

壁体内通気層における通気量の実態把握

正会員 ○梅野徹也*1 同 銚井修一*2 同 齋藤宏昭*3 同 瀬戸裕直*4 同 本間義規*5

4.環境工学—13.空気流動応用

住宅、壁体、通気層、外部風、通気量

1.はじめに

日本の在来木造住宅の外壁で多く採用されている通気層構法は、外装材と断熱層の間に、外気に通じる空気層（通気層）を設けることによって壁体内の湿気を排出し、壁体内の高湿化を抑制する構法である。壁体内通気層に関しては多くの研究がなされており^{例えば1)}、壁体内の湿気排出に有効な通気層厚さなどの知見が得られているものの、実住宅において壁体内通気層の効果を検討した研究は少なく、通気量の実態は明確となっていない。壁体内通気層では、外気と通気層の温度差による浮力と外部風による風圧力が通気の駆動力となるが、外部風と通気量の関係性についてはほとんど検討されていない。また、実住宅では小屋裏を介して通気層が互いに影響することにより、例えば通気方向が下向きになるなど、複雑な状況となっていることも予想される²⁾。

本研究は、壁体内通気層の通気量の実態を把握するため、外気条件が通気量に及ぼす影響を明らかにすることを目的としている。本報では、実験住宅において通気層の通気量を測定した結果を示し、外気と通気層の温度差、外部風向・風速が通気量に及ぼす影響について検討した結果を報告する。

表1 実験住宅の概要

建設地	岩手県滝沢村（岩手県立大学敷地内）
工法	木造総2階建て
延床面積	33.12 m ² （3.64×4.55m）
屋根	片流れ （3寸勾配）
断熱仕様	外壁： 高性能 GW16K100mm 天井： 高性能 GW16K200mm 基礎： XPS3 種 b100mm（外張り）
通気層	厚さ： 東西面---9, 18, 27mm の3仕様 南北面---18mm
測定期間	2010年3月17日～12月7日

2. 実測概要

測定は、岩手県立大学敷地内に建設された岩手県立大学盛岡短期大学部の建築環境工学実験棟にて行った。実験住宅の概要を表1、図1に示す。西向き片流れ屋根の総2階建てで、周囲に隣接する建物はなく開けた敷地に建っている。壁合板と透湿防水シートを防風層とする一般的な通気層工法の外壁を有する。北側は天井断熱、南側は屋根断熱であるため、小屋裏換気方式が異なっている。ただし通気層の上端は軒裏に開放されており、軒裏空間を介して、小屋裏または屋根通気層につながっている。通気層の厚さは9mm、18mm、27mmの3仕様を図2に示すとおり配置した。窓がなく1、2階連続した壁を対象とし、天井断熱に通ずる厚さ9mm、18mmの通気層を「天井9mm」、「天井18mm」、屋根断熱に通ずる厚さ18mm、27mmの通気層を「屋根18mm」、「屋根27mm」として比較した。

通気層内風速、温度、外部風向・風速、外気温とともに、西面では通気層上下端の圧力差を測定し、通気層内の通気方向の判定に用いた。風向・風速と圧力差は1分間隔、温度は10分間隔の瞬時値を記録した。

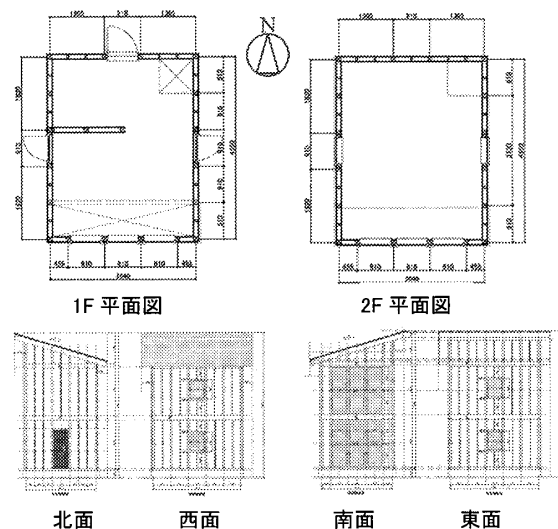


図1 実験住宅の平面図・立面図

Survey of Ventilation Volume in the Vented Air Space of Exterior Walls

UMENO Tetsuya, HOKOI Shuichi, SAITO Hiroaki, SETO Hironao and HONMA Yoshinori

通気量の算定において、通気層内の流れは上下方向の層流とし、断面方向の風速分布を図3の様に2次曲線と想定した。通気層内風速の測定値を中心風速とみなして、次式より通気量（外壁幅1mあたり）を算定した。

$$Q=2/3 \cdot v \cdot d$$

ここでQ:通気量[m³/s]、v:通気層内風速(厚さ中心)[m/s]、d:通気層厚さ[m]

