

電気冷蔵庫外装用プラスチック被覆鋼板の物性

(加工性と物理的特性)

Properties of Coated Steels and Plastic Laminated Steels for Refrigerator Cabinets

細田 泰生* 旭野 芳男* 飯塚 董*
Taisei Hosoda Yoshio Asahino Tadashi Iizuka

要 旨

プラスチック被覆鋼板の家庭用冷蔵庫外装としての適応性を知るために、アクリル塗装鋼板を対照試料として、その物性について比較検討した。その結果、市販の各種プラスチック被覆鋼板は、その製造法および被覆層の構成によって著しく性能を異にするが、それらの長所短所を熟知して選定すれば、外装材として意匠的にも性能的にも満足し得る品種を選定することが可能であるという結論を得た。

1. 緒 言

外箱および扉(とびら)などのような家庭用冷蔵庫の外装には、かん加工後に塗装を施した鋼板が長い間用いられてきており、今なお主流をなしている。しかしながら塗装仕上げによって自由な色柄をだすことは困難であり、最近の家具調を基調とする顧客のしこう動向を満足させるためには塗装に代わる新しい外装材の導入を図る必要が生じてきた。

これに対して塩化ビニル被覆鋼板で代表される各種のプラスチック被覆鋼板は、

- (1) 種々の模様の印刷ができるので色調や柄が豊富である。
- (2) 表面にエンボスをつけることができるので深みのある柔らかな感触が得られる。
- (3) たわみ性のあるプラスチックフィルムを被覆材として用いれば絞りや曲げなどの後加工が可能である。

などの大きな特長を有するので、これらを冷蔵庫の外装に活用することができれば、製品の意匠に従来の塗装鋼板では得られなかった変化を持たせることが可能になる。

しかしながら現在市販されているプラスチック被覆鋼板には、その製造法、積層構造あるいはフィルム材質の相違などによって多種多様のものがあり、ただ単に外観のみにとらわれて品種の選定を行なうと、性能面で思わぬ失敗を招くおそれもある。

そこで筆者らはプラスチック被覆鋼板の電気冷蔵庫外装材としての適性を明らかにするため、市販プラスチック被覆鋼板の中から製造法、積層構造およびフィルム材質などの異なる7品種を取りあげ、それらの機械的性質、耐熱性、耐腐食性および耐汚損性などについて現用の塗装鋼板との性能比較を試みた。

2. 供 試 試 料

現在市販されているプラスチック被覆鋼板を製造方法別に分類すると⁽¹⁾、

- (1) プラスチゾル塗装法
- (2) プラスチックシートロール圧着法
- (3) プラスチックシート平板プレス法
- (4) 印刷塗装法

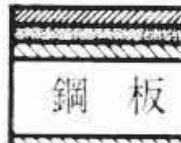
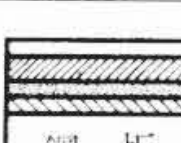
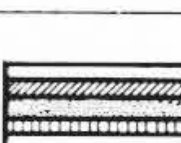
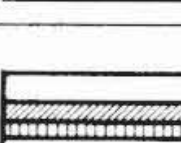
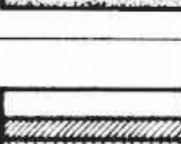
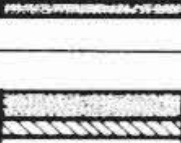
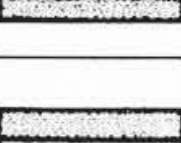
などがある。

上記の製造方法のうちプラスチゾル塗装法は柄ものが造れず、またプラスチックシート平板プレス法は量産性に劣るという欠点を持つので、供試試料としてはプラスチックシートロール圧着法および印刷塗装法の中から選ぶことにした。

表1は供試試料の内訳である。

* 日立製作所栃木工場

表1 供 試 試 料

構造による分類		試料名	断面構造 (公称厚み)		
表面に印刷層の露出しているもの	塗装面上に印刷したもの	a_1		印刷面 グラントコート(軟質塩ビ) (25 μ) ジंकコート(電気亜鉛メッキ) (0.6mm) ジंकコート(電気亜鉛メッキ)	
		a_2		印刷面 グラントコート(アクリル) (25 μ) ジंकコート(電気亜鉛メッキ) (0.6mm) ジंकコート(電気亜鉛メッキ)	
	フィルム面上に印刷したもの	a_3		印刷面 塩ビフィルム(顔料含む) (100 μ) 接着剤 (0.6mm) 接着剤 塩ビフィルム(顔料含む) (100 μ)	
表面に印刷層が露出していないもの	塗装面上の印刷層の上に透明なトップコートをしたもの	b_1		トップコート(アクリル) (20 μ) 印刷面 グラントコート(アクリル) (25 μ) ジंकコート(電気亜鉛メッキ) (0.6mm) ジंकコート(電気亜鉛メッキ)	
	印刷を施したフィルム面上に透明なトップコートをしたもの	b_2		トップコート(塩ビ・透明) (25 μ) 印刷面 塩ビフィルム(顔料含む) (100 μ) 接着剤 (0.29mm) シルバーペイント	
	透明フィルムの裏面に印刷を施したもの	c_1		塩ビフィルム(透明) (100 μ) 印刷面 接着剤 (0.7mm) シルバーペイント	
		c_2		ポリカーボネートフィルム(透明) (100 μ) 印刷面 接着剤(顔料含む) (0.7mm) シルバーペイント	
	アクリル塗装鋼板		d		塗膜(アクリル・顔料含む) (35 μ 以上) ボンデ被膜 (0.7mm) ボンデ被膜 塗膜(アクリル・顔料含む)
	ハウロウ鋼板		e		ハウロウ膜(顔料含む) (0.10~0.15mm) (0.6mm) ハウロウ膜(顔料含む) (0.10~0.15mm)

プラスチック被覆鋼板の供試試料としては大別して表面に印刷層が露出しているもの3種類、露出していないもの4種類の計7種類を取りあげた。比較試料の塗装鋼板としては、ここ数年来冷蔵庫に使用されているアクリル塗装鋼板を選んだ。ハウロウ鋼板を供試試料の中に加えたのは冷蔵庫の外装部品とみなせるトップテーブルとして、一部の冷蔵庫メーカーがこの材料を使用したことがあるからである。

