

解説

色材, 69 [9], 599-606 (1996)

意匠性鋼板の接着組み立て技術

原賀 康介*

1. まえがき

近年の意匠の多様化や高級化指向の高まりにつれて、各種のフィルム貼り鋼板やエッチング、鏡面、発色などがなされたステンレス鋼板などの意匠性鋼板の採用が増加している。また、製造工程の合理化やコストダウンを目的として、塗装工程を廃止してプレコート鋼板を採用する動きも活発になっている。ところが、これらの意匠性鋼板部品の組み立てにおいては、従来からの溶接やネジのように、意匠面を傷つけたり意匠面に現れる接合方法は商品価値を損なうため使用することができない。そこで、最近では意匠面に全く影響を及ぼさずに接合ができる接着剤による接合が採用されている。

以下に、塩ビフィルム貼り化粧鋼板、ステンレス意匠鋼板、プレコート鋼板の接着組み立て技術の適用例として、エレベーターパネルおよび照明器具反射板について紹介する。

2. エレベーターパネルの組み立てにおける接着の適用例⁽⁻⁶⁾

2.1 エレベーターにおけるパネルの種類と材質

図-1、図-2に、エレベーターの外観を示した。図-1の人が乗って上下する箱はかご室と呼ばれ、扉と壁、天井、床で構成されている。図-2はエレベーターの乗り場で扉と、扉の周囲にある三方枠と呼ばれる門形の部品で構成されている。本稿でのパネルとは、かご室の扉、壁、乗り場の扉、三方枠を指す。

これらのパネル類では意匠材として種々の材料が使用

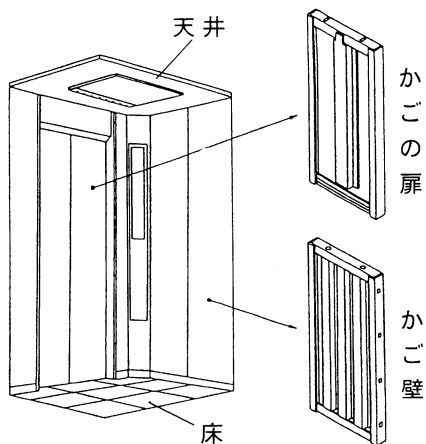
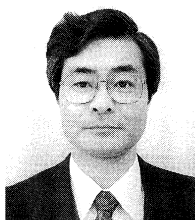


図-1 エレベーターのかご室の外観

されている。代表的なものとしては、塩ビフィルム貼り化粧鋼板（以下塩ビ鋼板と略す）、鋼板、亜鉛めっき鋼板、ステンレス鋼板や発色カラーステンレス鋼板、黄銅板、丹銅板などがある。仕上げも、標準的なものから超高級で工芸品なみのものまでさまざまである。鋼板や亜鉛めっき鋼板の塗装においては単色のものから金箔塗装や複雑な模様や芸術的絵柄のものまでである。ステンレス鋼板では、ヘアライン仕上げ、鏡面仕上げ、エッチング仕上げ、サンドブラストによる濃淡仕上げのパールトーン仕上げ、エッチング色入れ仕上げなどがなされる。丹銅板は硫化イブシ仕上げがなされる。



〔氏名〕 はらが こうすけ
 〔現職〕 三菱電機(株)先端技術総合研究所 参事 工学博士
 〔趣味〕 少しのお酒と旅、散策、写真、Mac
 〔経歴〕 昭和48年京都大学工学部工業化学科卒業。同年三菱電機(株)入社、現在に至る。この間、一貫して接着技術特に構造接着の適用技術開発に従事。

平成7.11.13受理

Assembly Technique for Film Laminated or Colour Coated Steel by Adhesive Bonding
 Kosuke HARAGA

* 三菱電機(株)先端技術総合研究所

兵庫県尼崎市塚口本町8-1-1 (〒661)

