

# 建材及び自動車内装材からのVOC放散量測定方法

財団法人 日本塗料検査協会

技術顧問 吉田 洋一

## 1. はじめに

建築物の室内におけるシックハウス症候群、化学物質過敏症等は大きな社会問題となり、この対策として平成14年7月に建築基準法が改正され、平成15年7月以降の新築住宅を対象に、ホルムアルデヒド及びクロルピリホスの2物質の規制が開始された。

また、ホルムアルデヒド規制に伴いトルエン、キシレン等のVOCに対する関心も高まり、室内環境改善の取組みも着実に進展している。国交省の外郭団体、(財)住宅リフォーム・紛争処理支援センターが2000年から実施している新築住宅の室内環境実態調査では、室内環境は徐々に改善され、厚生労働省が室内濃度指針値を示しているホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレンについて、2004年度調査結果では室内濃度平均値は何れも指針値濃度以下であると報告されている。

一方、車室内は居住空間とは異なるが、(社)日本自動車工

業会は居住空間の一部と考え、車室内の環境対策に積極的に取り組んでいる。2007年度以降の新型乗用車については、厚生労働省の定めた13物質の室内濃度指針値を満足させる、「車室内のVOC低減に対する自主的な取組み」が始まっている。

自工会が制定した「VOC濃度試験方法(乗用車)」は組立・検査終了後、4週間以内の車室内環境測定方法である。しかし、車室内の環境を改善するには、車室内で使用される個々の内装材からのVOC放散量の測定が必要となる。この測定方法の標準化が(社)自動車技術会において進められた。建材及び自動車内装材からのVOC放散量測定方法について、その概要を紹介する。

## 2. 居住環境とVOC

建築物あるいは車室内に使用される材料は多種多様

表1 室内濃度指針値(厚生労働省)

化学物質名	指針値	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm
ホルムアルデヒド	100	0.08
トルエン	260	0.07
キシレン	870	0.20
パラジクロロベンゼン	240	0.04
エチルベンゼン	3800	0.88
スチレン	220	0.05
クロルピリホス	1	0.07ppb
フタル酸ジブチル	220	0.02
テトラデカン	330	0.04
フタル酸ジ-2-エチルヘキシル	120	0.0076
ダイアジノン	0.29	0.02ppb
アセトアルデヒド	48	0.03
フェノブカルブ	33	0.0038
総揮発性有機化合物(TVOC)	400*	—

\*：暫定目標値

で、これらから放散される VOC も多くの種類がある。測定対象物質としては厚生労働省が室内濃度指針値を定めている化学物質 13 物質プラス TVOC が一般的である。これらの室内濃度指針値を表 1 に示す。

世界保健機構 (WHO) では、室内空気中の有機性化学物質を、沸点範囲により超揮発性有機化合物 (VVOC)、揮発性有機化合物 (VOC)、半揮発性有機化合物 (SVOC)、粒子状物質 (POM) の 4 段階に分類している。その内容を表 2 に示す。室内濃度指針値が示されている 13 物質のうちホルムアルデヒド、アセトアルデヒドは VVOC、トルエン、キシレン、エチルベンゼン、スチレンは VOC、フタル酸ジブチル、フタル酸ジ-2-エチルヘキシルは SVOC、クロロピリホスは POM に分類される。

### 3. 建材から VOC 測定方法

建材からの VOC の測定方法は、チャンバー内空気が流動する空間での放散試験であるアクティブ法として 20 L 小形チャンバー法と 3 L 小形チャンバー法、密封空間での放散試験であるパッシブ法として ADSEC 法がある。これらは JIS あるいは JIS 化を進めているもので、これ以外の方法についてはここでは省略する。

また、これらとは別に SVOC 測定方法として、JIS 化を進めている測定方法にマイクロチャンバー法がある。塗膜からの測定方法を主体にこれらの概要について説明する。

#### 3.1 20 L 小形チャンバー法

全ての建材に適用できる測定方法として、JIS A 1901 小形チャンバー法がある。JIS A 1901 ではチャンバー容積は 20 ~ 1000 L の範囲とされているが、小形チャンバー装置として 20 L タイプが主流で、一般的に ADPAC 装置が使用されている。この装置は VOC とアルデヒド類の何れの測定も出来るもので、装置構成の概要を図 1 に示す。

