

特集 エコマテリアル研究の取り組み*

Activity of Ecological Material Research

加藤 良浩

Yoshihiro Kato

大林 伸吉

Shinkichi Obayashi

As the environmental problem concerning End of Life Vehicle is getting worse, successive laws and regulations have been established in Europe and JAPAN. We have attempted to develop material that is easy to recycle and to improve recycling technology of products already in the market with the aim of improving their recycling properties. Further, we have looked to develop alternate materials and change promotions with the aim that hazardous substance products may be abolished. We shall introduce the current trend of legal regulations for End of Life Vehicle and the activity of the ecological material research development.

Key words : Eco-material, Recycling technology, Printed circuit board, Hazardous substance elimination, Hexavalent chromium free zinc plating, Lead-free carbon brushes

1. はじめに

1998年のデンソーテクニカルレビュー¹⁾において、当社における過去からの公害防止の取り組みと最近の地球環境問題に対する取り組みに関して特集解説を行った。そこでは従来の公害問題と比較して、オゾン層破壊、地球温暖化等の地球環境問題の特徴が説明されている。

その後、使用済み自動車を巡る環境問題がクローズアップされ、欧州では2000年9月には欧州廃車指令が、日本では2001年6月にフロン回収法が、2002年7月には自動車リサイクル法が制定された。

当社では以前より、製品のリサイクル性の向上を目指して、リサイクル容易な材料開発と既に市場にある製品のリサイクル技術の開発に取り組んできた。また、製品に使用する環境負荷物質の廃止を目指し代替技術開発と切り替え推進に取り組んできた。

本稿では、使用済み自動車に関する法規制の動向と、当社におけるエコマテリアル研究の取り組みを紹介する。

2. これまでの取り組み

当社における過去からの公害防止の取り組みと最近の地球環境問題に対する取り組みについては、1998年のデンソーテクニカルレビュー¹⁾で紹介しており、その項目は以下のとおりである。

- ・70年代の工場廃液等の公害防止
- ・80年代の省資源・リサイクル、省エネルギー
- ・90年代のオゾン層破壊物質全廃
- ・鉛、カドミウム、6価クロム、アスベスト等の環境負荷物質削減

- ・リサイクルしやすいように、樹脂部品に材質コードを表示
- ・排出ガス浄化技術の開発、製品の小型・軽量化
- ・カーエアコンに使用する冷媒用フロンの新冷媒への早期切り替え、使用済み冷媒の市場回収

3. 使用済み自動車に関する法規制動向

3.1 使用済み自動車に関する環境問題

近年、使用済み自動車を巡る環境問題がクローズアップされてきた。具体的には、廃車後にシュレッダー処理され埋め立て処分されるプラスチック類などの有効利用の問題、焼却処分する際のダイオキシン発生の問題、埋め立て処分されるシュレッダーダストから土中への重金属の溶出の問題、使用済み冷媒ガスによるオゾン層の破壊と地球温暖化の問題等々である。

3.2 欧州廃車指令

欧州では、2000年9月に欧州廃車指令が採択され、2002年7月以降に販売される車両、及び、2007年7月以降に現存する全車両に関し、自動車メーカーは最終所有者から廃車を無償回収し、費用のすべてまたは多くの部分を負担することとなった。

また、一部の適用除外材料・部品を除き2003年7月以降に欧州で販売する車両への鉛、カドミウム、水銀、6価クロムの使用が原則禁止され、2005年以降の型式認証車から自動車のリサイクル可能率を95%以上とすることが認証要件となり、リサイクル実効率を2006年には85%以上、2015年には95%以上とすることが定められた。

3.3 フロン回収法と自動車リサイクル法

日本では、2001年6月にフロン回収法が成立し、

* 2002年8月6日 原稿受理

2003年10月以降カーエアコンのフロンの回収・破壊が義務付けられた。

また、2002年7月には自動車リサイクル法が成立し、2004年12月以降、自動車製造事業者・輸入事業者は、シュレッダーダスト、フロン、エアバッグの3点の引き取り義務を負い、自ら又は委託によりリサイクルを実施することとなった。

4. 製品リサイクル研究課題

4.1 当社製品のリサイクルの現状

当社製品のリサイクルの現状は、その製品の取り付け部位により、大きく三つに分類される。

一つは、事前抜き取り又は解体される製品で、エアコンの冷媒フロン、ラジエータ冷却液、オルタネータ、スタータ、コンプレッサ、銅製ラジエータ、排気ガス触媒単体等である。冷媒フロンとラジエータ冷却液は回収され適正処理されないことがあることがある。オルタネータ、スタータ、コンプレッサの内、程度の良いものはリユースされている。

