

技術レポート10  
室内空気環境問題に関する  
最近の技術情報

平成10年3月

社団法人 大阪ビルメンテナンス協会  
設備保全部会

---

---

技術レポート10

室内空気環境問題に関する最近の技術情報

---

---

平成10年3月

## 目 次

1. 調査目的と調査結果のまとめ .....	5頁
2. 文献調査結果 .....	6
〈参考資料〉	
室内空気環境問題に関する最近の技術情報 .....	8
1. 情報検索方法 .....	8
2. 文献調査結果 .....	8
1) 室内空気環境問題の考え方 .....	8
2) 室内空気環境の測定データ .....	8
3) 室内空気汚染に関するガイドライン .....	9
4) シックビル症候群とオフィス環境の考え方 .....	10
5) 室内空気汚染の防止対策 .....	11
6) 真菌による室内環境汚染 .....	12
3. ま と め .....	12

## 1. 調査目的と調査結果のまとめ

(社)大阪ビルメンテナンス協会の設備保全部会では、毎年その時々的重要な技術課題を選定し、調査研究を行いその結果を技術レポートにまとめてきました。平成8年度は、「高調波障害とその抑制について(技術レポート9)」をお届けしました。

このレポートは、電気設備技術に関するものでしたが、平成9年度は従来と少し趣きを変えてビルの空気環境問題を取り上げることにしました。

ビルの空気環境問題というと、なにやら難しそうに聞こえますが、私たちになじみの深い建築物における衛生的環境の確保に関する法律(以下「ビル管法」)で定められている空気環境測定と関係する問題です。「ビル管法」では、ビルの空気環境がビルで生活する人々の健康を守る上で重要であるため、ご承知のようないろいろな技術基準が定められています。

ところが、近年ビルの空気環境が原因する健康障害が発生することが問題になっています。この健康障害について、シックビル症候群という名前まで生まれています。皆さんも一度はお聞きのことと思います。

今回の技術レポートは、改めてシックビル症候群そのものを解説することを目的としたものではありません。最近我国の科学技術雑誌に掲載されたビルの空気環境問題に関する文献に眼をとおして、このシックビル症候群問題に対して現在専門家がどのように考えているかを調査し、その結果を皆さんに報告しようとするものです。

忙しい方々のために、文献調査の結果分ったことを、つぎの8項目にまとめました。記載内容についてさらに詳しい内容を知りたい方は参考資料をみてください。

- 1) 専門家は、ビルの空気環境の管理は大切だと考えています。呼吸する空気は、自分では選べないうえに、肺に取り込む空気の種類は、飲む水の質量よりもはるかに多いためです。
- 2) ビルの空気環境がどのようなしくみで、人の健康に関係するのかという、科学的、医学的因果関係については、まだほとんどわかっていません。
- 3) 人の健康に関係しそうな色々な化学物質が、ビルの空気中にどのような濃度で存在しているのかという調査が、あまりされていません。調査・分析方法については、国内で合意されたものではありません。
- 4) 因果関係がはっきりしていないので、行政には新たな規制の動きはありません。
- 5) シックビル対策は、ビルの空気を換気(ビル内の空気を排出して、新鮮な外気と交換)することです。この点では専門家の意見は一致しています。
- 6) 換気の程度については、「ビル管法」の建築物環境衛生管理基準の「CO<sub>2</sub>の含有率を1000ppm以下にすること」という基準を守れば十分です。
- 7) 「ビル管法」は、昭和45年に成立、公布、施行されましたが、この換気の

基準があったために、大規模なシックビル問題を起こすことはほとんどなかったと、専門家が「ビル管法」を改めて評価しています。

- 8) 「ビル管法」の建築物環境衛生管理基準による、相対湿度、炭酸ガス濃度の基準が守られていないビルがあります。相対湿度は冬場に基準より低くなる傾向にあります。これについては、われわれビルメンテナンスに従事する者は、関心を持って改善に努力すべきだと考えます。

## 2. 文献調査結果

文献調査は、平成9年6月ごろまでに、日本で発行された科学技術雑誌に掲載されたものを対象にしました。

その調査結果は、参考資料として添付しました。この資料は、平成9年10月27日に開催された(社)東京ビルメンテナンス協会・(社)大阪ビルメンテナンス協会設備保全部会の情報交換会議で、大阪ビルメンテナンス協会設備保全部会が、報告に用いたものです。

