

躯体蓄熱空調システムの開発（その1）

—空気吹付け方式における諸条件が蓄放熱特性、負荷平準化に及ぼす影響—

中村 卓司 川島 実

(技術研究所)

(技術研究所)

Development of Heating/Cooling System with Building Thermal Mass Storage (Part 1)

—The influence on thermal characteristic and load shifting by a way of air blowing to the slab surface—

by Takuji Nakamura and Minoru Kawashima

Abstract

The real-scale experimental unit of HVAC system using building thermal mass storage for a commercial building was constructed and a series of experiment was carried out. The experimental condition varies direction of blowing, flow rate, density of diffuser and length of charging time in order to clarify their influence to the amount of charging energy into the slab. The result shows that the load shifting ratio is between 20% and 30%, and peak cut ratio is around 10%, and increasing rate of thermal load is smaller than 5%. Especially, to flow uniformly is effective for charging to the slab. Other useful information is obtained through this experiment.

概 要

躯体蓄熱空調システムの有効性を確認するため、事務所ビルの一部を切出した実大規模の試験装置を製作し試験を行った。また、躯体蓄熱ではスラブへの蓄熱方式が効率へ大きく影響するため、吹付け方向、風量、吹出し口密度、および蓄熱時間などの条件を変えて比較試験を行った。試験結果より、負荷平準化の点では夜間移行率は20～30%と夜間へのシフト効果は高いがピークカット効果は10%程度であり、夜間も空調することによる熱損失については、高くても5%程度であることが確認された。また、スラブへの蓄熱は均一に行うことが効果的であり、吹出し口の設置密度、蓄熱時間などについても有益な知見を得ることができた。

§ 1. はじめに

従来より電力負荷平準化のため水蓄熱・氷蓄熱システムが開発、利用されてきたが、近年コンクリートスラブなど躯体を蓄熱体として利用する躯体蓄熱空調システムが注目を集めるようになってきた。躯体蓄熱の特長として、夜間電力の利用によるランニングコストの低減、および機器容量の削減によるイニシャルコストの低減といった蓄熱システムの一般的な利点に加え、①既にある建物躯体を利用することで、高価な水・氷蓄熱の蓄熱槽・熱源機の容量を削減できる、②躯体から直接室内に放熱されるため2次側空調設備の容量を削減できる、③蓄冷された躯体により放射冷房効果を期待できるといったメリットがある半面、夜間空調することによる熱損失が省エネルギー性に及ぼす影響が懸念されており、さらに主蓄熱体であるスラブへの蓄熱・放熱特性と負荷平準化効果の定量化などに対し問題点が残されていた。これに対し、従来行われてきた報告は実建物における測定が主であったため、スラブ

の蓄放熱量や外気への熱損失などが正確に測定できず、また外乱の影響を受けるため躯体蓄熱の効果を明確にしているとは言えない。そこで筆者らは、室温、外気温などを制御できる実大規模の試験装置を製作し再現性のある試験を行い、躯体蓄熱空調システムの有効性を明らかにしたのでその結果を報告する。

試験は、躯体蓄熱の基本的な蓄放熱特性、負荷平準化効果、省エネルギー性の把握を目的とし、蓄熱条件による影響も明らかにするため各種条件に対し試験を行った。またシミュレーションを行う上で障害となっていたスラブ表面での対流熱伝達伝達率などの物性値の取得を考慮して測定を行った。

§ 2. 試験装置の概要

2.1 試験室の概要

試験装置は当社技術研究所塩浜分室のA棟倉庫内に建設した。建物用途は標準的な事務所ビルを想定し、

スラブの熱特性が測定できるように上下2階の試験室を設置した。その1面は外気の影響を再現できるように窓ガラスのある外壁からなり、外壁の外側は温度制御のできる外気室を設けた。残りの5面は温度対象を想定し断熱材で仕切る構造とし、実建物の中間階1区画を切出した状態とした。各部屋の寸法は試験室部分が内法幅6.4m、奥行き10m、階高3.5m(2階は1.5m)、外気室部分が幅6.9m、奥行き4m、天井高さ5.0mである。試験室は一般的な事務室を想定し、床は各階共OAフロア(h=100)で、1階天井は15mm厚の岩綿吸音板からなるシステム天井とした。倉庫内に面する外周部はフォームポリスチレン保温板(100mm厚の2枚重ね)で、1階床下はフォームポリスチレン保温板(50mm厚)、2階天井はロックウール(100mm厚)で断熱した。構造的には、リニューアル案件も視野に入れてシステムの適応範囲の広さを重視し、ラーメン構造で床はデッキスラブといった最も一般的な構造とした。図-1に模式図を示す。

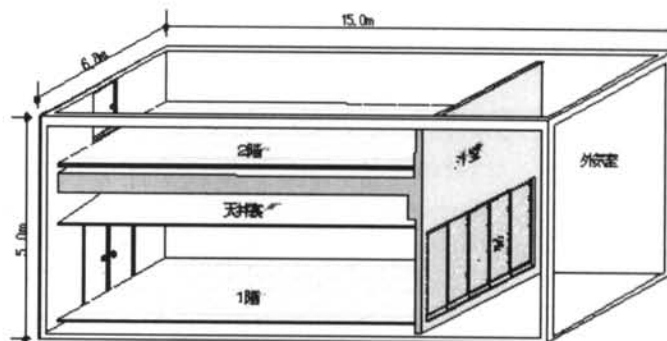


図-1 試験装置の模式図

2.2 設備概要

図-2に試験装置の空調システム概要を示す。各階の事務室系統は、空冷ヒートポンプチラーを熱源とする単一ダクト空調方式とした。給気は天井アネモディフューザー(2階は壁付VHS吹出しと床吹出し空調の切替式ができるシステムを設けた。還気方式は、天井チャンパー還気(1階のみ)と室内還気および床下還気の切替式とした。これらの切替パターンの組み合わせにより、様々な蓄・放熱試験をスケジュール運転で行うことができる。

