自動車の進化を支える環境適合商品が市内産業員 ――燃料タンク用鋼板「エココート®ーS」

長年の地道な努力で優れた製品技術を生み続ける

燃料タンク用鋼板の耐食性を高めた 「ターンシート」

「製・販・技・研が連携し、市場戦略を共有し続けながら製品開発に地道に取り組んだ結果生まれた『エココート®ーS』は、燃料タンク用鋼板の長い技術開発史の中で蓄積したお客様のニーズへの対応実績と、社内外の専門家との人脈が基盤となって誕生した燃料タンク用鋼板の集大成です」と、自動車鋼板営業部部長の末木裕治は語る。

燃料タンクは、車内居住性を確保するために車体床下に設置される(図1)。材料には「強度・耐疲労性能」に加えて、外面は塩害腐食環境、内面は燃料劣化に伴い生じる過酷な腐食環境に対応した優れた「耐食性」が求められる。また、タンクの設置スペース制約から複雑な形状に対応できる「成形自由度」も要求される。

現在、燃料タンク用材料は鉄と樹脂に大別され、ヨーロッパでは樹脂が主流だが、日本では鉄鋼メーカーと鉄タンクメーカーとのコラボレーションを基盤に、リサイクル性や燃

料透過防止に優れた鉄が主流となっている。

燃料タンク用鋼板で特に重視される性能は、多様な燃料に対する「耐食性」だ。使用される鋼板は、冷延鋼板に始まり、 亜鉛めっき鋼板、ターンめっき鋼板と変遷してきた。1960年代に、新日鉄では、米国で開発された鉛と錫の合金をめっき したターンめっき鋼板に独自の改良を加え、燃料タンク用鋼板「ターンシート」を完成させた(図2)。



部長 末木 裕治 (1977 年入社 金属物理学専攻)



自動車鋼板営業部自動車鋼板 商品技術グループマネジャー 伊崎 輝明 (1981 年入社 化学専攻)

図2 燃料タンク用材料の開発史





新日鉄が2005年に開発・商品化した環境適合燃料タンク用鋼板「エココート®ーS」が、このた び「第41回市村産業賞貢献賞」を受賞した。自動車の燃料タンクには、製造工程でのプレス成形性、 溶接性、塗装性と、使用時の耐久・耐食性、安全性に加えて、近年では、さまざまな観点での環 境対応も求められている。開発した鋼板は、これらすべてのニーズに対応した材料であり、特に、 今後拡大するバイオ燃料使用時に懸念される耐食性、燃料透過 (燃料の大気への蒸発) 防止で優 れた特性を発揮する。本特集では、八幡技術研究部を中心に進められた、エココート®ーS開発に 至る長年の技術開発の軌跡を紹介する。

未来を信じて水面下で独自技術を育てる。 「エココート®ーT」の登場

しかし、1990年ごろから本格化した環境負荷物質規制強 化の中で、燃料タンク用鋼板の「脱鉛」が志向されるように なり、ターンシートを開発・生産していた八幡製鉄所と八幡 技術研究部は、鉛に代わる有力な元素の選定と組み合わせ を検討し、1995年には、「アルミめっき」と「錫-亜鉛めっき」 の2つの材料に絞り込んだ。その後、一部の自動車メーカー の要請に基づき、1997年に燃料タンク用アルミめっき鋼板の 供給・技術サービス体制を確立した。

「一方では、錫-亜鉛めっき鋼板を求める声も強くありま した。錫-亜鉛めっき鋼板は、長年、タンク材料の開発・実 用化を進めてきた八幡製鉄所と八幡技術研究部が、耐食性、 加工性、溶接性などのバランスに優れるとしてこだわってき た材料です。ラボ試験やパイロットラインを使い、錫-亜鉛 めっき鋼板の開発を地道に進めていました」と、燃料タンク 用鋼板の研究開発に長く携わってきた自動車鋼板営業部自

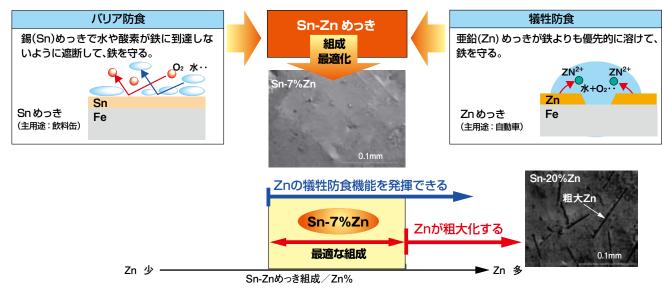
動車鋼板商品技術グループマネジャーの伊﨑輝明は語る。

錫-亜鉛めっきは、バリア防食性や優れた延性を持つ錫 と、犠牲防食性を持つ亜鉛を微細・均一に分布させたもの だ(図3)。八幡技術研究部では地道に研究を続ける中で、 総合的特性に優れる錫と亜鉛の組成バランスを導き出すと ともに、最適な製造法を確立し、1999年の11月に「エココー $\mathbf{F}^{\mathbf{8}} - \mathbf{T}$ 」として商業生産に踏み切った。

