H&E Letter エイチ・イー・レター
人・住まい・環境
Vol. 83

太陽熱集熱給気および床下エアコン併用パッシブ換気住宅の換気性能

Keywords：パッシブ換気

文・本間 義規 宮城学院女子大学 教授
フォーラム正会員C

1. 感染症と換気

2018 年 2 月にフィンランドで、建築計画の研究者と合同で高齢者施設の調査を行ったことがある。室内環境調査はロガーのデータ回収だけなので小一時間で終了するが、計画系の調査は老人の施設内の居場所を 15 分間隔で記録するという終日調査である。4 つの高齢者施設を調査したが、そのうち 1 か所、途中で調査を中断せざるを得なかった高齢者施設があった。入居高齢者のひとりが高熱を出したのである。インフルエンザの疑いで、我々も施設内移動、特に同じフロアにはいかないようにと行動制限を受けた。対応する職員は手術着のような緑の防護服やマスクをしていたが、我々に対しては「マスクまではしなくてもいいけど、手指消毒はきちんとしてください。」と言っていたのは今でも記憶に残っている。マスクをする人は海外では殆どいない時代だったので、空気感染の意識の違いを感じたが、今に思えば、高齢者施設職員の発言は、施設の換気はしっかりしていますということだったのかも知れない。

ご承知の通り、新型コロナウイルスは呼吸器系感染症である。医学分野で主たる感染経路が特定されたかどうかは寡聞にして知らないが、空気感染が主たる経路であることは間違いない。換気研究分野では、CFD 解析で室内気流とウイルス粒子濃度を予測することは行われているが (例えば図 1 は Syracuse COE で発表されている置換換気とパーティションの効果を気流解析したものである)、実務の世界では未だ一般的ではない。日本ではスーパーコンピュータ「富岳」を用いたシミュレーション結果が報道され、窓開け通風やシールド設置の重要性は浸透したが、逆にそれで十分と思われることを懸念している。

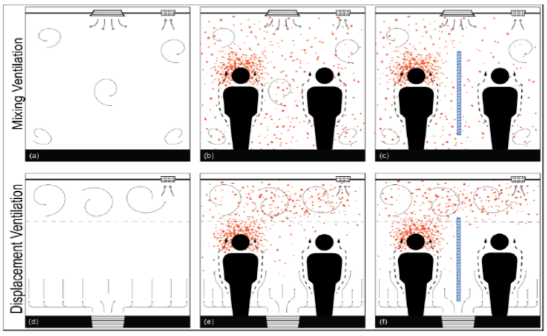

図 1 CFD 解析に基づく換気方式(置換換気)とパーティションの効果 [1)]より引用

クラスターが発生した建物で「消毒や窓開け換気など感染対策は徹底していたのに・・・」という報道も耳にするが、とても違和感を覚える。換気意識の涵養は重要であるが、応急措置が十分な対応であると誤解させるからである。適切な換気を実現する建築的・設備的対応がやはり欠かせない。

2. 床下給気型の全体換気システム

住宅の場合、高効率エアコン 1 台で全屋暖房を可能とする床下チャンバー方式はこれまでに多く提案されている。暖房と換気を組み合わせたトータルな室内温熱・空気環境の実現を目指すシステムも少なくない。換気経路上に存在する床下エアコンの圧力は空気流れに大きく影響するが、とくに自然動力を主とするパッシブ換気住宅では、適切・確実な換気量を確保するためにその影響を適切に把握する必要がある。

本報では、床下エアコン方式を採用したパッシブ換気住宅の初冬における換気特性について紹介する。

2.1 実測住宅概要と測定項目

岩手県奥州市に建設された床下エアコン併用パッシブ換気システム住宅を対象とした。木造軸組工法 2 階建て、延べ面積 113.34 ㎡、UA 値 0.36W/(㎡・K)、 C 値 0.7 閉方㎠/㎡の性能を有する。給気口は、VU150mm 管 2 本を G.L. より 760mm の高さに設置、内側で床スラブレベルまで断熱材付きダクトを用いて床下に導入している (図 2)。なお換気実験時は、風量測定のため仮設ボックスを取り付けている。

