

桁温度を考慮した結露現象に関する考察

名古屋工業大学 学生会員 ○原 聡太郎
 名古屋工業大学 正会員 永田 和寿
 名古屋市 正会員 山田 仁

1. はじめに

近年、土木構造物の維持管理の必要性が高まっており、効率のよい腐食状況の把握が必要となっている。しかし、個々の土木構造物において腐食状況の調査を行った場合、多額の費用と時間を費やしてしまう。そのため、橋梁における腐食の原因の一つである結露に着目し、簡易な結露評価が可能であれば効率的である。そこで、本研究では桁温度を考慮した結露の発生・蒸発現象の計測及び解析を行い、気象データを用いて橋梁における結露の発生状況の予測が可能であるかを検討し、露点温度を用いた結露に関する簡易評価について考察を行った。



図1 K 橋

2. 計測概要

2.1 計測対象

大阪府大阪市北区の淀川系大川に架かっている K 橋を計測対象とした(図1)。この橋は、1993年に、現在の2組の道路橋と1組の歩道橋として架設された。橋桁は8本のI桁と1個の箱桁から構成されている(図2)。

2.2 計測方法

気象データと桁温度から結露の発生状況を定量的に評価することを目的とし、腐食電流、気温、湿度、桁温度の計測を行った。計測はACMセンサ、温湿度センサ、熱電対を使用し、2011年12月1日(木)から開始し、現在も継続中である。図2のように温湿度センサ、熱電対を設置し、ACMセンサは①～⑫まで上流側(北西側)から順に設置した。

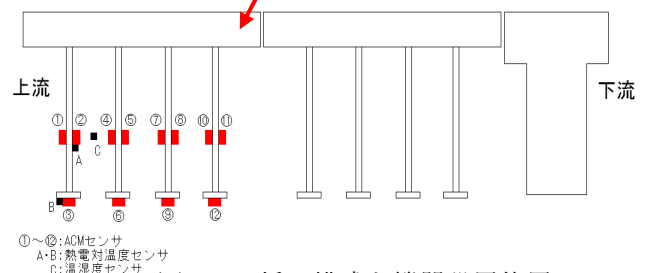


図2 K 橋の構成と機器設置位置

3. 計測結果

3.1 温度計測結果

計測値と気象データのグラフの推移は同じであり、計測値と気象データの温度差は気温が 8°C に近くなるほど差が小さくなっていることが分かる(図3)。

3.2 湿度計測結果

計測値と気象データのグラフの推移は同じであり、計測値と気象データの湿度差は湿度が高くなるほど小さくなっていることが分かる(図4)。

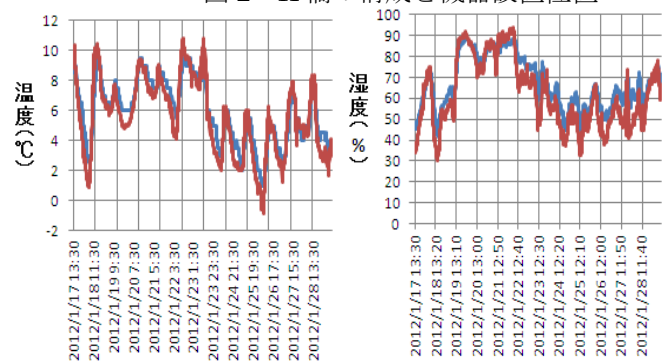


図3 温度変化

図4 湿度変化

キーワード 結露, 桁温度, 維持管理

連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 TEL 052-735-5482

3.3 桁温度計測結果

朝方では、桁温度は気温より 0.5～1.5℃低くなっており下フランジの方がウェブに比べ温度が下がりやすい（図 5 の右軸）。

3.4 腐食電流計測結果

腐食電流は 0.01μA 以上の値から、結露あるいは降雨状態、すなわち表面がぬれている状態にあるということが知られている。全体的に桁の一番外側（上流側）で結露が発生しやすいという結果になった。桁温度が気温より下がり始めると、電流量が大きくなっており、桁温度と腐食電流量にはある程度関係性があることが確認できる（図 5）。