パネルは、表（おもて）板と呼ばれる平板状の部品の裏面に亜鉛めっき鋼板や鋼板製の補強材が接合されて構成されている。通常、図-3（A）に示すように、表板と

して意匠材そのものが使用され、意匠材の裏面に補強材が接着で直接接合されるが、高級な仕上げがなされた意匠材の場合は、図-3（B）に示すように、一旦鋼板製パネルを製造し、その上に意匠材が全面接着で接合される二重構造がとられている。

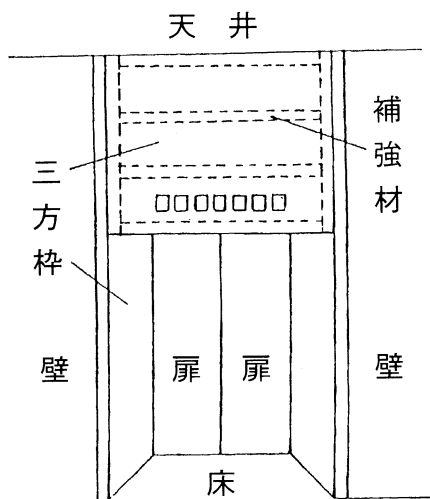


図-2 エレベーターの乗り場の外観

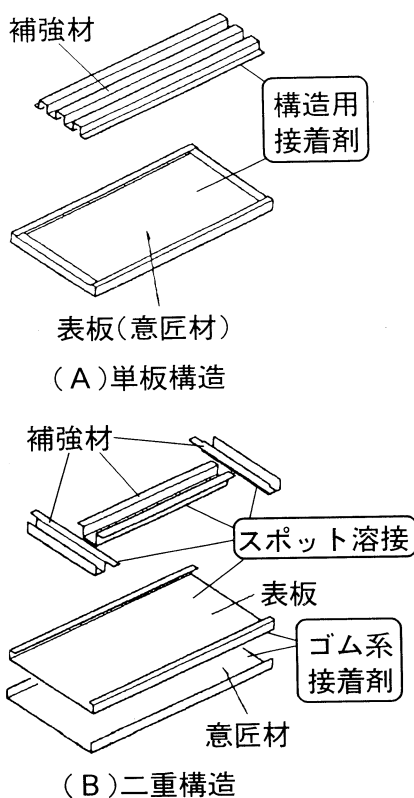


図-3 エレベーターのパネルの構造

2.2 エレベーターパネルの要求条件

エレベーターのパネル類には次のような特性が要求される。

(1) 構造体としての高い曲げ剛性やねじり剛性を有すること。

(2) 荷物運搬時の台車の衝撃やいたずらなどの局部衝撃で変形しないこと。

(3) 軽量であること。

(4) 意匠性に優れること。すなわち、ねじれやたわみのない高度な平面度を有し、局部的な歪みがなく、鏡面仕上げの場合は像がゆがまないこと。

(5) 振動特性に優れること。(ビビリ音、叩いた時の金属音、共振、防音など)

(6) 火災時に変形したり、有毒ガスを発生しないこと。(特に乗り場の扉)

(7) 20年以上の耐久性を有すること。

2.3 エレベーターパネルにおける接着の必要性

エレベーターのパネル類の組み立てに接着接合が多用されるのは、次のような理由からである。

(1) 表板が塩ビ鋼板やステンレス鋼板などの意匠材そのものである場合は、補強材の接合時に意匠面にわずかでも変形が生じると補修は不可能である。このため溶接は不適當であり、また、ねじりベットなど意匠面に現れる方法も採用できない。これに対して、接着による接合は意匠面に変形を生じさせずに補強材の接合が行える。

(2) 表板に塩ビ鋼板が使用される場合、高温が加わる接合方法は不適當である。常温硬化性接着剤を使用すれば塩ビ鋼板の耐熱温度以下で補強材の接合が行える。

(3) 軽量化のためには薄板化が必要であるが、スポット溶接などの点接合では薄板化すると接合強度や剛性が大きく低下する。接着は面接合であるため薄板でも高い接合強度と優れた剛性を得ることができる。

