

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：22303

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26420587

研究課題名(和文)居室における簡易調湿設計のための新たな評価指標の提案とその現場測定法の確立

研究課題名(英文) Proposal of the New Evaluation Index for the Simple Design of Humidity Control in the Residential Room and Establishment of its Field Measurement Method

研究代表者

三田村 輝章 (MITAMURA, Teruaki)

前橋工科大学・工学部・准教授

研究者番号：10406027

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、従来の建材ベースでの吸放湿量から調湿性能を評価する手法に代わる新たな居室全体の調湿性能を評価する手法を開発し、その現場測定法を確立することを目的とする。第一段階として、小型チャンバー実験を実施した。実居室での現場測定を想定したアクリル製の小型チャンバーを製作し、チャンバー内の加湿・減湿による湿度応答から調湿性能を評価する方法とその手順について検討した。次に、実大居室を対象とした実験を実施した。内装仕上げが土壁とビニル壁紙の2室を対象とし、小型チャンバー実験での結果を踏まえて実験を行った。その結果、提案した評価指標により、両室の調湿性能の違いを定量的に評価できることを示した。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study is to develop the evaluation method for the moisture buffering effect in the residential room as an alternative to the traditional method based on absorption and desorption of moisture from the building material. As the first step, the small chamber test was conducted. The test chamber for assuming the field measurement in the residential room was made of acrylic boards. The evaluation method of the moisture buffering effect from the response by humidification and dehumidification in the test chamber, and the experimental procedure were discussed. As the next step, experiment in the real scale test house was conducted. The test house consists of two rooms which interior finishing material are the mud wall and vinyl wall paper. Experiments were carried out based on experimental results of the test chamber. As a result, it was showed that the difference of the moisture buffering effect in both room was quantitatively evaluated by the proposed index.

研究分野：工学

キーワード：調湿性能 現場測定 評価指標 模型実験 実大実験

1. 研究開始当初の背景

近年、断熱気密住宅の普及に伴い、過度な高湿度・低湿度が生じることによる居住者への健康影響のほか、建物への被害が指摘されている。そのため、室内湿度を適切なレベルに維持するための手法がますます重要となるが、最近では、廉価なビニル壁紙に替わって、調湿性能に優れた無垢の木材や土壁などの自然素材が好まれている他、多孔質体による調湿建材が商品化されるなど、内装仕上げ材の調湿機能への要求が高まっている。一方、調湿建材の性能評価については、JISによる湿度応答法や密閉箱法が提案されているが (JIS A 1470, 2002), この方法では建材自体の吸放湿量の多少は判断できるものの、室内湿度への影響を表現したものではないため、居室に適用した際の効果については直接的に把握できない。そのため、設計時に室の調湿性能とそれにより実現される湿度変動を簡易に把握するには、室の調湿性能と湿度変動の関連性を表現する新たな評価指標のほか、それを現場測定により把握する方法が必要となる。

2. 研究の目的

本研究では、居室の調湿性能を評価するための新たな評価指標の提案とその現場測定法の確立を目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、第一段階として、小型チャンバーによる実験を行い、現場測定における測定手順や評価指標の妥当性について検証する。次に、小型チャンバー実験での検討結果を踏まえて、実大居室を対象とした実験を行い、様々な内装仕上げによる調湿性能の違いについて評価を試みる。

(1) 小型チャンバー実験

図1に実験装置の概要を示す。実験用のチャンバーは厚さ6mmの亚克力板で製作し、容積1m³の実験チャンバーと容積0.5m³の予備チャンバーの2室で構成されている。実験チャンバー内の換気は、小型電動ポンプ (APN-215NV-1, IWAKI製) を給気および排気に用いる第1種換気方式とし、導入空気は温湿度制御装置 (PAU-300S-HC, アピステ製) により温湿度を20℃, 50%RHで一定に制御した空気を送風する。実験チャンバー内には、電子天秤2台 (FB-2000, GX-6100, エー・アンド・ディ製), 加熱式加湿器 (SHM-100U, 加湿能力: 約100ml/h, アイリスオーヤマ製) のほか、吸放湿体として多孔質内装パネル5枚 (303×303×5.5mm, LIXIL製) を設置し、加湿器と吸放湿体の重量変化から実験チャンバー内の加湿量と吸放湿量を計測する。また、実験チャンバー内の換気回数は、トレーサガスとしてCO₂ガスをを用い、濃度変化をCO₂計 (TR-76Ui, ティアンドディ製) により計測して、濃度減衰多時点法により算出する。

