防災・安全



将来の気候危機を想定した風の解析
～気温上昇で建物の風荷重はどうなる？～

研究・開発機関　：株式会社竹中工務店
利用施設　：スーパーコンピュータ「富岳」
計算規模　：484ノード、23時間
利用ソフトウェア：Kazamidori®(IN-HOUSE CODE)

Before

●風と建築に関する様々な問題を解決するために、大規模な市街地模型を用いることによって多様な形状の建物の影響を受けて複雑化した風の流れを予測できる風洞実験が行われています。
●しかし、風洞実験や従来の数値流体計算では、リアルな気象現象の再現は難しく、いわゆるスーパー台風による市街地の強風被害の検証などはできていませんでした。

After

○数値流体計算、とりわけ「富岳」などで大規模な計算が可能になったことで風洞実験よりも詳細に市街地内の風の情報を入手できるようになりました。
○過去の台風だけでなく将来の気候変動の影響も考慮した台風の規模や進路の想定も可能になったため、市街地での強風被害の検証や気候危機への定量的な適応策の検討もできるようになりました。

■背景と目的

近年、気候変動の影響などにより自然災害の脅威が高まっており、気候変動は人類を含むすべての生き物の生存基盤を揺るがす『気候危機』としても強調されています。台風の通り道に位置し、毎年のように台風が上陸する我が国にとって、台風の勢力拡大や発生頻度の高まりは最大限に警戒すべき脅威です。2018年21号や2019年15号、19号といった台風がもたらした甚大な被害はまだ記憶に残っていますが、今後の気候危機の影響によって台風の勢力がさらに強まることも示唆されています。このように台風への備えが益々重要性を増す中、建物の設計においてはこれまで以上に強風の影響を高精度に予測し、考慮する必要があります。また、強風被害のリスクは周辺の建物の影響によっても増大するため、市街地スケールで強風の影響を高精度に予測し、様々な建物に対する強風被害のリスクを低減することが求められるようになっています。

計算機能力の高度化に伴い、数値流体計算によって強風の影響を予測する解析事例も多く見られるようになってきましたが、計算資源の課題もあり、街区内で台風のようなリアルな暴風現象の影響を再現することは困難でした。そのような中、本研究では、建物への強風の影響を把握できる市街地スケールを計算対象に、現在の気候条件下と将来の気候条件下（産業革命以後、気温が約4度上昇する条件：RCP8.5シナリオ[1]）で発生する台風の通過イベントを想定したリアルな気象現象下の街区内の風の流れの計算を試みました。これらの現在気候下と将来気候下の計算結果を比較することで、将来の気温上昇による気候危機が建物に与える風荷重の変化を定量的に評価できるため、気候危機に適応した建築を実現することができるようになります。

■利用成果

本研究では、図1に示した市街地を対象に2018年21号台風を再現した数値解析と将来気候下を想定した数値解析を行い、現在と将来の気候下における市街地内での風の流れを比較するとともに、建物に作用する風荷重の大きさも比較しました。

図2(a)は領域気象モデルWeather Research and Forecasting model (WRF)で再現した2018年21号台風の気圧配置です。対して、図2(b)は将来の気候シナリオとしてRCP8.5シナリオ[1]を想定して気温が約4℃上昇した条件で同様の台風を発生させた場合の気圧配置です。

将来気候下で発生させた台風は、現在気候下よりも中心気圧が約30hPa以上も下がり、やや東寄りの進路で移動速度も遅くなりますので、現在よりも勢力の強い台風がゆっくりと日本を縦断していくことが予測されます。

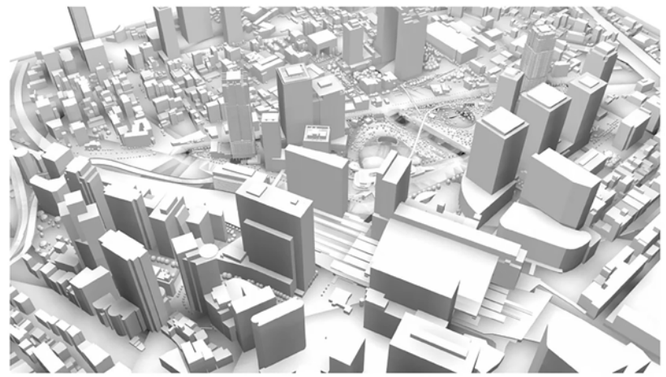


図1　計算対象とした市街地

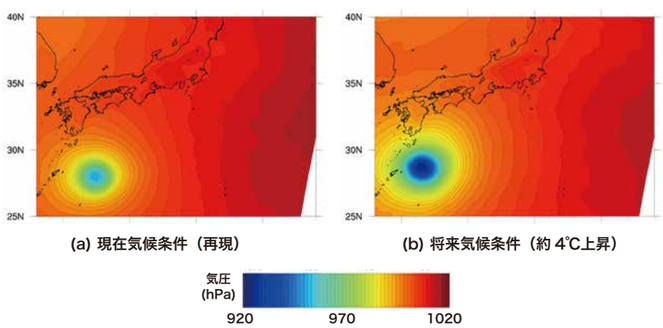


図2　2018年21号台風を対象とした気圧配置

これらの台風が日本に上陸した際の風速条件で市街地の風の流れを計算した結果が図3になります。図3(b)に示す将来気候下の市街地内では、図3(a)の現在気候下では見られなかった風速40m/s程度を示す赤色の領域が見られるようになります。このように、市街地内の風速は大きいところでは現在気候下の1.3倍程度にまで達しています。また、建物のガラスの厚みなどを決めるために用いられる風荷重については現在気候下の約1.8倍程度になる可能性が示唆されました。

今回、スーパーコンピュータ「富岳」の活用で、広域の市街地を対象とした大規模計算においてリアルな台風の具体的な影響の再現と予測が可能になりました。

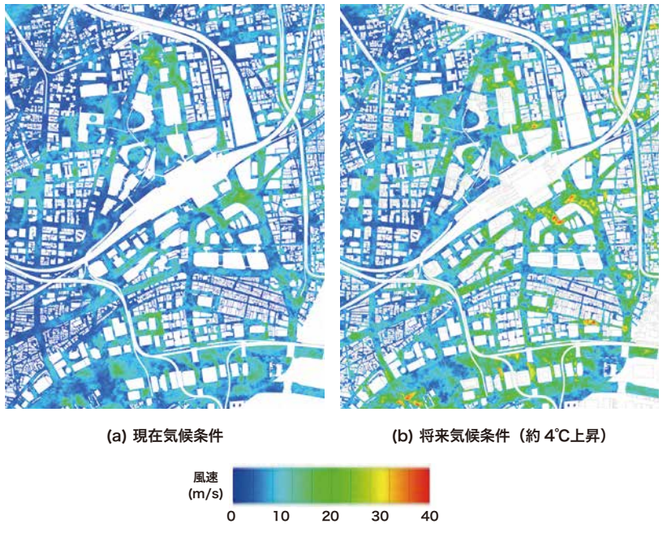


図3　台風上陸時の市街地内地上付近の風速分布

出典：[1] Masson-Delmotte, V. et al.: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC. (2021)

文責　株式会社竹中工務店　田中 英之