

≡ ≡ ≡ 総 説 ≡ ≡ ≡

樹脂製品の表面処理技術

Coating technology of plastic parts

荻 巢 康 彦 *

1. はじめに

表面処理技術はあらゆる分野で利用され自動車産業においても生産から製品に至るまで多くの表面処理技術が使われている。

当社においても樹脂材料をはじめゴム材料、金属材料へと広く活用されている。

本報では特に樹脂材料への表面処理技術の係わりについて社内での適用例を紹介しながら今後の技術動向と抱える課題とそれを具現化する為の最近の取組み状況について総説する。

2. 樹脂表面処理技術の変遷

表—1に当社の樹脂材料へと適用した表面処理技術の変遷についてまとめた。

以下に当社固有の代表的な開発事例について2, 3紹介する。

2-1 部分めっき技術¹⁾

自動車樹脂装飾めっきの部分めっきニーズに対応した技術開発で、必要な部分のみにめっき処理し不必要な部分はABSの成形肌とすることにより後塗装の塗料との付着性についても安価な汎用塗料が使える、また他法に比べてめっき見切りの外観を飛躍的に向上させようとする技術である。

本技術はABS成形素材に一条のV溝を形成する(パテント登録済み)ことによりV溝を境にして無電解めっきが切断され、これにより電解めっきを遮断するという原理を用いた部分めっき技術である。

写真—1は溝きり法によってフロントグリルに部分めっきを適用した事例である。

表—1表面処理技術の変遷

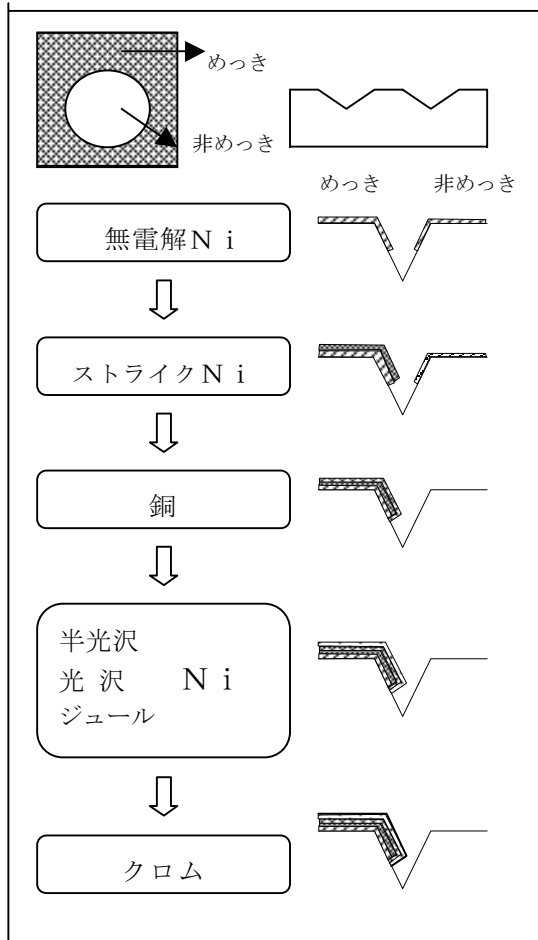
年度	技術・塗料開発の変遷
1964	真空蒸着技術(内装)
1965	樹脂めっき技術(外装)
1970	マイクロ-ラスめっき技術
1975	外装トップコート塗料
1977	TPE塗料 PP0めっき技術 RIM塗装技術
1979	スパッタリング技術 静電植毛技術
1980	UV硬化処理技術
1981	プラズマ処理技術 多色スパッタリング技術
1985	ポッティング技術
1986	SEBS塗料
1987	カウンターコロナ放電処理技術
1989	TCEレス洗浄技術
1992	D席A/B/パッド1コート塗料
1995	金型イオン窒化処理技術
1996	V溝部分めっき技術
1997	PWT処理技術
1998	軟質光輝処理技術
1999	1液/2液塗料