3. 風速測定結果

図4に通気層内風速の測定結果を示す。2日間の外部および西面通気層内の風速である。通気層内風速はおよそ0~1m/sで変動している。外部風速に応じて、日中の風速が大きく、夜間に風速が小さい傾向が見られる。そのような状況は、図5に示す東面通気層においても同様である。測定期間における通気層内風速の頻度分布を図6に、各通気層の平均風速を表2に示す。いずれの通気層も80%以上が風速0.4m/s以下である。西面では通気層厚さが薄い「天井9mm」が「天井18mm」より風速が大きい。通気層厚さより通気層出入口の抵抗など他の要因が通気量に対し支配的となり、厚さの薄い「天井9mm」の風速が大きくなっていると推測される。一方、東面では「天井18mm」が「天井9mm」より大きいなど、方位や小屋裏換気方式の違いによって、壁体内通気性状は異なる。

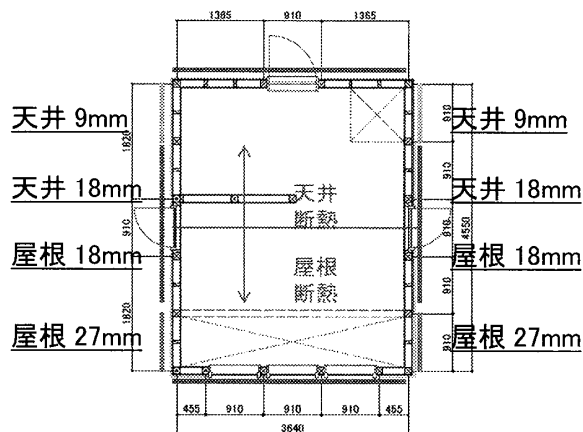


図2 通気層厚さの配置

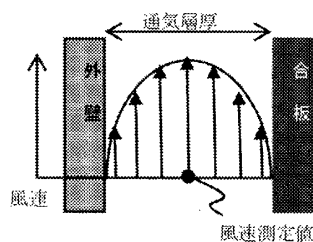


図3 通気層内風速分布

通気層上下端の圧力差より通気方向を判定し、下向きの通気を負とした西面の風速の頻度分布を図7に示す。15~30%の時間帯において下向きの通気が生じている。「屋根27mm」を除くと、下向き通気のほとんどは風速0.2m/s未満と小さい。

通気量の頻度分布を図8に示す。西面では、「天井9mm」と「天井18mm」の通気量がほぼ等しく、「屋根18mm」、「屋根27mm」ほど通気量が多い。東面では、「天井9mm」の通気量が少なく、「天井18mm」、「屋根18mm」、「屋根27mm」の順で通気量が多い。概ね通気層厚さに応じて通気量が多くなっているが、方位や小屋裏換気方式の違いによって通気量が異なる。

