# PACを用いた膜天井放射空調における室内環境特性に関する研究 (その12) 膜の通気抵抗が冷房時の室内鉛直温度分布に与える影響

正会員 〇安江 楽人\*1 同 山中 俊夫\*2 同 小林 知広\*3 同 袁 継輝\*4 ナレ\*5 同 崔 同 前田 龍紀\*1 同 上村 芙美子\*6 同 新宮 浩丈\*1

膜天井	放射空調	天井カセット
鉛直温度分布		

#### 1.はじめに

近年、建設業において省力化・省人化は重要な課題で ある。本研究では、省エネルギー性と快適性を両立させ た放射空調に、ダクト工事を不要とする天井カセット方 式を用いた新たな空調方式を提案し、実大実験と実測に よりその効果を検証する。

前報<sup>1)2)</sup>では、膜の空気抵抗が大きく、膜を通した交換 空気量が小さいという結果であった。そこで、本報では 交換空気量の増量を目指し、空気透過率が大きい2種類の 膜を用いて、膜を設置していない室との対照実験を行い 得られた、鉛直温度分布の結果について報告する。

# 2.実験概要

4

外側空間

実験は2019年10月14日~2020年1月27日に行った。 ただし、本実験は夏季を想定した冷房実験である。平面 図を図1、断面図を図2 に示す。内寸7.0m×6.13m の実 験室内を壁(グラスウール 50mm、プラスターボード 12.5mm)で区切り、壁の内側空間(以下、対象空間)はオフ ィスのインテリアゾーン、外側空間は屋外を想定してい る。対象空間の内寸は4.41×4.01m、高さ3.44m であり、 床上3.14mの高さに不燃性の膜を張った。対象空間内には

対象空間

P1

4 方向天井カセット型 PAC(三菱電機株式会社、 PLZERP140EF)が2 台設置されている。PACは、吸込み口の 直上に設置された温度センサーにより運転制御されてお り、冷房時には設定温度+0.5℃で ON、-1.5℃で OFF とな る。

# 2.1 実験室概要

図 1 に示すように、人体発熱としてブラックランプ (53W/個)4 個を床上 0.6m の高さに配置し、機器発熱とし て、内部に白熱電球(100W/個)を設置し、黒体スプレーで 塗装した金属製の箱(237×237×350mm, 厚さ:0.32mm, 底 は合板)4 個、及び電気毛布(50W/個)4 枚を床上に配置し、 総発熱量は812Wとした。

各測定点を図 1, 2 に示す。温度測定点は P1~P5 で鉛 直方向に7点、PACの吸込み口に1点、吹出し口に4点、 加えて膜上に3 点設けた。CO2 濃度はCO2 濃度計(T&D、 RTR-576) を用いて、P1~P5 で鉛直方向に4 点、膜上に3 点、外側空間の北、東、南で1 点ずつ測定した。グロー ブ温度は、対象空間中央の鉛直方向に3点で測定した。

## 2.2 実験条件

本報では、2 種類の膜を敷設した条件(膜あり)及び、膜 を敷設しなかった条件(膜なし)、計3条件を膜に関して設 定し、表1に示す PAC の設定や内部発熱量に関する6条件 を組み合わせ、計 18 ケースの実験を行った。膜の材質は ガラス繊維で編まれた三軸織物(SG-1003: サカセアドテ ック社)を用いて、①織物のみ(以下、膜あり、通気流量:



Indoor Environment of a Room using Ceiling Radiant Membrane Air Conditioning System with PAC (Part 12) Effect of Flow Resistance of Membrane on Vertical distribution of temperature in Cooling YASUE Rakuto, YAMANAKA Toshio, KOBAYASHI Tomohiro, YUAN Jihui, CHOI Narae,

MAEDA Tatsunori, KAMIMURA Fumiko, and SHINGU Hirotake





452cm3/cm2/s)と、②織物 +不織布(以下、膜あり(不 織布付き), 通気流量: 140cm3/cm2/s)の2種類であ る。なお、通気流量 [cm3/cm2/s]はJIS L 1096 A 法のフラジール形法よ り、125Pa 下で測定した。 また、膜なし条件の PAC 設 定温度については、膜下空 間の温度が膜の敷設時と近 い値になるように、膜あり 条件よりも PAC 設定温度を 5°Cずつ高くした。



#### 3. 実験結果

## 3.1 PAC の運転状況

図3に膜の3条件のCasel について、定常状態確認後の 各部の温度経時変化を示す。温度は周期的に変動してい るが、これは PAC が ON-OFF を繰り返して運転したためと 考えられる。(a) 膜なし・(b) 膜あり条件では、対象(膜 下)空間の温度と PAC の吸込み温度が一致しているが、(c) 膜あり(不織布付き)条件では全く異なる挙動を見せた。

鉛直温度分布(図 4,5)では、外気変動及び、天候の影響 が小さい日の出前 1 周期のデータの平均値を使用した(図 3 中に赤色の網掛けで示す)。

# 3.2 鉛直温度分布

図 4 に各ケース間で比較した鉛直温度分布を示す。全 条件を通して、FL+100mm と FL+1700mm 間での温度差が ASHRAE55<sup>33</sup> 推奨の 3℃以内となっている。また、均一な鉛 直温度分布を形成しており、膜下空間が十分冷えている ことがわかる。

#### 図4 鉛直温度分布

ケース間での比較により、(c) 膜あり(不織布付き) 条 件では膜下の内部発熱量によって鉛直温度分布にも差異 がみられる。一方、(a) 膜なし・(b) 膜あり条件では、PAC の設定温度を変更した Case4 以外の5 ケースについて、 分布が概ね一致している。このことから、両条件では膜 下空間での熱負荷に応じて PAC の運転が行えていると考え られる。

#### 4.まとめ

Takenaka Corporation

本報では、PAC を用いた膜天井放射空調方式において、 膜の条件を変えた実験を行い、室内温熱環境特性に関す る知見を得た。次報では、同実験における交換空気量に ついて報告する。

【謝辞】本研究は大阪大学との共同研究であり関係者各位に謝意を表します。 【参考文献】

- 1) 蔵永,山中,前田,北風:PAC を用いた膜天井放射空調の冷房性能に関する研究、日本建築学会環境系論文集,VoL.84 No.757, PP255-262, 2019.3
- 上村、山中、小林、袁、崔、前田、蔵永、小林、新宮、中野:PAC を用いた 膜天井放射空調の冷暖房性能に関する研究(その 7)~(その 10)、日本建 築学会研究報告集、PP829-836, 2019.9
- 3) ASHRAE STANDARD55-92 : Environmental Condition for Human Occupancy

- \*2 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 教授・博士(工学)
- \*3 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 准教授・博士(工学) \*4 豊橋技術科学大学 建築・都市システム学系 助教・博士(学術)
- \*5 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 特任助教
- \*6 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 博士前期課程

Prof., Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr. Eng Associate Prof., Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr. Eng Assistant Prof., Dept. of Architecture and Civil Eng., Toyohashi University of Technology, Ph.D Specially Appointed Assistant Prof., Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University Graduate Student, Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University

<sup>\*1</sup> 株式会社竹中工務店