

# 構造物補修に関わる自己治癒型補修モルタルの 試験施工について —持続可能なメンテナンスへの挑戦—

帯広開発建設部 池田河川事務所 計画課 ○内山 陽太  
狩野 隆司  
斉藤井出建設株式会社 工事部 守屋 紀良

地域の安全を持続的に確保するため、河川管理においても維持管理の高度化・効率化が求められている。当事務所が管理する施設では、樋門等構造物において、クラック等の変状が年々増加しており補修を随時行っているところであるが、経年劣化による変状の再発防止やライフサイクルコストの縮減が課題となっている。本報告では、バクテリアの活動による自己治癒型補修モルタルを用いた樋門補修を試験的に実地した事例を紹介する。

キーワード：維持管理、脱炭素社会、コンクリートひび割れ

## 1. はじめに

十勝川は十勝岳を源とし、山間部・帯広市街地を抜け、音更川、札内川、利別川など多数の支川と合流し、豊頃町において太平洋に注ぐ、幹川流路延長 156km（全国17位）、流域面積 9,010km<sup>2</sup>（全国6位）の大河である。  
(図-1)

このうち、池田河川事務所が管理する区間は十勝川の下流域で、猿別川合流点から河口までの40.6kmのほか、利別川や旧十勝川である浦幌十勝川などの14河川、全管理延長139.0kmで、そのほとんどが泥炭性軟弱地盤地帯であり、工事施工及び河川管理には、特有の難しさがある。



図-1 池田河川事務所管内図

この様な中で、当事務所が管理する河川管理構造物は、樋門のほか、水門、排水機場、救急排水施設など、数多くの構造物が存在し、このうち、改築後30年を経過している構造物は、約70%にのぼる。

これらの施設が、洪水時等に所要の機能が確保できるよう、日頃から適切な点検のほか、異常が確認された際には、直ちに補修・補強など、必要な措置を実施している。

## 2. 現状と課題

当事務所管内は軟弱地盤であるほか、北海道特有の寒冷地であること、また河川構造物のほとんどは、川に面して設置されるため、常に湿潤状態となる環境も多く、悪条件が揃っており、写真-1のようにコンクリートが劣化しやすい状況にある。毎年の構造物点検では、樋門の函体内や翼壁などにクラック、漏水・遊離石灰の発生、



写真-1 コンクリートの劣化状況

ジャンカ、断面欠損等の変状が確認されおり、要監視段階の樋門が数多い状況にある。

こうした経年劣化によるコンクリートの補修を施すものの、再度コンクリートが欠落するなど、複数回にわたって補修・補強する事例もあることから、変状の再発防止や持続可能なインフラメンテナンスが課題となっている。

### 3. 河川管理施設の維持管理の方向性

近年、自然災害が激甚化・頻発化し、それに伴う被害も毎年発生している。その際、堤防や樋門など河川のインフラ設備と、その後の適切な維持管理によって洪水被害の防止が図られている一方、これらのインフラは1950年代からの高度経済成長期に多数整備されており、これら施設の老朽化が進行しており、常に健全な状態を保つために適切かつ計画的なメンテナンスが不可欠である。

図-2では社会資本全体として、既存ストックの老朽化が懸念される中で、近年、土木構造物の老朽化対策が社会的に強い関心事となっており、効果的・効率的な維持管理の取り組みを進展させる事が重要視されている。そのため、国土交通省では、インフラの長寿命化、適切なメンテナンスの実施に向けたさまざまな取り組みを実施しており『第5次社会資本整備重点計画』（令和3年5月28日閣議決定）では、三つの中長期的目的と六つの重点施策を掲げ、計画的かつ重点的な社会資本整備に努めることとしている。

また図-3では、本計画の【重点目標2】において『目指すべき姿』と『重点施策』によるインフラメンテナンスの具体的な取り組みが打ち出された。

こうした背景の下、当事務所では、国土交通省の第5次社会資本整備重点計画に基づき、樋門補修において

## 【重点目標2】持続可能なインフラメンテナンス

### 《目指すべき姿》

予防保全に基づくインフラメンテナンスへの本格転換による維持管理・更新に係るトータルコストの縮減や、新技術の導入促進によるインフラメンテナンスの高度化・効率化等を進め、インフラが持つ機能が将来に渡って適切にはつきできる、持続可能なインフラメンテナンスを実現する。

