

## 既設コンクリート道路橋桁端部の腐食環境改善への取組み

(独)土木研究所 正会員 ○田中 良樹  
 (独)土木研究所 博士(工学) 村越 潤  
 (独)土木研究所 本間 英貴  
 (独)土木研究所 工修 吉田 英二

### 1. はじめに

既設道路橋の桁端部は、凍結防止剤を含む路面からの水によって、厳しい腐食環境に置かれている。近年、コンクリート橋の桁端部における塩害も報告されている。(独)土木研究所構造物メンテナンス研究センター(CAESAR)ではその対策の一つとして、コンクリート橋の桁端部用排水装置の開発を行うため、「道路橋桁端部の腐食環境改善技術に関する共同研究」を、東拓工業(株)および(株)ビービーエムの2社と個別に実施している。本文では、本共同研究における現地調査やCAESARで行った現地調査の結果を踏まえながら、排水装置の開発において必要となるコンクリート橋の桁端部に関する知見を整理するとともに、コンクリート橋桁端部用排水装置の開発における留意点と共同研究の取組み状況を述べる。

### 2. 桁端部の腐食環境改善の必要性と課題

道路橋の桁端部は、狭隘なため湿気がこもりやすい上に、場合により塩分を含む水が伸縮装置から漏水することなどにより、鋼部材、コンクリート部材ともに腐食(塩害)が生じやすい部位である(図-1)<sup>1)</sup>。とくに、コンクリート構造物の著しい塩害は、補修・補強が容易でなく、維持管理における大きい負担となる<sup>2)</sup>。作業空間が狭い桁端部で塩害が生じると、その対応はさらに難しいため、補修だけでなく、橋の架換えに至ることも想定しておく必要がある。凍結防止剤による桁端部の塩害は、止水、排水の対策が十分でなければ、散布量と時間に大きく依存すると考えられ、ある時期を過ぎると路線単位で一斉に桁端部の塩害が発生することが懸念される。既にコンクリート橋の桁端部の塩害事例が報告されており<sup>3)</sup>、桁端部の塩害多発を防ぐための猶予がないと考えておく必要がある。「できるだけ多くの橋で、かつできるだけ早期に、コンクリート橋桁端部の腐食環境を改善する手法」の開発が喫緊の課題である。

最近の新設橋では非排水型の伸縮装置を用いることで、桁端部の維持管理への配慮がなされるが、既設橋では、管理者や路線によっては伸縮装置の非排水化が容易に進展しない場合がある。また、非排水型の伸縮装置に取り換えた後も、比較的早期に漏水が見られる事例が報告されている。

支間20~40m程度の一般的なコンクリート橋の遊間は、狭く、直接目視が容易でない空間であり、遊間内部の詳細(完成形での詳細構造の他、コンクリート面の凹凸(図-2はその一例)や劣化の程度を含む)はほとんど把握されていない。その中の必ずしも平坦でない壁面になんらかの材料を設置して、止水や排水を確実にを行うことは容易でない。

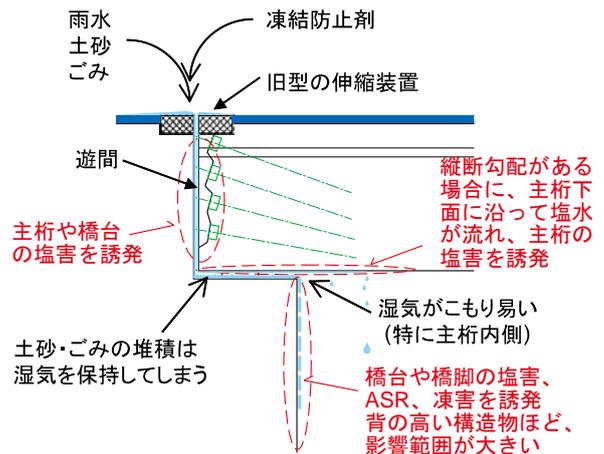


図-1 PC 橋桁端部の腐食環境 (概念図)

