

土木施設長寿命化計画
水門・陸閘ガイドライン（案）

平成19年5月

静岡県土木部 河川海岸整備室

はじめに

ガイドライン策定の方針

本ガイドラインは、静岡県土木部が平成15年度に策定した「土木施設長寿命化行動方針(案)」に基づき、静岡県が管理する河川管理施設・海岸保全施設としての水門(樋門を含む。以降同様)・陸閘を対象として、その維持管理の骨子を策定したものである。

ここでは、アセットマネジメント(資産管理)の考え方を水門・陸閘の維持管理に活かすことで、限られた予算条件の下で計画的・効率的な維持管理計画を立案し、事業を実施するための具体的な評価・実施手法を取りまとめている。

水門・陸閘の特性と維持管理のあり方

水門・陸閘は堤防に取り付く治水施設で、次の特性を持つ。

- ・ 堤防機能を有し、その背後には、守るべき資産(人、家屋、田畑等)が存在する。
- ・ 洪水や高潮・津波時にその機能が100%発揮されなければならない。
- ・ 常時の使用がなく、待機系の施設である。
- ・ 一般にこの堤防機能を代替する手段がない。
- ・ 水門・陸閘は複合施設であり、機械設備・電気設備と付属施設の一部の確実な稼働と、それを支持・固定する土木構造物の安定が、機能を維持するための要件である。

例えば、道路では路線上の一点で支障を来たしても代替路線を確保し易いが、水門・陸閘等の河川管理施設・海岸保全施設においては、一点の機能停止が背後地の浸水被害等を招きかねないという特性を持つ。

このように水門・陸閘は、防災上重要な施設であり、常にその機能が発揮できる状態が求められる。また、待機系の施設のため使用による劣化は想定されにくいものの、施設の機能が時間と共に低下することは避けられない。

そこで、今後は、今まで以上に計画的な維持管理を図り、恒久的に確実に防災機能を維持することを基本とし、維持管理の効率化を図り、最適な投資をめざす。

ガイドライン策定に向けた考え方

本ガイドラインは以下に掲げる施設を対象に、「土木施設長寿命化行動方針(案)」に基づき策定するが、施設特性や、現場での継続的かつ現実的な実施を考慮し、維持管理目標と運用について以下のように考える。

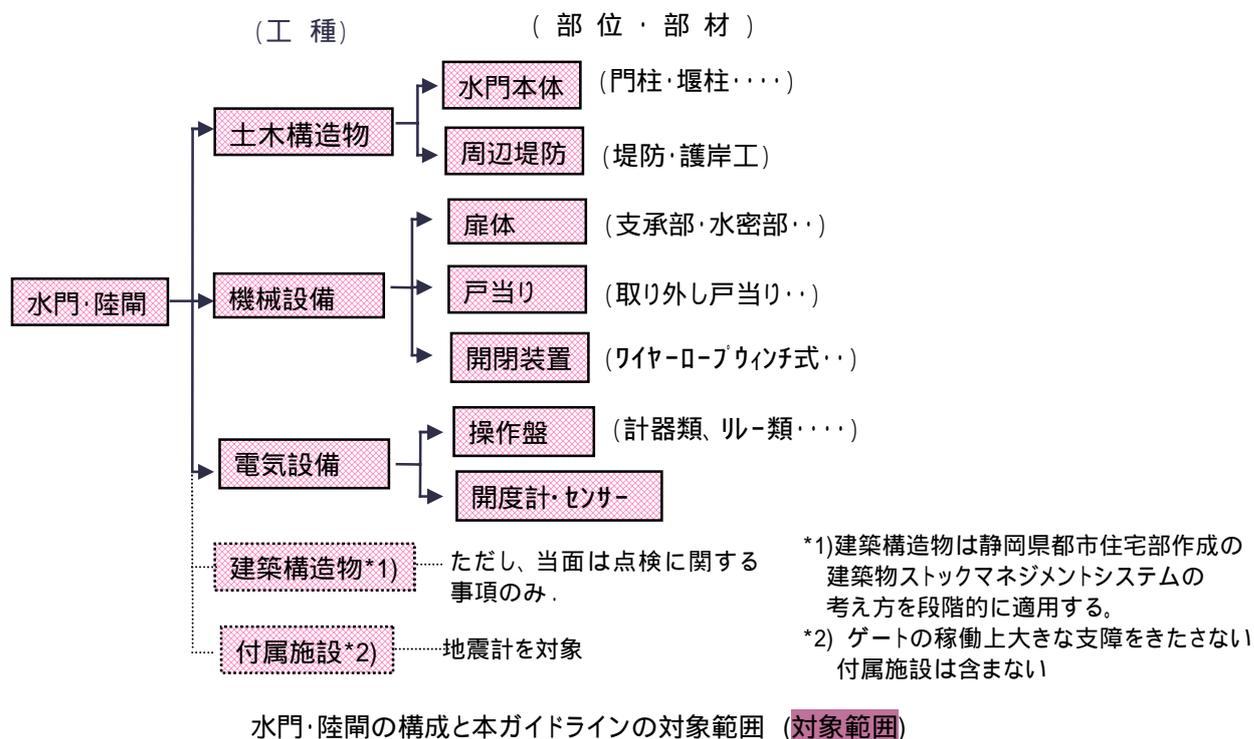
(1) 対象とする施設の種類

水門・陸閘は、本体や周辺堤防を含む「土木構造物」、ゲート操作に直接的に関与する「機械設備」、「電気設備」、建屋などの「建築構造物」、地震計や水位計・監視カメラなどの「付

属施設」などで構成される。本ガイドラインでは「土木構造物」、「機械設備」、「電気設備」、「建築構造物」についてはそれらを構成する部位・部材全般を対象とする。「付属施設」については、ゲート操作に直接的に関与する地震計などを対象とする。

本ガイドラインでは、比較的劣化しやすい鋼材を使用し、陸閘に比べ複雑な構造を有する河川施設の水門を中心に作成し、アルミを使用する港湾・漁港の水門や陸閘へスライドダウンして適用することを視野に入れている。また、「建築構造物」は静岡県都市住宅部作成の建築物ストックマネジメントシステムに準拠し、当面は点検に関する事項のみ適用する。

(対象施設と構成要素)



(2) 維持管理の目標

水門・陸閘には、ゲートを稼働させることで、洪水や高潮・津波が堤内地へ逆流する治水機能を常に維持することが要求される。

そのために、各工種(土木構造物、機械設備、電気設備、付属施設等)に要求される機能を把握し、その機能を十分維持するための維持管理指標と水準を設定する。

また、水門・陸閘の適切な補修・更新時期とその工法を選定するために、機器の状態を定性的な損傷等級に区分し、劣化の履歴を把握する。区分については、「ゲート点検・整備要領(案)」を参考に、「A: 早急に対処する B: なるべく早く処置する(2~3年以内)、C: 状況の推移を視察し処置を決定」とする。

(3)運用

本ガイドラインは「今まで以上に計画的な維持管理を図り、恒久的に確実に防災機能を維持することを基本」としつつ、「維持管理の効率化を図り、最適な投資をめざす」ものであるが、そのためには施設の機能の現状把握と将来予測および機能低下への対策方法とコストを的確に設定することが必要になる。しかしながら、現有の情報・技術を用いて、現状の把握は確立できるものの、将来予測については十分な手法を確立することは難しく、最適な投資に至るには解決すべき課題もあることが現状である。

したがって本ガイドライン運用にあたっては「現時点で取り組めること」、「将来に期待できること」を明確にし、次頁に示すようにSTEP1「適切な維持管理運用」、STEP2「計画的な維持管理運用」、STEP3「効率的な維持管理運用」を目指し、段階的に取り組むこととした。

STEP 1 (現行運用データ蓄積)
適切な維持管理運用をめざす

現運用の水門・陸閘に関する維持管理が、適切に水門・陸閘の機能を維持するためのものであるかを確認し、確実な機能維持が図れる維持管理手法を構築する。
また、将来の計画的、効率的な維持管理を目指すための基礎となるデータ蓄積を始める。

1.点検・整備方針の検討

水門・陸閘門の各設備の機能を維持するために、現時点で適切と判断される点検方法の立案、マニュアル化を行う。

2.データベースの構築

データベースは、今後の維持管理内容の充実、状態把握の精度向上、を図るための基礎資料構築を目的とする。

3.維持管理計画の支援(状態把握・評価)

構築されたデータベースに、既存の維持管理資料を整理し、設備の状態把握・評価を行う手法を検討する。各設備の特徴を整理し、見合った状態把握・評価を行う。



STEP 2 (データベース構築後)
計画的な維持管理運用をめざす

STEP1 で確立した機能を確認に維持するための維持管理手法を基に、将来を見据えた計画的な維持管理ができるような手法を立案する。

1.将来の予測

(1)維持管理費用の予測

STEP1で構築したシステムに、対策費用・定期点検費用を反映し積み上げることで、将来発生する維持管理費用の推移を算出する。

(2)適用する耐用年数

予測可能な物理的耐用年数の視点から設定する。

2.経済性評価(STEP2~3)

前項の状態評価・予測手法や制約予算下での対応方策を基に、下記のフローにしたがって計画的・効率的な維持管理計画を立案する。



STEP 3 (維持管理計画立案後)
効率的な維持管理運用をめざす

STEP2で立案した計画的な維持管理手法を基に、将来のコスト低減が図れる手法・技術の導入をめざし、効率化を図る。

1.モニタリングの実施・計画への反映

- ・予測評価精度の向上(耐用年数・対策費等の見直し)
- ・点検頻度と修繕頻度との相関を整理し、最適な点検・整備頻度の見直しを期待する。

2.新たなLCC技術の導入

蓄積された健全度データから現実に近い劣化傾向予測を行う。技術向上により導入できる材質・技術は、LCC評価を行い、随時、維持管理の運用へ反映させる。

本ガイドラインにおける取組項目と取組スケジュール

実施内容	実施予定年(年目)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
STEP.1 適切な維持管理運用をめざす										
点検・整備方針の検討										
データベースの構築										
維持管理計画の支援(状態把握・評価)										
STEP.2 計画的な維持管理運用をめざす										
将来の予測										
経済評価										
STEP.3 効率的な維持管理運用をめざす										
モニタリングの実施・計画への反映										
新たなLCC技術・新工法等の導入										

凡例

	:検討・構築
	:運用・改善検討

本 編

～ 目次（本編） ～

	page
1.用語の定義 -----	1
2.対象とする施設の種類 -----	3
3.水門・陸閘マネジメントの体系 -----	9
4. 状態の把握，評価	
4.1機械・電気設備および地震計 -----	11
4.1.1 点検の体系 -----	11
4.1.2 維持管理目標 -----	14
(1) 維持管理指標 -----	14
(2) 維持管理水準 -----	19
4.1.3 状態の把握（損傷等級の設定） -----	20
4.1.4 状態の評価手法 -----	21
4.2 土木構造物 -----	22
4.2.1 点検の体系 -----	22
4.2.2 維持管理目標 -----	25
(1) 維持管理指標 -----	25
(2) 維持管理水準 -----	29
4.2.3 状態の把握（損傷等級の設定） -----	30
4.2.4 状態の評価手法 -----	31
5.将来の予測	
5.1 機械設備（塗装を除く）・電気設備および地震計 -----	34
5.1.1 将来状態の予測 -----	34
(1) 予測モデル -----	34
(2) 評価開始年時点の状態 -----	34
(3) 対策後の予測 -----	35
(4) 耐用年数 -----	36
5.1.2 対策工法の選定手法 -----	37
5.1.3 経済性評価手法 -----	38
(1) 評価手法 -----	38
(2) 評価方法 -----	39
5.2 土木構造物 -----	40
5.2.1 将来状態の予測 -----	40
(1) 予測モデル -----	40
(2) 評価開始年時点の状態 -----	41
(3) 対策後の予測 -----	41
(4) 耐用年数 -----	42
5.2.2 対策工法の選定手法 -----	42

5.2.3 経済性評価手法	44
5.3 中長期管理計画の立案	45
5.3.1 中長期管理計画の立案手法	45
5.3.2 予算制約下における評価手法(優先度の設定方法)	49
6.事業実施	50
7.モニタリング	51
8.維持管理システムの構築	53
9.長寿命化への取り組み	55

1. 用語の定義

本ガイドラインにおいて使用する主な用語の定義は次による。

保 全	： 保全とは、設備を常に使用可能状態に維持、または故障、損傷等を復旧するために点検、整備、更新を実施し、その内容を記録することをいう。
予 防 保 全	： 予防保全とは、設備使用中におこる事故を未然に防止し、設備を常に使用可能状態に維持するために計画的に行う保全をいう。
事 後 保 全	： 事後保全とは、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まで回復させる保全をいう。
時間基準保全	： 時間基準保全とは、予定の時間計画（設定した耐用年数）に基づき、計画的に予防保全を実施することをいう。
状態基準保全	： 状態基準保全とは、設備を使用中の動作確認、劣化傾向の検出等により故障に至る経過の記録および追跡を行い、動作値および傾向を監視して予防保全を実施することをいう。
点 検	： 点検とは、目視、計器等による設備の異常・損傷の発見、機能の良否の判定、処置方法の立案およびその記録作成までの一連の作業をいう。
整 備	： 整備とは、設備の機能維持のために定期的に、または点検結果に基づき適宜実施する清掃、給油脂、調整、修理、部品取替およびその記録作成までの一連の作業をいう。
修 繕	： 修繕とは、劣化、破損した部材・部品等の機能・性能を実用上支障のない状態まで回復させることをいう。
取 替	： 取替とは、経年的な劣化、または破損した部品等を取替えることをいう。（「交換」と同意語）
更 新	： 更新とは、経年的な劣化、または破損した設備および機器等を新品に取替えることをいう。
改 造	： 改造とは、設備、機器等を機能の追加、または改良を伴って更新することをいう。
設 備	： 設備とは、施設機能を発揮する構成要素で、単独で機能を有するものをいう。
機 器	： 機器とは、装置を構成する単独で機能を有するものをいう。
部 品	： 部品とは、機器を構成する組立品で水密ゴム、スプロケット、ボルト等の、機器の要素をいう。
耐 用 年 数	： 設備・機器が物理的に何年機能するか表したもので、取替・更新時期の目安となるもの。
待 機 系 設 備	： 待機系設備とは、平時の使用がなく、異常事態の発生時等に必要に応じて稼働する設備をいう。
管 理 運 転	： 管理運転とは、当該設備の本来目的とは別に、設備を実負荷、あるいはそれに近い状態で、設備機器全体の機能の状態把握、ならびに操作等の習熟を目的に総合的に試運転を行うことをいう。

- 機能回復：機能回復とは、故障、破損等により機能低下した設備を整備、更新等により、そもそもの機能水準まで復帰させることをいう。
- 機能維持：機能維持とは、回復困難な故障を防止し、設備機器を使用可能な状態に維持することをいう。
- 点検技術者：点検技術者とは、施設管理職員、または施設管理者の委託を受けた者で主に点検や油脂類の取替等を行える能力を有する者をいう。
- 専門技術者：専門技術者とは、機械設備メーカーから派遣される技術者、または分解、点検、整備や故障時の対応技術を有する者をいう。
- 操作員：操作員とは、施設管理職員、または施設管理者の委託を受けた者で常に設備の操作等に従事している者をいう。
- 施設管理者：施設管理者とは、水門・陸閘を運用し、適正な管理を行う責任をもつ団体をいう。
- 施設管理職員：施設管理職員とは、水門・陸閘を運用し、適正な管理を行う責任をもつ団体に所属する技術系職員をいう。
- 維持管理指標：維持管理指標とは、水門・陸閘設備の機能保全、機能維持を適正に管理する上で、部位・部材の点検すべき現象をいう。
- 維持管理水準：維持管理水準とは、水門・陸閘設備に要求される性能を満足するために、部位・部材が維持すべき状態をいう。
- 定期点検：定期点検とは、設備の状態把握ならびに機能保全を図るため、当該設備の目的、機能、設置環境等に対応した方法で、定期的を実施する点検をいう。
- 臨時点検：臨時点検とは、地震等の異常な事象が生じた場合に、設備全体について特に異常がないかを点検することをいう。
- 詳細点検：詳細点検とは、管理運転時、定期および臨時点検において、異常あるいは変化が認められ、さらに詳しい調査を必要とする場合に実施する点検をいう。

2. 対象とする施設の種類

本ガイドラインで対象とする施設は、「土木構造物」、「機械設備」、「電気設備」、「建築構造物」および「付属施設」のうち地震計などとする。

また、本ガイドラインでは、部位・部材の種類が多く検証が多岐にわたる水門を主対象に記述し、陸閘に関して、水門と異なる考え方の記載が必要な事項については、その内容を補足する。なお、小規模な単純構造物についても、適宜必要事項を補足する。

< 解説 >

水門・陸閘は、本体や周辺堤防を含む「土木構造物」、ゲート操作に直接的に関与する「機械設備」、「電気設備」、建屋などの「建築構造物」、地震計や水位計・監視カメラなどの「付属施設」などで構成される。本ガイドラインでは「土木構造物」、「機械設備」、「電気設備」、「建築構造物」についてはそれらを構成する部位・部材全般を対象とする。「付属施設」については、ゲート操作に関与する地震計などを対象とすることとした。また、建築構造物の部位・部材は建築物を取り扱う静岡県都市住宅部作成の建築物ストックマネジメントシステムの考え方を適用する。

