

B-12 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解析

The Transient Simulation about the Hygrothermal Aspect of Damp Proof Membrane in the Wooden Dwellings

柚本 玲 (お茶の水女子大学)^{*1} 堀内 正純 (有限会社イーアイ)^{*2} 田中 辰明 (お茶の水女子大学)^{*1}

The aim of this study is to make clear that the hygrothermal aspect of damp proof membrane in the wooden dwellings in by transient simulation program-WUFI. The water content in the wall without damp proof membrane in Sapporo increased year by year, consequently it is necessary to set the membrane to provide the wall from internal condensation. However, it shows higher relative humidity in the wall in Naha when the membrane was set. So it is important to simulate hygrothermal aspect to check whether the components are suitable for the objective climate.

非定常解析、熱湿気性状、防湿シート、木造住宅

Transient Simulation, Hygrothermal Aspect, Damp Proof Membrane, Wooden Dwellings

はじめに

近年、日本の住宅では高气密、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、シックハウス症候群などの問題が生じている。それらの問題のうち壁の内部結露はカビの発育、腐食、サビ、断熱性能の低下などを引き起こす重大な問題である。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。

日本は南北に長く山地が多く、周囲を海に囲まれており、地域による気象条件の違いが大きいため、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で確認する必要がある²⁾³⁾⁴⁾。そこで、本研究では住宅省エネルギー基準 (以下次世代基準) を元に木造軸組充填断熱工法を想定した壁構造⁵⁾で防湿シートの有無が、同基準の各地域区分において、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た。

1. 方法

1.1. 非定常解析プログラム

解析はヴァーフィプロ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。WUFIは水蒸気及び液水移動、日射および雨の影響を考慮した上で非定常での1次元熱湿気同時移動を解析できるプログラムである⁶⁾。

1.2. 構造

Table 1に各建材の物性値、Fig. 1に解析に用いた壁体断面構造モデルを示す。壁体は屋外側より、外装仕上げー通気層ー透湿防水層ー合板ー断熱材:住宅用グラスウール (以下GW)ーポリエチレン防湿シート (以下PE)ー石膏ボードを想定した。

1.3. 気象条件

Table 2に対象地域の平均及び最高、最低気温湿度、室内温湿度設定を示す。対象地域は次世代基準の各地域区分から1から3都市を選択した。気象条件は拡張アメダス気象データ (日本建築学会編)⁷⁾を基にWUFI形式に変換されたWUFI付属データを用いた。室内温湿度は8月15日に最高28°C・60%RH、2月15日に最低20°C・30%RHを示すサインカーブとなるよう設定した。

1.4. 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。

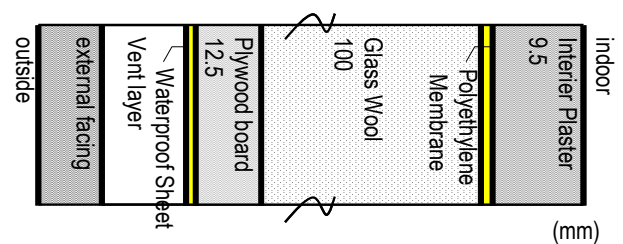


Fig. 1 The model of assembly of this wall of this analysis

^{*1}Lei Yumoto and Tatsuaki Tanaka (Ochanomizu University)

^{*2}Masazumi Horiuchi (EI., Ltd)

2. 結果および考察

2.1. 含水率

含水率が経年上昇すると水分蓄積の可能性があると不適切な工法と判断できるが、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。ドイツ工業規格を参照すると、木材については冬季と夏季で1.0kg/m³の差があると腐敗の危険性があるとされているが、そのような条件も認められなかった。

2.2. 相対湿度

Fig. 2、Fig. 3、Fig. 4、Fig. 5に断熱材屋外側の相対湿度変化を示す。防湿シートなしの場合、札幌市、弘前市、盛岡市、仙台市、長野市で冬季に80%RH以上の高湿度を示した。特にI地区およびII地区の3都市(札幌市、弘前市、盛岡市)では10月から春先(3月から5月)までの約6ヶ月間高湿度を示した。IV地区である新潟市、金沢市でも1月頃80%RH以上の高湿度が認められた。一方防湿シートを設置した場合、これらの都市では壁体内で高湿になることは無かつた。このように寒冷地では防湿シートが効果を示した。

Fig. 6、Fig. 7に防湿シート屋外側の相対湿度変化を示す。防湿シートを設置した場合に、シート屋外側の相対湿度変化を見ると、那覇市では夏季6月から9月の3ヶ月間、80%RH以上となった。また、宮崎市でも7月から8月の間に80%RHを超える場合が認められた。また、断熱材外側の湿度変化に着目すると、Fig. 5のようにシートを設置した場合、那覇市では6月前後、宮崎市では9月前後に80%RHに迫る高湿度を示した。温暖な土地では、PEシートが夏季に壁体内を高湿にする場合があることを示した。

