

断熱材の種類が木造建物の壁内湿気分布に及ぼす影響

The Effect of the Types of Insulating Materials on the Hygric Distribution inside the Wall of Wooden Dwellings

正会員 柚本 玲 (お茶の水女子大学) 非会員 堀内 正純 (イーアイ)

正会員 田中 辰明 (お茶の水女子大学)

Lei YUMOTO*¹ Masazumi HORIUHI*² Tatsuaki TANAKA*¹

*¹ Ochanomizu University *² EI, Ltd.

Synopsis: This study's aim is to make clear that the hygric distribution of the two kinds of insulating materials inside the wall of wooden dwellings by transient simulation program-WUFI. At the cold region, the outside of the insulator was the most humidity area in the wall in the winter. On the other hand, at the hot region the outside of the membrane is the most humidity in the summer. The relative humidities of them were lower when to set the wood fiber insulator than the glass fiber insulator. It's important to simulate whether the components are suitable for the objective climate.

はじめに

日本の住宅で高气密、高断熱化が進み、省エネルギーが実現されつつある一方、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。それらのうち壁の内部結露は、特に木造住宅で木材の腐食という深刻な問題となる可能性がある¹⁾。北海道のように結露の懸念が大きい寒冷地では、木造建物に防湿シートが施され、内部結露防止に効果を発揮している。しかし、気象条件の地域差が大きい日本では、ある地域で良い工法でも他の地域ではふさわしくない場合がある。例えば蒸暑地の那覇において防湿シートを施すと、夏季にシート屋外側が高湿度になってしまうという解析結果等により、筆者らは非定常解析の必要性を報告してきた²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。

本研究では、防湿のためにシートに加えて、吸放湿性が高いため結露防止が期待できるとされる木質繊維系断熱材に着目した。通称次世代省エネルギー基準⁶⁾で区分される各地域において、断熱材の種類及び防湿シートが木造建物壁内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。

1. 方法

1.1. 非定常解析プログラム

解析は非定常熱湿気同時移動解析プログラムヴェーフィ (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 1次元での非定常熱湿気同時移動を解析できるプログラムである⁷⁾⁸⁾。

表-1 建材物性値

種類	外装仕上	透湿防水層	合板	防湿シート
密度 (kg/m ³)	230	130	500	130
空隙率 (m ³ /m ³)	0.9	0.0010	0.5000	0.0010
熱容量 (J/kgK)	920	2300	1500	2300
熱伝導率 (W/mK)	0.05	2.30	0.10	2.30
μ (-)	3.23	100.0	700.0	500000.0
種類	石膏ボード	XPS	GW	WFB
密度 (kg/m ³)	850	40	60	168
空隙率 (m ³ /m ³)	0.6500	0.9500	0.9500	0.8830
熱容量 (J/kgK)	850	1500	850	2100
熱伝導率 (W/mK)	0.20	0.03	0.04	0.04
μ (-)	8.3	450.0	1.3	3.3

防湿シート: ポリエチレンシート、外装仕上: 珪素カルシウム板
XPS: 押出法ポリスチレンフォーム、GW: 住宅用グラスウール
WFB: 木質繊維系断熱材(ボード)、μ: 水蒸気拡散抵抗係数

表-2 対象地域の温度及び湿度 (平均、最高、最低)

気象条件 区分都市	温度 ()			相対湿度 (%RH)		
	平均	最高	最低	平均	最高	最低
I 旭川市	6.9	33.3	-21.7	77	100	16
I 札幌市	8.9	32.6	-13.2	71	100	26
II 弘前市	9.9	33.3	-11.0	76	100	20
II 盛岡市	10.2	33.2	-13.1	73	100	20
III 仙台市	12.2	32.7	-6.1	70	100	12
III 長野市	11.6	34.5	-9.4	73	100	15
IV 新潟市	13.8	36.5	-3.8	70	100	20
IV 金沢市	14.3	34.3	-2.4	72	100	19
IV 東京都	16.1	35.3	-0.8	62	100	17
V 宮崎市	17.4	34.8	-5.8	73	100	17
VI 那覇市	22.7	32.7	10.9	75	100	33
室内条件	平均	最高	最低	平均	最高	最低
サインカーブ	24.0	28.0	20.0	45	30	60

* 室内では最高が8月15日に示すように設定した

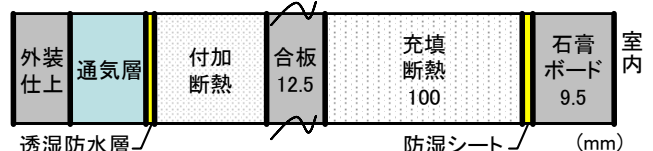


図-1 壁体モデル

1.2. 構造

表-1に各建材の物性値、図-1に壁体断面構造の解析モデルを示す。木質繊維系断熱材の比較対象として、一般的に充填断熱に用いられる住宅用グラスウールを選択した。住宅省エネルギー基準に合わせてI地区の場合のみ、付加断熱を施す設定とした。充填に木質繊維系断熱材(以下WFB)を用いる場合は、同じ木質繊維系断熱材を付加断熱とし、充填に住宅用グラスウール(以下GW)を用いる場合には押出法ポリスチレンフォーム(以下XPS)を付加断熱として設定した。

