

研究レポート

雪の工学的研究

1) 雪の硬さ

雪は降って来る雪片の状態でも種類が多い。気温が低ければ、サラサラした粉雪、高ければ、雪片が多数結合したぼたん雪。気象条件によっては、特殊な雪も降る。地上で積雪となると、大気、日光、圧縮、地温等の影響で変化を続ける。一般的に、雪片の細かい葉状構造等がなくなり、粒は大きくなって、ザラメ雪となる。水を含むこともしばしばある。見かけの比重は、100分の幾つ位から、1近くまでの範囲がある。積雪の深さは、0から数mにもわたる。

この積雪を測定する方法もいろいろあるが、積雪の硬さ、又は強さともいべきものを測ることが多い。実際には、円板又は円錐を雪面に圧入するか、投下するものが大部分である。圧入型は、その過程を読み取り得る利点を有し、投下型は、装置の簡易さを長所とする。積雪上の移動は不便であるから、装置の簡易さは重視される。

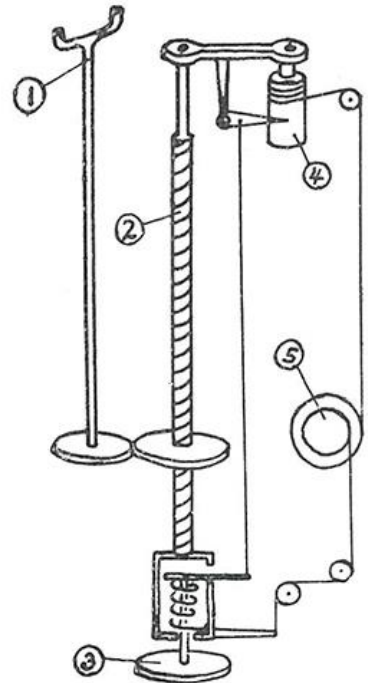
どの型式を用いても、積雪は相当の変形を受けるし、雪の深さは有限で、時には薄く、厚いときにも層状構造を有するのが常であるから、表面から圧して測定した結果は、理学的には「何を測っているのかわからない」が、工学的には大切なデータである。

当研究所の雪試験機は、富塚所長が、消防研究所在職中に考案したものの発展である。旧型は二つあり、一方は自記型で、第1図にその機構を記した。これにより第2図、第3図の如き曲線を得ている。装置全体はソリに取付けてあるが、野外各所での測定よりは、一カ所の雪質の時間的変化の追跡に威力を示す。

もう一つは、第4図の如きもので、一種のバネ秤である。雪の硬さに応じて先端に径10cmの円板、又は頂角90°の円錐を付け、積雪中に圧入してその力を測り、別の物指で圧入の深さをみる。円板をつけたときは、先の自記型と同じ測定をすることになる。

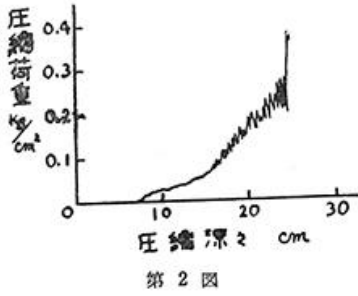
踏み固められた雪などは、円板では測定不能で、円錐が用いられる。この場合に雪の硬さの指数としては、一定荷重で生じた、くぼみの直径を用いるのがよさそうである。

日本の積雪地には、世界的な深雪地方が相当ある。以前この地方は、冬期間の道路交通が實際上全然止っていたが、今日では種々の除雪車が活動しており、主要道路は自動車が走れる。この場合は、雪の荷重負担能力よりは、加減速時やカーブにおける滑りが、主に見るべき性質となる。これに伴い、試験機を今度改良したが、それについては、次項を見られたい。



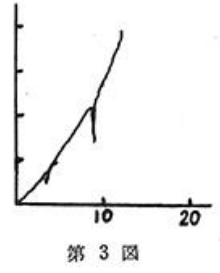
第1図

①のハンドルを廻すと、ネジを切つてある軸②と円板③は下に降り雪を圧縮する。このときの抗圧力は、スプリングの歪となつて現われるから、レバーと糸によつて記録装置④に伝達される。圧縮の深さも糸により、フレームに固定された輪軸⑤を通つて記録装置④に伝えられる。



