< 綜 説 >

(受理:平成15年10月21日)

住宅用接着剤の安全性

Safety of Adhesives for Housing Uses

若 林 一 民*

Kazutami WAKABAYASHI

1. はじめに

近年、新築住宅やリフォーム住宅におけるシックハウス症候群が社会問題になっている。

シックハウス症候群とは、新築住宅やリフォーム住宅に引っ越した途端に、頭痛、咳および発疹などの症状が現れることで、この原因は建材の中に含まれる接着剤、塗料および防腐剤などの化学物質から徐々に揮散される揮発性有機化合物 (Volatile Organic Compound, VOC) であると言われている。

近年の住宅は天然木材よりも新建材が多く使用され、加えて建築技術の向上により機密性が格段に高くなっている。それゆえ揮散した揮発性有機化合物の逃げ場がなく、室内空気汚染の原因になっている。

平成14年7月1日付けで厚生労働省から発表された規制物質は13+1(暫定)であるが、平成15年7月1日付けで改定された建築基準法で規制対象になったのはホルムアルデヒドとクロロピリホスである。

表1は厚生労働省より指針値が示された揮発性有機化合物をまとめたものである。

クロロピリホスは防蟻剤であり、接着剤に関係するものは、現時点ではホルムアルデヒドだけである。

平成18年7月からは、トルエン、キシレン、アセトアルデヒドなどが規制対象に加わると言われているが、住宅業界の動きは早く、先取りした様相を呈している。

表1 厚生労働省より指針値が示された揮発性有機化合物
(平成14年7月1日現在)

化合物名	室内空気中の濃度指針値(大人の場合)	
ホルムアルデヒド	0.08ppm	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
トルエン	0.07ppm	260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
キシレン	0.20ppm	870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
パラジクロロベンゼン	0.04ppm	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
エチルベンゼン	0.88ppm	3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
スチレン	0.05ppm	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
クロロピリホス	0.07ppb	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
フタル酸ジ-n ブチル	0.02ppm	220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
テトラデカン	0.041ppm	330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
フタル酸ジ-2 エチル ヘキシル	0.0076ppm	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ダイアジノン	0.023ppb	0.29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
ノナール(暫定)	(0.007)ppm	(41) $\mu\text{g}/\text{m}^3$
アセトアルデヒド	0.03ppm	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
フェノールカルブ	3.8ppb	33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

*ノガワケミカル株式会社 代表取締役社長
東京都中央区日本橋本町4-15-11 〒103-0023
Nogawa Chemical Co.Ltd.
4-15-11, Nihonbasi, Honcho, Chuouku, Tokyo, 103-0023
Japan

若 林 一 民

略歴: 1967年3月東京理科大学理学部応用化学科卒業、ノガワケミカル株式会社では研究開発、営業開発、工場管理に従事、現在代表取締役社長。

研究開発ではシアノアクリレート接着剤、SGA、エポキシ樹脂接着剤、ポリウレタン接着剤などの新製品開発に従事

趣味: ゴルフ、読書(歴史小説)

2. 揮発性有機化合物の有害性情報

2.1 ホルマリン (ホルムアルデヒド水溶液)

ホルマリンはホルムアルデヒド (HCHO) の 40%前後の水溶液のことである。最近では 50%以上の水溶液も市販されている。水溶液中では水和したメチレングリコール $\text{CH}_2(\text{OH})_2$ およびその重合体 $\text{HO}(\text{CH}_2\text{O})_n\text{H}$ の形で存在するが不溶性となって析出しやすいため、通常メタノールを安定剤として、数%~10%程度加えている。水溶液は無色透明で特有の強い刺激臭がある。

	有害性情報		
急性毒性	経口ラット	LD50	100mg/kg
	経口マウス	LD50	42mg/kg

2.2 トルエン

化学式が $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ の無色透明の液体で、ベンゾールよりも弱い芳香をもち、麻酔性、毒性は少ない。揮発性は酢酸正ブチルの 2 倍、ブタノールより 4 倍早く揮発する。溶解性はベンゾールとほぼ同様で、アルコールエステル、ケトン、炭化水素などの多くの有機溶剤と混合する。

