

土木研究所資料

第 5 4 9 号

プラウ除雪車の性能

パイトルプラウ

昭和44年12月

建設省土木研究所

1. ま え が き

積雪地域における主要交通路の機械による除雪工法としては、積雪開始とともにブラウ除雪車、モーターグレーダ等による車道部分の一次除雪と、ロータリー除雪車その他によってブラウ除雪車などによって作られる雪堤および路肩部分を拭巾する拭巾除雪という2段階の工法がとられている。近年、道路除雪に対する要求として、除雪作業の高速化、路面積雪（圧雪）の完全除雪があげられており、各種除雪機械の高速化の検討とともに除雪機械の試作研究が行なわれている。

今回、性能試験を行なったブラウ除雪車は昭和42年度に建設省が新機種として購入したもので、ワンウェイ形バイトルブラウ（ジョセフバイトル社製作—オーストリア・日本除雪機械技術提携）をTF80SDダンプトラック（日産自動車—175PS）に架装したものである。

このブラウは切刃が12枚に分割され、バネ支持機構になっていることが特色とされ、路上突出物（マンホール蓋など）に対して走行中にも相互に破損をまぬがれること、また路面積雪（圧雪）に対してもバネ力が有効に働き圧雪の除雪性能がよいとされている。

試験は、これら路上障害物に対する乗越し試験、路面圧雪の除雪試験および一般的なブラウ除雪性能試験を行なうとともに定置試験、視界測定などを行なった。

試験結果の概要は次のとおりである。

- (1) 障害物乗越し性能は試験速度（0～20 km/h）以内では、その支持機構が有効に働いているものと思われる。
- (2) 路面圧雪の除雪性能については、除雪深最大4～4.3 cm（ブラウ切刃線圧7 kg/cm）が得られたが、このブラウの機構によるものかどうか確認するまでの資料が得られなかった。
- (3) 一般的な全巾除雪（新雪）性能は雪の流れがやや悪いようにみられ、除雪能率がやや悪い。

なお、これらの結果は41年度に行なった高速除雪試験結果との比較を行なったもので圧雪の場合の雪質の把握が充分でなく、資料も少ないので今後も継続して資料を蒐集し、性能を検討していく必要がある。

2. 試 験 の 概 要

試験は、ロータリー除雪車性能試験方法（JIS D 6509—1967）に準拠し、障害物乗越し試験、視界測定などの項目を追加実施した。

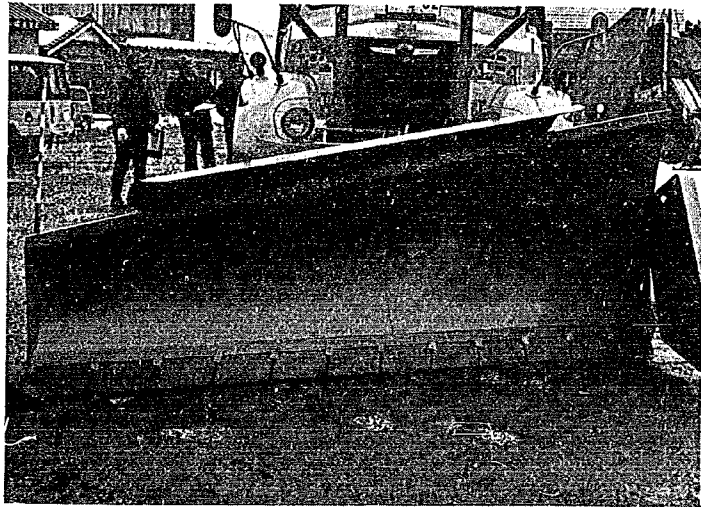
2.1 性能試験機械

試験を行なったブラウ除雪車の主な仕様は表-1に示すとおりであるが、「まえがき」にも述べたように次のような特徴がある。

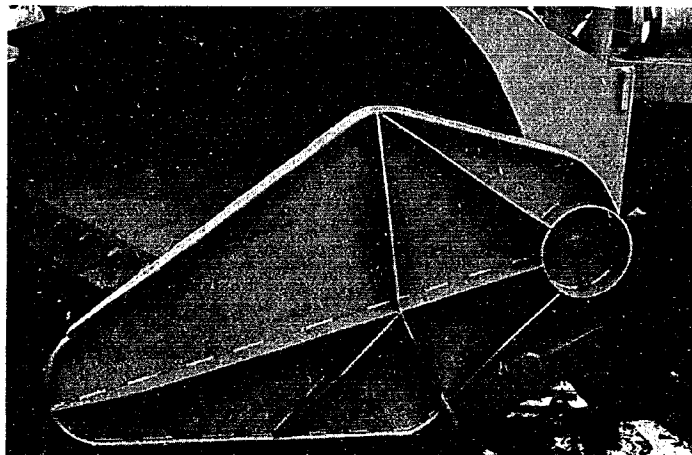
ブラウ切刃とバネ支持機構：ブラウ（除雪巾3 m）の切刃が12枚に分割され、1枚ごとにスプリングにより支持する機構である。写真-1。

