特集

接 着

建築住宅用接着剤*

井 上 雅 雄**

Housing Construction Adhesives*

by INOUE Masao**

キーワード 環境対応型接着剤

1. はじめに

建築用接着剤は、接着剤の中でも大きな市場であり、年間20万tの市場であり、接着剤の出荷量の約22%を占めている。しかし実際には、建築現場のみならず、木質製品の家具や、キッチン等も入れるとその市場は接着剤の30%を占めていると言えよう。

建築用接着剤は大きく次の三つに分けられる。

- (1) 住宅建築用接着剤（内装現場施工、家具・住宅部材等製造用）
- (2) 木質建材製造用（合板、MDF、パーティクルボードなど製造用）
- (3) 建築構造物用接着剤（施工、補修用接着剤）

この接着剤が一体どのように使われているかを知ることが大切なことである。

因みに表1には住宅で使用されている接着剤の種類と、使用量を示した。

この表で分かるように、一戸建て住宅では、ドラム缶一本以上の接着剤が使用されている。またマンションでも100kg以上の接着剤が使用されている。いかに、今日の住宅建築において、接着剤が重要な役割を占めているかが分かるだろう。しかし、接着剤の住宅建築に占める価格は、仮に平均@500/kgとしても、一戸足り11万円にすぎないのであり、接着剤の業界がいかに零細かもお分かりいただければよい。

因みに1600ccクラスの自動車では石油缶（16kg）の接着剤が使われているようだ。このことから、現在の住宅構造において、接着剤なしで、家を建てることは考えられない。

では、何故接着剤なのかを考えてみる。

その理由として次の8つが考えられる。

- ① 面全体で強度がえられる。
- ② 施工が早く、工程、工数の簡素化が図れる。
- ③ 面全体で強度がえられる。
- ④ 施工が早く、工程、工数の簡素化が図れる。
- ⑤ コストが安い。
- ⑥ 耐久性、耐震性にすぐれている。
- ⑦ くぎや溶接のようにスポット部分がなく美観性にすぐれる。
- ⑧ 作業時に音がしない。
- ⑨ 建築物の高層化に伴い、接着工法をとることで、軽量化がはかれる。
- ⑩ 接着面において、気密性、水密性、断熱効果、制振性が付与できる。

ここで、特に接着剤とくぎでは、接合面積の違いから、面として、耐力強度が得られ、応力の集中がなく均一な応力分散がえられることである。これはちょうど溶接と接着の違いでも分かることである。応力集中を受ける、くぎや溶接はあの日航機123便の事故のように、亀裂が入るとそこから一気に亀裂が走ることになり、耐震強度などはえられにくい。

一方、今日ではせん断強度よりも、剥離強度に評価が移ってきている。その理由は耐震性である。つまり、従来は接着強度の大きさが問われていたが、今では耐衝撃性や可とう性のある材料が必要とされている。接着剤の基本物性として、振動吸収性（ダンピング性）が望まれている。こうした可とう性のある接着剤として、変成シリコン樹脂系や、エポキシ樹脂系、及びウレタン樹脂系の構造用接着剤がある。

2. 建築内装用接着剤の種類と対応するJIS

表2には接着剤の種類と使用される箇所示した。建築

*原稿受付 平成16年4月1日
** コニシ(株) Conishi Corp.

表1-1 延床面積 130m²の新築一戸建て住宅で使用されている接着剤

用途	種類	使用量
壁紙施工用	デンブン、酢酸ビニルエマルジョン	60kg
造作施工用	合成ゴム溶剤、アクリルマスティック、酢酸ビニルエマルジョン、酢酸ビニル溶剤形	20kg
質建材製造用	尿素、メラミン、フェノール、SBR ラテックス、酢酸ビニルエマルジョン、EVA エマルジョン	58kg
合計		228kg

表1-2 述べ床面積 70m²の新築マンションで使用されている接着剤

用途	種類	使用量
壁紙施工用	デンブン、酢酸ビニルエマルジョン	35kg
木質フローリング用	2液型ポッジ、1液型グルー、合成ゴム溶剤形、アクリルエマルジョン	20kg
造作施工用	合成ゴム溶剤、アクリルマスティック、酢酸ビニルエマルジョン、酢酸ビニル溶剤形	12kg
木質建材製造用	尿素、メラミン、フェノール、SBR ラテックス、酢酸ビニルエマルジョン、EVA エマルジョン	30kg
CF 施工用	酢酸ビニル溶剤形、SBR ラテックス	5kg
合計		102kg

