

木造断熱住宅の壁体内温湿度性状 ～通気層の有無と外装材の種類による影響～

Hygrothermics of inner walls of thermal insulated wooden houses

～depending on air layers and types of exterior materials～

0230118 富吉美帆 Miho TOMIYOSHI 指導教官 田中辰明 Tatsuaki TANAKA

1 目的

地球環境の保全, 居住環境の快適性向上の観点から, 全国で住宅の断熱化が進行しつつある. 温暖多湿な気候である日本の木造住宅は従来, 換気通風を積極的におこなう構造となっていた. しかし断熱化によって壁体内空隙に繊維系断熱材が充填されると壁体内に風が十分に通らなくなり, 相対湿度が高くなってカビ・結露が発生しやすくなる. カビ・結露は建物の劣化やアレルギー疾患を引き起こす原因にもなるため, 予防する必要がある.

過去の研究では, 構造木材の乾燥・内部結露防止のために, 柱・梁の外側に通気層を設置する通気工法の有効性が報告されている¹⁾. しかし, 通気工法は通気層を設けない工法よりコストがかかるという理由から浸透に歯止めがかかっているのが現状である.

そこで本研究では, 日本の各都市における充填断熱を施した木造住宅の温湿度非定常解析を行い, 通気層の有無と外装材の種類の違いによって壁体内の温湿度性状がどう変わるかをシミュレーションした. カビが発育する危険性があると判断されたパターンについて考察し, 各都市の気候特性に合った断熱工法の検討に役立てることを目的とした.

2 方法

WUFI Pro4.0 (建物における熱湿気輸送解析プログラム; Fraunhofer 建築物理研究所作成) を用いて, 壁体内の温湿度性状の非定常解析を行った.

2-1 解析ケース

解析ケースは

- ・都市: 札幌, 盛岡, 新潟, 東京, 名古屋, 福岡, 那覇 (計7都市)
- ・外装材: サイディング, モルタル, タイル (計3種)
- ・通気層: あり, なし (計2条件)

以上の組み合わせによる計42パターンである.

2-2 解析条件

期間: 3年間 (1月1日～12月31日)

気象条件: 拡張アメダス気象データ (日本建築学会) を使用した.

室内条件: 実際の気象条件を考慮して, 以下の2種類を使用した.

ア) 札幌: prEN15026 (欧州規格原案) に従う. 外気温と室温, 室内相対湿度の関係は表1の通り.

表1 prEN15026における外気温と室温および室内相対湿度の関係

外気温 T [°C]	室温 t [°C]	室内RH h [%]
T ≥ -10	t = 20	h = 30
-10 < T < 10	t = 20	h = T + 40
10 ≤ T ≤ 20	t = 0.5T + 15	h = T + 40
20 < T	t = 25	h = 60

イ) 札幌以外の6都市: 下図のサインカーブに従う.

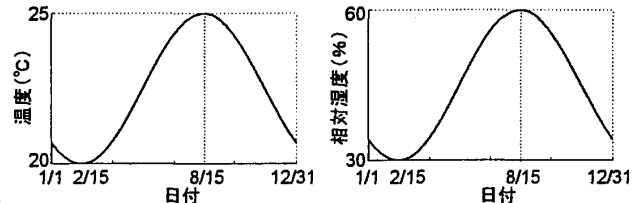


図1 室内温度

図2 室内相対湿度

壁の向き: より条件の厳しい北向きとした.

壁体内構造: 外装材とシートおよび通気層の有無により, 図3のような構造に設定した.

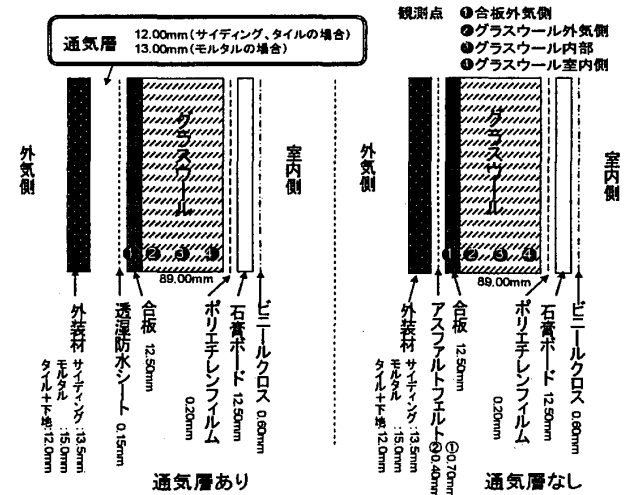


図3 各壁体内の構造と観測点

2-3 物性値

各建材の物性値には表2の値を用いた.

