

暴露試験による鋼材の腐食状況の経過観察について

八代工業高等専門学校 正会員 ○岩坪 要

西日本高速道路エンジニアリング九州 (株) 正会員 磯崎 高純

日本鉄塔工業 (株) 非会員 江島 良介

1. 目的

これまでの我が国における道路整備事業の中で多くの橋梁が建設され、現在も欠くことのできない構造物として現役として活用している。しかしながら、構造物の年齢も耐用年限である 50 年を過ぎようとしており、構造物も高齢化時代を迎えようとしている。これらの鋼橋の中には損傷や劣化が著しいものもあるが、まだまだ現役で使用可能な構造物も多数ある。最近の公共事業の縮小と、人間社会の高齢化による労働力人口の減少など、経済的・社会的な問題を多く抱えている中で、効率的で効果的な維持管理体制の確立は早急に考えるべき課題である。

このような背景の下で本研究では、鋼材にとって避けられない腐食に着目し、鋼橋の点検で活用することを念頭に置き、腐食進展の様子を大気暴露実験と腐食促進実験を行い観察し、腐食データを集めることを目的としている。また最近の問題として、地球環境の変化に伴う酸性雨の影響も腐食への関連があると考え、降雨における酸性雨のデータも同時に集めた。

2. 暴露試験

(1) 試験片

図 1 に示す試験片を SS400 材で用意し、試験装置(写真 3)に 2 点で固定した。試験装置との接触はおこらないように工夫した。設置する前に試験片表面の黒皮などはグラインダーを用いてある程度まで表面を研磨し(写真 2)。用意した試験片は、定期的に回収し錆の除去などを行うため、表 1 に示すシリーズを各 6 枚ずつ用意した。表中の N シリーズと C シリーズは、凍結防止剤として使用されている塩化ナトリウムと塩化カルシウムの塩分濃度を 5% にした水溶液を噴霧(週に 2 回)させる腐食促進実験とした。



写真 1 塗装の劣化

表 1 試験片のシリーズ

S シリーズ	手を加えない自然暴露
N シリーズ	5%塩化ナトリウム (NaCl) 水溶液を噴霧
C シリーズ	5%塩化カルシウム (CaCl ₂) 水溶液を噴霧
P シリーズ	部分的に錆止めペイント (透明) をし、さらに 5%塩化ナトリウム水溶液を噴霧
SS400	比較用の自然暴露試験片 (1 枚)

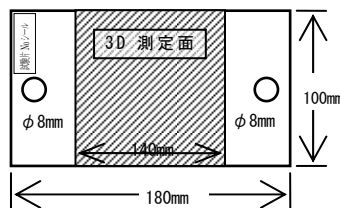


図 1 試験片寸法



写真 2 試験片(設置前)

(2) 試験装置

JIS の「屋外暴露試験方法通則(Z2381)」では、試験装置など規定が示されているが、今回は簡易的な装置として、写真 3 に示すような装置を製作し、本校の専攻科棟(3F 建て)の屋上に設置した。

酸性雨のサンプリングでは、市販の分取装置である「レインゴーランド II (HORIBA 製)」を暴露試験装置の横に設置した。この分取装置は、内部に 8 つの小カップを持ち、1 カップごとに約 1mm の初期降雨を採取することが可能である。

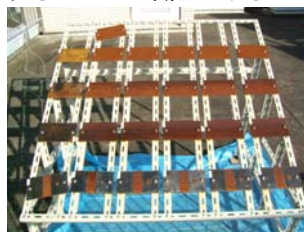


写真 3 暴露試験台



写真 4 酸性雨分取器

3. 観測結果

(1) 酸性雨の観測結果

酸性雨は平成 19 年 8 月から観測を開始した。サンプリングは雨天の翌日に設置していた容器を回収し、pH と導電率を測定した。pH は装置のマニュアルを参考にし、小カップの pH 値から、サンプリングした降雨の pH 値を計算した。結果を図 2 に示すが、八代市ではほぼ pH が 4.5 程度の降雨が多いことが分かる。

キーワード 腐食, 暴露試験, 酸性雨, 鋼橋, メンテナンス

連絡先 〒866-8501 熊本県八代市平山新町 2627 番地 八代工業高等専門学校 Tel 0965-53-1339 Fax 0965-53-1349

一般的に pH が 5.6 以下の降雨を酸性雨と称するが、八代市では酸性雨であると考えられる。酸性雨の原因や詳細については未調査であるが、鋼橋表面に何らかの影響を与えていると思われる。

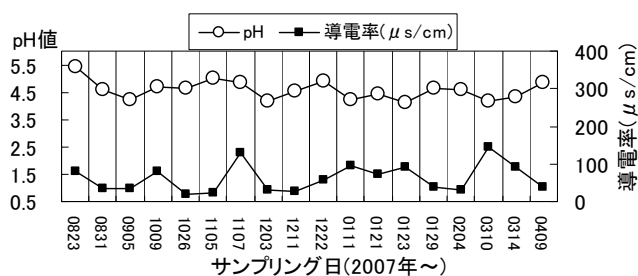


図2 酸性雨の観測結果

(2) 暴露試験での腐食経過観測

暴露試験では、観察記録と腐食促進のための噴霧作業を毎週実施し、1ヶ月ごとに試験片の回収と腐食量(重量変化)の測定を行った。それぞれの作業項目の一部を以下に示す。なお5%水溶液は、実際に使用されている凍結防止剤を使い精製した。作業の一例を示す。

