勾配屋根における軒下堆積雪形状の観測

長谷川哲哉,伊東敏幸,苫米地司(北海道工業大学)

1. はじめに

積雪地域において滑落した屋根雪の軒下堆積が建築物に及ばす問題として,軒下堆積雪 深の増加による開口部の遮へい(写真1)や軒下堆積雪と外壁面の接触(写真2)による 材料劣化等がある。これらの雪害を防止するには,屋根雪の軒下堆積雪の形状を適切に予 測する必要がある。既往の研究^{1~4)}をみると,幾通りかの軒下堆積雪形状の推定手法が 提案されている。しかし,それらは実際の滑落現象に対応していない場合が多いことから, 筆者らは屋根雪の滑落現象に対応した推定手法を提案してきた。図1に実測値の存在する 新庄市について気象データを基に推定した結果を示す⁵⁾。本推定では滑落する外気温を 0℃,滑落した直後における堆積雪の法面勾配を45度と設定している。また圧密・沈降 は地上積雪と同割合で沈降させている。しかし,図のように実測値と推定値に差がみられ, この差は圧密・沈降の推定方法に問題あると考える。このことから本研究では推定に必要 な圧密・沈降の実測データを得るための実験を行った。



写真1 軒下堆積雪による採光障害



図1 新庄市における推定値と実測値





写真3 屋根と堆積形状観測箱

写真2 軒下堆積雪による外壁材の劣化

2. 実験方法

実験は、写真3および図2のような屋根 と滑落した屋根雪の形状を観るための堆積 形状観測箱を用いて行った。観測箱の側面 は透明なポリカーボで仕上げ, 堆積雪の断 面形状が観測出来るようにした。 屋根の寸 法は、長さ 360cm、幅は堆積形状観測箱より 広い 120cm、 勾配 0.4 とし、 蔓工法は横葺き とした。このような試験体を用い、軒下堆 積の基本的形状を把握するため、幅 120cm. 長さ 270cm, 深さ 10cm, 密度 150kg/m³の屋 根雪を連続して滑落させる実験を 12 月に行 った。1月からは自然降雪下での堆積状況 を連続的に観察した。また,屋根雪が滑落 した翌日に、写真4のように軒下堆積雪の 上面7ヶ所に圧密・沈降を測定するための 目印木片を積雪期間内に5回入れ、その区 間距離の変化を測定することにより積雪層 別の圧密による沈降量を評価した。



図2 試験体寸法図



写真4 堆積雪断面の沈降量測定

3.実験の結果および考察

3-1 軒下堆積雪形状

図3は降雪期における軒下堆積雪形状の変 化を示す。1月11日の落雪時は密度の小さい

雪の上に落雪したので、この雪が落下の衝撃で圧密され、堆積形状に変化はなく平坦な ままであった。1月18日から2月2日にかけて、堆積高さが急激に増加するが、これは この期間の軒下への降雪が含まれるためである。その後は落下と降雪が繰り返されて、 法面勾配は徐々に大きくなっていく。基本的形状の把握のために行った促進実験の結果 を図4に示す。落雪3回目までは堆積雪の頂点が軒先より遠くになっているが、その後 は徐々に軒先へ近づいて行く。形状は自然落雪に比べると法面が急勾配になるが、これ は軒下への降雪や経時的な圧密・沈降が生じていないためと考える。



-35-

写真5に縦葺屋根の体育館における軒下 堆積雪形状を示す。縦葺きで緩勾配屋根の 場合,屋根雪が軒先でせり出し,細切れに なった雪が軒下に落下することにより,雪 の飛距離が小さくなる。そのために法面勾 配が45度前後になる。これに対し今回の 実験で使用した屋根は屋根雪がスムーズに 滑落する屋根を採用しているため,屋根雪 の飛距離も大きく,その雪が少し砕けて落 雪する。このように屋根葺工法によって落 下時の雪の状態が異なることから,葺工法 による推定手法の違いを考慮する必要があ ると考える。