3. 試験項目と試験方法

3.1 試 験 項 目

冷蔵庫の外箱、扉およびトップテーブルとして使用されることを想定して、表2に掲げるように大別して機械的性質、熱的性質、耐腐食性および耐汚損性について性能比較を行なうことにした。各試験項目が持つ意義は次のとおりである。

表2 試験項目とその目的

	試験項目	試験の目的
機械的性質	鉛筆かたさ試験	耐 傷 付 性
	エリクセン試験	絞 り 加 工 性
	クロスカットエリクセン試験	被 覆 層 の 密 着 性
	折り曲げ試験	曲 げ 加 工 性
	デュボン式落球衝撃試験	耐 衝 撃 性
	テーバー式摩耗試験	耐 摩 耗 性, 耐 柄 消 滅 性
熱的性質	加熱外観変化試験	顔料, 被覆材の熱劣化性と残存溶剤によるブリストアの発生
	耐熱荷重性試験	被 覆 層 の 耐 熱 変 形 性
	沸 水 試 験	沸 水 に よ る 被 覆 層 の 劣 化
	冷 熱 試 験	冷熱サイクルによる被覆層の劣化
耐腐食性	ピンホール試験	ピ ン ホ ー ル の 有 無
	食 塩 水 試 験	耐 腐 食 性
	塩 水 噴 霧 試 験	耐 腐 食 性
耐汚損性	食 品 汚 染 性 試 験	食 品, 日 用 品 な ど に よ る 汚 染 性
	耐溶剤性および耐洗剤性試験	被 覆 層 の 汚 損 性
	耐無機(酸, 塩基)性試験	無 機 (酸, 塩 基) 薬 品 に よ る 汚 損 性

(1) 機械的性質

機械的性質として6項目の試験項目を取りあげたが、エリクセン試験、クロスカットエリクセン試験および折り曲げ試験の3項目は主として試料の加工性を評価するための項目である。これに対して鉛筆かたさ試験、デュボン式落球衝撃試験およびテーバー式摩耗試験の3項目は、実際の使用中に起こるひっかき、衝撃、摩擦などによる被覆層のきず付きやすさ、ハク離しやすさ、摩滅しやすさなどの性能を知るための項目である。

(2) 熱的性質

プラスチック被覆鋼板の構造は大部分が鋼板に熱可塑性のプラスチックを被覆したものである。熱可塑性プラスチックは加熱によって軟化しやすく、この性質が加工時に大きな利点となる反面、実用耐熱温度を引き下げるという欠点となる。またプラスチック被覆鋼板を加熱すると顔料が変質して被覆の変色を生じたりする危険性が単色の塗装鋼板よりも高く、さらにプラスチック被覆鋼板では接着剤中の溶剤が気化して被覆層にブリストアを生じたりするおそれもある。

冷蔵庫の外装の一部であるトップテーブルを考えると、このテーブルの上では電気がま、電気コンロ、電気ロースター、電気湯わかし器その他の電熱器具類が常用されるとみななければならない。したがってテーブル用の材料としては電熱器具類からの熱の影響あるいは調理品のふきこぼれなどに対して十分耐えるものが必要である。トップテーブル以外の扉や外箱などでもふきこぼれなどの影響をうけることは十分考えられるので、これらの外装材でも耐熱性のよいものが望まれる。

以上のような観点から熱的性質の試験項目としては表2のように4項目を取りあげた。加熱外観変化試験は熱影響のみで被覆層に外観の変化の生ずる限界温度が各試料でいかに異なるかということと比較しようとしたものであり、耐熱荷重性試験は上記の電熱器具類に調理品の重み加わり、しかも調理中の熱影響も同時に作用する場合を考慮して、熱と荷重の両者が同時に加わった場合の被覆の耐性を評価しようとした試験項目である。沸水試験はふきこぼれを想定した試験である。冷熱試験は電熱器具類の使用時に生ずる急熱急冷に対する耐性ならびに長期間の気温の変化のくり返しによって生ずる被覆劣化を短期間のうちに促進させるという両者の意義を持った試験項目である。

(3) 耐腐食性

鋼板に塗装やプラスチック被覆を施すということの第一の目的はさびの発生を防止することにある。耐腐食性試験の項目としてはピンホール試験、食塩水試験および塩水噴霧試験を行なうことにした。

(4) 耐汚損性

冷蔵庫の用途から考えて外装といえども各種の食品が接触する機会は非常に多いとみなしなければならない。そこで耐汚損試験の項目の中にまず食品試験の項目を取りあげることとした。

実用上の汚損因子として次に考えられるのは汚れ落としのため各種の溶剤や洗剤類が使われる可能性があるということで、そのような場合を想定して耐溶剤性および耐洗剤性試験も耐汚損性試験の項目の中に含めた。

一般家庭において酸や塩基が使われる可能性は非常に少ないが、化学研究室やその他の薬品を扱う顧客が薬品の低温貯蔵用として冷蔵庫を用いる場合もあるので、無機(酸, 塩基)性試験の項目も取りあげることとした。

3.2 試験方法

試験方法としてはJIS規格に規定のあるものは極力その方法に準拠するようにし、その他のものは筆者らが適当と思う方法を採用した。以下各試験法の概要を列記する。

(1) 鉛筆かたさ試験

鉛筆の先端を被覆面に45度の角度で押し付けてこすり、被覆にきずのつかない最高のかたさをその被覆の鉛筆かたさとした。

(2) エリクセン試験

JIS B 7777 に規定されるエリクセン試験方法により、被覆層に欠陥が現われるまでの押出量を求めた。

(3) クロスカットエリクセン試験

JIS K 6744 (塩化ビニル樹脂金属積層板)に規定される方法により、クロスカット中心部を6 mm押し出したときに生ずる被覆層のハク離の有無を観察した。

(4) 折り曲げ試験

JIS K 6744 に基づいて90度曲げおよび180度密着曲げを行ない、折り曲げに対する被覆層のき裂、ハク離の有無を肉眼観察した。

(5) デュボン式落球衝撃試験

デュボン式落球衝撃試験機を用い、落球として $\frac{1}{2}$ inの球を使用した場合に、被覆層にき裂やハク離が生ずる衝撃エネルギーを求めた。

(6) テーバー式摩耗試験

テーバー式摩耗試験機を用い、摩耗輪CS-10、荷重1,000 gの条件で試験し、素地鋼板が露出するまでの摩耗回数と、プラスチック被覆鋼板についてはさらに柄が消滅しはじめるまでの摩耗回数を求めた。なお以上のほかに膜厚の影響を考慮し、被覆層そのものの耐摩耗性を表わすものとして次式に示す摩耗指数も求めた。

$$\text{摩耗指数} = \frac{W_0 - W_1}{R} \times 1,000$$

ここに、

W_0 : 試験前の重量 (mg)

