

冬期におけるアルミ反射材と通気層の複合工法による熱負荷低減効果の検証

建築都市デザイン学科 228008003-0 酒向 真考
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

住宅の冷暖房負荷低減や快適な温熱環境の確保には、外壁における断熱・遮熱性能の向上が不可欠である。伝導・対流熱を抑えるためには高断熱材の使用や断熱材厚さが重要であり、輻射熱には外壁面表面への高反射塗料が有効である。

本研究では、輻射熱を遮断するアルミ反射材を躯体外側に張り、その室内側に発泡ウレタンを吹き付ける工法(以下、ウレタン遮熱工法)に着目した。この工法ではアルミ反射材、断熱材及び通気層を適材適所に取り込むことで、外壁における熱負荷低減が期待できる^{文1)}。そこで壁体構成の違いによる断熱・遮熱性能評価として、グラスウールを用いた充填断熱工法による実験棟とウレタン遮熱工法による実験棟を製作した。両棟において室内温熱環境、壁体部材間温度や電力消費量を測定し、断熱性能の比較、評価を行ったので報告する。

2. 概要

2.1. 対象実験棟概要

立命館大学 BKC キャンパス・風環境実験室内に、ウレタン遮熱工法を施した棟(以下、A棟)及び充填断熱工法を施した棟(B棟)を建設した。各壁面工法を図1に示す。また図2、図3に実験空間断面図、平面図を示す。空調機により各季節を再現するため、各実験棟の周囲に環境調整空間を設けた。環境調整空間から空間外への熱損失が少なくなるように、ウレタン遮熱工法と同様、アルミ反射材にウレタン吹き付けを行った。

2.2. 測定概要

冬期の外気を想定して、実験空間全体を空調により約7℃の定常状態とし、各実験棟の室内空調を暖房22℃設定の自動運転とした。測定概要を表1に示す。熱電対を各実験棟の壁体部材間・室内の床上(0、100、600、1100、1600、2300mm)・天井面に設置した。また、多点風速計・微差圧計を西面の外装材に穴をあけ通気層の上下に設置し^{文2)}、Whメータを分電盤に設置し、電力消費量を測定した。

表1 測定概要

測定項目	使用機器
室温【℃】	PMV計
相対湿度【%RH】	
風速【m/s】	
PMV	
平均放射温度【℃】	多点風速計
風速【m/s】	
風圧【m/h】	微差圧計
室内上下温度分布、壁体、床下、天井、空間温度【℃】	T型熱電対
電力消費量【Wh】	Whメータ

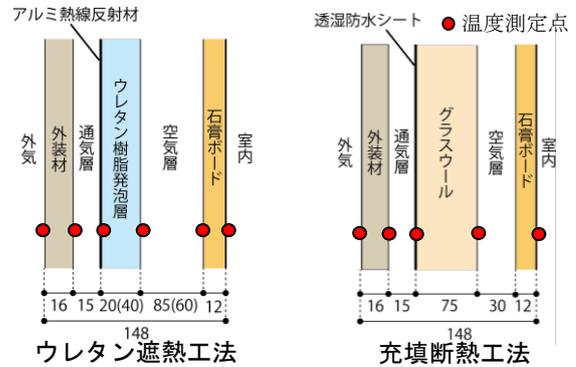


図1 各実験棟壁体詳細

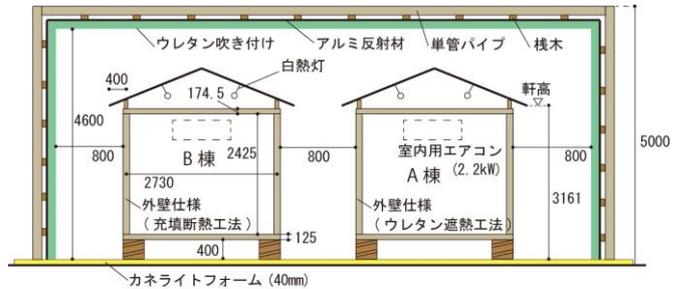
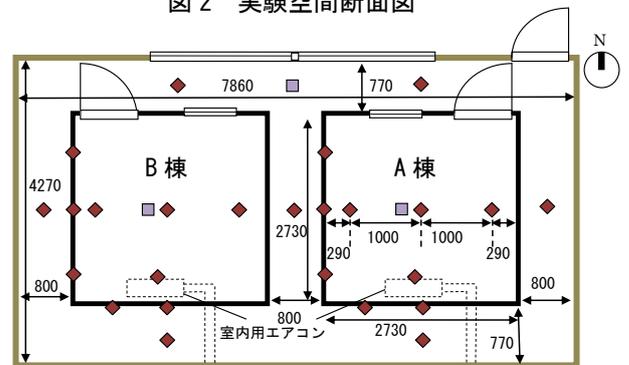


