実環境に対する腐食促進試験の相関性・促進倍率に関する基礎的研究

九州大学大学院 学生会員 〇小林 淳二

九州大学大学院 フェロー会員 貝沼 重信

1. **はじめに** 部位レベルで腐食性が著しく異なることが多い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鋼材の腐食挙動を定量的に把握することが重要になる.これまで、鋼材の腐食挙動の基礎データを得るために、大気暴露試験や腐食促進試験が数多く実施されてきた.しかし、実環境に対する腐食促進試験の相関性や促進倍率についは、検討が十分になされているとは言えない.そこで、本研究ではJIS K5600 サイクル D を用いた複合サイクル腐食促進試験を行い、その腐食挙動を既往の大気暴露試験のデータ りと比較し、相関性について検討した.また、大気暴露試験に対する腐食促進試験の促進倍率についても検討した.

2. 試験方法 試験体にはウェザロサイズ($150 \times 70 \times 6$ mm)の普通鋼(JIS G3106 SM490A,裸仕様)を用いた. 試験体の表面は、試験開始直後に均質な腐食生成物が形成されるようにブラスト処理(ISO Sa2.5)した $^{\circ}$. また、試験体の裏面を防錆するためにシリコン樹脂を塗布した. 腐食促進試験には JIS K5600 サイクル Dを適用した. 腐食サイクルの繰返し回数は、600、1,200、1,800、2,400 および 3,800 cycles とした. 試験体の平均腐食深さは、腐食生成物を化学的に除去した後の試験体の重量減少量に基づき算出した. また、腐食促進試験後における腐食生成物の除去後の表面性状は、レーザーフォーカス深度計(スポット径: $30~\mu$ m,分解能: $0.05~\mu$ m)を用いて、0.2mm ピッチで測定した $^{\circ}$.

本腐食促進試験では鋼板表面に付着した塩の多くが洗い流されず,蓄積される傾向にある。そこで,本研究では降雨による雨洗効果が無い飛来海塩環境における高架橋下で得られた大気暴露試験結果 リと本促進試験結果を比較・検討することとした。文献 1)の大気暴露試験は福岡北九州高速道路 1 号線の高架橋下(以下,百道(設置角度:45°,対空面))(Lat.33°35'N, Long.130°21'E)および沖縄自動車道の高架橋下(以下,許田(設置角度:0°,対空面))(Lat.26°32'N, Long.127°57'E)の 2 地点で実施された リ、なお、暴露期間は 1, 2, 3 および 4 年間である。

3. 試験結果 腐食促進試験後の試験体を**図-1** に示す. 600cycles 後には腐食生成物が試験体の全表面に形成されていた. 腐食サイクル数によらず, 試験体の腐食生成物の層は脆く, ポーラスな状態であった. 腐食生成物の除去後における試験体中央部の表面性状を**図-2** に示す. ここでは, 3,800cycles 後の試験体表面と各暴露場で4年間暴露された後の試験体について示す. 暴露試験体は暴露地点により腐食表面性状が異なっているが,全面腐食が発生している. 一方,腐食促進試験後の試験体では,局部腐食が発生しており,暴露試験体とは異なる腐食表面性状となっていた. これは腐食促進試験では多量の噴霧塩が試験体表面に蓄積・濃縮し,アノード部が局所的に固定され,腐食が進行したことが原因として考えられる.

各試験体における暴露期間 t と平均腐食深さ d_{mean} の関係を図-3 に示す $^{1)}$. 腐食促進試験の t と d_{mean} は、線形関係になっている。このことは、本研究で用いた JIS K5600 サイクル D のように塩蓄積環境で形成された腐食生成物層には、腐食要因物質に対する保護性がほとんど無いことを示唆している。腐食促進試験と同様に塩が蓄積される環境に相当する百道や許田についても、t と d_{mean} は線形関係にある。以上の結果から、腐食生成物層に保護性の効果が無く、t と d_{mean} が線形関係にある環境であれば、本研究で算出した関係式を用いて腐食促進試験の実環境に対する促進倍率を簡便に算出できると言える。なお、評価対象とする大気環境の鋼材の腐食深さの経時性は、文献 1)の評価手法を適用することで算出できる。各試験における平均腐食深さ d_{mean} と最大腐食深さ d_{max} の関係を $\mathbf{2}$ の関係を $\mathbf{2}$ に示す $\mathbf{3}$ 、暴露試験と促進試験の d_{mean} と d_{mean} は、いずれも線形関係になっているが、その傾きはそれぞれ異なっている。

