

(技術資料)

# 自動車用溶接可能塗装鋼板の諸特性

## Characteristics of New Pre-painted Steel Sheets for Automotive Industry



斉藤隆司\*  
Takashi Saito



岩井正敏\*\*  
Masatoshi Iwai

There is a growing demand for corrosion protection in automotive hems and flanges without using additional materials, such as waxes and sealers. Kobe Steel has been developing zinc-rich primer painted galvanized steel sheets. In order to improve weldability and to lower the production cost, a new pre-painted steel sheet has been developed. The new steel sheet is coated with epoxy resin containing FeP pigments (50mass%) with a maximum diameter of 12 microns in the galvanized layer. These new steel sheets exhibit excellent formability, an extended welding tip life, and a comparatively higher corrosion resistance.

まえばき = 欧州の穴あき保証の高耐食化に伴い、欧州自動車メーカーでは電気亜鉛めっき鋼板 (EG) 70g/m<sup>2</sup> を原板にジンクリッチ系塗料を塗布した高耐食防食鋼板が使用され、自動車メーカー側でワックスやシーラを省略しても耐食性を確保できる製品として実用化されている<sup>1)</sup>。当社では日系自動車メーカーが使用している合金化溶融亜鉛めっき鋼板 (GA) をベースとし、ジンクリッチ系塗料に対して溶接性改善と塗料のコストダウンを図った自動車用溶接可能塗装鋼板を開発したので、その諸特性について述べる。

### 1. 実験方法

#### 1.1 供試材

板厚 0.8mm の合金化溶融亜鉛めっき鋼板 (GA) を原板として用いた。亜鉛付着量は 45/45g/m<sup>2</sup>、めっき層中 Fe% は 10% である。

#### 1.2 塗料組成

塗料の組成を表 1 に示す。ベース樹脂としてエポキシ系樹脂を、硬化剤としてメラミン系樹脂を用いた。導電性粒子としては粒径が異なる FeP を用いて添加量を変化させた。

#### 1.3 塗装鋼板の作成

クロメートフリー下地処理を行った GA 原板に、パーコート (#8) を使用して、狙い膜厚 5 μm、PMT240 × 1 分の焼付けを行い、自動車用溶接可能塗装鋼板を作成した。

表 1 塗料の組成  
Table 1 Composition of paint

Resin	Base : epoxy type	Curing agents : melamine type
Electric Conductive Pigments	Type	FeP
	Maximum diameter	12 μm, 16 μm
	Content	40%, 50%

### 1.4 評価項目

評価項目を表 2 にまとめた。評価としては、(1) 塗装鋼板の基本特性 (2) 加工性 (図 1 に加工性の評価方法を示す) (3) スポット溶接性 (4) 耐食性 複合サイクル試験 (CCT) VDA 試験 (図 2 に VDA 試験片サンプル

表 2 評価項目  
Table 2 Methods of estimation

	Methods of estimation
Formability	Hat channel drawing with beads
Weldability	Electrode force ; 1.96KN Welding time ; 12cycles (60Hz) Cu-1%Cr tip diameter : 6 (mm)
Cyclic Corrosion Test (CCT)	JASO-M609
VDA test (Verein Deutscher Automobilehersteller )	Adhesive heating phosphate ED VDA

