

島根県益田市における鋼橋付着塩類調査

山口大学大学院 正会員 麻生稔彦 学生会員 ○五十部聡太郎
 松江工業高等専門学校 正会員 大屋 誠 正会員 武邊勝道
 大日本コンサルタント 正会員 烏田晃平

1. はじめに

近年、橋梁建設においてライフサイクルコスト (LCC) の低減が求められている。そのため緻密な保護性さびを形成することで腐食速度を低減でき、LCC の縮減が可能な耐候性鋼橋梁の建設が増加している。耐候性鋼橋梁の建設にあたっては、飛来塩分量によりその使用の適否が示されている。しかし、飛来する塩類が全て鋼材腐食に影響するとは考えにくく、飛来塩類と鋼材に付着する塩類との関係を明らかにすることは、耐鋼性鋼材を合理的に使用する上で重要である。本研究では実橋梁における飛来塩類と付着塩類のイオン組成分析を行い、両者の関係について検討する。

2. 調査方法

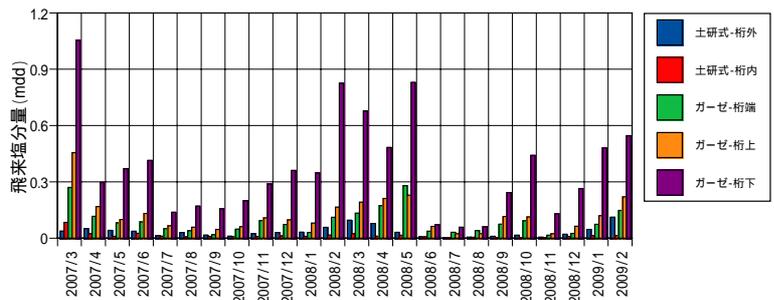
対象橋梁は島根県西部に架設された角井大橋と高津川派川橋である。橋梁概要を表-1に示す。飛来塩類は土研式捕集器およびガーゼ捕集器により採取する。なお、土研式捕集器は桁外、桁内に設置して、ガーゼ捕集器は桁下、桁上および桁端に設置した。付着塩類は拭き取り試験により採取する。拭き取り箇所は、角井大橋では外側ウェブ、下フランジ下面および内側ウェブである。高津川派川橋では上記の3ヶ所に加えて、下フランジ上面の外側と内側についても付着塩類を採取した。回収した試料はイオンクロマトグラフおよび誘導結合プラズマ発光分光分析装置 (ICP) により分析を行う。なお、本研究では、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- の7種のイオンを分析対象とする。

3. 調査結果

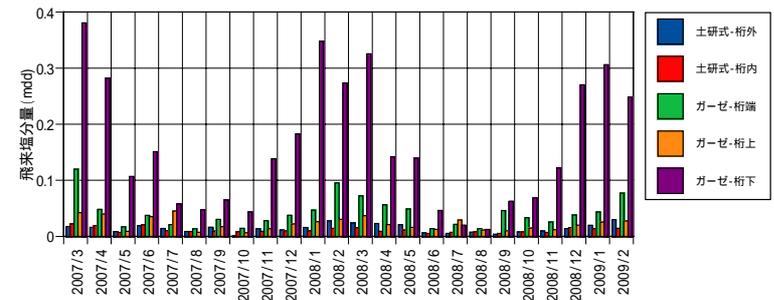
図-1に Cl^- から換算した橋梁別の月別飛来塩分量を示す。飛来塩分量は季節により差があり、冬季に多い。これは、冬季に卓越する日本海側からの季節風により、海塩粒子が運ばれるためと考えられる。角井大橋に比べ離岸距離が短いにもかかわらず高津川派川橋での飛来塩分量は小さい。これは高津川派川橋の北西には丘陵があり、北西からの風が丘陵を迂回して到達するため吹送距離が長くなり、塩分量が減少したと考えられる。土研式捕集器によって採取された飛来塩分量はガーゼ捕集器で採取された飛来塩分量と比べて非常に小さい。ガーゼ捕集器が多方向からの風の影響を受けているのに対して、土研式捕集器は一方向のみに開いた開口部からの風の影響しか受けないことが塩分量の減少に関係があると考えられる。また、桁上および桁端で測定される飛来塩分量は桁下の20~40%程度である。図-2に飛来塩分量と付着塩分量の関係を示す。ここで、各部位における付着塩分量は桁下における飛来塩分量で除している。外側ウェブに付着する割合の平均値は角

表-1 橋梁概要

橋梁名	角井大橋	高津川派川橋
離岸距離	3.5km	2.2km
材質	Ni系耐候性鋼材	Ni系耐候性鋼材
経過年数	3年	3年
表面処理箇所	主桁外面、下面	主桁東側外面、下面



(a) 角井大橋



(b) 高津川派川橋

図-1 月別飛来塩分量

井大橋で 0.4%，高津川派川橋で 3.7%である。拭き取り位置は両橋梁とも卓越風向に面する位置であるが、角井大橋の外側ウェブはさび安定化補助処理が施されており、洗い流しが起こりやすいと考えられる。一方、高津川派川橋は裸仕様であるため、表面に凹凸があり、洗い流しが起こりにくいと考えられる。内側ウェブに付着する割合の平均値は角井大橋で 0.9%，高津川派川橋で 3.4%である。拭き取り位置は、高津川派川橋では卓越風向を面にしているのに対して、角井大橋は卓越風向を背にしている。このため、高津川派川橋においては風に運ばれた海塩粒子が鋼材表面に直接当たるためと考えられる。高津川派川橋における下フランジ上面に付着する割合の平均値は外側で 9.4%，内側で 17.5%である。他の部位に比べて付着する割合が大きい。

