



土 木 研 究 所 資 料

第 6 6 7 号

路面圧雪処理方法に関する研究

— プラウ式およびロータリタイン式による圧雪処理について —

昭和 4 5 年 1 2 月

建 設 省 土 木 研 究 所

目 次

1. ま え が き.....	1
2. 圧雪処理	1
2.1 路面に発生する圧雪	1
2.2 圧雪の処理方法	1
3. 試験機械	3
3.1 試験用トラクタおよびブラウ式切削装置	3
3.2 ロータリ式切削装置	7
4. 試験方法	12
4.1 実験日程	12
4.2 実験場所	12
4.3 実験の概要	12
5. 試験結果	14
5.1 ブラウ型の試験結果	18
5.1.1 線圧一切削深さ	18
5.1.2 線圧一除雪能率	20
5.1.3 除雪速度一除雪能率	21
5.1.4 除雪比抵抗一除雪速度	23
5.1.5 雪質の影響	24
5.2 ロータリタイン型の実験結果	27
5.2.1 除雪速度と除雪能率	27
5.2.2 除雪能率と打撃ピッチの関係	27
5.2.3 ロータリ式における押付力および推力	30
5.2.4 雪質の影響	30
6. 結 論	31
7. む す び	32

1. ま え が き

圧雪の処理が問題にされ出してから、かなりの日時が経過しているにも拘らず、現在まだ経済的に有効な方法が見出されていない。科学技術庁防災科学技術センターは、昭和43年度を初年度とする3ヶ年計画で、「交通路の雪処理技術の開発に関する研究」を特別研究促進調査費によって推進した。その一環として、建設省土木研究所機械研究室で「圧雪処理技術に関する研究」を受託することになった。この研究では、圧雪の機械的処理に関する有効な工法を見出し、それに関する機械の開発を目標としている。この報告書はその結果のうち、ブラウ式およびロータリタイン式の試験機の製作ならびに実験結果をとりまとめたものである。

2. 圧 雪 処 理

2.1 路面に発生する圧雪

圧雪は道路面上にだけ発生する特殊な雪で、自然に降り積もった新雪が、頻繁に通過する自動車のタイヤで踏み固められた堅い雪をいう。通常密度は $0.45 \sim 0.75 \text{ g/cm}^3$ 、硬度は $20 \text{ Kg/cm}^2 \sim 170 \text{ Kg/cm}^2$ （木下式硬度計による）の範囲にある。¹⁾ 密度・硬度は降雪量・交通量・気温などに影響されるが、まだその生成過程の研究が進んでいないので、それらの関係は明確ではない。圧雪は、温度が低い間は強度が高く、一般通行車輛の輪荷重に耐え得る。しかし、この場合、路面のすべり摩擦係数は雪のない場合に比べてかなり低下し、リブタイヤで $0.20 \sim 0.34$ と、一般の乾燥路面の半分以下の値となる。したがって、スノータイヤ・タイヤチェーン類の装着が必須となり、また高速走行ができなくなる。気温の上昇や日照によって、圧雪の温度が 0°C 近傍に上昇するとその強度が急激に低下し、交通車輛によって局所的な切削や融解が起こり、いわゆるわだち掘れの現象を来す。わだち掘れは車輛から操向の自由を奪い、凹凸による走行速度の低下を招き、車輛を傾け、腹をするなど多くの障害をもたらす。ふつう、圧雪の厚さが 5 cm あると、わだち掘れはかなりの交通障害となり、 10 cm 以上では往々マヒ状態に陥るとされている。したがって、圧雪は 5 cm 以下に押えておくことが必要とされている。

2.2 圧雪の処理方法

圧雪を 5 cm 以下に保つためには、圧雪の発生が防止できれば良いが、発生条件すら明確でなく、したがって、その方法は確立されたものが少ない。①散水する。②路面を加熱する。③薬剤を散布する。等の工法が知られている。

①の散水は、いわゆる消雪パイプとして知られている方法で、温水（井戸水）を路面に放水

して降雪を直ちに融解するものである。設備費、運転経費共に比較的安価で勝れた方法であるが、大量の地下水が必要な点が短所である。

②の路面加熱は、舗装版の中に電熱線を入れて加熱する方法が最も一般的であるが、設備費、運転経費共除雪工法の中では群を抜いて高く、一般的ではないので、トンネル出入口、切り通し、交差点、踏切、歩道など特殊な個所に限って用いられている。

③の薬剤散布は、塩化カルシウム等を主成分とした融点降下剤を路面に撒く方法である。降雪の前又は降雪中に散布すると、圧雪の発生を抑制できることが知られているが、散布時期が限定され、かつ、大量の薬剤を必要とするのでこの方法はあまり用いられず、専ら圧雪の発生後の処理対策として広く行なわれ始めている。

発生した圧雪を処理する方法としては、①人力で削る。②機械力で削る。③薬剤を散布する。等の方法が知られている。

①の人力切削は、つるはしで圧雪を削る方法で、かつては広く行なわれていたが、次第に少なくなってきた。交差点、歩道など特殊な場所でしか行なわれていない。

②は最も一般的に行なわれている方法で、いろいろの機械が用いられている。一番多く行なわれているのは、モーターグレーダによる切削で、路面の凹凸の修正を兼ねて行なっている。しかし、モーターグレーダによる切削は、線圧（切刃長1 cm当たりの押しつけ力 K_g : ブレード荷重を切刃長さで除した値）がやや不足気味で、1回当たりの切削量は $\frac{1}{3}$ オードの値であるため、1日に5 cm程度の速さで増加する圧雪層の成長を止めることは難しい。

ブルドーザーやトラックスーパーの切刃を用いる場合もあるが、これも能率が低い。ただ、この方法は比較的機械の入手が借上げなどの方法で容易であるため、応急的方法として多数の機械による大量処理としてよく用いられる。現在唯一の圧雪処理専用機械にアイスバーン処理機がある。これは多くの爪を持つ回転刃（ロータリータイン）を圧雪に当て、切削する方法で、モーターグレーダのアタッチメントとして作られたものがよく用いられている。この機械は効果的ではあるが、作業速度が遅いため、施工能力の小さい点が難点とされている。

以上のように、圧雪処理に関してはまだ一般的といえる方法が確立されておらず、したがって、毎年圧雪による交通障害が何らかの形で発生している現況である。例えば或る調査によれば、雪氷道路で車速の確保ができなかった障害件数のうち、圧雪によるものが47%、氷盤を含めると約70%に及んでいる。そこで、この研究では、切刃による圧雪層の切削、ロータリータインによる圧雪層の切削、切刃に衝撃又は振動を与えることによる切削の3方法につ

いて研究し、最も能率的な工法を確立しようとするものである。この研究は3カ年計画となっており、初年度（昭和43年度）はブラウ式試験機械の製作、第2年度（昭和44年度）はロータリタイン式、アタッチメントの製作及びブラウ式、ロータリタイン式の実験を行なった。この報告書は、第1年度、第2年度に製作した試験機の概要及び第2年度に実施した試験結果をとりまとめたものである。

3. 試験機械

3.1 試験用トラクタおよびブラウ式切削装置

昭和43年度は試験機械としてトラクタおよびそれに付属させるブラウ式切削装置を製作した。その概略仕様を付表-1、付表-2に、外観を写真-1、写真-2に示す。

付表-1

トラクタ仕様

(1) 形式

三菱2W400型 特殊作業車

(2) 主要諸元

寸法

全長	3,905	mm
全巾	1,735	mm
全高	2,570	mm
軸距	2,200	mm
輪距（前）	1,380	mm
〃（後）	1,390	mm
最低地上高	380	mm

重量

車両重量	2,500	Kg
同上分布（前）	1,560	Kg
〃（後）	940	Kg
乗車定員	2	名
最大積載量	2,000	Kg
車両総重量	4,610	Kg

(3) 性能

走行速度

前進	作業時 [*]	一般走行時 ^{**}
低速：1速	0.83 km/H	1.39 km/H
2速	1.43 "	2.40 "
3速	2.54 "	4.27 "
4速	4.13 "	6.93 "
高速：1速	8.32 km/H	14.0 km/H
2速	14.4 "	24.2 "
3速	25.6 "	43.0 "
4速	41.5 "	70.0 "
後進	作業時 [*]	一般走行時 ^{**}
低速	0.83 km/H	1.39 km/H
高速	8.32 "	14.0 "

* 機関回転速度 2,500 rpm マキシマムスピードセッティング
 ** " 4,200 rpm グレバークにて切換

最小回転半径 5.2 m

登坂能力 (sin θ) 0.574 (2 Ton 積載時)

(4) 各部要目および構造

機関

名称 三菱4DQ型ディーゼルエンジン

最大出力

一般走行時 60 PS / 4,000 rpm (最高回転数 4,200 rpm)

作業時 38 PS / 2,500 rpm

最大トルク 13 Kg-m / 2,400 rpm

クラッチ 機械操作乾燥単板式

変速機 ハス歯平歯車 2・3・4 速等速嚙合式

副変速機 平歯車選択摺動式

減速機 マガリ歯カサ歯車式

差動機 直歯平歯車式

操向装置 形式 油圧式パワーステアリング

駆動式 4×4 (全輪駆動式)

タイヤサイズ (前) 10-18 6PR

" (後) 10-18 6PR

荷 台 三方開き高床式

内法寸法 2,010 (長) × 1,560 (巾) × 330 (高) mm

油圧装置 (ハイドロリックシステム)

油圧ポンプ

形 式 歯車式

吐出量 16ℓ/min (機関回転数 2,500 rpm)

最高使圧 130Kg/cm²

最高回転数 負荷時 1,800 rpm

(機関回転数 2,500 rpm)

油圧コントロールバルブ

形 式 2連式リリーフバルブ付センタースプリング式

リリーフ圧 130Kg/cm²

けん引装置

形 式 ビントルフック式

附表 - 2

圧雪処理試験装置仕様

(1) 型 式 圧着式ブラウ型

(2) 主要諸元

ブラウ

寸 法 (巾×高) 500×300 mm

形 状 円筒型 半径250mm

進行角 90度

切削角 25度～65度連続可変

種 類 固定刃形一切刃3種類

振動刃形一切刃1 "

押付機構

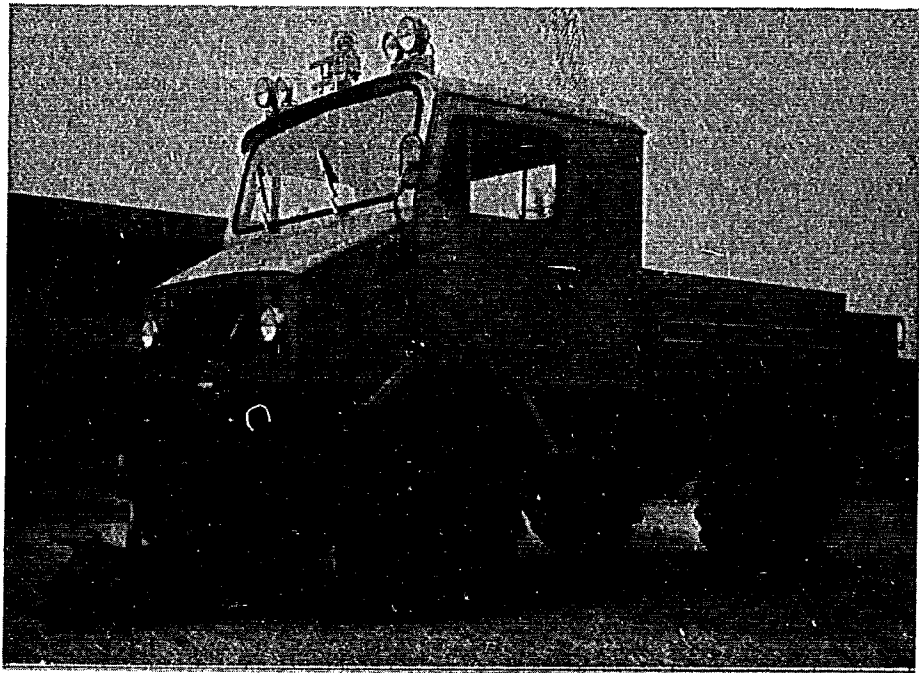
型 式	油圧シリンダ
ストローク	250 mm (ブレード切刃先端にて)
油 圧	最高 60 Kg/cm ²

