

戸建住宅を対象とした通風性能評価手法に関する研究  
その4 室内気流分布を考慮した通風性能評価手法の提案

Study on Evaluation of Cross Ventilated Detached House

Part4 The Evaluation method of Cross Ventilation take account of Indoor Air Flow Distribution

正会員 ○坂口 淳(新潟大学)

正会員 赤林 伸一(新潟大学)

Jun SAKAGUCHI\*1

Shin-ichi AKABAYASHI\*2

\*1 Niigata Women's College \*2 Niigata University

**Synopsis:** In this study, cross ventilation efficiency was evaluated by the multi zone network airflow simulation and the CFD. The cross ventilation efficiency was evaluated by the change of sensible temperature, effect of the indoor air flow. The results is as follows: (1) It is possible to evaluate the cross ventilation efficiency by CVDHI when the opening windows condition was changed. (2) Indoor air temperature decline by the cross ventilation is higher than the effect by the decline of the sensible temperature.

1 はじめに

通風による効果は、立地条件・地域条件・建物条件に大きな影響を受けるが、これらの条件を考慮して通風性能を定量的に評価している例は極めて少ない。

本報(その4)では既に提案している屋外通風デグリアワー (Cross Ventilation Degree Hour of Outdoor: CVDHO) <sup>1)</sup>を元に、室内通風デグリアワー (Cross Ventilation Degree Hour of Indoor: CVDHI) を提案することを目的とする。CVDHIは2つの要素に分けられ

る。1つは通風を行い外気を導入することによる室温低下の効果で、これをCVDHI<sub>B</sub>とする。もう1つは室内気流速度による体感温度低下の効果で、これをCVDHI<sub>P</sub>とする。両者を足した値をCVDHI<sub>T</sub>として、通風性能の定量的評価指標を提案する。さらに、標準住宅モデルを対象にCVDHIを用いて開口条件が変化した場合の通風性能

