

国道10号道路護岸施設の点検について

矢幡 幸生¹・古原 正人¹

¹九州地方整備局 大分河川国道事務所 道路管理第二課 (〒870-0820 大分県大分市西大道1-1-71)

一般国道10号の別大国道は、越波を防ぐ機能を有する非越波型波返し護岸が施工されており、施設の維持管理に向け、2018年に大分河川国道事務所独自で定期点検要領を策定した。この度、定期点検要領に基づいた点検を行い、その有用性を検証するとともに補足・修正が必要な項目について改訂を行った結果について紹介する。

キーワード 非越波型波返し護岸, 定期点検, 検討会, 定期点検要領

1. はじめに

一般国道10号、127k960～130k010の別大国道に位置する道路護岸は越波対策のため、特殊形状である道路護岸施設を延長約2kmに渡り設置している。本護岸施工完了後における越波による通行止めは近年起きておらず、その効果は大きい。ただし、2006年から2012年にかけて設置された高崎山地区の一部区間(延長880m)において道路護岸に損傷が確認された。補修対策に加えて維持管理計画として点検要領の策定が必要となったため、2018年に大分河川国道事務所独自の定期点検要領を策定した。

今回、策定した定期点検要領の有用性の検証も兼ねて実際に当該施設の点検を行い、必要な項目に対して一部改訂したため報告する。該当する施設位置図を図-1に示す。



図-1 施設位置図

2. 検討経緯

2014年に道路護岸施設に付帯する土留工矢板の笠コンクリート124ブロックの内、15ブロックが脱落していた。翌年、補修検討後に国立研究開発法人港湾空港技術研究所に意見照会した結果、損傷メカニズムを把握した上で補修すべきとの意見があった。2016年に剥落メカニズムを明らかにしたうえで補修対策を再度検討し、その後、学識経験者を交えた検討会(道路護岸施設維持管理検討会)を実施する中で、具体的な施工方法やコンクリートの種類、その配合についても検討を進めた。2020年に試験施工として、一部損傷箇所の補修工事を実施し、その結果を踏まえ、施工時の課題等についてフィードバックを行い、2021年の工事へ反映した。

同時に当該施設の維持管理方法が不明確であったことから、検討会での意見交換を通じて定期点検要領を策定した。

表-1に検討経緯を示す。

表-1 検討経緯

検討時期	内容
2012年	国道10号別大拡幅 全線開通
2014年	コンクリート剥落の情報提供
2014年～2016年	現地調査(15/124ブロックの剥落確認)
2015年	港湾空港技術研究所に意見照会
2016年	補修設計, 予防保全対策設計
2017年～2018年	定期点検要領(案)の策定 検討会(2回)
2018年～2019年	笠コンクリートの補修設計 検討会(1回)
2020年～2021年	東別府地区(L=630m)の点検, 笠コンクリート試験施工 検討会(計2回)
2021年～2022年	高崎地区(L=1,420m)の点検, 定期点検要領の改訂 検討会(計2回)

3. 道路護岸の特殊性

高崎山地区の前後4.9km区間は越波による「特殊通行規制区間」に指定されているため、その対策として新技術である非越波型波返し擁壁（フレア護岸〔既存型〕）を採用することにより越波対策も可能とした。東別府地区からうみたまごまでの約2kmの区間は、海沿いの平坦部が狭く（幅30～50m）、特に高崎山地区の880m区間については、山腹から40°の勾配が深さ60mの水深まで続く急峻な地形であるため、消波ブロックやフレア護岸〔既存型〕の設置が不可能であった。

事業計画段階より学識者による検討委員会を組織し検討を行った結果、急峻部の施工については、鋼矢板と地滑り防止のための抑止杭を施工し、それを基礎として道路護岸を設置する特殊な構造とした。護岸本体は鋼製フレームとコンクリート構造である合成構造（フレア護岸〔新タイプ〕）を設置した（図-2）。この特殊な道路護岸の施工実績は全国でも例がない。

