

# 自動車燃料タンク用溶融アルミめっき鋼板“アルスター”

武津 博文・守田 幸弘・森川 茂保・鴨志田 真一・内田 幸夫

日新製鋼株式会社  
日新製鋼技報 No.83 別冊  
平成14年12月

新製品紹介

自動車燃料タンク用溶融アルミめっき鋼板“アルスター”

武津博文\* 守田幸弘\*\* 森川茂保\*\* 鴨志田真一\*\*\* 内田幸夫\*\*\*\*

Hot-dip Aluminized Steel Sheet “Alstar” for Automotive Fuel Tank

Hirofumi Taketsu, Yukihiro Morita, Sigeyasu Morikawa, Shin-ichi Kamoshida, Yukio Uchida

1. 緒言

近年、環境面、リサイクルの問題から、環境負荷物質ならびに有害物質を含まない材料が必要となってきた。自動車分野においても環境負荷物質である鉛の使用量を2005年末にはバッテリーを除いて1996年の1/3とする数値目標が経済産業省から出されている。

これまで日本国内では自動車の燃料タンク材として、めっき層中に鉛を約90%含有した溶融鉛-すず合金めっき鋼板（以下、Pb-Snめっき鋼板）が広く使用されてきた。自動車1台の燃料タンクには100~200gの鉛を使用されていることになり、自動車全体の鉛使用量（バッテリーは除外）の1/10程度を占める。そのため、燃料タンクの鉛フリー化が急務となってきた。

当社では、環境負荷物質を含まない燃料タンク用の材料として、溶融9%Si-Al合金めっき鋼板（以下、アルスター鋼板）に6価クロムフリーのクロメート処理を行い、さらにその上に薄膜樹脂皮膜を形成させた燃料タンク用アルスター鋼板を開発した。本製品を紹介する。

2. 開発経緯

自動車の重要保安部品である燃料タンク材の主要な要求特性として、以下の4項目が挙げられる。

- (1) 劣化ガソリンに対するタンク内面の耐食性
  - (2) 複雑な形状へ加工可能なプレス成形性
  - (3) 良好な抵抗溶接性（スポット溶接性、シーム溶接性）
  - (4) タンク外面の塩害に対する耐食性（耐塩害腐食性）
- 以上の特性を満足できる鉛フリーの燃料タンク材を開発した。

2.1 燃料タンク内面耐食性に優れたアルスター鋼板の選択

燃料タンク材の最重要特性として、タンク内面の耐食性が挙げられる。タンク内でガソリンが酸化劣化した際に生成するギ酸や酢酸などの低級有機酸が結露などでタンク内に滞留した水に溶け込み、局部的に金属材料の異常腐食を引き起こした事例が過去に報告されている<sup>1)</sup>。このような劣化ガソリンに対して、Pb-Snめっき鋼板と同等以上の耐食性が得られる材料が必要である。

ガソリンに水やギ酸を配合した劣化ガソリン模擬試験液に各種めっき鋼板を浸せきし、溶出金属量を調査した。図1に示すように、アルスター鋼板が最も溶出金属量が

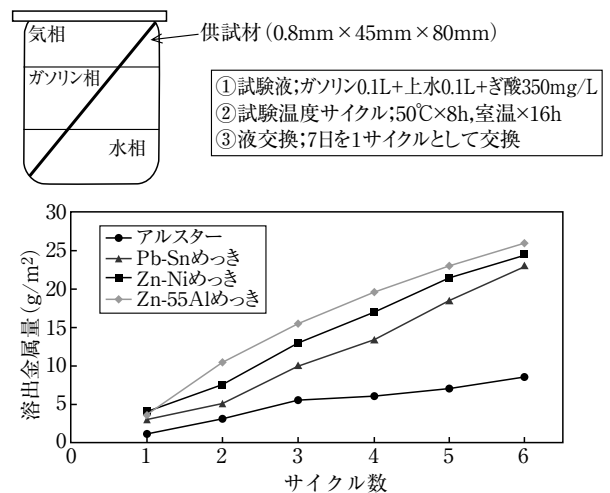


図1 各種表面処理鋼板の内面耐食性  
 Fig.1 Corrosion resistance for tank inner of various materials.

