



POLITECNICO DI TORINO  
Repository ISTITUZIONALE

Air Filtration in HVAC Systems

*Original*

Air Filtration in HVAC Systems / Gustavsson J.; Ginestet A.; Tronville P.; Hyttinen M.. - STAMPA. - (2014), pp. 1-103.

*Availability:*

This version is available at: 11583/2606189 since:

*Publisher:*

Japan Vilene Co. Ltd.

*Published*

DOI:

*Terms of use:*

openAccess

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)



# Air Filtration in HVAC Systems

Jan Gustavsson (ed.)  
Alain Ginestet  
Paolo Tronville  
Marko Hyttinen

## REHVA

Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations

 日本バイリーン株式会社

GUIDEBOOK NO 11

### REHVA Guidebooks:

- No 1 Displacement Ventilation in Non-industrial Premises *(Out of print)*
- No 2 Ventilation Effectiveness
- No 3 Electrostatic Precipitators for Industrial Applications
- No 4 Ventilation and Smoking *(Out of print)*
- No 5 Chilled Beam Cooling
- No 6 Indoor Climate and Productivity in Offices
- No 7 Low Temperature Heating And High Temperature Cooling
- No 8 Cleanliness of Ventilation Systems
- No 9 Hygiene Requirement for Ventilation and Air-conditioning
- No 10 Computational Fluid Dynamics in Ventilation Design
- No 11 Air Filtration in HVAC Systems
- No 12 Solar Shading – How to integrate solar shading in sustainable buildings
- No 13 Indoor Environment and Energy Efficiency in Schools – Part 1 Principles
- No 14 Indoor Climate Quality Assessment
- No 15 Energy Efficient Heating and Ventilation of Large Halls
- No 16 HVAC in Sustainable Office Buildings – A bridge between owners and engineers
- No 17 Design of energy efficient ventilation and air-conditioning systems
- No 18 Legionellosis Prevention in Building Water and HVAC Systems
- No 19 Mixing Ventilation
- No 20 Advanced system design and operation of GEOTABS buildings

### REHVA Reports:

- No 1 REHVA Workshops at Clima 2005 - Lausanne
- No 2 REHVA Workshops at Clima 2007 - Helsinki
- No 3 REHVA Workshops at Clima 2010 - Antalya
- No 4 REHVA nZEB Report
- No 5 REHVA Workshops at Clima 2013 - Prague

## REHVA

Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations

### REHVA Office

Washington Street 40, 1050 Brussels – Belgium  
Tel: +32-2-5141171 • Fax: +32-2-5129062

**Orders:** [www.rehva.eu](http://www.rehva.eu) • [info@rehva.eu](mailto:info@rehva.eu)

---

## はじめに

日本バイリーン株式会社は REHVA (欧州暖房換気空調協会連合体) との間で覚書を締結した。その覚書に基づき日本バイリーン株式会社は日本語翻訳および 100 部数の印刷権利を REHVA から取得して本ガイドブックは製作された。本書は日本バイリーン株式会社の社内教育を目的としたものであり非売品である。

原書の著者は ISO 技術委員会 TC142(Technical committee, Cleaning Equipment for Air and Other Gases)において長年間、国際規格の作成に貢献してきた議長、コンベナー、エキスパートらである。本書を監修するにあたり小生はその ISO 活動を共にしてきた仲間として彼らのフィルトレーションに向き合う真摯で献身的な態度に敬意と感謝を表すものである。

翻訳作業は日本バイリーン株式会社の技術メンバーによる多大な努力によって完成した。これもまた大いに賞賛されるべきであろう。

本書が日本バイリーン株式会社の製品開発、販売促進に役立つこと、そして日本のエアフィルタ市場の発展と創造の一助となることを期待したい。

なお、空調システムのエアフィルタに関するガイドブックは米国にも NAFA GUIDE TO AIR FILTRATION(National Air Filtration Association)があるので一読されることを薦めたい。

