

さび厚と腐食深さの相関関係に基づく腐食損傷の定量評価に関する基礎的研究

福岡北九州高速道路公社 正会員 ○片山英資 九州大学大学院 正会員 貝沼重信
 福岡北九州高速道路公社 正会員 藤木 修 九州大学大学院 学生会員 向川優貴

1. はじめに

現状の点検における腐食損傷程度の評価は、表-1 に示すように定性的な指標に準じて実施されている。しかし、点検時に構造物の健全度を把握して、補修の緊急性を定量的に判断するためには、腐食深さを把握する必要がある。また、効率的かつ効果的な維持管理の実現に向けて、補修の優先順位を設定するためには、損傷の経時性を精度良く予測する必要がある。しかし、現状で腐食深さを把握するには、部材に生じたさびを除去した後に残存板厚を実測するなど煩雑な作業を伴う。

このような背景から、本研究の最終目的はさびの厚さを実測・計測することで、構造部材の腐食挙動を簡便に評価・予測する手法を確立することとし、その基礎的検討として、無塗装の普通鋼板を用いた大気暴露試験を実施して、様々な大気マイクロ環境下におけるさび厚と腐食深さの相関関係について検討を行った。また、その相関関係を構造物の腐食部材から実測した結果と比較検証した。

2. 大気暴露試験

鋼材にはグリッドブラスト (Sa2.5) 処理した板厚 9mm の SM490 材を用いた。大気暴露試験は海岸線から約 3km に位置する琉球大学構内 (Lat.26°15'N, Long.127°46'E) で、暴露台を南向きに設置することで実施した。この 1 箇所の暴露場所で異なる大気マイクロ腐食環境を再現した試験を実施するために、試験体を水平面に対して 0°、45°、および 90° の 3 種類の角度で暴露試験台に設置した。本研究ではこの 3 種類の角度に設置した試験体の対地面 (90° の試験体は北面) および対空面 (90° の試験体は南面)、計 6 種類の試験体表面を対象とした。暴露期間は 0.5 年、1 年および 2 年とし、各期間 9 体 (0°、45°、および 90° : 各 3 体)、計 27 体の試験体を用いた。なお、各角度の表裏面におけるマイクロ腐食環境は、ACM 型腐食センサによりモニタリングした。

試験終了後の試験体の腐食性状を図-1 に示す。ここでは、暴露期間 2 年で暴露角度が 0°、45° および 90° の試験体の対空面について示している。腐食性状は暴露角度が小さくなるにしたがって、粒子の大きさが大きくなっていることから、表面粗さが粗くなる傾向にあるといえる。これは、暴露角度が小さくなることで、雨水の滞水時間が長くなることや、鋼材表面の付着塩分量が多くなるためと考えられる。

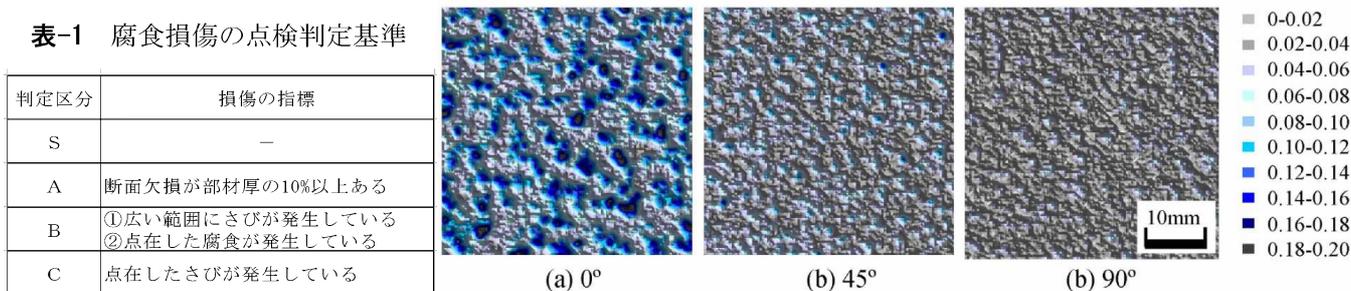


図-1 腐食状況 (対空面, 暴露期間 2 年)