供試材	片面めっき付着量 (g/m²)
アルスター (9%Si-Al溶融めっき鋼板)	40
Pb-Snめっき (8%Sn-Pb溶融めっき鋼板)	55
Zn-Niめっき (12%Ni-Zn電気めっき鋼板)	20
Zn-55Alめっき (55%Al-Zn溶融めっき鋼板)	90

\*技術研究所 表面処理研究部 表面処理第三研究チーム チームリーダー \*\*技術研究所 表面処理研究部 表面処理第三研究チーム  
 \*\*\*技術研究所 表面処理研究部 表面処理第二研究チーム 主任研究員 \*\*\*\*技術研究所 表面処理研究部 部長

少なく、優れた内面耐食性を有している。

## 2.2 薄膜樹脂被覆による特性向上

内面耐食性が優れるアルスター鋼板に潤滑性を有し、アルカリ洗浄時に除去可能な樹脂皮膜と6価クロムフリークロメート処理を組み合わせた機能処理を行うことにより以下の特性を向上させ、さらに燃料タンク用として優れた材料とした。

- (1) プレス成形時の滑り込み性、絞り加工性。
- (2) 抵抗溶接性。
- (3) タンク外面の裸耐食性および防食塗膜の密着性。

延性と強度に優れた潤滑性を有する薄膜樹脂皮膜をアルスター鋼板上に形成することにより、プレス加工における金型との摺動抵抗を小さくし、アルスター鋼板の金型への滑り込み性、耐カジリ性の向上を図った。加工時の滑り込み性の良否はドロービード（摺動変形）試験時の引き抜き力により評価できる。図2に示すように樹脂皮膜を $0.5\mu\text{m}$ 以上とすることにより、良好な滑り込み性が得られる。

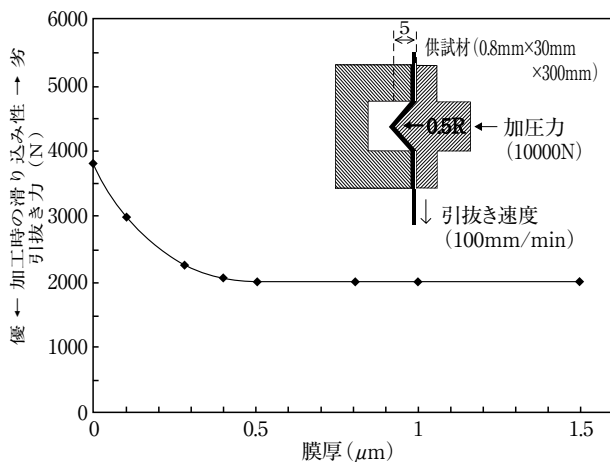


図2 ドロービード試験時の引き抜き力におよぼす樹脂皮膜厚の影響  
Fig.2 Effect of film thickness on drawing force in bead drawing test.

さらに連続スポット溶接において、樹脂皮膜はアルミめっき成分の銅電極へのピックアップを軽減し、電極寿命を向上させる効果を有する。図3に示すように樹脂皮膜厚の上限を $1.5\mu\text{m}$ とすることにより、適正溶接電流条件範囲を確保できる。

スポット溶接等により種々の部品を取り付けたアッパーシェルとローシェルを接合するシーム溶接は、スポット溶接と比較して溶接距離が長いため、樹脂皮膜の熱分解に起因した臭気や煙による作業環境悪化が問題となる場合がある。この問題に対応するため、油分等の除去を目的にシーム溶接の前に行われるアルカリ洗浄工程で溶解除去可能な樹脂皮膜としている。樹脂皮膜をアルカリ可溶性とするため、樹脂構造中にカルボキシル基

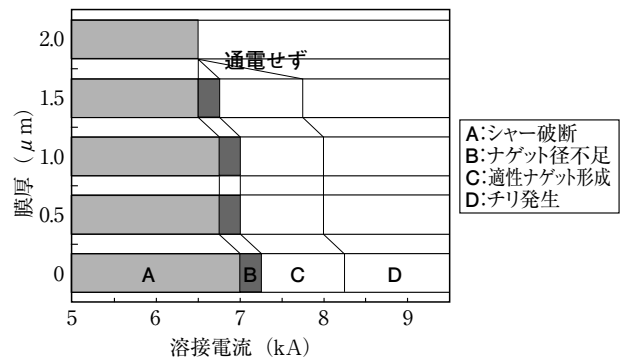


図3 スポット溶接の適正範囲におよぼす膜厚の影響

Fig.3 Effect of film thickness on weldable current range on spot welding.