写真—1 部分めっきグリル

* Yasuhiko Ogisu 材料技術部 表面処理開発G

図—1に溝切り部分めっきのメカニズムを示す。円周状の一条の溝により溝の底部にて無電解が切断され、以降の電解めっきが溝部に切断され通電部のみめっき膜が成長し、非通電部に残った無電解Ni膜は電解めっき浴の酸により溶解し消失するというメカニズムにより部分めっきが完成する。



図—1 部分めっきメカニズム

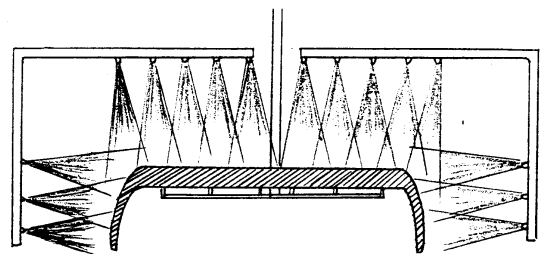
マーなしで1コートで上塗り塗装をしかも低温焼付(80℃×30分)にて可能とした技術である。写真—2はフロントバンパーに適用した事例である。



写真—2 PWT処理バンパー

PWT処理の概要と原理について説明する。PWT処理は水系洗浄工程のゾーンにオゾン水をバンパーにシャワーリング(図—2)するステージを数槽設けて行う。

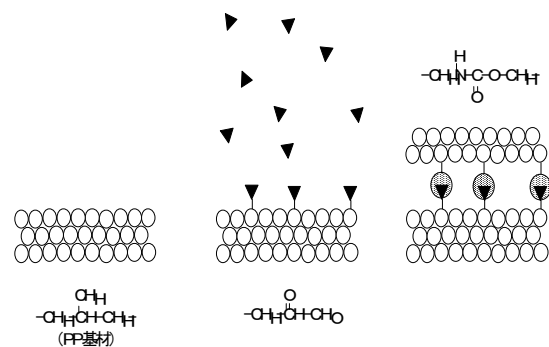
ポリプロピレン表面に塗料と結合し易いカルボニル、カルボキシル基(図—3)といった官能基をオゾンにより生成させるという原理によりポリプロピレンの表面が改質される。



図—2 PWT処理

2-2 PWT 処理技術

PWT (Primerless Water Treatment) 処理技術とは塗装前処理技術である。バンパー、インパネ等に使用されているTSOP (Toyota Super Olefin Polymer) に代表されるオレフィン系材料は、成形等の利便性はあるものの塗装性等は著しく阻害され通常はプライマーを塗布したり焼付温度を高温化するなどして処理されるが、いずれも工程的には負担増となり望ましくない。そこで前処理洗浄の水系化(脱TCE)に合せて水系洗浄工程の中で表面を強力な酸化力をもつオゾン溶解させたオゾン水によってシャワーする(特許登録済み)ことによってオレフィン表面を改質しプライ



図—3 PWT処理の原理

2-3 軟質光輝処理技術²⁾

米国5マイル規制および歩行者保護といった観点より、衝突しても割れない光輝膜ニーズに対応した技術開発でスパッタリングという手法を用いて軟質基材(TPO)に亀甲構造(USパテント登録済み)を持つ光輝膜を成膜し(写真-3)、この亀甲構造により変形を吸収する割れない光輝膜を実現した。

写真-4は、フロントグリルに適用した光輝膜が捻りを加えても光輝膜が割れることなく変形に対して耐え得ることを証明する。

図-4に、軟質光輝膜を製膜する今回用いたスパッタリング装置の概要を示す。円筒型のスパッタリング装置によりワークがターゲットの周りを自公転しながら光輝膜が成膜される。

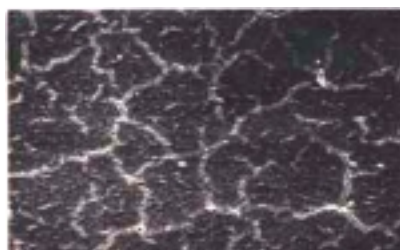


写真-3 軟質スパッタ膜



写真-4 軟質光輝グリル

以上、当社独自に考案した各種表面処理技術を中心に紹介してきたが、この他にも製品セット治具にカウンター電極(対向電極)を埋設し主電極のボール電極を3次元に操作することによって3次元成形品の処理を可能にしたカウンター方式のコロナ放電処理技術(パテント登録済み)とか、あるいはPVD(Physical Vapor Deposition)を用いたイオン窒化処理により金型表面に微細な凹凸を造り、これによって背反事象の明度を上げること

