

## B. 電気機器の構造接着

原 賀 康 介・山 田 祥

三菱電機(株)生産技術研究所材料加工技術部

### 1. ま え が き

構造接着とは、接着部が破壊すると構造物全体が破壊したり、あるいは機器の機能が果せなくなるような部分に用いられる接着といえる。このため、構造用接着剤は引張り、せん断、はく離、曲げ、ねじり、衝撃などすべての種類の応力に耐えねばならず、中でも、はく離強度が優れていることが重要である<sup>(1)</sup>。更に長期的な耐久性や信頼性にも優れていることが重要である。

構造用接着剤としては、アメリカ連邦規格 MMM-A-132 を満足する変性エポキシ系接着剤が代表的なものであり、航空・宇宙関係に多く用いられている。しかし、これらの構造用接着剤は、優れた接着特性を有する反面、作業性の点で欠点も多く、このため、電気機器においては接着接合でなければできない一部の特殊なものを除くと、構造接着はほとんど適用されていないのが実情である。ところが、接着接合は溶接、リベット、ねじ止めなどにはない多くの利点を有しており<sup>(2)</sup>、各種の電気機器製造に構造接着が適用されると、製造工程の合理化、機器の軽量化、高付加価値化、原価低減などが期待できるため、従来の構造用接着剤の作業上の欠点の解決が待たれていた。このような背景の中で、近年、従来の構造用接着剤の性能と同等な性能を有し、作業性が大幅に改善された構造用変性アクリル系接着剤が開発され、最近では、各種の電気機器に構造接着が適用される気運になっている。

ここでは、構造用変性アクリル系接着剤による構造接着の二、三の適用例の紹介と、適用に至った背景、試験結果などについて述べる。

### 2. 構造用変性アクリル系接着剤の特徴と性能

変性アクリル系接着剤は 70 年代前半に開発された接着剤で、アクリルモノマとエラストマを主成分とする二液形接着剤である<sup>(9)~(10)</sup>。形態には、二液とも粘ちょう液である二液主剤形と、一方が粘ちょう液で、他方が低粘度プライマになった主剤・プライマ形とが

あり、国内では二液主剤形が多く使用されている。性能的には、幅広い用途に適用できる汎用性のものから優れた接着強度、耐久性を有する構造用のものまである。

二液主剤形変性アクリル系接着剤は、次に示すような従来の接着剤にない優れた作業性を有している。

(1) ラジカル反応で硬化するため二液の混合を必要としない。

(2) 被着材の表面に油脂類が付着していても接着できる。

(3) 常温で 10~15 分で実用接着強度に達し、低温でも硬化する。

(4) 二液の配合比の変動に対して接着強度の変化が小さい。

(5) 接着剤層が厚くても十分に硬化する。

(6) 塗布装置が簡単で自動化しやすい。

図 1 に変性アクリル系接着剤の硬化時間とはく離接着強度の関係を示した。

構造用変性アクリル系接着剤は、上に示した優れた作業性のほかに、優れた接着強度(特に、はく離接着強度、衝撃接着強度)と接着耐久性を有している。表 1、図 2、図 3 に構造用変性アクリル系接着剤の接着強度、耐湿性、耐熱性を、構造用変性エポキシ系接着剤、汎用変性アクリル系接着剤と比較して示した。

以下に構造用変性アクリル系接着剤の適用例を二、三紹介する。

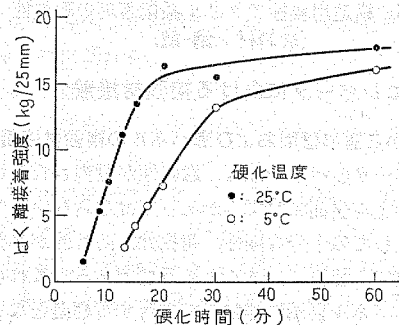


図 1 変性アクリル系接着剤の硬化時間とはく離接着強度の関係

表 1 構造用変性アクリル系接着剤の接着強度

	はく離接着強度 kg/25 mm (ISO DIS 4578)	衝撃接着強度 kg·cm/cm <sup>2</sup> (JIS K 6855)	せん断接着強度 kg/cm <sup>2</sup> (ASTM D 1002)
構造用変性アクリル系接着剤 (二液主剤形)	29.4	31.9	205
構造用変性エポキシ系接着剤 (一液加熱硬化形)	27.3	39.2	223
汎用変性アクリル系接着剤 (二液主剤形)	16.7	17.2	202
汎用変性アクリル系接着剤 (主剤・プライマ形)	11.5	17.8	203