<供試材> ・ 供試材;アルスター鋼板(板厚0.8mm,めっき付着量 片面 $40\text{g}/\text{m}^2$ )  
・ 電極;CF型(先端 $4.5\text{mm}\phi$ )  
・ 加圧力;2200N  
・ 通電サイクル;11サイクル(60Hz)

(COOH)を導入している。カルボキシル基末端のHがアルカリ洗浄液中のナトリウムイオン( $\text{Na}^+$ )やカリウムイオン( $\text{K}^+$ )とカチオン置換することでアルカリ洗浄液に可溶性となる。図4に示すように、アルカリ可溶性を付与した樹脂皮膜はpH11以上であれば30秒以内の短時間で溶解除去できる。

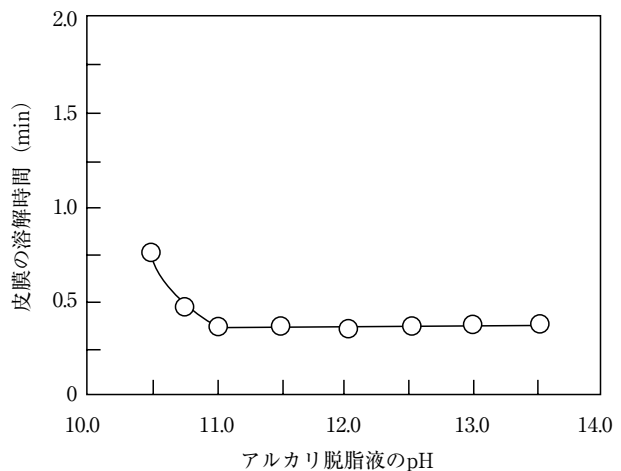


図4 皮膜の溶解性におよぼすアルカリ脱脂液のpHの影響

Fig.4 Effect of pH in alkaline degreasing solution on solubility of film.

<条件> ・ 処理液温度;50℃  
・ 皮膜厚; $1.0\mu\text{m}$

シーム溶接の際、銅電極輪にアルミめっき成分がピックアップし堆積するため、連続シーム溶接性が不安定となる。この問題については回転電極輪表面に堆積したアルミめっき成分を連続的に切削する方法、あるいは新鮮な銅ワイヤーが電極輪に連続的に供給される銅ワイヤーシーム溶接法の導入により安定化が図れる。

タンク外面の裸耐食性および防食塗装後の耐食性は薄

膜樹脂被覆の下地に反応型のクロメート処理を施すことで飛躍的に向上させることができる。環境適合性および防食塗装後の耐塗膜下腐食の面から、皮膜中に6価クロムを含有しない反応型クロメート処理を新たに開発し、採用している。

図5に開発した自動車燃料タンク用アルスター鋼板の断面構成モデルを示す。

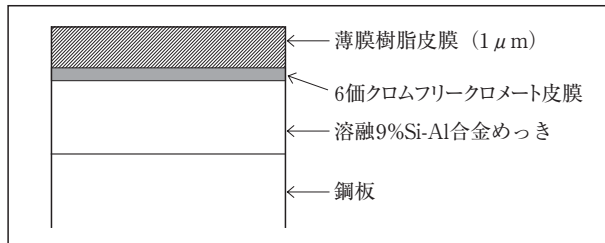


図5 自動車燃料タンク用薄膜樹脂被覆アルスター鋼板（本開発アルスター鋼板）の断面構成モデル

Fig. 5 Schematic illustration of hot-dip aluminized steel sheet “Alstar” for automotive fuel tank use.

