

鋼橋梁の床版からの漏水を伴う腐食生成物の振とう溶液の組成について

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

持続可能な環境配慮型社会の構築を目標として、長寿命化のために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。



図 1 橋梁の外観.



図 2 床版下面の漏水周辺の腐食状況

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 6 km 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 5 cm～1 m 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。合わせて、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。

腐食生成物を数 mm 程度に粉碎し、腐食生成物 3 g 程度に重量体積比 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も行った。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、無機炭素量は全有機炭素計で分析した。

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 5～25 cm 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。さびの厚い部分の分布は、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 1 m 離れた場所では、さびは細かく 1 mm 前後で、さび厚は 150～400 μm であった(図 3)。

今回の測定方法では、振とう溶液中の Cr^{6+} 濃度は最大で 0.9 ppm の濃度を示した。漏水部から 10～30 cm

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

の場所で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。さび厚と Cr^{6+} の溶出量の間には明確な関係は見られず、漏水部から 10 ~ 30 cm の場所で、さびが厚い部位でも、 Cr^{6+} の溶出量が相対的に低い場合もあった。一方、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。また、pH の高い部位では Na^+ 溶出量が高い傾向があった。武邊ほか¹⁾は、対象橋梁の腐食生成物中の Na と HCO_3^- 量が正の相関関係を示し、これらが NaHCO_3 として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、腐食生成物中に NaHCO_3 が存在することが振とう溶液の pH の値と関係していると考えられる。

Cr^{6+} 溶出量と振とう溶液の pH には一定の関係が見られ(図 5)、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。

漏水の pH は中性を示し、 Cr^{6+} の含有は確認されなかった。溶存成分の中では、 Na^+ と無機炭酸の含有量が高い。このため、漏水部周辺の腐食生成物で含有量が高く、離れるほど低くなる Na^+ や炭素は、漏水に由来する可能性が高いと考えられる。その一方で、 Cr^{6+} の起源や、 Na^+ と無機炭酸から NaHCO_3 が形成され、振とう溶液が塩基性となるメカニズムについては、まだ明らかでなく、今後、さらに調査を進め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し、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。その一方で、漏水部から離れた部位では、振とう溶液の pH は中性で Cr^{6+} の溶出は確認されなかった。また、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

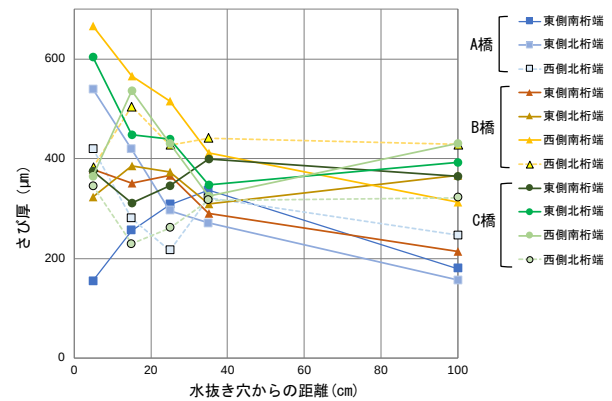


図3 さび厚分布

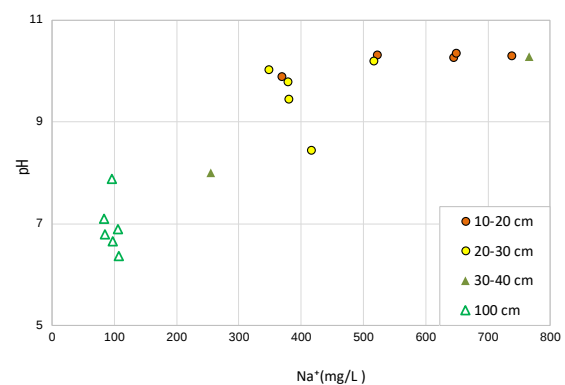


図4 pH と Na^+ 溶出量

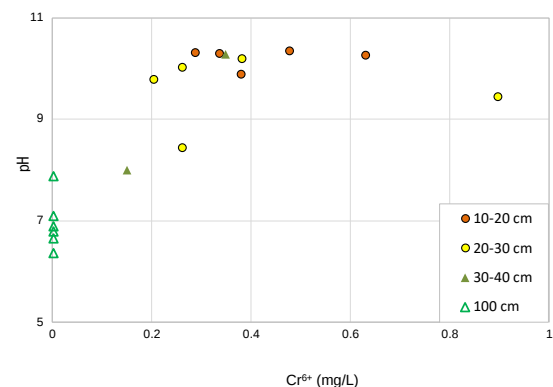


図5 pH と Cr^{6+} 溶出量