### 3つの重点施策

#### 1. 計画的なインフラメンテナンスの推進

■ 予防保全への転換やメンテナンス体制の確保

#### 2. 新技術の活用等によるインフラメンテナンスの高度化・効率化

■ 新技術やデータ活用の促進

#### 3. 集約・再編等によるインフラストックの適正化

■ 施設の集約化・複合化等の取り組み促進

図-3 第5次社会資本整備重点計画【重点目標2】

「持続可能なインフラメンテナンスの実現に向けた新技術の導入」に取り組む方針とした。

令和6年度に当事務所が実施した十勝川下流の樋門補修において、コンクリートの長寿命化対策について受注者と協議を行い、補修後の変状の再発を防止することで、メンテナンスの省力化と、セメント製造時や施設の解体・補修時に発生する二酸化炭素の排出量を削減し、脱炭素社会実現への貢献も期待できる『自己治癒型補修モルタル』に着目し試験施工を行った。

### 4. 試験施工の概要

#### (1) 自己治癒型補修材の概要

自己治癒型補修材（商品名：バジリスク、英名：Basilisk HA（NETIS：HK-220003-〔2022年登録〕以下：バジリスク）とは、バクテリアとバクテリアの餌の元となるポリ乳酸を混ぜたものである。

このバジリスクは、生コンクリートに添加することにより、コンクリート全体にバクテリア及びポリ乳酸が分散される。バジリスクが分散された打設後のコンクリートは、コンクリート中のアルカリ成分により、ポリ乳酸が徐々に分解され、バクテリアの餌となる乳酸カルシウムへと変化する。この時点では、バクテリアは休眠状態となっていることから、活性化による不要な生成物が排出されることはない。

コンクリートにひび割れが発生した際に、ひび割れの隙間から雨水等の水分や酸素が入ることにより、ひび割れ表面のpHが8～10程度に低下すると、バクテリアが活動を始め、活性化したバクテリアは分裂を繰り返し、餌の乳酸カルシウムを摂取することにより炭酸カルシウムが生成され、コンクリートに発生したひび割れを埋めるといったシステムである。

また、バクテリアは炭酸カルシウムの他に、少量の

### 第5次社会資本整備重点計画

#### 「真の豊かさ」を実感できる社会

#### ※3の中長期的目的

安心安全の確保

持続可能な  
地域社会の形成

経済成長の実現

#### ※5年後を目途に6つの短期的目標を設定

【重点目標1】 防災・減災が主流となる社会の実現

【重点目標2】 持続可能なインフラメンテナンス

【重点目標3】 持続可能で暮らしやすい地域社会の実現

【重点目標4】 経済の好循環を支える基盤設備

【重点目標5】 インフラ分野のデジタルトランスフォーメーション

【重点目標6】 インフラ分野の脱炭素化・インフラ空間の多面的な利活用による生活の質の向上

図-2 第5次社会資本整備重点計画

水と二酸化炭素を排出することから、コンクリート内に残されている未水和セメントが反応し、炭酸カルシウムへと変化していく効果もある。

なお、バクテリアの活性化は、水分と酸素が大きく関係しており、水分が少ない場所や完全に水没している場所では反応が鈍くなる。また、冬期間においては水分が凍結することにより、水と酸素の供給が絶たれてしまい、バクテリアは活動を休止してしまう。

## (2) 施工方法

前述のバジリスクが活性化する条件に樋門などの河川構造物が当てはまると考え、今回は樋門補修で試験施工を行った。

今回の試験施工では、補修モルタルとしてバジリスクを予め混入させた「バジリスク混入断面修復材」袋詰 (Net:25kg) を現場で使用し、通常のもルタルと同様の左官作業で施工した。

本工事で使用するモルタルの品質規格は、工事発注時に定めたポリマーセメントモルタルの圧縮強度40N/mm<sup>2</sup>以上とし、併せて橋梁等道路構造物の断面補修に関する仕様書に基づき、表-1で示す断面補修材の品質管理基準を定め、また、圧縮強度の品質に問題がないことを確認(表-2)した上で、バジリスク混入断面修復材による試験施工を実施した。

## (3) 試験施工

試験施工は、著しくひび割れが発生している利別川右岸 KP14.6 に位置する「北6線樋門」において、「コンクリートはつり」及び「左官工法」による補修を6月に実施した。(図-4、写真-2)

補修箇所は、門柱1箇所・翼壁2箇所に定め、試験施工前日までに『はつり(補修箇所コンクリートの除



図-4 試験施工箇所(北6線樋門)



写真-2 北6線樋門施工箇所

表-1 断面修復材の品質管理基準

項目	基準値
圧縮強度	40.0 N/mm <sup>2</sup> 以上
付着強さ	1.5 N/mm <sup>2</sup> 以上

表-2 試験成績表(抜粋)

項目	試験結果
圧縮強度(RC2-I 24N/mm <sup>2</sup> )	54.6 N/mm <sup>2</sup>
コンクリートとの付着性	1.6 N/mm <sup>2</sup>

表-3 強度試験結果

材齢	試験結果 (3本平均)	材料規格 の強度	RC2-I強度 (参考)
7日	48.9 N/mm <sup>2</sup>	—	—
28日	61.8 N/mm <sup>2</sup>	40.0 N/mm <sup>2</sup>	24.0 N/mm <sup>2</sup>

