

# 重量式自記積雪量計

田村昌進\* 津田直吉

**要旨** この積雪量計は積雪を地面に積ったままの状態です量自記するものである。地面に直径4mの底の平な孔を掘り、この孔の周縁および中央部に基礎を作り、中央の基礎の上に環状の歪計を置き、周囲の基礎上から歪計上に放射状に「ビーム」を渡し、この「ビーム」を根太としてその上に環状に床を張り、その上に土を覆って周囲の地面と一致させる。この場合その床上に積った積雪の全重量の1/3が中心の歪計にかかることになるので、この中心の移動量を拡大し中心から4mの距離にある自記器に記録させるのである。北大低温科学研究所の構内に設置して試験した結果自記紙から読取った値はその時「サンプリング」によって得た値とほとんど一致して居り積雪量観測に実用することもできると思はれる。

## 緒言

従来、雪量計は受雪部として雨量計と同形のものが多く用いられておるが、雪は風の影響を受けること雨よりも著しく、その上着雪などのために、降雪量を正確に把握することは非常にむづかしく、風除けも雨量計の場合よりもさらに一層設計がむづかしいなどのために、今迄の所、適正と思われる雪量計は見当らない。この重量式自記積雪量計はこれらの欠点を除くため、降雪をその途中に捕えるなどの方法を採用せず、一旦積雪として地面に積ったものをそのままの状態です直接計量自記しようとするものである。このたび試作試験した結果ほぼ予期の機能を現わすことが判ったのでここに報告する。

## 予備実験

まづこの試作をするに当って、次のような予備実験をした。

- 1 積雪計の秤がその上の積雪の重量によって沈下した場合雪層はどのような変形を起すか。
- 2 雪層が変形を起したために積雪計に加わる荷重はいかなる変化を受けるか。

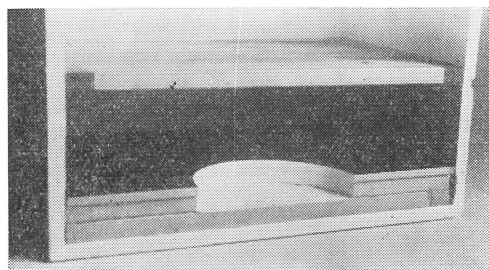


写真 1

積雪の模型として寒天溶液を用いた。3%の寒天の熱溶液を容器に入れて凝固させその内部の歪の状態を観察した。第一の実験は四角な箱形の容器（内法 60cm×50cm 深さ 30cm）の側壁の内側に沿って（写真1）に示すように一辺の中央部を半径 10cm の半円形に切り取った厚板を入れこの切り欠きに丁度はまる半円形の板をもって塞いで置く。またこの箱の内法によく合った隔板をもって厚板と平行に箱を仕切りその間に寒天を流し込む。この仕切った部分の中は積雪深に相当することとなるのである。寒天が適当に凝した時その表面に墨を塗り 5 mm 間隔の線を縦横に引いた後隔板を取り外し箱を厚板を入れた方を下になるように横倒しにして先づこの線を写真に撮りその位置に置いたまま半円形の板を抜き取り同一乾板上にもう一度線の撓んだ状態を二重写しにする。そうすると寒天の撓んだ部分は線が移動して内部の歪の状態を一目瞭然と見ることが出来る。この実験によって、その下部にできた空洞に向って寒天が撓んだ場合、その内部における歪の状態は寒天層の上部に行くにしたがって外方に向って漏計状に広がっており孔の直径が等しい場合には層が厚くなる程撓りは少くなるなどのことが判る（写真2）。第二の実験は 50cm×50cm 深さ 30cm の箱の底の中央部に対辺の間隔 15cm の正八角形の孔を穿けその孔をその一辺を底辺とした 8ヶの二等辺三角形の板をもって塞ぐ。そしてこの三角形の板はその底辺を軸として下方に向って蝶番状に回転することができるように取り付けられこの頂点の部分、すなわち、正八角形の中心部において下から受けこの上に薄いビニールシートを敷いてその上に寒天を流す。そしてこの受けに加わる重量を秤をもつて計るの

