

煙突効果による自然換気と夜間蓄冷システムの検討

正会員○奥山 博康*1
同 大西 由哲*2

熱・換気回路網モデル 煙突効果 躯体蓄熱 換気効率 夜間蓄冷

1. はじめに

中高層建物における換気と冷房負荷に関して、煙突効果という自然の力を最大限に利用することで、送風機容量と消費エネルギーを低減し、さらに夜間の冷気により躯体を冷やすことで、冷房負荷の低減をも狙った自然換気と躯体蓄冷のシステムを考案した。そして夜間蓄冷の効果について、熱・換気回路網モデル計算プログラムNETSを用いて検討したので、これらの概要を報告する。

2. 本煙突効果利用システムの概要

本システムは、建物の上下を貫く給気筒と排気筒、またこれらに各階で天井裏と接続する箇所および各階の天井裏と外気が接続する箇所に設けられた気流方向制御箱等の三種の要素を用いて構成することで、自然換気と躯体蓄冷を行うものである。本システムのうち、給気筒は、給気しようとする階に、途中の階で汚されたり暖められることなく到達せしめるためのものであり、また排気筒は、排気する階で汚されたり暖められた外気が、その後他の階を通過せずに直接外気に排出されるようにするためのものである。給気筒と排気筒に各階で接続するところでは、こうした適切な流れが実現するように気流方向制御箱のダンパによる制御がなされるものとする。夜間の自然換気的な躯体蓄冷を行う時には、天井内を冷気が通過し、昼間の換気を行う時には居室内を通過するように、気流制御箱のダンパが制御する。また外気による躯体蓄冷が期待できない場合には、冷暖房システムにより天井裏を冷やすことにより、機械的な躯体蓄熱を行うことも可能である。

3. 熱・換気回路網計算NETSシステム

NETSシステムは、本熱・換気回路網の数学モデルの一般性により、設計・開発者が考案した新規な工夫であっても、自由にモデル化できる特長と、その数値解法の安定性により実用性が高い等の特長、さらに駆動条件は気象条件以外に、人為条件と呼ぶ各種の入力値を自在に変化させることができる他、モード変化と呼ぶモデルの構造的な変化を、状態フィードバック制御（線形制御とPID制御）やスケジュール制御で実施していくことができる特長も持つ。またNETSシステムは、お絵かき感覚で

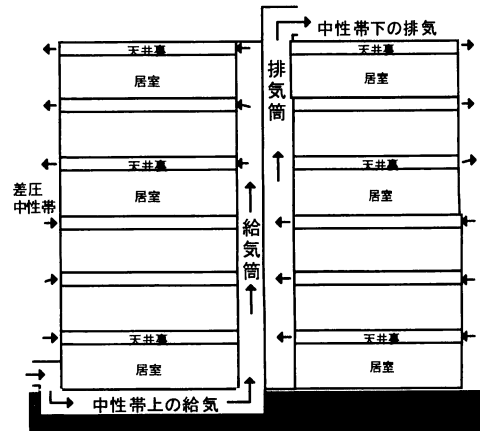


図1 自然換気と夜間蓄冷のシステム

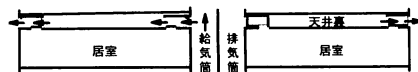


図2 上層階の夜間蓄冷状態

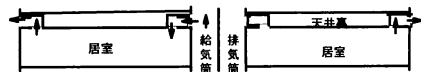


図3 上層階の自然換気状態

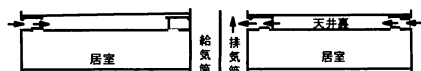


図4 下層階の夜間蓄冷状態



図5 下層階の自然換気状態

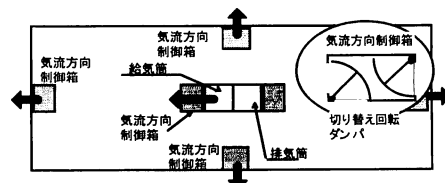


図6 天井裏平面図と気流方向制御箱断面図

Numerical Investigation on Natural Ventilation and Nighttime Thermal Purging System Using Stack Effect

OKUYAMA Hiroyasu and OHNISHI Yoshinori

モデル作成を行うNETSGENと計算結果の図形表示を行うNETSOUTの前後処理プログラム[1]を持ち、ここ数年の開発で大分使えるようになった。なお本件で作成したモデルは、昨年度発表[2]の天カセ利用躯体蓄熱システムのモデルを6層分に拡張したものである。

