

大気暴露試験の開始時期が裸鋼板の腐食挙動に及ぼす影響に関する基礎的研究

九州大学大学院 学生会員 ○郭 小竜
九州大学大学院 学生会員 小林 淳二

九州大学大学院 フェロー会員 貝沼 重信
物質・材料研究機構 非会員 篠原 正

1. はじめに これまで、大気環境に曝される鋼構造物の腐食挙動を把握するために、その使用鋼材を用いた大気暴露試験が様々な腐食環境で行われてきた。日本では季節により腐食環境が著しく変化するため、暴露試験の開始時期が鋼板の腐食挙動に及ぼす影響は、比較的大きいものと考えられる。特に、暴露期間が1ヶ月間など比較的短期間の場合には、その影響は顕著になると考えられる。そこで、本研究では裸の普通鋼板の腐食挙動に及ぼす暴露開始時期の影響を定量評価するために、各月毎に1ヶ月間の大気暴露試験を実施した。また、鋼板の対空・対地面におけるミクロな腐食環境をFe/Ag対のACM型腐食センサ（以下、ACMセンサ）を用いて、モニタリングした。

2. 大気暴露試験の方法 試験体にはJIS G3106 SM490Aの普通鋼板（150×70×3mm）を用いた。大気暴露試験は東側海岸線から約2.5km、西側海岸線から約5.3kmに位置する九州大学伊都キャンパス構内（Lat.33°35'N, Long.130°12'E）で行った。本試験では45°に設置した試験体の対空面と対地面を対象面とした。試験期間は1ヶ月間として、試験体の設置と回収を毎月行った。また、ACMセンサ（出力:0.1nA-1mA, 分解能:0.1nA (0.1nA-10μA), 1μA (1μA-10mA)）と温湿度センサを設置し、腐食環境をモニタリングした。暴露期間における気温、相対湿度、降水量および飛来塩分量は、それぞれ16.0°C, 77.5%, 155mm/monthおよび0.58mddであった。ACMセンサを鋼板（試験体と同様）に設置する際に、ACMセンサを鋼板の温度変化に極力追従させるために、ACMセンサの接着面の中央に熱伝導ゲルシートを貼付した。その後、その周囲にブチルゴム系両面テープを配することでACMセンサを鋼板に貼付した。試験体の平均腐食深さは、腐食生成物をクエン酸水素二アンモニウム溶液で除去して、試験体の重量減少量を電子天秤で測定することで算出した。

3. 大気暴露試験の結果 試験期間中の温度 T および相対湿度 RH を図-1に示す。また、飛来塩分量 w_{fs} を図-2に示す。季節により w_{fs} は著しく異なっており、秋季が最も大きくなっている。対空面のACMセンサの出力から算出した各月の濡れ時間 TOW およびISO濡れ時間（ISO 9223（ $T \geq 0^\circ\text{C}$ かつ $RH \geq 80\%$ となる時間））を図-3に示す。なお、対地面におけるACMセンサの出力は、対空面と同程度であった。本研究では降雨と濡れのしきい値を1μAおよび0.01μAとした¹⁾。暴露時期により各濡れ時間に最大で2倍程度の差異がある。ACMセンサの出力と温湿度に基づき算出した²⁾月平均付着塩分量 w_s と濡れ時間 TOW を図-4に示す。 w_s は季節により著しく異なっており、最大で約3倍の差異がある。 w_s と TOW （ $0.01\mu\text{A} \leq I < 1\mu\text{A}$ ）には相関性がある。試験体の腐食表面性状の例を図-5に示す。暴露開始時期により試験体の腐食程度と腐食生成物の色が異なっている。特に、夏季（2014/8/8-9/8）と秋季（2013/10/4-11/5）については、他の季節に比して、さび粒子の粒径が大きくなっている。各月の平均腐食深さ d_{mean} を図-6に示す。暴露開始時期により d_{mean} の差異は最大で2倍程度