W_1 : 試験後の重量 (mg)

R : 摩 耗 回 数

(7) 加熱外観変化試験

130~170℃までの温度条件についてそれぞれ1時間の大気中加熱試験を行ない、被覆層の外観変化を調べた。

表 3 機 械 的 性 質 の 試 験 結 果

試料名	鉛 筆 かたさ	絞 り 性	密 着 性	折 り 曲 げ 性		デュボン 落球衝撃 (kg・cm)	耐 摩 耗 性		
		エリクセン値*	ク ロ ス カ ッ ト	直 角 曲 げ	密 着 曲 げ		摩 耗 指 数	柄 消 滅 始 め 回 数	素 地 露 出 回 数
a ₁	H	10.0	異状なし	異状なし	異状なし	>50	26.5	39	2,200
a ₂	F	8.9	異状なし	異状なし	き 裂	>50	120.3	16	517
a ₃	<6B	10.3	異状なし	異状なし	異状なし	>50	24.5	63	>2,000
b ₁	2 H	4.6(被覆層 はき裂)	異状なし	き 裂	き 裂	>50	30.1	1,046	1,822
b ₂	B	9.6	異状なし	異状なし	異状なし	>50	46.4	235	>2,000
c ₁	F	8.8	異状なし	異状なし	異状なし	>50	14.2	>2,000	>2,000
c ₂	4 B	10.2	異状なし	異状なし	異状なし	>50	6.9	>2,000	>2,000
d	F	2.4(被覆層 はく離)	ハ ク 離	ハ ク 離	ハ ク 離	6~9	100.8	—	1,843
e	>8H	0.5(被覆層 はき裂)	—	ハ ク 離	ハ ク 離	<3	3.3	—	>1,000

