

喫煙室の換気設計の実態と汚染面積率による評価

ACTUAL SITUATION OF VENTILATION DESIGN AND EVALUATION USING CONTAMINATION AREA RATIO OF SMOKING ROOMS

建築環境工学分野 平田 怜

アンケート調査の喫煙室の中から、実換気量での汚染物質の拡散状態の分布を分析するとともに換気量を増やした場合での汚染分布と汚染面積率を分析した。その結果、1)実換気量で粉塵濃度 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 以下を満たす事は困難であり、理論値換気量での $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 以上の汚染面積率は20%以下である。2)において換気量を決定する場合、アセトアルデヒドは粉塵ほど拡散しないため粉塵根拠より小さい換気量で十分である。3)換気量を大きくしすぎると室内風速が強くなることがある。

Analyses of smoking rooms were conducted using a questionnaire survey to assess the diffusion of pollutants in actual ventilation conditions and to calculate the area ratio when increasing ventilation. Results show that 1) few smoking rooms had dust concentrations lower than $0.15\text{ mg}/\text{m}^3$ in actual ventilation. The area ratio for dust concentration higher than $0.15\text{ mg}/\text{m}^3$ in the ventilation was calculated using the criterion of a 20% decrease. Also, 2) the ventilation determined using the *smell* criterion is not necessarily greater than the ventilation determined using the *dust* criterion because acetaldehyde does not spread more than dust. 3) A desirable air environment in smoking rooms is producible by increasing ventilation, thereby creating strong air currents.

1. 背景と目的

2003年の健康増進法第25条、受動喫煙防止条例の施行や職場における喫煙対策のためのガイドライン、健康に対する意識が向上から禁煙運動の促進、2010年10月にはたばこ価格が値上げされた。さらに2014年4月からは消費税が8%に引き上げられることによる、たばこ価格最大20円の値上げも検討されている。また年々喫煙人口比率が低下しているが、2013年の日本たばこ産業(JT)の調査によると、日本では20.9%と約5人に1人が喫煙しているのが現状である。喫煙に関して健康面ではよく調査されるが、建築の観点から調査された例は少ない。さらに現在ではオフィス等のビルや大規模な建物における分煙化は当然のように行なわれる方策として位置付けされ、オフィスだけでなく飲食店や公共施設では喫煙禁止がほぼ当然となっているため喫煙室設置の重要度は高い。

そこで2010年にオフィスビルのビルオーナーを対象に喫煙室の設置に対する意識をヒアリング調査し、喫煙室設計の経験を有する設備技術者には喫煙室の設計および設計者としての喫煙室に対する考え方についてのアンケート調査を実施した。このアンケートから分煙対策とそれに準ずる建物の空調・換気方式、省エネルギーシステム、室内環境及びそれに対するクレー

ム等どのような傾向があるのかを調査した。

また2010年のアンケート調査の喫煙室を元に、室内空気環境の実態や換気量の違いによる汚染物質の面積率、室内風速の分布等、換気設計の実態を明らかにすることを目的とし、実測調査を含め調査し、分析する。

2. ヒアリング調査

2.1 調査内容

2010年12月に大阪市内にある4社(その内延床面積約3300、3700 m^2 の中規模建物2社をA社、B社とし、約46000、79500 m^2 の大規模建物2社をC社、D社とする)のビルオーナーにヒアリング調査を行った。

2.2 調査項目

ビルの現在と過去の分煙対策状況、分煙のきっかけ、これからの分煙計画の意向、喫煙室設置における問題、現在の喫煙室での問題等のヒアリングを行った。

2.3 調査結果

以下にヒアリング調査の結果を示す。

- 1) 以前は分煙も無く、テナント部分で普通に喫煙できたが、現在共用部分は禁煙か喫煙室を設置している。
- 2) 中小建物の喫煙室設置に際して、スペースが無い、資金調達が困難、運営が難しい等の共通した問題があるため、現在設備の整った設備の喫煙室を設置する事は難しく、共用部分に灰皿を設置もしくは空いた倉庫

を利用して喫煙室としている。
 いるという事がテナント誘致に少なからず影響していると考えており、(設置に際して問題はあがるが) 喫煙室設置にとっても積極的であり、分煙対策の意識が高い。
 4) どのビルでも女性の喫煙者数が男性に比べて少ない傾向にあり、喫煙室が設置していても、女性は利用せずトイレ等で隠れて吸っているということがある。よって喫煙室をただ設置すれば良いというわけでもなく、男女とも平等に利用しやすい喫煙室の設計が求められている。

