

床吹出型全館空調方式を採用した住宅における空気循環に関する分析
 床吹出風量の実測値と換気回路網計算による計算値との比較

Analysis on the Air Circulation of the Under Floor Central Air-Conditioning System for Residences

Comparison between Measurement and Ventilation Circuit Network Calculation of Air Volume of Air Outlets on the Floor

○本間俊希¹, 井口雅登², 蜂巢浩生²

*Toshiki Honma¹, Masato Iguchi², Hiroo Hachisu²

In an air conditioning system utilize floor chambers, air leakage in the chambers cannot be ignored. To accurately calculate the temperature changes in the chamber, gap characteristics value of the floorboard and ceiling must be estimated. In this paper, ventilation circuit network calculations for a house with different gap areas were carried out and the gap characteristics value was estimated.

1. はじめに

本研究で対象とする床吹出型全館空調方式^[1] (以下, 本方式) は, 床下空間を空調経路として活用している (Figure 1).

既往研究^[2]より, 床下空間を通過する空気の温度変化が床吹出空気の温度差に繋がっていることが確認された. この課題を解決するには, 設計段階で床下空間における断熱材の性能や設置場所及び空調経路等を検討し, 床吹出空気の温度計算によってその効果を検証する必要がある. そのためには, 床下空間内での空気の流れを明らかにする必要があるが, 床吹出空気の風量を調査すると Table 1 に示すように, 床下流入風量 (想定) と合計床吹出風量 (実測) に差があることが確認された. 建物外皮の気密性は管理され施工されているが, 床下空間と居室の間にある床板の気密性は管

理されていない. そのため, 床板と壁との間に存在する漏気が原因と考えられるが, 隙間の詳細は明らかとなっていない. そこで本報では, 床吹出空気の温度計算に必要な隙間の推定を目的として, 一事例ではあるが (1) 式の隙間特性値 n と (2) 式の単位面積あたりの通気率 a' を求めた.

$$Q = a \cdot \Delta P \frac{1}{n} \dots (1)$$

$$a = a' \cdot A \dots (2)$$

2. 対象住宅及び計算概要

Table 2 に対象住宅の概要, Figure 2 に図面と測定点を示す. 空調室で空調された空気は, 15 台の送風ファンによって床下や居室へ送風される. 床下は複数の小空間に分割されており, 送風空気は点検用に設けられた人通りを通過し床吹出口に到達する. 床吹出口から

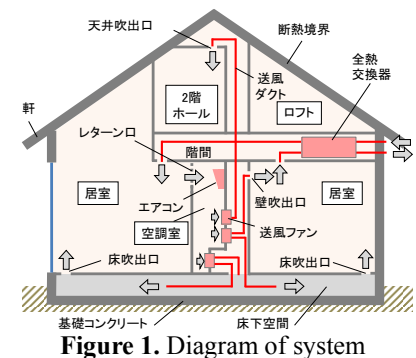


Figure 1. Diagram of system

Table 1. Calculation conditions

| 送風ファン設定風量 [m ³ /(h・台)] | 建具開閉状態 | 床下流入風量(想定) [m ³ /h] | 合計床吹出風量(実測) [m ³ /h] |
|-----------------------------------|--------|--------------------------------|---------------------------------|
| 条件1 弱:100 | 開放 | 900 | 798 |
| 条件2 弱:100 | 閉鎖 | 900 | 773 |
| 条件3 強:200 | 開放 | 1,800 | 1,043 |
| 条件4 強:200 | 閉鎖 | 1,800 | 1,177 |

Table 2. Overview of the residence

| | |
|------------------------|-----------------------------|
| 所在地 | 群馬県太田市 |
| 構造 | 木造二階建て |
| 延床面積 外皮平均 | 140.35[m ²] |
| 熱貫流率(U ₀ 値) | 0.30[W/(m ² ・K)] |
| 送風ファン台数 | 15台 |

