

Title	55 mass% Al-Zn 合金めっき鋼板の端面腐食に関する研究
Author(s)	松本, 雅充
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/58386
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	まつ 松	もと 本	まさ 雅	みつ 充
博士の専攻分野の名称	博士(工学)			
学位記番号	第 24576号			
学位授与年月日	平成23年3月25日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科マテリアル生産科学専攻			
学位論文名	55 mass% Al-Zn 合金めっき鋼板の端面腐食に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 藤本 慎司 (副査) 教授 田中 敏宏 教授 宇都宮 裕			

論文内容の要旨

本研究は、自動車、家電、建材等に広く使用される表面処理鋼板に関するものである。表面処理鋼板は切断端面に鋼が露出した状態で使用されるため、端面を起点とした腐食、すなわち端面腐食が課題となる。端面腐食機構が不明であることから、使用が制限される場合があった。そこで、55 mass% Al-Zn 合金めっき鋼板の端面腐食機構解明をテーマとし、端面腐食機構を電気化学的に明らかにするとともに、環境中イオン及び乾燥・湿潤の影響を明らかにし、さらに、端面腐食抑制に寄与しうる腐食生成物の生成条件を明らかにした。

第1章では、本研究の背景と課題を述べた。

第2章では、5 mass% NaCl水溶液を噴霧液とした塩水噴霧試験における端面腐食機構を論じた。55 mass% Al-Zn 合金めっき鋼板の切断端面近傍から発生した鉄さびはめっき面方向に面積を拡大した。断面からの分析により端面近傍のめっきが腐食・消失し、下地鋼から鉄さびが発生していることを確認した。電気化学的な評価により、端面部の鋼面での酸素還元反応がカソード反応、めっき溶解がアノード反応であるガルバニック腐食であることを明らかにし、鋼面部の酸素拡散限界によりカソード律速されていることを初めて立証した。

第3章では、環境中イオンの影響を明らかにするため、海水の第二成分であるMgCl₂、すなわちMg²⁺に着目してその作用を論じた。Mg²⁺が端面部の鋼面での酸素還元反応により生成したOH⁻と反応してMg(OH)₂を析出し、端面部の鋼面への析出により酸素還元反応であるカソード反応が抑制されることを明らかにした。カソード反応抑制は析出物(腐食生成物)が絶縁体であって電子の授受を抑制するとともに、酸素拡散障壁として作用しうることが初めて実証した。

第4章では、乾燥・湿潤の影響を明らかにするため、NaCl水溶液連続噴霧試験、人工海水(ASW)連続噴霧試験及び噴霧・乾燥・湿潤を繰り返す腐食試験を行い、その影響を論じた。乾燥・湿潤によって、端面腐食がガルバニック腐食機構に基づくことは変化せず、ASWを用いた場合に端面部の鋼面に生成する腐食生成物がカソード反応抑制に寄与することには変化がないことを立証した。また、端面部の鋼面に生成した腐食生成物は、Mg(OH)₂、CaCO₃(Aragonite)及びNaZn₄(SO₄)(OH)₆Cl・6H₂O(Gordite)の混合物であることを明らかにした。

第5章では、腐食生成物の分布とそれらの生成条件の関係を論じた。端面部の鋼面、端面近傍及び平面部の各部位に生ずる腐食生成物の組成・構造を分析により明らかにした。腐食生成物の組成・構造は、環境中イオン、溶存O₂の還元によるpH上昇及び溶存CO₂の解離による炭酸根の影響を受け、これらのイオン濃度比に依存し、その析出は熱力学的に溶解度積を越えることが必要条件であると考え、Zn₆Al₂(OH)₁₆CO₃・4H₂O及びNaZn₄(SO₄)(OH)₆Cl・6H₂O(Gordite)の溶解度積を推定した。これらの腐食生成物及びCaCO₃(Aragonite)の分布状態の相違を熱力学

第6章では、本研究で得られた成果を総括した。

論文審査の結果の要旨

本研究は、自動車、家電、建材等に広く使用される 55 mass% Al-Zn 合金めっき鋼板の端面腐食機構を電気化学的に明らかにするとともに、環境中イオン及び乾燥・湿潤の影響を明らかにし、さらに、端面腐食抑制に寄与しうる腐食生成物の生成条件を明らかにしている。

第1章では、本研究の背景と課題を述べている。

第2章では、5 mass% NaCl 水溶液を噴霧液とした塩水噴霧試験における端面腐食機構を論じている。55 mass% Al-Zn 合金めっき鋼板の切断端面近傍から発生した鉄さびはめっき面方向に面積を拡大した。断面からの分析により端面近傍のめっきが腐食・消失し、下地鋼から鉄さびが発生していることを確認している。電気化学的な評価により、端面部の鋼面での酸素還元反応がカソード反応、めっき溶解がアノード反応であるガルバニック腐食であることを明らかにし、鋼面部の酸素拡散限界によりカソード律速されていることを初めて立証している。

第3章では、環境中イオンの影響を明らかにするため、海水の第二成分である MgCl₂、すなわち Mg²⁺に着目してその作用を論じている。Mg²⁺が端面部の鋼面での酸素還元反応により生成した OH⁻と反応して Mg(OH)₂を析出し、端面部の鋼面への析出により酸素還元反応であるカソード反応が抑制されることを明らかにしている。カソード反応抑制は析出物(腐食生成物)が絶縁体であって電子の授受を抑制するとともに、酸素拡散障壁として作用しうることが初めて実証している。

第4章では、乾燥・湿潤の影響を明らかにするため、NaCl 水溶液連続噴霧試験、人工海水(ASW)連続噴霧試験及び噴霧・乾燥・湿潤を繰り返す腐食試験を行い、それらの影響を論じている。乾燥・湿潤によっても、端面腐食がガルバニック腐食機構に基づくこととともに、ASW を用いた場合に端面部の鋼面に生成する腐食生成物が Mg(OH)₂と同様にカソード反応抑制に寄与することを立証している。また、端面部の鋼面に生成した腐食生成物は、Mg(OH)₂、CaCO₃ 及び NaZn₄(SO₄)(OH)₆Cl・6H₂O の混合物であることを明らかにしている。

第5章では、腐食生成物の分布とそれらの生成条件の関係を論じている。端面部の鋼面、端面近傍及び平面部の各部位に生ずる腐食生成物の組成・構造を分析により明らかにしている。腐食生成物の組成・構造は、環境中イオン、溶存酸素の還元による pH 上昇及び溶存二酸化炭素の解離による炭酸イオンの影響を受け、これらのイオン濃度比に依存し、その析出は熱力学的に溶解度積を越えることが必要条件であると考え、Zn₆Al₂(OH)₁₆CO₃・4H₂O 及び NaZn₄(SO₄)(OH)₆Cl・6H₂O の溶解度積を推定している。これらの腐食生成物及び CaCO₃ の分布状態の相違を熱力学的に明らかにしている。

第6章では、本研究で得られた成果を総括している。

以上のように、55 mass% Al-Zn 合金めっき鋼板の端面腐食を研究し、表面処理鋼板に広く適用しうる端面腐食機構を提案している。本論文で得られた成果は学術的貢献のみならず、亜鉛めっき鋼板の端面腐食抑制技術の開発に広く応用することが可能であり、材料工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。