\* 気象研究所 —1958年7月7日受理—

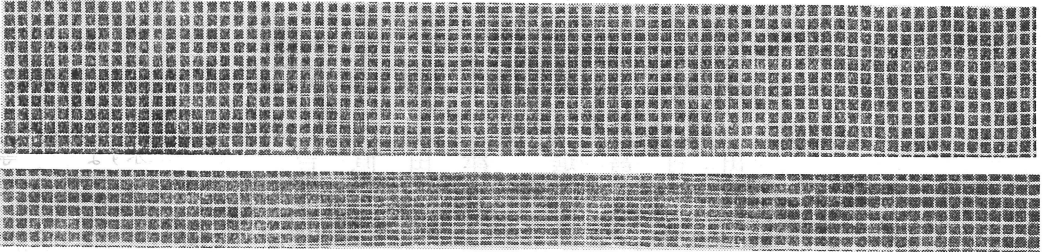


写真 2

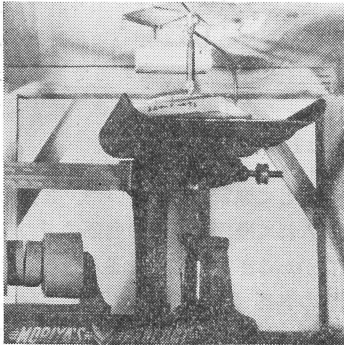
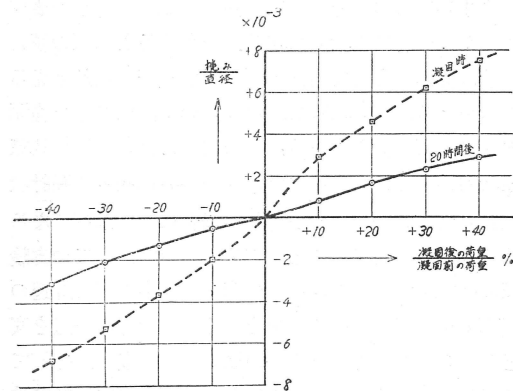


写真 3

である(写真3)。そうすると秤にかかる荷重は理論上正八角形の角筒の体積に相当する重量の1/3であるべき筈であり実験の結果も之を裏書きしている。しかし計量の為秤が沈下し寒天の内部に歪が生ずる場合にはこれによって生ずる応力に相当した誤差が計量値にはいつてくる。この誤差は上部の寒天層の厚さ、計量部の直径秤の沈下量、寒天の硬さなどによって大きく異なってくる。



第 1 図

第1図はこの関係を示すものである。即ちこの図は計量部の直径に対する歪量と撓み量に対する荷重の変化を表わして居り撓みの量及び寒天の硬さによって秤にかかる

荷重が大きく変化することを示している。勿論、寒天が完全に液状である場合には秤が沈下しても内部に応力を生ずることがないから荷重は常に一定であるが寒天の凝固が進むに従って、この誤差は大きくなって来る。しかし零位置(寒天が液状から凝固したままの位置)における荷重は液状のものを計ったものと同一の値を示している。以上の結果から類推して積雪計においても計量の為に雪層の内部に歪を起させないことが必要であり、内部歪のない位置で計ることができれば積雪深又は雪質などによって誤差のはいつてくることなく積雪計の直径はあまり大きくする必要はない。なお都合なことに雪は寒天と異なり特種の塑性をもっている為に少し位内部歪ができて時間経過するに従って力のかかっている部分は融解して歪が解消してしまう性質があるのでこの面からは大きい誤差が現われて来る心配がない。

積雪計の構造

先づ平坦な地面に直径 4 m 深さ 30cm 位の底の平な孔を掘りその周縁に沿って16本の松丸太の坑を打ち込みその上にコンクリートブロックを載せこれを基礎として檜の角材(7.5cm×15cm)をもって作った正八角形の枠型の骨組を載せる。また孔の中央には強固なコンクリートの基礎を作りこの上に特種鋼(Ni Cr Mo 鋼)をもって作った楕円形環状の歪計(写真4)を置き周辺の正八

