建築環境工学の視点からみた 克雪住宅の評価の試み

Evaluation of Various Kinds of Snow Proofed Houses from the Point of View of Building Environmental Engineering

吉 野 博*

Hiroshi Yoshino

Abstract

This paper describes the problems related to snow for houses from the point of view of the building environmental engineering. So far, the researchers of building environmental engineering have been investigating the problems of low room temperature and vapor condensation for the residential buildings in Tohoku district. However, the problems related to snow should also be dealt with by the researchers in this field. In the areas of heavy snowfall, the snow accumulation on the roof and around the buildings causes many problems for indoor and outdoor environment. In many cases, these problems are linked with the treatment of the accumulated snow on the roof. There are many ways developed for disposition of accumulated snow on the roofs.

This paper, mainly dealing with the snow problems in Tohoku District, clarifies the impact of snowfall and its accumulation on the living environment. Secondly, various ways adopted for avoiding the snow related to problems are evaluated. Lastly, houses featured by the treatment of accumulated snow on the roof are assessed from the aspects of merits and demerits, and the conditions for their application are discussed.

1. はじめに

住宅における雪の問題について建築環境工学の観点から論述する。従来、東北での住宅問題といえば室内の寒さと結露であり、建築環境工学の研究もそれらの問題の解決に力が注がれていた。しかし、雪の問題も環境工学の研究者が取り組むべき大きな課題であるといえる。太平洋沿岸地域においては、降

雪量が少なく、雪の問題といえばせいぜい道路の除雪をいかに効率よく行うかということぐらいであるが、奥羽山脈の西側では、年最深積雪量が1 m以上の地域があり¹⁾、そのような地域では、道路の除雪のみならず、屋根に積もった雪や建物周りの雪が建物内外の環境に大きな影響を及ぼしている。例えば、積雪による建具類の開閉困難、滑落による軒どい・

* 東北大学工学部建築学科教授

[原稿受理：1995年7月13日，修正原稿受理：1995年9月25日，討論期限：1996年12月31日]

ガラスの破損、瓦の移動・破損、すがもり・巻きだれによる軒どい・軒先・窓・外壁の破損、落雪によるガス漏れ、滑落による隣の家屋への影響、積雪による採光不足・換気不足などである。これらの問題が生じないように設計上配慮する必要があるが、その多くは、屋根に積もった雪をどのように処理するかということに関わっており、処理の方法に関して様々な工夫が各地で考案され、実施されてきている。屋根雪処理の方法を分類すると、滑落方式、載雪方式、消雪または融雪方式である。どの方式を採用するかは、雪質、積雪量、外気温、風速などの自然環境条件と敷地の広さ、隣棟間隔などの社会環境条件によって異なってくる。滑落方式の場合には、雪をどのように落とすか、また落とした雪が建物内外の環境にどのように影響を及ぼすかについて考慮しなくてはならない。消雪、融雪方式では、様々な方式が考案されているが、エネルギー的な側面からも評価することが必要である。

本稿では、東北地方における雪問題を中心として、第一に降雪、積雪が住宅環境に及ぼす影響を明らかにし、第二に、雪害の対策として実施されている各

種の屋根雪処理方法について評価する。第三に、屋根雪の処理に特徴がみられる“克雪住宅”の長所、短所や適用条件について検討する。

2. 降雪、積雪の住宅環境に及ぼす影響

雪害に関する新聞記事や市町村の報告書等から、積雪、融雪、氷結などによる生活環境上の障害と、それらの障害を除去するための対策、並びにその対策を施すことによって生じている二次的な影響を整理し、環境のレベルを軸にして分類すると、表－１のようになる。環境レベルの軸は室内、建物自体、敷地内、近隣、地域の五つに分けている。室内と建物自体に関する基本的な事項については、既に渡辺要・斎藤竹生が「雪と建築」（彰国社、昭和24年発行）の中で整理しており、現在でもあてはまることが数多く指摘されている。

室内の問題では、すがもりによる水漏れ汚損、積雪による採光・換気不足がある。窓が積雪でふさがれることに対しては、床高を高くすることが考えられるが、その場合には、道路からのアプローチに高低差が生じてしまうという問題がでてくる。従って、

