布設替えにより更新

ケース2 更生工法により長寿命化対策を実施

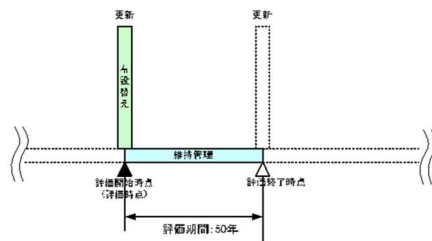
○費用比較条件

- 4スパン120m (各スパンの条件は、ほぼ同じ)
- 期待される使用年数： ケース1 標準耐用年数の50年
 ケース2 標準耐用年数の50年
- 布設替えと更生工法：整備単価(単価の根拠は、過年度の実績や工法協会見積もりとした)
 ケース1：12万円/m：14,400千円
 ケース2：10万円/m：12,000千円
- 維持費：当該地方公共団体の実績より300円/m/年：36,000円/年

表 2-14 費用の比較例

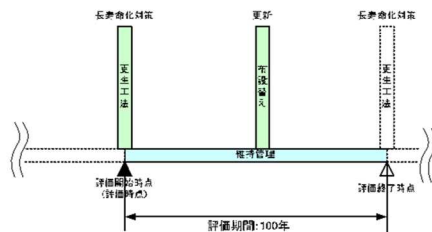
項目	評価期間	累積費用	年平均費用	評価
シナリオ1	50年	16,200千円	324千円/年	—
シナリオ2	100年	30,000千円	300千円/年	○

シナリオ1



布設替え 14,400 千円
 維持管理 36 千円/年 × 50年 = 1,800 千円
 評価期間50年の費用 = 14,400.0 + 1,800.0 = 16,200千円
 年平均費用 = 16,200 / 50年 = 324千円/年

シナリオ2



布設替え 14,400 千円
 更生工法 12,000 千円
 維持管理 36 千円/年 × 100年 = 3,600 千円
 評価期間100年の費用 = 14,400 + 12,000 + 3,600 = 30,000千円
 年平均費用 = 30,000 / 100年 = 300千円/年

注. 更新から更新までの長さを1サイクルとし、評価期間はその長さを評価開始時点からずらして評価する。更生工法により長寿命化対策を実施する場合、評価期間は50年+50年=100年となる。

図 2-25 費用の比較イメージ

表 2-14 に示すように、シナリオ1の年価に対し、シナリオ2の年価の方が安価なため、長寿命化対策を実施する。

○長寿命化対策によるライフサイクルコスト改善額の算定

- 毎年度の改善額： $324 - 300 = 24$ 千円/年
- 社会的割引率4%で割り戻したライフサイクルコスト改善額
 $24 + 24 / (1.04)^1 + \dots + 24 / (1.04)^{99} \approx 612$ 千円

第2編 ストックマネジメントの実施手法

第2章 管路施設 5 修繕・改築計画の策定

2) 管渠以外の施設

「(1) 対策範囲」において、改築と判断された管渠以外の施設(マンホール、取付け管等)については、「維持管理指針(実務編)」²に示されている内容を参考に、改築方法を検討する。

(4) 実施時期・概算費用

「(1)対策範囲」～「(3)改築方法」の検討結果を踏まえ、事業計画期間を勘案し、概ね5～7年程度の修繕・改築の実施時期を定め、概算費用を算出する。

第6節 修繕・改築の実施

2.2.6 修繕・改築の実施

修繕・改築計画に基づき、修繕・改築を実施する。修繕・改築によって得られる情報を整理し、継続的に施設情報システム（データベース）に蓄積して活用することが望ましい。

【解説】

修繕・改築の実施によって得られた情報（工事名称、時期、箇所、実施者、費用、内容、仕様及び結果（図面・写真等を含む））は、施設管理の目標設定や、点検・調査計画及び修繕・改築計画の評価と見直しのために必要であるため、これらの情報を継続的に施設情報システム（データベース）に蓄積して活用することが望ましい。

なお、修繕・改築の実施に際しては、「維持管理指針（実務編）」²が参考となる。

第7節 評価と見直し

2.2.7 評価と見直し

目標の達成度合いや点検・調査計画及び修繕・改築計画を定期的に評価し、必要に応じて目標や計画の見直しを行うことが望ましい。

ただし、下水道事業を取巻く情勢に大きな変化がある場合には、その都度目標や計画の評価と見直しを行うことも有効である。

【解説】

評価と見直しについては、事業計画期間を勘案し、概ね5～7年程度を目安に評価を実施し、見直しの必要があれば目標や計画を見直す。評価・見直しの際には、予測値と実施結果の乖離や目標の未達成の原因について分析し、適切な改善を図る。

Stockマネジメントは、PDCAの実践によって継続的に改善・向上に努めていく必要がある。

点検・調査計画及び修繕・改築計画を策定・実施することによるStockマネジメントの主な実施効果は、以下のとおりである。

- ・ 効率的・効果的な点検・調査を実施し、施設の劣化状態（健全度等）を把握する予防保全管理を行うことにより、施設の安全性の確保が可能となる。
- ・ 長期的な改築事業のシナリオを踏まえ、効果的な修繕・改築を実施することにより、施設全体のライフサイクルコストの低減が可能となる。

第3章 処理場・ポンプ場施設

第1節 リスク評価

2.3.1 リスク評価

Stockマネジメントを効率的・効果的に実践するために、リスク評価による優先順位等を検討し、点検・調査計画及び修繕・改築計画の策定につなげる。リスク評価では、以下の事項について検討する。

- (1) リスクの特定
- (2) 被害規模（影響度）
- (3) 発生確率（不具合の起こりやすさ）
- (4) リスク評価

【解説】

(1) リスクの特定

下水道施設におけるリスクは、地震、風水害あるいは経済状況等の受動的なリスクと、施設の劣化に起因する事故や、機能低下・停止による下水道使用者への使用制限・中止、設備の誤操作による公共用水域の水質汚染等の下水道管理に起因して発生するリスクがある。

下水道管理に起因して発生するリスクの例を表 2-15 に示す。このうち、本ガイドラインで対象とするリスクは、「設備^{vii}の劣化に起因する事故・故障」である。

^{vii} 設備：機械設備、電気設備、土木・建築施設を含む。

表 2-15 処理場・ポンプ場施設のリスクの例

項目	事象	リスク（事象発生による環境影響）	
処理場・ポンプ場施設	停電・施設故障による機能低下・停止	計画的に対応できるリスク	<ul style="list-style-type: none"> 下水の溢水 放流水による公共用水域の水質悪化 下水道使用者への使用制限 臭気・騒音の発生
	燃料貯留槽の破損		<ul style="list-style-type: none"> 燃料流出による火災 土壌、地下水の汚染 水域の水質汚染
	薬品等の散逸、流出		<ul style="list-style-type: none"> 放流水による公共用水域の水質悪化 人への健康障害 動植物への影響
	焼却設備等からのダイオキシン類等有害物質の排出		<ul style="list-style-type: none"> 大気汚染、水質悪化 人への健康障害 動植物への影響
	有害物質の流入による活性汚泥等の死滅	計画的に対応できないリスク	<ul style="list-style-type: none"> 放流水による公共用水域の水質悪化 下水道使用者への使用制限
	地震・津波等による機能低下・停止	自然災害によるリスク	<ul style="list-style-type: none"> 下水の溢水 下水道使用者への使用制限
	局所的大雨による異常流入		<ul style="list-style-type: none"> ポンプ場の冠水による下水の溢水

出典：「維持管理指針（マネジメント編）」² P.189 より引用・加筆
 網掛け：本ガイドラインが対象とするリスク

(2) 被害規模（影響度）

故障や劣化により、各設備に機能低下・停止等の不具合が発生した場合の影響としては、表 2-16 に示すように、環境（自然環境や生活・労働環境等）や下水道使用者への影響が考えられる。

表 2-16 影響度の評価視点の例

影響を受ける事象		影響度評価の項目と考え方
項目	内容	
公共用水域への影響	水質汚染	【機能面】：設備の各機能の役割を評価する。不具合発生時における設備がもたらす左記事象への影響。
生活環境への影響	大気汚染 下水の溢水	
生活環境及び施設内労働環境への影響	騒音・悪臭の発生	
使用者への影響	下水道施設の使用制限・中止	【能力】：設備の各系列の能力を評価する。全体の処理能力に対する1系列の処理能力が占める割合。
	ライフサイクルコストの増加に伴う下水道使用料の値上げ	【コスト】：取得価格が高い設備

被害規模（影響度）の評価にあたっては、各設備に対して、以下に示すように、「機能面」、「コ

スト面」を単独で検討する方法や、これらに「能力面」を加え、総合的に検討する方法が有効である。

検討に当たっては、各地方公共団体の情報の蓄積状況等を勘案した適切な方法の選択が望ましい。

- ①【機能面の評価】：災害復旧時に段階的に求められる処理機能から影響度を評価する方法
- ②【コスト面の評価】：各設備の改築費用から影響度を評価する方法
- ③【機能面・能力面・コスト面の総合評価】：機能面、能力面、コスト面に重み付けを行い、定量的に影響度を評価する方法

$$\text{影響度} = a \times \text{「機能面」} + b \times \text{「能力面」} + c \times \text{「コスト面」}$$

※ a、b、cは、各評価項目の重み係数（簡易的に全て1とすることも可能である）

(3) 発生確率（不具合の起こりやすさ）

発生確率の検討では、検討単位の設定と発生確率（不具合の起こりやすさ）の設定を行うことが有効である。

各設備の検討単位は、設備単位（改築通知の別表の小分類）と小分類未満の主要部品単位^{viii}があり、管理方法と費用対効果から選択する。

発生確率の設定は、以下に示す方法が考えられ、各地方公共団体の情報の蓄積状況等を勘案して適切な方法を選択することが有効である。

- ①【耐用年数超過率】：経過年数／標準耐用年数を算出し、その倍率で整理する方法
- ②【故障・巡視・修繕情報の活用や経験者への確認】：故障・巡視・修繕情報や経験者への確認により、不具合の起こりやすい設備を整理する方法
- ③【目標耐用年数】：過去の改築実績等から期待される耐用年数を設定する方法
- ④【劣化予測】：劣化の度合を定期的に診断・評価し、その傾向で予測する方法
- ⑤【平均故障発生頻度】：過去の故障情報から平均故障間隔を算出する方法

(4) リスク評価

評価にあたっては、「被害規模（影響度）」と「発生確率（不具合の起こりやすさ）」に基づき、リスクが発生した場合の被害規模と発生確率をそれぞれランク化して評価する方法（リスクマトリクス）と、下式のように被害規模と発生確率の積で評価する方法が考えられる。

$$\text{リスクの大きさ} = \text{被害規模（影響度）} \times \text{発生確率（不具合の起こりやすさ）}$$

なお、具体的なリスク評価例は、付録VIIを参照にされたい。

^{viii} 主要部品：処分制限期間以上の継続使用が期待でき、設備全体の長寿命化に寄与する部品。

第2節 長期的な改築事業のシナリオ設定

2.3.2 長期的な改築事業のシナリオ設定

長期的な修繕・改築の事業量及び事業費の最適化を図るために、長期的な改築事業のシナリオを設定する。ここでは、以下の事項について検討する。

- (1) 管理方法の選定
- (2) 改築条件の設定
- (3) 最適な改築シナリオの選定

【解説】

改築に関する複数のシナリオの中から「費用」、「リスク」、「執行体制」を総合的に勘案し、最適な改築シナリオを選定する。その際、施設の重要度に応じた改築シナリオを設定することにより、予算制約に対応することも可能となる。また、人口減少等を踏まえた施設のダウンサイジング、他計画の方針等も考慮することが望ましい。

(1) 管理方法の選定

処理場・ポンプ場施設の管理方法には、大きく予防保全と事後保全がある。

予防保全は、寿命を予測し異状や故障に至る前に対策を実施する管理方法であり、状態監視保全と時間計画保全に分類される。事後保全は、異状の兆候や故障の発生後に、対策を行う管理方法である。

今後、限られた人員や予算の中で効果的に予防保全型の施設管理を行っていくためには、各設備の特性等から、処理機能や予算への影響等を考慮し、重要度が高い設備に対し、予防保全を実践していく必要がある。

以下に管理方法の考え方と選定フローの例を示すが、処理場等の能力・系列数、設備台数、設備の役割、状況等を勘案し、地方公共団体の特性に応じて管理方法を選定することが重要である。

1) 状態監視保全

状態監視保全は、設備の劣化状況や動作状況の確認を行い、その状態に応じた対策を行う管理方法である。状態監視保全は、処理機能への影響が大きい等、重要度が高い設備で、劣化状況の把握・不具合発生時期の予測が可能な設備に適用する。

状態監視保全では、劣化状況を把握するために調査を実施していく必要があるが、その情報を蓄積・分析することにより、長寿命化対策及び更新時期の最適化や、調査周期・項目等の見直しによる調査の効率化・省力化を図ることが可能となる。

2) 時間計画保全

時間計画保全は、各設備の特性に応じて予め定めた周期（目標耐用年数等）により、対策を行う管理方法である。時間計画保全は、処理機能への影響が大きい等、重要度が高い設備であるが、劣化状況の把握が困難な設備に適用する。

3) 事後保全

事後保全は、異状、またはその兆候（機能低下等）や故障の発生後に対策を行う管理方法である。事後保全は、処理機能への影響が小さい等、重要度が低い設備に適用する。

なお、「1)状態監視保全」、「2)時間計画保全」の考え方に当てはまる設備であっても、予備機の存在等を踏まえ、事後保全に分類することも考えられる。

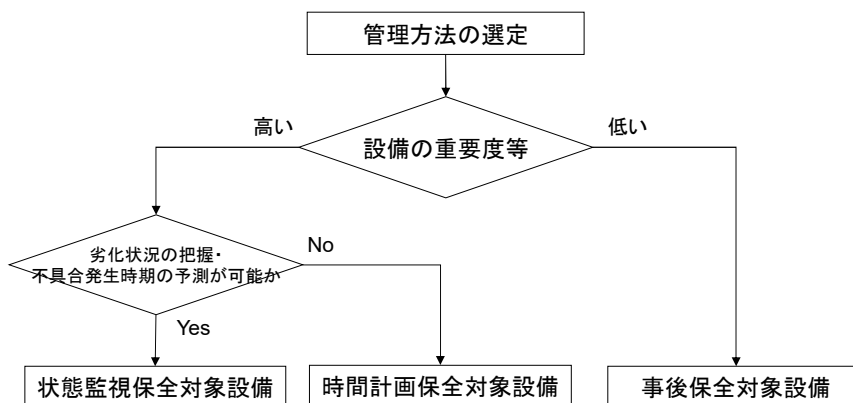


図 2-26 管理方法の選定フローの例

表 2-17 管理方法の考え方の例

	予防保全		事後保全
	状態監視保全	時間計画保全	
管理方法	設備の状態に応じて対策を行う	一定周期(目標耐用年数等)ごとに対策を行う	異状の兆候(機能低下等)や故障の発生後に対策を行う
適用の考え方	【重要度が高い設備】 ・処理機能への影響が大きいもの(応急措置が困難)に適用 ・予算への影響が大きいものに適用 ・安全性の確保が必要なものに適用 劣化状況の把握・不具合発生時期の予測が可能な設備に適用	劣化状況の把握・不具合発生時期の予測ができない設備に適用	【重要度が低い設備】 ・処理機能への影響が小さいもの(応急措置可能)に適用 ・予算への影響が小さいものに適用
留意点	設備の劣化の予兆を把握するために調査を実施し、情報の蓄積を行う必要がある	設備の劣化の予兆が測れないため、対策周期(目標耐用年数)を設定する必要がある	異状等の発生後に対策を行うため、点検作業が少なくすむ

状態監視保全設備の例：雨水ポンプ本体、自動除塵機 等

時間計画保全設備の例：受変電設備、負荷設備 等

事後保全設備の例：床排水ポンプ、吊上げ装置 等

設備の重要度の考え方は、「維持管理指針(マネジメント編)」² P195 が参考となる。

(2) 改築条件の設定

処理場・ポンプ場施設の最適な改築シナリオを選定するために、各設備の管理方法や目標耐用年数等を考慮したうえで、改築時期や改築費用を設定する。

① 状態監視保全

状態監視保全のうち、主要部品単位で改築時期を設定する設備は、主要部品単位の劣化予測により長寿命化対策時期の設定を行い、ライフサイクルコスト計算により更新時期の設定を行う。