4. 点検要領の策定

(1) 基本となった点検要領

道路護岸の点検要領を策定するに当たり、適用可能な参考文献として様々な点検要領が発刊されていた。対象となる道路護岸の位置付けを重要構造物と考えていることから「橋梁定期点検要領」を基本として、護岸本体や消波工、海底地盤等の点検については、「港湾の施設の点検診断ガイドライン」などにより内容を補完している。参考とした文献を表-2に示す。

(2) 点検要領の構成

点検要領は点検の目的、点検の頻度、点検計画、損傷状況の把握、対策区分の判定、健全度の診断、点検結果の記録についてとりまとめたものである。

a) 目的

点検の目的としては「道路護岸の損傷、機能等の状態を把握するもの」に限定し、通常点検（巡回）、中間点検、定期点検、異常時点検の4つを標準とした。

b) 定期点検の方法

定期点検方法は陸上からの目視を標準としており、護岸本体の近接目視は橋梁点検車を用いて行う。なお、杭式構造の海側の鋼矢板は、電位測定による電気防食効果の確認を行う。

損傷程度の評価は、独自で作成している「損傷評価基準」に基づいて最小評価単位毎、損傷種類毎に評価する。

対策区分の判定は表-3に従って行う。判定については、損傷状況、原因、進行可能性、当該判定区分とした理由、定期点検後の維持管理に必要な所見を記載する。

表-2 参考文献

適用	参考文献	発行元
基本	橋梁定期点検要領(H31.3)	国土交通省
補完	港湾の施設の点検診断ガイドライン(H26.7)	国土交通省
補完	堤防等河川管理施設の点検結果評価要領(H31.4)	国土交通省
補完	道路土工構造物点検要領(H29.8)	国土交通省

表-3 対策区分の判定

判定区分	判定の内容
A	損傷が認められないか、損傷が軽微で補修を行う必要がない。
B	状況に応じて補修を行う必要がある。
C 1	予防保全の観点から、速やかに補修等を行う必要がある。
C 2	構造の安全性の観点から、速やかに補修等を行う必要がある。
E 1	構造の安全性の観点から、緊急対応の必要がある。
E 2	その他、緊急対応の必要がある。
M	維持工事に対応する必要がある。
S 1	詳細調査の必要がある。
S 2	追跡調査の必要がある。

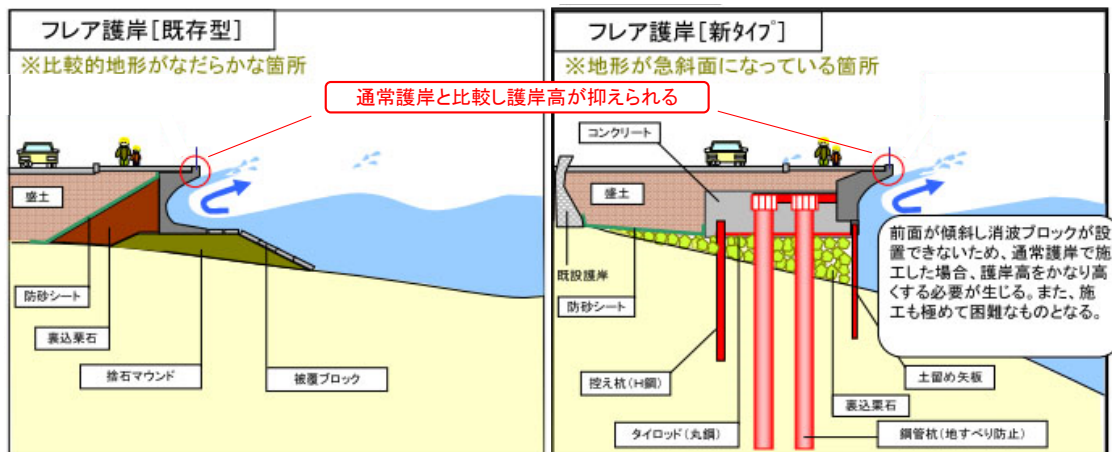


図-2 フレア護岸

健全性の診断は表-4に従って行う。構造形式毎の診断において部材毎の健全度が施設全体に及ぼす影響は構造特性や波浪条件等で異なるため、道路護岸の構造形式の変化するブロック単位で総合的な評価を行う。

