

塗膜欠陥から発生・進行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 ○向川 優貴
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 塗装鋼構造物ではピンホールや線傷などの塗膜欠陥が起点となり、腐食が発生・進展することが少なくない。そのため、塗装鋼構造物を経済的に維持管理するためには、これらの欠陥部から発生・進行する腐食損傷の経時性を把握することが重要になる。本研究では塗膜の初期欠陥から発生・進行する鋼部材の経時腐食挙動を明らかにするために、円形の塗膜欠陥を有する塗装鋼板を用いて複合サイクル腐食促進試験を行った。

2. 複合サイクル腐食促進試験

2.1 試験方法 塗膜欠陥部の経時腐食挙動を明らかにするために、塗装鋼板を用いて複合サイクル腐食促進試験(JIS K5600 のサイクル D)を 600 および 1200cycles 行った。試験体は SM490A 材(JIS G3106, 150×70×6mm)の表面に A-5 塗装を施し、裏面をシリコン樹脂でシーリングすることで製作した。また、塗装面には人工的に塗膜欠陥を設けるために、機械加工により 1, 3, 10, 15 および 20mm の直径 ϕ の円形露出部を設けた。

腐食試験後は塗膜の除去前後にレーザーフォーカス深度計(分解能: 0.05 μ m)を用いて、塗膜の膨れと腐食表面性状を測定した。なお、 ϕ が 1mm の試験体は 600cycles 終了時に腐食の進行が軽微であったため、塗膜の膨れ測定のみを行い、腐食促進試験を継続した。

2.2 試験結果 腐食試験後の試験体の例を図-1 に示す。試験終了時には欠陥部にさび瘤が発生しており、欠陥部周辺に塗膜の膨れが確認された。600cycles の試験終了時では、 ϕ に依存せず初期欠陥部の端から円形欠陥の法線方向に約 1mm の領域に塗膜の膨れが生じていた。1200cycles の試験終了時には、腐食生成物が著しく厚くなっており、レーザー測定により塗膜の膨れを測定できない試験体もあった。また、 $\phi=10, 15$ および 20mm の試験体については、腐食生成物の一部が層状剥離していた。

塗膜除去後の腐食表面性状の例を図-2 に示す。 ϕ が大きいほど腐食深さが深くなる傾向にあった。また、600cycles の試験終了時における ϕ が 10, 15 および 20mm の試験体は全面腐食と局部腐食が混在している。したがって、 ϕ が大きい場合にはマクロセル腐食が生じやすいと考えられる。さらに、全面腐食と局部腐食

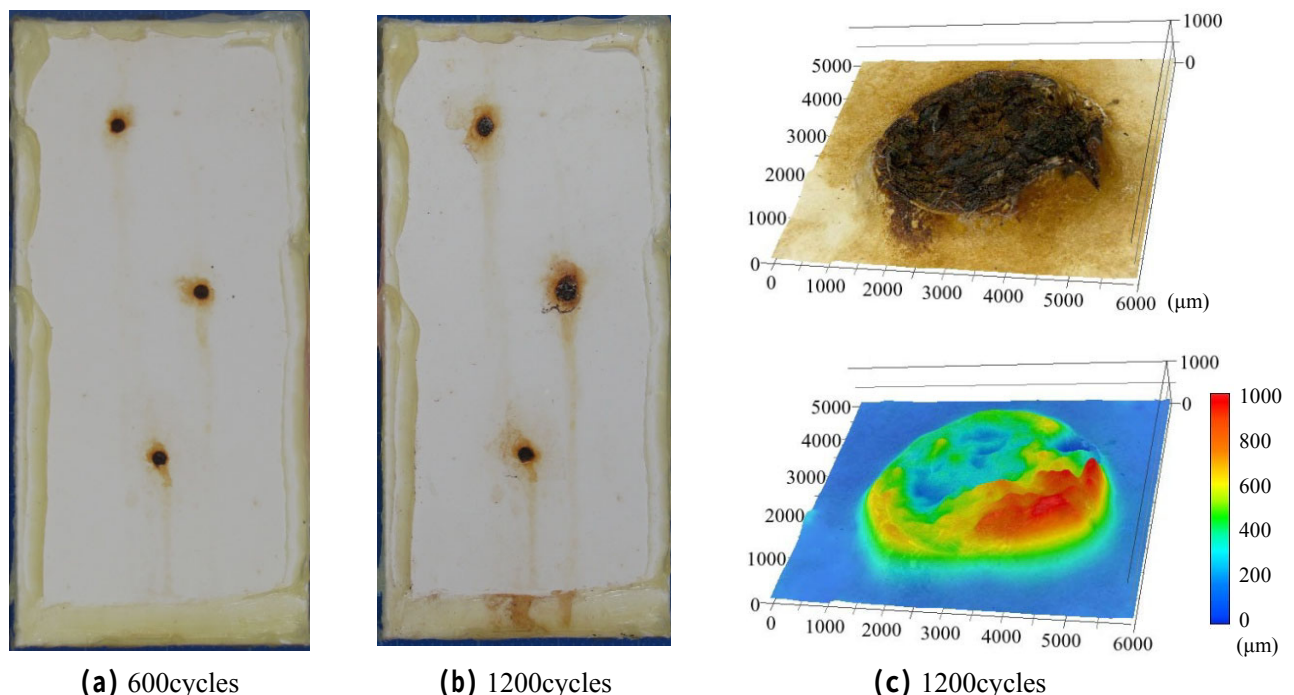


図-1 腐食試験後の試験体の例 ($\phi=3$ mm)

