

環境アセスメントにおける風環境シミュレーション

和田仁志（(株)三菱地所設計）、角川研（(株)三菱地所設計）、
藤井邦雄（(株)風環境リサーチ）

キーワード：環境アセスメント、風環境予測、コンピュータシミュレーション（CFD）

1. はじめに

高層建築物を対象とする環境アセスメントにおいて、風環境予測は重要な予測項目であり、注目度が上がっている。

また、「東京都中高層建築物の建築に係る紛争の予防と調整に関する条例」に基づき行われた説明会で関心の高かった項目の内、風害は、近年9年間の件数の順位では4番目となっている。

風環境予測は、計画建築物の模型を用いた風洞実験による方法が主流となっているが、実験施設数に限りがあり、模型作成・実験に時間がかかる為、計画の変更に対して即効的に対応できない等の課題があった。

一方、風環境予測の手法として以前より数値解析はあったが、高性能の演算処理が必要とされ、環境アセスメントの対象となる高層建築物での実用例は殆ど無かった。

我々はコンピュータの性能向上、コンピュータの価格低下、情報処理技術の進歩、世界的な経済環境の変化等を踏まえ、学識経験者等と検討を進め実用化の目処がついたと判断し、先進事例の構築を目差し今般採用に踏み切るとともに、行政との粘り強い協議により、東京都や港区及び横浜市等の事例において、アセスメントの予測手法として採用を実現させた。

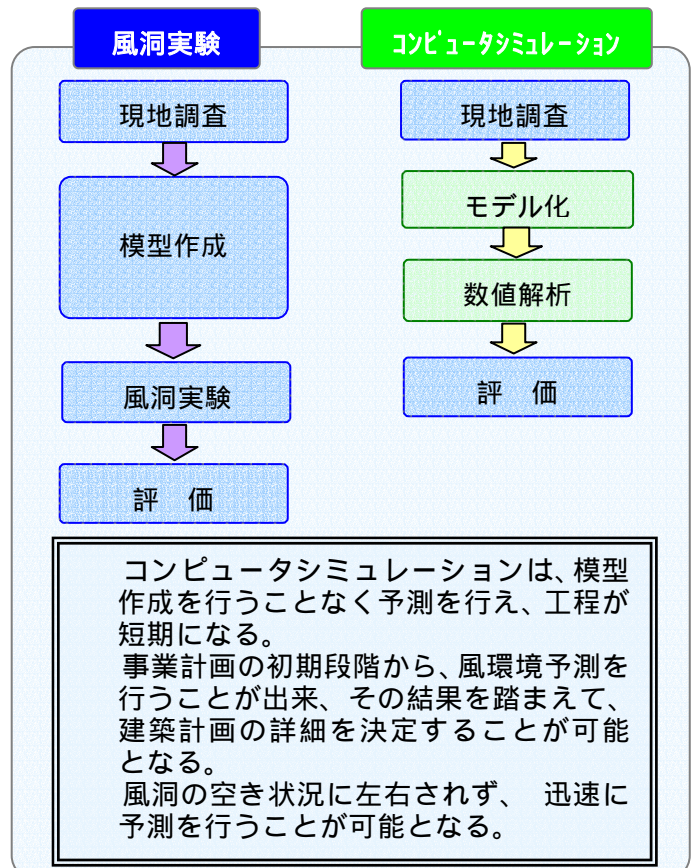
解析モデル



今回は実例として丸の内二丁目の『東京ビルディング建替事業環境影響評価』において風洞実験に代わるコンピュータシミュレーションを用いた風環境予測を取り上げ、あわせて風洞実験との比較をも行い、有効性を確認した。本検証は、今後、主流になって行くと考えられる、更なる開発の余地を残す、コンピュータシミュレーションを用いた風環境予測の先駆けとしてノウハウを蓄積することを目的としたものである。