c) 定期点検の頻度

定期点検は5年に1回の頻度で実施し、潜水による詳細調査を10年に1回の頻度で定期点検と併せて実施する。図-3に維持管理の標準的なフローを示す。

d) 点検結果の記録

定期点検で行った損傷についての点検結果は、維持・補修等の計画を立案する上で参考とする基礎的な情報であり、適切な方法で記録し、蓄積しておく。また、「対策区分の判定」と「健全性の診断」は補修補強の措置を行ったり、そのほか事項、災害等により変状が確認された場合は再評価を行い記録に反映させる。

表-4 判定区分

判定区分	判定の内容
I 健全	道路護岸の機能に支障が生じていない状態。
II 予防保全段階	道路護岸の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態。
III 早期措置段階	道路護岸の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態。
IV 緊急措置段階	道路護岸の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態。

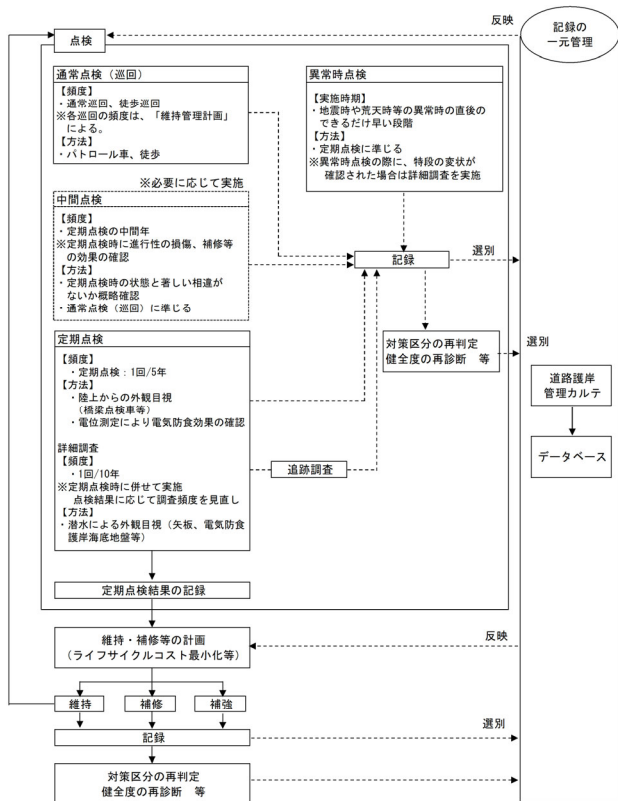


図-3 維持管理フロー

5. 点検要領に基づいた定期点検

点検要領の点検・診断・記録方法に従って2020年に東別府地区(L=630m)、2021年に高崎山地区(L=1,420m)の点検を行った。また、発生した損傷の要因推定のため、コンクリートはつり調査を併せて実施した。

(1) 損傷状況

確認された主な損傷は、護岸本体部のひび割れ及び断面欠損、笠コンクリートの剥落及び下面部の抜け落ちである。

(2) 損傷メカニズム

a) 護岸本体部 (ひび割れ, 断面欠損)

護岸本体部に発生したひび割れ(写真-1)は、追加調査としてコンクリートはつり調査(写真-2)を行い、ひび割れ深さが鉄筋被り以下(非貫通)かつ鉄筋腐食もなかったため、乾燥収縮によるひび割れであると判断した。

