

海岸保全施設維持管理マニュアル

令和2年6月（令和5年3月一部変更）

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

国土交通省水管理・国土保全局海岸室

国土交通省港湾局海岸・防災課

マニュアルの改訂にあたって

全国の堤防・護岸等の海岸保全施設のうち、整備後 50 年以上経過した施設や整備年度が不明な施設は 2015 年で約 4 割であるが、2035 年には約 7 割に達する見込みであり、整備後の経過年数が長期化した海岸保全施設が急速に増加していることから、適切な維持管理を推進し、防護機能や安全性を確保することが重要となっている。

老朽化するインフラに対して、戦略的な維持管理・更新に取り組むことで、国民の安全・安心を確保し、中長期的な維持管理・更新等にかかるトータルコストの縮減や予算の平準化等を図る必要があり、平成 25 年 11 月に策定された「インフラ長寿命化基本計画」に基づき、インフラの維持管理・更新等を推進するためのインフラ長寿命化計画を策定するとともに、各インフラの管理者は「個別施設毎の長寿命化計画」を策定しこれに基づく維持管理を行うこととされた。

海岸堤防等の海岸保全施設についても老朽化対策は急務であり、平成 26 年 6 月に海岸法が改正され、「海岸管理者は、その管理する海岸保全施設を良好な状態に保つように維持し、修繕し、もつて海岸の防護に支障を及ぼさないように努めなければならない。」とされるとともに、技術的基準等が定められた。

各海岸管理者において予防保全型の維持管理を推進するための「海岸保全施設維持管理マニュアル（以下「マニュアル」という。）」は、平成 20 年 2 月に策定以降、堤防・護岸・胸壁や水門・陸閘等の陸上施設について、順次改訂し内容の充実を図ってきたところであるが、離岸堤、潜堤・人工リーフ、突堤・ヘッドランド等のいわゆる沖合施設については、これまでその具体的な点検基準等が位置付けられず、マニュアルの考え方に準拠しつつ、適切な維持管理を実施することとしてきた。

一方で、沖合施設も陸上施設と同様に、建設後長期間が経過した施設が多くなり、今後も十分な維持管理水準を確保するためには、統一的な点検・評価項目を設定し、各海岸管理者において、施設の点検・修繕方法、実施時期等を定めた「長寿命化計画」を定め、予防保全型の維持管理を一層推進することが重要である。このことから、令和元年 11 月に「海岸保全施設維持管理マニュアル改訂検討委員会」（委員長：横田弘 北海道大学大学院 教授）を設置し、離岸堤等の施設管理の標準的な要領の検討を行った。

今回のマニュアル改訂では、沖合施設においてもライフサイクルコストを考慮し、適切な時期に修繕を行いながら施設の長寿命化を実現する「予防保全型」の維持管理を進めていくこととしており、安全・安心のサービス水準を下げることなくライフサイクルコストの縮減が図られることで国民にとってのメリットとなる。一方、陸上施設と比べて点検や修繕が容易ではない沖合施設は、必ずしもライフサイクルコストの縮減に繋がるケースばかりではないため、適切な状態監視のもとに維持管理を行うことも重要である。

また、本マニュアルが海岸保全施設の維持管理に携る様々な立場の方々に有効に活用・引き継がれることで、所定の防護機能が確保され、一定水準の維持管理レベルが担保されることになる。

なお、本マニュアルは現時点の知見に基づくものであり、海岸保全施設の点検結果を記録、保存し、変状ランクの判定結果や健全度評価結果、修繕方法、ライフサイクルコストの縮減効果等について収集・分析し、本マニュアルの更なる充実に向けた取組が重要である。

令和 2 年 6 月

マニュアルの一部変更

農林水産省農村振興局インフラ長寿命化計画（行動計画）（令和３年３月）、水産庁インフラ長寿命化計画（行動計画）（令和３年３月）及び第２次国土交通省インフラ長寿命化計画（行動計画）（令和３年６月）の策定を踏まえ、海岸管理者によるコスト縮減や事業の効率化につながるよう、「海岸保全施設維持管理マニュアル改訂検討委員会」の委員等の意見を聴取したうえで、水門・陸閘等の統廃合や新技術等の活用などの短期的な数値目標及びコスト縮減効果に関する長寿命化計画への記載例を追記する等の一部変更を行った。

令和５年３月

海岸保全施設維持管理マニュアル改訂検討委員会

(令和2年2月 第2回委員会検討時点)

委員名簿

委員長	横田 弘	北海道大学大学院 工学研究科 北方圏環境政策工学部門 教授
委員	岩波 光保	東京工業大学 環境・社会理工学院 土木・環境工学系 教授
委員	佐藤 慎司	高知工科大学 システム工学群 教授
委員	水谷 法美	名古屋大学大学院 工学研究科 土木工学専攻 教授
委員	吉永 育生	(国研) 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門 沿岸域水理ユニット長
委員	三上 信雄	(国研) 水産研究・教育機構 水産工学研究所 水産土木工学部 主幹研究員
委員	加藤 史訓	国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 海岸研究室長
委員	山本 康太	国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室長
委員	加藤 絵万	(国研) 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 構造研究領域 構造研究グループ長
委員	倉田 清	富山県 土木部 河川課長
委員	北 勝也	和歌山県 県土整備部 港湾空港局 港湾漁港整備課長
委員	橋本 康史	長崎県 水産部 漁港漁場課長
関係機関	宮崎 敏行	農林水産省 農村振興局 整備部 防災課長
関係機関	中奥 龍也	農林水産省 水産庁 漁港漁場整備部 防災漁村課長
関係機関	小島 優	国土交通省 水管理・国土保全局 海岸室長
関係機関	杉中 洋一	国土交通省 港湾局 海岸・防災課長

※令和2年2月時点・敬称略

海岸保全施設における水門・陸閘等の維持管理マニュアル策定検討委員会

(平成 30 年 5 月 改訂時)

委 員 名 簿

委 員 長	横田 弘	北海道大学大学院 工学研究科 北方圏環境政策工学部門 教授
委 員	岩波 光保	東京工業大学 環境・社会理工学院 土木・環境工学系 教授
委 員	佐藤 慎司	東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤学専攻 教授
委 員	水谷 法美	名古屋大学大学院 工学研究科 土木工学専攻 教授
委 員	桐 博英	(国研) 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門 水利工学研究領域ユニット長
委 員	佐伯 公康	(国研) 水産研究・教育機構 水産工学研究所 水産土木工学部 水産基盤グループ 主任研究員
委 員	佐々木 隆	国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 河川構造物管理研究官
委 員	加藤 史訓	国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 海岸研究室長
委 員	鮫島 和範	国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室長
委 員	加藤 絵万	(国研) 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 構造研究領域 構造研究グループ長
委 員	古屋 徹之	静岡県交通基盤部 港湾局 漁港整備課長
委 員	倉本 聡	広島県土木建築局 港湾漁港整備課長
委 員	久米 正浩	徳島県県土整備部 河川整備課長
関係機関	笹川 敬	農林水産省 農村振興局 整備部 防災課長
関係機関	竹葉 有記	農林水産省 水産庁 漁港漁場整備部 防災漁村課長
関係機関	内藤 正彦	国土交通省 水管理・国土保全局 海岸室長
関係機関	加藤 雅啓	国土交通省 港湾局 海岸・防災課長

※平成 30 年 3 月時点・敬称略

海岸保全施設維持管理マニュアル改訂調査委員会

(平成 26 年 3 月 改訂時)

委 員 名 簿

委 員 長	横田 弘	北海道大学大学院 工学研究院 北方圏環境政策工学部門 教授
委 員	宇多 高明	日本大学 理工学部 海洋建築工学科 客員教授
委 員	佐藤 慎司	東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤学専攻 教授
委 員	水谷 法美	名古屋大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻 教授
委 員	岩波 光保	東京工業大学大学院 理工学研究科 土木工学専攻 教授
委 員	丹治 肇	独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所 水利工学研究領域 上席研究員
委 員	金田 拓也	独立行政法人 水産総合研究センター 水産工学研究所 水産土木工学部 水産基盤グループ 主幹研究員
委 員	諏訪 義雄	国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 海岸研究室長
委 員	浅井 正	国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 沿岸防災研究室長
委 員	加藤 絵万	独立行政法人 港湾空港技術研究所 ライフサイクルマネジメント支援センター 上席研究官
委 員	外城 勉	青森県 農林水産部 水産局 漁港漁場整備課長
委 員	成田 淳一	東京都 港湾局 港湾整備部 計画課 港湾整備専門課長
委 員	美作 多加志	石川県 農林水産部 農業基盤課長
委 員	石垣 俊幸	静岡県 交通基盤部 河川砂防局 河川海岸整備課長
関係機関	岡 哲生	農林水産省 水産庁 漁港漁場整備部 防災漁村課長
関係機関	木島 利通	農林水産省 水産庁 漁港漁場整備部 防災漁村課長
関係機関	五道 仁実	国土交通省 水管理・国土保全局 海岸室長
関係機関	守屋 正平	国土交通省 港湾局 海岸・防災課長

※平成 26 年 3 月時点・敬称略

海岸保全施設のライフサイクルマネジメント研究会

(平成 20 年 2 月 策定時)

委 員 名 簿

委 員 長	岩田 好一朗	中部大学 工学部 都市建設工学科 教授
委 員	佐藤 慎司	東京大学大学院 工学系研究科 社会基盤学専攻 教授
委 員	森川 英典	神戸大学 工学部 建設学科 教授
委 員	福濱 方哉	国土交通省 国土技術政策総合研究所 河川研究部 海岸研究室長
委 員	丹治 肇	(独) 農業工学研究所 水工部 河海工 水理研究室長
委 員	坪田 幸雄	(独) 水産総合研究センター 水産工学研究所 水産土木工学部 漁港施設研究室長
委 員	横田 弘	(独) 港湾空港技術研究所 LCM研究センター長
関係機関	安楽 敏	農林水産省 農村振興局 整備部 防災課 海岸・防災事業調整官
関係機関	高吉 晋吾	水産庁 漁港漁場整備部 防災漁村課 水産施設災害対策室長
関係機関	宮崎 友三郎	水産庁 漁港漁場整備部 防災漁村課 課長補佐
関係機関	野田 徹	国土交通省 河川局 海岸室 海洋開発官
関係機関	内村 重昭	国土交通省 港湾局 海岸・防災課長
関係機関	梶原 康之	国土交通省 港湾局 海岸・防災課 海岸企画官

※平成 18 年 3 月時点・敬称略

目 次

第1章 総 論

1-1. 本マニュアルの目的	1
1-2. 適用の範囲	4
1-3. 本マニュアルの構成	5
1-4. 用語の定義	7

第2章 点検の概要

2-1. 点検の種類と目的	12
2-2. 点検位置	15
2-3. 点検結果の記録・データベースの整備	25

第3章 初回点検、巡視（パトロール）、臨時点検

3-1. 初回点検	27
3-2. 巡視（パトロール）	29
3-3. 臨時点検	34

第4章 定期点検

4-1. 定期点検の種類	35
4-2. 土木構造物	36
4-2-1. 土木構造物の定期点検フロー	36
4-2-2. 一次点検	37
4-2-3. 二次点検	43
4-3. 水門・陸閘等の設備	51
4-3-1. 一般点検設備	51
4-3-1-1. 管理運転点検	51
4-3-1-2. 年点検	55
4-3-2. 簡易点検設備	58

第5章 評 価

5-1. 土木構造物の評価	59
5-2. 水門・陸閘等の設備の評価	82
5-3. 水門・陸閘等の総合的健全度評価	93

第6章 対策工法等

6-1. 土木構造物の対策	96
6-2. 水門・陸閘等の設備の対策	99
6-3. 応急措置等	105

第7章 長寿命化計画の立案

7-1. 長寿命化計画の概要	106
7-2. 劣化予測と修繕等の実施事例	108
7-3. ライフサイクルコストの算出	115

第8章 その他の留意事項

8-1. 専門技術者の活用	118
8-2. 点検診断に関する新技術等の活用	119
8-3. 予防保全の効果の継続的な確認	120

付 録

付録-1 重点点検箇所シート	
付録-2 巡視（パトロール）シート	
付録-3 定期点検シート	
付録-4 点検記録等の電子化シート	
付録-5 長寿命化計画に記載する項目	
付録-6 長寿命化計画の作成例	

参考資料

参考資料-1 海岸管理者による砂浜の維持管理の事例	
参考資料-2 点検に関する技術の例	
参考資料-3 推移確率推定図及び劣化予測線の検討について	
参考資料-4 変状事例集	
参考資料-5 海岸保全施設の適切な修繕等のあり方について	
参考資料-6 離岸堤等の修繕方法の例	

第1章 総論

1-1. 本マニュアルの目的

本マニュアルは、予防保全型の維持管理に基づく、海岸保全施設の点検・評価・対策工法・長寿命化計画等の標準的な要領を示し、海岸管理者による適切な維持管理に資することを目的とする。

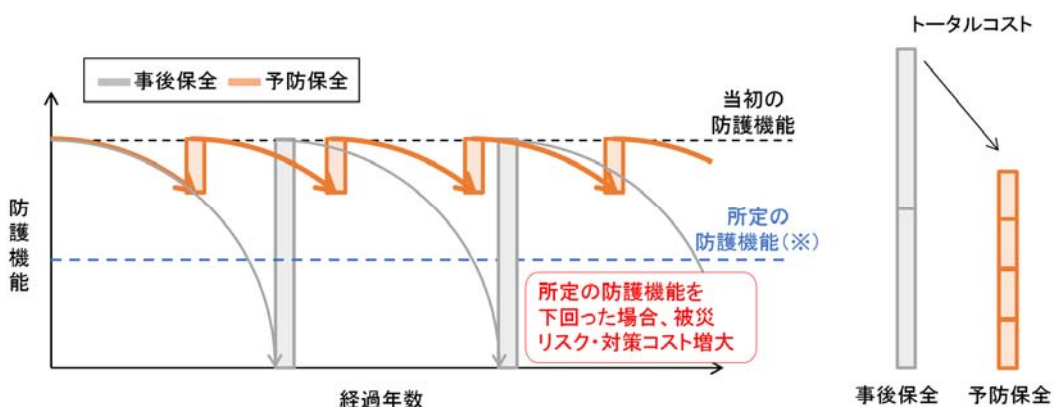
【解説】

- (1) 海岸保全施設は、今後、老朽化した施設の急速な増加が予想されており、維持管理に要する費用の縮減や平準化を図りつつ、持続的に防護機能を確保していくためには、ライフサイクルマネジメント（LCM）の考え方に基づく予防保全型の維持管理（図-1.1）が重要となる。海岸管理者が、海岸保全施設を良好な状態に保つように維持し、修繕し、もって海岸の防護に支障を及ぼさないように努めることは義務であるが、さらに、国民にとって恩恵となるようライフサイクルコスト（LCC）の縮減を図る。

本マニュアルでは、点検により構造物の防護機能及び性能を適切に把握・評価し、構造物の劣化予測等を行い、ライフサイクルを通じて、所定の防護機能を確保することを目標に、ライフサイクルコスト（LCC）の縮減と各年の点検・修繕等に要する費用の平準化を実現するための標準的な要領を示す。

しかし、海岸保全施設においては変状の進展と性能低下との関係が明確ではないため、施設の特性等に応じ、図-1.1 に示すような曲線をどのように描くことが適当かの検討も必要である。このため、こうした仕組みの構築・改良を図っていく上で、整備、点検、評価、対策といった一連の流れのデータを記録し、保存することが重要である。

なお、本マニュアルは海岸保全施設の標準的な維持管理の要領を示したものであり、海岸管理者においては、管理する海岸の状況に応じた要領を定めて管理してもよい。



※ 想定した地震・津波・高潮・高波等に対し最低限確保しなければならない防護する機能

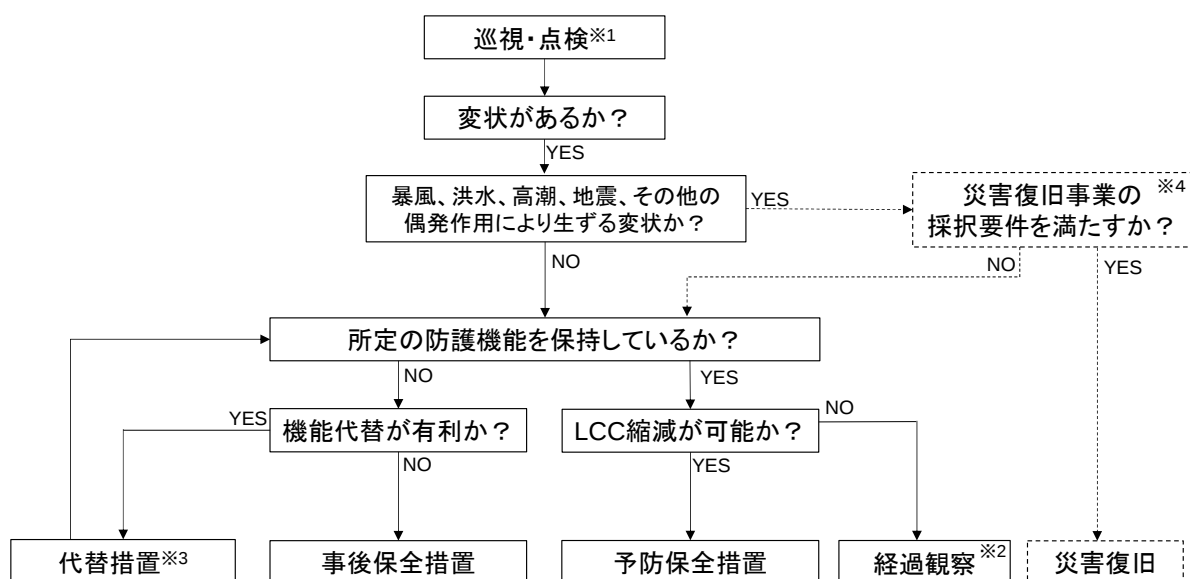
図-1.1 予防保全型の維持管理の概念図

- (2) 海岸保全施設の長寿命化を図ることにより、海岸保全施設の背後地を津波・高潮等の災害から防護する機能を効率的・効果的かつ長期的に確保することが重要である。そのためには、予防保全の考え方を導入し、適切な維持管理を行うことが必要である。予防保全型の維持管理を推進するためには、現状における施設の健全度を評価した上で、背後地の状況や施設の利用状況等を考慮しつつ、所定の防護機能を確保するための長寿命化計画を策定することが重要である。この際、海岸保全施設の維持管理の特徴として、以下の点がある。

- ①海岸保全施設においては、部材の変状による性能の低下が、直接防護機能の低下につながりやすい。
- ②堤防・護岸等の場合、長い延長の一箇所でも決壊すると、他が健全でも大きな被害をもたらす可能性がある。また、施設の天端高が不足すると、施設本体は決壊しなかったとしても、背後地に大きな被害をもたらすことになる。
- ③海岸保全施設の変状は、主に地震、津波、高潮の発生時に進展するとともに、海岸の地形や構造物の配置等によって、劣化や被災による変状が起こりやすい箇所がある。
- ④堤防・護岸等の破壊に至る変状連鎖の第一段階が堤体材料の吸出しであり、これにより堤体内の空洞化が進行するケースが多いが、基礎部分が海面下に没していることが多く吸出しによる変状を発見しにくい。
- ⑤水門・陸閘等は、門柱の変状が扉体の変状を引き起こすなど、土木構造物部分と設備部分が相互に作用し開閉を妨げる場合や、土木構造物部分と設備部分の変形特性の違いに起因する接合部等における変状が発生する場合がある。
- ⑥水門・樋門・樋管は堤内地の排水を担う構造物であり、変形や土砂の埋塞等により排水機能が低下する。
- ⑦樋門・樋管は、堤防・護岸等の土中を横断して設置される構造物で、函体内は暗く、口径の小規模なものや水没しているものも多いため、変状を発見しにくい。
- ⑧堤防・護岸等の前面に砂浜がある場合、堤体材料の吸出しや堤体の変状に対する予防保全として、堤防・護岸等の前面に十分な幅の砂浜が確保されている状態を維持することが重要であるため、堤防・護岸等だけでなく砂浜の変化に対する点検もあわせて実施していく必要がある。
- ⑨離岸堤等については、汀線より沖側に設置され、施設の一部又は全部が海面下に没しているため、変状を発見しにくい。当該施設の変状が発生した場合は、背後の堤防・護岸、砂浜の変状に対して影響を及ぼす。

なお、海岸保全施設の防護機能を適切に確保するにあたっては、併せて環境や利用に配慮することが重要であるが、本マニュアルにおいては、防護機能の確保について重点的にとりまとめた。

防護機能の確保については、図-1.2 に示すとおり、予防保全を含めたあらゆる手段により、所定の防護機能を保持している期間をできるだけ長くすることが重要である。



※１：点検とは、第２章 2-1.における、初回点検、一次点検、二次点検、臨時点検のことをいう。

※２：LCC 縮減が望めない場合の経過観察においては、他の近接工事と併せて修繕を行う等により LCC 縮減可能な状況となった場合には必要に応じて予防保全措置を図る。

※３：代替措置とは、離岸堤等の防護機能の低下に対し、陸側に消波ブロックを設置して当面の措置をするなど、所要の防護機能を確保することをいう。

※４：災害復旧事業の採択要件 １．採択要件の基本では、公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法第２条１項及び第３条により次の３条件が必要であることとしている。

- １）異常な天然現象により生じた災害であること。
- ２）負担法上の公共土木施設で現に維持管理されていること。
- ３）地方公共団体又はその機関が施行するもの。

図-1.2 海岸保全施設の防護機能確保にあたっての検討フロー

1-2. 適用の範囲

本マニュアルは、海岸保全施設のうち、堤防・護岸・胸壁・水門・陸閘・樋門・樋管・離岸堤（新型離岸堤※を除く）・潜堤・人工リーフ・突堤・ヘッドランドに適用する。

【解説】

- (1) 本マニュアルの対象施設は、堤防・護岸・胸壁（以下「堤防・護岸等」という。）、水門・陸閘・樋門・樋管（以下「水門・陸閘等」という。）、離岸堤（新型離岸堤を除く。以降、新型離岸堤を除いたものとする。）、潜堤・人工リーフ・突堤・ヘッドランド（以下「離岸堤等」という。）である。また、砂浜については、その変状が堤防・護岸等の安全性や水門・陸閘等の開閉機能を損なうものを対象とし、砂浜自体の施設としての維持は対象としない。

なお、堤防・護岸等と水門・陸閘等、離岸堤等以外の海岸保全施設（砂浜等）に関しては、本マニュアルの考え方に準拠しつつ、以下に示す指針等を参考に適切な維持管理を実施する。

- ① コンクリート構造の場合
 - ・土木学会：コンクリート標準示方書〔維持管理編〕、2018年制定
- ② 鋼構造の場合
 - ・日本鋼構造協会：土木鋼構造物の点検・診断・対策技術、2017年度改訂
- ③ 共通
 - ・全国農地海岸保全協会、公益社団法人 全国漁港漁場協会、一般社団法人 全国海岸協会、公益社団法人 日本港湾協会：海岸保全施設の技術上の基準・同解説、平成30年8月
- ④ その他
 - ・国土交通省港湾局：港湾の施設の維持管理計画策定ガイドライン、2015.4
 - ・水産庁：水産基盤施設ストックマネジメントのためのガイドライン、2015.5
 - ・国土交通省大臣官房技術調査課電気通信室、河川局河川環境課河川保全企画室：河川構造物長寿命化及び更新マスタープラン～持続可能な維持管理システムの確保に向けて～、2011.6

※ 新型離岸堤：「海岸保全施設の技術上の基準・同解説」P3-101に示される構造形式（有脚式、鋼板セル式等）の離岸堤

1-3. 本マニュアルの構成

本マニュアルは、海岸保全施設の維持管理の手順に従い、点検（第3～4章）、評価（第5章）、対策工法等（第6章）、長寿命化計画（第7章）の順で構成する。

【解説】

（1）維持管理の手順に沿った本マニュアルの構成

海岸保全施設における維持管理の手順に従い、本マニュアルの構成を図-1.3 に示す。

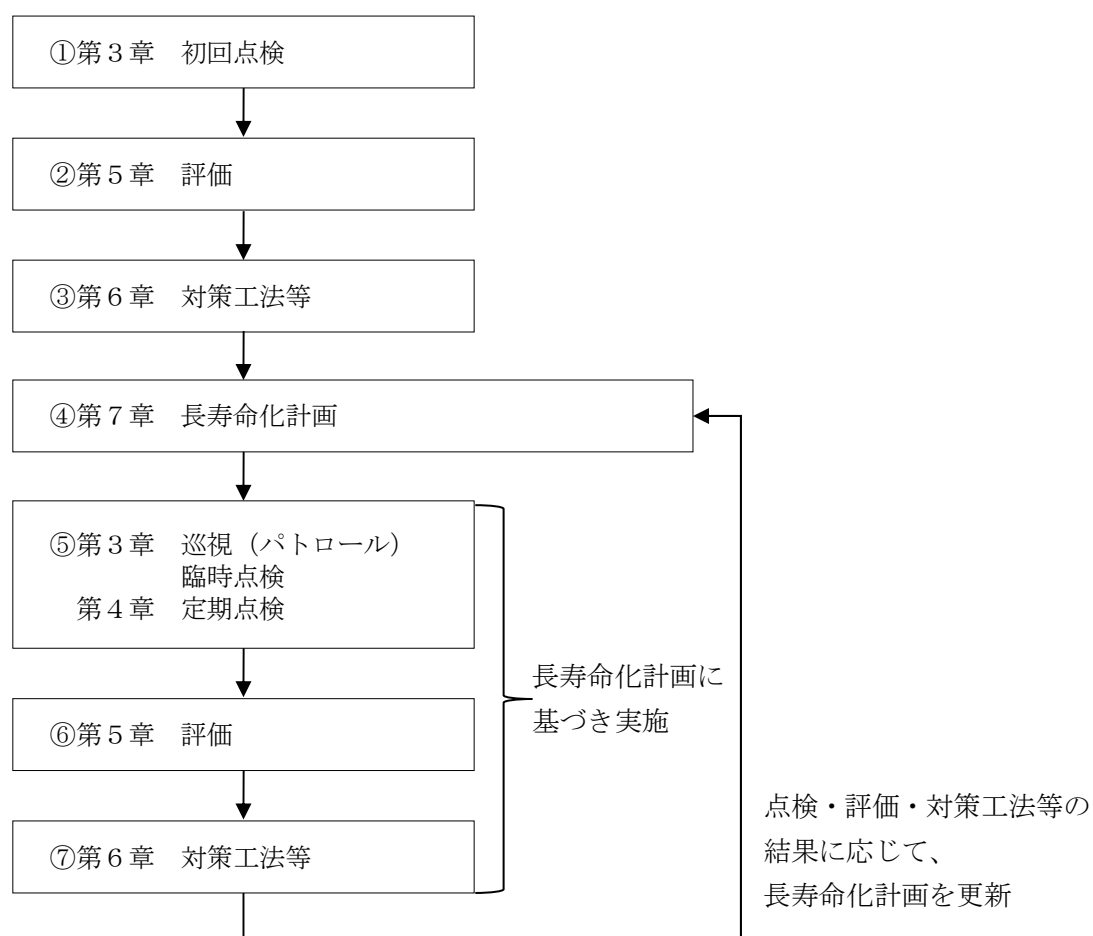


図-1.3 海岸保全施設の維持管理の手順と本マニュアルの構成

(2) 施設の分類に沿った本マニュアルの構成

1) 「土木構造物」と「水門・陸閘等の設備」

本マニュアルでは、堤防・護岸等、離岸堤等と水門・陸閘等の土木構造物部分（以下「土木構造物」という。）と水門・陸閘等の設備部分（以下「水門・陸閘等の設備」という。）の点検頻度や評価基準等の違いを考慮し、表-1.1 に示すとおり、対象施設を土木構造物と水門・陸閘等の設備に分類し、それぞれ点検・評価方法を示す。水門・陸閘等の部材毎の土木構造物部分と設備部分の分類は、「第2章2-2. 点検位置」に示す。

表-1.1 施設の分類と本マニュアルの構成

大分類	中分類	小分類	第4章 定期点検	第5章 評価	第6章 対策工法等
堤防・護岸等	—	—	4-2. 土木構造物	5-1. 土木構造物の評価	6-1. 土木構造物の対策
離岸堤等	—	—			6-3. 応急措置等
水門・陸閘等	土木構造物部分	—		5-3. 水門・陸閘等の総合的健全度評価	
	設備部分	一般点検設備	4-3-1. 一般点検設備	5-2. 水門・陸閘等の評価	6-2. 水門・陸閘等の設備の対策
		簡易点検設備	4-3-2. 簡易点検設備	—	6-3. 応急措置等

土木構造物

水門・陸閘等の設備

2) 「一般点検設備」と「簡易点検設備」

本マニュアルでは、水門・陸閘等の設備の点検等の効率化を図るため、表-1.1 に示すとおり、「一般点検設備」と「簡易点検設備」に分類し、それぞれ点検・評価方法を示す。「簡易点検設備」は、開閉機構、背後地への影響度等を勘案した上で、適切な維持管理を前提として、点検方法等を簡素化できる。分類の例を表-1.2 に示す。

表-1.2 一般点検設備と簡易点検設備の分類例

設備の特徴	設備の分類
・開閉機構が動力による設備 ・複雑な開閉機構を持つ設備 ・背後地への影響が大きい設備 ・重要度が高い設備	一般点検設備
・上記以外の設備	簡易点検設備

1-4. 用語の定義

本マニュアルで用いる主な用語を定義する。

【解説】

(1) 長寿命化計画に関する用語

- ・維持管理
海岸保全施設の防護機能の確保のために行う、点検、評価、予測及び対策からなる一連の作業の総称。
- ・海岸保全施設の長寿命化計画
海岸保全施設の背後地を防護する機能を効率的・効果的に確保するため、「損傷が小さいうちに計画的に直す」といった予防保全の考え方にに基づき、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。
- ・計画期間
長寿命化計画において対象とする期間であり、設計供用期間（30～50 年程度）を目安として設定するもの。
- ・ライフサイクルコスト（LCC）
海岸保全施設の供用期間に生ずる全ての費用であり、既設構造物の場合には、点検、修繕、改良、更新及び撤去の費用を含む。修繕、改良、更新により当初の供用期間が延びる場合には、延びた後の期間に生ずる費用を含む。「インフラ長寿命化基本計画（インフラ老朽化対策の推進に関する関係省庁連絡会議、平成 25 年 11 月）」における「トータルコスト」と同じ概念で捉えるものとする。
- ・ライフサイクルマネジメント（LCM）
海岸保全施設の防護機能の低下を把握し、LCCの縮減・平準化及び費用対効果（B/C）の最大化を目指す維持管理手法。ただし、本マニュアルでは防護効果（B）は一定とし、費用（C）の縮減・平準化に着目する。
- ・予防保全
海岸保全施設を構成する部材の性能低下を進展させないことを目的として、所定の防護機能が確保できなくなる前に修繕等を実施する行為。
- ・事後保全
海岸保全施設を構成する部材の性能を回復させることを目的として、所定の防護機能が確保できなくなった後、災害が発生する前に改良や更新等の対策を実施する行為。海岸保全施設の維持管理においては、想定した地震・津波・高潮等に対する防護機能の評価を行い、所定の防護機能が確保されていない場合に適切な対策を講じることが事後保全である。なお、自然災害（地震、津波、高潮、高波等）により被災した施設を原形復旧させる行為は事後保全に含まない。
- ・代替措置
離岸堤等の防護機能の低下に対し、陸側に消波ブロックを設置して当面の措置をするなど、所要の防護機能を確保すること。
- ・経過観察
施設の変状等の経過を観察すること。

●予防保全の場合



対策前
将来防護機能の低下が想定されるようなひび割れが生じている状態



対策後
ひび割れ注入による対策を実施

●事後保全の場合



対策前
大きなひび割れが生じており、十分な防護機能が確保されていない状態



対策後
護岸を更新する対策を実施

図-1.4 予防保全と事後保全の事例

・時間計画保全

予定の時間計画(スケジュール)に基づく設備の予防保全の総称で、予定の時間間隔で行う定期保全と、設備や機器が予定の累積稼働時間に達した時に行う経時保全に大別される。計画的に実施する定期点検(年点検・管理運転点検)や定期整備(定期的な整備・取替・更新等)は時間計画保全に含まれる。

・状態監視保全

設備を使用中の動作確認、劣化傾向の検出等により故障に至る経過の記録及び追跡等の目的で、動作値及び傾向を監視して予防保全を実施することをいう。

・地区海岸

長寿命化計画は地区海岸単位で策定する。地区海岸とは、「海岸の区分及び名称の統一について(昭和32年11月25日、32農地第4087号、32水産第2601号、港湾第180号、建河発第644号、農地局長、水産庁長官、港湾局長、河川局長から知事あて)」において、全国の海岸線を大分類、中分類、小分類、小小分類に区分し、それぞれ沿岸、海岸、地区海岸、地先海岸と名称が統一された。地区海岸は、原則、市町村の大字又は字の区域により区分する。

・一定区間

健全度評価は一定区間単位で実施する。一定区間とは、堤防・護岸等の場合、海岸保全施設の法線・断面が異なる箇所等を境界として設定された区間とする。離岸堤等の場合、原則各施設単位(端部及び開口部を含む)とする。なお、水門・樋門等の一定区間については、周辺堤防と基礎構造が異なる箇所等を境界として設定する。(「第5章5-1. 土木構造物の評価」参照)

・スパン

土木構造物の堤防・護岸等において、構造目地等を境界として設定された区間。離岸堤等において

は、一定区間と同意。（「第5章5－1．土木構造物の評価」参照）

- ・防護機能

海岸保全施設が、地震・津波・高潮・高波等の作用に対し、安全性（天端高が確保されている、空洞化により沈下・滑動・転倒がない、水門・陸閘等の開閉操作が可能等）を有し、背後地を津波・高潮・高波等による浸水から防護する機能。また、当該海岸保全施設において、想定した地震・津波・高潮・高波等に対し、最低限確保しなければならない防護する機能を、「所定の防護機能」とする。

（2）施設の分類に関する用語

- ・堤防・護岸等

海岸保全施設における堤防・護岸・胸壁。

- ・水門・陸閘等

海岸保全施設における水門・陸閘・樋門・樋管。

- ・離岸堤等

海岸保全施設における離岸堤（新型離岸堤を除く）、潜堤・人工リーフ、突堤・ヘッドランド。

- ・土木構造物

堤防・護岸等、離岸堤等と水門・陸閘等の土木構造物部分。（「第1章1－3．本マニュアルの構成」参照）

- ・水門・陸閘等の設備

水門・陸閘等の設備部分。（「第1章1－3．本マニュアルの構成」参照）

- ・一般点検設備

水門・陸閘等の設備のうち、例えば、開閉機構が動力による設備等、月1回の管理運転点検及び年1回の年点検を実施する設備。（「第1章1－3．本マニュアルの構成」参照）

- ・簡易点検設備

水門・陸閘等の設備のうち、一般点検設備以外の設備であり、年数回の管理運転点検を実施する施設。（「第1章1－3．本マニュアルの構成」参照）

（3）点検に関する用語

- ・点検

初回点検、巡視（パトロール）、臨時点検、定期点検の総称。

- ・事前の状態把握のための調査

既設の海岸保全施設を対象に、長寿命化計画の策定前に実施する所定の防護機能の確認、設計図書や修繕等の履歴、被災履歴に関する調査及び変状が起こりやすい箇所の抽出等。

- ・初回点検

海岸保全施設を対象に、長寿命化計画の策定のために実施する点検。事前の状態把握のための調査とともに、土木構造物については一次点検に準じた点検及び必要に応じた二次点検、水門・陸閘等の設備については年点検に準じた点検を行う。

- ・巡視（パトロール）

土木構造物を対象に、定期点検等において確認された重点点検箇所（地形等により変状が起りやすい箇所、実際に変状が確認された箇所等）等の監視や施設の防護機能に影響を及ぼすような新たな変状箇所の発見を目的として定期的実施する点検。

- ・臨時点検

海岸保全施設を対象に、地震、津波、高潮、高波等の偶発作用に対して、施設の防護機能に影響を及ぼすような変状の発生の有無を把握するために行う点検。

- ・定期点検

海岸保全施設を対象に、健全度の把握等を目的として、定期的実施する点検。一次点検、二次点検、管理運転点検、年点検を指す。

- ・一次点検

土木構造物を対象に、防護機能に影響を及ぼす施設の変状（天端高の不足、ひび割れ、ブロックの移動・散乱等）の有無を把握し、応急措置等の必要性の判断や、健全度評価、二次点検を実施すべき箇所の選別を行う目的で実施する点検。

- ・二次点検

土木構造物を対象に、部材毎、離岸堤等においては施設ごとに変状の状況を把握し、健全度評価と必要な対策の検討を行う目的で実施する点検。

- ・管理運転点検

水門・陸閘等の設備を対象に、試運転や目視により、異常の有無や開閉機能を確認し、応急措置等の必要性の判断を行う目的で実施する点検。

- ・年点検

水門・陸閘等の設備（一般点検設備）を対象に、目視や計測により各設備の状態を把握し、健全度評価と必要な対策の検討を行う目的で実施する点検。

（４）評価に関する用語

- ・評価

変状ランクの判定や健全度評価の総称。

- ・変状ランク

土木構造物を対象にスパン・構造物ごとに対象施設の変状が部位・部材の性能に及ぼす影響を a, b, c, d の４段階で評価すること。

- ・健全度評価

海岸保全施設の防護機能について、一定区間毎に、土木構造物はA、B、C、D、水門・陸閘等の設備は、×、△１、△２、△３、○のランクに評価すること。

- ・総合的健全度評価

水門・陸閘等（一般点検設備）を有する施設の防護機能について、一定区間毎に、土木構造物部分と設備部分の健全度評価をもとに、A＊、B＊、C＊、D＊のランクで施設全体として総合的に評価すること。

(5) 修繕・更新等に関する用語

- ・修繕

海岸保全施設の防護機能の確保のために行う工事。供用期間の中で反復的に行う軽易な工事を含む。

- ・更新

現在の海岸保全施設を当初（改良した施設については、改良後）の防護機能と同等のものに造り替える工事。

- ・応急措置

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。具体的な応急措置としては、危険箇所の柵囲い、看板等により注意喚起、土のう・袋詰め玉石等がある。

- ・安全確保措置

施設の防護機能が確保されていることが確認できない状態において、背後地や利用者の安全を確保するために事前に講じる措置。具体的な安全確保措置としては、地震・津波・高潮・高波時における利用者との連絡体制構築、水防関係機関との重要水防箇所の情報共有、水防警報海岸に指定し水防警報の発表、ハザードマップにおける要注意箇所の明示等がある。

第2章 点検の概要

2-1. 点検の種類と目的

点検は、現状における各位置での変状の有無や程度を把握するために実施し、初回点検、巡視（パトロール）、臨時点検、定期点検（土木構造物の一次点検・二次点検、水門・陸閘等の設備の管理運転点検・年点検）に分類される。

- ・初回点検

海岸保全施設を対象に、長寿命化計画の策定のために実施する点検。事前の状態把握のための調査とともに、土木構造物については一次点検に準じた点検及び必要に応じた二次点検、水門・陸閘等の設備については年点検に準じた点検を行う。

- ・巡視（パトロール）

土木構造物を対象に、定期点検等において確認された重点点検箇所（地形等により変状が起りやすい箇所、実際に変状が確認された箇所等）等の監視や施設の防護機能に影響を及ぼすような新たな変状箇所の発見を目的として定期的の実施する点検。

- ・臨時点検

海岸保全施設を対象に、地震、津波、高潮、高波等の発生後に、施設の防護機能に影響を及ぼすような変状の発生の有無を把握するために行う点検。

- ・定期点検

海岸保全施設を対象に、海岸保全施設の健全度を把握すること等を目的として、定期的の実施する点検。土木構造物については、一次点検、二次点検、水門・陸閘等の設備については、管理運転点検、年点検を指す。

- ・一次点検

土木構造物を対象に、防護機能に影響を及ぼす施設の変状（天端高の不足、ひび割れ、ブロックの移動・散乱等）の有無を把握し、応急措置等の必要性の判断や、健全度評価、二次点検を実施すべき箇所の選別を行う目的で実施する点検。

