

# 漁業集落排水施設におけるストックマネジメント の手引き（案）

平成24年1月

（令和2年3月一部改訂）

水産庁漁港漁場整備部整備課



## 目次

第1章 手引きの目的と適用	1
1.1 目的	1
1.2 用語の定義	1
1.3 適用	4
1.4 スtockマネジメントの実施のための技術上の課題	4
第2章 漁業集落排水施設のStockマネジメントの導入	5
2.1 基本的な考え方	5
2.2 Stockマネジメントの実施項目と流れ	5
2.3 主な実施項目と内容	6
第3章 Stockマネジメントの基本事項	8
3.1 総論	8
3.2 性能管理	10
3.3 機能診断	13
3.4 性能低下予測	21
3.5 機能保全対策工法	22
3.6 ライフサイクルコストと経済比較	27
3.7 機能保全計画の策定	36
3.8 最適整備構想の策定と合意形成	37
3.9 情報の保存・蓄積・活用	38
第4章 管路施設における適用	39
4.1 管路施設の概要	39
4.2 性能管理	43
4.3 機能診断	46
4.4 性能低下予測	60
4.5 機能保全対策	62
4.6 機能保全計画	64
第5章 污水处理施設の鉄筋コンクリート構造物における適用	66
5.1 污水处理施設の鉄筋コンクリート構造物の概要	66
5.2 性能管理	68
5.3 機能診断	70
5.4 性能低下予測	83
5.5 機能保全対策	86
5.6 機能保全計画	87
第6章 污水处理施設の機械・電気設備における適用	88
6.1 污水处理施設の機械・電気設備の概要	88
6.2 性能管理	98
6.3 機能診断	100
6.4 性能低下予測	109
6.5 機能保全対策	110
6.6 機能保全計画	111

《参考》事例



## 第1章 手引きの目的と適用

### 1.1 目的

「漁業集落排水施設におけるストックマネジメントの手引き」(以下「手引き」という。)は、漁業集落排水施設の適切な機能保全とライフサイクルコスト(以下、「LCC」という。)の低減を図るための実務に必要な基本的事項を取りまとめたものである。

#### 【解説】

これまでの漁業集落排水施設の機能を維持するための手法は、劣化の進行に伴う施設性能の著しい低下や、水質規制の強化、処理対象人口の増減等により施設の改良の必要性が生じた場合に、更新整備を行うものが一般的であった。また、部分的な損傷については維持管理の一環として補修等の対策が行われてきた。

近年は、施設の長寿命化を図る観点から、予防保全対策(施設の劣化が致命的な状況になる以前に適切な改築、改修、補修等の対策をとることで供用年数を効率的に延伸させる方法)が一部に取り入れられ始めている。

今後は、これらの漁業集落排水施設の機能保全対策をよりの確かつ効率的に実施するため、主に下記の4つの取組を基本とするストックマネジメントを一般化していかなければならない。

- ① 既存施設の状態を定期的に機能診断調査及び機能診断評価すること
- ② ①に基づく性能低下予測を行い施設の機能保全対策を比較検討すること
- ③ 適時・的確な対策を選択実施すること
- ④ 施設に係るデータの蓄積を図ることにより施設の継続監視に活用すること

この手引きは、ストックマネジメントについての基本的な考え方や、現場での実施方法の枠組み等を取りまとめることにより、今後、漁業集落排水施設において、このような取組の普及と一般化を図るとともに、施設の機能診断調査から機能保全対策の比較検討、データの蓄積の一連の実施方法について基本的な視点を示すことにより、取組の技術水準の確保及び向上に資することを目的としている。

### 1.2 用語の定義

本手引きで用いる主な用語は、次のとおりである。

ストックマネジメント		ライフサイクルコスト (LCC)		機能保全コスト
機能保全		機能診断調査		機能診断評価
機能診断	機能	性能	機能低下	性能低下
初期欠陥	損傷	劣化	変状	設備
機器	新築	改築	改修	補修
修繕	補強	更新	耐用年数	標準耐用年数
同期化	予防保全	事後保全	健全度評価	

#### 【解説】

本手引きで用いる主な用語の定義は、次のとおりである。

表 1-1 本手引きで用いる主な用語の定義

用語	説明
ストックマネジメント	施設又は設備の機能診断に基づく機能保全対策の実施を通じて既存施設の有効利用や長寿命化を図り、ライフサイクルコストを低減するための技術体系及び管理手法の総称。
ライフサイクルコスト (LCC)	施設又は設備の建設に要する経費に、供用期間中の運転、補修等の管理に要する経費及び廃棄に要する経費を合計した金額。
機能保全コスト	施設又は設備を供用し、機能を要求する性能水準以上に保全するために必要となる経費を合計した金額。
機能保全	施設又は設備等をその使用期間において適正な状態に保つことをいい、このために必要な点検、補修、長寿命化に資する補修等のすべての行為を含む。
機能診断調査	施設又は設備の機能の状態、劣化の過程及びその原因を把握するための調査。
機能診断評価	機能診断調査の結果を判定するための評価。
機能診断	機能診断調査と機能診断評価を合わせた概念。
機能	目的又は要求に応じて施設等が果たすべき役割、働き、行為のこと。
性能	機能を遂行する能力のこと。
機能低下	機能が設置当初に比べて低下すること。
性能低下	性能が設置当初に比べて低下すること。
初期欠陥	施設の計画・設計・施工に起因する欠陥。
損傷	偶発的な外力に起因する欠陥。
劣化	時間の経過とともに施設の性能低下をもたらす部材・構造の変化。
変状	初期欠陥、損傷、劣化を合わせたもの。
設備	施設の機能を発揮するために備え付ける施設の構成要素で、施設の機能の一端を担うもの。
機器	設備を構成する機械及び器具の総称。
新築	施設又は設備を全面的に廃用し、新設すること。
改築	施設又は設備の一部を廃用し、代替部を新設すること。
改修	施設又は設備の廃用はないものの、大規模な補修で通常の維持管理の範疇をこえるもの。
補修	主に施設又は設備の耐久性を回復又は向上させるために行う修復行為であり、施設又は設備の廃用部を伴わないものである。通常、改修と区別するため、維持管理の範疇で行うものに限る場合が多い。 耐久性(構造物の性能低下の経時変化に対する抵抗性能)
修繕	補修と同義語。一般的に機械設備や電気設備に用いられることが多い。

用語	説明
補強	主に施設又は設備の構造的耐力を回復又は向上させること。 耐力(力学的性能)
更新	施設全体又は設備全体を新しい施設で置き換えること。なお、施設系全体を対象とした場合は、施設系を構成する施設の改築だけでなく、補修、改修、改築、新築を包括して行うことも更新という。
耐用年数	施設又は設備の使用が不可能か又は不適當となり、その全部又は一部を取り替えるまでに要する年数。
標準耐用年数	適正な維持管理が行われることを前提として、通常、耐用できるとして定められている施設又は設備ごとの耐用年数。
同期化	実際の事業化や工事発注の実態を考慮し、個々の対策実施時期をある程度束ねる操作のこと。
予防保全	当該施設又は設備に求められる性能が、これ以上の性能低下を許容することが出来ない管理水準以下に低下する前に、機能保全コストの採用化の観点から、経済的に耐用年数の延伸を図る目的で実施する対策。
事後保全	当該施設又は設備に求められる性能が、劣化等により管理水準以下に低下した後に実施する対策。
健全度評価	変状の程度により定義した所要の健全度指標に基づき、機能診断調査結果により、対象施設の状態がどの健全度ランクに該当するかを判定すること。

### 1.3 適用

この手引きは、漁業集落排水施設を管理する地方公共団体において、漁業集落排水施設の整備及び機能保全対策を持続的かつ確実に実施するとともに、その新築、改築、改修、補修、補強、維持管理等を一体とした最適化を図るため、漁業集落排水施設のストックマネジメントを推進することを目的としたものである。

#### 【解説】

漁業集落排水施設は、漁村地域における生活排水処理施設として整備され、今や450地区に及び、それらの施設は、今後、人口の大幅な減少等余程の事情がない限り、恒久的に活用され使用されていくこととなる。

このため、整備された施設を管理する地方公共団体にとって、これら施設の機能を維持しながら、新築、改築、改修、補修、補強、維持管理等を如何に合理的、効率的に行っていくかが大きな課題となっている。この課題に対処し、施設の新築、改築、改修、補修、維持管理を一体として最適化する取組を行う場合に、ストックマネジメントは、現下における最も有効な方策と考えられる。

本手引きは、漁業集落排水施設を管理する地方公共団体が、漁業集落排水施設におけるストックマネジメントの取組を行う場合に適用するものである。

なお、処理水の水質基準の強化やその他社会情勢の変化等により、施設に求める機能の追加や性能の向上が必要な場合の検討は、本手引きでは念頭に置いていないことに留意が必要である。

### 1.4 スtockマネジメントの実施のための技術上の課題

ストックマネジメントを実施するに当たっては、様々な技術的課題を解決する必要がある。しかし、発展途上の技術であることから、今後の現場での実践とデータの蓄積を踏まえて、さらに技術の向上を図っていく必要がある。

#### 【解説】

ストックマネジメントに関係する技術は、近年、社会資本の適切な機能保全管理のために研究が行われている。しかしながら、漁業集落排水施設を初め多くの分野ではデータの蓄積が十分でないことから、各地方公共団体での実施の際には、この手引きの考え方や枠組みを基本としつつ、それぞれの団体の施設構造物や環境、立地条件等を十分考慮・分析して対応する必要がある。

また、この手引きの中で取り上げている事例等は参考として示しているものであり、その活用にあたっては立地条件の相違等に十分留意する必要がある。

この手引きに示す基本事項を踏まえた機能診断調査・評価の結果や、機能保全対策の比較検討結果、機能保全対策の実施履歴等のデータを継続的に蓄積・分析することを通じて、ストックマネジメントの実施の効率化や技術の向上に努めるものとする。

## 第2章 漁業集落排水施設のストックマネジメントの導入

### 2.1 基本的な考え方

漁業集落排水施設の機能を保全するための手法は、継続的に行う機能診断調査と評価を踏まえて、複数の取りうる機能保全対策工法の組合せについて比較検討することにより、適時・的確に、所要の対策を選択して実施することを基本とする。

#### 【解説】

漁業集落排水施設は、新規に建設されてから時間の経過とともに劣化し、使用に耐えられなくなるか、又は使用のために過重な維持管理経費がかかるようになり、いずれは更新することになる。

しかし、漁業集落排水施設を構成する施設ごとにみると、構造物の劣化は一樣ではなく、同じ構造のものであっても、新築、改築する以外に対策がないほど劣化している部分、改修、補修により対処（長寿命化）できる部分、当面経過を観察しても性能に支障がないと判断される部分が混在し、個々の施設に応じた適時・的確な対策をとることが効率的である場合がある。

従来の施設は改築・改修する以外に手段がない状態に至った段階又は水質規制の強化等により施設が必要となる性能を満たさなくなった段階で一括して改築、改修整備が行われることが多かった。今後は継続的な施設の機能診断に基づく健全度や劣化の要因等の評価を基礎とし、実施可能な対策を施設の機能を保全する費用の面から比較検討することによって、より効率的な機能保全対策手法を選択して実施する。

体系的な機能診断等の取組により、施設の性能や劣化等の状態が把握され、施設崩壊に至るリスクや、より経済的な選択可能対応策が明確にされることで、適切な対策の適時・的確な実施が促進され、施設の劣化に伴うリスクの軽減も図られる。

このように、ストックマネジメントのねらいは、漁業集落排水施設の時系列的な状態把握、想定する複数の対策シナリオについて、劣化等の進行予測を通じて適切な新築、改築、改修、補修、補強、維持管理等により構造物の長寿命化を図るとともに、新築、改築、改修、補修、補強、維持管理等の費用の最小化・平準化を図ることにある。

### 2.2 スtockマネジメントの実施項目と流れ

ストックマネジメントでは、①日常管理における点検、補修、②定期的な機能診断調査と評価、③調査結果に基づく施設分類と劣化予測、効率的な機能保全対策工法の比較検討、④所要の対策工事の実施、⑤調査・検討の結果や対策工事に係る情報の蓄積等を、段階的・継続的に実施する。

#### 【解説】

ストックマネジメントによる機能保全のプロセスは、建設された漁業集落排水施設の日常的な管理、施設状態を継続的に把握するために行う定期的な機能診断調査、施設の機能保全のための費用を低減させるための適時・的確な対策の実施を、持続的に行うことである。

この際、電子化されたデータベースに調査結果や対策の実施内容などの情報を蓄積し、整理・分析することを通じ、より高度な機能診断等に反映させることが望まれる。

## 2.3 主な実施項目と内容

### 2.3.1 適切な日常管理

日常の適切な施設の運用と管理により、施設性能の維持に努め、また、施設の運用と管理の記録をとるとともに、大きな変状が確認された場合には、速やかに所要の対策を講じることができるよう、事前に体制を整備しておくことが必要である。

#### 【解説】

施設の日常的な運用や管理は、施設に本来期待されている性能発揮とその維持のために重要な行為である。また、経年的な施設の劣化や地震等による偶発的な施設の変状を把握する上で重要な機会である。このため、適切な日常管理を行わなければならない。

通常の保守管理の範囲で行う軽度な補修等は管理主体である地方公共団体が行うものであるが、通常の管理を超える規模の対策が必要であると考えられる場合には、専門技術者の技術的判断を仰ぐことのみならず、その経費充当の面から国庫補助事業の適用等についても検討する必要がある。

### 2.3.2 定期的な機能診断調査と評価

施設の変状を発見し、最適な対策を適時に検討するため、機能診断調査とその評価を定期的実施する。

#### 【解説】

定期的な機能診断調査と評価を基礎として、複数の対策工法の比較検討を行うことはストックマネジメントの重要な考え方である。

機能診断調査は、日常管理からの情報や、過去の補修履歴等の基礎資料による情報を踏まえ、効率的に実施し、原則として技術的知見を持つ技術者の目視により行うことを基本とする。また、施設の状況によって早急な対策が必要と判断される場合には、精査を行うなど段階的な調査等を実施する。

初回の機能診断で早期の対策の必要がなかった場合であっても、データベースに調査結果の情報を蓄積するとともに、その後の日常管理に活かすため、施設の劣化原因や状態を踏まえた継続点検のポイントを整理しておく必要がある。

### 2.3.3 調査結果に基づく施設の分類と性能低下予測、機能保全対策工法の比較検討

機能診断調査の結果に基づき、施設の性能低下予測を行うとともに、取りうる選択肢を明確化した上で、それぞれの機能保全対策工法について LCC を低減する観点から比較検討を行う。

#### 【解説】

機能診断の結果に基づき、何らかの対策が必要と判断される施設がある場合には、所要の機能保全対策工法を検討するため、施設構造や立地条件を考慮しつつ、施設の性能低下状況（健全度等）に応じて施設の分類（グルーピング）を行う。この分類ごとに、複数の機能保全対策案を比較検討し、より効率的な機能保全対策工法を選定する。

機能保全対策工法は、施設の構造や性能低下状況に応じて技術的に適用可能なものを検討の対象とするが、その際に取りうる対策の選択肢（オプション）を明確にすることが重要である。

その対策の比較は、一定の検討期間を定め、その期間中に発生する施設の機能を保全するた

めの費用（新築、改築、改修、補修、維持管理等に係る費用）が最も経済的となる手法を基本とする。しかしながら、経済性のみで判断するのではなく、環境への影響や環境修復の可能性、維持管理者や地域住民の意向等も考慮し、総合的に判断する必要がある。

性能低下が比較的軽度の場合、軽度で安価な対策工事から本格的な対策工事まで、適用可能な機能保全対策工法の選択肢が多い。しかし、性能低下が進んだ状態では、適用可能な機能保全対策工法の選択肢が少なくなるのが一般的である。

また、施設の性能低下状況が軽度で対策を講じない施設であっても、性能低下予測が困難な場合には、変状について機能監視する対応もストックマネジメントの重要な視点である。

なお、性能低下予測を伴う機能保全対策工法の採用に当たっては、性能低下予測に含まれる誤差についても考慮する。

#### **2.3.4 機能診断調査の結果や検討の経緯、機能保全対策工法の履歴に係る情報の蓄積**

中長期の性能低下予測や機能保全対策工法を検討するに当たり、過去の機能診断の結果や補修工事の履歴等が重要な情報となる。このため、これらを電子化されたデータベースに蓄積し、常に参照できるように整備することが望ましい。

##### **【解説】**

ストックマネジメントは、性能低下の進行を踏まえて、より効率的な機能保全対策を比較検討し選択するものであるため、施設の設計諸元や診断結果、補修等の履歴、日常的な維持管理の状況等の情報が検討に当たっての重要な情報となる。このため、これらの情報を収集・蓄積し、一元的に管理することにより、施設の経年的な情報の的確な把握が可能となる。

様々な施設の劣化の進行に関するデータの蓄積が図られることにより、施設の性能低下予測の精度を向上させることができるなど、ストックマネジメントの実施の効率化に関する技術の向上が図られる。

### 第3章 スtockマネジメントの基本事項

#### 3.1 総論

Stockマネジメントの導入においては、施設の管理段階から、機能診断を踏まえた対策の検討及び実施とその後の評価、モニタリングまでをデータベースの履歴情報等を活用しつつ進め、LCCの低減を合理的に推進するものとする。

#### 【解説】

Stockマネジメントの概念は、図3-1に示すとおり、従来から施設の設計段階で行われてきた複数の機能保全対策工法の経済比較について、機能診断の結果を踏まえた現況施設の有効利用の視点を、計画、設計、管理などのプロセスに基本的な思想として意識的に取り込むことである。

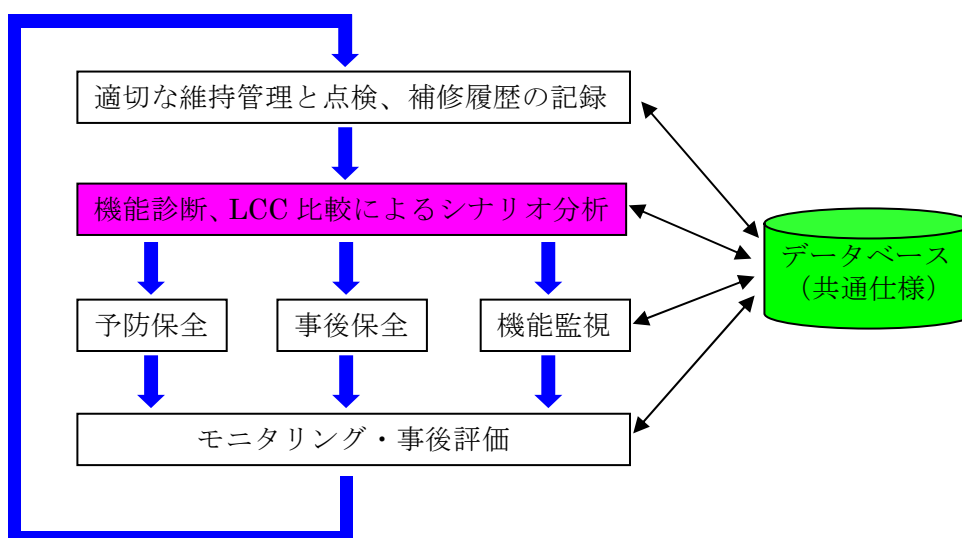


図3-1 Stockマネジメントのプロセスの概念

現況施設の有効利用は、対象とする施設に求められている機能に関する性能を許容範囲内に確保するための様々な手段の中から、最も合理的なものを選択することによって行う。この際、どのような機能に着目し、これに関する性能がどの程度まで低下したら許容できないのかについて、明確に意識する必要がある点が従来とは異なる。

このように、施設の性能低下を許容しつつ、一定のレベル（管理水準）以上に施設の性能を管理するという事は、対策工事等をすぐに実施するという手段だけではなく、当該施設の劣化を予測するとともに、施設の機能監視を行い、管理水準まで劣化が進行する間に改めて対策を実施するといった時間的な概念があり、適用可能な機能保全対策工法と実施時期の組合せは数多く存在することになる。

このような考え方によって対策を実施するためには、施設の劣化予測を行う技術とともに、機能保全対策工法の組合せ（シナリオ）の中から最適なものを選択するため、LCCを比較する手法が必要となる。しかし、漁業集落排水施設にStockマネジメントを導入しようとする地方公共団体には、既に多くの漁業集落排水施設が存しているが、これらを廃止することなく、永続的に機能を確保していくものであることからライフサイクルの設定が困難なこと、現状の施設性能を今後どのように保全するかを検討することから当該施設が建設された際の費用は必

ずしも意味を持たないことなどから、実際にLCCを直接比較する手法は用いない。このため、実際のシナリオ比較においては、機能診断の直後から一定期間に発生する機能保全のためのコスト（以下「機能保全コスト」という。新築費、改築費、改修費、補修費、補強費、維持管理費などすべてのコストの総額）について、最も経済的な手法を選択することを基本とする。

ストックマネジメントの全体フローは、図3-2のとおりとなる。

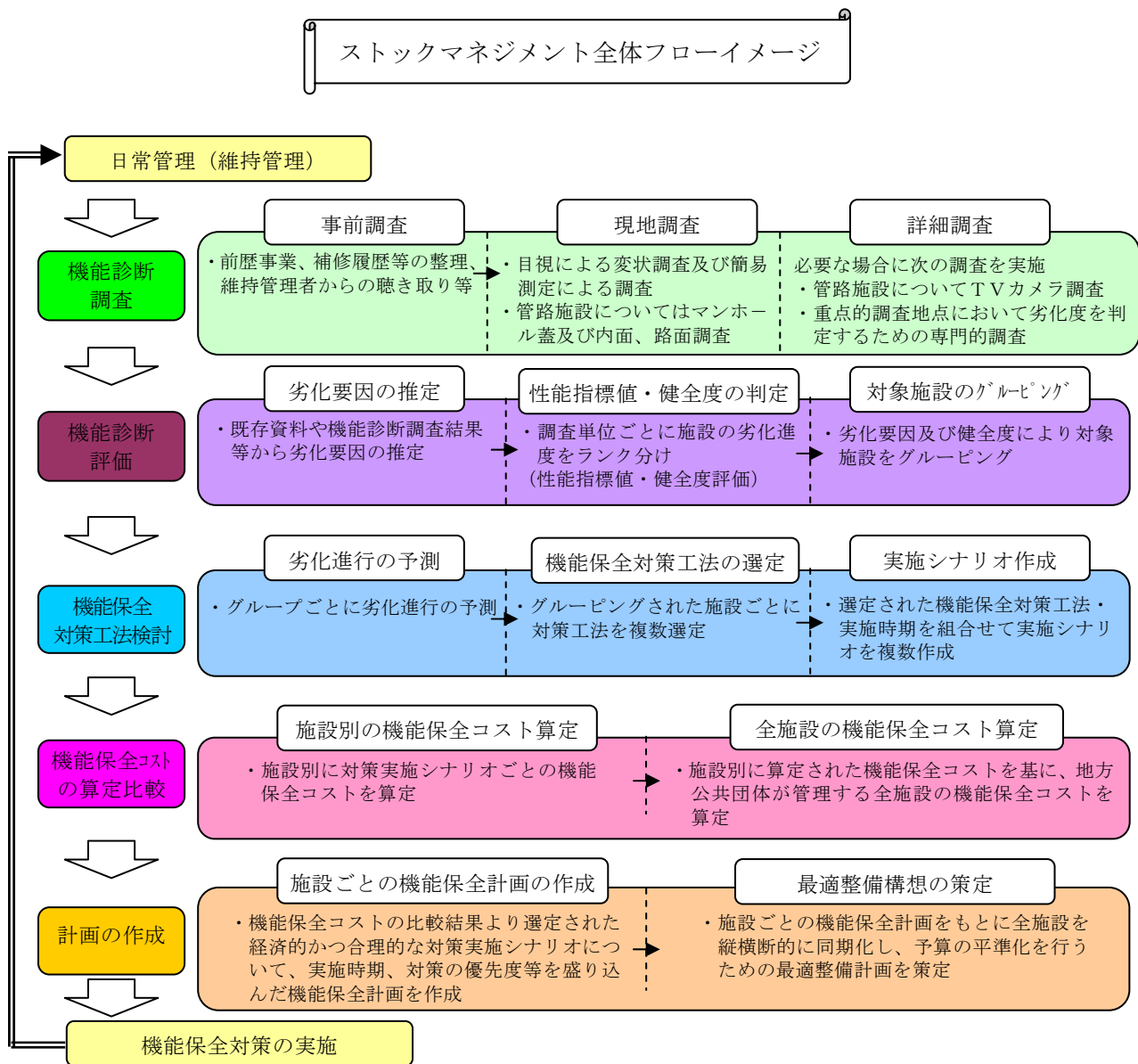


図 3-2 ストックマネジメントの全体フロー

## 3.2 性能管理

### 3.2.1 基本的な考え方

ストックマネジメントの基本的な考え方は、漁業集落排水施設の有する機能に着目し、その性能を最適な手法によって一定の範囲に維持することである。その際、どこまでの性能低下を許容するかを明確にすることが必要である。

#### 【解説】

ストックマネジメントは、漁業集落排水施設の設置目的を達成するため、着目した性能や総合的に評価した健全度を一定範囲に維持するために最も合理的な手段を見いだすプロセスである。

具体的には、図3-3のように、特定の性能を、新設時の水準と、これ以上の性能低下を許容することが出来ない管理水準の間に維持するために取りうる手段のうち、機能保全対策の実施時期、工法などが最も経済的かつ合理的になる手段を選択する手法である。

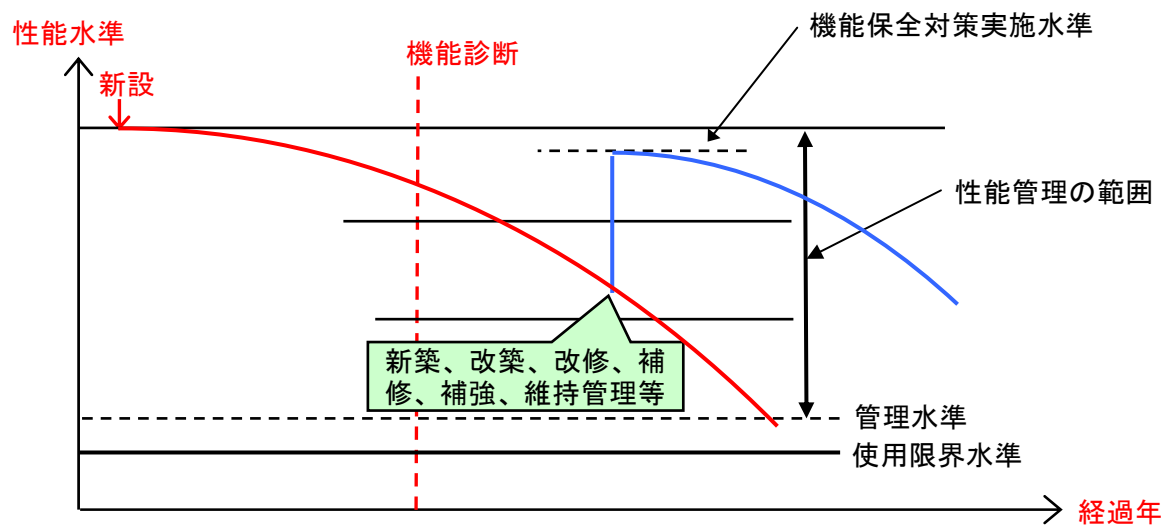


図 3-3 性能劣化曲線と管理水準

機能保全対策実施水準は、試算により最も合理的（経済性等）な水準を求めるものであり、試算時点での技術水準等も踏まえて設定する。また、管理水準は、性能低下を許容できる限界の性能水準であり、個々の施設の重要性や周辺環境への影響、災害リスク等を総合的に勘案して定める必要がある。

### 3.2.2 漁業集落排水施設の構成

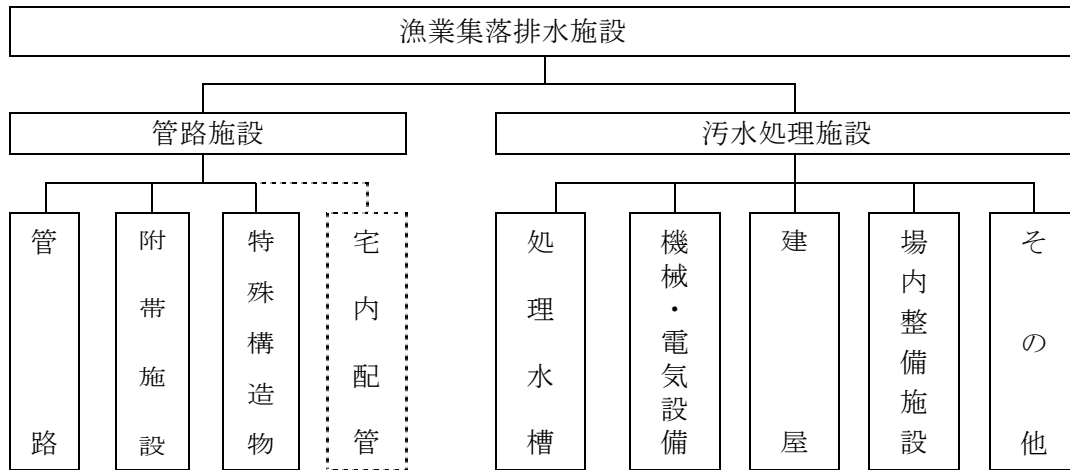
漁業集落排水施設は、管路、附帯施設、特殊構造物からなる管路施設と、処理水槽、機械・電気設備、建屋等からなる汚水処理施設とで構成されている。

#### 【解説】

漁業集落排水施設の整備は、漁港及び漁場の水域環境と漁業集落の生活環境の改善を図り、併せて公共用水域の水質保全に寄与し、もって生産性の高い漁業の実現と活力ある漁村社会の形成に資することを目的として行われるものであり、漁村地域における生活排水処理を行うものであることから、次のような特徴を有している。

- ①離島・辺地に位置し、小規模な施設が多い
- ②沿岸に面した施設が多く、塩害の影響を受ける
- ③旅館民宿、帰省客等の季節的な流入があるため、水量・水質の変動が大きい

施設の構成は、図 3-4 及び表 3-1 に示すとおりである。



⋯⋯ : 漁業集落排水施設対象外

図 3-4 漁業集落排水施設の構成図

表 3-1 漁業集落排水施設の構成表

	施設の大区分	施設の小区分	備 考
漁業集落排水施設	管路施設	管路	自然流下管路、圧力管路、真空管路
		附帯施設	公共ます、取付管、マンホール、真空弁ユニット、真空ステーション、圧力ポンプ施設等
		特殊構造物	中継ポンプ施設、横断施設等
	汚水処理施設	処理水槽	前処理施設、生物処理施設、汚泥処理施設等
		機械・電気設備	スクリーン、ポンプ、ブロワ、ばっ気攪拌装置、引き込み計器盤、受変電盤、動力制御盤等
建屋		管理室、ブロワ室、便所、倉庫、処理室等	
場内整備施設		門扉、塀、作業用敷地、フェンス、雨水排水路等	
	その他	転落防止ネット、法面保護、防風柵等	

### 3.2.3 施設の機能と性能

漁業集落排水施設は、漁村地域において生活排水等の汚水を集水し、処理する目的を持って設置されるものであり、これが、即ち最も基本的な機能といえる。これを実現するために、汚水処理機能、汚泥処理機能、水理機能、構造機能等が求められるが、これらの機能は重層的に構成されている。また、機能の発揮能力が性能であり、汚水処理性能、汚泥処理性能、水理性能、構造性能等があるが、これらの性能の程度については、個別の性能指標や総合的な健全性指標により表示が行われる。

#### 【解説】

機能とは施設が本来的に果たす役割であり、漁業集落排水施設にあつては、汚水を集水し処理する基本的機能を実現するために、汚水処理機能、汚泥処理機能、水理機能、構造機能等があるが、これらの機能は重層的な関係にあり、構造機能が、汚水処理機能、汚泥処理機能、水理機能を下支えする関係にある。また、機能を発揮する能力が性能であり、汚水処理性能（浄化性等）、汚泥処理性能（汚泥貯留性等）、水理性能（汚水流送性等）、構造性能（力学的安全性等）等がある。これらの性能は、汚水の滞留、流速等の現象や、中性化深さ、強度等の物理的状态として具体的に表すことができる。

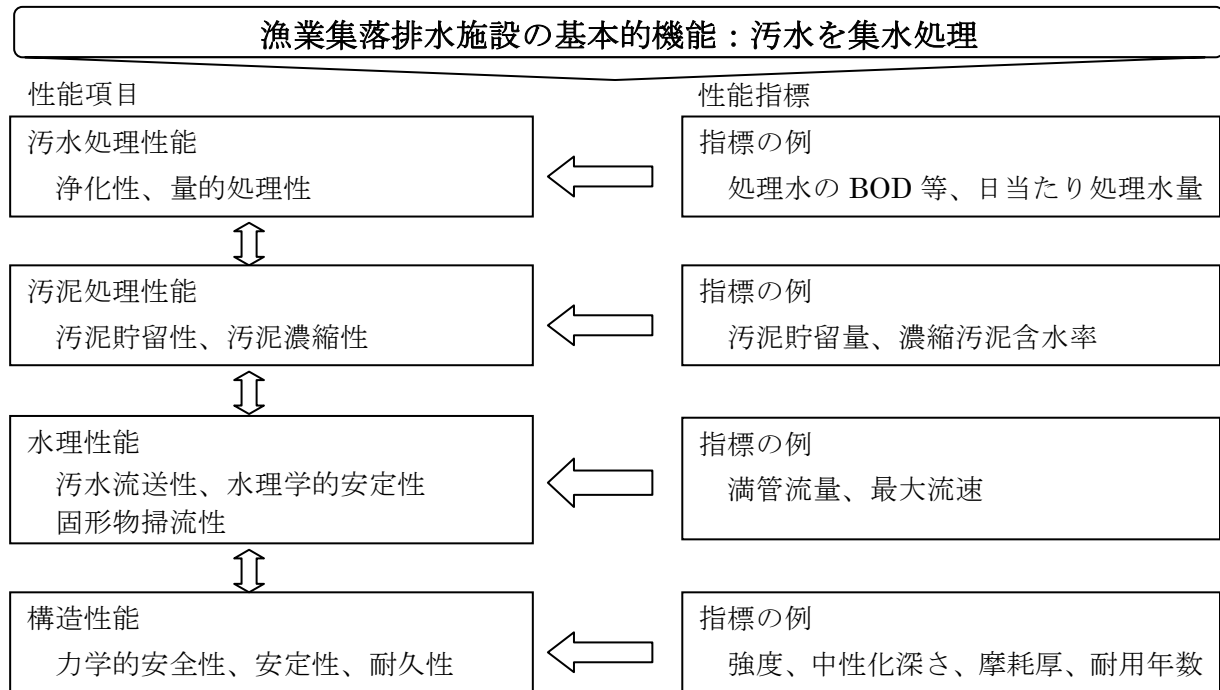


図 3-5 漁業集落排水施設の機能と性能

この手引きにおけるストックマネジメントでは、これらの機能の発揮能力を表す性能のうち、直接的に管理を行う性能指標を特定するか、又は主に構造性能を劣化状況の視点から定義した健全度指標による性能管理を行う。

本手引きにおいて、個別の性能指標又は健全度指標について、管理水準を定め、それを維持するための中長期的な手法を取りまとめたもののうち、施設ごと、地区ごとのものを「機能保全計画」、地方公共団体全体のものを「最適整備構想」とする。

### 3.3 機能診断

#### 3.3.1 機能診断調査

##### 3.3.1.1 目的

機能診断の目的は、対象施設の性能低下の度合いを可能な限り定量的に把握するとともに、その性能低下が起こっている要因を特定することである。

##### 【解説】

機能診断調査は、対象となる漁業集落排水施設の機能全般について全容を把握するとともに、施設の性能低下予測や機能保全対策工法の検討に必要な事項について調査を行うものである。

