

戸建住宅を対象としたCFD解析

常時換気システムが設置された住宅の換気効率に関する研究 その1

CFD ANALYSIS FOR DETACHED HOUSE

Study on the ventilation efficiency on constantly ventilated house Part 1

鍛治 紘子*, 赤林 伸一**, 坂口 淳***

Hiroko KAJI, Shin-ichi AKABAYASHI and Jun SAKAGUCHI

This paper describes the distribution of local air exchange efficiency (ε_p) in the living room when the layout of supply outlets and exhaust inlets and the position of air-conditioners is changed. The results are as follows;

- (1) The value of mean ε_p of breathing zone becomes about 1.0 because fresh air spread completely in the room when air-conditioners are operated.
- (2) In the case when air-conditioners are not operated, the mean ε_p becomes smaller than 1.0, and the poor area of ventilation efficiency becomes large.
- (3) Ventilation efficiency is influenced by the layout of the supply outlets and exhaust inlets.

Keywords: Local air exchange efficiency, Indoor thermal environment, Age of air, Breathing zone

局所空気交換効率, 室内温熱環境, 空気齢, 室内呼吸域

1. はじめに

2003年7月の建築基準法の改正により、2004年7月から住宅の居室に機械換気設備の原則的な設置が義務付けられた。また近年、住宅の高断熱、高気密化が寒冷地以外でも進行しており、計画換気的重要性が増加している。このため、国土交通省は「改正建築基準法に対応した建築物のシックハウス対策マニュアル - 建築基準法・住宅性能表示制度の解説及び設計施工マニュアル」¹⁾を作成し、設置すべき機械換気設備の技術的情報、設計手法、具体的な設計例などを広く提供している。しかしながら、住宅設計者が換気システムを選定する際に、施主へシュルター性能(断熱・気密性能)や暖冷房方式、換気システムとの相互効果によって実現される室内温熱空気環境を明確に提示することは、設計基礎資料が不足しているため困難である。従って、良好な室内温熱空気環境を実現することのできる換気システム選定方法について、設計資料を整備する必要がある。

一方、設計や施工の簡便性により、近年、各居室に同時給排気型の換気扇を設置する住宅が増加している。同時給排気型換気扇は給気口と排気口が近接しているため、給気が排気口へショートサーキットすることが懸念されている。

そこで、本研究では、戸建住宅の居室を対象に、CFD解析を用いて空気齢を用いた換気効率の解析を行い、暖房時の換気方式による

居室の室内温熱環境と換気方式、給排気口の位置による変化を明らかにする。さらに、同時給排気型換気扇における給排気口の距離が室内の換気効率に及ぼす影響に関する検討を行う。

住宅換気についての研究では、自然換気の換気量に関する実測調査や換気回路網計算手法などの研究が古くから行われている。例えば、機械換気設備については吉野ら²⁾が集合住宅を対象に各戸型貫通ダクト型機械換気方式について研究を行っている。また、機械換気と自然換気の併用型のハイブリッド換気設備については、吉野ら³⁾、佐藤ら⁴⁾が行っており、換気風量の確保や換気システムの制御について検討している。住宅の換気性能評価については、田島ら⁵⁾が換気回路網計算により集合住宅の新鮮空気量充足度を用いて評価を試みている。筆者ら⁶⁾は空気齢を用いた木造独立住宅の換気性能の評価を行っている。この研究では熱交換型換気扇による集中機械換気について実測調査を行い、住戸全体の換気性状について明らかとしている。倉瀬ら^{7), 8)}は第IV地域(東京)の常時機械換気設備が設置された戸建住宅を対象に、換気回路網計算を用いて気密性能と換気方式、2階居室に給気扇を設置した場合の系統的シミュレーションを行っている。

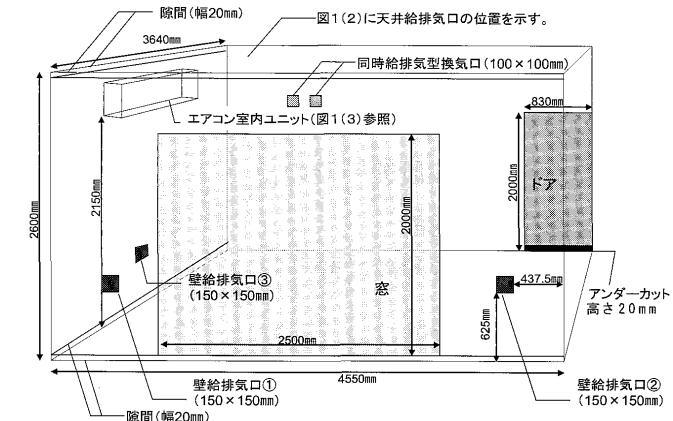
従来、住宅等の換気性状の把握には換気回路網計算(マクロ解析)が使用されている。換気回路網計算では各室は完全拡散を前提としており、室内における換気効率の分布や温度分布の解析を行う

* 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生
** 新潟大学大学院自然科学研究科 教授・工博
*** 県立新潟女子短期大学生活科学科 准教授・博士(工学)

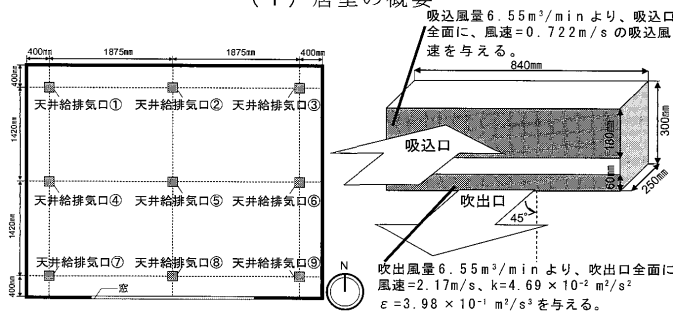
Graduate Student, Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ.
Prof., Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ., Dr. Eng.
Assoc. Prof., Dept. of Human Life and Environmental Science, Niigata Women's College

ことは出来ない。室内における換気効率や温度の分布を明らかにするため、本研究ではCFD（数値流体解析）による室内気流性状のミ

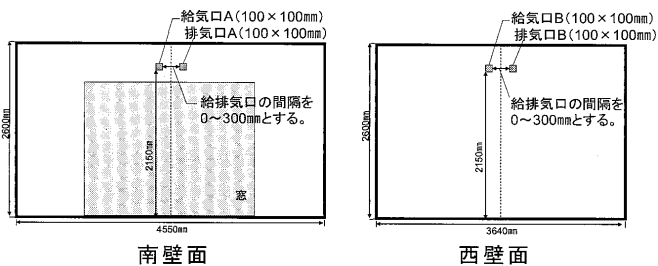
クロ解析を行い、1つの部屋を対象としたマイクロ解析により室内の換気効率および温度分布の解析を行い、住宅換気について検討した



