

維持管理マニュアルに基づく漁港海岸保全施設の 老朽化診断に関する事例解析について

CASE STUDY OF DETERIORATION DIAGNOSIS OF COASTAL
PROTECTION WORKS BASED ON MAINTENANCE MANUAL

三上信雄¹・保坂三美²・水野敏雄²・藤田孝康³・黒沢馨⁴・笠井哲郎⁵
Nobuo MIKAMI, Miyoshi HOSAKA, Toshio MIZUNO,
Takayasu FUJITA, Kaoru Kurosawa and Tetsuro KASAI

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(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)

³(社)水産土木建設技術センター 調査研究部 (〒104-0045 東京都中央区築地2丁目14-5)

⁴正会員 水産庁 漁港漁場整備部 防災漁村課 (〒100-8907 東京都千代田区霞ヶ関1丁目2-1)

⁵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)

In many quarters of our Country, concerns are expressed on deterioration of our costal protection works due to the approaching end of their life cycle. Many of the municipalities, the principal managing agencies of fishing port/coastal safety, are facing severe financial realities and must implement maintenance programs with shortage of engineers who have sufficient knowledge of the field. The present study presents on-site confirmation of the effectiveness of the maintenance manual decided by various Ministries and Agencies concerned with such matters for the purpose of proceeding with effective maintenance of coastal protection works. At the same time, the study also attempted to clarify the procedures in deterioration diagnosis and selection of remedial measures, and provides objective criteria for the deterioration diagnosis to enhance the practicality on the field level.

Key Words : Coastal protection facilities, Fishing port, maintenance, life cycle management, deterioration diagnosis

1. はじめに

我が国の沿岸防災の代表施設である海岸保全施設は、1959年の伊勢湾台風等による大災害を契機に整備(図-1)が進められ、更新期が近づきその老朽化が懸念されている。また、地球温暖化によって引き起こされる“平均海面の上昇”や“台風の強大化”などによる波力等外力の増大にともなう耐力の低下

も危惧され始めている。このような状況のもと、海岸関係省庁はコンクリート構造の堤防・護岸等の点検及び維持管理の指針として、“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)”¹⁾(以下、「維持管理マニュアル」という。)を策定(平成20年2月)した。本研究では、維持管理マニュアルの有効性を検証するため現地調査による事例解析を実施したものである。また、現

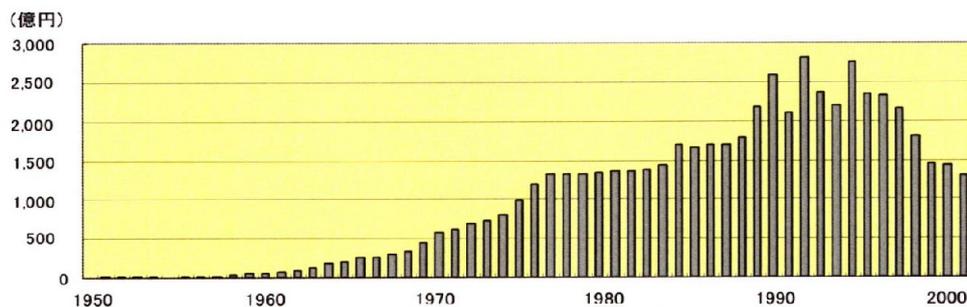


図-1 海岸事業費の推移

場における維持管理マニュアルの実用性を高めることを目的として、老朽化対策の実施に向けた調査方法や維持管理のための計画策定手順などをより具体的にまとめ「海岸保全施設の老朽化調査及び老朽化対策計画策定のための実務版マニュアル²⁾（以下、「実務版マニュアル」という。）」を策定した。