第2図 深い新雪で得られた曲線

表面から数cm圧縮するまで、ほとんど無抗力であることが現われている。



第3図 古い溶けかけた雪の曲線

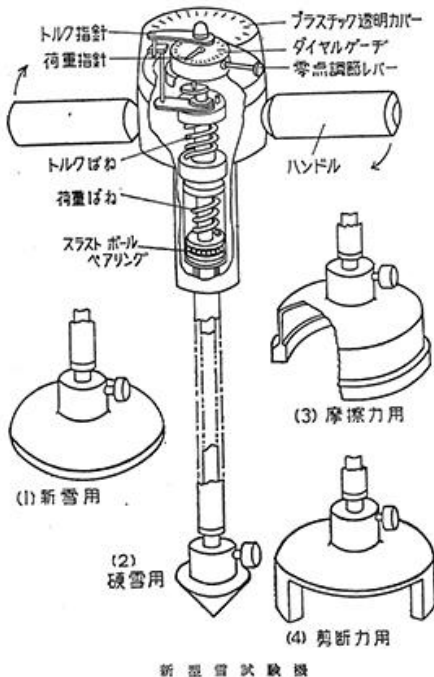
2) 新型雪試験機

前項のように、従来の雪試験機は、雪の耐圧力を測定するものであった。しかし、車輛の雪上走行の困難さは、路面の耐圧力の小さいことにあるのではなく、路面の『たよりなさ』、即ちタイヤのグラウンド・グリップが不確実な点にある。タイヤ・チェーン、或いはスノータイヤ等は、このグラウンド・グリップの確保を目的としたものである。雪の摩擦力及び剪断力の測定が必要となる訳である。本試験機の特長もここにある。

概略図を左図に示す。中心軸の下端に取付けたアタッチメントに加えられた圧力及び振りトルクを、二本の蔓巻バネで受けて、その変形をダイヤルゲージ及びトルク指針で読みとるものである。下方のバネは玉軸受で支えられているので、振りトルクは受けない。従って、圧縮バネ常数と振りバネ常数とを独立に設定出来る。要するに、圧力計とトルク計とを一つにまとめたものである。使用法は、試験機に適当なアタッチメントをつけて、雪積路面に押しつけ、圧縮荷重をダイヤルゲージで読みながら、アタッチメントが滑るまで振る。トルク指針には、置き針がついているので、滑りはじめた瞬間のトルクが判り、静摩擦力が測定される訳である。アタッチメント(3)は摩擦力用で、アタッチメント(4)を使えば、剪断力が測定できる。勿論(1)及び(2)のようなアタッチメントを取付ければ、従来の試験機と同様な耐圧力の測定もできる。



第4図



新型雪試験機

1月中旬、蓼科で本試験機の検定試験を行なった。測定値のバラッキは、自動車のワダチ跡のような不整な所でも、10%以内であって実用に耐える。尚、同じワダチ跡でも一見同じように見えても、表面がツルツルの場合とサラサラの場合とでは、ゴムとの摩擦係数が、0.15~0.5程度に開いて居り、今さらながら雪の複雑さを思わせた。本試験に続き、今冬中に2~3回雪試験を行う予定なので、詳しくは、あらためて報告する。

本試験機は、主として車輛の雪上走行における性能改善を目指して製作されたものであるが、広く雪害という見地よりみれば、雪崩など大きな研究課題であろう。雪崩の本質は複雑かもしれぬが、耐圧力、摩擦力、剪断力と何らかの関係がない筈はない。大学登山部あたりと協力して、この問題に取り組むことを検討中である。なお、雪害とは直接の関係はないが、スキー・ワックスの比較研究なども立案中である。

