

棧橋のライフサイクルマネジメントシステムの構築

DEVELOPMENT OF LIFE CYCLE MANAGEMENT SYSTEM FOR OPEN-TYPE WHARF

加藤絵万¹・岩波光保¹・横田弘²

Ema KATO, Mitsuyasu IWANAMI and Hiroshi YOKOTA

¹正会員 博(工) (独)港湾空港技術研究所 構造研究チーム (〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1)

²フェロー 博(工) 北海道大学大学院教授 環境創生工学専攻 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

The authors have proposed the strategic maintenance method for port facilities based on the life-cycle management (LCM) concept. In this paper, the LCM system for an open-type wharf with steel piles was developed by uniting the individual components, such as performance assessment based on the inspection, performance prediction based on the inspection, and intervention planning based on inspection and prediction. Moreover, the definition of the limit of deterioration grade based on the designed maintenance level and an idea for deriving a representative deterioration grade in a structure were expressly proposed. The authors expect that rational and effective maintenance can be realized by the results of this research and subsequently the life-cycle cost reduction and performance maximization can be attained.

Key Words : *Open-type wharf, life-cycle management, maintenance plan, performance assessment*

1. はじめに

平成19年4月に施行された港湾の施設の技術上の基準を定める省令により, 技術基準対象施設については, 新規に建設される施設では設計時に, 既存の施設では今後最初に実施する点検時に維持管理計画書等を作成し, それに基づく維持管理を実施することになった. 維持管理計画は, 対象とする施設全体および構成部材の維持管理についての基本的な考え方をまとめた上で, 維持管理に関する行為の一連の手順について定めておくものである. これを受けて, 施設の維持管理計画書の作成や維持管理業務の技術的支援を目的として, 港湾の施設の維持管理計画書作成の手引き^{1), 2)}や港湾の施設の維持管理技術マニュアル³⁾ (以下, マニュアルと称する) が刊行された. このような港湾施設の維持管理に関する施策や技術の普及は, 合理的かつ効果的な維持管理をより推進していくものと考えられる.

著者らは, 港湾施設のライフサイクルコスト (LCC) を最適化することで, 効率的な維持管理を達成するための手法, すなわち, ライフサイクルマネジメント (LCM) の概念に基づく維持管理を提案している (図-1). LCMは, 港湾施設・構造物の供用期間中に生じるであろう劣化や損傷等の状態を予測し, これに計画的に対処していくためのシナ

リオを作成するとともに, シナリオを適宜適切に見直して維持管理を進めていくための一手法と定義できる. LCMの一連の流れと考え方については, 維持管理の技術資料^{1)~3)}への掲載などを通して普及を図っている. また, 点検診断, 対策の方法, それらに関するデータベースなど, 個々の要素技術については, 数々の調査・研究により有益な知見が蓄積されている. しかし, LCMシステムの概念や要素技術は確立されているものの, これまでLCMシステムとして体系的にとりまとめたものはない. そこで, 本研究では, 棧橋を対象として, これまで蓄積した知見を体系的に取りまとめ, 棧橋のLCMシステムを構築するとともに, それをベースとした維持管理計画の策定支援プログラムを開発した.

ここで, LCMの概念に基づいた維持管理を実施するには, 各部位・部材の維持管理限界の設定基準や, 点検診断結果を総括した総合評価の方法について, 維持管理の初期段階で明確にしておくことが必要である. しかし, これらについては未だ統一的な見解が存在しない. そこで, LCMシステムを構築するにあたり, まず始めに, 維持管理レベルに応じた性能低下の限界値の設定方法, および施設の性能低下度導出の一助とすることを目的として部位・部材の劣化度の代表値を定める方法について検討した.

2. LCMに基づく維持管理の流れと技術的課題

(1) LCMに基づく維持管理の流れの概要

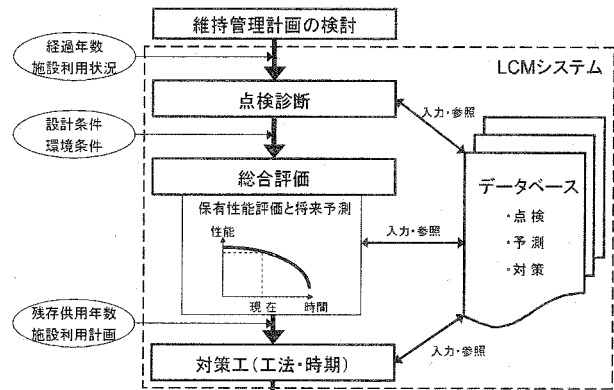
LCMに基づく維持管理は、施設の現況を統一的な基準に基づいて把握する点検診断、点検診断から判断される構造物あるいは部材の保有性能評価と将来の性能低下予測、また、これらに加えて将来の利用計画やLCC等を制約条件として行う総合評価、その結果に基づいて必要に応じて実施する対策工という流れで構成される（図-1）。