なお、陸閘については水門と比べ構造が単純なことから、本ガイドラインは、水門を主体にした記載としながらも、陸閘として別途取り扱わなくてはならない事項については、補足説明を加えることとした。

また、本ガイドラインでは、維持管理におけるコスト低減を目的に、専門技術者による点検が必要な大規模構造物と、比較的構造が簡易であり、施設管理職員でも点検が可能と考えられる小規模構造物に分類して取り扱うこととした。

大規模構造物と小規模構造物の分類は、以下による。

- ・大規模構造物：開閉負荷が大きく、電動化された構造物（人力での開閉不可）
- ・小規模構造物：開閉負荷が小さく、電動化されていない構造物（人力での開閉可）

さらに、小規模構造物については、今まで開閉確認のみであった点検内容に加え、設備の状態が把握できる点検ならびにその点検データを蓄積していくために、必要に応じて補足説明を加えることとした。

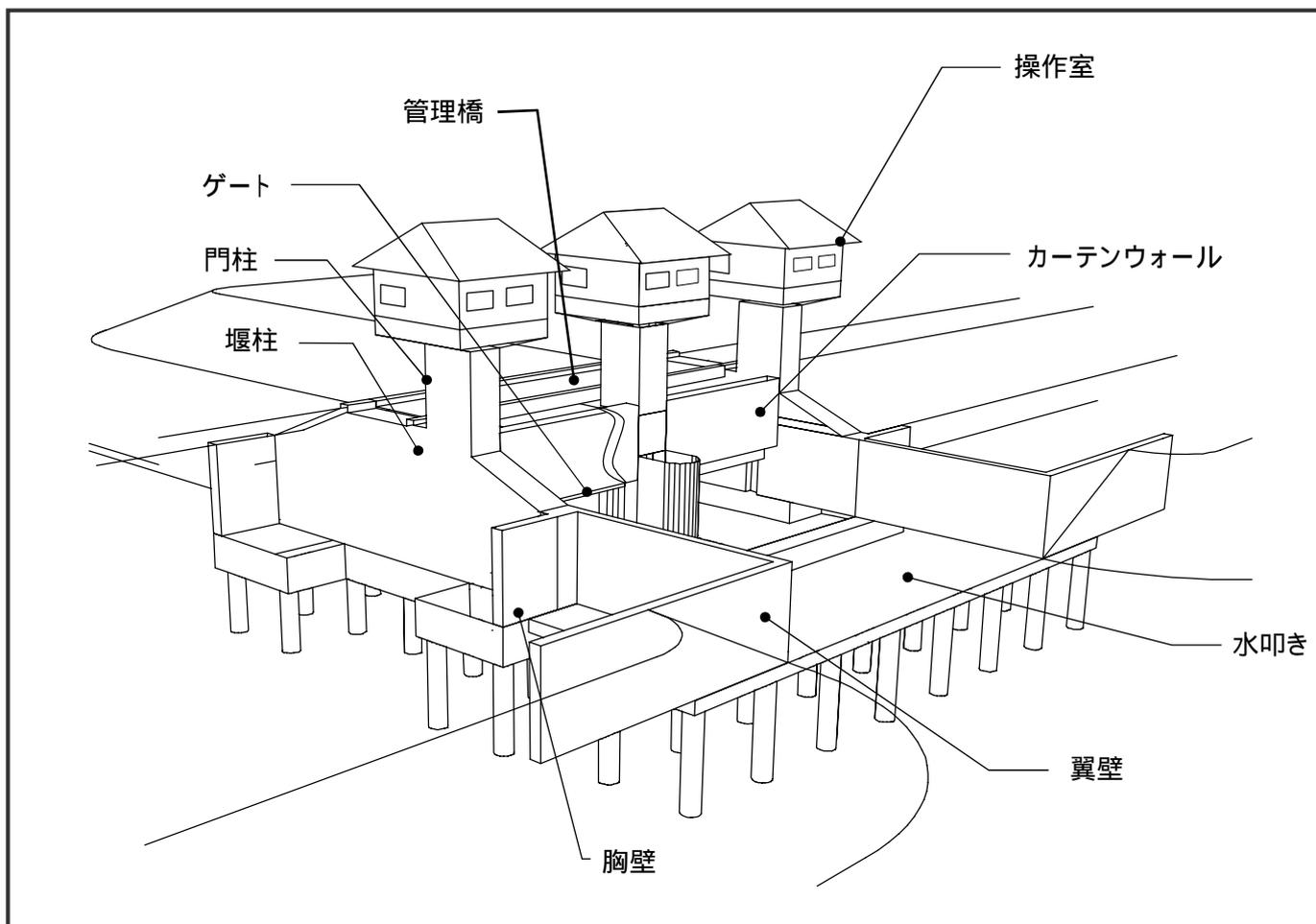
表 2.1.1 水門の工種, 部位・部材(例)

工種		部位・部材		工種	部位・部材			
土木 構造物	躯体	水門 本体	堰柱	機械 設備	開閉 装置	塗装		
			門柱			架台		
			操作台			ワイヤーロープ		
			胸壁			ドラム		
			カーテンウォール			減速装置		
		翼壁	制動機					
		水叩き	切換装置					
		取付擁壁	軸					
		躯体各部の接合部	軸継手					
		軸受	ブレーキ					
電気 設備	操作 盤	計器類	電流計	開閉 装置	ワイヤーロープ ウインチ式	電動機		
			電圧計			開度計		
		開閉器類	電磁接触器			スピンドル ・ラック式 開度計	塗装	
			漏電継電器				架台	
			避雷器				減速機	
			スペースヒータ				保護装置	
		リレー類	3E リレー				制動機構	
			サーマルリレー				遠心ブレーキ	
		タイマー					ラック・スピンドル棒	
		表示灯					ラックピン	
配線		切換装置						
開度計・センサー		連動軸						
土木 構造物	扉 体	全般	塗装	建築 構造物	屋根	屋根葺き材		
			給油			露出防水		
		本体	スキンプレート			押えコンクリート		
			主桁			目地シーリング材		
			補助桁			樋		
			ボルト・ナット・リベット			庇		
			支承部			主ローラ	外部	外壁
						同 軸		目地シーリング材
		同 軸受				窓・ドア		
		同 コイルバネ				ガラス		
		補助ローラ			シャッター			
		同 軸			内部	天井		
		同 軸受				壁		
		同 コイルバネ				床		
		シーブ						
		水密部	水密ゴム		付属施設 (地震計)	計測部		
			押え板、ボルト・ナット			処理部		
			給油ポンプ			伝送装置		
		給油 装置	給油配管		戸 当り			
			分配弁					
取り外し戸当り								
埋設部 戸当り	主ローラレール	底部戸当り						
	補助ローラレール	側部戸当り						
	ボルト・ナット	上部戸当り						
	底部戸当り	コンクリート部						
	側部戸当り							

表 2.1.1 水門(小規模構造物)の工種, 部位・部材(例)

工種	部位・部材	
土木構造物	躯体	水門本体
		翼壁
		水叩き
		取付擁壁
		躯体各部の接合部
	躯体接触部	
	堤防本体	
保護工		
機械設備	扉体	全般
		水密ゴム
	戸当り	全般
	塗装	全般
	開閉装置	開閉動作

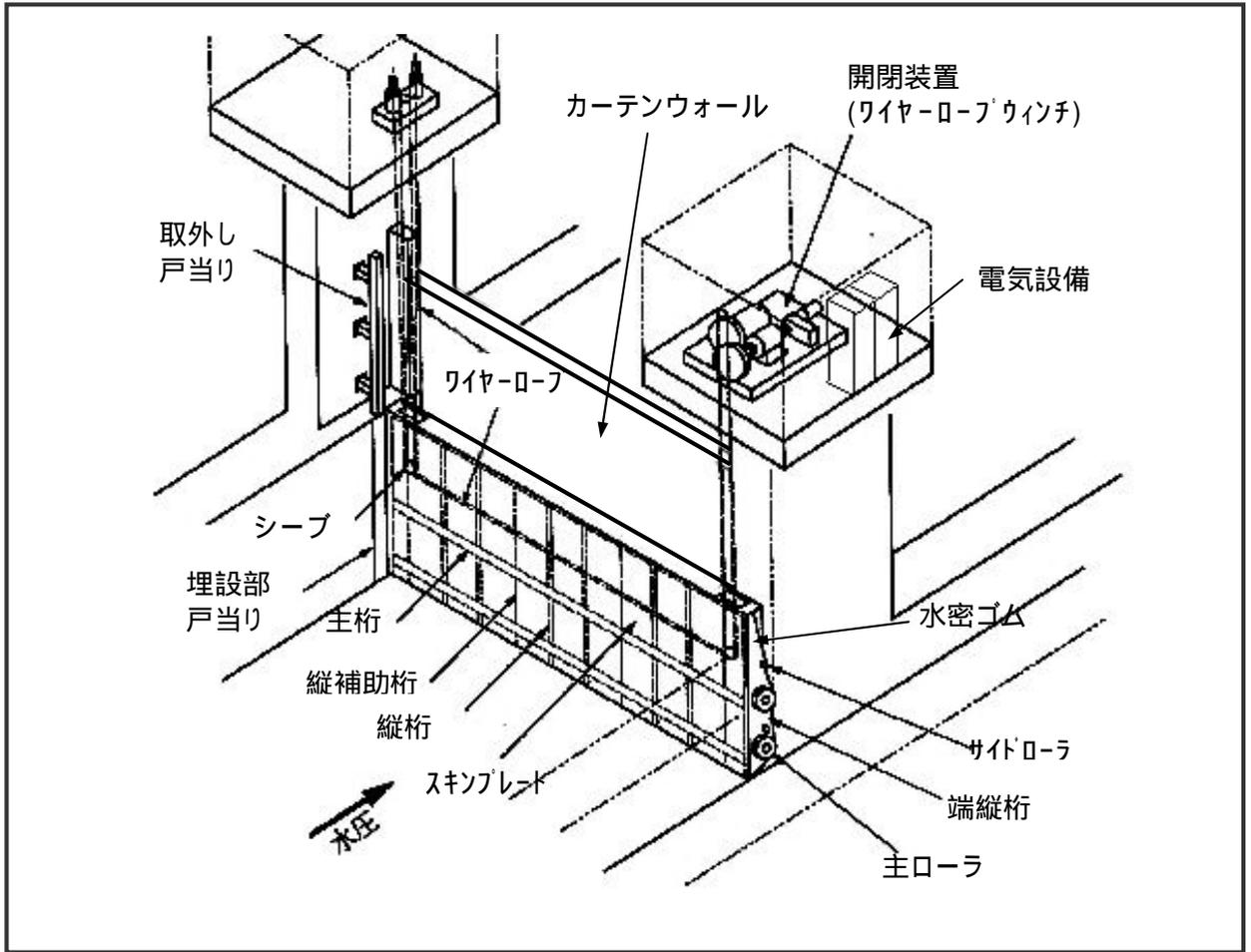
水門のイメージ図「土木構造物」



水門参考写真



水門のイメージ図「機械・電気設備」



水門のイメージ図(開閉装置の例)

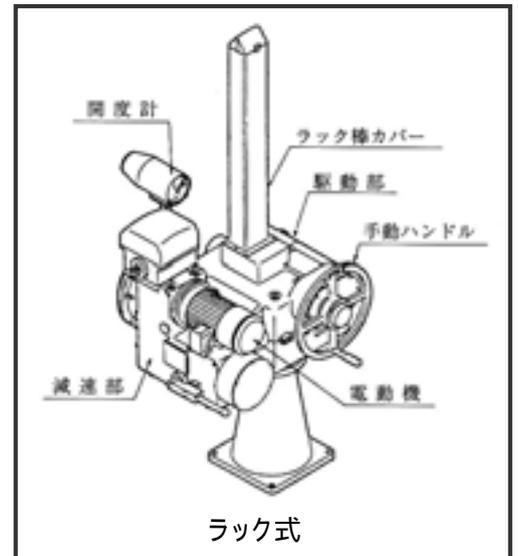
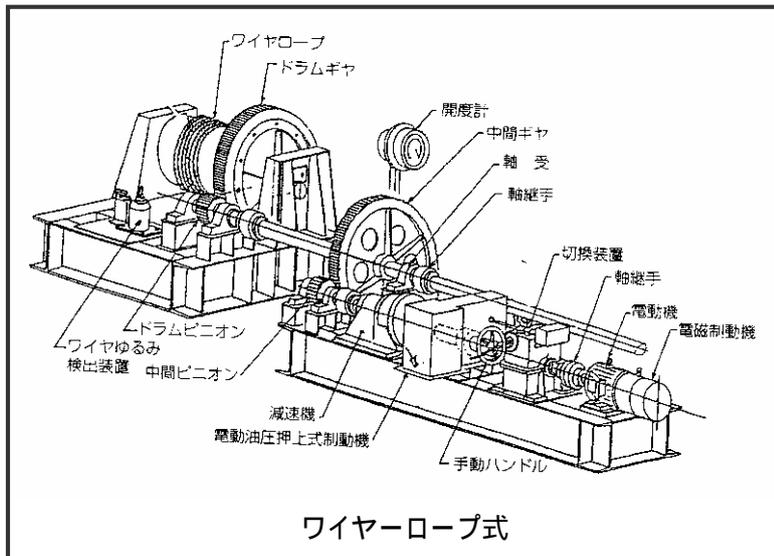


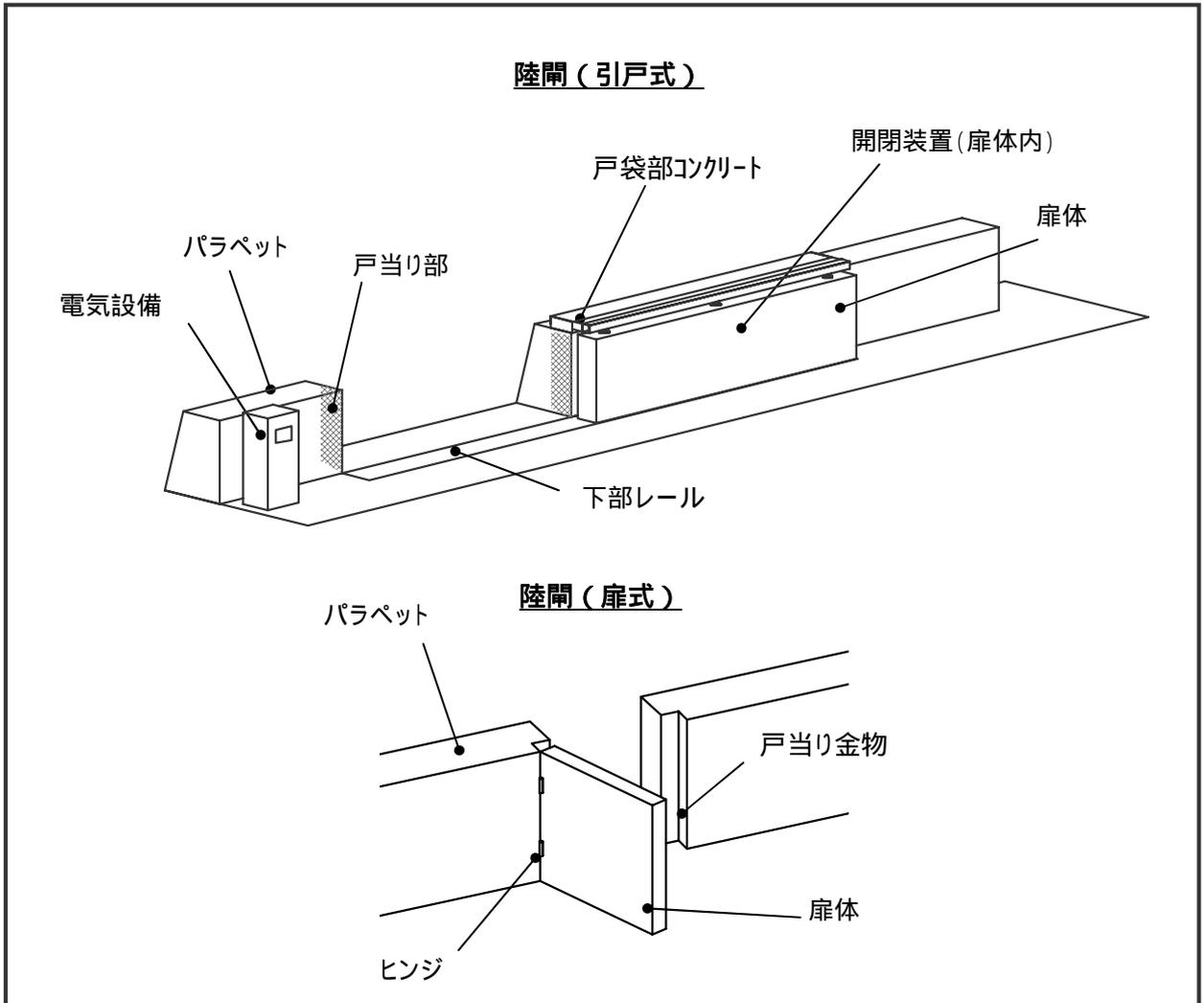
表 2.1.2 陸開の工種、部位・部材(例)

