

北海道旭川市における屋根雪観測 ～中高層建築物の屋上積雪分布について～

堤 拓哉, 高倉政寛 (道立北方建築総合研究所), 苫米地司 (北海道工業大学)

1. はじめに

北海道などの乾雪地域では、建物屋上の積雪深の不均一度が風に影響される¹⁾。屋根上の吹きだまりは局部的な荷重増加や軒先での雪庇の形成など種々の積雪障害に繋がる。既往の屋上積雪深の観測によれば、屋上の積雪性状は風速や気温などの気象要因と建物からの伝熱の影響を強く受けると報告されている^{2,3)}。一方で風の影響を強く受ける中高層建築物の屋上積雪性状や断熱性能の向上による影響などについては、十分に明らかになっていない。本研究では、多雪寒冷地に建つ中高層建築物の屋上積雪性状を把握すると共に風洞実験などによる屋上積雪の予測に関する基礎的資料とするため、北海道旭川市において中高層建築物の屋上積雪深の観測調査を行った。

2. 調査概要

2.1 調査対象

調査対象とした建物は北海道旭川市内の陸屋根を持つ集合住宅 No.01~04 とした。調査対象の概要を表 1、写真 1~4 に示す。建物の建設年度は昭和 61 年から平成 11 年で、建設年度の違いにより屋上の断熱仕様が異なる。建物の規模は 5F~9F 建、軒高は 14.4~27.5m である。パラペットの高さは 22~30cm の範囲にある。建物 No.01~03 の立地場所は低層および中高層の集合住宅と戸建住宅が混在する地区にあり、No.04 は、周辺に同規模の建物は無く戸建住宅などの低層建物が大部分を占めている。建物の配置方向については、降雪時の恒風方向が No.01, 02 がほぼ建物短軸方向、No.03, 04 が建物長軸方向である。

2.2 調査方法

調査は、各建物の屋上積雪深を無雪期に設置した鋼製の積雪深計を用いて目視により

1cm 単位で計測した(写真 5,6)。積雪深計は降雪時の恒風方向と平行になるように No.01, 02 は建物短軸方向沿い、No.03, 04 では建物長軸方向沿いに、風下側のパラペットを基準位置として風上方向へ向かって測定間隔 1~2m、測定長さ 11~24m で設置した。設置位置は避雷針や排気口など屋上設置物の影響の少ない位置とした。屋上積雪深の測定と併せて地上積雪深を対象建物付近の障害物の影響が無い平坦地にて計測した。

表 1 調査対象一覧

記号	建設年	階数	屋上断熱仕様
No.01	S.61	9	小屋裏 発泡プラスチック保温材 50mm
No.02	H.01	5	小屋裏 発泡プラスチック保温材 75mm
No.03	H.06	7	小屋裏 発泡プラスチック保温材 75mm
No.04	H.11	9	屋上 発泡プラスチック保温材 50mm×2 小屋裏 UF25mm



写真 1 No.01



写真 2 No.02



写真 3 No.03



写真 4 No.04

調査は 2003 年 12 月~2004 年 3 月にかけて延べ 6 回実施した。各調査地点における外気温、風向風速の参考値については旭川市が管理する気象観測点の観測値を使用した⁴⁾。積雪深の経日変化については気象庁アメダス

の観測値を使用した。建物および気象観測点の位置を図 1 に示す。

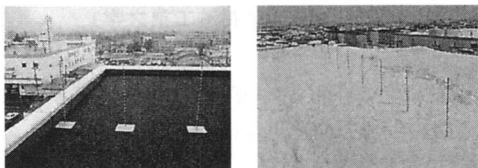


写真 5 設置状況・積雪無 写真 6 設置状況・積雪有



図 1 位置図 (01~04: 建物位置, I~VI: 気象観測点)