合理的な維持管理には、部材の性能に及ぼす影響が大きく、かつ、点検の対象としやすい損傷、劣化等の変状を主要な変状として選定し、点検診断の対象とすることが有効である。栈橋の場合、上部工および下部工（被覆防食、電気防食）の変状を点検対象として、一定の基準に基づいて各部材の劣化・変状状況を表-1に示す劣化度を指標として評価する。

総合評価では、栈橋の評価単位（上部工1スパン）を構成する全ての部位・部材の点検診断結果を総括し、施設全体としてどのような損傷、劣化等の変状が発生あるいは進展しているのかを整理し、現在および将来の施設の性能低下度（表-2）を評価することが求められる。現在の性能低下度は点検診断結果を総合することにより、将来の性能低下度は各部位・部材の劣化・変状予測を総合することにより評価できる。これに加えて、施設の利用計画、残存供用年数、重要度、財政上および将来の維持管理上の制約などを考慮し、必要に応じて実施すべき対策工の方法および実施時期を総合評価として検討する。

総合評価の結果から対策工の実施計画が策定されるが、現在あるいは将来になんらかの対策が必要であると判断された場合には、今後の供用期間を考慮した上で、対策の実施時期を検討することが必要である。その際、技術的判断に加えて、LCC、構造物の社会的影響度などを総合的に考慮して検討することが重要である。

本来であれば、全ての施設に対して高い水準の損傷・劣化対策を建設時点で施しておき、供用期間中に性能低下を生じない範囲に損傷・劣化を留めるようにしておくことが望ましい。すなわち、維持管理の基本的な考え方として示された3つの維持管理レベル³⁾のうち、維持管理レベルⅠとすべきである。しかし、海洋環境の過酷さやコストなどの観点から、現実的ではないこともある。供用期間のいずれの時点においても、施設の所要の性能を保持するためには、各部位・部材に設定した維持管理レベルを実現できるよう当初設計がなされていること、また、設定した維持管理レベルに対応した各部位・部材の維持管理計画を策定し、確実に実行していくことが重要である。つまり、LCMに基づく港湾施設の維持管理は、各部位・部材に適切に設定される維持管理レベルを基準として成り立つものであるといえる。



LCCの削減・維持管理業務の合理化
図-1 LCMの概念に基づく維持管理の流れ

表-1 劣化度の判定基準

劣化度	部位・部材の状態
a	部材の性能が著しく低下している状態
b	部材の性能が低下している状態
c	部材の性能低下はないが、変状が発生している状態
d	変状が認められない状態

表-2 施設の性能低下度

性能低下度	施設の状態
A	施設の性能が低下している状態
B	放置した場合に、施設の性能が低下する恐れがある状態
C	施設の性能に関わる変状は認められないが、継続して観察する必要がある状態
D	異常は認められず、十分な性能を保持している状態

(2) LCMに基づく維持管理の実現のために解決すべき技術的課題

(1)で述べたように、LCMに基づく維持管理では、部材の維持管理レベルを適切に定め、劣化予測により、部材の保有性能が維持管理上の限界値を供用期間中に下回ることのないよう、また、下回ると予測された場合には適切な対策工とその実施時期を選定することが基本となる。しかし、維持管理レベルに応じた性能低下の限界値については、文献1)～3)において概念図として示されているのみである。

また、マニュアル³⁾では、栈橋の評価単位（上部工1スパン）を構成する全ての部位・部材の点検診断結果（劣化度a～d）を総合して、施設の性能低下度（A～D）を評価することが標準とされている。しかし、施設の性能低下度の導出方法の試案は示されているものの、各部位・部材の劣化度の判定結果をどのように総合的に評価するかについては、未だ曖昧な点が多い。