* () の説明なきものはそれぞれの押出量で鋼板にき裂を生じたものである。
鋼板がき裂するまでの押出量が異なるのは銘柄がそれぞれ異なるためである。

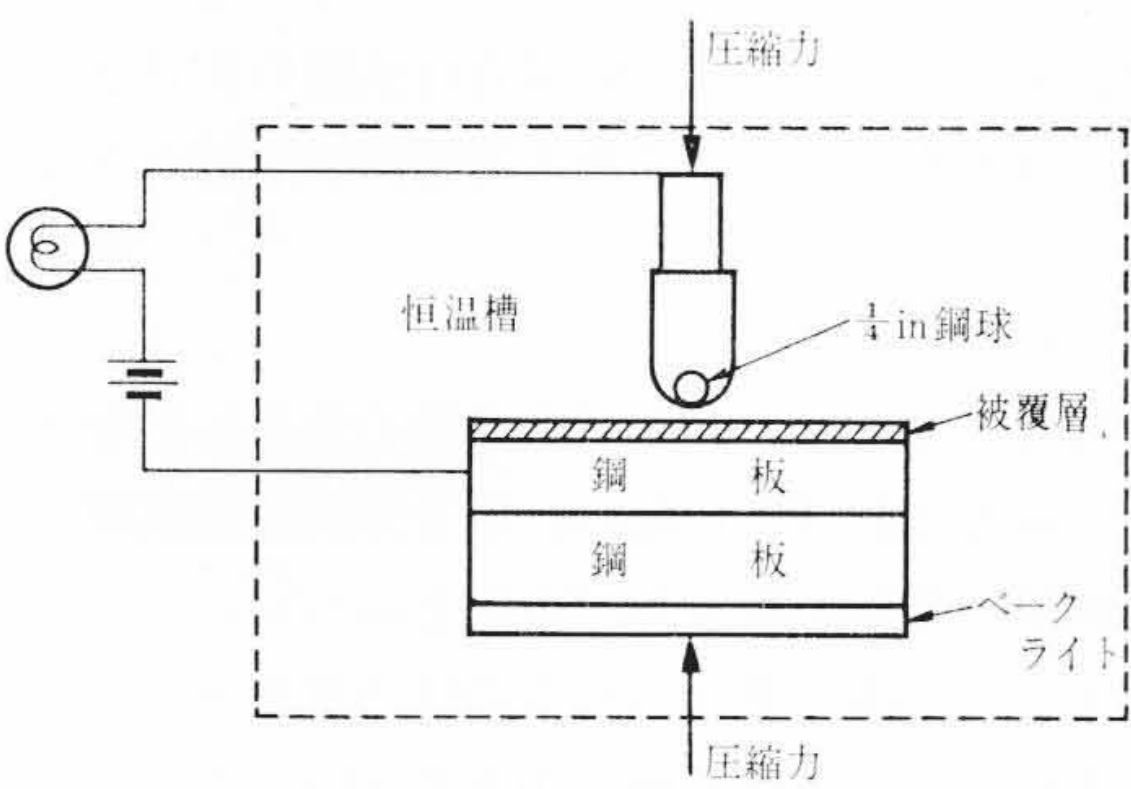


図 1 耐熱荷重性試験法

(8) 耐熱荷重性試験

図 1 に示した試験法により 20~160℃ までの温度条件において被覆層が破れる荷重を求めた。

(9) 沸 水 試 験

JIS K6744 に基づいて試験片を沸水中に 60 分間浸漬したのち、水冷してその外観変化を観察した。

(10) 冷 熱 試 験

80℃ の温水および 0℃ の水中に試料を 5 分ずつ交互に各 20 回浸漬したのち、外観変化とクロスカットエリクセン試験による密着性の低下を調べた。

(11) ピンホール試験

0.2% 食塩水の電気分解(12V, 30 秒)によって生ずるフェノールフタレンの発色数によってピンホール数を求めた。

(12) 食 塩 水 試 験

JIS K6744 に基づいて 3% 食塩水中に 100 時間(30℃)浸漬したのち、さびの有無を観察した。

(13) 塩 水 噴 霧 試 験

JIS Z2371 (塩水噴霧試験方法) に基づいて 240 時間試験したのちの発錆(しょう)状況を観察した。

(14) 耐 食 品 汚 染 性

供試試料を各食品中に室温で 16 時間浸漬し、水洗したのちに汚染状態を観察した。豚肉および玉ねぎの 2 品目についてはこれが腐敗すると硫化水素ガスを発生する可能性があるため、特に試験時間を 240 時間に延長した。硫化水素を試験品目に加えたのは食品中には上記のように腐敗して硫化水素を発生するものがあり、この硫化水素はプラスチック被覆鋼板の被覆に含まれる顔料や安定剤などを非常に変色させやすいからである。硫化水素については試験時間を 5 時間とした。なお事務用インキ、マーキクロムおよびくつ墨は食品ではないが家庭でよく使われ、しかもこれらの物質の着染性は非常に強いのでこの試験も行なうことにした。

(15) 耐溶剤性および耐洗剤性試験

外装に溶剤や洗剤が付着したまま放置される場合と、溶剤や洗剤によってぬぐわれる場合を想定して、前者については常温 24 時間の浸漬を行なったのち表面の汚損状態を観察し、後者については被覆面を試験液でぬらしたさしでくり返し 50 回こすりそのときの被覆層の汚損状態を観察するという二通りの方法を用いた。

(16) 耐無機(酸、塩基)性

JIS K 6744 に準じ、試験片を各試験液中に常温で 5 時間浸漬したのち水洗して表面の変化を観察した。

4. 試験結果および考察

4.1 機 械 的 性 質

機械的性質の試験結果を一括して表 3 に掲げた。以下各試験項目について明らかとなったおもな事柄を述べる。

4.1.1 鉛 筆 か た さ

- (1) 供試試料の中ではガラス質のホウロウがかたく、この被覆には通常の使用条件でひっかききずがつかない。
- (2) a₁, a₂ および b₁ の鉛筆かたさは F—2H でアクリル塗装鋼板に匹敵する被膜かたさを示した。この種の鋼板は一種の塗装鋼板であるために比較的かたい被膜が得られるものと考えられる。
- (3) ロール圧着法の塩化ビニル被覆鋼板では a₃ が 6B 以下、b₂ が B、c₁ が F とその鉛筆かたさは各銘柄によって著しく異なる。市販の塩化ビニルフィルムには軟質、半硬質および硬質の 3 種のものがある。したがって供試塩化ビニル被覆鋼板の被膜かたさに大きな差の生じた原因は使用しているフィルムの種類が異なるためであると考えられる。
- (4) ポリカーボネートフィルムをはり合わせた c₂ は鉛筆かたさが B であった。

4.1.2 絞 り 性 お よ び 密 着 性

エリクセン試験では b₁、アクリル塗装鋼板およびホウロウ鋼板ではいずれも 5 mm 以下でハク離あるいはき裂を生じ、これらの材料は絞り加工には不適であることがわかった。これらの鋼板以外の供試品では鋼板が破断するまで絞り可能であった。またクロスカットエリクセン試験ではアクリル塗装鋼板のみ密着性が悪かったが、他のプラスチック被覆鋼板はすべて良好であった。

4.1.3 折 り 曲 げ 性

b₁、アクリル塗装鋼板およびホウロウ鋼板は曲げ加工には適さないことがわかった。プラスチック被覆鋼板を使用する場合切断面を外部に露出させないようにするため、端面を 180 度折り曲げることがあるが、このような場合には a₂ も使用することはできない。

4.1.4 耐 衝 撃 性

アクリル塗装鋼板およびホウロウ鋼板は耐衝撃性に乏しく、いずれも 10 kg-cm 以下でハク離あるいはき裂を生じたが、その他の供試品はいずれも 50 kg-cm 以上の衝撃に耐え、現在使用されているアクリル塗装鋼板よりもはるかにすぐれた耐衝撃性を有することがわかった。

