

海岸保全施設維持管理

マニュアルについて

堤防・護岸等の予防保全型維持管理に向けて

前国土交通省 港湾局 海岸・防災課

はなだ しょういち
専門官 花田 祥一

1. はじめに

筐子トンネルの事故を契機として、インフラの維持管理の重要性が改めて認識され、「インフラ長寿命化計画」が定められるなど、その推進に当たっては、計画的に行われるべきこととされたところである。

これを受け、海岸における施設のメンテナンスサイクルの構築に向けた検討も精力的に進められている。特に注力されたのが海岸における防護機能のメンテナンスである。海岸において津波や高潮から国土を守る、海岸保全施設—堤防や護岸など—の持つ防護機能は、人命を守り、財産を守り、国土を守るという、いわゆる「安心・安全」を確保して人々のなりわいを成り立たせる最も基本的かつ重要な機能であるため、それを維持し続けることは沿岸部の生活・産業には必要不可欠である（写真—1）。

しかしながら、堤防や護岸は、維持管理上の課題が多い施設である。これらの施設は、港湾や道路のように通常の利用がなされる施設ではなく、津波、高潮、高波などがやってきた際にその効果が発揮される施設である。そのため、維持管理上の課題を解決しないことによる影響は平常時に顕在化することがなく、それらの災害が起こった際



堤防



護岸

写真—1 海岸における施設の例

に施設や背後地に被害がもたらされることにより、初めて明らかになる。

さらに、そのような被害が出た場合であっても、堤防や護岸を設計した当初に見込まれた以上の災害が起こったために引き起こされたのか、経年劣化による機能低下により引き起こされたのか、詳細に分析することは目下のところ困難であるため、維持管理の効果を予測・検証することが他のインフラに比べても難しい。

また、堤防や護岸においては、

- ・施設の一部分の劣化や変状が、直接的に防護機能の低下につながりやすい
- ・長い延長の1カ所でも破堤すると、他の部分の施設が健全でも、大きな被害をもたらす可能性がある
- ・施設の天端高が不足すると、施設本体は破堤しなかったとしても、背後地に被害をもたらす
- ・地震、津波、高潮などの発生時に、いちどきに変状が生じることが多い
- ・海岸の地形や構造物の配置等によって、劣化や変状が起こりやすい箇所がある
- ・構造物の破壊は、堤体の亀裂などにおいて波浪等により内部が吸い出され、空洞が生じることにより起こるが、基礎部分が海面下にあることなどにより発見しにくい
- ・施設によっては、吸出しや変状を防止するための砂浜を維持することが重要であるため、堤防だけでなく前面の砂浜の変化に対する点検も必要である。

という特性を十分に踏まえた上で維持管理を行わなければならない、技術的に維持管理が難しい施設であるといえる。

このような維持管理の困難さに加え、もとより堤防や護岸は、古くは「メンテナンスフリー」と呼ばれたコンクリート構造物が多く、さらにはビーチなどの一部のエリアを除けば普段は人が利用することがない、人の目が行き届きづらい構造物である。それ故に、海岸保全施設におけるメンテナ

ンスは必ずしも満足に行われていない現状にある。

例えば、堤防や護岸の現状を振り返ると、築後50年以上経過した施設が平成42年には約7割に達すると見込まれ、老朽化した施設が急増している一方で、古い施設には建設年度や施設諸元、老朽化の状況等、必要な情報が不明な施設も多く存在しており、今すぐ維持管理を適切に実施しようとしても簡単にはいかない状況である。

他方、堤防や護岸に関する予算や人員の削減が進んでおり、維持管理に関わる体制づくりが困難な場合もある。海岸線の延長が長いわが国においては、堤防や護岸は全国で約8,500km^(*)と膨大な延長のある施設であるが、海岸を管理するのは海岸管理者である地方公共団体であり、その管理の内容にばらつきも出ている。