その後、省スペースニーズからタンク形状の複雑化が進み、 アルミめっき鋼板の加工性と溶接性の低さがネックになり始 め、また燃料の多様化が進む中で、アルコール混合ガソリン に対する耐食性も課題となり、これらすべての特性に優れる 「錫-亜鉛めっき」が再び注目されるようになった。

「私たちには、独自技術である錫-亜鉛めっき鋼板を世の 中に広めたいという強い思いがありました。2種類のめっき 鋼板の技術開発と生産を並行して進めた当時の苦労は並大 抵ではありませんでしたが、この地道な取り組みがなかった ら、樹脂タンクに市場シェアを奪われていたかもしれません」 (伊崎)。

図3 錫-亜鉛めっきにおけるバリア防食と犠牲防食



延性を有する Sn の "バリア防食効果" と Zn の "犠牲防食効果" を併用。 "粗大な Zn" による耐食性劣化の悪影響を回避できる最適組成 (Sn-7%Zn) を決定した。

新たな発想で耐食性を飛躍的に高める―「エココート®-S」

自動車燃料の多様化への新たな挑戦

1990年代初めから一部の車種で採用され始めた樹脂製 燃料タンクは、市場シェアを徐々に拡大し、2000年ごろ には「鉄VS樹脂」の構図が明確になってきた。その中で、 2005年ごろから活発化した世界的なバイオ燃料の導入検 討に伴い、燃料タンク用材料の一層の耐食性向上が求め られることとなった。さらに薄肉・軽量化による燃費向上、 衝突時の燃料漏れ防止、マテリアルリサイクルなどの要求 も厳格化した。バイオ燃料は、従来のガソリンに比べ分 解しやすく、腐食促進因子である有機酸が生成するため、 バイオ燃料への耐食性を充分に高めた材料の開発が必要 となった。

八幡技術研究部は、エココート®-Tの技術をベースに、 耐食性を最大限に発揮するめっき組織の開発を目指した。 長年、総合技術センター (RE) で鋼材の表面処理研究に 携わり、2002年から燃料タンク用鋼板の開発に取り組ん だ八幡技術研究部亜鉛めっき研究グループ主幹研究員の 黒崎将夫は、開発のプロセスを次のように語る。

「まず、『腐食過程で一体何が起きているのか』という観 点からめっき層を詳細に分析しました(図4)。めっきの微 細組織が耐食性に与える影響を明確化し、最終的に、エ ココート®-Tのめっき組成を変えることなく、鋼板の耐 食性を飛躍的に高めることに成功しました」

そして誕生したのが「**エココート**®ー**S**」だ。

亜鉛の微細化を促す プレめっきの新たな機能を活用

「エココート®-S」開発のポイントは、めっきされる鋼 板の表面状態を制御することで、溶融した錫-亜鉛めっ き層の凝固組織を理想的な形態にするもので、その手段 として、現在の製造プロセスでも用いられている鋼板表 面の前処理を機能的に活用したところにある。錫 – 亜鉛 めっきは、凝固する際に、めっき組織の粒界部に亜鉛が 偏析する傾向がある。燃料タンクとして使用されるうち に、この偏析した亜鉛が溶解してタンク内部の腐食を促 進させることを明らかにした。

「当初、溶融めっきの冷却方法を制御しようと試みました が、最終的には、溶融めっき層の凝固が開始する鋼板表面

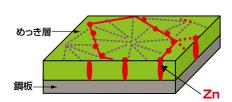
に『凝固核』を付与すること が、亜鉛を微細に分散させる ために最も重要であることが 明らかになりました」(黒崎)。

エココート®-Tの立ち上 げ期から錫-亜鉛めっきの研 究開発・実機化に取り組んで きた八幡技術研究部亜鉛めっ き研究グループ主任研究員の 後藤靖人は、その地道な研究 の日々を振り返る。



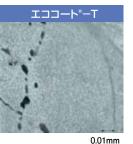
八幡技術研究部亜鉛めっき研究 グループ主幹研究員 黒﨑 将夫 (1984年入社 金属工学専攻)