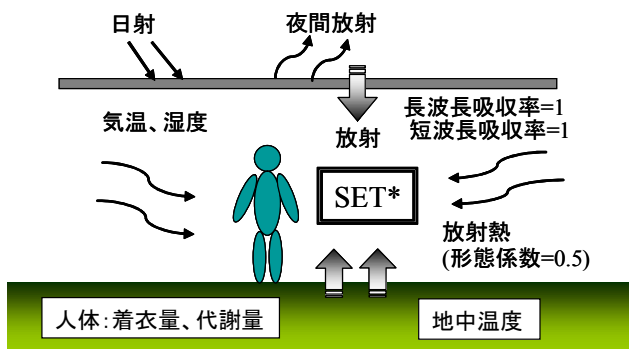


図1 屋外において人体が受ける外的要因

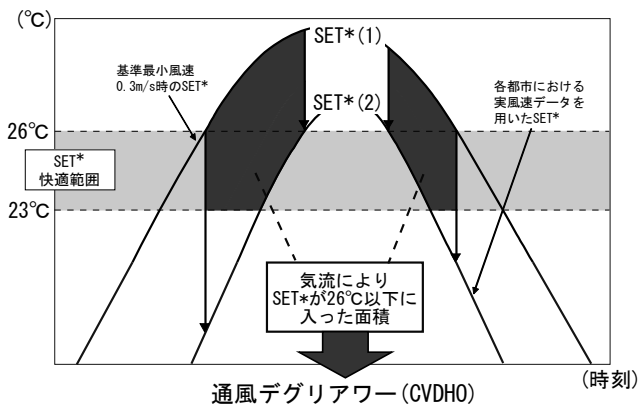


図2 通風デグリアワー (CVDHO) の概念

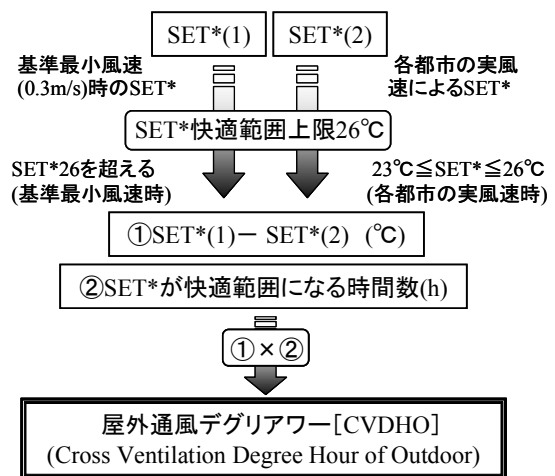


図3 通風デグリアワー (CVDHO) の解析フロー

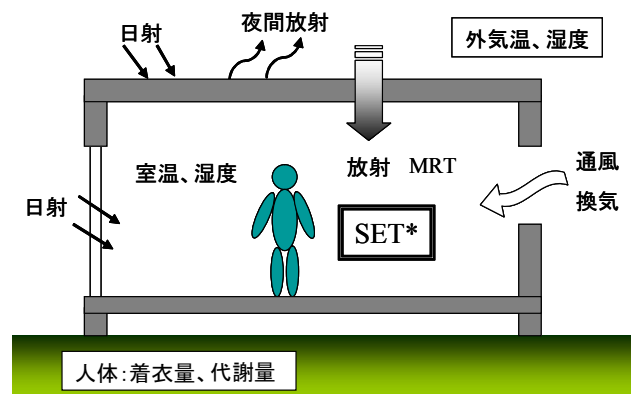


図4 室内において人体が受ける外的要因

を定量的に評価し、効果的な通風を得るための開口条件を明らかにする。

## 2 室内における通風性能評価指標の提案

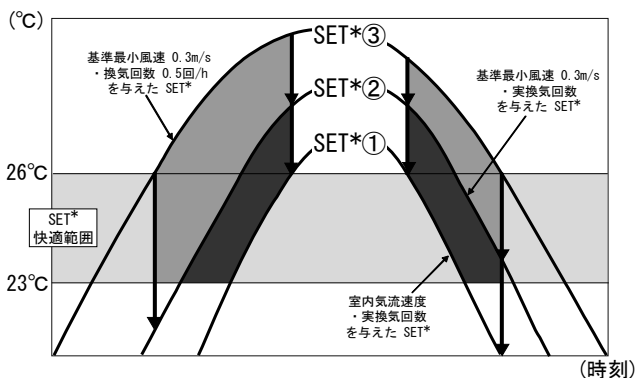
### 2.1 屋外通風デグリアワーの定義 (CVDH0)

図1に半閉鎖空間(屋根のみ設置し、風は自由に吹き抜ける)において人体が受ける外的要因を、図2に屋外における通風性能評価指標(屋外通風デグリアワー:CVDH0)の概念を、図3にCVDH0の解析フローを示す。

SET\*を算出する際の風速値は、人体周辺の熱対流を考慮し、最小風速を0.3m/s、最大風速を3.0m/sとする。CVDH0は非暖房期間の非就寝時に、基準最小風速(0.3m/s)時の1時間毎のSET\*(1)を計算し、快適範囲の上限であるSET\*が26°Cを超えている時間を対象に、各地域の実風速データから算出されたSET\*(2)と比較し、下限値のSET\*を23°Cとして時間数にSET\*差(SET\*(1)-SET\*(2))を乗じて算出する。すなわち、CVDH0はそれぞれの地域において、SET\*が26°Cを超えている時間に気流のみの影響により人の体感温度をどの程度低下させるかを示す指標である。CVDH0の値によりそれぞれの地域が持っている通風による体感温度低下のポテンシャルを評価することができる。

表1 室内通風デグリアワー(CVDHI)の解析条件

気象データ	拡張アメダス気象データ (1時間毎の風速、気温、湿度、日射等)
SET*算出時の室内気流速度	最小0.3m/s、最大3.0m/s
着衣量	0.5clo(7~9月)
	1.0clo(12~2月)
代謝量	0.75clo(3~6、10、11月)
代謝量	1Met
非暖房期間	日平均気温:18°C以上
非就寝時	6~23時