参考にした文献のリストは、まとめて示してあります。

以上

参 考 资 料

## 室内空気環境問題に関する最近の技術情報

### 1. 情報検索方法

J I C S T O N - L I N E S E R V I C E 等

### 2. 文献調査結果

#### 1) 室内空気環境問題の考え方

- 1)  
・松下秀鶴（静岡県立大学大学院生活健康科学研究科）  
調査結果（サラリーマンの室内滞在時間 平均21.1h/d）及び  
1日の吸気量(12-30kg/d)と食物(1-2kg/d)、水の摂取量(1-2ℓ/d)  
との比較によって、室内汚染対策の重要性を説く。
- 2) 3)  
・安藤正典（国立衛生試験所環境衛生化学部長）
  - ・大気汚染防止法の一部改正（1966年5月）においては、低濃度長期ばく露による健康影響のデータに基づいて環境基準が設定され、整合性のある形になっている。
  - ・室内空気汚染化学物質対策においては、ばく露実態のデータに乏しいのは、問題である。化学物質の経気道ばく露、経口ばく露、経皮ばく露についての安全性の考え方を整理するべきである。

#### 2) 室内空気環境の測定データ

- 4)  
・中島二三男（東京都食品環境指導センター建築物衛生課ビル衛生検査担当係長）  
東京都のビル管法に基づく立入検査の測定データのまとめ  
相対湿度（暖房時の低湿度）改善が見られない。 不適率 33.1% [資料1-①]  
炭酸ガス濃度改善見られない。 不適率 6.3% [資料1-②]

- 5)  
・中川弘一（大阪市環境保健局保健部）  
大阪市の24保健所による立入検査（昭和55年～平成8年）〔資料1-③〕
- |        |     |                 |
|--------|-----|-----------------|
| 相対湿度   | 不適率 | 最近は10%以下        |
| 炭酸ガス濃度 | 不適率 | 最近は1～3%で推移している。 |

- 6)  
・堀 雅 宏（横浜国立大学工学部物質工学科）  
揮発性有機化合物（VOC）とホルムアルデヒドの濃度の測定例  
組成と濃度レベル 〔資料2、資料3-①〕

- 7)  
・松村年郎（国立衛生試験所環境衛生化学部 第一室長）  
東京都内のオフィスビルにおけるVOCの濃定結果〔資料3-②〕  
各種建築物のホルムアルデヒド濃度の測定結果 〔資料4〕

### 3) 室内空気汚染に関するガイドライン

- 7)  
・松村年郎（同上）  
A I H C (American Industrial Hygiene Conference) のVOCガイドライン  
：有機化合物の族性別（例えば、アルカン族とか芳香族）とTVOCの2本立て  
で設定されている。すなわち、アルカン族は100 ug/m<sup>3</sup>、芳香族は50 ug/m<sup>3</sup>、  
テルペンは30 ug/m<sup>3</sup>、ハロカーボンは50 ug/m<sup>3</sup>、エステルは20 ug/m<sup>3</sup>、その他  
は50 ug/m<sup>3</sup>、これらの合計であるTVOCは200 ug/m<sup>3</sup>。  
さらに、次のような条件を満たさなければならない。個々の化合物の濃度は、  
それらが該当する族性の全濃度の50%を超えてはならない、かつ、TVOC  
濃度の10%を超えてはならない。

WHOのホルムアルデヒドのガイドライン 0.08 ppm（30分平均値）



- 8)  
・市川 勇 (国立公衆衛生院)

オゾン WHOヨーロッパ 0.073-0.1 ppm (1 h 値)  
0.05-0.06 ppm (8 h 値)  
日本 0.1 ppm (産業衛生学会)

#### 4) シックビル症候群とオフィス環境の考え方

- 9)  
・秋山一男 (国立相模原病院臨床研究所)

1996年3月の第52回AAAAI (アレルギー、臨床免疫学) 年次総会において“SBS”が取り上げられたが、病態解明については、1994年からほとんど進展がなかったように思われた。

これまでの多くの疫学調査から、SBS発症には換気が関連することは、ほぼ確立されたと言えるが、その機序としては未だ不明の点が多い。

SBSを含めた屋内環境に関連した疾患の病態、原因さらには治療、予防法の解明には、医師のみの努力では到底おぼつかなく、公衆衛生学、疫学、換気力学、建築学、環境衛生、行政、企業関係者の幅広い協同研究が必須。

