

換気カプセル法による建材の調湿性能評価装置の開発

改変型発汗計を用いたカプセル寸法に関する小型チャンバー実験

Development of the Equipment for Evaluation Moisture Buffering Effect of Building
Materials by the Ventilation Capsule Method
Small Chamber Experiments on Capsule Dimension Using a Modified Sweating Meter

今井 亮太*1、三田村 輝章*2

Ryota IMAI, Teruaki MITAMURA

keywords : moisture buffer effect, a modified sweating meter, ventilation capsule,
the moisture absorbing and desorbing material

調湿性能、改変型発汗計、換気カプセル、吸放湿材

1. はじめに

室内の快適性の向上や結露防止のために、調湿性能に優れた建材が開発されている。建材の調湿性能の評価については JIS-A 1470-1 で定められている手法が一般的である。これは、試験片を実験チャンバー内に設置し、チャンバー内の空気を加湿・減衰させ、その際の試験片の重量変化によって、調湿性能を評価するものである。しかし、これは建材単体の吸放湿量の評価であり、ある条件下における性能比較の目安でしかなく、通常の室内環境下のように有機的に変化する水蒸気発生に対する実用的な評価方法とは言い難い。そこで、本研究では従来、皮膚表面の発汗量を計測する発汗計の原理に着目し、実環境下における周壁の吸放湿量を直接、かつ、リアルタイムに計測する方法を開発することを目的とする。本報では、その基礎的な段階として、改変型の発汗計を用い、換気カプセル法による建材の吸放湿量の計測方法について検討する。また、建材表面に取り付けるカプセルの寸法を変化させ、最適なカプセルの寸法を検討する。

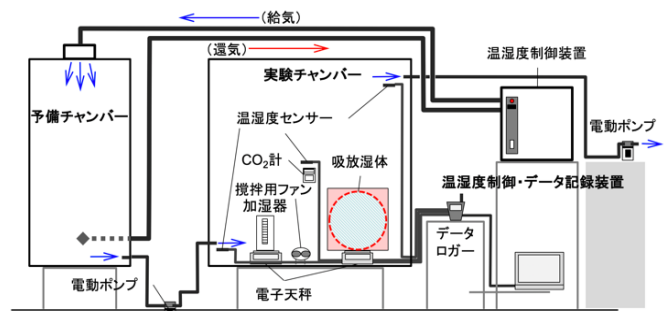


図1 実験装置の概要

表1 実験条件

実験条件	直径 (mm)	厚み (mm)
Case A	50	5
Case B	50	10
Case C	100	5
Case D	100	10

2. 実験概要

2-1. 実験装置

図1に実験装置の概要を示す。実験装置は、温湿度制御装置、厚さ6mmのアクリル板で製作された容積1 m³の実験用チャンバーと容積0.5 m³の予備チャンバーから構成されており、温湿度制御装置から25°C・50%RHに制御された空気が、予備チャンバーに給気された後、電動ポンプによって実験チャンバー下部に給気され、上部から排気される。実験チャンバーにはパネル状の吸放湿体(300mm×

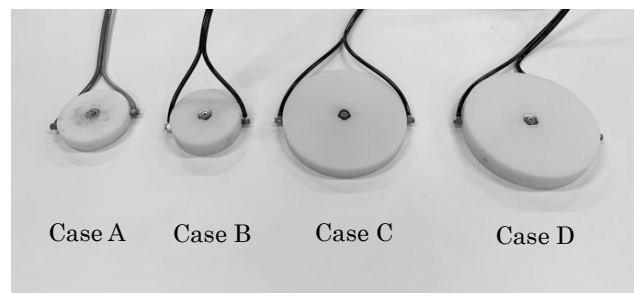


写真1 実験に使用した換気カプセル

*1 前橋工科大学大学院 工学研究科・博士前期課程

*2 前橋工科大学 准教授・博士(工学)

Graduate Student, Maebashi Institute of Technology
Associate Prof., Maebashi Institute of Technology, Dr. Eng