被着材: 鋼-鋼

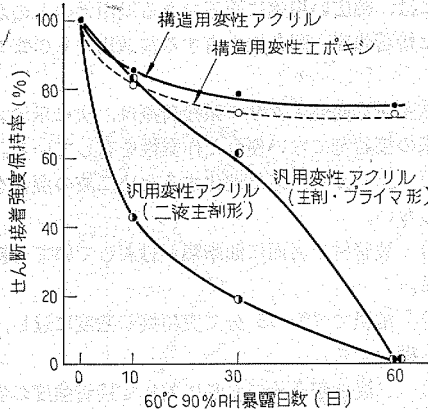


図 2 構造用変性アクリル系接着剤の耐湿性 (被着材: 鋼-鋼)

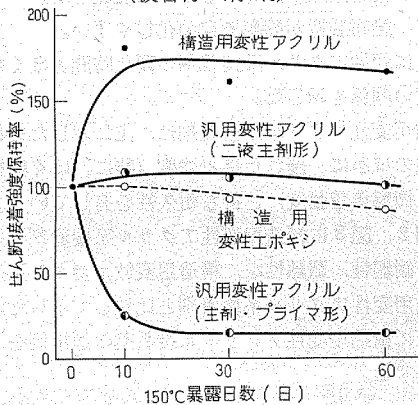


図 3 構造用変性アクリル系接着剤の耐熱性 (被着材: 鋼-鋼)

3. エレベータにおける補強材接着

3.1 かご室の壁面および扉パネルの補強材接着

エレベータのパネル類は、意匠性が重視されることから、パネル表面にひずみがあってはならない。また構造体としての十分な剛性、耐振性、防音性が必要であり、更に、軽量であることも重要である。これらの点から、パネル裏面に補強材を接合する構造となっている。近年、ビルディングのインテリアデザインの多様化に伴い、エレベータのパネル意匠も高級化し、高

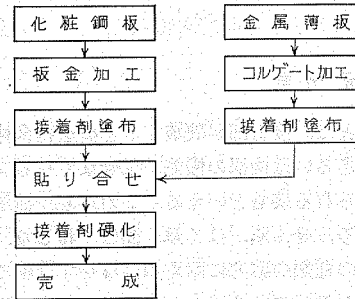
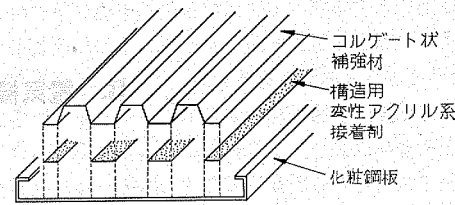


図 4 エレベータパネルの構造と製造工程

品質指向が強まっているため、従来のメラミン化粧板貼付け仕上げや塗装仕上げに代わり、最近では塩ビ化粧鋼板が多く用いられるようになってきている。

塩ビ化粧鋼板に補強材を接合する場合、熱が加わる方法や表面にひずみを生じる方法は不相当であるため、常温で硬化できる接着接合法が用いられている。この場合、接着剤には次のような特性が要求される。

- (1) 接着強度、特に、はく離強度、衝撃強度が高いこと、
- (2) 振動、疲労に強いこと、
- (3) 耐クリープ性が優れること、
- (4) 20年以上の耐環境性を有すること、
- (5) 接着強度のばらつきが小さいこと、また、作業性に優れ、自動化しやすいことも必要である。これらの諸条件を満足する接着剤として、構造用変性アクリル系接着剤が用いられている。構造用変性アクリル系接着剤により組立てられるエレベータパネルの構造と製造工程を図4に示した。補強材は軽量で剛性が高く、しかも、接着特性を最も有効に発揮できるように金属薄板をコルゲート状に折り曲げたものが使用されている。材質は、亜鉛めっき鋼板である。図5に塩ビ化粧鋼板の裏面と亜鉛めっき鋼板とを接着した試験片における疲労特性を示した。高温高湿暴露後の疲労試験結果をみても、疲労特性は全く低下していないことがわかる。図6には室温におけるクリープ破断試験の結果を示した。せん断負荷応力約 20 kg/cm<sup>2</sup> では、1年半以上経過しても破断せず、優れた耐クリープ性を有していることがわかる。表2に乾湿サイクル、冷熱サイクル特性を示したが、全く問題ないことがわかる。

