

# 長崎県港湾施設(鋼構造物) 維持管理ガイドライン

平成 22 年 2 月

長 崎 県      土 木 部      港 湾 課



## はじめに

本県では、これまでに港湾施設を含め多くの公共施設の整備を進めてきたが、その整備してきた大量の公共施設も時代とともに老朽化し、それに伴い適切な管理を行うための維持・更新費が増大していくことが予想されている。今後は、限られた財源の中で整備してきた施設をいかにして機能を維持し、長期に活用していくのが重要な課題となっている。

このため、土木部では、平成 19 年 3 月に「長崎県公共土木施設等維持管理基本方針」を策定し、「予防保全的手法」を導入した効率的かつ計画的な維持管理による施設の延命化とライフサイクルコストの縮減を図り、更新を含む投資費用の低減化と平準化の実現を目指すためのこれからの取組みを示したところである。

長崎県は、約 4,200km の長大な海岸線に 82 の港湾が点在しており、その数は全国の 8.4%に及んでいる。これらの港湾に建設されている大量の港湾施設を今後も良好な状態に維持管理していくためには、これまでの事後保全的な維持管理手法を見直し、効率的かつ計画的な維持管理の手法を定める必要がある。

このため、「予防保全的手法を導入した維持管理」が効果的と考えられる鋼構造物を対象に、「長崎県港湾施設(鋼構造物)維持管理ガイドライン検討委員会」において今後の維持管理を適切に行っていくための実施手法について審議して頂いた結果をもとに、「長崎県港湾施設(鋼構造物)維持管理ガイドライン」を策定した。

本ガイドラインは、「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」((財)沿岸技術研究センター)等の既存資料を参考としながら、長崎県の港湾施設の特性や実情が反映されるように県内の港湾施設の点検診断結果を活用して策定したものである。

今後、本ガイドラインを運用しながら適宜更新を行うとともに、効率的かつ計画的な維持管理を展開し、港湾施設の延命化とライフサイクルコストの縮減を図るものである。

平成 22 年 2 月

長崎県 土木部 港湾課

## 長崎県港湾施設(鋼構造物)維持管理ガイドライン検討委員会

### 検討委員会

委員長	長崎大学 工学部 社会開発工学科教授	多田 彰秀
委員	長崎大学 工学部 社会開発工学科准教授	中村 聖三
〃	国土交通省九州地方整備局 長崎港湾・空港整備事務所長	堀 勇一郎
〃	長崎県 土木部 建設企画課長	福田 友久
〃	長崎県 土木部 港湾課長	田村 孝義

### 第1回委員会

日時：平成21年8月31日(月) 14:00～16:00  
場所：出島交流会館11階 会議室

### 第2回委員会

日時：平成21年12月21日(月) 13:30～16:00  
場所：長崎県大波止ビル3階 会議室

### 第3回委員会

日時：平成22年2月24日(水) 10:00～12:00  
場所：出島交流会館2階 会議室



長崎県港湾施設(鋼構造物)維持管理ガイドライン検討委員会開催状況

# 目 次

1. 総則	1
1.1 目的	1
1.2 対象施設	2
1.3 ガイドラインの位置づけ	4
1.4 維持管理のサイクル	5
2. 状態把握手法	6
2.1 点検診断の分類と位置づけ	6
2.2 点検診断の頻度と実施単位	8
2.3 点検診断の項目及び方法と状態の判定	9
3. 状態評価手法	10
3.1 施設健全度	10
3.2 維持管理目標	12
4. 劣化予測	15
4.1 劣化予測の考え方	15
4.2 部位・部材の劣化予測モデル	16
5. 補修対策工法	17
5.1 処置の種類	17
5.2 鋼部材の補修・補強	18
5.3 コンクリート部材の補修・補強	19
6. 経済性評価手法	20
7. 維持補修計画の立案	21
7.1 整備優先度	21
7.2 施設の社会的影響度	21
7.3 維持補修計画	23
8. 事後評価	24
9. 今後の取り組み	25

## 1.総則

### 1.1 目的

本ガイドラインは、長崎県における港湾施設の延命化、維持管理コストの最小化・平準化を目標として港湾施設の維持管理を適切に行っていくための実施手法を定めるとともに、ライフサイクルコストの縮減を図ることを目的として策定する。

#### [解説]

長崎県では、港湾施設を含め多くの公共施設の整備を進めてきたが、これまでに整備してきた大量の公共施設も時代とともに老朽化し、それに伴い適切な管理を行うための維持・更新費が増大していくことが予想されている。今後は、限られた財源の中で整備してきた施設をいかにして機能を維持し、長期に活用していくのが重要な課題となっている。

このような中、長崎県における港湾施設の延命化、維持管理コストの最小化・平準化を目標として港湾施設の維持管理を適切に行っていくための実施手法を定めるとともに、ライフサイクルコストの縮減を図ることを目的としてガイドラインを策定する。

なお、本ガイドラインの作成に際しては、「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」((財)沿岸技術研究センター)等の既存資料をもとに、長崎県の港湾施設の特性や実情を反映したものとなるよう、県内の各港湾施設を点検し、得られたデータを活用している。しかし、予防保全的維持管理手法の導入初期であることから十分なデータ数は得られていないため、今後維持管理を実施する中でデータを蓄積していくことが必要不可欠である。それらのデータの分析結果に基づき、本ガイドラインについても随時更新を重ねていくことを前提としている。

