

機能保全計画に基づく漁港施設の 効率的な維持管理手法に関する研究

RESEARCH CONCERNING EFFICIENT FISHING PORT MAINTENANCE
BY MAINTENANCE SCHEDULING

三上信雄¹・浅川典敬²・保坂三美³・水野敏雄³・笠井哲郎⁴・中西豪⁵
Nobuo MIKAMI, Noritaka ASAKAWA, Miyoshi HOSAKA,
Toshio MIZUNO, Tetsuro KASAI and Gou NAKANISHI

¹正会員 (独)水産総合研究センター水産工学研究所 漁港施設研究室 室長
(〒314-0408 茨城県神栖市波崎7620-7)

²正会員 (財)漁港漁場漁村技術研究所 第1調査研究部 部長
(〒101-0047 東京都千代田区内神田1丁目14-10)

³(財)漁港漁場漁村技術研究所 第1調査研究部 (〒101-0047 東京都千代田区内神田1丁目14-10)

⁴正会員 工博 東海大学 工学部土木工学科 教授 (〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117)

⁵水産庁 漁港漁場整備部 整備課 係長 (〒100-8907 東京都千代田区霞ヶ関1丁目2-1)

The fishery infrastructure in Japan by and large has been constructed under the period of high-economic growth of the 1960's, and its maintenance and reconstruction are becoming urgent problem. Under the circumstances, the Fisheries Agency has initiated the Fisheries Infrastructure Stock Management Program with the objective of the effective re-deployment of existing port facilities. Qualifications for the construction project for the Program include appropriate functional diagnosis (deterioration diagnosis) and decision of functional-maintenance plan that includes maintenance schedule for physical facilities. The present study presents the decision making methods of maintenance schedule from the view point of "appropriate means for determination of deterioration and selective remedial means" and "maximization of life cycle costing reliability" to enable effective maintenance of fishing ports.

Key Words : Fishing port, maintenance, life cycle management, plan development

1. はじめに

我が国の水産基盤は 1960 年代以降, 特に高度経済成長期に整備された施設が多く(図-1), 建設時の材料の経年変化による劣化や波浪等の外力による変状発生・疲労蓄積など老朽化進行, 加えて, 地球温暖化に伴う平均海面の上昇や台風による波力等の外力の増大に伴う耐力の低下が生じており, 機能性・利用性を維持するための施設の維持・更新が喫緊の課題となっている。

このような状況のもと, 漁港施設を管理する地方公共団体は, 厳しい財政状況の中で漁港施設を効率的に老朽化診断し, 適切に機能向上や維持管理を進めていくことが求められている。また, 今後数年のうちに新規整備予算と維持保全予算が逆転することが考えられる¹⁾。

このような背景のもと, 水産庁では平成 20 年度の新規事業として水産基盤ストックマネジメント事業が新たに創設された。本事業における対策保全工事の実施にあたっては, 適切な機能診断(老朽化調

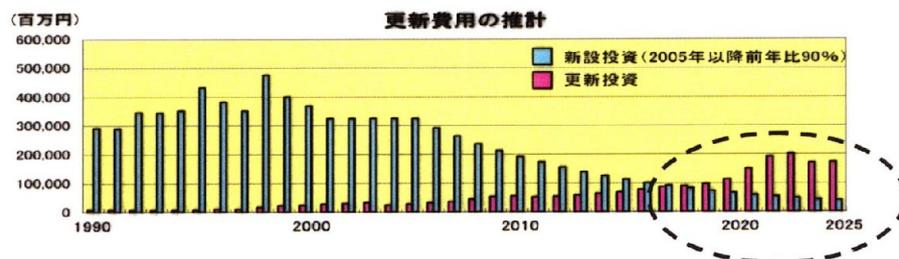
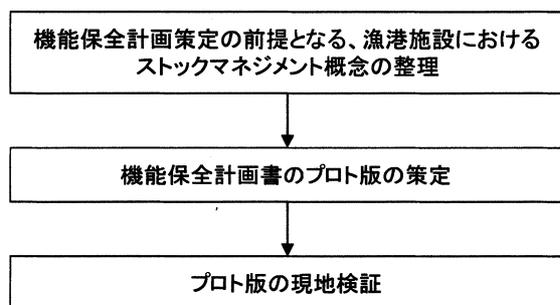