(4) 接着は広範囲の材料や異種材料の接合に適するため、種々の材質のパネルが混在して流れるラインにも適用しやすい。

(5) 面接合された接着部はサンドイッチ構造であり、振動特性の向上や、可とう性のある接着剤を用いれ

ば制振効果も期待できる。

2.4 接着剤への要求条件

補強材接合に用いられる接着剤には次のような特性が要求される。

- (1) 各種の材質に共通して適用できること。
- (2) はく離接着強度は 150N/25mm 以上であること。
- (3) 衝撃接着強度は 200N・cm/cm²以上であること。
- (4) せん断接着強度は 15MPa 以上であること。
- (5) 破壊状態は接着剤の凝集破壊であること。
- (6) 耐湿性は、60°C 90%RH 雰囲気にて 60 日間暴露後の強度保持率が 70% 以上を有していること。また、吸湿劣化後の乾燥による接着強度の回復が大きいこと。
- (7) 耐クリープ性、耐疲労性に優れること。
- (8) 薄板においても接着剤の硬化収縮による歪みが発生しないこと。
- (9) 焼き付け塗装温度 (最高 175°C) に耐える耐熱性を有すること。(鋼板および亜鉛めっき鋼板製パネルは接着後塗装される)
- (10) 硬化時間は 20 分以内であること。
- (11) 塩ビ鋼板は熱に弱いため、硬化温度は 80°C 以下であること。
- (12) 自動化に適すること。

2.5 適用接着剤の種類と特性

2.5.1 接着剤の種類

補強材の接合には、二液常温硬化性の構造用 SGA (変性アクリル系接着剤) と構造用ウレタン系接着剤が使用されている。いずれもエレベーターパネル専用に開発されたものである。なお、構造用ウレタン系接着剤でステンレス鋼板や鋼板を接着する場合には溶剤形の速乾性プライマーが併用されている。高級な仕上げがなされた意匠材を、鋼板製パネルの上に全面接着するためにはゴム系接着剤が使用されている。

2.5.2 利点と欠点

(1) 構造用 SGA

利点: ①油面接着性に優れるので接着の前処理が不要である。②二液の配合比の許容範囲が非常に広く、配合比の管理が非常に容易である。③二液の完全混合が不要で、貼り合わせる両部品にそれぞれ A 剤、B 剤を別々に塗布する方法や、A 剤 B 剤の重ね塗り、簡易混合塗布など種々の方法が採れる。④②③の点から、塗布装置の構造が簡単で、メンテナンスが容易である。⑤室温で 5～

15 分で実用強度に達する。⑥ A 剤、B 剤の別塗布や重ね塗りを行うと、接着剤の塗布から貼り合わせまでの可使用時間が十分に確保できる。

欠点: ①臭気がある。②消防法の危険物に該当する。③表板や補強材の材質により、焼き付け塗装耐熱性が不十分な場合がある。④硬化収縮率が高い。⑤構造用ウレタン系接着剤にくらべてコストが高い。

(2) 構造用ウレタン系接着剤

利点: ①焼き付け塗装耐熱性に優れている。②硬化収縮率が小さく歪みが発生しにくい。③構造用 SGA にくらべてコストが安い。

欠点: ①空気中の水分と反応して発泡を起こすため、湿度管理が重要である。②ステンレス鋼板や鋼板を接着する場合にはプライマーが必要である。③油面接着性に乏しく、接着前に脱脂が必要である。④構造用 SGA にくらべて設備費用が高い。

2.5.3 接着特性

(1) 接着強度

各種の金属における構造用 SGA の接着強度を表-1 に、構造用ウレタン系接着剤の接着強度を表-2 に示した。なお、塩ビ鋼板は片面のみ塩ビフィルムが貼り付けられたものを使用しており、接着面になる裏面は亜鉛めっき鋼板上に薄く樹脂コーティングがなされている。なお、表-3 に示すように、塩ビ鋼板裏面のコーティング剤の種類により接着強度が大きく異なるので注意が必要である。また、裏面の接着面が直接めっき面であることも多いが、表-4、表-5 に示すように、めっきの種類や後処理、さらには同種のものでも製造メーカーにより接着性能が大きく異なるので、素材のめっき鋼板の選定は慎重に行う必要がある。

