

H&E^{エイチ・イー・レター} Letter

人・住まい・環境

Vol. 80

床下にシリカゲルと潜熱蓄熱パネルを敷設した全館空調住宅における実測調査

Keywords: シリカゲル、潜熱蓄熱パネル、床下・壁体内空気循環工法、全館空調住宅、実測調査

文・三田村輝章 前橋工科大学 准教授
フォーラム正会員C

1. はじめに

住宅の断熱・気密性能の向上は、室内温熱環境のみならず、居住者の様々な疾病の改善につながることが指摘されています。また、室内湿度は高すぎても、低すぎても問題が生じ、ダンプネス（高湿度な状態）や冬期の過乾燥による健康影響について調査が行われています。そのため、省エネで、且つ、快適、健康な住環境を実現するには、高い外皮性能によって良好な室内温熱環境を実現し、更に室内湿度を適切な範囲に維持することが重要となります。しかしながら、特に高断熱・高气密住宅では、室温が高くなる分、相対湿度は低くなりやすく、更に24時間機械換気の運転により、室内で発生した湿気が排出されやすいため、冬期は乾燥気味になり、家庭用加湿器の使用だけでは改善が難しい現状があります。

そこで、本稿では、高い外皮性能を保有し、全熱交換型の換気システムの他、床下に敷設したシリカゲル、潜熱蓄熱パネルにより、安定した室内温湿度を実現する床下・壁体内空気循環工法による全館空調住宅を取り上げ、その性能評価を目的とした実測結果の一部について報告します。

2. 調査の概要

調査対象住宅は、群馬県前橋市内に2016年10月に竣工した戸建て住宅です。延床面積は158.68m²、U_A値は0.29W/m²・K、C値は約0.2cm²/m²でHEAT20のG2グレード（6地域）を上回る性能を保有しています。外壁と屋根の断熱は、硬質ウレタンフォーム板と吹付け硬質ウレタンフォームが施され、窓には樹脂サッシとトリプルガラス（アルゴンガス入りLow-E）が使用されています。床下には、潜熱蓄熱パネル（H250×W600×D25mm、約100枚）の他、調湿のためのシリカゲル（約300kg）が全面に敷かれています（写真1）。図1に空調・換気システムの概要を示します。基本的に小屋裏の壁掛けエアコン（4.0kW）1台で家全体の冷暖房を行います。補助としてリビングと寝室に個別エアコンが設置されています。冬期は、小屋裏のエアコンからの暖気はサイクルファンにより立てダクトを通じて床下に送風され、床下から壁体内の空気循環層、室内を経由して小屋裏に戻ります。夏期は、小屋裏のエアコンからの冷気の一部を利用して小屋裏全体を冷却し、残りの冷気は冬期と同様に床下へと送風され、小屋裏から室内へ降下する冷気と壁体内の空気循環層の冷気により冷却します。いずれも小屋裏から床下へ空気を送風することにより、床下に敷設された潜熱蓄熱パネルとシリカゲルによって調温・調湿されるのが特徴です。また、24時間換気装置として全熱交換器と全熱交換型換気扇を

組み合わせたシステムが設置されています。

当住宅において、2018年から約2年間にわたり室内温湿度の他、床下シリカゲルの吸放湿量などの計測を行っています。床下シリカゲルの吸放湿量は、床下に電子天秤を設置し、上皿に乗せられる一定量のシリカゲル（サンプル）の重量変化を測定することにより把握します。本稿では、2018年12月から2年間にわたる測定結果の一部について示します。