(1) 居室の概要



(2) 天井給排気口の概要 (3) エアコン吹出・吸込口の概要



南壁面 西壁面

(4) 同時給排気型換気口の概要

図1 解析対象の概要

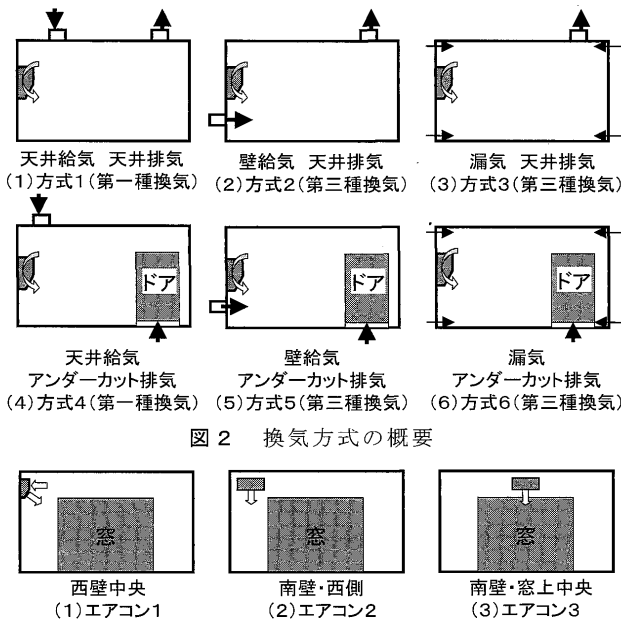


図2 換気方式の概要

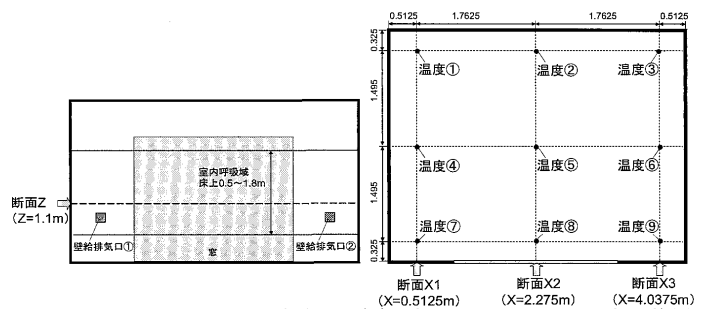
図3 エアコンの設置位置

表1 解析ケース

解析 case	換気方式	エアコン位置	解析 case	換気方式	エアコン位置
case1	天井給気口① 天井排気口③	方式1	case18	天井給気口①	エアコン1
case2	壁給気口① 天井排気口③	方式2	case19	天井排気口③	エアコン2
case3	壁給気口① 天井給気口①		case20		エアコン3
case4	壁給気口③ 天井給気口①	方式3	case21	壁給気口①	エアコン1
case5	漏気による給気 天井排気口③		case22	天井排気口③	エアコン2
case6	アンダーカット排気 天井給気口①	方式4	case23		エアコン3
case7	天井給気口③ アンダーカット排気		case24	天井給気口①	エアコン1
case8	天井給気口④ アンダーカット排気	方式5	case25	アンダーカット排気	エアコン2
case9	天井給気口⑤ アンダーカット排気		case26		エアコン3
case10	天井給気口⑥ アンダーカット排気	方式6	case27	壁給気口①	エアコン1
case11	天井給気口⑦ アンダーカット排気		case28	アンダーカット排気	エアコン2
case12	天井給気口⑧ アンダーカット排気	case29	エアコン3		
case13	天井給気口⑨ アンダーカット排気	case30	給排気口間隔 0mm	同時給排気型 換気扇 南壁中央設置 エアコン 停止	
case14	天井給気口⑩ アンダーカット排気	case31	給排気口間隔 50mm		
case15	壁給気口①	case32	給排気口間隔 100mm		
case16	アンダーカット排気 壁給気口②	case33	給排気口間隔 200mm		
case17	漏気による給気 アンダーカット排気	case34	給排気口間隔 300mm		
		case35	給排気口間隔 0mm		
		case36	給排気口間隔 50mm		
		case37	給排気口間隔 100mm		
		case38	給排気口間隔 200mm		
		case39	給排気口間隔 300mm		

表2 解析条件

計算コード	ソフトウェアレイトリド汎用流体解析ソフトSTREAM Ver.6
乱流モデル	標準k-εモデル
解析メッシュ	部屋東西方向:48メッシュ 部屋南北方向:42メッシュ 高さ方向:43メッシュ (合計:86,688メッシュ)
境界条件	<ul style="list-style-type: none"> 天井・床・壁面境界条件: 風速は一般化対数則、温度は温度対数則で与える。 天井・床・壁面(北、東面): 室間の熱移動が無い状態を想定し、断熱条件で与える。 窓・壁面(西、南面): 外気温(0°C)に面している窓と壁を想定し、各面の熱貫流量を以下のように与える。^(注1)
輻射条件	<ul style="list-style-type: none"> 窓面の熱貫流量(-324W)、西壁面熱貫流量(-68.1W)、南壁面熱貫流量(-47.2W) 各壁面内側の輻射率を0.9と設定し、モンテカルロ法による輻射形態係数を計算し、放射熱伝達を計算する。
吹出風速	<ul style="list-style-type: none"> 給気口・壁給気・天井給気(換気回数0.5回/h) 吹出風速 = 0.266(m/s), $k = 7.08 \times 10^{-4} (\text{m}^2/\text{s}^2)$, $\epsilon = 2.95 \times 10^{-4} (\text{m}^2/\text{s}^3)$, 吹出温度=0°C 排気口: 天井排気・アンダーカット排気 開口部での圧力損失をゼロとし、表面圧力境界とする。 漏気による給気: 南・西壁面上下に設置された幅20mmの隙間より均等に室内へ流入。 吹出風速 = 0.0183(m/s), $k = 3.35 \times 10^{-7} (\text{m}^2/\text{s}^2)$, $\epsilon = 7.19 \times 10^{-7} (\text{m}^2/\text{s}^3)$, 吹出温度=0°C 同時給排気型換気扇: 給気口(換気回数0.5回/h) 吹出風速 = 0.598(m/s), $k = 3.57 \times 10^{-3} (\text{m}^2/\text{s}^2)$, $\epsilon = 5.02 \times 10^{-3} (\text{m}^2/\text{s}^3)$, 吹出温度=0°C 同時給排気型換気扇: 排気口 開口部での圧力損失をゼロとし、表面圧力境界とする。 エアコン吹出 (6.55m³/min) 吹出風速 = 2.17(m/s), $k = 4.71 \times 10^{-2} (\text{m}^2/\text{s}^2)$, $\epsilon = 3.99 \times 10^{-1} (\text{m}^2/\text{s}^3)$, 吹出温度=24.5°C 壁面に対して45度の傾きで吹出。 エアコン吸込 吸込風速 = 0.722(m/s) 給気口のk, εの算出は以下の式で求める。 $k = U_{in}^2 \div 100$ $\epsilon = 0.09^{(0.4)} \times k^{1.5} \div (0.07 \times D)$ ※但し、U_{in}は給気口の吹出風速(m/s)、Dは給気口の短辺の長さ(m)である。



