PCMの機能拡大について

河合 宏 紀*

An Increasing Function of the Pre-Coated-Metal Sheets

Hiroki KAWAI*

Key Words : Function, The Environment Protection, Conversion to Practical and Economic Life

PCMは現在の社会的なニーズに対応する機能を持つ注目すべき材料である。先ず、PCMの基本機能とその活かし方、次に更に上のせした機能を持つPCMの現状と今後の動向について述べる。

1. はじめに

昨今「人に優しい」「地球に優しい」という言葉をよく聞く。脅かされる心身の健康、荒涼たる地球環境への進行を一刻も早く止めなければ、と皆が考えているからであり、特に企業活動の上でこの意に添わない場合は世界中から非難を浴びることになる。

一方、先の見えない不況の下で「顧客ニーズの多様化」「感性豊かな生活」という要請に対応できず、「実用性、経済性」を追求する傾向も現れてきている。

塗装を始めとする表面処理工業は、これらの状況に大きく影響を与え、また受ける。

塗装においては、電機、情報機器関連などの分野にて、PCM(Pre-Coated-Metal-Sheets)化が進んできているが、この中でも上記の社会的な要求に対応した機能を持つPCMが目につくようになった。

ここでは、主にPCMを使って製品をつくる側とその製品を使う側から「PCMの現状と今後の動向」について考えてみる。

2. PCMとは

2.1 PCMの意味

PCMとは、従来は板金などの加工が完了してから塗装していた工程を逆にして、塗装されたものを加工する、即ち「加工前に塗装されている」という意味である。

一般的なPCMの概念としては、鋼板またはアルミ板などにポリエステル、アクリル塗料などにより、粉体塗装または溶剤型塗装をしたもので、曲げ加工、軽度の絞り加工ができる材料である。しかし、溶接はそのための

特殊機能を持つPCM以外ではできない。

また、従来よりある「塩ビ鋼板」「建材用の一般的なカラー鋼板」は機能的には完全にPCMであるが、別扱いで論じられることが多いと思われる。

実用例として多いのは電機、情報機器製品で、昭和56～57年頃より本格的に使われ始め、今後とも広い分野で除々に需要は増加するものと考えられる。

PCMが使われる理由は、製造工程の短縮などによる合理化、環境改善または保護、運搬効率の向上、その他多くあるが、今後更に機能の増加、拡大を図ることにより、経済的効果が大であり、加工、塗装、アッセンブリーなどの業務形態をも改革させて行く可能性があり、その影響は単に表面処理技術やその業界に止まらない、注目すべき機能を持つ材料である。

PCMを使用した場合の、一般的な生産ラインの変化を従来の塗装方法による場合と比較し図1に示す。

2.2 PCMのつくり方

PCMの製造法は、大別して2種類ある。

(1) 切り板塗装

一定の大きさ(例えば定尺)に予め切断した素材を塗装する。小ロット多品種、塗装後の印刷などがやり易く、小規模な設備でもできる方法。

(2) コイル塗装

コイルされている素材を引き出しながら塗装する。高速短時間処理が可能で、コスト的にも有利。設備は大規模となり鋼板メーカーの製造ラインは主にこの方法。

製造法の分類には、この他塗装の種類(溶剤型塗装と粉体塗装)、塗装機器の種類(ロールコーター、カーテンフローコーターによるものと静電塗装=粉体塗装)などがあり各々長短所があるが、PCMを使う側においては、PCMの製造場所も重要である。

(a) 内製するPCM(アッセンブリー工場内で製造)

* カワイ EMI (〒144 東京都大田区南蒲田1-6-2)
Kawai EMI (6-2, Minamikamata 1-chome, Ota-ku,
Tokyo 144)

(1) 従来のライン塗装（及びその前後）の工程。

(2) PCMを使った場合の工程-①(切り板塗装)

(3) PCMを使った場合の工程-②(コイル塗装)

図1 従来の塗装法とPCMを使用した場合の、塗装及びその前後工程の違いを示す。
PCMの(切り板塗装)と(コイル塗装)は、2.2項に記す。

製品のアッセンブリーを行う工場の前工程にPCMラインを設置する。ロットサイズ、納期は自社内でコントロールできる。しかし、従来の塗装工場に比較すれば軽減化はできるが、人員の確保、公害と環境対策などが必要となる。