(2) 環境耐久性

接着強度の低下に最も影響を及ぼす環境因子は水分である。各種の金属における構造用ウレタン系接着剤の耐

表-1 各種の金属における構造用 SGA の接着強度

被着材料	はく離強度 (N/25mm)	せん断強度 (MPa)
塩ビ鋼板 (注)	250	17
ステンレス鋼板	270	25
亜鉛めっき鋼板	220	21
アロイ鋼板	380	23
鋼板	300	22
アルミ板	220	23

(注) 塩ビ鋼板の裏面を接着 (裏面はフィルムなし)

表-2 各種の金属における構造用ウレタン系接着剤の接着強度

被着材料	プライマー	はく離強度 (N/25mm)	せん断強度 (MPa)	破壊状態
塩ビ鋼板 (注)	なし	200~260	21~26	凝集破壊
ステンレス鋼板	有り	150~190	26~32	凝集破壊
	なし	0	15	界面破壊
亜鉛めっき鋼板	なし	150~210	20~26	凝集破壊
鋼板	有り	200~260	24~31	凝集破壊
	なし	0	11	界面破壊

(注) 塩ビ鋼板の裏面を接着 (裏面はフィルムなし)

表-3 塩ビ鋼板裏面のコーティング剤の種類による接着強度の差異

コーティング剤	測定温度 (°C)	はく離接着強度 (N/25mm)	破壊状態
A	-20	39	界面, クラック発生
	-10	69	界面, クラック発生
	0	118	凝集 + 界面, クラック発生
	+25	167	凝集
B	-20	177	凝集
	-10	157	凝集
	0	186	凝集
	+25	226	凝集

表-4 各種の亜鉛めっき鋼板における構造用 SGA の接着強度

めっきの種類	めっき後処理	はく離強度 (N/25mm)	せん断強度 (MPa)
電気亜鉛めっき	リン酸塩皮膜処理	230	15
	無処理・塗油	300	16
溶融亜鉛めっき	薄強化クロメート処理	220	15
	厚クロメート処理	120	
合金亜鉛めっき	クロメート処理		20
	無処理・塗油	340	22
	リン酸塩皮膜処理	310	16

湿試験の結果を図-4 に示した。また、図-5、図-6 に、屋外暴露試験の結果を示した。

(3) 力学的耐久性

構造用 SGA および構造用ウレタン系接着剤のクリーブ破断特性を図-7 に、疲労破断特性を図-8 に示した。

2.6 接着工程

図-9 に、構造用 SGA によるエレベーターパネルの接着工程を示した。接着の前洗浄はなく、2液を表板と補強剤に別々に塗布し、室温で硬化されている。図-10

には、構造用ウレタン系接着剤の接着工程を示した。ウレタン系接着剤の場合は脱脂を行い、鋼板とステンレス鋼板にはプライマーが塗布されている。

3. 照明器具の組み立てにおける接着の適用例⁷⁻⁹⁾

3.1 接着構造の概要と強度、製造工程

図-11 は、主にオフィスや工場などに使用されるプレコート鋼板製の照明器具であり、反射板と端板が接着接

表-5 各種の亜鉛めっき鋼板における構造用ウレタン系接着剤の接着強度

めっきの種類	めっき後処理	メーカー	はく離接着強度 (N/25mm) と破壊状態	
			+25°C	-20°C
溶融亜鉛	普通クロメート	A	196 界面	78 界面
		B	167 界面	0 界面
F		108 界面	0 界面+P	
	特殊クロメート	F	196 界面+凝集	59 界面+P
電気亜鉛	無処理	F	0 界面	0 界面
		D	0 界面	0 界面
	普通クロメート	D	49 界面	0 界面
		F	108 界面+凝集	118 凝集+界面
	リン酸塩処理	F	196 凝集	206 凝集
樹脂コーティング	F	157 凝集+界面	147 界面+凝集	
複合コーティング	D	0 界面	0 界面	
Fe-Znアロイ化	無処理	E	216 界面+凝集	0 全面P
		F	0 全面P	0 全面P
合金	特殊処理	E	294 凝集	275 凝集

