

粒子画像流速測定法(PIV)を用いた 市街地の風環境に関する研究

新潟大学大学院自然科学研究科環境科学専攻 社会基盤・建築学コース(建築系)

吉弘 崇滉

指導教員 赤林 伸一 教授

令和元年度修士論文発表

2020/2/10



1 研究目的 2 測定概要 3 解析結果 4 風速増加率 5 風速比とGFの関係 6 風環境評価 7 まとめ

1 研究目的



近年、大都市だけでなく地方都市の市街地でも建物の高密度・高層 化が進んでおり風環境の悪化が予想される。このような高層建物周 辺では、ビル風と呼ばれる都市環境問題の一つである風害が発生す る可能性がある。ビル風とは周囲の建物に対して相対的に高層の建 物が建設されることで、建設の前後で地表面付近における強風の発 生頻度が増加する現象である。

ビル風には上空の風が高層建物に衝突し地表面方向に流れ込むこと で発生する<u>吹き降ろしや</u>建物隅角部で発生する<u>剥離流</u>、建物間での <u>縮流などがある。また、風向・風速、建物の形状や周辺環境により</u> <u>局所的な風速の変化や気流の乱れが発生する。そのため、ビル風に</u> <u>より</u>歩行時に不快感を与えたり、持ち物などが飛ばされる等、<u>地表</u> <u>面付近の風環境を悪化させる可能性がある。</u>

1 研究目的



<u>本研究では、</u>新潟大学所有の可視化用風洞で<u>PIV測定法を用いて</u> 密集市街地を模擬した建物モデルを対象に<u>気流分布の測定を行う。</u> 建物配置や隣棟間隔及び風向の変化が地表面付近の気流性状に与え る影響を風速速度分布及びガストファクター(GF=最大瞬間風速/平 均風速)を用いて検討する。更に、PIV測定により得られた風速を使 用して地表面付近の風環境を評価することを目的とする。







建物モデルの一辺をH(50[mm])とし、 $H(奥行) \times H(幅) \times 2H(高さ)の中層建物モデル、H(奥行) \times H(幅) \times 4H(高さ)の高層建物モデルとする。$



図1 建物モデルの概要





※1 隣棟間には歩道と道路を想定し、道路幅はcase1、3で0.34H、case2、4で0.84H、歩道幅は0.08H×2[本]とする。 表1 実験case



2020/2/10





隣棟間には歩道と道路を想定し、道路幅はcase1、3で0.34H、case2、4で0.84H、歩道幅は0.08H×2[本]とする。 X 1 実験case 表 1



2020/2/10



<u>PIV測定対象範囲は、鉛直断面は1棟目から4棟目の建物モデルの</u> <u>中心とし、</u>水平断面は風上側から2棟目と3棟目の隣棟間の中心の 地表面付近^{※3}(z=4.0[mm])とする。

縮尺を1/500とすると、地上高さ2.0[m]に相当する。 ХЗ 実験case 表 1 PIV測定対象範囲 3棟目の 隣棟間隔 実験case 撮影断面 風向 建物モデル Ν case1-1 NNE シート状レーザー case1-2 水平断面 0.5H case1 case1-3 NE 風上 中層 Ν 鉛直断面 case1-4 建物モデル case2-1 Ν (高さ2H) NNE case2-2 水平断面 Н case2 case2-3 NE 1棟目 case2-4 Ν 鉛直断面 case3-1 Ν NNE 2棟目 case3-2 NE case3-3 case3-4 ENE 3棟目 case3-5 水平断面 Е 0. 5H case3 ESE case3-6 4 棟目 SE case3-7 case3-8 SSE case3-9 S 高層 6.5H case3-10 鉛直断面 Ν 建物モデル case4-1 Ν (325[mm]) (高さ4H) case4-2 NNE case4-3 NE ENE case4-4 case4-5 Е 水平断面 Ň Н case4 6.5H(325[mm]) ESE case4-6 SE case4-7 (2) case3 SSE case4-8 実験対象市街地モデルの概要 S case4-9 义 case4-10 Ν 鉛直断面

