

地域の気候情報に基づく戸建住宅の通風可能性評価に関する研究

竹本 優貴^{1*}・竹林 英樹^{1*}

¹ 工学研究科建築学専攻

キーワード： 戸建住宅、自然通風、CFD、換気回数、住宅団地

単純住宅モデルを用いた住宅団地モデルを対象として、CFD シミュレーションを実施し、角地などの立地条件が住宅の通風性能に及ぼす影響を考察した。北、南の風向の場合、風上側と風下側で換気回数の差が大きくなった。北東、北西など住宅団地に対して風向が45度の場合、風上側の角地の換気回数が最も大きくなった。西、東の風向の場合、開口面積の大きい南側開口が道路に面しているため、南側の住宅の換気回数が大きくなった。隣棟間隔を大きくするか、雁行配置にすると、整列配置の場合に生じていた風上側と風下側の住宅間の換気回数の差が小さくなった。従来の配置形態では南側と北側の住宅間の換気回数に大きな差が生じるが、隣棟間隔を広くするか、雁行配置にすると、住宅団地全体の通風状態が改善される。

1. はじめに

自然環境との親和性や省エネルギーを意識したライフスタイルを志向する居住者にとって住宅周辺の微気候を有効に活用した環境改善は魅力的な方策である。また、中間期、夏期の夜間における通風の利用には、気流分布の計算ソフトCFDを利用すれば室内気流の予測が可能である。CFDを用いた研究は多く行われており、住宅の室内気流分布や住宅団地の配置や建蔽率による通風量の影響なども検討されている。赤林らは、単純住宅モデルを用いて、周辺建蔽率を画一的に変化させたときの建蔽率と平均通風量比の関係を求めた¹⁾。また、単純住宅モデルを用いて、住宅団地内に隣接する4つの住宅モデルを対象に、室内通風デグリーアワーを算出し、建物の配置計画や建蔽率との関係を求めた²⁾。しかし、住宅団地の配置による影響は、周囲の建蔽率を画一的に変化させる程度で、角地などの立地条件は考慮されておらず、実際の計画に反映させるには不十分である。

本研究では、単純住宅モデルを用いた住宅団地モデルを対象として、CFDシミュレーションを実施する。その計算結果から、角地などの立地条件が住宅の通風性能に及ぼす影響を考察する。さらに、隣棟間隔や建物配置を変化させた場合の影響も分析する。既報³⁾で作成したデータベースと組み合わせることで、住宅設計の段階で個別のシミュレーションを実施することなく通風性能の検討が可能となるシステムの構築を目指す。

2. 評価の枠組み

既往の研究⁴⁾により、可感気流による体感温度低下効果より、通風による排熱効果が大幅に大きいことが示されている。従って、本研究でも室内温熱環境改善効果を排熱効果（換気回数）によって評価する。実際に想定される換気回数は、既往の研究²⁾の方法に従って算出する。実際の換気回数の求め方を 図1に示す。建物

性能指標に周辺建蔽率0%で基準風速の場合の換気回数、立地指標に角地や隣棟間隔に応じた通風量比、地域指標にWRF (Weather Research and Forecasting Model) の計算結果を用いた地域風速を設定する。これら3つの指標を掛け合わせることで、実際の換気回数を求めることができる。なお、本報は立地指標の分析を目的とし、基準風速3.8m/sでの住宅団地モデル内の単純住宅モデルの換気回数を求める。

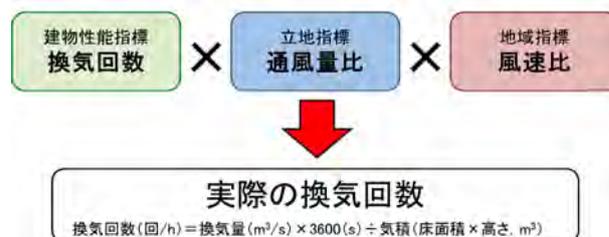


図1 実際の換気回数の求め方

3. 室内外気流分布の計算

3.1 計算の概要

2階建て単純住宅モデルを対象として数値計算を行った。単純住宅モデルの寸法を図2、表1に示す。既報³⁾で数値計算を行った2階建て戸建住宅12プランの寸法の平均に基づき決定した。開口部の寸法を図3に示す。開口部の寸法は戸建住宅12プランの各開口部の寸法に基づき決定した。