(1) 断面Zの表示高さ (2) 断面X1, X2, X3の表示位置

図4 解析結果の表示位置

点に特色がある。

2.1 解析対象

図1に解析対象の概要を示す。解析は室内外温度差の大きい冬季で、日射の無い状況を想定した。日本建築学会標準住宅モデルの床面積16.6㎡、容積43.1m³の居間を対象に、エアコン、天井給排気口、壁給排気口、同時給排気型換気扇の設置位置が変化した時の温熱空気環境を解析する。対象室の西面、南面は、外気(0℃)に面し、北面、東面は隣室に面し、天井面は上階に面している^{※1)}。床下の温度および床表面温度は部屋の上下温度分布に影響があるため、本研究では床面は断熱境界として解析し、給気口の配置による上下温度分布の影響を明らかにする。

2.2 解析方法

表1に解析ケース、図2に換気方式の概要、図3にエアコンの設置位置を示す^{※2)}。換気方式は、第一種機械換気と第三種機械換気^{※3)}とし、給気方式と排気方式を変化させた6通りとする。エアコンの設置位置は、一般的に設置されるエアコンの位置を想定し、西壁中央(エアコン1)、南壁・西側(エアコン2)、南壁中央(エアコン3)とする。換気方式、給排気口の位置、エアコンの設置位置を変化させた29ケースと同時給排気型換気扇の給排気口の間隔を変化させた10ケースの合計39ケースの解析を行う。

表2に解析条件、図4に解析結果の表示位置を示す。解析には汎用流体解析ソフト(STREAM)を用い、標準k-εモデルにより室内温度分布と空気齢を用いた換気効率の解析を行う。エアコン停止時の解析は等温解析で行い、エアコン運転時の解析は非等温解析で行う。エアコンの吹出温度は、部屋の負荷とエアコン吹出風量(弱風時風量6.55m³/min)より逆算した。実際のエアコンの吹出温度は40℃程度であり、負荷に応じてオンオフ運転を行っている^{※4)}と推察され

る。エアコンのオンオフ運転の数値解析は解析が困難であり、本研究では時間平均した場合の吹出温度を用いて、エアコンが連続運転した場合の解析を行っている。

3. 解析結果

3.1 局所空気交換効率(ε_p)

局所空気交換効率(ε_p)は、空気齢を用いた室内の換気の良否を示す指標で、式(1)、(2)により求められる。完全拡散の場合にε_pは1.0となり、値が大きいほど換気効率が良いことを示す。

ここで、τ_pは局所空気齢(s)、τ_nは名目換気時間(s)、Vは室容積(m³)、Qは換気量(m³/s)である。

$$\epsilon_p = \tau_n / \tau_p \quad (1)$$

$$\tau_n = V / Q \quad (2)$$

3.1.1 呼吸域平均局所空気交換効率(<ε_p>)

図5に呼吸域平均局所空気交換効率<ε_p>^{※4)}を示す。エアコン運転時の<ε_p>は、どのケースも1.0程度の値となり、エアコン運転時は換気方式やエアコンの設置位置の差は小さく、給気が室内でほぼ完全拡散している。

エアコン停止時の<ε_p>は、隙間からの漏気による給気を行うcase5、case17では、1.0以上となり、エアコン運転時より大きい値を示す。それ以外のケースでは、1.0以下となり、エアコン運転時の値より小さい。

換気方式4(天井給気、アンダーカット排気)の場合では、天井給気口がアンダーカットに近接して位置するcase8(天井給気③)の<ε_p>は約0.72となり、case7(天井給気②)、case11(天井排気⑥)では約0.85である。天井給気口がアンダーカットから離れて位置するcase6(天井給気①)、case9(天井給気④)、case10(天井給気

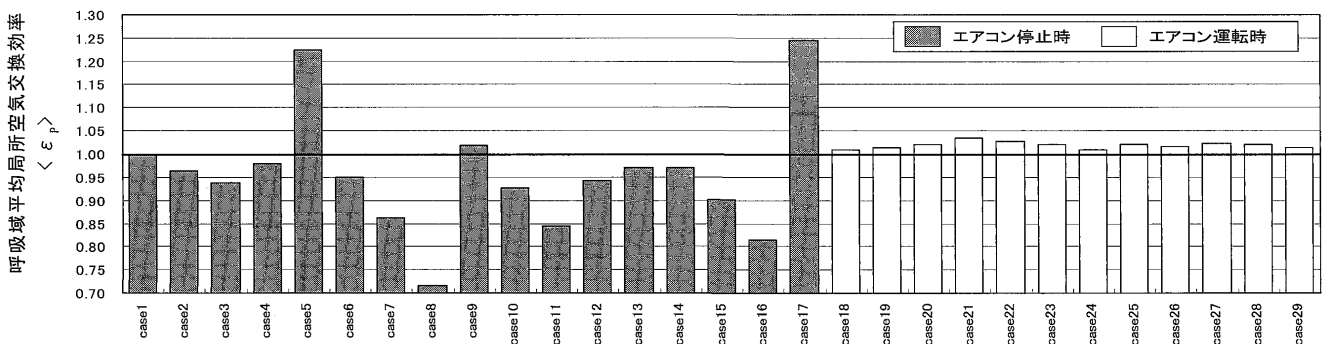
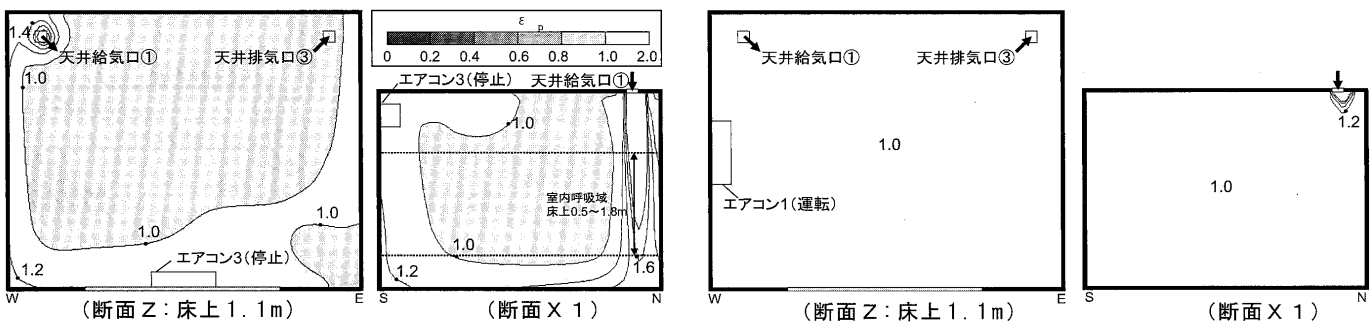