外気室は、外気をそのまま取り入れる第一種換気装置の他、セパレート型エアコンを設置した。

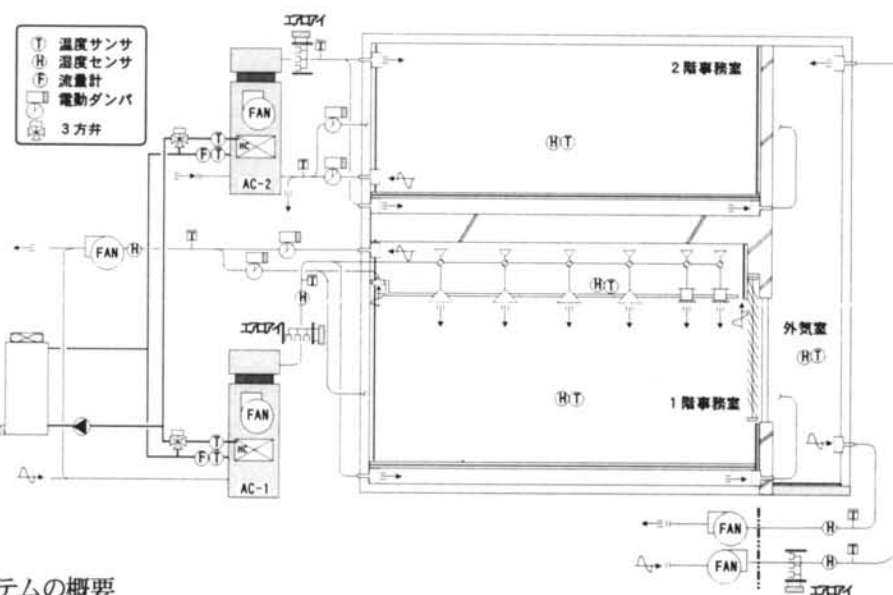


図-2 空調システムの概要

2.3 計測システム

計測点は風量・給気・還気温湿度、各室温湿度、流量、送水・還水温度、床スラブ・壁等の表面・内部温度等で、測定点総数は約300点である。床スラブは蓄放熱量を詳細に測定するため図-3に示す位置に約150点の熱電対を設置した。また、測定点B5を中心としたスラブ上下表面は温度分布の把握を目的に15cm間隔でメッシュ状に7×9点(上下面合計126点)温度計測を行った。

また、測定間隔は1分間でデータロガーを介しパソコンに取り込んだ。測定機器一覧を表-1に示す。

§ 3. 躯体蓄熱空調方式の概要と試験条件

3.1 躯体蓄熱空調方式と試験方法

空調方式は複数検討されているが、本報では切替ダンパー方式の結果について述べる。切替ダンパー方式とは図-4に示すように、ディフューザー手前の天井内に切替えダンパーを設けることにより夜間蓄熱時は

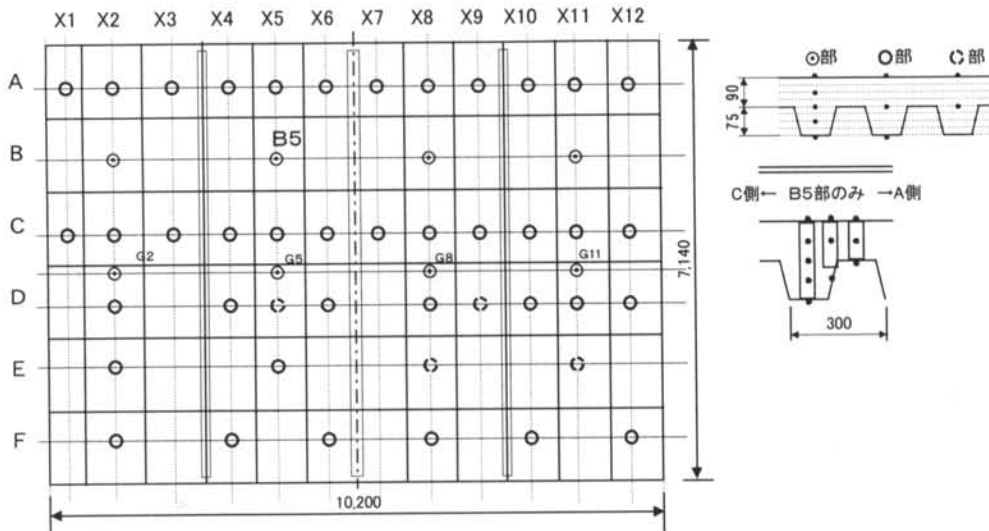


図-3 スラブの温度計測点

| 測定対象 | 製造元 | 機器名 |
|--------|----------|------------------------------|
| 温度 | | 熱電対 |
| 風速 | ウエットマスター | ニューエアロアイAE300D、AE250D、AE200D |
| | 山武 | 微差圧発信器PY7000C |
| 湿度 | 山武 | 挿入型湿度発信器HY7801/7811 |
| | 山武 | 室内型湿度発信器HY70 |
| 流量 | 日本フローセル | 電磁流量計フローセルマグ10DE4112AED1 |
| データロガー | アドバンテス | TR-2731 |