2014年8月 監修 大垣 豊  
翻訳 産業資材事業部  
技術本部第三技術部一同

翻訳者一覧  
Air Filtration in HVAC Systems  
空調用エアフィルタ

| 章  | タイトル   | 翻訳者   |
|----|--|-------|
| 1  | AIR FILTRATION IN A NUTSHELL<br>エアフィルトレーションの要約           | 富岡孝宏  |
| 2  | TERMINOLOGY<br>用語  | 田中広志  |
| 3  | USE OF AIR FILTERS<br>エアフィルタの効用                          | 田中広志  |
| 4  | GENERAL ENGINEERING CRITERIA<br>一般技術基準                   | 大西達啓  |
| 5  | PARTICULATE FILTRATION PRINCIPLES<br>粒子ろ過の原理             | 西堀 寧  |
| 6  | PARTICULATE AIR FILTER TEST METHODS<br>粒子用エアフィルタの試験方法    | 宇都木宏太 |
| 7  | PARTICULATE AIR FILTERS<br>粒子用エアフィルタ                     | 谷口一步  |
| 8  | GAS PHASE AIR FILTERS<br>ガス用エアフィルタ                       | 石橋達朗  |
| 9  | PARTICULATE AIR FILTERS IN SERVICE<br>粒子用エアフィルタの実用       | 村本嘉朗  |
| 10 | HYGIENIC CONSIDERATION OF AIR FILTERS<br>エアフィルタの衛生的配慮    | 西谷 崇  |
| 11 | APPLICATION AND SELECTION OF AIR FILTERS<br>エアフィルタの適用と選定 | 高島祥伍  |
| 12 | CERTIFICATION OF AIR FILTERS<br>エアフィルタの性能認証              | 小堀 暁  |
| 13 | AIR FILTRATION-CHECK LIST<br>エアフィルタのチェックリスト              | 小堀 暁  |
| 14 | REFERENCES<br>参考資料                                       | —     |



# Air Filtration in HVAC Systems

日本語版

原著者

Jan Gustavsson (ed.)

Alain Ginestet

Paolo Tronville

Marko Hyttinen

## 目次

|      |                          |    |
|------|--------------------------|----|
| 1    | エアフィルトレーションの要約.....      | 1  |
| 2    | 用語.....                  | 10 |
| 3    | エアフィルタの効用.....           | 12 |
| 3.1  | 歴史.....                  | 12 |
| 3.2  | エアフィルタの最近の効用.....        | 13 |
| 4    | 一般技術基準.....              | 15 |
| 4.1  | 私たちをとりまく空気.....          | 15 |
| 4.2  | 健康と汚染物質.....             | 21 |
| 4.3  | エネルギー要求事項.....           | 23 |
| 4.4  | 室内空気要求事項.....            | 25 |
| 5    | 粒子ろ過の原理.....             | 28 |
| 6    | 粒子用エアフィルタ試験方法.....       | 32 |
| 6.1  | 空調用フィルタ.....             | 32 |
| 6.2  | エアフィルタの分類.....           | 35 |
| 6.3  | 現場試験.....                | 37 |
| 7    | 粒子用エアフィルタ.....           | 39 |
| 7.1  | 繊維フィルタ.....              | 39 |
| 7.2  | 電気集塵装置 (ESP).....        | 44 |
| 7.3  | UVC.....                 | 45 |
| 8    | ガス用エアフィルタ.....           | 46 |
| 8.1  | 吸着.....                  | 46 |
| 8.2  | ガスフィルタ用ろ材.....           | 47 |
| 8.3  | ガスフィルタ.....              | 48 |
| 8.4  | 分子ろ過試験方法.....            | 49 |
| 8.5  | ガスフィルタの選択.....           | 52 |
| 9    | 粒子用エアフィルタの実用.....        | 55 |
| 9.1  | 実験室評価と実際の性能.....         | 55 |
| 9.2  | 運転時の粒子用エアフィルタ.....       | 57 |
| 10   | エアフィルタの衛生的配慮.....        | 62 |
| 10.1 | 知覚空気質.....               | 62 |
| 10.2 | 微生物.....                 | 64 |
| 10.3 | エアフィルタの抗菌処理.....         | 67 |
| 11   | エアフィルタの適用と選定.....        | 68 |
| 11.1 | 粒子用エアフィルタ.....           | 68 |
| 11.2 | プレフィルタ.....              | 72 |
| 11.3 | 設置.....                  | 73 |
| 11.4 | LCC (ライフサイクルコスト).....    | 77 |
| 11.5 | LCA (ライフサイクルアセスメント)..... | 80 |
| 11.6 | 空気取り入れ.....              | 80 |
| 11.7 | 汚染エアフィルタの交換.....         | 81 |
| 11.8 | 汚染されたフィルタの廃棄.....        | 82 |
| 12   | エアフィルタの性能認証.....         | 84 |
| 13   | エアフィルタのチェックリスト.....      | 86 |
| 14   | 参考資料.....                | 89 |