また、状態監視保全のうち、設備単位で改築時期を設定する設備は、劣化予測式により更新時期を設定する。

なお、本項では、簡便的に事業費及び事業量を試算することから、状態監視保全施設であっても、便宜上、目標耐用年数を仮設定して更新時期を設定してもよい。

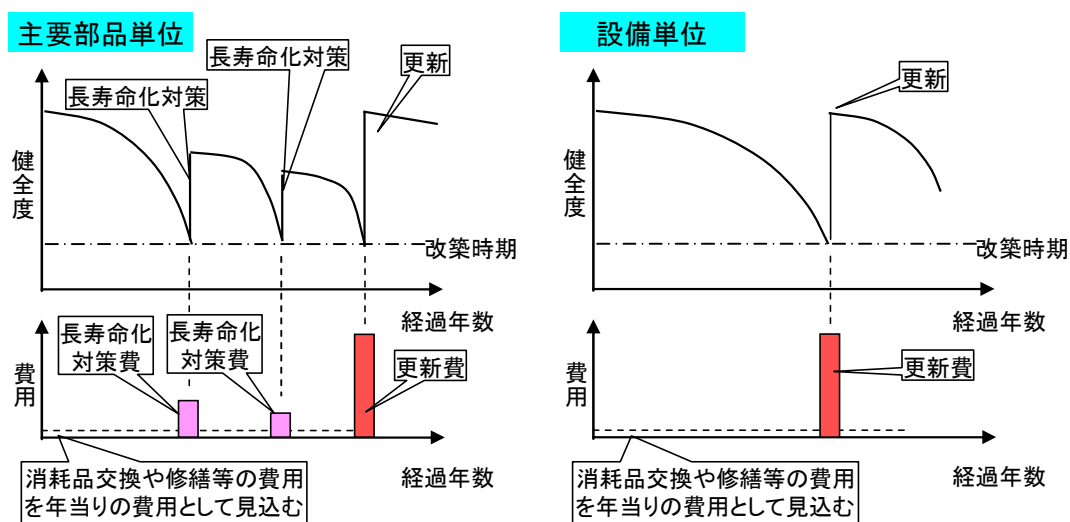


図 2-27 状態監視保全設備の改築パターンイメージ図

② 時間計画保全及び事後保全

時間計画保全及び事後保全の設備は、目標耐用年数により更新時期を設定する。

なお、整備費用（長寿命化対策費、更新費）について、改築履歴や修繕履歴等のデータがある地方公共団体は、実績に基づいて整備費用を検討し、改築履歴や修繕履歴等のデータが不十分な地方公共団体は、メーカーヒアリング等を参考に検討する。

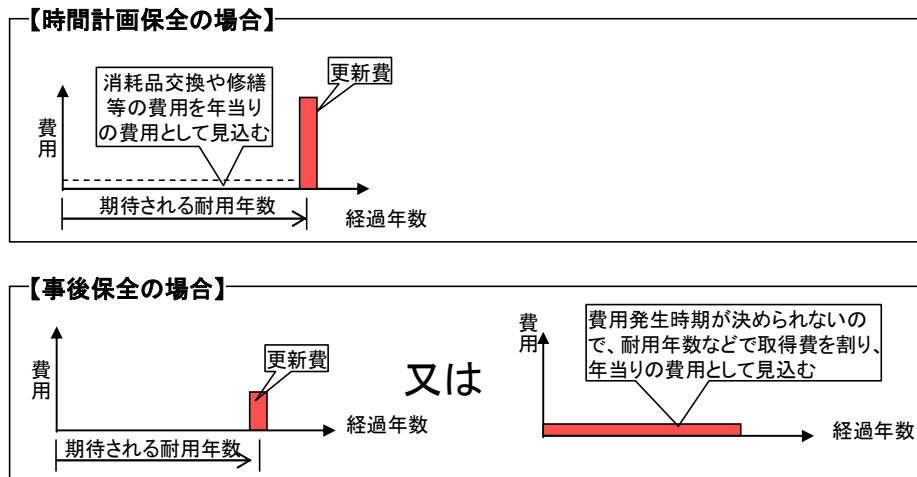
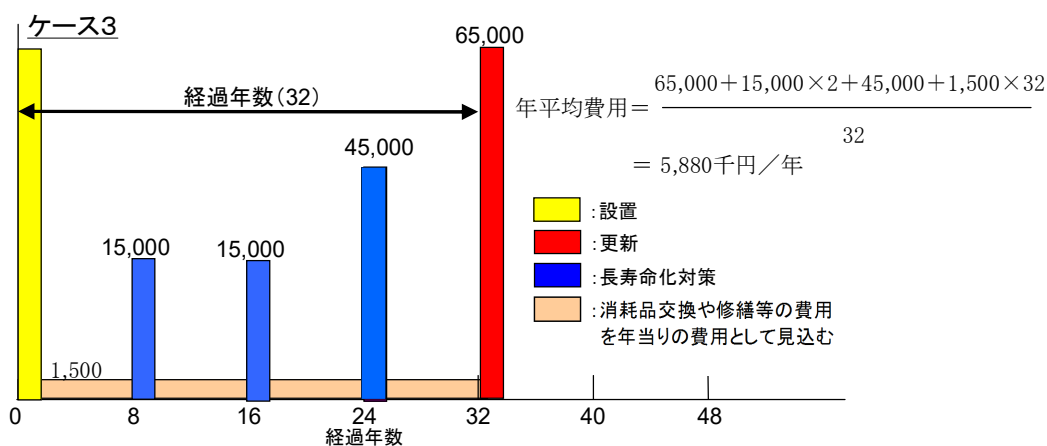
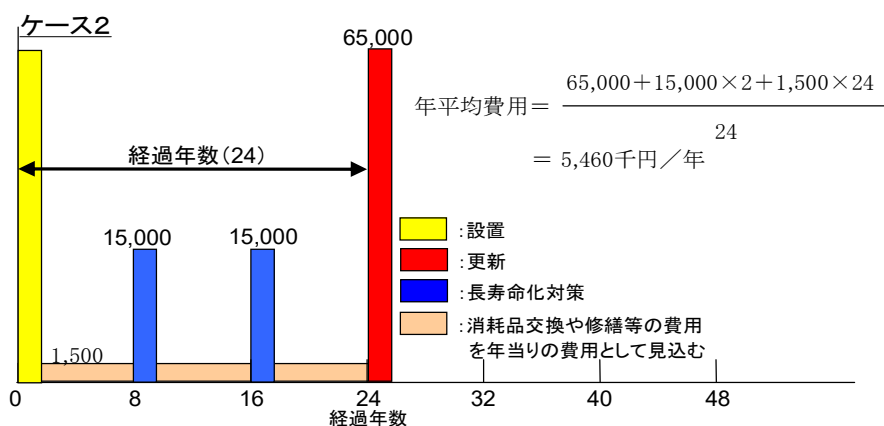
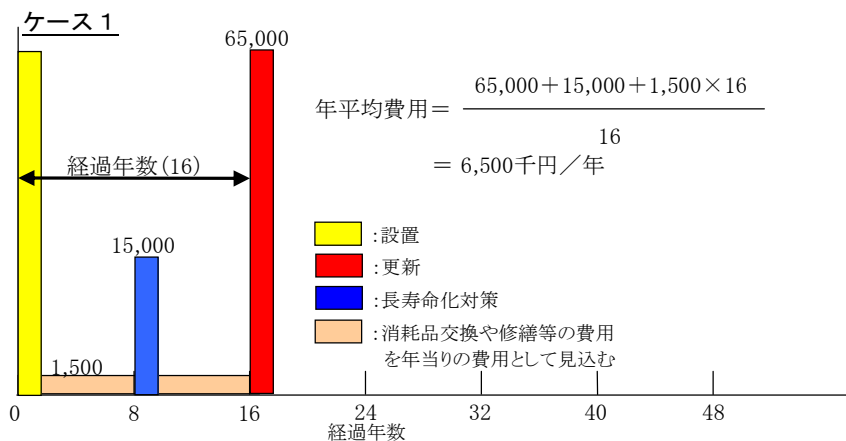


図 2-28 時間計画保全・事後保全設備の改築パターンイメージ図

【LCC計算による改築パターン検討例】

本検討例は、管理方法が状態監視保全で、主要部品単位で改築時期を設定する設備のライフサイクルコスト計算による改築パターンの検討を行う例である。

劣化予測式あるいは目標耐用年数より、対策のサイクルと費用を検討し、下図のように、長寿命化対策により更新時期が異なるケースを複数設定し、各ケースの更新までのトータルコストを経過年数で除して年価を算出し、最も年価が安価なケースをLCC計算による最適な改築パターンとする。



(3) 最適な改築シナリオの選定

最適な改築シナリオの選定にあたっては、改築周期を参考として 50～100 年程度を対象に、設定した複数のシナリオに対し、「費用」、「リスク」、「執行体制」を総合的に勘案する。なお、事業費の平準化にあたっては、他計画の実施時期・投資額を考慮する。

1) 改築シナリオの設定

シナリオは、予算制約なしのシナリオ（単純改築）に加え、予算制約シナリオ及びリスク低減シナリオ等、複数のシナリオを設定することが望ましい。

図 2-29 の例では、単純改築シナリオにおける改築時期は、健全度が 2 になる時期（機能が低下する前）とし、予算制約シナリオの改築時期は、健全度 2～1 の間とする。

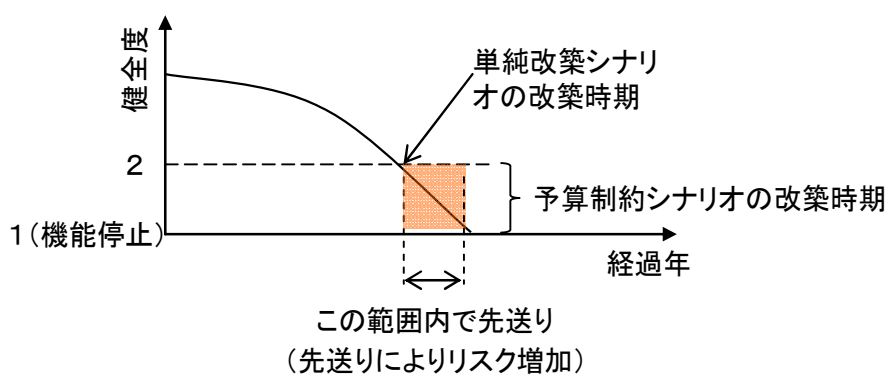


図 2-29 各シナリオの改築時期イメージ図

リスクの大きさは、健全度が 1 に近い時期に改築を実施するほど増加する。

リスクの大きさの算出例を、次式に示す。

$$\begin{aligned} \text{リスクの大きさ} &= \text{設備故障による機能停止の発生確率（健全度で代用）} \\ &\quad \times \text{設備故障による機能停止の被害規模（影響度で代用）} \\ &= (5 - \text{健全度}) \times \text{影響度} \end{aligned}$$

① 改築優先順位の検討

処理場・ポンプ場の各設備は、機能停止しない健全度 2～1 の範囲内で、リスク値が大きいものを優先的に改築するのが一般的である。

投資の平準化を行う場合は、以下の手順例も参考とする。

- i) 健全度が 2 となる年度に改築費用を積み上げる。
- ii) 投資限度額を超える場合、リスクが相対的に小さいものを翌年度以降に先送りする。
- iii) 先送りされた年度において、投資限度額を超える場合は、リスクが大きいものを優先す

る。

なお、投資の平準化とは、必ずしも単年度投資額を均一にするものではない。また、翌年に先送りすると、健全度が1以下になる設備は、機能停止する可能性が高いので、優先して改築を行うことが望ましい。

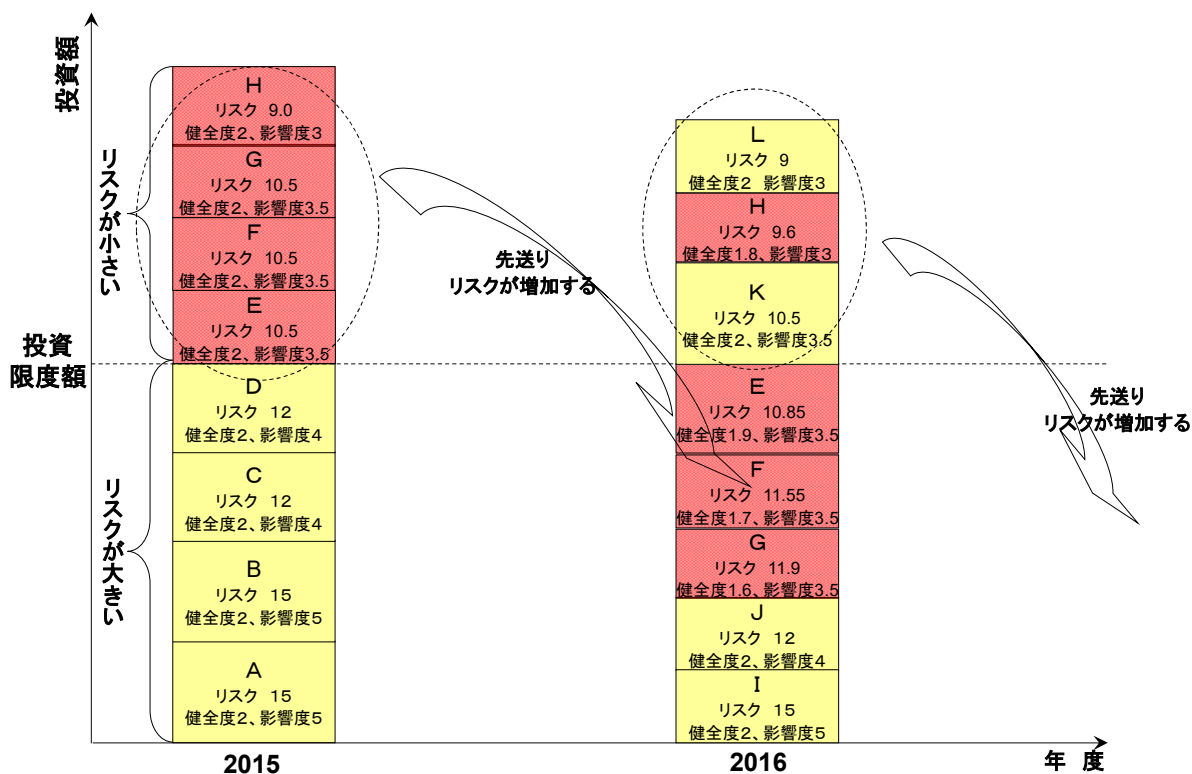


図 2-30 事業の平準化イメージ図

② シナリオの検討

シナリオは、「投資額」、「健全度」、「リスク」の項目を考慮したうえで検討することが望ましい。

表 2-18 シナリオの検討項目と内容の例

項目	視点	内容
投資額	年当たりの額もしくは総額	投資額が少なく、変動幅の小さいシナリオが望ましい
健全度	最低健全度	健全度1となる設備を発生させない
リスク	リスクの大きさ	リスクが小さく、かつその変動幅の小さいシナリオが望ましい

