



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	躯体蓄熱空調方式の基礎特性
Author(s)	頭島, 康博; 杉浦, 匠; 大島, 昇 他
Description	第9回衛生工学シンポジウム (平成13年11月1日 (木) -2日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 1 建築環境とエネルギー利用 . 1-13
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 9, 64-67
Issue Date	2001-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7145
Type	departmental bulletin paper
File Information	9-1-13_p64-67.pdf



躯体蓄熱空調方式の基礎特性

○頭島 康博(日立プラント建設(株))
大島 昇(日立プラント建設(株))

杉浦 匠(日立プラント建設(株))
杉原 義文(日立プラント建設(株))

1. はじめに

近年、空調設備においてもコスト削減のニーズが高まっている。このニーズにこたえるものとして、夜間に冷風を躯体に吹付けて蓄熱し、昼間にその熱を有効利用する躯体蓄熱空調システムが注目されている。このシステムでは蓄熱を夜間に行うため安価な夜間電力利用によるランニングコストの低減が見込める。さらに、昼間に蓄えた冷熱を利用することでピーク負荷低減が可能となり、空調設備の容量を低減できる効果もある。躯体蓄熱空調システムに関しては、実設備での蓄熱量の測定や負荷低減効果など巨視的な観点での検討が行われている¹⁾。しかし、躯体蓄熱では平面状に広がった躯体に局所的に冷風を吹付けており、温度分布が出来ることで蓄熱量の正確な把握が困難であった。また、躯体蓄熱設備の設計においては明確な設備設計指針はなく、躯体蓄熱時の冷風吹付け条件など、どのように吹付けを行えば効率的な蓄熱が行えるかは明らかではなかった。

そこで本研究ではまず、躯体蓄熱空調実験設備を構築し、躯体蓄熱の基礎特性を正確に把握するための蓄熱量測定方法を検討した。さらに、吹付け温度や吹付け風速など各種条件での蓄熱量の変化を実測し、実際の設備を構築する上で必要な知見である効率的な吹付け方法についても検討したので、その結果について報告する。

2. 実験装置及び測定概要

実験は日立プラント建設(株)松戸研究所内に設置した躯体蓄熱実験設備にて行った。実験設備の概要を図1に示す。実験装置は通常の建屋の半スパンを想定し6.4m×3.2mのスラブとし、平均厚さは150mmとした。また、スラブ上面には、模擬上部階を想定し、断熱材にて製作した熱箱を取り付け、スラブ下面には室内との境界である模擬天井を設置し、天井の下には室内を模擬した熱箱を設置した。

実験は、低温にした空気をスラブ下面に設置したダクトからスラブに吹付けその際の躯体の温度変化の測定値から蓄熱量を算出した。また、吹付け温度、風量、吹付け風速等をパラメータとして各種条件での蓄熱量を測定し、基礎特性を把握した。

