耐もらい錆腐食性，電着塗装性に優れた 自動車車体内外面用有機複合 被覆鋼板の開発

吉川 幸宏¹⁾ 細田 靖²⁾ 池田 聡³⁾
大迫 修二¹⁾ 加藤 秀和²⁾*

1. はじめに

自動車車体用鋼板は，内板用と外板用に大別され，それぞれ異なった性能が要求される．ドアなど袋構造部の内面用には，塗装の施しにくい部位があるので，表面処理鋼板の中でも格段に優れた無塗装状態での耐食性が要求される．車体外面用鋼板には，視覚に直接さらされるため，美しい塗装仕上がりが必要とされる．そこで，現在では，図1のようにZn-Ni合金めっき鋼板を母材に用いて，内面側のみにクロメート処理皮膜と薄膜有機皮膜を設けた有機複合被覆鋼板が多用され，全世界で年間数十万トン使用されている⁽¹⁾⁽²⁾．

ところが，車体内面に要求される無塗装状態での耐食性は，実際のドアなどで調査した場合，平板状態のテストピースで得られたような高耐食性が発現されない場合があるということが分かってきた⁽³⁾．

一方，外面側にもクロメート皮膜・薄膜樹脂皮膜を設ければ，耐外面錆性の向上が期待できるが，従来の皮膜系では，外面に要求されるような平滑な電着塗装ができないという問題がある．さらに，外面ではプレス成形後の手入れと称される研磨作業により有機複合皮膜の一部が除去され，同一面内に皮膜の有無部分が共存することが予測される．このような表面に電着塗装を施した場合，通電が不均一になり，膜厚差が生じるという問題もある．このため，外面に有機複合

図1 有機複合被覆鋼板の皮膜構成図。

皮膜を適用することはできなかった。

そこで，我々は実際の環境で，常に高耐食性を発現し，しかも，外面側にも適用できる高度な電着塗装性を有した皮膜系の開発を行い，有機複合被覆鋼板の適用部位の拡大に貢献した⁽⁴⁾⁻⁽⁷⁾．

2. 開発材の概要

(1) 開発のポイント

① もらい錆腐食現象の解明と試験法の確立

実部品の腐食状況調査やモデル実験により，腐食試験結果が，実部品を用いた場合と平板状態のテストピースとで大幅に異なるという現象は，腐食環境中に存在する鉄錆による，もらい錆腐食によるものであることを見出した。

このもらい錆腐食のメカニズムは図2に示すように，鉄錆が有機薄膜表面に付着し，その部位に水分，酸素，塩素イオンなどの腐食因子が攻撃し，局所的な有機皮膜の膨潤が起こる。

図2 もらい錆腐食の推定メカニズム。

* 住友金属工業株式会社

1) 総合技術研究所薄板研究部副主任研究員

2) 和歌山製鉄所薄板商品開発室参事補

3) 鹿島製鉄所表面処理工場工場長

** マツダ株式会社

1) 第1車両実研部第1ボディ実研グループ

2) 車両技術部塗装技術グループ主務

Development of Organic Composite Coated Steel Sheet for Automotive Inner & Outer Panel with Excellent Corrosion Resistance in Iron-rust-including environment and Excellent Electro-paintability; Yukihiro Yoshikawa*, Yasushi Hosoda*, Satoshi Ikeda*, Syuji Osako**, Hidekazu Kato** (*Sumitomo Metal Industries. **Mazda Motor Corp.)

1996年1月31日受理

図3 スイングパネルテストの模式図。

図4 スイングパネルテスト後の皮膜抵抗。

り腐食が促進されるものと推定した。

このような耐ら錆腐食に強い皮膜系を開発するためには、まず、定量的に鉄錆が存在するような再現性のある試験法を確立する必要がある。そこで、図3に示すような、腐食液の入った同じセルに有機複合被覆鋼板と冷延鋼板をいれて、セル全体を首振り運動させ、浸漬部と半浸漬部の腐食挙動を調べるスイングパネルテストを考案した。

この評価法を駆使して、皮膜系の各種成分・樹脂構造が耐ら錆性に与える影響を調査した結果、樹脂皮膜の堅牢性が耐ら錆性に最も重要な因子であることが判明した。

図4に開発材と従来材の交流インピーダンス法による皮膜抵抗測定結果を示す。開発材はスイングパネルテスト後も皮膜抵抗がほとんど低下していないのに対して、従来材では大幅な抵抗の減少が観察される。

② 電着塗装性に優れた皮膜系の開発

樹脂皮膜の特性と電着塗装性の関係を調査した結果、乾燥状態の皮膜通電性は変わらず、電着塗装時に通電特性をめっき鋼板と同等レベルまで高めるような樹脂皮膜系を開発した。

図5に開発材と従来材の有機皮膜厚を変えて研磨部分との電着塗装膜厚差がどう変化するかを示した。従来材は有機皮膜厚の増加により、電着膜厚差が増加し、通電特性が変化していることが分かるが、開発材では、有機皮膜厚が変化して通電特性は変化していない。

図5 通常部と研磨部の電着塗装膜厚差。

(2) 開発材の構成と製造方法

開発材の皮膜構成を図1に示した。外面側のクロメート皮膜・クリア樹脂皮膜は溶接性を向上させるために、内面側よりも薄膜化した。また、内面側の樹脂皮膜には、内外面を識別しやすいように着色顔料を添加した。