図2に実験スケジュールを示す。実験では、

チャンバー内で一定量・一定時間の加湿を行った後、一定時間の減衰を行うサイクルを繰り返し、その際の湿度変動から調湿性能を評価する。実験条件は、加湿+減衰のサイクルを3時間毎と6時間毎とする条件と吸放湿体の有無による条件を組み合わせた4ケースとする (Case1-1~Case2-2)。実験は前橋工科大学構内の実験室内にて実施し、チャンバー周囲の温湿度を実験室の空調により安定させた環境下で行う。チャンバー内の温湿度の計測は、静電容量式湿度センサープローブ (精度: 湿度±0.8%RH, 温度±0.1℃, rotronic製) を搭載するデータロガー (HygroLog HC-NT rotronic製) を使用し、5分間隔でデータを記録する。測定箇所は実験室内、実験チャンバー内の給気口付近、チャンバー中央付近、排気口付近の3箇所とし、実験結果はチャンバー内3箇所の平均値を用いる。

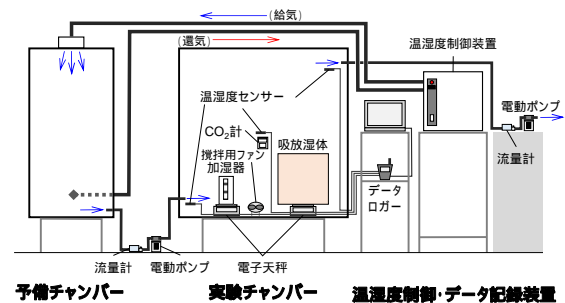


図1: 実験装置の概要

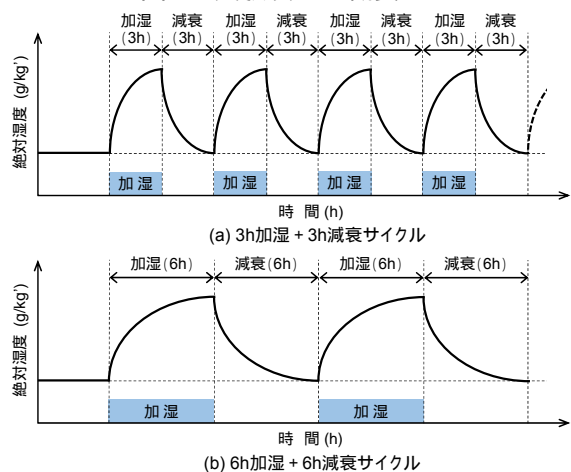


図2: 実験スケジュール

(2) 実大居室を対象とした実験

図3に実験棟の外観を示す。実大居室は土壁の実証試験のために長野県上田市に建設された実験棟を利用する。実験棟は、床面積9.94m²の居室2棟が切妻屋根で連結された建物である。内装仕上げは、西側の棟は土壁 (以下、土壁棟), 東側の棟はビニル壁紙 (以下、ビニル壁紙棟) となっている。両棟とも壁厚は約200mmであり、土壁棟の内装仕上げは土壁30mm, その外側に断熱材として羊毛69mm (100mmを圧縮) と樹皮断熱ボード15mmが施されており、通気層、唐松板張りとなっている。ビニル壁紙棟の内装仕上げは繊維混

入けい酸カルシウム板 6mm を下地としてビニル壁紙が貼られ、外側は土壁棟と同様の構成であるが、羊毛の厚さは 100mm である。窓は複層ガラス (FL3 + A12 + FL3) が用いられている。両棟ともに暖房器具として薪ストーブが設置されているが使用しておらず、冷房設備は設置されていない。また、換気設備として換気ファン (パイプファン) と給気口が設置されている。

