

領域気候モデルを用いた腐食性評価に関する研究

松江工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○木村 泰
松江工業高等専門学校 正会員 広瀬 望
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

維持管理コストの削減を目指して、耐候性鋼橋梁が多く地域に架橋されている。道路橋示方書¹⁾では、耐候性鋼材の適用可能範囲が大まかな地域や離岸距離毎に飛来塩分量に応じて規定されている。そのため、架橋地点の飛来塩分量や気象要素(気温、風向・風速、湿度)を観測し、腐食環境を精査し、耐候性鋼橋梁の建設計画を立案することが求められている。しかし、100年近く橋梁を維持する観点から数年以上の観測を実施しなければ、架橋地点周辺部の普遍的な腐食環境は把握できない。腐食環境評価手法を高度化するためには、領域気候モデル²⁾を用いて、地上の気象要素や飛来塩分量を推定し、腐食減耗量の面的な分布を予測する必要があると考えられる。このような手法が確立できるならば、その成果は鋼橋梁の建設計画を立案する際に、腐食環境を評価するための資料として有用である。そこで本研究では、広域の腐食環境マップ作成に向けて、領域気候モデルを用いて、中国地方の大気環境腐食性指標の空間分布の推定を目的とする。具体的には、領域気候モデル²⁾を用いて、中国地方で地域環境腐食性指標 Z を算出し、腐食環境評価手法の問題点と今後の課題を考察する。

2. 地域環境腐食性指標 Z の概要

紀平ら³⁾は近隣の気象データを用いて、地域標準の計算局所環境腐食性指標 $A_{SMA}(Z)$ 値を求めるため、下記の地域環境腐食性指標 Z を提案した。

$$Z = 1 \times 10^6 \cdot TOW \cdot \exp(-0.1 \cdot W) \cdot \frac{C + 0.05 \cdot S}{1 + 10 \cdot C \cdot S} \cdot \exp\left(\frac{-50(kJ/mol \cdot K)}{R \cdot T}\right) \quad (1)$$

ここで、 TOW : 濡れ時間(Kucera らの濡れ関数⁴⁾)、 W : 風速効果(m/s)、 C : 飛来塩分量(mdd)、 S : 硫酸化物量(mdd)、 T : 気温(K)、 R : 気体定数(kJ/mol·K)である。

濡れ時間 TOW の算出方法は Kucera らの濡れ関数を用いる場合と 76%以上の1時間毎の平均湿度を積算する場合の二つである。なお、本研究では、飛来塩分量 C を一定とし、硫酸化物量 S は省略して Z 値を算出する。これにより、気象要素である濡れ時間 TOW 、年平均風速 W 、年平均気温 T が Z 値に与える影響について検討する。

3. 領域気候モデルの概要

本研究で用いた領域気候モデルは次世代メソ気象モデル、WRF(Weather Research and Forecast)²⁾である。対象とする計算期間は2006年12月1日から2007年11月30日の1年間である。図1に計算領域を示した。3重ネスティングで計算を行った。モデルの第1領域(domain1)、第2領域(domain2)、第3領域(domain3)の格子点間隔はそれぞれ、30km、10km、2.5kmである。また、初期値・境界値には、NCEP Final Analysis (FNL)の全球客観解析値を用いた。このデータは空間解像度が1度×1度で、時間間隔が6時間である。

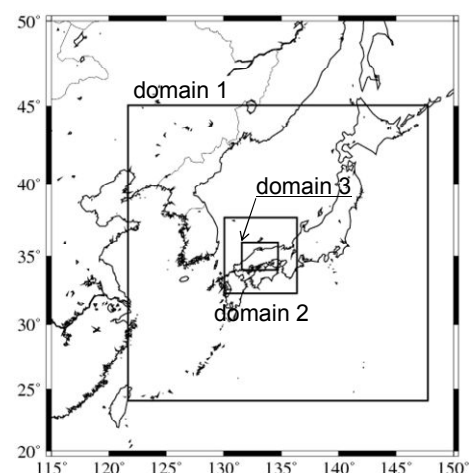


図1 領域気候モデルの計算領域

4. 濡れ時間と風速が地域腐食性指標に与える影響

領域気候モデルで1年間の数値実験を行い、湿度、

気温、風速の年平均値を求めた。また、濡れ時間に関しては、二つの方法で算出した。図2にKuceraらの濡れ関数により求めた結果を示した。標高が高いところほど濡れ時間が長い。しかし、島根県東部の平野部などでは、標高が低くても濡れ時間が比較的長い地域がみられる。また、日本海側と瀬戸内海側における濡れ時間の差は明瞭でない。また、図3に年平均風速の分布を示した。日本海側が大きく、瀬戸内海側が小さく、両者に1m/s以上の差がある。

