

新型コロナ対策と空調・換気設備の騒音・振動*

白木 秀 児 (新菱冷熱工業)

新型コロナウイルス感染症(Covid 19)の室内環境対策のひとつとして、厚生労働省や関連学会は『換気』を推奨している。オフィスビルなど空調設備を使用する大型の建物では、送風機による機械換気が一般的であり、換気風量を増強するケースが多くみられる。

また、最近では、機械換気のほかに空気清浄機、紫外線殺菌などが対策として有効であるとの見解が示されている。多くは専用の送風機を使用するため、対策に伴って新たな音源が追加されることになる。これらの感染対策の強化の結果、居室内で騒音や振動のトラブルが増加することが危惧される。本報では、新型コロナウイルスの感染症対策にともなう騒音・振動の変化が室内環境に与える影響について解説する。

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症(Covid-19)の室内環境対策のひとつとして、厚生労働省、関連学会は『換気』を推奨した。空調設備を使用する建物では、換気には送風機などの機械が主に使用される。最近では、換気のほかにフィルタろ過、空気清浄機、紫外線殺菌などが対策として有効であるとの見解が示されている。これらの対策の多くは、専用の装置を使用することが前提となっており、換気量の増加や空気清浄機の増設などの要因により、室内環境において騒音・振動が増加することが危惧される。

本報では、空調設備を使用する建物において、新型コロナウイルスの感染症対策にともなう騒音・振動の変化が室内環境に与える影響について考察した。

2. 換気的重要性

2020年にWHOがパンデミックを表明して以来、数年にわたり世界中で新型コロナウイルス感染症(Covid-19)が猛威を振るっている。新型コロナウイルス感染症は、咳やくしゃみ、会話などにより発生する飛沫または手指などの接触により感染するといわれ、室内空気がよどんだ環境下で感染例が多く報告されている¹⁾。

これらの知見をもとに、厚生労働省は、2020年の3月から4月にかけて特定建築物と特定建築物以外の建物における換気対策の指針を示した。指針では、1人当たりの必要換気量を $30\text{m}^3/\text{h}$ とした²⁾。この数値は、本来、建築物衛生法の建築物環境衛生管理基準に示す二酸化炭素濃度を $1,000\text{ppm}$ 以下とするために設定された値であるが、次章で扱う建物内の空気環境の実態を鑑みたと考えられる。2020年6月には、空気調和・衛生工学会の新型コロナウイルス対策特別委員会から、換気に関する次の見解が示された(抜粋)³⁾。

①国内の建築物衛生法を順守して計画・運用されている建築物においては、換気とフィルタの性能を勘案すれば、人員密度が適切に管理されている限り、空調システムを介した室内の感染拡大のリスクはきわめて低いものと考えられる。

②1人当たりの換気量を確保することで、空調気流にともなう飛まつや飛まつ核の拡散によって感染することを抑制できる可能性がある。

現時点(2022年1月)では、科学的見地から、新型コロナウイルス感染症対策に特化した具体的な基準は示されていない。しかし、上記見解にあるとおり、法を遵守した設計と適正な運用が行われている場合には、感染のリスクは一定程度抑制できると考えられる。一方、上記①には、ただし書きで『ルームエアコン、業務用パッケージ型空調機、ファンコイルユニットに中性能フィルタが備えられていない場合、換気と併用した対策が必要となる』との記述が添えられ、建物内の空気環境の実態を意識したものとなっている。

3. 室内空気環境の実態

建築物の衛生環境の確保を目的とした建築物衛生法が1970年に制定され、特定建築物を対象として、空調、給排水などについて、建築物環境衛生管理基準に従った維持管理が義務化された(特定建築物以外の建物は努力義務)。

建築物環境衛生管理基準のうち、空気環境に直接関係する項目は、『浄化、温度、湿度、流量の調節』の四つの機能を備えた空気調和設備においては、浮遊粉じん、一酸化炭素、二酸化炭素、温度、相対湿度、気流、ホルムアルデヒドにそれぞれ基準が設けられている。

* N&V of HVAC/ventilation system under measures of Covid-19 by Shuji Shiraki(Shinryo corp.)

