

湿雪地帯の除雪機構に関する研究

—オーガ・ブロワ形ロータリ除雪車の研究—

機械研究室 長 田 忠 良
渡 辺 勝 男
北 見 英 一

目 次

まえがき	1
1 実験の概要	2
1.1 試験機	2
1.2 実験方法	2
1.3 実験場所および日程	3
2 実験結果	3
3 説明および考察	3
3.1 除雪所装動力	3
3.2 オーガ集雪効率	4
3.3 オーガブレード負荷	5
3.4 ブロワ動力効率	5
3.5 オーガくい込み量とブロワ能率	5
3.6 走行トルク	6
4 まとめ	7
あとがき	8

ま え が き

湿雪を高速で処理する機構研究の一端として、40年度は、オーガ・ブロワ形除雪機構について研究を行なつた。研究方法は、小形除雪試験機により実験的に究明することとした。

オーガ・ブロワ形除雪車でたびたび問題とされることは、オーガとブロワの相対的回転速度の選定方法で、今回はこの点の究明を目的としたが、雪質条件の管理のむずかしさなどにより、解析に十分な資料が得るまでに至らなかつた。しかし各装置について判明した事項を主とし、実験経過および結果を中間報告書としてとりまとめた。41年度においても引続き研究を進める予定である。

1. 実験の概要

1.1 試験機

試験機は、昭和38年度購入のブロワ形除雪試験機をオーガの交換が容易な2ステージ形に改造し、形状の異なる2種類のオーガを交互に取りつけて実験できる構造としたものである。

オーガとブロワの最速回転比を求める目的もあり、ブロワの一定回転速度に対しオーガの回転速度が4段に選べるものとした。なお、オーガの特性研究のためオーガで集められた雪がつかまることを恐れ、ブロワに十分な吐出能力をもたせる意味でブロワ回転速度を大きくとった。また、走行、オーガ、ブロワ駆動の各トルクを別個に測定するため、各動力伝達系統にトルクメータを装着した。

実験に使用したオーガは一般にリボンスクリーム式およびレーキツースと呼ばれるもので、次に示す諸元のものである。

A 形 式 リボンスクリーム形 (写真-3)

幅×外径×個数 450mm×590mm×2ヶ

ブレード条数 4条

ブレード幅 70mm

スクリーム角度 29°

B 形 式 レーキツース形 (写真-4)

幅×外径×個数 450mm×590mm×2ヶ

レーキ数 12本×2ヶ=24本

切削面取付角度 45°

ブロワの仕様は次のとおりである。

形 式 シングルブロワ形

外径×奥行き 380mm×185mm

羽根形状 平面形

羽根枚数 4枚

試験機の細部にわたっての仕様は表-1に示す。

1.2 実験方法

測定項目、使用計測器類は表-2に示すとおりであり、実験方法の概略を次に示す。

(イ) 実験は全幅除雪作業のみとした。

(ロ) 除雪深さはオーガの直径に近い60cmを目標とした。

(ハ) 除雪距離は1区間1mとし、5区間連続作業を行ないその中で負荷の安定した区間結果の平均をとって実験値とした。補助区間は1m程度とった。

(ニ) 除雪深さは、測定区間の始点および終点において左右の雪壁にポールをさし渡し、中央部で測定した。

(ホ) 除雪量(m³)は、除雪距離×除雪深さ×除雪幅(試験機仕様値)で算出した。

(ヘ) 投雪距離は、落下した雪の最高所と除雪車中心線までの距離とした。

- (b) 雪質測定は、除雪作業直後実験区間の中程で左右各1地点を選び、上、中、下の3ヶ所において行なった。またこの地点において除雪深さのほぼ中間位置で上下方向に雪モールドを採取し、雪比重の測定を行なった。

1.3 実験場所および日程

実験は、昭和41年2月11日より3月5日のうちの7日間、新潟県新井市土木研究所新潟試験所構内において実施した。実験日程は表-3に示したとおりである。

2 実 験 結 果

実験結果および計算結果を表-4,5に示す。また比較的条件の似ているものを選びその平均値と機種、雪質を因子として分散分析した結果を表-6に示す。

3 説 明 お よ び 考 察

3.1 除雪所要動力

この除雪試験機は、動力系統が走行用と除雪装置駆動用に分けられ、除雪装置駆動用はさらにオーガ駆動用とブロワ駆動用に分けられる。機関の連続定格出力は30PSとなっているが、調整不良による出力の低下、動力伝達系統にチェーン減速機を多く組入れた関係で損失が大きくなり、外部出力としては22~23PS程度と考えられる。実験では、ブロワ回転速度を大きくしたための投雪エネルギーの増大により出力不足の傾向がみられるものがあった。実験途中計器の故障によって走行トルクの一部分が測定不能となり発揮し得た最大の出力は不明であるが、装置駆動の最大は21.4PSであった。このときの走行動力は不明であるが、平均的な値は0.85PSであるので、22PS強の出力とみられる。

