雪ＣＦＤと積雪実態調査による風雪環境を評価した超高層ビルの計画設計手法
—積雪寒冷都市における都市デザイン　その 33—

正会員　○山田　悠介＊
同　瀬戸口　剛＊＊
同　渡部　典大＊＊＊

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

1.　背景・目的

前報では、CFD による風雪シミュレーション（以下、雪 CFD）[1),2)] 解析結果と積雪実態を比較し、住居系用途を持つ超高層ビルの積雪分布状況を明らかにした。本報では、業務・商業系用途を持つ 2 棟の対象建物を加えて雪 CFD と積雪実態が一致する要因を考察する。さらにヒアリング調査から、雪によって引き起こされる問題「雪課題」とその対策「雪対策」の関係を整理し、雪 CFD を用いた超高層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業務・商業用途を持つ 2 棟の対象建物に対してそれぞれ雪 CFD を行う。②前報の対象建物を加えた 4 棟の超高層ビルの雪 CFD 解析結果と積雪実態から雪 CFD で検知できる吹き溜まりの発生箇所と要因を示す。③雪課題と雪対策の関係を整理する。④②、③より、超高層ビルの検討段階に応じた雪 CFD で注目すべき箇所と項目を示す。

3-1.　超高層ビル S での比較

積雪実態概要：高層部屋上では東西の縁の部分で多く積

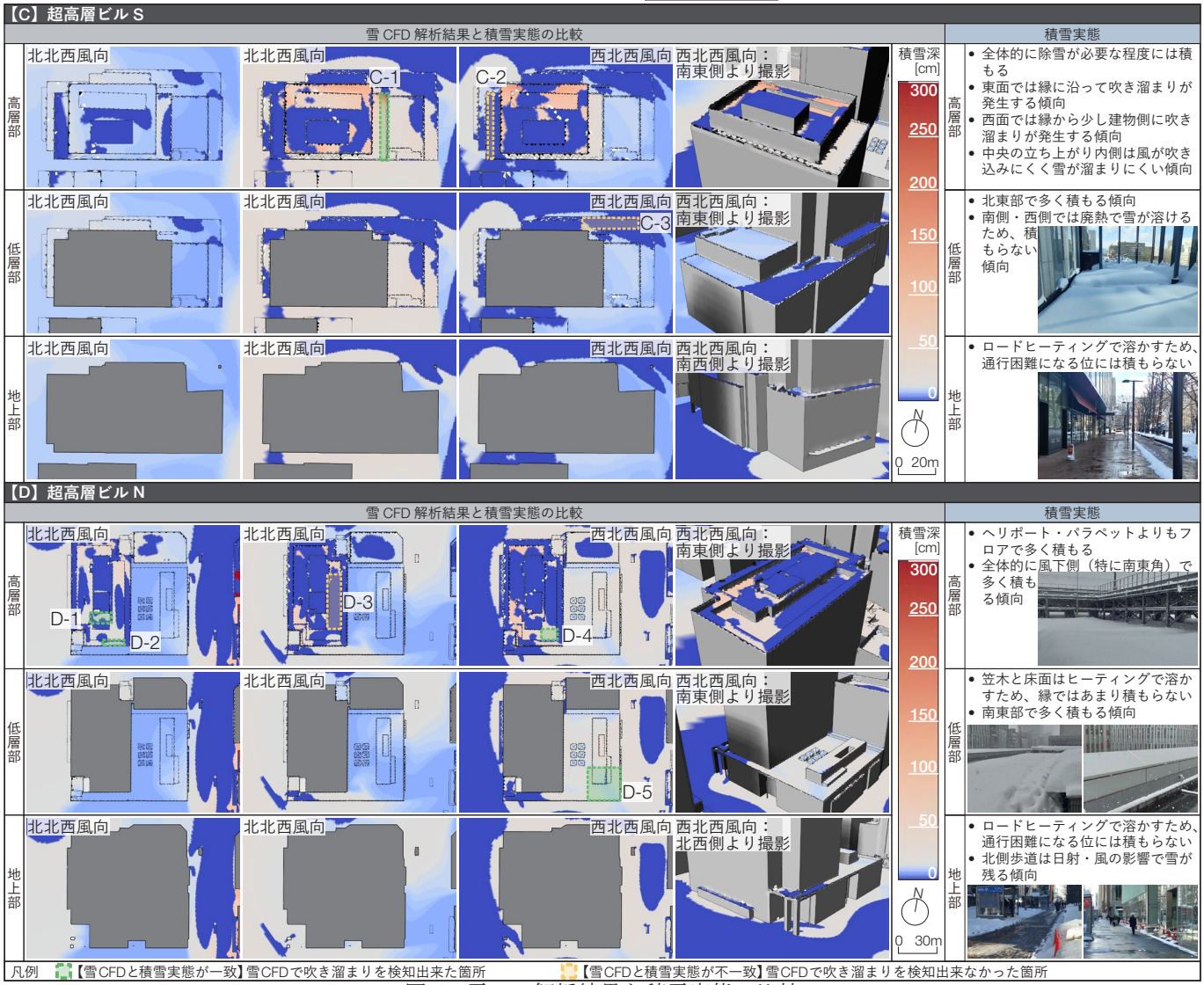


図 1　雪 CFD 解析結果と積雪実態の比較

Planning and Design Method for Skyscrapers Evaluated Snow and Wind Environment
Using Snow CFD and Ground Reality
-Urban Design on Winter Cities #33-

