



報 告



豪雪地帯における雪と建築デザインの融合

Integration of Snow and Architectural Design in Heavy Snowfall Areas

藤原 薫^{*1}

Kaoru FUJIWARA

千葉 巧也^{*1}

Takuya CHIBA

齋藤 英二^{*1}

Eiji SAITO

大風 翼^{*2}

Tsubasa OKAZE

1. 川西新町役場に風解析を採用した経緯

川西町は、山形県内でも有数の豪雪地帯であり、最深積雪量が200cmほどになる。冬季間は風速15m/sを超える強い西風が吹付けるため、町と町の人々は雪の吹きだまりや雪処理に長年苦勞してきた。毎年、冬季間の除排雪作業に費やす労力と費用は膨大なものとなり、かつ作業は危険を伴う。

積雪に対する学術的な知見が、設計者向けとして数少ない参考文献¹⁾²⁾の中で取りまとめられているが、実際の建物の形状や気象条件として周辺環境は複雑であり、これらの参考文献だけで固有の建物の積雪現象を詳細に予測するには大きな限界がある。そこで、今回私たちが初めて試みたのが、風解析による雪の吹きだまり予測と建設後の観測である。



写真1 旧町役場の屋根に生じた巨大な雪庇



写真2 旧町役場の駐車場の状況

冬季間、旧町役場は寄棟型の屋根に大きな雪庇や吹きだまりが発生し、屋根直下は危険防止のために立ち入り禁止になっている(写真1)。また駐車場には除雪された雪がうず高く積みれ、利用者が冬季間の駐車に不便を強いられていたことがよくわかる(写真2)。

原田町長をはじめ町の人々の一番の関心が建物形状を原因とする雪庇の発生や雪の除排雪処理にあるのが一目で理解できた。町の道路は狭く、市街地は建物が密集しており、至る所で雪庇や雪の吹きだまりが生じている。

2. 雪と建築デザイン

私たちは、新町役場の外観は地域に根差したものをデ

*1 株式会社鈴木建築設計事務所 代表取締役社長、チーフデザイナー、課長 fujiwara@archi-suzuki.co.jp
President, Suzuki Architectural Design Office

*2 東京工業大学環境・社会理工学院 准教授
Associate Professor, School of Environment and Society, Tokyo Institute of Technology

デザインモチーフにして作ろうという姿勢で臨んだが、それは、それまで町の中心を想起させる建物が存在しなかったからである。つまり、「川西町にやってきた。」という特徴あるランドマークづくりを目指した。

新町役場の設計はプロポーザルで私たちが選定されたが、町長からは開口一番「過去に設計された町の施設は、雪対策が不十分だった。今回の設計では、雪対策の失敗は許されない。」と強く言い渡された。その時は正直戸惑ったが、それは雪対策に絶対はないからである。これが、私たちが風解析（CFD 解析）に基づく雪の吹きだまり予測を取り入れようとした大きな理由である。さて3階建て構成となった新町役場は低層階に事務機能を集約するため、最上階の3階が低層階に比べて一回り小さくなる平面形状とせざるを得ない。

そこで、地域に根差した建物の伝統的構法である「扇の間」（図1）と「かざらい」（図2）に着目し、これらをデザインモチーフとしつつ風雪の制御を試みた。

「扇の間」は強い西風に対して、東西に棟を配した切妻屋根で西側のみを勾配屋根とした風雪を受け流す構法であり、「かざらい」は西風から建物を守る板状の格子である。これらを模して、建物は西側壁面に「かざらい」を、西側屋根には5寸勾配で葺き下ろした「扇の間」を設けて西風と雪を防ぎつつ受け流す計画とした（図3）。



図1 地域の伝統構法の「扇の間」⁴⁾



図2 地域の伝統構法の「かざらい」⁴⁾

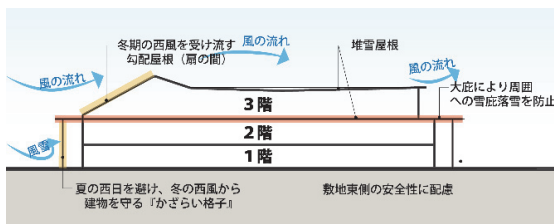


図3 風の流れを考えた形状デザインの考え方

また、建物外周には雁木空間を設けて雨雪時に安全に利用できる計画とし、西側に設けた「かざらい」格子により雁木空間への雪の吹込みを低減させることを試みた（写真3）。これらによって新町役場は特徴的な屋根型を持った外観となった（写真4）。



