

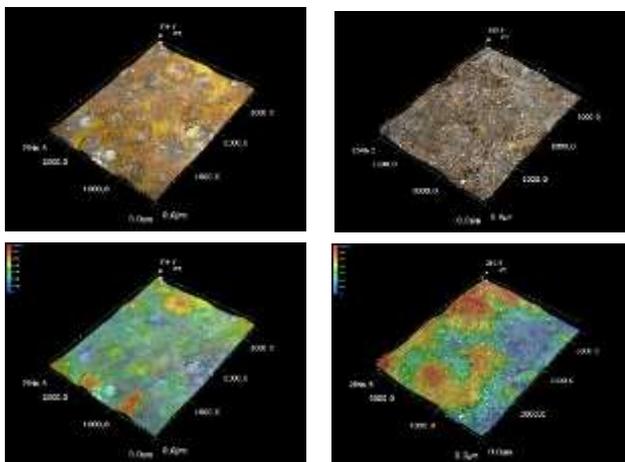
付着海塩の雨洗に着目した亜熱帯島嶼地域における裸普通鋼板の腐食挙動に関する基礎的検討

九州大学大学院 学生会員 ○平尾 みなみ 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 九州大学 学生会員 谷川 慶太
琉球大学 正会員 押川 渡

1. はじめに 鋼構造物を適切に維持管理するためには、様々な大気環境における部位レベルの鋼材の腐食挙動を定量的に把握することが重要になる。そこで、著者らは降雨による付着海塩の洗浄効果(以下、雨洗効果)、飛来海塩量および温湿度に着目し、5地点を選定した上で裸普通鋼板の大気暴露試験を行った。本稿では付着海塩の雨洗の有無に着目した沖縄県本島の2地点における裸普通鋼板の腐食挙動について報告する。

2. 大気暴露試験の方法 試験体には溶解アルミナサンド(モース硬度:12, JIS 粒度指数:57.8, 比重:4.0)でブラスト処理(ISO 8501-1 Sa2.5, R_{zj} :約70 μ m)したJIS G 3106 SM490A材(150 \times 70 \times 6mm, 熱容量:228(J/ $^{\circ}$ C))を用いた。大気暴露試験は次の2地点で実施した。1) 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効果があり、飛来海塩量が0.29mdd(2006/07-2010/06)¹⁾である琉球大学千原キャンパス構内(以下、琉球大学)(Lat.26 $^{\circ}$ 15'N, Long.127 $^{\circ}$ 46'E)。2) 沖縄本島の西側海岸線から約30mに位置する雨洗効果が無く、飛来海塩量が琉球大学に比して多い0.78mdd(2009/03-2010/02)¹⁾である沖縄自動車道の高架橋下(以下、許田)(Lat.26 $^{\circ}$ 32'N, Long.127 $^{\circ}$ 57'E)。本試験では1つの地点で複数のマイクロ腐食環境における暴露データを収集するために、試験体を水平面に対して45 $^{\circ}$ と90 $^{\circ}$ の角度に設置した。45 $^{\circ}$ の設置では、対空面と対地面(以下、45 $^{\circ}$ sおよび45 $^{\circ}$ g)を対象面とした。90 $^{\circ}$ については琉球大学では南面、許田では海側の面を対象とし、これらを対空面(以下、90 $^{\circ}$ s)と定義した。さらに、許田には前述の3つの角度に加えて、0 $^{\circ}$ の対空面(以下、0 $^{\circ}$ s)も対象とした。なお、対象面(150 \times 70mm)以外については、表面にシリコン樹脂を塗布することで試験体を防食した。大気暴露試験の期間は、2015年3月から2016年3月の約1年間とした。試験終了後の試験体の腐食生成物層の厚さは、電磁式デジタル膜厚計(測定範囲:0~10mm, 分解能:1 μ m(0~999 μ m), 0.01mm(1~10mm))を用いて測定した。なお、測定は対象面に対して3点、各点11回の計33回行い、その平均値を $t_{r,mean}$ として定義した。また、試験体の平均腐食深さ d_{mean} は、腐食生成物を塩酸系溶液(塩酸9.5%, アルキルトリメチルアンモニウム塩, pH1)を用いて除去し、試験体の重量減少量に基づき算出した。試験体の腐食表面性状は、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表面性状およびその最大腐食深さ d_{max} は、レーザーフォーカス深度計(スポット径:30 μ m, 分解能: \pm 0.05 μ m))を用いて測定した。なお、測定領域は試験体中央部の40 \times 40mmとし、最大腐食深さ d_{max} は上位5位の位置の分散を確認した上で、腐食深さのデータの平均値と定義した。

