

気象データを用いた多主桁鈹桁橋の結露評価

山口大学大学院 学生会員 ○今井亮太
大 林 組 正 会 員 宮 宗 哲 也
エム・エムブリッジ 正 会 員 田 島 啓 司
山口大学大学院 正 会 員 麻 生 稔 彦

1. はじめに

鋼橋を長期使用するにあたり、耐久性確保のために腐食には十分注意しなければならない。鋼橋の腐食は、酸素と水分が存在する環境下で発生する。酸素は大気中に存在するが、水分の供給方法は様々あり、その中の一つに結露がある。結露は鋼橋において一般的な水分の供給方法であるが、結露に関する研究は少ない。そこで本研究では、鋼橋の腐食要因の一つである結露に着目し、対象橋梁の温湿度と桁温度を計測し、結露の簡易的な評価を行った。また、逆距離荷重法を用いて、対象橋梁の結露環境の簡易的な評価も行った。

2. 調査概要

本調査では、山口県山口市の山間部に架設された A 橋と山口県宇部市の平野部に架設された B 橋の 2 橋を対象橋梁とする。対象橋梁の架設位置および橋梁概要を図-1 と表-1 に、横断面図を図-2 にそれぞれ示す。本調査では、温湿度および桁温度の測定を実施し、図-2 に示すように計測器具を設置した。なお、各計測器具の計測間隔は 10 分とした。本調査は、A 橋では 2015 年 9 月 29 日から 2017 年 9 月 19 日までの約 2 年間、B 橋では 2016 年 10 月 7 日から 2018 年 9 月 30 日までの約 2 年間の期間において実施した。

3. 調査結果

結露は、気温と相対湿度から得られる露点温度と桁温度の差から評価する。観測期間において桁温度が露点温度を下回る回数を結露発生回数とし、その下回った回数を 1 回 10 分とカウントした時間を結露時間としている。図-3 に各橋梁の合計結露発生回数と月別の合計結露時間をそれぞれ示す。図-3 より、B 橋は A 橋に比べて結露時間は長く、また 10 月～2 月に結露が多く発生する傾向にあることがわかる。これは、B 橋は A 橋に比べて、温度上昇時に桁温度より気温のほうが早く温まる傾向にあり、気温と桁温度に温度差が生じやすい。そのため、桁温度が露点を下回りやすくなり、結露が発生しやすいと考える。

4. 腐食環境の推定

腐食環境の推定にあたり、気象予測手法の一つである逆距離荷重法を用いた。逆距離加重法とは、補間点から観測点までの距離に関する重みをつけて加重平均する手法である¹⁾。補間点を P_0 , s 個の近



図-1 対象橋梁架設位置

表-1 橋梁概要

	A橋	B橋
橋長(m)	60	100
離岸距離(km)	20	10
橋軸方向	西南西-東北東	南東-北西
構造形式	3主桁	4主桁
計測位置	単径間単純鋼合成鈹桁橋2連 P1橋脚	3径間連続鋼合成鈹桁橋 A1橋台

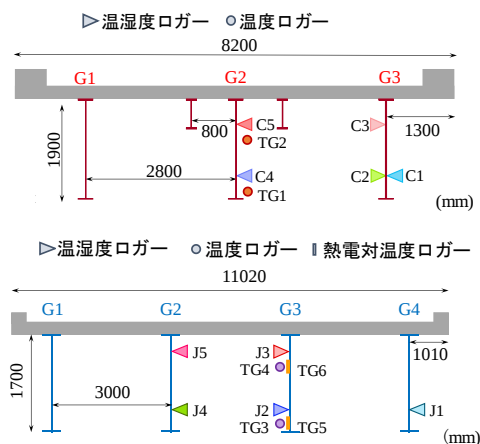


図-2 横断面図（上：A橋，下：B橋）

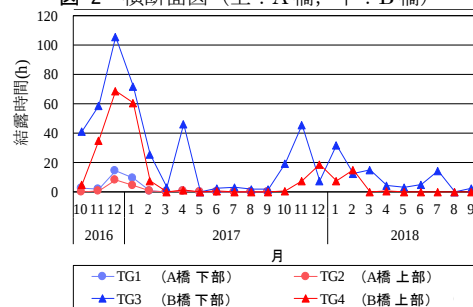


図-3 月別合計結露時間



図-4 対象橋梁と逆距離加重法で使用したアメダス

キーワード 鈹桁橋、結露、逆距離荷重法

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市 常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL0836-85-9323

隣標本点を $P_1, P_2, \dots, P_s$ として、各標本点における観測値 $z_1, z_2, \dots, z_s$ を用いて属性値 z_0 を予測する。

$$z_0 = \sum_{i=1}^s w_i z_i = \frac{\sum_{i=1}^s f(d_{NT}(P_0, P_i)) z_i}{\sum_{i=1}^s f(d_{NT}(P_0, P_i))} \quad (1)$$