除雪深調整機構

型 式	円板シュー型
調整巾	0～50 mm (切削角25度) 連続可変

(3) 性 能

除雪速度	最高 10 km/H
除 雪 巾	500 mm
ブラウ 推力	最大 1,250 Kg
押付線圧	最高 20 Kg/cm ²
最低地上高	(トラックに架装した状態)



写真—1 ブラウ型圧雪処理試験装置



写真-2 ブラウ型実験装置

この試験機は切刃による圧雪処理効果を研究する目的で特殊な4輪全輪駆動式トラクタ（三菱2W400）の前に切削幅50cmの切刃を取り付け、油圧シリンダでこれを地面に押しつけて、その時の水平切削反力をワイヤストレーンゲージ式のロードセルで検出できるようにしたものである。切刃は一般に使用されている平らな刃のほかに、これを三角形および四角形に切り欠いた三角刃および四角刃を製作した。（図-1、写真-3）

3.2 ロータリ式切削装置

昭和43年度のトラクタの前部にロータリタイン式（幅50cm）の回転爪を設け、その荷台に駆動用の原動機を搭載したもので、昭和44年度に製作した。その仕様を付表-3に、全体図を図-2、外観を写真-4、写真-5に示す。この機械はすでにアイスパーン処理機として建設省東北地方建設局仙台技術事務所が開発した機械に似せて製作したもので、駆動は油圧ポンプモータを使用し、タインの回転速度を無段階に変速できるようにした。タインの回転力は油圧モータータイン間にワイヤストレーンゲージ式のトルクメータを挿入した。この場合も押付力は油圧シリンダの圧力で、水平力はロードセルで検出できる。

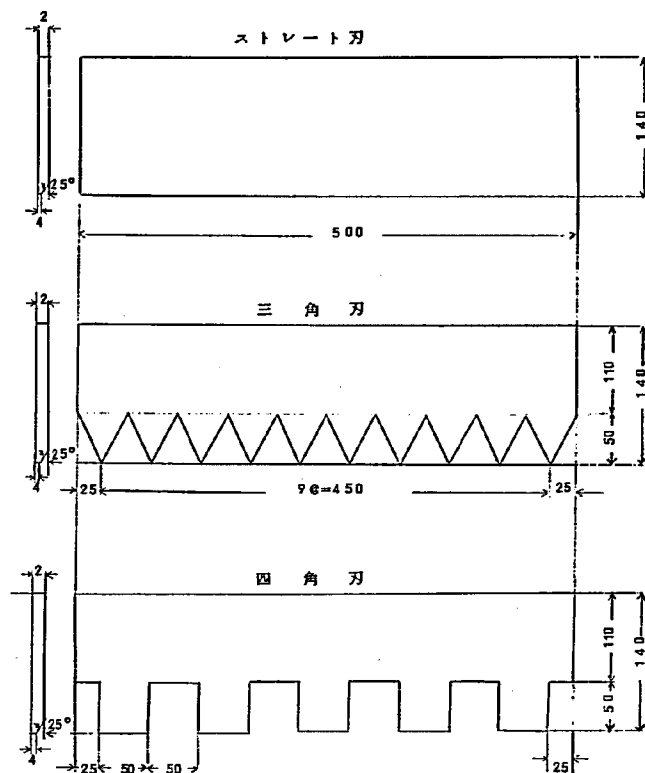


図-1 ブラウ型切刃図

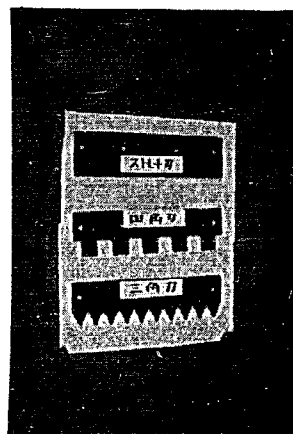


写真-3 ブラウ型切刃

附表 - 3

ロータリータイン型圧雪処理試験装置

(1) 主要諸元

ロータリータイン 寸法	直径×巾=500×500 mm
回転数	200~800 rpm 連続可変
タイン形状	先端角錐型
上下調整量	路面より ±20 cm
駆動方式	閉回路 油圧駆動
	油圧ポンプ：可変容量型プランジャポンプ
	入力軸トルク (15.5Kg-m/130Kg/cm ² ~ 25.0Kg-m/210Kg/cm ²)
	軸圧モータ：定容量型プランジャモータ
	出力軸トルク (ポンプ入力軸に同じ)

作業用機関

KE65 三菱重工業株式会社製

定格出力 57.5 PS/2,600 rpm

最大トルク 16.7Kg-m/2,000 rpm

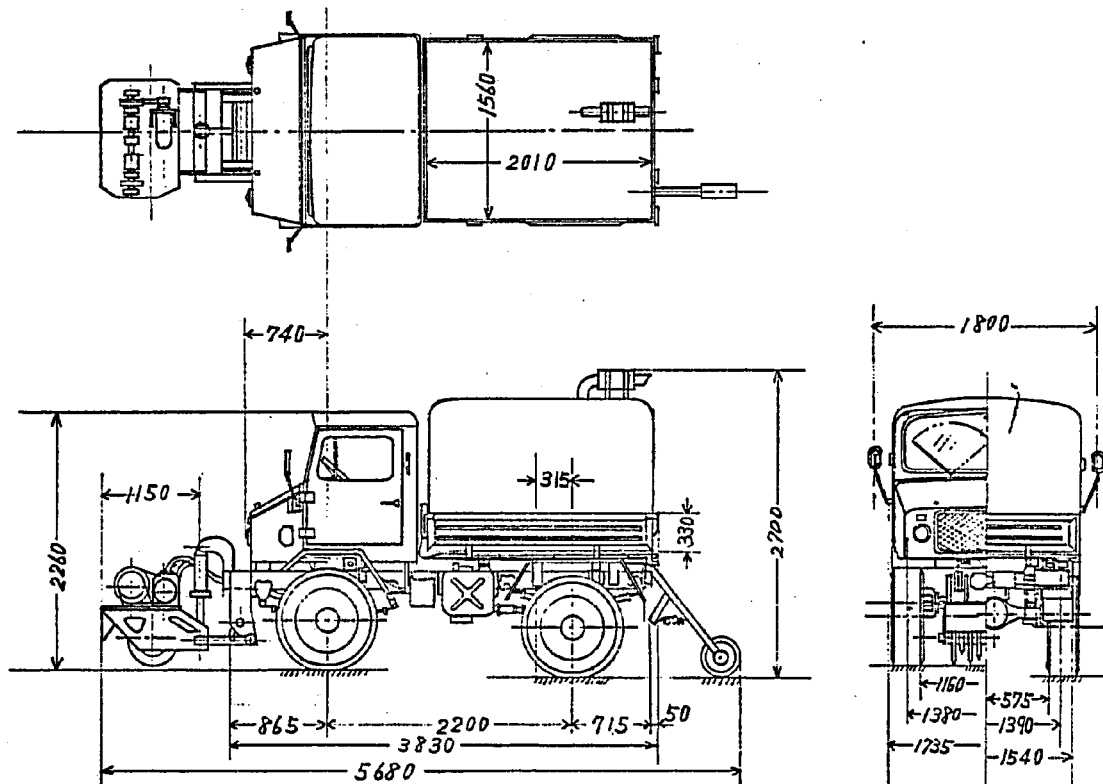


図-2 ロータリー式圧雪処理試験車



写真-4 ロータリタイン型圧雪処理試験装置

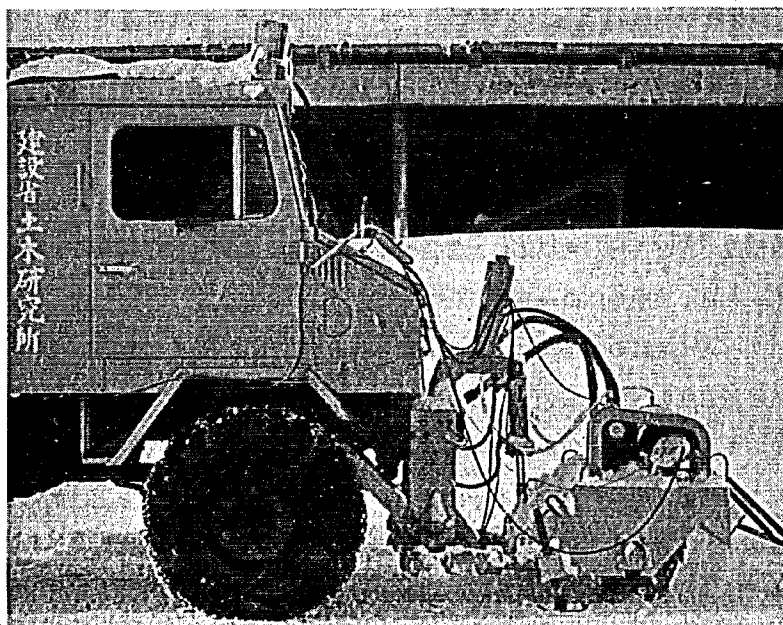


写真-5 ロータリタイン型実験装置

4. 試験方法

4.1 実験日程

実験は、ロータリタイン型とブラウ型の2回に分けて行なった。

〔第1回目〕 ロータリタイン型の実験

自昭和45年1月12日～至昭和45年1月18日

〔第2回目〕 ブラウ型の実験

自昭和45年1月26日～至昭和45年2月4日

4.2 実験場所

新潟県西魚沼郡湯沢町三俣地先の国道17号線、およびその付近の町道、県道ならびに苗場スキー場駐車場。

4.3 実験の概要

第1回目のロータリタイン型の実験は、降雪に恵まれ、天候は曇りかまたは吹雪の日が多く、実験地付近の積雪深さも約1mくらいあって、平均的に気温も -4°C 、国道上に発生した圧雪も厚さ約8～10cm、密度約 6.0 g/cm^3 、表面硬度は木下式硬度計($6\text{ m/m}\phi$)で測定して約 110 Kg/cm^2 くらいであった。第2回目のブラウ型の実験は、行程の前半は雪も止み、昼間は日照の日があり、気温は $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ 位まで上昇する日があり、圧雪がゆるみ、実験条件としては必ずしも望ましいものではなかった。後半には、気温も下がって降雪があり、実験条件はよくなったが、第1回目と比べると、全般的に雪質が不安定で軟かい状態の圧雪実験となった。

実験は次に記す要領で実施した。すなわち、実験コースは直線で見通しのきく平坦路面の速長50～70mをえらんで1実験コースとし、切削実験は路側の雪堤から約1m50cm道路中央寄りの位置で行なった。雪堤には、標点を示す数本のポールを立てて試験区間を標示し、隣接するポール間で実験条件の一部を変化させた。

ロータリタイン型の実験では、ロータ回転数および作業速度を変数として、一実験コース区間中は回転速度を一定とし、作業速度を数段に変化させて、ロータ回転数300rpmから700rpmまで100rpm毎のピッチで実験を行ない、除雪深さ・除雪量を測定した。ブラウ型では、1実験区間中は除雪速度を一定とし、ブラウ加圧力(線圧)を連続的に変化させながら、除雪深さ、除雪量を測定した。

試験車には、計測機器を積み込み、計測および記録の要領は図-3に示すブロックタイヤグラムにより、ペンオンログラフ上に記録させた。また、雪質の測定は、圧雪深さ、雪温、雪密度および圧雪の表面硬度についてそれぞれ測定した。