## 1.2 対象施設

本ガイドラインによる維持管理の対象施設は、長崎県が管理する港湾施設(鋼構造物)とする。

### [解説]

本ガイドラインの対象とする港湾施設(鋼構造物)とは、港湾法第2条第5項で定める港湾施設(外郭施設、係留施設等)のうち、主要部材に鋼材を使用しているものである。

### < 参考 > 主な鋼構造物

#### 1. 外郭施設

##### (1) 防波堤

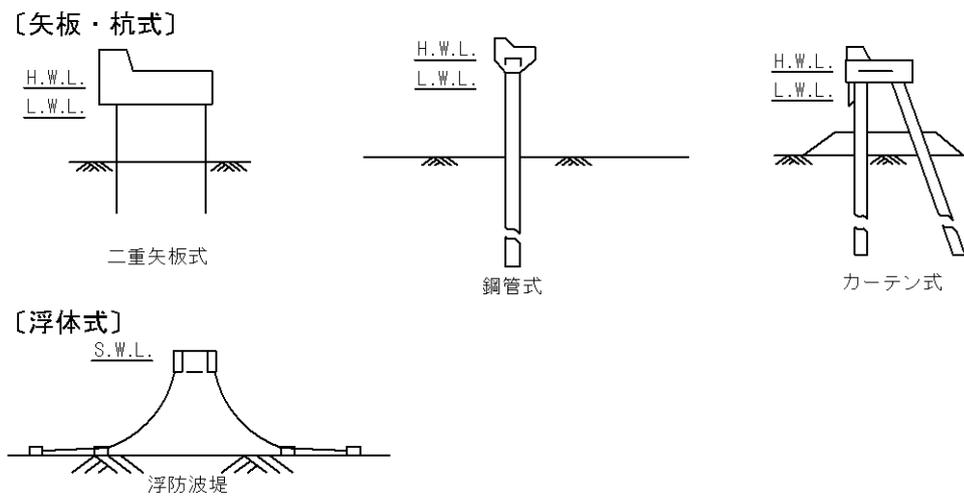


図-1.2.1 防波堤模式図

#### 2. 係留施設

##### (1) 岸壁・物揚場(矢板式)

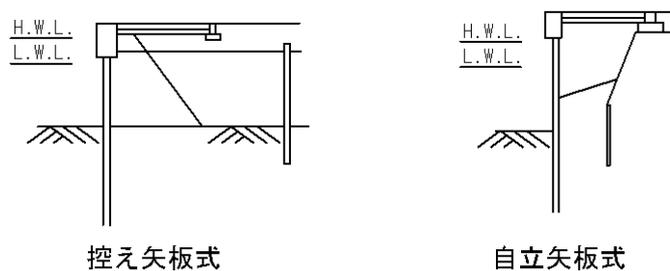


図-1.2.2 岸壁・物揚場(矢板式)模式図

(2) 栈橋

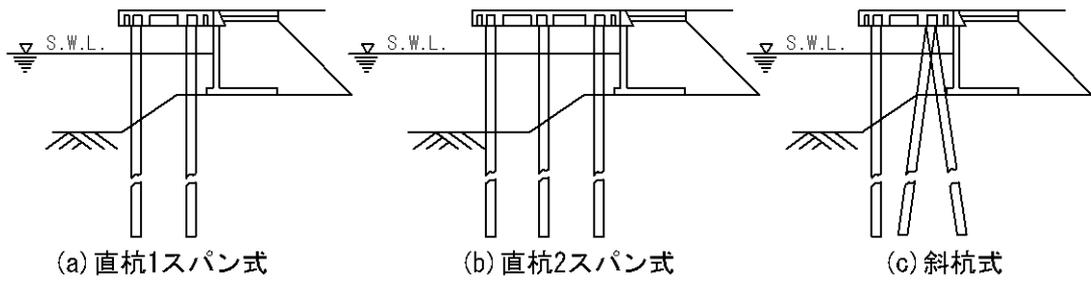


図-1.2.3 栈橋模式図

(3) 浮栈橋

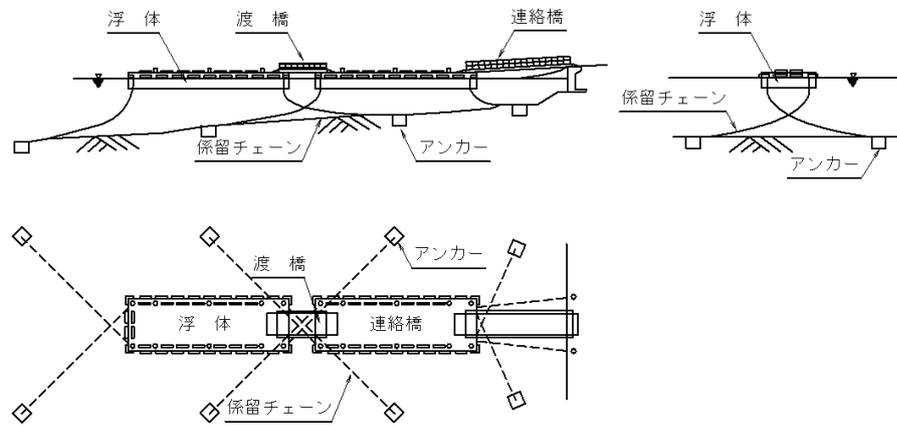


図-1.2.4 浮栈橋(チェーン係留式)模式図

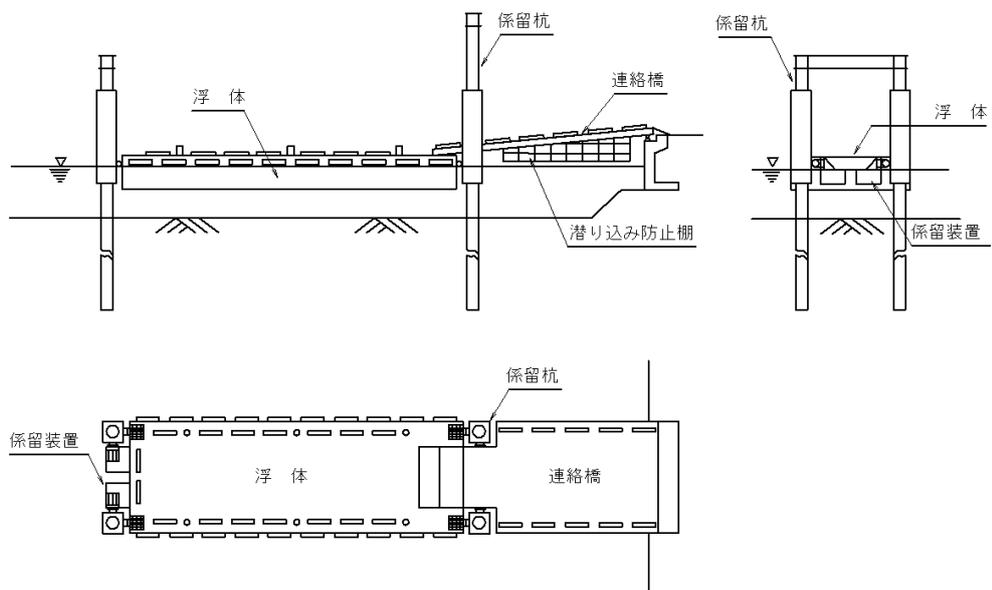


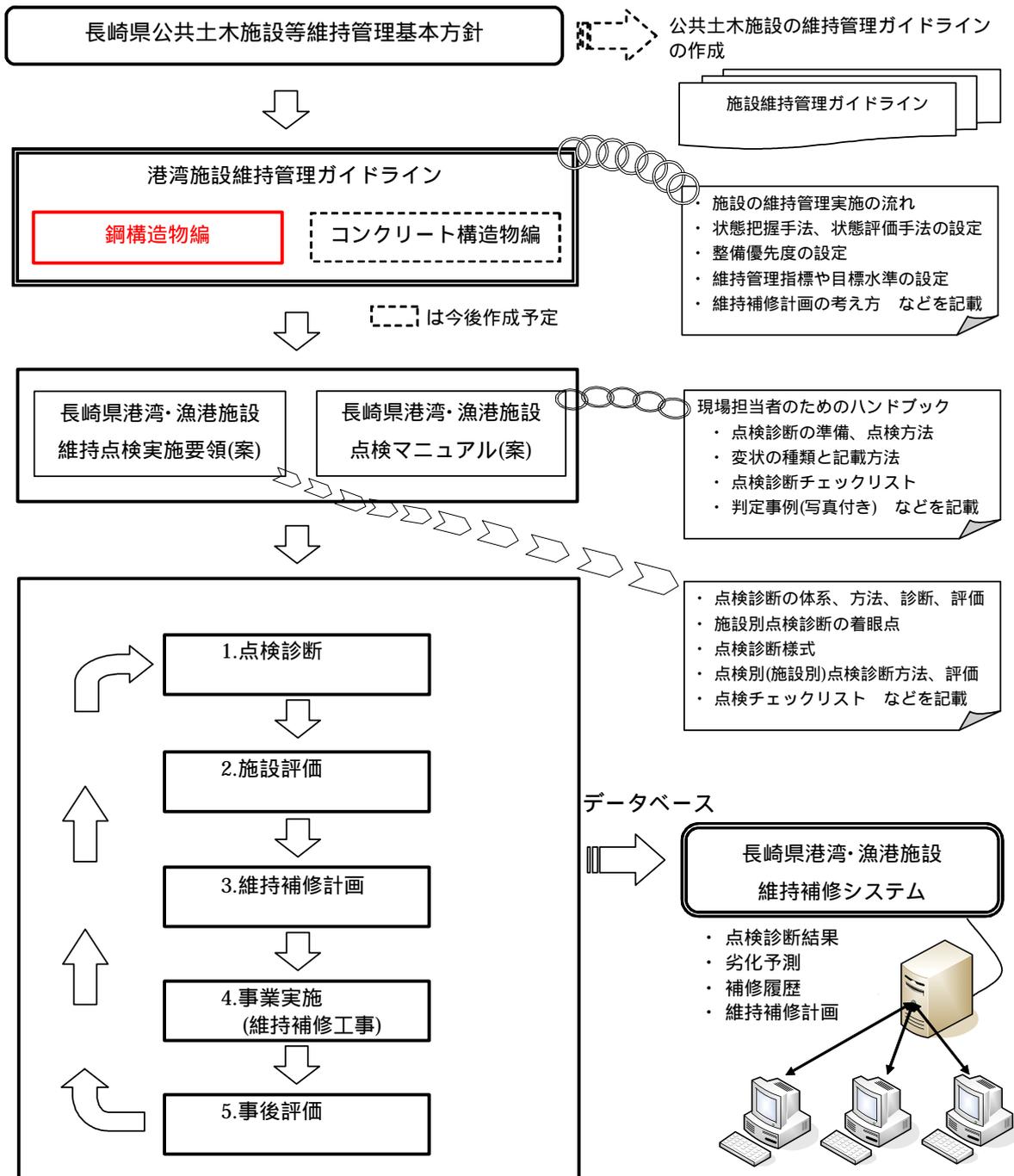
図-1.2.5 浮栈橋(杭係留式)模式図

### 1.3 ガイドラインの位置づけ

本ガイドラインは、長崎県公共土木施設等維持管理基本方針に基づいて策定する。  
対象施設の維持管理は、本ガイドラインに基づいて実施する。

[解説]

港湾施設(鋼構造物)維持管理ガイドラインの位置づけを、図-1.3.1 に示す。



ガイドライン、マニュアル、維持補修計画等は、運用しながら必要に応じて見直しを行う。  
図-1.3.1 港湾施設(鋼構造物)維持管理ガイドラインの位置づけ

## 1.4 維持管理のサイクル

施設を点検診断した後、施設の評価を行うとともに、その結果に基づいて維持補修計画を策定する。なお、維持補修計画は、定期的な点検診断を基にした施設評価により適切に見直しを行う。

[解説]