維持管理レベルに応じた部位・部材の性能低下の限界値の設定方法、および点検結果を踏まえた性能低下度の導出方法については、長期にわたる港湾施設の維持管理を統一的な意思決定方法に基づいて実施していく上で、早急に構築されなければならない。

課題と考えられる。そこで、次章において、維持管理レベルに応じた性能低下の限界値の設定方法、および施設の性能低下度導出の一助とすることを目的とした部位・部材毎の劣化度から1評価単位当たりの劣化度の代表値を定める方法について検討することとした。

3. 部位・部材の性能限界と劣化度の代表値に関する検討

(1) 維持管理レベルと維持管理上の性能限界の検討

部材の性能低下の程度に関しては、コンクリート、鋼材、防食工などの構成材料の劣化による耐久性の低下や、コンクリートおよび鋼材の劣化による構造性能の低下などについて様々な知見が得られている。しかし、これらの性能低下を定量化するにあたっては、専門知識を要する詳細な調査と、場合によっては調査結果の技術的な判断が要求される。このため、現状では、部材の外観上の劣化・変状による不具合を劣化度として表し、これを部材の保有性能の代表値として用いるのが一般的である。本研究では、マニュアル³⁾に示されるa～dの4段階の劣化度を、部材の保有性能の代表値として用いることとした。マニュアルでは、表-1に示す基本方針に基づいて、部位・部材毎に着目すべき項目と劣化度の判定基準を示している。参考として、表-3に栈橋上部工のRC床版（下面部）の劣化度判定基準を示す。

部材の外観上の不具合をできるだけ性能に結びつけるための試みとして、著者らは既存の栈橋上部工から切り出したRC部材の劣化度と耐荷力比の関係について調査を行った⁴⁾。ここで、耐荷力比とは、はりの曲げ理論により求めた最大荷重の計算値に対する、実験で得られた最大荷重の実測値の比である。図-2に床版から切り出したRC部材の目視による劣化度と耐荷力比の関係を示す。劣化度と耐荷力比の関係にはかなりばらつきが見られ、劣化度c～aと判定された部材において、耐荷力比が1.0以下となるものが存在した。この結果から、安全側の判断としては、外観に劣化・変状が認められるRC部材の耐荷力は、計算値を下回る可能性があるといえる。

ここで、部材の維持管理レベルの考え方によれば、維持管理レベルⅠ（事前対策型）は、設計供用期間中に部材の性能に影響を及ぼす劣化・変状が軽微な状態に留まることが条件となる。つまり、図-2の劣化度と耐荷力比の関係に基づけば、設計供用期間を通じて、補修・補強等の対策を施すことなく劣化度dの状態が維持されることが、維持管理レベルⅠと設定された部材の維持管理上の制約条件となるべきである。

また、図-2において、劣化度aと判定されたRC部材の耐荷力比は1.0を下回る可能性が極めて高く、0.5程度の耐荷力比を示すケースも見られた。RC部材の耐荷力は、部材の使用性や安全性に密接に関係

表-3 栈橋上部工RC床版（下面部）の劣化度判定基準

劣化度	判定基準
a	□ 網目状のひび割れが部材表面の50%以上ある。 □ かぶりの剥落がある。 □ 錆汁が広範囲に発生している。
b	□ 網目状のひび割れが部材表面の50%未満である。 □ 錆汁が部分的に発生している。
c	□ 一方方向のひび割れ若しくは帯状又は線状のゲル吐出析出物がある。
d	□ 錆汁が点状に発生している。 □ 変状なし。

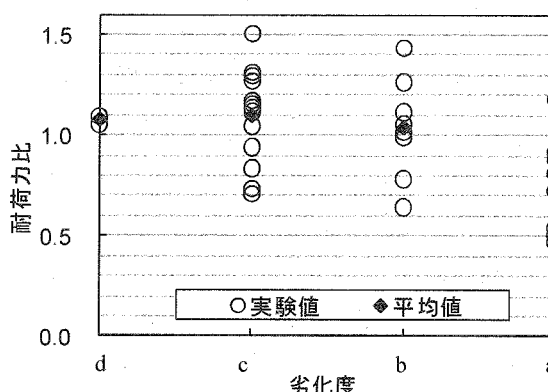


図-2 栈橋上部工の劣化度と耐荷力比の関係

表-4 性能履歴と維持管理上の限界値の設定

維持管理レベル	部材の代表的な性能履歴と維持管理上の限界値の設定
レベルⅠ	
レベルⅡ	
レベルⅢ	

するものである。部材の使用性や安全性などの要求性能について、その限界値をどのように設定するかは、実際には、その部材の構造上の重要度や、施設の重要度等により異なる。しかし、図-2に示される

