

# 通気層とアルミ反射材の複合工法の断熱性能の検証と排熱特性の夏期評価

建築都市デザイン学科 2280120029-3 胡内 裕翔  
(指導教員 近本智行)

## 1. はじめに

建物の高断熱・高气密化が国策として推進されている一方で、現行の省エネ基準においては部材単体の熱伝導率を中心に評価しており、通気層に面する壁面を低放射率化することによる放射熱伝達率低減や通気層による排熱効果は加味されていないことから、新たな評価手法の確立が今後求められると考えられる。

そこで、本研究では、構造体を囲むようにアルミを貼った後、外気側に通気層、室内側から現場発泡硬質ウレタンを吹き付ける工法（以下ウレタン遮熱工法）に着目し、今後の遮熱効果の定量的評価に繋げるために熱的性能の検証を行った。既往研究<sup>1)</sup>では1棟あたり4.97m<sup>2</sup>であった屋外実験棟の面積を2倍に大きくし、また小屋裏空間を除き単純化した上で、断熱工法の違いによる断熱性能を改めて検証したほか、通気層内空気をファンによって強制排気させたときの、通気層の排熱特性の評価を行ったので報告する。

## 2. 実験棟の概要

### 2.1 夏期室内温熱環境実測期間

立命館大学BKCキャンパスの敷地内にウレタン遮熱工法を施した実験棟と、構造部材の隙間にグラスウールを詰め込んだ工法（以下、充填断熱工法）の実験棟をそれぞれ建設した。図1に各工法実験棟の詳細断面図を示す。省エネ法に基づく手法で算出した熱貫流値は、ウレタン遮熱工法棟が0.827W/K・m<sup>2</sup>、充填断熱工法棟が0.483W/K・m<sup>2</sup>と、計算上では充填断熱工法棟の方が高い断熱性能を有していることとなる。また、図2に実験棟の南北断面図と平面図を示す。実験棟の室容積は3.64m×2.73m×3.05m=30.3m<sup>3</sup>で、長辺が南北側に面している。実験棟に窓は設置しておらず、北面に断熱加工を施した扉がある。屋根面は日射を受けやすいように南側への片屋根となっており壁内や天井で暖められた通気層内の空気が北側の軒先から抜けていく構造となっている。

### 2.2 ファンによる通気層、強制排気実測

8/17~18にかけて、ウレタン遮熱工法棟を対象として南側外壁上部に通気層から強制的に排気を行うファンを設置し、南側壁面はファンにより通気層内の空気が排出することができる構造へと変更した。天井や他方位の通気層は従来通り北側の軒先から抜けていく構造となっている。

