



腐食防食学を学んで

東北大学大学院工学研究科 博士後期課程：
柿 沼 洋

1. はじめに

私は2018年3月に東北大学大学院工学研究科知能デバイス材料学専攻にて修士課程を修了し、同年4月より同大学にて博士後期課程に進学致しました。この度、本稿を執筆する貴重な機会を賜りましたので、拙文ながら私のこれまでの研究内容と今後の抱負を述べさせていただきます。

2. これまでの研究活動

2011年4月に入学した東北大学材料科学総合学科では、学部二年生で材料電子化学、同三年生で腐食防食学を受講致しました。講義内容は当時の私にとって大変高度なものでしたが、講義を通じて固液界面のミクロの世界の繊細さと地球規模の自然現象が交錯する学問にとっても魅力を感じたことは今でも鮮明に覚えています。

2014年から東北大学知能デバイス材料学専攻の材料電子化学講座にて原信義理事・副学長、武藤泉教授、菅原優准教授にご指導いただき、ステンレス鋼のすき間内部の電位を可視化するイメージングプレートの作製に関する研究を行いました。金属の腐食現象において、電位は溶解反応の駆動力となる非常に重要な物理量です。すき間腐食発生に伴いステンレス鋼の電位が低下することは従来の研究から明らかにされていましたが、すき間内部のステンレス鋼表面の電位分布や、すき間腐食発生に伴う電位分布の変化に関しては詳細な報告例がありませんでした。そこで、導電性ポリマーを用いてすき間内部の電位分布を可視化するイメージングプレートの開発を行いました。腐食研究に取り組んだ最初の一年間は、指導教員の先生方から研究や電気化学測定に必要な基礎知識を大変丁寧に指導頂き、研究の魅力と難しさを体感することができました。同時に、環境や材料因子が複雑に相互作用する腐食現象に益々興味を惹かれ、大学卒業後は他の金属材料や腐食研究にも携わりたいと考えるようになりました。

修士課程では、Al-Fe合金上で生じる孔食発生に関する研究を行いました。一般的に使用されているアルミニウム合金には微量のFeやSiが含まれており、ほとんどが Al_3Fe や $\text{Al}_8\text{Fe}_2\text{Si}$ 等のAl-Fe系金属間化合物として合金中に点在しています。これらAl-Fe系金属間化合物はアルミニウム合金の機械的特性を向上させることが知られておりますが、孔食などの局部腐食の発生起点となる例も報告されています。母相Alに対して貴な電位を有するAl-Fe系金属間化合物上

では酸素の還元反応が生じ、化合物周囲の溶液が局所的にアルカリ化します。pHなどの溶液の液性は腐食反応において非常に重要な因子の一つですが、孔食が発生する際の化合物周囲の液性の詳細な挙動は明らかにされていませんでした。これはAl-Fe合金中の金属間化合物が数 μm と小さく、液性の変化も化合物周囲における局所的な現象であるため、液性変化の解析自体が非常に困難であることが主な利用として挙げられます。そこで、私は同講座で開発された局所領域の電気化学計測と溶解挙動の*in situ*観察が可能なマイクロ電気化学システム⁽¹⁾とpH緩衝液を用いて、Al-Fe合金上の金属間化合物周囲で生じる溶解反応の*in situ*観察と局所領域の液性解析を行いました。その結果、Al-Fe合金上で孔食が発生する前駆段階では金属間化合物周囲でpHがアルカリ性となり、その後電位が上昇するとpHが中性を経て酸性へと変化し、孔食が発生することを明らかにしました⁽²⁾。従来のアルミニウム合金の高耐食化指針としては、CuやFe等孔食の起点となりやすい金属元素濃度の低減やめっきによる防食などが主流でした。修士課程の研究成果から、インヒビターの添加や金属間化合物の組成制御を行い、金属間化合物周囲の溶液のアルカリ化あるいは酸性化を抑制することでAl-Fe合金上での孔食発生を防止する新しい高耐食化指針が示唆されました。

東北大学で腐食防食学を初めて受講してから6年が経過し、思うような研究成果が出ずに大きな壁にぶつかることも多々ありましたが、それ以上に腐食現象の奥深さは腐食研究に携わるほど魅力を増しているように感じます。博士課程に進学後も自分の実力不足を痛感する毎日ですが、指導教員の先生方や研究室の皆様にご指導頂きながら、今後も向上心と探求心を持って研究に励んで参りたいと思います。

3. おわりに

アルミニウム合金は自動車材や電子機器など、近年その用途が急速に増加している材料の一つです。特に、輸送機等の産業ではマルチマテリアル化が進み、実用環境における金属材料の耐食性に関する研究はこれまで以上に要求されると想定されます。金属材料を実用化する上で耐食性の研究は必要不可欠です。高耐食材料の開発だけでなく、今後日本で開発される新規材料の実用化においても、腐食研究は重要な役割を担っていくと信じております。

これまで、私は主に孔食発生挙動の解析および孔食発生における金属間化合物の影響について研究を行って参りました。今後は、これまでの腐食現象のメカニズムに関する研究結果から導かれた高耐食化指針を基に、従来よりも優れた耐食性を有するアルミニウム合金の開発にも取り組み、孔食発生メカニズムの研究成果を産業界へ還元したいと考えております。

最後になりましたが、学部生の頃からご指導頂いております、原信義理事・副学長、武藤泉教授、菅原優准教授ならびに研究室の皆様にご改めて心より感謝申し上げます。

文 献

- (1) A. Chiba, I. Muto, Y. Sugawara and N. Hara: J. Electrochem. Soc., **159**(2012), C341-C350.
- (2) H. Kakinuma, I. Muto, Y. Oya, Y. Kyo, Y. Sugawara and N. Hara: J. Electrochem. Soc., **166**(2019), C19-C32.

(2019年12月16日受理) [doi:10.2320/materia.59.328]
(連絡先: 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-02)