

- 3 ライフスタイルにフィットした住宅用暖冷房・換気システムの開発 Development of Residential HVAC System Adapting to Lifestyle in Mild Climate Regions

(研究期間 平成 11～13 年度)

環境研究グループ
Dept. of Environmental Engineering
研究調整官
Executive Director for Building Research

澤地 孝男
Takao Sawachi
坊垣 和明
Kazuaki Bogaki
瀬戸 裕直
Hironao Seto

Synopsis- In mild climate regions, winter outdoor temperature is not so low as in colder climate regions. In such regions, it is natural that heating behavior in dwellings is different and its appropriate characteristics can be different from existing central heating systems. In this study, comparison between three representative systems under the condition of intermittent heating was made. As for ventilation systems, the development of hybrid and natural ventilation systems for apartment houses was done. In the development, newly developed theory to quantify the amount of potential fresh air was used.

[研究目的及び経過]

本研究は、温暖地において一般的となっている部分間欠暖房の生活様式に適合する、高断熱住宅のための暖冷房システムについての要件を整理するとともに、換気システムについては、より高い信頼性で換気量の確保が実現できる自然換気及び機械換気システムに関する設計方法を開発することを目的としている。

暖冷房システムに関する研究では、高断熱住宅において各種暖房方式が形成する暖房時の温熱環境の特徴を把握するために、ヒートポンプエアコン、温水床暖房、温水放射パネル暖房の3方式について、暖房の立ち上がりにおける各方式の速暖性、上下温度分布、水平温度分布、暖房停止後の各部温度の変化、エネルギー消費量等のデータを得た。また、ヒートポンプエアコンについては室内の換気回数を 0.5、1.0、2.0、3.0、5.0、8.0 回/時と変化させた場合の消費エネルギー及び温熱環境について詳細に検討した。

換気システムについては、全般換気方式について模擬汚染物質発生させ、その濃度測定による換気効率の評価実験を行った。また、小型の給排気ユニットを設置した場合の給排気のショートサーキットによる換気効率の低下、ダクト方式の給排気口と戻り空気についてアンダーカットの位置、大きさによる換気効率の性状に関する実験データを得ることができた。

また、集合住宅用の換気方式として、住戸を貫通する給気用ダクトを用いたハイブリッド換気方式、及びサッシに取り付ける換気口を用いた自然換気方式の二方式について研究開発を行った。

[研究概要及び結果]

換気量の増加が室内温熱環境と消費エネルギーに与える影響について検討を行った結果を以下に示す。表 1 に実験条件を示す。

測定対象室は、図中の LV 室であり周辺居室との換気は起こらないよう隙間用シリンドー及びアンダーカットは閉鎖してある。また、周辺居室は熱的な影響を一定に保つために 12℃ としている。

表 1 実験条件

実験 Case	換気回数 [回/時]	相当隙間面積 [cm ² /m ²]	室外設定温度 [℃]	室内設定温度 [℃]	暖房方式
1	0.5	3.0	0	22	エアコン
2	1.0				
3	2.0				
4	3.0				
5	5.0				
6	8.0				

表 2 に各条件における各高さ平均温度、及び上下温度差 (FL+100mm, FL+2400mm) を示す。換気回数 2 回/時までは、ほぼ設定室温を維持することができるが 3 回/時以上の換気量になると室温の低下がみられる。また、上下温度分布においても換気回数が増加することに伴って大きくなる傾向があり、特に床面温度の低下が顕著に現れる。

表 2 各高さ平均温度及び上下温度差

CASE	1	2	3	4	5	6
天井表面	22.1	21.7	21.7	20.5	20.6	20.0
h=2400	23.0	23.0	23.3	22.0	21.8	22.0
h=1875	22.9	22.9	23.3	22.0	21.9	22.1
h=1250	22.8	22.8	23.2	21.9	21.9	22.0
h=625	22.7	22.7	23.3	21.9	21.6	20.7
h=100	22.5	22.4	23.0	21.4	20.7	18.3
床表面	21.6	21.4	21.6	20.3	19.8	18.1
上下温度差	0.5	0.5	0.3	0.5	1.2	3.7

図 2 に 1 時間あたりの消費電力量を示す。設定室温を維持するために必要な電力量は、0.5 回 / 時の換気回数では約 290wh であるのに対し、条件 6 の換気回数 8 回 / 時では約 780wh と 2.7 倍のとなっている。

