

空冷パッケージ型空調機室外機の配置計画に関する基礎分析

正会員 ○木下 学*
同 羽山 広文**
同 岡 建雄***

空冷パッケージ型空調機 室外機 配置計画

1. はじめに

空冷パッケージ型空調機の効率を向上し、適正な運転を実現するためには、室外機の吸込み温度を考慮した室外機の配置計画に関する検討が重要である。本報告では、筆者らが表現した屋上およびバルコニーに設置される空冷パッケージ型空調機室外機の吸込み温度上昇の予測式を用い、室外機の配置計画が空冷パッケージ型空調機の運転効率に与える影響について検討したので報告する。

2. モデル建物の計算条件

2.1 モデル建物の概要：モデルは、情報処理室が基準階面積の大半を占めている実在する建物を用いた。そのモデル建物の概要を表1に示す。また図1にモデル建物の屋上階平面計画および基準階平面計画を示す。18,000[mm]×57,600[mm]の屋上スペースおよび建物周囲の南北面のバルコニーが空冷パッケージ型空調機室外機の設置スペースである。

2.2 空冷パッケージ型空調機室外機の設置条件：図2に屋上およびバルコニーに室外機を設置する場合の概略図を示す。通路幅 W_R および開口幅 W_B は設置される室外機台数で変化することとした。

2.3 空冷パッケージ型空調機の運転条件：空調機の定格冷房能力は 40[kW]である。この定格値を用いて、後述の各種設定条件における空調機の台数を決定した。室外機の給排気温度差は空調機の運転状態に伴い、変動することが考えられるが、今回の検討では空調機の定格冷房能力と室外機のファン風量とから 12[°C]と仮定した。

(1) 式に空調機の総合効率 (COP) と外気温度の関係を示す¹⁾。室内の温湿度条件は、25[°C]、50[%]である。また、(2) 式に空調機の冷媒配管長と能力変化率 (Z) の関係を示す¹⁾。ただし冷媒配管長 (L_c) が 0[m]以上、50[m]未満の場合、能力変化率 (Z) は 1 とする。

2.4 室外機の吸込み温度の算定：室外機を屋上に配置する場合の予測式を (3) ~ (6) 式に、室外機をバルコニーに配置する場合の予測式を (7)、(8) 式に示す。筆者らは室外機の設置条件から吸込み温度を算定する予測式を提案した^{2),3)}。

3. 空調機の総合効率 (COP*) の算定方法と設定条件

3.1 空調機の総合効率 (COP*) の算定：空冷パッケージ型空調機室外機の配置計画では、配管長が長くなることと室外機の吸込み温度が高くなることによる空調機の

表1 モデル建物の概要

仕様	面積[m ²]	占有率[%]		
建物階数	地上8階	基準階面積	3585.6	-
(事務室)	1~3階	(機械室面積)	2592	72.3
(情報処理室)	4~8階	(コア面積)	648	18.1
階高	3.5m	(室外機置き場)	345.6	9.6

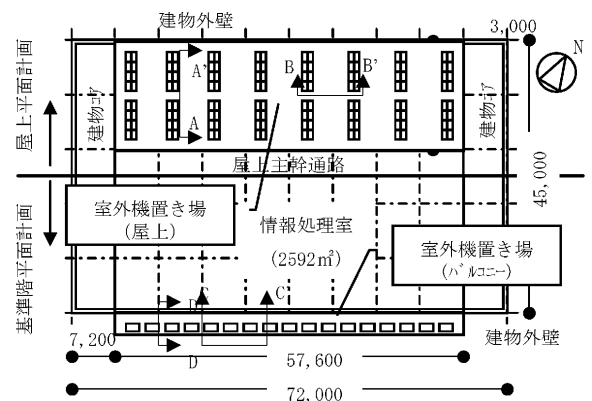


図1 モデル建物の平面計画 (屋上/基準階)