工種	部位・部材		工種	部位・部材	
土木 構造物	パラペット		機械 設備	戸 当 り	全般
					上部ガイドレール
下部レール					
ボルト・ナット					
溶接					
コンクリート					
電気 設備	機 械 操 作 盤	全般		塗 装	扉体外面
		表示灯			扉体内面
		電源			戸当り金物
		開度指示計			開閉装置
		押釦操作			全般
		3Eリレー			モータ
機械 設備	扉 体	全体	開 閉 装 置	減速機	
		溶接		ラックアンドピニオン	
		ボルト・ナット		油圧ユニット	
		水密ゴム		油圧シリンダー	
		水密ゴム押え板			
		車輪			
		上部ガイドローラー			
		昇降装置			
		走行装置			
		緊締装置			
		給油配管及び分配弁			

表 2.1.3 陸開(小規模構造物)の工種、部位・部材(例)

工種	部位・部材	
構 造 土 木	パラペット	全般
		戸袋コンクリート
機 械 設 備	扉 体	全般
		開閉動作
		緊締装置
	引 戸 式 戸 当 り	全般
		下部レール
		戸当り金物
	扉 式 戸 当 り	全般
		ヒンジ部
		戸当り金物

陸閘のイメージ図



陸閘参考写真



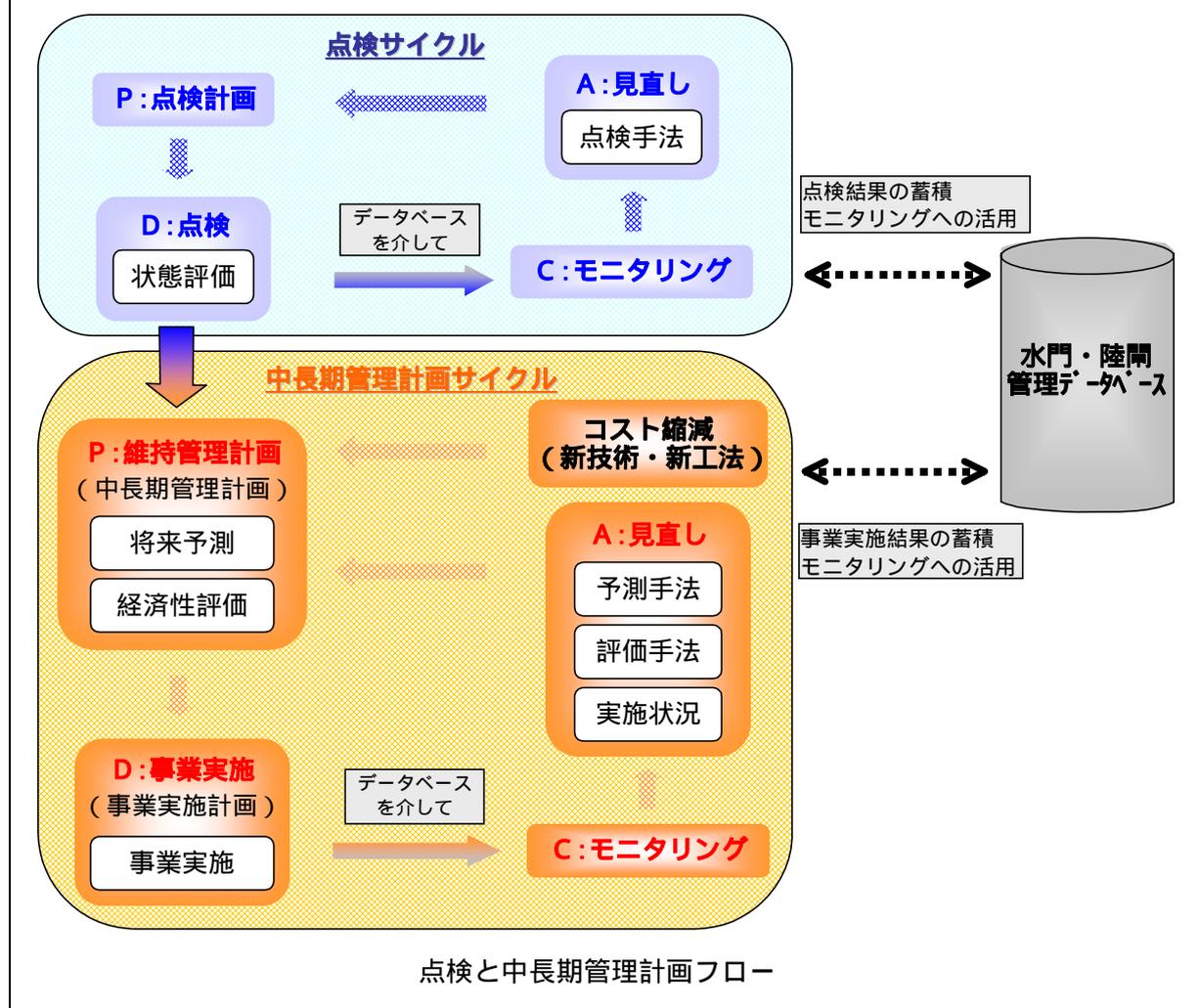
3. 水門・陸閘マネジメントの体系

水門・陸閘のマネジメントは下図に示すフローに従う。

管理計画は、管理する水門・陸閘の将来予測に基づく中長期管理計画を立案する。

中長期管理計画策定は、維持管理計画(Plan)、事業実施・点検(Do)、事後評価(Check)、評価手法の見直し(Action)のPDCAサイクルにより、状態評価・経済性評価を検証しつつ継続的に実施する。なお、「中長期管理計画」,「事業実施計画」において、土木構造物、機械設備、電気設備の各分野が共同で実施する。

また、点検への投資効果を上げるために、点検計画立案(Plan) 点検実施・記録(Do) 点検頻度の妥当性検証(Check) 点検方法の見直し(Action)のPDCAサイクルを継続的に実施する。



< 解説 >

本ガイドラインでは静岡県「土木施設長寿命化行動方針・実践編(案)」に示されるプロセスに準拠して、PDCAのサイクルを実践しつつ維持管理計画、事業実施計画を策定、実施していくこととした。

なお、中長期管理計画とは、おおむね30年まで先の中長期において、水門・陸閘の機能を維持できるように立案する安定した投資計画であり、事業実施計画とは、補修や更新などの対策工事発注においてコスト面での効率的な工法・発注単位に関する計画である。

また、併せて点検についても、より効率的なものとするためにPDCAのサイクルにより実践することとした。

4.状態の把握・評価

「状態の把握・評価」は、点検結果を基にその時点での施設（または部位・部材）の状態を把握し評価することをいう。すなわち、将来予測を伴うものではなく、今まで運用してきた点検手法を精査、整理した上で実施することが可能であるため、現時点（STEP1）で取り組むものとする。ただし、状態の把握・評価手法が妥当であるかの検証および手法の改善は必要と考えられる。STEP2、STEP3では、前STEPでのデータ蓄積を経て、この検証・手法の改善を実施するものとする。

4.1 機械・電気設備および地震計

4.1.1 点検の体系

機械・電気設備および地震計に対する点検は、「定期点検」、「臨時点検」、「詳細点検」に分類する。

水門・陸閘管理データベースに蓄積する情報は、各点検によって適宜得ることとする。

< 解説 >

機械・電気設備および地震計における点検の概要および流れを表4.1.1、図4.1.1～2のとおり分類・整理した。点検項目・点検頻度については、現行の水門の点検方法を基本として設定した（表4.1.2参照）。なお、点検対象施設や点検頻度の設定は、設置場所や電気設備の有無等を考慮して決定する。

機械・電気設備および地震計は、機構が複雑で、その点検に関しては専門的な知識や技術を要することから、点検実施者は、基本的に各工種の専門技術者とする。ただし、異常事態発生後の施設の確認にあたっては緊急性があることから、施設管理職員が簡易な臨時点検を実施することとした。

今後の維持管理に関する情報を蓄積し点検の効率化を図ることにより、STEP2,3において点検頻度の低減や、定期点検において、一部施設管理職員による実施が期待できる（表4.1.1参照）。ただし、点検時の整備（清掃、給油等）が、施設の劣化抑制に寄与していると考えられることから、その見直しについては、整備実施の可能性なども勘案して慎重に検討する必要がある。また、点検項目の重要性、損傷の連鎖（ある不具合や損傷が別の重大な損傷を惹起すること）についても十分な配慮が必要である。

表4.1.1 機械・電気設備および地震計の点検の概要(案)

点検種別		目的	点検方法	点検頻度	点検実施者
定期点検	管理運転 ⁶	設備の状態把握	作動確認	適宜	操作員
	定期点検 ¹	・設備各部での異常の有無確認 ・障害発生状況の把握 ・前回点検時以降の変化の有無確認	近接目視 簡易計測 写真撮影 スケッチ図	定期点検は項目によって年間で1回、2回および4回点検する。 各項目の重要性を考慮して点検頻度(年間の点検回数)を決める。	年4回; 専門技術者 電気専門技術者 ² 地震計は別途年1回の専門技術者による点検を実施
臨時点検	臨時点検1 ³	異常事態による被災・損傷の程度を把握する	近接目視 作動確認	・地震等の異常な事象 ⁵ が発生した直後、速やかに実施する。 ・日常の管理運転において何かしら不具合が発見された場合に実施する。	施設管理職員
	臨時点検2 ⁴	当該設備の継続使用の可否を直ちに判断する	近接目視 作動確認 簡易計測 写真撮影 スケッチ図	臨時点検1で不具合が確認された場合に実施する。	専門技術者
詳細点検		・対策工の実施の判断 ・対策の検討・設計に資する	分解点検 機器による計測 その他	定期および臨時点検結果から異常あるいは変化が認められ、さらに詳しい調査を必要とする場合	専門技術者

- 1 小規模構造物の水門・陸閘について、施設管理職員が定期点検を年1回実施する。定期点検には、稼働確認、整備(清掃、給油等)が含まれる。
- 2 電気専門技術者とは、「電気事業法施行規則」に示される電気工作物の点検を実施する者を示す。
- 3 臨時点検1: 施設管理職員により異常事態沈静後に早急に実施する簡易点検。
- 4 臨時点検2: 臨時点検1から不具合が確認された場合に、専門技術者が実施する確認および整備。
- 5 地震: 震度4以上、洪水: 3年に一度の流量記録時、落雷: 対象設備に最寄の計測基準点で落雷が確認された時。
- 6 管理運転時に作動不良が確認された場合には、定期点検レベルの点検を実施する。

表4.1.2 点検項目と点検頻度の例

種別	点検箇所	点検項目	数値化 (点検項目)	点検頻度			備考
				年 4 回	年 2 回	年 1 回	
扉体	全般	清掃状態					
		振動					
		異常音					
		片吊り					
		変形・損傷					
	溶接	われ					
	ボルト・ナット	ゆるみ・脱落・変形					
	水密ゴム	漏水					
	水密ゴム押え板	変形・損傷					
	主ロー・サイドロー	磨耗・損傷					
	シーブ	回転状態 磨耗・損傷					
給油配管及び分配弁	損傷・漏油						
戸当り	全般	清掃状態					
	主ロー・サイドローレール	変形					
	ボルト・ナット	ゆるみ・脱落・変形					
	溶接	われ					

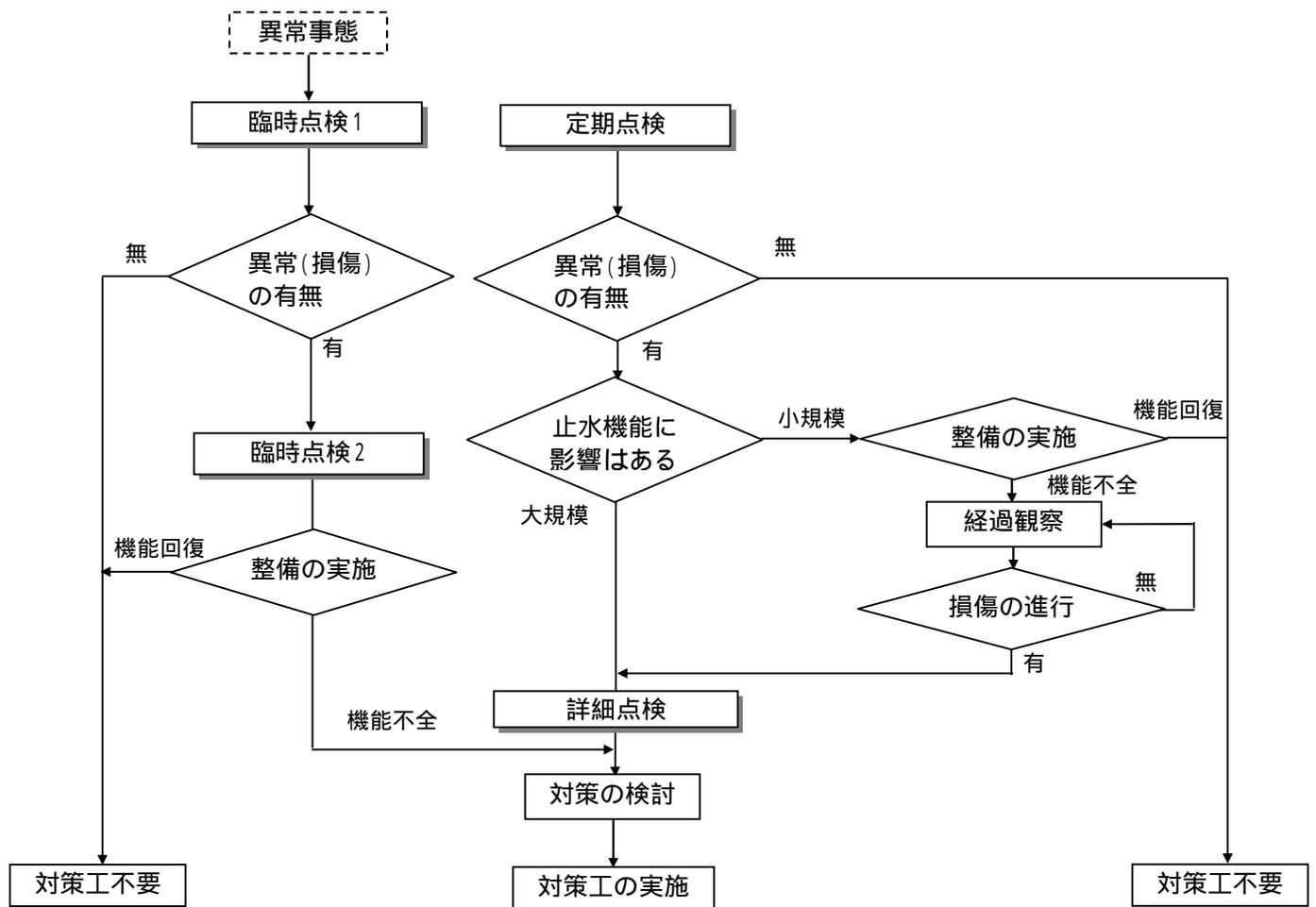


図 4.1.1 機械・電気設備および地震計の点検の基本的流れ(標準)
 機械・電気設備については、専門技術者による臨時点検2を実施する

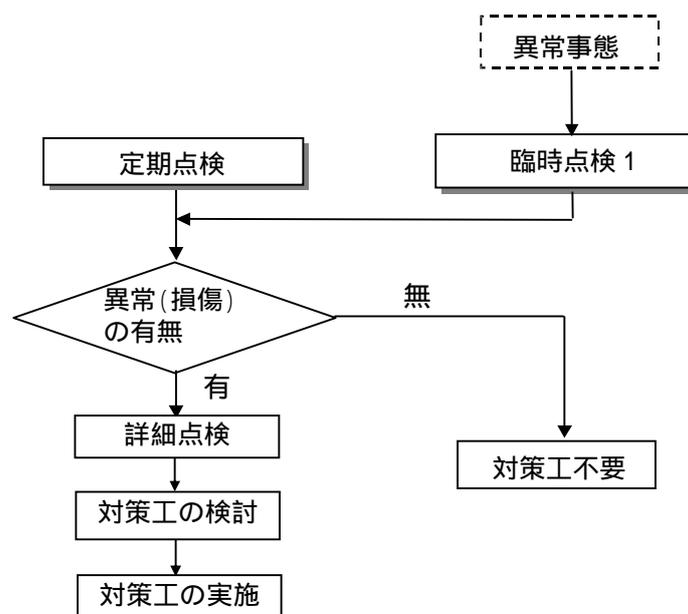


図 4.1.2 機械・電気設備および地震計の点検の基本的流れ(小規模構造物)

4.1.2 維持管理目標

(1) 維持管理指標

「必要な時に確実に稼働する」という水門・陸閘の機能を維持するためには、その機能低下を把握して適切な時期に適切な対策を実施する必要がある。この機能低下の原因となる部位・部材の損傷を維持管理指標として設定する。

< 解説 >

水門・陸閘における機械設備、電気設備、付帯施設（地震計）は、次の機能を持つ。

< 工種 >

< 機能 >

機械設備 : ゲートを稼働させ逆流を防止する。

電気設備 : ゲートを稼働させるための信号・電気を供給する。

付属設備(地震計) : 水門・陸閘を迅速かつ確実に操作・監視する。

維持管理指標については、上に示した水門・陸閘の機能に密接に関係すること、定期点検作業において比較的容易に（目視および簡易な計測器で）確認可能な事象であることを考慮して、表4.1.3～4.1.8に示すように整理する。

ここでは機械設備・電機設備については、すでに「水門設備点検要領書」として静岡県の水門の維持管理にて運用されていることから現在の運用を基本とし、現行の点検項目を維持管理指標とする。

なお、小規模な単純構造物となる水門・陸閘については、その点検対象となる施設数が多いうえ、施設管理職員が点検を実施するため、作業の簡素化が要求される。よって、比較的単純な部品構成である構造物については、目視レベルで十分に状態の把握が可能であると判断し、表4.1.7, 4.1.8に示す項目を設定した。

