

## 都市風環境解析のための有限要素作成について

中央大学 学生員 ○野島 和也  
中央大学 正会員 川原 睦人

### 1. はじめに

市街地に新たに構造物を建造する場合、計画の段階から周辺の風環境に与える影響を推定することは非常に重要である。特に高層ビルでは、建設後にビル風が問題となることが多く、その程度や影響範囲の事前調査が必要となる。風環境の事前調査では、従来から地形模型を用いた風洞試験が用いられている。しかし、地形風の風洞試験では比較的大きな施設が必要であり、センサーや模型製作のコストも含め、地形模型試験を行うには制約が多い。

一方、近年の数値計算技術の発達により、大規模な三次元の解析も可能となっている。風洞試験では、一般にセンサーを設置した場所での情報しか得られないが、数値解析では流速や圧力が各節点で同時に把握できる利点がある。さらに、数値解析では、対象となる構造物の形状や流入条件などの各種条件の変更が比較的容易に行うことができる。風環境の予測が行えれば、風洞試験の予備検討など用いられるほか、得られた情報の可視化により詳細な検討が可能となる。

そこで、本研究では市街地における風環境の事前調査を念頭に置き、三次元の複雑な空間をモデル化するための、メッシュジェネレーションシステムの構築を行った。

### 2. 要素作成と風解析

市街地の複雑な空間を三次元的にモデル化するため、三次元に拡張した Delaunay 分割法<sup>1)</sup>を利用し、四面体による任意形状に対しての要素分割を行う。風解析に使用する有限要素メッシュには高解像度、膨大な節点数が必要とされるため、分割法に対して生成処理の高速化、及び信頼性の向上を図った。構造物間の風の複雑な挙動を追跡する必要から、松本らによる放射基準線法<sup>2)</sup>を利用し数値計算に適した節点分配を行う。

三次元の要素生成作業は莫大な時間を要求する。また、有限要素メッシュ自体のサイズもとても大きなものとなる。従って、効率よく数値解析を行うことが要求される場合、数値解析のケースごとにメッシュを作成することは望ましくない。そこで、解析領域には風の流入方向を考慮し、円筒形の外部境界も与えることができるようにした。これにより、有限要素の再構築なしに、風が様々な方向から流入する場合の解析が行える。

数値解析の実施にあたっては、安定化気泡関数要素を用いた有限要素<sup>3)</sup>による流れ解析を実行した。流れの支配方程式として非圧縮粘性流れを仮定した Navier-Stokes 方程式と連続の式を採用し、分離型法に基づく離散化を行う。なお、LES などの乱流モデルは今回特に取り入れていない。

### 3. 数値解析例とまとめ

解析結果の一例として、図 1 に示すような中央大学理工学部キャンパスのモデル作成を行った。作成したモデルには図 2 に示すように円筒形の外部境界を設定し、三次元 Delaunay 分割法を利用して有限要素を作成した。図 3 は、生成した要素メッシュの表面の様子を示している。作成した有限要素メッシュを風の数値解析に適用した。図 4 は解析結果を三次元的に可視化したもので色は圧力を示す。図 5 はある断面を可視化したもので、上から西、北、東、南東方向から風の流入を与えたときの風況を示した。この図では、左側は流速ベクトル、右側は流速を示す。

有限要素作成例と解析例により、本手法を用いてモデル、要素作成が可能であること、また、作成した計算格子が数値解析に適用可能であることを示した。結果より数値解析では流速や圧力が各節点で同時に把握でき、事前調査に数値解析を導入することの有用性を改めて確認した。