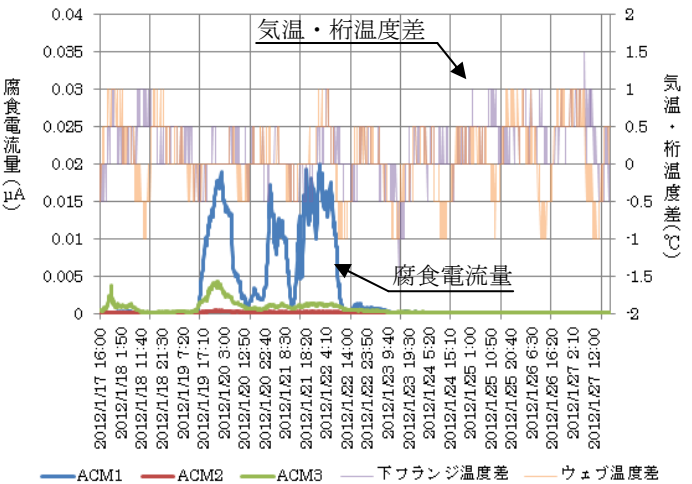


図 5 腐食電流量と桁温度差 (ACM1～3)

表 1 腐食電流量 (2012 年 1 月 22 日 6:00～7:00)

	ACM1	ACM2	ACM3	ACM4	ACM5	ACM6
腐食電流 (μA)	0.01741	0.000259	0.001297	0.00032	0.000504	0.002457
	ACM7	ACM8	ACM9	ACM10	ACM11	ACM12
腐食電流 (μA)	0.001541	0.000198	0.00029	0.00029	0.000198	0.000809

4. 結露解析

計測の妥当性を確認するため、汎用流体解

析ソフト STAR-CD を用い、温度、湿度、風による桁周りの結露の生成シミュレーションを行う。解析では、桁表面に前もって直径 1mm の微小水滴を付着させ、その質量・直径の増減により、結露の発生・蒸発を判定する。

4.1 橋梁モデルによる解析

計測対象である K 橋を基に作成した橋梁モデルで、計測した箇所の水滴の変化を見る。解析対象

区間を晴れた朝方である 2012 年 1 月 22 日 6:00～7:00 とする。その区間の平均値を用い、気温 5.5℃、湿度 89.5%、桁温度 4.5℃を与える。風速・風向については、気象データから得られた北西の風（上流側）0.9m/s を与える。また、この区間の腐食電流量を表 1 に示す。この表で、赤色の部分が結露状態を示しているセンサである。

4.2 解析結果

図 6 に 3600 秒後の水滴核の直径を示す。明確な結露の発生は確認できなかったが、上流側から 1 本目のウェブの左側と下フランジの下側、また全ての桁の角部の水滴の直径が大きくなっている。表 1 と比較すると、上流側から 1 本目のウェブの左側で電流量が高いことと一致する。同じ箇所の下フランジでも結露には至っていないが、電流量が比較的高くなっている。よって、解析結果は、対象区間における腐食電流量と傾向がほぼ一致している。以上より、計測は妥当だと考えられる。しかし、この解析は気温や湿度等を、常に一定の状態で行っているが、実際の自然現象では常に変動していることを考えなければならない。

5. まとめ

本研究では、桁温度を考慮した結露の発生・蒸発現象の計測及び解析を行い、気象データを用いて橋梁における結露の発生状況の予測が可能であるかの検討を行った。以下にまとめを述べる。

結論気象データと計測値の差にある程度の傾向があるため、それを把握すれば、気象データから現地の温湿度を予測することの可能性が考えられる。温度が下がり始めると、腐食電流量は大きくなることが確認できた。桁温度と腐食電流量にはある程度関係性があると考えられる。以上より、気象データから桁温度が予測できれば、露点温度の関係から結露状況の把握ができる可能性が考えられる。

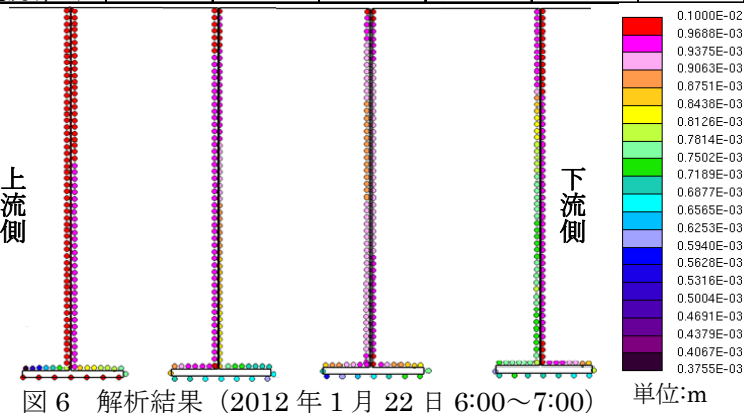


図 6 解析結果 (2012 年 1 月 22 日 6:00～7:00) 単位:m