- ・二次点検

土木構造物を対象に、部材毎、離岸堤等においては施設ごとに変状の状況を把握し、健全度評価と必要な対策の検討を行う目的で実施する点検。

- ・管理運転点検

水門・陸閘等の設備を対象に、試運転や目視により、異常の有無や開閉機能を確認し、応急措置等の必要性の判断を行う目的で実施する点検。

- ・年点検

水門・陸閘等の設備（一般点検設備）を対象に、目視や計測により各設備の状態を把握し、健全度評価と必要な対策の検討を行う目的で実施する点検。

【解説】

(1) 各点検の目的、実施時期等を表-2.1 及び表-2.2 に示す。

表-2.1 初回点検・巡視（パトロール）・臨時点検の概要

種 点 類 検	初回点検	巡視 (パトロール)	臨時点検
対象施設	土木構造物 水門・陸閘等の設備	土木構造物 ^{注1)}	土木構造物 水門・陸閘等の設備
主な目的	・健全度評価、長寿命化計画策定、修繕等に必要な各部材の変状の把握	・防護機能や背後地、利用者の安全に影響を及ぼすような大きな変状の発見 ・定期点検等で発見された変状の進展や新たな変状の把握	・防護機能や背後地、利用者の安全に影響を及ぼすような大きな変状の発見
主な内容	土木構造物： ・一次点検（必要に応じて二次点検）の点検項目 水門・陸閘等の設備： ・年点検の点検項目	・陸上からの目視又はそれに準ずる方法 ^{注2)}	土木構造物： ・巡視（パトロール）の点検項目 水門・陸閘等の設備： ・簡易点検設備の管理運転点検の項目
間隔・実施時期	長寿命化計画の初回策定時	数回／年 海岸の利用が見込まれる連休前や地域特性を考慮して設定	地震、津波、高潮、高波等の発生後
実施範囲	対象施設の全体	重点点検箇所（地形等により変状が起りやすい箇所、実際に変状が確認された箇所等）を中心に施設全体	重点点検箇所（地形等により変状が起りやすい箇所、実際に変状が確認された箇所等）を中心に施設全体

注1) 水門・陸閘等の設備については、管理運転点検を月1回程度としていることから、年数回実施の巡視（パトロール）の対象から除いているが、管理運転点検の頻度を減らす場合等においては、必要に応じて水門・陸閘等の設備の巡視（パトロール）を行うこと。

注2) 特に離岸堤等については、汀線より沖側に設置され、施設の一部又は全部が海面下に没しているため、変状の初期段階から点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等を積極的に活用するなどして、効率的に変状を把握することが望ましい。

表-2.2 定期点検の概要

施設対象	土木構造物		水門・陸閘等の設備	
種類点検	一次点検	二次点検	管理運転点検	年点検
主な目的	・健全度評価、長寿命化計画更新、修繕等に必要な各部材の変状の把握	・健全度評価、長寿命化計画更新、修繕等に必要な各部材の詳細な変状の把握	・止水・排水機能や背後地、利用者の安全に影響を及ぼすような大きな変状の発見	・健全度評価、長寿命化計画更新、修繕等に必要な各部材の変状の把握
主な内容	・陸上からの目視又はそれに準ずる方法 注4)	・近接目視又はそれに準ずる方法 注4) ・簡易な計測 ・必要に応じ詳細な調査	・機械・設備の作動・試運転 ・陸上からの目視と近接目視	・機械・設備の作動・試運転 ・陸上からの目視と近接目視 ・詳細な各部の計測
間隔・実施時期	1 回程度／5 年 ^{注1)} (通常の巡視等で異常が見つかった場合は、その都度) 地域特性を考慮して設定(冬季波浪後、台風期前後等)	一次点検の結果より必要と判断された場合	一般点検設備： 1 回／月 ^{注3)} 簡易点検設備： 数回／年 ^{注3)}	一般点検設備： 1 回／年 ^{注3)} 一般的には、出水期(洪水期)や台風時期の前に実施することが望ましい。
実施範囲	対象施設の全体 全延長を対象とするが、概ね5年で一巡するように順次実施。 ^{注2)}	一次点検の結果より必要と判断された箇所(代表断面での実施も可)	対象施設の全体	同左

注1) 巡視(パトロール)の実施と、大きな外力を受けた場合の臨時点検を確実にを行うことを前提としており、臨時点検で同様の項目を実施した場合には省略可とする。また、「地形等により劣化や被災による変状が起こりやすい箇所」、「一定区間のうち、変状ランク a 又は b とされ、最も変状が進展しているスパン」、「背後地が特に重要である箇所」等については、毎年点検を実施し、他の箇所については5年に1回程度の点検とする。

注2) 劣化事例のうち最も早く変状が進展するケースの場合、変状ランクは5年で1段階進むことに鑑み、定期点検の間隔は5年に1回程度実施することが望ましいとしている(「参考資料-3」参照)。

注3) 施設の老朽化度、高潮等の発生状況等を踏まえ、海岸保全施設の適切な維持管理が可能な場合、専門家の意見を聴いた上で点検頻度を変更してよい。

注4) 特に離岸堤等については、汀線より沖側に設置され、施設の一部又は全部が海面下に没しているため、変状の初期段階から点検に関する技術の例(「参考資料-2」参照)に示す技術等を積極的に活用するなどして、効率的に変状を把握することが望ましい。

2-2. 点検位置

海岸保全施設の防護機能の確保に重要な視点は、住民等の人命の損失・重要資産の損失を防ぐため、堤防・護岸等の「天端高の確保」、「空洞の発生の防止」、離岸堤等の「天端高の確保」、水門・陸閘等の「開閉機能の確保」である。「天端の沈下」や「空洞化」を防ぐためには、変状連鎖の観点を踏まえたコンクリートのひび割れや砂浜の侵食、ブロックの移動・散乱等をとらえることが重要である。また、「開閉不能」を防ぐためには、管理運転等の実施による早期の異常の発見が重要である。

【解説】

(1) 点検の実施に先立ち、地形等により劣化や被災による変状が起こりやすい箇所（重点点検箇所）を、平面図、航空写真、衛星写真等から抽出する。そのような想定がされる箇所は例えば以下のような箇所である。

- ・ 屈折回折などにより来襲する波浪が集中（収れん）する箇所や、施設法線が変化し波浪が収れんする箇所
- ・ 局所的な越波が確認されている箇所
- ・ 前面水深の変化による砕波や水位上昇が生じやすい箇所
- ・ 波あたりが激しく波浪による洗掘のおそれが懸念される箇所
- ・ 排水路等があり、堤防・護岸等の堤体が吸出しを受けやすい箇所
- ・ 近隣地区の状況から判断し、地盤沈下が起こりやすいと判断される箇所
- ・ 土木構造物部分の変状により水門・陸閘等の開閉機能に影響を及ぼしやすい箇所



図-2.1 地形等により劣化や被災による変状が起こりやすい箇所（重点点検箇所）のイメージ

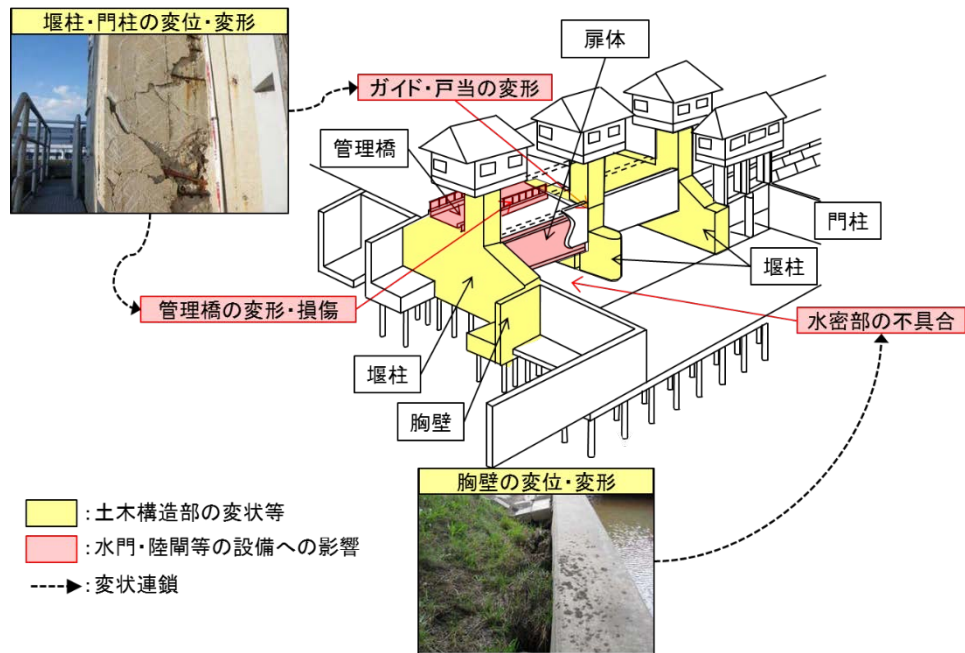


図-2.2 土木構造物部分の変状により水門・陸閘等の開閉機能に影響を及ぼしやすい（重点点検箇所）のイメージ

(2) 堤防・護岸等の防護機能の確保に重要な視点は、住民等の人命損失・重要資産の損失を防ぐ観点からの、堤防・護岸等の「天端高の確保」、「空洞の発生の防止」である。「天端の沈下」や「空洞化」を防ぐためには、変状連鎖の観点を踏まえ、その要因となる「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が重要である。

- ・波返工・天端被覆工：波返工、天端被覆工が劣化（沈下）した場合、天端高が不足して背後地が浸水する可能性がある。なお、波返工に差筋があり、差筋の腐食が進んだ場合、波力により損傷するおそれがある。特に、過去に嵩上げ工事を実施している場合、留意する。
- ・表法被覆工（水叩き工）・裏法被覆工：表法・裏法被覆が劣化した場合、堤体土砂の吸出しなどにより、空洞が生じるおそれがある。
- ・目地：堤体の変位によって目地部が開いた場合、そこから堤体の吸い出しが生じ、空洞化につながるおそれがある。
- ・消波工：消波工が沈下・消失した後、表法被覆の劣化が進行し、空洞が生じるおそれがある。
- ・砂浜：砂浜（前面海底地盤）が洗掘を受けた場合や消失した場合、表法被覆の劣化や堤体土砂の吸出しにより、堤体内部に空洞が生じるおそれがある。また、砂浜の下に根固め等がある場合、根固めの中に砂が入り込むなどにより、砂浜に陥没や空洞が生じるおそれがある。

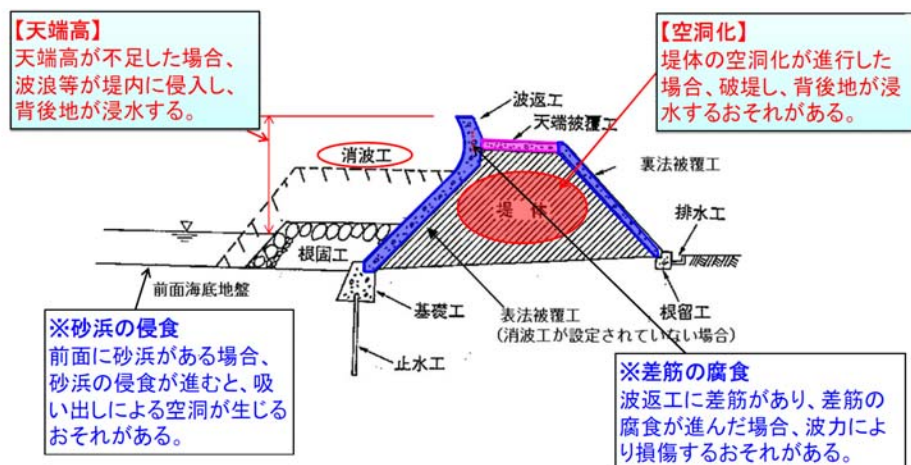


図-2.3 断面における点検の重要な視点のイメージ

(3) 変状連鎖図(図-2.4)を踏まえると、「天端の沈下」や「空洞化」を防ぐためには、表法被覆工、裏法被覆工等のひび割れや砂浜の侵食等をとらえることが重要である。

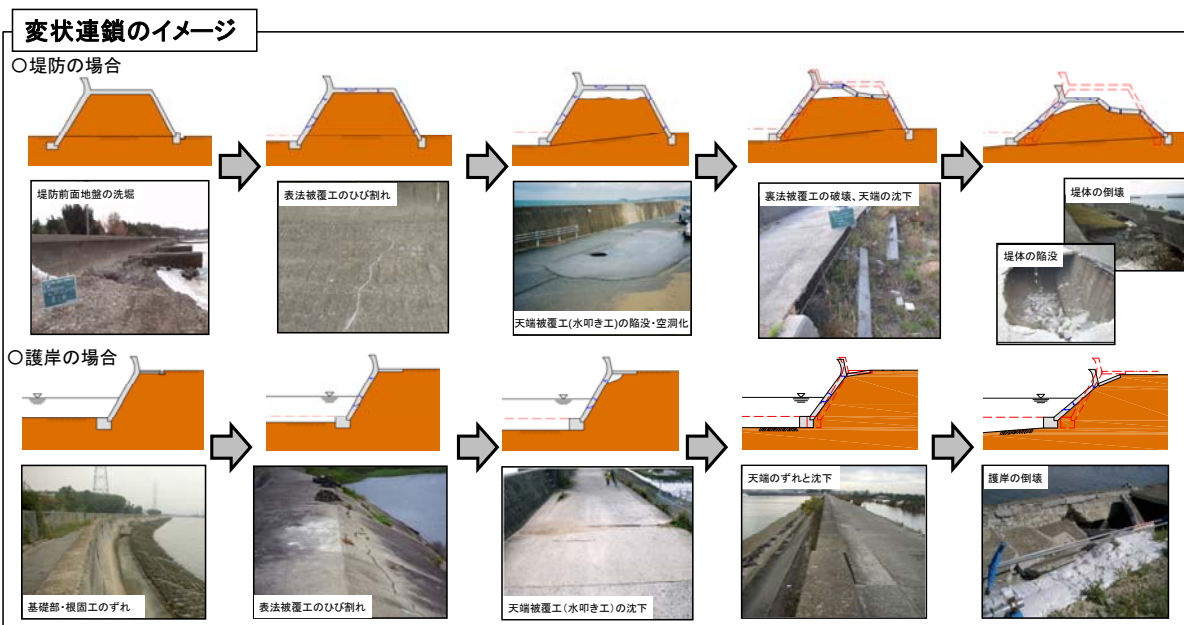
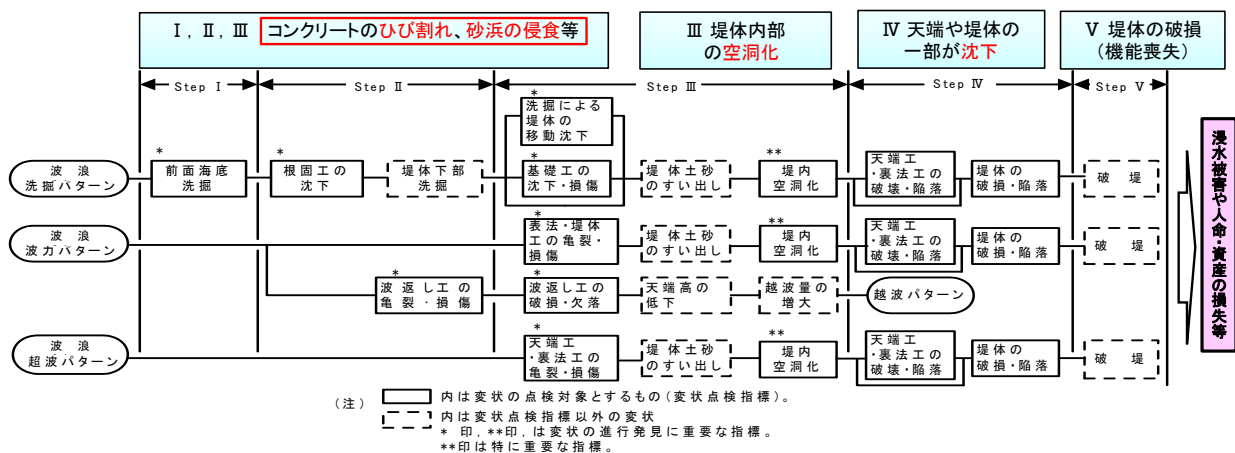


図-2.4 変状連鎖における点検の重要な視点のイメージ

- (4) 堤防・護岸等における巡視（パトロール）と定期点検（一次点検、二次点検）の点検位置を表-2.3 と図-2.5 に示す。

表-2.3 堤防・護岸等における巡視（パトロール）、定期点検の点検位置

（対象：○、対象外：—）

点検位置	巡視（パトロール） 注3)	定期点検	
		一次点検での 対象 注3)	二次点検での 対象
波返工 (及び胸壁の堤体工)	○	○	○
天端被覆工	○	○	○
表法被覆工	○注1)	○注2)	○
裏法被覆工	○	○	○
排水工	○注1)	○注2)	○
消波工	○注1)	○注2)	○
砂浜	○注1)	○注2)	○
前面海底地盤	—	—	○
根固工	○注1)	○注2)	○
基礎工	—	—	○

注1) 巡視（パトロール）はコンクリート部材の大きな変状、消波工の沈下、砂浜の減少を確認することを目的とし、陸上からの目視が主体となる。当該施設の立地条件等の諸条件を踏まえ、可能な範囲で実施することが望ましい。

注2) 一次点検は陸上からの目視を主体とするが、「地形等により劣化や被災による変状が起こりやすい箇所」、「一定区間のうち、変状ランク a または b と判定され、最も変状が進展しているスパン」、「背後地が特に重要である箇所」等については、望遠鏡やミラーを用いるなどの工夫により、極力全ての点検位置を点検するよう努める。

注3) 巡視（パトロール）、一次点検では陸上からの目視を主体とするが、点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等を積極的に活用する等して、効率的に変状を把握することが望ましい。

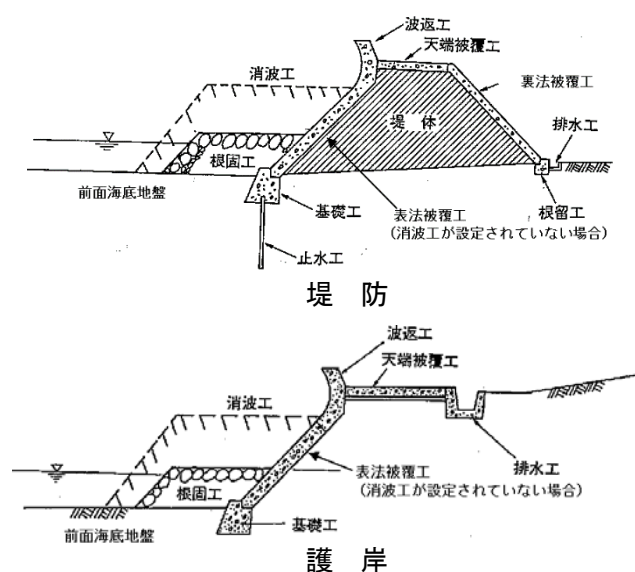


図-2.5 堤防・護岸等の点検位置

- (5) 主にブロックで構成されている離岸堤等は、既往の健全度調査結果では、台風等の偶発的な外力が変状の主な要因となるため、施設の供用期間に応じて変状が進展する傾向は明確でなく、既往の健全度調査結果を用いた平均的な劣化予測線を示すことはできない。(第7章7-2.(4)参照)

したがって、今後、離岸堤等の劣化予測線に関する知見を蓄積するために、巡視・一次点検・二次点検・臨時点検によって変状を把握し、そのデータを蓄積することが特に重要である。

離岸堤等における巡視（パトロール）と定期点検（一次点検、二次点検）の点検位置を表-2.4、図-2.6に示す。

巡視(パトロール) や一次点検では、堤体、天端・法面被覆工の大きな変状等を確認することを目的とし、望遠鏡等を活用した陸上からの目視が主体となるが、以下の方法等により、当該施設の立地条件等の諸条件を踏まえ、可能な範囲で施設の変状を把握することが望ましい。

- ・現地における碎波状況や汀線の確認（巡視・一次点検）
- ・点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等による堤体、天端・法面被覆工の変状確認（巡視・一次点検）
- ・既存資料（深浅測量、航空写真等）による海底勾配や汀線の変化等の確認（一次点検）

また、離岸堤等は汀線より沖側に位置するため、巡視（パトロール）や一次点検にあたっては、陸上からの目視により施設の変状が容易に把握できるよう、施設主要箇所へのマーキングや、写真撮影位置・撮影アングルの固定等の工夫を行うことが望ましい。

表-2.4における「必要に応じて実施：△」の点検は、一次点検で把握した変状から、修繕方法の検討等のために必要と考えられる点検位置における変状を把握する。例えば、離岸堤の堤体が大きく変状している場合、基礎工や前面海底地盤の変状も進展していることが想定されるため、修繕方法の検討等にあたっては測量、潜水調査、点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等による変状の有無の確認が必要となる場合がある。

突堤については多様な構造形式が存在するため、表-2.4に示す「消波ブロック型」「被覆ブロック型」の他、表-2.3を適用してもよい。

表-2.4 離岸堤等における巡視（パトロール）、定期点検の点検位置

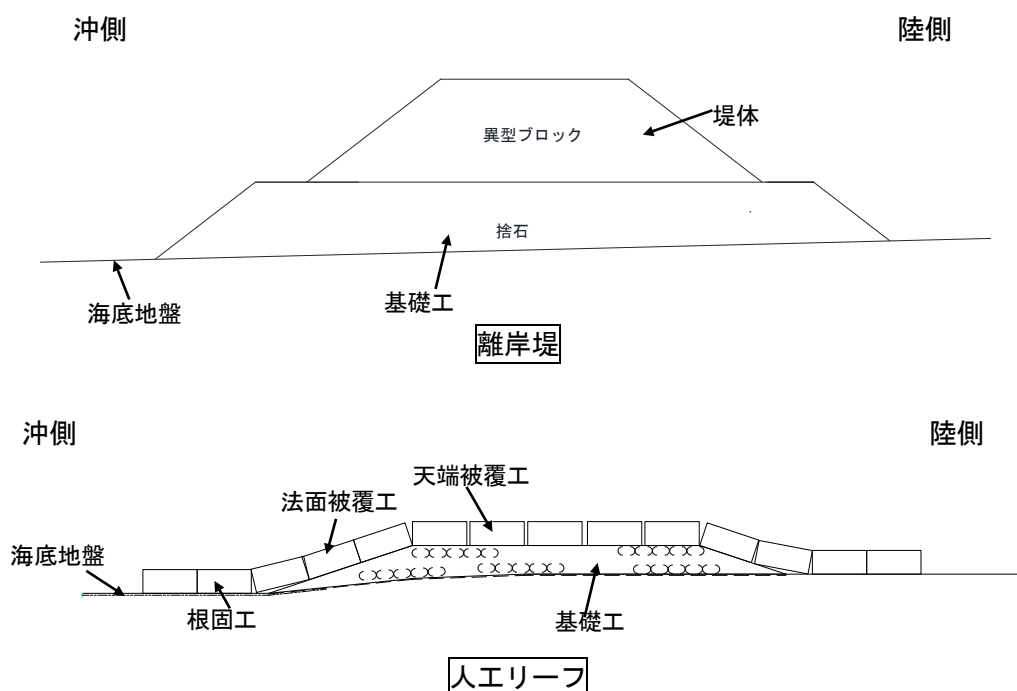
（対象：○、必要に応じて実施：△、対象外：－）

点検位置		巡視 (パトロール)	定期点検	
			一次点検での 対象	二次点検での 対象
離岸堤	前面海底地盤	－	－	△
	基礎工	－	－	△
	堤 体	○注 1)	○注 1)	○
潜堤・人工リーフ	前面海底地盤	－	－	△
	基礎工	－	－	△
	天端・法面被覆工	○注 1)注 2)	○注 1)注 2)	○
突堤・ヘッドランド (消波ブロック型)	前面海底地盤	－	－	△
	基礎工(根固工)	－	－	△
	堤 体	○注 1)	○注 1)	○
突堤・ヘッドランド (被覆ブロック型)	前面海底地盤	－	－	△
	基礎工	－	－	△
	天端・法面被覆工	○注 1)	○注 1)	○

注 1) 巡視（パトロール）や一次点検では、堤体、天端・法面被覆工の大きな変状等を確認することを目的とし、望遠鏡等を活用した陸上からの目視が主体となるが、以下の方法等により、当該施設の立地条件等の諸条件を踏まえ、可能な範囲で施設の変状を把握することが望ましい。

- ・現地における砕波状況や汀線の確認（巡視・一次点検）
- ・点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等による堤体、天端・法面被覆工の変状確認（巡視・一次点検）
- ・既存資料（深浅測量、航空写真等）による海底勾配や汀線の変化等の確認（一次点検）

注 2) 潜堤・人工リーフについては、施設の全部が海面下に没しているため、点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等を、より一層積極的に活用して変状を把握することが望ましい。



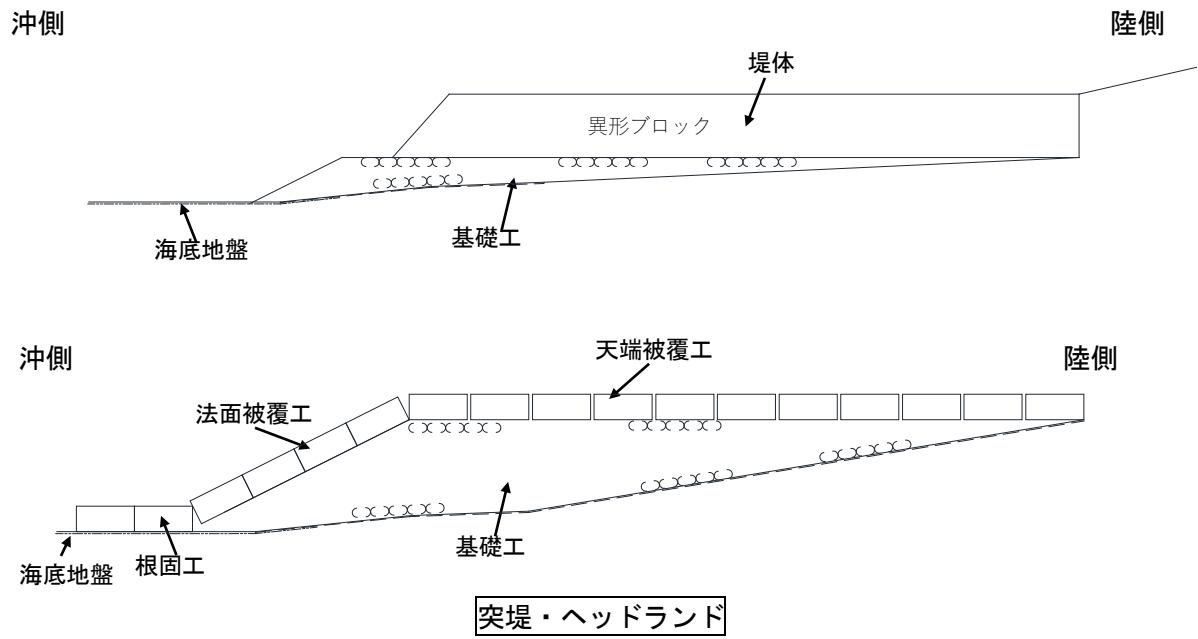


図-2.6 離岸堤等の点検位置

(6) 水門・陸閘等の巡視（パトロール）、定期点検（一次点検、二次点検、管理運転点検、年点検）の点検位置を表-2.5～2.6、図-2.7～2.9に示す。

表-2.5 水門・陸閘等の土木構造物部分における巡視（パトロール）、定期点検の点検位置

（対象：○、対象外：－）

点検位置	巡視（パトロール）	定期点検	
		一次点検での対象	二次点検での対象
周辺堤防	○	○	○
堰柱・翼壁・胸壁	○	○	○
カーテンウォール	○	○	○
門柱	○	○	○
底版	○	○注2)	○
函体	－	○注2)	○
操作室（操作台）	○	○	○
前面海底地盤	－	－	○
水叩き	○注1)	○注2)	○
基礎工	－	－	○

注1) 巡視（パトロール）はコンクリート部材の大きな変状、消波工の沈下、砂浜の減少を確認することを目的とし、陸上からの目視が主体となる。当該施設の立地条件等の諸条件を踏まえ、可能な範囲で実施することが望ましい。

注2) 一次点検は陸上からの目視を主体とするが、「地形等により劣化や被災による変状が起こりやすい箇所」、「変状ランク a 又は b と判定された部位」、「背後地が特に重要である箇所」等については、望遠鏡やミラーを用いるなどの工夫により、極力全ての点検位置を点検するよう努める。

表-2.6 水門・陸閘等の設備部分における巡視（パトロール）、定期点検の点検位置

（対象：○、対象外：－）

点検位置	定期点検	
	管理運転点検の対象	年点検の対象 注1)
扉体 注2)	○	○
戸当り 注2)	○	○
開閉装置	○	○
機側操作盤	○	○

注1) 年点検は、一般点検設備を対象とし、簡易点検設備は対象としない。

注2) 扉体の動きをガイドするレール・ローラー等も対象とする。

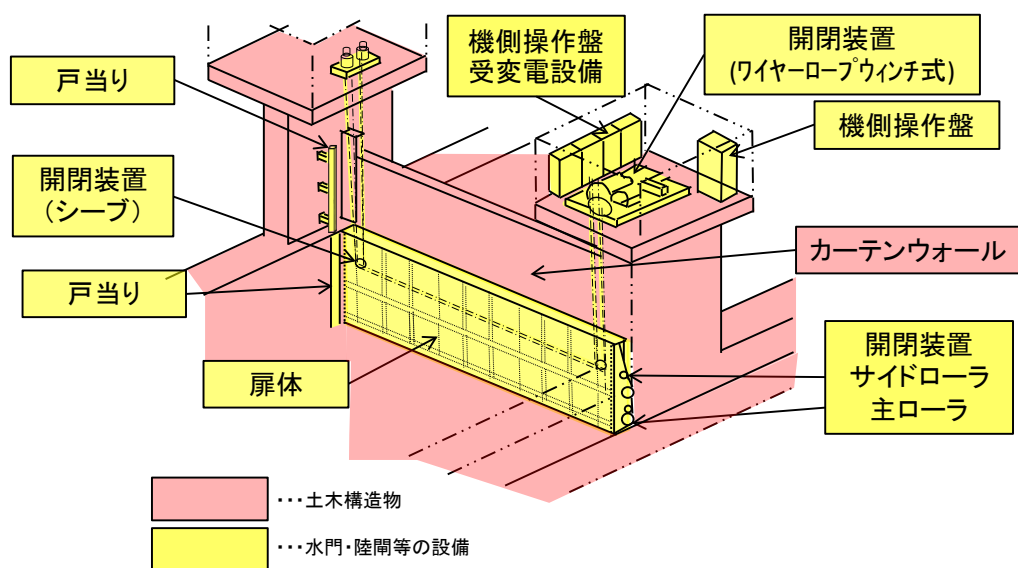
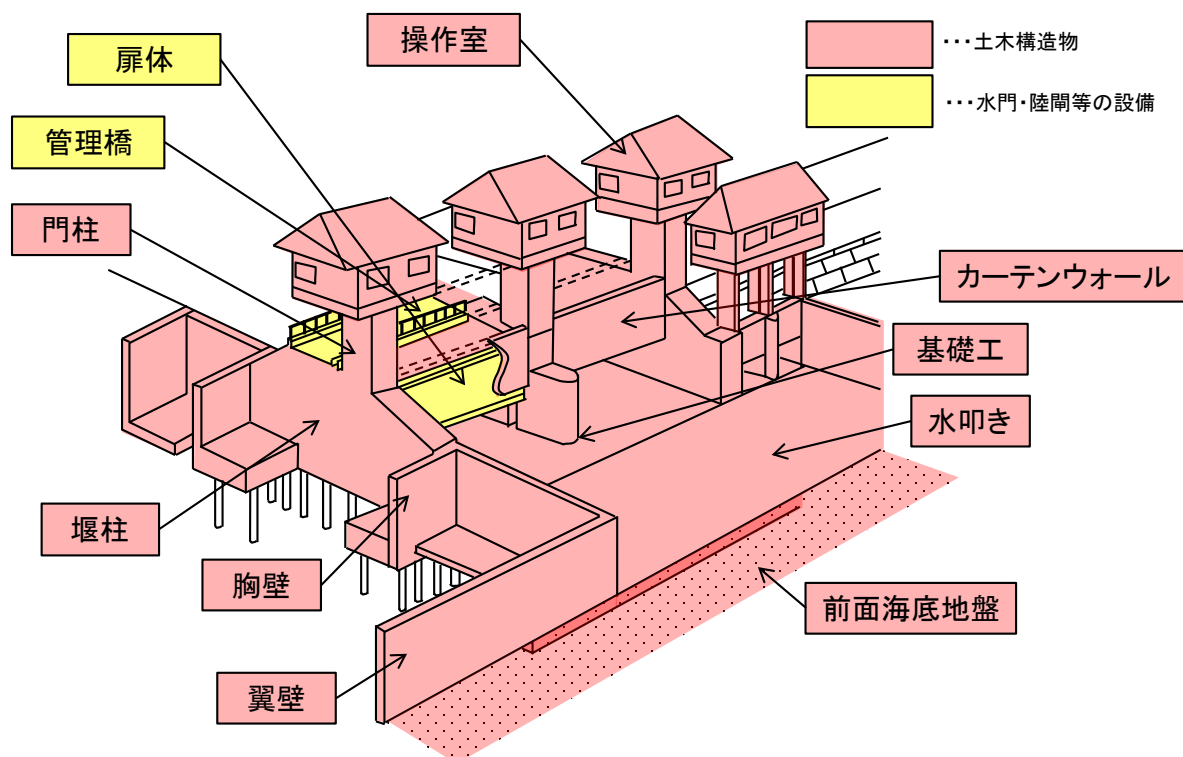


図-2.7 水門の点検位置

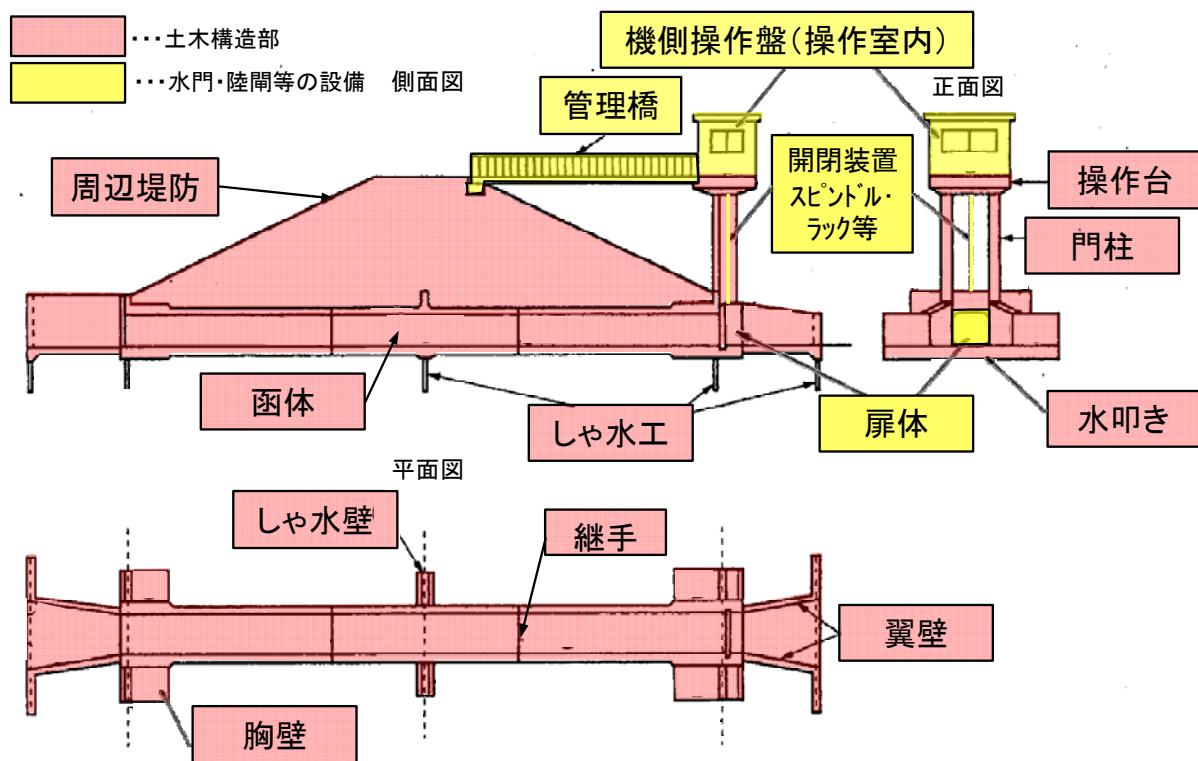


図-2.8 樋門・樋管の点検位置

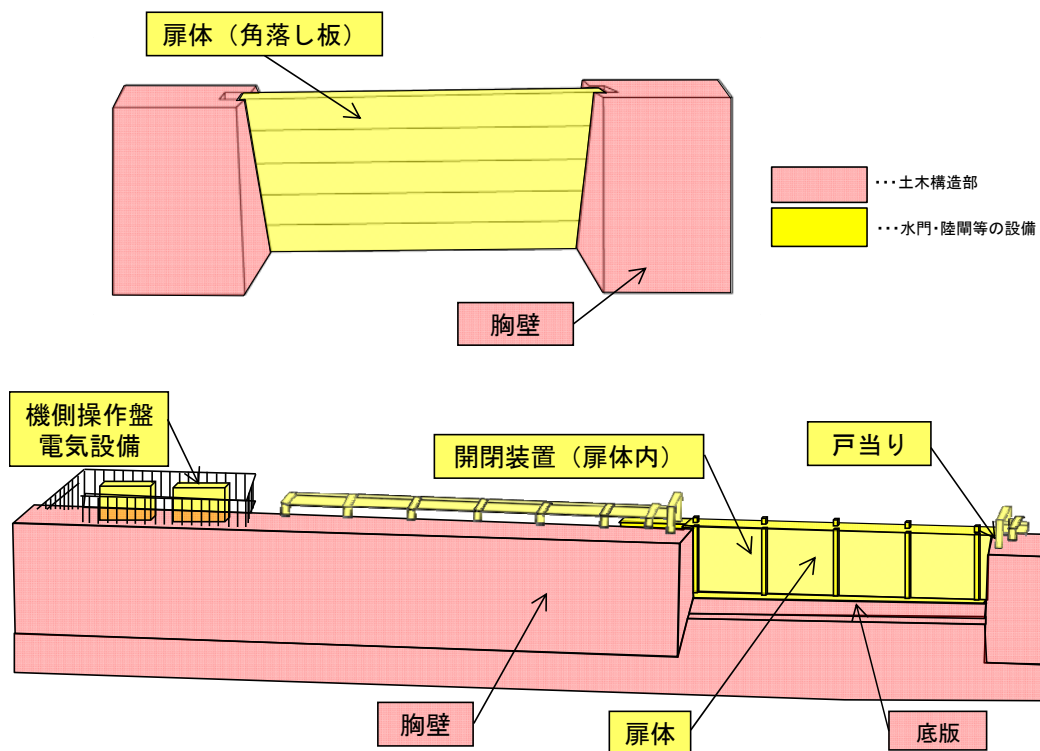


図-2.9 陸閘の点検位置

2-3. 点検結果の記録・データベースの整備

点検結果を記録・保存することは、変状の進展の把握や変状が起こりやすい箇所等进行分析することによる効率的・効果的な点検の実施、長寿命化計画の策定・変更のために必要である。

変状がないということも重要な点検結果であるため、点検の結果は変状の有無にかかわらず必ずスパン毎（離岸堤等の場合は「施設毎」）に点検シートに記録するものとする。

記録した点検結果（点検シート）については、効率的・効果的な活用と長期間の保存のため、電子データとして保存するとよい。

データベースは、簡単に入力でき、受け渡しできるなど、担当者が代わっても継続できるような仕様とする。

【解説】

- (1) 巡視（パトロール）、定期点検の点検結果は、変状の有無にかかわらず必ず点検シートに記録を作成する。
- (2) 一次点検と目視、簡易な計測による二次点検は、点検位置と記録の内容が同様であるため、「付録-3」に示す点検シートの例を参考に、統一された点検シートに記録する。
二次点検のうち必要に応じて実施する詳細な調査は、変状の状況に対応して測量、試験等を伴うため、統一された点検シートとすることは困難であるが、同一箇所においては、可能な限り統一された点検シートを活用することが望ましい。
- (3) 記録された点検結果は、今後の点検の効率的な実施や長寿命化計画の策定・変更にあたり有用な基礎資料となることから、後にその活用が容易となる方法により保存する。
例えば、前回の点検結果との比較により変状の進展を把握することや、過去の変状発生箇所の分析により変状が起こりやすい箇所を予測すること等が可能となる。また、修繕や更新等の対策を行う場合は、対策後の変状の発生や進展を予測するためにも、対策前の点検データを保存しておく必要がある。
- (4) 点検結果や修繕箇所等の位置情報について、「付録-4」に示す台帳等の電子化シートの例を参考に作成したデータベースと現地で簡単に照合できるよう、現地に距離標を設置するなど、地理的情報の整備について工夫することが望ましい。
- (5) 点検結果の保存方法として、データの利用性向上、省スペース化等の観点から電子データとして保存することが望ましい。なお、保存するデータのうち、劣化予測の精度向上等に資する変状ランクの判定結果や健全度評価結果等のデータについては、将来的に活用することも見据え、少なくとも施設の供用期間中は保存しておくことが望ましい。
- (6) 点検結果の保存にあたっては、海岸保全区域台帳や海岸保全施設の設計資料等と併せて、点検・修繕、健全度評価の情報を保存しておくことで、海岸保全施設の長寿命化計画の見直し等を見据えた基礎資料として活用できる。
- (7) 海岸保全施設は、正確な建設年が不明の施設や、構造等の図面が残されていない施設も多い。すべてのデータベースを一度に整備することが困難な場合、計画的にデータベースを充実させていく必要がある。

- (8) 主にブロックで構成されている離岸堤等は、既往の健全度調査結果では、台風等の偶発的な外力が変状の主な要因となるため、施設の供用期間に応じて変状が進展する傾向になく、既往の健全度調査結果を用いた平均的な劣化予測線を示すことはできない。(第7章7-2.

