

暴露試験に基づく耐候性鋼材の性能評価手法に関する研究

横浜国立大学大学院 学生会員 ○糸数 青剛
横浜国立大学大学院 正会員 佐々木 栄一
東京工業大学 フェロー 三木 千壽

1. 研究背景と目的

近年，鋼橋の維持管理コストの削減を目的として，耐候性鋼材を適用した無塗装橋梁の建設が進んでいる．しかし耐候性鋼材の性能は使用環境や鋼材の化学成分によって異なり，耐候性鋼材の性能評価手法は確立していないというのが現状である．そこで本研究では，耐候性鋼材の暴露試験を行い，耐候性鋼材の腐食減耗予測の妥当性について検証し，予測精度の向上を目的とした検討を行った．

耐候性鋼材の腐食量は， $Y = AX^B$ （ Y は板厚減少幅， X は暴露年数）で示されることが知られており，本研究ではパラメーター A および B の予測について検討した．鋼材の化学成分と環境腐食性の評価指標については，紀平ら¹⁾が提案した，耐候性合金指標 V および地域環境腐食性指標 Z を用いた． V は鋼材に含まれる成分ごとの質量パーセントから， Z は暴露地の年平均風速や年間濡れ時間・飛来塩分量から算出できるものであり， V が大きい鋼材は腐食が進行しにくく， Z が大きい地域は腐食の進行が早いという意味を持つ指標である．

2. 耐候性鋼材の暴露試験の概要

暴露試験は，大洗，ラヨーン（タイ），バンコク（タイ），マニラ（フィリピン），津で実施し，鋼材は JIS 規格の耐候性鋼材(SMA 材)と，それよりも性能の良い数種類の高耐候性鋼材を用いた．鋼材の暴露条件に関しては，津においては軒あり条件下で水平に設置，津以外の暴露地においては軒なし条件下で水平面から 30 度の角度で設置した．このように軒の有無の違いを設けたのは，直接降雨による鋼材表面の洗浄効果が耐候性鋼材の腐食に与える影響について検討するためである．それに加え本研究では，1998 年から 2003 年までに，カセサート大学（タイ）と東京工業大学において軒なし条件下で行われた暴露試験のデータも使用した．使用した鋼種の V ，暴露地の Z の値を表 1，表 2 に示す．

表 1 鋼種ごとの V の値

鋼種名	BN	CN	DN	EN	FN	SA	KB	KC	KD	NE
V	0.994	1.509	1.277	1.302	1.459	1.012	0.960	0.989	1.402	1.553

表 2 暴露地ごとの Z の値

暴露地	大洗	ラヨーン	バンコク	マニラ	津	カセサート	東工大
Z	0.20241	0.10728	0.00043	0.11850	0.32803	0.01058	0.02855

3. 暴露条件の違い(軒あり・軒なし)が腐食に与える影響

SMA 材のパラメーター A_{SMA} は，軒あり条件下においては，地域環境腐食性指標 Z の値から予測値を求めることができる．軒なし条件での A_{SMA} の実測値と，軒ありと仮定した場合の A_{SMA} の予測値の比の値と Z の値の関係を図 1 に示す．この結果から，腐食が進みやすい環境ほど，直接降雨による鋼材表面の洗浄効果によ

キーワード 腐食，耐候性鋼材，暴露試験

連絡先 〒240-0067 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 環境情報 1 号棟 617 TEL045-339-4243

て腐食が抑制されていると言える. さらに軒なしと軒ありの A_{SMA} の比の値は, Z と線形に近い関係にあることがわかる.

4. パラメーターAの予測に関する検討

JIS 規格の耐候性鋼材のパラメーター A_{SMA} と高耐候性鋼材のパラメーター A_S の比の値は, 図2に示すように, 同じ種類の鋼材でも暴露地ごとに異なることが分かった. このことから, A_S/A_{SMA} の値は環境の影響を受けると言える. これは, 同じ種類の耐候性鋼材であれば暴露地の環境の違いによらず A_S/A_{SMA} の値は一定であるという, 従来の腐食減耗予測の考え方とは異なるものである. さらに, 一部のメーカーの高Ni系耐候性鋼材(CN材とDN材)については, A_S/A_{SMA} と Z は負の相関があることが分かる.

