

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

213-065 島部 雅史 (共同研究者 213-040 北野 健人)

1.はじめに

本報では、複合材料の等価湿気伝導率である湿気コンダクタンス測定の経過と測定結果の考察を報告する。本報では湿気コンダクタンスを湿気伝導率と表記した。

2.透湿量測定

JIS¹⁾測定法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。透湿量の数値解析結果²⁾から測定間隔を 24 時間とした。恒温恒湿槽(especCRH-220)にカップを設置直後 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 14:00 に測定を行った。JIS¹⁾に従い、連続した 5 測定のカップ重量変化量(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。

ドライカップ法は 10 月 19 日に実験開始、試験体 1-1, 5-1 は 11 月 27 日~12 月 1 日、試験体 6-1 は 11 月 25 日~29 日に定常状態を確認した。ドライカップ法の定常状態を確認した期間の暴露空気温湿度分布を図 1、2 に示す。温湿度計は 10 分間隔で、14:00~15:00 のデータは、重量測定時の恒温恒湿槽の開閉に伴い温湿度に大きな乱れが見られたため除いた。恒温恒湿槽内は温度 23°C±0.5 度、相対湿度 50%±5%で調整されている。図 5 に定常状態を確認した各試験体の重量変化量を示す。

ウェットカップ法は 10 月 20 日に実験開始、試験体 1-4, 6-4 は 12 月 21 日~12 月 24 日、試験体 5-4 は 12 月 23 日~12 月 26 日に定常状態を確認した。ウェットカップ法の定常状態を確認した期間の暴露空気温湿度分布を図 3、4 に示す。恒温恒湿槽内は温度 23°C±0.5 度、相対湿度 50%±5%で調整されている。図 6 に定常状態を確認した各試験体の重量変化量を示す。

3.土壁の湿気伝導率

湿気伝導率の算出方法を式 1 に示す。式中資料厚さと表記したものがその 1 で求めた試験体の平均厚さである

平均相対湿度 25%の土壁の湿気伝導率をドライカップ法で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法で算出した。湿気伝導率の算出結果と使用した値を表 1 に示す。試験体 5-1 の湿気伝導率は 3 測定の中央値から 5%以上離れている。試料内平均相対湿度 25%の土壁湿気伝導率の値は試験体 1-1, 6-1 の平均値から $2.85 \times 10^{-11} [\text{kg/m s Pa}]$ を得た。

試料内平均相対湿度 63%の土壁の湿気伝導率をウェットカップ法で測定した透湿量より求めた。実験後半にカップ内に投入した飽和塩の上澄み液が図 7 に示すように、一部 3mm を切りカップ内の相対湿度が一定を保証