写真3 西側道路から見た扇の間とかざらい



写真4 南側田園から見た冬の外観

平面計画（図4）は、執務室を1階および2階の中央にワンルームで集約し、その南側にロビーを並べることで見通しの良い空間構成とした。待合ロビー空間の寸法は、町民ワークショップを開催し実寸大で空間を再現することにより、待合いや記帳スペースを決定した。3階には議会部門を設け、独立した動線を確認しながらも、平時には展示ギャラリーや交流スペースとして幅広く活用されることを意図している。2階西側は、町長室や副町長室、庁議室をまとめ、災害対策本部としての機能を集約した空間とし、風雪対策の要とした「扇の間」と「かざらい」に接することとなった。

「かざらい」は光を採り入れつつ、夏の強い西日を遮る効果を発揮し、町長からも好評を得ている。

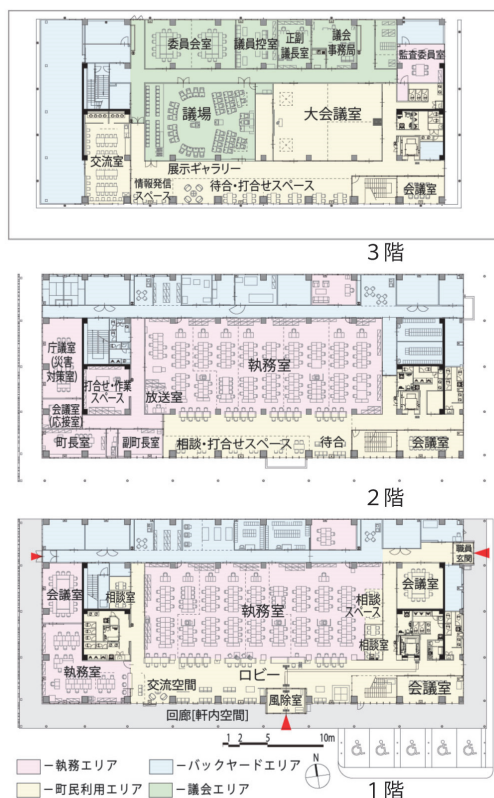


図4 各階平面図

3. 風解析と結果の分析

風雪に対する屋根形状や格子のかざらいの効果を評価するため、本建物と敷地周辺の主要な施設をモデル化してCFD解析を実施し、著者の一人である大風の風洞実験や野外観察で蓄積した知見に基づき、雪の吹きだまり予測を行った。その結果、建物は風上にある住宅群や周辺施設の影響を受け、役場北西側に吹きだまりが懸念された。また、屋根の雪は「扇の間」頂部で風速が高まり、東側屋根底の先端まで運ばれ、勾配を付けた東側底で再び風速が高まると想定された（図5）。

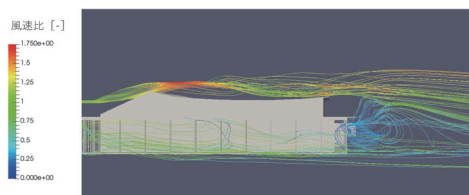


図5 風の流れ（赤色系：風速大 青色系：風速小）

さらに、西側に設けられた「かざらい」により、風の流れは平面的に南面の雁木空間から大きく離れ、南側の雁

木空間への雪の吹き込みを防ぎ、利用者の安全を確保する有効性を確認できた（図6）。

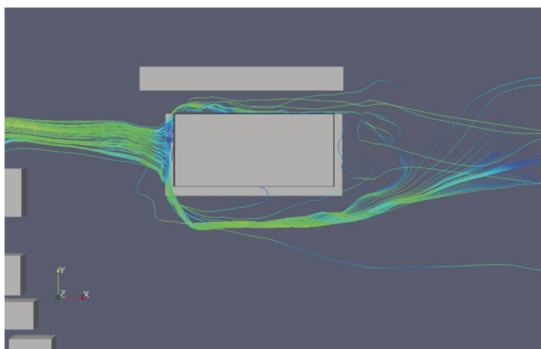


図6 風の流れ（平面）

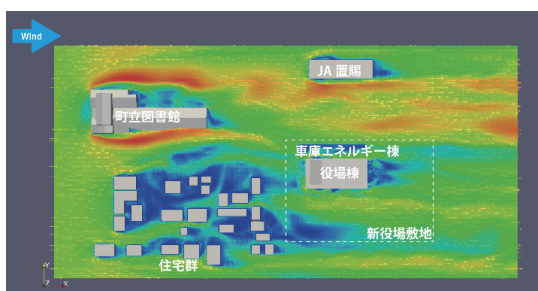


図7 風の流れ（平面 左下部分：住宅群）

(1) 原田町長から信頼を得た風解析

風解析モデルは役場周辺もモデル化したが、周辺には住宅群があり、解析の結果から住宅群に雪の吹きだまりが予測された（図7）。町長へ説明した際に、住宅群の吹きだまりについて補足的に述べたところ、町長は大変興味深そうに、「なぜ今まで住宅群に雪が吹きだまるのかわからなかったが、これでわかった。」と話された。それまで町長が拭いきれなかった風解析に対する疑念が一気に解消され、肯定的な姿勢に変化していった。

