

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 15) 省エネ性及び負荷処理性能の検証

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

膜天井	放射空調	天井カセット
事務所空調	COP	

1. はじめに

前報では省力化・省人化効果の高い天井カセット方式と膜天井を組合せた空調方式の実大実験について、三軸織物の不燃膜を用いた実験結果について報告した。本報では、上記実験で得られた PAC の顕熱処理量、COP から本空調方式の負荷処理性能と省エネ性について報告する。なお実験方法は前報¹⁾を参照している。

2. COP の算出方法

図 1 に COP を算出するための計測概要を示す。まず、PAC 室内機の吸込温度と吹出温度と吹出風量を計測し、顕熱処理量を算出する (式 1)。次に計測した PAC の消費電力量で除して COP を算出した (式 2)。

$$0 = c \rho V (\theta r - \theta s) \times 2 \quad (1)$$

$$COP = Q \div W \quad (2)$$

 θ_r : 顕熱処理量[W] θ_r : 吸込み空気温度[°C]

c_p : 空気の容積比熱 [Wh/m³°C] (=0.34) θ_s : 吹出し空気温度 [°C]

V:換気量[m³/h] =(1016[m³/h]) W:PAC 電力(室外機+室内機)[W]

上式より処理負荷は顕熱のみとなっているが消費電力には潜熱処理分及び室内機ファンも含まれているため、一般的な機器単体 COP よりも低い値となる。なお、実験中 PAC 室内機の吹出風量は固定させている。

3. COP 算出結果

実験開始直後は各 CASE でばらつきがみられるため、安定した 0 時から 10 時で平均化した結果と PAC の定格値と中間値の仕様書の値を表 1 に示す。「膜なし」より「膜あり（不織布なし）」の方が顕熱処理量の値が大きくなっている。これは「膜なし」の設定温度の方が 5℃高いためである。一方、負荷率が低い条件の方が COP は低い。これは、負荷率が高い条件と低い条件が同程度の消費電力となっているためである。今回の実験条件においては、室内機のファンの消費電力が支配的であると推測できる。

4. PAC 顕熱処理量と室内負荷

図2に本報での熱フロー図と計測概要を示す。室内負荷を内部発熱と外部空間からの貫流熱(式3)の合計値(式4)として設定した。

$$q = (\theta_i - \theta_o) \div \frac{L}{\lambda} \times S_w \quad (3)$$

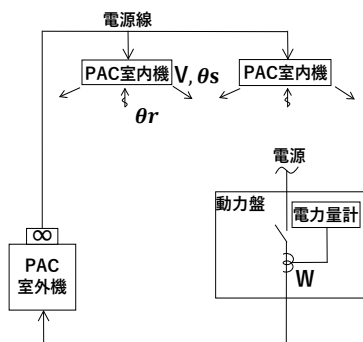
$$OL = qH + \Sigma q \quad (4)$$

$$QL: \text{室内負荷} [\text{W}] \quad q_j: \text{発熱負荷} (812 [\text{W}]) \quad L: \text{壁厚} [\text{mm}]$$
$$\lambda: \text{壁の熱伝導率} \quad [\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}] \quad \left(\frac{L}{\gamma} = 1.553 [\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}]\right)$$
 q : 壁の壁面からの貫流負荷 [W] θ_i : 室内側の壁面温度 [°C] θ_o : 室外側の壁面温度 [°C] S_w : 壁面面積 [m²]

表 1 COP 算出結果と処理過不足熱量 (平均値)

