

5.2 エレベーターパネルの接着

原 賀 康 介*

はじめに

エレベーターのパネル類は、近年の高級化指向の高まりにつれて意匠や寸法の多様化が著しく、使用される金属材料も拡大している。エレベーターのパネル類は意匠性に優れるとともに、軽量で高い剛性を有することも重要である。このため、エレベーターのパネル類の製造には接着剤が多用されている。

以下に、エレベーターにおけるパネルの種類と材料、要求条件、接着の意義、接着剤の種類と特性、接着工程について述べる。なお、エレベーターのパネル類の接着に関しては、既に多くの報告〔文献1～6〕がなされているので参照されたい。

5.2.1 エレベーターにおけるパネルの種類と材質

図5.6、図5.7に、エレベーターの外観を示した。図5.6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5.7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は塗装仕上げがなされるが、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

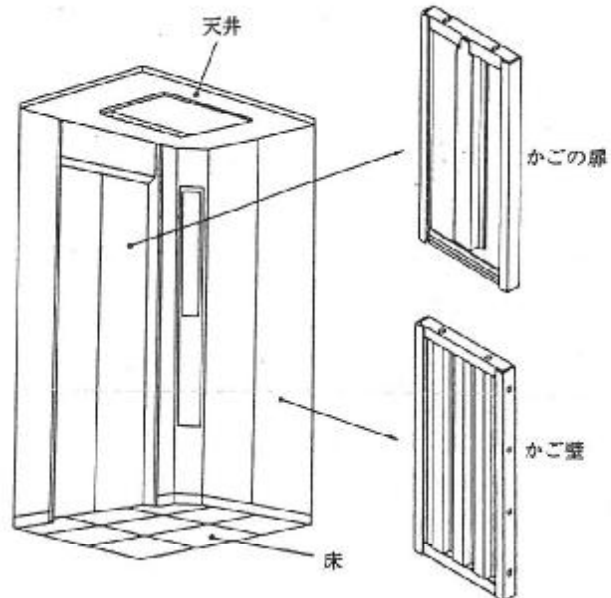


図5.6 エレベーターのかご室の外観

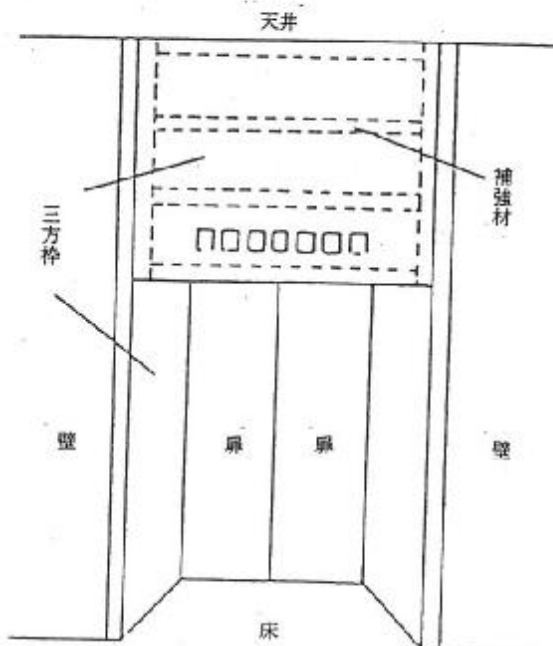


図5.7 エレベーターの乗り場の外観

* 三菱電機材料デバイス研究所 材料分析・評価センター
 尼崎市塚口本町8-1-1 〒661

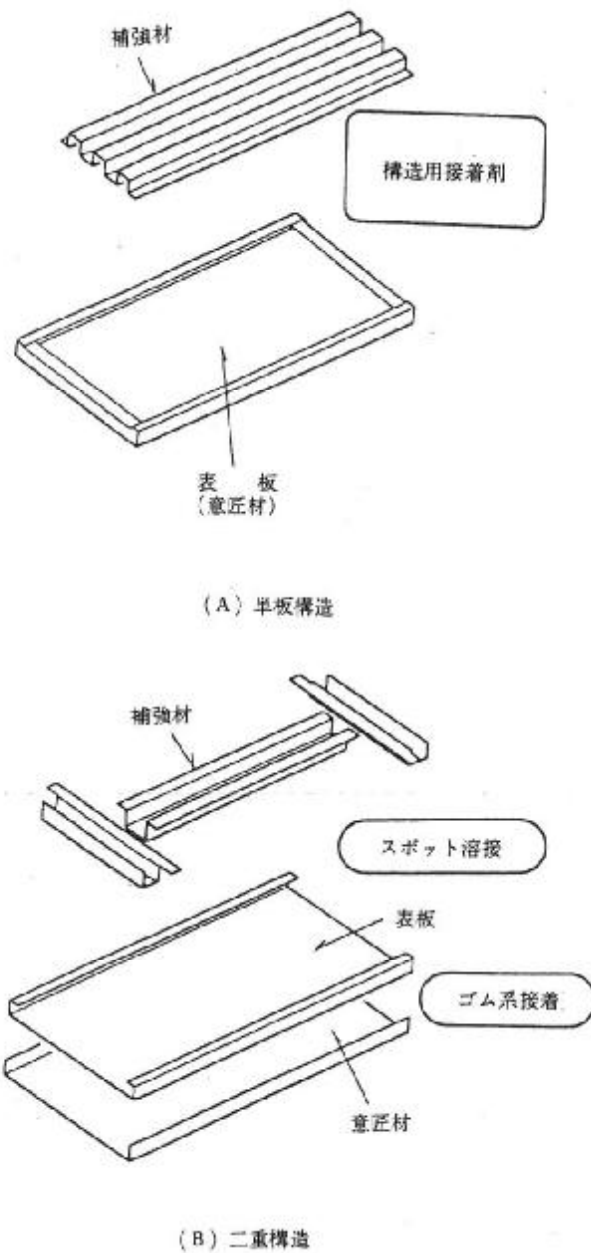


図5.8 エレベーターのパネルの構造

トーン仕上げ、エッチング色入れ仕上げなどがなされる。丹鋼板は硫化イブシ仕上げがなされる。

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5.8(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5.8(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。

5.2.2 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様な特性が要求される。

- (1) 構造体としての高い剛性を有すること。
- (2) 荷物運搬時の台車の衝突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。即ち、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。
- (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。

5.2.3 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、ねじりリベットなど意匠面に現わ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) 鋼板や亜鉛めっき鋼板の場合は、スポット溶接で組み立てた後、スポット溶接によるへこみや変形を修正して塗装しても製造できるが、修正作業には多大な時間と労力を要する。接着では変形が生じないので修正作業が不要である。
- (4) 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。
- (5) 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。
