

橋梁の伸縮装置からの漏水対策とその効果

岡 智彦¹

¹滋賀県 土木交通部 道路課 (〒520-8577滋賀県大津市京町四丁目1番1号)。

橋梁の損傷因子の1つとして、水がある。水による主な損傷部位として支承や桁端部があり、橋面からの漏水により、桁端部の鋼部材（鉄筋または鋼製桁など）が腐食し、構造上致命的な損傷を及ぼすケースなど多数の事例がある。

主要地方道彦根近江八幡線（湖岸道路）に架かる神明橋は、伸縮装置からの漏水により、橋座部が湿潤状態となることを確認している。このため、桁端部において損傷が生じる前に、漏水対策として、簡易的な排水装置の試験設置を行ったところ、橋座部の湿潤解消の効果が確認されている。

キーワード 橋梁，伸縮装置，漏水対策，簡易排水装置

1. はじめに

橋梁の伸縮装置からの雨水などによる漏水が見られる橋は湖東土木事務所管内（彦根市、愛荘町、甲良町、豊郷町、多賀町）においても多数見られる。この状態が続くことにより、桁端部の狭隘な空間は湿潤な環境となり、そこにある支承や桁端部の鋼部材を腐食させており（写真-1），機能的または構造的な悪影響を及ぼしていることがある。

このような状況が確認される中で、橋梁長寿命化修繕計画（以下、「修繕計画」という）に基づく修繕工事を計画的に進めているところである。しかし、計画に沿って各年度に抜本的修繕を行える橋梁数は限られており、桁端部の湿潤な状態を確認しているものの、その状態を解消するための工事の実施が追いついていない場合がある。

このため、桁端部の湿潤解消の手段として、低予算かつ簡易的な工法があれば、修繕計画に基づく補修工事と併せて、橋梁の健全度の維持に繋がるのではないかの考えを抱いていた。この状況で国立研究開発法人土木研究所（以下、「土木研究所」という）より、桁の遊間部に設ける簡易排水装置の設置について、実橋での試験施工の提案を受け、当事務所内での検討の結果、試験施工を承認した。現在、主要地方道彦根近江八幡線にある「神明橋」（図-1、表-1）のA2橋台遊間部に簡易排水装置が設置されている。

本稿では、簡易排水装置の概要、試験施工承認までの経緯、設置後の効果について示す。

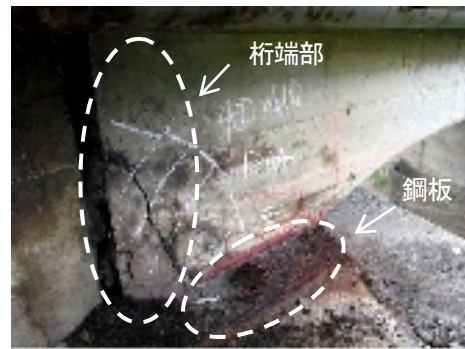


写真-1 コンクリート桁端部付近の損傷状況



図-1 神明橋位置図

表-1 神明橋橋梁諸元

架設年	平成7年3月
橋長	30.0m
幅員(全幅)	14.8m
上部工形式	ポストテンション方式PC単純T桁
設計荷重	TL-20
適用示方書	道路橋示方書(平成2年2月)

2. 簡易排水装置の概要

神明橋における設置後の状況を写真-2, 3に示す。



写真-2 簡易排水装置の設置状況



写真-3 排水柵

(1) 仕様

a) 素材および特徴

伸縮装置からの漏水を受ける排水樋（写真-4）は耐寒性、耐薬品性に優れるポリエチレン製であり、橋梁が伸縮しても常に遊間内部のコンクリート壁に排水樋の両側端部が密接するようなV型構造となっている。遊間長に応じて2タイプから選択できる。

設置断面イメージを図-2に示す。桁端部および胸壁と接する部分には不織布が貼付しており、密着性を高めている。さらに施工時においては、桁端部および胸壁と接する部分の微小な隙間を埋めるよう止水材を塗布し、漏水の集排水性をさらに高める構造としてある。

