

寒冷地における高断熱事務所建物の環境性能に関する実測調査 その9 冬期における床暖房効果の検証

正会員 ○畑中 壮大*1 同 菊田 弘輝*2
同 絵内 正道*3 同 羽山 広文*4

高断熱事務所建物 実測調査 床暖房

1. はじめに

本研究は、寒冷地における高断熱事務所建物の環境性能に関する実測調査を通じて、水方式の躯体蓄熱暖冷房システムの有用性を探ることを目的とする。本報では、在室人数調査による内部発熱の実態把握と共に、冬期における本システムの床暖房効果について、BEMSデータを用いて検証する。ただし、本建物の省エネへの取り組みとして、チーム・マイナス6%が推進されているため、通常の暖房時の設定温度よりも低く制御されている。

2. 調査概要

本建物の床暖房は南系統と北系統の2系統で制御されており、他の測定期(夏期・中間期)と同様に7階南系統を調査対象とし、2007/1/23(火)~1/31(水)の9日間を調査期間とした。在室人数調査は1/31(水)を調査日とし、執務時間帯に毎時の在室人数を平面図にプロットする手法を用い、おおよその平均的な人体発熱量を把握する。

調査対象である7階南系統には①~⑩の各々に対して垂直方向(6点)に温度センサーが組み込まれており、常時10分間隔で温度データを収集する(図1)。

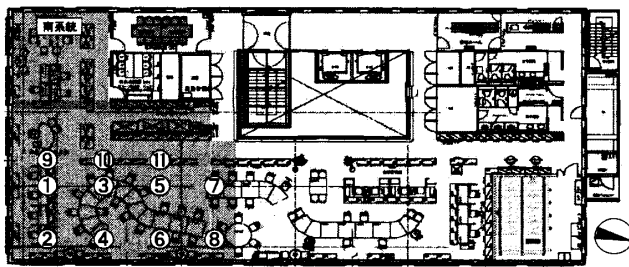


図1 7階平面図兼測定位置図

表1 在室人数調査

9:00	18
10:00	38
11:00	18
12:00	14
13:00	22
14:00	22
15:00	14
16:00	19
17:00	23
20:00	20.9
21:00	7.2
22:00	38
平均	0.037

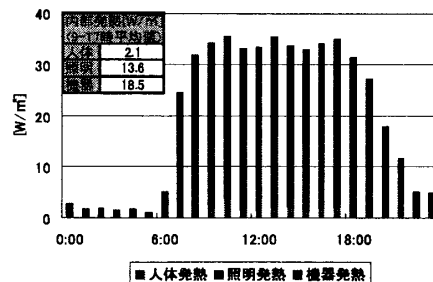


図2 7階内部発熱

表-2 グラフ使用値一覧

人体発熱	比熱×比容×外気導入量×温度差
照明発熱	比熱×比容×流量×往還温度差
機器発熱	比熱×比容×流量×往還温度差
床暖房投入熱量	比熱×比容×流量×往還温度差
全熱交換器回収熱量	定圧比熱×空気密度×流量×(室内温度-給気温度)/3600
外調機投入熱量	定圧比熱×空気密度×流量×(給気温度-床下空気温度)/3600
室内温度	(比熱×比容×換気量×(室内温度-天井表面温度) + (比熱×比容×換気量×(室内温度-床下表面温度))
床表面温度	総合熱伝達率×(室内温度-天井表面温度)
温水往還温度(床)	人体発熱+照明発熱+機器発熱
温水温度(床)	日射取得熱+壁裏蓄熱+窓裏蓄熱

3. 調査結果

3.1 在室人数と内部発熱

本建物の単位床面積当りの在室人数を算出した結果、その値は0.037[人/m²]となっており、一般的な事務所建物の設計値である0.2[人/m²]と比べ、非常に少ないことが確認された。

在室人数調査の結果とBEMSデータの消費電力より、単位床面積当りの発熱量を算出した(図2)。人体発熱は顕熱成分55[W/人]を用いて算出した。夏期・中間期と同様に、内部発熱の主体は照明発熱と機器発熱であり、執務時間帯の発熱量はおおよそ35[W/m²]であった。