図-3は除雪装置所要動力と除雪量の関係を表わしたものである。黒印はオーガの所要動力を、中空のものは除雪装置所要動力(オーガ所要動力+ブロワ所要動力)を表わしたものである。線は、ブロワの回転速度により除雪装置所要動力を分類し引いたものである。オーガの回転速度も90~400rpmと変動しているが所要動力には大きな変化がみられず、ブロワ回転速度の変化による装置所要動力の変動が大きいことを示している。理論的に、所要動力はこのように簡単に表示できるものではないが、機関の出力が小さいことから負荷がブロワの容積的な制約を受けないせい範囲の実験であったことから直線的に表示できたものである。

動力配分比(=ブロワ所要動力/オーガ所要動力)をブロワ回転速度650~750rpmについてみると55/45となっている。データ全体についての平均は62/38である。したがってブロワの容積的な制約を受けない範囲および除雪現場の地形的条件で許される限りブロワ回転速度を小さくすることが除雪能率を高める上で必要なことである。

除雪体積をブロワの理論吐出体積で除した値、すなわちのみこみ率の平均値は0.27となり、ブロワの吐出能力に十分すぎる程の余裕をもたせたことになる。のみ込み率の最大は実験番号A-17でのみこみ率0.59、ブロワ所要動力10.6PS、オーガ所要動力10.8PSであり動力配分比

は 50/50 である。

図-4 はオーガ所要動力と除雪量 (m^3/h) の関係を図示したものである。

3.2 オーガ集雪能率

除雪量 (m^3/h) をオーガ所要動力で除した値をオーガ集雪能率 ($W/psha$) とする。オーガ集雪能率についてオーガ形状間および雪質間について分散分析の結果、形状間ではザラメ雪について有意差が認められ A 形が勝れている。ただし、この実験に用いた B 形は一般にレーキツース形といわれているものと較べて、密着にはその機能が異なっていることに注意しなければならない。すなわち本来のレーキツース形はオーガ軸に対しレーキ状の腕が鋭角をもってつけられていて、レーキ先端で切削されて残っている雪壁はロータリ車的前進にしたがって腕の中間部分においても切削されるものであるが、この実験に使用したものは腕がオーガ軸に対して直角にとりつけられていて、切削は腕の先端のみで行なう構造で、リボンスクリュー形のブレードをとところどころ切断したものと変りないということである。

B 形が集雪能率が劣る理由としては、切削された雪が残された雪壁に拘束され、スムーズな横送りができず圧縮エネルギーが増大することが考えられる。シマリ雪については有意差はみられないが、平均値からみて A 形が勝れている。

雪質間では、B 形が有意水準にあり、A 形、B 形ともシマリ雪に適している。雪質測定における抗剪断力測定結果よりみても明らかなように、ザラメ雪に対してその値は 50% 以下と小さくなっているためと思われる。

オーガ集雪能率とオーガ回転速度との関係を図-5 に示す。図-5 において相当のパラッキがみられるが、これを整理するためにオーガのかき込み率を用いた。

オーガかき込み率 η_A は除雪量 (m^3/h) をオーガブレードの理論容量 (ブレードのオーガ半径方向の幅がオーガの回転によって描く中空円柱の体積) で除した値で次の式で表わされるものである。

ただし η_A は A 形のみに適用できるものである。

$$\eta_A = \frac{Q}{2\pi(r^2 - r_1^2) \times b \times n \times 60} \times 100 (\%)$$

ここに Q : 除雪量 (m^3/h)

r : オーガブレード外側半径 (m)

r_1 : オーガブレード内側半径 (m)

$r - r_1$: ブレード半径方向幅

b : オーガ有効幅 (m)

n : オーガ回転速度 (rpm)