装置は空気清浄機、温湿度制御システム、加湿空気と乾

燥空気の混合器、SUS 製 20 L チャンバー、捕集用ポンプ、温湿度計及び恒温器から構成される。

試験片は SUS 製 20 L チャンバー内に空気捕集の 8 時間前に静置し、チャンバー内雰囲気十分に安定してから空気捕集を行う。チャンバー内は換気回数 0.5 回/h に設定、常に清浄空気で置換している。空気捕集はチャンバー上部の空気排出口に捕集管を接続して行う。塗膜の試験条件を表 3 に 3 L チャンバー法と比較して示す。

新たに制定予定の JIS A 1902-3 では、塗膜の試料負荷率は 0.4 ~ 2.2 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> と規定されるが、VOC 放散量が多い試料は 0.55、少ない試料は 2.2 が適正である。また、接着剤も制定予定の JIS A 1902-2 では、0.4 ~ 2.2 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> と規定されている。

#### 3.2 3 L 小形チャンバー法<sup>1), 2)</sup>

この方法の測定原理及び装置構成は 20 L 小形チャンバー法と基本的に同じで、(社)日本塗料工業会において検討された方法である。20 L 小形チャンバー装置は設備投資の負担が大きいため、これを安価にすることを目的に開発された。JIS A 1901 では、「接着剤、塗料及び塗布性の材料に関しては、20 L 以上の小形チャンバーとの相関性が確認されていれば、数リットルから 20 L 未満の小形チャンバーを用いても良い」とされており、この範囲に収まる 3 L チャンバーを用いたもので、20 L 小形チャンバー法との相関性も良好なことが確認されている。

装置構成の概略を図 2 に示す。20 L チャンバー装置との比較で、空気清浄機をボンベ充填高純度空気、温湿度制御システムを硝酸カルシウム飽和水溶液に変更し、チャンバー容積を 20 L から 3 L に小さくしたことが大きな違いで、装置価格は 1/5 程度に低減された。また、チャンバー内空気の流れを制御したことで、20L チャンバーと比較して安定した気流が得られる。

表 2 有機性化学物質の分類

名称	略称	沸点範囲 (°C)	
		from	to
超揮発性有機化合物 (ガス状) Very Volatile Organic Compounds	VVOC	< 0	50 ~ 100
揮発性有機化合物 Volatile Organic Compounds	VOC	50 ~ 100	240 ~ 260
半揮発性有機化合物 Semivolatile Organic Compounds	SVOC	240 ~ 260	380 ~ 400
粒子状物質 Particulate Organic Matter	POM	380 <	

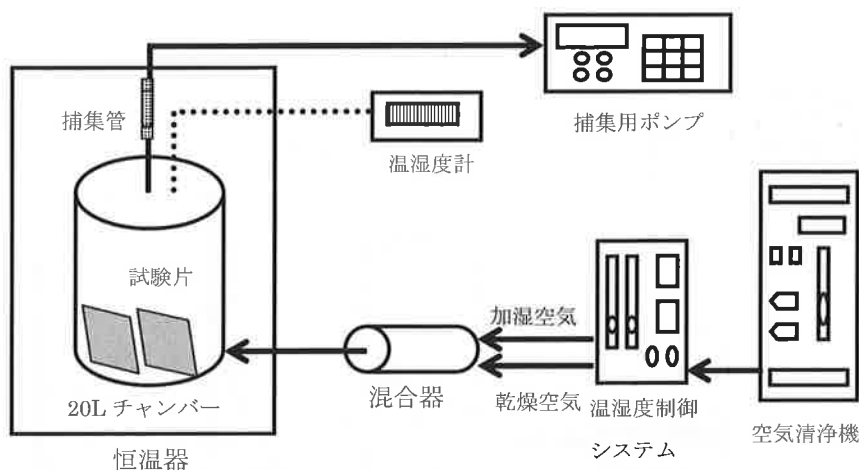


図1 20L小形チャンバー装置概略図

### 3.3 ADSEC法<sup>3)</sup>

VOC測定のパッシブ法として、ADSEC (Advanced Diffusive Sampling Emission Cell) がある。簡易測定法として、また、スクリーニングに適当な方法である。装置概要を図3に示す。