港湾施設(鋼構造物)の維持管理のサイクルおよびスケジュールを図-1.4.1に示す。

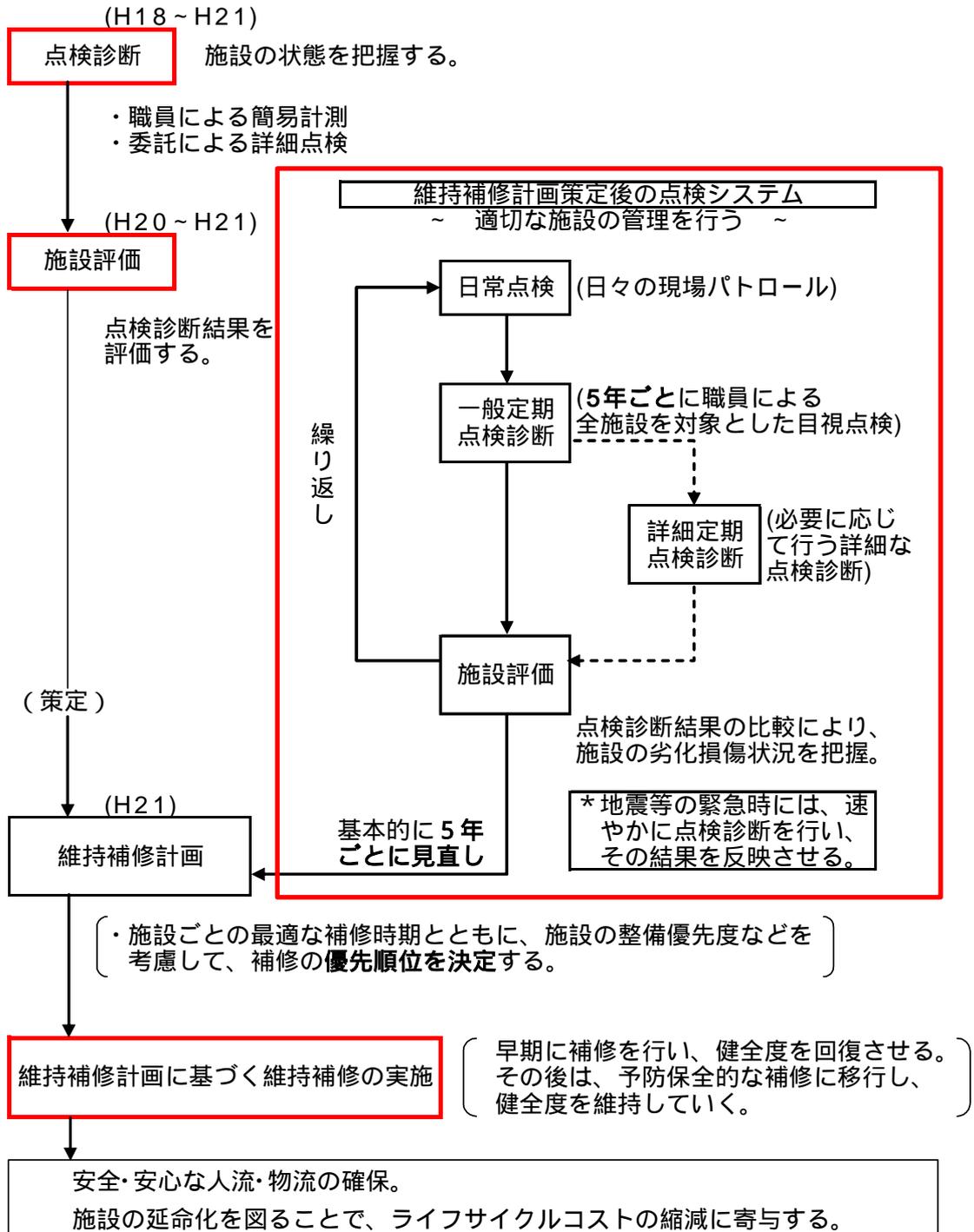


図-1.4.1 鋼構造物の維持管理のサイクルとスケジュール

## 2.状態把握手法

### 2.1 点検診断の分類と位置づけ

点検診断は、施設の変状を効率的に発見することを目的として、定期的に行うこととし、その目的や実施時期により、「初回点検」、「日常点検」、「定期点検診断(一般定期点検診断、詳細定期点検診断)」及び「臨時点検診断(一般臨時点検診断、詳細臨時点検診断)」に分類する。

[解説]

点検診断の分類と位置づけを以下に示す。

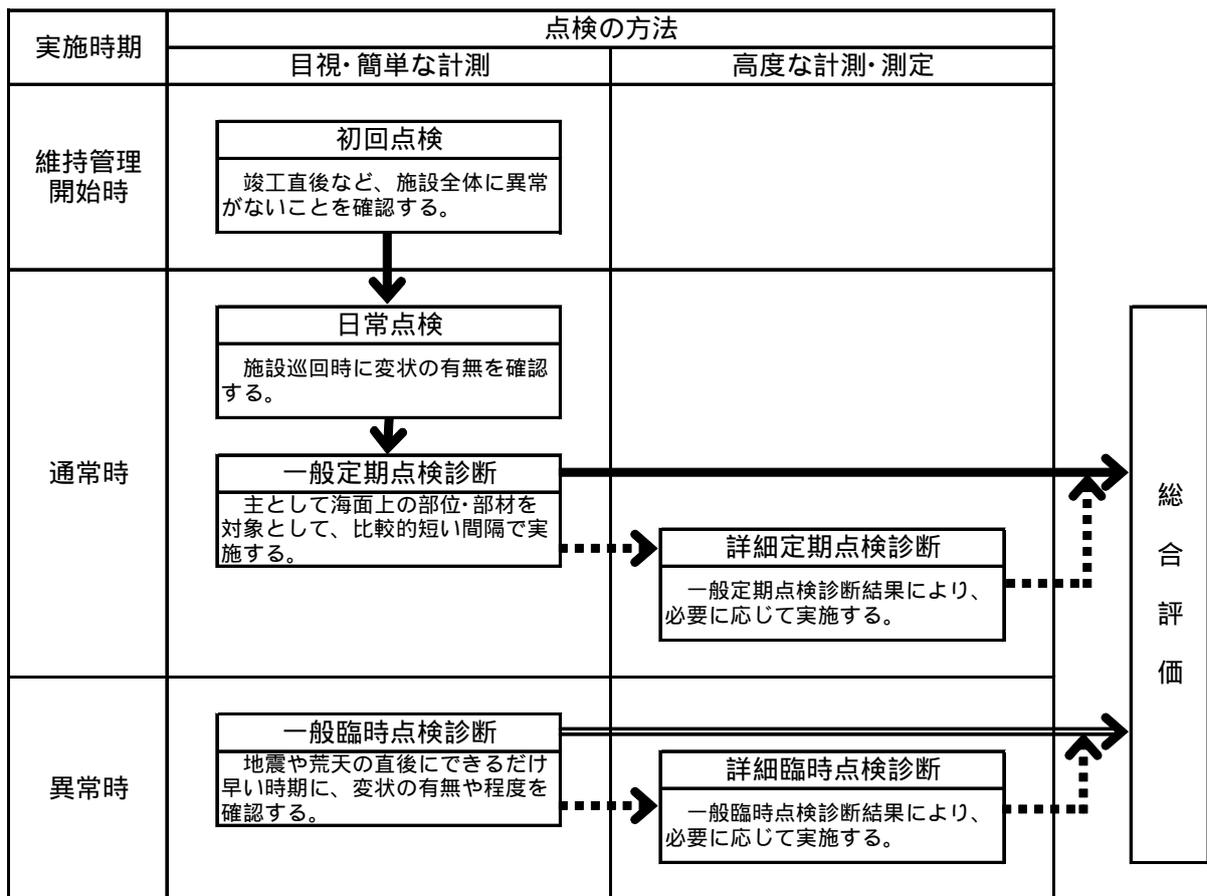


図-2.1.1 点検診断の分類と位置づけ

#### 1)初回点検

施設の竣工後、または維持管理計画の策定時において、対象施設の維持管理の初期状態を把握するとともに、点検データとしての初期値を取得するために実施する。実施点検項目、点検方法、判定基準は、定期点検診断と同一とする。

なお、維持管理計画策定に伴って実施する「初回点検」では、不可視部分を把握するため、全施設について水中部の詳細点検を実施する。

## 2) 日常点検

日常の管理や利用に際して点検を実施するもので、施設利用上の障害発生の有無、岸壁等の適正な利用がなされているかなどを確認する。

日常点検は、施設全体の目視点検や動作確認を実施することとし、原則として県職員がこれに従事する。

## 3) 定期点検診断

### 一般定期点検診断

一般定期点検診断は、施設の状態を簡易的に把握することを目的とし、陸上踏査および(船舶等を利用した)海上踏査による目視調査とメジャー等を用いた簡易計測を基本とする。

一般定期点検診断は、基本的に初回点検結果や既往の調査結果を踏まえながら施設の状態を点検診断することとし、原則として県職員がこれに従事する。

### 詳細定期点検診断

詳細定期点検診断は、日常点検、一般定期点検診断において重大な変状が確認された場合、または変状の発生のおそれがある場合など必要に応じて実施するものである。特に変状原因の追及、対策工法検討のための情報収集等を目的として、県職員および専門的な知識や技術を持った調査受託者等がこれに原則として従事する。なお、一般定期点検診断では把握することができない潜水土による水中目視観察や機器計測等もこれに含まれる。

## 4) 臨時点検診断

### 一般臨時点検診断

一般臨時点検診断は、台風、季節風などの高波浪時、地震・津波発生時等の災害により、施設が被災した可能性が有る場合に必要に応じて実施するものである。一般定期点検診断レベルでの調査内容を基本として、一般定期点検診断での点検診断項目を参考に実施する。原則として県職員がこれに従事する。

### 詳細臨時点検診断

一般臨時点検診断により被災箇所が確認された場合は、被災状況に応じて詳細定期点検診断レベルでの点検診断項目を検討した上で実施する。原則として県職員および専門的な知識や技術を持った調査受託者等がこれに従事する。