3.2 ステンレス製三方わくの補強材接着

図7に示すように、エレベータの乗り場には三方わ

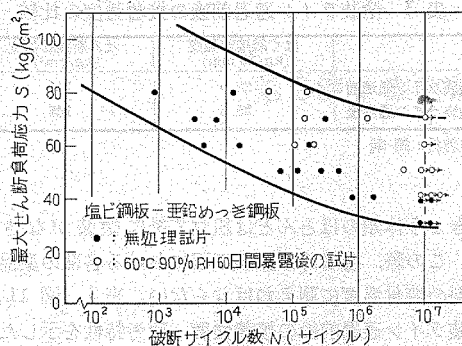


図5 塩ビ化粧鋼板-亜鉛めっき鋼板接着物の疲労特性

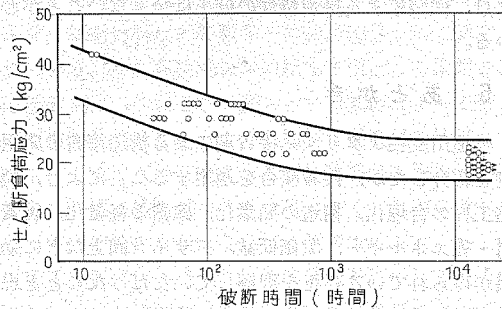


図6 塩ビ化粧鋼板-亜鉛めっき鋼板接着物のクリープ特性

表2 塩ビ化粧鋼板-亜鉛めっき鋼板接着物の乾湿サイクル、冷熱サイクル特性

	条件	接着強度保持率
乾湿サイクル試験	60°C 90% RH 6日間	はく離 103% せん断 134%
	80°C 1日乾燥 } 20サイクル	
冷熱サイクル試験	60°C 2時間	はく離 98% せん断 108%
	-20°C 1日 } 21サイクル	

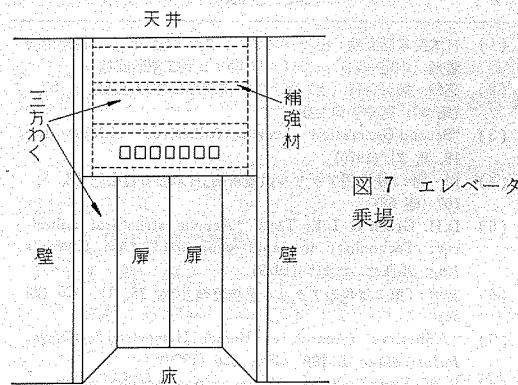


図7 エレベータ乗場

くと呼ばれるものがある。この三方わくは、裏面に補強材が接合してある。意匠面にステンレスを用いたものでは、補強材を直接溶接すると意匠面に溶接ひずみを生じるため、従来は図8のように鋼板に補強材を溶

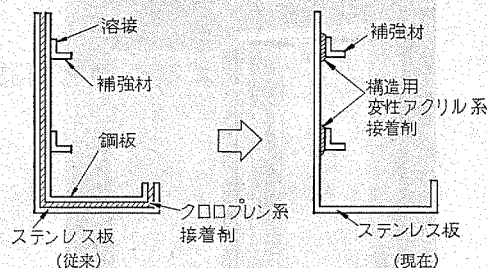


図8 ステンレス製三方わくの構造

接し、ひずみ修正を行なったのち鋼板上に更にステンレス板をクロロプレン系接着剤により全面接着する構造になっていた。最近では補強材がステンレス意匠板に構造用変性アクリル系着剤で直接接着されており、構造の簡素化、軽量化、製造工程の合理化がなされている。

