

産学共創「ヘテロ構造制御」事後評価結果

1. 研究課題名：鋼／介在物ヘテロ界面のマイクロ電気化学特性解明と界面ナノ構造制御による高耐食化原理の導出

2. 研究代表者：武藤 泉（東北大学大学院工学研究科 教授）

3. 研究概要

ステンレス鋼の孔食の起点である鋼／MnS 系介在物界面の侵食メカニズムを解明し、実用鋼の高耐食化に関する新指導原理を構築することが本研究の目的である。独自のマイクロ電気化学プローブを活用した精緻な観察によって侵食の原因が MnS の溶解に伴う腐食環境の変化にあることを明らかにし、電気化学的反応モデルを構築した。さらに得られた知見に基づき、種々の耐食性向上の新指導原理を提案すると共にそれらの有効性を実証した。

4. 事後評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

独自のマイクロ電気化学プローブを活用して鋼／MnS 系介在物界面における優先的侵食の電気化学的な原因解明に取り組み、侵食の原因は異相や偏析ではなく介在物の溶解による S の生成にあることを解明し、S と Cl⁻ が共存する腐食環境下では界面の鋼側が不働態から活性溶解へ遷移するという、これまでにはない電気化学反応モデルを導出した。同時に、得られた侵食メカニズムを腐食過程のその場観察によって検証するなど、精緻な基礎研究によって、学術的にも重要な多くの新知見を得た。さらに、この侵食メカニズムに基づき、鋼／MnS 系介在物界面の高耐食化を実現する指導原理として、介在物中の Cr 量増加、鋼側への C 濃縮、MnS のオキシサルファイド化を提案した。これらの指導原理には新規性があり、基本特許も出願されている。浸炭、酸化等のプロセッシング技術を活用してこれら指導原理の有効性も実証されており、ステンレス鋼の耐食性向上技術として実用化に繋がることを期待される。

本研究においては多くの新知見が得られているが、とりわけ、低温浸炭による耐食性向上の試みを進める中で、固溶 C による耐食性の向上が電気陰性度に関係する可能性を見出したことは大変興味深い。N についても類似の効果が得られていることから、今後、C 以外の元素にも対象を広げてさらに研究を進め、より普遍的かつ有効な高耐食化指導原理の構築に繋がることを期待したい。

4-2. 今後の研究に向けて

すでに産業界とも複数の共同研究を行なっているが、それを発展させ、本研究で得られた指導原理の実用化を目指していただきたい。一方で、計算材料科学も活用して電気陰性度と耐食性の関係を解明し、より普遍的な耐食性向上のための指導原理の確立も期待したい。また、本研究で得られた鋼／MnS 界面の優先侵食機構はこれまでにない新知見であり、学術的な価値も高いので、引き続き、世界へ向けた論文・学会発表を積極的に進めていただきたい。

4-3. 総合評価

鋼/MnS 界面の高耐食化に関する新指導原理の構築に積極的に取り組んで多くの貴重な知見を導出し、これらに基づいて高耐食化の新指導原理を提案・実証するとともに、知的財産化と論文・学会発表において着実に成果をあげた。また、本プログラムの特長である産学共創の場を活用し、産業界の意見・要望を積極的に取り込んだ研究を遂行したことも高く評価される。本研究で得られた侵食メカニズムと電気化学反応モデルはこれまでにはないものであり、学術的な価値も高い。

侵食の原因が界面の特性ではなく溶液側にあることが解り当初の想定とは異なる展開となったが、研究代表者の優れたマネジメントにより、全体として期待通りの優れた成果をあげた。