

シミュレーションツール BEST によるオフィスの熱負荷・熱環境解析

第17報 躯体蓄熱空調における天井空間利用と二重床空間利用の特性解析

正会員 ○吉澤 周平*
 正会員 郡 公子**
 正会員 石野 久彌***

BEST

躯体蓄熱

二重床

1. 序

躯体蓄熱空調には、昼間は天井吹出・天井リターン方式とし、蓄熱時には天井空間側からスラブを冷やす天井吹付け型と、昼間は床吹出・天井リターン方式、蓄熱時には二重床内に冷風を通す床内循環型とがある。両者の性能の違いは必ずしも明確ではない。これまでの研究¹⁾では、天井吹付け型の特性解析を行ってきたが、本報では、床内循環型に着目し、数値解析から天井吹付け型との違いを把握するための数値解析を行った。

2. 数値解析のための基準計算条件

建物は文献¹⁾と同じ標準オフィス中間階南室（南、西、東、インテリアゾーン）とし、図1の床内循環型、天井吹付け型のシステムを想定した。空間は、二重床空間、居室、天井裏空間の3つの空間を区別して室内温湿度を計算した。使用モジュールは、建築プログラムテスト用のAHUモジュールとZoneAirRootsモジュールの2種である。基準条件を表2に示す。

3. 天井吹付け型と床内循環型の比較

図2~6に、床内循環型、天井吹付け型の比較結果を示す。天井吹付け型は、天井内内壁に断熱をしていないことが影響し、蓄熱時の熱損失が大きい。蓄熱時の供給熱量は床内循環型より多いが、天井空間温度は床内循環型

の二重床空気温度より高く、蓄熱時の室温も高い。

蓄熱ありなしとも室使用時間帯のインテリアの室内環境は、絶対湿度、作用温度、PMV、供給熱量とも床内循環型の方がよい。これに対し、図3に示すように、ペリメータの室使用時間帯、特に透過日射ピーク時の供給熱量は床内循環型の方が大きい。

床内循環型は床面に当たった日射熱を天井空間に貫流させずに空調で処理するためペリメータの顕熱負荷は、天井吹付けよりも大きくなり、ペリメータ空調機の成り行き除湿量も増える。これがインテリアの湿度低下、潜熱供給熱減少に影響すると考えられる。

冷房期の日別供給熱で評価すると（図5）、蓄熱なしでは両者にあまり差はないが、蓄熱ありの場合で蓄熱時間帯も考慮すると天井吹付けの方が大きくなる。

夜間移行率、投入熱利用率は、両者にほとんど差が無い。天井吹付け型は蓄熱時の熱損失が大きいことが原因で、負荷増加率が大きく、投入熱利用率が小さくなりエネルギー的に不利になった。このことから天井空間の断熱性が重要である。今後さらに数値解析を行う。

4. 結

BESTを用いて躯体蓄熱空調の数値解析を行い、床内循環型と天井吹付け型の基本特性を明らかにした。

表1 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	250CMH/m(居住域)、100CMH/m(天井裏)、30CMH/m(天井吹付け、二重床内)、なし(床吹出し、二重床内)、2.7CMN/m(居住域⇄天井裏、二重床内)	
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、設定温度:26℃、空調方式:各ゾーンAHU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15℃、除湿時吹出湿度90%、蓄熱ゾーン:夏-全ゾーン	
計算時間間隔	空調時、蓄熱運転時:5分間隔、非空調時:主に60分。一部5分、30分を使用。	