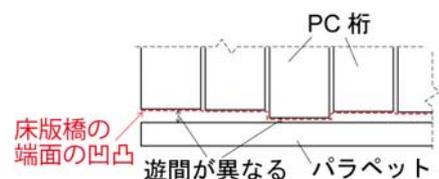


図-2 PC床版橋の遊間の凹凸のイメージ (平面図)

近年、他機関においてもコンクリート道路橋の腐食環境改善に関するさまざまな取組みが報告されている<sup>4),5)</sup>。これらの先行事例も踏まえつつ、桁端部の遊間の現状把握、課題の抽出、関係機関との意見交換を行いながら、腐食環境改善の具体策を提案、普及していくことが重要と考えている。

### 3. 既設コンクリート道路橋の遊間の漏水

これまで調査したコンクリート道路橋21橋のうち、半数は非排水型の伸縮装置が使用されていたが、調査対象のほとんどの橋で伸縮装置からの漏水が見られた<sup>6)</sup>。また、調査した橋のうち1990年以前の橋では、道路橋伸縮装置便覧<sup>7)</sup>に示される旧型のゴムジョイントの事例が多かった(9橋中6橋)。旧型のゴムジョイントはゴムで止水機能を有すると考えられていた<sup>7)</sup>。しかし、ゴムジョイントを用いていても、ほとんどの場合に漏水が見られ、写真-1, 2のように、路面からの水が橋台や橋脚の前面や側面に流れ落ちる様子が見られた。また、旧型の鋼製フィンガージョイントのように止水機能がない場合は、路面の土砂が水とともに流れ落ちて、写真-3のように遊間に堆積する事例が見られる。鋼製の伸縮装置の場合には、樋が付帯される場合があるが、土砂の堆積によって、樋の排水機能が失われ、路面の水が樋からオーバーフローする事例があった。

車道部は非排水型の伸縮装置でも、歩道部が非排水型でなかったり、歩道部と車道部の境界で伸縮装置が連続していなかったりして、漏水に至っている事例がある。写真-4に、供用年数12年の橋の路面の状態とその直下の漏水の状況を示す。歩車道境界でゴムによる止水処理がなされていても(写真-4左)、ゴムとコンクリートの剥離が生じたり、ゴムの割れが生じたりしている事例が見られる。止水ゴムの損傷は、経年劣化によるほか、積雪量の多い地域では、堆雪による負荷や除雪で雪をかきわける力による横方向の押込みによる損傷も想定され、早い段階でゴムの止水機能が失われる可能性がある。また、ゴムジョイントでも、止水ゴムの継目が連続していない場合は、その箇所も漏水の原因となりやすいと推察される。



写真-1 橋台前面の漏水



写真-2 橋脚側面の漏水(鋼橋の例)



写真-3 PC橋の遊間の土砂堆積



写真-4 歩車道境界の止水ゴムの損傷(左)とその直下の桁端部の漏水(右)

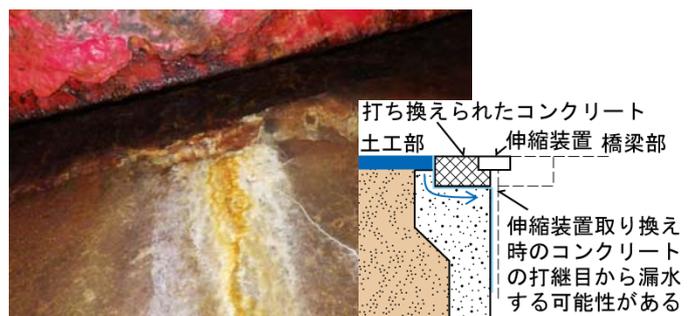


写真-5 打継目からの漏水の可能性(右下は推定図)

写真-5~6は鋼橋の事例である。写真-5は伸縮装置を取り換える際のコンクリートの打継目付近を撮影したものである。この事例では伸縮装置取換え時のコンクリートの打継目にひび割れが見られた。打継目の施工によっては、このような打継目からも漏水する可能性があるかと推察される。写真-6は、伸縮装置からの漏水だけでなく、パラペット背面の水が図-3のようにライフラインの貫通孔を通じて流出したものも含まれ、それらが凍結したものである。



