

山口県における鋼橋表面の付着塩類に関する調査

山口大学大学院 正会員 麻生 稔彦
 山口大学大学院 学生員 ○鳥田 晃平
 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 武邊 勝道

1. はじめに

現在、橋梁の建設においてライフサイクルコストの低減が求められており、鋼橋では、維持・管理にかかるコスト削減が可能な耐候性鋼橋梁の建設が増加している。しかし、耐候性鋼材が使用できる地域は飛来塩分量により制限されており、その測定期間は1年を要する。そこで、採取と分析が容易で、数日で調査結果を得ることができる鋼材表面の付着塩類に着目した。本研究では、耐候性鋼橋梁の主桁表面に付着している塩類組成について分析を行い、付着塩類とその量、さび厚、地域との関係を検討する。

2. 調査方法

表-1 に示す6橋の耐候性鋼橋梁を調査対象とした。各橋梁の主桁ウェブと下フランジ上下面の付着物をガーゼふき取り試験法により採取し、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

表-1 調査橋梁一覧

橋梁名	架設場所	構造形式	表面処理	経過年数(年)	離岸距離(km)	腐食さびの発生
A橋	山口市	連続箱桁	あり	5	0.2	なし
B橋	周防大島町	単純鉄桁	あり	20	0.7	あり
C橋	光市	連続鉄桁	あり	3	1.1	なし
D橋	下松市	単純鉄桁	あり	13	1.0	なし
E橋	下松市	単純鉄桁	なし	11	4.2	なし
F橋	宇部市	連続鉄桁	なし	3	16.0	なし

分析装置(ICP)により分析する。本研究では、自然界に広く存在し、さびの発生に強く影響を与えると考えられる陰イオン(Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^-)と、それらに結合する陽イオン(Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})を分析対象とした。

3. 調査結果

図-1~3 は調査した橋梁における付着塩類量を、部位ごとに示したものである。また、図-4 は海水に含まれる溶存イオンの塩類組成比率である。A橋における下フランジ上面の組成は図-4 と同様に、 Cl^- と Na^+ に富む特徴がある。このことから、A橋における付着物は海水によるものが大きいことが考えられる。一方、C橋とD橋では Na^+ , Cl^- だけではなく、 Ca^{2+} および SO_4^{2-} の割合が多い。これらの橋梁の架設地点付近には工業地帯が多く、大気中に排出された排ガスなどに含まれる硫黄化合物の影響が大きいと考えられる。ウェブと下フランジ下面は、下フランジ上面に比べ付着塩類量が少なく、その付着塩類の割合も下フランジ上面とは異なる。特に、下フランジ下面では Ca^{2+} , SO_4^{2-} の割合が多い。一般に、 CaSO_4 に比べ NaCl の方が溶解度が高く、水に溶けやすいことが知られている。このため、露水に溶けやすい NaCl がフランジ上面や桁下へ洗い

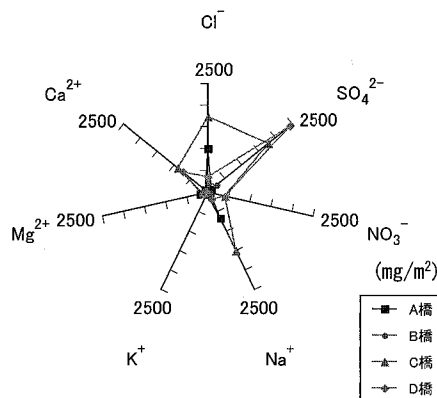


図-1 下フランジ上面付着塩類組成

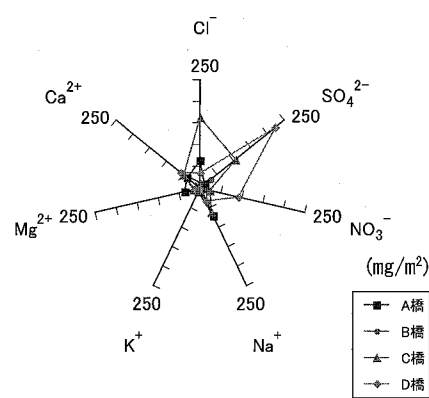


図-2 ウェブ付着塩類組成

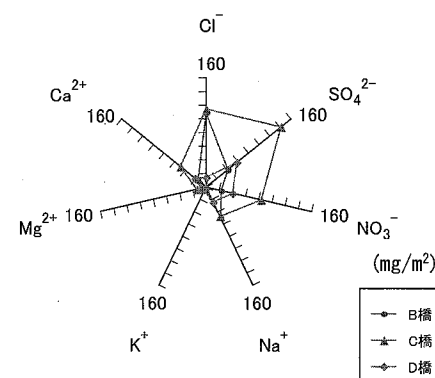


図-3 下フランジ下面付着塩類組成

流され、ウェブ、下フランジ下面における CaSO_4 の付着量の割合が相対的に多くなった可能性が考えられる。

図-5 は各橋梁における Na^+ と Cl^- の相関を示したものである。実線は海水の Cl^-/Na^+ 比を表している。実線の右下にプロットされる点は、海水に比べ Na^+ が多く、 Cl^- が少ないことを示している。各橋梁を部位別に比較すると、いずれの橋梁も下フランジ上面に対してウェブと下フランジ下面では Na^+, Cl^- は共に少ない。これは、外桁では、雨がウェブに付着した付着塩類を洗い流し、下フランジ上面に堆積すると考えられる。一方で、雨による洗い流しの影響を受けにくい内桁では、鋼材表面に露水が生じ、ウェブに付着した付着塩類を洗い流し、それが下フランジ上面に堆積すると考えられる。

