

温度成層風洞における建物周辺気流のLDV測定

正会員 ○吉村孝信 *1
同 足永靖信 *2
同 ヴタンカ *3
同 浅枝 隆 *4

温度成層 安定度 建物周辺気流 LDV 風洞実験

1. はじめに

建物周辺の気流についてビル風や拡散などの検討を目的に研究が行われているが、建物を取り巻く熱環境の検討を目的とした低風速域における研究例は比較的少ない。本研究では屋外の表面温度と大気成層安定度が、建物周辺の熱環境にどのように作用するかを解明することを目的として、温度成層風洞実験による検討を行っている。その第一段階として、熱線風速計では精度のよい測定が困難であった温度成層条件下での建物周辺気流の風向風速や乱れについて、2次元LDVを用いて測定を行った。本報ではその測定結果について報告する。

2. 実験条件

風洞：建設省建築研究所温度成層風洞（回流型）

実験風速：1m/s（基準点における主流方向風速）

風速測定：2次元LDV及び DANTEC 社 BSA により X,Z の2方向について風速及び乱れを測定した。

測定範囲：モデル中心から前後 300mm 高さ 580mm の範囲の Y=0 軸上鉛直断面を測定した。

測定ポイント：X,Z 方向とも 20mmピッチで 791 点以上

測定粒子： Fog Generator 専用キット 粒子径 6 μm 以下
パルスリング 粒子数：数千～1 万個

建物モデル：縦横高さ 200mm の立方体木製ブロック

粗度：Flat（平滑面）

成層条件：気流と床面を表-1 に示す温度に制御し中立、安定、不安定の3つの大気成層条件を設定した。

3. 実験結果

3-1 アプローチフローの特性 図-2,3 に各成層条件におけるアプローチフロー(X=600)の風速及び乱流強度の鉛直分布を示す。各点の平均風速を風速基準点(Z=580)の風速 U_0 により無次元化した。アプローチ区間の粗度は Flat(平滑面)である。 U/U_0 は床付近で成層安定度ほど小さくなる傾向があり、これは中立・不安定では乱流境界層が発達しやすいためと考えられる。Z=20mm においては不安定で $U/U_0=0.63$ に対し安定では 0.14 と風速に4倍以上の開きがある。同じ粗度でも成層安定度により地表面付近の風速が大きく変わることがわかる。乱流強度 σ_w/U_0 は中立ではばらつきが少なく Z=140mm 以下で増加するのに対し安定・不安定では Z=300mm 以下でばらつきながら増加し

