

応用解説⑧ 電気機器

電気機器の組立て における接着技術

三菱電機㈱ 原賀 康介*

最近の電気機器においては、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。

このような中で、種々の効果を生み出す接着技術は、電気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。

以下に、電気機器の組立てにおける接着技術の利用の目的と最近の適用例を示す。

接着技術の利用の目的

電気機器の組立てに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) 小形化、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、部品の小形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、溶接ひずみ除去工程の廃止、高精度位置合せの簡素化、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しなければならないが、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

*はらが こうすけ：先端技術総合研究所 環境・分析評価技術部
〒661 兵庫県尼崎市塚口本町 8-1-1
☎ 06-497-7542

図1 接着・リベット併用組立法による筐体の構造の一例

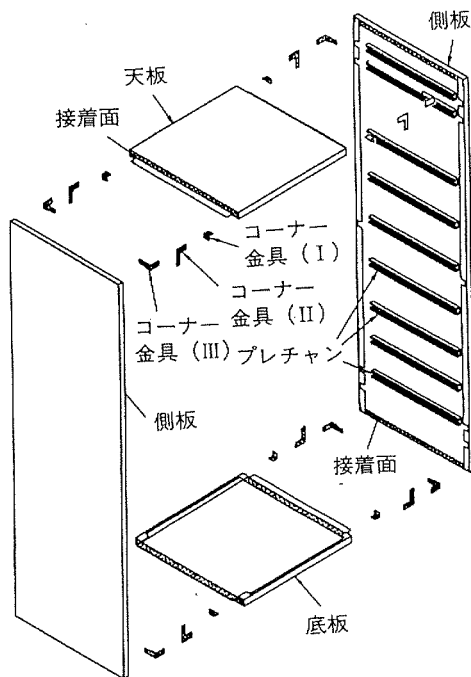
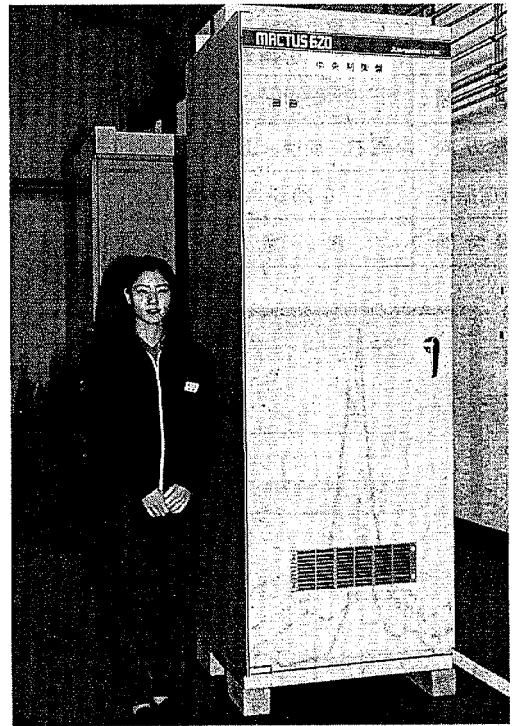


写真1 接着・リベット併用組立法による制御盤の一例



材料への変更が可能となる。

(6) 熟練技能, 3K 作業からの脱皮

アーク溶接やひずみ修正作業には高度な熟練技能者が必要であるが、技術の空洞化に伴い採用が困難になっている。また、溶接や塗装およびその関連作業は騒音、塵埃、閃光、溶剤などの点から3K 作業の代表とされ、作業環境の改善が急務である。接着接合による板金組立てや、化粧鋼板やプレコート鋼板の採用により、これらの問題は大きく改善できる。

(7) その他

接着でなければ接合できないガラスやセラミックス、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。

適用例

1. 筐体の組立て

写真1に示すような配電盤や制御盤に使用される筐体(機器を納める箱体)は、溶接による板金組立製品の代表的なものである。品種や形状が非常に多く、組立作業は人手に頼るところが多い。

しかし、近年、熟練溶接作業者の不足が深刻化し、品質の安定と向上、製造工期の短縮への対応が困難になりつつある。また、溶接およびその関連作業は3K 作業の代表とされ、作業環境改善が急務である。

このような背景から、筐体組立作業の熟練技能からの脱皮と作業環境の改善を目的に、従来の溶接に代わる組立方式として、接着剤とリベットを併用する組立技術が開発、実用化されている¹⁾。