表2 各建材の物性値

	密度 [kg/m ³]	空隙率 [-]	熱容量 [J/kg·K]	熱伝導率 [W/m·K]	μ [-]
サイディング	1150.00	0.500	840	0.200	7.500
モルタル	1000.00	0.327	932	0.279	15.356
タイル下地材	1080.00	0.500	840	0.280	7.500
通気層	1.30	0.999	1000	0.083	0.700
アスファルトフェルト①	0.78	0.500	1674	0.232	2344.600
アスファルトフェルト②	1.17	0.500	1674	0.232	8397.900
透湿防水シート	430.00	0.001	1500	112.000	108.770
合板	500.00	0.500	1880	0.160	85.600
グラスウール	16.00	0.990	840	0.038	1.300
ポリエチレンフィルム	915.00	0.001	2230	0.295	371907.000
石膏ボード	700.00	0.700	1100	0.190	19.900
ビニールクロス	500.00	0.640	840	0.200	6315.200

*アスファルトフェルト①: 外装材がサイディング, モルタルの場合に用いる
アスファルトフェルト②: 外装材がモルタルの場合に用いる
μ [-] = 空気透過率 [%] / 建材の透過率 [%]

2-4 カビ発育予防の判断基準

各観測点における最後の1年間の相対湿度において「相対湿度80%以上の時間累積率が25%以下である」という基準を満たしていれば, その箇所でのカビの発育を予防できるものと判断した²⁾.

*時間累積率 = 〇%となった時間 / 総解析時間

3 結果と考察

2-4の基準を満たさず、カビが发育する危険性があると判断されたのは、以下のパターンであった。

表3 カビ发育予防の基準を満たさなかったパターン

観測点	都市	通気層あり	通気層なし
①合板外気側	盛岡		Mo Ti
	那覇	Si Mo	
②ガラスウール外気側	盛岡		Mo Ti
③ガラスウール内部	那覇	Si Mo Ti	Si Mo Ti
④ガラスウール室内側	那覇	Si Mo Ti	Si Mo Ti

※Si:サイディング, Mo:モルタル, Ti:タイル

3-1 通気層の有無による違い

観測点①②で「盛岡—通気層なし」が基準を満たさなかったのは、冬期に相対湿度が高くなっているからである(図4参照)。これは、湿気を含んだ暖かい室内の空気が、壁体内を外気側へ流れ、断熱層よりも外気側で急激に冷やされることにより発生する冬期結露³⁾である。観測点①②の冬期の相対湿度は、通気層ありの場合は通気層なしの場合よりも低くなっており、基準も満たしていることから、盛岡において通気層の設置は有効であるといえる。札幌は盛岡よりも冬期の外気温が低いにもかかわらず、基準を満たす結果となったのは、札幌の外気の相対湿度が盛岡よりも低いためであると考えられる。

観測点③④で「那覇」が基準を満たさなかったのは、夏期に相対湿度が高くなっているからである(図5参照)。これは、湿気を含んだ暖かい外気が壁体内を室内側へ流れ、断熱層よりも室内側で冷房の影響により冷やされて発生する夏期結露³⁾である。通気層ありの場合の時間累積率が、通気層なしの場合よりも高くなったことから、那覇では通気層を設置することによって夏期のカビ发育を助長してしまうといえる。しかし、通気層の有無に関わらず、基準を満たさなかったことから、那覇における断熱計画自体を見直す必要があると考えられる。

