

調湿形建築用仕上塗材の実空間レベルでの調湿効果
その2 実空間における調湿効果のシミュレーション

正会員 ○成田泰章*1 正会員 高崎健輔*2
同 山下功太郎*3 同 越中谷光太郎*4
同 野崎淳夫*5

調湿 建築用仕上塗材 けい藻土塗材
吸放湿 湿度予測

1.背景と目的

東日本大震災以降、電力を消費しない室内湿度制御手法として、調湿性能を有する内装用の建築用仕上塗材（以下、仕上塗材）が注目されている。前報¹⁾では、大型チャンバーを用いた実験により仕上塗材の調湿効果を明らかにし、実験室レベルと実空間レベルでの調湿効果の相関性について検討した。

本報では、室内空気汚染物質濃度の予測モデルを応用し、前報での実験結果をもとに実大スケールにおける仕上塗材施工室の湿度シミュレーションを行うものである。

2. 調湿形仕上塗材施工室の湿度予測法

2.1 室内汚染物質濃度予測式

野崎ら²⁾は、空気汚染物質発生源及び除去機構が混在する一般的な室内における室内汚染物質濃度 $C[\mu\text{g}/\text{m}^3]$ を次式(1)にて示している。

$$C = C_1 e^{-\frac{Q+q_{eq}A}{R}t} + \frac{M + QC_0}{Q + q_{eq}A} \left(1 - e^{-\frac{Q+q_{eq}A}{R}t}\right) \quad (1)$$

ここで、

C_1 : 室内の初期対象汚染物質濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Q : 室換気量 [m^3/h]

q_{eq} : 汚染物質除去対策製品の対象汚染物質に対する換気量換算値 [$\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$]

A : 汚染物質対策製品の有効表面積 [m^2]

R : 室気積 [m^3]

M : 対象汚染物質発生量 [$\mu\text{g}/\text{h}$]

C_0 : 供給空気中の汚染物質濃度 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

t : 時間 [h]

とする。

本報では、同予測式をもとに室内空気中の汚染物質量を水分量と置換し、温度一定(25°C)の条件下で予測計算を行った。すなわち、同予測式における各変数は以下ようになる。

C : 室内絶対湿度 [g/m^3]

C_1 : 初期室内絶対湿度 [g/m^3]

q_{eq} : 仕上塗材の単位面積当たりの吸湿力 [$\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$]

A : 仕上塗材の有効表面積 [m^2]

M : 室内における水分発生量 [g/h]

C_0 : 供給空気の絶対湿度 [g/m^3]

2.2 湿度予測条件

(1) 実験値と予測値との比較

前報における実験値と予測値との比較を行う。本予測では実験条件（換気回数：0 回/h、室内における水分発生量：20 g/h、仕上塗材の有効表面積：6.08 m^2 ）を予測条件とした（表-1）。

表-1 予測条件（入力変数）(1)

	砂壁状塗材	けい藻土塗材2	けい藻土塗材3
室換気量 $Q[\text{m}^3/\text{h}]$	0	0	0
初期室内絶対湿度 $C_1[\text{g}/\text{m}^3]$	11.43	9.64	11.82
仕上塗材の単位面積当たりの吸湿力 $q_{eq}[\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2]$	0.14	0.15	0.15
室内における水分発生量 $M[\text{g}/\text{h}]$	20	20	20
仕上塗材の有効表面積 $A[\text{m}^2]$	6.08	6.08	6.08
供給空気の絶対湿度 $C_0[\text{g}/\text{m}^3]$	-	-	-

※仕上塗材の吸放湿性を実験的に求めるに当たり、室換気量をゼロとして実験値を得たため、予測値でもこれに合わせた室換気量としている。

(2) 気象データを用いた仕上塗材施工室の湿度予測

過去の気象データを用い、外気が高湿度及び低湿度環境における仕上塗材施工室の湿度予測を行う。本予測では、8畳相当（29.76 m^2 ）、換気回数：0.5 回/h の居室を想定し、外気条件として東京の2016年6月9日（高湿度条件）及び2016年2月10日（低湿度条件）の気象データを用いた。予測条件を表-2に示す。

表-1 予測条件（入力変数）(2)

