

審査の結果の要旨

氏名 押川 渡

本研究は、大気環境下における炭素鋼の腐食挙動を明らかにするため、金属表面に形成される水膜特性を熱力学的に検討し、水膜厚さを水膜組成と相対湿度の関数として導出する方法を検討するとともに、独自に開発した大気腐食センサによるモニタリングにより実環境下において長期の暴露試験を行ない、総合的に炭素鋼の大気腐食挙動を検討したものである。本論文は全6章から構成されている。

第1章は序論であり、大気腐食に関与する濡れ、海塩粒子等の因子について詳述するとともに寿命予測の現状について述べ、本研究の位置付け及び目的を明確化している。

第2章では、大気腐食を最も特徴づける水膜特性について熱力学的に検討し、多成分系塩化物が吸湿し形成される水膜の組成とそれに平衡する大気相対湿度(RH)との関連を求めるとともに、水膜濃度と密度から水膜厚さを推定する手法を提示している。また、実測値との対応から本手法の妥当性を示し、具体例として、NaClおよびMgCl₂を主成分とする海塩付着量(Ws)が1g/m²の場合、NaClの溶解が始まるRH:75%以上では、水膜厚さ(d)は3~30μmであるのに対し、RH:75%以下ではMgCl₂のみが吸湿作用を示すためdは0.3~0.7μmと極端に薄くなることや、腐食速度(CR)とdとの関連では、d=56μmでCRは最大値:0.28mm/yを示し、dが更に厚い場合にはCRは約0.16mm/yと浸漬腐食状態と同程度になることなどを明らかにしている。

第3章では、大気腐食モニタリング(ACM)用の各種センサに関して現状を解説し、現在使用されているACMセンサや交流インピーダンス法との比較検討から、実環境下では、腐食速度、濡れ時間だけでなく、飛来海塩粒子量、海塩付着量、水膜のpH等の環境因子を含めた総合的なモニタリングシステムの確立が必要であることを指摘し、本研究で開発した簡便かつ新規なACMセンサの構成、性能、意義等について述べている。

第4章では、降雨がかかりにくく水膜厚さが薄い屋内と、降雨の影響のある屋外における炭素鋼の腐食挙動を、第3章で開発したACMセンサと水晶微量天秤(QCM)を併用したモニタリングにより比較検討した結果について述べている。特に、ACMセン

サが、時々刻々変化する腐食状況のモニタリングに有効なこと、海塩付着量を推定できること、さらにセンサ出力を解析することで降雨・結露・乾燥時間が求められることを示している。また ACM センサ出力は降雨の影響を多少受けるが、海洋環境であれば炭素鋼の腐食速度が推定できることも明らかにし、ACM センサモニタリングによる環境の長期評価の可能性を提示している。

第 5 章では、前章を受け、数カ月から 1 年程度の短期の腐食量から 10 年程度の長期の腐食量を予測する手法について、宮古、銚子、清水、沖縄を含めた全国 7 か所での略 1 年間にわたる実地暴露試験をもとに検討した。特に、暴露期間が長期になると腐食生成物(さび)の影響を受けることを考慮して、腐食生成物の腐食抑制効果について検討し、非常に環境の厳しい部位では、長期間の腐食量は短期間の腐食量の積算値に一致するが、比較的環境がマイルドな場合は、腐食量が約 $20\ \mu\text{m}$ から腐食生成物の抑制効果が現われるため、短期間腐食量の積算値を 0.5 乗で補正する必要があることなども明らかにしている。

第 6 章では本研究で得られた成果を総括している。

以上を要するに、本研究は熱力学を基礎に、大気腐食が海塩が付着した表面上の水膜厚さに支配されることを明示するとともに、独自に開発した ACM センサで腐食環境の経時変化を詳細に調べ、結果として炭素鋼腐食の長期予測を可能としたものであり、材料工学に対する貢献は大きい。よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。