a₁, a₂ および b₁ などの印刷塗装鋼板がアクリル塗装鋼板に比べて著しくすぐれた耐衝撃性を示した原因は、エリクセン試験や

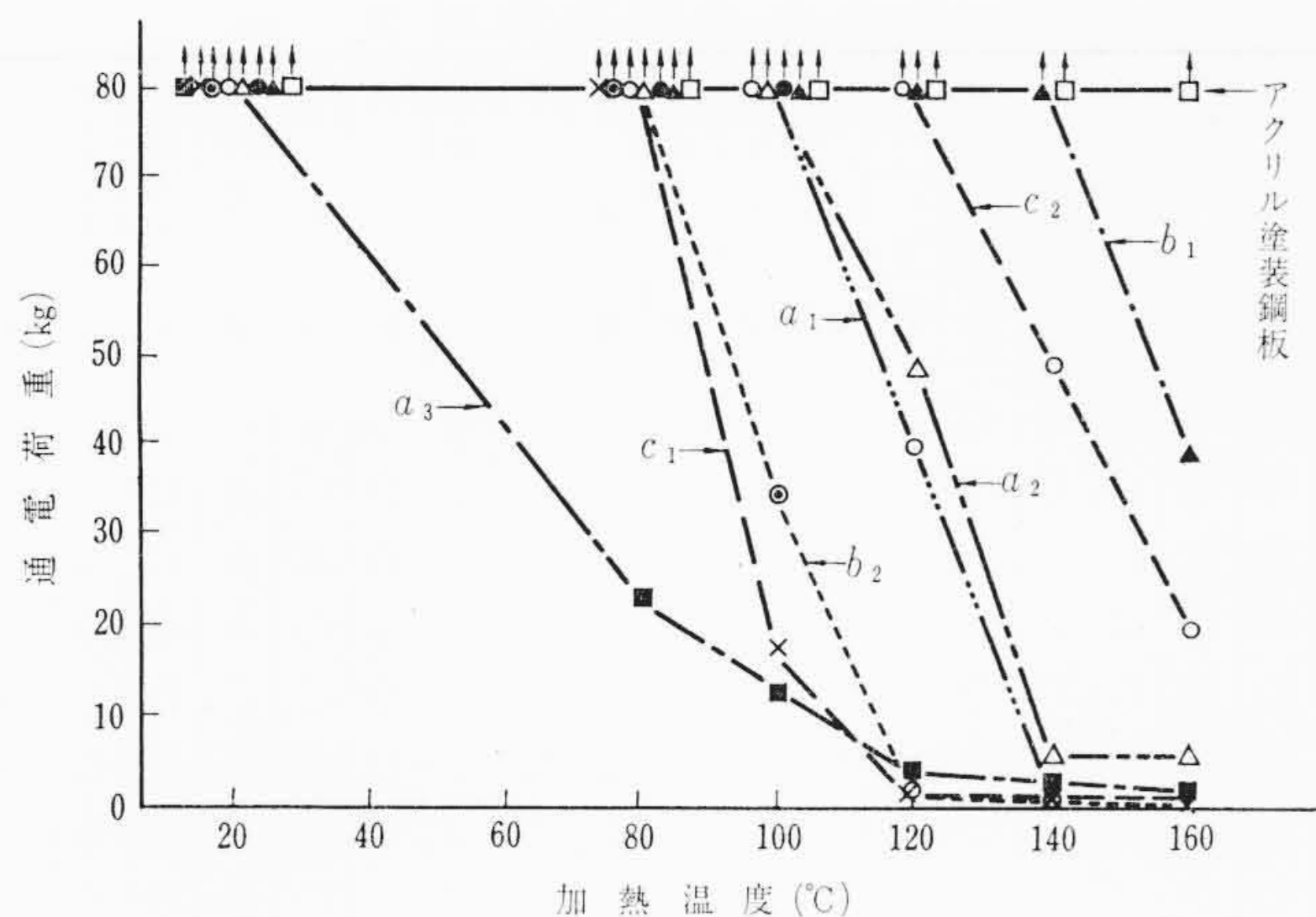


図2 加熱温度と鋼球による通電荷重との関係

曲げ試験でも明らかなように、前者のほうが被膜のたわみ性が良好なため、使用する塗料や焼付温度などの違いによるものと推定される。

4.1.5 耐柄消滅性および耐摩耗性

- (1) 耐柄消滅性は被覆層の構造によって異なり、表面に柄印刷をした a_1 , a_2 および a_3 が最も速く柄の消滅を起こす。透明シートの裏面に印刷を施した c_1 および c_2 は非常に耐柄消滅性がすぐれている。印刷層に透明なトップコートを施した b_1 および b_2 の耐柄消滅性は表面印刷のままのものよりは良いが裏面印刷のものと比べるとかなり劣る。
- (2) 被覆材の耐摩耗性については、アクリル塗装鋼板よりも耐摩耗性の劣るのは a_2 のみでそのほかはいずれもすぐれ、中でもホウロウ鋼板と c_2 が優秀である。
- (3) 耐摩耗性は被膜かたさの高いもののほうがすぐれると常識的に考えられているが、本実験結果によればこのような考え方はプラスチック被覆鋼板の場合には当てはまらないことがわかった。
- (4) 耐柄消滅性および耐摩耗性を総合するとプラスチック被覆鋼板の中では c_2 が最もすぐれた材料であるといえる。

4.2 熱的性質

4.2.1 加熱外観変化および耐熱荷重性

無負荷状態の加熱では 170°C で c_1 および c_2 に黄変が認められたが 150°C 以下の温度ではいずれの試料にも外観変化は認められなかった。しかしながら耐熱荷重性試験においては図2に示すように、被覆層の耐熱度の差が顕著に現われた。

耐熱荷重性試験によって明らかとなったおもな事柄は下記のとおりである。

- (1) a_3 が最も耐熱性が悪く、この被覆は 80°C 以下の温度でも著しい軟化を示す。おそらくこの材料には半硬質または軟質の塩化ビニルフィルムを使用しているものと思われる。
- (2) b_2 および c_1 では被覆層が著しく軟化を示す温度は 80°C 以上である。塩化ビニルの持つ軟化温度から考えてこの両者は硬質のフィルムを使用しているものと考えられる。したがって塩化ビニルをはり合わせた被覆鋼板の耐熱荷重性としては 80°C が限度であろうと考えられる。
- (3) 塩化ビニルよりも耐熱性の良いポリカーボネートをはり合わせた c_2 は予期したとおり、かなりすぐれた耐熱荷重性を示し、 120°C まで軟化しないことがわかった。
- (4) 塗装方式の a_1 , a_2 および b_1 ははり合わせの被覆鋼板よりも耐熱荷重性にすぐれ、 a_1 および a_2 で 100°C まで、 b_1 で

は 140°C まで軟化を起こさない。

- (5) アクリル塗装鋼板はホウロウ鋼板を除くとはかのいずれのプラスチック被覆鋼板よりも耐熱荷重性がすぐれていることがわかった。

なおホウロウはガラス質で逆に鋼球を傷つけてしまう心配があったので本実験の対象から除外したが、アクリル塗装鋼板よりもさらにすぐれた耐熱荷重性を持つことは疑いない。

4.2.2 耐沸水性

c_1 のみに乳白色の曇りが発生したが、そのほかの供試品には変化が認められなかった。

硬質塩化ビニルフィルムは吸水した場合に乳白色の曇りを生ずるといわれており⁽²⁾、 c_1 は透明の硬質塩化ビニルフィルムを使用していると考えられる。 b_2 に曇りの現象が認められなかった理由ははり合わせたフィルムの上に印刷を施し、その上にさらに薄いトップコートを施してあるためと考えられる。したがってこの曇りの現象は表面層に透明でしかも厚い硬質塩化ビニルフィルムを露出させなければ避けられると思われる。

4.2.3 耐冷熱性

c_1 が沸水試験と同じく乳白色の曇りを生じたが、そのほかの試料では外観変化および密着性の低下は全く認められなかった。

4.3 耐腐食性

4.3.1 ピンホール

シート圧着法によるプラスチック被覆鋼板にはピンホールが認められなかったが、印刷塗装方式の被覆鋼板 a_1 , a_2 および b_1 にはいずれもピンホールが認められた。特にトップコートなしの a_1 および a_2 は著しくピンホールの多いものであることが判明した。

