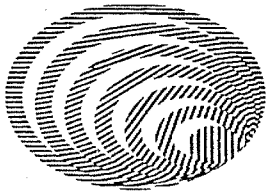


電気・電子機器への応用



三菱電機(株) 原賀康介*

最近の電気・電子機器においては、システム化、高付加価値化、デザインや機能の多様化、低価格化などの傾向が著しく、このような傾向に対応するために、高密度化、高精度化、高機能・高性能化、生産コストの低減などが要求されている。これらの要求に対して、精密・微細な加工や組立て、新素材の採用、組立ての構造や方法の見直し、多品種少量の高速自動生産などの技術開発が盛んになされている。この中で、種々の効果を生み出す接着技術は、電気・電子機器の組立てにおいて必要不可欠な要素技術となっており、種々の適用がなされている。

本稿では、電気・電子機器における接着技術の利用の目的と最近の適用例を紹介する。

接着技術の利用の目的

電気・電子機器において、接着技術が用いられる目的には以下のようなものがある。

(1) 軽量化

薄板の高強度接合、高剛性化、耐振性向上が同時に実現できるため、薄板化が図れ軽量化ができる。また、金属からプラスチックへの変更にも容易に対応できる。

(2) 小型化、高密度化

接着接合を利用すれば、部品にねじ締めや溶接、かしめなどの接合のためのスペースが不要となり、部品の小型化や高密度化が図れる。

(3) 高精度化

溶接による部品の変形や、ねじ締めトルクによる微小な位置ずれが接着接合では生じないため、高精度化に適している。また、接着剤の充てん効果を利用すれば、高精度な3次元位置合わせなども容易に行える

(4) 製造工程の合理化

接着剤の充てん効果の利用による加工精度の低減、穴あけ・ねじ切り加工の廃止、溶接歪み除去工程の廃止、高精度位置合わせの簡素化、化粧鋼板やプレコート鋼板化による塗装工程の廃止などが図れる。

(5) 部品の材料変更の促進

溶接やろう付け、はんだ付けなどでは、これらの接合に適した材料や耐熱性の材料を使用せねばならないが、接着接合は、接合温度が低く異種材料も容易に接合できるので、より高性能、高機能化が図れる材料や安価な材料、加工しやすい材料への変更が可能となる。

(6) その他

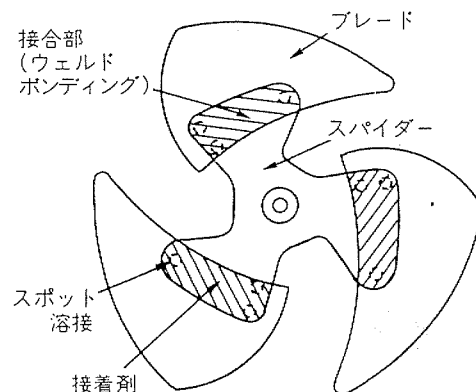


図1 ウェルドボンディングによる送風機の羽根組立て構造

*はらが こうすけ：材料デバイス研究所 材料分析・評価センター

主幹

〒661 尼崎市塚日本町8-1-1, TEL(06)497-7542

接着でなければ接合できないガラスやセラミック、異種材料、金属箔やフィルムなどの接合が容易にできる。また、部品間の熱伝導特性の向上、光学部品表面での反射防止などが図れる。

接着技術の適用例

1. ウェルドボンディングによる送風機の羽根組立て

送風機の羽根には、図1¹⁾に示すように、鋼製のスパイダに鋼製のブレードが接合される構造のものがある。従来は、一般にリベットで組み立てられており、接合部の応力集中が大きく薄板では接合強度が低下するため、ある程度の板厚が必要で薄肉化、軽量化に限界があった。また、リベット締結後に塗装を行っても塗料が接合部の内部まで十分に入らず、使用中に錆が発生するという問題

