

(継続課題)

NO.	12	技術開発 課題名	蒸暑期にも有効な超高断熱・高気密住宅（パッシブハウス）に関する技術開発		
事業者	・ハイシマ工業株式会社（代表取締役 靄島 一弘） ・京都工芸繊維大学（造形工学部門 工芸科学研究科 准教授 芝池 英樹） ・摂南大学（理工学部 住環境デザイン学科 教授 森山 正和） ・神戸大学（工学部 建築学科 准教授 竹林 英樹） ・ヤノ技研（代表取締役 矢野 直達）				
技術開発 経費の総額 (予定)	約	67	百万円	技術開発 の期間	平成 21年度～ 23年度
☒ 1 住宅等におけるエネルギーの効率的な利用に資する技術開発 ☐ 2 住宅等に係る省資源、廃棄物削減に資する技術開発 ☐ 3 住宅等の安全性の向上性に資する技術開発					
背景・目的	PCM部材や可変透湿防水膜を木質系超高断熱外皮に組み込み、顕熱交換換気システムと組み合わせ、数値・実験両面から建物の熱・湿気性能を調整し、冷暖房・除湿負荷が最小で平準化する組み合わせを探り出すことである。				
■技術開発の概要 ヨーロッパでは気候変動対策や脱化石燃料への開発を住宅レベルで探る気運が高まっており、夏期の冷房・除湿負荷が微少なことから、外皮暖房負荷を殆どゼロにまで削減する超高断熱・高気密な外皮性能を実現する断熱・防露設計が普及しつつあり、パッシブハウスと呼ばれている。さらに、P.V.、太陽熱給湯や燃料電池、その他の最先端エコ設備機器を組み合わせ、建物の1次エネルギー消費量を上回る1次エネルギーを創出するプラスエネルギーハウスと呼ばれる設計手法も脚光を浴びている。また、北米でも、超高断熱・高気密な外皮設計と負荷平準化により社会全体でエネルギー消費のピークを可能な限り平準化しようとする「ゼロピーク社会」に向けた取り組みを、オークリッジ国立研究所（米国）建築技術センターが中心となり推し進めている。翻って、我が国の住宅レベルの気変動対策や脱化石燃料社会に向けた取り組みは、高性能設備機器を活用することを主眼とする技術開発が主流となっており、室内空気温度の設定値は18～28（℃）とすることが一般的で、居住者の忍耐と着衣調整を前提としており、外皮の断熱・気密性能への要求は余り高いレベルではない。 この技術開発の目的は、ヨーロッパや北米で普及しつつある、暖房負荷を限りなくゼロに削減するための木質系の超高断熱・高気密外皮設計技術に着目し、蒸暑期の冷房・除湿負荷削減にも効力を発揮する外皮構成を創出することである。主な検討内容としては、不燃の無機系相変化部材を用いた潜熱式蓄熱空調システムや雰囲気相対湿度に応じて透湿抵抗が変化する高分子系の気密透湿膜（以下では気密可変透湿膜と呼称）を木質系超高断熱・高気密外皮に組み込み、高効率な熱回収第1種換気システム（熱回収式とは顕熱交換方式を指し、全熱交換方式はエネルギー回収式と呼び以下では区別する）と組み合わせ、建物全体での熱・湿気性能を数値予測と実証実験の両面からチューンアップし、冷・暖房・除湿負荷を可能な限りゼロに近づけ、同時に負荷パターンを可能な限り平準化する組み合わせを探り出す設計手法を確立することである。 1. 外皮性能基準、外皮構成計画、シミュレーションプログラムの開発 この技術開発を実施するにあたり試験体住宅は、さいたま市に建設した（図4）。当地は、日本列島のほぼ中央に位置し、しっかりとした暖房負荷があるとともに、夏は典型的な蒸暑気候となりヒートアイランドの顕在化も合わさっているため、試験地としては適切である。建物は、高齢化社会への今後のシフトを考慮し、需要が増えると考えられる2人暮らし住宅を想定して、1LDK+Sの建物（延べ床面積76㎡）とした。冷・暖房負荷の低減、外皮性能の安定性や永続性を実現するために、今回の住宅規模における現実的な計算条件を課してシミュレーションを行い（図1）、冷房、暖房負荷各々がバランス良く限りなくゼロに低減できる外皮構成を探り出した。設備としては、日射遮蔽装置、熱回収式第1種換気システム、LED照明機器を導入し、シミュレーションにもその条件を考慮している。またシミュレーションソフトの開発元であるFraunhofer建築物物理研究所にも足を運び、実測データの再現・検証のためのソフトのカスタマイズと検証作業への協力を要請し快諾の返事を得ている。なお、当開発設計手法については特許申請中である（特願2009-141773）。しかし、運用コストと材料価格・現場での施工時間等を含めた初期コストを加算した総コストに関する効率検討は、今後の課題である。今年度は、特に東日本大震災後の復興に少しでも寄与することを念頭に、建設工期の短縮と工費削減に効果のある材料等の選択肢を洗い出すことも試みる。 外皮工法の開発、試験体の建設、潜熱蓄熱空調技術開発 (a) 外皮工法の開発、試験体の建設 上述のシミュレーションにより選択した外皮構成に適した材料、工法にて試験体を建設した（図2）。実大試験体を建てるにあたり、各部材の個別設計では明確にならなかった、部材間の取り合い部分についても検討を進め、納まりの検証と改善に努めた。現在、想定発熱量、水蒸気発生量をスケジュールし、熱回収式第1種換気システム、および蓄熱式空調システムを動作させた状態で、室内外の熱・湿気環境測定を継続している。また、バイパスと熱回収回路を択一あるいは併用できる送風回路を設計・施工した。これは、蒸暑な夏期で屋外が清涼な時に、換気による外気潜熱負荷の抑制評価を目的としたダンパー制御のダクト経路であり、数値予測による有効性評価を済ませ工事も完了した。昨年度は、換気システムの4種類の空気（外気、吸気、換気、排気）の湿り空気状態量と外気と換気の送風量を測定し、その相互比較によりダンパー制御をしてダクト経路を選択する実験装置を設置し、短期間で合ったがエンタルピー制御の有効性に関する実測をした。しかし、ダンパー制御のロバストな判断基準を選定とコストパフォーマンスを考慮した実用性の検証が残されており、今年度は数値と実測の両面から詳細検討を進める必要がある。					

