

湿潤状態を想定した耐候性鋼暴露試験の試み

八代工業高等専門学校 土木建築工学科 正会員 岩坪 要 非会員 宇田将人

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多くの橋梁が建設され、現在も欠くことのできない構造物として現役として活用している。従来からメンテナンスの必要性は重要視されていたものの、予算面や人件費の面で計画的な実施が難しい状況であった。特に鋼橋では塗り替え塗装が必要であり、LCC (Life Cycle Cost) に占める割合も大きいので、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。原因としては、橋梁の環境因子が大きく関係している模様で、特に湿潤状態 (高湿度状態) がその一つである。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の試みを行った。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 (湿度) に着目したデータは少ない。錆の生成過程と温湿度の変化を経過観察することで、耐候性鋼橋の環境影響評価を検討する際に使用できるデータが収集できる。



写真1 耐候性鋼橋



写真2 桁端部

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 (係数の詳細などは、文献 2) を参照されたい)。

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

$$Y = A_{SMA} \cdot X^{B_{SMA}} \quad (2)$$

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。

以上の2式と現地で暴露試験をすることで環境因子の影響度について調べることができ、環境を評価することができる。橋梁の腐食環境を記録しておくことは、建設後の点検時に活用することができ、その後の維持管理計画にも影響を及ぼすと考えられる。より実用性を追求するならば、温湿度と錆生成のより詳しい関係 (どの程度の環境で錆がどの程度生成されるなど) が必要と考えられる。また、(1)式では地形の影響 (離岸距離や桁下高など) は評価し難い。

(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 (詳しくは文献 3) を参照されたい)。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。表中の外観評点とは、さび評価基準⁵⁾に基づき与えた評点であるが、局所評価を行った橋梁の内、約 3 割が評点 2 以下になっている。これらの多くは、飛来塩分の影響、構造的に湿気の滞留などが原因と考えられる。

キーワード: 腐食, 暴露試験, 耐候性鋼, 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

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

このように、飛来塩分以外にも耐候性鋼は湿度の影響も十分に想定すべきである。そこで本研究では、通常の大気暴露試験ではなく、環境 (特に温湿度) に着目した暴露試験を通じて耐候性鋼の錆の生成過程を調べる実験を行った。

3. 暴露試験について

(1) 試験台と試験片

高湿度の状態を再現するために、水を自然蒸発させて湿潤状態を再現してみた。図1に実験装置の寸法図を示す。

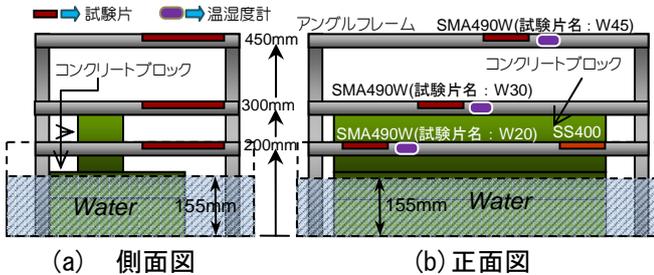


図 1 暴露試験台の設置図

アングルを用いてフレームを組み暴露試験台とし、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

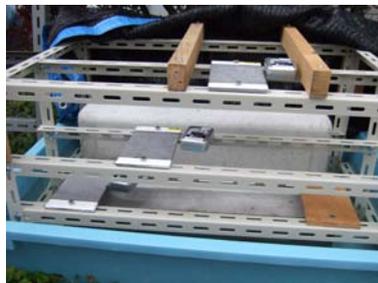


写真 3 試験台と試験片

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%) で覆っているため、内部はある程度の湿潤状態が生成され、さらに日射量も抑えられる。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写真3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ている。なお図1中の SS400 試験片は ACM セ

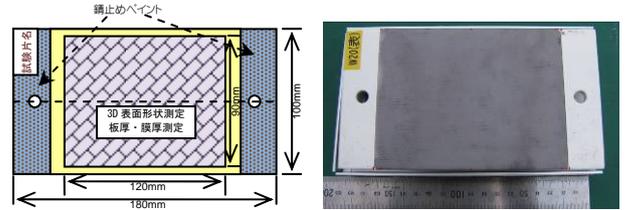


図 2 試験片寸法

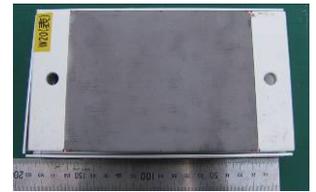


写真 4 試験片 (W20 表)

ンサを用いた計測を行う予定の試験片である。

(2) 測定項目

週に1回行う測定では、昨年度実施した暴露試験を参考にして項目を決定した。

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

(3) 暴露環境

試験片設置前に、暴露環境を調べた結果を下の図に示す。図3に温度グラフ、図4に相対湿度のグラフを示すが、温湿度データロガーの水面からの高さの違いが表れていることが分かる。特に日中の昼過ぎには日射の影響が表れている。

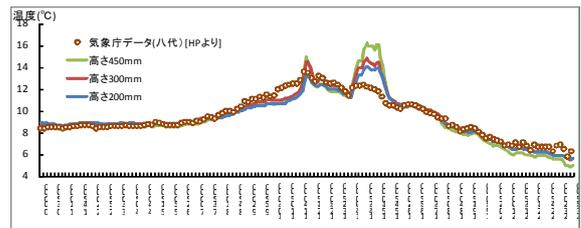


図 3 温度グラフ (2008/12/25)

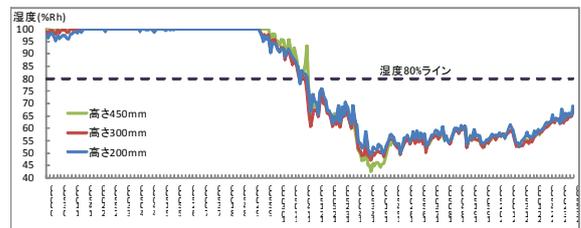


図 4 湿度グラフ (2008/12/25)

4. 最後に

暴露試験は様々なパラメータが入るので結果の整理は煩雑になるが、錆の状態を確認することができ、試験方法としては有効と考えている。本原稿には間に合わなかったが、研究発表会では計測結果を発表する。さらに、本研究の暴露試験はしばらく継続する予定である。今後はさらに鋼材の腐食に影響を与える環境因子について調べていき、効果的な橋梁の維持管理へ繋げる検討を行っていく予定である。

【参考文献】 1) 長野博夫他：環境材料学，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。