- (6) 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。

5.2.4 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様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 15kgf/25mm 以上であること。
- (3) 衝撃接着強度は 20kgf・cm/cm² 以上であること。
- (4) セン断接着強度は 150kgf/cm² 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℃ 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℃) に耐える耐熱性を有すること。
- (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ので、硬化温度は 80℃ 以下であること。
- (12) 自動化に適すること。

5.2.5 適用接着剤の種類と特性

5.2.5.1 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。

5.2.5.2 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 分で実用強度の達

する。⑥A 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。

5.2.5.3 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 5.4 に、構造用ウレタン系接着剤の接着強度を表 5.5 に示した。ウレタン系接着剤で鋼板、ステンレス鋼板を接着する場合には、プライマーが必要なことがわかる。また、各種の亜鉛めっき鋼板における構造

表 5.4 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 kgf/25mm	せん断強度 kgf/cm ²
鋼板	30	217
アルミ板	22	233
ステンレス板	27	246
亜鉛めっき鋼板	22	209
アロイ鋼板	38	232
塩ビ鋼板 (裏)	25	169

表 5.5 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	はく離接着強度 (kgf/25mm)	せん断接着強度 (kgf/cm ²)	破壊状態
鋼板	有り	20~26	241~306	凝集破壊 界面破壊
	無し	0	110	
ステンレス	有り	15~19	260~315	凝集破壊 界面破壊
	無し	0	153	
塩ビ鋼板	無し	20~26	210~259	凝集破壊
亜鉛めっき鋼板	無し	15~21	198~257	凝集破壊

オープンタイム：5 分、全て焼き付け塗装なし

用SGAの接着強度を表5.6に、構造用ウレタン系接着剤の接着強度を表5.7に示した。亜鉛めっき鋼板はめっきの種類やめっき後処理、メーカーの違いにより接着性能が大きく異なるので、選定の際に評価が重要である。

(2) 焼き付け塗装耐熱性

構造用ウレタン系接着剤で鋼板を接着し、高温暴露および実際の塗装ラインに流した後の接着強度を表5.8に示した。

(3) 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SGAの耐湿試験の結果を表5.9に、構造用ウレタン系接着剤の耐湿試験の結果を図5.9に示した。また、図5.10、図5.11に、屋外暴露試験の結果を示した。

