

雪CFDと積雪実態調査による超高層ビルの風雪シミュレーション手法の構築 —積雪寒冷都市における都市デザイン その32—

正会員 ○渡部 典大*
同 瀬戸口 剛**
同 山田 悠介***

積雪寒冷都市 CFD 風雪シミュレーション
超高層ビル 札幌都心部 積雪実態

1. 背景・目的

近年、札幌都心部では建築物の更新時期を迎えており、人口集中から高度・複合利用化を前提とした超高層ビルの建設が増加している。一方で、積雪寒冷都市における超高層ビルの事例は少ないことから、雪環境に関する課題特性を把握しきれておらず、雪への対策は経験則に基づいた試行錯誤に依存している状況である。

本研究では、札幌都心部における超高層ビルを対象にCFD(Computational Fluid Dynamics)による風雪シミュレーション(以下、雪CFD)を用いて、積雪分布状況を解析する。さらに、ヒアリング調査から積雪実態を把握し、解析結果と比較することで、雪CFDによる積雪予測を活用した超構造ビルの計画設計手法を明らかにする。

2. 研究方法

本論では、①札幌都心部に実在する超高層ビルより対象建物を選定する。②吹雪時の気象条件を定め、対象範囲に対してそれぞれ雪CFDを行い、吹き溜まりや雪庇の発生箇所を把握する。③ヒアリング調査から積雪実態を把握し、④解析結果と比較することで、雪CFDで検知できる吹き溜まりの発生箇所を明らかにする。

3. 対象建物の選定

世界でも有数の積雪寒冷都市である札幌の都心部において、以下のいずれかの条件を満たす建物の内、詳細な積雪実態を把握できた4棟の超高層ビルを対象とした(図1)。

①札幌市環境影響評価条例¹⁾で「建築物の新築の事業」として実際に建設された超高層ビルであること。

②複合用途で大規模なボリュームの超高層ビルが建設される傾向にある都市再生特別地区で実際に建設された超高層ビルであること。

本報では、高層部が住居用途で、建物高さが100m超のビルO、ビルM、次報では高層部が業務・商業用途であるビルS、ビルNの結果を示す。

4. 雪CFDの概要と設定

雪CFDは、OpenFOAMv1912を使用してRANSモデルに基づく定常解析を行った。解析領域の広さを2400 m(x) × 1800 m(y) × 900 m(z)とし、対象建築物の周辺でメッシュの細分割を行った(図2)。総メッシュ数は約4000万メッシュである。乱流モデルは標準k-εモデルとした。風向は北北西、北西、西北西^{注1)}とした。吹雪条件は設定風向

の吹雪発生時における平均風速・降雪量を参考に風速を8.5 m/s(59.5 m地点)^{注2)}、降雪量を0.5 cm/h、継続時間を28.3時間^{注3)}とした。また、地表面粗度区分よりべき指数αを0.35^{注2)}とした。街区モデルはPLATEAUのオープンデータ^{注4)}を用いて、一部修正を加えて^{注5)}作成した。