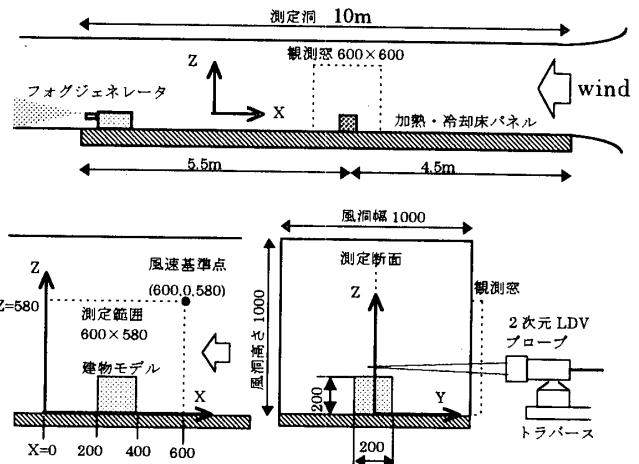


図-1 実験装置の概要

表-1 風洞の成層条件

成層条件	気流温度	床面温度	Rb
不安定	10℃	66℃	-1.02
中立	15℃	17℃	-0.04
安定	40℃	11℃	0.55

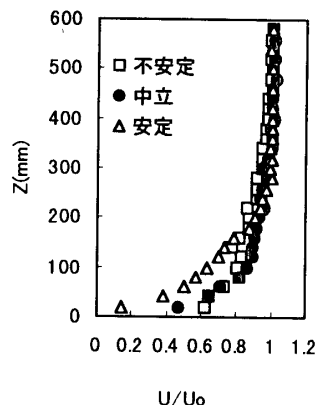


図-2 アプローチフロー-U/U₀鉛直分布

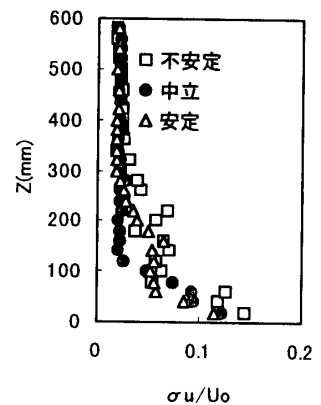


図-3 アプローチフロー-σ_w/U₀鉛直分布

U: 風速-X方向成分(m/s)
 U_0 : 基準点風速-X方向成分(m/s)
 Rb : パルクリチャードソン数= $gH(T_H-T_0)/((T+273)(U_H)^2)$
 H : 代表長さ=基準点高さ=0.58(m)
 T_H : 基準点温度(℃)
 T_0 : 床面温度(℃)
 T : 平均温度(℃)
 U_H : 基準点風速 X方向成分= U_0 (m/s)

ている。理論的には安定ほど床面付近で乱流エネルギーの散逸が大きいので乱流強度が小さくなると思われる。しかし Z=100~260 においては安定の σ_w/U_0 は中立よりも大きくなっており理論的に推測される傾向とは一部分異なる。これが流れの特性を表すものか実験上の偶発的な要因によるものか今後検討を要す。

Measurement of Flow Field around a Building Model in a Thermal Stratification Wind Tunnel by LDV System

YOSHIMURA Takanobu, ASHIE Yasunobu, VU Thanh Ca and ASAEDA Takashi

3-2 建物前後の風速・乱れの強さの分布 建物から上流・下流へ各 40mm の位置 (上流:X=440,下流:X=160) における風速及び乱流強度の分布を図-4,5,6,7 に示す。上流では U/U_0 は $Z=40\text{mm}$ 以下で成層条件による差が顕著で $Z=20\text{mm}$ では中立及び安定で逆流を生じている(図-4)。 σ_w/U_0 は中立は $Z=140$ 以下で、安定・不安定は $Z=300\text{mm}$ 以下で増大しておりそれぞれの分布に特徴がみられる(図-5)。アプローチと似た分布であるが建物前面の上昇流や逆流が生じる位置であるため、中立と不安定において床面付近の σ_w/U_0 の増加が大きく、モデル高さ以下の分布は複雑である。下流では U/U_0 は各条件ともほぼ同様であり(図-6)、 σ_w/U_0 も同様の傾向を示すが、安定の値がモデル高さ以下で小さくなっている(図-7)。両値とも $Z=200\sim 300$ の free shear layer において急激な変化がみられる。

3-3 建物モデル周りの流れ 図-8,9,10 に各成層条件における速度ベクトル分布を、図-11,12,13 に σ_w/U_0 の分布を示す。ベクトル分布図によると各条件とも屋根面の剥離・逆流、後流の循環など建物周辺気流の基本的特徴が認められ、成層条件による大差はない。不安定の特徴として建物前面の standing vortex が見られない(図-8,11)。不安定の場合、建物に沿った上昇流が発達しやすく、また床面付近の混合が非常に強いいため standing vortex が形成されにくいと考えられる。これに対し安定では成層により上昇流が押さえられ、淀み領域ができやすく standing vortex が形成されやすいと考えられる。また安定の特徴としては後流域の σ_w/U_0 の値が全体的に他の条件より小さい点が挙げられる。

4. 結論

- 1)成層条件によりアプローチが変化し床面付近では安定ほど風速は小さい。
- 2)不安定では standing vortex が形成されにくい。
- 3)安定では後流域の乱流強度が小さい。
- 4)概して実験風速 1m/s では成層安定度が建物周辺気流の性状に与える影響は小さい。

5. おわりに

本実験よりさらに低風速の場合には顕著な影響が現れることも考えられ、これについては今後の課題とする。同時に建物周辺の温度分布についても風洞実験を行い、建物を取り巻く熱環境に関する研究を進める所存である。