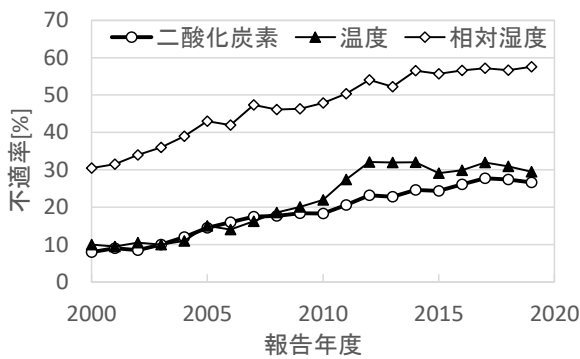


図-1 特定建築物の空気環境の不適率の推移

室内の空気環境が建築物環境衛生管理基準の要件を満たし適正に維持管理されていることを確認するために、2ヶ月以内に1回、空気環境測定を実施することが定められている。専門業者の測定とは別に、自治体による立入検査が行われることがあり、その結果が全国レベルで集計され、建築物環境衛生管理基準を満たしていない『不適数』が厚生労働省の衛生行政報告例として毎年公表されている。図-1は、全国の特典建築物を対象として、空気環境の要件を満たしていない不適の割合を不適率とした年度ごとの推移であり、二酸化炭素および温度の不適率は、2003年以降、上昇傾向にある。これには、2003年度に建築物衛生法が改定され、パッケージなどの個別空調方式が特定建築物の適用範囲となったことが一因と考えられる⁴⁾。また、換気と二律背反の関係となりやすい省エネ目的の調整やフィルタ清掃などの維持管理の不備など運用も影響していると考えられる。

4. 空調方式の違いによる騒音・振動の特徴と換気との関係

4.1 セントラル空調方式

(1) 空調方式の概要と騒音・振動対策

建物の機械室に設置された空調機から調和空気がダクトを経由して搬送され、制気口から執務空間に吹き出される空調方式をセントラル空調方式とよぶ。この空調方式は、規模の大きい建物で採用されることが多い。セントラル空調方式で発生する騒音・振動のイメージを図-2に示す。この方式では、室内に分散配置された制気口から放射される騒音のほか、ダクトからの透過音、機械室-執務室間の界壁からの透過音、空調機またはダクトから伝搬する振動などが問題となることが多い。騒音・振動の発生量が大きい機械室周辺の機器・ダクト部材と、調和空気を搬送するダクト系が騒音・振動の主要因である。空調機・ダクトの防振、消音器によるダクト内騒音の減音、機械室の界壁の高遮音化など、上記要因に対応した騒音・振動対策を行うのが一般的である。

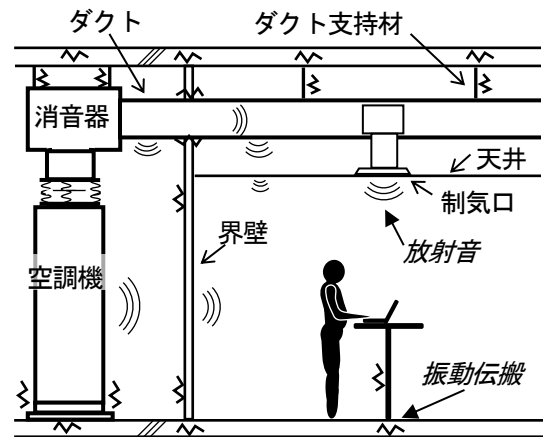


図-2 セントラル空調方式の騒音・振動のイメージ

(2) 換気との関係

セントラル空調方式の換気は、外気と室内から戻された還気を混合して、調和空気として室内に供給すると同時に、外気取入分を排気する。建築物衛生法に則り設計された空調設備であれば、厚生労働省が新型コロナウイルス感染症対策として示した1人当たりの必要換気量 $30\text{m}^3/\text{h}$ が確保されている。今後この必要換気量が増加したとしても、この方式は外気取入量（および排気量）を増やすことで対応可能である。換気のための外気取入量が増えれば、室内からの還気量を減らすなど、割合を変えて供給風量を維持して調和空気を供給できる。ただし、外気量が増える分、外気負荷が増し、冷暖房のエネルギー消費が増加することは避けられない。