表-1 計測器一覧

天井裏に冷風を吹付けスラブへ蓄熱し、昼間空調時はディフューザーより室内に給気し、天井チャンバー還気に放熱を行うシステムである。切替ダンパー方式の特長としてはシステムが簡易であるが蓄熱が局所的になることが考えられる。

そこで試験では、スラブへの吹付け方向、風量、吹付け口密度等を変化させ影響度合いの比較を行った。また、スラブへの蓄熱効率を改善するための「窓上レターン」、スラブの蓄熱を昼間ピーク時に利用するため午前中の還気を天井チャンバーへ戻さない「蓄熱温存モード」を設け効果を把握するための試験を行った。さらに、実用面を考え梁に囲まれた天井裏空間(以下、「ブロック」と呼ぶ)に吹出し口を設けられなかった場合を想定し、梁をくぐることによる蓄熱量の減少量を測定した。具体的な試験条件は次節に示す。

3.2 試験条件

3.2.1 試験条件

表-2に今回行った試験条件を示す。試験番号1(ケース記号V0B05)を「標準仕様」として、その他の条件は、常に標準仕様と1項目だけ異なる条件での試験となるように設定した。表中の吹付け方式「垂直」(吹出し口:口径D=200φ)とはスラブ下1.5Dの位置から垂直に吹付ける方式である。「水平」(吹出し口:600L×25Hのスリット)の場合にはデッキプレートの波に直角

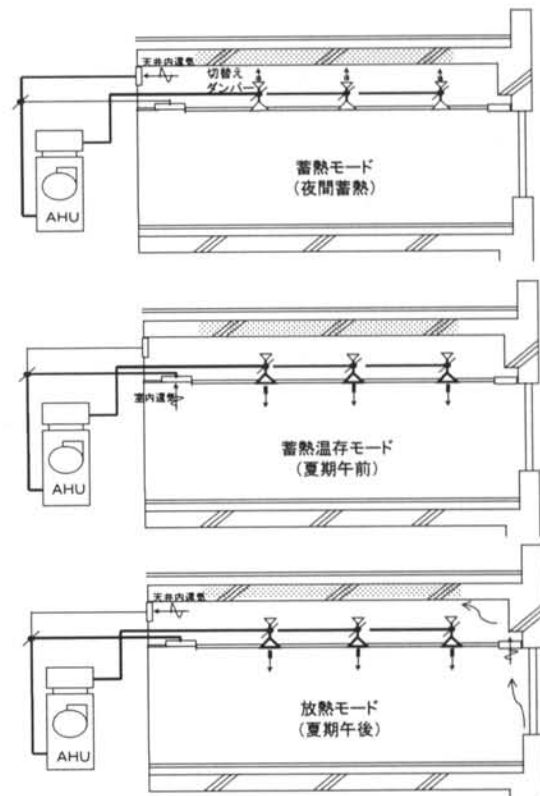


図-4 切替ダンパ方式の空調系統図

方向に、「穴明きダクト」(吹出し口:口径200φのダクトに300ピッチで50φの穴)では波の方向に空気が流れる。図-5～図-7に各方式の吹出し口の位置を

| 試験番号 | ケース記号 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | 実験期間 | 備考 |
|------|------------|--------|-------|-------------|----------------|------|-------|--------------------------|
| | | 吹付け方式 | 吹出気流速 | ブロック当り吹出し個数 | 梁くぐり回数 | 蓄熱時間 | | |
| 0 | 000 | 非蓄熱 | | | | | 1週間 | 11/18~11/24(代表日11/21) |
| 1 | V0B05(標準) | 垂直 | 速い | 1.5 | 0 | 5時間 | 13日間 | 10/29~11/10(代表日10/31) |
| 2 | V0B03 | 垂直 | 速い | 1.5 | 0 | 3時間 | 1週間 | 11/11~11/17(代表日11/14) |
| 3 | V0B010 | 垂直 | 速い | 1.5 | 0 | 10時間 | 1週間 | 11/25~12/1(代表日11/29) |
| 4 | V0S05 | 垂直 | 遅い | 1.5 | 0 | 5時間 | 3日間 | 12/3~12/5(代表日12/5) |
| 5 | V0B05(2) | 垂直 | 速い | 2 | 0 | 5時間 | 3日間 | 12/7,9~12/10(代表日12/10) |
| 6 | V0B05(1) | 垂直 | 速い | 1 | 0 | 5時間 | 3日間 | 12/11,14~12/15(代表日12/15) |
| 7 | V0B05(0.5) | 垂直 | 速い | 1 | 1/2 ブロック毎評価 | 5時間 | 3日間 | 12/17~12/19(代表日12/18) |
| 8 | H0B05 | 水平 | 速い | 1.5 | 0 | 5時間 | (1週間) | 12/24~12/27(代表日12/24) |
| 9 | D0B05 | 穴明きダクト | 速い | — | 0 | 5時間 | 1週間 | 12/29~1/4(代表日1/1) |
| 10 | D1B05 | 穴明きダクト | 速い | — | 0 | 5時間 | 1週間 | 温存モード1/12~18(代表1/15) |

