

線・帯状の塗膜欠陥から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 ○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、塗装仕様の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する腐食損傷の経時性を把握することが重要となる。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、線状および帯状の人工欠陥を有する塗装鋼板の腐食促進試験を行った。

2. 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, 1200および2400cycles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、図-1に示すように、塗装面に幅 w を0.2, 10および20mm, 長さを80mmとした線状および帯状露出部を機械加工で設けた。 $w=0.2\text{mm}$ はキズによる線状の欠陥、 $w=10$ および20mmは塗膜剥離による帯状の欠陥として模擬した。試験後は塗膜および腐食生成物の除去後にレーザーフォーカス深度計 (分解能: $0.05\mu\text{m}$) を用いて、腐食表面性状を測定した。なお、 $w=0.2\text{mm}$ の試験体については、600cycles終了時に腐食の進行が軽微であったため、データ収集を行わず、試験を継続した。

試験前後の試験体の表面状況の例を図-2に示す。各試験体の欠陥部には、さびこぶが生じ、周辺に塗膜の膨れが生じていた。600cycles以降は、 $w=10$ および20mmの試験体で腐食生成物厚が著しく増加していた。また、腐食生成物の一部が層状剥離し、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おいて、全面腐食領域の腐食深さは w によらず同程度であった。したがって、 w 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、 $w=0.2\text{mm}$ 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、波形に進展していた。

3. 試験結果 本研究では初期段階として、腐食深さの経時性について検討した。平均腐食深さ d_{mean} の腐食サイクル数 n との関係を図-4に示す。図中の実線は累乗回帰曲線である。 d_{mean} は w が大きくなるに従って、増加する傾向にあるが、 d_{mean} の経時性はほぼ同様の関数形となっている。

初期欠陥幅 w と平均腐食深さ d_{mean} の関係を図-5に示す。 w が増加するにしたがい、 d_{mean} は累乗増加している。

平均腐食深さ d_{mean} と最大腐食深さ d_{max} の関係を図-6に示す。 d_{max} は各欠陥部において深さが上位5点の値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、 $w=20\text{mm}$ の2400cycles試験体は局部腐食が著しく進行している部分が存在したため、それ以外のデータを対象とした線形回帰直線を黒線で示している。 $w=10$ 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、どちらの回帰直線も高い相関を示している。

4. まとめ 1) 0.2mm幅の線状初期欠陥は、波形に腐食が進展する。2) 10mmおよび20mm幅の帯状初期欠陥には、全面腐食と局部腐食が混在する。3) 線・帯状の欠陥領域内の平均腐食深さは、初期欠陥幅あるいは腐食サイクル数を用いて累乗関係で表すことができる。4) 欠陥領域内の平均腐食深さと最大腐食深さの関係は、初期欠陥幅に依存せず、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¹⁾し、それらの領域での腐食深さを検討する。また、腐食表面性状の特性値である空間統計量とその経時特性を把握²⁾する。

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, Vol.62, No.2, pp.440-453, 2006.

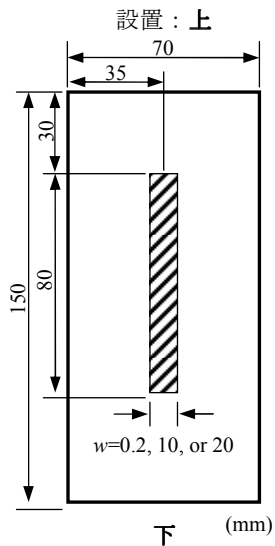


図-1 試験体の寸法

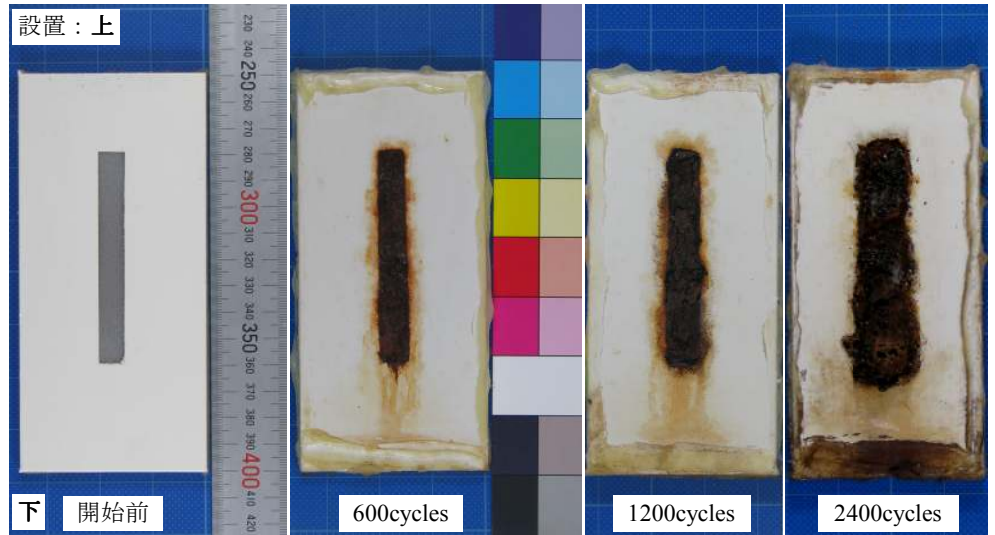


図-2 試験体欠陥部の表面状況推移 (w=10mm)

