

【様式1】

概要書

研究名	蓄熱・調光機能を適用したガラス被覆付設空間の開発
民間機関等 (相手方)の名称	室内気候研究所

研究の概要	<p>1. 研究の目的</p> <p>近年、ウェルネス住宅など高齢者がより健康に暮らせる住宅が求められている。さらに、情報通信技術を活用したテレワークが普及し、住宅で過ごす時間が長時間化・高度化することが予見される。そこで、本研究では健康を増進しつつ、知的生産性の向上に資する建築空間としてガラス被覆付設空間(グリーンハウス)を取り上げた。ガラス被覆付設空間についてはいくつかの報告があるが、佐藤らは北海道における住宅用ガラス被覆付設空間の調温・調湿性能に着目し、その有効性を明らかにした。同時に夏期の日射受熱による過度な温度上昇が課題であることを指摘している。一方、寒冷地における建築物の窓ガラスの熱性能を向上させる方法としては、ガラスの多層化と金属膜を蒸着した低放射(Low-E)ガラスの使用が一般的であるが、冬季の日射取得率の低下が課題となっている。冬季の開口部からの日射取得は省エネルギーの側面のみならず、健康や快適性の面においても重要な要素となっている。これまで日射調整や防眩および眺望の確保には、カーテンやブラインドが使用されてきたが、日々の清掃やメンテナンスを考慮する必要がある。そこで本研究では、ガラスに液晶調光フィルムを組み合わせることで、冬季の日射取得と夏期の日射遮蔽を可能にし、眺望や防眩を調整可能な窓システムを実現し、新たなグリーンハウスを開発することを目的とした。さらに、既往研究を参考に生活温度帯で高い蓄熱性能を示す潜熱蓄熱材(脂肪酸エステル系 PCM)と施工自由度の高い樹脂モルタルを組合せ、グリーンハウスの床や壁に施工することで、夏季の過昇温の抑制と、冬季の日射受熱を暖房用の熱源として活用することが可能となり、グリーンハウスに隣接する居室の環境改善が期待できる。</p>
-------	--

本研究では、ガラスに液晶調光フィルムを適用したときの日射熱取得率および可視光透過率を定量化し、PCMを混和した樹脂モルタルの基礎的な熱特性を評価した。また、得られた結果をもとに札幌の気象データから、グリーンハウスのシミュレーションを行い効果を検証した。

2. ガラスの性能測定

2.1 ガラスの熱貫流率および日射熱取得率

使用したガラスはLow-E複層ガラスにアルゴンガスが封入されており、熱貫流抵抗の向上に寄与している。ガラスの熱貫流率の測定はJIS A 1493:2014に基づき測定を行った。測定は周囲を断熱したガラス試験体を人工気象室の界壁に設置し、屋内区を23[°C]一定に保ち、屋外区を0[°C]から-5[°C]ずつ-20[°C]まで段階的に降温したときの室温(室内・室外)、表面温度(室内・室外)、熱流密度(室内・室外)を測定した。ガラス試験体の熱流密度と内外温度差を用いて、定常熱貫流式より試験体の熱貫流率を求めた。

日射熱取得率は日射計(波長域:300nm-2800nm)を用いて測定した。印加電圧によって曇り度が増える液晶調光フィルムをガラスに貼り付けた試験体を人工気象室の界壁に設置し、屋外区側から高演色性メタルハライドランプ(陽光ランプ)を照射し、日射量を測定した。日射計の先端からランプ先端の距離は600[mm]とした。日射熱取得率 η [-]は照射日射熱量 Q_{Solar} [W]に対する照射日射取得熱量 Q_{Gain} [W]の比(Q_{Gain}/Q_{Solar})として求めた。測定は液晶調光フィルムの印加電圧を可変抵抗器で0[V]から100[V]まで5[V]ずつ変化させ測定を行った。

2.2 ガラスの可視光透過率および視認性評価

板ガラスの可視光透過率は、分光測光器を用いて測定する方法がJIS R 3106:20194)に規定されているが、簡易的にその場測定する方法として、照度計(波長域:380nm-780nm)を使用して測定を行った。日射熱取得率と同様に、可視光透過率 τ [-]は、日射照度 E_{Solar} [lx]に対する透過照度 E_{Trans} [lx]の比(E_{Trans}/E_{Solar})として求めた。また、調光フィルムによる視認性(眺望)の評価は人工気象室の屋外区にカラーバーを設置し、屋内区からデジタルカメラで撮影した画像の彩度の変化率 ζ [-]を解析して評価した。

3. PCMを適用した樹脂モルタルの熱性能測定

3.1 試験体について

試験体は融点が23[°C]と36[°C]のPCMを母材の重量に対してそれぞれ0、10、20、30[wt%]混和した7体を作成した。試験体は人工気象室(23°C,60%RH)で2週間以上養生してから実験を行った。

3.2 測定方法について

試験体の左右に熱流計を取り付け、ステンレス板で挟みアルミテープで固定した。その後、恒温恒湿器に立てて設置し、試験体の左右の表面温度と熱流密度、試験体の中心温度および恒温恒湿器内の温度を測定した。恒温恒湿器の温度制御は融点を含む 35[K] の範囲で降温、昇温し、速度は 3[K/h] とした。解析法は、JSTM の潜熱蓄熱建材の蓄熱特性試験方法を参考に評価した。

4. グリーンハウスのシミュレーション

4.1 シミュレーションの概要

既往研究を参考に、グリーンハウスの床に PCM を混和した樹脂モルタルを適用し、ガラスに液晶調光フィルムを使用したときの室温変動抑制効果について、札幌の冬期と夏期の気象データ(2017年)に基づき計算を行った。

4.2 グリーンハウスのモデル化

グリーンハウスは図 7 のようにモデル化した。室温は温度分布がなく、熱容量を有する点と考え、居間からの流入熱と日射による蓄熱層からの熱取得および、外気への熱損失により時間差分間隔毎に温度が変化するものとし、熱平衡式を定義した。床や居間の壁は完全断熱とし、居間の室温は冬期が 22[°C]、夏期が 26[°C] とした。また、蓄熱層は一次元の多層平板にモデル化して計算を行った。

5. 研究の成果

本研究により得られた知見を総括して以下に示す。

- 1) 液晶調光フィルムを適用したガラスの熱特性試験を行い、熱貫流率 U_g 、日射熱取得率 η 、可視光透過率 τ を定量化した。
- 2) 液晶調光フィルムを適用することによって、日射熱取得率は概ね 25[%] 調整可能となった。また、可視光透過率は約 8[%] 程度であるが、乳白色となり視界は遮蔽するが、拡散光として昼光を有効に活用できることが確認できた。
- 3) PCM を混和した樹脂モルタルの蓄熱量の定量化を行い、生活温度帯で高い蓄熱性能を有していることが確認できた。
- 4) 札幌市の気象データをもとに、PCM 混和樹脂モルタルを適用したグリーンハウスの冬期と夏期のシミュレーションを行った。冬季は PCM 蓄熱層により冷え込みが軽減した。夏期は液晶調光フィルムを併用することで日射受熱量が低減し、過昇温を抑制することができた。