

付着海塩の雨洗環境における無塗装耐候性鋼材の孔食性に関する基礎的検討

九州大学 学生会員 ○竹田 智紀

九州大学大学院 フェロー会員 貝沼 重信
九州大学大学院 学生会員 八木 孝介

1. はじめに 鋼構造物の重要部位に著しい腐食損傷が生じた場合、平均断面の減少に起因した耐荷力の低下、あるいは孔食の底部を起点に発生・進展する疲労き裂により、構造物の崩壊に至ることが懸念される。したがって、鋼構造物を安全に維持管理するためには、腐食による断面減少量とその腐食表面性状を定量評価することが重要になる。著者らは無塗装耐候性鋼橋の各構造部位に貼付した小片裸鋼板の平均断面減少量を用いて、各部位の腐食性評価を行った¹⁾。しかし、腐食した無塗装耐候性鋼材の腐食表面性状やその孔食性については検討されていない。そこで、本研究では大気暴露した裸普通鋼板と裸耐候性鋼板の平均腐食深さの算出、および鋼素地表面性状の測定を行い、平均腐食深さに対する最大腐食深さの比率（以下、孔食性）を検討することを目的とした。そのために、付着海塩の雨洗作用の有無と飛来海塩量の多少に着目した4地点で大気暴露試験を実施した。本稿では雨洗作用のある沖縄県本島の結果について述べる。

2. 大気暴露試験の方法 試験体にはスチールグリッド（モース硬度：10、JIS 粒度指数：52.6、比重：7.4）でブラスト処理（ISO 8501-1 Sa2.5）した SM490A 材および SMA490AW 材（JIS G 3114、400×60×9mm）（以下、普通鋼および耐候性鋼）を用いた。大気暴露地点は沖縄本島の東側海岸線から約 2.3km、西側海岸線から約 4.4km に位置する付着海塩の雨洗作用があり、飛来海塩量が 0.3mdd である琉球大学千原キャンパス構内（以下、琉球大学）（Lat.26°15'N, Long.127°46'E）²⁾とした。試験体は各暴露地点で複数のマイクロ腐食環境における試験データを収集するために、水平面に対して 0°、45°と 90°の角度で設置した。なお、0°と 45°の試験体は対空面・対地面、90°の試験体は南側・北側の腐食表面を評価面とした。大気暴露の期間は、2009 年 9 月から 2017 年 9 月の期間において、約 1、2、3、4 および 8 年間とした。試験体の腐食生成物層の表面性状は、デジタルマイクロスコープを用いて 100 倍で観察した。また、腐食生成物除去後の鋼素地の腐食表面性状は、レーザーフォーカス深度計（スポット径：30μm、分解能：±0.05μm）を用いて測定した。試験体の平均腐食深さ d_{mean} は、試験体の重量減少量および鋼素地の腐食表面性状を併用することで算出した。また、最大腐食深さ d_{max} は試験体中央部の 40×40mm の範囲における表面性状を対象とし、腐食深さの上位 5 点の位置が試験端部近傍に位置しないかを確認した上で、それらのデータの平均値として定義した。

3. 大気暴露試験の結果 暴露試験後の耐候性鋼と普通鋼における試験体の対空面の腐食生成物層の厚さ $t_{\text{r,mean}}$ を図-1 に示す。鋼種や角度による差異の影響は小さい。雨洗作用のある環境では、降雨により腐食生成物が流されるなどにより約 0.15mm 程度以上とはならないで³⁾。45°の耐候性鋼と普通鋼の平均腐食深さ d_{mean} の経時性を図-2 に示す。対象面において、普通鋼が耐候性鋼に比して d_{mean} が大きい傾向にある。これは雨洗作用のある環境では、耐候性鋼は緻密な腐食生成物を形成しやすく、腐食要因物質の侵入が阻害されることで、腐食進行が抑制されたためと考えられる⁴⁾。図-1 と図-2 に示した暴露 8 年後における試験体の腐食表面性状を図-3 に示す。図中には各試験

