



高耐食化を目指して

東北大学大学院工学研究科；産学官連携研究員
千葉 亜耶

私は、2014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博士(工学)の学位を取得し、同年4月より同大学にて産学官連携研究員として研究に取り組んでおります。この度、本稿を寄稿する機会をいただきましたので、博士課程での学生生活を振り返るとともに、現在の研究、および今後の抱負について述べさせていただきます。

学生時代は、同大学同専攻の材料電子化学講座にて、原信義教授と武藤泉教授の指導の下、局部電気化学現象解析のための *in-situ* リアルタイム観察用マイクロ電気化学システムの開発と、ステンレス鋼における MnS 介在物起点の孔食発生機構解明に関する研究を行いました。ステンレス鋼は高い耐食性を有するのですが、塩化物イオンが存在する環境では孔食が発生することがあります。そして、これに伴う腐食損傷事例が多数報告されております。希少金属である Cr や Mo などの合金元素添加量を増すことにより、ある程度孔食発生は抑制されておりますが、孔食発生機構が解明されていないため、各合金元素の働きについては未だ不明な点が多くあります。ステンレス鋼におけるピット発生(孔食)は、MnS 介在物が起点となることが知られております。しかし、発生初期のピットの大きさが直径 $1\ \mu\text{m}$ 程度と小さいため、その発生挙動をリアルタイムで電気化学的・形態学的に解析することができませんでした。そこで私は、ピット発生挙動を捉えるための観察・計測システムの開発から取り組みました。直径 $1\ \mu\text{m}$ 程度のピット発生挙動を、電気化学的・形態学的に解析するためには、光学顕微鏡の対物レンズ100倍(分解能：約 $350\ \text{nm}$)で観察しながら、同時に観察視野とほぼ等しい面積の電極面で電気化学計測を行う必要があります。システム開発においては、電気化学計測中の電極面を鮮明に観察することが非常に難しく、試行錯誤の繰り返しでした。しかし、この経験により、大事なことに気付くことができました。それは、実験する前に様々な仮説を立て、結果を予想することの重要性です。仮説を立てることによって、実験中に見るべきポイントが明らかになります。また、実際の

結果が予想と異なる場合には、考えていた仮説に戻り、次に検証すべきポイントを見つけることができます。これは研究に取り組む姿勢として当たり前のことかもしれませんが、修士課程の時には全くできておらず、博士課程の研究ではこれを意識的に考えることにしました。システムが完成し、初めて MnS 介在物起点のピット発生挙動を捉えることに成功した時は、喜びよりも驚きの方が大きかったことを覚えております。発生挙動を直接“見る”ことは非常に重要で、解析すべき現象を見つけることができました。しかし、現象を明らかにするためにはどのような実験を行うべきなのか、手法や実験条件を考えるのがとても難しく、何度も先生と話し合いました。話し合いには予め精一杯考えて望むのですが、話し合う中で自分が考えていない点に気付いたり、自分では思いつけないアイデアをいただいたりしました。一度自分の中で考えた後、人と相談してさらに自分で考えることにより、考えが飛躍的に進化することを体験し、実験する前に話し合うことの重要性を再認識しました。開発したシステム等を用いた研究により、最終的には MnS 介在物がピット発生起点となる根本的な原因を明らかにすることができました。MnS 介在物が存在すると、ステンレス鋼が局部的に活性溶解する環境がもたらされるのです。MnS 介在物は溶解すると硫黄を生成し、この硫黄が塩化物イオンとの相乗作用で MnS/鋼境界部のステンレス鋼を溝状に溶解します。そして、この溝内部では pH 低下や電位降下が起こり、ステンレス鋼の活性溶解が起こりやすくなります。MnS 介在物を起点としてピットが発生する根本的な原因は、「硫黄の生成」と「境界部の溝状溶解」です。つまり、これら根本原因のどちらか一方、または両方を抑制することによって、ピット発生を効果的に抑制できると考えられます。研究の本当の目的は、ステンレス鋼中に MnS 介在物が存在してもピット発生が起こらない技術を提案することであり、機構解明はそのために必要であったものです。これから先の研究がより重要であると認識しております。

私は現在、解明した機構を元に、MnS 介在物が存在してもピットが発生しない技術の創造に関する研究を行っております。この研究において重要視していることは、希少金属などの合金元素の添加に頼らない技術を開発することです。研究者として一歩を踏み出したばかりですが、理想的な高耐食材料の創造を目指し、研究に取り組んでいきたいと考えております。現在ステンレス鋼を対象として研究を行っておりますが、異なる金属材料に広く適用できる高耐食化原理の導出も重要であると考えております。

最後になりましたが、これまで研究についての考え方を教えていただき、研究に集中できる環境を与えていただきました先生方ならびに関係者の方々に、この場を借りて心より感謝申し上げます。

(2014年5月28日受理)[doi:10.2320/materia.53.371]
(連絡先：〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-02)