

耐候性鋼橋梁のさび中の溶存イオン組成について

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
松江工業高等専門学校	正会員	広瀬 望
株式会社 中電工	非会員	村井 啓介
松江工業高等専門学校 専攻科	学生会員	長谷川 弘興

1. はじめに

耐候性鋼橋梁は、鋼板の表面に保護性のさびが生成することで高い防食性能を示す橋梁である。適切な環境下であれば、防食塗装なしで使用できるため、維持管理コスト低減の観点から広く供用されている。ただし、海塩粒子や凍結防止剤飛来量の多い環境では十分な耐腐食性を発揮できないことが知られている^{1)~3)}。本研究では、海岸からの距離が約 10 km で、桁内の飛来塩分量が 0.2~0.3 mdd と比較的高い耐候性鋼橋梁³⁾と、海岸から約 50 km 離れた中国山地内にある耐候性鋼橋梁を対象に、腐食状態とさび中の主要溶存成分を分析した。

2. 調査対象橋梁および調査概要

調査対象は裸仕様の 2 つの耐候性鋼橋梁である。A 橋は、平野部の市街地に架かる高架橋で、海岸から約 10 km 離れている。B 橋は県境付近の中国山地内に位置し、海岸から約 50 km 離れている。さびは、ナイロン製ブラシで採取し、粒径を 2 mm 以下に調整した。そのさびとイオン交換水を重量体積比 10% で混合し、震とう幅 4 cm、震とう回数約 200 回/分で 6 時間震とうした。その震とう溶液の pH、主要イオン組成を分析し、B 橋については、無機炭素濃度も定量した。

3. 結果および考察

3. 1. 腐食状況

A 橋、B 橋共に、イオン透過抵抗法^{2), 4), 5)}で I-2 または I-1 に分類される部位がある。A 橋では、腐食の進行が橋脚周辺及びその西 1 m の範囲で顕著で、橋脚から離れるほど穏やかになる。B 橋では、一番南側の桁の下フランジ下面での腐食が著しい。

3. 2. さび中の溶存イオンと無機炭素濃度

Na⁺濃度は A 橋で 40~270 ppm、B 橋では 30~460 ppm である。Cl⁻濃度は、A 橋で 45~350 ppm、B 橋で 17~86

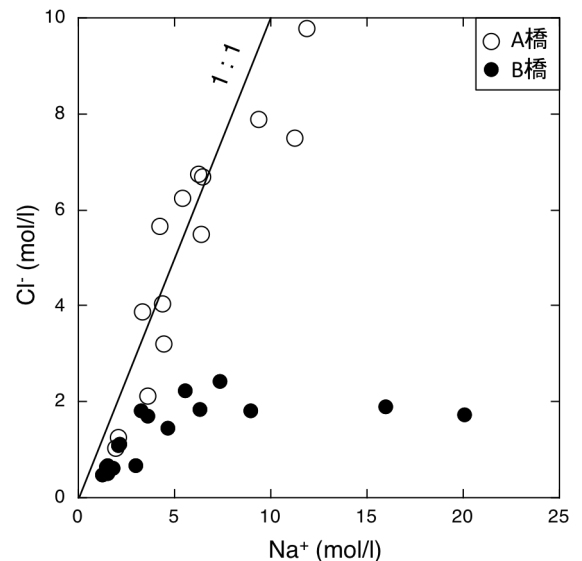


図1 Na⁺濃度と Cl⁻濃度の相関図.

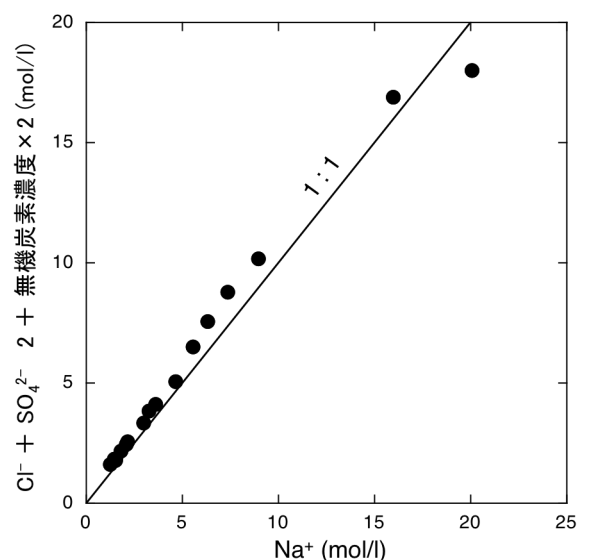


図2 B 橋における、Na⁺濃度と「Cl⁻濃度 + SO₄²⁻濃度 × 2 + 無機炭素濃度 × 2」の相関図.

ppm である。また、B 橋の無機炭素濃度は 0～53 ppm である。無機炭素濃度は、 Na^+ 濃度が高い試料ほど高い。A 橋では Na^+ 濃度と Cl^- 濃度が正の相関関係を示し、モル比はほぼ 1 対 1 である（図 1）。このことは、さび中の Na^+ と Cl^- が、 NaCl として存在することを示している。一方、B 橋では、 Na^+ 濃度は、 Cl^- 濃度と SO_4^{2-} 濃度を 2 倍したものとの和と正の相関関係を示し、そのモル濃度比は約 1 対 1 となる（図 2）。このため、B 橋では、さび中の Na^+ は、 NaCl 、 Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 として存在すると考えられる。