表-1 ブラウ除雪車主要仕様

1. 本体形式	TF80SD ダンプトラック (日産)		
2. 機関形式	日産UD43形ディーゼル機関		
	最高出力 175 PS/2,400 rpm		
	最大トルク 54.0 $m\text{-kg}$ /1,400 rpm		
3. 性能	除雪巾	2,920 mm	
	標準作業速度	35 km/h	
	最小回転半径	8,850 mm	
4. 寸法	全長	9,395 mm	
	全巾	3,000 mm	
	全高	2,950 mm (黄色回転灯上端まで)	
	ブラウ右端高サ	590 mm	
	ブラウ左端高サ	1,320 mm	
	ブラウ取付角度	30°	
	ブラウ切削角	27°	
5. ブラウ重量	本体重量	750 kg	
	支持装置その他	550 kg	
	デッドウェイト	2,200 kg	
6. ブラウホイスト	シリンダ径×行程	110 ϕ × 220 mm	
	行動油圧	50 kg/cm ² (リリーフセット圧 70 kg/cm ²)	



写 真 — 1



写 真 — 2

投雪防止板：十字路などで投雪を一時中止する装置として油圧操作による投雪防止板がある。

(写真-2)。

なお、性能試験を行なうためにトラックの推進軸にトルクメータを組込み、また押付力を測定するためにブラウ支持用油圧シリンダの油圧回路に圧力変換器を取付けるなどの一時的な改造を行なった。

2.2 試験項目および試験方法

試験は、ロータリ除雪車性能試験方法(JIS D 6509-1967)に準拠して表-2の項目の試験を行なった。

測定方法および使用計器は表-3に示す。

2.3 試験日程および場所

定置試験および障害物乗越し試験は昭和42年12月19~20日新潟県長岡市(長岡工事々務所、科学技術庁雪害実験研究所)で行ない、除雪試験は表-4のとおり実施した。

3. 試験結果

定置および走行試験の測定結果を表-5、図-1に示す。

障害物乗越し試験は、コンクリート舗装路に600mmφ厚さ5mmの鉄板によって設置した障害物(高さ10mm, 20mm)の乗越し状況をブラウ除雪車の速度を変えて試験したもので、高速度撮影(16mm, 200コマ)による切刃の動きと障害物に切刃が衝突したときのシヤシおよび運転室に与える衝撃の度合いを加速度計により測定した。図-2に加速度の測定結果を示す。

除雪性能試験結果は表-6のとおりである。

4. 考察

4.1 障害物乗越し性能

試験速度はコースの関係から約23km/hにとどまったが、図-2にみられるように障害物高さ10mmおよび20mmともに、新雪除雪時の作業状態であるブラウ「浮」の場合は速度による変化が殆んどなく、切刃のバネ支持機構が有効に働いているものと考えられる。

障害物高さ20mmでブラウ「押付」の試験は、実際の作業では特殊な場合と思われるが、高速写真撮影をみると切刃は円滑に動いており、ブラウおよび同支持装置を保護する役目を果していると言える。

ただし、障害物乗越し試験で切刃の折損事故が発生している。これは試験に使用した障害物が銅板を重ね合せて部分溶接して製作されていたので、分割されたブラウ切刃の角が未溶接部分に喰込んだものである。

除雪作業の対象となる道路においてもこのような特殊な場合も考えられ、一体形の切刃では起きない切刃の折損事故も、分割形のために折損するということも予想される。

表-2

試験項目および試験方法

試験項目	試験及び測定記録	備 考
定置試験	主要寸法測定 重量測定 装置作動測定 視界測定	ブラウ昇降時間, 投雪防止板作動時間 ブラウ下げ姿勢のとき
走行試験	最小回転半径 走行抵抗試験	タイヤチェーン付 (除雪試験時に測定)
除雪試験	障害物乗越し試験 除雪性能試験	コンクリート舗装路に約600mmφの鉄板を10mm及び20mmの高さに設置し, 5km/h, 10km/h, 15km/h, 20km/hの車速で試験する。 ブラウは浮, 押付の2条件とする。 新雪および圧雪について全巾除雪試験を目標とする。 新雪除雪……最大能力 (t/h), 能率 (t/ps-h) を見出す。速度10~40km/hとする。 圧雪除雪……異なった種類の圧雪について, ブラウ押付力と除雪能力との関係を調べる。 押付力 4~5段階 除雪速度 5~30km/h (実際には1~5km/hであった) 雪質……分類, 密度

表-3

測定項目および使用計測器

測定項目	使用計測器	測定方法
ブラウ押付荷重	圧力変換器 (共和 PHA-10J)	ブラウ操作用油圧シリンダの圧力を圧力変換器で検出した。
除雪車走行トルク	抵抗線トルクメータ (新興 SR-3A スリップリング)	主変速機と副変速機との間の推進軸に装着した。
除雪車シャシ加速度	加速度変換器 (共和 120A-100)	シャシフレームに装着 (障害物乗越し試験のみ測定)
除雪車運転台加速度	加速度変換器 (共和 120A-50)	運転台ダッシュ板に装着 (")
機関回転速度	カム・マイクロスイッチ	回転計用取出軸より減速機 ^(1/3) を介してマイクロスイッチを作動させパルスが発生させた。
除雪速度	マイクロスイッチ	第5輪方式と機関回転速度および駆動系の減速比から算定する2方法により測定したが、計算には後者を使用した。
除雪深	竹 尺	
除雪巾	巻 尺	
投雪距離	巻 尺	
雪密度	500 cc サンプラ 台 秤 側刃付円筒サンプラ (雪害実験研究所)	
気 温	水銀温度計	

