

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 躯体蓄熱空調方式のモジュール構成と基本的特性解析

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 BEST オフィス

1. 序

BESTは自由なモジュール接続により多様な空調方式のシミュレーションが可能である。それを利用し、蓄熱空調方式の数値解析を行い、冷房期の特性を明らかにすることを目的とする。

2. 躯体蓄熱空調システムのモジュール構成

図1のようなオフィスの南側4ゾーンを対象として、表1で示す躯体蓄熱基準条件を基にシミュレーションを試みた。図2で示すように昼間は外調機併用運転、躯体蓄熱時には天井内スラブ吹付け運転を行う。空調機モジュールとゾーンモジュールの2種を利用して、図3に示す空気ループに従い、モジュール接続を指定した。

3. 夏期代表日の特性

図4に、5時間蓄熱モードと非蓄熱モードの夏期代表日(8月4日)の東ゾーンの室内環境および4ゾーン合計装置負荷の時刻変動を示す。蓄熱運転時に、12℃の冷風を吹付けることで天井内温度は1.7℃程度、室温は24℃近くまで下がることがわかった。空調時には蓄熱モードの作用温度が非蓄熱モードに比べて約0.3K低下した。また、蓄熱運転時に成行きの除湿があり、外調機である程度の除湿を行えば、昼間の湿度上昇は抑えられることがわかる。

4. 季節変動特性

6~9月に躯体蓄熱を行うものとし、東ゾーンの9:00~12:00の平均室内環境・平均装置負荷を日別に求めた結果を図5に示す。躯体蓄熱による過冷却が原因で午前中の室温が2.5℃前後まで低下する日がときどきある。非蓄熱モードに比べて蓄熱モードの午前中平均の作用温度は約0.3K、PMVは約0.2、装置全熱負荷は約20W/m²低下した。図6にシステム特性値の日変動を示す。夜間移行率は、盛夏期に30%程度、中間期に近い時期は60%程度、ピークシフト率は30%程度以上期待できる。空調負荷増加率は、盛夏期に10%以下であることが多いが、中間期に近いほど高くなり、ロス比率が大きくなることがわかった。

5. ゾーン別の期間特性

図7に夏期PMV累積度数分布を示す。気象の影響の少ないインテリアゾーンが他のゾーンに比べて快適であるが、ペリメータゾーン間の差はあまりない。ペリメータ3ゾーンについてPMV+0.5以下となる割合は、

表1 建物条件と躯体蓄熱システムの基準条件

気象	東京2006年実データ(1分間隔)	
室	南北室床面積:303m ² 、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(フロコン発泡)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/m ² 、人体:0.15人/m ² 、1.2met、0.6clo(夏)、0.7clo(中間期)、機器:15W/m ² (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、設定室内温湿度:夏26℃、中間期24℃、空調方式:外調機併用カセット型空調方式、風量:AHU15回/h(室容積基準)、外気量:3.8CMH/m ² 、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:冷房16℃、冷水水供給:夏-中間期-冷水	