### 免責事項

REAVA と著者らは与えられた情報の時事性、正確性、完全性、質に対する責任を負わない権利を保有する。それゆえに与えられた情報の使用、不使用あるいは不正確、不完全な情報の使用に起因する物的あるいは非物的損害に関する賠償請求は著者が故意あるいは著しい不注意を課さない限り却下されるだろう

著作権 2011 by REHVA,  
Federation of European Heating, Ventilation and Air-conditioning Associations  
第2改訂版

### 不許複製

この出版物は複製、記録、情報記憶、情報検索システムを含む電子的に機械的ないかなる形においても、いかなる方法によっても出版社の文書による許可なしに再生あるいは転送することができない

複製許可の要請は REHVA Office, 40 Rue Washington, 1050 Brussels – Belgium  
email: [info@rehva.eu](mailto:info@rehva.eu)

ISBN 978-2-930521-01-5

Finland, Forssa で印刷、印刷 2011

## REHVA –

Federation of European Heating, Ventilation and Air-Conditioning Associations

REHVA は現在約 50 年になるが、欧州の建築物サービス（換気、暖房と空調）分野における専門家の組織である。REHVA は欧州 28 国の 100,000 人以上のエキスパートを代表するものである。

REHVA の主な活動は建築物の機械的な事業に対して経済性、エネルギー効率、健康技術の開発と普及を行うことである。その活動は理事会によって監督されている。REHVA ガイドブックプロジェクトは REHVA の技術研究委員会によってコーディネートされている。

いくつかのタスクフォースが現在 REHVA ガイドブックで活動している。例えば、日射遮蔽、建築物における室内空気室調査、学校における優れた室内環境のためのエネルギー効率的 HVAC システム、レジオネラの制御、ふく射暖房システム、高度な気流拡散システム等。

換気の清浄化は都会の汚染増加のため重要になりつつある。エアハンドリングシステムのフィルタはビルの居住者を外気の空気汚染から防ぐために重要である。空気清浄は装置を粒子状物質から保護するためにも重要である。粒子状物質は内部表面に蓄積しシステムの性能を低下させる可能性がある。

このガイドブックは汚染の物理的な基本原理に基づいたエアフィルタの理論と、室内空気質における影響について提供する。しかし主な狙いはエアハンドリングシステムにおけるフィルタの実際の設計、設置と運転についてである。

その意図は設計者、製造者、設置者およびビルの所有者に利用されることにある。その理論と実際の問題解決および図解を用いており、ビル事業技術における種々のエキスパートの職業訓練のための

優れたテキストブックでもある。

エアフィルトレーションに関するガイドブックは研究、製造、コンサルティング、設計を代表する高度の能力を持った国際エキスパートのワーキンググループによって作成された。その仕事は自発的なものであり商業上の利益のためのものではない。REHVA 委員会はこのワーキンググループのかけがえのない貴重な仕事に対して謝意を表す。