表 - 4

除 雪 試 験 日 程 表

番号	試験日時	場 所	種別	雪密度	押付油圧	天候	気温	備 考
1	43.1.18.17-15	雪害実験研究所試験道路	新雪	0.18	浮	雪	-0.8 ^C	
2	1.19.11-15	"	"	0.09	"	晴	2.1	
3	11-35	"	"	0.09	"	"	2.8	
4	11-50	"	"	0.10	"	雪	0.9	
5	1.20.11-50	国道 1 7 号線 三俣地区	圧雪	0.60	79.3	晴	3.0	勾配 2.1% (下)
6	12-05	"	"	0.63	34.3	"	3.0	"
7	14-00	"	"	0.63	41.2	"	1.0	"
8	14-20	"	"	0.62	30.7	"	1.0	"
9	14-50	"	"	0.62	70.8	"	1.0	"
10	15-00	"	"		57.8	"	1.0	"
11	15-15	"	"	0.64	76.9	"	1.0	"
12	16-35	" , 芝原 - 八木沢地区	"	0.60	43.5	小雪	-1.2	勾配 6.0% (下)
13	16-45	"	"	0.60	25.0	"	-1.8	"
14	16-50	"	"	0.60	54.3	"	-2.0	"
15	16-55	"	"	0.60	70.0	"	-2.0	"
16	17-00	"	"	0.60	77.7	"	-2.0	"
17	17-10	"	"		浮	"	-2.0	"
18	1.21.12-00	"	"		76.8	晴	0.3	"
19		" , 三俣地区	"	0.64	80.0	"	0.1	勾配 2.1% (下)
20	14-30	" , 貝掛温泉地区	"	0.65	77.2	"	-0.7	勾配 6.0% (下)
21	14-35	"	"	0.65	55.0	小雪	-0.6	"
22	14-40	"	"	0.65	80.2	"	-1.0	"
23	1.23.11-20	雪害実験研究所試験道路	新雪	0.14	浮	雪	1.0	
24	12-05	"	"	0.17	"	"	1.0	
25	14-05	"	"	0.21	"	"	2.0	
26	14-35	"	"	0.22	"	曇	2.5	
27	15-00	"	"	0.22	"	"	2.3	
28	15-25	"	"	0.16	"	"	1.5	
29	16-00	"	"	0.17	"	"	0.5	

表 - 5

定 置 試 験 測 定 記 録

測 定 項 目		仕 様 値	測 定 値	備 考
全	長	9,395mm	9,310mm	(ブラウ付)
全	巾	3,000mm	3,100mm	(")
全	高	2,950mm	—	
除	雪 巾	2,920mm	3,100mm	
前部オーバーハング		3,825mm	3,650mm	前軸より最前端まで
ブラウ高さ	右	590mm	675mm	
	左	1,310mm	1,310mm	
ブラウ地上高	右	—	1,215mm	ブラウ上昇時の切刃下面との寸法
	左	—	465mm	"
最低地上高		—	195mm	そり部(左側)にて
重 量	総重量	—	10,790kg	
	前 輪	—	5,060kg	(走行姿勢, デッドウェイト荷箱最後部積込)
	後 輪	—	5,630kg	(")
最小回転半径	右(1)	11,800mm	11.02m	ブラウ最外側にて
	左(1)	11,800mm	12.75m	"
	右(2)	—	10.05m	ブラウ内側にて
	左(2)	—	9.40m	"
除雪装置作動	上昇	—	2.5~4.2 sec	
	下降	—	1.4~2.7 sec	
投雪防止板作動		—	0.2~0.6 sec	