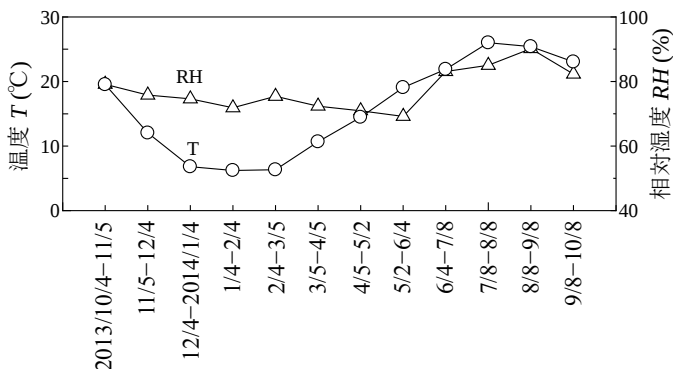


図-1 温度 T と相対湿度 RH

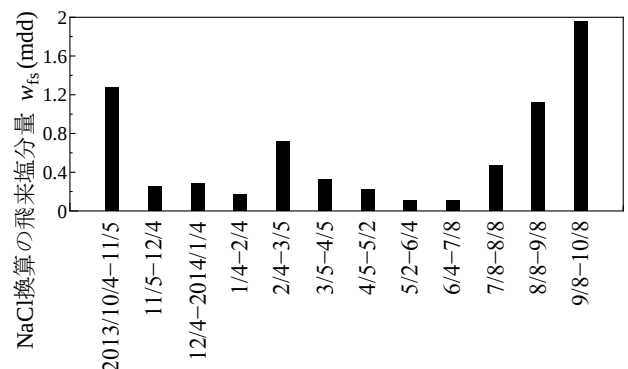


図-2 飛来塩分量 w_{fs}

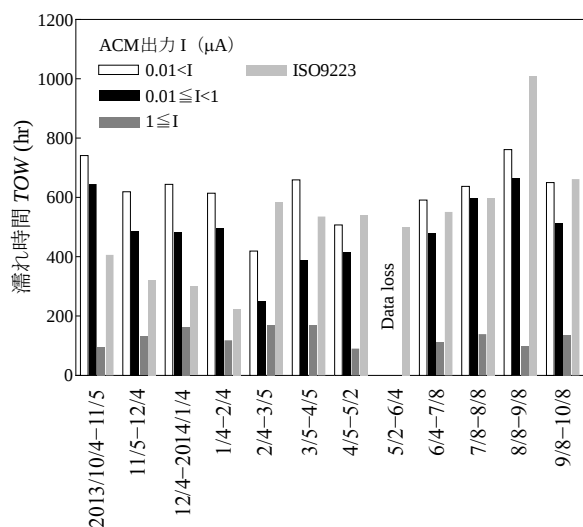


図-3 月濡れ時間 TOW (対空面)

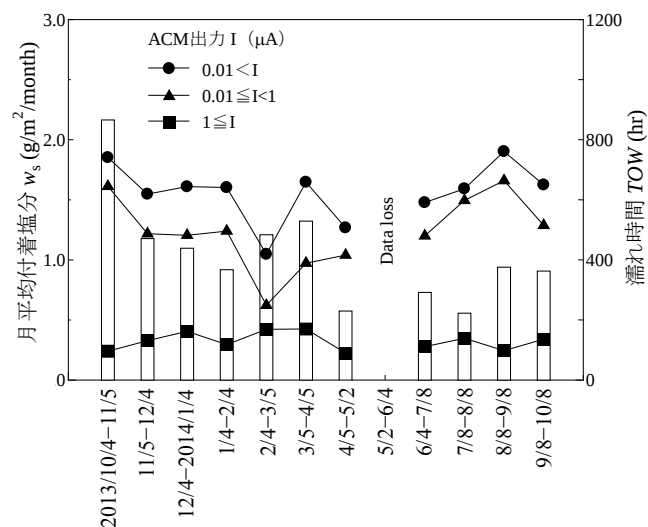


図-4 月平均付着塩分量 w_s と濡れ時間 TOW (対空面)

