

鋼材の腐食表面性状に及ぼす腐食環境の影響に関する基礎的研究

九州大学大学院 学生会員 ○向川 優貴
(株)神戸製鋼所 正会員 香月 大翔

九州大学大学院 正会員 貝沼 重信
九州大学大学院 学生会員 杉谷 国博

1.はじめに 鋼構造物では部位・部材により腐食環境が異なるため、平均腐食深さが同じであっても、その腐食表面性状が著しく異なることが多い。しかし、腐食環境が腐食表面性状に及ぼす影響については、不明な点が多い。本研究では無塗装普通鋼板の大気暴露試験、腐食促進試験¹⁾および海洋暴露試験²⁾から得られたさび除去後の腐食表面をレーザーフォーカス深度計を用いて測定した。また、この測定結果から得られた腐食表面性状を対象として、空間統計学的手法であるバリオグラム分析を行うことで、腐食環境の相違が腐食表面性状の空間統計量(レンジおよびシル)³⁾に及ぼす影響を定量的に明らかにした。さらに、この統計量を用いた空間統計数値シミュレーションを実施し、腐食環境の相違が表面性状に及ぼす影響を検討した。

2.暴露試験および腐食促進試験 大気暴露試験は無塗装の60×400×9mmの鋼板(JIS G3106 SM490 材)を用い、琉球大学構内(Lat.26°15'N, Long.127°46'E)で0.5年、1年および2年間実施した。様々な大気ミクロ腐食環境におけるデータを効率的に収集するために、試験体を水平に対し0°、45°および90°となるよう設置し、それらの表裏面(対空面および対地面)を検討対象とした。腐食促進試験¹⁾については、無塗装の70×150×9mmの鋼板(JIS G3106 SM490 材)が用いられ、JIS Z 2371 S-6cycleの腐食サイクルを120cycle毎に120~600cycle繰り返すことで実施された。海洋暴露試験²⁾については、140×140×20×3800mmの鋼アングル材(JIS G3101 SS400 材)が駿河湾大井川沖で約20年間暴露された。

3.腐食表面性状 試験体のさび除去後の腐食表面性状のレーザー測定結果の例を図-1に示す。大気暴露試験体には、局部腐食がほとんど生じておらず、全面腐食が支配的となっている。一方、腐食促進試験および海洋暴露試験については、全面腐食に加え、局部腐食が生じており、複雑な腐食表面性状となっている。暴露期間 t と平均腐食深さ d_{mean} の関係を図-2に示す。図中の実線は、 d_{mean} に対する t の累乗回帰曲線である。図-2(a)中の実線について