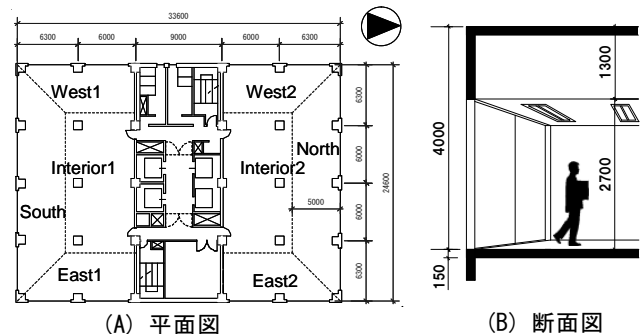


図1 標準オフィスの基準階

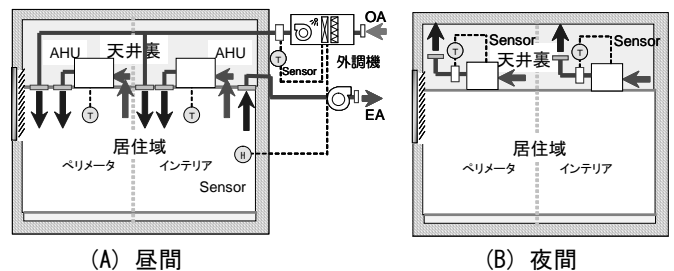


図2 躯体蓄熱空調方式の模式図

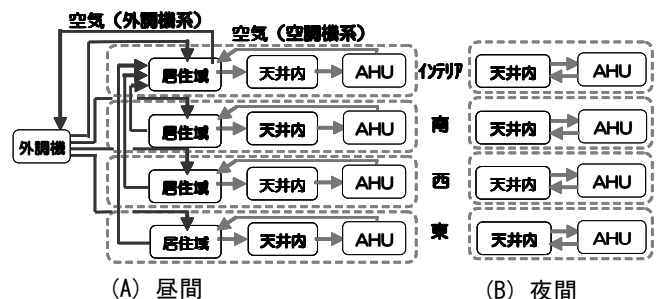


図3 空気ループ説明図

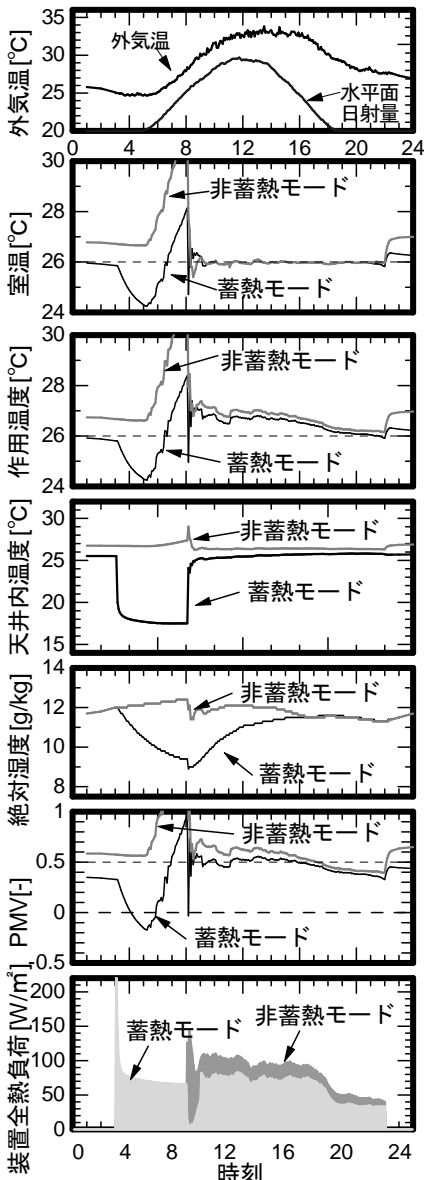


図4 夏期代表日の室内環境・負荷の時刻変動(注1)

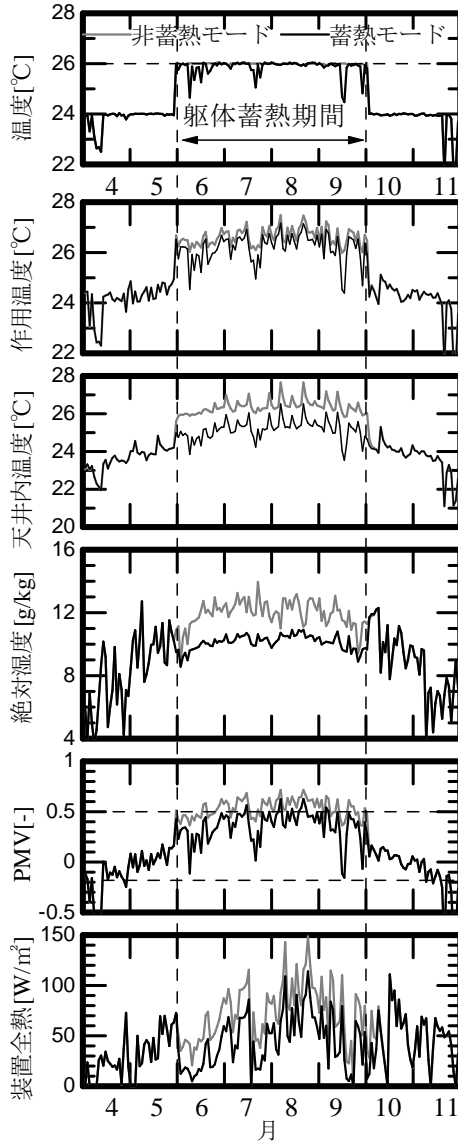


図5 室内環境・負荷の日別特性値の季節変動(注2)