### 3. 製品特性

膜厚 $1.0\mu\text{m}$ の薄膜樹脂被覆と6価クロムフリークロメート処理を行った本開発のアルスター鋼板（板厚 $0.8\text{mm}$ ，極低炭素Ti添加鋼原板，めっき付着量片面 $40\text{g}/\text{m}^2$ ）を供試材とした。比較材として、6価クロムフリークロメート処理のみを行ったアルスター鋼板およびPb-Snめっき鋼板（板厚 $0.8\text{mm}$ ，極低炭素Ti添加鋼原板，めっき付着量片面 $55\text{g}/\text{m}^2$ ）を用いた。なお、内面耐食性と外面耐食性はアルカリ洗浄により薄膜樹脂皮膜を溶解除去して評価した。

#### 3.1 内面耐食性

劣化ガソリン模擬試験液（図1と同一条件）に6サイクル浸せき試験を実施した各材料の断面を図6に示す。

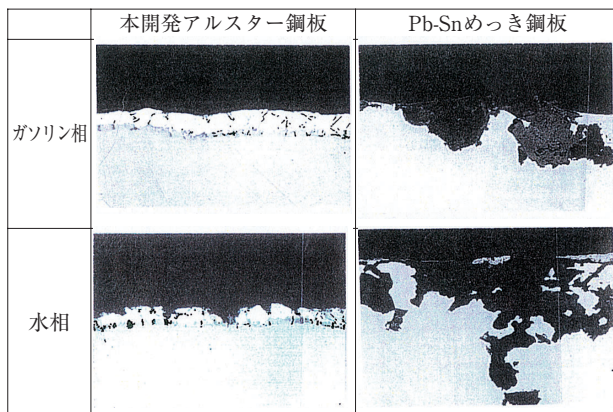


図6 タンク内面耐食試験後の断面

Fig. 6 Cross-sectional micro-structure of specimens after corrosion resistance test for tank inner.

いずれの供試材ともガソリン層よりも水層の方が腐食が進行していた。これは水層にはギ酸の溶け込みにより酸性水溶液となり、めっき層が侵食されたためである。本開発材の薄膜樹脂被覆アルスター鋼板はPb-Snめっき鋼板と比較して鋼板の侵食が軽微であり、良好な内面耐食性を有している。

#### 3.2 潤滑性，加工性

動摩擦係数を図7に示す。本開発のアルスター鋼板の動摩擦係数は薄膜樹脂被覆により小さくなり、Pb-Snめっき鋼板より優れた潤滑性を示す。

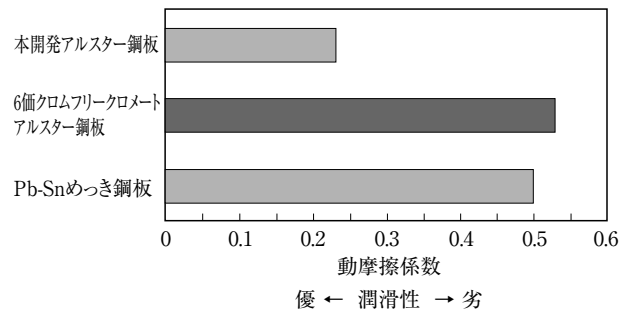


図7 動摩擦係数

Fig. 7 Dynamical friction coefficient of specimens.

<条件> ・基準板 SUS304 BA仕上げ，荷重 2N

限界絞り比を図8に示す。本開発薄膜樹脂被覆アルスター鋼板はPb-Snめっき鋼板と同等の絞り加工性を有していることがわかる。

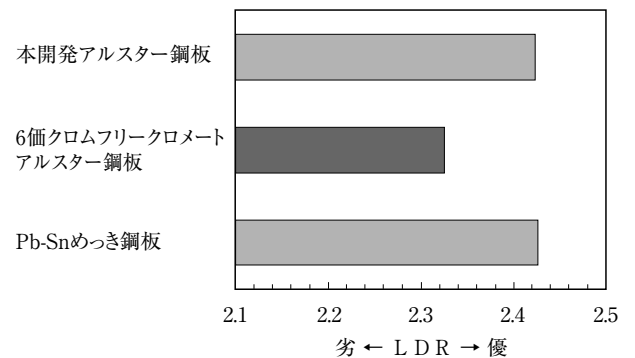


図8 限界絞り比 (LDR)

Fig. 8 Limited drawing ration of specimens.