表2 建築内装用接着剤 JIS と接着剤の種類

記号	接着剤の種類	A5536	A5537	A5538	A5547	A5548	A5550	A5549	K6804	K6806
		床材	木レンガ	壁・天井	断熱材	タイル	床ネダ	造作	酢ビ	α-オレフィン
S1	酢酸ビニル樹脂系溶剤形	●	●	●	●			●		
S2	ゴム系溶剤形	●		●	●		●	●		
S3	ビニル共重合樹脂系溶剤形	●						●		
S4	再生ゴム系溶剤形				●			●		
W1	酢酸ビニル樹脂系エマルジョン形	○		○	○		○	○	○	
W2	ビニル共重合樹脂系エマルジョン形	○					○	○		
W3	アクリル樹脂系エマルジョン形	○	○			○	○	○		
W4	合成ゴム系ラテックス形	○			○	○	○	○		
W5	エポキシ変性合成ゴム系ラテックス					○				
W6	水性高分子-イソシアネート系									
W7	α-オレフィン樹脂系							○		○
R1	エポキシ樹脂系	○	○	○	○	○		○		
R2	ウレタン樹脂系	○		○	○	○	○	○		
R3	変成シリコン樹脂系	○	○	○	○	○	○	○		
R4	シリル化ウレタン樹脂系							○		
H1	ホットメルト形							○		

用接着剤にはその用途用途別として、大きく分けて①床用（床貼り用＝床仕上げ、床ネダ用＝床下）②壁用（壁仕上げ、下地処理）③天井用（表面仕上げ、下地処理）④断熱防露材用（都市基盤整備公団のS-1工法）④造作用（造作用部材取り付け、現場での家具・什器の取り付け、など）の4つがあり、さらに接着剤の成分系で2つのJISがある。この表に示したJIS規格は、2003年の建築基準法改正に合わせて、見直しをしたり、新たに作られたもの（JIS A 5549, 5550）である。この表が全ての接着剤種類を示している物ではないが、現実使用されている接着剤の主要な種類である。

ちなみにこの表で●印はホルムアルデヒドを発生させる可能性のある原料が使われていることから、実際に小型チャンバーを用いてホルムアルデヒド濃度の測定をして、ホルムアルデヒド濃度の放散等級を行う。○印はこうしたホルムアルデヒド発生原料を使用してはならず、その製品について、ホルムアルデヒド濃度の上位等級表示（F☆☆☆☆）を行うのである。

以下に各部位に使われる接着剤の詳細を述べる。

1) 壁紙・クロス施工用接着剤

壁紙・クロス施工用接着剤は、従来から価格安さと乾燥の遅さから、デンブン系接着剤が主流である。これには防カビ性・安定化・皮膜増強のために従来ホルマリンを配合していたが、SHS問題がさがれて以来、この2～3年ノンホルマリン系接着剤に急速に移行していった。壁紙の表面化粧素材も従来はポリ塩ビを基材としたものが多かったが、最近は環境問題から紙系やポリオレフィン系素材へ移行しつつある。

2) 木質建材製造用接着剤

壁・床・天井、扉・家具等の木質建材には合板、MDF、パーティクルボード、LVL、OSB等が用いられている。これらの製造には主としてPF、MUF、UF等のホルムアルデヒド系接着剤が用いられている。また表面化粧の紙や突板用の接着剤としての酢ビやEVAエマルジョンが用いられている。SHSが問題となって以来、消費者、ハウスメーカーの要求により、木質建材からのホルムアルデヒドの放散量を減じる努力を木質建材メーカーは行っており、JAS規格のFc0からF☆☆☆☆グレードへ、JIS規格の、E0からF☆☆☆☆グレードへの変更努力をも続けており、供給体制は急速に整うとともにノンホルマリン合

板が増えてきた。

3) 現場施工用接着剤 (木質フローリング用, クッションフローリング用, 内装工用)

木質フローリング用・各種床材用としては従来2液型エポキシ接着剤が多く用いられてきたが有機溶剤を含む事, 硬化剤の臭気, 2液型による作業性等の悪さから, 最近では1液湿気硬化型ポリウレタン接着剤が主流である。しかし学校用では下地がコンクリートであることから, 2液型のエポキシ樹脂系接着剤が主流である。接着剤メーカー間では「更なる完全無臭化, 成分中のVOCを完全に無くす」努力, 技術競争が活発である。床根太の接着用にはCR溶剤マスチックが使用されているが, 最近, アクリルエマルジョンマスチック型やウレタン樹脂系接着剤への移行が進んでいる。クッションフローリング用途には従来, 酢ビ樹脂系のメタノール溶剤形が多かったがSBR latexやアクリルエマルジョンのマスチック型が使用されるようになってきた。

