

シミュレーションツールBESTによるオフィス熱負荷・熱環境解析 第12報 PMV制御を導入した躯体蓄熱空調の特性解析

正会員 ○ 清水達也*1
正会員 郡 公子*2
正会員 石野久彌*3

躯体蓄熱空調 PMV制御 室内環境 システム特性 BEST

1. 序

躯体蓄熱空調は安価な深夜電力を利用して躯体に冷熱を蓄熱することにより昼間の冷房を抑えることができる。一方、適切な蓄熱時間で運転しないと過冷却が生じてしまう。既往研究により躯体蓄熱の性能は明らかになってきた。しかし熱的快適性を考慮した設計を可能にするには汎用的な設計法の提案を目指す研究が必要である。本研究はThe BEST Program(以下BEST)を利用し、躯体蓄熱空調を採用したオフィスビルの基本的な熱環境・熱負荷特性を解析した。

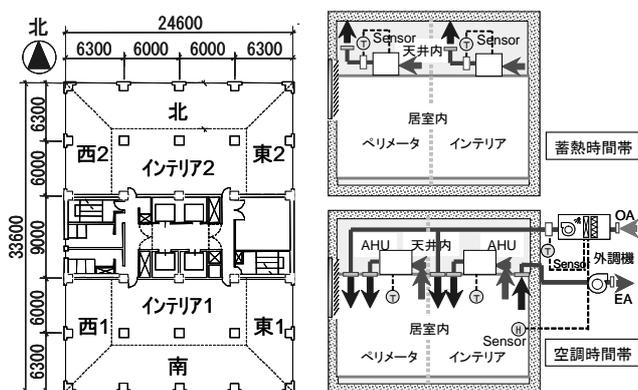


図1 対象オフィス平面図及び躯体蓄熱システム図

表1 建物・空調システムの基準計算条件

気象	東京2006年実データ(1分間隔)	
室	南北室床面積:303㎡、ペリメータ奥行き:5m、天井高:2.7m、窓高さ2.7m、窓面積率68%	
壁体材料 (単位: mm)	外壁	吹付け硬質ウレタン(フロン発泡)25、普通コンクリート150、モルタル20、タイル80
	内壁	モルタル25、普通コンクリート150、モルタル25
	床	カーペット類6、普通コンクリート22、非密閉空気層、普通コンクリート150、非密閉空気層、石膏板9、岩綿吸収音板12
窓	Low-eグリーン(銀2層)+透明、ガラス厚8、空気厚6、中間色ブラインド	
ゾーン換気量	200CMH/m(インテリアペリメータ間)	
内部発熱 (最大値)	照明:20W/㎡、人体:0.15人/㎡、1.2met、0.6clo(夏)、0.7clo(中間期)、機器:15W/㎡(顕熱)	
空調条件	空調時間:8:00~22:00、蓄熱時間:夏(6~9月)3:00~8:00、設定PMV:+0.5、空調方式:外調機併用力セット型空調方式、風量:AHU15回/h(室容積基準)、外気量:3.8CMH/㎡、躯体蓄熱時AHU吹出し温度:夏12℃、除湿時吹出湿度90%、蓄熱ゾーン:夏-全ゾーン、外調機送風温度:夏:20℃、冷温水供給:(インテリア)夏冷水、(ペリメータ)夏冷水	
計算時間間隔	空調時、蓄熱運転時:15分間隔、非空調時:主に60分。一部5分、30分を使用。	

2. 計算法の特徴

BESTの建築計算は隣接ゾーン相互の熱的影響を考慮できる。解析では各ゾーンの天井内と居室内を区別して室温計算を行った。図1に示すように空調は外調機併用の天井カセット空調機による方式、躯体蓄熱は空気吹き付け方式である。蓄熱運転時には天井内を均一に冷房すると仮定した。

3. ケーススタディのための基準条件

建物・空調システムの基準計算条件を表1に示す。解析は冷房期を中心に行った。室内環境の制御にPMVを用いた。PMV制御を導入することで過剰冷房抑制と居住空間の快適性向上が期待される。

