

樋門等のひび割れ補修工法検討の取組

島田正義・難波郁夫・武田貴子

1. はじめに

東北地方整備局が管理する河川に設置されている樋門等は約1,300施設あり、完成後50年以上経過は、現在約4割、10年後には約5割となり老朽化が進行する。このような背景のもと、機能不全が生じた際に補修等を行う「事後対策型」から最適なタイミングで点検・補修を行う「予防保全型」の維持管理へ転換し、施設の長寿命化を目指して検討および試験補修を行っている。図-1に示すように平成24～28年度に実施した樋門等点検では、ひび割れに起因する劣化が約8割を占めている状況であり、ひび割れ補修を効果的に実施することが、長寿命化を進める上で重要である。

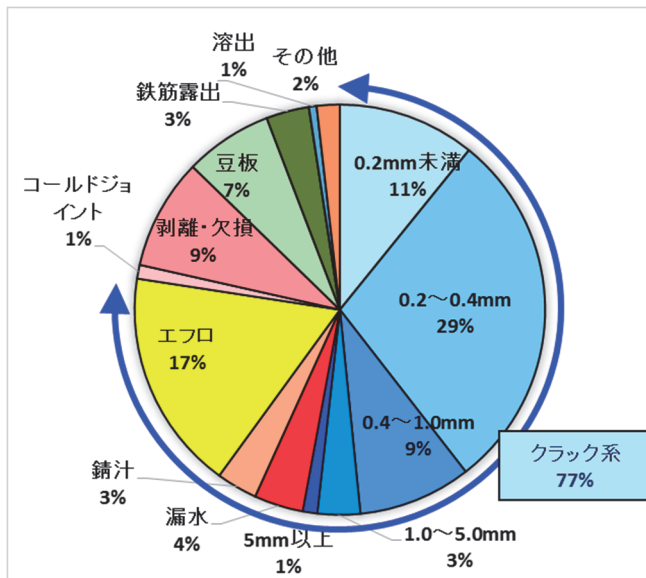


図-1 H24～28年度点検による樋門等の劣化状況

コンクリート構造物の補修に対しては、技術資料として「コンクリート構造物の補修対策マニュアル(案) (平成28年8月土木研究所)」¹⁾があり、これに示された材料・工法の考え方や留意点を基に、樋門等に見られる損傷・劣化の特徴を考慮したひび割れ補修方法の検討を進めている。検討は、実際の樋管における試験補修の結果を踏まえ、現

場で円滑に判断・活用可能なひび割れ補修の工法選定と、これによる設計項目・施工手順およびプロセス管理による施工管理方法まで含めた「樋門等鉄筋コンクリート構造物補修の手引き(案)ひび割れ補修編」の作成を目標としている。本レポートでは、これまでの検討結果を報告する。

2. ひび割れ補修工法の検討

2.1 概要

平成25年以降樋門等の補修が進められてきているが、補修後の点検において、漏水等の再劣化が多く確認されている。既存補修箇所のコア採取による状況を確認した結果、ひび割れ内部に注入材が十分に充填されておらず、また、写真-1に示すようにひび割れ面にさび汁などの堆積物が多く付着している場合は、既設コンクリートと注入材との密着性・接着性が低下することが懸念された。



写真-1 錆汁が発生しているひび割れ面

ひび割れ補修の目的は、コンクリート内部への水と空気の侵入を遮断して鉄筋の腐食を防ぐことにあり、図-2に示すように漏水等が生じている貫通ひび割れにおいては、函体内側のコンクリート表面から水と空気を遮断するだけではなく、鉄筋位置まで注入材が到達していることが鉄筋の腐食防止の観点から必要となってくる。

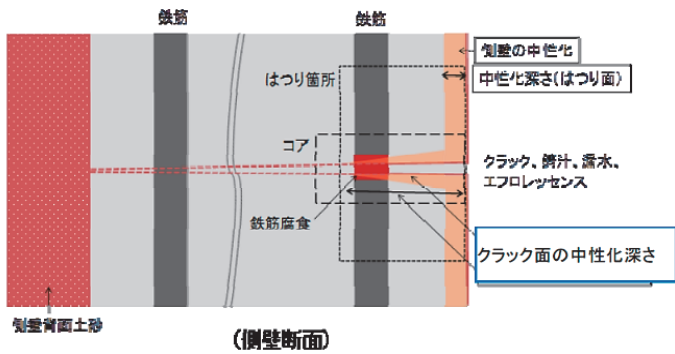


図-2 ひび割れ面からの鉄筋腐食のイメージ

平成26年度に実施した電動ポンプを使用した試験補修では、鉄筋位置より深くまで注入が可能であり、先行注入洗浄（水通し）によって堆積物等の除去が行えることから、電動または手動ポンプによる高圧注入工法（図-3）で検討を行った。また、併せて従来からよく用いられている低圧注入工法の試験も実施した。参考に低圧注入工法の例を図-4に示す。