図-1 視界測定図

試験車両形式名称	日産UD7セバイトロブラウ付	試験期日	43年5月25日
試験車両番号	新I 九7151	試験場所	雪害実験所
測定者			

目の高さ：地上より 2.38 m 標点(0, 0.)は目の位置

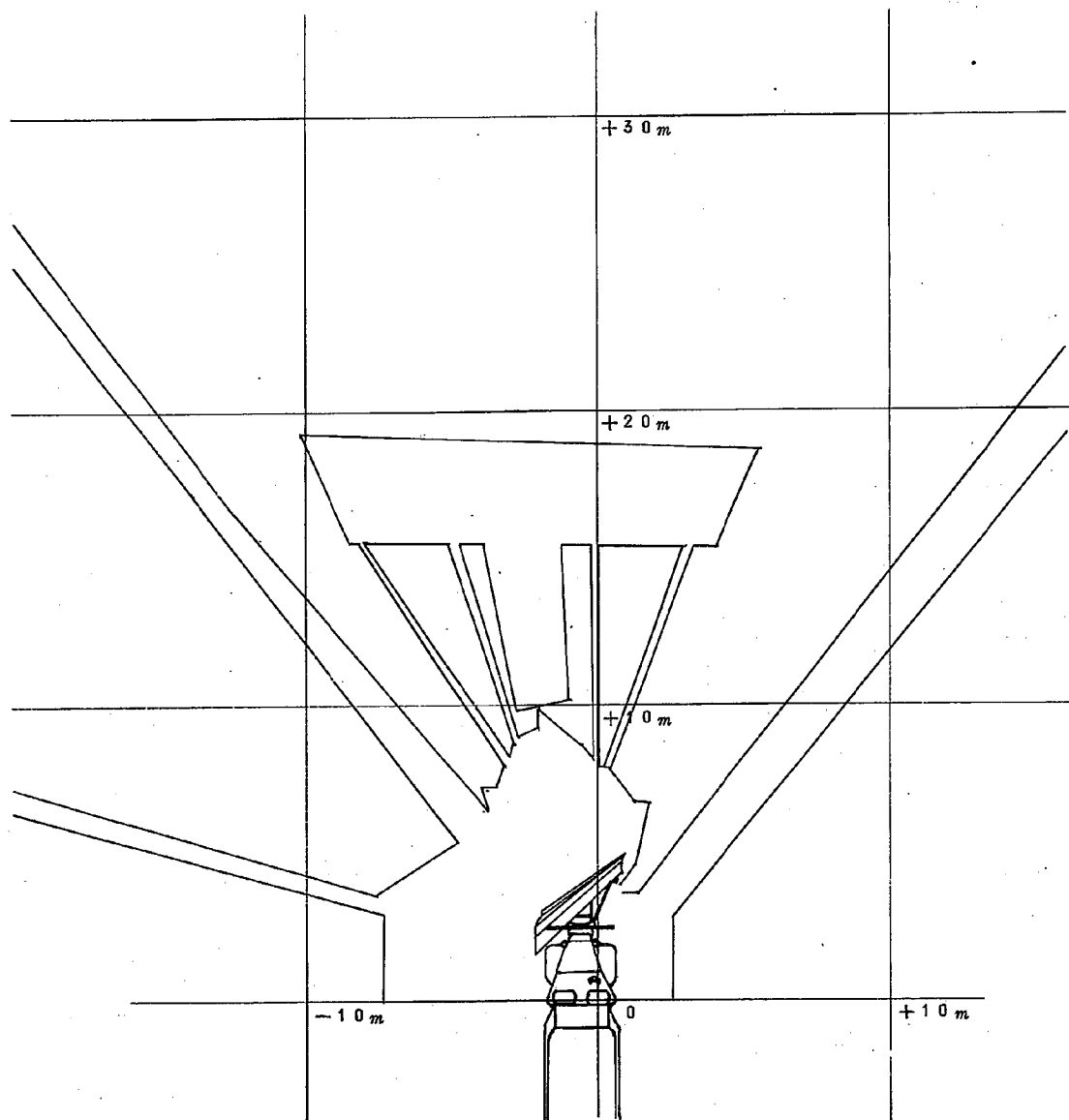


図-2 バイトルブラウ障害物乗越試験
(加速度測定結果)