図-6 は各橋梁の拭き取り調査を行った部位におけるさび厚と表面に付着していた Cl^- の相関を示したものであり、図-7 は各橋梁の拭き取り調査を行った部位におけるさび厚と表面に付着していた SO_4^{2-} の相関を示したものである。一般に、 Cl^- や SO_4^{2-} などの陰イオンは鋼材の腐食に深く関わる要因として知られており、鋼材表面において化学凝縮による水膜を生じさせる。この水膜の存在により鋼材表面で化学反応が発生し、腐食が進行する。B 橋では他の橋梁に比べ、さび厚に比べ Cl^- が低い。これは、さびの進行により Cl^- はさびと鋼材の境界部へ分布するため、表面を拭き取っても Cl^- の採取ができなかったためであると考えられる。また、B 橋を除く他の橋梁については、さび厚と Cl^- 量は正の相関関係を示し、相関係数は 0.58 である。一方、B 橋を除くさび厚と SO_4^{2-} の相関係数は 0.68 を示し、 Cl^- 、 SO_4^{2-} の付着量が多いほど、さび厚も大きくなる。しかし、その相関は中程度にとどまる。これは、さびの生成には付着塩類量だけではなく、大気中の湿度や気温などによる気象条件や、各橋梁の架設場所の環境などによる影響が大きいためだと考えられる。

図-8 は各橋梁における離岸距離と Na^+ と Cl^- 付着量の関係を示したものである。離岸距離が 2km 以内の橋梁は Na^+, Cl^- 付着量が高いものが多いものの、本研究では離岸距離と Na^+, Cl^- の関係を見出すには至らなかった。

4. まとめ

付着塩類組成には地域性があり、ウェブおよび下フランジ下面に比べて下フランジ上面の付着塩類量が多いことが確認できた。腐食の著しく進行した橋梁については、さび厚に比べ Cl^- の値が低いものの、さび厚と Cl^- 、 SO_4^{2-} の間には相関があることが明らかとなった。

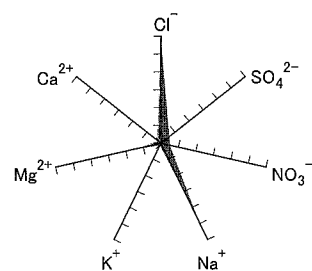


図-4 海水塩類組成比率

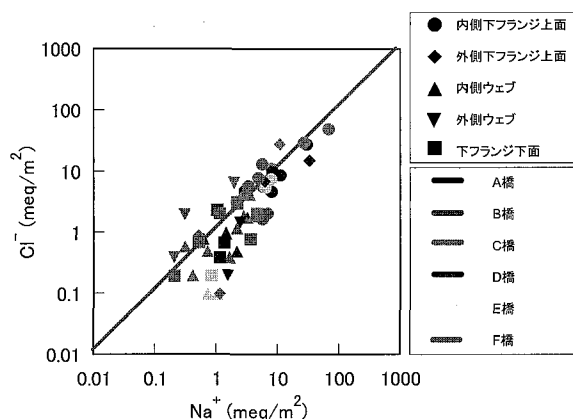


図-5 各橋梁における Na^+ と Cl^- の相関図

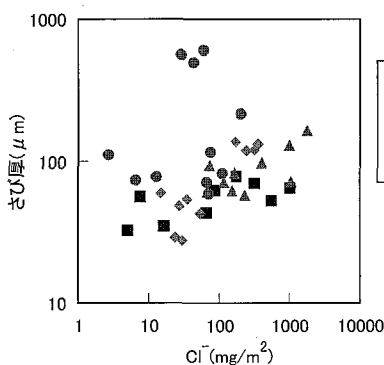


図-6 さび厚- Cl^- 相関図

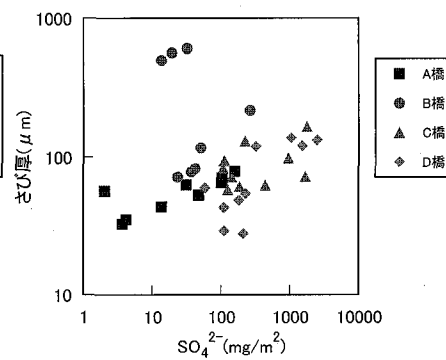


図-7 さび厚- SO_4^{2-} 相関図

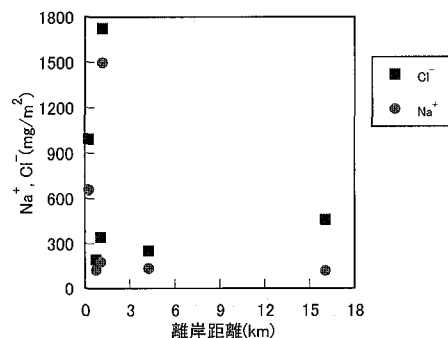


図-8 離岸距離と Na^+ と Cl^- 付着量の関係