図-3にセントラル空調方式の構成例を示す。同図よ

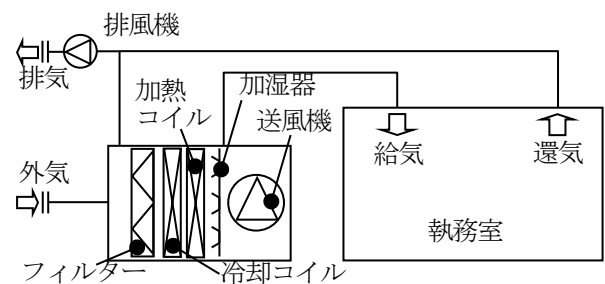


図-3 セントラル空調方式の構成例

り、執務室内に調和空気を供給して執務室の空気を戻す送風機から発生する騒音・振動が支配的であることが容易に想像できる。送風機を含めた空調機システムの搬送経路において、騒音・振動対策が行われるため、外気量および排気量が増えたとしても、送風機から搬送される流量に比べれば小さく、執務室の騒音・振動は大きく変わらないと考える。セントラル空調方式では、換気量の増加により、執務室に与える騒音・振動の影響は小さい。しかし、外気負荷の増加にともなう冷暖房のエネルギー消

費量に与える影響の方が大きいと考えられる。換気量を増やす場合は、省エネを意識した運用が求められるであろう。

4.2 個別空調方式

(1)空調方式の概要と騒音・振動対策

フロアまたは執務室内の作業ゾーンごとに、パッケージ型エアコンなどの熱源機械を配置して調和空気を供給する空調方式を個別空調方式とよぶ(図-4)。この方式では、室内機と室外機に機能が分化しており、室内側に換気の機能を有する全熱交換器などの外気処理機器が配置される。天井隠ぺい形のように天井内に室内機と換気用ダクトを設置する例もあるが、一般に作業ゾーンごとに温湿度などが調整された空気を供給することを念頭に置いている。また、全熱交換器により室内の熱を回収して換気を行うことが容易である。そのため、自由度が高く、施工の省力化、省スペース化が可能である。個別空調方式は比較的小規模の建物で使用されることが多いが、近年、大規模の建物でも普及が進んでいる。

機能・性能面で優位性をもつ個別空調方式であるが、機器が多数配置される分、機器に内蔵された送風機などの騒音・振動源が増加するため、騒音・振動の影響は広範囲に及ぶ。配置する機器の台数を削減しようとする、機器が大型化して騒音・振動の発生量も増加する。そのため、機器設置位置周辺の騒音・振動の影響が局所的に増加する恐れがある。

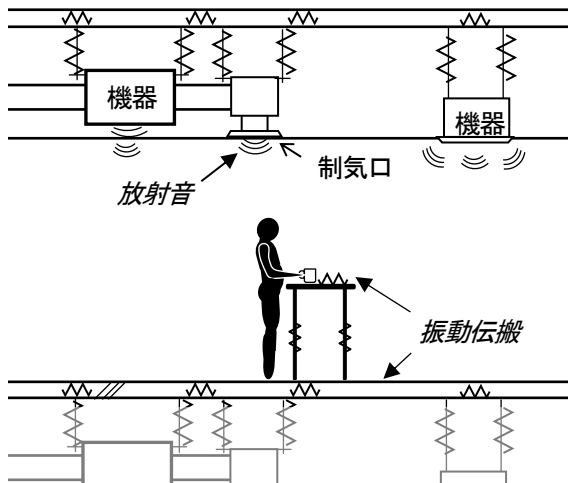


図-4 個別空調方式の騒音・振動のイメージ

(2)換気との関係

図-5 は個別空調方式の構成例である。熱交換器により外気処理が行われ、1人当たりの必要換気量 $30\text{m}^3/\text{h}$ が確保されるよう設計され運用されていれば、新型コロナ

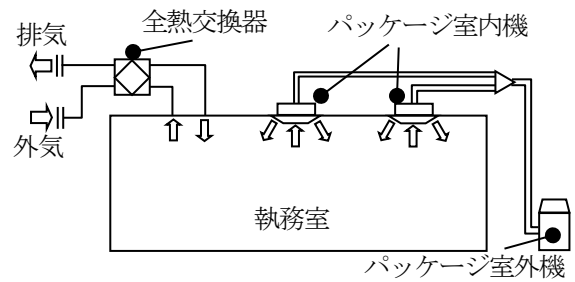


図-5 個別空調方式の構成例(全熱交換器方式)