住宅団地モデルの道路幅は6mとした。計算条件の例として東西隣棟間隔5mの各住宅の敷地寸法（図4）と、住宅団地モデルの寸法（図5）を示す。各住宅の敷地も既報³⁾における戸建て住宅12プランの玄関方位ごとの敷地面積により決定した。なお、隣棟間隔の変化により、住宅団地モデルの寸法も変化する。本研究では玄関方位S、Nの住宅を対象として計算を行った。

解析には、RANSモデル系の標準k-ε乱流モデルを用いた。計算領域を図6、計算条件を表2に示す。計算領域は詳細領域と周辺領域に分けて設定し、詳細領域の格子間隔は、300mm×300mm×300mmを基準とし、開口部の形状や大きさを再現するために、最小のメッシュ幅を60mmとし、周辺領域は徐々に広がる不等間隔とした。開口部は網戸の設置を考慮し、開口率70%とした。住宅の配置に対称性がある場合、N、NW、S、SW、Wの5風向で計算を行い、対称性が見られない場合、E、N、NE、NW、W、S、SE、SW、Wの8風向で計算を行った。詳細領域内部の住宅団地を解析領域とし、それぞれの単純住宅モデルに①～⑩までの番号を割り振った。

解析を行う住宅の配置パターンを表3に示す。東西の隣棟間隔と南北の隣棟間隔を変化させ、雁行配置の場合は東西に移動させる距離を変化させた。隣棟間隔を変化させる場合は解析領域以外の住宅団地モデルも同様に变化させ、雁行配置に変更する場合は、解析領域のみ変化した。計算結果から、各単純住宅モデルの開口部の風速を算出した。

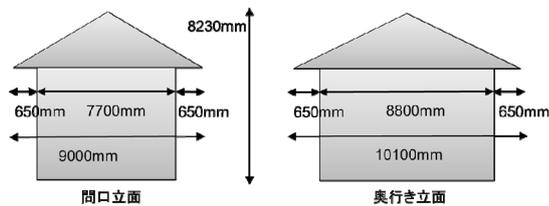


図2 (a) 単純住宅モデル (立面図)

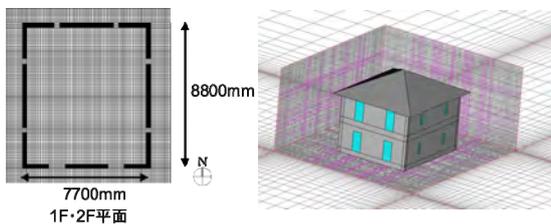


図2 (b) 単純住宅モデル (平面・俯瞰図)

表1 単純住宅モデルと12プラン平均の各寸法

各パラメータ	12プラン平均	単純住宅モデル
延床面積 (m ²)	118.7	135.5
間口 (m)	7.7	7.7
奥行き (m)	8.8	8.8
高さ (m)	8.2	8.2
南側開口面積 (m ²)	7.5	7.5
東側開口面積 (m ²)	1.1	1.2
西側開口面積 (m ²)	1.2	1.2
北側開口面積 (m ²)	1.3	1.2
合計開口面積 (m ²)	11.1	11.1

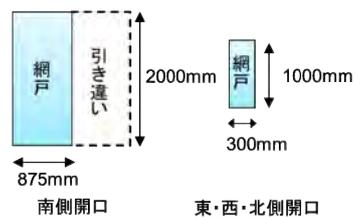


図3 各開口部の寸法

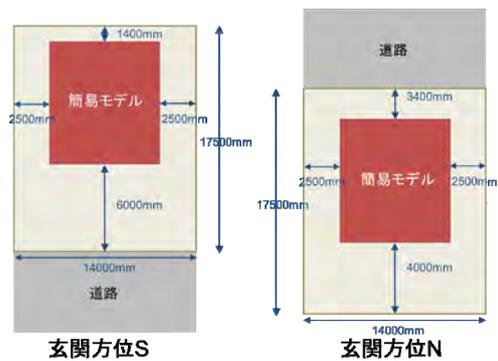


図4 各住宅の敷地寸法 (東西隣棟間隔5m)