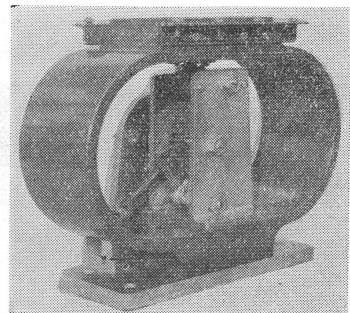
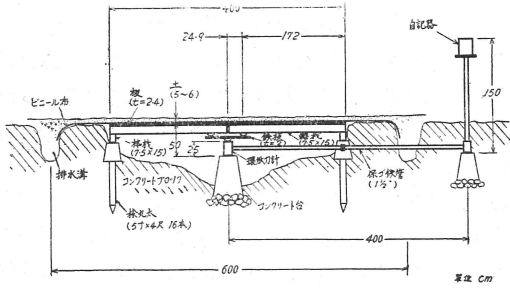


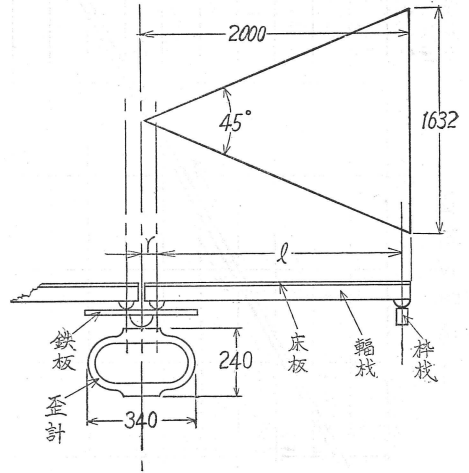
写真 4

角形の枠組の頂点及び辺の midpoint から中央に向けて輻材(檜角材 7.5cm×15cm)を渡し中央の歪計に中心部の荷重がかかるようにする。そして放射状に渡した輻材の骨組の上に樽の8分板をもって環状に床を張りその上に「ビニールシート」をかけさらにその上に 5cm~6cm の厚さに土をかけなるべく周囲の状態と一致させるようにした(第2図)及(写真5, 6)。歪計は3坩の荷重に

の所にある自記器に記録するようにした。なお、「ペン」動きは歪計移動量の約60倍である。すなわち歪計に3坩の荷重がかかると 1,356mm 撓みこれは自記紙上に 81mm に記録されるのである。床部の中心は一点において支えることができないので第3図に示すように二等辺三



第2図



第3図

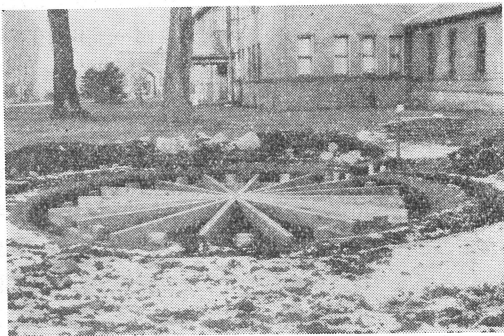
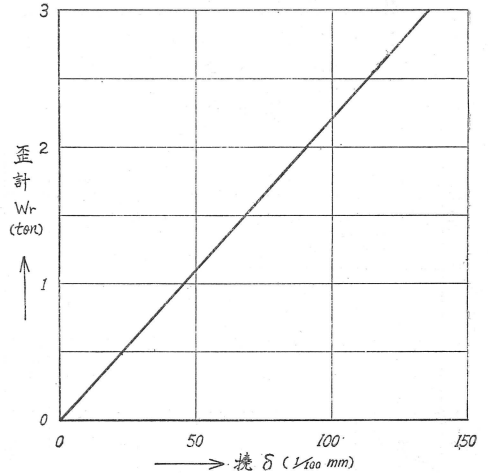