(b) 潜熱蓄熱式空調技術開発

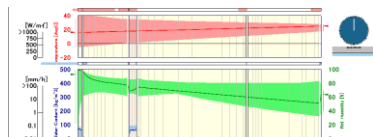
平成21～22年度は、超高断熱・高気密住宅に組み込んだ潜熱蓄熱式空調システムによる省エネルギー効果を試算し、性能実測を行った。従来の住宅と比べて、格別高断熱化されたこの試験体住宅では、熱負荷が大きく削減される予測結果を得た。即ち、従来型の空調システムでは設備容量が過大となり運用効率が低下するため、株式会社ヤノ技研と神戸大学の研究グループが研究開発を進めて来た潜熱蓄熱式空調システムを導入し、低負荷の住宅に対して効率的な冷・暖房が実現できることを実証し、その省エネルギー性能を数値と実測の両面から検討した。超高断熱・高気密住宅で活用できる潜熱蓄熱式空調システムとして、床下収納を実現するコンパクトな装置を開発し、試作機を試験体住宅に設備した(図3)。平成21年度は、試験体住宅の建設工程の関係で、極寒期の暖房運転に対する実測性能だけを計測した。しかし、実験住宅における空調システムの導入、試運転、測定センサーの設置・調整、測定条件の設定等の現場作業と併行して、数値シミュレーションによる通年評価を実施した。その結果、高いCOP値が想定される外気温度となる時間帯に室外機を作動させて蓄熱し、冷・暖房負荷の発生する時間に放熱させることで、冷・暖房システムの運用効率が高まり、大きな省エネルギー効果が得られることを確認した。昨年度は、冷暖房期の性能実測を実施し、制御回路の改善が必要となることを確かめた。今年度は、制御回路を回収した後に、試験体住宅における実測データと数値シミュレーションの結果を比較して検証し、モデルパラメータの調整等により計算精度の向上を図りながら、より効率的な運転パターンを探り出すことが課題として残されている。

3. 測定機器の設置

試験体住宅の建設を平成21年8月に開始し、実証データが必要となる各部材、屋外および室内状況、使用電力量が適切にモニターできる各種センサーの設置を並行して実施した。試験体住宅が平成21年12月に完成し、各種センサー(計236点(図5))の正常動作を確認し、自動計測の設定をした。現在継続して測定中である。

4. 実験データの収録・整理・検証

平成21年12月の試験体住宅完成後、センサーの設置確認、設定を実施し、データ収録を徐々に拡張した。殆どのセンサーに関しては、厳寒期の測定データを確実に取得した。この時期の室内温熱環境を見ると、20℃とした空調設定温度に対し、室温は±2℃以内で安定して緩慢に時間変動していたことを確認した(図6)。空調エネルギー使用量に関しても、深夜電力契約が認められた時間帯に数回作動しただけで、限られた空調機の作動時間で、室温が快適な温度域に維持されていた。現実の日本の四季下でフル運用し、四季折々の建物の屋内温熱性能、外皮内の熱・湿気性状をモニターし、長期の建物熱・湿気性能とその安定性や耐久性がシミュレーション結果と妥当な精度で一致するかを検証することは、今後1年間に残された課題である。



外皮温度・湿気性状の数値予測(図1)



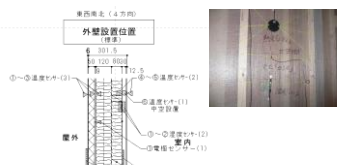
外皮工事状況(図2)



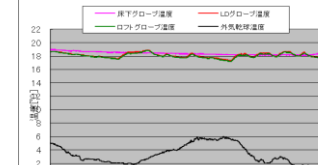
蓄熱空調機設置状況(図3)



試験体完成状況(図4)



外壁センサーの設置場所(図5)



H22.1.11室内温度状況実測値(図6)

総評

平成21年度に試験体住宅が建設されて以降、着実に実証データが得られ検証が進められている。先導性の高い開発ではあるが、製品化・実用化に向けては課題も多いことから、計算による効果測定・検証を重視し、確実な成果とすることを期待したい。