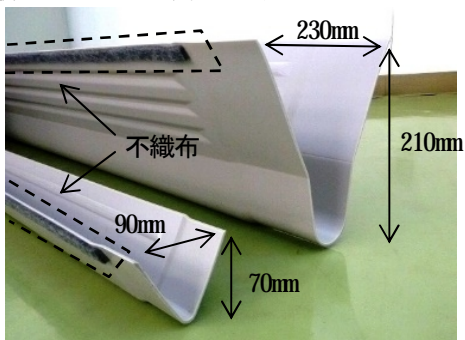


写真-4 排水樋 (2タイプ)



図-2 排水樋の設置断面イメージ

b) 適用範囲

簡易排水装置は桁端部遊間にある発泡スチロール材に穴を空けて排水樋を設けるものである。設置対象となる遊間長は50mm~120mmである。排水樋の両端部（上流側、下流側）には排水柵が設けられている。

このような装置を設置するため、水道管などの添架物の配置状況により設置が不可能な場合があり、さらに排水柵の設置スペースとして胸壁が2m以上張り出していることが望ましいとされている。また、発泡スチロールに穴を開ける作業と排水柵設置の作業スペースとして、ある程度の平地（橋軸方向1.0m 橋軸直角方向1.5m）が必要とされている。参考として簡易排水装置の設置が困難な状況を写真-5に示す。



写真-5 簡易排水装置の施工が困難な状況

(2) 施工方法

簡易排水装置は遊間内を通す排水樋と両端部に設置する排水柵から成っている。

施工工程を図-3に示す。遊間内の発泡スチロールの穴空け、排水樋の挿入、桁端部と胸壁に接する部分の止水処置（止水材塗布）、排水柵の設置となる。

施工時の特徴としては、発泡スチロールに穴を開ける際、徐々に孔径を拡げていく手法（先導孔削孔、1次拡径、2次拡径）となっている。

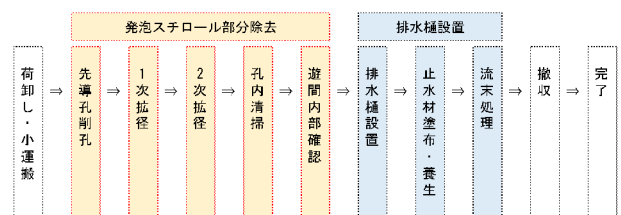


図-3 施工工程

2. 試験施工承認までの経緯

土木研究所からの試験施工の提案を受けてから施工承認までのポイントを図-4に示す。今回の簡易排水装置の設置は土木事務所内での検討の結果、道路法第24条の規定に基づき承認を行い実施されたものである。

ここで、施工承認までのポイントのうち、2つの共通点については、1つが「漏水による桁端部の損傷劣化への対応が必要であるという認識」であり、もう1つが「対策の対象が実橋である」ということであった。特に、土木研究所での研究開発は以前から進んでいるものであり、実橋での先行事例も既にあり、段階としては実橋にて実用性の検証が行われていた。

これらの2つの共通点は、漏水対策として簡易排水装置の設置承認を進める上で後述する論点整理の中で重要なものとなった。

施工承認に際して、道路法第24条または同法第32条の選択肢があった。土木事務所内での主な議論内容を表-2に示す。道路施設の一部としての効果は前述したとおり、

実橋での先行事例で漏水の排水効果が確認されており、有用と判断した。

また、狭隘な桁端部遊間内に排水設備を設置することと重要道路施設である橋梁への先駆的設備であるということから、設置後に維持管理を適切に行うことが可能かという議論については、研究施設の効果検証のためのモニタリングと併せて施設の健全性把握は可能であり、仮に不具合があったとしても維持管理についての技術的助言を受けられるという整理を行った。

その他の論点としては、先行事例はあるものの研究施設でもある簡易排水装置を承認することの意義であった。これについては、漏水による桁端部の損傷・劣化の対策が必要であるという共通認識のもとで、簡易排水装置の有用性が判断できるため、施工承認には意義があるとした。さらに、公的研究に協力すること自体にも価値があるという整理に至った。