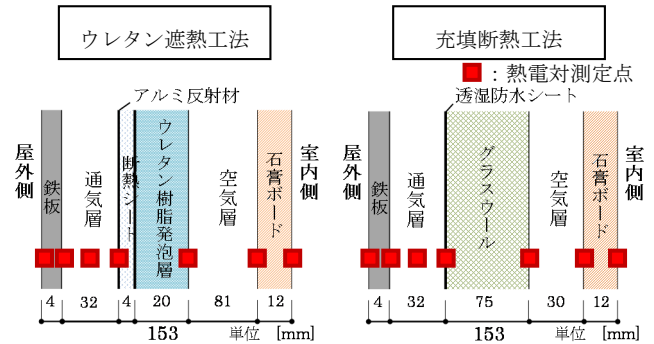


図1 各工法実験棟の詳細断面図

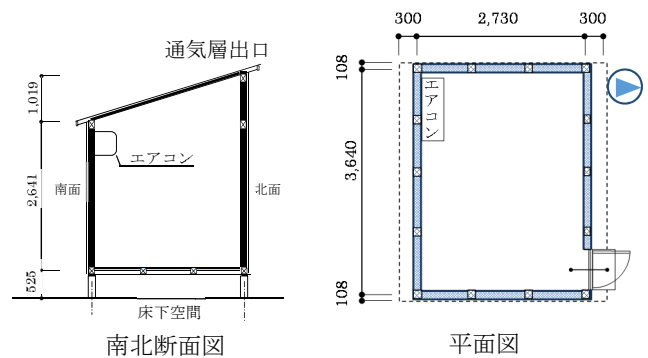


図2 実験棟の断面図・立面図

## 3. 夏期温熱環境実測の結果

夏期実測期間は、2015年7/15から8/16までとし、そのうち7/28~8/3の7日間は冷房運転を9:00~18:00間に行い8/6~8/8の3日間は冷房運転を1日中行う「冷房運転日」、その他の日はエアコンを全く稼働させずに室内の温熱環境を把握する「非冷房運転日」とした。なお、断熱工法の効果をより確認しやすくするために冷房の設定温度は24℃とした。

### 3.1 「非冷房運転日」の実測結果

図3に「非冷房運転日」8/15（最高気温33℃、晴天日）における各実験棟の室内温度の変動を示す。どちらの実験棟においても、外気温度・日射量の変化にやや遅れて室内温度が変動している。8時過ぎに日射量が急激に増加している理由としては、周囲の建物によって8時過ぎまで日射が遮蔽されていたからと考えられる。一日の室内温度変動に着目すると、ウレタン遮熱工法の実験棟は一日の最大値と最小値で約5℃の温度差が生じているのに対し、充填断熱工法の実験棟では温度変動幅がウレタン遮熱工

法棟よりも大きくなり、最大値と最小値で約 9℃の温度差が見られた。

また、壁体内の各部材の温度分布として図 4 に 7/25 の日中 (10:00~18:00) における南側壁面内温度分布を示す。通気層から室内側にかけてウレタン遮熱工法棟のほうが徐々に部材温度が低くなり、通気層温度で約 4℃、室内側壁面表面温度では約 2℃の差が実験棟間で見られた。

### 3.2 「冷房運転日」の実測結果

図 5、表 1 に夏期実測における「冷房運転日」の冷房による消費電力量の一例を示す。どの「冷房運転日」においても、充填断熱工法棟に比べてウレタン遮熱工法棟の消費電力量が低い結果となり、また、夏期の全ての「冷房運転日」の結果を平均すると、ウレタン遮熱工法棟の一日の消費電力量は約 1310Wh、充填断熱工法棟の消費電力量は約 1790Wh となり、ウレタン遮熱工法棟の消費電力量は充填断熱工法棟の約 73%に抑えられていた。

### 4. 夏期ファンによる通気層強制排気実測の結果

ファンによる排熱効果を確認するため外表面温度と室内温度より通気層温度とアルミ反射材表面温度を一次元非定常伝熱計算<sup>文2)</sup>で算出し、実測値との比較を行った。図 6 にファンを稼働させた 8/29 の実測値と計算値を図 7 にファンを稼働させた 9/22 の値を示す。なお、計算値は両日ともファンを稼働させていないものとして解析を行っている。8/29 は計算値が実測値に高い精度で追従していることが分かる。9/22 は計算値と実測値に大きな差はなくファンを稼働させることによる大幅な温度低下を確認することができなかった。

### 5. まとめ

本研究では実験等規模で実測と計算により、ウレタン遮熱工法の実際の断熱性能の確認を行った。

- (1) 夏期温熱環境実測では通気層とアルミ反射材によって外壁面からの熱負荷が抑制され、ウレタン遮熱工法が、室内温度変動幅と冷房消費電力量が共に低く抑えることが出来ていた。
- (2) ファンによる強制排気実測では、明解な効果の算出には至らなかった。