3. 大気暴露試験の結果 暴露期間における琉球大学と許田の温度 T および相対湿度 RH の平均値は、それぞれ23 $^{\circ}$ C, 82%および23 $^{\circ}$ C, 83%であった。暴露試験後の45 $^{\circ}$ sの試験体中央部における腐食生成物層の表面性状を図-1に示す。雨洗効果がある琉球大学では、表面の起伏が比較的小さく、黄褐色の不安定な腐食生成物が生成されている。一方、降雨による飛来海塩の雨洗効果が無い許田では、表面の起伏が大きく、腐食生成物に多量の高塩が付着している。琉球大学と許田で実施した本暴露試験および著者らが先行研究¹⁾で実施した暴露試験の腐食生成物層の厚さ $t_{r,mean}$ と平均腐食深さ d_{mean} の関係を図-2に示す。なお、文献1)の試験体(以下、長手試験体)の寸法および熱容量は、それぞれ400 \times 60 \times 9mmおよび781J/ $^{\circ}$ Cである。琉球大学の45 $^{\circ}$ gの試験体



(a) 琉球大学 (b) 許田

図-1 腐食表面性状

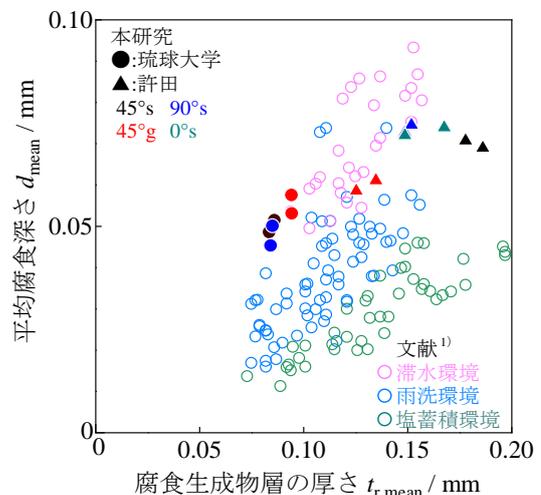


図-2 腐食生成物層の厚さと平均腐食深さの関係

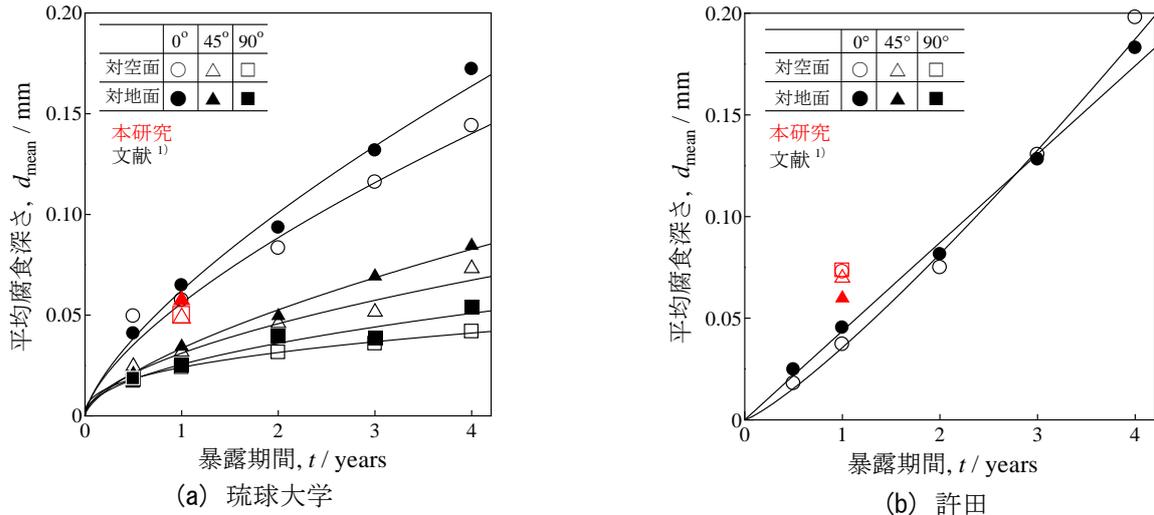


図-3 平均腐食深さの経時性

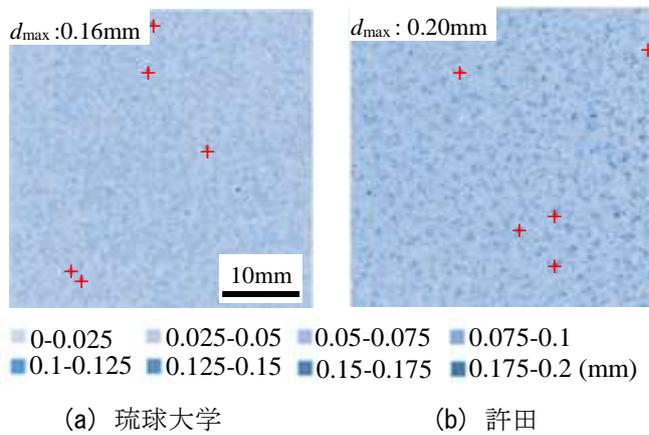


図-4 腐食生成物除去後の試験体の腐食表面性状

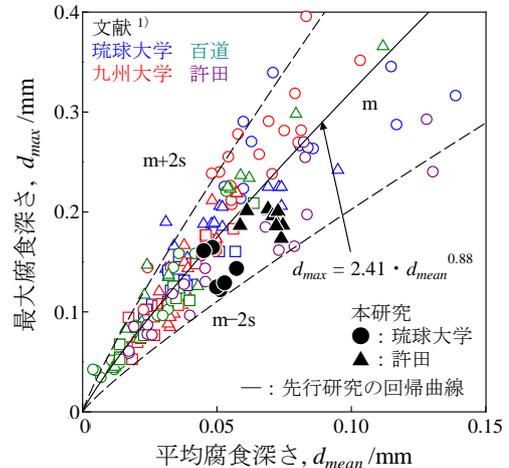


図-5 平均腐食深さと最大腐食深さの関係

は、他の試験体に比して $t_{r,mean}$ と d_{mean} がともに大きくなる傾向にある。これは雨洗効果が小さく塩が付着・蓄積しやすい環境となるためと考えられる。一方、許田の $t_{r,mean}$ と d_{mean} は、 45° の試験体の $t_{r,mean}$ と d_{mean} が小さくなっている。