

平成 29 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：室内環境

研究期間：平成 29 年度

課題番号：172004

研究課題名（和文）： 実街区における通風性能評価および促進デバイスの有効性に関する研究

研究課題名（英文）： Evaluation of ventilation performance and effective effectiveness of device for promotion in actual block area

研究代表者：倉淵 隆

交付決定額（当該年度）： 300000 円

※ページ数の制限はありません。

※成果等の説明に図表を使用していただいて構いません。（カラーも可）

※提出して頂いた成果報告書をホームページでの公開を予定しております。

1. 研究の目的

街区に建つ住宅などの通風性能に関する研究は、従来風洞実験で建蔽率等を変化させた均等整列配置のモデルを用いて行われてきた。しかし、通風性能は細かい建物配置や道路条件などにより変化することから、周辺条件の影響については検討の余地がある。そこで本研究では GIS (Geographic Information System) を用いて、東京 23 区と横浜市の住宅地を解析対象とし、建蔽率及び街区形状の違いが通風性能に及ぼす影響について検討を行い、さらに実街区モデルの CFD による再現性について検討を行った。

2. 研究の方法

2.1 GIS 解析

図 1 に示す建物の建蔽率、整列状況の異なる 6 街区を解析対象とする。

密集度別の実街区分類 街区の風通しレベルを評価する指標として街区の密集度が重要である。本研究では GIS を用いて、地域における平均的なグロス建蔽率を算出し、街区の分類を行った。

全建物角度による街区分類 対象街区内の建物配置が通風性能に及ぼす影響は大きいと考えられることから、実街区の建物配置に関する分類が必要である。GIS を用いて対象街区内の建物の長辺のなす角度を算出し、ヒストグラム分析の結果から、比較的整列に近い街区を準整列街区、街区内の建物ばらつきが多い街区を非整列街区として図 1 のように分類した。

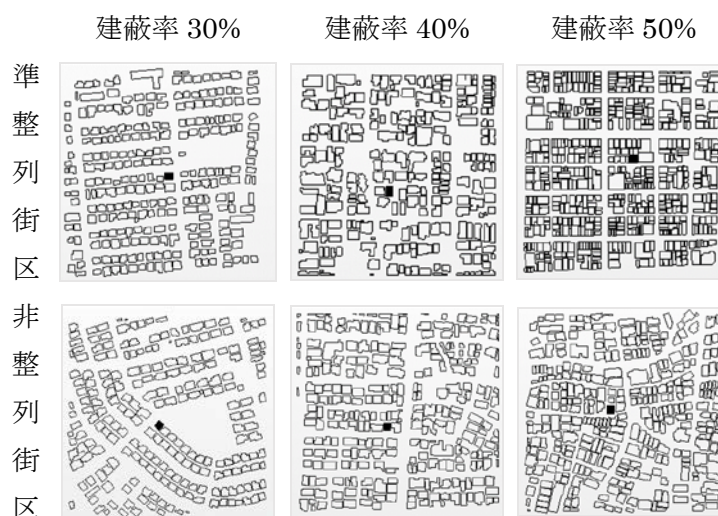


図 1 検討街区

2.2 風洞実験

実験は圧力測定模型を用いた壁面風圧測定を行った。アプローチフローは実街区の再現範囲が建物高さの20倍以上あれば、接近流が一樣流であっても実現との相似性が比較的良好であるとされることから、図2に示すように、出来るだけ1/4乗則に従う分布設定として実施した。図3に示す圧力測定模型を図4の街区の中央に設置し、風圧係数 $C_p[-]$ を算出した。測定ケースは均等整列配置の街区(以下均等整列街区とする)に関してはグロス建蔽率40%の1ケース、準整列街区、非整列街区に関してはそれぞれに対し、グロス建蔽率30、40、50%の各3ケース、実街区6ケースに関しては図5に示すように $0^\circ \sim 315^\circ$ の範囲を 45° 刻みで8風向、均等整列配置に関しては風向の対称性を考慮して、 $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$ の3風向について実験した。建蔽率30、50%の均等整列街区のデータに関しては昨年の実験のデータを使用した。また本研究は建物配置と密集度及び周辺街区形状が及ぼす壁面風圧への影響を調べることを目的とするため、建物高さ同一(実物換算6m)の陸屋根とした。