*1 (株)青木建設研究所
 *2 建設省建築研究所 工博
 *3 埼玉大学工学部 助教授・工博
 *4 埼玉大学理工学研究科 助教授・工博

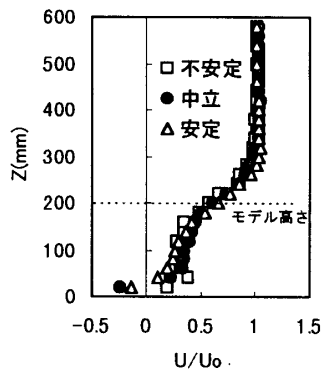


図-4 上流 X=440 U/U_0 鉛直分布

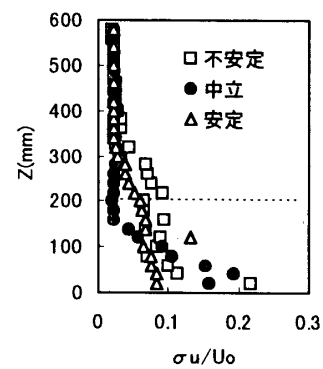


図-5 上流 X=440 σ_w/U_0 鉛直分布

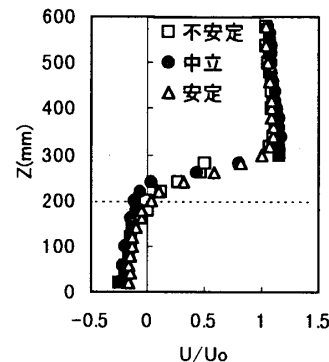


図-6 下流 X=160 U/U_0 鉛直分布

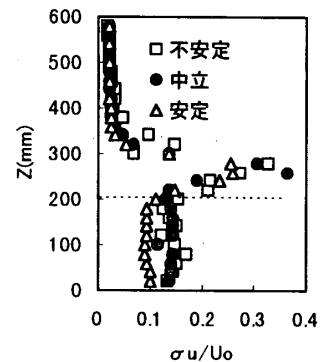


図-7 下流 X=160 σ_w/U_0 鉛直分布

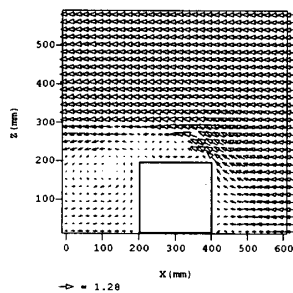


図-8 ベクトル分布 (不安定)

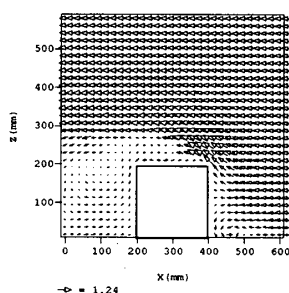


図-9 ベクトル分布 (中立)

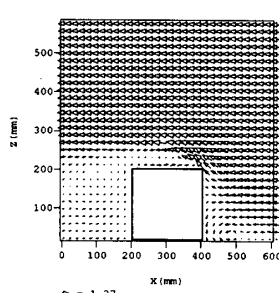


図-10 ベクトル分布 (安定)

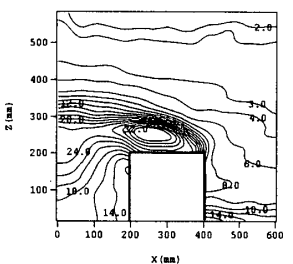


図-11 σ_w/U_0 分布 (不安定)

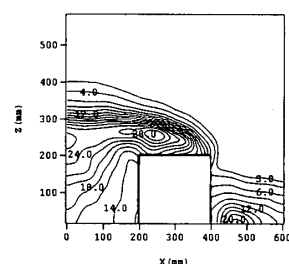


図-12 σ_w/U_0 分布 (中立)

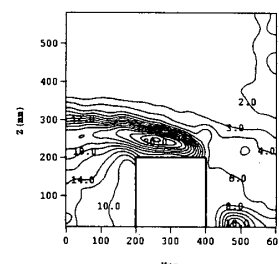


図-13 σ_w/U_0 分布 (安定)

[謝辞]この研究は保水性建築材料を用いた市街地熱環境計画手法の開発委員会(建設省建築研究所大澤元毅委員長)の活動の一環として行われたものである。ご協力いただいた委員各位に感謝の意を表します。
 [参考文献] 1)上原、村上、老川、若松: 温度成層流中のストリートキャニオン内の流れに関する LDV を用いた風洞実験 市街地における汚染物質の拡散に関する実験的研究 その2、日本建築学会計画系論文集 492号、1997 2)上原、老川、若松、村上: 市街地における汚染物質の拡散に関する風洞実験 その6 LDVによるストリートキャニオン内の流れの測定、日本建築学会大会学術講演梗概集、1996 3)村上、加藤、田中、佐藤: レーザードップラー流速計による室内乱流統計量の測定、日本建築学会計画系論文報告集 413号、1990

Technical Research Center, Aoki Corporation
 Building Research Institute, Ministry of Construction, Dr.Eng
 Saitama University, Ph.D
 Saitama University, Dr.Eng