3. 調査結果

3.1 旭川市の降積雪の状況

アメダスで観測された日最深積雪深および各建物位置での地上積雪深の推移を図 2 に示す。旭川市の積雪は 2004/2/21 まで平年より少ない 60cm 程度で推移したが、それ以降は 100cm 以上まで増加し、概ね平年並の積雪深となった。アメダスによる観測期間内の日降雪量の最大値は 41cm(2003/12/07)、日最深積雪深の最大値は 117cm(2004/3/02)である。各調査建物の地上積雪深はアメダス観測による積雪深の経日変化と同様な傾向で変動しているが、建物 No.02, 03 の地上積雪深は他の地点と比べて大きく、No.01 は 10cm 程度少ない傾向にある。No.01 と No.02 の地上積雪深差は最大で 31cm(2004/03/02)であった。

3.2 風向・風速、外気温の状況

各気象観測点の日降雪量が 5cm 以上あった

日の風向発生頻度は、観測点 I が W(24.8%)、観測点 II が WSW(20.9%)、建物 No.01 に近い観測点 III が SSE(14.7%) および W(14.4%)、観測点 IV が WSW(15.3%)、建物 No.02, 03 に近い観測点 V が SW(18.7%)、建物 No.04 に近い観測点 VI は SSW(19.8%) が最多風向であった(図 1)。各気象観測点で観測された日平均風速および外気温の概況を表 2 に示す。日平均風速は各観測点において 1.0m/s 以下となり弱風の環境下であったが、降雪時(日降雪量 5cm 以上)に風速が増加する傾向が見られ、日平均風速の最大値(2.2~2.9m/s)はいずれも降雪時に記録された。観測点位置の差異による日平均風速の差は顕著ではないが、観測点 III が他の場所よりやや高い値となっている。外気温については、平均気温が -5.0℃を下回っている状況にあった。

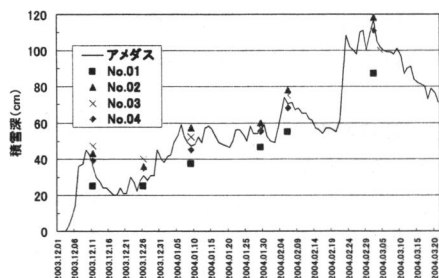


図 2 地上積雪深の推移(2003.12.01~2004.03.20)

表 2 日平均風速および外気温(2004.01~02)

記号	日平均風速(m/s)				外気温(℃)	
	全数 (n=60)		降雪時(n=21)		平均	最低
	平均	最大	平均	最大		
I	0.9	2.9	1.2	2.9	-5.0	-12.0
II	0.7	2.3	0.9	2.3	-5.7	-14.3
III	0.9	2.7	1.2	2.7	-5.4	-13.7
IV	0.8	2.4	1.1	2.4	-5.7	-14.5
V	0.9	2.2	1.0	2.2	-5.5	-12.9
VI	0.7	2.3	0.8	2.3	-6.0	-15.1

