



都市・建築物に対する風のインパクト —建築物の機能性・安全性維持—

研究・開発機関 : 国立大学法人東京工業大学
 利用施設 : スーパーコンピュータ「京」
 計算規模 : 2000ノード、96時間
 利用ソフトウェア : FFR-HPC、CUBE

Before

- 台風など強風時に発生する建築物の損害を防ぐために耐風設計が必要となりますが、強風のインパクトについては都市のような複雑な空間ではその特性がよくわかっていません。
- 実際の建築物の形状は、環境配慮型の建築外装材(日射遮蔽のためのリブ)で覆われるなど複雑になり、そこに作用する風力・風圧の詳細・耐風性能はわかっていません。

After

- 地表被覆状況まで再現した都市モデルを対象にした乱流シミュレーション手法の導入により、都市域の強風特性を明らかにし、都市・建築への風のインパクトを解明しました。
- 複雑な建物形状を再現した計算モデルを用いて、実際の建築物に作用する風力・風圧を高精度で推定し、耐風設計による安全性を向上させました。

背景と目的

台風や最近では極端に発達する積雲により、都市が強風や突風にさらされ、時に甚大な災害をもたらされます。しかし、こういった風作用についての特性は極端気象での特徴と結びつけることなく、単に流体力学的知見からのみ扱われ、耐風安全性が検討されてきました。

都市は一般に建築物や植生で覆われ、低層住宅、高層建物群、街路あるいは広場などで被覆状況が構成されます。その上方では、風が時間的・空間的に変化しながら流れ、時に強い流れを、時に乱れた流れを作り出します。また、都市に建つ建築物は、高層化して揺れやすくなり、壁面もガラスで広く覆われており、リスクは高くなる傾向にあります。

以上より、都市・建築物に対する風のインパクトを正確に捉え、建築物がもつ機能性、安全性を維持することは重要課題と言えます。

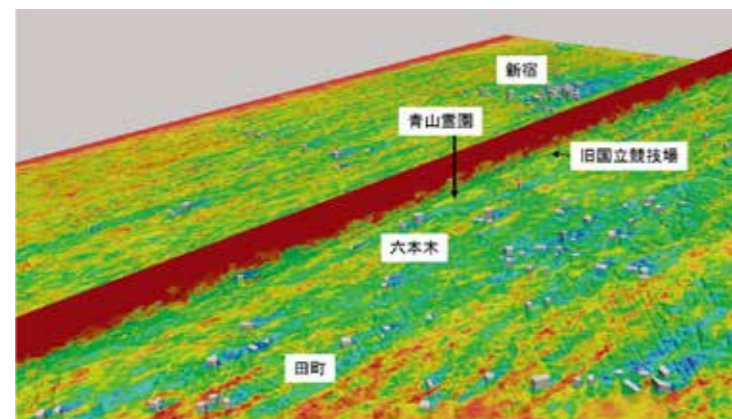


図1 都市域の風の流れ
(乱流組織構造による強風域の発生、空地での強風発生)

利用成果

都市域の風の流れは、地表被覆状態に大きく影響されます。地表の建物を再現し乱流計算を実施することで、建物高さより少し上で風の流れに帯状の強風域(乱流組織構造)が形成されることを確認しました。さらに、それが空地などに達すると地表近くで間欠的に風速が高くなることも確認できます。(図1)また、広い街路では、上空から風が流れ込んだ結果、街路に沿って突風が頻発します。

一方、都市では、高層建物が密集して建っていることが多く、そこでは局所的な循環流など複雑な流れ場を形成します。(図2)

都市域特有の強風・突風の発生状況が把握できると、それに基づき、建築物へ作用する風のインパクトがシミュレーションにより推定されます。

前方の建物群の後ろにある建築物へ、予想外に高風速の風が瞬間的に作用したり、強い渦との干渉から極大負圧が再現します。

また、建築物自体の形状もかなり複雑で、その詳細な姿をモデルにどこまで再現するかも課題です。日射遮蔽を目的として外壁にリブなどが取り付けられると、その影響から外壁へ局所的なピーク風圧が発生します。(図3)