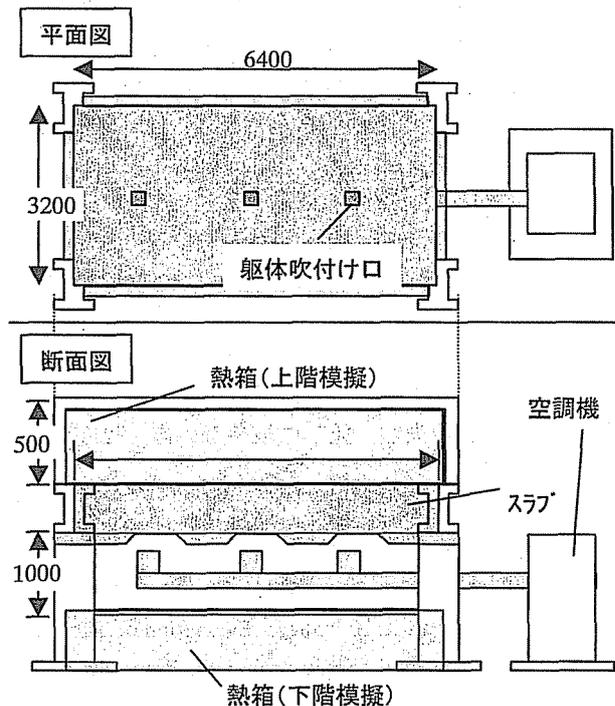


図1 実験装置概要

測定の概要を図2に示す。本実験では躯体蓄熱量を把握するため、スラブ内部に熱電対を埋め込み、計測温度から躯体蓄熱量を算出した。熱電対はスラブ厚さ方向に5~6点、平面方向に30点の計172点を1/4の領域に埋め込んで温度を計測した。

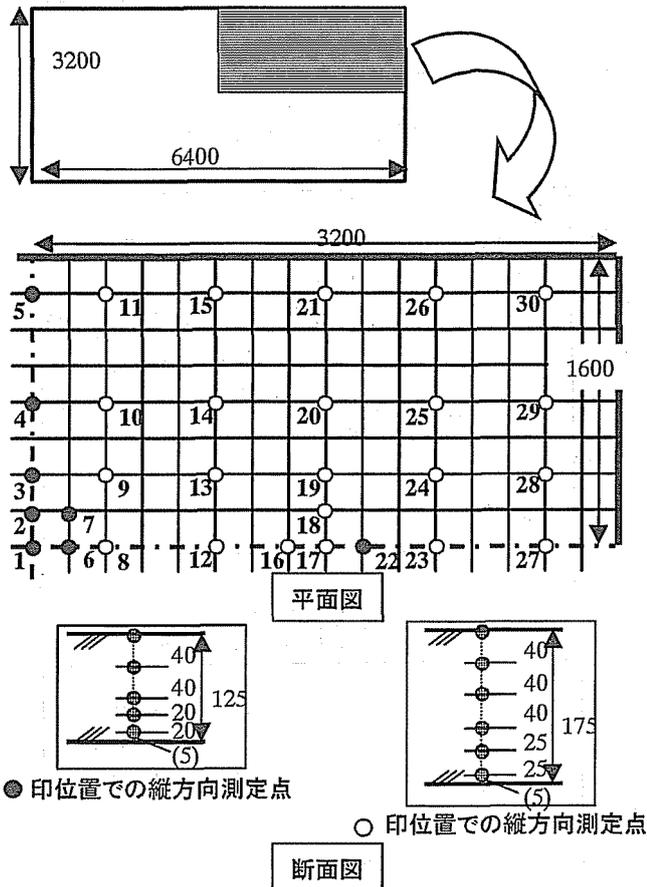


図2 スラブ内部温度測定点

3. 結果およびその検討

3. 1 躯体蓄熱時の躯体内部温度

躯体蓄熱時の躯体内部の平面内温度分布の経時変化を図3に示す。本実験では吹付け風量を $25\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ とし、吹付け温度を 15°C とした。躯体蓄熱では低温冷風を局所的に吹付けるため吹付け位置を中心に温度分布が形成されている。また、躯体蓄熱開始後10時間でも中心部の温度に比べ端部の温度変化は緩慢であることが分かる。これは吹付け面では熱伝達係数、温度差ともに大きく冷却効果が高いが、端部では吹付