3.2 温度変動・投入熱量

高断熱かつ内部発熱を考慮し、平日は床暖房のみならず外調機・空調機による暖房運転はなく、外気処理は全熱交換器による熱回収運転のみが行われていた(図3)。ただし、土日夜間には天井表面温度が設定温度である23[°C]以下となったため、短時間の躯体蓄熱運転(温水:約42[°C])が行われており、床暖房に関する温水往還温度差は約10[°C]であった。

室内温度はAHUのファンが稼働し始める8時以降に多少低下するがその後上昇し、平日の日変動幅は約2[°C]に収まっていた。執務時間帯の平均温度は25.2[°C]であるが、設定温度である20[°C]を常に上回っていた。

床表面温度は室内温度に比べて安定し、平日の日変動幅は約0.5[°C]であったが、週末に向けて徐々に温度が下がっていき、執務時間帯の平均温度は約1[°C]低下していた。床表面温度と同様に外気温も低下していることから、外皮負荷の増大が影響していると考えられる。

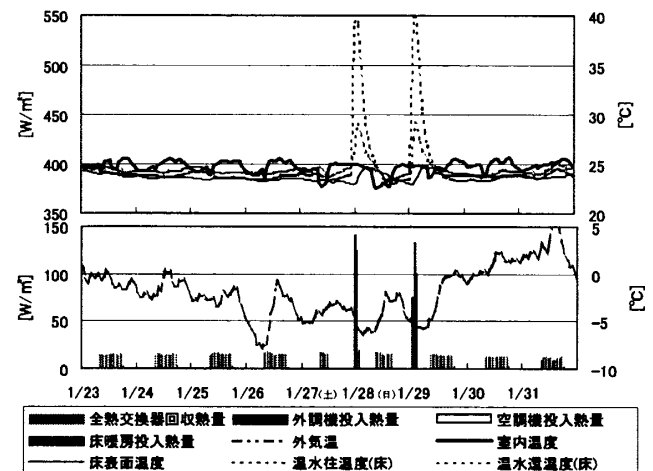


図3 温度変動・投入熱量

Actual Survey on Environmental Performance of Highly Insulated Office Buildings in Cold Regions

Part 9 Verification of the Floor Heating Effect in Winter

HATANAKA Masahiro et al.

3.3 熱収支

室内の熱収支を見ると、全体的に負荷が小さく、夜間の貫流負荷は10[W/m²]程度であった。これは熱損失が小さな高断熱・高气密化された本建物の特徴が顕著に現われたと言える。また、日中の床表面放熱量は非常に小さく、室

