

耐候性鋼材のさび生成に与える温湿度の影響

山口大学大学院 ○学生会員 永田 隆弥, 松隈 駿
日鉄住金エンジニアリング 正会員 立花 周作
山口大学大学院 正会員 麻生 稔彦

1. はじめに

耐候性鋼橋梁の長寿命化を実現するには、鋼材表面に生成するさびの評価方法、さび進展予測手法および効果的な補修技術の確立が必要不可欠である。そこで本研究では、鋼材表面のさび生成・進展モデルの確立を目指し、鋼材表面上のさびの進展挙動の解明を目的とする。さび進展挙動を解明するには、さび進展速度と腐食環境との関係を明確にする必要がある。そのため、本研究では塩水を滴下した鋼材を恒温恒湿環境下で曝露し、さびの進展を画像解析により求める。

2. 実験概要

さびの進展は鋼材表面における2次元的な広がり、鋼材の減耗あるいは腐食生成物の生起による3次元的な進展がある。このうち、本研究では2次元的な進展を対象とする。曝露実験には70×70×6(mm)の耐候性鋼材を使用する。鋼材には塩化ナトリウムを純水で希釈した0.02mlの塩水を滴下した後、水分の乾燥を待って、小型環境試験器内に設置する。今回の実験では濃度0.3%、1%および3%の塩水を滴下した鋼材および塩水を滴下しない鋼材を同時に曝露する。表-1に小型環境試験器の環境条件を示す。曝露実験開始後の鋼材は1日に1回写真撮影を行う。撮影した画像は滴下部分を中心に280×280画素にトリミングした後に、画像処理ソフト(A像くん¹⁾)を用いて、RGB成分のGreen成分のみを抽出する。Green成分抽出画像において粒子解析を行い、腐食部分の面積率をこの抽出画像について算出する。ここで面積率とは、トリミング画像全面積に対するさび部分面積の割合とする。

表-1 環境条件, 塩水条件

	温度-湿度	滴下塩水濃度
Case1	40°C-95%	滴下なし
Case2	40°C-50%	0.3%
Case3	20°C-50%	1%
Case4	20°C-95%	3%

3. 実験結果

図-1に3%塩水を滴下した後、気温40°C、相対湿度95%で曝露した鋼材の1日目と30日目の状況を示す。30日の間に、塩水を滴下した箇所は色調が黒色に変化しており、さびの進展が明瞭に確認できた。塩水滴下箇所以外でも全面腐食の発生が認められるが、今回はこれらの全面腐食は検討対象としていない。図-1(b)に示す画像からRGB成分のGreen成分を取り出すと図-2になり、これを粒子解析した結果を図-3に示す。同様の手順により、すべての画像について面積率を算出した。図-4は相対湿度が同じで、温度が異なるCase1とCase4の面積率の経時変化である。いずれのCaseにおいても3%塩水を滴下した鋼材での面積率が大きく、初期に供給された塩分の影響が確認できる。しかし、



(a) 1日目 (b) 30日目

図-1 Case1における3%塩水滴下鋼材

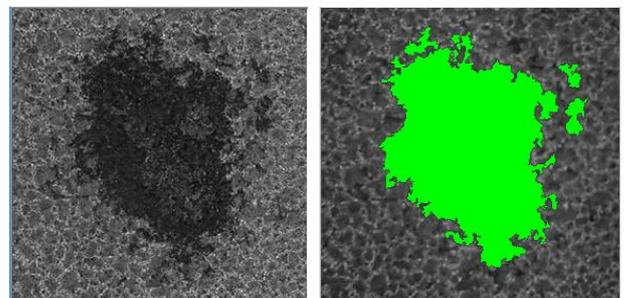


図-2 Green成分抽出画像

図-3 粒子解析画像

キーワード 耐候性鋼材, さび, 温湿度

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL 0836-85-9323

Case1 と Case4 では面積率の増加傾向は異なっており、3%塩水滴下時に 20 日経過後には Case1 で面積率が 25%に対し、Case4 では 3%にとどまっている。この傾向は塩水濃度によらず示されており、さびの進展に温度が大きく影響することが明らかになった。この傾向は図-5 に示す湿度を低くした Case2 と Case3 との比較でも確認できた。一方、温度が等しく、湿度が異なる Case1 と Case2, Case3 と Case4 の比較では両者に大きな差は認められなかった。