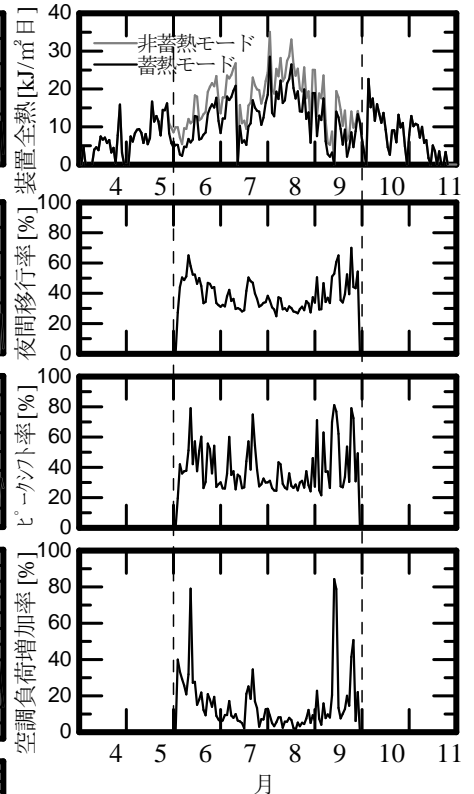


図6 システム特性値の季節変動(注3)

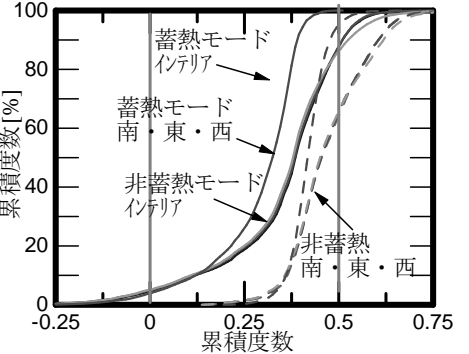


図7 夏期PMV累積度数分布(注4)

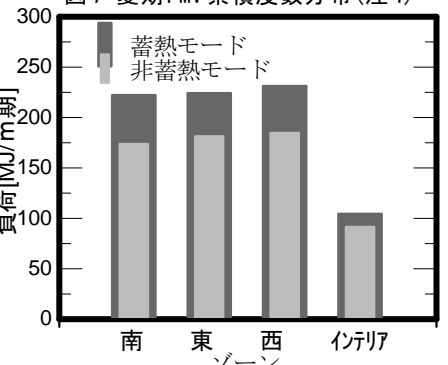


図8 夏期積算装置負荷(注4)

蓄熱モードでは約85%、非蓄熱モードでは約65%となった。図8に夏期積算装置負荷を示す。躯体蓄熱を行うことで、約30MJ/m²期の装置負荷増加がある。

6. 結

基準条件では、非蓄熱モードに対して、夏期代表日の空調時の作用温度が0.3K低下し、放射冷房効果が確認された。外調機である程度の除湿を行えば、昼間の湿度上昇もあまり問題とならないという結果を得た。また、夏期全般の室内環境・負荷特性を確認した。

注記 注1) 図4条件：8月4日、室内環境は東ゾーン、装置全熱負荷は南室4ゾーンの合計 注2) 図5条件：9:00～12:00の平均値(平日のみ算出)、室内環境は東ゾーン、装置全熱負荷は南室4ゾーンの合計 注3) 図6条件：装置全熱は4ゾーンの、躯体蓄熱時を除く空調時の積算負荷 注4) 図7、8条件：6月～9月を対象 注5) システム特性値は、次の式による。

- ・空調負荷増加率[%] = $\frac{(\text{躯体蓄熱日1日の空調機負荷積算値})}{(\text{非蓄熱日1日の空調機負荷積算値})} - 1 \times 100$
- ・夜間移行率[%] = $\frac{(1 - (\text{躯体蓄熱日の昼間の空調機負荷積算値}))}{(\text{非蓄熱日の昼間の空調機負荷積算値})} \times 100$
- ・ピークシフト率[%] = $\frac{(1 - (\text{躯体蓄熱日の昼間空調機負荷ピーク値}))}{(\text{非蓄熱日の昼間空調機負荷ピーク値})} \times 100$

*1 宇都宮大学大学院 博士前期課程
 *2 宇都宮大学大学院 准教授・工博
 *3 首都大学東京 名誉教授・工博

Graduate student, Graduate School of Engineering, Utsunomiya Univ.
 Associate Prof., Utsunomiya Univ., Dr. Eng.
 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.