

## 博士論文審査結果の要旨

### 博士論文審査委員会

主 査	野田 和彦
審査委員	村上 雅人
審査委員	弓野健太郎
審査委員	高崎 明人
審査委員	升田 博之

氏 名	八木 雄太
論文題目	低電解質濃度環境下における金属材料の腐食挙動と解析方法
<p>〔論文審査の要旨〕</p> <p>一般に海水環境に比べ、淡水環境においては腐食速度は速くないと認識されている。しかし、実環境や構造材料を用いた実機においては、淡水環境の腐食による事故等が多く報告されている。そこで、淡水環境において各種金属材料の正確な耐食性を検討することが急務となっており、本論文では実用金属材料の淡水模擬環境における腐食挙動を調べた。電解質濃度を広範囲に選択し、各濃度における各種金属材料の分極曲線測定、交流インピーダンス測定を行った。論文の構成は緒言、研究背景（第 1 章）、実験方法（第 2 章）、純鉄の電気化学挙動（第 3 章）、純銅の電気化学挙動（第 4 章）、ステンレス鋼の電気化学挙動（第 5 章）、交流法を用いた金属材料の耐食性評価（第 6 章）、固体高分子形燃料電池（PEFC）の開発および特性評価（第 7 章）結論（第 8 章）である。NaCl 溶液環境においてステンレス鋼（SUS304）、銅、鉄の順に反応抵抗が高いこと、および不働態皮膜生成、局部腐食発生、活性溶解などの現象の電解質濃度依存性を明確にした。広範囲な電解質濃度に関し検討したこと、低電解質濃度におけるインピーダンス測定の有効性を明確にした点、および淡水環境近傍における実用エネルギーデバイス開発への応用は、新規性が高く学術的、工学としての意義深い成果といえる。</p> <p>平成 27 年 3 月に学位論文を提出し、平成 27 年 5 月 22 日 13 時 00 分から学外審査委員 1 名を含む 5 名の審査委員により予備審査が実施された。論文内の参考文献と目的の明確化、実験データの考察や妥当性など重要な指摘がなされ、最終審査を想定した際の今後の計画への助言をいただいたうえで「合格」の評価ならびに最終試験へ進むことが認められた。平成 27 年 7 月に学位論文を再提出し、平成 27 年 8 月 28 日 14 時から同審査委員で構成される博士論文審査委員会により最終試験が実施され、公聴会の形式で学位論文内容の発表と質疑応答および審査が行われた。審査委員からは腐食速度の精度や反応機構など、基礎的、学術的、科学的、質問・助言をいただいた。さらに本博士論文研究の構成・完成度、社会的貢献、実用課題、将来の発展まで議論が展開し、本論文の挑戦的意義と新規性への高い評価がなされた。学位審査評価シートにおいてもすべての審査委員、すべての項目において高評価を受けた。博士論文として十分な価値が認められ、審査委員全員一致で「合格」の判定となった。</p>	