表-2 試験条件一覧

示す。気流速の「速い」とは昼間の空調時と同等の風量とし、全吹出し口の合計でおよそ 2000CMH(風量 28.1m³/m²h: 平均風速 3.2m/s)である。「遅い」はこれの半分の風量とした。ブロック当たりの吹出し口数の相違試験では、標準の吹出し口数(ブロック当たり 1.5 個)に追加、削除を行い図-8 に示す位置に 2 個と 1 個の場合の吹出しを設けた。試験番号 8 (V0B05 (0.5)) は梁をくぐる回数による蓄熱量の減少を測定する試験で、図-9 に示す吹出し口位置とした。「蓄熱時間」は 3、5、10 時間の 3 種類とした。また図-10 に空調時の室内吹出し口、天井吸い込み位置と天井内のレターン位置を示す。

3.2.2 外乱および空調、室内発熱条件

外気室は常時 30℃一定制御とし、日射発熱としては図-11 に示すスケジュールで白熱球による模擬発熱を窓内側に加えた。空調は 1、2 階とも空調時間(8 時~20 時)室温 26℃設定、蓄冷時は天井裏吹出温度 15℃設定とした。室発熱は事務所を想定し、図-11 に示す室内模擬発熱を蛍光灯、および白熱電球により加え

た。

3.2.3 解析方法

試験期間は躯体の熱容量を考慮し、基本的に同一条件下の試験は土日を伴う 1 週間単位とし、評価用の代表日は 4 日目を降を選定して解析した。また、空調負荷は空調 2 次側の顕熱から算出した。

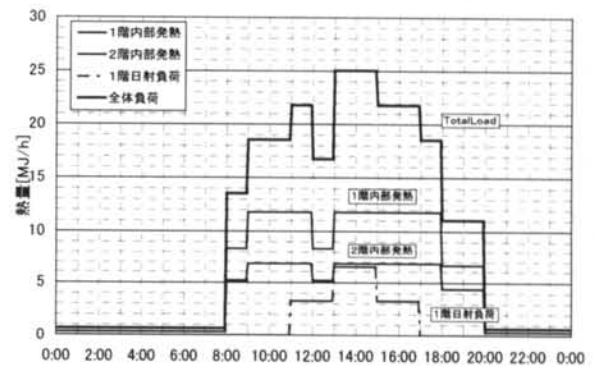


図-11 室内、および日射発熱スケジュール

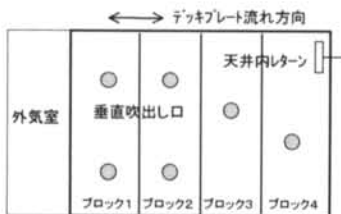


図-5 垂直吹出し口位置

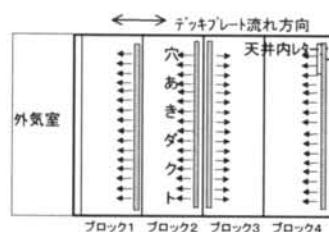


図-7 穴明きダクト吹出し口位置



図-9 梁くぐり試験



図-6 水平吹出し口位置

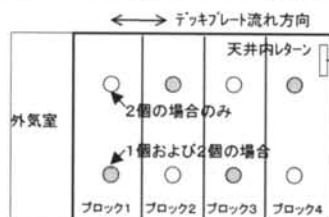


図-8 吹出し口数相違試験



図-10 室内吹出し、およびレターン位置

§ 4. 試験結果

4.1 室温および空調給気温度

図-12に代表例として VOB05(2) の場合の室温および空調給気温度を示す。夜間蓄熱時、給気は設定の 15℃ で天井裏に吹出し蓄熱されている。1 階室温はその影響を受け蓄熱時間中に 3.1℃ 低下している。これに対し 2 階室温の低下は 0.4℃ にとどまっている。他の条件の場合、1 階室温の低下は 3 時間蓄熱では 2.4℃、5 時間蓄熱では 2.5℃～3.1℃であったが、10 時間蓄熱では 4.0℃ となり室温は 21℃ 以下と低めとなった。昼間空調時は 1 階、2 階ともサーモ位置の関係で設定より若干低く 25℃ 弱であるが、一定に保たれている。これは、他の条件でも同様であり目的とする再現性のある実験が行えていることを確認した。⁵⁾

また、空調終了時の 20 時過ぎより室温が低下するのは試験装置外側の倉庫内温度が低く 200mm の断熱を通してこの影響を受けているためと考えられ、後述の負荷の解析では伝熱・換気分の修正を行った。このため、空調負荷やスラブの蓄放熱量の比較が十分な精度で行えると考えられる。

4.2 空調負荷と蓄熱効果

図-13a に各種条件代表日の空調負荷の経時変化を示す。比較のため、非蓄熱日は棒グラフ、蓄熱日は折れ線グラフで示している。また、負荷の値は図-13b,c に示す 1 階および 2 階空調機の合計値である。どの条件でも躯体蓄熱日には非蓄熱日に比べて空調時間帯の負荷が減少していることが分かる。標準仕様とした 5 時間蓄熱 (VOB05) が最も負荷低減効果が小さい結果となったのは、試験期間中 2 階の照明 (238W) を誤点灯させたためである。また、図-13b,c に示すように躯体蓄熱の効果は 1 階の方が大きくなっている。これは 1 階では蓄熱時、建材などに蓄熱されている影響と、レターン空気が天井チャンパーを通過する際にスラブから積極的に放熱するためと考えられる。また、スラブに貯えられた冷熱は上階へはあまり放熱されず、下階に大部分が放熱されると考えられる。