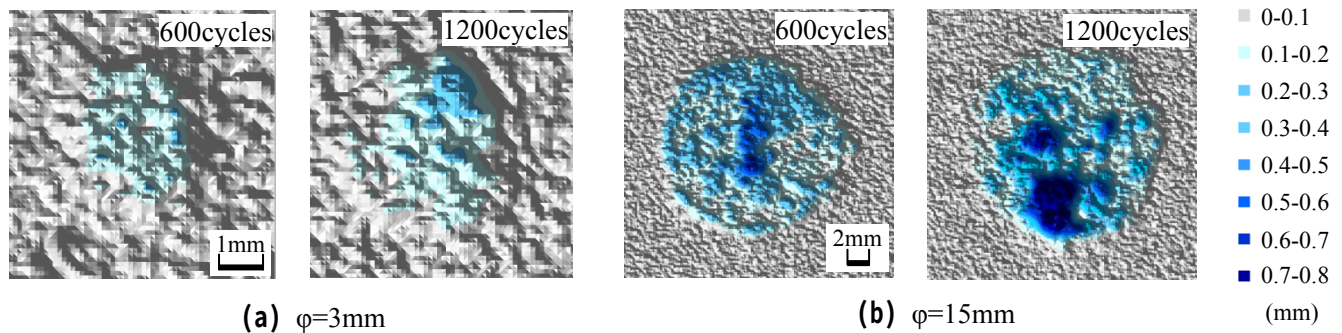
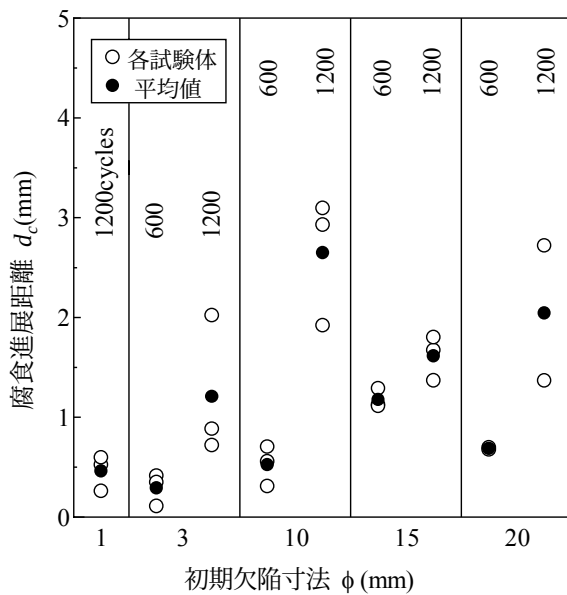
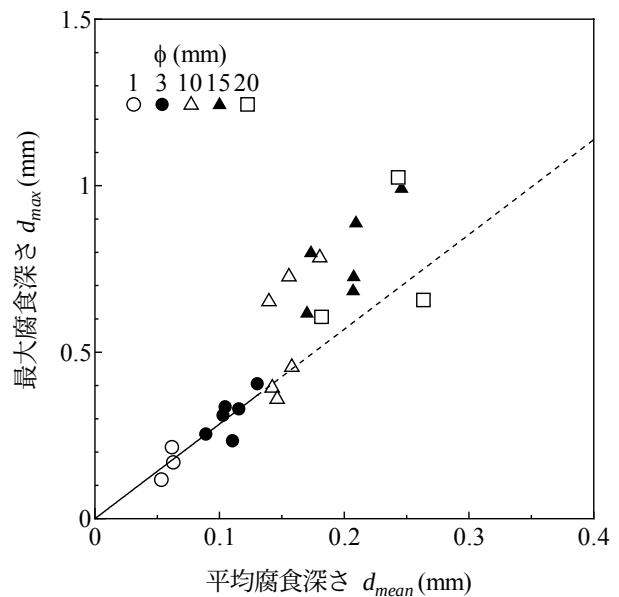


図-2 腐食表面性状の例

図-3 腐食進展距離 d_c の経時変化図-4 平均腐食深さ d_{mean} と最大腐食深さ d_{max} の関係

が混在する場合、全面腐食領域の腐食深さは ϕ に依存せず同程度の深さであった。そのため、 ϕ が比較的大きい場合には、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。

3. 塗膜欠陥部の経時腐食挙動 塗膜および腐食生成物を除去した後の円形欠陥の法線方向における腐食進展距離 d_c の経時変化を図-3 に示す。 d_c は円弧位置によるばらつきが大きく、1200cycles の試験終了時には顕著になっている。

平均腐食深さ d_{mean} と最大腐食深さ d_{max} の関係を図-4 に示す。図中の実線は ϕ が 1 および 3mm のデータから求めた回帰直線を示している。 ϕ が小さい 1mm および 3mm の試験体は、ほぼ同様の傾向となっている。一方、 ϕ が 10、15 および 20mm の試験体は、1 および 3mm の場合に比べて、 d_{max} が大きくなる傾向にある。これは、腐食の進展に伴い局部腐食が発生したためと考えられる。

4. まとめ 1) 円形塗膜欠陥からの法線方向の腐食進展距離は、円弧位置によるばらつきが大きい。2) 円形欠陥の直径が 1 および 3mm の塗装鋼材の平均腐食深さと最大腐食深さの関係は、比例関係にある。3) 円形欠陥の直径が 10、15 および 20mm の塗装鋼材の腐食表面には、全面腐食と局部腐食が混在し、円形欠陥の寸法が大きくなるほど最大腐食深さが大きくなる傾向にある。

今後は、全面腐食と局部腐食が混在していた円形欠陥の直径が 10、15 および 20mm の試験体の腐食表面を回帰樹分析¹⁾することで、平均腐食深さと最大腐食深さの関係を詳細に検討する予定である。

【参考文献】 1) 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, Vol.62, pp.440-453, 2006.