

耐候性鋼橋梁の腐食因子と腐食

川田工業 正会員 丹羽秀聡
 (研究当時：長岡技術科学大学 学生)
 長岡技術科学大学 正会員 岩崎英治
 長岡技術科学大学 学生員 浅野幸士
 長岡技術科学大学 学生員 小島靖弘



写真-1 橋梁の全景 (2007 年末よりダム湖への貯水開始)

1. まえがき

近年、鋼橋分野ではLCC低減の面から、無塗装で使用できる耐候性鋼材を使用した鋼橋の建設が増えている。しかし、この耐候性鋼橋の一部に層状剥離さびやうろこ状さびが発生する問題が生じている。問題の生じている橋梁のほとんどは、適用不可地域に建設されたものである。耐候性鋼橋の主な腐食因子は海岸の波飛沫より発生する飛来塩分であると言われるが、冬季の凍結防止剤の大量散布や、桁内の空気中の温湿度と鋼材表面温度により結露が生じることによるぬれや鋼表面に付着した塩分の潮解によるぬれも因子としてとり上げることが出来る。

本研究は、新潟県内の既設鋼橋の内桁の複数個所に温湿度計、ACMセンサ、および飛来塩分捕集器具を設置し、飛来塩分、付着塩分とぬれ時間が腐食に与える影響について検討する。

2. 対象橋梁

腐食量と腐食環境との関係を調査する対象橋梁は、新潟県内の離岸距離 3.4km の東頸城丘陵内に、灌漑用ダム建設に伴う道路の付け替えに伴い、ダム湖上に 2005 年に建設された Ni 系高耐候性鋼材を使用した写真 1 のような橋梁である。なお、新潟県による建設前の飛来塩分調査では、この場所の年平均飛来塩分量は、0.236mdd である。

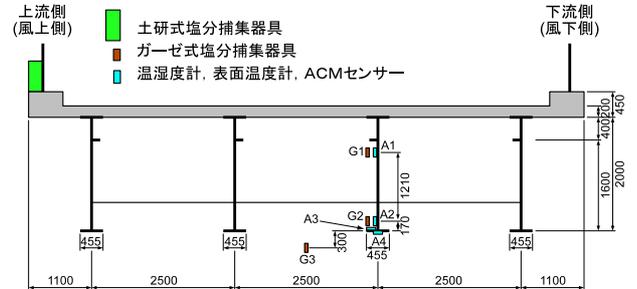


図-1 計測位置

表-1 飛来塩分の計測結果 (単位：mdd)

計測期間	高欄外	桁下	Web 上	Web 下
11/26 ~ 12/26	0.501	0.504	0.075	0.081
12/26 ~ 1/22	0.961	1.101	0.210	0.225
1/22 ~ 2/27	1.511	1.665	0.248	0.280

3. 計測内容と結果

この橋梁の右岸側桁端部付近の図-1 のような位置に計測器具を設置した。飛来塩分捕集器具は、上流側の高欄外側に土研式捕集器具、桁内のウェブ上部、下部と桁下には、ガーゼ式捕集器具を設置している。また、温湿度計と ACM センサを内桁のウェブ上部、下部、下フランジ上下面に設置している。

(1) 飛来塩分

2007 年 11 月末から 3 ヶ月間計測した飛来塩分を表-1 に示す。高欄外側の土研式捕集器具と桁下のガーゼ式捕集器具は、ほぼ同じ飛来塩分が得られ、11 月末からの 1 ヶ月間の飛来塩分を基準にすると、12 月末からの 1 ヶ月間と 1 月末からの 1 ヶ月間の飛来塩分は、それぞれ約 2 倍、3 倍に増加している。桁内のウェブ上部と下部の飛来塩分は、若干、上部が下部の値に比べて少ないが、ほぼ同じ程度の値になり、桁下や高欄外に比べて、1/5 から 1/6 倍の値になっている。

(2) 実橋の付着塩分とさび厚

表-2 には、内桁のウェブ上部、下部、下フランジ上下面の付着塩分とさび厚を示す。付着塩分とさび厚は、それぞれ携帯型表面塩分計と電磁膜厚計を用いた。この表より、さび厚はウェブ上部と下フランジ

Key Words: 耐候性鋼, 付着塩分, さび厚, ACM センサ

〒940-2188 新潟県長岡市富岡町 1603-1 TEL 0258-47-9617 FAX 0258-47-9600

表-2 実橋の付着塩とさび厚

計測項目	Web 上	Web 下	Flg 上	Flg 下
付着塩 (mg/m ²)	60.3	83.1	160.9	61.3
さび厚 (μm)	110.5	207.1	343.1	120.4

表-3 平均気温 (単位: °C)

計測期間	Web 上	Web 下	Flg 上	Flg 下
11/26 ~ 12/26	5.9	5.8	5.7	5.8
12/26 ~ 1/22	3.5	3.5	3.4	3.5
1/22 ~ 2/27	1.3	1.3	1.3	1.2

表-4 平均湿度 (単位: Rh%)

