

小型プレッシャーピローを応用した降雪強度計について

佐山 惣吾、西川 泰則、田村 勇（北海道工業開発試験所）

1. 緒言

除雪のために最も重要な情報である降雪量の測定方法などについては、まだ確固たる方法は確立されていない。北陸地方では積雪量に関して、メタルウエファー型のスノープレッシャーピロー（約0.3mm厚さのステンレス製、1.8×0.9m×4枚）を用いた積雪相当水量の観測器が実用化されている¹⁾。この地方では積雪下の地表面の温度は、ほぼ0℃で一定であるため、温度変化によるピローの圧力変動は小さい。

しかるに北海道においては、冬期間の地表面の温度は0℃以下になることも多く、したがってピローは水枕の原理により温度変化に伴い、圧力が変動することも有り得る。また積雪層の温度も当然0℃以下になり、雪中の含有水の凍結により氷盤が出来る場合もしばしばである。この氷盤の剛性(Stiffness)の影響により、雪の荷重が正確にピローに伝わらないことも考えられる。このようにスノープレッシャーピローを寒冷地である北海道において用いる場合は問題が多い²⁾。

そこで当所では、塩化ビニールターポリン製のソフトウェア型のスノープレッシャーピローを製作し、積もった雪の重量を測定するために必要な圧力センサーを取り付け地面に設置し、積もった雪の重量(圧力)を連続的に測定できる積雪重量計を試作した。この装置を用いて1987年12月1日から63年3月31日までの冬期間、当試験所構内において降雪重量(積雪相当水量)を連続して測定し、その結果を前報で報告した^{3,4)}。本報では、ソフトアエファー型スノープレッシャーピローの小型化を図り、降雪強度計へと応用した場合の適用性について検討した。

2. これまでの測定装置と実験結果

スノープレッシャーピローを用いた積雪重量計は、塩化ビニールターポリン製(厚さ2mm、防水布入り)ソフトウェア型で、90×180cmの大型ピロー(PL.1)と、巾は同じで、長さ90cmの小型ピロー(PL.2)2組から成り、それぞれに不凍液を充填し、上に積もった雪の重量を圧力センサーで測定する機構とした。

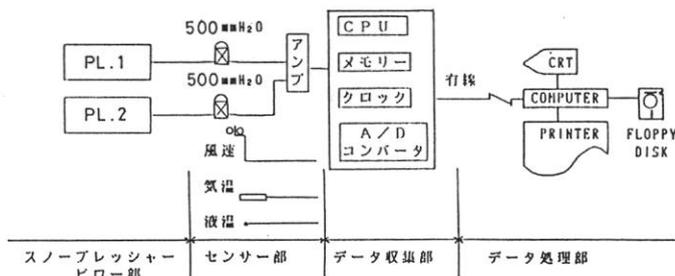


Fig.1 測定装置とシステムの概要

システムは前報と同じでありその概要をFig.1に示すが、大別するとスノープレッシャーピロー部、センサー部、データ収集部、データ処理部から構成されている。屋外にプレッシャーピロー、各種センサー、データ収集部を設置して有線により、室内のデータ処理部にデータを転送する。ピロー内の圧力は圧力センサー（500 mm H₂O FS）で電気信号に変えられ、同じ場所で測定した風速（3杯風速計）、気温、液温（Pt100）と共にデータ処理部に送られコンピュータでデータ処理ができる。

2. 1 測定結果及び考察

Fig.2に、1987年12月1日から4日までの測定値（1時間毎）を拡大して示すが、これによると1日朝の降雪開始から、翌2日昼迄の新雪に対するピローの測定値は、12月2日午前11時にスノーサンプラーによって実測した全積雪重量実測値（相当水量）36.4 mm（図中に棒線で示す）と良く一致している。続いて2日～3日の降雪に対してのピローの測定値も、実測用に用いたアクリル板の上に積もった積雪量の実測値（相当水量）17.4 mm（図中に矢印で示す）とも良く一致していることが解る。

