

## 各種屋根葺材を用いた実大屋根で発生する滑雪の観測

千葉隆弘 (㈱雪研スノーイーターズ)

小林敏道 (㈲コバ建築事務所)

苔米地司 (北海道工業大学建築学科)

### 1. はじめに

建築物に作用する積雪荷重の評価は、建築基準法施行令第 86 条に準拠して行われる。この施行令は、2000 年に大幅な改訂がなされた。ここで、勾配屋根を対象とした積雪荷重の評価方法をみると、図 1 に示すように、改訂前では、勾配が 30°、40° および 50° を超えると段階的に積雪荷重に乗じる係数を減少させる手法が取られていた。これに対し現行では、図中に示すように、積雪荷重に乗じる屋根形状係数  $\mu_b$  は、 $\mu_b = \sqrt{\cos(1.5\beta)}$  ( $\beta$ : 屋根勾配) で示され、曲線的に減少させる手法が取られている。以上のように、滑雪が発生している事例<sup>1)</sup>がみられていたものの、改訂前に評価できなかった 20° 前後の屋根勾配でも滑雪を考慮した積雪荷重評価が可能になった。しかし、現行の屋根勾配のみを指標にした評価方法は、改定前と変わらず、滑雪の発生に大きく影響を及ぼす屋根葺材およびその表面劣化や各地域の外気状況は、具体的に考慮されていない。更なる滑雪状況の観測や屋根葺材と滑雪の生との関係について検討を行う必要があると言える。

このようなことから本研究では、実大規模の建築物を対象に各屋根葺材で発生する滑雪を観測した。この結果から、実大屋根で発生する滑雪と屋根葺材および温度状況との関係について検討を行った。

### 2. 観測方法

滑雪の観測には、A：新品の塗装鋼板、B：劣化を想定した塗装鋼板、C：C 種膜材料の 3 種類の屋根葺材を用いた。劣化を想定した塗装鋼板は、新品の塗装鋼板をワイヤーブラシで目粗しを行って作製している。各屋根葺材の表面性状（表面粗さ、接触角）を表 1 に示す。新品の塗装鋼板をみると、表面粗さおよび接触角両者とも一般的な塗装鋼板で得られる値を示している。劣化を想定した塗装鋼板の表面性状は、10 点平均表面粗さ Rz が 10.6、接触角が 64° で、表面粗さが新品に比べて 15~18 年劣化に相当しているが、接触角が新品に比べて若干小さくなる程度である。C 種膜材料では、表面粗さが塗装鋼板に比べて大きくなる傾向を示し、接触角が塗装鋼板に比べて 10° 程度大きくなっている。

