

三国大橋における腐食環境調査と考察

名古屋工業大学 学生会員 ○伊藤 弘太
名古屋工業大学 フェロー 小畑 誠

名古屋工業大学 正会員 永田 和寿
福井県 正会員 宮本 重信

1. はじめに

鋼橋の防食は主に塗装によって行われているが、10数年毎に塗り替えを要し、非常にコストがかかる。そこで橋梁の維持管理費低減のために、桁の洗浄を行い、付着する塩分や汚れを洗い流すことで腐食の進行、塗膜劣化を遅らせ、塗り替え回数を減らそうという試みがなされている。

本研究では、実際に洗浄が行われている橋において、腐食の進捗を測定し、腐食環境を明らかにするとともに、塩分の付着に関係すると考えられる桁表面の結露の蒸発・生成について解析を行うことで、飛来塩分と結露の関係について考察し、桁洗浄の有効な時期・方法について検討する。

2. 調査概要

2. 1 調査対象

福井県北西部、坂井市にある三国大橋を調査対象とした(図1)。この橋は、昭和56年竣工、3径間連続鋼箱桁橋である。橋桁は2主箱桁からなり、河口までは約2kmに位置しており、日本海に近く飛来塩分量が多いと考えられる。

2. 2 調査方法

周辺の腐食環境を定量的に評価することを目的とし、腐食電流、風向、風速、温度、湿度、飛来塩分量の計測を行う。調査はACMセンサ、風向風速計、温湿度センサ、土研式タンクを使用し、2008年11月19日(水)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、風向風速計を取り付け、ACMセンサは川下側から順に12個取り付けた。

3. 観測結果

3. 1 飛来塩分測定結果

土研式タンクによる塩化物の付着度の測定結果を図3に示す。飛来塩分は冬季に多く計測され、特に川上側で多い。

3. 2 温度湿度測定結果

計測結果から、特に冬季の朝方に温度が下がり、湿度が90%以上を記録することが多く、結露が起きやすい環境にあるといえる。

3. 3 風向風速測定結果



図1 三国大橋

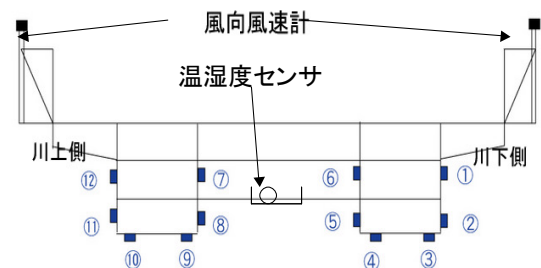


図2 機器設置位置

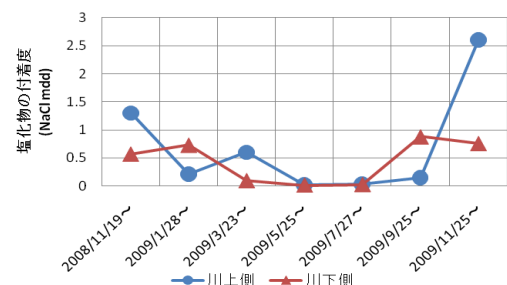


図3 塩化物の付着度

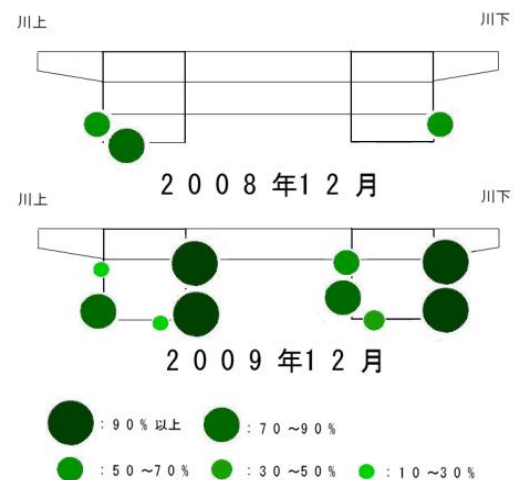


図4 腐食電流量が0.01 μ A以上の頻度

キーワード 鋼箱桁, 桁洗浄, 飛来塩分, 腐食, 維持管理
連絡先 〒466-8555 愛知県名古屋市長和区御器所町 名古屋工業大学 TEL 052-735-5482

3. 1, 3. 2の結果から冬季の計測結果について詳しく見る。2008年, 2009年12月の風向風速測定結果から, 両月とも南南東方向を中心とした風が多い。これは川上側から吹く橋軸方向に沿う風である。また北を中心とした風は, 頻度は少ないものの平均風速は南風より2倍以上強い。

3. 4 腐食電流量測定結果と付着塩分量推定

腐食電流はACMセンサ内の金属が, 表面に水膜が発生することで化学反応を起こすことにより流れる。腐食電流は $0.01\mu\text{A}$ 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。図4に2008年, 2009年12月の, 腐食電流量が $0.01\mu\text{A}$ を超えた割合を示す。2008年12月には桁外面下部, 川上側フランジ面で大きな値を記録しているのに対し, 2009年12月にはフランジ面を除き, 全体で大きい値を記録している。前年に比べ降水量が多く, 気温が低かったことなどから腐食環境に変化があったと考えられるが, なお, 頻度の傾向に影響はないものの, ACMセンサの設置時期により2008年12月の頻度はやや少なめになっている恐れがある。

