耐候性鋼材の曝露試験片の設置時期の影響とその補正に関する研究

長岡技術科学大学　学生員　○中嶋　龍一朗
長岡技術科学大学　正会員　岩崎　英治
長岡技術科学大学　学生員　野添　裕輔
長岡技術科学大学　学生員　山本　順也

１．はじめに

近年，公共投資が減少し，低コストかつ耐久性の高い構造物の建設が重要視されている．このような状況下で，鋼橋においてはLCCの低減が可能である耐候性鋼を使用した橋梁の建設が増加している．2011年度受注分の新設橋梁において，全鋼橋の25%を占めている．耐候性鋼材の無塗装での使用に際しては，架設環境などに配慮して使用することが重要であり，その適用性評価方法の１つとして１年間の現地曝露試験による方法がある．この１年間の現地曝露試験の開始時期の指標が無く，その影響の検討は十分とは言えない．

本研究では，曝露開始時期をずらした現地曝露試験を実施し，設置時期の影響について検討する．また，腐食量の補正方法についても検討を行う．

２．調査概要

新潟市内の小兵衛橋を調査対象とする．この橋梁の構造形式は２径間連続３主Ｉ桁であり，離岸距離10kmに位置する無塗装耐候性鋼橋梁である．田園地帯に位置に，周囲に風を遮るようなものが無い環境である．**図-1**に対象橋梁の位置を示す．

図-1　対象橋梁位置図

３．調査内容

現地曝露試験の開始時期の違いが１年曝露試験の結果に与える影響を検討するため，①飛来塩分計測，②ワッペン式曝露試験と③風向風速計測を行う．曝露試験は，2010年11月から開始し，３ヶ月ほど設置時期をずらした曝露試験を５ケース実施し，その結果について比較・検討を行う．**表-1**に各曝露ケースの設置，回収年月を示す．

表-1 小兵衛橋における鋼材曝露試験の設置・回収時期

	設置年月	回収年月
期間A	2010年11月	2011年11月
期間B	2011年3月	2012年3月
期間C	2011年6月	2012年6月
期間D	2011年9月	2012年9月
期間E	2011年11月	2012年11月

① 飛来塩分計測：さびの生成は飛来塩分の影響が大きい．特に日本海側沿岸では，冬季は季節風の影響により飛来塩分が多くなる傾向にある．本研究では，桁内側の雨洗いの無い部位において，ドライガーゼ法による飛来塩分の計測を行った．

② 腐食減耗量調査：橋梁桁内の鋼表面にワッペン式曝露試験片を設置する．曝露前後の重量差より，腐食減耗量を算出し，各期間における腐食量を比較する．

③ 風向風速計測：飛来塩分は，風により海から運ばれてくる．このため，風向風速は飛来塩分に関係する因子として知られている．橋梁周辺に設置した架台上に風向風速計を設置して，計測を行った．

４．調査結果

(1) 月毎の飛来塩分の推移

図-2に曝露試験片設置期間中の両岸寄りの複数の部位の飛来塩分の平均値の推移を示す．飛来塩分の推移傾向は，夏季は低下して，冬季には増加する．各曝露期間を図中に示す．各曝露期間中における飛来塩分の増減パターンが異なることが確認できる．

(2) 飛来塩分と曝露試験片の腐食量の関係

図-3に各部位の１年曝露試験による腐食減耗量と年

キーワード：飛来塩分　腐食減耗量　耐候性鋼橋梁　ワッペン式暴露試験片
〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603-1 長岡技術科学大学 大学院建設工学専攻　TEL　0258-47-9617

平均飛来塩分の関係を示す．図中には $Y=\alpha C^{\beta}$ の回帰曲線を併記する[1]．設置時期ごとに回帰曲線付近に計測値が集まっており，ある程度の傾向がみられることが確認できる．係数 α を比較することで，曝露期間ごとの腐食減耗量を比較すると，2010 年 11 月に設置した曝露試験片が最も大きく，2011 年 3 月に設置したものが最も小さい．これより，試験片の設置時期によって 1 年曝露による腐食減耗量の結果が影響されることが確認できた．