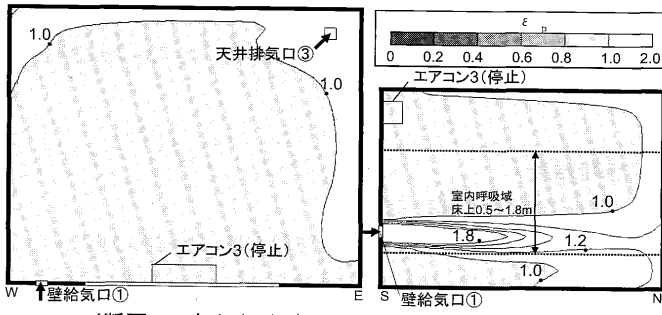
図5 呼吸域平均局所空気交換効率 $\langle \epsilon_p \rangle$



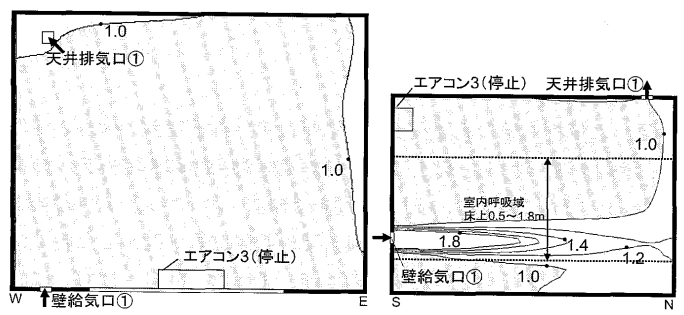
(1) case 1(天井給気①・天井排気③・エアコン停止)

(2) case18(天井給気①・天井排気③・エアコン1運転)

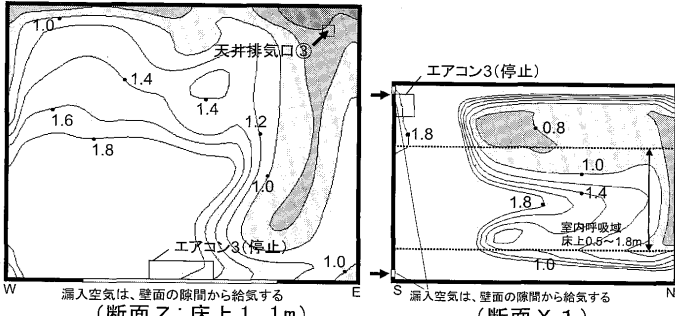
図6 case 1、case18の局所空気交換効率ε_p分布



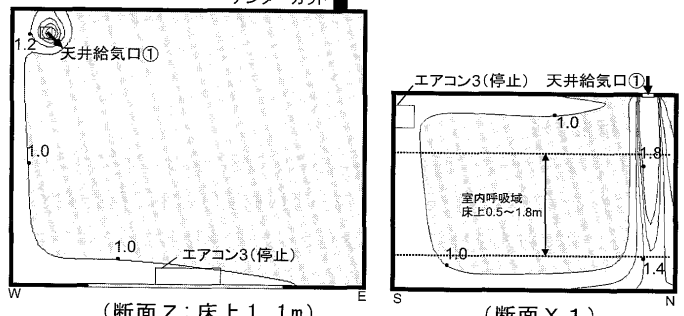
(断面Z: 床上1.1m) (断面X1)
 (1) case 2 (壁給気①・天井排気③・エアコン停止)



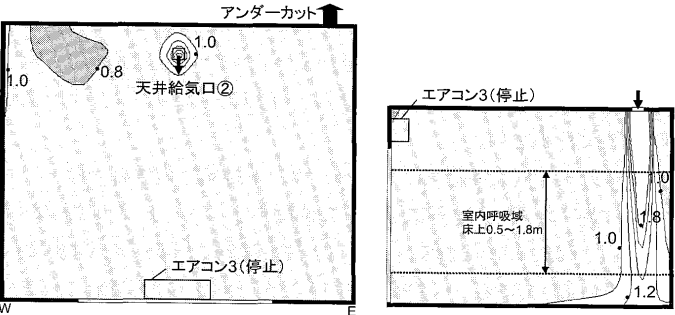
(断面Z: 床上1.1m) (断面X1)
 (2) case 3 (壁給気①・天井排気①・エアコン停止)



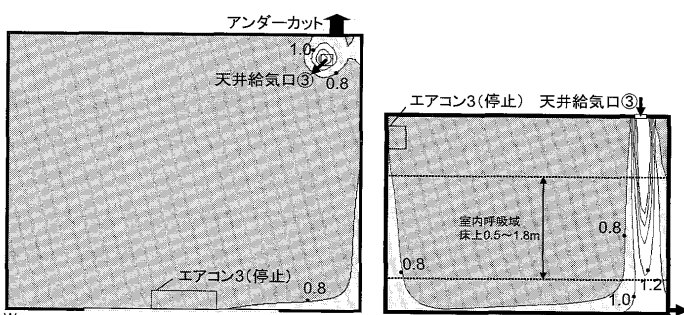
(断面Z: 床上1.1m) (断面X1)
 (3) case 5 (漏気給気・天井排気③・エアコン停止)



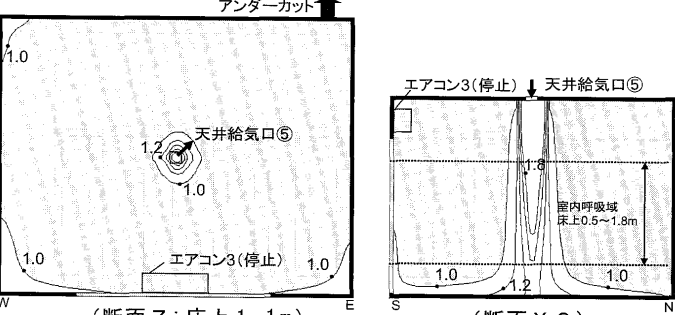
(断面Z: 床上1.1m) (断面X1)
 (4) case 6 (天井給気①・アンダーカット排気・エアコン停止)



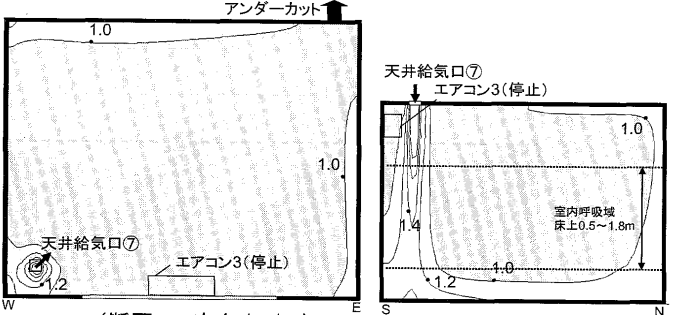
(断面Z: 床上1.1m) (断面X2)
 (5) case 7 (天井給気②・アンダーカット排気・エアコン停止)