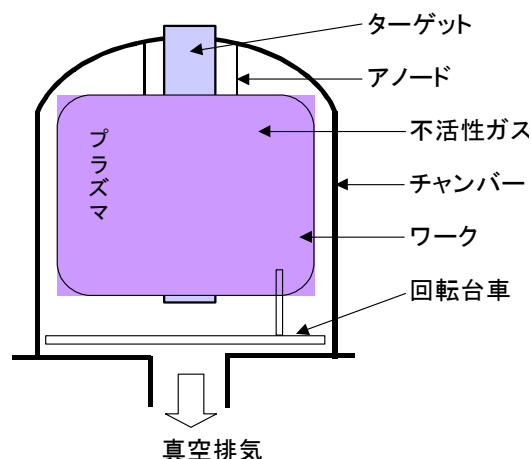


図-4 スパッタリング装置

なく樹脂成形品の表面光沢(グロス)を1.0程度まで下げることが可能となった防眩材着金型処理技術(パテント登録済み)とか、あるいは塗料の統合化に向けて外装用塗料のサイドモール、バンパー、マッドガードといった軟質素材に持ちいられる2液ウレタン系塗料を先ずは統合すべく、サイドモール塗料よりプライマレス1K(1液)/2K(2液)化を可能とした1K/2K塗料・塗装技術の開発とか、これまでに培われた先人達の技術を石杖に更に進化、発展させて色々な表面処理に係わる技術開発を進めて来た。

今後とも後述する金属調塗装の技術開発にも見られる様にその歩みを留めることなく技術開発を継続して行く。

3. 表面処理技術のトレンドと課題

後半の誌面を使って表面処理技術の現在抱える課題とその取組み状況について総説する。

以下に説明する表面処理技術の課題は、顧客要求の変化あるいは社会情勢の変化により大きく左右されるものである。現時点における課題としては新意匠・新加飾、新たな機能付与(機能発現)、循環型環境対応の大きく3つである。

3-1 新意匠・新加飾

自動車内外装部品に要求される本ニーズについては「より本物らしく」「斬新さ」「奇抜さ」とか言った言葉がデザイナーから異口同音に発せられる。

確かに我々が世に出してきた塗装に代表される各種表面処理製品を振り返れば、例えばメタリッ

ク調とか木目調とかあるいはスウェード調とか必ず〜調と称してフェイクを自認してきた。もっとも木質感で言えば、削り出しの本木とか漆といった様な言わば工芸品の手間暇掛けたものとは自ずと工業品が故の限界がある。

一般的に人が木とか金属とかセラミックスとか物質を識別する思考回路は、感性豊かな人ほど5感をフルに活用していると言われている。

これまでの我々の開発はどちらかというと視覚情報に訴える、意識した偏ったものであったと反省される。「より本物らしく」見せる為にはもっと視覚以外の5感に対しても訴える様な着想が必要である。また、「斬新さ」「奇抜さ」といった指摘については前段の「より本物らしく」と関連しており、本来は車格に応じた加飾の住み分けがしたいにも拘らず、品揃えが不足しているため、住み分けが出来なくなった結果、差別化出来なくなった一つの要因となっている。専門メーカーとして車格に応じた加飾技術の品揃えを準備しPRしていくことが賢明である。

3-2 新たな機能付与（機能発現）

塗料を例にしてその考え方を示す。図-5は塗装工学（1998）からの引用である。本誌の内著者、日本油脂（株）中道氏は「塗料の要素技術とは何かを明らかにすることによって周辺分野、境界領域への活用の可能性の大きさが自ずと見えてくる」と結んでいる。