3. さび厚と腐食深さの測定

暴露試験終了後の試験体のさび厚は、電磁式膜厚計 (測定精度: ±10μm, 表示分解能: 1μm) を用いて測定した。平均腐食深さはレーザーフォーカス深度計 (スポット径: 30μmφ, 分解能: 0.05μm) を用いて、さびを除去した後に試験体の表裏面を測定することで算出した。なお、測定ピッチは試験体の表面性状を考慮して 0.3mm とした。

暴露期間 2 年の鋼試験体の平均さび厚 $t_{r,mean}$ と平均腐食深さ d_{mean} をそれぞれ図-3 および図-4 に示す。暴露期間が長くなるにしたがって、 $t_{r,mean}$ と d_{mean} は増加している。この傾向は、暴露角度が小さくなるにしたがって顕著になっている。また、対空面に比して、対地面の $t_{r,mean}$ と d_{mean} は大きくなる傾向にある。この傾向は、角度が小さい試験体ほど雨水の滞水時間が長く、付着塩分量が多くなることや、対空面に比べて対地面の試験体のほうが雨水による洗い流し効果が少ないことから、腐食の進行速度に違いが生じているものと思われる。

キーワード 腐食, 大気暴露試験, さび厚, 平均腐食深さ, 最大腐食深さ
 連絡先 〒812-0055 福岡市東区東浜 2-7-53 福岡北九州高速道路公社 福岡事務所 設計調整課 TEL.092-631-0134

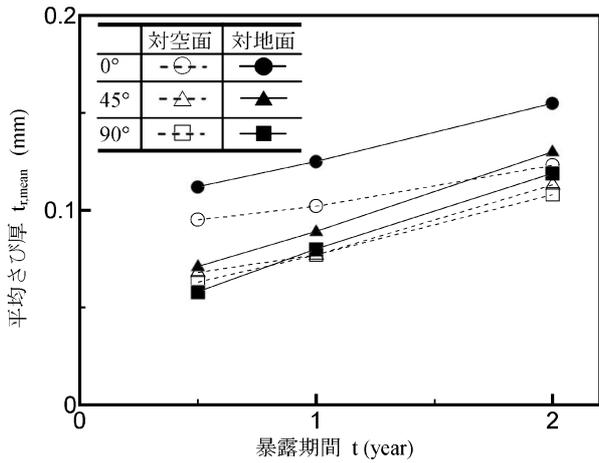


図-3 試験体の平均さび厚(暴露期間：2年)

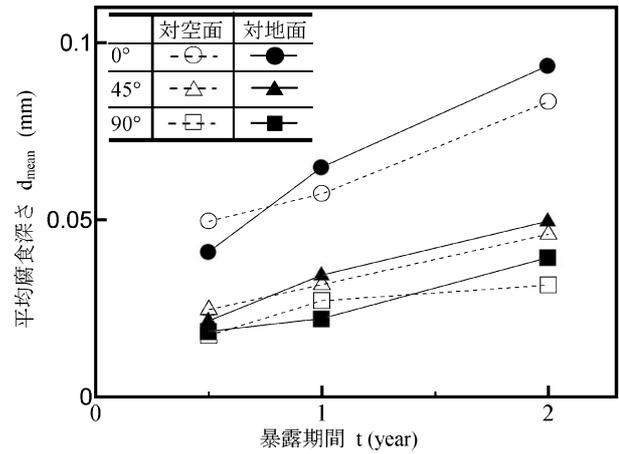


図-4 試験体の平均腐食深さ(暴露期間：2年)