##### 3.3.1.2 調査手順

機能診断調査は、これを効率的に進める観点から、以下の3つの段階で実施することを基本とする。

- (1) 資料収集や維持管理者からの聴き取りによる事前調査
- (2) 現地状況の把握を行う目視及び簡易計測を行う現地調査
- (3) 専門家による原因及び症状に応じて行う詳細調査

##### 【解説】

機能診断のために行う調査は、効率的に実施する観点から、以下の3つの段階で実施することを基本とする。

##### (1) 事前調査

漁業集落排水施設台帳などの参照や、設計図書、管理、事故、故障、補修記録等の文献調査、維持管理者からの聴き取り調査等により、機能診断調査にかかる基本的情報を把握し、現地調査を実施する施設・設備の特定及びその対象範囲を検討するために事前調査を実施する。

##### (2) 現地調査

事前調査により抽出した調査対象となる施設・設備について、技術的知見を持つ技術者が目視及び簡易計測を行うことによって、施設・設備の劣化状況を把握するために現地調査を実施する。

##### (3) 詳細調査

現地調査の結果を踏まえ、所要の地点において、必要に応じて変状の原因及び症状に対応した調査方法により詳細調査を実施する。

管路施設については、所要の管路スパンについてTVカメラ調査を行うほか、施設の性能低下予測や対策工法の検討を行うため、特に必要な場合には、専門家や試験研究機関などによる詳細調査を実施する。

汚水処理施設についても、鉄筋コンクリート構造物である処理水槽及び機械・電気設備の性能低下予測や対策工法の検討を行うため、特に必要な場合には、専門家や試験研究機関等による詳細調査を実施する。

故障や災害等による施設の破損等が及ぼす社会的な影響が大きい重要構造物（例えば、汚水処理施設近傍に人家や鉄道等の公共施設等がある箇所、水管橋下を高速道路・新幹線等の公共施設等がある箇所等）については、施設の健全度を評価した後、それがその後の使用によりどのように変化するかモニタリングが必要と考えられる。

機能診断の際には、対象となる施設に影響を与える周辺の状況（法面や地山など）につ

いても、併せて把握することが望ましい。

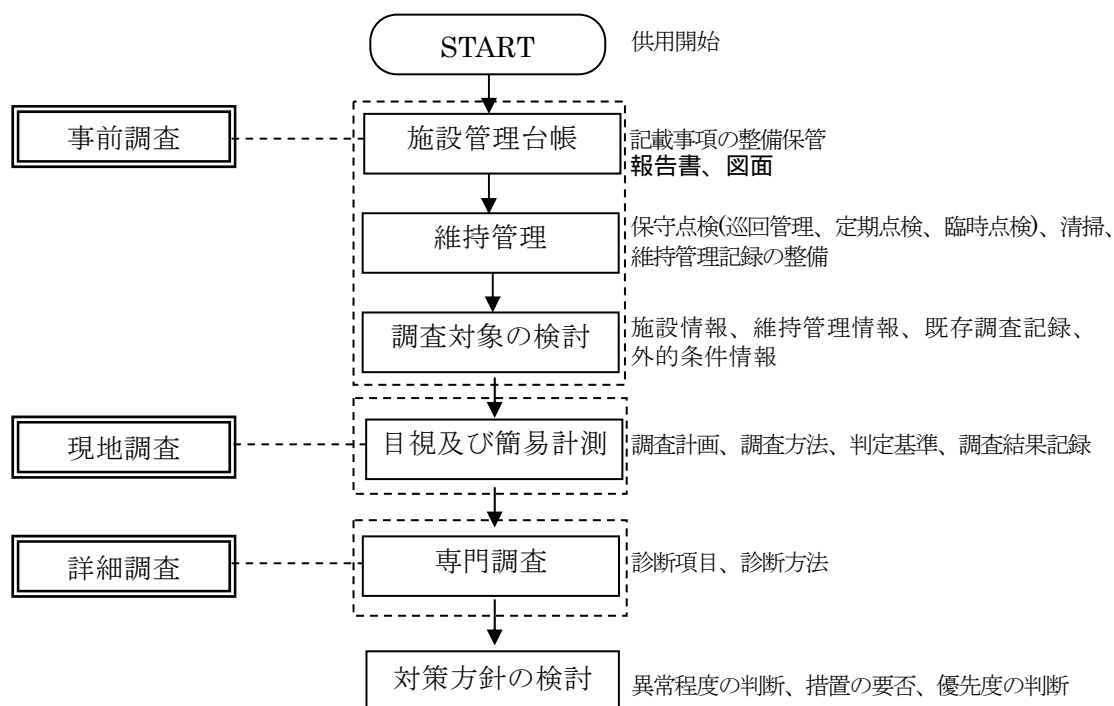


図3-6 機能診断調査の実施フロー

### 3.3.1.3 調査頻度

機能診断調査を行う頻度は、施設の劣化状況と劣化に伴う著しい施設性能の低下が発生した場合の影響の大きさから、総合的に設定する必要がある。また、性能低下があまり進行していない施設であっても、将来の性能低下を予測するために一定期間ごとの調査を行うことが必要である。

#### 【解説】

調査頻度は、対象施設の性能低下状況と性能低下に伴う偶発的な事故が発生した場合の影響の大きさから総合的に判断する必要がある。また、性能低下があまり進行していない施設であっても、将来の性能低下を予測するために一定期間ごとに調査を行うことが必要である。

施設の劣化に伴う著しい性能低下や偶発的な事故により、生活排水処理や周辺環境へどのような影響があるのか、その影響がどの程度までなら許容できるのか、回復の難易度や所要時間といった視点で検討を行い、調査に要する経費との関連も含めて適切に調査頻度を設定する必要がある。

性能低下による偶発的な事故によるリスクが小さい場合であっても、当該施設が今後どのような性能低下の過程をたどるのかを観察し予測するため、定期的な機能診断を実施する必要がある。

### 3.3.2 機能診断評価

#### 3.3.2.1 健全度評価

性能低下予測や機能保全対策工法の検討を行うため、機能診断調査の結果明らかになった「施設状態」に基づき、対象施設の変状がどの程度のレベルにあるかを総合的に把握し、対象施設の「健全度評価」を行う。

##### 【解説】

健全度は、施設に求められる様々な性能指標から評価することが必要である。

管路施設の場合、水理性能を具現化するために管路施設の形態を保持する性能として構造性能があることから、水理性能を主体に評価すべきと考えるが、機能の低下は水理性能において顕在化する以前に構造性能に現れてくる場合が多いため、構造性能を主体とする指標から健全度を評価する。

汚水処理施設の場合も、管路施設同様、汚水処理性能、汚泥処理性能を具現化するために汚水処理施設の形態を保持する性能である構造性能があることから、汚水処理性能及び汚泥処理性能を主体に評価すべきと考えるが、機能の低下が汚水処理性能及び汚泥処理性能に顕在化する以前に構造性能に現れるため、構造性能を主体とする指標から健全度を評価する。なお、汚水処理施設は、主に、鉄筋コンクリート構造物である処理水槽と機械・電気設備に分けて健全度評価を行うものとする。

管路施設における水理性能、汚水処理施設における汚水処理性能、汚泥処理性能そのものの低下が著しく、それ自体に着目すべき場合や、構造性能の劣化以外にも管路施設における水理性能、汚水処理施設における汚水処理性能、汚泥処理性能へ与える影響が大きい要因がある場合には、別途これを考慮する必要がある。

本手引きでは、施設の健全度評価は、変状の程度により、当面、以下に示すような健全度指標を定義し、機能診断調査結果から対象施設の状態がどの健全度ランクに該当するかを判定することにより行う（表3-2～表3-4には、健全度指標(例)を示す。）。

表3-2 管路施設（硬質塩化ビニル管）における健全度指標（例）

健全度 ランク	健全度ランクの定義	健全度指標（例）	対応する 対策の目安
S-5	変状がほとんど認められない状態。	① 新設時点とほぼ同等の状態。 (劣化過程は、潜伏期)	対策不要
S-4	軽微な変状が認められる状態。	① 管内面に軽微な変色、上下方向のたるみが生じている状態。 ② 管の扁平化が5%程度生じている状態。 ③ 管の継手部や取付管接合部に軽微な変状が認められるが、通常の使用に支障がない状態。 (劣化過程は、進展期)	要観察
S-3	変状が顕著に認められる状態。 劣化の進行を遅らせる補修工事などが適用可能な状態。	① 管内面に顕著な変色、脆弱化が生じている。あるいは、上下方向のたるみが管内径1/2以上生じている状態。 ② 管の扁平化が5%を著しく超えている状態。 ③ 管の継手部や取付管接合部より顕著な漏水（流水や噴水）が生じている状態。 (劣化過程は、進展期から加速期に移行する段階)	補修
S-2	施設の構造的安定性に影響を及ぼす変状が認められる状態。 補強を伴う工事により対策が可能な状態。	① 管内面の変色、脆弱化が広範囲に生じている状態。 ② 地盤変形や背面土圧の増加により管内径が明らかに変形している状態。 (劣化過程は、加速期又は劣化期に移行する段階)	改修 補強
S-1	施設の構造的安定性に重大な影響を及ぼす変状が複数認められる状態。 近い将来に施設機能が失われる、又は著しく低下するリスクが高い状態。 補強では経済的な対応が困難で、施設の改築が必要な状態。	① 管内部まで変色、脆弱化が広範囲に生じている状態。 ② 管閉塞が広範囲に生じている状態。 ③ S-2 に評価される変状が更に進行した状態 (劣化過程は、劣化期)	新築 改築

表3-3 汚水処理施設の鉄筋コンクリート構造物における健全度指標（例）

健全度ランク	健全度ランクの定義	健全度指標（例）	対応する対策の目安
S-5	変状がほとんど認められない状態。	① 新設時点とほぼ同等の状態。 (劣化過程は、潜伏期)	対策不要
S-4	軽微な変状が認められる状態。	① コンクリートに軽微なひび割れの発生や摩耗が生じている状態。 ② 目地や構造物周辺に軽微な変状が認められるが、通常の使用に支障がない状態。 (劣化過程は、進展期)	要観察
S-3	変状が顕著に認められる状態。  劣化の進行を遅らせる補修工事などが適用可能な状態。	① 鉄筋に達するひび割れが生じている。あるいは、鉄筋腐食によるコンクリートの剥離・剥落が生じている状態。 ② 摩耗により、骨材の脱落が生じている状態。 ③ 目地の劣化により顕著な漏水（流水や噴水）が生じている状態。 (劣化過程は、進展期から加速期に移行する段階)	補修
S-2	施設の構造的安定性に影響を及ぼす変状が認められる状態。  補強を伴う工事により対策が可能な状態。	① コンクリートや鉄筋断面が一部で欠損している状態。 ② 地盤変形や土圧の増加によりコンクリート躯体に明らかな変形が生じている状態。 (劣化過程は、加速期又は劣化期に移行する段階)	改修補強
S-1	施設の構造的安定性に重大な影響を及ぼす変状が複数認められる状態。  近い将来に施設機能が失われる、又は著しく低下するリスクが高い状態。  補強では経済的な対応が困難で、施設の改築が必要な状態。	① 貫通ひび割れが拡大し、鉄筋の有効断面が大幅に縮小した状態。S-2 に評価される変状が更に進行した状態。 ② 補強で対応するよりも、改築した方が経済的に有利な状態。 (劣化過程は、劣化期)	新築改築

表3-4 汚水処理施設の機械・電気設備における健全度指標（例）

健全度 ランク	健全度ランクの定義	健全度指標（例）	対応する 対策の目安
S-5	変状がほとんど認められない状態。	① 新設時点とほぼ同等の状態。 （劣化過程は、潜伏期）	対策不要
S-4	軽微な変状が認められる状態。	① 多少の変調は見られるが、設備能力の低下はない状態。（機械設備） ② 構成部品、接続部、端子部等の一部に多少汚損が見られる状態。（電気設備） （劣化過程は、進展期）	要観察
S-3	変状が顕著に認められる状態。 劣化の進行を遅らせる補修工事などが適用可能な状態。	① 作動が不自然であり、設備能力の低下が多少ある状態。（機械設備） ② 構成部品、接続部、端子部等の部分的に汚損が見られる状態。（電気設備） （劣化過程は、進展期から加速期に移行する段階）	補修
S-2	施設の構造的安定性に影響を及ぼす変状が認められる状態。 補強を伴う工事により対策が可能な状態。	① 設備能力の低下が明瞭にある状態。 ② 構成部品、接続部、端子部等の大部分に汚損が見られる状態。 （劣化過程は、加速期又は劣化期に移行する段階）	改修 補強
S-1	施設の構造的安定性に重大な影響を及ぼす変状が複数認められる状態。 近い将来に施設機能が失われる、又は著しく低下するリスクが高い状態。 補強では経済的な対応が困難で、施設の改築が必要な状態。	① 作動停止又はそのおそれがある状態。S-2 に評価される変状が更に進行した状態。 ② 構成部品、接続部、端子部等の汚損が著しい状態。 （劣化過程は、劣化期）	新築 改築

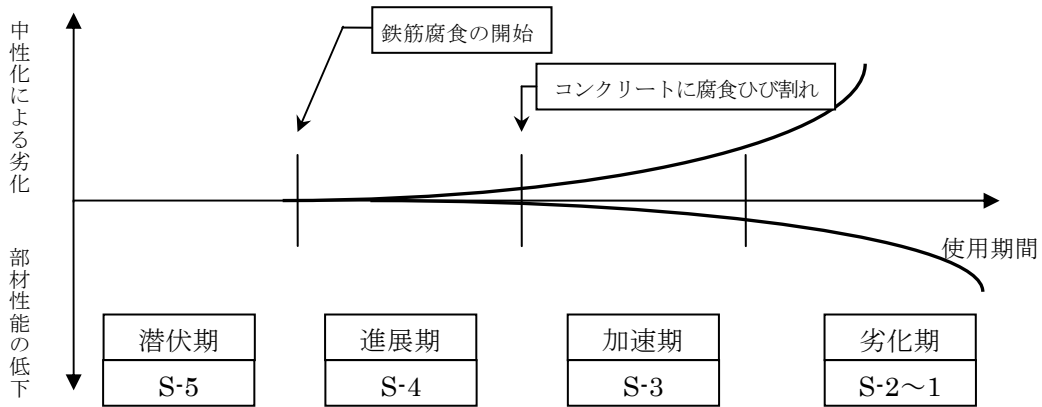
健全度評価は、内部要因（部材の劣化など）、外部要因（外力による変形・変位など）、その他の要因（部材同士のズレなど）それぞれについて評価を行う。

また、健全度評価は、ひび割れなどの計測可能な変状に着目し、施設の性能に与える劣化状態をS-5 からS-1 までに区分して実施することを基本とする。なお、変状が複数ある場合は、性能に与える影響が最も大きい変状のランク（最小値）を全体の健全度とする。

健全度をS-1 と評価する施設については、対応する対策は新築、改築が基本となるが、この判断を行う場合には、評価者が技術的観点から総合的に判断するものとする。

【参考】 健全度指標とコンクリート標準示方書の劣化過程との関連

健全度指標の区分は、概ねコンクリート標準示方書の劣化過程の考え方と同様な観点に立っている。たとえば、鉄筋コンクリートの中性化の場合、コンクリート標準示方書では、以下のように記述されている。



劣化過程	定義	期間を決定する要因
潜伏期	中性化深さが鋼材の腐食発生限界に達するまでの期間	中性化進行速度
進展期	鋼材の腐食開始から腐食ひび割れ発生までの期間	鋼材の腐食速度
加速期	腐食ひび割れ発生により鋼材の腐食速度が増大する期間	ひび割れを有する場合の
劣化期	鋼材の腐食量の増加により対荷力の低下が顕著な期間	鋼材の腐食速度

出典：コンクリート標準示方書（維持管理編）

図 3-7 中性化の劣化過程（例）（コンクリート標準示方書）

### 3.3.2.2 診断結果のグルーピング

機能保全対策の要否や機能保全対策工法の比較検討等を効率的に行うため、施設の種類、構造、主な性能低下の要因、程度等により同一の検討を行うことが可能な施設群に分類し、グルーピングを行う。

#### 【解説】

グルーピングは、技術的に適用可能な対策工法が同様の選択肢になることを念頭に置いて行う必要がある、性能低下の要因やその後の性能低下の進行に影響すると思われる立地条件等を十分踏まえて行う必要がある。

施設の構造や立地条件等に応じて細かなグルーピングとすれば、より精度の高い検討になる一方、検討作業の量が膨大になる。このため、広範囲の施設系を対象とした検討では、求められる検討精度と検討作業とを勘案し、施設種類、施設健全度と性能低下の要因を基本としつつ、その他の条件については必要に応じ考慮するなど、ある程度大きくグルーピングとすることが効率的である。

なお、漁業集落排水施設は、漁村地域において生活排水等の汚水を集水し、処理するという目的を達成するものであることから、処理区が基本としてあり、これを管路施設と汚水処理施設に分ける。さらに、このうち汚水処理施設については処理水槽の種別等、管路施設については、各集落からの路線系統を意識してグルーピングを行い、これに性能低下の状況及び性能低下の要因を加味してグルーピングすることとなる。機械・電気設備については機器の種別により大きくグルーピングし、これに性能低下の状況、性能低下の要因等を加味することとなる。

### 3.4 性能低下予測

性能低下の将来予測は、性能低下の要因が明らかであり、その予測手法が確立されている場合は、経験式などの手法を用いて行う。経験式などの手法が確立されていない場合や複合的な要因で特定の性能低下の要因が不明である場合は、将来的に、これを機能診断による実測で補正することにより行う。

#### 【解説】

漁業集落排水施設の性能低下は、その要因を特定できても予測手法が未確立であったり、複合的な要因による場合が多いことから、標準的な性能低下曲線を設定し、これを機能診断の実測値により補正する手法により、性能低下予測を行う。標準的な性能低下曲線は、今後、継続的な施設診断調査結果のデータの蓄積に伴い精度の高いものを設定していくことを考えている。

また、地域の環境条件や構造物の種類・重要度等を踏まえ、当該施設の性能低下の状況に関するこれまでの情報や、新たにフィールドデータを継続的に収集・蓄積し、物理的メカニズムを考慮することにより性能低下予測を行う方法等も検討する必要がある。

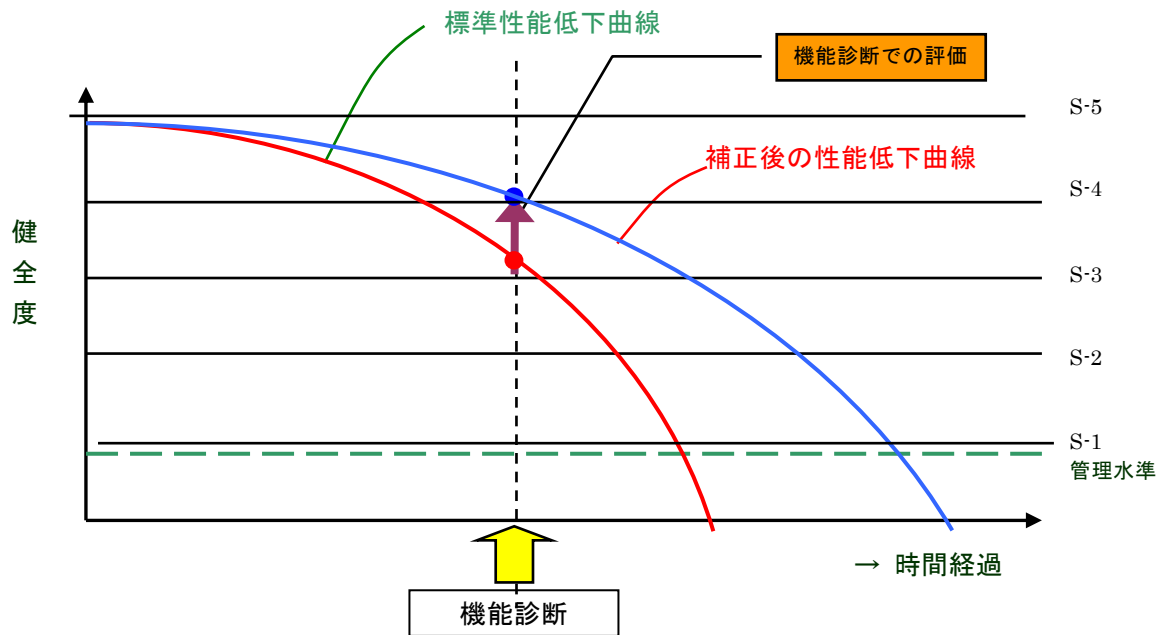


図3-8 性能低下予測式の補正概念

### 3.5 機能保全対策工法

#### 3.5.1 機能保全対策工法の検討

グルーピングされた施設群ごとに性能低下予測の結果を踏まえ、機能保全対策の要否、機能保全対策工法とその実施時期の組合せ（以下「シナリオ」という。）を検討する。

個々の施設の変状に対して技術的に適用可能な機能保全対策は、実施時期と工法の組合せにより様々な対策が存在する。このため、機能診断結果に基づく施設の性能低下予測を踏まえ、技術的・経済的に妥当であると考えられる対策の組合せを、検討のシナリオとして複数仮定する。

#### 【解説】

一般的には、性能低下が進行していない時期ほど機能保全対策工法の選択肢は多い。しかし、性能低下の初期段階で簡易な工法により施設の耐用期間を延長することが必ずしも経済的になるとは限らないことに留意が必要であり、これについては、LCC比較を行って妥当性を検討する。

性能低下の進行状態と機能保全対策工法は、工法の選択肢と経費の多寡から、一般的に以下のような傾向にある。

##### （１）S-3の段階

補修などの機能保全対策工法の選択肢が多く、比較的簡易な対策が可能な段階。

（例）管路施設：管路本体の強度は十分だが、管継手等からの浸入水に対処するため、止水処理を実施。

汚水処理施設：水槽躯体の強度は十分だが、ひび割れの進行に対処するため、吹付処理を実施。

##### （２）S-2の段階

改修、補修などの本体の力学的強度を回復及び改善する必要があり、比較的選択肢が少なく経費も安価でない機能保全対策が必要となる段階。

（例）管路施設：管路が破損する段階ではないが、管本体の強度が低下しているため、補強処理を実施。

汚水処理施設：水槽壁面が倒壊する段階ではないが、躯体強度が低下しているため、補強処理を実施。

##### （３）S-1の段階

性能指標が管理水準に近づき、例えば、管路本体の破損・閉塞等が起きるリスクが増加し、機能が著しく低下するなど、新築、改築により対処するしかない段階。

このような傾向を考慮し、グルーピングしたグループごとに、それぞれの段階で技術的、経済的に妥当と思われる機能保全対策工法を仮定し、シナリオを仮定していくプロセスを踏む。機能保全対策工法の組合せを検討する場合、以下のような点に留意する必要がある。

- ① 一定期間監視を行った後に機能保全対策を実施する場合には、その間に増加する部分的な補修等に要する経費についても考慮する。
- ② 採用する機能保全対策工法によっては、大規模な仮設が必要な場合もあることから、単なる工法の単価のみならず、可能な限り実際の発注単価に近い経費を想定する。
- ③ 耐用期間が短い補修を繰り返すようなシナリオの場合など、検討期間中に複数の機能保全対策を実施する場合には、２回目以降の対策工事が１回目に採用する機能保全対策工法との関係で技術的に適用できないといった問題が無いかどうか、確認を要する。

機能保全対策工法の検討手順の概要を以下に示す。

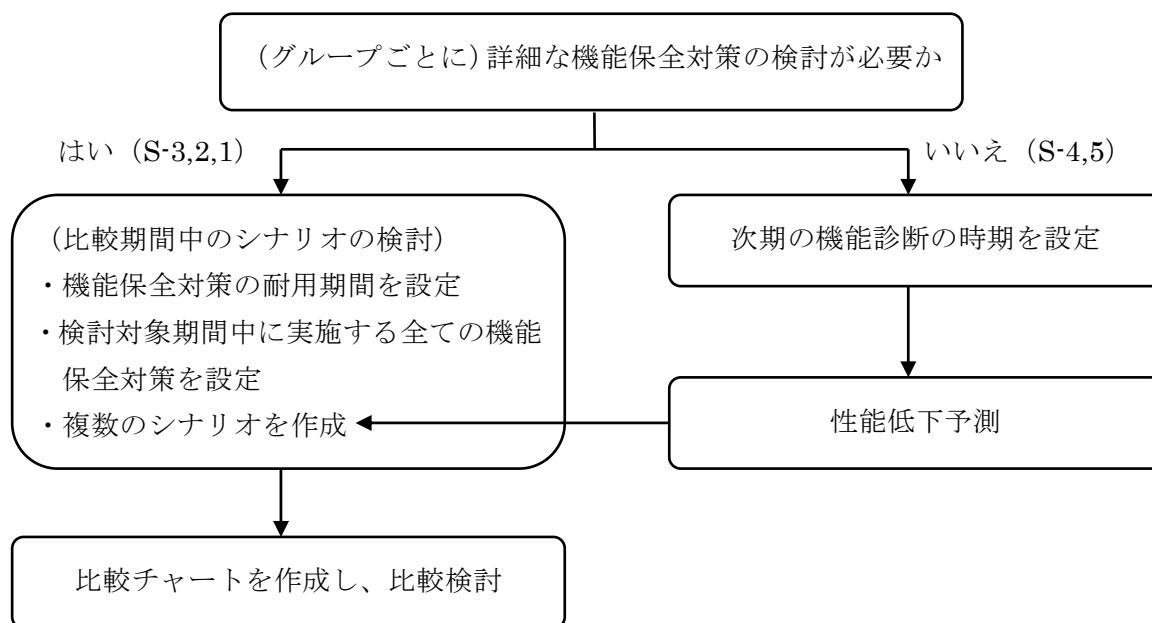


図3-9 機能保全対策工法の検討の流れ

(1) 詳細な検討の必要性の判断

対象とする施設グループのうち、機能診断結果が健全度 S-3 以下であるものについては、劣化予測を含む詳細な検討を行うこととし、S-4 以上であるものについては、当分の間は機能保全対策の必要がなく、既存施設を現況のまま利用するものとする。

(2) 詳細な検討が必要なグループの検討

<機能保全対策工法の検討>

ア 検討の単位であるグループごとに、技術的な妥当性が見込まれる複数の機能保全対策工法とその実施時期、当該機能保全対策工法により期待される耐用期間を決定する。

イ 機能保全対策工法により期待される耐用期間は、実績がある場合、実績値から設定し、新技術などの場合にはメーカーからの聴き取りを基礎としつつ、専門家の意見等も踏まえながら総合的に判断する。

<シナリオの作成>

ウ 当該機能保全工法の耐用期間が検討対象期間を下回る場合、機能保全対策を行った施設が耐用期間に到達した時に再度実施する機能保全対策も想定し、検討対象期間中に実施するすべての機能保全対策を仮定する。

(3) 当面の機能保全対策が必要でない施設グループについての検討

ア 次期の機能診断の実施時期の設定

検討の単位であるグループごとに、劣化予測の結果から得られた S-3 評価までの期間から、次期の機能診断の実施時期を設定する。

イ 機能保全対策が必要となる時期の想定と機能保全対策工法等の検討

$\alpha$  : S-3評価までの期間 (補修などの選択肢が多く、安価な対策が有効な期間)

$\beta$  : S-2評価までの期間 (改修、補修を伴う対策が有効な期間)

$\gamma$  : S-1評価までの期間 (新築、改築が必要となるまでの期間)

のそれぞれのケースについて、上記(2)のイ、ウと同様に、どのような対策工法を実施するかを検討する。

なお、広域にわたる施設群の整備構想を策定する概略的な調査計画の段階では、当面の機能保全対策が必要でない施設群についての機能保全対策工法等の検討は、参考情報となる。

早期対策が必要な施設群について事業実施に向けた詳細調査を行う段階では、当面の機能保全対策が必要でない施設群についても、次期の機能診断等においてより精度の高い検討を行う必要がある。

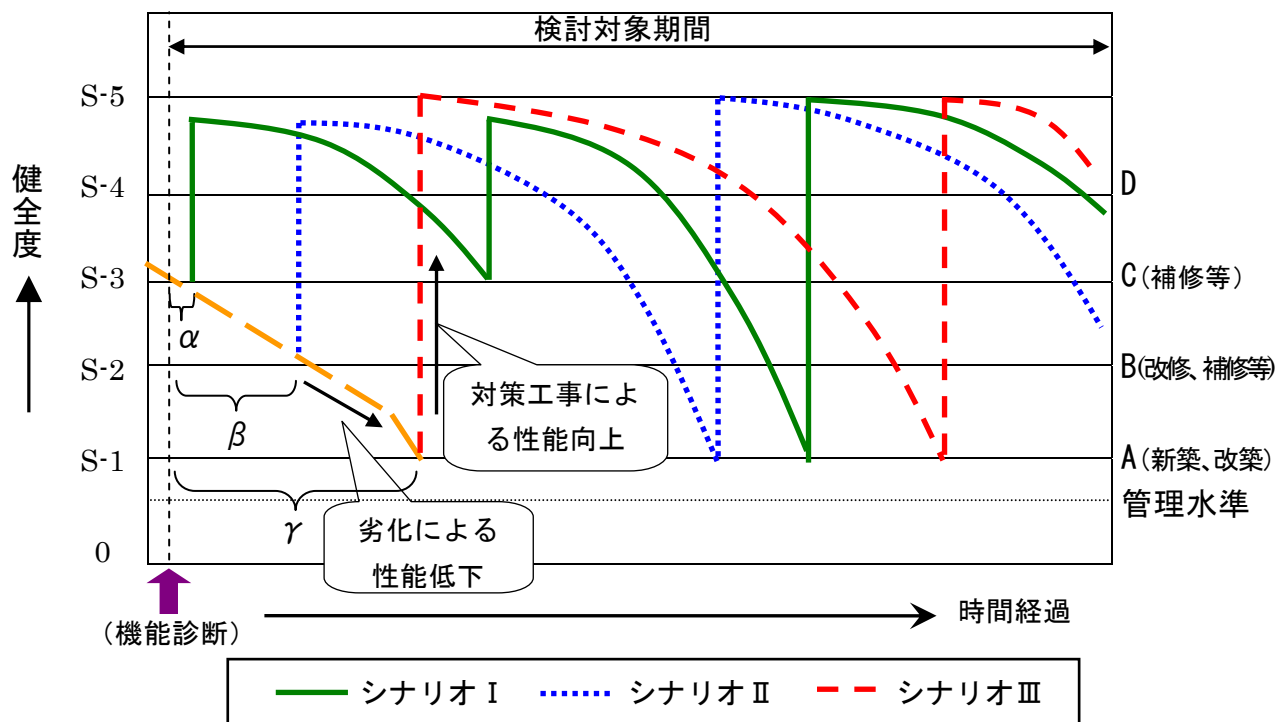


図3-10 複数シナリオによる性能管理の比較

#### (4) 対策工事の同期化

上記までの検討では、対策工事を実施すべき時期が分散する場合があるため、実際の事業化や工事の発注の実態を考慮し、個々の機能保全対策実施時期をずらす同期化について検討する。

管路施設は経過年数、汚水処理施設のコンクリート構造物は処理水槽の劣化環境、機械・電気設備はメーカーの推奨の更新時期などに留意してそれぞれ同期化について検討する。

また、同期化の検討に当たっては、機能保全対策の実施効率やリスク管理等の観点から、機能保全対策の緊急性や工期、実施箇所のまとまり、維持管理者の意向等を勘案する。また、この同期化により、仮定したシナリオに問題が生じないか、確認する必要がある。

第4章から第6章では、管路施設、汚水処理施設の鉄筋コンクリート構造物、汚水処理施設の機械・電気設備ごとにストックマネジメントの適用について記述し、それぞれに対策工事の同期化を行うこととされているが、地方公共団体全体の漁業集落排水施設を対象として対策工事の同期化を行うことが望ましいことは言うまでもない。

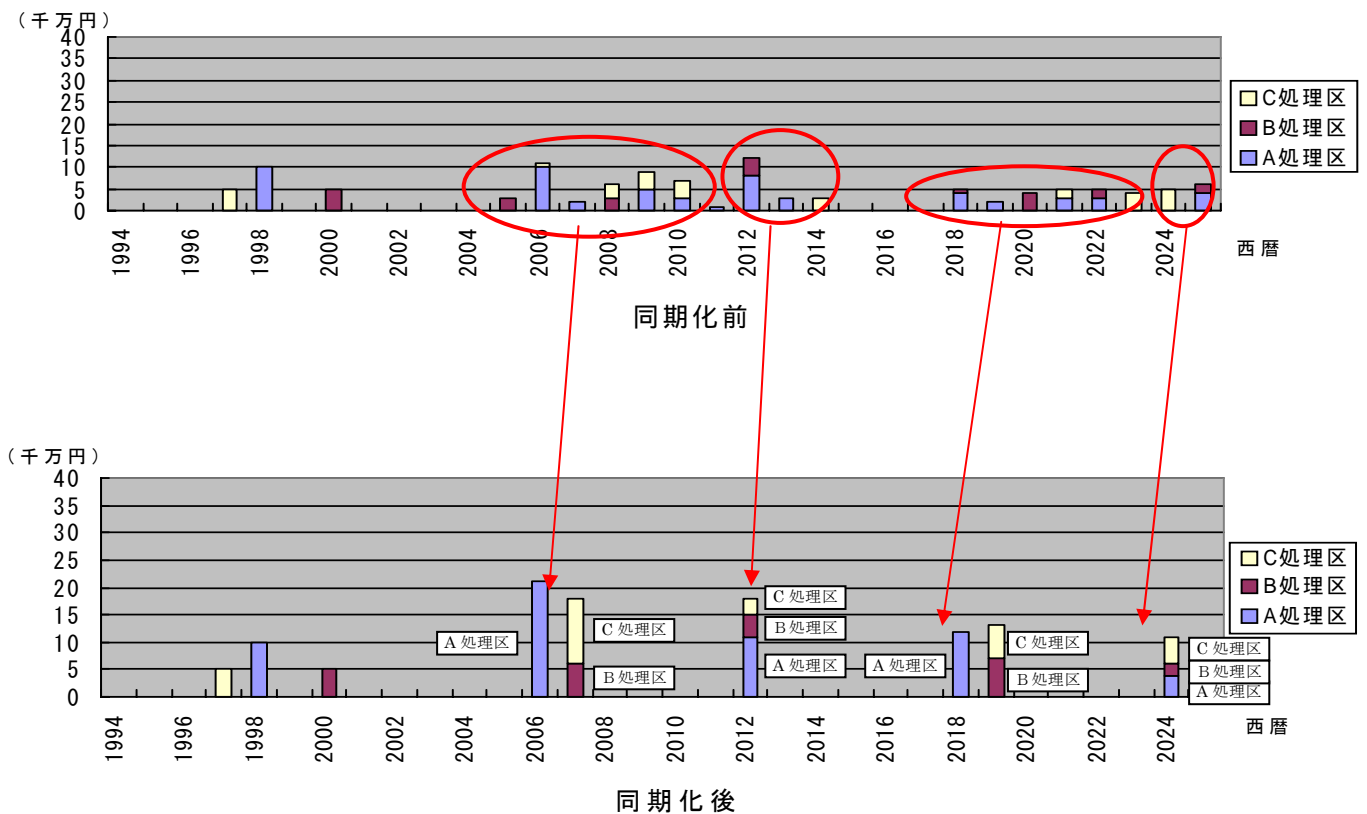


図3-11 対策工事の同期化（例）

### 3.5.2 機能保全対策工法の現地適応性の検証

機能保全対策工法の立案と選定に当たっては、施工性、周辺環境への影響、機能保全対策後の維持管理等を考慮し、現地での適応性について十分検証しておく必要がある。

#### 【解説】

機能保全対策工法の立案と選定に当たっては、劣化要因や変状に対応した機能保全対策工法を選定した上で、現地での施工性、対策工事施工中及び機能保全対策後の周辺環境への影響、機能保全対策後の維持管理のしやすさ等を考慮し、事前に現地での適応性について十分検証しておく必要がある。