図3の左側は分解した状態を示すが、下板の上に試験片を載せ、その上にシリコンシートを2個並べて置き、この位置に合わせてセルを2個載せる。次に上板をおき、ナットで固定して組立てたものが図の右側である。セルの上部から捕集管を挿入し、この状態で24時間静置してVOCを捕集する。セル容積は約282mlである。セル2個が同時に使用できることから、2個のデータの平均値を測定値とする。捕集管はTenax TAを用いる。分析はGCMSあるいはFID付GCの何れでも良い。

### 3.4 マイクロチャンバー法<sup>4)</sup>

マイクロチャンバー法はSVOCに分類されるフタル酸ジブチル (DBP)、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル (DOP) を測定対象とした測定方法である。SVOCは沸点が高く、20Lチャンバー法による測定では、放散したSVOCがチャンバー壁面に吸着し、回収率が著しく低下することから、他のVOCとは異なる独自の捕集方法が必要となる。

装置構成の概要を図4及び図5に示す。装置はマイクロチャンバー、恒温槽及び加熱炉とポンプから構成される。マイクロチャンバーは石英ガラス製あるいは同等のガラスで製作する。

この方法はSVOCを2段階捕集するのが特徴である。第1段階は図4に示すが、マイクロチャンバーに試験片を取付け、28℃恒温槽内で24時間捕集する。しかし、捕集温度が28℃と低いことから試料から放散したSVOCの一部がチャンバー内壁に付着してロスとなる。第2段階は図5に示すが、マイクロチャンバー内の試験片を取外して加熱炉内に設置、200～250℃に加熱しながら45分間捕集す

る。壁面に付着したSVOCを加熱して気化させ、追加捕集するものである。捕集管はTenax TAを用いる。分析はGCMSあるいはFID付GCの何れでも良い。

## 4. 自動車内装材からのVOC測定方法

自動車内装材からのVOC測定方法は、サンプリングバッグ法という建材とは違う独自の方法で標準化が進められている。車室内は、ほぼ密封空間であることから、これを模擬した測定としてパッシブ法が適切かと考えられる。当面はJASO (社)自動車技術会)規格として制定するが、将来的にはISO化が考慮されている。この方法は一次スクリーニング用として位置付けされ、特別な装置を必要としない簡便法である。試験片の表面積は10cm<sup>2</sup> (10cm × 10cm)と規定されているが、切断面及び裏面からの放散について特に規定がなく、試験片形状が同一であれば放散量の比較は可能であるが、試験片形状が違っていると比較が難しく、将来に対する検討事項になっている。

サンプリングバッグの材質は特に規定してないが、フッ素樹脂系が望ましいとし、一例として4フッ化エチレン-6フッ化プロピレン共重合体がある。装置構成の概略を図6に示す。

装置は恒温槽、サンプリングバッグ及びポンプから構成される。10Lサンプリングバッグ内に試料を入れ、高純度窒素ガスを5L封入して密封する。65℃で2時間加熱、この状態でサンプリングバッグのスリーブに捕集管を接続し、VOCは1L、ホルムアルデヒドは3L捕集する。捕集管はVOCはTenax TA、ホルムアルデヒドはDNPHカートリッジを使用する。分析方法はVOCはGCMSあるいはFID付GCの何れかで、ホルムアルデヒドは液体クロマトで行う。

