

耐候性鋼橋梁の劣化塗膜片とさび片からの重金属の溶出量

松江工業高等専門学校	学生会員	○長谷川弘興
日鉄住金防蝕（株）	正会員	今井篤実
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

持続可能な環境配慮型社会の構築を目標として、社会活動が自然環境へ与える負荷の軽減と、社会生活を維持するための経済コストの縮減の両立が求められている。近年、道路交通網の維持を目的として道路橋の長寿命化修繕計画が進められている。高度経済成長期に整備された多数の橋梁が老朽化し始めており、今後、橋梁の補修数は増加すると予想される。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、増大する補修作業が環境に与える環境負荷を正しく評価する必要がある。耐候性鋼橋梁の補修では、腐食劣化部のブラスト、水洗が行われる。この時発生する塗膜片、さび片、洗浄水は産業廃棄物であり、理想的には完全回収されるべきである。しかし、実務的には完全回収は不可能であり、未回収の廃棄物が環境中に漏洩するにもかかわらず、その環境負荷については十分検討されていない。劣化塗膜片やさび片の正しい環境影響評価は、環境負荷の低減に直結するだけでなく、補修作業に対する周辺住民への理解を深めると期待される。本研究では、表面処理剤を含むさび片中の重金属の自然環境下における溶出量について検討する。

2. 実験方法

鋼橋のブラストで生じる塗膜片やさび片は、環境中に漏洩した場合、土壌の一部として存在することになる。したがって、土壌環境中で溶出する有害成分の評価を行う必要がある。土壌に関しては、環境省が土壌汚染対策法において各種有害成分の分析方法や溶出基準を定めている。本研究では土壌汚染対策法に基づいて、さび片の溶出試験を行った。

本研究では、島根県益田市内を流れる沖田川に架かる離岸距離の異なる3つの表面処理仕様の耐候性鋼橋梁を調査対象とした。腐食部のさび片を調査対象橋梁の桁内と桁外のウェブおよび下フランジから回収し、重金属の溶出試験を行った。分析した橋梁は離岸距離の短い順に A 橋、B 橋、C 橋とする。これらの橋梁の離岸距離はそれぞれ 1.0km、1.3km、2.7km である（図 1）。

始めに各橋梁から回収してきたさび片等を粒径 2mm 以下に粉碎し、試料を作成する。作成した試料と弱酸性溶媒（イオン交換水に塩酸を加え pH を 5.8～6.3 に調整したもの）を重量体積比 10%の割合で混合し、試料液を作成した。作成した試料液を、振とう回数毎分 200 回、振とう幅を 40mm で、6 時間連続で振とうさせた。その後、遠心分離を行い、上澄み液を 0.45 μ m のフィルターでろ過した。ろ過液中の重金属濃度を偏光ゼーマン原子吸光分光光度計を用いて測定した。

耐候性鋼材に含まれている金属としては、クロム、マンガン、銅、ニッケル、バナジウム等がある。本研究ではクロム、マンガン、銅、ニッケル、バナジウムに加えカドミウム、鉛の溶出量測定を行った。今回は、中でも有害なクロムについて詳しく議論する。カドミウムと鉛は、耐候性鋼材に含まれない重金属ではあるが、溶出の有無を確認し、鋼材由来でない重金属が周辺環境から飛来する可能性についても検討を行った。

3. 結果

クロムに関しては 0～900ppb 溶出された。図 2 に各橋梁の部位ごとのクロムの溶出量を示す。A 橋、B 橋の桁内下フランジ上面においては 200ppb～800ppb と比較的高い値を示し、その他の試料は 20ppb 以下の値を示した。試料によっては 1ppb 以下と他と比べて非常に溶出量が小さい箇所も存在し



図 1 調査対象橋梁¹⁾

た．離岸距離が短い橋梁ほど，溶出濃度が高い傾向にあり，また，溶出量の多い2橋梁では，ウェブ面よりも下フランジ上面から回収したさび片からの重金属の溶出量が多いことが分かった．マンガンが最も多く溶出した試料では1400ppbと高い値を示し，その他の試料ではほとんどが100ppb以下となった（図3）．また，銅は15ppb以下（図4），ニッケルは20ppb以下であった．今回の分析では，バナジウム，カドミウムおよび鉛はどの試料からもほとんど溶出されなかった．

