

正会員 柚本 玲*
非会員 堀内 正純**
正会員 田中 辰明*

キーワード: 非定常解析プログラム、WUFI、非定常解析、木造住宅、湿気

はじめに

日本の住宅では高気密・高断熱化が進み、省エネルギーが実現された一方で、不適切な設計や施工により結露やカビなどの問題が生じる場合がある。特に木造住宅では木材の腐食という重大な問題の可能性¹⁾がある。内部結露による問題が顕著な北海道のような寒冷地の木造建物では、防湿シートが内部結露防止に効果を発揮している。

しかし、日本は地域による気象条件の違いが大きいので、各工法がその地域にふさわしいかどうかをシミュレーション等で確認する必要がある²⁾³⁾⁴⁾。筆者らは、次世代省エネルギー基準⁵⁾の IV 地区では、同じ地域区分にありながら、防湿シートが必要な都市とそうでない都市が混在しているという解析ケースを報告した⁶⁾。そこで本研究では、IV 地区に分類される数都市において、防湿シートの有無が木造住宅の壁体内部湿気性状に与える影響を明らかにすることを目的とし非定常解析を実施した。

方法

非定常解析プログラム

非定常での 1 次元熱湿気同時移動を解析できる WUFI Pro 4.1 日本版 (WUFI Pro 4.1 for Japan: フラウンホーファー建築物理研究所) を用いた⁷⁾。

構造

壁体は屋外側より、外装仕上げ - 通気層 - 合板 - 住宅用グラスウール (断熱材: 以下 GW) - ポリエチレン防湿シート (PE) - 石膏ボードを想定した。Table 1 に各建材の物性値を示す。

気象条件

対象地域は次世代基準の IV 地域区分から 9 都市 (新潟市、金沢市、前橋市、東京都、名古屋市、大阪市、広島市、徳島市、熊本市) を選択した。気象条件は拡張アメダス気象データ (日本建築学会編)⁸⁾を基に WUFI 用に変換された WUFI 付属データを用いた。室内温湿度は 2 月 15 日に最低 20 ・40%RH、8 月 15 日に最高 28 ・60%RH を示すサインカーブとなるよう設定した。

その他の条件

分析開始時には、各地域の平均湿度の時の各建材の含水率を設定した。また、温度はすべての建材に一律で各地域の平均温度を与えた。分析は経年の水分蓄積を確認するために、3 年分実施した。建物の向きは南向き、10m までの高さの戸建て建物を想定した。

結果および考察

含水率

含水率が経年で上昇すると水分蓄積の可能性があると判断できるが、本結果ではすべての条件で水分の蓄積は見られなかった。

相対湿度

シートなしの場合、新潟市、金沢市、前橋市において、断熱材グラスウール屋外側が 80%RH 以上の高湿度を示した (Fig. 2 参照)。これらの都市で防湿シートを設置すると、同じ場所での湿度が 80%RH 以下で推移した。その他の都市ではシートなしでも 80%RH 以下で推移した。このように、寒冷地では防湿シートの設置が必要であることが確認された。

一方、防湿シートを設置する場合、シート屋外側で夏季 80%RH 以上の高湿度になるケースが認められた。このうち、全 80%RH を超えたデータが多かった (全解析時間の 4% から 7% 程度) 徳島市、熊本市の相対湿度変化を Fig. 3 に示す。これらの都市ではシートの無い場合、80%RH 以上になる部位はほとんど無かった。このように、同じ IV 地区でも防湿シートを設置するとかえって夏季に壁体内を高湿にする場合があることを示した。

また、金沢市では、本解析条件下でシートなしで冬季の高湿度、シートありで短くはあったが夏季の高湿度の両方が認められた。その場合、周囲の湿度に伴い湿気の通しにくさが変化するシート等を使用する工夫が必要であると考えられる。

結論

本研究では次世代省エネルギー基準 IV 地域において、木造建物の防湿シートの有無が、壁体内部湿気性状に与える影響を明らかにすることを目的とし、非定常熱湿気同時移動解析を実施し、以下の結論を得た。

- ・ 壁体に水分の蓄積は認められなかった。
- ・ シートなしの場合、新潟市、金沢市、前橋市で、断熱材屋外側が 80%RH 以上の高湿度を示し、その他の都市ではシートなしでも 80%RH 以下で推移した。
- ・ 防湿シートを設置すると、シート屋外側で夏季 80%RH 以上の高湿度になるケースが認められ、同じ IV 地区でも蒸暑地区では防湿シートを設置するとかえって夏季に壁体内を高湿にする場合があることを示した。