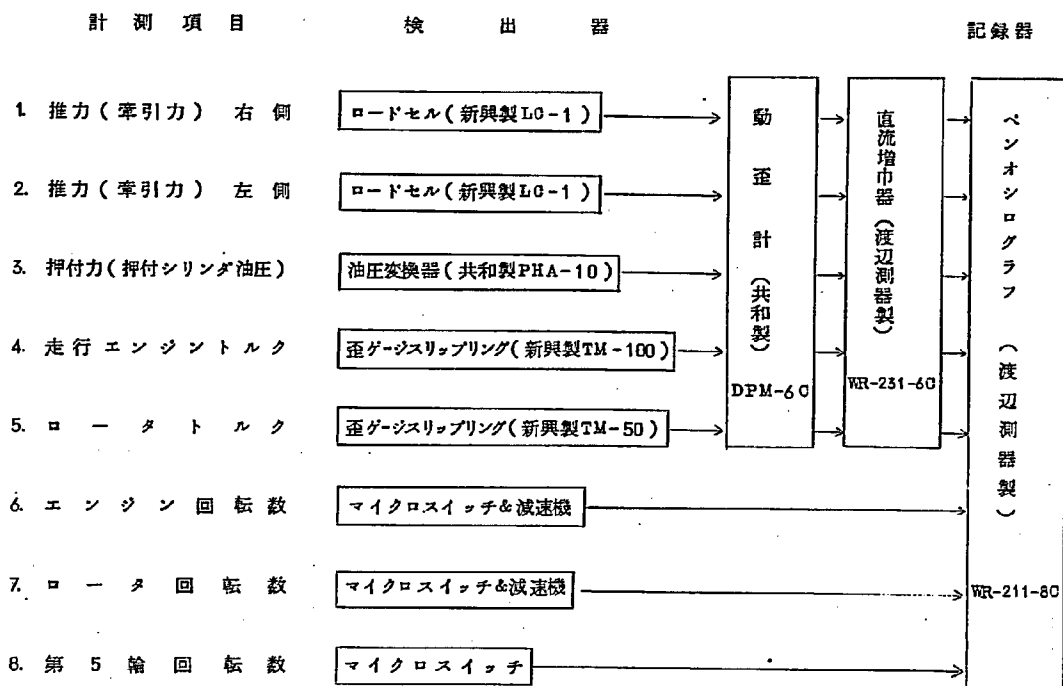


図-3 測定ブロックダイヤグラム

5. 試験結果

おもな計測値および計算結果を表-1に示す。

表-1 主な試験結果値一覧 (ロータリータイプ)

整理番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	速度 度 段	走行機関回転速度 r.p.m	除雪速度 km/h	走行機関トルク kg-m	走行機関出力 P.S	ロータリー回転速度 r.p.m	ロータリー周速度 m/s	ロータリートルク kg-m	作業機関出力 P.S.	除雪幅 cm	除雪深さ cm	除雪量 t/h	除雪能率 t/ps	打撃ビッチ cm	推力 kg	押付力 kg
3-2	L-4	1515	254	1.29	2.73	473	12.37	11.57	7.64	50	1.8	13.7	1.80	1.49	-48	0
3-3	H-1	1680	5.71	7.54	3.54	453	11.86	18.30	11.58	50	1.7	22.0	2.51	3.50	-80	0
3-5	H-2	2063	11.90	10.02	9.98	438	11.47	22.79	13.94	50	1.8	64.3	4.61	7.54	-2	-
4-3	L-2	1398	0.81	1.67	1.13	378	9.88	6.21	3.27	50	3.0	5.7	1.74	0.60	87	0
4-4	L-4	1378	2.31	1.86	3.58	358	9.36	10.93	5.46	50	2.3	14.9	2.73	1.79	133	0
4-5	H-1	1619	5.51	21.06	9.54	347	9.09	15.40	7.47	50	2.9	48.7	6.52	4.41	96	0
4-6	H-2	1094	6.42	20.78	10.98	338	8.33	19.07	8.99	50	3.0	58.7	6.53	5.28	135	26
4-8	H-1	2527	8.60	18.38	12.97	358	9.37	10.23	5.11	50	1.0	25.8	5.05	6.67	39	70
5-1	L-2	1563	0.91	1.75	1.28	206	5.38	13.30	3.82	50	5.0	13.4	3.51	1.23	178	746
5-2	L-4	1500	2.52	2.68	5.61	197	5.15	21.96	6.03	50	5.4	40.1	6.65	3.56	236	1914
5-3	H-1	1566	5.67	23.00	10.72	178	4.66	20.73	5.15	50	3.6	60.2	11.69	8.85	182	1335
5-4	H-2	570	3.34	23.28	6.41	187	4.88	22.13	5.76	50	4.4	41.9	7.27	4.97	227	966
5-5	H-2	684	4.02	22.98	7.59	185	4.84	23.09	5.96	50	4.7	57.6	9.66	6.04	214	1062
6-1	L-2	1458	0.85	1.14	8.09	328	8.57	10.50	4.80	50	4.9	1.23	2.56	0.72	142	878
6-2	L-4	1403	2.36	2.76	5.41	295	7.73	20.91	8.62	50	6.5	45.3	5.25	2.22	145	3725
6-3	H-1	1212	4.12	27.39	9.29	268	7.01	26.16	9.78	50	5.2	63.2	6.40	4.27	158	3725
6-4	H-2	689	4.05	21.14	7.04	315	8.23	17.93	7.88	50	4.2	48.5	6.15	3.57	100	0
6-5	H-2	669	3.93	22.79	7.36	285	7.44	21.87	8.67	50	5.1	62.1	7.15	3.84	154	2751
7-1	L-2	1339	0.78	1.39	0.90	411	10.75	8.35	4.79	50	4.0	8.89	1.86	0.53	137	281
7-2	L-4	1400	2.35	1.85	3.56	385	10.07	16.70	8.98	50	4.7	31.5	3.51	1.70	173	351
7-3	H-1	1653	5.63	14.49	6.70	396	10.36	23.74	13.12	50	4.8	71.6	5.46	3.95	148	527
7-4	H-2	1226	7.21	16.75	9.92	359	9.38	23.82	11.92	50	3.1	50.3	4.22	5.59	144	694
7-5	H-2	1742	10.24	21.45	18.05	303	7.93	25.50	10.77	50	4.1	119.7	10.91	9.39	164	869
9-1	H-1	1966	6.69	28.31	15.57	339	8.88	25.41	12.04	50	3.8	71.2	5.91	5.48	254	495
9-5	L-2	1416	0.82	2.67	1.83	510	13.35	7.56	5.38	50	5.2	12.2	2.26	0.45	166	0
9-4	L-4	1393	2.35	3.05	1.48	494	12.91	15.82	10.90	50	5.0	35.3	3.23	1.32	317	0
9-5	H-1	1643	5.58	21.81	10.05	468	12.25	21.19	13.84	50	3.0	50.2	3.63	3.31	240	0
10-1	L-2	1483	0.86	1.65	1.18	307	8.02	8.05	3.45	50	4.1	10.1	2.91	0.78	127	252
10-2	L-4	1438	2.42	1.47	2.95	294	7.70	14.00	5.75	50	2.8	19.3	3.36	2.28	134	252
10-3	H-1	1623	5.53	16.54	7.51	269	7.04	21.52	8.08	50	3.8	57.8	7.15	5.71	143	522
10-4	H-2	1032	6.06	17.28	24.90	269	7.03	21.52	8.07	50	3.8	61.0	7.56	6.27	161	382
10-5	H-2	1475	8.76	20.77	42.78	264	6.89	22.48	8.27	50	2.0	47.3	5.72	9.24	132	565
11-1	L-2	1474	0.86	1.29	2.65	411	10.76	11.93	6.85	50	3.8	11.4	1.67	0.58	159	530
11-2	L-4	1474	2.48	1.29	2.65	394	10.30	20.85	11.46	50	6.2	5.77	5.03	1.75	129	669
11-3	H-1	1682	5.72	17.46	48.32	307	8.03	25.27	10.83	50	5.0	101.5	9.37	5.18	82	739
11-4	H-2	1015	5.96	19.85	28.13	271	7.09	25.54	9.66	50	4.5	95.2	9.86	6.11	113	782
11-5	H-2	1154	6.78	20.59	33.18	265	6.93	25.54	9.44	50	5.0	111.9	11.85	7.11	134	834

ブラウ式

整理 番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	速 度 段	走行 機関 回転 速度	除 雪 速 度	走行 機関 トルク	走行 機関 出力	線 圧	推 力	作 業 馬 力	除 雪 幅	除 雪 深 さ	除 雪 量	除 雪 能 率	切 削 角	ブ ラ ウ 刃 形
		r.p.m	Km/H	Kg-m	P.S	Kg/cm	Kg	P.S	cm	cm	t/h	t/peh		
1- 2	H-1	2423	8.24	27.4	18.6	3.5	103	3.15	50	0.2	3.8	1.20	45°	ストレート
1- 3	#	2394	8.15	33.3	22.3	6.9	245	7.40	#	0.6	11.5	15.6	#	#
1- 4	#	2286	7.78	42.2	26.9	10.7	403	11.62	#	2.6	44.7	38.4	#	#
1- 5	#	2319	7.89	43.9	28.5	14.5	433	12.52	#	2.9	50.3	40.2	#	#
1- 6	#	2293	7.80	43.5	27.9	18.4	432	12.47	#	3.4	54.8	43.9	#	#
1- 7	#	2301	7.83	43.7	28.1	21.9	443	12.86	#	2.9	48.7	37.9	#	#
1- 8	#	2323	7.91	43.3	28.1	25.8	423	12.40	#	3.0	50.9	41.0	#	#
1- 9	#	2325	7.91	42.4	27.6	29.9	447	13.09	#	3.4	57.5	43.9	#	#
1-10	#	2297	7.82	42.6	27.4	33.4	457	13.23	#	2.7	45.2	34.2	#	#
2- 1	H-1	2570	8.75	18.3	13.1	4.6	150	4.87	50	0.5	10.3	2.11	45	ストレート
2- 2	#	2390	8.13	20.3	13.6	7.2	204	6.14	#	0.8	15.7	25.6	#	#
2- 3	#	2250	7.66	23.0	14.5	10.2	269	8.40	#	1.3	25.6	30.5	#	#
2- 4	#	2337	7.95	25.6	16.8	13.0	299	8.81	#	1.3	25.8	29.3	#	#
2- 5	#	2370	8.07	33.6	22.3	15.3	500	14.93	#	3.8	71.9	48.2	#	#
2- 6	#	2328	7.92	35.2	22.9	18.0	483	14.17	#	3.1	58.7	41.4	#	#
2- 7	#	2365	8.06	35.0	23.2	20.6	470	14.02	#	3.1	57.1	40.7	#	#
2- 8	#	2344	7.98	34.9	22.9	22.9	480	14.17	#	3.2	56.8	40.1	#	#
2- 9	#	2352	8.00	36.3	23.9	26.0	485	14.36	#	3.2	55.5	38.6	#	#
4- 1	L-4	823	1.38	0.9	1.0	3.8	122	0.62	50	0.3	1.6	2.64	50	ストレート
4- 2	#	1576	2.65	1.3	2.9	5.7	172	1.68	#	0.5	4.3	2.59	#	#
4- 3	#	1585	2.67	1.7	3.8	7.3	202	1.99	#	0.9	7.7	3.85	#	#
4- 4	#	1595	2.68	1.9	4.1	8.9	233	2.32	#	1.4	12.0	5.17	#	#
4- 5	#	1619	2.72	2.7	6.1	11.0	383	3.86	#	1.0	8.1	2.11	#	#
4- 6	#	1573	2.65	3.0	6.6	13.0	433	4.25	#	3.4	27.5	6.47	#	#
4- 7	#	1574	2.65	2.5	5.6	14.8	318	3.13	#	3.0	24.4	7.81	#	#
4- 8	#	1604	2.70	2.9	6.5	16.6	287	2.87	#	1.5	12.6	4.39	#	#
4- 9	#	1590	2.68	2.8	6.3	18.6	302	2.99	#	1.8	15.2	5.10	#	#
4-10	#	1592	2.68	2.9	6.5	20.6	283	2.81	#	1.4	11.8	4.19	#	#
8- 1	H-1	2369	8.06	8.3	5.5	2.9	128	3.83	50	0.7	13.4	3.50	60	ストレート
8- 2	#	2388	8.13	9.2	6.1	5.3	165	4.97	#	0.9	19.1	3.84	#	#
8- 3	#	2396	8.16	10.0	6.7	6.8	200	6.04	#	0.7	14.8	2.45	#	#
8- 4	#	2396	8.16	11.0	7.4	8.8	232	7.00	#	1.1	23.3	3.32	#	#
8- 5	#	2277	7.75	20.0	12.8	10.7	550	15.79	#	4.5	85.0	53.9	#	#
8- 6	#	2216	7.54	23.8	14.6	12.	533	14.89	#	5.6	94.1	63.2	#	#
8- 7	#	2338	7.96	19.3	12.6	14.	467	13.75	#	4.3	76.7	55.7	#	#
8- 8	#	2335	7.96	19.8	12.9	15.	530	15.61	#	4.3	76.1	48.7	#	#
8- 9	#	2312	7.87	20.9	13.5	18.	467	13.60	#	4.6	80.9	59.5	#	#