	高湿度環境での予測				低湿度環境での予測	
	①吸湿ボード+けい藻土塗材4	②石膏ボード+けい藻土塗材1	③石膏ボード+砂壁状塗材	④吸湿力なし	①吸湿ボード+けい藻土塗材4	②石膏ボード+ビニールクロス
室換気量 $Q[\text{m}^3/\text{h}]$	14.88 (8畳、0.5回換気)	14.88 (8畳、0.5回換気)	14.88 (8畳、0.5回換気)	14.88 (8畳、0.5回換気)	14.88 (8畳、0.5回換気)	14.88 (8畳、0.5回換気)
初期室内絶対湿度 $C_1[\text{g}/\text{m}^3]$	9.224 (25°C、40%RH)	9.224 (25°C、40%RH)	9.224 (25°C、40%RH)	9.224 (25°C、40%RH)	9.224 (25°C、40%RH)	9.224 (25°C、40%RH)
仕上塗材の単位面積当たりの吸湿力 $q_{eq}[\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2]$	0.53	0.32	0.14	0	-	-
仕上塗材の放湿量 $M[\text{g}/\text{h}]$	-	-	-	-	11.0	0.0
仕上塗材の有効表面積 $A[\text{m}^2]$	33.79	33.79	33.79	33.79	33.79	33.79
供給空気の絶対湿度 $C_0[\text{g}/\text{m}^3]$	2016/6/9の外気湿度データ(東京)を使用	2016/6/9の外気湿度データ(東京)を使用	2016/6/9の外気湿度データ(東京)を使用	2016/6/9の外気湿度データ(東京)を使用	2016/2/10の外気湿度データ(東京)を使用	2016/2/10の外気湿度データ(東京)を使用

※1 低湿度条件の予測の際は、 M : 室内における水分発生量 [g/h] を仕上塗材の放湿量 [g/h] とした。

※2 一般住宅の換気回数 $n[1/\text{h}]$ を 0.5 h^{-1} として、室換気量 $Q(nR)$ は、 $14.8 \text{ m}^3/\text{h}$ とした。

3. 予測結果

3.1 実験値と理論値の比較

試験実測値と(1)式より算出される予測値との比較を図-1～3に示す。各時刻における実測値と予測値の符合率は平均で90.4%～97.7%となり、高い割合で一致した。

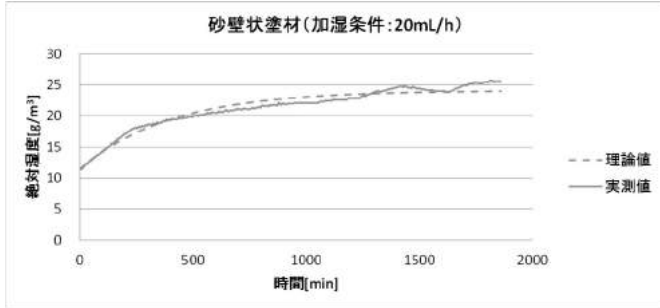


図-1 湿度シミュレーション結果(砂壁状塗材)

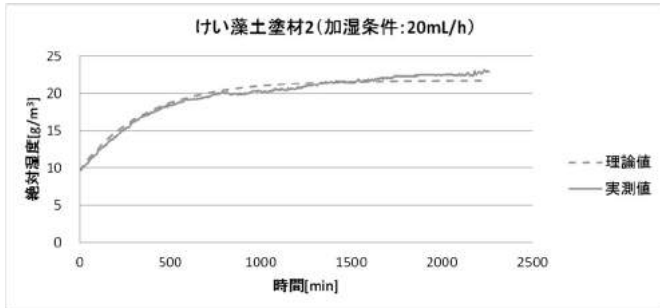


図-2 湿度シミュレーション結果(けい藻土塗材 2)

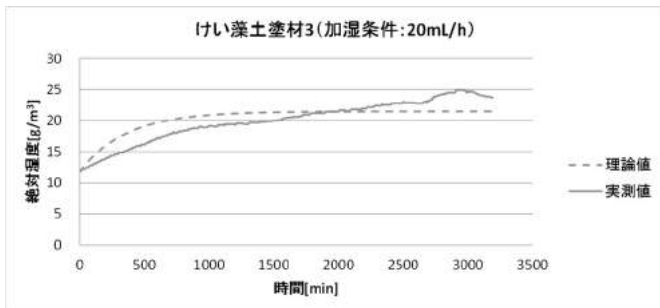


図-3 湿度シミュレーション結果(けい藻土塗材 3)