室内の温湿度は温湿度データロガー (ロトロニック製, HL-NT) により 5 分間隔で計測する。両棟に電子天秤 (A&D 製, GP-12KR) と加湿器 (アイリスオーヤマ製, 加熱式, 加湿能力: 約 400ml/h) を設置し、加湿器の重量変化より加湿量を把握する。また、実験棟の換気回数は、トレーサガスとして CO₂ ガスを用い、濃度変化を CO₂ 計 (TR-76Ui, ティアンドディ製) により計測して、濃度減衰多時点法により算出する。実験は換気ファンを常時運転した状態で、3 時間の加湿と 3 時間の減衰を 1 サイクルとし、これを数日間繰り返すことによる室内の湿度変動を把握する。



図 3: 実験棟の外観

(3) 調湿性能の評価方法

図 4 に調湿性能評価の概要を示す。提案する評価指標の算出手順は、実験により得られた絶対湿度変動の曲線によって囲まれた面積 S を算出する。また、周壁の吸放湿が生じない場合の絶対湿度変動を実験により得られた外気温湿度、換気量、加湿量を入力値として計算により算出し、吸放湿なしの絶対湿度の変動の曲線によって囲まれた S' を算出する。周壁の吸放湿のある実験値と吸放湿のない理論値 (計算値) との比である S/S' 値を評価指標として用いる。 S/S' 値が小さいほど調湿性能が高いことを示す。

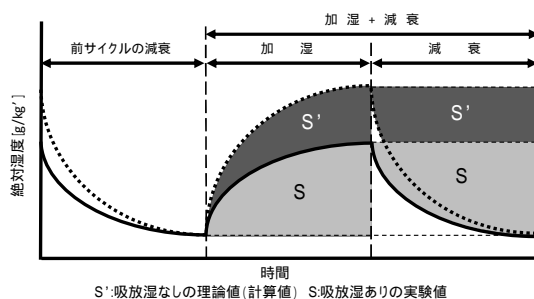


図 4: 調湿性能評価の概要

4. 研究成果

(1) 小型チャンバー実験

図 5 に評価指標 S/S' 値の算出結果を示す。Case1-1 (加湿・減衰 3 時間, 吸放湿体無し) では 4 サイクル目までは加湿時, 減衰時, 加湿 + 減衰ともに差が大きいが、それ以降はいずれも約 0.8 で安定している。その他のケースでは、1 サイクル目ではやや差がみられるものの、3 サイクル目以降は安定し、Case1-2 (加湿・減衰 6 時間, 吸放湿体無し) では約 0.8, Case2-1 (加湿・減衰 3 時間, 吸放湿体あり) と Case2-2 (加湿・減衰 6 時間, 吸放湿体あり) では約 0.4 となり、加湿 + 減衰時間の異なるケースで比較しても、ほぼ同一の結果が得られており、吸放湿体による調湿効果を同等に評価できていると考えられる。 S/S' 値は、吸放湿体がない場合に対する絶対湿度変化の緩和割合を表現するものであり、吸放湿体のない Case1-1 及び Case1-2 では理論的には 1.0 となるが、今回の結果では 2 割程度の差が生じた。一方、吸放湿体を設置した Case2-1 及び Case2-2 では約 0.4 となったが、これは吸放湿体がない場合に対して湿度変化が 4 割程度におさまることを意味しており、湿度変動幅から判断するとほぼ妥当な結果といえる。