以下に、シナリオの設定例を示す。

シナリオ1：単純改築シナリオ

投資額：単年度で極めて大きなピークがある。検討期間の総投資額も大きい。変動幅が大きく平準化されていない。

健全度：健全度4、5の割合が大きい。平均健全度も3以上であり、非常に良い状態。

リスク：健全度2以下の資産がないため、リスクは低い。

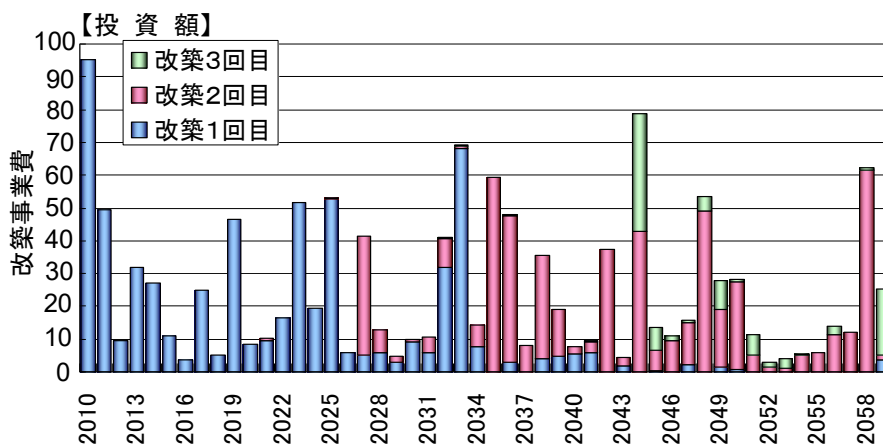


図 2-31 投資額の推移

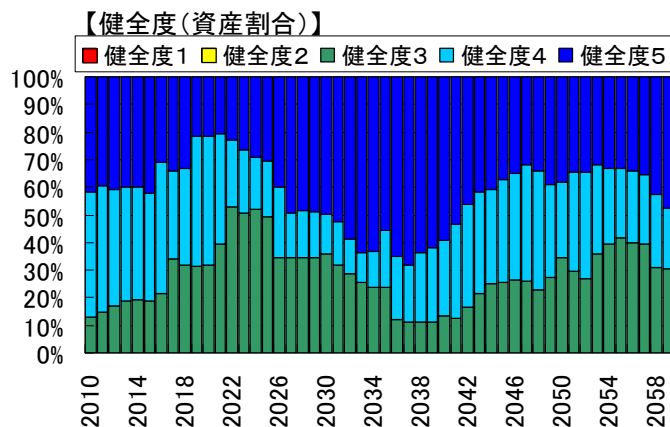


図 2-32 健全度割合の推移

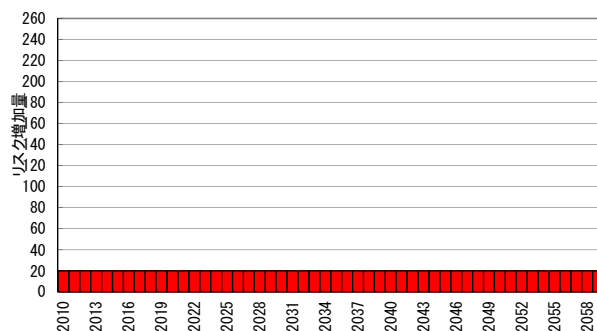


図 2-33 リスクの推移

シナリオ2：投資額の実績(年あたり)で改築するシナリオ

投資額：検討期間の総投資額が最も小さい。平準化されているため年当たりの額のピークはない。

健全度：健全度2以下の割合が大きい。健全度1になる場合がある。

リスク：リスク及び変動ともに大きい。

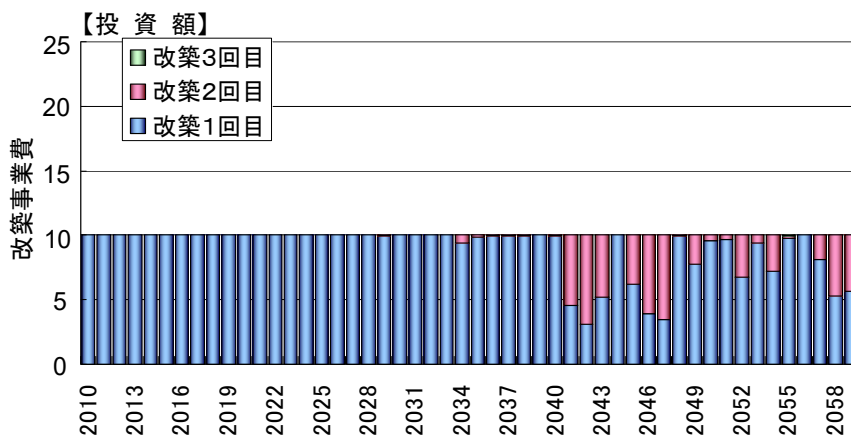


図 2-34 投資額の推移

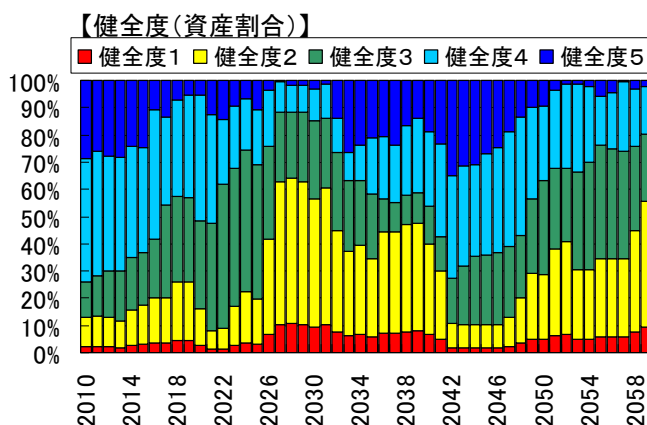


図 2-35 健全度の推移

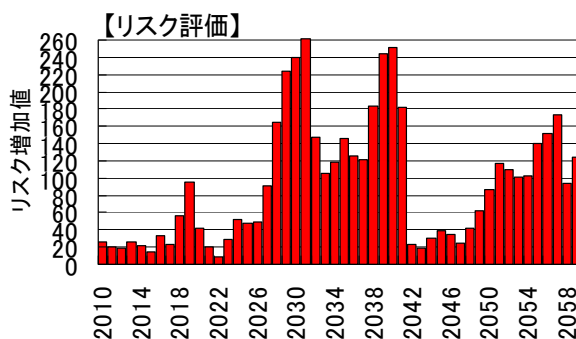


図 2-36 リスクの推移

シナリオ3：健全度1の設備が発生しないように、健全度2以下で改築するとともに、投資額を一定とするシナリオ

投資額：シナリオ1に比べ検討期間の総投資額は小さい。平準化されているため年当たりの額のピークはない。

健全度：シナリオ2に比べ健全度2以下の割合が小さい。健全度1の設備は発生しない。

リスク：シナリオ2に比べリスク及び変動ともに小さい。

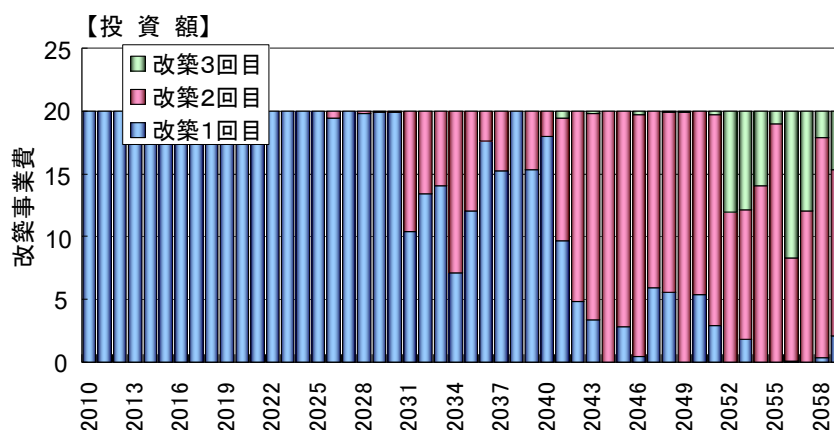


図 2-37 投資額の推移

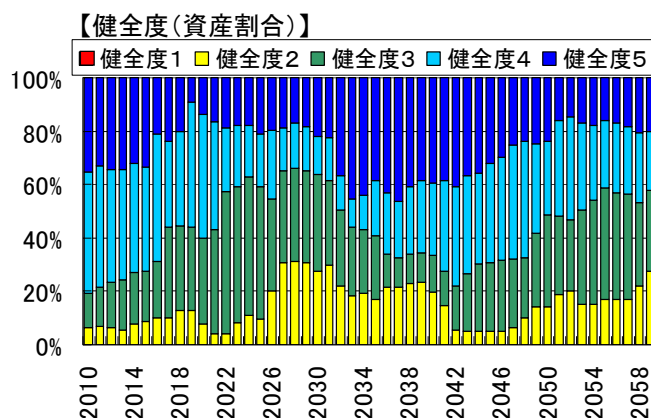


図 2-38 健全度割合の推移

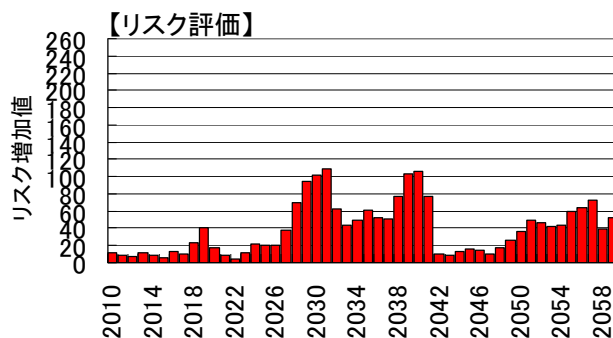


図 2-39 リスクの推移

第2編 スtockマネジメントの実施手法

第3章 処理場・ポンプ場施設 2 長期的な改築事業のシナリオ設定

シナリオ4：投資額を増やしてシナリオ3のリスク値をさらに低減し、健全度2以下で改築するシナリオ

投資額：シナリオ3に比べ検討期間の総投資額が若干大きい。年当たりの額のピークが若干ある。

健全度：シナリオ3に比べ健全度2以下の割合が小さい。健全度1の設備は発生しない。

リスク：シナリオ3に比べリスク及び変動ともに小さい。

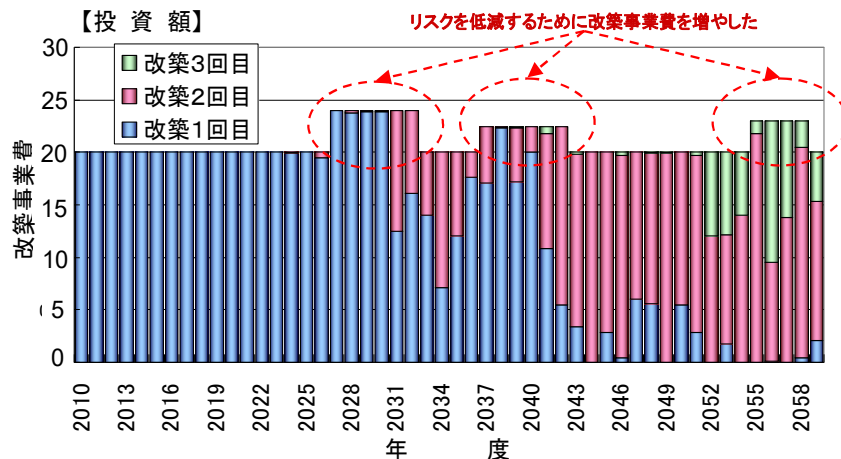


図 2-40 投資額の推移

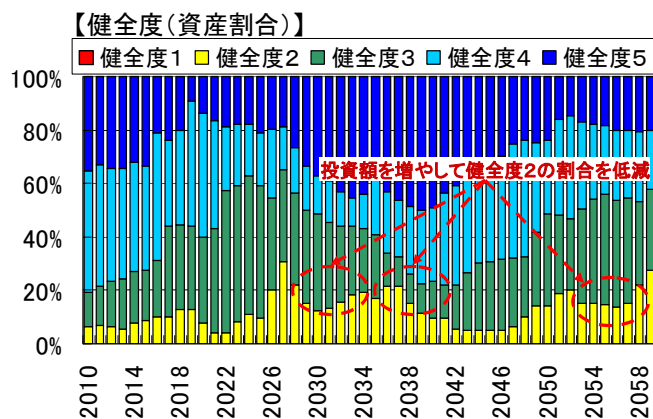


図 2-41 健全度割合の推移

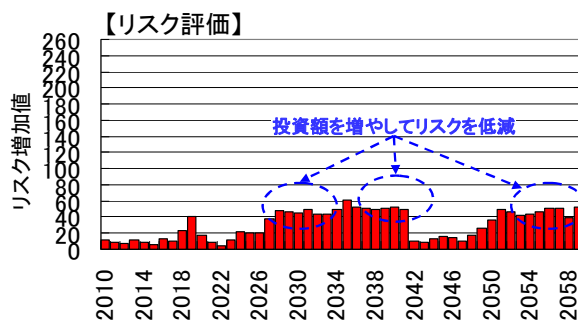


図 2-42 リスクの推移

第2編 スtockマネジメントの実施手法

第3章 処理場・ポンプ場施設 2 長期的な改築事業のシナリオ設定

2) 最適な改築シナリオの選定

シナリオは「改築投資の規模」や「2.3.1 リスクの設定」にて評価した「リスク」、「2.1.4 施設管理の目標設定」で掲げる「目標」との関係を踏まえ、地方公共団体の実情に応じて事業費の平準化を踏まえた最適な改築シナリオを選定する。なお、事業費の平準化にあたっては、他計画の実施時期・投資額を考慮することが望ましい。また、土木・建築施設と機械・電気設備を同時に改築することも、適宜検討することが望ましい。

表 2-19 シナリオの評価の例

シナリオ	評価視点①(投資額)				評価視点②(健全度)				評価視点③(リスク)				...	他計画に基づく機能向上の早期実現	...	評価
	投資額(単年度)		投資額(総額)		健全度割合		最低健全度		度合		変動					
1	不可能	×	不可能	×	良好	○	良好	○	良好	○	良好	○	...	—	...	×
2	可能	○	可能	○	悪い	×	悪い	×	悪い	×	悪い	×	...	—	...	×
3	可能	○	可能	○	問題ない	○	問題ない	○	やや悪い	△	やや悪い	△				△
4	可能	○	可能	○	問題ない	○	問題ない	○	問題ない	○	問題ない	○	...	—	...	○
...

なお、管理目標が達成できない場合は、シナリオまたは施設管理の目標設定の見直しを行う。

第3節 点検・調査計画の策定

2.3.3.1 基本方針の策定

基本方針は、長期的な視点から、以下の内容について検討する。

- (1) 頻度
- (2) 優先順位
- (3) 単位
- (4) 項目

【解説】

点検は、図 2-43～図 2-45 に示すように、日常的に巡回を実施し、運転状態の日常的傾向や異状の有無、経過時間等を確認し、異状がある場合は保守で対応する。

また、調査は槽内水抜きや設備の分解等を伴う場合があり、時間とコストが掛かることから、重要度が高く、劣化の兆候がわかる状態監視保全設備を対象に実施する。調査単位、調査項目・方法、調査時期等を取りまとめた計画を策定し、図 2-43 に示すように設定された調査時期、あるいは、点検で異状が確認され、保守で対応困難な場合に調査単位ごとに調査を行う。

【管理方法ごとの点検・調査のフローの基本的な考え方】

1) 状態監視保全設備

状態監視保全設備の点検・調査の実施フローの例を図 2-43 に示す。

状態監視保全設備の点検では、設備の異状の確認を行う。設備の異状、またはその異状の兆候を確認した場合、保守で対応が可能か判断し、対応可能な場合は保守を実施する。保守実施後、必要に応じて計画の見直しを図ることが望ましい。

また、調査は、維持・修繕・改築を判断する情報を得るために、計画で設定された時期のほか、保守で対応困難な異状やその兆候が確認された場合に行う。また、必要に応じて計画の見直しを図ることが望ましい。

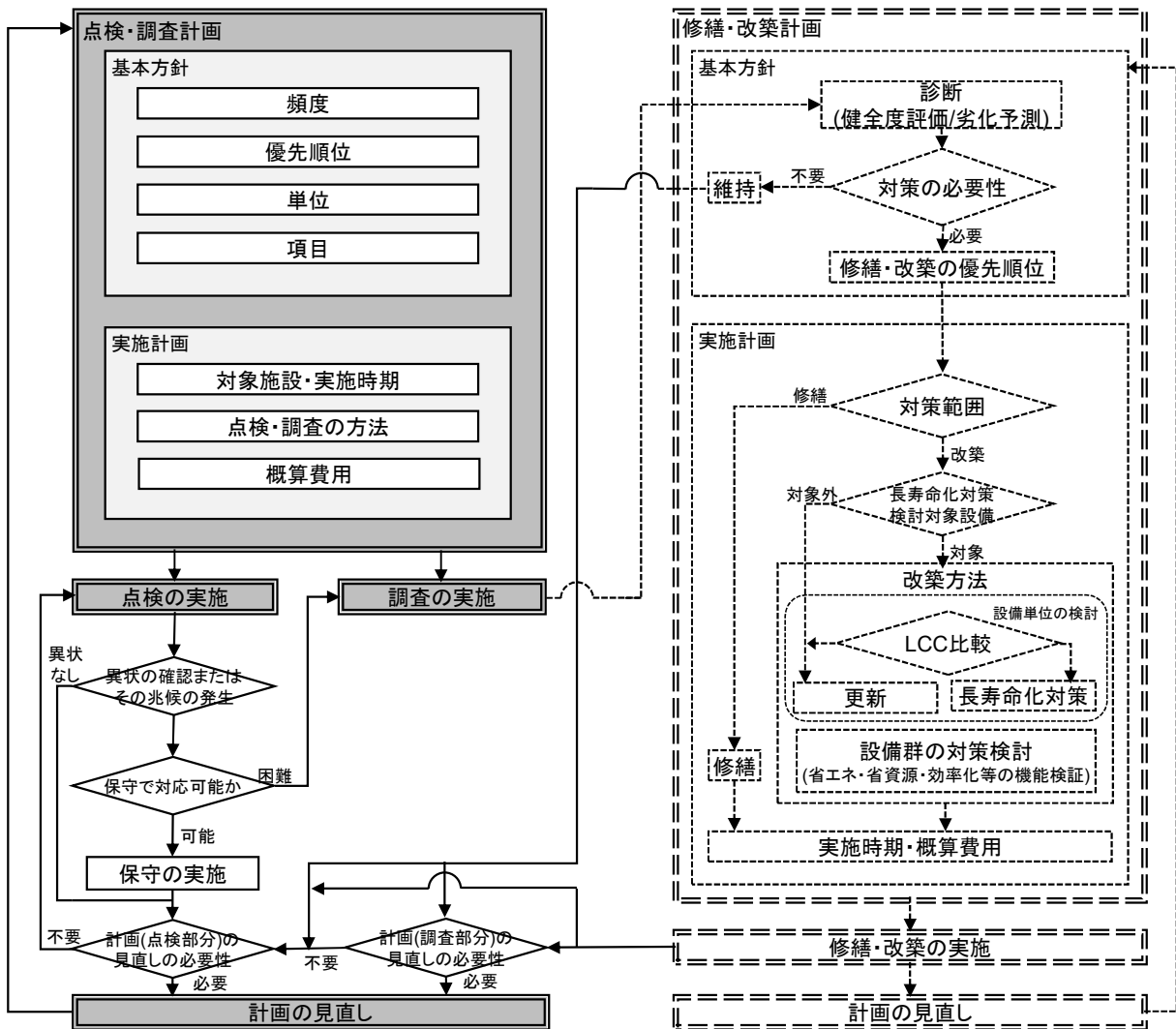


図 2-43 状態監視保全設備の点検・調査の実施フローの例

2) 時間計画保全設備

時間計画保全設備の点検の実施フローの例を図 2-44 に示す。

時間計画保全設備の点検では、設備の所定期間の経過の有無と、設備の異状、またはその異状の兆候の確認を行う。所定期間を経過していないものの、設備の異状等を確認した場合、保守で対応可能かを判断する。対応可能な場合は、保守を実施し、その後、必要に応じて計画の見直しを図ることが望ましい。