断面欠損(写真-3)は、発生箇所が下端部であることから本体据付時の衝突が原因で発生したものと考えられる。



写真-1 護岸本体部のひび割れ

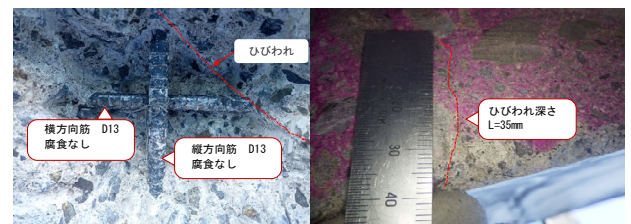


写真-2 はつり調査結果



写真-3 護岸本体部の断面欠損

b) 笠コンクリート部（剥落、抜け落ち）

笠コンクリート剥落（写真-4）のメカニズムは、2016年の補修設計時に検討している。鋼矢板の笠コンクリート上面に設計時に想定されていない力（設置時の衝撃や設置後の死荷重の作用、波浪の影響）により笠コンクリート上面と鋼矢板上端の間にせん断力が作用し、せん断ひび割れが発生したことで、笠コンクリートが鋼矢板から剥離したと考えられる（図-4）。

笠コンクリート下面の隙間（写真-5）は、施工時に型枠を兼用したプレキャストブロックと鋼矢板との隙間から中詰めコンクリートが流出して発生したものと考えられる。

(3) 有用性の検証

点検要領に従って点検を行うことで、当該施設特有の部材や損傷に対しても点検・診断が概ね実行できた。なお、一部点検範囲や方法が不明確であったり、特に港湾施設特有の部材や損傷に対して、道路や橋梁の専門技術者が点検・診断を行う際に判断が難しい項目については、補足または修正が必要であった。

補足または修正が必要な項目を以下に示す。

- ・点検区分について
- ・笠コンクリート下面の点検方法について
- ・電位測定位置について
- ・損傷評価方法について



写真4 笠コンクリート剥離

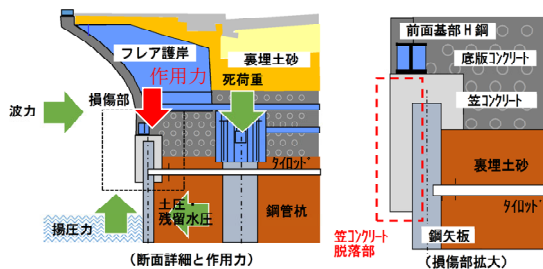


図-4 笠コンクリート剥離



写真5 笠コンクリート下面の抜け落ち

6. 点検要領の改訂

点検要領に基づいた定期点検を実施した結果を踏まえ、補足または修正が必要な箇所について、学識経験者を交えた検討会に諮ったうえで点検要領を改訂した。

(1) 点検区分の明確化

当該施設の点検方法は、陸上目視、橋梁点検車による近接目視、潜水目視の主に3種類である。改訂前の点検要領では、各部材の点検範囲が明確化されておらず、特に橋梁点検車による目視と潜水目視の点検範囲は、潮汐の影響により点検可能な範囲が変化するため、点検区分が不明確であった。今回の改訂で点検区分を平均潮位とすることで、フレア護岸〔既存型〕では根固ブロック及び消波ブロック、フレア護岸〔新タイプ〕では笠コンクリートを橋梁点検車からの陸上目視の対象範囲とし、海底地盤や鋼矢板、陽極材を潜水調査の対象範囲と定めた（図-5、6）。