図-1 漁港施設の更新需要予測

査)と機能保全計画の策定(維持管理計画を含む)が義務づけられている。このため、これら財政状況の厳しい市町村等の自治体では、限られた予算と担当者数によって漁港施設の老朽化対策を計画・実施して行かなければならず、施設の変状や劣化状況に応じた的確な機能保全計画の策定手法の確立が求められている。

本研究は、効率的な漁港施設の維持管理を可能とすることを目的に、“施設利用上・管理上の課題”と“発生が予想される変状要因への対応”の観点から機能保全計画の策定手法を提示するものである。

表-1 本研究の流れ



2. 漁港施設におけるストックマネジメントの基本的考え方の整理

全国各地に広がる漁港施設は、海象条件をはじめ、利用される漁業種類や陸上部の漁港施設における流通等利用状況が多様に存在している。このため、機能保全における統一した優先度設定や保全レベルの考え方を設定することは困難な状況にある。この様な課題に対応することを目的に、“漁港施設の保全における基本的考え方”を、施設が担う機能や構造条件等から整理し提示することにより、漁港管理者が現地の利用実態等を踏まえて独自に、適宜、適切な設定が行える様にした²⁾。漁港管理者はこれらの

基本的考え方を参考として活用することで、施設管理のリスク受容度や保全すべき安全性のレベルの違いを機能保全計画の策定に反映することができる。

(1) 漁港施設が備える主な機能と許容する変位の提案

漁港施設ごとにその施設が“主に担う機能”と“構造形式ごとに許容する変位量”の設定を行った。許容する変位量は以下の2つの観点から設定をした(表-2)。

- ・施設が担う機能から定まる許容される変位量(災害復旧事業の事業採択実績を準用)
- ・構造安定計算上で許容される変位量

(2) 主要施設に関する影響・難易度を考慮した機能保全の優先度設定の提案

同一漁港内に存在する複数の漁港施設における、機能保全の優先度設定に関する考え方を表-3のとおり整理した。なお、“施設が使用不能になった場合の供用に及ぼす影響”は、過去の災害復旧事業の事例における水産物流通機能に及ぼす影響の観点から設定した。また、“保全の難易度”は保全工事の施工性の観点から、“保全コスト”は過去の改修等の工事費の実績をもとに設定した。

(3) 保全レベルの設定の提案

上記で整理した表-2 および表-3 をもとに、漁港施設の構造種別と施設種類ごとの保全レベルの設定を行い、表-4 に示した。

漁港施設における無筋コンクリート構造物の多くは、過去の施設ストック量調査から重力式であることが分かっている¹⁾。このため構造安定計算上および施設の利用性において問題がなければ、変状が顕在化してからの対応でも施設利用上の機能は確保される。また、アルカリ骨材反応などによる変状は、その濃度と顕在化する変状と経過時間の関係が明確となっておらず、適切な対策時期を事前に設定することが困難である。以上のことから無筋コンクリー

表-2 漁港施設が備える主な機能と許容する変位量案

施設名	主に担う機能	構造形式	許容する変位量		変位量の設定根拠	
係留施設	岸壁	係船、陸揚げ、荷捌き	矢板式	頭部変位量	概ね5cm未満(別途安定計算により値を設定してもよい)	安定計算
				高さ	陸揚げや準備などの漁業活動において著しい支障が生じない程度	利用性
	船揚場	船舶の上架、停泊	重力式	堤体変位量	概ね10cm未満(別途安定計算により値を設定してもよい)	漁船の接岸性 漁獲物の陸揚性
				高さ	陸揚げや準備などの漁業活動において著しい支障が生じない程度	利用性
外郭施設	防波堤	港内静穏度の確保	—	岸壁と同様	岸壁と同様	
	護岸	漁港施設内の陸域防護	—	岸壁と同様	岸壁と同様	
輸送施設	舗装	陸域の輸送経路	コンクリート構造	段差	概ね3cm未満	路盤材の一般的粒径
			アスファルト構造	沈下	概ね1.5cm以上の段差、もしくは5cm以上の凹凸	利用性