各試験終了後の腐食深さのヒストグラムを図-5に示す $^{1)}$.ここでは,腐食促進試験を 3,800cycles 行った後の試験体と 4 年間暴露した後の試験体の腐食生成物除去後における表面性状について示す。ヒストグラムの歪度と尖度は,各試験体により大きく異なっている。また,変動係数は暴露試験体に比して,促進試験体が大きくなっている。これは,本研究の腐食促進試験で発生した局部腐食が図-2(b) や図-2(c) で示した暴露試験では発生しないためと考えられる。図-2,図-4および図-5から,本研究の腐食促進試験と大気暴露は腐食性状が大きく異なると言える。そのため,大気環境に対する腐食促進試験の裸普通鋼材の促進倍率は, d_{mean} のみに基づき検討することが望ましいと言える。



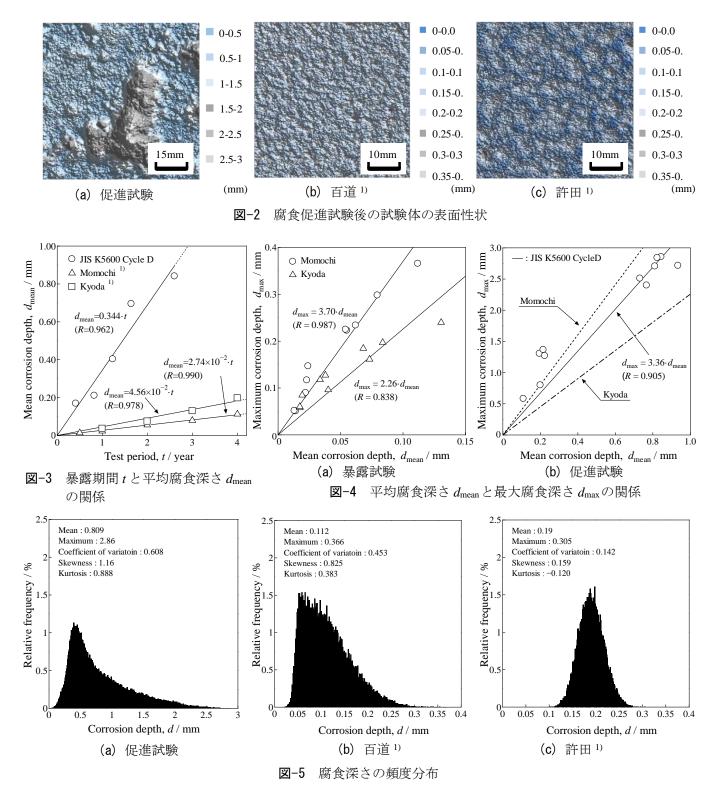
(a) 600cycles





(b) 1,200 cycles (c) 1,800 cycles (d) 2,400 cycles (e) 3,800 cycles

図-1 腐食促進試験後の試験体



4. まとめ 本研究では、裸普通鋼板の腐食促進試験(JIS K5600 サイクル D)を行うことで、大気暴露試験との腐食挙動の相関性を検討した上で、腐食促進倍率について検討した。本研究で得られた主な結果を以下に示す。
1) 腐食促進試験では裸普通鋼板の暴露期間 t と平均腐食深さ d_{mean} は線形関係にある。2) 腐食促進試験した鋼板の腐食表面性状は、大気暴露試験体と著しく異なる。3) 大気環境に対する腐食促進試験の鋼材の腐食促進倍率は、 d_{mean} のみに基づき検討する必要がある。

参考文献

- S.Kainuma, Y.Yamamoto, Y.Itoh, H.Hayashi and W.Oshikawa: Evaluation Method for Corrosion Depth of Uncoated Carbon Steel and Its Time-Dependence Using Thickness of Corrosion Product Layer, Corrosion Engineering, Vol. 61, No.7, pp.483-494, 2012.
- S.Kainuma, Y.Yamamoto, H.Hayashi, Y.Itoh and W.Oshikawa: Practical Method for Estimating Time-Dependent Corrosion Depth of Uncoated Carbon Steel Plate under Atmospheric Environment using Fe/Ag Galvanic Couple ACM-Type Corrosion Sensor, Corrosion Engineering, Vol.63, No.2, pp. 44-53, 2014.