- 10)  
・池田耕一 (国立公衆衛生院建築衛生学部長)

“SBS (シックビル症候群)”と“BRI (ビル病)”を分けて定義。(EPA)

- SBS (1) 20%以上が不快感の申し出。  
(2) 病状の因果関係は必ずしも明確である必要はない。  
(3) 当該ビルを離れると症状解消。

- B R I (1) 居住者の症状の訴えが、臨床的に明確な疾病の結果と認定。  
(2) 室内空気汚染質が特定されている。  
(3) 症状が快方に向うためには、当該ビルを離れてから、  
かなりの長時間を要する。

典型例 在郷軍人病

都内小規模オフィスビルで起こった結核の集団発生問題

## 5) 室内空気汚染の防止対策

我が国の「ビル管法：建築物における衛生的環境の確保に関する法律」に対する高い評価。

- 10)  
・池田耕一（同上）

米国：1970年代前半に起こったオイルショックにより1973年にASHREA  
（米国空気調和冷凍工学会）の基準レベルを下げた（5cfm = 8.5m<sup>3</sup>/hに）が、  
80年代には、そのツケとしてのSBS問題が深刻化し、1989年に必要換  
気量の最低値を引き上げざるを得なかった。（15cfm = 25.5m<sup>3</sup>/hに）

日本：ビル管法があったために、アメリカのように換気量削減を行えず、結果として  
SBS問題を起こさずにすんだといえる。

「換気による室内空気中の汚染除去は…確実にすべての汚染質を室外へ排除できるとい  
うメリットを持っている。」

- 11)  
・入江建久（信州大学教育学部教授）

我が国だけは、大規模なシックビル問題を起こすことはほとんどなかったという  
実績をもとに、その法の存在理由を支えてきた炭酸ガス1000ppmの基準の維持、  
すなわち一人当たり30m<sup>3</sup>/時の換気量の維持に努めることが重要である。これは  
憲法に述べられた基本的人権に匹敵するもので、人間固有の基本的空気権の思想  
が確立されなければならないと筆者は信じている。

## 6) 真菌による室内環境汚染

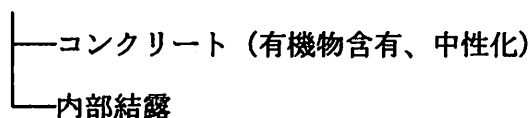
12)

- ・市川栄一（榊総合防菌研究所代表）久米 光（北里大学医学部 病理学教室）

真菌の高濃度汚染の危険性のあるところの順位（実績）

①食品工場 ②住宅 ③病院 ④旅館、ホテル

（RC 集合住宅）



真菌によるヒトの健康障害

感染症 皮膚真菌症

内臓真菌症 カンジタ症 身体各部 気管支、肺

尿路

食道、胃

アスペルギルス症 気管支、肺

クリプトコックス症 肺→全身

対策 結露防止ですべての真菌を制御できるものではないが、  
結露防止をしっかりとすれば、真菌汚染の50～60%  
は解決できる。

## 3. ま と め

- (1) ビルの空気環境の重要性が説かれているが、ビル内空気の分析結果は少ない。また、測定データがあっても、WHOガイドラインとの比較などを行なう上で重要な、サンプリング方法の標準化は行なわれていない。
- (2) 汚染物質の種類、濃度と健康障害との関係について、科学的な解明は殆ど進んでいない。なお、真菌やレジオネラ属菌などの感染症は原因は明らかであり、対策は講じることができる。
- (3) ビル管法の建築物環境衛生管理基準の相対湿度、炭酸ガス濃度の基準値が守られていないビルがある。相対湿度は部分空調の普及により冬の室温が、設計値22℃より高くなる傾向にあるため、改善の見通しは悪い。
- (4) ビルの空気環境は、建築物環境衛生管理基準を守ることによって守られると言って良いと考えられる。