現状は、切り板塗装で溶剤型、粉体両塗装法で行われているが、最近10数年来新規設備は殆んどない。

(b) 購入するPCM(鋼板メーカーなどで製造)

鋼板メーカー、協力会社で塗装されスケッチサイズに切断された状態で搬入される。アッセンブリーをする工場に塗装工程が不要となり多くのメリットを生むが、PCMの供給側との協力関係を充分に確立しておく必要がある。

最近は鋼板メーカー側の受注最少ロットサイズも縮小化されてきており、更に従来よりPCMの最大の不良原因であったゴミ対策が充実し、焼付乾燥も間接熱風、誘導加熱など高品質、高効率な生産ラインができています。

今後のPCMの主流となって行くと思われる。

2.3 需要動向

最近の塗装鋼板(PCMに建材カラー、塩ビ鋼板も含めたもの)の需要動向を図2に示す。

この中で、ここで対象とするPCMの需要量はおよそ45万トン/年と推測されている。

また、電機、情報機器を主体として、各製品毎にPCMの需要状況を見ると、以下に列記する如くである。

- (1) 電子レンジ、音楽機器部品は、昭和52～53年頃より使用され始めた。
- (2) 蛍光灯のカサ(反射板)は昭和57年頃より採用され、現在60～70%がPCM化されている。
- (3) AV(オーディオビデオ)機器のケース類は、90%以上がPCMである。
- (4) 大型冷蔵庫の扉は、殆ど高鮮映PCM(または艶消し、

トン

図2 最近の塗装鋼板の需要動向
「亜鉛鉄板会」提供資料

印刷など)により高級感、清潔感を持たせている。

(5) 冷蔵庫の筐体は、製品メーカーの工場内に従来型の塗装設備を持っており、PCM化のためには溶接構造から嵌合による組立て方式への設計変更も必要となるため、従来方式とのトータルコストの比較をしながら、PCM化を検討する。除々にはあるが、PCM化は進んでいる。

(6) エアコンの室外側セットのケースは、今後のPCM化が目される。冷蔵庫と同様に設計変更も必要であり現在ある塗装設備の老朽化により更新が必要となった時点で、生産体制全体の見直しからPCM化を含めた方針が出てくる。

現在、国内メーカー2～3社が新機種より採用し始めている。

(7) 潤滑鋼板は、「塗装無し」で使用する内部部品などで検討され始めている。フロン、トリェタンが使用できなくなるための対策＝加工油不要のため洗浄不要の材料として、今後の需要動向が目される。

(8) 衛星放送受信用の円形の皿型アンテナは、FRP成型品始め数種の製法があるが、アルミ素材のPCMも採用されている。

これらの内容は明確な統計資料がないため、筆者の経験と鋼板メーカー、塗料メーカーなど関係者の御協力を

もとにまとめたものである。また、潤滑鋼板はPCMの範ちゅうに入れてよいか疑問もあるが、現在の社会的要求に対し重要な機能の材料であるので、ここに取り上げた。

2. 4 技術的課題

PCMを採用するためには、使われる製品の実用条件に適応できる物理的、化学的性能および外観が必要であることは、当然他の材料や処理と同じであるが、PCM全般に次のような課題が追加される。