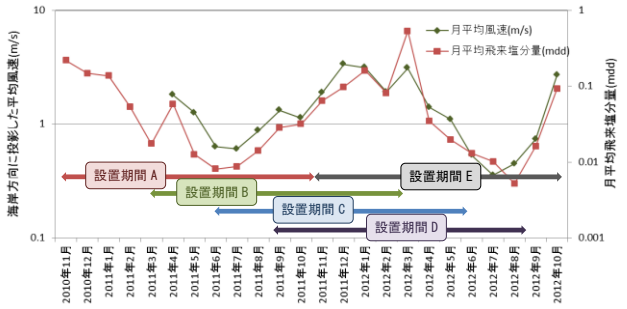

図-2　小兵衛橋における飛来塩分量と平均風速の推移

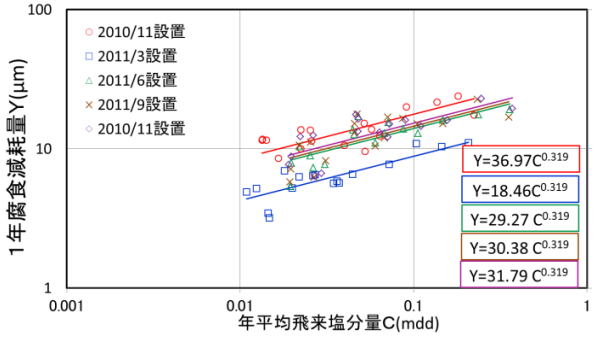

図-3　1 年腐食減耗量と年平均飛来塩分量の関係

(3) 飛来塩分と風向風速の関係

既往の研究より，風速 V は飛来塩分 C と $C=kV^{p}$ の関数で表せることが明らかになっている[1]．そこで，2011 年 4 月から 2012 年 10 月までの月毎の平均風速を**図-2** に併記している．月平均の風速と飛来塩分は，同様の曲線になっており，$C=kV^{p}$ の関係が成立していることを確認できる．

5．補正計算の検討

曝露期間ごとの腐食減耗量の違いを補正するため，鋼材腐食量の経年式（$Y=AX^{B}$）を基にして，式(1)のような補正式を検討する．

$$Y=\frac{1}{X}\int_0^X k_1k_2(X-t)^{B}c(t)dt \qquad \text{式(1)}$$

Y：補正計算値　　X：曝露期間(年)

t：時刻（年）　　B：腐食速度パラメータ

$c(t)$：飛来塩分量（mdd）　　k_1,k_2：未定係数

この式は，曝露期間中の月毎の飛来塩分による腐食量の総和を表している．この式を用いて，本調査における曝露試験の値の比較を行ったところ，**図-4** のような結果が得られた．各期間における腐食減耗量の増減傾向について同じような増減傾向が現れているため，月平均飛来塩分あるいは風速の推移パターンが得られれば，1 年腐食減耗量の値の評価が可能と考えられる．

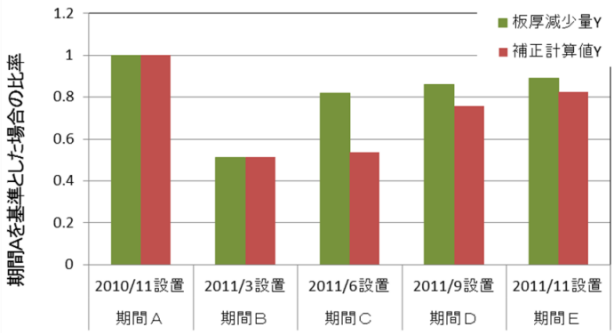

図-4　設置時期による腐食量の違い

6．まとめ

本研究は，開始時期の異なる曝露試験を行ったところ，曝露開始時期によって腐食量の結果に変動がみられた．そのため，曝露実施期間における補正計算を検討したところ，飛来塩分量の推移パターンによって期間ごとの影響について傾向が得られた．この設置時期の影響を考慮することで，耐候性鋼材の適切な使用へつながると考えられる．また，現地における風向風速計測結果から飛来塩分の推移の予測が可能と考えられるため，風向風速計測によって，曝露試験結果の補正も可能と考えられる．

しかし，本調査のように調査地点での飛来塩分や風向風速計測は，コスト的に不利である．そこで，今後，Amedas 等の既存の風速データにより，曝露時期による影響評価の妥当性の検討を行う必要がある．

謝辞　本研究は，日本鉄鋼連盟の 2010 年，2011 年度の「鋼構造研究・教育助成事業」による一般研究助成により実施した．ここに記して謝意を表します．

参考文献

1) 岩崎英治，鹿毛　勇，加藤真志，中西克佳，丹羽秀聡：耐候性鋼橋梁の断面部位別の腐食特性とその評価に関する一考察，土木学会論文集 A，Vol.66 No.2，297-311，2010.6.