表4.1.3 維持管理指標一覧(例) (水門:機械設備)

種別	グループ(点検箇所)	維持管理指標(点検項目)
扉体	全般	清掃状態
		振動
		異常音
		片吊り
		変形・損傷
	溶接	われ
	ボルト・ナット	ゆるみ・脱落・変形
	水密ゴム	漏水
	水密ゴム押え板	変形・損傷
	主ロープ・サイドロープ	磨耗・損傷
シーブ	回転状態	
	磨耗・損傷	
	給油配管及びび分配弁	損傷・漏油
戸当り	全般	清掃状態
	主ロープ・サイドロープ・レール	変形
	ボルト・ナット	ゆるみ・脱落・変形
	溶接	われ
	コンクリート	損傷・亀裂
		漏水
塗装	扉体外面	発錆
	扉体内面	ふくれ
	戸当り金物	はくり
	開閉装置	亀裂
	階段	脆化
	付属設備	
開閉装置	全般	清掃状態
	モータ	電流値 過熱・音響・振動
	モータ・エンジン切換装置	切換レバー 油量 過熱・音響・振動
	ミュールリフトブレーキ (電動油圧押し上げブレーキ)	作動状態 ボルト・ナット 過熱・音響 よごれ 油量 ライニング
	交流電磁ブレーキ (電動機側)	ライニング 調整ボルト・ナット 磨耗 ブッシュ ボルト・ナット 作動状態
	ファンブレーキ	作動状態 インペラ グリース 目詰まり ボルト・ナット
	差動歯車装置	油量 過熱・音響・振動
	ワイヤーロープ	ゴミ・異物の付着 給油 索線切損 磨耗 変形・発錆
	ロープ端末	ロックナットのゆるみ ロープの長さ
	シーブ	回転状態 磨耗・損傷
	休止装置	フックの開度 ゲートの吊り具合
	予備エンジン	振動・音響 油漏れ 潤滑油 燃料 冷却水 Vベルト イクリナ燃料コックの清掃
	ボルト・ナット	ゆるみ・脱落・変形

種別	グループ(点検箇所)	維持管理指標(点検項目)	
電池盤	バッテリー電解液	比重	
非常電源装置	バッテリー電解液	比重	
遠方操作盤	全般	清掃状態 内部乾燥	
	表示灯	表示状態 表示ランプ	
	押釦操作	上昇・下降・停止	
	開度指示計	ゲート開度	
	切換スイッチ操作	操作室・事務所 自動・手動	
	配線	配線状態	
	絶縁	絶縁抵抗値	
	機側操作盤	全般	清掃状態 内部乾燥
		表示灯	表示状態 表示ランプ
		電源	電圧値
開度指示計		ゲート開度	
押釦操作		上昇・下降・停止・下降低速	
3Eリレー		作動状態	
配線		配線状態	
絶縁		絶縁抵抗値	
照明分電盤 (操作室内)		全般	清掃状態 内部乾燥
			作動状態
照明分電盤 (操作室内)	自動点滅器	作動状態	
自動始動盤			
	発停操作 切換スイッチ操作	運転・停止 自動・手動	
低圧受電切換盤	切換スイッチ	自動・自動 買電・自家発・引いて停止	
作動	手動操作	フック脱着	
ゲート	リミットスイッチ	全部	
	開度計	ゲート開度	
	予備エンジン	始動・停止	
作動	発電装置	始動・停止 電圧	
給油	記録計		
	扉体集中給油装置		
	開閉装置集中給油装置		
	開度計内臓ギヤ		
	発電装置		
	ギヤカップリング		
	チェーンカップリング		
	ワイヤーロープ		
	ロープ過負荷及びロープたるみ検出装置		
	予備エンジン		
	発電装置		
モータ・エンジン切換装置			
ミュールリフトブレーキ			
差動歯車装置			

着色:扉体の稼働に支障のある損傷とその部位・部材

表4.1.4 維持管理指標一覧(例) (陸開:機械設備)

種別	グループ(点検箇所)	維持管理指標(点検項目)
扉体	全体	清掃状態
		振動
		異常音
		片当たり
		変形・損傷
		われ
	溶接	ゆるみ・脱落・変形
	ボルト・ナット	漏水
	水密ゴム	変形・損傷
	水密ゴム押え板	回転状態
	車輪	磨耗・損傷
	上部ガイドローラー	回転状態
		磨耗・損傷
	昇降装置	作動状態
走行装置	作動状態	
緊締装置	作動状態	
給油配管及び分配弁	損傷・漏油	
戸当り	全般	清掃状態
	上部ガイドレール	変形
	下部レール	
	ボルト・ナット	ゆるみ・脱落・変形
	溶接	われ
	コンクリート	損傷・亀裂
	漏水	
塗装	扉体外面	発錆
	扉体内面	ふくれ
	戸当り金物	はくり
	開閉装置	亀裂

種別	グループ(点検箇所)	維持管理指標(点検項目)
開閉装置	全般	清掃状態
	モータ	電流値
		過熱・音響・振動
	減速機	油量
		過熱・音響・振動
	ラックアンドピニオン	変形・磨耗・かみ合い
	油圧ユニット	作動状態
		ボルト・ナット
		過熱・音響
		よごれ
		油量
		油漏れ
	油圧シリンダー	作動状態
		ボルト・ナット
		磨耗
変形		
油漏れ		
ゴミ・異物の付着		

着色:扉体の稼働に支障のある損傷とその部位・部材

表4.1.5 維持管理指標一覧(例) (水門・陸閘共通:電気設備)

種別	グループ (点検箇所)	維持管理指標 (点検項目)
	表示灯	表示状態
	配線	配線状態
	絶縁	絶縁抵抗
	電源	電圧値
発電装置	全般	油もれ
	潤滑油	油量
		圧力
		温度
	冷却水	水もれ
		水量
温度		
Vベルト		
燃料	油量	
自動始動盤	全般	清掃状態 内部乾燥
	表示灯	表示状態 表示ランプ
	配線	配線状態
	絶縁	絶縁抵抗
	電源	電圧値
	発電装置	運転 停止
	切換スイッチ操作	自動 - 手動
	電池盤	全般
表示灯		表示状態 表示ランプ
配線		配線状態
電源		電圧値 液量
バッテリー電解液		比重
低圧切換盤		全般
	表示灯	表示状態
	配線	配線状態
	絶縁	絶縁抵抗
	電源	電圧値
	切換スイッチ操作	自動 - 手動 買電 - 自家発・引いて停止
	遠方操作盤	全般
表示灯		表示状態 表示ランプ
配線		配線状態
絶縁		絶縁抵抗
開度指示計		ゲート開度
押釦操作		上昇・下降 停止
切換スイッチ操作		操作室 - 事務所 手動 - 自動
機側操作盤		全般
	表示灯	表示状態 表示ランプ
	3Eリレー	作動状態

種別	グループ (点検箇所)	維持管理指標 (点検項目)
機側操作盤	電源	電圧値
	開度指示計	ゲート開度
	押釦操作	上昇・下降 停止・下降低速
非常 電源装置	全般	清掃状態 内部乾燥
	表示灯	表示状態 表示ランプ
	配線	配線状態
	電源	電圧値
	押釦操作	急降下
	バッテリー電解液	液量 比重
	照明分電盤・ 操作室・ 機械室	全般
配線		配線状態
絶縁		絶縁抵抗
自動点滅器		作動状態
作動	モータ	電流値 加熱・音響 振動
	ミュリフタブレーキ (電動油圧押しブレーキ)	作動状態
		加熱・音響
		よごれ
		油量
	交流電磁ブレーキ	ライニング
		摩耗
		作動状態
	直流電磁ブレーキ	ライニング
		摩耗
	作動状態	
	手動操作	フック着脱
	リミットスイッチ	全開・全閉
休止		
休止上限		
休止フック着		
休止フック脱		
非常上限 非常下限 ロープたわみ ロープ過負荷 電動手動切換		
開度計	開度	
発電装置	始動停止	
	電圧値	

着色:扉体の稼働に支障のある損傷とその部位・部材

表4.1.6 維持管理指標一覧(例) (水門:付帯設備(地震計))

種別	グループ (点検箇所)	維持管理指標 (点検項目)
地震計	全般	清掃状況
		図書・予備品類
	センサー (計測器)	外観
		設置状況(水平度)
		ケーブル接続状況
	処理部	外観
		設置状況(水平度)
		表示ランプ
		ケーブル接続状況
		電流電圧測定
		バッテリー電圧
		設定パラメータ内容
		時刻校正状況
		メモリ残量
		震度情報ログ内容
	増幅器オフセット調整	
動作確認		
エラー状況ログ		
自己診断機能の点検		
伝送装置	通信試験(外部出力部及びモデム動作)	
表示端末	画面表示	

表4.1.7 維持管理指標一覧(例) (小規模構造物の陸閘:機械設備)

種別	グループ (点検箇所)	維持管理指標 (点検項目)
扉体	全般	清掃状況
		変形・損傷
	開閉動作	作動状況
	緊締装置	作動状況
戸当り (引戸式)	全般	清掃状態
	下部レール	土砂、ゴミの堆積
	戸当り金物	土砂、ゴミの堆積、欠損・変形
戸当り (扉式)	全般	清掃状況
	ヒンジ部	土砂、ゴミの堆積、欠損・変形
	戸当り金物	土砂、ゴミの堆積、欠損・変形

着色:扉体の稼働に支障のある損傷とその部位・部材

表4.1.8 維持管理指標一覧(例) (小規模構造物の水門:機械設備)

種別	グループ (点検箇所)	維持管理指標 (点検項目)
扉体	全般	清掃状況
		変形・損傷
	水密ゴム	変形・損傷
戸当り	全般	土砂及びゴミの堆積
塗装	全般	腐食状況
開閉装置	開閉動作	作動状態
	スピンドル	変形・損傷

着色:扉体の稼働に支障のある損傷とその部位・部材

(2) 維持管理水準

水門・陸閘として要求される性能を満足するために、部位・部材が維持すべき状態を維持管理指標毎に維持管理水準として設定する。

維持管理水準は水門・陸閘の治水施設としての特性と社会的影響度から予防保全を基本とし、工種および部位・部材の固有の特性に配慮して決定する。

< 解説 >

水門・陸閘の維持管理水準は、治水施設としての特性（堤防機能を有する待機系施設で、洪水・高潮・津波時に機能発揮し、機能を代替する手段がないこと）を考慮して設定する。

機械・電気設備および地震計の機能停止は即堤防機能の停止に繋がること、ならびに下記現状を踏まえて、現時点としては、耐用年数に対する余寿命を用いた時間基準保全（予定の時間計画に基づき、事前に補修・更新）を基本とし、併せて専門技術者の経験にたよった定性的な維持管理水準を用いた状態基準保全を実施せざるを得ない。ただし、将来的には劣化予測による予防保全を目指すため、可能なかぎり状態を定量的に把握し、対策にその結果を反映する状態基準保全に取り組む。

（機械・電気設備および地震計の維持管理における現状）

- ・ 時系列的に機能低下はするが、その過程が把握しにくいものが多い。
- ・ 使用限界（耐用年数）に達し、取替え・更新を行うものがほとんどである。
- ・ 機能低下対策が、定期点検に含まれる整備で対応できているものが多い（潤滑油の固着、ボルト・ナットの緩みなどへの対応）。

4.1.3 状態の把握(損傷等級の設定)

水門・陸閘の適切な補修・更新時期とその工法を選定するために状態を把握する。

<解説>

状態の把握は、維持管理指標毎に定性的な損傷等級に区分して行う。

機械・電気設備および地震計については「4.1.2 維持管理水準」に記述したとおり、時間基準保全を基本とするが、可能な限り対象部位・部品の状態を目視や簡易計測で判断する状態基準保全を組むこととする。現段階では、あらかじめ設定した耐用年数に達した段階で補修・更新を行うことを検討することとし、部位・部材の状態を、「ゲート点検・整備要領(案)」を参考に表4.1.9に示す損傷等級に区分した上で、最終的な補修・更新の判断を行う。点検により、耐用年数に達する前に損傷が進んでいる場合は、耐用年数未満でも、状態基準保全を併用し対策を実施する。耐用年数は「5.1.1 耐用年数」による。本評価区分は現行の点検でも運用されているものである。

表4.1.9 損傷等級区分表

損傷等級	概 念
A	早急に対処する
B	なるべく早く処置する(2~3年以内)
C	状況の推移を視察し処置を決定

4.1.4 状態の評価手法

機械・電気設備および地震計については、「余寿命」を状態の評価指標とする。

塗装については、後述する土木構造物と同様に損傷評価点を求め、減点法により「部材健全度PHI」を算出して状態の評価を行う。

a.損傷評価点DGの算出

各部位・部材の損傷評価点DGは、「損傷度」、「損傷の種類」の評価項目を考慮して重み付けし算出する（ w_i ：損傷の重み係数）。

塗装の損傷評価点算出例：損傷評価点DG = $(w_1 \cdot \text{「発錆」} + w_2 \cdot \text{「ふくれ」} + w_3 \cdot \text{「亀裂」})$
 \times 「 w_i 」内は損傷評価点

b.部位健全度PHIの算出

部材健全度PHI = $100 - DG$, DG：損傷評価点

<解説>

機械・電気設備および地震計については、時間基準保全を基本としていることから、時間により状態を評価する方法として、部位・部材の耐用年数から設置経過年数（現在～最新の更新年）を除いた数値を算出し「余寿命」として、取り扱うこととした。

経年的な状態変化を評価する部材健全度は、劣化傾向を段階的に評価できるコンクリートや塗装を対象とし、点検により得られた損傷等級を損傷評価点に変換し算出する。

次に部材健全度の算出例を示す。（具体的な算出手法は、マニュアルを参照）

[算出例] 構造物：塗装に錆とはくりのある場合

- ・錆が発生してB等級 40%、C等級 20%と記録された場合
- ・はくりが発生してB等級 10%、C等級 10%と記録された場合

$$\begin{aligned} \text{損傷評価点} &= 1.0 \times (40 \times 0.40 + 80 \times 0.20) (\text{錆}) \\ &\quad + 1.0 \times (40 \times 0.10 + 80 \times 0.10) (\text{はくり}) \\ &= 44.0 \end{aligned}$$

塗装面		
B (錆)	B (錆)	A
B (錆)	A	B (はくり)
C (錆)	C (錆)	C (はくり)

損傷等級の評価：B等級 40点、C等級 80点
 損傷種類別の補正係数：錆 1.0、はくり 0.6

$$\text{塗装面の健全度} = 100 - 44.0 = 56.0$$

4.2 土木構造物

4.2.1 点検の体系

土木構造物に対する点検は、定期点検、詳細点検、臨時点検に分類する。
水門・陸閘管理データベースに蓄積する情報は各点検によって適宜得ることとする。

< 解説 >

土木構造物における点検の概要および流れを表4.2.1、図4.2.1のとおり分類・整理した。また、維持管理指標は、構造物の部位・部材の機能を把握した上で設定した。なお、維持管理指標の内容とその設定方針については、「4.2.2(1) 維持管理指標」に示す。

土木構造物の定期点検は、機械・電気設備の年1回点検の中で専門技術者が実施し、さらに単独で施設管理職員が年1回実施する。定期点検・臨時点検により異常が見られた場合は、必要に応じて専門技術者が詳細点検を実施する。また、建築構造物については建築物ストックマネジメントシステム（静岡県都市住宅部）の点検方法に準拠する（参考4.2.1：建築構造物の点検）。

表4.2.1 土木構造物の点検の概要(案)

点検種別	目的	点検項目	点検頻度	点検実施者
定期点検 ¹	<ul style="list-style-type: none"> 設備各部での異常の有無確認 障害発生の状況把握 前回点検時以降の変化の有無確認 	近接目視 簡易計測 写真撮影 スケッチ図	年間2回	施設管理職員：年1回 専門技術者：年1回 (機械・電気設備)
臨時点検	<ul style="list-style-type: none"> 異常事態による被災・損傷の程度を把握する 当該設備の継続使用の可否を直ちに判断する 	近接目視 簡易計測 写真撮影 スケッチ図	地震等の異常な事態 ² が発生した直後，速やかに実施する。	施設管理職員
詳細点検	<ul style="list-style-type: none"> 対策工の実施の判断 対策の検討・設計に資する 	機器による計測 その他	定期、臨時点検結果から異常や変化が認められ、さらに詳しい調査を必要とする場合	専門技術者