3. 3. さび厚と溶存イオン濃度

Cl^- は、耐候性鋼の腐食に大きく影響することが知られている^{1)~3)}。今回の分析でも、さびの厚い部位ほど Cl^- 濃度が高い（図 3）。ただし、B 橋のさび厚 400 μm 以上の部位では相関が見られない。一方で、 Na^+ 濃度とさび厚には明瞭な正の相関関係がある（図 4）。 Na^+ が耐候性鋼の腐食を促進するとの報告例は無いことから、 Na^+ の対イオンとして供給された陰イオンが腐食に作用したと考えられる。さび中の Na^+ の対イオンは、A 橋は Cl^- 、B 橋は Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} と考えられる。硫黄酸化物は耐候性鋼橋梁の腐食に影響することが知られているものの¹⁾、B 橋の近くには大規模な工場は存在しない。 CO_3^{2-} が腐食を促進したとも考え難いことから、もともと Na^+ の対イオンとして供給された Cl^- が B 橋の腐食に影響している可能性が考えられる。耐候性鋼のさびの中では、 Cl^- が地金側、 Na^+ が地金から離れた側に分布することが知られている⁶⁾。今回採取したさびはナイロン製ブラシで剥がれるものであり、地金に密着しているさびは採取していない。このため、採取した浮きさびに Na^+ が集まり、地金近傍のさびに Cl^- が集まっていた可能性がある。

4. まとめ

島根県に存在する、海岸からの距離が約 10 km と約 50 km の裸仕様の耐候性鋼橋梁の腐食状態を評価し、さび中のイオン組成を分析した。その結果、2 橋梁共に I-2、I-1 に相当する腐食が部分的に存在することが確認された。また、さび厚と Na^+ 濃度が正の相関関係を示しており、 NaCl の供給量が腐食の進行に関わっていると考えられる。 NaCl の主な起源には、離岸距離約 10 km の橋梁では海塩、離岸距離約 50 km の橋梁では凍結防止剤が考えられる。

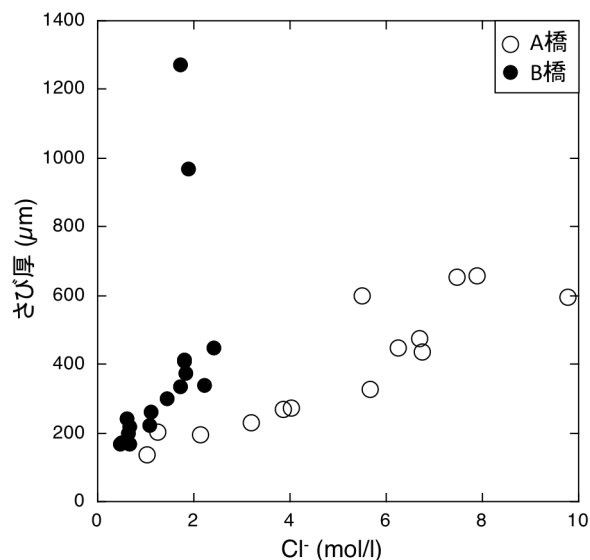


図3 さび厚と Cl^- 濃度の相関図

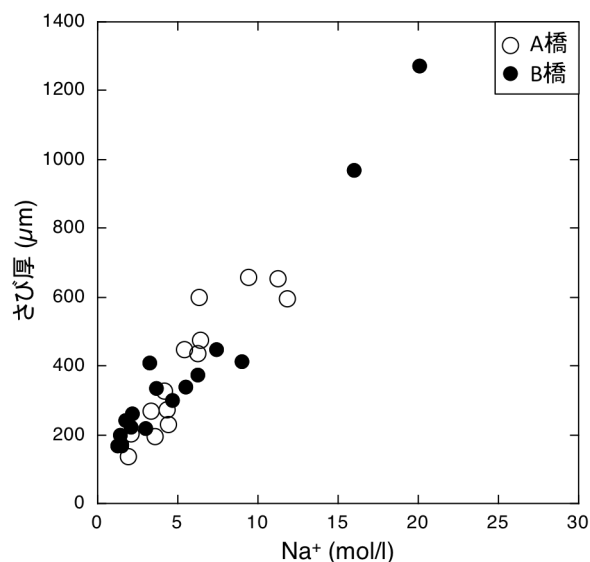


図4 さび厚と Na^+ 濃度の相関図

参考文献

- 1) (社) 日本鋼構造協会, JSSC テクニカルレポート 73, P. 217 (2006).
- 2) (社) 日本鋼構造協会, JSSC テクニカルレポート 86, P. 159 (2009).
- 3) 武邊ほか, 平成 22 年度土木学会全国大会 第 65 回年次学術講演会概要集, (2010)
- 4) 今井ほか, 土木学会第 65 回年次学術講演会, I-183 (2010)
- 5) 今井ほか, 土木学会論文集 AI, 69, 283-294 (2013)
- 6) 紀平ほか, Zairyo-to-Kankyo, 49, 30 (2000)
- 7) 武邊ほか, 土木学会論文集 AI, 68, 314-324 (2012)