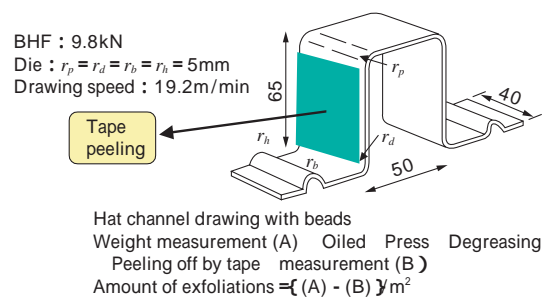


図 1 加工性の評価方法の詳細  
Fig. 1 Details in formability test

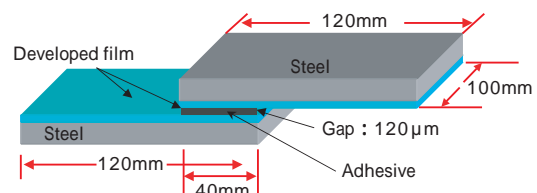


図 2 VDA 試験条件の詳細  
Fig. 2 Details of VDA test samples

\* 鉄鋼部門 薄板商品技術部 (大阪駐在) \*\* 鉄鋼部門 加古川製鉄所 技術研究センター

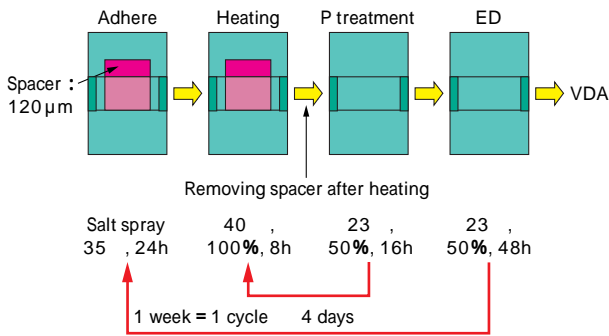


図3 VDA 試験条件  
Fig. 3 Process of VDA test

の形状を、図3にVDA試験条件を示す)を行った。

## 2. 実験結果

### 2.1 塗装鋼板の基本特性

作成した自動車用溶接可能塗装鋼板の基本特性を表3に示す。(なお、塗膜の基本特性はFePの最大粒径: 12 μm, 50%添加塗膜の場合の特性である)

加工性はT折り曲げノークラック限界が3T, 鉛筆硬度がH, また、デュポン衝撃試験, 一次密着性および沸騰水浸漬後の二次密着性は良好であり, 一般的な家電用PCMの特性を有していた。

### 2.2 加工性評価結果

Uビード曲げ加工後のパウダ量の測定結果を図4に示す。FePの粒径が16 μmの場合には, パウダ量は3.5g/m<sup>2</sup>であったのに対し, FePの粒径が12 μmの場合には, パウダ量は2.5g/m<sup>2</sup>であり, FePの粒径が12 μmの方がパウダ量は少なかった。この原因を調査するため, Uビード曲げ加工前後の塗膜表面をSEMにて観察を行った。その結果を写真1に示す。

Uビード加工前の塗膜を比較すると, FePの粒径が大きい16 μmの場合には塗膜の凹凸が大きいのが観察される。Uビード曲げ加工を行うと, 粒径が大きい16 μmの場合には, FePが起点になって塗膜が削られ, スジ状の凹部が発生している。このように塗膜が削られることにより, パウダ量が大きくなったものと考えられる。加工性の結果から, FePの粒径は12 μmに決定した。以下の実験はFePの粒径を12 μmとして実施した。

### 2.3 溶接性

FePの添加量と適正電流範囲の実験結果を図5に示す。FePの添加量40%, 50%ともナゲットを形成する溶接電流値は同じであるが, FePを50%添加した塗膜の方が, 適正電流範囲および溶着するまでの最大溶接電流値が拡大することが判明した。

次に図5で得られた適正電流範囲の結果から, 連続打点の評価を行った。条件としては, ナゲット径が4.25 (t: 鋼板板厚)となる電流値の1.4倍の電流で連続溶接を行い, 100打点ごとにせん断引張試験を行った。FePの添加量が40%の塗膜および50%の塗膜, 比較材としてジンクリッチペイント塗膜の連続打点性の試験結果を図6に示す。

FePの添加量が40%の場合には, 連続打点300~400

表3 塗装鋼板の基本特性

Table 3 Characteristics of new pre-painted galvanized steel sheet

Test items	Test conditions and procedures	Properties	
Bend test	Judgment of no crack limited	3T	
Pencil hardness	Judgment of injured hardness by scratching the paint film under 1kg mass	H	
Adhesion test	Tape peeling after 1 x 1mm cross-cut	No peeling	
Erichsen test	7mm height by Erichsen tester	No crack	
DuPont impact test	1/2in x 500g x 50cm	Prime side	No crack
		Back side	No crack