300mm×5mm)2枚と加熱式加湿器(SHM-100U, 加湿能力: 約100mL/h, アイリスオーヤマ製)を電子天秤の上に設置する。3時間の運転、3時間の停止を1サイクルとする湿度励振を繰り返し、チャンパー内の湿度環境を変化させ吸放湿体を吸放湿させる。吸放湿体の重量変化から単位面積当たりの吸放湿量を算出し、これを吸放湿量の真値とする(重量変化法)。加湿器の重量変化からは、1サイクル当たりの平均加湿量を算出する。また、同時に吸放湿体の表面には発汗計の換気カプセルを装着し、吸放湿量を測定する(換気カプセル法)。両者の値を比較することで、その精度について検証する。表1に実験条件、写真1に実験に使用した換気カプセルを示す。装着するカプセルの寸法は径と厚みを組み合わせたCase A~Dの4種類である。

2-2. 測定方法

チャンパー内の温湿度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°C, 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。また、加湿器と吸放湿体の重量変化を電子天秤(FB-2000, GX-6100, エー・アンド・ディー製)により5分間隔で計測する。チャンパー内の換気回数は二酸化炭素をトレーサースガスとして各実験の開始時に濃度減衰法により算出する。

3. 実験結果

3-1. チャンパー内温湿度

実験装置を稼働させ、吸放湿体の吸放湿量が最も安定していた8サイクル(2880min)について評価する。1サイクル当たりの平均加湿量は加湿器の重量変化から、Case A、B、C、Dでそれぞれ33.50g、45.09g、40.14g、42.81gであり、ばらつきは小さく、安定して加湿・減衰が行われていた。また、チャンパー内の換気量は全ての実験において約1.0回/hであった。

図2に実験チャンパー内の温度変化を実験条件ごとに示す。チャンパー内の温度は、加湿時に0.8~1.2°C程度上昇し、減衰時に低下していることがわかる。実験装置を設置した実験室内は常に空調を稼働させ、一定の温度環境を保っていたため、実験条件によるチャンパー内温度の差は少なく、すべてのケースで22.2~24.4°Cの範囲で変動している。

実験チャンパー内の相対湿度を図3に示す。加湿量が最小であったCase Aの変動範囲が小さくなっているように、実験条件によって差は見られるが、60~85%RHの範囲で変動し、加湿時と減衰時の相対湿度の差は全ての条件で約20%RHとなっている。

温度と相対湿度から算出した重量絶対湿度を図4に示す。室温の差が小さいため、すべての条件において全体的な傾向は相対湿度と同様である。加湿時の最大が14.5~16.0g/kg'、減衰時の最小が10.0~11.4g/kg'の範囲となっており、絶対湿度差から求めた各サイクルの加湿量の平均は、

Case A、B、C、Dで3.61g/kg'、4.66g/kg'、4.50g/kg'、4.53g/kg'であった。Case Aの加湿量が他のサイクルよりも低いことがわかる。

3-2. 吸放湿体の重量変化

図5に吸放湿体の重量変化を示す。Case Bでは加湿・減衰が繰り返されるに従って、減少傾向にあるが、その他のカプセルでは全体的な変化は小さい。また、各実験の間隔は1日以上を確保し、チャンパー内部を開放し、同じパネルは連続して実験に用いていないが、Case A、B、C、Dの順に吸放湿体の初期重量が大きくなっていることがわかる。吸湿時の1サイクルあたりの平均重量増加量は、Case A、B、C、Dでそれぞれ5.03g、5.64g、5.47g、6.30gで、放湿時の1サイクルあたりの平均減少量は4.55g、6.33g、5.40g、6.13gとなっていた。吸湿時の増加量と放湿時の減少量に大きな差は無いが、Case Bのみ放湿時の減少量が吸湿時の増加量を上回っていることがわかる。