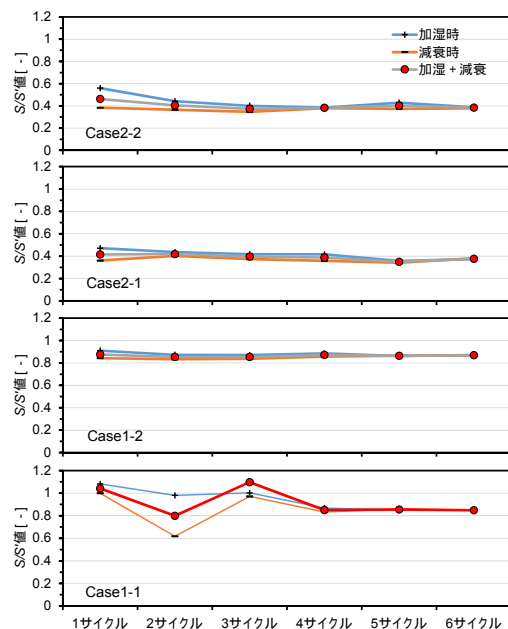


図 5: 小型チャンバー実験による評価指標 S/S' 値の算出結果

(2) 実大居室を対象とした実験

図 6~8 にそれぞれ加湿時, 減衰時, 加湿 + 減衰時の評価指標 S/S' 値の算出結果を示す。加湿時では、1~3 サイクル目まで土壁棟で約 0.31, ビニル壁紙棟では約 0.48 で安定しているが、4 サイクル目から両棟とも低下し、また、7 サイクル目で上昇しているのは、外気の温湿度による影響を受けていることが考えられる。変動幅は土壁棟が 0.26~0.38, ビニル壁紙棟が 0.39~0.52 となり、平均値は土壁棟が約 0.3, ビニル壁紙棟が約 0.45 と土壁棟の方が約 0.15 小さい。減衰時では、

変動幅は土壁棟が0.23~0.34,ビニル壁紙棟が0.33~0.52となり,日中において評価指標が低くなる傾向が伺える。1サイクル目と6サイクル目を除いて両棟の差は0.13~0.17となり,外気の温湿度が変化を始めた6サイクル目では差は約0.1と小さくなっている。平均値は土壁棟が約0.3,ビニル壁紙棟が約0.46と土壁棟の方が約0.16小さい。加湿+減衰時では,変動幅は土壁棟が0.25~0.32,ビニル壁紙棟が約0.37~0.5となり,平均値は土壁棟が約0.3,ビニル壁紙棟が約0.45と土壁棟の方が約0.15小さい。

以上より,加湿時,減衰時,加湿+減衰時の3つにおいて評価指標の平均値は両棟で大きな差は殆どみられず,いずれも評価指標S/S'値は土壁棟の方が小さくなることから,土壁の調湿効果が大きいことを定量的に明らかにできた。

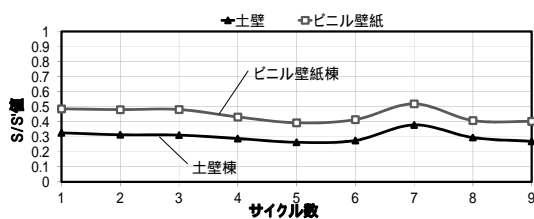


図6: 実大居室を対象とした実験による加湿時の評価指標 S/S' 値の算出結果

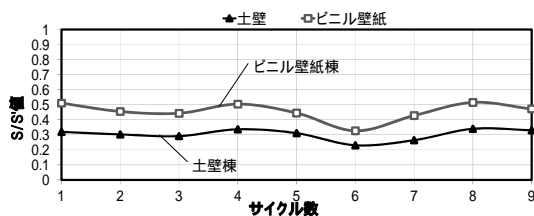


図7: 実大居室を対象とした実験による減衰時の評価指標 S/S' 値の算出結果

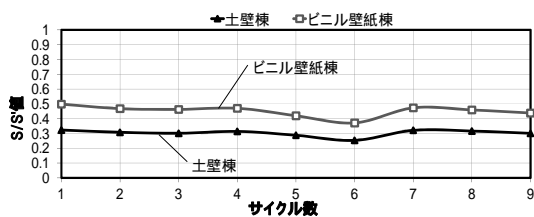


図8: 実大居室を対象とした実験による加湿+減衰時の評価指標 S/S' 値の算出結果

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

三田村輝章, 居室における調湿性能評価とその現場測定法に関する研究 - 小型チャンバー実験による評価方法の検討 - 人間 - 生活環境系学会大会 第39回人間 - 生活環境系シンポジウム, 2015年11月20日~21日, 産業技術総合研究所

柳下雄介, 三田村輝章, 志摩拓実, 石川恒夫, 大井明弘, 土壁建築の環境性能に関する研究 - 実験棟における調湿性能評価 - , 日本環境管理学会大会 2017 第30回研究発表会, 2017年5月19日~20日, タワーホール船堀

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三田村輝章 (MITAMURA, Teruaki)

前橋工科大学・工学部建築学科・准教授

研究者番号: 10406027

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号:

(4) 研究協力者

()