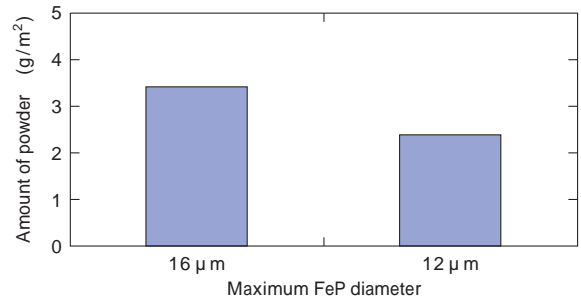


図4 FePの粒径とパウダ量の関係

Fig. 4 Relationship between maximum FeP diameter and amount of powder

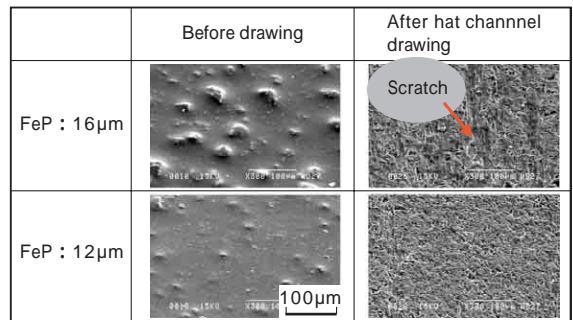


写真1 U曲げ加工前後の塗膜表面のSEM観察

Photo 1 SEM images of paint surfaces before and after hat channel drawing with beads

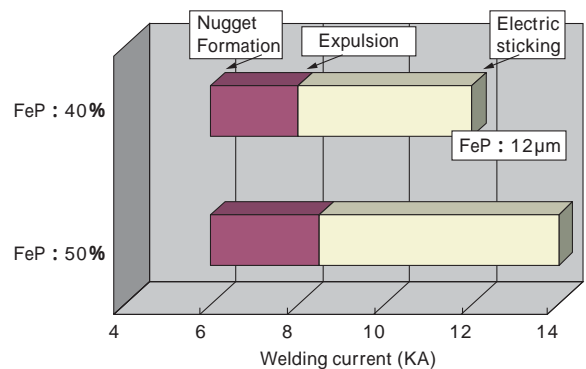


図5 FePの添加量と適正電流範囲の関係

Fig. 5 Relationship between FeP content and welding current range

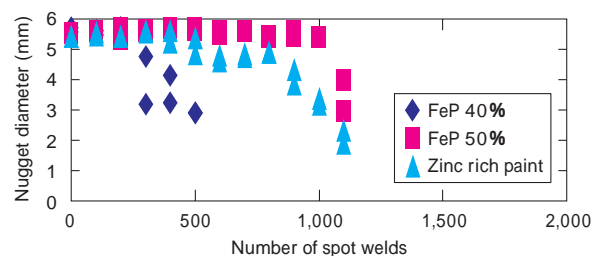


図6 連続打点時のナゲット径の変化

Fig. 6 Change of nugget diameter in continuous spot welding

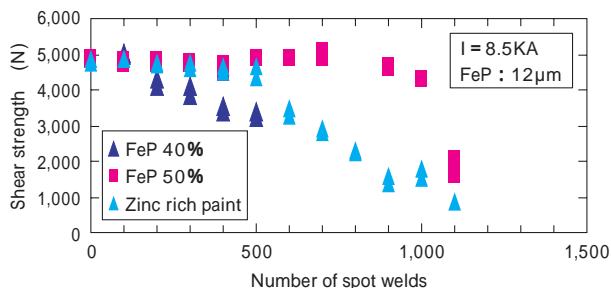


図7 連続打点と剪断引張強度の関係

Fig. 7 Change of shear strength in continuous spot welding



写真2 50%FeP 添加塗装鋼板の断面 SEM 像

Photo 2 SEM photo of cross section of developed paint film containing 50% FeP

打点でナゲット径が基準値(4.25 t)を下回っていた。ジンクリッチペイントの場合には連続 800 打点までは 4.25 t 以上のナゲットが形成されたが、900 点以上の連続打点数になると 4.25 t を下回った。それらに対し、FeP が 50% の塗膜ではジンクリッチペイントよりも連続打点性は優れ、連続 1,000 打点まではナゲット径は一定であった。次に 100 打点ごとのせん断引張強度を測定したのでその結果を図 7 に示す。