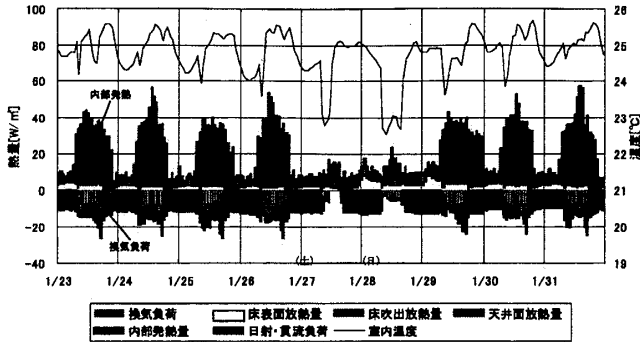


図4 熱収支

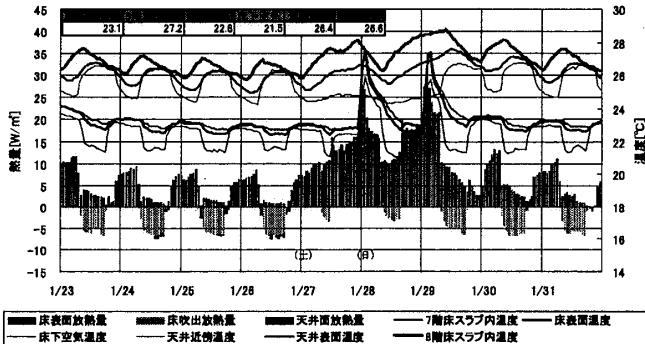


図5 放熱量⑪

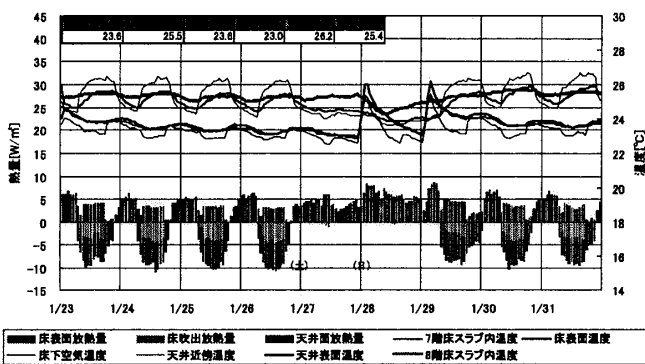


図6 放熱量⑥

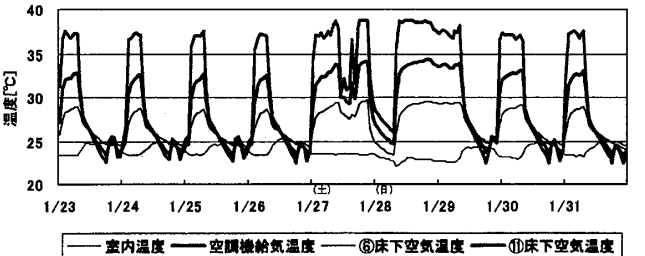


図7 8階空調機関連温度

内温度設定が20[°C]であったことから、床吹出放熱量は負荷側として算出された。従って、暖房熱源として相対的に内部発熱の割合が大きくなり、平日の室内温度に与える影響も大きいことがわかった。

3.4 測定点別の放熱量

同一の架橋ポリエチレン管の配管系統である測定点⑩、⑥の放熱量を図5、6に示す。図の左上の表は、執務時間帯の平均値となっている。両地点を比較した結果、床表面放熱量はほとんど変化せず安定していたが、天井面放熱量はインテリアである⑩に比べ、ペリメータである⑥の方が小さかった。これは両地点の天井近傍温度と天井表面温度との温度差によるものと考えられる。その上で、2つの温度を検証したところ、天井近傍温度はともに約26[°C]であったのに対し、天井表面温度は約1.2[°C]の温度差が確認された。

そこで両地点の床スラブ内温度を見ると、7階では約0.5[°C]であったのに対し、8階では約1.2[°C]の温度差が見られた。この期間8階床スラブへの通水は行っていないため、夜間に行われていた空調機による暖房運転(給気温度: 約37[°C])が影響していると推測される(図7)。

更に両地点の8階床下空気温度を見ると、⑩の方が温度が高く、その温度差は約5[°C]であった。これは⑩が⑥に比べ給気口に近いため、空調機で加熱された給気による影響であると推測される。ちなみに、7階では排熱回収のみで加温されておらず、逆に⑩の方が温度が低かった。

このことから温度むらの少ないと言われる全面床吹出空調においても、場所によって室内へ送り込まれる空気温度に違いがあると言える。特に空調機の暖房運転によってその温度差は大きくなることがわかった。

4. まとめ

寒冷地の冬期における内部発熱の実態把握ならびに本システムの床暖房効果について検証した。高断熱事務所建物の場合、内部発熱によって室内温度が上昇していることを確認した。また測定点別の床下空気温度に差が見られたことから、室内へ送り込まれる空気による場所による温度差があることがわかった。今後の展開として、高温水による間欠的な躯体蓄熱運転だけでなく、低温水による連続的な躯体蓄熱運転などを行い、より適切な制御方法の検討を行う必要がある。

【参考文献】

- 1) 社団法人 建築設備技術者協会：建築設備設計マニュアルⅠ 空調編[第三版]、株式会社 技術書院

【謝辞】

本調査は、共同研究「配管埋設型の放射冷暖房方式に関する実測調査と解析評価」(代表: 絵内正道)の一環として行われたものである。大成建設株式会社の森山泰行氏、梶山隆史氏、森田深雪氏には多大なご協力を頂いた。記して感謝する。

- *1 北海道大学大学院工学研究科 修士課程
- *2 北海道大学大学院工学研究科 助教・博士(工学)
- *3 北海道大学大学院工学研究科 教授・工博
- *4 北海道大学大学院工学研究科 准教授・博士(工学)

- Graduate Student, Graduate School of Eng., Hokkaido Univ.
- Assis. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
- Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
- Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.