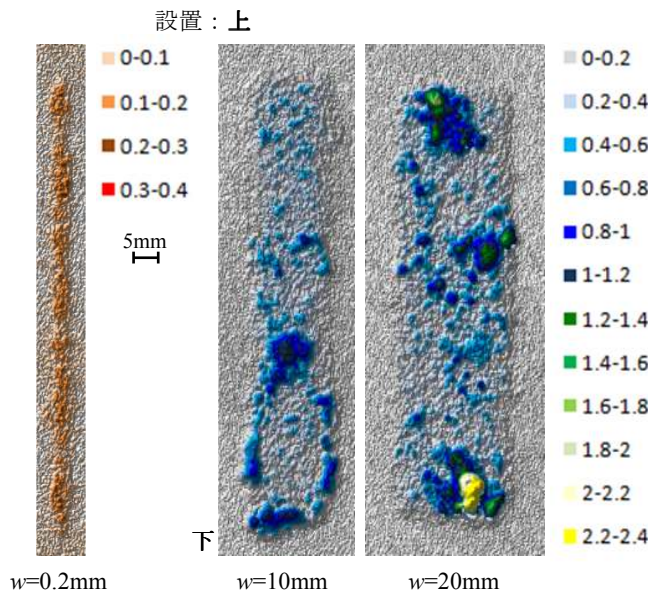


図-3 試験体欠陥部の腐食表面性状 (2400cycles)

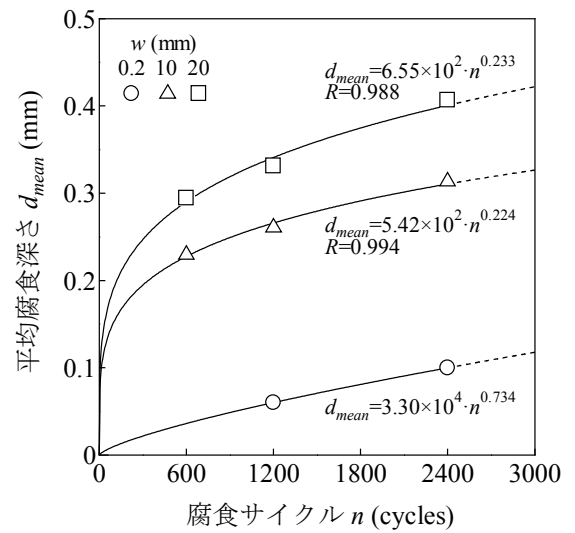


図-4 平均腐食深さ d_{mean} と腐食サイクル n の関係

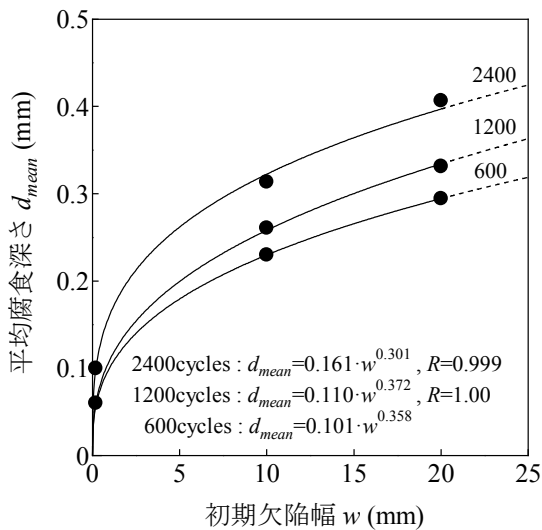


図-5 平均腐食深さ d_{mean} と初期欠陥幅 w の関係

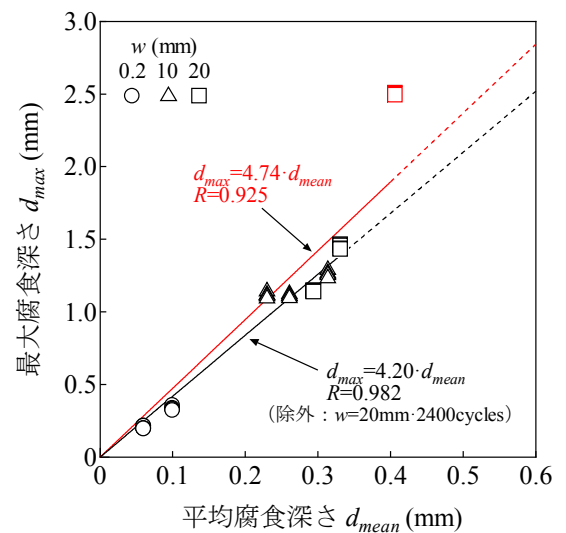


図-6 平均腐食深さ d_{mean} と最大腐食深さ d_{max} の関係