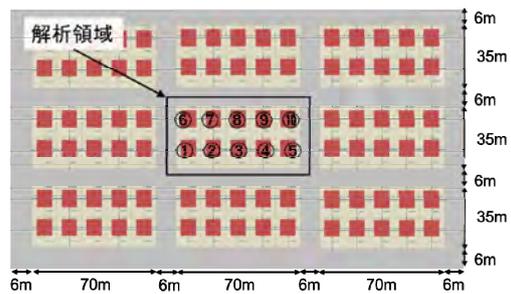


図5 住宅団地モデルの寸法 (東西隣棟間隔5m)

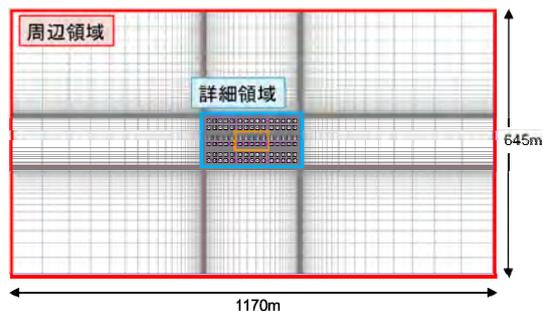


図6 (a) 計算領域 (東西隣棟間隔5m)

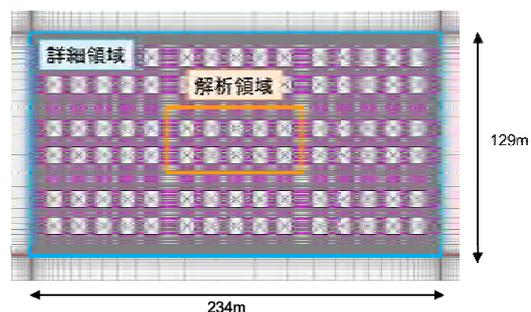


図6 (b) 詳細領域 (東西隣棟間隔5m)

表2 計算条件

乱流モデル	標準k-εモデル(RANSモデル系)
流入境界	基準高さ17.2mを3.8m/sとしたべき乗則
流出境界	自然流出流入境界(法線速度勾配0)
側面境界	free-slip条件
上空境界	
地表面境界	一般化対数則条件
建物壁面境界	
圧力損失境界	開口率70%
地表面粗度区分	III(べき数a=0.20)
収束判定条件	10 ⁻⁵
解析風向	N, E, S, W, NE, NW, SE, SW

※モデルに対称性がある場合:N, S, W, NW, SW, W

表3 解析パターン

隣棟間隔変化		隣棟間隔	
		東西	南北
①	東西2m	2m	5.4m
②	東西5m	5m	5.4m
③	東西8m	8m	5.4m
④	南北2m	5m	2m
⑤	南北5m(東西5m南北5m)	5m	5m
⑥	南北8m	5m	8m
⑦	東西2m南北2m	2m	2m
⑧	東西8m南北8m	8m	8m
雁行配置		隣棟間隔	
		東西	南北
⑨	南側東3.5m	5m	5.4m
⑩	南側東7m	5m	5.4m
⑪	東西2m南北2m南側東5.5m	2m	2m
⑫	北側東3.5m	5m	5.4m
⑬	北側東7m	5m	5.4m
⑭	東西2m南北2m北側東5.5m	2m	2m