3-3. 換気カプセル法による吸放湿量

図6に換気カプセル法によって測定された吸放湿量を示す。本来は発汗量を計測するためのものであるため、正が吸湿、負が放湿を示す。直径50mmのカプセル(Case A、B)と、直径100mmのカプセル(Case C、D)との間で大きな差が見られた。直径100mmのカプセルの吸放湿量が、直径50mmとしたCase A、Bの4分の1程度となっている。カプセルの厚さに関しては、直径の同じCase AとCase Bでの比較やCase CとCase Dでの比較では、吸放湿量に大きな差がなく、実験条件間における加湿量の違いもあるため、明確な差が認められない。また、Case Bでは加湿・減衰のサイクルを繰り返すことによって加湿量が少なくなっており、その影響により吸放湿体の重量は減少傾向にあり、換気カプセル法においても、吸湿量より放湿量の方が多くなっていることが確認できるが、他のケースでは吸湿量と放湿量に大きな差がなく安定している。

3-4. 換気カプセル法と重量変化法の比較

図7に換気カプセル法と重量変化法による吸放湿量の比較を示す。直径50mmのCase A、Bでは、重量変化法の吸放湿量に対して、換気カプセル法の吸放湿量が0.002~0.006mg/minほど小さくなっている。直径100mmのCase C、Dでは、Case A、Bよりも換気カプセル法と重量変化法の差が0.007~0.012mg/minと更に大きくなっており、重量変化法に対して約5分の1以下の値となっている。換気カプセル法と重量変化法の1サイクルあたりの吸放湿量差の平均はCase A、B、C、Dでそれぞれ、0.0048、0.0049、0.0073、0.0085mg/min、放湿時では、0.0037、0.0053、0.0073、0.0084mg/minとなっている。また、カプセルの厚みによる比較をすると、10mm厚のCase B、Dが、5mm厚のCase A、Cに比べ、重量変化法と換気カプセル法との差がやや大きくなっている。

