集合住宅の通風性能評価に関する研究

その１　単独の集合住宅を対象としたＣＶＤＨ解析

Study on the Evaluation of Cross Ventilation Performance of an Apartment Houses

正会員　赤林　伸一[1)]　同　坂口　淳[2)]　同　○山口　遵[3)]

AKABAYASHI Shin-ichi,SAKAGUCHI Jun,YAMAGUCHI Jun

自然通風の利用は省エネルギーに有効であるが、集合住宅を対象とした通風性能に関する研究は数が少ないのが現状である。本報では既報[文献6)]で提案した通風デグリアワーを用いて、集合住宅を対象に、開口条件、断熱材の有無を変化させ、$CVDHI_B$、$CVDHI_P$、$CVDHI_T$をそれぞれ算出し、集合住宅における通風性能を明らかにすることを目的とする。集合住宅の$CVDHI_T$は妻側住戸及び最上階で大きくなり、更に断熱性能に影響を受ける。北部の都市に比べ南部の都市で、また累積風速が大きくなる都市で$CVDHI_T$が大きくなることが明らかになった。

Cross Ventilation Degree Hour of Indoor ,$CVDHI_B$,$CVDHI_P$,$CVDHI_T$

室内通風デグリアワー　$CVDHI_B$　$CVDHI_P$　$CVDHI_T$

1 研究目的

日本古来の環境調整技術である自然通風を夏季に利用することは、省エネルギーを図りつつ室内温熱環境の改善に有効である。自然通風は様々な要素、条件に大きく影響を受ける。また近年集合住宅の建設が増加し、その需要は今後も見込まれるものと考えられる。しかし、集合住宅を対象とした通風性能の定量的評価に関する研究は数が少ないのが現状である。

本研究では、集合住宅モデルを対象に開口条件、断熱材の有無を変化させた場合の集合住宅の通風性能を室内通風デグリアワー(CVDHI)を用いて明らかにすることを目的とする。

2 研究目的

2.1　解析条件

図１に集合住宅の外観パースと住戸番号を、図２に各caseの解析対象集合住宅モデルの平面図を、表１に集合住宅のCFD解析条件とシェルター性能を、表２に全国11都市の非暖房期間を、図３に４都市における非暖房期間の風向別累積風速を示す。

解析対象住宅は各階４住戸４階建ての片廊下型板状タイプの集合住宅とする。case01では妻部分の窓を閉鎖、csae02では開放し、更に断熱材の有無を変化させる。対象地域は札幌、仙台、東京、名古屋、新潟、京都、大阪、神戸、広島、高知、福岡の11都市とする。

2.2　解析方法

図４に室内通風デグリアワーの算出方法の概要を示す。

室内外気流分布は、標準ｋ－εモデルを用いた数値流体解析手法(CFD2000)により行う。基準風速高さは地上6.5mとし、基準風速は３m/sとする。気象データには、日本建築学会拡張アメダス気象データ(標準年)を用い、熱負荷シミュレーションソフトTRNSYSによりcase毎に熱負荷計算を行い、室温、MRT、湿度を算出する。

最初に窓閉鎖時(換気回数0.5回/h)のSET*③の時間変化を計算する。次にSET*③において快適範囲の上限であるSET*が26℃を超えている時刻を対象に、窓開放

1) 新潟大学大学院自然科学研究科　教授　工学博士
2) 県立新潟女子短期大学　准教授　博士（工学）
3) 新潟大学大学院自然科学研究科　大学院生

1)Prof.,Division of Science and Technology,Graduate Scool of Niigata Univ.,Dr.Eng.
2)Assoc. Prof.,Dept.of Human Life and Environmental Science,Niigata Woman's College,Dr.Eng
3)Graduate Student,Division of Science and Technology,Graduate School of Niigata Univ

時の実風速データによる室内気流速度と換気回数を与えたSET*①を算出し、SET*が26℃を下回る範囲を抽出する。快適範囲の下限値のSET*を23℃として、算出された換気回数を与え、気流速度を0.3m/sとした時のSET*②を計算し、SET*③とSET*②との差を非暖房期間の非就寝時(6～23時)で積算した値を$CVDHI_B$と定義する。またSET*②とSET*①との差を非暖房期間の非就寝時で積算した値を$CVDHI_P$と定義する。$CVDHI_B$と$CVDHI_P$の合計した値を$CVDHI_T$と定義する。

