

伝統技能で施工される小舞壁を有する土壁の 湿気コンダクタンスと平衡含水率評価 その1 高湿度域での透湿係数測定

213-103 西矢 舜 (共同研究者 213-150 山内 清雅)

1. 研究背景と目的

近年、高密度・高断熱化に伴い石油由来の建材から放出される化学物質が、アレルギーなどの過敏症やシックハウス症候群の原因になっている。石油由来の建材が普及していく中、自然由来の建材の1つに土壁がある。土壁の素材は、すべて自然のもので作られており環境にも優しいことや断熱・調湿性能に効果があると近年注目されている。しかし、施工の工期が長いことや高度な技術を要するため、土壁を有する建物は高コストとなる。伝統技能が近い将来消滅する現象を当然ととらえるか、伝承する必要性を求めて継承していくべきかを評価し、この問題に向き合う必要性がある。

本報では、数ある伝統技能のうち土壁を選択し、実際に施工される手順で施工された土壁について断熱・調湿性能を評価するために重要な物性値となる湿気コンダクタンスの測定を行う。昨年度の低湿度域での湿気コンダクタンスの測定¹⁾に引き続き、小舞壁を有する土壁をハイログロスピックの限界である高湿度域の湿気コンダクタンスを測定した結果と考察を報告する。

2. 試料の厚さ測定

湿気コンダクタンス算出には試料の平均厚さが必要になるため寸法測定を行い、単純平均で平均厚さを求めた。本報では、試験体 1-2, 1-3, 5-2, 5-3, 6-2, 6-3 を使用する。図1に試験体番号の位置、図2に16個の測定点を示す。また、表1に各試験体の平均厚さを示す。

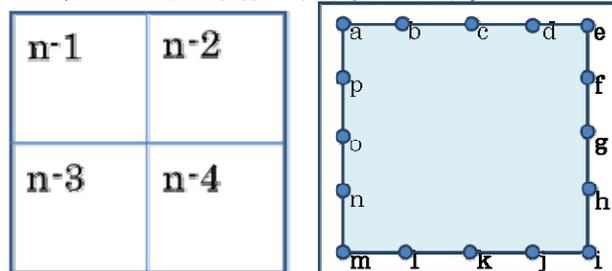


図1 試験体番号の位置 図2 厚さの測定点

表1 各試験体の平均厚さ

試験体番号	1-2	1-3	5-2	5-3	6-2	6-3
平均厚さ(mm)	56.53	56.31	56.33	53.54	57.00	54.88

3. 透湿量測定

測定法²⁾では試験体の透湿量増加が0.1~1.0gの範囲となる間隔で重量測定を行うと記されている。よって、透湿量の測定間隔を24時間とし、恒温恒湿槽(especCRH-220)の設定は、温度23℃、湿度90%の設定

で実験を行った。

実験を開始前に実験期間を短縮するため、全ての試験体を23℃時の塩化ナトリウム水溶液(湿度75.36%)に平衡させ、試験体を断湿しカップに入れて透湿量の実験を開始した。この時に平衡した試験体から実験を開始した。

恒温恒湿槽内にカップを設置する際に気流を妨げないように上段にA・B・C下段にD・E・Fにカップを設置した。恒温恒湿槽にカップを設置直後約2週間は温湿度を一定に保つため重量測定を行わなかった。2週間後から毎日15:00に重量測定を行った。JIS³⁾に従い、連続した5点の重量がカップ重量の変化量(g/h)の値が5%以内で一定となった時、定常状態とみなし評価を行った。

各試験体の試料内平均相対湿度(試料内平均相対湿度を%RHと表記する。)、カップの設置位置、カップ内の溶液、実験開始日、定常状態の確認した日を表2に示す。図2にカップの取り付け位置を図3、図4に定常状態を確認した各試験体の1時間あたりの透湿量の変化量を示す。