設備の所定期間を超過している場合、または、保守で対応困難な異状やその兆候が確認された場合は、対策の必要性を検討する。また、必要に応じて計画の見直しを図る。

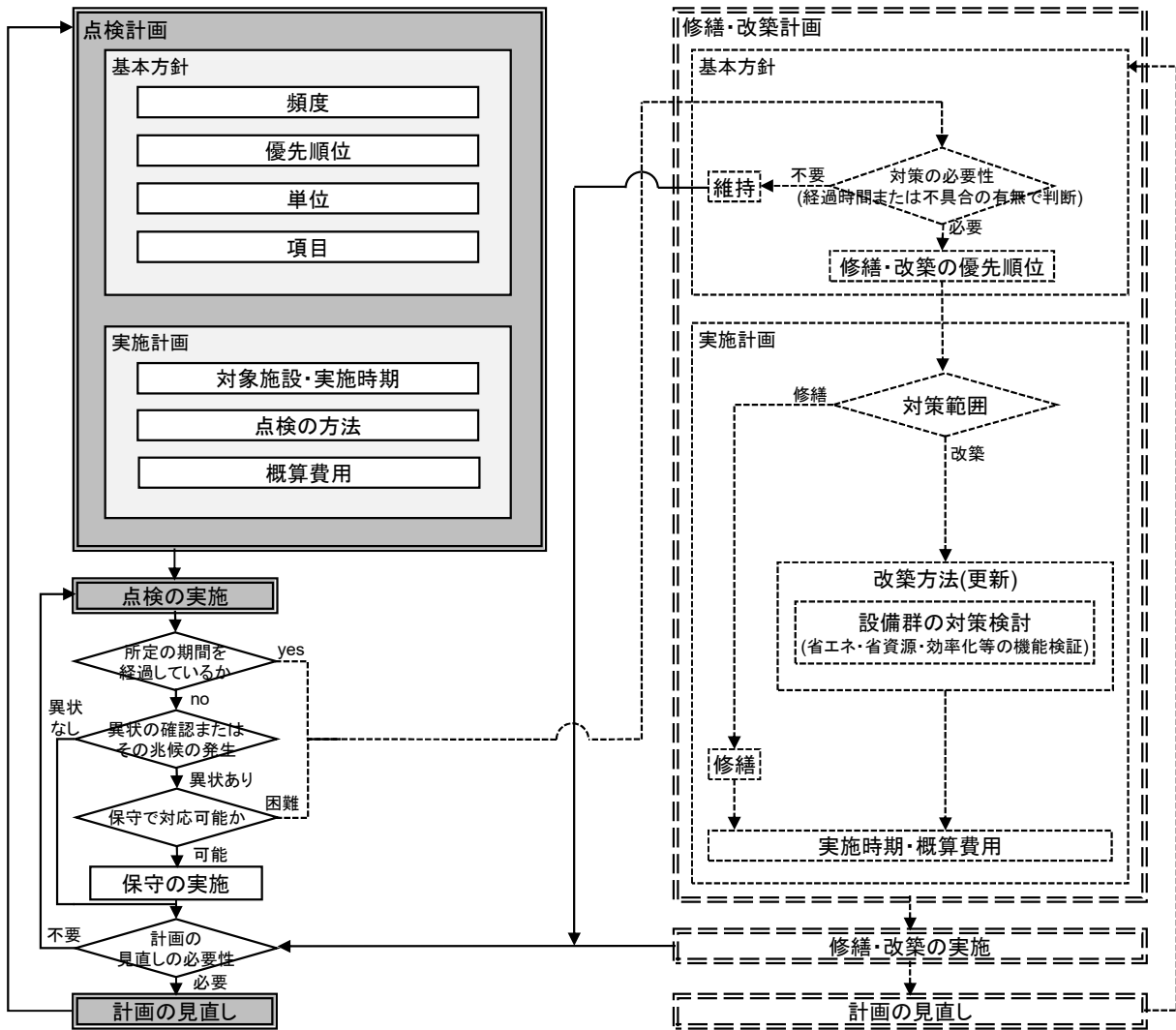


図 2-44 時間計画保全設備の点検の実施フローの例

3) 事後保全設備

事後保全設備の点検の実施フローの例を図 2-45 に示す。

事後保全設備の点検では、設備の異状、またはその異状の兆候の確認を行う。設備の異状等を確認した場合、保守で対応が可能か判断し、対応可能な場合は保守を実施する。保守実施後、必要に応じて計画の見直しを図ることが望ましい。

また、保守で対応困難な異状やその兆候が確認された場合は、優先順位を考慮の上、対策を行う。また、必要に応じて計画の見直しを図ることが望ましい。

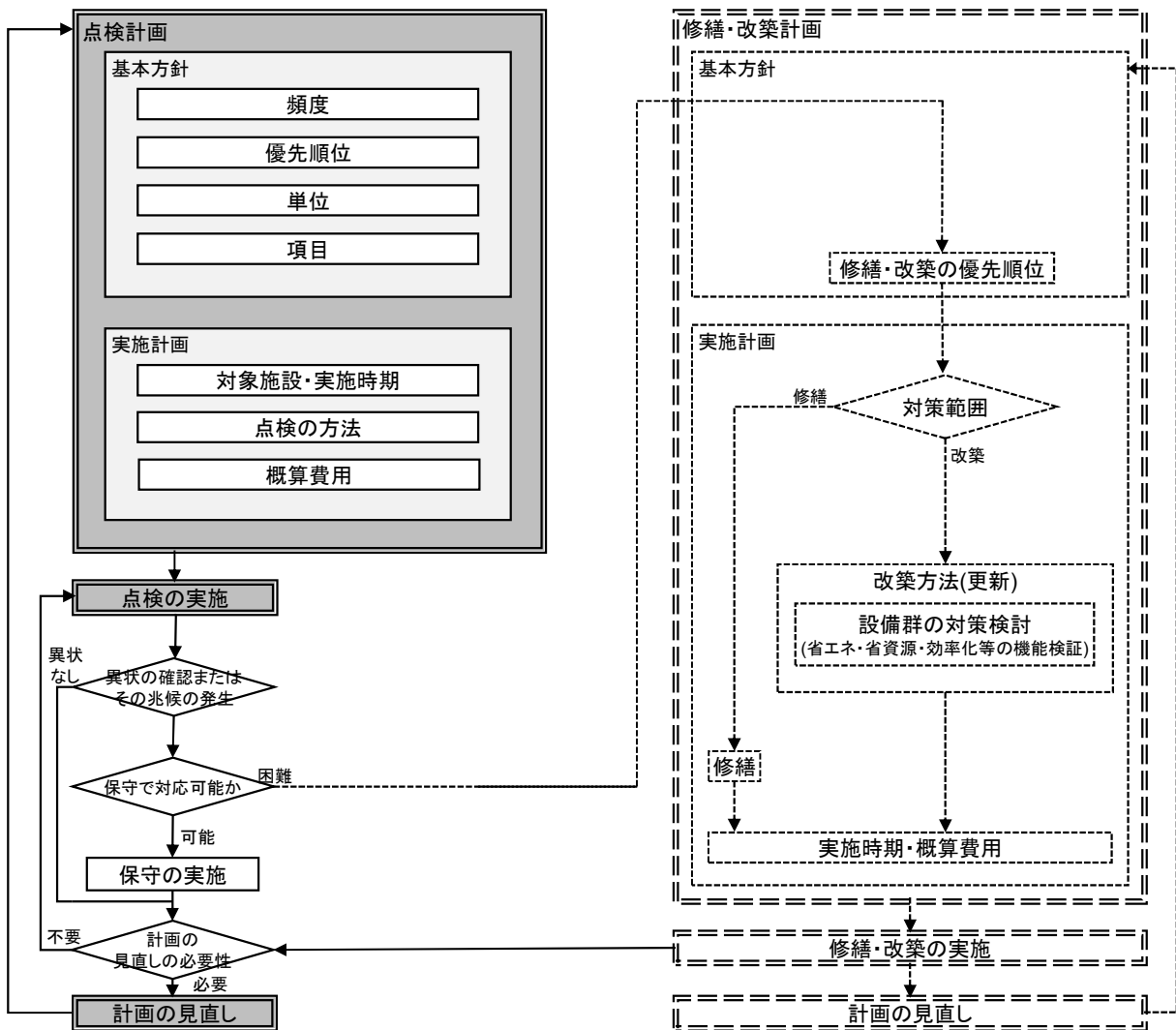


図 2-45 事後保全設備の点検の実施フローの例

(1) 頻度

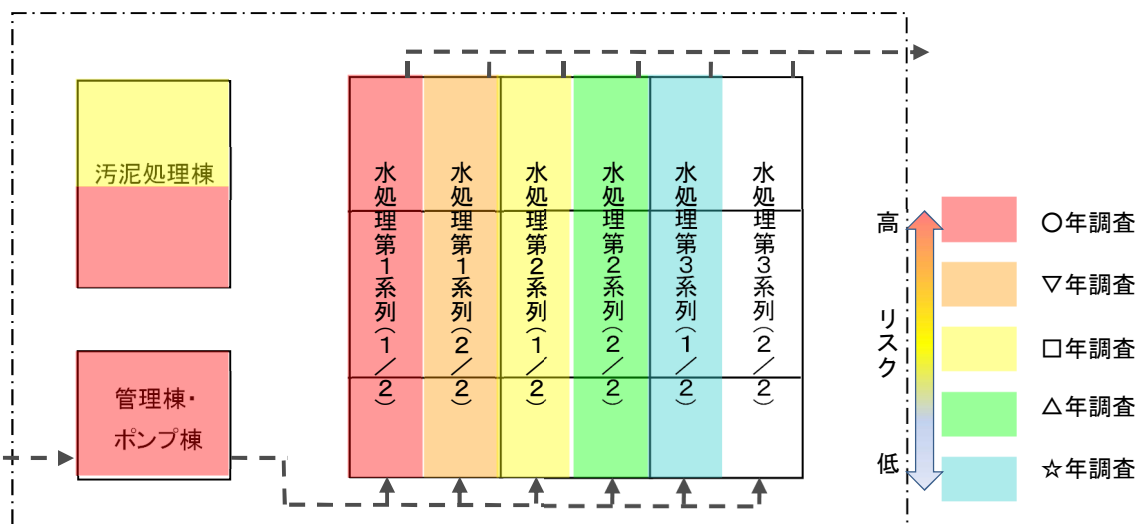
点検の頻度は、過去の点検項目・内容に準じた周期及び過去の管理記録やリスク評価等を参考に、適宜定めることが望ましい。また、調査は、点検で異状を発見してから実施する場合と定期的に実施する場合がある。定期的に実施する調査の頻度は、設備の特性のほか、リスク評価に基づく優先順位により設定する方法もある。

(2) 優先順位

優先順位は、リスク評価に基づいて定める方法が有効である。以下に処理場の優先順位を考慮した点検・調査のイメージを示す。

<実施時期の検討例（処理場の場合）>

- ・頻度：10年サイクルで調査/処理場全体
- ・実施時期の検討：目標（アウトプット）とリスク評価に基づき優先順位を設定し、優先順位の高い（リスクの大きな）順に、実施時期を定める。



※ライフサイクルの長い土木施設は、機械・電気設備の点検・調査または修繕・改築工事のための稼働停止・池の空水時に合わせて点検・調査する。

図 2-46 処理場・ポンプ場の点検・調査計画のイメージ^注の例

注：上記図は、状態（健全度）を把握するために行う、水抜き等の設備の稼働停止を伴う点検・調査のイメージであり、日常的な点検とは異なる。

(3) 単位

点検単位は、異状の有無の確認のため、設備単位とすることが有効である。

一方、調査単位は、設備単位または小分類未満の主要部品単位とすることが望ましい。主要部品単位で調査する設備としては、かき寄せ機、主ポンプ、送風機、焼却炉等、主要部品単位で状態を管理、取替えることにより、設備の長寿命化が図れ、ライフサイクルコストが安価になる可

第2編 スtockマネジメントの実施手法

第3章 処理場・ポンプ場施設 3 点検・調査計画の策定

能性がある設備が挙げられる。

(4) 項目

点検項目は、設備単位で異状の有無等を確認するために設定する項目である。

また、調査項目は、設備単位あるいは主要部品単位の劣化状態等を調査し、その健全度を評価するために設定する項目である。

調査項目については日常点検や月例点検等における点検項目やメーカーヒアリング、文献等を参考に設定することが有効である。表 2-20 に、調査項目の例を示す。

表 2-20 調査項目の例

	調査項目	劣化分類との関係
調 査 項 目	・振動	変形、破壊、摩耗
	・温度	変形、破壊、摩耗
	・摩耗	摩耗
	・異音	変形、破壊、摩耗
	・電流値	変形、破壊、摩耗
	・圧力	変形、破壊、摩耗
	・絶縁抵抗値	腐食
	・発錆、腐食	腐食
	・変形、亀裂、損傷	変形
	・漏れ	変形、破壊、摩耗
	・目詰まり	—
	・動作状態（単独、連携）	変形、破壊、摩耗、腐食
	・経過年数・運転時間 等	変形、破壊、摩耗、腐食

2.3.3.2 実施計画の策定

実施計画は、どの設備を、いつ、どのように、どの程度の費用をかけて、点検・調査を行うかを定めるものであり、以下の内容について検討する。

- (1) 対象施設・実施時期
- (2) 点検・調査の方法
- (3) 概算費用

【解説】

実施計画は、事業計画期間を勘案し、概ね5～7年程度において、どの施設を、いつ、どのように、どの程度の費用をかけて、点検・調査を行うかを検討する。

(1) 対象施設・実施時期

対象施設は、処理場・ポンプ場の全設備とする。

点検時期は、設備の特性や執行体制を踏まえて、定期的の実施するよう定めることが有効である。

調査時期は、予防保全による対策が検討できる時期とすることが望ましく、下図に示すようなリスク評価に応じて、調査時期を決定して、効率的・効果的に実施する。なお、リスク評価の方法については、「2.3.1 リスク評価」を参照されたい。