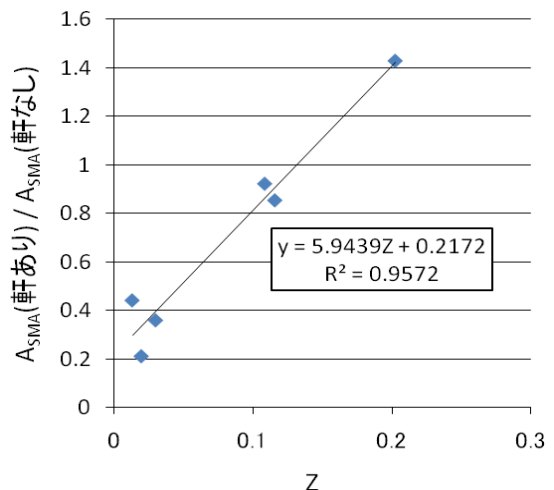


図1 $A_{SMA}(\text{軒あり}) / A_{SMA}(\text{軒なし})$ と Z の関係

5. パラメーターBの予測式の提案

本研究で行った暴露試験では, 環境腐食性を測定するために, ACM センサを設置し, それぞれの暴露地の ACM センサの年間電気量 (EC) を求めた. 図3に, EC とパラメーターB の関係を示す. 図からわかるように, これらの間には相関が見られた. 本研究ではこの関係に着目し, 重回帰分析によって式1に示すパラメーターBの予測式を提案した. ECに加え, 耐候性合金指標 V , 年平均絶対温度 T , 鋼材のクロム含有率 Cr を変数として用いた. これは, ACM センサの出力に温度は影響しないとされ, また耐候性合金指標 V の定義式にクロムが含まれていないためである.

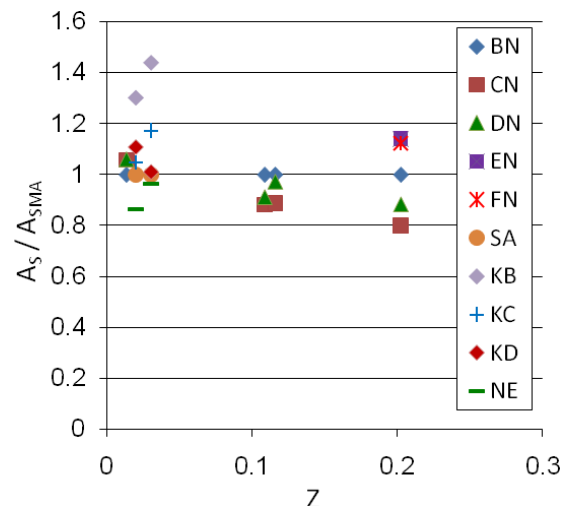


図2 Z と A_S/A_{SMA} の関係

$$B = 0.365 V^{-1} + 0.223 \log(EC) + 0.014T - 0.205Cr - 4.645 \quad (\text{式 1})$$

なお, 式1の自由度調整済決定係数は, 0.8340 であった.

謝辞

本研究は, 東京工業大学創造プロジェクト研究体 SIG1 (高性能鋼材の橋梁への適用に関する研究会) の研究活動の一環として実施しました. 特に, 田辺篤史氏 (元東京工業大学助教) には貴重なご指導, 多くの助言を賜りました. ここに記して, 感謝の意を表します.

参考文献

1) 紀平寛, 田辺康児, 楠隆, 竹澤博, 安波博道, 田中睦人, 松岡和己, 原田住幸: 耐候性鋼の腐食モデルに関する研究, 土木学会論文集, No.780/I-70, pp.71-86, 2005.1.

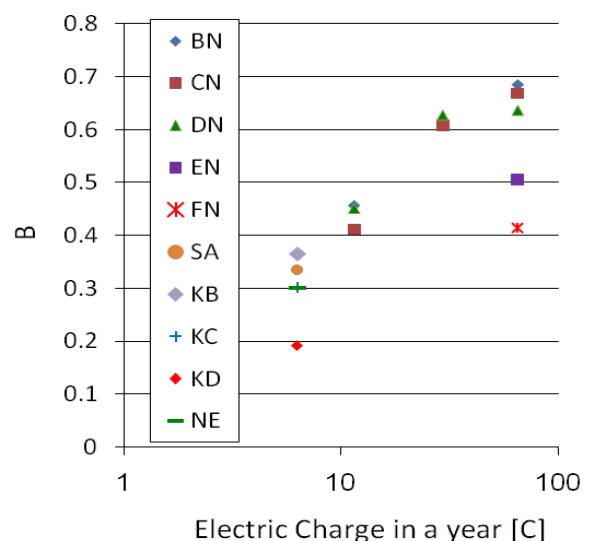


図3 ACM センサの電気量と B の関係