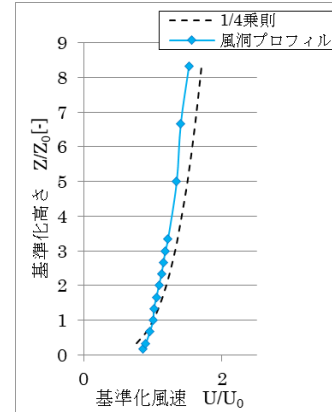


図2 風洞プロフィール



図3 壁面風圧測定模型



図4 周辺街区再現模型

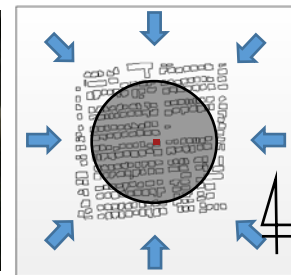
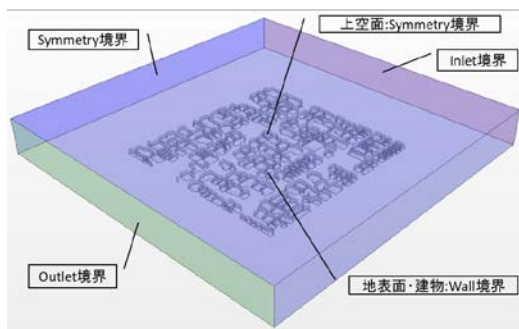


図5 検討風向角

2.3 CFD解析

風洞実験をCFDで再現するため、上記の実験に対応する解析を行った。

実街区モデルに関するCFD解析は例が少なく、その予測精度は不明な点が多いため、本研究では図6の解析モデルを用い、風向角は風洞実験と同様、北を 0° とし $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$ とした。各風向角において、2章に示した風洞実験で測定した風圧データと比較することでCFDの再現性を検討する。



| CFDソフトウェア | STAR-CCM |
|-----------|-------------|
| Inlet | 風洞実験 1/4乗則 |
| Outlet | 自由流出 |
| Symmetry | Free Slip |
| Wall | 一般対数に関する壁関数 |

図6 境界条件

3. 研究成果

3.1 風洞実験結果

風洞実験では各街区の通風性能を評価するため、各ケース及び均等整列配置の街区における最大風圧係数差を求めた。また通風経路をショートサーキット、対角線、壁対面経路(図7)とし、経路別に最大風圧係数差を求めた。

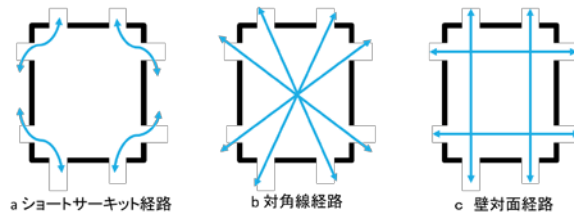


図7 予測通風経路

通風経路別に最大風圧係数差を図 8 に、最小風圧係数差を図 9 に示す。均等整列街区は実街区に対して最大風圧係数差を過小評価する傾向にあり、均等整列街区モデルでは通風性能予測に不十分である。一方、最小風圧係数差はどのケースに関しても 0.01 未満の値であり、周辺街区条件によらず開口位置によっては通風性能が見込めないことが分かる。そこで通風径路ごとに全風向の風圧係数差の平均をとった結果を図 10 に示す。建蔽率が高くなるほど、得られる風圧係数差が小さくなっていることが分かる。また、この図からも均等整列配置では風圧係数差を過小評価する傾向があることが確認できる。

