

亜熱帯島嶼海洋環境地域における塩害環境と腐食速度特性に関する調査研究

琉球大学 ○所宏祐, 下里哲弘, 有住康則, 矢吹哲哉, 淵脇秀晃, 本田博之, 玉城喜章

1. はじめに

大気環境下における鋼材腐食の促進環境要因は、塩分である。亜熱帯島嶼海洋環境下にある沖縄では、サンゴ礁リーフの碎波により飛来塩分が膨大であり、過酷な腐食環境といわれている。本研究では、沖縄本島内の橋梁および暴露試験場（図 1）で実施した飛来塩分捕集と SMA 鋼板暴露試験の結果について報告する。

2. 調査方法

本研究で対象とする調査箇所は、14 橋梁の桁内、暴露試験場 4 箇所の計 18 か所である。

2.1 飛来塩分量

飛来塩分量は JIS Z 2382 のドライガーゼ法に準じて、雨がかりの無い橋梁桁下フランジと暴露場の屋根付き架台に設置して捕集を行った。約 1 ヶ月間隔で捕集したガーゼを、図 2 に示すように蒸留水で煮沸して、琉球大学内で硝酸銀による滴定分析を行い、以下の式により塩分量（NaCl）を算出した。

$$\begin{aligned} \text{分取NaCl質量(mg)} A &= 1/200 \times \text{AgNO}_3 \text{量(ml)} \times 10^{-3} \times \text{NaCl分子質量} \times 10^3 \\ \text{NaCl捕集質量(mg)} B &= A \times (\text{試料体积(ml)} / \text{分取量体积(ml)}) \\ &\quad - \text{未暴露ガーゼのNaCl質量(mg)} \\ \text{飛来塩分量(NaCl: mdd)} C &= B / \text{捕集面積(dm}^2\text{)} / \text{捕集日数(day)} / 2 \end{aligned}$$

2.2 腐食減耗曲線

図 3 に腐食減耗曲線を求めるまでの手順を示す。まず、SMA 鋼板（寸法 50×50×2mm，研磨処理）を塩分捕集器と同じ位置に設置して 1~3 年の暴露試験を行った。次に暴露で回収した鋼板を塩酸で除錆¹⁾し、以下の式により腐食減耗量を算出した。なお腐食減耗量を求めた SMA 鋼板の総数は 63 枚である。

$$\text{腐食速度(mm/y)} = \frac{(\text{暴露前質量}) - \{(\text{除錆後質量}) - (\text{未暴露鋼板質量減量})\}}{(\text{鉄密度}) \times (\text{暴露期間(年)})}$$

腐食減耗曲線は、既往の研究²⁾より、x を暴露期間(年)、y を腐食減耗量(mm)、A、B を定数として、 $y = Ax^B$ により求めた。

3. 調査結果

3.1 飛来塩分量

図 4 に年平均飛来塩分量を示す。同図に、比較として全国 41 橋梁³⁾での計測結果も示す。図より、沖縄の飛来塩分量の平均値は 0.52mdd で、全国 41 橋梁の海岸部の平均値 0.48mdd とほぼ同程度である。ただし、個別では沖縄本島北部西海岸沿いの辺野喜橋で 2.56mdd と塩屋大橋で 1.13mdd、宮古島の伊良部大橋で 2.07mdd であり、膨大な飛来塩分であると分かる。