劣化度a以降の急激な劣化速度の増加と部材性能の低下を考慮すれば、要求性能が満足されなくなる前に事後保全的な対策を実施することが要求される部材、つまり、維持管理レベルⅢ（事後保全型）と設定された部材では、劣化度aに至らないことが維持管理計画上の制約条件となると考えられる。

維持管理レベルⅡ（予防保全型）では、部材の劣化・変状の発生を許容するが、部材の要求性能の確保のために予防保全的な対策を実施することが求められる。このため、前述の維持管理レベルⅠおよびⅢでの考え方も考慮すると、構造物および部材の状況に応じて、劣化度bまたは劣化度cに至らないことが維持管理上の制約条件となると考えられる。

以上の検討から、本研究では3段階の維持管理レベルに応じた部材の性能履歴と維持管理上の限界値を表-4のように設定した。

マニュアル³⁾に示される点検項目と劣化度は、全ての部位・部材に対して表-1の劣化度判定の基本方針に則って示されていることから、本研究では、表-4に示す維持管理レベルと部材の性能低下の関係を、検討対象とする全ての部材に適用することとした。なお、本来であれば、RC部材の劣化による構造性能低下から検討した維持管理上の限界値を、鋼管杭や各種防食工で構成される下部工に適用すべきではなく、別途、構造部材・部位毎に維持管理上の限界値を検討すべきと考えられるが、これについては今後、明らかにしていかなければならない。

この定義に基づけば、栈橋の上部工は維持管理レベルⅠ～Ⅲ、下部工本体（鋼管杭）は維持管理レベルⅠ、防食工は維持管理レベルⅠ～Ⅲのいずれかから選定することとなる。ここで、鋼管杭を維持管理レベルⅠのみとしているのは、栈橋の構造体としての状況や、維持補修のための対策実施の難易度などを考慮すれば、鋼管杭の腐食による性能低下は施設の使用性や安全性の喪失に直ちに結びつくものであり、性能低下が顕著でない間に、防食工の適用などにより何らかの防食対策を施すことが施設の安全上や経済性からも妥当と考えられるためである。

(2) 劣化度の代表値の導出方法の検討

マニュアル³⁾では、施設の安全性に及ぼす影響に基づいて、点検項目が表-5のように分類されている。これに基づけば、下部工の鋼材腐食・亀裂・損傷はⅠ類、下部工の防食工および上部工（下面）の劣化・損傷はⅡ類に分類される。部材の劣化度の代表値を定めるにあたっては、部材の劣化・損傷が施設の安全性に及ぼす影響を考慮し、点検項目の分類毎にその方法を定めることが適切であると考えられる。したがって、本研究では、これまで収集した国有港湾施設の点検診断結果の分析、および技術的・工学的判断に基づいて、点検項目Ⅰ類およびⅡ類の部材の劣化度の代表値の導出方法について以下のとおり提案した。

Ⅰ類の点検項目に対する劣化度の代表値

表-5 施設の安全性に及ぼす影響に基づく点検項目の分類

点検項目の分類	施設の性能に及ぼす影響
Ⅰ類	aが1個から数個あると、施設の安全性に影響を及ぼす。
Ⅱ類	aが数多くあると、施設の安全性に影響を及ぼす。
Ⅲ類	施設の安全性に直接的には影響を及ぼさない。

劣化度a：劣化度aの部材の割合 $\geq 10\%$

劣化度b：劣化度a + 劣化度bの部材の割合 $\geq 10\%$

劣化度c：劣化度dの部材の割合 $< 90\%$ 、かつ

劣化度a + 劣化度bの部材の割合 $< 10\%$

劣化度d：劣化度dの部材の割合 $\geq 90\%$

Ⅱ類の点検項目に対する劣化度の代表値

※ただし、維持管理上の限界値を劣化度bに至る以前とした場合

劣化度a：劣化度aの部材の割合 $\geq 30\%$

劣化度b：劣化度a + 劣化度bの部材の割合 $\geq 30\%$

劣化度c：劣化度dの部材の割合 $< 70\%$ 、かつ

劣化度a + 劣化度bの部材の割合 $< 30\%$

劣化度d：劣化度dの部材の割合 $\geq 70\%$

本研究では、劣化度 a～d を部材の保有性能を表す指標として用いているが、劣化度判定の根拠となる部材の劣化・変状については、栈橋の設置環境、構造諸元等に左右されることが考えられる。したがって、劣化度の代表値の導出方法の妥当性については、今後の点検診断データの蓄積による検証が必要である。