- 施工性・・・工事中の通水条件、水質条件、地下水位条件、用地上の制約、実施時期（寒中施工・暑中施工）や工期の制約など
  - ・漁業集落は離島辺地に位置し、廃棄物の処理処分費用が割高であるから改築・補修時に発生する汚水・汚泥やコンクリートガラ等廃棄量の最小化に努める
  - ・施設に小規模な施設が多いことから、処理系列が1系列であることが多く運転を停止することがないよう仮設計画を検討する。
  - ・硫化水素の発生に留意し、槽内の酸欠状態を適切に把握し、安全な作業環境を確保する必要がある
- 周辺環境への影響・・・工事施工中の粉塵・騒音や廃棄物の発生、機能保全対策後の生態系への影響や周辺景観との調和など
- 維持管理・・・維持管理作業の頻度、難易度、費用など

### 3.6 ライフサイクルコストと経済比較

#### 3.6.1 ライフサイクルコストと機能保全コスト

ストックマネジメントは、施設の建設に要する経費のみならず、供用期間中の維持保全コストや、LCC（廃棄にかかる経費に至るまでのすべての経費の総額）を低減することを目指している。本手引きにおいては、既存の施設があることを念頭に置いているため、施設の機能保全対策等の事業の着手時から一定期間において、施設機能を保全するために要するすべての経費（以下、「機能保全コスト」という。）について、比較検討を行う。

##### 【解説】

漁業集落排水施設の場合、通常、その機能を永続的に確保することを前提としていることから、検討対象期間をいつからいつまでとするべきか判断が難しい。また、この手引きで対象とするのは、現存する施設であることから、当該施設の建設等に要した過年度のコストは今後の機能保全対策工法の検討について大きな意味を持たない。

このため、建設から廃棄までのコストという厳密な意味でのLCCを算定し比較することは必ずしも合理的ではないことから、一定の期間を定めて、その間に施設機能を一定の範囲に管理するためのコストである機能保全コストを比較検討することとする。

換言すれば、LCCのうち、検討対象期間以前に発生している建設コストや補修・補強対策コスト、検討対象期間終了後に発生するコストなどを控除したものが、検討対象期間に係る機能保全コストとなる。

機能保全コストは、機能保全対策工法の検討により作成されたシナリオについて算定し、経済比較を行う。具体的には、以下のとおりである。

- ア シナリオごとに、支出年度ごとのそれぞれの対策工法に要する経費を社会的割引率により現在価値に換算し、当該価格を整理する。
- イ 通常必要となる維持管理経費（オペレーションのための人件費や管理の範疇の軽微な補修経費、電気料金、油脂料金等）について、当該費用を整理する。なお、すべてのシナリオにおいて維持管理経費に大きな差が生じない場合には、これを省略しても差し支えない。
- ウ 検討対象期間の最終年度における既存施設の残存価値を減価償却の考え方により算定し、これを控除することにより、機能保全コストを求める。

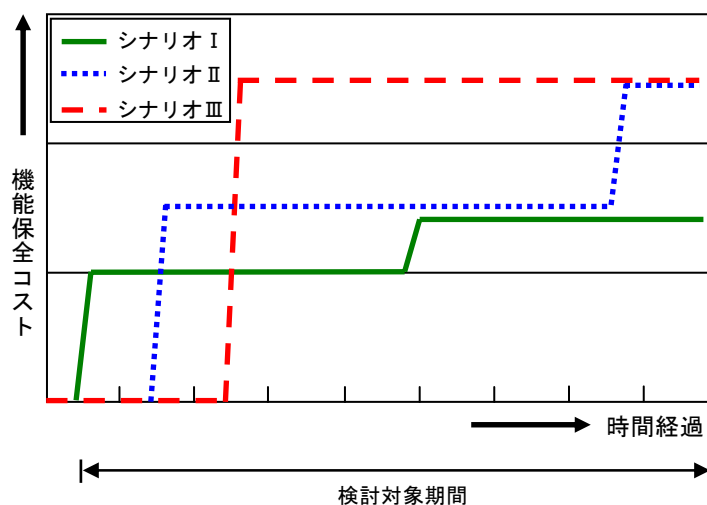


図3-12 機能保全コストの比較

### 3.6.2 検討対象期間

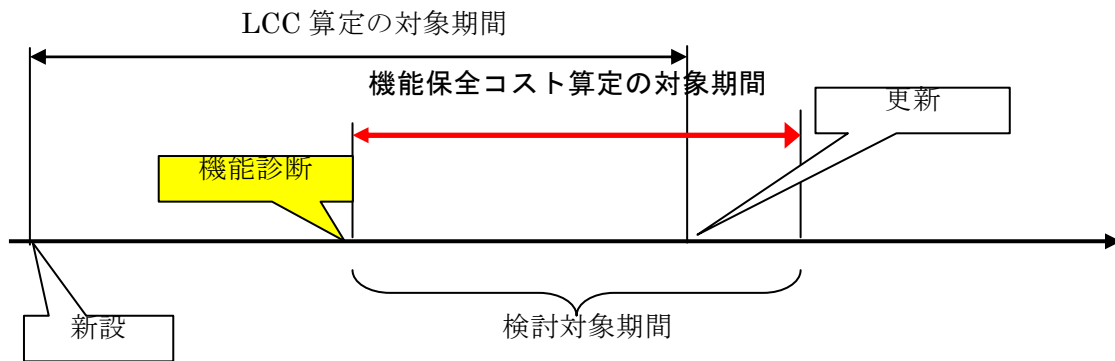
機能保全コストの検討対象期間は、調査計画の目的、施設の耐用年数、社会的割引率等を勘案して適切に定めるものとする。

#### 【解説】

機能保全コストがより小さくなる機能保全対策工法の組合せを検討するための期間については、長期とすると不確定の要素による影響が支配的となり、かつ社会的割引率により対策の選択肢の相違による結果が与える影響は小さくなる。このため、公共事業の多くで 40～60 年の期間を用いていることを踏まえ、本手引きでは、検討対象期間を 50 年としている。なお、建設期間が明らかな場合には、50 年に建設期間を加えた年数を基本として定めるものとする。

また、適切な新築、改築、改修、補修、補強、維持管理等の実施により既存施設の有効活用を図りつつ、機能の継続的な確保を図ろうとするものであるため、「新設～廃棄」までの概念が必ずしも明確でなくなることから、評価の対象とする期間を一定に決めることが必要となる。

<LCC算定の対象期間が機能保全コスト算定の対象期間と重なる場合>



<耐用年数が長く、LCC算定の対象期間が機能保全コスト算定の対象期間に含まれる場合>

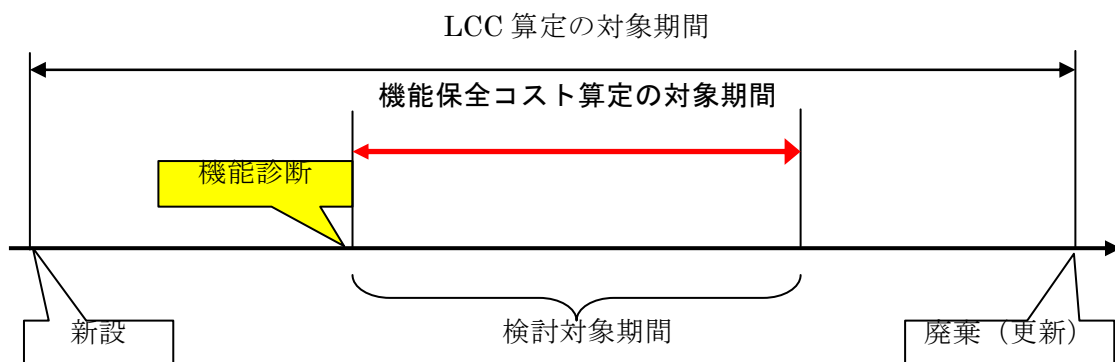


図3-13 機能保全計画の検討対象期間

### 3.6.3 機能保全コストの対象となる経費

機能保全コストは、検討の目的に応じて定めた対象期間について、その間に発生するコストの総額から、期間終了時の残存価値を控除し、現在価値に換算して算定する。

#### 【解説】

機能保全コストは、機能診断調査以降に発生する以下の経費について計上する。

<当面要する経費>

- ①調査、計画、設計に要する費用（調査費）
- ②工事の実施に要する費用（工事費）

<将来的に必要となる経費>

- ③維持管理費（運転経費、維持管理の範囲の補修経費）
- ④更新整備や予防保全対策に要する経費

<検討対象期間終了時>

- ⑤当該施設の残存価値

維持管理費を総費用として計上して費用効果分析を行う。

### 3.6.4 将来に発生する経費の現在価値化（社会的割引率の適用）

将来の費用については、これを現在価値に換算し、算定に用いる社会的割引率は、市場金利、貯蓄性向等を勘案して適切に定めるものとする。

#### 【解説】

社会的割引率は、LCCや機能保全コストの算定に大きく影響する。特段の事情がない場合には4%を適用するが、市場金利、貯蓄性向、消費の収益率が大きく変動した場合には見直しを検討するものとする。

#### 【参考】

費用対効果分析の前提となる社会的割引率等の指標等の前提条件については、関係行政機関においてその妥当性について検証し、各事業間で整合性を確保することとなっている。このため、現下においては公共事業の分野ではすべて4%が適用されている状況にある。（H23.10 現在）

現在価値 = t 年の実際の費用 × t 年次の割引係数

t 年次の割引係数 =  $1/(1 + \text{社会的割引率})^t$

### 3.6.5 残存価値

検討対象期間に係る機能保全コストを比較する場合、検討期間終了時点において当該施設に残存価値が存在する場合には、これを控除して比較を行う。

#### 【解説】

比較対象とする機能保全コストは、検討対象期間にかかる総費用（新築、改築、改修、補修、補強、維持管理費等すべての経費）に、50年後の残存価値を控除して求める。

- ◎ 新設事業残存価値
  - ・ 標準耐用年数 > 供用年数の場合  
 新設事業残存価値 = 新設事業費 - 新設事業費 × 供用年数 / 標準耐用年数
  - ・ 標準耐用年数 ≤ 供用年数の場合  
 新設事業残存価値 = 0
- ◎ 機能保全対策残存価値（機能保全により供用年数が延伸されるものに限る）
  - ・ 耐用年数 > 供用年数の場合  
 機能保全対策残存価値 = 機能保全対策費 - 機能保全対策費 × 供用年数 / 標準耐用年数
  - ・ 耐用年数 ≤ 供用年数の場合  
 機能保全対策残存価値 = 0
- ◎ 全体残存価値 = 新設事業残存価値 + Σ機能保全対策残存価値

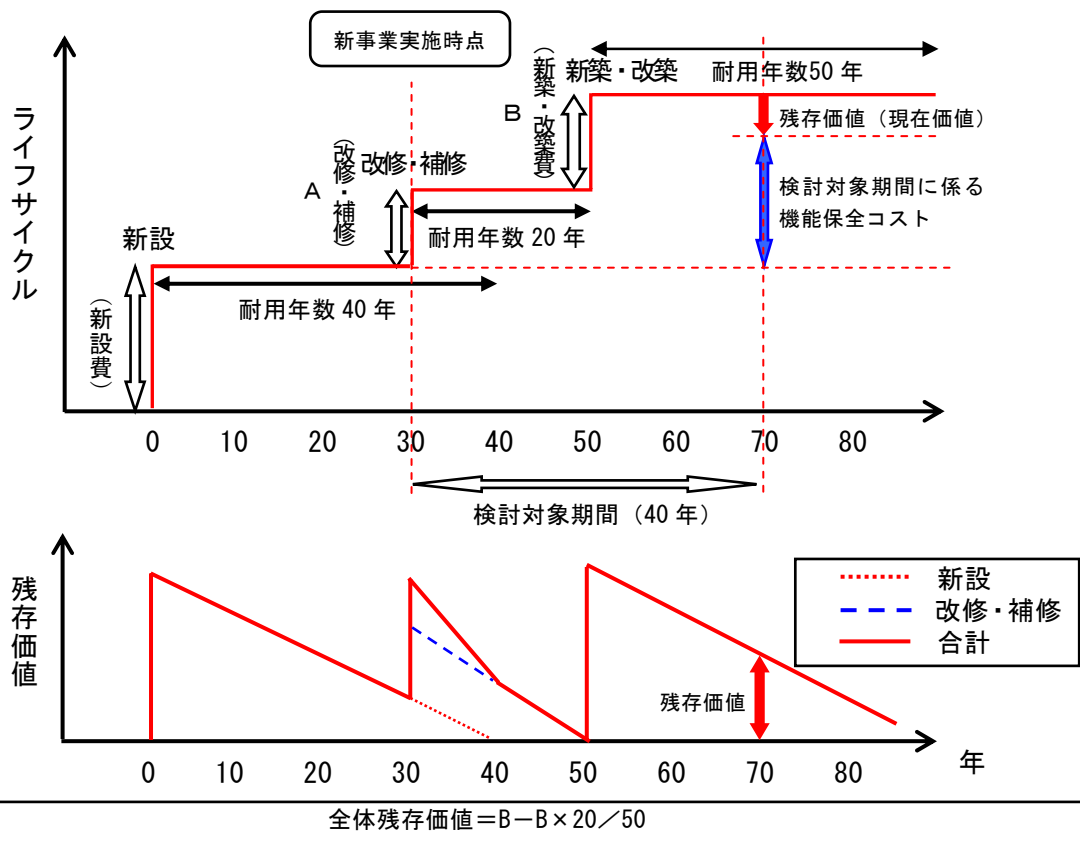


図 3-14 残存価値の算定

例) 標準耐用年数50年の鉄筋コンクリート構造物で、建設時点から30年が経過した時点の残存価値は、

$$\text{建設費} \times (1 - 30\text{年}/50\text{年})$$

となり、これを社会的割引率で現在価値に換算する。

- ・ 主に摩耗と腐食による劣化が進行している管路施設について、機能診断に基づく劣化予測をしたところ、

$\alpha$ （補修が可能な期間）＝ 0 年

$\beta$ （改築が可能な期間）＝ 5 年

$\gamma$ （新築が必要な期間）＝ 10 年

との結果が得られたとする。

（対策工法の検討とシナリオ作成）

技術的な視点から検討した当該管路に適用可能な対策工法の耐用期間とコストは、それぞれ以下のとおり。

**表 3-5 対策工法の検討(例)**

対策工法	単 価	耐用期間
補修（表面被覆工法） 管本体の構造強度が問題ない場合、既設管内面の腐食及び摩耗の進行を抑制するために、表面樹脂塗装を行う。	100 千円/m	20 年
改築（更生工法） 管本体の構造強度に影響が生じた場合、既設管内に新設管、又は既設管と一体となって所定の外力に抵抗しうる構造の管を構築する更生工法を行う。	150 千円/m	30 年
新築（敷設替え工法） 管本体の構造強度が極端に低下し、補修、改築等の対策が困難な場合、全面的な敷設替えを行う。	250 千円/m	40 年

これらの条件から、検討のシナリオとして、以下の3つのケースを検討。

- ・ シナリオⅠ：補修を行い、その20年後に補修を行うケース
  - 2011 補修（耐用期間20年）
  - 2031 補修（耐用期間20年）
- ・ シナリオⅡ：5年後に補強を行い、その30年後に全面更新するケース
  - 2016 改築（耐用期間30年）
  - 2046 新築（耐用期間50年）
- ・ シナリオⅢ：10年後に全面更新を行うケース
  - 2021 新築（耐用期間50年）

このシナリオごとの性能の経過をグラフに表せば、以下のとおりとなる。

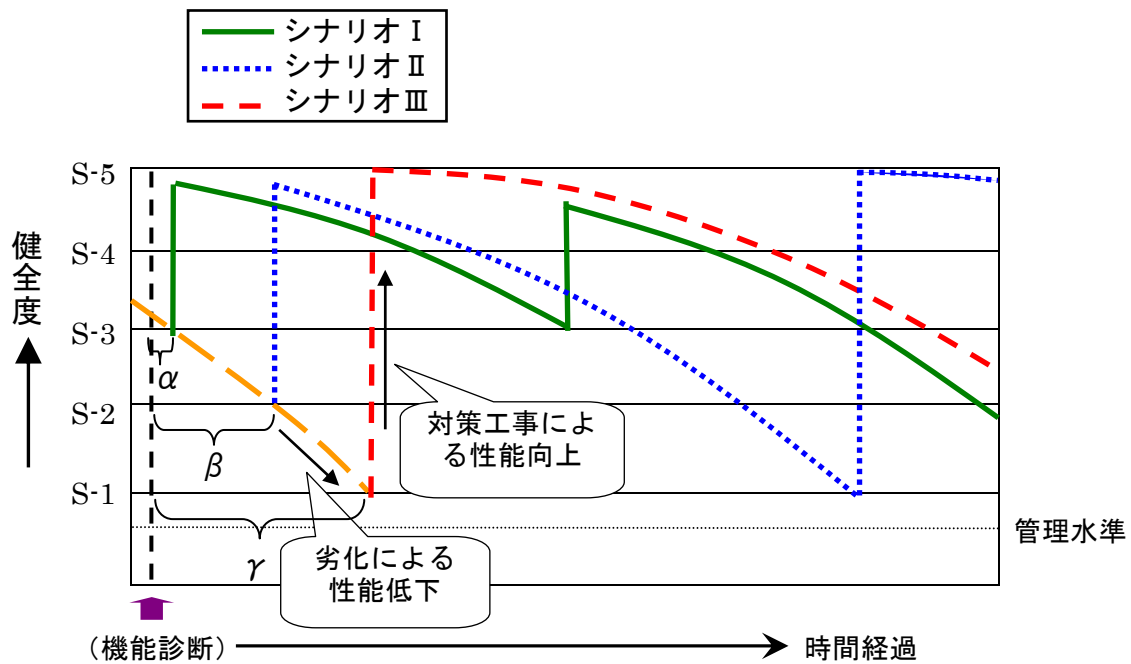


図 3-15 シナリオごとの性能の経過 (例)

<比較チャートの作成>

上記までの検討経過を比較チャートに整理する。

- ① シナリオごとに、支出年度ごとのそれぞれの対策工法に要する経費を社会的割引率(4%)により現在価値に換算する。
- ② 検討対象期間の最終年度における施設の残存価値を減価償却の考え方により算定する。
- ③ 上記①から②を控除し、検討対象期間の機能保全コストとする。

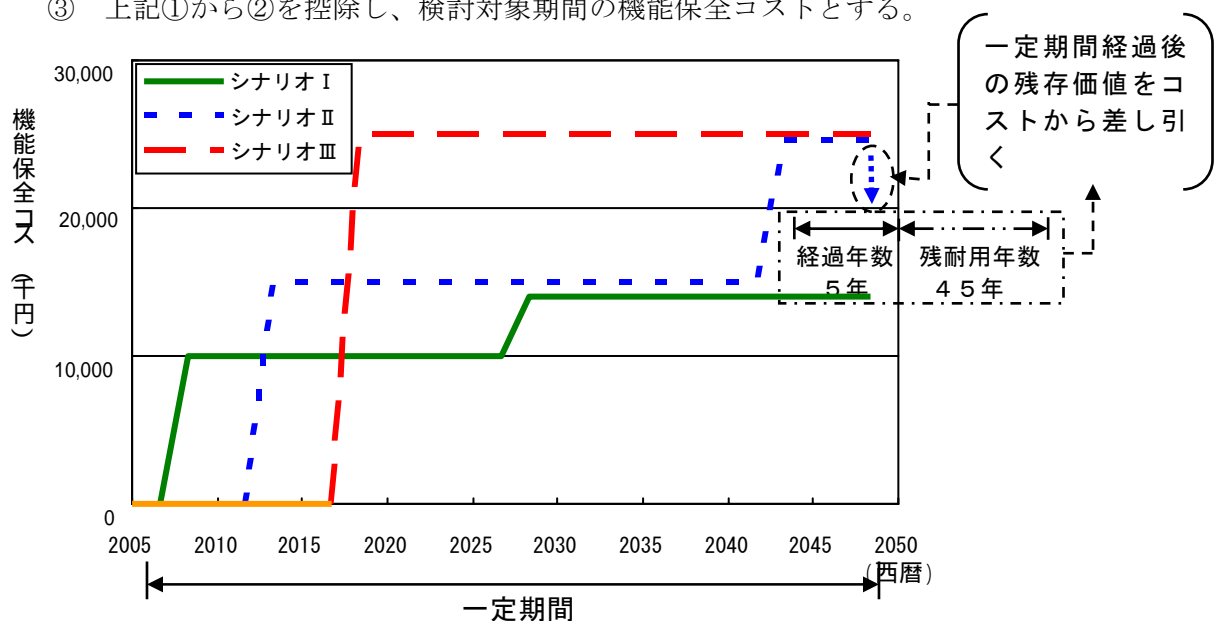


図 3-16 比較チャート (例)

表 3-6 シナリオごとの機能保全コストの算定(例)

単位：千円

		シナリオⅠ			シナリオⅡ			シナリオⅢ		
		対策工法	単価	現在価値	対策工法	単価	現在価値	対策工法	単価	現在価値
コスト累計	西暦(年)									
	2011	補修	10,000	10,000						
	2016				改築	15,000	12,300			
	2021							新築	25,000	16,800
	2033	補修	10,000	4,500						
	2048				新築	25,000	6,300			
	①計			14,500			18,600			16,800
②残存価値 (2048年時点)				0			4,500			1,300
機能保全 コスト (①-②) (2048年時点)				14,500			14,100			15,500

※管路100m当たりのコストを計算

- ※1 実際に事業を実施する場合、事業を効率的に行うため、一定のまとまりを持った工事を一度に扱う必要があるが、それぞれのシナリオごとに取りべき時期がまちまちとなり、実態にそぐわないシナリオとなる場合がある。この場合は、機能保全対策実施時期をある程度束ねる操作（同期化）を行う必要が生じる。
- ※2 初回の機能保全対策工法の耐用期間が経過した時点での 2 回目の機能保全対策工法を仮定するに当たっては、当該機能保全対策が技術的に可能であるかどうかを十分に検討しておく必要がある。

【参考】機能保全コスト比較におけるリスクの考慮

漁業集落排水施設は、道路下埋設管であるが主要な管径が300mm以下であること、処理水槽が一般的に地下であることから、施設が破損した場合にあっても、周辺及び他者への影響は小さいとの判断から、必ずしも、リスクを考慮する必要がないケースも考えられる。しかしながら、住宅密集地や落差のある傾斜地の上部に汚水処理施設が立地している場合等にはリスクを考慮する必要がある。

(1) リスクとは

- ・ スtockマネジメントにおいて、施設のリスクを加味すべきプロセスとしては、①劣化の進行により発生する偶発的な事故を未然に防止しつつ、効率的な調査を実施する観点から、施設ごとの調査頻度（調査の間隔）を設定するとき、②機能保全対策工法の妥当性と経済性を判断する観点から、機能保全対策工法のシナリオと機能保全コストの比較を行うとき、③機能保全対策実施の優先順位を判断する観点から、機能保全対策実施の緊急度の評価を行うとき、の3つの場面がある。
- ・ このうち、②については、地震に対する施設の安全性を設計に考慮する場合、その経費についてLCC分析の中に位置づけて、比較検討を行うことが望ましい。

(2) 性能設計におけるリスク評価の手法

- ・ リスクについては様々な定義があるが、JIS Q 2001では「リスクは、事態の発生確率とその結果の組み合わせ」と定義される。工学的には、リスクの大きさは発生確率（事故率）と施設の重要度（損失額）で評価される。

$$\text{リスク } R \text{ (期待損失)} = \Sigma [P \text{ 発生確率 (事故率)} \times C \text{ 施設の重要度 (損失額)}]$$

- ・ 漁業集落排水施設の場合、施設の重要度は、人口、戸数、関係集落の規模、復旧の難易性、代替策の有無及びその難易性等であり、さらに、主に災害発生時に想定される被害の大きさ、すなわち集落や公共交通機関等との位置関係等の立地条件、地域排水に関わる施設かどうかといった要素が重要となる。
- ・ リスク（期待損失）は、地震や津波などの災害の発生確率とそれがもたらす被害額（施設の機能が発揮されないことによる被害額、施設が破損することで周辺環境に与える不利益額、復旧に要する費用など）を検討することで評価する。
- ・ 前述のとおり、リスクは期待損失という金額で表現できることから、リスクを考慮した場合のLCCは以下のとおりに表現できる。

$$LCC = C_i + \Sigma C_m + C_r + \text{Risk}$$

$C_i$	: 初期建設コスト
$\Sigma C_m$	: 毎年の維持管理コストの総和
$C_r$	: 更新コスト（撤去費用、建替費用）
Risk	: 災害等による期待損失

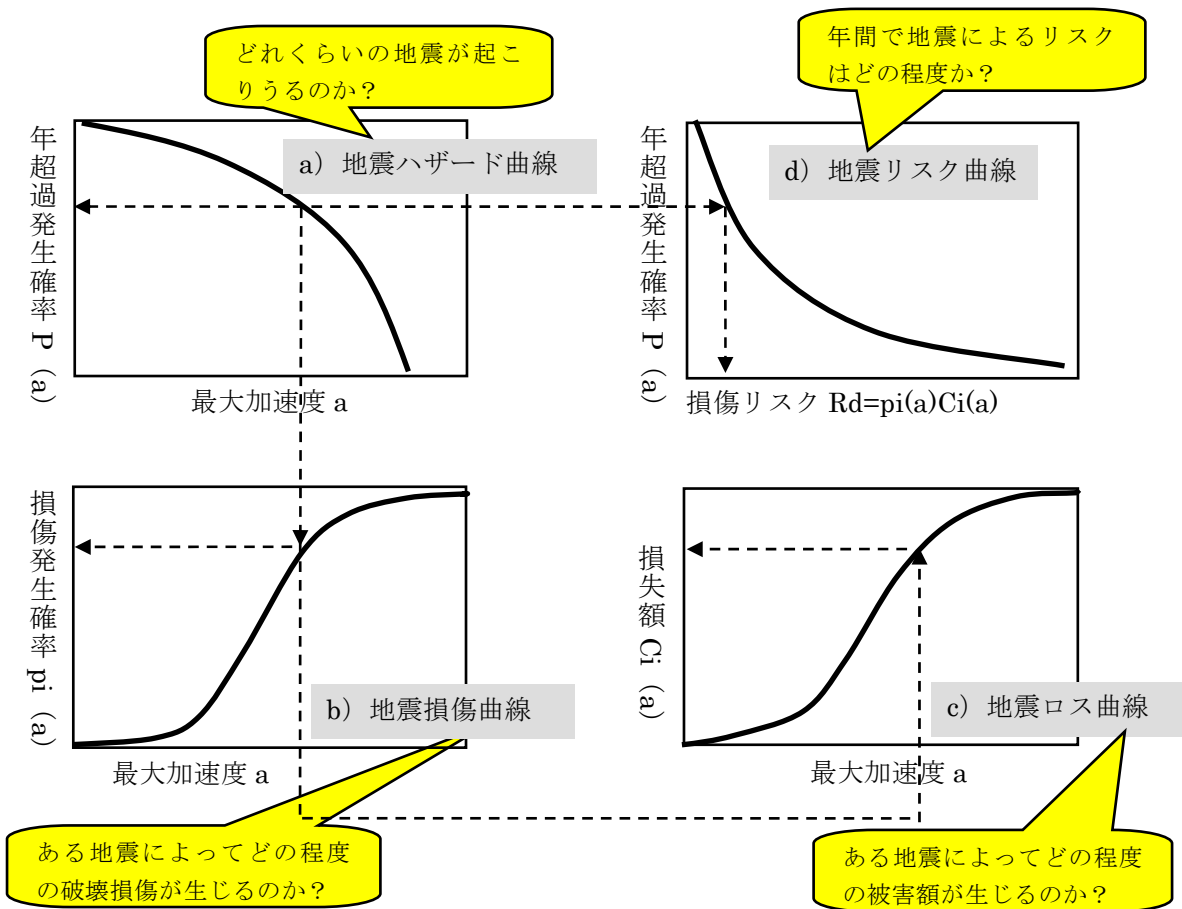


図 3-17 地震の加速度と被害等の関係

- 一般に、初期建設費や維持管理費の異なる複数案があった場合に、リスク損失額と対策費用には、トレードオフの関係が成立する。例えば、地震リスクを考えた場合、耐震性能を向上させると対策費用を要するが、地震による期待損失額が小さくなる。地震リスクを考慮した場合のLCC比較（例）を図3-18 に示す。レベル1対応案は、従前構造案に比較して通常のLCCは高いが、地震リスクが軽減していることで、地震リスクを考慮した場合のLCCが最安価となっている。

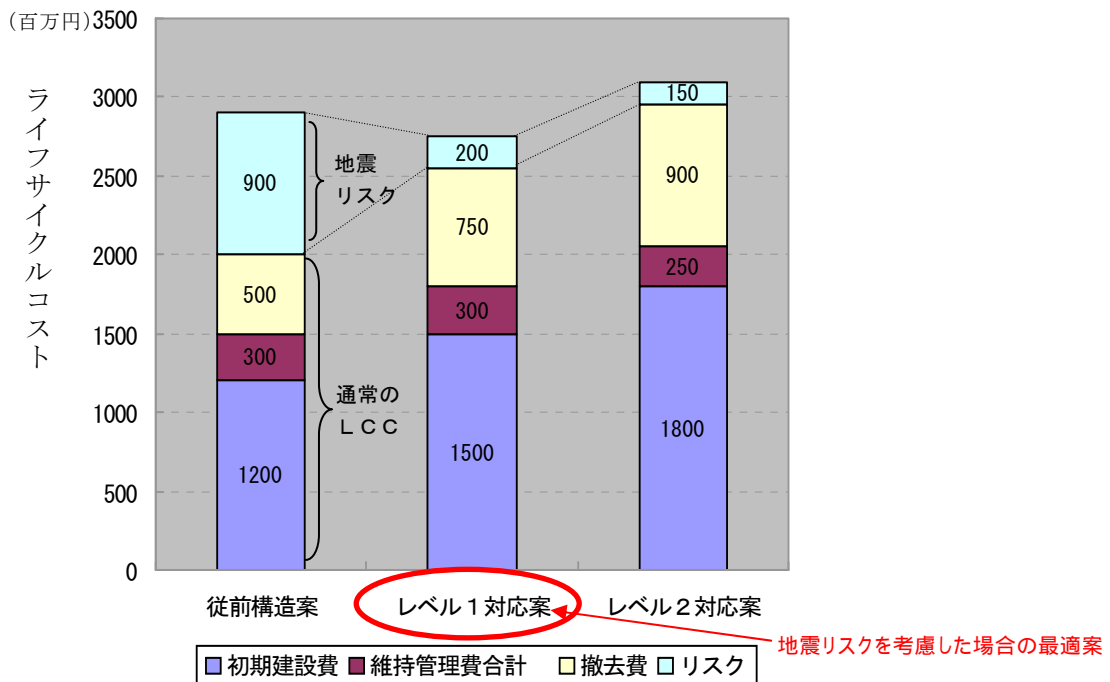


図 3-18 地震リスクを考慮した LCC 比較(例)

### (3) スtockマネジメントにおける高度なリスクマネジメント

上記(1)で掲げたリスクの他に、Stockマネジメントには、劣化予測の精度や機能保全対策工法の耐用期間の誤差など、未来の不確実性に対するリスクも存在する。本来であれば、将来の予測を行った結論に至る可能性や、予測が誤っていた場合の次善策などについても数値化し、仮に予測がはずれても大きな損失とならないようなリスク管理が求められる。

しかしながら、現状においてこれを的確に評価し、多数の選択肢(オプション)の中から最適なものを選択するプロセスを確立することは困難なため、現地での実践やデータの蓄積を待って、改めて検討する将来の課題と現状では整理する。

## 3.7 機能保全計画の策定

機能保全コストの比較により算定された最適なシナリオに基づき、機能保全計画を定める。

### 【解説】

機能保全対策を実施するための複数の工法について、機能保全コスト比較に基づく経済性評価に加え、工法の適用条件、技術的信頼性、維持管理者や地域住民等の意見等を総合的に勘案し、最適工法を選定するなどにより機能保全計画を策定する。

### 3.8 最適整備構想の策定と合意形成

各施設（管路施設、汚水処理施設、機械・電気設備等）のシナリオを取りまとめ、同期化された各地区の機能保全計画をもとに、当該地方公共団体内において管理されているすべての漁業集落排水施設（地区）を縦横断的に同期化し、当該地方公共団体全体の最適シナリオを反映させた「最適整備構想」を策定する。なお、最適整備構想策定に当たっては、維持管理者や地域住民等の意見の聴き取りを行うことが望ましい。

#### 【解説】

最適整備計画構想策定フロー(例)を図3-19に示す。

最適整備構想の策定に当たっては、早期に実施することとされた対策について、適用する国庫補助事業、単独事業等に応じた事業計画を、関係者との調整プロセスを経て策定するものとする。

なお、最適整備構想策定後であっても、想定してきたシナリオ以外の手法の検討が必要と判断される場合には、シナリオ設定の段階からのプロセスを再度行うものとする。

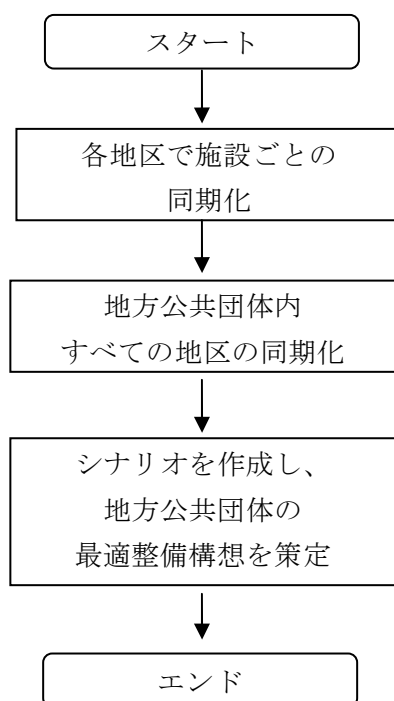


図 3-19 最適整備構想策定フロー（例）

### 3.9 情報の保存・蓄積・活用

施設の劣化予測の高度化など、適切な対策工法を検討するためには、過去の機能診断調査や補修の履歴情報が必要となる。このため、施設ごとに履歴を整備するデータベースの構築を図ることが望ましい。

#### 【解説】

ストックマネジメントの導入に当たっては、点検結果やモニタリング結果等の随時参照可能なフィールドデータが不可欠な情報となる。点検においては、目視や非破壊検査によって構造物の変状や性能の変化をよく観察し、継続的かつ客観的に把握しておくことが必要であり、このことが適切な機能診断の基礎データとなる。しかしながら、これらの基盤情報は十分に整備されていない場合や、データが紙媒体で保存されていることも多く、情報の引出し・加工・分析に時間を要し、情報の紛失や死蔵化されている事例もみられる。

このため、構造物諸元、日常・定期・臨時等の経年的な点検・検査結果、劣化予測結果、補修履歴等に関するデータを整備することは肝要なことであるが、加えて、ストックマネジメントの円滑な運用には、これらを随時容易に更新、検索、編集できる支援システムの構築（データベースシステムの確立）が不可欠なものである