これらの論点整理に基づき、簡易排水装置の施工後に道路施設の一部として最終的に県が引渡しを受けることとし、道路法第24条の規定に基づく施工承認を行った。

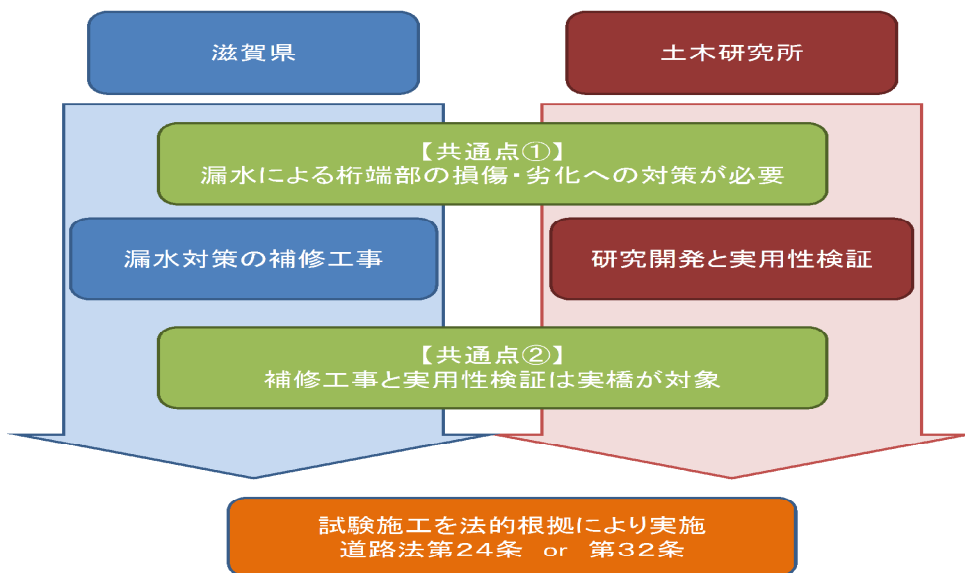


図-4 施工承認を行う上でのポイント

表-2 施工承認を行った際の主な論点整理

論点	整理
道路施設として効果的か	<ul style="list-style-type: none"> 実績があり、効果が確認されている。 有用な施設と判断できる。
道路管理者として維持管理可能か	<ul style="list-style-type: none"> 効果検証のためモニタリングが設置後続く。 研究施設でもあるため維持管理についても助言を受けられる。
道路管理者として施工承認する意義はあるのか	<ul style="list-style-type: none"> 漏水による桁端部の損傷・劣化の対策が必要という認識は共通である。 公的研究に協力すること自体に価値がある。

4. 対策後の効果確認および検証

(1) 検証方法

簡易排水装置の設置完了後の効果検証のため、橋座部と集排水の状況が分かるように桁間および下流側の排水柵にインターバルカメラを設置した(写真-6)。3箇所のインターバルカメラは3時間ごとに自動撮影する設定になっている。ただし、フラッシュ機能が無いため、夜間の撮影画像は状態が確認できない。

このインターバルカメラによる3時間ごとの画像と彦根気象台観測の降雨データにより効果検証を実施した。

(2) 簡易排水装置設置後の橋座状況

橋座部の状況を写真-7に示す。神明橋での簡易排水装置設置工事は2016年2月29日(月)～3月3日(木)の工期で実施された。

施工前の調査(2015年11月19日)では、橋座部全面に滞水が確認されていたが、施工後の調査では2016年6月17日の状況のように、局部的に湿潤な状態は見られるものの滞水は見られなくなった。

(3) 橋座状況と降雨の関係

橋座状況と降雨の関係を表-3に示す。これは、橋座お

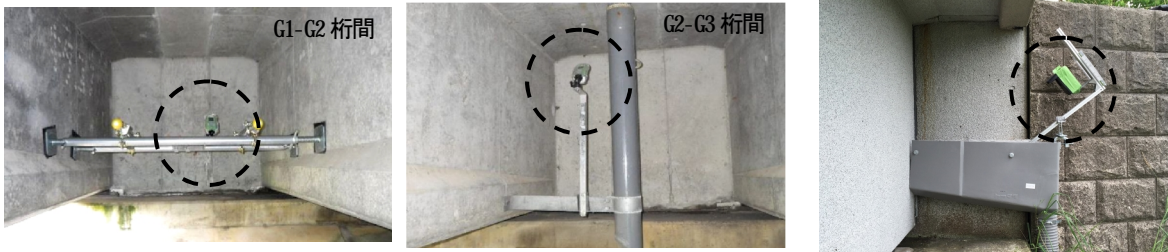


写真-6 効果観察用のインターバルカメラ設置状況 (破線丸部がカメラ)