(4) 参照)

したがって、今後、離岸堤等の劣化予測線に関する知見を蓄積するために、巡視・一次点検・二次点検・臨時点検によって変状を把握し、そのデータを蓄積することが特に重要である。

第3章 初回点検、巡視（パトロール）、臨時点検

3-1. 初回点検

初回点検では、事前の状態把握のための調査（所定の防護機能の確認、設計図書や修繕等の履歴、被災履歴に関する調査及び変状が起こりやすい箇所の抽出等）、以降の巡視（パトロール）や点検の実施の対象となるスパンや一定区間の設定を行う。あわせて、土木構造物については一次点検に準じた点検と必要に応じて二次点検に準じた点検を、水門・陸閘等の設備については年点検に準じた点検を行うものとする。

【解説】

- （１）構造断面等の情報がない施設（建設年度が不明な施設、断面図等がない施設等）については、初回点検時に可能な限り詳細な情報を収集する。
- （２）初回点検（必要に応じて定期点検）時には、表-3.1 を参考に、事前の状態把握のための調査（所定の防護機能の確認、設計図書や修繕等の履歴、被災履歴に関する調査及び変状が起こりやすい箇所の抽出等）を実施する。
- （３）点検の実施にあたっては、履歴調査を十分に行うことで、変状の進展状況の把握を行い、対策の実施時期の検討や次の点検の実施時期の検討等に活用する。
- （４）海岸法（昭和 31 年 5 月施行）の施行前に建設された海岸保全施設も多くあり、そのような古い施設については、図面等がなく構造の詳細がわからないことが多い。それらの建設年度、構造断面や施設の改良時における嵩上げ工法（継ぎ目の処理や差筋の有無等）等の対策の方法に係る情報がない施設の維持管理にあたって、まず現状における当該施設の防護機能を確認するという観点で、構造等を把握することは重要である。非破壊試験などの技術を活用し、可能な限り初回点検時に施設の状態を把握することが望ましい。
- （５）一方で、それら施設の全てについて構造の詳細を把握することは費用面等からみて現実的ではない場合も想定されるため、調査結果によっては「性能が確認できない施設」として分類し、一次・二次点検を早めを実施するなどの対応を検討することが必要な場合もある。その際、背後地の状況や施設の利用状況から人的な被害に直結するかどうかの視点も踏まえ検討することが望ましい。
- （６）初回点検は、作業量は大きいですが、次回以降の点検の適切な実施や点検を容易にするためにも重要な点検である。

表-3.1 事前の状態把握のための調査

	劣化・被災しやすい箇所の抽出	施工・点検関連の履歴調査
対象施設	地区海岸全体	同左
目的	施設全体における変状が起こりやすい箇所の抽出 効率的・効果的な点検の実施	施設全体の変状進展の把握 長寿命化計画の策定・変更
内容	設置情報の把握 (平面図、航空写真、衛星写真など) 被災履歴の把握	履歴調査 (所定の防護機能の確認・設計図書・修繕・点検等の履歴)
実施時期	修繕等の施工時又は初回点検時 大きな地形的な変化が生じた場合	同左
実施範囲	対象施設の全延長	同左

注1) 事前の状態把握については、海岸の管理に協力する企業や団体等、住民、利用者等からの情報提供も活用する。

3-2. 巡視（パトロール）

巡視（パトロール）においては、海岸保全施設の防護機能に影響を及ぼすような変状を発見するため、堤防・護岸等や離岸堤等の天端高の沈下・陥没、コンクリート部材の一定程度のひび割れ、砂浜の侵食・堆積等の変化とそれによる水門・陸閘等の止水・排水機能への影響、周辺堤防等の変状等を確認するものとする。

また、巡視（パトロール）は、定期点検等において確認された重点点検箇所（地形等により劣化や被災による変状が起りやすい箇所や実際に変状が確認された箇所等）の監視、施設の防護機能、背後地、利用者の安全に影響を及ぼすような新たな変状箇所等を発見するため行うものとする。

巡視（パトロール）の結果、海岸保全施設の防護機能に影響を及ぼすような変状が確認された場合には、定期点検の項目に準じた点検を実施することとする。また、明らかに利用者の安全性等に影響を与えるような変状が確認された場合には、その規模を把握するための点検を実施する前に、速やかに応急措置等を講じなければならない。

【解説】

- (1) 巡視（パトロール）においては、以下に示す箇所について、陸上からの目視踏査や近接的な目視又はそれに準ずる方法（点検に関する技術の例（「参考資料-2」参照））等により、変状の進展状況を確認する。
 - ・地形等により劣化や被災による変状が起りやすい箇所
 - ・一定区間のうち、変状ランク a 又は b と判定され、最も変状が進展しているスパン
 - ・背後地が特に重要である箇所
 - ・水門・陸閘等の開閉機能に影響を及ぼす可能性のある堰柱等の土木構造物部分 等
- (2) (1) 以外の箇所については、全体を概観する等により、コンクリート部材の大きな変状、天端高の沈下の有無、ブロックの大きな変状等の発見に努める。天端高の沈下の確認は、隣接する施設との天端高の比較、降雨後に水たまりの有無、砂浜の侵食・堆積状況、人工リーフ上での碎波状況等を点検することなどが有効である。なお、土木構造物については、定期点検の実施は5年に1回程度であるため、この間の状況把握を補完する巡視（パトロール）の役割は重要である。
- (3) 堤防・護岸等の巡視（パトロール）における点検項目を表-3.2に、離岸堤等の巡視（パトロール）における点検項目を表-3.3に、水門・陸閘等の土木構造物部分の巡視（パトロール）における点検項目を表-3.4に示す。
- (4) 砂浜の侵食が進んでいる場合、堤防・護岸・水門等の基礎部から堤体土砂の吸出しが発生する可能性があるため、砂浜についても巡視（パトロール）の対象とすることが望ましい。
- (5) 巡視（パトロール）では、目視又はそれに準ずる方法による変状の進展の程度を把握するものとし、図-3.1に示す状況を参考としてもよい。特に降雨後は水たまりの有無から、沈下の状況を確認できる。目視においては、写真撮影を併用することで効率性の向上が見込まれるが、前回点検時の写真と同じアングルで変状を撮影すると変状の進展の比較が容易になることに留意することが望ましい。

- (6) 離岸堤等における巡視（パトロール）では、堤体、天端・法面被覆工の大きな変状等を確認することを目的とし、望遠鏡等を活用した陸上からの目視が主体となる。その際、以下の方法等により、当該施設の立地条件等の諸条件を踏まえ、可能な範囲で施設の変状を把握することが望ましい。
- ・現地における碎波状況や汀線の確認
 - ・点検に関する技術の例（「参考資料－２」参照）に示す技術等による堤体、天端・法面被覆工の変状確認
- (7) 海岸管理者らが防護機能に影響を及ぼすような変状を確認することで、当該海岸の特徴等をより具体的に把握することが、適切な維持管理を行ううえで必要不可欠である。そのため、巡視（パトロール）は、海岸管理者らが実施するなど、工夫することが望ましい。
- (8) 巡視（パトロール）の結果、海岸保全施設の防護機能に影響を及ぼすような変状として、天端の沈下、空洞化、吸出し等の予兆となる変状が確認された場合には、定期点検の項目に準じた点検を実施する。
- (9) 対策を講じる必要があると判断された場合には、その規模を把握するための点検を実施する。ただし、明らかに防護機能、背後地、利用者の安全性等に影響を与えるような変状が確認された場合には、速やかに応急措置や安全確保措置を講じなければならない。応急措置等については、「第６章６－３．応急措置等」を参照のこと。

表-3.2 堤防・護岸等における巡視（パトロール）の点検項目

点検位置	変状現象	確認される変状の程度
波返工 (胸壁について は堤体工)	ひび割れ	部材背面まで達しているおそれのあるひび割れ・亀裂が生じている(幅 5mm 程度以上)。
	目地の開き、相対移動量	堤体の大きな移動や欠損があり、目地部の開きやずれが大きい。
天端被覆工 (水叩き工を含む) 表法被覆工 ^{注1)} 裏法被覆工	ひび割れ	部材背面まで達しているおそれのあるひび割れ・亀裂が生じている(幅 5mm 程度以上)。
	沈下・陥没	水たまりができるほどの沈下や陥没がある。
砂浜 ^{注1)}	侵食・堆積	広範囲にわたる浜崖の形成がある。 顕著な汀線の後退や汀線後退に伴う堤体基礎部の露出がある。

注1) 巡視（パトロール）はコンクリート部材の大きな変状、消波工の沈下、砂浜の減少を確認することを目的とし、陸上からの目視が主体となる。特に海側の土木構造物等は陸上からの目視が困難な場合があるが、可能な範囲で実施すること。

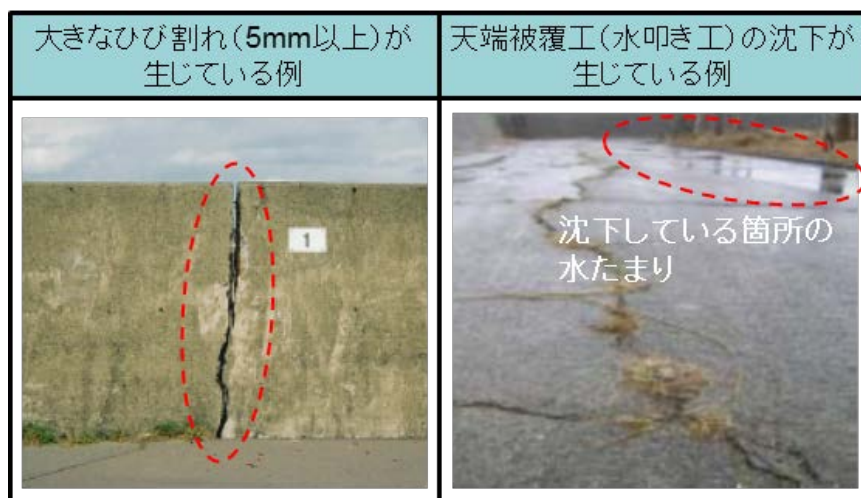


図-3.1 巡視（パトロール）において確認する特徴的な変状の事例

表-3.3 離岸堤等における巡視（パトロール）の点検項目

点検位置 注1)	変状現象	確認される変状の程度
離岸堤 堤 体	ブロックの移動・沈下・散乱	ブロックの移動・沈下・散乱が生じている。
	ブロック破損	ブロックのひび割れ・破損が生じている。
潜堤・人工リーフ 注2) 天端・法面被覆工	石、ブロックの移動・沈下・散乱	石、ブロックの移動・沈下・散乱が生じている。
	ブロック破損	ブロックのひび割れ・破損が生じている。
突堤・ヘッドランド (消波ブロック型) 堤 体	ブロックの移動・沈下・散乱	ブロックの移動・沈下・散乱が生じている。
	ブロック破損	ブロックのひび割れ・破損が生じている。
突堤・ヘッドランド (被覆ブロック型) 天端・法面被覆工	石、ブロックの移動・沈下・散乱	石、ブロックの移動・沈下・散乱が生じている。
	ブロック破損	ブロックのひび割れ・破損が生じている。

注1) 離岸堤等における巡視（パトロール）では、堤体、天端・法面被覆工の大きな変状等を確認することを目的とし、望遠鏡等を活用した陸上からの目視が主体となる。その際、以下の方法等により、当該施設の立地条件等の諸条件を踏まえ、可能な範囲で施設の変状を把握することが望ましい。

- ・現地における碎波状況や汀線の確認

- ・点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等による堤体、天端・法面被覆工の変状確認

注2) 潜堤・人工リーフについては、施設の全部が海面下に没しているため、点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等を、より一層積極的に活用して変状を把握することが望ましい。



図-3.2 巡視（パトロール）において確認する特徴的な変状の事例

表-3.4 水門・陸閘等の土木構造物部分における巡視（パトロール）の点検項目

点検位置	変状現象	確認される変状の程度
(樋門・樋管の) 周辺堤防	上部・天端部の 変状	構造物上部の天端及び法面の抜け上がりや亀裂の状態に変化(幅や段差の拡大)が生じている。 堤体法尻部、小段部より漏水、噴砂等の吸出しや陥没の痕跡がある。
	接合部の変状	構造物各部の接合部の開きの状態に変化(幅や段差の拡大)が生じている。また、接合部から吸出しの痕跡がある。
堰柱・翼壁・胸壁	ひび割れ	部材背面まで達しているおそれのあるひび割れ・亀裂が生じている(幅 5mm 程度以上)。
	目地の開き、相 対移動量	本体の大きな移動や欠損があり、目地部の開きやずれが大きい。
カーテンウォール	ひび割れ	部材背面まで達しているおそれのあるひび割れ・亀裂が生じている(幅 5mm 程度以上)。
	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。
	目地の開き、相 対移動量	本体の大きな移動や欠損があり、目地部の開きやずれが大きい。
門柱	ひび割れ	部材背面まで達しているおそれのあるひび割れ・亀裂が生じている(幅 5mm 程度以上)。
	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。
	目地の開き、相 対移動量	本体の大きな移動や欠損があり、目地部の開きやずれが大きい。
底版	ひび割れ	部材背面まで達しているおそれのあるひび割れ・亀裂が生じている(幅 5mm 程度以上)。
	目地の開き、相 対移動量	本体の大きな移動や欠損があり、目地部の開きやずれが大きい。
操作室(操作台)	ひび割れ	部材背面まで達しているおそれのあるひび割れ・亀裂が生じている(幅 5mm 程度以上)。
	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。
水叩き工 ^{注1)}	ひび割れ	部材背面まで達しているおそれのあるひび割れ・亀裂が生じている(幅 5mm 程度以上)。
	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。
砂浜 ^{注1)}	侵食・堆積	施設前面地盤に浜崖の形成がある。 施設前面地盤に顕著な汀線の後退や汀線後退に伴う堤体基礎部の露出がある。 水門・陸閘等の止水・排水機能を妨げる土砂の堆積がある。

注1) 巡視（パトロール）はコンクリート部材の大きな変状、扉の開閉の障害等確認することを目的とし、陸上からの目視が主体となる。特に海側の土木構造物等は陸上からの目視が困難な場合があるが、可能な範囲で実施すること。

3-3. 臨時点検

臨時点検は、地震、津波、高潮、高波等の発生後に、施設の防護機能に影響を及ぼすような変状の発生の有無を把握するために実施するものとする。

【解説】

- (1) 臨時点検は、地震、津波、高潮、高波等の発生後に、施設の防護機能に影響を及ぼすような変状の発生の有無を確認する点検である。なお、臨時点検の実施基準は各海岸管理者が地域の特性や施設の老朽化等を考慮したうえで決定する。
- (2) 土木構造物の臨時点検は、巡視（パトロール）の点検項目を実施する。また、土木構造物が水門・陸閘等の設備の機能に支障を及ぼしていないかなどに留意して点検を実施する。
- (3) 水門・陸閘等の設備の臨時点検は、表-3.5 のとおり簡易点検設備の管理運転点検の項目を実施する。なお、臨時点検において変状が確認された場合には、年点検に準じた点検を実施する。
また、高潮等の来襲に備えて水門・陸閘等の閉操作とその後の開操作を実施し、その操作結果を適切に確認・記録した場合は、臨時点検の開閉操作とみなしても良い。ただし、動力式の開閉機構を持つ水門・陸閘等については、高潮等の外力が作用した場合、高潮等の来襲後の開操作のみでなく閉操作についても併せて実施する必要がある。
- (4) 対策を講じる必要があると判断された場合には、その対策内容を把握するための点検を実施する。ただし、明らかに利用者の安全性等に影響を与えるような変状が確認された場合には、速やかに応急措置や安全確保措置を講じなければならない。応急措置等については、「第6章6-3. 応急措置等」を参照のこと。
- (5) 臨時点検において、定期点検（一次点検・二次点検・管理運転点検・年点検）と同様の項目の点検を実施した場合には、その結果を定期点検結果として用いてよいものとし、変状ランク、健全度評価の更新を行う。
- (6) 臨時点検の結果は、災害復旧計画の検討に活用することができるため、記録を残すことが望ましい。

表-3.5 水門・陸閘等の設備の臨時点検項目例

区分	点検項目	点検内容
管理運転	開閉装置 注1)	前回点検時と比較して負荷なく開閉操作ができるか
		締め付け作業ができ、水密性が確保されているか
目視	扉体・戸当り	扉体やガイドレール等に損傷や劣化等が発生していないか
		レール、戸溝にゴミや土砂等が堆積していないか
	その他	水路内に土砂・流下物の堆積や異常な植物繁茂等によって閉鎖時の支障や排水機能が阻害されていないか

注1) 架台基礎ボルトについては、過去に引抜き事故が発生していることから、地震発生後においては必ず緩み、脱落を確認すること。

第4章 定期点検

4-1. 定期点検の種類

定期点検は、構造全体の健全度を把握するための点検であり、土木構造物は一次点検と必要に応じて実施する二次点検からなる。また、水門・陸閘等の設備は、管理運転点検と年点検からなる。

【解説】

- (1) 土木構造物の定期点検では、一次点検において構造全体の変状の有無を把握し、応急措置等や二次点検を実施すべき箇所を抽出し、二次点検において構造物の部位・部材・施設ごとに詳細な変状の把握を行う。
- (2) 水門・陸閘等の設備の定期点検では、管理運転点検において試運転と目視により異常の有無や開閉機能を把握し、年点検において目視や計測により部位・部材毎に詳細な変状の把握を行う。なお、一般点検設備において、年点検を実施した場合は、その月の管理運転点検を兼ねることができる。
- (3) 水門・陸閘等の設備の定期点検について、一般点検設備は管理運転点検と年点検を、簡易点検設備は管理運転点検のみを実施する。
- (4) 水門・陸閘等は、土木構造物部分の変状が設備部分に影響を及ぼし、止水・排水機能を低下させることがある。設備部分の点検においては、土木構造物部分の変状とその影響を考慮したうえで実施することが重要である。
- (5) なお、点検頻度は施設の老朽化度、高潮等の発生状況等を踏まえ、海岸保全施設の適切な維持管理が可能かについて専門家の意見を聴いたうえで点検頻度を変更してよい。

表-4.1 施設毎の定期点検の種類と頻度

点検種類	堤防・護岸等 離岸堤等	水門・陸閘等		
		土木構造物部分	設備部分	
			一般点検設備	簡易点検設備
一次点検	1回/5年程度	1回/5年程度	—	—
二次点検	1次点検の結果を踏まえて実施	1次点検の結果を踏まえて実施	—	—
管理運転点検	—	—	1回/月	数回/年
年点検	—	—	1回/年	—

4-2. 土木構造物

4-2-1. 土木構造物の定期点検フロー

土木構造物を対象とした定期点検は、一次点検の結果を受けて二次点検を実施するものとする。

【解説】

(1) 図-4.1 に、土木構造物の1回の定期点検（一次点検、二次点検）の手順を示す。

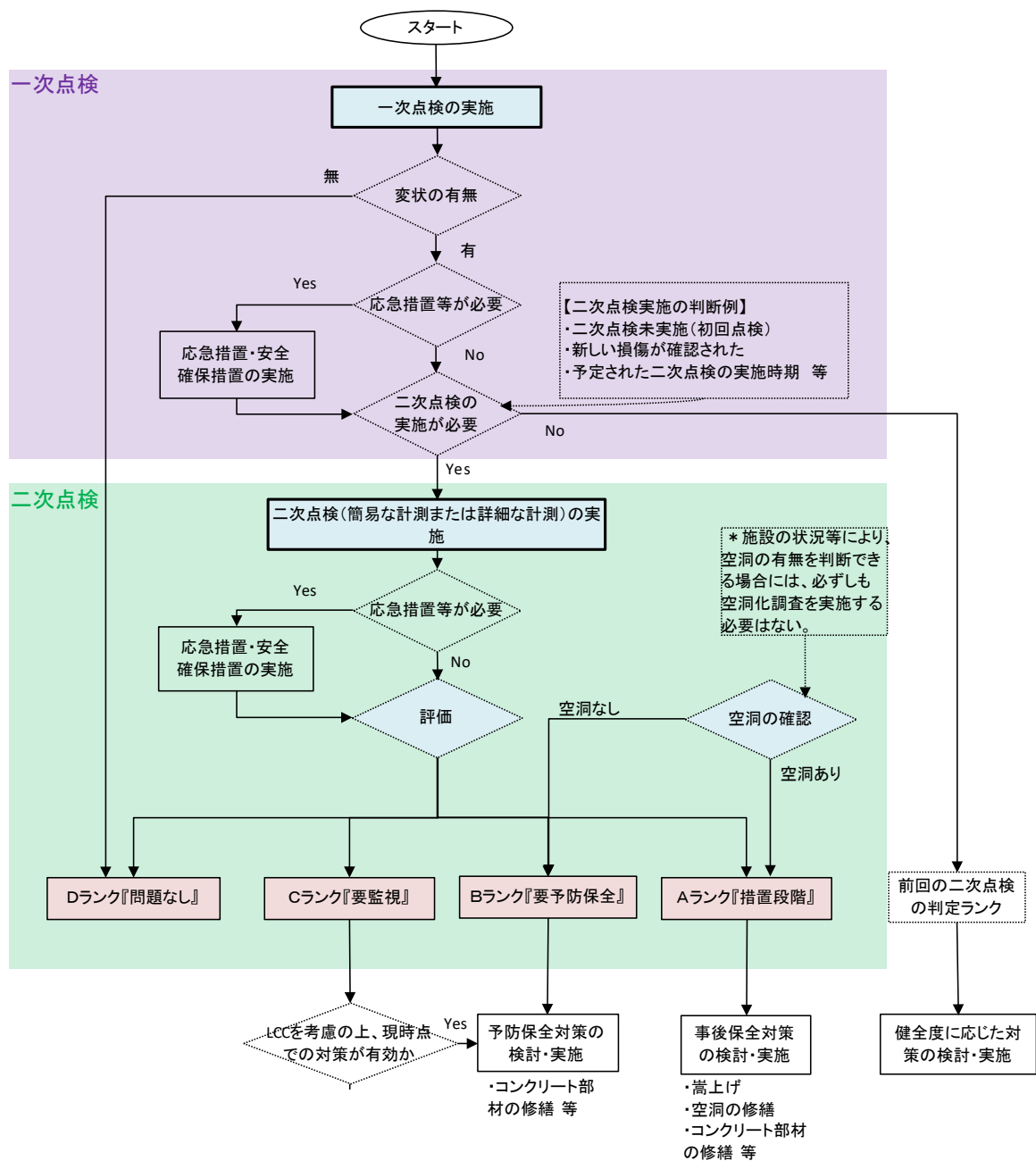


図-4.1 土木構造物の定期点検フロー

4-2-2. 一次点検

一次点検では、施設の防護機能に影響を及ぼす変状の把握として天端高の沈下等を確認するとともに、施設全体の変状の有無を把握するため、周辺構造物との相対移動、沈下・陥没、ひび割れ、剥離・剥落・欠損等を確認するものとする。

【解説】

- (1) 一次点検は、陸上からの目視又はそれに準ずる方法（点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）等）により、変状の把握を行う。ただし、「地形等により劣化や被災による変状が起りやすい箇所」、「一定区間のうち、変状ランク a 又は b と判定され、最も変状が進展しているスパン」、「背後地が特に重要である箇所」等については、直接的な目視が難しい箇所に対して望遠鏡やミラーを用いるなどの工夫や点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等の積極的な導入を行い、極力全ての点検位置を点検するように努める必要がある。
- (2) 堤防・護岸等における一次点検項目を表-4.2 に、離岸堤等における一次点検項目を表-4.3～表-4.6 に、水門・陸閘等の土木構造物部分における一次点検項目を表-4.7 に示す。なお、堤防・護岸等における二次点検で必ず実施する点検項目（簡易な計測）のうち、一次点検と合わせて実施することが効果的である場合は、一次点検時に行ってもよい。
- (3) 砂浜については、堤防・護岸等の洗掘を防止する機能に着目し、砂浜に変状が起こった時に施設の安全性が損なわれると判断されるものを対象とする。
- (4) 離岸堤等については汀線より沖側に設置された施設であり、施設の一部又は全部が海面下に没している。そのため、陸上目視による点検の他、水上・水中からの点検や、点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等を可能な限り導入し、変状の把握に努めることが望ましい。
- (5) 一次点検は、主に目視により変状の有無を把握するため、天端被覆工下の空洞等、目視で直接確認できない変状を把握することが困難である。しかし、それらの変状が大規模に進展する前には、目視で把握できる範囲において軽微な変状が生じることをとらえることができるものと考えられるため、一次点検では軽微な変状（例えば、天端被覆工や水叩き工の部分的な沈下など）も見落とさないよう、注意深く実施することが必要である。
- (6) 施設の防護機能に影響を及ぼす変状の把握として、天端高の沈下等を目視で確認するためには、隣接する施設との天端高の比較や、降雨後の水たまりの有無の確認などが有効である。また、広範囲に地盤の沈下が生じている場合の堤防・護岸等の沈下の把握については、堤防・護岸等の沈下が一律ではない場合が多く、写真等により天端がうねりながら沈下していることを確認することで把握することができる。
- (7) 樋門、樋管の中には、堤防等の土中を横断して設置されるものもあり、函体内は暗く、口径の小規模なものや水没していることなどにより函体内から変状を把握することが困難な場合がある。樋門、樋管は、周辺の堤防等と一体となって防護機能を担う構造物であるが、構造的には周辺堤防と独立した構造物であるため、経年的に周辺堤防とは異なる変形特性を示し、このことに起因する接合部の開き、構造物周辺のひび割れ、天端や法面の抜け上がり等の変

状が生じやすい。このような場合の点検項目を表-4.8 及び図-4.2 に示す。

- (8) 過去に変状が生じた箇所や対策を実施した箇所については、変状が進展することや再度変状が発生する可能性が高いと考えられるため、注意深く確認することが必要である。

表-4.2 堤防・護岸等の一次点検項目の一覧

点検位置	点検項目 ^{注1)}	確認する項目	目的
天端高	天端の高さ	必要高さに対する不足	天端の沈下の把握
波返工 (胸壁については堤体工)	ひび割れ	ひび割れの有無	波返工の強度低下の可能性の把握
	剥離・剥落・欠損	剥離・剥落・欠損の有無	
	鉄筋の腐食	錆汁、鉄筋露出の有無	
	隣接スパンとの相対移動	隣接スパンとの高低差、ずれ、目地の開きの有無	天端の沈下の把握
	修繕箇所の状況	修繕箇所における変状の発生の有無	修繕の適切性の把握
天端被覆工 (水叩き工を含む)、 表法被覆工、 裏法被覆工	ひび割れ	ひび割れの有無	吸出しによる空洞の発生の可能性の把握
	目地部、打継ぎ部の状況	目地材の有無、隙間・ずれの有無	
	剥離・損傷	剥離・損傷の有無	
	沈下・陥没	沈下・陥没の有無	天端の沈下及び吸出しによる空洞の発生の可能性の把握
	漏水	漏水の痕跡の有無	
	植生の異常(繁茂等) ^{注2)}	植生の異常(繁茂等)の有無	修繕の適切性の把握
	修繕箇所の状況	修繕箇所における変状の発生の有無	
排水工	目地のずれ	高低差・ずれ・開きの有無	天端の沈下の把握
	修繕箇所の状況	修繕箇所における変状の発生の有無	修繕の適切性の把握
消波工 根固工	移動・散乱	ブロックの移動・散乱の有無	吸出しによる空洞の発生の可能性の把握
	破損	ブロックのひび割れ・損傷の有無	
	沈下	消波工の天端と波返工等の高低差の異常の有無	
砂浜	侵食・堆積	砂浜の侵食、浜崖形成の有無、浜幅の減少	吸出しによる空洞の発生の可能性の把握

注1) 陸上からの目視又はそれに準ずる方法(点検に関する技術の例(「参考資料-2」参照)等)を基本として実施する。ただし、「地形等により劣化や被災による変状が起こりやすい箇所」、「一定区間のうち、変状ランクaまたはbと判定され、最も変状が進展しているスパン」、「背後地が特に重要である箇所」等については、望遠鏡やミラーを用いるなどの工夫により、極力全ての点検位置を点検するように努める。

注2) 古い構造物の場合、植生の根が堤体を割っている場合もあることに注意する。

表-4.3 離岸堤の一次点検項目の一覧

点検位置	点検項目	確認する項目	目的
堤体 ^{注1)}	移動・沈下・散乱	ブロックの移動・沈下・散乱の有無	堤体の変状の把握
	ブロック破損	ブロックのひび割れ・損傷の有無	ブロックの損傷状況の把握

注1)：一次点検では堤体の大きな変状等を確認することを目的とし、望遠鏡等を活用した陸上からの目視が主体となるが、以下の方法等により、当該施設の立地条件等の諸条件を踏まえ、可能な範囲で施設の変状を把握することが望ましい。

- ・現地における碎波状況や汀線の確認
- ・点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等による被覆材の変状確認
- ・既存資料（深淺測量、航空写真等）による海底勾配や汀線の変化等の確認

表-4.4 潜堤・人工リーフの一次点検項目の一覧

点検位置	点検項目	確認する項目	目的
天端・法面被覆工 ^{注1)}	移動・沈下・散乱	石、ブロックの移動・散乱の有無	被覆材の変状の把握
	ブロック破損	ブロックのひび割れ・損傷の有無	被覆材の損傷状況の把握

注1)：一次点検では天端・法面被覆工の大きな変状等を確認することを目的とし、望遠鏡等を活用した陸上からの目視が主体となるが、以下の方法等により、当該施設の立地条件等の諸条件を踏まえ、可能な範囲で施設の変状を把握することが望ましい。

- ・現地における碎波状況や汀線の確認
- ・点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等による被覆材の変状確認
- ・既存資料（深淺測量、航空写真等）による海底勾配や汀線の変化等の確認

表-4.5 突堤・ヘッドランド（消波ブロック型）の一次点検項目の一覧^{注1)}

点検位置	点検項目	確認する項目	目的
堤体 ^{注2)}	移動・沈下・散乱	ブロックの移動・沈下・散乱の有無	堤体の変状の把握
	ブロック破損	ブロックのひび割れ・損傷の有無	ブロックの損傷状況の把握

注1)：本表に示す点検項目の他、表-4.2を準用してもよい。

注2)：一次点検では堤体の大きな変状等を確認することを目的とし、望遠鏡等を活用した陸上からの目視が主体となるが、以下の方法等により、当該施設の立地条件等の諸条件を踏まえ、可能な範囲で施設の変状を把握することが望ましい。

- ・現地における汀線の確認
- ・点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等による被覆材の変状確認
- ・既存資料（深淺測量、航空写真等）による海底勾配や汀線の変化等の確認

表-4.6 突堤・ヘッドランド（被覆ブロック型）の一次点検項目の一覧^{注1)}

点検位置	点検項目	確認する項目	目的
天端・法面 被覆工 ^{注2)}	移動・沈下・散乱	石、ブロックの移動・散乱の有無	被覆材の変状の把握
	ブロック破損	ブロックのひび割れ・損傷の有無	被覆材の損傷状況の把握

注1)：本表に示す点検項目の他、表-4.2を準用してもよい。

注2)：一次点検では天端・法面被覆工の大きな変状等を確認することを目的とし、望遠鏡等を活用した陸上からの目視が主体となるが、以下の方法等により、当該施設の立地条件等の諸条件を踏まえ、可能な範囲で施設の変状を把握することが望ましい。

- ・現地における汀線の確認
- ・点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等による被覆材の変状確認
- ・既存資料（深淺測量、航空写真等）による海底勾配や汀線の変化等の確認

表-4.7 水門・陸閘等の土木構造物部分における一次点検項目の一覧

点検位置	点検項目 ^{注1)}	確認する項目	目的
周辺堤防	天端の高さ	必要高さに対する不足	防護機能の把握
堰柱・翼壁・胸壁・カーテンウォール・門柱・底版・函体・操作室	ひび割れ	ひび割れの有無	部材劣化による耐力低下の可能性の把握
	剥離・剥落・欠損	剥離・剥落・欠損の有無	
	鉄筋の腐食	錆汁、鉄筋露出の有無	
	目地の開き、相対移動量	変位・変形の有無、隣接部位との高低差、ずれ、目地の開きの有無	天端沈下や設備への影響の把握
水叩き工	ひび割れ	ひび割れの有無	部材劣化による耐力低下の可能性の把握
	目地部、打継ぎ部の状況	目地材の有無、隙間・ずれの有無	
	剥離・損傷	剥離・損傷の有無	
	沈下・陥没	沈下・陥没の有無	吸出しによる耐力低下の可能性の把握
砂浜	侵食・堆積	砂浜の侵食、浜崖形成の有無、浜幅の減少 水門・陸閘等の止水・排水機能を妨げる土砂の堆積	洗掘による基礎部の支持力低下の可能性の把握

注1) 陸上からの目視を基本として実施する。ただし、「地形等により劣化や被災による変状が起こりやすい箇所」、「一定区間のうち、変状ランク a 又は b と判定され、最も変状が進展しているスパン」、「背後地が特に重要である箇所」等については、望遠鏡やミラーを用いるなどの工夫により、極力全ての点検位置を点検するように努めることとする。

表-4.8 函体等の直接目視が困難な樋門・樋管の一次点検項目の一覧

点検位置	点検項目
構造物上部の 天端及び法面	・構造物上部の天端及び法面の抜け上がりや亀裂の状態（幅や段差）の変化。 ・構造物上部の天端及び法面の堤体法尻部、小段部や堤脚水路からの漏水、噴砂等の吸出しの痕跡の有無。 ・構造物上部の天端及び法面の堤体法尻部、小段部、堤脚水路の陥没の有無。
構造物同士の 接合部	・構造物各部の接合部の開きの状態（幅や段差）の変化。 ・構造物各部の接合部からの吸出しの痕跡の有無。
函体	・函体のたわみ、折れ曲がりや、継手の開き、函体のクラックの状態の変化、函体の過大な沈下（流下能力不足） ・樋門等の水路等に土砂堆積や植生・水草の異常な繁茂の有無。

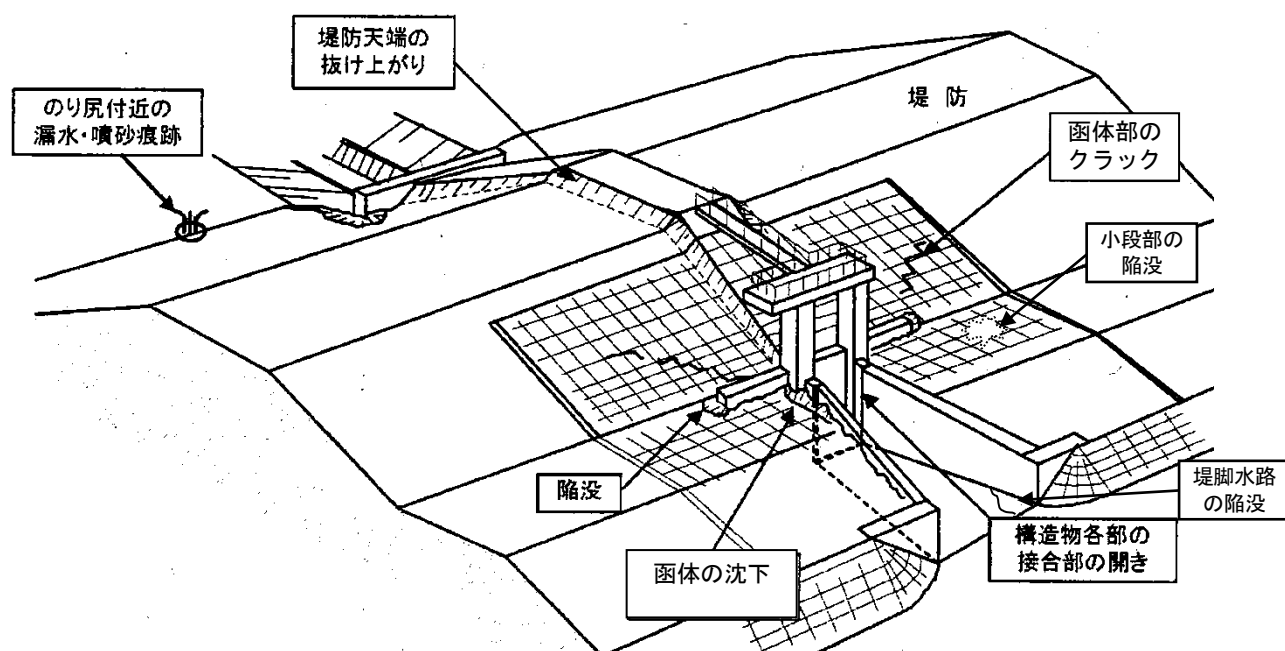


図-4.2 樋門・樋管周辺で目視確認可能な変状

4-2-3. 二次点検

一次点検の結果、変状が確認され、その規模を把握することが必要と判断された場合に、二次点検を実施するものとする。

二次点検は一次点検の項目の変状における規模の把握に加え、潜水調査や空洞調査、測量等で把握できる箇所について、より詳細に変状を把握するものとする。

【解説】

- (1) 一次点検の結果、変状が確認され、その規模や変状の進展の経過を把握することが必要と判断された場合（「要予防保全」、「要監視」と評価され、変状の進展の経過を把握することが必要な箇所なども含む）に、二次点検を実施する。なお、過去の定期点検で変状が発見され、「要監視」として評価された箇所であっても、その後の巡視（パトロール）と一次点検の目視又はそれに準ずる方法において、進展が見られなかった場合は、二次点検は実施しなくてもよい。
- (2) ただし、明らかに利用者の安全性等に影響を与えるような変状が確認された場合には、二次点検を実施する前に、速やかに応急措置や安全確保措置を講じる必要がある。応急措置等については、「第6章6-3. 応急措置等」を参照してよい。
- (3) 二次点検で必ず実施する点検項目は表-4.9、4.11、4.12、4.13、4.14、4.15を基本とし、一次点検で実施した点検項目について、変状の確認を行うとともに、堤防・護岸等においては簡易な計測機器等を用いた点検を行い、変状の進展の有無、影響範囲等について把握を行う。ここで、簡易な計測機器等を用いた点検とは、巻尺によるひび割れ長さの計測や、ハンマーによるうき・剥離の有無と範囲の計測等を指す。なお、二次点検で必ず実施する点検項目（簡易な計測）のうち、一次点検と合わせて実施することが効率的である場合は、一次点検時に行ってもよい。離岸堤等においては各種点検方法により点検を行い、変状の進展の有無、影響範囲等について把握を行う。ここで、各種点検法による点検とは、深淺測量、潜水調査、UAV等の点検に関する技術の例（「参考資料-2」参照）に示す技術等による計測等を指す。
- (4) 堤防・護岸等、水門・陸閘等において二次点検で必要に応じて実施する点検項目は、一次点検で把握された変状から想定されるその他の点検位置における変状の把握を行うものとし、表-4.10及び4.16に示す点検項目について行う。例えば、波返工における隣接スパンとの相対移動は、前面海底地盤の洗掘、侵食や基礎工、根固工の変状等を原因として発生していると想定されるため、潜水調査によりその変状の有無の確認が必要となる。また、当該変状においては、堤体土砂の吸出しも進展していることが想定されるため、レーダー探査等による吸出し・空洞の有無の確認が必要となる。
- (5) 二次点検で必ず実施する点検項目では、変状の規模は把握できるものの、対策工法を検討するために必要となる変状原因の特定は行えない場合がある。その際には、変状原因の特定に必要なコンクリート強度試験、中性化試験、塩分含有量試験等を二次点検と同時にを行い、対策工法の検討に活用することが望ましい。