表-3 主要施設に関する影響・難易度を考慮した機能保全の優先度設定案

施設	優先度	優先度に及ぼす影響			優先度決定の 主な理由
		使用不能 になった 場合の漁 港の供用 に及ぼす 影響	保全の 難易度	老朽化の 進行が保 全コストの 上昇に及 ぼす影響	
防波堤	中	中	中	大	防波堤は外海に面していることから気象・海象の影響を大きく受けるため、通年ででの保全が困難である。老朽化が進行すると対策コストが増大していくが、保全のために漁港機能を休止させる必要は少ない。
護岸	中	中	中	中	防波堤ほどではないが気象・海象の影響を受ける。老朽化が進行すると対策コストが増大していくが、保全のために漁港機能を休止させる必要は少ない。
係船岸	高	大	難	大	常時、係船等で利用されているため保全が難しく、保全のためには漁港機能を休止させる必要がある。老朽化の進行を放置すると対策に要する時間やコストが増加していくため施設利用への影響が急激に増大し、莫大な損失をもたらす。
附帯施設	低	小	易	小	保全は取替が主体であり、比較的容易に対応できる。

表-4 構造種別ごとの保全レベルの設定案

構造種別	外郭施設	係留施設	輸送施設 (道路)
鋼構造物	予防保全	予防保全	—
鉄筋コンクリート 構造物	予防保全	予防保全	事後保全
無筋コンクリート 構造物	事後保全	予防保全 事後保全 ※1	事後保全

ト構造物の保全レベルは事後保全を基本と設定した。

また、鉄筋コンクリート構造物および鋼構造物については、鋼材の錆びという特徴的な変状を、含有する塩分量や電気抵抗等の計測により比較的容易に捉えることができ、老朽化等変状の進行予測により事前に経済的な対策時期と対策工法の設定を行うことができることから、保全レベルは予防保全を基本と設定した。

ただし、生産流通拠点漁港の陸揚げ岸壁などの係留施設は、事後保全対応では水産物流通機能に大きな影響を及ぼすことから、施設の構造種類によらず“マルコフ連鎖モデル³⁾などの利用による予防保全対応”もしくは“点検頻度を増やすなどのリスク管理による劣化・変状の早期把握と速やかな保全工事の実施による最低限の機能低下”のいずれかを選択することとした(表-4内の※1)。