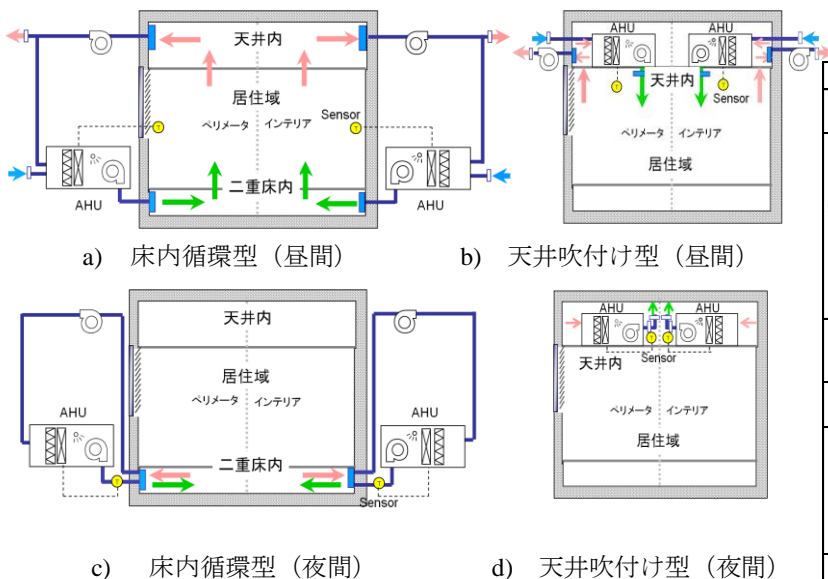


図1 躯体蓄熱空調のシステム図

Numerical Analysis of Thermal Load and Environment in Office Spaces by Using a Simulation Tool, the BEST Part17 Characteristic Analysis of Building Thermal Storage Systems Utilizing Ceiling Plenum or Floor Plenum

Shuhei YOSHIZAWA, Kimiko KOHRI and Hisaya ISHINO

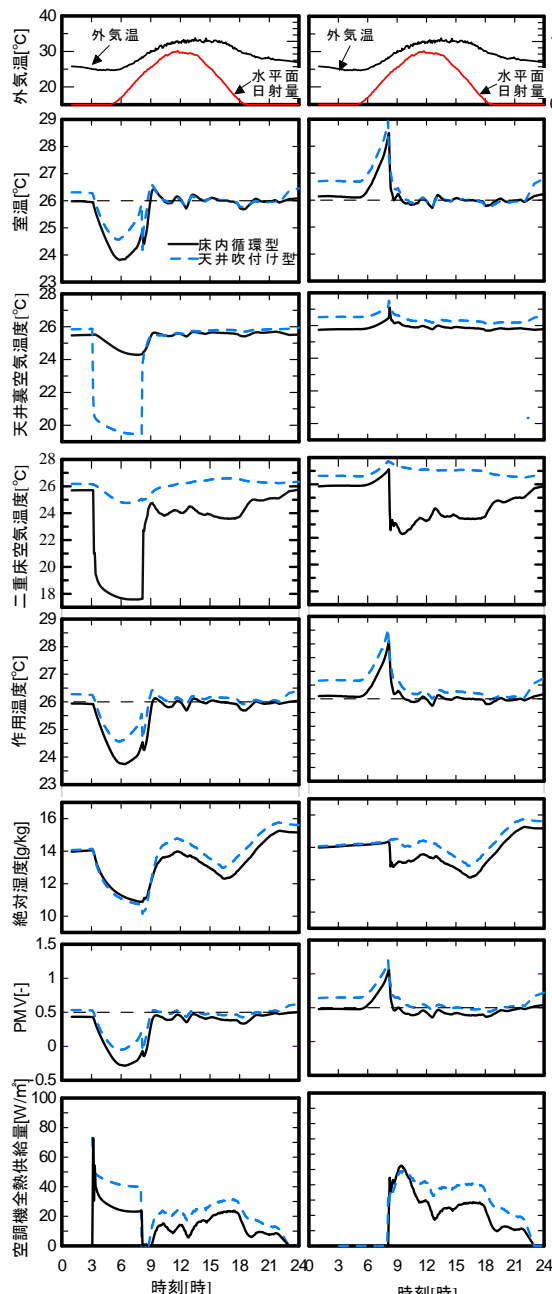


図2 夏期代表日(8/4(金))の室内環境・供給熱量の時刻変動(インテリアゾーン)

a) 蓄熱あり b) 蓄熱なし

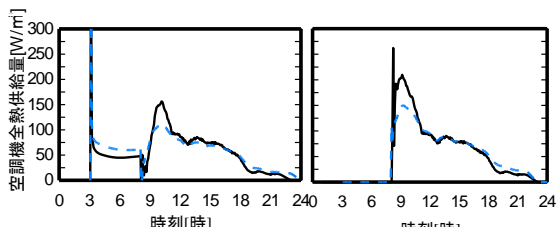


図3 夏期代表日(8/4(金))の供給熱量の時刻変動(東ゾーン)

a) 蓄熱あり b) 蓄熱なし

【図5注】1)全熱供給量とは、空調機全熱処理量から外気全熱処理量を除いた熱量。2)4ゾーン平均とは、南室(インテリア、東、西、南ゾーン)の単位面積当たりの値

【図6注】システム特性値は次式より求めた。

- ・空調負荷増加率[%]

$$= (1 - \text{蓄熱日1日の空調機負荷積算値} / \text{非蓄熱日1日の空調機負荷積算値}) \times 100$$
- ・夜間移行率[%]

$$= (1 - \text{蓄熱日の昼間空調機負荷積算値} / \text{非蓄熱日の昼間空調機負荷積算値}) \times 100$$
- ・ピークカット率[%]

$$= (1 - \text{蓄熱日の昼間空調機負荷ピーク値} / \text{非蓄熱日の昼間空調機負荷のピーク値}) \times 100$$
- ・投入熱利用率[%]

$$= ((\text{非蓄熱日の昼間空調機負荷積算値} - \text{蓄熱日の昼間空調機負荷積算値}) / \text{夜間投入熱量}) \times 100$$