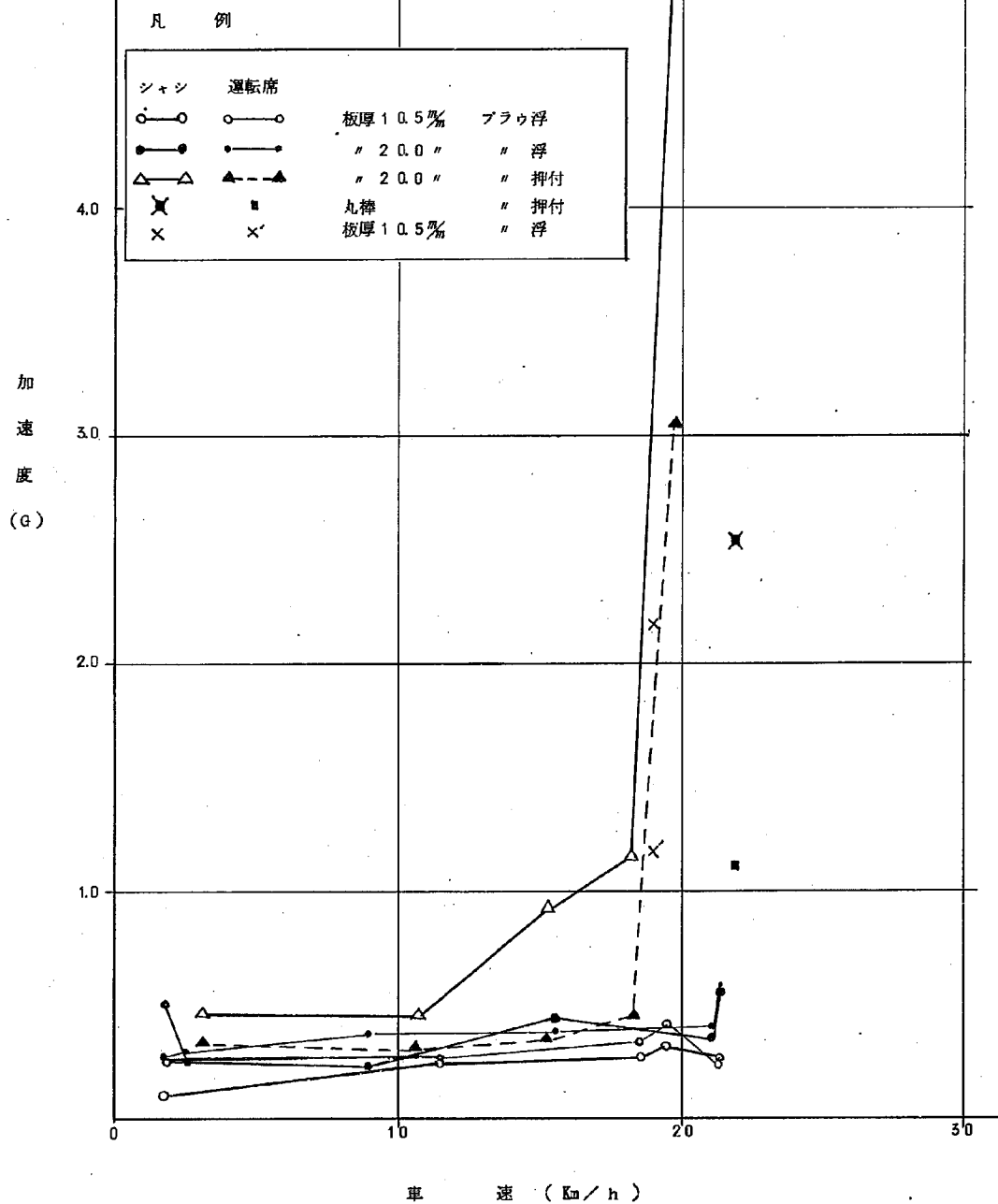


表-6

除雪性能試験結果

番号	ブラウ切刃 線圧(kg/cm)	速度段		密度 (g/cm ³)	除雪速度 (km/h)	機 関			ホイール駆動力 (リムプルkg)	除雪量 (t/h)	除雪能率 (t/ps・h)	除雪深さ (cm)
		主	副			回転速度(r/min)	トルク(kg/m)	出力(ps)				
1	2.2	3	L	0.18	20.4	2,055	43.9	117.7	1,553	570	4.9	—
5	6.9	1	H	0.60	6.9	1,435	27.1	54.3	2,110	—	—	4.3
6	4.2	2	H	0.63	2.5	310	15.6	6.8	719	—	—	1.2
7	4.6	1	L	0.63	1.6	422	10.0	5.9	993	—	—	1.5
7'	4.5	1	L	0.63	1.8	470	3.7	2.5	370	—	—	0.2
8	4.0	2	L	0.62	2.5	384	13.0	7.0	759	—	—	1.5
8'	4.3	2	L	0.62	3.2	499	7.7	5.6	448	—	—	0.2
9	6.4	1	L	0.62	4.7	1,224	13.3	22.8	1,315	—	—	4.3
9'	5.0	1	L	0.62	2.5	651	3.4	3.1	353	—	—	0.1
10'	6.5	1	L		4.2	1,093	3.4	5.3	341	—	—	0.2
11	6.7	1	L	0.64	5.7	1,486	24.7	51.5	2,449	—	—	4.0
11'	6.5	2	L	0.64	7.9	1,222	22.1	37.8	1,292	—	—	0.5
12	4.8	1	L	0.60	1.9	509	4.5	3.2	449	—	—	1.75
12'	4.6	1	L	0.60	1.8	485	0.1	0.1	10	—	—	0.15
13	3.7	3	L	0.60	3.3	332	—	—	—	—	—	0.5
14	5.4	1	L	0.60	2.9	750	—	—	—	—	—	0.7
15	6.3	1	L	0.60	3.6	947	1.8	2.4	182	—	—	0.8
16	6.8	1	L	0.60	9.5	2,500	—	—	—	—	—	1.3
17	2.2	1	L		2.4	639	—	—	—	—	—	0.4
18	6.7	1	L		9.4	2,461	1.2	4.2	121.2	—	—	0.7
20	6.8	1	L	0.65	9.1	2,380	—	—	—	—	—	0
21	5.5	1	L	0.65	3.1	807	—	—	—	—	—	0
22	6.9	1	L	0.65	8.9	2,326	—	—	—	—	—	0.23
23	2.2	1	L	0.14	9.4	2,472	31.7	109.6	3,132	1,764	16.1	—
24	2.2	2	L	0.17	12.5	1,937	48.1	130.6	2,816	2,566	19.6	—
25	2.2	3	L	0.21	19.3	1,945	41.1	111.8	1,562	1,698	15.2	—
26	2.2	1	L	0.22	9.7	2,540	10.1	36.0	1,002	1,147	31.9	—
27	2.2	2	H	0.22	20.5	2,512	28.7	100.9	1,677	2,327	23.1	—
28	2.2	2	L	0.16	16.1	2,503	21.7	75.8	1,267	1,262	16.2	—
29	2.2	4	L	0.19	22.3	1,397	53.5	104.6	1,262	2,515	25.6	—
(走行抵抗)												
30	0	2	L		8.3	1,003	12.4	17.5	577			
31	0	2	L		13.0	1,591	13.7	30.6	633			
32	0	2	L		19.2	2,356	15.2	50.3	702			
33	2.2	2	H		9.2	1,125	12.1	19.0	557			
34	2.2	2	H		12.5	1,550	13.9	30.3	642			
35	2.2	2	H		17.3	2,117	14.6	43.2	659			