5) 喫煙室利用後、着衣等に残ったにおいが問題視されており、喫煙行為だけでなく、そのアフターケアまで喫煙室設計に考慮しなければいけない。

6) 喫煙室用設備の導入によるエネルギー使用量は、ビル全体のエネルギー使用量と比べると 0.0 数%で極僅かであり省エネルギーの観点から設置には問題はない。

3. 実測調査

3.1 調査内容

2013 年に既存ビルに設置されている喫煙室のうち JT が近年設置したと紹介する喫煙室 4 室 (E,F,G,H ビルとする) を対象にその実態調査を行った。

3.2 調査方法

喫煙室内の空調・換気機器の有無や設置位置、テーブル、ソファ等の家具及び灰皿、自動販売機などの有無や設置位置、調査時の利用人数、粉塵濃度測定、室内の特徴等を目視と光散乱式デジタル粉塵計を用い、行った。

3.3 調査結果

表 1 に喫煙室の実態調査結果を示す。E ビルを除く F~H ビルの 3 喫煙室において以下のことが明らかになった。

- 1) E ビルでは空間を用途変更により喫煙室にしている。利用人数は約 20 人で主観的にも煙の臭いが強く、過密状態であると言える。また瞬間粉塵濃度は $0.71\text{mg}/\text{m}^3$ と $0.64\text{mg}/\text{m}^3$ と厚生労働省の喫煙対策のためのガイドラインが示す $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ を大きく超える。
- 2) F ビルでは空調機、換気扇以外には灰皿とゴミ箱しかなく、簡素な喫煙室である。利用者数は 6 人と多く

3) 建物規模問わず、ビルオーナーは喫煙室を設置していないが瞬間粉塵濃度は $0.26\text{mg}/\text{m}^3$ である。

3) H ビルでは空気の流れまで考慮した空調換気設備が採用されているため、利用者数 8 人において瞬間粉塵濃度は $0.17\text{mg}/\text{m}^3$ であり、基準粉塵濃度値 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ とほぼ同じであった。

4. 喫煙室設計に関するアンケート調査

4.1 調査内容

喫煙室設計の経験の有する設備技術者を対象に良好な建物室内環境の形成という観点から最近の喫煙室の設計に関する実態を把握するために、分煙対策・喫煙室に特化したアンケート調査を 2010 年 10 月に実施し、企業合計 17 団体、40 名 (無記名除く)、91 事例の回答が得られた。

4.2 調査項目

調査項目の一覧を表 2 に示す。
 調査項目は回答者基本属性、建物・設備の概要、建物の空調方式・換気設定・熱源方式・エネルギー使用量、喫煙室の概要、喫煙室の空調方式・換気方式、喫煙室設置に際しての意識に関する項目である。

4.3 調査結果 1 (建物と喫煙室の関係)