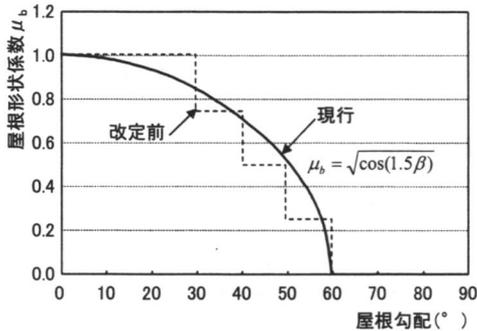


図 1 勾配屋根の積雪荷重評価

表 1 用いた屋根葺材の表面性状

	接触角	表面粗さ		粗さの波形
		Ra	Rz	
A	70°	0.7	3.2	
B	64°	1.4	10.6	
C	83°	7.7	39.4	

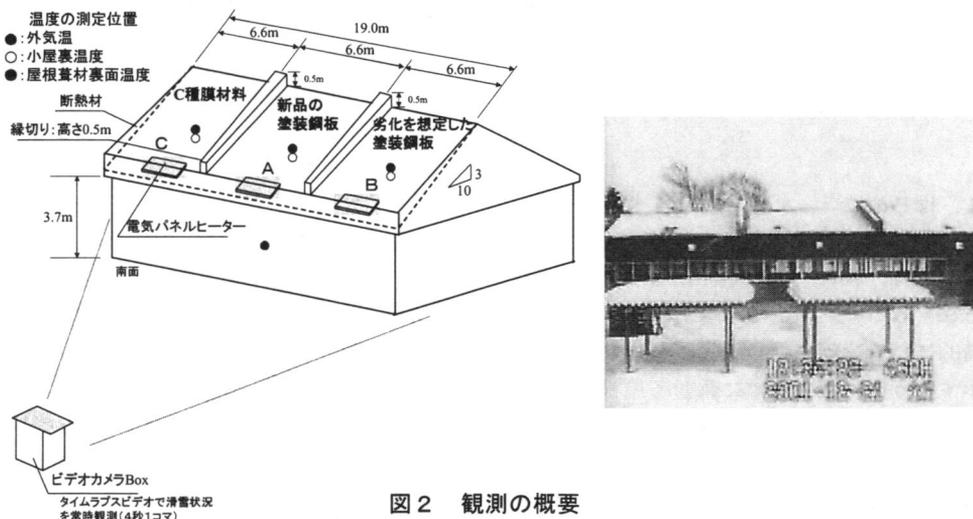


図2 観測の概要

観測は、北海道江別市の酪農学園大学構内にある既存牛舎を対象に行った。観測の概要を図2に示す。図のように、屋根の規模が幅 19.0m×長さ 4.5m、屋根勾配が 3/10 である。この屋根を図中に示す縁切り板を用いて3等分し、先に示した各屋根葺材を設置した。本観測では、小屋裏温度が保たれている場合に発生する滑雪を対象にするため、図中に示すように小屋裏温度を加温した。加温には、電気パネルヒータを用い、設定温度を3℃とした。このような条件の下で発生する滑雪は、タイムラプスビデオを用いて4秒1コマ間隔で撮影した。同時に、滑雪の発生に大きく影響を及ぼす外気温、各屋根葺材下の小屋裏温度および屋根葺材表面温度を15分間隔で測定した。各温度の測定には熱電対を用いた。なお、観測期間は、2001年1月20日～3月10日(2000年度)、および2001年12月20日～3月15日(2001年度)である。

### 3. 観測結果

2001年度の2/11～2/20を例に各温度および屋根上積雪深の推移を図3に示す。図のように、各温度の推移をみると、小屋裏温度は設定した3℃前後で推移している。次に、屋根上積雪深の推移をみると、Aの新品の塗装鋼板では、1日のうちに頻繁に滑雪している。Bの劣化を想定した塗装鋼板では、前述のAに比べてゆっくり屋根雪が移動し、1日のうちに完全に滑雪する事例はみられない。外気温が上昇する日中に屋根雪が移動し始め、外気温が低下する夜間に停止するとういサイクルを数日繰り返して屋根雪が完全に滑雪している。このため、Bにおける屋根雪の堆積日数はAに比べて長くなり、Bの屋根雪が堆積している期間中にAでは2回滑雪する事例もみられる。このような状況を見ると、塗装鋼板は、劣化すると滑雪性が大きく低下することが明らかで、勾配屋根の積雪荷重評価を行う場合は、滑雪性を確保することを考慮する必要があると言える。CのC種膜材料の場合をみると、屋根上積雪深の推移は、Bの場合と同様の傾向を示す。

次に、滑雪時の屋根上積雪深と温度状況との関係についてみると以下のようなになる。Aにおける屋根上積雪深10cm前後の場合をみると、滑雪は、屋根葺材表面温度が0℃前後で推移している状況で発生している。屋根上積雪深5cmの場合では、屋根葺材表面温度が小屋裏温度の推移に関わらず外気温に依存しているため、外気温が急激に上昇した場合に滑雪している。この場合、外気温が急激に上昇するまでに数十日を要した場合もみられるため、屋根雪の堆積