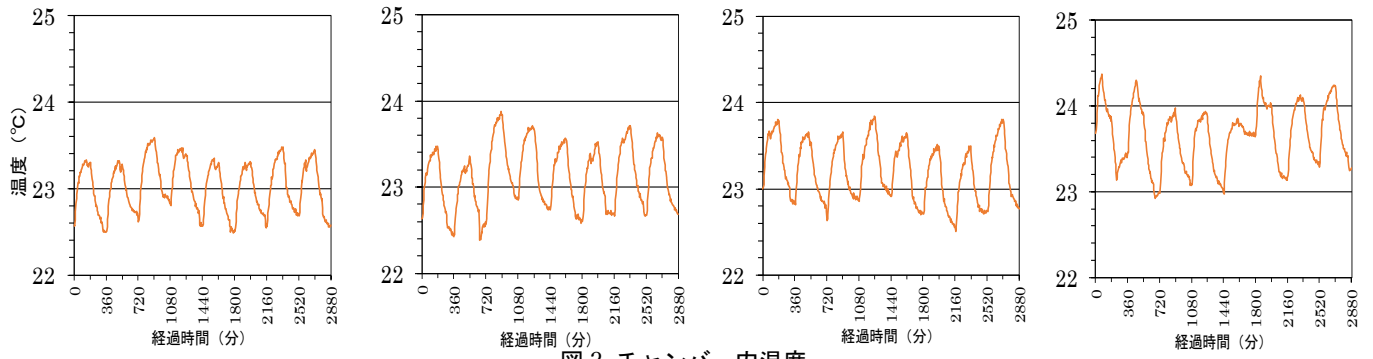


図2 チャンバー内温度

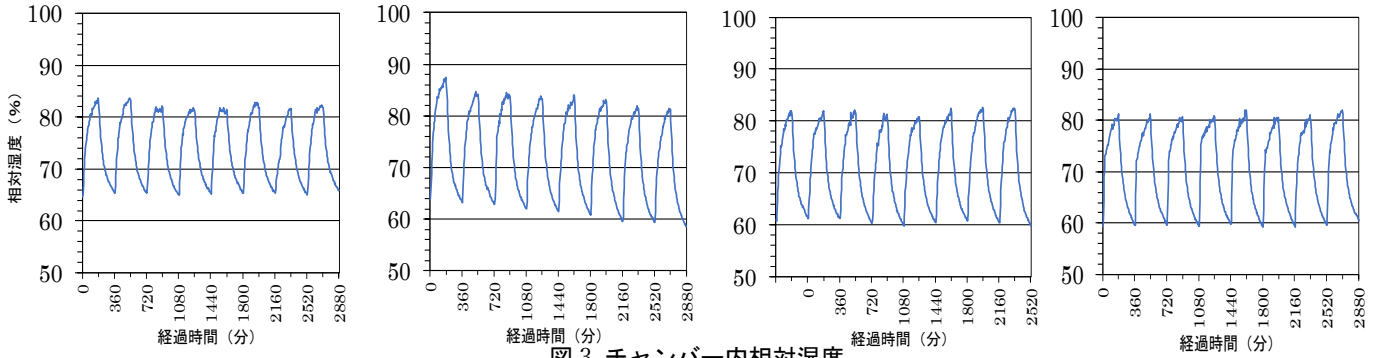


図3 チャンバー内相対湿度

