

逆距離加重法を用いた鋼桁の腐食環境評価に関する研究

名古屋工業大学 学生会員 ○三輪 直登
 名古屋工業大学 学生会員 堀部 友貴
 名古屋工業大学 学生会員 六谷 拓真

名古屋工業大学大学院 正会員 永田 和寿
 名古屋工業大学大学院 学生会員 Zabihullah Rasoli
 名古屋工業大学大学院 学生会員 長谷川 陽平

1. 研究の背景と目的

腐食は、鋼橋劣化要因の半数近くを占めており、効率のよい腐食環境の把握が望まれる。

本研究では、腐食の要因である結露に着目し、任意の地点における結露の簡易的な発生予測を目的として、各気象台等の気象データから対象地点の気象データを求める逆距離加重法（以下、IDW と呼ぶ）を用いて気象予測を行った。従来の IDW による気象予測では、山間部で精度が低下する問題があった。そこで、山間部でも IDW を適用するための検討、改善を行った。また、鋼橋での現場計測を行い、改善した IDW による気象予測の妥当性の確認を行った。

2. 気象予測の概要

本研究の IDW では、名古屋、飯田、浜松、伊良湖の各気象台や特別地域気象観測所の気象データを用いて、豊邦大橋（図-1）の気象予測を行う。豊邦大橋は、メソスケール気象モデル WRF による解析で、結露が発生しやすいとされている地域に位置する。各観測地点の位置関係を図-2 に示す。また、各観測所の地理情報を表-1 に示す。

気象データ（気温・相対湿度）の求め方は、以下の式(1)を用いる。

$$Z = \frac{Z_a d_a^2 + Z_b d_b^2 + Z_c d_c^2 + Z_d d_d^2}{d_a^2 + d_b^2 + d_c^2 + d_d^2} \quad (1)$$

ここで、Z を豊邦大橋の気象データ、 Z_a 、 Z_b 、 Z_c 、 Z_d を各観測所の気象データ、 d_a 、 d_b 、 d_c 、 d_d を各観測所と豊邦大橋の距離である。

一般的な IDW では、距離のみが考慮され、標高差は考慮されていない。そこで、図-3 のように、各観測所の気温・相対湿度を、予測したい地点の標高を用いて補正することを考えた。そのとき、h を豊邦大橋の標高から各観測所の標高を引いた標高差の値(m)、T を気温(°C)、U を相対湿度(%), es を飽和水蒸気圧(Pa), correction を補正後のデータ、original



図-1 豊邦大橋



図-2 各観測地点の位置関係

表-1 各観測所の地理情報

	標高[m]	豊邦大橋との距離[km]
Z: 豊邦大橋	671	—
Z_a : 名古屋	51.1	$d_a = 44.87$
Z_b : 飯田	516.4	$d_b = 59.52$
Z_c : 浜松	45.9	$d_c = 44.01$
Z_d : 伊良湖	6.2	$d_d = 60.05$

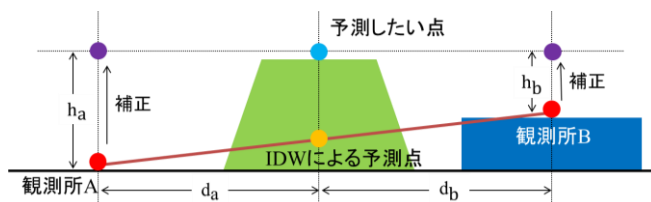


図-3 標高補正のイメージ図

を補正前（観測所）のデータをそれぞれ表すものとして、各観測所の気温・相対湿度を以下の式(2)、(3)を用いて補正することとした。

$$T_{\text{correction}} = T_{\text{original}} - 0.649 \times h / 100 \quad (2)$$

$$U_{\text{correction}} = U_{\text{original}} \times (es_{\text{original}} / es_{\text{correction}}) \quad (3)$$

ここで、標高と気温の関係は、国際標準大気 の定義より、100m あたり 0.649°C 気温が変化するものとした。また、式(3)で $U_{\text{correction}}$ が 100% を超えた場合は、 $U_{\text{correction}}$ の値を 100% とした。

3. 現場計測概要

改善した IDW の妥当性を確認するために、豊邦大橋にて大気の温湿度、腐食電流量（結露）の計測を行った。測定器はそれぞれ、温湿度センサ DT-174B、

ACM センサを用いた。ACM センサは、既往の文献より、乾燥時は腐食電流量が $10^{-2} \mu A$ 、結露時は $10^{-2} \sim 10^{-1} \mu A$ 、降雨時は $1 \sim 10^2 \mu A$ となることがわかっている¹⁾。各種センサの設置位置を図-4に示す。温湿度センサは橋梁内側の桁近くに設置してあり、露点温度算出の際に用いる。ACM センサ 1 はウェブ内側、ACM センサ 2 は下フランジに設置した。