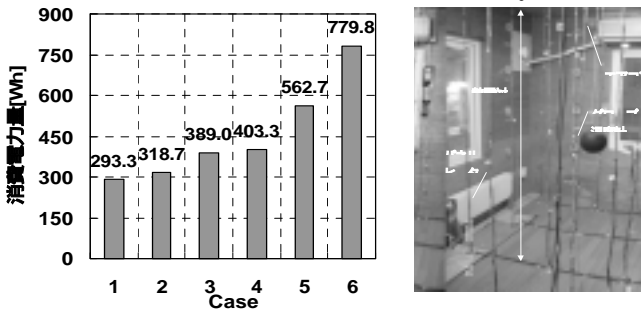


図 2 各条件での消費電力量 写真 1 実験状況

実験の結果から、良好な室内温熱環境を維持しつつエネルギー消費をも考慮すると許容される換気回数は 2 回 / 時以内が妥当であると思われる。

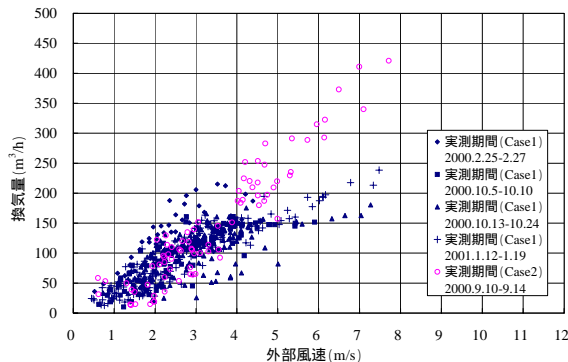


図 - 3 換気口方式の集合住宅用自然換気方式の性状

図 - 3 には、サッシ内部に換気口（風圧による自己流量調整機構付き）における住戸全体の換気量と外部風速との相関に関する実験結果を示す。

換気システムに関しては、住宅の新鮮空気充足度（SRF；Supply Rate Fulfillment）を評価することで、システムの妥当性の検討を行う手法の開発を行なった。

換気システムの形態や住宅の条件等を変化させた場合の換気性状を求め、SRF を評価指標として、各室に必要な新鮮空気量を設定し、住宅の換気性能評価を行う。

計算及び SRF を用いた換気性能評価は次に示す手順で行なわれる。

- 1) 住宅と換気システムのモデル化
- 2) 換気回路網計算による住宅の換気量計算
- 3) 各室の必要新鮮空気量の設定
- 4) SRF による換気性能評価

SRF による換気性能評価は、以下の式によって求められ、住戸全体の評価値として式（4）によって算出される OSRF(Overall Supply Rate Fulfillment)を使用する。

$$A_i + \sum_{j=1}^{n_i} \alpha_{a(i,j)} \cdot Q_{a(i,j),i} - \alpha_i \cdot \left(B_i + \sum_{j=1}^{m_i} Q_{i,b(i,j)} \right) - P_i = 0 \quad \text{式(1)}$$

$$S_i = A_i + \sum_{j=1}^{n_i} \max(0, \alpha_{a(i,j)} \cdot Q_{a(i,j),i}) - \sum_{j=1}^{m_i} \max(0, \alpha_i \cdot Q_{i,b(i,j)}) - \max(0, \alpha_i \cdot B_i) \quad \text{式(2)}$$

$$SRF_i = \frac{S_i}{P'_i} = \frac{S_i}{P_i - \sum_{j=1}^{n_i} \min(0, \alpha_{a(i,j)} \cdot Q_{a(i,j),i})} \quad \text{式(3)}$$

$$OSRF = (SRF_1 \times SRF_2 \times \dots \times SRF_m)^{1/m} \quad \text{式(4)}$$

- A_i : i 室への直接新鮮空気量 m^3/h
- B_i : i 室から直接外部へ排出される空気量 m^3/h
- P_i : i 室の必要新鮮空気量 m^3/h
- P'_i : i 室の実質必要新鮮空気量 m^3/h
- Q_{ij} : i 室から j 室へ流れる空気量 m^3/h
- S_i : i 室の有効新鮮空気量 m^3/h
- $a_{(i,j)}$: i 室への流入元となる室のうち j 番目の室番号
- $b_{(i,j)}$: i 室からの流出先となる室のうち j 番目の室番号
- m_i : i 室から流出する空気先の室数
- n_i : i 室へ流入する空気元の室数
- i : i 室の余剰新鮮空気量率

関連文献 田島、澤地他：住宅の換気性能予測に関する研究、日本建築学会大会論文梗概集 2001/09