もう一つは、エンジンやトランスミッションに搭載されている点火コイル、インジェクタ、スロットルボデー、エアフローメータ、回転・圧力・温度等のセンサ類、アクチュエータ類で、これらはエンジンやトランスミッションと一緒に自動車から解体され、アルミ溶解炉に投入され、アルミの回収リサイクルが行われている。その際に樹脂・ゴム等は燃焼し、鉄や銅が溶解残渣となって残り、残った溶解残渣は電炉業者でリサイクルされたり、埋め立て処分されたり等している。

もう一つは、ボデー、シャシーに搭載されているエアコンユニット、コンビネーションメータ、ラジエータ、コンデンサ、ABSアクチュエータ、ワイパ、ウインドモータ等のモータ、リレー、プリント基板等々である。これらの内、アルミ製ラジエータやコンデンサは解体されることもあるが、基本的にはシュレッダー処理され、その後、磁力選別、磁気誘導選別、比重選別、風力選別等々の選別工程を経て、金属成分と非金属成分が分離され、鉄、アルミ、銅等の金属成分のほとんどはリサイクルされている。樹脂、ゴム、プリント基板、無機物等はシュレッダーダスト中に混入し、埋立処分されている。

4.2 エコマテリアル研究課題

以上のような当社製品のリサイクルの現状より、当社におけるエコマテリアル研究の主要な研究課題は以下のとおりである。

リサイクル技術開発

- ・シュレッダーダスト発生量低減につながるリサイクル容易な材料/リサイクル技術の開発
- 環境負荷物質代替材料開発
- ・シュレッダーダスト中に鉛、カドミウム等の重金属類が混入しないような代替材料の開発
- ・シュレッダーダスト焼却時にダイオキシンが発生しないような代替材料の開発

5. エコマテリアル研究の取り組み

5.1 リサイクル技術開発

5.1.1 カーエアコン・ケース用PP樹脂リサイクル技術開発

当社で最も使用量の多い樹脂材料はPP樹脂で、カーエアコン・ケースがその用途の大半を占めている²⁾。この材料のリサイクル技術開発に関しては、1998年のデンソーテクニカルレビュー³⁾で紹介しているのでそちらを参照されたい。

5.1.2 PA樹脂のコンポジット・リサイクル技術開発

当社でPP樹脂に次いで使用量の多い樹脂はラジエータエンドタンク用のPA樹脂である²⁾。ラジエータエンドタンクにはガラス繊維で強化したPA樹脂を使用しているが (Fig.1), PA自身が加水分解により、劣化していること、及び、リサイクルに際し、粉碎し、混練することにより、配合されているガラス繊維が損傷し、繊維長が短くなるために、所期の材料特性が得られない。そのため、ラジエータエンドタンクにリサイクルできずに、プラスチック杭や輪止め等の材料としてリサイクルすることが限界であり、実際には大部分が埋め立て処理されている。

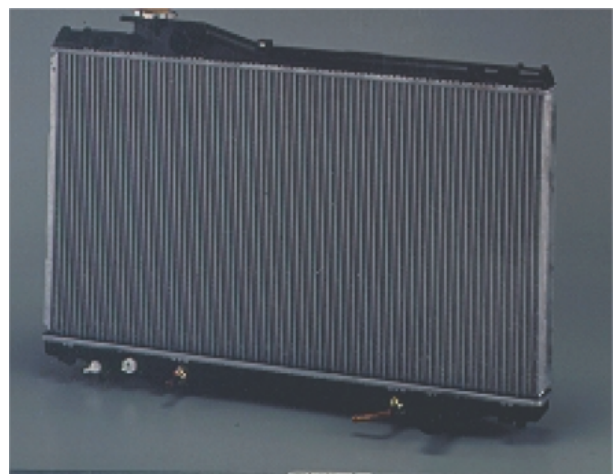


Fig.1 Radiator (Black portions are end-tanks)

以上のことより、当社は、PA製ラジエータエンドタンク用の新たなリサイクル技術であるコンポジット・リサイクル技術を開発中である。2001年にはパイロットプラントを建設し（Fig.2）、コンポジット・リサイクルによりラジエータタンクを再生した。