表2 実験開始日と定常状態を確認した日

試験体番号	実験開始	定常状態確認	カップ内の溶液	試料内平均相対湿度
1-2	9/18	11/11~11/15	精製水	95%RH
5-2	9/30	11/26~11/30	精製水	95%RH
6-2	9/24	11/11~11/15	精製水	95%RH
1-3	9/18	11/20~11/24	塩化ナトリウム	87%RH
5-3	9/30	11/18~11/23	塩化ナトリウム	87%RH
6-3	9/24	11/11~11/15	塩化ナトリウム	87%RH

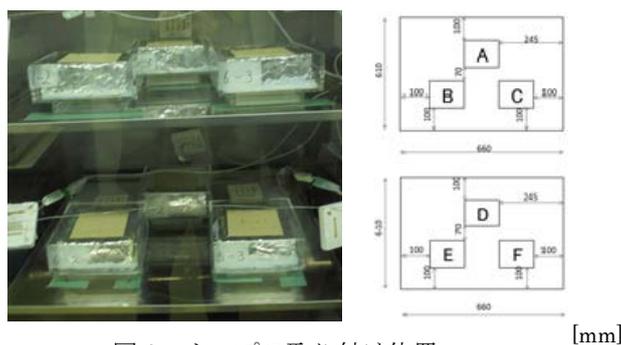


図2 カップの取り付け位置 [mm]

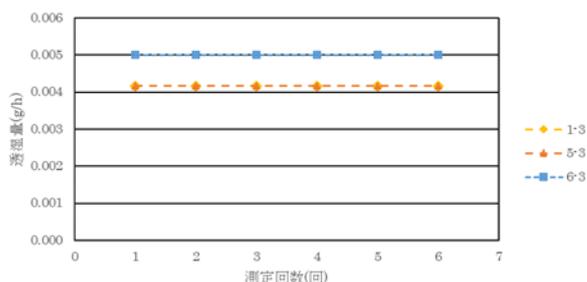


図3 87%RHの変化量の推移

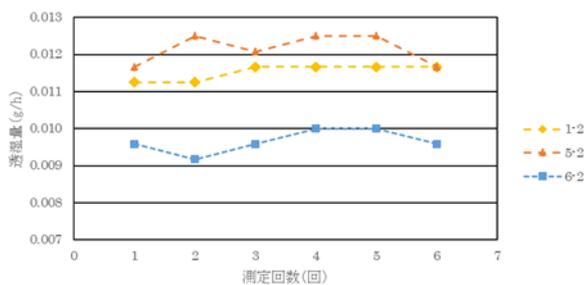


図4 95%RH の変化量の推移

4. 土壁の湿気コンダクタンス

湿気コンダクタンスの算出方法²⁾を式1に示す。

87% RH と 95% RH の土壁の湿気コンダクタンスを測定した透湿量より求めた。透湿量は定常状態を確認した5点の変化量から最小二乗値で算出した。湿気コンダクタンスの算出結果と使用した値を表2、表3に示す。

87% RH の試験体 6-3 の湿気コンダクタンスが3試験体の中央値から5%以上離れていたため参考値とし、1-3、5-3 の平均値から 3.48×10^{-11} [kg/m s Pa] を得た。

95% RH の試験体 6-2 の湿気コンダクタンスが3試験体の中央値から5%以上離れていたため参考値とし、1-2、5-2 の平均値から 5.74×10^{-11} [kg/m s Pa] を得た。

$$\frac{Q}{S} = \frac{\lambda'}{l} (p_1 - p_2) \quad \text{式1}$$

Q:透湿量[kg/h] λ':湿気伝導率[kg/m s Pa] l:試料厚さ[m]
 S:透湿面積[m²]
 p₁:暴露空気の水蒸気分圧[Pa]
 p₂:カップ内の空気の水蒸気分圧[Pa]

表2 87% RH の土壁湿気コンダクタンス

	1-3	5-3	6-3
暴露空気温度(℃)	23.0		
カップ内温度(℃)	23.0		
暴露空気相対湿度(%)	90.0		
カップ内相対湿度(%)	84.7		
試料内平均相対湿度(%)	87.3		
平均厚さ(m)	56.31×10^{-2}	53.54×10^{-2}	54.88×10^{-2}
透湿面積(m ²)	1.1664×10^{-2}		
暴露空気水蒸気分圧(Pa)	2527.73		
カップ内水蒸気分圧(Pa)	2377.47		
単位時間当たりの透湿量(g/h)	0.004	0.004	0.005
湿気コンダクタンス[kg/m s Pa]	3.57×10^{-11}	3.39×10^{-11}	4.35×10^{-11}