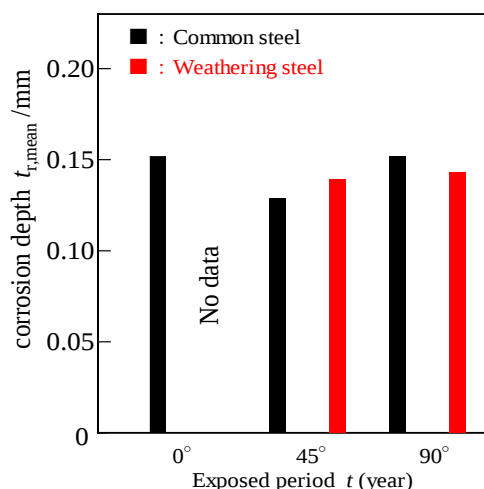
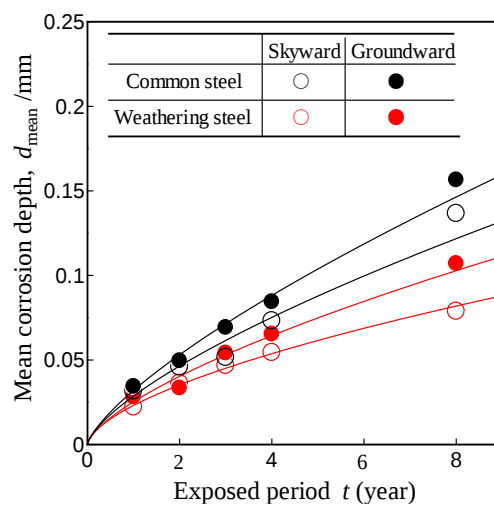


図-1 腐食生成物層の厚さ（8年暴露）

図-2 平均腐食深さ d_{mean} の経時変化

キーワード 孔食性、普通鋼、耐候性鋼、平均腐食深さ、最大腐食深さ

連絡先〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 番地 ウェスト 2 号館 1104 号室 TEL:092-802-3392

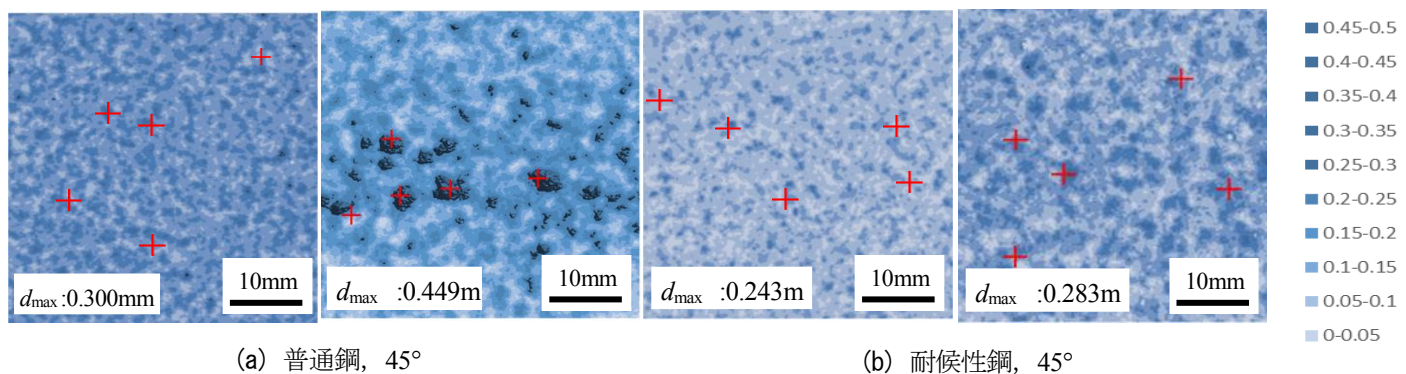


図-3 腐食生成物除去後の試験体の腐食表面性状 (暴露8年後)

