

都市域における快適性と安全性向上に資する風系構造の解明

課題代表者 独立行政法人建築研究所 足永靖信

1. 研究の目的

都市域における複雑な風環境を把握することは、建築・都市に関わる様々な問題の解決に繋がる。具体的には、適切な換気・通風計画、風荷重設計の合理化、市街地火災の延焼予測などがあげられる。ところが、都市域の風系を高精度・高密度に予測する手法は確立されていないのが現状である。

本研究は、都市域における複雑な風系構造を解明し建築都市の設計に役立てるため、地表面粗度の計測技術、風環境の高精度計測技術、高精度数値流体シミュレーション技術を確立することにより、風解析データベースを環境・防火・構造の各分野の諸問題解決に向け積極的に活用することを目的とする。

2. 都市風の実態調査

(1) 建物周辺風の観測

超音波風速計の多点同時計測を実施した。従来は屋外環境における超音波観測は単点によるものが主であったが、複数の超音波センサ（最大16機）を1台のコンピュータに集約して収録・分析するシステムを構築した（図1）。そして、本システムを研究所構内の実験棟の屋上に常設し長期観測を実施すると共に、実験棟周辺における短期観測を実施し、風の空間相関や乱流熱輸送の特徴を明らかにした（図2）。

(2) 風洞実験

実在市街地を対象にした風洞実験を実施し、市街地の通風実態を把握することにより、ヒートアイランド影響の検討を行った。図3は臨海部に位置する高層建物群（高さ200m）の下流域を気流可視化したものである。この実験より建物下流で約1kmの範囲に渡って弱風域が形成されることが解った。ヒートアイランド影響の検討が今後の課題である。

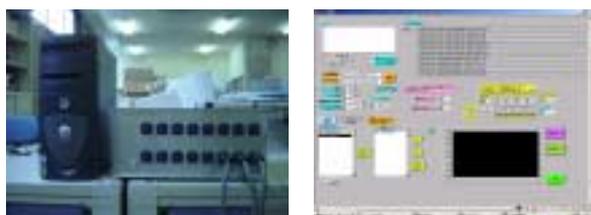


図1 超音波多点同時計測システム（左：16ch端子ボックス、右：データ処理画面）

3 都市風の数値解析

(1) 数値解析方法の概要

細密な地表面粗度データを用いた LES 解析により都市風のシミュレーションを実施し、都市域での様々なスケールの風系構造を高精度高密度に予測する手法について検討した。

(2) 細密地表面粗度

地表面及び建物の複雑形状を精緻に把握するため、本研究では、格子間隔が2mの細密地表面粗度データ（図4）を活用した。対象市街地は、神田・丸の内、目黒区碑文谷、西新宿、横浜港北区とした。

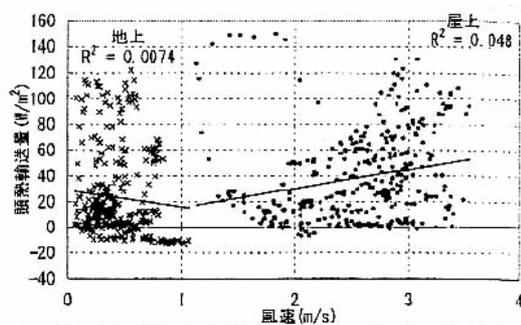


図2 超音波多点同時計測システムの適用（屋上・地上の同時観測による熱輸送量の分析結果）



図3 風洞実験による市街地風の可視化

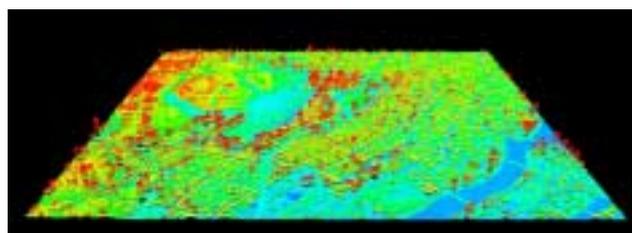


図4 細密地表面粗度データの例（神田・丸の内）

(3) 都市風の数値解析事例

超高層建物

Immersed Boundary Methodを超高層建築物まわりの風の流れ解析に適用し、建築物からの流れの剥離や建築物前面下部の馬蹄渦、建築物間の流れ等を詳細に再現することができた(図5)。