## 2.2 点検診断の頻度と実施単位

点検診断の頻度は、定期的に施設の状態が把握できるように設定することとし、一般定期点検診断については、原則として5年に1度実施する。

また、施設の変状を効率的に把握するため、施設毎に適切な点検診断の実施単位を設定する。

### [解説]

点検診断の頻度は、以下の考え方を基本とする。

#### 1) 初回点検

施設竣工時(新設の場合)及び維持管理計画の策定時(既設の場合)に実施する。

#### 2) 日常点検

日常の施設巡回時の点検として随時実施する。

#### 3) 定期点検診断

##### 一般定期点検診断

原則として5年に1度実施する。

ただし、補修・補強・更新の予定がある施設、早期に補修・補強・更新の検討を要すると判断される施設(本書3.1に示す施設健全度が40以下の施設、又は劣化予測等により5年以内に施設健全度が40以下になることが予想される施設)については、その補修を行うまでの期間において1年に1度点検診断を実施する。

##### 詳細定期点検診断

日常点検や一般定期点検診断において変状が確認された施設に対して、実施の要否、実施の時期及び項目を随時検討する。

#### 4) 臨時点検診断

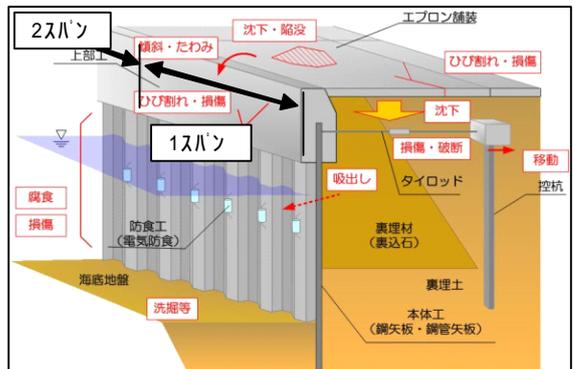
##### 一般臨時点検診断及び詳細臨時点検診断

地震、台風、冬季風浪、船舶の衝突等の発生後、速やかに実施する。また、変状が確認された施設に対しては、必要に応じて詳細臨時点検診断を実施する。

点検診断の実施単位は、表-2.2.1を基本とする。

表-2.2.1 点検診断の実施単位

施設名	点検診断(a, b, c, d)	
	日常点検	一般定期点検診断等
防波堤	1施設ごと	ケーソン1函 (上部工1スパン)ごと
護岸・堤防	矢板式	1施設ごと
係留施設	矢板式	1バースごと
	栈橋	1バースごと
	浮栈橋	1施設ごと
乗降施設	可動橋	1施設ごと



## 2.3 点検診断の項目及び方法と状態の判定

点検診断の項目および方法は、「長崎県港湾・漁港施設維持点検実施要領(案)」によるものとし、部位・部材の状態を4段階で判定することを基本とする。なお、日常点検は、施設全体の概要調査として3段階で判定する。

### [解説]

#### (1) 点検診断の項目及び方法

点検診断の項目及び方法は、「長崎県港湾・漁港施設維持点検実施要領(案)」による。

#### (2) 点検診断における状態の判定

施設の状態を把握することを目的とする点検診断は、施設毎に各部位・部材の状態をa～dの4段階で判定することを基本とする。a～dの判定基準は、表-2.3.1に示すとおりである。

表-2.3.1 部位・部材の状態の判定(判定基準a～d)

判定基準	部位・部材の状態のイメージ
a	変状により部材の性能が消失している。
b	変状により部材の性能が低下している。
c	変状は確認されるが部材の性能への影響はない、または軽微である。
d	特に着目すべき変状は無い状態。

なお、日常点検は施設全体の概要調査を実施することとし、施設の状態をA～Cの3段階で判定する。A～Cの判定基準は、表-2.3.2に示すとおりである。

表-2.3.2 日常点検の判定(判定基準A～C)

判定基準	損傷度のイメージと維持管理の考え方
A	施設の安全面、使用性から判断して、早急な対応が必要な状態である。
B	そのままでも利用は可能であるが、今後施設の安全性・使用性に影響を与える劣化がある。予防保全的に早急な対処が望ましい状態である。
C	施設の安全性・使用性に影響を与える劣化がない、または軽微な状態であり、今後も継続して観察を続ける状態。

### 3.状態評価手法

#### 3.1 施設健全度

施設の状態は、点検診断結果を基に、劣化や損傷状態を「施設健全度」として定量的に評価する。

##### [解説]

施設健全度は、点検診断の項目毎に判定した a~d の診断結果に、「部位・部材の性能」、「変状(連鎖)の特性」、「施設の要求性能への影響度」等を考慮して設定する「重み係数」を乗じて、定量的な評価値として下式により求める。

$$\text{施設健全度} = \text{(判定結果 a~d} \times \text{重み係数)}$$

ただし、判定結果 d=100、c=70、b=40、a=0 とする。

重み係数は、各施設の「健全度算定様式」毎に設定する。(表-3.1.1 及び参考資料編 参照)

「重み係数」は、港湾構造物・鋼構造物の専門家等 18 名にアンケート調査を実施し、その内容をもとに AHP 法による 1 対比較(どちらがどの程度重要か)により設定している。ただし、「重み係数」の値については、社会情勢の変化等に合わせて適切に見直しを行っていくものとする。

施設健全度の算定に際しては、点検診断の実施単位毎(1 スパン毎など)の結果を集計し、部位・部材毎に診断結果の悪いものを施設の評価として採用する。(表-3.1.1 参照)

表-3.1.1 施設健全度の設定の考え方

項目	1 スパン	2 スパン	3 スパン	4 スパン	5 スパン	6 スパン	採用
係船柱	a	c	d	d	d	d	▶ a
防舷材	c	c	c	c	d	d	▶ c
車止め	c	c	c	a	d	d	▶ a

なお、点検診断の結果等と施設機能(利用上や構造上の機能)との関連付けについては現在のところ十分な知見が得られていないことから、評価結果及び評価時の考え方については継続的にデータ蓄積を行い、今後の評価方法の確立に向けた取り組みを進めていく必要がある。

表-3.1.2 健全度算定様式(浮棧橋の場合)

健全度算定表								
港名:	港	地区名:	地区	施設名:	× 浮棧橋			
レベル1 目的	レベル2 大分類	レベル3 小分類	レベル4 項目	重み 係数	判定	評価 点	健全度	
浮棧橋の 健全度評価	ボンツーン 0.3	ボンツーン内部 の劣化、損傷 0.3	本体の亀裂、損傷、浸水	0.09	d	100	9	
			ボンツーン外部 の劣化、損傷 0.3	鋼材の腐食、亀裂、損傷	0.03	d	100	3
				被覆防食工(被覆材の損傷等)	0.01	d	100	1
				電気防食工(電位)	0.02	d	100	2
				コンクリートの劣化、損傷	0.02	d	100	2
		ローラー部の異常音	0.02	d	100	2		
		エプロン の劣化、損傷 0.2	ひび割れ、凹凸、段差	0.06	d	100	6	
		本体係留位置	本体位置のずれ	0.06	d	100	6	
		係留部 0.3	摩耗、塗装、腐食	0.30	d	100	30	
		附帯工 0.1	係船柱	損傷、変形、塗装の状態	0.02	c	70	1
	防舷材		本体の損傷、破損、取付金具の錆、傷	0.02	d	100	2	
	はしご		損傷、変形、塗装の状態、腐食等	0.01	d	100	1	
	車止め、安全柵		損傷、変形、塗装の状態、腐食等	0.02	d	100	2	
	屋根		損傷、変形、塗装の状態、腐食、錆等	0.01	d	100	1	
	照明		機器、配線等の損傷、変形、腐食、錆	0.01	d	100	1	
	連絡橋・渡橋 0.3		安定性、損傷、腐食	移動の安定性、錆、傷、塗装	0.30	c	70	21
				1.0			90	

### 3.2 維持管理目標

#### 3.2.1 維持管理の基本的な考え方

目標供用期間内で施設機能を確保するための基本的な考え方を「維持管理レベル」と定義し、施設の構造形式、社会的影響度、状態等に応じて部位・部材毎に以下の3段階から設定する。

維持管理レベル（事前対策型）	
	<p>高い水準の損傷劣化対策を行うことにより、供用期間中に要求性能が満たされなくなる状態に至らない範囲に変状の程度を留める。</p>
維持管理レベル（予防保全型）	
	<p>損傷劣化が軽微な段階で、小規模な対策を頻繁に行うことにより、供用期間中に要求性能が満たされなくなる状態に至らないように性能の低下を予防する。</p>
維持管理レベル（事後保全型）	
	<p>要求性能が満たされる範囲内で、損傷劣化に起因する性能低下をある程度許容し、供用期間中に1~2回程度の大規模な対策を行うことにより、損傷劣化に事後的に対処する。</p>

#### [解説]

##### (1) 維持管理レベルの考え方

本マニュアルで導入した「維持管理レベル」とは、「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」（(財)沿岸技術研究センター）に記載されている分類および考え方を参照して設定しており、それぞれの考え方は以下のとおりである。

##### 維持管理レベル（事前対策型）

高い水準の損傷劣化対策を行うことにより、供用期間中に要求性能が満たされなくなる状態に至らない範囲に変状の程度を留める。

維持管理計画の策定時における部材の劣化・変状予測において、供用期間中に部材の性能に影響を及ぼす変状が十分に軽微な状態であること（維持管理上の限界状態に達しないこと）を照査した部材に対する維持管理レベルのことである。