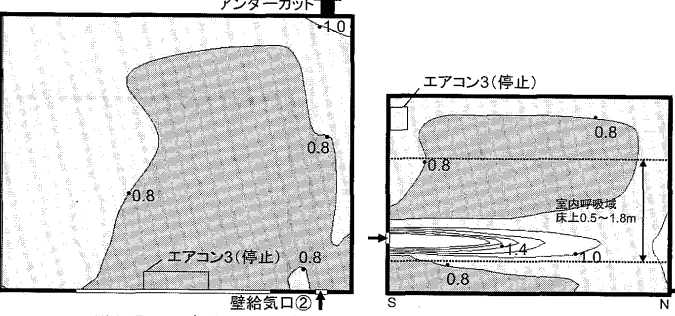
(断面Z: 床上1.1m) (断面X3)
 (6) case 8 (天井給気③・アンダーカット排気・エアコン停止)



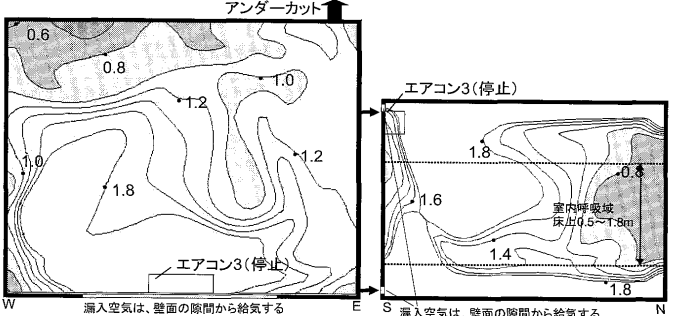
(断面Z: 床上1.1m) (断面X2)
 (7) case 10 (天井給気⑤・アンダーカット排気・エアコン停止)



(断面Z: 床上1.1m) (断面X1)
 (8) case 12 (天井給気⑦・アンダーカット排気・エアコン停止)



(断面Z: 床上1.1m) (断面X3)
 (9) case 16 (壁給気②・アンダーカット排気・エアコン停止)



(断面Z: 床上1.1m) (断面X1)
 (10) case 17 (漏気給気・アンダーカット排気・エアコン停止)

図7 局所空気交換効率 ϵ_p 分布

⑤)、case12 (天井給気⑦)、case13 (天井給気⑧)、case14 (天井給気⑨) では、 $\langle \epsilon_p \rangle$ は約0.9~1.0である。このことから、給気口と排気口の距離は換気効率に大きく影響し、天井給気口の場合では、給気口と排気口の距離が部屋の長辺方向の半分以上離れていれば、 $\langle \epsilon_p \rangle$ の差は小さくなる。

3.1.2 局所空気交換効率の分布

図6にcase 1、case18の ϵ_p の分布を示す。換気方式1 (天井給気①、天井排気③) の場合では、エアコンを停止したcase 1の ϵ_p は、天井給気口からの新鮮な空気が床面や西壁面を通り南壁面へと流れ込むため、給気口付近で ϵ_p の値が1.0以上と大きく、床面、西壁面、南壁面付近では1.0となり、呼吸域の ϵ_p は1.0以下の領域が生じる。エアコンを運転したcase18 (エアコン1) の ϵ_p は、給気口付近は1.0以上の場所があるが、居室全体でほぼ1.0の値を示す。エアコンを運転した場合では、居室全体の換気効率は向上し、室内の換気効率の分布は小さくなる。エアコンを停止した場合では、換気効率の高い領域と低い領域が生じる。

図7にその他のケースにおける ϵ_p の分布を示す。換気方式2 (壁給気、天井排気) の場合では、case 2 (壁給気①、天井排気③)、

case 3 (壁給気①、天井排気①) の ϵ_p は、壁給気口の高さより低い領域と北壁面付近で1.0以上となる。換気方式4 (天井給気、アンダーカット排気) の場合では、給気口がアンダーカットと近接して位置するcase 8 (天井給気③) は、天井給気口付近の ϵ_p の値は1.0以上となるが、室内の多くの領域で ϵ_p は0.6~0.8と低くなる。case 7 (天井給気②) は、北壁面付近で0.6~0.8と低い領域が生じるが、床上1.1mの ϵ_p は、ほぼ0.8~1.0の範囲に入る。給気口がアンダーカットと離れて位置するcase 6 (天井給気①)、case10 (天井給気⑤)、case12 (天井給気⑦) では、天井給気口、床面付近の ϵ_p は1.0以上となり、呼吸域の ϵ_p は0.8~1.0の範囲に入る。換気方式5 (壁給気、アンダーカット排気) の場合では、case16 (壁給気②) は、壁給気口付近の ϵ_p の値は1.0以上となるが、給気口より高い位置に新鮮な空気が供給されず、呼吸域の ϵ_p は0.6~1.0の範囲と低くなる。給気口と排気口の位置が近接するほど、ショートサーキットが生じ、換気効率の低い領域が生じる。漏気による給気のcase 5 (漏気給気、天井排気③)、case17 (漏気給気、アンダーカット排気) の ϵ_p は、壁面の上と下の隙間からの漏気が、天井給気や壁給気口からの給気よりも広い領域から供給されるため、室内の ϵ_p は比較的大きい値を示す。