### Olli Seppänen

REHVA Chairman of the REHVA  
Technology and Research Committee

## REHVA のメンバー国

|                |                 |                |
|----------------|-----------------|----------------|
| Belgium        | Ireland         | Russia         |
| Bosnia         | Italy           | Serbia         |
| Croatia        | Latvia          | Slovakia       |
| Czech Republic | Lithuania       | Slovenia       |
| Denmark        | The Netherlands | Spain          |
| Estonia        | Norway          | Sweden         |
| Finland        | Poland          | Switzerland    |
| France         | Portugal        | Turkey         |
| Germany        | Romania         | United Kingdom |
| Hungary        |                 |                |

## REHVA エアフィルトレーションタスクフォース

この仕事は REHVA エアフィルトレーションタスクフォースによって行われた。タスクフォースはヘルシンキの Clima Conference 2007 と 2008 年 8 月のコペンハーゲン Indoor Conference でワークショップを組織した。そこでタスクフォースの仕事の結果が発表され議論された。タスクフォースの仕事は Berlin2008 と Amsterdam2009 における REHVA 総会にも報告された。

タスクフォースのメンバー:

|                 |         |
|-----------------|---------|
| Jan Gustavsson  | Sweden  |
| Alain Ginestet  | France  |
| Paolo Tronville | Italy   |
| Marko Hyttinen  | Finland |

## 校閲者

|                          |         |
|--------------------------|---------|
| レビュアー                    |         |
| Denis Bémer              | France  |
| Carmine Casale           | Italy   |
| Gian Vincenzo Fracastoro | Italy   |
| Jorma Railio             | Finland |
| Olli Seppänen            | Finland |
| Minna Väkevä             | Finland |

## 謝意

タスクフォースメンバーは言語をチェックした Derrick Braham,UK に謝意を表す。これは英語のネイティブスピーカーでないタスクフォースメンバーに特に歓迎された。著者らはガイドブックの最終レイアウトとタイプセッティングを担当された Jarkko Narvanne にも感謝する。

## フィルトレーションガイドブックの適用範囲

### ガイドブック

このエアフィルトレーションガイドブックは室内空気質を改善するため、またエアフィルトレーションシステムのエネルギー効率設計を改善するためのエアフィルタの役割について認識を深めるものである。それは設計者やユーザーがエアフィルトレーションに対する背景と限界について、また如何にエアフィルタを選定するか、如何にエアフィルタ運転時において衛生的な問題やその他の状況を避けるかについて理解するのを助けるものである。エアフィルタを選定するには空気の入力から汚染フィルタの廃棄までいくつかの配慮が必要である。

このガイドブックは主として一般換気システムにおけるエアフィルタに適用される。しかし、その部分はある種の強制換気による用途や、換気フィルタが人間、製品、環境を保護するための重要な用途における換気システムの一部として用いられる時にも有用となる可能性がある。

### HVACシステムにおけるフィルトレーション

HVACシステムのエアフィルタは常に換気装置構成部を保護するために使用されている。それで選択されたフィルタはファン、ダクトそしてコイルを清浄に維持し圧力損失増加と障害を避けること

ができる。空気清浄度の必要性が室内空気質の意識高揚の力によって増大している。外気の浮遊汚染物質の約 50%はビルの中に運ばれて室内空気質に大きく影響する。ビルに供給する空気質はしばしば空気汚染への曝露と健康に関連するリスクに対して大きな要素である。

エアフィルトレーションは外気から室内へ汚染物質の移動を低減して居住者の健康と快適性および生産性を改善するという潜在能力がある。

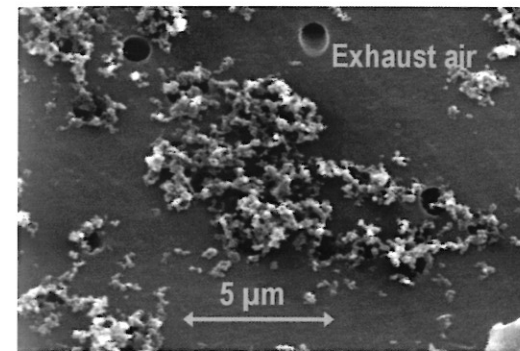
考え方にかかわらず、効果的な粒子ろ過は年間の節約費用がフィルトレーションのランニングコストを著しく超えることが期待される。一方、汚染フィルタから放出される知覚性汚染物質は実質的に追加コストを生じてフィルトレーションの年間経済的利益を超える可能性がある。エアフィルタはシステムにおける一つの部品であるため汚染物質による健康障害と知覚性の問題を最小化するにはエアフィルタとHVACシステムを同時に設計することが重要である