(1) 塗膜硬度と加工性のバランス

一般家庭生活で電機製品などの取り扱い上、また製品のアッセンブリー工程での注意深い取り扱い上で塗膜にキズが付き難い下限は鉛筆硬度でH程度と思われる。

これ以上の硬さで、加工部の塗膜に亀裂のない状態が望まれる。

(2) 端面の耐食性と設計的対応

PCM開発当初から、従来型塗装でも腐食の出発点と

表1 現在、市場に出ている主なPCMの一覧表

No.	PCMの機能分類	機能の目的	製造方法	適用商品(部品名)
イ	一般的なPCM-① (内製するPCM)	<ul style="list-style-type: none">工場内物流の合理化省力化(熟練工不要を含む)塗装工場の省スペース塗装時間の短縮	<ul style="list-style-type: none">主として切り板塗装であるロールコーター、カーテンフローコーターによる溶剤型塗装または静電粉体塗装(ガンを下に向けて塗布する)素材コイル→切り板→ピアス、スケッチ→塗装→Assy前での加工→Assyの一貫ラインが可能	<ul style="list-style-type: none">冷蔵庫の筐体、扉洗濯機の外胴電子レンジ、調理器のケースなど
ロ	一般的なPCM-② (購入するPCM)	<ul style="list-style-type: none">物流の合理化塗装工場が不要(人員、スペース、環境、公害などの解決)	<ul style="list-style-type: none">主にロールコーター、カーテンフローコーターによる溶剤型塗装コイル塗装、切り板塗装の両方あり(スケッチサイズでの購入可能だが、ピアスはAssy工場で行う)	<ul style="list-style-type: none">冷蔵庫の筐体、扉洗濯機の外胴音響機器部品など
1	外観差別化	<ul style="list-style-type: none">高鮮映塗装による清潔感、高級感艶消し塗装による高級感、安定感(その他の模様塗装によるそれぞれの外観差別化)	<ul style="list-style-type: none">素材(鋼板)表面を極度に平滑化して塗装(ロールコーター、カーテンフローコーターにて)→高鮮映→フィルムラミネートをする(印刷フィルム含む)→高鮮映、艶消し(その他)→艶消し(その他の)塗装または塗装後に印刷	<ul style="list-style-type: none">冷蔵庫の扉装飾的な小物商品など
2	高耐食性	<ul style="list-style-type: none">屋外設置商品への適用のために、端面耐食性の強化(暴露試験などによる実績で自信を持てるようになった)	<ul style="list-style-type: none">鋼板のめっき目付け量を増(主に溶融亜鉛めっき)裏面塗装の強化(サービスコートのみ→耐食性下塗り塗装を補強)	<ul style="list-style-type: none">エアコンの屋外側セット
3	高潤滑性	<ul style="list-style-type: none">加工オイル撤廃で洗浄不要(フロン、トリェタン不要)潤滑皮膜上に塗装、印刷もできる	<ul style="list-style-type: none">有機、無機複合剤に微量のワックスを混合したものを亜鉛めっき鋼板に塗布する(数μの薄膜)	<ul style="list-style-type: none">主として電機製品などの塗装無しで使う内部部品など
4	非粘着性および高潤滑性	<ul style="list-style-type: none">付着物(汚れ)を落ち易くする高温使用可能(250℃程度まで可)加工オイル撤廃で洗浄不要	<ul style="list-style-type: none">ある種のバインダー中に四フッ化エチレンを拡散したものをロールコーターで塗布→約400℃で焼付ける(一般のテフロンコーティングは四フッ化エチレンのみ)	<ul style="list-style-type: none">主として調理器具
5	超耐候性	<ul style="list-style-type: none">屋外構造物のメンテフリーを目指す(20年保証など)	<ul style="list-style-type: none">3コート3ベーク(下塗-素材との付着、中塗-加工性賦与、上塗-耐候性…二フッ化塗料塗布)	<ul style="list-style-type: none">屋外構造物の屋根、壁など
6	接着可能	<ul style="list-style-type: none">PCMの弱点-溶接不可→接着でOK	<ul style="list-style-type: none">例) 塗膜キュアは接着する加熱時に完了させる特殊塗装	<ul style="list-style-type: none">誘導加熱で接着するもの

なる端面は、素地が露出する PCMの大きな不安点であった。しかし、実績として不安は軽減化している。その理由は、①素材の強化（亜鉛めっきの目付量の増加対応、アルミ合金化などによるめっき膜自身の強化）、②従来型塗装（吹付け塗装）では使用困難であるクロム酸含有防錆顔料入りプライマーをロールコーターで塗布できる。③塗装前処理としても塗布型のクロメート処理がロールコーターで可能（処理排水が出ない）などが考えられるが、もちろん端面を内側に折り込むような設計の対応が前提条件としてあることは、今後とも外すことはできないであろう。