次に純粋な蓄熱効果を比較するため、空調時間帯で非蓄熱日の空調負荷から蓄熱日の負荷を差し引いた結果を図-14 に示す。どの条件も立ち上がり時に最も大きく放熱しており、その後徐々に減少している。放熱量の大きさは蓄熱時間に大きく影響され、最も効果が現れているのが 10 時間蓄熱の VOB010 であり、特に午前中は効果が大きく現れている。次に効果的なのは穴明きダクト吹付け (DOB05、D1B05) で以下、水平吹付け (HOB05)、5 時間蓄熱の各種垂直吹付けの順であった。各種 5 時間蓄熱の比較では、ほぼ同様の結果となった。

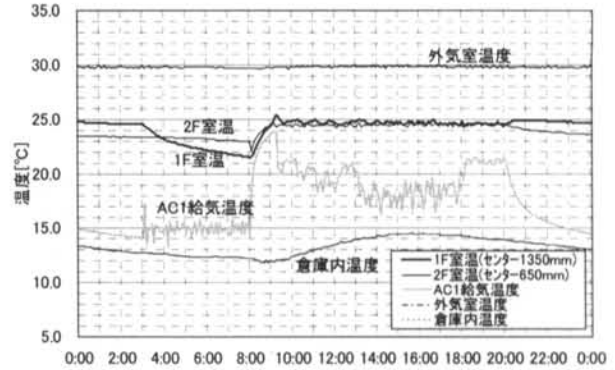


図-12 室温及び空調給気温度の経時変化 (VOB05(2))

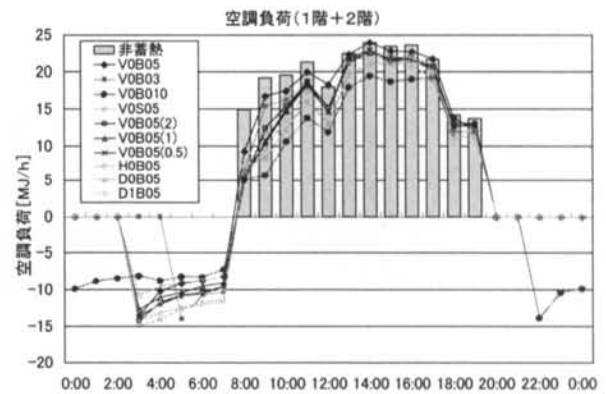


図-13a 各種条件代表日の空調負荷の比較

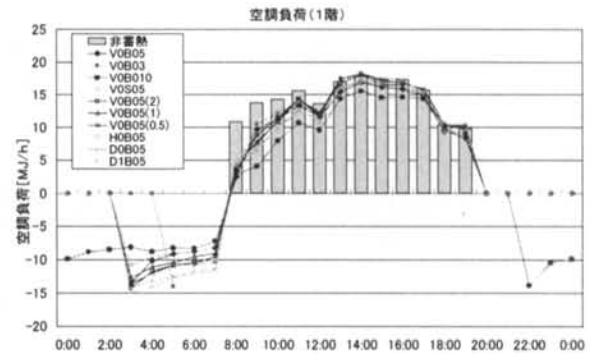


図-13b 1階の空調負荷の比較

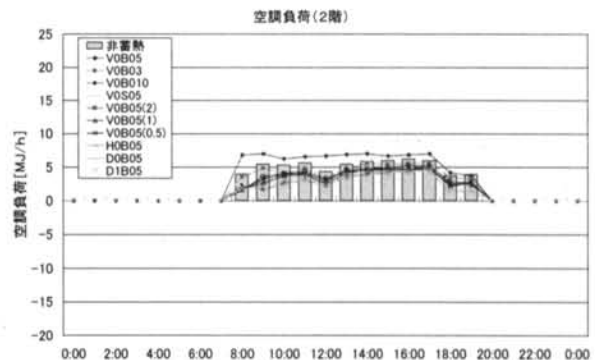


図-13c 2階の空調負荷の比較

3時間蓄熱(VOB03)は負荷低減効果が小さい。また、午前中の蓄熱温存を図る温存モード(DIB05)は温存なし(DOB05)に比べて午前中の放熱は少なくできるが、午後に放熱が増えるような好ましい結果とはならなかった。

これに対し、図-15はVOB05(2)で各蓄熱部位の温度変化より蓄放熱量を求めた結果である。蓄熱部位としては床スラブ以外にも、1、2階のOAフロアに用いられているGRC(Glassfiber Reinforced Concrete)、天井裏部材(鉄骨梁、天井ボード等)を含めている。図中実線で示す図-14の蓄熱効果と比較すると空調時はほぼ等しくなっている。空調時に差がでるのは蓄熱効果が非蓄熱日基準であるのに対し、蓄放熱量は非蓄熱日の蓄放熱分が考慮されていないためである。実際には非蓄熱日でもスラブへの蓄放熱があり、その差が棒グラフと折れ線グラフの差となって現れている。夜間蓄熱時に差がでるのは、夜間の蓄熱効果は空調負荷そのものであるのに対し、室ベース発熱、外気室への熱損失があるためである。また、スラブ以外の蓄熱部位もかなり蓄熱効果があり、特に立ち上がり2時間は放熱の5割程度がスラブ以外の部位より放熱している。