Yusuke YAMADA,
Tsuyoshi SETOGUCHI,
Norihiro WATANABE

もる傾向にある。低層部屋上では多く積もる箇所と、廃熱等により積もらない箇所がある。一致：高層部屋上の風下側の外縁部(図 1,C-1)で吹き溜まりを検知出来た。不一致:高層部屋上の風上側の外縁部（図 1,C-2)、低層部屋上の風上側（図 1,C-3）では吹き溜まりを検知出来なかった。

3-2.　超高層ビル N での比較

積雪実態概要：高層部・低層部屋上の南東角で多く積もる傾向にある。ヒーティングの設置箇所では雪が溶けるため、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 1,D-1,D-4)、風下側の外縁部（図 1,D-2)、低層部屋上の風下側の構造物（図 1,D-5）で吹き溜まりを検知出来た。不一致:高層部屋上東側の中心部（図 1,D-3）では吹き溜まりを検知出来なかった。

4.　雪 CFD と積雪実態の差異要因

吹き溜まりを検知出来た要因として、周辺建物・環境の影響が少ないことが考えられる。吹き溜まりを検知出来ていない要因として、実際には風が弱いときに雪が積もるといった雪 CFD との気象条件の違いが考えられる（表 1)。

5.　雪課題と雪対策の整理

強風で飛ばされた雪は風速が落ちる箇所で吹き溜まり、発生箇所近辺と下部に問題を引き起こす。雪課題に応じて計画から運用までの各段階で雪対策を整理した（図 2)。

6.　雪 CFD を活用した超高層ビルの計画設計手法

超高層ビルの計画設計では次の雪環境評価が効果的である。【ボリューム検討】雪 CFD で高層部屋上外縁部の吹き溜まり発生箇所を把握し、ボリューム構成、配置計画に反映。【構成検討】雪 CFD で高層部・低層部屋上、地上部の吹き溜まり発生箇所を把握し、動線計画、屋上構成、外装構成に反映。【詳細設計】雪 CFD で高層部・低層部屋上外縁部の積雪量を把握し､パラペット形状に反映（図 3)。

7.　結論と今後の展望

本論では、①超高層ビル全体のボリュームにおける雪 CFD で検知可能な吹き溜まりの発生箇所、②吹き溜まりによって生じる課題とその対策、③計画設計の際に雪 CFD で注目すべき箇所を明らかにした。

今後は、概形的なボリュームによる積雪分布の傾向と雪 CFD 解析結果を比較し、超高層ビルの構想段階における雪 CFD の活用や中高層部の屋外公共空間の積極的な利用に向けて雪 CFD を用いた計画設計手法の検討等が求められる。

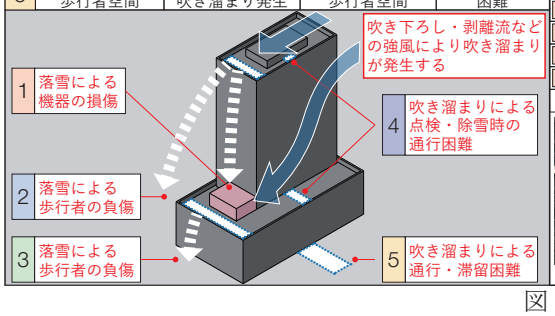
《参考文献》1）札幌市：札幌市環境影響評価条例，2021　2）日本建築学会：都市の風環境予測のための CFD ガイドブック，丸善，2020