もあった。

これに対して、ウェルドボンディングで接合された羽根では、部品の重なり部分の全面が接着剤により面接合されるので、接合部での応力分散が図れ、薄板でも高い接合強度と優れた耐疲労特性が得られる。ウェルドボンディングと高張力鋼板を採用することにより30~40%の薄板化、軽量化が実現した²⁾。さらに、スポット溶接が併用されていることにより接合信頼性が非常に高く、また、重なり部分での錆の発生もなく、リベットの突起もないので外観意匠性にも優れるなどの効果も得られている。接着剤は一液加熱硬化型の構造用エポキシが使用され、油面に塗布して貼り合わせ、スポット溶接のあと塗装し、焼き付け塗装ラインで160~180℃で塗料と接着剤が同時に硬化される。スポット溶接は硬化までの仮固定と、スパイダの曲面にブレードの曲面を沿わせるためにも重要な役割を果たしている。

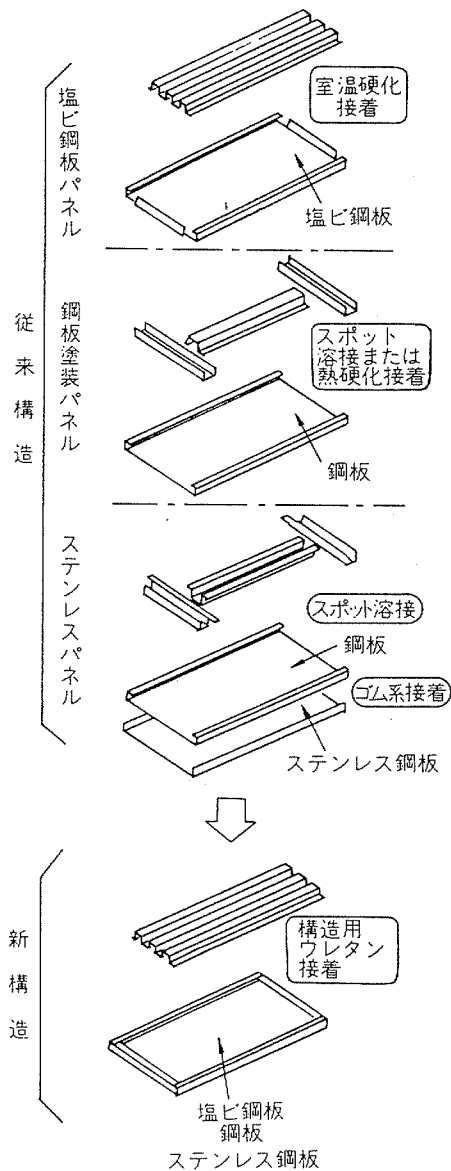
2. 多品種少量生産エレベータパネルの接着組立て

エレベータのかご室の壁、扉、乗場の扉などの意匠パネルは、材質、形状、寸法、意匠がさまざま、典型的な多品種少量生産品である。従来は、図2³⁾に示すように、表面材の種類に応じて種々の構造がとられていた。

多品種少量生産を効率よく行い、顧客ニーズに迅速で柔軟に対応するとともに、かご室を軽量化して、省エネルギーやエレベータシステムの小型化の要求にも応えるために、構造の簡素化と標準化が行われ製造方法の統一が図られている。構造面では、軽量で剛性の高いコルゲート状補強材を接着接合する構造が全面的に採用され、さらに、表面材も薄肉化されている。接着剤は、多種類の材質に対応できるように、焼き付け塗装にも耐える耐熱性、塩ビ鋼板のような熱に弱い意匠材料にも影響のない低温硬化性、各種材料に対する優れた接着強度と耐久性、薄板でも歪みの出ない低硬化収縮性、さらに、優れた作業性を有した構造用ウレタン系接着剤とプライマーが開発採用されている。

図3⁴⁾に製造工程を示した。プライマーは鋼板、ステンレス鋼板のみにスプレー塗布され、塩ビ鋼板、ステンレス鋼板、亜鉛めっき鋼板(補強材)