3.3 屋上の積雪深分布状況

調査対象建物における屋上風下側の積雪深の分布状況を図 3~6 に、地上積雪深に対する屋上各点の積雪深比(屋上各点の積雪深/地

上積雪深)の平均値, 最大値, 標準偏差を表 3 に示す。以下に各建物の屋上積雪深の分布状況および風下側パラペット近傍の吹きだまり性状について述べる。

①No.01, No.02

図 3 によれば No.01 の積雪深分布は, 両端のパラペット近傍の積雪が屋上中央付近と比べ顕著に多い状況が見られ, 最深積雪時の風下側パラペット付近の積雪はパラペット高さの最大 2.7 倍まで堆積した。No.02 の積雪深分布も No.01 と同様の傾向が見られ, 風下側パラペット付近の積雪はパラペット高さの 2.9 倍まで堆積している(図 4)。これらの堆積形状については, 主風向が同一である苫米地らの RC 造 3 階建の実測結果と同様な傾向を示している。ここで図 3,4 により No.01,02 の屋上積雪深の堆積過程を見ると, 建物中央付近(計測位置 X=3~8)の積雪深は降雪初期段階から最深積雪時にかけての変動が小さい。これは, 積雪深が少ない箇所では融雪の影響, 積雪深が 10cm 以上で推移している箇所は積雪層の断熱効果と風による吹き払いの影響が大きいと考えられる。一方, パラペット近傍の積雪深は, 降雪初期の 2003/12/11 から 2004/02/06 の間は地上積雪深の増加に伴い漸増しているが, 2004/02/06 から 2004/03/02 の間は地上積雪深が 30cm 以上増しているにも関わらず, 増加が見られない。これは, 雪の沈降による積雪深の低下と共に, 新たに積もった雪が風により吹き払われているためと考えられる。表 3 から屋上積雪深の地上積雪深との比をみると, 降雪初期において積雪深比の最大値は No.01 が 1.2, No.02 が 1.3 となり, 屋上積雪深が地上積雪深より多い状態が見られる。最深積雪時には最大値が 0.64, 0.67, 平均値が 0.32, 0.38 となった。また, 断熱性能が比較的劣る No.01 は融雪の影響により標準偏差が非常に大きい。以上から, 降雪時の卓越風向が建物の短軸方向の場合, 両端のパラペット近傍の積雪が中心部の積雪より多い凹形の分布形状を示し, 風による吹き払いの影響を受け積雪深の増加が少なくなる

傾向にある。また, 断熱性能が劣る建物は, 融雪の影響により積雪深のバラツキが非常に大きい。

表 3 積雪深比(屋根上積雪深/地上積雪深)

記号	平均値		最大値		標準偏差	
	降雪初期	最深積雪	降雪初期	最深積雪	降雪初期	最深積雪
No.01	0.57	0.32	1.20	0.64	0.36	0.23
No.02	0.97	0.38	1.30	0.67	0.13	0.13
No.03	0.84	0.42	1.13	0.81	0.10	0.14
No.04	0.99	0.58	1.23	0.62	0.10	0.04

