

寒冷地における躯体蓄熱空調システムの特性評価

躯体蓄熱空調システム 実測
特性評価 寒冷地

1. はじめに

躯体蓄熱システムは、建築構造と空調設備がバランスよく融合することによって、イニシャルコストの削減や負荷平準化による経済性の向上、さらには輻射による室内環境の向上などの効果が期待できるシステムとして注目を集めている。本報では、実測を通して本システムの寒冷地における特性を評価していく。

2. 実測調査

2.1 実測調査概要

建物概要を表-1に示す。本建物の空調は、一般空調と蓄熱空調の2系統あり、インテリア側を蓄熱系統とし、切り替えダンパーにて室内と天井内スラブへの吹き出し切り替えを行っている(図-1)。空調運転のスケジュールを表-2に示す。

実測は2009.8.24～2010.1.31にかけて行い、2009.12.21～2010.1.31には冬期短期実測を行った。測定項目を表-3、測定位置を図-2に示す。1Fのみ2010.1.4～1.8は非蓄熱運転、2010.1.25～1.29は8h蓄熱運転を実施した。

2.2 実測調査結果

2.2.1 室内温熱環境

2010.1.26における各階室温と湿度を図-3に示す。各階の設定温度による違いはあるが、蓄熱時間の違いによる室温の差異は見られない。

2.2.2 消費電力

日積算電力について外気温度を横軸にして図-4に示す。積算電力と照明コンセントとの差が空調の消費電力となる。外気温度が低下するにつれて積算電力が増加

表-1 建物概要

建物名	Aビル	面積	2,530m ²
用途	事務所	面積	1,181m ²
所在地	札幌市白石区	面積	3,537m ²
竣工年	2009年5月	階数	地上5階
構造	RC造	高さ	21.92m
外断熱工法	GW75d		
空調設備	空冷ヒートポンプエアコン 13台 蓄熱: 冷房28kW 暖房31.5kW COP 3.61 非蓄熱: 冷房22.4kW 暖房25kW COP 3.71		
換気設備	ダクト式機械換気 全熱交換型換気扇		

表-3 測定項目

測定項目	測定場所	測定点数
外気温	1.3F	各6
外気温	1.3.5F	各2
外気温	1.3.5F	各31
外気温	1.3F	各8
外気温	1.3.5F	各1
外気温	RF	3
外気温	RF	3
1F蓄熱		1
RF		8

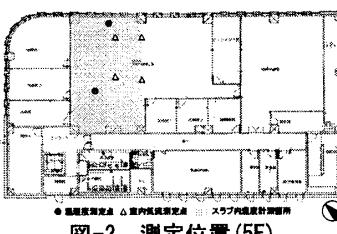


図-2 測定位置(5F)

正会員 ○内田 真生^{*1} 同 羽山 広文^{*2}
同 菊田 弘輝^{*3} 会員外 安食 純也^{*4}
会員外 石谷 直樹^{*5}

し、照明コンセントとの差も増大する。これは、外気温度低下に伴い空調の消費電力が増加するからである。

3. 特性評価

3.1 消費電力による評価

電力夜間移行率(以降、移行率)は蓄熱運転の電力量が全体の電力量に占める割合(表-4の(1)式)である。移行率が大きいほど夜間電力を効率よく利用している。1F蓄熱系の空調機における1日毎の移行率を外気温を横軸に図-5示す。蓄熱2hのときは、外気温低下と共に10[%]程度まで移行率も低下しているが、蓄熱時間を8hにすることで移行率は40[%]まで上がっている。

3.2 車体の蓄放熱量による評価

3.2.1 蓄熱量の算出

スラブ内温度から車体の蓄熱量を算出する。計測点を中心にして1スパン内を25のブロックに分割し、ブロック毎に温度変化から蓄熱量を算出する。

$$G(t) = C\rho \times V \times \{T(t) - T(t-1)\} / 3600 \quad (1)$$

G: 各部材のt時間後の1時間積算蓄熱量 [kWh]

t: 蓄熱開始からの経過時間

C_ρ: 各部材の容積比熱 [kJ/m³K]