2. 維持管理マニュアルの有効性の検証

(1) 既存老朽化調査と維持管理マニュアルによる老朽化調査の比較

維持管理マニュアルは、コンクリート構造の堤防・護岸等の点検や健全度評価の要領、維持管理計画の立案や対策工法の概要などを紹介したものである。

今回、維持管理マニュアルの有効性を確認するため、岩手県大沢漁港海岸のコンクリート構造物を対象として、老朽化診断を実施した。なお、当該施設は平成12年度に同様の老朽化調査を実施している。ただし、当時の調査手法は、老朽化の程度を「損傷度」とし、3段階評価されていた。評価基準は、表-1のとおりである（維持管理マニュアルでは表-2に示すように4段階で設定）。

また、ひび割れについては「3mm」を基準として、3mm幅以上は「中度」または「重度」、3mm幅未満は「軽度」とされており、中度と重度は調査者の経験に基づく主観により決定することとされていた（維持管理マニュアルでは表-2に示すように「5mm」および「数mm」で区分）。

本稿では、当時の調査結果と維持管理マニュアル

表-1 平成12年度老朽化調査における評価基準

段階	定義	データシートでの表示
重度	変状（損傷）・劣化が激しく海岸保全施設の諸機能（安定性等）が損なわれている。	★★★
中度	変状（損傷）・劣化が有り、変状等が進行すれば海岸保全施設の諸機能（安定性等）が損なわれている。	★★
軽度	変状（損傷）・劣化はあるが、海岸保全施設の諸機能（安定性等）は保持されており、変状等の進行の観察を行う。	★

表-3 大沢漁港海岸における評価基準の比較

施設番号	写真番号	調査施設	損傷の種類、寸法 (H12年度)	損傷の種類、寸法 (H20年度)	変状のランク			進行状況
					平成12年度		平成20年度	
					旧判定	維持管理マニュアルの評価で判定*	維持管理マニュアルの評価で判定	
2-3	109	表のり被覆工、堤体工、波返し工	ひび割れ W=2.0mm 浮き・剥離・剥落 5000×500mm	ひび割れ W=5.0mm 浮き・剥離・剥落 5000×500mm	★	b	b	ひび割れ W=3.0mmの拡大
2-3	103	天端被覆工、表のり被覆工、背面舗装	浮き・剥離・鉄筋露出 1000×500mm	浮き・剥離・鉄筋露出 3000×1800mm	★★	a	a	2000×1300mmの拡大
2-4	121-1	表のり被覆工、堤体工、波返し工	ひび割れ W=2.0mm	ひび割れ W=3.0mm	★★	c	a	ひび割れ W=1.0mmの拡大
2-4	121-2	表のり被覆工、堤体工、波返し工	ひび割れ W=2.0mm	ひび割れ W=15.0mm	★	c	a	ひび割れ W=13.0mmの拡大
2-4	121-3	表のり被覆工、堤体工、波返し工	-	ひび割れ W=15.0mm	-	-	a	-
2-12	2-2	表のり被覆工、堤体工、波返し工	ひび割れ W=2.0mm	ひび割れ W=2.0mm	★	c	c	※2-4と反対側の門扉 変化なし

*平成12年度調査当時の写真・データから判定した。

表-2 波返し工に対する評価（維持管理マニュアル¹⁾）

	変状現象	変状のランク（確認される変状の程度）			
		a	b	c	d
必ず実施する項目	ひび割れ	部材背面まで達するひび割れ・亀裂が生じている（5mm相当）。	複数方向に幅数mm程度のひび割れがあるが、背面までは達していない。	1方向に幅数mm程度のひび割れがあるが、背面までは達していない。	1mm以下のひび割れが生じている。
	剥離・損傷	広範囲に部材の深部まで剥離損傷が生じている。	表面だけでなく部材の深部まで剥離・損傷が及んでいる。	広範囲であっても表面の剥離・損傷が生じている。	ごく小規模の剥離・損傷が生じている。
	鉄筋の腐食	浮き錆が著しく、鉄筋断面積の有意な減少が全域に亘っている。	浮き錆が多く、鉄筋表面積の大部分あるいは全周に亘る腐食が広範囲に認められる。	錆が多く、鉄筋腐食が広範囲に認められる。	一部に錆汁、点錆が見られる。
	目地の開き、相対移動量	転倒、あるいは欠損がある。	移動に伴う目地の開きが大きい。目地部より水の浸透がある。	目地ずれがあるが、水の浸透はない。	目地部にわずかなずれ、段差、開きが見られる。

