

耐候性鋼材の腐食進行と湿度との関係について

八代工業高等専門学校 土木建築工学科 正会員 岩坪 要

1. はじめに

これまでの我が国における道路整備事業の中で建設された橋梁の多くが、生活面や防災面において重要な役割を担い現在も活躍している。鋼橋では、数年おきに塗り替え塗装が必要であり、そのLCC (Life Cycle Cost) に占める割合も大きいため、塗り替え塗装費を軽減した耐候性鋼橋が建設されてきている。しかしながら、耐候性鋼の本来の機能である保護性錆の生成が上手くいかず、層状剥離錆などの生成が確認された橋梁もある。原因の一つに橋梁が置かれてい



写真1 耐候性鋼橋



写真2 桁端部



写真3 新設の耐候性鋼橋

る環境因子が大きく関係しており、湿度に起因する要素もある。そこで本研究では、耐候性鋼の保護性錆が生成される段階に着目し、湿度が高い状態を再現した暴露試験を実施した。耐候性鋼の適用環境については、飛来塩分が重要な要素であるため様々なデータが発表されているが、環境要因として湿度に着目したデータは少ない。本研究では、錆の生成過程と温湿度の変化の経過観察により、耐候性鋼橋への環境影響評価を検討するデータ収集を行った。

2. 耐候性鋼と環境因子について

(1) 耐候性鋼の保護性錆の生成について

文献 1) では、耐候性鋼の保護性錆の生成条件について整理されているが、山間部のように日照部が少なく、高湿度であり凍結防止剤が影響を及ぼす箇所では錆が安定しにくいことがわかる。環境の影響を確認する指標として地域環境腐食性指標 (Z) と SMA 材の腐

食性 (腐食減耗量) を評価する式が提案されている²⁾。

$$Z = 1 \times 10^6 \cdot TOW \cdot \exp(-\kappa \cdot W) \cdot \frac{C + \delta \cdot S}{1 + \varepsilon \cdot C \cdot S} \cdot \exp\left(\frac{-E_a}{R \cdot T}\right) \quad (1)$$

$$A_{SMA}^H = 0.10517 \cdot Z + 0.0086720 \quad (\text{水平}) \quad (2)$$

$$Y = A_{SMA} \cdot X^{B_{SMA}} \quad (3)$$

ここに、Z: 環境腐食性指標, TOW: 年間ぬれ時間(h), W: 年平均風速(m/s), C: 飛来塩分量(mdd), S: 硫酸化物量(mdd), R: 気体定数, E_a : 活性化エネルギー, T: 気温(K), Y: 累積腐食減耗量(mm), A_{SMA} , B_{SMA} : 腐食速度パラメータ, X: 暴露期間(年)であり、 κ , δ , ε は各因子の影響度を示す定数である。(1)式より(2)式より A_{SMA} を推定して(3)式で将来の腐食量を予測し耐候性鋼橋の適用性の検討をする。しかし、(1)式では地形の影響 (離岸距離や桁下高など) や、構造上の影響 (桁端部など) は評価し難く、実際の腐食状況とは、ある程度の差が生じることになる。

(2) 耐候性鋼橋の現状

著者は2001年から2003年にかけて九州橋梁・構造工学研究会 (KABSE) の「九州・山口地区における耐候性鋼の調査・研究分科会」に参加した³⁾。調査項目は構造形式や構造細目を調べる一般調査と、錆状態を調べる外観評価を行い、可能な限りセロテープ試験と写真撮影を行った。外観評価の中で桁に接近した局所評価の結果を表1に示す。

表1 外観評点別橋梁数 (局所評価)

外観評点	5	4	3	2	1
橋梁数	1 (0.5%)	38 (20.7%)	92 (50.0%)	35 (19.0%)	18 (9.8%)
合計					184 橋

表中の外観評点は、さび評価基準⁵⁾に基づき与えた評点であるが、約3割が評点2以下になっている。評点が低い原因としては、飛来塩分の影響、構造上の湿気の滞留などが原因と考えられる。

キーワード: 耐候性鋼, 腐食, 暴露試験, 鋼橋, メンテナンス,

連絡先: 〒866-8501 熊本県八代市平山新町 2627 番地

八代工業高等専門学校 Tel: 0965-53-1339 Fax: 0965-53-1349 E-Mail: iwatsubo@as.yatsushiro-nct.ac.jp