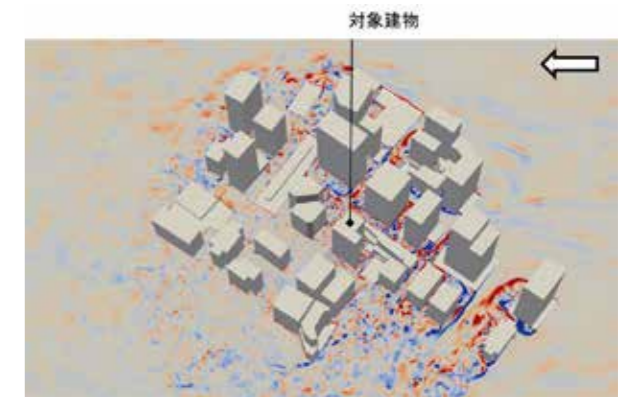


図2 高層建物密集域での瞬発的な渦構造(渦度分布)

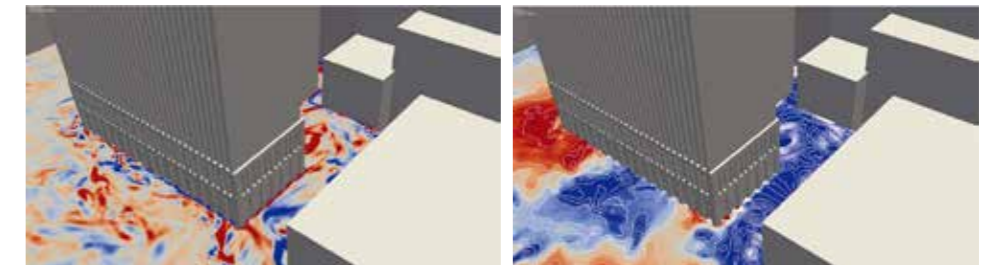


図3 密集域内のリブを再現した高層建物まわりの風(渦度分布、風圧分布)

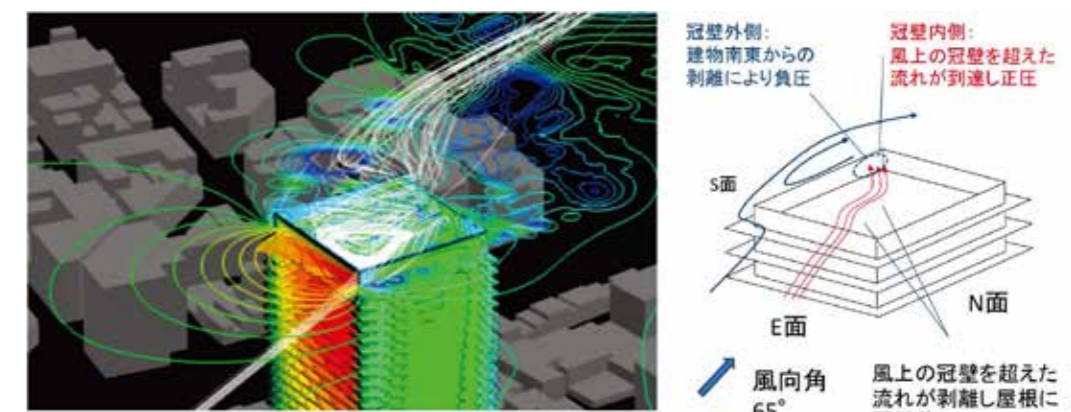


図4 高層建物の屋上近傍の風の流れと最大風力の発生分布、風圧分布

こうした状況は従来の風洞実験で捉えることは困難です。また、高層建物の屋上では、屋上を取り囲む冠壁の内部へ流れ込む風と高層建物の後方に発生する周期渦の相互作用により冠壁に生ずる最大風力は、設計上必要な情報として提供されます。(図4)

以上のように、シミュレーションで正確に推定された都市・建築物への風作用に基づき耐風設計を行うことで、建築物の機能性、安全性を保つことが可能となります。

出典: 東京工業大学 環境・社会理工学院 田村研究室ホームページ