- (6) コンクリートの劣化については、「土木学会：コンクリート標準示方書、維持管理編、2018年制定」に準拠して点検等を実施するとよい。
- (7) 二次点検の対象箇所が非常に多く、全ての箇所に対して実施することが困難と考えられる場合は、法線が変わっている箇所、断面が変わっている箇所等を境として、最も変状が進展している箇所を抽出し、優先度を考慮して実施する。

表-4.9 堤防・護岸等の二次点検で必ず実施する点検項目（簡易な計測）^{注1)}

点検位置	点検項目	点検方法	変状	目的
波返工 （胸壁に ついては 堤体工）	ひび割れ	目視及び 計測	ひび割れの長さ、ひび割れ幅	波返工の強度 低下の可能性 の把握
	剥離・剥落・欠損		剥離の範囲、剥落・欠損の深さと範囲	
	鉄筋の腐食		錆汁の有無と範囲、鉄筋露出の長さ	
	目地の開き、相対移動量	計測	隣接スパンとの高低差、ずれ・目地の開きの幅	天端の沈下、施設の不等沈下、滑り等の把握
天端被覆工 （水叩き工を含む）、 表法被覆工、 裏法被覆工	ひび割れ	目視及び 計測	ひび割れの長さ、ひび割れ幅	吸出しによる 空洞の発生の 可能性の把握
	目地部、打継ぎ部の状況		目地材の有無、隙間・ずれの幅	
	剥離・損傷		剥離・損傷の深さと範囲	
	沈下・陥没		沈下・陥没の深さと範囲	天端の沈下の把握
排水工	目地の開き、相対移動量	目視及び 計測	隣接スパンとの高低差、ずれ・目地の開きの幅	天端の沈下の把握
消波工	移動・散乱	目視又は それに準 ずる方法	ブロックの移動・散乱の範囲	吸出しによる 空洞の発生の 可能性の把握
	破損		ブロックのひび割れ・損傷の程度、範囲	
	沈下	計測	消波工の天端と波返工等の高低差	吸出しによる 空洞の発生の 可能性の把握
砂浜	侵食・堆積	目視又は それに準 ずる方法	砂浜の侵食、浜崖形成の有無、浜幅	吸出しによる 空洞の発生の 可能性の把握

注1) 二次点検で必ず実施する点検項目（簡易な計測）のうち、一次点検と合わせて実施することが効率的である場合は、一次点検時に行ってもよい。

表-4.10 堤防・護岸等の二次点検で必要に応じて実施する点検項目（詳細な計測）

点検位置	実施の目安 ^{注1)}	点検項目	点検方法	着眼点
波返工 （胸壁については堤体工）、 天端被覆工 （水叩き工を含む）、 表法被覆工、 裏法被覆工	波返工：目地の開き、相対移動	防護高さの不足	測量	防護高さの確保、余裕高さの確保
	波返工：ひび割れ、剥離・剥落・欠損、鉄筋の腐食 天端被覆工：沈下・陥没、ひびわれ、剥離・損傷 表法被覆工：ひび割れ、剥離・損傷 裏法被覆工：ひび割れ	鉄筋の腐食	はつり試験	鉄筋の腐食程度、腐食の範囲の把握
		コンクリートの劣化	コア採取 反発度法	コンクリート強度の把握
			中性化試験	コンクリートの中性化深さ ^{注2)}
			塩分含有量試験	コンクリートの塩分含有量 ^{注3)}
	波返工：目地の開き、相対移動 天端被覆工：全ての変状 排水工：全ての変状 消波工：移動・散乱、沈下 表法被覆工、裏法被覆工：沈下・陥没、目地部、打継ぎ部の状況	吸出し・空洞化	レーダー探査 削孔による計測	空洞の有無、範囲、深さの把握
前面 海底地盤	波返工：目地の開き、相対移動 天端被覆工：全ての変状 排水工：全ての変状	洗掘	潜水調査 （干潮時等で陸上から確認できる場合は目視）	海底地盤の洗掘、侵食状況の把握
		吸出し		吸出しによる、根固部の沈下状況の把握
根固工	消波工：移動・散乱、沈下 表法被覆工、裏法被覆工：沈下・陥没、目地部、打継ぎ部の状況	移動・散乱・沈下	潜水調査 （干潮時等で陸上から確認できる場合は目視）	移動・沈下・散乱の範囲の把握
		ブロック破損		ブロックの破損による配列状況の把握
基礎工 ^{注3)}		ひび割れ	潜水調査 （干潮時等で陸上から確認できる場合は目視）	ひび割れ幅、範囲の把握
		剥離・損傷		剥離・損傷深さ、範囲の把握
		目地ずれ		目地のずれ幅の把握
		移動・沈下		移動・沈下の状況の把握
		コンクリートの劣化	コア採取 反発度法	コンクリート強度の把握
			中性化試験	コンクリートの中性化深さ ^{注2)}
			塩分含有量試験	コンクリートの塩分含有量 ^{注2)}
砂浜	侵食・堆積	浜幅の平面分布 の経年変化	空中写真等の活用	吸出しによる空洞の発生の可能性の把握

注1) 実施の目安：簡易な計測による二次点検の結果について、表-5.1～表-5.4 及び表-5.6～表-5.8 での変状ランクがaランク、bランク程度のものを対象とする。

注2) コンクリートの中性化深さ、塩分含有量に関する点検は、鉄筋コンクリート構造の場合に実施することが望ましい。

注3) 基礎工に関する点検は、根固工がない場合又は基礎工が露出している場合について実施する。

表-4.11 離岸堤の二次点検での点検項目^{注1)}

点検位置	点検項目	確認する項目	点検方法 ^{注2)}	目的
前面海底地盤 ^{注3)}	洗掘	前面海底地盤の洗掘の有無	潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	洗掘の把握
基礎工 (根固工)	移動・沈下・散乱	基礎捨石・ブロック等の移動・沈下・散乱の有無	写真調査 潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	基礎工（根固工）の変状の把握
堤体	移動・沈下・散乱	ブロックの移動・沈下・散乱の有無	写真調査 潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	堤体の変状の把握
	ブロック破損	ブロックのひび割れ・損傷の有無	写真調査 潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	ブロックの損傷状況の把握

注1) 二次点検で必ず実施する点検項目のうち、一次点検と合わせて実施することが効率的である場合は、一次点検時に行ってもよい。

注2) 点検方法を例示したものであり、ここに例示した点検方法以外の方法を含め、点検の目的を達成できる適切な方法を選択することが望ましい。

注3) 前面海底地盤には、開口部も含む。

表-4.12 潜堤・人工リーフの二次点検での点検項目^{注1)}

点検位置	点検項目	確認する項目	点検方法 ^{注2)}	目的
前面海底地盤 ^{注3)}	洗掘	前面海底地盤の洗掘の有無	潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	洗掘の把握
基礎工	移動・沈下・散乱	石、ブロックの移動・沈下・散乱の有無	写真調査 潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	基礎工の変状の把握
天端被覆工 法面被覆工	移動・沈下・散乱	石、ブロックの移動・沈下・散乱の有無	写真調査 潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	被覆材の変状の把握
	ブロック破損	ブロックのひび割れ・損傷の有無	潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	被覆材の損傷状況の把握

注1) 二次点検で必ず実施する点検項目のうち、一次点検と合わせて実施することが効率的である場合は、一次点検時に行ってもよい。

注2) 点検方法を例示したものであり、ここに例示した点検方法以外の方法を含め、点検の目的を達成できる適切な方法を選択することが望ましい。

注3) 前面海底地盤には、開口部も含む。

表-4.13 突堤・ヘッドランド（消波ブロック型）の二次点検での点検項目^{注1)}

点検位置	点検項目	確認する項目	点検方法 ^{注2)}	目的
前面海底地盤 ^{注3)}	洗掘	前面海底地盤の洗掘の有無	潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	洗掘の把握
基礎工 (根固工)	移動・沈下・散乱	基礎捨石・ブロック等の移動・沈下・散乱の有無	写真調査 潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	基礎工（根固工）の変状の把握
堤体	移動・沈下・散乱	ブロックの移動・沈下・散乱の有無	写真調査 潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	堤体の変状の把握
	ブロック破損	ブロックのひび割れ・損傷の有無	写真調査 潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	ブロックの損傷状況の把握

注1) 二次点検で必ず実施する点検項目のうち、一次点検と合わせて実施することが効率的である場合は、一次点検時に行ってもよい。

また、本表に示す点検項目の他、表-4.9及び表-4.10を準用してもよい。

注2) 点検方法を例示したものであり、ここに例示した点検方法以外の方法を含め、点検の目的を達成できる適切な方法を選択することが望ましい。

注3) 前面海底地盤には突堤沿岸方向側端部も含む。

表-4.14 突堤・ヘッドランド（被覆ブロック型）の二次点検での点検項目^{注1)}

点検位置	点検項目	確認する項目	点検方法 ^{注2)}	目的
前面海底地盤 ^{注3)}	洗掘	前面海底地盤の洗掘の有無	潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	洗掘の把握
基礎工	移動・沈下・散乱	石、ブロックの移動・沈下・散乱の有無	写真調査 潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	基礎工の変状の把握
天端被覆工 法面被覆工	移動・沈下・散乱	石、ブロックの移動・沈下・散乱の有無	写真調査 潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	被覆材の変状の把握
	ブロック破損	ブロックのひび割れ・損傷の有無	潜水調査 測量調査 点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示す技術等	被覆材の損傷状況の把握

注1) 二次点検で必ず実施する点検項目のうち、一次点検と合わせて実施することが効率的である場合は、一次点検時に行ってもよい。

また、本表に示す点検項目の他、表-4.9及び表-4.10を準用してもよい。

注2) 点検方法を例示したものであり、ここに例示した点検方法以外の方法を含め、点検の目的を達成できる適切な方法を選択することが望ましい。

注3) 前面海底地盤には突堤沿岸方向側端部も含む。

表-4.15 水門・陸閘等の土木構造物部分の二次点検で必ず実施する点検項目（簡易な計測）^{注1）}

点検位置	点検項目	点検方法	変状	目的
堰柱、翼壁、 胸壁、カーテ ンウォール、 門柱、底版、 函体、操作室	ひび割れ	目視及び 計測	ひび割れの長さ、ひび割れ幅	鉄筋腐食・コンクリート劣化等による強度低下の把握
	剥離・剥落・欠損		剥離の範囲、剥落・欠損の深さと範囲	
	鉄筋の腐食		錆汁の有無と範囲、鉄筋露出の長さ	
	目地の開き、相対移動量、傾斜、たわみ、折れ曲がり、抜け上がり、不陸、ゆるみ	計測	隣接スパンや周辺堤防との高低差、ずれ・目地の開きの幅、本体の傾斜、構造物周辺の堤防・護岸等の不陸・抜け上がり	天端の沈下、施設の不等沈下、滑り、空洞、ゆるみの把握
水叩き	ひび割れ	目視及び 計測	ひび割れの長さ、ひび割れ幅	吸出しによる空洞の発生の可能性の把握、鉄筋腐食・コンクリート劣化等による強度低下の把握
	目地部、打継ぎ部の状況		目地材の有無、隙間・ずれの幅	
	剥離・損傷		剥離・損傷の深さと範囲	
	沈下・陥没		沈下・陥没の深さと範囲	天端の沈下の把握
砂浜	侵食・堆積	目視	砂浜の侵食、浜崖形成の有無、浜幅 水門・陸閘等の止水・排水機能を妨げる土砂の堆積	吸出しによる空洞の発生の可能性の把握

注1）二次点検で必ず実施する点検項目（簡易な計測）のうち、一次点検と合わせて実施することが効率的である場合は、一次点検時に行ってもよい。

表-4. 16 水門・陸閘等の土木構造物部分の二次点検で必要に応じて実施する点検項目（詳細な計測）

点検位置	実施の目安 ^{注1)}	点検項目	点検方法	着眼点
堰柱、翼壁、胸壁、門柱、底版、水叩き工	堰柱、翼壁、胸壁、門柱、底版、水叩き工：全ての変状	鉄筋の腐食	はつり試験	鉄筋の腐食程度、腐食の範囲の把握
		コンクリートの劣化	コア採取 反発度法	コンクリート強度の把握
			中性化試験	コンクリートの中性化深さ ^{注2)}
			塩分含有量試験	コンクリートの塩分含有量 ^{注2)}
前面海底地盤	前面海底地盤：洗掘、吸出し 基礎工：全ての変状	洗掘	潜水調査 （干潮時等で陸上から確認できる場合は目視）	海底地盤の洗掘、侵食状況の把握
		吸出し		吸出しによる、根固部の沈下状況の把握
		ブロック破損		ブロックの破損による配列状況の把握
基礎工 ^{注3)}		ひび割れ	潜水調査 （干潮時等で陸上から確認できる場合は目視）	ひび割れ幅、範囲の把握
		剥離・損傷		剥離・損傷深さ、範囲の把握
		目地ずれ		目地のずれ幅の把握
		移動・沈下		移動・沈下の状況の把握
		コンクリートの劣化	コア採取 反発度法	コンクリート強度の把握
			中性化試験	コンクリートの中性化深さ ^{注2)}
			塩分含有量試験	コンクリートの塩分含有量 ^{注2)}

注1) 実施の目安：簡易な計測による二次点検の結果について、表-5.6、表-5.8、表-5.13、表-5.14 での変状ランクが a ランク、b ランク程度のものを対象とする。

注2) コンクリートの中性化深さ、塩分含有量に関する点検：鉄筋コンクリート構造の場合に実施する。

注3) 基礎工に関する点検：根固工がない場合又は基礎工が露出している場合について実施する。

注4) 連通試験：樋門・樋管等の底版下及び底版周辺に注入した水の動きから構造物周辺地盤の空洞状況、水みちの連続性などを確認する。

4－3．水門・陸閘等の設備

4－3－1．一般点検設備

4－3－1－1．管理運転点検

管理運転点検は、実際に施設を作動させて行うもので、水門・陸閘等の設備の異常の有無や、障害発生状況の把握並びに各部の機能確認等のために行う。一般点検設備の管理運転点検は、月1回の実施を基本とする。

【解説】

(1) 一般点検設備の管理運転点検の実施フロー

一般点検設備の管理運転点検は目視確認、管理運転等を基本とする。実施フローを図-4.3に示す。

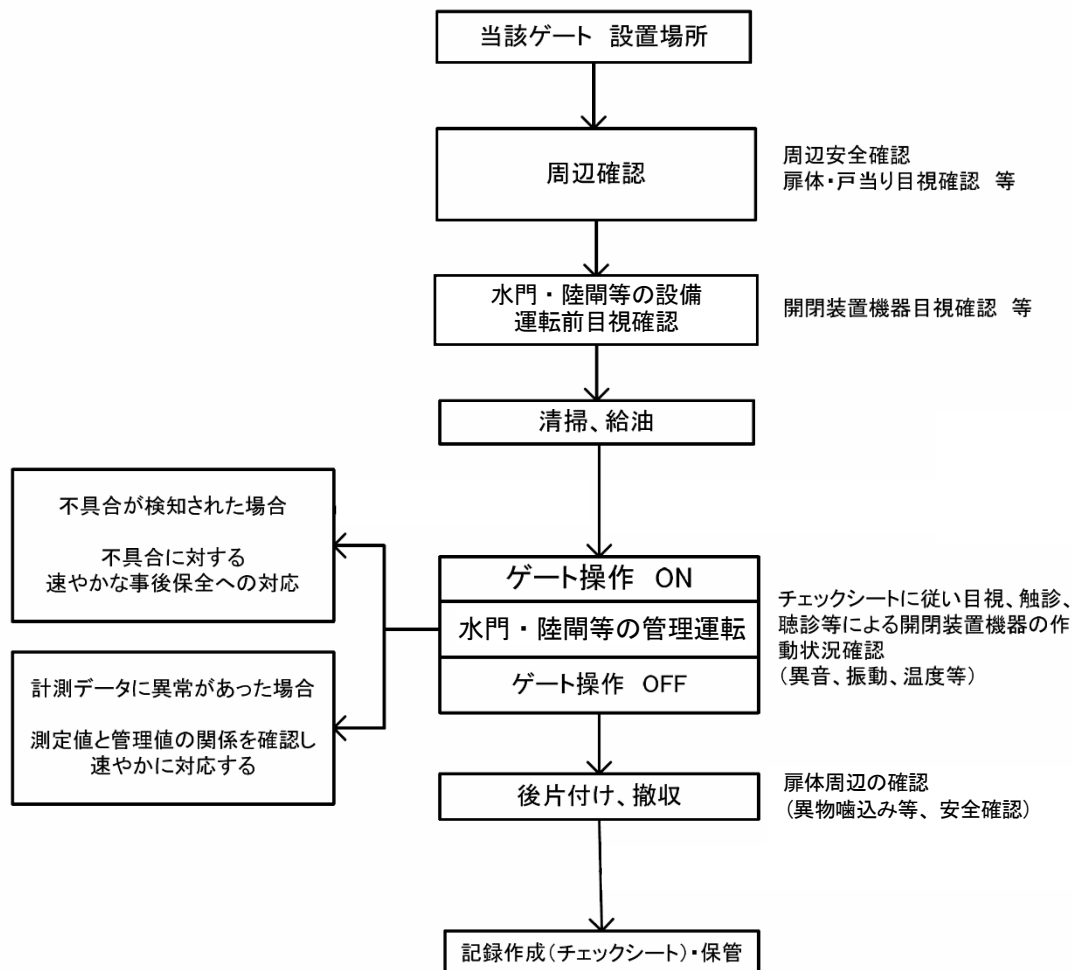


図-4.3 管理運転点検（目視含む）の実施フロー

(2) 管理運転点検（目視含む）における確認事項

管理運転点検は、設備各部の異常の有無や、障害発生状況の把握並びに各部の機能確認等のため、当該設備の状態に応じて、目視による外観の異常の有無を含め前回点検時以降の変化の有無について確認等を行う。管理運転点検において何らかの故障・異常が検知された場合は、修繕・更新を実施する必要がある。

管理運転点検は次の点に留意して実施する。

- ①管理実態を勘案して実施時期を決定する。
- ②全開・全閉操作を実施することが望ましい。
- ③管理運転点検は、実負荷状態において通常の開閉動作を確認するもので、機能全てが確認できることが望ましい。
- ④特に戸当りへの土砂の堆積、水門扉の開閉に対する障害物や支障の有無、並びに関連設備の状態の確認等、開閉操作の機能及び安全の確認、水密部の漏水、放流時の振動・異常音の有無、計器の表示、給油脂・潤滑の状況、塗装の異常等に注意して行う。
- ⑤停電時等の作動機能確認を行うためには、予備動力系による設備の運転を実施する必要がある。
- ⑥安全装置及び保護装置が作動し、操作における操作員の安全確保や機器の保護が確実に行われるか確認する。
- ⑦管理運転は、設備全体の機能維持や運転操作員の習熟度を高めることにも有効である。
- ⑧管理運転点検では、図-4.3 の作業フロー中の外観目視及びゲート運転による開閉動作の状況で確認可能と判断できる。表-4.17 及び表-4.18 に示す管理運転点検項目は、点検において留意する項目を示したものであり、必要に応じて実施する。
- ⑨何らかの理由により管理運転点検が実施できない設備については、外観目視を中心とした目視点検を実施する。また可能ならば、以下のような対応についても実施を検討する必要がある。
 - ・堰ゲート等で全開操作が難しい場合は、利用に影響が無い範囲（微小開度）で管理運転点検を実施する等により機器の状態を確認することが望ましい。
 - ・扉体を動かすことが難しい場合、可能ならば動力源（モータ等）と駆動機器を切り離し、動力源が確実に稼働することを管理運転点検にて確認することが望ましい。

表-4.17 管理運転点検項目における留意事項・特記事項（例）

装置区分	点検項目	点検内容	留意事項
扉体	ボルトナット	弛み、脱落 損傷	ハイテンションボルト等により扉体を連結させている場合は、致命的な場合もあり得る。 基本的には年点検にて対応するが扉体構造により管理運転点検項目への追加を検討する。
	水密ゴム	漏水（浸水）	設備によっては漏水（浸水）が致命的な故障となり得るものもある。 設備の機能・目的により管理運転点検項目への追加を検討する。
戸当り	埋設部戸当り （底部、側部、上部）	腐食	埋設部戸当りは、土木構造物と一体化しており、故障が発生しにくいものであるが基本的には致命的な部位であり、注意が必要である。 また、古い設備で普通鋼（SS 材）を戸当りに採用している場合は腐食等により致命的要因となり得るので注意が必要である。 材質に留意し必要に応じて管理運転点検項目への追加を検討する。
開閉装置	架台基礎ボルト	弛み、脱落	管理運転点検項目とはしないが、基礎ボルトは過去に引抜き事故が発生していることから、地震発生後の臨時点検においては必ず点検を実施する。
	主電動機 予備電動機	電流値 電圧値	計器そのものは扉体開閉には直接的に関与しないが、電源の有無は致命的であり、電動機の負荷状態を診断する計器ゆえ、管理運転点検においても電流値・電圧値はチェックする。 （河川用ゲートマニュアルにおける「機側操作盤点検チェックシート」の指示に従うこと）
	予備電動機 内燃機関（バックアップ） 手動装置	作動状況	非常時に必ず作動しなければならないことから、管理運転点検を実施し機能を保持する。
	ワイヤロープ	ごみ・異物の付着	致命的な故障ではないが、ごみ、異物の付着はワイヤロープの変形（致命的）に繋がる。 変形の確認と同時に実施することを推奨する。
	開度計	作動状況	流量調節を必要とする設備や遠隔監視制御を行っている場合等、開度計情報が設備の機能上、致命的な情報である。設備の機能・目的により管理運転点検項目への追加を検討する。

表-4.18 管理運転点検項目における留意事項・特記事項（例）（続き）

装置区分	点検項目	点検内容	留意事項
機側操作盤	盤全体	内部温度・湿度状態	P L C等を搭載した高機能型操作盤は、内部の温湿条件に特に注意が必要である。 機側操作盤の設置条件により管理運転点検項目への追加を検討する。
	電流計 電圧計	電流値 電圧値	計器そのものは扉体開閉には直接的に関与しないが、電源の有無は致命的であり、電動機の負荷状態を診断する計器ゆえ管理運転点検においても電流値・電圧値はチェックする。
	表示灯	ランプテスト	表示灯の不具合は直接的に致命的故障とはならないが、操作員の誤操作ひいては致命的事故を誘発させる可能性がある。操作員の技術力等の必要に応じて管理運転点検項目への追加を検討する。
	開度指示計	開度指示	流量調節を必要とする設備や遠隔監視制御を行っている場合等、開度計情報が設備の機能上、致命的な情報である場合も想定される。設備の機能・目的により管理運転点検項目への追加を検討する。
	漏電継電器	作動テスト	漏電は軽故障であり致命的故障ではないが、場合によっては施設の火災や操作員の感電が発生する恐れがある。設置環境等の必要に応じて管理運転点検項目への追加を検討する。
	避雷器	ランプテスト	運転に対しては致命的故障ではないが、誘雷、直雷により操作不能になる恐れがあるため重要な機器である。設置環境等の必要に応じて管理運転点検項目への追加を検討する。
	スペースヒータ	作動テスト	スペースヒータについては致命的故障とならないことから管理運転点検項目からは省略するが、盤内の結露は電気・電子機器に大きな影響がある。湿度の多い設置場所等設置環境に応じて管理運転点検項目への追加を検討する。

（３）管理運転点検（目視含む）において変状・不具合を発見した場合の対応

点検によって発見された不具合の内容は、対象となる機器等によって規模が異なるが、定常的に実施する整備・修繕にて対応できる範囲においては、適切に予備品を確保し修復時間の短縮を図る。応急措置等については、「第6章6－3．応急措置等」による。

4-3-1-2. 年点検

水門・陸閘等の設備の機能を維持し信頼性を確保することを目的とした年1回の定期的な点検として、計画的かつ確実に実施する。

【解説】

(1) 年点検の実施フロー

年点検の実施フローを図-4.4 に示す。

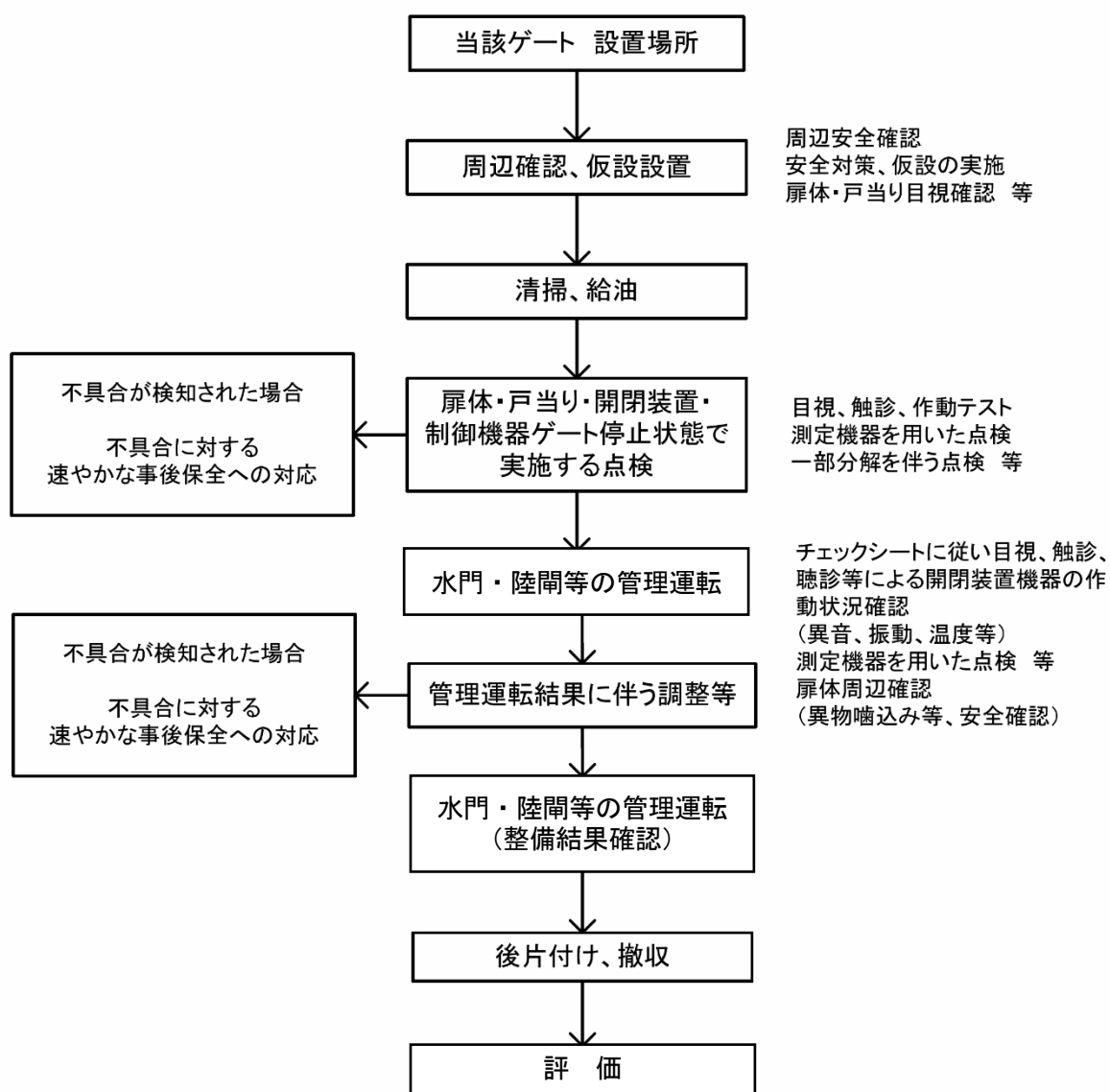


図-4.4 年点検の実施フロー

（２）年点検における確認事項

年点検は、設置区分レベル、稼働形態を問わず、毎年１回適切な時期に実施する。一般的には、台風や冬季風浪の時期の前に実施することが望ましい。

年点検は、計測機器等を使用した点検項目・内容を定量的に把握し、これらの経年的な変化を管理する。管理運転点検より詳細な各部の点検及び計測を実施し、設備の信頼性の確保と機能の保全を図ることを目的として専門技術者により実施する。実施にあたっては、前回の定期点検及び整備記録との対比等、変化の把握と予防保全の見地からの整備、その他の対応を適切に行う必要がある。年点検において何らかの異常・不具合が検知された場合は、専門技術者による保全整備を実施しなければならない。

本マニュアルにおける年点検においては、目視、触診、聴診等のみならず各種計測による傾向管理を実施し、かつ事後保全対応項目における不具合を確実に検知し、さらに点検記録を分析（過去の記録をチェック）することにより、数年先の対応（整備予測）が可能となる。

また、構造上及び水中部の見えない部分においても、複数年毎に年点検において、必ず点検を実施する。

年点検の詳細な点検項目は、ゲート点検・整備要領（案）（一般社団法人 ダム・堰施設技術協会）を参考とする。

（３）年点検において変状・不具合を発見した場合の対応

点検によって発見された不具合に対する事後保全の内容は、対象となる機器等によって規模が異なるが、定常的に実施する整備・修繕にて対応できる範囲においては、適切に予備品を確保し修復時間の短縮を図る。

予備品は、①致命度、②調達時間の長さ、③設備毎の故障履歴等を勘案し、経済性及び保存性を検討したうえで合理的に選定し管理する。

（４）点検・修繕と法規制

水門・陸閘等の設備には、安全対策から法令等の規定によって点検・修繕の実施が義務付けられているものもあるので、長寿命化計画の策定並びに点検・修繕作業にあたっては、これら法令等の規定を遵守しなければならない。なお、法規制がない設備については、類似の設備を準用するものとする。保守管理において関連する主要な法規と対象内容は以下のとおりである。

・労働安全衛生法（厚生労働省）

①クレーン等安全規則関係

ガントリークレーン、天井クレーン等、電動ホイスト、簡易リフト、係船設備の製造・設置・検査・点検等

②ボイラー及び圧力容器安全規則関係

アキュムレータ、コンプレッサ等の製造・設置・検査・点検等

- ・電気事業法（経済産業省）
自家用電気工作物としての電気設備・電気製品の工事・取扱い・点検等全般
- ・消防法（総務省）
危険物の規制に関する政令関係
 - ①燃料タンクの製造・設置・検査・取扱い
 - ②燃料・作動油・潤滑油の保管・取扱い
- ・建築基準法(国土交通省)

また、本節において安全衛生に関する法規制は、労働安全衛生法に基づくものとしているが、国の機関が設置・管理する設備・機器を国家公務員が取扱う場合は、労働安全衛生法の諸規則の適用を受けず、人事院規則並びに同規程に基づき各省庁が定める職員健康安全管理規程に準拠することになっているので留意が必要である。

なお、これらの技術的規制内容は、基本的には労働安全衛生法に準拠したものである。点検によって発見された不具合に対する措置段階の内容は、対象となる機器等によって規模が異なるが、定常的に実施する整備・修繕にて対応できる範囲においては、適切に予備品を確保し修復時間の短縮を図る。

4－3－2．簡易点検設備

簡易点検設備は、年に数回の管理運転点検を実施する。

【解説】

- (1) 簡易点検設備は、年に数回の管理運転点検を実施することを基本とする。
- (2) 簡易点検設備の管理運転点検の点検項目は表-4.19 により、一般点検設備のうち、施設の開閉による動作・状況確認及び外観目視の項目を実施する。
- (3) 簡易点検設備の管理運転点検は、巡視（パトロール）と点検頻度が同じであることから、同時に実施することが効率的である。

表-4.19 簡易点検設備の点検項目

区分	点検位置	点検内容
管理運転	開閉装置	前回点検時と比較して負荷なく開閉操作ができるか
		締め付け作業ができ、水密性が確保されているか
目視	扉体・戸当り	扉体やガイドレール等に損傷や劣化等が発生していないか
		レール、戸溝にごみ、ゴミや土砂等が堆積していないか
	その他	水路内に土砂・流下物の堆積や異常な植物繁茂等によって閉鎖時の支障や排水機能が阻害されていないか

第5章 評価

5-1. 土木構造物の評価

変状ランクは、土木構造物を対象にスパン・構造物毎に、対象施設の劣化や被災による変状が部位・部材の性能に及ぼす影響についてa、b、c、dランクで評価する。

健全度評価は、土木構造物を対象に一定区間毎に、変状及び変状ランクを踏まえ、対象施設の防護機能について、A、B、C、Dランクで総合的に評価する。

【解説】

- (1) 堤防・護岸等のスパン、一定区間の関係を図-5.1 及び図-5.2 に示す。一定区間は、法線が変わっている箇所、断面が変わっている箇所等を境として設定された区間である。なお、水門・陸閘等の一定区間については、周辺堤防と基礎構造が異なる箇所等を境界として設定する（図-5.3）。

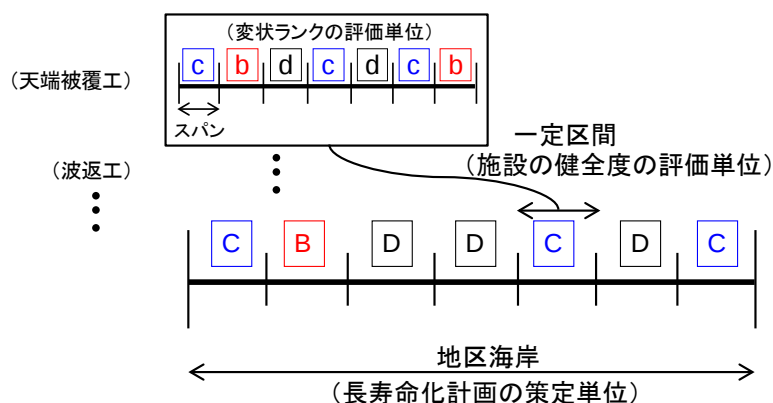


図-5.1 一定区間とスパン(イメージ)

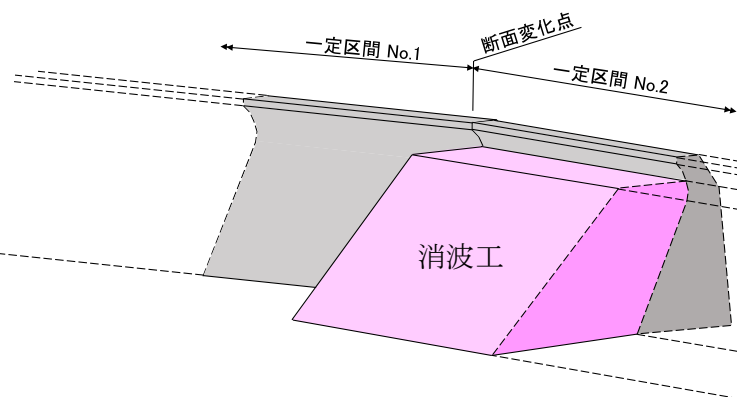


図-5.2 堤防の断面変化のイメージ

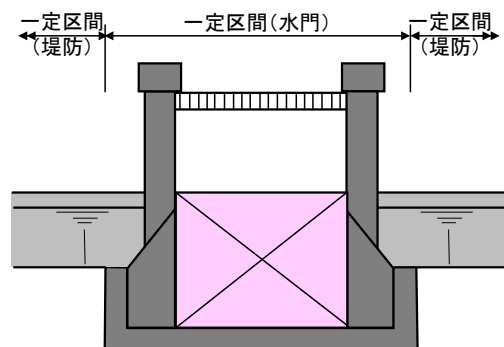


図-5.3 堤防と水門の基礎構造変化のイメージ

- (2) 離岸堤等のスパン、一定区間の関係を図-5.4 に示す。連続的に設置される堤防・護岸等とは異なり、離岸堤等は点在する施設である。そのため、スパン及び一定区間は、原則各施設単位(端部及び開口部を含む)で設定し、連続する一連施設内で構造が異なる場合にはスパンを分けて設定する。

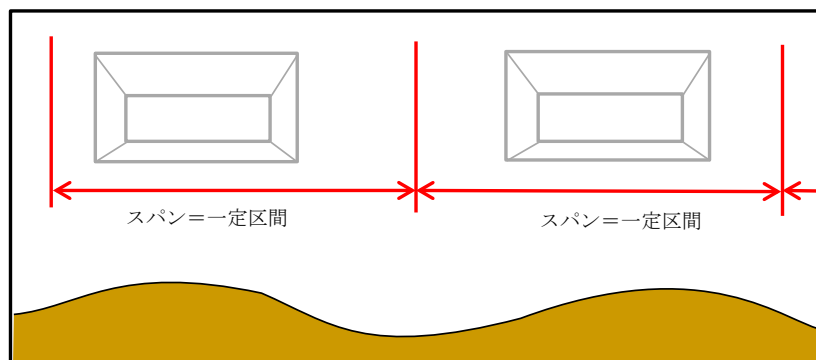
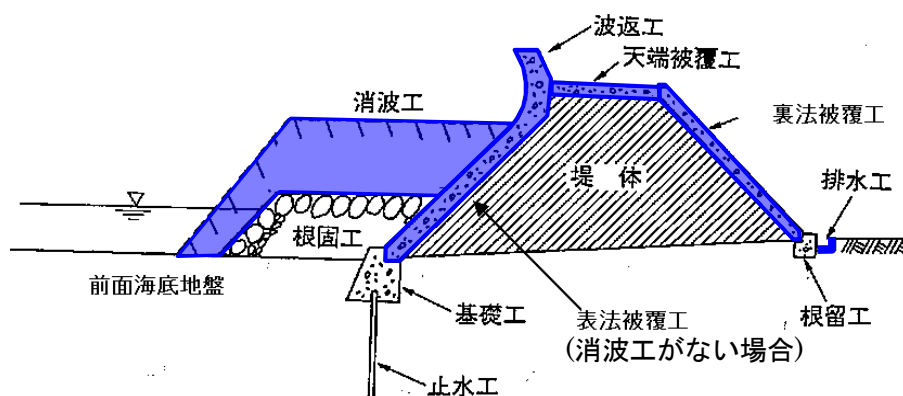


図-5.4 離岸堤等のスパン及び一定区間の設定イメージ

- (3) 構造物毎の変状ランクの参考となる判定基準を表-5.1～5.14 に示す。また、健全度評価は表-5.15 と照らし合わせて行うものであるが、目安として表-5.16～5.21 及び図-5.8 を活用してもよい。
- (4) 一次点検で変状が確認されたものの、新たに確認された変状がない等の理由で二次点検を行う必要がない場合は、前回評価時の健全度とする。
- (5) 構造の詳細が不明であるなど「性能が確認できない施設」については、一次・二次点検を早めに実施することが望ましい。健全度評価において「異常なし」(Dランク)とせず「要監視段階」(Cランク)とする等の対応が必要である。
- (6) 堤防・護岸等の健全度評価にあたっては、「天端高の沈下」、「空洞の発生」の要因になりやすく、比較的早期発見が可能な、図-5.5 中の着色箇所の部材の変状を中心に評価する。



注1) 消波工の沈下や砂浜の消失が発生した場合、表法被覆工の変状が進展し空洞が生じる可能性がある。

注2) 排水不良となった場合、堤体内の地盤が緩み、空洞が生じる可能性がある。

図-5.5 堤防等の健全度評価を行う主な箇所

(7) 離岸堤等の健全度評価にあたっては、初期のブロックの移動・沈下・散乱が、その後の施設の変状の進展（防護機能の低下）の要因になりやすいため、比較的早期発見が可能な、図-5.6中の着色箇所の部材（ブロック部）の変状を中心に評価する。