P: めっきと素材鋼板間での破壊

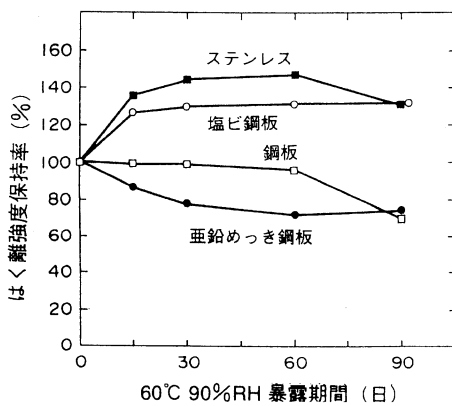


図-4 各種の金属における構造用ウレタン系接着剤の耐湿試験結果

合されている。従来は、鋼板を加工後スポット溶接により接合し、その後塗装がなされていた。

接着強度は、25×10mm と12×10mm のそれぞれ2カ所の接着部で、従来8カ所でスポット溶接していたものと同等以上の強度が確保されている。なお、接着は、反射板の裏面と端板のおもて面の両塗装面の組合せである。

図-12⁹⁾に、照明器具反射板における接着組み立て工

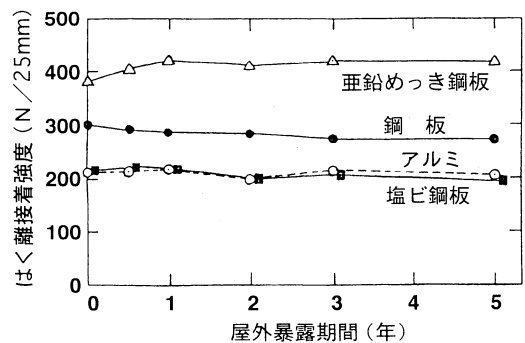


図-5 構造用 SGA の屋外暴露試験結果

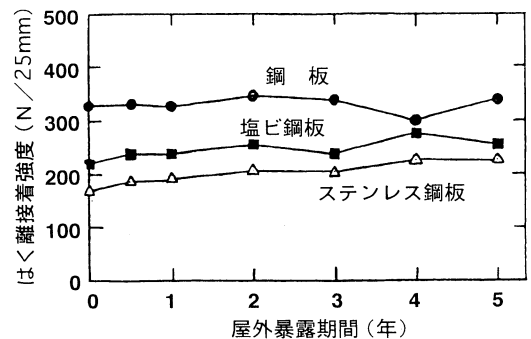


図-6 構造用ウレタン系接着剤の屋外暴露試験結果