3. 機能保全計画の策定プロセスのプロト版の検討

以上の考え方の整理を踏まえつつ、機能保全計画に必要な項目について既存資料⁴⁾を参考に抽出・整理し、策定に至るまでの考え方を“機能保全

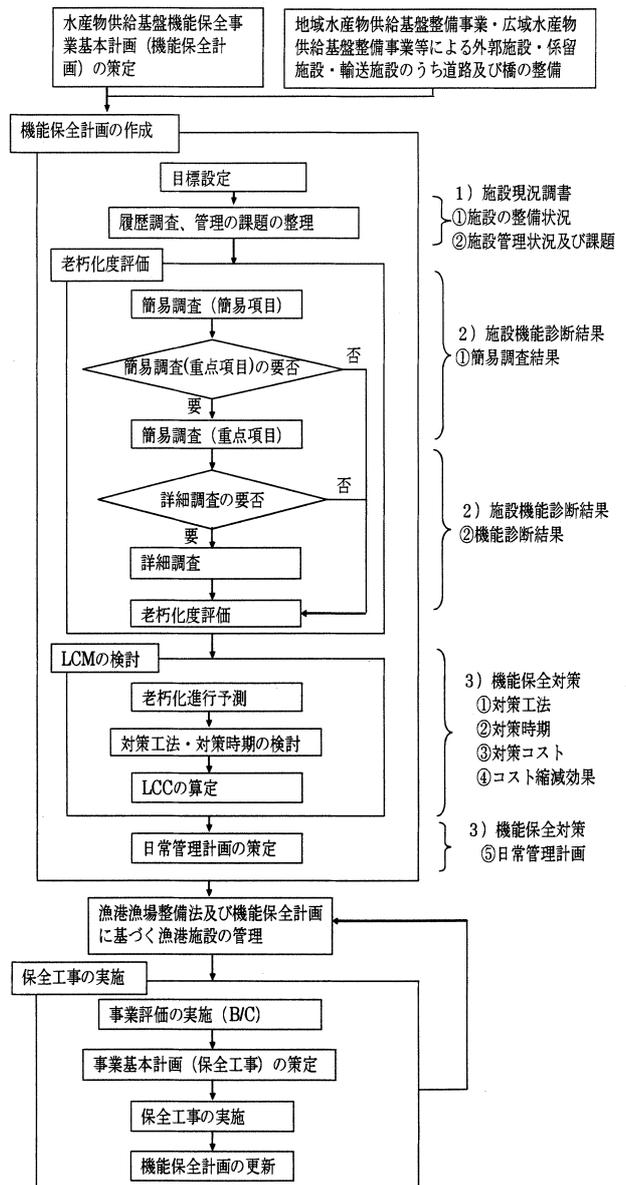


図-2 機能保全計画と関連する事業フロー

計画の策定プロセスのプロト版（以下、プロト版という）”としてまとめた（図-2、表-5）。

表-5 機能保全計画書の目次と考え方のフロー

(1) 事業フローと計画策定フローの整合性検討

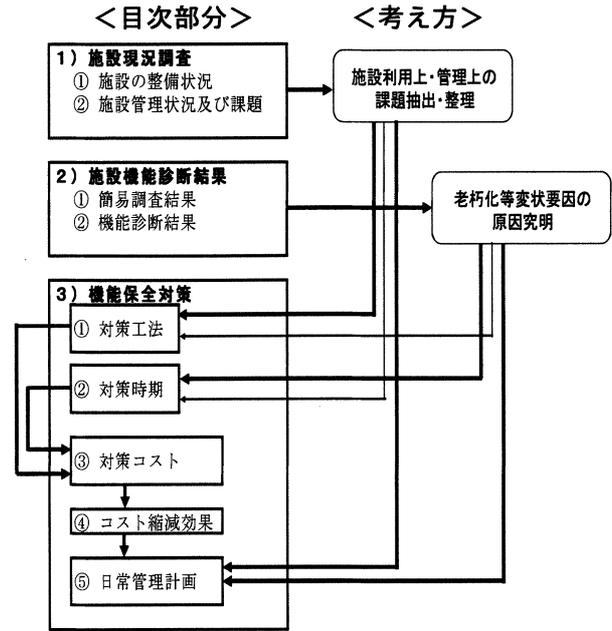
ストックマネジメント事業が要求する事項と、管理者が行う施設の維持管理事項をそれぞれ抽出・整理し、時系列で両者が整合した全体フローを作成した（図-2）。

(2) 機能保全計画の各項目・内容

機能保全計画の策定は、大きく二つの観点を中心に検討を進めることとなる。一つは“施設利用上・管理上の課題への対応”，もう一つは“老朽化等の変状要因の原因究明”である。これら二つの課題を整理した上で3) 機能保全対策へと検討を進め、二つの観点を同時に満たす対策工法・対策時期を、対策コストとコスト削減効果の観点から決定する。そして、最終的には日常管理計画として重点的に監視して行くポイントや点検頻度設定を行うこととした。整理したフローに基づき、機能保全計画の項目を以下のように設定した（表-5）。主な検討の流れを太矢印で示し、細矢印の流れは必要に応じて考慮することを表している。

(3) 簡易調査シートの作成

表-5 に示したように機能保全計画の策定にあたっては、施設機能診断が不可欠である。施設機能診断とは、図-2 に示すように老朽化度の評価をすることであり、簡易調査により施設の劣化・変状の客観的把握を行うものである。簡易調査においては、目視による観察が中心となるため、効率的に調査を行うための調査シートの作成を行った。