去)』『プライマー(吸収防止剤)の塗布』を行い、施工当日には、バジリスクを開発したメーカーの担当者が立ち会いのもと施工を行った。

試験施工時の気象状況は、天気：晴、気温：27℃、湿度：30%、風速：3 m/sであった。

試験施工当日は、①補修材の配合(バジリスク混入断面補修材12.5kg+水2.1kg)②モルタル練混ぜ③左官作業を実施した。このとき、今後のモニタリング調査を考慮し、④強度試験用供試体(直径5cm・高10cm)も作成した。

## 5. 施工後のモニタリング・調査等

### (1) 強度試験

試験施工から、7日及び28日後にモルタルの圧縮強度試験を行い、材料規格に記されている強度以上であることを確認した。(表-3)

### (2) 今後のモニタリング計画

バジリスクの効果を把握するため、受発注者は共同で毎年11月と4月の年2回、現地試験施工の目視調査を行うこととした。

目視調査により試験施工箇所の自己治癒の状況を把握するには、試験施工箇所のモルタルにひび割れの発生が必要であるが、試験箇所にひび割れがいつ再発するかは予見できないことから、現地モニタリング以外で効果を確認する方策として、強度試験用供試体にひび割れを

生ささせて継続的に観察することとした。

施工28日後の強度試験を終えた2本の供試体をハンマーで叩き、側面にひび割れを発生させ、室内で供試体を水中に没し、その後定期的に電子顕微鏡により供試体を確認した。

7月から9月まで供試体を電子顕微鏡で確認したが、変化は確認できなかった。そのため、メーカーの助言を受け、ひび割れ箇所ができるだけ酸素に接触するように供試体を水没させず、水中に供試体を一部浸す形とし、ひび割れ観察を継続した。(写真-4)

11月8日、当事務所で受発注者とメーカーが供試体を電子顕微鏡で確認した結果、1体の供試体に修復反応が見られた。修復反応(白色箇所)が見られた供試体においては、ひび割れ幅は約0.6mm程度で、炭酸カルシウムが生成され塞がれている様子が確認できた。それに対して修復反応が見られなかった供試体は、ひび割れの幅が約



※青矢線上部が発生させたひび割れ

写真-4 効果促進観察

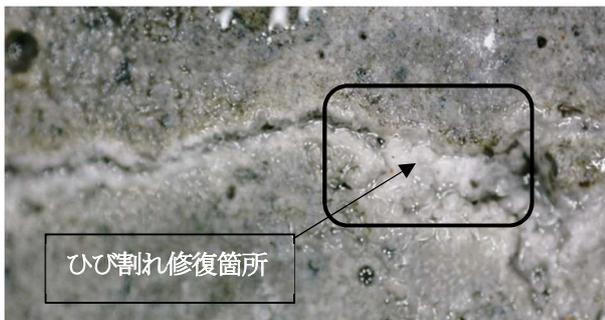


写真-5 修復反応がある供試体



写真-6 修復反応がない供試体

1.0mmと大きかったため、修復するまで時間かかっていると推測する。(写真-5、写真-6)

## 6. 考察

今回の試験施工では、室内供試体によるバジリスクの効果を確認でき、今後の河川構造物の維持管理における新たな手法として期待できる結果を得られた。現段階における河川のコンクリート構造物へのバジリスクの適用等について考察する。

### (1) 施工箇所の選定

バジリスクによる自己治癒システムは、水分と酸素が必須条件であることから、ひび割れ箇所の水分と酸素の量がバクテリアの活動に影響を与え、自己治癒に要する時間を左右する。

このため、施工箇所が常に水没するか、降雨や流水により水と接するか等の状況から施工の適否を判断する必要があると考えられる。

### (2) 現地調査の継続

本試験施工箇所では施工後にひび割れが発生していないため、今後も継続して現地調査を実施し、自己治癒効果の発現を的確に把握していく必要がある。

また、バジリスクを使用して構造物補修を実施する際は、各現場で継続的調査を実施して自己治癒効果等を把握し試験結果を蓄積すると共に、工事実施機関・メーカーなどと、協力して情報共有することが重要である。

## 7. おわりに

河川の維持管理分野における高度化・効率化は急務となっているが、経年劣化による変状の再発防止やライフサイクルコスト削減は見いだせていない。その様な状況下で本試験施工において受注者とメーカーと当事務所が一体となって実施したことで一定の成果を得たと考えており、本報告が今後の河川事業推進の一助となれば幸いです。

謝辞：本試験施工にあたり、バジリスクに関する助言等を頂いた會澤高圧コンクリート(株)のご協力を深謝の意を表します。