

線・帯状の塗膜欠陥を起点とする鋼部材の経時腐食挙動に関する基礎的研究

九州大学大学院 学生会員 ○宇都宮一浩

九州大学大学院 正会員 貝沼 重信

1. はじめに 塗装仕様の鋼構造物では、線傷やピンホールの塗膜欠陥などのホリデーが起点となり、腐食が発生・進展することが少なくない。また、腐食部の再塗装後の比較的早期に塗膜下で腐食が再発・進行することで、塗膜が割裂・剥離する場合もある。したがって、これらの塗膜欠陥などを起点とする腐食挙動を把握することは、鋼構造物を経済的に維持管理する上で重要と言える。そこで、本研究では線状および帯状の塗膜欠陥を人工的に施した塗装鋼板の腐食促進試験を行うことで、塗膜の欠陥部や割裂・剥離部から発生・進行する鋼部材の経時腐食挙動を検討した。

2. 試験方法 試験体には SM490A 材 (JIS G3106, 150×70×6mm) を用いた。試験体の表面は、A-5 仕様の塗装をエアレススプレーで塗布した。また、裏面については、防食を目的として、シリコンシーリング材を塗布した。また、図-1 に示すように、塗装面に幅 b を 0.2, 10 および 20mm、長さ l を 80mm とした線状および帯状の露出部を機械加工で導入した。 b が 0.2mm の場合は、スクラッチによる線状欠陥を想定している。また、10mm および 20mm の場合については、塗膜下腐食による塗膜剥離後を想定するとともに、 b が腐食挙動に及ぼす影響を検討するため、帯状欠陥としてモデル化とした。腐食促進試験には JIS K5600 サイクル D を適用し、そのサイクルは 600, 1200 および 2400cycles とした。なお、線状欠陥を導入した試験体については、600cycles 終了時に腐食の進行が軽微であったため、試験体を収集しないで試験を継続した。試験後の試験体の腐食表面性状は、塗膜と腐食生成物を除去した後に、レーザーフォーカス深度計 (スポット径: 30 μ m, 分解能: 0.05 μ m) を用いて測定した。なお、線状および帯状の欠陥の測定ピッチは、それぞれ 0.1mm および 0.2mm とした。

3. 試験結果 腐食試験前後における試験体の表面状況の例を図-2 に示す。試験終了後の各試験体の欠陥部には、さびこぶが生じ、その周辺で塗膜の膨れが生じていた。600cycles 以降については、欠陥幅 b が 10mm および 20mm の場合に腐食生成物が著しく厚くなっており、その一部が剥離していた。また、全面腐食と局部腐食が混在していた。

試験終了後の試験体の腐食表面性状を図-3 に示す。全面腐食と局部腐食が混在する試験体については、全面腐食領域の腐食深さは b によらず同程度であった。したがって、 b が比較的大きい場合、その腐食深さは局部腐食の発生の有無に依存すると考えられる。一方、 $b=0.2$ mm の試験体は、2400cycles 時点でも目立った局部腐食は確認されなかった。しかし、塗膜境界部の腐食は、波状に進展していた。

平均腐食深さ d_{mean} の腐食サイクル数 n との関係、および d_{mean} と b の関係をそれぞれ図-4 および図-5 に示す。図中

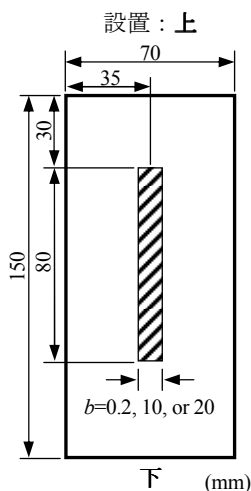


図-1 試験体と塗膜欠陥の形状・寸法

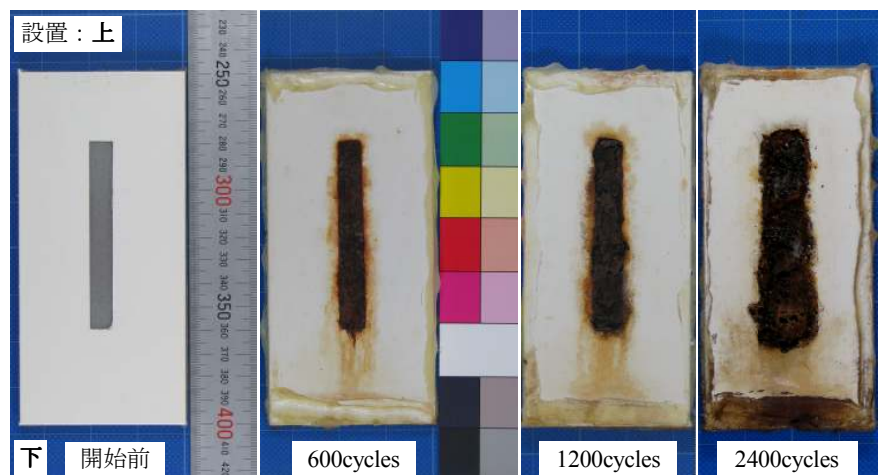


図-2 塗膜欠陥部の表面状況 (欠陥幅 b : 10mm)

