HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	高発熱情報処理室の自然換気による冷却方式の研究 ： その1 模型実験による冷却特性の検討
Author(s)	羽山, 広文; 立松, 宏一; 絵内, 正道 他
Citation	大会学術講演梗概集. D-2, 環境工学II, 熱, 湿気, 温熱感, 自然エネルギー, 気流・換気・排煙, 数値流体, 空気清浄, 暖冷房・空調, 熱源設備, 設備応用, 1999, 591-592
Issue Date	1999-07-30
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/50599
Rights	日本建築学会. 本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである.
Type	journal article
File Information	GKKD-2_591-592.pdf



Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Architectural Institute of Japan

41296

日本建築学会大会学術講演梗概集
(中　国) 1999 年 9 月

高発熱情報処理室の自然換気による冷却方式の研究
その1　模型実験による冷却特性の検討

正会員○羽山　広文[*1]
同　立松　宏一[*2]
同　絵内　正道[*3]
同　木下　学[*4]

パッシブクーリング、自然換気、省エネルギー

1．はじめに

高度情報化の進展に伴い、文字・音声・画像・データなどメディア情報を伝達するシステムの構築が進んでいる。これらのシステムには高発熱の電子計算機や高性能な通信装置などの情報処理機器が必要となり、空調システムによる冷却が不可欠である。本研究では、ボイドを持つ建物構成を想定し、上層階をオフィスとする高発熱機械室を対象に、自然換気による冷却の基本的な特性および建物の形状が冷却特性に与える影響について検討する。

2．模型実験の近似相似則

一般的に熱対流の相似条件はグラスホフ数(Gr数)の一致が用いられているが、実物に近い縮尺模型でなければ適用が困難である。そこで、壁面近くの乱流境界層は薄く大部分が十分に発達した乱流と考えると次式が成り立つ[7]。

$$v_l \propto UL,\quad a_l \propto UL \quad (1),\quad n_w = n_U n_L,\quad n_{al} = n_U n_L \quad (2)$$

(1)式，(2)式からRe数、Pr数は自動的に等しくなり、室内熱対流の場合、(3)式に示す乱れのグラスホフ数(Gr_l)を合わせることが相似条件となる。

$$Gr_l = \frac{g\beta\Delta T L^3}{v_l^2} \quad (3)$$

(2)式および(3)式から相似則は次式となる[7]。

$$n_L n_\theta = n_U^2 \quad (4)$$

一方、模型実験において、発熱体からの熱移動はすべて換気により行われることと仮定し、熱的相似条件は、対流輸送と内部発熱の関係から次式となる[7]。

$$n_H = n_U n_\theta n_L^2 \quad (5)$$

以上を勘案し、模型実験は、限られた実験室内で最小限必要な階数を得るため、模型の縮率n_L=1/10とした。また、温度の縮率n_θ=1とした場合、発熱量の縮率はn_H=0.0032、流速の縮率はn_U=0.32となる。

3．実験の概要

実験は7階建ての建物を想定し、図1における平面の1/2を対象とした。建物の躯体を通じての熱移動を無視するため、フォームポリスチレンボードで構成し、接合部はシーリング材で気密性を確保した。発熱体は面状発熱体を床面に一様に設置し、その上にアルミフィンを載せ、対流熱伝達で熱移動できるよう配慮した。発熱量は電圧と電流を計測し、目標の電力量になるよう調整した。

模型内の各部の温度はT型熱電対を合計57点用い計測した（図2）。発熱体に電源を供給開始した後、概ね定常と判断できる状態から1分間隔で10回計測し、平均値をその点の温度とした。

実験は、①各フロアの発熱量[51～256(W)：実物に換算した場合200～1000(W/m²)]、②ボイドの奥行[300～1200(mm)：実物に換算した場合3～12(m)]、③開口の高さ[100～200(mm)：実物に換算した場合1～2(m)]を実験パラメータとした。