計測期間	Web 上	Web 下	Flg 上	Flg 下
11/26 ~ 12/26	74.3	77.6	75.6	81.4
12/26 ~ 1/22	65.7	68.7	67.0	72.6
1/22 ~ 2/27	65.1	68.2	66.5	72.2

表-5 腐食電流の総電気量 (単位: C)

計測期間	Web 上	Web 下	Flg 上	Flg 下
11/26 ~ 12/26	0.0015	0.0058	0.0497	0.0002
12/26 ~ 1/22	0.0044	0.1504	0.2843	0.0305
1/22 ~ 2/27	0.0075	2.3814	7.7940	0.0362

表-6 ACM センサによる普通鋼の推定腐食速度 (単位: mm/年)

計測期間	Web 上	Web 下	Flg 上	Flg 下
11/26 ~ 12/26	0.005	0.009	0.021	0.003
12/26 ~ 1/22	0.009	0.033	0.041	0.018
1/22 ~ 2/27	0.009	0.084	0.131	0.017
全期間	0.008	0.060	0.092	0.015

下面で、ほぼ同じ値になり、ウェブ下部と下フランジ上面ではさび厚は厚くなり、それぞれ、ウェブ上部や下フランジ下面の2倍と3倍の値になっている。ウェブ上部と下フランジ下面の付着塩分もほぼ同じ値であり、ウェブ下部と下フランジ上面は、これらの部位に比べて増えている。

(3) 温湿度と ACM センサ

表-3 と表-4 に、計測期間ごとの各部位の平均気温と平均湿度を示す。平均気温は、計測部位に依らずほぼ同じ値になっている。一方、湿度はウェブ上部で少なく、下フランジ下面が多い。

ACM センサは、基板 (Fe) の上に絶縁層と導電層 (Ag) をスリット上に塗布したものであり、センサ表面がぬれると、基板と導電層の間に腐食電流が流れる。この腐食電流を計測することで、基板の腐食度合いが分かり、ACM センサの置かれた環境の腐食性を評価できる。

表-5 に各期間の各部位に設置した ACM センサの腐食電流による総電気量 (=電流 × 時間) を示す。また、表-6 に、電気量から推定される¹⁾普通鋼の腐食速度 (板厚減少量) を示す。11 月末からの1ヶ月間の

表-7 観測時間に対するぬれ時間の割合 (単位: %)

(a) ISO ぬれ時間

計測期間	Web 上	Web 下	Flg 上	Flg 下
11/26 ~ 12/26	45.9	57.6	51.8	65.7
12/26 ~ 1/22	12.0	22.1	17.5	32.9
1/22 ~ 2/27	10.1	21.8	16.8	31.9

(b) ACM センサによるぬれ時間

計測期間	Web 上	Web 下	Flg 上	Flg 下
11/26 ~ 12/26	0.7	4.1	46.6	0.0
12/26 ~ 1/22	1.6	54.1	69.0	14.4
1/22 ~ 2/27	4.5	90.2	97.6	32.7

腐食速度は小さいが、1 月末からの1ヶ月間の下フランジ上面とウェブ下部の腐食速度は大きく、厳しい腐食環境となっている。表-1 のように、1 月末からの1ヶ月間のウェブ下部の飛来塩分は 0.280mdd であり、11 月末からの1ヶ月間の値の 3.5 倍程度であるが、腐食速度は 6 倍から 9 倍になっている。

(4) ぬれ時間

表-7 に、気温 0°C 以上、かつ湿度が 80%以上の時間 (ISO ぬれ時間) と ACM センサによる腐食電流が 0.01μA 以上の時間¹⁾の総観測時間に対する割合を示す。ISO ぬれ時間は 11 月からの1ヶ月は観測期間の半数以上、以降の2ヶ月間では3割から1割程度の時間で鋼表面が湿潤状態にあることになる。また、下フランジ下面のぬれ時間が他の部位に比べて多い結果となっている。一方、ACM センサによると飛来塩分の多い1 月末からの1ヶ月間では、ウェブ下部と下フランジ上面は9割以上の時間で湿潤状態にある。

鋼表面がぬれて湿潤状態のときに、腐食が進行すること、実橋のウェブ下部と下フランジ上面のさびが厚いこととぬれ時間を比較すると、ACM センサによるぬれ時間の長短は、実橋の腐食状況と関連性のあることが分かる。

4. あとがき

本研究では、既設の耐候性鋼橋の内桁に温湿度計、ACM センサ、飛来塩分捕集器具を設置し、実橋の付着塩分、さび厚との比較検討を行った。その結果、ACM センサの腐食電気量、ぬれ時間は、飛来塩分や実橋の付着塩分、さび厚との相関が高く、温湿度より算出される ISO ぬれ時間は関連性の低いことが分かった。謝辞: 本研究は (社) 日本鉄鋼連盟「鋼構造研究・教育助成事業」による学生研究助成を受けて行ったものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 篠原 正, 元田慎一, 押川 渡: ACM センサによる環境腐食性評価, Zairyo-to-Kankyo, Vol.54, pp.375-382, 2005.