3.2 気象データを用いた仕上塗材施工室の湿度予測

(1) 高湿度環境での予測計算

外気が高湿度環境における調湿建材施工室の湿度シミュレーションを行ったところ、高湿時においては、けい藻土塗材などの調湿建材を使用することで、その吸湿作用により室内の湿度上昇を抑えられることが判明した。一方で、吸湿力の無い仕上材を用いた場合は、室内の湿度は比較的早く上昇し、室内の推奨湿度の上限である70%を超える予測結果となった。

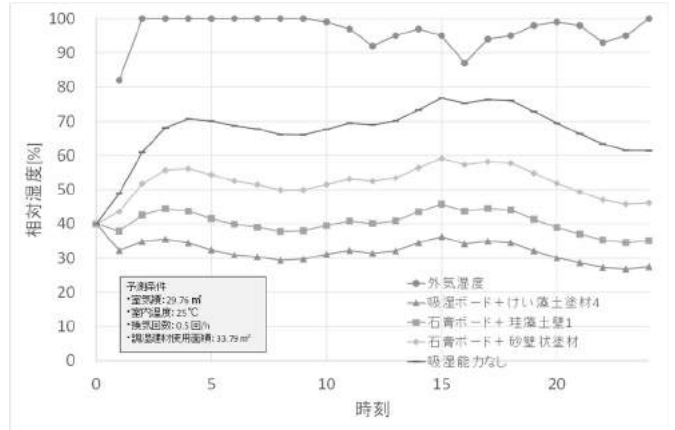


図-4 高湿度環境における仕上塗材施工室の湿度シミュレーション結果(東京、2016年6月9日)

(2) 低湿度環境での湿度予測

外気が低湿度環境における調湿形仕上塗材施工室の湿度シミュレーションを行ったところ、低湿時においては、けい藻土塗材を使用した場合、その放湿作用により室内の急激な湿度低下を抑えられることが判明した。一方で、ビニールクロスなど放湿力の無い仕上材を用いた場合は、室内の湿度は10%以下まで低下し、インフルエンザなどのウイルスによる健康被害を受けやすい環境となってしまう。

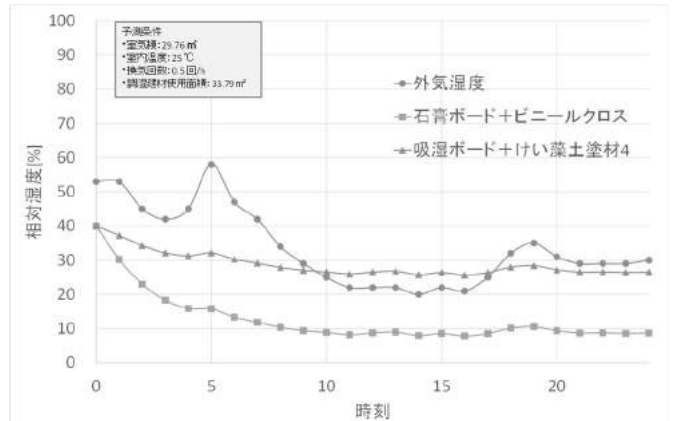


図-5 低湿時における仕上塗材施工室の湿度シミュレーション結果(東京、2016年2月10日)

<謝辞>本研究は『日本建築仕上材工業会 内装仕上塗材部会 技術委員会』の活動として行ったものである。本研究を進めるにあたり、ご助言やご協力を頂いた関係各位に深甚なる謝意を表す。

【引用文献】

- 1) 高崎健輔、山下功太郎、越中谷光太郎、成田泰章、野崎淳夫：調湿形建築用仕上塗材の実空間レベルでの調湿効果 その1、日本建築学会大会学術講演梗概集、2017.9
- 2) 野崎淳夫他：家庭用空気清浄機の汚染物質除去性能と室内濃度予測に関する研究、日本建築学会環境系論文集、第576号、pp.37-42、2004.2

*1 暮らしの科学研究所, *2 菊水化学工業株式会社, *3 四国化成工業株式会社, *4 日本建築仕上材工業会, *5 東北文化学院大学大学院 教授

*1 Life Science Research Laboratory Co., Ltd., *2 Kikusui Chemical Industries Co., Ltd., *3 Shikoku Chemicals Co., *4 Japan Building Coating Materials Association, *5 Prof., Graduate School of Tohoku Bunka Gakuen University