そこで、この蓄熱部位にさらに1階、2階の建材、室ベース発熱、外気室への伝熱・換気熱損失を加えて夜間の空調投入熱量に対してどこに熱が使われたかを積み上げたグラフが図-16であり、蓄熱部位の割合が多いほど効率良く蓄熱されていることを意味している。これによると標準仕様(VOB05)では45%がスラブに蓄熱され、それ以外の蓄熱部位に25%蓄熱されるため全体では70%程度が有効に蓄熱されている。この全蓄熱部位に蓄熱される割合は蓄熱時間が短いほど、またブロック当たりの吹出し口が多いほど高い傾向がある。また吹出し気流速ではあまり差がでなかった。吹付け方式の違いでは垂直吹付けに比べ、水平吹付け(HOB05)では5%ほど高く、穴明きダクト(DOB05)では10%程度高かった。このため、穴明きダクト方式では夜間投入熱量の約8割が有効に蓄熱され最も効率が高かった。また、全要素を積み上げた値は95%から105%の間にあり、このことから±5%程度の精度で測定できたと思われる。

また、図-17はスラブ、および全蓄熱部位の蓄熱量を比較した図である。最も蓄熱量が多いのが10時間蓄熱のVOB010であるが、標準仕様(VOB05)に比べ倍の蓄熱時間に対し蓄熱量はスラブ全面で1.6倍にとどまっている。また、全蓄熱量は1.8倍であるので既にスラブは温度が十分下がり蓄熱されにくくなっていると思われる。同じ5時間蓄熱では穴明きダクト(DOB05、DIB05)がスラブで1.6倍、全蓄熱部位で1.4倍と効率良く蓄熱されている。

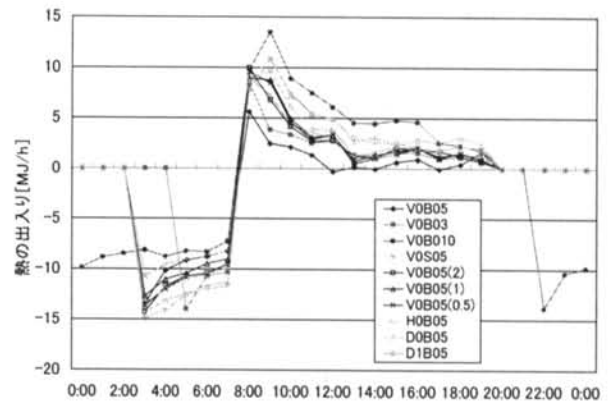


図-14 各種条件代表日の蓄熱効果の比較

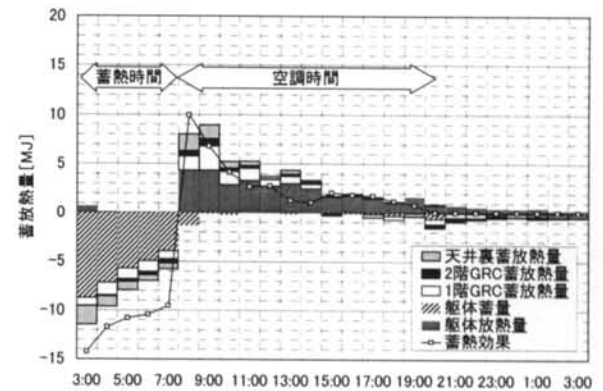


図-15 部位別の蓄放熱量の経時変化 (VOB05(2))