による調査結果を比較・検討することにより維持管理マニュアルの有効性を検証することとした。

(2) 現地調査結果

大沢漁港海岸において、調査地点を抽出し平成12年度調査結果と維持管理マニュアルに基づく現地調査結果を比較したものを表-3に示す。

施設番号2-12では、平成12年度に★（軽度）とされている。これを維持管理マニュアルで評価したものは、「c」となる。また、現在の状況について現地で確認したところ、変状のランクは「c」と評価され、当時とひび割れは進行していないと判断された。一方、施設番号2-3（写真番号103）では、平成12年度に★★（中度）とされているものが、「a」と判断され、施設番号2-4（写真番号121-1）では、平成12年度に★★（中度）とされているものが、「c」と判断された。旧判定で★★（中度）とされた変状が、維持管理マニュアルでは「a」と「c」の変状ランクとされ、より変状の実態を反映した評価が可能となった。このように、維持管理マニュアルは、変状のランクを旧判定の3段階から4段階に細分

化し、変状の程度の明確化（数値化等）を図ることにより、旧判定よりも的確に老朽化評価が実施出来ると考えられる。

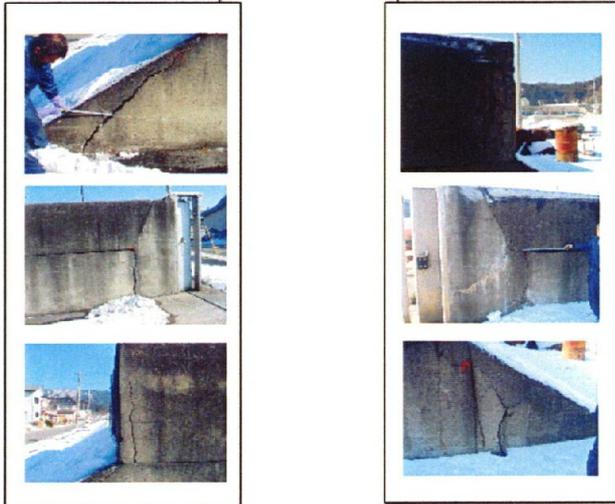
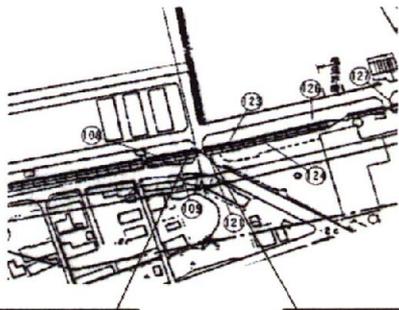


写真-1 大沢漁港海岸の変状事例(2-4)

施設番号2-4（写真-1）における平成12年当時の評価基準では、121-1、121-2がそれぞれ★★（中度）、★（軽度）とされ、121-3は損傷がないとされている。今回の調査では、施設の損傷が顕著に進行している状況が伺え、維持管理マニュアルによる現状判定は、全て「a」となった。なお、維持管理マニュアルでは、スパン毎に損傷を評価することになっており、より適切な評価が可能であることが確認された。変状のランクを比較することにより変状の進行についても確認できる。

以上から、維持管理マニュアルを活用することにより、的確な老朽化状態や進行状況の把握（変状のランクの設定）が可能であり、老朽化診断において維持管理マニュアルが有効であると考えられる。