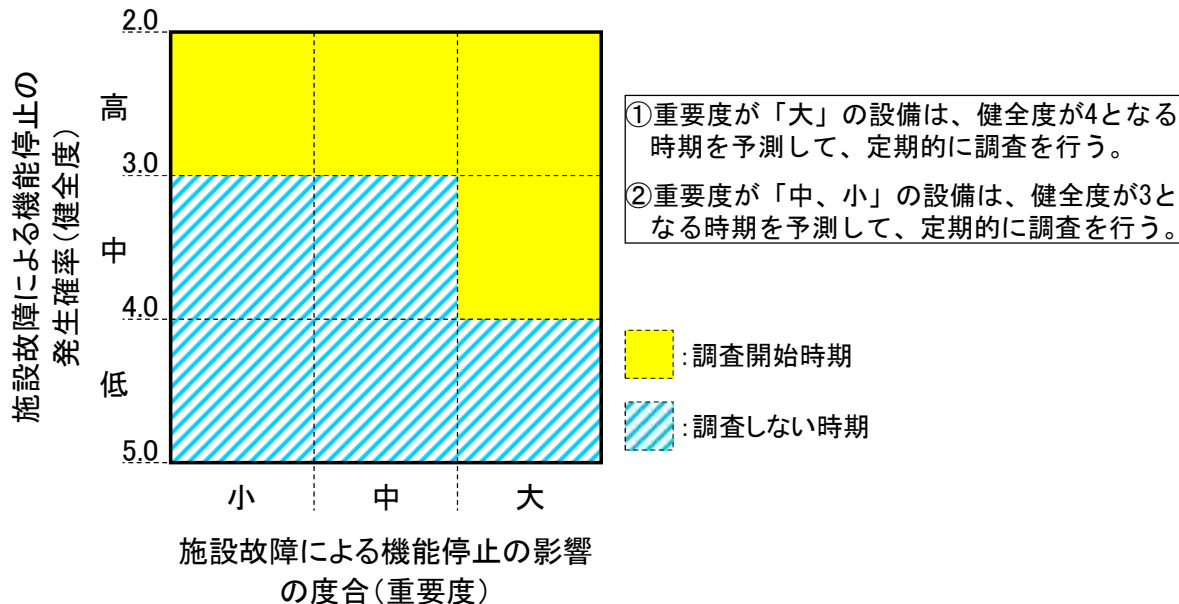


図 2-47 リスクマトリクスによる調査時期の設定の例

【重要度の大きい設備の場合の調査時期の設定の例】

①まず、初期段階に調査データがないため、主要部品の交換履歴情報やメーカーヒアリングから設定した主要部品の健全性が期待される使用年数を予測し、1回目の調査時期を設定する。

→図 2-48 の黒線で健全度が4になる時期が1回目の調査時期

②調査1回目の健全度評価結果を反映した劣化予測式を作成し、必要に応じて、2回目の調査時期を設定する。

→図 2-48 の青一点鎖線で健全度が3になる時期が2回目の調査時期

③調査1回目・2回目の健全度評価結果を反映した劣化予測式を作成し、健全度低下時期を予測する。

→図 2-48 の赤線で健全度が2になる時期が対策の検討時期

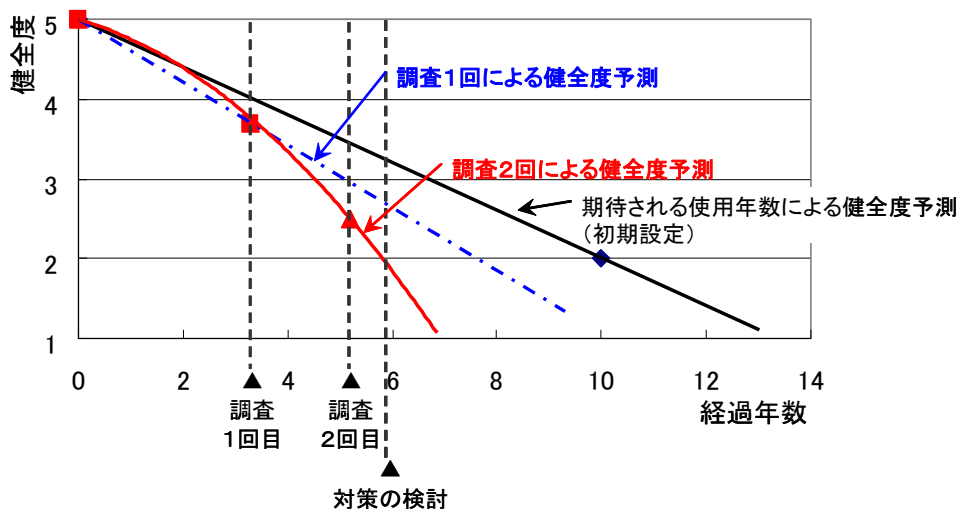


図 2-48 重要度が大きい設備の調査時期設定の例

(2) 点検・調査の方法

点検・調査方法は、点検・調査体制や各設備の調査単位及び構造等を考慮して選定することが望ましい。

点検は、五感、各種計器の指示値、簡易な工具・計測機器等を用いて行い、異状の有無を確認する。

調査方法には、視覚・聴覚・触覚等の五感による定性的な調査、測定装置を用いた定量的な調査、コア抜き等微破壊を実施する調査、設備の分解を伴う調査がある。調査方法の詳細は、「維持管理指針 (マネジメント編)」¹ P. 202～203 が参考になる。

以下に調査方法の設定例を示す。

【調査方法設定例】

- ・かき寄せ機:水抜きすることにより現場で主要部品の調査が可能なので、非破壊調査を行う。

第2編 スtockマネジメントの実施手法

第3章 処理場・ポンプ場施設 3 点検・調査計画の策定

- ・主ポンプ：外観からは主要部品の状況が分からないので、設備単位で非破壊調査を実施し、その状況により、必要に応じて分解調査を実施する。
- ・躯体：目視等の点検状況により、コア抜き等微破壊試験を実施し、コンクリートの圧縮強度、中性化の状況等の調査を行う。

(3) 概算費用

「(1) 対象施設・実施時期」及び「(2) 点検・調査の方法」の検討結果を踏まえ、事業計画期間を勘案し、概ね5～7年程度の概算費用を算出する。

第4節 点検・調査の実施

2.3.4 点検・調査の実施

点検・調査計画に基づき、点検・調査を実施する。点検・調査によって得られる情報を整理し、継続的に施設情報システム(データベース)に蓄積して活用することが望ましい。

検討事項は、次のとおりとする。

- (1) 点検・調査の実施
- (2) 点検・調査情報の蓄積

【解説】

(1) 点検・調査の実施

実施計画に基づき、点検・調査を実施する。

(2) 点検・調査情報の蓄積

点検・調査の実施によって得られた情報(業務名称、時期、箇所、実施者、費用、方法及び結果(図面・写真等を含む))は、施設管理の目標設定や、点検・調査計画及び修繕・改築計画の評価と見直しのために必要であるため、これらの情報を継続的に施設情報システムに蓄積して活用することが望ましい。

第5節 修繕・改築計画の策定

2.3.5.1 基本方針の策定

基本方針は、点検・調査結果に基づき、施設の劣化状況を把握し、長期的な改築事業のシナリオ設定を踏まえ、事業計画期間を勘案し、概ね5～7年程度における改築の優先順位を設定する。

- (1) 診断
- (2) 対策の必要性
- (3) 修繕・改築の優先順位

【解説】

修繕・改築計画では、調査結果に基づいて診断し、「2.1.1 Stockマネジメントの基本的な考え方と実施フロー」における「④ 長期的な改築事業のシナリオ設定」を踏まえて修繕・改築の優先順位を設定する。

ここでは、管理方法ごとの修繕・改築計画の実施フローの例を図2-49～図2-51に示す。

状態監視保全設備は、点検・調査結果を踏まえて診断を行い、対策の必要性を判断し、長期的な改築事業のシナリオ設定を踏まえ、概ね5～7年程度における修繕・改築の優先順位を設定する。

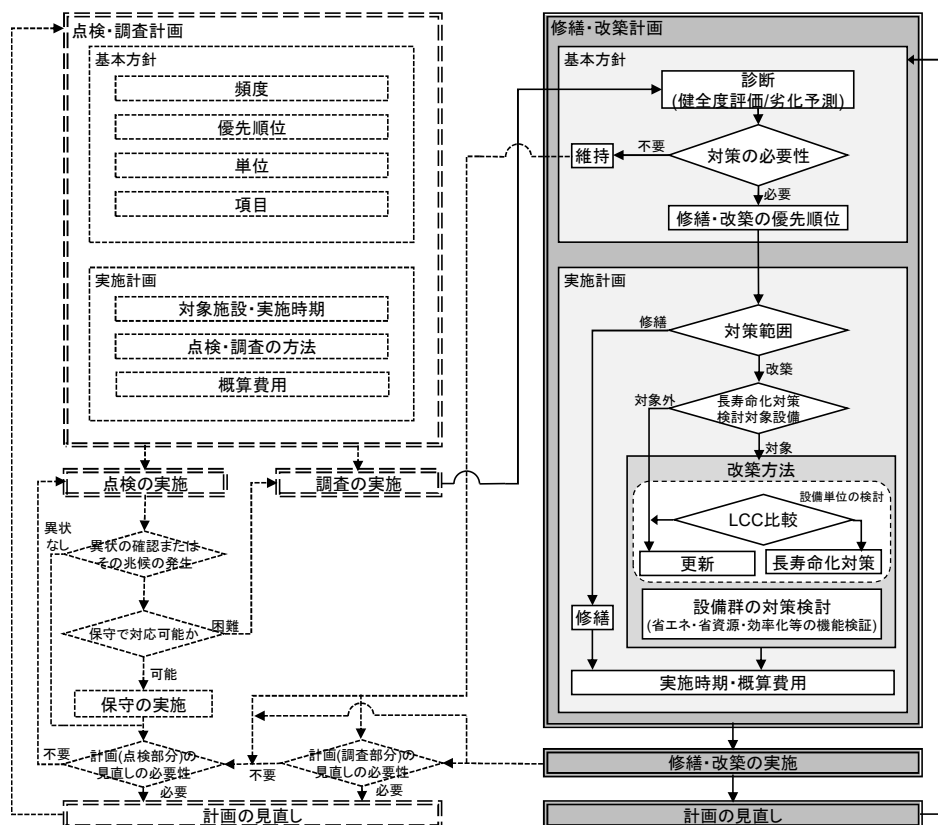


図 2-49 状態監視保全設備の修繕・改築の実施フローの例

時間計画保全設備は、診断は行わず、点検結果に基づき対策の必要性を判断し、長期的な改築事業のシナリオ設定を踏まえ、概ね5～7年程度における修繕・改築の優先順位を設定する。

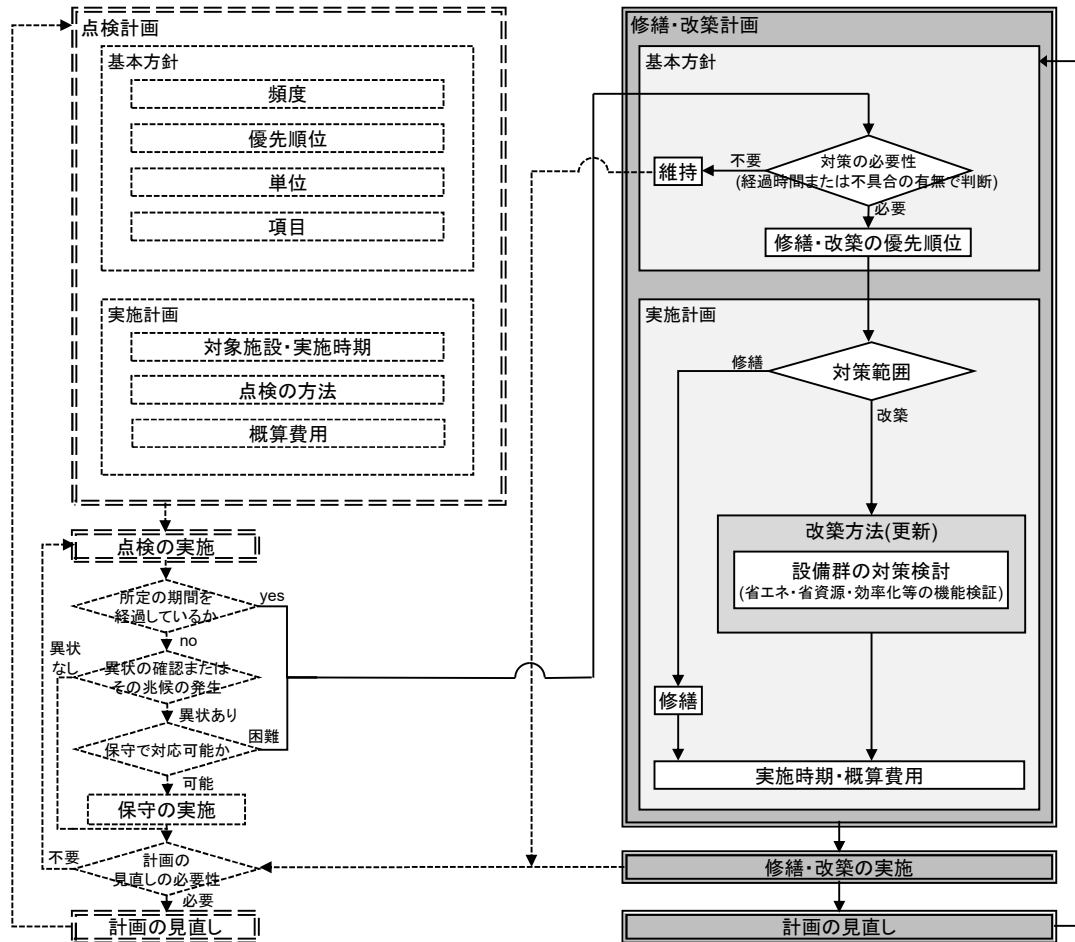


図 2-50 時間計画保全設備の修繕・改築の実施フローの例

事後保全設備は、診断は行わず、点検で対策の必要性を判断し、長期的な改築事業のシナリオ設定を踏まえ、概ね5～7年程度における修繕・改築の優先順位を設定する。

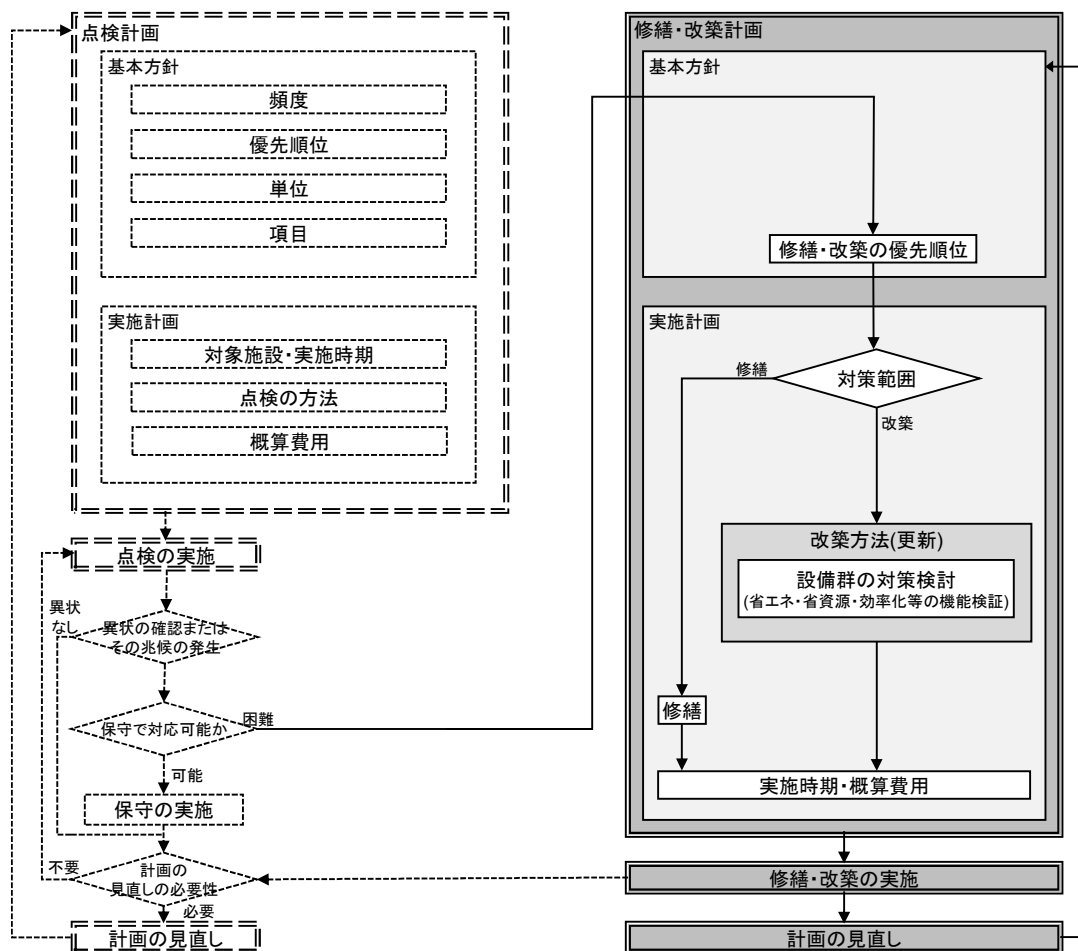


図 2-51 事後保全設備の修繕・改築の実施フローの例

第2編 スtockマネジメントの実施手法

第3章 処理場・ポンプ場施設 5 修繕・改築計画の策定

(1) 診断(状態監視保全対象設備)