定義より$CVDHI_B$は日射の影響を受ける室内において、通風により室内の熱を屋外に排出する排熱効果を示し、$CVDHI_P$は通風によって生じる可感気流による体感温度低下の効果を示す。$CVDHI_T$は室内に滞在する人体に対する通風による室温及び体感温度の低下効果を評価する指標である。

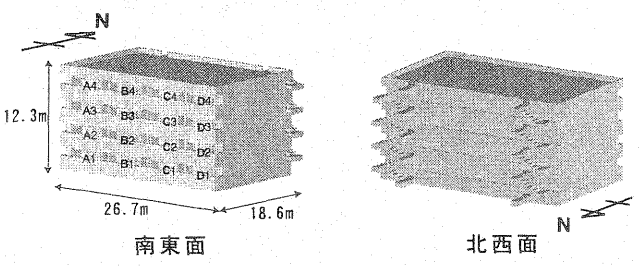


図1 集合住宅モデルの外観パースと住戸番号

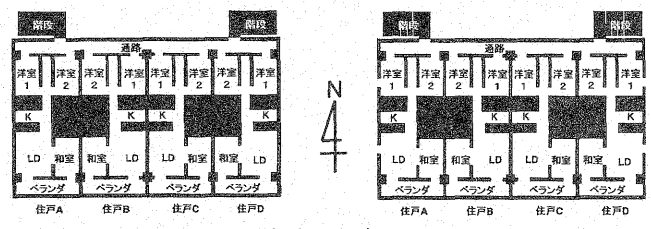


図2 対象住宅モデルの平面図

表1 集合住宅モデルのCFD解析条件とシェルター性能

建蔽率	0%(周囲に建物がない)
解析風向数	9風向
数値解析領域	129(x)×102(y)×58(z)
室内解析メッシュ	89(x)×62(y)×44(z)
総延べ床面積	1793.16㎡ (各住戸のベランダ、共用廊下、共用階段含む、屋上含まない)
各住戸の開口面積	妻側住戸:7.02㎡ 内側住戸:5.40㎡(窓の開く最大面積)
各住戸の居室床面積	57.24㎡(ベランダ含まない)
境界条件	流入:1/4乗速(基準高さ6.5m、風速3.0m/s)
	自由流出
乱流モデル	標準k-εモデル

壁名称	断熱材なしの構成材	熱貫流率[W/(㎡·K)]
外壁	石膏ボード・コンクリート	3.142
屋根	石膏ボード・コンクリート	2.427
1F床	コンクリート・合板	2.340
スラブ	石膏ボード・コンクリート・合板	2.075
内壁	石膏ボード・コンクリート・石膏ボード	2.682
間仕切り	石膏ボード	4.955
窓	ガラス	5.800
壁名称	断熱材ありの構成材	熱貫流率[W/(㎡·K)]
外壁	石膏ボード・コンクリート・発泡ポリスチレン・モルタル	0.635
屋根	石膏ボード・コンクリート・発泡ポリスチレン・モルタル	0.454
1F床	発泡ポリスチレン・コンクリート・合板	0.453
スラブ	石膏ボード・コンクリート・合板	2.075
内壁	石膏ボード・コンクリート・石膏ボード	2.682
間仕切り	石膏ボード	4.955
窓	ガラス	5.800

断熱材なし		断熱材あり	
住戸番号	熱損失係数[W/(㎡·K)]	住戸番号	熱損失係数[W/(㎡·K)]
A1 D1	4.41	A1 D1	1.78
B1 C1	3.63	B1 C1	1.42
A2 D2 A3 D3	2.07	A2 D2 A3 D3	1.32
B2 C2 B3 C3	1.29	B2 C2 B3 C3	0.97
A4 D4	4.49	A4 D4	1.78
B4 C4	3.72	B4 C4	1.42