謝辞

本研究は財団法人トステム建材産業振興財団助成を受けました。研究にあたりご協力を賜りましたフラウンホーファー建築物理研究所ダニエル・ツィルケルバッハ氏、田中啓輔氏、田中絵梨氏に心より謝意を表します。

引用文献

- 1)ドイツ工業規格 DIN4108-3
- 2)柚本玲, 堀内正純, 田中辰明: 熱水分移動シミュレーション WUFI を用いた「室内温湿度条件が壁体内湿度性状に及ぼす影響」の検討: 平成 17 年度室内環境学会・研究発表会講演集 (2005/11/20)
- 3)柚本玲, 堀内正純, 田中辰明: 木造住宅における防湿シートの熱湿気性状に関する非定常シミュレーション: 平成 18 年度空気調和・衛生工学会大会学術講演論文 (2006/9/27)
- 4)柚本玲: 非定常熱湿気同時移動解析プログラム: WUFI (ヴァーフィ) について: 建材フォーラム: No.362 p.13-p.15 (2006)
- 5)住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断と基準, 同設計及び施工の指針 (1999/3)
- 6)柚本玲, 堀内正純, 田中辰明: 木造住宅における防湿シートの熱湿気性状に関する非定常シミュレーション: 第 25 回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集: B-12 (2007/4/12) p.97-p.99
- 7)H. .M. Künzel: Aussen dampfdicht, vollgedaemt? Die rechnerische Simulation gibt Hinweise zu dem Feuchteverhalten aussen dampfdichter Steildaecher: bauen mit holz: (1998)
- 8)拡張アメダス気象データ: 日本建築学会編

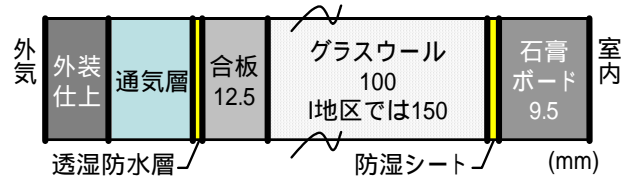


Fig. 1 解析モデル

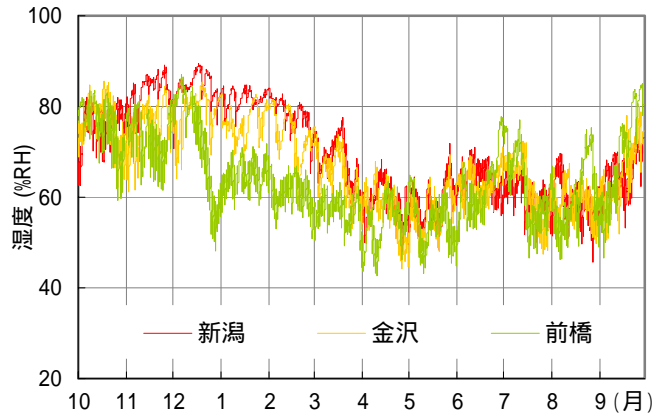


Fig. 2 シートなしで冬季に高湿度となった 3 都市 (新潟市、金沢市、前橋市)の断熱材(グラスウール)屋外側湿度変化

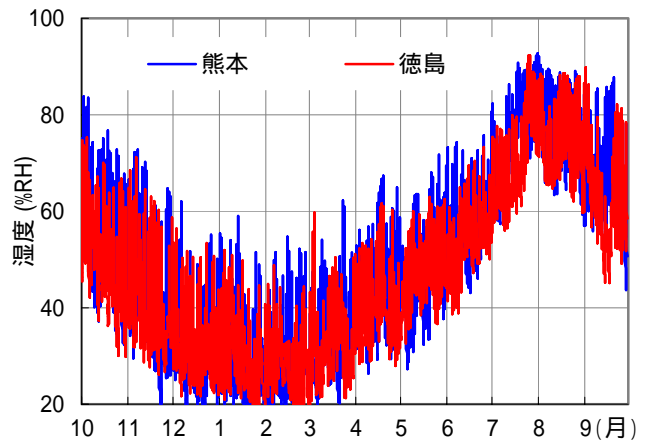


Fig. 3 シートありで夏季に高湿度となった徳島市、熊本市の防湿シート屋外側湿度変化

Table 1 建材物性値

種類	透湿防水層	合板	断熱材GW	PE	石膏ボード
密度 (kg/m ³)	130	500	60	130	850
空隙率 (m ³ /m ³)	0.0010	0.5000	0.9500	0.0010	0.6500
熱容量 (J/kgK)	2300	1500	850	2300	850
熱伝導率 (W/mK)	2.30	0.10	0.04	2.30	0.20
水蒸気拡散抵抗係数(-)	100.0	700.0	1.3	500000.0	8.3

GW : 住宅用グラスウール、PE : ポリエチレンシート