この傾向は他の雨洗効果の無い暴露地でも同様であった。平均腐食深さ d_{mean} の経時性を図-3 に示す。 d_{mean} は試験体の設置角度によらず、1年間暴露した長手試験体に比して大きくなっている。また、本試験体の d_{mean} は、琉球大学の同角度に設置した文献1)の試験体の約1.6~2倍、許田は約2倍になっている。これは試験体の熱容量の差異等により、乾湿や塩付着の挙動が異なるためと考えられる²⁾。腐食生成物除去後の琉球大学と許田における 45° の試験体の表面性状を図-4 に示す。暴露地点によらず、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。また、許田の d_{mean} は琉球大学に比して大きくなるが、それに比例して最大腐食深さ d_{max} も許田が大きくなる傾向にある。これは雨洗効果のない許田では塩化物が蓄積することで腐食生成物層がポーラスとなり、保護性が低くなるためと考えられる。平均腐食深さ d_{mean} と最大腐食深さ d_{max} の関係を図-5 に示す。図中の曲線は、文献1)の試験結果の d_{mean} に対する d_{max} の回帰曲線を示している。本試験結果は文献1)の回帰曲線 m の下側に位置しているが、 d_{mean} と d_{max} の関係は同程度になっている。

4. まとめ 1) 付着海塩の雨洗効果が無い環境における裸普通鋼板の腐食生成物層の厚さと平均腐食深さは、雨洗効果がある環境に比して大きくなる。2) 裸普通鋼板の腐食性は、腐食環境によらず熱容量が小さいほど高くなる傾向にある。3) 裸普通鋼板の平均腐食深さと最大腐食深さの関係は、鋼板の熱容量によらず、ほぼ同様の傾向になる。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 道野正嗣, 貝沼重信, 鄭映樹, 板井麻理子: 大気環境における無塗装鋼板の腐食挙動に及ぼす熱容量の影響, 鋼構造年次論文報告集, Vol.22, pp.938-942, 2014.