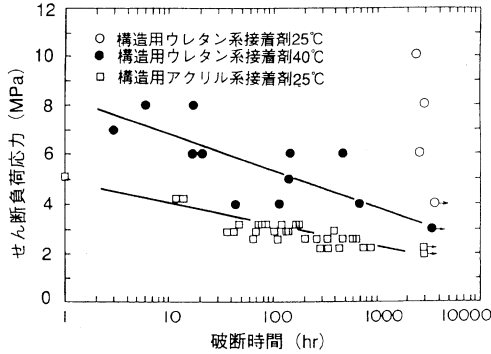


図-7 構造用 SGA および構造用ウレタン系接着剤のクリープ破断試験結果

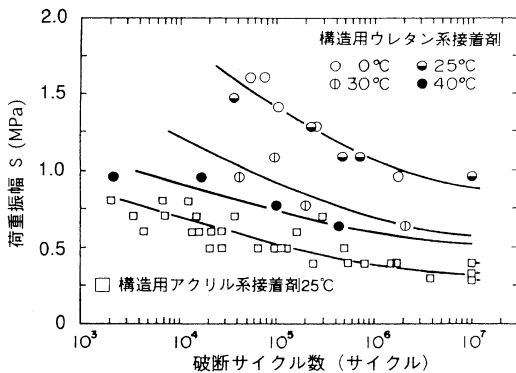


図-8 構造用 SGA および構造用ウレタン系接着剤の疲労試験結果

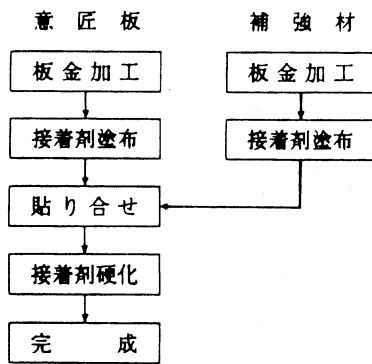
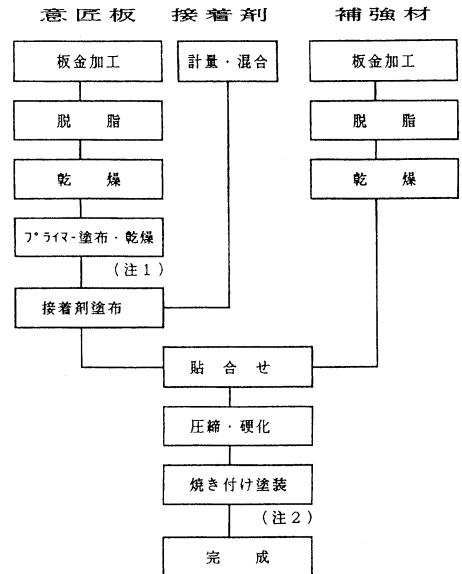


図-9 構造用 SGA によるエレベーターパネルの接着工程



(注1) 銅板、ステンレス銅板のみ
(注2) 銅板のみ

図-10 構造用ウレタン系接着剤によるエレベーターパネルの接着工程

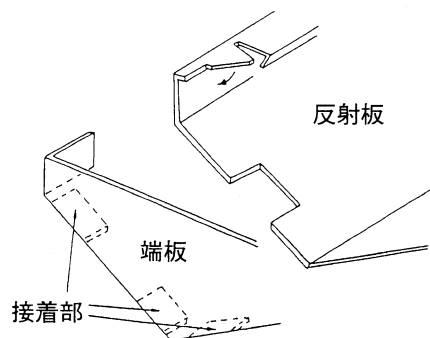
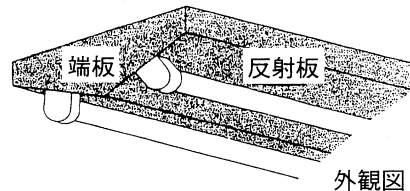


