HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	自然エネルギーを利用した大規模市場の換気計画 ： その1 室外機の排熱を用いた温度差換気
Author(s)	高瀬, 敏洋; 羽山, 広文; 森, 太郎 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, 2001, 605-606
Issue Date	2001-07-31
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/50630
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_605-606.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

Architectural Institute of Japan

日本建築学会大会学術講演梗概集
（関　　東）２００１年９月

自然エネルギーを利用した大規模市場の換気計画

その１　室外機の排熱を用いた温度差換気

正会員○高瀬敏洋＊1
正会員　羽山広文＊2
正会員　森　太郎＊3
正会員　絵内正道＊4

自然換気　排熱利用　シミュレーション

１．はじめに

市場は半屋外の大空間である。四方が開放されているにもかかわらず、換気の駆動力（室内外空気の入れ替わりの動力）となる内外温度差が小さいことや平面規模の割に施設の高さが相対的に低いことが空気の流動を困難にしている。

そのようなことから、車両からの排気ガスの滞留が作業者の健康に悪影響を与えることが大きな社会問題となっている。その一方で、排気ガスの除去を強制換気で行おうとすると、大空間であるため、多量にエネルギーを浪費し、そのランニングコストの支払いは、そのまま業者の大きな負担となる。

したがって、できるだけ動力を使わずに自然換気で汚染空気を除去することが環境計画の要諦となる。

本報では、札幌市の大規模市場の事務棟を対象に光採りと排煙用の吹抜け空間を用いた温度差換気計画の一助として、その特性を模型実験により把握した。

２．換気方式

（１）概要

水産棟の仲卸売場には１店舗１台程度の割合で冷凍機が設置される。その室外機を吹抜けに設置し、室外機から排出される熱を温度差換気の動力熱源として利用する。

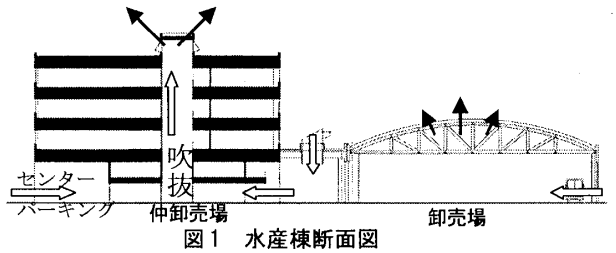

図１　水産棟断面図

（２）課題

市場全体での換気計画を考えると，センターパーキングからの排気ガスで汚染された空気の流入や仲卸売場の不快な気流感を防ぐために，仲卸売場の吹抜けから排出される風量を調整することが必要になる。

室外機の台数は最大数として開口面積で調整すると、開口部における差圧が増し、外部風の影響を受けず安定した換気力を得ることができる。しかし、開口面積を小さくすることで風量を減少させると吹抜け内部の温度を上昇させることになる。さらに、吹抜けに面する事務所や通路への貫流熱が冷房負荷となり、また吸込み温度上昇による室外機の効率の低下や停止が問題となる。

本報では温度差換気のみの場合を対象に、室外機設置位置、上部開口面積、吹抜け面積、室外機排気ファンの有無が室外機の吸込み温度上昇、吹抜け空間の温度分布、換気量に及ぼす影響を検討した。検討の方法として換気回路網によるシミュレーションと模型実験を用いた。

３．シミュレーション

表１に計算に用いた諸式を示す。上下温度分布を考慮するため、多数室モデルによる換気回路網モデルを想定した。仲卸売場の吹抜け部分のみを計算の対象としている。図２の解析モデル第１層が実物建物２階に相当する。

まず、各層で室温を仮定し、圧力と流量の平衡式を立て、圧力仮定のクロス法を用いて換気量を解いた。さらに各室の熱平衡式から温度を求めた。これらの諸式は非線型の連立方程式であるため、繰り返し計算によって解を求めた。

表１　計算に用いた諸式

●通気の式

$$Q_{01} = \alpha_{01} A_v \sqrt{\frac{2}{\rho_1}(p_0 - p_1)}$$

$$Q_{n(n+1)} = \alpha_{n(n+1)} A_v \sqrt{\frac{2}{\rho_n}\{p_n - p_{n+1} + (\rho_0 - \rho_n) g h_n\}}$$

$$Q_{40} = \alpha_{40} A_v \sqrt{\frac{2}{\rho_n}\{p_4 - p_0 + (\rho_0 - \rho_4) g h_4\}}$$