調査シートの作成にあたっては、漁港施設の構造や施設の主な利用対象が船舶という観点から、マニュアルが策定され調査点検が先行して実践されている港湾構造物⁵⁾および海岸構造物⁶⁾における調査点検シートを準用した。ただし、漁港施設の主な対象船舶は喫水が2.5m未満の小型船が多く、漁業活動形態も踏まえて斜路形式による船揚場構造が多く見られることから、船揚場における簡易調査(重点項目)シートを、漁港における利用実態や漁港管理者からのヒアリングに基づき新たに作成し、後述す

表-6 簡易調査（重点項目）老朽化診断結果事例：船揚場（小田原漁港）

対象施設	調査項目	調査方法	老朽化度の判断基準	判定結果			
船揚場	凸凹、出入り	目視・移動量	a	50mm以上の凹凸がある。	c		
			b	20~50mm未満の凹凸がある。			
			c	20mm未満の凹凸がある。			
			d	変状なし。			
	船置部 斜路部	沈下、陥没	目視・移動、 沈下（段差）、 陥没	a	斜路部本体の土砂等が流出している。 斜路部本体が陥没している。 車両の通行や歩行に重大な支障がある。	d	
				b	斜路部本体目地に顕著な開き、ずれがある。 斜路部に3cm以上の沈下（段差）がある。 斜路部と船置部の間に30cm以上の沈下（段差）がある。		
				c	斜路部本体目地（上部工含む）に軽微な開き、ずれがある。 斜路部に3cm未満の沈下（段差）がある。 斜路部と船置部の間に30cm未満の沈下（段差）がある。		
				d	変状なし。		
				a	コンクリート舗装でひび割れ度が2m/m以上である。 アスファルト舗装でひび割れ率が30%以上である。 車両の通行や歩行に支障があるひび割れや損傷が見られ		c
				b	コンクリート舗装でひび割れ度が0.5~2m/mである。 アスファルト舗装でひび割れ率が20~30%である。		
				c	若干のひび割れが見られる。		
				d	変状なし。		
前面壁	コンクリートの劣化、損傷（RCの場合）	目視・ひび割れ、剥離、損傷・鉄筋露出・劣化の兆候など	a	中継材等が流出するような穴開き、ひび割れ、欠損がある。 複数方向に幅3mm程度のひび割れがある。 広範囲に亘り鉄筋が露出している。	-		
			b	一方向に幅3mm程度のひび割れがある。 局所的に鉄筋が露出している。			
			c	変状なし。			
			d	変状なし。			
前面壁	コンクリートの劣化、損傷（無筋の場合）	目視・ひび割れ、剥離損傷、欠損・劣化の兆候など	a	性能に影響を及ぼす程度の欠損がある。 幅1cm以上のひび割れがある。	-		
			b	小規模な欠損がある。			
			c	幅1cm未満のひび割れがある。			
			d	変状なし。			

る現地調査によりその有効性の検証を行った（表-6）。本シートの定量的な判定基準は、漁船を上架するという施設の機能と、構造体の安定という2つの観点から設定している。

4. 機能保全計画の策定フローの現地検証

(1) 現地調査の実施

プロト版および船揚場の簡易調査（重点項目）シートをはじめとする各種調査シートの有効性に関する現地検証を、優先度が高く予防保全による対策が必要となる係留施設に関して、神奈川県小田原漁港をモデル漁港（図-3～図-5）として実施した。