## 文 献

- 1) 松下秀鶴、季刊化学総説、No.29、156-173 (1996)
- 2) 安藤正典、資源環境対策、32、No.12、1144-1150 (1996)
- 3) 安藤正典、資源環境対策、33、No.5、469-475 (1997)
- 4) 中島二三男、環境管理(産業環境管理協会)、33、No.2、161-170 (1997)
- 5) 中川弘一、芝浦工業大学創立70周年記念フォーラム「空気の章」概要集、P26-31 (1997)
- 6) 堀雅弘、環境管理(産業環境管理協会)、33、No.2、133-143 (1997)
- 7) 松村年郎、ビルメンテナンス、32、No.2、40-46 (1997)
- 8) 市川 勇、クリーンテクノロジー、5、No.11、33-40 (1995)
- 9) 秋山一男、アレルギーの臨床、No.210、808-811 (1996)
- 10) 池田耕一、環境管理(産業環境管理協会)、33、No.2、120-132 (1997)
- 11) 入江建久、環境管理(産業環境管理協会)、33、No.2 113-119 (1997)
- 12) 市川栄一、久米光、資源環境対策、31 No.13 1111-1120 (1995)

〔資料 1-①〕

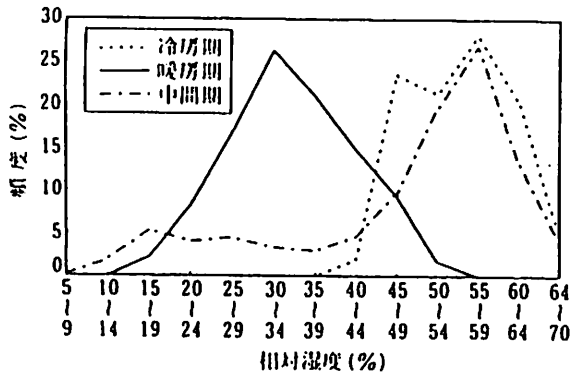


図 3 相対湿度の分布 (平成 7 年度)

表 6 相対湿度の集計結果(平成 7 年度)

(単位: %)

	冷房期	暖房期	中間期	全 体
最高値	70	54	70	70
最低値	43	15	9	9
平均値	54.8	34.2	48.2	45.39
不適数	0	302	158	460
不適率(%)	0	74.2	22.1	33.1
データ数	268	407	715	1390

〔資料 1-②〕

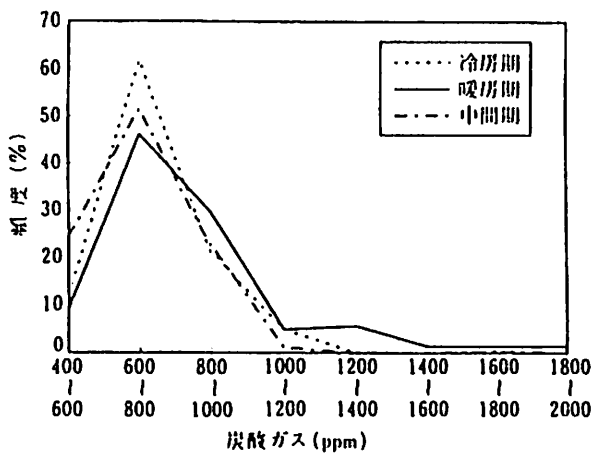


図 7 炭酸ガスの分布 (平成 7 年度)

表 8 炭酸ガスの集計結果(平成 7 年度)

(単位: ppm)

	冷房期	暖房期	中間期	全 体
最高値	1176.7	1983.3	1620	1983.3
最低値	500	525	450	450
平均値	734.81	843.24	706.45	752.68
不適数	5	21	4	30
不適率(%)	5.1	14.9	1.7	6.3
データ数	99	141	238	478