●接点における流量保存式

$$\sum Q = 0$$

●熱量保存式

$$W_n = c\rho Q_{(n-1)n}(t_n - t_{n-1}) + KA_n(t_n - t_{0n})$$

●流量係数

$$\alpha_{01} = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta_1}}$$

$$\alpha_{n(n+1)} = \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho_{n+1}}{\rho_n} + \lambda \frac{h_n}{d_e} - 1}}$$

$$\alpha_{40} = \frac{1}{\sqrt{\zeta_2 + \zeta_3 + \lambda \frac{h_4}{d_e} + \zeta_4 \left(\frac{A_v}{A_T}\right)^2 - 1}}$$

ρ ：密度 [kg/m³]　$\rho = \frac{323 .25}{273 + t}$

λ ：摩擦係数　$\lambda = \frac{0.3164}{\mathrm{Re}^{0.25}}$

Q：流量		[m³/s]
α：開口部流量係数		[-]
A：面積		[m²]
p：床面静圧		[Pa]
W：室外機発熱量		[w]
h：室の高さ		[m]
t：温度		[℃]
c：空気の比熱		[J/kgK]
K：熱貫流率		[w/m²K]
流入口の形状抵抗係数	ζ_1	0.5
分岐の形状抵抗係数	ζ_2	1.4
急縮小の形状抵抗係数	ζ_3	0.43
流出口の形状抵抗係数	ζ_4	0.88

Study on Ventilation System of Large-scale Market by using Natural Energy
Part1 Natural Ventilation using Exhaust Heat of Air-conditioners　Outdoor Condensing Unit

TAKASE　Toshihiro et al.

NII-Electronic Library Service

Architectural Institute of Japan

４．模型実験

（１）模型概要

吹抜け模型の平面図を図３に、断面図を図４に示す。長さの縮率n_lを1/15、温度の縮率n_θを１とし、Ar数を一致させて速度(n_u=0.258)、流量(n_Q=0.0015)、熱量(n_W=0.0015)の縮率を誘導した。壁材料として押出し発泡ポリスチレンフォームを用いた。室外機模型（図５）は実機寸法が1.5×1.2×0.63[m]、実物発熱量を6[kW/台]、冷却温度差を10℃とした。

（２）実験内容

実験パターンを表2に示す。室外機は最大数である４台を層下端に等間隔で設置した。上部開口は天井部分を上下移動させ、開口高さを変えることにより調整した。温度は銅－コンスタンタン熱電対をデータロガーに接続し、定常に達した時点から測定を開始した。測定点数は表３に示す。

５．計算および実験結果と考察

図6に計算値と実験値の換気量の相関を示す。実験値の換気量は室外機の発熱、換気による熱移動、貫流熱損失の熱平衡から求めた。一定の割合で計算値が実験値を上回っていることがわかる。これは文献値の流量係数を使用したことの他に、計算では一室一温であるのに対し、実験は吹抜け内部に温度むらが生じているためと考えられる。

図7に吹抜け内部温度のばらつきと計算と実験の換気量の差異の関係を示す。温度むらの標準偏差が少ないほうが差異も少ない傾向が見られるが、更なる検討にはデータ数が不足していると考える。

図8に室外機吸い込み温度上昇を示す。全ての実験パターンにおいて、吸い込み温度上昇が問題のない範囲であることが確認できた。

６．おわりに

本報では空調機の室外機からの排熱を利用した温度差換気の特性を模型実験により把握し、換気回路網によるシミュレーション結果と比較検討した。換気量に関しては計算と実験で1～2割程度の差異を持つことを確認した。室外機吸い込み温度上昇に関しては今回の実験の範囲では問題なく、吹抜空間に冷凍機などの室外機を設置し、その排熱を温度差換気の動力源として利用できることを確認した。

[参考文献]

1）牧村功・奥村泰一・神部千太郎・近藤靖史：大規模市場における自然換気・自然採光―自然換気性能と建屋形態（その1）、空気調和・衛生工学、第66巻第5号、pp23-31、1992.5