天井膜	実験条件	PACの 設定温度[°C]	PACの 循環風量[m3/h]	総発熱量 [kw]	顕熱処理量 [kw]	消費電力 [kw]	負荷率 [-]	COP [-]	外気温度 [°C]	室内負荷 [kw]	負荷処理過 不足[kw]	膜上負荷 [kw]
膜なし	Case1	24	1016×2	0.812	1.08	0.15	0.09	7.25	18.9	0.79	0.28	-0.07
	Case2			0.412	0.72	0.13	0.06	5.43	19.9	0.38	0.34	-0.02
	Case3		712×2		0.99	0.11	0.08	9.28	16.8	0.81	0.18	-0.09
	Case4	24	1016×2	0.812	0.91	0.13	0.07	7.13	19.0	0.90	0.01	-0.15
	Case5			1.03	0.15	0.08	6.93	17.1	0.80	0.24	-0.07	
	Case6			1.236	1.62	0.19	0.13	8.57	18.8	1.23	0.39	-0.06
膜あり (不織布なし)	Case1	19	1016×2	0.812	1.54	0.14	0.12	10.79	7.1	0.67	0.87	-0.08
	Case2			0.412	0.94	0.12	0.08	7.98	8.4	0.29	0.65	-0.07
	Case3		712×2		1.38	0.11	0.11	12.33	8.8	0.68	0.70	-0.09
	Case4	19	1016×2	0.812	1.16	0.12	0.09	9.50	6.9	0.79	0.38	-0.24
	Case5			0.96	0.14	0.08	6.86	7.3	0.68	0.28	-0.13	
	Case6			1.236	2.03	0.16	0.16	12.62	8.6	1.12	0.90	-0.12
膜あり (不織布あり)	Case1	19	1016×2	0.812	0.64	0.15	0.05	4.20	10.5	0.77	-0.13	-0.11
	Case2			0.412	0.53	0.12	0.04	4.40	6.0	0.29	0.24	-0.05
	Case3		712×2		0.88	0.12	0.07	7.58	10.2	0.82	0.06	0.00
	Case4	19	1016×2	0.812	0.74	0.14	0.06	5.45	9.3	0.86	-0.12	-0.12
	Case5			0.57	0.15	0.05	3.84	7.6	0.78	-0.20	0.01	
	Case6			1.236	1.00	0.16	0.08	6.13	7.8	1.31	-0.31	-0.08
PAC (冷房)	仕様書定格値（全熱処理量）				12.50	3.99	1.00	3.13	35.0			
	仕様書中間値（全熱処理量）				5.70	0.98	0.46	5.83	29.0			

図 1 計測概要



Indoor Environment of a Room Using Ceiling Radiant Membrane Air Conditioning System with PAC (Part15) Study of Energy Efficiency and Removing Heat Loads Performance

MAEDA Tatsunori, YAMANAKA Toshio, KOBAYASHI Tomohiro, YUAN Jihui, CHOI Narae,

KAMIMURA Fumiko, SHINGU Hirotake and YASUE Rakuto

図3に各膜天井におけるCASE1、2、4、6のPAC顕熱処理量と室内負荷の時系列変化を示す。PAC 顕熱処理量は室内負荷が高い条件にて増加することが分かる。一方、「膜あり（不織布なし）」と「膜あり（不織布あり）」の結果から、不織布がないと室内負荷に対して過剰な顕熱処理量となり、不織布があるとやや不足気味の顕熱処理量となっている。

表1に各条件における顕熱処理量と室内負荷の過不足分と膜上とその天井裏間の貫流熱を示す。この貫流熱は、天井裏と膜上との温度差と天井材（プラスターボード:30mm）の熱貫流率 $4\text{W/m}^2 \cdot \text{k}$ として求めた。表2の結果より、「膜あり（不織布あり）」での不足分と貫流熱が概ね近似している。不織布を介して移動する熱量が不明ではあるが、不織布を介することで過剰な熱処理が発生していない可能性が示唆された。

5. まとめ

本報では省力化・省人化効果の高い天井カセット方式と膜天井を組合せた空調方式の実大実験結果から、膜天井において不織布があることで内部負荷に対して過不足の少ない負荷処理が可能であることが示唆された。

【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) 安江楽人、山中俊夫、小林知広、袁繼輝、崔ナレ、前田龍紀、上村芙美子、新宮浩丈: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、日本建築学会研究報告書、2020.9 掲載予定