#### 4. きょう体類の接着組立て

きょう体類は、スポット溶接、熔融溶接、ボルト締めなどにより組立てられるのがほとんどである。防水性や気密性を必要とする場合は、組立て後、熔融溶接またはシール剤によりシールされている。溶接により組立てやシールを行なうと熱ひずみが生じるため、ひずみ修正作業が必要である。また、スポット溶接、ボルト締めなどで薄板の接合を行なうと、激しい振動がかかる場合、応力集中により疲労破壊を起すことがあるため薄板化が困難であった。

ところが最近、きょう体類の組立てに構造用変性アクリル系接着剤が使用されるようになり、次のような効果が得られている。

- (1) 接合時にひずみが生じないため、ひずみ修正作業が不要になる。
- (2) 接合と同時にシールができ、シール作業が不要になる。
- (3) 接合部の応力集中が少なく、薄板化でき軽量化できる。
- (4) 接合部が平滑なため、ボルト組立てに比べデザイン的に優れる。
- (5) 部材の取扱いが容易になる。
- (6) 接合のための設備がほとんどいらず、多品種少量生産に適する。

図9に構造用変性アクリル系接着剤により組立てた接着防水きょう体の一例を示した。このきょう体は、屋外の激しい振動のかかる状態で使用されるものである。機器装着後の重量は約75kgである。図10にこのきょう体の組立て図を示した。図中、黒く示した部分が接着部である。振動試験、共振試験、防水試験、

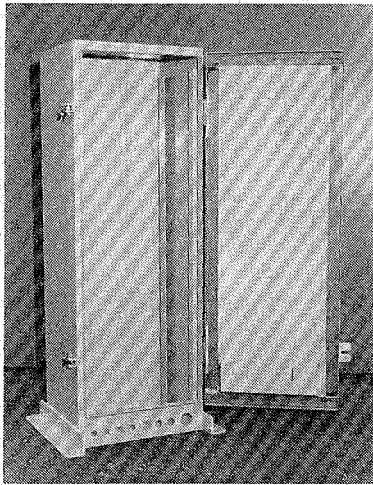


図 9 接着防水きょう体の一例

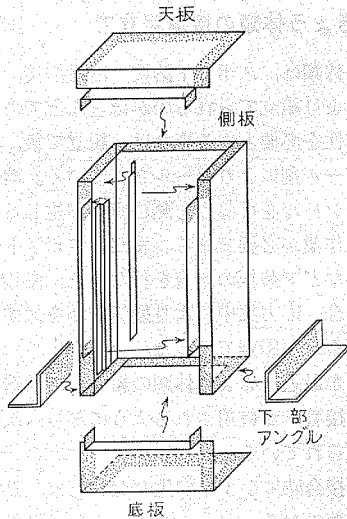


図 10 接着防水きょう体の組立て図

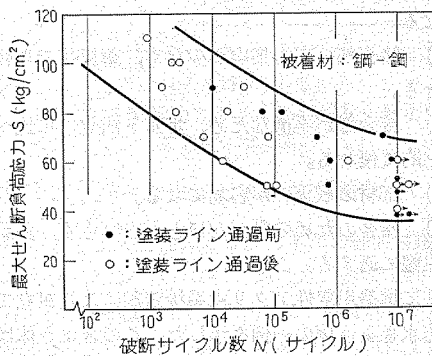


図 11 塗装ライン通過前後の疲労特性の比較

各種強度試験，屋外暴露試験などによる機能評価の結果は，従来工法で組立てたきょう体と同等の性能であ

表 3 塗装ライン通過前後の接着強度の比較

	はく離接着強度 (kg/25 mm)	せん断接着強度 (kg/cm <sup>2</sup> )
塗装ライン通過前	22.5	141
塗装ライン通過後	25.5	148

被着材：鋼-鋼

る。

きょう体類のほとんどは組立て後に塗装がなされる。この際，接着部は塗装工程における各種の薬品や塗料の焼付温度に耐えねばならない。表 3，図 11 に塗装ライン通過前後の接着強度，疲労特性を示した。塗装前処理はアルカリ脱脂，ボンデ処理を行ない，塗料焼付は最高温度 185°C，15 分である。これらの結果より，塗装による接着特性の低下は全くないことがわかる。

