

模型橇による走行抵抗試験装置 および予備実験

Sampei YAMAWAKI: On the Test-Apparatus for the Running Resistance
of Sled-Models and some Preliminary Experiments.

山 脇 三 平¹⁾

まえがき

運材の方法として雪橇・土橇・木馬運搬のごとく橇と雪あるいは盤木、ときに土等との滑り摩擦を利用した方法が、それら器具の製作および路面構築の低廉かつ容易であることから各地で実行されている。しかし、それらの実際使用条件下における滑り摩擦の実態はかなり不明の余地を残している。そこでこの種の問題が室内あるいは屋外で比較的容易に試験しようという見地から、可搬式の試験装置を試作し、雪橇の摩擦抵抗に関する予備的実験を試みたので、その概要を報告する。

なお予備実験に御高配を賜った四手井釜淵分場長（現気象および災害科長）および御協力をえた同分場防災研究室員各位に対し厚く深謝の意を表す。

試験装置

本装置の主要諸元は、自記張力計車・荷重車・パイプ軌条および支柱・走行路・架台・牽引用電動機よりなっているが、その概要を示せば次のとおりである（Photo 1, 2 参照）。

(1) 自記張力計車：自記装置および張力計を主とする。

自記装置（a）— 梅北機工KK製造床振動計用記録装置を利用し、クロノメーター（b）を改良附置している。すなわち、その性能概要は、記録方式＝インク式、記録紙の巾・長＝10 cm×20m、記録紙回転速度＝25～100 mm/sec、記録ペン倍率＝10, 16 倍、電磁式タイムマーク可能（これは走行路 0.5 m ごとの測点通過時を記録させ、クロノメーターの 1/5 sec 刻時とより時間—距離曲線を求め等速運動区間を知る）。

張力計（c）— 5 kg 歪リング、撓み率 1.08 mm/kg。

(2) 荷重車（d）：接地圧大なる場合（0.4～1.8 kg/cm²）の相対的比較試験を可能にするために、試験片（e）（橇型、底面積＝10cm²）上に案内滑車4組・支持車輪4箇・支柱4本をもつた荷重載荷台よりなる。試験片の静・動摩擦による抵抗力は、滑車2箇を通じ釣糸で張力計に伝達される。

1) 経営部作業科作業研究室

(3) 軌条 (f) および支柱 (g) : 軌条—鋼管, 外径=21 mm, 肉厚=2 mm, 全長=6 m (1, 2, 3 mのものを継足し)。支柱—古鉄利用, 6基。

(4) 走行路 (h) : 木製樋型, 全長=587 cm, 深さ=28 cm, 巾=23 cm, 雪を投入し任意の路面築設可能。

(5) 架台 (i) : 木製, この上に走行路・支柱・軌条の順に Y レベルで軌条の水平を視準しつつ本装置を組立設置する。

(6) その他 : 自記張力計車および荷重車の牽引には変速度電動機 (j) を使用したが, 試験走行速度=24~81 cm/sec の範囲で, 等速運動区間=200~250 cm 程度の測定可能である。

予 備 実 験

昭和 27 年 2 月 25 日~3 月 7 日の間に行つた釜淵分場構内での試験結果を示せば次のとおりである。

(1) 目的 : 先に実施したトラクターによる雪橇の摩擦抵抗に関する実際試験結果を補足検討する意味から下記の実験を行つた。

(2) 設営 : 日射および降雪を防ぎ, 気温を出来るだけ恒低温に保ち, 期間中の試験雪路面を一定の状態に維持するため, Fig. 1 のごとき雪穴を掘り, 分場構内工場跡のコンクリート上に試験装置を設置した。この雪穴により気温の上昇は+1°C 以下に止めえたが, Fig. 2 は自記録例である。