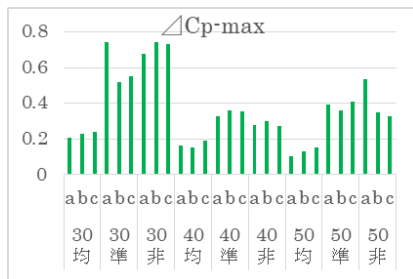


図 8 最大風圧係数差

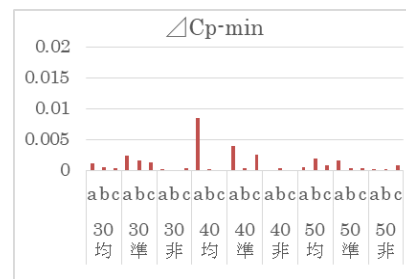


図 9 最小風圧係数差

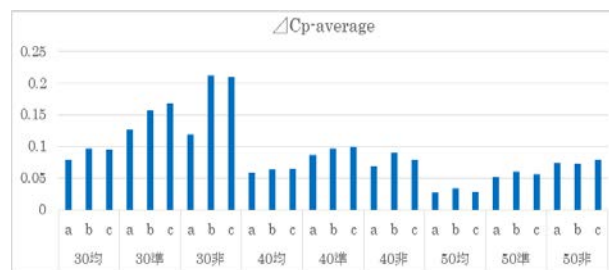


図 10 平均風圧係数差

3. 2. CFD 解析結果

3. 2. 1. 乱流モデル検討

標準 $k-\epsilon$ モデル、Durbin Limiter をつけた標準 $k-\epsilon$ モデル、Realizable $k-\epsilon$ モデル、SST $k-\omega$ モデルを検討対象とした。建蔽率 40% の準整列街区について CFD と実験による風圧係数を図 11 に比較する。SST $k-\omega$ による結果が最も実験に近いことから、以下ではこのモデルを用いることにする。

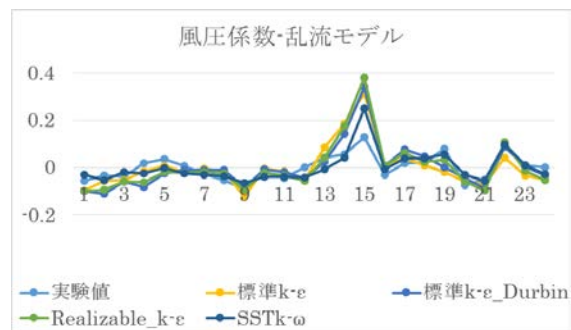


図 11 乱流モデル別の風圧係数分布

3.2.2. 計算領域高さ検討

計算領域高さごとの実験値との誤差を図 13 に示す。風上側の建物にアプローチフローが衝突することで、静圧上昇が見られるため、対象建物高さの 8 倍～24 倍高さで検討を行った。16 倍高さ以上では静圧の差が概ね見られなかったため、16 倍高さ以上の解析領域が適切と考えられる。

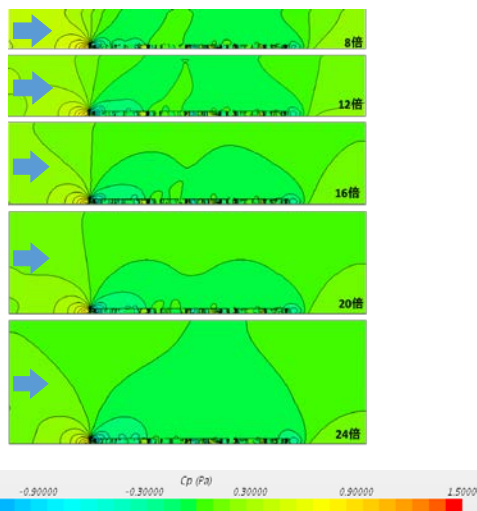


図 12 解析領域上空の風圧係数

3.2.3. CFD の再現性

上記の検討を踏まえた乱流モデル、計算領域について準整列街区を対象に解析を行った。図 13 に街区ごとの実験との比較を示す。グロス建蔽率 30% 街区については十分とは言えないが概ね整合性が取れた。グロス建蔽率 40% 街区とグロス建蔽率 50% 街区については実験値自体の値と実験値と CFD との差がほぼ変わらない値となり、整合性が取れていない。