4. 栈橋の維持管理計画策定支援プログラムの開発

ここでは、LCMシステムを具現化するため、これまで蓄積した知見を体系的に取りまとめるとともに、3. の結果を踏まえて開発した、栈橋の維持管理計画の策定支援プログラムについて述べる。

(1) プログラムの概要

2. で述べた栈橋の LCM システムをベースとして、栈橋の維持管理計画の策定を支援するプログラムを開発した⁵⁾。プログラムフローを図-3 に示す。プログラムは、栈橋の現況を統一的な基準に基づいて把握した点検診断結果の入力、点検診断から判断される構造物あるいは部材の保有性能と将来の性能低下予測、その結果に基づいて必要に応じて実施する対策工の選定という流れで構成される。この基本的な維持管理の行為の一連の計画を、栈橋の将来の利用計画、残存供用年数、LCC 等の制約条件を考慮しながら、また、構成部材や使用材料の多様化をも踏まえながら、利用者が簡便に策定できるプログラムとした。ここで、港湾施設の維持管理計画は、維持管理レベルに応じて計画的な維持管理を行い、

供用期間中の施設の性能・機能を確実に保持するために策定されるものである。このため、当該プログラムでは、表-4 に示した各部材の維持管理レベルと維持管理上の性能限界に応じて、維持管理行為の一連の計画策定を自動制御し、維持管理に係る費用についての情報を提供する構成とした。

ここで、新規建設される構造物では、設計段階での性能照査と供用中の維持管理の両輪で、施設の供用期間中の性能・機能の保持を確固たるものとしていくことができる。しかし、既存構造物では、その残存供用年数を考慮した確実な維持管理の実施により、設計段階での非配慮分を補っていくしかない。このためには、今後最初に実施される点検診断に基づいて、以降の維持管理計画を策定することが重要である。そこで、部材の点検診断に基づいて、以降の対策工法（補修のみを対象とする）の選定とその実施時期を計画する構成とした。

栈橋に限らず、構造物は概ね同じ材料・施工法で建設され、同期間、同環境条件下に置かれたとしても、その変状の進行は部位・部材間で大きなばらつきを示すものである。そこで、マルコフ連鎖モデルに基づいて、部材間の劣化度のばらつきを考慮しながら確率的に変状進行の評価を行う機能を導入した。

劣化進行のばらつきを考慮すれば、部材のひとつひとつに対して適切な補修実施時期が存在することが考えられる。しかし、効率的な維持管理を実施する観点から、上部工については、1 スパンの劣化度の代表値が維持管理上の限界値を下回る以前を対策実施時期として、劣化度の代表値に応じた主な補修工法を選定することとした。そして、選定した主な工法に応じて、1 スパン内の各劣化度の部材に対する各種補修工法とその適用範囲を、既往の研究⁶⁾に基づいて表-6 のように設定することとした。

下部工のうち、被覆防食については、提示された耐用年数に達した時点で更新するといった維持管理の現状を鑑み、1 スパンの劣化度の代表値が劣化度 a となる以前、または耐用年数に達する以前を対策実施時期と設定した。電気防食についても、陽極の消耗量調査から防食効果が失われると予測される時期、または耐用年数に達する以前を対策実施時期として取り扱うこととした。

また、栈橋の点検診断では、陸上からの調査だけでなく海上からの上下部工の目視調査、潜水土による海中部調査、足場を設置しての詳細点検など、陸上構造物の点検診断と比較して手間や時間を要する項目が多く、それらに係る費用が LCC に少なからず影響を及ぼすことが考えられる。このため、プログラムに、点検診断の調査項目および時期を計画する機能を付加した。