### 維持管理レベル（予防保全型）

損傷劣化が軽微な段階で、小規模な対策を頻繁に行うことにより、供用期間中に要求性能が満たされなくなる状態に至らないように性能の低下を予防する。

維持管理計画の策定時における部材の劣化・変状予測において、供用期間中に部材の性能に影響を及ぼす変状の発生(維持管理上の限界状態)が予測されるが、維持管理段階において予防保全的な対策を実施することを設計時点から計画しておくことで、維持管理上の限界状態に至る前に、維持補修を実施するよう配慮された部材に対する維持管理レベルのことである。

### 維持管理レベル（事後保全型）

要求性能が満たされる範囲内で、損傷劣化に起因する性能低下をある程度許容し、供用期間中に1～2回程度の大規模な対策を行うことにより、損傷劣化に事後的に対処する。

維持管理計画の策定時における部材の劣化・変状予測において、供用期間中に変状の発生により部材の性能低下が予測されるが、予防保全的な対策が困難あるいは不経済であることから、部材の要求性能が喪失される前に、事後保全的な対策を実施することを想定した部材に対する維持管理レベルのことである。

なお、維持管理レベルの部材については、変状連鎖の初期段階で変状の存在を確認することが重要であり、施設機能への影響を最小限に止め、補修コストの縮減を図ることが必要である。

部位・部材に対する維持管理レベルの設定と補修対策方針について表-3.2.1に示す。

表-3.2.1(1) 維持管理レベル及び対策方針(外郭施設)

部材	維持管理レベルと補修対策の方針
本体工(鋼材)	: 防食工の設置管理、腐食進行してからの補強工等も含めた中から適切な工法を選択する。
上部工 (無筋コンクリート)	: 劣化が顕在化してから対応する。
控工(鋼材)	: 劣化が顕在化してから対応する。
水叩き、付帯設備	: 劣化が顕在化してから対応する。

表-3.2.1(2) 維持管理レベル及び対策方針(係留施設)

部材	維持管理レベルと補修対策の方針
本体工(鋼材)	: 防食工の設置管理、腐食が進行してからの補強工等も含めた中から適切な工法を選択する。
上部工 (無筋コンクリート)	: 劣化が顕在化してから対応する。
上部工 (鉄筋コンクリート)	: 表面被覆等の予防保全的処置や、断面修復(大規模)も含めた中から適切な工法を選択する。
控工(鋼材)	: 劣化が顕在化してから対応する。
エプロン、付帯設備	: 劣化が顕在化してから対応する。

### 3.2.2 維持管理の目標

施設の性能状態や補修目標を把握するため、点検診断した施設健全度をもとに、「要求性能上の限界値」、「維持管理上の限界値」及び「目標補修水準」を設定する。

#### [解説]

供用期間中は、設計時に要求された性能を確保することを目標として、施設機能が消失しない範囲で、維持管理レベルやライフサイクルコストを考慮して、施設を適切な状態に維持する。

維持管理目標は、点検診断結果をもとに、要求性能上の限界値、維持管理上の限界値及び目標補修水準を設定する。各設定値の考え方を以下に示す(図-3.2.1 参照)。

#### (1) 要求性能上の限界値【施設健全度：40】

要求性能上の限界値とは、これ以上劣化が進むと、施設の安全性能、使用性能、耐久性に支障を来し、大規模な維持補修が必要となるレベルを意味する。

要求性能上の限界値は、点検した施設の劣化状態及び施設の設計耐用年数である建設後 30 年付近の施設健全度を参考にして、「施設健全度 40」とする。

#### (2) 維持管理上の限界値【施設健全度：60】

維持管理上の限界値とは、部材の一部に劣化がみられるが、施設の利用上は支障がないレベル、または予防的な補修ができるレベルを意味する。

維持管理上の限界値は、点検した施設の状態を参考にして、「施設健全度 60」とする。

#### (3) 目標補修水準【施設健全度：80】

目標補修水準とは、維持補修により施設の機能を回復させる場合の目標となるレベルを意味する。

目標補修水準は、点検した施設の状態を参考にして、「施設健全度 80」とする。

なお、今後は県内対象施設全体の平均施設健全度を 80 程度に保つことを目標とする。

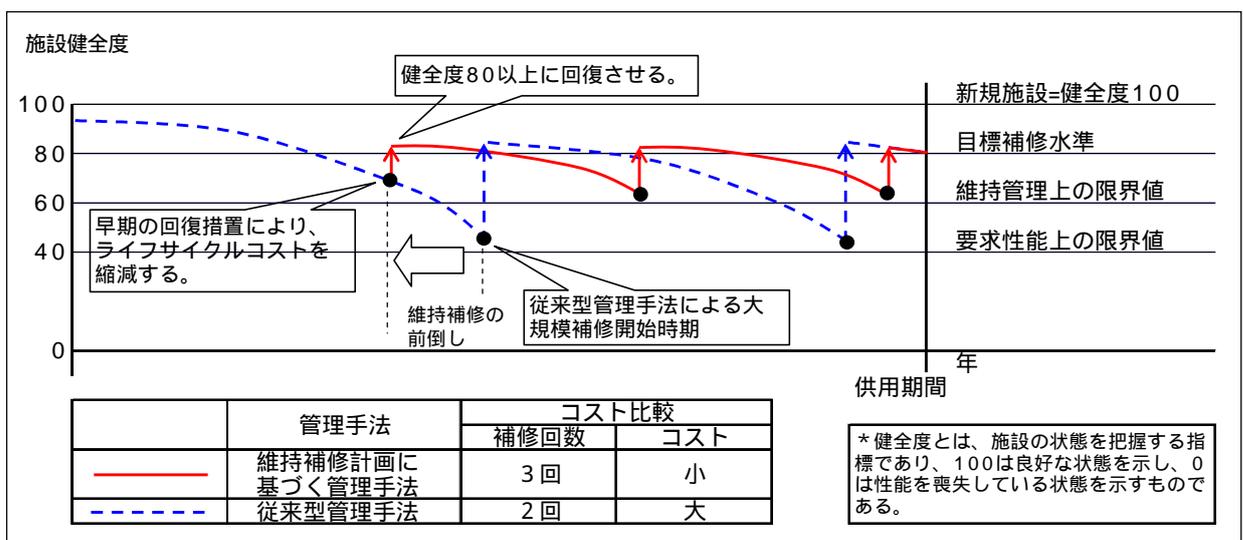


図-3.2.1 鋼構造物の施設健全度と維持管理の目標及び維持管理手法

## 4.劣化予測

### 4.1 劣化予測の考え方

補修工法の検討や補修の時期・コストの把握のため、点検診断結果に基づく部位・部材毎の健全度により劣化予測を行う。

#### [解説]

港湾施設の効果的な維持管理を行うためには、部位・部材毎の劣化予測を行って、補修工法の検討や補修の時期・コストの把握が必要となる。

現段階では、一般的に特定の部材(材料)に対する劣化予測手法(下表参照)が示されているが、部位・部材毎に劣化予測を行う手法は確立されていない。

このため、補修工法の検討や補修の時期・コストの把握のため、健全度に基づく部位・部材毎の劣化予測を行う。

#### 参考 一般的な特定部材の劣化予測手法

部材	劣化の概要	劣化予測の方法
鋼材	鋼材の腐食	肉厚減少量/経過年数 で算出した腐食速度及び耐力照査結果による予測(残存年数の計算)
電気防食	陽極の消耗	陽極消耗量/経過年数 で算出した消耗速度による予測(残存年数の計算)
コンクリート	塩害による鉄筋腐食・コンクリートのひびわれ等	潜伏期(鉄筋腐食開始前) 塩化物イオン浸透量の予測(Fickの拡散則)
		進展期以降 劣化進行の遷移確率による予測(マルコフ連鎖)

参考に示した特定部材の劣化予測手法については、「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」(財)沿岸技術研究センター)、「港湾鋼構造物防食・補修マニュアル(2009年版)」(財)沿岸技術研究センター)、「港湾コンクリート構造物 維持管理 実務ハンドブック」(財)沿岸技術研究センター)等を参照したものである。

## 4.2 部位・部材の劣化予測モデル

施設毎の点検診断結果に基づく部位・部材の健全度により、適切な劣化予測モデルを設定する。

[解説]

劣化予測モデルは、点検結果に基づく部位・部材毎の健全度を統計的に処理し、上に凸の二次曲線として設定することを基本とする。

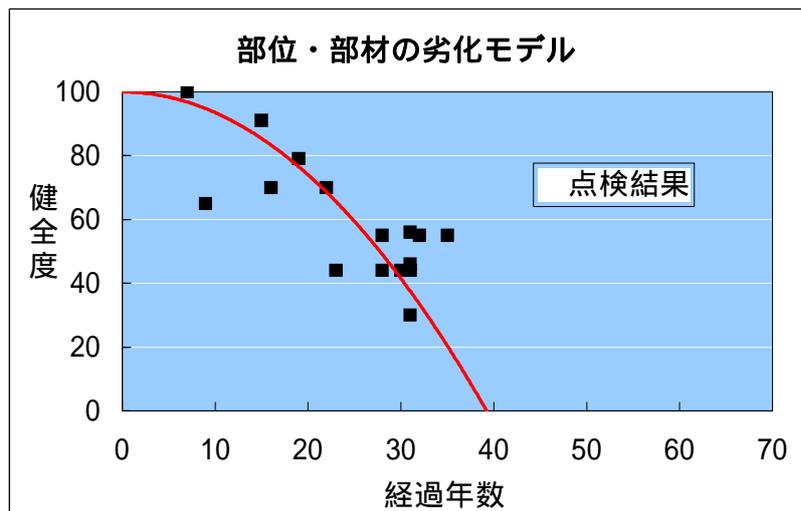


図-4.2.1 健全度に基づいた部位・部材の劣化予測モデル(例)