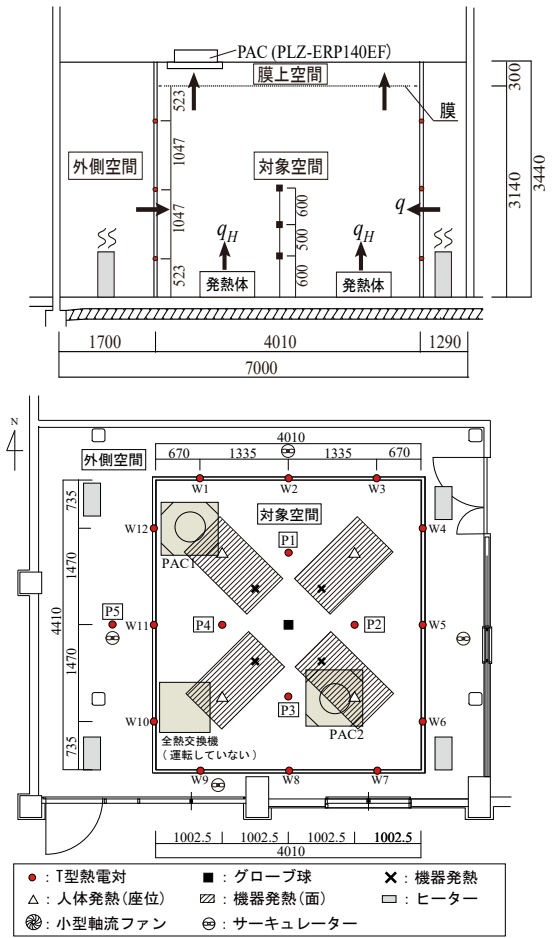


図2 熱フロー概要と測定点
(上:断面図、下:平面図)

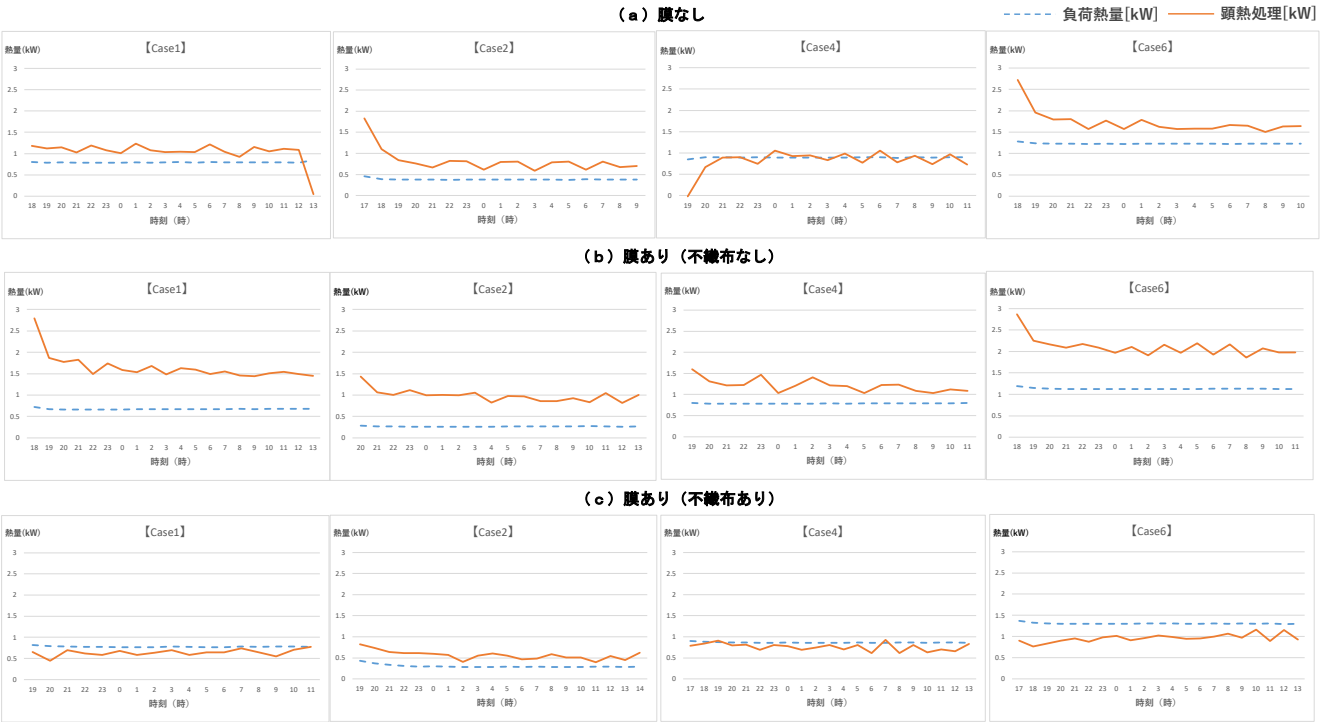


図3 室内負荷と顕熱処理量の時刻別変化

* 1 株式会社竹中工務店
 * 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

Takenaka Corporation
 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