4. 室内環境・熱負荷の時刻変動特性

図2に南室4ゾーンの熱環境、装置負荷の代表日(8/4)時刻変動を示す。蓄熱時間帯に12℃の冷風を天井内に供給することで天井内の室温は蓄熱前の26℃から約18℃まで下がった。天井内から居室内側へ冷気が漏れるため蓄熱時間帯の居室内室温は2K程下がった。蓄熱する場合の空調時装置全熱負荷は約72w/㎡となり、蓄熱しない場合よりも33%低減することが確認できる。

5. 室内環境・運転性能の季節特性

夏季南室東ゾーンの空調時平均室内環境、システム特性値の日別値を図3、図4に示す。非蓄熱モードに比べて蓄熱モードの平均絶対湿度は約1g/kg、装置負荷は約30W/㎡低下し、躯体蓄熱による放射環境・昼間負荷への効果を確認できる。空調システムの季節特性変化を解析するにあたり、表2に示す指標を用いた。盛夏期の夜間移行率及びピークカット率は30%程度、投入熱利用率は90%程度となった。本研究ではPMV0.45未満を過冷却として定義した。6月は空調13時間に対して空調時の36%が過冷却となり、8月の過冷却時間の約4倍に達した。これは空調設定が期間中同じであることが原因であり、気象に応じて空調設定を変更すると良いと考えられる。

6. 躯体蓄熱の主要要因による影響

過冷却の影響の大きい6月について空調運転による基本特性への影響を調べた(図5)。外調機送風温度を16℃から20℃まで上げた場合、6月の空調時間帯における投入熱利用率は5%増加、過冷却率は15%低下した。蓄熱

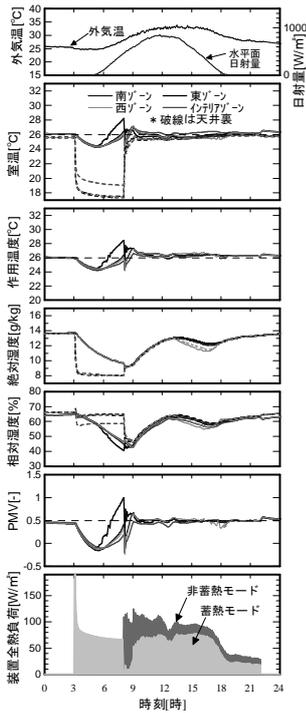


図2 夏季代表日室内熱環境時刻変動(2006年8月4日)

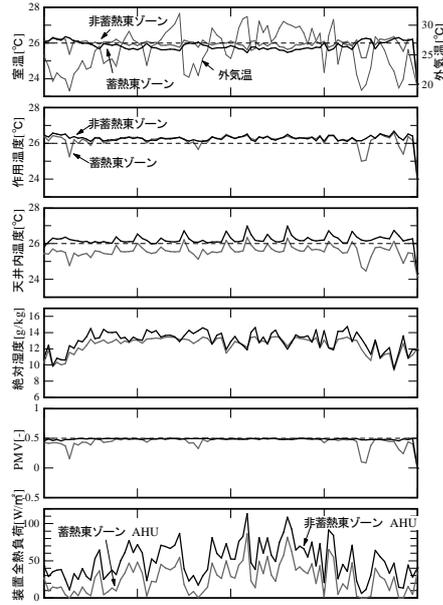


図3 室内環境・装置負荷日別変動(夏期6月~9月)

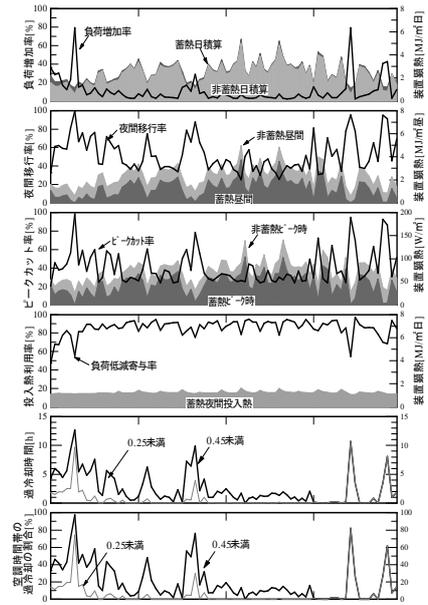


図4 蓄熱空調システム特性値日別変動と過冷却時間

[図3注] 室内環境は休日を除く空調時の平均値。装置負荷は該当ゾーン面積当りの値。
 [図4注] 空調機負荷は南室全ゾーンと外調機の総和。装置負荷は南室床面積当りの値。ピーク時顕熱はピーク発生時の平均値。PMV0.45未満を過冷却と定義し、東ゾーンの9~22時の過冷却時間数を集計。過冷却率は空調時間における過冷却時間の割合。