(2) 栈橋の維持管理計画の策定例

既存の栈橋1スパンについて、維持管理計画策定支援プログラムを用いた維持管理計画の策定例と、ライフサイクルコストの算定結果を以下に示す。

a) 施設概要

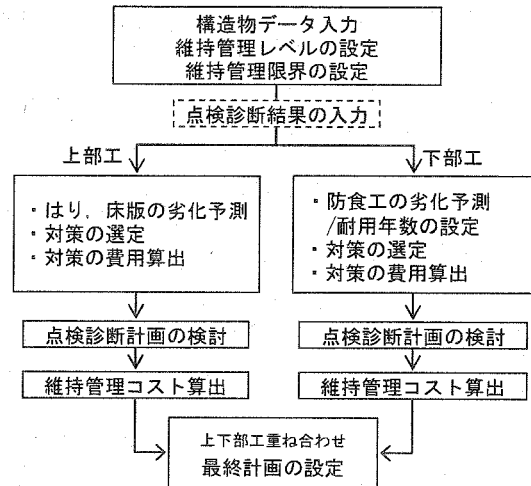


図-3 維持管理計画策定支援プログラムのフロー

表-6 主な補修工法と適用範囲

主な工法 【適用時期(劣化度の代表値)】	補修工法 (各部材)	各劣化度の部材への 補修工法の適用範囲			
		d	c	b	a
表面被覆 【d 初期】	表面被覆 (%)	100	100	100	100
	大断面修復 (%)	0	0	70	100
	小断面修復 (%)	0	5	30	0
	ひび割れ注入 (m/m ²)	0.05	0	0	0
断面修復 【d 中期 ~ a】	表面被覆 (%)	70	100	100	100
	大断面修復 (%)	0	50	70	100
	小断面修復 (%)	70	50	30	0
	ひび割れ注入 (m/m ²)	0.05	0	0	0
電気防食 【d 中期 ~ a】	電気防食	100	100	100	30
	大断面修復 (%)	0	0	70	100
	小断面修復 (%)	0	5	30	0
	ひび割れ注入 (m/m ²)	0.05	0	0	0
脱塩 【d 中期 ~ a】	脱塩	100	100	50	30
	表面被覆 (%)	100	100	100	100
	大断面修復 (%)	0	0	70	100
	小断面修復 (%)	0	5	30	0
	ひび割れ注入 (m/m ²)	0.05	0	0	0
撤去/更新 【a】	撤去・更新	100	100	100	100

*各劣化度の部材総数に対する適用割合として表示(ひび割れ注入以外)

*ひび割れ注入は、各劣化度の部材総面積に対する割合として表示

検討対象は、1983 年 4 月から供用が開始され、50 年の供用を予定している栈橋（1 スパン）である。上部工は鉄筋コンクリート構造であり、下部工は 1995 年に干満帯にモルタル被覆による防食が、海中部に 20 年耐用の陽極を用いた電気防食が施された。維持管理計画の策定に当たっては、上部工および下部工（干満帯、海中部）の維持管理レベルをⅡとして、劣化度の代表値が劣化度 b に至らないことを維持管理上の限界と設定した。

a) 点検診断結果と施設の性能低下度

上部工、下部工（干満帯）の 2008 年 4 月時点の点検診断結果を表-7 に示す。上部工および被覆防食は、劣化度 a に達している部材が見られ、劣化の進行は深刻な状況であった。各部材の劣化度の代表値、および上部工と被覆防食のみから判断される施設の性能低下度を同表に示す。

下部工（海中部）の電位は全て -800 mV（vs 海水塩化銀電極）より卑であったため、海中部の防食効

表-7 点検診断結果

部材		劣化状況と劣化度の割合				劣化度の 代表値	性能低下度
		d	c	b	a		
上部工	床版	0.0 m ² 0.0 %	253.2 m ² 66.4 %	108.6 m ² 28.5 %	19.6 m ² 5.1 %	b	B
	はり	18.9 m ² 5.1 %	76.0 m ² 20.6 %	205.9 m ² 55.7 %	68.9 m ² 18.6 %	b	
下部工	被覆 防食	0本 0.0 %	5本 20.8 %	15本 62.5 %	4本 16.7 %	b	

