

鋼橋梁の床版漏水部周辺の腐食生成物の振とう溶液組成の分布について

松江工業高等専門学校 正会員 ○武邊 勝道
 松江工業高等専門学校 正会員 大屋 誠

1. 目的

近年、長寿命化を目的として、補修される鋼橋の数が増加している。こうした社会ストックの補修は持続可能な社会の構築に欠かせない一方で、増大する補修作業に伴う作業者の健康障害防止や環境負荷を議論することも必要である。平成26年には、厚生労働省から「鉛やクロムを含む塗料の剥離や掻き落とし作業に関わる労働者の健康障害防止に関する通達」が出され、掻き落とし物の有害性を確認することが推奨されている。鋼橋梁の場合、腐食劣化部に対しては、ケレン、ブラスト、水洗が行われる。この時、発生する掻き落とし物には、塗料だけでなく、腐食生成物や、漏水によりもたらされる物質など、様々なものが含まれる可能性がある。補修時に掻き落とし対象となる物質にどのような成分が含まれるのかを把握しておくことは、補修計画の策定や補修方法の選定をする上で非常に重要である。武邊ほか(2020)では、島根県出雲市に2001年～2008年に架橋された複数の橋梁の水抜き孔周辺の腐食部で得られた腐食生成物から微量の Cr^{6+} が溶出したことを報告した。本報告では、その中の3つの橋梁を対象として、水抜き孔からの距離と腐食生成物との関係を調査し、漏水成分と腐食生成物から溶出する Cr^{6+} との関係について調査した。

2. 分析対象及び方法

出雲市にある2000～2012年に供用された3橋梁を対象とした。離岸距離は6km程度である。これらの橋梁は、上部工形式に鋼コンクリート合成床版橋が採用され、底板と側板に耐候性鋼材が使用されている。また、側板外面にさび安定化処理が施されている。本研究では、2020年9月11日の雨天時に、床版下面の水抜き孔から5cm～1mの範囲を対象として、さび厚の測定と腐食生成物の採取を行なった。あわせて、路面上の排水溝を流れる路面水、床版下面の水抜き孔からの漏水の採取を行った。

腐食生成物は数mm程度に粉碎し、腐食生成物3g程度に対して重量体積比10%となるようイオン交換水を加え、6時間連続振とうを行った。その振とう溶液を対象として、主要溶存イオン量とクロム量の測定を行った。水試料に対しては、主要溶存イオン量とクロム量に加えて、溶存無機炭素量の分析を行った。主要溶存イオン量はイオンクロマトグラフィーで、クロム量はICP-MSで測定した。加えて、水試料の無機炭素量を全有機炭素計で分析した。また、腐食生成物の振とう溶液中の無機炭素量は、主要溶存イオンの電気等量バランスが等しいと仮定して、イオンクロマトグラフィーで分析した陽イオン総量と陰イオン総量の差から推定した。



図1 橋梁の外観。

3. 結果

さび厚は150～650 μm で、水抜き孔から同心円状に腐食が進んでいる(図2)。特に5～25cm付近でさびが粗く、さび厚が500 μm を超える部位も見られた。さび厚い部分の分布は、漏水部からの同心円状の腐食の広がり方により様々である。一方、水抜き孔から1m離れた場所では、さびは細かく1mm前後で、さび厚は150～400 μm であった。今回の測定法では、振とう溶液中の Cr^{6+} 濃度は最大で0.9ppmの濃度を示した。さび厚と Cr^{6+} の溶出量の間には、必ずしも明確な関係は見られ



図2 床版下面の漏水周辺の腐食状況

キーワード 鋼橋梁, 腐食生成物, 六価クロム, 漏水

連絡先 〒690-8518 島根県松江市西生馬町14-4 松江工業高等専門学校 TEL 0852-36-5182

い一方で、漏水部から10~30 cmの場所で Cr^{6+} の溶出量が多い傾向があり、1 m離れた部位では Cr^{6+} の溶出は確認されなかった(図3)。また、路面水および漏水からは Cr^{6+} の溶出は確認されなかった。

振とう溶液のpHと Na^+ 溶出量の関係を図4に示す。振とう溶液のpHは漏水部に近いほど高く9を超え、1 m離れた部位では中性に近い値を示した。pHの高い部位では Na^+ の溶出量が高い傾向がある。武邊ほか¹⁾は対象橋梁の腐食生成物中に NaHCO_3 が存在する可能性を指摘している。 NaHCO_3 は塩基であることから、この存在がpHの値と関係していると考えられる。また、 Cr^{6+} 溶出量と振とう溶液のpHには一定の関係が見られ、pHが9を上回る部位で Cr^{6+} の溶出が確認される。一方で、漏水部から1 m離れた部位ではpHは中性を示し、 Cr^{6+} の溶出は見られない。このことから、耐候性鋼が飛来塩分により大気腐食する過程において Cr^{6+} の溶出が進む可能性は低いと考えられる。