	有害性情報		
急性毒性	吸入マウス	LC50	5,300ppm
	経口ラット	LD50	7.53ml/kg
許容濃度	日本産業衛生勧告値		100ppm
			380mg/m ³
	AGGIH 勧告値		
	時間加重平均 (TWA)	50ppm	
		180mg/m ³	

2.3 キシレン

化学式は $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2$ である。キシレンには 0-, m-, p- の 3 つの異性体がある。いずれも無色透明の液体で、特有の芳香をもち、トルエンに比べて沸点、引火点が高く、蒸発速度が遅い。水に不溶でトルエンとほぼ同様に多くの有機溶剤と混合する。

高濃度で吸引すると興奮状態を経て麻酔状態になる。

	有害情報		
急性毒性	経口ラット	LD50	4,300mg/kg (混合キシレン)
	吸入ラット	LC50	4,550ppm (p-キシレン)
許容濃度	日本産業衛生学会勧告値	100ppm	
			(430mg/m ³)
	ACGIH 勧告値	短時間暴露限界	150ppm (434mg/m ³)

3. 住宅用接着剤

住宅用接着剤として特別のものがあるわけではない。汎用の接着剤を住宅の用途に合わせて性能および作業性を調整したものが、日本工業規格 (JIS) および日本接着剤工業会規格 (JAI) の製品規格として制定されている。

ここでは住宅用として関係があるものについて規格番号を紹介する。詳細は規格をみてほしい。

3.1 JIS 規格

- JIS A 5536: 2003 高分子系張り床材用接着剤
- JIS A 5537: 2003 木レンガ用接着剤
- JIS A 5538: 2003 壁・天井ボード用接着剤
- JIS A 5547: 2003 発砲プラスチック保温板用接着剤
- JIS A 5548: 2003 陶磁器質タイル用接着剤
- JIS A 6024: 1998 建築補修用注入エポキシ樹脂
- JIS A 6922: 2003 壁紙施工用でん粉系接着剤
- JIS A 5549: 2003 造作用接着剤
- JIS A 5550: 2003 床根太用接着剤
- JIS A 6804: 2003 酢酸ビニル樹脂エマルジョン木材接着剤
- JIS A 6806: 2003 水性高分子-イソシアネート系接着剤

3.2 JAI 規格

- JAI 5-1995 α -オレフィン無水マレイン酸樹脂木材接着剤
- JAI 11-1987 金属ノンスリップ用接着剤
- JAI 12-1996 ウレタン樹脂系建材用接着剤
- JAI 13-1996 エポキシ樹脂系建材用接着剤
- JAI 14-1998 二重床施工用ウレタン樹脂系接着剤

4. 建築基準法の改定

2003 年 7 月 1 日付けで建築基準法の一部が改定された。

改定の目的は、シックハウスおよびシックスクール対策で、第 28 条の 2 に規定されている。

第 28 条の 2 を要約すれば、次のようになる。

居室を有する建築物はその居室内に於いて政令で定める化学物質の発生による衛生上の支障がないよう、建築材料および換気設備について政令で定める技術的基準に適合するものでなければならない。

政令で定める技術的基準で、規制対象外になるものは $5\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ 以下を指す。

付帯決議の (5) では規制対象化学物質について定めてあり、要約は以下の通りである。

図1 試験方法の概略

室内環境汚染による健康障害が生ずると認められる化学物質については、すべて規制対象とするよう、室内空气中の化学物質の濃度の実態や発生源、発散量等の調査研究を進め、その結果が得られたものから順次、規制対象に加えること、となっている。

当面の規制対象物質は表1にある厚生労働省から発表された14化学物質をさすが、2003年7月1日からの対象物質は、ホルムアルデヒドおよびクロロピリホスの二物質である。

しかし現実には学校や幼稚園の校舎など文部科学省管轄のシックスクール対象は、ホルムアルデヒド、クロロピリホスに加えて、トルエンやキシレンも対象物質になっている。

5. 揮発性有機化合物 (VOC) の評価

建築基準法で規制対象物質になっているのは接着剤関連ではホルムアルデヒドだけである。ここではホルムアルデヒド放散量の測定方法について述べる。

現在利用されている方法は二種類ある。デシケータ法とスモールチャンバー法である。

デシケータ法は日本農林規格 (JAS) で規定されて農林水産省管轄の業界で利用されている。

一方、スモールチャンバー法は日本工業規格 (JIS)