SET\*①: 窓開放(算出された換気回数を与える), 算出された室内気流速度  
 SET\*②: 窓開放(算出された換気回数を与える), 基準最小風速0.3m/s時  
 SET\*③: 窓閉鎖(換気回数0.5回/hを与える), 基準最小風速0.3m/s時  
 室内CVDH: SET\*③が26°C以上, SET\*①が26°C以下のとき23°Cまでを積算。  
 平均室内CVDHは床上0.5m~1.5mの居住域を原則とする。

図5 室内通風デグリアワー(CVDHI)の概念

### 2.2 室内における通風性能評価指標の提案

図4に室内において人体が受ける外的要因を、図5に屋外通風デグリアワーを元に新たに提案する室内における通風性能評価指標(室内通風デグリアワー:CVDHI)の概念を、図6にCVDHIの解析フローを、表1にCVDHIの解析条件を示す。

まず窓閉鎖時(換気回数0.5回/h)のSET\*③の時間変化を計算し、次に快適範囲の上限であるSET\*が26°Cを超えている時刻を対象に、窓開放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\*①が26°Cを下回る範囲を抽出する。快適範囲の下限値のSET\*を23°Cとして、窓開放(算出された換気回数を与える)、基準最小風速(0.3m/s)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で積算した値をCVDHI<sub>B</sub>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<sub>P</sub>と定義する。CVDHI<sub>B</sub>とCVDHI<sub>P</sub>とを足し合わせたものをCVDHI<sub>T</sub>と定義する。定義より、CVDHI<sub>B</sub>は日射等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<sub>P</sub>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指標である。

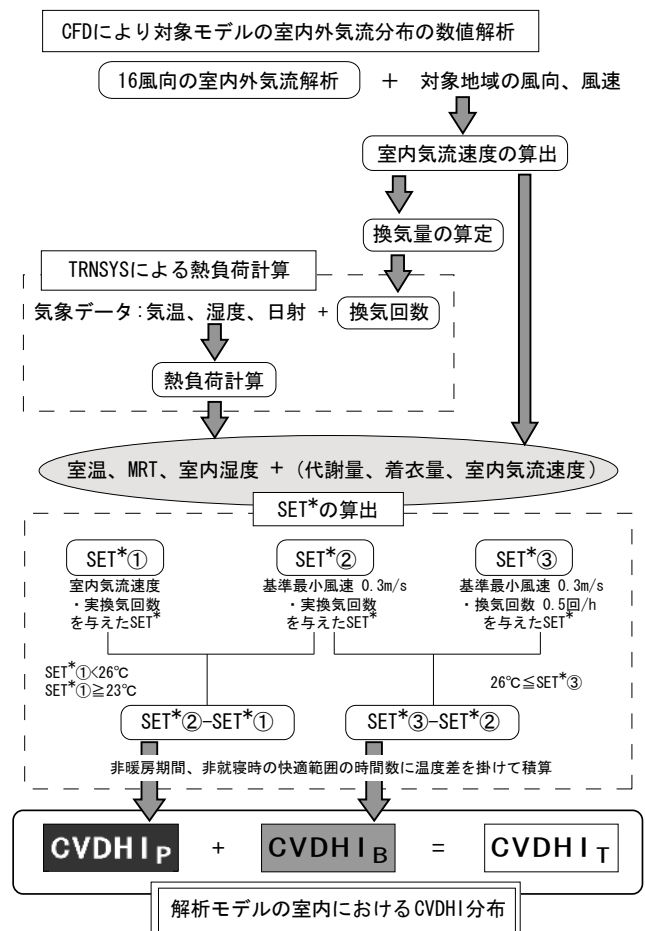


図6 室内通風デグリアワー(CVDHI)の解析フロー

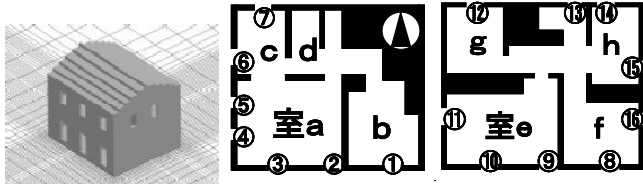
### 3 解析概要

#### 3.1 解析条件

図7に解析対象モデルを示す。対象住宅は日本建築学会標準住宅モデルとする。図8に対象地域である新潟の非暖房期間の風向頻度と累積風速の風向頻度を示す。表2に解析モデルの概要を示す。解析モデルは次世代省エネ基準Ⅳ地域の断熱性能を満足する住宅である。解析ケースを表3に示す。case00は全窓を開放、case10は窓③⑥⑩⑬を閉鎖した場合である。