フィルタとそのエネルギーコストは労働者給料に比べるとわずかである。良い室内空気質 (IAQ) と高い衛生的必要条件 (年 2 回交換される高捕集率フィルタ) は年間 1 人あたり約 50€あるいは 1 人 1 週間あたり 1€のコストになる。

## 1 エアフィルトレーションの要約

最近、フィルタ使用の第一目的は健康への潜在的有効性のためであることが認識されつつある。エアフィルタシステムを選定するための重要なことは外気の汚染、室内空気質、エネルギー要求、衛生状態などに基づいていることである。

### 汚染物質



排気粒子の例。

外気と室内気の汚染物質の特性は、場所、時間、地域の状況によって大きく異なっている。無害なものから刺激のあるもの、健康に有害なものまで様々なガス物質があるように、異なるサイズ、形状、濃度および毒性の粒子が空気中に見つけられている。浮遊不純物は、(0.1μm 以下の) 超微粒・ナノ粒子から微粒子(0.1~2.5μm)と粗大粒子 (2.5μm 以上) に至るまでサイズと成分が様々である。

大気エアロゾル中の粒子の分布は、様々な方法で表現されている。(4.1.3 大気エアロゾル参照) 個数に関しては、粒子の殆どが 0.1μm 未満 (ナノ粒子) であり、質量に関しては、大部分の粒子が 0.1μm よりも大きなものからなっている (Fig1.1)。1 個の 10μm 粒子の質量が百万個の超微粒質量と同じであることは考慮すべきである。標準的な 1 m<sup>3</sup>/分のエアフィルタは、10,000,000,000 個/m<sup>3</sup>以

上の市中粒子総数を刻々と処理する必要がある。

肉眼では 10μm まで個々の粒子を見ることが出来る。タバコ煙中の粒子は 1μm 未満だが、高濃度状態の超微粒であるため見ることが可能である。一般的な汚染物質の粒径は Fig1.2 を参照。

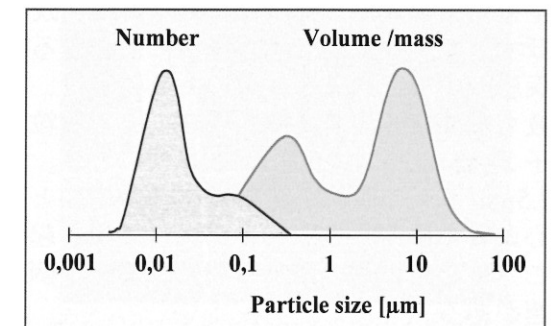


Figure1.1 大気エアロゾルの粒径別個数分布・質量分布の例 EPA, 2004 作成

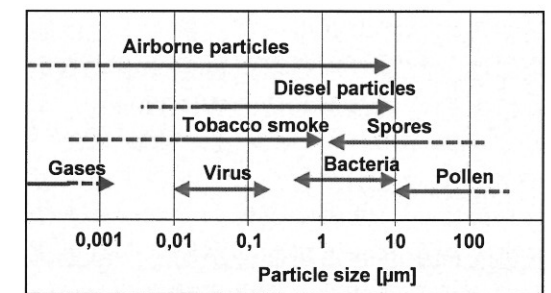


Figure1.2 汚染物質の粒径

政府当局の Web ページには、異なる場所や都市での一般的な汚染物質の濃度が掲載されている。エアフィルタの選択は、外気および室内に要求される空気質に依存する。EN13779 : 2007 は、外気について ODA1 (きれいな空気、花粉のような一時的な汚染を除く) から ODA3 (ガスと粒子の高濃度で非常に汚れた空気) の 3 つのカテゴリーを定義している。