3. 2 計算結果と考察

計算結果のコンター図の例を図7と図8に示す。図中の数字は換気回数を示す。換気回数は1階と2階の換気回数を平均したものである。

東西の隣棟間隔を広げると、風向Nの場合、住宅間に風の道が形成され、風速が大きくなる。ただし、それに伴い換気回数は増加せず、東西の住宅間の換気回数の差が小さくなる。風向SWの場合も同様に、換気回数に大きな増加がみられず、東西の住宅間の換気回数の差が小さくなる。

雁行配置にすると、風向SWの場合、整列配置の場合に生じていた風上側と風下側の換気回数の差が小さくなる。また、南側と北側の住宅間で生じていた大きな換気回数の差はほぼ無くなる。南側の住宅を東へ7m移動させた場合の住宅⑥、北側の住宅を東へ7m移動させた場合の住宅①で換気回数が非常に大きい。また、北側の住宅を東へ7m移動させた場合、最も風下に位置する住宅⑩の換気回数が小さい。風向Sの場合は、南側の住宅を東へ7m、北側の住宅を東へ7m移動させた場合ともに、南側と北側の住宅の換気回数の差がほぼなくなり非常に大きな値となる。整列配置の際に生じていた風の道の上に住宅が移動することになり、面積の大きい南側開口から風が流入する。

4. 隣棟間隔および雁行配置と換気回数の関係

4. 1 概要

開口部の流入風速から求めた住宅①～⑩の換気回数から、配置や風向の影響と、隣棟間隔および雁行配置が換気回数に及ぼす影響を考察する。

4. 2 算出結果と考察

位置別平均換気回数を図9に示す。南側住宅では①と⑤、北側住宅では⑥と⑩の換気回数が比較的大きい。雁行配置にすることで南北の換気回数の差が減少する。

風向別平均換気回数を図10に示す。風向S, SE, SWの換気回数が大きく、続いて風向N, NE, NWの順となっている。風向S, SE, SWの場合、南側住宅①～⑤の換気回数が大きく、風向N, NE, NWの場合は北側住宅⑥～⑩の換気回数が大きい。南側住宅①～⑤の平均換気回数は風向により差が生じるが、北側住宅⑥～⑩の平均換気回数は風向による差は小さい。

位置別・風向別換気回数の算出結果の例を図11に示す。風向Sの場合、隣棟間隔を大きくするより、雁行配置にした場合に換気回数は大きくなる。雁行配置において、南側と北側の両方の住宅で換気回数が大きい。他の風向の場合と比較して、換気回数は特に大きい。ただし、雁行配置であっても隣棟間隔が2mの場合には、換気回数が著しく小さくなる。

風向NWの場合、雁行配置で隣棟間隔が小さい場合に、比較的換気回数が大きい。整列配置の場合には、東西の隣棟間隔が8mのときに換気回数が大きい。雁行配置と整列配置の違いによる傾向はみられない。