2）村上周三　他：大規模市場における自然換気・自然採光―自然換気・能と建屋形態（その3）、空気調和・衛生工学、第67巻第6号、pp55-61、1993.6

3）山中俊夫・佐藤隆二・甲谷寿史・山本和弘・高橋紀行・樋口祥明・中村慎：超高層集合住宅のボイドにおける自然換気に関する研究(その4）換気モデルによるボイド内の温度分布および換気量の予測、日本建築学会大会学術講演梗概集D-2、p687-688、1996

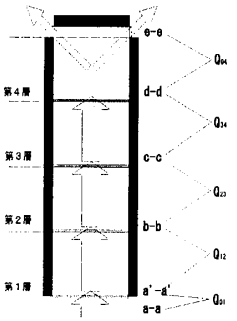

図2　解析モデル

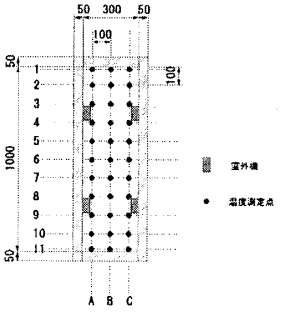

図3　模型平面図

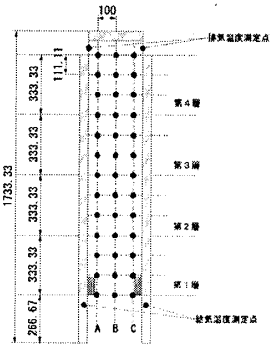

図4　模型断面図

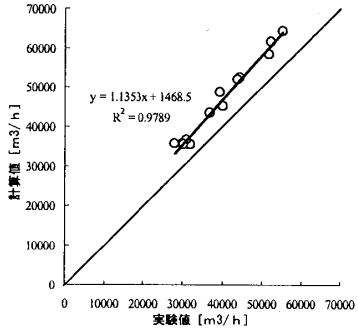

図6　実験値と計算値の関係

表2　実験パターン

パターン	発熱幅	吹抜け面積[m²]	上部開口面積[m²]（開口高さ[m]）	室外機ファン
1	1	0.3	0.044 (0.022)	あり
2	1	0.3	0.044 (0.022)	なし
3	1	0.3	0.066 (0.033)	あり
4	1	0.3	0.088 (0.044)	あり
5	1	0.3	0.110 (0.055)	あり
6	1	0.3	0.132 (0.066)	あり
7	1	0.2	0.044 (0.033)	あり
8	1	0.2	0.088 (0.066)	あり
9	1	0.15	0.044 (0.044)	あり
10	1	0.15	0.044 (0.044)	なし
11	1	0.15	0.066 (0.066)	あり
12	2	0.3	0.132 (0.066)	あり
13	3	0.3	0.132 (0.066)	あり
14	4	0.3	0.132 (0.066)	あり

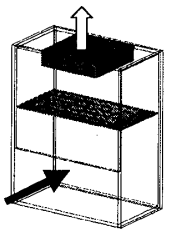

図5　室外機模型

表3　測定点

項目	点数
吹き抜け内温度分布	429
給気温度	6
排気温度	6
室外機吸込み温度	各1
室外機排気温度	各1

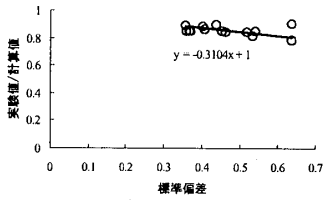

図7　温度分布と誤差の関係

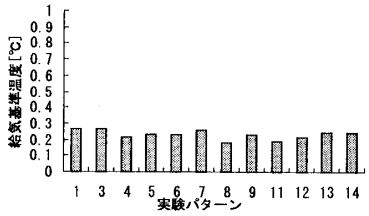

図8　室外機吸い込み温度上昇

*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授・工博
*3 北海道大学大学院工学研究科助手・工博
*4 北海道大学大学院工学研究科教授・工博

*1Graduate student, Graduate school of Eng., Hokkaido Univ.
*2Assiitant Prof., Graduate school of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
*3Inst., Graduate school of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.
*4Prof., Graduate school of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.

NII-Electronic Library Service