表2 解析に利用したシステム特性の指標

- ・空調負荷増加率[%] = ((蓄熱日1日の空調機負荷積算値)/(非蓄熱日1日の空調機負荷積算値)-1) × 100
- ・夜間移行率[%] = (1-(蓄熱日の昼間空調機負荷積算値)/(非蓄熱日の昼間空調機負荷積算値)) × 100
- ・ピークカット率[%] = (1-(蓄熱日の昼間空調機負荷の時間ピーク値)/(非蓄熱日の昼間空調機負荷の時間ピーク値)) × 100
- ・投入熱利用率[%] = ((非蓄熱日の昼間空調機負荷積算値)-(蓄熱日の昼間空調機負荷積算値)/(夜間投入熱量)) × 100

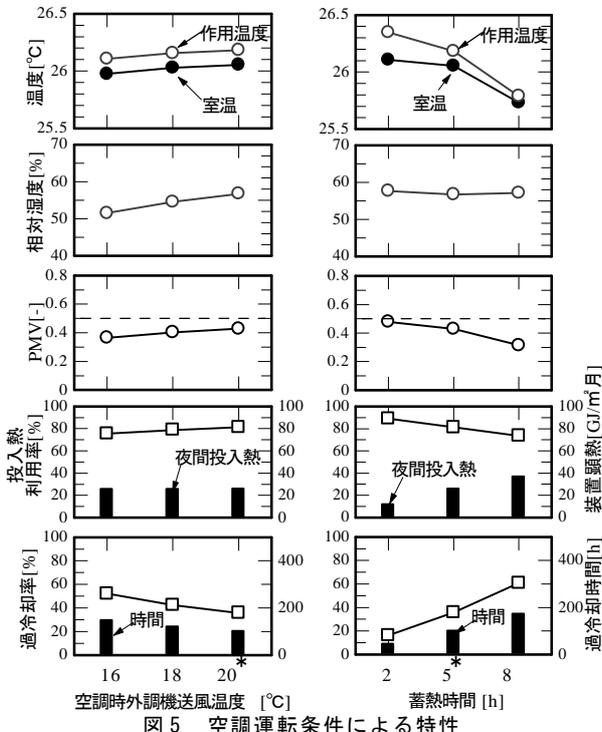


図5 空調運転条件による特性

[図5注] *は基準条件。6月における東ゾーン9~22時の平均値。装置顕熱は6月における東ゾーン9~22時の積算値。

- *1 大林組
- *2 宇都宮大学大学院 准教授・工博
- *3 首都大学東京大学院 名誉教授・工博

時間を5時間から2時間に短縮すると6月の空調時投入熱利用率は5時間蓄熱に比べて10%高くなり、過冷却率は20%低くなった。これらの結果より本検討では外気温の低い6月においては蓄熱時送風温度15℃、もしくは蓄熱2時間にすることが望ましい。

7. 結論

PMV制御を導入した躯体蓄熱空調の数値解析を行い、室内温熱環境及びシステム効率の基本特性を把握した。また、6月における過冷却抑制手法を検討した。

参考文献

- [1] 盧炫佑、宇田川光弘：躯体蓄熱空調システム性能のシミュレーションによる検討、日本建築学会計画系論文集、No. 544、pp. 31-38、2001.6
- [2] 清水達也、郡公子、石野久彌他：建築熱性能解析のためのBESTシミュレーション 第4報、空調調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp. 665-668、2010.9
- [3] 清水達也、郡公子、石野久彌他：シミュレーションツールBESTによるオフィス熱負荷・熱環境解析 第5報、日本建築学会大会学術講演梗概、pp. 1003-1004、2009.8
- [4] 清水達也、郡公子、石野久彌：シミュレーションツールBESTを利用した躯体蓄熱空調の運転特性の基本的解析、IBPSA-Japan 講演論文集、pp. 25-32、2010.11

Obayashi Corporation.
 Associate Prof., Utsunomiya Univ., Dr. Eng.
 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.