4. 計算結果について

中間期の日6月7日について、冷房負荷を比較した一覧表が表1である。「通常空調」というのは、現状の多くの建物がそうであるように、夜間の躯体蓄熱を利用しないで、昼間の冷房のみの場合である。「天カセによる蓄熱」というのは、本方式の様に自然の躯体蓄冷ではなく、エネルギーを用いて機械的な躯体蓄冷を行った場合である。「給・排気筒夜間蓄冷」というのは、本方式による自然換気の夜間蓄冷を行った場合である。「単一換気筒夜間蓄冷」というのは、換気筒一本のみの方式である。普通の建物の日積算冷房負荷が1033.06MJに対して、本方式の特別な自然換気システムを持つ建物では835.05MJであるから、約20%の省エネとなる。また熱効率の悪い単一換気筒方式では860.40MJであるから約3%だけ本方式よりも劣っている。この省エネ効果の両者の違いは小さいが、単一換気筒では換気の兼用は適当でないことから、換気に関する省資源・省エネ効果も考慮すれば違いは大きなものとなる。機械的にエネルギーを使って躯体蓄熱を行った場合の日積算冷房負荷は、273.43 + 826.00 = 1099.43MJであり、約6%のエネルギー浪費となるが、昼間の冷房負荷は 826.00/1033.06 = 0.80 となり、約20%の昼間の電力負荷低減効果が期待できることになる。なお図8では各階の冷房負荷を示すが、中性帯付近の階は通風量が比較的小さいために、わずかに負荷が大きい。

5. まとめ

換気筒を給気筒と排気筒の二つにすれば、換気効率が良くなるだけでなく、夜間蓄冷の方法としても、より効率良く使える可能性を示した。またこうした検討にNETSシステムが適していることも示した。

<謝辞> NETSシステムの前後処理プログラムは通商産業省「生活価値創造住宅開発プロジェクト」の補助を受け開発しました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- [1] Hiroyasu Okuyama, "Thermal and Airflow Network Simulation Program NETS", Proceedings of Sixth International IBPSA Conference (Building Simulation 99) Kyoto, pp1237-1244, September 1999
 [2] 奥山, 川島, 中村, "躯体蓄熱を利用した空調システムの開発(その2 計算プログラムNETSの特長)", 建築学会全国大会梗概集, 99年9月, pp1011-1012 (41506)

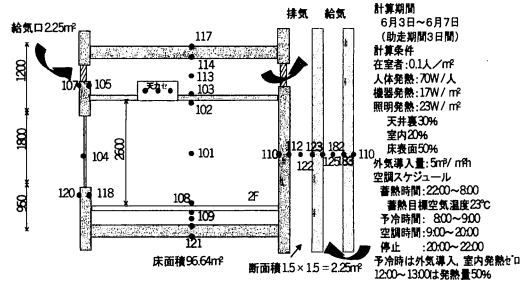


図7 一層分のモデル図と計算条件

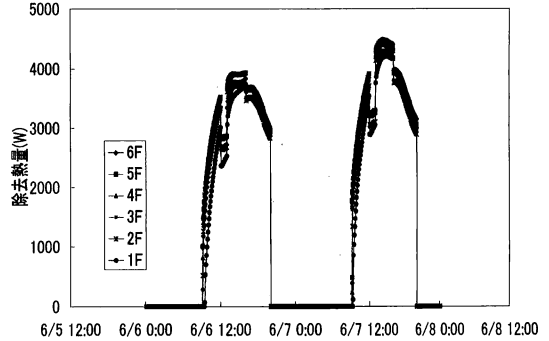


図8 本方式の各階での冷房負荷時間変化

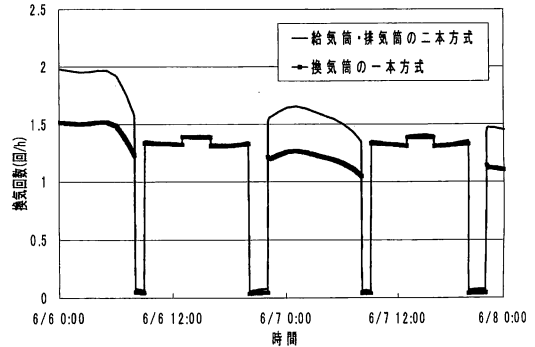


図9 二方式の換気回数時間変化の比較

6月7日		表1 冷房負荷の比較						MJ
		6F	5F	4F	3F	2F	1F	合計
通常空調	夜間	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	昼間	171.08	171.24	172.23	172.71	172.55	173.25	1033.06
天カセによる蓄熱	夜間	51.81	43.40	44.20	44.38	44.36	45.27	273.43
	昼間	137.47	135.82	136.15	136.04	135.88	144.63	826.00
給排気筒夜間蓄冷	夜間	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	昼間	143.99	142.74	141.36	140.92	135.41	130.64	835.05
単一換気筒夜間蓄冷	夜間	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	昼間	150.77	150.94	151.28	142.39	130.65	134.37	860.40

*1 清水建設(株)技術研究所・主席研究員・工博
 *2 清水建設(株)技術研究所

*1 Dr.Eng., Chief Researcher, Institute of Technology, Shimizu Corporation
 *2 Br.Eng., Associate Researcher, Institute of Technology, Shimizu Corporation