接着・リベット併用組立法は、接合強度を基本的に接着接合に期待し、接着接合の弱点をリベット締結により補い、総合的に優れた作業性と高い接合信頼性を両立させるものである。リベットにより解決される接着接合の弱点としては、①焼付け塗装時など高温での強度や耐クリープ性、②アースや電着塗装のための電氣的導通の確保、③接着剤が硬化するまでの部材の位置決めや姿勢保持の治工具と待ち時間の必要性、などが挙げられる。

接着・リベット併用組立法による筐体の構造の一例を図1に示す。接着剤は、強度、耐久性、作業性の点から、常温硬化性の二液接触硬化型構造

	JEAG-3605 (設計レベル2クラスI)		JIS Z 0200
	掃引試験 (共振点の調査)	耐震強度試験	運搬耐久性試験
周波数範囲	1 Hz 以上	共振周波数	5~55 Hz
加振方向	左右, 前後, 上下	左右, 前後, 上下	左右, 前後, 上下
加速度振幅	0.25 G	0.25, 0.5, 0.75 G	0.75 G
加振時間	任意	正弦 30 波	40 分

表1 JEAG-3605 の設計レベル2クラスIおよびJIS Z 0200 の振動試験条件

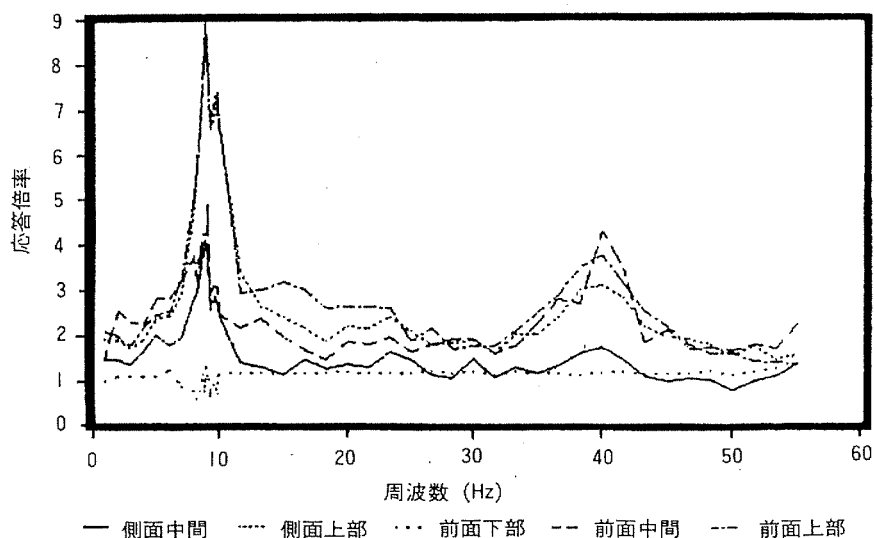
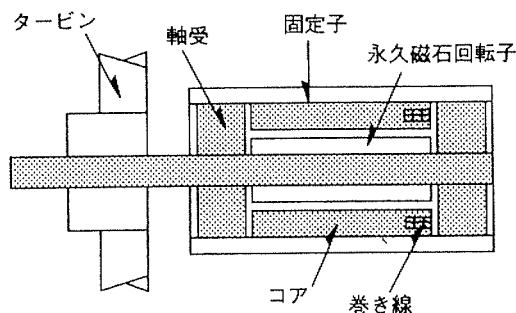


図2 接着・リベット併用組立て筐体の掃引試験における左右方向の加振周波数と各加速度計の応答倍率の測定結果

表2 接着・リベット併用筐体の共振周波数と剛性(溶接筐体との比較)

		接着・リベット併用筐体	溶接筐体
共振周波数	加振方向		
	左右	8.8 Hz	5.0 Hz
	前後	9.5 Hz	9.3 Hz
	上下	55 Hz 以上	55 Hz 以上

図3 マイクロ電磁式発電機の構造



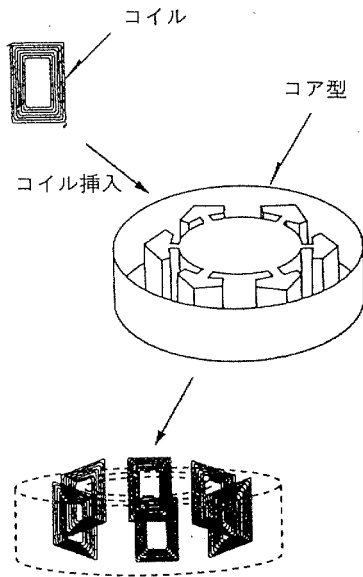
用変性アクリル系接着剤が使用されており、リベットは、作業性の点から、片側からの締結ができるマンドレル引抜きタイプが使用されている。