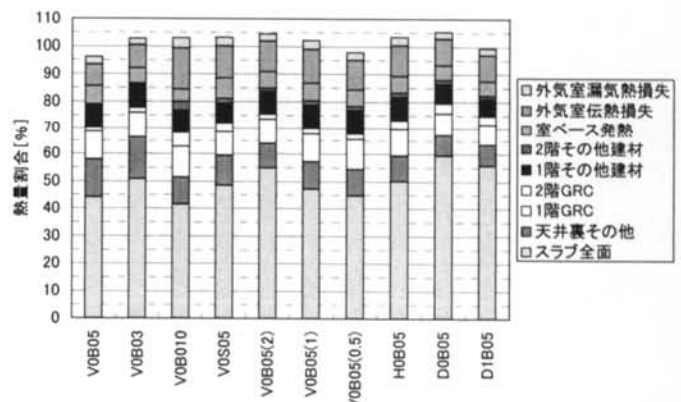


図-16 夜間投入熱量に対する行き先別熱量

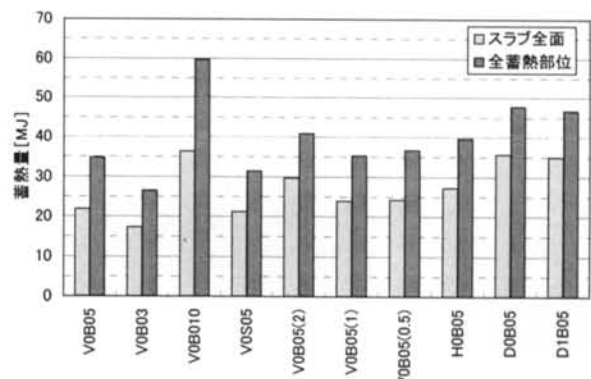


図-17 蓄熱量の比較

4.3 日空調負荷と負荷平準化効果

図-18に代表日の空調負荷の一日合計値(1, 2階合計)と非蓄熱日を基準とした負荷増を表す日空調機負荷増加率を示す。蓄熱日には空調機の運転時間が長くなっているにも関わらず負荷増加は少量で-1.2~6%の範囲であった。ただし、その傾向は蓄熱時間などの傾向と合わず、日空調負荷の比較は誤差の範囲内にあると思われる。そこで、図-19に外気室への伝熱と換気の熱損失を合計した結果を示す。これは部材間の温度差に熱伝導率を乗じて算出した値と別途測定した換気量より求めた値の合計値である。これによると、非蓄熱日(000)においても室外である外気室への熱損失が21.9MJあり、最も熱損失の大きくなる10時間蓄熱(VOB010)の場合でも34.0MJとその差が日空調負荷(約250MJ)に比べ小さいため蓄熱による熱損失は高くても5%程度と想定される。

次に夜間移行率、ピークカット率を算出した結果を図-20に示す。夜間移行率は20.4~36.2%で10時間蓄熱(VOB10)の場合が最も高い。また、穴明きダクト(DOB05)、水平吹付け(HOB05)で30%前後と他に比べ若干高くなっている。今回の実験ではスラブ1枚で2階分の負荷をまかなっており、そのことを考慮するとどの場合も満足できる夜間移行率を得られていると言える。これに対し、ピークカット率は最も高い10時間蓄熱の場合でも18.7%であり、5時間蓄熱の場合でも10%前後であった。これは、蓄熱分の多くを午前中に放熱し、その後は徐々にしか放熱できない躯体蓄熱の特徴をよく表している結果と言える。よって、躯体蓄熱空調システムは午前中の負荷が大きな建物や部位への利用が有効と思われる。

4.4 梁くくり回数による蓄熱量の減少

図-9に示すように第1, 第2ブロックには吹出し口があり、スラブに直接吹付けて蓄熱を行っているが、第3, 第4ブロックには吹出し口は無い。解析は12月17日, 18日の2日分について行った。

まず、表-3にブロック毎の蓄熱時間におけるスラブの平均低下温度を示す。スラブ全体の低下温度は共に1.28℃であった。この時、吹出し口のあるブロックでは1.9℃程度の低下が見られるが、吹出し口の無いブロックでは0.6~0.7℃程度であった。次に、第1ブロックを基準とした各ブロックの蓄熱比を蓄熱量比率として図-21に示す。吹出し口の無いブロックでは30~40%と大幅に蓄熱量が少ないことが分かる。これは吹出した冷気は一度梁に当たると下降流となって低部に落ちるため、吹出し口の無いブロックの蓄熱量は小さな値となると思われる。第3ブロックでは1回、第

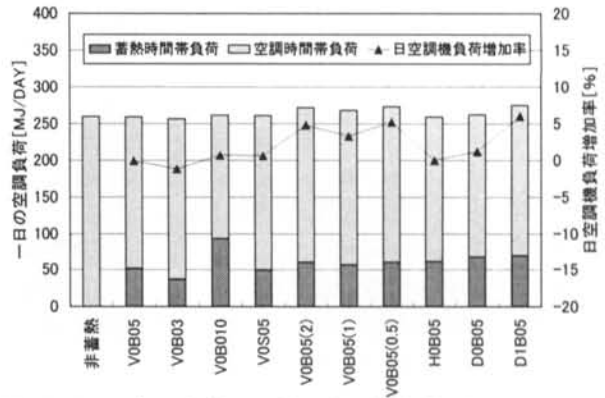


図-18 日空調負荷の比較と空調機負荷増加率

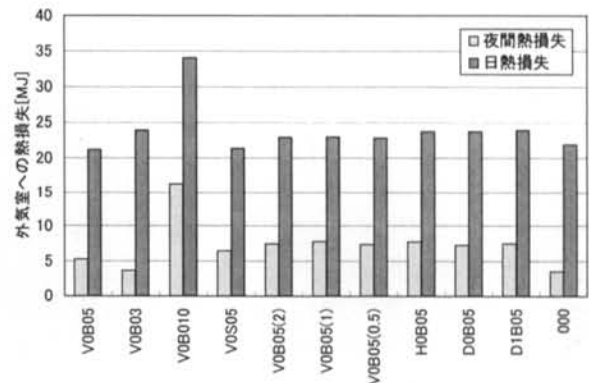


図-19 外気室への熱損失

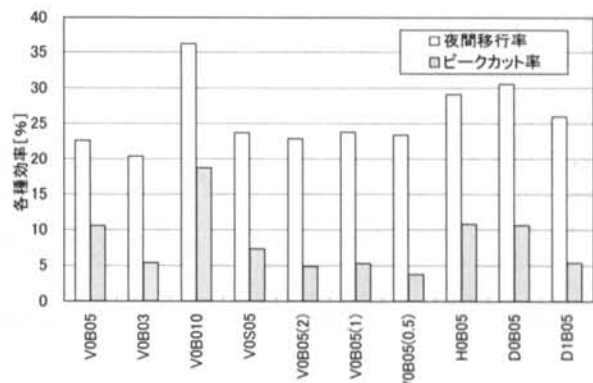


図-20 ピークカット率と夜間移行率

| 計測日 | 12月17日 | 12月18日 |
|-------|------------|------------|
| 蓄熱モード | VOB05(0.5) | VOB05(0.5) |
| 部位 | 温度差(℃) | 温度差(℃) |
| スラブ全体 | -1.28 | -1.28 |
| ブロック1 | -1.86 | -1.83 |
| ブロック2 | -1.95 | -1.90 |
| ブロック3 | -0.58 | -0.64 |
| ブロック4 | -0.72 | -0.75 |