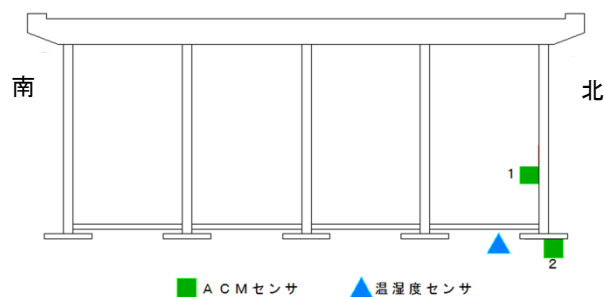


図-4 各種センサ設置位置

4. 気象予測の結果

まず、気温と相対湿度の計測値と IDW (標高補正有、無) の気象予測結果 (2018 年 12 月 1 日から 4 日) をそれぞれ図-5、図-6に示す。これらの図より、この期間では、気温と相対湿度共に、標高補正有の IDW のほうが、標高補正無の IDW よりも、現場計測値に近づく場合が多いことがわかった。

次に、気温と桁温度が等しいものとして、IDW で求めた露点温度と桁温度の差と腐食電流量の関係 (2018 年 12 月 1 日から 4 日) を図-7に示す。左の軸は、露点温度から気温を引いた温度差の値であり、この値が大きくなるほど露点温度と桁温度の差が小さくなり、結露しやすいことを示している。図の緑枠の期間に着目すると、腐食電流量が大きいときに、IDW で求めた露点温度と桁温度の差が小さくなっていることがわかった。加えて、腐食電流量が大きいときに、補正無より補正有の IDW のほうが露点温度と桁温度の差がより 0 に近いことが確認されたため、より精度良く評価ができると考えられる。

5. 結論

一般的な IDW は、距離のみを考慮しているため、山間地では誤差が大きく出るおそれがある。しかし、標高差を考慮して気温・相対湿度の補正を行うと、補正無の場合と比較して、より現場計測値に近くなることがわかった。よって、標高差を考慮して IDW による気象予測を行うと、一般的な IDW より精度の高い腐食環境評価が可能だと考えられる。

参考文献

1) 独立行政法人 物質・材料研究機構：近未来の鉄鋼材料を知る 耐候性鋼・腐食解析，2004.11.

<https://www.nims.go.jp/stx-21/jp/publications/stpanf/pdf/corrosion6.pdf>

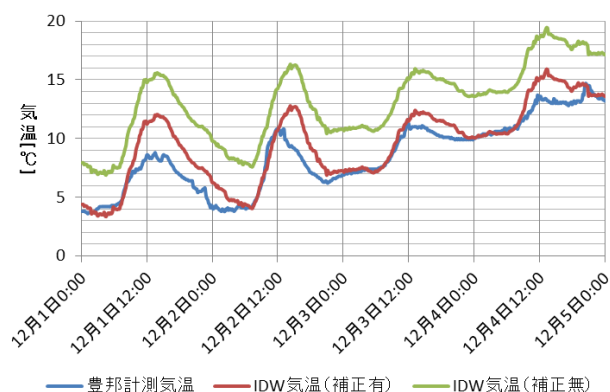


図-5 計測と予測値の比較 (気温)

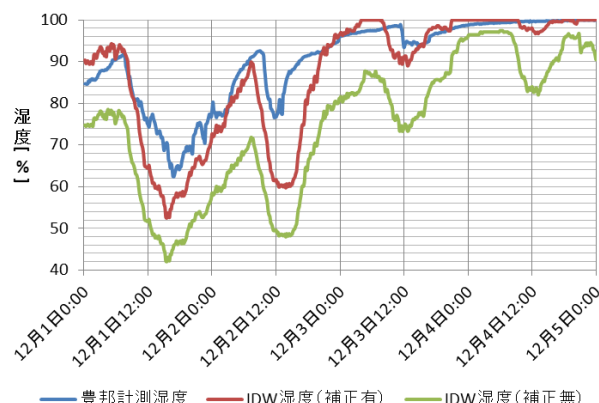


図-6 計測と予測値の比較 (相対湿度)

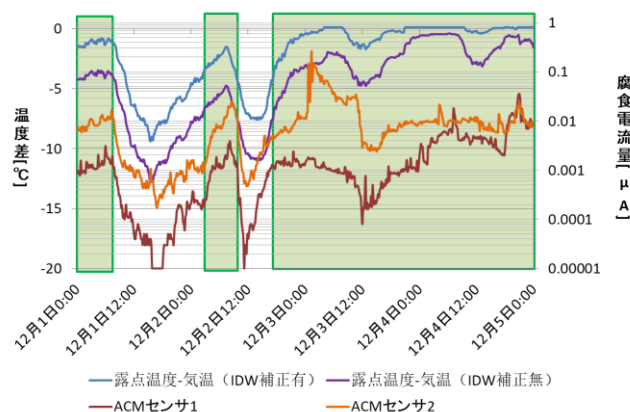


図-7 IDW で求めた露点温度と桁温度 (気温) の差と計測による腐食電流量の関係