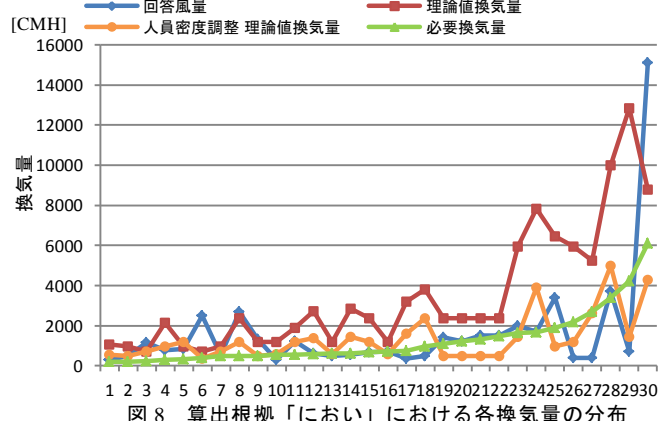
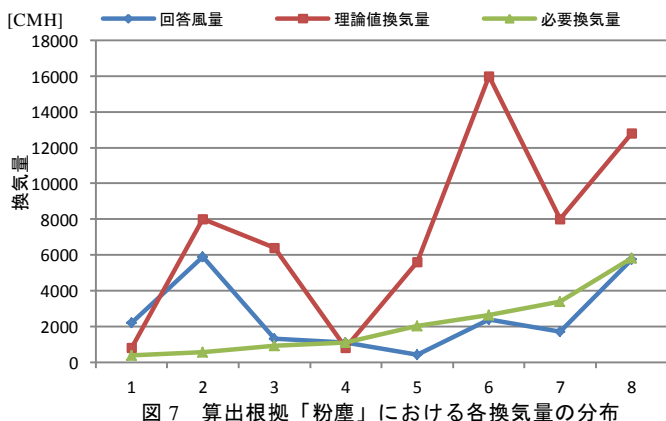
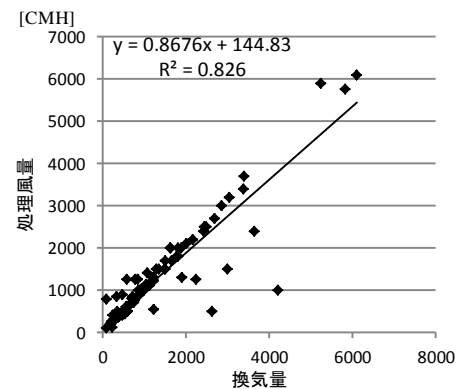
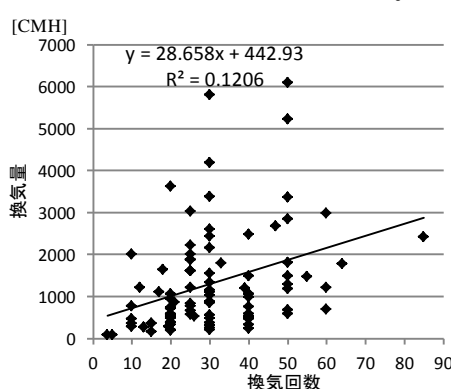
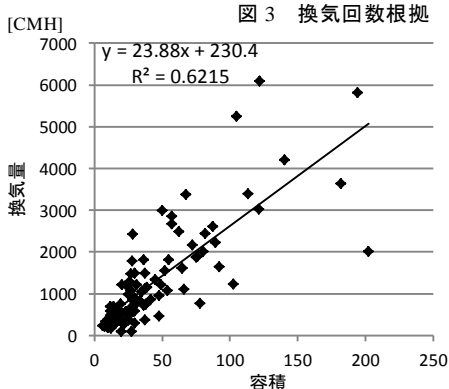
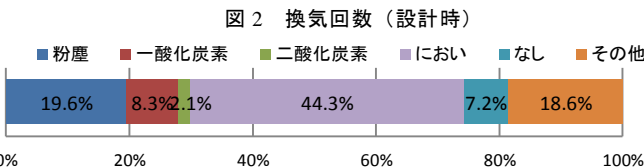
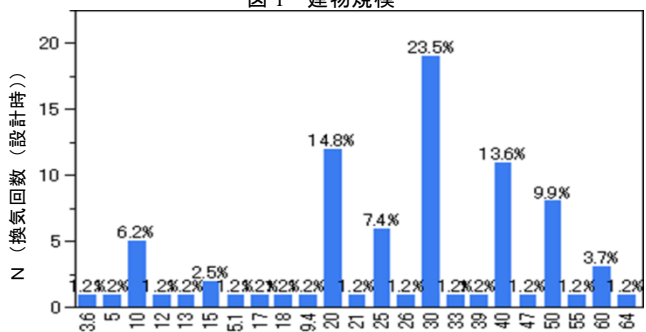
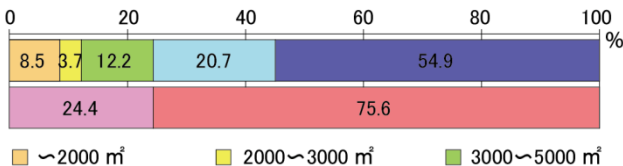
- 1) アンケートで得た喫煙室のうち 51%はオフィスビルに設置されている喫煙室である。建物は 75.6%が大規模建物であり、2000 年以降に喫煙室が設置された事例は 70.5%であった。(図 1)
- 2) 喫煙室の過半数が大規模建物に設置されているが、喫煙室自体の大きさや空調・換気設備、喫煙テーブルや空気清浄機などの設備の有無などの喫煙室の機能は建物の規模には関係がみられない。
- 3) 喫煙室の換気量は喫煙室の面積や容積にほぼ比例の関係があるが、設定された換気回数にはその傾向がない。換気回数は喫煙室の容積や定員とも関係がないだけでなく 10 回、15 回、20 回などの 5 回刻みの回答が多い。(図 2、4、5)
- 4) 喫煙室の容積と換気回数から算出できる換気量と設備設計者が設定した喫煙室の処理風量ではほぼ比例の関係であり、処理風量は喫煙室の規模に相応する値が設定されている。(図 6)