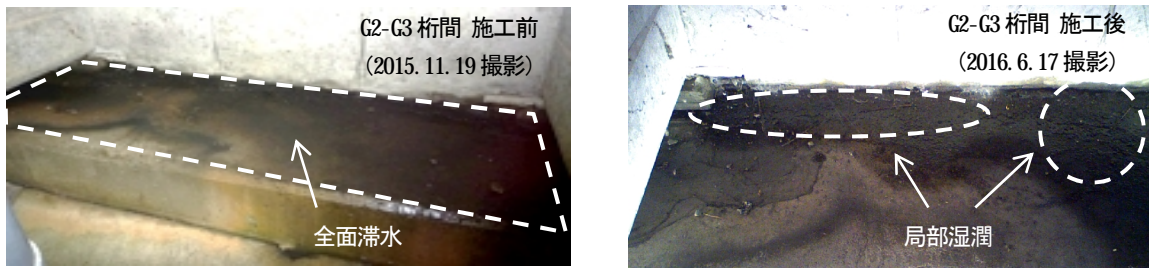


写真-7 橋座部の状況 (G2-G3 桁間)

表-3 橋座状況と降雨の関係 (上: G1-G2 桁間 下: 下流部排水柵)

●G1-G2桁間		時間																								計	
観測日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
7月8日																				1.0		0.5			1.0	2.5	
7月9日	1.0	2.0	4.0	5.5	9.5	5.0	3.0	1.0	0.5	0.5	0.5	1.5														34.0	
7月10日																											0.0
7月11日																											0.0
7月12日																											0.0
7月13日									6.0	2.5				0.5				0.5				1.0	9.0			19.5	
7月14日	0.5	2.0	0.5																			0.5	0.5			4.0	
7月15日																								0.5		0.5	
7月16日																										0.0	
7月17日										3.0																3.0	
7月18日																										0.0	
7月19日																										0.0	
7月20日																										0.0	
7月21日																										0.0	
7月22日																										0.0	
7月23日																										0.0	
7月24日																										0.0	
7月25日																										0.0	
7月26日							1.0	5.0	8.5	7.0	6.5	9.5	5.5	3.5	1.0	0.5	4.0				1.0	1.0	0.5		54.0		
7月27日																										0.0	
7月28日																										0.0	
7月29日																										0.0	
7月30日																										0.0	
7月31日																										0.0	

●下流部排水柵内		時間																								計	
観測日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
7月8日																					1.0		0.5			1.0	2.5
7月9日	1.0	2.0	4.0	5.5	9.5	5.0	3.0	1.0	0.5	0.5	0.5	1.5														34.0	
7月10日																											0.0
7月11日																											0.0
7月12日																											0.0
7月13日									6.0	2.5				0.5				0.5				1.0	9.0			19.5	
7月14日	0.5	2.0	0.5																			0.5	0.5			4.0	
7月15日																								0.5		0.5	
7月16日																										0.0	
7月17日										3.0																3.0	
7月18日																										0.0	
7月19日																										0.0	
7月20日																										0.0	
7月21日																										0.0	
7月22日																										0.0	
7月23日																										0.0	
7月24日																										0.0	
7月25日																										0.0	
7月26日							1.0	5.0	8.5	7.0	6.5	9.5	5.5	3.5	1.0	0.5	4.0				1.0	1.0	0.5		54.0		
7月27日																										0.0	
7月28日																										0.0	
7月29日																										0.0	
7月30日																										0.0	
7月31日																										0.0	

●凡例(セル内の着色)



よび排水柵内の湿潤状態（排水柵内は集水状態）をインターバルカメラの画像から判断し、時間ごとに色分けしている。色が濃くなるにつれて湿潤が著しい状態である。また、数値は彦根地方気象台の観測降雨量である。

2016年7月9日は34.0mm/日の降水量があり、午前1時から午後12時まで継続的な降雨があった。この降雨の後、橋座部分は桁間の全面で滞水は見られなかったが部分的に湿潤箇所があるという状況が2日程度続いた。

2016年7月26日は54.0mm/日の降水量があった。このうち、午前8時から午後6時までに52.0mmの降水量があったが、橋座部分の湿潤状態は確認できなかった。