5. 雪CFD解析結果と積雪実態の比較

ヒアリング調査により、積雪が比較的多いことが確認さ

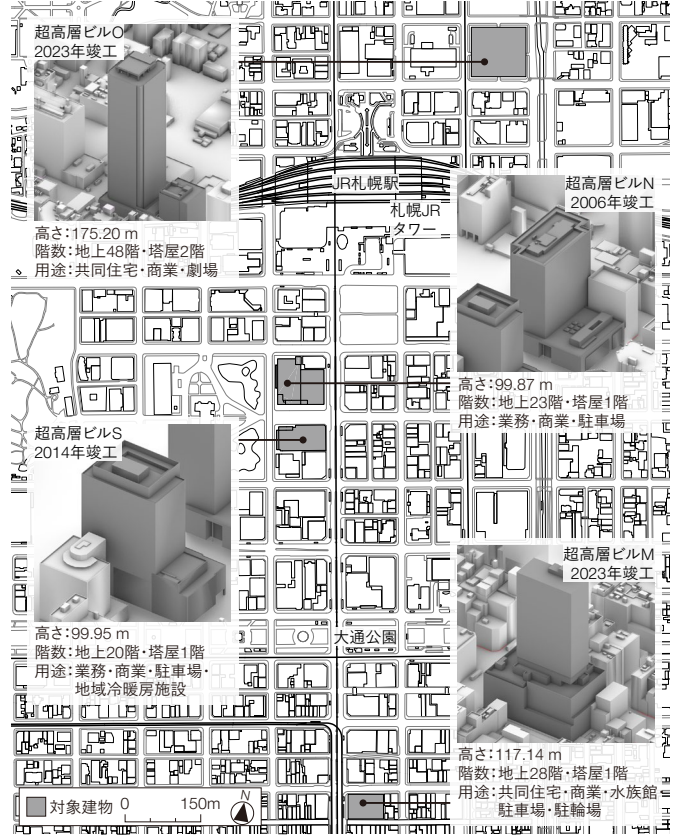


図1 対象建物の立地と概要

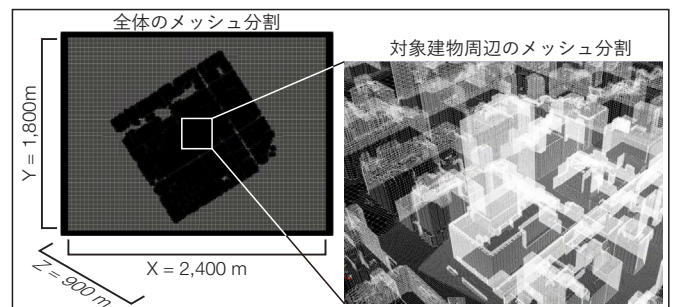


図2 解析範囲とメッシュ分割

れた箇所に対して、雪 CFD で吹き溜まり^{注6)}を検知出来た箇所を一致、雪 CFD で吹き溜まりを検知出来なかった箇所を不一致として整理した。

5-1. 超高層ビルOでの比較

積雪実態概要：高層部屋上の東面・南面で積もる傾向にあるが、その他の場所ではヒーティングによる融雪等の理由から問題になるほど積もることはない。**一致：**高層部屋上塔屋の風下側(図3, A-1)、風下側の外縁部(図3, A-2, A-3)で吹き溜まりを検知出来た。**不一致：**地上部の屋根付き通路(図3, A-4)では吹き溜まりを検知出来なかった。

5-2. 超高層ビルMでの比較

積雪実態概要：高層部屋上の隅で積もる傾向にあり、縁に近くなるほど高く積もる。北西角、南東角ではパラペットの高さ位まで積もる。また、低層部屋上のパラペットとガラス壁の間で積もる傾向にある。地上部ではヒーティングによる融雪等の理由から問題になるほど積もることはない。**一致：**高層部屋上の北西角、南東角(図3, B-1, B-2)、

塔屋の風下側(図3, B-5)、低層部屋上の風下側の防風壁(図3, B-6)で吹き溜まりを検知出来た。**不一致：**高層部屋上の南西角、北東角(図3, B-3, B-4)、低層部屋上の風上側の通路(図3, B-7)、風上側の防風壁(図3, B-8, B-9)では吹き溜まりを検知出来なかった。

6. 住居系用途を複合する超高層ビルの積雪実態と雪 CFD

雪 CFD 上において超高層ビルの低層部屋上では、高層部の風下側で雪が多く積もる傾向にある。高層部からの風の吹き下ろしによって雪が吹き飛ばされたためと考えられる。実際にはヒーティングによる融雪や設備機器の廃熱等により問題になるほどの吹き溜まりになることはない。また、高層部の住居に設けられるバルコニーは、数 cm 程度の積雪は見られるが、問題になるほどではない。

《注釈》注1) 気象庁データの2015年12月-2025年3月までの12月-3月の計40ヶ月を対象に日降雪量5.0 cm以上の最多風向より選定 注2) 気象台風速計高さを考慮した流入風速 注3) 気象庁データの2014年12月-2024年3月までの計40ヶ月を対象とした札幌における継続時間19時間以上の吹雪11回の平均吹雪継続時間 注4) 2026年1月7日現在のデータを使用 注5) 反映されていない形状や計算が発散する空隙を修正 注6) 降雪量×吹雪継続時間(0.5 cm/h × 28.3時間)より、14.15 cmを基準に吹き溜まりの判断をした 《参考文献》1) 札幌市：札幌市環境影響評価条例, 2021 2) 日本建築学会：都市の風環境予測のためのCFDガイドブック, 丸善, 2020