表5.6 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	はくり強度 (kgf/25mm)	せん断強度 (kgf/cm ²)
電気亜鉛めっき	リン酸塩皮膜処理	23	146
溶融亜鉛めっき	無処理・塗油	30	160
	厚クロメート処理	22	150
	厚クロメート処理	12	
合金亜鉛めっき	クロメート処理		199
	無処理・塗油	34	221
	リン酸塩皮膜処理	31	162

表5.8 構造用ウレタン系接着剤の焼き付け塗装耐熱性

加熱温度	加熱時間	はくり接着強度 (kgf/25mm)	せん断接着強度 (kgf/cm ²)
加熱なし		21	269
170℃	20分	23	268
	30分	23	280
	50分	23	280
185℃	20分	23	285
	30分	22	267
	50分	22	264
	80分	21	264
	120分	20	252
200℃	50分	20	183
実塗装ライン通過		23	281

接着材料：鋼板、オープンタイム5分

表5.9 各種の金属における構造用SGAの耐湿試験結果 (せん断接着強度保持率%)

被着材	60℃ 90% RH 暴露日数		
	10日	30日	60日
鋼板	84	78	75
アルミ板	102	104	104
亜鉛めっき鋼板	104	100	110

表5.7 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	はくり接着強度(kgf/25mm)と破壊状態	
			+25℃	-20℃
溶融亜鉛	普通クロメート	A	20界面	8界面
		B	17界面	0界面
		F	11界面	0界面+P
		F	20界面+凝集	6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	5界面	0界面
		F	11界面+凝集	12凝集+界面
		F	20凝集	21凝集
		F	16凝集+界面	15界面+凝集
	樹脂コーティング	F	0界面	0界面
		D	0界面	0界面
Fe-Zn	無処理	E	22界面+凝集	0全面P
アロイ化	特殊クロメート	F	0全面P	0全面P
合金	特殊処理	E	30凝集	28凝集