け空気温度が上昇している上に風速が低下しているためである。

縦断面温度分布を図4に示す。平面温度分布同様、スラブ厚さが薄いにもかかわらず温度分布が出来ており、蓄熱量算出において注意を要することが分かった。

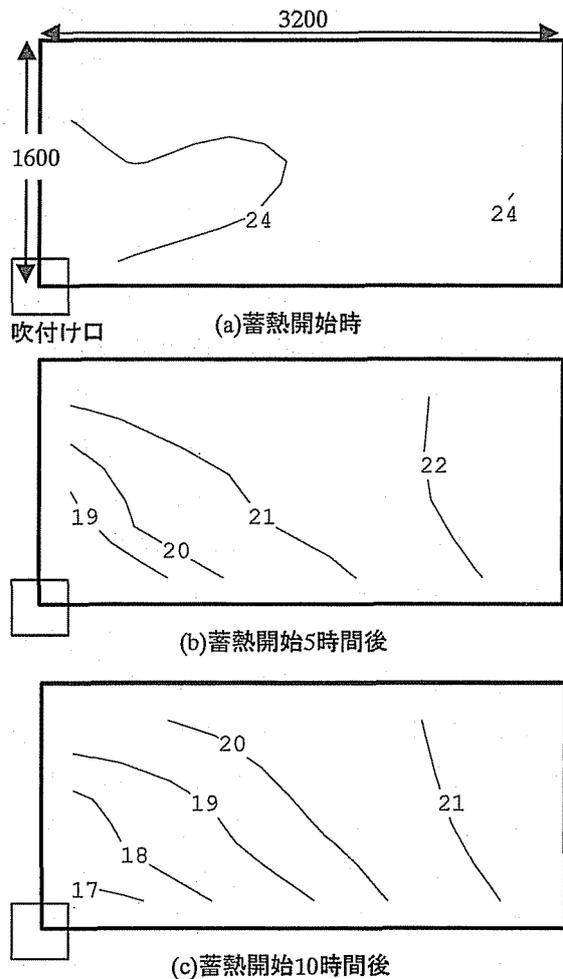


図3 スラブ平面温度分布(上面から80mm)

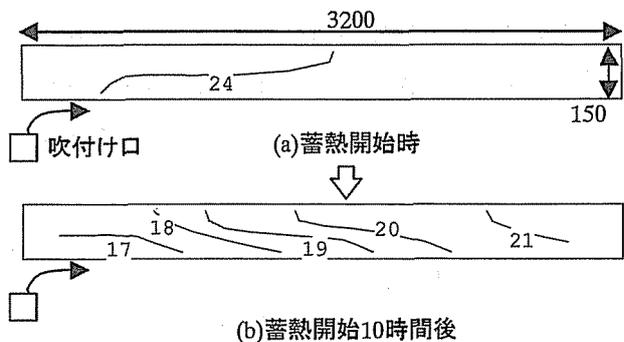


図4 スラブ断面温度分布

3. 2 温度測定と蓄熱量算出精度

実際のビルで躯体蓄熱空調システムの検証を行う場合、コストや作業性の観点からできるだけ測定点を少なくして精度の高い蓄熱量の算出をすることが必要となる。そこで躯体内部に埋め込んだ172点の熱電対の測定結果を用い、測定本数を減らしたいくつかのケースを想定し蓄熱量を算出した。

想定したケースを図5に示す。ケースは躯体に埋めた全172点の測定値で算出した多点計測結果を基準とし、

(1) 断面縦方向3点×平面9点の27点測定 (2) 断面縦方向1点×平面9点の9点測定 (3) 断面縦方向3点×平面4点の12点測定 (4) 断面縦方向3点×平面4点の12点測定の4つのケースで算出される蓄熱量がどれだけ基準と異なるかについて評価を行った。吹付け温度12℃、風量 $25\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ の条件で評価した結果を図6に示す。まず今回想定した各ケースで、多点計測結果に対し測定点を減らした全ケースで蓄熱量は大きく算出される傾向があった。これはすべてのケースで躯体内部の温度が最も低くなると考えられる吹付け上部を測定点として採用しており、平面方向の測定点数が減るに従ってその部分が占める割合が高くなるためであると考えられる。本検討での多点計測結果からの測定誤差を図7に示す。ケース(1)の27点及び(2)の9点計測であれば測定の誤差は10%以内となることが分かり、実建屋での検証を行う場合には平面9点以上埋め込むことで蓄熱量算出誤差は小さく抑えられることが分かった。