3 解析結果

3.1 居住域*1平均$CVDHI_T$

図5にcase01・断熱材無しの場合の全国11都市の集合住宅3Fの各住戸の平均CVDHIを示す。

全ての地域で$CVDHI_B$に比べ$CVDHI_P$の値が小さく、$CVDHI_T$対する$CVDHI_P$の割合はどの地域でも概ね20～40%となる。$CVDHI_T$は札幌や仙台などの北部の都市では小さく、福岡などの南部の都市で大きい。また累積風速の小さい高知の$CVDHI_T$が小さい。

いずれの地域でも中間住戸(住戸B, C)に比べ、妻側住戸(住戸A, D)の$CVDHI_T$が大きい。これは妻側住戸では日射の影響を受け、窓閉鎖時の室温が上昇することが原因と考えられる。またほとんどの都市で住戸Dの$CVDHI_T$が最も大きいが、累積風速の主方向が西の神戸では住戸Aの$CVDHI_T$が最も大きい。

表2 全国11都市の非暖房期間

都市	期間始日	期間終日	日数
札幌	6月26日	9月10日	76
仙台	6月12日	9月25日	105
東京	5月7日	10月12日	158
名古屋	5月7日	10月13日	159
新潟	5月29日	10月2日	126
京都	5月8日	10月13日	158
大阪	5月6日	10月10日	157
神戸	5月8日	10月18日	163
広島	5月7日	10月5日	151
高知	5月15日	10月19日	157
福岡	5月8日	11月7日	183

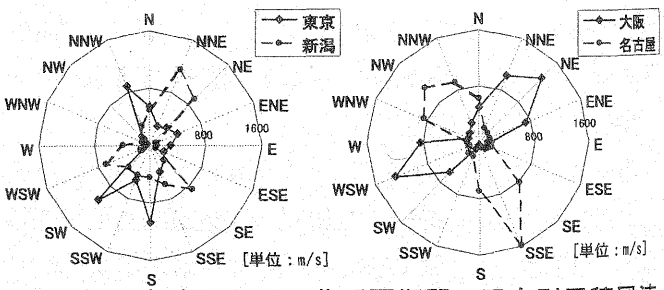


図3 4都市における非暖房期間の風向別累積風速

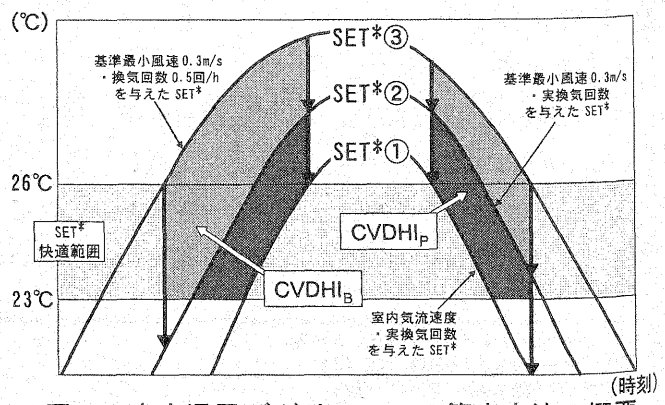


図4 室内通風デグリアワーの算出方法の概要

3.2 $CVDHI_T$の分布*2

図6～13に新潟及び東京の各case、断熱材の有無による各階の$CVDHI_T$の分布を示す。

$CVDHI_T$は全ての条件で下階に比べ上階で大きい。これは上階は下階に比べ風速が速くなることや日射の影響を受け室温が上昇する事が原因と考えられる。

新潟では断熱材を設置することで$CVDHI_T$が小さくなる。これは断熱材を設置することで室内の温度上昇が抑えられるためと考えられる。また東京では断熱材を設置することで$CVDHI_T$が大きくなる住戸が見られる。これは断熱材無しの場合には、窓開放時に室内のSET*が快適範囲を越え、$CVDHI_T$の算定から除かれた時間があり、それが断熱材を設置することで室温上昇が抑えられ、室内のSET*が快適範囲内に入ることが原因と考えられる。