Fig.2 Pilot plant for composite recycling
(Mississauga city in Canada)

5.1.3 次世代プリント基板の開発

近年、エレクトロニクス化の進展により、プリント基板の使用量が増加しており、環境への配慮から、リサイクルが求められていた。更に、多層プリント基板は、携帯電話用、携帯電話基地局用、大型コンピュータ用、自動車用ECU用の実装基板として様々な分野で用いられているが、近年、電子製品の急速な小型化、高機能化に伴い、より高品質で低コスト、高多層のプリント基板が求められていた。

そこで、当社では、従来の多層基板より高品質、低コストでリサイクルでき、一括プレス加工で高多層化が可能な次世代の画期的なプリント基板の開発に取り組んだ。

その結果、従来の多層工法より高品質、低コスト、高多層の容易化をすべて満たす多層プリント基板「PALAP基板（Patterned Prepreg Lay Up Process）」の開発に初めて成功した。（Fig.3）

従来のプリント基板の素材は、熱硬化性樹脂を使用し、一旦硬化すると、加熱しても再び軟化することがないため、ベース樹脂のリサイクルが困難であった。一方、PALAP基板では、素材にリサイクル性を持つ熱可塑性の液晶樹脂又はポリエーテルエーテルケトン樹脂を採用し、更にガラスクロスを用いない構造としたため、リサイクルが可能となった。

また、PALAP基板では、各基板層を独立してパタ

ーン形成した後、積み重ねて熱プレスすることで多層基板を作ることができ、高機能なプリント基板を製造することが可能となった。

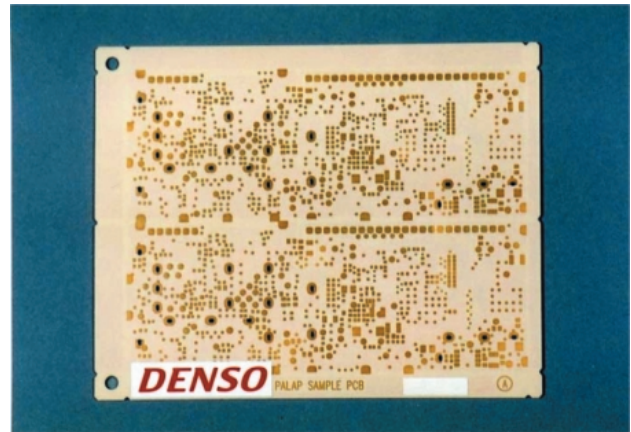


Fig.3 PALAP electrical circuit board

また、PALAP基板は柔軟性がありフレキシブル基板としても使用可能である。（Fig.4）このため、例えば、ディスプレイ用のフレキシブル基板と実装基板を一体化することができる。

更に、金属、セラミック板等と容易に融着可能なため、高耐熱放熱基板としても使用可能である。



Fig.4 Flexible PALAP electrical circuit board

5.2 環境負荷物質代替材料開発

5.2.1 鉛フリーはんだ

当社で最もはんだ使用量が多い用途はプリント基板実装用途であり、鉛使用量の大半を占めている^{2) 4) 5) 6)}

このはんだ鉛の廃止を目標に、鉛フリーはんだの技術開発を進めている。詳細は、1998年のデンソーテクニカルレビュー⁷⁾で紹介しているのでそちらを参照されたい。

5.2.2 鉛フリー・カーボンブラシ

スタータ等の電機モータ用ブラシには、高寿命及び高性能を実現するため、鉛が数%添加されることが多い。今回当社では、鉛の低融点、高潤滑性等の物性に

着目し、同等の特性を有する新たな代替材を選定し添加、更には、固体潤滑剤や研磨材の種類及び量の最適化を行い、ブラシ及びコンミの表面状態を改善し、懸念点である接触抵抗を抑制することにより、鉛含有ブラシ同等以上の寿命及び性能を有する鉛フリー・カーボンブラシを新たに開発した。Fig.5にブラシ寿命を比較した結果を示す。従来の鉛添加カーボンブラシ（Lead added）から単純に鉛を抜いたもの（Lead free）では寿命が低下してしまうが、今回開発した鉛フリー・カーボンブラシ（Developed）は寿命を約2倍に延ばすことができた。