#### 3.2 解析方法

室内外気流解析は、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により熱負荷計算を行い、室温、MRT、湿度を算出する。非暖房期間において、窓閉鎖時(換気回数0.5回/h、室内気流速度0.3m/s)、窓開放時①(CFDにより算出された換気回数、室内気流速度0.3m/s)、窓開放時②(算出された換気回数、算出された室内気流速度)のSET\*を計算し、CVDHI<sub>B</sub>、CVDHI<sub>P</sub>、CVDHI<sub>T</sub>を算出し、これらの値を比較・検討する。



○数字は開口位置を示す  
(1) モデル外観 (2) 1F平面 (3) 2F平面  
図7 解析対象住宅モデル

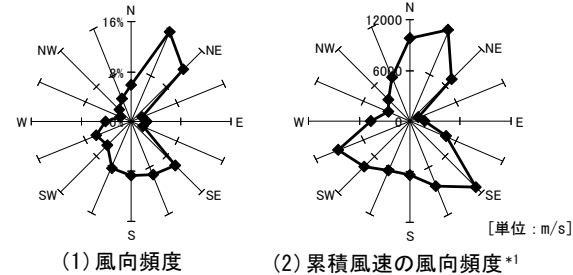


図8 新潟市における非暖房期間の屋外気流性状

表2 解析モデルの概要

建築率	0% (周囲に建物がない)	
風向	16風向	
数値解析領域	77(x) × 70(y) × 41(z)	
室内解析メッシュ	41(x) × 34(y) × 23(z)	
延べ床面積(m <sup>2</sup> )	112.8	
総開口面積(m <sup>2</sup> )	15.0	
居室部分床面積(m <sup>2</sup> )	69.2	
境界条件	流入: 1/4乗速(基準高さ6.5m、風速3.0m/s)	
乱流モデル	標準k-εモデル	
構成材		
外壁	石膏ボード・ネオマフォーム・合板・モルタル	0.408
屋根	石膏ボード・セルローズファイバー・合板・スレート	0.209
1F床	合板・グラスウール	0.337
2F床	カーペット・合板・石膏ボード	1.910
内壁	石膏ボード	2.287
窓	ガラス	5.800
		1.97

### 4 解析結果

#### 4.1 非暖房期間・非就寝時における平均CVDHI<sub>P</sub>および平均CVDHI<sub>B</sub>と累積換気回数の関係(図9)

平均CVDHI<sub>P</sub>、平均CVDHI<sub>B</sub>は床上0.5~1.5mの各階空間平均の値である。平均CVDHI<sub>P</sub>と累積換気回数の寄与率は0.63、平均CVDHI<sub>B</sub>と累積換気回数の寄与率は0.77となり、平均CVDHI<sub>B</sub>と累積換気回数の関係の方が相関が高い。

#### 4.2 平均CVDHI<sub>P</sub>と平均CVDHI<sub>B</sub>の関係(図10)

平均CVDHI<sub>P</sub>と平均CVDHI<sub>B</sub>の相関は高く、寄与率は0.93となる。

#### 4.3 CVDHI分布(図11、12)

CVDHIの分布を図11、図12に示す。CVDHI分布は床上0.5~1.5mの平均値の分布である。CVDHI<sub>B</sub>、CVDHI<sub>P</sub>共に窓開口部付近と開口部をつなぐ通気輪道付近、