1 小規模構造物の水門・陸閘について、定期点検は年1回実施する。（機械設備の点検項目に含める）

2 地震：震度4以上，洪水：3年に1度の流量記録時，落雷：対象設備に最寄の計測基準点で落雷が確認された時

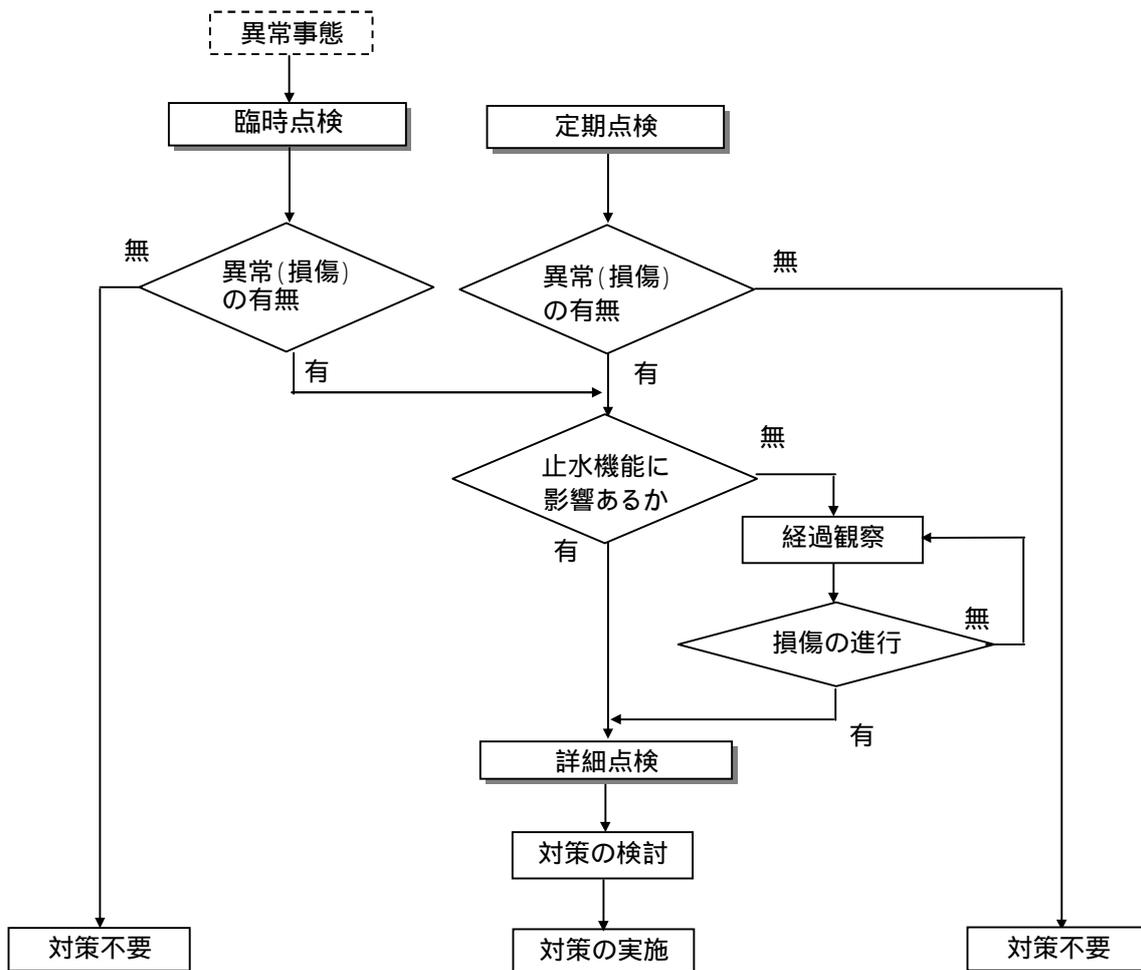


図 4.2.1 土木構造物の点検の基本的流れ

土木構造物については、施設管理者による臨時点検で異常が確認された時点で、詳細点検を実施し、対策の検討を行う

(参考4.2.1:建築構造物の点検)

建築構造物については静岡県都市住宅部作成の建築物ストックマネジメントシステムを段階的に導入するものとし、当面は点検に関する事項のみ準拠する。下記に建築構造物の点検について示す。

建築構造物の点検は、定期点検、詳細点検、臨時点検に分類する。

点検結果は水門・陸閘管理データベースに蓄積し、その情報は適宜各点検から得るものとする。

< 解説 >

建築構造物についても、土木・機械・電気の各工種と同様、定期・詳細・臨時の各点検を実施する。ただし、現在実施している建築物ストックマネジメントシステムの簡易点検の内容を踏襲することとし、以下のとおりとする。

水門上屋等の建築構造物に関する点検の流れは図 4.2.1 と同様である。同図に示す定期点検および地震等の異常事態発生直後の臨時点検は施設管理職員(委託されたメーカーを含む)により実施する。これらの点検結果、異常(損傷)が確認され、それが大規模であれば専門家(建築関係県施設管理職員)による詳細点検を行う。異常(損傷)が確認され、それが小規模であれば経過観察とし、損傷進行の有無により、専門家(建築関係県施設管理職員)による詳細点検あるいは経過観察の継続とする。

点検項目は既存の簡易点検の内容(箇所、項目、点検ポイント)を適宜使用し、データベース化していく。

4.2.2 維持管理目標

(1) 維持管理指標

「必要な時に確実に稼働する」という水門・陸閘の機能を維持するためには、その機能低下を把握して適切な時期に適切な対策を実施する。この機能低下の原因となる部位・部材の損傷を維持管理指標として設定する。

< 解説 >

土木構造物の維持管理指標について、水門・陸閘の機能に密接に関係すること、定期点検作業において比較的容易に（目視および簡易な計測器で）確認可能な事象であることを考慮して、表4.2.2に示す方針のもと、各部位・部材における維持管理指標を設定する。

表 4.2.2 土木構造物における維持管理指標の設定方針

土木構造物 部位・部材	維持管理指標	維持管理指標の設定方針
躯体部	傾倒 クラック 段差・開き・止 水板切れ	日常的に目視確認できる部位・部材に関するものを選定し、水門稼働への影響の程度を勘案して整理した。
保護工	護床工・護岸工 の沈下・段差	護床工や護岸工などの保護工は、水門地点で発生する局所流による洗掘から、周辺河床・河岸・堤防を保護することを目的として設置する。同時に、水門等躯体構造物自体の安全性を確保する機能も併せ持つ。また、水門周辺の護岸では、周辺堤防への浸透を抑制するために吸出し防止材を併設することがある。 護床工における沈下・段差やクラックなどは河床洗掘に起因するものが多く、更に河床洗掘が進行すると護床工がその機能を失い、例えば水門本体下部の土砂の流出のような、大きな損傷につながると想定されることから、沈下・段差やクラックを維持管理指標として設定する。 護岸工においては、堤防の沈下・側方変位、堤体土のゆるみに起因する沈下・段差およびクラック、あるいは洪水流の作用による段差（抜け、流失）が多いことから、沈下・段差およびクラックを維持管理指標とする。
堤防本体	ゆるみ・陥没、 クラック、漏水	水門周辺堤防は、躯体沿いに発生する浸透流、土砂の吸出し、漏水による水密性の喪失による。これは土を主体とする堤防とコンクリートを主体とする水門とでは剛性に大きな違いがあることに起因している。すなわち、コンクリートと土では接触面のなじみが悪く浸透流が発生（ルーフィング）して躯体周辺土砂の吸出を惹起しやすい状態にあり、これまでも破堤に至る事例が報告されるなど、従前から堤防の弱点であることが問題視されている。 よって、水門の周辺堤防は、水門との関係において変状が発生しやすく、水密性の喪失（堤防機能の低下）につながるものが懸念されることから、維持管理指標とすることとした。
その他	土砂堆積、流下 物・ゴミ	水門閉鎖時に支障を与えることが懸念されることから設定した。

水門は堤防に取り付いてそれ自体が堤防の機能（扉体が稼働する、周辺堤防との水密性を確保する）を有す。水門の土木構造物について、各部材の機能と設計荷重を考慮し、機能上の重要性を整理した(表4.2.3)。

表4.2.3 水門の各部材の機能と重要性

機能上の重要性	部材名	各部材の機能	設計荷重
1) 扉体の稼働に支障： 想定される損傷が扉体の稼働に直接支障を与え、重要性が極めて高い	堰柱 (水門本体部)	土堤部に壁を設け、水路部(河川)を確保 戸当りを支持	土圧、水圧 地震時慣性力 等
	門柱 (水門本体部)	扉体を支持	ゲート引き上げ荷重 管理橋から受ける荷重 風荷重、地震時慣性力 等
	操作台 (水門本体部)	扉体、開閉機を支持	地震時慣性力 等
	カーテンウォール (水門本体部)	扉体の一部代替	水圧、温度荷重 等
2) 水密性に影響： 想定される損傷が堤防の水密性に影響を与え、重要性が極めて高い	扉体周辺部 (水門本体戸当り部)	扉体と密着して水密を保つ	
	堤防本体 躯体接触部	水門と密着して漏水を防ぐ	浸透水、地震時間隙水圧(液状化)、流水力
	床版	水門の重量を基礎構造に伝達	堰柱からの鉛直力、モーメント等 自重、揚圧力 等
	翼壁	擁壁：堤防を保護	土圧、地震時慣性力 等
3) 間接的な影響： 想定される損傷が扉体の稼働や堤防の水密性について間接的な影響にとどまる。	水叩き	流水による洗掘防止	水重、揚圧力 等
	取付擁壁	翼壁や水門本体と堤防とを取付て、堤防を保護	土圧、水圧 地震時慣性力 等
	護床工	河道洗掘防止	流水力 等
	護岸工	河岸洗掘防止 堤防浸透抑制	流水力 浸透水 等

注)「扉体周辺(戸当り部)」の「流下物・ゴミ、土砂堆積、当期物」は構造物等の損傷ではないため表中には記載していないが、水門の止水機能に支障を与える事項である。

また、点検の際には、水門の堤防機能（扉体の稼働および周辺堤防の水密性維持）に関する特に重要性の高い部位・部材があることを念頭に、また、損傷等が他の部位・部材の損傷を招くなどの連鎖もありうることに注意して作業にあたることとする。具体的な連鎖としては表4.2.4に示すようなものがある。

表4.2.4 土木構造物における損傷の連鎖の例

分類	原因	連鎖	機能低下項目
軟弱地盤における水門の損傷連鎖	基礎地盤の沈下・側方変位	躯体側面・基礎杭の引き込み、 水平移動 端部堰柱の過大な傾斜	扉体水密部の開口(水密性喪失)
躯体周辺の基礎地盤漏水から破堤への連鎖	躯体周りのルーフィング(パイピング)	躯体周辺土の流出	堤体裏法崩壊・破堤 躯体の破損
流下物による扉体水密性喪失の連鎖	ゴミの流下・堆積	扉体と戸当り間に挟む 水密ゴムの損傷	扉体水密性の喪失

STEP2の段階において、将来の維持管理対応ならびにその費用を予測する必要がある。しかし、土木構造物に関する損傷すべてを予測することは難しく、予測可能な損傷ならびに予測が困難な損傷が存在するものと考えられる。よって、維持管理指標を設定するにあたり、当面はこの2つの損傷を分けて整理し、対応方針をそれぞれ設定することとした。また、予測可能な損傷への対応については、LCC評価になじむ可能性があり維持管理計画へ反映させることとした。

材料劣化により発生する損傷（予測可能な損傷）

：経年劣化による損傷に該当し、進行が遅く、対策実施まである程度の猶予が得られる、いわゆる材料劣化による損傷。以降、「材料劣化による損傷」と略す。

力学的な影響により発生する損傷（予測が困難な損傷）

：突発的または予想以上の外力による損傷であり、一度発生するとゲート稼働不能や堤防の水密性低下を招きやすいので、できるだけ早い段階での対策実施が求められる損傷。基本的には、適正な設計・施工をしていることで防ぐことができるが、設計外力を上回ることにより発生する力学的損傷である。また、土砂堆積については、ある程度の予想は可能であるものの、土砂発生源や河道の変化、洪水の規模と頻度などにより発生形態・時期を特定することは容易でないため、予測困難なものとして取り扱う。以降、「力学的損傷」と略す。

「力学的損傷」は、頻繁に発生する損傷ではないが、土木構造物の機能に支障をきたす（＝水門・陸閘としての止水機能に支障をきたす）おそれがあるため、点検の指標として設定した。なお、今後の点検データの蓄積により、問題点あるいは改良点が確認された場合、適宜維持管理指標を見直し、本システムの効率的な運用を図るものとする。

以上を勘案し設定した土木構造物の点検項目および維持管理指標を表4.2.5に示す。

表4.2.5 維持管理指標一覧（土木構造物）

部位・部品		材料劣化による損傷 (予測可能な損傷)		力学的損傷 (予測が困難な損傷)	
		変状要因	管理指標 (変状による影響)	変状要因	管理指標 (変状による影響)
躯体部	堰柱	材料劣化	クラック、錆汁、はく離	地盤の変状	傾斜
					クラック
	門柱			地盤の変状	傾斜
					クラック
	操作台			地盤の変状	傾斜
					クラック
	カーテンウォール			地盤の変状	クラック
	床版				クラック
	水叩き			地盤の変状	クラック
	翼壁				傾斜
取付擁壁	地盤の変状	クラック			
		傾斜			
	躯体各部の接合部	材料劣化	止水板劣化	地盤の変状	段差・開き・止水板切れ
	躯体と翼壁・水叩きとの接合部	材料劣化	止水板劣化		地盤の変状
保護工	護床工	-	-	地盤の変状・洗掘	沈下・段差
	護岸工	-	-	地盤の変状・洗掘	沈下・段差
堤防本体	バラベツ躯体	材料劣化	クラック、錆汁、はく離	地盤の変状	傾斜
					クラック
	堤防天端・法面	-	-	地盤の変状・洗掘	ゆるみ・陥没
	法先・周辺				躯体周りのル・フィン
堤防法先部とその周辺	-	-	地盤の変状・洗掘	漏水	
				躯体周りのル・フィン	
堤防と躯体接触部		-	-	地盤の変状	段差・陥没
その他	扉体周辺 (戸当り部)	-	-	ゴミ・土砂の流下・堆積	流下物・ゴミ
					土砂堆積

(2) 維持管理水準

水門・陸閘として要求される性能を満足するために、部位・部材が維持すべき状態を維持管理指標毎に維持管理水準として設定する。

維持管理水準は水門・陸閘の治水施設としての特性と社会的影響度から予防保全を基本とし、工種および部位・部材の固有の特性に配慮して決定する。

< 解説 >

水門・陸閘の維持管理水準は、治水施設としての特性（堤防機能を有する待機系施設で、洪水・高潮・津波時に機能発揮し、機能を代替する手段がないこと）を考慮して設定する。

土木構造物の損傷については、「材料劣化による損傷」（予測可能な損傷）と「力学的損傷」（予測が困難な損傷）とに分けられる。「材料劣化による損傷」の劣化傾向は、その将来予測がある程度可能であることから、予防保全を基本として、対策（補修）タイミングとしての維持管理水準を設定する。

「力学的損傷」については、ゲートの稼働や堤防の水密性に支障をきたす可能性があるため、損傷が予兆あるいは確認された段階で早急に詳細点検を行い、必要に応じて対策を実施する。すなわち、現段階では定量的・統一的な維持管理水準の設定は行わない。

例えば傾倒の場合、その許容値の設定については、ゲート形式、ゲート規模、開閉機の形式、施工精度等が大きく関係してくるため、一概に統一値を設定することができない。よって、運用にあたって、最初の点検で得られた傾倒の計測値を初期値として取り扱い、定期的に傾倒を計測し、傾倒の進行性が確認された時点で、即原因究明ならびに対応策を図る。

なお、ゲートの動作確認により、ゲート開閉に傾倒の影響を受けているかを確認することも考慮しているが、影響を未然に防ぐことを想定した対応方針とする。

また、将来的に傾倒の許容値を設定することをめざしている。そのため、サンプリングとして主要な水門を対象に初期値を座標計測し、その後定期点検（角度計測）により傾倒が確認された場合、経過観察として変位を座標計測したものを、許容値設定の基礎データとしてデータベースに蓄積していく。

4.2.3 状態の把握(損傷等級の設定)

水門・陸閘の適切な補修・更新時期とその工法選定するために状態を把握する。

<解説>

状態の把握は、維持管理指標毎に定性的な損傷等級に区分して行う。

「材料劣化による損傷」(予測可能な損傷)

「材料劣化による損傷」については、点検により維持管理指標ごとに損傷の進行状況を確認する。目視により定性的に確認する維持管理指標については表4.2.6に示すA・B・Cの3段階に区分した等級から該当する区分を選定する。橋梁ガイドラインでは5段階区分を設定しているが、水門・陸閘における損傷等級区分表は、橋梁ガイドラインを参考にした上で、施設管理職員レベルで作業が容易にでき、かつ状況を確認できるものとして3段階区分とした。また、計測による項目については、既往基準等を参考に個別設定する(点検マニュアル参照)。

表4.2.6 損傷等級区分表

損傷等級	概念	一般状況
A	〔顕著または深刻〕	損傷が大きい、または非常に大きい。
B	〔中程度〕	損傷がある
C	〔良好または軽微〕	損傷が認められないか損傷が軽微

「力学的損傷」(予測が困難な損傷)

「力学的損傷」については、損傷が予兆あるいは確認された段階で早急に詳細点検を行い、必要に応じて対策を実施するため、表4.2.7に示すA・Bの2段階に区分した等級から該当する区分を選定する。

表4.2.7 損傷等級区分表

損傷等級	概念	一般状況
A	〔軽微～顕著〕	損傷がある、または軽微
B	〔良好〕	損傷が認められない

4.2.4 状態の評価手法

土木構造物を構成する部位・部材における「材料劣化による損傷」(予測可能な損傷)については、以下に示すように損傷評価点を求め、式(5.2.1)に示す減点法により「部材健全度PHI」を算出して状態の評価を行う。

a. 損傷評価点DGの算出

各部位・部材の損傷評価点DGは、「損傷度」、「損傷の種類」の評価項目を考慮して重み付けし算出する(α : 損傷の重み係数)。

躯体の損傷評価点算出例:

$$\text{損傷評価点DG} = \left(\alpha_1 \cdot \text{「クラック」} \right)$$

* 「 α_1 」内は損傷評価点

b. 部位健全度PHIの算出

$$\text{部材健全度PHI} = 100 - \text{DG} \quad , \text{DG: 損傷評価点}$$

< 解説 >

部材健全度は将来状態の予測(余寿命の予測)に反映され、経済性評価・維持管理計画につながるものである。本ガイドラインでは以下のとおり段階を踏み、運用しながら補正、改良していくことで確立していく。