2. 風環境予測手法

風洞実験とコンピュータシミュレーションの風環境の予測手順の違いを表わすフローを示す。



3. コンピュータシミュレーション活用の課題

コンピュータシミュレーションの活用にあたっては、理論上は問題ないが、実用化の面でいくつかの解決すべき課題があった。

コンピュータシミュレーション活用の課題

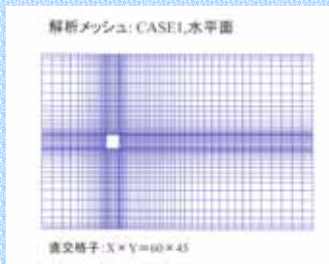
建物近傍域における正確性

実用化にあたり、風による影響が顕著に現れる建物近傍域での剥離流等の正確性に課題があった。

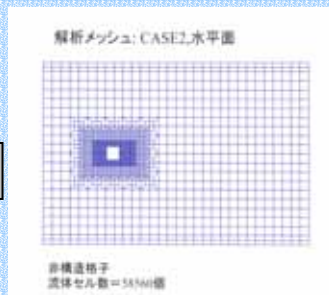
対応

学識経験者等から御助言を頂き、非構造メッシュを取り入れ、建物隅角部で発生する剥離流を適切に表現できるよう配慮した。

直交メッシュ



非構造メッシュ



行政との協議

風洞実験による解析しか経験が無いため数値解析に抵抗を示された。

対応

ねばり強い協議を重ね、かつ、審査会の風害担当の審査員に対する説明も行い、実現した。

4. コンピュータシミュレーションと風洞実験の比較

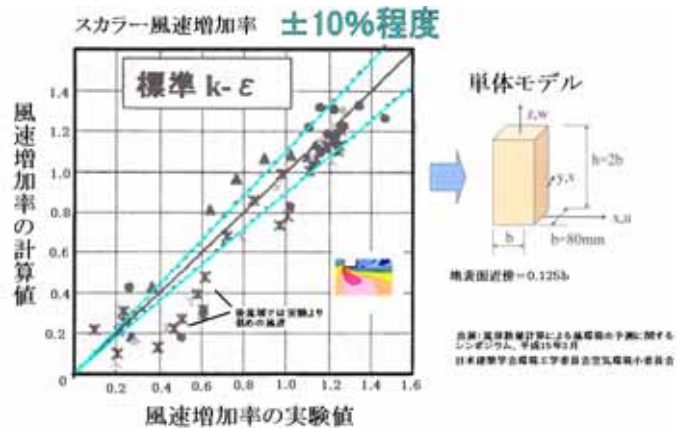
コンピュータシミュレーションと風洞実験との相違は、風環境予測手法の観点から捉えると、気象台高さの風速に対する各観測地点における風速の比を求める方法の違いである。

コンピュータシミュレーションでは、風向・風速が向きと強さのベクトルとして算出される。風洞実験では風向はセンサーに取り付けた旗を目視で観測し、風速は温度センサーにて計測される。

日本建築学会環境工学委員会で行われたコンピュータシミュレーションのベンチマークテスト（2001年1月、日本建築学会技術報告集より）においてコンピュータシミュレーションと風洞実験との比較を行った結果を示す。

図の縦軸がコンピュータシミュレーションから求められた風速で、横軸が風洞実験結果から求められた風速であり、 $Y = 1.0 X$ 上に各測定点のデータが乗れば、両手法の差はないことを表わしている。