配電盤や制御盤の筐体には、地震や輸送、据付け時の振動や衝撃に耐える十分な耐震性が要求される。表1には、JEAG-3605(日本電気協会、火力発電所の耐震設計指針)の設計レベル2クラスIおよびJIS Z 0200(日本工業規格、包装貨物の評価試験方法通則)の振動試験条件を示した。

図1に示した筐体にダミーウエイトを載せ、表1の耐震試験条件に準拠して振動試験を行った。その結果を図2、表2に示した。なお、1995年1

月17日の阪神大震災では、地表面で最大833ガル(0.85G)の水平方向の揺れが観測されている²⁾が、耐震強度試験は、阪神大震災を上回る0.87~0.89Gで行っている。この結果より、接着・リベット併用組立て筐体の共振周波数は溶接構造筐体より高く、剛性に優れており、また、共振周波数での耐震強度試験および0.75Gでの運搬耐久性試験においても、まったく異常は見られず、接着・リベット併用組立て筐体は、高い剛性と優

図4 コア型の形状とコイルの挿入状態



た耐震強度を有していることが確認されている。

なお、神戸市にある当社制御製作所でも接着・リベット併用組立て筐体が製造されており、阪神大震災の直撃を受けたが、筐体にはまったく異常はなく、優れた耐震性が実証されている³⁾。

接着・リベット併用方式による筐体の組立技術の効果をまとめると、つぎのとおりである。①熟練技能が不要で、品質の安定・向上が図れる、②筐体の組立ておよび塗装工程で省工程化が図れる、③溶接電力が不要となり、省エネルギー化が図れる、④3K作業がなくなり、クリーンで静かな環境での作業が可能となる。

2. マイクロマシンの製造

マイクロマシンは従来の機械とはまったく異なるものであり、製造法にも新たな発想が要求される。以下に、製造に接着技術を利用した例を紹介する。

(1) 電磁式マイクロ発電機

図3⁴⁾は、当社が開発した直径1.2mmのマイクロ電磁式発電機であり、固定子(コア)の製造工程で接着技術が利用されている。図4⁴⁾に示すコア型を製造し、フォトリソグラフィとめっきにより巻き線パターンを製造したコイル6個をコア型に挿入して、コア型の空間をパーマロイのめっきで埋めてコアが完成するが、接着技術はコア型