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-1	H-1	2353	8.01	14.3	9.4	3.	130	3.86	50	1.0	18.00	4.66	4.5	四角刃
1-2	#	2335	7.95	22.1	14.4	5.	287	8.44	#	2.5	45.17	5.35	#	#
1-3	#	2354	8.01	27.7	18.2	6.	390	11.57	#	3.9	63.21	5.46	#	#
1-4	#	2335	7.95	31.2	20.4	8.	363	10.71	#	4.7	73.80	6.89	#	#
1-5	#	2361	8.04	29.3	19.4	10.	347	10.32	#	4.4	67.77	6.57	#	#
1-6	#	2346	7.98	29.7	19.5	12.	337	9.95	#	3.4	56.46	5.67	#	#
1-7	#	2354	8.01	32.3	21.3	14.	402	11.92	#	4.2	64.36	5.40	#	#
1-8	#	2346	7.98	32.1	21.1	16.	397	11.72	#	4.9	75.22	6.42	#	#
2-1	H-1	1380	4.70	11.2	4.3	2.	127	2.20	50	1.5	16.9	7.69	50	四角刃
2-2	#	1409	4.80	16.4	6.5	3.	210	3.73	#	3.2	40.7	10.90	#	#
2-3	#	1461	4.97	13.4	5.5	5.	245	4.51	#	2.3	27.1	6.01	#	#
2-4	#	1420	4.83	20.3	8.1	7.	378	6.77	#	2.4	28.6	4.22	#	#
2-5	#	1400	4.77	25.7	10.1	9.	307	5.42	#	5.5	61.3	11.30	#	#
2-6	#	1441	4.90	22.2	9.0	11.	450	8.17	#	7.0	79.9	9.78	#	#
2-7	#	1453	4.95	20.6	8.7	13.	335	6.14	#	2.3	27.3	4.45	#	#
2-8	#	1446	4.92	18.6	7.5	14.	367	6.68	#	3.8	44.3	6.64	#	#
2-9	#	1486	5.06	20.9	8.7	16.	317	5.93	#	3.2	39.01	6.58	#	#
2-10	#	1481	5.04	22.2	9.2	18.	337	6.29	#	3.6	44.04	7.00	#	#
2-11	#	1449	4.93	19.2	7.8	20.	377	6.88	#	2.9	34.33	4.99	#	#
3-1	L-4	1571	2.64	1.0	2.2	1.	938	0.92	50	0.3	21.8	2.37	50	四角刃
3-2	#	1571	2.64	0.8	1.8	3.	106	1.04	#	2.3	16.75	16.10	#	#
3-3	#	1550	2.61	1.8	4.0	5.	344	3.32	#	5.0	35.48	10.69	#	#
3-4	#	1591	2.68	2.9	6.5	7.	312	3.09	#	4.1	29.00	9.39	#	#
3-5	#	1544	2.60	1.8	3.8	9.	335	3.23	#	4.6	32.11	9.94	#	#
3-6	#	1538	2.59	2.3	4.9	11.	317	3.04	#	3.1	21.28	7.00	#	#
3-7	#	1542	2.60	2.3	5.0	12.	323	3.11	#	4.6	32.79	10.54	#	#
3-8	#	1554	2.62	1.9	4.2	14.	376	3.64	#	4.5	30.49	8.38	#	#
3-9	#	1564	2.63	1.8	4.0	16.	338	3.30	#	3.4	23.65	7.17	#	#
3-10	#	1547	2.60	2.1	4.6	18.	352	3.39	#	4.0	27.87	8.22	#	#
3-11	#	1518	2.55	2.2	4.7	20.	322	3.04	#	2.6	18.37	6.04	#	#
4-1	H-1	2328	7.92	13.7	8.9	3.	133	6.84	50	1.2	25.94	3.79	50	四角刃
4-2	#	2267	7.72	23.8	15.1	7.	300	8.58	#	4.0	76.47	8.91	#	#
4-3	#	2246	7.64	20.3	12.8	10.	317	8.96	#	2.6	49.46	5.52	#	#
4-4	#	2307	7.85	20.1	13.0	14.	343	9.98	#	2.5	45.11	4.52	#	#
4-5	#	2315	7.88	21.9	14.2	18.7	352	10.26	#	3.5	62.20	6.06	#	#
4-6	#	2281	7.76	22.7	14.5	22.2	392	11.25	#	3.6	66.84	5.94	#	#
4-7	#	2267	7.72	20.3	12.9	26.3	277	7.91	#	1.8	32.18	4.07	#	#
5-1	H-2	1695	9.96	12.9	10.5	3.2	105	3.87	50	1.0	24.6	6.35	50	四角刃
5-2	#	1324	7.78	17.8	11.4	7.5	233	6.72	#	4.1	75.0	11.16	#	#
5-4	#	1096	6.44	19.5	10.3	10.8	272	6.48	#	4.0	56.5	8.71	#	#
5-5	#	1060	6.23	21.3	10.9	14.7	287	6.62	#	2.3	33.1	5.00	#	#
5-6	#	1012	5.94	22.4	11.0	18.3	308	6.78	#	3.7	46.4	6.85	#	#
5-7	#	1104	6.49	21.9	11.7	21.9	377	9.00	#	3.2	43.8	4.87	#	#
5-8	#	1081	6.35	20.6	10.8	27.0	307	7.21	#	2.5	35.1	4.87	#	#
6-1	H-2	2372	13.94	14.5	16.2	3.1	72	3.70	50	0.5	20.3	5.48	50	四角刃
6-2	#	2316	13.61	20.2	22.6	8.1	255	12.85	#	2.6	94.9	7.39	#	#
6-3	#	2640	15.51	22.8	29.1	11.1	298	17.14	#	3.1	125.6	7.33	#	#
6-4	#	2278	13.39	23.7	26.1	14.5	292	14.42	#	2.3	73.5	5.09	#	#
6-5	#	2280	13.40	23.9	26.3	16.1	318	15.78	#	2.5	84.4	5.35	#	#
6-6	#	2280	13.40	23.9	26.3	18.0	315	15.63	#	2.1	70.9	4.54	#	#
6-7	#	2304	13.54	23.9	26.6	22.6	293	14.71	#	3.2	108.0	6.52	#	#
8-2	H-1	2326	7.92	26.4	17.1	4.4	251	7.36	50	1.9	34.5	4.69	60	四角刃
8-3	#	2258	7.69	41.0	26.0	7.5	502	14.30	#	4.0	71.9	5.03	#	#
8-4	#	2293	7.80	40.9	26.2	11.1	514	14.84	#	5.6	101.9	6.87	#	#

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
8-5	H-1	2279	7.76	423	27.0	148	486	13.95	50	5.6	96.5	6.92	60	四角刀
8-6	"	2351	8.00	366	24.1	183	487	14.43	"	4.7	90.1	6.24	"	"
8-7	"	2478	8.43	361	25.0	223	452	14.12	"	4.5	91.9	6.51	"	"
8-8	"	2521	8.58	401	28.3	264	515	16.37	"	5.6	116.4	7.11	"	"
8-9	"	2372	8.07	310	20.5	299	381	11.37	"	3.6	70.4	6.20	"	"
8-10	"	2370	8.07	332	22.0	339	429	12.82	"	4.4	81.9	6.38	"	"
9-1	H-1	2372	8.07	131	8.7	28	118	3.51	50	0.7	128.4	3.66	60	四角刀
9-2	"	2330	7.93	145	9.5	3.9	144	4.23	"	0.9	16.77	3.96	"	"
9-3	"	2239	7.62	294	18.4	5.8	410	11.57	"	4.0	60.78	5.25	"	"
9-4	"	2232	7.60	347	21.7	7.9	447	12.57	"	4.7	71.24	5.67	"	"
9-5	"	2143	7.29	368	22.0	8.5	458	12.37	"	4.2	62.91	5.09	"	"
9-6	"	2197	7.48	415	25.5	10.7	480	13.29	"	5.3	78.45	5.09	"	"
9-7	"	2250	7.66	428	27.0	12.7	490	13.89	"	4.5	67.40	4.85	"	"
9-8	"	2277	7.75	439	28.0	14.6	472	13.55	"	5.7	85.38	5.85	"	"
1-1	H-2	1342	7.89	17.7	11.5	3.7	99	2.28	50	0.1	2.1	0.73	30	三角刀
1-2	"	1259	7.40	18.6	11.3	7.4	154	4.22	"	2.2	43.2	10.25	"	"
1-3	"	1159	6.81	20.7	11.6	10.9	188	4.73	"	2.0	35.5	7.51	"	"
1-4	"	1131	6.65	20.9	11.4	14.7	188	4.62	"	2.0	35.5	7.68	"	"
1-5	"	1163	6.83	20.0	11.2	18.3	189	4.77	"	1.6	30.3	6.34	"	"
1-6	"	1159	6.81	19.8	11.1	21.8	184	4.65	"	1.5	27.8	5.97	"	"
1-7	"	1164	6.83	20.0	11.2	25.8	186	4.70	"	1.4	27.2	5.80	"	"
1-8	"	1147	6.74	19.2	10.6	29.7	184	4.60	"	2.0	35.4	7.69	"	"
1-9	"	1148	6.75	18.6	10.3	33.6	188	4.69	"	1.6	30.0	6.40	"	"
2-1	H-1	2407	8.19	26.6	17.9	2.3	142	4.30	50	1.0	19.1	4.45	45	三角刀
2-2	"	2351	8.00	34.3	22.6	3.5	297	8.79	"	2.6	47.0	5.35	"	"
2-3	"	2227	7.72	456	28.4	5.1	433	12.39	"	4.6	76.0	6.13	"	"
2-4	"	2115	7.20	48.0	28.4	6.6	407	10.85	"	4.9	76.5	7.05	"	"
2-5	"	1838	6.26	48.0	24.7	8.4	488	11.32	"	4.7	62.7	5.54	"	"
3-1	H-2	1422	8.36	17.8	12.3	3.6	138	7.27	50	2.0	42.3	5.81	50	三角刀
3-2	"	1705	10.02	21.0	17.3	7.4	241	8.95	"	1.7	45.1	5.04	"	"
3-3	"	1706	10.03	20.4	16.8	10.5	256	9.51	"	1.9	49.7	5.23	"	"
3-4	"	1605	9.43	20.4	15.8	14.5	306	10.68	"	2.1	52.2	4.88	"	"
3-5	"	1004	5.90	21.1	10.3	18.8	278	6.07	"	2.8	41.3	6.81	"	"
3-6	"	1021	6.00	21.0	10.3	22.3	261	5.80	"	2.1	30.2	5.20	"	"
3-7	"	1023	6.01	21.1	10.5	26.2	309	6.88	"	2.6	39.1	5.69	"	"
5-1	H-1	2405	8.19	21.3	14.3	3.4	63	1.92	50	1.2	25.42	13.24	50	三角刀
5-2	"	2341	7.97	32.9	21.6	7.3	290	8.56	"	3.0	56.00	6.54	"	"
5-3	"	2345	7.98	33.1	21.7	10.4	305	9.01	"	2.3	38.42	4.26	"	"
5-4	"	2345	7.98	34.0	22.3	14.0	318	9.41	"	3.2	52.93	5.62	"	"
5-5	"	2362	8.04	34.2	22.6	18.2	302	8.98	"	3.2	56.12	6.25	"	"
5-6	"	2347	7.99	34.2	22.6	21.7	340	10.06	"	3.6	63.85	6.35	"	"
5-7	"	2342	7.97	34.6	22.6	25.5	318	9.40	"	3.1	54.77	5.83	"	"
5-8	"	2336	7.95	32.9	21.5	29.6	307	9.03	"	3.3	59.45	6.58	"	"
5-9	"	2346	7.98	34.6	22.7	33.4	327	9.66	"	3.4	99.11	5.95	"	"
6-1	H-1	2337	7.95	35.9	23.5	3.1	408	12.00	50	4.6	86.0	7.17	60	三角刀
6-2	"	2325	7.91	42.0	27.3	7.5	483	14.16	"	6.5	125.4	8.85	"	"
6-3	"	2278	7.75	45.2	28.8	10.4	497	14.26	"	6.2	118.1	8.28	"	"
6-4	"	2274	7.74	46.5	29.6	13.9	460	13.20	"	6.1	109.7	8.31	"	"
6-5	"	2313	7.87	36.1	23.4	17.8	418	12.18	"	4.7	89.3	7.33	"	"
6-6	"	2404	8.18	35.2	23.7	21.5	430	13.04	"	5.0	104.3	8.00	"	"
6-7	"	2352	8.01	37.6	24.7	25.8	436	12.94	"	5.0	98.2	7.59	"	"
6-8	"	2340	7.96	40.0	26.2	29.6	463	13.64	"	5.2	97.2	7.13	"	"
6-9	"	2290	7.79	45.5	29.2	33.0	457	13.17	"	6.2	108.09	8.21	"	"

