

- 3 仮想的な領域分割を用いた通風空間の質的評価手法の開発

Study on Development of Qualitative Evaluation Technique with the Imaginary Zonal Division in the Cross Ventilation Space

(研究期間 平成14～16年度)

環境研究グループ

西澤繁毅

Dept. of Environmental Engineering

Shigeki Nishizawa

It is difficult to evaluate the effect of cross ventilation quantitatively, because the indoor environment under cross ventilation is uneven and changes with the outside conditions. In this study, the properties of the airflow in space and openings are examined with the wind tunnel experiment and field experiment under cross ventilation. And the volume index, which reflects the airflow structure by dividing the space imaginary, is examined to evaluate the cross ventilation space quantitatively.

【研究目的及び経過】

通風は、外部の風という自然エネルギーを利用して室温・体感温度を低下させる夏期の有用な環境調整手法であり、有効に利用することで、夏期～中間期の冷房負荷・換気動力を削減して省エネルギーを図ることが期待される。通風の定性的な有効性は生活の知恵として経験的に広く認められているものの、定量的な効果には未解明な部分が多く、効果が不明瞭なまま定性的に設計されているのが現状である。これは、外部風向風速の変化に伴い通風駆動力や室内の気流場が刻々と変化することから、室内温熱環境に及ぼす効果を定量的に把握することが難しく、定量評価に基づく通風設計手法が確立されていないためである。通風効果の定量的な不明瞭さという問題は、通風利用の促進を妨げる一因となっていると考えられる。

本研究では、通風環境の定量的な設計手法確立を目指して、通風空間の定量的な性状把握を行った。通風実験棟内の実大建物モデル及び実験住宅を使用して室内気流場及び開口部の性状を検討している。また、気流速のむらが大い通風空間を性質に応じて仮想的に領域分割する方法を通して、むらのある通風空間の性状の定量的な評価を行っている。

【研究内容】

1. 実大建物モデルを用いた風洞実験

通風実験棟内に設置した実大建物モデルを使用して風洞実験を行い、通風時の室内性状の検討を行った。

1.1 可視化実験による気流場の検討

可視化実験を行い既往の速度場、圧力場とあわせて室内気流場の検討を行った(図1)。風向毎の通風経路の安定性(揺らぎ、脈動)や経路・乱れによる室内混合性状の違いを撮影映像から確認した。また、開口通過気流の可視化を行い、風速測定で確認された脈動による流入流出

が併存する現象について検証した。

1.2 濃度減衰測定による混合性状の検討

トレーサガス(SF₆)を室内に放出し減衰過程を繰り返し測定することで、通風環境下における室内混合性状を詳細に検討した。図2に風向0°と45°における室内気流場と局所換気効率を、図3に濃度減衰過程を示す。通風経路が明確に現れる風向0°では、経路上の測定点(a, b等)では濃度が急激に低下し局所換気効率の値が高いが、経路から外れるC室(測定点gのある室)では減衰が遅く、空間内の混合性状に大きなむらが生じる。一方、中央柱壁に衝突し流れが二分する風向45°では空間の混合性状が一樣に近づく結果となった。各風向の室内気流性状を検討した結果、通風経路の明確な条件ほど室内の混合状況に偏りが生じること(図5)、空間全体における気流速の偏りは通風経路の違いによらず同程度となること(図4)を確認している。

1.3 温度測定による排熱性状の検討

実大モデル床面に石膏ボード(12.5mm)を蓄熱材として敷設して加温し空気及び床表面温を測定することで、通風経路と排熱性状の関係を検討した。また既往の表面熱伝達率を用いて熱収支の検討を行った。

1.4 開口部の流量係数の検討

矩形開口(W860mm×H1,760mm)及び市販窓サッシの流量係数を測定し、開口部を通過する気流に対する流入出角度及びサッシ枠等の影響を検討した。流量係数は開口面に垂直に流入出するときに最大になり、斜めになるにつれ低下する(図8)、羽根状もしくは格子状の部材により小さな抵抗で流入風向を制御し、室内気流を改善できる可能性がある(ブラインドシャッターの結果から)等の知見が得られた。

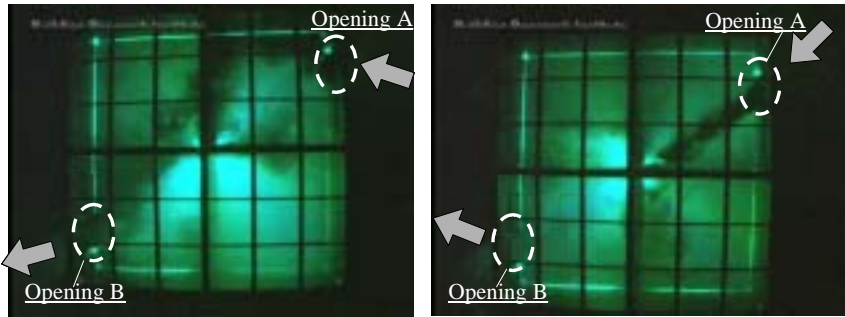


図1 可視化画像(左:風向0°, 右:風向45°)