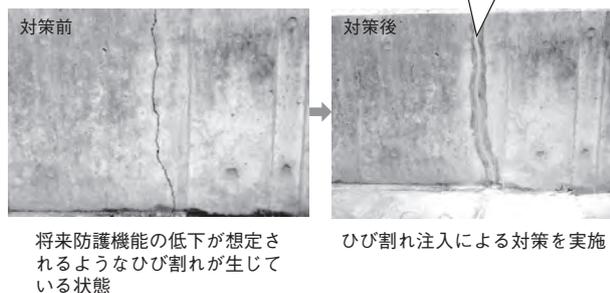
※岩手県、宮城県、福島県を除く

2. 長寿命化計画の策定と予防保全型維持管理への転換

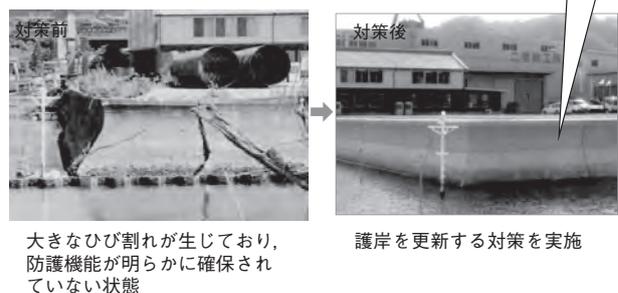
このように、維持管理にさまざまな課題がある中、近年は「予防保全型維持管理」への転換が各インフラ共通の課題である。海岸においても、堤防や護岸を「機能を失ってから直す」という事後保全型維持管理から、「機能を失う前に直す」という予防保全型維持管理に転換して施設を長寿命化させるために必要となる点検や修繕についてあらかじめ計画することが必要である。これにより、「防護機能を確保できること」「大規模な対策

【予防保全と事後保全に対応した変状と対策実施後のイメージ】

○予防保全の場合



●事後保全の場合



写真—2 予防保全型維持管理と事後保全型維持管理

等を実施する必要性が小さくなること」「長期的にみるとライフサイクルコストが少なく済むこと」等の効果が期待されるとともに、背後地の住民等の安全確保による安心感の増大にも寄与できる（写真－2）。

3. 海岸保全施設維持管理マニュアルの改訂

以上の状況を踏まえた必要な対策の一つとして、本年3月にとりまとめられたのが、本稿で紹介する「海岸保全施設維持管理マニュアル」である。これまでの堤防や護岸の維持管理のためのマニュアルとしては、平成20年2月に海岸関係省庁によりまとめられた、「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）」があるが、維持管理に投入できる資源が限られる中、重点点検箇所¹の抽出や巡視（パトロール）の導入等の点検の重点化・効率化、長寿命化計画の策定方法の具体化等の予防保全型維持管理の項目の充実を行って、より適切な維持管理に資するように改訂を行ったものである。

以下、マニュアルの内容に触れながら、改訂の概要を述べる。

(1) 重点点検箇所の抽出

堤防や護岸の延長は非常に長い。一般的には、膨大な施設の維持管理を行わなければならない場合は高度利用される施設などについては管理水準を上げるなどによりメリハリをつけることができるが、堤防や護岸の場合、ある地域で一定の防護水準を確保しようとする、地域の周辺にある一連の施設が同様の防護水準を満たしていなければならないことを考慮することが必要である。

そこで、堤防や護岸の点検においては、劣化しやすい箇所と劣化しにくい箇所があるという特性を踏まえ、点検を重点化する箇所を抽出することとした。

具体的には、施設の状態を把握し、点検を効率的・効果的に行うための情報整理を行うため、初回点検等の際に、平面図、航空写真、衛星写真等

から地形等により劣化や被災による変状が起これやすい箇所を抽出するほか、定期点検等により確認された最も変状が進展している箇所等を抽出し、重点点検箇所とすることとした。

(2) 防護機能の確保のために重要な点検の視点の明確化

住民等の人命損失や重要資産の損失を防ぐには、防護機能を確保することが重要であるが、そのために施設全体を漫然と点検しても効率的とはいえない。

堤防や護岸の防護機能とは、端的にいえば堤体の高さ²と重さである。すなわち、重要な視点は、堤防・護岸等の「天端高の確保」「空洞の発生防止」を図ることである。これを、「コンクリート部材の変状」「消波工の沈下」「砂浜の侵食」等について点検により把握することとした。

(3) 点検結果等の記録、保存

維持管理は、数年～数十年といった期間で終わる整備とは異なり、数十年、数百年と続けていくものである。その間に担当者が変わるなど、点検を行う側の事情も異なっていくと考えられるが、できるだけ同じ品質で、同じ方法で点検することによって、施設の修繕や更新に関わるマネジメントを的確に行うことができる。改訂したマニュアルでは、重点的に点検を行わなければならない箇所を分かりやすく把握でき、引き継ぐことができる点検シートに記録、保存することとし、その記録方法を例示した。