図2
エレベータ意匠パネルの基本構造



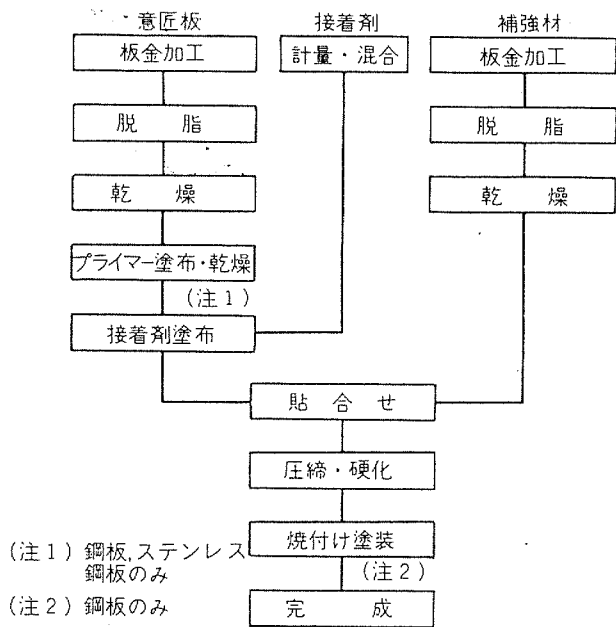


図3 エレベータ意匠パネルの製造工程

には塗布されない。接着剤は、専用の塗布ロボットにより、接着部の形状・寸法に応じて塗布パターン、吐出量を自動的にコントロールして塗布される。補強材を貼り合わせた後、補強材の形状・寸法にかかわらず接着部に均一な加圧が自動的に行われ、加圧状態で80℃10分間の加熱硬化がなされる。接着の品質確保のために、接着剤の塗布から補強材貼合わせまでの工程は、温度・湿度が管理された接着室内で行われる。塗布装置は、主剤と硬化剤が常に適正な配合比になるようにそれぞれ流量の計測・管理がなされ、また、ミキサー内でのゲル化を防止するために、塗布終了時点からの時間計測により自動洗浄がなされている。

新しいパネル製造方法の開発により、部品点数や図面枚数が半減し、工期も短縮され、多品種少量生産の効率的な生産が実現している。また、従来品と同等以上の性能を確保しながら約25%の重量低減も達成されている。

3. プレコート鋼板製照明器具の接着組立て

製造工程の合理化やコストダウン、意匠性の向上を目的として、平板段階で鋼板に塗装されたプレコート鋼板の採用が増加している。図4^{3,5)}は、プレコート鋼板製の照明器具であり、反射板の裏側（サービスコート面）と端板の表面（トップコート面）が接着接合されている。従来は、鋼板をスポット溶接したのち塗装されていた。プレコート鋼板は溶接ができないので、ネジやカシメなど

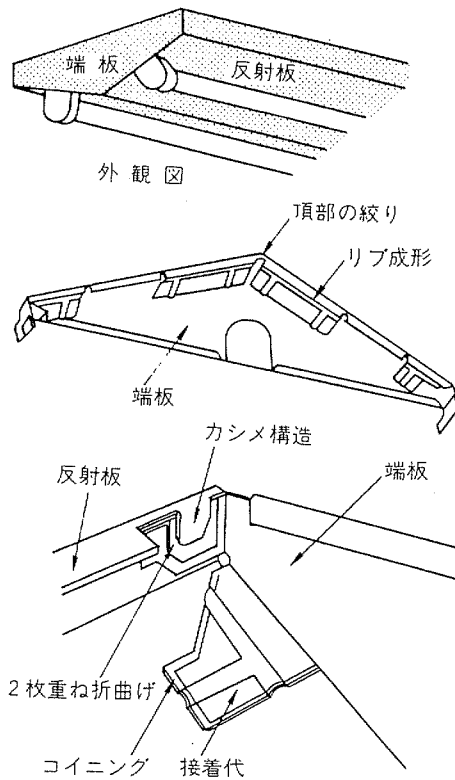


図4 プレコート鋼板製の照明器具の外観と接着組立て構造

の機械的接合が採用される場合も多いが、外観意匠性や強度の点で問題も多い。

この照明器具では、接着接合の採用により、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ている。25×10mmと12×10mmの接着部をそれぞれ2ヵ所ずつ設け、従来8ヵ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。

