

3次元立方体配列の全構成面交換係数比率

- 都市域における各構成面別の交換係数に関する風洞実験 (その3)

正会員

鈴木直人*

正会員

成田健一**

ヒートアイランド
市街地風

都市キャノピー
熱収支

対流熱伝達率
風洞実験

1. 研究目的

本研究の目的は、濾紙面蒸発法を用いた風洞実験¹⁾²⁾を用いてTEB³⁾に代表される都市キャノピーモデルにおける乱流輸送 flux の抵抗ネットワークのモデル化を行うことである。ここではメソスケールモデルへの適用を念頭に、キャノピー上空の reference 点と各構成面を直接つなぐネットワークを想定している(図1)。

立方体3次元整形配列に関しては、すでに前報⁵⁾において交換係数の面別の風向変化と密度変化、さらに壁面の高さ分布について検討した。しかしながら、この種の模型実験では交換係数の値に試料サイズによるスケール効果が現れるため、密度変化の考察では同一サイズの試料による相对比较が可能な屋上面と壁面のみを対象に考察してきた。一方、筆者らのグループでは、現在スケールモデルによる自然風下における検証実験を進めている⁶⁾⁷⁾。そこでの戦略は、各構成面からのフラックスを積み上げるのではなく、キャノピー上空で乱流フラックスのトータル量を押え、それを各構成面に配分するというものである⁸⁾。このためには、床面を含めた全構成面の交換係数の把握が不可欠となる。そこで本報では、街路幅が模型サイズよりも狭くなる配列では、街路幅に合わせて模型面の試料サイズを分割することにより、試料サイズの統一を図りながら、床面を含めた全構成面の相対比率を検討する実験を行った。なお、これまでの整形配列に加え、千鳥配列についても新たに実験を行い比較考察した。

2. 実験方法

使用した立方体試料を図2に示す。使用した風洞、気流プロファイルに関しては、前報⁴⁾を参照のこと。輸送速度(Wt)および交換係数(C_E)の算出は下式による。

$$Wt = C_E U = E / (\rho_s - \rho_a) \quad (1)$$

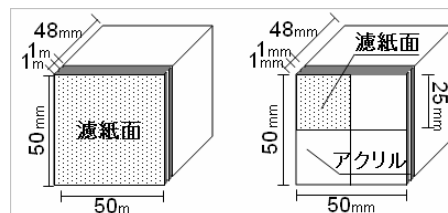
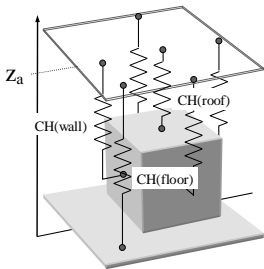


図1. 抵抗ネットワークモデル

図2. 測定試料(左:全面,右:分割)

E は蒸発速度[kgm⁻²s⁻¹], ρ_s および ρ_a は蒸発面温度の飽和絶対湿度と空気絶対湿度[kgm⁻³], U は境界層上端(高さ1400mm)の風速[ms⁻¹](3ms⁻¹一定)である。温湿度条件はコントロールできないため、同一サイズ立方体単体の屋上面の値(Wt₀)を参照値として同時測定し、それとの比率(Wt/Wt₀)で相互比較を行っている。模型の配列範囲は1820mm四方で、中心付近を測定対象とした(図3)。実験した模型配列と測定対象面を図4に示す。街路アスペクト比(L/H)=2, 1, 1/2の3種の密度で実験を行った。

