

- 2 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 Study on the urban wind construction for the comfort and safety in urban areas

(研究期間 平成 13～15 年度)

環境研究グループ
Environmental Research Group
防火研究グループ
Fire Protection Research Group
構造研究グループ
Construction Research Group

足永靖信
Yasunobu Ashie
林 吉彦
Yoshihiko Hayashi
奥田泰雄
Yasuo Okuda
河野孝昭
Takaaki Kono
喜々津仁密
Hitomitsu Kikitsu

This research aims to grasp the complicated wind environment in urban areas by means of a numerical simulation system with a high resolution and a high accuracy to meet various architectural problems such as ventilation planning, wind load planning and urban planning to restrain the spread of fire. The measurement method of urban surface roughness with fine resolution, the measurement system of urban wind environment and the numerical simulation system to estimate the urban wind environment were developed in this project in cooperation with environmental research group, construction research group and fire safety research group in the BRI.

〔研究目的及び経過〕

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認することにより、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。

〔研究内容〕

(1) 超音波風速計の多点同時計測技術を確立した。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、本システムをシックハウス棟の

屋上に常設し長期観測を実施すると共に、シックハウス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)。さらに、実在市街地を対象にした風洞実験を実施し、市街地の通風状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)。

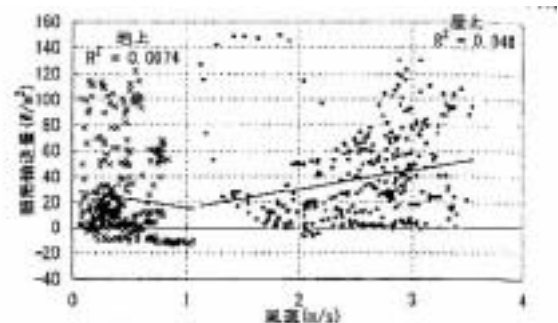


図 2 超音波多点同時計測システムの適用
(屋上・地上の同時観測による熱輸送量の分析結果)



図 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)



図 3 風洞実験による市街地風の可視化

(2) 都市風シミュレータの開発を目的として、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。さらに、ドップラレーダや広域気象観測網による観測結果等を用いてシミュレーションの検証を行った。

実市街地における風系構造を LES 解析により予測するために、格子間隔が 2m の細密地表面粗度データ (図 4) が利用できることを確認した。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。

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) 。

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。

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。また、ドップラレーダ、広域気象観測網等で観測された気象データを用いてシミュレーション結果を検証した。熱収支も組み入れたシミュレーションを実施するため、土地被覆カテゴリー (地面、水面、植生、人工物・・・) をイコノス画像の各階調等によって分類した。さらに、地表面凹凸の細かさの度合いから植生部分を抽出する手法を検討した。これらの研究成果は、都市の地表面粗度評価、都市の風・熱環境のシミュレーション、

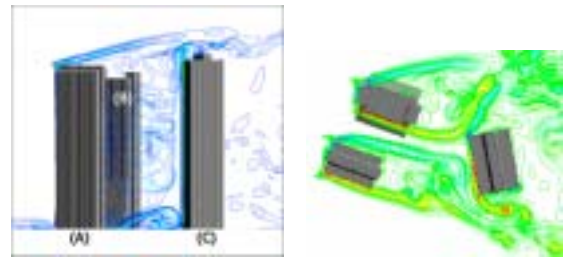


図 5 超高層建築物まわりの風のシミュレーション

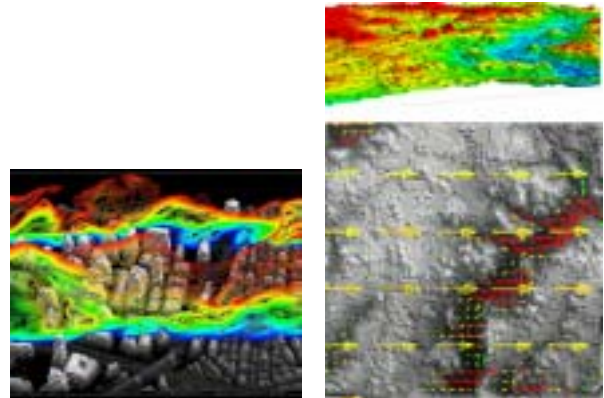


図 6 市街地の風系構造のシミュレーション

図 7 谷筋地形の風系構造のシミュレーション

都市での汚染物質拡散のシミュレーション、といった新たな研究に発展している。通風、換気計画への応用も可能なものであるが、具体的な適用は今後の課題としたい。なお、低層建築物の風荷重の合理化に関しては、構造研究グループ重点研究課題「地表面粗度評価指標による風荷重設定システムの構築 (H14-16)」の中で対応したい。

(3) 火災の進展に伴う風の変化について、火災風洞で模型実験を実施した。火源数と風速をパラメータとして実験を行った。そして、実験データで得られたパラメータに関わる CFD 解析を行い、上記実験結果と比較検証した後、単純街区、実市街地を対象とした検討を実施した。

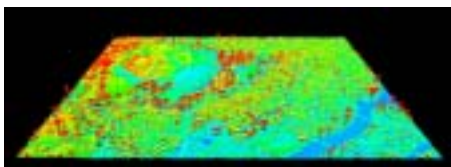


図 4 細密地表面粗度データの例 (神田・丸の内)