

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	塗装55%Al-Zn合金めっき鋼板用クロメートフリー顔料の防錆機構に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	辻田隆広
Author(English)	Takahiro Tsujita
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12095号, 授与年月日:2021年9月24日, 学位の種別:課程博士, 審査員:多田 英司,小林 能直,林 幸,河村 憲一,上田 光敏
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12095号, Conferred date:2021/9/24, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

論文要約

THESIS OUTLINE

塗装 55%Al-Zn 合金めっき鋼板用クロメートフリー顔料の防錆機構に関する研究

Study on Corrosion Protect Mechanism of Chromate-free Pigments for Prepainted 55%Al-Zn Alloy Steel Sheet

東京工業大学
物質理工学院 材料系

辻田 隆広

要約

建材用塗装 55%Al-Zn めっき鋼板は、屋根材や壁材に切断・成形加工され、気象条件の異なる様々な環境下で使用される。施工時等に生じる疵部や加工部、切断端部において長期に渡り耐食性を維持する必要があるため六価クロムを含む防錆顔料が塗装鋼板のプライマーに使用されている。腐食促進試験や屋外曝露試験により六価クロムを含まない仕様の開発を進めているが、その防錆機構については十分確立されていない。そこで本論文では、環境負荷物質低減に配慮した六価クロムを含まない顔料をプライマーに使用した塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の腐食挙動及び防錆機構に関する検討を行った。

以下に本論文で得られた知見をまとめる。

第1章「緒論」では、塗装 55%Al-Zn 合金めっき鋼板について、プレコート鋼板の概要として建材用途で求められる性能や機能、塗膜構成、プレコート鋼板特有の課題を示し、防錆顔料として使用している六価クロムが環境負荷物質で使用できなくなる状況にあり、建材用のクロメートフリー化技術の確立が急務である現状を整理した。また、めっき鋼板の種類や環境因子、顔料による耐食性に着目し、既往の研究について整理した。これにより、クロメートフリー顔料の 55%Al-Zn 合金めっき鋼板に対する腐食挙動及び防錆機構解明の意義と課題を明らかにし、本論文の目的と構成を示した。

第2章「塗装 55%Al-Zn めっき鋼板に対するクロメート顔料の腐食抑制効果」では、クロメート系顔料としてクロム酸ストロンチウム SrCrO_4 (Cr 顔料) とクロメートフリー系顔料としてカルシウムイオン交換シリカ $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (Si 顔料) とリン酸亜鉛 $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ (Si/ZnP 顔料) をプライマーに含む塗装 55%Al-Zn めっき鋼板を、国内の気象条件の異なる 3 地点 (沖縄県、新潟県、秋田県) で 5 年間、屋外曝露試験を実施し、腐食挙動を評価した。腐食部の断面分析と電気化学法による分極測定結果から、顔料による防錆作用を評価した結果、Cr 顔料は、55%Al-Zn めっき鋼板に対し、カソード反応である酸素還元反応を抑制し、特にアノード反応では不動態皮膜破壊電位を貴側に移行させ Zn-rich 相の選択溶解を抑制していることを明らかにした。電気化学的解析をもとに、クロメート顔料に匹敵する腐食抑制作用を有するクロメートフリー系顔料に対する開発指針を得ることができた。

第3章「55%Al-Zn合金めっき鋼板の耐食性に対する新規バナジン酸マグネシウム顔料の有効性」では、新たに開発したバナジン酸マグネシウム顔料 $MgO \cdot Mg_3(VO_4)_2$ (MgV 顔料)、第2章で用いた Si/ZnP 顔料及び Cr 顔料を使用したプレコート鋼板を作製し、塗装表面に疵を入れて塩水噴霧試験による腐食促進試験及び沖縄での2年の屋外曝露試験を実施し、疵部に対する防錆顔料の腐食抑制作用について検討した。屋外曝露試験の結果、MgV 顔料は疵部において Cr 顔料と同等の防食性を示した。また、促進腐食試験を実施した疵部の電気化学インピーダンス (EIS) を測定し、低周波におけるインピーダンス値を腐食速度の指標として EIS 特性を評価した。その結果から、MgV 顔料の防食性は Si/ZnP 顔料よりも大きく、Cr 顔料とほぼ同等であることを明らかにした。また、屋外曝露試験後の疵部の EIS 特性からも、MgV 顔料は Cr 顔料とほぼ同等の腐食抑制作用を示すことが明らかになった。これらの結果より塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の疵部における腐食抑制に対する MgV 顔料の有効性を明らかにした。

第4章「クロメートフリー顔料を含有した塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の実大気環境での端面腐食挙動」では、建材用クロメートフリープライマーの端面腐食挙動と防錆機構についてより詳細に考察するため、異なる防錆顔料を含む塗装 55%Al-Zn めっき鋼板を国内外5地点で2年間、屋外曝露試験を行い、端面腐食に及ぼす防錆顔料の影響を調査した。55%Al-Zn めっき鋼板と炭素鋼の3% NaCl 溶液中の分極特性及び EIS 特性から防錆顔料の端面耐食性に対する作用機構について考察した。これらの考察をもとに塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の端面防錆機構のモデルを初期と後期に分けて提案した。

第5章「総括」では、本論文を総括した。