# 論 文 要 旨

2015年 6月 30日

※報告番号	第	号	氏 名	八木 雄太
主論文題名				
<b>低電解質濃度環境下における金属材料の腐食挙動と解析方法</b>				
内容の要旨				
<p>金属材料の腐食環境は様々であるが、一般に海水環境の腐食は厳しいものの、淡水環境においては腐食速度は速くないと認識されている。その理由は、腐食反応に影響する因子である電解質、あるいはイオンの存在が少ないことに起因している。また、淡水環境においては電解質濃度が低いために、従来の電気化学測定が極めて困難であることも、淡水環境においては多くの金属において腐食が進行しないというご認識に繋がっている。しかし、実環境や構造材料を用いた実機においては、淡水環境の腐食による事故等が多く報告されている。そこで、淡水環境において各種金属材料の正確な耐食性を検討することが急務となっており、本論文では実用材料である鉄、ステンレス鋼、亜鉛めっき鋼板、銅の淡水模擬環境における腐食挙動を調べた。電解質濃度を広範囲に選択し、各濃度における各種金属材料の分極曲線測定、交流インピーダンス測定を行った。第1章では、淡水環境下における各種金属材料の耐食性に関する論文等を整理し、本論文の目的を明確にした。第2章では、本論文に用いた電気化学測定法の原理、実験手法、各種金属材料、実験条件などを明示した。第3章ではNaCl水溶液中における純鉄の電気化学挙動を直流法により解析した。なお、NaCl水溶液の濃度は0.0001 M～5 Mの10種類とした。純鉄の浸漬電位においてはアノード反応とカソード反応で決定されていた。また、0.0001 M～0.01 MにおいてはCl<sup>-</sup>が増加することにより純鉄の溶解反応が促進され浸漬電位が急激に卑化しており、0.05 M～5 MにおいてはCl<sup>-</sup>の特異吸着によるアノード反応の抑制と溶存酸素の減少によるカソード反応の抑制で浸漬電位が緩やかに卑化していることがわかった。また、分極曲線より純鉄の不働態皮膜は不安定であり、溶液濃度の増加とともに不働態保持電</p>				

※印欄記入不要

## 論 文 要 旨

2015年 6月 30日

※ 報告番号	第	号	氏 名	八木 雄太
内容の要旨				
<p>流が増加し、孔食電位が卑化することがわかった。第4章ではNaCl水溶液中における純銅の電気化学挙動を解析した。純銅の浸漬電位においてはカソード反応である溶存酸素の還元反応が拡散律速でほぼ一定であるため、アノード反応のみで決定していることがわかった。また、分極曲線より純銅は不働態皮膜が形成されないまたは耐食性の小さい塩化物系皮膜が生成していないため溶液濃度が増加するとともにアノード電流が増加していた。第5章ではNaCl水溶液中におけるオーステナイト系ステンレス鋼の電気化学挙動を解析した。オーステナイト系ステンレス鋼の浸漬電位において溶液濃度が増加しても電位が一定であったため、不働態皮膜が安定でアノード反応が変化しないことがわかった。また、分極曲線からも濃度が増加しても不働態保持電流がほぼ一定であることから不働態皮膜の安定性が確認できた。さらに孔食電位はCl<sup>-</sup>濃度に依存しており、濃度が増加すると卑化することがわかった。第6章では交流インピーダンス法を用いて各金属の耐食性を評価した。交流インピーダンス法を用いることにより低電解質濃度環境下において詳細な腐食挙動を解析することができた。ただし、極めて低い濃度の場合には通常の3電極式セルを用いた交流インピーダンス測定では正確な結果を得られないことが判明した。しかし、2電極セルを用いることで極めて低濃度な環境下でも正確に腐食挙動を解析することに成功した。第7章では河川・海岸部におけるエネルギープラントの劣化挙動を解析するための前段階として固体高分子形燃料電池用セパレータを開発し、特性を評価した。</p> <p>それぞれの材料と溶液環境の組合せによる反応抵抗を整理し、その結果、NaCl溶液環境においてステンレス鋼(SUS304)、銅、鉄の順に反応抵抗が高いこと、および不働態皮膜生成、局部腐食発生、活性溶解などの現象の電解質濃度依存性を明確にした。さらに、本論文では材料評価を受けて、淡水環境近傍における実用エネルギーデバイスに関する研究の一環として、固体高分子形燃料電池材料の提案を行い、電気化学および腐食科学を中心とした実機対応型材料開発までに言及した。これらの成果は低炭素環境実現のための腐食研究、材料評価の役割としての応用を示すことができた。このように、広範囲な電解質濃度に関し各種金属材料の耐食性を検討したこと、および低電解質濃度におけるインピーダンス測定の有効性を明確にした点、次世代エネルギーデバイスへの材料開発を行ったことは、新規性が高く学術的、工学的にも意義深い成果といえる。</p>				