表3 解析ケース

	閉鎖窓		閉鎖窓
case00	なし	case10	③⑥⑩⑬
case01	①⑩	case11	③④⑩⑬
case02	②⑧	case12	③⑦⑩⑬
case03	③⑨	case13	③⑤⑩⑬
case04	④⑪	case14	④⑤⑩⑬
case05	⑤⑫	case15	②④⑨⑬
case06	⑥⑬	case16	②⑤⑨⑬
case07	⑦⑭	case17	②⑥⑨⑬
case08	①⑮	case18	④⑥⑨⑬
case09	①⑯	case19	⑤⑥⑬⑭
		case20	②③⑬⑮

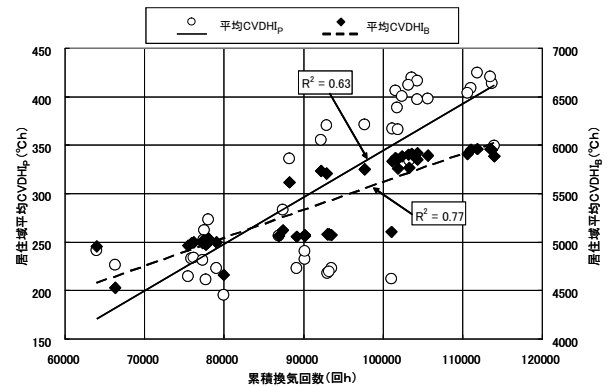


図9 非暖房期間、非就寝時における平均CVDHI<sub>P</sub>および平均CVDHI<sub>B</sub>と累積換気回数の関係

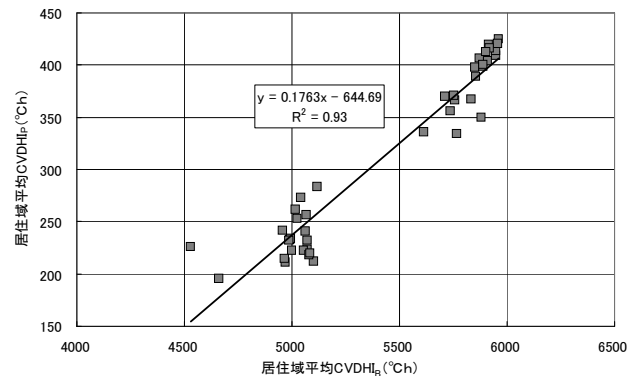


図10 平均CVDHI<sub>P</sub>と平均CVDHI<sub>B</sub>の関係

間仕切り開口部付近で値が大きくなる。case10では室a、室eで窓③⑩を閉鎖したため、両部屋とも循環流が発生し、CVDHI<sub>p</sub>の値が大きくなる。平均CVDHI<sub>T</sub>に対する平均CVDHI<sub>p</sub>の割合はcase00では、1Fで約4.0%、2Fで約5.1%。case10では、1Fで約5.6%、2Fで約6.6%で2Fの方が若干高い。

## 5 まとめ

本報では屋外の通風性能評価手法である通風デグリアワー(CVDH0)を元に、新たに通風を行い外気を導入することによる室温低下を評価したCVDHI<sub>B</sub>と、室内気流のみによる体感温度の低下を評価したCVDHI<sub>p</sub>と、両者を足し合わせたCVDHI<sub>T</sub>を新たに提案した。さらに、CVDHI(CVDHI<sub>B</sub>、CVDHI<sub>p</sub>、CVDHI<sub>T</sub>)を用いて標準住宅モデルを対象に、開口条件が変化した場合の通風性能を定量的に評価した。まとめは以下の通りである。