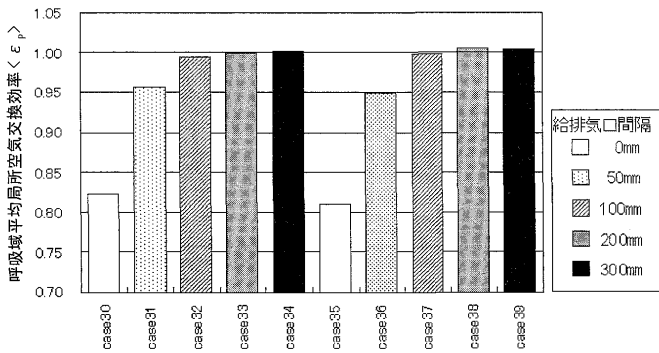


図8 同時給排気型換気扇を設置した場合の呼吸域平均局所空気交換効率

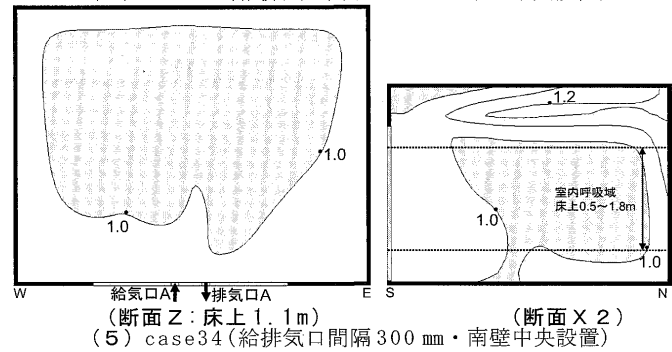
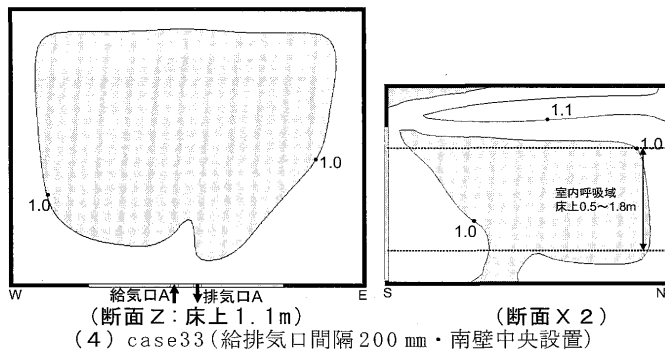
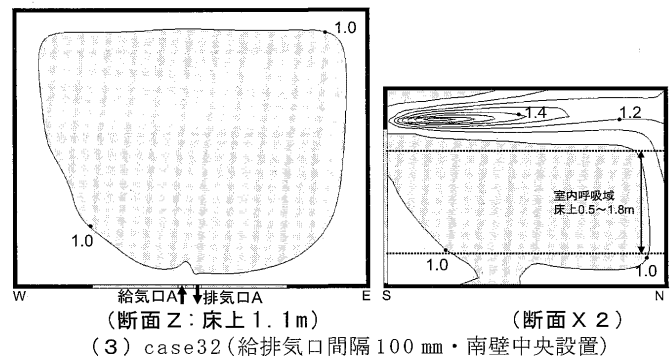
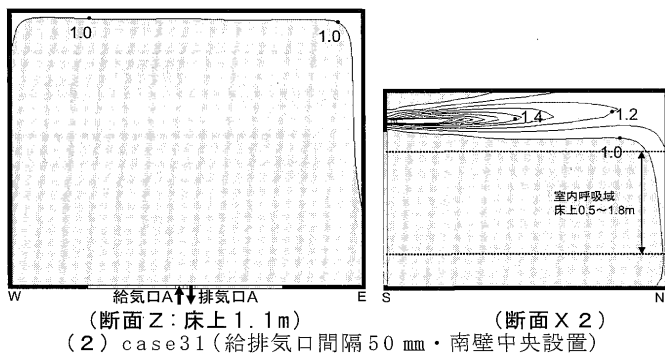
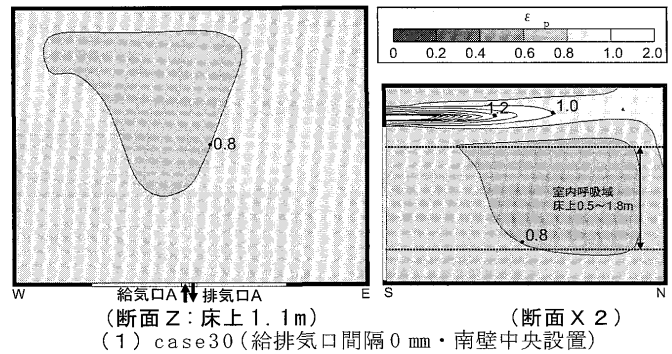


図9 同時給排気型換気扇 (南壁中央設置) の ϵ_p 分布

3.1.3 同時給排気型換気扇の局所空気交換効率

同時給排気型換気扇を設置した場合の呼吸域平均局所空気交換効率 $\langle \epsilon_p \rangle$ を図8に示す^(注4)。給排気口間隔が0 mmのcase30(南壁中央設置)、case35(西壁中央設置)では、 $\langle \epsilon_p \rangle$ は約0.8となり、給排気口間隔が50 mmのcase31(南壁中央設置)、case36(西壁中央設置)では、 $\langle \epsilon_p \rangle$ は約0.95で1.0以下となる。給排気口間隔が100~300 mmでは、 $\langle \epsilon_p \rangle$ はほぼ1.0となり、給気が室内で完全拡散していると考えられる。

図9に同時給排気型換気扇(南壁中央設置)の ϵ_p 分布を示す。case30(給排気口間隔0 mm)の ϵ_p は、給気口部分で1.0以上となるが、呼吸域で0.6~0.9と低く、換気効率の低い領域が生じる。case31(給排気口間隔50 mm)の ϵ_p は、給気口高さより高い領域で1.0以上となり、case30(給排気口間隔0 mm)と比較して、1.0以上の領域が増加するが、呼吸域の ϵ_p は0.9~1.0の範囲となる。case32(給排

気口間隔100 mm)、case33(給排気口間隔200 mm)、case34(給排気口間隔300 mm)の ϵ_p は、給気口からの新鮮な空気が北壁面を通り、西壁面、東壁面、床面へと流れるため、給気口位置より高い領域、壁面、床面付近で1.0以上となる。case31とcase34を比較すると、case34は ϵ_p が1.0以上の領域が増加し、換気効率は向上する。同時給排気型換気扇の場合、給排気口の間隔が狭い場合は、給気口から排気口へショートサーキットが生じ、換気効率の低い領域が大きくなるため、給排気口間隔は最低限100 mm以上離す必要があると考えられる。

3.2 温度分布

3.2.1 室内の上下温度と温度差

図10に温度①と温度⑦の温度と上下温度差を、図11に温度⑧の温度と上下温度差を示す。上下温度差は、温度①、温度⑦、温度⑧において、それぞれ床上1.1 mの温度と床上0.1 mの温度の差と

