

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Electrochemical Study on Galvanic Corrosion Mechanism of Aluminum - Zinc Couples in Atmospheric Environment
著者(和文)	JANGJunho
Author(English)	Junho Jang
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第12862号, 授与年月日:2024年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:多田 英司,曾根 正人,林 幸,小林 郁夫,河村 憲一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12862号, Conferred date:2024/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Jang Junho	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	多田 英司	教授	河村 憲一	准教授
	審査員	林 幸	教授		
		曾根 正人	教授		
小林 郁夫		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「**Electrochemical Study on Galvanic Corrosion Mechanism of Aluminum - Zinc Couples in Atmospheric Environment**」と題し、次の 5 章から構成されている。

第 1 章「**General Introduction**」では、近年温室効果ガスの排出量削減に対する自動車業界での取り組みとして、自動車車体の軽量化とそれによる燃費向上を取り上げ、自動車車体の鋼材が、部分的にアルミニウムをはじめとする軽金属材料に置き換えられることによって形成される異種金属接合部において、異種金属接触腐食（以下、ガルバニック腐食）が自動車車体の耐久性に大きく影響することを指摘している。特に、自動車車体では、鋼材の表面には亜鉛めっきがなされている部分が多いことから、アルミニウムと亜鉛とのガルバニック腐食の機構解明と劣化評価が必要であると述べている。また、自動車車体では、走行時に融雪塩などの塩分が車体表面に付着し、その塩分に対して路面からの被水や昼夜の温度変化にともなう結露によって薄い水膜が生じ、さらにその乾湿がくり返されるような環境が想定される腐食状況であることを説明し、アルミニウムと亜鉛のガルバニック腐食について大気腐食状況を模擬した環境で調査することが、自動車車体の耐久性評価にとって重要であると指摘している。そこで、アルミニウムと亜鉛のガルバニック腐食ならびその他の異種金属接合部のガルバニック腐食に関する先行研究を概括し、亜鉛とアルミニウムのガルバニック腐食の機構やその評価に対する未解明点を明確にするとともに、本論文の目的と構成を説明している。

第 2 章「**Effect of NaCl Concentration on Galvanic Corrosion of Aluminum - Zinc Couples**」では、アルミニウムと亜鉛からなる異種金属接合部において形成する腐食環境として NaCl 水溶液環境を取り上げ、その濃度がガルバニック腐食挙動におよぼす影響を検討している。そこで、 10 mmol L^{-1} ～ 2 mol L^{-1} の濃度の NaCl 水溶液中において、純 Zn と工業用純 Al (A1050) からなる Zn/Al 対のガルバニック腐食挙動について、カップル電位とガルバニック電流測定、電気化学インピーダンス測定、表面観察ならびに腐食生成物の分析により調査している。その結果、Zn/Al 対のガルバニック腐食挙動は、浸漬初期においては NaCl 濃度に依存し、NaCl 濃度が高い方が Zn の溶解が促進され、浸漬時間の経過にともなってガルバニック電流が減少し、72 時間後には NaCl 濃度によらず $1 \mu\text{A cm}^{-2}$ 以下まで減少すること、さらに Al 側の電荷移動

抵抗が増加することを明らかにしている。これらの原因として、浸漬時間の経過にともない Al 表面において酸素還元反応速度が減少することによってカソード反応が抑制されたことを見だし、これは Al 表面における不動態皮膜の化学的安定性の向上でカソード反応が抑制されたためであると説明している。

第 3 章「**Effect of Solution Thickness on Galvanic Corrosion of Aluminum - Zinc Couples**」

では、アルミニウムと亜鉛からなる異種金属接合部において大気環境で形成する水膜の厚さがガルバニック腐食挙動におよぼす影響を検討している。50 μm ~ 2 mm まで水膜厚さが変化させた 2 mol L⁻¹ の NaCl 水溶液中において、純 Zn と A1050 からなる Zn/Al 対についてカップル電位・ガルバニック電流測定、電気化学インピーダンス計測、表面観察からガルバニック腐食挙動を調査している。その結果、浸漬初期では、ガルバニック腐食挙動は水膜厚さに依存し、水膜厚さが薄くなるにつれて Al 上の酸素還元反応速度が大きくなることで Zn の溶解が促進されるが、浸漬後期ではガルバニック電流が水膜厚さに依存しなくなり、非常に小さい値まで減少すること、その原因が、Al 表面の不動態皮膜の化学的安定性が向上したことで、Al 表面における酸素還元反応が抑制されたためであると説明している。

第 4 章「**Effect of Wet and Dry Cycles on Galvanic Corrosion of Aluminum - Zinc Couples**」

では、アルミニウムと亜鉛からなる異種金属接合部において、表面に形成する水膜の乾燥および湿潤がガルバニック腐食におよぼす影響を調査するために、2 mol L⁻¹ の NaCl および MgCl₂ 水溶液を相対湿度 95% から 75%、45% にそれぞれ変化させたときの Zn/Al 対のガルバニック電流測定、電気化学インピーダンス測定、表面観察ならびに腐食生成物の分析を実施している。その結果、NaCl 水溶液を付与した場合には、湿潤時にガルバニック電流が大きく、乾燥過程でその電流が減少する挙動を繰り返し、さらにサイクル数が増加するにつれ湿潤時のガルバニック電流が減少することを明らかにしている。一方、MgCl₂ 水溶液の場合、乾湿サイクルの初期からガルバニック電流が NaCl 水溶液の場合に比べて 1/5 程度に小さいことを明らかにしている。これについては、Al 表面に Mg(OH)₂ が生成し、この腐食生成物皮膜によって NaCl 水溶液の時よりも Al 表面上の酸素還元反応速度が減少することで Zn の溶解が抑制されたため、湿潤サイクルの影響がみられなくなったと説明している。

第 5 章「**General Conclusions**」では、本論文の第 1 章から第 4 章を総括している。

以上を要するに、本論文は、大気環境におけるアルミニウムと亜鉛からなる異種金属接合部のガルバニック腐食挙動について、塩濃度、水膜厚さ、乾湿繰り返しの影響を、電気化学計測、腐食形態観察から検討し、ガルバニック腐食機構を提案するとともに、大気環境における異種金属接合部のガルバニック腐食評価に対して重要な指針を与えるもので、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。