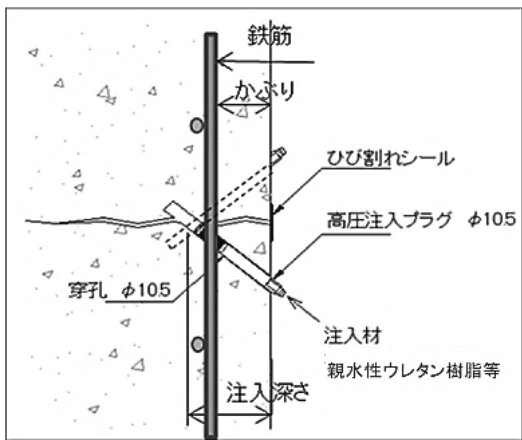


図-3 高圧注入工法の例

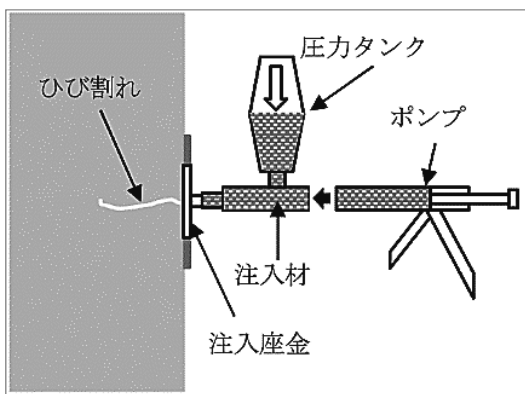


図-4 低圧注入工法の例

2.2 試験補修の実施

平成28年度に補修工法の適用性確認のため、表-1、写真-2および図-5に示すように、補修箇所 conditions により注入材料や器具等を区別し、任意に補修工法名の設定を行い、鳴瀬川水系吉田川の鷹の巣第3排水樋管において試験補修を行った。

表-1 使用材料・器具の区分による補修工法名の設定

補修対象	補修工法	使用材料	使用器具	適用条件	施工実績	
					注入量	注入圧
漏水箇所の止水	高圧注入工法A	疎水性ウレタン	電動ポンプ	硬化物は収縮することなく安定した樹脂になるため、漏水量の少ない箇所に適する。	3000ml (推定値の20倍)	上限10MPa として管理
漏水箇所の止水	高圧注入工法B	親水性ウレタン	ハンドポンプ	硬化物はゴム弾性ゲル状になるため漏水量が多い場所に適する。	160ml (同程度)	0.4MPa
ひび割れ箇所への注入	高圧注入工法C	無機系材料	ハンドポンプ	漏水のないひび割れ箇所は無機系注入剤を基本とする。	1100ml (推定値の2倍)	0.4MPa
ひび割れ箇所への注入	低圧注入工法	エポキシ樹脂材料	表面接着型注入プラグ	ひび割れに顕著な挙動や進行が見られる場合は、エポキシ樹脂系材料を選定する。	650ml (同程度)	最大0.2MPa (容器内圧)



高圧注入工法A（疎水性ウレタン）

高圧注入工法B（親水性ウレタン）

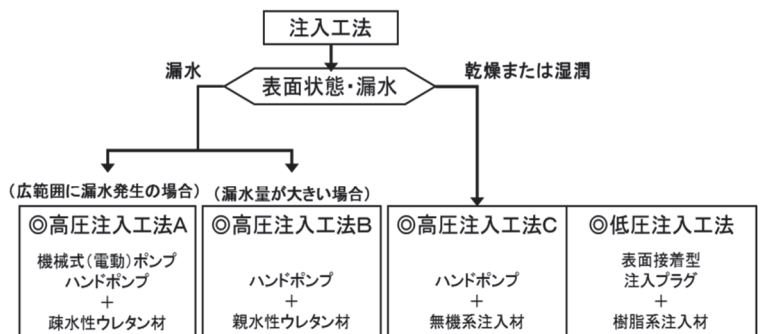


高圧注入工法C（無機系材料）



低圧注入工法（エポキシ樹脂材）

写真-2 補修工法名の設定



低圧注入工法適用条件
 ・ひび割れ幅0.5mm以下
 ・漏水の痕跡なし
 ・進行性なし

図-5 注入工法選定フロー

2.3 試験補修の結果

表-2に試験補修1ヶ月後のモニタリング結果を示す。コア採取により、概ねどの工法においても内部に注入材の充填がなされたことを確認したが、一部で再漏水が確認された。その要因は、対象としたひび割れに注入材が充填されない、もしくは対象としたひび割れには注入材が充填されたが、他のひび割れ部から漏水が発生したことが原因と推定された。

