耐久・防食講座（第4講）
J. Jpn. Soc. Colour Mater., 88〔1〕, 23-27 (2015)

電気化学的手法による塗装鋼板の耐食性評価

片山英樹*,†

*㈱物質・材料研究機構　茨城県つくば市千現1-2-1（〒305-0047）
† Corresponding Author, E-mail: KATAYAMA.Hideki@nims.go.jp

（2014年10月5日受付，2014年12月3日受理）

要　　旨

塗装鋼板の耐食性評価に有用な電気化学的測定法として，電気化学インピーダンス法について概説した。塗膜劣化前後での塗装鋼板の等価回路の例とともに，そのインピーダンス特性について説明した。また，電気化学インピーダンス測定から得られる簡便な指標として，折れ点周波数を取り上げた。さらに，その他の電気化学的手法として，カレントインタラプタ法，走査型振動電極法，電気化学ノイズ法について紹介した。

キーワード：塗装鋼板，電気化学インピーダンス法，等価回路，塗膜下腐食，塗膜剥離

1. はじめに

安価で優れた物理的・機械的性質を有している鉄鋼材料は，社会基盤を支える中心的な金属材料である。しかしながら，四面を海に囲まれているわが国ではインフラ構造物の多くが海浜地域に集中しており，腐食しやすいという欠点のある鉄鋼材料にとって防食技術は非常に重要である。そのため，鉄鋼材料の防食手法は表面処理や電気防食などさまざまな方法が実施されており，中でも比較的安価で施工性の高い塗装は，美観や意匠性という観点から防食手段として広く利用され，年間の防食法における支出額で全体の60％近くを占めている[1)]。

塗装鋼板の劣化や密着性の評価は，一般に暴露試験や腐食促進試験後の目視観察やテープ剥離試験，引張試験などの方法により行われている[2)]が，これらは評価者の主観に左右される場合が多く，客観的かつ定量的な評価手法が求められてきた。これに対し，塗装鋼板の劣化[3,4)]が下地鋼板の腐食反応をともなう電気化学的現象であることから，客観的かつ定量的な評価法として電気化学的手法が塗装鋼板の耐食性評価や腐食劣化機構の解明などに適用されている。中でも電気化学インピーダンス法は，1950年頃に塗装金属の耐食性評価に応用されて以来，エレクトロニクスの進歩とともに精度の高い測定システムが普及し，広い周波数領域でのインピーダンス特性から塗装鋼板の劣化過程を詳細に解析した多くの研究が報告されている[5-10)]。最近ではコンピュータ制御により自動的に広い周波数領域でのインピーダンス測定やデータ解析を行える装置もあり，非常に簡便に測定することが可能となっている。

本稿では，塗装鋼板の耐食性評価に有用な電気化学的測定法として，電気化学インピーダンス法について概説するとともに，その他の電気化学的手法についても紹介する。

〔氏名〕かたやま　ひでき
〔現職〕㈱物質・材料研究機構材料信頼性評価ユニット 主幹研究員
〔趣味〕ドライブ，スポーツ観戦
〔経歴〕1996年3月東京工業大学，博士（工学）取得。同年4月同大学金属工学科 助手。同年9月科学技術庁金属材料技術研究所 研究員（改組により㈱物質・材料研究機構に名称変更），2011年4月より現職。2004年4月から東京理科大学理工学研究科 客員准教授，2011年4月から法政大学生命科学部 非常勤講師兼務。現在に至る。

2. 電気化学インピーダンス法

2.1 塗装鋼板の等価回路とそのインピーダンス

電気化学インピーダンス法では，一般的に得られたインピーダンスから測定した系における電極界面の電気的等価回路を決定し，それぞれの回路素子の物理的意味を検討し，その値の経時的な変化などから耐食性評価や腐食メカニズムの解明を行う。

ピンホールなどの下地鋼板まで貫通する欠陥のない塗装鋼板のインピーダンス特性は，一般に**図-1**に示すような等価回路（(a)；健全な塗膜，(b)；劣化しつつある塗膜の等価回路）であらわせることが知られている[3,11-13)]。ここで，R_sは溶液抵抗，R_fおよびC_fはそれぞれ塗膜の抵抗と容量，R_f'およびC_f'はそれぞれ劣化しつつある塗膜の抵抗と容量，R_cおよびC_{dl}は塗膜ふ

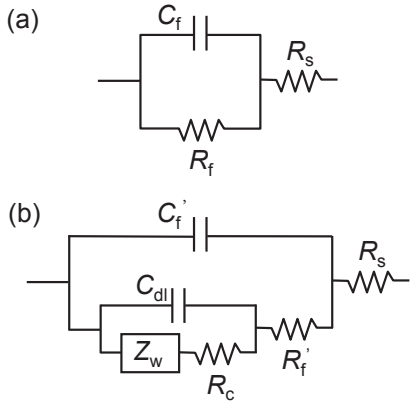

図-1　塗装鋼板の電気的等価回路。(a) 健全な塗膜，(b) 劣化しつつある塗膜。

© 2015 Journal of the Japan Society of Colour Material