3. 暴露試験について

(1) 試験台と試験片

高湿度の湿潤状態を水の自然蒸発により再現してみた。図1に実験装置の寸法図を示す。

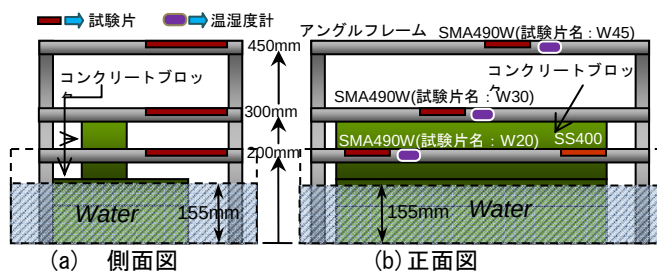


図1 暴露試験台の設置図

アングルで暴露試験台を組み立て、これを大型のバットの中に入れた。バット内には橋台をイメージしたコンクリートブロックを積み、水を注入し、バット全体を遮光ネット（遮光率 70%）で覆った。試験片は3枚のSMA490W 鋼板（板厚 6mm）を用意し、両面ともサンドブラストにより黒皮を剥ぎ、図2に示すように測定面以外の部分には錆止めペイントを施した。初期状態を測定した後に図1のように高さを違えて水平に設置し、試験片の横には温湿度データロガーを設置した。なお図1中のSS400 試験片はACM センサ用の試験片である。



写真4 試験台と試験片

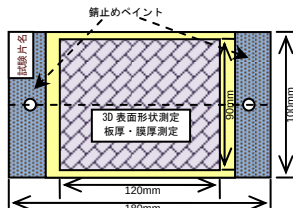


図2 試験片寸法

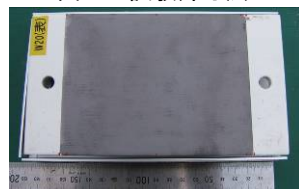


写真5 試験片(W20 表)

(2) 測定項目

週に1回行う測定ではデータ回収の他、昨年度実施した暴露試験を参考にして測定する項目を決定した。

基本項目	重量, 板厚, 錆厚, 表面粗さ, 写真
備考	気づいた点, 錆の生成状況のメモなど

4. 測定結果

1月初旬から3月末までの約2カ月の暴露試験の結果を示す。図3は、温湿度計で測定した1日の平均湿度の推移を示す。若干ながら、高さによる湿度の差が表れている。また、熊本气象台での観測と比較すると、

气象台よりも高い湿度であることが分かる。

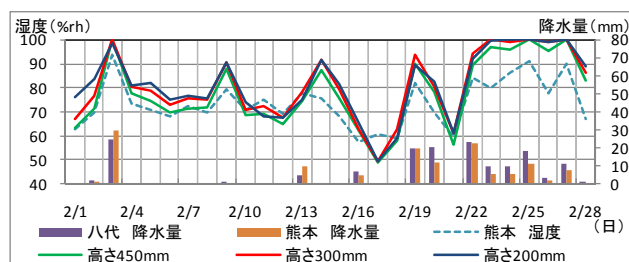


図3 湿度グラフ (2009/2/1~2/28)

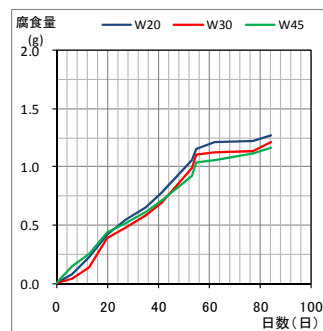


図4 腐食量の変化

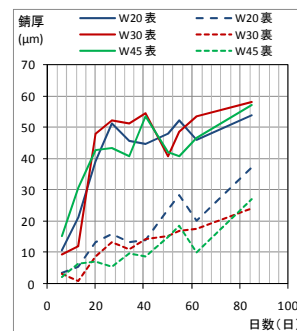


図5 錆厚の変化

図4と図5は、設置前からの腐食量と錆厚の変化を示している。錆厚は膜厚計で表面を25か所測定した平均値で表している。これらの図より、腐食の進行に表面と裏面で違いがあることが分かる。これまで得られた結果を示すと表2のようになる。

表2 2カ月間暴露の結果 (84日間)

試験片	平均湿度 (%rh)	濡れ時間 (分)	腐食量 (g)	平均腐食速度 (g/day)
W20	80.58	69780	1.27	0.01811
W30	79.14	69590	1.21	0.01774
W45	75.86	61950	1.17	0.01756



(a) W20 試験片 (裏)



(b) W45 試験片 (裏)

写真6 腐食状況 (84日暴露後)

5. 最後に

本実験は継続して行うので、発表時には約半年暴露した結果で発表する予定である。今後は、短期暴露試験と維持管理への活用について検討を行っていく予定である。なお、本実験の一部は長岡技術科学大学技術開発教育研究振興会の平成20年度研究助成により行った。実験計測では当時八代高専の学生だった宇田将人君に協力して頂いた。ここに記して謝意を表する。

【参考文献】1) 長野博夫他：環境材料科学，共立出版，2004。 2) 紀平寛他：耐候性鋼の腐食減耗予測モデルに関する研究，土木学会論文集，2005。 3) 山口栄輝他：九州・山口地区における耐候性鋼橋梁の実態調査，土木学会論文集，2006。 4) 日本道路協会：鋼道路橋塗装・防食便覧，2004。 5) 日本橋梁建設協会：無塗装橋梁の手引き，1998。