令和元年度修士論文発表

2020/2/10



PIV測定対象範囲は、鉛直断面は1棟目から4棟目の建物モデルの 中心とし、<u>水平断面は風上側から2棟目と3棟目の隣棟間の中心の</u> <u>地表面付近^{※3}(z=4.0[mm])とする。</u>

※3 縮尺を1/500とすると、地上高さ2.0[m]に相当する。



2020/2/10







2020/2/10







<u>PIV解析結果は、</u>風洞内の<u>基準高さ0.2[m](高層建物モデル高さ)</u>
<u>の風速である基準風速2.2[m/s]に対する風速比で示す。</u>
GFは気象庁が定めた10分間の内0.25秒間隔で測定した値を3秒間で平均した瞬時風速の最大値と10分間の平均風速で除して算出される。本研究では上記の算出方法を参考に、PIV測定で得られた2
[ms]毎の瞬時風速データ27個を平均した値を最大瞬間風速とし、撮影時間である10.8秒間の平均風速で除してGFを算出する。

3.1 (1) case1-4(中層建物モデル、隣棟間隔:0.5H)







3.1 (2) case2-4(中層建物モデル、隣棟間隔:H)























3.1 (3) case3-10(高層建物モデル、隣棟間隔:0.5H)





^{2020/2/10}

令和元年度修士論文発表

3.2 (1) case4-10(高層建物モデル、隣棟間隔:H)



2020/2/10

令和元年度修士論文発表

3.2 (1) case4-10(高層建物モデル、隣棟間隔:H)



kabayashi

2020/2/10

3.2 (1) case4-10(高層建物モデル、隣棟間隔:H)







2020/2/10

3.2 (1) case1-1(風向:N)





2020/2/10

令和元年度修士論文発表

3.2 (1) case1-1(風向:N)





2020/2/10



3.2 (2) case2-1(風向:N)





2020/2/10

令和元年度修士論文発表

















3.2 (2) case2-1(風向:N)





2020/2/10

令和元年度修士論文発表





2020/2/10

3.2 (3) case3-1(風向:N)





2020/2/10

令和元年度修士論文発表

3.2 (3) case3-1(風向:N)





2020/2/10

3.2 (3) case3-1(風向:N)





3.2 (3) case3-1(風向:N)









2020/2/10

3.2 (4) case4-1(風向:N)





3.2 (4) case4-1(風向:N)





3.2 (4) case4-1(風向:N)





2020/2/10

令和元年度修士論文発表



1 研究目的 2 測定概要 3 解析結果 4 風速増加率 5 風速比とGFの関係 6 風環境評価 7 まとめ

4 風速増加率※4





4 風速増加率







1 研究目的 2 測定概要 3 解析結果 4 風速増加率 5 風速比とGFの関係 6 風環境評価 7 まとめ

5 風速比とGFの関係





※5) 壁面近傍では解析値が極端に小さい測定点が存在する。平均風速比とGFの近似式を作成する際、平均風速が小さい測定点でGFの値が極端に大きくなるため平均風速0~0.05[m/s]以下を削除して作成する。



2020/2/10

5 風速比とGFの関係



<u>GFは同風速比でcase1、case2、case3、case4の順に大きくなるが、</u> case1とcase4のGFの差は風速比0.1で1.5程度であり、風速比0.2で 0.75程度である。<u>実験対象市街地モデル全体の平均風速比とGFの関</u> <u>係は概ね同様である。</u>



2020/2/10

5 風速比とGFの関係

2020/2/10



<u>風速比の小さい地点では、隣棟間隔の変化よりも、高さの異なる建物が周囲に存在することでGFは大きくなると考えられる。</u>各測定地点で比較すると、平均風速比0.2以下でのGFは2.0~15.0以上とばらつきが大きい。