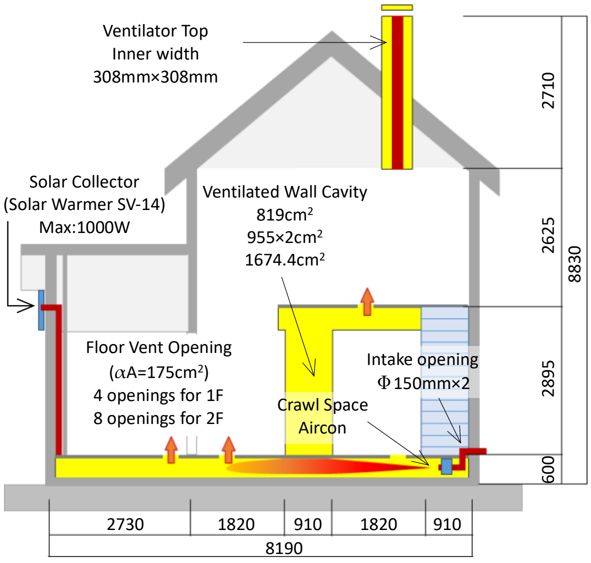

図 2 測定住宅の概要

1 階各室へは各室の床ガラリから換気空気が供給され、また通気間仕切壁経由で天井懐への空気流れを確保している。リビング・階段下の給気空間横に住宅全体の暖冷房を担うエアコンを半埋め込みで設置 (写真 1)、リビング下空間に吹き出している。このほか、太陽電池駆動ファンを有する太陽熱集熱装置を設置し(写真 2)、日射量に応じた集熱空気を床下に供給している。これら 2 つのファンの床下加圧は、住宅全体の空気循環 (熱搬送) に影響を及ぼす。

写真 1 床下エアコン
設置状況

写真 2 壁に取り付けられた
太陽熱集熱器

3. 換気量・循環風量の測定結果

3.1 床下エアコンの稼働が給気風量に及ぼす影響

図 3 は 11/14～11/28 の給気風量と内外温度差の関係について、エアコン稼働時と停止時のデータをプロットしたものである。内外温度差の増加に伴い給気量が増加することが確認できる。また、エアコン停止時よりもエアコン稼働時のほうが給気量でおおよそ 30 ㎥/h 増加している。エアコン風量はかなり大きく、循環風量増加と床下温度を上昇させ、結果として排気風量も増加させるのだろう。

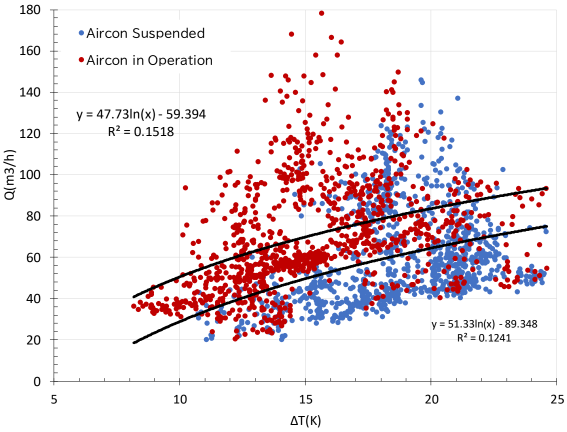

図 3 実測住宅の内外温度差と換気量

3.2 日射量と太陽熱集熱器風量の関係

この住宅には太陽熱集熱器も設置している。太陽光発電パネルにより稼働する DC ファンが集熱パネル内で温められた空気を床下内へと送風するシステムである。2019/10/17～11/28 における太陽熱集熱器の風量と日射量のデータを図 4 にプロットした。日射量ゼロ付近のプロットデータは夜間風量であり 0～20 ㎥/h の範囲で変動する。夜間はファンが稼働しないため、床下への加圧給気ではなく、パッシブ給気口のひとつになっていることがわかる。

3.3 パッシブ換気時の各部温度性状

図 5 は 2019/11/14～11/28 の期間の温度データの平均値（実線）と変動幅（±標準偏差、グレーゾーン）を示したグラフである。エアコン熱源のある床下空間の温度が一番高く、また外気導入とエアコン発停があることから変動幅が大きい。天井懐温度は 1F 居室温度よりやや高く、間仕切壁を経由して効果的に熱搬送されていることがわかる。1 階和室や WC は 2 階各居室とほぼ同等な温度水準にある。この結果を見る限り、床下エアコン併用パッシブ換気システムの温熱環境上の課題はみられない。

