市街地を対象とした建物周辺気流に関する研究

LES・PIV による地表面居住域付近における平均風速分布及びガストファクターの検討

研究目的

近年、商業地域における容積率の規制緩和や、特例容積 率適用地区の指定による容積率の地区内移転などにより特 定地域において土地が部分的に高密度利用されている。こ れらの地域では都市環境問題の一つであるビル風と呼ばれ る風害が発生する可能性がある。ビル風は周辺と比較して 特に高層の建物が建設されることで、建物建設前後で建物 周辺の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。偏った状況で高密度利用されている地域における ビル風を解明することは都市の風環境を検討する上で重要 であると考えられる。

本研究では、Large-Eddy Simulation(以下:LES)及び粒 子画像流速測定法(以下:PIV)を用いて中層・高層の建物 を組み合わせたモデルを対象に平均風速及びガストファク ター^{*1}(以下:GF)の空間分布を算出する。各建物モデル において平均風速及びGFの空間分布を比較・検討すること で、建物周辺の風環境を評価^{*2}することを目的とする。

2 研究概要

2.1 実験・解析対象:図1に建物モデルの概要を、表1 に実験及び解析 case を示す。case1 では風上側に中層モデ ル、風下側に高層モデルを、case2 では風上側と風下側に 中層モデルを風向に対して直列に配置する。両モデルの隣 棟間隔はそれぞれ 100[mm] とする。尚、実験・解析結果の 表示断面は、地表面付近^{**3} (z=4.0[mm])の水平断面と建物 モデル中心 (y=900[mm])の鉛直断面とする。

2.2 LES 解析概要:表2にLES 解析条件を示す。本研究に



水越 裕紀 指導教員 有波 裕貴 助教

を使用する。LES 解析では、ドライバー領域^{*4}を設け、流入変動気流を作成し、対象とする建物モデルに対して変動 気流を流入させて解析^{*5}を行う。接近流の鉛直プロファイ ルは市街地を想定して U ∝ Z^{1/4}(U: 流速、Z: 高さ)とする。 2.3 PIV 測定概要: PIV 解析パラメータ、実験機器・風洞 は既報^{×1}と同様とする。風洞内の鉛直プロファイルは LES と同様とする。

2.4 GFの算出方法:気象庁が定める GF の算出方法は10 分間の内、0.25 秒間隔で測定した値を3秒間で平均した風 速の最大値と10 分間の平均風速の比により求められる。本 研究では、この算出方法を参考に、LES では2[ms] 毎のデー タ15 個 (30[ms] 間)を平均した風速の最大値と6秒間(本 解析)の平均風速の比、PIV では2[ms] 毎のデータ40 個 (80[ms] 間)を平均した風速の最大値と16秒間の平均風速 の比として GF を算出する。

3 LES 解析結果と PIV 測定結果の比較

図2に流入変動気流の鉛直プロファイル(ドライバー領 域下流端部:X=1,500[mm]、Y=900[mm])を示す。平均風速比^{**6} の鉛直分布は1/4 乗則を基準とする流入プロファイルとほ ぼ同様である。乱流エネルギーの鉛直分布はLESと比較し て風洞実験(PIV 測定)が大きい傾向がある。

3.1 建物周辺気流分布の比較

図3に各 case の建物周辺気流の平均風速ベクトル分布の 比較を示す。風洞内の基準高さ1.0[m]の風速に対する風速 比^{※7}で示し、建物周辺気流分布を比較する。可視化断面上の 2次元風速分布を測定した PIV 測定結果と比較を行うため、 LES の鉛直断面では流速の XZ 成分の合成値、水平断面では 流速の XY 成分の合成値を用いて2次元風速比を算出する。

(1) 水平断面:LES と PIV による全体の気流性状はほぼ一致 する。case2-1 における LES ではモデル中心線を軸に対称 な気流分布である一方で、PIV では隣棟間へ Y 軸方向から 気流が流入し小さな循環流を形成する。



(2) 鉛直断面: LES と PIV による全体の気流性状は水平断面 と同様にほぼ一致する。case1-2では中層・高層モデルの 壁面上端部で剥離が生じるのに対し、case2-2 では風上側 中層モデル壁面上端部のみで剥離が生じる。隣棟間の気流 性状を比較すると、case1-2では風速比 0.5~0.7の下降 流が生じるが case2-2 では殆ど生じない。

3.2 GFの比較

図4に各 case の GF の空間分布の比較を示す。case1-1 ではLES・PIVともに風上側中層モデル前方(X=40[mm]、 Y=180[mm])及び風下側高層モデル後流域の広範囲でGF が比較的大きくなり2.6~3.4となる。高層モデル前方 (X=200[mm]、Y=180[mm]) で GF が大きくなる一方で、隣棟 間では GF は比較的小さく、1.0~1.6 である。case2-1 で は case1-1 と同様に風上側中層モデルの前方 (X=40 [mm]、 Y=180[mm])及び風下側中層モデルの後流域の広範囲でGF が比較的大きくなる。隣棟間ではcase1-1と異なり、GFが2.0 ~ 2.6 と比較的大きくなる。LES では GF が大きくなる範囲 が建物モデル周辺に分布しているのに対し、PIV では局所

4まとめ

4.1 LES と PIV による建物周辺気流分布の比較

水平・鉛直断面ともに全体の気流性状はほぼ一致するが case2-1の隣棟間ではLES・PIVの気流性状に違いが見られた。

4.2 GFの算出結果

が生じている

* 5

₩6

カストファクターとは、 風環境は平均風速と GF 模型の縮尺を 1/500 とす ドライバー領域とは、 上側に設けた領域である

- ① case1-1 では風上側中層モデル前方及び風下側高層モデ ル後流域の広範囲で GF が比較的大きくなる。高層モデ ル前方で局所的に GF が大きくなるが隣棟間では GF は比 較的小さくなる。
- case2-1 では case1-1 と同様に風上側中層モデル前方で GF が比較的大きくなる一方で、隣棟間では case1-1 と比 べて GF が大きくなる。
- ③ LES と PIV を比較すると、全体の GF 分布は概ね一致し ているが、剥離や吹きおろしの影響を受ける部分では差

平均風速に対

、天風学を思味し、中幼風速に対する最大時間風速の比しなされる。 Fから算出される最大時間風速の年間の頻度で評価する。 すると、地表面から2,000[mm]に相当する。 周期境界条件で変動気流流入境界条件を計算するために、建物風

空風率を音味し

る最大瞬間風速の比で表される。