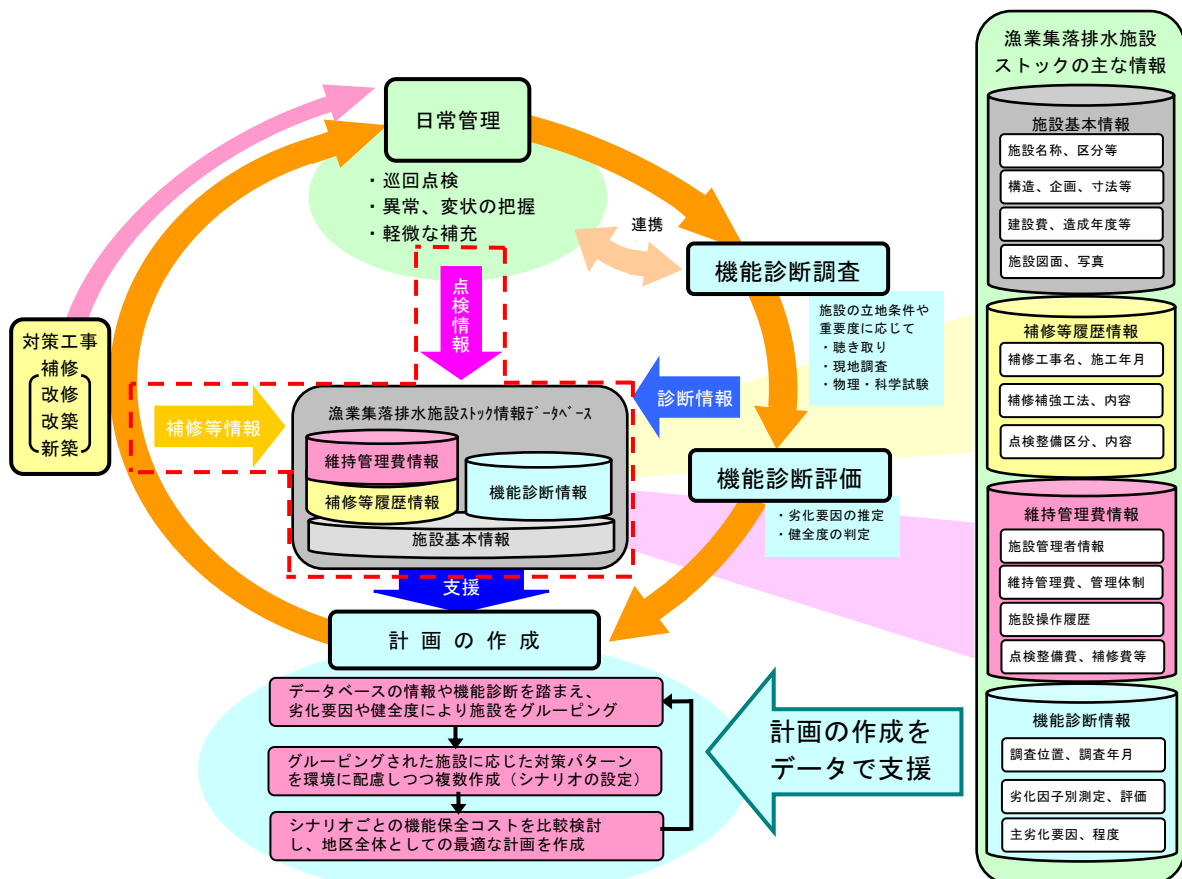


図 3-20 スtockマネジメントの流れとデータベース(案)

## 第4章 管路施設における適用

### 4.1 管路施設の概要

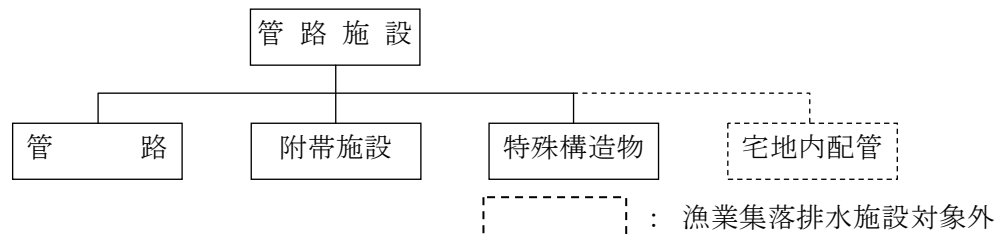
#### 4.1.1 管路施設の構成

管路施設は、汚水を各家庭から集水し汚水処理施設に流送することを目的とした施設であり、管路、附帯施設、特殊構造物から構成される。

#### 【解説】

管路施設は、汚水を各家庭から集水し汚水処理施設に流送することを目的とした施設であり、図4-1に示すとおり、管路、附帯施設、特殊構造物から構成される。

中継ポンプ施設、真空ユニット、真空弁ステーション、圧力ポンプ施設などの機械・電気設備については、第6章を参照して行うこととする。



	管路	附帯施設	特殊構造物
自然流下式	自然流下管路	公共ます 取付管 マンホール	中継ポンプ施設 横断施設（橋梁 添架水管橋露出 配管）等
真空式	真空管路	公共ます 取付管 真空弁ユニット 真空ステーション	横断施設（橋梁 添架水管橋露出 配管）等
圧力式	圧力管路	公共ます 取付管 圧力ポンプ施設	横断施設（橋梁 添架水管橋露出 配管）等

図4-1 管路施設の構成

#### 4.1.2 管路施設の特性

管路施設は、必要な水理条件、構造条件、立地条件及び施工条件を満足し、その特性が十分活かせるものが選定されている。これらの様々な管路、附帯施設等が有する特徴や特有の変状を踏まえて検討する必要がある。

##### 【解説】

漁業集落排水施設の管路施設においては、管路は表 4-1 のとおり、硬質塩化ビニル管をはじめとする樹脂製が最も多い。また、附帯施設として欠かせないマンホールは、鉄筋コンクリート又は樹脂が一般的な構造材料としている。

このため、管路は、樹脂系管を、附帯施設は、鉄筋コンクリート製又は樹脂製マンホールを念頭にストックマネジメントの実際に即して解説する。また、管路施設における流送方式としては、自然流下式、真空式、圧力式があるが、ここでは、原則として自然流下式を対象とする。

管路施設（樹脂系管）における特徴として、耐久性、耐食性、耐電食性に優れていることから、有機溶剤等の浸透以外による化学的腐食、化学的变化及び内面層劣化は非常に少なく、劣化としての管厚の変化は非常に少ないものと考えられる。

実際に発生している性能低下として、設計荷重に比べ増加した外力又は地盤変状、地震などを要因とした、管継手部、管とマンホールとの接合部、取付管接合部などの接合部異常による漏水、管の変形、たわみ、沈下、蛇行による通水障害がある。

このほか特殊な条件にある管路施設、例えば、露出配管における紫外線などによる劣化、地温・水温が高い場合の温度応力による材料の劣化についても十分留意するものとする。

管路施設（樹脂系管）の性能低下メカニズムは図4-2、管路施設の標準耐用年数は表4-2のとおりである。

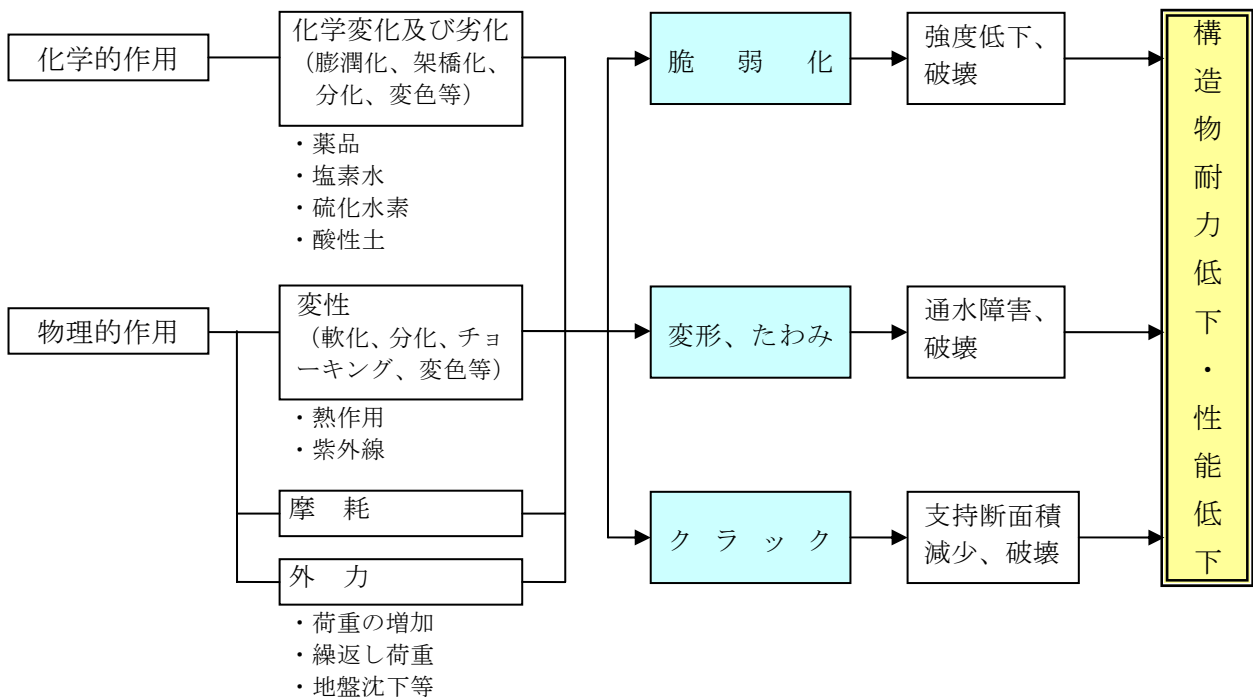


図 4-2 管路施設（樹脂系管）の性能低下メカニズム

表 4-2 管路施設の標準耐用年数表

大分類	中分類	小分類	年 数
管路施設	管路 (マンホール間)	鉄筋コンクリート管	50
		遠心力鉄筋コンクリート管	
		陶 管	
		硬質塩化ビニル管	
		ポリエチレン管	
		強化プラスチック複合管	
		鋳鉄管	
		ダクタイル鋳鉄管	
		鋼 管	
		コンクリート管	
		レジンコンクリート管	
	公共ます	コンクリート	50
		硬質塩化ビニル	
		ポリプロピレン	
	取付管	硬質塩化ビニル管	50
		ポリエチレン管	
		陶 管	
		遠心力鉄筋コンクリート管	
	マンホール	本体 (コンクリート)	50
		本体 (硬質塩化ビニル)	
		本体 (レジンコンクリート)	
		鉄ふた (車道部)	15
		鉄ふた (その他)	30
共 通	防食被覆	10	

参照：平成 15 年 6 月 19 日事務連絡 国土交通省

※HP管は硫化水素の発生等による腐食により管路施設が損傷しやすいので経年の施設については、機能診断が急務である。

## 4.2 性能管理

### 4.2.1 機能と性能

管路施設は、汚水を集水し汚水処理施設まで流送することを基本的な機能とするが、この機能は水理機能と構造機能に区分することができる。

これら機能を発揮するために、水理性能、構造性能等があるが、これら性能の指標として、浸入水量、滞留量、たわみ量、強度等や総合的な指標として健全度を挙げるることができる。

#### 【解説】

管路施設の機能とは、各家庭から排出された汚水を集水し、それを汚水処理施設まで流送することを基本とする。この機能は、水理機能と構造機能に区分することができるが、構造機能は水理機能を下支えする関係にある。また、これら本来的な機能のほかに、管路施設は公共施設であり、かつ道路下埋設であるため交通障害を生起するおそれがあることから、安全性・信頼性といった社会的な機能も有し、これにも着目することも必要ではある。しかしながら、管路施設にあつては、道路下埋設管の主な対象口径は 300mm 以下であり、管の破損があつても、大規模な地震による場合は別であるが即座の陥没事故とはならないことなどから、施設が斜面上部に立地している場合など人的被害や周辺環境への影響が大きいと考えられる場合を除き、社会的機能として取り上げなくとも、構造機能に含まれるものとして、その性能を管理することによいと考える。

これら機能を発揮する能力が性能であり、本来的な機能に関する性能は、浸入水量、滞留水量等の水理的な現象や、たわみ量、強度等といった物理的な状態として具体的に表すことができる。管路施設の性能及び性能指標の例を示すと表 4-3 のとおりである。

表 4-3 管路施設の性能と性能指標の例

施設	要求性能	性能項目	性能指標の例	
管 路 施 設	水理性能			
	汚水 流 送 性	通水量	①満管流量（自然流下管路） ②最大通水可能量（圧力管路及び真空管路）	
		水 理 学 的 安 定 性	溢水	マンホール貯留量（上流管路内の貯留を含む）
			上限流速	①満管流時最大流速（自然流下管路） ②一作動における最大流速（圧力管路） ③一作動における最大気液混合流速（真空管路）
	固 形 物 掃 流 性	掃流力	①満管流時最小流速（自然流下管路） ②一作動における最小流速（圧力管路） ③一作動における最小気液混合流速（真空管路）	
	構造性能			
	安 全 性	構造物破壊	曲げ耐力、せん断耐力、引張耐力	
		支持基盤破壊	地盤支持力	
		液状化	含水率、締固率、粒度分布	
	使 用 性	ひび割れ	ひび割れ幅	
部材（単管等）の変形		たわみ量		
構造物としての変位		沈下量		
地盤の変位（埋戻土の沈下）		埋戻土の沈下量		
マンホール蓋のがたつき		がたつき幅		
マンホール蓋の腐食		腐食深		
マンホール蓋の沈下		沈下量		
耐 久 性	コ ン ク リ ー ト	中性化	中性化深さ	
		塩害	塩化物イオン濃度	
		鋼材腐食性	ひび割れ幅	
		凍害	相対動弾性係数	
		化学的侵食性	化学的侵食深	
	樹 脂	化学的侵食性	化学的侵食深	
		摩耗	摩耗厚	

## 4.2.2 性能管理

管路施設の性能管理は、構造性能に加えて水理性能に関する性能指標にも着目するとともに、その性能指標については可能な限り定量的な個別の指標を用いることとする。

### 【解説】

管路施設は、地中埋設構造物でありかつ口径が小さく管内作業は困難であること、ライフラインであり通水制限は避けるべきであることなどから、構造性能に着目した管体調査は、技術的、経済的に困難である場合が多く、構造性能の視点からのみの性能管理は現実的ではない。

このため、性能管理は、外形的な構造状態に係る指標（構造性能の低下が波及的に現れた埋設管上部路面の状態を含む）だけでなく、浸入水量、滞留水量などの水理性能の指標及び交通障害を起こした事故歴にも着目するものとする。

また、機能保全の基本的な取組においては、現状の技術レベルを踏まえ、施設の重要度に応じた効率的な機能診断や予防保全、事後保全を組合せた対応を図る。これら性能管理のための指標は、可能な限り、定量的な個別の性能指標を用いることとする。

このように管路施設の性能管理に用いる性能指標は、当該管路の性能の低下に対し、支配的な要因であって定量的把握が可能なもの又は健全度から選定する。

なお、施設の重要度は、事故が生じた場合の被害額、復旧費等を基に、一般に3～4区分して定められているが、管路施設にあっては、傾斜地の上部に埋設され、かつその下に公共施設があるなど、被害額が大きくかつそれが生起する可能性も否定できない場合等に留意して重要度を考慮するものとする。

## 4.2.3 性能管理指標の選定

性能管理のための指標は、対象とする管路施設の全体的な特性に応じて、性能指標等から定量的把握が可能なもの、支配的なものから選定する。

### 【解説】

性能指標は、構造性能、水理性能に関する指標及び交通障害となる事故の発生頻度又は健全度を用いることとする。管路施設の場合には、容易に把握できるのは、構造性能の指標については、たわみ・偏平化を除き、マンホール近接部の状態に限られる。よって、性能管理のための指標としては、構造性能の指標としてはたわみ・偏平化、水理性能としては浸入水量又は滞留量が考えられる。ただし、これらの指標を選定する場合には、地域の状況によりそれが支配的要因であることが推量できる場合に限られる。また、マンホール近接部のみではあるが地域の状況によっては、硫化物による腐食環境、アルカリ骨材反応材料の使用等の場合には、マンホール近接部の管体の状態（支配的要因に対応した指標）を選定することができる。支配的要因が明確でない場合には健全度を取ることもあり得る。

### 4.3 機能診断

#### 4.3.1 機能診断調査

管路施設の機能診断調査は、その劣化の特性を踏まえて合理的かつ効率的に行う必要がある。

**【解説】**

機能の劣化の状態や要因は様々であるが、表 4-4 に示すような、施設の設計段階の情報や補修履歴、施設管理従事者による日常管理から得られる情報、硫化水素臭の強さ、管路上部の路面荷重の増加などの既存情報項目から、劣化要因がある程度想定できる。

また、劣化に影響を与える環境の地域特性や過去の補修履歴、施設管理従事者からの情報などにに基づき、調査の重点や留意すべき事項を整理して効率的、効果的な現地調査の計画を策定するとともに、調査事項に漏れが生じたりしないよう留意する。

定期診断の間隔を合理的に定めるためには、施設ごとに劣化要因を想定し、その劣化の進行速度から定めることが必要となる。しかし、主要な劣化要因を特定することは困難な場合が多く、また、調査体制や調査費用の制約もあることから、管路施設の場合、一般的には3～10年間隔で行うことが望ましい。表 4-5 に機能診断調査頻度（例）を示す。

一般に、劣化は、ある程度進行すると急速に進行するものが多い。このため、一般的には、劣化が進行しているものほど、機能診断調査の間隔を短くする必要がある。

対象施設を日常的に管理している管理従事者は、対象施設に関する多くの情報を保有している。このため、様々な劣化の状態、要因を推定するに当たり、日常の不具合などの情報を聴き取り、これから得られる情報を参考とする必要がある。

なお、不明水の存在及びその量の増大は、その原因となる箇所が特定されていない場合には、他の調査に比べ格段に手数を要することから、別途調査として取り組むことも考える必要がある。

表 4-6 に機能診断調査一覧（例）を示す。

表 4-4 既存情報項目一覧

施設情報	維持管理情報	既存の調査記録	外的条件情報
集水区域 経過年数 施設の構造、材質 施設の規模	点検記録 異常発生記録 苦情記録 清掃、補修記録	既存の調査記録	埋設場所の位置づけ (道路種別、交通量、 隣接地人口密集度等) 地下水位、地盤

表4-5 機能診断調査頻度（例）

項目	実施場所	経過年数	実施周期	備考
マンホール内 目視調査	マンホール内及び 上下流管路	0～30年	5年に1回	
		30年以上	3年に1回	
TVカメラ調査	内径800mm未満	0～30年	10年に1回	取付管も含む
		30年以上	7年に1回	取付管も含む

\* 経験的に異常の発生が予測される場合は、実施周期を短く設定する等工夫する。

表 4-6 機能診断調査一覧（例）

分類		自然流 下管路	真空 管路	圧力 管路	マン ホール	取付管	公共 ます	備考
管体劣化調査	管内面調査	目視調査	◎	◎	◎	◎	◎	変状箇所の幅、延長等
		テレビカメラ調査	○	○	○		○	変状箇所の幅、延長等
		内視鏡調査	◎	◎	◎		◎	
		腐食量調査	○	○	○	○	○	
		塗膜厚調査	○	○	○	○	○	
	管外面調査	目視調査		○	○	○		目視可能な表面
		管厚調査		○	○			デプスゲージによる
		腐食量調査		○	○			
		材質調査		○	○			携帯顕微鏡による
	腐食・劣化調査	圧縮強度試験				○		
		鉄筋腐食探査				○		
		壁面PH測定				○		
		中性化深調査				○		
硫黄侵入深調査					○			
水質分析		○	○	○	○			
硫化水素濃度測定		○	○	○	○			
流下能力調査	流量調査	流量計測	○			○	○	不明水調査にも兼用
		揚水試験	○			○	○	
		通水断面積調査	○	○	○		○	
	水密性調査	注水試験	○	○	○	○	○	不明水調査にも兼用
		水圧圧気試験	○		○		○	不明水調査にも兼用
		負圧試験		○				不明水調査にも兼用
	変状調査	たわみ・蛇行試験	○				○	
		扁平測定	○				○	
	漏水調査	音聴調査			○			
		音圧測定			○			
相関調査				○				
漏水確認調査				○				
水素ガストレーサー調査				○				
地下水位調査	水位観測	○	○	○	○	○	空洞調査にも兼用 観測井戸等	
水質・ガス調査	水質・ガス測定	○	○	○	○	○		
空洞調査	弾性波法、超音波打	○	○	○		○		
環境状態調査	土壌調査	比抵抗測定			○			
		管電流測定			○			
	電位測定	管対地電位測定			○			
		地表面電位測定			○			

◎…通常実施する調査。

○…◎等の調査結果により健全度評価等を行うために、必要な調査。

#### <参考>不明水調査

不明水の浸入は、管路及び処理施設の能力不足、道路陥没等、維持管理において種々の悪影響を与え、経済的負担の増加をもたらす。この主な原因は地下水及び雨水であり、流量調査によって、地下水浸入水量と雨水浸入量のある程度推定することができる。流量調査には、流量計測、揚水試験、通水断面積調査がある。

これらの調査内容を表 4-7 に示す。

表 4-7 流量調査内容

調査項目	調査内容	備考
流量計測	定置式（処理場及びポンプ場に設置されている流量計測器を用いて行う方式）と簡易式（マンホール等の開口部に簡易型流量計測器を一時的に設置し、ある一定期間計測を行う方式）がある。	簡易型流量計測器には、PB フリューム、電磁流速計、水位計、超音波流速計、水位計等がある。
揚水試験	地下水位が管底より上部にある場合の地下水位と浸入水量の測定には有効。一区間又は一系統の浸入水量を短時間で把握できるが、地下水位の変動により浸入水量が異なるので、降雨・季節等の状況を考慮して測定する必要がある。	生活排水を含まないことが条件。水密性調査としても実施されている。
通水断面積調査	管内径計測器、X 線測定器、スケールチェッカー等により管内径寸法を測定し、通水断面を算定する。	テレビモニターの画面を計測する方法もある。

#### 4.3.1.1 事前調査

管路施設の事前調査では、管路施設の劣化の特性を踏まえて効率的かつ効果的に行うため、施設の概要、補修等の維持管理、事故歴等を事前に調査しておく。

##### 【解説】

事前調査においては、表 4-8 の事前調査で整理しておく事項(例)をもとに、表 4-9 の劣化要因判定表(例)にて劣化要因を判定し、現地調査を実施する調査対象を抽出することとなる。この場合の調査対象抽出の基本方針としては、現時点及び数年以内に何らかの対策をとることが望ましいと考えられる箇所及び区間を主体とすることとなるが、実施に伴い必要となる時間及び費用等を総合的に勘案し定めるものとする。とりわけ、管路施設は広域に拡がり、その延長も長大なものとなることから、効率的、効果的な調査を行うため、事前に十分な検討を行い周到な調査の実施計画を立てることが求められる。

表 4-8 事前調査で整理しておく事項（例）

分類	調査・整理項目	調査内容	性能低下の視点
管路諸元	管種・口径等	硬質塩化ビニル管 φ150 鉄筋コンクリート管 φ200 等	管種別の主要な性能低下の把握
	継手形式	継手種別 ・ゴム輪接合、接着接合、融着接合等 止水材料種別 ・ゴム輪、接着剤等	継手種別ごとの劣化要因  止水材料種別ごとの劣化要因
	マンホール	組立コンクリートマンホール1号 硬質塩化ビニル製小型マンホール	マンホール種別の主要な性能低下の把握
	設計基準	構造設計方式	品質不良、要求性能の変化（耐荷力）
	規格・製造年	材質、構造、製造方式	品質不良、要求性能の変化（耐荷力）
	施工年	供用年数 30年以上 供用年数 30年未満	劣化の可能性あり。 問題となる劣化の進展は少ない。
埋設環境	土被り	地上部の土地利用 (設計・施工時との変化)	荷重の増大、要求性能の変化（耐荷力） 土被り変化点の不同沈下
	荷重条件	地上部の土地利用、交通量 (設計・施工時との変化)	荷重の増大、要求性能の変化（耐荷力・耐震性等）、活荷重の変化（耐荷力）
	地形条件	地形の変化 (設計・施工時との変化)	地形変化点の不同沈下
	土質条件	既存ボーリング試験等のデータ	液状化による地盤のゆるみ、不同沈下
	地盤条件	既存ボーリング試験等のデータ (軟弱地盤、液状化地盤)	支持力不足の地盤のゆるみ 地盤変化点の不同沈下
	土壌条件	既存ボーリング試験等のデータ (腐食性土壌)	腐食性土壌による外面劣化 地下水位
	舗装条件	舗装仕様 (設計・施工時との変化)	要求性能の変化（耐荷力・耐震性等） 活荷重の変化（耐荷力）
使用環境	流送方式	自然流下式、真空式、圧力式	使用圧力などの違いによる劣化要因の把握
	流量・流速	計画流量、計画流速	摩耗などによる内面層劣化 汚泥、土砂の堆積による通水性障害
	水質	水質分析(水温、pH、DO、ORP、BOD、SS、全硫化物濃度など) 硫化水素ガス濃度測定	化学的腐食による内面層劣化
	配管条件	管継手部、管とマンホールの接合部、 取付管接合部	接合部異常による漏水
事故履歴	事故履歴 漏水・破損	漏水・破損箇所、事故率	事故頻度・傾向の分析による内部要因か外部要因（進行型・偶発型）かの把握
	補修履歴	補修履歴	類似する過去の補修工法の種別から、性能低下要因を把握

注) 調査はスパン単位とするが、隣接するスパンが明らかに上表の調査・整理項目が同一である場合にはまとめて一単位とすることができる。

表 4-9 劣化要因判定表（例）

劣化要因 使用・劣化環境		荷重増大	地盤ゆるみ	不同沈下	腐食性土壌	品質不良	施工不良
		供用年数	30年以上	2	2	2	2
	15～30年	1	1	1	1		
管種	硬質塩化ビニル管	1	1	1			1
	鉄筋コンクリート管	1	1	1		1	
事故歴	浸入水、汚水滞留、 路面沈下事故歴あり	1	1	1	1	1	1
	管体破壊事故歴あり	1	1	1	1	1	1
製造年 (PC 継手)	S40年代以前					1	
	S50年代以降						
土被り	H≤1.2m	2					
	H≥2.5m	1					
埋設環境	交通量が多い	2					
	交通量は多くない	1					
管内環境	汚水等の滞留あり						
	汚水等の滞留なし						
土壌・地盤	地下水位高い		1				
	軟弱地盤		1	1			
評価点合計							
総合評価							

注) 例えば、劣化要因のある項目について、使用・劣化環境の該当する項目の数値を合算してゆけば、当該劣化要因の項目の評価点となる。この評価点が大きい劣化要因の劣化が生じる可能性が高いこととなる。

評価点合計 5点以上： 可能性が高い  
 2～4点： 可能性が否定できない  
 1点以下： 可能性が低い

#### 4.3.1.2 現地調査

現地調査は、事前調査により抽出した調査対象となる管路施設について、技術的知見を持つ者により、目視及び簡易計測を行うことにより、劣化の状況等を把握する。

##### 【解説】

事前調査により抽出した調査対象である管路施設について、徒歩又は車により踏査し、管理設上部路面の状況、マンホールと路面の段差、マンホール蓋の状況を調査し、変状の有無を把握する。次に、現地調査箇所（基本的にスパン単位で設定する。）を次の点に留意して選定する。

- (1) 支線が合流する地点間を、調査の調査単位とし、この区間で1箇所以上の調査箇所を選定する。この場合に、過去に機能診断調査が実施されている箇所を優先して選定する。
- (2) 口径、管材質等が調査単位内で異なる場合には、調査単位を細分し、それぞれに1箇所以上の調査箇所を選定する。
- (3) 維持管理その他により、変状が確認されている箇所については調査箇所として追加し、また、補修、改修等の機能保全工事が従前に実施された箇所（全面更新は除く。）については、極力調査箇所とする。この場合に、この変状箇所又は機能保全対策実施箇所の状況が代表できる区間を調査単位として新たに区分けして設定する。

一般的に、漁業集落排水施設の管路施設は口径が概ね 300mm 以下であることから、管路内に作業員が入る目視調査は困難である。したがって、調査方法としては、マンホール内部及びその近接部、管理設上部路面を目視し、変状があった場合に、その変状をメジャー等で簡易に計測できる場合にはそれを行い、次にスパン間をミラーで目視し、管路のたわみ、偏平化、蛇行等を調査する。現地調査における調査項目と調査方法（例）を表 4-10 に示す。

変状が健全度で S-3 以下の可能性があり、何らかの対策を取る必要性がある場合には、極力専門家による詳細調査を実施するものとする。

#### 4.3.1.3 詳細調査

詳細調査は、事前調査及び現地調査の調査結果を総合的に検討し、必要に応じて変状の原因及び症状に対応した調査方法により実施する。

##### 【解説】

詳細調査は、既存資料等による事前調査及び目視・簡易計測等の現地調査結果を総合的に検討し、変状の原因及び症状を特定及びその範囲等を検討するため、TV カメラ調査、腐食・劣化調査、水密調査、空洞調査等を必要に応じて実施する。詳細調査における調査項目と調査方法（例）を表 4-10 に示す。

詳細調査は、ストックマネジメント等の有効なデータが得られるので、財政的に許せば、幅広く実施することが望ましい。

表 4-10 管路施設に関する現地調査及び詳細調査の調査項目と調査方法（例）  
（硬質塩化ビニル管）

区分		調査項目	調査方法			
			調査内容	調査手法	記録手法	
管 路 施 設	ス パ ン	現 地 調 査	浸入水	スパン間の流量変動調査 (生活排水の流入が少ない時間帯)	目視 水位及び流速を簡易計測	定量記録
			汚水滞留	マンホールにおける汚水の滞留 状況（水位等）	目視及び水位計測	定量記録 写真記録
			路面状況	管理設上部路面状況 マンホールと路面段差	目視及び簡易計測	定量記録 写真記録
			たるみ・蛇行・沈下	ミラーによるスパン間の直視調査	ミラーによる目視	定性記録
			偏平化	ミラーによるスパン間の直視調査	ミラーによる目視	定性記録
			マンホール内 ガス濃度	マンホール内部における硫化水 素濃度の把握	硫化水素ガス濃度測定	定量記録
	詳 細 調 査	破損	TVカメラによる直視、撮影	TVカメラ調査による目 視・映像分析	定量記録 写真記録	
		油脂の付着				
		土砂堆積				
		継手隙間・ズレ				
	マ ン ホ ー ル 近 接 部	現 地 調 査	ひび割れ	マンホール近接部の管体の状況 把握 (破損、クラック、変形、腐食等)	目視及びメジャー調査	定性記録又は 定量記録 写真記録
			腐食・脆弱化			
			変形			
			土砂堆積			
	マ ン ホ ー ル 部	現 地 調 査	浸入水	マンホール内壁及び 蓋の状況を把握	目視及びメジャー調査	定性記録又は 定量記録 写真記録
			ひび割れ			
			腐食・脆弱化			
土砂堆積						
上下変位						
管突込・拔出						
蓋表面の平滑化						
蓋裏面の腐食						
蓋のがたつき						
取 付 管 部	詳 細 調 査	取付管突き出し	TVカメラによる直視、撮影	TVカメラ調査による目 視・映像分析	定量記録 写真記録	
		取付管接合不良				

注) マンホール内の調査においては、安全のため、ガス濃度調査を行うものとする。

## 4.3.2 機能診断評価

### 4.3.2.1 評価の視点

管路施設が持っている水理性能は、構造性能の状態に支えられ、また、構造性能の低下は、①管路施設そのものの内部要因、②管路施設に対して外力等を与える外部要因、③その他の要因により生じることから、機能診断調査の結果等により、構造性能を主体として機能診断評価を行い、劣化要因の有無と劣化状態を適切に把握するとともに、施設の健全度を総合的に評価する。

#### 【解説】

管路施設の水理性能の程度と安定性は、大部分は構造性能に支えられている。既に水理性能に顕著な低下が生じている場合には、管路施設に相当程度の損傷が生じるなど構造性能は低下していたり、現時点では構造性能の低下がない場合にあっても、更なる構造性能の低下があれば、将来、急速な水理性能の低下につながる可能性が高い。また、管路施設の構造性能の低下は、色相の変化、ひび割れ、表面の荒れ等の管体の状態や路面状況など外形的状态から相当程度把握できる。

このため、管路の健全度は、管路の外形的な構造物の状態から評価することを主体とする。また、口径の小さい埋設管であること、ライフラインであり、その通水制限は避けるべきであることから、構造性能に関する状態を簡便に把握できる部位と項目は限られる。よって、管路の健全度は、把握可能な水理性能の指標等を加えて行うこととする。また、支配的性能指標については別途個別に性能評価を行うものとする。

構造性能の低下は、過年度に生じた様々な要因によって進行しているため、管路施設の健全度を適切に評価するためには、現在の施設状態だけでなく、管路施設の劣化が、内部要因、外部要因、その他の要因のどれであり、また進行性であるか否かについて把握することが重要である。また、水理性能の低下と構造性能の低下の要因との関連付けは欠かせないことである。

代表例として、管路施設（樹脂系管）の機能診断評価のプロセスを図 4-3 に示す。

#### <性能低下の要因>

##### (1) 内部要因（管体の劣化）

管体のひび割れ、チョーキング（白化現象）、分化等に伴う強度低下、たわみによる通水障害等

##### (2) 外部要因（構造物に対し外力を発生させるもの）

地盤の不同沈下、地震、交通量増加による荷重増等に伴う外力発生、変形、損傷等

##### (3) その他の要因

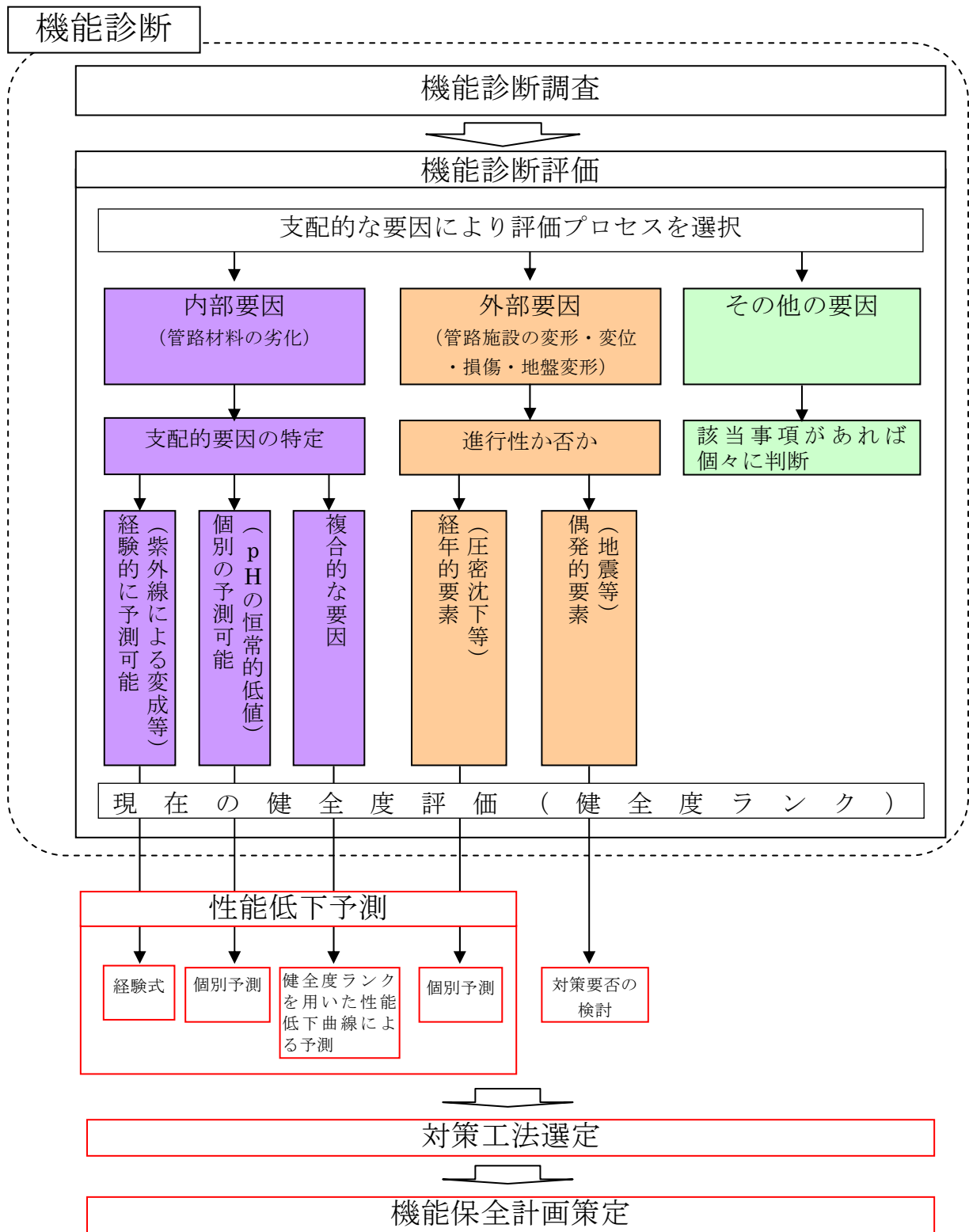


図 4-3 管路施設（樹脂系管）の機能診断評価のプロセス

#### 4.3.2.2 評価の方法

埋設構造物である管路施設は、マンホール及びその近接管路部を除きその変状を簡便に把握することは困難であり、機能評価は目視できる部位の状況（埋設管上部路面の状況を含む）と、事故率、浸入水量、管体のたわみ又は偏平化を主要な評価指標とする評価項目について行うものとする。