3. 結論

本研究では木造軸組充填断熱工法で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。
- ・I、II、III地区の札幌市、弘前市、盛岡市、仙台市、長野市では冬季、壁体内の高湿度を防ぐために防湿シートが有効に働いた。
- ・IV地区に分類される場合でも、新潟市や金沢市のように防湿シートを設置した方が良い場合があるため、気象に合わせて解析する必要が認められた。
- ・V、VI地区である那覇市、宮崎市の蒸暑地では防湿シートにより、夏季に壁体内が高湿になってしまう場合があった。

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た。研究にあたりご協力を賜りましたブラウン・ホーファー建築物理研究所ダニエル・ツィルケルバハ氏、田中啓輔氏、田中絵梨氏に心より謝意を表す。

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(2006) p.13-p.15
- 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) H.M. Kuenzel; Aussen dampfdicht, vollgedaemmt? Die rechnerische Simulation gibt Hinweise zu dem Feuchteverhalten aussen dampfdichter Steildaecher; bauen mit holz(1998)
- 7) 拡張アメダス気象データ; 日本建築学会編

Table 2 The temperature and humidity of analysis area and indoor condition (mean, maximum and minimum)

Outside Climate		Temperature (°C)			Humidity (%RH)		
Area	City	Mean	Max.	Mini.	Mean	Max.	Mini.
I	Sapporo	8.9	32.6	-13.2	71	100	26
II	Hirosaki	9.9	33.3	-11.0	76	100	20
II	Morioka	10.2	33.2	-13.1	73	100	20
III	Sendai	12.2	32.7	-6.1	70	100	12
III	Nagano	11.6	34.5	-9.4	73	100	15
IV	Niigata	13.8	36.5	-3.8	70	100	20
IV	Kanazawa	14.3	34.3	-2.4	72	100	19
IV	Tokyo	16.1	35.3	-0.8	62	100	17
V	Miyazaki	17.4	34.8	-5.8	73	100	17
VI	Naha	22.7	32.7	10.9	75	100	33
Indoor Condition		Mean	Max.	Mini.	Mean	Max.	Mini.
sine curve ^{*1}		24.0	28.0	20.0	45	30	60

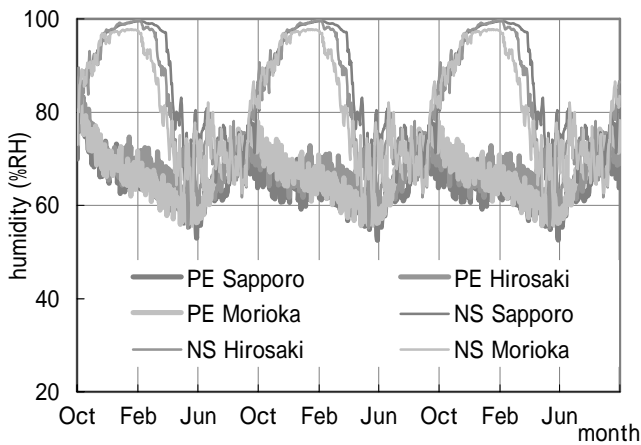
^{*1}Maximum temperature and humidity in indoor air: August 15th

Table 1 The properties of building materials

Property	Waterproof Sheet*	Plywood board	Glass Wool	Polyethylene Membrane	Interior Plaster
Density (kg/m ³)	130	500	60	130	850
Porosity (m ³ /m ³)	0.0010	0.5000	0.9500	0.0010	0.6500
Specific Heat (J/kgK)	2300	1500	850	2300	850
λ (W/mK)	2.30	0.10	0.04	2.30	0.20
μ (-)	100.0	700.0	1.3	500000.0	8.3

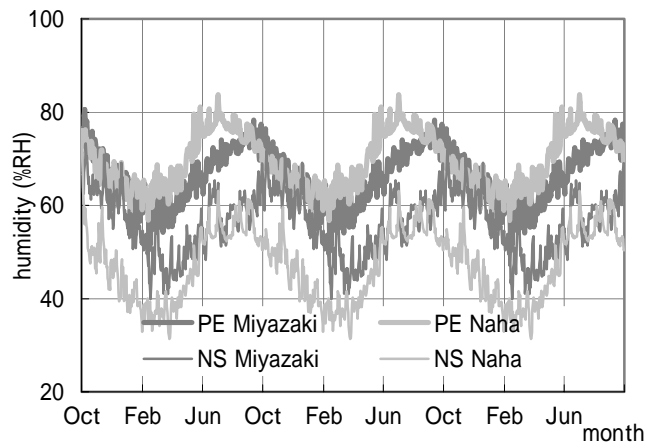
λ: Coefficient of thermal conductivity, μ: Water vapour diffusion coefficient in air

*The water proof sheet has moisture permeability.