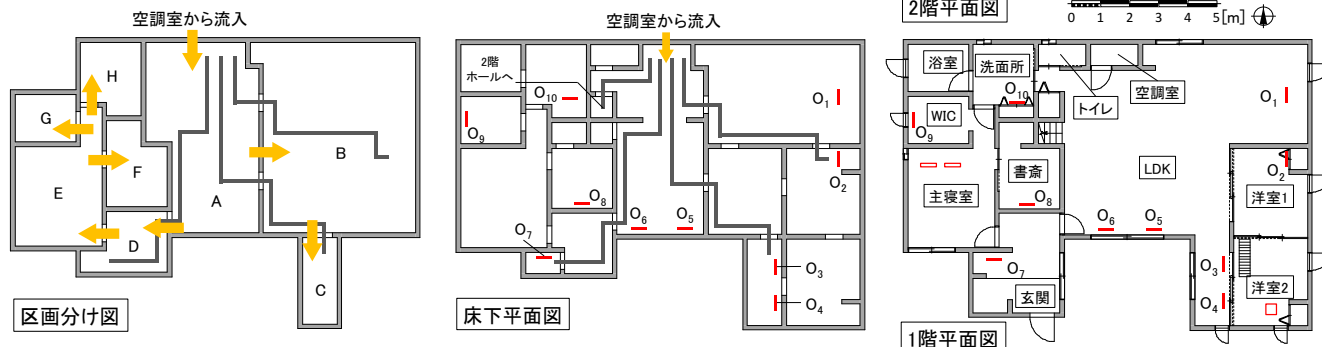
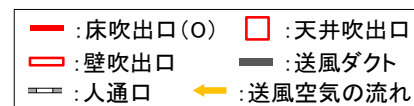


Figure 2. Plan of house and measurement points

1 : 日大理工・院 (前)・建築 2 : 日大理工・教員・建築

居室に吹き出された空気は、建具のアンダーカット等を通してレターン口に循環する。

以上の空気循環経路を Figure 3 のように単純化し、Table 3 に示す開口部の有効開口面積と (1) 式及び (2) 式による隙間の影響を考慮した換気回路網計算を行い、床吹出風量の実測値と計算値とを比較した (測定・計算条件は Table 1 に示す 4 条件)。有効開口面積 αA は、各開口部の寸法及び仕様書、既往研究^[3]を参考に設定した。計算に際して、LDK と 2 階ホール、洋室 2 とロフトは吹き抜けで繋がっているため、それぞれ 1 つの室として扱った。計算は、 n は 1, 1.5, 2, a' は 0, 5, 10, 15, 20 に変化させ、床吹出風量の実測値と計算値との二乗平均平方根誤差が最小となる n と a' を推定値として求めた。なお、通気率 a は床面積に比例して算出されるものとして計算した。

3. 分析結果

Figure 4 に隙間特性値 n 及び単位面積あたりの通気率 a' に関する分析結果を示す。 n, a' の値によって二乗平均平方根誤差が変化している。 a' が 0 の時 (隙間を想定しない場合) は二乗平均平方根誤差が吹出口 1 個当たり 50 m^3/h 以上ある。 n が 1, a' が 10 の時は二乗平均平方根誤差が 13.9 m^3/h と小さくなった。また、 a' が 10 より大きくなると二乗平均平方根誤差は大きくなる。 a' が 10 以上になると、同じ a' の値でも n の値によって二乗平均平方根誤差の大きさも異なり、 n が 2, つまり隙間が大きくなるほど、二乗平均平方根誤差も大きくなる。以上より、 $n=1, a'=10$ 程度と推定した。

4. まとめ

本報では、本方式が導入された住宅において、床吹出風量の実測値と換気回路網計算による計算値との比較を行い、隙間特性値と単位面積あたりの通気率を推定した。その結果、 $n=1, a'=10$ と推定でき、隙間を考慮することで実測値と計算値は近似することが分かった。今後は、以上の換気回路網計算を用いて床吹出空気の温度差を低減する方法の検討を行う予定である。

[謝辞]

研究の実施に際し、測定場所を提供いただいたヤマト住建(株)他関係者各位に感謝の意を表す。

[記号]

Q : 通過風量 [m^3/h], a : 通気率 [$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{Pa}^{1/n})$]
 ΔP : 隙間の前後の差圧 [Pa], n : 隙間特性値 [-]
 a' : 単位面積あたりの通気率 [$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{Pa}^{1/n})$], A : 面積 [m^2]