本材は、電気めっきラインにおいて、クロメート処理・クリア樹脂塗布・焼付まで連続で生産されている。また、クロメート処理および樹脂の焼付温度は150℃以下であるので、母材鋼板に焼付硬化性(BH性)を有するものを使用することもできる。

(3) 開発材の性能

① 耐ら錆性

スイングパネル60サイクル後の外観写真を図6に示す。従来材では、常時浸漬部、半浸漬部ともに赤錆が付着し、腐食が始まっているが、開発材では半浸漬部にわずかに変色が見られるだけで、常時浸漬部には外観の変化はない。このように、開発皮膜系は赤錆が付着しにくい表面になっていることが分かる。

自動車用防錆鋼板の評価に多用されるサイクル腐食試験の腐食液に鉄錆を添加した試験によって、耐ら錆性を評価した結果を図7に示した。従来材は600サイクルで前面赤錆発生となるのに対して、開発材では1200サイクルで同レベルとなる。

図6 スイングパネルテスト後の外観。

図7 サイクル試験による耐もらい錆評価結果。
(1サイクル：鉄錆入り5%NaCl浸漬→湿潤→乾燥)
40°C-7.5 min 60°C-15 min 60°C-7.5 min

	塗膜ふくれ幅 (mm)
	0.5 1.0 1.5
開発皮膜 0.6 μ m	0.5
開発皮膜 1.0 μ m	0.5
従来皮膜 1.0 μ m	1.0
Zn-13%Niめっき	1.5

図8 3コート後の耐外面錆性評価結果(180サイクル)。
(1サイクル：塩水噴霧→乾燥→湿潤)
35°C-1 h 60°C-2 h 50°C-2 h

	電着塗装後 PGD 0.2 0.4 0.6	3コート後 ICM 20 30 40 50
開発皮膜 0.6 μ m	0.6	40
開発皮膜 1.0 μ m	0.6	40
従来皮膜 1.0 μ m	0.4	30
Zn-13%Niめっき	0.6	50

図9 電着塗装後・3コート後の塗装鮮映性。

② 耐外面錆性

外面側に、電着塗装・中塗り・上塗りの3コートを施した後、鉄素地に達するクロスカットを入れ、サイクル腐食試験を行って、塗膜ふくれ幅を測定した。図8に示すように、開発材は0.6 μ mと薄膜化しても、めっき鋼板に比べて良好な耐外面錆性を示した。

③ 塗装後鮮映性

電着塗装後の表面に透明粘着フィルムを張り付け、PGDで鮮映性を評価した。また、3コート後、ICMにより評価を行った。図9に示すように、外面側のクリア皮膜厚を0.6 μ mにすれば、めっき鋼板と同等の塗装鮮映性が得られる。

④ 溶接性

有機複合被覆鋼板の接合は主としてスポット溶接により行

図10 スポット連続打点性。

われるが、両面に有機皮膜を有する本開発材は従来材に比べて、連続打点性などが劣化する恐れがある。そこで、熱分解し易い樹脂を適用した結果、図10に示すように、片面塗装の従来材と比べて同等以上の溶接性を示した。

⑤ その他の性能

その他、本開発材は樹脂皮膜に着色顔料を添加しているので、表裏面が判別し易く、成形・組立行程などで表裏面を間違える恐れがない。

3. 開発の成果

本開発材は、自動車車体の外板・内板の両方に適用可能な性能、すなわち、耐もらい錆性・耐外面錆性・電着塗装性・塗装鮮映性・溶接性などの性能をすべて具備するものである。

バリエーションとして、外面側のクロメート皮膜・クリア樹脂皮膜を設けないタイプ(従来材と同様の構成で皮膜系を開発材に変更したもの)も耐外面錆性のみが従来材と同等レベルである以外は、両面塗装材とすべて同等の性能を有する。

この皮膜系の開発により有機複合被覆鋼板の使用部位が拡大し、現在、開発材は主たる自動車用防錆鋼板として大量に使用されている。

また、本開発に関して特許を7件公開中である。

文 献

- (1) 塩田俊明：第138回西山記念講座，(1990)，89.
- (2) Y. Yoshikawa, M. Ito, S. Wakano, T. Shiota: SAE Automotive Corrosion & Prevention, (1989), 115.
- (3) 細田 靖，塩田俊明，池田 聡，鈴木信和，鈴木幸雄，中務幹朗，大迫修二：CAMP-ISIJ, 5(1992), 486.
- (4) 長井弘行，鈴木信和，池田 聡，田村和義，塩田俊明，細田靖，岸本文久，加藤秀和：CAMP-ISIJ, 7(1994), 632.
- (5) 細田 靖，塩田俊明，鈴木信和，長井弘行，池田 聡，田村和義，鈴木幸雄，中務幹朗，大迫修二：CAMP-ISIJ, 7(1994), 633.
- (6) 細田 靖，塩田俊明，鈴木信和，長井弘行，池田 聡，田村和義，鈴木幸雄，中務幹朗，岸本文久，加藤秀和，大迫修二：自動車技術会講演会前刷集，945(1994), 169.
- (7) Y. Kawanishi, T. Shiota, N. Suzuki, H. Nagai, S. Ikeda, Y. Hosoda, K. Tamura, Y. Suzukawa, M. Nakatsukasa, H. Kishimoto, H. Kato, S. Osako: Galvatech '95 Conf. Proc., (1995), 229.