4.2 除雪性能

(1) 圧雪除雪

圧雪除雪試験における雪質の測定は密度についてのみ行なったので、雪質の把握が充分でなく、今回の試験結果はブラウ切刃線圧と除雪深さの関係について、41年度に行なわれた圧雪除雪試験結果と比較して問題点を検討してみたい。

両試験の機械の条件（進行角60度、切削角30度）は殆んど同じであり、試験場所も同じく、また雪密度は $0.59\text{ g/cm}^3 \sim 0.65\text{ g/cm}^3$ の範囲にある。

図一3はバイトルブラウによる試験結果を示しているが、切刃線圧（最高） 7 kg/cm では約40mmの切削ができたことを示す一方、同一個所の2回目の試験では0～5mmしか切削できないという状態が現われている。これらは圧雪の密度以外の要因によるものであり、気温、雪温などによる雪の性質の変化によるものと考えられる。

したがって、41年度の試験結果を示した図一4との比較からみると除雪深さでは約2倍近い値がバイトルブラウで得られているが、そのまゝバイトルブラウの性能と評価することは危険と思われる。

リンブルから求めた除雪比抵抗は、41年度の結果では $3.0 \sim 5.8\text{ kg/cm}^2$ であり、バイトルブラウの場合 $1.64 \sim 2.2\text{ kg/cm}^2$ となっている。これら除雪比抵抗の差は雪質の違いによるものとともにバイトル形の切刃支持機構も要因の一つと考えられるので、今後の調査試験によって、これら問題点の解明が望まれる。

(2) 新雪除雪

新雪除雪試験結果についても試験条件が比較的一致している41年度の試験結果と比較検討することとしたい。

バイトルブラウ除雪車は機関出力がやゝ大きく馬力的な余裕があったが、試験コースが充分にとれず除雪速度（最高） 22.3 km/h 、除雪量 $2,600\text{ t/h}$ であった。これと比較する41年度の試験では除雪速度 22.5 km/h 、除雪量 $4,000\text{ t/h}$ である。

除雪能率 $\text{t/ps} \cdot \text{h}$ によって、両者の比較したものが図一5である。なお、ここに表わした数値は走行抵抗を除いた正味の除雪動力について求めたものである。