5.1 ブラウ型の試験結果

5.1.1 線圧一切削深さ

線圧はブラウにかかる押付荷重 (kg) をブラウの除雪有効幅 (cm) で除した値 kg/cm で、実験では油圧弁の操作によって線圧を $0 \sim 30 \text{ kg/cm}$ から順次変化させて、切削深さとの関係を調べた。

線圧と切削深さとの関係を図-4、5、6に示す。これで見ると、線圧と切削深さの間には一定の関係があつて、ある線圧までは切削深さも比例して増加するが、その線圧より大きい線圧では、切削深さの増加は期待できないことがわかる。ストレート刃の場合、約 $12 \sim 16 \text{ kg/cm}$ で、四角刃の場合 $6 \sim 10 \text{ kg/cm}$ で、三角刃の場合 $4 \sim 8 \text{ kg/cm}$ で最大の切削深さが得られ、それ以上に増加させても切削の増加は期待できず、ほぼ横這いに近い状態になる傾向を示した。

刃の形状による効果は、線圧の低い値のところで極めて顕著である。四角刃はストレート刃で最大切削深さの得られた線圧のほぼ $1/2$ に近い線圧で、三角刃の場合もほぼ同程度の線圧ですでに最大切削深さに到達している。これは刃の形状からみて、四角刃の場合、 5 cm 毎に切欠きが入れてあるのでストレート刃に比べて約2倍の線圧が、三角刃の場合は点接触として極圧がそれぞれ作用したと考えられる。最大切削深さを得るためには、刃先形状を加工したときの方がより効果的であることが知られる。

切刃の作業スタイ角 (切刃と水平面のなす角度) の影響は、図-4、5、6において 45° と $55^\circ \sim 60^\circ$ を比較すると、同じ線圧では 45° の方が切削深さが大きく出ているので、大きいスタイ角の方が好ましいようである。

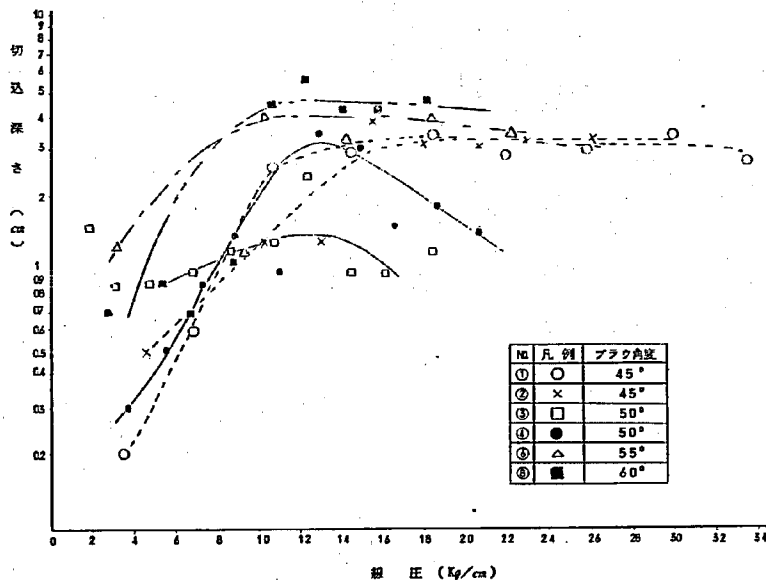


図-4 線圧と切込深さの関係 (ストレート刃)

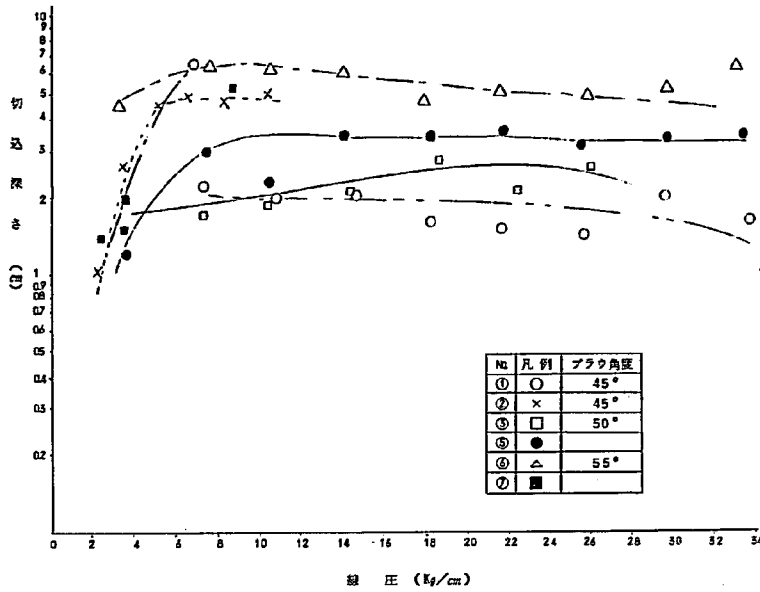


図-5 線圧と切込深さの関係（三角刃）

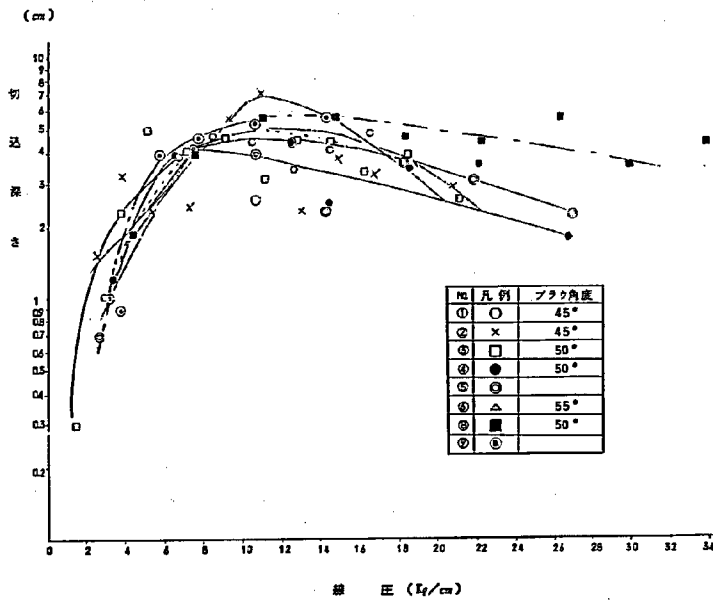


図-6 線圧と切込深さの関係（四角刃）

5.1.2 線圧-除雪能率

除雪能率には種々の表現の方法があるが、ここでは単位時間における除雪量 t/h を、それを除雪するに要した動力 FS にて除した値 t/FS を採用した。線圧の変化に対する除雪能率の関係を図-7、8、9に示す。

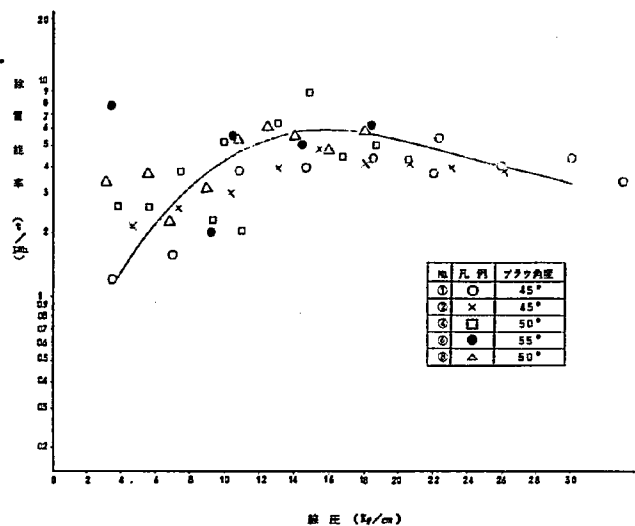


図-7 線圧と除雪能率の関係（ストレート刃）

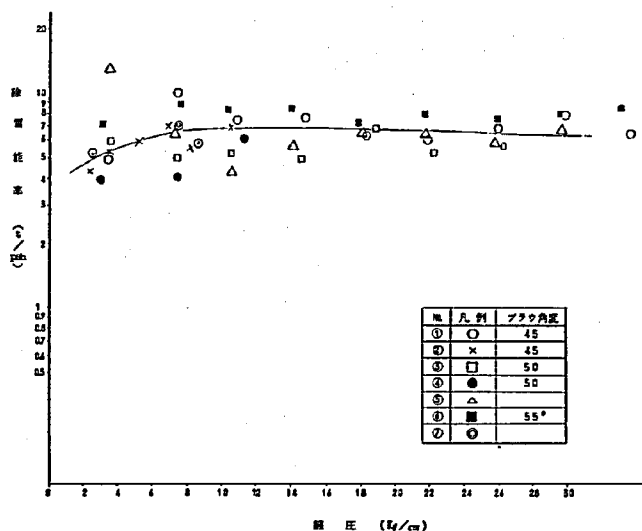


図-8 線圧と除雪能率の関係（三角刃）

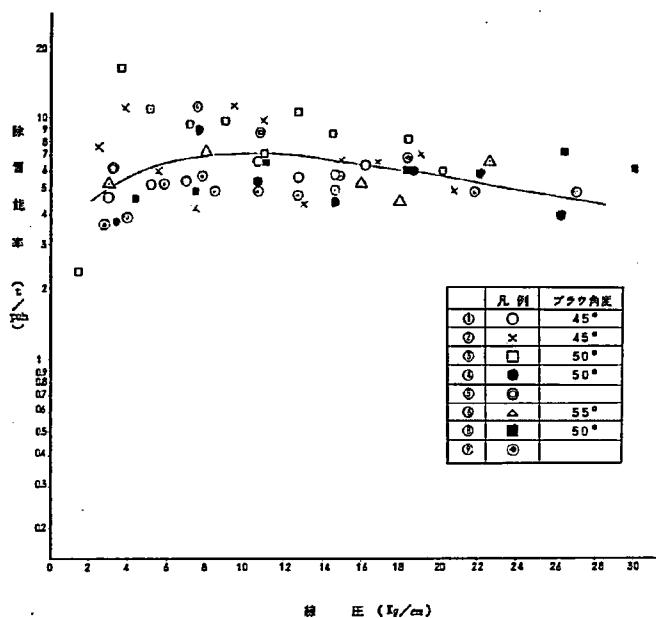


図-9 線圧と除雪能率の関係（四角刃）

線圧と除雪能率との関係は図-4、5、6に示した線圧一切削深さの関係に類似して、ある線圧までは線圧の増加とともに除雪能率も比例して増加する傾向を示した。その値は、ストレート刃では12~14 Kg/cm 、三角刃で4~6 Kg/cm 、四角刃で4~6 Kg/cm 付近で夫々最大の除雪量を持つことが示されている。