表－１ 環境のレベルによる積雪の影響

	室 内	建 物 自 体	敷 地 内	近 隣	地 域
積雪・融雪 氷結などによる 障害	<ul style="list-style-type: none"> - 雪が原因で生じる水漏れ汚損 - 積雪による採光不足、換気不足 	<ul style="list-style-type: none"> - 過大積雪による建具類の開閉困難 - 滑落による瓦の移動、瓦や軒どい・ガラスの破損 - すがもり・巻きだれによる軒どい・軒先・窓・外壁の破損 - 積雪による外壁の劣化 - 落雪（雪底の落下を含む）による人身事故・ガス漏れ 	<ul style="list-style-type: none"> - 積雪・吹きだまりによる通行障害 - 積雪による外構・植栽の破損 	<ul style="list-style-type: none"> - 積雪による通行障害 - 滑落による隣の敷地・家屋への影響 	<ul style="list-style-type: none"> - 道路上積雪による交通障害 - 雪捨て場所の不足 - ゴミ・し尿処理の遅延 - ゴミステーションの埋没
被害への対策	<ul style="list-style-type: none"> - 採光のための間取りの単純化 - 落雪の堆積形状を考慮し床高・軒高を高くすることにより採光をはかる - 巻きだれの採光障害防止のために窓上・軒の間に約30cm以上の空間をとる 	<ul style="list-style-type: none"> - 雪止め - 雪おろし - 雪囲い - 滑落型屋根 - 屋根上消雪 - 載雪型屋根 - すがもり対策 - 建物周辺の除雪 	<ul style="list-style-type: none"> - 防雪柵による吹きだまりの制御 - 平面形および配置による吹きだまりの調整 - 吹きだまりになる所に出入り口・換気孔などは避ける - 建ぺい率による雪処理空間の確保 - ガン木・コミセ・雪囲い 	<ul style="list-style-type: none"> - 防雪柵による吹きだまりの制御 - ガン木・コミセ - 落雪の堆積形状を考慮した隣棟間隔 	<ul style="list-style-type: none"> - 流雪溝の利用 - オープンスペース・運動場などを排雪場に利用 - 河川・用水を排雪に利用 - 散水消雪装置による道路の消雪 - 除雪車による道路除雪 - 強風地域では家並み・街路の方向・防風林などを考慮する
対策に伴う新たな問題及び対策上の条件	<ul style="list-style-type: none"> - 雪囲いによる採光・換気不良 - 高床のためアプローチに高低ができる 	<ul style="list-style-type: none"> - 雪止めの圧力による瓦の移動・漏水 - 雪下ろしによる屋根面の損傷 - 雪下ろしによる人身事故や時間的拘束 - 屋根雪の処理スペースの不足 	<ul style="list-style-type: none"> - 雪処理を敷地内で行うためには広い敷地と適切な配置計画が必要 	<ul style="list-style-type: none"> - ガン木・コミセは採光障害の原因となり、又、火災の延焼を容易にする 	<ul style="list-style-type: none"> - 流雪溝・河川の流雪水があふれる - 流雪溝の水利・勾配・水温が得にくい - 運動場が排雪場になる場合融雪期間が延びて設備が必要 - 除雪車による除雪は歩道の機能障害になる - 散水消雪による地下水などの枯渇

高齢者やハンディキャップを持った人々に対して障害とならないアプローチの方法を考慮する必要がある。建物や建物周囲に関しては、屋根雪の移動や落下によって様々な問題が生じる。例えば、巻きだれによる軒樋・外壁・窓ガラスの破損、滑落による隣の敷地・家屋への影響、落雪によるガスのゴム管の破損や抜けに伴うガス漏れなどである。屋根雪の処理は従来、雪下ろしによって行ってきたが、雪下ろしによる人身事故、雪下ろしの人手不足、処理スペースの不足などの理由で、処理方法については後述するように様々な工夫がみられるようになった。地域に関しては、道路上の積雪の処理が第1の問題であり、除雪車による処理の他、流雪溝の利用、地下水による散水消雪、ヒートパイプの利用などの工夫がある。但し、散水消雪は地下水の枯渇やそれに伴う地盤沈下を招く等の問題が生じたため、現在では、多くの地域で中止している。