〔資料 1-③〕

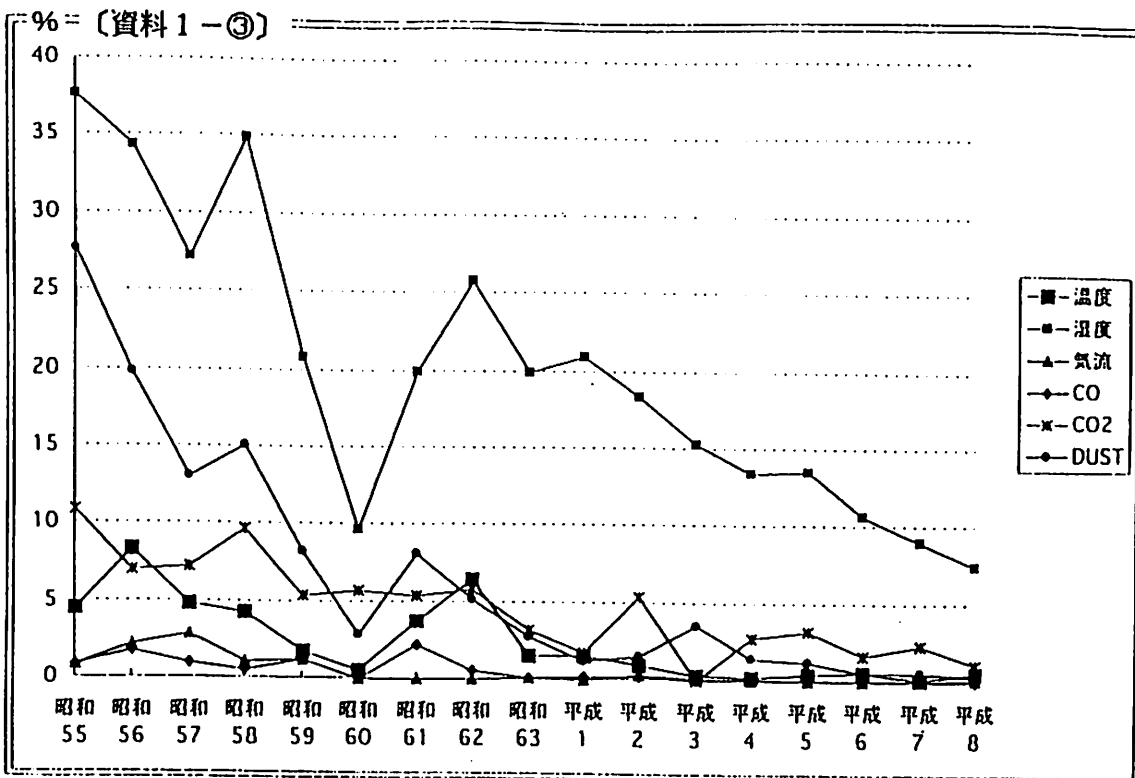


図- 2 空気環境管理基準不適率の経年変化

表5 VOCとホルムアルデヒドの濃度の測定例

化合物	濃度 (μg/m <sup>3</sup> )							
	欧米オフィス <sup>**12)</sup>		欧米住宅 <sup>**1)</sup>		日オフィス (5~17年) <sup>13)14)</sup>	日新築住宅 <sup>15)</sup> (3か月以内)	日既築住宅 <sup>15)</sup> (12か月以上)	日本 <sup>13)</sup> 外気
	濃度範囲	平均値	濃度範囲	平均値				
<b>〔鎖状炭化水素〕</b>								
n-ヘキサン	<5~43	20	4~20	10	2~5	1~270	1~4	~4
n-ヘプタン	<5~23	11	3~15(60)	10	1	1~76	1~4	1~2
オクタン	<5~41	14	2~10	15	0.2~0.4	21~36	1~6	~1
ノナン	<5~32	11	2~20	10	0.9~1.1	35~39	2~16	~3
デカン	<5~23	11	3~50(90)	11	5~8	12~20	10	1~5
ウンデカン	nd~19	nd	3~25	10		24~140	2~6	~2
ドデカン	nd~54	8	2~10	5	~1	11~75	2~7	
トリデカン	nd~31	<5	2~10	10	~2	9~100	3~12	
3-メチルペンタン	nd~91		~80	5	~3	70~120	3~8	
3-メチルヘキサン			~100	5			3~6	
シクロヘキサン	7~39	18					2~4	
<b>〔テルペン〕</b>								
リモネン(+)	<5~39	17	2~70	30		29~91	10~230	
α-ピネン			2~20	10		23~620	2~3	~1
β-ピネン			~5	1				
α-テルピネン			1~10	5				
<b>〔芳香族炭化水素〕</b>								
ベンゼン	<5~39	5	2~20(30)	10	5	6~68	4~5	~7
トルエン	8~31	16	30~150(250)	80	24~25	56~13000	15~120	17~49
キシレン	<5~36	16	13~50	25	4~5	40~1000	8~19	1~15
エチルベンゼン	<5~32	13	4~20	10	1.5~2	10~540	6~23	3~4
α-メチルエチルベンゼン	<5~41	12	~5	2				
1,2,4-トリメチルベンゼン	<5~23	12	~20	10	23~27	17~480	4	~4
1,3,5-トリメチルベンゼン	<5~29	12	~5	2	5~8	6~130	~2	1~6
1,2,3-トリメチルベンゼン	<5~23	12	~5	2	5~8	11~120	1~2	~1
ナフタリン	nd~24	nd	~5	2				
スチレン	nd		~5(10)	1	1.8~2			
<b>〔塩素化炭化水素〕</b>								
クロロホルム			~15	3				
ジクロロメタン			(600)					
1,1,1-トリクロロエタン	nd~11	nd	2~20	10				
トリクロロエチレン			1~20(30)	5	2~3	12~58	3~10	~5
テトラクロロエチレン			2~20(70)	5	1~2	~17		
p-ジクロロベンゼン	nd~21	<5	1~20	5	10~12	2~290	5~190	~3
トリクロロフルオロメタン	~13	nd		nd				
<b>〔アルコール〕</b>								
エタノール	nd~32	nd			25~34	37~850	59~200	~11
プロパノール								
n-ブタノール			~3	1				
i-ブタノール			~5	2				
エチルヘキサノール	nd~37	nd	~5	2				
プトキシヘキサノール	<5~37	18						
<b>〔エステル・ケトン〕</b>								
酢酸エチル						97~510	3~9	~8
酢酸ブチル						78~100	3	~2
アセトン					20~30	64~3100	15~170	3~22
メチルエチルケトン			~10	5				
<b>〔アルデヒド〕</b>								
アセトアルデヒド	35~53	42	~30	10	11~14			
アクロレイン	1~15	3						
ブタナール	2~6	4	~5	1				
ベンズアルデヒド	<5~39	12						
TVOC	1900~26000	260~690	36~1920	565				60~210