##### 【解説】

管路施設の状態を評価するためには、管路施設の性能低下に関係する内部要因、外部要因、その他の要因に係る評価項目について表3-2を参考として評価区分を設定し行うが、各要因に係る評価項目が複数に及ぶ場合には性能劣化を進行させる、より支配的な評価項目に重点を置いて評価する。

健全度評価は、内部要因、外部要因、その他の要因ごとにそれぞれ構成する評価項目について行うが、これらの評価区分が異なる場合には、最も厳しい評価を採用する。また、性能低下に関わる評価項目が複数ある場合には、今後の性能低下により影響すると思われる支配的な評価項目を検討し、その評価区分を採用する。

管路施設の状態評価に用いる性能指標に基づく要因別評価項目及びその評価区分の標準例は表4-11、表4-12のとおりである。

管路施設の状態評価は、施設の総合的な健全度のランクを決定するものであり、機能診断調査の結果等に基づき行うものである。機能診断調査において簡便に把握することができる管体の構造性能に関する指標は、埋設管上部路面の状態、マンホール近接部の管路状態とミラーによるたわみ又は偏平化に限られる。よって、水理性能のうち比較的簡便に把握できる浸入水量及び汚水の滞留量並びに交通障害をもたらした事故歴等も加味するものとする。また、この場合に、機能診断調査及び機能診断評価が構造物の劣化進行過程を示すことにも適合しているよう、経費的な面も勘案しその評価項目、及びその調査方法等について検討を加えていく必要がある。

なお、管路施設における評価単位は調査単位である。

表4-11 現地調査を実施した場合の判定基準（例）（目視主体調査）  
（硬質塩化ビニル管）

評価項目			健全度ランク				
要因	項目	部位	S-5	S-4	S-3	S-2	S-1
内 部 要 因	浸入水	スパン	なし	汚水流下がないときは視認できる	マンホール間で増加が視認できる	マンホール間で顕著に増加	S-2の変状が更に進行した状態
		マンホール	なし	滲み出す	流れ出る	噴き出る	
	ひび割れ	マンホール近接管体	幅 0.2mm 未満	幅 0.2~0.6mm	幅 0.6mm 以上	S-3 に該当するものが全体的	
	腐食・脆弱化	マンホール近接管体	なし	表面に変色、脆弱化の兆候あり	表面の変色、脆弱化が顕著	内部まで変色、脆弱化	
外 部 要 因	汚水の滞留	マンホール	なし	マンホール等に多少の滞留が認められる	マンホール等に滞留しているが、溢水のおそれはない	放置すればマンホールから溢水	S-2の変状が更に進行した状態
	路面状況	道路路面	なし	凹地、クラックが多少認められる程度	凹地、クラックが明瞭にあるが交通に支障なし	凹地、クラックのため交通に支障あり	
	たるみ、蛇行、沈下 変形	スパン	なし	管内径 1/2 以内	管内径 1/2 以上	管内径以上	
		マンホール近接管体	偏平化 5%未満	偏平化 5%以上	偏平化顕著	管閉塞	
	土砂堆積	マンホール近接管体	なし	土砂堆積 少々あり	内径 3割以上	内径 5割以上	
		マンホール	なし	2cm 未満	2~5cm	5cm 以上	
	マンホールの上下変位	マンホール	なし	多少の変位が認められる	段差有るが交通支障なし	交通支障あり	
	マンホールへの管の突出し	マンホール	なし	管内径 1/10 以内	管内径 1/10~1/2	管内径 1/2 以上	
	マンホール蓋の平滑化	マンホール	なし	多少摩耗あり	一部摩耗	平滑状態	
	マンホール蓋裏面の腐食	マンホール	なし	表面に変色、脆弱化の兆候あり	表面の変色、脆弱化が顕著	内部まで変色、脆弱化	
マンホール蓋のがたつき	マンホール	なし	蓋周囲に土砂堆積するが、がたつきなし	がたつき多少あり	顕著にあり		
その他	管路施設の事故歴（件数）	管路施設	なし	1.4件 /年・km	1.4件~2.8件 /年・km	2.8件以上 /年・km	

- ※1) コンクリート製マンホールにおける評価項目は上表のほか、第5章の表5-8に準じる。  
 ※2) 管路は樹脂製、マンホールは、コンクリート製を想定している。  
 ※3) たわみ・蛇行・偏平化はマンホール間をミラー測定する。  
 ※4) 事故歴は、管理設路面の沈下（埋戻土の圧密沈下を除く）、管理設部の周辺土地への汚水流入、汚水の滞留事故（中継ポンプ等設備の故障を除く）等が上表のS-3及びそれより低いランクの成因により惹起された場合である。  
 ※5) 各症状が明らかに進行状態にある場合には1ランクダウンさせる。  
 ※6) 上表の各項目の評価のうち最低のランクを当該スパンの健全度とする。

表 4-12 詳細調査を実施した場合の判定基準（例）（TV カメラ調査）  
（硬質塩化ビニル管）

評価項目		健全度ランク				
要因	項目	S-5	S-4	S-3	S-2	S-1
内部要因	浸入水	なし	滲み出す	流れ出る	噴き出る	S-2の変状が更に進行した状態
	ひび割れ	幅 0.2mm 未満	幅 0.2～0.6mm	幅 0.6mm 以上	S-3 に該当するものが全体的	
	腐食、脆弱化	なし	表面に変色、脆弱化の兆候あり	表面の変色、脆弱化が顕著	内部まで変色、脆弱化	
外部要因	継手隙間・ズレ	なし	50mm 未満	50mm 以上	脱却	
	取付管の突出	なし	管内径 1/10 以内	管内径 1/10～1/2	管内径 1/2 以上	
	取付管の接合不良化	なし	不良部あるが、土砂、水の浸入なし	土砂、水の浸入あり	離脱状態	
	変形	偏平化 5%未満	偏平化 5%以上	偏平化顕著	管閉塞	
	油脂の付着	なし	付着少々あり	内径の 3割以上閉塞	内径の 5割以上閉塞	
	土砂堆積	なし	土砂堆積 少々あり	内径の 3割以上	内径の 5割以上	

※ 1) 取付管は本管に準ずる

※ 2) 各症状が明らかに進行状態にある場合には1ランクダウンさせる。

※ 3) コンクリート製マンホール壁体については第5章の表 5-8 に準じる。

### 4.3.3 対象施設のグルーピング

劣化予測や機能保全対策工法の検討を行うため、施設の種類、材料、構造、建設時からの経過年数、劣化要因や劣化の進行状況等が類似する施設群ごとに、対象施設を分類しグルーピングする。

#### 【解説】

当該地方公共団体が管理する多くの管路施設を対象にストックマネジメントを行う場合に、劣化予測や機能保全対策工法の検討を効率的・円滑に行うため、対象とする施設を類似するものごとに、グルーピングすることが必要となる。

対象施設を分類する場合にその区分因子としては、劣化要因、劣化の進行条件及び進行度（健全度等）等とともに、管種（ここでは樹脂系管を想定）、路線、管径、供用年数、施設の設置環境等の条件を加え行うこととなる。

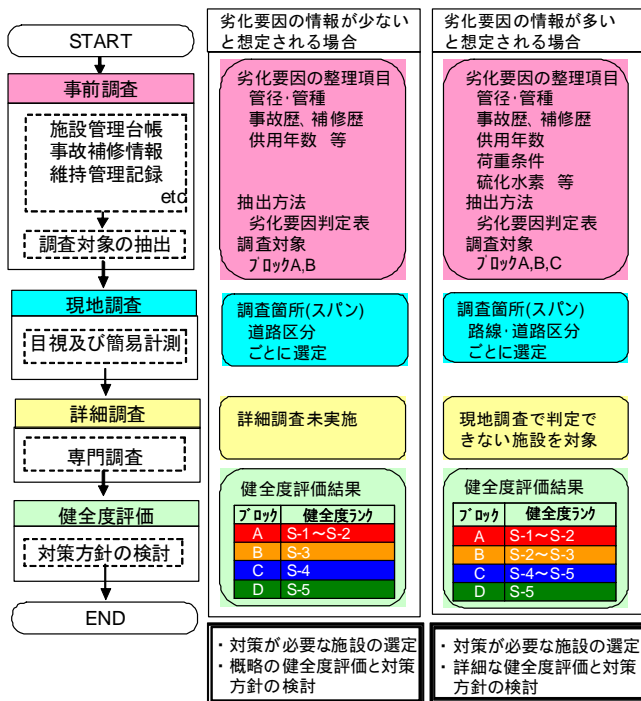
グルーピングを細分化すると、精緻な検討が可能となる一方、検討作業が多くなることから、施設のグルーピングでは、リスク管理を考慮した施設の重要度、補助事業や地方公共団体の自主財源事業などの事業計画が要求する精度、地方公共団体の財政状況などに応じて適切に設定することが重要である。

健全度ランク及び処理区ごとにグルーピングした例を表 4-13 に示す。

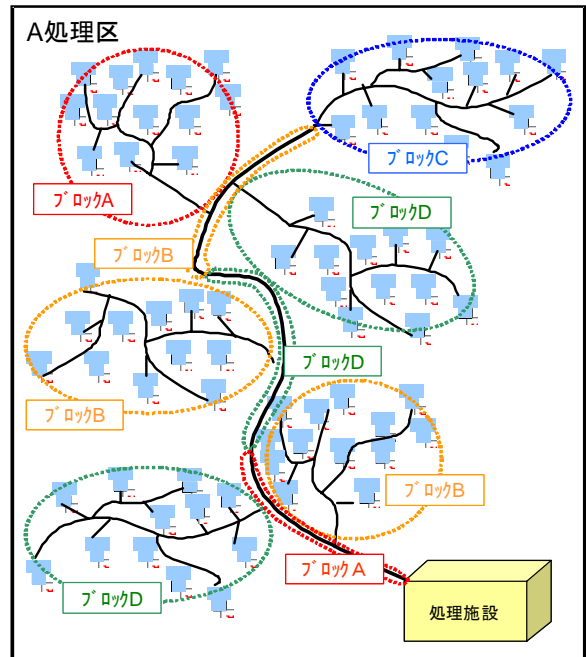
表 4-13 健全度ランク及び処理区ごとのグルーピング（例）

対象施設及び区間			健全度 ランク	劣化要因	グループ 番号	
処理区	路線名	区間				
A 処理区	甲幹線	管体	NO 1～9	S-2	劣化による偏平化	A-1
		MH		S-2	硫化水素	
"	"	管体	NO 10～17	S-2	劣化による偏平化	
		MH		S-2	硫化水素	
"	"	管体	NO 18～21	S-5		A-3
		MH		S-5		
"	乙支線	管体	NO 1～5	S-5		A-3
		MH		S-5		
"	"	管体	NO 6～8	S-3	交通量増による窪み	A-2
		MH		S-3		
"	"	管体	NO 9～12	S-3	交通量増による窪み	
		MH		S-4		
B 処理区	丙幹線	管体	NO 1～7	S-5		B-3
		MH		S-5		
"	"	管体	NO 8～14	S-4		
		MH		S-4		

<参考資料> 漁業集落排水施設の管路施設における機能診断モデルパターン (例)



健全度 ランク	定義	対策方針 (例)
S-1	構造性能に重大な影響を及ぼす変状が複数認められる状態。	新築・改築
S-2	構造性能に影響を及ぼす変状が認められる状態。	改修・補強
S-3	顕著に変状が認められる状態。	補修
S-4	軽微な変状が認められる状態。	要観察
S-5	変状がほとんど認められない状態。	対策不要



★事前調査による変状の可能性

ブロックA: 変状の履歴あり (事故歴、補修歴等)  
 ブロックB: 変状の可能性高い (供用年数30年以上かつ設計荷重より過大な荷重がかかる箇所、硫化水素が発生しやすい箇所など)  
 ブロックC: 変状の可能性あり (供用年数30年未満かつ設計荷重より過大な荷重がかかる箇所、硫化水素が発生しやすい箇所など)  
 ブロックD: 変状の可能性低い (とくに変状要因が見当たらない箇所)

#### 4.4 性能低下予測

対策が必要となる時期や機能保全対策工法の比較検討のため、各施設グループの性能低下予測が必要となる。性能低下は、施設の内部要因、外部要因、その他の要因に影響されて進行するため、これらの要因のうち支配的要因を判定し、これに基づく低下予測を行う。

性能低下予測は、経験式等の利用が可能なものもあるが、経年的なデータに基づく推定等によることとなるものもある。

##### 【解説】

施設グループごとに対策が必要となる時期や機能保全対策工法の組合せによる機能保全コストの比較検討等のため、性能低下の予測が必要となる。

性能低下のうち、紫外線による劣化や恒常的に低い pH の汚水等については変成メカニズムがある程度解明されており予測式又は実験式があるので、これを活用する。その他の要因や複合的な要因によるものは、①地盤沈下や施設の変形など立地環境ごとに大きく異なる場合には、過年度の状況変化についての情報を基に推定する方法、②条件不足のため推計が困難な場合には、経過観察によって状況変化を把握した上で推定する方法等、それぞれの条件に適した方法を選定する。

<管路施設（樹脂系管）の要因別性能低下予測の例>

**（1）内部要因**（内部要因による劣化については、埋設管であることもあって、特殊な条件下でない限り、30年から40年程度では問題となるほどの劣化は見られないのが一般的である。）

- ア 紫外線、薬品、塩素水 → 経験式又は促進試験結果等から予測
- イ 複合的で支配的要因を特定できない場合 → 健全度指標により判定し、標準劣化曲線により予測

**（2）外部要因**

- ア 地震などの偶発的な外力による変形、変位、損傷 → 個別に対策の要否を判定
- イ 地盤の不同沈下、荷重などによる変形、変位、損傷（管体及び接合部） → 管理水準に至るまでの期間を個別に予測

**（3）その他の要因**

取り上げるほどの要因は一般にない

## (1) 内部要因

### ア 性能低下過程の経験式等が存在するもの（紫外線、薬品、塩素水）

薬品、塩素水については濃度、接触時間等が規則的であり、かつその把握ができ得るならば、紫外線被曝と同様に、経験式又は促進試験に基づく推定式を求めることが可能である。

### イ 個々の変状から個別に劣化の進行を予測するもの

劣化の主なる要因が特定できるが、その劣化の進行が個別の立地条件、構造等に左右されている場合には、過去の調査履歴や施設建設当初からの変化の状況、管理従事者からの時系列情報を基に、個別に性能低下を予測する。

### ウ 複合的な要因で劣化するもの

内部要因による劣化にあっても、主な要因を特定できる場合はほとんどなく、種々な要因が複合的に作用し劣化することが一般的である。

標準的な性能低下曲線は、今後、継続的な施設診断調査結果のデータの蓄積に伴い精度の高いものを設定していくことを考えている。なお、本手引きでは、既存資料等を用いて性能低下曲線を設定する。

また、地域の環境条件や構造物の種類・重要度等を踏まえ、当該施設の劣化状況に関するこれまでの情報や、新たにフィールドデータを継続的に収集・蓄積し、物理的メカニズムを考慮することにより性能低下予測を行う方法等も検討する必要がある。

## (2) 外部要因

### ア 地震などの偶発的な外力による変形、変位、損傷等

地震などによる偶発的な要因による変形、変位、損傷等については、当該変状が性能に及ぼす影響を個別に判断するとともに、今後の時間経過により進行する可能性があるかを判断する。

### イ 地盤の不同沈下、圧密沈下、荷重などによる変形、変位、損傷等（樹脂系管の場合には、コンクリート構造物と異なり接合部も含めて外部要因とする。）

施設の立地条件等により合成樹脂製の管体の性能低下の進行が大きく異なるため、過去の調査履歴や建設当初からの変化の状況、管理従事者からの時系列情報等を基に、変形量等と経過時間との相関関係を推定するなどによって個別に性能低下への影響を予測する必要がある。

例えば、地盤の不同沈下による管体の変位は、既に落ち着いている状態にあるか進行性であるかが重要であるため、建設当初との比較だけでなく、調査履歴や管理従事者からの聴き取りなどでその状態を把握する必要がある。また、十分な情報が得られない場合には、数年をおいて継続的に調査を行うことで状態の変化を把握することが必要となる。

## ウ 事例

### 玄海島 管路の変形、変異、損傷の状況

#### 4.5 機能保全対策

管路施設の変状に対する機能保全対策については、その変状の発生原因及びその程度を把握するとともに、施設に置かれている環境や施設に対する要求性能についても、十分に把握し、適切な機能保全対策を講じることが重要である。

また、機能保全対策の必要性があると判断された施設については、必要に応じて専門的な調査を実施し、機能保全コストを勘案した機能保全対策の範囲、適切な機能保全対策工法選定を行うことが必要である。

##### 【解説】

##### (1) 健全度ランクと機能保全対策

原則として健全度ランクはS-3以下の管体を対象に対策を検討することとする。健全度ランクごとの機能保全対策の基本的な考え方は、表4-14のとおりとする。

表 4-14 健全度ランクと機能保全対策の基本的な考え方

健全度 ランク	機能保全対策の基本的な考え方
S-5	対策不要とする。
S-4	要観察地点とし、重点的追跡調査を行う。必要に応じて調査間隔を短縮したり、調査項目を増やすなどの検討を行う。 要観察を原則とするが、変状、劣化が軽度であっても、劣化要因が明確であり、今後、確実に劣化の進行が予想される場合には、LCC上、比較的早い時期に機能保全対策を実施した方が効果的な場合もある。このような場合は、LCCの検討を前提に機能保全対策の検討を行うことが望ましい。
S-3	劣化要因が明確な場合は、劣化要因に対して効果的な対策工法を検討する。 劣化要因が特定できない場合、又は耐久性、耐荷性が明確でなく効果的な対策工法の選定が難しい場合には、専門的調査を実施して具体的な工法の検討を行う必要がある。 概ね補修を前提とするが、劣化要因やLCC上からはしばらく様子を見たり、あるいは補強が効果的な場合があるので、具体的な工法の検討に当たっては、劣化要因、耐久性、耐荷性の精査及びLCCの検討を行うことが望ましい。
S-2	劣化要因に関わらず、早急に専門的調査を実施し、適切な対策を講じる。 概ね改修、補強を前提とするが、劣化要因やLCC上からは新築、改築、改修等が効果的な場合もあるので、具体的な工法の検討に当たっては、劣化要因、耐久性、耐荷性の精査及びLCCの検討を行うことが望ましい。
S-1	劣化要因に関わらず、早急に専門的調査を実施し、適切な対策を講じる。 概ね新築、改築、改修を目安としているが、経済的対応が困難な場合には、現地の状況に応じて検討することが望ましい。

##### (2) 専門的な詳細調査

機能保全計画の策定段階では、目視を主体とする調査でやむを得ないが、具体的な機能保全対策を実施する段階や、採用する事業に係る事業計画を策定する段階では、劣化による障害の箇所、拡がり、進行程度、障害による水理性能の低下の程度などの詳細な情報が必要となる場合が少なくない。

従って、機能保全対策の具体的実施段階では、評価の精度を上げるため、専門的な詳細調査が必要であるが、機能診断調査段階でも、評価精度の向上するために、専門的調査を実施している他の構造物の調査結果の有効活用のほか、必要に応じてサンプル調査を実施することが望ましい。

## 4.6 機能保全計画

性能管理の指標及びその性能予測に基づき、計画対象期間について、各種の対策を内容とする複数のシナリオを比較検討し、技術的、経済的に最適なシナリオを求めることにより、対象とする施設の対策、その実施時期等のほか、日常管理の視点や早期に次回の診断を行うべき事項等も含んだ機能保全計画を策定する。

### 【解説】

機能保全計画の策定は、着目する性能指標の管理水準又は健全度を必要な範囲にとどめることができる方策を複数仮定し、これらの方策を実施するために必要なコストを比較することにより行う。

この際、着目する性能の管理水準の決定が重要な要素であり、以下のような考え方でこれらを設定する。

#### (1) 管理水準の考え方

##### ア 構造性能に関する管理水準

- ・管体が破損する限界値から一定の安全率を見込んで設定する（強度に関連する指標）。
- ・たわみ及び偏平化については、汚水の流送能力の許容量から算定する。

##### イ 水理性能に関する管理水準

- ・汚水の流送能力の許容量及び想定される構造要因との関連等から総合的に検討した上で設定する。

##### ウ 事故発生に係る管理水準

- ・道路下埋設であることから、交通障害を与える事故の発生頻度で設定する。

#### (2) 対策実施後の性能低下の見通し

ア 予防保全的な対策の実施後の性能低下予測は、過去の実績や類似の事例などから想定して行う。

イ 更生工法の実施や全面的な改築の場合には、新設と同等な標準的な耐用年数を想定する。

なお、更生工法など、新設の場合と同等な耐用年数が期待される工法を選択したシナリオを作成する場合には、敷設替えを行うケースについても比較検討の対象とする必要がある。

対策工法の選定に当たっては、次の点に留意することが必要である。

- ① 予防保全対策工法は、管種や性能低下要因によっては、事後保全対策と同様となる場合があるため、対策工法に求められる要求性能と経済性を考慮の上、事後保全対策のシナリオも検討する必要がある。
- ② 管路を更生する要因が外部要因か、内部要因であるかを明確にした上で、必要な対策工法を選定する。
- ③ 更新する場合にその方法は大きく分けて、開削と非開削がある施設の環境や状況、経済性に併せて総合的に判断する。

施設機能の監視を含む機能保全計画を策定する場合には、管路施設は日常的な目視での変状確認が困難な場合が多い。このため、機能診断のプロセスにおいて専門家による詳細調査等を

実施することにより得られた、施設の特性やウィークポイントなどについては、日常管理者が留意すべき事項として整理し明示的に示しておくことが重要である。また、変状が今後急激に進むと危惧される施設があった場合など、特別の時期に診断すべき事項として検討し、これを示しておくものとする。

## 第5章 汚水処理施設の鉄筋コンクリート構造物における適用

### 5.1 汚水処理施設の鉄筋コンクリート構造物の概要

汚水処理施設は、集水し流送されてきた汚水から汚濁物質を除去し清澄な処理水とすることを基本的な機能とする。これは、更に汚水処理機能、汚泥処理機能、構造機能に分類できるが、これらは重層的に構成される。これらの汚水処理施設の機能のうち、構造機能の大部分を担っているのが、処理水槽等の鉄筋コンクリート構造物である。

#### 【解説】

汚水処理施設は、汚水を浄化し清澄な処理水とすることを目的とした構造物であり、機能として汚水処理機能、汚泥処理機能、構造機能に分類される。

汚水処理施設の機能のうち、構造機能の大部分を担っているのが、処理水槽等の鉄筋コンクリート構造物である。

#### 5.1.1 汚水処理施設の鉄筋コンクリート構造物の構成

汚水処理施設の鉄筋コンクリート構造物として、原水ポンプ槽、流量調整槽、生物処理槽、沈殿分離槽、沈殿槽、消毒槽、放流ポンプ槽、汚泥処理槽、汚泥貯留槽等が挙げられる。

#### 【解説】

汚水処理施設の鉄筋コンクリート構造物である処理水槽として、図5-1に示すとおり、原水ポンプ槽、ばっ気沈砂槽、流量調整槽、生物処理槽、沈殿槽、汚泥処理槽等が挙げられる。

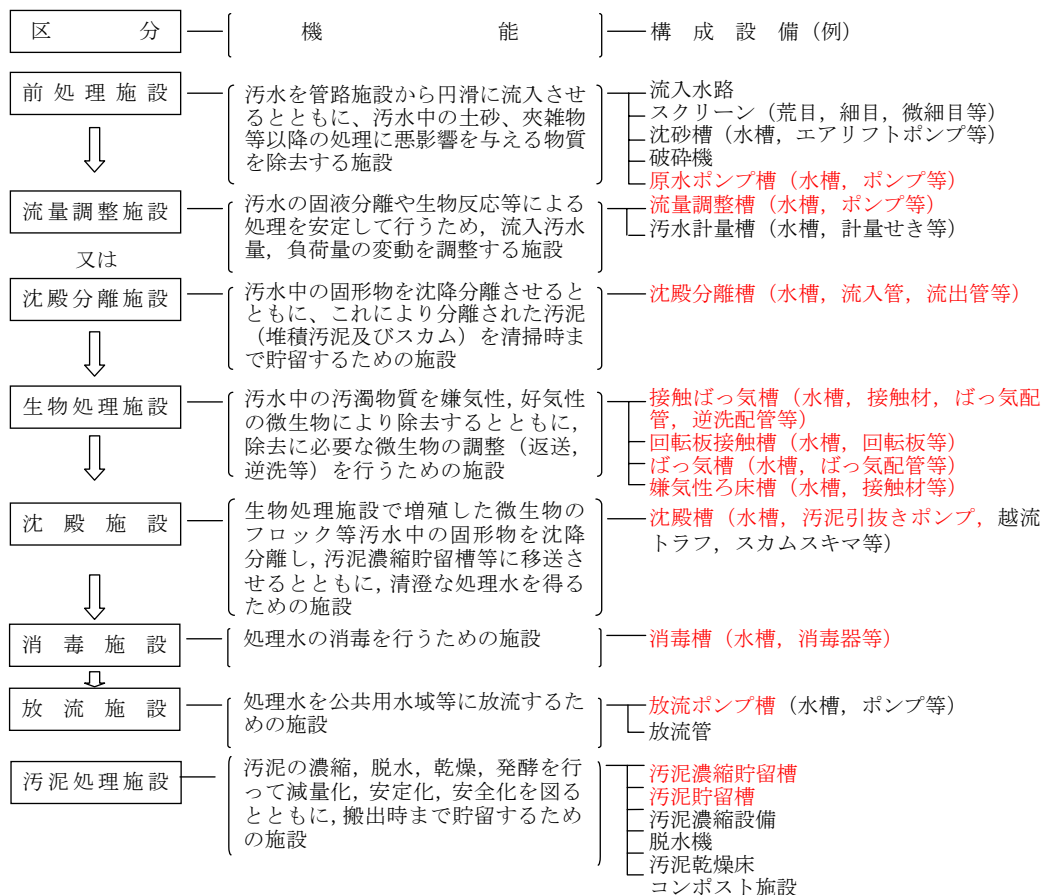


図5-1 汚水処理施設の処理水槽の構成

### 5.1.2 汚水処理施設の鉄筋コンクリート構造物の特性

汚水処理施設の鉄筋コンクリート構造物は、必要な水質条件、構造条件、立地条件及び施工条件を満足し、その特性が十分活かせるものが選定されている。鉄筋コンクリート構造物の劣化は様々な要因があることから、それぞれが有する特性、変状を踏まえて検討する必要がある。

#### 【解説】

構造材料としての鉄筋コンクリートは、汚水処理施設において最も多用されている材料であり、汚水処理施設における処理水槽においてはその相当割合が鉄筋コンクリートである。

鉄筋コンクリート構造物の劣化は、様々な要因があり、劣化の進行も施設ごとに異なる。しかし、いずれの場合も鉄筋の腐食により劣化が急速に進展する共通の性質を持っていること、鉄筋の腐食とひび割れには相互に因果関係があることから、調査・評価、性能低下予測、対策工法において、これらの特質に着目することは重要である。

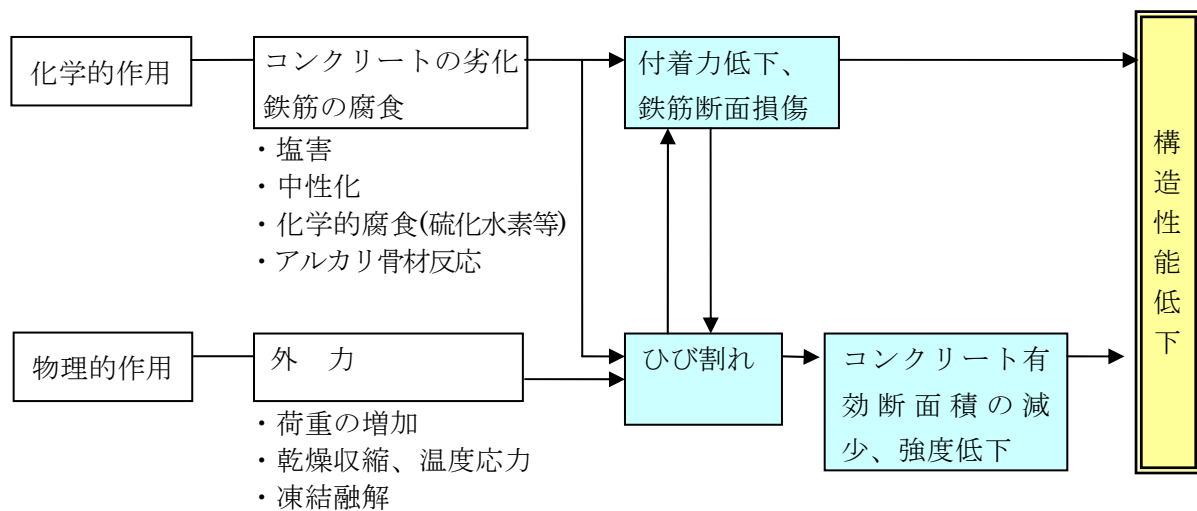


図 5-2 鉄筋コンクリート構造物の性能低下メカニズム

鉄筋コンクリート構造物の性能低下メカニズムは図 5-2 のとおりである。汚水処理施設における処理水槽は一般的に鉄筋コンクリート構造物であるが、その劣化においては、経年による老朽化を別にすれば、特に硫化水素による腐食に留意する必要がある。処理水槽は、地下又は半地下構造である場合が多く、温度応力、凍結融解は比較的少なく、また、通常、湿潤状態（流量調整槽、原水ポンプ槽は除く。）であることから、乾燥収縮によるひび割れも少ない。

この章では、鉄筋コンクリート構造物、特に汚水処理施設における処理水槽等を念頭に、ストックマネジメントの実際について解説する。

## 5.2 性能管理

### 5.2.1 機能と性能

汚水処理施設は、集水し流送されてきた汚水から汚濁物質を除去し清澄な処理水とすることを基本的な機能とする。これは、更に汚水処理機能、汚泥処理機能、構造機能に分類できるが、これらは重層的に構成される。これらの汚水処理施設の機能のうち、構造機能の大部分を担っているのが、処理水槽等の鉄筋コンクリート構造物である。

処理水槽等における鉄筋コンクリート構造物の性能は、その機能の発揮能力であり、強度、ひび割れ幅といった個別の性能指標や総合的な健全度指標で表すことができる。

#### 【解説】

汚水処理施設の機能は、管路施設により集水し流送されてきた汚水から汚濁物質を除去し、清澄な処理水とすることを基本とする。この機能は汚水処理機能、汚泥処理機能、構造機能に分類されるが、これらは重層的に構成されている。構造機能は、汚水処理機能及び汚泥処理機能を下支えしている関係にある。この汚水処理施設の構造機能の大部分を担っているのが、処理水槽等の鉄筋コンクリート構造物である。なお、鉄筋コンクリート構造物としての処理水槽は、汚水処理性能の一部である、汚水貯留性等の水理性能も有している。

処理水槽等の構造機能を発揮する能力が構造性能であり、鉄筋コンクリート構造物にあっては、ひび割れ幅、強度、たわみ量等といった物理的状态を示す指標で具体的に表すことができる。汚水処理施設における鉄筋コンクリート構造物の構造性能と性能指標の例を表 5-1 に示す。

表 5-1 汚水処理施設における鉄筋コンクリート構造物の構造性能と性能指標の例

施設	要求性能	性能項目	性能指標の例	
処理水槽	構造性能	安全性	構造物破壊	圧縮応力、引張応力、せん断応力
			支持基盤破壊	地盤支持力
			液状化	含水率、締固度、粒度分布
	使用性		ひび割れ	割れ幅
			構造物の沈下	沈下量
	耐久性		中性化	中性化深さ
			塩害	塩化物イオン濃度
			鋼材腐食	ひび割れ幅
			凍害	相対動弾性係数
			化学的侵食	化学的侵食深

## 5.2.2 性能管理

汚水処理施設における鉄筋コンクリート構造物の性能管理においては、構造性能に係る性能指標、及びこれに加えて各処理水槽にあっては、汚水処理性能の一部である水理性能の性能指標にも着目し検討する必要がある。

### 【解説】

汚水処理施設における鉄筋コンクリート構造物は、一般に地下又は半地下構造であり、しかも汚水処理施設はライフラインであることから使用休止は避けなければならない、目視又は簡便に計測して把握できる部位及び事項は限られることとなる。このため、性能管理に用いる性能指標は、構造性能に係る指標、及びこれに処理水槽にあっては簡便に把握可能な浸入水量等水理性能の性能指標も加えて検討する。

また、機能保全の基本的な取組においては、現状の技術レベルを踏まえ、施設の重要度に応じた効率的な機能診断や予防保全、事後保全を組合せた対応を図る。これらの性能管理のための指標は、可能な限り、定量的な個別の性能指標を用いることとする。

このように鉄筋コンクリート構造物の性能管理に用いる性能指標は、当該構造物の性能の低下に対し、支配的であって定量的把握が可能なもの又は健全度から選定する。

なお、施設の重要度は、事故が生じた場合の被害額、復旧費等を基に一般的に3～4区分して設定されているが、汚水処理施設にあっては処理水槽ごとではなく汚水処理施設単位での設定とする。また、傾斜地の上面の土地に立地し、かつこれが破損した場合に他者に与える損害が大きい場合等では、重要度に留意するものとする。

## 5.2.3 性能管理指標の選定

性能管理のための指標は、対象とする鉄筋コンクリート構造物の全体的な特性に応じて性能指標等から、定量的把握が可能なもの、支配的なものから選定する。

### 【解説】

汚水処理施設における鉄筋コンクリート構造物の機能保全計画の作成において用いる指標は、構造性能に関する指標、汚水処理性能のうち水理性能に関する指標、又は健全度を用いることとする。一般的には構造性能の指標のうち、ひび割れ(その要因が特定できることが望ましい。)や硫化物による腐食が多いが、地域条件や構造物の立地条件に応じて、たわみ、不同沈下等劣化の支配的要因に基づき設定する。支配的要因が明確でない場合には健全度による性能管理を取ることもあり得る。

## 5.3 機能診断

### 5.3.1 機能診断調査

汚水処理施設における鉄筋コンクリート構造物の機能診断調査は、その劣化の特性を踏まえて合理的かつ効率的に行うことが必要である。

#### 【解説】

機能の劣化の状態や要因は様々であるが、施設の設計段階の情報や補修履歴、施設管理従事者による日常管理から得られる情報、硫化水素等の臭気の強さ、海岸からの距離、冬季の気温などから、劣化要因がある程度想定できる。

劣化に影響を与える環境の地域特性や過去の補修履歴、施設管理従事者からの情報などに基づき、調査の重点や留意すべき事項を整理して効果的、効率的な現地調査の計画を策定するとともに、調査事項に漏れが生じたりしないよう留意する。また、鉄筋コンクリート構造に関する機能診断調査項目と方法を表 5-4 に示す。

定期診断の間隔を合理的に定めるためには、施設ごとに劣化要因を想定し、その劣化の進行速度から定めることが必要となる。しかし、主要な劣化要因を特定することは困難な場合が多く、また、調査体制や調査費用の制約もあることから、鉄筋コンクリート構造物の場合、一般的には3～5年間隔で行うことが望ましい。

鉄筋コンクリートの場合、鉄筋の腐食段階から劣化が急速に進展するなど、一定期間を経過した後に劣化が加速するものが多い。このため、一般的には劣化が進展しているものほど、機能診断調査の間隔を短くする必要がある。