このように、点検を効率的・効果的に行うための資料とあわせ、後述する長寿命化計画の策定、改訂の履歴や、点検、評価の結果の記録・保存方法を様式化して整理することが重要である。

(4) 「巡視（パトロール）」と「定期点検」を組み合わせた効率的・効果的な点検システムの構築

維持管理における基本は、点検を適切に行って、修繕や改良等のタイミングを的確に捉えることである。従前のマニュアルにおいても施設の「定期点検」を行うこととされ、方法が詳述されていたが、維持管理に投入できる資源が限られる中、延長が長い堤防や護岸の全てを細部まで点検

を行うことは現実的に困難であり、実施に負担の大きい定期点検の効率化が重要な課題であった。

従前のマニュアルでは、定期点検の頻度の目安を「1～3年に1回」としていたが、点検の種別に新たに「巡視（パトロール）」を位置付け、これと定期点検等を組み合わせ、定期点検の頻度を「5年程度に1回」に減らしつつ、維持管理の水準を保つこととした。また、定期点検における点検箇所についても、「重点点検箇所」以外は点検方法を効率化することとした（表—1，2）。

(5) 予防保全の実施に対応した「健全度評価」の基準の見直し

点検結果を的確な修繕・改良に結び付けるためには、その点検結果を適切に評価することが必要である。マニュアルにおいても、施設の健全度評価を行って対策の方針を決めることとしているが、予防保全型維持管理の導入のため、過去のマニュアルでは、対策が必要な施設の健全度評価は「要対策」と分類していたが、これを「要事後保全」と「要予防保全」に分け、予防保全が必要な状態を明確化した（表—3）。

表—1 点検の種類と方法

<p>「巡視（パトロール）」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「重点点検箇所」について、踏査可能な範囲で、目視により点検を行う ・上記以外の箇所は、異常箇所がないかどうかを概観して確認する <p>「定期点検」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・全てのスパンについて目視により点検を行い（一次点検）、変状現象の程度を評価する ・「重点点検箇所」については、踏査可能な範囲だけでなく、望遠鏡やミラーを用いるなどの工夫により全ての点検位置を点検するように努める。それ以外は踏査可能な範囲で点検する ・変状現象の程度が目視では評価できない等の場合は、必要に応じ、「スパン」ごとに計測による点検（二次点検）を行い、変状現象の程度を評価するとともに、定量的に記録する

表—2 具体的な手順

<ol style="list-style-type: none"> ① 点検に先立ち、「初回点検」等の際に重点点検箇所を抽出 ② 数回/年の頻度で「巡視（パトロール）」を重点的かつ概括的に実施し、防護機能に影響を及ぼすような大きな変状等を把握 ③ 「定期点検（一次点検・二次点検）」を1回/5年程度の頻度で実施 <p>※地震・津波・高潮等の発生後には「異常時点検」を実施</p>

(6) 「長寿命化計画」の定義付け

予防保全型維持管理においては、点検、修繕、

表—3 健全度評価の改訂

【改訂前の健全度評価】		
健全度		変状の程度
Aランク	要対策	施設の主要部に大きな変状が発生しており、施設の性能低下が生じている
Bランク	重点監視	施設の主要部に変状が発生しており、施設の性能低下や変状連鎖の進行が懸念される
Cランク	重点点検	施設の主要部以外の部分や附帯施設に変状が発生しているが、施設の性能低下には至っていない
Dランク	問題なし	軽微な変状が発生しているが、施設の性能低下には当面至らない

↓

【改訂後の健全度評価】		
健全度		変状の程度
Aランク	要事後保全	施設に大きな変状が発生し、そのままでは天端高や安全性が確保されないなど、施設の防護機能に対して直接的に影響が出るほど、施設を構成する部位・部材の性能低下が生じており、改良等の実施に関し適切に検討を行う必要がある
Bランク	要予防保全	沈下やひび割れが生じているなど、施設の防護機能に対する影響につながる程度の変状が発生し、施設を構成する部位・部材の性能低下が生じており、修繕等の実施に関し適切に検討を行う必要がある
Cランク	要監視	施設の防護機能に影響を及ぼすほどの変状は生じていないが、変状が進展する可能性があるため、監視が必要である
Dランク	問題なし	変状が発生しておらず、施設の防護機能は当面低下しない