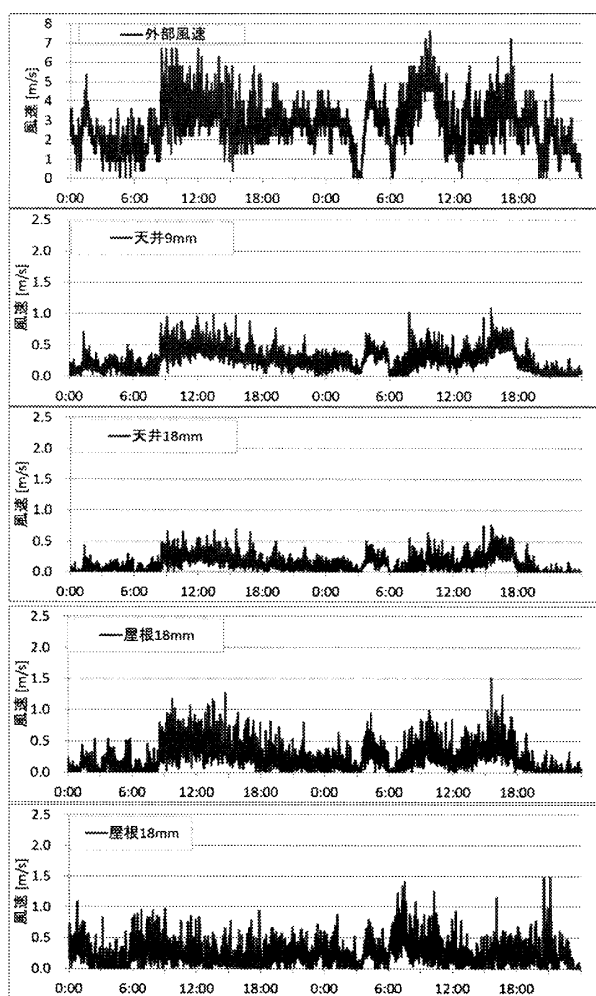


図4 通気層内風速(西面)

表2 通気層平均風速 [m/s]

	天井断熱		屋根断熱	
厚さ	9mm	18mm	18mm	27mm
西面	0.187	0.089	0.141	0.416
東面	0.049	0.150	0.212	0.194

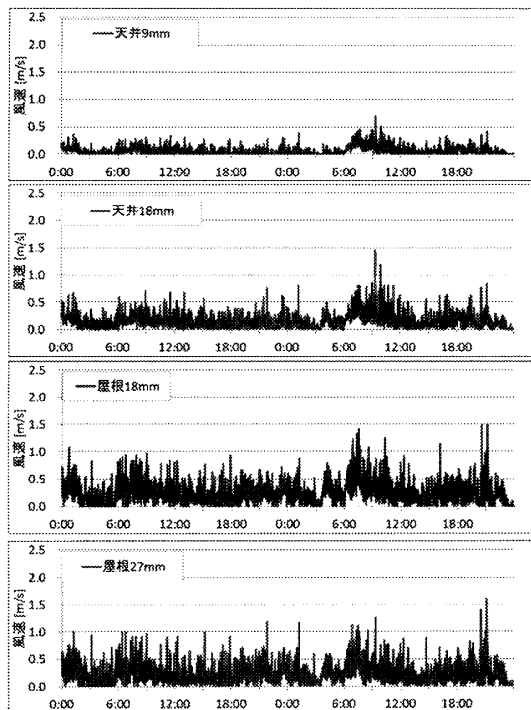


図5 通気層内風速(東面)

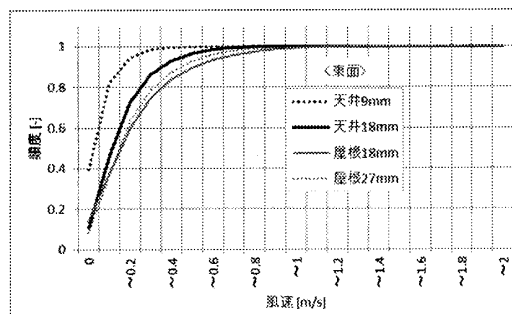
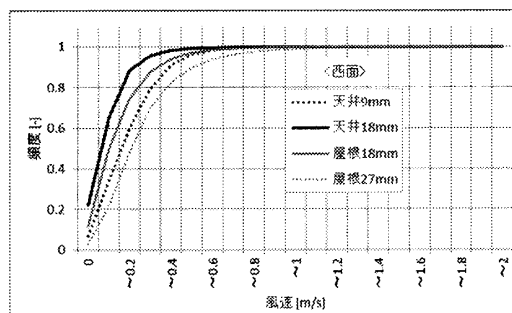


図6 風速頻度分布

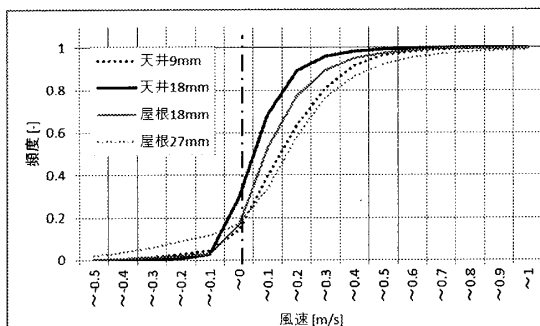


図7 風速頻度分布(西面・上下方向考慮)

4. 温度差による通気

外気と通気層の温度差と壁体内通気量の相関を図9に示す。通気層の温度は、1, 2階の高さ中心における測定値の平均値を用いた。外部風の影響を小さくするため、外部風速が0.5m/s未満の時間帯を抽出した。通気量は、温度差の1/2乗に概ね比例している。各通気層における比例定数を表3に示す。同じ通気層厚さでも方位や小屋裏換気方式によって比例定数が異なっている。また上下通気方向を考慮した西面では、温度差が正であっても下向きの通気となっている。温度差による通気においても、小屋裏や他の通気層との連続性により通気が影響を受けているためと推測される。