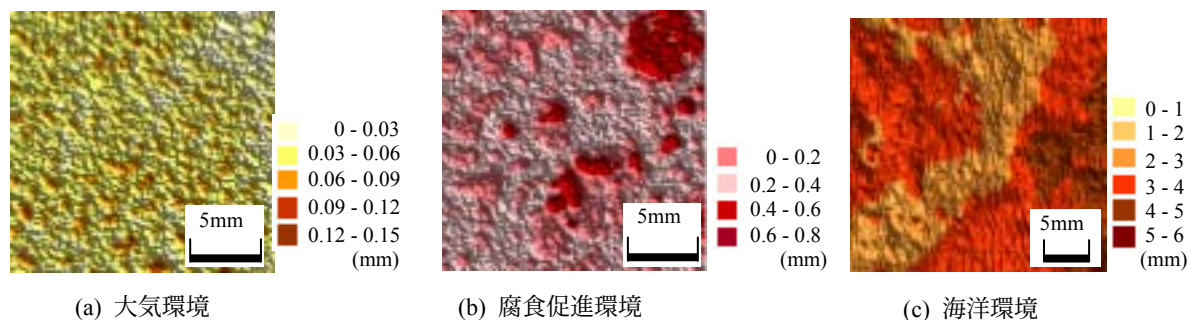


図-1 さび除去後の試験体の腐食表面

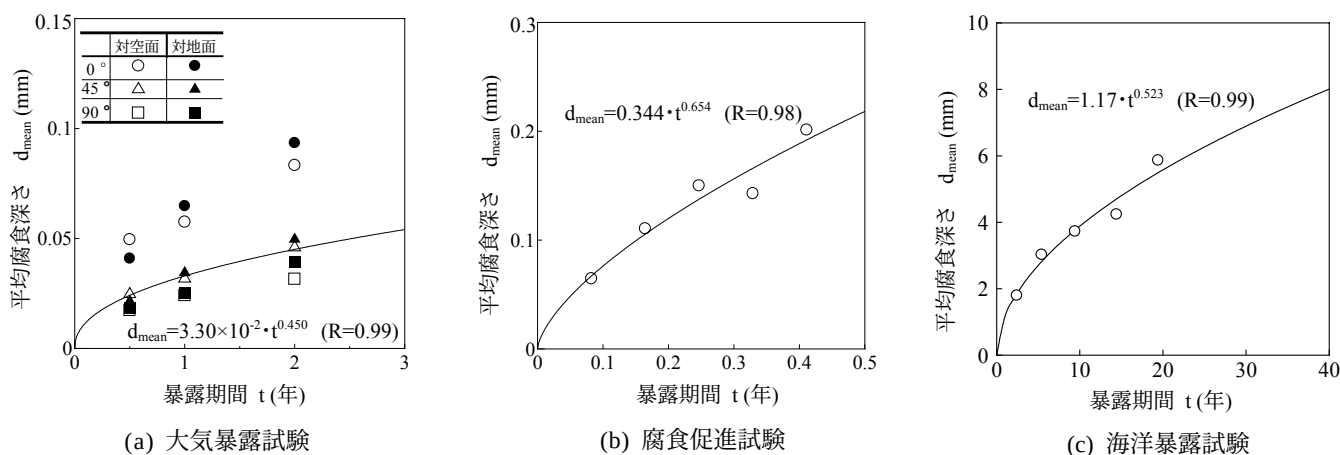
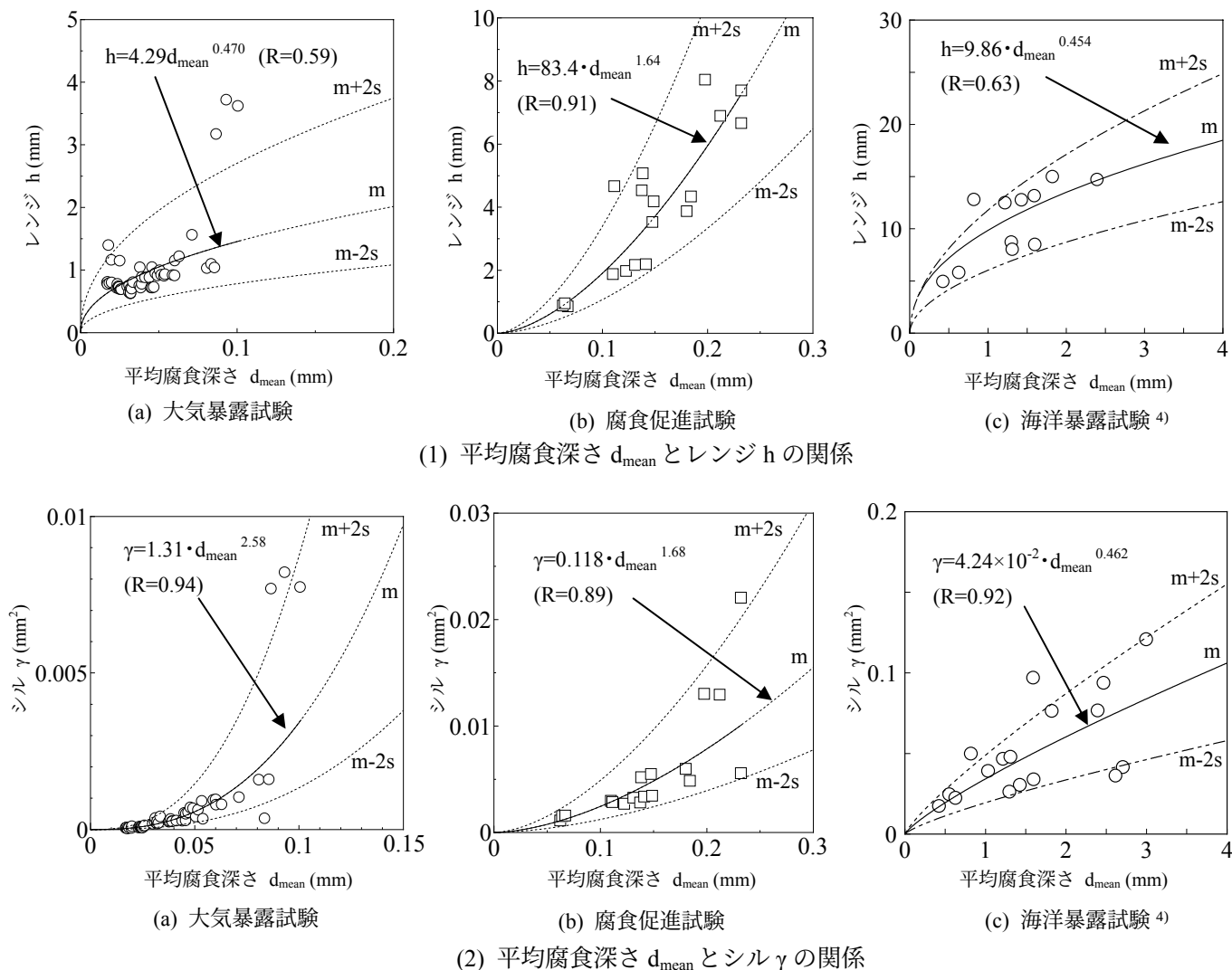