図5⁵⁾に製造工程を、表1⁵⁾に接着設計および自動組立ての課題と対策を示した。接着剤が硬化するまでの固定と硬化時間の短縮は、生産性の点で重要な課題であり、図4に示すように、カシメにより仮固定した後、高周波誘導加熱により6秒で硬化する方法がとられている。意匠面への接着剤のはみだしの防止も重要で、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。なお、プレコート鋼板は、素材のめっき鋼板と塗膜との接着性が優れ、塗膜表面は接着剤との接着性に優れたものが開発採用され、接着剤は、塗膜との相性のよい二液型ウレタン系接着剤が開発採用されている。

4. 大画面ディスプレイ用表示素子へのレンズの接着

競技場などのスポーツ施設や公共スペースに設

表1 照明器具反射板の接着設計および自動組立て上の課題と対策

対策区分	対策内容	具体的方法
信頼性対策	<ul style="list-style-type: none"> 機械的接合の併用 強度の確保 	<ul style="list-style-type: none"> カシメ構造 接着代の大面积化
外観対策	<ul style="list-style-type: none"> 接着剤のはみ出し防止 接着剤のタレ防止 	<ul style="list-style-type: none"> 接着代へのリブ成形付加
自動組立対策	<ul style="list-style-type: none"> 組付け性の改善 	<ul style="list-style-type: none"> 本体の切欠き 端板の2枚重ね折曲げ構造 組付け方向
	<ul style="list-style-type: none"> 加熱対策 (誘導加熱によるコゲ防止) 	<ul style="list-style-type: none"> 端板 <ul style="list-style-type: none"> 頂部の絞り構造 接着代のコイニング 段差の付加