(1) CVDHIを用いることにより、建物の形状や開口条件

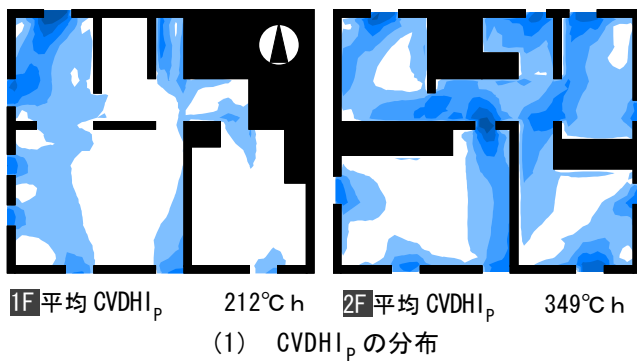


図 11 case00 の CVDHI 分布

が変化した場合の通風性能を定量的に評価することは可能である。

- (2) 平均CVDHI<sub>p</sub>より平均CVDHI<sub>B</sub>の方が累積換気回数との相関が高い。
- (3) 平均CVDHI<sub>p</sub>と平均CVDHI<sub>B</sub>の相関は高く寄与率は0.93となる。
- (4) 平均CVDHI<sub>T</sub>に対するCVDHI<sub>p</sub>の割合はcase00、case10では4~7%である。
- (5) 通風の効果は外気を導入することによる室温低下が殆ど、気流による体感温度の低下は相対的に少ない。

## 【参考文献】

- 1) 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
- 2) 坂口・赤林「戸建住宅を対象とした通風性能評価手法に関する研究 その1」空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, 2004年
- 3) 坂口・赤林「戸建住宅を対象とした通風性能評価手法に関する研究 その2」空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, 2005年

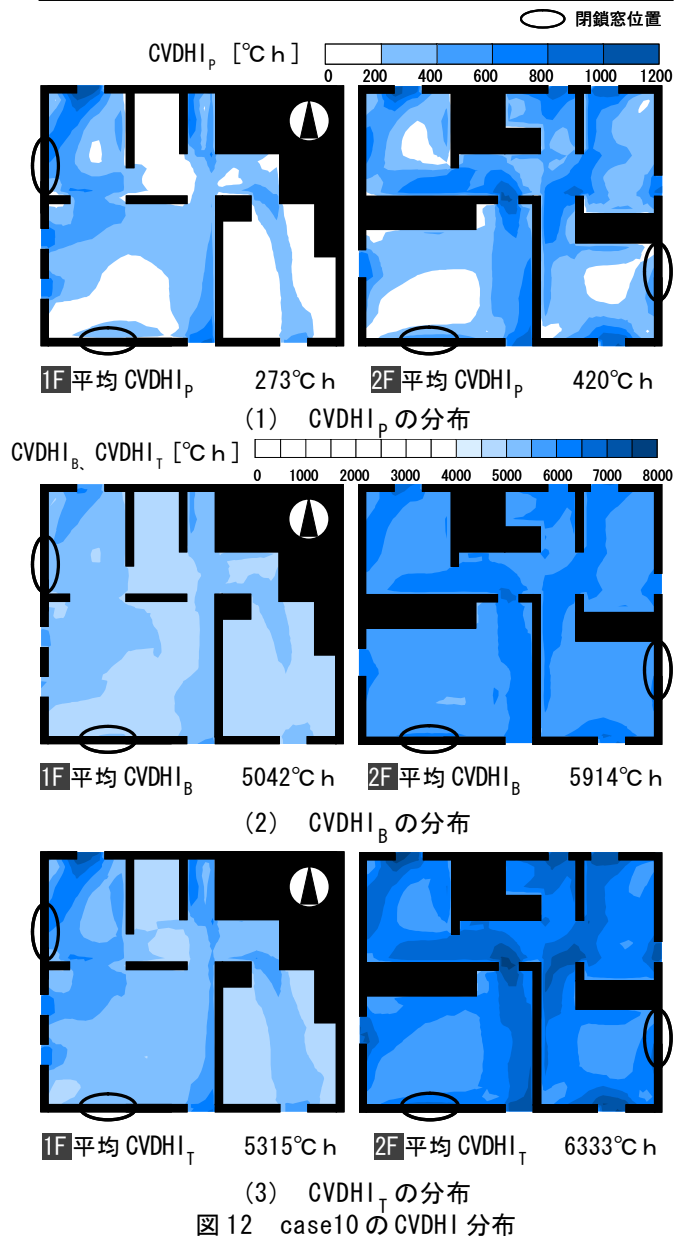


図 12 case10 の CVDHI 分布