

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)	Study on Corrosion Protect Mechanism of Chromate-free Pigments for Prepainted 55%Al-Zn Alloy Steel Sheet
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)	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		辻田 隆広	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	多田 英司	教授	審査員	上田 光敏	准教授
	審査員	小林 能直	教授			
		林 幸	教授			
		河村 憲一	准教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「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」と題し、5 章から構成される。

第 1 章「緒論」では、建材用途として普及している塗装 55 mass%Al-Zn 合金めっき鋼板 (55%Al-Zn めっき鋼板) に求められる性能とその防食塗膜構成について説明している。建材として用いられるプレコート鋼板 (切断・加工前に塗装する鋼板) では、塗装欠陥部 (疵部) だけではなく、鋼板の切断端面部や加工部での耐食性を維持する必要がある、そのため下塗り塗膜 (プライマー) 中には防錆顔料が添加されているが、環境負荷物質であるクロメート系顔料が使用されており、環境問題からその代替顔料の開発が急務であるとしている。また、55%Al-Zn めっき鋼板の腐食および防錆顔料に関する従来研究を概括し、本論文の目的と構成を述べている。

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  $\text{SrCrO}_4$  (Cr 顔料) と非クロメート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) を含むリン酸亜鉛  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$  (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) に 5 年間屋外曝露し、試験片を回収し、切断端面からのめっき膜の腐食の進行に伴う塗膜の剥離幅の測定と腐食生成物の化学分析を行っている。それらの結果及び電気化学的評価結果から、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するだけでなく、不働態保持電流を減少させ、さらに 55%Al-Zn 合金の Zn-rich 相からの亜鉛の溶解開始電位を貴側に移行させることを明らかにしている。すなわち、Cr 顔料は、55%Al-Zn 合金の不働態皮膜を安定化し、亜鉛の選択溶解を著しく抑制することを明らかにし、クロメートフリー顔料を開発するための指針を得たとしている。

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、オルトバナジン酸マグネシウム  $\text{MgO} \cdot \text{Mg}_3(\text{VO}_4)_2$  (MgV 顔料)、2 章で用いた Si/ZnP 顔料そして Cr 顔料を含むプライマーを有する塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の塗装表面に疵を導入した試験片を沖縄で 2 年間の曝露し、塗装表面の疵部に対する防錆顔料の腐食抑制作用について検討している。その結果、MgV 顔料は、疵部において、Cr 顔料と同等の防食能を有することを明らかにしている。また、塩水噴霧による腐食促進試験を実施した試験片の疵部の電気化学インピーダンス特性を評価し、MgV 顔料の疵部に対する防食能は Si/ZnP 顔料よりも大きく、Cr 顔料とほぼ同等であるとしている。以上の結果より、塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の疵部に対して、MgV 顔料の防食効果が有効であるとしている。

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、Cr 顔料、Si 顔料、MgV 顔料、MgV/ZnP 顔料を含む塗装 55%Al-Zn めっき鋼板を気象条件の異なる国内外5地点（東京、鹿児島、沖縄、フロリダ、アリゾナ）に2年間曝露し、端面腐食に及ぼす各種顔料の影響を調べている。その結果、乾燥地帯であるアリゾナでは 55%Al-Zn めっきによる犠牲防食が十分働かないため、すべての顔料で端面の鋼部に赤さび（FeOOH）が発生したが端面からの塗膜剥離は全く進行せず、その他の環境では赤さび発生は観察されなかったが、端面からの塗膜剥離は進行し、高温多湿の海浜環境である沖縄で、剥離の進行速度が最も大きいとしている。顔料の防食効果については、Si 顔料が最も劣り、MgV/ZnP 顔料が Cr 顔料と同等の端面腐食に対する防食能を有するとしている。また、各顔料を懸濁した3%NaCl 溶液中で 55%Al-Zn めっき鋼板と炭素鋼の分極曲線の測定を行い、MgV/ZnP 顔料は、Cr 顔料と同様に、55%Al-Zn 合金の不働態皮膜を安定化し、かつ Zn-rich 相からの亜鉛の選択溶解を抑制することを明らかにしている。また、炭素鋼上において酸素の還元反応に対する各顔料の抑制効果は少ないとしている。以上の電気化学測定結果に基づき、55%Al-Zn めっきがアノード、炭素鋼がカソードとして進行する塗装 55%Al-Zn めっき鋼板の切断端面腐食に及ぼす MgV/ZnP 顔料の抑制機構を提案している。

第5章「総括」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、55%Al-Zn めっき鋼板のためのオルトバナジン酸マグネシウム／リン酸亜鉛系の新規防錆顔料を提案し、切断端面におけるその防錆機構を明らかにしたものであり、工学上および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。