図 1 実橋梁と暴露場

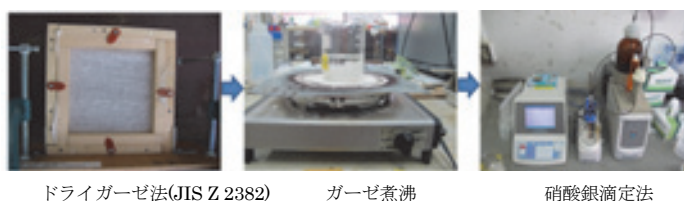


図 2 飛来塩分量計量手順

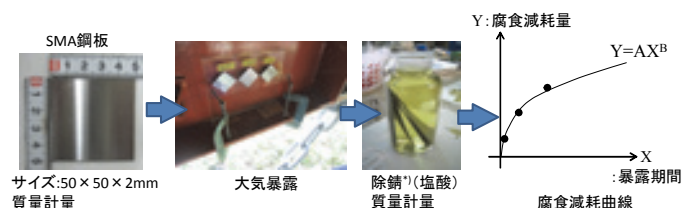


図 3 腐食減耗曲線算出手順

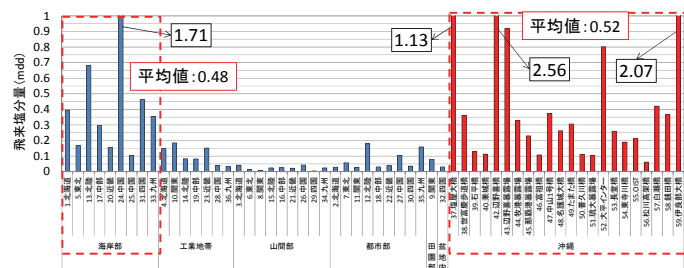


図 4 年平均飛来塩分量

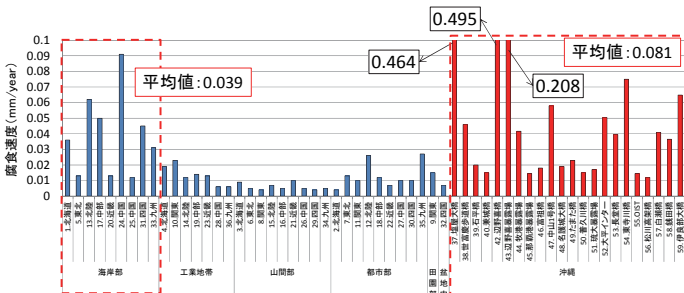


図 5 腐食速度

キーワード：飛来塩分、腐食速度、腐食減耗曲線、亜熱帯島嶼海洋環境
連絡先：〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原 1 番地

国立大学法人 琉球大学 工学部 環境建設工学科 TEL:098-895-8666 FAX : 098-895-86775-8677

3.2 腐食速度

図5に腐食速度を示す。飛来塩分量と同様に全国41橋梁での試験結果も示した。沖縄の腐食速度は平均で0.081mm/yで、全国41橋梁の海岸部での腐食速度平均値は0.039mm/yで沖縄の腐食速度のほうが約2倍速い。

また、個別では、沖縄本島北部にある28年で塩害崩落した辺野喜橋は0.495mm/y、琉球大学暴露場は0.017mm/y、塩害により34年で撤去された久米島の銭田橋は0.036mm/y、100年耐久鋼橋を目指してアルマグ溶射を下地防食に全断面溶接を採用した海洋鋼橋である宮古島の伊良部大橋（来年度供用予定）は0.065mm/yであった。

3.3 海岸線からの距離との関係

図6,7に飛来塩分量および腐食速度と海岸線からの距離の関係を示す。図より、相関係数は飛来塩分量では-0.83、腐食速度では-0.76であり、海岸線からの距離と相関がある。よって、海岸線からの距離は、飛来塩分量と相関性が高く、この値より腐食速度を推定できることがわかる。

3.4 腐食速度と飛来塩分量との関係

図8に腐食速度と飛来塩分量との関係を示す。図より、飛来塩分量が多くなるほど、腐食減耗量が多くなる傾向が得られた。相関係数は0.9で高い相関関係にある。これより、腐食速度から飛来塩分量が推定可能であることから、無塗装耐候性鋼の適用判定にワッペン鋼板を1年間暴露すれば判定でき、1か月毎にドライガーゼを回収・測定する飛来塩分を省略できるといえる。

3.5 腐食減耗曲線

図9に辺野喜橋（崩落）、塩屋大橋（塩害で撤去）、伊良部大橋、銭田橋（塩害で撤去）の腐食減耗曲線を全国41橋の中で厳しい腐食環境を示した、島根県沿岸部（浜村橋）、新潟県の米山大橋、和歌山県の新緑橋と比較する。図より、亜熱帯島嶼海洋環境の沖縄での腐食減耗量は著しく早いことがわかる。