3. 雪害対策の現状と評価

雪害の対策として実施されている方法を、雪害の種類に対応させて評価すると表-2 のようになる。

屋根雪消雪に関しては、散水消雪、ルーフヒーターによる融雪、小屋裏加熱による融雪等のように分類することも可能であるが、ここでは、完全融雪と部分融雪という消雪の程度により分類した。表中の記号は、おおよそ次の意味を表わす。

- 印-「雪害の心配がない。」または「積極的な雪害対策になっている。」
- △印-「一応、雪害対策になっているが、豪雪時には被害の生ずる可能性がある。」
- ×印-「二次的な被害の原因になりやすい。」

ただし、ここでは地域的な条件は考慮されていない。例えば、最大積雪深はほぼ1 m程度を想定しているので、3 m程度の地域では適用が難しい対策がある。同表から、雪害は屋根雪に関連して生ずることが多いため、屋根雪処理方式としての滑落方式、融雪方式は、各種の問題を解決するために有効である。また、載雪方式も融雪水の処理が適切に行われれば多くの障害に対して有効である。

表-2 積雪の影響による問題点とその防除策

方法 雪害	雪止め+ 雪下ろし	完全融雪 屋根	部分融雪 屋根	滑落型 屋根	載雪型 屋根	高床式	雪囲い	防雪柵	散水消雪 道路	流雪溝
つらら すがもり	× ²⁾	○	△	△	○ ³⁾					
巻きだれ・雪庇	×	○	△	△	△					
融雪水による被害		×	×	○	△	○ ⁴⁾				
屋上過大積雪に よる被害	○	○	○ ⁵⁾	○	○ ⁶⁾					
屋上積雪の滑落に よる被害	○	○	○	×	○					
落雪 ¹⁾ による被害		○	○	×	○	○	○ ⁷⁾			
敷地内積雪に よる被害						○	○	○		○ ⁸⁾
吹きだまりに よる被害						△	○	○		
道路上積雪に よる被害								○	○	○ ⁸⁾

- 1) 落雪とは屋上積雪の滑落後の堆雪をいう
- 2) すがもりを生じない地域あり
- 3) 融雪水に対処をしている場合は問題ない
- 4) 敷地内融雪水に対して有効
- 5) 融雪量の検討が必要
- 6) 構造的な補強が必要
- 7) 雪囲い自体が採光障害を起こす
- 8) 人間の労力が必要

- 印-「雪害の心配がない。」または「積極的な雪害対策になっている。」
- △印-「一応、雪害対策になっているが、豪雪時には被害の生ずる可能性がある。」
- ×印-「二次的な被害の原因になりやすい。」

4. 各種の克雪住宅の長所と短所

克雪住宅といわれる住宅は、屋根雪の処理に工夫がみられるが、克雪住宅は、大きく滑落方式、載雪方式、融雪方式の三種類に分類される。また、融雪方式はさらに完全融雪方式と部分融雪方式に分けることが出来る。

滑落方式は、多くの地域でみられるが、特に、豪雪地帯にある岩手県沢内村で広く普及している。住宅の床が、高さ1～1.5mの基礎の上に設けられ、妻側を南面させて開口部が大きくとられている。また、切妻の屋根はカラー鉄板葺きで一般に東西に流れている。沢内村では、隣棟間隔が落雪に対して十分に確保されていることで、落雪による隣の敷地や家屋への被害は生じない。この形式は、沢内村病院の医者の提案により採用されたもので、室内は採光が得られるため明るく、また夏の通風にも配慮して妻壁の両側に窓が設けられている。しかしながら、室内の熱的な環境の面からみると、断熱性能、気密性能が不十分であり、筆者らの測定²⁾によれば、暖房している部屋ではある程度の温度が確保されていても、暖房していない部屋の温度は極めて低いことや、暖房している部屋でも、上下方向に温度の分布があり、快適性や暖房効率の面で問題がある。別の例として、やや古いが昭和50年に秋田県横手市に建設された県の耐雪試作住宅がある。この場合、自然に落雪させるため、屋根をカラー鉄板葺きで仕上げ、勾配を8寸5分にし、市街地でも適用できるように、横手市の許容最深積雪量2mをもとに落雪の影響を考慮して建物配置を決定している。また、雪囲いの簡素な形として無双連子窓を設けている。別の例として、棟の部分で雪が両側に落ちやすいように、棟の部分の断面形状を縦長の垂直三角形としている例も見られるようになった。