図-3 小田原漁港位置図

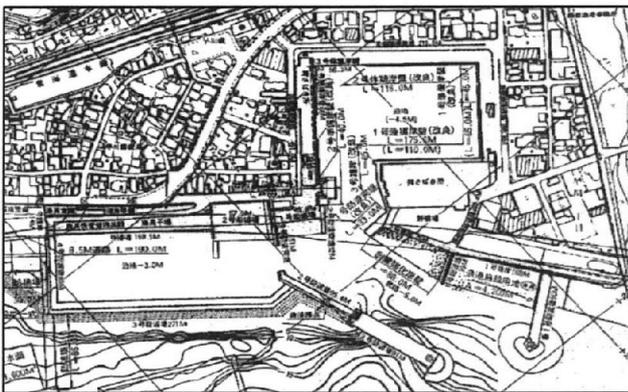


図-4 小田原漁港平面図



図-5 調査施設の概況（小田原漁港）

(2) 現地調査の結果

プロト版に則り施設現況調査書を作成し、施設管理上の課題を整理した。施設利用状況および管理上の課題は以下の通りである。

- ・年間を通じた漁獲があり常時利用されている
- ・屋根付き施設を利用した陸揚げ・競り・出荷を行っている
- ・陸揚岸壁の保全工事を行う際は代替岸壁からの漁獲陸揚げが必要となるが、日射等に起因した鮮度低下による魚価の下落が生じる恐れがあり、保全工事の工法等選定に注意が必要である

次に老朽化度評価として、調査シートを利用した現地調査を行った。簡易調査（簡易項目）シートにより構造全体の変状の有無を確認して、表-6および表-7に示す係留施設の簡易調査（重点項目）シートを用いて構造物の部位・部材毎に変状の状況を把握し、確認された変状の位置や規模等を調査シートに記録した。その結果、船揚場の老朽化度は“c”および“d”となり現段階においては対策の必要性がないとの判定になった。一方、内港側の重力式係船岸の老朽化度は、岸壁法線およびエプロンについては“c”および“d”と判定され、現段階では対策の必要性はないものとされたが、上部工については“b”となり詳細調査により対策の必要性を検討することとなった。詳細調査としては、構造形式が重力式の無筋コンクリートであったことからコンクリート強度を評価指標とし、コア採取による圧縮強度試験を実施した。その結果、十分な強度（平均約33N/mm²）を確保していることが分かり問題がないことを確認した。

上記の施設利用状況および管理上の課題と、施設の老朽化度を踏まえて、日常管理計画における施設点検頻度を、老朽化度ごとに以下のように定めた。

- ・“c”以下：現状において対策の必要がないので、定期的な点検を年1回継続して実施していく
- ・“b”以上：定期的な点検を年2回以上実施し、劣化・変状の早期把握に努める

なお、今後、陸揚岸壁の保全工事が必要になった場合の保全対策の方針を「保全工事の回数は多くなっても小規模な工事を繰り返し実施し、施設の全供用期間内における利用休止期間をできるだけ短くする」と定めた。

以上のように、プロト版に基づき、1) 施設現況調査書の作成、2) 施設機能診断の実施、3) 機能保全対策の検討、と段階を踏むことにより効率的に機能保全計画の策定が行うことが出来た。また、対策の必要性の判断において重要なポイントである老朽化度評価に関しては、調査シートを用いた簡便で適確な施設の変状レベルの把握および老朽化度の判定を行うことが出来た。さらに、老朽化度に基づく重点的な詳細調査を実施することにより効率的な機能診