表3 温度差の1/2乗に対する通気量の比例定数

方位	西				東		南	北
断熱	天井		屋根		天井	屋根	屋根	天井
厚さ	9	18	18	27	18	18	18	18
定数	2.5	2.5	4.5	11.0	6.0	7.5	3.5	5.5

5. 外部風による通気

外部風速と壁体内通気量の相関を図10に示す。外部風速を壁面に対し垂直成分と平行成分に分解し、垂直成分(壁面に当たる方向を正)により比較した。浮力の影響を小さくするため、外気と通気層の温度差が0.5℃未満の時間帯を抽出した。通気量は外部風速に比例する傾向が見られ、外部風の正負によって比例定数

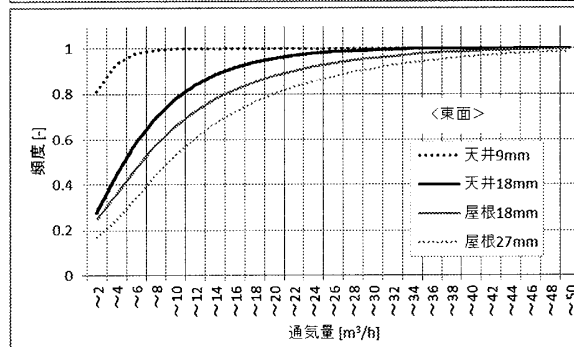
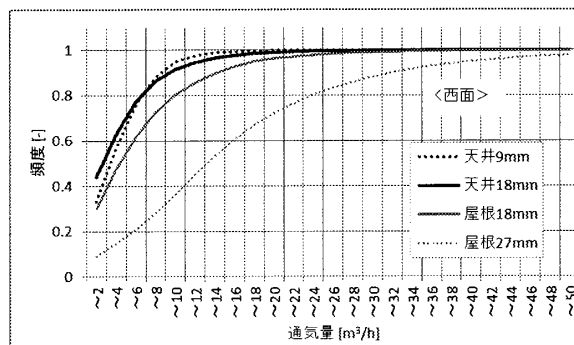


図8 通気量頻度分布

が異なる。ただし、ばらつきが大きく、壁面に平行方向の外部風（西面に対する南北風など）など他の要因による影響も大きいと考えられる。

6. まとめ

壁体内通気層における通気量の実態を把握するため、実験住宅における測定を行い、通気の駆動力である温度差および外部風と通気量の関係について検討した。総2階建て片流れ屋根の住宅における壁体内通気について以下の性状を確認した。

(1) 通気層内の風速は概ね1m/s以下であり、0.4m/s未満の風速が80%近くを占めている。(2) 通気方向が下向きになる時間が15~30%近くある。(3) 通気層厚さだけでなく、方位や小屋裏換気方式によって通気量

は大きく異なる。(4) 外部風速が小さい時、通気量は概ね外気と通気層の温度差の1/2乗に比例する。(5) 温度差の小さい時、通気量は外部風の壁面垂直成分に比例する傾向があるもののばらつきは大きく、他の要因による影響も大きい。

謝辞：本研究における実験住宅の実測利用は岩手県立大学盛岡短期大学部の協力を受けた。計測は（財）建築環境・省エネルギー機構の「自立循環型住宅開発委員会フェーズ3外被部会（主査：齋藤宏昭）の研究の一環として実施した。

参考文献 1) 水谷章夫ら：建築構造体内の透湿性能の測定（通気層による構造体の防湿効果に関する研究 その1）、日本建築学会計画系論文報告集、第376号、pp.1~10、1987. 2) 梅野徹也ら：壁体内通気層の通気量に及ぼす外部風の影響に関する検討、日本建築学会学術講演梗概集D-2、pp.817-818、2010。