各種技術は、様々な技術蓄積の結果が新たな要素技術となって実を結ぶものであり、その要素技術の整理により新たな機能付与、発現が見えてくるはずである。

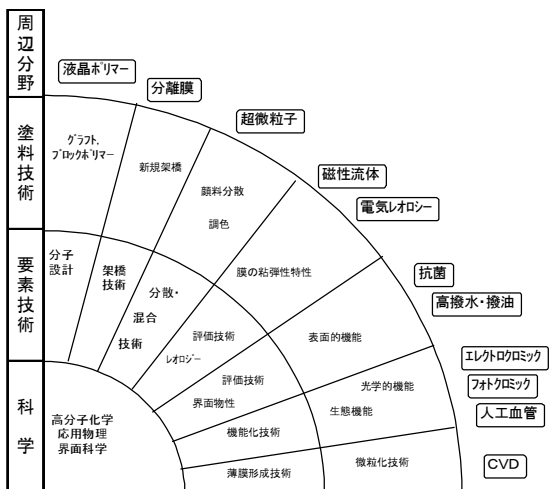


図-5 塗料の要素技術と他分野展開³⁾

3-3 循環型環境対応

昨年7月PRTR（Pollutant Release and Transfer Register）法が成立し、日本語では環境汚染物質排出移動量登録と呼ばれており、2001年からの施行が決定した。これは事業所が、大気や河川などの環境へ化学物質を排出する量や廃棄物として事業所外へ移動する量を行政へ届け出ることを義務化し、行政は届出を整理集計し情報公開する制度である。

このPRTRの制度化で廃溶剤を発生する事業者は、354種の特定化学物質に関して排出、移動の登録および管理が義務付けられる。

この354種の内に塗料あるいは接着剤等に用いる主剤、硬化剤に含まれる内添シンナーおよび希釈シンナーに多く使用されているトルエン・キシレンが含まれている。

近年の溶剤の使用量は270万トン、この内再利用は20万トン程度と確認されている。図-6は排出量上位10物質の排出量を示す。

当社においても塗料、W/S表面処理剤、ゴム加硫接着剤あるいはウレタンハンドル共糊、離型剤などに多くのトルエン・キシレンを洗浄用、希釈用、主剤/硬化剤内添用として使用しており、社外加工メーカーまでの総使用量まで含めると単なるPRTR対象物質の置換のみではなくてVOC規制に立脚した水性化あるいは無溶剤化に向けた本格的な見直しが必要となる。

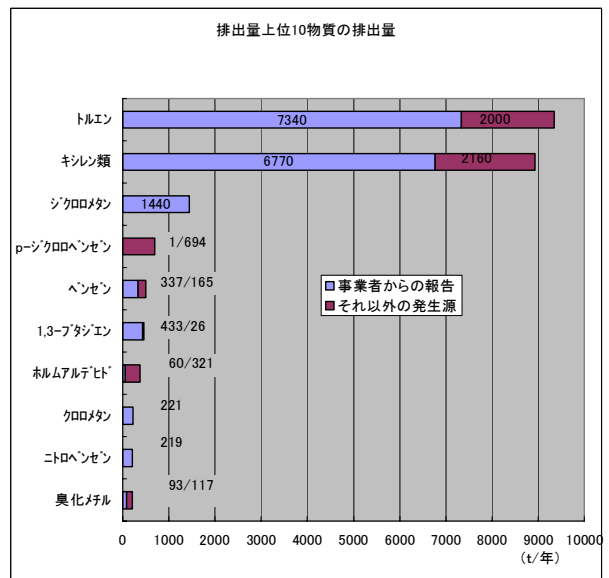


図-6 排出量上位10物質

現状ではこうした廃溶剤は焼却処分され有効成分が再利用されているケースは極めて少ない。廃棄物をもう一度使い直したり他の用途として使うなどの環境循環型経済社会への対応として、取組みを変えていかなければならない。

4. 最近の表面処理技術

前述の大きな3つの課題に対してそれを具現化する最近の表面処理技術開発事例についてトピックスとして以下に紹介する。

4-1 新意匠

4-1-1 高干渉色塗装

代表的なものに日本ペイント製のMAZIORAや南米モルフォ蝶の発色機構を利用したモルフォトーンなどが上げられる。

これらは、いずれも見める角度によって色相が大きく変化するのを特徴とした塗色である。

いずれも既に自動車外板色あるいは内装部品色として車両実績があり、その塗膜構成の1例を図-7に示すが、この塗膜構成からして容易に大幅なコスト高となるにも拘らずその採用が増えて行く傾向が見られる。図-8はモルフォトーン塗装の分光分布（入射角45°のブルーの発色）を示す。