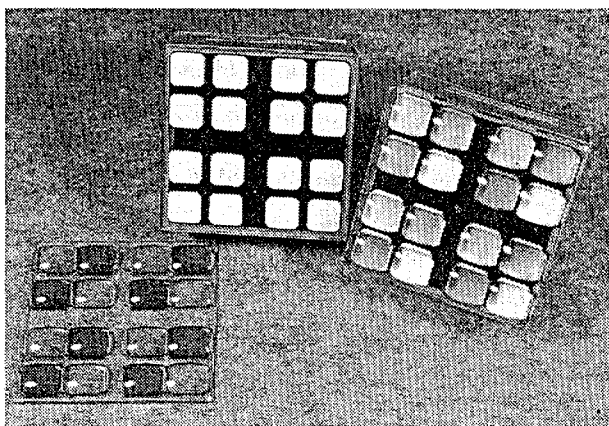


図6 カラーフィルタ付レンズを接着した大画面ディスプレイ用表示素子(右). 左はカラーフィルタ付レンズ, 中央は表示素子

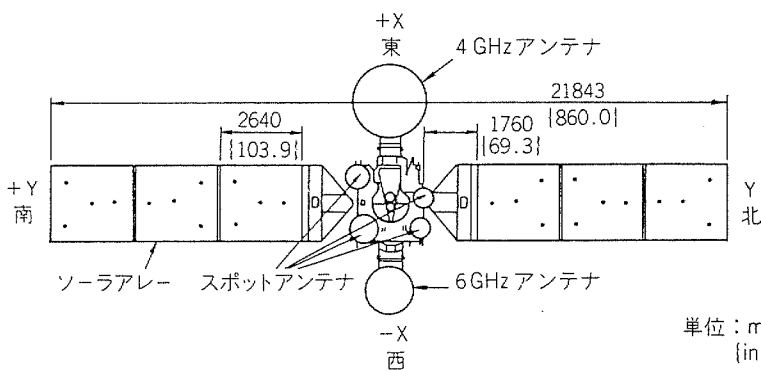


図7 カラーフィルタ付レンズの接着部の構造

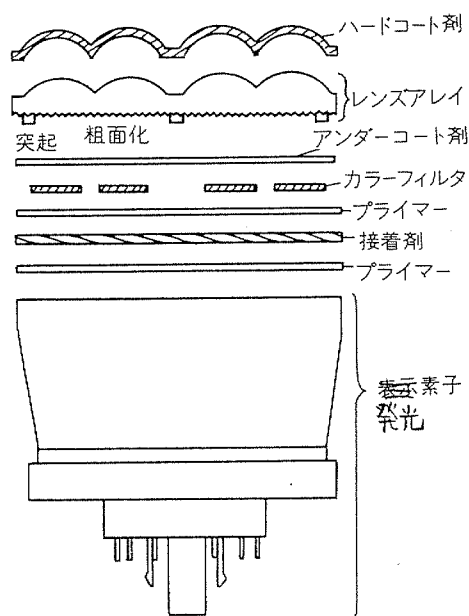


図8 インテルサットVII号の外観

単位: mm
[inch]

置される大画面ディスプレイは、図6³⁾の中央に示す表示素子が、数千から数万個並べられて1つの画面を構成している。明るい屋外でも鮮明に見えるためには、発光時の輝度が高く、かつ、発光時と消灯時のコントラストが高いことが必要である。このために、カラーフィルタ付プラスチックレンズ(図6左)が、表示素子の発光面(ガラス)に接着されている(図6右)。

図7³⁾に、カラーフィルタ付レンズの接着部の構造を示す。ここで、接着剤とプライマーは、カラーフィルタ付レンズを表示素子に接着固定する役割と共に、両者の隙間を埋めて、表面での反射を

防止する機能を有している。接着剤には、耐候性、透明性、レンズの熱変形に追従できる柔軟性が要求され、二液付加型シリコン樹脂が使用されている。プライマーは接着性の向上が目的である。カラーフィルタは印刷で作られるが、レンズへの密着性を高めるために、レンズを粗面化し、アンダーコート剤を塗布した面に印刷されている。レンズの熱変形による接着部に加わる応力を低減するために、レンズに突起を形成して接着剤層の厚さを厚くしている。また、接着剤の塗布形状をコントロールして、接着時の気泡の混入を防止している。

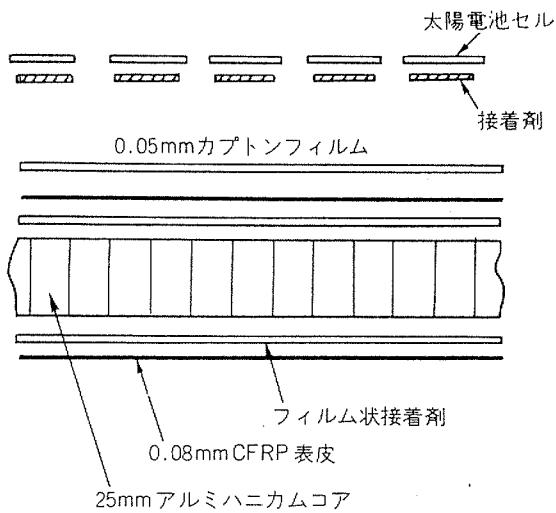


図9 ソーラーアレーパネルの構成の一例

5. 人工衛星搭載機器の接着組立て

図8⁷⁾は、通信衛星インテルサットVII号の外観である。両翼の6枚のソーラーアレーパネル(2.4×2.6m/枚)、直径1.6mと2.4mの6/4GHzパラボラリフレクタアンテナ、各種の機器が搭載される機器パネルや構体パネルにハニカムサンドイッチパネルが採用されている⁷⁾。