V: 各部材の体積 [m³] T: 各部材の温度 [°C]

本報では、負の値を放熱、正の値を吸熱とする。1Fにおける蓄熱量、夜間・昼間の吸放熱量の変動を図-6に示す。本システムにおいて暖房では蓄熱運転で吸熱され昼間・夜間で放熱となる。しかし、蓄熱2hでは昼間も吸

【蓄熱】

表-2 空調運転のスケジュール

期間	蓄熱時	開始日	終了日	天井裏
5/21	5/21	9/30	18°C	[非蓄熱]
10/21	10/21	3/20	30°C	休日の翌日: 5:00~8:00 ほか平日: 6:00~8:00
				切替ダンバ

図-1 車体蓄熱空調システム

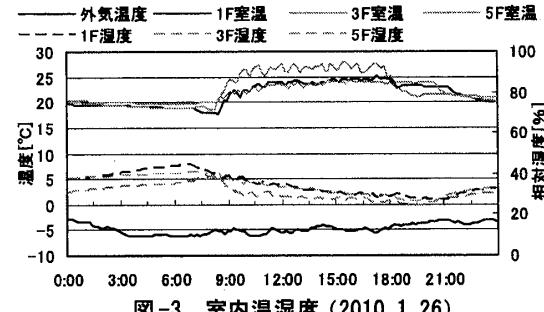


図-3 室内温湿度 (2010.1.26)

Performance Evaluation of Building Thermal Mass Storage System in Cold Regions

UCHIDA Mao et al.

熱となっている量が多い。これは蓄熱時間だけでは躯体の温度が上がりきらなかつたためと推測される。一方、蓄熱8 hでは昼間は放熱となっている。

3.2.2 放熱蓄熱量比と屋間蓄熱量比

本報では一週間の躯体の蓄放熱量の積算値から躯体の放熱蓄熱量比（表-4の(2)式）と屋間蓄熱量比（表-4の(3)式）を算出し、蓄熱時間の妥当性を検証する。一週間の放熱蓄熱量比は休日も含めた躯体の吸放熱の比であり、放熱蓄熱量比は1に近いほど躯体の吸放熱に過不足が無いといえる。また、屋間蓄熱量比は一週間の蓄熱量のうち屋間の吸熱量の割合である。本報では屋間吸熱量が小さいほど蓄熱時間のみで躯体への蓄熱が充足していると判断し、放熱蓄熱量比率≈1、かつ、屋間蓄熱量比≈0のとき蓄熱時間は適正であるとする。

3.2.3 躯体の蓄放熱量による評価

図-7に屋間蓄熱量比と放熱蓄熱量比を示す。12月5週は年末年始の休業、1月1週目の1Fは非蓄熱運転を行っている。5Fは、屋間蓄熱量比が0に近く蓄熱時間が適正である週が多いが、下の階ほど週を追うごとに屋間蓄熱量比が増え、夜間の蓄熱量が不足している。1Fにおいては11月の下旬以降、3Fにおいては12月中旬以降の蓄熱時間が不足していることがわかり、蓄熱時間の延長等の見直しが必要である。