対象施設を日常的に管理している管理従事者は、対象施設に関する多くの情報を保有している。このため、様々な劣化の状態、要因を推定するに当たり、日常の不具合などの情報を聴き取り、これから得られる情報を参考とする必要がある。

#### 5.3.1.1 事前調査

汚水処理施設における鉄筋コンクリート構造物の事前調査は、施設の諸元、供用環境、維持管理記録等の既存資料を事前に調査し、現地調査において調査すべき事項等を整理しておく。

#### 【解説】

事前調査においては、表 5-2 の事前調査で整理しておく事項(例)をもとに、表 5-3 の劣化要因判定表(例)にて劣化要因を判定し、現地調査を実施する調査対象を抽出することとなる。

表 5-2 事前調査で整理しておく事項

調査・整理項目		性能低下の視点	
施工年	①供用年数	劣化の潜在的可能性	
設計条件	①適用基準等	設計当時の基準や使用材料の特性	
	②中性化の可能性	1978年以前の基準の適用により中性化の可能性あり	
	③化学的腐食（硫黄等）の可能性	汚水等の嫌気状態の有無（硫化水素等の有無）	
	④塩害、ASRの可能性	1986年以前の基準の適用により塩害及びASRの可能性あり	
設計内容	①鉄筋被り	被りが小さいと中性化や塩害を受けやすい(クラック発生箇所)	
	荷重条件	設計荷重以上の荷重	設計荷重より増加しているか
		極端な偏荷重	変形や傾きの原因
		その他荷重	繰り返し荷重等
部材条件	耐久性、耐荷性（許容応力等）		
施工内容	材料	①水セメント比	60%以上の場合には中性化、塩害等を起こしやすい
		②海砂の使用	塩害の直接的原因となる
		③反応材料の使用	ASRの直接的原因となる
	④施工記録（打込み順序等）	初期ひび割れ、初期欠陥の解明の資料	
地域性	施設の設置場所	塩害、中性化、凍害を受けやすい場所か	
供用環境	地盤	地下水位（海水含む）	凍害、ASR、塩害を促進 水圧による過荷重が発生しやすい
		嫌気状態（硫化水素濃度等）	硫化物による化学的腐食を受けやすい
事故歴	①事故の状態、原因	変状及び劣化の特性について把握	
補修歴	②補修及び補強工法	補修及び補強の効果	
	③過去の高潮、地震等被害	高潮、地震等被害を受けやすい環境下	

表 5-3 劣化要因判定表（例）

使用・劣化環境		劣化要因	中性化 CO <sub>2</sub>	化学的腐食 CO <sub>2</sub> 以外	塩害	ASR	凍害	構造 外力
供用年数	40年以上		2	2	2	2	2	2
	20～40年		1	1	1	1	1	1
施工年	1986年以前				1	1		
	1978年以前		1					
鉄筋被り	30mm未滿		3		3			
地域	塩害を起こしやすい(起こした)地域		4		4			
	ASRを起こしやすい(起こした)地域				1	2	1	
	凍害を起こしやすい(起こした)地域				1	1	2	
	ASR 塩害複合劣化地域				2	2		
	塩害、凍害複合劣化地域				2		2	
	凍害、ASR 複合劣化地域					2	2	
供用環境が嫌気状態				4				
材料	水セメント比 60%以上		2		2			
	海砂使用				5			
	反応材料使用					4		
土壤 地盤	腐食性土壤（酸性土壤）		1	1		1		
	地下水位（高い）			1		1	1	1
	軟弱地盤							1
土圧	設計荷重を大きく上回る荷重負荷							3
	極端な偏荷重が作用							1
	過去に地震の被害							1
評価点合計								
総合評価								
備考			1978年以降 施工の場合 評価点を1/2		1986年以降 施工の場合 評価点を1/2	1986年以降 施工の場合 劣化要因と せず		

評価点 5点以上： 可能性が高い  
 2～4点： 可能性が否定できない  
 1点以下： 可能性が低い

### 5.3.1.2 現地調査

事前調査により抽出した調査対象となる鉄筋コンクリート構造物について、技術的な知見を持つ者により、目視及び簡易計測を行い劣化の状況等を把握する現地調査を実施する。

#### 【解説】

事前調査により抽出した調査対象となる鉄筋コンクリート構造物について、徒歩巡回目視により、現地踏査し、次のような変状の有無や変状箇所を把握する。とおりわけ施設の細部の変状でなく施設又は部材を見渡して知覚できる変状の把握に留意する。

- ① 防食工の有無及びその変状
- ② 表面のpH、ひび割れなどの表面の変状
- ③ 施設全体の不同沈下、施設の浮上
- ④ 配管接続部のズレ

現地調査箇所の選定は、次の点に留意して行うものとする。

- ① 現地踏査の結果から変状がある箇所、
- ② 使用環境、条件から劣化が生じやすい箇所
- ③ 過去に機能診断が実施されている箇所
- ④ 各処理水槽、設備、部材等の劣化状況を代表すると考えられる箇所

なお、劣化が著しい箇所については、水質調査、硫化水素の濃度と発生頻度を調査する。

コンクリートの劣化環境の分類を表5-5、防食工の性能概要及び施工ランクを表5-6、処理槽とその部位別の標準的な施工ランクを表5-7に示した。

なお、変状が健全度でS-3以下の可能性があり、何らかの対策を講じる必要がある場合に、劣化の要因が明らかな場合を除き専門家による詳細調査を実施するものとする。

### 5.3.1.3 詳細調査

詳細調査は、事前調査及び現地調査の調査結果を総合的に検討し、必要に応じて変状の原因及び症状に対応した調査方法により実施する。

#### 【解説】

詳細調査は、既存資料等による事前調査及び目視・簡易計測等の現地調査結果を総合的に検討し、変状状況及び変状原因を特定及びその範囲等を検討する。

詳細調査は、ストックマネジメント等の有効なデータが得られるので、財政的に許せば、幅広く実施することが望ましい。

表5-4 鉄筋コンクリート構造物に関する機能診断調査項目と方法

区分	調査項目	現地調査		詳細調査	
		調査手法	記録手法	調査手法	記録手法
表面のpH	表面のpH測定	定量計測	定量記録 写真記録	—	—
ひび割れ	ひび割れ最大幅	〃	〃	—	—
	ひび割れ延長	〃	〃	—	—
	ひび割れタイプ	タイプ判別	〃	—	—
材料劣化	浮き	目視	写真記録	定量計測	定量記録 写真記録
	剥離・剥落	〃	〃	〃	〃
	析出物	〃	〃	〃	〃
	錆汁	〃	〃	〃	〃
	変色	〃	〃	〃	〃
	漏水（痕跡）	〃	〃	〃	〃
	鉄筋露出	〃	〃	〃	〃
変形・歪み		〃	〃	〃	〃
圧縮強度	反発硬度	サンプル 定量評価	定量記録	—	—
中性化 (CO <sub>2</sub> )	中性化深さ	〃	〃	—	—
	鉄筋被り	〃	〃	—	—
	中性化残り	〃	〃	—	—
硫化水素腐食	侵食深	〃	〃	—	—
	鉄筋被り	〃	〃	—	—
防食被覆劣化	防食被覆の欠損損傷	定量計測	定量記録 写真記録	—	—
鉄筋腐食	鉄筋腐食度	目視	定性記録	定量計測	定量記録 写真記録
	鉄筋被り	定量計測	定量記録	—	—
地盤変形	背面土の空洞化	目視	写真記録	定量計測	定量記録 写真記録
	不同沈下	〃	〃	定量計測	定量記録 写真記録

※1) 目視で変状がありの場合には、定量的な調査（詳細調査）を行う。

※2) ひび割れの記録を行う場合、クラックスケールを当てて近接撮影を行う。

<参考> 汚水処理施設の鉄筋コンクリート構造物の劣化環境等について

表 5-5 コンクリートの劣化環境の分類

劣化環境分類	環境条件	コンクリート表面のpH指標	硫化水素濃度の指標	二酸化炭素濃度の指標
1種	コンクリートが微生物腐食等により、短期間内に劣化する可能性は少ないが、長期的に二酸化炭素による中性化（炭酸化）等を伴う変質劣化が一般環境以上に進行する可能性がある環境	6以上 7未満	無し又はわずか (概ね1ppm未満)	1000ppm以上
2種	汚水等が嫌気性化する可能性があり、低レベルの硫化水素と高濃度の二酸化炭素等の発生により、コンクリートに軽度の微生物腐食等による経時的劣化の可能性がある比較的緩やかな劣化環境	4以上 6未満	低レベル (概ね1以上5ppm未満)	
3種	汚水等が嫌気性化し、高レベルの硫化水素が発生し、気中放散する可能性があり、コンクリートが短期間内に微生物腐食による腐食劣化を受ける可能性が高い比較的過酷な劣化環境	4未満	高レベル (概ね5ppm以上)	

注：表中の指標は、環境条件に対応する、主たる劣化要因目安として示したものであり、劣化環境の絶対的分類条件を示すものではない。

表 5-6 防食工の性能概要及び施工ランク

劣化環境分類	防食工の性能概要	施工ランク
1種	pH3程度の硫酸水溶液に対する耐薬品性を有し、常温下でコンクリートを中性化（炭酸化）等による劣化から保護し得る機能を有するもの。コンクリートの乾湿両面に対して良好な接着性を有し、温度変化に対しても良好な接着性を維持すること。	1種
2種	pH1程度の硫酸水溶液に対する耐薬品性を有し、常温下で、コンクリートを軽度の微生物腐食等による劣化から保護し得る機能を有するもの。コンクリートの乾湿両面に対して良好な接着性を有し、温度変化に対しても良好な接着性を維持すること。	2種
3種	10%程度の硫酸水溶液に対する耐薬品性を有し、常温下でコンクリートを重度の微生物腐食による腐食劣化から保護し得る機能を有するもの。コンクリートの乾湿両面に対して良好な接着性を有し、温度変化に対しても良好な接着性を維持すること。	3種

注：表中の耐薬品性は、主に防食工に使用される防食被覆材料等の要求品質を示したものであり、適用する防食工の耐久性に関わる所要性能を表すものではない。

表 5-7 処理槽とその部位別の標準的な施工ランク

処 理 槽 名	施 工 ラ ン ク	
	気 相 部	液 相 部
流 入 水 路	—	—
ば っ 気 沈 砂 槽	1 種	—
破 碎 装 置 移 行 水 路	—	—
原 水 ポ ン プ 槽	1 種	—
流 量 調 整 槽 (窒素除去性能を付加しない処理方式)	1 種	—
流 量 調 整 槽 (窒素除去性能を付加する処理方式)	2 種	1 種
沈 殿 分 離 槽 第 1 室 (次室への移流水路を含む)	2 種	1 種
沈 殿 分 離 槽 第 2 室 (次室への移流水路を含む)	3 種	2 種
嫌 気 性 ろ 床 槽 第 1 室 (次室への移流水路を含む)	3 種	2 種
嫌 気 性 ろ 床 槽 第 2 室 (次室への移流水路を含む)	3 種	2 種
嫌 気 性 ろ 床 槽 第 3 室 (次室への移流水路を含む)	3 種	2 種
接 触 ば っ 気 槽 第 1 室 (次室への移流水路を含む)	3 種	2 種
接 触 ば っ 気 槽 第 2 室 (次室への移流水路を含む)	2 種	1 種
接 触 ば っ 気 槽 第 3 室	—	—
沈 殿 槽	—	—
消 毒 槽	—	—
放 流 ポ ン プ 槽	—	—
回 分 槽	—	—
O D 槽	—	—
ば っ 気 槽	—	—
脱 窒 槽 (膜分離活性汚泥方式)	2 種	1 種
硝 化 槽 (膜分離活性汚泥方式)	—	—
散 水 ポ ン プ 槽	—	—
脱 離 液 槽	3 種	3 種
汚 泥 濃 縮 貯 留 槽	2 種	2 種
汚 泥 濃 縮 槽	2 種	2 種
汚 泥 貯 留 槽	2 種	2 種
汚 泥 受 槽 (汚泥濃縮機用)	3 種	3 種
汚 泥 受 槽 (汚泥改質機構用)	3 種	2 種
汚 泥 循 環 槽 (汚泥改質機構用)	3 種	2 種

注 1：本表は通常の施設における標準的な腐食環境を想定して、その施工ランクを示したものである。流入汚水の嫌気性化が予測される場合や、脱離液が戻る場合など、通常とは異なる腐食環境条件が予測される施設部位では、本表の施工ランクにかかわらず、予測される腐食環境条件によって施工ランクを検討する必要がある。

注 2：本表において防食工の対象としない施設部位においても、施設の耐久性上から、施設内面には、防水工を施すことがのぞましい。また、地下水位が高い等コンクリート外部から水の浸透が懸念される施設では、外面に防水工を施すことがのぞましい。

注 3：気相部は、最低水面下 30cm までとし、スラブ下、梁を含む（図 5-3 左図参照）。

注 4：液相部は、気相部を除き常時水面下にある部位とし、底版を含む。

注 5：液相部のみを施工する場合は、最高水面上 30cm までを施工部位とする。（図 5-3 右図参照）

注 6：表中、接触ばっ気槽第 1 室、第 2 室、第 3 室の表示は、嫌気性ろ床槽から近い順次を指す。

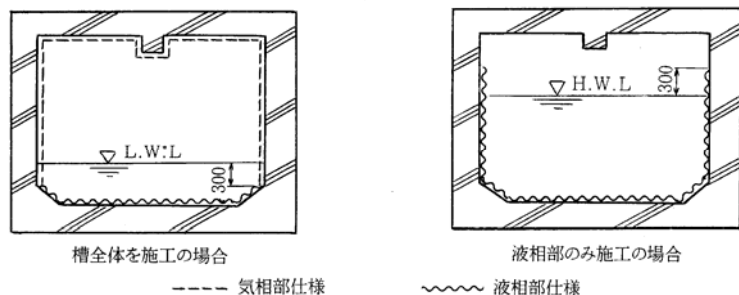


図 5-3 気相部と液相部

## 5.3.2 機能診断評価

### 5.3.2.1 機能診断評価の視点

汚水処理施設が持っている汚水処理性能や汚泥処理性能は、構造性能の状態に支えられている。また、構造性能の低下は、①構造物そのものの内部要因、②構造部に対して外力等が与える外部要因、③その他の要因により生じることから、機能診断調査の結果等により、構造性能を主体として機能診断評価を行い、劣化要因の有無と劣化状態を適切に把握するとともに、施設の健全性を総合的に評価する。

#### 【解説】

鉄筋コンクリートで造成された汚水処理施設の汚水処理性能、汚泥処理性能の程度と安定性は、主に機械・電気設備の性能と処理水槽の構造性能に依存している（このほか、建屋等も部分的には寄与しているが小さい）。既に汚水処理性能に顕著な低下が生じている場合には、機械・電気設備の性能に問題がなければ、汚水処理施設の処理水槽に相当程度の損傷が生じるなどその構造性能が低下していることが考えられる。又は、現時点では、汚水処理性能の低下がない場合であっても、その構造性能の低下が続けば、将来汚水処理性能の低下につながる可能性が非常に高い。汚水処理施設における処理水槽の構造性能は、ひび割れや鉄筋腐食による錆汁の発生等の状態や基礎地盤の状態など外形的状態から相当程度把握できる。

このため、処理水槽の健全度（保持されている性能の程度）の評価は、構造性能に係る外形的状態から行うことを基本とする。但し、汚水処理施設はライフラインであるため、稼動休止は避けなければならないことから、必要に応じて水位を低下させて確認することがあるものの、通常、把握できるのは水面上の部位に限られることとなる。なお、支配的性能指標については別途個別に性能評価を行うものとする。

構造性能の低下は、過年度に生じた様々な要因によって進行しているため、処理水槽の健全度を適切に評価するためには、現在の状態だけでなく、躯体の劣化が、内部要因、外部要因、その他の要因のどれであるか、また、進行性であるか否かについて把握することが重要である。

鉄筋コンクリート構造物の機能診断評価のプロセスを図 5-4 に示す。

<性能低下の要因>

#### (1) 内部要因（鉄筋コンクリート構造物の劣化）

コンクリートの中酸化、化学的腐食、凍害や複合的要因によるひび割れや鉄筋腐食の進行による強度低下等

（劣化は、過年度に生じた外部要因も複合的に働いている場合が多い。）

#### (2) 外部要因（構造物に対し外力を作用させる現象が生じ、それに伴い性能低下するもの）

地盤の沈下、地震、基礎地盤の空洞化等による外力発生、並びにそれによる変形及び損傷等

#### (3) その他の要因（目地や接合部等の不良の発生）

<性能低下予測>

##### ①米国E P A方式による硫化水素予測

$$S_2 = S_1 + M \cdot t \cdot [EBOD(4/D + 1.57)]$$

$S_2$  = 時刻 $t_2$ における予測硫化物濃度(mg/l)、 $S_1$  = 時刻 $t_1$ における硫化物濃度(mg/l)

$M$  = 硫化物フラックス係数 =  $1.0 \times 10^{-3}$ 、 $D$  = 管路(m)、 $EBOD = BOD_5 \times 1.07(T - 20)$   $T$ ; °C

$t = t_2 - t_1$  = 一定の勾配、管路および流量時における一定管路間の流下時間(時)、

##### ②発生濃度による腐食速度式

例)  $d = 1.33(C \times T)^{0.5}$  ここに、 $C$ ; ガス濃度(mg/l)、 $T$ ; 稼動年数(年)、 $d$ ; 腐食速度(mm)

日本下水道事業団 吉本国春・北川三夫(1990年)

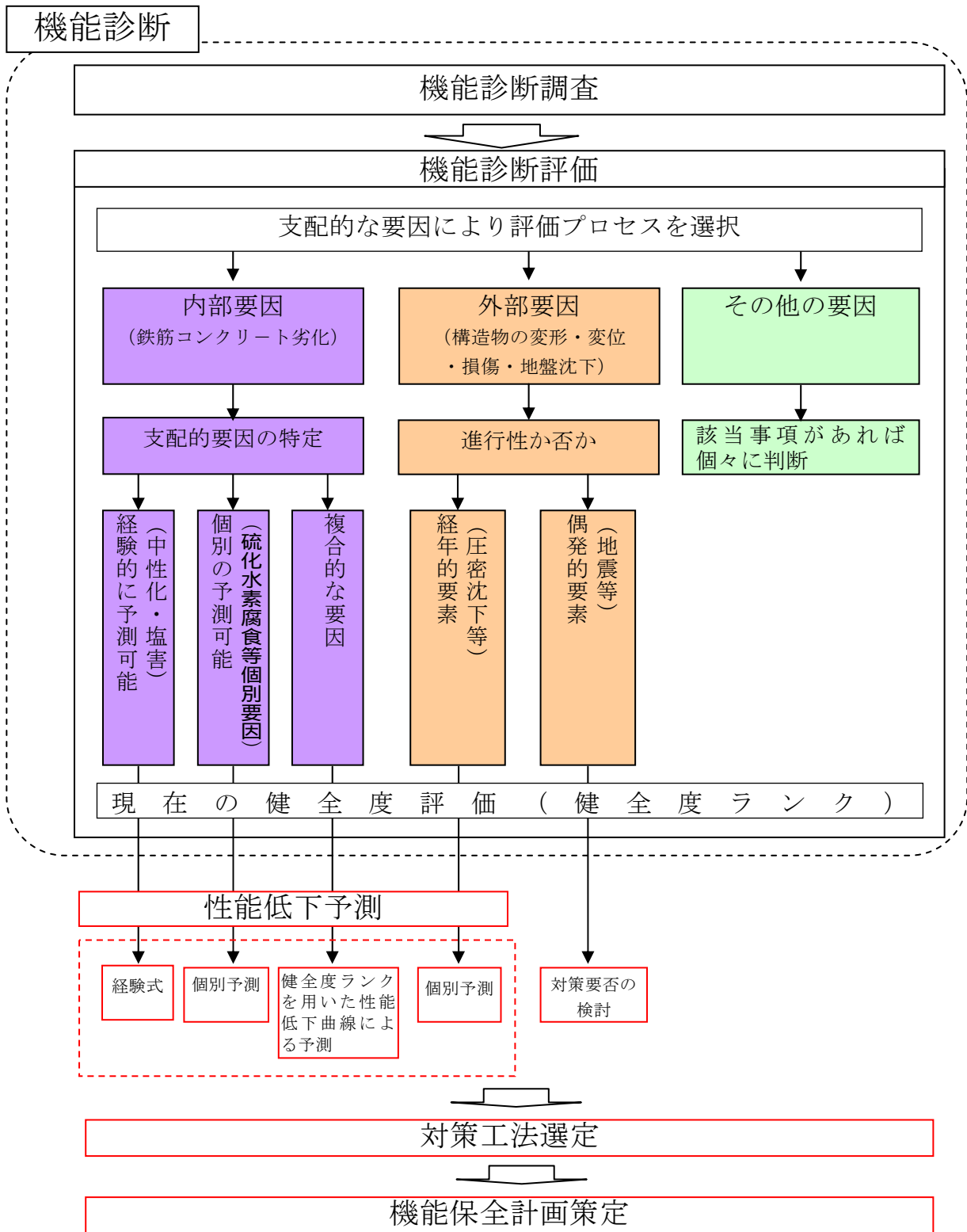


図 5-4 鉄筋コンクリート構造物の機能診断評価のプロセス

### 5.3.2.2 評価の方法

鉄筋コンクリート構造物の健全度の評価は、種別、構造等を踏まえて、性能低下に関する内部要因、外部要因、その他の要因について、評価項目及び評価区分を設定した状態評価表を用い、機能診断の結果により行う。複数の要因又は評価項目が影響している場合には、性能劣化を進行させるより支配的な要因又は評価項目に重点を置いて評価する。

#### 【解説】

鉄筋コンクリート構造物の健全度の評価を行うため、その種別や構造のほかに立地条件等を踏まえて、その性能低下に係る要因とその評価項目及び表 3-3 の健全度指標のランク分けに基づき評価区分を設定した状態評価表を作成する。

状態の適切な評価のためには、地域条件、施設条件等を加味することが必要となる一方、各地域の農業集落排水施設に係る基礎的データをストックマネジメントの推進のために全国レベルで蓄積することも必要であることから、基本的な評価項目と評価区分を共通化することとし、その例を表 5-8 に示す。

この例を基に、地域条件、施設条件により必要に応じて評価項目の追加や評価区分の設定を行うことが望ましい。

なお、この状態評価表の例は現場での実践と基礎的データ蓄積を踏まえた更なる検討を行い、必要となれば一定期間後見直しを行うものとする。

健全度の評価は、内部要因、外部要因、その他の要因ごとにそれぞれを構成する評価項目について行い、これらの評価区分が異なる場合には、最も厳しい評価を採用する。また、施設の性能低下に関わる要因が複数ある場合（例えば、内部要因も進行が見込まれるが、地盤変形の継続の影響も大きいと見込まれる場合）には、今後性能低下により影響すると思われる支配的要因を検討し、その評価区分を採用する（性能低下予測はここで採用した支配的要因を中心に行う。）。

表 5-8 汚水処理施設における鉄筋コンクリート構造物の機能診断評価の判定基準（例）

評価項目		健全度ランク							
要因	項目		S-5	S-4	S-3	S-2	S-1		
内部要因	構造物自体の変状	ひび割れ 形状と幅	鉄筋腐食先行型	なし	鉄筋に沿って、 錆、析出物等あり	鉄筋に沿って、 ひび割れあり	全体的にあり	S-2の変状が更に進行した状態又は（注4）参照	
			上記以外	最大ひび割れ幅 0.2mm未滿	最大ひび割れ幅 0.2~1.0mm (0.2~0.6mm)	最大ひび割れ幅 1.0mm以上 (0.6mm以上)	S-3に該当する ものが全体的		
		進行性(ASRや凍害などの場合)		ありの場合は1ランクダウン					
		ひび割れ規模		なし			①ひび割れ密度 (ひび割れ幅 0.2mm以上) 50cm/mm <sup>2</sup> 以上		S-3に該当するも のが全体的 又は
		ひび割れ付随物 (析出物、錆汁、浮き)					②ひび割れ付随物 あり		
		ひび割れからの漏水		なし			③滲出、漏水跡、 滴水		流水、噴水あり
		ひび割れ段差		なし					あり
	ひび割れ以外	浮き	なし	部分的	全体的				
		剥離・剥落	なし	部分的	全体的				
		析出物（エフロレッセンス、ゲルなど） (ひび割れを含むものを除く)	部分的	全体的、部分的 でも鉄筋に沿った形状					
		錆汁 (ひび割れを含むものを除く)	なし	あり					
		鉄筋露出	なし		部分的	全体的			
	圧縮強度	反発強度法	21N/mm <sup>2</sup> 以上	15~21N/mm <sup>2</sup>	15N/mm <sup>2</sup> 未滿				
	中性化	中性化深さ	なし	被りの中性化残り 10mm以上	中性化残り 10mm未滿	鉄筋に達し、 鉄筋腐食あり			
	化学的腐食	硫黄浸透深さ	なし	被りの硫黄浸透残り 10mm以上	浸透残り 10mm未滿	鉄筋に達し、 鉄筋腐食あり			
外部要因	防食被覆劣化	防食被覆層のふくれ、われ、はがれ及びその他の欠損・損傷等	なし	部分的	全体的				
	変形・たわみ		なし			局所的	全体的		
	欠損・損傷		なし			局所的	全体的		
	不同沈下		なし			局所的	全体的		
	背面土の空洞化	背面土の空洞化		なし	局所的	全体的			
		周辺地盤の陥没・ひび割れ		なし	局所的	全体的			
		浮上		なし	20cm未滿	20~50cm	50cm以上		
その他	目地の変状	開き	なし	局所的	全体的				
		段差	なし	局所的	全体的				
		止水板の破断	なし			あり			
		漏水	なし	漏水跡 滲出、滴水	流水、噴水				
		周辺コンクリートの欠損	なし	局所的	全体的				

- 注1) 上表の各項目の健全度ランクの最も低い値が当該対象の健全度ランクとする。  
 注2) 「部分的」とは概ね全体の50%未滿を示し、「全体的」とは全体の50%以上を示す。  
 注3) 「1ランクダウン」については、1変状項目あたり1回のみの有効であり、複数の「1ランクダウン」があってもランクダウンは1階級のみとする。  
 注4) S-1の評価はこの評価書によらず評価者が技術的観点から個別に評価する  
 注5) 圧縮強度、中性化の調査は、必要に応じて実施する。  
 注6) ひび割れの規模、付随物、漏水に係る評価区分S-3は、①かつ②又は①かつ③を満たす場合に該当する。  
 注7) ひび割れ幅の項目において、厳しい腐食環境の場合には（ ）を適用する。

表 5-9 ひび割れタイプ別分類表

健全度 ランク	部分的な対策が可能		全体的な対策が必要		
	初期ひび割れ	劣化要因不特定	外力によるひび割れ	ひび割れ先行型 (ASR、凍害等)	鉄筋腐食先行型 (中性化、塩害 化学的腐食)
ひび割れ の特徴	コンクリートの乾燥収縮や温度応力が主要因であり、地上部の目地間中央等に発生	様々な劣化要因が複合的に作用するため、ひび割れタイプの特定困難	曲げ：曲げ引張応力の発生部位に部材に直角にひび割れ せん断：せん断応力の発生部位に斜めにひび割れ	格子状・亀甲状などその他の形状上のひび割れ	鉄筋腐食より、鉄筋に沿ったひび割れ
S-5	有害なひび割れは発生していない（幅 0.2mm 未満）				
S-4	ひび割れが発生しているが、鉄筋腐食の進行は緩やかな状態である。 （幅 0.2～1.0mm[0.6mm]）				鉄筋に沿ったひび割れは発生していないが、鉄筋に沿って錆汁や析出物が見られる。
S-3	①部分的（調査対象面積の 50%未満）に幅 0.2mm 以上のひび割れが 50cm/m <sup>2</sup> 以上であり、ひび割れに錆汁、析出物又は漏水が付随し、鉄筋腐食が急激に進行するおそれがある。 ②ひび割れが発生し、鉄筋腐食が急激に進行するおそれがある。 （幅 1.0mm[0.6mm]以上） ③ASR や凍害などによる進行性のひび割れがある。 （幅 0.2～1.0mm[0.6mm]）				鉄筋に沿ってひび割れが発生している。
S-2	①S-3 に該当するひび割れが全体的（調査対象面積の 50%以上）に発生している。 ②ひび割れから流水又は噴水上状の漏水又は浸入水がある。又はひび割れに段差が伴っている。				

注 1) [ ]内の値は、厳しい腐食環境の場合適用する。

### 5.3.3 対象施設のグルーピング

劣化予測や機能保全対策工法の検討を行うため、鉄筋コンクリート構造物の種別、材料、構造、建設時からの経過年数、劣化要因や劣化の進行状況等が類似する構造物ごとに分類しグルーピングする。

#### 【解説】

当該地方公共団体が管理する多くの汚水処理施設における鉄筋コンクリート構造物を対象にストックマネジメントを行う場合に、劣化予測や対策工法の検討を効率的・円滑に行うため、対象とする設備を類似するものごとに、グルーピングすることが必要となる。

対象構造物を分類する場合にその区分因子としては、劣化要因、劣化の進行状況等とともに、処理区、処理方式、構造物の種類、構造（RC、PC等）、材料（骨材の種類、水セメント比、混和剤の有無と種類等）、経過年数、構造物の設置環境等の条件を加え行うこととなる。

グルーピングは、補助事業を導入する場合にはその事業計画が要求する精度、地方公共団体の自主財源事業の場合にはそれが求める精度など、どのような事業によって対応するかに応じて適切に設定することが重要である。グルーピングを細分化すると、精緻な検討が可能となる一方、検討作業が多くなる。また、分類の視点のうち構造、健全度、劣化要因の3つは必要最小限の要素となる。

健全度ランク及び処理区ごとにグルーピングした例を表5-10に示す。

表 5-10 健全度ランク及び処理区ごとのグルーピング（例）

対象施設		健全度 ランク	劣化要因	グループ番号	備考
処理区	設備				
A 処理区	流量調整槽	S-2	経年的	A-2	
〃	沈殿槽	S-3	経年的		
〃	汚泥貯留槽	S-3	経年的		
〃	嫌気槽	S-4	硫化水素	A-3	
〃	接触ばっ気槽	S-2		A-1	
B 処理区	流量調整槽	S-2	外力	B-5	目地不良
〃	嫌気槽	S-4	硫化水素	B-3	
〃	接触ばっ気槽	S-1		B-1	
〃	沈殿槽	S-3	経年的	B-2	
〃	汚泥貯留槽	S-3	経年的		

## 5.4 性能低下予測

対策が必要となる時期や機能保全対策工法の比較検討のため、各鉄筋コンクリート構造物グループの性能低下予測が必要となる。性能低下は、内部要因、外部要因、その他の要因に影響されて進行するため、これらの要因のうち支配的要因を判定し、これに基づく性能低下予測を行う。

性能低下予測は、中性化、塩害等については経験式の利用が可能である。その他の要因については、経年的なデータに基づく推定等によって行う。

### 【解説】

各グループについて対策が必要となる時期や機能保全対策工法の組合せによる機能保全コストの比較検討等のため、性能低下の予測が必要となる。

性能低下のうち、中性化、塩害によるものは経験式が作成されている（化学的侵食は中性化に準じた式による算定が可能）ため、これを活用する。その他の要因や複合的な要因によるものは、①地盤沈下や構造物の変形など立地環境ごとに大きく異なる場合には、過年度の状況変化についての情報を基に推定する方法、②条件不足のため推計が困難な場合には、経過観察によって状況変化を把握した上で推定する方法等、それぞれの条件に適した方法を選定する。

<鉄筋コンクリート構造物の要因別性能低下予測の例>

#### (1) 内部要因

- ア 中性化、化学的侵食 →ルート t 則などの経験式で予測
- イ 塩害 →拡散方程式などの経験式で予測
- ウ 複合的で支配的要因を特定できない場合→健全度指標により判定し、標準性能曲線により予測

#### (2) 外部要因

- ア 地震などの偶発的な外力による変形、変位、損傷  
→個別に対策の要否を判定
- イ 地盤の不同沈下、荷重などによる変形、変位、損傷  
→管理水準に至るまでの期間を個別に予測

#### (3) その他の要因

鉄筋コンクリート構造物の目地が構造本体と同時に劣化する性質でない場合等は、これを本体と分離して評価・分析する必要がある。なお、目地の劣化であっても、これが外部要因の場合には、(2) 外部要因の場合に含めて検討する。

(1) 内部要因

ア 性能低下過程の経験式が存在するもの（中性化、化学的侵食、塩害）

主要な劣化要因が、中性化、化学的侵食又は塩害に特定されている場合には、性能低下過程が経験的に判明しており、経験式が得られているため、これを用いて性能低下予測を行う。具体的な手法についてはコンクリート標準示方書（維持管理編）を参照するものとする。

<中性化の潜伏期における進行予測式>

$$y = b \cdot \sqrt{t}$$

$y$ : 中性化深さ(mm)、 $t$ : 中性化期間(年)、 $b$ : 中性化速度係数(mm/√年)

(出典: コンクリート標準示方書 (維持管理編))

<化学的侵食の潜伏期における進行予測式>

土壌中や水の流れがない環境で、はく離が起きにくい条件や硫酸塩による劣化の場合

$$y = \gamma_c \cdot (a \cdot \sqrt{t} + b)$$

$y$ : コンクリートの侵食深さ(mm)、 $t$ : 化学的侵食をもたらす物質に曝される期間(年)

$a$ : 侵食速度係数(mm/√年)、 $b$ : 係数(初期から劣化が進行する場合、 $b=0$ )

$\gamma_c$ : 予測の精度に関する安全係数(一般的には、 $\gamma_c=1.0$ )

水路など水の流れがあるような環境で、はく離が起きやすい条件や酸性物質による劣化の場合、

$$y = \gamma_c \cdot (c \cdot t + d)$$

$y$ : コンクリートの侵食深さ(mm)、 $t$ : 化学的侵食をもたらす物質に曝される期間(年)

$\gamma_c$ : 予測の精度に関する安全係数(一般的には、 $\gamma_c=1.0$ )

$c$ : コンクリートの侵食速度係数(mm/年)、 $c = e \cdot [H_2S] + f$

$[H_2S]$ : 硫化水素濃度(ppm)

$d, e, f$ : 係数(初期から劣化が進行する場合、 $d=0$ )

$\gamma_c$ : 予測の精度に関する安全係数(一般的には、 $\gamma_c=1.0$ )

(出典: コンクリート標準示方書 (維持管理編))

<塩害の潜伏期における塩化物イオンの拡散予測式>

$$C(x, t) = C_0 \times \left( 1 - \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{D \cdot t}} \right) + C_i$$

$C(x, t)$ : 深さ  $x$ (cm)、時刻  $t$ (年)における塩化物イオン濃度(kg/m<sup>3</sup>)

$C_i$ : 初期混入塩化物イオン濃度 (kg/m<sup>3</sup>)

$C_0$ : 表面における塩化物イオン濃度 (kg/m<sup>3</sup>)

$D$ : 塩化物イオンのみかけの拡散係数 (cm<sup>2</sup>/年)

$\operatorname{erf}$ : 誤差関数

(出典: コンクリート標準示方書 (維持管理編))

イ 個々の変状から個別に劣化の進行を予測するもの

鉄筋コンクリート構造物の構造や立地条件等の個別条件により性能低下の進行が大きく異なる場合には、過去の調査履歴や施設建設当初からの変化の状況、管理従事者からの時系列情報等を基に、個別に性能低下を予測する。

ウ 複合的な要因で劣化するもの

鉄筋コンクリート構造物の性能低下は、材料、施工時の状況、立地条件（地盤強度、地下水位等）、環境条件（温度、湿度、塩分等）等の要因が複合的に働いて進行するのが一般的であり、特定の要因に着目した性能低下予測は現状において困難なことが多い。

(2) 外部要因

ア 地震など偶発的な外力による変形、変位、損傷等

地震などによる偶発的な要因による変形、変位、損傷等については、当該変状が性能に及ぼす影響を個別に判断するとともに、今後の時間経過により進行する可能性があるかを判断する必要がある。

