

## 電気抵抗測定による鋼材さび層の乾湿状態評価にさび性状が与える影響

山口大学大学院 学生会員○高山 晃 造  
山口大学大学院 正 会 員 蓮池里 菜  
山口大学大学院 正 会 員 麻生稔 彦

## 1. はじめに

鋼橋の維持管理において、鋼材の腐食劣化要因のひとつである濡れ環境の把握は重要である。緻密なさび層を生成し腐食を抑制する耐候性鋼材は、さび層内に水分が存在し濡れ環境を保持すると考えられる。既往研究では、腐食鋼材濡れ時間の測定手法として、電気抵抗を連続的に測定した際の変化量による濡れ時間判定を試みり、その可能性を示している。しかし、さび層の厚さ、さび層に含まれるCl含有量などのさび性状による電気抵抗への影響は検討されていない。そこで本研究では、電気抵抗測定によるさび層内の乾湿状態評価に向け、さび層の厚さ、さび生成時に供給する水溶液のCl濃度の異なる腐食鋼板を作成し、電気抵抗を測定することでその影響を、加えて、電気抵抗測定手法について検討する。

## 2. 促進試験

耐候性鋼板を小型環境試験器に入れ、図-1に示す乾湿サイクル<sup>2)</sup>環境下で腐食を促進し、試験体を作成した。試験体に供給する水溶液は、0.1%濃度のNaCl水溶液、3%濃度のNaCl水溶液の2パターンとした。試験体はさび外観評点のさび厚を参考に、0.1%NaCl試験体を5体、3%NaCl試験体を9体、計14体作成した。図-2に腐食した試験体外観を示す。

## 3. 測定手法の検討

## 3.1 連続手法

表-1に示す各試験体を、図-1に示した乾湿サイクル<sup>2)</sup>環境下に曝露し、さび表面に端子をあて、1分間隔で49時間連続して電気抵抗を測定した。この際、図-3に示すようにリード先端の間隔は5cmとした。また、電気抵抗測定時には、供給溶液ではなくさび層内に残存している塩分が影響を与えていると考えられるため、XRF分析によりさび層の含有塩分量を測定した。この際、試験体の素地までさび層を切削し、

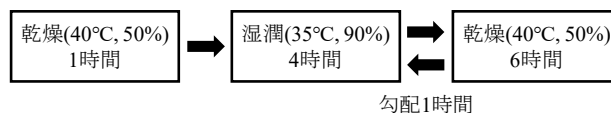


図-1 乾湿繰り返しサイクル

表-1 さび外観評点および電気抵抗測定回数<sup>2)</sup>

さび外観評点		5	3~4	2	1
さび厚(μm)		~200	200~400	400~800	800~
連続手法	0.1%NaCl試験体	2	1	1	—
	3%NaCl試験体	3	2	1	4
断続手法	0.1%NaCl試験体	1	1	—	—
	3%NaCl試験体	1	1	2	2

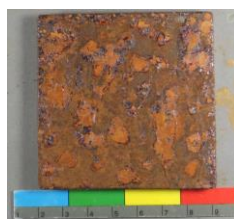


図-2 3%NaCl試験体

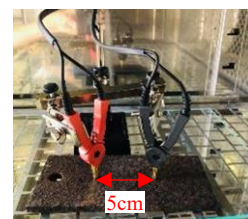


図-3 電気抵抗測定

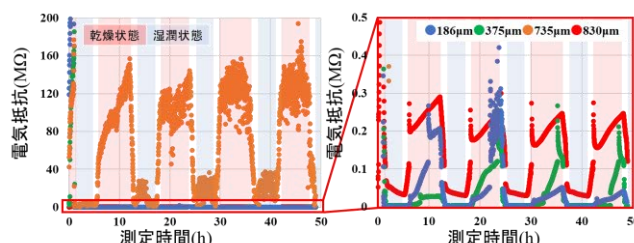


図-4 さび厚別の電気抵抗の比較

それぞれ $1 \pm 0.005g$ のさびを測定した。

## 3.2 断続手法

表-1に示す各試験体を、図-1に示した乾湿サイクル<sup>2)</sup>環境下に曝露し、1時間ごとに小型環境試験器から取り出し、図-3の条件で電気抵抗を測定した。1秒間隔で5回測定した平均を電気抵抗とし、乾燥状態2サイクル目の終了時から計13回測定した。この際、試験体に含まれる水分量が電気抵抗に与える影響を検討するため、電気抵抗測定時に試験体重量を測定し、乾燥時の試験体重量を減ずることで水分量を算出した。

キーワード 耐候性鋼材 電気抵抗 さび厚 内在塩分 濡れ時間

連絡先 〒755-8651 山口県宇部市常盤台2丁目16-1 山口大学工学部 TEL0836-85-9323

4. 実験結果

図-4 に 3%NaCl 試験体のさび厚別の測定時間と電気抵抗の関係を示す。電気抵抗はさび厚によらず乾燥状態で大きく、湿潤状態で小さくなることから、電気抵抗により曝露環境の乾湿状態が判断可能であった。また、さび厚 735 μm の試験体のみ電気抵抗が他と比べ大きくなっており、さび層の厚さと電気抵抗に相関関係はないと考えられる。