図5に、水試料と腐食生成物の振とう溶液の主要イオン組成のトリリニアダイアグラムを示した。路面水は Ca^{2+} に富む傾向があり、それに比べると漏水は Na^+ と無機炭酸に富む傾向がある。腐食生成物の振とう溶液の組成は、試料採取位置と関係しており、漏水部に近い部分で Na^+ と無機炭酸の割合が非常に高く、離れるほどこれらが減って、 Cl^- の割合が相対的に高くなる。このことは、漏水近くの腐食生成物中に含まれる可溶成分が、漏水によりもたらされている可能性を示している。漏水のpHは中性を示し、 Cr^{6+} の含有は確認されなかったものの、漏水部周辺の腐食生成物から Na^+ 、無機炭酸、 Cr^{6+} の溶出が確認される。このことから、漏水が腐食生成物からの Cr^{6+} の溶出に関わっている可能性が高いと考えられる。今後、 Cr^{6+} の起源や腐食生成物が塩基性化するメカニズムについて、さらに調査する必要があると考えられる。

4. まとめ

島根県出雲市に架橋された鋼橋梁の水抜き孔周辺の腐食部を対象として、水抜き孔からの距離と腐食生成物との関係を調査、漏水成分と腐食生成物から溶出する Cr^{6+} 溶出量の関係について議論した。漏水部周辺では、同心円状に腐食が進んでおり、漏水部近傍の腐食生成物の振とう溶液が高いpHを示すとともに Cr^{6+} の溶出が確認された。漏水および漏水部周辺の腐食生成物の振とう溶液が Na^+ に富むことから、腐食生成物からの Cr^{6+} の溶出には漏水が影響している可能性が高いと考えられる。

参考文献

- 1) 武邊ほか(2020) 耐候性鋼橋梁の漏水の水質と腐食生成物からの六価クロムの溶出量, 令和2年度土木学会全国大会 第75回年次学術講演会

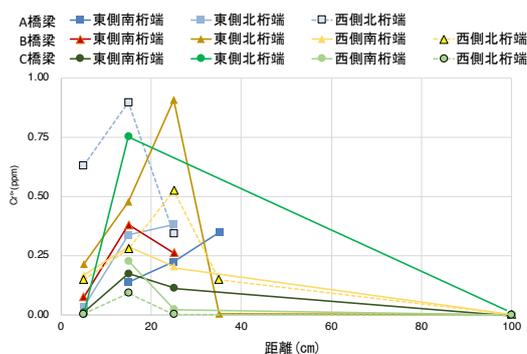


図3 Cr^{6+} 溶出量の分布

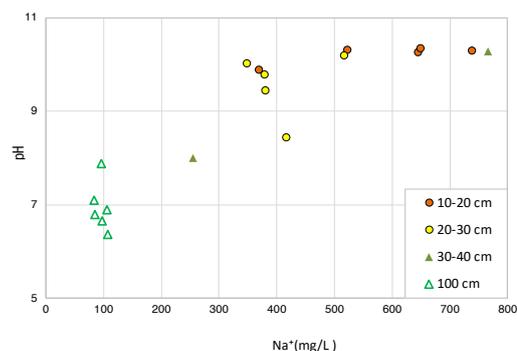


図4 pHと Na^+ 溶出量

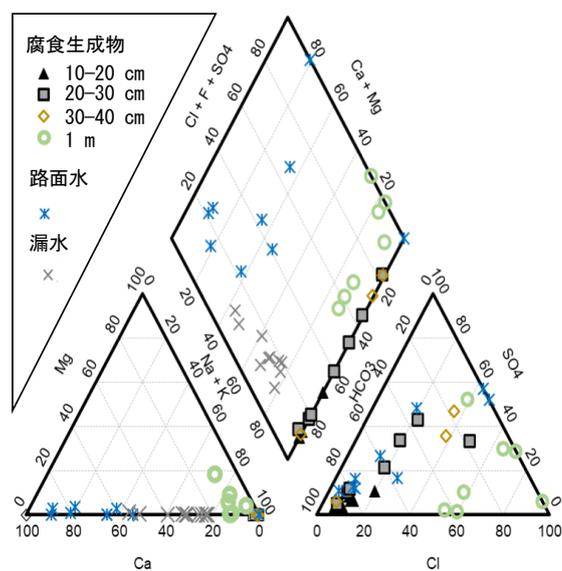


図5 路面水、漏水、腐食生成物の振とう溶液の主要溶存イオン組成