4. 考察

今回の溶出試験ではクロムとマンガンが多く溶出した．溶出されたクロムは自然由来または鋼材由来のどちら

かであると考えられる．桁内と桁外の溶出量の違いを検討したところ，桁内の方が10倍近く高い値を示した．今回の測定で溶出したクロムが自然由来であれば，桁外の試料の方がクロムの溶出量が高くなるはずである．以上のことから，周辺環境から飛来したクロムが橋梁の桁外，桁内に付着し，溶出された可能性は低く，鋼材由来である可能性が極めて高いと考えられる．

クロムについては，離岸距離が短い橋梁ほど溶出量が著しく多い傾向にある．離岸距離は鋼材表面の腐食に大きく影響をおよぼす因子であるため，腐食の進行度合いがクロムの溶出のしやすさに関係していると推測できる．耐候性鋼橋梁であることから，緻密なさびが形成されているか否かによって，クロムの溶出の仕方に変化が生じた可能性もある．

耐候性鋼材には，銅が全体の0.30～0.50%，マンガンは～1.25%，クロムが0.45～0.75%含まれている²⁾．クロムの溶出量が数ppb以下の試料ではマンガンの方がより多く溶出されたが，マンガンよりもクロムの方が多く溶出した部位も存在した．マンガンについてはクロムと同じ様な溶出傾向を示さず，腐食の進行度合いとの関係は確認できなかった．クロムが多量に溶出した海岸に近いA橋，B橋においては，クロムは銅の溶出量の20～100倍近く溶出された．したがって，鋼材に含まれているクロムは銅より溶出されやすい可能性がある．

鋼材に元々含まれていない鉛，カドミウムはほとんど検出されないため，この地域では橋梁周辺の自然環境から重金属が飛来し，それらが溶出する可能性は低いと推測できる．

5. まとめ

今回の研究では，耐候性鋼橋梁からさび片を回収し，土壤汚染対策法に示す重金属の溶出量測定方法を基に分析を行った．クロムについては，離岸距離や構造部位によって溶出の度合いが異なることが分かり，離岸距離の短い2橋梁では銅よりも溶出量が多いことが分かった．

参考文献

- 1) グーグルマップ ー地図検索ー <http://maps.google.co.jp/>
- 2) 三木 千壽・市川 篤司 現代の橋梁工学 数理工学社，p.51，2004.

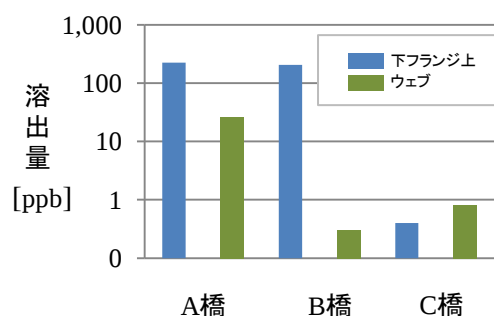


図2 各橋梁の桁内のクロムの溶出量

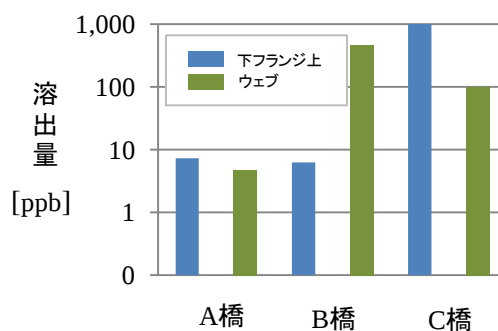


図3 各橋梁の桁内のマンガンの溶出量

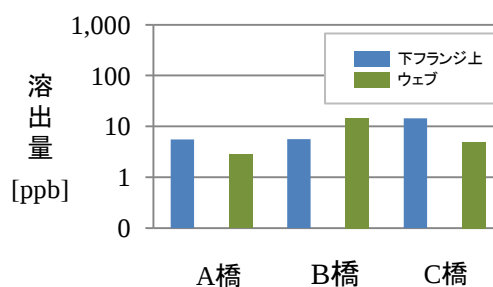


図4 各橋梁の桁内の銅の溶出量