(3)維持管理マニュアルの課題

現地調査では、維持管理マニュアルの維持管理フロー図に基づき点検を行い、点検結果を維持管理マニュアルに添付の点検シートを用いて整理した。さらに、点検結果を基に老朽化の程度の評価を実施したものである。

現地調査の結果より、維持管理マニュアルを基に現場において管理者が老朽化対策の実務を行うにあたっては、以下のような課題が明らかとなった。

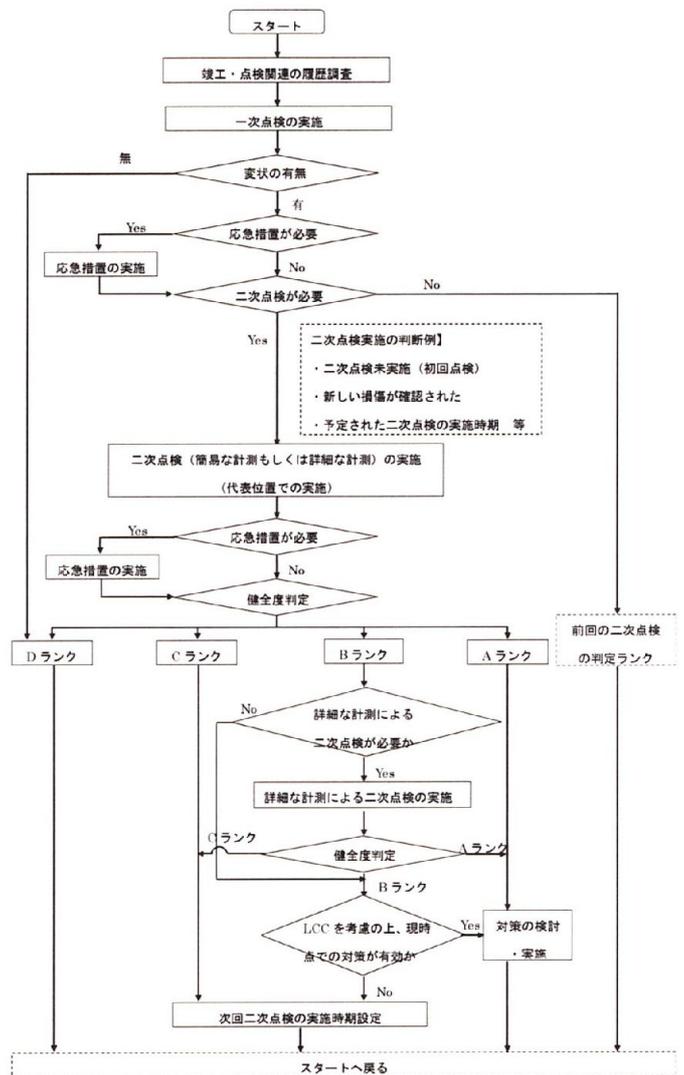


図-2 維持管理フロー図（維持管理マニュアル）¹⁾

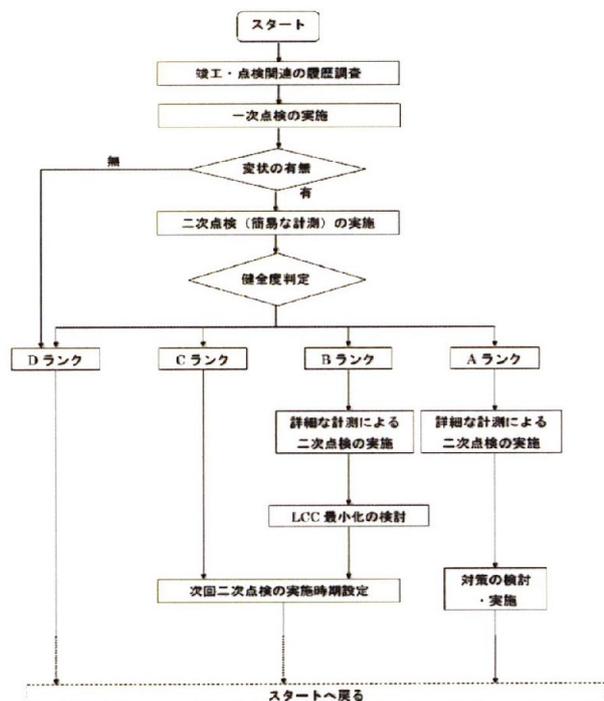


図-3 維持管理フロー図（実務版マニュアル）

- ①「応急措置」の要否の判定基準や二次点検の「簡易な計測」と「詳細な計測」の関係が明確にされていない。(図-2)
- ②変状のランクにおいて確認される変状の程度が数値で示されていない項目がある。
- ③維持管理計画の項目や内容の明示が不十分である。
- ④変状連鎖による変状発生要因ごとの進行過程を考慮した点検方法・変状のランク・健全度評価及び導入する対策工法が示されていない。

3. 実務版マニュアルの作成

(1) 維持管理マニュアルの課題への対応