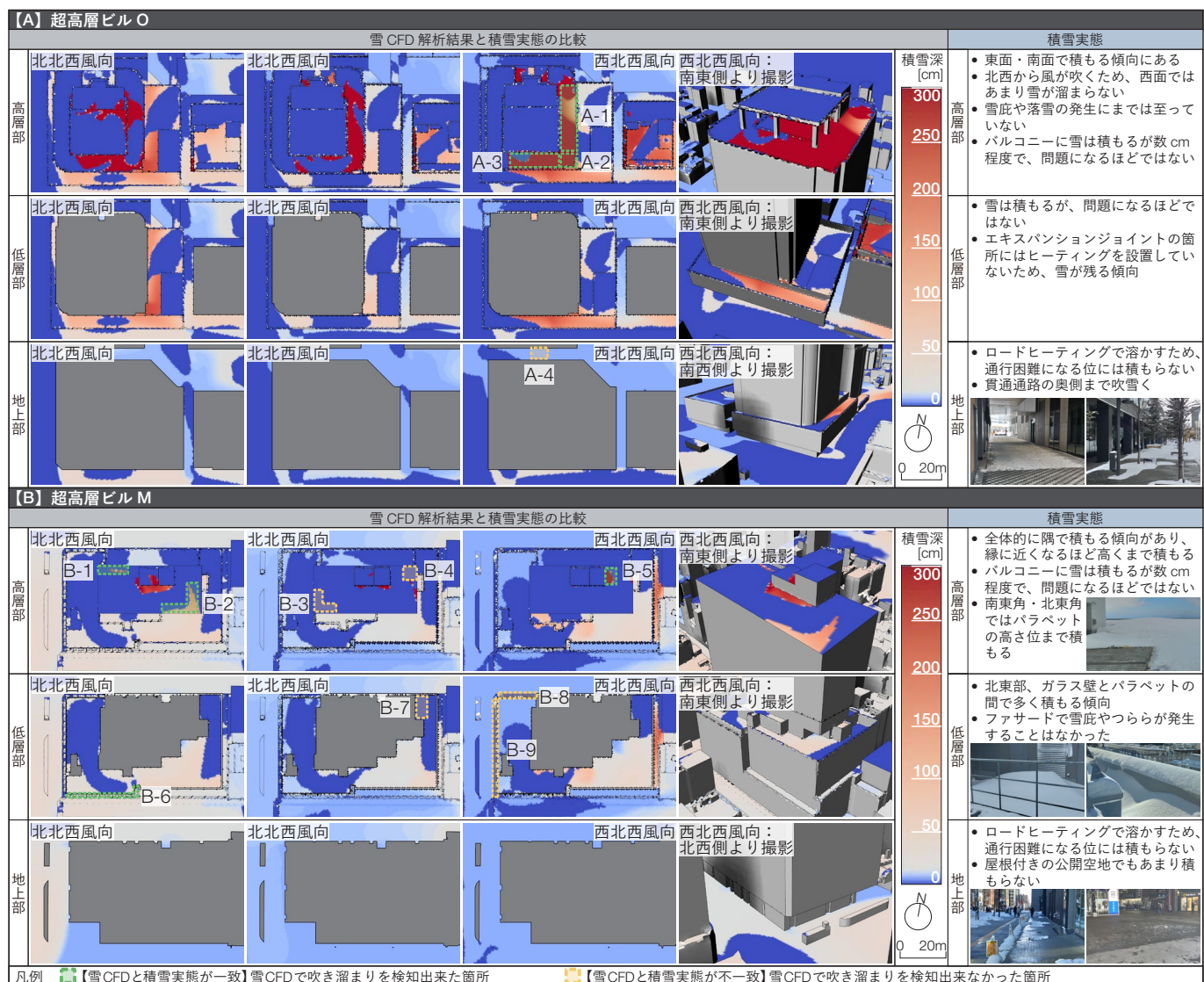


図3 雪 CFD 解析結果と積雪実態の比較

* 北海道大学大学院工学研究院 准教授 博士 (工学)
 ** 北海道大学 理事・副学長 教授 博士 (工学)
 *** 株式会社 日建設計 工務

* Assoc.Prof., Faculty of Eng., Hokkaido Univ., Dr.Eng.
 ** Executive Vice President, Prof., Hokkaido Univ., Dr. Eng
 *** Nikken Sekkei Ltd, M.Eng.