VOCの放散に影響するサンプルの採取、保管、試験片の作製について詳細に規定されてないため、測定精度を高めるには今後の検討課題となる。

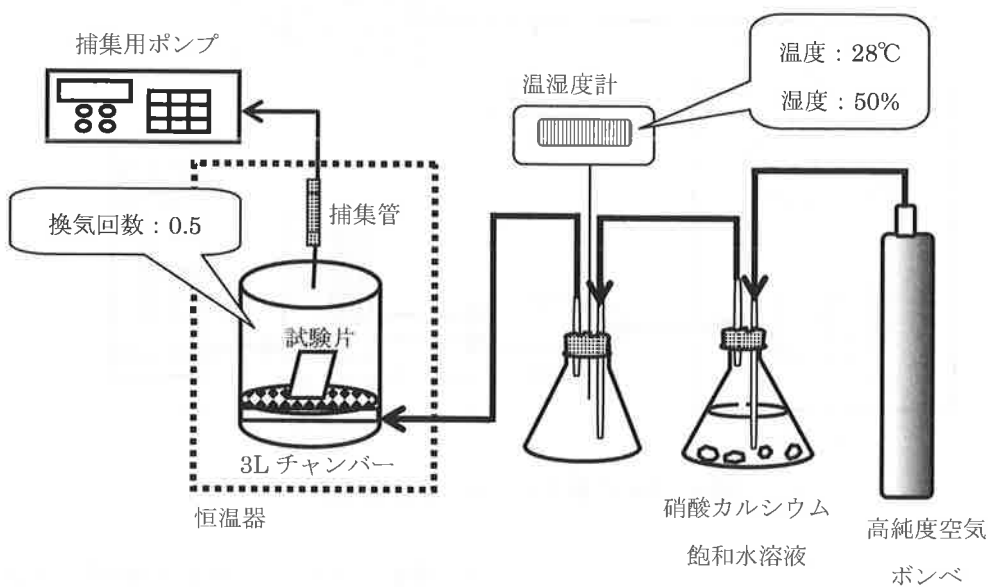


図2 3L小形チャンバー装置概略図

表3 小形チャンバー法試験条件

	3 L チャンバー法	20 L チャンバー法
温度 (°C)	28	
相対湿度 (%)	50	
換気回数 (回/h)	0.5	
試料負荷率 ( $m^2/m^3$ )	0.55 ~ 2.2	
空気捕集量 (L)	0.5	
捕集速度 (ml/min)	28	167