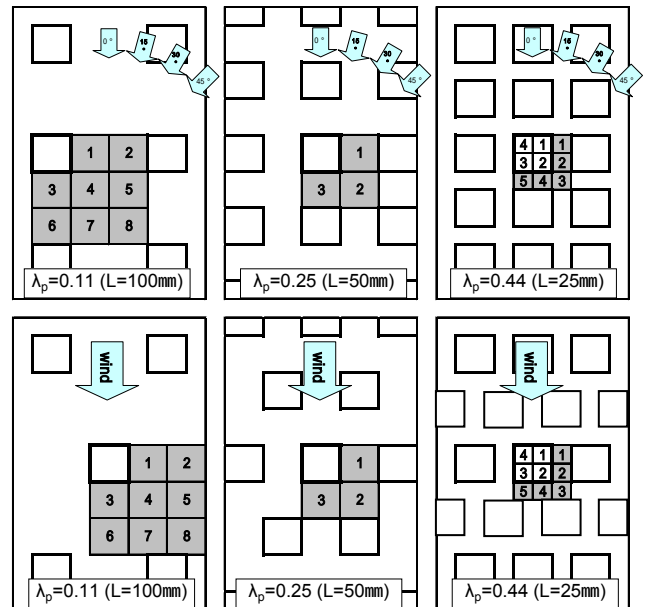


図4. 測定点の平面図(上:整形配列,下:千鳥配列)



図3. 模型配列(ρ=0.44, 風向15°)

3. 実験結果

図5に屋上面の輸送速度の風向変化を示す。グロス建蔽率(λ_p)にかかわらず、屋上面については風向による変化は僅かである。 $\lambda_p=0.44$ に関しては全面・4分割測定のため、4分割測定の結果を示したが、4分割では3割程度大きな値となっている。

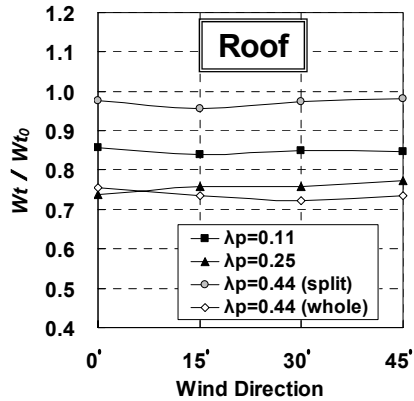


図5. 屋上面の輸送速度の風向変化

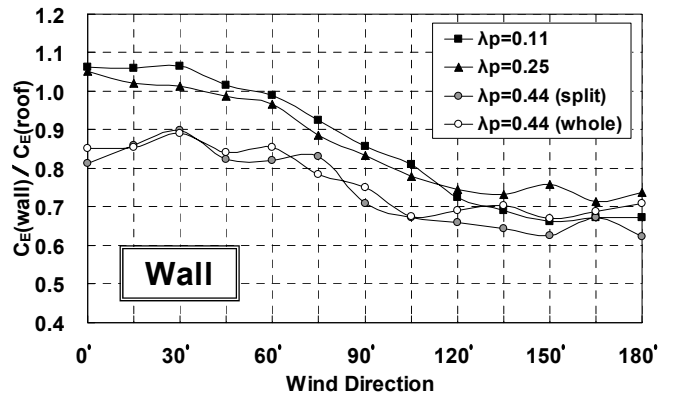


図6は、屋上面の値で基準化した壁面と床面の交換係数の風向変化である。壁面に関しては、 $\lambda_p=0.11$ と0.25の結果はほぼ近似しているが、 $\lambda_p=0.44$ では値も小さく風向による変化も小さくなっている。床面は全体として風向依存性が小さい。低密度 $\lambda_p=0.11$ では建物間(Gap)と交差点面(Intersection)の差異が小さいが、高密度となるに従い建物間の値が減少し両者の差が拡大する。

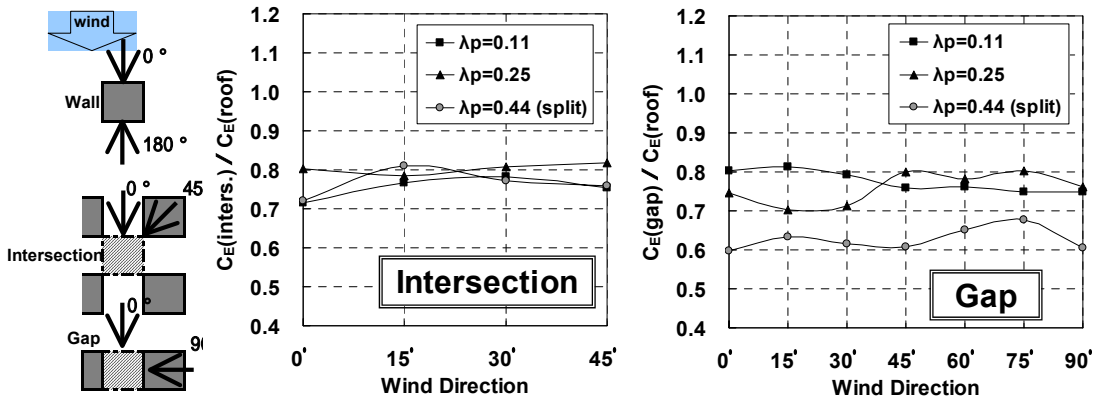


図6. 壁面および床面の交換係数の風向変化(屋上面に対する比率)