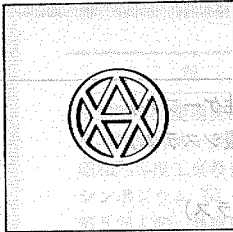
### 5. あとがき

構造用変性アクリル系接着剤による構造接着の応用例を紹介したが，接着接合を適用することにより，製造工程の合理化，構造の簡素化，機器の軽量化，省資材・省エネルギー，原価低減，デザイン向上などに効果が得られていることを理解していただけたことと思う。電気機器における構造接着の特徴は，このような効果を得るために適用する点にあるということもできよう。電気機器における構造接着は今後ますます増加する傾向にあるが，電気機器の種類は多種多様であり，使用される条件も様々であるため，それぞれの適用条件にあった接着剤の選定，あるいは開発，施工技術の確立が，今後ますます重要になるものと思われる。

(昭和 56 年 8 月 19 日受付)

### 文 献

- (1) 日本接着協会編：接着ハンドブック第 2 版 II. 7. 構造用接着剤 (中尾一宗) p. 344 (昭 55) 日刊工業新聞社
- (2) 芝崎：接着百科 (上) 第 3 章 接着剤の種類と選定 p. 57 (昭 50) 高分子刊工会
- (3) "Second-Generation Acrylic Adhesives" *Adhes. Age* 19, 9, 21 (1976)
- (4) 岸・堀：「構造用アクリル系接着剤」日本接着協会誌 13, 5, 167 (昭 52)
- (5) D.H. Green & L.E. Toy: "Acrylic structural adhesives; Technology in rapid evolution" *Des. Today's Eng. Adhes.* p. 115 (1979)
- (6) 若林：「第 2 世代のアクリル系接着剤」接着 23, 11, 525 (昭 54)
- (7) "Adhesives research at Hemel Hempstead" *Polym. Paint colour J.* 169, 4000, 426 (1979)
- (8) R.W. Keown: "Second generation acrylic adhesives broaden choice of joining systems" *Des. News* 35, 8, 75 (1979)
- (9) D.J. Zalucha: "New acrylic structurally bond unprepared metals" *Adhes. Age* 22, 2, 21 (1979)
- (10) J.W. Prane: "Reactive adhesives" *ibid.* 23, 8, 35 (1980)



昭和56年11月15日印刷 昭和56年11月20日発行 © 1981

電気学会 100 東京都千代田区有楽町 1-12-1 (新有楽町ビル)

東京 (03) 201-0983, 0984, 8010 振替口座 東京 9-3168 番

# 電 気 学 会 雑 誌

101 巻 11 号 昭和 56 年 11 月

## 目 次

### 特集：接着・接合

I. 接着の技術とその展望	新保 正樹	1017 < 1 >
II. 接着の基礎		
第1章 接着の理論	福村 勉郎	1022 < 6 >
第2章 被着体の表面活性化	角田 光雄	1028 < 12 >
第3章 接着剤の種類	元起 巖	1035 < 19 >
第4章 金属の接合	仲西 恒雄	1043 < 27 >
III. 接着の設計と信頼性		
第1章 接着部の設計	宮入 裕夫	1047 < 31 >
第2章 接着の評価技術	小野 昌孝	1053 < 37 >
第3章 接着の耐久性	山口章三郎	1057 < 41 >
IV. 接着の応用例		
第1章 重電機器・産業機器の接着		
A. 重電機器の接着	小野 博・柴山 恭一	1063 < 47 >
B. 電気機器の構造接着	原賀 康介・山田 祥	1067 < 51 >
第2章 家庭電気製品における接着	近藤 滋	1071 < 55 >
第3章 電子部品の接着	前田 勝啓・加納 二郎	1075 < 59 >
第4章 セラミックスの接着	渡辺 明洋・飯野 惇	1079 < 63 >
V. 接着のプロセス技術		
第1章 樹脂封止技術	柳原光太郎	1083 < 67 >
第2章 ボンディング技術	島田 弥・番條 敏信	1087 < 71 >
第3章 ICパターン形成	松倉 保夫・鴨志田元孝	1092 < 76 >
第4章 ケーブル接続	山川 進三	1099 < 83 >