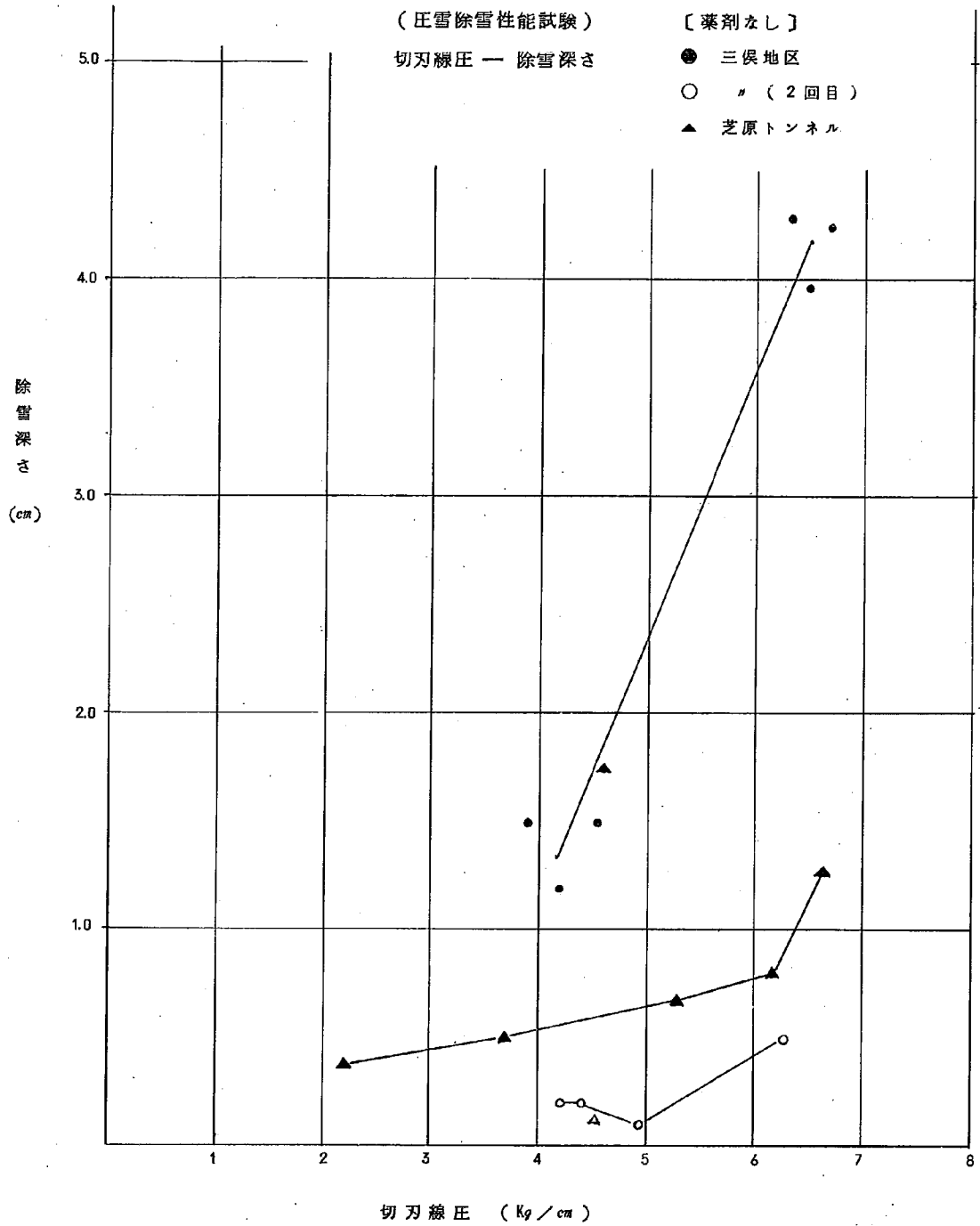
図一5から明らかなようにバイトルブラウの除雪能率がやゝ悪い。

この原因としてはブラウ形状と試験時の積雪深の差によるものと考えられる。

バイトルブラウ試験時は積雪40cmにも達しており、低速ではブルドーザによる押土作業のように側方に全く流れない場合（全巾除雪）もあり、また片車線除雪後の除雪試験で雪の流れがやゝ悪いようにみうけられた。

これらの関係を除雪比抵抗についてみると、41年度の場合は $3.2 \sim 4.0\text{ kg/cm}^2$ 、バイトルブラウの場合 $1.9 \sim 3.9\text{ kg/cm}^2$ となっており、バイトルブラウについては圧雪の場合の除雪比抵抗