写真1 床下に敷設されたシリカゲルと潜熱蓄熱パネル

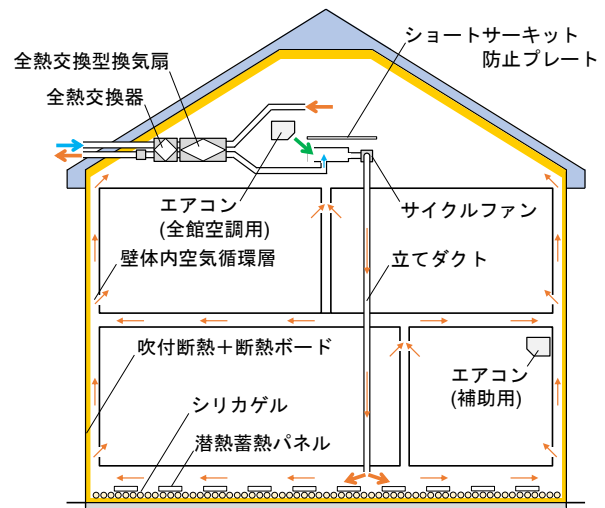


図1 空調・換気システムの概要

3. 実測結果

図2に温度変動を示します。外気は-0.3~38℃の範囲で変動しているのに対して、室内は21~28℃の範囲に収まっており、居室であるリビングでは年間を通じてほぼ一定の温度に維持されていることがわかります。これは、高い断熱・気密性能と全館空調の効果によるものと考えられます。

図3に相対湿度変動と床下シリカゲルの重量変化を示します。室内は年間では35~70%RHの範囲で変動し、リビングは日単位での変動幅が床下や小屋裏より大きいのは、生活による発湿の影響であると思われます。12~3月の冬期では、リビングの室温は25℃程度と高く保たれる中、加湿器は使用されていませんが、相対湿度は40~50%RH程度で維持されています。これは建物外皮の気密性能の高さと全熱交換型換気の効果の他、床下シリカゲルの調湿によるものだと考えられます。7~8月の夏期では、5~6月や9~10月の中間期よりも相対湿度は低く抑えら

れていますが、これは上記の効果に加えて、エアコンの冷房による除湿の影響であると考えられます。

シリカゲルの重量変化は、概ね相対湿度の変動に連動していることがわかります。年間を通じた重量変化の様子は、秋期から冬期にかけて減少した後、3月中旬頃から増加に転じ、この間、シリカゲルが放湿することで相対湿度を一定に維持することに寄与していると考えられます。一方、春期から梅雨期にかけては、相対湿度の上昇に伴い急激に増加し、シリカゲルが吸湿することで湿度上昇を抑制していることが考えられ、その後、夏期ではエアコンの冷房運転による相対湿度の低下に伴い、シリカゲルの重量も減少し、放湿していることがわかります。冷房の終了後は、10~11月にかけて増加し、冬期にかけて減少するサイクルを繰り返していることがわかります。

図4に床下シリカゲルによる日積算吸放湿量の推定値を示します。ここで示す推定値は、シリカゲル(サンプル)の重量変化から吸放湿量の日積算値を算出し、電子天秤の上皿面積と床下面積の比率より床下全体での吸放湿量を推定した値です。一日サイクルで吸湿と放湿が行われており、季節によって吸湿量と放湿量の大きさが異なることがわかります。中間期から夏期にかけては吸湿量が多く、エアコンの冷房運転時と秋期から冬期にかけては放湿量が多くなる様子がわかります。

4. まとめ

本稿では、床下にシリカゲルと潜熱蓄熱パネルを敷設した全館空調住宅における実測調査の結果について報告しました。これまでの調査結果からは、室内は年間を通じて良好な温熱環境を実現し、湿度環境についても冬期は加湿器を使用しなくても40%RH以上を維持し、適正範囲とされる40~60%RHの範囲に概ね収まっていることがわかりました。これは建物外皮の気密性能の高さと全熱交換型換気の効果の他、床下シリカゲルの調湿によるものだと考えられますが、それぞれの寄与率については、今後、数値シミュレーションも行いながら検証していきたいと思えます。住宅室内の湿度管理は難しく、様々な試みが報告されていますが、本稿で紹介した住宅が、湿度管理の可能な住宅・設備システムの一事例となれば幸いです。

参考文献

- 1) 株式会社福地建築のホームページ、<https://www.fas-21.com/> (2020年2月22日アクセス)
- 2) 谷口祐仁、三田村輝章、福地脩悦、山崎弘一、大村圭：床下・壁体内空気循環工法による全館空調住宅における実測調査 室内・床下の温湿度環境と年間のエネルギー収支の評価、日本太陽エネルギー学会講演論文集(2020)、pp.133-136、2020年11月