切刃種類による優劣では、ストレート刃<四角刃≒三角刃の傾向が見られる。

除雪能率の絶対値としては2~10 t/ps という値が多く、これらはロータリ除雪車やスノーブラウ除雪車が、新雪や堆積した雪を除雪する能力とほぼ同じオーダの値となっていて、予想以上に少ない動力で切削できることが判明した。ただし、この値は雪を圧雪層から切り離すだけの動力であり、したがってこれを路側又は道路敷外に除雪するには、切削した時とほぼ同じ程度の動力が更に必要となるわけである。

5.1.3 除雪速度-除雪能率

除雪速度と除雪能率の関係を図-10、11、12に示す。これらの図中、5.1.1で述べた最大切削深さの得られた線圧に対する除雪能率は特に大きく記入して表示した。

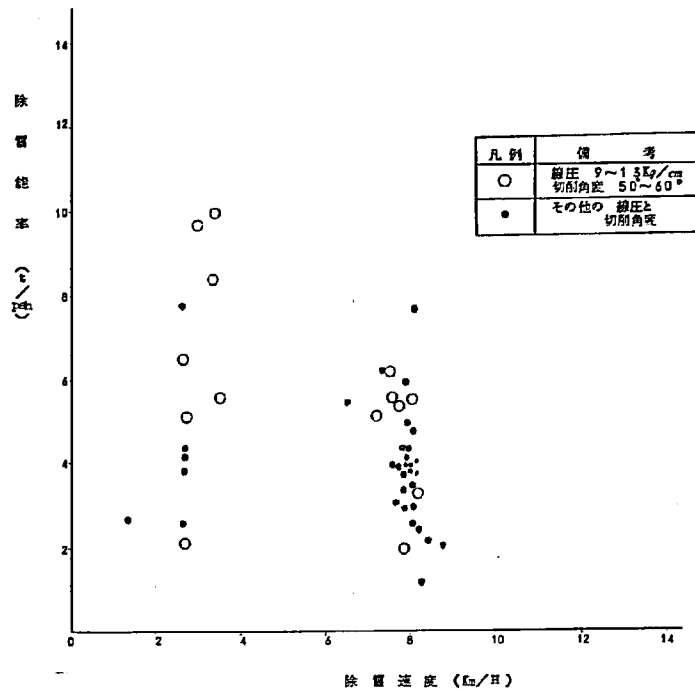


図-10 除雪速度と除雪能率の関係（ストレート刃）

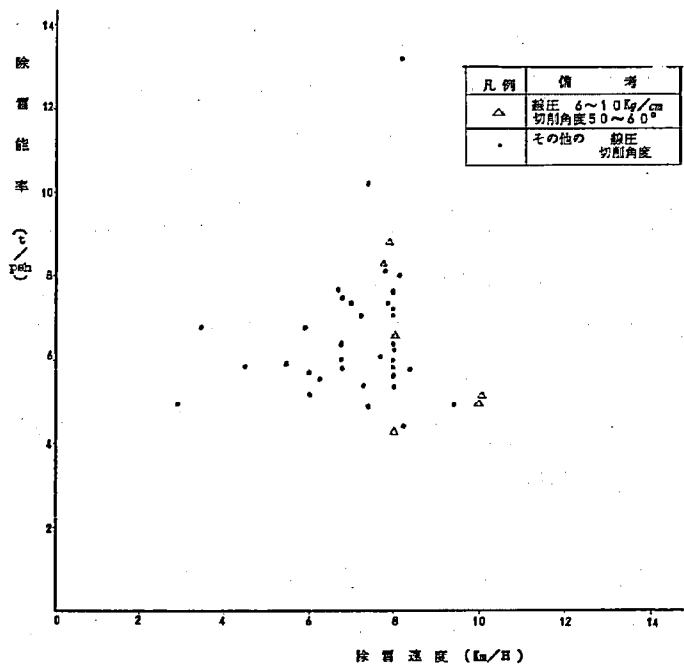


図-11 除雪速度と除雪能率の関係（三角刃）

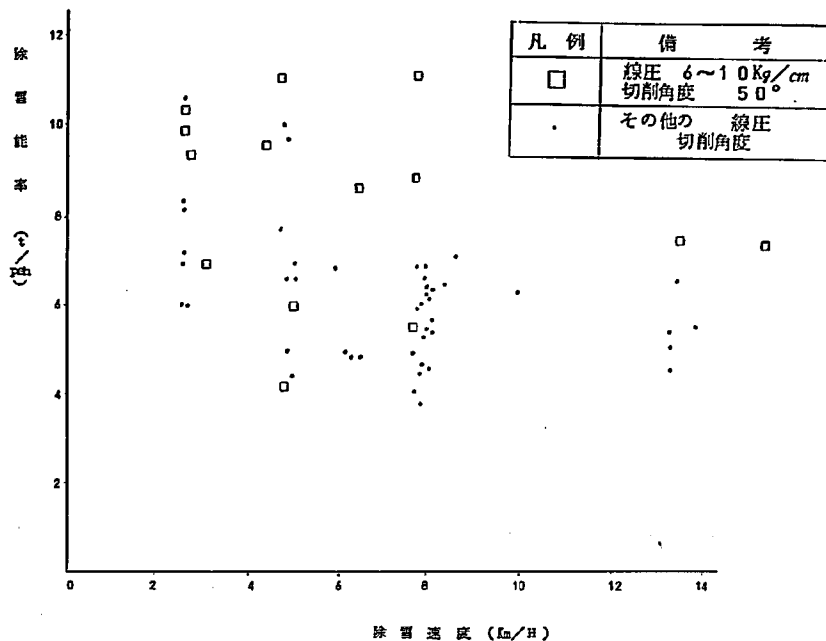


図-12 除雪速度と除雪能率の関係（四角刃）

ストレート刃、四角刃においてみられるように、除雪能率は除雪速度の低速域で高く、除雪速度が高速になるに従って下降してゆく傾向が示された。この逓減の傾向は、刃型によっても影響されると考えられ、ストレート刃および四角刃の双方を比較してみても、四角刃の逓減傾向は比較的緩やかであるが、ストレート刃のそれは四角刃に比べて急激な下降線をたどっている。車速と共に除雪能率が低下する傾向は、スノーブラウトラック（高速除雪車）の除雪や、周速を車速に相等すると考えたロータリ除雪車の場合に顕著に見られるもので、理論的にも理解されている所であるが、圧雪処理ではバラツキの多いせいもあってそれ程明確でない。理論的にも、切削速度がこの範囲内では、その上昇に伴う能率低下はあまりないと考えられる。したがって作業能率の向上の面から、作業速度を上げることによるエネルギーロスの心配はあまりないと考えてよい。

5.1.4 除雪比抵抗—除雪速度

除雪比抵抗は、単位除雪面積あたりに必要とする推力（牽引力）で Kg/cm であるが、これと除雪速度との関係を図-13に示す。この図に用いた点は、最大除雪深を期待できる線圧付近のものに限った。除雪比抵抗はこの場合、車速に無関係と考えてよく、スノーブラウによる積

雪の高速除雪がその影響を強く受けるのと比べ差違が見られた。また、その絶対値もスノーブラウの場合より一桁高く、どちらかという土を削る場合の値に近い。

また、ストレート刃と四角刃の場合を比べてみると、四角刃よりストレート刃の方が除雪比抵抗がやや大きく出る傾向があり、加工刃による有利性が認められる。

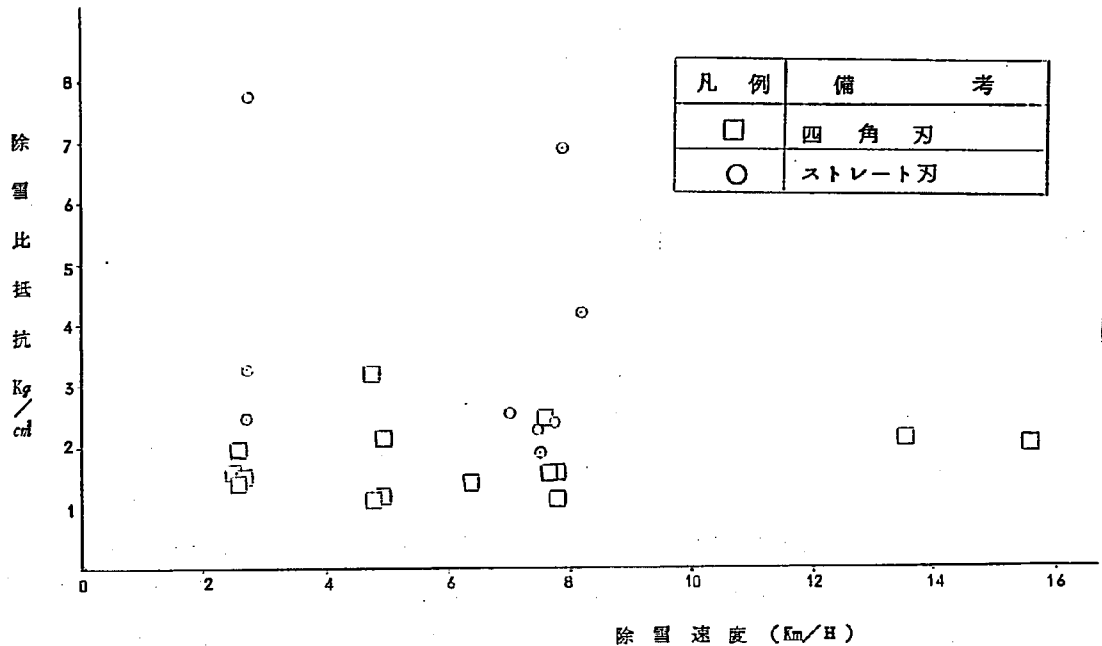


図-13 除雪比抵抗と除雪速度

5.1.5 雪質の影響

図-14は除雪比抵抗 R と雪密度 ρ の関係を示す。プロットした点は、大分ばらついていて R と ρ との間の相関性は見出せない。しかし、これを硬度で目印をつけてゆくと、 100Kg/cm^2 以上のものでは、図に見られるように、ある範囲内に落ちる傾向が見られる。雪密度よりも雪の硬度による影響が強いことを示している。

圧雪は、その雪温 t により固結の状態が著しく左右される。常識的な考え方でみても、雪温が低い程圧雪の固結の状態は強いものと推察される。

図-15は圧雪の性質を決定する物理的な要因、雪温 t と雪の硬度 H の関係を示したもので、ロータリタイン型およびブラウ型の両方の実験で得られたデータをプロットした。