下流部排水柵はいづれの降雨時にも集排水されていた。

(4) 性能検証

簡易排水装置設置後に部分的な湿潤状態が降雨時などに見られる一因と考えられたのが排水樋が遊間と接触する部分の密着性であった。

遊間内への排水樋設置後の止水材塗布の状況を写真-8に示す。排水樋の設置後に遊間との設置部には前述したとおり、止水材を塗布して止水性を高めている。設置3ヶ月後の遊間内部確認において、写真-9に示すように止水材の縁切れが確認された。このため、止水材が縁切れした場合の不織布の性能を確認する試験を依頼した。

不織布の性能試験状況を写真-10に示す。写真は止水材を塗布せず、遊間内に排水樋が設置された状態を作り、着色水（赤）を漏水として滴下してるところである。

この結果、写真-11に示すように不織布に着色水が浸潤したがこれ以上の進展は見られなかった。また、不織布への流水試験でも止水効果が確認できた。



写真-8 止水材を塗布する状況（遊間内部）

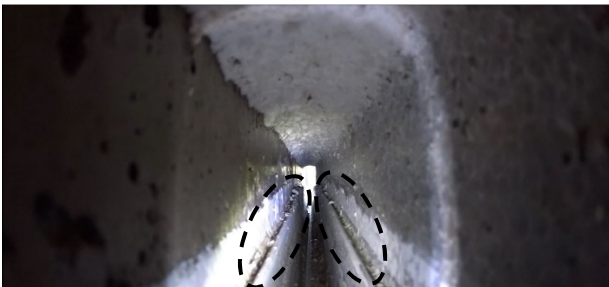


写真-9 止水材の縁切れ状況（破線）

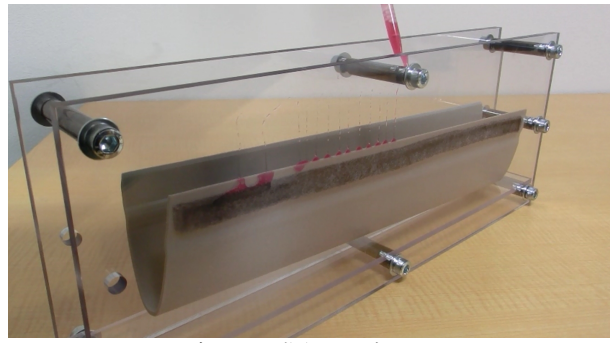


写真-10 不織布への滴下状況

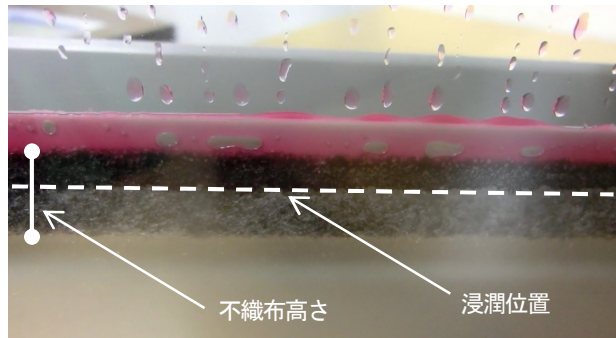


写真-11 不織布の浸潤状況

5. 評価と考察

インターバルカメラによる画像から、降雨時に排水柵内の集排水状態が確認されていることから、桁端部の遊間を伝ってくる雨水が簡易排水装置により集水されていることは確認できている。

また、橋座部では簡易排水装置の設置前に比べ、橋座部全面の滞水は確認されなくなったものの、部分的な湿潤状態が確認されていることから、排水樋の遊間との接触に課題があるのではないかと考えられた。

今回は接触部の充填・止水を期待している止水材の縁切れに注目し、接触部の不織布の性能試験を実施依頼した結果、不織布自体にも止水効果があることが分かった。

ただし、実橋の遊間壁面は平滑ではないことがあり、

（神明橋でも確認済み）、不織布の密着性が確保出来ない箇所も想定される。今後、さらに止水材の追従性向上と遊間壁面との密着性を高める工夫が必要であると考えられる。

これらの課題への取り組みにより、さらに効果的な排水装置になると思われる。

謝辞：神明橋にて設置した簡易排水装置は国立研究開発法人土木研究所および東拓工業株式会社の共同開発によるものであります。当原稿を作成するにあたり、観測資料の利用にご理解いただいた国立研究開発法人土木研究所 田中良樹主任研究員に感謝致します。また、装置の仕様・特性などに関する細かな疑問に適時対応いただいた東拓工業株式会社 藤田育男様にはお礼申し上げます。