A 形オーガについて、数値を代入すると

$$\eta_A = 5.1 \times \frac{Q}{n} (\%)$$

となる。

η_A の計算結果を図中に添字した。実験中、除雪量を大きくした場合、オーガブレードで集められた雪がブロワに入らず前方に飛散したり、オーガ内で攪拌される割合が大きくなる傾向が観

察されオーガ集雪効率低下することが考えられる。図中左下部にある3点はこの結果によるものと考えられる。 η_A はブレード幅、オーガ幅はもちろんのこと、スクリーン角度などによっても変るものである。オーガの回転速度を小さくすることによって集雪効率が上昇する傾向を示しているが、かき込み率が10%を超えると急激に集雪効率も低下するようである。

集雪効率 ($t/psha$) を大きくするには、オーガ回転速度を低下させることも一法であるが、断片的に η_A で制約され、この両者の兼ね合いで最適除雪速度が選定される。

B形オーガについても集雪効率を図中に記したが、相当にバラツキがある。これは切削加速された雪の横送り機構の複雑さによるものと思われ理論的にもその追究はむずかしい。

3.3 オーガブレード負荷

オーガ所要動力は、雪の切削、加速、前方または下方の雪の圧縮変形などに消費されるものであるが、これらの反力がすべてブレード先端に作用するものと考えた場合一枚のブレードの単位長さ（進行方向に直交な面への投影長さ、cm）当たり $0.13 \sim 0.96 \text{ kg}$ の範囲にある。これは、雪質、ブレードのくい込み量などによって影響をうけるものであるが、この関係を図-6に示した。

ただしくい込み量 F は次の式で表わされるものである。

$$F = \frac{1}{b} \cdot \frac{100000 \times v}{60 \times n}$$

ここに F : ブレード1枚当たりのくい込み量 (cm)

v : 除雪速度 (Km/h)

b : ブレード条数

n : オーガ回転速度 (rpm)

一般に市販されている実用機について、除雪速度を 1 Km/h として計算すると $2 \sim 3 \text{ cm}$ であり、この実験結果はそれより小さい範囲であるが傾向はうかがうことができる。

3.4 ブロウ動力効率

雪をブロウ周速まで加速投出する理論エネルギーをブロウ所要動力で除した値をブロウ動力効率としたもので、A、B形を装着した場合および雪質間について分散分析した結果、形状の異なるオーガつけた場合有意差はみられず、A形およびB形のような形状の異なったオーガによって集雪されてもブロウ動力効率にはあまり影響を与えないようである。

雪質間ではA形B形を装着した場合ともに高度に有意であり、シャリ雪に対して効果的である。平均値ではシャリ雪を100とした場合サラメ雪では $60 \sim 70$ と大分小さくなる。この傾向は、ランスター式のプロウ形にもみられるものでシャリ雪ではブロウより十分なエネルギーを受けないうちに投出される率が多いためと思われる。シャリ雪では投雪距離は小さく、落下した雪の帯の幅は大きくなっている。ブロウ内で雪が受けたエネルギーを求めるには、ブロウケースのティムニイ部分で雪の平均的な速度を調べなければならないが現状では、測定方法がなく、投雪距離より推定しなければならないが、ブロウ動力効率は一応の目安となる。

3.5 オーガくい込み量とブロウ効率 ($t/psha$)

オーガくい込み量とブロウ効率の関係を図示したものが図-7である。ブロウ効率はブロウ回転速度によって変動するもので、ブロウ回転速度を3段階に分類し記入した。

図から明らかなようにブロワ能率とオーガくい込み量との間には相関があるものと思われる。くい込み量と函数関係にあるオーガ回転速度および除雪量(t/h)とブロワ能率との相関をブロワ回転速度 650~750rpm、ザラメ雪について調査した。

その結果、オーガ回転速度との相関係数は小さい値であったが、除雪量(t/h)との間には正の相関(相関係数 0.845、資料数 17、危険率 1%で有意)がみられた。

とくに除雪量(t/h) $=1,000 \times b \times h \times v \times \rho$ (b :除雪幅(m)、 h :除雪深(m)、 v :除雪速度(Km/h)、 ρ :雪の単位体積重量(t/m^3))の関係があり、 b は一定で h 、 ρ の変動はせいまい範囲のもので、ブロワ能率は除雪速度とも相関関係にあるといえる。