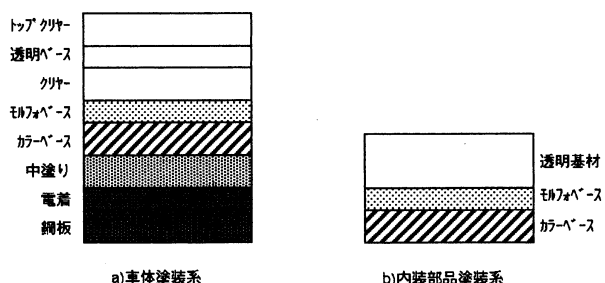


図-7 モルフォトーン塗装塗膜構成⁵⁾

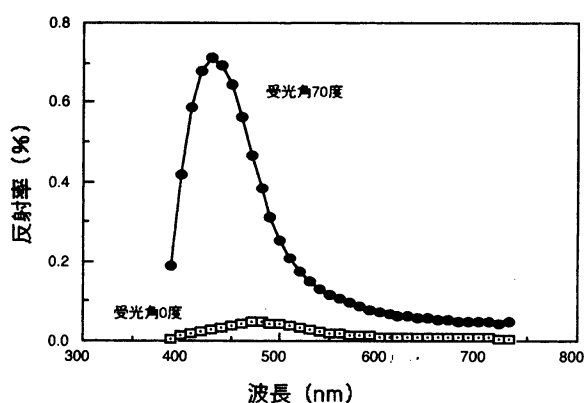


図-8 モルフォトーン塗装分光分布⁶⁾

図-8から受光角(0°と70°)によって分光波長のピークが移動しており色が見る角度によって変わることがわかる。これら開発の着想はやはり蝶、貝殻、昆虫といった生物や植物であり自然界への回帰を改めて痛感する。

4-1-2 新光輝塗装

新規光輝材の開発が活発であり、AlをMgとCrでサンドイッチした5層構造の新規パール顔料とか、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法により10μ程度の酸化鉄の薄膜をコーティングした着色アルミ顔料とか、マイカに代わってアルミナフレークやシリカフレークを基材とした干渉パール顔料、といった新規光輝材が開発され、塗料化されて外板塗装や部品塗装にも今まさに使われ出した。

図-9はその概略図である。

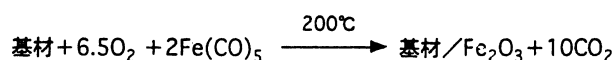
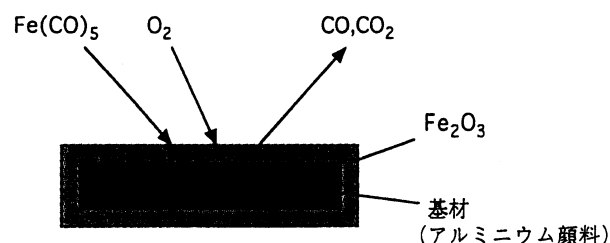


図-9 着色アルミ顔料 (CVD)⁷⁾

写真-5に当社の金属調塗装に用いる光輝材の顕微鏡写真を示すが、これ自身も従来のメタリック塗装に用いられるアルミよりは偏平率が高く粒径も揃った光輝材を用いており、光輝性の高いより金属に近づいた質感が得られ顧客に人気が高い。

という様にこの領域の開発は言い換えれば光輝材の開発という事になり依存度が高い。

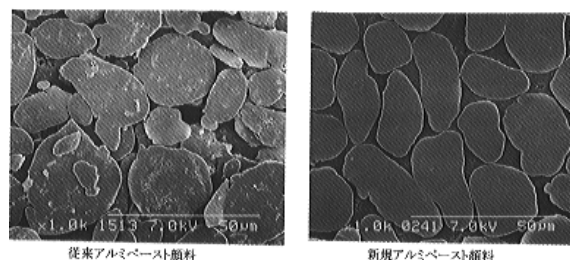


写真-5 金属調塗装光輝材

4-2 機能付与

4-2-1 ナノマテリアル

走査トンネル顕微鏡・STMや分子ビーム、原子レーザーなどの発展によりナノメータ程度の粒子（一粒子あたり百個以下の原子を含む粒子）の製造が可能となった。この粒子はナノマテリアルと呼ばれ特に金属原子において、例えば物質固有の物性値とされる融点が大きく変化したり、磁気的性質も常磁性のものが強磁性変化したり、という様に学術的にも非常に興味深い現象、挙動を示す。