(3) 前後工程の対応

粉体塗装による PCM以外は塗膜が平滑であるのが特徴の一つで、キズをつけると目立つのと、補修が難しいことは欠点でもある。加工、運搬などにて塗膜の接触面の材質を選定すること、加工速度、加工温度などの条件を見出すことは大切で「従来通り」ではできない。

これらの課題を克服して、PCM機能を充分活用した製品が生み出せる。

3. 機能が拡充する PCM

3. 1 現在の PCM一覽

現在市場に出ている主な PCMを表 1 に示す。Na イ、ロは生産場所の違いによる機能の目的、製造方法および適用製品を整理したもので、Na 1 以降は現在注目すべき機能（PCM機能に上のせされた機能が注目される）を持つものを挙げた。

ここでは、電機、情報機器製品を主体に変化、改革をもたらす機能を有する Na 1～3 の、高鮮映、エアコン用の PCMと潤滑鋼板について特に取り上げ、その機能の活用について検討する。

3. 2 高鮮映 PCM

例えば塗装板の上に水膜をつくったり平滑度の高い無色透明フィルムを置くと、蛍光灯の輪郭がハッキリ映り且つ、深みのある感じの良い外観となる。「高鮮映」の定義は難しいが、このようなものと考えられ、高光沢とは少し異なるものであろう。

高鮮映な塗膜を得る条件は先ず平滑性であり、従来の塗膜との平滑度の差を見ると図 3 の如くなる。また、外観の感覚を近似的に測定する方法もあり、一例を図 4 に示す。但し、目視の感じを十分に反映する測定は難しいと言えよう（特に深み、肉持ち感など）。

PCMの高鮮映塗膜は、研ぎと塗り重ねにより高鮮映化する自動車塗装とは異なり、素材鋼板の表面を極度に平滑化（スキンパスなどにノウハウがある）してロールコーターにより塗装されたものが殆んどであり、ごく一部にポリエチレンテレフタレート（PET）フィルムをラミネートしたものも出ている。

大型冷蔵庫の扉板にこの高鮮映 PCMが使われ出したのは昭和 60 年頃からであった。当初は極めて歩留りの悪い材料で、PCM製造元の鋼板メーカーとそれを加工し組立てる冷蔵庫メーカーの工程は、ゴミ、キズ不良が山積みされたこともある。しかし、顧客ニーズの多様化、高級志向などの時代を反映し、無地の高鮮映から印刷を

高鮮映PCM

粉体型PCM

溶剤型PCM

TRACING SPEED 0.6mm/s
VERTICAL MAG. $\times 5K$
X MAG. $\times 20$
Y MAG. $\times 20$
測定条件

3次元表面粗度測定器

図 3 高鮮映 PCM 塗膜と従来の PCM 塗膜との、平滑度比較。
「関西ペイント㈱」提供資料。

暴露試験期間1.5～2.0年で、端面からの腐食進行は1.0mm以内（但し、電気亜鉛めっき鋼板のものは塗膜フクレが大きく、溶融亜鉛めっき鋼板が必要条件）。沖縄県にある㈱日本ウエザリングテストセンターにて「㈱富士通ゼネラル」提供資料。

加え、逆に艶消し塗装まで入って今日に至っている。一方、現時点においては、ここまでコスト高の材料を使い続ける必要性について見直しの気運も見られる。

冷蔵庫は、冷媒、断熱材の発泡剤に使われるフロンの対策など他にコストアップ要因もあり、外観の差別化のための高鮮映PCMの適用機種を絞り込む如き検討は当然考えられる。

3.3 エアコン用PCM

PCMの市場開拓のために鋼板メーカーなどが目をつけているのが、エアコンの屋外側セットのケースである。このケースは運転中のモーターなどの過熱を防ぐため通風穴が必要で、構造的には端面が多くなってしまうため洗濯機、冷蔵庫と比較しPCM化が不適と考えられてきた。

しかし、2.4(2)項に記した如く設計的な対応を含め、他の製品の実績、暴露試験データの蓄積などにより、端面防食に対してPCMメーカー、エアコンメーカーともに自信を持ってきたと言って良いであろう（PCM製エアコン用ケースの暴露試験状況の一例を図5に示す）。