なお試験雪路面は人力にて圧定・撒水のうえ放置することにより, 次の状態の縮氷雪に保つ

た。比重=0.47~0.49, 硬度=9.5 程度, 凹凸=-2.7~0.9 mm 内の高低発生程度でほぼ水平。

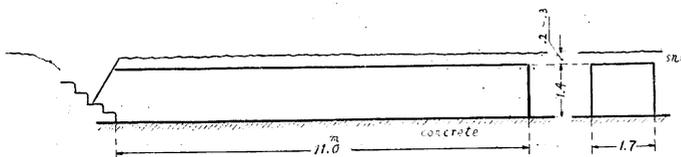


Fig. 1 Snow-Cave in which this equipment is set

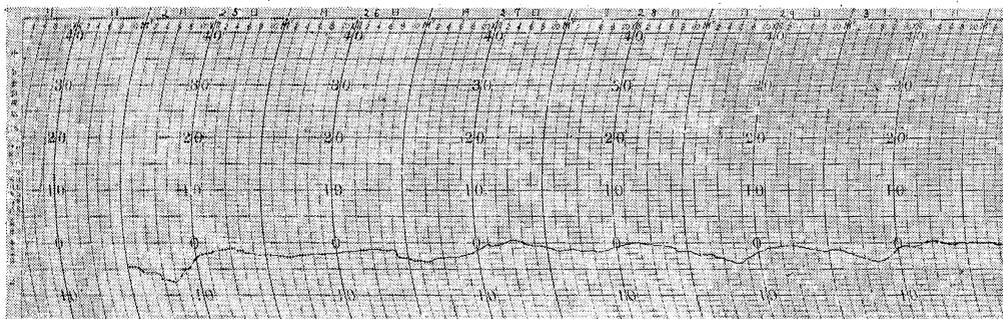


Fig. 2 Temperature

(3) 試験片：

形状 橈型，底面=10mm×100 mm，6 mm×60 mm，前後部は半径10mmの円弧（現物の約 1/10 を標準とする）。

材質 鉄板（やすり仕上），ナラ（板目，パラフィン塗布），ミズメ（柾目），スギ（板目）
— いずれも鉋削，強化木（ブナ圧縮面）。

(4) 実験結果：上記試験片を使用し，放置時間と静摩擦抵抗，接地圧および速度と動摩擦抵抗等について実験してえた結果は次のとおりである。

i) 放置時間と静摩擦抵抗 (Table 1. 参照)

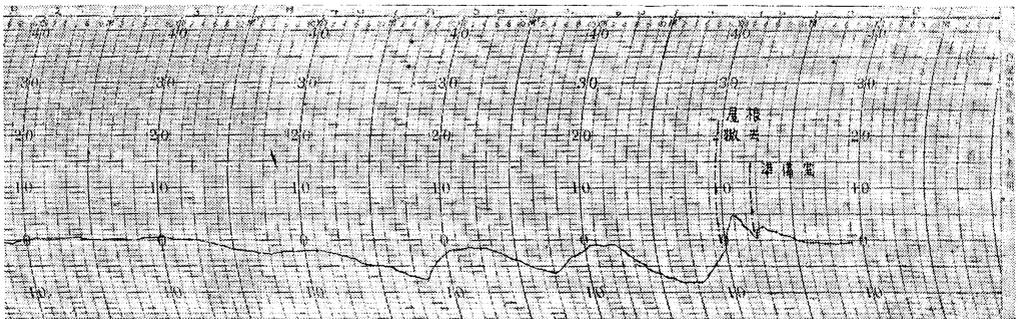
Table 1. Relation between coefficient of static friction and stopped time

材 質	放置時間 分	1/6	1	2	3	5	10	備 考	
								気 温	接 地 圧
鉄 板		0.076	0.094		0.105		0.110	-3.7°C	1.742kg/cm ²
強 化 木		0.195	0.246	0.372	0.338	0.354	0.447	-3.7	1.685
ナ ラ		0.349	0.381	0.427	0.587	0.577	0.794	-2.3	〃
ナラ+パラフィン		0.105	0.127	0.137	0.149	0.129	0.150	-2.0	〃