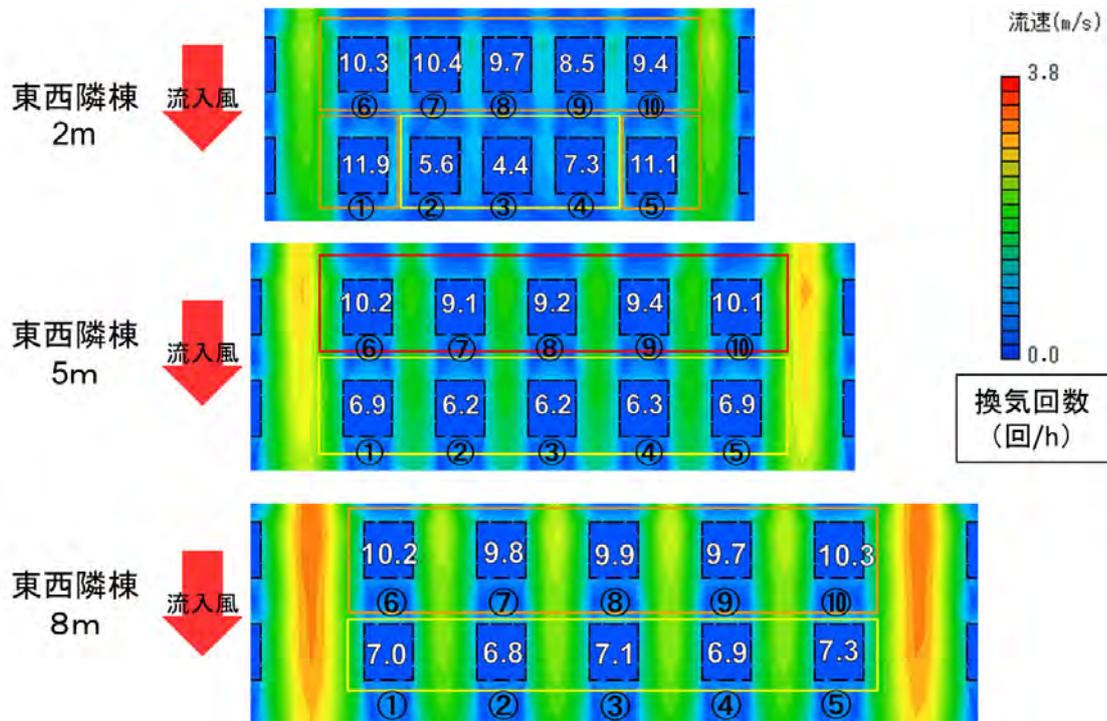
以上より、雁行配置にすることで、風向N, S, NE, NW, SE, SWの場合には風下側の換気回数が大きくなり、風上側と風下側の住宅間の換気回数の差が小さくなる。整列配置の場合に、東西及び南北方向の隣棟間隔を広げることで、換気回数は大きくなるが、雁行配置にした場合ほどの変化はみられない。隣棟間隔が2mの場合、住宅周辺の風速が小さくなるため、換気回数も小さくなる。

5. 結論

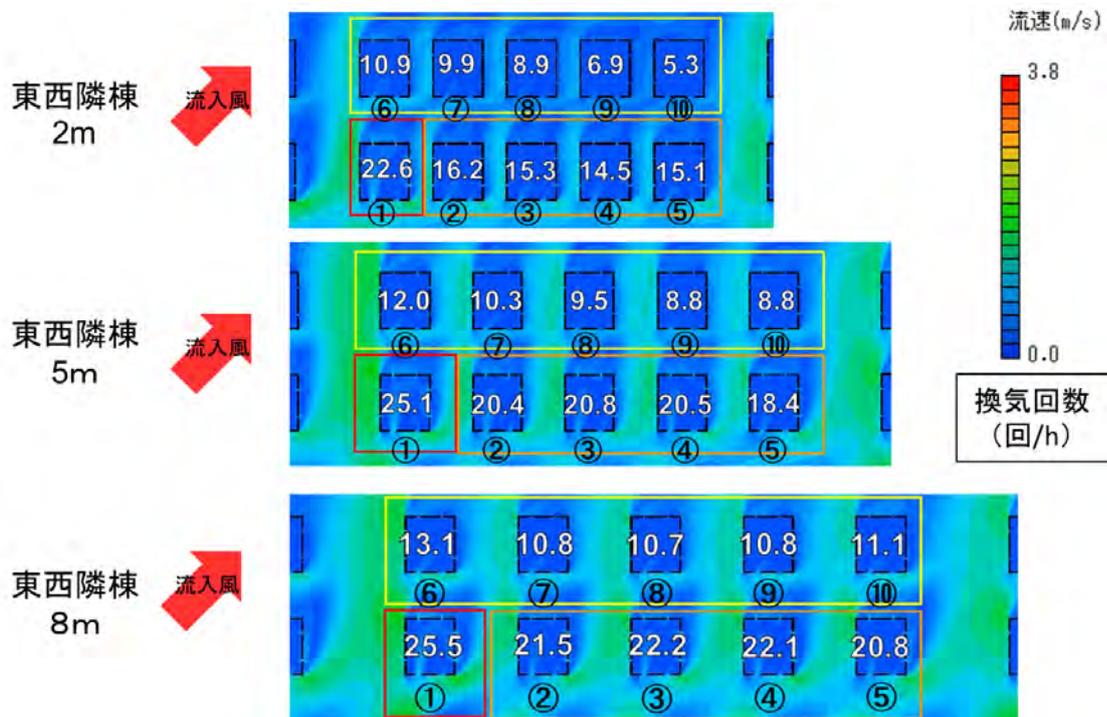
単純住宅モデルを用いた住宅団地モデルを対象として、角地などの立地条件や、隣棟間隔、雁行配置が換気回数に及ぼす影響を考察した。