解析値と実験地の比較



コンピュータシミュレーションと風洞実験の比較結果

定性的にはよく対応している。

定量的には実験とコンピュータシミュレーションでは概ね $\pm 10\%$ の範囲で対応している（高い風速ではよく対応している）。

5. 業務における風環境評価の比較

事例として東京ビルヂング建替計画の風環境評価のコンピュータシミュレーションを用いた風環境評価と風洞実験を用いた場合の比較を示す。

風環境評価結果の比較より、両手法共、変化状況を同様に捉えていることが伺える。

コンピュータシミュレーションによる
風環境評価 **現況**



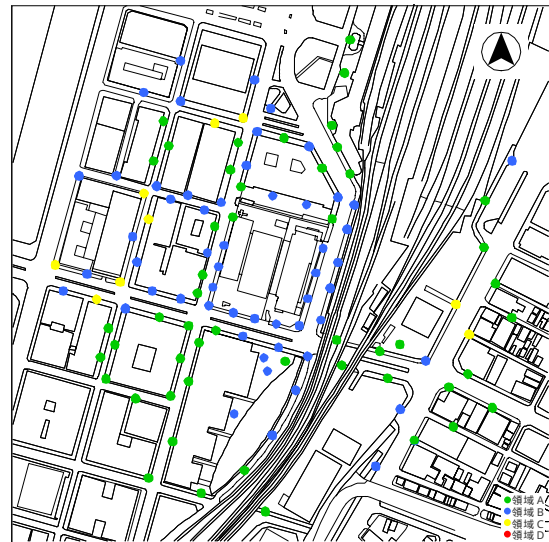
コンピュータシミュレーションによる
風環境評価 **供用後**



風洞実験による風環境評価
現況



風洞実験による風環境評価
供用後

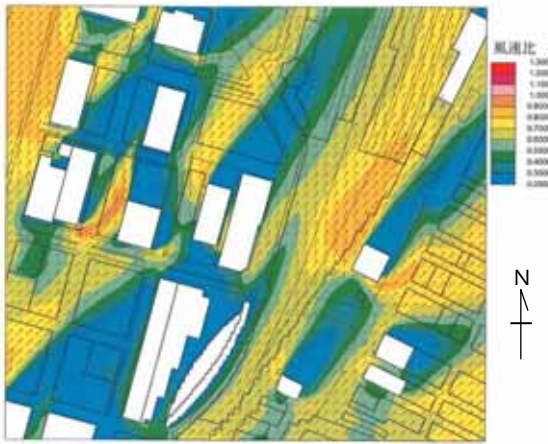


6. コンピュータシミュレーションによる風環境予測のメリット

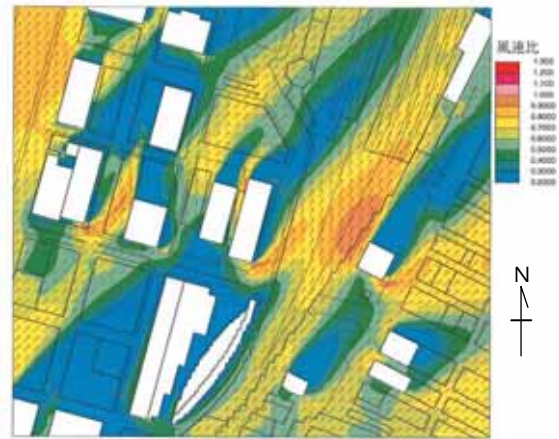
6.1 風向風速ベクトルコンター図

出現頻度の高い南西の風向について、現況と計画建築物供用後の風向風速ベクトルコンターを示す。図中の赤い矢印は、向きが風向、長さが風速を表わしており、カラーの様子は風速比の分布を示している。

地上高さ 31m **現況**



地上高さ 31m **供用後**



ポイント

視覚的に風の状況を捉え易い。
= 風洞実験の点のデータではなく、面のデータとして出力される。
任意の高さ、地点での風の状況を容易に把握できる。
全格子点でのデータがストックされているので追加の情報を引き出し易い。

7. まとめ

実際のアセスメント業務において、コンピュータシミュレーションが風洞実験に対して同等の性能を有する手法であることが確認された。また、同時に下記の利点があることも確認することができた。

高いプレゼンテーション能力

= 目には見えない風の状況をベクトルコンター図により、視覚的に把握し易い物とした。

臨機応変な対応が可能

= 予測後も必要に応じて新たに求めたい観測地点でのデータが容易に求められるので、やり直しとなる風洞実験と比べ、住民対応等で格段に迅速な対応が取れる。

スケジュール、コスト上の優位性

= スケジュール上、風洞施設の混雑状況に左右されなくなり、コスト上も模型制作費等大幅な削減が可能である。

以上の3点により環境アカウンタビリティの向上に大きく寄与するものと確認された。

8. 今後の課題

風環境評価は自然気象を対象にした影響予測であるため、住民への説明が難しい項目であるが、風の状況をビジュアルに表現できるコンピュータシミュレーションを用いた風環境予測のメリットは高いと考える。

今後、総合的な環境アセスメントの解析ツールとして、環境に配慮した街づくりを進めるために、下記に示す更なる有効活用を検討していく必要があると思われる。

本来の風環境予測の目的は計画建築物竣工後の実際の状況を予測することであるが、コンピュータシミュレーションは、今後更なる発展により、現実の再現性の高い予測手法となる可能性を秘めている

総合設計や、構造計算等に活用範囲を広げていく

ヒートアイランド化防止への影響解析(温熱解析)や風の道等広範囲な都市計画への活用が可能

以上