6.1 村上らによる風環境評価手法^{文1)}



<u>村上らによる風環境評価では、</u>PIV測定で得られた各測定点の最大 瞬間風速比とワイブルパラメータから<mark>強風の超過頻度</mark>を求め、<u>年間</u> <u>どれくらいの頻度で強風が発生するかを表5に基づいて評価する。</u>

表4 風環境評価に用いるワイブルパラメータ^{※6文2}(東京)

方位	Ν	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
出現頻度[%]	9. 061	4. 27	5.94	6.844	3. 887	3. 942	1. 889	0.876
С	6. 961	5. 948	5.975	5. 891	5. 756	5. 468	4. 983	4. 673
К	2. 882	4. 416	5. 332	5. 296	6.05	5. 526	7.606	6. 216
方位	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
方位 出現頻度[%]	S 16. 89	SSW 3. 285	SW 10. 129	WSW 0.411	W 0.164	WNW 0. 493	NW 4. 708	NNW 27. 211
方位 出現頻度[%] C	S 16. 89 6. 312	SSW 3. 285 6. 915	SW 10.129 7.309	WSW 0. 411 5. 078	W 0.164 8.042	WNW 0. 493 6. 345	NW 4. 708 7. 797	NNW 27. 211 7. 556



			許容する強風のレベルと許容される超過頻度						
			日最大平均風速[m/s]						
ランク	強風による影響の程度	対応する空間用途の例	10	15	20				
			日最大平均風速[m/s]						
			10/GF	15/GF	20/GF				
1	もっとも影響を受けやすい 用途の場所	住宅街の商店街 野外レストラン	10[%](37日)	0.90[%](3日)	0.08[%](0.3日)				
2	影響を受けやすい 用途の場所	住宅街、公園	22[%](80日)	3.6[%](12日)	0.6[%](2日)				
3	比較的影響を受けにくい 用途の場所	事務所	35[%](128日)	7[%](26日)	1.5[%](5日)				
4	ランク3の条件を満たさない領域								



図 風向の頻度分布^{※6}

- ※6) 風向の頻度分布の作成には標準気象データ(標準年)を用いる。
- 文1) 村上・岩佐・森川「居住者の日誌による風環境調査と評価尺度に関する研究:市街地低層部における風の性状と風 環境評価に関する研究-III」 日本建築学会論文報告集、1983年
- 文2) 日本建築学会「拡張アメダス気象データ」鹿児島TL0、2005年
- 2020/2/10

6.2 超過頻度





6.2 超過頻度





図2 5分割した 測定対象エリア



6.2 超過頻度





測定対象エリア



2020/2/10

風環境評価結果 6.3





令和元年度修士論文発表

6.3 風環境評価結果





2020/2/10

令和元年度修士論文発表

まとめ 7



- 7.1 鉛直断面(風向:N)
- ①吹き降ろしは、case1では地表面付近に到達しないが、case2、case3、 case4では地表面まで到達する。
- 7.2 水平断面(風向:N)
- ①風向Nにおいて、隣棟間隔が広がることでエリアB、Dでは吹き降ろしや 渦の形成が起こり、気流の乱れが大きくGFの大きい地点が増加する。
- 7.4 平均風速比とGFの関係
- ③隣棟間隔や高層建物モデルの配置により地表面付近の風速速度分布は変 化するが、測定対象範囲における平均風速比とGFの関係は概ね同様となる。

7.5 風環境評価

- ①case1、case2のように全ての建物モデルが同一高さの場合は、隣棟間隔 が狭いと最大瞬間風速の超過頻度は高くなると考えられる。
- ②case3、case4のように周囲と比較して高層建物モデルが存在する場合は、 隣棟間隔が広く、高層建物モデル間のエリアで最大瞬間風速の超過頻度 は高くなると考えられる。
- ④隣棟間隔や建物形状の変化で吹き降ろしや縮流などのビル風が発生し、 地表面付近の気流性状は変化するが、すべてのcaseで風環境評価はラン
 - ク1となり測定対象範囲の風環境は適切な状況である。