STEP1における健全度

既往の維持管理方法の実績を尊重、踏襲して点検方法の体系化をはかるとともに、水門・陸閘の維持管理に関する情報(点検結果)をデータベース化して、維持管理システムの基礎を構築する段階である。この段階では、データ収集と設定した方法により健全度を算出する。

STEP2における健全度

STEP1で構築したデータベースを基に状態把握方法等の妥当性を検証し、維持管理システムの基礎を構築する段階である。この段階において、算出した健全度と補修・更新の実績を整理・比較して、重み係数や耐用年数などの妥当性を確認する。

STEP3における健全度

STEP2で構築した将来予測を含む維持管理システムを構築する段階である。この段階において、健全度は将来状態の予測(余寿命の予測)に反映するもので、健全度算出方法を含むシステムの必要な改良を併せて行う。

経年的な状態変化を評価する部材健全度は、劣化傾向を段階的に評価できるコンクリートや塗装を対象とし、点検により得られた損傷等級を表4.2.8により損傷評価点に変換し算出する。

次に部材健全度の算出例を示す。

[算出例] 構造物：翼壁にクラックのある場合

翼壁に、クラックB等級30% と記録された場合

表 4.2.8 より

2=0.4, クラック=50, 広がり 1=1.00, 広がり 2=0.30

よって

翼壁の損傷評価点 DG

$$= 2 \cdot \text{「クラック」} \cdot \text{広がり 2}$$

$$= 0.4 \cdot 50 \cdot 0.30 = 6$$

翼壁の部材健全度 PHI

$$= 100 - DG = 100 - 6 = 94$$

表4.2.8 損傷種類別の重み係数・損傷評価点(土木構造物)

点検箇所および項目				重み係数	A	B	C
					100	50	0
躯体部	440点満点	水門本体	堰柱	クラック	0.6		
			門柱	クラック	0.6		
			操作台	クラック	0.6		
			カーテンウォール	クラック	0.5		
		床版	クラック	0.5			
		水叩き	クラック	0.4			
		翼壁	クラック	0.4			
		取付擁壁	クラック	0.4			
		躯体各部の接合部	止水板劣化	0.2			
		躯体と翼壁・水叩きとのせ都合部	止水板劣化	0.2			
堤防本体	40点満点	パラペット躯体	クラック	0.4			

- : 該当する損傷の広がりに応じてその発生割合を記録する。
- : 該当する損傷の有無を記録し、有り 100%、無し 0%とする。

5.将来の予測

将来の予測とは、状態把握・評価の結果を受け、その施設（または部位・部材）に対して、現時点でまたは将来どのような対応が必要かを、判断、予測するものである。将来予測を伴うものであるため、既存情報だけでは十分に確立することが困難なことへの対応策として、段階的に取り組むこととし、現時点では3段階の取り組みを想定している。STEP1では既存情報での取り組み、STEP2では蓄積されたデータベース情報を活用しての取り組み、そしてSTEP3では予測システムの試行結果やコスト低減が図れる手法・技術を導入して、効率化を図る取り組みを実施していく。

また、将来の予測は、想定される損傷を基本とし、突発的な損傷については、適宜対応することとする。

対象:STEP2,3

5.1 機械設備(塗装を除く)・電気設備および地震計

5.1.1 将来状態の予測

(1)予測モデル

対策実施タイミングを予測するための標準モデルを設定し、各部位・部材の予測に反映させる。機械設備（塗装を除く）・電気設備および地震計の予測は、耐用年数を用い、余寿命を算出することで実施する。

< 解説 >

評価開始年時点での余寿命は、至近の点検結果から、継続年数を設定し再算出する。耐用年数の見直しは、長期間の点検・対策実施実績データが蓄積後に実施することとし、それまでは、事前に設定している耐用年数を予測に利用する。（図5.1.1参照）

(2)評価開始年時点の状態

開始年度（現状）の状態は、「耐用年数-供用年数」で算出される余寿命を基本とし、至近の点検結果から必要であれば、使用継続年数を設定する。

< 解説 >

評価開始年時点での余寿命は、至近の点検結果から、継続年数を設定し再算出する。耐用年数の見直しは、長期間の点検・対策実施実績データが蓄積後に実施することとし、それまでは、事前に設定している耐用年数を予測に利用する。（図5.1.1参照）

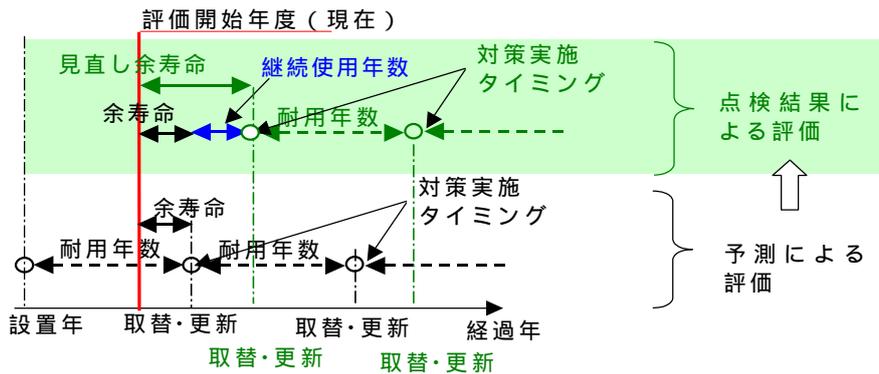


図 5.1.1 点検結果への合せ方(機械設備(塗装を除く)・電気設備および地震計)

なお、機械設備の塗装については、土木構造物と同じ予測モデルとする。(5.2 土木構造物 参照)

(3) 対策後の予測

対象とする損傷や劣化に対する対策(補強・取替・更新)実施後の余寿命は、耐用年数と同数まで回復すると考える。

<解説>

対策実施(取替・更新)直後の余寿命は、耐用年数とする。

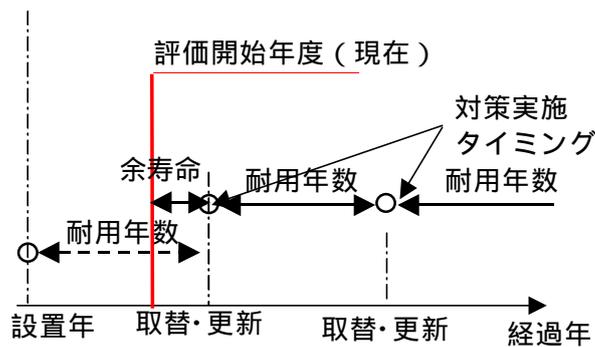


図5.1.2 取替・更新後の予測(機械(塗装を除く)・電気設備および地震計)

(4) 耐用年数

水門・陸閘の設計・施工当時における適用基準や設計方法により設定される寿命を設定する。

< 解説 >

機械（塗装を除く）・電気設備および地震計については、表5.1.1に示すように、既往の点検に関する基準・図書に準拠して耐用年数を設定する。

表5.1.1 耐用年数(機械設備(塗装を除く)・電気設備)

工 種	部位・部材			耐用年数	備 考
	グループA	グループB	部位・部材細目		
	名称	名称	名称		
機械設備	扉体		全般	38年	
		水密部	水密ゴム	10年	
			水密ゴム押え板	10年	普通鋼材の場合
			主ローラ・サイドローラ	20年	
			シーブ	20年	
			給油配管及び分配弁	5年	
	戸当り		全般	40年	
		動力部	モータ	15年	
			モータ・エンジン切換装置	30年	
		駆動部・伝達部	ミュールリフトブレーキ (電動油圧押し上げブレーキ)	ブレーキライニング:10年 ブレーキ:25年	
			交流電磁ブレーキ (電動機側)	ブレーキライニング:10年 ブレーキ:25年	
			ファンブレーキ	ブレーキライニング:10年 ブレーキ:25年	
			差動歯車装置	25年	解放歯車を代用
			ワイヤロープ	10年	
			ロープ端末	20年	
			シーブ	20年	
			休止装置	25年	手動式
動力部	予備エンジン	15年			
電気設備	操作盤	遠方操作盤	全般	18年	
		機側操作盤	全般	18年	
	照明分電盤	照明分電盤 (操作室内)	全般	15年	
		照明分電盤 (機械室内)	全般	15年	
	自動始動盤	自動始動盤	全般	15年	
	低圧受電切換盤	切換スイッチ	全般	15年	

5.1.2 対策工法の選定手法

耐用年数および異常の発生に応じて社会的・機能的・物理的要因を勘案して対策工法を選定する。

< 解説 >

ここで更新検討の社会的・機能的・物理的要因とは、下記のような要因をさす。

社会的要因：都市化など周辺環境の変化による新しい要求に応えられない場合の要因

機能的要因：運転操作性や維持管理体制上望まれる新しい機能要求に応えられない場合の要因

物理的要因：経年とともに劣化が進行し、構成機器に異常が発生した場合の要因

点検の結果や耐用年数に達した場合に実施する対策の選定手法を示す。

機械設備（塗装を除く）・電気設備および地震計については、耐用年数と異常発生などの状態把握結果に基づき対策を実施することになる。その対策工法選定手順を図5.1.3に示した。

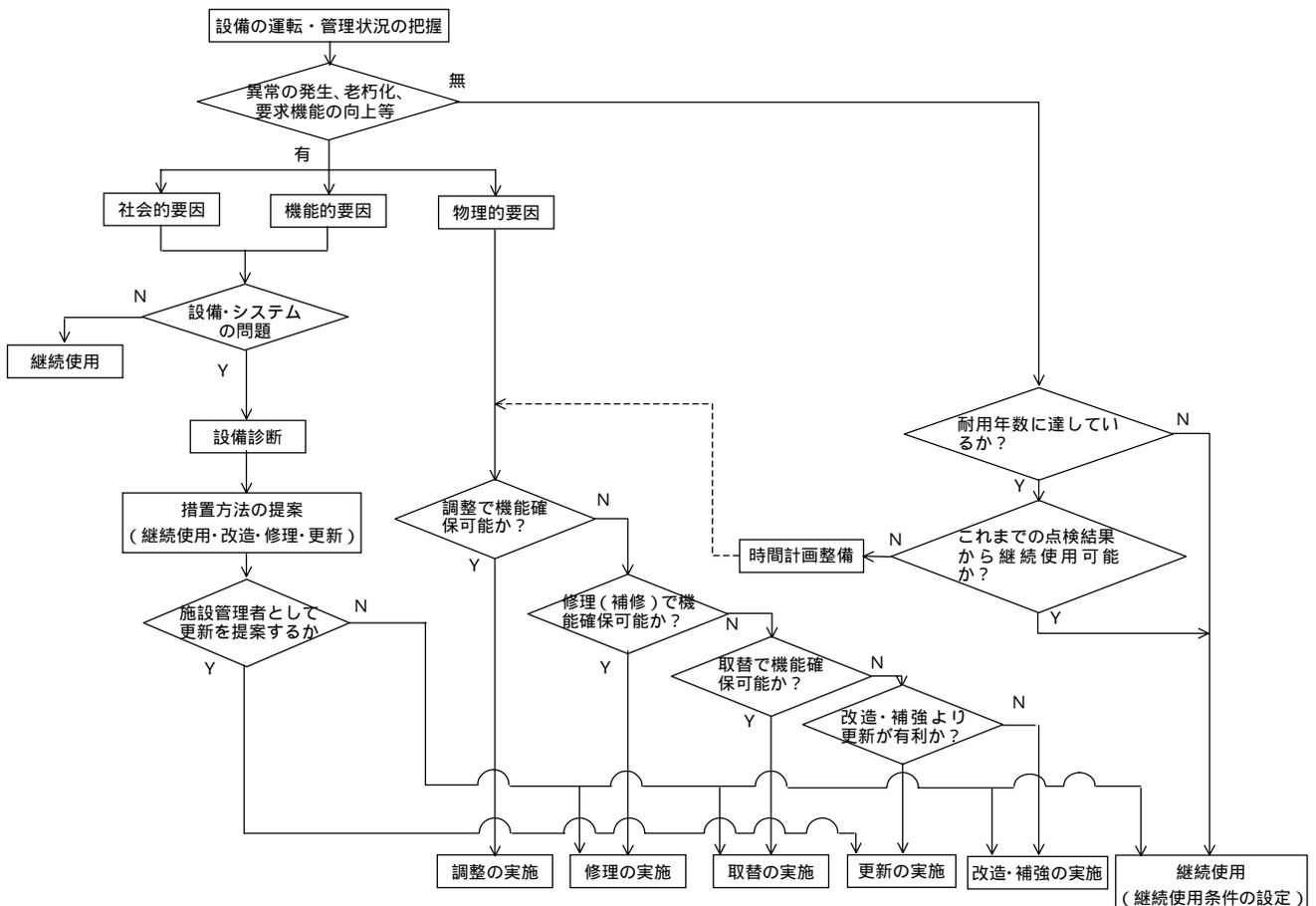


図5.1.3 機械設備（塗装を除く）・電気設備および地震計の対策工法選定フロー

5.1.3 経済性評価手法

(1) 評価方法

予算制約がない場合の最適投資パターンは、ライフサイクルコスト(LCC)最小となる補修シナリオを基に算出する。なお、それぞれの部材・部品の修繕・取替・更新等の計画(シナリオ案)を経済性の観点から、各工種でLCC最小となる最適案を選定し、複数の設備の対策実施の工程調整も含めて総合的に評価する。

< 解説 >

経済性評価はSTEP1においては対策工法の選定に活用しつつデータベース化し、STEP2において評価手法の妥当性の検証、STEP3においてLCC分析に活用する。

LCC分析は、評価期間内におけるコストを縮減(最小化)し、最適な投資パターン(補修シナリオ)を見極めるために実施する。土木構造物、機械設備、電気設備それぞれの部材・部品の修繕・取替・更新等の計画(シナリオ案)を経済性の観点から評価し、LCC最小となる最適案を選定する。

水門・陸閘は待機系の施設であり、平常時ほとんど稼働しない機械設備・電気設備の劣化の過程が明確ではなく、劣化過程を明確に示し、その過程を段階的に評価できるものは、コンクリート躯体や扉体等への塗装程度であることが想定される。

よって本ガイドラインにおいては、実務的に可能なレベルでの経済性評価をめざし、水門・陸閘を構成する部位・部材を予測モデルのタイプに合わせて、LCC分析方針を設定した。

施設が耐用年数に達し施設の更新を行うシナリオに対し，以下のシナリオを比較対象とする。

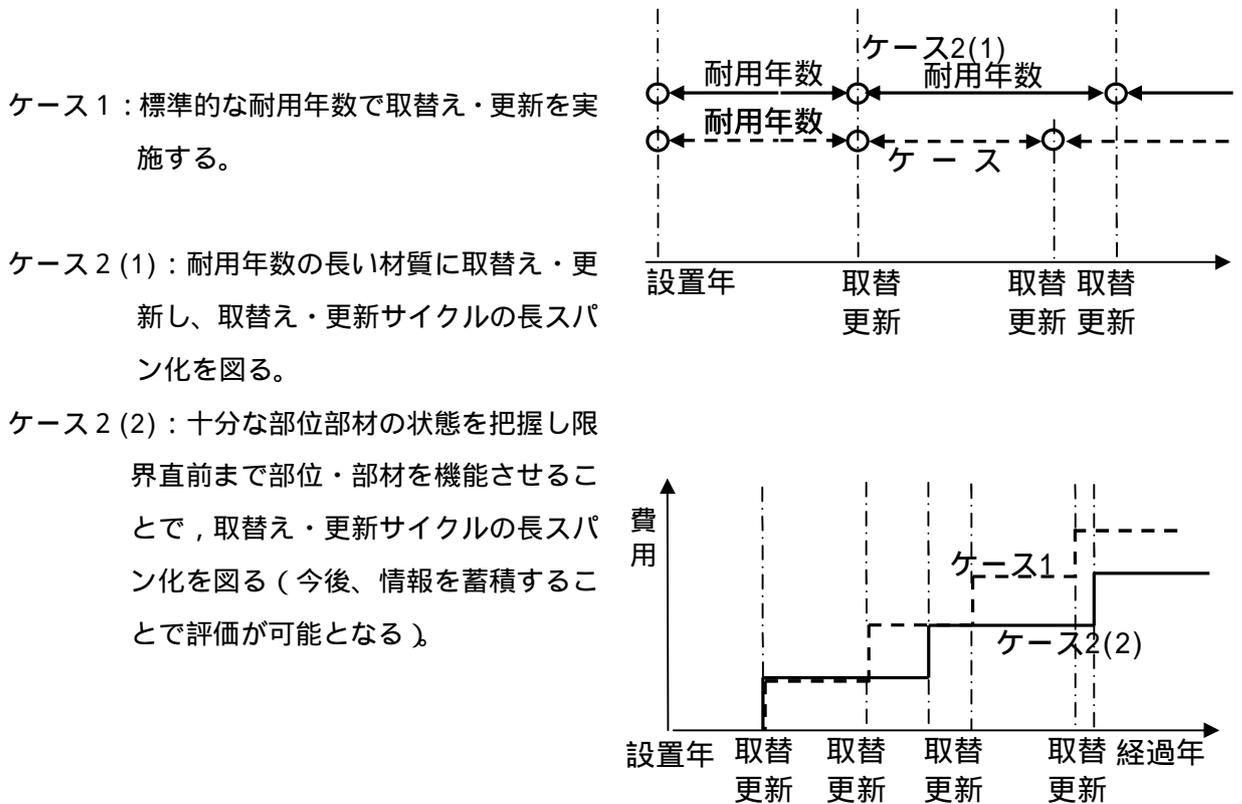


図5.1.4 機械・電気設備のLCC 最小化のイメージ

(2) 評価方法

LCC の分析は、将来の補修、更新計画の違いによる各案のコスト差を評価するため、長い評価期間を設定する必要がある。

ここでは、下記の理由から、水門・陸閘の当面のLCC評価期間として、30年間とする。

- ・ 機械（塗装を除く）・電気設備の部位・部材の耐用年数が20～30年のものが多く、これ以上の期間が望ましい。
- ・ 静岡県における水門・陸閘は、設置から20年経過しているものがほとんどであり、今後30年以内でほとんどの部位・部材の更新1サイクルを確認することができる。