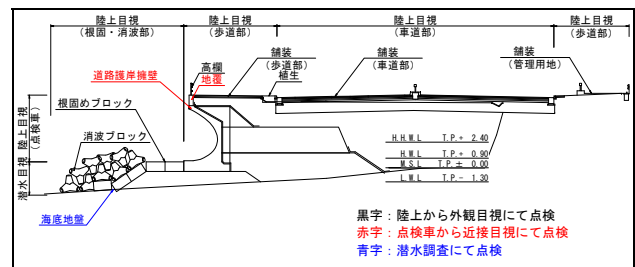


図-5 点検区分（フレア護岸〔既存型〕）

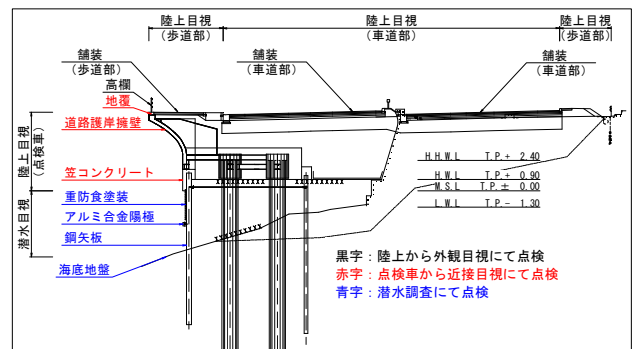


図-6 点検区分（フレア護岸〔新タイプ〕）



写真6 点検状況

(2) 点検着目点の整理

当該施設は道路構造物ではあるが、港湾特有の部材も持ち合わせた施設であるため、点検要領に点検の着目点や港湾特有の部材に対する評価方法などの留意点を整理した。

a) 点検方法の追記

笠コンクリート下面部は、平均潮位に位置しているため、潮汐の影響により点検時間に制限のある箇所である。2016年の緊急点検時には小型船舶を用いた海上目視による点検が行われているが(写真-7)、潮汐による点検時間に制限があることは変わらないほか、漁業関係者や海上保安庁との調整が必要になることも考えられるため、護岸本体部同様に橋梁点検車を用いた点検手法を立案した。図-7のようにカメラによる遠隔撮影により下面部の隙間及び補修後の再劣化の有無を確認するが、本点検方法では損傷の規模は計測できないため、10年に一度の潜水調査時に計測するよう定めた。



写真-7 小型船舶による緊急点検

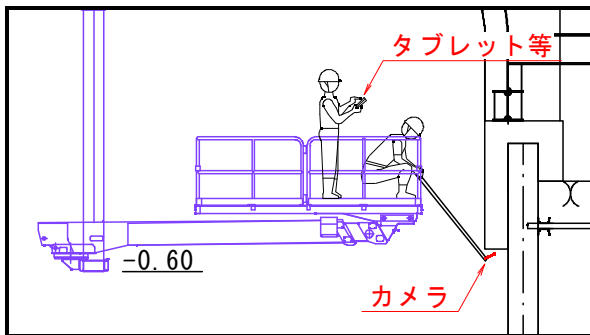


図-6 笠コンクリート下面点検方法

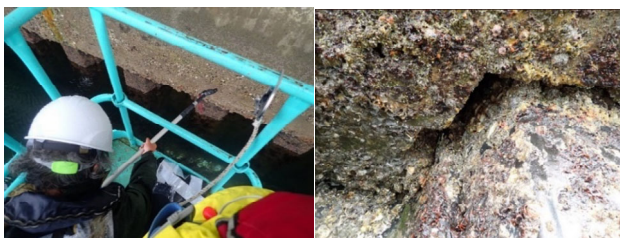


写真-8 点検状況と撮影写真

b) 評価方法の追記

笠コンクリート下面に発生した隙間に対する評価方法が不足していたため、「橋梁定期点検要領」の「抜け落ち」を参考に評価基準を追記した(表-5)。

評価区分の追記に当たっては、笠コンクリート下面から深さ200mmに位置しているタイロッド取付金具の腐食が施設全体の安全性に対する影響が大きいことから、抜け落ちの深さにより評価の区分を設けた。

c) 電位測定位置の変更

改訂前の点検要領では、護岸の近接目視と同時に電位測定を行うこと、電位測定時に橋梁点検車から電気防食の脱落等の損傷状況を確認すること、以上2点から点検車からの測定を標準とし、巡回等の臨時点検時にのみ歩道部からの測定を行うこととしていた。しかし、今後の新技術の活用推進により、点検車の継続的な活用が未定であることや点検の省力化を図るため、歩道部からの測定(鋼矢板から約4m)と点検車からの測定(鋼矢板から約0.5m)の結果を比較した(表-6)。比較結果より、歩道部からの測定結果と点検車からの測定結果にはほとんど違いがないことから、歩道部からの測定を標準とした。