また、鉄筋コンクリート構造物については、ひび割れが大きい場合、鉄筋腐食を誘発することがあるため、このような懸念がある場合には、内部要因の検討方法により性能低下予測を行う必要がある。

イ 地盤の不同沈下、圧密沈下、荷重などによる変形、変位、損傷等

施設の立地条件等により鉄筋コンクリート構造物の性能低下の進行が大きく異なるため、過去の調査履歴や施設建設当初からの変化の状況、管理従事者からの時系列情報等を基に、変形量等と経過時間との相関関係を推定するなどによって個別に性能低下への影響を予測する必要がある。

例えば、地盤の不同沈下による鉄筋コンクリート構造物の変位は、既に落ち着いている状態にあるか進行性であるかが重要であるため、建設当初との比較だけでなく、調査履歴や施設管理従事者からの聴き取りなどでその状態を把握する必要がある。また、十分な情報が得られない場合には、数年をおいて継続的に調査を行うことで状態の変化を把握することが必要となる。

(3) その他の要因

その他の要因として、たとえば目地の劣化等がある。目地の劣化による漏水が地盤侵食を起こすことや、浸入水により汚水処理性能が低下することなどの影響があることから、コンクリートと区分して性能低下予測を行うことが必要な場合がある。

このほか、性能低下要因が特定できない場合には、内部要因の複合的な性能低下による標準曲線を利用した予測を試みる。

## 5.5 機能保全対策

汚水処理施設における鉄筋コンクリート構造物の変状に対する機能保全対策については、その変状の発生原因及びその程度を把握するとともに、構造物に置かれている環境や要求性能についても、十分に把握し、適切な補修、補強対策を講じることが重要である。

また、対策の必要性があると判断された構造物については、必要に応じて専門的な調査を実施し、機能保全コストを勘案した対策の範囲、適切な工法選定を行うことが必要である。

### 【解説】

#### (1) 健全度評価とランクと機能保全対策

原則として健全度ランク S-3 以下の構造物を対象に対策を検討することとする。健全度ランクごとの機能保全対策の基本的な考え方は、第4章の表 4-14 に準じる。

#### (2) ひび割れタイプから見た機能保全対策工法

ひび割れタイプはコンクリート部材の変状、劣化特性を象徴しているため、機能保全対策工法の選定に当たっては、ひび割れタイプは重要な判断指標となる。ひび割れ対応から見た機能保全対策のポイントを以下に示す。

表 5-12 ひび割れタイプ別対策の内容

ひび割れタイプ		対応する対策
初期ひび割れ		一定のひび割れでも、モルタル充填程度のひび割れ補修を行えば問題ない。 ※初期ひび割れであっても、ひび割れ箇所から他の要因が侵入し、コンクリート材料の劣化や鉄筋腐食を引き起こす場合があるので注意する
供用開始後ひび割れ	外部要因 外力によるひび割れ	曲げやせん断ひび割れの原因となる過荷重や偏荷重、不同沈下等の除去が可能な場合はこれを優先する。 ひび割れが非進行性で安定している場合は、ひび割れ箇所から他の劣化要因が侵入しないような補修対策が必要である。 ひび割れが進行している場合は、外力と釣り合いがとれるように耐荷性を回復する補強が必要である。
	内部要因 鉄筋腐食先行型ひび割れ	鉄筋腐食の原因（塩害、中性化、化学的腐食）の除去や原因の侵入防止等の対策が主であるが、ひび割れの進行が著しい場合には耐荷性を回復する補強が必要である。
	ひび割れ先行型ひび割れ	コンクリート劣化の原因（ASR、凍害等）の除去や原因の侵入防止等の補修が必要であり、ひび割れの進行が著しい場合には、耐荷性を回復する補強が必要である。

#### (3) 専門的な詳細調査

機能診断調査や機能保全計画の策定段階では、目視を主体とする調査でやむを得ないが、具体的な機能保全対策を実施する段階や、採用する事業に係る事業計画を策定する段階では、ひび割れの発生場所、幅、形状、規模（密度）のほかに、ひび割れ深さやコンクリート材質の劣化、鉄筋腐食状況などの情報が必要となる場合が少なくない。

従って、機能保全対策の具体的実施段階では、評価の精度を上げるため、専門的な詳細調査が必要であるが、機能診断調査段階等でも、評価精度の向上するために、専門的調査を実施している他の構造物の調査結果の有効活用のほか、必要に応じてサンプル調査を実施することが望ましい。

## 5.6 機能保全計画

性能管理の指標及びその性能予測に基づき、計画対象期間について、各種の対策を内容とする複数のシナリオを比較検討し、技術的、経済的に最適なシナリオを求めることにより、対象とする構造物の対策、その実施時期等のほか、日常管理の視点や早期に次回の診断を行うべき事項等も含んだ機能保全計画を策定する。

### 【解説】

機能保全計画の策定は、着目する性能指標の管理水準又は健全度を必要な範囲にとどめることができる方策を複数仮定し、これらの方策を実施するために必要なコストを比較することにより行う。

この際、着目する性能の管理水準の決定が重要な要素であり、以下のような考え方でこれらを設定する。

#### (1) 管理水準の考え方

##### ア 構造性能に関する管理水準

- ・鉄筋腐食に達する値から一定の安全率を見込んで設定する（コンクリートの中酸化、腐食、ひび割れに関連する指標）。
- ・構造物が破損する限界値から一定の安全率を見込んで設定する（老朽化、荷重増、地盤沈下に関する指標）。

#### (2) 対策実施後の性能低下の見通し

- ア 予防的保全対策の実施後の性能低下予測は、過去の実績や類似の事例などから想定して設定する。
- イ 全面的な改築等の場合には、新設と同様な標準的な耐用年数を想定する。

対策工法の選定に当たっては、次の点に留意することが必要である。

- ① 予防保全対策工法は、部位や性能低下要因によっては、事後保全対策と同様となる場合があるため、対策工法に求められる要求性能と経済性を考慮の上、事後保全対策のシナリオも検討する必要がある。
- ② 補修、改修する要因が外部要因か、内部要因であるかを明確にした上で、必要な対策工法を選定する。

施設機能の監視を含む機能保全計画を策定する場合には、処理水槽は日常的な目視での変状確認が困難な部位が多い。このため、機能診断のプロセスにおいて専門家による詳細調査等を実施することにより得られた、施設の特性やウィークポイントなどについては、日常管理者が留意すべき事項として整理し明示的に示しておくことが重要である。また、変状が今後急激に進むと危惧される施設があった場合など、特別の時期に診断すべき事項として検討し、これを示しておくものとする。

## 第6章 汚水処理施設の機械・電気設備における適用

### 6.1 汚水処理施設の機械・電気設備の概要

汚水処理施設は、集水し流送されてきた汚水から汚濁物質を除去し清澄な処理水とすることを基本的な機能とする。これは、更に汚水処理機能、汚泥処理機能、構造機能に分類できるが、これらは重層的に構成される。これらの汚水処理施設の機能のうち、汚水処理機能及び汚泥処理機能の大部分を担っているのが、機械・電気設備である。

#### 【解説】

汚水処理施設は、汚水を浄化し清澄な処理水とすることを目的とした構造物であり、機能として汚水処理機能、汚泥処理機能、構造機能に分類される。

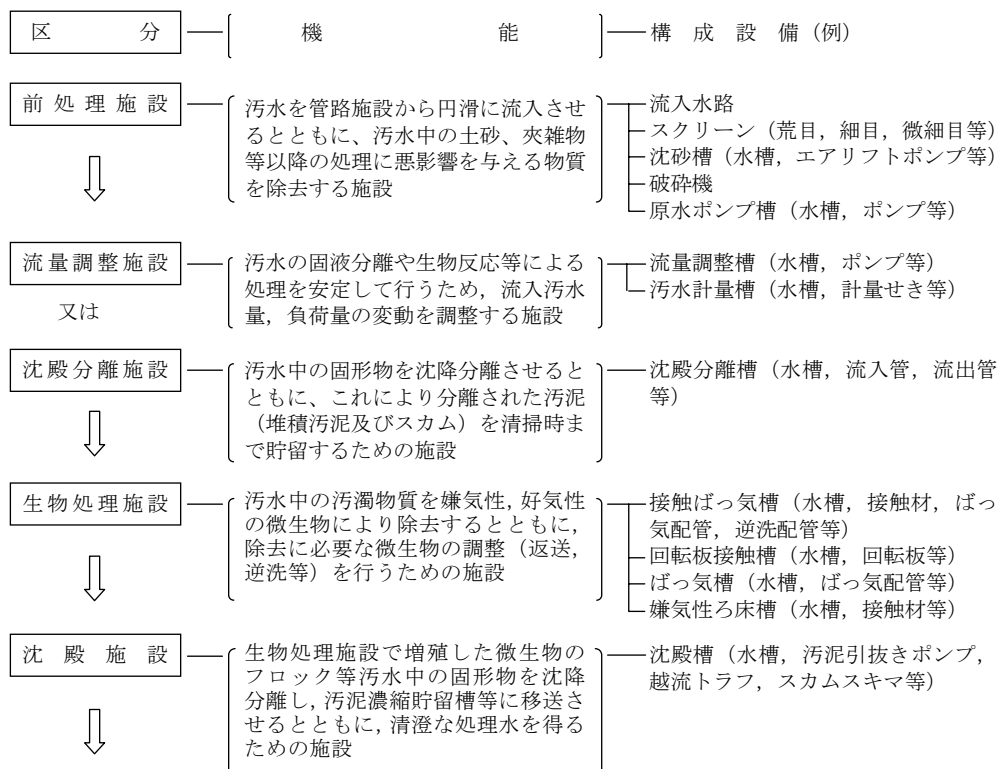
汚水処理施設の機能のうち、汚水処理機能、汚泥処理機能の大部分を担っているのが、機械・電気設備である。

#### 6.1.1 汚水処理施設の機械・電気設備の構成

汚水処理施設の機械・電気設備は、汚水を浄化し清澄な処理水とすることを目的とした設備であり、主な機械設備として、スクリーン、破砕機、ポンプ、ブローア、ばっ気・攪拌設備等、主な電気設備として、受変電設備、分電設備、動力制御設備、非常用設備、警報設備、計装設備等から構成される。

#### 【解説】

汚水処理施設の機械・電気設備は、図 6-1～図 6-3 に示すとおり、主な機械設備として、スクリーン、破砕機、ポンプ、ブローア、ばっ気・攪拌設備等があり、主な電気設備として、受変電設備、分電設備、動力制御設備、非常用設備、警報設備、計装設備等から構成される。



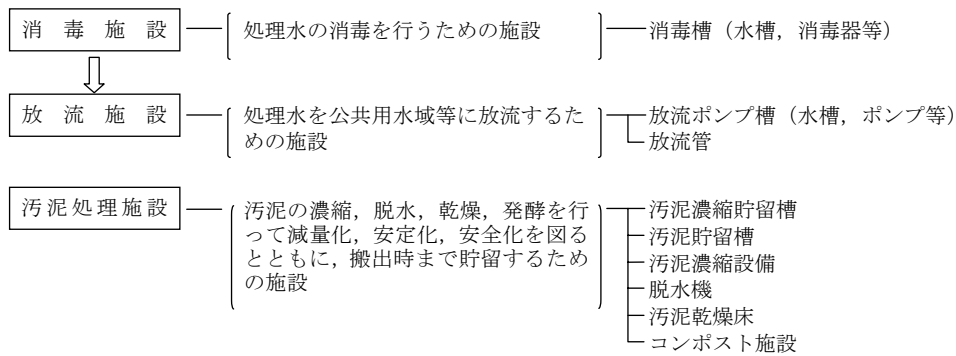


図 6-1 汚水処理施設の機械設備（処理水槽）の構成

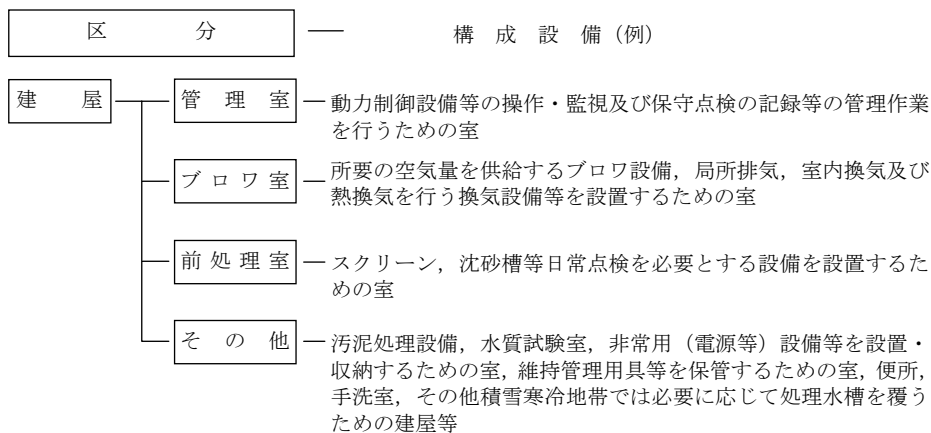


図 6-2 汚水処理施設の機械設備（建屋）の構成

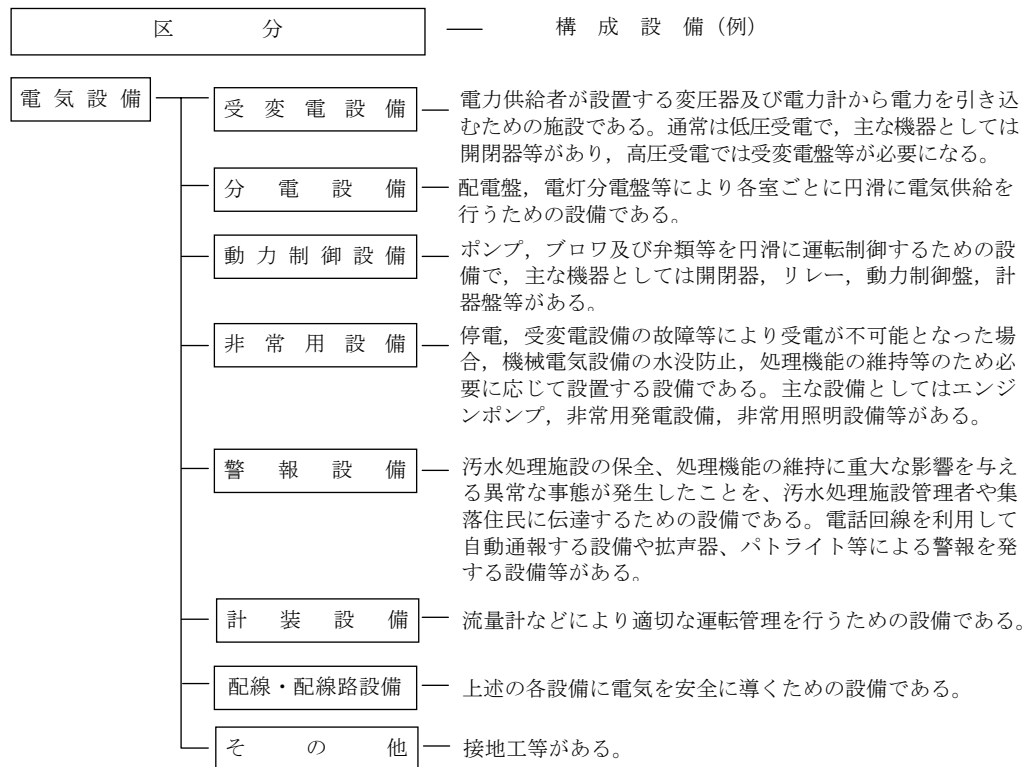


図 6-3 汚水処理施設の電気設備の構成

## 6.1.2 汚水処理施設の機械・電気設備の特性

### 6.1.2.1 汚水処理施設の機械・電気設備の劣化

汚水処理施設の機械・電気設備は、多数の機器・部品から構成された集合体であり、これらが有機的な働きをして機能を発揮する。また、これらの機器・部品は回転体等の可動部分、熱発生部分、汚水と接触する部分、硫化水素と接触する部分等を有しているので、運転の時間経過とともに、摩耗や腐食等による劣化が進行し、これによって故障が発生したり、性能が低下する。

#### 【解説】

##### (1) 劣化と故障

機能の劣化の状態や要因は様々であるが、設備の稼動実績、補修履歴、施設管理従事者による日常管理から得られる情報により、劣化要因がある程度想定できる。特に、機械・電気設備の場合には、最も大きなものは作動部の磨耗、電気接点部の劣化等であり、これ以外の要因により劣化や故障が発生するのは、図 6-4 に示す初期不良を除き少ないが、いずれにしても、原因を究明し、その原因の除去又は原因に応じた対策を講じなければ、時間をおかず、再び故障が発生することとなる。原因の究明は、維持管理者に対する聞き取り等により、容易に判明する場合もあるが、必要なら専門業者に依頼して行わなければならない。

劣化に影響を与える環境の地域特性や過去の補修履歴、管理従事者からの情報などに基づき、調査の重点や留意すべき事項を整理して効果的・効率的な現地調査の計画を策定するとともに、調査事項に漏れが生じたりしないよう留意する。

定期診断の間隔を合理的に定めるためには、過去の故障歴、標準耐用年数、設備の仕様と実際の稼動状況との相違等を検討し、その劣化の進行速度から定めることが必要となる。しかし、調査体制や調査費用の制約もあることから、機械・電気設備の場合には、設備又はこれを構成する機器あるいは部品単位に事後保全なり、故障が生じた場合に設備又は施設全体に大きな影響を与える設備、機器又は部品については定期的に交換とすることも合理的な場合がある（耐用年数 5～7 年以下のもの等が対象となると考えられる。）。

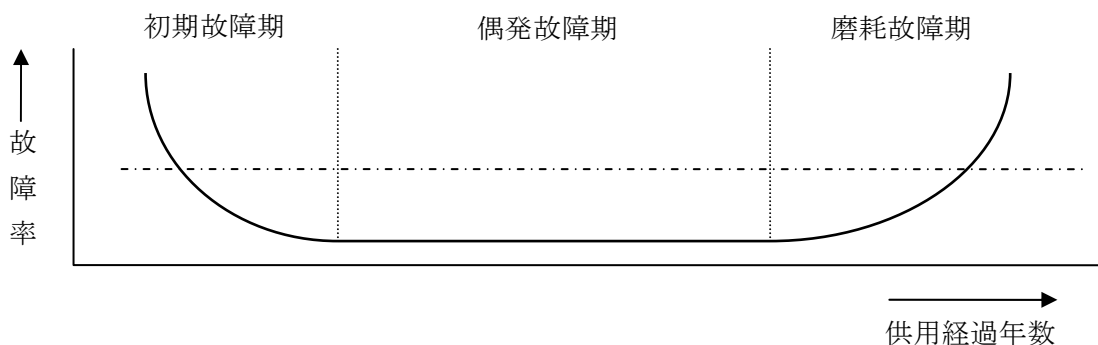


図 6-4 機械・電気設備の故障率と供用経過年数（バスタブ曲線）

一般に、設備の劣化形態は、次の3タイプに分類される。

ア 故障率減少形（DFR；Decrease Failure Rate）

故障率が時間とともに減少するタイプ。

イ 故障率一定形（CFR；Constant Failure Rate）

故障率が時間とは関係しないタイプで、構造の複雑な設備ほどこの傾向にある。

ウ 故障率増加形（IFR；Increase Failure Rate）

故障率が時間とともに増加するタイプで、構造の簡単な設備ほどこの傾向にある。故障率及び信頼度と経過年との関係を図6-5に示す。

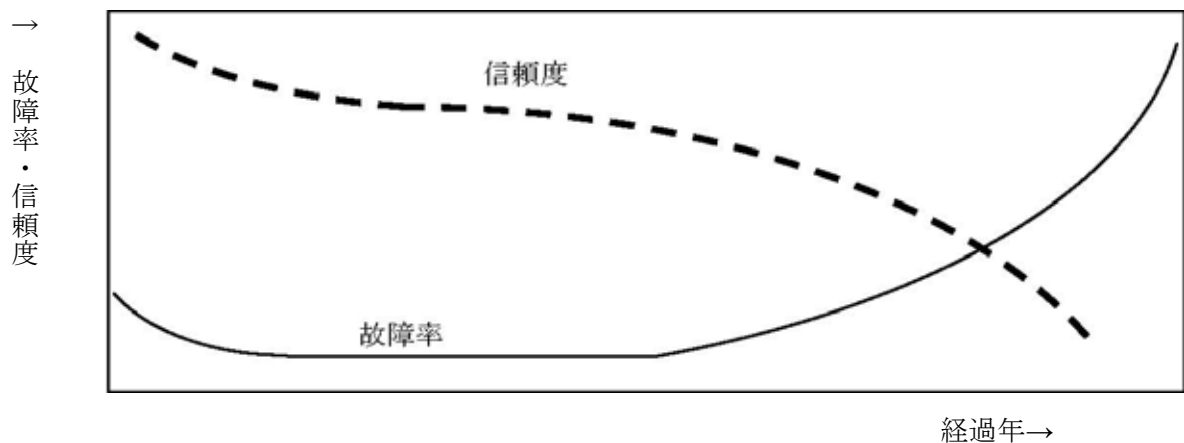


図6-5 故障率、信頼度と経過年の関係

## (2) 劣化要因と現象

一般的に機械・電気設備は、管路施設、鉄筋コンクリート構造物と比べ耐用年数が短く、加えて漁業集落排水施設に用いられている水中ポンプ、ブロワー等の機械・電気設備は、極く一部を除き汎用品である。このため通常、定期的又は故障あるいは日常点検で不良箇所が見つかった場合には部品又は機器の交換が行われるが、故障が頻発したり、一部の部品あるいは機器の交換では対処できない場合には、設備全体の更新が行われることが一般的である。しかしながら設備の外的環境、稼働状況、維持管理状況（適宜、的確な部品等の交換等の保守作業）等によって、設備の耐用年数が大きく左右される面があり、部品又は機器によっては、その劣化が設備全体の性能に大きく影響することもある。従って、個別の機器ごとに診断し、その状態を判定することが望ましい。

機械・電気設備は、所要の機能を持つことを意図して、種々の材料及び部品や機器を組合せ構成されるものであることから、管路施設や鉄筋コンクリート構造物のように、主なる材料に着目して性能低下メカニズムで表すことはできないが、大きな劣化要因で整理すると図 6-6 のとおりである。

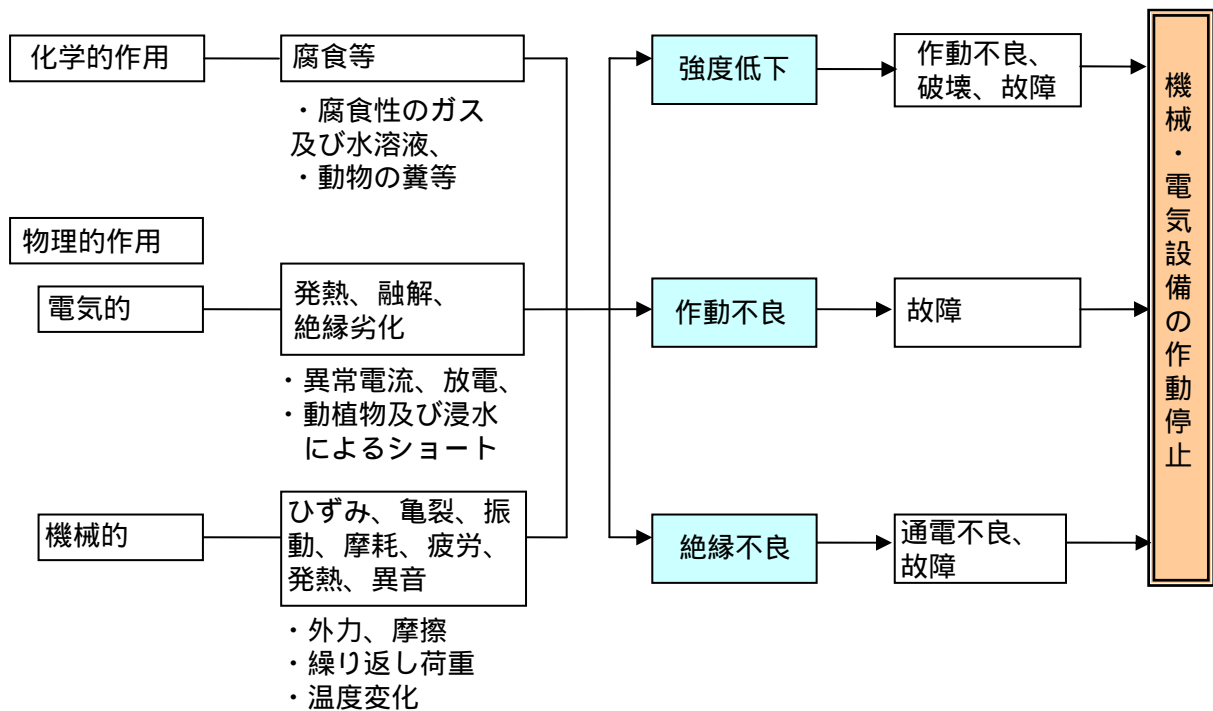


図6-6 機械・電気設備の性能低下メカニズム

例えば、ポンプ設備の劣化要因には、機械的、熱的、電氣的、環境的、複合的的要因がある。劣化要因別の代表的劣化現象を次に示す。

#### ア 機械的要因

疲労破壊の原因である機械的応力、振動等が中心で、これら外的な機械力以外に熱膨張係数の相違による熱ひずみ力等がある。

- ①回転部、摺動部、接触部の磨耗
- ②過大応力、繰り返し応力、残留応力による疲労（き裂、破損）
- ③材料劣化、温度不均一、過大応力による変形

#### イ 熱的要因

化学反応などを促進する温度上昇は、素材の劣化の速度を増大し、寿命を短縮する最も一般的な劣化要因である。

- ①異物混入、潤滑不良による焼損

#### ウ 電氣的要因

機器素材が電荷を帯びることに起因するもので、電気絶縁の低下など熱、機械、化学的な劣化等がある。

- ①塵埃、湿気等による電気系統の絶縁低下

#### エ 環境的要因

自然環境下で強い紫外線の照射により劣化が促進されたり、反応性物質、吸湿による加水分解、微生物による腐食等がある。

- ①汚水（硫化水素等）との接触による腐食
- ②異種金属間の接触による腐食
- ③流速、周速、キャビテーションによる腐食（エロージョン）
- ④日光（紫外線）、酸素（オゾン）による塗膜劣化

#### オ 複合的要因

一般に、上記各要因が複合して作用する場合が多い。

#### カ 劣化要因と部品の劣化現象

ポンプ設備の主な機器の劣化要因と各部品に発生する劣化現象の代表的な例を表6-1に示す。

表6-1 横軸両吸込渦巻ポンプの劣化要因と現象（例）

劣化要因	部品等	劣化現象
機械的要因	インペラ	疲労亀裂・破壊
	主軸	変形・破損
	軸受	摩耗
熱的要因	軸受	変形・焼損
環境要因	ケーシング	腐食・電食
	インペラ	腐食
	主軸	腐食
	スリーブ	腐食
	ケーシング等の塗膜	変色、ふくれ、われ、はがれ
複合的要因	インペラ	摩耗
	ライナリング	摩耗
	軸封部スリーブ	摩耗
	軸封部（グランドパッキン）	摩耗・変形・焼損

### 6.1.2.2 汚水処理施設の機械・電気設備の保全

汚水処理施設の機械・電気設備の保全は、設備の目的、機器等の特性、設置条件、可動形態等を考慮し、予防保全と事後保全を使い分け、効率的かつ計画的に実施しなければならない。

#### 【解説】

機械・電気設備は、作動を伴う設備であることから、通常、この作動に係る部品、機器の損傷又は劣化が最も多く発生する。このため、これを重点的に保守点検することとなるが、設備又はこれを構成する機器あるいは部品によっては、定期的交換（性能低下による設備への影響が大きい）又は事後保全（性能低下による設備への影響が小さく、交換が容易かつ迅速に行えるもの）として対処することが合理的な場合もあり得るので、あらかじめ事後保全等として扱うものを定めておくことも必要である。

以下に、保全方式の分類とその考え方を示す。

#### (1) 保全方式の分類

保全とは、信頼性用語として「常に使用及び運用可能状態に維持する、又は故障、欠点などを回復するためのすべての処置及び活動」と定義され、この保全の方式としては予防保全と事後保全に大別される。

予防保全（Preventive Maintenance）は、設備の使用中的故障を未然に防止し、設備を使用可能状態に維持するために計画的に行う保全であり、事後保全（Breakdown Maintenance）は、設備が機能低下、もしくは機能停止した後に使用可能状態に回復する保全である。図6-7のとおり、予防保全はさらに、時間計画保全（Time Based Preventive Maintenance）と状態監視保全（Condition Based Preventive Maintenance）に使い分けられ、事後保全は通常事後保全（Planned Breakdown Maintenance）と緊急保全（Emergency Breakdown Maintenance）に分けられる。

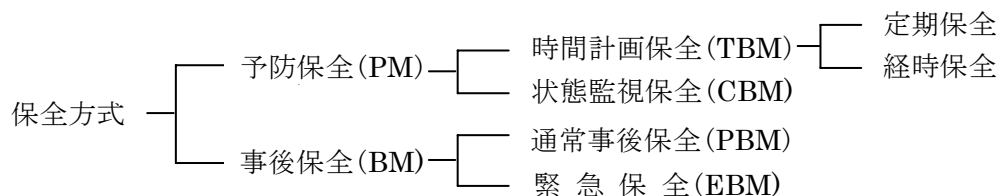


図6-7 保全方式の区分

## (2) 予防保全の考え方

予防保全は、時間計画保全と状態監視保全があり、時間計画保全は、予定の時間計画（スケジュール）に基づく予防保全の総称で、予定の時間間隔で行う定期保全と設備や機器が予定の累積稼働時間に達したときに行う経時保全に大別される。計画的に実施する定期点検（月点検・年点検）や定期整備は時間計画保全に含まれ、これを行うことにより事前に故障（機能低下）を防止しようとするものであるが、本手引きにおいては、設備の信頼性を維持するために、定期的な取替えを行う行為のみを時間計画保全として取扱うこととする。

状態監視保全とは、運転中の設備の状態を計測装置などにより観測し、その観測値に基づいて保全を実施するものである。常に、設備状態の傾向を監視・分析することにより異常（劣化の程度）の早期発見や、以後の劣化進行の予測を行い、適切な時期に保全を実施することが可能である。本手引きにおいては、日常点検、定期点検及び機能診断時の運転データによる劣化傾向の把握（傾向管理）も状態監視保全に含める。

## (3) 事後保全の考え方

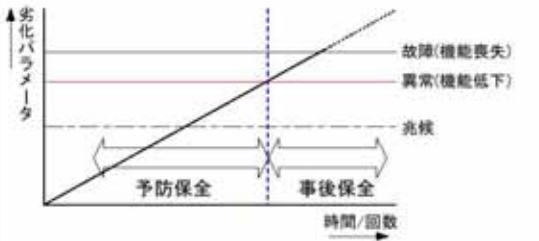
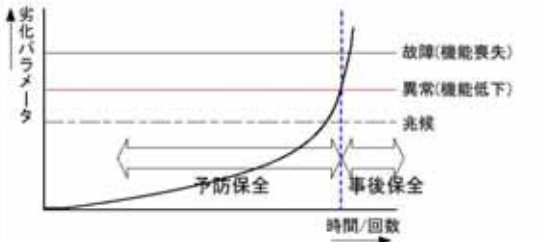
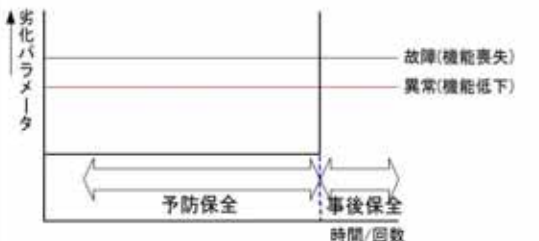
事後保全は、事後保全と緊急保全に分類され、通常、事後保全とは、管理上、予防保全を実施しないと決めた機器・部品の故障（機能低下）に対する処置をいう。また、緊急保全とは、管理上、予防保全を行うと定めた機器・部品が故障した場合に対する緊急処置をいう。

## (4) 機器の劣化特性と保全方式

機器の故障の起こり方（劣化特性）は、一般的に腐食・経時劣化タイプ、脆化タイプ、突発タイプに分類され、それぞれの劣化特性に適応した保全の方式が、**表6-2**のとおり設定できる。

このため、それぞれの劣化特性に合った保全方式を選択することが必要である。

表6-2 故障の起こり方（劣化特性）と保全形式

劣化モード	故障予知傾向管理	保全における取扱い
<p><b>A. 腐食・経時劣化タイプ</b></p>  <p>劣化の進行が、時間・使用頻度に比例する場合</p>	<p>○:可能</p>	<p>●状態監視保全</p> <p>年点検・管理運転点検等により、劣化の兆候及び進行状況を把握することができる。よって基本的に状態監視保全を適用する。</p>
<p><b>B. 脆化タイプ</b></p>  <p>潜伏期間中は、徐々に劣化が進み、ある時点を過ぎると急激に進行する場合</p>	<p>○:可能</p>	<p>●状態監視保全</p> <p>年点検・管理運転点検等により、劣化の兆候及び進行状況を把握することができる。よって基本的に状態監視保全を適用する。ただし、兆候が現れてからの劣化進行が急激に進むことが考えられるため、注意が必要である。</p>
<p><b>C. 突発タイプ</b></p>  <p>故障率が、時間／使用回数に対してほぼ一定の場合。故障が突発的に発生する。</p>	<p>×:不可</p>	<p>故障が突発的に発生することから、事前に不具合の兆候を発見・把握することができない。</p> <p>●時間計画保全</p> <p>当該機器が致命的機器の場合は、経時保全(定期的な更新)を適用し、事前に取替・更新することにより故障の発生を未然に防ぐ。</p> <p>●通常事後保全</p> <p>当該機器が非致命的機器の場合は、事後保全にて対応する。</p>

注) 表中の状態監視保全とはセンサ等によるオンラインモニタリングをいうものではなく、年点検や管理運転点検に伴い実施される傾向管理をいう。また時間計画保全とは時間計画による取替・更新をいう。

(国土交通省「河川ポンプ設備 点検・整備・更新検討マニュアル(案)」より引用)

(5) 機器の影響度及び保全方式

本手引きでは、点検・整備の合理化を図るため、通常の管理において、機器の影響度や部位毎の適した保全方式（傾向管理の可否）を踏まえ点検・整備の省略が可能な項目を整理している。代表的な設備として、ポンプ設備の各構成要素の保全方式をポンプ形式毎に整理すると表6-3のとおりとなる。表中の項目欄に記載する記号A、Bは各部位の当該項目が機器全体に及ぼす影響度を示しており、次のように定義する。

- ・ A：重大事故につながる項目あるいは運用に支障のある機能低下につながる項目
- ・ B：運用に支障のない機能低下につながる項目

表6-3 機器の影響度と適した保全方式（渦巻ポンプ）

機器名称	部品名称	機器の影響度	適した保全方式(案)
ポンプ	ケーシング	A	時間計画又は状態監視
	インペラ	A	状態監視
	主軸	A	時間計画又は状態監視
	スリーブ(パッキン部)	A～B	状態監視
ポンプ	軸スリーブ	A～B	時間計画又は状態監視
	インペラリング	B	状態監視
	ライナリング	B	状態監視
	軸受箱	A	時間計画又は状態監視
	軸受（ころがり軸受）	A	状態監視
	すべり軸受	A	状態監視
	軸封部（グラウンドパッキン）	B	時間計画
	軸封部（無給水軸封装置）	B	時間計画

## 6.2 性能管理

### 6.2.1 機能と性能

機械・電気設備は、多種多様であり、それが設置される施設の機能のうち、汚水処理性能、汚泥処理性能等の大部分を担っているものではあるが、個々に取り上げれば、それぞれ固有の機能を有する。これら機能のうち、各設備に共通的な機能として構造機能を挙げることができるが、これは他の機能を下支えする関係にある。