このグラフでは、ブラウ型の実験の際のデータには雪温 t と雪の硬度 H との相関はみられなかったが、ロータリタイン型の実験の際のデータでは、雪温 t が低くなるにつれて雪の硬度 H が次第に高くなる傾向をきたした。これは、ロータリタイン型の実験を行なった時の気象条件

は、比較的気温が低くかつ曇り又は吹雪の日が多く、試験条件が安定しており、ブラウ型の実験の際の気象条件は、日中の気温が高い時や日照のよい日などがあって、試験条件が不安定であったことが原因と推察される。従って、圧雪の硬度Hは気象条件の外気温が比較的一定で低く変化のない時は、雪温 t による影響が大きく効いていることがわかった。

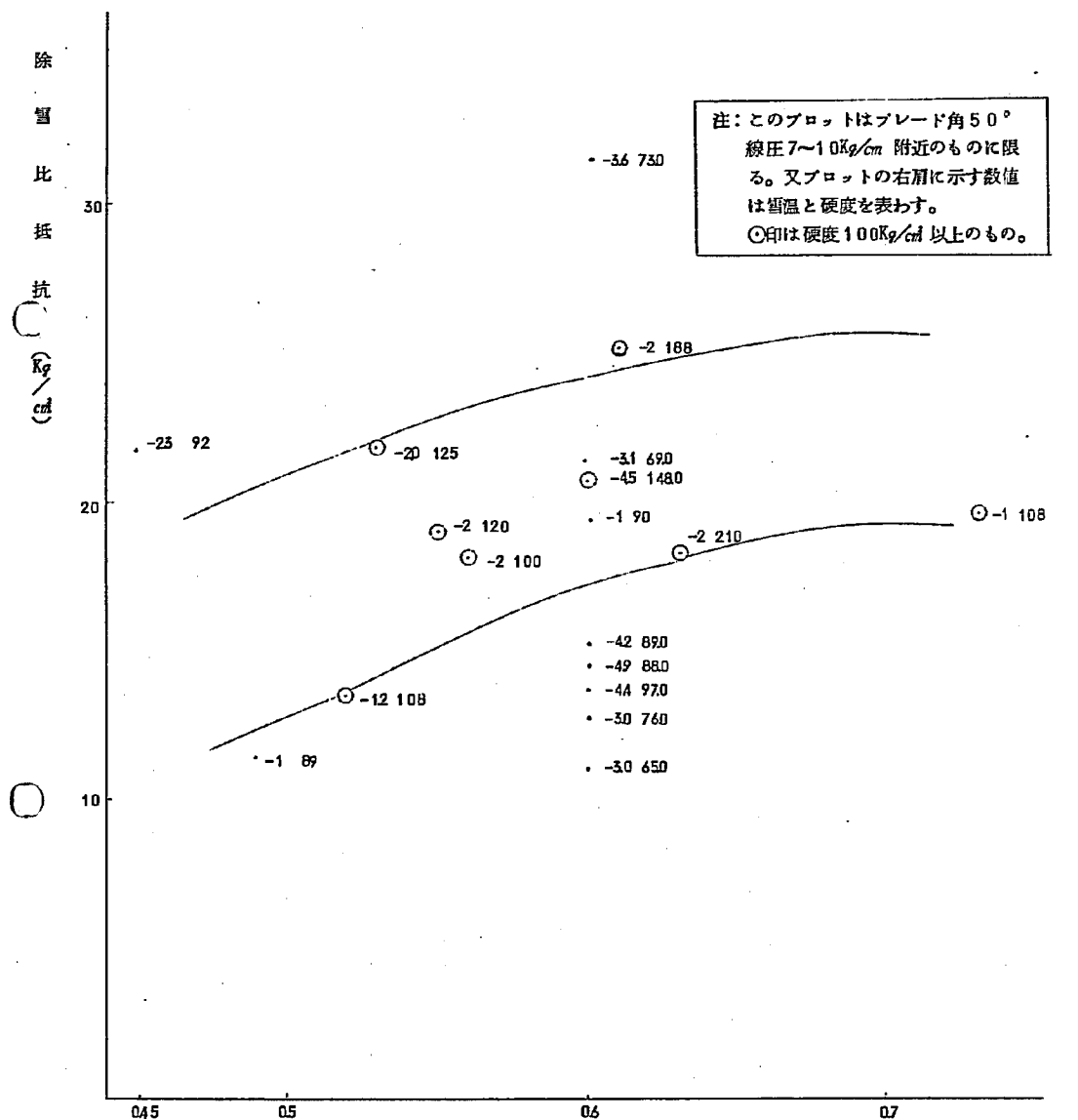


図-14 除雪比抵抗と雪密度の関係 (四角刃)

密度 (g/cm^3)

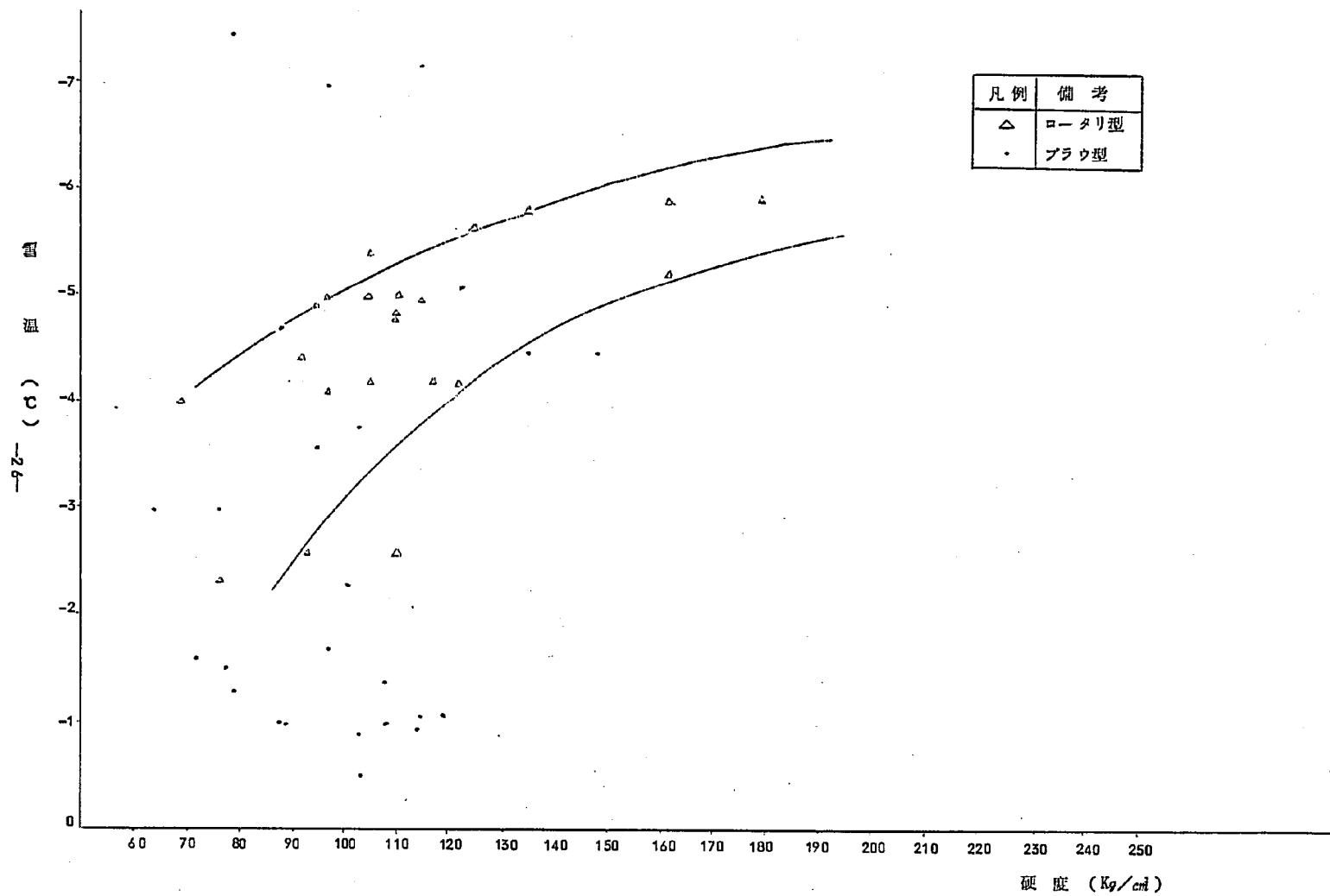


図-15 硬度と硬度の関係

5.2 ロータリタイン型の実験結果

5.2.1 除雪速度と除雪能率

ロータリタイン型の機械の実験結果のうち、ブラウ型との対比をしやすくするため、除雪速度と除雪能率についての関係を図-16に示す。この図では、ロータの周速度による差が見られたので、周速度を或る範囲毎に区分してプロットした。その結果、図で見られるように、周速度が低い方が能率が良いという事が判明した。周速度が一定範囲内にあるグループ毎に見ると、除雪速度の増大と共に能率も向上しているが、速い周速度（8 m/s 以上）については車速が5～6 km/hで頭うちの傾向を示している。したがって、一般的に遅い周速度で、速い作業速度で作業することが得策であるという結果になった。このことからロータリー型ではタインの取付け角をも考慮に入れた打撃ピッチ（1つのタインが圧雪をたたいたあと同じ線上を次のタインがたたくまでの距離）が重要な値になることが判明した。