載雪方式には二つの方向があり、一つは屋根をシート防水にして雪を載せたままにし、融雪水処理のために排水路を室内に通して、雑排水桝などの低温熱源を利用する方法である。雑排水桝から立ち上げた暖かい空気が雪を突き抜けて逃げないように、屋上排水口の上に木製キャップをかぶせている。他の方法は屋根材として折板を利用し、積雪荷重に耐えさ

せる方法である。長尺屋根材の水密性の良い性質を利用して水平に近い勾配にし、原則として雪を載せたままにする。また、パラペットは不要で、付近に障害物がなく、降雪時に風が吹く地域であれば、降雪が吹き飛ばされて屋上積雪量が低減されることが特徴である。

次に、融雪方式のうち完全融雪方式は、屋上積雪を全て溶かしてしまう方式で、多くの場合は散水消雪が採用される。また、部分融雪方式とは、屋上積雪が問題となる積雪量に達した時に融かす方式で、ルーフヒーターや小屋裏加熱が多くの場合に適用される。

ここで、克雪住宅の性能を評価するために、まず雪害の原因となる雪の状態を7つに分類し、その状態に対応して考えられる問題点を整理して示すと表-3のようになる。そして表に示された問題点に関して、各種の克雪住宅がどの程度解決可能であるのかについて、表-4にまとめて示した。表からは次のことがわかる。①滑落方式の場合、屋上の堆雪や融雪・氷結による被害は生じないが、移動落雪に関

表-3 雪害の原因になる雪の状態とそれに対する問題点

	問 題 点
降 雪	- 物干しが屋外にできない - 窓・外壁に雪が付着する - 視界不良による歩行・運転上の障害
積 雪	- 屋上積雪による家屋の崩壊 - 屋上積雪により、建具の開閉に支障 - 通路の積雪・吹きだまりによる通行障害 - 屋上積雪による軒の破損
移 動	- 瓦の移動とそれに伴う雨漏り - 巻きだれによる軒どいの破損 - 巻きだれによる窓・外壁の破損 - 雪止めの破損 - 巻きだれによる電線・電話線の破損 - 煙突・アンテナの破損
融 雪	- すきもりによる漏水 - 通路冠水 - し尿槽への融雪水浸入
氷 結	- すきもりによる漏水 - すきもり・つららによる窓・外壁の破損 - すきもり・つららによる電線・電話線・アンテナの切断
落 雪	- 人身事故 - 窓・外壁の破損 - 家の出入口がふさがれる - 自動車等の物品破損 - 庭木・植木が潰む
堆 雪	- 堆雪による採光不良、換気不足

表－４ 克雪住宅の比較

	滑 落 型 屋 根 形 式	載 雪 型 屋 根 形 式	完 全 融 雪 方 式	部 分 融 雪 方 式
具 体 例	- 急こう配の片流れ - ビニールで屋根を覆う方法 - 急こう配屋根	- バラベットなしの陸屋根 - M字型無落雪屋根 - 緩こう配屋根	- 散水消雪 - ルーフヒーター	- 屋根裏加熱 - ルーフヒーター
降 雪			- 自動降雪感知計が利用できる	- 自動降雪感知計が利用しにくい
積 雪	- 屋上には大量に積雪しないので積雪による問題はない	- 自然の積雪にまかせるが、予め構造的に補強しておく - こう配屋根より風の影響が大きい	- 屋上には積雪させないことを原則とするので、積雪による問題はない	- 許容屋上積雪を決めそれ以上の積雪分を融雪するので、荷重による問題はない
移 動	- 滑落により屋根ふき材が痛みやすい - 滑落を促進させるために複雑な形の屋根を避ける	- 問題になるような移動は少ない	- 積雪させないので、移動による問題はない	- 問題になるような移動をさせないことを原則とする
融 解	- 融雪する前に滑落してしまうので融雪による問題はない	- 防水を十分考慮しなければ、融雪水の影響を受ける	- 自然融雪量はあまり影響しない	- 自然融雪量（外気温、日射、風などによる）の把握が必要である
氷 結	- 氷結は屋上積雪の堆雪時間が短いので生じない - すがもりの心配がない	- 氷結の可能性はあるので問題が生じないように配慮する	- 雨どいや排水管で氷結の可能性があり、その場合、融雪効率落ちる	- 雨どいや配水管が凍結する可能性がある - つつらら、すがもりを誘発する場合がある
落 雪	- 落雪により平側の窓の高さが拘束される - 軒に落雪がとどかないようにする必要がある。	- 巻きだれや雪庇による落雪に伴う問題がある	- 落雪はない	- 落雪させないことを原則とするので落雪による影響はない
消 雪			- 風速が融雪効率に大きく影響する	- ルーフヒーターの場合は平ぶきがよい - 屋根裏に十分な設備スペースが必要（小屋裏加熱）
堆 雪	- 堆雪により採光不足・換気不足の生ずる可能性がある	- 堆雪による問題はない	- 堆雪による問題はない	- 堆雪による問題はない