(注) \* 濃度範囲(10%値-90%値)と平均値を示す。平均値の得られないものは50%値。鎖状炭化水素は濃度順に10位まで示した。

\*\* n=22, nd:不検出, アルデヒドは濃度順に5位まで示した。なお表13のガイドラインではアルコール類はその他に分類されている。

## 〔資料3-①〕

表8 我が国の市街地のオフィスビルにおけるTVOC (VVOCを含む) とホルムアルデヒド濃度<sup>15)</sup>

	中間期 (1993/5~6)		夏期 (1993/7~8)		冬期 (1993/12~94/2)	
	濃度範囲	平均値	濃度範囲	平均値	濃度範囲	平均値
TVOC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	440~4300	1200	130~6700	1360	430~5800	1100
TVOC外気 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	270~1500	660	300~1500	740	110~960	380
ホルムアルデヒド (ppb)	<2~33	13	2~42	10	5~26	13
二酸化炭素 (ppm)	400~1350	710	400~1250	760	400~1850	820

15) 建築物室内における温熱・空気環境に関する国際研究委員会：建築物室内における温熱・空気環境に関する国際研究報告書, 23~25 (1996)

## 〔資料3-②〕

表4 東京都内のオフィスビルにおけるVOCの測定結果

物質名	濃度(ppb)*
メタン	1743
アセトアルデヒド	8.4
エタノール	21.0
アセトン	22.0
ジメチルペンタン	4.1
n-ヘキサン	2.2
m-シクロペンタン	1.5
ベンゼン	3.7
トリクロロエチレン	1.5
n-ヘプタン	0.5
トルエン	20.9
n-オクタン	0.2
テトラクロロエチレン	1.7
エチルベンゼン	1.4
m, p-キシレン	2.6
n-ノナン	0.8
スチレン	1.5
o-イクセン	0.8
m-エチルトルエン	20.8
1,3,5-トリメチルベンゼン	6.2
o-エチルトルエン	13.0
n-デカン	5.1
1,2,4-トリメチルベンゼン	7.1
p-ジクロロベンゼン	11.0

\* : 4測定値の平均

6) 堀 雅弘、他：オフィス環境快適制御のための空気質モニタリング法に関する研究、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、p.1277 (1990)

