

数値流体解析を用いた住宅における効率的な暖冷房・換気手法に関する研究

T02K663A 鍛治 紘子
指導教官 赤林 伸一 教授

1 研究目的

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設置が義務付けられた。また近年、住宅の高断熱、高气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している。住宅を設計する際には地域性や気密性能等を考慮し、適切な換気システムを選定する必要がある。

しかしながら、換気システムを選定する際に、設計者が施主にシェルター性能(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できないのが現状である。そこで、適切な換気システムを選定する為のマニュアルが必要となると考えられる。

本研究では、暖冷房時の換気方式による居室の室内温熱環境の良し悪しや、換気方式毎に変化する換気効率を明らかにし、住宅設計者が良好な室内温熱空気環境を実現できる換気システムの選定を行う為の資料を整備することを目的とする。

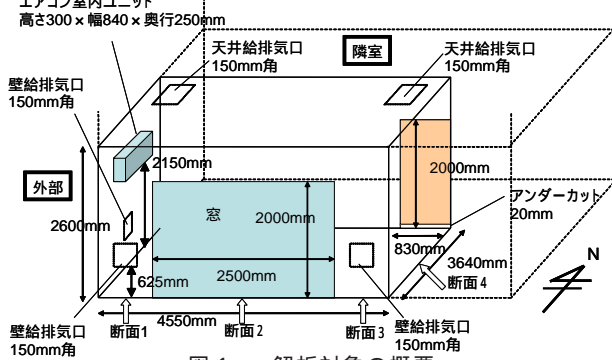


図1 解析対象の概要

表1 解析条件

境界条件	解析条件
壁面境界条件は、風速は一般化対数則、温度は温度対数則 床・天井および、東壁面、北壁面は隣室を想定し、断熱条件で与える。 その他の壁面 窓面負荷 324.0W 西壁面負荷 68.1W 南壁面負荷(窓面を除く) 47.2W	
吹出風速	壁給気・天井給気(換気回数0.5回/h) 吹出風速 = 0.26581m/s, K = 7.07E-04, = 2.94E-04, 温度=0 エアコン吹出(6.55m ³ /min) 下向き45° 吹出風速 = 2.17m/s, K = 4.69E-02, = 3.98E-01, 温度=24.5 エアコン吸込 吸込風速 = 0.722m/s 漏気 南・西壁面上下に設置された幅2cmのクラックより均等に室内へ流入 吹出風速 = 0.018256m/s, K = 3.33E-06, = 7.14E-07, 温度=0 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、自然流入・流出条件とする

* 1 : 空気齢は、外気が室内に供給されてからある点に到達するまでの平均時間であり、短いほど新鮮な外気が供給される。

* 2 : 局所空気交換効率は室内の換気の良否を示す指標で、値が小さいほど換気の効率が良い。

* 3 : 室内呼吸域は床上0.5m ~ 1.8mの範囲

2 研究概要

2.1 解析対象：解析対象の概要を図1に示す。エアコン、給気口、排気口が設置された10畳(16.6m²)の居室を対象とする。南面、西面は外気に面しており、天井及び北面、東面は隣室に面している。

2.2 解析方法：図2に換気方式の概要を、図3にエアコンの設置位置を示す。表1に解析条件を、表2に解析ケースを示す。給気口、排気口の位置とエアコンの位置を変化させた場合の室内温度分布と空気齢*1を用いた換気効率の解析を、汎用流体解析ソフト(STREAM)を用いて行う。

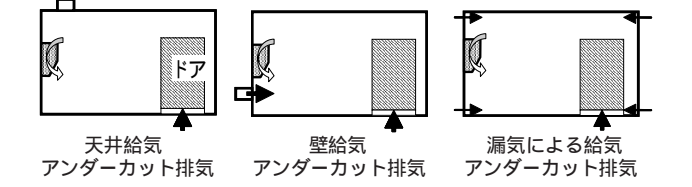
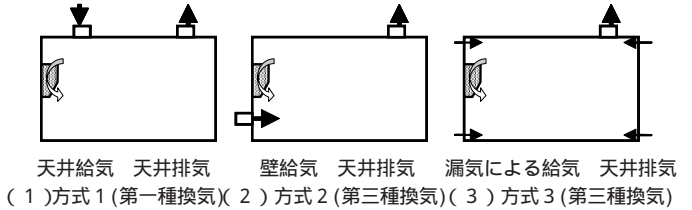