表 1 喫煙室の実測調査

	E ビル	F ビル	G ビル	H ビル
設置階	5F	B1F	1F	B1F
床面積	不明	30 m ²	29.7 m ²	18.45 m ²
設置年月	2009.05	2005.11	2009.06	2011.11
設備	不明	パッケージエアコン 4 方向型×2 角アネモモデル換気扇×2 自動販売機×1 灰皿×6 テーブル×3 椅子、ソファ×2 (3 人掛け)	パッケージエアコン 4 方向型×1 換気扇×1 灰皿×6 ゴミ箱×1	空調機 (天井内)×1 排気口×1 ヶ所 空気清浄機×1 灰皿×4 テーブル×1 腰掛けチェア×2 テレビ×1
実測時刻	不明	1) 12:20~30 20 人程度 2) 13:10~20 15 人程度	14:00 6 人程度	15:30 8 人
瞬間粉塵濃度	不明	1) $0.71\text{mg}/\text{m}^3$ 2) $0.64\text{mg}/\text{m}^3$	$0.26\text{mg}/\text{m}^3$	$0.17\text{mg}/\text{m}^3$

表 2 調査項目

質問内容
【建物・設備の概要】所有(4)、延床面積、階数、竣工年(6)、建物用途、省エネ対策(照明)(3)、省エネ対策(空調)(13)
【建物の空調方式】空調システム(5)、空調種(5)
【建物の換気設定】換気方式(5)
【建物の給排方式】給排方式(9)
【建物のエネルギー使用量】電力消費量、ガス消費量、水道消費量、油消費量
【喫煙室の概要】設置年、設置時期(3)、場所、隣接室(5)、建物1棟あたりの数、設置階、面積、天井高さ、建物の外壁ガラの有無、導入設備(5)、給気(4)、排気(3)、ダクト位置、給気口位置(5)、排気口位置(3)、窓、窓の開閉、出入口開口の面積と数、ドア、ドアの開閉、出入口のガラリ開口の有無と面積、垂れ壁の設置の有無
【喫煙室の空調方式】空調システム(5)、空調種(5)
【喫煙室の換気方式】処理風量、定員、フィルターの交換頻度、同時喫煙者数、想定される利用者(3)、1本あたりの喫煙時間、空気清浄機の集塵方式、空気清浄機の集塵効率の測定
【喫煙室設置に際して】設置したきっかけや理由(11)、設置のメリット(6)、設置について(8)、依頼主からの特別な要望、依頼主への提案、設計に参照したもの(4)、計測システムの有無(5)、利用者からのクレーム(4)、設置した防災設備(4)、配慮したこと、難しかった点、省エネルギーに関しての工夫



5) 喫煙室に設定されている定員は喫煙室の換気量や面積、容積に関係なく設定されている。同程度の喫煙室の規模であっても数人~10人を超える定員を設定している事例がある。

4.3 調査結果 2 (建物と喫煙室の関係)

喫煙室の換気量の算出方法の内訳として、粉塵を根拠とする事例は 19.6%、においを根拠とする事例は 44.3%、風速を根拠とする事例が 18.6%である。(図 3) また粉塵及び風速根拠は厚生労働省が定める「新たな職場における喫煙対策のためのガイドライン」、におい根拠は「建築設計設備基準」に準拠する。

1) 粉塵根拠において換気量を決めるためには 1 時間あたりに喫煙されるタバコの本数に依存する。2 事例を除いた他の事例で理論値換気量が大きな値を示した。そのため、他の喫煙室では喫煙テーブル等の導入設備を追加で設置し、室内換気量を増やす必要があるが、処理風量が 600~1000CMH の一般的な喫煙テーブルを設置しても、換気量が足りない事例が多い。(図 7)

2) におい根拠の場合、理論値換気量が大きい事例すなわち喫煙室の面積が大きい事例において回答風量のばらつきや回答風量と理論値換気量との差が大きい傾向にあり、必要換気量と回答風量との差も大きい。さらに必要換気量と回答風量の差が最大で 3500CMH ある。(図 8)

3) 換気量の決定が粉塵根拠とにおい根拠のどちらの喫煙室においても回答風量が必要換気量と理論値換気量に及ばないにも関わらず設備設計者がその換気量に設定している。

表 3 喫煙室の概要

	粉塵1	粉塵2	粉塵3	におい1	におい2	におい3	風速1	風速2	風速3
面積	10	12	15	12	11	10	8	13	10
容積	27	30	37.5	31.2	28.6	27	20	35.1	25
定員	10	8	7	10	6	2	4	8	5
換気回数	20	30	40	25	30	40	5	30	40
換気量	540	900	1500	780	858	1080	100	1053	1000
1人当たりの換気量	54	112.5	200	78	143	540	25	131.625	200
粉塵根拠による理論換気量	8000	6400	6000	8000	4800	1600	3200	6400	4000
におい根拠による理論換気	2380	1904	1785	2380	1428	476	952	1904	1190