したがってブロワ能率を大きくするには除雪速度を上げることが効果的である。なお除雪速度とブロワ能率の関係を図-8に示す。

くい込み量の大小によりかき込まれる雪塊の大きさも変化する、ブロワ能率を左右することが考えられるが、結果としてはあまり影響を与えていないようである。観察結果をみてもこの程度のくい込み量では、雪は切削時および搬送時に粒子に砕かれ、ブロワ入口ではどの場合も同じ状態になっていることが確認できた。

3.6 走行トルク

分散分析の結果オーガの形状の差による走行トルクへの影響は有意水準にはないが、かなり大きな値を示している。B形についてはザラメ雪に対する資料はトルクメータの故障で計測できなかったがシャマリ雪に対してB形100に対しA形は8.4となっている。A形について雪質別にみるとザラメ雪を100とした場合シャマリ雪では8.8となりシャマリ雪の方が抵抗は小さくなる。

試験機の動力伝達系統における損失、タイヤ空気圧の調整不良等により、無負荷雪上走行に必要なトルクは約180Kg・mであり、装置前面にかかる雪に対する仕事量、すなわち、除雪作業時走行トルクから無負荷時走行トルクを差し引いた値の最大は118Kg・mであり、タイヤ純の有効半径380mmであるので、抵抗は約310Kgである。

走行抵抗は、除雪速度に正比例することはもちろんであるが、オーガの回転速度に反比例している。オーガ回転速度200rpm(周速9.4m/sec)以上では回転速度の差による走行抵抗の変動は小さいが、100rpm以下では走行抵抗に及ぼす影響は大きくなるようである。かりに100rpmおよび200rpm前後の回転速度について走行抵抗の平均値を求めると100rpmでは217Kg、200rpmでは69Kgであった。

また、くい込み量と走行抵抗の関係を図-9に示した。走行抵抗はくい込み量と相関関係にあることが判る。ここでB形がA形に較べて走行抵抗が小さくでているのは、A形はスクラップ状のブレードを除雪幅全体に食いこませるのに較べ、B形は腕と腕の間の間隙のため除雪幅の約80%に腕を食いこませるための相異と推定される。このように走行抵抗の減少だけを考えればレーキ状のオーガが有利であるが、除雪量所要動力の1割にも満たない走行所要動力を考えるとあまり重視する必要がなく、むしろオーガ集雪能力の面でB形が劣っていることを重視しなければならない。

A形はブレード条数が4であるのに対し、B形は理論的には2条となり同一回転速度ではくい込み量は2倍となり、このために走行抵抗が大きい結果となったものと思われ、レーキ数を増す

ことによって走行抵抗を減ずることができる。

4. ま と め

以上を要約すると次のとおりである。

- (1) オーガ集雪能率ではオーガの形状による差が認められスクリュー状のブレードをもつオーガが勝れている。雪質ではシマリ雪（新雪に近い）に対して能率がよい。
- (2) A形オーガについて集雪能率をよくするには、回転速度を小さくする必要があるが、小さ過ぎると機械的に制約されて集雪能率も低下する。
- (3) ブロワ動力効率ではオーガの形状の差による変化はみられないが、雪質によって大きく変化する。
- (4) 走行抵抗はオーガ回転速度に反比例する。走行抵抗を減するためだけならばオーガブレード切断形がよい。
- (5) オーガ・ブロワ形は雪質の適応範囲が広く、新雪から比重0.5程度の雪において作業が可能であった。
- (6) オーガ集雪能率、ブロワ動力効率、走行抵抗などはシマリ雪に対して勝れているので、オーガ・ブロワ形を動力効率の面からみるとシマリ雪に適する機種といえる。

現在この機種が重い雪の処理に多く用いられているのは、他の機種に較べて雪質の変化に対する能力の変動が少ないということのみによるものと思われる。

あ　と　が　き

短期間の実験でありまた諸条件の変動およびデータ不足から、定性的な結果しか得られず、全体作業効率についての説明ができなかつたが、41年度冬期にも再度実験を行なう予定であるので、問題点をしほり定量的な結論を得て、除雪機械の開発改良に役立てたいと思つてゐる。

終りに、この実験に多大の協力をいただいた土木研究所新潟試験所および東京ヒシロ製作所の方々に厚く御礼申し上げる。

表 - 1 小形除雪試験機仕様

1. 主要諸元

全 長	3,200mm (オーガ先端まで)
全 幅	1,000mm
全 高	1,030mm
輪 距	765mm
軸 距	910mm
最低地上高	185mm (駆動スプロケット下部)
重 量 前輪荷重	470Kg
後輪荷重	590Kg
車両重量	1,060Kg
走行速度	0.1~4.15 Km/h