表-7 簡易調査（重点項目）老朽化診断結果事例：重力式係船岸（小田原漁港）

対象施設	調査項目	調査方法	老朽化度の判断基準	判定結果		
重力式係船岸	岸壁法線	凸凹、出入り	目視・移動量	a	隣接するスパンとの間に20cm以上の凹凸がある。	d
				b	隣接するスパンとの間に10～20cm程度の凹凸がある。	
				c	上記以外の場合で、隣接するスパンとの間に10cm未満の凹凸がある。	
				d	○変状なし。	
	エプロン（通常の場合）	沈下、陥没	目視	a	重力式本体背後の土砂が流出している。	c
					重力式本体背後のエプロンが陥没している。	
					車両の通行や歩行に重大な支障がある。	
				b	重力式本体目地（上部工含む）に顕著な開き、ずれがある。	
					エプロンに3cm以上の沈下（段差）がある。	
					エプロンと後背地の間に30cm以上の沈下（段差）がある。	
				c	○重力式本体目地（上部工含む）に軽微な開き、ずれがある。	
					エプロンに3cm未満の沈下（段差）がある。	
	d	エプロンと後背地の間に30cm未満の沈下（段差）がある。				
		変状なし。				
	上部工	コンクリートまたはアスファルトの劣化、損傷	目視・コンクリートまたはアスファルトのひび割れ、損傷	a	コンクリート舗装でひび割れ度が2m/m ² 以上である。	c
					アスファルト舗装でひび割れ率が30%以上である。	
					車両の通行や歩行に支障があるひび割れや損傷が見られる。	
				b	コンクリート舗装でひび割れ度が0.5～2m/m ² である。	
		アスファルト舗装でひび割れ率が20～30%である。				
	c	○若干のひび割れが見られる。				
	d	変状なし。				
	上部工	コンクリートの劣化、損傷	目視・ひび割れ、剥離、損傷・鉄筋露出・劣化の兆候など	a	係船岸の性能を損なうような損傷がある。	b
				b	○幅3mm以上のひび割れがある。	
					広範囲に亘り鉄筋が露出している。	
c				幅3mm未満のひび割れがある。		
				局所的に鉄筋が露出している。		
d				変状なし。		

断を行うことが可能であることが確認された。

(3) 機能保全計画策定の手引の作成

以上の結果をもとに、一般的な施設構造形式（ケーソン式、コンクリート単塊式、矢板式）と老朽化対策手法（アルカリ骨材反応、塩害、鋼構造物の腐食）を網羅する形で「機能保全計画策定の手引き（案）⁷⁾（以下、手引き（案）という）」を取りまとめた。完成した手引き（案）は、都道府県漁港管理者を対象とした説明会を開催し、別途、実地活用に関する現地ヒアリング調査と意見照会を行って、全国の漁港管理者が活用できる内容であることを確認している。

5. まとめ

本研究の最大の特徴は、漁港施設のストックマネジメントを実施する上で管理者が備えるべき事項を機能保全計画に全体システムとして内包させたことにある。

一般的な事業計画は実施すべき対策の言及に留まることが多いが、本計画は、日常管理のあり方、定期調査の位置付け、施設の保全レベルの設定の考え方、ライフサイクルコストを踏まえた対策実施内容と、ストックマネジメントを実施する上で管理者が備えるべき項目全般を一連のシステムとして整理されており、自治体の技術者においても適切に施設の維持管理を行うことができると考えられる。なお、現在全国の漁港管理者において、本考え方に基づい

た機能保全計画の策定と保全工事が進められている。

しかし、現時点では個別施設におけるライフサイクルコスト最適化の段階に留まっている。今後、本格的なストックマネジメントを導入して行くためには、複数漁港間における優先度評価、維持更新に係る圏域内全体の予算平準化に向けた手法開発に取り組む必要がある。今後はこれらの考え方を整理し、検討していく予定である。

参考文献

- 1) 農林水産省水産庁漁港漁場整備部：効率的な維持更新方策の検討調査報告書，p31-p51，2006.
- 2) 農林水産省水産庁漁港漁場整備部：水産関係公共施設におけるアセットマネジメント導入にあたっての考え方（案），2007.
- 3) 高橋宏直ほか：港湾施設のアセットマネジメントに関する研究—構造性能の低下予測とアセットマネジメントの試行例—，国土技術政策総合研究所 研究報告，No. 29，2006.
- 4) 高橋宏直ほか：港湾施設の維持管理計画策定に関する基本的考え方，国土技術政策総合研究所資料，No. 376，2007.
- 5) 財団法人沿岸技術研究センター：港湾の施設の維持管理技術マニュアル，p173-p200，2007.
- 6) 農林水産省農村振興局防災課，農林水産省水産庁防災漁村課，国土交通省河川局海岸室，国土交通省港湾局海岸・防災課：ライフサイクルマネジメントのための海岸保全施設維持管理マニュアル（案），p36-p51，2008.
- 7) 農林水産省水産庁漁港漁場整備部：機能保全計画策定の手引き（案），2009.