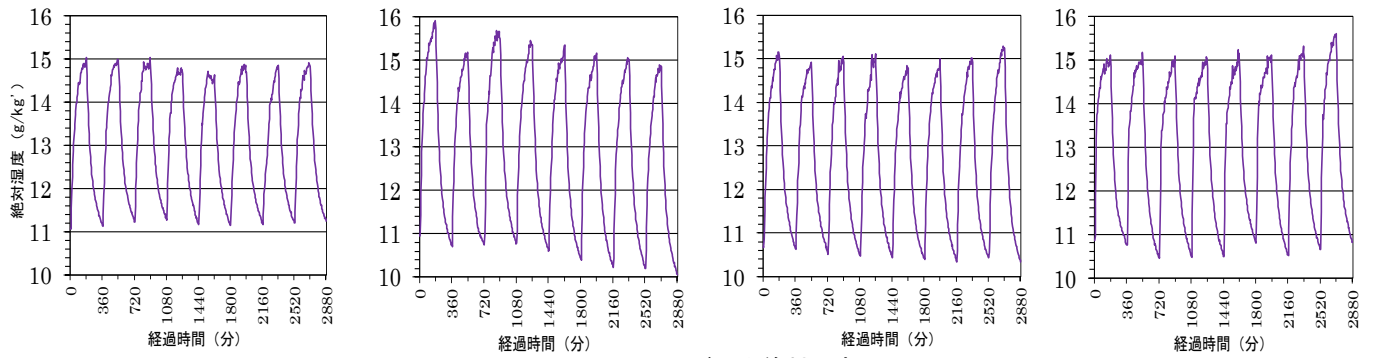


図4 チャンバー内絶対湿度

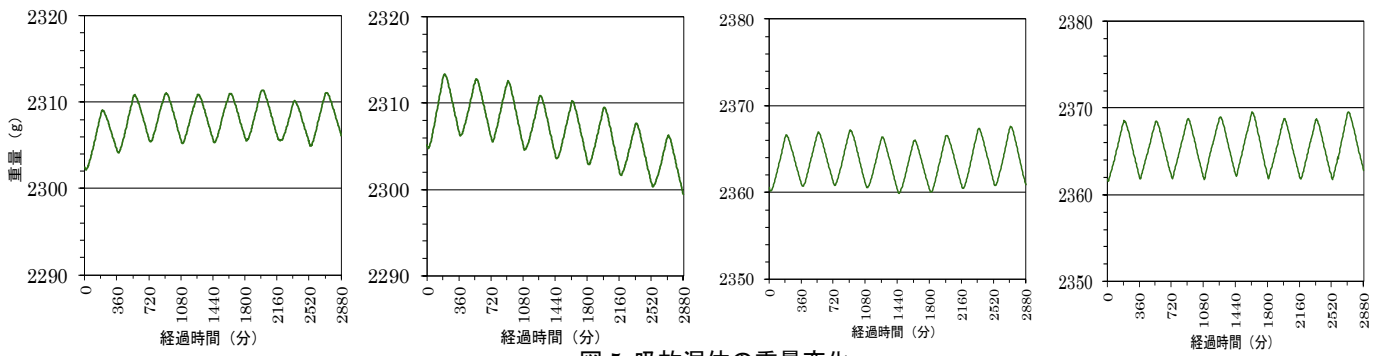
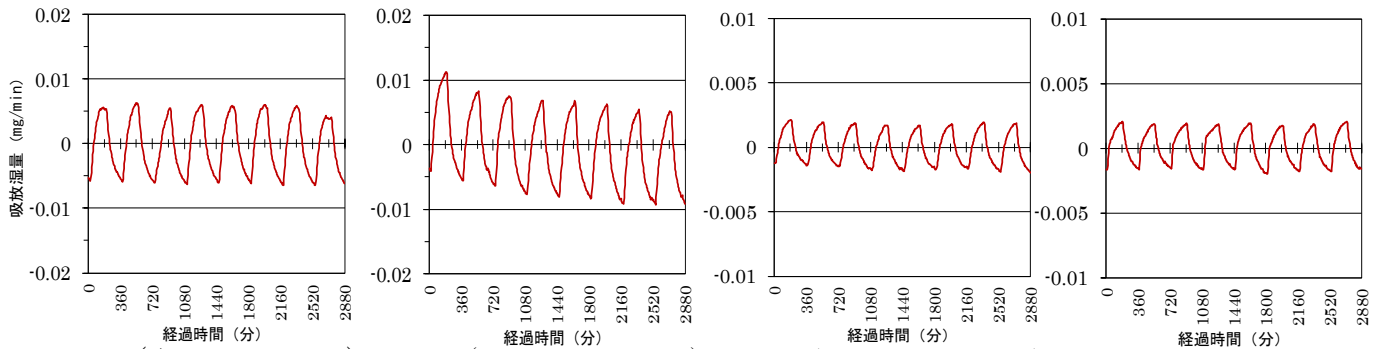