<条件> パンチ径；40mmφ，しわ押え力；10kN

#### 3.3 スポット溶接性

連続スポット溶接時の電極寿命を図9に示す。6価クロムフリークロメート処理アルスター鋼板は約200打点でナゲットが形成されなくなるが、本開発薄膜樹脂被覆アルスター鋼板は約2000打点まで安定したナゲットが形成され、Pb-Snめっき鋼板とほぼ同等の連続スポット溶接性が得られる。これは、薄膜樹脂皮膜がアルミめ

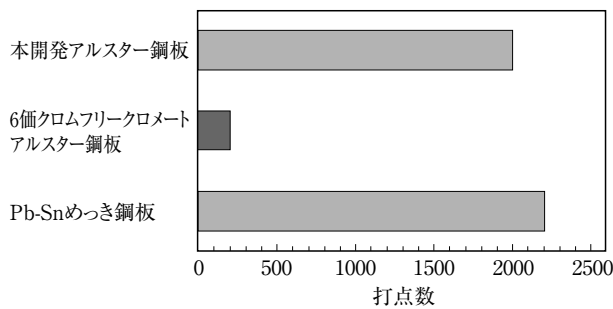


図9 連続スポット溶接時の電極寿命

Fig. 9 Electrode life in continuous spot welding of specimens.

<条件> ・電極 CF型 (先端 4.5mmφ), 加圧力; 2200N  
通電サイクル; 11サイクル (60Hz)

き層の銅電極へのピックアップを抑制し、電極への堆積を軽減できるためと考える。

### 3.4 外面耐食性

タンク外面には冬期の道路に散布される融雪塩による厳しい塩害環境に耐えうるようにするため、防食塗装が施される。図10に黒色のメラミンアルキッド塗装を施した各材料の塩害模擬の複合サイクル腐食試験(CCT)後の外観を示す。なお、本開発アルスター鋼板の場合、塗装前のアルカリ洗浄で薄膜樹脂被覆は除去されている。本開発のアルスター鋼板はクロスカット部から赤錆も発生せず、良好な塗装後耐食性を有している。

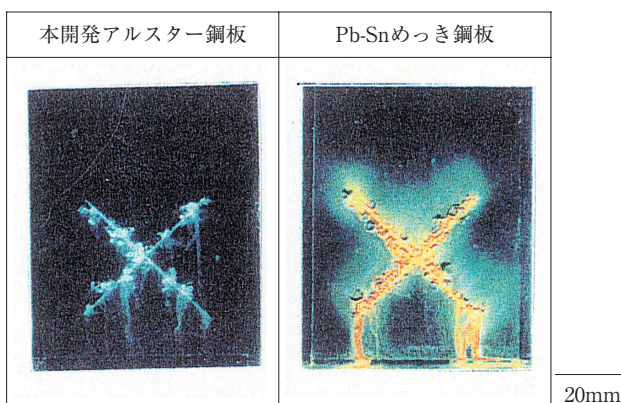


図10 黒色塗装を施した供試材の複合腐食試験後の外観

Fig.10 Appearance of specimens after cosmetic corrosion resistance test.

<条件> ・黒色塗装; メラミンアルキッド系, 膜厚30μm  
・複合腐食条件; JAS0-609-91, サイクル数; 200サイクル  
・サイクル条件; 塩水噴霧 (35℃×2h)  
→ 乾燥 (60℃×4h)  
→ 湿潤 (50℃, R.H.95%×2h)

## 4. 結 言

開発した自動車燃料タンク用アルスター鋼板は溶融9%Si-Al合金めっき鋼板上に6価クロムフリーのクロメート処理を行い、その上にアルカリ可溶性の薄膜樹脂皮膜を1μm形成させた構成であり、以下の品質特性を有する。

- (1) 燃料タンク用アルスター鋼板は水や有機酸を含有している劣化ガソリンに対してAl-Si合金めっき層が鋼素地の侵食を防ぎ、優れた耐食性を有する。
- (2) 6価クロムフリーのクロメート処理により良好な外面耐食性が得られる。
- (3) アルカリ可溶性の薄膜樹脂被覆により、潤滑・加工性および連続スポット溶接性が飛躍的に向上する。
- (4) このアルカリ可溶性樹脂皮膜はシーム溶接前のアルカリ洗浄で溶解除去できるため、シーム溶接作業への影響はない。

このような特性を有する本開発材は鉛フリーの燃料タンク用材料として最適である。

### 参考文献

- 1) 布田雅裕, 伊崎輝明, 大森隆之; CAMP-ISIJ.10, 1237 (1997)