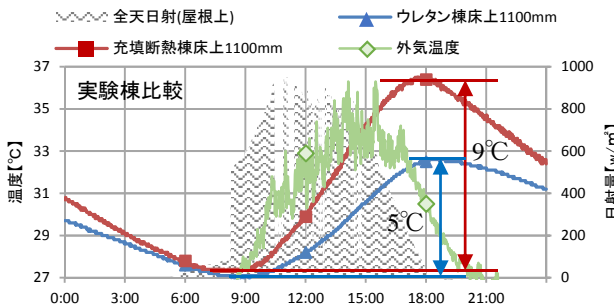


図 3 8/15 (非冷房運転日) の各実験等内の空気温度

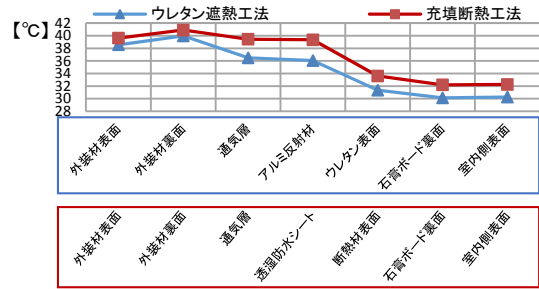


図 4 7/25 (非冷房運転日) の南側壁面内平均温度分布

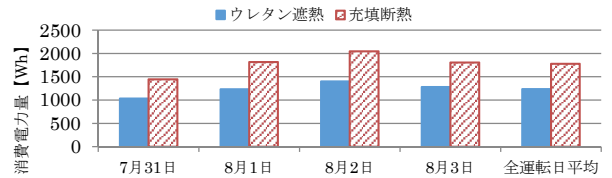


図 5 夏期冷房運転日のうち代表日の冷房消費電力量

表 1 図 5 に示す代表日の屋外環境と冷房消費電力量

	気温 [°C]		電力使用量 [Wh]			日照時間 [h]
	最高	最低	A 棟*	B 棟	B 棟-A 棟	
7/31	34.1	24.6	1034 (72%)	1445	411	12.1
8/1	35.8	24.1	1233 (68%)	1817	584	11.8
8/2	37.5	25.5	1401 (68%)	2046	645	11.3
8/3	35.6	26.4	1281 (71%)	1807	526	9.0
全平均	35.8	25.2	1237 (70%)	1779	542	11.1

\*括弧内の数値は B 棟 (充填断熱工法棟) を 100 とした

時の A 棟 (ウレタン遮熱工法棟) の割合

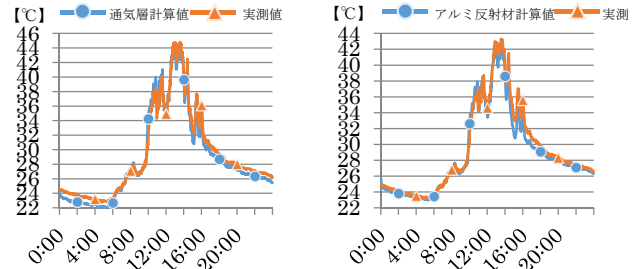


図 6 8/29 通気層とアルミ反射材温度の実測値と計算値

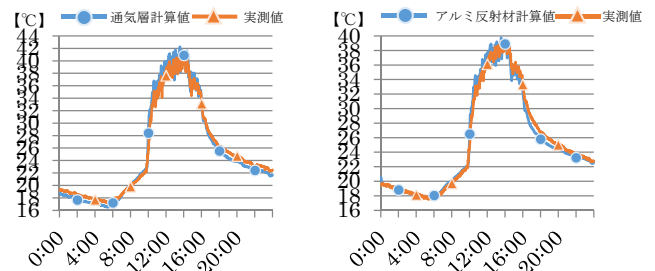


図 7 9/22 通気層とアルミ反射材温度の実測値と計算値

### 参考文献

- 1) 近本、田嶋ら：通気層とアルミ反射材の複合法による熱負荷低減効果の検証 (その 1~5), 建築学会大会 D-2, pp. 107-108, 2012.09 ほか
- 2) 赤坂ら：通気層を有する外壁、屋根の遮熱・断熱効果の計算法, 日本建築学会環境系論文集 No. 595, pp. 33-40, 2005.09