註：係数値は 3~5 箇の平均値，なおこの場合の牽引は手動で極めて静かに引張つた。

係数値の大きさは，鉄板<ナラ+パラフィン<強化木<ナラの順に各放置時間を通じ大きくなっているが，いずれの材質も放置時間にほぼ比例して増大している。すなわち 1/6 分放置に対して 1分放置の場合は各材質を通じ 1.1~1.3 倍の値を示し，材質別の顕著な差はないが，10 分放置では鉄板=1.6，ナラ+パラフィン=1.4，強化木・ナラ=2.3 の倍率で増大した値を示しており，パラフィン塗布は鉄板とともに放置による附着力の増大を避けうることを示している。強化木は耐磨耗性の点では鉄板に次ぐものと考えられるが，放置時間にとまらぬ附着力の増大はナラに近い傾向を示す。

ii) 接地圧および速度と動摩擦抵抗 (Table 2. 参照)



in Snow-Cave

Table 2.

1' Relation between coefficient of dynamical friction and area of contact

接地圧	材質 kg/cm ²	鉄板	ナラ	ミズメ	スギ
	.430		.042	.056	.093
	.631	.024	.046	.054	.081
	.832	.029 .018	.051	.048	.071
	1.033	.025 .024	.041	.043	
	1.234	.028 .020			
	1.436	.024			
	1.637	.019			
	1.837	.023			
備考	気温 °C	0.5 -2.2	.3	.7	.8
	速度 cm/sec	46	38	39	40

2' Relation between coefficient of dynamical friction and runnig velocity

速度	材質 cm/sec	鉄板
	31	.028
	43	.034
	48	.033
	53	.032
	59	.031
	75	.033
	81	.031
備考	気温 °C	.3~.7
	接地圧 kg/cm ²	.832

註：記録例は Fig. 3 に示してあるが、このような記録から面積計算で平均抵抗力を求め係数値に換算したものが本表である。

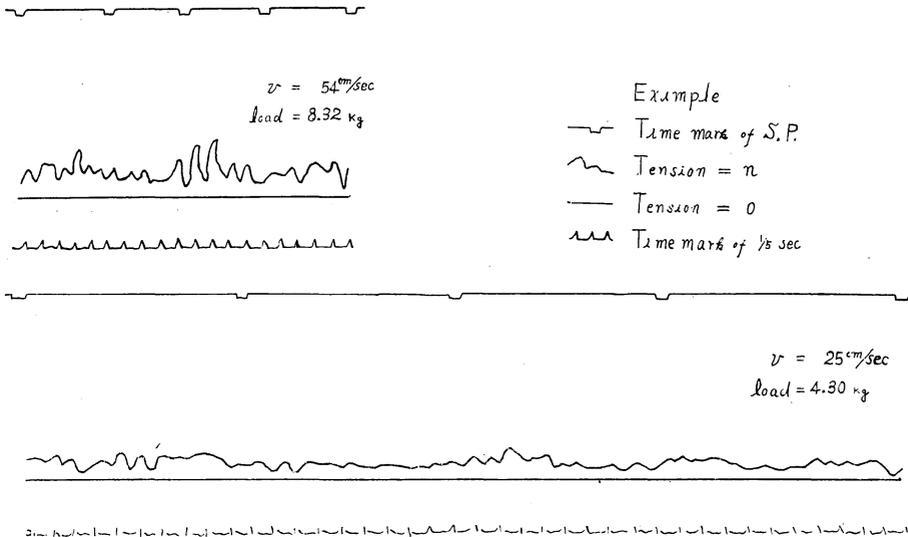


Fig. 3 Some Examples of Record

動摩擦抵抗に及ぼす接地圧の影響は (Table 2 の 1' 参照), スギ・ミズメ等比較的面の粗い材質では圧力の増大に伴い摩擦面の細かな凹凸が圧縮されるためかやや抵抗係数が低下する傾向をみせているが, ナラおよび鉄板ではほとんどその差がみられず,むしろ鉄板では気温の+-による差すなわち, 0°C 以上の場合は以下の場合よりやや抵抗が増加する傾向がみられる。