ただし、このモデルは現段階での点検結果に基づき設定しているため、今後の施設点検データの蓄積により、適切に見直しを図る(図-4.2.2 参照)。

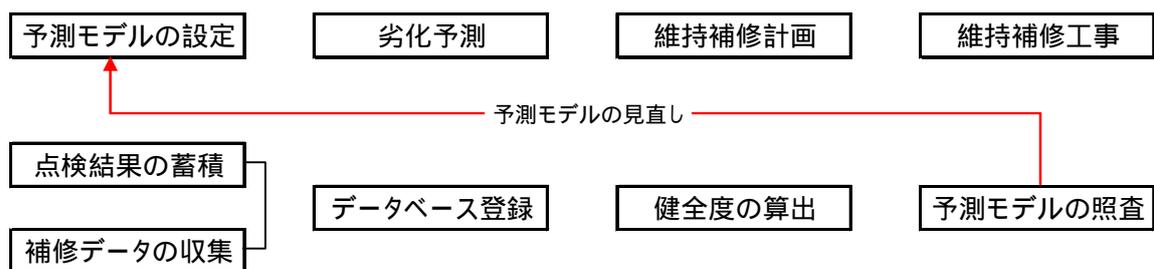


図-4.2.2 部位・部材の劣化予測モデルの設定の流れ

## 5.補修対策工法

### 5.1 処置の種類

対策が必要と判断される部材については、劣化の程度、施工条件、維持管理レベル及び経済性等を考慮して適切な処置を選定して適用する。

処置の種類	処置の内容
経過観察	点検項目・頻度は従来どおりで今後も継続する場合
点検診断計画変更	点検項目・頻度を変更する場合
補修	性能や耐久性を建設当初の状態近くまで回復させる場合
補強	性能や耐久性を当初設計以上に向上させる場合
更新	補修、補強よりも取替え、新設が合理的な場合
撤去	施設が不要となった場合

#### [解説]

- (1) 処置の種類は、「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」page.151 を参考に設定した。
- (2) 点検診断内容(総合的な評価)と維持管理レベルに応じた処置の考え方は、表-5.1.1 を目安として施工条件や経済性(ライフサイクルコスト)を考慮して設定する。

表-5.1.1 点検診断内容(総合的な評価)と維持管理レベルに対応した処置の目安

点検診断内容 (維持管理目標)	異状がみられず、十分な機能・安全性を有している。	一部劣化はみられるが、施設の機能・安全性に係る異状は認められず、全体として必要な機能が確保されている。	損傷劣化が進行しており、放置した場合に施設の機能・安全性が損なわれることが予想される。	損傷劣化が著しく進行し、施設の機能に支障をきたしている。
維持管理レベル	経過観察 対策実施までは劣化の進行状況のモニタリングを行う。	点検診断計画変更 補修 施設機能を回復するために早急に補修等を行い、変状発生を防止する事前対策を実施する。	補修 補強 更新	
維持管理レベル	経過観察 対策実施までは劣化進行のモニタリングを行う。	点検診断計画変更 補修 早急にLCCが最適となる工法を選定して対策を行う。	補修 補強 更新	
維持管理レベル	経過観察 対策実施までは劣化の進行状況のモニタリングを行う。	点検診断計画変更 補修 早急にLCCが最適となる工法を選定して対策を行う。または、更新する。	補修 補強 更新	

表中の上段は点検診断内容に対する処置、下段は対応の方針である。

## 5.2 鋼部材の補修・補強

補修・補強が必要と判断される鋼部材(鋼管杭・鋼矢板・鋼管矢板等)に対して、劣化・損傷の原因とその進行規模、施工条件、経済性等に応じて適切な対策を選定する。

### [解説]

鋼部材の補修・補強については、主に腐食に対するものであり、補修・補強の考え方を目的別に整理すると以下ようになる。

#### 1) 腐食進行の抑制

腐食の進行を最低限に留め、供用期間内における耐力消失を回避する。

#### 2) 耐荷力の回復

所定の耐荷力を満たさない、あるいは供用期間内に満たされなくなる可能性がある場合に耐荷力を回復させる。

図-5.2.1 に示した一般的な鋼部材の補修・補強の考え方については、「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」( (財)沿岸技術研究センター) や「港湾構造物防食・補修マニュアル(2009 年版)」( (財)沿岸技術研究センター) 等を参照するものとする。

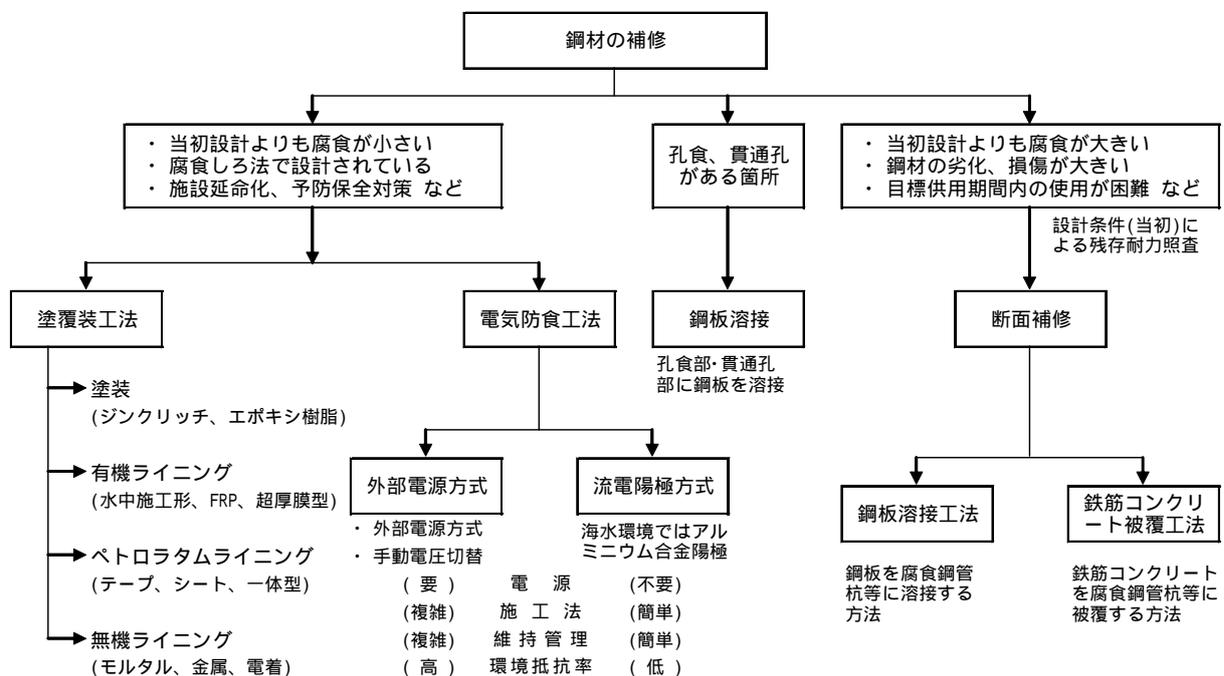


図-5.2.1 鋼部材の補修・補強の考え方

### 5.3 コンクリート部材の補修・補強

補修・補強が必要と判断されるコンクリート部材(栈橋上部工等)に対して、劣化・損傷の原因及び進行規模、施工条件、経済性等に応じて適切な対策を選定する。

[解説]

コンクリート部材の補修・補強は、劣化が進行している、あるいは維持管理上の限界値を下回ることが予想される場合に実施を計画する。ここで、補修・補強を計画する際は、既に低下した機能の回復を目的とするか、劣化による機能低下の抑制を目的とするかにより、その内容は異なる。したがって、補修・補強を計画する際は、その劣化・損傷の原因及び進行規模、現地の状況や工法の制約条件等を踏まえて総合的に判断する必要がある。

ここでは、栈橋上部工等のコンクリート部材の劣化原因として多くの事例が認められる塩害劣化に対する補修・補強工法の概要について以下に示す。

図-5.3.1 に示した一般的なコンクリート部材の補修・補強の考え方については「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」(財)沿岸技術研究センター)、「港湾コンクリート構造物 維持管理実務ハンドブック」(財)沿岸技術研究センター)等の資料を参照するものとする。