2. (3)で述べたように、現地調査の結果より、a～dの4段階での変状のランク判定に関する有効性は確認できたが、維持管理マニュアルの維持管理フロー図では、「応急措置」や「詳細な計測による二次点検」の要否の判断を行う箇所が多く、調査者による変状のランクの判断結果等のばらつきが生じる可能性が懸念された。そこで、「応急措置」や「詳細な計測による二次点検」の要否の判断をなくし、老朽化診断～健全度評価の簡素化を図るため、維持管理フロー図の見直し(図-3)を行った。

(2) 実務版マニュアルの特徴

市町村が主体である漁港海岸保全施設の管理者は、財政基盤が脆弱であり、日常点検や的確な老朽化診断を行うにあたっての十分な専門的知識や技術レベルの確保が難しいのが実態である。このため、専門的知識や技術レベルが十分でない海岸管理者においても、的確な老朽化診断が実施でき、適切な老朽化対策計画が策定できるように、老朽化診断の手順、および診断結果を踏まえた対策工法選定の手順を明確に示すとともに、時系列で整理(図-4)した。また、海岸管理者において合理的な老朽化診断が可能となるように、老朽化調査シートとして老朽化調査様式に具体的かつわかりやすい判断基準を追加した。さらに、これらの成果をとりまとめるとともに、老朽化診断の手順や診断における判断基準の実用性の確認のために、現地調査を行い、その実用性を検証し、実務版マニュアルを策定した。