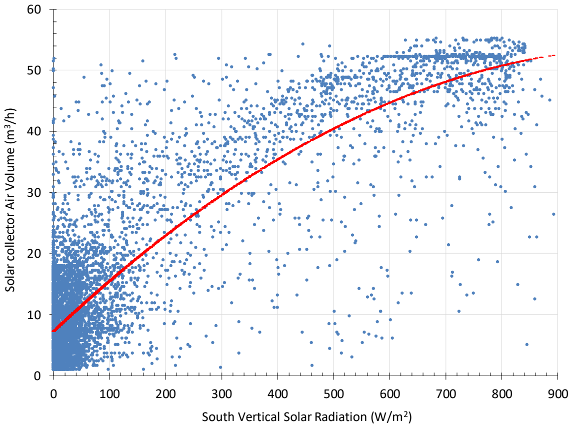

図 4 日射量と太陽熱集熱器風量の関係

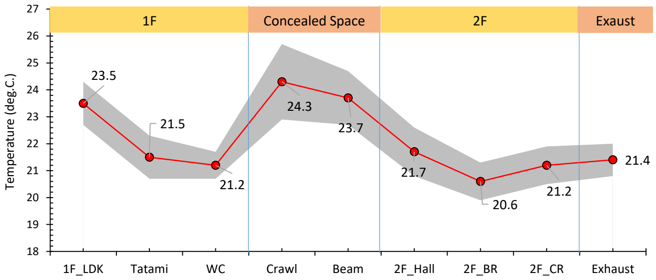

図 5 冬期における実測住宅内の各空間温度平均値と変動幅

4. 室内の空気流れに関する課題

床下空間を利用するパッシブ換気システムは、温熱的に問題がなく、全体希釈換気としての性能も満たしていることが測定より明らかとなった。設計時に換気経路を計画するパッシブ換気システムは、後付けの機械換気システムにはない確実性がある。一方で、空気熱搬送方式である現状のシステムは、室内空気の床下空間へのリターンを前提とする希釈換気方式である。室内空間で汚染物質が発生しうるようなケース、例えば、新型コロナウイルス陽性者が特定の居室に居ることを仮定したケースでは、希釈により濃度が低くなれば感染確率は低くなるものの、換気対策として徹底しているかと言われれば疑問が残る。パッシブ換気を前提とする場合、各居室空間では、置換換気的な室内気流を実現しつつも、下流となる 2 階居室に汚染空気を経由させない工夫など、いくつかのバリエーションも考えられる。まだまだ検討の余地は残されている。

謝辞

本研究の成果の一部は、株式会社無添加住宅委託研究「パッシブ換気住宅の換気性状の把握とその空気流れに関する研究」により得られたものである。

引用･参考文献

1)Kerrie Marshall、 Arik Palileo and Eric Schiff: Semi Open Partitions: A Defense Strategy for Airborne Disease、https://syracusecoe.syr.edu/semi-open-partitions-a-defense-strategy-for-airborne-disease/ 2021/08/30 閲覧
2)本間義規・林基哉・松永潤一郎・金勲：パッシブ換気住宅における換気特性と室内環境、その 4 太陽熱集熱給気および床下エアコン併用パッシブ換気住宅の概要とその換気性能、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2、1443-1444、 2020.9
3)北海道建築指導センター、パッシブ換気システム設計施工指針マニュアル、地独北海道立総合研究機構･建築研究本部より DL 可能
4)松永潤一郎・福島明・田島昌樹：壁付け太陽熱集熱パネルによる供給熱量計算方法、日本建築学会環境系論文集 第 83 巻 第 744 号、139-147、2018 年 2 月

発行:住まいと環境 東北フォーラム
〒980-0821 宮城県仙台市青葉区春日町3-8春日町ファインビル4F
Tel.022-221-9042 Fax.022-221-9243 E-mail.htoenv@rio.odn.ne.jp
URL http://www1.odn.ne.jp/~htoenv/