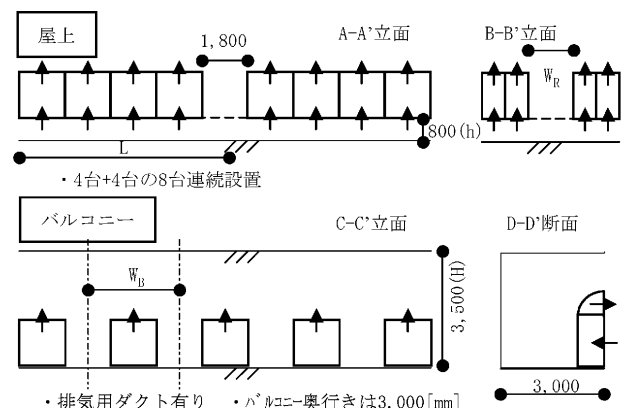


図2 室外機の屋上設置の概要

能力の低下を考慮することが必要である。そこで、本モデル建物における空調機の総合効率 (COP*) は、室外機の吸込み温度の変動に伴う空調機の総合効率 (COP) の変化と冷媒配管長による能力変化率 (Z) とを考慮し、(9) 式から算出した。

3.2 モデル建物の設定条件：表2にモデル建物の各種設定値を示す。室内の平均発熱密度毎に空調機の必要台数を算出し、屋上設置とバルコニー設置との設置割合を変化させた。空調機の年間平均総合効率 (COP*) の算出には、東京の気象データ (1994年) の 8760 時間分の外気温度を用いた。

4. 室外機の配置計画と空調機の総合効率 (COP*)

(3) ~ (8) 式から算出した室外機の吸い込み温度上昇と (1)、(2)、(9) 式から、モデル建物の空冷パッケージ型空調機の年間平均 COP*を算出した。図 3 に屋上およびバルコニーに設置した室外機の年間平均 COP*を示す。屋上に設置した室外機では 1 台当たりの設置面積を 10[m²]以上、バルコニー設置の室外機では 1 台当たりの開口面積を 30[m²]以上確保できれば、空調機の年間平均 COP*は一定となることがわかる。

図 4 にモデル建物の室外機の配置計画と年間平均 COP*との関係を示す。その結果、モデル建物の室内発熱密度が大きいほど、室外機の配置計画が年間平均 COP*に与える影響が大きいことがわかる。モデル建物では屋上設置比率が 60[%]、バルコニー設置比率が 40[%]程度で、モデル建物の年間平均 COP*が最大となる。

5. まとめ

モデル建物を用い、発熱密度などの建物運用形態や室外機の設置スペースから室外機の吸い込み温度を予測することで、空冷パッケージ型空調機の年間平均 COP*を考慮した室外機の配置計画の試算例を示した。このことから、吸い込み温度を考慮した室外機の配置計画は、空調機の効率を向上し、適正な運転を実現する上で有効であると考えられる。

$$COP = -5.00 \times 10^{-4} T_o^2 - 1.63 \times 10^{-4} T_o + 3.35 \quad (1)$$

$$Z = -1.2 \times 10^{-4} L_r + 1.00 \quad (50 \leq L_r \leq 120) \quad (2)$$

$$\alpha_W = -0.317(W_R/h) + 0.728 \quad (3) \quad 1/\beta_{W,L} = 0.084(L/W_R) \quad (4)$$

$$t_{ave} = \frac{\alpha_W H_m L W_R}{\beta_{W,L} S C_p \rho V_m} \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \log_e(2n/2k-1) + T_o \quad (5)$$

$$t_{max} = 2.39 t_{ave} \quad (6)$$

$$R_m = -0.093k + 0.05H + 0.085W_B + 0.023D + 0.532 \quad (7)$$

$$T_i(k) = R_m(k)T_o + \left\{ 1 - R_m(k) \right\} \left\{ T_i(k-1) + H_m(k-1) / C_p \rho V_m \right\} \quad (8)$$

$$COP^* = COP * Z \quad (9)$$

参考文献

- 1) 高効率年間冷房型空調機・制御板技術資料, ダイキン工業株式会社, pp12, 36, 40, 2001. 7
- 2) 羽山ほか: 集中設置される空調機室外機の吸い込み温度性状の研究, 日本建築学会技術報告集第 4 号, pp. 65~71, 1997. 4
- 3) 木下ほか: 室外機の吸い込み温度の抑制手法である排気用ダクトに関する検討, 日本建築学会計画系論文集第 541 号, pp. 31~36, 2001. 3

*NTT フェシリティーズ 研究開発本部 博士 (工学)