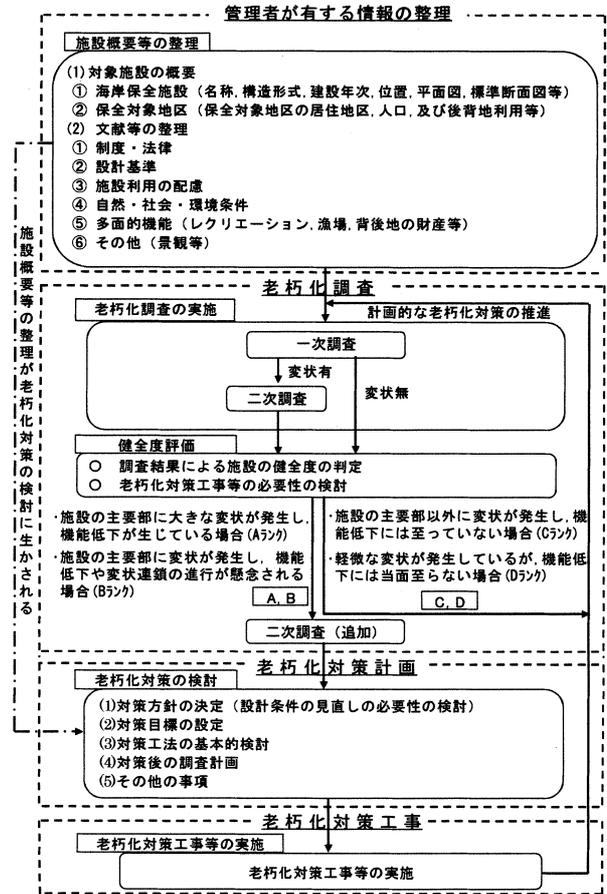


図-4 老朽化対策フロー図²⁾

(3) 一次調査、二次調査

一次調査は、構造全体の変状の有無を把握し、二次調査を実施すべき箇所の選別を行うため、調査シートに基づく変状の有無を確認し、変状位置の記録をスケッチにより実施するものである。二次調査は、構造物の部位・部材毎に変状の状況を把握し、健全度評価を行うため、簡易的な機材(非破壊検査も含む)による変状程度を把握し、確認された変状の位置や規模等を基にした変状ランクを調査シートに記録するものである。

二次調査シートは、調査位置ごとの変状の程度(変状のランク)に重み付けを行うため、構造上重要な部位について、a+というa～dより上位ランクを設けた。さらに、判定基準を可能な限り数値で示

表-4 二次調査シートの例²⁾

調査位置	変状現象	変状、損傷等のランク				調査結果	計測寸法(最大値)
		aまたはa+	b	c	d		
波返工	ひび割れ	部材背面まで達するひび割れ・亀裂が生じている(5mm相当)。	複数方向に幅mm程度のひび割れがあるが、背面までは達していない。	1方向に幅mm程度のひび割れがあるが、背面までは達していない。	1mm以下のひび割れが生じている。もしくは変状なし。		L= B=
	剥離・損傷	広範囲(10%以上)に部材の深部まで剥離・損傷が生じている。	表面だけでなく部材の深部まで剥離・損傷が及んでいる。	広範囲(10%以上)であるが、剥離・損傷の発生が部材の表面で留まっている。	ごく小規模の剥離・損傷が生じている。もしくは変状なし。		L= S=
	鉄筋の腐食	浮錆が著しく、鉄筋断面積の有意な減少が全体に亘っている。	浮錆が多く、鉄筋表面の大部分あるいは全周に亘る腐食が広範囲に認められる。	錆汁が多く、鉄筋腐食が広範囲に認められる。	一部に錆汁、点錆のみみられる。もしくは変状なし。		L=
	目地の開き、相対移動量	転倒あるいは欠損がある。	移動に伴う目地の開きが大きく、目地より水の浸透がある。	目地ずれがあるが、水の浸透はない。	目地部にわずかなずれ、段差、開きのみみられる。もしくは変状なし。		B= H= D=

注) 変状、損傷等のランクで、網掛けに該当する場合はa+とする。

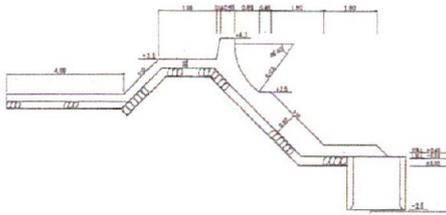


図-6 滑川漁港海岸保全施設断面図

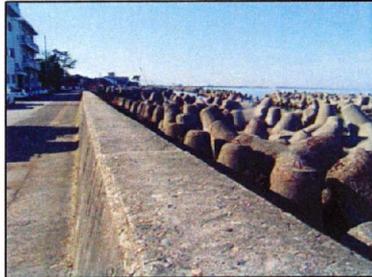


写真-3 滑川漁港海岸護岸全景

その実用性が確認できた³⁾。表-8 に滑川漁港海岸における対策工法決定の際に用いた対策工法の選定表を示す。

一般的に、対策工法の選定は、担当者の経験にもとづき劣化や変状などの老朽化の要因を想定し、追加調査を適宜実施しながら対策工法を確定させていく。このような経験を重視した対策工法の選定プロセスは、専門技術を有する技術者が不足する多くの海岸管理者にとって時間的な制約と予算的な制約下においては、対応が難しい。この点に関し、実務版マニュアルでは、事前検討段階において、「変状状況に応じた詳細調査項目」と「変状要因に応じた対策工法」を明確化することにより、対策工法の選定を可能としている。