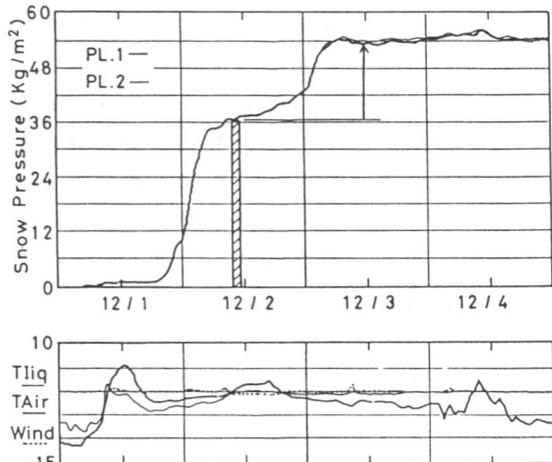


Fig.2 Data ('87/12/1-12/4)

これらの結果に基づき、北海道向けにソフトウェア型のプレッシャーピローを用いた積雪重量計の冬期間における連続実験の結果及び問題点をまとめると次の通りである。

- (1) 雪の降り始めには、本装置は積雪相当水量0.1 mm H₂Oの高感度を有する。
- (2) 12月中は大小2枚のピローは、ほぼ一致した測定値を示す。また、全積雪重量実測値、降雪量とも良く一致している。
- (3) 2月中旬より全積雪重量実測値より測定値は高く出る。この原因として①氷盤の生成②圧力センサーの経時変化などが考えられる。
- (4) ピローの大小について比較すると、大きいピローの方がデータの変動は小さかった。しかし雪層中に発生する氷盤の剛性の影響が少なくするために必要な、ピローの大きさについては不明である。
- (5) スノープレッシャーピローを用いた積雪重量計を北海道で使用するに当たっては、雪の融解・凍結による氷盤の生成、液温の変化などの問題があり、実用化に当たってさらに検討の必要がある。

ここの(1)で述べたように、このピローは新雪に対して高感度であるため、降雪強度計としての実用化が期待できると考えられる。これに関しては次節で述べる。

3. 降雪強度計

降雪検知器は主としてロードヒーティングなどの制御を目的として開発されているものが多く、原理もレーザや光のビーム中を雪片が通過したときの遮断時間を利用したもの、光量変化を利用したもの、ヒーターを使って融雪させるもの（傾斜受雪板式、消雪パイプ制御用）などがある。このほかにも透過型や反射型の視程計は降雪検知器として使用できる。すなわち投受光一体式雪面検知器は、空間に向けて投光すると降雪検知器として利用できる⁵⁾。

降雪強度とはある瞬間に一定時間に降り積もる雪の単位面積あたりの重量である。これは一定の空間を浮遊する雪片の質量とその降下速度を掛け合わせた量に相当する。もっとも正確と考えられている降雪強度の測定方法は、雪粒子の質量とその落下速度の積として求める方法であるが、これらを連続観測することは困難が多く実際的とは言えない。現在実用化試験を終えているものは電子天秤法であり、これは一定面積上に降下した雪量を直接天秤により測定するものである。しかし受雪器を用いる方式であるため、風速の増加と共に受雪器の捕捉率が低下するという問題点がある。また、時々雪を排雪する必要があるなど改良のすべき点が多い⁶⁾。降雪粒子に関しては、顕微鏡法、レプリカ法、ろ紙法、写真法等が用いられてきたが、どれも連続観測には不向きである。

しかし、2節の終りに述べたように、当所で開発中のプレッシャーピローは新雪に対して積雪相当水量0.1 mm H₂Oの高感度を有することが明らかになった。

Fig.2 に示したうち12月1日の降雪量のみを拡大して示したのが Fig.3(A) である。この結果から降雪強度を計算して求めたのを Fig.3(B) に示す。

本報ではこれの降雪強度計への応用研究を計画した。電子天秤法に用いられている受雪器は直径が約20～35 cmの平板が一般的であるため、本研究でも小型のピロー(50×50 cm角)を試作した。ピローから細いパイプを引出し半導体圧力センサに接続した。またその他に液温計(Pt100)を不凍液中に差し込んだ。圧力センサ及び液温計からのリード線はコネクタにより簡単に取り外すことが出来る⁷⁾。フィールドテストは1988年12月に行った。