で規定されて経済産業省管轄の業界で使用されている。

これらの試験方法はお互いに相関関係があり、建築基準法はどちらの試験データも認めている。

5.1 試験方法の概略

図1はデシケータ法およびスモールチャンバー法の試験方法概略図である。

大きな違いは、デシケータ法が固定容器の中で、試料から放散された VOC を蒸留水に溶かし込み、溶け込んだ量を定量するのに対して、スモールチャンバー法は移動空気の中に放散された VOC を気中濃度として直接に定量するものである。

以上のことから、分析機器としてはデシケータ法で試料採取したものは、アセチルアセトン処理した後に分光光度計で波長 415nm のピークを読取るのに対して、スモールチャンバー法は液体、クロマトグラフィーでの分析になる。

5.2 試験条件

表 2.1 & 2.2 はデシケータ法およびスモールチャンバー法の試験条件比較を行ったものである。

最も大きな違いは試験温度の違いである。一定時間の放散量は温度によって大きく異なる。デシケータ法が 23℃ であるのに対して、スモールチャンバー法は 28℃ である。

実用の試験としてどちらが現実的かは判断しにくい、スモールチャンバー法の試験が条件的に厳しいことは事実である。

表 2.1 デシケータ法 試験条件

デシケータ	ガラス：容積：10L (水 300ml)
塗布量 (g/m ²)	300g (6.75g/225cm ²)
試験片種類	ガラス板 15×15×1 枚 (225cm ²)
オープンタイム (分)	60 分 (室温 23±2℃)
試験条件	23℃
試料設置方法	縦置き
設置時間	24 時間
試験片	n=3
分析 (ホルムアルデヒド)	アセチルアセトン処理後分光光度計で波長 415nm のピークを读取り (液体サンプル)

表 2.2 スモールチャンバー法 試験条件

スモールチャンバー	20L ステンレス (ADPACK)
塗布量 (g/m ²)	300g (2.4g/80cm ²)
試験片種類 (ステンレスまたはガラス板)	10×8×1 枚 (80cm ²)
オープンタイム (分)	60 分 (室温 23±2℃)
試験温度	28℃, 50%
試料負荷率	0.4 (m ² /m ³)
設置時間	24 時間 (試料によっては 78 時間以内)
換気回数	0.5 (回/時間)
試験片	n=1
サンプリング	n=2
ガス採取	DNPH カートリッジ (溶媒抽出後に)
分析機器	液体クロマトグラフィー (溶媒抽出後に)

6. 安全性の高い接着剤の認定制度

国土交通省住宅局は、シックハウス対策として、以下の 3 つの法律・制度・基準を定めている。

* 厚生労働省室内化学物質濃度指針値

表 1 に示した 14 物質について、室内濃度の基準値を定めている。現在建築基準法で規定されている物質はホルムアルデヒドとクロロピリホスであるが、これら二つのトータル (TVOC) で、0.08ppm 以下が WHO (世界保健機構) の基準値であり、日本に於いても採用されている。

接着剤においての規制物質は現在ホルムアルデヒドだけであり、放散量で $5\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 以下が、安全性保証の基準値になっている。

* 建築基準法のシックハウス対策

シックハウスの原因となる化学物質の室内濃度を下げるために、建築物に使用する建材や換気設備を規制する法律である。対象は住宅、オフィス、病院などすべての建築物の居室になる。

しかし現実をもっと厳しくて、家具、厨房、日用雑貨などの居室内で使用する物にも規制範囲が広がっている。

以上のことから、これらの用途に使用される接着剤にも安全性が求められる。

* 住宅性能表示制度

住宅の品質確保の促進等に関する法律に基づく住宅性能表示制度についても改正されて、シックハウス対策が盛り込まれた。

接着剤などの材料は、安全の確保された製品の証として、F☆☆☆☆が付けられる。

6.1 安全性の高さが認定された接着剤

国土交通省は安全性が保証された接着剤として、以下の 3 種を認定して、F☆☆☆☆を付けることを認めている。

- (1) ホルムアルデヒドの放散量が少なく、規制対象外の接着剤
- (2) JIS マーク表示品でホルムアルデヒドの放散量分類がされている接着剤
- (3) 大臣認定を受けた接着剤