図2 実験空間断面図



【凡例】 ◆ 熱電対 □ アメニティメータ

図3 実験空間平面図

表2 部材熱伝達率

材料	厚さ【mm】	λ 【W/m·K】	R【㎡·K/W】	K【W/㎡·K】
石膏ボード	12.0	0.213	1.21 (1.98)	0.82 (0.50)
空気層	90.0(70.0)	$r_s=0.07$		
ウレタン樹脂発泡層	20.0(40.0)	0.026		
アルミ熱線反射材	4.0	237.3		
通気層	15.0	$r_s=0.07$	1.91	0.52
外装材(サイティングボード)	16.0	0.17		
石膏ボード	12.0	0.213		
空気層	30.0	$r_s=0.07$		
グラスウール	75.0	0.044	1.91	0.52
通気層	15.0	$r_s=0.07$		
外装材(サイティングボード)	16.0	0.17		

3. 壁体システムの性能検証

表 2 に各工法の部材熱伝達率を示す。断熱材厚さは A 棟がウレタン 20mm に対し、B 棟がグラスウール 75mm であるため、断熱性能は B 棟の方が高い。実測値と熱貫流率から算出した計算値、ウレタン厚を 38mm とした同じ熱貫流率に置き換えた理想値の各部材間温度を、図 4 に示す。実測値と計算値を比較すると、B 棟では差が見られなかったのに対し、A 棟の通気層室内面では実測値が 13℃、計算値が 10℃と大きく差が見られた。これはアルミ反射材が室内から室外へ向かう輻射熱を防ぎ、断熱材の保温・蓄熱効果をもたらしているためと考えられる。

また、通気層内に設置した多点風速計の測定結果によると、平均風速が A 棟 0.07m/s、B 棟 0.06m/s と共に微風で、冬期において通気層内はほぼ無風状態であった。

図 5 に空調停止後の各工法の室内表面温度と断熱材温度を示す。両棟の室内表面温度を比較すると、定常状態時は差が無かったが、空調停止後は A 棟のほうが高い温度を保っていた。また断熱材においても、ウレタン樹脂層はグラスウールに比べて室内空調停止後に高い温度を保ち、A 棟の保温性が高いことが確認できた。

4. 室内温熱環境調査

熱電対により各棟の上下温度分布を計測したが、定常状態時、空調停止後ともに室内における上下温度差はほとんど見られなかった。床上 1100mm の温度分布を図 6 に示す。空調停止後は、B 棟に比べ A 棟では 0.8℃程度高い温度を保っており、A 棟が熱貫流率以上の保温効果を持っていると考えられる。

5. 省エネ効果調査

室内空調運転開始後の両棟の空調電力消費量を図 7 に示す。空調立ち上げ時は、両棟ともに大きく電力を消費しているが、運転開始から 3 時間後には安定運転に入っている。熱伝達率を比較した場合 B 棟の方が優れているが、両棟の電力消費量ではほとんど差が見られなかった。

6. まとめ

本研究では壁体システムの異なる実験棟を建設し、冬期におけるウレタン遮熱工法の検証実験を行った。省エネ性能では同様の結果が得られ、空調停止後の温度変化では A 棟の保温効果が高いことがわかった。両棟の熱貫流率を比較した場合、B 棟の方が優位であることを考慮すると、A 棟は熱貫流率以上の効果を示すことができた。今後は夏期実験を実施し、その後ウレタン厚さを 20mm から 40mm に変更し夏期・冬期実験を行っていく。