噴霧作業：5%水溶液の噴霧、写真、表面温度測定

回収作業：3D表面形状計測、錆の除去、重量計測

表面計測は、本校の機械電気工学科所有の3D表面形状測定装置を借用した。図1に示す範囲を測定範囲とし、計測ピッチは1mmとした。測定したデータを3Dコンター図で表示した結果の一例を図3に示す。

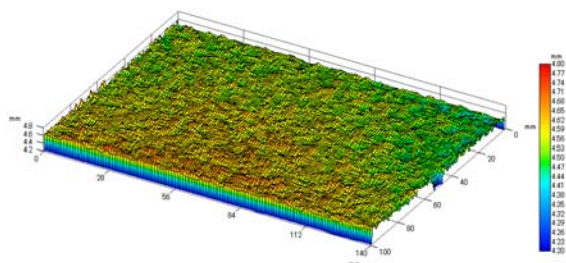


図3 表面形状(暴露92日が経過したN-3試験片)

4. 腐食の進展状況について

(1) 腐食状況について

試験片を設置後、すぐに表面に赤錆が出始めた。試験開始後ほぼ4ヶ月経過した後の試験片を写真5に示す。試験片番号のシールが上側になるように設置したが装置の傾斜角度が緩かった為に、下側(地面側)に錆が集中していた。また、促進実験のN、Cシリーズの試験片の腐食状況には腐食の色に違いが見られた。さらにPシリーズの試験片は、錆止めの効果で塗料を付していない部分にSシリーズ同様の錆の発生が確認できた。しかし、1ヶ月を過ぎた頃からペイントの効果が減少し、ペイントした部分も若干の錆が発生し始め

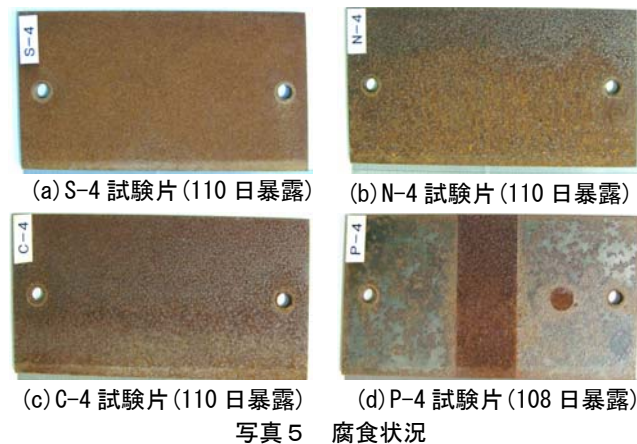


写真5 腐食状況

ていた。

(2) 腐食度と腐食量について

図4は横軸に暴露期間、縦軸に腐食量を表した図である。図4より自然暴露よりも促進試験の試験片の方が重量の増加が激しいことが分かる。また、白抜きのプロットは錆除去後に再設置した結果である。再設置後、同じ日数で比較してみると、腐食量に違いがあることがわかる。これは錆除去の作業の折に電動工具による表面への熱影響などが関係していると考えられる。

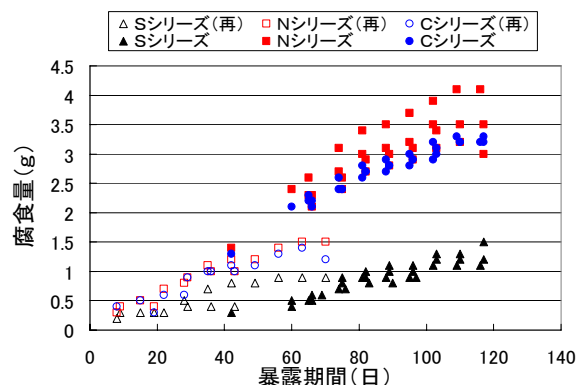


図4 暴露期間と腐食量との関係

4. まとめ

本研究では、鋼板の暴露試験を通じて、錆の進行状況の観察とデータ収集を行った。これまでの結果より、凍結防止剤の影響は鋼材にとって大であること、2ヶ月以降に表面への浸食と思われる凹凸が出来たことなどが確認できた。点検作業では適切な対応策の検討が必要であるが、本研究のデータが錆レベルの判定に活用できるように、さらなる分析が必要である。

参考文献

- 1) 海洋架橋・橋梁調査会：道路橋マネジメントの手引き，2004.
- 2) 土木学会鋼構造委員会：腐食した鋼構造物の残存性能評価および性能回復技術，2007.
- 3) 伊藤義人他：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，vol48A，2002.