## 〔資料4〕

表6 各種建築物内のホルムアルデヒド濃度の測定結果

対象建築物	測定場所	測定年度	測定値 (ppm)	
デパート	家具売場	'81	0.002~0.079	1時間平均値
	玩具売場		0.040	//
	乳児休息室		0.029	//
	大工用品売場		0.044	//
	カーペット売場		0.089	//
スーパーマーケット	雑貨売場(A)	'81	0.051	1時間平均値
	飲食売場		0.004~0.043	//
	洋服売場		0.007~0.036	//
	雑貨売場(B)		0.030~0.065	//
集合住宅	居間(9軒)	'88	0.011~0.052	24時間平均値
集合住宅	居間(1軒)	'89	0.123	1時間平均値
	和室		0.161	//
一般住宅	居間(5軒)	'88~'89	0.012~0.198	24時間平均値
一般住宅	居間(1軒)	'83	0.833	1時間平均値
高気密・高断熱住宅	洋間(1軒)	'93	0.078~0.146	1時間平均値
学校	小学校(2校)	'89	0.016~0.018	8時間平均値
	中学校(2校)		0.012~0.013	//
	高校(2校)		0.013~0.016	//
オフィスビル	事務室(1棟)	'79	<0.003~0.041	1時間平均値
オフィスビル	事務室(2棟)	'93	<0.003~0.019	8時間平均値

11) 松村年郎、他：化学物質による室内空気汚染、空気清浄、33巻、2号、p.5 (1995)



〔参 考〕

(1) 建築物環境衛生管理基準

建築物環境衛生管理基準の内容は、表1に示すとおりである。

空気環境の調整を要する特定建築物は、中央管理方式を採用しているものに限定され、それを空気調和設備と換気設備を設けている場合とに分けている。

表1 建築物環境衛生管理基準と法定実施回数

区 分	居室における環境衛生管理基準			空調 (注1)	換気 (注2)	測 定 機 器	法定実施回数		
	項 目	基準値	測定値						
定 期 的 環 境 測 定 関 係	空 気 汚 染 要 素	1.浮遊粉じんの量	0.15mg/m <sup>3</sup> 以下	平均値	○	○	重量法により測定する機器 (注3)	1回/2カ月以内	
		2.COの含有率	10ppm以下 (注4)	平均値	○	○			検知管方式による一酸化炭素検定器
		3.CO <sub>2</sub> の含有率	1000ppm以下	平均値	○	○			検知管方式による炭酸ガス検定器
	温 熱 要 素	4.温 度	17～28℃ (注5)	瞬間値	○	×	0.5℃目盛りの温度計		
		5.相対湿度	40～70%	瞬間値	○	×	0.5℃目盛りの乾湿球湿度計		
		6.気 流	0.5m/s以下	瞬間値	○	○	0.2m/s以上の気流を測定できる風速計		
検 査	給水関係	7.残留塩素	平常時 遊離残留塩素0.1ppm (結合残留塩素0.4ppm)以上 汚染時 遊離残留塩素0.2ppm (結合残留塩素1.5ppm)以上				1回/7日以内		
		8.水 質	水質基準にかかる水質検査				1回/6カ月以内		
定 期 的 掃 除	給水関係	9.貯水槽の掃除					1回/1年以内		
	排水関係	10.排水槽の掃除					1回/6カ月以内		
	清掃関係	11.清掃							
	防除関係	12.ねずみ・こん虫等の防除							

(注1) 中央管理方式の空気調和設備

(注2) 中央管理方式の機械換気設備

(注3) グラスファイバろ紙(0.3μmのステアリン酸粒子を99.9%以上捕集する性能を有するものにかぎる)を装着して相対沈降径がおおむね10μm以下の浮遊粉じんを重量法により測定する機器または厚生大臣の指定した者により当該機器を標準として校正された機器

(注4) 外気のCOが10ppm以上のときは20ppm以下

(注5) 冷房時は外気との差を7deg以内とすること(昭和46年建設省告示第1832号)

本書は、下記の設備保全部会委員により作成されました。

部会長	戸石	泰司
副部会長	杉山	利克
担当委員(リーダー)	石原	富士雄
担当委員	岡	新一郎
担当委員	西内	清
担当委員	佐々木	象二郎

---

社団法人 大阪ビルメンテナンス協会  
531-0071 大阪市北区中津1丁目2番19号  
(新清風ビル 3F)

TEL(06)372-9120 FAX(06)372-9145