図-5 に供給水溶液の Cl 濃度別の電気抵抗の比較結果を示す。電気抵抗は、さび厚が同程度であっても 0.1%NaCl 試験体に比べ、3%NaCl 試験体で低くなった。加えて、表-2 に供給水溶液、さび厚とさび層内の Cl 含有量の関係を示す。表より、さび厚によらず 0.1%NaCl 試験体に比べ、3%NaCl 試験体の Cl 含有量が多くなった。以上より、さび層内の Cl 含有量が多い程、電気抵抗が低くなると考えられる。

図-6 に 3%NaCl 試験体(さび厚 948μm)の水分量、電気抵抗と測定時間の関係を示す。水分量が増加すると電気抵抗が低く、減少すると電気抵抗が高くなった。つまり、さび層内の水分量は曝露環境の乾湿に対応しており、電気抵抗によりさび層内の乾湿状態評価が可能であると考えられる。

図-7 に 3%NaCl 試験体の電気抵抗測定手法の比較結果を示す。連続手法、断続手法の両手法とも、電気抵抗は湿潤状態で低く、乾燥状態で高くなった。一方、さび厚が同程度かつ促進試験時の供給溶液が同じ Cl 濃度であったにもかかわらず、電気抵抗の絶対値が異なったため、測定手法の違いとその再現性について、引き続き検討を進める。

5. まとめ

さび層の厚さと電気抵抗には相関関係が見られなかった。一方、さび層に含まれる Cl 含有量と電気抵抗との関係は、さび厚が同程度であっても Cl 含有量が多い程、電気抵抗が低くなった。これより、さび厚と電気抵抗の測定によりさび層の Cl 含有量、さらにはさび層が曝されている塩分環境を推測できる可能性がある。加えて、測定手法として連続手法、断続手法を検討した。両手法ともさび層の乾湿状態を捉えることが可能であったが電気抵抗の絶対値は異なり、今後再現性に関する検討を進める。

参考文献

1)恩田駿秀, 野添裕輔, 中嶋龍一郎, 岩崎栄治, 三

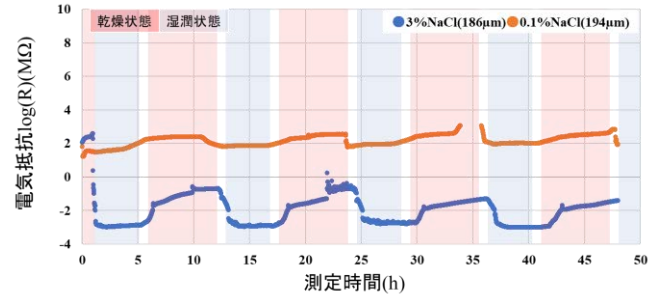


図-5 Cl 含有量が異なる電気抵抗の比較

表-2 Cl 含有量の比較

供給水溶液	0.1%NaCl水溶液	3%NaCl水溶液
さび厚(μm)		
~200	0.64%	2.94%
200~400	0.43%	—
400~800	0.65%	2.28%
800~	—	1.94%, 1.97%

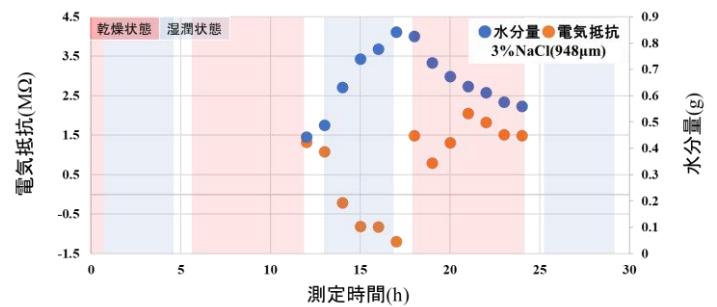


図-6 水分量と電気抵抗の関係

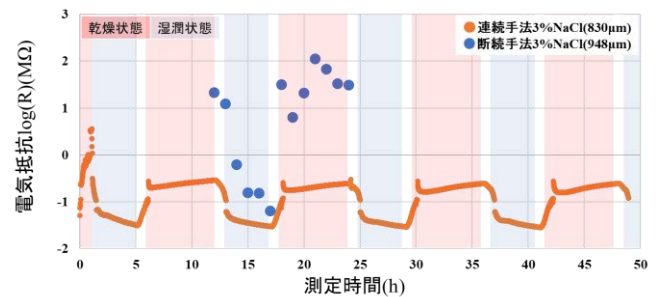


図-7 手法による電気抵抗の比較

浦正測純：直流電流抵抗の変化量を用いた腐食鋼材の濡れ時間判定の検討，土木学会関東支部技術研究発表会，I-68，2014. 2)三木千尋，市川篤司，鶴飼真，竹村誠洋，中山武典，紀平寛：無塗装橋梁用鋼材の耐候性合金指標および耐候性評価方法の提案，土木学会論文集 No.738/I-64，pp.271-281，2003. 3)紀平寛，塩谷和彦，幸英昭，中山武典，竹村誠洋，渡辺祐一：耐候性鋼さび安定化評価技術の体系化，土木学会論文集，745号，pp.77-87，2003.