図9⁸⁾に、ソーラーアレーパネルの構成の一例を示した。軽量化、強度、剛性、膨脹係数などの点から表皮には0.08mmの薄肉CFRPが用いられている。アルミハニカムコアと表皮の接合にはフィルム状のエポキシ系接着剤が使用されるが、接着剤も面密度の小さい軽量なものが使用されている⁸⁾。パネルの表面には高効率シリコン太陽電池(約4cm×6cm、厚さ200 μ m)が接着されており、個々の太陽電池の表面には低エネルギープロトンによる放射線劣化を低減させる目的で、カバーガラス(厚さ100 μ m)が透明な接着剤で接着されている⁷⁾。カバーガラスおよび太陽電池の接着にはシリコン系接着剤が使用されている⁹⁾。

機器パネルには発熱量の大きい電子機器が多く搭載されているため、図10⁷⁾に示すように、ハニカムパネルに放熱のためのヒートパイプを埋め込んだヒートパイプ埋込み型パネルが使用されている。ヒートパイプ間およびヒートパイプとパネル表皮の接合はフィルム状接着剤が使用されている⁷⁾。また、機器搭載面と反対側のパネル表面には、太陽光からの吸熱量を抑え搭載機器からの発熱を宇宙

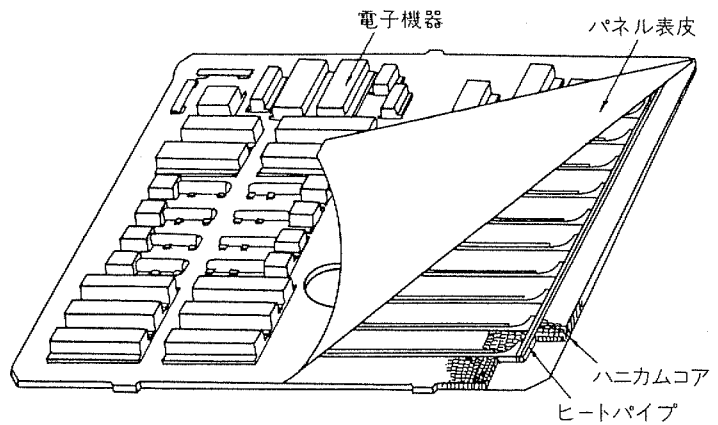


図10 ヒートパイプ埋込み型パネルの構成

空間に逃げやすくするために、ガラスに銀を蒸着したオプティカルソーラリフレクタ(40mm×43mm)と呼ばれる熱制御材が、1枚のパネルに約2500枚接着されている⁷⁾。接着の方法は太陽電池とほとんど同じである。

☆ ☆

本稿では、電気・電子機器における接着技術の利用の目的と最近の適用例を紹介した。電気・電子機器における接着技術の適用は、今後ますます多様で高度化していくが、接着技術の有する利点を最大限に活用し大きな効果を得るためには、今後は接着の機能をいかに巧みに製品に応用するかを考える機能設計、接着に適した構造設計・生産設計・品質管理などの技術開発と高度化が必要になるであろう。

参考文献

- 1) 原賀康介：“ウェルドボンディング”，工業材料39(9)(1991)P.209
- 2) 藤堂安人：“自動車、電機に見る接着剤活用術”，日経ニューマテリアル，NO.87(1990)P.10
- 3) 原賀康介，西川哲也，寺本和良：“電機製品における接着技術”，溶接学会誌，60(3)(1991)P.227
- 4) 原賀康介：“エレベーターの意匠パネル製造”，接着の技術，11(4)(1992)P.28
- 5) 山本一英ほか：“最近の新方式加工技術事例”，三菱電機技報，66(3)(1992)P.44
- 6) 山田 祥：“プレコート鋼板の接着技術”，コンバーテック，No.4(1991)P.24
- 7) 今谷敏夫ほか：“インテルサットVII号衛星搭載機器”，三菱電機技報，65(10)(1991)P.34
- 8) 井上登志夫：“宇宙機器に応用されるハニカムサンドイッチ構造”，工業材料，38(9)(1990)P.39
- 9) 原賀康介：“反応形接着剤の電機・電子産業での応用”，接着の技術，7(1)(1987)P.64