2. 各主要目

2.1 機 関

名 称	新三菱ME-18P-2 形空冷ガソリン機関
シリンダー内径×行程-数	95φ×105mm-2
連続定格出力	30PS/2,400rpm
作業時最大トルク	10.2Kg-m/2,300rpm

2.2 走行装置

クラッチ	乾燥単板式
変速機	
チューン変速	2段
主変速	すべりつかみ合い前進3段 後進1段
副変速	" 2段
操向方式	遊星歯車クラッチ車輪制動式
制動方式	油圧手動式
タイヤ	6.00-16-6PR(タイヤチューン付)

2.3 作業装置

クラッチ	乾燥単板式
変速機	すべりつかみ合い4段変速
変速比 1速	5.05
2速	3.02

3 速	1.7
4 速	1
プロワ動力伝達方式	チェーン
要速比	1.0
オーガ動力伝達方式	チェーン及びかさ歯車減速機
チェーン減速比 1 速	1.4
2 速	1.0
3 速	0.7
4 速	0.5
かさ歯車減速比	2.16
プロワ	本文中の仕様参照
オーガ	本文中の仕様参照
シャフト	
形 状 横断面	209mm×150mm □ 形断面
縦断面	700mm R 円弧形
放出部角度	水平面に対し 45°

プロワ、オーガ回転速度

主変速機 段 数	rpm ブ ロ ヲ 回転速度	オーガ回転速度 rpm				摘 要
		チェーン減速段数				
		1 速	2 速	3 速	4 速	
1 速	475	48	66	95	131	機関2,400rpm にお いて
2 速	794	79	111	159	270	
3 速	1,423	141	196	282	390	
4 速	2,400	240	334	480	665	

表-2 測定項目および使用計測器

測定項目	使用計測器	備 考
プロワ軸トルク	抵抗線式トルクメータ (新興スリッピングSR-3)	プロワ用トルクメータの装着場所は、変速機とプロワ軸の中間のチェーン減速機カウンタースhaft
オーガ軸トルク	抵抗線式トルクメータ (新興スリッピングSR-3)	オーガ用トルクメータの装着場所は、変速機とプロワ軸の中間のチェーン減速機カウンタースhaft
走行軸トルク	抵抗線式トルクメータ (新興スリッピングSR-4)	走行用トルクメータの装着場所は、機関と主クラッチの間
機関回転速度	カム・マイクロスイッチ	機関回転計の回転軸にカムを設置、マイクロスイッチを作動させた。
除雪距離	手動マイクロスイッチ 電磁弁によるインク噴射装置 コンベックス	インク噴射装置により留面にマークをして、このマークの距離をはかって除雪距離とした。なお、インク噴射と同時に作動の合図パルスを用いて、オシログラフにマーク位置を記入させ測定区間を対比した。
除雪深	ボール・コンベックス	
投雪距離	ボール・巻尺	
雪比重	1,000ccサンフラー台ばかり(最小目盛1g)	
雪温	棒状温度計	
雪硬度	木下式硬度計(垂直方向) 力計式硬度計(水平方向)	
抗剪断力	ドイツ規格100cm ² 面剪断力測定器	
含水率	吉田式カロリーメーターおよび遠心分離式含水率計	

表-3 実験日程

実験場所 新潟試験所構内

実験種類 全偏除雪

路面状況 土

整理 番号	実験 日時	オ ー ガ 種 類	実験 番号	雪 積 深 (m)	気 象			
					天 候	気 温 (℃)	風 速 (m/s)	風 向 (※)
1	2月11日 10:44	A 形	A-1	1.25	小 雪	1.7	1.5	
2	10:47	"	"-2	"	"	"	"	
3	10:50	"	"-3	"	"	"	"	
4	13:40	"	"-4	1.2	"	1.4	1.6	
5	13:44	"	"-5	"	"	"	"	
6	13:46	"	"-6	"	"	"	"	
7	2月12日 10:26	B 形	B-1	1.55	雪	-2.2	2.3	
8	10:45	"	"-2	"	"	-1.8	"	
9	10:50	"	"-3	1.66	"	-1.6	"	
10	11:50	"	"-4	"	"	-1.8	"	
11	11:53	"	"-5	"	"	-1.6	2.0	
12	11:57	"	"-6	1.62	"	"	"	
13	14:45	"	"-7	"	"	-1.2	2.2	
14	15:05	"	"-8	"	"	"	"	
15	2月13日 10:55	A 形	A-8	1.37	晴	8.1	1	
16	11:00	"	"-7	"	"	"	"	