キーワード 腐食, 塗装, 欠陥, 腐食深さ, 腐食促進試験

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 TEL092-802-3392

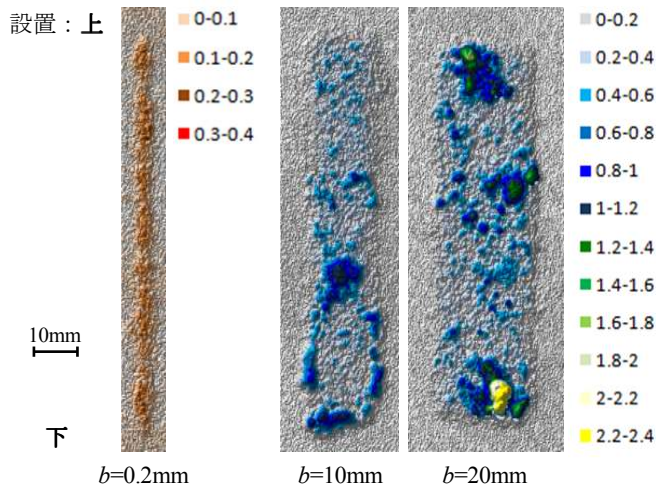
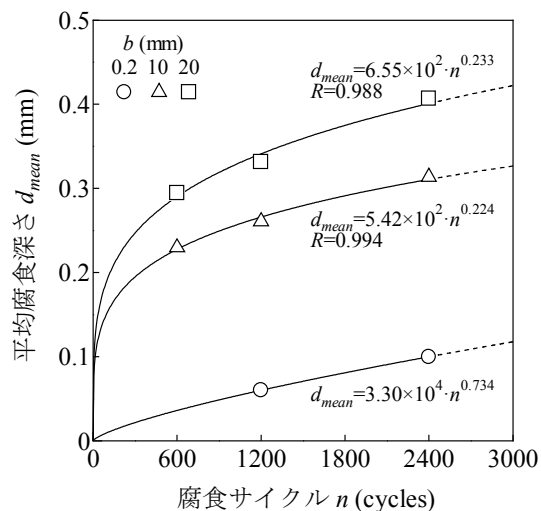
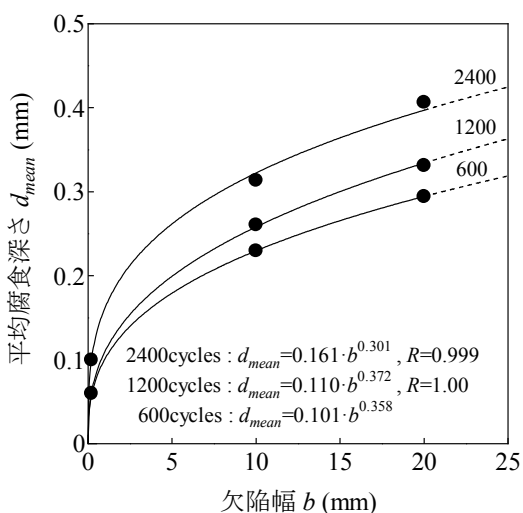
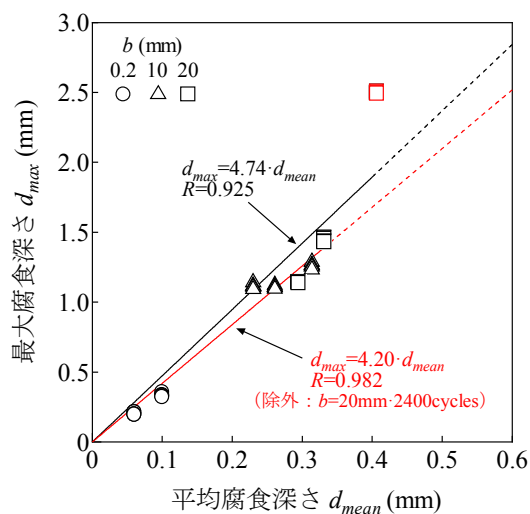


図-3 塗膜欠陥部における腐食表面性状 (2400cycles)

図-4 平均腐食深さ d_{mean} と腐食サイクル n の関係図-5 平均腐食深さ d_{mean} と欠陥幅 b の関係図-6 平均腐食深さ d_{mean} と最大腐食深さ d_{max} の関係

の実線は累乗回帰曲線である。 d_{mean} は b の増加とともに、増加する傾向にある。また、 b が増加するにしたがい、 d_{mean} は累乗的に増加している。

d_{mean} と最大腐食深さ d_{max} の関係を図-6 に示す。 d_{max} は各欠陥について、腐食深さが上位 5 点のデータをプロットしている。図中の赤線は、 d_{mean} に対する d_{max} の線形回帰直線を示している。また、 b が 20mm の 2400cycles 試験体では著しい局部腐食が発生したため、このデータについては線形回帰の解析には用いていない。 b が 10mm および 20mm の試験体は、全面腐食に局部腐食が混在しているにも関わらず、いずれの回帰直線も高い相関を有している。

4. まとめ 1) 線状 (幅: 0.2mm) の塗膜欠陥から発生する腐食は、波状に進展する。2) 帯状欠陥 (幅: 10mm および 20mm) には、全面腐食と局部腐食が混在して生じる。3) 線状および帯状の欠陥領域における平均腐食深さは、欠陥幅および腐食サイクル数 (JIS K5600 サイクル D) と累乗関係にある。4) 塗膜欠陥の領域における平均腐食深さと最大腐食深さの関係は、欠陥幅 (幅: 0.2mm, 10mm, 20mm) によらず、線形回帰関係にある。

今後は、欠陥部の全面腐食領域と局部腐食領域を回帰樹分割し¹⁾、それらの領域での腐食深さを検討する予定である。また、腐食表面性状の特性値となる空間統計量とその経時性を定量評価する予定である²⁾。

参考文献

- 1) 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 A, Vol.65, No.2, pp.440-453, 2009.
- 2) 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.