次に、領域気候モデルの結果を用いて、地域環境腐食性指標Z値を求めた(図4)。日本海側より瀬戸内海側で大きく、両者の違いが明瞭である。図3と図4を比較すると、Z値が年平均風速の空間分布の特徴とよく一致していることから、年平均風速がZ値の算出に大きな影響を与えていると考えられる。これはZ値の算出において、年平均風速 W が大きくなると、鋼材表面を乾燥させ、腐食環境が改善される効果(風速による乾燥効果)が強く影響し、濡れ時間 TOW が短くなるという仮定により定式化されているからである。

今回得られたZ値の分布からは、年平均風速に非常に大きく影響を受けることが明らかとなったが、濡れ時間による影響については明瞭な特徴が表れないという結果となった。

5. まとめと今後の課題

領域気候モデルにより、中国地方の気象解析を行い、2007年における湿度、風速、気温の年平均値を計算した。計算された湿度より濡れ時間を求め、それぞれ式(1)に代入することにより地域環境腐食性指標Z値の分布を求めた。

濡れ時間は標高が高くなるに従って長くなり、風速は日本海側の方が瀬戸内海側より速い。Z値の分布は、風速による乾燥効果によって、濡れ時間より年平均風速の影響を強く受けることがわかった。しかし、濡れ時間もまた鋼材の腐食を左右するため、式(1)において、風速による腐食速度の低減を過大評価していることも考えられる。そのため、詳細な現地観測に基づいて、風速が鋼材の腐食進行に与える影響を明らかにする必要がある。

今後は腐食環境評価の高度化に向け、飛来塩分量の時空間分布予測を試みるとともに、省略した硫酸酸化物量についての取扱いについても検討したい。

参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会：道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）・同解説、5章、p183、2002
- 2) Skamarock, W. C., J. B. Klemp, and J. Dudhia, ; Prototypes for the WRF(Weather Research and Forecast) model, paper presented at Ninth Conference on Mesoscale Processes, Am. Meterol. Soc., Ft. Lauderdale, Fla., 29 July to 2 Aug. 2001
- 3) 紀平寛, 田辺康児, 楠隆, 竹澤博, 安波博通, 田中睦人, 松岡和巳, 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.
- 4) V.Kucera ら：ISO/TC156/WG4-N314 AnneX-A, 1999.

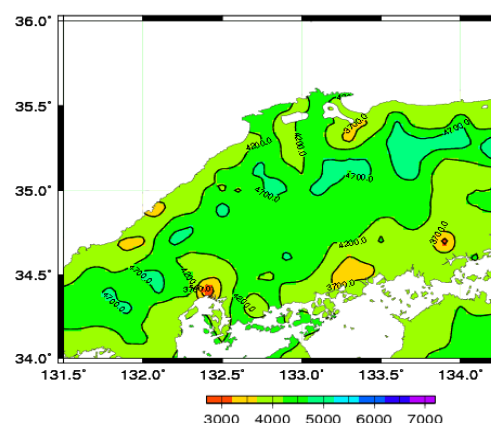


図2 Kucera らの濡れ関数による濡れ時間(hr)

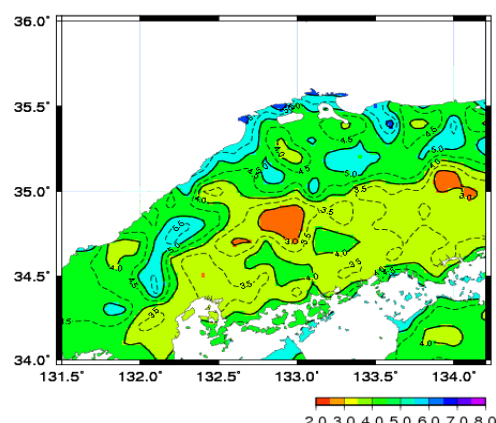


図3 年平均風速(m/sec)

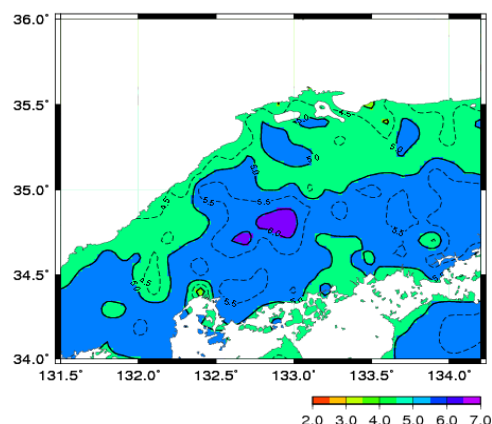


図4 大気環境腐食性指標Z値