ここで、 z_0 ：対象地点の気象データ、 z_i ：各気象台の気象データ、 d_i ：距離とする。図-4に本研究で対象とした橋梁とアメダスとの位置関係を示し、表-2に各アメダスから対象橋梁までの距離を示す。本研究では、対象地点と距離的に近い山口、萩、下関のアメダスを選定し、式(1)の s と λ を変化させ、精度の検討を行った。最終的に多くの環境条件を含み、精度の良かった $s=3$ 、 $\lambda=5$ を採用した。図-5にB橋において計測された温湿度と逆距離荷重法によって得られた温湿度の推測値を比較した例を示す。図-5より、推測値は計測値を概ね再現できていることがわかる。しかし、相対湿度をみると、推測値が計測値より高めに出現していることがわかる。このように十分な精度が得られない時もあるため、今後その原因を明らかにする必要がある。

結露を推定するためには、桁温度の設定が必要となる。ここで、逆距離荷重法によって求めた温湿度の中で、アメダスの地形環境に近い環境であるB橋の計測結果を用いる。図-6に、熱電対温度ロガーによる桁温度の計測値と気温の計測値の関係を示す。図-6から、気温と桁温度は相関関係にあり、式(2),(3)により桁温度を気温で表現可能である。

$$\text{桁上部} : y = 1.0141x - 0.1145 \quad (2)$$

$$\text{桁下部} : y = 1.0018x - 0.1746 \quad (3)$$

ここで、 x ：気温、 y ：桁温度とする。以上より、気温から桁温度の推定が可能であるため、橋梁周辺の気温と相対湿度を把握すれば、結露の推定が可能であると考えられる。本研究では、逆距離荷重法により得られた露点温度 T_{DEW} と上述の気温と桁温度の関係から得られた桁温度 T を用いて、下記の式 (4) から結露の推定を行った。

$$\Delta t = T - T_{DEW} \quad (4)$$

$\Delta t \leq 0$ のとき結露が発生している状態とし、結露の推定を行った。

推測した結露時間の結果を月別に合計し、計測した結露時間と比較したものを図-7に示す。図-7より、2017～2018年の10月～2月の

推測された結露時間が計測された結露時間より約2倍長い結果となったが、10月～2月に多く発生する結露の傾向は再現できている。計測値と推測値に違いがみられた原因は、逆距離荷重法より得られた相対湿度の推測値が計測値より高めにでたため、推測において結露しやすい環境になったと考えられる。

5. まとめ

本研究では、現場計測より得られた温湿度および桁温度と、逆距離加重法より得られた温湿度および気温と桁温度の関係から得られた桁温度を用いて、結露の推定を行った。逆距離加重法による結露の推定は、橋梁が架設されている場所の結露環境の傾向を桁温度が露点温度を下回る回数で概ね評価することが可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 塩出志乃, 逆距離加重法によるネットワーク空間上での点補間に関する研究, GIS-理論と応用Vol.13, No.1, pp. 33-41, 2004.

表-2 各アメダスから対象地点までの距離

アメダス (気象データ)	A橋までの距離(km)	B橋までの距離(km)
山口	20.5	23.7
萩	20.1	44.2
下関	73.4	32.0
浜田	78.4	122
広島	80.7	118

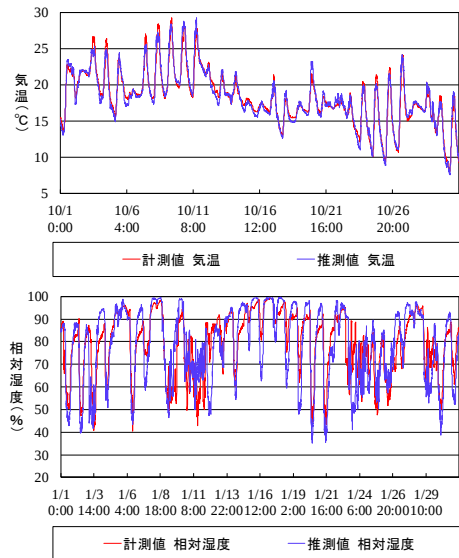


図-5 B橋における計測値と推測値の比較

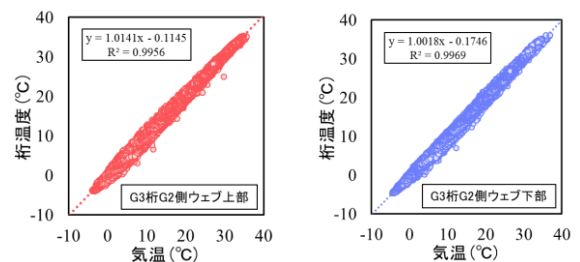


図-6 気温と桁温度の関係

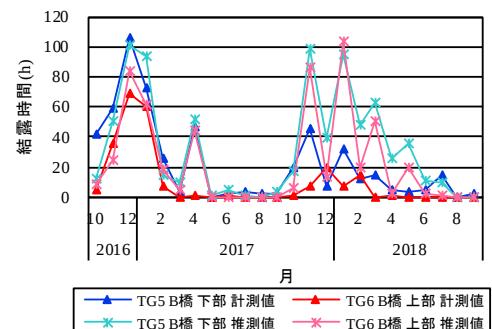


図-7 計測した結露時間と推測した結露時間の比較