さびの進展が明瞭に認められた Case1 および Case2 についてさび面積率の近似式を求めた。図-4 および図-5 中に対数式による近似式を破線で示す。これらの近似式は観測した面積率をよく近似しており、いずれの場合も決定係数は 0.75 以上であった。図-6 は Case1 と Case2 において得られた対数項の係数と塩水濃度との関係を示したものである。また、図-7 に対数項の切片と塩水濃度との関係を示す。Case1 では係数と切片のどちらも塩水濃度と線形関係が認められた。よって図-6、および図-7 より Case1 におけるさび進展予測式を算出した。

$$y = (1.805c + 1.876)\ln(x) + 6.027 \quad (1)$$

ここで c : 塩水濃度(%), x : 経過日数(日), y : さび進展面積率(%)である。Case1 においてすべての塩水濃度(0.3%, 1%, 3%)の場合で、(1)式より得られた予測値と実測値が同程度であった。一方、Case2 では係数と切片のいずれも塩水濃度と線形関係が認められなかった。これは Case2 の 1%塩水滴下鋼材において 10 日目以降のさびの進展が Case1 の場合と比べて大きいためである。この原因は不明であるため、再検討が必要である。また、実験条件を増やすことにより検討する必要がある。

4. まとめ

塩分環境の異なる鋼材を用いた恒温恒湿環境での曝露実験を実施した。今回の実験ではさびの進展には湿度より温度が大きく寄与することが明らかとなった。また、水平面的なさび進展は対数式で近似できることを明らかにした。実験条件を変化させ曝露実験を積み重ねることで、さび進展予測式の精度向上が可能であろう。本研究は JSPS 科研費 15K06181 の助成により実施した。

参考文献

1) 旭化成エンジニアリング株式会社 : A 像くん

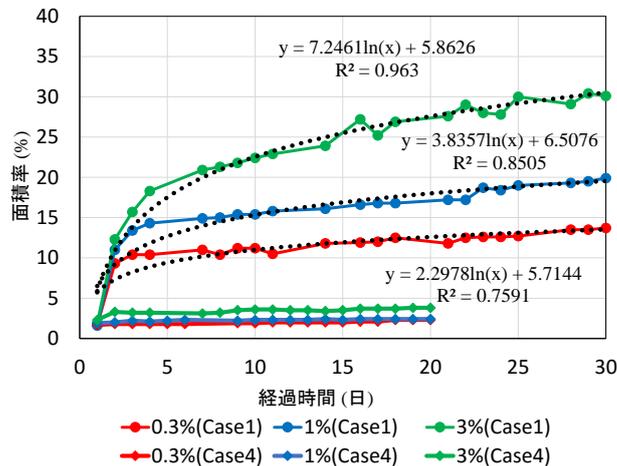


図-4 腐食部分の面積率の経時変化(Case1,Case4)

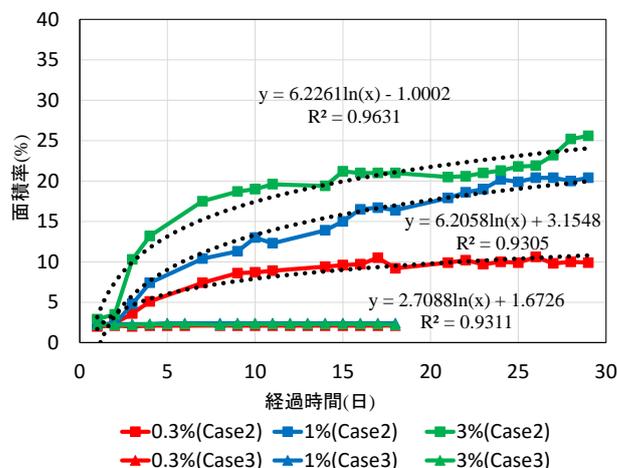


図-5 腐食部分の面積率の経時変化(Case2,Case3)

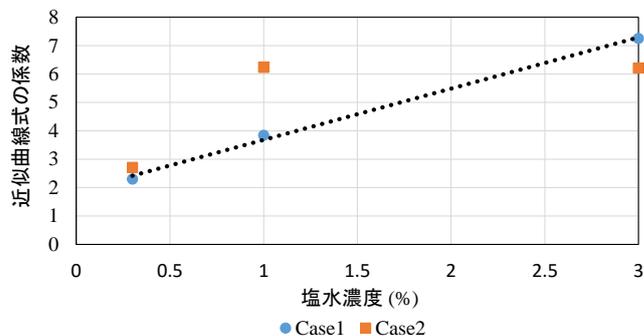


図-6 近似曲線式の係数と塩水濃度の関係

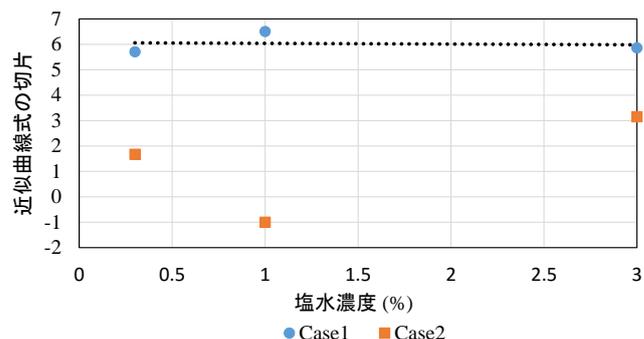


図-7 近似曲線式の切片と塩水濃度の関係