家電品における表面処理鋼板の適用

— その使用上の問題点と最近の傾向 —

Practical Considerations on and Recent Development
in the Applications of Coated Steel Sheets to Home Appliance

石油温風暖房機—プレコート木目模様

関根 健 司*

Kenji Sekine

内 川 英 興*

Fusaoki Uchikawa

家電品に使われる表面処理鋼板のうち、亜鉛めっき鋼板とプレコート鋼板を中心に、品質、加工性、評価法など、鋼板使用上の問題点と導入する場合の最近の傾向を紹介する。

1. ま え が き

低成長化時代に入った今日、家電業界においては以前よりいっそう、消費者指向型の技術開発が行なわれ、経済性、耐久性、安全性、信頼性、快適性など、全ての面で魅力のある製品作りに力が注がれている。このために製品に適用される材料も、より厳しい評価が行なわれるようになってきた。

家電品に使われる構成材料として強度の要求される外板などは従来から鉄鋼が多いが、より性能の向上を図るため、表面処理鋼板が使われるケースもあった。しかし最近は、性

能以外に経済性、省力、公害防止効果、その他あらゆる方面からの検討がなされ、表面処理鋼板の適用が次第に増えつつある。事実、亜鉛めっき鋼板は昭和42～43年頃から洗たく機に使われ始めたが、現在、ほとんどの製品に適用されている。また、有機皮膜と金属を組合せた、いわゆるプレコート鋼板もかなり多く使われるようになってきた。

ここでは、これらの表面処理鋼板が家電品にどのように使われ、現状においてどんな問題点をかかえているかを紹介し、さらに、今後表面処理鋼板がどのように利用されていくか、最近の傾向から方向づけを述べることにする。

* 三菱電機(株)・商品研究所、研究員
〒247 神奈川県鎌倉市大船2-14-40
☎0467 (44) 6111

* Mitsubishi Electric Corporation, Consumer
Products Research Laboratory
14-40, Ofuna 2chome, Kamakura-shi,
Kanagawa 247

2. 使用例と使い分け

表面処理鋼板の使用例と使い分けを表1にまとめた。

各種めっき鋼板の中では、耐食性向上を主目的とした亜鉛めっき鋼板が最も多く使われており、当社の例では、亜鉛めっき鋼板と他のめっき鋼板との比率は10対1になっている。亜鉛めっきの中では、溶融が電気めっきの3倍使われている。プレコート鋼板も亜鉛めっき鋼板の使用量にくらべれば、まだ5分の1に満たない。

亜鉛めっき鋼板を裸、或いは塗装して使う場合には、冷延鋼板加工後のめっき、或いは塗装と比較し、経済性、加工性、品質その他の検討が行なわれる。大まかには、電気亜鉛めっき鋼板が加工性、溶融亜鉛めっき鋼板が耐食性を重視して使い分けられている。

プレコート鋼板を適用する場合にも、塗装と比較して上述と同様な検討が行なわれる。使いわけは塩ビ鋼板、塗装鋼板が一般塗装、プリント鋼板が特殊な模様塗装を必要とする製品へとされている。

表1 各種表面処理鋼板の電気機器への使用例と使い分け

種 類	製 品 名	部 品 名	仕 様	使 い 分 け
電気亜鉛めっき鋼板	ジュースークリーナー 電気コンロ	底板 機構部品 "	裸	製品の外面に出ない 加工度が高い 使用環境がそれほど 厳しくない
	温水機 F.F暖房機 アンプ	外板 " "	塗装	製品の外面に出る 加工度が高い 美観が要求される
溶融亜鉛めっき鋼板 合金化処理	洗たく機 電子レンジ ルームエアコン	外板 内箱 外箱板	塗装*	製品の外面に出る 使用環境が厳しい 塗装との組合せて防 錆力が要求される
溶融亜鉛めっき鋼板 非合金	F.F暖房機 ふとん乾燥機 ジャー炊飯器 もちつき機 カラーテレビ 洗たく機	底板 機構部品 " " シャーシ 裏ブタ	**裸	製品の外面に出る場合 もあるがみえにくい 水がかかったり、結 露が起こる可能性が あり、耐食性が要求 される
アルミめっき鋼板	オーブンレンジ 電気ポット ストーブ F.F暖房機	機構部品 " 反射板 燃焼筒	裸	耐熱性・耐食性が要 求される 熱反射性が要求され る
鉛めっき鋼板	カーラジオ カーステレオ	シャーシ "	裸	ハンタ付け性が要求 される ある程度の耐食性も 必要
塩ビ鋼板	冷蔵庫 テレビ 電気カミソリ 照明器具	天板 外板 " "	—	塩ビ鋼板と塗装鋼板 の使い分けは明確で ない 光沢のある表面を必 要とするときは塗装 鋼板
塗装鋼板	ルームエアコン トースター 温水機	" " "		
プリント鋼板	電子レンジ F.F暖房機 電気釜 石油ストーブ	外板 " " "	—	木目模様、その他の 模様塗装が必要