蓄熱8 hである1月4週の1Fでは放熱蓄熱量比0.98、屋

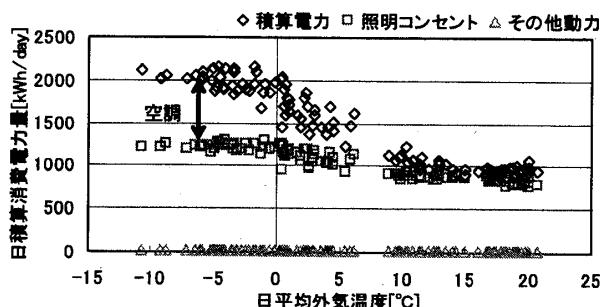


図-4 日積算消費電力と外気温度

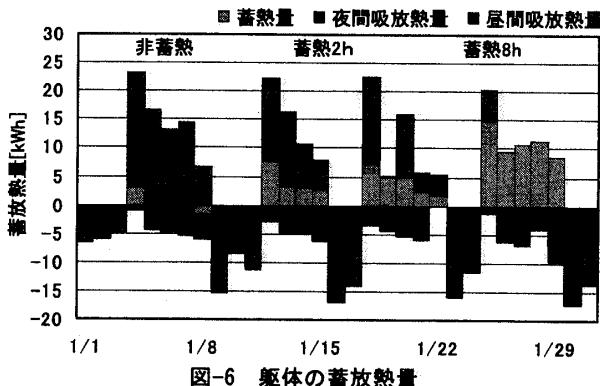


図-6 躯体の蓄放熱量

*1 国土交通省東京航空局

*2 北海道大学大学院工学研究院 教授・博士（工学）

*3 北海道大学大学院工学研究院 助教・博士（工学）

*4 (株)NTT ファシリティーズ

*5 (株)NTT ファシリティーズ

間蓄熱量比0.09となり、蓄熱時間が適正と判断できる。

4.まとめ

躯体蓄熱空調システムを導入した事務所ビルについて、実測の結果からその特性を把握した。

1) 夜間電力移行率は、外気温低下とともに低下するが蓄熱時間を延長すると移行率は増加する。

2) 現状において蓄熱時間は不足しており、8 hの蓄熱運転を行っても過剰ではない。

参考文献

1) 内田真生他：寒冷地における躯体蓄熱空調システムの実測検証、空気調和・衛生工学会北海道支部第44回学術講演会論文集、pp.123-126、2010.3

2) 三浦寿幸他：外断熱の熱特性を生かした躯体蓄熱空調システムに関する研究、日本建築学会計画系論文集 第526号、pp.25-30、1999.12

3) 中村卓司他：躯体蓄熱空調システムの有効性に関する研究（その7）、空気調和・衛生工学会学術講演会論文集、pp.821-824、2001.9

表-4 評価指標

(1) 電力夜間移行率=(E _A /E _A +E _{DS})×100
(2) 放熱蓄熱量比=(Q _{LA} +Q _{LD})/(Q _{BA} +Q _{BD})
(3) 屋間蓄熱量比=Q _{BD} /(Q _{BA} +Q _{BD})
E:電力量、Q _L :躯体放熱量、Q _B :躯体蓄熱量 添字/S:躯体蓄熱日、N:非蓄熱日、A:夜間、D:屋間

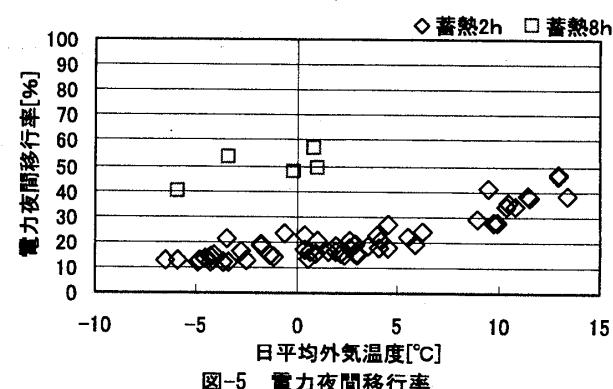


図-5 電力夜間移行率

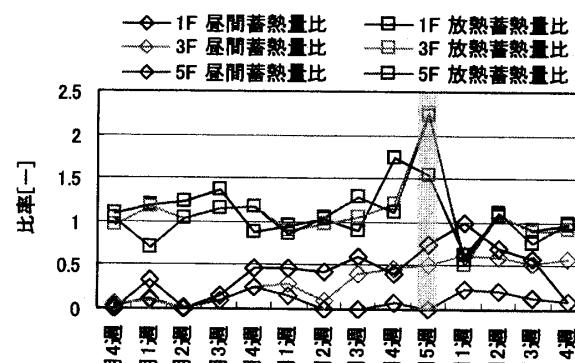


図-7 放熱蓄熱量比と屋間蓄熱量比

Tokyo Regional Civil Aviation Bureau, MLIT

Prof., Faculty of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.

Assis. Prof., Faculty of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.

NTT Facilities, INC.

NTT Facilities, INC.