キーワード 都市風, 数値解析, 三次元計算格子, Delaunay 分割法

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科 TEL03-3714-1814



図 1：中央大学工学部キャンパスのモデル化

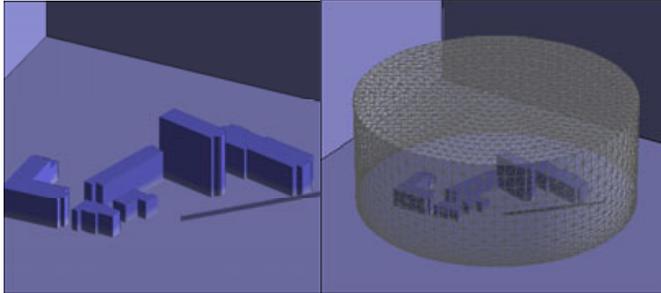


図 2：解析領域の設定

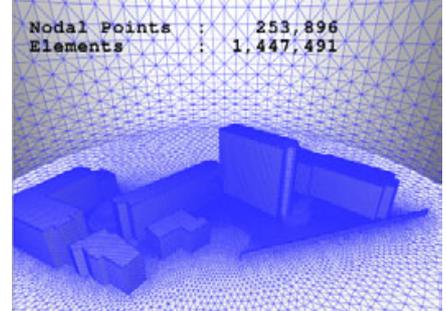


図 3：要素分割

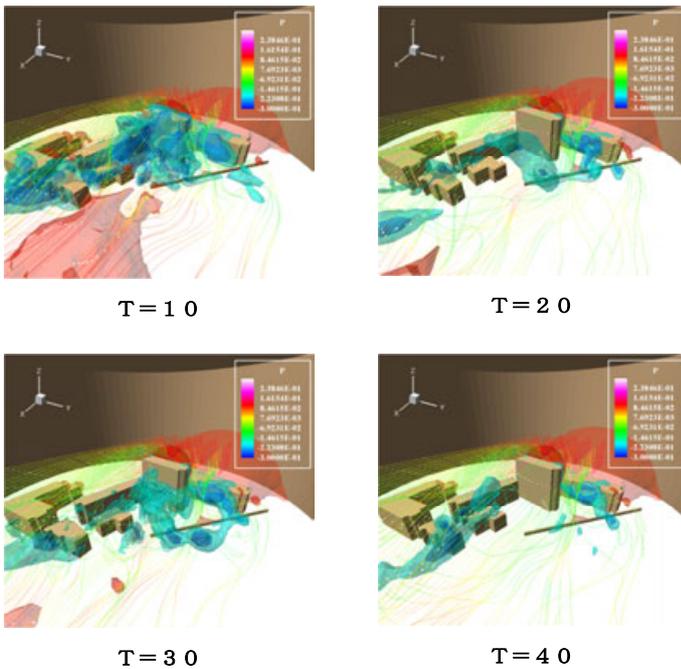


図 4：風況の解析結果（圧力図）

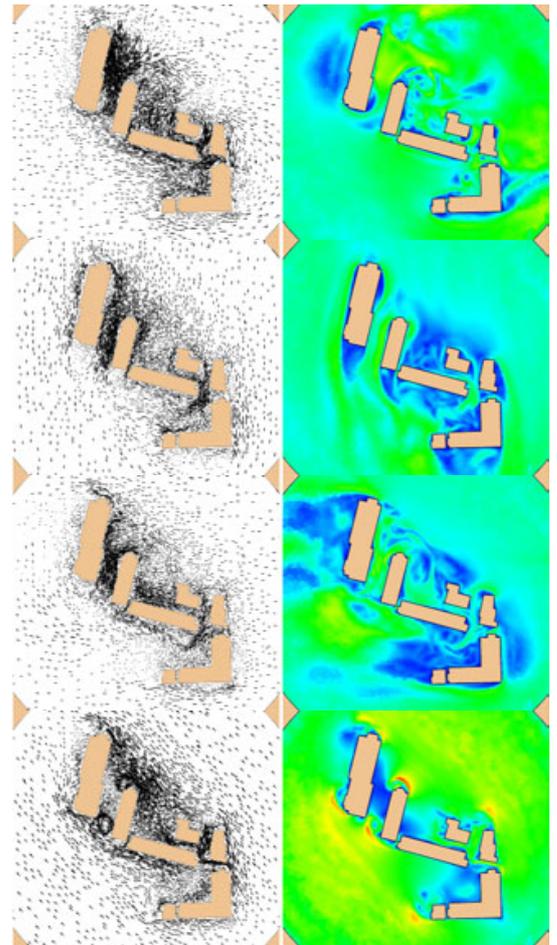


図 5：多方向の風解析結果（流速図）

参考文献

- 1) 野島, 川原：三次元 Delaunay 分割を用いた地下トンネル三次元有限要素分割モデルの作成, 応用力学論文集, Vol. 5, pp. 253-262
- 2) 松本, 梅津：アダプティブリメッシング法を用いたデローニー分割型メッシュ生成法の開発, 計算工学講演会論文集, Vol. 4, 1999.
- 3) 松本, 梅津, 川原：線形型気泡関数を用いた非圧縮性粘性流体解析と適応型有限要素法, 応用力学論文集, Vol. 2, 1997.