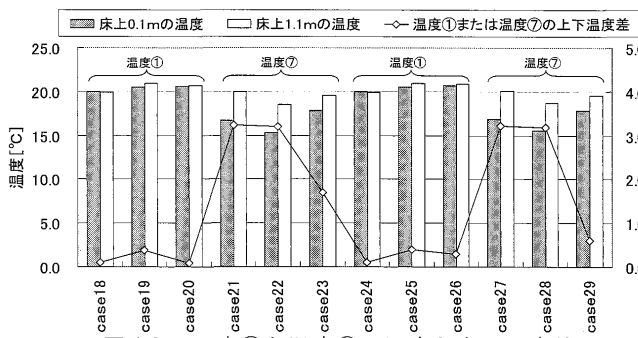


図10 温度①と温度⑦の温度と上下温度差

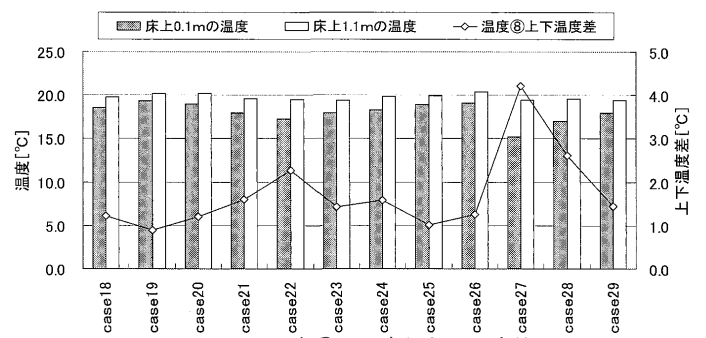


図11 温度⑧の温度と上下温度差

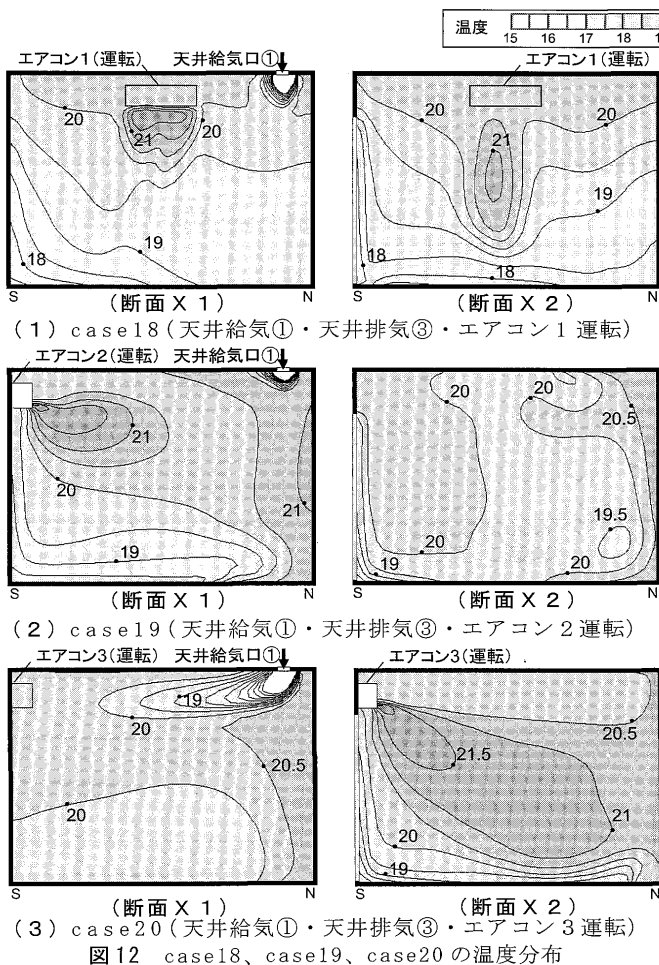


図12 case18、case19、case20の温度分布

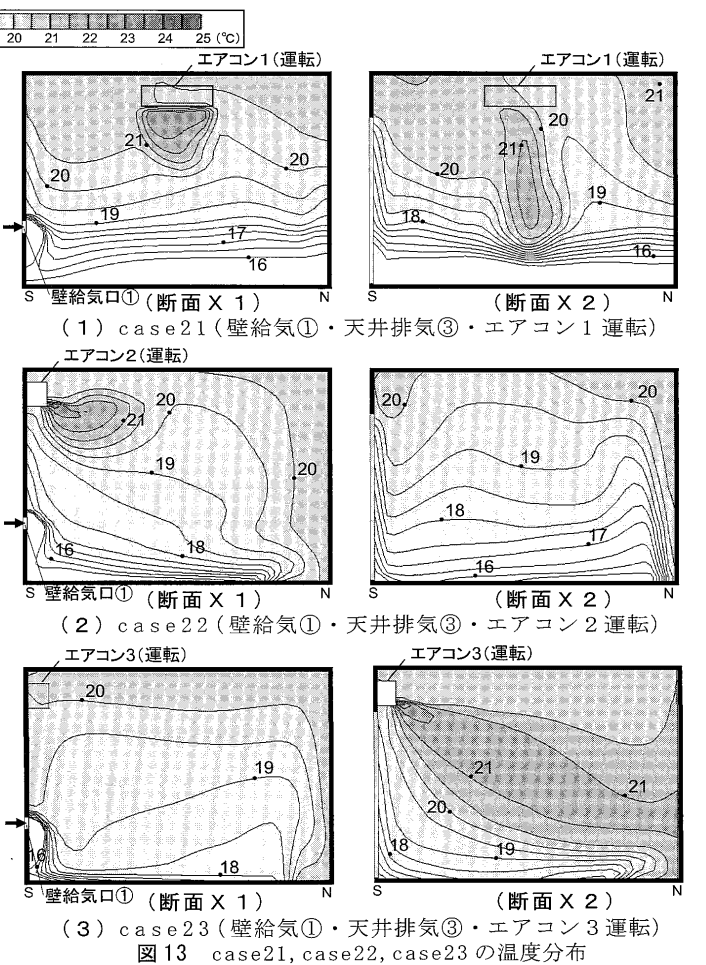


図13 case21、case22、case23の温度分布

する。冬季は給気口まわりの温度分布が問題となることが多いため、給気口付近の温度①と温度⑦の位置で上下温度差を比較する。また、窓面で生じるコールドドラフトの影響を検討するため、温度⑧の測定点により窓際の中心部分の上下温度分布について検討する。給気方式が天井給気の場合、温度①の床上0.1mと1.1mの上下温度差は0.5℃以下となり、温度⑧の床上0.1mと1.1mの上下温度差は2℃以下と小さい。給気方式が壁給気の場合、温度⑦の床上0.1mと1.1mの上下温度差は、エアコン1（西壁中央設置）とエアコン2（南壁西側設置）のケースで3℃以上と大きく、エアコン3（南壁窓上中央設置）のケースでは2℃以下と小さい。温度⑧の床上0.1mと1.1mの上下温度差は、case27（壁給気①、アンダーカット排気、エアコン1）で、窓面のコールドドラフトの影響を受けるため、3℃以上と大きくなる。天井給気の場合、エアコンの設置位置に関係なく窓面や給気口からの冷気による影響が少なく、壁給気の場合、エアコンの設置位置をエアコン3（南壁窓上中央設置）とした場合に、良好な温熱環境となる。

3.2.2 室内の温度分布

図12にcase18、case19、case20の温度分布を、図13にcase21、case22、case23の温度分布を示す。換気方式1（天井給気①、天井排気③）である、case18（エアコン1運転）、case19（エアコン2運転）、case20（エアコン3運転）の室内の温度分布は、どのケースも、給気口付近は15℃以下と低く、居住域は18℃～21℃の範囲に入る。給気方式2（壁給気、天井排気）である、case21（エアコン1運転）、case22（エアコン2運転）、case23（エアコン3）の室内の温度分布は、壁給気口から流れる冷気が床面に流れ込むため、給気口付近は15℃以下となり、給気口高さより低い領域で15℃～18℃の範囲に入る。壁給気の場合で、天井給気と場合を比較すると、上下の温度差が大きくなるため、室内温熱環境は悪化すると考えられる。