図4 エココート®ーTのめっき組織



めっき層を貫通するZn(数 μ m〜数 10μ m)が 結晶粒界に偏析しており、 これが腐食の起点となることを解明

図5 エココート®の表面断面図





0.01mm



凝固組織制御によりZn を微細分化させることに成功

図6 燃料タンク内面耐食性比較

試験条件: 劣化バイオディーゼル +10% 水 (90℃×1,000 時間)

> エココート®-Sは、従来材を 遥かに上回る耐食性を有する。







「REや大学の凝固の専門家との連携を図り、めっき組 織制御方法の基本的な考え方を確認していきました。そ の後、工場の操業技術・プロセス技術スタッフと連携し、 安定的に製造するための操業条件を確立していきました|

そして、安定した品質での供給体制を築き上げ、従来 と同じ製造ラインと生産性 (ライン速度) で、錫と亜鉛を 均一に微細分散させ、飛躍的に耐食性を高めた「エココー ト®-S」を商品化した(**図5、6**)。

エココート®-Sの拡販戦略をリードする八幡製鉄所薄 板部薄板管理グループマネジャーの水口俊則は、今後の 市場拡大への鍵はお客様の使用環境に踏み込んだ技術 サービスにあると語る。

「商品価値を高めるためには、溶接などお客様の使用環 境の最適化が重要です。八幡技術研究部をはじめ、REの 研究部や本社・各支店の技術サービス部門とともに、お 客様の声を迅速に吸い上げ、使用条件の認知・改善に取 り組んでいます |



八幡技術研究部亜鉛めっき研究 グループ主任研究員 後藤 靖人 (1996年入社 材料工学専攻)



八幡製鉄所薄板部 薄板管理グループマネジャー 水口 俊則 (1982年入社 分子工学専攻)

優れた特性をベースに付加価値を高めて 市場に挑む

2005年7月から商業生産を開始したエココート®-Sは、前 述の特長だけでなく、薄肉による軽量化やマテリアルリサイ クルが可能など環境対応に適していることから、既にほとん どの日本の乗用車メーカーで採用が進み、2009年度内には 国内のすべての乗用車メーカーで採用される予定だ。また日 系自動車メーカーへの輸出をはじめ、韓国やその他海外メー カー向けへの輸出も始まっている。

特に加速化する燃料の多様化において、樹脂製燃料タン クにはガソリンが透過しやすい弱点があり、また、少量多品 種生産には向かないなど製造上の制約があるため、今後、少 量生産車種(海外の高級車など)へのエココート®-Sの採用 も期待される(図7)。

「優れた耐食性を発揮する材料特性に加えて、シミュレー ションを駆使して軽量かつ自動車設計に有利な形状のタンク (例えば扁平タンク)の提案、さらにはタンク内部に仕切り板 (セパレーター)を設置することで燃料の揺動に伴う音を抑え られるといった鉄タンクの強みを引き出すソリューションを 提供していくことが、今後ますます重要になっていきます」 (黒崎)。

「鋼板表面を制御することでめっきに新たな特性を付与す るという発想は、表面処理鋼板開発の新たな可能性を切り拓 きました。今後はこの考え方をさらに発展させて表面処理鋼 板の開発を進めます」(後藤)。

「燃料タンクは鋼材開発に必要な技術の集大成です。社内 外の各部門と連携を一層強化して、お客様に喜んでいただけ る製品・技術の提供を目指していきます」(水口)。

図7 樹脂タンクとの特性比較

〔材料への要求性能〕 エココート "-S 開発材 樹脂タンク材 外面耐食性 15年以上の防錆保証可能 (耐久性) ガソリンやエタノールに対する膨潤や溶出の可能性 内面耐食性 いずれの燃料にも極めて (燃料多様化対応) 優れた耐食性を示す エタノール混合ガソリンは蒸気圧が高く燃料透過に課題 燃料透過の規制 燃料透過無し 温度上昇時にも燃料透過の課題 環境負荷物質規制 環境負荷物質フリー 軽量化 高張力鋼板の活用で樹脂同等 薄肉化には課題あり(現状は 6mm 程度が必要) 形状設計自由度 ブロー成形により形状自由度は比較的高い 鋼板材質選択で対応可能 リサイクル性 リサイクル性に課題 マテリアルリサイクル可能 コスト コスト低減には課題あり(多層化、生産性など) 適正材質選定等での低コスト化可能

自動車鋼板営業部 自動車鋼板商品技術グループ TELO3-3275-7832 お問い合わせ先