2008年, 2009年12月の各センサで, 腐食電流量と相対湿度の関係から校正曲線¹⁾を用いて推定された付着塩分量を表1に示す。全体としては $0.001\sim 0.1\text{mg}/\text{m}^2$ の塩分量が推定される。両月とも桁外面下部において付着量が多い。また2009年12月は全体として付着量が多いが, 3. 1から飛来してくる塩分量そのものも多かったと考えられる。

4. 結露解析

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の微小な水滴を付着させ, その質量・直径の増減により, 結露・蒸発を判定する。

4. 1 橋梁モデルによる解析

観測対象である三国大橋を基に作成した橋梁モデルで, 風の有無による水滴の変化を見る。解析対象区間を2009年12月10日5:00~6:00とし, その区間の平均気温 6°C , 平均湿度97%を与える。この区間における腐食電流量の頻度傾向などは, 3. 4および図4に示したものとほぼ一致している。また先だって行った簡易モデルによる結露解析の結果より桁温度は 3°C とし, 無風状態とモデル左側から 2m/s の風を与えた場合で, 水滴の変化の違いを見る。

4. 2 解析結果

図5, 図6に無風状態と風を与えた場合それぞれの3600秒後の水滴の様子を示す。風を与えない場合は全体的に水滴直径が増大し, 特に桁下部, フランジ部で増大が顕著だった。風を与えた場合は, 風上側, 特に風が吹きつける場所で減少し, 風下側において増大し, 特に

表1 推定付着塩分量

		付着塩分量 $[\text{g}/\text{m}^2]$	
		2008年12月	2009年12月
川下側 桁外	川下側外面上部①	$0.001\sim 0.01$	$0.01\sim 0.1$
	川下側外面下部②	$0.01\sim 0.1$	$0.01\sim 0.1$
	川下側外面フランジ③	$0.001\sim 0.01$	$0.0001\sim 0.001$
川下側 桁内	川下側内面フランジ④	$0.0001\sim 0.001$	$0.001\sim 0.01$
	川下側内面下部⑤	$0.001\sim 0.01$	$0.01\sim 0.1$
	川下側内面上部⑥	$0.0001\sim 0.001$	$0.01\sim 0.1$
川上側 桁内	川上側内面上部⑦	$0.001\sim 0.01$	$0.01\sim 0.1$
	川上側内面下部⑧	$0.001\sim 0.01$	$0.01\sim 0.1$
	川上側内面フランジ⑨	$0.001\sim 0.01$	$0.001\sim 0.01$
川上側 桁外	川上側外面フランジ⑩	$0.01\sim 0.1$	$0.0001\sim 0.001$
	川上側外面下部⑪	$0.01\sim 0.1$	$0.01\sim 0.1$
	川上側外面上部⑫	$0.001\sim 0.01$	$0.001\sim 0.01$

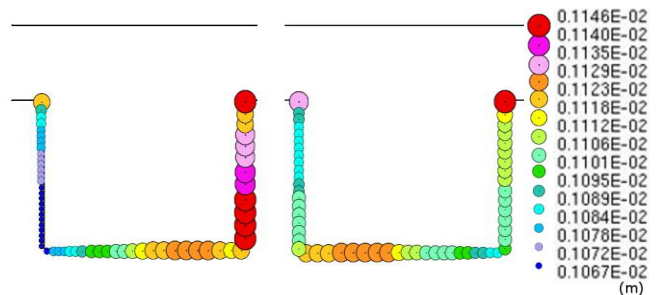


図5 橋梁モデルの解析結果(無風状態)

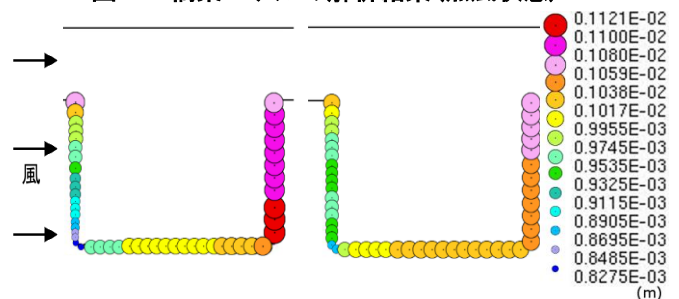


図6 橋梁モデルの解析結果(風を与えた場合)

下部で増大が顕著だった。また無風状態に比べ, 増大量は小さかった。両解析結果は, 対象区間における腐食電流の傾向におおそ一致している。実際の気象条件は常に変動していることも踏まえ, 結露は桁内外の下部に発生しやすいといえる。今回の解析では一定の条件の基で行ったため, 今後気象条件の変動および塩分の付着特性も考慮した, より精密な解析が求められる。

5. まとめ

- 1) 塩分の付着は冬季に多く, 桁外面下部に付着しやすいことがわかった。
- 2) 結露は冬季に発生しやすく, また解析により桁内外面下部に特に発生しやすいといえる。
- 3) 飛来塩分と桁に発生する結露には相互関係があると考えられ, 飛来塩分量が少なくなる春先に桁下部分を重点的に洗浄するのが有効と考えられる。

参考文献

- 1) 元田慎一, 鈴木楊之助, 篠原正, 児島洋一, 辻川茂男, 押川渡, 糸村昌祐, 福島敏郎, 出雲茂人: 海洋性大気環境の腐食性評価のための ACM 型腐食センサ, 材料と環境, vol.43, pp.550-556, 1994.