← 予防保全が必要な状態を明確化

改良等を適切に行う必要があるが、実施時期を適切に行うため、あらかじめ計画を立て、それに従って実施することが効率的である。

従前のマニュアルでは、点検および診断が主な内容である「維持管理計画」が位置付けられていたが、改訂したマニュアルでは、これを「長寿命化計画」と改め、予防保全の考え方に基づく適切な維持管理による施設の長寿命化を目指すための計画であり「点検に関する計画」や「修繕等に関する計画」を含むものであることを明確に位置付けた。

(7) 「長寿命化計画」の策定単位を明確化

インフラの長寿命化計画を策定する際には、一般的に施設ごとに策定する場合が多い。一方、堤防や護岸は施設が線状に長いため、施設単位や点検単位が明確ではない場合が多い。

このため、改訂したマニュアルでは、点検や評価の実施単位や長寿命化計画の策定区間の単位を示した。「変状ランクの判定」については、おおむね構造目地により区切られた区間（スパン）ごとに行って点検結果を記録し、「健全度評価」については法線が変わっている箇所や断面が変わっている箇所等を境とする区間（一定区間）ごとに行って施設の一定区間の中で最も変状が進展している箇所（スパン）の部位・部材の変状ランクを代表値として評価し、「長寿命化計画」については地区海岸ごとに策定することを標準的な考え方とした（図-1）。

表-4 長寿命化計画における維持管理の実施フロー

- ① 点検を実施し、その結果を踏まえ、施設全体としての変状状態や防護機能の低下を把握するための健全度評価を行う
- ② 海岸保全基本計画や健全度評価の結果を踏まえ、施設の位置、背後地や利用者の安全等を勘案した、適切な点検・修繕等の維持管理に関する方針を決定する。その際、ライフサイクルコストを縮減するとともに、各年の点検・修繕等に要する費用を平準化することを目標とする
- ③ 巡視（パトロール）等や定期点検についての内容、時期等を「点検に関する計画」として作成する
- ④ 健全度評価結果に加え、背後地の重要度を勘案し、修繕等の方法や実施時期等を「修繕等に関する計画」として作成する
- ⑤ 長寿命化計画に従い点検・修繕等を実施する
このうち②～④を「長寿命化計画」としてとりまとめる

(8) 修繕等の実施時期の検討方法

堤防や護岸は、地震、津波、台風などにより変状が大きく進展することがあり、また周辺状況などにより劣化の傾向も施設ごとに大きく異なるため、修繕の時期や手法を明確に定めることは困難である。しかし、施設の劣化について一定程度の予測を立てることで、修繕の順序や方法、それに伴う予算等の確保の将来的な動向を検討することができる。

改訂したマニュアルでは、長寿命化計画における予防保全の検討に当たって、各部位・部材の変状の劣化予測を行って、防護機能の低下を把握するための、「一定区間の変状ランクの代表値に応じた劣化予測線の選定方法」「劣化予測線を用い