4) その他

その他内装工用として廻り縁, 胴縁接着用にはCR溶剤形や酢ビ樹脂系のメタノール溶剤形, 酢ビエマルジョン形が用いられているが, 溶剤形接着剤はアクリルエマルジョンマスチック型に置き換えが始まっている。

以上のように建築内装・木質建材に使われる接着剤は室内環境に対応すべくその要求は急速に大きく変化している。

3. 接着剤の種類と特徴

表3には建築内装に使用される, 接着剤の種類とその性質及び特徴を示した。

この表から建築用接着剤として, どの接着剤がどのような用途に最適であるかを知ることができる。ここに示した樹脂系以外の接着剤として, ホットメルト形があるが, この接着剤は加熱を必要とすることから, 現場施工よりも, 工場での家具や建材の加工, 組み立てようとして広く使用されている。またコニシ(株)で開発された, シリル化ウレタン樹脂系接着剤は変成シリコン樹脂系に次ぐ新規接着剤であり, 今後幅広い用途が期待される。

4. 室内環境と接着剤

シックハウス症候群として知られている, 室内空気質(IAQ)が最近の環境問題として問題になっているが, この原因としては接着剤や塗料, 建材, ワックス, 壁装材などに含まれる化学物質が考えられる。詳細は筆者の著書を見られたし。

接着剤に関しては, 含まれる揮発性有機化合物(VOC)としてのトルエン, キシレン, エステル類, ケトン類, ヘキサン類の有機溶剤がシックハウス症候群を引き起こす主要な要因であり, 接着剤業界としてはこの問題に対応すべく, 急速な技術革新を行い, 環境にやさしい接着剤の開発が行われている。

厚生労働省では2000年~2002に14物質のガイドライン

を提示した。

先に述べたように, ホルムアルデヒドについては, 接着剤の配合から発散可能な原料を見ないし積極的にその使用を削減した。

トルエン・キシレンはその使用量も大きく, 人体への毒性も高いと言われていることから, 合成ゴム溶剤形, ウレタン樹脂系, エポキシ樹脂系, 各種エマルジョン系接着剤の配合を変えて, 今やそのほとんどがノントルエン・ノンキシレンタイプである。

一方フタル酸エステルなどの可塑剤であるDOPやDBPについてもその使用を削減した配合を検討したその結果, 建築内装用接着剤のほとんどがノンフタル酸品である。

建築内装用接着剤はノントルエン・ノンキシレン・ノンフタル酸である。

すでに, 国土交通省では室内の空気質測定物質として, トルエン, キシレン, スチレン, エチルベンゼン, ホルムアルデヒド, アセトアルデヒドの6物質を提示しており, 接着剤工業会として, これに対応すべく2000より積極的に取り組んできた。その結果ホルムアルデヒド濃度やVOCの放散速度の測定方法として小型チャンバー法を表2に示したJISに取り入れた。

このような, 小型チャンバーによる試験方法は既に1997年よりドイツ接着剤業界でもGEVでEmiCodeとして取り入れられており, 日本接着剤工業会でも今後のVOCの放散量によるレーティングを視野に置いている。(小形チャンバー法の詳細はJISA1901を見られたし。)

今後建築用接着剤のVOC規制の動きとして, トルエン, キシレン, スチレン, エチルベンゼンを規制する方向であり, 接着剤でも自主的に規制する方向で進んでいる。

一方環境省が中心となって, 大気VOC削減法案を6月に出すようである。この法案では, 2000年をベースに2010年までにVOCの排出量を30%削減するために, 有機溶剤を含む製品を製造するメーカーとそれを使用する全ての生産業者に排出規制装置を義務付けるのである。

したがって接着剤業界としては, トルエン, キシレン, n-ヘキサン, 酢酸エチルエステル, シクロヘキサン, MEKの6物質トータルを10年間で30%自主的に削減する事を検討している。

このような環境に対応するために, 建築用接着剤は次の方向で製品の開発が望まれる。

- ① ノンホルムアルデヒド (対応済み)
- ② トルエン, キシレン不使用 (一部対応済み)
- ③ アセトンなど安全性の高い有機溶剤に変更
- ④ 有機溶剤の配合量を減らして, 高固形分化を図る。
- ⑤ 水性化を図る。
- ⑥ 無溶剤化 (ホットメルト, ウレタン樹脂, シリル化ウレタン樹脂系他)

さらに, 今後は建設のリサイクルを考慮すると, 剥がせる接着剤, 接着工法が望まれる。

これに応える工法として, 筆者らは高周波加熱を利用した, 特殊なホットメルト系接着剤フィルムを用いて接着する工法として, オールオーバー工法を開発し, 床材, 壁材について実際に施工を行った。この工法では10-15年