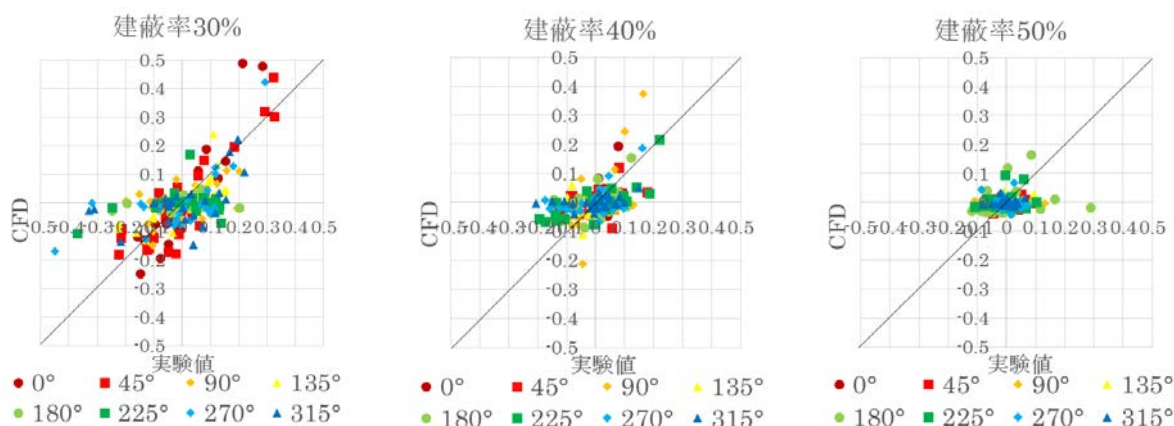


図 13 準整列街区 整合性

本研究より以下の知見が得られた。

1. 実街区と均等整列配置では同一の建蔽率であっても、通風性能に差があり、建物の整列状況を考慮する必要がある。
2. 街区形状により変動の大小には差があるが、建蔽率が高くなるほど通風性能は低下する。
3. CFD による街区に建つ住宅の風圧係数分布はある程度実験と対応するものの、不十分な点も散見され、その予測精度向上に向けて更なる検討が必要である。

4. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者には下線)

[雑誌論文] (計 0 件)

[学会発表] (計 0 件)

[図書] (計 0 件)

[その他、産業財産権、ホームページ等]

研究集会資料 「実街区における住宅の通風性能評価に関する研究集会」

次年度の結果と合わせ、次年度に学会発表予定

5. 研究組織

(1) 研究代表者

倉渕 隆 東京理科大学・工学部・教授

(2) 研究分担者

駒木根颯介 東京理科大学・工学部・院生
志村 麻梨絵 東京理科大学・工学部・院生
中村 琢郎 東京理科大学・工学部・院生
中島 正登 東京理科大学・工学部・院生
久野 雅崇 東京理科大学・工学部・院生
宮嶋 舞佳 東京理科大学・工学部・院生
石原千妃呂 東京理科大学・工学部・院生
永繁 和也 東京理科大学・工学部・院生
本間 陽樹 東京理科大学・工学部・卒研生
櫻井 園子 東京理科大学・工学部・卒研生
御園生 美久 東京理科大学・工学部・卒研生
水谷 国男 東京工芸大学・工学部・教授
塚本 健二 佐藤工業（株）
張 偉栄 東京工芸大学・工学部・准教授

6. 要約(Abstract)

研究課題名

研究代表者名 (所属)東京理科大学・教授 倉渕隆

要約(700文字以内)・図

代表的な実街区を再現したモデルを用いて研究を行うことで、建蔽率や街区形状が類似している街区の風環境を従来の研究より正確に予測することが可能になるため本研究では建蔽率・街区形状の違いが通風性能に及ぼす影響について検討を行い、実街区をモデルとした CFD の再現性についても検討を行った。また CFD の整合性については乱流モデル、解析領域、緩和係数などの検討を踏まえ、最も対応の良いモデルについて予測精度を測定した。以上より以下の知見が得られた。

- ・実街区と均等整列配置では同一の建蔽率であっても、通風性能に差があり、建物の整列状況を考慮する必要がある。
- ・街区形状により変動の大小には差があるが、建蔽率が高くなるほど通風性能は低下する。
- ・CFD による街区に建つ住宅の風圧係数分布はある程度実験と対応するものの、不十分な点も散見され、その予測精度向上に向けて更なる検討が必要である。