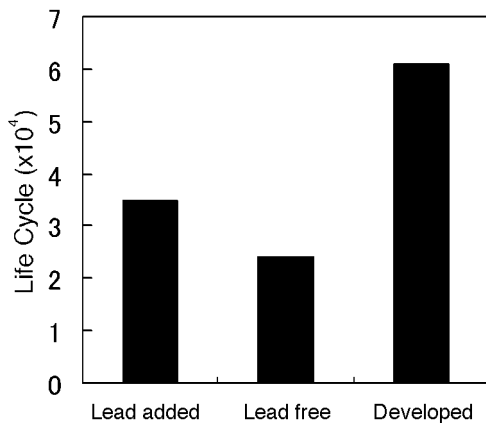


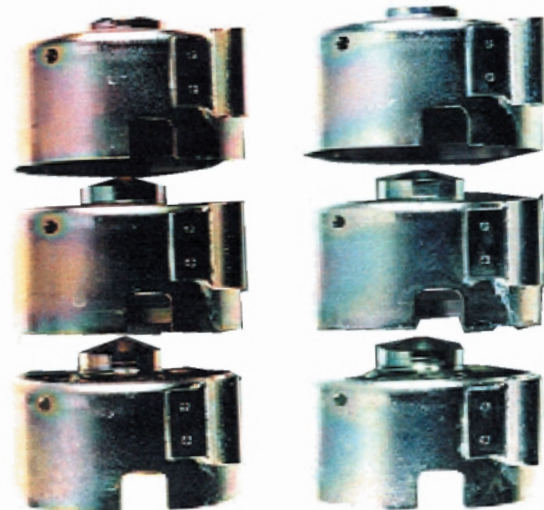
Fig.5 Evaluation result of lead-free carbon brush

5.2.3 6価クロムフリー亜鉛めっき

6価クロムはアルミや亜鉛めっき上のクロメート処理など防錆用途で幅広く使用されている一方で、皮膚炎や発癌性といった人体への影響が指摘されている。当社では1990年代半ばより6価クロム代替技術の開発に取り組んできており、順次製品への適用を進めている。1製品あたりの6価クロム使用量の最も多いエバポレータのアルミクロメートについては、耐食性に優れた特殊チタン系皮膜を開発し、1999年より他社に先駆けて実用化した⁸⁾。また、最も一般的に使用されている亜鉛めっきクロメートについては、従来の6価クロムを含有したクロム酸皮膜と同等以上の耐食性を有し、無害な3価クロムからなる特殊クロム系皮膜を開発し、2003年3月からは当社西尾製作所での量産流動を開始した。(Fig.6) Fig.7に従来の6価クロムのサンプルと今回開発した3価クロムのサンプルの96時間塩水噴霧試験結果を示した。どちらも赤錆は発生していない。



Fig.6 Trivalent chromium treatment process



Hexavalent chromium Trivalent chromium

Fig.7 Salt spray test result for 96 hours

更に、亜鉛めっき鋼板のクロメートについても、鋼板メーカーと共同で従来と同等以上の品質を得られる特殊化成処理鋼板の開発を完了している。

6. おわりに

使用済み自動車に関する法規制が制定され、使用済み自動車に関する環境問題も改善に向けて大きく動き出した。

当社においても、製品の使用段階のみならず、使用後のことも考慮して、事前に製品が環境に与える影響をトータルに評価して、削減する努力を今後とも継続していきたい。

<参考文献>

- 1) デンソーテクニカルレビュー Vol.3 No.1 (1998)
pp.3-9 .
 - 2) 株式会社デンソー 環境報告書 2000年版
 - 3) デンソーテクニカルレビュー Vol.3 No.1(1998)
pp.10-16 .
 - 4) 株式会社デンソー 環境報告書 1999年版
 - 5) 株式会社デンソー 環境報告書 2001年版
 - 6) 株式会社デンソー 環境報告書 2002年版
 - 7) デンソーテクニカルレビュー Vol.3 No.1(1998)
pp.17-24 .
 - 8) SAE TECHNICAL PAPER SERIES 2002-01-0947
pp.1-5 .
- 上記1)～7)は弊社ホームページに掲載あり .
URL: <http://www.denso.co.jp/DTR/>



<著 者>



加藤 良浩
(かとう よしひろ)
材料技術部
リサイクル,環境負荷物質関連の研究
に従事



大林 伸吉
(おおばやし しんきち)
材料技術部
表面処理,環境負荷物質関連の研究に
従事