表3 各種接着剤の成分とその性質

種類	成分	性質	備考
酢酸ビニル樹脂系エマルジョン	主成分：酢酸ビニル 溶剤：水 その他：可塑剤、フィラー	塗布作業性良好 木質材料への接着性良好 初期強度なく、仮押さえ必要	水がかり部不適 5℃以下での施工は避ける。引火性なく安全
エチレン/酢酸ビニル共重合樹脂系エマルジョン	主成分：エチレン酢酸ビニル 溶剤：水 その他：可塑剤、フィラー	塗布作業性良好 紙や繊維材料への接着性良好 初期強度なく、仮押さえ必要	水がかり部不適 5℃以下での施工は避ける。引火性なく安全
アクリル樹脂系エマルジョン	主成分：アクリル共重合 溶剤：水 その他：可塑剤、フィラー	塗布作業性良好 各種床材やプラスチック材料への接着性良好。初期強度なく、仮押さえ必要	水がかり部不適 5℃以下での施工は避ける。引火性なく安全 塩ビ系床材に最適
α-オレフィン樹脂系	主成分：イソブテン-無水マリン酸共重合樹脂 溶剤：水 その他：可塑剤、フィラー	塗布作業性良好 工場生産ラインに適 初期強度にすぐれ接着力大 耐水性、耐熱性良好	5℃以下での施工は避ける。アクリルタイプは汚染に注意 特殊な用途（集材材、建材家具、楽器、浴槽他）
合成ゴム系アタックス	主成分：スチレン-ブタジエンゴム（SBR） 溶剤：水 その他：石油系樹脂、フィラー	塗布作業性、初期接着力良好 張り付け可能時間が長い 安全性高い	5℃以下での施工は避ける。 床材、陶磁器質材料に適 水がかり部不適
酢酸ビニル樹脂溶剤形	主成分：酢酸ビニル 溶剤：アルコール、エステル、ケトン その他：フィラー	初期接着力良好 高粘度ペースト状 塩ビ床材、スレンフォーム接着剤性良	耐水性、耐熱性おとる 換気、火気に注意
合成ゴム溶剤形	主成分：CR、SBR 他 溶剤：トルエン、ケトン、エステル、ヘキサン、揮発油 その他：フィラー	各種質材料への接着性良好 初期強度大きく仮押さえ不要 両面塗布コンタクト型	耐水性、耐熱性良好 引火性あり、換気必要 ボードの施工に最適 スプレー塗布可能
ウレタン樹脂系	主成分：イソシアネート・ポリオール 溶剤：トルエン、イソブタン その他：フィラー	各種質材料への接着性良好 耐水性、耐熱性良好 低温硬化性良好	保存性（水分）注意 床材等用途（1成分系） 塩ビラッピング（2成分系）
エポキシ樹脂系	主成分： 主剤：エポキシ樹脂 硬化剤：変成ポリイミド、ポリアミン、ポリオール その他：フィラー	各種質材料への接着性良好 耐水性、耐熱性良好 高強度、接着力大、耐久性良好 充填接着が可能 コンクリートへの接着性良好	正しい配合比と混合性注意 気温で硬化時間変わる 湿潤面グレード有り 溶剤含む物有り 作業時皮膚かぶれに注意
変成シリコン樹脂系	主成分：変成シリコン・アミン・硬化剤：エポキシ樹脂 その他：可塑剤・フィラー	各種質材料への接着性良好 耐水性、耐熱性、耐寒性良好 可とう性良好 一液が多い	保存性（水分）注意 大判のタイル施工に最適 陶磁器質、石材施工に最適 安全性高い。

先再加熱することで、建材をはがして再利用出来るのである。

今後こうした環境に優しく、リサイクルに対応できる（剥がせる）乾式工法が広がっていくことを期待している。オールオーバー工法の詳細はJTを見られたし。

以上、建築住宅用接着剤について述べたが、今後はとりもなおさず、室内環境（IAQ）に優しい接着剤が望まれる。何れはドイツの建築基準法改正のように150物質を測定しても、VOCのほとんど出ない接着剤が開発されるであろう。

参考文献

- 1) M. INOUE: Feica (Barcelona) (2000), 9
- 2) 井上雅雄：シックハウス症候群の脅威，日刊工業新聞社（1998），10
- 3) 井上雅雄：シックハウスの対応と対策，日刊工業新聞社（2004），3
- 4) 秋津，井上他：日本木材学会大会 3（2003）
- 5) 日本接着剤工業会：接着剤と室内環境（改訂版）12（2002）
- 6) 井上雅雄：JT, 50（13）（2002）p276
- 7) 平田忠義：JT, 50（10）（2002）p125