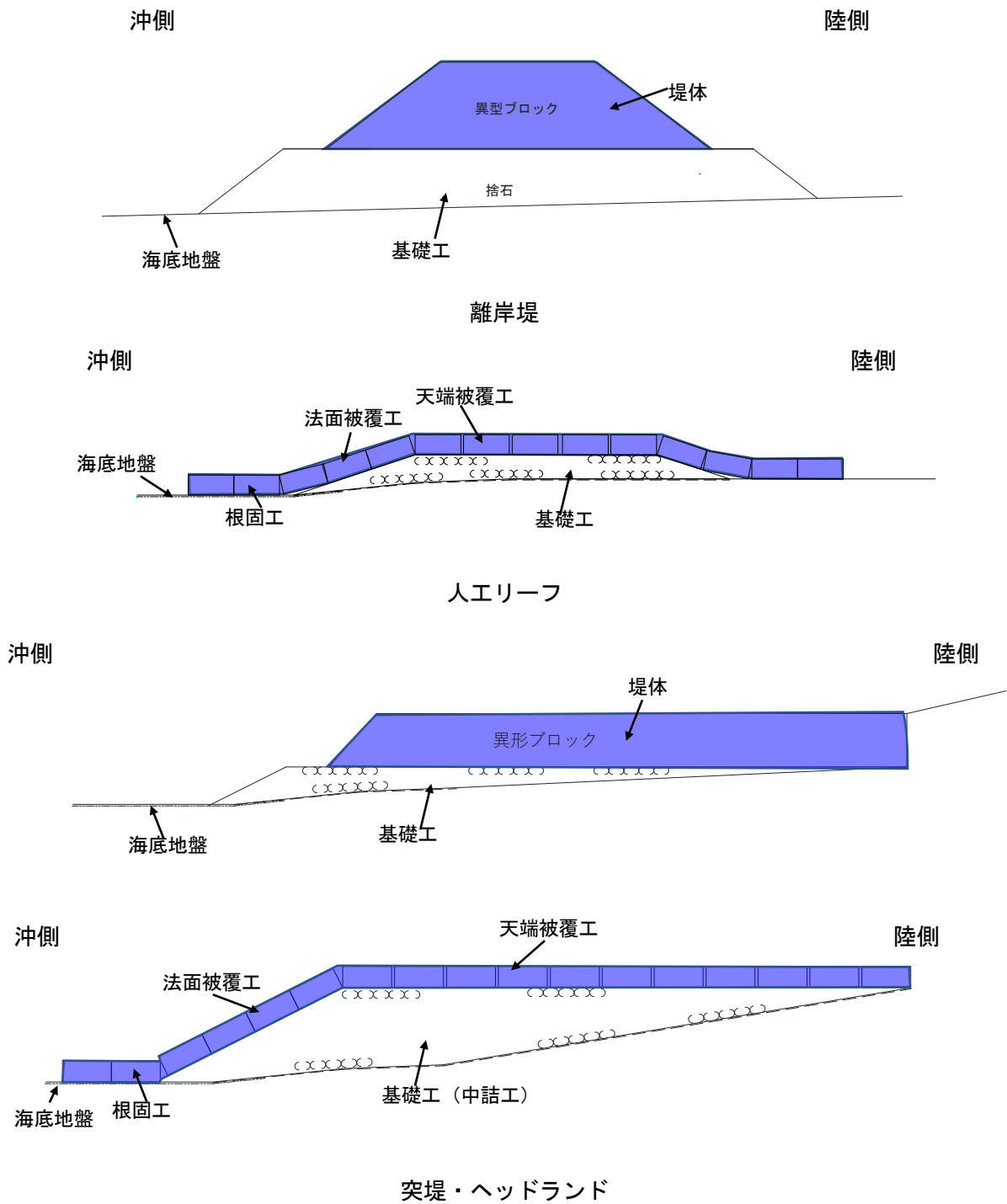


図-5.6 離岸堤等の健全度評価を行う主な箇所

- (8) 離岸堤等については施設の一部又は全部が海面下に没しているため、全ての施設において部材毎の変状を詳細に把握することが困難である。よって、点検に関する技術の例（「参考資料－2」参照）に示される技術等が普及するまでの当面の間、離岸堤等の健全度は、点検の実施状況、各海岸の状況等に応じて（7）に示す「堤体」、「天端被覆工」、「法面被覆工」を評価する。

突堤については多様な構造形式が存在するため、構造形式に合わせて 5-1.(6)に示す堤防・護岸等の考え方を適用してもよい。

- (9) 水門・陸閘等の土木構造物部分の健全度評価にあたっては、図-5.7 中の着色箇所の変状を中心に評価する。また、周辺堤防と異なる基礎構造を持つ水門・陸閘等については重量や剛性等が異なるため周辺堤防との間で不等沈下を生じ、このことが周辺堤防の空洞化や地盤のゆるみが発生させることに留意する必要がある。さらに、一般に水門・陸閘等は鉄筋コンクリート構造であり鉄筋腐食に起因する耐力低下防止の観点から腐食状況やコンクリートの剥離・損傷などについても評価対象とする。

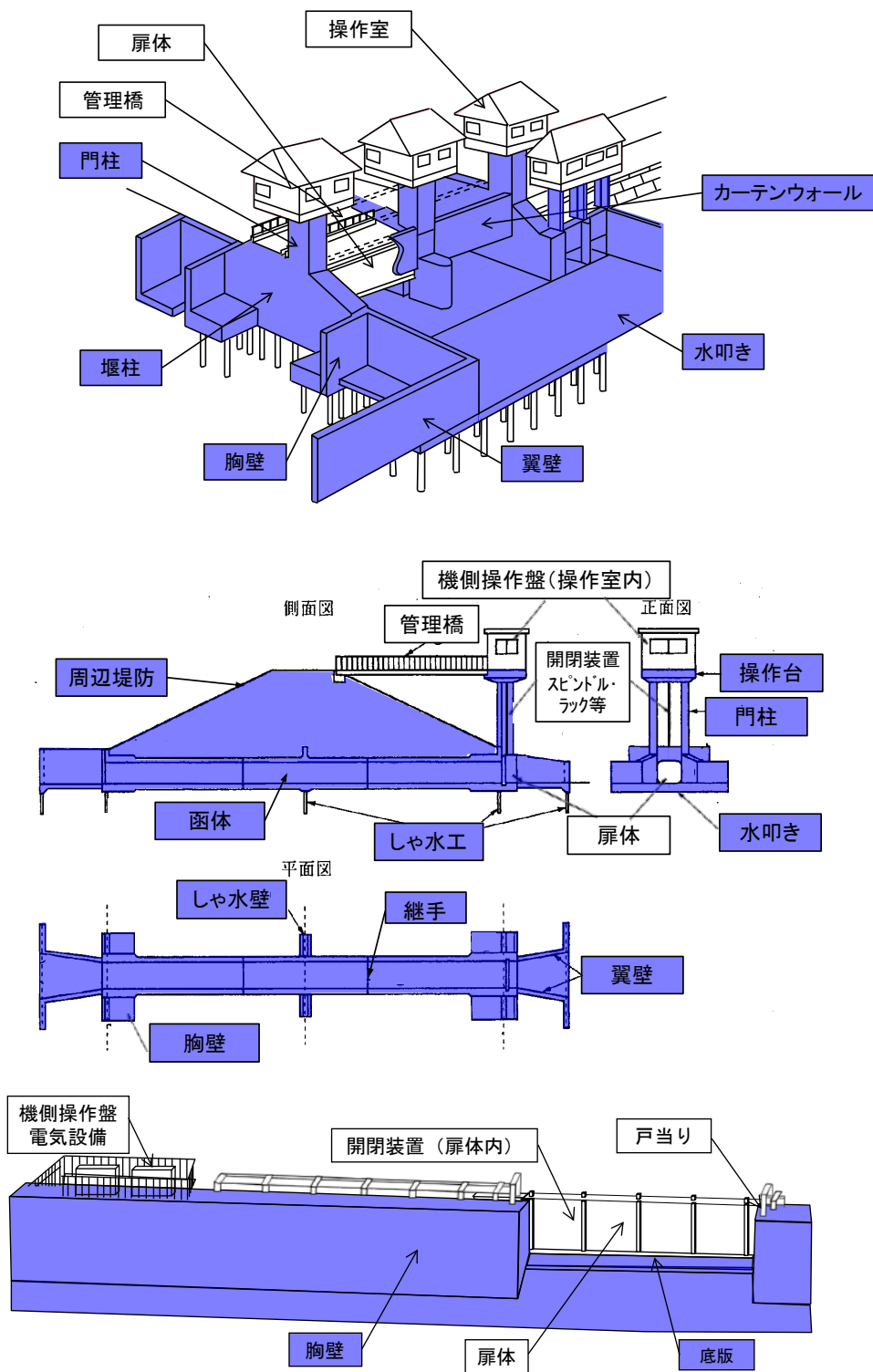


図-5.7 水門・陸閘等の土木構造部の健全度評価を行う主な箇所

(10) コンクリートの劣化については、「土木学会：コンクリート標準示方書、維持管理編、2018年制定」に準拠して評価等を実施するとよい。

【堤防・護岸等の部材】

表-5.1 波返工（胸壁については堤体工）に対する評価

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	防護高さの不足	防護高さを満足していない。	—	—	防護高さを満足している。
	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（幅5mm程度以上）。	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か、ひび割れが生じていない。
	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・損傷が生じているか、剥離・損傷が生じていない。
	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。	目地部にずれ、段差、開きが見られない。
必要に応じて実施する項目	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わたっている。	浮き錆が多く、鉄筋表面の大部分あるいは全周にわた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、点錆が見られるか、錆汁、点錆が見られない。

表-5.2 天端被覆工（水叩き工を含む）・表法被覆工・裏法被覆工に対する評価

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	防護高さの不足 ^{注1)}	防護高さを満足していない。	—	—	防護高さを満足している。
	沈下・陥没	陥没がある。	沈下による凹部が目立つ。	—	部分的な沈下が見られるか、沈下が見られない。
	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（幅 5mm 程度以上）。	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か、ひび割れが見られない。
	目地部、打継ぎ部の状況	目地部、打継ぎ部のずれが大きく、堤体土砂の流出が見られる。	目地部、打継ぎ部より水の浸透がある。	目地部、打継ぎ部にずれがあるが、水の浸透はない。	目地部、打継ぎ部にずれ、段差、開きが見られない。
	剥離・損傷	広範囲に破損、または流出している。	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・損傷が生じているか、剥離・損傷が生じていない。
実施する必要に応じた項目	吸出し・空洞化	防護機能や安全性に影響のある大規模な空洞がある。	部分的に防護機能や安全性に影響のある空洞がある。	—	防護機能や安全性に影響のある空洞なし。

注 1) 防護高さの不足は、天端被覆工のみ対象とする。

表-5.3 消波工に対する評価

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	移動・散乱及び沈下	消波工断面がブロック1層分以上減少している。	消波工断面が減少している（ブロック1層未満）。	消波ブロックの一部が移動、散乱、沈下している。	わずかな変状がみられるか、変状なし。
	ブロック破損	破損ブロックが1／4以上ある。	破損ブロックは1／4未満である。	少数の破損ブロックがある。	小さなひび割れが発生しているか、ひび割れが発生していない。

表-5.4 砂浜に対する評価

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	侵食・堆積	侵食により基礎工が浮き上がり堤体土が既に流出している。 侵食により前面の砂浜が消失し、基礎工下端・止水矢板が露出している。 施設の防護機能が損なわれるほど、堤防・護岸等の前面の砂浜の侵食が進んでいると認められる場合。	施設の防護機能が将来的に損なわれると想定されるほど、堤防・護岸等の前面の砂浜の侵食が進んでいると認められる場合。	汀線の後退又は浜崖の形成が認められる。	わずかな変状がみられるか、変状なし。

注1）点検の対象とする砂浜は、変状が生じた場合に堤防と護岸の安全性が損なわれると判断されるものとする。

注2）1回の時化による侵食幅に限界値が設定されている海岸では、限界値を参考に変状ランクを判定し、設定されていない海岸では、約20mを1つの目安とできるとの研究成果があるため、参考にするとい。

表-5.5 排水工に対する評価

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	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。天端工との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。	目地部にずれ、段差、開きが見られない。

表-5.6 前面海底地盤に対する評価

変状現象		変状のランク（確認される変状の程度）			
		a	b	c	d
必要に応じて実施する項目	洗掘	広範囲で侵食があり、かつ捨石マウンドの法尻前面で深さ 1m以上の洗掘がある。洗掘に伴うマウンド等への影響がみられる。	広範囲で侵食があり、かつ捨石マウンド法尻前面で深さ 0.5m以上 1m未満の洗掘がある。	深さ 0.5m未満の洗掘がある。	わずかな変状がみられるか、変状なし。
	吸出し（根固部）	土砂が流出している。	土砂の流出は見られないが、根固部に変状が見られる。	—	わずかな変状がみられるか、変状なし。

表-5.7 根固工に対する評価

変状現象		変状のランク（確認される変状の程度）			
		a	b	c	d
必要に応じて実施する項目	移動・散乱及び沈下	石、ブロックが大規模又は広範囲に移動、散乱又は沈下している。	石、ブロックが沈下、移動又は散乱している。	部分的にごく小さな移動（ずれ）がみられる。	わずかな変状がみられるか、変状なし。
	ブロック破損	破損ブロックが多数あり配置の乱れが生じている。	破損ブロックは多数あるが、配置の乱れは少ない。	小さなひび割れが発生している。	わずかな変状がみられるか、変状なし。

表-5.8 基礎工に対する評価

変状現象		変状のランク（確認される変状の程度）			
		a	b	c	d
必要に応じて実施する項目	ひび割れ	部材の背面まで達するひび割れ・亀裂が生じている（幅 5mm 程度以上）。	やや大きなひび割れや小さな亀裂が生じている。	小さなひび割れ（ひび割れ幅 0.2mm 程度）が生じている。	わずかな変状がみられるか、変状なし。
	剥離・損傷	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、表面近くで浅い剥離・損傷が生じている。	ごく小規模の剥離・損傷が生じている。	わずかな変状がみられるか、変状なし。
	目地ずれ	大きなずれ、段差がある。	小さなずれ、段差がある。	—	わずかな変状がみられるか、変状なし。
	移動・沈下	基礎工流失又は破壊欠損がある。	小規模な移動又は沈下がある。	—	わずかな変状がみられるか、変状なし。

【離岸堤等】

表-5.9 離岸堤に対する評価

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	堤体	移動 沈下 散乱	堤体全体にわたって堤体断面がブロック 1 層分以上減少している。	堤体全体にわたって堤体断面が減少している(ブロック 1 層未満)	ブロックの一部が移動、散乱、沈下している。	わずかな変状がみられるか、変状なし。
		ブロック破損	破損ブロックが 1/4 以上ある。	破損ブロックは 1/4 未満である。	少数の破損ブロックがある。	小さなひび割れが発生しているか、ひび割れが発生していない。
必要に応じて実施する項目	前面海底地盤	洗掘	広範囲で侵食があり、かつ捨石マウンドの法尻前面で深さ 1m 以上の洗掘がある。 洗掘に伴うマウンド等への影響が見られる。	広範囲で侵食があり、かつ捨石マウンド法尻前面で深さ 0.5m 以上 1m 未満の洗掘がある。	深さ 0.5m 未満の洗掘がある。	わずかな変状がみられるか、変状なし。
	(根固工) 基礎工	移動 沈下 散乱	流出又は破壊、欠損がある。	小規模な移動又は沈下がある。	—	わずかな変状がみられるか、変状なし。

表-5.10 潜堤・人工リーフに対する評価

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	天端・法面 被覆工	移動 沈下 散乱	石、ブロックが大規模又は広範囲に移動・沈下・散乱している。	石、ブロックが移動・沈下・散乱している。	部分的にごく小さな移動（ずれ）がみられる。	わずかな変状がみられるか、変状なし。
		ブロック 破損	破損ブロックが多数あり、配置の乱れが生じている。	破損ブロックが多数あるが、配置の乱れは少ない。	小さなひび割れ・剥離が生じている。	損傷が生じていない。
必要に応じて実施する項目	前面海底地盤	洗掘	広範囲で侵食があり、かつ捨石マウンドの法尻前面で深さ1m以上の洗掘がある。洗掘に伴うマウンド等への影響がみられる。	広範囲で侵食があり、かつ捨石マウンド法尻前面で深さ0.5m以上1m未満の洗掘がある。	深さ0.5m未満の洗掘がある。	わずかな変状がみられるか、変状なし。
	基礎工	移動 沈下 散乱	石、ブロックが大規模又は広範囲に移動・沈下又は散乱している。	石、ブロックが移動・沈下又は散乱している。	部分的にごく小さな移動（ずれ）がみられる。	わずかな変状がみられるか、変状なし。

表-5.11 突堤・ヘッドランド（消波ブロック型）に対する評価^{注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	堤体	移動 沈下 散乱	堤体全体にわたって堤体断面がブロック1層分以上減少している。	堤体全体にわたって堤体断面が減少している(ブロック1層未満)	ブロックの一部が移動、散乱、沈下している。	わずかな変状がみられるか、変状なし。
		ブロック破損	破損ブロックが1/4以上ある。	破損ブロックは1/4未満である。	少数の破損ブロックがある。	小さなひび割れが発生しているか、ひび割れが発生していない。
必要に応じて実施する項目	前面海底地盤	洗掘	広範囲で侵食があり、かつ捨石マウンドの法尻前面で深さ1m以上の洗掘がある。 洗掘に伴うマウンド等への影響が見られる。	広範囲で侵食があり、かつ捨石マウンド法尻前面で深さ0.5m以上1m未満の洗掘がある。	深さ0.5m未満の洗掘がある。	わずかな変状がみられるか、変状なし。
	(根固工) 基礎工	移動 沈下 散乱	流出又は破壊、欠損がある。	小規模な移動又は沈下がある。	—	わずかな変状がみられるか、変状なし。

注1)：本表による他、表-5.1～表-5.8を準用してもよい。

表-5.12 突堤・ヘッドランド（被覆ブロック型）に対する評価^{注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	天端・法面 被覆工	移動 沈下 散乱	石、ブロックが大規模又は広範囲に移動・沈下・散乱している。	石、ブロックが移動・沈下・散乱している。	部分的にごく小さな移動（ずれ）がみられる。	わずかな変状がみられるか、変状なし。
		ブロック 破損	破損ブロックが多数あり、配置の乱れが生じている。	破損ブロックが多数あるが、配置の乱れは少ない。	小さなひび割れ・剥離が生じている。	損傷が生じていない。
必要に応じて実施する項目	前面海底地盤	洗掘	広範囲で侵食があり、かつ捨石マウンドの法尻前面で深さ1m以上の洗掘がある。洗掘に伴うマウンド等への影響がみられる。	広範囲で侵食があり、かつ捨石マウンド法尻前面で深さ0.5m以上1m未満の洗掘がある。	深さ0.5m未満の洗掘がある。	わずかな変状がみられるか、変状なし。
	基礎工	移動 沈下 散乱	石、ブロックが大規模又は広範囲に移動・沈下又は散乱している。	石、ブロックが移動・沈下又は散乱している。	部分的にごく小さな移動（ずれ）がみられる。	わずかな変状がみられるか、変状なし。

注1)：本表による他、表-5.1～表-5.8を準用してもよい。

【水門・陸閘等の部材】

表-5.13 堰柱・翼壁・胸壁・カーテンウォール・門柱・底版・函体に対する評価

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	防護高さの不 足	防護高さを満足し ていない。	—	—	防護高さを満足して いる。
	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（幅 5mm 程度以上）。	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 が生じているか、ひび 割れが生じていない。
	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。	広範囲であつても表面 のみの剥離・損傷が生 じている。	ごく小規模の剥離・損 傷が生じているか、剥 離・損傷が生じていな い。
	目地、相対移動 量	転倒、あるいは欠損 がある。 変位・変形があり、 開閉操作が不可能	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。 変位・変形はあるが開 閉操作は可能。	目地ずれがあるが、水 の浸透はない。 わずかな変位・変形は あるが、開閉操作は可 能。	目地部に、段差、開 き、変位・変形が見 られない。
	継手の開き	継ぎ手の水密ゴ ム・止水板の破断 が生じている。	継手（止水板）の開 きが 7cm 以上。 可撓継手の開きが許 容値以上。	継手（止水板）の開 きが 2cm 以上 7cm 未 満。 可撓継手の開きが許 容値未満。	継手の変状なし（開 きが 2cm 未満）
	周辺堤防に対 する抜け上 がり	構造物本体の抜け 上がり（30cm 以上）	構造物本体の抜け上 がり（10cm 以上 30cm 未満）	構造物本体の抜け上 がり（10cm 未満）	変状が微少。
	鉄筋の腐食	浮き錆が著しく、構 造耐力に影響する 鉄筋断面積の有意 な減少が全域にわ たっている。	浮き錆が多く、鉄筋表 面の大部分あるいは 全周にわたる腐食が 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、点錆が 見られるか、錆汁、 点錆が見られない。

表-5. 14 水門・陸閘等の水叩きに対する評価

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	沈下・陥没	陥没がある。	沈下による凹部が目立つ。	—	部分的な沈下が見られるか、沈下が見られない。
	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（幅 5mm 程度以上）。	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か、ひび割れが見られない。
	目地部、打継ぎ部の状況	目地部、打継ぎ部のずれが大きく、堤体土砂の流出が見られる。	目地部、打継ぎ部より水の浸透がある。	目地部、打継ぎ部にずれがあるが、水の浸透はない。	目地部、打継ぎ部にずれ、段差、開きが見られない。
	剥離・損傷	広範囲に破損又は流出している。	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・損傷が生じているか、剥離・損傷が生じていない。

表-5.15 土木構造物の健全度評価における変状の程度

健全度		変状の程度
Aランク	措置段階	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いる。
Bランク	予防保全段階	沈下やひび割れが生じているなど、堤防・護岸等の防護機能に影響を及ぼす可能性のあ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いる。 ブロックの移動・沈下・散乱が生じているなど、離岸堤等の防護機能に影響を及ぼす可能性のある程度の変状が発生し、施設の性能低下が生じている。
Cランク	要監視段階	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。
Dランク	異常なし	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。

表-5.16 堤防・護岸等^{注1)}の健全度評価の目安

健全度		健全度評価の目安 ^{注2)}
Aランク	措置段階	・天端高が不足し、堤防・護岸等の防護機能の低下が明確な場合 ・堤防・護岸等の防護機能に影響を及ぼすような変状が生じており、さらに空洞が確認された場合 ・堤防・護岸等の防護機能が損なわれるほど、堤防・護岸等の前面の砂浜の侵食が進んでいると認められる場合^{注3)} ・侵食により前面の砂浜が消失し、基礎工下端・止水矢板が露出している場合^{注2)}
Bランク	予防保全段階	・堤防・護岸等の防護機能に影響を及ぼすような変状（aランク）が生じているが、空洞が存在しない場合 ・堤防・護岸等については、一定区間内のスパン数のうち8割程度の変状がbランク（aランクも含む）である場合 ・堤防・護岸等の防護機能が将来的に損なわれると想定されるほど、堤防・護岸等の前面の砂浜の侵食が進んでいると認められる場合^{注3)}
Cランク	監視段階	A、B、Dランク以外と評価される場合
Dランク	異常なし	全ての点検位置の変状現象がdランクと評価された場合

注1) 簡易点検設備を含む水門・陸閘等の土木構造物部分を含み、この場合、表中の「防護機能」を「防護機能及び止水・排水機能」とする。一般点検設備を含む水門・陸閘等の土木構造物部分の健全度評価は表-5.21を用いる。

注2) 計画規模以下程度の高潮・高波等により、越波履歴がある場合は、施設の防護機能が低下していることが考えられるため、健全度評価を行う際は越波履歴についても考慮することが望ましい。

注3) 堤防・護岸等の前面に砂浜がある場合の目安。

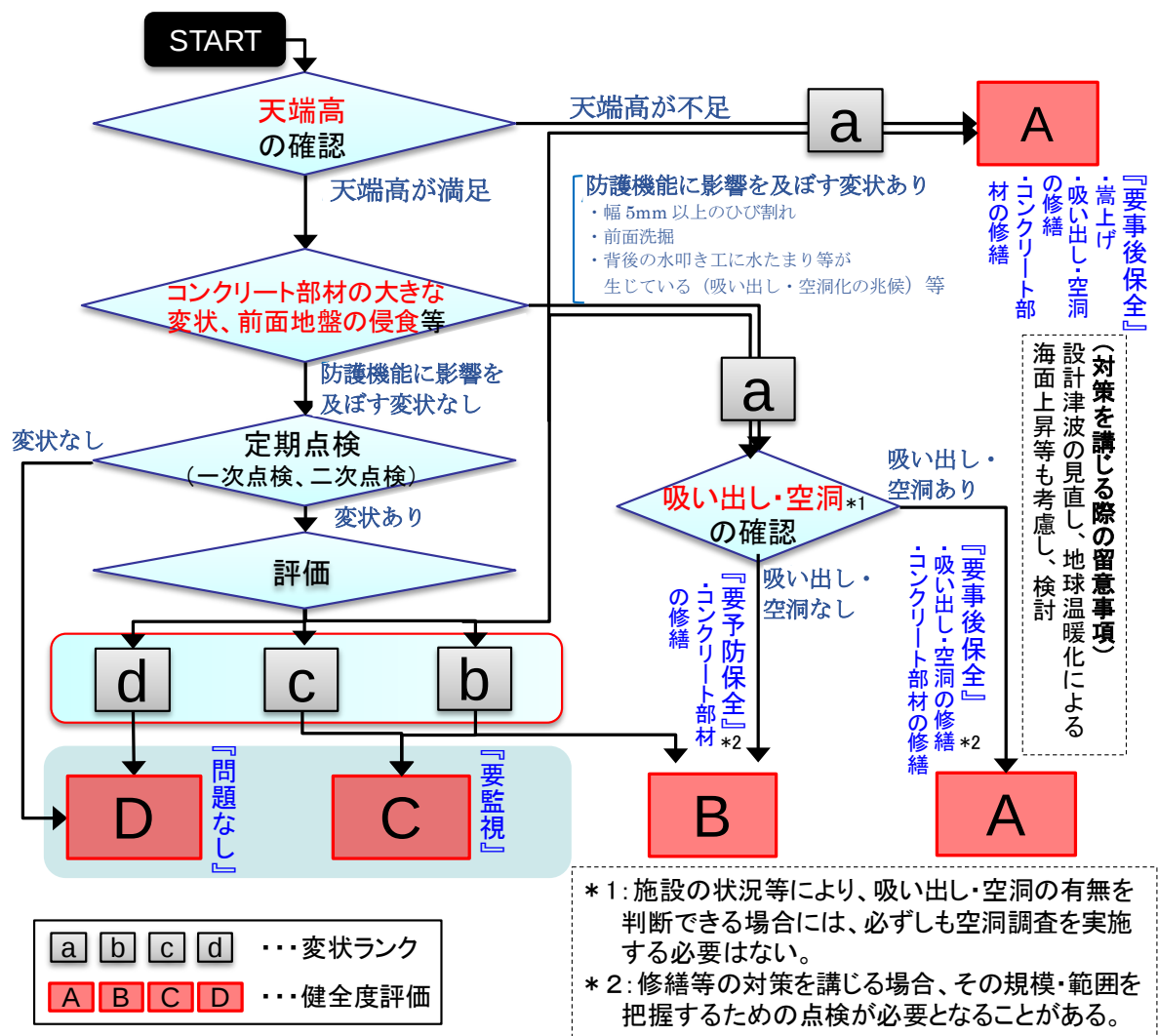


図-5.8 堤防・護岸等の健全度評価のフロー

表-5.17 離岸堤の健全度評価の目安

健全度		健全度評価の目安
Aランク	措置段階	・堤体全体にわたって堤体断面がブロック1層分以上減少していると認められる場合 ・堤体の破損ブロックが1/4以上確認された場合
Bランク	予防保全段階	・堤体全体にわたって堤体断面が減少していると認められる場合(ブロック1層未満) ・堤体の破損ブロックが1/4未満確認された場合
Cランク	監視段階	・堤体ブロックの一部の移動、散乱、沈下が確認された場合 ・堤体で少数の破損ブロックが確認された場合
Dランク	異常なし	・上記以外の状況

表-5.18 潜堤・人工リーフの健全度評価の目安

健全度		健全度評価の目安
Aランク	措置段階	・天端・法面被覆工の石・ブロックの大規模又は広範囲な移動、沈下、散乱が確認された場合 ・天端・法面被覆工で破損ブロックが多数あり、配置の乱れが確認された場合
Bランク	予防保全段階	・天端・法面被覆工の移動、沈下、散乱が確認された場合 ・天端・法面被覆工で破損ブロックが多数確認されたが、配置の乱れが少ない場合
Cランク	監視段階	・天端・法面被覆工で部分的にごく小さな移動（ずれ）が確認された場合 ・天端・法面被覆工で小さなひび割れの発生が確認された場合
Dランク	異常なし	・上記以外の状況

表-5.19 突堤・ヘッドランドの健全度評価の目安（消波ブロック型）

健全度		健全度評価の目安
Aランク	措置段階	・堤体全体にわたって堤体断面がブロック1層分以上減少していると認められる場合 ・堤体の破損ブロックが1/4以上確認された場合
Bランク	予防保全段階	・堤体全体にわたって堤体断面が減少していると認められる場合(ブロック1層未満) ・堤体の破損ブロックが1/4未満確認された場合
Cランク	監視段階	・堤体ブロックの一部の移動、散乱、沈下が確認された場合 ・堤体で少数の破損ブロックが確認された場合
Dランク	異常なし	・上記以外の状況

表-5.20 突堤・ヘッドランドの健全度評価の目安（被覆ブロック型）

健全度		健全度評価の目安
Aランク	措置段階	・天端・法面被覆工の石・ブロックの大規模又は広範囲な移動、沈下、散乱が確認された場合 ・天端・法面被覆工で破損ブロックが多数あり、配置の乱れが確認された場合
Bランク	予防保全段階	・天端・法面被覆工の移動、沈下、散乱が確認された場合 ・天端・法面被覆工で破損ブロックが多数確認されたが、配置の乱れが少ない場合
Cランク	監視段階	・天端・法面被覆工で部分的にごく小さな移動（ずれ）が確認された場合 ・天端・法面被覆工で小さなひび割れの発生が確認された場合
Dランク	異常なし	・上記以外の状況

表-5.21 水門・陸閘等の土木構造物部分^{注1)}の健全度評価の目安

健全度		健全度評価の目安 ^{注2)}
Aランク	措置段階	・天端高が不足し、水門・陸閘等の防護機能の低下が明確な場合 ・水門・陸閘等の防護機能に影響を及ぼすような変状が生じており、さらに堰柱やカーテンウォール等、その変状が設備部分に影響を与える部材の変状がaランクである場合 ・水門・陸閘等の防護機能が損なわれるほど、堤防・護岸等の前面の砂浜の侵食が進んでいると認められる場合^{注3)} ・侵食により前面の砂浜が消失し、基礎工下端・止水矢板が露出している場合^{注2)}
Bランク	予防保全段階	・水門・陸閘等の防護機能に影響を及ぼすような変状（aランク）が生じているが、堰柱やカーテンウォール等、その変状が設備部分に影響を与える部材の変状がb, c, dランクの場合 ・水門・陸閘等については、堰柱やカーテンウォール等、その変状が設備部分に影響を与える部材以外において、一定区間内のスパン数のうち、8割程度の変状がbランク（aランクも含む）である場合 ・水門・陸閘等の防護機能が将来的に損なわれると想定されるほど、施設前面の砂浜の侵食が進んでいると認められる場合^{注3)}
Cランク	監視段階	A、B、Dランク以外と評価される場合
Dランク	異常なし	全ての点検位置の変状現象がdランクと評価された場合

注1) 簡易点検設備を含む水門・陸閘等の土木構造物部分の健全度評価は表-5.16を用いる。

注2) 計画規模以下程度の高潮・高波等により、越波履歴がある場合は、施設の防護機能が低下していることが考えられるため、健全度評価を行う際は越波履歴についても考慮することが望ましい。

注3) 水門・陸閘等の前面に砂浜がある場合の目安。

（参考）堤防・護岸等の被災メカニズム、変状連鎖

海岸保全施設の維持管理にあたっては、図-5.9～5.12に示す海岸災害の発生要因、堤防・護岸等及び離岸堤等の被災メカニズム、施設の変状連鎖について理解していることが重要である。

図-5.13～5.16に示す離岸堤等の変状連鎖は、災害復旧時の資料を基に異常波浪等によって被災したメカニズムを推定したものである。

海岸保全施設に影響を与える事象には、地震・津波・高潮・高波・侵食がある。このほか、背後地盤高が満潮位以下となるような干拓地、地盤沈下地帯等においては、堤防・護岸等が損壊すると常時の潮位変化で浸水するおそれがある。

堤防・護岸等の防護機能の低下は高波時の越波により顕在化することが多い。なお、被災事例については、「参考資料－5」に示している。

Step I：健全な状態、Step II：軽度の変状、Step III：進展した変状、Step IV：安全性、機能が損なわれた状況 Step V：破壊、機能停止

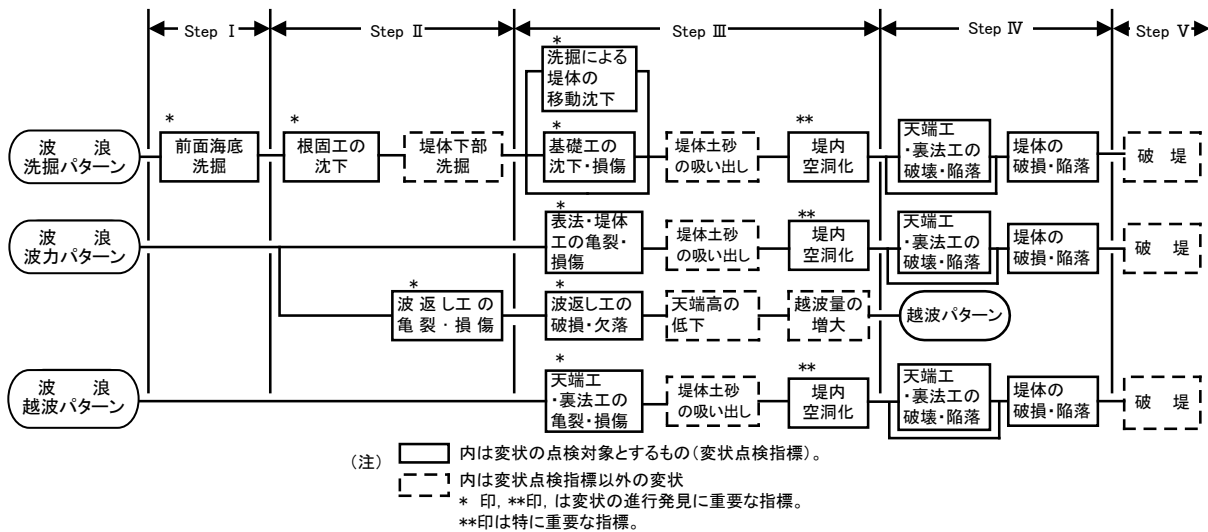


図-5.9 堤防（消波工なし）の変状連鎖

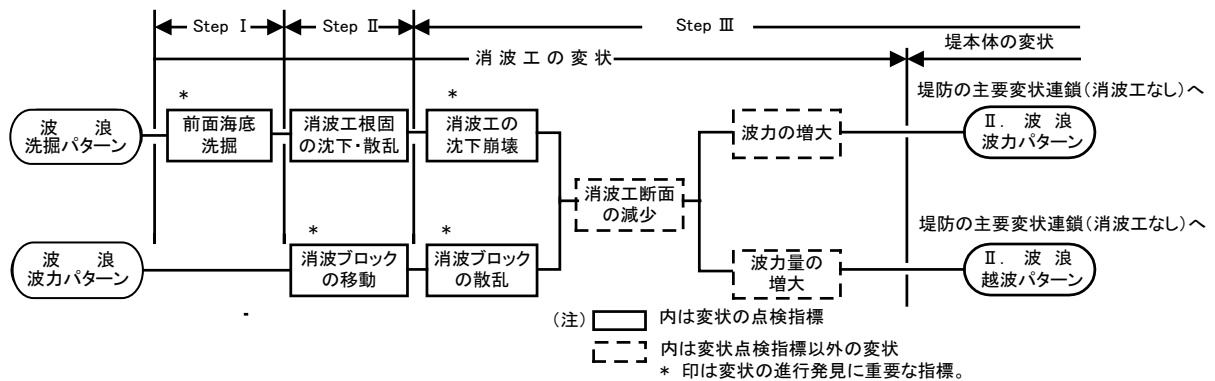


図-5.10 護岸・堤防（消波工被覆）の変状連鎖

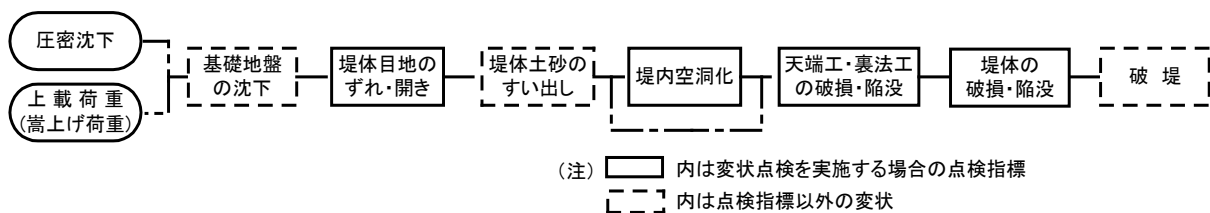


図-5.11 護岸・堤防の変状連鎖

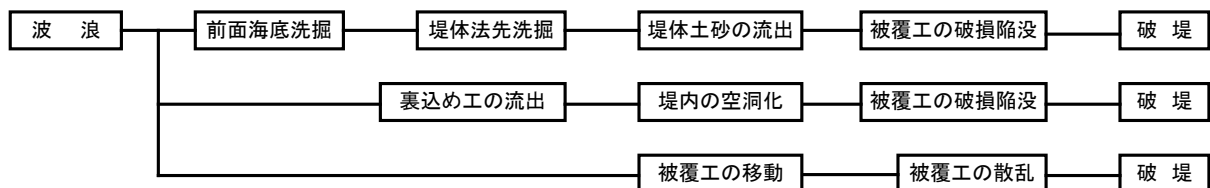
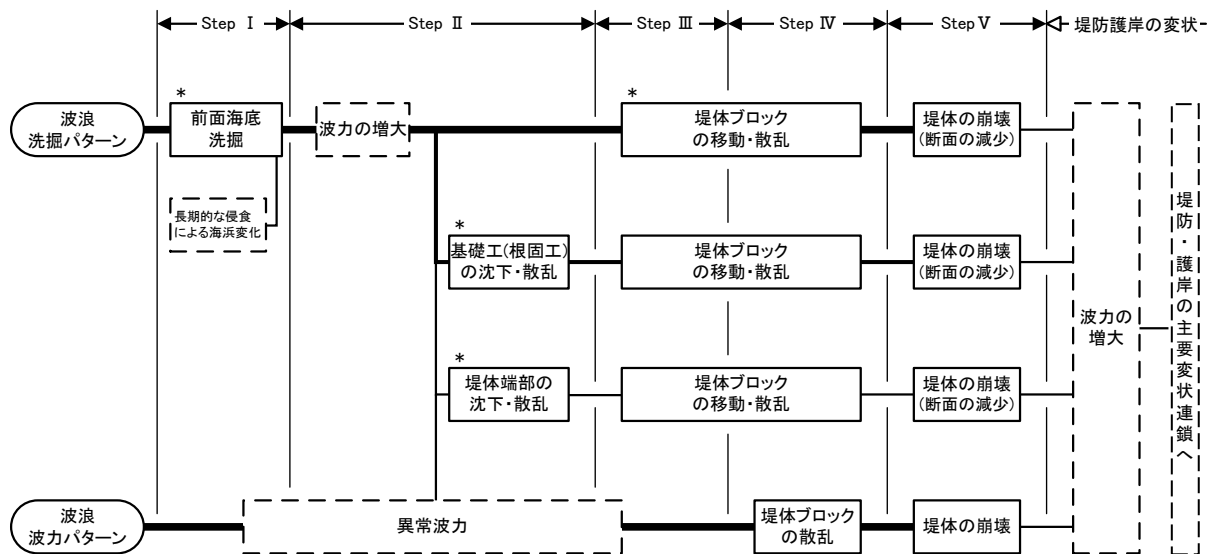