速度による影響は (Table 2 の 2' 参照), 31~81 cm/sec の範囲での鉄板についての実験ではその差がみられず, この程度の低速運動範囲では速度の抵抗に及ぼす影響は無視出来るかと

思われる。

なお本表 Table 2 の 1' にみられるごとく各材質の動摩擦抵抗係数の大きさは、大体鉄板<ナラ<ミズメ<スギの順に増大しており、概して面の粗さによる差をよく表わしている。

あ と が き

本試験装置は資材の無理から、未だかなり改良すべき余地を残している——すなわち、i) 軌条に I 桁を使用して延長を倍加し、試験速度を増大せしめる。ii) 荷重載荷台支持車輪の摩擦の軽減。iii) 支柱の補強による振動の軽減等。——が、雪橇の摩擦抵抗試験の補足を兼ねて行つた予備実験から、この種の走行抵抗比較試験装置としては比較的实际に近い条件下の各種模型試験を可能ならしめるものと考えている。

終りに、本試験は作業科長本多三雄技官・作業研究室長東京大学森林利用学教室藤林誠教授の御教示を賜つたもので、ここに深謝の意を表するとともに、模型試作には小笠原重助業手、実験には三村和男業手の多大の御協力を得たことを感謝する。

Résumé

The author designed a test-apparatus for the running resistance of sled-model in order to research the mechanism of sliding on sled-transportation, and carried out some preliminary experiments of snow-sleds.

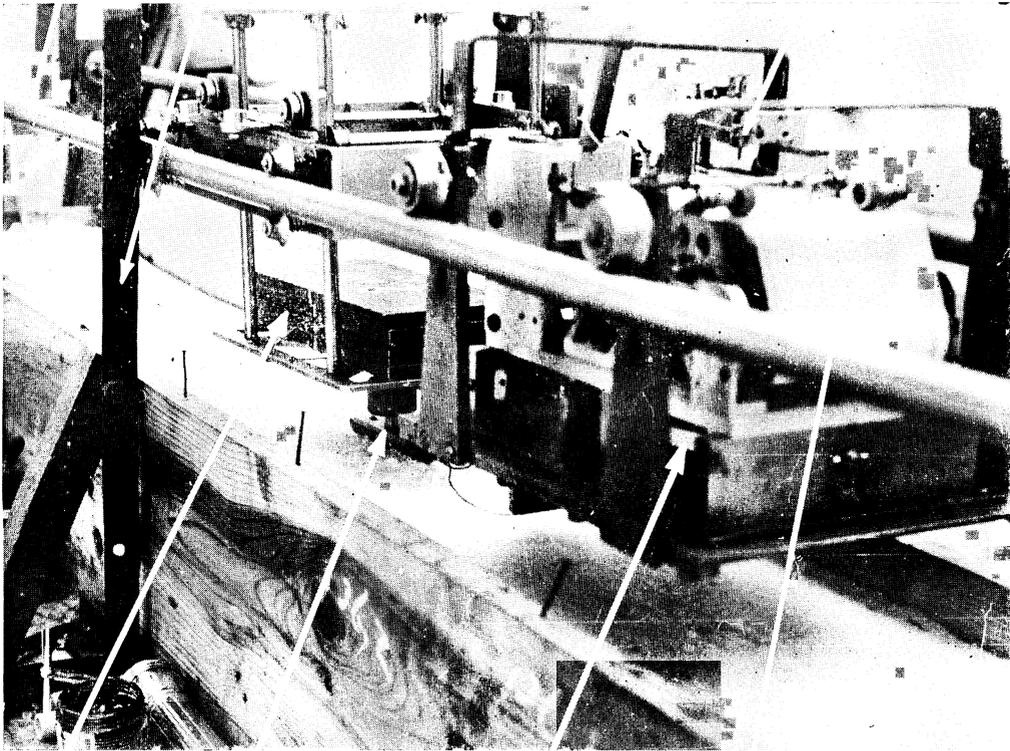
The appearance of this apparatus is shown in Photo 1, 2. In this experiment, it was set in a snow-cave diagrammatically as shown in Fig. 1. And results obtained are shown in Table 1, 2 (1', 2').