5.2 土木構造物

5.2.1 将来状態の予測

(1) 予測モデル

土木構造物の予測モデルは、部位・部材の性能が低下する過程を経過年との関係でモデル化する。

< 解説 >

状態をモデル化する方法としては、以下の二つの方法がある。

損傷や劣化の進行状況を理論式などにより設定する方法

点検や実態調査の結果を統計的に処理（回帰分析）した近似曲線として設定する方法

しかしながらこれらについては次のような問題点がある。

：現段階では理論式による予測モデルとは必ずしも一致しない。

：既往の点検においてデータの蓄積が不十分な場合、点検結果を統計的に処理する事が困難。

データの累積が少ない現状を勘案し、当面は、既往の点検マニュアル等関係図書の修繕・取替・更新事例を参考に、部材の寿命を推定し、初期状態から寿命となる状態まで時間経過に対して直線的に劣化するモデルとする。

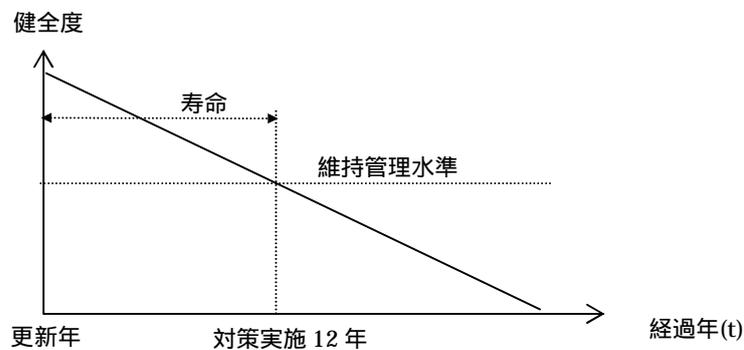


図 5.2.1 修繕・取替・更新予定までの期間を寿命とした予測モデル

(2) 評価開始年時点の状態

土木構造物、扉体等の塗装の評価開始年度（現状）の状態（健全度）は、至近の点検結果を優先し劣化予測モデルを修正することで算出する。

< 解説 >

現状の健全度は至近の（点検時、点検結果による評価）の位置まで予測モデル式をシフトし、修正される予測モデルを作成して算出する。

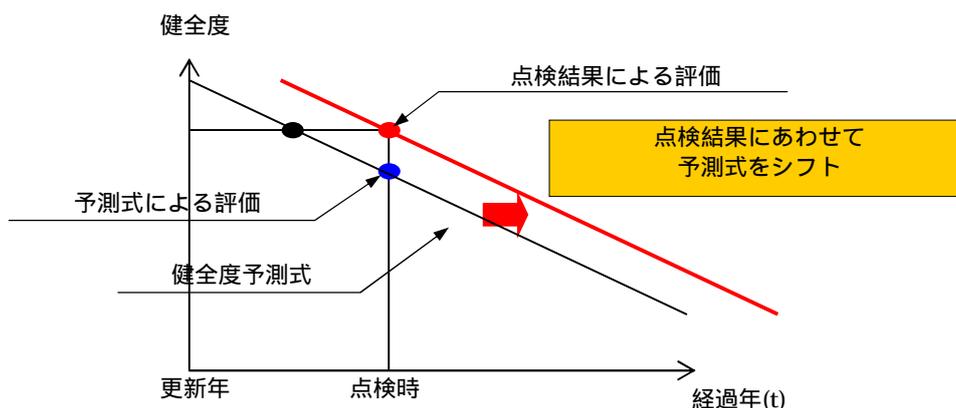


図 5.2.2 点検結果への合せ方(土木構造物、塗装)

(3) 対策後の予測

対象とする損傷や劣化に対する対策で、対策（補強・取替・更新）実施後の健全度は $HI=100$ 、余寿命は耐用年数と同数まで回復するとし、対策後も対策前と同じ劣化の進み具合（劣化進行速度）と考える。

< 解説 >

対策実施（補強・更新）による健全度の回復は下図のように健全度 $HI=100$ とすることとする。

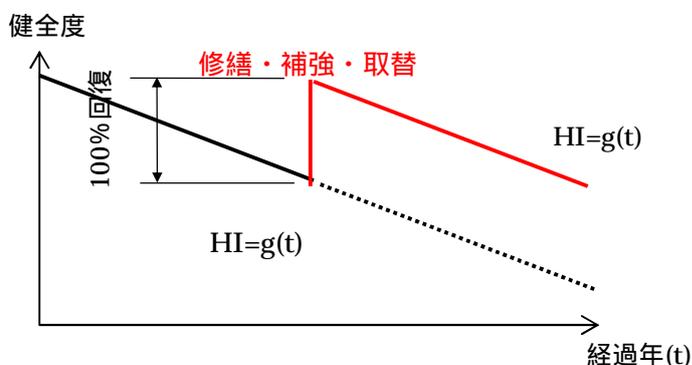


図5.2.3 補強・更新後の予測(土木構造物、塗装)

(4) 耐用年数

水門・陸閘の設計・施工当時における適用基準や設計方法により設定される寿命、また、河川・海岸の改修計画に伴う更新時期を考慮して、耐用年数を設定する。

< 解説 >

土木構造物のうち躯体部については施設全体更新の目安として耐用年数を設定することとし、その耐用年数は、類似または同じ設計基準を利用している橋梁を参考に、橋梁ガイドラインに示す60年とする。土木構造物のうち保護工・堤防については耐用年数を設定している事例がないが、更新は躯体部の改築時に実施されることから、同様に60年とする。

また、当面の対策実施の目安は、橋梁ガイドラインを参考とし、今後蓄積されるデータを基にモニタリングを実施することで、評価段階ごとの有余年数の設定や見直しを実施していく。

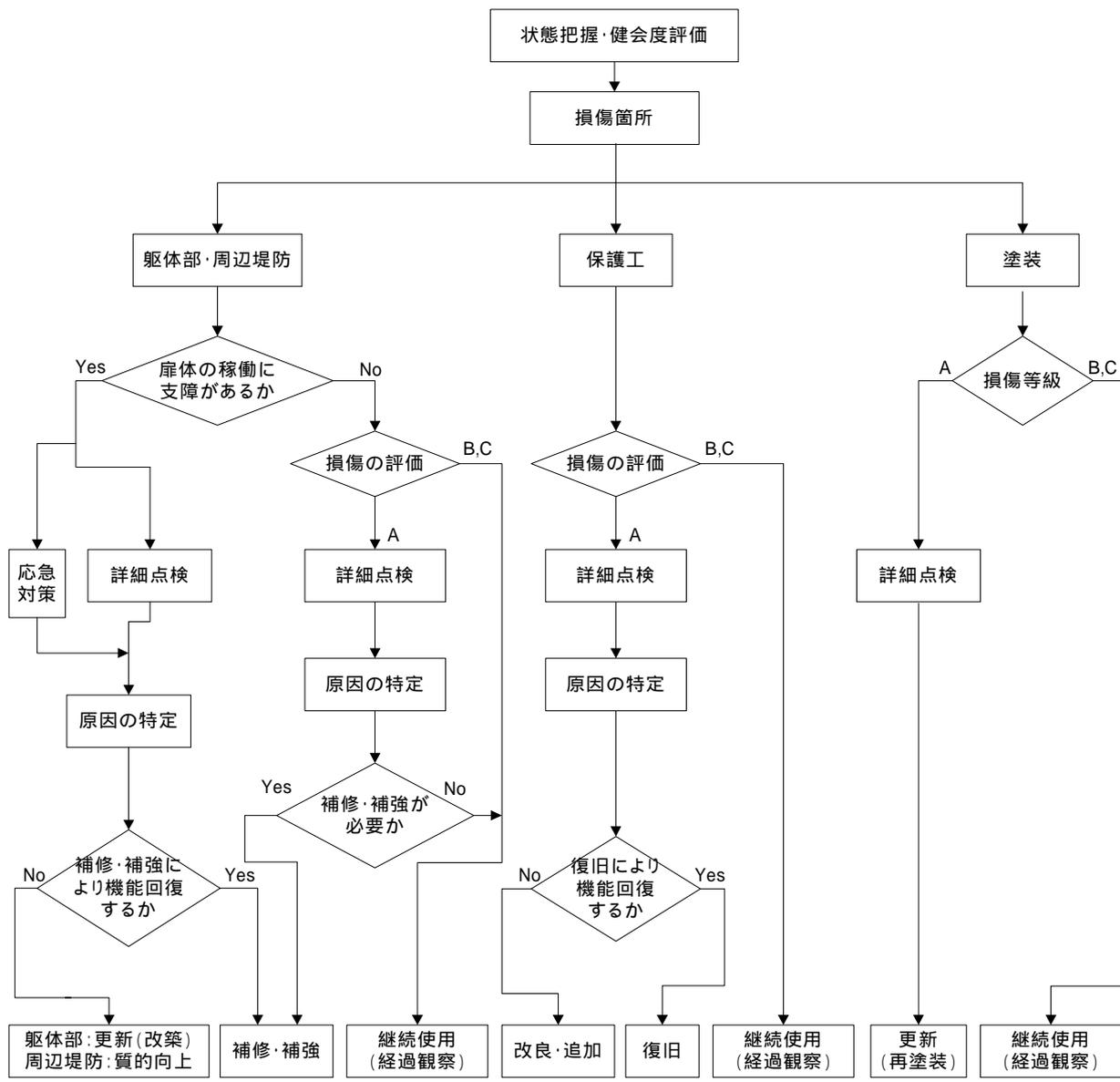
5.2.2 対策工法の選定手法

土木構造物および塗装については、健全度に応じた修繕・補強・更新の各工法を設定し、最適な工法を選定する。

< 解説 >

点検の結果や耐用年数に達した場合に実施する対策の選定手法を示す。

土木構造物については補修・補強によって、また塗装については種類・工法により共用年数を延ばすことが期待できることから、健全度毎に想定される対策（補修・補強）工法を考慮したLCC分析を行い、最適な対策工法図5.2.4に示すフローにしたがって選定することとした。



5.2.4 土木構造物および塗装の対策工法選定フロー

5.2.3 経済性評価手法

予算制約がない場合の最適投資パターンは、ライフサイクルコスト(LCC)最小となる補修シナリオを基に算出する。

< 解説 >

機械・電気設備と同様に、LCC分析方針を設定した。

予算制約がある場合の評価については、水門・陸閘の設備(工種)全体の評価になることから、「5.3 中長期管理計画の立案」に示す。

施設が耐用年数に達し施設の更新を行うシナリオに対し下記の2ケースの比較を行う。

ケース1：劣化が小さい段階(維持管理水準が高い)で比較的軽微な対策(補修等)を実施する。

ケース2：劣化が進んだ段階(維持管理水準が低い)で比較的大規模な対策(更新等)を実施する。

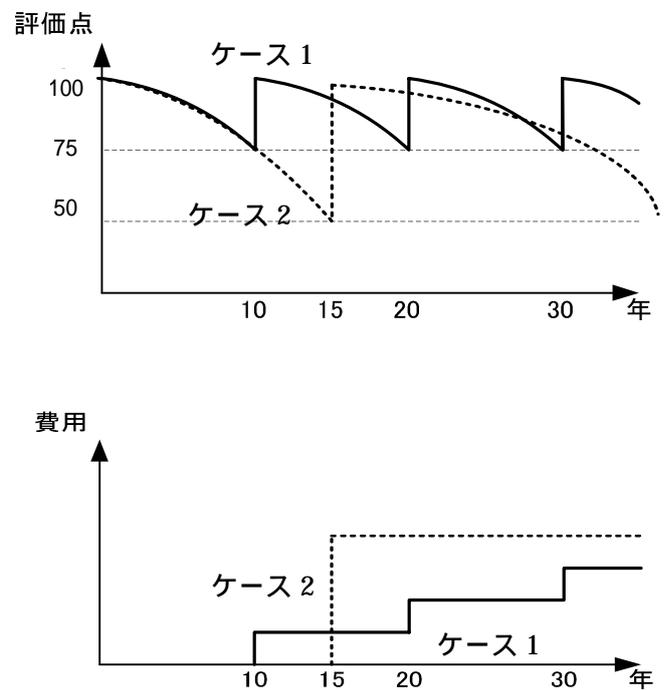


図5.2.5 コンクリート躯体、塗装のLCC 最小化のイメージ

5.3 .中長期管理計画の立案

中長期管理計画も経済性の評価と同様に、STEP2の段階から立案・試行する。すなわち、データベースに蓄積された情報を利用し状態の評価手法や将来の予測手法の精度向上を図りつつ、その結果に基づいた中長期管理計画を立案する。さらに、STEP3では、中長期管理計画にそった維持管理の試行結果、データベースに蓄積された情報、材料や技術向上を適宜反映して運用する。

ここでは、機械・電気設備と土木構造物を合わせて評価するため、共通項目として取り扱った。

5.3.1 中長期管理計画の立案手法

施設の状態を把握し、予測シミュレーションを実施することで中長期維持管理計画を立案する。
 中長期管理計画策定では、まず土木構造物，機械設備・電気設備の部位・部材ごとに最適化（コスト縮減・延命化を検討）し、次に予算に対するチェック（平準化）を各工種の最適化結果を合算して行う。年間予算の制約により十分な平準化が達成できない場合は，部位・部材の健全度が同程度である施設間の優先度評価の結果により調整を図る。

<解説>

水門・陸閘の中長期管理計画は，水門・陸閘の治水上の重要性から，健全度が維持管理レベルまで低下しつつある部材・部位から順次，早急に対策を講ずることとし，次の手順で検討する。

健全度が維持管理水準に達するまでに修繕・補強・取替・更新を行う。

予算の制約により複数の施設から修繕・補強・取替・更新対象を選定する必要がある場合は，社会的影響度（優先度）が大きい施設について対策の実施時期を前倒しして，中長期化管理計画(案)を立案する。

の検討結果を基に，河川・海岸管理者内における協議を行い，責任者の承認を得た上で最終案とする。

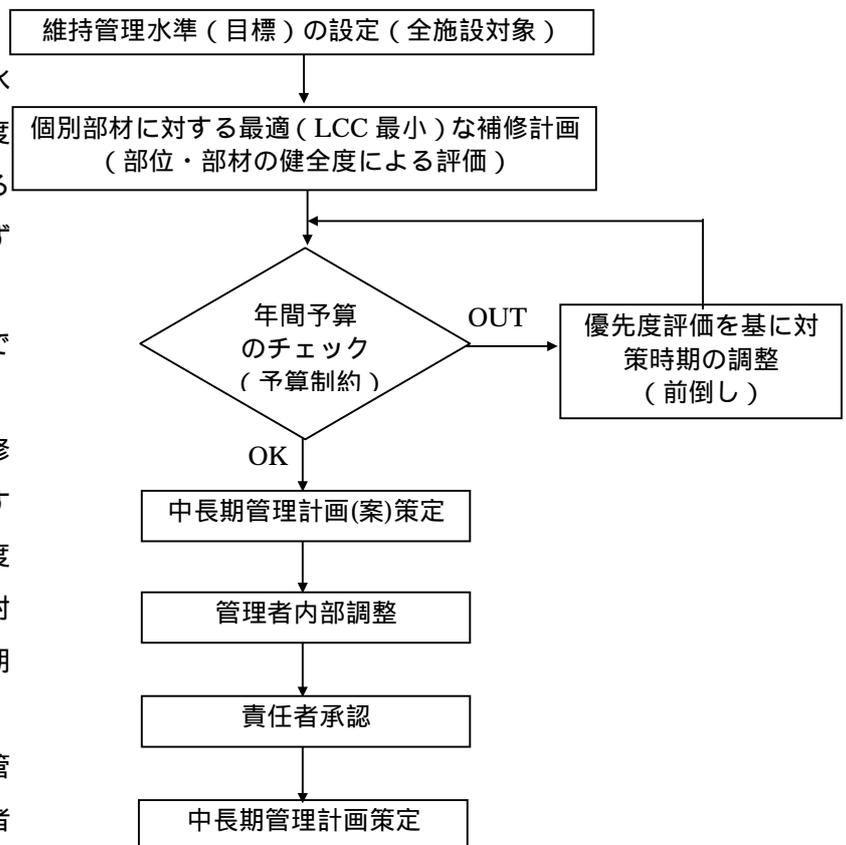


図 5.3.1 管理計画立案のフロー

部位・部材ごとの最適化計画は、土木構造物、機械・電気設備（機械と電気は合同）および地震計のそれぞれで検討し、予算を考慮した平準化は3つの工種を総合的に勘案して効率的に検討する。この場合、以下に留意して計画を立案する。