日数が前述の 10cm の場合に比べて長くなる傾向を示す。ここで、各年度で得られた屋根雪の堆積日数と滑雪時の屋根上積雪深との関係を図 4 に示す。なお、2000 年度における観測期間中の平均気温は平年に比べて $-2^{\circ}\text{C}$ 前後低く、2001 年度の平均気温は平年に比べて $3^{\circ}\text{C}$ 前後高い状況であった。図のように A をみると、屋根上積雪深の減少に伴い堆積日数が増加する傾向を示す。年度ごとにみると、平年に比べて寒冷であった 2000 年度では、屋根上積雪深の減少に伴い屋根雪の堆積日数が増加し、屋根上積雪深が 5cm 前後になると 15 日程度になっている事例がみられる。これに対して、平年に比べて温暖であった 2001 年度をみると、屋根上積雪深の減少に伴い屋根雪の堆積日数が増加するものの、5 日前後で滑雪している。このように屋根雪の堆積日数は、滑雪時の屋根上積雪深と外気温の推移状況に大きく影響を受けている。次に、B をみると、両者の関係は、前述の A の場合と同様の傾向を示すものの、滑雪状況が 1 日のうちに完全に滑雪しない場合が多くみられたため、A に比べて屋根雪の堆積日数が大きくなる傾向を示す。2000 年度における屋根雪の堆積日数が長期にわたる場合をみると、20 日前後に達している。C の場合をみると、両者の関係は、A および B と同様の傾向を示し、いずれの年度においても 5 日前後で滑雪している。以上の結果をみると、観測の対象とした牛舎では、屋根上積雪深が小さい場合に屋根雪の堆積日数が数十日に及んでいるものの、積雪荷重の評価を行う場合、積雪深の年最大値が対象となるため、日本建築学会建築物荷重指針<sup>2)</sup>に示されている制御積雪荷重（年最大 7 日増分積雪深を用いた積雪荷重）の適用範囲と言えよう。しかし、地域によっては、屋根雪の堆積日数が数十日になる外気温状況および積雪状況になる可能性が十分にある。このような場合は、滑雪する条件を設定して屋根雪の堆積日数を推定<sup>3)</sup>し、この日数内の積雪荷重で評価できると考える。

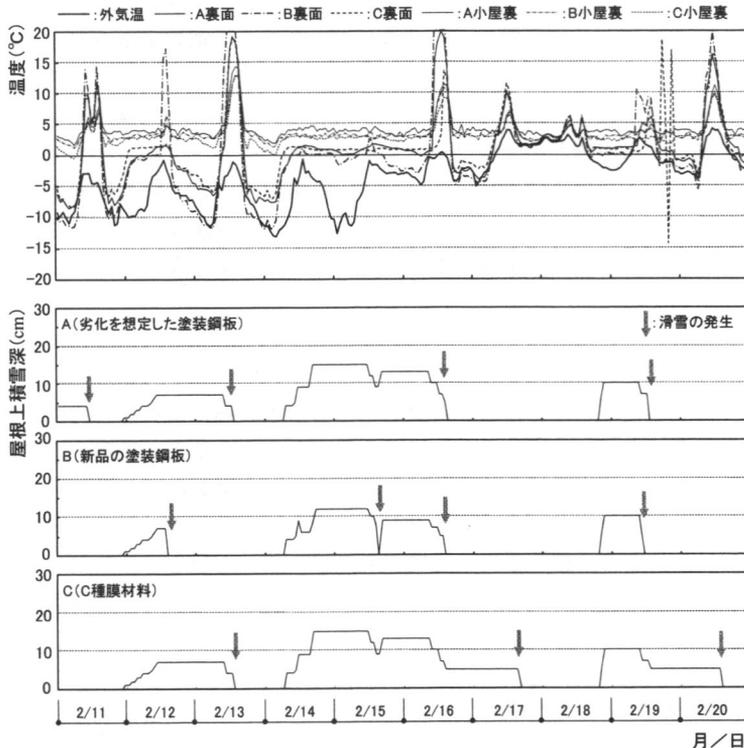


図 3 各温度および屋根上積雪深の推移 (2001 年度 2/11~2/20 の場合)