積雪の問題は、意外に複雑である。研究の進展につれ、次々と試験機の改良を意図しているが、当面、動摩擦力も測定できるものの製作を企画している。雪害問題が一步でも前進すれば幸である。

大気汚染問題はこれで解決か？

米国保健厚生文部長官、エブラハム・エー・リビコッフ氏は、次のように言っている。「今から少なくとも二年以内に、デトロイト地方向けの新しい自動車は全部とっていいくらい、排気処理装置がとりつけられるようになる。この装置は、自動車の排気ガスの空気中に放散される際の未燃焼ガスを、三分の一に減らすことができるものである。」

「もし、自動車のメーカーが、この装置をとりつけることによって大気汚染防止対策の手段をこうじないことになれば、法律によってでも、この対策として、上記のような装置を各自動車にとりつけるよう、国会に要請するつもりである」と、リビコッフ氏は警告している。

従って、早ければ1963年頃（1964年型の自動車が出る時期）までには、この対策の成果がでるだろうと期待されている。また、工業方面においても、この問題を積極的に進めるならば、もっと早く結果がでるに違いない。

現在、カリフォルニア地方で新たに配車される自動車は全部、もう既にリビコッフ氏のこの勧告に従っている。しかし、これはカリフォルニア地方だけのことで、他の地方はまだ実現されていない。ところで、この装置は新しく自動車を購入する人達に、どのくらい費用の負担がかかるのだろうか？おそらく約5ドル弱であろう。

現在、エンジン技術が非常に進歩しているにもかかわらず、ガソリンエンジンについては、まだまだ、開発の余地があり、この装置の内容は次のようなものである。燃料としてその保有エネルギーを利用されている場合の石油ランプは、燃焼の際に炭化水素の未燃焼部分が残るために、芯の焰が黄色になっているが、ガソリンエンジンの場合のシリンダーヘッドも、同様に炭化水素がかなり残されてしまう。この時に、エネルギーの四分の一だけがわずかに点火燃焼で消費されることが実際にわかった。また、燃焼しない部分は、排気管の外に出るものと、クランクケースの中に入るものと二通りになる。

現在のところでは、排気管からでる排気について、処置として見るべきものがほとんどないが、クランクケース中の未燃焼炭化水素（この炭化水素は、ピストンを経由し、吹き抜けによってクランクケースに入る）については、ある程度、防止することが可能になった。

クランクケースは、汚れたガスを空気中に排気するための呼吸器管をもっているが、クランクケースのガスをうまく処理する最も簡単な方法としては、排気ガスを排気管とは別通路を経由して、シリンダー中にもどるように配管することがある。これは、石油ランプの未燃焼ガスが燃料容器にもどされる装置とよく似ている。

以上が大気汚染防止対策の一装置としてつくられたものの大要であり、スモッグに悩まされたカリフォルニア地方において、各自動車にとりつけられた装置である。最も一般的な装置は、ゼネラルモーター社で製作されているものである。

一方、排気管からの排気処理に対しても、なおざりにされているわけではなく、M. R. Grace & Coでは、もう既に2年以上も研究を続け、マフラー内に入れる触媒剤を製造している。この触媒剤は、多量の有毒ガスを無害ならしめると言われている。(Popular Science 10月号1961)

こつこつ研究を続ける積雪科学館

新潟県長岡市にある積雪科学館（財団法人積雪研究会経営）の盛田英治館長(62)ら5人の館員は——「雪はやっかいな存在です。しかし、使い方次第でずいぶん役に立たぬでもありません」——と、この“積雪を役立たせる”ための研究に黙々と取り組んでいる。

この科学館は、去る昭和23年初冬に設立されて以来十余年、北越製紙から年間膨大な研究費をうけ、初代館長勝谷稔氏が世界的な注目をあびた「積雪研究」を刊行、5号まで数えたが、現在は年間わずか180万円の予算となり、館員の努力と忍耐でほそぼそその命脈を保っている。