表 4 解析条件

計算コード	ソフトウェアクレイドル 汎用熱流体解析ソフト STREAM Ver.9
解析概要	非圧縮性、乱流、定常解析
初期条件	室内温度 30℃、外部温度 30℃、固体温度 20℃
乱流モデル	標準 k-ε モデル
境界条件	i) 熱境界：熱伝達は無視 ii) 壁境界：全て滑らかな壁応力境界
流速条件	i) 空調： 吹出口：吹出風速 6.0m/s、天井面に対して 45°の傾きで吹き出し 0.019m ² /s ² 、ε=0.0005m ² /s ³ 吸込口：流量 24.0m/s で吸込み
流速条件 換気回数	i) 壁面換気扇 1 台： 内半径：30cm 換気量、換気回数などは各種喫煙室別で表 3 に示す。
汚染質の拡散	タバコ煙の浮力・分子拡散は無視し、移流・乱流拡散の計算を行う。
粉塵発生量	15mg/本×8 本/h=120mg/h=0.033mg/s
人体モデル	成人男性を想定し、体表面積 1.7 m ² 、固定温度 37℃で作成。 1.4m の高さで喫煙を行なっているとす。

表 5 臭気強度

臭気強度	内容	アセトアルデヒド濃度[ppm]
臭気強度 0	無臭	—
臭気強度 1	やっと感知できるにおい (検知閾値濃度)	0.002
臭気強度 2	何のにおいであるかがわかる弱いにおい (認知閾値濃度)	0.01
臭気強度 2.5		0.05
臭気強度 3	らくに感知できるにおい	0.1
臭気強度 3.5		0.5
臭気強度 4	強いにおい	1
臭気強度 5	強烈なにおい	10

表 6 ビューフォート風力階級

風力階級	相当風速[m/s]
0	0.0-0.2
1	0.3-1.5
2	1.5-3.3

以上の結果より、それぞれの換気量決定方法において実際に設定されている換気量が理論値換気量に及ばない喫煙室に対して流体解析を行い、その設定した換気量で満たしているのかどうかを分析する。

5. CFD 解析による喫煙室の空気環境の検討

5.1 解析概要

アンケート調査結果から回収した喫煙室の中から、換気量の決定根拠が粉塵濃度である喫煙室 3 室、においである喫煙室 3 室、風速である喫煙室 3 室を選出し、さらに根拠別に関わらず、ほぼ同程度の喫煙室の面積、容積で、1 人当たりの換気量の値に差をつけたものである。(表 3) その 9 種類の喫煙室の実換気量での汚染物質の拡散状態の分布を分析するとともに、換気量を 1000CMH、2000 CMH、4000 CMH、6000 CMH、8000 CMH と順に換気量を増やした状況でどの程度汚染物質が排気され、改善されるかを分析する。また喫煙室の機能や定員によってどれ程度換気量が必要であるかを決定する目安とする。評価に使用する指標は、粉塵根拠ではガイドライン¹⁾の粉塵濃度 0.15mg/m³以下とする。におい根拠では臭気強度を用い、たばこ煙の代表臭気としてアセトアルデヒドを設定する。(表 5) さらにアセトアルデヒド濃度を臭気強度に変換し、臭気強度 1 (検知閾値濃度) 以下とする。風速根拠ではガイドラインの喫煙室等へ向かう気流の風速を 0.2m/s 以上、さらに世界気象機構の定めるビューフォート風力階級を使用し、風力階級 1 以下すなわち風速 1.5m/s 以下の室内風速を許容範囲とする。(表 6) さらに汚染物質の面積率の推移も比較する。

5.2 解析結果

5.2.1 汚染物質濃度分布と汚染面積率分布

1) 粉塵 1 (図 9、10)

1.0m 1.4m のどちらの高さでも粉塵が広がっている。喫煙室内の粉塵濃度で 0.15mg/m³ 以下を満たしている領域はなく、高さ 1.4m では粉塵濃度 0.5mg/m³ 以上が大部分を占めている。選出した喫煙室の中でも換気量は 540CMH と少ないだけでなく定員が 10 人と多い事例であるため、喫煙室内の粉塵濃度は高い。喫煙室の排気設備が換気扇のみのため喫煙室内の空気の流れが換気扇方向に集中し、換気扇を設置している側で喫煙している人は特に周囲の粉塵濃度が濃く、粉塵は拡散している。実換気量で粉塵濃度 0.5mg/m³ の面積率は高さ 1.0m と 1.4m の両方で約 70% を占める。現状では換気能力が低く空気環境は悪い。また換気量 1000CMH でも濃い濃度の粉塵は残っており、4000CMH で濃度 0.15mg/m³ 以上が高さ 1.0m、1.4m とともに約 50% であり、粉塵根拠における理論値換気量 8000CMH で基準濃度以上の面積率は約 20% まで減少する。