- (1) ホルムアルデヒドの放散量が少なく、規制対象外の接着剤

接着剤の構成成分から推測して、明らかにホルムアルデヒドの放散量が $5\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 以下である接着剤群ですが、これだけでは顧客の信頼を得ることはできない。

そこで、日本接着剤工業会は建築・建材業界で広く採用されている接着剤群のモデル組成を作成して、公的試験機関でホルムアルデヒドの測定を行い、明らかに基準値以下であることを確認して、経済産業省の指導の下、国土交通省の承認を得て、自主管理認定制度を確立した。

申請すれば日本接着剤工業会の自主管理認定が受けられる接着剤群は以下の接着剤群である。

- (1) 酢酸ビニル樹脂系エマルジョン形接着剤
- (2) ビニル共重合樹脂系エマルジョン形接着剤
- (3) アクリル樹脂系エマルジョン形接着剤
- (4) ゴム系ラテックス形接着剤
- (5) エポキシ変性合成ゴム系ラテックス形接着剤
- (6) 水性高分子ーイソシアネート系接着剤

- (7) アルファーオレフィン樹脂系接着剤
- (8) エポキシ樹脂系接着剤
- (9) ウレタン樹脂系接着剤
- (10) 変成シリコン樹脂系接着剤
- (11) シリル化ウレタン樹脂系接着剤
- (12) ホットメルト形接着剤

以上の接着剤製品群に属する製品で、自社の判断で明らかにホルムアルデヒドの放散量が基準値以下のものについては、工業会が定める申請書に必要書類と一点につき 5000 円の申請料を納めれば、書類審査の結果、JAIA F☆☆☆☆の表示が認められる。

- (2) JIS マーク表示品でホルムアルデヒドの放散量分類がされている接着剤

すでに JIS マークを表示している製品についてはホルムアルデヒドの放散量試験を公的試験期間で行い、基準値以下であることを証明し、申請すれば、JIS F☆☆☆☆を表示することができる。

また改定された JIS 規格を新たに取得したものと同じである。

- (3) 大臣認定を受けた接着剤

公的試験機関でホルムアルデヒドの放散量試験を行い、試験結果および申請書類を国土交通大臣宛に申請すれば、大臣認定を受けることができる。

ここで注意しなければいけないことは、F☆☆☆☆以外の接着剤でも使用できるということである。しかし、F☆☆☆、F☆☆については使用制限があり、換気設備の条件と併せて細かく取り決められている。

詳細は国土交通省のホームページを覗いてほしい。
☆の数の基準は以下の通りである。

	ホルムアルデヒドの放散量
F☆☆☆☆	5 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ 以下
F☆☆☆	5 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ ~ 20 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$
F☆☆	20 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ ~ 120 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$
使用禁止	120 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ 以上

7. 終わりに

住宅用接着剤の安全性と題して、建築基準法の改定に伴う接着剤の対応について説明を加えた。

近年の住宅は機密性に優れ、自然換気が望めないことから強制的な換気が求められたり、建材の品質制限を受けている。

接着剤の成分は、ほとんどの場合有機材料からできており、化学物質であるがゆえの制限を受けている。

2003 年 7 月からの規制対象はホルムアルデヒドおよびクロロピリホスの 2 物質であるが、2006 年からはアセトアルデヒド、トルエン、キシレンなどが規制対象になり、年とともに規制が厳しくなっても、緩やかになることはない。

接着剤の素早い対応が望まれる。

引用文献

特に引用した文献はないが、関連する書物を紹介したい。

- 1) 国土交通省住宅局：シックハウス対策のための規制導入建築基準法改正，国土交通省（2003.6）
- 2) 環境・安全管理用語編集委員会編：化学物質環境・安全管理用語辞典 改定第 2 版，化学工業日報社（2002.1）
- 3) 藤原 肇 著：化学物質の総合安全管理，化学工業 日報社（2000.7）
- 4) 浦野 紘平著：PRTR-MSDS 対象化学物質の毒性ランクと物性情報，化学工業日報社（2001.5）

以上