図-5.12 緩傾斜護岸の変状連鎖

(参考) 離岸堤等の被災メカニズム、変状連鎖

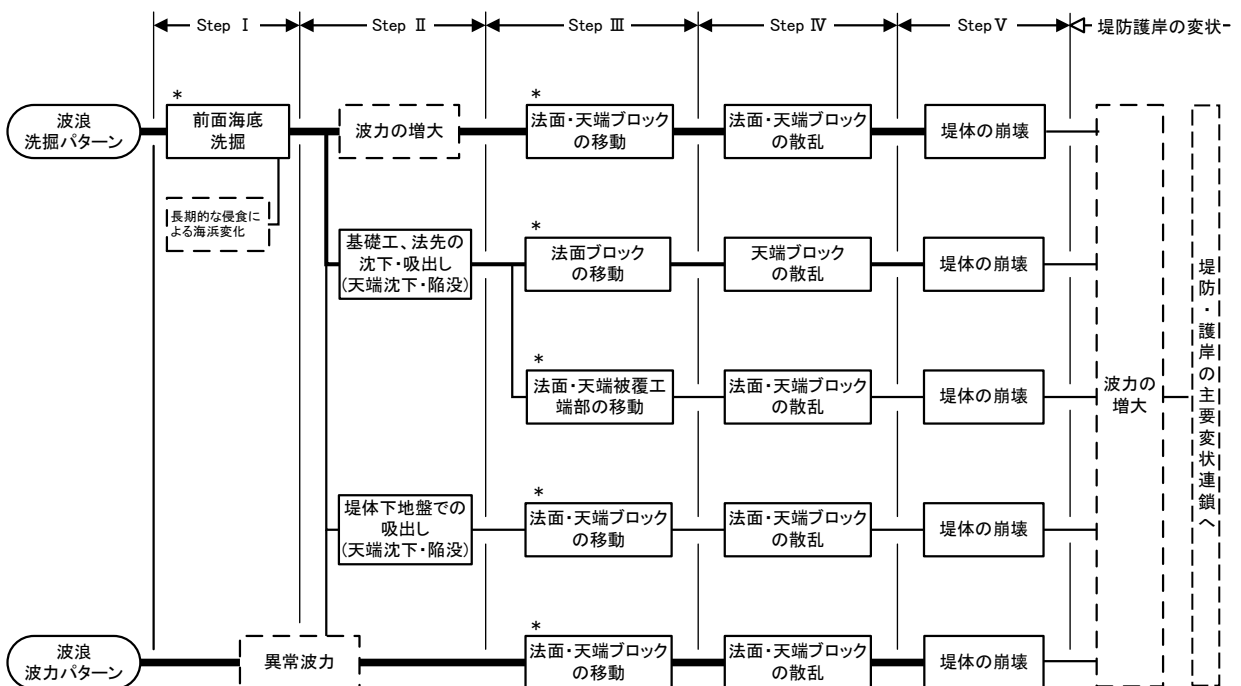


(注) 内は変状の点検対象とするもの(変状点検指標)

 内は変状点検指標以外の変状

* 印は変状の進行発見に重要な指標。

図-5.13 離岸堤の変状連鎖

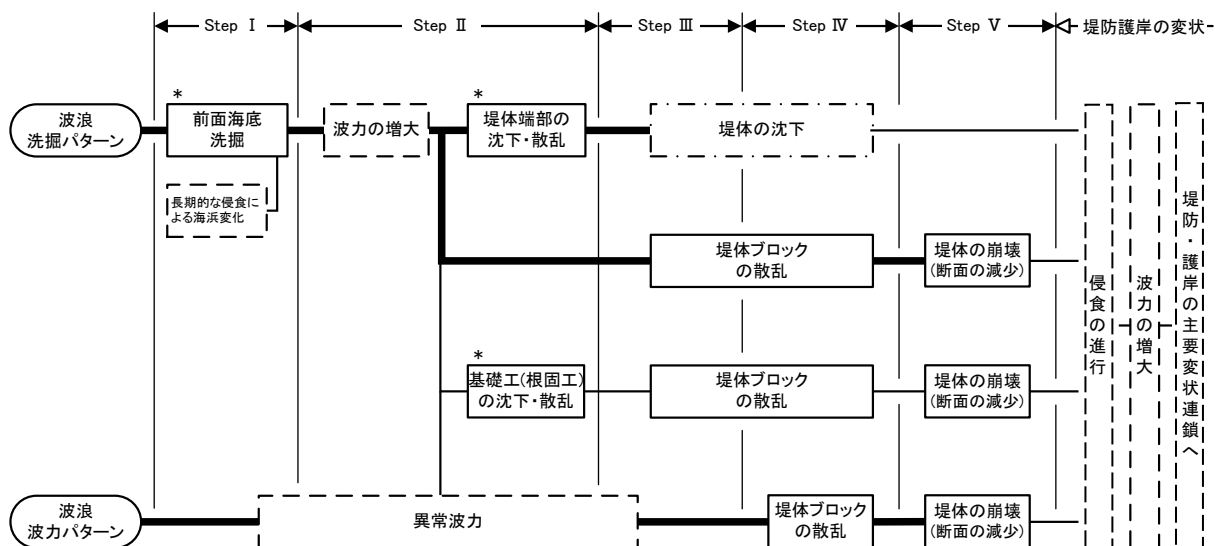


(注) 内は変状の点検対象とするもの(変状点検指標)

 内は変状点検指標以外の変状

* 印は変状の進行発見に重要な指標。

図-5.14 潜堤・人工リーフの変状連鎖

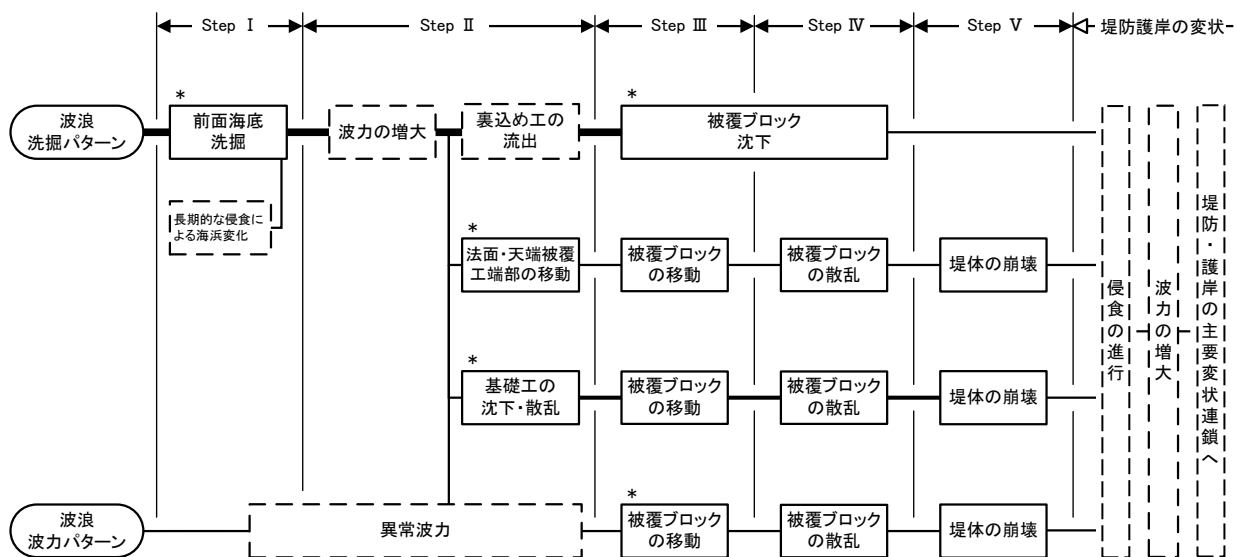


(注) 内は変状の点検対象とするもの(変状点検指標)

内は変状点検指標以外の変状

* 印は変状の進行発見に重要な指標。

図-5.15 突堤・ヘッドランドの変状連鎖(消波ブロック型)



(注) 内は変状の点検対象とするもの(変状点検指標)

内は変状点検指標以外の変状

* 印は変状の進行発見に重要な指標。

図-5.16 突堤・ヘッドランドの変状連鎖(被覆ブロック型)

5－2．水門・陸閘等の設備の評価

水門・陸閘等の設備の構成要素である機器等の物理的耐用限界を把握するため、当該機器等の健全度の評価を行うものとする。

【解説】

（１）健全度の定義

「健全度」とは、設備の稼働及び経年に伴い発生する材料の物理的劣化や、機器等の性能低下・故障率の増加等、機器各部品の状態を表すものである。管理運転点検、年点検等により確認・評価され、その結果に応じ整備・取替を実施する。

なお、水門・陸閘等の評価にあたっては、水門・陸閘等の設備部分の健全度評価とともに、土木構造物部分の健全度評価を行い、それらを用いて水門・陸閘等の総合的健全度評価を実施する。詳細は「第5章5－3．水門・陸閘等の総合的健全度評価」に記載する。

（２）健全度の評価単位

健全度の評価単位は、機器・部品レベルであり、取替・更新検討の基本単位も機器及び部品とするが、現実的に整備・取替の実施が問題となるのは、機械・装置の構成要素のうち、コスト的にも大きな主要機器であることから、通常の保全サイクルで整備・修繕される簡単かつ安価な機械・電気部品等などは評価対象外とする。

なお、監視操作制御設備等などにおいて複数の機器等が△1～△2 評価となったときは、装置全体としての健全度を評価し、更新の実施を検討する。その場合、個別の機器等の取替・更新を行う場合（健全度に応じた分割施工）と長期的な視点で信頼性及び経済性を比較評価しなければならない。

（３）健全度の評価

本マニュアルにおける健全度の評価は、点検結果に基づく判定及び診断等で構成される。健全度の評価及び判定の内容は、表-5.22 のとおり○、△1～3、×に整理するものとし、健全度を適切に把握することによって、同一施設内にあるいは設備相互間における保全（整備・更新等）の優先順位決定に資するものである。指標は、傾向管理が可能なものと不可能なものについての考え方をそれぞれ示している。

なお、健全度の評価は専門技術者又は専門技術者と同等の技術力を有する評価者によって評価・判断されなければならない。

表-5. 22 点検結果及び経過年数による健全度の評価内容

健全度の評価	状態	健全度の評価指標	
		傾向管理が可能なもの	傾向管理が不可能なもの
× (措置段階)	点検の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じており、緊急に措置（整備・取替・更新）が必要な状態	設備・装置・機器・部品の機能が低下あるいは停止もしくは運用不可能である場合	
△ 1 (予防保全段階)	点検の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じる可能性があり、予防保全の観点から早急に措置（整備・更新・取替）を行うべき状態	1. 点検の結果、計測値が予防保全値を超過している場合 2. 点検により早急に措置を行うべきと評価した場合	1. 点検の結果、目視、触診・指触、聴診・聴覚、臭覚によって異常が確認でき、かつ次の条件のいずれかに該当するもの ①早急に措置を行うべきと評価した場合 ②建設や整備・更新後間もない運用初期にある場合 ③通常の運用を継続すると故障を起こす可能性が高いと判断した場合 2. 経過年数が平均の取替・更新の標準年数以上である場合
△ 2 (予防保全計画段階)	点検の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じていないが、2～3年以内に措置（整備・更新・取替）を行うことが望ましい状態	1. 点検の結果、計測値が注意値を超え、予防保全値以下の場合 2. 点検により、2～3年以内に措置を行うことが望ましいと評価した場合	1. 点検の結果、目視、触診・指触、聴診・聴覚、臭覚によって異常が確認でき、かつ次の条件のいずれかに該当するもの ①2～3年以内に措置を行うことが望ましいと評価した場合 ②異常の原因が特定できており長期の使用に問題があると判断した場合 2. 経過年数が平均の取替・更新の標準年数近傍(2～3年前)である場合
△ 3 (要監視段階)	点検の結果、設備・装置・機器・部品の機能に支障が生じていないが状態の経過観察が必要な状態	点検の結果、計測値が異常傾向を示しているが注意値以下の場合	点検の結果、目視、触診・指触、聴診・聴覚、臭覚によって異常が確認できるが、過去の点検結果などから継続使用が可能と判断できる場合
○ (健全)	点検の結果、設備・機器・部品の機能に支障が生じていない状態	点検の結果、計測値が正常値である	点検の結果、目視、触診・指触、聴診・聴覚、臭覚によって異常が認められない場合

注 1) 管理運転点検・年点検において、目視・指触・聴覚等による点検項目に関しては、異常が確認された時点で計測項目を適切に設定し管理することを基本とする。

注 2) △ 1 及び △ 2 の評価指標における「平均の取替・更新の標準年数」は、固有の年数を定めている場合は当該年数により評価する。

注 3) 健全度の評価 △ 1 ～ △ 3 の整理を対象とするが、本表では点検時に判定する × と ○ を参考として併記した。

(4) 傾向管理による健全度評価

1) 傾向管理項目

主たる機器に対する傾向管理として、点検時に計測すべき項目は、構成機器・部品において「振動」「温度」「圧力」「速度」「寸法（厚さ・長さ・幅）」等多岐にわたる。点検時にこれらの状態量を計測している機器等については、傾向管理を行うことによって健全度の評価に寄与できる可能性があることから、以下に基本的な考え方を示す。

2) 傾向管理の考え方

- ①正常な機器の計測データであっても、通常はある程度バラツキがあり、データがこの範囲に入る機器は正常であると考えられる。よって、この範囲の平均値を a とし正常値とする。（正常値の考え方は 4) 項を参照）
- ②傾向管理であるから個々のデータの値に着目するのではなく、線としてのデータの傾向に着目すれば、正常なバラツキの範囲にあるのか、あるいは機器等の健全度に変化が生じているかを識別できる。

3) 傾向管理基準値の設定及び評価方法

傾向管理の基準値の設定及び評価方法に関し、これまでに確認された故障事例、ISO規格等を基に検討した例を以下に示す。これらについては、現状の技術的な知見に基づく方法であり、今後の評価事例の蓄積によって指標の改善あるいは新たな傾向管理手法の確立を図っていくべきものである。

①管理基準値（注意値、予防保全値）

[振動]

傾向管理を行う場合は一般に相対判定基準法が用いられる。傾向管理基準値としては正常値の 2.5 倍を注意値、6.3 倍を予防保全値とする。（ISO10816-1:1995 の考え方を準用）

[温度、圧力、回転速度]

温度、圧力、回転速度の場合は、統計的品質管理の考え方（JISZ9021:1998）を採用し、正常値 a 、標準偏差 σ を用いて、傾向管理の上限及び下限の基準値を次のように設定する。

注意値 $= a \pm 2\sigma$ （温度はプラスのみ、回転速度はマイナスのみ、圧力は±を適用する）

予防保全値 $= a \pm 3\sigma$ （温度はプラスのみ、回転速度はマイナスのみ、圧力は±を適用する）

②評価方法

計測値が、管理基準値を超えて、なお、上昇又は下降傾向にあり、かつ運転条件や設置条件等からこの上昇又は下降傾向を生む要因が見つからない時は、機器の状態が初期より変化しつつある可能性がある。

傾向管理を行うにあたっては、次の各事項に留意しなければならない。

- ・測定したデータの運転が「管理運転時」と「実操作時」と混同していないか。
- ・管理運転における「方法」が同条件であるか。
- ・各点検計測値の測定方法と位置など適切でかつ同一であるか。
- ・運転時の水位条件や温度条件の違いを把握しているか。
- ・計測対象機器等に保全（調整・交換・修繕・改良等）による変更がないか。

評価における技術的判断事項としては、過去の正常値範囲におけるバラツキの周期と比較し、経験則より長いサイクルで上昇しているかがポイントとなる。計測データが管理基準値を超えても、その後安定した運転が継続されている、あるいは連続した低下傾向を示す場合、即座に故障に至る兆候とは判断せず、新たな管理基準値を設定し経過観察する。

また、JIS等の規格値・メーカー設定の許容値などの絶対評価値を参考にするとともに、当該機器・部品に関する過去の故障履歴、整備情報などを調査し、発生している変化に対する判断材料の有無を確認する。図-5.17に傾向管理事例を示す。

点検計測値が注意値以上となった場合は、原因の究明及び劣化の程度を評価する。

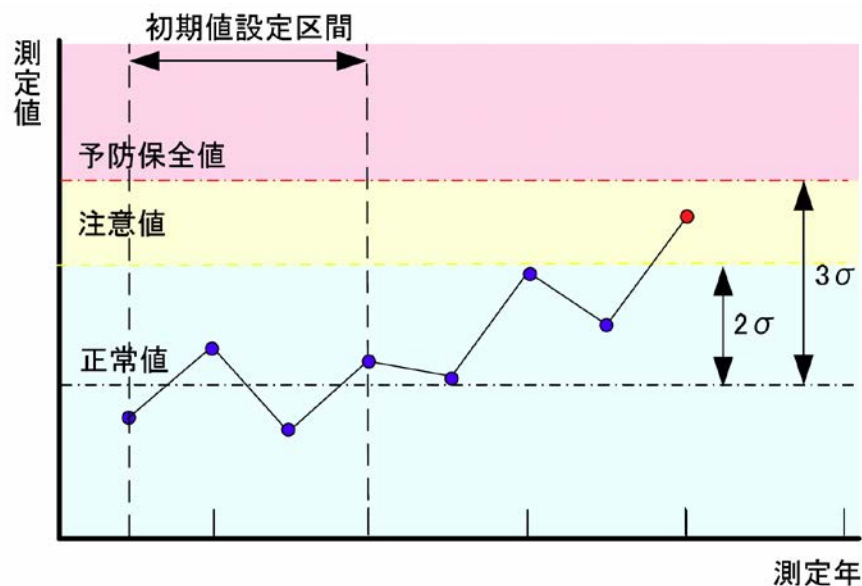


図-5.17 傾向管理グラフの例

4) 正常値

正常値は、号機毎、部位毎に、設置時又は稼働初期段階における計測データ、正常と思われるある一定期間の計測データ、いずれかの平均値を採用するが、その判断には技術的な知見、及びある程度連続した計測データが必要となる。

いくつかの傾向管理事例では、初期の計測データが一定期間増減傾向を示した後、安定した領域になるものも認められた。初期の変動は慣らし運転時期の特徴を示して

おり、一定期間運転後、安定した運転が行われているとも考えられる。

以上より、正常値は、計測データの傾向を確認した上で、その区間を設定する。

(5) 傾向管理が不可能なものの健全度評価

通常の点検項目において「計測」としていない点検対象については、傾向管理は不可能である。その場合、点検の結果、目視、触診、指触、聴診、聴覚、嗅覚によって、腐食、侵食、変形、損傷、異常音、異常振動、漏油等の異常の確認をする。定量的な指標が少ないため、異常が確認された段階から可能な限り計測できる状態量を見だし、実際に計測する試み（例えば触診で異常振動を感じた場合に振動計測を実施）や、部分的な分解確認なども検討する必要がある。

その結果、異常の原因が特定でき、2～3年以内に措置すべきと評価（△2）した場合は当該内容を維持管理計画に反映させるものとし、原因がわからず、いつ故障に至るか判断できない場合は早急な措置をとるよう評価（△1）し、予算措置に移行する。また、異常を示している機器の経過年数が、平均の取替・更新年数以上である場合には、統計的観点からもリスクが高いため、早急な措置をとるべく評価（△1）する。

なお、傾向管理が不可能であることから、時間計画保全（予定の時間計画(スケジュール)に基づく予防保全の総称）を採用する致命的機器については、経過年数に対して平均の取替・更新の標準年数（固有の時間計画保全周期を定めている場合は当該年数）を勘案して△2及び△1の評価を行う。

(6) 装置・機器等の特性（致命的／非致命的、故障予知の可否）と整備・更新内容

海岸保全施設の水門・陸閘等の機械・装置は、国土の保全及び高潮や津波による浸水等の被害から国民の生命や財産を守る重要な設備であり、不測の事態においても必要最低限の機能を確保する必要がある。

設計時には、機器等の故障が全体システムの致命的ダメージに波及しないようフェールセーフの思想が考慮されているが、設計時に組込まれたフェールセーフを保障し、故障が発生しても設備の致命的ダメージに繋がらない又は致命的な重大故障を引き起こさないよう維持管理を実施しなければならない。

整備・更新等の対応は、以下の2点を主に考慮し決定する。

- ・装置・特性の評価（操作に与える影響）
- ・故障予知（傾向管理）の可否

よって、個別の施設においても、操作機能に対して致命的な機器等を評価し、当該機器の不具合の発生を回避するような維持管理を実施することにより、設備全体の致命的ダメージを回避する。

更に、機器等の故障の起こり方（故障予知の可否）を整理することにより、維持更新上の対応（予防保全／事後保全、時間計画保全／状態監視保全）を設定することが可能となる。

なお、ここでいう状態監視保全とは、設備の動作確認、各種計測、劣化傾向の検出等により機器・部品の劣化の進行を監視し、可能な延命化を図りながらかつ故障発生前に予防保全を実施することをいう。通常、状態監視保全とはセンサや計測器を用いたオンラインモニタリングのように、常時監視するような保全方法をイメージさせることが多いが、本マニュアルにおいては、年点検や月点検における劣化傾向の把握（傾向管理）も状態監視保全として扱っている。

致命的／非致命的、故障予知の可否を考慮した基本的な整備・更新内容の整理を表-5.23に、その補足説明を1)～4)に示す。

表-5.23 基本的な保全方式の整理

致命的/非致命的	故障予知・傾向管理	適した保全方式
致命的	○：可能	状態監視保全＋時間計画保全
	×：不可	時間計画保全
非致命的	○：可能	通常事後保全＋状態監視保全
	×：不可	通常事後保全

注1) 経済性を考慮し、非致命的機器についても保全時期を決定する。

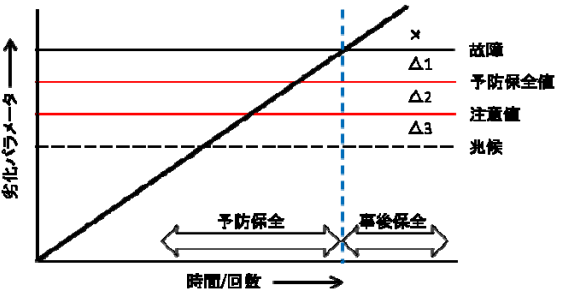
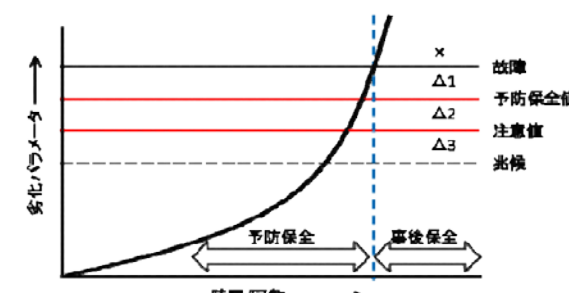
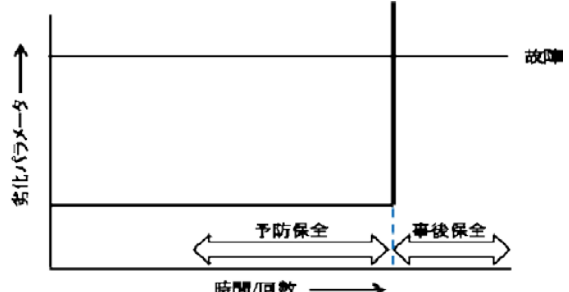
1) 装置・機器特性の評価（致命度の考え方）

装置・機器特性の評価については、河川用ゲート設備点検・整備・更新マニュアル(案)を参考として良いが、実際の維持管理においては、個々の設備における構成機器等について致命度の評価を行う必要がある。

2) 故障予知（傾向管理）の可否の考え方（構成要素別の故障の起こり方）

故障予知（傾向管理）の可否を判断するためには、当該機器等の故障の起こり方（劣化モード）を考慮しなければならない。劣化モードは、一般的に腐食・経時劣化タイプ、脆化タイプ、突発タイプに分類され、それぞれの劣化モードに適応した保全内容が表-5.24のとおり設定される。

表-5.24 故障の起こり方（劣化モード）と整備・更新内容

劣化モード	故障予知 傾向管理	保全における取扱い
A. 腐食・経時劣化タイプ  劣化の進行が、時間・使用頻度に比例する場合	○：可能	●状態監視保全 定期点検・管理運転点検等により、劣化の兆候及び進行状況を把握することができる。よって基本的に状態監視保全を適用する。
B. 脆化タイプ  潜伏期間中は、徐々に劣化が進み、ある時点を過ぎると急激に進行する場合	○：可能	●状態監視保全 定期点検・管理運転点検等により、劣化の兆候及び進行状況を把握することができる。よって基本的に状態監視保全を適用する。 ただし、劣化の兆候が現れてからの進行が急激に進むことが考えられることから注意が必要である。
C. 突発タイプ  故障率が、時間／使用回数に対してほぼ一定の場合。故障が突発的に発生する。	×：不可	故障が突発的に発生することから、事前に不具合の兆候を発見・把握することができない。 ●時間計画保全 当該機器が致命的機器の場合は、経時保全（定期的な更新）を適用、事前に交換・更新することにより故障の発生を未然に防ぐ。 ●通常事後保全 当該機器が非致命的機器の場合は、事後保全にて対応する。

実際には、腐食についてもステンレス材のすき間腐食などは腐食環境が整った段階から急激に進行する場合もあり、表-5.24 の仕分けはモデルとして考えるべきものである。傾向管理にあたっては、計測データの蓄積・測定方法及び解析手法の改善を予断なく行う必要がある。

3) 機器の特性と保全方式の整理

表-5.25 に致命的／非致命的における機器等の基本的な保全方式を示す。

表-5.25 致命的／非致命的における機器等の基本的な保全方式

機器等	適した保全方式
致命的	予防保全を適用し、経過年数に伴い定期的に整備・更新（装置の場合）し設備機能に致命的なダメージを生じさせないことを基本とする。 ただし、致命的であっても傾向管理が可能なものは状態監視保全も併せて実施し可能な延命化を図るものとする。
非致命的	事後保全を適用することにより可能な限り継続使用し、機能低下、不具合が発生した時点に対応する通常事後保全の適用を標準とするが、費用対効果を最大限に引き出すための点検・整備は実施するものとする。

この基本的考え方に基づき、水門・陸閘等の設備部分の構成要素の維持管理内容を整理した例（ローラゲート／ワイヤロープウインチ式開閉装置の例）を図-5.18～5.20 に示す。これらは、現状の知見に基づきまとめたものであり、今後の維持管理データの蓄積と解析、あるいは点検手法の改善によって、状態監視保全対応機器の拡大や時間計画保全における実施時期の精度向上が見込まれる。

なお、致命的かつ傾向管理が難しい機器であり、なおかつ故障が発生した場合に速やかな復旧対応が可能で保存性があるものについては、経済性を充分考慮した上で予備品確保を検討する。

4) 通常の保全サイクルで実施する整備と定期整備

維持管理の流れでは点検において機器等の故障及び異常の傾向を発見し、事後保全と健全度評価を実施していくが、点検の結果良好である機器等も、定常的に実施する整備・修繕において清掃・消耗品の交換や細部の調整を実施して信頼性を確保している。

これまで時間計画保全の一つとして実施されている「定期整備」は、通常の保全サイクルでは実施できない大規模な整備・取替・更新等の保全であり、実施単位は一般的に図-5.18～5.20 に示す装置単位になる。表-5.23～5.25 に示すとおり、装置の構成機器にもそれぞれ適した保全方式があり、少なからず定常的に実施する整備において措置されているものがある。したがって、大規模な保全の実施においては、その結果を勘案するとともに、可能な限り傾向管理を採用し、健全度の評価を行うことによって状態監視保全を併用すべきである。

各装置単位の健全度の評価においては、状態監視が不可能な致命的機器の「平均の取替・更新の標準年数」に基づくあるいは設備固有の周期で計画された定期整備の実施時期に対して、定常的な整備の実施状況及び診断の結果も勘案し、保全の実施時期を評価する。

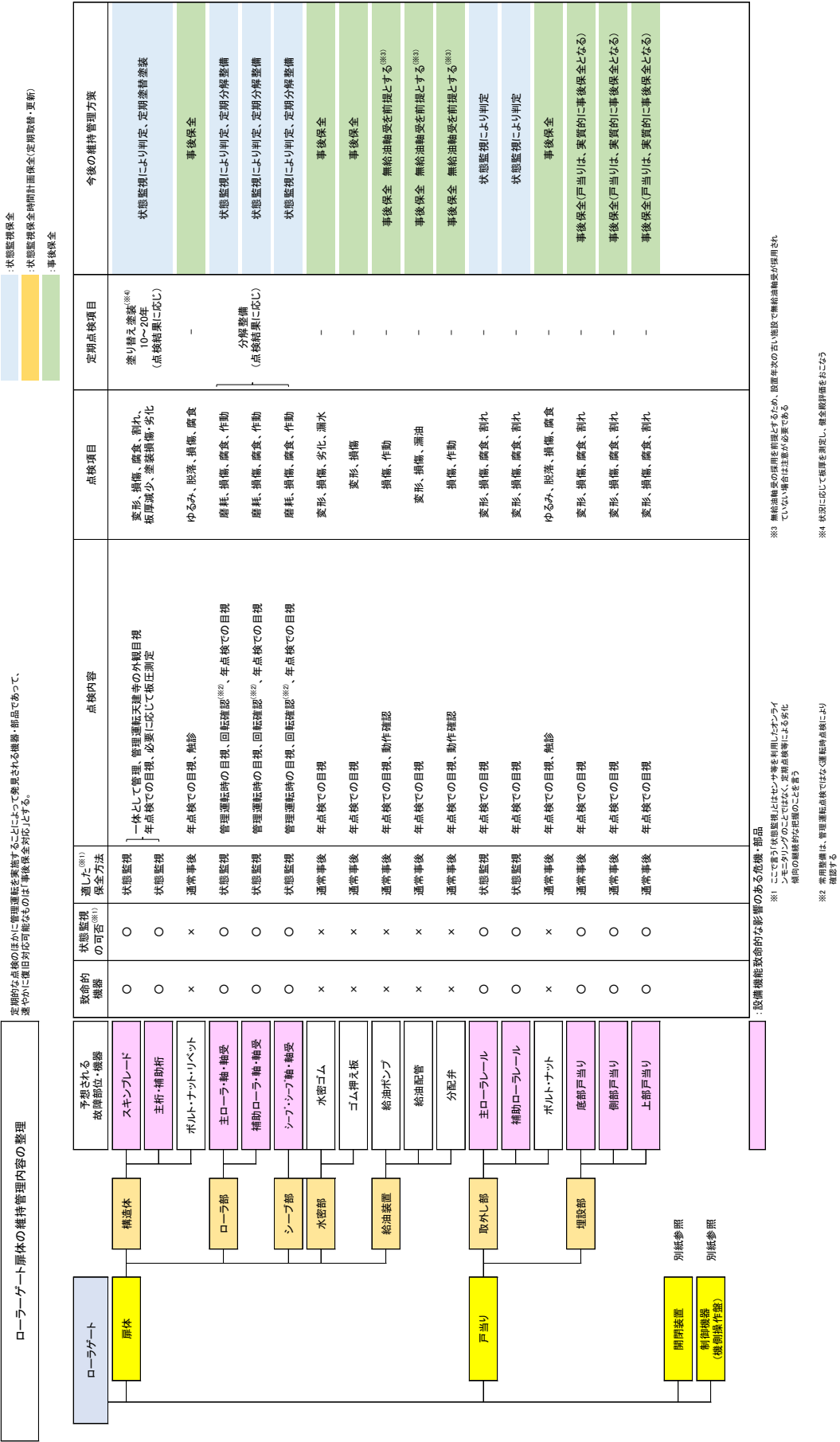


図-5.18 維持管理内容の整理（ローラーゲートの例）

ワイヤーロープウィンチ式開閉装置の維持管理内容の整理

定期的な点検のほかに管理運転を実施することによって発見される機器・部品であって、
速やかに復旧対応可能なものは「事後保全対応」とする。

交換される 故障部位・機器		状態監視 の可否 ^(※1)	発見方法 ^(※1)	点検内容	点検項目	定期点検項目 ^(※4)	今後の維持管理方針
ワイヤーロープウィンチ式 開閉装置	構造体	○	状態監視	年点検での目視	たわみ、変形、割れ	変形・変位 ^(※4) (点検結果に依り)	状態監視により判定、定期整備・点検
	ワイヤーロープ	×	通常事後	年点検での目視、触診	ゆるみ、脱落、損傷、腐食	-	事後保全
動力部	主電動機	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での目視、触診、年点検での測定、聴診	振動、異音、温度、 電流、電圧、絶縁抵抗	分解整備 (点検結果に依り)	状態監視により判定、定期分解整備
	予備電動機	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での目視、触診、年点検での測定、聴診	振動、異音、温度、 電流、電圧、絶縁抵抗	分解整備 (点検結果に依り)	状態監視により判定、定期分解整備
制御部	内燃機関(エンジン)	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での目視、触診、動作確認、年点検での測定、触診、聴診、動作確認	始動性、振動、異音、漏油、 燃焼油圧、潤滑油量、Vベルト	分解整備、潤滑油取替 (点検結果に依り)	状態監視により判定、定期分解整備、定期潤滑油取替
	急降下閉鎖装置	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での目視、触診、動作確認、年点検での触診、聴診、動作確認	振動、異音、作動	分解整備 (点検結果に依り)	状態監視により判定、定期分解整備
減速装置	電磁ブレーキ	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での目視、年点検での目視、測定	作動、ラインリフト閉鎖、摩擦、 漏油、絶縁抵抗	分解整備 (点検結果に依り)	状態監視により判定、定期分解整備
	油圧押し式ブレーキ	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での目視、年点検での目視、測定	作動、ラインリフト閉鎖、摩擦、 漏油、絶縁抵抗	分解整備、潤滑油取替 (点検結果に依り)	状態監視により判定、定期分解整備、定期潤滑油取替
動力伝達部	減速機	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での目視、聴診、年点検での目視、測定、聴診	振動、異音、温度、 潤滑油量、油劣化	分解整備、潤滑油取替 (点検結果に依り)	状態監視により判定、定期分解整備、定期潤滑油取替
	ドラム・ギア・中間ギア	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での聴診、年点検での目視、測定、聴診	異音、損傷、歯当り、バックラン	-	状態監視により判定
動力伝達部	切替装置	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での目視、聴診、触診、年点検での目視、測定、聴診、触診	作動、振動、異音、温度、 漏油、潤滑油量、油劣化	分解整備、潤滑油取替 (点検結果に依り)	状態監視により判定、定期分解整備、定期潤滑油取替
	手動装置	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での目視、動作確認、聴診、触診、年点検での目視、動作確認、聴診、触診	作動、振動、異音、温度、 漏油、潤滑油量、油劣化	分解整備 (点検結果に依り)	状態監視により判定、定期分解整備、定期潤滑油取替
胴体駆動部	連結軸	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での目視、年点検での目視	変形、損傷	-	状態監視により判定
	軸受	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での聴診、年点検での目視、測定、聴診、触診	振動、異音、温度、 芯振れ、磨耗	分解整備 (点検結果に依り)	状態監視により判定、定期分解整備
胴体駆動部	軸継手	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での目視	振動、異音、芯振れ	分解整備 (点検結果に依り)	状態監視により判定、定期分解整備
	ドラム・ドラム軸	○	状態監視	年点検での目視	変形、損傷、磨耗、 ロープ端部ゆるみ、脱落	-	状態監視により判定
保護装置	機械台・シャフト・軸受	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での動作確認、年点検での目視	磨耗、損傷、腐食、作動 系統切れ	分解整備 (点検結果に依り)	状態監視により判定、定期分解整備
	ワイヤーロープ	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での目視、年点検での目視、測定	汚れ、変形、劣化、磨耗、 系統切れ	-	状態監視により判定
保護装置	ワイヤーロープ端部調整装置	○	状態監視	管理運転点検 ^(※2) での目視、年点検での動作確認	ロックナットゆるみ、ソケット脱 落、ロープゆるみ	分解整備 (点検結果に依り)	状態監視により判定、定期分解整備
	制限閉閉器	○	時間計画	管理運転点検 ^(※2) での目視、年点検での動作確認	作動、変形、損傷	分解整備 (点検結果に依り)	定期分解整備、取替目標年数にて定期取替
停止装置	リミットスイッチ	×	時間計画	管理運転点検 ^(※2) での目視、年点検での動作確認	作動、変形、損傷	定期取替	取替目標年数にて定期取替
	停止装置	×	状態監視	年点検での目視、動作確認	作動	-	状態監視により判定
停止装置	開度計	×	通常事後	年点検での動作確認	作動	-	事後保全
	給油ポンプ	×	通常事後	年点検での目視、動作確認	損傷、作動	-	事後保全 無給油軸受を前提とする ^(※3)
給油装置	給油配管	×	通常事後	年点検での目視	変形、損傷、漏油	-	事後保全 無給油軸受を前提とする ^(※3)
	分配弁	×	通常事後	年点検での目視、動作確認	損傷、作動	-	事後保全 無給油軸受を前提とする ^(※3)

※1 設備機能致命的な影響のある危険な部品

※2 ここでは必ずしも状態監視とは限らず、検査等を利用したオンライン・メンテナンスによる点検、
傾向の継続的な把握のことを含む

※3 常時監視は、管理運転点検ではなく運転点検により確認する

※4 潤滑油軸受の潤滑油も潤滑油と見なす。設置年次の古い施設で潤滑油軸受が採用されて
いない場合は注意が必要である

※5 状態に依りて修理を判定し、健全度評価をおこなう

図-5.19 維持管理内容の整理（ワイヤーロープウィンチ式開閉装置の例）

制御機器(機側操作盤)の維持管理内容の整理

定期的な点検のほか、管理運転を実施することによって発見される機器・部品であって、速やかに復旧対応可能なものは「事後保全」にする。

- 状態監視保全
- 状態監視保全時間計画保全(定期取替・更新)
- 事後保全

制御機器 (機側操作盤)	予期される 故障部位・機器	致命的 機器	状態監視 の可否 ^(※1)	適した ^(※1) 保全方法	点検内容	点検項目	定期点検項目	今後の維持管理方針
盤躯体	盤躯体	×	○	通常事後	管理運転点検後の点検 ^(※2) 、年点検での点検、計測	清掃状態、乾燥状態、絶縁抵抗	-	事後保全
計器類	電流計	×	×	通常事後	管理運転点検後の点検 ^(※2) 、年点検での点検、計測	電流値、0点確認	-	事後保全
	電圧計	×	×	通常事後	管理運転点検後の点検 ^(※2) 、年点検での点検、計測	電圧値	-	事後保全
制御回路	リレー類	○	×	時間計画	管理運転点検後の実施 ^(※2) 、年点検での点検、点検、作動確認	作動、異常音	定期取替	取替・更新(目標年数にて定期更新)
	3Eリレー	○	×	時間計画	管理運転点検後の実施 ^(※2) 、年点検での点検、作動確認	作動、設定値	定期取替	取替・更新(目標年数にて定期更新)
	サーマルリレー	○	×	時間計画	管理運転点検後の実施 ^(※2) 、年点検での点検、作動確認	作動	定期取替	取替・更新(目標年数にて定期更新)
	タイマ	○	×	時間計画	管理運転点検後の実施 ^(※2) 、年点検での点検、作動確認	作動、設定値	定期取替	取替・更新(目標年数にて定期更新)
	リレー類	○	○	状態監視	管理運転点検後の実施 ^(※2) 、年点検での点検、作動確認	作動	-	状態監視により判定
	切替スイッチ	○	○	状態監視	管理運転点検後の実施 ^(※2) 、年点検での点検、作動確認	作動	-	状態監視により判定
PLC	電源ユニット	○	×	時間計画	年点検での測定	電圧	定期取替	取替・更新(目標年数にて定期更新)
	バッテリー	○	○	時間計画	年点検での点検	状態、使用年数	-	状態監視により判定
	ヒューズ	○	×	時間計画	年点検での点検	溶断、使用年数	定期取替	取替・更新(目標年数にて定期更新)
	制御ユニット	○	×	時間計画	年点検での点検、作動確認、測定	作動	定期取替	取替・更新(目標年数にて定期更新)
	盤内配線	○	○	状態監視	年点検での点検、点検	配線状態、ゆるみ、脱落	-	状態監視により判定
	端子台・取付ボルト	×	×	通常事後	年点検での点検、点検	腐食、ゆるみ、脱落	-	事後保全
	表示灯・その他	×	×	通常事後	管理運転点検後の点検、年点検での点検	点灯	-	事後保全
	盤内蛍光灯	×	×	通常事後	年点検での点検	点灯	-	事後保全
	開度指示計	×	×	通常事後	年点検での点検、作動確認、測定	指示値	-	事後保全
動力回路	開閉器類	○	×	時間計画	定期点検での点検、作動確認、点検	作動、異常音、接点	定期取替	取替・更新(目標年数にて定期更新)
	電磁接触器	×	×	通常事後	年点検での点検確認	作動	-	事後保全
	測電線電器	○	○	状態監視	年点検での点検、点検	配線状態、ゆるみ	-	状態監視により判定
	盤内配線	×	×	通常事後	年点検での点検、点検	腐食、ゆるみ、脱落	-	事後保全
	端子台・取付ボルト	×	×	通常事後	管理運転点検後の点検 ^(※2) 、年点検での点検、点検	ランブテスト	-	事後保全
その他	選言計	×	×	通常事後	年点検での点検確認	作動	-	事後保全
	スペースヒータ	×	×	通常事後	年点検での点検	ひび割れ、腐食	-	事後保全
	配管	×	×	通常事後	年点検での点検		-	事後保全