2) 粉塵 2

粉塵 1 の喫煙室と比較して容積は同程度で換気量が約 1.7 倍の 900CMH で定員も 8 人と少ない。粉塵濃度は粉塵 1 よりは改善されているが、基準濃度以上の面積率は 20% 以下にするためには理論値換気量 6400CMH に近い、約 6000CMH が必要である。汚染面積率の推移は粉塵 1 と似ている。

3) 粉塵 3

換気量は他の喫煙室と比較して大きい値を設定しているが、1.0m、1.4m の高さでの粉塵濃度は粉塵 2 と喫煙室とほとんど変わらない。

1 人当たりの換気量が多く、換気量 2000CMH、高さ 1.4m での基準濃度 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 以上の面積率が 61.8% であり、汚染物質はまだ多い。4000CMH に換気量を増加させると高い粉塵濃度を示す領域は喫煙者の口付近のみで、約 5000CMH で基準値以上の汚染面積率は 20% を下回る。理論値換気量の 6000CMH での汚染面積率は 12.6% である。

4) におい 1 (図 11、12)

臭気強度分布は喫煙室内の大半を臭気強度 2 以上の濃度のアセトアルデヒドが拡散している。実換気量 780CMH で高さ 1.4m において臭気強度 2 以上の汚染面積率は 60% であり、現況では良好な空気環境とは言えない。さらに 2000CMH では臭気強度 2 以上の面積率は 32.3%、4000CMH では 7.7% まで減少する。理論値換気量において粉塵濃度では 8000CMH と大きい換気量が必要だが、においを根拠の換気量決定方法には比較的小さい換気量でも可能であることが言える。

5) におい 2

喫煙者周辺に臭気強度 2 の分布がみられ、においは感じる。しかし喫煙者の後方や喫煙室の隅まで広がっておらず、その領域は臭気強度 2 以下であるため喫煙者周辺を除く位置ではあまりにおいは感じられない。実換気量 858CMH で臭気強度 2 以上の汚染面積率は 21.2% であり、1000CMH で臭気強度 2 以上の汚染面積率は 14.4% である。理論値換気量は 1428CMH であり、1000CMH で問題はない空気環境であると考えられるが、良好な空気環境と定義した臭気強度 1 が広く分布するには大きな換気量が必要で、におい 1 の喫煙室では換気量を 8000CMH まで増加させても臭気強度 1 以上の汚染面積率は 60% 以上を超える。

6) におい 3

定員が 2 人であり発生するアセトアルデヒドが少ないかつ 1 人当たりの換気量が 540CMH と大きく、喫煙者の周囲は臭気強度 1 以上であり、においは感じない。実換気量 1080CMH の換気量で臭気強度 2 以上の汚染面積率は 1%、臭気強度 1 以上の面積率は 68.8% で空気環境は良い。

7) 風速 1 (図 13、14)

出入口付近の風速は約 $0.02\text{m}/\text{s}$ であり、ガイドラインで定める $0.2\text{m}/\text{s}$ の 10 分の 1 しかなくほぼ無風状態である。この条件では換気回数が少なく、粉塵が出入口付近にまで拡散することから出入りを行う際の戸の開閉によって喫煙室内の汚染物質が室外に漏れ出る可能性がある。

換気量 2000CMH までは粉塵濃度 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 以上の汚染面積率は急減し、2000CMH 以降は緩やかになる。この喫煙室の換気量が 100CMH で換気回数が 5 回と少ないにも関わらず、他と比較して粉塵濃度の高い領域の面積率が小さかったのは定員が 4 人で粉塵発生絶対量が少ないためだと考えられる。

8) 風速 2

出入口付近の風速は $0.2\text{m}/\text{s}$ を超えるため入退室時における煙の流出はないと考えられる。粉塵 2 の喫煙室と容積、定員、換気量ともに同程度であるため汚染面積率の推移は似ており、理論値換気量も 6400CMH と同値でありその換気量での粉塵濃度 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 以上の汚染面積率は 13.6% と少ない。