積雪の科学などというと、いかにもむずかしく聞こえるが、要するに衣類、履物、住居、食糧などに関する雪国の庶民の生活改善である。

このほか最近、雪の中に多分の放射能が含まれている。この放射能は“積雪の科学”の最も大切なテーマになっているといわれている。

日本各地の緯度をヨーロッパにくらべて見ると、ナポリが41°度でほぼ青森なみ。ローマは、約42°度で函館なみ。ミラノは、45°度余でほぼ稚内なみ。だからこの意味では、れっきとした南国で通る。しかし、冬になるとこれらの地方では、何メートルの積雪、零下20~30°度なんていう寒さ。真冬でも椰子が青々と茂るナポリなどとは、天地の違いがあるつきとした北国である。

そのため、雪とか、低温とかにからんでの研究はなかなか進んでいる。例えば北大低温研究所でやっていた雪の結晶の研究、その他の如き。又、雪関係の博物館の如きもいくつかある。(例、新潟県、長岡)

だが、こうした雪の物理学的、或いは地方誌的研究の面から離れて一步、雪の実用面のこととなると、研究はぱったり稀薄であり、殆んど無に近い。早い話、新聞のスキー場便りの欄を見ても、書いてあるのは雪の深さと、スキーに対する可否のみ。滑る上において非常に大切であるところの、雪の乾湿、耐圧性、滑りかげん等については、何の記述もないのを例とする。これでは、スキー場に行って滑り出すまでは、全然見当がつかない。スポーツとすれば、それくらいの僥倖性のあることがおもしろいのだという理屈もあるか？

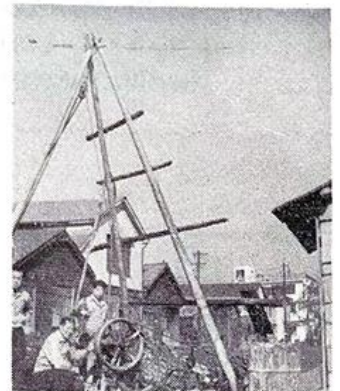
しかし、もっと責任の重いもの、たとえばそりつき飛行機とか、雪上車とか、消防車とかを動かすというような場合に、これでは重大な手ちがいに陥ることがあるだろう。

何とか積雪につき、もっときちんとした科学的表現というものをはたてられぬものか？ もっとも、「雪と申しても広うございまして」という理屈もあるにはある。しかし、広いなら広いなりに、これこれだけの広さということ、きちっと技術的に表現出来ねばこまるだろう。

なお、近頃は、車輛につきチェーンだの、スノー・タイヤだのの研究が大分進んで来た。しかし、そうになると、このチェーンは、こういう雪の場合にはこの位利くが、こういう雪の場合にはだめ……などということを示す必要がある。その、こういうということの手がかりとして、一応間に合うであろうと考えられるスノー・テスターが、今度漸く私達の研究所でまとまった。これは、約10年前に雪上車用を目ざして工夫した二種のテスターから出発し、それを万能的にしたもので、耐圧性のみならず、摩擦係数、剪断強度等も計れるようになってきている。こういうものを積雪地であまねく使用され、積雪の技術資料が豊富になることは切望の至りである。これが備われば、雪上交通機関の設計がやり易くなり、また、雪害の軽減にも役立つのではあるまいか？

一月の研究所

- 5日 仕事始め
- 5~13日 雪試験機試作(別項参照)
- 10日 当所新築敷地地質調査工事完了
- 10日以降 熱冷試験機製作
- 11日 所報創刊号完成
- 空気駆動ポンプ連絡会(設計は昨年中に完了、各メーカー共製作は順調に進行中)
- 12~23日 オートバイ安定試験機試作
- 14~15日 雪試験機機能テストのため奥蔭科へ出張
- 20日 研究所新築原設計住宅公団に提出
- 20日以降 太陽温水器改造(寒中性能向上のため)
- 24日 防災化学研究会に出席



研究所新築敷地地質調査工事現場

発行所
財団法人天野工業技術研究所
横浜市港北区菊名町
電話 横浜 ㊟1163
毎月1回10日発行
購読料 ㊟1部20円