表-2 試験補修1ヶ月後のモニタリング結果

補修工法	試験結果
高圧注入工法A	2箇所中1箇所再漏水を確認。再漏水が発生した箇所では、内部に複数のクラックが発生していた。補修施工後に確認をおこなったところ、止水が確認されたため、 対象としたひび割れには注入材が充填されたが、他のひび割れ部から漏水が発生したと考えられる。
高圧注入工法B	設置したプラグの6箇所中3箇所が閉塞しており、注入材を入れることはできなかった。このため、 ひび割れ内の事前洗浄では、取りきれない堆積物があり注入材が入らなかった下部から再漏水した と考えられる(1ヶ月後のモニタリングで確認)
高圧注入工法C	透気試験により注入材の充填を確認した結果、非貫通と判断できたため、今回注入した箇所は十分注入されていると考えられる。 充填状況の確認方法として透気試験の活用 が考えられる。
低圧注入工法	再劣化等は確認されなかった。 中壁の貫通ひび割れで施工を行ったが、補修後の採取コアで十分な充填状況が確認された。

ひび割れ注入工法における補修後の再劣化が生じている要因として、「注入工法の不適合」、「注入材料の不適合」の他、注入材の注入不足による「施工不良」があげられる。注入工法は、各工程が多種であるとともに、1工程の作業時間が短く、かつ連続性が求められるが、前工程の結果によって、その後の工程の見直し等が余儀なくされる場合があることも再劣化の一要因となっている。

一方、注入工法に関する施工および品質管理等の規定は、「土木工事共通仕様書」には示されておらず、施工においては、ひび割れ幅やリーク状況等を勘案しながら経験的に実施されているのが現状である。

また、注入工法の出来形(充填率)確認は、コア採取による以外は困難な状況である。そこで、使用機材や施工手順等のプロセスを管理することで、発注者が期待する品質や機能を確保するための、「施工プロセス管理チェックシート」の検討を行った。

3. 施工プロセス管理の検討

3.1 施工管理基準の検討

適切な施工を確認するための項目として、以下に関する事項について基準案を設定し、それに基づき施工プロセス管理チェックシートの検討を行った。図-6に高圧注入工法の施工フローとプロセス管理チェック項目の案を示す。

- (1)温度管理(外気温~注入材)に関する事項
- (2)注入材の可使・硬化時間に関する事項
- (3)注入量の記録と管理に関する事項
- (4)注入圧に関する事項
- (5)注入状況の確認に関する事項
- (6)注入完了に関する事項

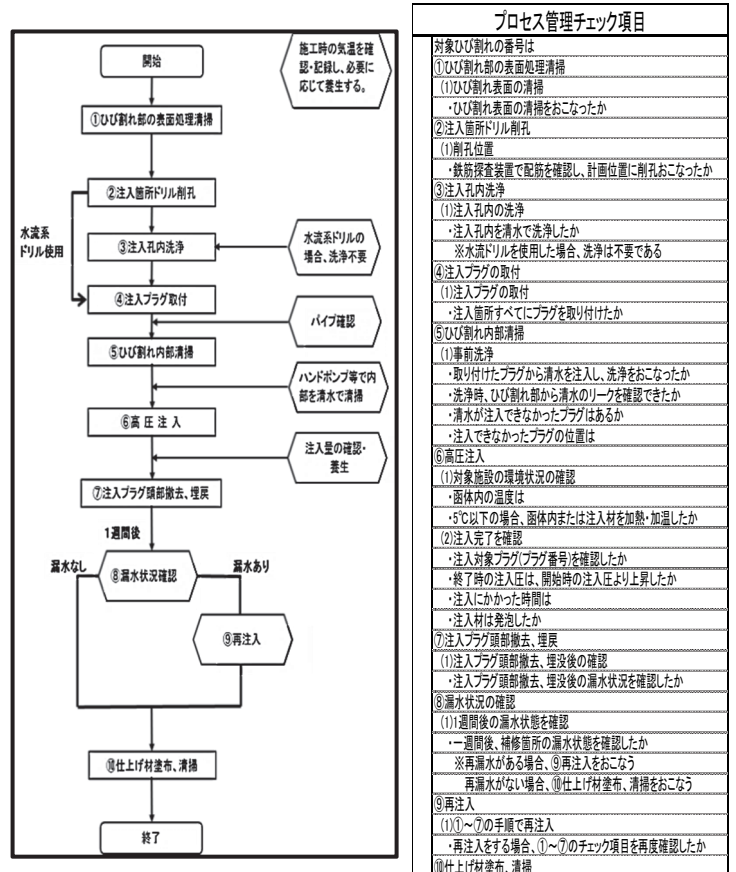


図-6 高圧注入工法の施工フロー(左)とプロセス管理チェック項目の案(右)