9) 風速 3

高さ 1.4m の出入口付近の風速は $0.27\text{m}/\text{s}$ で、高さ 1.0m では $0.15\text{m}/\text{s}$ ほどで基準より下回る。実換気量の 1000CMH での粉塵濃度 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 以上の汚染面積率が 30.1% で少ないが、良好な空気環境であるとは言えない。換気量 2000CMH では粉塵濃度 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 以上の面積率は 50.8%、4000CMH では 17.9% まで減少する。

6. 結論

オフィスビルのビルオーナーや喫煙室の設計を有する設備設計者を対象に喫煙室の必要性や喫煙室に対する考えのヒアリング調査、喫煙室の設計経験を有する設備設計者を対象にアンケート調査を行った。その回答から喫煙室の詳細や換気設計方法の分析し、室内空気環境の実態や換気量の違いによる汚染物質の面積率や室内風力の推移を CFD 解析から以下のことを明らかにした。

- 1) ガイドラインの基準である粉塵濃度 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ の領域を喫煙室内の全てにおいて満たすことは非常に困難な事であり、同じくガイドラインに記載されている換気量算出方法では非常に大きい換気量が必要である。
- 2) 換気量が増加すれば室内の粉塵は排気され、粉塵根拠で算出される換気量での基準値 $0.15\text{mg}/\text{m}^3$ 以上の汚染面積率は比較した喫煙室 6 室全てにおいて 20% 以下にまで減少する。
- 3) 喫煙人数が多いほど汚染物質発生量が大きいため、喫煙室内を良好な空気環境にするためにはそれだけ大きな換気量が必要であり、採用すれば汚染物質は排気されるが換気量が大きい分、喫煙室内に最大で $4.0\text{m}/\text{s}$ の強い風を感じる。
- 4) その状況下で喫煙することが現実的でないため根拠別で算出される換気量を実際に採用することは難しく、汚染物質をできるだけ排除し、風邪を感じないほどの換気量に設定する工夫が必要である。

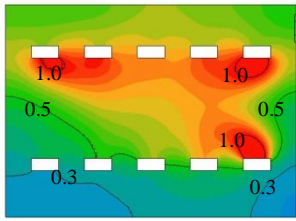


図9 粉塵1
粉塵濃度分布 (高さ 1.0m)

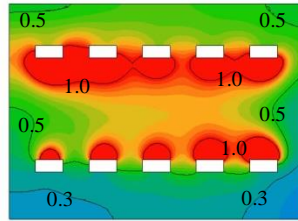


図10 粉塵1
粉塵濃度分布 (高さ 1.4m)

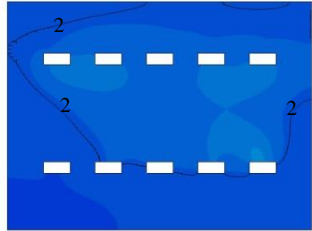


図11 におい1
臭気強度分布 (高さ 1.0m)

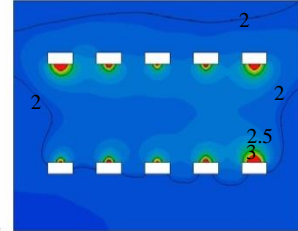


図12 におい1
臭気強度分布 (高さ 1.4m)

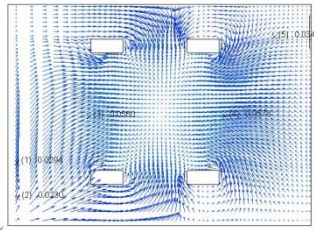


図13 風速1
風速分布 (高さ 1.0m)

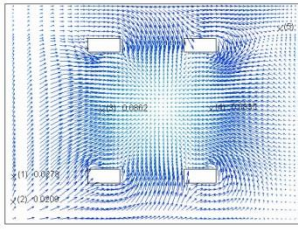


図14 風速1
風速分布 (高さ 1.4m)