表-3 ブロック毎の蓄熱時平均温度低下

4ブロックでは2回梁をくぐるが、蓄熱量の相違はあまり見られなかった。これは本試験での冷気の流れが第3ブロックから天井裏レターン口のある第4ブロックに向かっており、梁背より下の部分では特に淀む部

分が無いと思われる。

§ 5. おわりに

切替ダンパーを用いた躯体蓄熱空調システムについて条件を変え比較試験を行った。その結果、躯体蓄熱空調システムの大きな特長として、午前中、特に放熱開始時に多く放熱されるため、午前中や空調上がり時の負荷が大きな建物に効果的であり、午後のピーク時の負荷削減に対しては効果が小さいということが分かった。その他の特長を以下にまとめる。

- 1) 負荷平準化効果の点では、夜間移行率は20~30%と負荷の夜間へのシフト効果は高いが、ピークカット効果は10%程度であった。これらの値は蓄熱時間が長いほど高く、吹付け方式の改善による効果も見られた。
- 2) 蓄熱の効率の点では、夜間投入熱量に対し全蓄熱部位に7~8割程度蓄熱され、この内2割程度がスラブ以外の部位に蓄熱されている。この割合は蓄熱時間が短いほど、またブロック当たりの吹出し口が多いほど高い傾向がある。吹付け方式の違いでは穴明きダクトが10%程度高い結果が得られた。
- 3) 夜間蓄熱による熱損失は外気室への熱損失の値より5%程度と想定される。

<参考文献>

- 1) 川島実, 那須原和良, 小久保吉章, 福村貴司: “躯体蓄熱システムの有効性に関する研究 その1”, 空気調和衛生工学会学術講演論文集, 1999
- 2) 中村卓司, 川島実, 野部達夫, 大崎裕史, 竹林芳久: “躯体蓄熱システムの有効性に関する研究 その4”, 空気調和衛生工学会学術講演論文集, 2000
- 3) 川島実, 中村卓司, 栗原隆, 福村貴司, 小久保吉章: “躯体蓄熱システムの有効性に関する研究 その5”, 空気調和衛生工学会学術講演論文集, 2000
- 4) 小久保吉章, 川島実, 福村貴司, 那須原和良: “躯体蓄熱を利用した空調システムの開発 その1”, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 1999
- 5) 川島実, 中村卓司, 野部達夫, 大崎裕史: “躯体蓄熱を利用した空調システムの開発 その4”, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2000
- 6) 中村卓司, 竹林芳久, 福村貴司, 小久保吉章: “躯体蓄熱を利用した空調システムの開発 その5”, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2000

付録 本報で用いた効率の定義式

$$\text{日空調機負荷増加率} = \frac{\text{蓄熱日の空調機負荷}}{\text{非蓄熱日の空調機負荷}} \times 100 (\%) \quad (1)$$

$$\text{夜間移行率} = \frac{\text{蓄熱日の夜間負荷}}{\text{蓄熱日の日負荷}} \times 100 (\%) \quad (2)$$

$$\text{ピークカット率} = 1 - \frac{\text{非蓄熱日の時間ピーク負荷}}{\text{蓄熱日の時間ピーク負荷}} \times 100 (\%) \quad (3)$$

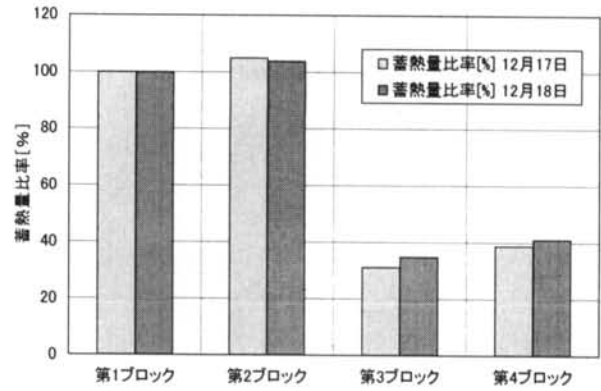


図-21 ブロック毎の蓄熱量比率

- 4) 天井裏吹出し口の無いブロックの蓄熱量は30~40%と大幅に減少するため、計画時は配慮が必要である。
- 5) 本報で提案した蓄熱温存モードは、先に述べた躯体蓄熱空調システムの放熱特性のため、あまり効果が無いことが分かった。

今後は、今回得られたデータより物性値を解析し、シミュレーションによる検討を加える予定である。

謝辞

本実験を行うにあたり、技術研究所竹林部長、奥山主席、栗原氏、岩崎氏、大西氏、設計本部高山主査、野部主査、小久保氏、大崎氏、建築本部福村主査にご協力をいただきました。ここに記して謝意を表します。