整理 番号	実験 日時	才力 種類	実験 番号	積雪 深 (m)	気 象			
					天 候	気 温 (℃)	風 速 (m/s)	風 向 (※)
17	2月13日 11:13	A 形	A-9	1.37	晴	8.1	1	
18	11:15	"	"-10	"	"	"	"	
19	3月 1日 13:50	"	"-11	1.04	"	9.8	0	
20	14:03	"	"-13	"	薄 曇	6.2	"	
21	14:20	"	"-12	"	晴	11.4	"	
22	17:10	"	"-14	"	薄 曇	5.6	"	
23	3月 2日 9:10	"	"-15	1.00	"	11.4	1.1	
24	9:15	"	"-16	"	"	11.5	"	
25	10:10	"	"-17	"	"	"	"	
26	10:15	"	"-18	"	"	"	"	
27	10:40	"	"-19	"	"	12.1	1.5	
28	3月 4日 13:58	B 形	B-9	0.79	雨	8.0	1.0	
29	14:12	"	"-10	"	小 雨	5.2	"	
30	3月 5日 8:52	"	"-11	0.72	"	6.7	6	
31	8:57	"	"-12	"	"	"	"	
32	9:30	"	"-14	"	"	5.2	3.9	
33	10:20	"	"-15	"	"	"	"	
34	10:30	"	"-13	"	"	6.2	5.5	

※



車進行方向

風 向 ←-----

投 雪 ←-----

表-4 実験結果表 (A形オーガ装着時)

実験 番号	速 度 段						雪 質		オ ー ガ				プ ロ ヲ			走 行			作 業 量	作 業 機 能 率		投 雪 距 離		
	作業装置		走 行		雪 質 区 分	比 重	抗 剪 断 力	木 硬 下 式 底	回 転 速 度	ト ル ク	所 要 動 力	回 転 速 度	ト ル ク	所 要 動 力	ト ル ク	所 要 動 力	速 度	作 業 量		作 業 機 能 率				
	主 要 速 機	減速機	主 要 速 機	減速機																				
																					機 割 偶		機 割 奇	機 割 偶
	速		速	速			Kg/10cm ²	Kg/cm ²	rpm	Kg-m	PS	rpm	Kg-m	PS	Kg-m	PS	Km/h	m ³ /h	t/h	m ³ /h	t/h	m		
A-1	2	L	H	3	L	L	Z	0.39	4.1	0.575	198	24.6	6.71	706	10.4	10.21	206.3	0.90	0.40	277	105.0	16.30	6.17	8.9
"-2	"	"	"	2	"	"	Z	0.39	4.1	0.575	203	11.2	5.17	726	4.8	4.88	195.2	0.58	0.19	126	49.2	15.77	6.15	8.3
"-3	"	"	"	"	H	"	Z	0.39	4.1	0.575	184	30.6	7.79	657	12.4	11.36	204.1	1.20	0.50	528	128.0	17.26	6.75	8.3
"-4	"	"	L	"	"	"	Z	0.40	3.7	0.481	99	50.9	6.84	709	10.1	9.90	264.5	1.65	0.54	275	110.1	16.45	6.58	7.0
"-5	"	"	"	3	L	"	Z	0.40	3.7	0.481	95	50.4	6.49	680	8.6	8.15	262.3	1.10	0.38	229	91.7	15.71	6.29	6.7
"-6	"	"	"	2	"	"	Z	0.40	3.7	0.481	103	15.9	2.26	731	5.3	5.37	225.1	0.44	0.19	125	50.2	16.67	6.65	5.8
"-7	3	"	H	3	"	"	S	0.29	1.9	0.099	342	11.1	5.27	1220	7.8	13.46	189.5	0.82	0.38	207	59.9	11.01	3.20	15.1
"-8	4	"	"	"	"	"	S	0.29	1.9	0.099	410	7.0	4.06	1464	6.7	13.75	200.0	0.59	0.30	168	48.8	9.48	2.75	13.6
"-9	3	"	L	"	"	"	S	0.29	1.9	0.099	173	15.3	3.70	1234	9.2	15.83	205.3	0.88	0.40	241	70.0	12.38	3.46	12.8
"-10	4	"	"	"	"	"	S	0.29	1.9	0.099	230	10.4	3.50	1646	7.0	16.08	204.7	0.59	0.33	177	51.3	9.13	2.65	12.4
"-11	2	"	"	1	"	H	Z	0.45	4.9	0.329	93	25.7	3.30	666	8.5	7.73		0.41	210	9.33	18.74	8.45	8.4	
"-12	3	"	"	"	"	"	Z	0.45	4.9	0.329	133	25.9	4.80	952	11.1	14.75		0.28	169	77.6	8.63	3.97	12.5	
"-13	2	"	"	2	"	L	Z	0.48	6.2	0.639	105	19.9	2.91	750	6.7	6.39		0.19	138	62.1	16.63	7.48	9.2	
"-14	"	"	H	"	"	"	Z	0.48	6.2	0.639	210	29.2	4.26	751	6.4	6.71		0.19	136	61.0	12.30	5.56	11.2	
"-15	"	"	"	"	"	"	Z	0.46	4.9	0.508	211	15.0	4.39	755	6.2	6.47		0.19	134	61.6	12.34	5.67	9.6	
"-16	"	"	"	3	"	"	Z	0.46	4.9	0.508	196	28.4	7.80	703	11.8	11.50		0.39	265	121.9	13.75	6.32	9.6	
"-17	"	"	"	2	H	"	Z	0.46	4.9	0.508	169	45.2	10.62	603	12.8	10.76		0.50	347	152.3	16.21	7.13	9.5	
"-18	3	"	"	3	"	"	Z	0.46	4.9	0.508	212	19.9	5.90	759	10.4	11.05		0.26	205	90.3	12.10	5.32	9.8	
"-19	4	"	"	"	"	"	Z	0.44	5.1	0.400	289	11.0	3.84	1032	7.4	10.70		0.20	107	46.9	7.34	3.25	12.2	