From these results, the author think that this apparatus is applicable in the research of the mechanism of sled-sliding on snow, skidway, earth and etc.

f (軌条)
Pipe Rail

g (支柱)
Supporter

b (クロノメーター)
Chronometer



d (荷重車)
Load Car

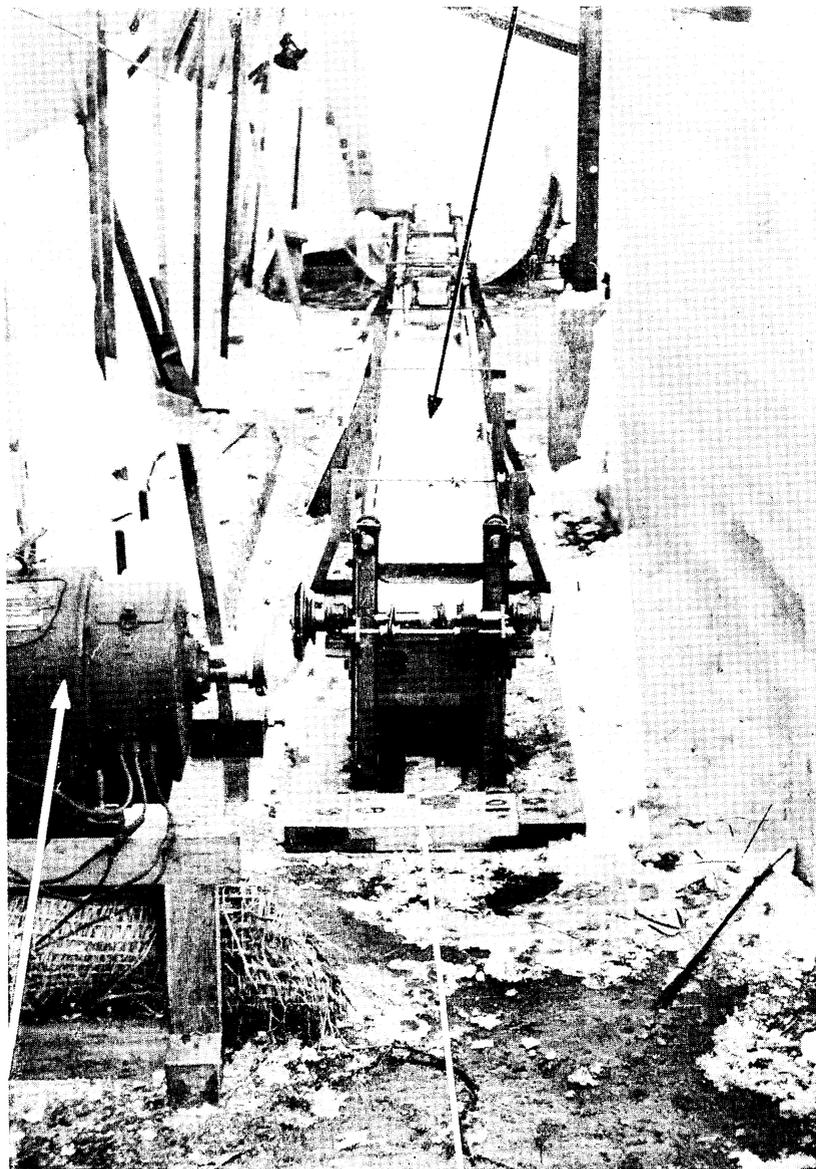
e (試験片)
Test Piece

c (張力計)
Tension Meter

a (自記装置)
Self Recording Apparatus

Photo. 1 Meter & Load Car

h (走行路)
Test Road



j (電動機)
Motor for pulling Meter-Car

i (架台)
Supporter-Base

Photo. 2 Test-Equipment set in Snow Cave