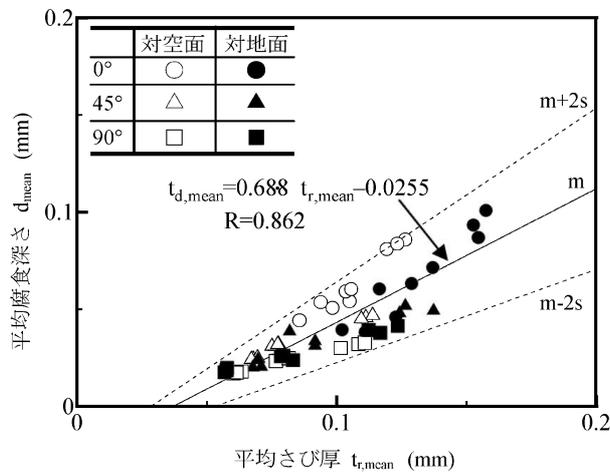


図-5 平均さび厚と平均腐食深さの関係

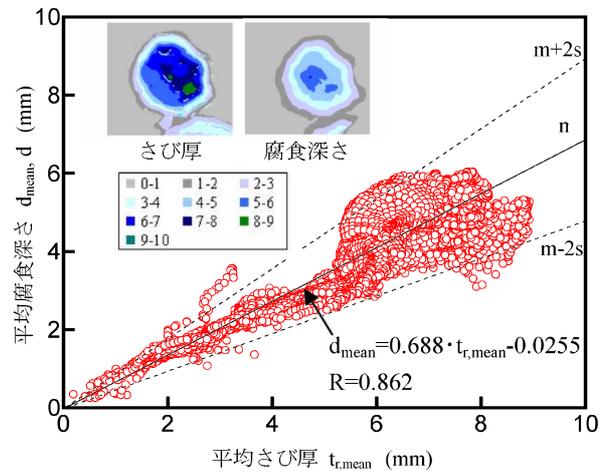


図-6 腐食部材の腐食深さに対するさび厚の比

4. さび厚と平均腐食深さの相関関係

前述したように、試験体の平均さび厚 $t_{r,mean}$ と平均腐食深さ d_{mean} の関係は、同様の傾向を示すと考えられる。そこで、図-3 および図-4 の結果を用いて、 $t_{r,mean}$ と d_{mean} の相関関係を整理した。その結果を図-5 に示す。図中の実線は $t_{r,mean}$ に対する d_{mean} の回帰直線 m であり、破線はその $m \pm 2\sigma$ (σ : 標準偏差) である。回帰直線の相関係数 R は、0.862 であることから、 $t_{r,mean}$ と d_{mean} には高い相関があると言える。また、全てのプロットが $m \pm 2\sigma$ の領域内に位置している。したがって、実構造部材におけるさび厚を実測して、図-5 中の回帰式を用いることで、腐食深さを評価・予測できると考えられる。しかし、この回帰式は暴露期間 2 年を対象としているため、さびの生成の初期の回帰式であると言える。そこで、冬期に多量の凍結防止剤が散布される橋梁で、伸縮装置からの漏水により局部腐食が発生した鋼製橋脚の天板(旧便覧における B 系塗装)のさび厚と腐食深さの関係を実測して、図-5 中の回帰式の実部材への適用性を検証する。鋼製橋脚の天板から得られた局部腐食のさび厚 t_r と腐食深さ d の関係を図-6 に示す。図中には図-5 で示した暴露試験体の回帰直線も示している。鋼製橋脚の天板の t_r と d の関係を示したプロットデータの傾きは、暴露試験体の回帰直線 m にほぼ一致しており、構造物から得られたほぼ全てのデータは、大気暴露試験から得られた回帰直線の $m \pm 2\sigma$ の領域内に位置している。

5. まとめ

本稿では飛来塩分環境で 0.5 年、1 年および 2 年間の大気暴露試験を行い、その腐食試験体に基づき、さび厚と腐食深さの相関を検討することで、その相関関係の評価式を提案した。また、本研究で対象とした実構造物の腐食部材(旧鋼道路橋塗装便覧 B 系(塩化ゴム系塗装))の実測値と大気暴露試験のさび厚と腐食深さの関係には、同様の傾向がある。

今後は、大気暴露試験のデータと構造物の実測データを蓄積することで、さらにさび厚と腐食深さの相関関係を再検討する予定である。