(注) *裏面裸もある **一部塗装もある

3. 現状の問題点

比較的使用量の多い亜鉛めっき鋼板とプレコート鋼板に絞って、問題点に触れてみたい。

3-1 亜鉛めっき鋼板

(1) 付着量

亜鉛めっき鋼板のうち、電気亜鉛めっき鋼板はほぼ呼び付着量どおりの亜鉛付着量を有するが、溶融亜鉛めっき鋼板は呼び付着量の80~90%程度の亜鉛付着量となっているのが一般的である(表2参照)。しかも両面合計で規定されているので、片面だけをみるとかなりばらつきをもつ。もし不利な面がおもてに出て裸で使われた場合には、明らかに寿命短縮となる。

一方、皮膜厚さの測定は膜厚測定器では不正確であり、亜鉛を溶解して分析せねばならず、極めてやっかいである。適用の際にいちいち調べることもできない。従って耐食性評価を実施するとき、出来るだけ多くのサンプルを試験し、性能のばらつきをつかむことが望ましい。

(2) 後処理

白錆防止のためにクロメート処理がなされているが、クロメート皮膜については顕微鏡で観察できないこと、皮膜の結晶構造が明確でないこと、オリジナルプロセスが公表されないことなどから、不明な点が多い。各メーカーのクロム付着量をくらべても、表2のようにならかなり差があり、クロムを主としてその他の無機・有機物の固定法にそれぞれ工夫がなされている。従ってその違いにより、耐食性、塗装性などの性能が異なる。クロメート皮膜の厚さは100~1,000Å程度であり、加工するとほとんどの場合破壊されるので、加工部分の特性はあまり期待できない。

クロメート皮膜面でとくに問題となる点は、指紋の付きやすいものがあることである。指紋が残ると、裸での使用はもちろん、塗装されるものでもその部分からふくれが発生する危険があり、取扱いには十分な注意が必要である。

クロメート皮膜にかわるリン酸塩皮膜については、比較的問題が少ない。

(3) 耐食性

平板での耐食性は、強化クロメートや厚ク

表2 亜鉛めっき鋼板の亜鉛付着量とクロム付着量分析値

	め っ き の 種 類	後 処 理	呼び付着量	亜鉛分析値	クロム分析値
A社	電気亜鉛めっき鋼板	クロメート	10/10g/m ²	22.5g/m ²	33g/m ²
	"	"	20/20	40.6	35
	溶融亜鉛めっき鋼板(合金化)	高耐食クロメート	60/60	113.0	94
	" (非合金)	"	90/90	168.6	66
B社	電気亜鉛めっき鋼板	クロメート	10/10	21.1	15
	"	"	20/20	32.8	12
	溶融亜鉛めっき鋼板(合金化)	"	90/90	144.9	60
	" (非合金)	高耐食クロメート	90/90	146.2	310
C社	電気亜鉛めっき鋼板	クロメート	10/10	21.1	31
	"	"	20/20	38.9	32
	溶融亜鉛めっき鋼板(合金化)	高耐食クロメート	60/60	110.5	140
	" (非合金)	"	90/90	187.4	100

ロメートといわれる高耐食性処理によってかなり向上してきたが、曲げ、絞り、スポット溶接などを行なうと加工部の耐食性は極端に低下する。また、70℃以上の高温に数時間放置しただけで耐食性が悪くなる（一部のメーカー品はもう少し高温まで耐えるが）。

切断による端面の腐食も問題となるところであるが、これまでの経験によると、赤錆が発生しても内部には進入せず、端面にとどまっていることが多い。しかし、構造的に表面へ出ないような工夫と、打抜き加工で端面への亜鉛めっきの“だれ”を多くすることが望ましい。