図5 コア型の製造工程

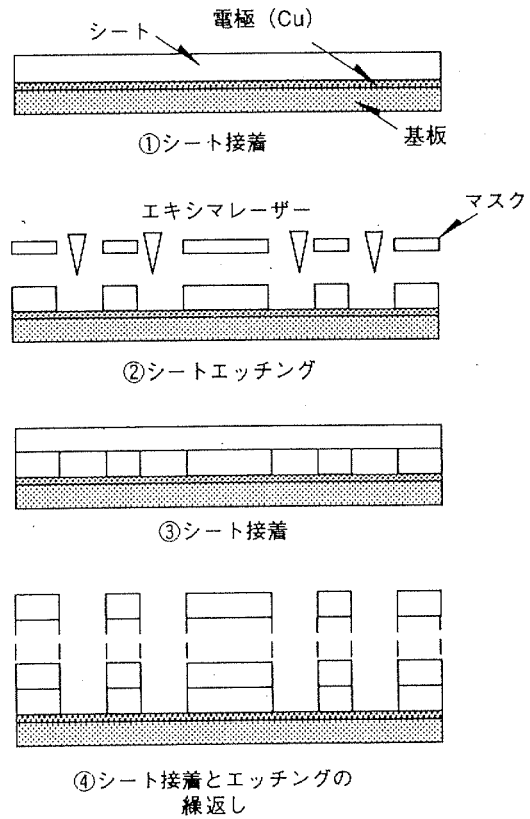


図6 マイクロ超音波モーターの構造

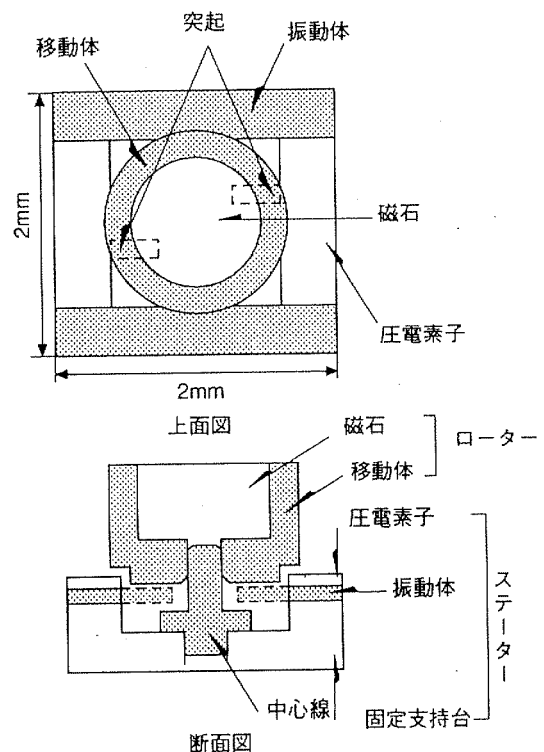
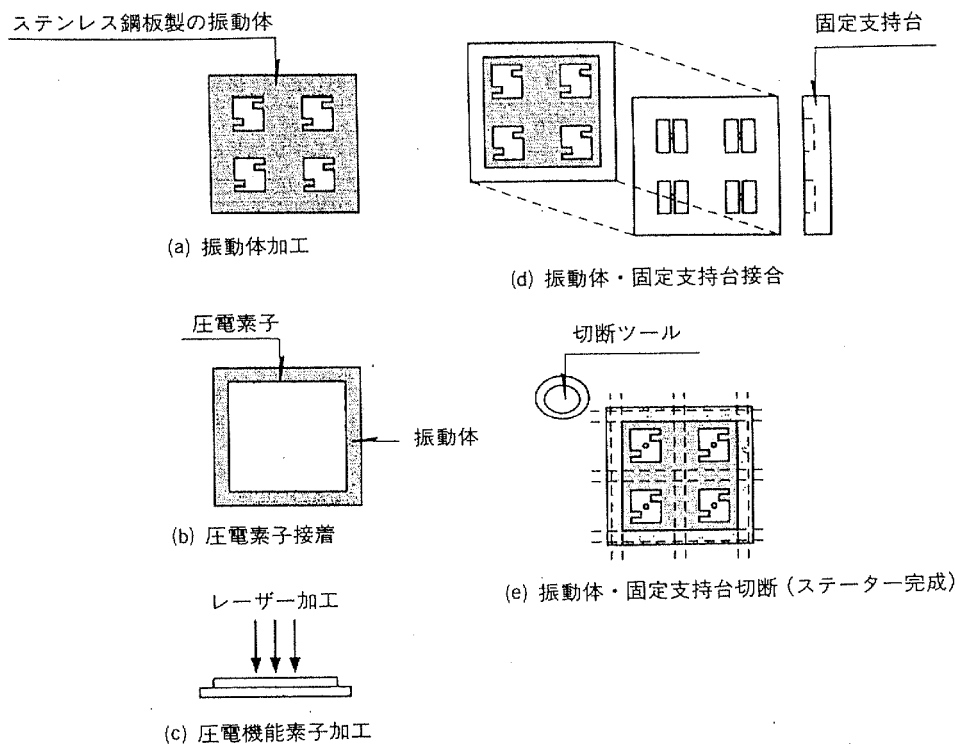


図7 マイクロ超音波モーターのステーターの製造工程（4個取り）



の製造工程で使用されている。

図5⁴⁾に示すように、まず、銅箔を貼った基板上に厚さ50 μm のPES（ポリエーテルサルホン）シートを接着し、その上にマスクを載せてエキシマレーザーでコア型の形状に切り抜く。つぎに、その上に同じシートをさらに接着し、マスクを載せて同様にレーザーで切り抜く。これを10回繰り返して厚さ500 μm のコア型が完成する⁴⁾。

(2) マイクロ超音波モーター⁴⁾

図6⁴⁾は、セイコー電子工業株³⁾が開発した2mm角の超音波モーターであり、ステーターの製造に接着技術が利用されている。図7⁴⁾は、4個のステーターを同時に製造する工程を示したものである。

まず、エッチングにより突起が形成された約0.1mmのステンレス鋼板に、厚さ約80 μm の圧電素子が接着剤により接着される。つぎに、マスクを載せてエキシマレーザーで不要部を除去する。さらに、あらかじめ加工された固定支持台に接着

される。最後に、ダイシングで4個に切断してステーターが完成する。

☆ ☆

電気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。電気機器における接着技術の適用は、今後ますます多様化、高度化していくと思われるが、接着技術が持つ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である。

参考文献

- 1) “接着・リベット併用接合法による配電盤”，三菱電機技報，Vol.68，No.1，41（1994）。
- 2) 朝日新聞，1995年1月18日夕刊
- 3) 日刊工業新聞，1995年7月14日
- 4) 中西清隆，富岡恒憲：“マイクロマシン考現学”，日経メカニカル，1995年5月29日号，P.18