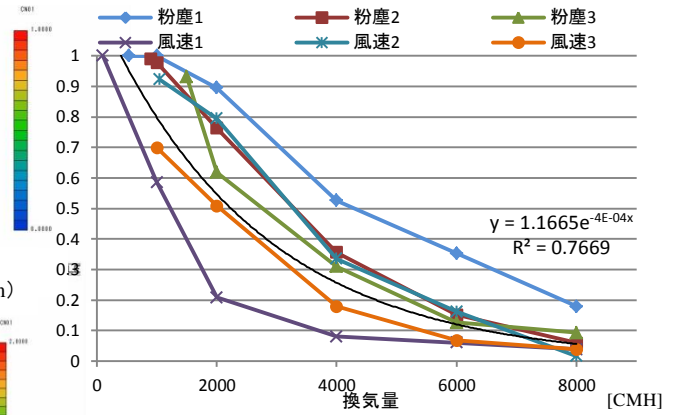


図15 粉塵濃度 0.15mg/m³ 以上の汚染面積率

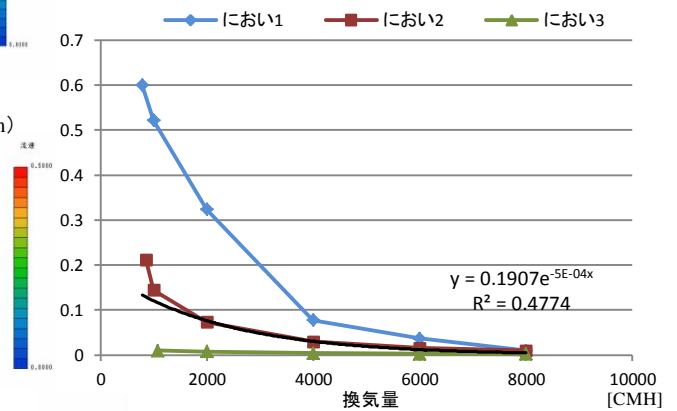


図16 臭気強度 2 以上の汚染面積率

5) におい根拠で換気量を決定する場合、アセトアルデヒドは粉塵ほど拡散しないため粉塵根拠よりもはるかに小さい換気量で十分である。臭気強度 1 の良好な空気環境化下にするには粉塵根拠から算出した換気量と同程度必要である。

謝辞

ご多忙の中、今回のアンケート調査にあたっては設備設計者の方々、ヒアリング調査にはビルオーナーの方々には多くの貴重なご回答をいただいた。さらにEM研究会の方々にも多くの助言を戴くなど、ご協力をいただいた。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 厚生労働省：効果的な分煙対策を行うための留意事項
- 2) 厚生労働省 成人喫煙率
<http://www.health-net.or.jp/tobacco/product/pd090000.html>
- 3) 厚生労働省 職場における受動喫煙防止対策について
<http://www.mhlw.go.jp/topics/tobacco/houkoku/060300d.html>
- 4) 国土交通省：建築設備設計基準、pp.374-378、2002年
- 5) 空気調和・衛生工学会：第14版 空・衛生学便覧 3、空気調和設備編、2010年2月
- 6) 社団法人 日本空気清浄協会編「室内空気清浄便覧 第5章 室内空気汚染物質濃度構成機構」、pp.140-147、2000年8月25日
- 7) 大阪市立大学：学生生活実態調査 2010年
- 8) 平田ほか：中小ビルの空調設備エネルギーマネジメントのためのアンケート調査(その5)、空・衛・近論文集 pp.225-228、2011年

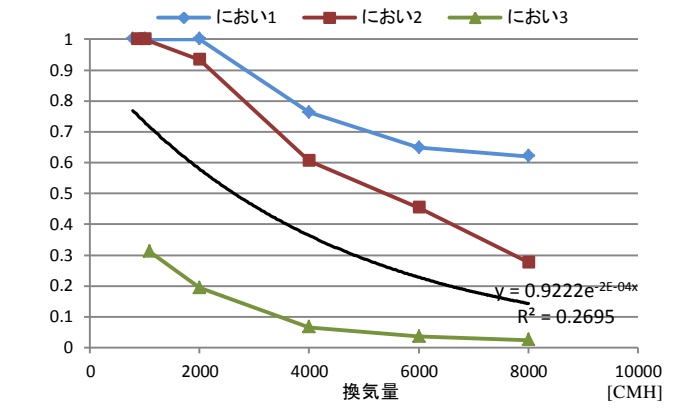


図17 臭気強度 1 以上の汚染面積率

- 9) 畑ほか：喫煙室における現状と問題点—建物オーナーを対象としたヒアリング調査—、空気調和・衛生工学会(近畿)論文集 pp.229-232、2011年
- 10) 川本ほか：喫煙室の設計とエネルギーマネジメンター設備設計者を対象としたアンケート調査—、空気調和・衛生工学会(近畿)論文集 pp.233-236、2011年
- 11) 近藤ほか：「飲食店の分煙・禁煙実態に関する研究(その2) 飲食店の換気実態調査とCFD解析による検討」日本建築学会大会学講演梗概集(近畿)、pp.775-776、2005年9月
- 12) 赤林ほか：「オフィスビルを対象とした換気効率に関する研究その1」日本建築学会計画系論文集 第516号、pp.39-46、1999年2月