感染症対策で推奨される換気量の要件を満たしているため、執務室に与える騒音・振動の影響は小さいと考えられる。その一方、換気量が設計時と比べて増加した場合、全熱交換器に内蔵された送風機を大型化するなどの対策が必要となり、騒音・振動の影響が増加するおそれがある。執務室の天井内部に全熱交換器など外気処理機が配置される方式では、天井内部空間の制約上、機器の大型化への騒音・振動対策、とくに外気処理機の送風によるダクト騒音および外気処理機の本体から放射する騒音の減音対策をより難しくすることが懸念される。

5. 換気以外の感染症対策による騒音と振動

新型コロナ感染症対策として、換気のほかに、フィルタによる捕集、空気清浄機の増設などが注目されている。これらの対策により発生する騒音と振動について次に示す。

5.1 フィルタによる捕集

セントラル空調方式、個別空調方式ともに、中性能フィルタが通常使用されるが、新型コロナ感染症対策として、中性能フィルタより高い捕集性能 ($0.3\mu\text{m}$ の粒子に対して 99.97%以上の粒子捕集率) をもつ HEPA フィルタが注目されている。HEPA フィルタは中性能フィルタよりも圧力損失(抵抗)が大きく、中性能フィルタ使用時の風量を維持するには、送風機の搬送動力を上げる必要がある。静圧の大きい送風機を使用するセントラル空調方式や外調機を使用する個別空調方式の場合、HEPA フィルタによる圧力損失上昇は中性能フィルタの 10% から 20%増である。インバータ制御で送風機の静圧増加を確保したとしても、騒音は数 dB 程度の上昇にとどまると考えられる。

一方、全熱交換器を使用する個別空調方式は、送風機の静圧が比較的小さい。天井隠ぺい型など、インバータ制御が行われない機器では、圧力損失が大きい HEPA フィルタの設置は、送風機的能力(番手)を上げて対応する必要がある。騒音・振動の影響は、セントラル方式の場合よりも大きいと考えられる。

5.2 空気清浄機の増設

空調・換気設備の運用上、換気量の確保が難しく、より高い捕集性能を有するフィルタの設置も難しい場合は、空気清浄機の増設が空気環境対策として検討できる。家庭向け、医療用の空気清浄機は既に普及しているが、新型コロナウイルス感染症対策として、事務所・店舗向けの業務用空気清浄機の需要が今後見込まれる。業務用空気清浄機の増設は、新たな騒音・振動源となりうるが、新たに開発される空気清浄機は、内蔵された送風機の仕様、フィルタの捕集性能だけでなく、騒音・振動対策もあわせて検討されるであろう。事務所や店舗用途であれば、騒音・振動の影響は小さいと考えられる。

6. おわりに

新型コロナウイルス感染症に対する空調・換気設備の騒音・振動の影響について考察した。空調方式にかかわらず、建築物衛生法の建築物環境衛生管理基準を満たした設計がなされた空調・換気設備では、新型コロナウイルス感染症対策として厚生労働省が推奨する必要換気量（1人あたり30m³/h）を満たしている。この感染症対策を考慮した空調・換気設備の対応については、通常の運用と大きな相違がないため、騒音・振動の影響は現状で

は最小限にとどまると考えられる。ただし、将来的に、科学的知見に基づいて策定された換気量の基準が既存の必要換気量を大幅に超えるようなことがあれば、空調方式の違いによる騒音・振動の影響が顕在化することが予想される。しかしながら、新型コロナウイルス感染症対策で求められる空気環境改善方法の選択肢が今後増えることが期待できるため、空調・換気設備の騒音・振動の影響は、換気量の大小だけでなく、様々な要因が複合的に作用すると考えられる。

参考文献

- 1) [Preprint] Li YG, Qian H, Hang J, et al.: Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant. 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.04.16.20067728>
- 2) 厚生労働省：商業施設等における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について、2020年3月
- 3) 空気調和・衛生工学会：新型コロナウイルス感染症対策としての空調設備を中心とした設備の運用について（改訂二版）、p.1、p.13、2020年9月
- 4) 鍵直樹：感染症と空調換気設備、空気調和衛生工学、第95巻第8号、pp.7-12、2021