図2 換気方式の概要

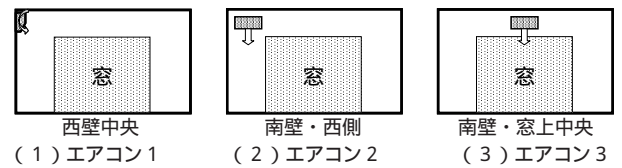


図3 エアコンの設置位置

表2 解析ケース

換気方式	エアコン位置	換気方式	エアコン位置
case1	天井給排気口	case20	天井給排気口
case2	天井給排気口	case21	アンダーカット排気
case3	(第一種換気)	case22	エアコン3
case4	エアコン停止	case23	エアコン停止
case5	壁給排気口	case24	壁給排気口
case6	天井給排気口	case25	アンダーカット排気
case7	エアコン3	case26	エアコン2
case8	(第三種換気)	case27	エアコン3
case9	壁給排気口	case28	エアコン停止
case10	天井給排気口	case29	天井給排気口
case11	エアコン1	case30	アンダーカット排気
case12	(第三種換気)	case31	エアコン2
case13	壁給排気口	case32	エアコン3
case14	天井給排気口	case33	(第一種換気)
case15	エアコン3	case34	壁給排気口
case16	エアコン停止	case35	アンダーカット排気
case17	漏気による給気	case36	エアコン1
case18	天井給排気口	case37	アンダーカット排気
case19	(第三種換気)	case38	エアコン2

3 解析結果

3.1 局所空気交換効率(V_e)^{*2}: 表3に室内呼吸域^{*3}平均 V_e を、図4にcase3、case4の V_e の分布を示す。エアコン運転時の平均 V_e は、全てのケースで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に関係なく、外気が室内で完全拡散している。エアコン停止時の平均 V_e の値はどのケースでも1.0を超えており、エアコン運転時の値より大きくなる。case3の V_e (図4(1))は、ほぼ1.0の値を示し、case4(図4(2))では0.7~1.1の値を示す。天井給気、天井排気を行う換気方式1は、エアコン停止時でも相対的に効率が良いといえる。

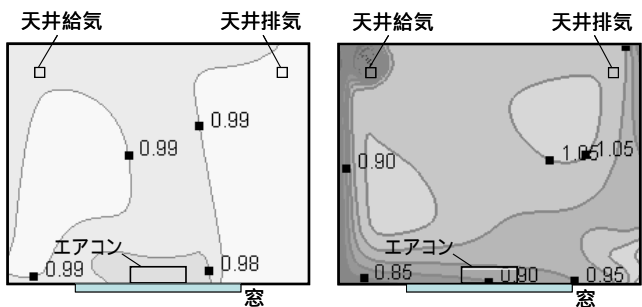
図5に各ケースの V_e の分布の一部を示す。排気位置をドアのアンダーカットとし、アンダーカットから離れた位置から給気するcase23の V_e は0.8~1.1に、case27では0.9~1.2の範囲に入る。アンダーカットに近い位置から給気するcase31の V_e は1.4~1.5に、case35では1.2~1.3の範囲に入り、換気の効率が悪い。給気口と排気口の距離は換気効率に大きく影響し、離れているほど換気効率が良い。

3.2 室内上下温度分布: 表4に窓、給気口付近の上下温度を示す。給気方式が天井給気の場合、窓、給気口付近の上下温度差は2以下と小さく、給気や窓面の冷気による影響が少ない。壁給気の場合、エアコンの位置がエアコン1(西壁中央)とエアコン2(南壁・西側)のケースでは給気口付近の上下温度差が3以上と大きく、エアコン3(窓上中央)のケースでは2以下と小さい。

表3 室内呼吸域平均 V_e 表4 窓、給気口付近の上下温度

室内呼吸域平均 V_e		室内呼吸域平均 V_e		窓付近温度(°C)			給気口付近温度(°C)			
case	V_e	case	V_e	床上0.1m	床上1.1m	温度差	床上0.1m	床上1.1m	温度差	
case1	0.99	case20	1.00	case1	18.6	19.8	1.2	20.0	19.9	0.1
case2	0.99	case21	0.99	case2	19.3	20.2	0.9	20.5	20.9	0.4
case3	0.99	case22	0.98	case3	19.0	20.2	1.2	20.6	20.7	0.1
case4	1.00	case23	1.05	case5	18.0	19.6	1.6	16.7	20.0	3.2
case5	0.98	case24	1.10	case6	17.3	19.5	2.3	15.3	18.5	3.2
case6	0.98	case25	1.02	case7	18.0	19.4	1.4	17.8	19.5	1.7
case7	0.98	case26	0.98	case9	20.2	19.7	0.4	19.6	16.6	3.0
case8	1.04	case27	1.11	case10	17.0	19.4	2.4	15.2	18.4	3.2
case9	0.98	case28	0.97	case11	17.7	19.1	1.4	17.5	19.3	1.8
case10	0.99	case29	0.99	case20	18.3	19.8	1.6	20.0	19.9	0.1
case11	0.99	case30	1.00	case21	18.9	19.9	1.0	20.5	20.9	0.4
case12	1.07	case31	1.39	case22	19.1	20.3	1.3	20.6	20.9	0.2
case13	0.98	case32	1.01	case24	15.2	19.4	4.2	16.9	20.1	3.2
case14	0.98	case33	0.98	case25	17.0	19.6	2.6	15.5	18.7	3.2
case15	0.99	case34	0.99	case26	18.0	19.4	1.4	17.9	19.5	1.7
case16	1.02	case35	1.22	case28	16.7	19.1	2.4	17.7	19.4	1.7
case17	1.04	case36	0.97	case29	19.0	19.7	0.8	19.9	19.7	0.2
case18	0.99	case37	0.99	case30	19.0	19.7	0.8	20.4	20.2	0.1
case19	0.99	case38	0.99							