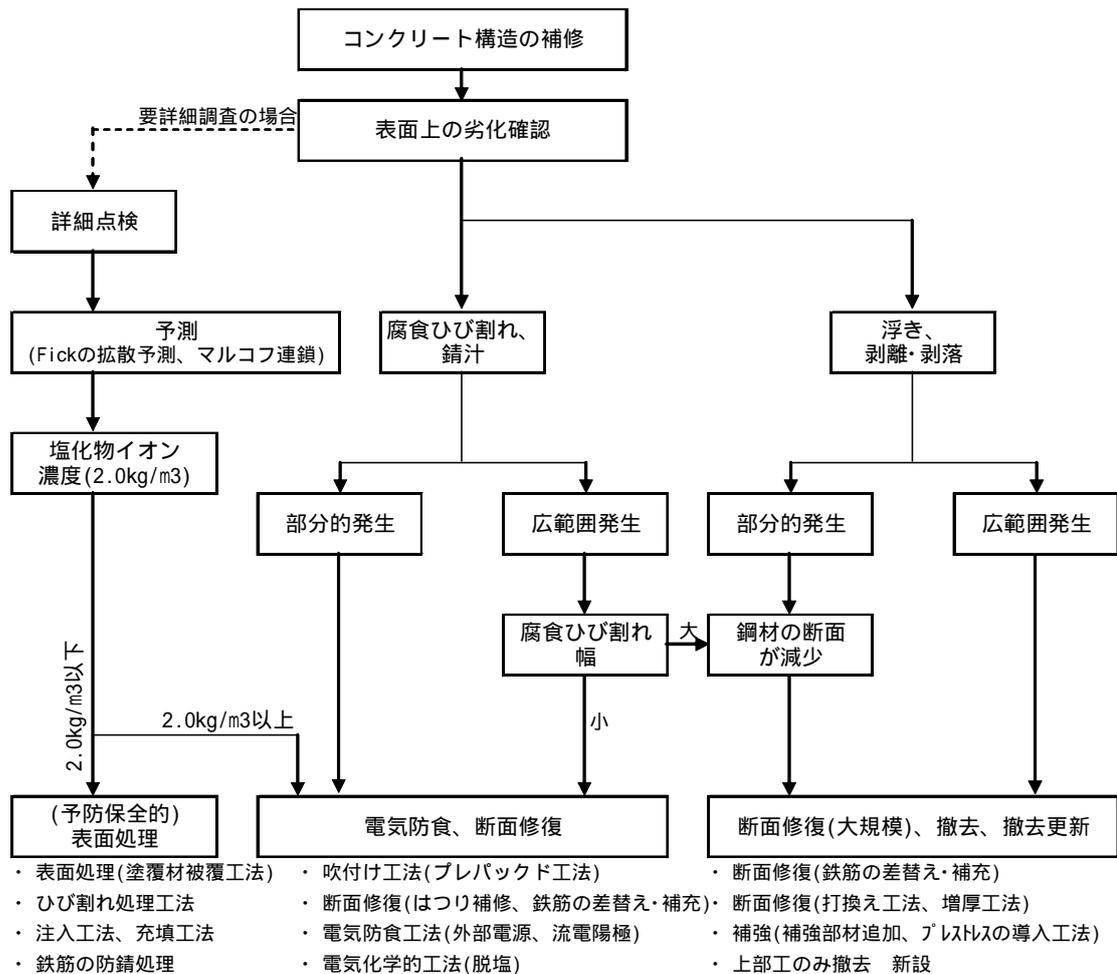


図-5.3.1 コンクリート部材の補修・補強の考え方

## 6.経済性評価手法

施設の維持管理を経済的に実施していくため、目標供用期間(50年)における維持管理に関するライフサイクルコスト分析による経済性評価を行う。

[解説]

### (1) ライフサイクルコスト分析の概要

限られた財源の中で効率的かつ計画的な港湾施設の維持管理を行い、施設の延命化を図っていくためには、目標供用期間における施設のライフサイクルコスト分析を行い、維持管理費の最小化を図る必要がある。ライフサイクルコストの分析に際しては、将来の対策方法や補修頻度の違いによるコスト比較を行うため、十分に長い期間を設定する必要がある。一般的には、設計耐用年数(30年～50年)や公共施設として機能確保を要求される期間(機能的耐用年数)が採用されることが多い。

長崎県の港湾施設の場合、設計耐用年数を30年～50年としていること、また、機能的耐用年数(施設の必要性)は永続的であることから、分析の対象期間を50年と設定する。

なお、工法選定の際に対象とする費用は、維持補修に係るものを標準とし、外部コスト(施設利用者側の損失等)及び災害時の損失等については、今後知見が蓄積された時点で導入を検討する。

$$\text{ライフサイクルコスト} = \text{初期費用} + \text{運用} \cdot \text{維持管理費用}$$

ここに、

初期費用：施設の計画・設計・建設に要する費用(新設構造物の場合)

運用・維持管理費用：施設の運用及び維持管理に関する費用

### (2) 維持補修の周期

維持補修の周期は、点検結果に基づき設定した劣化予測モデルにより設定する。

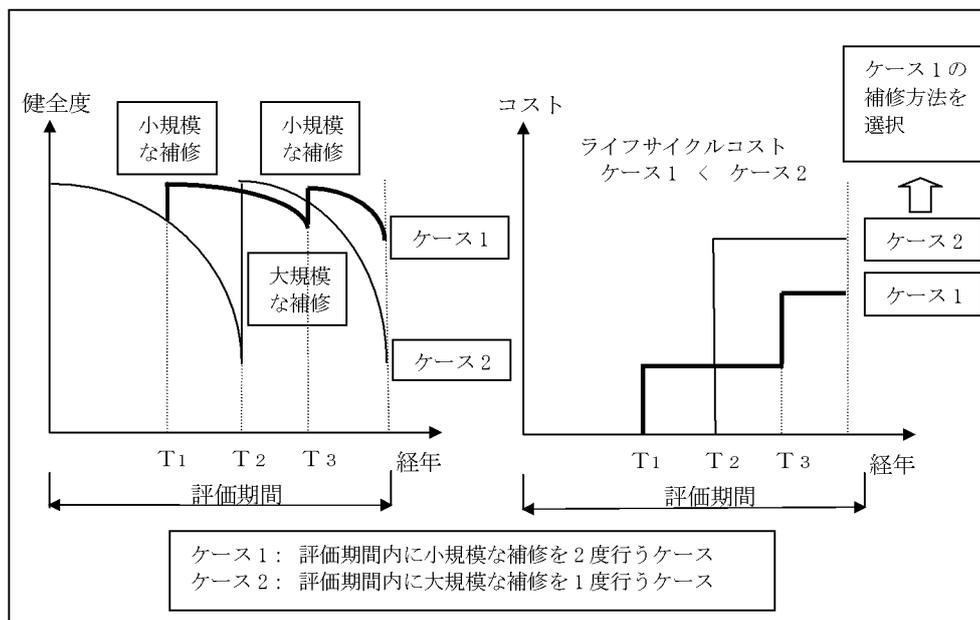


図-6.1 ライフサイクルコスト分析のイメージ

## 7.維持補修計画の立案

### 7.1 整備優先度

維持補修計画を策定するにあたり、計画的に維持補修を実施するための指標として、各施設に対して整備優先度を設定するものとする。

整備優先度は、施設健全度を支配的要因として考え、施設が機能しなくなった場合の社会的影響度を考慮した総合的な評価により行う。

各施設の整備優先度は、下式により求める。

$$\text{整備優先度} = \quad \times (100 - \text{施設健全度}) + \quad \times (\text{施設の社会的影響度})$$

#### [解説]

限られた財源の中で効率的かつ計画的な維持管理を行うため、各施設に対して整備優先度を設定し、維持補修の着手順位を決定する判断材料とする。整備優先度の設定に際しては、施設健全度を支配的要因とし、これに施設が老朽化等により使用できなくなった場合に与える社会的影響度を考慮して総合的に評価を行うこととし、当面、 $\alpha=0.7$ 、 $\beta=0.3$ とする。

なお、 $\alpha$ 、 $\beta$ の値については、一定期間ごとに見直しを行う。

### 7.2 施設の社会的影響度

施設の社会的影響度は、施設が持つ利用形態や施設性能、防災機能等を定量的に評価する。

#### [解説]

これまで、維持補修の実施に際しては、施設の利用形態や性能、防災機能等の情報を用いて施設の社会的影響度を比較してきたところであるが、明確な運用は定めていなかった。

このため、今後の維持補修を計画的、かつ客観的に実施していくため、「利用形態」、「施設性能」及び「防災機能」に関する評価項目を設定し、各項目に重み付け等を行うことにより定量的に施設の社会的影響度を評価する。

各項目の重み付けの結果は、表-7.3.1「施設の社会的影響度の算定表」に示す。

なお、施設の社会的影響度は、実際に港湾施設の維持管理に従事している県職員12名にアンケート調査を実施し、その内容をもとにAHP法による1対比較(どちらがどの程度重要か)により設定している。ただし、重み付けについては社会情勢の変化等に合わせて適切に見直しを行っていくものとする。