case01とcase02を比較すると、新潟、東京共に住戸

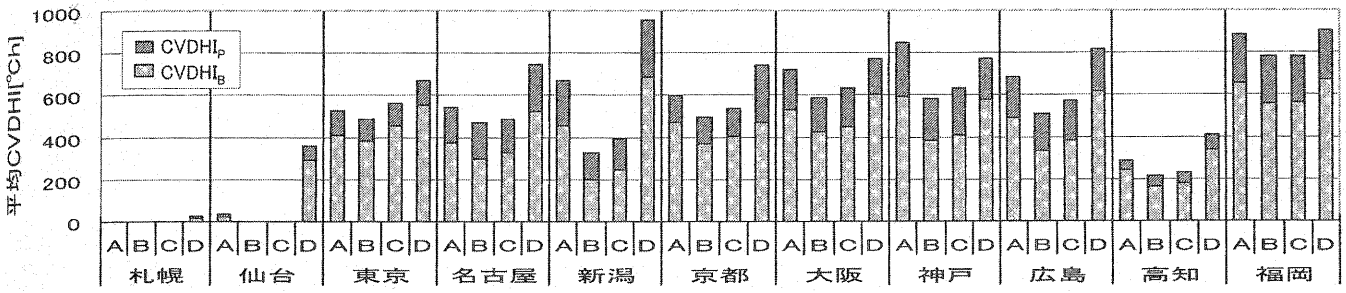


図5　全国11都市の集合住宅3Fの各住戸平均CVDHI（case01・断熱材無し）

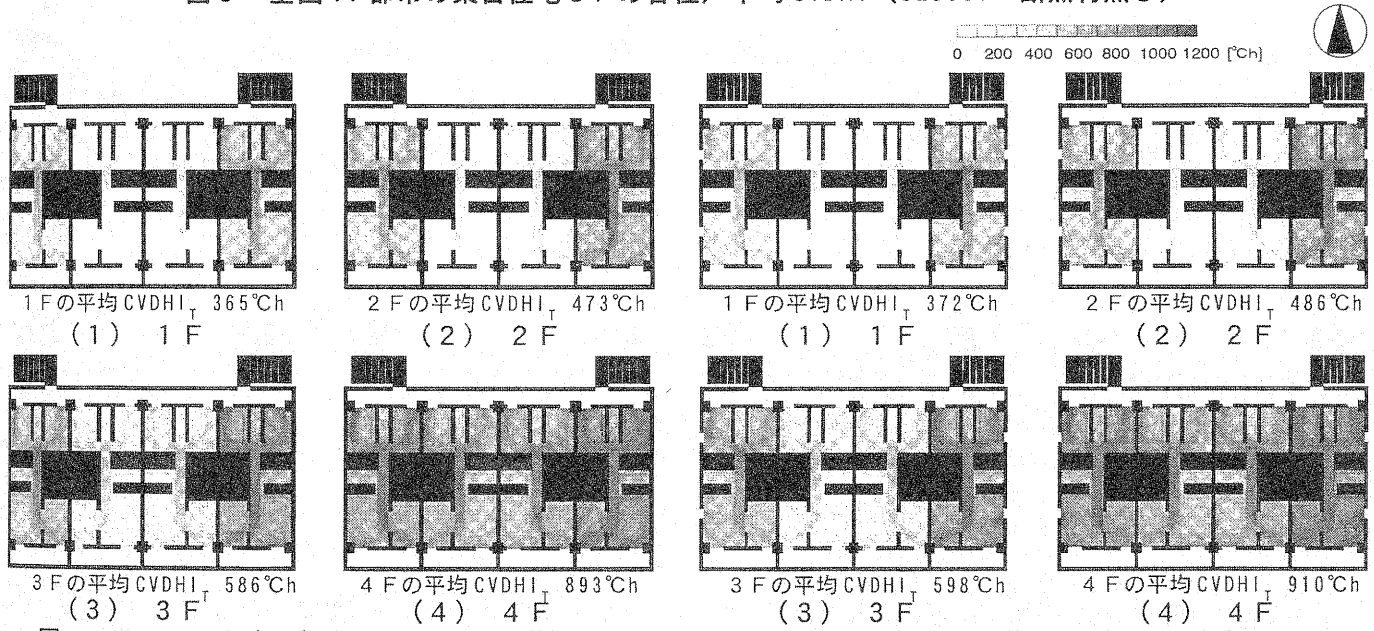


図6　$CVDHI_T$の分布.（新潟・case01・断熱材無し）

図8　$CVDHI_T$の分布（新潟・case02・断熱材無し）