参考文献

- 1) 田嶋圭一、近本智行：CO₂ 削減に向けた省エネ住宅の研究(その 2)住宅の新築及び既存改修における断熱範囲の設定と居住環境における省エネ効果の検証、空気調和・衛生工学会学術講演論文集 p1821-1824,2011 年 9 月
- 2) 梅野徹也ら：壁体内通気層における通気量の実態把握、日本建築学会大会学術講演梗概集,p839~840,2011.08

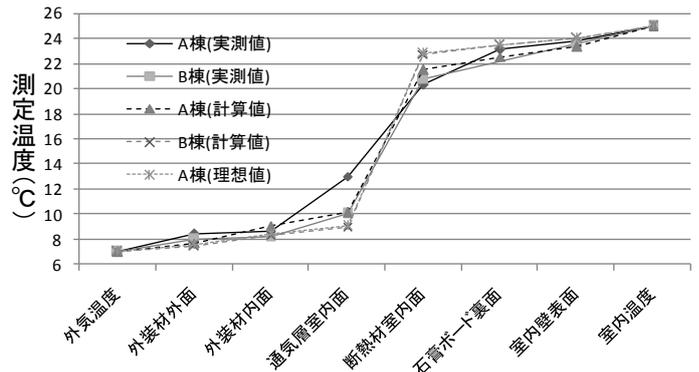


図 4 各壁体温度分布

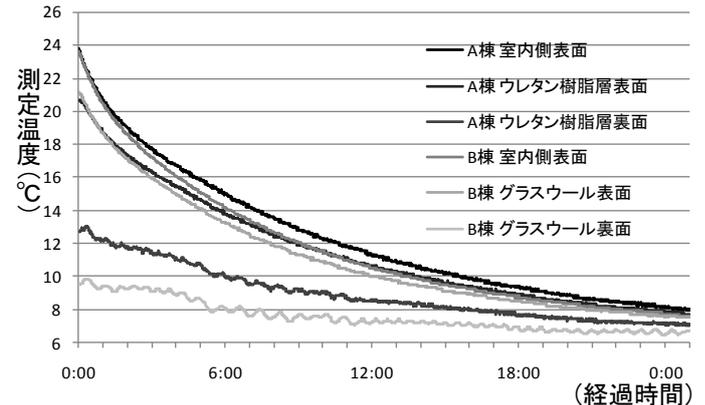


図 5 空調停止後部材間温度変化

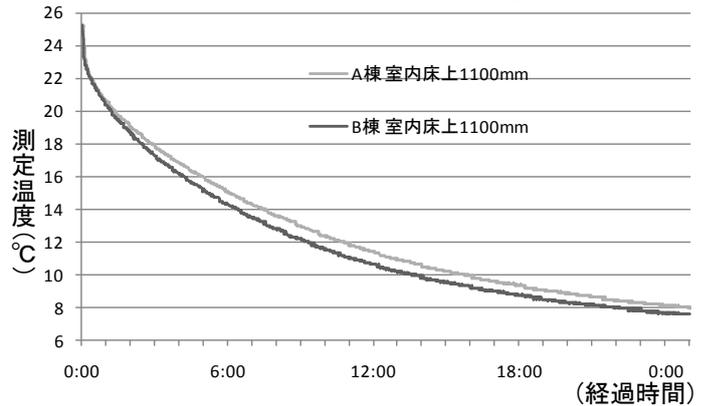


図 6 空調停止後室内温度変化

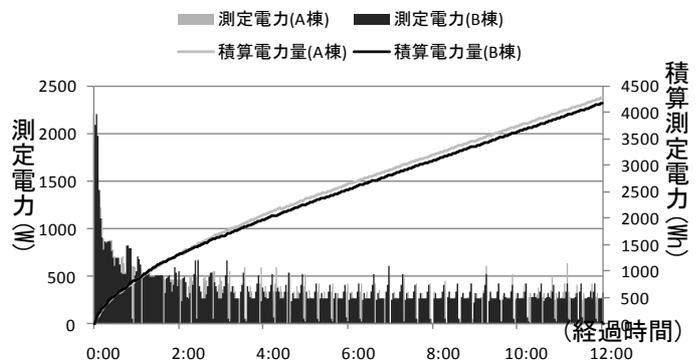


図 7 電力消費量