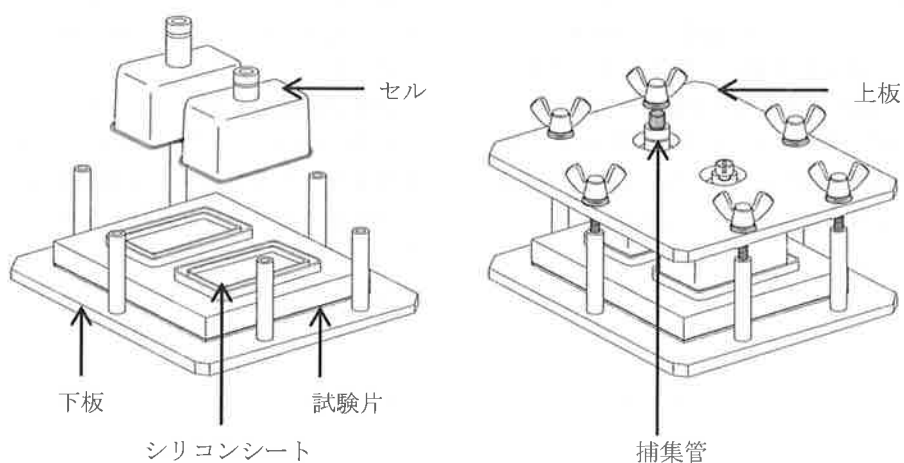


図3 ADSEC 装置概略図

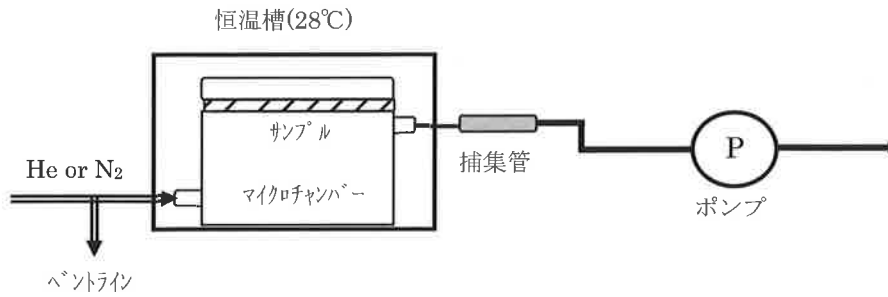


図4 マイクロチャンバー法（放散時捕集）概略図

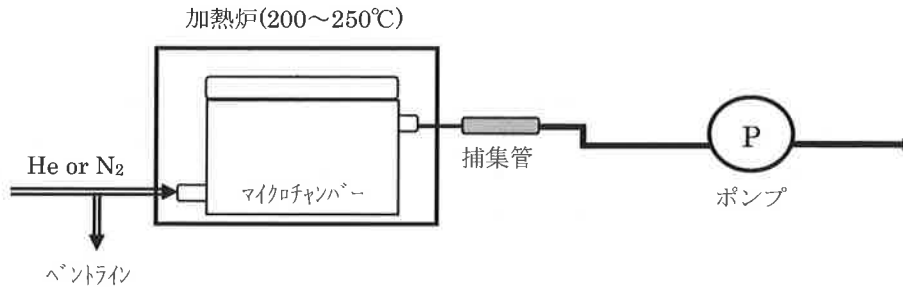


図5 マイクロチャンバー法（加熱脱着時捕集）概略図

## 5. おわりに

建材及び自動車内装材からの VOC 放散量測定方法の概要について述べた。建築基準法では VOC 規制は行われていないが、学校については文部科学省により「学校環境衛生の基準」によりホルムアルデヒド、トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼンの基準値が設けられ、この基準値は厚生労働省の室内濃度指針値が採用されている。車室内環境基準も同様である。このような状況から厚生労働省が室内濃度指針値を示した物質についての測定方法の整備が必要となるが、特に塗料に関してはホルムアルデヒドに続いて VOC の測定方法が整備されたことは、室内環境対策を進める上で有効なことである。

なお、小形チャンバー法によって測定する場合、サンプルの採取、保管、試験片の作製、試験条件など放散に影響する事項について規定した、JIS A 1902-1（ボード類、壁紙、床材）、JIS A 1902-2（接着剤）、JIS A 1902-3（塗料、

仕上塗材）、JIS A 1902-4（断熱材）が新たに制定されることになっており、測定に際してはこれらの内容を遵守して測定精度を高めることが重要となる。

## 参考文献

- 1) 吉田洋一：塗装工学 2005 / vol 40、No.1 「室内環境対策のための塗料及び塗膜の VOC 測定方法」
- 2) 奥野博昭、表悦子：日塗検ニュース 2005 / No.117 「塗膜からの放散 VOC 測定用 3 L 小形チャンバー装置の検討」
- 3) 社団法人日本塗料工業会／製品安全委員会／室内環境対策部会／VOC 簡易測定方法検討 WG：平成 17 年度活動報告書「塗膜からの VOC 放散に関する簡易測定方法の検討・パッシブ法の検討」
- 4) ジーエルサイエンス(株)：建築材料から放散する揮発性有機化合物 (SVOC) 測定に関する JIS 化の動向

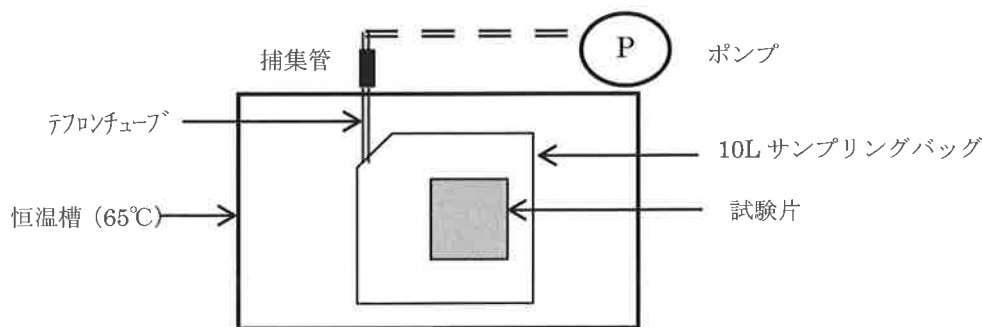


図6 サンプルングバッグ法の概略図