表-5 抜け落ちの評価基準

区分	一般的状況
a	損傷なし
b	—
c	コンクリート塊の軽微な抜け落ちがある。 (深さ方向に200mm未満)
d	—
e	コンクリート塊の抜け落ちがある。 (深さ方向に200mm以上)

表-6 電位測定比較結果

測定箇所	測定電位 [mV]					
	①129K320	②129K320	差分(②-①)	③129K370	④129K370	差分(④-③)
海水面	-1001	-1004	-3	-1001	-1006	-5
-1.0m	-1001	-1005	-4	-1000	-1007	-7
-2.0m	-1000	-1011	-11	-1001	-1011	-10
-3.0m	-1000	-1012	-12	-1000	-1012	-12
-4.0m	-999	-1008	-9	-999	-1007	-8
-5.0m	-998			-997	-1003	-6
-6.0m				-996		
	歩道部測定 本調査点検車			橋梁点検車		
測定値(水準+)	4.5	4.0		5.5	5.0	

備考 【測定位置】



写真-9 電位測定状況

c) 損傷評価例の追記

当該施設は道路構造物であり、道路・橋梁の専門技術者により点検を行うことが想定されるため、港湾施設特有の損傷に対する評価について損傷評価の目安となるように「港湾の施設の点検診断ガイドライン」の損傷事例及びその評価を記載した。

港湾施設特有の代表的な損傷事例としては、消波・根固ブロックの散乱・欠損、鋼矢板の腐食、陽極材の脱落・消耗、海底地盤の洗掘などである（写真-10）。

なお、海底地盤や海中部の根固・消波ブロック等については、10年に一度実施する詳細定期点検時に潜水調査により点検・評価を行う。

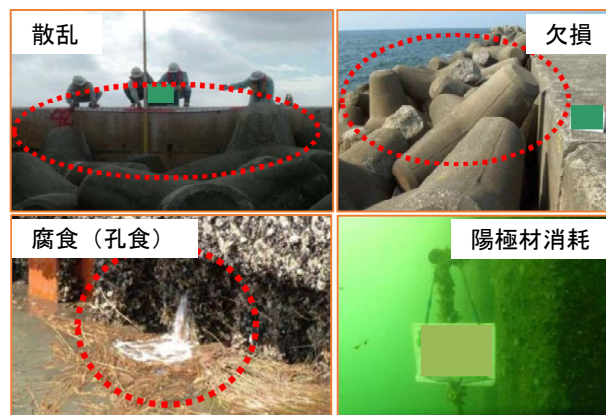


写真-10 港湾施設特有部材の損傷事例

(3) 点検要領概要版の作成

今後、当該施設の担当職員は、策定した点検要領の内容を確認したうえで委託もしくは工事を進めていく必要がある。しかし、点検要領は本編に加えて付録1～4で構成されており、全編で約150ページであるため内容把握に時間を要することが想定される。

そこで担当職員が当該施設の維持管理方針や点検方法をより簡潔に把握することを目的として、「点検要領概要版」を作成した。点検要領は「橋梁定期点検要領」を基本として策定したもので、対策区分、健全度評価の基本的な考え方などについては同じであることから、施設の設置経緯やその特殊性、「橋梁定期点検要領」との違いについてのみを「点検要領概要版」として取りまとめた。

7. おわりに

当該施設の維持管理に向けて、大分河川国道事務所独自で策定した点検要領を用いての点検を行い、その有用性を検証した。また、より適切な維持管理をするため、点検結果を基にした補足・修正が必要な項目を検討し、国道10号道路護岸施設維持管理検討会にて学識経験者と意見交換した上で、点検要領の改訂を行った。

今後は点検要領に従って施設の維持管理に努めるとともに、損傷が確認されている笠コンクリートの剥落や護岸本体部のひび割れ、断面欠損等の損傷についても順次補修工事を実施する計画である。