※降雪初期:2003.12.11,最深積雪時:2004.03.02

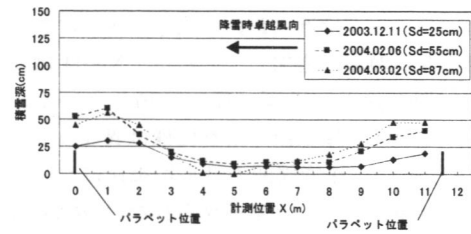


図 3 No.01 屋上風下側の積雪深分布

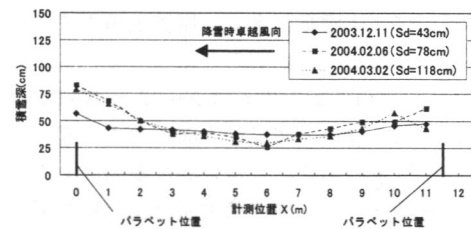


図 4 No.02 屋上風下側の積雪深分布

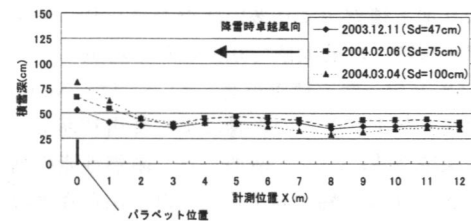


図 5 No.03 屋上風下側の積雪深分布

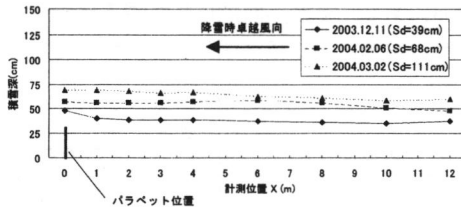


図6 No.04 屋上風下側の積雪深分布

②No. 03, No. 04

降雪時の卓越風向が建物の長軸方向のNo.03, No.04 については、降雪初期から最深積雪時にかけて地上積雪深の増加に伴い風下側の積雪深が漸増している(図5,6)。パラペット付近の積雪はNo.03がパラペット高さの3.2倍、No.04が2.3倍まで堆積した。屋上面の吹きだまり性状については、No.03は風下側パラペット付近において吹きだまりにより積雪深が顕著に増加しているが、No.04は降雪初期を除き、ほぼ一様に堆積している。No.03, 04の屋上面の断熱仕様は異なっているが(表1)、建物周囲の日平均風速については観測値にほとんど差が見られない(表2)。苫米地ら⁵⁾によれば、屋上面での吹雪量は吹走距離(屋上面の長さ)に影響を受け、吹走距離が長いほど吹雪量が多く、屋根上積雪分布が不均一になることが明らかになっている。以上から、堆積性状の差異はNo.03とNo.04の断熱仕様の違いと共に屋上面の長さの違いによる吹雪量の影響など複合的な要因によるものと推測される。地上積雪深と屋上積雪深との比については、降雪初期においては積雪深比の最大値がNo.03が1.1、No.04が1.2となり地上積雪深より多い状況が見られ、最深積雪時には最大値で0.8、0.6、平均値で0.42、0.58となった。標準偏差については、No.03は吹きだまりなどの影響により降雪初期より最深積雪時にかけて増加した。断熱性能の高いNo.04は大幅に減少した。以上から降雪時の卓越風向が建物長軸方向の場合は、地上積雪深の増加と共に、風下側の積雪深が増える傾向にある。これは、卓越風向沿いに屋上面が長いことから、吹雪が発達するために必要

な吹走距離が十分に確保されているためと考えられる。

また、建物No.01～04の全てにおいて、屋上風下側に雪庇が形成される状況が見られた。雪庇は風下側パラペット近傍の積雪深がパラペット高さを超えると形成が始まり、積雪深の増加に伴い徐々に成長した。これらの傾向は既往の観測結果と同様な傾向であった⁶⁾。

4. まとめ

北海道内陸部に位置する旭川市において、中高層建築物の屋上積雪に関する観測調査を行った。調査において建物屋上の積雪深の分布性状には、降雪時の卓越風向と建物の配置方向、屋上断熱性能、屋上面の長さ(吹雪の吹走距離)などが複合的に影響している状況が見られた。引き続き屋上積雪に関する調査を実施し、気象条件や断熱性能等との関連、パラペット高さおよび屋上周囲の気流性状の影響、風洞実験との対応方法などについて検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 苫米地司,和泉正哲,遠藤明久: 屋上積雪の評価方法に関する基礎的研究,構造工学論文集,Vol.32B,pp.49-62,1986.3
- 2) 遠藤明久: 中高層建築ろく屋根上の積雪性状,日本建築学会大会学術講演梗概集,pp.859-860,1977.10
- 3) 和泉正哲,三橋博三,近野正弘,佐々木達夫,高橋徹: 積雪荷重の評価に関する基礎的研究,その13 屋上積雪深の諸性状,日本建築学会大会学術講演梗概集,pp.45-46,1986.8
- 4) 勝元則雄,石田秀樹: 積雪寒冷都市旭川の都市気候調査その1 盆地都市の熱汚染,日本建築学会計画系論文集,No.557,pp.119-123,2002.7
- 5) 苫米地司,橋本茂樹: 屋根面で発生する吹雪に関する一考察,日本雪工学会誌,Vol.9 No.2, pp.2-8,1993.4
- 6) 堤拓哉,高倉政寛,苫米地司: 陸屋根に形成される雪庇と気象要素との関係について,日本建築学会技術報告集,No.19, pp.113-116,2004.6

謝辞

屋上積雪深の観測調査および気象観測資料の提供について旭川市住宅課、環境対策課のご協力を得ました。ここに記して感謝申し上げます。