4. まとめ

住宅の居室を対象に、換気方式、給排気口の位置、空調（エアコン）の設置位置によって変化する換気効率と室内温熱環境について数値流体解析（CFD）により明らかにした。

- ①エアコン停止時の局所空気交換効率は1.0以下となる領域がエアコン運転時と比較して少ない。エアコン停止時は室内に換気効率の低い領域ができるため、ショートサーキットを考慮し、給気口と排気口の位置関係を検討する必要がある。
- ②エアコン運転時の局所空気交換効率は、換気方式やエアコンの設置位置に関わらず1.0程度の値となり、給気が室内で完全拡散の状態であると考えられる。
- ③エアコン停止時の換気方式4（天井給気、アンダーカット排気）の呼吸域平均局所空気交換効率 $\langle \epsilon_p \rangle$ の結果によると、給気口と排気口の距離は換気効率に影響し、給気口と排気口の位置が離れるほど換気効率は向上する傾向がある。また、給気口と排気口の距離が部屋平面の長辺方向の半分以上を超えると、局所空気交換効率の変化は小さくなる傾向がある。
- ④同時給排気型換気扇の場合では、給気口と排気口の距離は最低が

100 mm以上離して設置する必要がある。

- ⑤本研究では、壁面の給気口は床から625mmの高さに設置しており、壁給気口からの給気の影響により上下温度分布が大きくなる傾向がある。このため、エアコンを窓上に設置した場合と給気方式が天井給気の場合は換気効率が良く、窓面の冷気による影響が小さい換気空調方式となっている。なお、壁給気口の高さを変えると換気効率や上下温度分布は変化する。このため、壁給気口の高さについては今後検討する予定である。

謝辞

本研究の一部は、トステム建材産業振興財団の協力で設立された「住まいの換気委員会（委員長：小峯裕己 千葉工業大学教授）」で実施したものである。関係各位に深く感謝の意を表します。

注

- 注1) 熱貫流率は、外壁（グラスウール100mm）が0.36W/(m²K)、窓（普通ペアガラス）が3.24 W/(m²K)と設定している。表2に示す暖房負荷は、外気温0℃、室温20℃とし、西壁面積9.46 m²、南壁面積を6.56 m²（給気口とエアコン設置部の面積を除く）、窓面積5.0 m²の熱貫流量である。エアコンと給気口の位置によって、各壁面の面積は変化するが、解析caseごとの暖房負荷を揃え、南壁、西壁、窓面に暖房負荷を与えている。
- 注2) 住宅の給気口やエアコン吹出口、同時給排気型換気口は、ルーバーやフィルターが設置され、室内気流と混合する拡散的な吹出口になっていることが多い。本研究では、上下温度分布や室内の換気性状を評価するため、給気口およびエアコン吹出口などの吹出口については、詳細な吹出口の形状を再現せず、風速を与えて計算をしている。このような解析では拡散的な吹出口よりも室内の上下温度分布が形成されるため、安全側の解析であると考えられる。
- 注3) 第三種機械換気では、給気口の高さや建物の隙間の分布によって、給気風量が変わることが知られている。このため、冬季に安定した給気風量を確保する目的として補助的に小型のファンを付いた給気口を設置した住宅もみられる。第三種機械換気方式の給気口の境界条件は、本研究では風速を与えているが、これは、居間の給気排気口とエアコンの位置を系統的に変化させた時の換気効率と給気によって生じた上下温度差を明らかにするためである。第三種機械換気の給気口の高さ等の検討については、次報以降で発表する予定である。
- 注4) 呼吸域の範囲は、床上0.5m～1.8mの範囲とする。コントロールボリュームの中心位置で ϵ_p は定義されるため、平均値はコントロールボリュームの大きさを重みづけた平均値として計算をする。

参考文献

- 1) 国土交通省住宅局建築指導課，国土交通省住宅局住宅生産課，建築研究所，シックハウス対策マニュアル編集委員会，国土交通省国土技術政策総合研究所，国土技術政策総合研究所，日本建築行政会議（編集）：「改正建築基準法に対応した建築物のシックハウス対策マニュアル—建築基準法・住宅性能表示制度の解説及び設計施工マニュアル」，工学図書，2003.11
- 2) 吉野博，勝田高司，村上周三：「各戸型貫通ダクト方式の換気性能に関する実験的研究 集合住宅における換気設備に関する研究第一報」，日本建築学会論文報告集，pp. 81～91，1981.8
- 3) 吉野博，尹星勲，李重勲，和田淳，劉京：「2階機械給排気方式及び床下給気方式についての実験と数値計算：住宅用ハイブリッド換気システムの性能評価に関する研究 その2」，日本建築学会環境系論文集，第591号，pp. 45～52，2005.5
- 4) 佐藤健一，澤地孝男，梅干野晃：「集合住宅用ハイブリッド換気システムの風力換気挙動に関する換気回路網モデルと検証」，日本建築学会環境系論文集，第591号，pp. 15～22，2005.5
- 5) 田島昌樹，澤地孝男，瀬戸裕直，武田仁，村上剛志：「換気回路網計算による住宅の新鮮空気量充足度の評価：集合住宅を対象とした計算」，日本建築学会計画系論文集，第557号，pp. 57～63，2002.7

- 6) 坂口淳, 赤林伸一:「集中換気システムを設置した木造独立住宅の換気効率に関する実測調査:住宅の換気システムに関する研究その1」, 日本建築学会計画系論文集, 第488号, pp.35~42, 1996.10
- 7) 倉渕隆, 栗林知広, 平野剛, 鳥海吉弘, 遠藤智行, 小峯裕己:「建物気密性能を考慮した各種換気システムの性能評価に関する研究;その1系統的シミュレーションによる検討」, 日本建築学会大会学術講演梗概集D-2, pp.703~704, 2005.9
- 8) 倉渕隆, 栗林知広, 平野剛, 鳥海吉弘, 遠藤智行, 小峯裕己:「建物気密性能を考慮した各種換気システムの性能評価に関する研究;その2アンダーカット、2階給気による改善効果」, 日本建築学会大会学術講演梗概集D-2, pp.705~706, 2005.9
- 9) H. Kaji, S. Akabayashi, J. Sakaguchi:「RESEARCH ON AIR-CONDITIONING AND VENTILATION SYSTEMS IN HOUSES」, ABSTRACTS of Indoor Air Quality, Ventilation & Energy Conservation in Buildings, 2007.
- 10) 財団法人 トステム建材産業振興財団, 小峯裕己:「住宅ビルダーのための常時換気設備の選定マニュアル-常時換気設備の正しい選び方」, 2007.7

(2008年1月10日原稿受理, 2008年11月10日採用決定)