4.まとめ

- (1) 沖縄の平均飛来塩分量は、全国41橋梁の海岸部の平均値と同等であるが、腐食速度は平均で約2倍速い。
- (2) 海岸線距離により、飛来塩分量と腐食速度が推定でき、腐食速度から飛来塩分の推定が可能である。
- (3) 腐食減耗曲線から経年腐食減耗量が推定できる。（亜熱帯島嶼海洋環境の腐食マップの作成）

【参考文献】

- (1) (社)腐食防食協会：第145回腐食防食シンポジウム資料〔主題〕鋼橋防食技術・新パラダイム具現化へのさびサイエンス、2004年6月
- (2) 紀平寛，田辺康児，楠隆，竹澤博，安波博道，田中睦人，松岡和己，原田佳幸：耐候性鋼の腐食減耗予測モデルに関する研究，土木学会論文集，No.780/I-70，pp.71-86，2005。
- (3) 土木研究所，(社)鋼材倶楽部，(社)日本橋梁建設協会：耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書(XⅧ)-全国暴露試験まとめ(概要編)-，平成5年3月

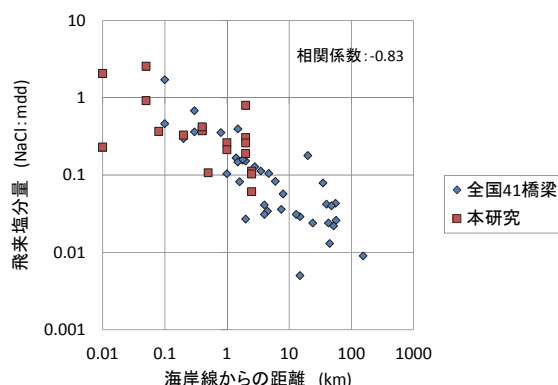


図6 飛来塩分量と海岸線からの距離との関係

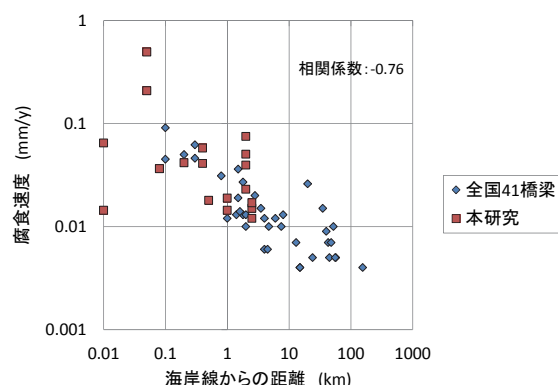


図7 腐食速度と海岸線からの距離の関係

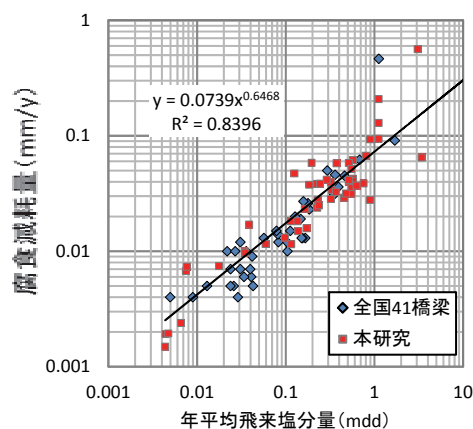


図8 腐食速度と飛来塩分量関係

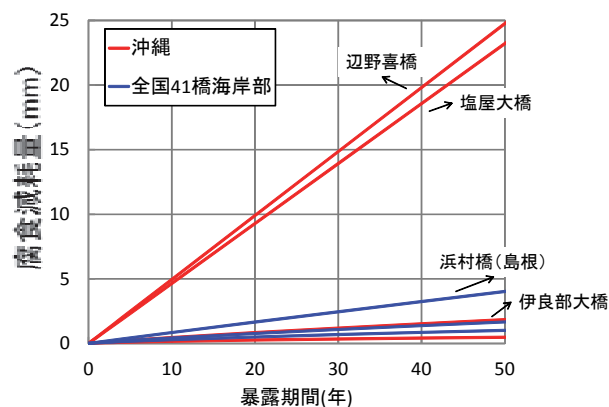


図9 腐食減耗曲線