表-5 実験結果表 (B形オーガ装着時)

実験 番号	速 度 段						雪 質			オ ー ガ			ブ ロ ヲ			走 行			作 業 量	作 業 機 能 率	投 雪 距 離			
	作 業 装 置		走 行		雪 質 区 分	比 重	抗 剪 断 力 Kg/cm ²	木硬 下 式度 Kg/cm ²	回 転 速 度 rpm	ト ル Kg・m	所 要 動 力 PS	回 転 速 度 rpm	ト ル Kg・m	所 要 動 力 PS	ト ル Kg・m	所 要 動 力 PS	速 度 Km/h							
	主 変 速 機	チェーン 減速機	副 変 速 機	チェーン 減速機																				
	速			速	速													m ³ /h	t/h	m ³ /h	t/h	m		
B-1	2	L	H	3	L	L	S	0.21	1.5	0.024	214	128	3.77	764	62	6.53	205.3	0.96	0.46	321	70.6	31.19	68.6	9.5
"-2	"	"	"	2	"	"	S	0.21	1.5	0.024	216	64	1.91	771	2.7	2.93	188.8	0.40	0.20	140	30.8	23.98	6.37	5.6
"-3	"	"	"	"	H	"	S	0.21	1.5	0.024	207	21.5	6.19	740	6.0	6.17	229.0	1.51	0.68	407	89.6	32.98	72.6	7.1
"-4	"	"	L	"	"	"	S	0.23	2.0	0.033	102	46.3	6.57	730	4.6	4.64	298.4	1.94	0.61	572	81.8	33.13	72.9	6.6
"-5	"	"	"	3	L	"	S	0.23	2.0	0.033	104	32.0	4.63	745	3.6	3.91	267.5	1.24	0.44	271	59.7	31.95	70.3	8.0
"-6	"	"	"	2	"	"	S	0.23	2.0	0.033	106	21.0	3.08	756	2.3	2.42	250.7	0.51	0.20	129	28.4	24.14	5.31	4.9
"-7	3	"	"	3	"	"	S	0.26	1.7	0.032	171	18.7	4.46	1220	7.2	12.32	243.3	1.03	0.43	273	71.1	16.30	42.4	8.8
"-8	"	"	H	"	"	"	S	0.26	1.7	0.032	362	9.3	4.67	1291	6.1	11.05	203.8	0.92	0.42	238	61.9	15.14	39.4	10.3
"-9	2	"	"	2	"	"	Z	0.49	6.0	0.739	190	15.7	4.11	680	5.7	5.48			0.18	104	51.1	10.91	5.34	7.0
"-10	"	"	"	3	"	"	Z	0.49	6.0	0.739	201	33.6	9.34	718	9.9	9.94			0.41	231	116.0	12.00	6.01	8.7
"-11	"	"	"	2	H	"	Z	0.50	4.9	0.435	140	55.1	9.83	500	9.9	6.33			0.42	256	128.1	15.84	7.92	4.8
"-12	3	"	"	3	L	"	Z	0.50	4.9	0.435	191	23.9	6.37	684	9.3	8.92			0.24	146	72.8	9.54	4.77	10.0
"-13	1	"	"	1	"	"	Z	0.51	6.3	1.006	131	13.4	2.39	466	2.6	1.78			0.12	72	36.7	17.40	8.87	3.0
"-14	2	"	"	1	"	"	Z	0.51	6.3	1.006	215	11.5	3.44	769	4.1	3.79			0.11	72	36.5	9.91	5.05	5.1
"-15	3	"	"	1	"	"	Z	0.47	6.3	1.006	340	13.3	6.33	1216	6.3	10.71			0.11	66	31.1	3.80	1.83	10.9