- ・ 平準化は、治水機能の低下・停止を回避するために、優先度（社会的影響度）が高い施設の対策を前倒し実施することを基本とする。
- ・ 土木構造物、機械・電気設備および地震計のいずれも健全度が低い施設で数年以内に対策を必要とする場合、施設全体の更新も含めて、どの手順で対策工を実施するのが有利か、比較検討のうえ決定する。
- ・ 対策の実施年が異なる土木構造物、機械・電気設備および地震計のうち2つあるいは全部について同年にまとめて対策を実施する場合は、最も緊急性を要する工種の対策実施年にあわせた計画とする。

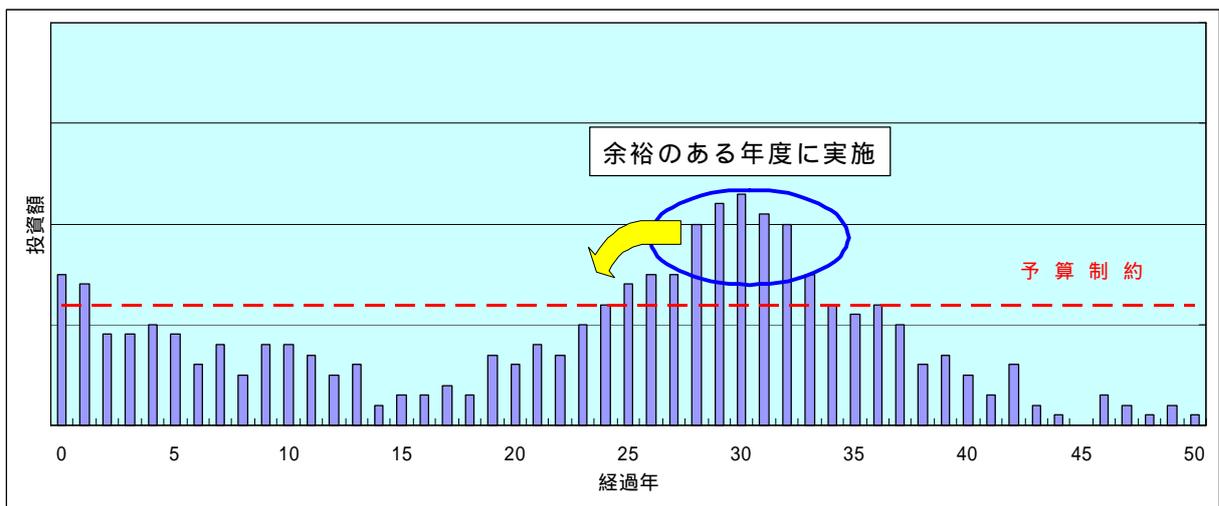


図5.3.2 前倒しによる予算平準化のイメージ

ただし、静岡県管理の水門・陸閘は、今後、設置から20年を経過する施設が増え、大規模修繕が増えてくる。よって、予算の設定にあたっては、今までの実績予算（大規模修繕が含まれない）を参考にするだけでなく、維持管理費の予測結果（大規模修繕が含まれる）も参考にすることが望ましい。

5.3.2 予算制約下における評価手法(優先度の設定方法)

中長期管理計画立案にあたって施設に優先度を設定する場合は、施設の社会的影響度を考慮する。社会的影響度は治水上の影響を簡略な方法で評価できる方法によるものとする。

<解説>

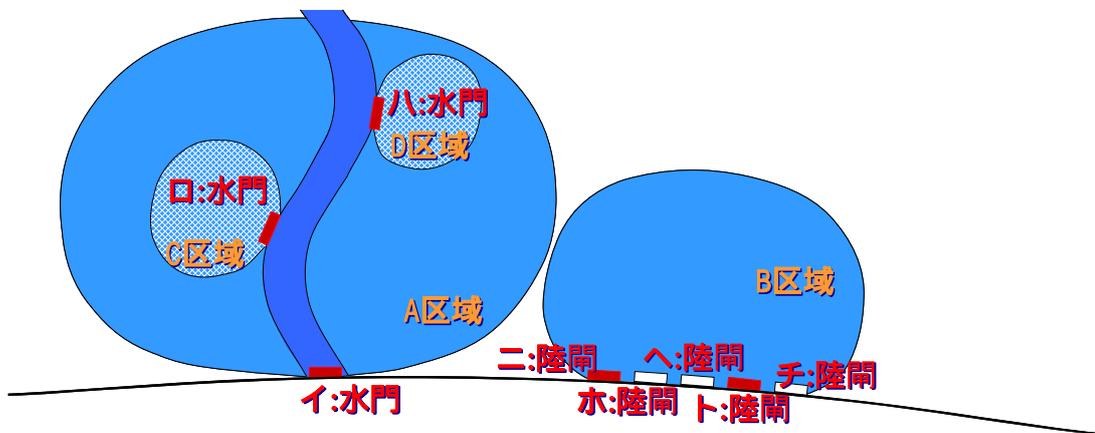
中長期管理計画立案にあたって、同年に同レベルの健全度となる施設が複数あり、予算上の制約を受ける場合は、施設の社会的影響度を考慮した優先度を指標とする。優先度は、施設の機能が停止した場合に想定される被害のレベルを簡易に、かつ相対的に評価できる方法として、下記の2つの目安を設定することとした。

なお、下記の社会的影響度を基本的な優先度の目安とするが、その他の制約条件等が影響を与えることも考えられるため、施設管理職員が最終的に判断する。

水門・陸閘が堤防の機能として置き換えられる範囲として「ゲート面積」で評価する。

水門・陸閘ごとの守るべき区域の面積で評価する。

(ゲート天端高以下の地形範囲の面積を算出する)



ゲート面積で順位付け

ト陸閘 > 二陸閘

ト陸閘は、前倒し対象に決定。

守るべき区域の面積から順位付け

イ水門 > 二陸閘 = ト陸閘 > ロ水門 > ハ水門

イ水門は、前倒し対象に決定。

6. 事業実施

事業の実施に関する事項は、STEP1～3に関係なく、現時点からの対策実施に伴い留意すべき事項である。

事業の実施にあたっては、事業実施期間において対象施設の機能が低下・停止することが考えられる。よって、施設の規模を勘案し、事業実施期間中の機能の低下・停止により発生する危険性への対応策を検討し実施する。

< 解説 >

事業実施による対象施設の機能低下・停止への対応策として、代替施設を設けることが考えられるが、予算の制約等から十分な対応が困難とされる場合も考えられる。

よって、代替施設の設置が困難な場合は、近隣住民に対しての早めの情報提示・体制づくり等の対応を実施する。

事業実施期間は、洪水・豪雨・高潮の発生確率が低いまたは発生規模の小さい期間(一般にいう「非出水期」)を設定する。また、津波の襲来の予測は困難であるため、事業実施期間を極力短くする配慮を行う。

対応策(例)を以下に示す。

表6.1.1 施設毎の事業実施期間中の対応策(例)

対象施設	代替施設規模	対応策の方針	
		個別対策	共通対策
水門(規模大)	大	代替施設の構築がコスト面で困難なため、早期の情報提示等の低減策を検討	事業実施時期の検討
水門(規模小)	中	角落しがあれば角落とし設置 角落しが無ければ、代替施設の構築の経済性等について検討し、方針を決定	
陸 閘	小	代替施設構築(土のう、角落とし)	事業実施期間の短縮検討

7.モニタリング

モニタリングは、データベースに蓄積された情報を基に実施するものであるため、STEP2から運用するものとする。

中長期管理における計画と実作業の状況を対比できるように整理するとともに、乖離がある場合はその原因と是正措置を確認、検討して、その結果を記録する。

< 解説 >

効率的に長寿命化計画を進めていくためには、維持管理計画策定（Plan） それに基づく事業実施（Do） 成果の事後評価（Check） 次のステップに向けた評価手法や管理計画の見直し（Action） というPDCAサイクルを回していくことが重要である。そのためには、これまで実施してきた維持管理計画・事業実施に加えて、維持管理計画の見直しを適宜、行うことが必要である。

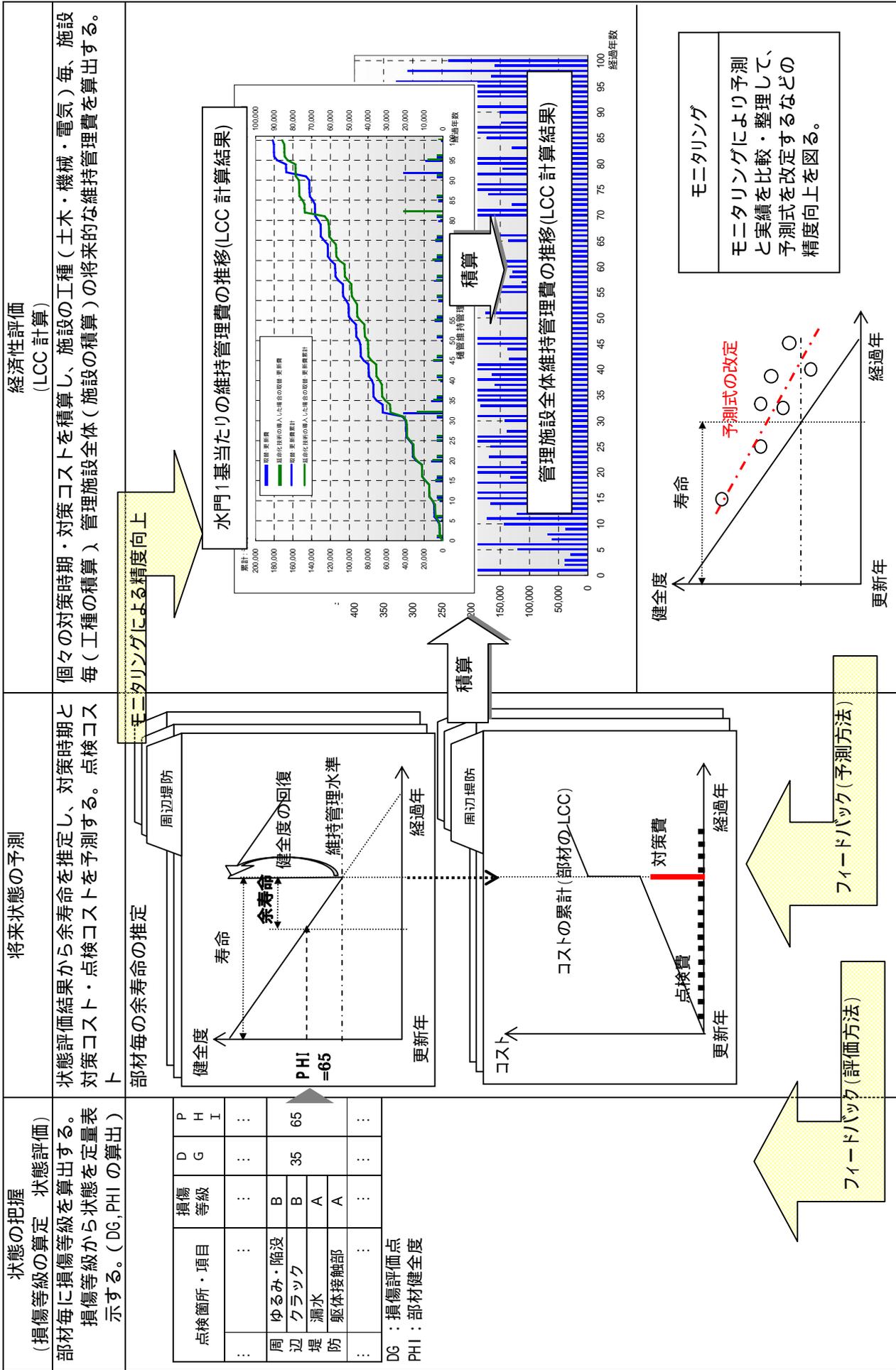
表7.1.1に、維持管理の各段階においてモニタリングにより見直すべき事項の例を示す。また、実施者は、事業全体として見直すべきまたはオーソライズすべき事項は、河川海岸整備室を主体とし、施設の個別対応に関する事項は、土木事務所主体とする。

表7.1.1 モニタリングにより維持管理の各段階にて見直す内容

維持管理の各段階	モニタリングによる見直しの例	モニタリング項目	モニタリング段階		
			STEP1	STEP2	STEP3
1. 点検	点検データや設備の状態評価データ（健全度・余寿命）の蓄積により、設備の状態と劣化傾向を精査し、点検頻度、点検実施者、維持管理指標等を見直し	点検頻度			
		点検実施者			
		維持管理指標			
2. 管理計画 1) 状態評価	既往の文献、基準等の数値、計算式を用いて当初設定した対象施設の健全度や耐用年数を、実測データの蓄積により、実績に近い値に修正。	健全度			
		耐用年数			
2) 経済性評価	対策費用の実績値を蓄積し、整理・分析して単価等を見直し。	対策単価			
3) 中長期管理計画	現地の状況から明らかに整備、更新すべき施設であるにもかかわらず、管理計画にリストアップされない施設がある場合、優先度設定方法を修正。	優先度			
3. 事業実施	対策を実施する予定の施設であるにもかかわらず、対策が実施されていないものの原因確認。 事業実施期間中の対象施設の機能低下・停止等への対応策の見直し。	事業実施状況			
		事業実施中の対策の見直し			

表7.1.2に「状態評価」、「将来予測」、「LCC算定」の流れとモニタリングの関係を示す。

表 7.1.2 「状態評価」、「将来予測」、「LCC 算定」の流れとモニタリングの関係



8.維持管理システムの構築

維持管理システムは、維持管理に関する情報を蓄積するデータベースと将来の経済性評価予測や維持管理計画の立案を実施する予測システムにより構成させるため、現時点からの取り組みが可能であり、継続的に前項までの検討、改善結果を反映していく必要があるため、STEP1～3にかけて検討することとする。

維持管理の情報の蓄積や将来の経済性評価や維持管理計画の立案の自動化を図るために、維持管理システムを構築する。

< 解説 >

データベースは、各施設の諸元、点検結果、補修履歴を集約するものである。データベースの構築は、下記の、の作業に反映させることを目的とし、継続的な情報蓄積が可能となるように設計する。データベースに蓄積する情報を表 8.1.1 に示す。

施設の状態の把握

供用の経過とともに、各施設の健全度は変化していく。毎年、各機構（土木、機械、電気、建築等）における点検結果は追加されていくため、各部位・部材の点検結果を施設毎に整理し、施設の健全度が把握できるようにし、モニタリングに活用する。

予測システムの精度向上

予測システムにおいては、供用開始時点で、既存の文献等から得られた耐用年数を用い、将来予測を実施する。ただし、その耐用年数が妥当であるかは、現時点では検証できないため、今後、各部位・部材の点検結果を蓄積し、これを基に現実に近い耐用年数への見直しを行う。

表8.1.1 データベースの構成(案)

資 料		記録者	入力者
建造物の諸元等に関する記録資料	各施設固有の情報	-	-
機械・電気設備台帳 (塗装含む)	機械・電気設備および塗装の基本諸元に関する情報	施設管理 職員	施設管理 職員
土木建造物台帳	土木建造物の基本諸元に関する情報		
建築建造物台帳	建築建造物の基本諸元に関する情報		
点検関係に関する記録資料およびその発注書類	点検結果および点検時に発見された不具合に対する対応の情報	-	-
点検・対策経緯台帳	点検・評価結果および対策実施内容に関する情報	-	-
点検結果および 評価結果	点検・評価結果に関する情報	点検 実施者	施設管理 職員
定期整備実施報告書	対象部位、整備内容、整備回数、整備費に対する対策内容に関する情報		
対策(定期外整備、修繕、取替、更新、改造等)実施報告	対象部位、対策原因、対策内容、数量、対策費に関する情報	施設管理 職員	施設管理 職員
発注書類	土木建造物および機械・電気設備に対する対策内容および発注金額に関する情報		
その他	操作記録に関する情報		
操作記録	操作記録に関する情報	操作人	施設管理 職員

9.長寿命化への取り組み

長寿命化への取り組みは、将来に期待するところが大きいため、STEP3にて検討することとする。

長寿命化のために、以下の可能性を検討する。

LCCを考慮しながら、長寿命化に寄与する最適な補修材料等の採用。

時間基準保全から状態基準保全（劣化傾向管理等の導入）による補修・更新時期の最適化。

<解説>

本ガイドラインの目指すところに、維持管理コストの低減がある。それに寄与する方策として、部位・部材の長寿命化がある。ただし、現状の材料や構造に代えて長寿命化に寄与する部位・部材は、一般化されておらず、今後の技術開発等に期待するところがある。この取り組みについては、現状における課題を把握して改良点を検討・試行していく必要があり、STEP3において考える。

時間基準保全から状態基準保全への移行は、現状で運用する点検においても取り組むこととしているが、状態の把握・評価においては点検者の判断によるところが大きく、客観的・合理的な点検手法への取り組みが課題である。したがって、点検（状態監視）手法として、計測器による定量的な点検手法およびデータの蓄積の低コスト下での実用化が望まれ、今後のデータ蓄積とSTEP3における検討・技術開発が望まれる。