耐久・防食講座（第1講）
J. Jpn. Soc. Colour Mater., **87**〔8〕，292–298（2014）

鉄鋼材料の腐食基礎

柴田俊夫*,†

*大阪大学　大阪府豊中市西緑丘2-3-20（〒560-0005）
† Corresponding Author, E-mail: toshio_shibata@mbg.nifty.com

（2014年6月22日受付，2014年7月28日受理）

要　　旨

鉄鋼材料の腐食を理解するために，電気化学に基づく熱力学平衡と電極速度論の考え方の基礎を述べた。中性溶液中の酸素還元反応による腐食と表面に生成する腐食皮膜による腐食抑制機能は日常観察される腐食現象の理解にとって重要である。大気汚染と鉄鋼腐食の密接な関係を実例で紹介した。表面腐食皮膜によって耐候性を向上させた耐候性鋼の例を紹介し，さらに不働態皮膜によって耐食性を格段に向上させたステンレス鋼についても述べた。

キーワード：鉄鋼腐食，酸素還元，腐食電位，腐食電流密度，耐候性鋼

1. 鉄鋼材料の腐食防食と塗装技術の重要性

身の回りの金属としては，鉄，アルミニウム，銅などがあるが，使用される金属材料の97％を鉄鋼材料が占めている。鉄鋼材料は資源的にも恵まれていて価格も安く，加工性にも優れているため構造材料として，橋梁，道路，船舶，鉄道，自動車，高層ビル，など社会インフラの主要材料として使用され，また機能材料として家電製品や日用品などに広く使用されている。2013年度の粗鋼生産高[1]は，日本は約0.84億トンで，経済成長の著しい中国では7.1億トンである。鉄鋼材料はあらゆる素材の中で最もリサイクル率が高く，粗鋼生産にはリサイクルされたスクラップが約40％も使用されている[2]。このように鉄鋼材料は素材としての優れた性質に加えて，リサイクル性にも優れていて環境にやさしい材料ということができるが，酸素と水のある環境で腐食するのが最大の欠点である。

鉄は，鉄鉱石（鉄酸化物）をコークスなどの炭素源を用いて高温で還元して得られる。そのため，水と酸素の存在する環境においては，還元反応の逆の酸化反応によって，鉄はさび（鉄酸化物）となって元の鉱石に戻る方向が熱力学的に安定であって，錆びる反応は自然に進行するため，腐食は避けることができない。しかしながら，人類はこの錆びやすい鉄を使いこなすために，古くからさまざまな防食技術を発達させてきた。防食技術には，塗装による防食，ステンレス鋼など合金化による耐食性向上，腐食抑制剤（インヒビター）による抑制，環境からの酸素や水の遮断や除去，電気防食などがある。

〔氏名〕しばた　としお
〔現職〕大阪大学 名誉教授
〔経歴〕1965年3月北海道大学大学院博士課程単位取得退学，1968年3月北海道大学助教授，1982年3月大阪大学教授，2001年3月同大学退職し大阪大学名誉教授，2001年4月福井工業大学教授，2010年3月同大学退職し現在に至る。この間2000年4月腐食防食協会（現腐食防食学会）会長を務める。

鉄鋼の腐食は資源の損失であるとともに，経済的損失でもあるので，国民経済からみた腐食コストの推定が世界各国で行われてきている。日本の場合には1975年に最初の腐食コスト推定が行われ，1997年に二回目の腐食コスト推定[3]が行われた。1997年の腐食コストは約3兆円で国内総生産（GDP）の約1.5％を占めることが明らかとなった。また最近では，経済成長の著しい中国[4]やインド[5]でも腐食コストの推定が行われ，両国とも腐食コストはGDPの約5％の巨額な値になると推定された。韓国[6]の腐食コストは日本と類似のGDPの1.5％と推定されている。

防食技術に着目して腐食コスト（直接コスト）を推定する方法は，精度も高く信頼性もあるので，この数値に基づいて各国の腐食コストに占める防食法の重要度を比較したのが**表-1**である。表-1には中国，日本，韓国について，全腐食コストに占める防食技術ごとの比率が示されている。

表-1の4行目は，表面被覆による防食，すなわち塗装による防食であって，腐食コストに占める比率は，日本では1975年時点で63％，1997年には58％を占めており，中国は76％，韓国は80％と高い比率を占めている。いずれの国においても塗装に

表-1　腐食コスト（直接）に占める防食技術別比率の比較

	腐食コストに占める比率(%)			
国名	中国	日本	日本	韓国
調査年	2000	1975	1997	2005
表面被覆	75.63	62.5	58.4	80.21
金属表面処理	11.66	25.4	25.7	1.04
耐食材料	12.46	9.4	11.3	16.74
防錆油	0.1	0.6	1.6	0.3
腐食抑制剤（インヒビター）	0.05	0.6	1.1	0.62
カソード防食	0.1	0.6	−	0.96
腐食防食研究	−	0.8	1.1	0.04
腐食検査診断	−	0	0.2	0.09

© 2014 Journal of the Japan Society of Colour Material