P：めっきと素材鋼板間での破壊

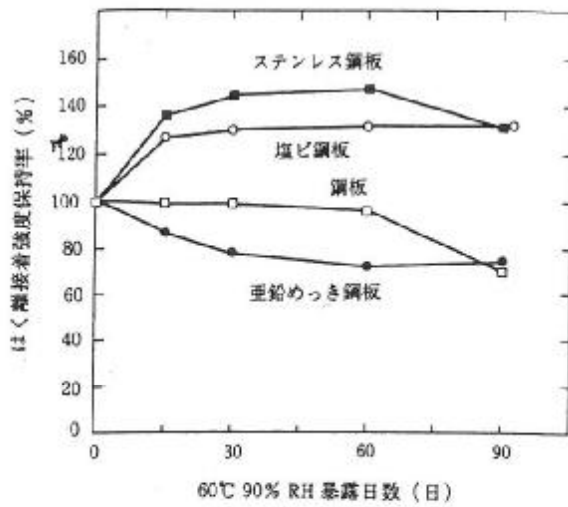


図5.9 各種の金属における構造用ウレタン系接着剤の耐湿試験結果

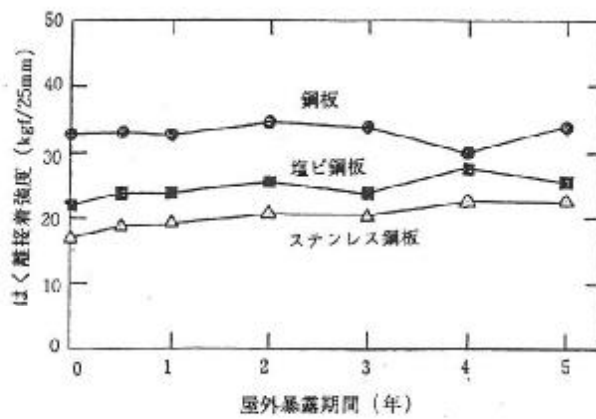


図5.10 構造用 SGA の屋外暴露試験結果

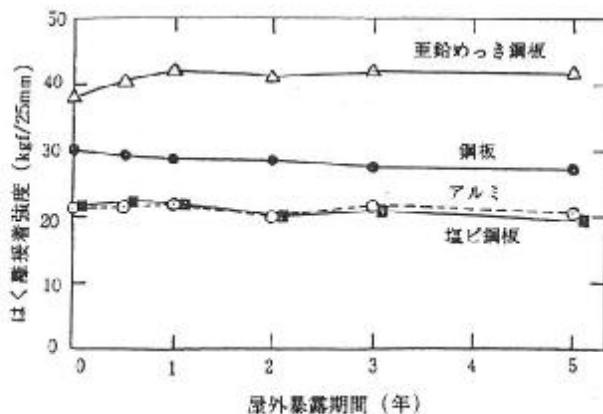


図5.11 構造用ウレタン系接着剤の屋外暴露試験結果

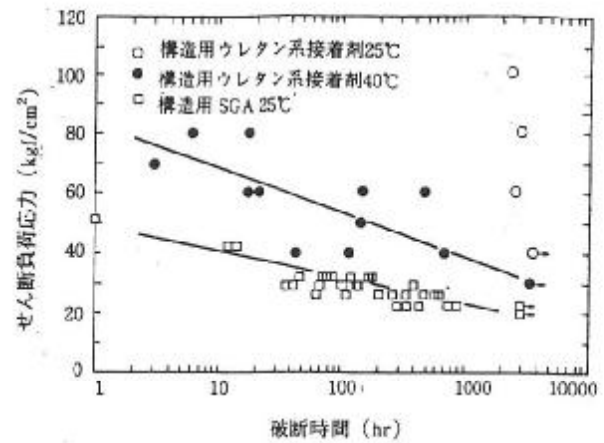


図5.12 構造用 SGA 及び構造用ウレタン系接着剤のクリープ破断試験結果

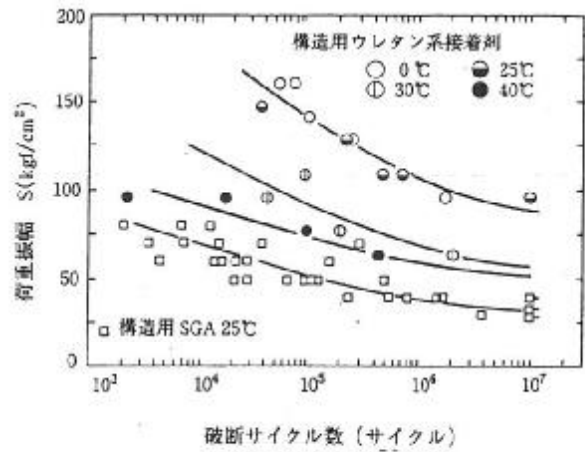


図5.13 構造用 SGA 及び構造用ウレタン系接着剤の疲労試験結果

(4) 力学的耐久性

構造用 SGA 及び構造用ウレタン系接着剤のクリープ破断試験の結果を図5.12に、疲労試験の結果を図5.13に示した。

5.2.6 接着工程

図5.14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液を表板と補強材に別々に塗布し、室温で硬化されている。図5.15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。

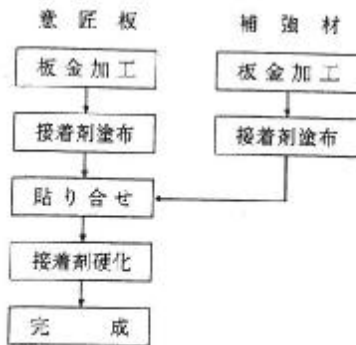
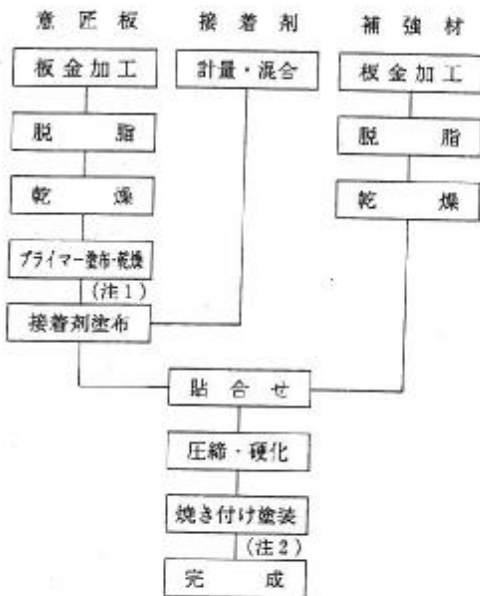


図5.14 構造用SGAによるエレベーターパネルの接着工程



(注1) 鋼板, ステンレス鋼板のみ
(注2) 鋼板のみ

図5.15 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

おわりに

エレベーターのパネル類は、今後ますます意匠の高級化や多様化、軽量化が促進されるものと考えられ、意匠材料の種類拡大や仕上げの高度化、薄板化やパネル構造の変革が図られるであろう。このような中で接着はますます重要な要素技術になると考えられ、接着剤や接着設計、接着プロセスを高度化していくことが要求されている。

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—”