1. 北、南の風向の場合、風上側と風下側の換気回数の差が大きい。
2. 風向が住宅団地に対して45度の場合、風上側の角地の換気回数が最も大きい。
3. 西、東の風向の場合、開口面積の大きい南側開口が道路に面しているため、南側の住宅の換気回数が大きい。
4. 隣棟間隔を大きくするか、雁行配置にすると、整列配置の場合に生じていた風上側と風下側の住宅間の換気回数の差が小さくなる。

従来の配置形態では南側と北側の住宅間の換気回数に大きな差が生じるが、隣棟間隔を広くするか、雁行配置にすると、住宅団地全体の通風状態が改善される。主風向に応じて換気回数が大きくなる場合とあまり変化しない場合があるため、対象地域の主風向に応じて配置の検討を行う必要がある。

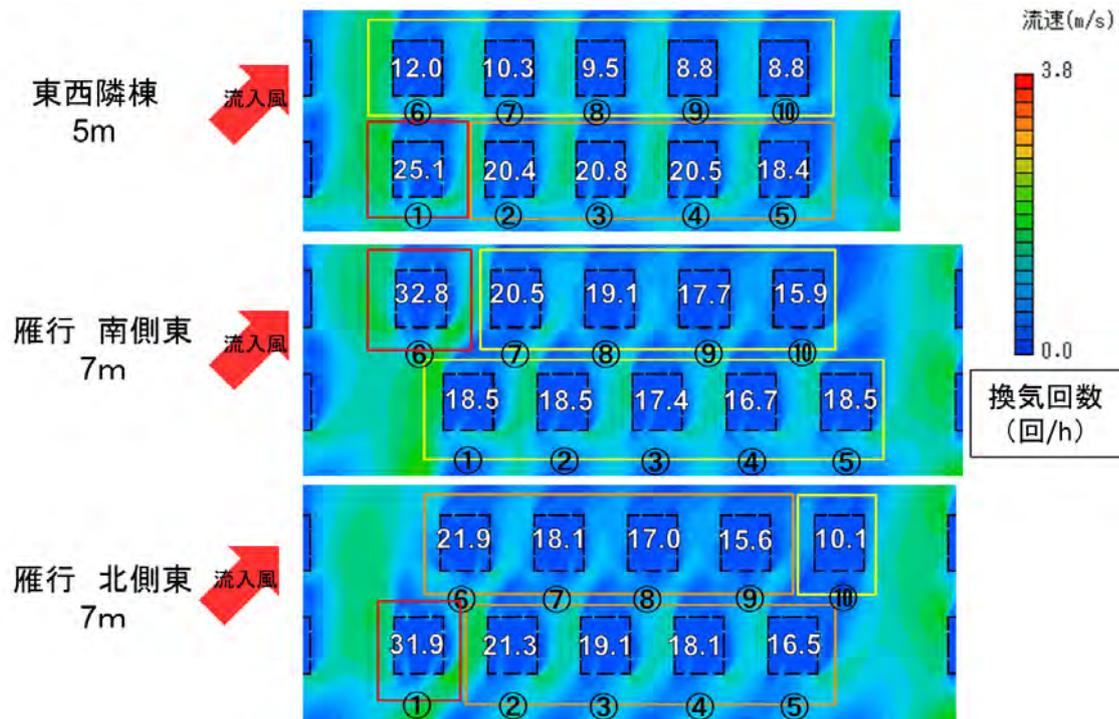


(a) 風向 N, FL+1.5m (1F)