：設備機能取崩的な影響のある危機・部品

※1 ここに書かれた設備類はセンサ等を利用したオンラインモニタリングのことではなく、定期的点検による点検・修理の継続的な把握のことを言う

※2 常用設備は、管理運転点検ではなく運転時点検により確認する

図-5.20 維持管理内容の整理（機側操作盤の例）

5－3．水門・陸閘等の総合的健全度評価

一般点検設備を含む水門・陸閘等については、土木構造物部分と設備部分の健全度評価から総合的健全度評価を実施する。

【解説】

- (1) 水門・陸閘等は土木構造物部分の変状が設備に影響を及ぼし、止水・排水機能を低下させる（図-5.22～5.23 の変状連鎖イメージ参照）ことから、図-5.21 に示すとおり、一般点検設備を含む水門・陸閘等については、土木構造物部分と設備部分の健全度評価から総合的健全度評価を実施する。総合的健全度評価の評価区分とその目安を表-5.26 及び表-5.27 に示す。土木構造物部分の健全度評価は「第5章5－1．土木構造物の評価」を、設備部分の健全度評価は「第5章5－2．水門・陸閘等の設備の評価」による。
- (2) 土木構造物部分と設備部分を総合的に評価することにより、その評価を考慮した点検時の確認が行えるようになる。例えば、設備に問題がない（健全度：○）場合でも、堰柱等の変状ランクにより総合的健全度評価が B*や C*となる場合は、設備の点検もより重要となる。また、水門・陸閘等の土木構造物部分と設備部分を総合的に評価し、評価のデータを蓄積することにより、土木構造物部分と設備部分の総合的な評価の経年変化を把握することが可能となる。さらに、施設の健全性の対外的な説明においても、土木構造物部分と設備部分のそれぞれの健全度評価を用いるよりも、総合的健全度評価による説明の方がわかり易い。
- (3) 簡易点検設備は、健全度評価を実施しないことから、管理運転点検、巡視（パトロール）により設備の機能が確保されている前提に基づき、一定区間の評価は周辺の土木構造物の健全度評価に代表させてよい。（図-5.23）。

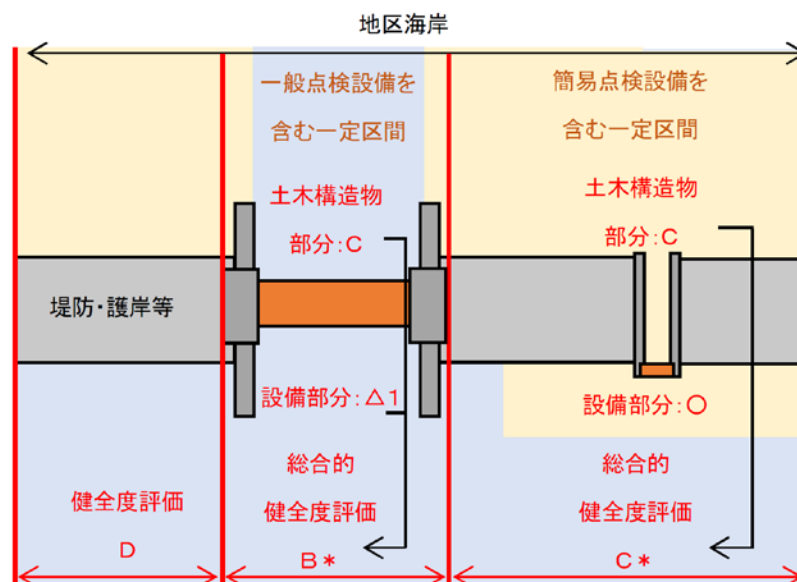


図-5.21 総合的健全評価の実施単位（イメージ）

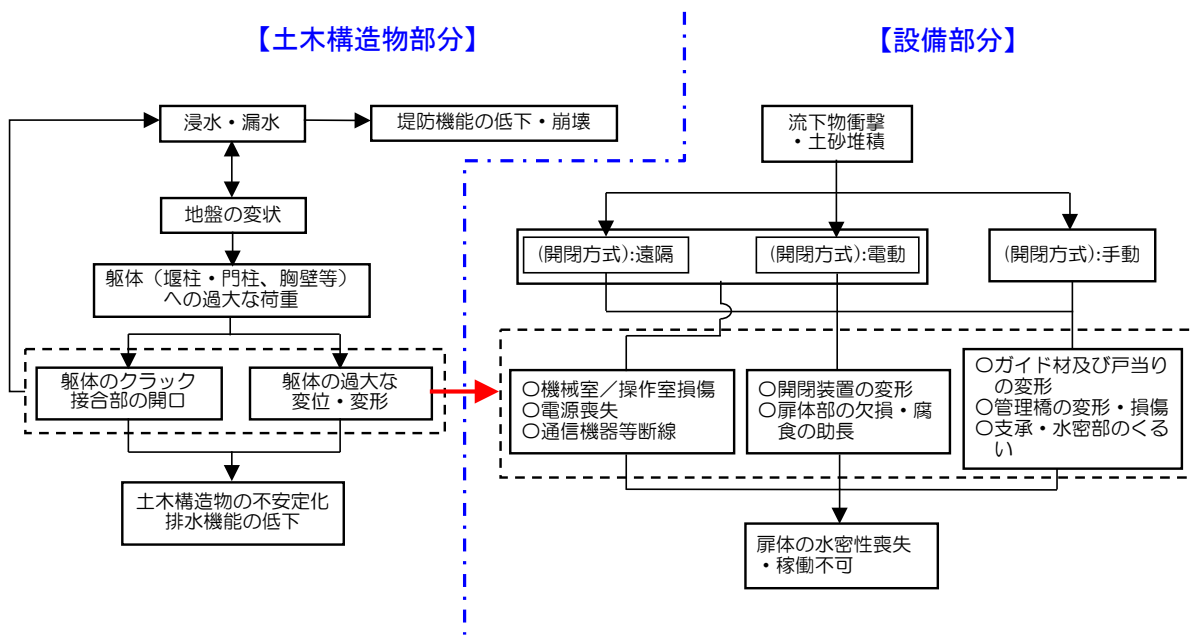


図-5.22 水門・樋門・樋管の変状連鎖イメージ

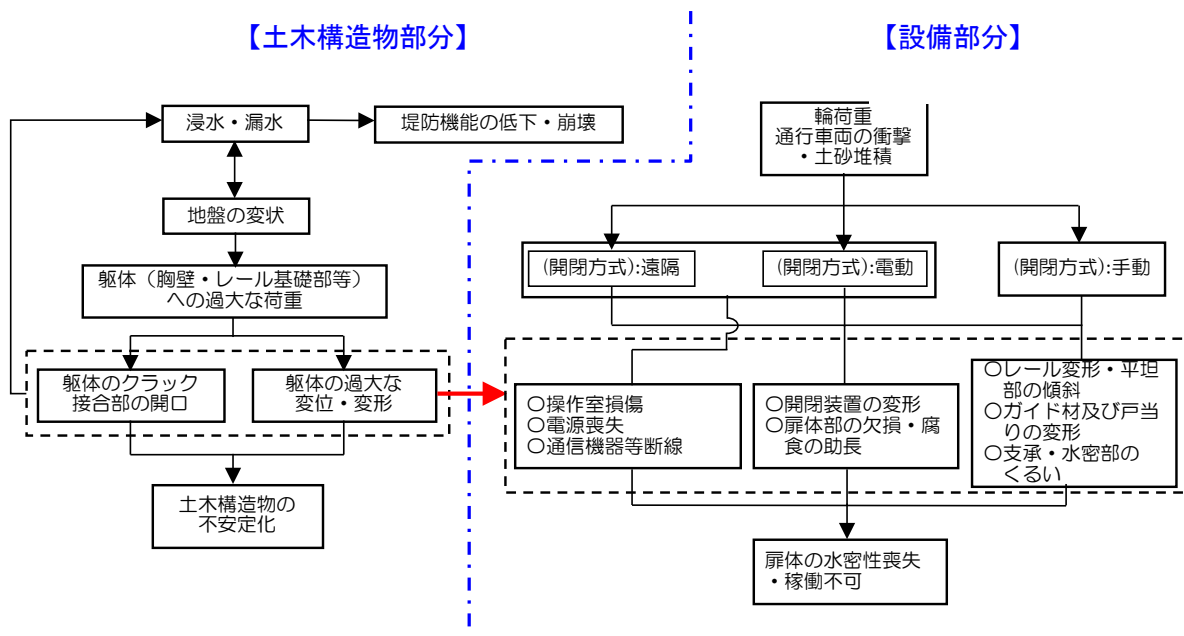


図-5.23 陸閘の変状連鎖イメージ

表-5.26 一般点検設備を含む水門・陸閘等の総合的健全度評価の評価区分

総合的健全度評価		評価基準
A*	措置段階	機能に支障が生じており、補修又は更新等の対策が必要な状態。
B*	予防保全段階	機能に支障が生じていないが、進行性があり予防保全の観点から、対策を実施することが望ましい状態。
C*	要監視段階	機能に支障が生じていないが、進行する可能性のある変状が確認され、経過を監視する必要がある状態。
D*	異常なし	異常なし。

表-5.27 一般点検設備を含む水門・陸閘等の総合的健全度評価の目安

設備部分の評価 土木構造物 部分の評価	× 措置段階	△1 予防保全 段階	△2 予防保全 計画段階	△3 要監視 段階	○ 異常なし
A 措置段階	A*	A*	A*	A*	A*
B 予防保全段階	A*	B*	B*	B*	B*
C 要監視段階	A*	B*	B*	C*	C*
D 異常なし	A*	B*	B*	C*	D*

注1) 同一施設において部位ごとに評価が異なる場合、各致命的部位の評価結果のうち、最も厳しい評価によって水門・陸閘等の設備としての評価を代表させる。

注2) 土木構造物部分の評価は「第5章5-1. 土木構造物の評価」、設備部分の評価は「第5章5-2. 水門・陸閘等の設備の評価」を参照。

第6章 対策工法等

6－1. 土木構造物の対策

対策工法の選定は、対象施設の変状の種類や程度を踏まえ行うものとする。複数の対策工法がある場合には、防護・利用・環境等の便益を考慮したうえで、ライフサイクルコストの観点から最適な工法を採用する。

【解説】

- (1) 「第5章5－1. 土木構造物の評価（参考）堤防・護岸等の被災メカニズム、変状連鎖」に示すとおり、海岸保全施設は建設直後から風雨や波浪の繰り返しにより徐々に劣化や軽微な変状が生じ、時間の経過とともにこれらが蓄積されてその健全度を減じていく。このため、対策工法の検討においては、点検や変状原因究明のための調査・分析を行い、変状連鎖の進展段階を十分に考慮する必要がある。

さらに、離岸堤等対策工法の検討においては、「第1章1－1. 本マニュアルの目的（2）図-1.2」に示すとおり「経過観察」により予防保全の実施のタイミングを図るなど、あらゆる手段により、所定の防護機能が確保される期間をできるだけ長くすることを念頭に置く必要がある。

- (2) 海岸保全施設における一般的な対策工法（修繕等）の例を表-6.1 及び表-6.2 に示す。さらに、平成 28 年 4 月策定の「海岸保全施設の適切な修繕等のあり方について」（参考資料－5）では、上記の観点から堤防・護岸等における健全度評価毎に変状連鎖メカニズムに沿った修繕等の基本的な考え方や代表的な対策工法とともに、修繕等の事例が整理されており、対策工法の検討の参考になる。

- (3) 対策工法については、供用期間の延長に与える影響等、LCCの観点から最適な工法を採用する。

なお、離岸堤等においては、突堤基部等の陸上施工による補修が可能な場合や、海上施工においても他施設の新設工事等と併せて同時に補修する場合などは、予防保全によるLCC縮減効果の向上が期待できる。したがって、離岸堤等における対策工法や実施時期の検討にあたっては、陸上施工の可能性や、他施設の工事計画等にも特に留意する必要がある。

- (4) 対策工法については、国は必要に応じて新技術・新工法の適用性も検討するとともに、新たなニーズに対する技術開発の促進に取り組む。

表-6.1 海岸保全施設の対策工法（修繕等）の例

位置	変状の種類	対策工法	対策上の留意点
コンクリート被覆工・被覆工・堰工・天端被覆工・表法被覆工・堤体工・裏法被覆工・波返工・翼壁・胸壁・カーテンウォール・門柱・裏操作室・水叩き・底板・格納部（函体）	破損・沈下	変状が軽微、あるいは堤体土が比較的健全である場合は、天端被覆工等のオーバーレイや張り換えを行う。	変状の原因は、荷重、越波、堤体土砂の吸出し等様々あり、変状の原因を把握した上で、それぞれに応じた対策を実施する必要がある。
	目地ずれ		
	法線方向のひび割れ		
	部分的なひび割れ	ひび割れ部に樹脂やモルタル注入を行う。	ひび割れ部の対策後の強度は期待せず、鉄筋やコンクリートの劣化を抑制、あるいは外観上の修復を目的とする場合のみ可能である。
	広範囲のひび割れ	変状発生に伴い堤体土砂が吸出され空洞を生じているおそれがあるため、十分に確認のうえ、空洞部にモルタル注入、堤体前面に張りコンクリート、または撤去張り換えを行う。	隣接区間との調和を考え、部分的な変断面区間となる場合も、これによる波力集中等の弱点とならないようにする。 なお、堤体盛土中に隔壁を設け堤体上吸出し部が隣接部に拡がらないようにする方法等もある。
	沈下・陥没		
	目地ずれ、堤体の移動・傾斜		
	目地部や打ち継ぎ部の開き	目地の開きや周辺のひび割れが軽微であれば、補強、モルタル注入を行い、変状が顕著であれば張り換えを行う。	裏法被覆工変状は、越波や雨水浸透による吸出しの他、洪水による背後地湛水、あるいは湛水がなくなった後の堤内残留水位により生じる場合などもある。よって背後地の水を速やかに排水するための排水工の設置も場合により有効である。ただし排水工付近が堤体の弱点とならないようにする必要がある。
	裏法部の沈下・陥没	堤体の沈下や裏法被覆工部からの堤体土砂吸出しのおそれがあるため、十分に確認のうえ、軽度の場合は張りコンクリートの増厚、吸出し部はモルタル充てんや堤体土の補充後、裏法被覆工（コンクリート、アスファルト被覆）の張り換えを行う。	
消波工	消波工の散乱及び沈下	消波ブロックの追加等を行う。	変状発生区間の波浪条件や被災原因を検討して、再度同様の変状の発生がないようにする。
根固工	根固工の散乱及び沈下	根固捨石の追加、場合により根固ブロック（方魂、異形）の設置、あるいは消波工、離岸堤、突堤等の併設を行う。	根固捨石の散乱・沈下は波浪洗掘に伴う場合が多く、このような場合は砂の移動の抑制対策とともに、地盤沈下に対する根固工の追従性を考慮しておくことが望ましい。
基礎工	基礎工の露出	基礎工前面の埋め戻し、根固工の設置、あるいは消波工、離岸堤、突堤の併設を行う。	堤体基礎部は特に洗掘や吸出し等の変状の発生が多く、これらに対する基礎工自体への対策や根固工（根固異形ブロック）設置以外に、離岸堤その他の併設により、積極的に砂浜を保持するよう配慮することが望ましい。
	基礎工の移動	基礎コンクリートの拡幅、基礎矢板前面新設、堤体部にモルタル注入、根固工の増設等を行う。	
砂浜	侵食による汀線の後退	土砂収支の改善	砂浜が減少した箇所のみを考慮した対策では侵食箇所が別の箇所に移動して別途対策を講じなければならなくなることも起こり得るため、漂砂系全体を考慮した対策を実施することが必要である。
		粒径の大きな材料（砂礫、粗粒材）による養浜を行う。	砂浜が安定するための適切な粒径を選定するためには、波浪等の外力による安定性の検討が必要である。また、海浜勾配も安定性に寄与することから、粒径と勾配の両面の検討が必要である。

注）「土木学会；海岸施設設計便覧、2000年版、p.539」を参考に作成

表-6.2 海岸保全施設（離岸堤等）の対策工法（修繕等）の例

位置	変状の種類	対策工法	対策上の留意点
ブロック工	消波ブロックの散乱及び沈下	消波ブロックの積み直し、追加等を行う。	変状発生区間の波浪条件や被災原因を検討し、同様な変状の再発防止に努める。
被覆工	被覆ブロックの散乱及び沈下	被覆ブロックの再設置、追加等を行う。	変状発生区間の波浪条件や被災原因を検討し、同様な変状の再発防止に努める。
根固工	根固工の散乱及び沈下	根固捨石の追加、場合により根固ブロック（方魂、異形）、袋詰め玉石の設置等を行う。	根固捨石の散乱・沈下は波浪洗掘に伴う場合が多く、このような場合は砂の移動の抑制対策とともに、地盤沈下に対する根固工の追随性を考慮しておくことが望ましい。
基礎工	基礎工の露出	基礎工前面の埋め戻し、根固工の設置、袋詰め玉石の設置等を行う。	堤体基礎部は特に洗掘や吸出し等の変状の発生が多く、これらに対する基礎工自体への対策や根固工（根固異形ブロック）設置を行う。
	基礎工の移動	基礎工の根入れ深さの確保 基礎捨石の拡幅、根固工の増設、袋詰め玉石の設置等を行う。	

6－2. 水門・陸閘等の設備の対策

取替・更新は、修繕による機能維持あるいは機能復旧ができなくなったと判断される設備、装置、機器に対して実施する。取替・更新は、点検結果あるいは健全度評価に応じて適切な内容で、かつ計画的・効率的に実施する。

また、水門・陸閘等の統廃合は、津波襲来時の水門・陸閘等の安全な閉鎖に加えて、維持管理費の削減にも有効であることから、装置や設備の更新時期等において、積極的に検討することが望ましい。

【解説】

(1) 取替・更新の実施

取替・更新は、水門・陸閘等の設備の保守管理を適切に実施しているにもかかわらず、新設時と比較して設備の機能等が低下し、信頼性、安全性が維持できなくなったと判断された場合、又は設備を構成する機器等が経年劣化等により安定した機能・性能を得ることができなくなり寿命と判断された場合に、新しいものに設置し直すもので、正常な機能の確保を目的として設備・装置あるいは機器を対象として計画的・効率的に実施する。

なお、本節で扱う「取替・更新」は、コスト的にも大きな水門・陸閘等の構成要素の主要機器が対象であり、定常的に実施する整備の範囲内である簡単かつ安価な機械・電気部品の取替は対象外とする。

取替・更新は、対象設備・装置・機器等の重要性等に応じて適切な時期に計画的かつ経済的に実施することが重要である。したがって、設備のライフサイクルコストを考慮し長期的視点に立った取替・更新計画を策定し、計画的に実施しなければならない。また取替・更新は、コスト削減を念頭に、できるだけ標準品、汎用品を使用する等の方策を講じなければならない。

(2) 取替・更新の実施単位

取替・更新の実施においては、点検・診断の結果による健全度、機器の特性である致命的／非致命的の別、故障予知（傾向管理）の可否、取替や更新標準年数、機能的耐用限界及び経済性等を考慮し、範囲（機器・部品単位、装置単位、設備単位）を決定しなければならない。

(3) 取替・更新の種類

1) 機器の取替

機器の取替は、ゲート設備の一部分を構成する機器が経年劣化等により安定した機能、性能を得ることができなくなり寿命と判断されたものを新しいものに置き換えることをいい、ゲート設備に関わる基本的な保全活動の1つである。

機器の取替を行う際には、対象設備の管理レベルに応じて、適切な時期に計画的かつ最も経済的に取り換えることが重要である。したがって、健全度及び機能的耐用限界（経過年数、使用頻度、設置環境等の諸条件、設備の故障発生状況、部品等の損耗、老朽化の状況、取替機器等の入手困難性、技術革新に伴う設備の陳腐化）について十分把握し「単純取替」と「機能向上取替」を比較検討し、有利な方法で実施する。

2) 装置の更新

装置の更新は、開閉装置一式、扉体一式、戸当り一式等を更新することをいい、機器単位の取替ではもう対応しきれない場合又は装置単位とした方が経済的に有利な場合に実施する。

装置の更新についても、対象設備の管理レベルに応じて、適切な時期に計画的かつ最も経済的に更新することが重要である。したがって、機器の取替と同様、健全度、機能的耐用限界についても十分把握し、長期的視点に立った計画の策定及び実行が必要である。

3) 設備の更新

設備更新は、更新時の社会経済情勢、技術水準等により更新内容が変わる特性を有し、建設事業的要素が大きいので、本マニュアルでは設備全体の更新の具体的内容には踏み込まず、検討方針のみを定める。

設備全体の更新を行う際には、要求性能及び機能の適合性を十分検討し、かつ機械要素のみでなく施設能力や更新後の運転コスト等を考慮し、設備の「機能向上更新」を検討しなければならない。

また土木構造物、遠隔監視制御設備、電源設備の改築・更新等機能が連携している他設備との関連や影響を調査する等、他設備の更新も合わせて検討する。また、操作性、管理体制を考慮する等のほか、これまでの設備の運転上・管理上の問題を解消するように機能、構造の見直しを行う。以下に更新内容に関する検討事例を示す。

- ・ 機器の簡素化・合理化
- ・ 維持管理上の安全性向上
- ・ 遠隔操作化あるいは広域管理化
- ・ 土木構造物の老朽化、その他課題への対処

(4) 装置・機器の取替・更新年数

1) 装置・機器の取替・更新の標準年数の考え方

装置・機器の予防保全による計画的かつ効率的な維持管理を検討する上で、装置・機器毎の目安となるべき取替・更新の標準年数の設定は不可欠である。

図-6.1 は、バスタブ曲線と故障率のパターンを示したものである。バスタブ曲線とは、装置・機器の故障率の推移を概念的に表す曲線であり、設置当初に初期故障が多発した後、ごく稀にしか故障しない安定した時期を迎え、最後には摩耗して再び故障が多発する過程を、横軸に経過年、縦軸を故障率として表したものである。

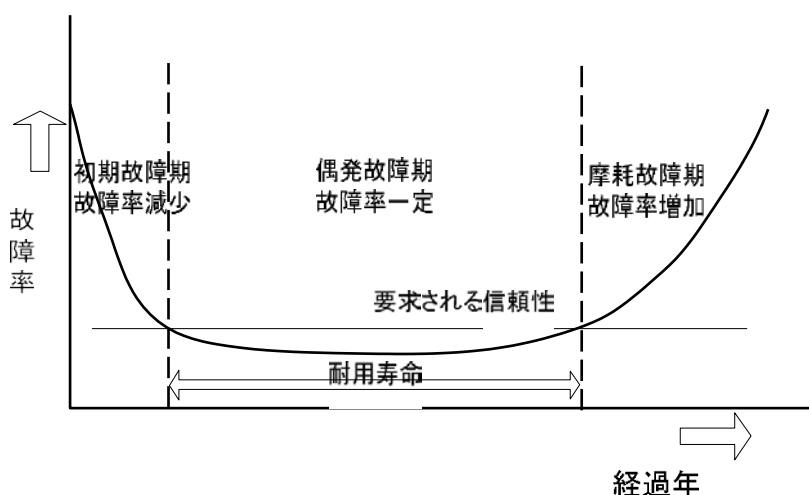


図-6.1 故障率のパターンとバスタブ曲線

ここで、取替年数とは要求される信頼性を満足できなくなる年数であり、突発的な故障によるケースを除けば、取替・更新は基本的に摩耗故障期（故障率が増加する時期）における処置といえる。

定常的な保全サイクルにおいては、点検の結果に応じて清掃・給油脂・小規模な部品の交換及び修繕を実施することにより、可能な限り故障率を低下させ信頼性の確保を図っている。

しかし、使用年数の経過とともに故障の発生リスクは増加し、定常的な保全サイクルでは要求される信頼性のレベルを担保できなくなる状態に至る。本マニュアルではその標準的な年数を「取替・更新の標準年数」という。取替・更新の標準年数は過去の実績に基づく数値であり、当該年数に至る場合必ず取替や更新を実施しなければならないというものではないが、致命的機器かつ状態監視（傾向管理）が難しい機器においては、設備の信頼性を維持するために時間計画保全を実施する判断指標となる。

2) 標準年数の定義

取替・更新の標準年数は、過去の実績値に基づき統計的に算定される数値である。また、状態監視保全適用機器に関しては、健全度評価による実施時期の判断が必要であることに鑑み、本マニュアルでは「信頼性による取替・更新の標準年数」を示す。本来健全度評価は、点検の結果に基づき、必要に応じて実施するものであるが、定常的な保全サイクルでは劣化傾向が見られていなくても、ある年数を経過した場合は、健全度評価の実施を行うことが望ましい。よって、標準年数の定義は表-6.3 のとおりとする。

表-6.3 標準年数の定義

取替・更新年数	内 容
信頼性による 取替・更新の標準年数	信頼性確保の観点から、一層注意して健全度を見極めるべき使用年数
平均の取替・更新の標準年数	時間計画保全の指標となる使用年数

3) 標準年数の設定方法

①信頼性による取替・更新の標準年数

本マニュアルにおいては、過去の取替・更新実績データを集計し、セーフライフ設計の考え方を参考とし累積ハザード法における累積不良率が 10%を超えた時点をも“信頼性による取替・更新の標準年数”としている。

②平均の取替・更新の標準年数

①と同様に、過去の取替・更新実績データを集計し、平均寿命の予測値として累積ハザード法における累積不良率が 50%に達した年数を“平均の取替・更新の標準年数”としている。

②実績データによる標準年数

いままでの実績データを統計解析して得られた結果から標準的な取替年数を表-6.4 に示す。これらはあくまで現時点における暫定値であり、将来的にはさらなるデータ収集・蓄積及び解析により修正されていくべきものである。

表-6.4 の数値は、「河川用ゲート設備点検・整備・更新マニュアル（案）」における全国の河川ゲートの機器・装置の“実績の平均値”であり、個々の装置・機器の劣化状態を直接的に表すものではなく目安として用いられるべきものである。長寿命化計画の策定にあたって、信頼性による取替年数は専門技術者による装置・機器の診断又は分解整備等実施のトリガーとすべき年数であり、平均取替年数は装置・機器の取替・更新を考える年数である。

よって、個々の装置・機器は、点検により状態監視を行い、その結果より整備・更新の評価を行い、整備・取替・更新を行うものである。

ただし、リレー等の電気部品等は致命的ではあるが、他の主要機器に比して安価であり、取替が容易かつ予備品としての確保が容易であり、予備品として確実に確保し即時対応が可能な体制を実現することにより、事後保全対応による延命化も可能である。

表-6.4 標準的な取替・更新年数

機器・装置			種別	信頼性による取替・更新の標準年数	平均の 取替・更新の標準年数
ゲート扉体	扉体構造部		更新	29年	58年
	主ローラ	ローラ	取替	24 年	55年
		ローラ軸	取替	25年	56年
		軸受メタル	取替	21年	52年
	補助ローラ		取替	22年	56年
	扉体シーブ		取替	34年	55年
	水密ゴム		取替	(7年)	(21年)
ワイヤロープウインチ式開閉装置	主電動機		取替	21年	39年
	電磁ブレーキ		取替	29年	54年
	油圧押し上式ブレーキ		取替	25年	50年
	切換装置		取替	28年	51年
	減速機		取替	26 年	49 年
	開放歯車		取替	29年	58年
	機械台シーブ		取替	30年	55年
	軸受		取替	28年	49年
	軸継手		取替	29 年	53 年
	ワイヤロープ		取替	10年 (常用) 16年 (待機)	27年 (常用) 35年 (待機)
	ワイヤロープ端末調整装置		取替	27年	50年
開閉装置 油圧式	油圧シリンダ本体		取替	20 年	37 年
	油圧ユニット本体		取替	18 年	31 年
ラック式開閉装置本体			更新	17年	34年
スピンドル式開閉装置本体			更新	27年	46年
制御機器	制限開閉器		取替	23年	43年
	リミットスイッチ		取替	(20年)	(41年)
	開度計		取替	18 年	43 年
	機側操作盤	盤全体	取替	16 年	35 年
		リレー類	取替	(12年)	(30年)
		開閉器類	取替	(15年)	(34年)
		スイッチ類	取替	(15年)	(35年)

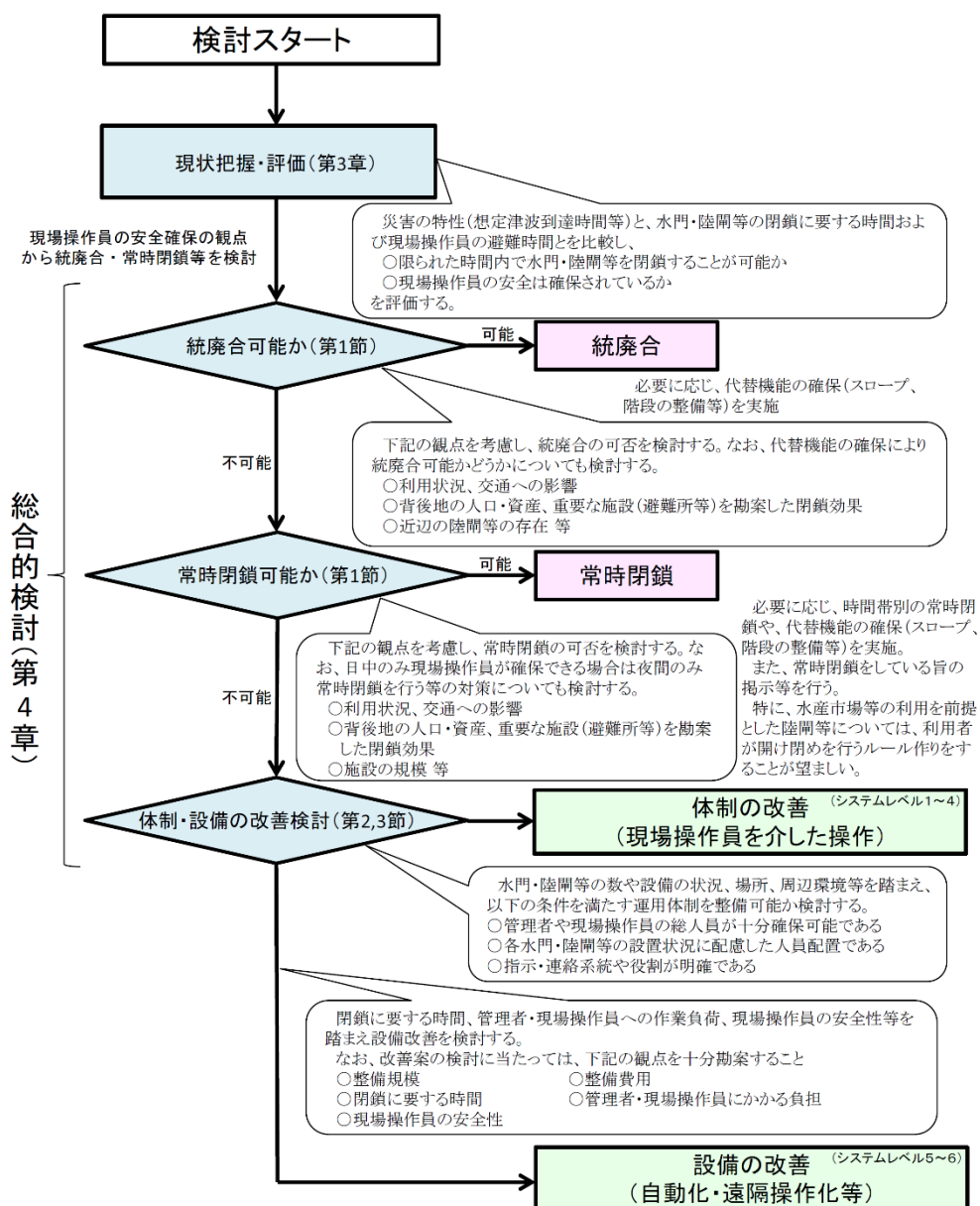
注1) (〇〇年) は参考値とする。

注2) 注表中の数値は、実績データから解析した暫定値であり、個々の装置・機器の劣化状態を直接的に表すものではなく、あくまで目安である。

注3) 信頼性による取替・更新年数は、この時期から一層注意して傾向管理を行い、健全度を見極めるべき年数である。平均取替更新年数は、維持管理において取替・更新を計画する年数である。ただし、実際の修繕・取替えのタイミングは健全度評価に基づいて行う。

(5) 水門・陸閘等の統廃合

津波襲来時の水門・陸閘等の安全な閉鎖に加えて、維持管理費の削減も図られることから、装置や設備の更新時期等において、水門・陸閘等の統廃合についても積極的に検討することが望ましい。ただし、統廃合の実施にあたっては利用者との調整等に時間を要することから、長寿命化計画に位置づけ、計画的に実施することが望ましい。なお、統廃合を含む水門・陸閘等の管理運用体制の検討方針については、「津波対策における水門・陸閘等管理システムガイドライン（Ver.3.1 平成28年4月）」を参照すること。



(注1) 基本的な流れを示したものであり、水門・陸閘等を安全かつ迅速・確実に閉鎖可能ならばより高い又は低いシステムレベルを選択することも可。

(注2) 「自動化・遠隔操作化等」には「無動力化」を含む。

出典：津波・高潮対策における水門・陸閘等管理システムガイドライン（Ver.3.1）、平成28年4月

図-6.2 水門・陸閘等の運用方針の見直しを含めた総合的検討フロー

6-3. 応急措置等

点検の結果、明らかに防護機能が確保できていない施設や利用者の安全性等に影響を与えるような変状が確認された場合には、改良、修繕等による対策を行う前に、速やかに応急措置や安全確保措置等を講じる必要がある。

【解説】

（１）応急措置

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速やかに実施する。具体的な応急措置としては、危険箇所の柵囲い、看板等により注意喚起、土のう・袋詰め玉石等の応急工法等がある。



図-6.3 立入禁止措置の事例

（２）安全確保措置

施設の防護機能が確保されていることが確認できない状態において、背後地や利用者の安全を確保するために事前に講じる措置がこれにあたる。具体的な安全確保措置としては、地震・津波・高潮・高波時における利用者との連絡体制構築、水防関係機関との重要水防箇所の情報共有、水防警報海岸に指定し水防警報の発表、ハザードマップにおける要注意箇所の明示等がある。

第7章 長寿命化計画の立案

7-1. 長寿命化計画の概要

海岸保全施設における長寿命化計画とは、予防保全型の維持管理により海岸保全施設の長寿命化を図るための計画であり、点検に関する計画、修繕等に関する計画等により構成される。

【解説】

- (1) 長寿命化計画の立案にあたり、点検結果に基づいた健全度評価や総合的健全度評価を一定区間毎に実施し、その健全度評価結果を踏まえ、地区海岸における点検に関する計画や、修繕等に関する計画の検討を行う。また、長寿命化計画の全体像を図-7.1 に示す。

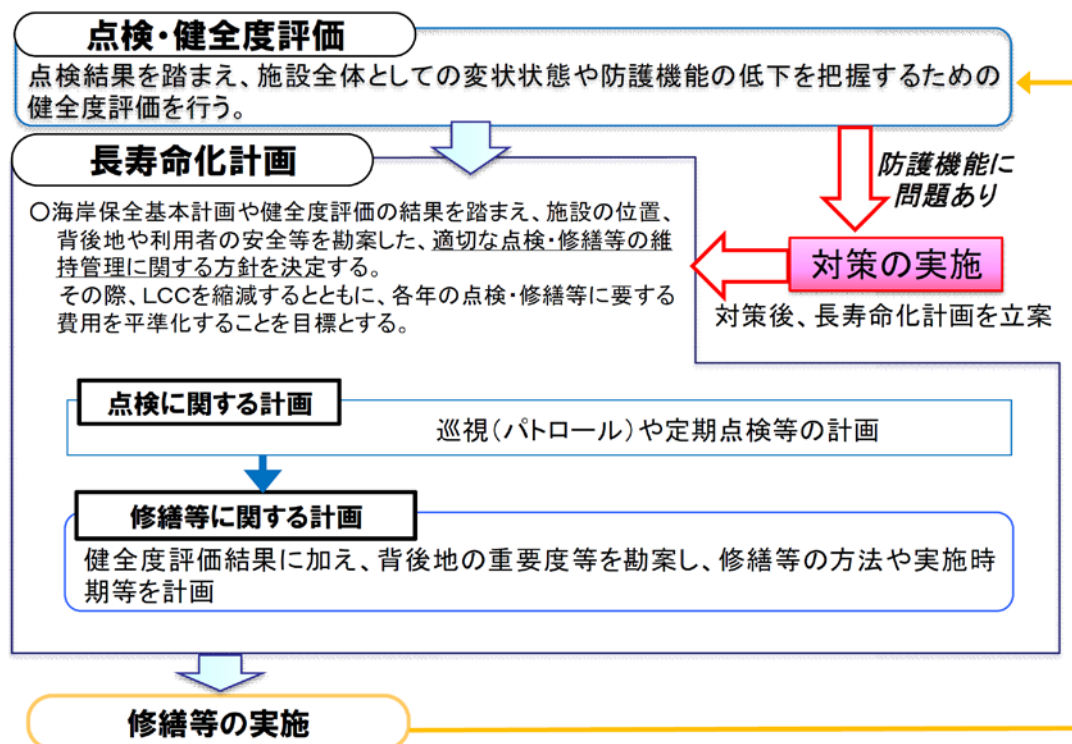


図-7.1 長寿命化計画の全体像

なお、長寿命化計画は以下の項目を含むものとする。

- ①対象施設
- ②計画期間
- ③対策の優先順位の考え方
- ④個別施設の状態等
- ⑤対策内容と実施時期
- ⑥対策費用

- (2) 長寿命化計画の策定単位は地区海岸である。(健全度評価の評価単位である一定区間は「第5章 5-1. 土木構造物の評価」参照)

(3) 計画期間は、施設の設計供用期間(30～50年程度)を目安として設定する。その際、修繕等の実施時期や定期点検等のサイクルを考慮することが望ましい。

(4) 点検に関する計画は、第2章～第4章の内容に従った上で、以下の事項を例に策定する。

- ①点検の種類と概要
- ②点検の対象
- ③点検の実施時期
- ④計画の修正および改訂 など

(5) 修繕等に関する計画は、第6章の内容に従った上で、以下の事項を例に策定する。

- ①修繕、取替・更新等の方法と概要
- ②修繕、取替・更新等の対象箇所
- ③修繕、取替・更新等の実施時期 など

(6) 水門・陸閘等の統廃合は、津波襲来時の水門・陸閘等の安全な閉鎖に加えて、維持管理費の削減にも有効であることから、長寿命化計画に位置づけた上で、計画的に実施することが望ましい。

(7) 長寿命化計画の策定にあたっては、以下の事項を勘案する。

- ・海岸保全基本計画等の海岸の維持管理等に係る上位計画
- ・背後地の環境や利用状況、重要性
- ・変状が施設全体の防護機能の低下に与える影響
- ・修繕等の対策費用や延命化の効果
- ・将来の更新計画
- ・財政状況
- ・気象・海象状況
- ・施設の利用状況
- ・要求性能 など

なお、水門・陸閘等の統廃合や海岸保全施設の点検・修繕等に係る新技術等の活用による短期的な数値目標及びコスト縮減効果を記載することが望ましい。

(8) 長寿命化計画に記載する項目を「付録－5」に、計画例を「付録－6」に示す。

7-2. 劣化予測と修繕等の実施事例

長寿命化計画における堤防・護岸等、離岸堤等及び水門・陸閘等の土木構造物の予防保全の検討にあたっては、各部位・部材の劣化予測を行って海岸保全施設の防護機能の低下を把握することが必要である。そして、劣化予測結果を踏まえた修繕等の方法や実施時期を検討することが必要である。

【解説】

- (1) 堤防・護岸等の施設の防護機能の低下は、各部位・部材の変状の劣化予測をもとにして評価する。劣化予測の手法は、一定区間の変状ランクの代表値に応じた劣化予測線によることとし、図-7.2 のフローにより選定する。