図-2 暴露試験 t と平均腐食深さ d_{mean} の関係

キーワード 大気暴露試験、腐食促進試験、海洋暴露試験、腐食環境、腐食表面性状

連絡先 〒819-0395 福岡市西区元岡 744 九州大学大学院 工学府 都市環境システム工学専攻 TEL 092-802-3392

図-3 平均腐食深さ d_{mean} と空間統計量の関係

ては、45°の対空面に対する回帰曲線である。いずれの回帰曲線も高い相関係数となっていることから、 d_{mean} の経時変化は累乗関数で表すことができると言える。また、大気暴露試験における 45°の対空面から得られた d_{mean} に対して、腐食促進試験および海洋暴露試験の d_{mean} は、それぞれ約 10 倍および約 35 倍となっていることから、腐食環境が著しく厳しいと言える。

4.空間統計分析 全面腐食と局部腐食が混在する場合、腐食深さの確率分布を一つの確率密度関数でモデル化することは困難である。そこで、回帰樹分析を行うことで腐食領域を分割した³⁾。さらに、全面腐食が卓越している領域に対しバリオグラム解析を用い、腐食表面性状の特性値(空間統計量)であるレンジおよびシルを算出した³⁾。

平均腐食深さ d_{mean} と空間統計量の関係を図-3 に示す。 d_{mean} とレンジ h およびシル γ は累乗関係にあると考えられる。 d_{mean} が 0.1mm の場合、大気暴露試験、腐食促進試験および海洋暴露試験では、 h は 1.45, 1.91 および 2.52mm となり、 γ は 3.45×10^{-3} , 2.47×10^{-3} および $14.6 \times 10^{-3} \text{mm}^2$ となった。また、大気暴露試験および腐食促進試験では、平均腐食深さ d_{mean} の増加に伴い、局部腐食を含む領域数が増加していた。したがって、局部腐食が発生した試験体では空間統計量が大きく評価されると考えられる。一方、海洋暴露試験では局部腐食を含む領域が多く存在するため、累乗回帰曲線は局部腐食領域に支配されていると考えられる。

5. まとめ 1) 本研究で対象とした各腐食環境(大気、腐食促進および海洋)における平均腐食深さと空間統計量(レンジおよびシル)の関係を定量的に明らかにした。2) 腐食環境が厳しいほど、空間統計量(レンジおよびシル)の値が増加するため、腐食表面性状の起伏が著しくなる。

参考文献 1) 伊藤義人, 岩田厚司, 貝沼重信: 鋼材の腐食耐久性評価のための環境促進実験とその促進倍率に関する基礎的研究, 構造工学論文集, Vol.48A, pp1021-1029, 2002. 2) (独)土木研究所, (財)土木研究センター, (社)日本鉄鋼連盟, (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会: 海洋構造物の耐久性向上技術に関する共同研究報告書 海洋暴露20年の総括報告書, 2006. 3) 貝沼重信, 細見直史: 鋼構造部材のコンクリート境界部における経時的腐食表面性状の数値シミュレーション, 土木学会論文集A, vol.62, No.2, pp.440-453, 2006. 4) 貝沼重信, 細見直史, 後藤淳, 伊藤義人: 海洋環境下における長尺鋼部材の腐食挙動の評価・予測に関する基礎的研究, 土木学会論文集, 掲載準備中