図-3は角井大橋の桁下における飛来塩類組成を、冬季と夏季と比較してヘキサダイアグラムで示している。図-4に参考のために海水の塩類組成比率を示す。冬季の飛来塩類組成は杯型であり、海水の組成比率と似ている。一方、夏季においては、冬季とは異なる塩類組成を示している。特に Na^+ と Cl^- が大幅に減少していることがわかる。図-5に桁下における Na^+ と Cl^- の相関を示す。両橋梁ともに、非常に相関が高く、 NaCl を形成していると考えられる。図-6は高津川派川橋における夏季と冬季での部位ごとの付着塩類組成をヘキサダイアグラムで示している。図-7に参考のために高津川派川橋における橋梁下地面の土の塩類組成比率を示す。夏季において内側下フランジ上面で Ca^{2+} と SO_4^{2-} の付着量が相対的に増加している。 Ca^{2+} の供給源としては図-7より橋梁周辺の土が風に舞って堆積したためではないかと考えられる。

4. まとめ

今回対象とした橋梁では、部位により差があるものの、飛来した塩分の 20%が付着することが明らかとなった。また、飛来塩類の組成は季節により異なり、冬季には海水に由来することが明瞭に示された。飛来塩類と付着塩類ではその組成が異なり、橋梁周辺地盤の影響も見られる。本研究の実施にあたっては、国土交通省中国地方整備局浜田河川国道事務所に多大な協力をいただいた。記して感謝します。

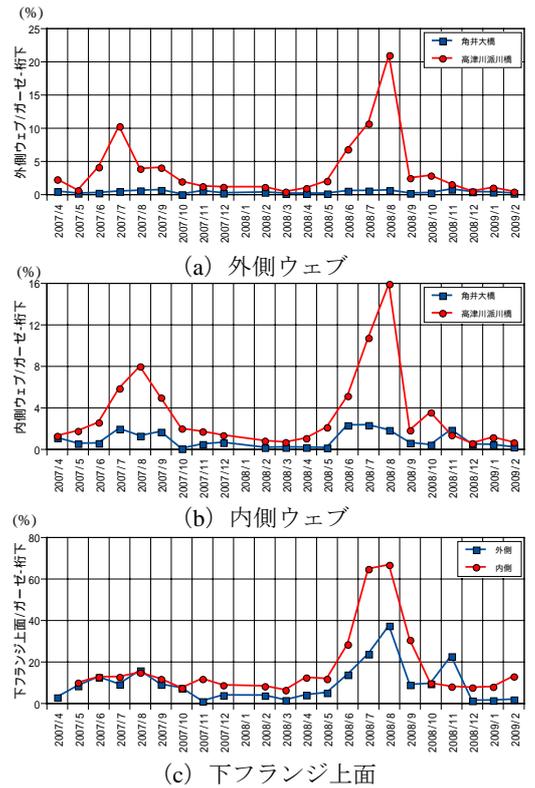


図-2 飛来塩分量に対する付着塩分量の割合

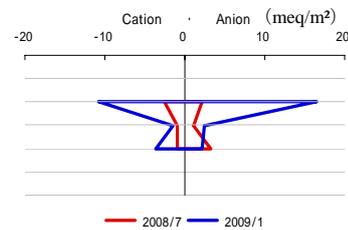


図-3 桁下における飛来塩類組成

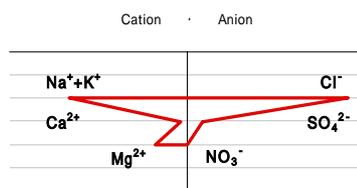


図-4 海水における塩類組成比率

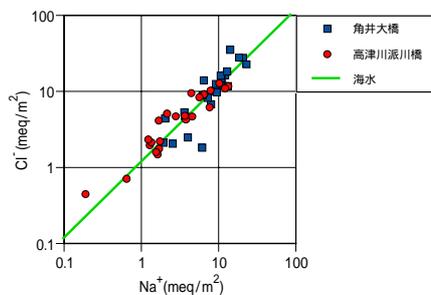
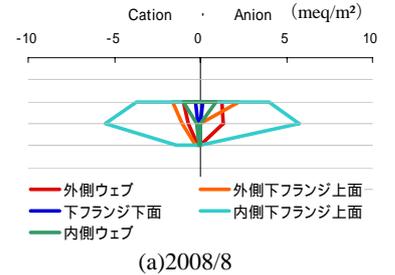
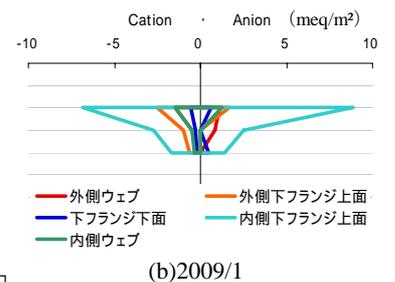


図-5 桁下における塩分組成図



(a)2008/8



(b)2009/1

図-6 部位ごとの付着塩類組成

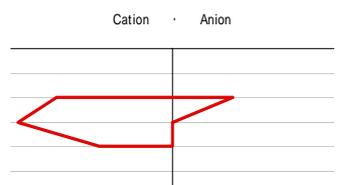


図-7 土における塩類組成比率