3. 3 吹付け温度と蓄熱量

吹付け温度が変わった場合の躯体蓄熱への影響を把握するため、吹付け温度を12℃及び15℃として蓄熱量を測定した。

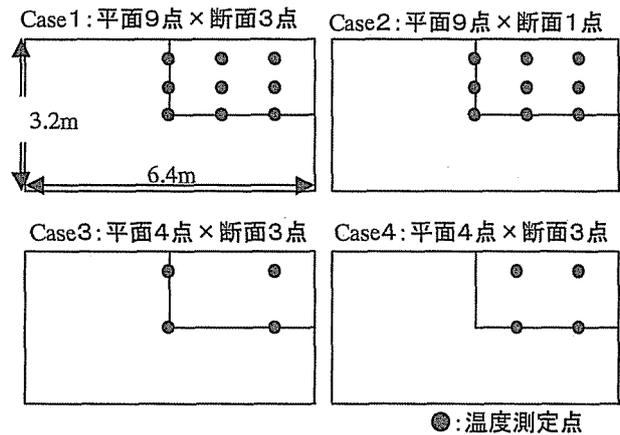


図5 測定方法検討モデル

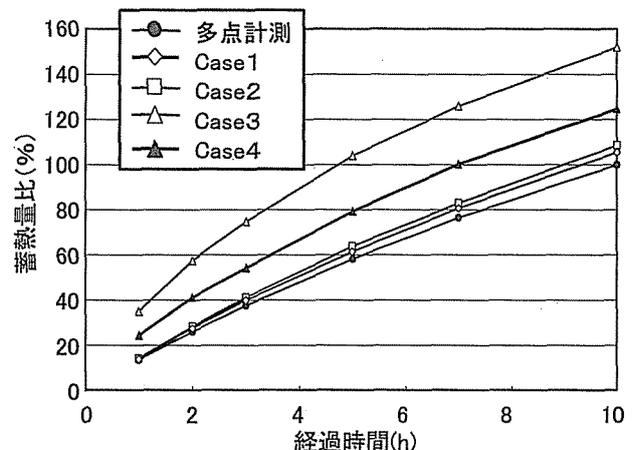


図6 モデル別蓄熱量計算値

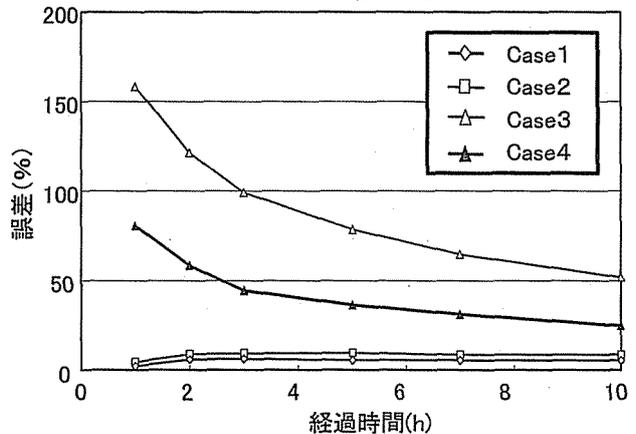


図7 蓄熱量算出誤差

蓄熱量の経時変化を図8に示す。蓄熱開始時には吹付け面はまだ冷却されていないため吹付け空気と躯体との温度差が大きい。このため、蓄熱開始時には蓄熱量の増加率は大きいですが、時刻と共に徐々に小さくなる傾向がみられた。

また、吹付け温度が低くなると蓄熱量は増加しており、蓄熱開始10時間後では15℃

の場合に比べ 12℃では 30%程度蓄熱量が増加した。この結果から、蓄熱量は躯体温度と吹付け温度との差にほぼ比例し、吹付け温度を低くすることで、蓄熱量が増加することを確認できた。

3. 4 吹付け風量と蓄熱量

風量を変えた場合の実験結果を図9に示す。10時間蓄熱後の蓄熱量は、風量が半減しても半減せず70%程度となった。これは、躯体境界面での熱伝達係数が風量に比例しないことも一因であると考えられる。