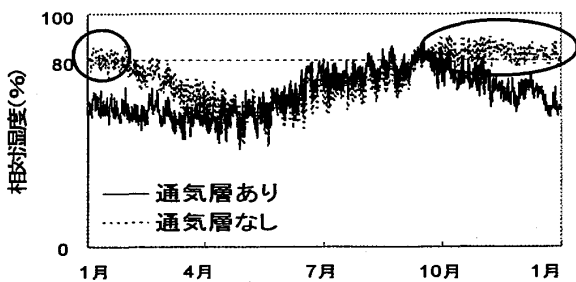


図4 「盛岡—モルタル」の観測点②における相対湿度の時間変化

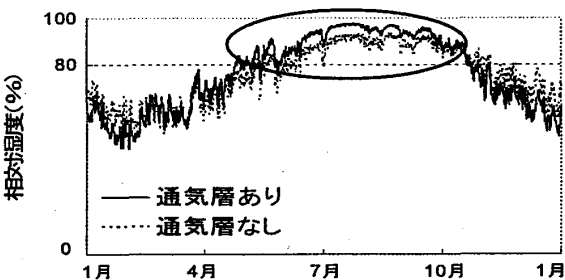


図5 「那覇—モルタル」の観測点④における相対湿度の時間変化

3-2 外装材の種類による違い

空気と比べてどのくらい湿気を通しやすいかを表す値をSd値(サイディング:0.10m,モルタル:0.23m,タイ

ル:2.09m)という。冬期にカビ发育の危険性が認められた「盛岡—通気層なし—観測点①②」では、外装材のSd値が大きいほど相対湿度80%以上の時間累積率が高くなっていることがわかる(図6参照)。したがって用いる外装材のSd値が大きいほど冬期にカビが发育しやすいといえる。また、夏期にカビ发育の危険性が認められた「那覇—観測点③④」では、外装材のSd値が小さいほど相対湿度80%以上の時間累積率が高くなっている(図7参照)。したがって用いる外装材のSd値が小さいほど夏期にカビが发育しやすいといえる。

※Sd値[m] = μ [-] × 材料の厚さ[m]

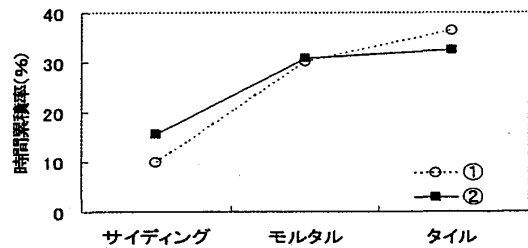


図6 「盛岡—通気層なし—観測点①②」における相対湿度80%以上の時間累積率

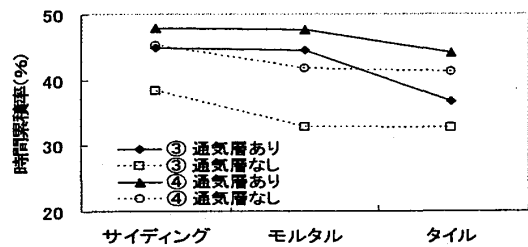


図7 「那覇—観測点③④」における相対湿度80%以上の時間累積率

4 まとめ

通気層の有無と外装材の種類の違いが木造充填断熱住宅の壁体内温湿度性状に及ぼす影響について、WUFIにより解析したところ、以下の結論を得た。

- ・盛岡で冬期に壁体内の室外側で相対湿度が高くなりカビが发育する可能性があるが、通気層を設置することにより回避できる。
 - ・那覇で夏期に壁体内の室内側で相対湿度が高くなりカビが发育する可能性がある。通気層を設置することによりさらにカビの发育を助長してしまう。
 - ・Sd値の大きい外装材を用いるほど寒冷な地域で冬期にカビが发育しやすく、Sd値の小さい外装材を用いるほど温暖な地域で夏期にカビが发育しやすい。
- 以上より、各都市の気候特性を考慮し、地域別に断熱の仕様を決定することが重要であるといえる。

【謝辞】本研究に当たりご協力頂きました、Fraunhofer 建築物理研究所、東急ホーム株式会社へ感謝致します。

【参考文献】

- 1) 瀬戸裕直ら：木造在来軸組工法壁体の内部結露，日本建築学会大会学術講演梗概集，1988-1989
- 2) DIN-Taschenbuch 158 Wärmeschutz 1, Beuth, 2003
- 3) 小野公平ら：高断熱壁体の夏季・冬季の湿害に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，D-2, 285-294, 1997