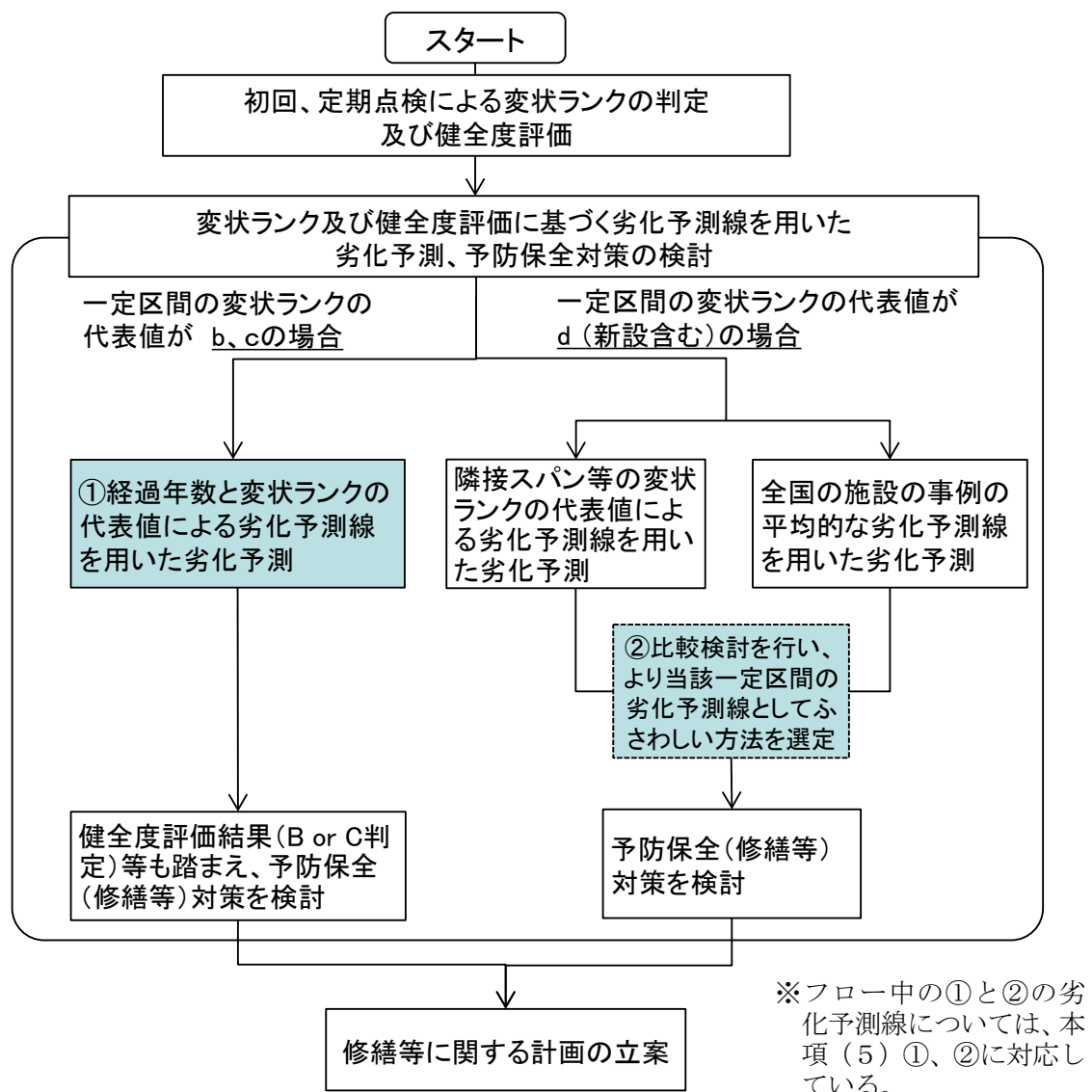


図-7.2 堤防・護岸等の一定区間の代表値に応じた劣化予測手法の選定フロー

- (2) 堤防・護岸等の海岸保全施設は、長い延長の一箇所でも決壊すると他の箇所が健全でも防護機能を確保できなくなるため、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することを基本とする。

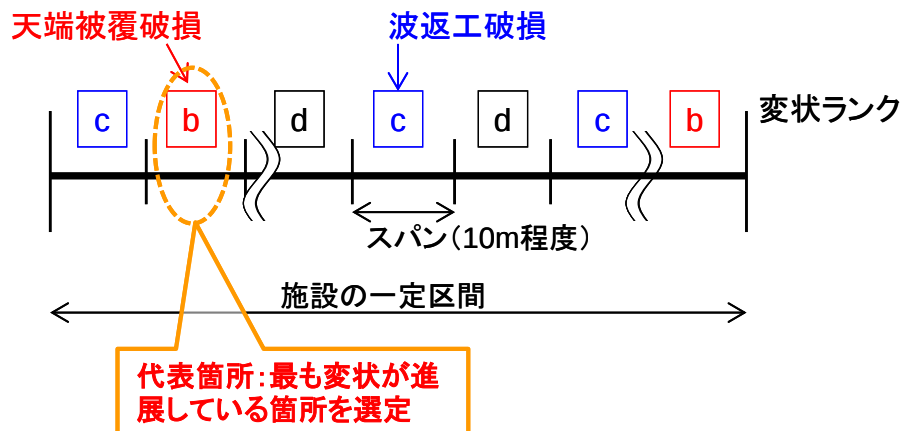


図-7.3 施設の一定区間における変状ランクの整理イメージ

- (3) 堤防・胸壁・護岸の劣化予測の参考として、既往の健全度調査結果を用いた劣化予測線を図-7.6～7.8に示す。劣化予測線を用いる場合は、以下の点に留意する必要がある。

- ・ 所定の防護機能が確保できなくなる前に予防保全を実施することとするが、急激に変状が進展する可能性も考慮することが必要である。
- ・ 修繕等を実施する際には、変状ランクの代表値を選んだスパンだけでなく、一定区間内の全体の変状の状態を踏まえ、全体としてどのような修繕等を行うのか検討し、実施する。
- ・ 今後、劣化予測線の精度を向上させるため、海岸管理者においては、変状ランクの判定結果及び健全度評価結果を記録・保存しておくことが必要である。また、堤防・護岸等の劣化の進展の速度は全国一様とは限らず、波浪条件、侵食や地盤沈下の進行の有無、海岸の底質材料、気候変動等海岸や地域毎の特性によって異なる可能性が高いため、あらゆる施設の劣化の進展をデータとして保存しておくことが重要である。
- ・ 国は必要に応じて全国の施設の状況や維持管理の状況を定期的に収集・分析し、劣化予測精度の向上、長寿命化計画の策定方法の改善、点検・修繕等に係る新技術の適用促進、維持管理を念頭においた整備に係る基準等の見直し等に取り組む。
- ・ 図-7.6～7.8については、堤防・護岸の既往事例をもとに作成したものであり、水門・陸閘等の土木構造部物については、マルコフ連鎖による劣化予測を行うなど、適切な手法による劣化予測を行うことが望ましい。

- (4) 図-7.4 に示すとおり、離岸堤等の既往の健全度調査結果では、経過年数に応じて変状が進展する顕著な傾向が認められないため、劣化予測の参考として、既往の健全度調査結果を用いた平均的な劣化予測線を示すことはできない。

そのため、離岸堤等においては、図-7.5 に基づき、各施設の経過年数と変状ランクによる劣化予測線を検討するものとする。また、変状ランク d（新設を含む）の離岸堤等の劣化予測線については、次の点に留意して、同様な構造・設置環境の他施設の点検・健全度評価結果等を活用し、劣化予測線を検討する。

既往の健全度調査結果においては、図-7.4 に示すとおり、施設によっては 10 年未満で変状が生じる場合もある（変状ランク b、c と）。これは、離岸堤等の変状は、台風等の偶発的な外力が変状の主要因であるためと考えられる。こういった偶発的な外力が変状の主要因と考えられる離岸堤等に対し、現時点では平均的な劣化や変状の時期を精度良く予測することは困難である。よって、今後、離岸堤等の劣化予測線の精度を高めるために、更なる点検・健全度評価結果の記録・保存等が重要となる。

併せて、偶発的な外力で急激に変状が生じる離岸堤等については、一次・二次点検の他に、巡視や臨時点検における変状の把握に、特に留意する必要がある。

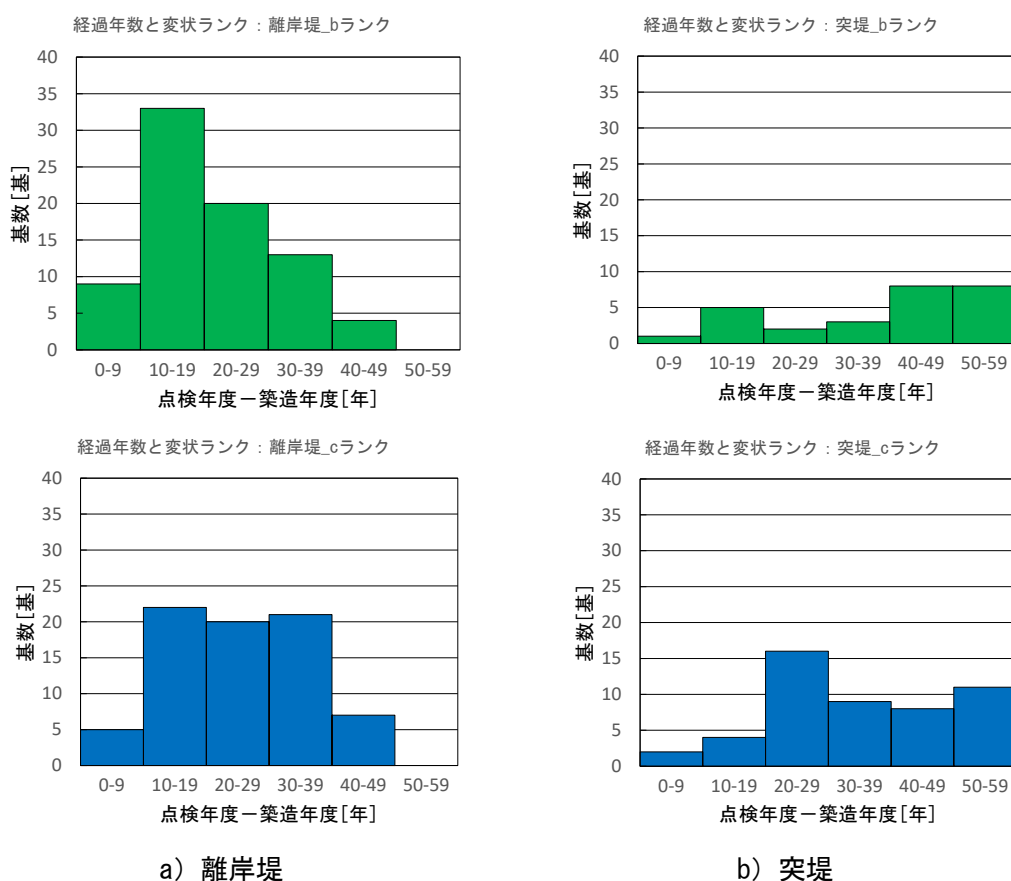


図-7.4 離岸堤等の変状ランクと経過年数との関係【参考】

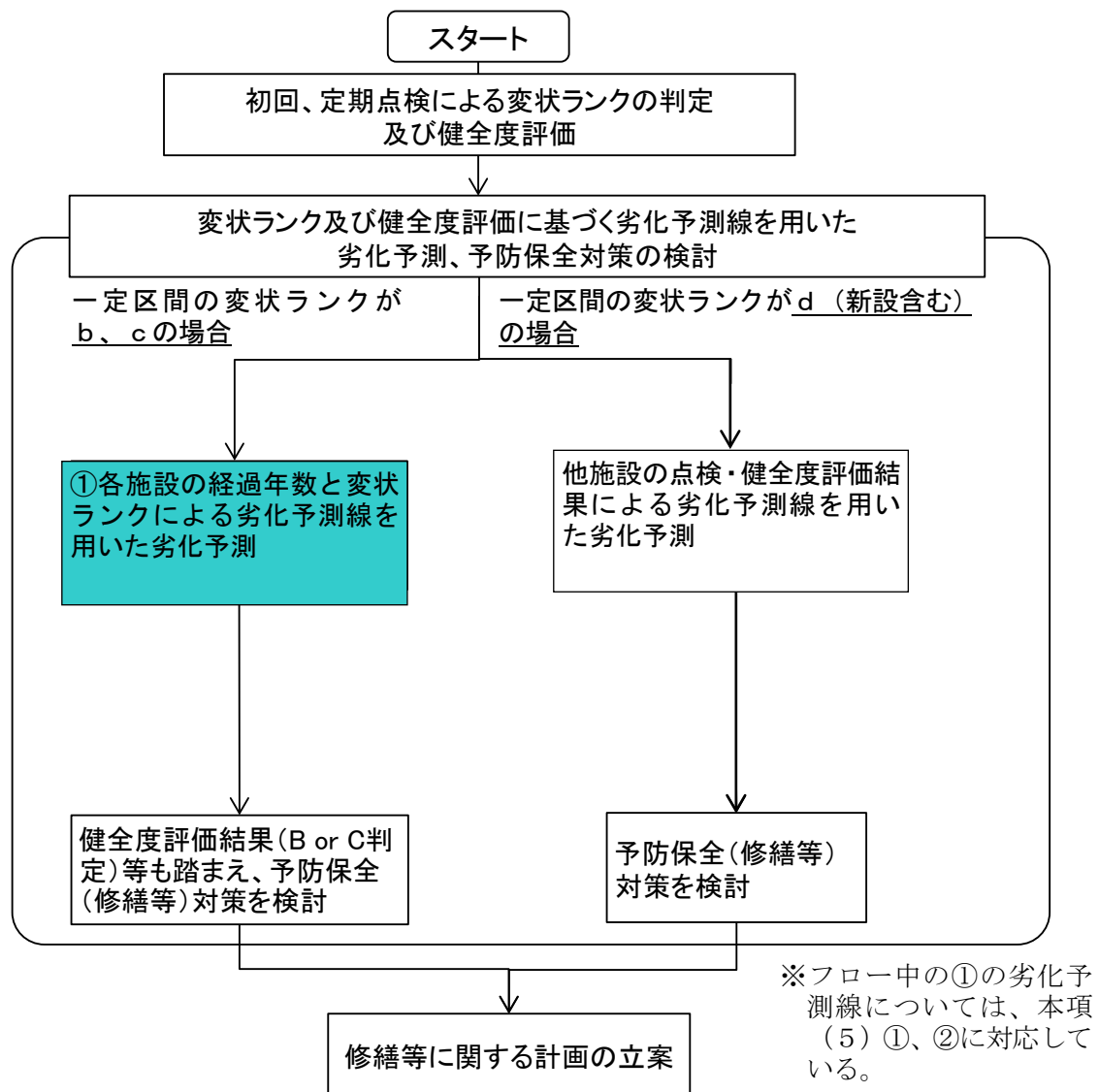


図-7.5 離岸堤等の一定区間の劣化予測手法の選定フロー

(5) 劣化予測線の作成

①一定区間の変状ランクの代表値がb又はcの場合

変状ランクの代表値がb又はcの場合は、経過年数と変状ランクの代表値から図-7.6のように幅を持った劣化予測線を作成する。

(予防保全(修繕等)を行う期間を設定する際の配慮事項)

- ・一定区間の健全度評価がB判定の場合は、図中で示している予防保全を行う期間の前半で予防保全(修繕等)を行う期間を設定することが望ましい。
- ・当該一定区間において変状の進展が速い場合は、図中で示している期間の前半で予防保全(修繕等)を行う期間を設定することが望ましい。

なお、各年の点検・修繕等に要する費用の平準化の観点や背後地の重要性等の観点も考慮して修繕等の時期を検討することが望ましい。

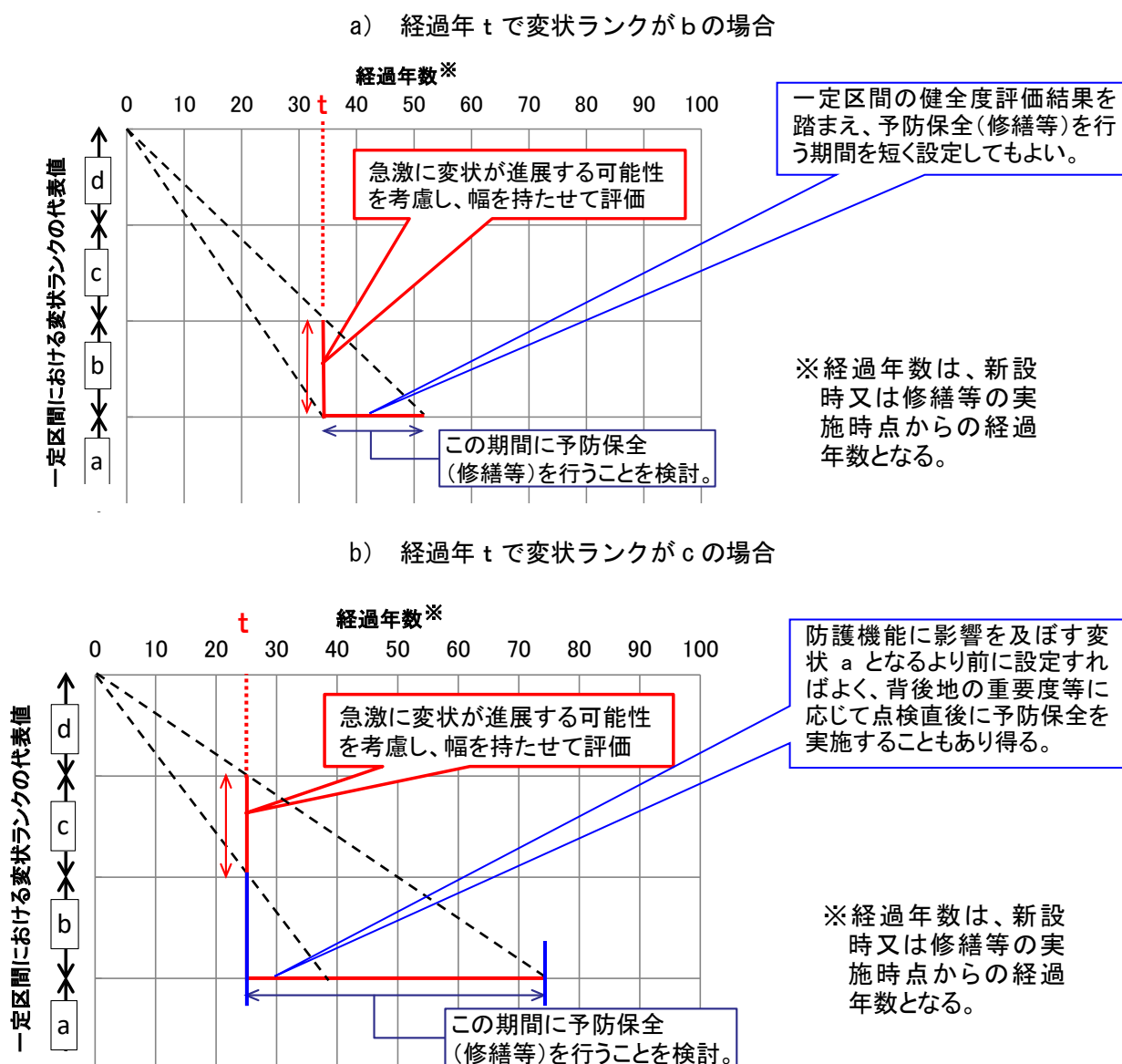


図-7.6 劣化予測と修繕時期のイメージ

②一定区間の変状ランクの代表値がd（新設含む）の場合

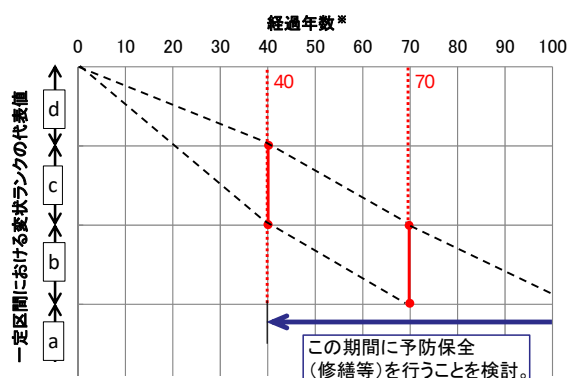
以下の事項に配慮し、劣化予測線を作成する。

○堤防・護岸等

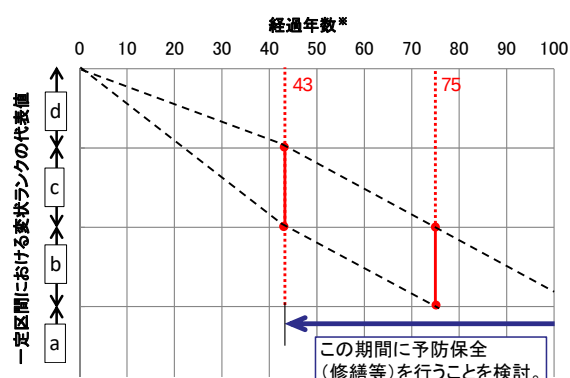
点検による変状ランクの代表値がd（新設含む）となった場合、周辺・近隣区間の劣化予測線を参考に劣化予測を行ってもよい。または、既往の健全度調査事例から部位・部材毎の推移確率（マルコフ連鎖モデル）の平均を算出して作成した劣化予測線（図-7.7及び図-7.8）を参考としてもよい（検討したデータ等については、参考資料－4を参照）。

ただし、ここで示す劣化予測線については、現時点で活用可能なデータに基づき作成したものである。今後、より多くの点検データが活用できるようになれば、精度の向上が期待できるとともに、海岸管理者が海岸の特性を踏まえた劣化予測線を作成することなども可能となる。

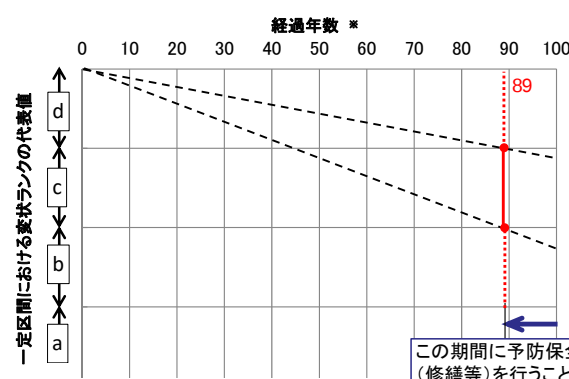
基本的には、早期に修繕等を実施すればよいが、各年の点検・修繕等に要する費用の平準化や背後地の重要性等の観点や当該施設の立地環境等を考慮して検討することが望ましい。



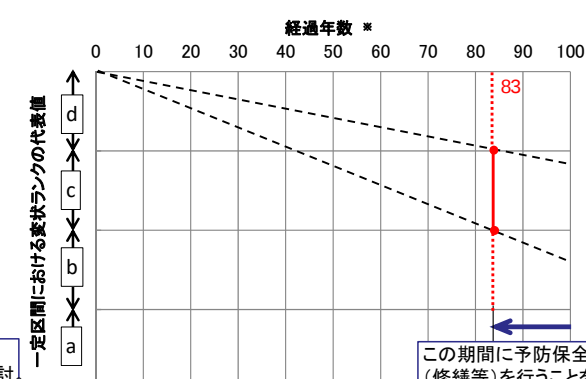
a) 波返工



b) 天端被覆工



c) 表法被覆工



d) 裏法被覆工

注1) 表法被覆工と裏法被覆工は、平均的な劣化年数が長期となるため、最も劣化が早いケースとして劣化予測線を作成している。

図-7.7 堤防の場合の部位・部材ごとの劣化予測と修繕等の時期

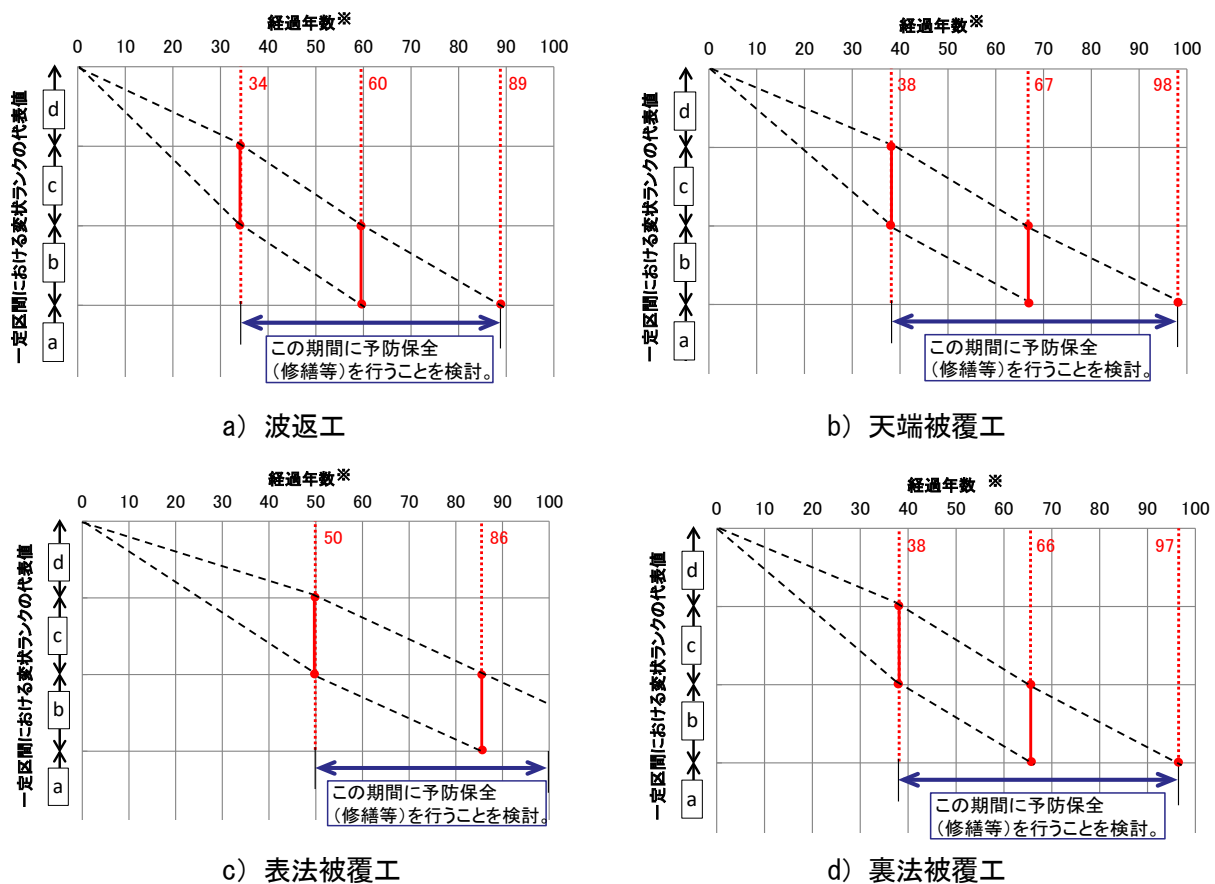


図-7.8 護岸の場合の部位・部材ごとの劣化予測と修繕等の時期

(参考) マルコフ連鎖モデルの概要

本マニュアルで用いている劣化予測線は、マルコフ連鎖の概念に基づき統計処理をしている。マルコフ連鎖は、「状態」と「推移」という2つの概念を用い、物事がある「状態」からある「推移確率」で、次の「状態」へと移行する様子を確率論的に捉える統計手法である。ここで、変状ランクの判定結果（a、b、c、d）を用いて、各ランクの推移確率を遷移率 p_x とすることで、全体を1としたときの変状ランクの割合の推移を図-7.9のように表すことで、変状の進展の予測が可能となる。

なお、一般的には各ランクでの遷移率 p_x は異なるが、本マニュアルにおける算出では簡便的に遷移率 p_x を全て同じ値としている。

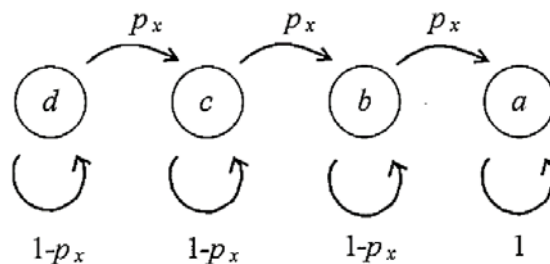


図-7.9 変状ランク（a、b、c、d）のマルコフ連鎖推移

7-3. ライフサイクルコストの算出

ライフサイクルコストは、点検に関する計画と修繕等に関する計画に基づき、点検、修繕、改良、更新、撤去等に要する費用から算出する。

【解説】

- (1) 海岸保全施設は、変状連鎖の進行により最終的には決壊に至ると考えられる。吸出しによる変状を例にとれば、目地部、打継ぎ部の変状等に伴う海水等の流入による堤体土砂の吸出し・空洞化により、堤体の沈下から堤体の破損、堤体の決壊へと進行していく。そのため、変状連鎖の進行状況に対応し、適切な対策を講じるための費用を計上する必要がある。
- (2) 点検に関する計画や修繕等に関する計画に基づき、点検・修繕等に要する費用を計上する。
- (3) 予防保全型維持管理によるライフサイクルコストの縮減イメージを図-7.10 に示す。予防保全型維持管理を行い、点検・修繕等に要する費用を合計した場合の方が、設計供用期間毎に施設の更新を行い、単純に合計した場合に比べて、ライフサイクルコストが縮減されるという概念を示している。



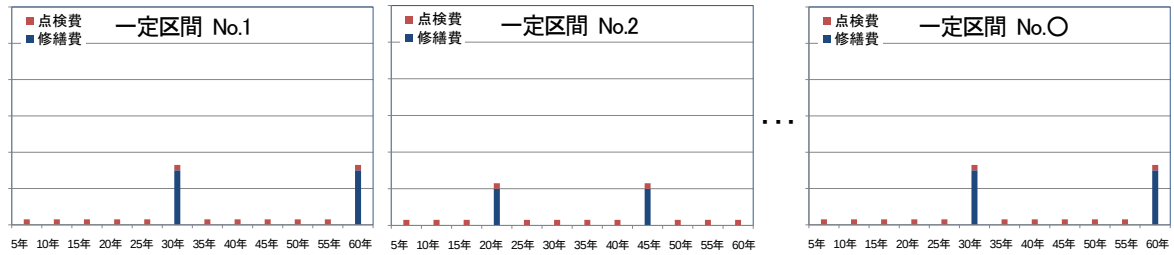
図-7.10 LCCにおける予防保全型維持管理によるコスト縮減効果のイメージ

- (4) 長寿命化計画における各年の点検・修繕等に要する費用の平準化の概念を図-7.11 に示す。所定の防護機能に影響を及ぼす直前の変状状態（変状ランクの代表値がb）で1回あたりの修繕等に必要費用が比較的安価な予防保全と、定期点検を一定区間毎に算定し、それらを重ねて海岸全体での点検・修繕等に要する費用を示したものである。

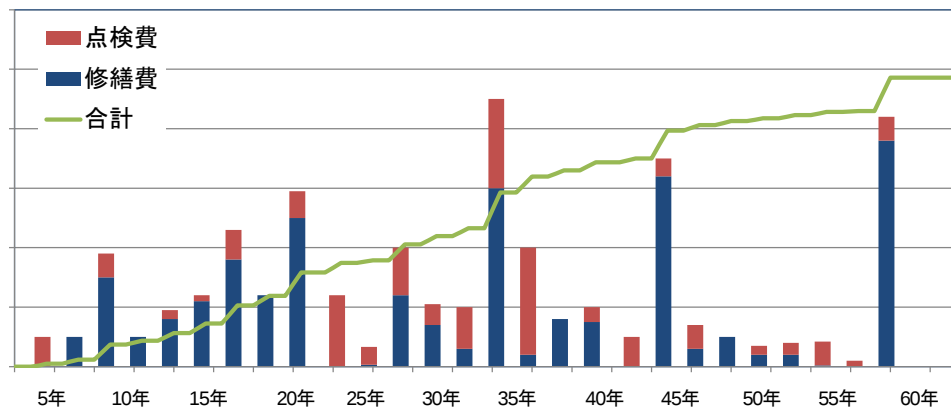
図-7.11 の上段は、一定区間での算出コストを単純に重ね合わせたものであり、この場合ある時期に修繕等の費用が集中することになり、予算上の制約がある場合は対応が難しくなることが想定される。

その場合は、図-7.11 の下段に示すように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、海岸保全施設の背後の状況や施設の利用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。

単純合計



合計



平準化

平準化後



合計

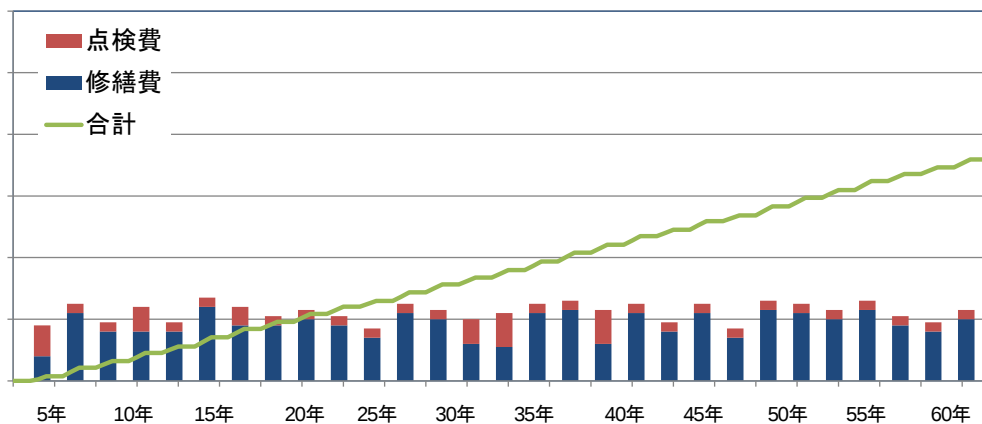


図-7.11 長寿命化計画における各年の点検・修繕等に要する費用の平準化のイメージ

- (5) ライフサイクルコストを考慮した対策費用の算定にあたっては、国土交通省国土技術政策総合研究所（沿岸海洋・防災研究部）が作成した「海岸保全施設のライフサイクルコスト計算ツール」が有効である。本ツールは、広く普及している Microsoft Excel 上で動作するものであり、堤防・護岸・胸壁・水門・陸閘・樋門・樋管を対象に、施設諸元、変状ランク等を入力することで簡易にライフサイクルコストの計算が可能である。（図-7.12 に操作画面のイメージを示す。）また、工事単価の変更や修繕工種の選択等が行える。さらに、施設の劣化予測については、変状ランクの推移確率（遷移率）が必要となるが、建設直後で劣化が進行していない施設等に対して遷移率の参考値を用いた計算が可能である。なお、劣化予測やLCC算定における仮定や算定方法は、算定ツールのマニュアルに記載されている。

《海岸保全施設のライフサイクルコスト計算ツール》

http://www.ysk.nilim.go.jp/kakubu/engan/engan/cdp_lcc_download.htm

LCC 計算結果の例

ライフサイクルコストの計算結果

海岸名 A 海岸
地区名 A 地区
施設名 A 地区1-3 護岸
施設延長(m) 120.0
スパン数 50

各年度の費用を表示

計画期間 2018 ～ 2067 年(50年間)

LCC計算

管理目標設定①

変状ランクaへbのスパン数が全スパン数の 20%以下

内容	金額 (百万円)	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
空洞化対策	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
空洞化以外の修繕	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
定常的な維持・修繕	113	2	2	5	2	2	2	2	5	2	2	2	2
合計	142	14	2	5	2	2	2	2	5	2	2	2	2
累計		14	16	21	23	24	26	27	32	34	35	37	37

管理目標設定①

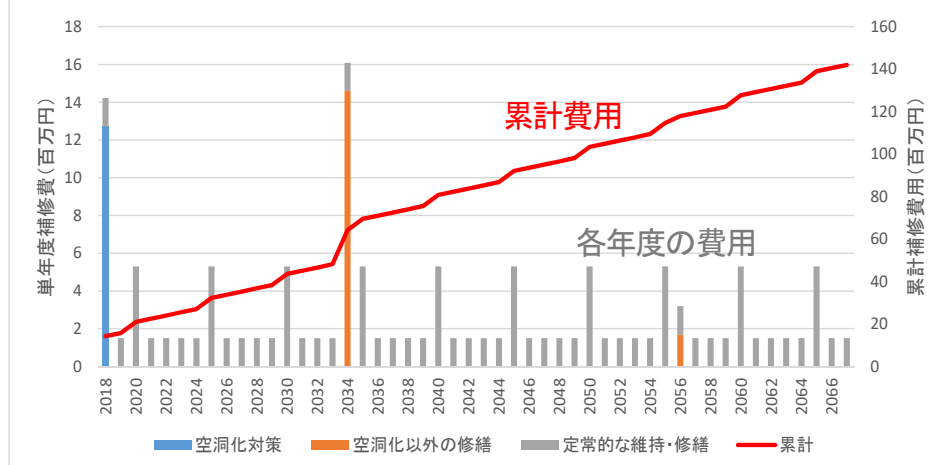


図-7.12 「海岸保全施設のライフサイクルコスト計算ツール」の操作画面イメージ

第8章 その他の留意事項

8-1. 専門技術者の活用

長寿命化計画の策定にあたっては、維持管理に関する専門的知識及び技術又は技能を有する者の意見も聴取することが望ましい。

点検・評価の実施にあたっては、維持管理に関する専門的知識及び技術又は技能を有する者の下で行うことが望ましい。

【解説】

厳しい環境下に置かれ、ほとんどの部材が水中又は土中にある施設については、専門的な知識・経験、技術、技能が必要となる場合がある。専門技術者としては、コンクリート構造物、海岸・海洋構造物等の点検等を対象にそれぞれコンクリート診断士、海洋・港湾構造物維持管理士等の専門的な資格制度が整備されており、これらの資格を有する専門技術者を活用することも有効である。

その他、「公共工事に関する調査及び設計等の品質確保に資する技術者資格登録規程（令和元年11月7日 国土交通省告示第765号）」に基づいて登録された、維持管理に関する技術者資格の活用も有効である。

8－2. 点検診断に関する新技術等の活用

点検診断においては、効率性、客観性を重視し、新技術も含めた優良技術（以下「新技術等」という。）の活用を積極的に検討することが望ましい。

【解説】

- (1) 海岸保全施設は、海象条件や施設の利用状況の影響を受けるほか、施設延長が長く、部材が水中又は土中にある場所もあり、陸上目視が困難であることから、効率的に点検診断ができるように新技術等（点検に関する技術の例（参考資料－2）等）の活用を積極的に進める必要がある。
- (2) 産学等において開発が進められている新技術については、新技術情報提供システム（NETIS）や国土交通省インフラメンテナンス情報（社会資本の老朽化対策情報ポータルサイト）等により情報収集することができる。これらの新技術等について、技術の適応性や得られる結果の精度等を踏まえて積極的に活用することで、海岸保全施設の点検の効率化が期待される。
- (3) 農業・食品産業技術総合研究機構、水産研究・教育機構、国土技術政策総合研究所では、海岸施設の維持管理を支援するための連絡先があり、新技術等の活用にあたってはこれらの支援を活用することも有効である。

《農村振興局所管海岸の連絡先》

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
農村工学研究部門技術移転部移転推進室
E-mail: iten@ml.affrc.go.jp Tel: 029-838-8296

《水産庁所管海岸の連絡先》

国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産工学研究所 水産土木工学部
E-mail: madoguchi_doboku@ml.affrc.go.jp Tel: 0479-44-5933

《水管理・国土保全局所管海岸の連絡先》

国土交通省 国土技術政策総合研究所 技術相談窓口
URL: <http://www.nilim.go.jp/lab/bbg/tec-soudan/>

《港湾局所管海岸の連絡先》

国土交通省 国土技術政策総合研究所 港湾施工システム・保全研究室
（久里浜 LCM 支援総合窓口）
E-mail: ysk.nil-lcm-center@ml.mlit.go.jp Tel: 046-844-5030

8－3. 予防保全の効果の継続的な確認

海岸保全施設の維持管理にあたっては、予防保全の効果を継続的に確認しながら、ライフサイクルコストの縮減を図ることが重要である。

【解説】

本マニュアルは、海岸保全施設に予防保全型の維持管理を導入することで、維持管理水準を確保しながらライフサイクルコストの縮減を図ることを目的に、海岸保全施設の標準的な維持管理の考え方や方法を示すものである。

しかしながら、特に離岸堤等では陸上施設と比べて点検や修繕が容易ではないことからライフサイクルコストの縮減に繋がらない場合も考えられる。

そのため、海岸保全施設においては、適切な維持管理を行いながら、予防保全の効果（ライフサイクルコスト縮減の達成状況等）を継続的に確認・フォローアップし、ライフサイクルコストの縮減を図っていくことが重要である。