写真-6 伸縮装置からの漏水および橋台背面からの流水の凍結 (鋼橋の例)

#### 4. コンクリート道路橋桁端部の劣化

路面からの漏水がある場合、冬季の凍結防止剤の散布により、塩化物を含む水が桁端部の上部構造や下部構造に流れ、コンクリート部材の塩害や鋼部材の著しい腐食を引き起こす可能性がある(図-1, 写真-7)。

また、塩水はコンクリートの凍害を著しく促進する場合がある<sup>8),9)</sup>。さらに路面からの漏水は、アルカリ骨材反応(ASR)を誘発するだけでなく、塩化ナトリウムが含まれる場合にASRを促進することが懸念される<sup>9)</sup>。前掲写真-2の事例については、凍害とアルカリ骨材反応の両方の観点から劣化要因の調査を行っているところである。

塩害だけでなく、桁端部付近のさまざまな劣化を防ぐためにも、塩水の漏水を防止して、腐食環境を改善することが不可欠である。

#### 5. 桁端部用排水装置の開発

桁端部用の排水装置とは、図-4のように、既設橋の側面から遊間に樋状のものを挿入して、伸縮装置を通じて流れる路面の水を受けて、橋の側面に排水するものを想定している。前述のような遊間に配置するための桁端部用排水装置の開発を進める中での留意点は次のとおりである。a) 止水性：排水装置とコンクリートの境界部および同装置の継手部(継手を設ける場合は、その部分から漏水することなく、水を受け止められるように止水を行う。温度の影響や活荷重たわみなどの常時の遊間長の変化に対して、止水性が確保されるように配慮する。b) 排水性：塩水が遊間に滞水しないように、また、非排水型でない伸縮装置のときは土砂などが容易に堆積しないように、排水勾配を十分に大きくする。排水先の二次損傷を防ぐため、流末処理に配慮する。c) 耐荷性、耐変形性：設置した排水装置が、排水や土砂によって容易に沈下、変形するこ