表 1　雪 CFD と積雪実態が一致 / 不一致の要因

一致・不一致の状況		カテゴリ	雪CFDと積雪実態が一致/不一致の要因	吹き溜まりの発生箇所	吹き溜まり発生の要因
一致	吹き溜まりを検知出来ている 雪 CFD　：吹き溜まり 積雪実態　：吹き溜まり	形態 ボリューム	周辺建物・環境の影響が少ない	高層部屋上塔屋等の風下側 (A-1 / B-5 / D-1,4)	塔屋で風が弱まり、風下側で雪が吹き溜まる
			周辺建物・環境の影響が少ない	高層部屋上風下側の外縁部 (A-2,3 / B-1,2 / C-1 / D-2)	塔屋で風が弱まり、パラペット等に衝突することで雪が吹き溜まる
			風上側のボリュームで風の乱れが少ない	低層部屋上塔屋等の風下側 (D-5)	塔屋で風が弱まり、風下側で雪が吹き溜まる
		部分形態	防風壁による風の流れが実態と近い	低層部屋上風下側の外縁部 (B-6)	防風壁で風が弱まり、風下側で雪が吹き溜まる
不一致	吹き溜まりを検知出来ていない 雪 CFD　：吹き払い 積雪実態　：吹き溜まり	気象条件	風が弱いときに雪が積もる	高層部屋上風上側 (B-3,4 / C-2)・風下側の外縁部 (D-3)	風が弱く雪が遠くに吹き飛ばされないため
			風が弱いときに雪が積もる	低層部屋上風上側の外縁部 (B-7,8,9 / C-3)	風が弱く雪が遠くに吹き飛ばされないため
		モデリング	モデルの再現性(一部の形状が未再現)	屋根付き屋外通路 (A-4)	通路内の壁面で風が弱まり、風下側で雪が吹き溜まる
安全側に外れ	吹き溜まりを確認したが、実際には発生していない 雪 CFD　：吹き溜まり 積雪実態　：吹き払い	部分機能	ヒーティングによる融雪	ヒーティング設置箇所	-
		全体機能	各種設備 / 機能の廃熱･排気による融雪	熱源の近く	-
		気象条件	日射による融雪	日射のある範囲	-

雪課題の整理

No	吹き溜まり発生箇所	雪課題の要因	影響範囲・対象	影響・被害
1	高層部屋上外縁部	パラペットでの雪庇形成	低層部屋上設備機器	落雪による機器の損傷
2	高層部屋上外縁部	パラペットでの雪庇形成	地上部歩行者	落雪による歩行者の負傷
3	低層部屋上外縁部	パラペットでの雪庇形成	地上部歩行者	落雪による歩行者の負傷
4	高層部・低層部屋上通路	通路での吹き溜まり発生	高層部・低層部屋上通路	点検・除雪時の通行困難
5	地上部歩行者空間	通路での吹き溜まり発生	地上部歩行者空間	通行・滞留困難



雪対策の整理

対応する雪課題	対応段階	対策箇所	対策内容
1	計画	低層部屋上設備機器	落雪の可能性がある範囲を避けて配置する
2	計画	全体ボリューム構成	低層部屋上で上部からの落雪を受け止める
2 3	計画	低層部屋上･地上部の動線(出入口等)	落雪の可能性がある箇所に人が入らない計画にする
1 2 3 4 5	計画	床面・笠木	ヒーティングを設置し、雪を溶かす
1 2 3	設計	パラペットの高さ	積雪量よりも高くし、雪を下に落とさない
1 2 3	設計	パラペットの形状	内勾配にし、雪を内側（建物中心側）に落とす
1 2 3	設計	パラペットの形状	風抜き穴を設け、雪庇形成を防ぐ
1 2 3	設計	パラペットの形状	雪庇防止金物を設置し、雪庇形成を防ぐ
1 2 3	設計	低層部外装	庇で雪を受け止める
1 2 3 4 5	運用	高層部・低層部屋上	除雪を行い雪を内側・雪の少ない場所に寄せる
1 2 3	運用	高層部・低層部屋上	除雪を行い雪を斜面状にすることで、雪庇形成を防ぐ
2 3	運用	地上部歩行者空間	落雪範囲にカラーコーン等を設置し人を入れない

庇の設置

ヒーティングの設置

内勾配で高さのあるパラペット

図 2　雪課題と雪対策の整理

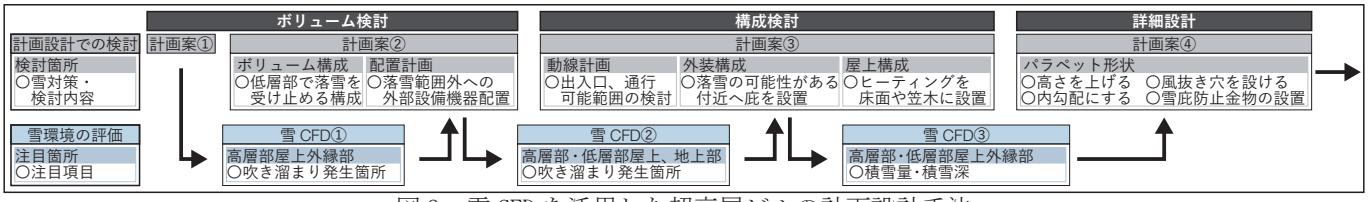


図 3　雪 CFD を活用した超高層ビルの計画設計手法

*　株式会社　日建設計　工修
**　北海道大学　理事・副学長　教授　博士（工学）
***　北海道大学大学院工学研究院　准教授　博士（工学）
*　Nikken Sekkei Ltd, M.Eng.
**　Executive Vice President, Prof., Hokkaido Univ., Dr. Eng
***　Assoc.Prof., Faculty of Eng., Hokkaido Univ., Dr.Eng.