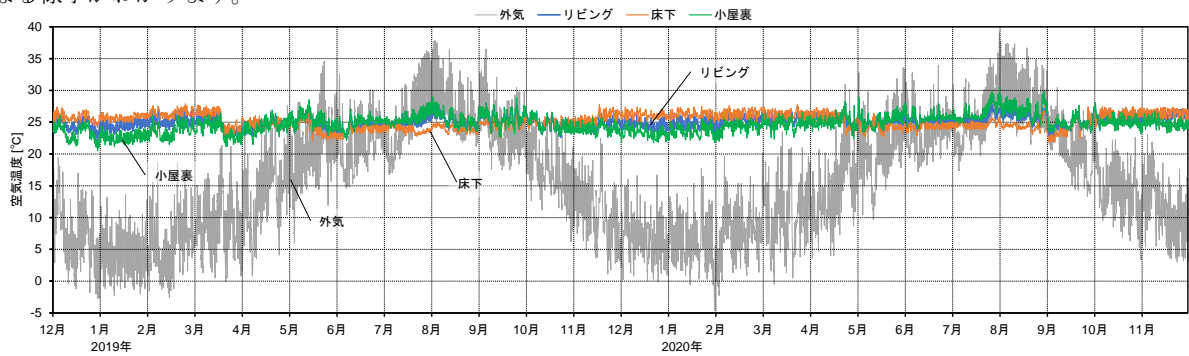


図2 温度変動

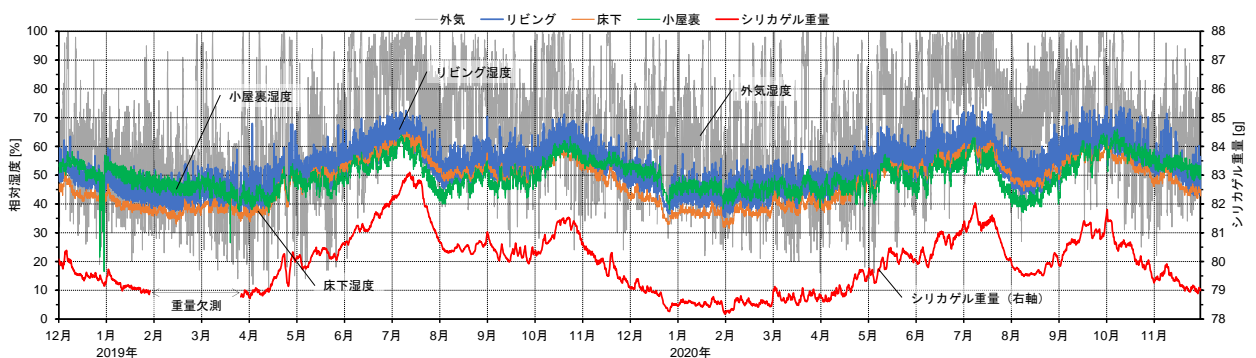


図3 相対湿度変動と床下シリカゲル(サンプル)の重量変化

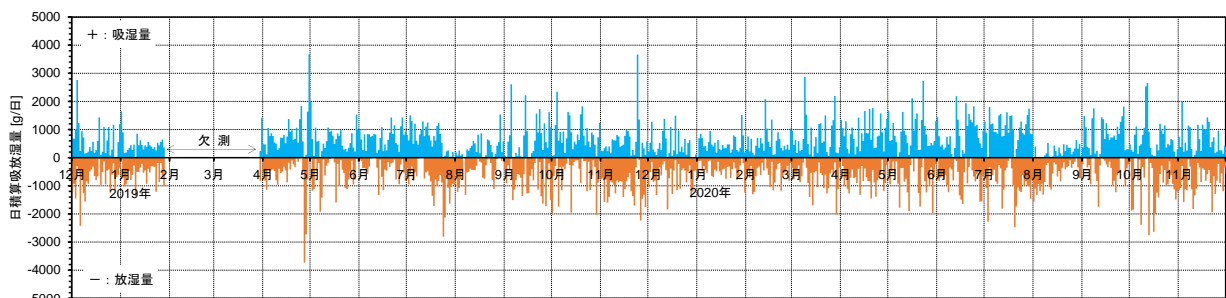


図4 床下シリカゲルによる日積算吸放湿量の推定値