(1)-1 判定基準の設定

状態監視保全設備の診断は、調査項目ごとに判定基準を設定し、五感や測定装置等による調査結果と判定基準との比較・検討を行うことにより、現在の健全度を評価することが有効である。

1) 健全度の設定

本ガイドラインでは、劣化状況を数値化し改築の必要性を判断するための指標として、健全度を使用する。

表 2-21 に設備単位の健全度の設定例を、表 2-22 に主要部品単位の健全度の設定例を示す。

表 2-21 設備単位の健全度の例

健全度	運転状態	措置方法
5 (5.0～ 4.1)	設置当初の状態、運転上、機能上問題ない。	措置は不要。
4 (4.0～ 3.1)	設備として安定運転ができ、機能上問題ないが、劣化の兆候が現れ始めた状態。	措置は不要。 消耗部品交換等。
3 (3.0～ 2.1)	設備として劣化が進行しているが、機能は確保できる状態。 機能回復が可能。	長寿命化対策や修繕により機能回復する。
2 (2.0～ 1.1)	設備として機能が発揮できない状態、または、いつ機能停止してもおかしくない状態等。 機能回復が困難。	精密調査や設備の更新等、大きな措置が必要。
1	動かない。 機能停止。	ただちに設備更新が必要。

表 2-22 主要部品単位の健全度の例

健全度	運転状態	措置方法
5 (5.0～ 4.1)	部品として設置当初の状態、運転上、機能上問題ない。	措置は不要。
4 (4.0～ 3.1)	部品の機能上問題ないが、劣化の兆候が現れ始めた状態。	措置は不要。 要観察。
3 (3.0～ 2.1)	部品として劣化が進行しているが、部品の機能は確保できる状態。 機能回復が可能。	修繕により機能回復する。
2 (2.0～ 1.1)	部品として機能が発揮できない状態で、設備としての機能への影響がでている。 または、いつ機能停止してもおかしくない状態等。 機能回復が困難。	交換が必要。
1	著しい劣化。 設備の機能停止。	ただちに交換が必要。

2) 判断基準の設定

健全度の評価にあたっては、その方法や基準を明確にし、判定者による評価に差異が生じないようにすることが望ましい。

また、判定基準は、同種の対象物であっても、能力、材質、形式、環境等により異なる場合があるため、個別の調査項目ごとに、判定基準を設定することが有効である。

① 目視調査の例

目視等の感覚による調査（設備対象）は、劣化の度合と範囲を総合的に判断し、表 2-23 に示すように主観的・定性的な評価を数値化する。

表 2-23 目視等による判定基準の例（設備対象）

健全度	運転状態
5	問題なし
4	劣化の度合・範囲が小さい (劣化の兆候はあるが、機能上の問題はない)
3	劣化の度合・範囲が中程度 (劣化進行しているが、設備機能は確保可)
2	劣化の度合・範囲が大きい (劣化が進行し、設備機能の発揮が困難な状態またはいつ機能が停止してもおかしくない状態)
1	著しく劣化しており、機能停止

② 測定装置による調査例

測定装置による調査は、主観的要素を排除して定量的に評価することが可能であり、振動診断等がある。

【振動測定の例】

主ポンプ、送風機等の回転機械に対し振動を測定・解析し、異状の有無や劣化状況を診断する。

振動診断方法の一つとして絶対値判定法がある。本方法は、JIS B0906、ISO 10816-1（図 2-52 参照）で示される速度等の絶対的基準値と比較して判定するものである。

振動速度のrms値 (mm/s)	Class1	Class2	Class3	Class4
0.71mm/s	A	A	A	A
1.12mm/s	B			
1.8mm/s	C	B	B	B
2.8mm/s		C		
4.5mm/s	D	D	C	C
7.1mm/s			D	D
11.2mm/s			D	D
18mm/s				

Class 1	全体の構成要素の一部として組み込まれたエンジンや機械(15kW以下の汎用電動機等)
Class 2	特別な基礎を持たない中型機械(15kW~75kWの電動機等)、及び堅固な基礎に据え付けられたエンジン又は機械(300kW以下)
Class 3	大型原動機又は、大型回転機で剛基礎上に据え付けられたもの
Class 4	大型原動機又は、大型回転機で比較的柔らかい剛性をもつ基礎上に据え付けられたもの(出力10MW以上のターボ発電機セット及びガスタービン等)
ゾーンA	新設された機械の振動値が含まれるゾーン(→ 優)
ゾーンB	何の制限もなく長期運転が可能ゾーン(→ 良)
ゾーンC	長期の連続運転は期待できないゾーン(→ 可)
ゾーンD	損傷を起こすのに十分なほど厳しいゾーン(→ 不可)

図 2-52 絶対値振動データ判定基準 (JIS B 0906, ISO 10816-1 規格)

一例として、対象設備の振動診断を実施し、表 2-24 に示すような判定基準を設定し、設備の劣化状況を判断する方法が考えられる。

表 2-24 振動診断(絶対値判定法)による判定基準の例(設備対象)

健全度	運転状態
5	振動速度が「良い (A)」状態
4	振動速度が「やや良い (B)」状態
3	振動速度が「やや悪い (C)」状態
2	振動速度が「悪い (D)」状態

③ 判定基準を用いた具体の判定事例

設備の健全度評価は、表 2-23、表 2-24 に示す目視や測定装置等による判定基準に基づき行うことが望ましい。

設備単位の健全度評価を行う場合には、目視等の調査による設備の現在の状態から、設備単位で設定した判定基準を基に劣化状況を総合的に評価し、健全度を算出する(表 2-25)。次に、得られた健全度から措置方法を決定する(表 2-21)。

主要部品単位の健全度評価を行う場合には、分解調査等による主要部品の現在の状態から、主要部品ごとに設定した判定基準を基に判定する。その後、判定結果を用いて、主要部品単位における劣化状況を総合的に評価し、健全度を算出する(表 2-26、表 2-27)。次に、得られた健全度から措置方法を決定する(表 2-22)。

第2編 スtockマネジメントの実施手法

第3章 処理場・ポンプ場施設 5 修繕・改築計画の策定

表 2-25 健全度評価の判定結果の例（調査単位：設備） 【ポンプ本体】

調査対象	調査判定項目	判定内容	判定結果	健全度
設備全体	発錆・腐食	錆、腐食の状況・範囲を確認する(外観調査)	4	3
	変形、亀裂、損傷	変形、亀裂、損傷の状況・範囲を確認する(外観調査)	3	
	振動・異音	振動・異音の大きさ等を確認する	2	
	がたつき	がたつきの状況を確認する	4	
	運転時間	過去の履歴等より、劣化の進行に影響を及ぼす運転時間等を確認する	2	
調査判定区分	5:問題なし。 4:機能上の問題はないが、劣化の兆候あり。 3:劣化進行しているが、機能は確保可。 2:機能発揮困難。又はいつ機能停止してもおかしくない状態。 1:運転できない。機能停止。			

表 2-26 健全度評価の判定結果の例（調査単位：主要部品） 【汚泥かき寄せ機】

調査対象	調査判定項目	判定内容	判定結果	健全度
本体チェーン	伸び	以下のような状態が生じ、機能低下に至る状況にあるもの。 ・チェーンが伸びて弛み、スプロケットとの噛み合い不良や、チェーンの引きずりが生じている（一般的には例えば伸び2%以上など） ・磨耗（一般的には例えばプレートの磨耗が新品の1/3以上など）により、円滑な動力の伝動に支障が出ている場合や、チェーンのプレートに傷や変形が生じるようになった状態 ・チェーンの硬直化、ピンの回転に関する変形が見られる状況 等	3	3
	摩耗状況		4	
本体スプロケット	摩耗状況	以下のような状態が生じ、機能低下に至る状況にあるもの。 ・不規則な磨耗により、チェーン離れが悪化し、振動が起きたり、噛み合いに不具合が発生（一般的には、例えば最大摩耗箇所が8~10mmに達したときなど）	4	4
軸	摩耗状況	以下のような状態が生じ、機能低下に至る状況にあるもの。 ・再塗装などでも回復不能な程度の腐食・発錆による減肉作用を受けている又は、変形するなどにより、偏心している	3	3
軸受	摩耗状況	以下のような状態が生じ、機能低下に至る状況にあるもの。 ・適切な給油脂を行っても、異音・発熱・異常振動が起こる場合や、給油脂分析により取替え以外の対応が無いと判断される場合	4	4
フライト	稼働状況	以下のような状態が生じ、機能低下に至る状況にあるもの。 フライトに著しい割れやバンドの欠損があり、機能低下を生じさせる状況にある。	2	2
	損傷		3	
駆動用チェーン	伸び	以下のような状態が生じ、機能低下に至る状況にあるもの。 ・チェーンが伸びて弛み、スプロケットとの噛み合い不良や、チェーンの引きずりが生じている（一般的には例えば伸び1.5%以上など） ・磨耗により、円滑な動力の伝動に支障が出ている場合や、チェーンのプレートやローラーに傷や変形が生じるようになった状態 ・チェーンの硬直化、ピンの回転に関する変形が見られる状況 等	3	2
	摩耗状況		2	
駆動用スプロケット	摩耗状況	以下のような状態が生じ、機能低下に至る状況にあるもの。 ・刃先が一樣に磨耗し丸くなっている、あるいは、尖るなどの状態となっている ・当たり部分やローラの磨耗により、チェーン離れが悪化した状態となっている	4	4
電動機	稼働状況	以下のような状態が生じ、機能低下に至る状況にあるもの。 ・異常な音・発熱・振動・騒音があり、修正調整が出来ない状態	4	4
減速機	稼働状況	以下のような状態が生じ、機能低下に至る状況にあるもの。 ・異常な音・発熱・振動・騒音があり、修正調整が出来ない状態	3	3
調査判定区分	5：問題なし。 4：劣化の兆候はあるが、機能上の問題はない。（劣化の度合・範囲→小） 3：劣化進行しているが、設備機能は確保可。（劣化の度合・範囲→中） 2：劣化が進行し、設備機能発揮困難で修繕では回復困難。（劣化の度合・範囲→大） 1：著しく劣化しており、機能停止。			

表 2-27 健全度評価の判定結果の例（調査単位：主要部品） 【直流電源盤】

調査対象	調査判定項目	判定内容	判定結果	健全度
バッテリー	損傷	以下のような状態が生じ、機能低下に至る状況にあるもの。 ・バッテリー本体に損傷が生じており、絶縁抵抗が異常値を示す状態。 ・液漏れが確認され、修正調整ができない状態。	3	3
	液漏れ		4	
負荷電圧保障装置	稼働状況	以下のような状態が生じ、機能低下に至る状況にあるもの。 ・異常な音、発熱があり、修正調整ができない状態。	4	4
配線部	ゆるみ・変色	以下のような状態が生じ、機能低下に至る状況にあるもの。 ・配線部が伸びて緩みや、接続部の酸化劣化による変色が確認される状態。	3	3
冷却ファン	稼働状況	以下のような状態が生じ、機能低下に至る状況にあるもの。 ・異常な音、発熱があり、修正調整ができない状態。	2	2

表 2-25、表 2-26、表 2-27 は評価例であるため、各地方公共団体の状況に応じて実際の点検・調査情報等を考慮し、各設備の健全度評価方法を定める必要がある。

主な設備に関する主要部品の判定項目の例は、付録IXを参照にされたい。

(1)-2 劣化予測

対象設備の調査結果に基づき、判定基準による診断を行うことにより、現在の健全度を評価する。また、現在の健全度情報等から、劣化予測を行う。

劣化予測にあたっては、最適な改築時期を把握するために健全度データを蓄積し、健全度の近似曲線等を作成することで、劣化予測の精度を高めることが有効である。

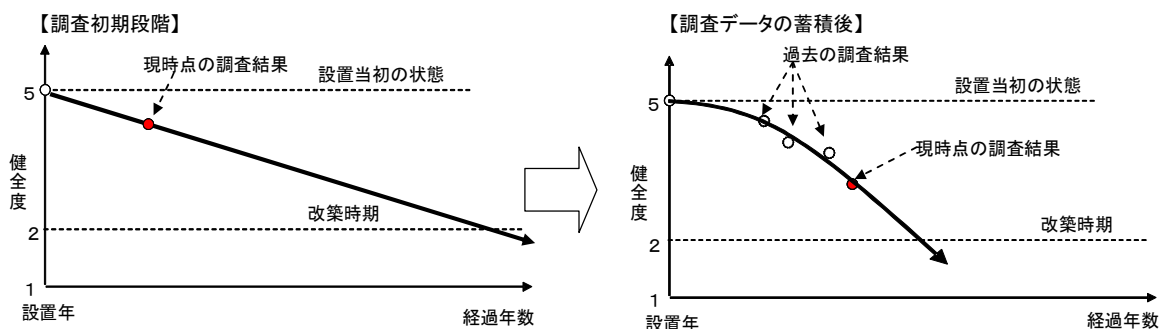


図 2-53 劣化予測の例

(2) 対策の必要性

診断結果もしくは点検結果に基づき、対策の必要性を検討する。以下に管理方法別に対策の必要性の検討について記述する。

① 状態監視保全設備

状態監視保全設備は、診断結果(健全度評価及び劣化予測)により対策の必要性を判断する。

② 時間計画保全設備

時間計画保全設備は、設備の目標耐用年数を設定し、経過年数と比較を行い対策の必要性を判断する。目標耐用年数の設定方法は、過去の実績や他都市事例及びメーカーヒアリング等を参考に設定する。

また、目標耐用年数に到達しない設備においても、点検により異状の確認またはその兆候(機能低下等)を確認し対策の必要性を判断する。

なお、特に電気設備においては、機械設備と一体的に改築することが明らかに有利となる場合は、対策の必要性を調整することが有効な場合がある。

※ 事後保全設備は、異状やその兆候(機能低下等)を確認し、保守で対応が困難な場合に対策を検討する。

(3) 修繕・改築の優先順位

他計画を考慮して、修繕・改築に関する優先順位を検討することが有効である。

また、処理場・ポンプ場設備の優先順位の設定にあたり、設備群^{ix}としてまとめた修繕・改築を実施した方が効率的な場合には、設備群単位で優先順位を調整することが望ましい。

他計画を考慮して、修繕・改築の優先順位を設定した例を図 2-54 に示す。ケース1は、他計画と修繕・改築との整合が図られていない例である。一方、ケース2では、修繕・改築の実施時期と他計画とを調整し、優先順位を設定している例を示しており、このような調整により工事の重複や手戻りを未然に防ぐことが可能となり、効率的な修繕・改築事業を実施することができる。

また、設備群・改築単位を考慮し、優先順位を設定した例を図 2-55 に示す。設備群単位で改築が想定される設備(例：汚泥脱水機設備)においては、効率的な修繕・改築のため、設備群を構成する各設備の優先順位を調整することが望ましい。

^{ix}設備群：除塵設備、除砂設備、汚泥脱水設備等、まとめた処理機能を発揮するために必要な設備の集合体(電気設備等も含む)。

【ケース1】修繕改築事業が他計画と未調整

		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
修繕・改築事業	A設備(沈砂池設備)	○	○			
	B設備(水処理設備)		○	○		
	C設備(汚泥処理設備)				○	○
他計画	耐震工事(沈砂池棟)			○	○	
	高度処理化(水処理棟)				○	○
	耐震工事(汚泥処理棟)	○	○			



【ケース2】修繕改築事業が他計画と施工時期を調整

		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
修繕・改築事業	A設備(沈砂池設備)	○	○	○	○	
	B設備(水処理設備)		○	○		
	C設備(汚泥処理設備)	○	○		○	○
他計画	耐震工事(沈砂池棟)			○	○	
	高度処理化(水処理棟)		○	○	○	○
	耐震工事(汚泥処理棟)	○	○			

先送り (Callout box pointing to A equipment in Year 3)

前倒し (Callout box pointing to C equipment in Year 5)

前倒し (Callout box pointing to C equipment in Year 4)

図 2-54 優先順位の設定例(他計画と調整)

		1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
汚泥脱水設備	脱水機本体	○				
	No1薬品注入ポンプ	○	←○			
	No2薬品注入ポンプ	○	←←		○	
	...	○	←←	○		

前倒し (Callout box pointing to No1 pump in Year 2)

図 2-55 優先順位の設定例(設備群・改築単位を考慮)