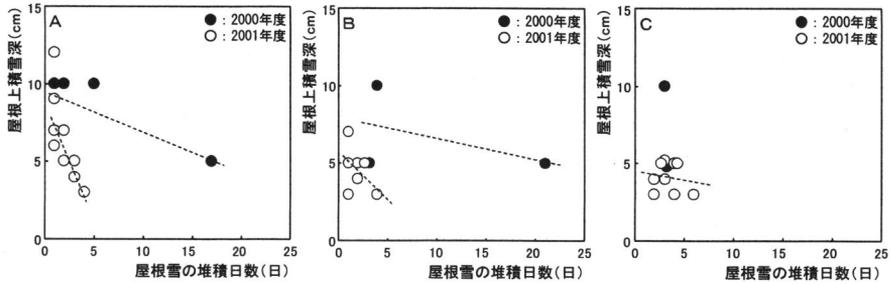


図4 屋根雪の堆積日数と滑雪時の屋根上積雪深との関係

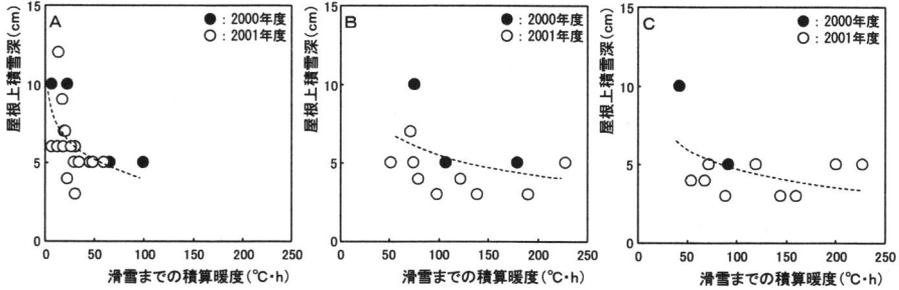


図5 滑雪までの積算暖度と屋根上積雪深との関係

滑雪の発生条件を温度状況から設定する場合、1日のうちに滑雪せずに数日にわたる場合は、滑雪するまでの外気温や小屋裏温度の積算暖度<sup>4)</sup>で滑雪条件を設定することが有効と考える。ここで、本観測で得られた各屋根葺材における滑雪するまでの積算暖度と屋根上積雪深との関係を図5に示す。なお、積算暖度の算出には、小屋裏で加温を行っていることから小屋裏温度を用いている。図のように、Aの場合をみると、両者は、屋根上積雪深の減少に伴い指数曲線的に積算暖度が増加する明瞭な相関関係を示し、各年度でのバラツキも小さい。BおよびCの場合をみると、前述のAに比べて積算暖度が1.5~2倍程度大きくなる傾向を示すものの、両者の関係はAと同様である。このように、滑雪するまでの積算暖度を用いることで屋根上積雪状況や外気温状況、および完全に滑雪するまでに長期間を要する場合に対応した滑雪の発生条件を設定できると考える。

#### 4. まとめ

本研究では、勾配屋根における滑雪を考慮した積雪荷重評価の確立を目的に、実大規模の屋根を対象に各屋根葺材を用いた滑雪状況の観測を行った。その結果、滑雪時の屋根上積雪深が多い場合には、日本建築学会建築物荷重指針に示されている制御積雪荷重を用いることが可能である。しかし、制御積雪荷重を用いることが不可能な地域があることが十分に予想でき、このような場合には、滑雪時の積算暖度で屋根雪の堆積日数およびその日数内の積雪荷重で評価できると考える。今後は、以上の結果を基に気象データを用いた積雪荷重評価について検討を行う予定である。

##### 【参考文献】

- 1) 小林敏道, 他2名: 畜舎建築の屋根上積雪状況について, 第15回日本雪工学会大会論文報告集, pp.141-144, 1999.2
- 2) 日本建築学会編: 建築物荷重指針 第5章積雪荷重, pp.169-217, 1993.6
- 3) 高倉政寛, 他3名: 制御積雪荷重を用いる勾配屋根における制御日数について, 日本建築学会構造系論文集 No.528, pp.53-57, 2000.2
- 4) 千葉隆弘, 苫米地司: 勾配屋根における屋根上積雪荷重の評価に関する研究, 日本建築学会構造系論文集 No.539, pp.37-42, 2001.1