ただし、現時点での追加調査項目と対策工法の関係を整理した表-7及び表-8では、まだ経験による判断に負う部分が残されており、変状のランクの客観的な数値による定量化や判断基準の明確化や適用工種の拡大などが必要である。

4. まとめ

過去の老朽化調査箇所において追跡調査を行うことにより、海岸構造物の劣化・変状等老朽化の程度（変状ランク）の判定や進行状況の把握において、維持管理マニュアルが有効であることが確認された。また、維持管理マニュアルの課題の抽出・整理と現場担当者の意見を踏まえた実務版マニュアルの作成

表-8 変状に応じた追加調査項目と対策工法の関係（波返工）²⁾

二次調査（追加）で確認された変状			変状がある場合の対策工法		
変状位置	変状現象	調査方法	調査結果の活用方法	設計条件の見直し	設計条件の見直しあり
波返工	防護高さ	測量	・防護高さ、余裕高さの確認 ・対策工、対策範囲の検討	・断面修復 ・旧波返工撤去、造り替など	・清波工の設置 ・清波工の追加 ・離岸場の設置 ・嵩上げなど
	鉄筋の腐食	はつり試験	・鉄筋腐食状況の把握 ・対策工、対策範囲の検討	・断面修復 ・旧波返工撤去、造り替など	・コンクリート被覆による増厚 ・鉄筋保護機能の強化など
	圧縮強度試験	・劣化状況、劣化原因の把握 ・劣化の進展予測 ・対策工の検討	・断面修復など	・コンクリート強度の強化など	
コンクリートの劣化	中性化試験	・劣化状況、劣化原因の把握 ・劣化の進展予測 ・対策工の検討	・表面塗装 ・断面修復 ・造り替えなど	・コンクリート被覆による増厚 ・鉄筋保護機能の強化	
	塩分含有量試験	・劣化状況、劣化原因の把握 ・劣化の進展予測 ・対策工の検討	・表面塗装 ・断面修復 ・造り替えなど	・コンクリート被覆による増厚 ・鉄筋保護機能の強化など	
	骨材のアルカリ反応性試験	・劣化状況、劣化原因の把握 ・劣化の進展予測 ・対策工の検討	・表面塗装 ・断面修復 ・造り替えなど	・コンクリート被覆による増厚 ・鉄筋保護機能の強化など	

により維持管理マニュアルの実用性の向上を図ることができた。しかし、両マニュアルの対象施設は、“コンクリート構造の堤防、護岸及びその関連施設等に限定されている”、“調査シートにおける変状の程度に具体的な数値で示されていない項目があるため、評価担当者の技術力の程度により老朽化度評価にばらつきが生じる”、などの課題が残されている。

今後、実務版マニュアルをより充実したものにしておくため、堤防、護岸以外の施設も対象施設として拡充する必要がある。このため、コンクリート構造以外の施設を含めた老朽化度判定を行うための変状ランクを策定するなど、構造形式、主要部材毎に老朽化に関する多数の知見の蓄積と合理的な評価基準の設定について検討する予定である。

参考文献

- 1) 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），2008年2月
- 2) 農林水産省水産庁防災漁村課：海岸保全施設の老朽化調査及び老朽化対策計画策定のための実務版マニュアル（暫定版），2008年3月
- 3) 三上信雄，保坂三美，水野敏雄，藤田孝康，米原寛之，笠井哲郎：海岸保全施設の維持管理における変状要因に応じた対策工法の選定手法について，海洋開発論文集，Vol. 24，pp. 555-560，2008