耐久・防食講座（第3講）
J. Jpn. Soc. Colour Mater., **87**〔11〕，415–419（2014）

塗膜による防食技術～機能と塗膜設計の考え方

矢尾板　聡*,†

*日本ペイント㈱工業用塗料事業本部開発部　東京都品川区南品川4-1-15（〒140-8675）
† Corresponding Author, E-mail: yaoita_np6943@npc.nipponpaint.co.jp

（2014年8月31日受付，2014年9月29日受理）

要　　旨

塗膜防食は防食技術の中でも比較的コストパフォーマンスが高く，これまで多くの実績を重ねてきている。この塗膜防食の機能を整理し，防食塗膜設計の考え方を解説する。塗膜防食においては，遮断，密着，防錆機能が重要であり，これらのうち重要な機能はその塗料の使用環境などさまざまな条件によって変化する。実際の使用環境において期待通りの防食品質が発揮されるように各種機能設計を行うことが重要である。本稿では塗膜防食の動向と開発事例も併せて紹介する。

キーワード：塗膜設計，防食評価，湿潤塗膜抵抗，電解剥離試験，水性エポキシ樹脂

1. はじめに

塗膜の機能は保護と美観であると言われる。保護の中でもとくに鋼材の腐食防止は必要な機能である。わが国は海洋に囲まれた島国であり，沿岸部に橋梁などの構造物が数多く存在することから考えても，防食技術は必要である。防食技術をまとめたものを**表-1**に示す。防食技術は大きく分けて，被覆防食，電気防食，耐食材料の使用，環境制御の四種類に分けることができる。これらの中でもとくに塗膜防食は，施工性やコストの面から考えて，比較的コストパフォーマンスの高い防食技術であり，これまで多くの実績を重ねてきている。本稿ではこの塗膜による防食設計に関して，素材金属の腐食をいかに抑制するかという視点から述べ，さらに過去～現在の防食塗膜の動向を防食機能設計面から紹介したい。

表-1　代表的な防食技術

防食方法	例
被覆防食	有機：塗膜・有機ライニング 無機：金属（チタン・ステンレス等）非金属（モルタルなど） 複合：FRP＋モルタルなど
電気防食	流電陽極方式：亜鉛・アルミニウム・マグネシウムなど 外部電源方式 選択排流方式
耐食材料の使用	ステンレス鋼・アルミニウム・ジルコニウム 耐候性鋼・耐海水性鋼など
環境制御	大気中：気化性防錆材添加・腐食性微粒子除去など 液体中：防錆材添加・腐食因子除去（塩素・酸素など）・pH調整など

〔氏名〕やおいた　さとし
〔現職〕日本ペイント㈱工業用塗料事業本部開発部
〔趣味〕音楽鑑賞
〔経歴〕2000年神戸大学大学院工学研究科応用化学専攻修士課程修了，同年日本ペイント㈱入社。

2. 塗膜による防食技術

腐食とは金属がそれを取り囲む環境によって，化学的あるいは電気化学的に侵食されることをいう。貴金属など一部の金属を除き，地球上の多くの金属は，熱力学的に安定な酸化物あるいは硫化物として存在する。たとえば鉄は鉄酸化物あるいは鉄硫化物から成る鉄鉱石として存在しており，これにエネルギーを与えて還元することで，熱力学的により不安定な金属としての鉄を得ることができる。したがって鉄は水や酸素，塩素などに晒されることによって酸化され，元の安定な状態に戻ろうとする。

水中や土中における金属の腐食は，その多くが電池作用に基づいた電気化学反応によって進行する。鉄の場合を考えると，鉄が腐食環境に晒されると，表面の鉄原子が金属内に電子を残して鉄イオンとなる酸化反応（アノード反応）が起こる（式(1)）。

$$Fe \rightarrow Fe^{2+} + 2e^{-} \quad \cdots\cdots (1)$$

この酸化反応のみが進行すると，電気的中性が保てなくなるため，酸化反応は単独では起こらない。酸化反応で遊離した電子を受け取る還元反応（カソード反応）がともなう必要があり，その代表的な反応を式（2）および（3）に示す。このように金属の腐食は酸化反応と還元反応が当量で進行し，電気的中性条件が保たれた状態で進行する。

（酸性溶液中）

$$2H^{+} + 2e^{-} \rightarrow H_2 \quad \cdots\cdots (2)$$

（中性またはアルカリ性溶液中）

$$1/2O_2 + H_2O + 2e^{-} \rightarrow 2OH^{-} \quad \cdots\cdots (3)$$

次に鉄の表面に塗膜が存在している状態における腐食反応および防食上塗膜に必要な機能を**図-1**に示す。一般的に鉄の表面に塗膜が存在している状態では，塗膜下における腐食物質の濃度勾配が生じやすいなどの理由で，局部腐食が起こりやすい。この図より，鉄の腐食反応を抑制するために必要な塗膜機能として以下の三点が挙げられる。

© 2014 Journal of the Japan Society of Colour Material