図1 ドライカップ 暴露空気温度分布

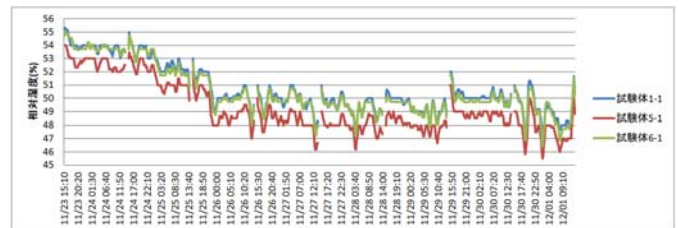


図2 ドライカップ 暴露空気湿度分布

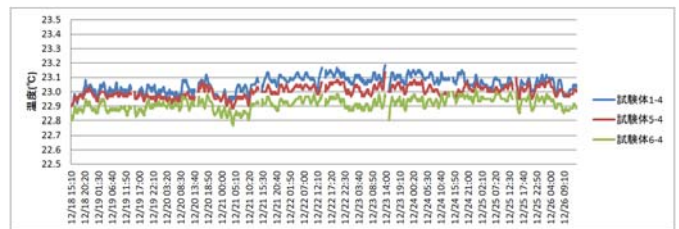


図3 ウェットカップ 暴露空気温度分布

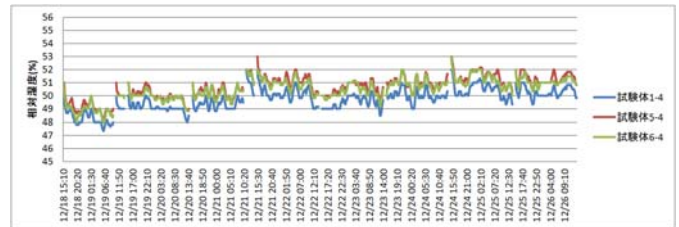


図4 ウェットカップ 暴露空気湿度分布

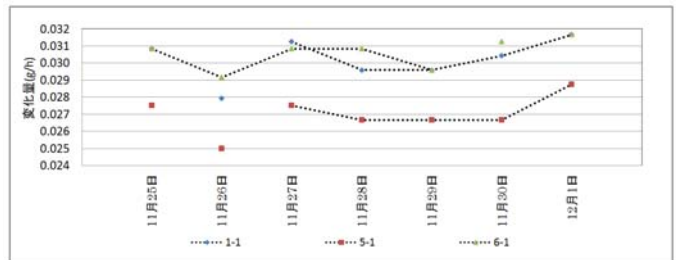


図5 ドライカップ法 変化量の推移

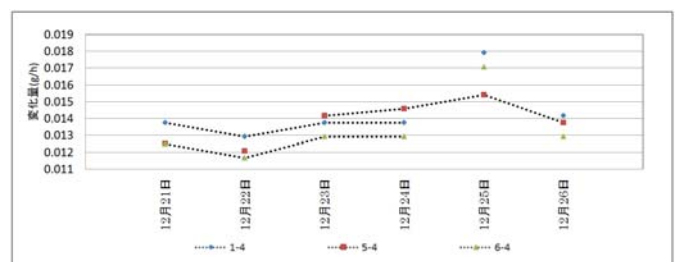


図6 ウェットカップ法 変化量の推移

できなくなった。連続した4点の変化量の測定値が5%以内で一定となった部分で定常状態の確認を行い、最小二乗法で透湿量を算出した。湿気伝導率の算出結果と使用した値を表2に示す。試験体3体のうち中央値から5%以上離れた試験体6-4を除き、試験体1-4, 5-4の湿気伝導率平均値である 2.56×10^{-11} [kg/m s Pa]を参考値として得た。

4.小舞壁の湿気伝導率に関する考察

非透湿材の竹小舞を有する土壁の湿気伝導率は、予測に反し中塗り土のみの湿気伝導率³⁾より大きな値で得られた。中塗り土物性値測定試験体は水平方向に土の層を饅で重ねて密に作製された。竹小舞を有する土壁は垂直方向に饅仕上げをして作製されている。図8の断面写真に示すように小舞竹と中塗り土との間に空隙が存在する。試験体透湿部内の空隙の影響により湿気伝導率の値が大きく出たと考えられる。試験体の含有空気量がいくらであれば、今回算出した湿気伝導率の値になるか推定した。各試験体の含有空気量予測値を表3から5に示す。空気含有量は容積比で各試験体7%前後となった。この空気含有量と中塗り土の密度で試験体重量を算定した結果を表6に示す。試験体1-1, 6-1の重量誤差は7%程度なので、小舞壁周囲の空隙が土壁の湿気伝導率を中塗り土単体の 1.24×10^{-11} [kg/m²sPa]の約2倍の吸放湿性をもたらしたと考察できる。一方試験体5-1の湿気伝導率は測定結果中もっとも小さい値であったことから、含有空気量は表4に示すように最も少ない。試験体5-1の体積は1-1, 6-1と差が無く、重量が80gほど軽い。空気の含有量が多い結果となるべきだが、空気含有量が最小の矛盾した結果となっている。試験体5-1が他と試験体と比べ、小舞壁仕立てに使用した藁縄の結びを多く含んでいたことから、重量が最小になったと考えられ、土壁の吸放湿性(大きな湿気伝導率)が小舞壁周囲の空隙内空気でもたらされたと判断できよう。