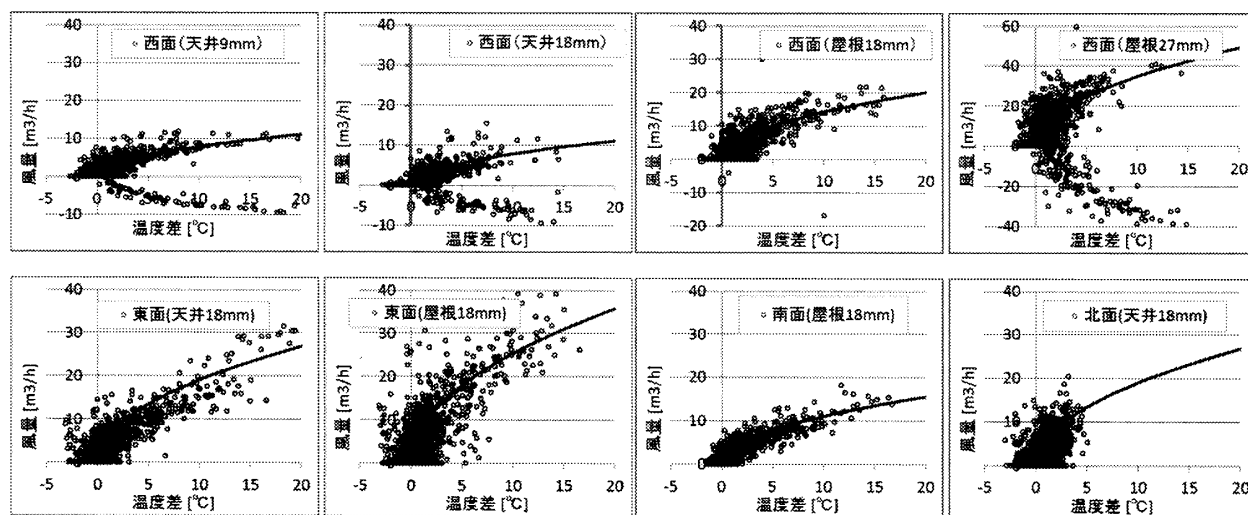


図9 温度差と通気量の相関

注) 西面のみ上下方向考慮。他は通気量の絶対値。

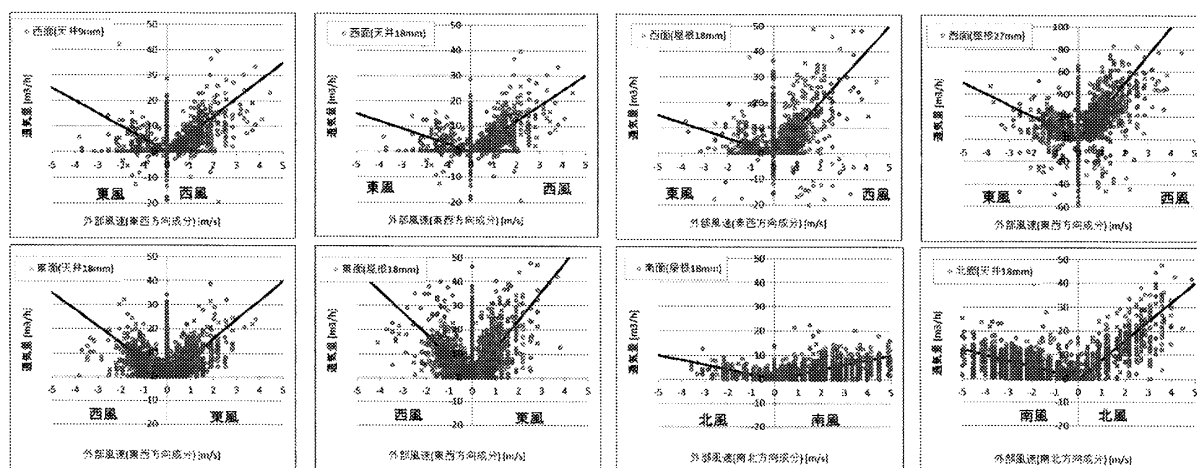


図10 外部風速と通気量の相関

注) 西面のみ上下方向考慮。他は通気量の絶対値。

- *1 積水ハウス(株)、工修 Sekisuihouse Co. Ltd., M. Eng.
- *2 京都大学大学院工学研究科、教授、工博 Prof., Graduate School of Engineering, Kyoto University, Dr. Eng.
- *3 東京大学大学院工学系研究科、特任研究員、博士(工学) Project Researcher, Graduate School of Engineering, Tokyo University, Dr. Eng.
- *4 独立行政法人 建築研究所、主任研究員 Senior Researcher, Building Research Institute
- *5 岩手県立大学 盛岡短期大学部、准教授、博士(工学) Associate Prof., Morioka Junior College, Iwate Prefectural University, Dr. Eng.