3.2 施工プロセス管理による試験補修

これらの検討を踏まえ、プロセス管理の妥当性を確認するため、平成29年12月に阿武隈川の館矢間排水樋管において、「施工プロセス管理チェックシート」による高圧注入工法Cの試験補修を行った。高圧注入工法Cの試験補修結果を図

-7に示す。高圧注入工法では、下部のプラグから順番に注入を開始し、上部プラグから注入材がリークすることによって、注入完了と見なすが通常であるが、試験補修箇所においては、5つのプラグのうち3つのプラグで注入材のリークが確認できなかった。

今回の試験補修結果を踏まえ、以下の課題が挙げられた。

- (1) 注入圧力、注入量が基準を満たしているがリークが発生しない場合の対応
- (2) 注入量が設計注入量を大幅に超過することが想定される場合の対応
- (3) 再注入の判断基準の明確化が必要

4. まとめ

これまで、樋門等のひび割れ補修の工法選定と、施工手順およびプロセス管理による「樋門等鉄筋コンクリート構造物補修の手引き（案）ひび割れ補修編（試行版）」の作成を目指し、試験補修により妥当性の確認および課題の把握を行ってきた。今後も、把握された課題について、試験補修や各種調査による検証を進め、「ひび割れ補修編」（試行版）に反映していく所存である。

参考文献

- 1) 土木研究所：平成28年8月（2016年）コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル（案）、土研資料第4343号

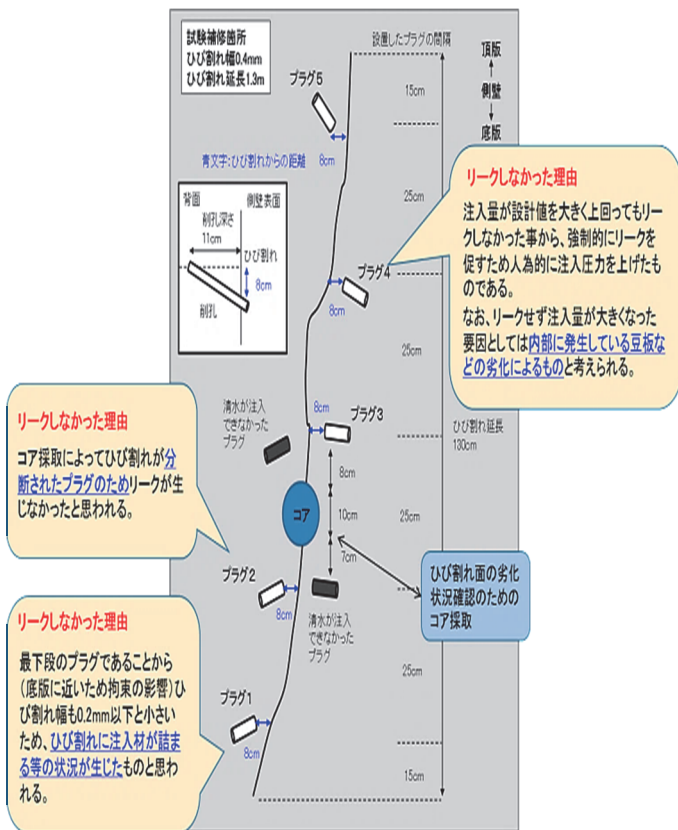


図-7 高圧注入工法Cの試験補修結果

島田正義



研究当時 国土交通省東北地方整備局東北技術事務所品質調査課長、現 国土交通省東北地方整備局東北技術事務所維持管理技術課長
Masayoshi SIMADA

難波郁夫



研究当時 国土交通省東北地方整備局東北技術事務所品質調査課専門官、現 国土交通省東北地方整備局北上川下流河川事務所建設監督官
Ikuo NANBA

武田貴子



研究当時 国土交通省東北地方整備局東北技術事務所品質調査課品質管理係長、現 国土交通省東北地方整備局東北技術事務所維持管理技術課維持管理技術第二係長
Takako TAKEDA