4.3.2 耐腐食塩水性および耐塩水噴霧性

耐腐食塩水試験において a_1 , a_2 および b_1 にブリストアが認められ、塩水噴霧試験においては a_2 のみにブリストアが認められた。そのほかの供試品にはいずれの試験においても異状は認められなかった。

印刷塗装方式によって造られる被覆鋼板は前述のようにピンホールができやすく、このピンホール部からの腐食媒の侵透によってブリストアや点錆を生ずる可能性があり、耐腐食性はアクリル塗装鋼板よりもむしろ劣るものと考えなければならない。食塩水試験ではいずれの印刷塗装鋼板にもブリストアが発生したのに、塩水噴霧試験で意外にすぐれた耐腐食性を示したのは、これらの材料はいずれも下地処理として電気亜鉛メッキが施されているため、亜鉛の電気化学的防腐食作用のために赤さびとなつては現われなかったものと考えられる。

4.4 耐汚損性

4.4.1 耐食品性

試験結果は表4に掲げたとおりであり、硫化水素による変色以外で水洗やアルコール洗浄によって取れない汚染が残る組合せはなかった。豚肉、玉ねぎおよび硫化水素などの硫化水素ガスによる変色を対象にした試験では a_2 , a_3 , b_1 および c_1 がわずかながら変色するという結果になり、安定剤や顔料の種類によっては硫化水素ガスによる変色を生ずることが確認された。ホウロウ鋼板、アクリル塗装鋼板、 a_1 , b_2 および c_2 はすぐれた耐硫化水素性を示した。

4.4.2 耐溶剤性および耐洗剤性

溶剤浸漬試験および溶剤による摩擦試験の二つの試験を試みたが、後者のほうが被覆層に及ぼす影響が過酷であることが明らかとなった。表5は摩擦試験の結果を示したものである。

本試験によって明らかとなった事柄は下記のとおりである。

- (1) 塗料および接着剤などの溶剤として使われるケトン類、芳香族類およびエステル類は溶解力が非常に強く、ホウロウ鋼板および b_1 を除いてはいずれも塗膜または柄が侵される。
- (2) アルコール類の場合は表面印刷の a_2 が柄の消滅を起こし、アクリル塗装鋼板が褪(たい)色を起こしたが、その他のものには影響がみられなかった。
- (3) 石油類は沸点の差によって揮発油(ガソリン、石油ベンジンなど)、灯油(ケロシン)、軽油、重油(各種潤滑油を分溜する原料となる)に分けられる。本試験の結果によると最も沸点の低い石油ベンジンによって a_2 およびアクリル塗装鋼板が柄の消滅または褪色を起こしたが、沸点の高いケロシンやタービン油ではいずれの供試プラスチック被覆鋼板にも汚損がみられず、製かん作業などの際に機械油を付着させたとしても汚損を起こす心配はないことがわかった。
- (4) 家庭用の洗剤類を付着させたり、またはそれでこすったりした程度ではいずれの供試品も汚損する危険性はないが、ピカールの場合は研磨剤がはいっているためにこれで摩擦すると表面印刷の a_1 、 a_2 および a_3 では柄の消滅を起こすことがわかった。

4.4.3 耐無機(酸、塩基)性

塩酸、硫酸、水酸化ナトリウムおよびアンモニアの各10%水溶液について試験した。その結果 a_2 および b_1 にのみ塩酸でブリストアが発生したが、そのほかの試験片ではまったく異状が認められなかった。 a_2 および b_1 の印刷塗装鋼板にブリストアが発生したのは、さきの耐腐食試験の項で述べたようにこれらの材料がかなりピンホールをもっていることに起因するものではないかと考えられる。

5. 実験結果の総合的評価

以上各供試被覆鋼板の表面被覆についてその機械的性質、熱的性質、耐腐食性ならびに耐汚損性に関する試験結果を述べたが、最後にこれらの総合的評価を試みることにする。評価にあたっては冷蔵庫のトップテーブルおよび外装の仕上塗装としてすでに数年の使用実績のあるアクリル塗装鋼板を基準にした。

評価結果を一覧表にまとめると表6のようになる。

6. 結 言

電気冷蔵庫外装としての適応性を各種のプラスチック被覆鋼板について論じたが、それらを要約すると下記のとおりである。

- (1) 塩化ビニルコート面に印刷したもの(a_1)はかたさ、被覆密着性、曲げ加工性がすぐれているが、耐柄消滅性、耐熱荷重性、耐腐食性が劣る。
- (2) アクリルコート面に印刷したもの(a_2)はかたさ、被覆密着性、耐衝撃性がすぐれているが、密着曲げ、耐柄消滅性、耐摩耗性、耐熱荷重性、耐腐食性、耐汚損性が劣る。
- (3) 塩化ビニルフィルム面に印刷したもの(a_3)は加工性、耐腐食性がすぐれているが、かたさが低く、耐柄消滅性も劣る。
- (4) アクリルコート面に印刷し、さらにアクリルをトップコートしたもの(b_1)はかたさが最もすぐれ、被覆密着性、耐衝撃性、耐柄消滅性、耐熱性、耐溶剤性もすぐ

表4 耐食品汚染試験結果

試料名	食品名																
	* コー ー ー	** 紅 茶	ク エ ン 酸	砂 糖 水	食 酢	し ょ う ゆ	ソ ー ス	ケ チ ャ ッ プ	マ ヨ ネ ー ズ	ご ま 油	カ ラ シ	天 然 バ タ ー	豚 肉	玉 ねぎ	*** 硫 化 水 素	事 務 用 イ ン キ	マ ー キ ン グ ロ ー ム
a_1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
a_2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○
a_3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	○	○
b_1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○
b_2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
c_1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○
c_2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
d	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
e	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

(注) ○：異状の認められなかったもの。
△：わずかに変色したもの。
* 100 cc の熱湯中に茶さじ1杯の紅茶を入れ、放冷後ろ過して試験液とした。
** 1% 水溶液
*** 飽和ガス中に暴露した。