ジンクリッチペイント塗膜の場合は、連続 500 打点まではせん断引張強度は一定であったが、500 打点を超えるとせん断引張強度は大幅に低下した。FeP 添加 40% 塗膜については 100 打点ごとにせん断引張強度は低下した。それらに対し、FeP 添加 50% 塗膜では、連続 1,000 打点までせん断引張強度は安定しており、ジンクリッチペイントよりも連続打点時のせん断引張強度は優れていた。

以上の連続打点性の結果から、FeP の添加量を 50% に決定した。ここで、FeP を添加することにより、連続打点性が向上した要因について検討した。写真 2 に FeP 添加 50% 塗膜の断面 SEM 像を示す。FeP 粒子は破碎法にて製造されるためその形状は鋭い角を有する不定形であり、塗膜中に均一に分散している。また、融点が 1,320 と非常に高いのが特徴である。塗膜中に FeP を添加することにより、スポット溶接時には、ジンクリッチペイントの Zn 粒子に比べて角の多い粒子形状のため通電点が増え、かつ高融点のため、電極チップと反応しにくく、チップの損傷が少なくなったために連続打点性が向上したと考えられる。

#### 2.4 CCT-JASO 耐食性結果

CCT-JASO 90 サイクル試験後の外観を写真 3 に示す。裸耐食性(CCT-JASO 90 サイクル)では開発品およびジンクリッチペイントとも赤錆発生が認められた。開発品はジンクリッチペイントと同等レベルの耐食性を有していると考えられる。

#### 2.5 VDA 試験

VDA 20 サイクル後の耐食性試験結果を写真 4 に示す。

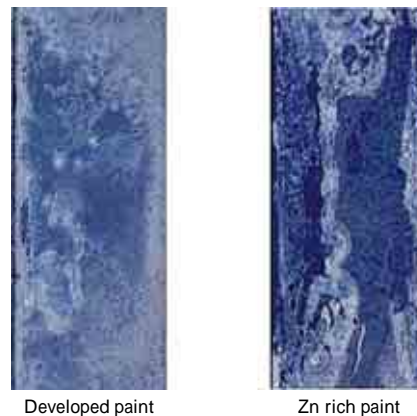


Developed paint

Zn rich paint

写真3 CCT-JASO90 サイクル後の外観写真

Photo 3 Appearances of samples after CCT-JASO90 cycles



Developed paint

Zn rich paint

写真4 VDA20 サイクル後の外観写真

Photo 4 Appearances of glass flange test samples after VDA 20 cycles

合わせ部耐食性試験である VDA 試験 20 サイクル後の耐食性は開発品およびジンクリッチペイントともに赤錆の発生は認められず、ジンクリッチペイントと同等の合わせ部耐食性を有していた。

むすび= 日系自動車メーカーが使用している合金化溶融亜鉛めっき鋼板(GA)をベースとし、ジンクリッチ系塗料に対して溶解性改善と塗料のコストダウンを図った自動車用溶接可能塗装鋼板について検討した。

- 1) ベース樹脂としてエポキシ系樹脂、硬化剤としてメラミン系樹脂に最大粒径 12 μm の FeP を 50% 添加することにより、加工性および溶接性に優れ、連続 1,000 打点が可能になり、ジンクリッチペイントよりも優れた性能を有していた。
- 2) 開発品の耐食性を JASO-CCT, VDA 試験により調査しジンクリッチペイントと同等の耐食性を示すことが確認できた。
- 3) 以上の結果から、合金化溶融亜鉛めっき鋼板(GA)をベースにした自動車用溶接可能塗装鋼板を提供することが可能となった。

#### 参考文献

- 1) A. Schnell et al. : Weldable Corrosion Protection Primers for the Automotive Industry, Galvatech '04 (6th International Conference on Zinc and Zinc Alloy Coated Sheet Steels), April 4-7 (2004), p.279-290.