図-11 プレコート鋼板製の照明器具の外観と接着組み立て構造

程を、図-13⁹⁾に、製造ラインの構成図を示した。

3.2 プレコート鋼板の接着組み立てのポイント

プレコート鋼板の接着のポイントは、①接着剤と塗膜の接着が良好なこと、②素材の亜鉛めっき鋼板と塗膜の

接着性が良好なこと、③意匠面へ接着剤をはみ出させないこと、④短時間で硬化できること、などである。

一般のプレコート鋼板は、接着剤と塗膜表面の密着力

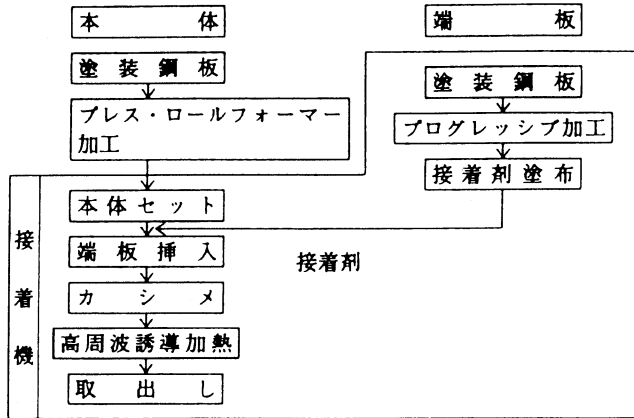


図-12 照明器具反射板における接着組み立て工程

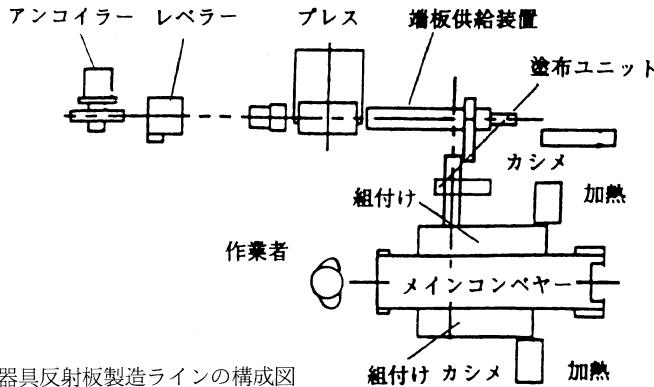


図-13 照明器具反射板製造ラインの構成図

や素材のめっき鋼板と塗膜との密着力が弱いものが多く、特に裏面はサービスコートでありその傾向が強く、接着に適さない。そこで、本適用に際しては、素材と塗膜との接着性および塗膜表面と接着剤との接着性に優れ、さらに長期耐久性にも優れたプレコート鋼板が新たに開発されて適用されている。表裏ともにプライマーとトップコートの2コートで、トップコートの塗料は変性ポリエステル系である。図-14⁷⁾に、一般のプレコート鋼板〔A〕と今回開発したプレコート鋼板〔B〕のロット間のはく離強度の再現性を示した。一般のプレコート鋼板はロットにより接着強度が大きく変化し、接着に不適であることがわかる。

接着剤は、塗膜との相性の良い二液型ウレタン系接着剤が使用されている。塗布量は、1箇所当たり1.0±0.1gで、二液の配合比は±10%でコントロールされている。接着剤は、ギヤーポンプにより定量圧送されダイナミックミキサーにより混合され、3軸制御の塗布ロボットにより塗布されている。なお、部品とノズルの距

離を離しすぎると塗布位置のばらつきやハナタレ現象になり、接着剤がはみ出したり塗布できないことがあるため、ノズルを部品に接触させるような位置関係で塗布されている。

意匠面への接着剤のはみだしを防止するためには、図-15⁸⁾に示すように、接合部に溝や段差をつけて接着剤の流出を防止する設計がなされている。

接着剤が硬化するまでの固定と短時間硬化は、生産性の点で重要な課題である。仮固定は、図-11、図-15に見られるように、反射板の一部にカシメ用のつめを設け、端板を反射板に挿入後つめを折り曲げてカシメの方法が採られている。

接着剤の硬化は、高周波誘導加熱により6秒で硬化する方法が採れている。短時間に均一に加熱できるように、接着部だけでなく端板側にも加熱コイルが設けられている。高周波誘導加熱時に鋼板の温度が上昇しすぎて塗膜や接着剤が劣化するのを防ぐため、高周波出力を2段階に変化させる温度コントロールの方法が採られてい