4．実験結果

(1)発熱量と室温上昇の関係

図3に実験結果を示す。各階の発熱量の増加に伴い各室の温度上昇は大きくなり、開口高さ、ボイドの奥行に関わらず、その傾向は変わらない。これらの結果から、風など

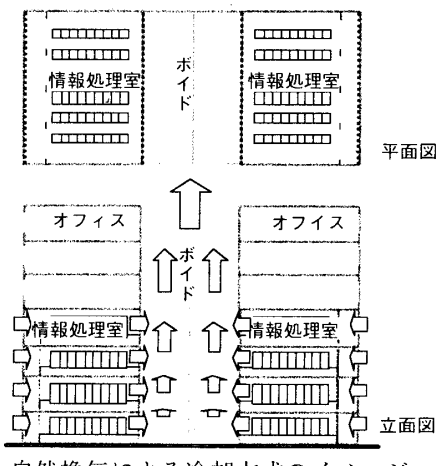


図1　自然換気による冷却方式のイメージ

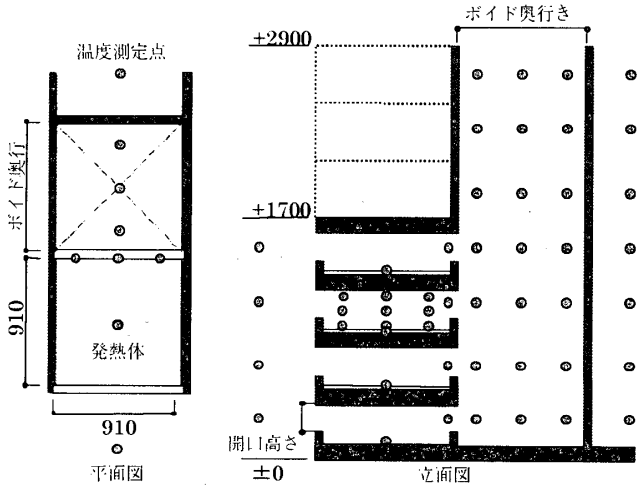


図2　模型の平面図・断面図

Passive Cooling for Data Processing Rooms
Part 1, Evaluation of Cooling Characteristic by Scale Model Experiment
HAYAMA Hirofumi, TATEMATSU Kouichi, ENAI Masamichi and KISHITA Manabu

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

の影響がない場合、5(℃)程度の温度上昇を許容するならば、実スケールに換算し発熱密度が約500～800W/m²の室内発熱を自然換気で冷却できる。

(2)階数と室温上昇の関係

図3(C)の一部を除き、上層階ほど室温上昇は大きくなる。これは、下層階ほど煙突効果が大きくなるためで、常識的な結果となる。

(3)開口高さと室温上昇の関係

図3(A)と(C)、および図3(B)と(D)の比較から開口高さの増加に伴い室温上昇が小さくなることがわかる。これは、開口の拡大に伴い通気抵抗が減少し換気量が増大するためである。壁面に十分な面積の開口を設けることが冷却性能の向上にとって重要といえる。

(4)ボイド奥行と室温上昇の関係

ボイド奥行をパラメータに各室の温度上昇の結果を図3(e)、(f)に示す。開口高さが200(mm)の場合、ボイド奥行の増加に伴い温度上昇が小さくなる。しかし、開口高さが100(mm)の場合、上層階ほど、ボイド奥行が大きなパターン(900、1200mm)の温度上昇がボイド奥行600mmのパターンより大きくなっている。これは、ボイド上部から外気がボイド内へ流入し、ボイド内の温度が低くなり、煙突効果を減少させるのが原因と考えられる。したがって、煙突効果を十分に発揮させるためには、ボイド上部からの逆流を防止する対策が必要と考えられる。

5．まとめ

上層階をオフィスとする高発熱機械室を対象に、自然換気による冷却の基本的な特性を把握するため模型実験を行い、以下の知見を得た。

1)模型実験を行うに当たり、近似相似則を考慮し実験パラメータを設定した。

2)模型実験の結果、比較的発熱密度が高い機械室でも現実的な室温上昇にとどめて自然換気による冷却が可能なことが確認できた。

3)自然換気を円滑に行うためには、ボイド内に外部の空気が逆流しボイド内の温度が低下しないようにする工夫が必要となる。

参考文献

1)西岡利晃:工場換気に関する実験的研究(第1報)，空気調和・衛生工学会論文集，No.18，pp.49-61，1982.2

2)西岡利晃:工場換気に関する実験的研究(第2報)，空気調和・衛生工学会論文集，No.20，pp.1-9，1982.10

3)早川真，戸河里敏:高層事務所建物の煙突効果の研究(その1)，日本建築学会計画系論文報告集，pp.42-52，1989.5

4)石野久彌，郡公子:アトリウムをもつ建物の煙突効果に関する研究，日本建築学会計画系論文集，pp.29-36，1995.4

5)甲谷寿史，楢崎正也，山中俊夫:超高層集合住宅の吹き抜け空間内換気に関する研究(その2)，日本建築学会学術講演梗概集，pp.599-600，1991.9

6)羽山広文，立松宏一，絵内正道，木下学:情報処理室を対象とした自然換気による冷却方式の研究，その1，その2，日本建築学会北海道支部研究報告集，No.72，pp.237-244，1999.3