図5 吸放湿体の重量変化



Case A ($\phi=50\text{mm}$, $t=5\text{mm}$)

Case B ($\phi=50\text{mm}$, $t=10\text{mm}$)

Case C ($\phi=100\text{mm}$, $t=5\text{mm}$)

Case D ($\phi=100\text{mm}$, $t=10\text{mm}$)

図6 換気カプセル法による吸放湿量

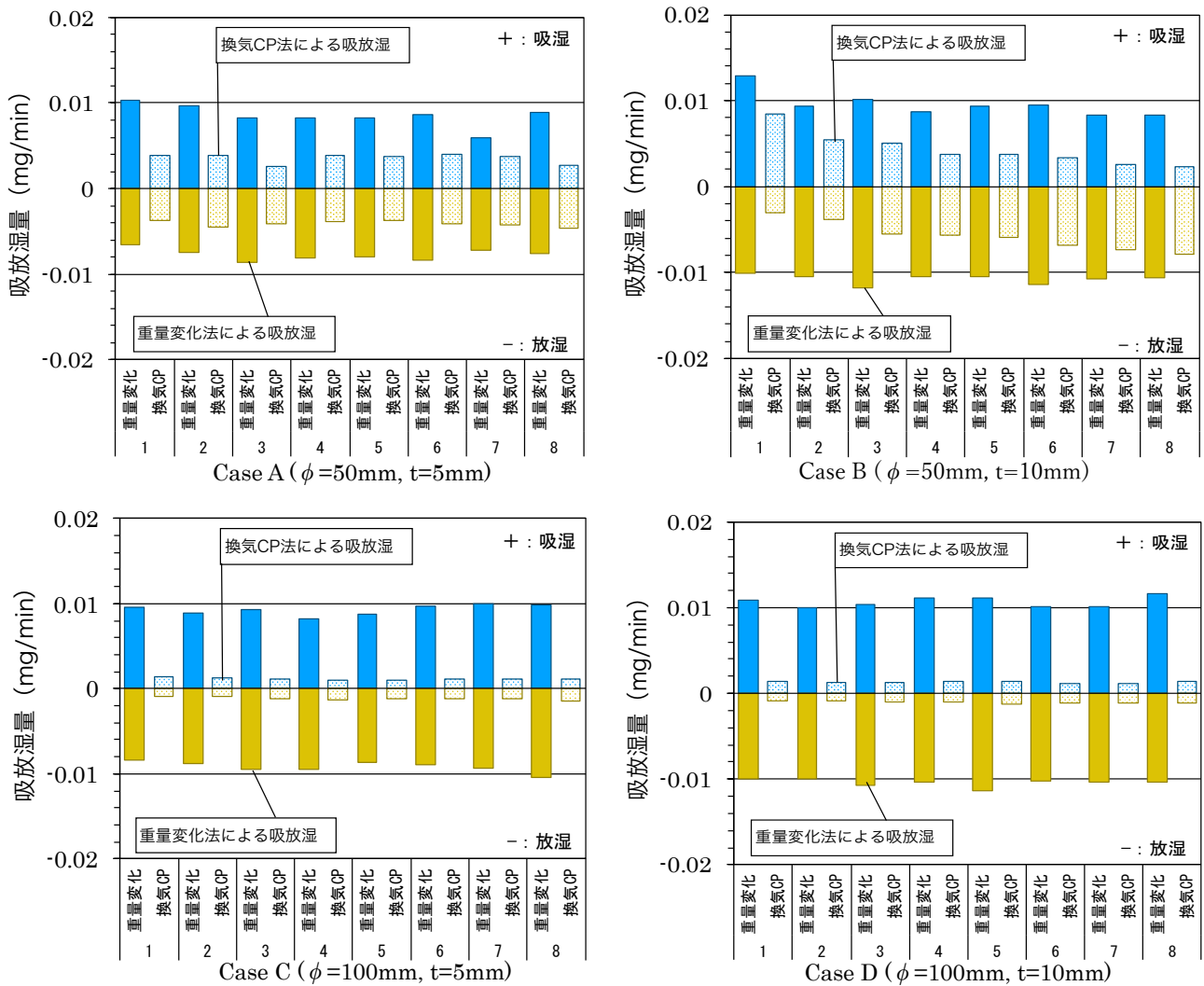


図7 換気カプセル法と重量変化法による吸放湿量の比較

4. 考察

カプセルごとの吸放湿量の精度の比較では、直径 50mm の Case A が 4 つのカプセルの中では重量変化法に最も近い値を示し、直径 100mm の Case C、D は重量変化法とは大きな差が生じることから、カプセルの面積が大きく建材表面との接触面が大きいと精度が大きく低下することが確認できた。また、カプセルの厚みを 5mm と 10mm の 2 パターンで比較したが、厚みを変化させたことによる吸放湿量の変化は少なく、カプセルの寸法に関しては、直径が大きく影響しているということがわかった。

今回の実験では、実際の発汗計を用いて測定しており、カプセルに送られている空気の流れが 200ml/min と過少であったため、本来は発汗計として使用される直径 10mm のカプセルより容積の大きいカプセルを用いたことでカプセル内部で空気の滞留が生じ、吸放湿体の表面で一様に吸放湿が行われず、精度が低下したことが考えられる。容積の小さいカプセルほど、真値との差が小さくなったため、今後は $\phi=10\text{mm}$ の容積の小さなカプセルでの検討も行う他、カプセルの空気流量を変更できるポンプを搭載した装置を用い、最適流量の検討も行う予定である。

5. まとめ

新たな建材表面の調湿性能評価装置として換気カプセル法による吸放湿量の測定方法を確立することを目的として、小型チャンバーを用いた実験を実施し、カプセルの寸法について検討した。その結果、カプセルの直径によって精度が大きく異なり、直径が 50mm と 100mm で比較すると、後者の場合に精度が大きく低下することがわかった。

今後は、カプセルの大きさに加え、試作した新たな装置を用い、カプセル内への流入空気の流量を変更して検討するほか、実験での吸放湿量の測定方法が確立した後、建物内の実環境下において測定を実施する予定である。

参考文献

- 1) 坂口正雄：“湿度センサを用いた最新発汗計の開発”，(株) スキノス東御研究所
- 2) JIS A 1470-1, 調湿建材の吸放湿性試験方法-第 1 部：湿度応答法-湿度変動による吸放湿試験方法, 2002.
- 3) JIS A 1470-2, 調湿建材の吸放湿性試験方法-第 2 部：密閉箱法-密閉箱の温度変動による吸放湿試験方法, 2002.