表5 溶剤および洗剤による摩擦試験結果

試料名	アルコー ル類		ケント類		芳香族類		エステル類		石 油 類			洗 剤 類		
	メ ア ル コ ー ル	エ ア ル コ ー ル	ア セ ト ン	メ チ ル ケ ト ン	ベ ン ゼ ン	ト ル エ ン	酢 酸 エ チ ル	酢 酸 ア ミ ル	石 油 ベ ン ジ ン	ケ ロ シ ン	ター ビ ン 油	※ モ ノ ゲ ン	※ ソ レ ス ト ー プ	ピ カ ー ル
a_1	◎	◎	□	□	□	□	□	□	◎	◎	◎	◎	◎	□
a_2	□	□	□	□	□	□	□	□	□	◎	◎	◎	◎	□
a_3	◎	◎	□	□	□	□	□	□	◎	◎	◎	◎	◎	□
b_1	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
b_2	◎	◎	□	□	□	□	□	□	◎	◎	◎	◎	◎	◎
c_1	◎	◎	●	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎
c_2	◎	◎	●	●	●	●	●	●	◎	◎	◎	◎	◎	◎
d	○	○	○	○	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎
e	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

(注) ◎：異状の認められぬもの。 ○：つやの消失する程度のもの。
□：色の褪色または柄の消滅したもの。 ●：被覆層の溶解したもの。
※：5% 水溶液を使用した。

表6 表面被覆鋼板の物性評価一覧表

試料名	物性	機械的性質						熱的性質				耐腐食性			耐汚損性			
		鉛筆かたさ	絞り加工性	密着性	曲げ加工性	耐衝撃性	*耐柄消滅性	耐摩耗性	加熱外観変化	耐熱荷重性	耐沸水性	耐冷熱性	ピンホール	耐腐食塩水性	耐塩水噴霧性	耐食品性	耐溶剤性	耐洗剤性
a ₁		良	優	優	優	優	可	優	良	可	良	良	可	可	良	良	可	良
a ₂		良	優	優	優	優	可	良	良	可	良	良	可	可	可	良	可	可
a ₃		可	優	優	優	優	可	優	良	可	良	良	良	良	可	良	可	良
b ₁		良	良	優	良	優	優	優	良	良	良	良	可	良	良	可	優	良
b ₂		良	優	優	優	優	良	優	良	可	良	良	良	良	良	良	良	良
c ₁		良	優	優	優	優	優	優	可	可	可	良	良	良	良	良	良	良
c ₂		可	優	優	優	優	優	優	可	良	良	良	良	良	良	可	良	良
e		優	可	**可	可	可	**優	優	良	**優	良	良	可	良	良	良	優	良

* 耐柄消滅性は無柄のアクリル塗装鋼板を比較基準とすることができないので a_1 、 a_2 などの表面印刷のものの柄消滅性を基準にして他のものの評価を行なった。
** 推定評価
(注) アクリル塗装鋼板の物性を基準としてそれよりもすぐれるもの優、同等のもの良、劣るもの可とした。

- れているが、曲げ加工性、耐食品性が劣る。
- (5) 塩化ビニルフィルム面に印刷し、さらに塩化ビニルのトップコートをしたもの (b_2) は供試品中最もバランスのとれた物性をもつ材料である。しかし耐熱荷重性がアクリル塗装鋼板よりも劣る。
- (6) 塩化ビニルフィルムの裏面に印刷したもの (c_1) は機械的性質が供試プラスチック被覆鋼板中最もすぐれているが、高温多湿の条件では曇りを生ずる。
- (7) ポリカーボネートフィルムの裏面に印刷したもの (c_2) は機械的性質、耐熱性、耐腐食性がすぐれているが、かたさが低い。

- (8) ホウロウ鋼板はかたさ、耐摩耗性、耐熱性、耐汚損性がすぐれているが、絞り加工性、密着性、耐衝撃性が劣る。また柄ものが造りにくい。

以上のように各種プラスチック被覆鋼板はそれぞれ長所欠点を有しているので、それらを熟知して選定を行なえば冷蔵庫などの外装材として意匠的にも性能的にも満足し得る品種を選定することが可能である。

参 考 文 献

- (1) 八幡エコンスチール：アートボンドガイドブック (昭 40)
 (2) 荒井ほか 2 名：機械工業のための繊維，高分子材料 230 (昭 32-6，共立出版)



特 許 の 紹 介



特許 第 473892 号 (特公昭 40-13328 号)

桜 木 義 祐・日 向 成 行・野 田 始

負 荷 時 タ ッ プ 切 換 装 置 用 切 換 開 閉 器

変圧器油槽に内蔵される抵抗式負荷時タップ切換装置においては、切換開閉器の抵抗接点群および主接点などを絶縁筒内に組み込んでいる。そしてこれらの接点は変圧器タップの切換操作のつど負

荷電流の一部を遮断することになるため、長期間の運転によって消耗する。そのために所定の運転期間をへたのちに、切換開閉器を変圧器油槽から抜き出して点検および補修する必要がある。

しかしながら上述のように、切換開閉器は絶縁筒内に収容されているために、接点の点検および補修を行なうことが不便であり、特に接点の交換作業には相当の熟練を必要とする。

この発明は、内周面に主固定接点と抵抗固定接点とを取り付けた遮断部絶縁筒を、三相の各相ごとに区分し、点検に際しては、これらの絶縁筒を各相ごとに絶縁筒本体から取りはずし、固定接点部分の点検および補修を行なうようにし、さらに主可動接点および抵抗可動接点群は、遮断部絶縁筒を取りはずした空所から点検および補修するようにしたものである。

この発明によれば、主接点および抵抗接点群は各相ごとに個別に点検することができるため、従来のように遮断部を絶縁筒の外部に抜き出す必要がなく、点検および接点部分の補修などに要する時間を大幅に短縮できる利点がある。(須田)