3. 5 風速と蓄熱量

次に風量を固定して風速を変化させた場合の蓄熱量を検討した。その結果を図10に示す。風速は 2m/s~6m/s まで変化させて測定したが、蓄熱量は風速が低くなるほど多くなる傾向を示した。本検討では風量を一定としており、風速をパラメータとする際には吹付けるダクト径を変えた実験となった。この傾向は実験において低風速ほど吹付け面積が大きくなった効果であると思われる。

4. まとめ

躯体蓄熱空調システムの蓄熱量測定方法と躯体蓄熱時の基礎特性に関する実験的検討を行った結果、以下の知見を得た。

- (1) 吹付け位置近傍では躯体内部の温度分布が大きく蓄熱量算出には注意を要する。
- (2) 蓄熱量は平面に9点程度測定することで多点計測とほぼ同等の精度が得られた。
- (3) 蓄熱量は給気温度の低下に伴い増加し、躯体温度と吹付け温度との差にほぼ比例して増加することが分かった。

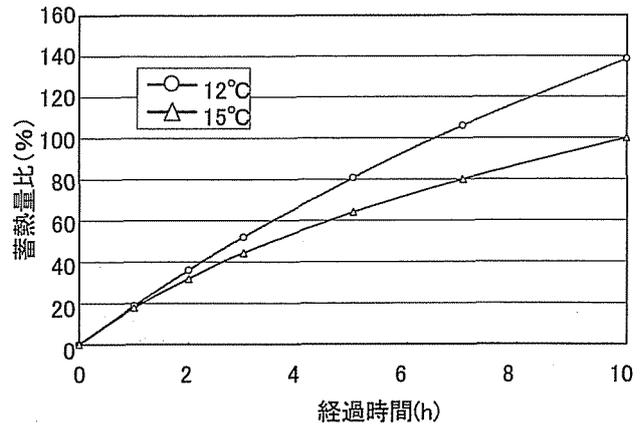


図8 吹付け温度と蓄熱量

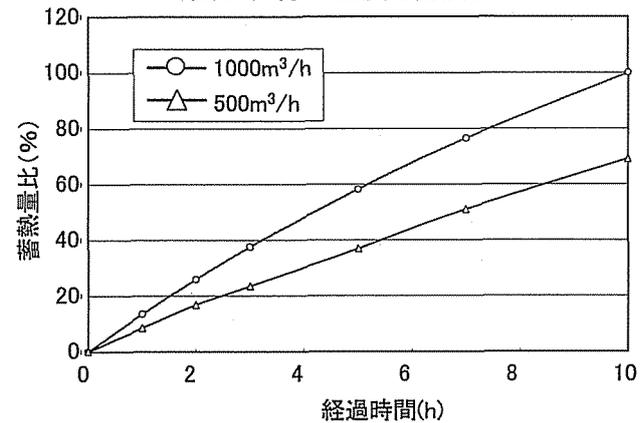


図9 風量と蓄熱量

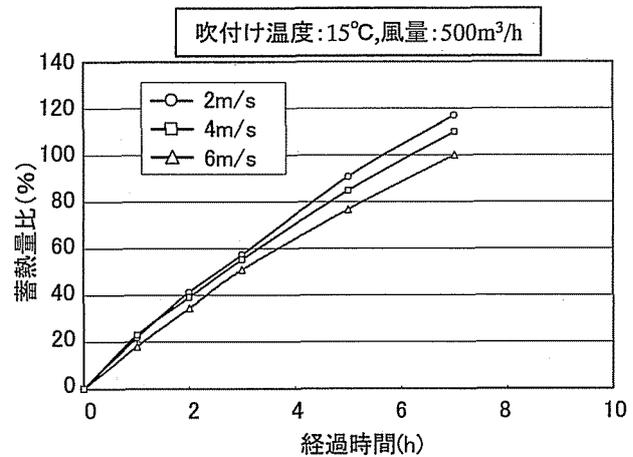


図10 風速と蓄熱量

5. 今後の課題

- (1) 放熱特性の検討
- (2) 実設備での実測

参考文献

- 1) 川島実ほか4名：躯体蓄熱空調システムの有効性に関する研究（その4, 5）：空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp. 149-156 (2000)