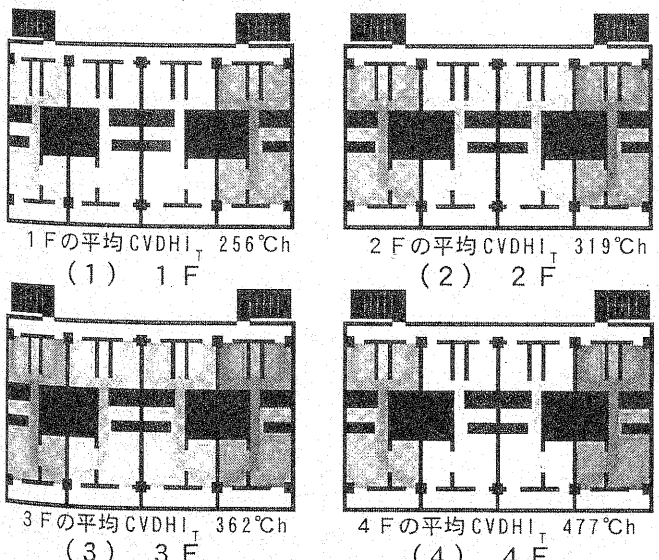


図7　$CVDHI_T$の分布（新潟・case01・断熱材有り）

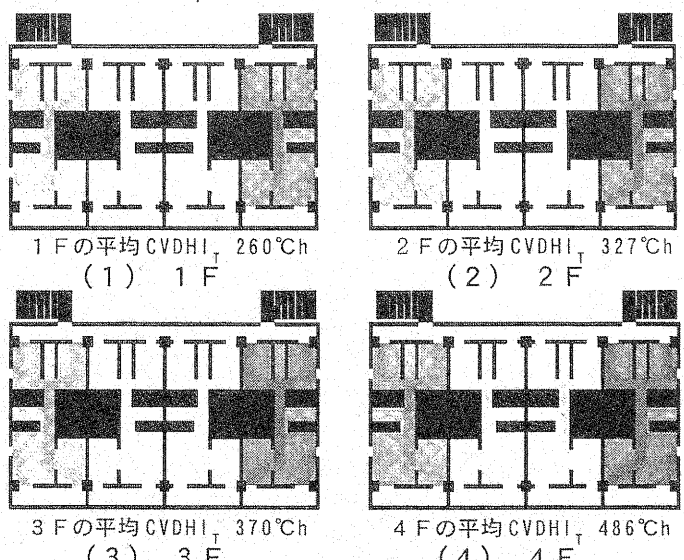


図9　$CVDHI_T$の分布（新潟・case02・断熱材有り）

B、CではCVDHI$_T$はほぼ同等となるが、住戸A、Dではcase02の妻側開口部付近でCVDHI$_T$が大きい。これは妻部分の窓を開放したことで通風性能が良くなったことが原因と考えられる。