図7は、壁面の交換係数を整形配列と千鳥配列で比較した結果である。密度による変化は類似しているが、風上面では千鳥配列の値が大きく、逆に風下面では整形配列の方が僅かに大きい。図8は、同じく床面の交換係数を比較した結果である。整形配列では全体に風向による変化は小さいが、 $\lambda_p=0.25$ では整形配列の風向45度の結果が特異的に大きく千鳥配列に近い値となっている。

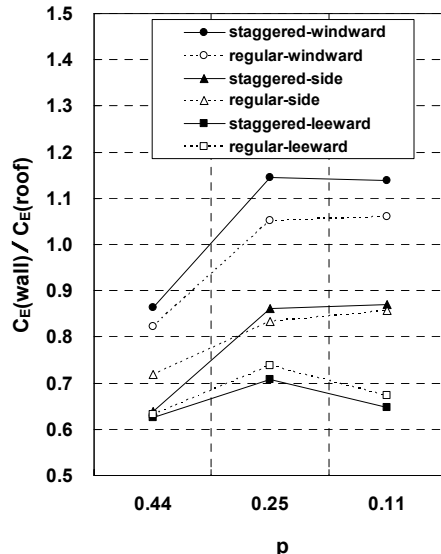


図7. 壁面の交換係数の比較

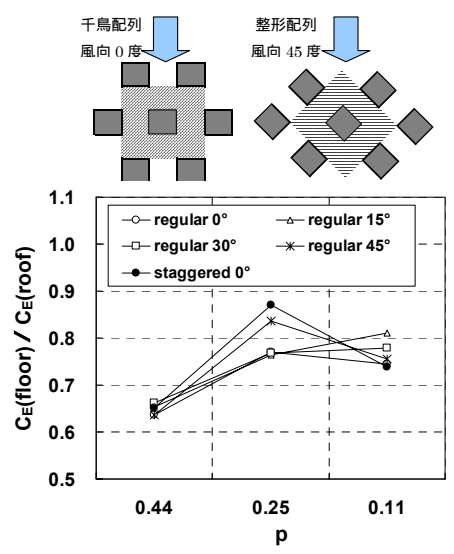


図8. 床面の交換係数の比較

4. まとめ

屋上面との相対比で表現した壁面や床面の交換係数の変化は、モデルのスケールや実験方法に依存しないと期待される。スケールモデルとの比較結果は別途報告する。

謝辞: 本研究は、科学技術振興機構(JST)の戦略的創造研究(CREST)、研究代表者: 東工大・神田学、および文部科学省の科研費(基盤研究(C), 15560516)の援助を受けた。ここに記して謝意を表します。

文献

- 1) 成田健一・他: 日本建築学会計画系論文集, 527, 69-76, 2000.1
- 2) 成田健一・他: 日本建築学会計画系論文集, 594, 69-76, 2005.8
- 3) Masson, V.: *Boundary-Layer Meteorol.*, 94, 357-397. 2000.
- 4) 森岡 勲・他: 日本建築学会大会学術講演梗概集, 843-844, 2004
- 5) 鈴木直人・他: 日本建築学会大会学術講演梗概集, 845-846, 2004
- 6) 武藤 順・他: 日本建築学会大会学術講演梗概集, 755-756, 2005
- 7) 成田健一・他: 日本建築学会大会学術講演梗概集, 757-758, 2005
- 8) Kanda, M. et al.: *Boundary-Layer Meteorol.*, 116, 423-443. 2005.

*株式会社 當木工事・工修

**日本工業大学工学部建築学科・教授・工博

* ATSUKI-KOUJI, M. Eng

** Nippon Institute of Technology, Prof., Dr. Eng.