図－１ 屋根雪処理装置の分類（138種類）³⁾

しては何らかの対応が必要である。②載雪方式は、移動、落雪による被害は生じないが、堆雪や融雪・氷結に対する処置を施さなければならない。③完全融雪方式は、融雪水の処理さえ考慮してあれば雪害は起らないが、消雪効率が部分融解方式より低いことや風の影響を受けることが短所となる。④部分融雪方式は、融雪水処理及び自然融雪量の把握が必要である。また、ルーフヒーターの場合には、平葺き屋根がよく、小屋裏加熱では屋根裏に設備スペースが必要になることも考慮しなければならない。

東北電力(株)では、昭和61、62年に、屋根雪処理装置に関する詳細な実態調査³⁾を実施しており、その結果によれば、装置の種類数は、確認しているもので138種類にも上る。その中で、特に屋根雪融雪型は、83種類と圧倒的に多いが、大幅な普及に至っているものは少ない。装置を分類すると図-1のようになり、大きくは載雪方式、融雪方式、滑落方式の3方式に分類される。また、屋根雪処理装置の必要経費については、当時の価格で装置のイニシャルコストは、300万円以下、一冬のランニングコストは、10万円以下が大部分を占めることが報告されている。

これらの処理方式については、適用条件、設置の容易さ、信頼性、経済性などの観点から評価することが必要である。

4. おわりに

つららの長い住宅ほど室内からの熱損失が大きい住宅である。住宅を断熱・気密化することは室内環境の健康性・快適性を向上させる上で必要であることは言うまでもないが、断熱・気密化によって熱損失が少なくなれば、屋根表面での雪は融けにくくなり、つらら、すがもり、巻きだれなどの屋根雪の融

雪に伴う障害を防ぐことが出来る。従って、どのような克雪住宅を考えるとときにも建物の断熱・気密化が、まず必要である。その上で、その地域の環境条件、即ち雪の量、雪質、風や日射の条件などを十分に考慮して、屋根雪処理の方式を考えるべきである。その際の評価の方法に関して、本稿では基本的な事柄を解説した。設計に当たっての参考となれば幸いである。

なお、本稿は文献4)、5)を加筆、修正したものである。

引用・参考文献

- 1) 日本建築学会編：建築設計資料集成 1 環境、丸善株式会社、昭和53年6月
- 2) 牧田一志、長谷川房雄、吉野博、赤林伸一、菊田道宣：東北地方の住宅における温熱環境調査 その18 岩手県郡部(沢内村)の木造住宅を対象とした冬季の室温に関する調査結果、および既往の調査結果との比較、日本建築学会東北支部研究発表会、昭和60年11月
- 3) 皆川恒彦、篠島健二、吉田順雄、大島正武：東北地方の克雪・利雪の現状調査、東北電力株式会社総合研究所、研究調査報告、No.87018、昭和62年12月
- 4) 吉野博：雪と生活と建築、その1、日本建築学会大会(北陸)環境工学部門研究協議会資料「建築の地域性と環境工学—雪への対応をめぐる—」、平成4年8月
- 5) 長谷川房雄、吉野博、山田真人：積雪の建築環境に与える影響とその防除策の現状に関する文献調査、日本建築学会東北支部研究発表会、昭和57年2月