2.3.5.2 実施計画の策定

実施計画は、どの施設を、いつ、どのように、どの程度の費用をかけて、修繕・改築を行うかを検討する。

- (1) 対策範囲
- (2) 長寿命化対策検討対象設備
- (3) 改築方法
- (4) 実施時期・概算費用

【解説】

(1) 対策範囲

基本方針で、対策が必要と位置づけた設備について、修繕か改築かを判定する。

対策の必要性において、「修繕」と判定した設備においても、他計画・設備群を考慮した効率的な改築方法の検討を行った結果、「改築」と位置づけることもある。

図 2-56 に示す修繕、改築の判定例では、対策の必要性において、脱水機本体を改築としたものの、薬品注入ポンプ等の補機類を修繕としたため、汚泥脱水設備としての効率的な改築方法の検討が困難となる。そのため、補機類を改築とした例である。

なお、修繕か改築かの判定結果に加え、設備の重要度や最適な改築シナリオの事業費等を考慮して、5～7年の対策範囲を設定することが有効である。

項目		診断結果による対策の必要性		他計画または設備群との調整	
		修繕	改築	修繕	改築
汚泥脱水設備 (設備群)	脱水機本体		○		○
	No1薬品注入ポンプ	○			○
	No2薬品注入ポンプ	○			○
	...		○		○

図 2-56 修繕、改築の判定例

(2) 長寿命化対策検討対象設備

長寿命化対策検討対象設備とは、更新か長寿命化対策かをライフサイクルコストの比較によって検討する設備である。

状態監視保全設備は、基本的に、長寿命化対策検討対象設備とすることが望ましい。ただし、設置からの年数が著しく経過し明らかに状態が悪く機能回復が困難な場合、主要部品の入手が困難な場合、陳腐化や旧式化等によりこれ以上長寿命化を図っても著しく非効率である場合には、更新対象設備とすることも考えられる。

時間計画保全及び事後保全設備は、基本的に、更新対象設備であるが、時間計画保全の設備であっても、長寿命化対策により耐用年数が延伸でき、ライフサイクルコストが安価になる可能性がある場合は長寿命化対策検討設備とすることが考えられる。

(3) 改築方法

対策が必要とされた長寿命化対策検討対象設備は、ライフサイクルコストの比較を行い、更新あるいは長寿命化対策を選定する。その際、省エネルギー、省資源化、効率化等を踏まえた対策検討を行うことも有効である。

【設備単位の対策検討】

対策が必要とされた長寿命化対策検討対象設備は、更新あるいは長寿命化対策について、それぞれの対策により期待される使用年数を考慮し、ライフサイクルコスト比較を行う。長寿命化対策の対象とする部品の範囲については、主要部品の健全度のみならず、対象設備の機能を維持するために必要となる一体的な範囲を考慮し決定することが望ましい。

ライフサイクルコスト比較は、下記に示すように、基本的に、主要部品単位で劣化予測を行う方法（算定例1）の他、データの蓄積状況等に応じて合理的な範囲で比較手法（算定例2～4）を検討することもできる。

- 1) 主要部品単位で劣化予測を行い、対策範囲及び対策により期待される使用年数を設定する方法（算定例1参照）。
- 2) 調査人員や機材等の技術的な要因により設備単位での調査を行った場合において、当該設備や同種類・同環境の設備の部品交換履歴等を参考に、対策範囲や対策により期待される使用年数を設定する方法（算定例2参照）。
- 3) 点検履歴、調査履歴、主要部品の取替履歴等が蓄積された場合に、その情報から部品ごとの期待される使用年数を分析し、ライフサイクルコストが最小となる更新時期を設定する方法（算定例3参照）。
- 4) 現在稼動している設備から高効率の設備への更新を考慮する場合や、全体計画及び事業計画で定める計画流入水量の減少による設備の能力変更（能力減少）を考慮する場合等において、消耗品費だけでなく、運転管理費を考慮して、ライフサイクルコストの比較を行う方法

(算定例4参照)。

【設備群の対策検討】

機械・電気設備が一般的に技術開発の著しい分野であることを踏まえ、個々の設備の対策検討に加え、省エネルギー、省資源化、効率化等、求められる機能等を勘案し、設備群として総合的な検討を行うことが望ましい。

その際、設備単位の対策との整合性を図り、必要に応じて設備単位の対策の見直しを行う場合もある。

特に、電気設備については、目標耐用年数到達前に、関連する機械設備の更新に伴い一体的に更新が必要な場合や、逆に目標耐用年数に到達しても機械設備を更新せず電気設備単独の更新の必要性が低い場合は、更新を見送ることも考えられるため、関連設備の改築計画と調整を図る必要がある。設備群の検討例を図2-57に示す。

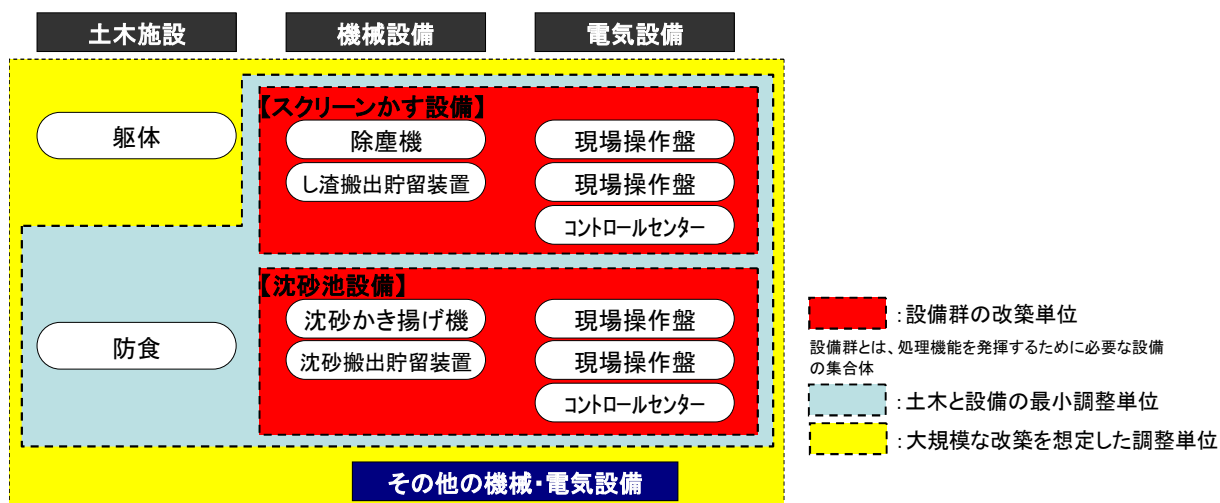


図 2-57 設備群の検討例

【対策の検討及びコスト改善額の算定例：算定例1】

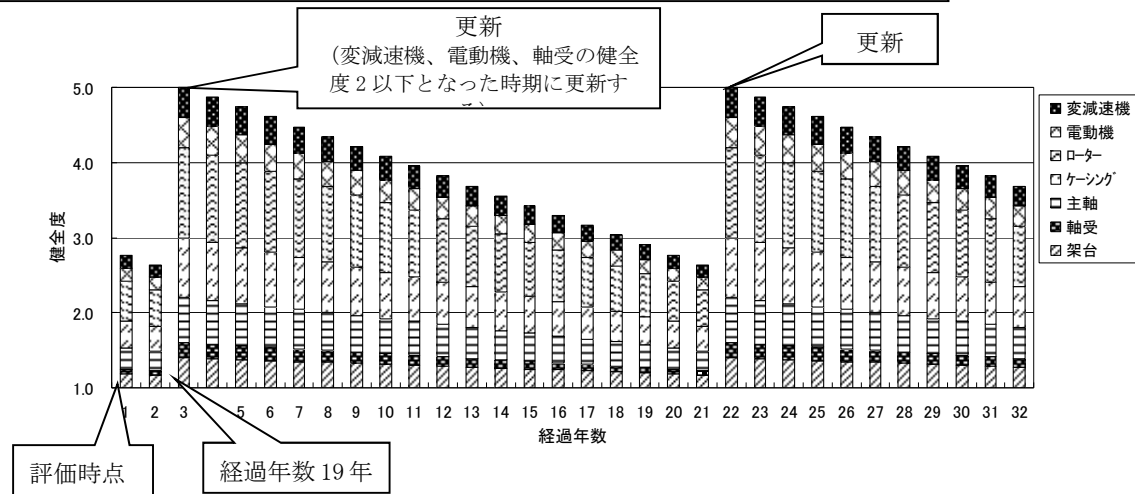
本算定例は、主要部品の劣化予測をもとに、対策範囲及び対策により期待される使用年数を設定して、コスト改善額の算出を行う例である。

対策範囲及び対策により期待される使用年数の設定は、図 2-58 に示すように、劣化予測により設定する。図 2-58 の上図は、対象設備の各主要部品のうち、どれか1つの健全度が2以下になった時点で更新を行う例である。下図は、対象設備の各主要部品について、部品交換を行うことで長寿命化を行い、設備単位の更新が必要な時期[※]を想定し更新を行う例である。

費用の比較結果を図 2-58 に、費用比較のイメージを図 2-59 に示す。

シナリオ1：更新シナリオ

(各主要部品のうち、どれか1つの健全度が2以下になった時点で更新)



シナリオ2：長寿命化シナリオ

(各主要部品のうち、どれか1つの健全度が2以下になった時点で部品交換を行って健全度を回復させ、設備の根幹を構成する部品(根幹部品)の健全度が2以下となる時期に更新する)
(根幹部品：主要部品のうち、その部品単独では交換することができない部品)

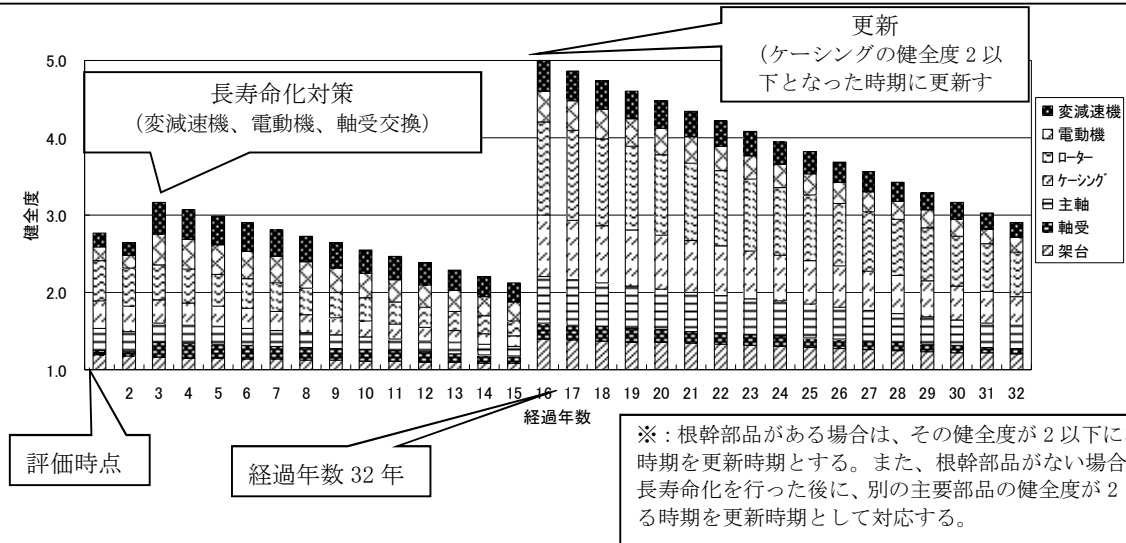


図 2-58 劣化予測による対策範囲、評価期間設定の例

表 2-28 費用の比較

項目		シナリオ1 (更新シナリオ)	シナリオ2 (長寿命化シナリオ)	備考
使用年数 (年)	①	19	32	
消耗品取替 年平均費用 (千円/年)	②	400	400	
長寿命化費用 (千円)	③	—	8,000	健全度2以下の 部品交換
更新費用 (千円)	④	22,000	22,000	
累積費用 (千円)	⑤=①×② +③+④	29,600	42,800	
年価 (千円)	⑥= ⑤/①	1,560	1,340	(端数四捨五入)

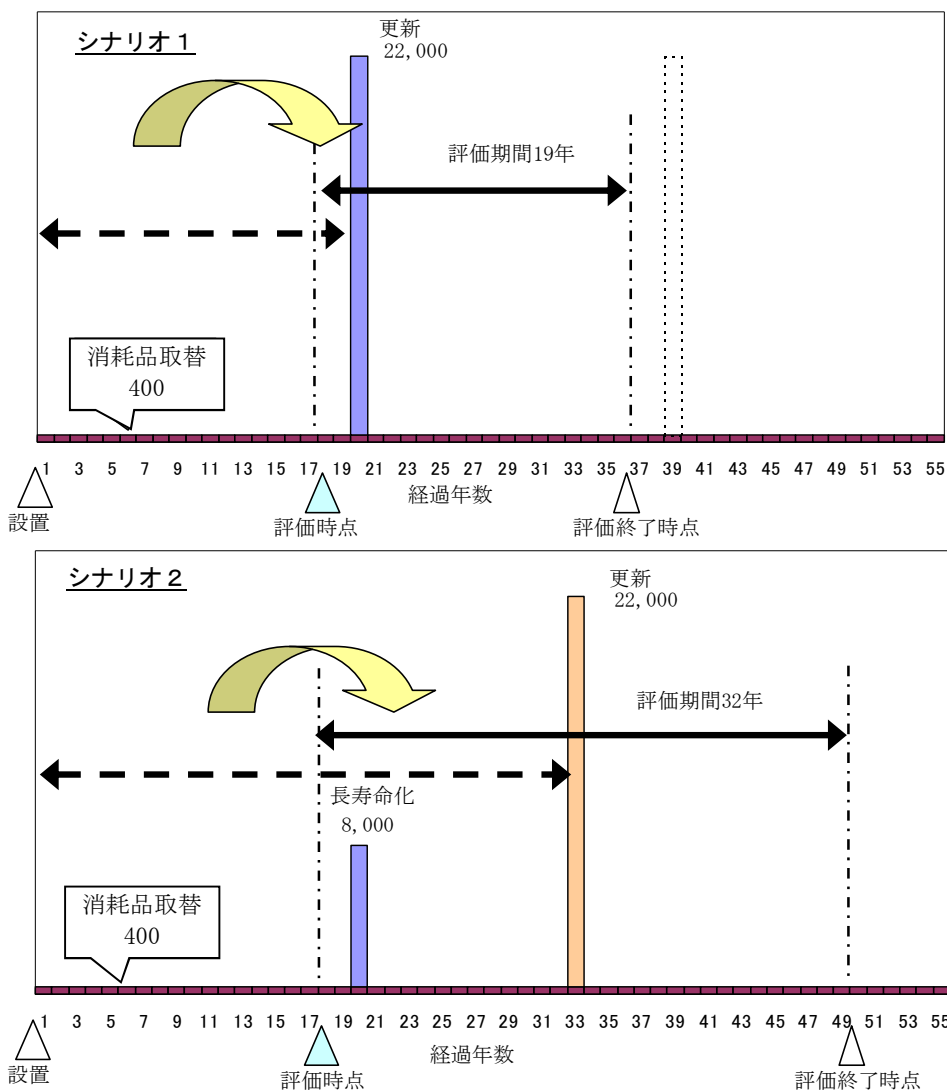


図 2-59 費用比較のイメージ

表 2-28 に示すように、シナリオ1の年価に対し、シナリオ2の年価の方が安価となるため、長寿命化対策を行う。

○長寿命化対策によるライフサイクルコスト改善額の算定

- 毎年度の改善額：1,560-1,340=220 千円/年
- 社会的割引率 4%で割り戻したライフサイクルコスト改善額
 $220 + 220/(1.04)^1 + \dots + 220/(1.04)^{31} \approx 4,000$ 千円

【対策の検討及びコスト改善額の算定例：算定例2】

長寿命化検討対象設備は基本的に主要部品単位の調査が必要となるが、本算定例は、調査人員や機材等の技術的な要因により設備単位での調査を行った場合において、当該設備や同種類・同環境の設備の部品交換履歴等を参考に、対策範囲や対策により期待される使用年数を設定する例である。

(1) 設備単位の健全度評価方法

設備単位の健全度評価にあたっては、図 2-60 に示すように、機能面、物理診断の確認を行う。

なお、調査では分解が不可能であっても、改築の際は分解ならびに主要部品単位の交換が可能であることを考慮し、調査時点において設備単位の診断結果で問題が確認された場合には、更新か長寿命化対策かの検討を行う。