壁体は屋外側より、外壁-通気層-透湿防水層-付加断熱(I地区においてのみ)-合板-充填断熱-ポリエチレン製防湿シート(PE)-石膏ボードを想定した。以下防湿シートを設置した場合を”シートあり”、設置しない場合を”シートなし”と呼ぶ。

1.3. 気象条件

表-2に対象地域の平均及び最高、最低の気温及び湿度、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より2都市から3都市を選択した。気象条件は拡張アメダス気象データ標準年⁹⁾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°C・40%RH、8月15日に最高28°C・60%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

分析開始時の湿度は、各地域の平均湿度に対する典型的な建材の含水率(プログラム搭載データ)を、また湿度は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条件が厳しい冬季にむかう10月1日から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。

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。

2.2. 湿気分布

図-2、図-3に旭川市、那覇市における壁体断面湿気分布を示す。実線は解析最後のデータ(3年目10月1日0:00時点)、網掛けは解析期間中の履歴を示す。寒冷地の旭川市では温度差の大きい充填断熱と合板の境界が高湿度になることが分かった。I地区(旭川市、札幌市)II地区(弘前市、盛岡市)III地区(仙台市、長野市)及びIV地区の新潟市、金沢市の計8都市で同様の傾向であった。一方那覇市の場合は、逆に湿気が遮られる防湿シート屋外側が最も高湿度になり、宮崎市、東京都でも同様の傾向を示した。

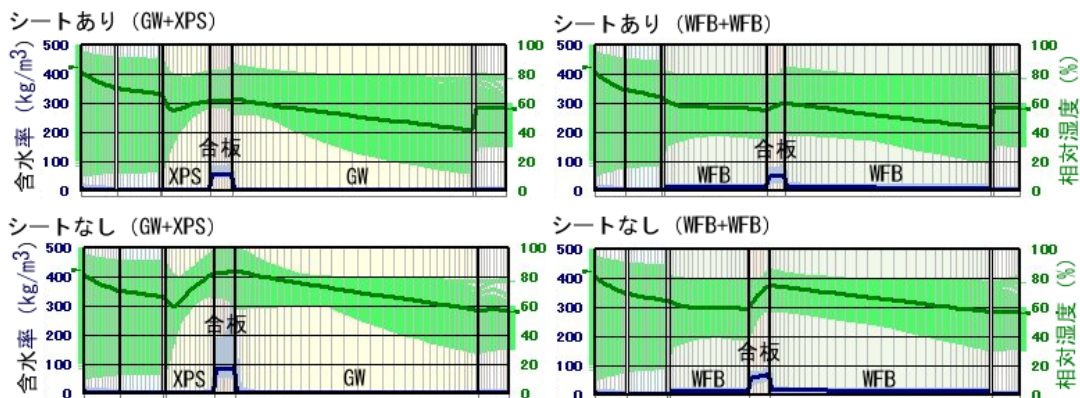


図-2 壁体断面湿気分布(旭川:I地区)

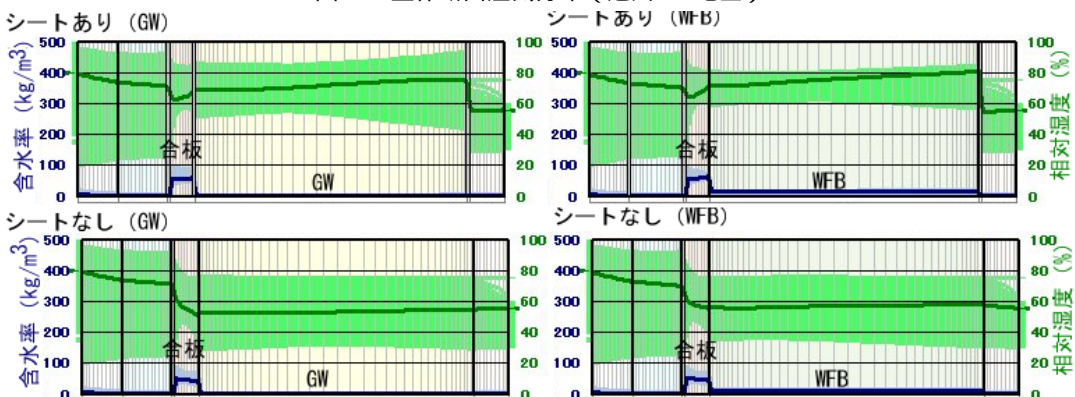


図-3 壁体断面湿気分布(那覇:VI地区)