3-2 積雪層内の圧密・沈降

図5に軒先から 50, 150 および 250cm に おける積雪層内の区間距離の変化を示す。 地上から1段目の区間距離は1月18日にお ける降雨の影響で急激に減少している。こ の降雨とその後の外気温変化により軒下堆 積雪の密度が大きくなっているために、 そ の後は緩やかに沈降する。1段目から2段 目は降雪により密度の低い雪が堆積してい るため、その圧密の進行は急激であるが (グ ラフ内に期間内における1日あたりの圧密 を示す。),その後は緩やかになり、3月に なると停止する。2段目から3段目、3段 目から4段目に関しても同様に,始めは圧 密の進行が著しいが時間が経つにつれてそ の変化が緩慢になり、(1.6%/dav→0.2% /day, 2.3%/day→0.4%/day) 春先には圧 密が停止するという傾向がみられた。観測 期間内における軒先 150cm 地点での区間距 離は何れの区間でも約 6.5 割に減少してお り、積雪層別の違いは少なかった。また、 軒先からの距離における圧密の違いは殆ど 確認されなかった。

3-3 圧密に及ぼす外気温と降雪量の影響

図6は軒先から 150cm 地点の堆積雪層別 の圧密状態と堆積雪深および平均温度の変 化を示したものである。軒下堆積雪深は2



写真5 体育館の軒下堆積雪形状

*軒先150cm地点における測定期間内の区間距離変化



月 19 日に最大に達しているが,その後も同 じように圧密は続いている。これは雪荷重 と共に経時的な雪質変化が関わって圧密が 進行していることが判る。3月後半になる と圧密・沈降はほぼ停止するが,この時の 密度は400~500kg/m³となっている。なお, 落雪日にも若干ながら沈降していることか ら,落雪の衝撃による圧密も確認された。 3-4 融雪による堆積雪の減少

3月後半からの堆積雪深減少は融雪によ る影響が大きいと考えられる。図7に最後 の滑落雪日の翌日である3月17日を起点と して,外気温における毎時ごとのプラス温 度を積算した積算暖度と堆積深減少量との 関係を示す。積雪暖度が同じ場合でも堆積 雪減少量にバラツキがみられるが,これは その日の外気温低下の影響によるものと考 える。図のように,積算暖度と堆積雪深減 少量は線形関係にあることから,融雪によ る堆積雪深の減少は外気温による推定が可 能といえる。

4. まとめ

本研究では,軒下堆積雪形状を推定する上 で必要な圧密による沈降の実測データを得る ことを目的とした。屋根雪の飛距離や砕け方 は屋根葺工法によって異なり,この違いが軒





と積算暖度

下堆積雪形状にも影響することが解った。また,圧密は堆積雪深増加による雪荷重と雪 質変化による影響を受け,その変化は経時的要因にも支配されており,外気温の変動に よる影響は小さいものと考えられる。滑落終了後の軒下堆積雪深は融雪による影響が大 きいと考えると,その融雪量は0度以上を積算した積算暖度による推定が可能である。 これらのデータを基に精度の高い推定手法を確立することが今後の課題である。

【参考文献】

- 1)大野和男:軒下の堆雪量の算定,北海道建築技術 センターレポート, No.11, pp. 3-4, 1975
- 2) 中村秀臣: 滑落した屋根雪の堆積形状, 雪氷, 40 巻1号, pp. 37-41, 1978
- 3) 遠藤八十一,他6名:屋根雪の滑落条件と飛距離,第4回寒地技術シンポジウム講演論文集, pp. 220-225, 1988.11
- 4) 滝田貢,渡辺正明: 清落した屋根雪の堆積形状算定図表,日本雪工学会誌, Vol. 14, pp. 126-132, 1998.4
- 5)阿部修:大型傾斜屋根の軒下落雪の堆積形状(観測と予測),第13回日本雪工学会大会論文報告集, pp.159-164,1996.11