各設備の性能は、これら機能の発揮能力であり、各設備に応じた個別の性能指標や総合的な健全度指標で表すことができる。

#### 【解説】

漁集落排水施設に用いられている機械・電気設備は多種多様であり、その機能は、設置される施設の機能のうち、汚水処理性能、汚泥処理性能等の大部分を担っているものではあるが、個々に取り上げれば、それぞれ固有の機能を有する。例えばポンプならば揚水機能や構造機能、スクリーンならばし渣除去機能や構造機能を挙げることができる。各設備の多様なこれら機能のうち、構造機能は共通的なものであり、かつこれは他の機能を下支えする関係にある。

例えば、ポンプであるならば、揚水機能は根元的な機能といえるが、構造機能はポンプの形状を維持することにより揚水機能を下支えする関係にある。

このように構造機能は、すべての設備に共通的に必要な機能であり、しかも他の機能の下支えするものであることから、設備の性能の低下は、この機能に係る性能である構造性能に現れることが一般的である。

### 6.2.2 性能管理

機械・電気設備の性能管理は、構造性能に係る性能指標、又はこれに比較的簡便に把握可能な他の機能の性能指標を加えて検討する。

#### 【解説】

設備の性能管理も、構造性能の性能指標を主体に、外形的な構造状態の変状から検討するものとするが、一般に設備の中心をなす作動部及びその周辺部は、目視が可能であってもメジャー等により簡易に計測できる範囲は限られる場合が多い。従って、設備の状況を定量的に把握することは難しく、定性的な判断とならざるを得ないことが多くなる。また、目視不能な部位の劣化等が作動状況等に表れることも多くあることから、把握可能な作動状況（出力の低下、燃料効率の悪化等）等を性能管理の指標とすることも検討する。

このため、性能管理に用いる指標は、定量的な構造性能に係る性能指標、動作状況に関する指標及び健全度に加えて定性的な性能指標の中から最も厳しい指標を選定する。

### 6.2.3 性能管理指標の選定

性能管理のための指標は、対象とする設備の全体的な特性に応じて性能指標等から、把握が可能なもの、支配的なものから選定する。

#### 【解説】

機能保全計画の作成において、性能管理として用いる指標は、構造性能及び故障の発生件数又は健全度などをあげることができるが、機械・電気設備の構造性能の指標のうち、容易に把握できるのは、外観又は一部の内観可能な部分の構造状態に限られる。このため各設備に応じて性能管理の指標として用いることができる、その他の性能指標についても検討する（ポンプの場合には電流計による電流計測値等がある。）。

また、故障件数も設備によっては有力な性能指標として用いることができる。図 6-4 にあるとおり磨耗故障期となると、急激に故障頻度が高まることから、許容される故障頻度でもって、性能管理とすることは設備にあっては検討に値する。

いずれにしても、性能管理に用いる指標の選定する場合には、設備や地域の状況によりそれが支配的要因であることが推量できるものであることが必要である。場合によっては健全度を用いることも検討するものとする。

ばっ気攪拌装置などは重要な装置であるが、メーカーの試験工場での点検が必要となる場合があるため、状態監視による保全方式をとり、万ーに備えるものとする。

## 6.3 機能診断

### 6.3.1 機能診断調査

機械・電気設備の機能診断調査では、その劣化の特性を踏まえて合理的かつ効率的に行うことが必要である。

#### 【解説】

機械・電気設備の機能診断調査では、対象設備の劣化の特性を踏まえて合理的に行うため、対象設備を日常的に管理している管理従事者が保有している対象設備に関する多くの情報から日常の不具合などの情報の聴き取りを行い、様々な劣化の状態、要因を推定しておく必要がある。

また、機械・電気設備は、設備又はこれを構成する機器あるいは部品によっては、定期的交換（性能低下による設備への影響が大きい）又は事後保全（性能低下による設備への影響が小さく、交換が容易かつ迅速に行えるもの）として対処することが合理的な場合もあり得るので、あらかじめ設備又はこれを構成する機器あるいは部品ごとに保全形式を定めておくことも必要である。

#### 6.3.1.1 事前調査

機械・電気設備の事前調査は、設備の諸元、供用環境、維持管理記録等の既存資料を事前に調査し、現地調査において調査すべき事項等を整理し、様々な劣化の状態、要因を推定しておく。

#### 【解説】

事前調査においては、表 6-6 の事前調査で整理しておく事項(例)をもとに、表 6-7 の劣化要因判定表（例）にて劣化要因を判定し、現地調査を実施する調査対象を抽出することとなる。

また、保全方式の観点からも現地調査を実施する調査対象を絞り込むことが可能であるため、設備又はこれを構成する機器あるいは部品ごとに保全形式を整理しておくことが必要である。

設備単位に事前調査段階で整理しておく事項を表 6-6 に示した。

表 6-6 設備単位に事前調査で整理しておく事項（例）

調査・整理項目	性能低下の視点
標準耐用年数	機器及び部品単位
供用年数	標準耐用年数に比較した場合の経過年数以内かどうか
設備負荷条件	設備の稼働条件が仕様範囲内かどうか
環境条件	温度、日射、腐食性ガスの有無、腐食性の水溶液（ポンプ等）の有無
故障及び補修歴	故障及びその原因、補修方法
污水处理施設全体に係るデータ	水質及び水量（流入、処理水）、法定検査結果、環境条件の変動、施設台帳等既存台帳及び管理記録簿
保全方式	予防保全（時間計画、状態監視）、事後保全

表 6-7 劣化要因判定表（例）

劣化要因	過大応力	稼働部摩耗	熱的要因	電氣的要因	化学的腐食	環境的要因
使用・劣化環境						
供用年数 $\geq$ 耐用年数	2	2	2	2	2	2
稼働条件が使用範囲以上	1	1	1	1		
温度条件が使用範囲以上			1		1	1
日射条件が使用範囲以上	1	1	1		1	1
温度条件が使用範囲内						1
故障履歴あり	1	1	1	1	1	1
補修履歴あり	1	1	1	1	1	1
水量（風量）が仕様範囲以上		1				
水質が仕様範囲以上					1	
汚水等の滞留あり					1	
粉塵等の発生が多い				1		
評価点合計						
総合評価						

### 6.3.1.2 現地調査

事前調査により抽出した調査対象となる機械・電気設備について、技術的な知見を持つ者により、目視及び簡易計測を行い劣化の状況等を把握する現地調査を行う。

#### 【解説】

事前調査により抽出した調査対象となる機械・電気設備について、徒歩巡回目視により、現地踏査し、現地調査に伴う仮設等の必要性、各水槽内のポンプ設備及び汚泥掻寄機などの不可視部分の状況、運転管理状況などの現場条件の確認を行った上で、現地調査として、目視及び簡易計測等を行い、劣化の状況等を把握する。とりわけ施設の細部の変状でなく施設又は部材を見渡して知覚できる変状の把握に留意する。

機械・電気設備の状況把握を詳細に行うには、各設備や装置ごとの専門家に委ねることが必要であり、概括的な把握においても、相当の機械・電氣的な知見を有する者を必要とする場合が多い。このため、現地調査においては、少なくとも機械技術者と電気技術者を確保することが求められる。

現地調査において行う状況把握は、概括であることから、事前調査により抽出した調査対象について行うものとし、その調査項目は、表 6-8 及び表 6-9 の診断項目について行うものとする。この診断で S-3 以下の設備については、個々の設備に応じた専門家による詳細調査を実施し、作動能力等及び物理的に表面に現れた劣化現象に対する対策の有無を検討するものとする。

### 6.3.1.3 詳細調査

詳細調査は、事前調査及び現地調査の調査結果を総合的に検討し、必要に応じて変状の原因及び症状に対応した調査方法により実施する。

#### 【解説】

詳細調査は、既存資料等による事前調査及び目視及び簡易計測等の現地調査結果を総合的に検討し、変状状況及び変状原因を特定及びその範囲等を検討する。

詳細調査は、ストックマネジメント等の有効なデータが得られるので、財政的に許せば、幅広く実施することが望ましい。

## 6.3.2 機能診断評価

### 6.3.2.1 評価の視点

個々の設備は、それぞれが保有する機能があり、その機能を発揮するために必要な性能を保持しているが、これらの性能のうち構造性能は、他の基本的な性能を支えることがその性能の根幹であり、また、設備の性能の低下は構造性能において顕在化することが一般的であることから、機能診断結果等により構造性能を主体として機能診断評価を行い、劣化の要因の有無と劣化状態を適切に把握するとともに、施設の健全性を総合的に評価する。

#### 【解説】

個々の機械・電気設備は、例えば、ポンプならば揚水機能や構造機能、スクリーンならばし渣除去機能や構造機能といった機能を保有し、その機能を発揮するために、ポンプならば揚水性能や構造性能等、スクリーンならばし渣除去性能や構造性能等を保持している。これらの機能のうち構造性能はどのような設備も保持しており、また、これは他の基本的な機能を支えるものでもあることから設備の性能の低下は、まず構造性能において顕在化するといえる。

しかしながら、設備にあつては、その中枢部である作動部及び周辺部は外観から目視できない場合が多いため、目視又は簡便に計測できる構造性能の性能指標のみでは、設備の性能低下の把握が適当でない場合が生じる。このため、把握が可能な動作状況等に関する性能指標についても取り入れる必要がある。

従って、機械・電気設備の健全度の評価は、構造性能の状態が中心となるが、その他の指標についても十分検討することとする。

構造性能の低下は、過年度に生じた様々な要因によって進行しているため、設備の健全度を適切に評価するためには、現在の設備状態だけでなく、過去の稼動実績、故障履歴等を調べ、設備の劣化における内部要因、外部要因、その他の要因のどれであるか、また、進行性であるか、について把握することが重要である。

機械・電気設備の機能診断評価のプロセス図 6-8 にを示した。

#### <性能低下の要因>

##### (1) 内部要因

磨耗、汚水中の成分による腐食

##### (2) 外部要因 (構造物に対し外力を発生させるもの)

地震、設計仕様以上の負荷 (水量、水質、荷重等) による損傷

##### (3) その他の要因

食害、動植物の糞等によるショート及び腐食

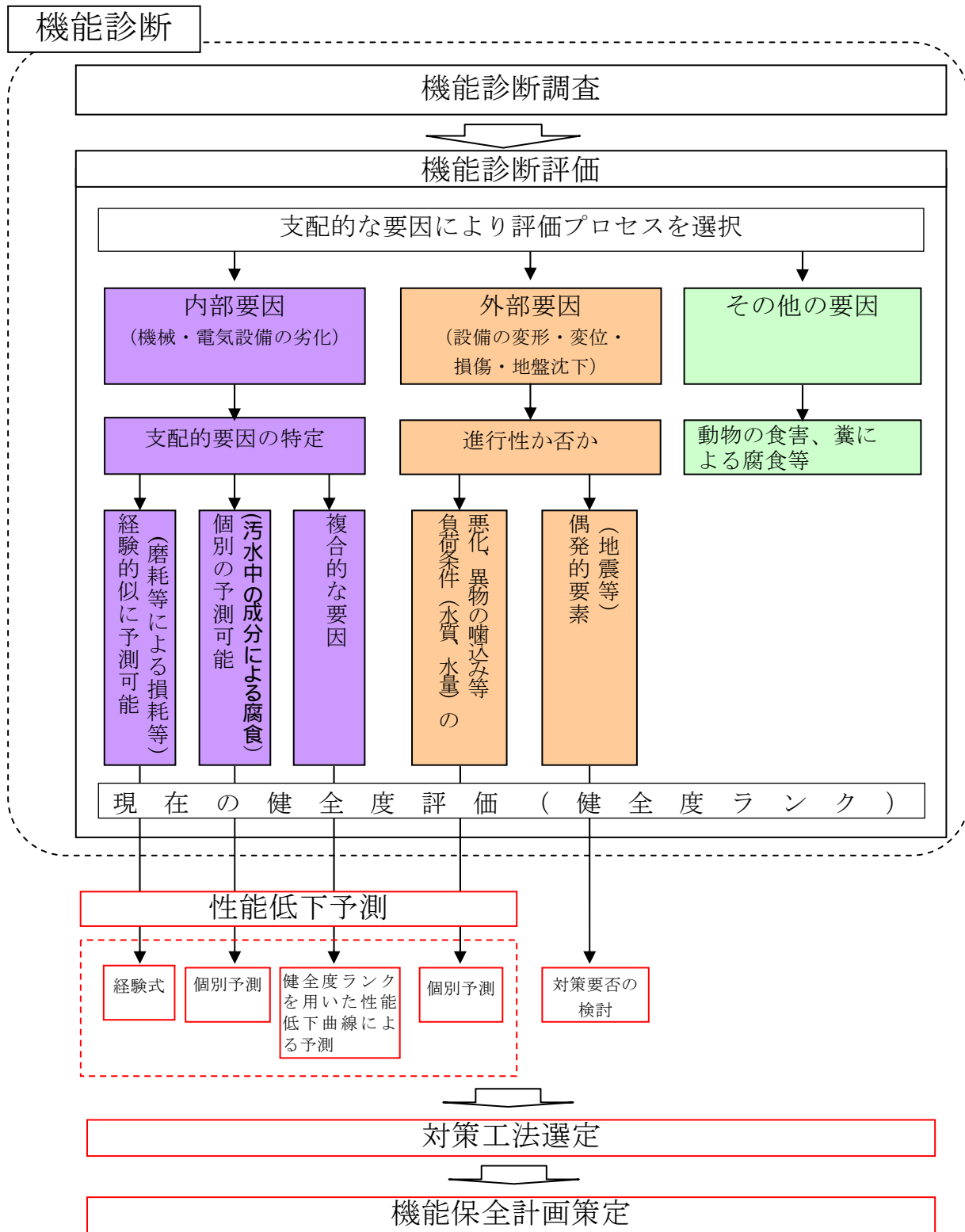


図 6-8 機械・電気設備の機能診断評価のプロセス

### 6.3.2.2 評価の方法

機械・電気設備の作動メカニズムは専門的な知見を要し、動作状況等構造性能以外の基本性能に係る性能指標の把握には専門的能力を要することから、通常、設備の状態評価は設備を分解しなくとも簡便に目視又は計測できる外形的な状況や故障歴を主要な評価指標とする評価項目について行うこととする。

#### 【解説】

機械・電気設備の状態を評価するためには、性能低下をもたらした要因別に評価項目と表3-4を参考としてその評価区分を設定して行うものとするが、性能低下をもたらしている評価項目が複数に及ぶ場合には、その進行についてより支配的な評価項目について重点的に行うものとする。

しかしながら、機械・電気設備については、性能低下をもたらした要因を把握することは必ずしも容易でなく、専門的な調査を必要とする場合が多い。このため、施設の状態を評価する場合において、その評価項目は、要因別に区分することなく、設定することとならざるを得ない。変状がS-3又はそれより厳しい場合には、何らかの対策を講じることが必要であり、その機能保全対策工法を選定するためにも、原因の解明を専門業者に依頼しなければならない。

構造性能以外の基本性能（例えば、ポンプの場合には揚水性能）に係る性能指標のうち、簡易に把握できるものがある場合には、それに係る評価項目を加えることとする（中継ポンプの電流値、流量調整ポンプや汚泥ポンプ等の吐出量等）が、一般的には、その作動メカニズムは専門的な知見を要し、その計測には、専用の計測機器が必須となることから、外形的な状況を主体とした評価項目でもって健全度を評価し、簡易に計測できる動作状況等に関する指標を加味し、更に必要に応じて専門技術者による調査の結果を付加することとする。

外形的な機能診断調査に基づく設備の状態評価の標準例は表6-8及び表6-9のとおりである。なお、調査及び診断の単位は、設備単位で行うものとするが、構成する機器単位で実施可能な場合又はそれが合理的な場合には機器単位で行うことが望ましい。

表6-8 機械設備の物理的機能診断評価の判定基準（例）

評価項目	健全度ランク				
	S-5	S-4	S-3	S-2	S-1
動作状況	全く問題なし	多少の変調は見られるが、設備能力の低下はなし	作動が不自然であり、設備能力の低下が多少ある	設備能力の低下が明瞭にある	作動停止又はそのおそれがある
塗装・グリスの状況	全く問題なし	塗装の浮き、グリスの飛散が多少見られる	塗装の浮きや剥離が部分的に見られ、グリス飛散が明瞭にある	塗装の浮きや剥離が全体的に見られ、グリスの充填の周期が早い	—
発錆・腐食	全くなし	固定部に多少錆が見られる	可動部の一部に錆、腐食が見られる	可動部の部分的に顕著に発錆・腐食が見られる	可動部の全体的に発錆・腐食が見られ、かつ明らかに進行状態
変形・損傷	全くなし	変形の兆候が多少見られる	変形・損傷が一部に見られる	変形・損傷が部分的に見られる	変形・損傷が著しい
摩耗	全くなし	可動部の一部に摩耗が見られる	可動部の部分的に摩耗が見られる	可動部の全体的に摩耗があり、設備能力の低下ある。	可動部の摩耗が著しく設備能力の低下も著しい
異音・振動	全くなし	正常運転で多少の異音・振動が感じられる	異音、振動はあるが、運転上の問題はなし	異音、振動があり、設備能力の低下もある	異音、振動があり、設備能力の低下も大きい。
発熱	所定以下の発熱しない	所定を多少上回る発熱がある	発熱があるが、運転上の問題はなし	発熱があり、設備能力の低下もある	著しい発熱があり、設備能力低下も大きい
目詰まり・閉塞	全くなし	目詰まり等が多少ある	目詰まり等が見られるが運転上問題なし	目詰まり等があり、設備能力の低下もある	著しい目詰まり等があり、設備能力の低下も大きい
故障件数	全くなし	故障 0.5 件未満 / 年	故障 0.5～1 件未満 / 年	故障 1 件超 / 年	

※ 各診断項目の S-1～5 の判定のうち最低のものを当該設備の判定レベル（健全度ランク）とする。

※ 動作状況については当該施設に応じて把握可能なもの、例えば、ポンプの場合、電流値、最大揚水量、最大揚程等を評価項目に設定することが望ましい。

表6-9 電気設備の物理的機能診断評価の判定基準（例）

評価項目	健全度ランク				
	S-5	S-4	S-3	S-2	S-1
汚損	全くなし	構成部品、接続部、端子部等の一部に多少汚損が見られる	構成部品、接続部、端子部等の部分的に汚損が見られる	構成部品、接続部、端子部等の全体的に明瞭に汚損が見られる	構成部品、接続部、端子部等の汚損が著しい
発錆	全くなし	構成部品、接続部、端子部等の一部に多少錆が見られる	構成部品、接続部、端子部等の部分的に錆が見られる	構成部品、接続部、端子部等の全体的に明瞭に錆が見られる	構成部品、接続部、端子部等の錆が著しい
腐食	全くなし	構成部品、接続部、端子部等の一部に多少腐食が見られる	構成部品、接続部、端子部等の部分的に腐食が見られる	構成部品、接続部、端子部等の全体的に明瞭に腐食が見られる	構成部品、接続部、端子部等の腐食が著しい
変色	全くなし	構成部品、接続部、端子部等の一部に多少変色が見られる	構成部品、接続部、端子部等の部分的に変色が見られる	構成部品、接続部、端子部等の全体的に明瞭に変色が見られる	構成部品、接続部、端子部等の変色が著しい
変形	全くなし	構成部品、接続部、端子部等の一部に多少変形が見られる	構成部品、接続部、端子部等の部分的に変形が見られる	構成部品、接続部、端子部等の全体的に明瞭に変形が見られる	構成部品、接続部、端子部等の変形が著しい
接触	全くなし	構成部品、接続部、端子部等の一部に多少接触が見られる	構成部品、接続部、端子部等の部分的に接触が見られる	構成部品、接続部、端子部等の全体的に明瞭に接触が見られる	構成部品、接続部、端子部等の接触が著しい
故障件数	全くなし	故障 0.5 件未満 / 年	故障 0.5～1 件未満 / 年	故障 1 件超 / 年	

※ 各診断項目の S-1～5 の判定のうち、最低のものを当該設備の判定レベル（健全度ランク）とする。

### 6.3.3 対象施設のグルーピング

劣化予測や機能保全対策工法の検討を行うため、設備の種類、材料、構造、建設時からの経過年数、劣化要因や劣化の進行状況等が類似する設備群ごとに、対象設備を分類しグルーピングする。

#### 【解説】

当該地方公共団体が管理する多くの機械・電気設備を対象にストックマネジメントを行う場合に、設備の劣化予測や対策工法の検討を効率的・円滑に行うため、対象とする設備を類似するものごとに、グルーピングすることが必要となる。

対象設備を分類する場合にその区分因子としては、劣化要因、劣化の進行条件及び進行度（健全度等）等とともに、設備の種類、規模、供用年数、施設の設置環境等の条件を加え行うこととなる。

設備のグルーピングは、補強、改修等に補助事業を導入する場合にはその事業計画が要求する精度、地方公共団体の自主財源事業の場合にはそれが求める精度など、どのような事業によって対応するかに応じて適切に設定することが重要である。グルーピングを細分化すると、精緻な検討が可能となる一方、検討作業が多くなる。

健全度ランク及び処理区ごとにグルーピングした例を表6-10に示す。

表 6-10 健全度ランク及び処理区ごとのグルーピング（例）

対象設備		健全度評価	劣化要因	グルーピング番号	
処理区	設備の種類				
甲処理区	前処理設備	荒目スクリーン	S-5	A-1	
		細目スクリーン	S-5		
		水中スクリーン	S-5		
		破砕機	S-4	磨耗	B-2
		原水ポンプ	S-5		C-1
		沈砂排水ポンプ	S-4	磨耗	C-2
	流量調整設備	流調ポンプ	S-5		C-1
		自動微細目スクリーン	S-5		A-1
		汚水計量槽	S-5		D-1
		水中攪拌機	S-5		E-1
		し渣脱水機	S-4		F-1
乙処理区	前処理設備	荒目スクリーン	S-5	A-1	
		細目スクリーン	S-5		
		破砕機	S-4	磨耗	B-2

## 6.4 性能低下予測

機能保全対策が必要となる時期や機能保全対策工法の比較検討のため、各設備グループの性能低下予測が必要となる。性能低下は、内部要因、外部要因、その他の要因に影響されて進行するため、これらの要因のうち支配的要因を判定し、これに基づく低下予測を行う。

性能低下予測は、磨耗や恒常的に含まれる汚水中の成分による腐食等については、経験式等の利用が可能である。その他の要因については、経年的なデータに基づく推定等によって行う。

### 【解説】

各設備グループに対策が必要となる時期や機能保全対策工法の組合せによる機能保全コストの比較検討等のため、性能低下の予測が必要となる。

性能低下のうち、磨耗や恒常的に含まれる汚水中の成分による腐食等については変成メカニズムがある程度解明されており予測式又は実験式（汚水中の腐食物の場合には成分、濃度が固定的な場合に限る。）があるので、これを活用する。その他の要因や複合的な要因によるものは、①設備に対する負荷条件等設備ごとに大きく異なる場合には、過年度の状況変化についての情報を基に推定する方法、②条件不足のため推計が困難場合には、経過観察によって状況変化を把握した上で推定する方法等、それぞれの条件に適した方法を選定する。

<機械・電気設備の要因別性能低下予測の例>

**（１）内部要因**（内部要因による劣化については、代表的なものとして磨耗がある。その他汚水中の成分による腐食がある。）

- ア 磨耗、腐食 → 経験式又は促進試験結果等から予測
- イ 複合的で支配的要因を特定できない場合 → 健全度指標により判定し、標準劣化曲線により予測

**（２）外部要因**

- ア 地震などの偶発的な外力による変形、変位、損傷 → 個別に対策の要否を判定
- イ 仕様を超える負荷（水質、水量、水圧等）による損傷、変形等 → 管理水準に至るまでの期間を個別に予測

**（３）その他の要因**

- 食害、糞による腐食 → 個別に対策の要否を判定

## 6.5 機能保全対策

機械・電気設備の変状に対する機能保全対策については、その変状の発生原因及びその程度を把握するとともに、構造物の置かれている環境や設備に対する要求性能についても、十分に把握し、適切な補修、補強対策を講じることが重要であり、発生原因及びその程度の把握に専門的調査を行うものとする。

また、対策の必要性があると判断された施設については、機能保全コストを勘案した対策の範囲、適切な工法選定にあたっては、専門技術者等に依頼するなどにより行うことが必要である。

### 【解説】

#### (1) 健全度ランクと機能保全対策

原則として、健全度ランク S-3 以下の設備を対象に対策を検討することとする。健全度ランクごとの機能保全対策の基本的考え方については、第 4 章の表 4-14 に準じるが、機械・電気設備にあつては、このほかに、日々の品質改良、性能向上が著しいことから、これを加味して保全対策の対象とする設備、機器の選定、保全対策の検討を行うことに留意する必要がある。

#### (2) 専門的な詳細調査の実施

機械・電気設備においては、維持管理者からの聴き取り、現環境等から容易に原因が判明する場合を除いて、その原因究明には専門家の調査に頼ることとなり、機能診断調査で S-3 以下の評価項目がある場合には専門家による詳細調査を実施することとなる。この際に併せて対策の方法を依頼することが一般的であるが、設備に用いられている部品及び機器について、不良なものが明確でかつその耐用年数が一定年数以内のものについては、専門家に頼るまでもなく、交換とすることができる。

## 6.6 機能保全計画

性能管理の指標及びその性能予測に基づき、計画対象期間について、各種の対策を内容とする複数のシナリオを比較検討し、技術的、経済的に最適なシナリオを求めることにより、対象とする設備の対策、その実施時期等のほか、日常管理の視点や早期に次回の診断を行うべき事項等も含んだ機能保全計画を策定する。

### 【解説】

機能保全計画の策定は、着目する性能指標の管理水準又は健全度を必要な範囲にとどめることができる方策を複数仮定し、これらの方策を実施するために必要なコストを比較することにより行う。

この際、着目する性能の管理水準の決定が重要な要素であり、以下のような考え方でこれらを設定する。

#### (1) 管理水準の考え方

##### ア 構造性能に関する管理水準

- ・設備の躯体が破損する限界値から、一定の安全率を見込んで設定する。

(強度に関連する指標)

##### イ 設備本来的な機能に基づく性能（構造性能を除く）に関する管理水準

- ・必要最小限の能力に基づき算定された性能指標値を設定する。

##### ウ 事故発生に係る管理水準

- ・道路下埋設であることから、交通障害を与える事故の発生頻度で設定する。

#### (2) 対策工法の選定

対策工法の選定に当たっては、次の点に留意することが必要である。

ア 機能停止があっても、周辺に与える悪影響が小さく、かつ漁業集落排水施設の污水处理機能の低下をもたらす度合いが小さい又は速やかな対応が可能で影響時間が短く、機能停止してからの対処が許容される設備（中継ポンプ等）機器、部品は、事後保全とすることも検討する。

イ 立地条件、使用条件に応じて時間経過とともに劣化が進行するため、これらが設定できれば、供用時間又は使用時間の関数として劣化の程度が推測可能な設備及び機器にあつては、一定期間ごとに対策を講じる、いわば性能指標として供用時間又は使用時間を用いることを検討する。

施設機能の監視を含む機能保全計画を策定する場合には、設備は日常的な目視での変状確認が困難な場合も多い。このため、機能診断のプロセスにおいて専門家による詳細調査等を実施することにより得られた、施設の特性やウィークポイントなどについては、日常管理者が留意すべき事項として整理し明示的に示しておくことが重要である。また、変状が今後急激に進むと危惧される設備があった場合など、特別の時期に診断すべき事項として検討し、これを示しておくものとする。

## 《参考》

# 【事例】漁業集落排水施設における長寿命化対策

○施設の種類：終末処理場、マンホールポンプ      ○供用開始：平成12年  
○経年劣化により機能の低下した漁業集落排水処理施設に対して、機能診断に基づく機能保全計画に沿った対策を実施することで、ライフサイクルコスト縮減

## 機能保全計画の概要

○老朽化の状況



【陸上ポンプの劣化状況】

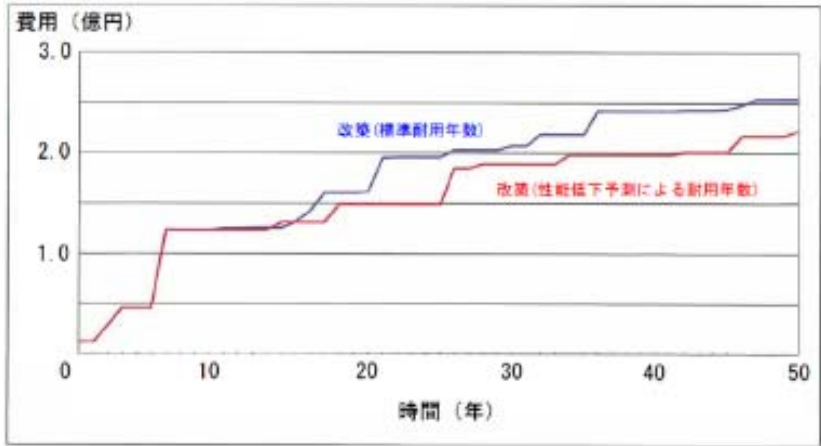


【換気施設の劣化状況】



【施設全景】

○ライフサイクルコスト（LCC）比較



戦略的に対策を実施することで標準耐用年数による保全対策に比べLCCを抑える計画

## 対策の状況



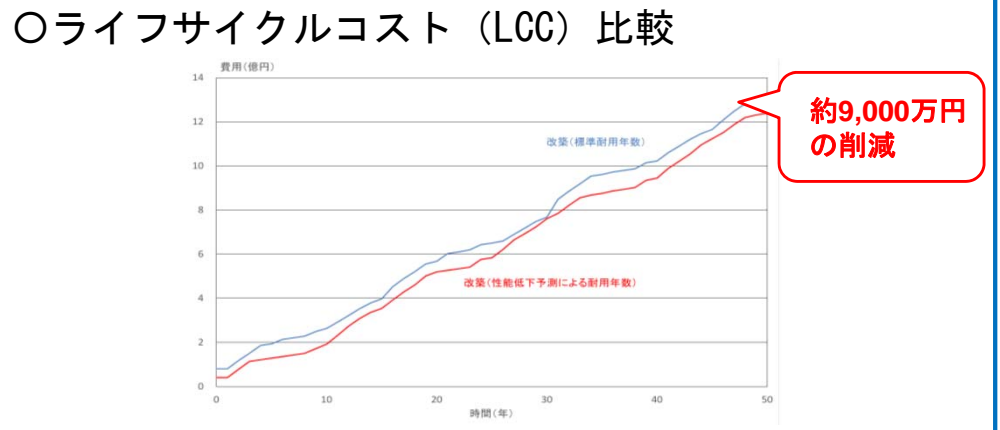
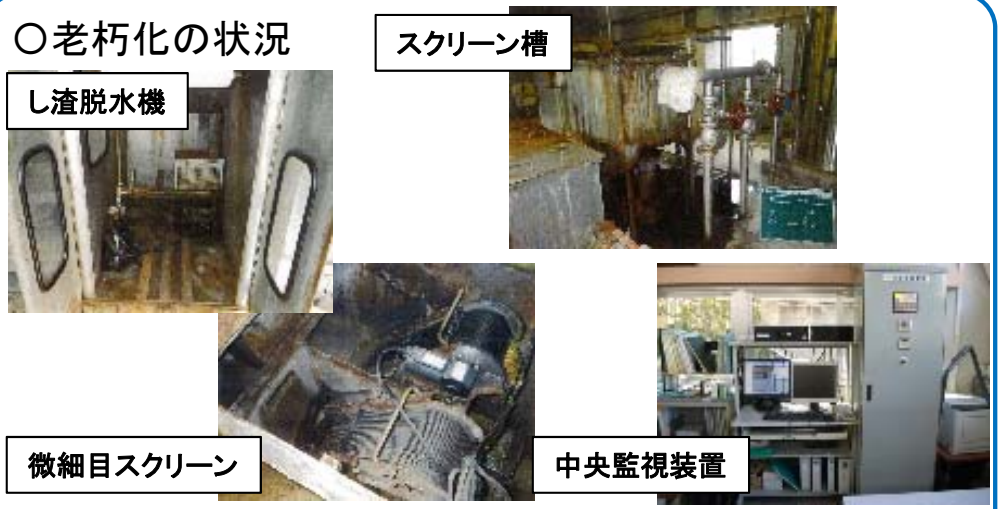
## 対策の効果

○コスト縮減  
・共用期間全体のライフサイクルコストが約3,000万円削減されるとともに、従前の維持管理手法に比べて維持管理コスト約60万円/年の縮減効果

# 【事例】漁業集落排水施設の長寿命化対策・遠方監視システムの一元化

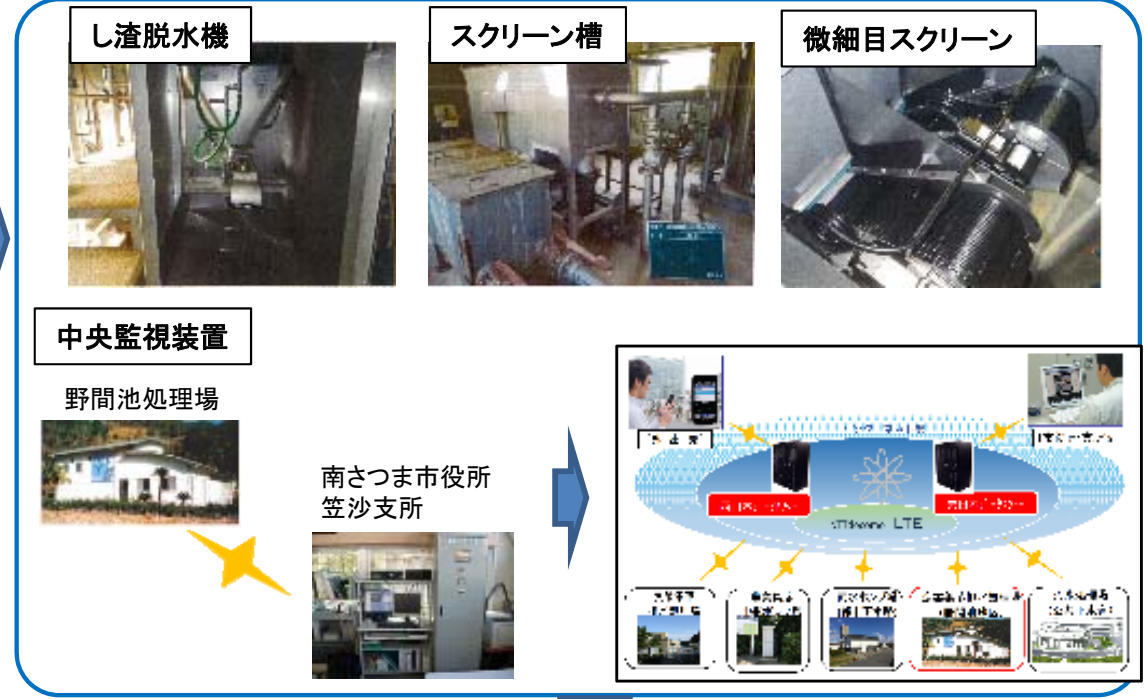
○対策の概要：長寿命化対策、遠方監視システムの一元化      ○供用開始：平成12年  
 ○経年劣化により機能の低下した漁業集落排水処理施設に対して、機能診断に基づく機能保全計画に沿った対策を実施することで、ライフサイクルコスト縮減。併せて、これまでの一般回線による非常通報装置に換えて、公共下水道等と同一機種種のクラウド型遠方管理システムを導入し、各污水处理施設の監視体制の一元化を図る。

## 機能保全計画・漁業集落排水施設の現状



戦略的に対策を実施することで標準耐用年数による保全対策に比べLCCを抑える計画

## 対策の概要



## 対策の効果

- コスト縮減
  - ・機能保全対策により、供用期間全体のライフサイクルコストが約9,000万円削減される見込み。
  - ・遠隔監視システムの導入・各污水处理施設の監視体制の一元化により、維持管理費が年あたり約40万円削減される見込み。