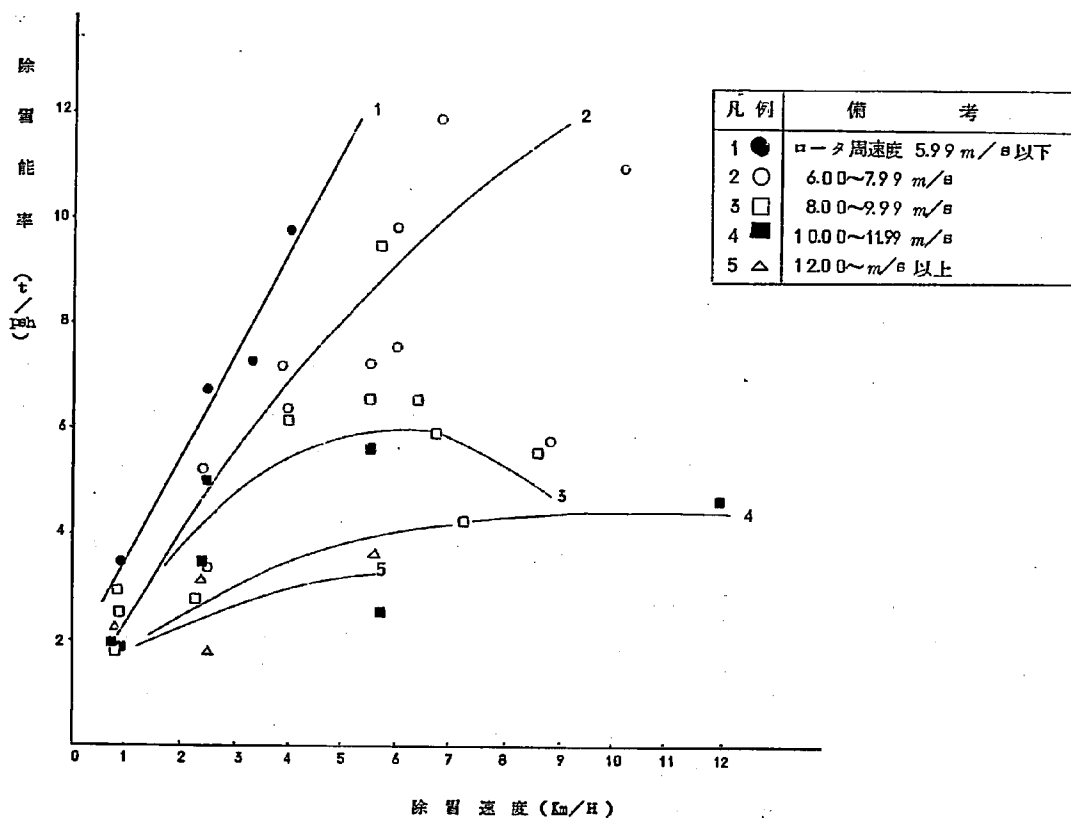


図-16 除雪速度と除雪能率の関係

5.2.2 除雪能率と打撃ピッチの関係

除雪能率と打撃ピッチの関係を図-17に示す。

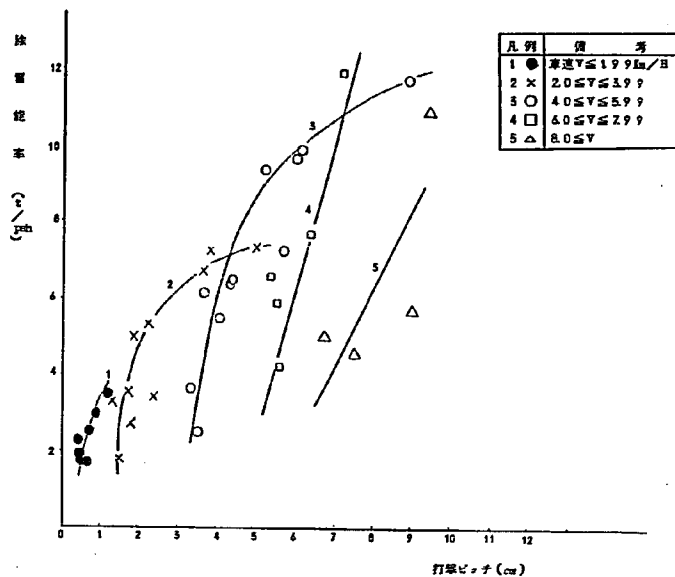


図-17 除雪能率と打撃ピッチの関係

ここで打撃ピッチは次の式で計算した。

$$\text{打撃ピッチ (cm)} = \frac{\text{除雪速度 (km/H)}}{\text{ロータ周速度 (m/S)}} \times 2.777 \quad (1)$$

定数項は、換算のための定数である。

この図は除雪速度で仮分けしてプロットをし、傾向線をひいたものである。

この図によれば打撃ピッチを細かくし、かつ低速度で作業しても、除雪能率は低い、打撃ピッチを次第に荒くし、かつ除雪速度も大きくすれば、次第に除雪能率は増加する。すなわち、打撃ピッチを大きくとればとる程除雪能率は大きくなるが、それぞれの打撃ピッチについてロータ回転速度と走行速度の最高の組み合わせが存在する。したがって、ロータリタイン式機械にあっては幅広いロータ回転速度と車速が選択できるような機械を作る必要がある。

打撃ピッチ増大に伴う路面仕上りの悪化は、実験結果を見るとそれ程大きくはないので、できるだけ打撃ピッチを大きくとるよう施工することが望ましい。

一般にロータリタイン型に於ける除雪能率IEは

$$Q \text{ t/H} = \rho \cdot V \cdot A \cdot f_1 \quad (2)$$

(ρ : 雪密度 V : 除雪速度 A : 除雪断面積 f_1 : 換算常数)

および

$$P_s = T \cdot n \cdot K_2 \quad (3)$$

(P_s : 馬力 T : トルク n : 回転数 K_2 : 常数) とすると

$$IE = Q / P_s \quad (4)$$

(4)式に(2)、(3)式を代入して

$$I_E = \frac{V \cdot A \cdot h_1 \cdot p}{n \cdot T \cdot h_2} \quad \text{————— (5)}$$

また

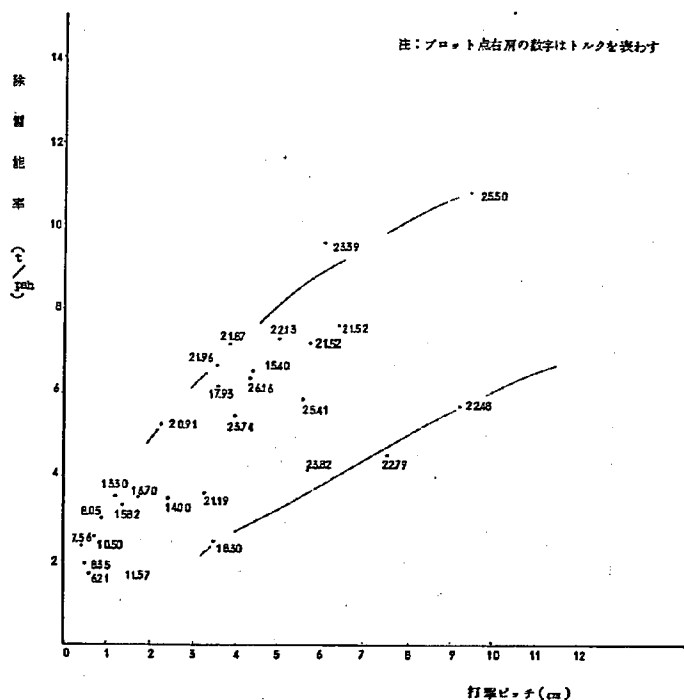
$$P_i = V \cdot h_3 / n \quad \text{————— (6)}$$

とおけば、(5)式に(6)式を代入して

$$I_E = \frac{P_i}{T} \cdot A \cdot \frac{h_1}{h_2} \cdot p \cdot h_3 \quad \text{————— (7)}$$

である。ここで P_i は打撃ピッチをあらわす。この式を見ると、除雪能率 I_E は打撃ピッチに比例し、ロータトルクに反比例する性格を有している。従って、実作業においては、 P_i を増加させる割合と T の増加の割合との相対的な関係で、最良の除雪能率が決まると考えることができる。

図一18は除雪能率 I_E と打撃ピッチ P_i cmの関係を示したもので、プロットした点の傍の数字はトルク T をあらわしている。割合とバラツキがあり範囲も広いが、トルクが比較的一定なので、 P_i の増加により I_E も増加する傾向を示している。



図一 18 除雪能率と打撃ピッチの関係

5.2.3 ロータリ式における押付力および推力

切削に要する回転力の反力は、当然ロータの支持機構を通じて車体に伝えられる筈で、これを垂直、水平兩成分に分けて計測した。実際にロータに加わる回転力は最大で25 Kg-m程度であり、これをロータ半径0.25 mで除すとロータの切線力としては100 Kgとなる。この反力として、推力および押付力を見ると、それらはずかぬ値となることが予想されるが、計測された値は推力で最高317 Kg、押付力では最高3,700 Kgとなった。推力はトルク反力と考えるとマイナスに働く筈で（マイナスに出ているデータもある。）したがって、これらは何れも掘削反力よりはタインの形状から来る問題のように考えられる。したがって、ここに加えられた力は有効に切削に費やされているとは考え難い。

5.2.4 雪質の影響

雪質と除雪能率との関係を求めたのが図-19、20であるが、先述したように、ロータリタイン型の実験の際には雪質も比較的安定していたので、雪の硬度を横軸にとった。

この図においても見られるように、打撃ピッチ P_L とトルク T との関係は、先に述べた関係が見られる。

しかし、雪の硬度と除雪能率の関係は比較的平坦で、硬度の差による除雪能率の差があまり見られない。

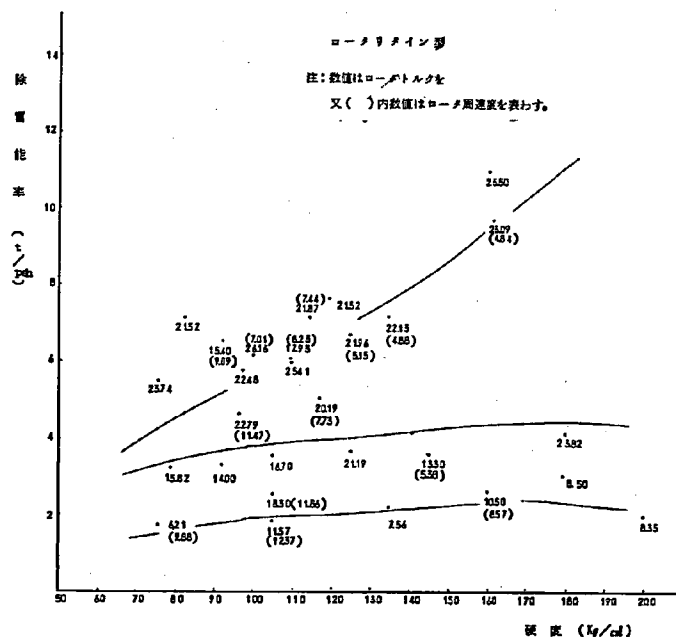
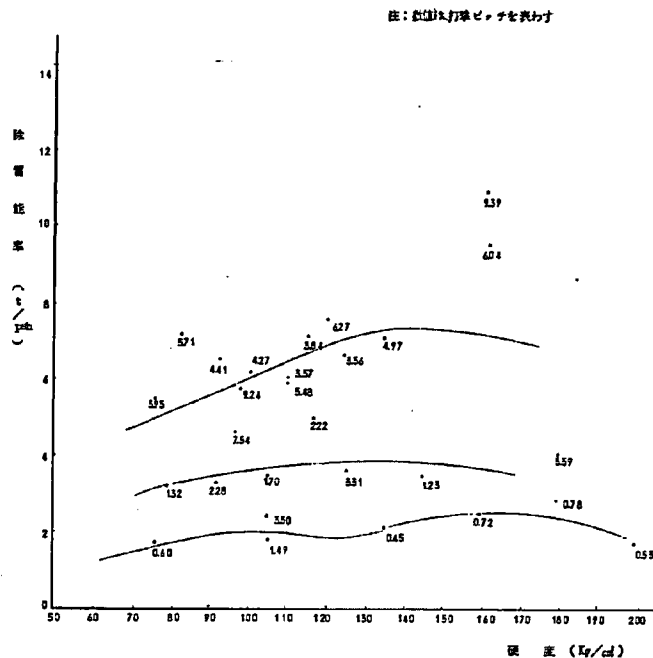


図-19 硬度と除雪能率の関係



図一 20 硬度と除雪能率の関係

6. 結 論

切削幅50cmのブラウ式及びロータリ式圧雪処理装置を用いて路上の圧雪で実験した結果、次の結論が得られた。

- (1) ブラウ式の処理機構では、線圧（単位切削長さあたりに加える垂直荷重）が重要な値であるが、これを8Kg/cm以上にすると急激に切削深さが増すが、12~16Kg/cmで最大となり、それ以上あげても切削深さは増加しない。
- (2) 切刃の一部を三角又は四角に切欠いた形状の刃を用いると、見掛上の線圧は切欠かない場合の半分で同じ様な切削深さが得られる。
- (3) 切刃の切削比抵抗（単位切削断面面積当り必要な推力）は、普通の雪より1桁高く、土を削る場合の値に近い。
- (4) ロータリ式の場合はタインの打撃ピッチが重要で、一般に打撃ピッチを大きくとることが望ましいが、特定の打撃ピッチについて考えると、最良の車速とロータ回転速度の組み合わせがある。
- (5) 除雪能率（t/ps）はブラウ式の場合も、ロータリ式の場合も2~10 t/ps程度で、普通の積雪を除雪ブラウ又はロータリ車で処理する場合と類似している。

- (d) 雪質の影響は明確ではないが、ブラウ式の場合は雪硬度による影響が見られ、ロータリ式の場合は硬度による能率への影響が見られない。

7. む す び

この研究は、更に昭和45年度も別な形式の切削機構について行なわれる予定であり、各機種を対比する全体的な検討はその結果を待って行なうことにした。

この研究の実施に当たり、国立防災科学技術センター雪害実験研究所第3研究室および建設省北陸地方建設局上越国道工事事務所より多大の援助を受けた。ここに謝辞を述べたい。