従って、今後この部品のPCM化は殆んどの場合、コストの比較に絞られてくると考えられる。

現在の国内エアコンメーカーは、ほぼ全社が社内に従来型の粉体塗装ラインを有しており、建設後10年以上経過している設備が多く、更新時期は近いと推測できる。

設備更新が必要となった時点でのコスト比較は、エアコン用PCMとして、鋼板の亜鉛めっきの強化、裏面塗装の強化を図ったもの（図6に示す）あるいは、上塗りにフッ素系塗料を用いて耐候性向上を図ったものなどを使用すると、若干の材料費増となるが、工場面積の縮小、

人員、環境対策などの比較および従来型粉体塗装の厚膜（通常40～70 μm でPCMは20～30 μm ）による材料費を含めて推定すれば、将来はPCM化が相当進むものと考えられる。

但し、現在生産中のエアコン機種をPCM対応に設計変更し、金型を改造して、減価償却が進んだ現有の塗装設備を使わなくすることは考えられず、新機種から徐々に切り変えて、設備更新時期に間に合わせて行くという手順が妥当のところであろう。

3.4 潤滑鋼板

亜鉛めっき鋼板にクロメート処理後ごく薄い（1 μm ～3 μm 程度）潤滑性皮膜を施し、加工油を塗布しなくても深絞り、溶接および塗装も可能であるという潤滑鋼板は、皮膜厚などから見てPCMの範ちゅうに入れてよいかは疑問ではある。しかし、その機能は地球環境保護（加工油を使用しないので洗浄も不要。従来多く使われてきたトリエタン、フロンの使わない）に有効であり、鋼板のエキストラ（潤滑皮膜による上のせ金額）も10円/kg以内と需要増が有望な範囲と思われるので、あえてここ取り上げておきたい。

潤滑皮膜は、エポキシ、アクリル、ポリエステルなどの樹脂中に微量のワックス、無機材料などが添加されたものであるが、具体的内容は同材料メーカー各様に検討されたものとなっている。

この皮膜の性能の一例を見ると、動摩擦係数は約0.08と低い（高耐食性クロメート処理鋼板にプレス油塗布の場合が約0.15、塗布したい場合は約0.50となっている）。また、スポット溶接性は、潤滑皮膜1 μm の薄膜タイプを使えば正常な溶接が可能で、一般的な条件と比較すると高加圧力、低電流条件が薦められる、とされている（以上、新日本製鐵㈱のカatalogより）。更に、皮膜上の

図6 エアコン用PCMと従来型PCM（洗濯機外胴，冷蔵庫筐体などに使われる）との皮膜構成比較（一例）。

塗装性はメラミン，アクリル樹脂系の各焼付乾燥型塗料を塗装して塗膜の初期付着性および沸騰水1時間浸せき後のブリストー発生なしというデータもある（関西ペイント㈱技術資料より）。

現在，主に検討の対象となっている部品は，電機製品の塗装を施されない内部部品であるが，材料メーカー各社の出荷量の総合推定では既に2～3000千トン／月程度となっているようである。

4. これからのPCM

ここまで，PCMそのものの機能とそれに上のせした各機能の活用状況について，社会的ニーズへの対応という観点を主眼に考えられるところを述べたが，今後も合理化，コスト低減，環境保護などに合致しているPCMとしての機能を一層増・拡大することが期待できる。

例えば，① 溶接ができないPCMを使う組立構造は逆に製品使用後に分解し易い設計に通ずる，とすれば廃棄物処理問題にも貢献できる。② 建材で長期間の耐候，耐食性に実績を積んだフッ素系塗装のPCMは，しゅう動性，非粘着性など多様な機能を持ち，加工油と洗浄の省略や耐用年数の延長を特長として，実用範囲の拡大を進めることができる。③ 現在の一般的な塗装部品でも，PCM化により生産効率改善の余地のある塗装部品は多くあり，特に従来型塗装の設備で塗装できるPCM用塗料が開発されれば，大幅な合理化が推進できる（粉体塗料では，直角曲げまで亀裂が入らないものはある）。

PCMの適用範囲を広げることは，これからの我々の生活環境改善に多くの面で結びつくものと考えられる。
(1993-9-29 受理)