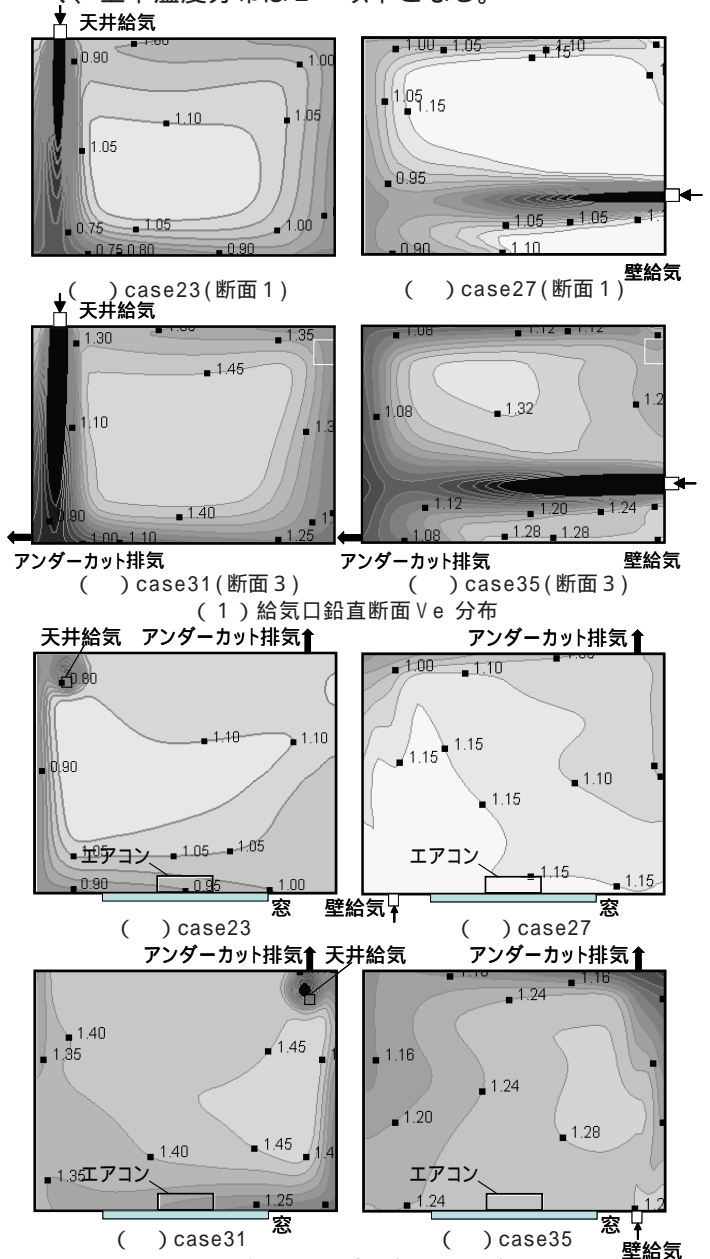
■ エアコン停止 ■■■■■ 床上0.1mと床上1.1mの温度差3以上



(1) case3(エアコン運転時) (2) case4(エアコン停止時)
図4 case3, case4の V_e 分布(床上1.1m)

4 まとめ

エアコン運転時の室内呼吸域局所空気交換効率(V_e)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、外気が室内で完全拡散している。エアコン停止時の室内呼吸域 V_e は、エアコン運転時の約1.0~1.4倍の範囲に入り、換気効率はエアコン運転時と比較して分布が大きく、 V_e の悪い領域が生じる。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が向上する。給気口と排気口の位置が近接する場合には、ショートサーキットを起こし、換気効率は低下する。エアコンの位置が窓上の場合及び給気方式が天井給気の場合に、最も給気や窓面の冷気による影響が少なく、上下温度分布は2以下となる。



(2) 床上1.1m水平断面 V_e 分布
図5 各ケースの V_e 分布(エアコン停止時)