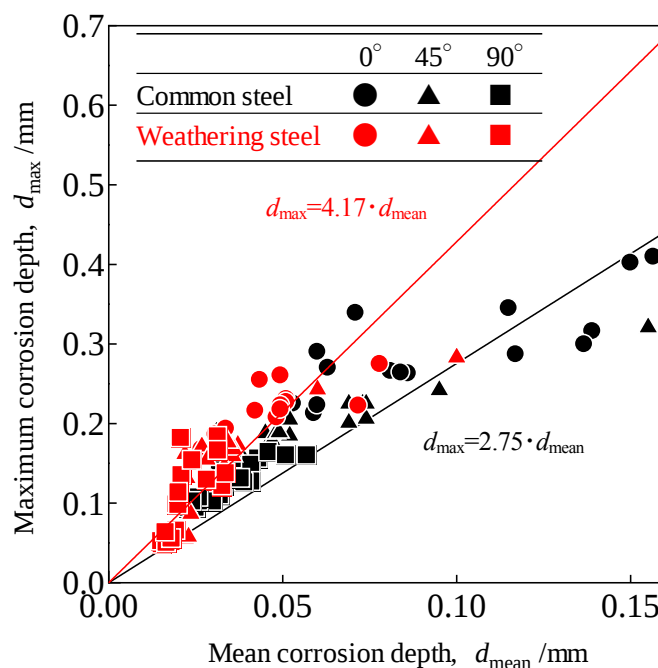


図-4 平均腐食深さと最大腐食深さの関係

体の最大腐食深さ $d_{\max}$ を示している。全試験体で特異な局部腐食は観察されず、ほぼ全面腐食が生じている。普通鋼の $d_{\max}$ は耐候性鋼に比して大きい傾向にある、また、対地面は対空面に比して雨洗作用が小さいため、飛来海塩が残留しやすく高腐食環境になる。その結果局部的な腐食が進行しやすくなると考えられる。平均腐食深さ d_{mean} と最大腐食深さ $d_{\max}$ の関係を図-4 に示す。図中の直線は、それぞれ普通鋼と耐候性鋼の d_{mean} に対する $d_{\max}$ の回帰直線を示している。回帰直線の傾きはそれぞれ 2.75 と 4.17 であり、耐候性鋼が普通鋼の約 1.51 倍になっている。この傾向は設置角度や暴露期間によらずほぼ同様になっている。したがって、耐候性鋼の d_{mean} は同じ設置角度の普通鋼に比して小さいが、平均断面に対する孔食性は高くなる傾向にあると言える。

4. まとめ 平均腐食深さと最大腐食深さには、鋼種によらず線形関係がある。耐候性鋼の勾配は普通鋼に対して、約 1.51 倍になる。

参考文献 1) 貝沼重信, 道野正嗣, 山本悠哉, 藤岡靖, 藁科彰, 高木真一郎, 仲健一: 高腐食性環境における無塗装耐候性鋼上路トラス橋の腐食損傷の要因推定と腐食性評価 (その 3) —部位レベルの腐食環境と腐食性の評価—, 防錆管理, vol.60, No.9, pp.338~346, 2016. 2) 貝沼重信, 山本悠哉, 伊藤義浩, 林秀幸, 押川渡: 腐食生成物層の厚さを用いた無塗装普通鋼材の腐食深さとその経時性の評価方法, 材料と環境, Vol.61, No.12, pp.483-494, 2012. 3) 貝沼重信, 山本悠哉, 伊藤義浩, 林秀幸, 押川渡: 腐食生成物の厚さを用いた無塗装耐候性鋼材の腐食深さとその経時性の評価方法, 材料と環境, 61.483-497(20124) 今井篤実, 大屋誠, 竹邊勝道, 麻生稔彦: さび安定化補助処理を施した耐候性鋼橋梁の表面状態とその評価, 土木学会論文集 AI, Vol.69, No.2, p283-294, 2013.