図-3 バイトルブラウ



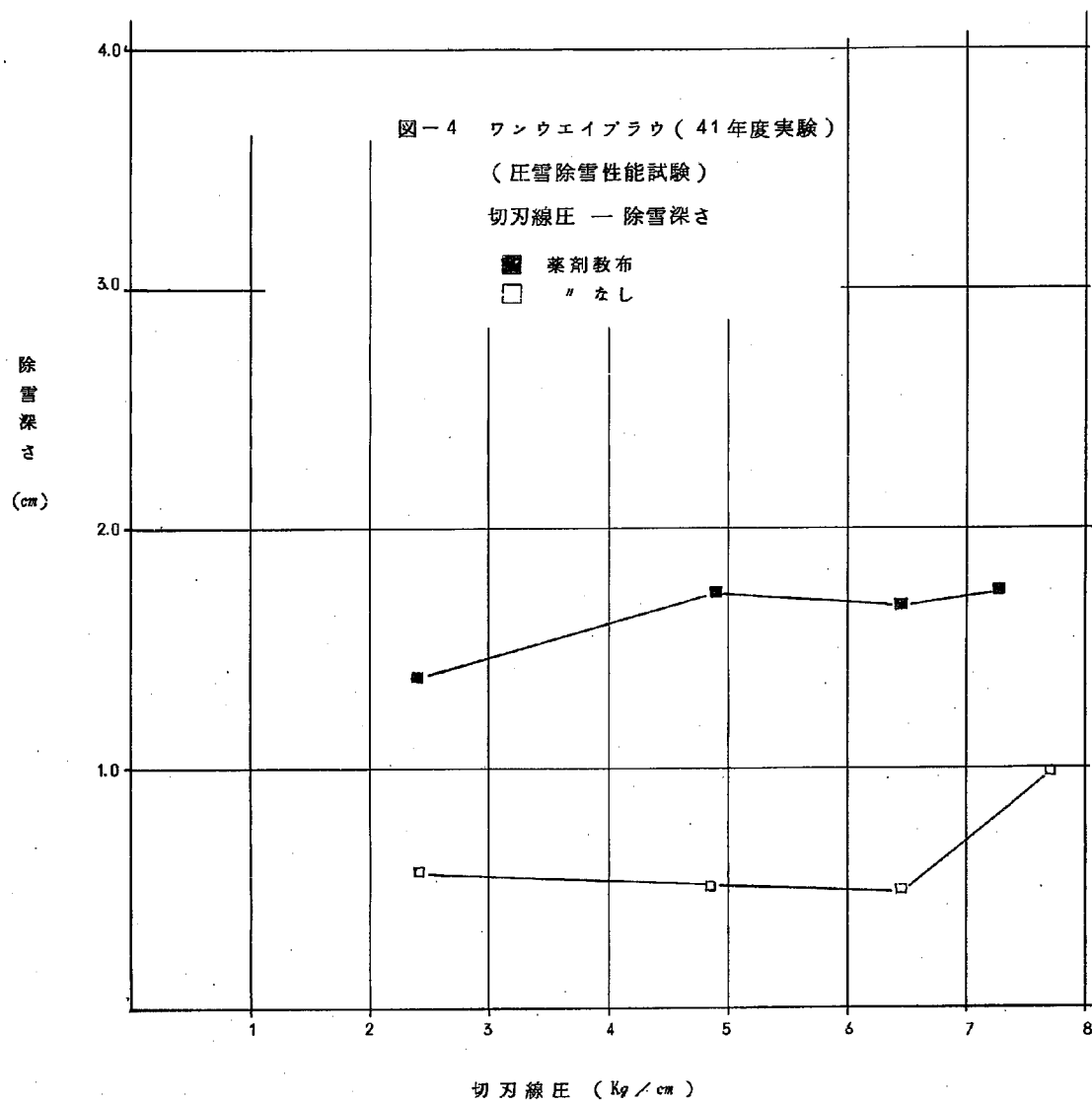
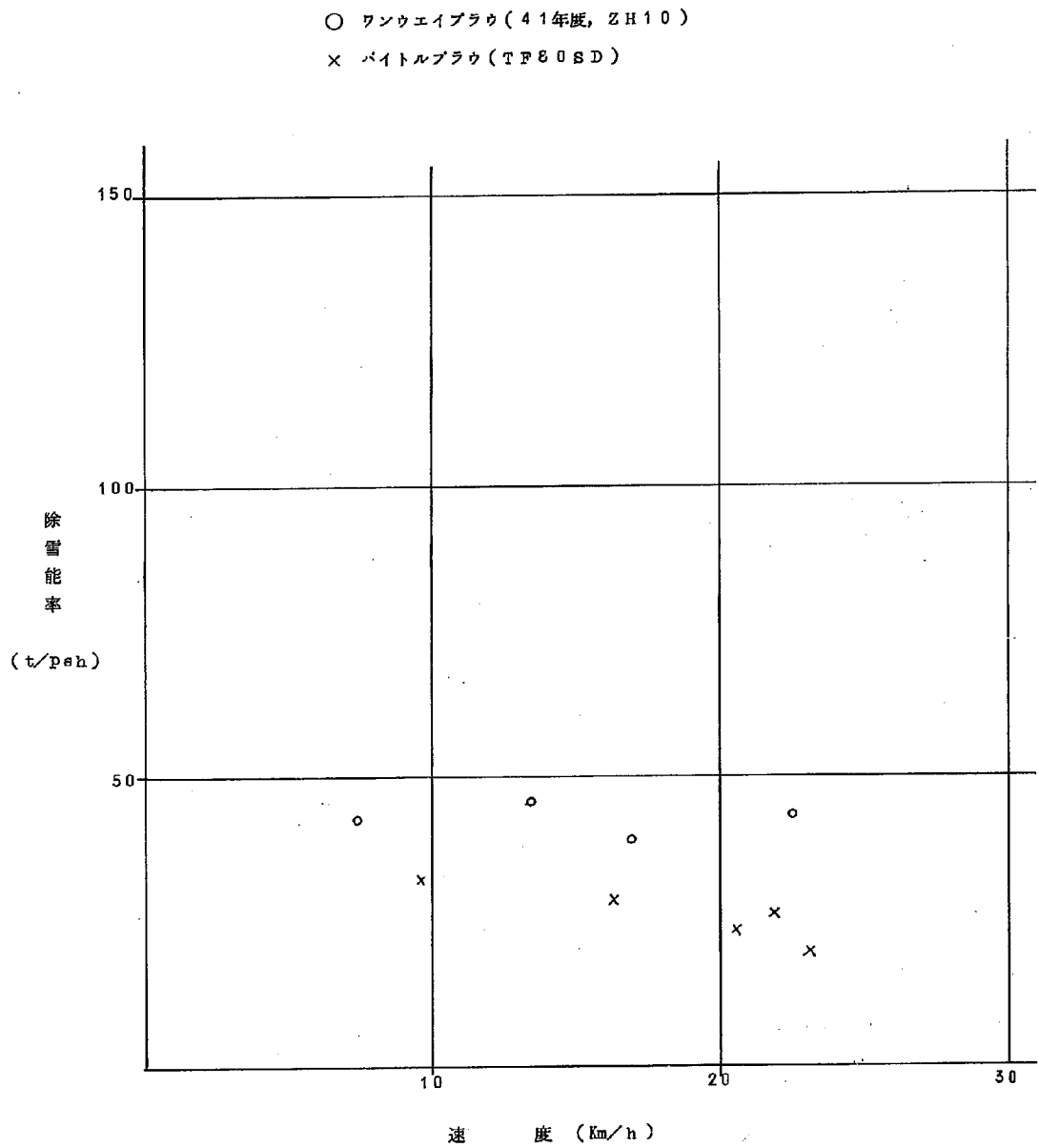


図 - 5 除雪能率比較



より大きい値であり、前述のことがこの面からも明らかになったものと考えられる。

5. あ と が き

除雪機械の作業性能の試験では特に雪質の把握が困難であり、今回の試験でも性能面を検討するためには不足している部分があるが、一応の傾向はつかむことができたと考える。

今後は実際の除雪作業に使用されるなかで不足な資料を蒐集して、より適確な性能をつかみ、性能が有効に生かされるよう望むものである。

おわりに、この試験は北陸地建長岡工事々務所と当機械研究室が担当し、多大な御協力を頂いた日本除雪機（株）、科学技術庁国立防災科学技術センター雪害実験研究所の関係各位に厚く感謝するものであります。