(2) 設計上の雪対策（建築計画、設備計画）

吹きだまり予測を踏まえ、2、3階屋根の融雪計画と敷地内の除排雪計画を立案した。

建築計画として建物外周に雁木空間を設けることで、冬季間の利用者の安全性を確保した。大庇、屋上屋根は200 cmの堆雪型屋根としたが、速度の高い風により雪が屋根から吹き払われることを考えると雪荷重に対して十分な余裕があると言える。「扇の間」の屋根材には高い耐候性を持つアルミ材を用いており、熱伝導率が高いことから、冬期間のわずかな日射でも積もった雪が融ける効果が期待できる。実際に冬季間のアルミ屋根部分の積雪量は30 cm程度と少ない。屋上の底においては、1/50勾配

で内側に水勾配をとることで氷柱の発生を抑制している。この底の傾斜により、東側で風速を高め、屋根の雪を建物外に飛ばすように計画し雪庇対策としている（図8）。

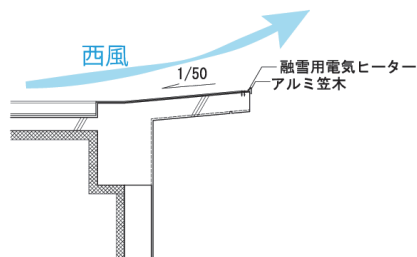


図8 屋根底先端の詳細図

さらに、底の先端には融雪ヒーターを設け、万が一の雪庇の発生を抑え、雪の落下に対する安全性を確保した。

「かざらい」には、地域産木材に高耐久処理を施した木材を用いることで、環境との調和を図りながら50年の耐久性を持たせている。

次に設備計画として、風雪を防ぐ雁木空間には、地下水熱を利用した還元式の無散水融雪を採用し、床の滑りを防止し町の人々がより安全に役場を利用できる計画としている（図9, 10）。地下水を利用しているため、ランニングコストが低く、環境配慮型の設備である。万が一の対策として、2階屋根の大庇には空調設備に用いる温水ボイラーを利用した、不凍液による融雪設備を設けた。2段階の温度制御が可能で、大庇上部の堆雪量を抑制しつつ、省エネルギーに配慮したが、融雪設備を稼働しなくとも管理上の問題がないことが分かった。

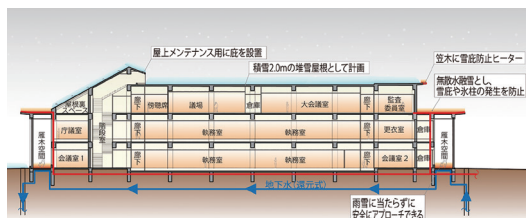


図9 東西方向断面図

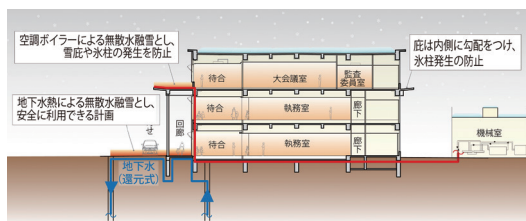


図10 南北方向断面図

(3) 定点カメラ観測による屋上の積雪状況の把握
解析結果から推測した現象を実際に確認するために屋

上に定点カメラを設置した。建物完成後の三冬期、積雪状況と西風の様子を定点観測した結果（写真5, 6）、大きな吹きだまりや雪庇が形成されることもなく、2021年冬の最大積雪深は過去10年間で最大（194 cm）となる中で良い検証例題となった。

カメラは「扇の間」頂部に2箇所設置し、1つは西側のアルミ屋根に向け、もう1つは東側の堆雪屋根側に向けて設置した。西側では常に西風が吹いており、降雪時には勾配屋根に沿って雪が吹き飛ばされていることが確認できた。また、30 cm程度の積雪の状態においても、日射によるアルミ屋根の熱伝導効果により、地上に比べて倍の速さで雪が融ける様子が確認できた。屋上屋根の平場東側では1.2 m程度の積雪となっており、東側に行くにつれて0.8～0.5 mと減少し全体的に均一に雪が積もる様子が確認できた（図11）。この定点カメラによる観測により、地域の伝統的構法である「扇の間」の風雪に対する有効性が確認できた。