表-8 定期点検診断の項目と実施数量

部材	項 目	一 般 (3年間隔)	詳 細 (10年間隔)
上部工	目視調査(簡易)(%)	100	100
	目視調査(詳細)(%)	0	20
	塩化物イオン濃度(箇所)	-	5
	かぶりの推定(箇所)	-	5
	鉄筋腐食診断(箇所)	-	5
	測量(座標/レベル)	実施する	実施しない
下部工	目視調査(簡易)(%)	100	0
干満帯	目視調査(詳細)(%)	0	50
	目視調査(詳細)(%)	0	100
下部工	電位測定(箇所)	20	20
海中部	陽極耗量調査(箇所)	0	3
	陽極電流量測定(箇所)	0	1

*目視調査は部材の総面積に対する割合(%)として表示

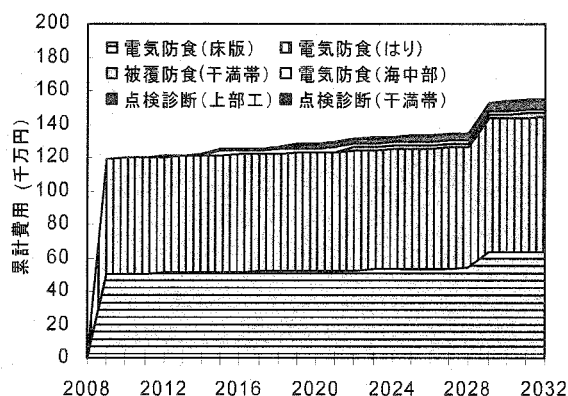


図-4 ライフサイクルコストの算定例

果は有効であると判断した。

c) 対策の選定

上部工および下部工(干満帯)は、既に維持管理上の限界を下回っていたため、維持管理レベルと維持管理上の限界値を修正するか、即補修対策を検討する必要がある。ここでは即補修対策を検討することとした。

上部工の床版およびはり、それぞれの残存供用年数の累計補修費用を算定した結果、電源装置補修等の維持管理費も含めた供用期間中の累計補修費用が、最も安価であったため、電気防食による補修を施す計画とした。

下部工(干満帯)については、残存供用年数の累計補修費用を算定した結果、最も安価であった樹脂カバーを用いるペトロラタム被覆を施す計画とした。

下部工(海中部)については、現在使用している陽極が消耗する直前の2014年に耐用年数20年の陽極を用いた電気防食を施す計画とした。

d) 点検診断計画

栈橋上下部工について、今後、一般定期点検診断を3年に1回、詳細定期点検診断を10年に1回行う計画とした。一般および詳細定期点検診断の項目と実施数量は表-8のように定めた。なお、表-8では、陸上からの目視調査を簡易、船上あるいは潜水士による目視調査を詳細と区分した。

e) ライフサイクルコストの算定結果

以上の対策および点検診断の実施に関する費用と、その経年推移を図-4に示す。

5. まとめ

本研究では、部材の維持管理レベルと維持管理上の性能限界の設定方法、および部材の保有性能の代表値の導出方法に関して新たな手法を提案した。提案した手法の一部は、数値的な根拠の不足や、劣化メカニズムが未解明であることにより、維持管理の実状や工学的判断を基として構築されている。これについては、今後の維持管理実績データの蓄積により、検証・修正していくことが必要である。

また、栈橋について、点検診断に基づいた保有性能評価と将来予測、対策工および実施時期の選定手法に関する知見を体系的に取りまとめ、維持管理計画の策定を支援するプログラムを開発した。

本研究で構築した LCM システムにより、港湾施設の合理的かつ効果的な維持管理が一層推進されることを期待する。

参考文献

- 国土交通省港湾局監修：港湾の施設の維持管理計画書作成の手引き，港湾空港建設技術サービスセンター，2007.
- 国土交通省港湾局監修：港湾の施設の維持管理計画書作成の手引き【増補改訂版】，港湾空港建設技術サービスセンター，2008.
- 港湾空港技術研究所編著：港湾の施設の維持管理技術マニュアル，沿岸技術研究センター，2007.
- Kato et al.: Simplified assessment for structural performance of deteriorated RC deck, *Proc. of the 2nd International Workshop on Life Cycle Management of Coastal Concrete Structures*, Hangzhou, China, pp.75-80, 2008.
- 加藤ほか：栈橋のライフサイクルマネジメントシステムの構築に関する研究，港湾空港技術研究所報告，Vol.48, No.2, pp.3-35, 2009.
- 古玉ほか：栈橋の維持補修マネジメントシステムの開発，港湾技研資料，No.1001, 2001.