写真5



写真6

よって中央部の歪量が約1mmのものであり、その移動量を機械的に拡大して鋼管の回転にかえ、水平の方向に伝達し中心から4mの位置で立ちあがらせて地上約1m



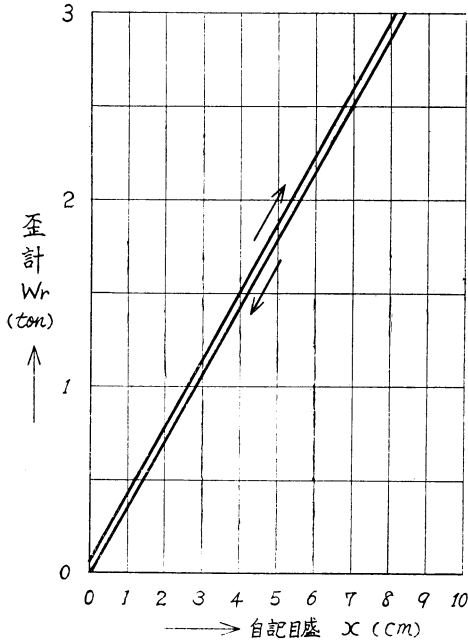
第4図

角形の頂点から  $r$  の距離にある底辺と平行な半円筒形の枕によってその下の円形の鉄板に支えられこの円板はその中央部において半球形の突起によって歪計の上部に支えられている。そのために歪計に加わる荷重は全重量の  $\frac{1}{3}$  ではなく次の算式によって  $\frac{1}{2.62}$  となる。

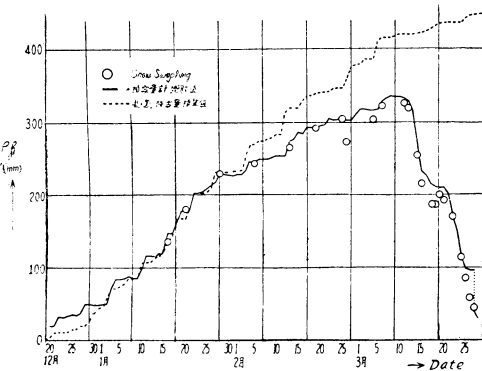
$$\eta = \frac{1}{3} \left( 1 + \frac{r}{l} \right) = \frac{1}{2.62}$$

ここに  $r=24.9\text{cm}$   $l=172\text{cm}$  八角形の辺  $m=163.2$

cm 八角形の総面積  $A=12.85m^2$   
 故にこの積雪計は積雪の平均密度を 0.3 とすれば約  
 2 m 迄の積雪を記録することができる。  
 次に、この拡大及び伝動機構に欠点があり摩擦がある



第 5 図



第 6 図

為に自記「ペン」の動きに誤差ははいつてくる。すなわちペンが上る時と下る時において自記紙の目盛に約 2 mm の誤差がでる。第五図は製作所におけるその試験の結果であり、第六図は歪計単独の試験の結果である。これらの結果により自記紙の記象から積雪の相当水量を算出するには補正をおこない次の式から計算する。すなわち自記紙の読取值  $x$  mm 相当水量を  $\rho h$  とすれば

$$\rho h = \frac{35.7}{A\gamma} (x+0) \approx 7.3 (x-2)$$

この土はペンの上昇及び下降の際の自記紙の読みに対する補正值である。この計算を用い自記紙を読み取った値から相当水量を求めグラフに書いたものが第 6 図である。この中の○印はその時に実測したサンプリングの値である。サンプラーは特に捕捉率の良い札幌管区の井上氏の考案になる薄肉管のものをを用い同氏が特に念入りに測定された値である。融雪期においては積雪の状態が場所によって非常に異っていることと雪層を通過した融雪水は地面に流れ去ってサンプラーにははいつてこないが積雪計においてはその上部の覆土中に一部が保有されているなどの為に幾分の相異が出ているけれど全体に見てほとんど一致しており水資源として見方によってはサンプリングよりかえって実情にそくしているともできると思う。それであるからさらにこの伝動機構を改良して昇降の誤差を取り除くようにすれば充分実用できることと思う。この次に伝動機構に槓桿を用いて摩擦を除き感度の良いものを作る予定である。また積雪計として放射線の透過度を計って間接的に積雪水量を測定する方法が研究せられているがこれとはまだ比較して見ないのでどのような優劣があるか不明であるが機会があったら比較して見たいと思う。

終りにこの研究試作に多大の御指導と御援助を賜った気象研究所水野測器研究部長、札幌管区気象台井上測器課長、北海道大学低温科学研究所の吉田教授、大浦助教授と有益な助言を下された気研の塚本氏及びいろいろ御便宜を計って下さった札幌管区気象台、北海道大学の皆様と試作にお骨折り下さった気研の工場の方々に厚くお礼申し上げます。