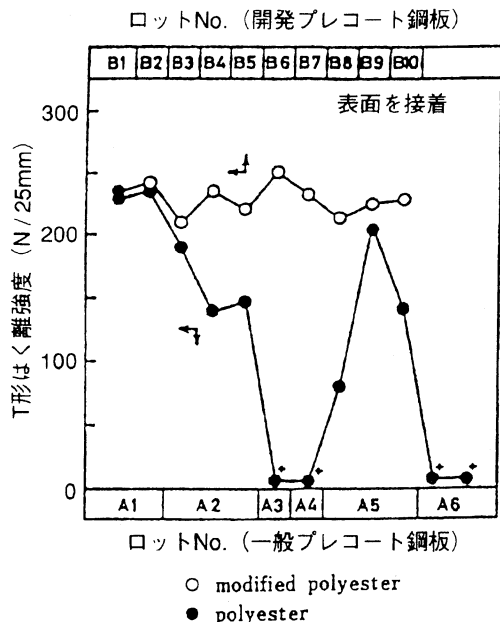


図-14 一般のプレコート鋼板〔A〕と今回開発されたプレコート鋼板〔B〕のロット間のはく離接着強度の再現性

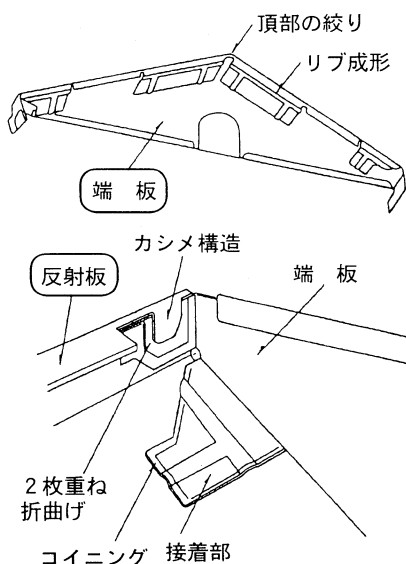


図-15 照明器具反射板の接合部の構造

る。また、板金バリによるショートが原因の塗膜の焦げを防止するために、部品の絞り形状の工夫およびコイニング加工が行われている。

3.3 プレコート鋼板化の効果

この照明器具では、プレコート鋼板の接着接合の採用により、従来のスポット溶接後塗装されていたものにくらべて高品質化（反射率、鮮英性、純白度の向上、歪みや変形がない優れた外観意匠性）と、薄板でも高強度な接合が実現され、また、従来の溶接構造品にくらべて大きなコスト低減が達成されている。

4. おわりに

エレベーターパネルおよび照明器具反射板について意匠性鋼板の接着組み立ての事例を紹介したが、各種の電気機器において、今後ますます意匠の高級化や多様化が促進されるものと考えられ、意匠性鋼板に対する要求はますます多様化、高性能化するであろう。さらに、本稿で述べた接着のように、意匠性鋼板単独の性能だけでなく、後工程での種々の加工に対する適性の点からの要求が高度になり、高機能性意匠鋼板への期待が高まるものと思われる。

参考文献

- 1) 原賀康介, 山田祥, 服部勝利: 接着, 24 [12], 9 (1980). “変性アクリル系接着剤の構造用としての位置付け”
- 2) 原賀康介, 山田祥, 榊原邦夫, 服部勝利, 小林功: 三菱電機技報, 55 [3], 232 (1981). “新しい常温短時間硬化接着剤と、その金属構造・補強接着への適用”
- 3) 原賀康介, 山田祥: 日本接着協会誌, 17 [12], 514 (1981). “電気機器の構造接着—SGAの二、三の応用—”
- 4) 原賀康介, 服部勝利, 山田祥, 伊藤憲治, 高木正巳: 日本接着協会誌, 25 [11], 528 (1989). “電気機器における構造接着技術の開発と実用化”
- 5) 原賀康介, 西川哲也, 服部勝利, 山本和美, 勢力峰生: 日本接着学会誌, 27 [6], 224 (1991). “新しい構造用ウレタン系接着剤の開発と、そのエレベーター意匠パネルへの適用”
- 6) 原賀康介, 服部勝利: 接着の技術, 11 [4], 28 (1992). “接着工程管理の実際—エレベーターの意匠パネル製造—”
- 7) 山田祥: コンバーテック, No. 4, 24 (1991). “最近の新方式加工技術事例”
- 8) 白井英一ほか: 三菱電機技報, 66 [3], 44 (1992). “最近の新方式加工技術事例”
- 9) 白井英一, 渡辺安次郎: ファクトリ・オートメーション, 11 [3], 54 (1993). “接着組立構造照明器具の一貫製造ライン”