(4) 加工性

溶融亜鉛めっき鋼板の合金化処理したものは、熱の影響を受けているので母材が硬化されているが、めっき層も脆く、割れやはく離を起こしやすい。筆者らは溶融亜鉛めっき鋼板の非合金薄目付タイプのものでも、簡単な

絞り加工でめっき層のはく離を経験している。メーカーの製造工程中に、線状スケールや酸化膜が母材にあった場合起こる危険があると聞いたが、末だ明らかにはしていない。

加工においては、プレス時に表面へ傷がつく問題、金型に亜鉛微粉末が付着して、これを除去しないと型寿命が短くなる問題などをかかえている。

家電品にはスポット溶接する用途が多い。スポットの電極には Cr-Cu 合金が使われるが、これに亜鉛が付着して溶接性を悪化させるので、ドレッシングのインターバルを短かくする配慮が必要である。また、溶接電流については亜鉛めっきの厚さよりも、表面皮膜の性質によって左右される傾向が認められている。

(5) 塗装性

従来、亜鉛めっき鋼板への塗装は密着性が悪いといわれてきたが、最近ではめっき後の後

表3 粉体・ハイソリッド塗料の塗膜性能への下地処理の影響

塗料の種類 塗料メーカー		アクリル系粉体塗料				ポリエステル系粉体塗料				アクリル系ハイソリッド塗料			
		A 社		B 社		A 社		B 社		A 社		B 社	
試験項目		①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④
初期物性	光沢	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	硬さ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	密着性	×	×	×	×	△	△	×	×	◎	◎	◎	◎
	可とう性	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
耐久性	耐衝撃性	△	△	△	△	◎	◎	◎	△	○	△	△	△
	耐ヒートショック	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	耐沸騰水	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	×	×	○	◎
	耐耐湿	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎
耐久性	耐アルカリ	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	耐酸性	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	耐食性	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎	◎	◎
	耐候性	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	△	×	△	△
耐久性	耐汚染性	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	△	△	△
		◎	◎	◎	◎	△	△	△	△	◎	◎	◎	◎

- (注) ① 電気亜鉛めっき鋼板 (リン酸亜鉛処理) ◎ 非常にすぐれる
 ② 溶融亜鉛めっき鋼板 合金化 (クロメート処理) ○ おおむね良好
 ③ 溶融亜鉛めっき鋼板 非合金 (無処理) △ 若干問題あり
 ④ 冷延鋼板 (リン酸亜鉛処理) × 不良

処理の改良により、初期にはあまり問題にならなくなった。しかし経時変化で急激に性能が低下したり、塗料に対する選択性があることなどから十分な検討が必要である。

参考までに、亜鉛めっき鋼板および冷延鋼板に塗った最近の公害対策塗料の塗膜性能結果を表3に示す。

(6) 評価法

耐食性の評価については、一般に塩水噴霧試験が使われている。この方法は比較的短時間に結果が出るので便利であるが、実用環境との相関性に問題がある。屋外に置かれた場合には、それでも相関ありという報告²⁰⁾もあるが、屋内で使われる場合が多い家電品では、つぎの理由でこの試験が適格であるとはいえない。同じ地域でも大気中の腐食性物質は、屋外にくらべて10分の1以下に減ること、建物、室の構造による湿度の差が腐食に大きく影響すること。すなわち、腐食因子と腐食機構に違いがあることによる。また、実環境で起こる腐食は端面に多いが、塩水噴霧試験では表面でもやられる。ガス腐食試験、湿潤試験なども検討してみたが、これらは促進性に問題がある。

そこで現在は、これまでに使われて実績のある亜鉛めっき鋼板の品質を総合的に評価し、これを一つの選定基準として用いている。

加工性、溶接性などについても、適切な評価方法は見あたらないが、加工上の条件をできるだけ一定にして比較することが望ましい。

3-2 プレコート鋼板

(1) 塗膜性能

家電用のプレコート鋼板には、加工性、耐食性を重視し、原板として電気亜鉛めっき鋼板、或いは溶融亜鉛めっき鋼板薄目付タイプを使用する。塗料としては、塩ビ、アクリル、ポリエステル系がほとんどで、これらの塗膜としての平板での一般性能は、それほど

問題ない。しかし加工を行なうと、その部分で割れ、はく離が起こり、発錆、ふくれ、チョーキングなどの現象を発生させる。なかでもアクリルの場合は、これらの傾向が著しいようである。