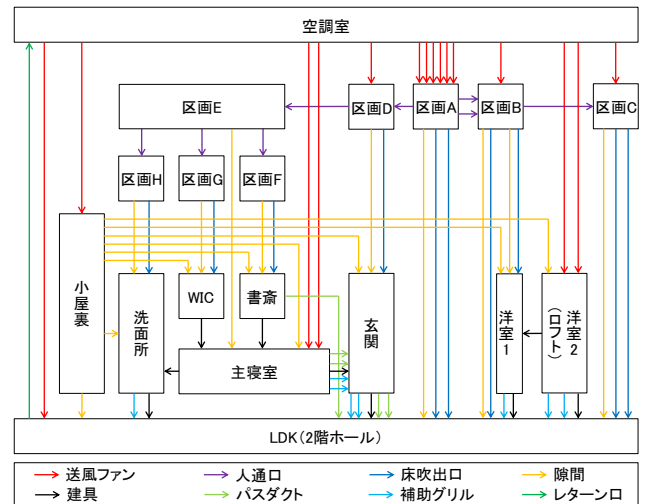


Figure 3. Ventilation circuit network of the residence

Table 3. Effective opening area of the opening part

| 開口部 | | 有効開口面積 $\alpha A [\text{m}^2]$ | 流量係数 $\alpha [-]$ | 面積 $A [\text{m}^2]$ | |
|-------|-----------------|--------------------------------|-------------------|---------------------|---|
| 人通路 | 区画A-区画B | 0.250 | 0.650 | 0.385 | |
| | 区画A-区画D 区画B-区画C | 0.125 | 0.650 | 0.192 | |
| | 区画D-区画E 区画E-区画F | 0.137 | 0.650 | 0.210 | |
| | 区画E-区画G 区画E-区画H | | | | |
| 床吹出口 | | 0.035 | - | - | |
| 建具 | WIC-主寝室 | 2.080 | - | - | |
| | 書斎-主寝室 | 建具-開放 | 1.120 | - | - |
| | | 建具-閉鎖 | 0.028 | - | - |
| | 主寝室-玄関 玄関-LDK | 建具-開放 | 1.680 | - | - |
| | | 建具-閉鎖 | 0.008 | - | - |
| | 主寝室-洗面所 | 建具-開放 | 1.680 | - | - |
| | | 建具-閉鎖 | 0.037 | - | - |
| | 洗面所-LDK | 建具-開放 | 3.360 | - | - |
| | | 建具-閉鎖 | 0.061 | - | - |
| | 洋室1-LDK 洋室2-LDK | 建具-開放 | 5.040 | - | - |
| 建具-閉鎖 | | 0.084 | - | - | |
| バスタクト | 書斎-LDK | 0.011 | 0.618 | 0.018 | |
| | 主寝室-玄関 玄関-LDK | 0.012 | 0.664 | 0.018 | |
| 補助グリル | 洋室1-LDK 主寝室-玄関 | 0.035 | 0.700 | 0.050 | |
| | 玄関-LDK 洗面所-LDK | | | | |
| レターン口 | LDK-空調室 | 0.733 | 1.000 | 0.733 | |

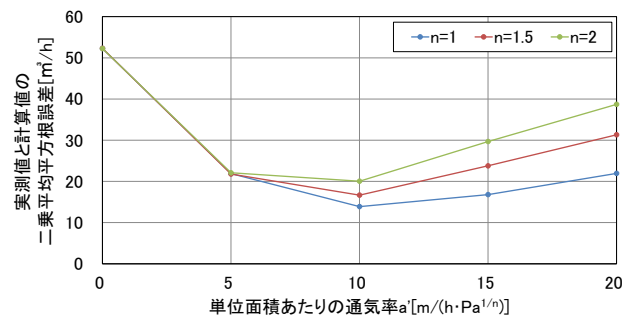


Figure 4. Gap characteristics value and root mean square error

[参考文献]

[1] 井口他: 「実戸建住宅における空気分配および温熱環境とエネルギー消費に関する検証 住宅における床チャンパー空調の設計法に関する研究 その4」, 日本建築学会環境系論文集, 第81巻, 第730号, pp. 1137-1145, 2016.12
 [2] 本間他: 「住宅における床チャンパーを利用した空調に関する研究(その2 9) 送風方法の違いによる送風経路の温度変化の比較」, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, 第6巻, pp. 285-288, 2019.9
 [3] 坂本他: 「住宅における床チャンパーを利用した空調に関する研究(その1 3) オープンプラン型戸建住宅における実測と計算による空気循環に関する分析」, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, 第3巻, pp. 409-412, 2016.9