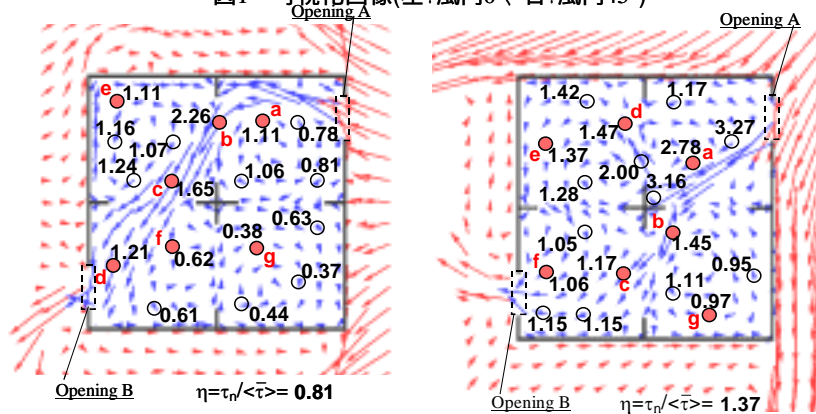


図2 気流分布と局所換気効率 ϵ_p (左:風向0°, 右:風向45°)

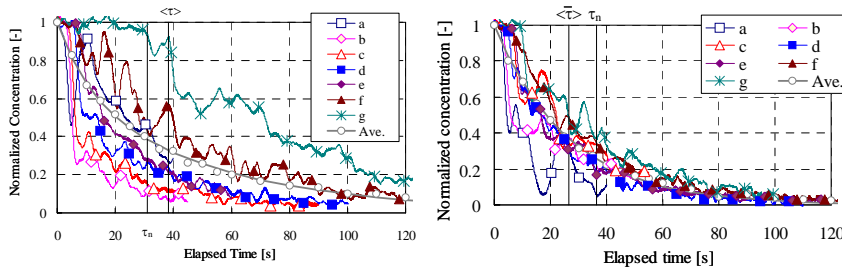


図3 濃度減衰(左:風向0°, 右:風向45°)

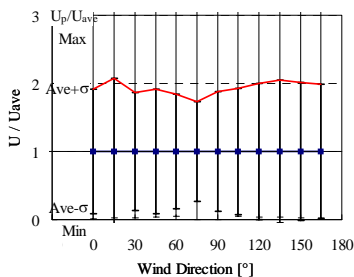


図4 規準化室内風速分布

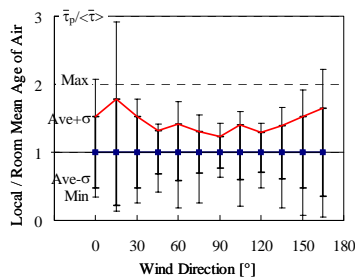


図5 規準化局所空気齢分布

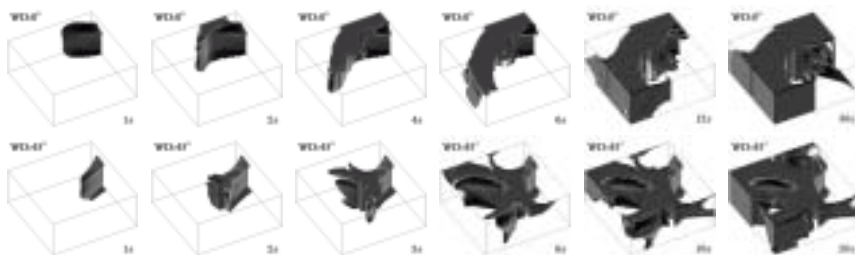


図6 流入空気の移動拡散状況(上段:風向0°, 下段:風向45°)

2. 数値解析による分析

Cradle社製CFD解析コード(Stream)を使用して、実大建物モデル内の通風性状の検討を行った。濃度減衰過程から同定した時間の経過とともに拡大する仮想分割領域を図6に示す。流入空気が経時的に室内に広がる様子を明瞭に把握することができる。また、室内を任意に二分割したときの流量収支式を導出し、通風空間のマクロな気流構造の検討を行った(図7)。

3. 実験住宅における通風実測

戸建実験住宅で通風実測を行い、変動環境下における室内及び開口通過気流の検討を行い、窓開口で実測した流量係数が風洞実験と同様の傾向を示すといった知見が得られている(図8)。

【参考文献】

- 1) S. Nishizawa et al., The Index to evaluate the space with unevenness in consideration of time scale, Ventilation 2003 Proceedings, 97-102, 2003.8
- 2) 西澤他, 流れの時間スケールを考慮した換気・通風空間のむらの評価指標とマクロモデルへの展開, 日本建築学会環境系論文集, 29-36, 2004.2
- 3) S. Nishizawa et al., A Wind Tunnel Full-Scale Building Model Comparison between Experimenta and CFD Results Based on the Standard k-ε Turbulence Representation, Int. J. of Ventilation Vol.2-4, 419-430, 2004.3
- 4) S. Nishizawa et al, Examination of the Space with Cross Ventilation by Tracer Gas Technique and Zoning Concept of the Space with Unevenness, Roomvent 2004, 2004.9
- 5) T. Sawachi et al., Predictability of the Discharge Coefficient for Inflow and Outflow Openings in Cross Ventilation, Roomvent 2004, 2004.9

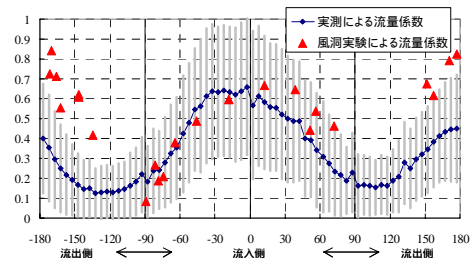


図8 実測と風洞実験の流量係数

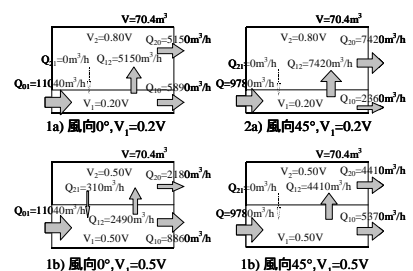


図7 マクロな空気移動の分析(左:風向0°, 右:風向45°)