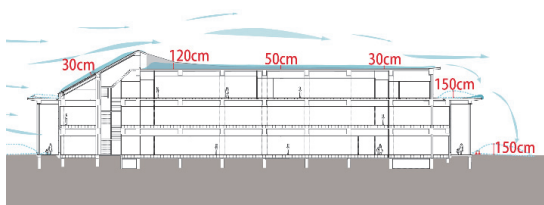


図11 屋上屋根の積雪状況



写真5 定点カメラによる撮影（屋上平場側 東側）



写真6 定点カメラによる撮影（扇の間側 西側）

4. まとめ

建物完成後、建物周辺と屋根の堆雪状況調査を3年に亘って実施しており、屋根には私たちの想定を超えた雪の吹きだまりが発生していないこと、「かざらい」が有効に雪の吹き込みを防いでいること(写真7)を確認しており、敷地内の除排雪作業もスムーズに行われ、融雪設備も効果的に機能している。

川西新町役場の設計以後、二つの施設についても同様の手法を採用して雪の吹きだまり予測を行い、発注者とともに地域の気象データに基づいた具体的な雪の除排雪計画や建物の外観デザインを提案し、雪と建物の調和を図ることに役立てている(図12, 13)。今後は、雪の吹きだまり予測において、吹きだまりの形状や積雪高さの分布が予測できる手法の活用を手掛けていきたい。

今、国を挙げて建物の省エネルギー政策が推進される中、私たちは省エネルギーと調和しつつ、都市にはない雪国にふさわしく、地域のアイデンティティを表現する建物の外観や景観のあり方を追求していく考えである。これは、まちづくりにおいて、まちの大切な記憶の保存につながる重要な視点であろう。



写真7 西側「かざらい」の背面（冬季間）

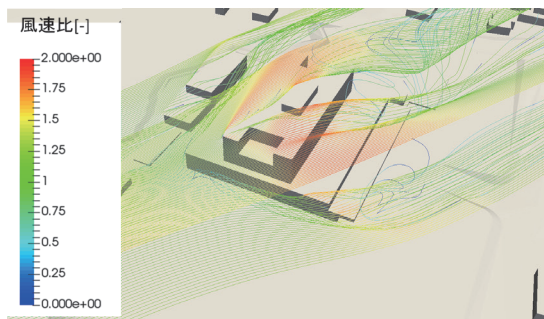


図12 某病院の解析事例

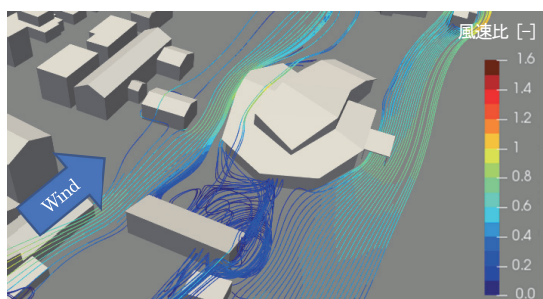


図13 某交流拠点施設の解析事例

現在、旧町役場跡地には新しいまちの交流拠点施設の設計が進行中である。にぎわいを生み出す魅力的な建物の外観と敷地全体の景観は雪処理との調和が大切だが、雪国では往々にして平凡な建物の外観や緑地のない景観となりがちである。

私たちは町民とのワークショップや町役場の方々との委員会において、まちのあり方について議論を重ね、丁寧に合意形成を進めて行った。数値的な根拠づけのなかった除排雪計画にも私たちは設計者として関与し始めており、簡易的ながら除排雪計画のためのシミュレーションを行い、施設の管理者と具体的に議論ができるようになってきた。

また、雪の吹きだまり予測結果があることにより、発注者と設計者の間で「ここまでなら雪処理を許容できるので、建物が持つ外観や外部空間の魅力をできるだけ広げて残してほしい。」という合意形成が築かれて行った。

このように互いに信頼関係を築きながら丁寧に合意形成を進める設計手法によって、雪国独特の設計手法を築けるのではないかと期待している。

謝辞

風解析による雪の吹きだまり予測を設計に反映する試みは、持田灯東北大学教授、大風翼当時東北大学助教との2014年夏に起きた偶然の出会いが始まりである。大風先生には山形にある雪氷防災研究センター新庄雪氷研究所の方々を紹介いただき、建物模型を通して有益な見解を頂いた。ここに感謝の意を表します。

文責 藤原 薫

参考文献

- 1) 日本建築学会,「建築物荷重指針・同解説」,(2015)
- 2) 日本建築学会,「雪と建築」,(2010)
- 3) 鹿島出版会,「積雪・寒風地の建築マニュアル」,(2015)
- 4) 川西町史編さん委員会「川西町史 下巻」,(1979)