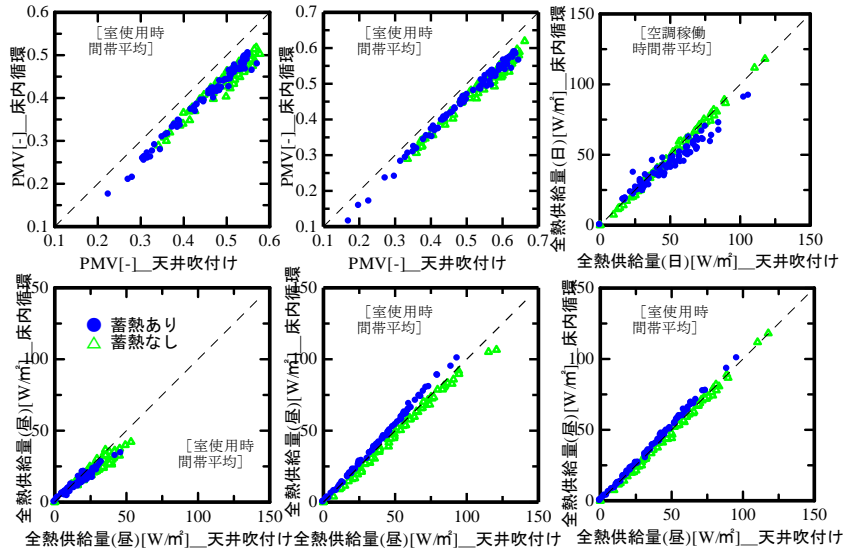


図4 蓄熱方式の違いとPMV・供給熱の日供給熱の日別値相関(冷房期・代表ゾーン)

図5 蓄熱方式の違いとPMV・供給熱の日供給熱の日別値相関(冷房期・4ゾーン平均)

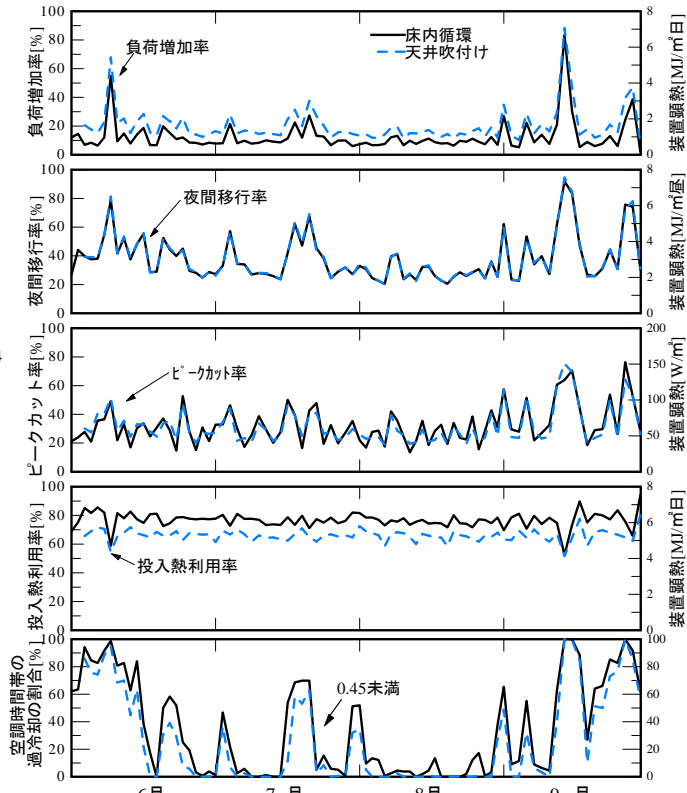


図6 蓄熱空調システム特性値と過冷却時間の比較(インテリアゾーン)

【参考文献】

- 1) 清水・郡・石野：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、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1173-1174、2011.8、2) 石野ほか：外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その78)、空調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.1675-1678、2011.9

*宇都宮大学大学院工学研究科 博士前期課程
 **宇都宮大学大学院工学研究科 准教授・工博
 ***首都大学東京大学院 名誉教授・工博

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