従って、加工度をどの程度に抑えるかが問題となる。加工性を良くするために一般に可塑剤が添加されているが、これが移行して他のプラスチック構成部品にクラックを発生させたり、塩ビ鋼板の塩ビ層側を重ねて置くと、可塑剤のためにこれらが粘着し、剥がれにくくなることがある。また、ゴムとの接触で表面が変色を起こす場合もある。これらは注意すれば防げる。

(2) 加工性

プレコート鋼板はスポット溶接ができないので、接合部をはぜ折り、リベット、接着などに設計変更する必要がある。

加工時における問題としては、金型のクラッシュをどのように設定するかである。角絞り、寄せ曲げなどの加工をされると、この材料はコーナー部において、伸びには追従できるが圧縮には無理があり、はく離、しわなどの発生を伴う。手直しがきかないので、現状では塗装品より不良発生率が高い。素材、金型（仕上げ面）、潤滑油などの組合せで最適条件を選定しなければならない。生産性の向上を妨げるものとして、潤滑油のふきとり作業がある。また、ハンドリング時の傷発生、汚れ対策も必要である。保護シートをつけて加工すると、シートのはく離が困難となり、かえって手間がかかる場合がある。

4. 最近の傾向

企業競争の激しい家電業界においては、新製品開発を目的としてあらゆる技術の移行、集約のための検討が進められている。製品を作る側でもつぎの課題があげられており、総

表4 表面処理鋼板導入のメリット

亜鉛めっき鋼板	プレコート鋼板
1. 製品の品質向上 2. 材料保管, 仕掛り中の発生事故の軽減 3. めっきや塗装前処理工程の省力化 4. 塗装工数の減少と塗装費の節約 5. 製品の塗装簡略化, 又は無塗装化 6. めっき設備不要 7. 作業環境の改善と公害防止	1. 生産工程短縮による生産性向上 2. 生産工数減少による省力化 3. ライン短縮によるスペースの縮小 4. 作業環境の改善と公害防止 5. 焼付け, 前処理のための加熱不要から省エネルギー化 6. 溶剤不要による省資源化 7. 品質の安定化と大量ストック可能 8. 色換え, 柄換え自由 9. 危険物の取扱い規制外

合的に問題を解決する努力が払われている。

- (i)コスト低減
- (ii)生産の合理化・省力化対策
- (iii)製品の品質向上
- (iv)省資源・省エネルギー・無公害化
- (v)作業環境の改善

これらの要請を表面処理技術のなかでとらえれば、塗装が中心であり、塗装との関連において表面処理鋼板が対象に浮かび上がってくる。表面処理鋼板は3章のような使用上の問題点があるとはいえ、使用法を誤まらねば表4のように導入効果が高いので、積極的な検討が今後とも行なわれると予想される。

亜鉛めっき鋼板について述べれば、品質の向上を図りながら経済計算の上で、塗膜の薄膜化、塗装の省略が可能かどうか真剣に検討されている。最近では塗装による防食性を重視し、溶融亜鉛めっき合金化タイプが使われる傾向にある。また、一方では素材原低のために、寸法標準化や仕様標準化を図って、適正品質のものをできるだけ安く購入する努力がなされている。さらに母材とめっき材の組合せで、性能の良い安価な鋼板の開発が期待されている。

プレコート鋼板については、これまで塗装設備の能力不足、老朽化を補うとか、特殊な模様塗装を得たいという目的で使われてき

た。しかし最近では、性能の向上、品種の多様化、コストの低下がなされていること、導入効果が大いことなどから、塗装設備の新設計画のとき、必ず比較対象にとりあげられている。その選択は公害規制、製品の形状、経済性、デザインの要素などで決定される。最近では家電品の適正品質に合わせ、塗膜厚、めっき厚、裏面サービスコートなどを変更したものが使われている。

5. ま と め

以上、ユーザーの立場から表面処理鋼板について述べた。

今後も各種の母材と被覆材を組合せた新材料が開発されると思われるが、ユーザにとってはその特徴を活かした使い方の検討が課題となる。メーカーとユーザーの理解と協力のもとに、さらに品質の向上、用途の拡大が図られることを切望する。

文 献

- 1) 島本幸三; 塗装の技術“最近の家電品塗装の動向と今後の方向” Vol. 12, No. 1, p. 27 (1977)
- 2) 日本ウエザリングセンター資料, 金属被覆材料の耐候性に関する調査研究リポート