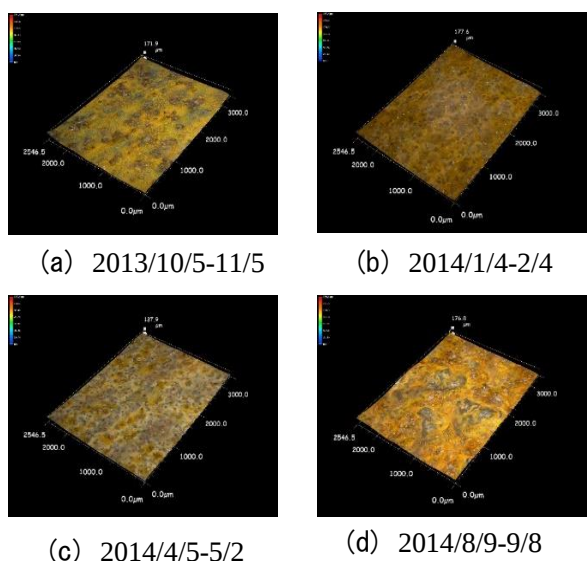


図-5 試験体の腐食表面性状の例

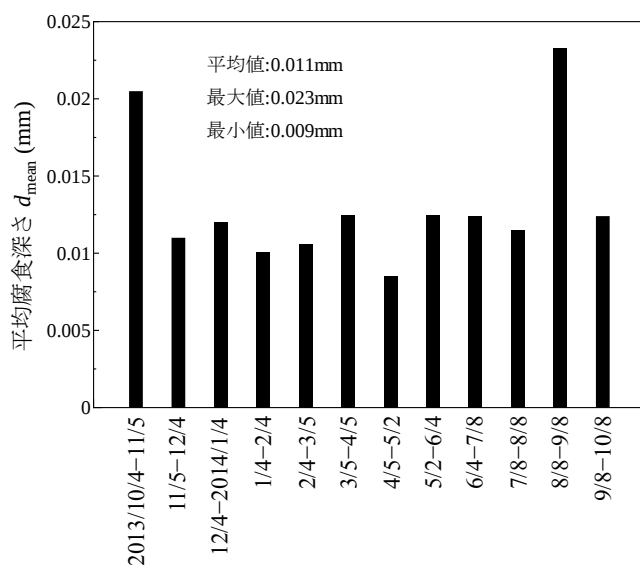


図-6 月毎の平均腐食深さ d_{mean}

になっており、季節の影響が著しくなっている。また、図-4 で示すように、 d_{mean} と濡れ時間 ($0.01\mu A \leq I < 1\mu A$) には比較的高い相関があるが、降雨時間 ($1\mu A \leq I$) との相関は低くなっている。したがって、本研究のような飛来海塩環境下における裸の普通鋼材の腐食挙動は、濡れ時間 ($0.01\mu A \leq I < 1\mu A$) と w_s による影響が大きいいため、1 ヶ月間のように比較的短期間の大気暴露試験では、暴露開始時期の影響を考慮する必要がある。

4. まとめ 本研究では裸の普通鋼板の大気暴露試験と ACM センサのモニタリングの結果に基づき、月毎の濡れ時間と付着塩分量が平均腐食深さに及ぼす影響を定量評価した。得られた主な結果を以下に示す。

- 1) 濡れ時間と付着塩分量には相関性があり、これらが大きい月に暴露した鋼板の平均腐食深さは大きくなる。
- 2) 季節により濡れ時間と付着塩分量が著しく異なる月もあるため、1 ヶ月間程度の比較的短期間の大気暴露試験を実施するには、暴露開始時期に配慮する必要がある。

本研究は JST e-ASIA 共同研究プログラム「環境因子の影響理解に基づいたアジア地区における構造材料の腐食マッピング」(代表: 物質・材料研究機構 篠原正) の一環で行った。

参考文献 1) 篠原正, 元田慎一, 押川渡: ACM センサによる環境腐食性評価, 材料と環境, Vol.54, pp.375-382, 2005. 2) 元田慎一, 鈴木揚之助, 篠原正, 児島洋一, 辻川茂男, 押川渡, 糸村昌祐, 福島敏郎, 出雲茂人: 海洋性大気環境の腐食性評価のための ACM 型腐食センサ, 材料と環境, Vol.43, pp.550-556, 1994.