住戸内においてはCVDHI$_T$は風速の速くなる開口部及び通気輪道付近で大きい。

4 結論

①CVDHI$_T$は北部の都市に比べ南部の都市で大きくなる傾向が見られる。

②累積風速の主風向や頻度によってCVDHI$_T$は変化する。

③CVDHI$_T$は下階に比べ上階で大きく、中間住戸に比べ妻側住戸で大きくなる。

④断熱性能が通風性能に影響を与えることが明らかとなった。

⑤妻側住戸では開口部を増やすことでCVDHI$_T$を大きくすることができる。

⑥室内のCVDHI$_T$は風速の速くなる開口部及び通気輪道付近で大きくなる。

⑦集合住宅では地域、住戸位置によって通風性能は大きく異なるため、その地域、住戸位置に配慮した通風計画が必要であると考えられる。

＊1）居住域とは床上0.5m～1.5mの空間平均の値である。

＊2）CVDHI$_T$の分布は床上0.5m～1.5mの平均値の分布である。

【参考文献】
1)赤林·坂口·富永他 「戸建住宅を対象とした通風時の室内温熱環境に関する研究その1～3」 日本建築学会北陸支部研究報告集、 2001年
2)赤林・佐々木・坂口他 「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究その1～4」 日本建築学会大会学術講演梗概集、 2002年
3)赤林・富永・坂口他 「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究その5～8」 日本建築学会大会学術講演梗概集、 2003年
4)赤林・佐々木・坂口他 「戸建住宅を対象とした夏季の室内温熱環境・冷房負荷に関する数値解析」 日本建築学会大会学術講演梗概集、 2001年
5)赤林・佐々木・坂口他 「通風性能評価手法に関する研究」 日本建築学会環境系論文集 No.568、 2003年
6)赤林・坂口・細野・久保 「戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究その15,16」 日本建築学会大会学術講演梗概集、 2007年

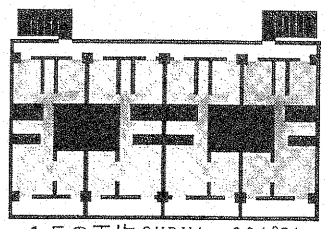


図10 CVDHI$_T$の分布（東京・case01・断熱材無し）

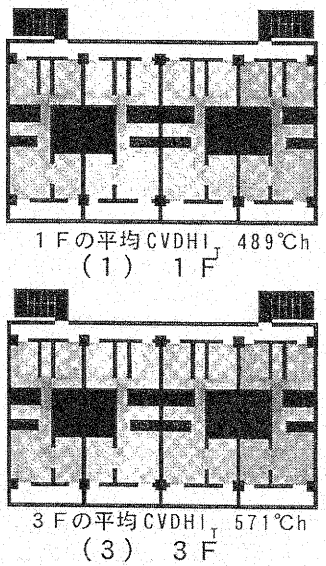


図11 CVDHI$_T$の分布（東京・case01・断熱材有り）

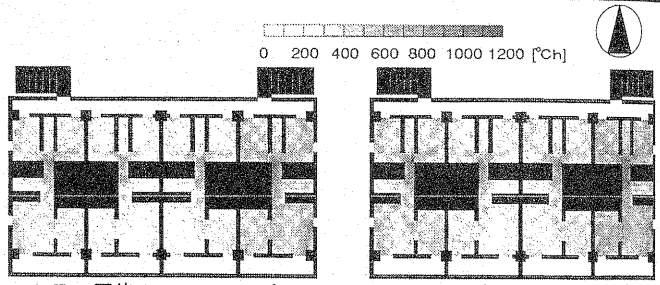


図12 CVDHI$_T$の分布（東京・case02・断熱材無し）

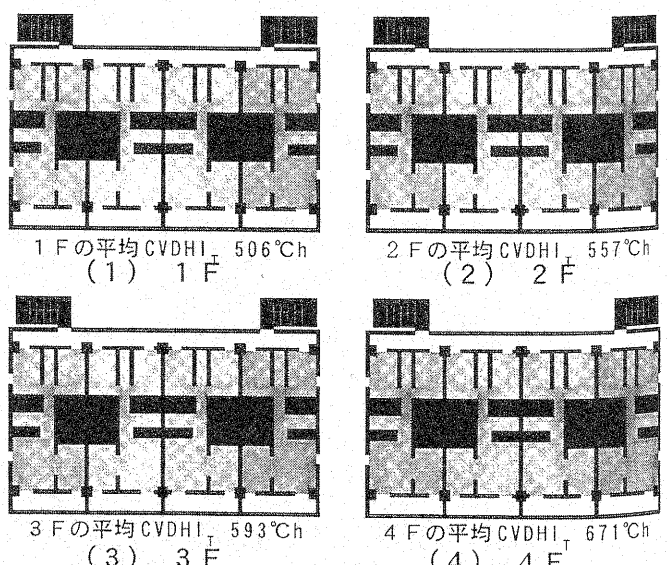


図13 CVDHI$_T$の分布（東京・case02・断熱材有り）