表3 95% RH の土壁湿気コンダクタンス

	1-2	5-2	6-2
暴露空気温度(℃)	23.0		
カップ内温度(℃)	23.0		
暴露空気相対湿度(%)	90.0		
カップ内相対湿度(%)	100.0		
試料内平均相対湿度(%)	95.0		
平均厚さ(m)	56.53×10^{-2}	56.93×10^{-2}	57.00×10^{-2}
透湿面積(m ²)	1.1664×10^{-2}		
暴露空気水蒸気分圧(Pa)	2527.73		
カップ内水蒸気分圧(Pa)	2803.58		
単位時間当たりの透湿量(g/h)	0.012	0.012	0.010
湿気コンダクタンス[kg/m s Pa]	5.75×10^{-11}	5.73×10^{-11}	4.83×10^{-11}

5. 小舞壁の湿気伝導率に関する考察

昨年度得られた RH25% と RH62.5% の湿気コンダクタンス²⁾を公称値に直し、直したものと本報の4で得られた湿気コンダクタンス²⁾から近似式と近似曲線を求めた。昨年の湿気コンダクタンスを公称値に直した平均値を表3に示す。また、既報³⁾の中塗り土の湿気コンダクタンスの近似式と近似曲線も合わせて図4と式2に示す。

表3 RH25% と RH62.5% の湿気コンダクタンス

	25%RH	62.5%RH
暴露空気温度(℃)	23.0	
カップ内温度(℃)	23.0	
暴露空気相対湿度(%)	50.0	50.0
カップ内相対湿度(%)	0.0	76.0
試料内平均相対湿度(%)	25.0	67.0
湿気コンダクタンス[kg/m s Pa]	2.85×10^{-11}	2.43×10^{-11}

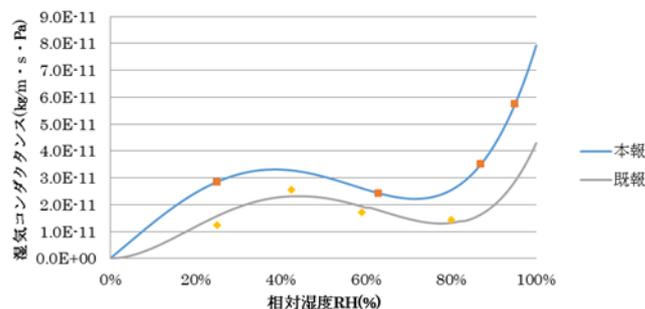


図4 土壁の湿気伝導率の近似曲線

図4の結果から湿気コンダクタンスの数値が25%RHの時にRH62.5%の値よりも高い数値を示した。図4に示すように中塗り土のみで緻密に施工された既報³⁾でも同様の結果がみられた。木質材の湿気伝導率でも同様の傾向が見られることから、中塗り土に含まれる植物系素材のすさが土壁の湿気伝導率の特性に影響している可能性について継続して検討する必要がある。

5. まとめ

87% RH の土壁湿気コンダクタンスの値 3.48×10^{-11} [kg/m s Pa] を得た。

95% RH の土壁湿気コンダクタンスの値 5.74×10^{-11} [kg/m s Pa] を得た。

25% RH、62.5% RH、87% RH、95% RH から土壁の湿気伝導率近似式を得た。

参考文献

- 1) 島部雅史, 北野健人: 伝統技能で施工される小舞壁を有する土壁の湿気コンダクタンス評価 その2 土壁の透湿性評価 2016年度大阪工業大学卒業研究
- 2) JIS A 1324-1995 建築材料の透湿性測定方法
- 3) 横林修造, 佐藤真奈美: 伝統技能によって施工される材料の熱・湿気特性に関する考察—兵庫県産左官材料(中塗り土)の評価—日本建築学会環境系論文集 第73巻 第630号 965-969 2008年8月