学界時報 (SPOTLIGHT) (目次別掲)	1105 < 89 >
ニュース	1119 < 103 >
本会記事	1121 < 105 >
調査委員会記事	1125 < 109 >
論文概要 (目次別掲)	1130 < 114 >
著者紹介	1137 < 121 >
会 告	会告 < 1~22 >
Contents in English	1104 < 88 >
表紙説明	1140 < 124 >

会 副 会 長	宮 阿 川 是 森 三 河 三 坪	入 部 合 井 木 野 浦 島	庄 栄 辰 良 恒 康 照 茂	太 夫 雄 朗 夫 哉 宏 彦	梅 成 水 森 中 川 木	津 田 嶋 嶋 崎 村 寛	照 賢 都 春 隆	裕 仁 香 元 雄 淳 夫	東 京 支 部 長	中 代 奥 平 雨 宮 好 文 治 章 造 夫	島 谷 田 田 井 田 橋 越	達 正 襄 好 正 鎌 孝	二 元 介 博 文 治 章 造 夫
総 務 理 事	長 川 是 森 三 河 三 坪	入 部 合 井 木 野 浦 島	庄 栄 辰 良 恒 康 照 茂	太 夫 雄 朗 夫 哉 宏 彦	梅 成 水 森 中 川 木	津 田 嶋 嶋 崎 村 寛	照 賢 都 春 隆	裕 仁 香 元 雄 淳 夫	東 京 支 部 長	中 代 奥 平 雨 宮 好 文 治 章 造 夫	島 谷 田 田 井 田 橋 越	達 正 襄 好 正 鎌 孝	二 元 介 博 文 治 章 造 夫
編 修 理 事	長 川 是 森 三 河 三 坪	入 部 合 井 木 野 浦 島	庄 栄 辰 良 恒 康 照 茂	太 夫 雄 朗 夫 哉 宏 彦	梅 成 水 森 中 川 木	津 田 嶋 嶋 崎 村 寛	照 賢 都 春 隆	裕 仁 香 元 雄 淳 夫	東 京 支 部 長	中 代 奥 平 雨 宮 好 文 治 章 造 夫	島 谷 田 田 井 田 橋 越	達 正 襄 好 正 鎌 孝	二 元 介 博 文 治 章 造 夫
調 査 理 事	長 川 是 森 三 河 三 坪	入 部 合 井 木 野 浦 島	庄 栄 辰 良 恒 康 照 茂	太 夫 雄 朗 夫 哉 宏 彦	梅 成 水 森 中 川 木	津 田 嶋 嶋 崎 村 寛	照 賢 都 春 隆	裕 仁 香 元 雄 淳 夫	東 京 支 部 長	中 代 奥 平 雨 宮 好 文 治 章 造 夫	島 谷 田 田 井 田 橋 越	達 正 襄 好 正 鎌 孝	二 元 介 博 文 治 章 造 夫
監	長 川 是 森 三 河 三 坪	入 部 合 井 木 野 浦 島	庄 栄 辰 良 恒 康 照 茂	太 夫 雄 朗 夫 哉 宏 彦	梅 成 水 森 中 川 木	津 田 嶋 嶋 崎 村 寛	照 賢 都 春 隆	裕 仁 香 元 雄 淳 夫	東 京 支 部 長	中 代 奥 平 雨 宮 好 文 治 章 造 夫	島 谷 田 田 井 田 橋 越	達 正 襄 好 正 鎌 孝	二 元 介 博 文 治 章 造 夫

# 電気学会雑誌

1981  
昭和56年11月  
101巻 11号

The Journal of The Institute of Electrical Engineers of Japan Vol. 101, No. 11, Nov., 1981

特集：接着・接合

NECパーソナルターミナル  
N5200 モデル05



たしかな技術で世界をリード  
NEC



日本電気株式会社



社団法人 電気学会

The Institute of Electrical Engineers of Japan