

Title	Zn系電気めっき鋼板の機能と被膜構造・物性に関する研究
Author(s)	木本, 雅也
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/48544">https://hdl.handle.net/11094/48544</a>
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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</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	木本 雅也
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 20691 号
学位授与年月日	平成 18 年 9 月 27 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科学専攻
学位論文名	Zn 系電気めっき鋼板の機能と皮膜構造・物性に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 馬越 佑吉 (副査) 教授 田中 敏宏 教授 藤本 慎司

### 論文内容の要旨

本研究は、電気 Zn めっき、Zn-Fe 合金電気めっきおよび Zn-Ni 合金電気めっきを対象として、耐食性、化成処理性、成形性、めっき密着性ならびに意匠性（外観明度）と言っためっき鋼板に要求される性能（機能）が皮膜構造・物性にどのように影響を受けているかを明らかにすることを目的として遂行した。

第一章は序論であり、電気めっき鋼板の用途と開発経緯を紹介し、「電気めっき鋼板の機能と皮膜構造・物性に関する研究」の重要性について述べた。

第二章では、電気 Zn めっき皮膜のクロメート反応性ならびに成形性に及ぼす微量元素共析の影響につき、結晶配向性と皮膜物性の観点から研究を行った。その結果、微量元素共析のクロメート反応性へ影響は、結晶面の配向性に変化を与え、電気化学的な反応性の変化をもたらすためと解明した。さらに、成形性も配向性と強い相関があることを明らかにした。

第三章では、支持電解質の異なる Zn めっき浴からのめっき表面外観明度の変化に関して、配向性および表面微細形態に着目し研究を行った。その結果、支持電解質によって明度の変化挙動が異なるが、従来説である明度の変化と基底面配向性指数との正相関は認められず、明度は本質的に、表面微細形態（凹凸）に支配されることを解明した。

第四章では、Zn-Fe 合金電気めっき皮膜の析出相および腐食速度の加熱による変化を解析した。その結果、電析のままの Zn-Fe 合金めっき皮膜の析出相は、過飽和固溶体を形成して混相領域が広く、熱力学的準安定平衡状態にあることを解明した。また、加熱により熱力学的平衡相へ移行し、その結果めっき皮膜が均質化して、腐食速度が数分の一に減少すること、種々の皮膜物性も析出相と強い相関を示すことを明らかにした。

第五章では、Zn-Ni 合金電気めっき鋼板の成形性と皮膜構造・物性との相関関係について研究を行った。その結果、プレス成形においてめっき皮膜中の Ni 含有量がおよそ 10 wt% 以下になると成形性が低下すること、これはめっき皮膜中に  $\eta$  相が析出するため、めっき皮膜が軟質で低融点となり、焼付き性が増し、滑り性が低下するためであることを明らかにした。

第六章では、Zn-Ni 合金電気めっき鋼板の耐パウダリング性および耐チップング性について、合金析出相など皮膜構造・物性との相関関係について研究した。その結果、耐パウダリング性および耐チップング性共にめっき皮膜 Ni 含有量がおよそ 12 wt% を超えると低下し、これはめっき皮膜が  $\gamma$  相単相でその脆性によることを解明した。さらに、耐チップング性改善策として、酸洗による鋼板表面への粗度付与およびプレ Ni めっきの効果を見出した。

第七章では、電気めっき鋼板に要求される種々の性能は、本質的にめっき皮膜の結晶構造そしてその構造に起因する皮膜物性に支配されると、本研究で得られた結果を総括した。

## 論文審査の結果の要旨

広く家電筐体や自動車用車体等として用いられる薄鋼板にとって、耐食性・防食性といった化学的特性のみならず、装飾性などが重要であり、そのための様々な表面処理が施されている。特に、Zn系電気めっきは工業的に極めて重要である。本研究では、電気Znめっき、Zn-Fe合金電気めっき、ならびにZn-Ni合金めっきについて、耐食性、化成処理性、密着性ならびに意匠性といった鋼板に必要とされる各種特性が、そのめっき皮膜構造・物性によってどのように影響を受けているかを明らかにすることを目的として検討している。本論文はこれらの成果をまとめたもので、得られた結果は以下の通りである。

- (1) 微量金属共析は電気Znめっき皮膜の結晶面の配向性を変化させ、電気化学的な反応性の変化をもたらすことを解明すると共に、成形性も配向性と強い相関があることを明らかにしている。
- (2) 支持電解質の異なるZnめっき浴を使用した場合の、めっき表面外観明度の変化を調べた結果、支持電解質に依存して明度の変化挙動は異なるが、従来説である明度の変化と基底面配向性指数との正の相関は認められず、明度は本質的にめっき皮膜の表面形態（凹凸）によって支配されることを明らかにしている。具体的には、パルス通電下で核生成が起りやすく、結果として微細粒となるため、光の散乱を抑えて明度が高くなることを明らかにしている。
- (3) 電析のままのZn-Fe合金めっき皮膜の析出相は、過飽和固溶体を形成して混相領域が広く、熱力学的準安定平衡状態を示す。加熱に伴って熱力学的平衡相へ移行し、めっき皮膜が均質化して、腐食速度が数分の一に減少することを明らかにしている。また種々の皮膜物性も析出相と強い相関を示すことを見出している。
- (4) Zn-Ni合金電気めっき鋼板の成形性と皮膜構造・物性との相関関係を調べ、めっき皮膜中のNi含有量が約10 wt%以下になると皮膜中に $\eta$ 相が析出し、皮膜が軟質で低融点となり、焼きつき性が増すと共に滑り性が劣化する結果、プレス成形性が低下することを明らかにしている。
- (5) Zn-Ni合金電気めっき鋼板の耐パウダリング性および耐チップング性は、めっき皮膜Ni含有量が約12 wt%を超えると低下し、その原因はめっき皮膜が $\gamma$ 相単相となることにより脆化するためであること明らかにしている。更に、耐チップング性改善のためには、酸洗による鋼板表面への粗度付与およびプレNiめっきが効果的であることを見出している。

以上のように、本論文は、鋼板の実用化にとって重要なZn系電気めっきの皮膜構造・物性とめっき鋼板の機能に関して、学術的にも実用的にも極めて重要な知見を多数含んでおり、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。