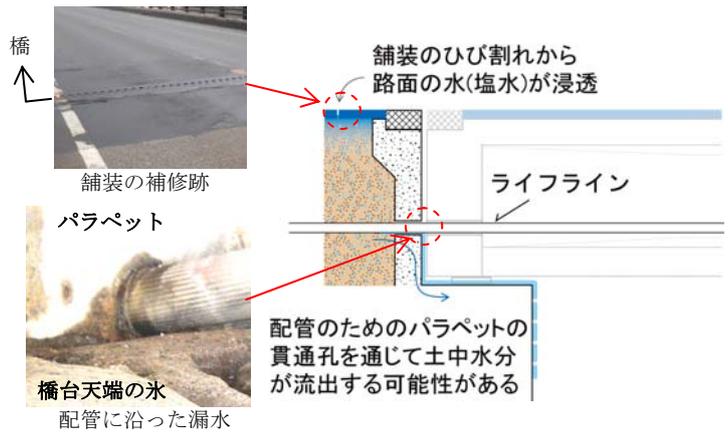


図-3 橋台背面からの漏水経路の想定図



写真-7 PC箱桁端部下面の塩害事例

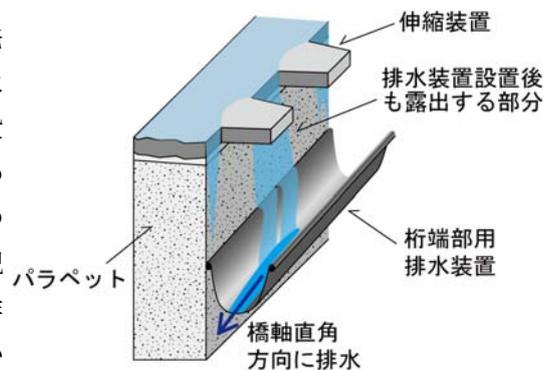


図-4 桁端部用排水装置の概念図

とがないように固定，支持する。d)凍結対策：排水装置の低温時の特性や，排水装置の周囲の水の凍結によって，上記a)～c)の機能が直ちに損なわれないようにする。また，排水装置の設置によって，周囲のコンクリートの劣化を促進させないように配慮する。e)耐久性：排水装置，固定治具および止水材の素材自体の劣化やリラクゼーションによって上記機能が早期に損なわれないようにする。f)施工性：多くの橋を対象に，腐食環境の改善を早期に実現するためには，排水装置の設置，撤去(取換え)が比較的容易である必要がある。また，適時に漏水対策を行うには，一般供用しながら側面から施工できることが有利である。

現在，写真-8～9のとおり，実際の道路橋において試験的な設置を行い，効果確認のための経過観察と装置の修正を適宜加えるなど，実用化に向けた検討を続けている。ただし，排水装置の長期間の性能保持は未知数の面があることから，現時点では，桁端部用排水装置は，恒久対策に至るまでの桁端部の劣化進行を当面抑えるための応急対策として適用することを想定している。

## 6. おわりに

本文では，桁端部の腐食環境改善が喫緊の課題であり，コンクリート道路橋の狭い遊間に設置可能な桁端部用排水装置など，その改善のための具体策が必要であることを述べた。

凍結防止剤の使用量が相対的に多い高速道路<sup>9)</sup>や主要国道<sup>10)</sup>では，コンクリート橋桁端部の塩害が既に顕在化している。しかし，この課題は，凍結防止剤を使用している管理者（沖縄県を除く国内の大半の道路管理者）にとって共通するものであり，道路橋桁端部の塩害に対する予防保全に早期に取り組む必要がある。

## 謝 辞

試験施工にご協力いただいている秋田県，茨城県および島根県の方々をはじめ，調査にご協力いただいた関係各位に深く感謝いたします。

## 参考文献

- 1) 田中良樹，村越潤：道路橋桁端部における腐食環境の評価と改善方法に関する検討，土木技術資料，50-11，pp.16～19，2008.11.
- 2) 例えば，西川和廣，河野広隆ら：コンクリート橋のライフサイクルコストに関する調査研究—コンクリート橋の損傷状況と維持管理費の実態調査—，土木研究所資料第3811号，2001.3.
- 3) 例えば，長谷俊彦，野島昭二，竈本武弘：これからの維持管理について—高速道路のPC橋における保全技術—，プレストレストコンクリート，51-2，pp.93～99，2009.
- 4) 鈴木裕二，東田典雅，清水尚志：既設橋の桁端漏水対策，橋梁と基礎，pp.17～21，2012.11.
- 5) 曾田信雄，武田弘次，佐藤信雄，大林敦裕：PC橋の桁端狭隘部の調査・補修工法，橋梁と基礎，pp.25～29，2012.12.
- 6) 田中良樹，村越潤，飯塚拓英，吉田英二：コンクリート道路橋桁端部の腐食環境調査，第30回日本道路会議，2013.10.
- 7) 道路橋伸縮装置便覧，(社)日本道路協会，1970.4.
- 8) 例えば，高橋正行，外門正直，志賀野吉雄：凍結防止剤がコンクリートの凍結融解抵抗性におよぼす影響，コンクリート工学年次論文報告集，13-1，pp.701～704，1991.6.
- 9) 融雪剤によるコンクリート構造物の劣化研究委員会報告書・論文集，日本コンクリート工学会，1999.11.
- 10) 村越潤，田中良樹，藤田育男，坂根泰，田中健司，植田健介：既設コンクリート道路橋桁端部の腐食環境改善への取り組み，土木技術資料，55-11，pp.29～34，2013.11.



写真-8 単径間PC床版橋における試験的な設置，ゴム製排水装置を70mmの遊間に挿入<sup>10)</sup>



写真-9 2径間連続PC橋における試験的な設置，ポリエチレン製排水装置を100mmの遊間に挿入<sup>10)</sup>