7)空気調和・衛生工学会:空気調和・衛生工学便覧(第12版)，1基礎編，pp.233-235，1995.3

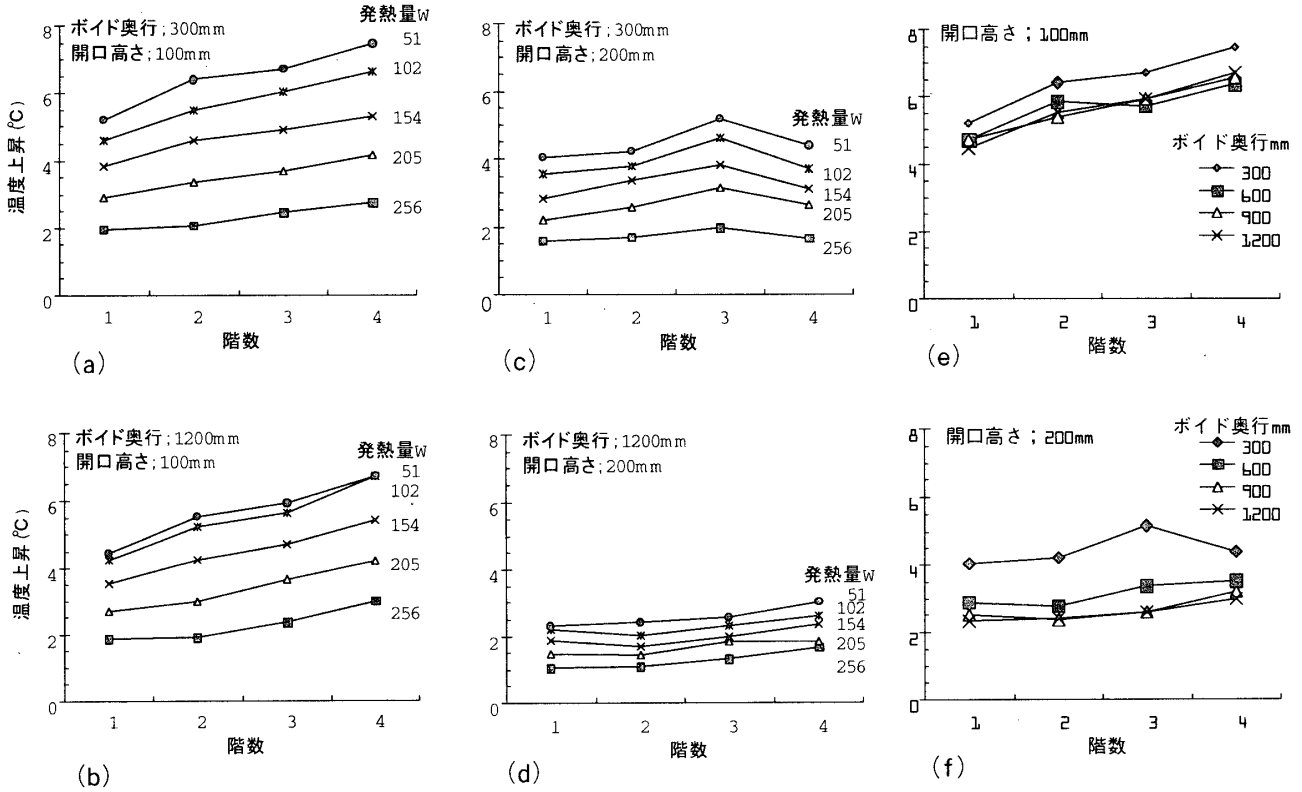


図3　情報処理室内の温度上昇

*1 北海道大学大学院工学研究科助教授・博士(工学)
*2 北海道大学大学院修士課程
*3 北海道大学大学院工学研究科教授・工博
*4NTTファシリティーズ(民間等共同研究員)・修士(工学)

Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido University, Dr. Eng.
Graduate School, Hokkaido University
Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido University, Dr. Eng.
NTT Power and Building Facilities Inc., M. Eng.

NII-Electronic Library Service