また水より比重の大きいアルミや鉄の酸化物が水中に浮くといった様な特長を利用すると面白い機能が付与される。バルクに分散して使用する樹脂、ゴム材料へ添加するよりは、塗料などの液体の中に添加した方が更に面白い表面特性のみが変えられる。現状、高価なものであるが色んな分野に用途開発され使用量が増えれば一気にコストも下がるであろう。これまでに考えられない様な機能発現が期待される。

表-2に市販されるナノマテリアル材の一例を参考に示す。

表-2 ナノマテリアル

材 質	平均粒子径 nm (μ)	比表面積 m^2/g
Al_2O_3	33(0.033)	50
TiO_2	30(0.030)	50
Fe_2O_3	21(0.021)	55
ZnO	31(0.031)	35
CeO_2	11(0.011)	74
Y_2O_3	28(0.028)	44
SiO_2	26(0.026)	110

1 nm = 1/1000 μ

4-3 環境

4-3-1 バイオリクター

微生物によるめっき廃液の浄化あるいは塗料スラッジの分解といった研究が盛んに進められており、特に海外においてラボレベルの基礎研究を終えて実用段階の検討に移行しており、日本においてもパイロットプラントでの試行生産が開始されだしている。その安全性と維持管理が最大のポイントであるが、近い将来、めっき廃液設備やある

いは塗装ブースの異臭やスラッジが全く無くなり大きく様変わりするであろう。

パーカー・アレスター社の提案する微生物による塗料スラッジ処理技術について紹介する。

「PBTシステム（パーカーバイオトロンシステム）」と称してセラミックスの特殊容器を用いたリアクターに微生物を高密度に培養し、効率的に分解する。ここで用いる微生物は自然界の無害な物で石油類を分解するタイプで散気管を通じてリアクター内に常時空気を吹き込むことにより微生物の活動、培養に必要な溶存酸素を供給するといったもので、スラッジとして残るのは塗料中の顔料等無機物および微生物の排出物、死骸等で量として1/10~3/10となるというシステムである。

5 おわりに

以上、当社の樹脂表面処理技術の変遷から現状の課題と最新技術について解説してきた。

新意匠、新加飾について言えば顧客の自動車内装部品のBRID（Business Revolution Interior Design）活動に見られるように、例えばインパネモジュールティア1メーカーとして内装部品の加飾をシステムとしてトータルコーディネート出来るようなシステムサプライヤーとしての資質を今まさに試されている。

となると今までのような各社の単品による加飾・技術の提案ではなくてシステムサプライヤーとしてティア2各社の現行ならびに開発技術を理解し（技術の棚卸が出来ていなければならない）、顧客の要求に応じて品質、コスト、外観といった技術の断面をタイムリーに提示できる様に日頃の整理と良い物を見抜く眼力を持つこともシステムサプライヤーとしての大事な役割となる。

また、環境対応については日本の場合、経済性を重視するがあまり欧米に比べると消極的な取組みであったが、産官一体となって世界に先駆け循環型社会をいち早く構築することが「技術立国」としての役目であり世界への役割である。

参考文献

- 1) 高橋, 萩巣; 豊田合成技報, VOL.39, NO.1(1996)
- 2) 長谷川, 萩巣; 豊田合成技報, VOL.40, NO.2(1998)
- 3) 中道敏彦; 塗装工学, VOL.33, NO.1(1998)
- 4) 工業塗装; NO.163(2000)
- 5) 山中雅彦; 表面技術, VOL.51, NO.5(2000)
- 6) 山中雅彦; 表面技術, VOL.51, NO.5(2000)
- 7) 有馬, 浜田; 表面技術, VOL.51, NO.5(2000)