表-7.2.1 施設の社会的影響度の算定表

社会的影響度算定表						
港名:	地区名: 地区	施設名:	施設番号:			
レベル1 目的	レベル2 大分類	レベル3 小分類	レベル4 項目	対象項目 入力	社会的影 響度	
施設重要性の評価	利用形態 0.5	航路(離島・内航) 0.5	a. 離島航路	100	■	□
			b. 内航航路	50		
			b. 航路でない	0		
		貨物(取扱量) 0.2	a. 1,000t/m以上	100	■	□
	b. 1,000t/m未満	50				
	c. 取扱いなし	0				
	水深(設計水深) 0.2	a. -10m以深	100			
		b. -7.5m ~ -10m未満	75	■	□	
		c. -4.5m ~ -7.5m未満	50			
		d. -4.5m未満	25			
		e. なし	0			
	港格 0.1	a. 重要港湾	100	■	□	
		b. 地方港湾	50			
	施設性能 0.3	対象船舶 0.4	a. 旅客船	100	■	□
			b. 貨物船	75		
			c. 漁船	50		
d. プレジャーボート			25			
自然環境 0.3	a. 外海	100	■	□		
	b. 内海、港内	50				
主要構造 0.2	a. 鋼構造	100	■	□		
	b. 鉄筋コンクリート構造	75				
	c. 無筋コンクリート構造	50				
	d. その他	25				
適用設計基準年 0.1	a. 平成元年2月版以前	100	■	□		
	b. 平成11年4月版	50				
	c. 平成19年7月版	0				
防災機能 0.2	防災上の港湾区分 0.7	a. 防災拠点港	100	■	□	
		b. 防災支援港	50			
		c. 上記以外	0			
耐震性能 0.3	a. 耐震施設	100	■	□		
	b. その他の施設	50				
						0

注意事項：全施設とも全ての分類(レベル3)を評価する(対象外となる分類は無い)。  
 各施設の整備目的(効用)を考慮して該当項目を1つ選択し、評価する。  
 項目が複数該当する場合は上位(高配点)の項目を選択する。  
 (第1線防波堤等は、影響が及び港内全体を考慮して評価する。)  
 水深(設計水深)の項目のうち「なし」とは、係留施設から独立している廃棄物護岸などの場合を選択する。  
 岸壁に取付く護岸等は、当該岸壁の水深に対応するものを選択する。

### 7.3 維持補修計画

維持補修計画は、限られた財源の中で、効率的かつ計画的に維持管理を実施していくため、整備優先度をもとに立案する。

この計画に基づき維持補修を実施することで、今後 50 年間の予算の平準化及び港湾施設のライフサイクルコストの最小化を図っていく。

#### [解説]

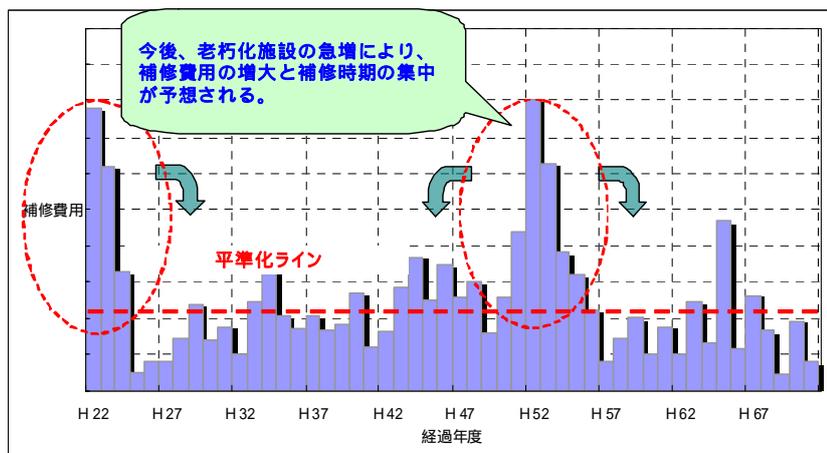
維持補修計画は、整備優先度をもとに県内施設全体の維持補修スケジュールや概算工事費等を記載した中長期的な投資計画として策定する。

維持補修計画を立案していく中で、ある期間に投資が集中した場合は工事時期の調整(平準化)を行い、効率的かつ計画的な維持補修の実施が可能となるよう計画するものとする。なお、劣化が進んでいる施設の場合は補修時期を前倒しすることを基本とするが、やむを得ず着手時期を先送りにする場合には、劣化の進行を予測し、必要に応じて対策工法の変更や応急対策等の検討を行う。

また、予防保全的な維持管理に移行するため、集中的に大規模な維持補修を実施し、早期に施設健全度の回復を図る。

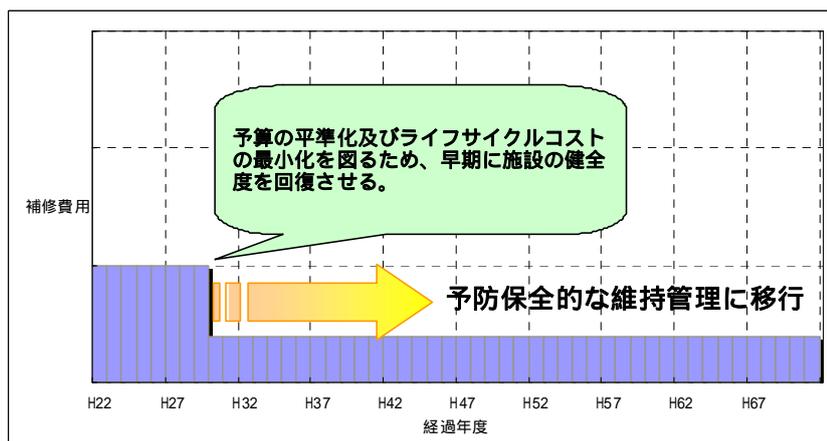
#### 維持管理計画のイメージ

##### 従来型の維持管理手法(大規模補修)による投資イメージ



従来型の維持管理から  
効率的かつ計画的な維持管理へ

##### 予防保全的な維持管理手法による投資シミュレーション



## 8.事後評価

維持補修事業の実施により得られた効果や当初の維持補修計画の達成度を評価することにより、効率的かつ計画的な維持管理に反映させていく。

### [解説]

今後、効率的かつ計画的な維持管理を行っていくため、策定した維持補修計画に基づき補修工事等の事業を実施する。事業実施後は、補修後の施設の健全度評価を行って事業の実施効果を検証するとともに、維持補修の工法や費用等の履歴をデータベースに登録し、次回の事業計画や実施の検討に関する基礎資料として活用していくものとする。

なお、事後評価の結果、新たな知見やデータが得られた場合等は、必要に応じてガイドラインや維持補修計画の見直しを図っていく。

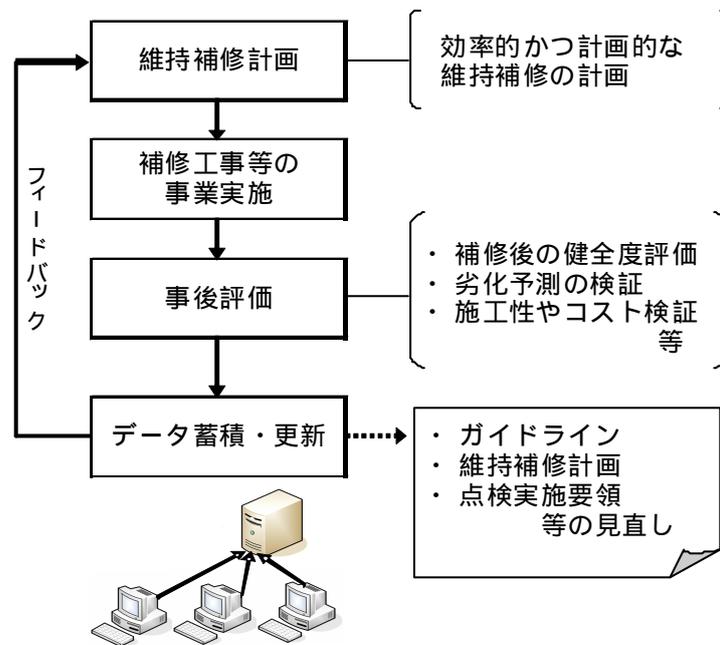


図-8.1 維持補修の実施サイクル

## 9. 今後の取り組み

効率的かつ計画的な維持管理の実現のため、多方面と協働しながら効果的な維持管理運営のための体制づくりに取り組むものとする。

### [解説]

本ガイドラインは、これまでの事後保全的な維持管理手法を見直し、予防保全的な維持管理手法を導入するとともに、効率的かつ計画的な維持管理を適切に行っていくための実施手法を定めたものである。

本ガイドラインに基づいた港湾施設の維持管理を実施していくためには、多方面との協働・調整が不可欠となってくることから、これらを効果的に運営していくため、以下の体制づくりに取り組むものとする。

#### (1) 点検診断の継続的かつ確実な実施

港湾施設を良好な状態に維持管理していくためには、点検診断を定期的の実施し、施設の状態を把握することが重要である。本県の抱える数多くの港湾施設に対し、継続的かつ確実に点検診断を実施していくことが必要である。

#### (2) 既存の実施要領等の継続的な改善

維持管理を進めていく上で得られた運用面の改善点等は、既存の実施要領等に適切に反映していくことが重要であり、これを継続的に実施していくことが必要である。

#### (3) 知見の集積と技術の継承

継続的な点検診断により得られた劣化損傷の特性データを収集・解析することで、劣化予測の精度向上を図るほか、補修工事の実績や新技術及び最新の研究成果などの新たな知見等を集積し、今後の維持管理や施設設計等に反映させる必要がある。また、これまで台風等の災害時や突発的な施設損傷に対応してきた実績等を検証し、今後の維持管理に継承していくことが必要である。