

| | |
|--------------|---|
| Title | 潜熱蓄熱材（PCM）を利用した住宅の熱環境調整に関する研究 |
| Author(s) | 添田, 晴生 |
| Citation | |
| Issue Date | |
| Text Version | ETD |
| URL | http://hdl.handle.net/11094/24515 |
| DOI | |
| rights | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

| | |
|------------|---|
| 氏名 | 添 田 晴 生 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学) |
| 学位記番号 | 第 17909 号 |
| 学位授与年月日 | 平成15年3月25日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科システム人間系専攻 |
| 学位論文名 | 潜熱蓄熱材(PCM)を利用した住宅の熱環境調整に関する研究 |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 木本日出夫 (副査) 教授 吉川 孝雄 教授 辻本 良信 |

論文内容の要旨

本論文では、住宅におけるエネルギー消費量の削減、熱負荷の削減、並びに熱環境を調整することを目的として、相変化する際に熱エネルギーを吸放熱する潜熱蓄熱材(PCM、Phase Change Materials)を住宅に適用した。そのPCMの適用方法として、内装の仕上げ材である石膏ボードにPCM(パラフィン)を混入したボード(PCM壁ボード)に着目し、標準的な住宅にPCM壁ボードを利用した場合の日本の気象条件下における熱負荷削減効果、熱的快適性の向上効果について調べ、その結果を第1章から第7章にまとめた。

第1章では、住宅や空気調和の分野における蓄熱技術について概説した。

第2章では、第3章で用いている熱気流環境解析コードについて概説した。

第3章では、長期間の熱負荷予測、並びに室温予測を可能とするために、熱気流環境解析コードの気流計算を省略したモデル(マクロモデル)を作成し、従来の気流計算を加えたモデル(マイクロモデル)と比較を行った。

第4章では、PCM壁ボードの熱的特性を調べるためにPCMとしてパラフィン(n-オクタデカン)を取り上げ、示差走査熱量測定(DSC、Differential Scanning Calorimetry)、並びに恒温水槽を用いた実験によりパラフィンの融解・凝固温度特性を調べた。

第5章では、第4章で調べた特性を熱伝導計算モデルに組み込み、パラフィンを用いた融解実験の実験結果と計算結果の間で比較を行い、計算モデルの妥当性を示した。

第6章では、この融解・凝固温度特性を考慮した熱伝導計算モデルをマクロモデルに組み込み、標準住宅モデルにPCM壁ボードを利用した場合において、大阪と長野の夏期(6月~9月)の気象データを用いて熱負荷予測計算を行った。その結果、長野では夜間に外気を室内に導入した場合、PCM壁ボードは石膏ボードを適用した場合に比べて冷房負荷を8%削減すること、また熱的に快適である時間帯を数パーセント長くすることが可能であることが示された。

第7章では、本研究の成果をまとめ、総括している。

以上のように、本論文ではPCM壁ボードを利用した住宅の熱負荷や熱的快適性を予測・評価できるツールを作成し、PCM壁ボードを利用した標準的な住宅の熱的な効果を日本の夏期の気象条件下において調べ、新しい知見を提示している。

論文審査の結果の要旨

室内熱環境を安定化させることは熱的快適性の向上ならびに省エネルギーにつながる重要な課題であり、この熱環境を安定させるために相変化を伴う潜熱蓄熱材 (PCM) を利用することにより、さらなる省エネルギー効率上昇・省スペース化につながる。

本論文では室内の熱環境ならびにエネルギー消費量を予測・評価することを目的として熱・気流環境解析コードによる数値環境試験室を構築しており、これをベースとして、長期間の室内熱負荷ならびに室温の予測を可能とする独自の簡易計算モデルを作成している。

また、本論文では潜熱蓄熱材として安定した潜熱が得られるパラフィンを選び、示差走査熱量測定 (DSC) ならびに恒温水槽実験により、その融解・凝固特性を調べ、融解温度は 26.0°C 付近から 26.5°C、凝固温度は 25.4°C から 25.2°C 付近であるが、過冷却現象や、融解温度と凝固温度に差が生じるヒステリシス現象があることを明らかにした。そこで、この融解・凝固特性を考慮して潜熱数値モデルを作成し、パラフィンの融解実験の結果と計算結果との間で比較を行い、計算モデルの妥当性を確認し、この計算モデルを解析コードに組み込んでいる。

さらに、本論文ではパラフィンを建材である石こうボードに含浸させた PCM 壁ボードを取り上げ、日本の夏期の気象条件下に適用することにより、その PCM 含浸効果をモデル計算の対象地を大阪と長野として調べている。その結果、長野の気象条件を用いた場合は夜間の外気温度が 25°C を下回るために昼間融解したパラフィンが夜間に凝固して潜熱を回復して潜熱の利用頻度が高く、特に夜間に換気を多くした場合は石こうボードを使用した場合に比べて顕熱・潜熱を合わせた冷房全熱負荷を約 14% 削減することを明らかにした。また熱的快適性の面でも安定化が見られ、PCM 壁ボードの熱環境安定・調整の効果を明らかにした。

以上のように、本論文は潜熱蓄熱材を利用した住宅の熱環境調整に道を拓く成果をあげており、博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。