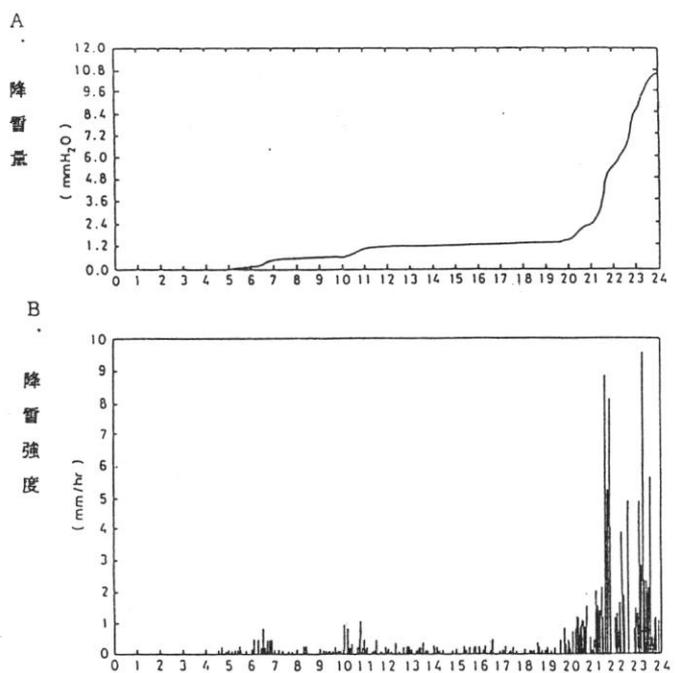


Fig. 3 Data 12月1日(1時間毎)

その結果をFig.4に示す。図中の○印は90×180cmの大型ピローで根雪前に地面上に設置し全積雪量を測定した。また実線は新しく開発した50×50cmの小型ピローで積雪面上に設置し新雪の積雪量を測定した。積雪量がゼロになったのはピロー上の雪を排雪したためである。またスノーサンプラーによる実測値を棒線に示してある。この結果小型のピローは大型のピローとほぼ同じ精度を有していることが明らかになった。

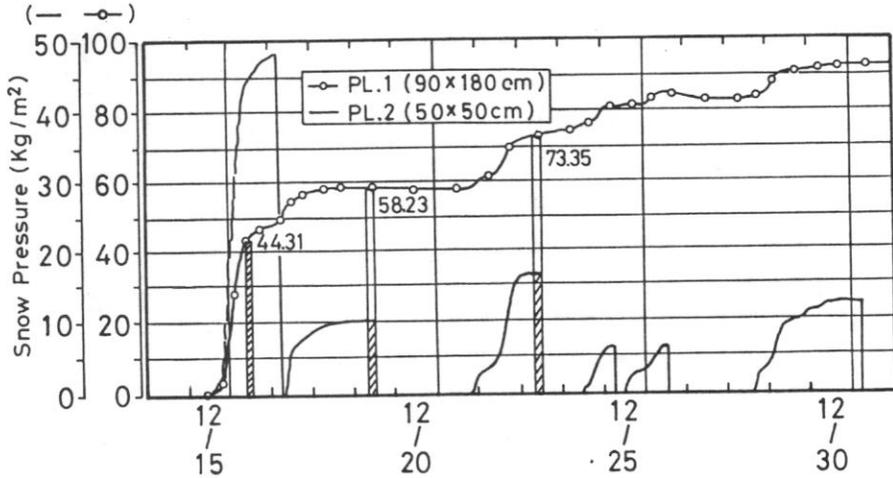


Fig.4 Data ('88/12/14-12/31)

4. 総括

当所で開発したソフトウェファー型小型スノープレッシャーピロー(50×50cm)を降雪強度計に応用した場合、雪の捕捉率は100%であり極めて精度が高いことが解り、新しい方式による降雪強度計の開発が可能となった。今後は更に小型化を図りその実用化に向けて研究を進める計画である。

参考文献

- 1) 木村; Metal Wafer による積雪相当水量の観測、国立防災センター研究報告 第31号(1983)P.203
- 2) 西川、外岡、田村、佐山、鈴木、北島、山下、山田; 第3回寒地技シンポジウム'87 講演論文集(1987)P.103
- 3) 佐山、西川、田村、鈴木; 第4回寒地技術シンポジウム'88 講演論文集(1988)P.157
- 4) 佐山、田村、西川、鈴木; 北海道の雪氷 Vol.7(1988)P.7
- 5) 福沢、竹内; 道開発局土木試験所月報、No.292(1977)P.10
- 6) 小西、遠藤、若浜; 電子天秤を用いた降雪強度計の試作、雪氷 Vol.50, No1 (1988)P.3
- 7) 実用新案申請中; 実願平 1-11523