① 機能面の診断

機能面の評価基準は、設備の能力低下等を確認し、問題がある場合は改築の必要性を判断する。

② 物理診断

物理診断では、設備の腐食、破損、振動・異音、がたつき、運転時間等を確認する。

物理診断は、現地確認、日常点検結果の確認（運転時間等）、維持管理者へのヒアリング、振動診断の実施等により、劣化状態を把握する。

物理診断により、異状が測定された場合には、長寿命化対策として交換する主要部品を特定する必要があり、過去の交換履歴、メーカーヒアリング等により判定する。

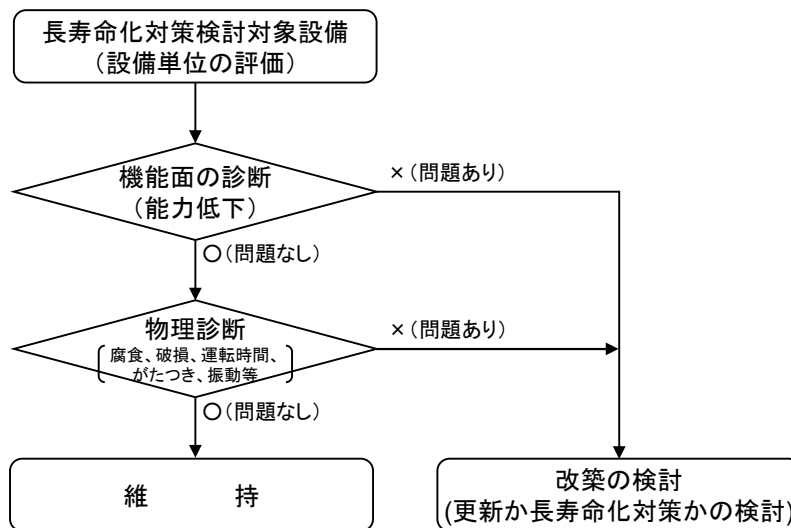


図 2-60 健全度評価フロー例（長寿命化対策検討対象設備を設備単位で評価する場合）

(2) 対策の検討及びコスト改善額の算定

設備単位の健全度評価から対策が必要と判断された設備について、コスト改善額を算出する。

対策範囲や対策により期待される使用年数は、過去の部品交換履歴を整理して設定するが、当該設備において部品交換履歴情報がない場合は、表 2-29 に示すように、同じ種類、同じ環境にある設備の部品交換履歴情報を活用して設定する。

費用の比較結果を表 2-31 に、費用の比較イメージを図 2-61 に示す。

表 2-29 同種類、同環境にある主要部品交換履歴による対策範囲特定

主要部品	交換履歴			期待される使用年数	本計画における交換部品	
	設置年度	1回目の交換年度	2回目の交換年度			3回目の交換年度
ケーシング	1985	2010		25年	—	
羽根車	1985	2005		20年	—	
主軸	1985	2005		20年	—	
軸受	1985	1992	1999	2006	7年	○

評価時点である 2012 年において、経過年数が 14 年であり、表 2-29 に示す期待される使用年数を考慮し、対象主要部品を軸受とする。

表 2-30 各シナリオの使用年数の設定

シナリオ	使用年数の設定
シナリオ1 (更新シナリオ)	2013年に更新する 使用年数=2013-1998=15年
シナリオ2 (長寿命化シナリオ)	2013年に長寿命化(軸受)を行い、次に部品交換する時期(軸受7年)を更新時期とする 使用年数=(2013-1998)+7年=15+7年=22年

表 2-31 費用の比較結果の例

項目		シナリオ1 (更新シナリオ)	シナリオ2 (長寿命化シナリオ)	備考
使用年数 (年)	①	15	22	
消耗品取替 年平均費用 (千円/年)	②	1,000	1,000	
長寿命化費用 (千円)	③	—	5,000	耐用年数 7年
更新費用 (千円)	④	40,000	40,000	
累積費用 (千円)	⑤=①×② +③+④	55,000	67,000	
年価 (千円)	⑥= ⑤/①	3,667	3,045	

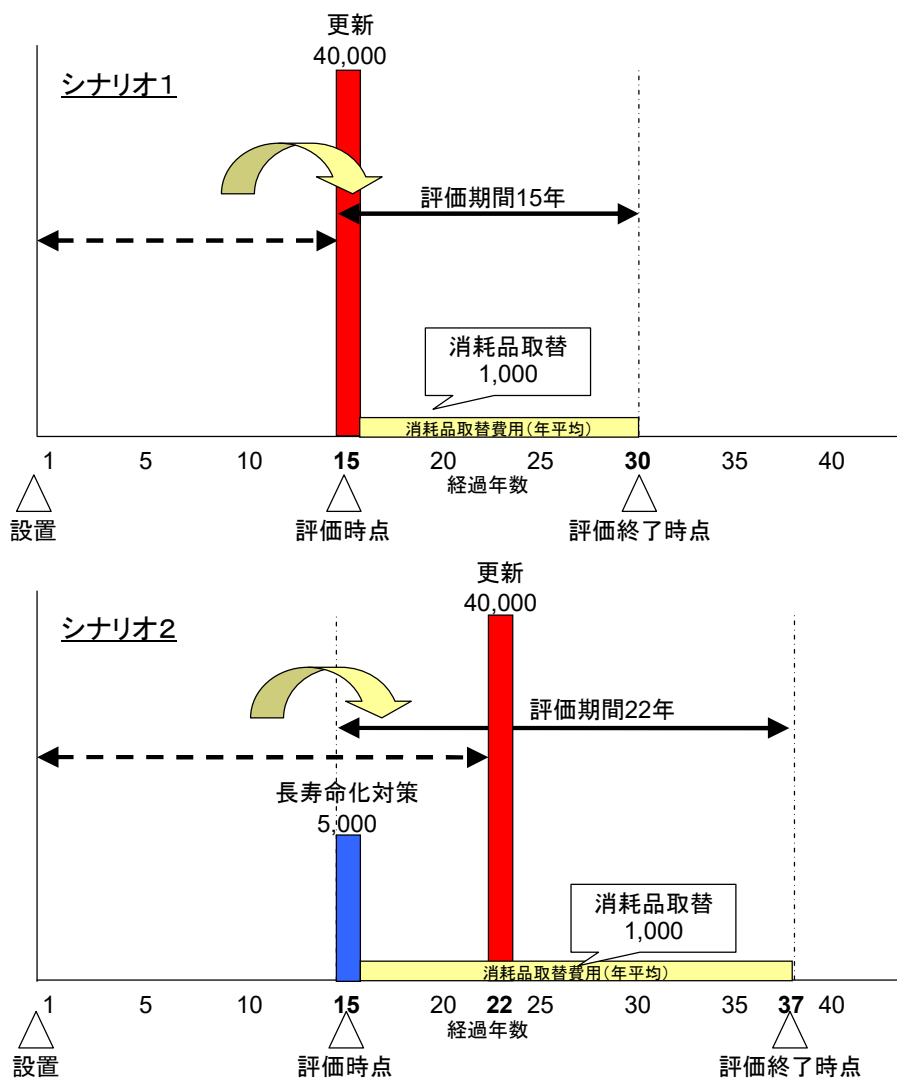


図 2-61 費用比較のイメージ

表 2-31 に示すように、シナリオ1の年価に対し、シナリオ2の年価の方が安価となるため、長寿命化対策を行う。

○長寿命化対策によるライフサイクルコスト改善額の算定

- 毎年度の改善額：3,667-3,045=622 千円/年
- 社会的割引率4%で割り戻したライフサイクルコスト改善額
 $622 + 622/(1.04)^1 + \dots + 622/(1.04)^{21} \approx 9,347$ 千円

【対策の検討及びコスト改善額の算定例：算定例3】

本算定例は、点検・調査情報（点検履歴、調査履歴、主要部品の取替履歴等）が蓄積された場合に、その情報から主要部品ごとの期待される使用年数を分析し、ライフサイクルコストが最小となる更新時期を設定する例である。

(1) 期待される使用年数の設定

- ・ 図 2-62 に示すように、蓄積された健全度データより、同機種・同環境下の設備のグルーピングを行い、経過年数と健全度との関係を整理し、主要部品ごとの交換周期を分析する。
 - ・ 表 2-32 に示すように、主要部品ごとの交換履歴を整理する。
- 健全度の予測結果と交換履歴等より、主要部品ごとの期待される使用年数を設定する。

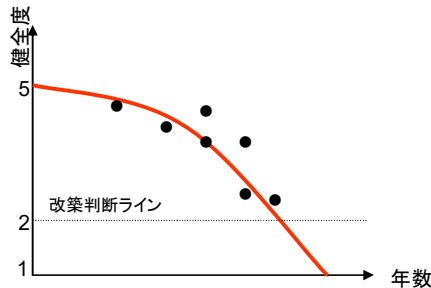


図 2-62 同機種・同環境下の設備の劣化予測

表 2-32 交換履歴の整理

主要部品	交換履歴			期待される使用年数
	設置年度	1 回目の交換年度	2 回目の交換年度	
A	○	●●		○年
B	○	●●		●年
C	○	●●	△△	■年

(2) 最適な改築時期の検討

表 2-33 に示すように、主要部品の期待される使用年数から長寿命化対策サイクルを設定し、そのサイクルから更新時期が異なるケースを複数案比較し、最も年価が安価となるケースを最適な改築シナリオとする。最適シナリオを決めることで、調査周期・項目等の見直しによる調査の効率化・省力化を図ることができる。

表 2-33 最適な対策時期の検討

LCC	対策時期の検討	年平均費用の比較
シナリオ 1		$\frac{65000+15000+1500 \times 16}{16}$ <p>=6,500 千円/年</p>
シナリオ 2		$\frac{65000+15000 \times 2+1500 \times 24}{24}$ <p>=5,460 千円/年・・・最適案</p>
シナリオ 3		$\frac{65000+15000 \times 2+45000+1500 \times 32}{32}$ <p>=5,880 千円/年</p>

【対策の検討及びコスト改善額の算定例：算定例4】

算定例1は、現設備への単純更新を考慮したLCC比較例であるが、本算定例は、現設備から高効率の設備へ更新する場合や、全体計画及び事業計画水量の減少変更等により現設備能力から小規模設備への更新を考慮した計算例である。

現設備から別仕様の設備に更新する場合には、電動力出力や薬品使用量の減少による運転管理費の削減が図れるため、維持費としては、消耗品交換費だけでなく運転管理費も考慮し、LCC比較を行う。費用の比較結果を表2-34に、費用の比較イメージを図2-63に示す。

表 2-34 費用の比較結果

項目		シナリオ1 (更新シナリオ)	シナリオ2 (長寿命化シナリオ)	備考
使用年数 (年)	①	15	23	
消耗品取替 年平均費用(千円/年)	②	1,000	1,200(8年)	更新まで
			1,000(15年)	更新後
運転管理 年平均費用(千円/年)	③	1,500	3,000(8年)	更新まで
			1,500(15年)	更新後
長寿命化費用 (千円)	④	—	12,000	耐用年数 8年
更新費用 (千円)	⑤	30,000	30,000	能力減少 考慮
累積費用 (千円)	⑥=①×(②+ ③)+④+⑤	67,500	113,100	
年価 (千円)	⑦= ⑥/①	4,500	4,917	

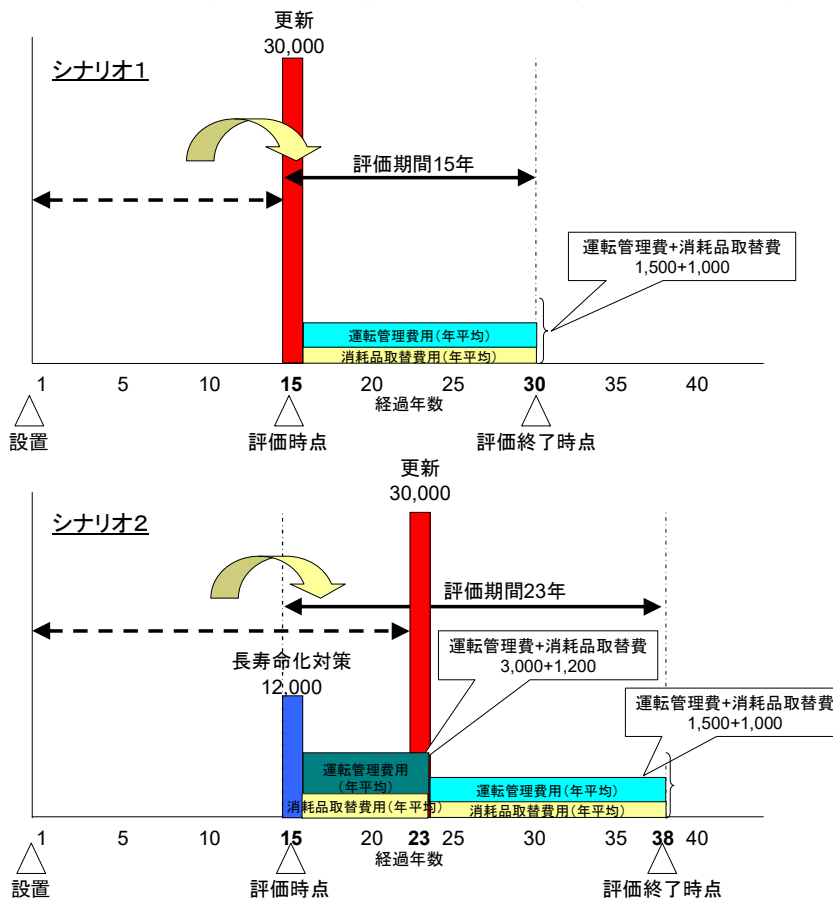


図 2-63 費用比較のイメージ

表 2-34 に示すように、シナリオ 2 の年価に対し、シナリオ 1 の年価の方が安価となるため、更新を行う。

○更新によるライフサイクルコスト改善額の算定

- 毎年度の改善額：4,917-4,500=417 千円/年
- 社会的割引率 4%で割り戻したライフサイクルコスト改善額
 $417 + 417 / (1.04)^1 + \dots + 417 / (1.04)^{22} \approx 6,400$ 千円

第2編 ストックマネジメントの実施手法

第3章 処理場・ポンプ場施設 5 修繕・改築計画の策定

(4) 実施時期・概算費用

「(1)対策範囲」～「(3)改築方法」の検討結果を踏まえ、事業計画期間を勘案し、概ね5～7年程度の修繕・改築の実施時期を定め、概算費用を算出する。

第6節 修繕・改築の実施

2.3.6 修繕・改築の実施

修繕・改築計画に基づき、修繕・改築を実施する。修繕・改築によって得られる情報を整理し、継続的に施設情報システム（データベース）に蓄積して活用することが望ましい。

【解説】

修繕・改築の実施によって得られた情報（工事名称、時期、箇所、実施者（製作者、施工者）、費用、内容、仕様及び結果（図面・写真等を含む））は、施設管理の目標設定や、点検・調査計画及び修繕・改築計画の評価と見直しのために必要であるため、これらの情報を継続的に施設情報システム（データベース）に蓄積して活用することが望ましい。

第7節 評価と見直し

2.3.6 評価と見直し

目標の達成度合いや点検・調査計画及び修繕・改築計画を定期的に評価し、必要に応じて目標や計画の見直しを行うことが望ましい。

ただし、下水道事業を取巻く情勢に大きな変化がある場合には、その都度目標や計画の評価と見直しを行うことも有効である。

【解説】

評価と見直しについては、事業計画期間を勘案し、概ね5～7年程度を目安に評価を実施し、見直しの必要があれば目標や計画を見直す。評価・見直しの際には、予測値と実施結果の乖離や目標の未達成の原因について分析し、適切な改善を図る。

Stockマネジメントは、PDCAの実践によって継続的に改善・向上に努めていく必要がある。

点検・調査計画及び修繕・改築計画を策定・実施することによるStockマネジメントの主な実施効果の例としては、以下のようなものがある。

- ・ 効率的・効果的な点検・調査を実施し、設備の劣化状態（健全度等）を把握する予防保全管理を行うことにより、設備の安全性の確保が可能となる。
- ・ 長期的な改築事業のシナリオを踏まえ、効果的な修繕・改築を実施することにより、施設全体のライフサイクルコストの低減が可能となる。

参考図書一覧

-
- ¹ 横田敏宏・深谷渉・宮本豊尚：下水道管きよのストックマネジメント導入促進に関する調査、平成 22 年度下水道関係調査研究年次報告集、pp. 5-20、国総研資料第 654 号、国土技術政策総合研究所、平成 23 年 9 月
 - ² 下水道維持管理指針 -2014 年版- 公益社団法人 日本下水道協会
 - ³ 下水道管路施設腐食対策の手引き（案）平成 14 年 5 月 社団法人 日本下水道協会
 - ⁴ 下水道管路施設の点検・調査マニュアル(案) 平成 25 年 9 月 公益社団法人 日本下水道協会
 - ⁵ 流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説 参考資料 平成 27 年 10 月 国土交通省水管理・国土保全局下水道部
 - ⁶ 下水道コンクリート構造物の腐食抑制技術及び防食技術マニュアル 平成 24 年 4 月 地方共同法人 日本下水道事業団