市街地

図6は図1の地表面粗度データを境界条件としてLESモデルでシミュレーションした瞬間風速の鉛直分布図である。この手法により高層建築物が林立する市街地の風系構造が再現されているのが確認できた。

丘陵地

図7は横浜市港北区上空の谷筋地形を通る風系構造をシミュレーションしたもので、鉛直断面及び水平断面の平均風速分布を示した。谷筋に沿って流れる風や小高い丘陵によって平均風速分布が変化する状況を再現することができた。

このように、細密な地表面粗度データを用いたLES解析により、具体的な都市域の風系構造を様々なスケールでシミュレーションすることが可能であることが確認できた。

(4) 今後の課題

今後、熱収支も組み入れたシミュレーションの手法の検討を行い、都市の風・熱環境の評価を行う予定である。また、今回は市街地内の植生については十分に現況を把握出来なかった。レーザー計測、NDVIを適用して精度を高める必要がある。

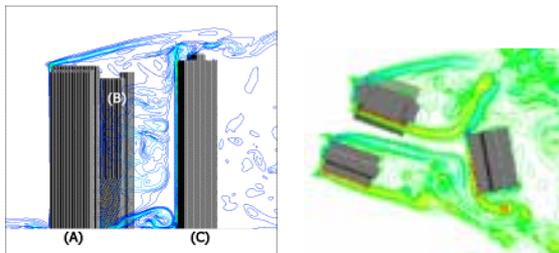


図5 超高層建築物まわりの気流解析事例

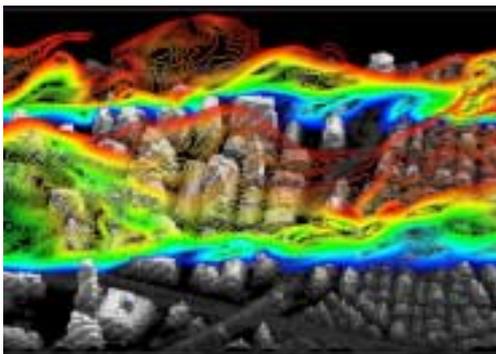


図6 市街地の気流解析事例

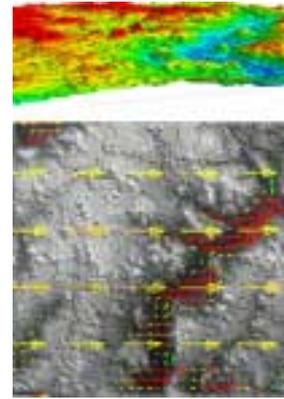


図7 谷筋地形の気流解析事例

(4) 火災による風影響

市街地で発生した火災は風の影響を強く受けると共に風への影響も大きいと考えられる。そこで、火災の進展に伴う風の変化について、火災風洞で火源数と風速を変化させた模型実験を実施した。また、実験場に合わせてCFD解析も行うことにより、火災による風影響を明らかにした。

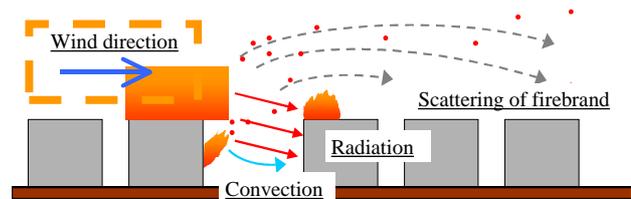


図8 市街地の火災モデルの概要

4. 総括

本研究は、都市域の環境と防災の観点から、都市風の検討を総合的に実施したものである。今後は、具体的な都市開発に際してケーススタディーを実施することが必要である。

成果文献

- 1) 足永靖信他：床面を加熱した風洞実験による建物の高層化が気温分布に及ぼす影響に関する検討、日本建築学会環境系論文集、NO.579、PP.67-71、2004.5
 - 2) 奥田泰雄他：都市の地表面粗度評価のための細密地表面粗度データの利用、第17回風工学シンポジウム論文集、pp.13-18、2002.12.
 - 2) 林吉彦他：有風下の火災家屋からの熱気流性状に関して、日本火災学会誌、第52巻、第2号、pp.22-25、2002.4
等、37件
- その他、建築研究所講演会でのポスター展示を3回実施した。