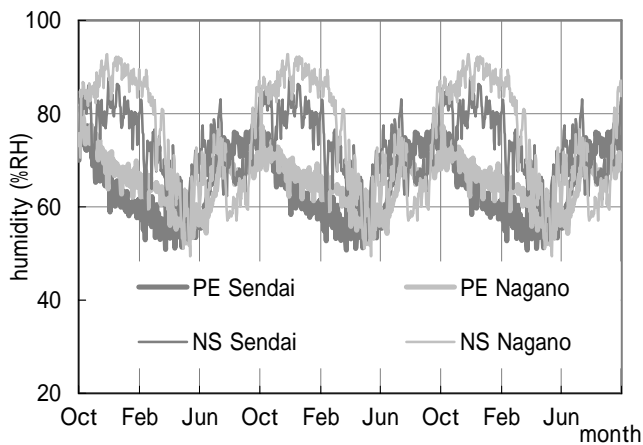
PE: with polyethylene membrane, NS: without polyethylene membrane

Fig. 2 Change of humidity outside of the insulating material in Sapporo, Hirosaki and Morioka



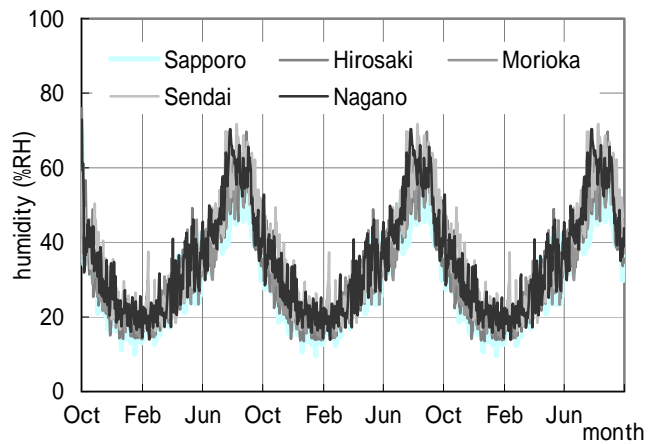
PE: with polyethylene membrane, NS: without polyethylene membrane

Fig. 5 Change of humidity outside of the insulating material in Miyazaki and Naha



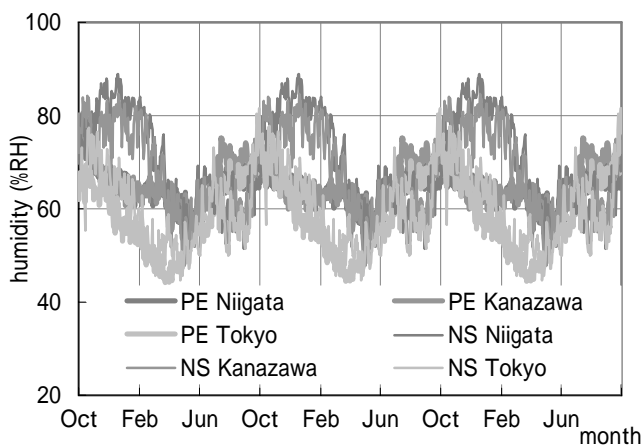
PE: with polyethylene membrane, NS: without polyethylene membrane

Fig. 3 Change of humidity outside of the insulating material in Sendai and Nagano



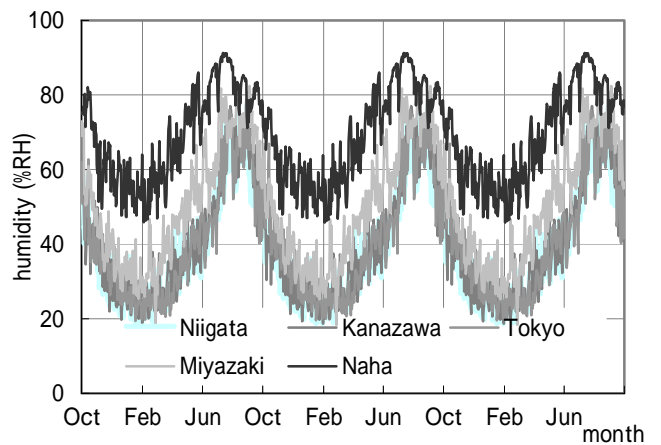
PE: with polyethylene membrane, NS: without polyethylene membrane

Fig. 6 Change of humidity outside of the polyethylene membrane in Sapporo and Hirosaki, Morioka, Sendai and Nagano



PE: with polyethylene membrane, NS: without polyethylene membrane

Fig. 4 Change of humidity outside of the insulating material in Niigata, Kanazawa and Tokyo



PE: with polyethylene membrane, NS: without polyethylene membrane

Fig. 7 Change of humidity outside of the polyethylene membrane in Niigata, Kanazawa and Tokyo and Miyazaki and Naha