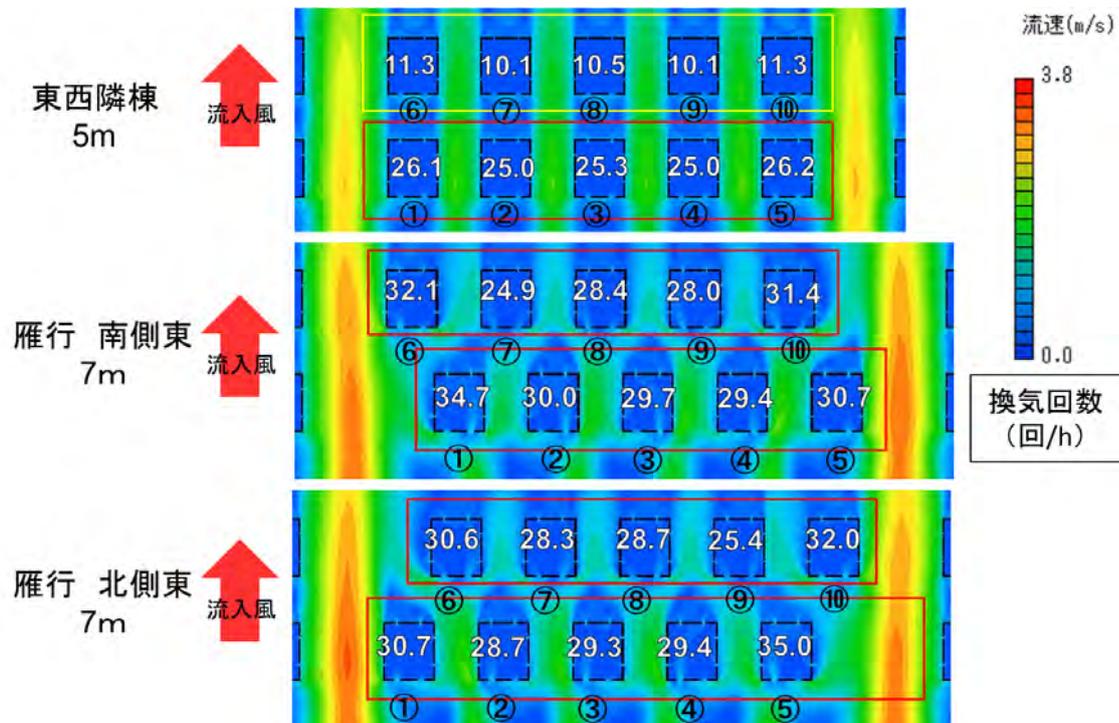


(b) 風向 SW, FL+1.5m (1F)

図7 計算結果 (東西隣棟間隔変化)



(a) 風向 SW, FL+1.5m (1F)



(b) 風向 S, FL+1.5m (1F)

図8 計算結果 (雁行配置)

[謝辞] 本研究は神戸大学持続的住環境創成（積水ハウス）寄附講座の平成25年度研究費を受けて実施したものである。本研究を実施するにあたってご協力頂いた積水ハウス株式会社の角本茂氏、板倉浩二氏、埴淵晴男氏に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 赤林伸一, 佐々木淑貴, 坂口淳, 富永禎秀: 通風性能の定量的評価手法に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, No. 568, pp. 49-56, 2003. 6
- 2) 川崎みなも, 赤林伸一, 坂口淳, 山口遵: 戸建住宅を対象とした通風性能評価に関する研究 その18 戸建て住宅団地の配置計画と通風性能に関する研究, 日本建築学会北陸支部研究報告集. (52), pp. 251-254, 2009. 7
- 3) 竹本優貴, 竹林英樹: 戸建住宅を対象とした通風シミュレーション結果のデータベースに基づく通風可能性評価に関する研究, 日本建築学会近畿支部研究報告集. 環境系 (54), pp. 165-168, 2014. 5
- 4) 坂口淳, 赤林伸一, 細野淳美, 久保俊輔: 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, pp. 753-756, 2007. 7