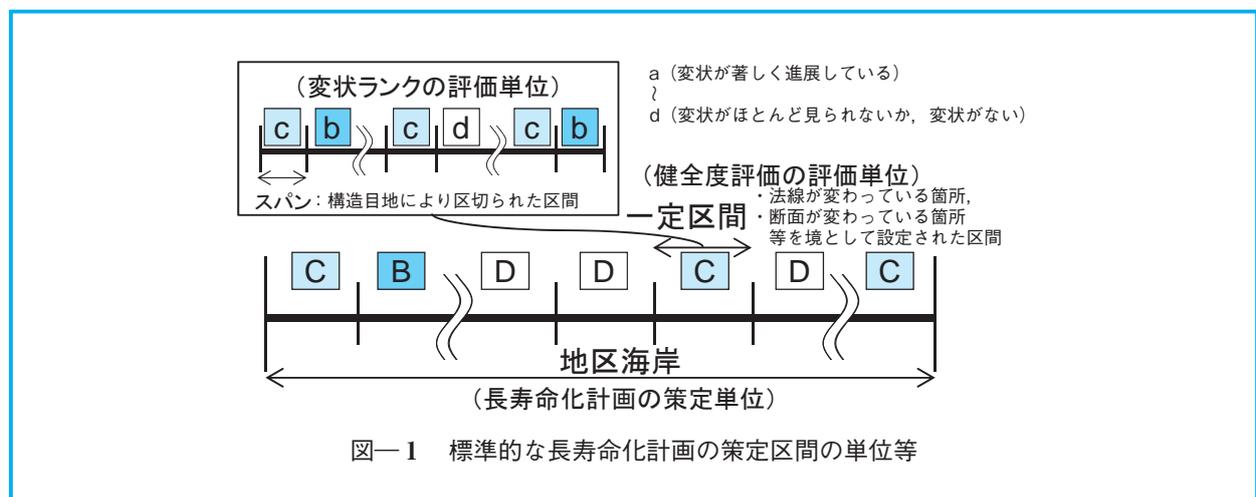


図-1 標準的な長寿命化計画の策定区間の単位等

「た修繕等の実施時期の検討方法」を具体的に提示した。

これにより、長寿命化計画において、海岸保全施設の防護機能の低下を考慮した修繕等の実施時期を検討することとしている。

なお、堤防や護岸における維持管理は緒に就いたばかりであり、点検や修繕の記録の蓄積が少なく、マニュアルに記載された劣化予測の手法はその少ないデータに基づくものであることに留意すべきである。今後、点検や修繕の記録が蓄積されれば、より精度の高い劣化予測を行ってそれに基づく確かな修繕計画を立案することができるものと考えられるが、記録の蓄積方法やその分析方法については、今後の課題としてさらなる検討を行わなければならない。

(9) ライフサイクルコストの縮減および各年の点検・修繕等に要する費用の平準化

既存の施設に係るライフサイクルコストは、変状の段階に応じた点検、修繕、改良、更新および撤去に要する費用の合計である。

マニュアルにおける長寿命化計画に基づくライフサイクルコストの考え方としては、予防保全による修繕等の実施を前提としているが、「修繕等に関する計画」においては、修繕等の実施時期については、ライフサイクルコストの縮減と各年の点検・修繕等に要する費用の平準化に資するよう設定することとした。

また、修繕等の時期の変更や前倒し等による費用の平準化を行うとともに、劣化予測の結果や被災履歴、背後の状況等の観点から、優先順位を評価し、最も優先順位が高いものから順次修繕等を実施することを基本として、海岸管理者が管理する海岸の長寿命化計画全体の調整を図り、全体として適切に海岸保全施設の防護機能が確保されるよう配慮することとした。

なお、平準化は全ての堤防や護岸の修繕計画の立案が終わらないと適切に実施できないが、まずは計画的な点検および修繕を行うことが重要であるため、平準化の検討よりもまずは（暫定的な）

長寿命化計画の策定を優先し、いち早く予防保全型維持管理への転換を図ることが重要である。

(10) 利用者等の安全に配慮した対策として「応急措置等」を追加

堤防や護岸の被災等により、背後地や利用者の安全確保が必要な場合は、まずは応急措置等を講じることが必要である。

改訂したマニュアルでは、点検を行い、変状ランクの判定および健全度の評価を行った際、すでに防護機能が確保できていない施設における対策については、改良、修繕等による対策を行う前に、背後地や利用者の安全確保の観点から応急措置や安全確保措置を講じることとした。

具体的には、

- ① 背後地や利用者の安全が確保できない場合に、応急的に行う、立入り禁止、危険の周知、応急対策等の措置を講じること
- ② 施設の防護機能が確保されていることが確認できない場合においては、避難等の連絡体制の整備や重要な水防箇所の情報共有、ハザードマップへの明記等の、背後地や利用者の安全を確保するための措置を事前に講じることを位置付けた。

4. おわりに

以上が、海岸保全施設維持管理マニュアルの概要である。今後は、将来にわたって必要な防護機能を発揮し続けるためのメンテナンスサイクルの構築と継続的な発展ができるよう、取り組みが進められることが望まれる。これにより、南海トラフの地震による津波や、台風による高潮等への備えを万全にしておくことが必要である。

マニュアルの改訂は、平成25年度の「海岸保全施設維持管理マニュアル改訂調査委員会」における検討に基づき海岸関係省庁において行った。委員長である北海道大学の横田教授をはじめ、関係各位に謝意を申し上げたい。