**北海道大学大学院工学研究科 助教授・博士 (工学)

***宇都宮大学工学部建設学科 教授・工博

表 2 モデル建物の概要

発熱密度	屋上設置率[%]	各階設置率[%]	屋上設置台数[台]	屋上通路幅[m]	各階設置台数[台]	バルコニー設置間隔[m]
250 [W/m ²]	0.0	100.0	0	-	17	6.4
	17.6	82.4	15	55.8	14	8.2
	35.3	64.7	30	27.0	11	9.6
	58.8	41.2	50	12.6	7	14.4
	76.5	23.5	65	9.7	4	28.8
	100.0	0.0	85	7.8	0	-
500 [W/m ²]	0.0	100.0	0	-	33	3.4
	18.2	81.8	30	27.0	27	4.1
	39.4	60.6	65	9.7	20	5.8
	60.6	39.4	100	6.4	13	8.2
	78.8	21.2	130	4.6	7	14.4
	100.0	0.0	165	3.4	0	-
750 [W/m ²]	0.0	100.0	0	-	49	2.3
	18.4	81.6	45	17.4	40	2.9
	38.8	61.2	95	7.8	30	3.8
	59.2	40.8	145	4.0	20	5.8
	79.6	20.4	195	2.6	10	11.5
	100.0	0.0	245	1.8	0	-

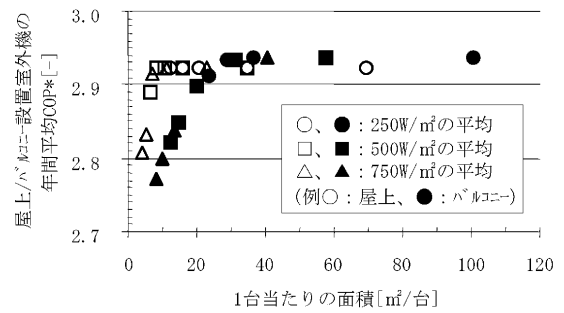


図 3 空調機の年間平均 COP*

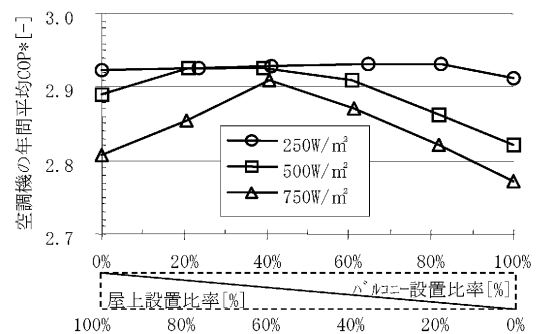


図 4 室外機の設置比率と空調機の年間平均 COP*

記号表

- C_p: 空気の比熱 [W/(kg・°C)] ρ: 空気の比重 [kg/m³]
- H_m: 室外機の発熱量 [W] V_m: 室外機の風量 [m³/h]
- T_i: バルコニー-室外機の吸い込み温度 [°C] T_o: 外気温度 [°C]
- R_n: 外気流入率 [-] k: 室外機の設置階数 [階]
- H: バルコニー-開口高さ [m] W_B: バルコニー-室外機の開口幅 [m]
- α_w, β_{wL}: 屋上設置室外機の吸い込み温度の補正係数 [-]
- L: 室外機設置長さ (中心からの距離) [m]
- W_R: 屋上設置室外機の通路幅 [m]
- h: 室外機高さ [m] D: 奥行 [m]
- t_{max}: 屋上設置室外機の吸い込み温度最大値 [°C]
- t_{ave}: 屋上設置室外機の吸い込み温度平均値 [°C]
- S: 屋上設置室外機の流入面積 [m²]
- n: 屋上設置室外機の中心からの設置台数 [台]
- L_r: 冷媒配管長 [m] Z: 冷媒配管長による能力変化率 [-]
- COP: 空調機の運転総合効率 (冷房能力/消費電力) [-]
- COP*: 冷媒配管長による能力変化率を考慮した COP [-]

*Research and Development Dept., NTT Facilities, Dr.Eng.

**Assoc. Prof., Graduate School of Engineering, Hokkaido University, Dr.Eng.

***Prof., Dept. of Architecture Faculty of Engineering, Utsunomiya University, Dr.Eng.