位置別平均換気回数

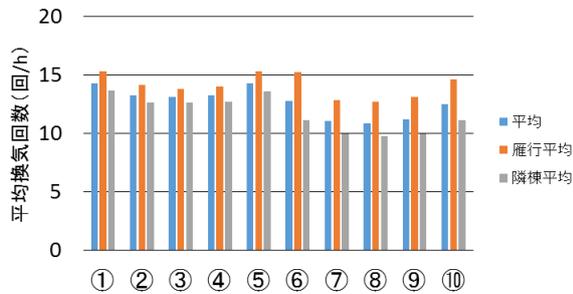


図9 位置別平均換気回数

風向別平均換気回数

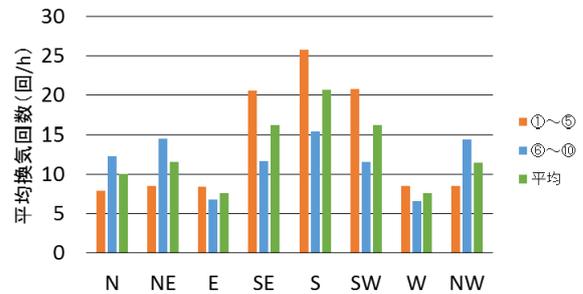
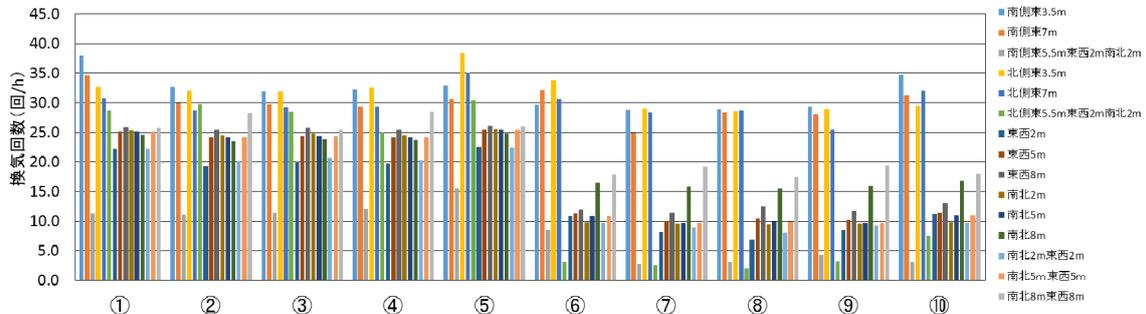


図10 風向別平均換気回数

風向S



風向NW

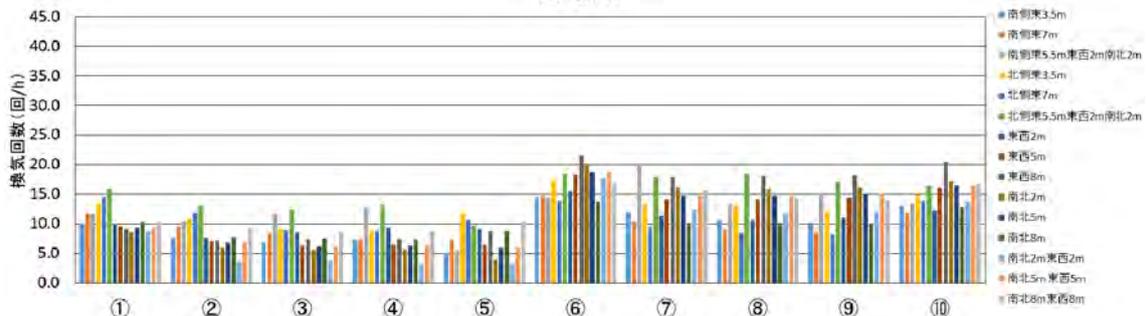


図11 位置別・風向別換気回数 (風向S・風向NW)