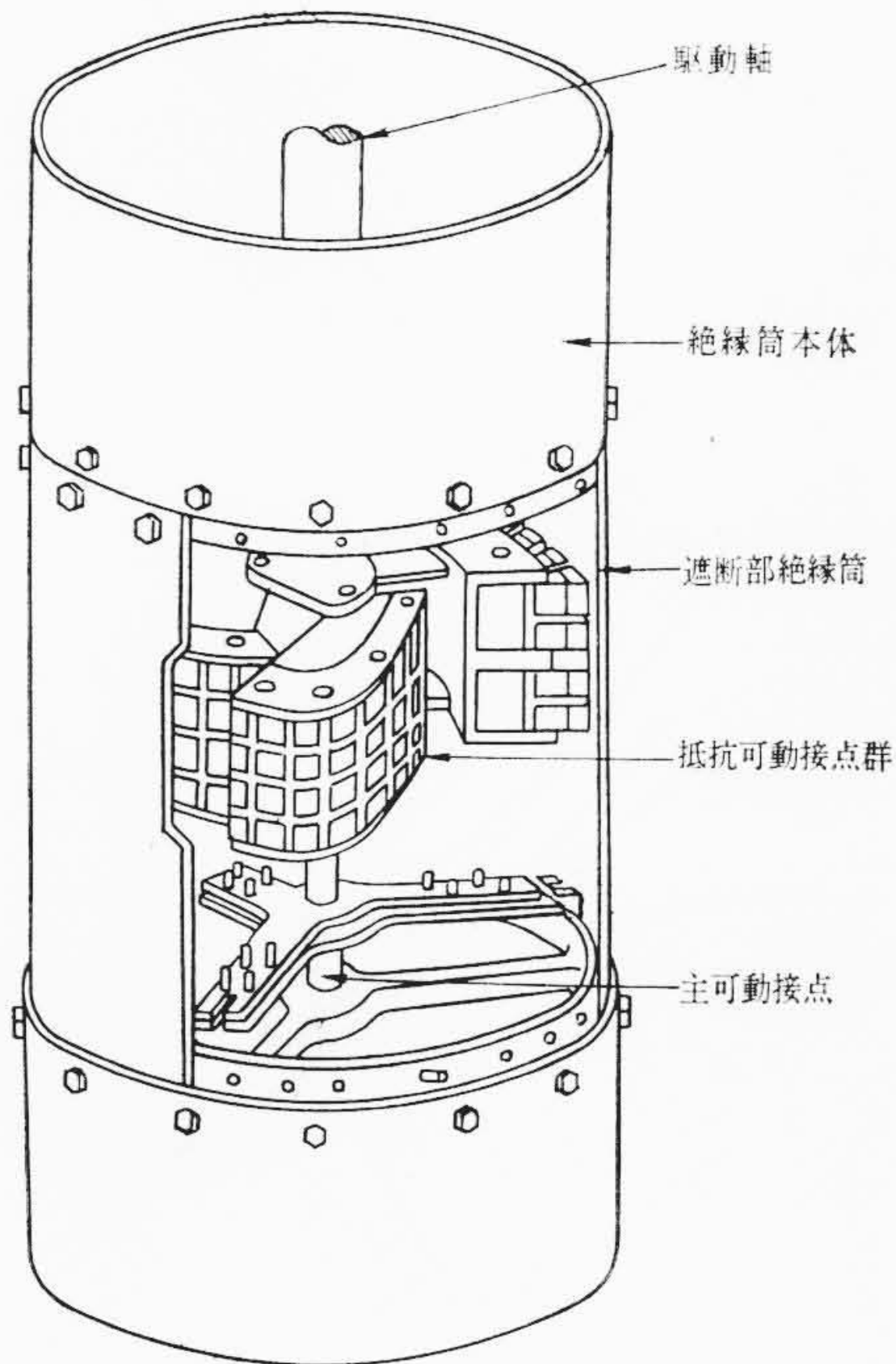


図 1

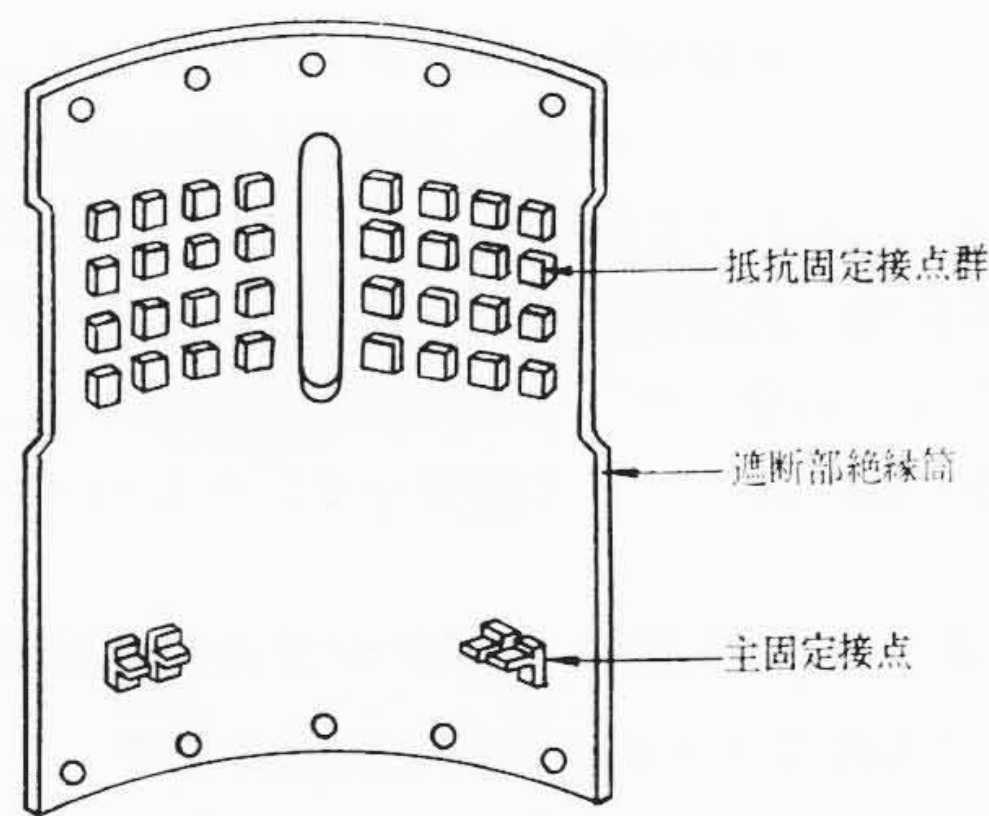


図 2