5.まとめ

平均相対湿度25%の土壁湿気伝導率の値 2.85×10^{-11} [kg/m s Pa]を得た。

参考値ながら平均相対湿度63%の土壁湿気伝導率の値 2.56×10^{-11} [kg/m s Pa]を得た。

竹小舞を有する土壁が中塗り土単体の土壁の大略2倍の湿気伝導率となる事を示した。

竹小舞周囲に発生する空隙内空気が竹小舞を有する土壁の吸放湿性を高めている可能性を示した。

参考文献

- 1) JIS A 1324-1995 建築材料の透湿性測定方法
- 2) 北野：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1 土壁の透湿性測定法の検討 2016年度大阪工業大学卒業研究
- 3) 横林修造, 佐藤真奈美：日本建築学会環境系論文集 第73巻 第630号 965-969 2008年8月 伝統機能によって施工される材料の熱・湿気特性に関する考察 一兵庫県産左官材料(中塗り土)の評価—

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

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]

p_1 :暴露空気の水蒸気分圧[Pa]

p_2 :カップ内の空気の水蒸気分圧[Pa]

表1 試料内平均相対湿度25%の土壁湿気伝導率

	試験体1-1	試験体5-1	試験体6-1
暴露空気温度5日間平均値[°C]	23.1	23.2	23.0
暴露空気相対湿度5日間平均値[%]	50	48	50
試料内平均相対湿度[%]	25	24	25
暴露空気水蒸気分圧[Pa]	1397.30	1365.20	1407.62
カップ内水蒸気分圧[Pa]	0.00		
透湿量[g/h]	0.0304	0.0274	0.0304
透湿面積[m ²]	1.1664×10 ⁻²		
試料平均厚さ ²⁾ [m]	54.90×10 ⁻³	54.26×10 ⁻³	55.49×10 ⁻³
湿気伝導率[kg/m s Pa]	2.84×10 ⁻¹¹	2.59×10 ⁻¹¹	2.85×10 ⁻¹¹

表2 試料内平均相対湿度63%の土壁湿気伝導率

	試験体1-4	試験体5-4	試験体6-4
暴露空気温度4日間平均値[°C]	23.1	23.0	22.9
暴露空気相対湿度4日間平均値[%]	50	51	51
試料内平均相対湿度[%]	63	63	63
暴露空気水蒸気分圧[Pa]	1406.68	1434.62	1412
カップ内水蒸気分圧[Pa]	2101.50		
透湿量[g/h]	0.0138	0.0154	0.0125
透湿面積[m ²]	1.1664×10 ⁻²		
試料平均厚さ ²⁾ [m]	53.97×10 ⁻³	53.13×10 ⁻³	54.17×10 ⁻³
湿気伝導率[kg/m s Pa]	2.55×10 ⁻¹¹	2.57×10 ⁻¹¹	2.34×10 ⁻¹¹

表3 試験体1-1 透湿部内訳

	体積[m ³]	割合[%]
透湿部内の中塗り土	4.81×10 ⁻⁴	75.2
透湿部内の竹	1.13×10 ⁻⁴	17.6
透湿部内の空気	4.64×10 ⁻⁵	7.2
竹小舞を有する土壁透湿部	6.40×10 ⁻⁴	100.0

表4 試験体5-1 透湿部内訳

	体積[m ³]	割合[%]
透湿部内の中塗り土	4.81×10 ⁻⁴	76.0
透湿部内の竹	1.13×10 ⁻⁴	17.9
透湿部内の空気	3.87×10 ⁻⁵	6.1
竹小舞を有する土壁透湿部	6.33×10 ⁻⁴	100.0

表5 試験体6-1 透湿部内訳

	体積[m ³]	割合[%]
透湿部内の中塗り土	4.87×10 ⁻⁴	75.3
透湿部内の竹	1.13×10 ⁻⁴	17.4
透湿部内の空気	4.74×10 ⁻⁵	7.3
竹小舞を有する土壁透湿部	6.47×10 ⁻⁴	100.0



図7 ウェットカップ飽和塩



図8 試験体断面写真

表6 推定試験体重量と実測試験体重量

	試験体1-1	試験体5-1	試験体6-1
試料内中塗り土重量[g]	1547.55	1481.09	1559.45
試料内竹重量[g]	73.24	71.95	73.42
試料内空気重量[g]	0.10	0.08	0.10
推定試料重量[g]	1620.89	1553.12	1632.97
実測試料重量 ²⁾ [g]	1744.41	1646.18	1743.77
誤差[%]	7.08	5.65	6.35

(佐藤研究室)