S : シマリ雪

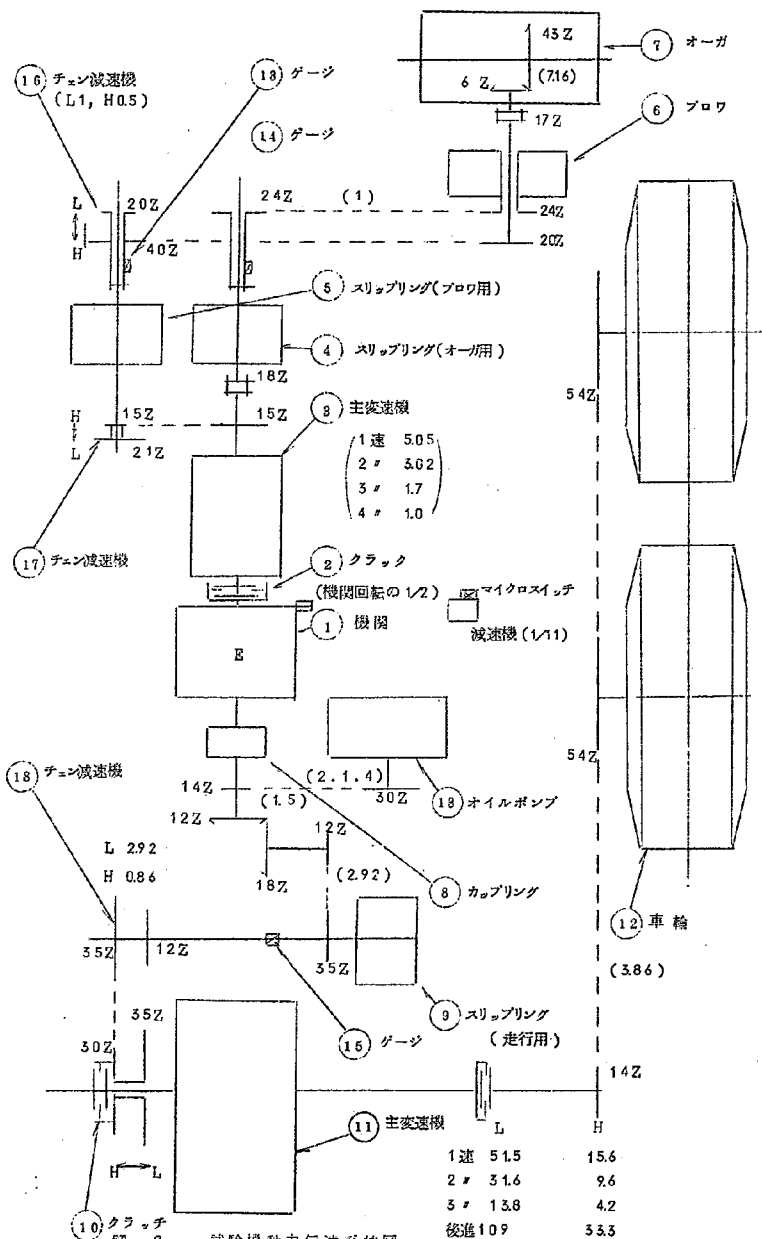
Z : ザラメ雪

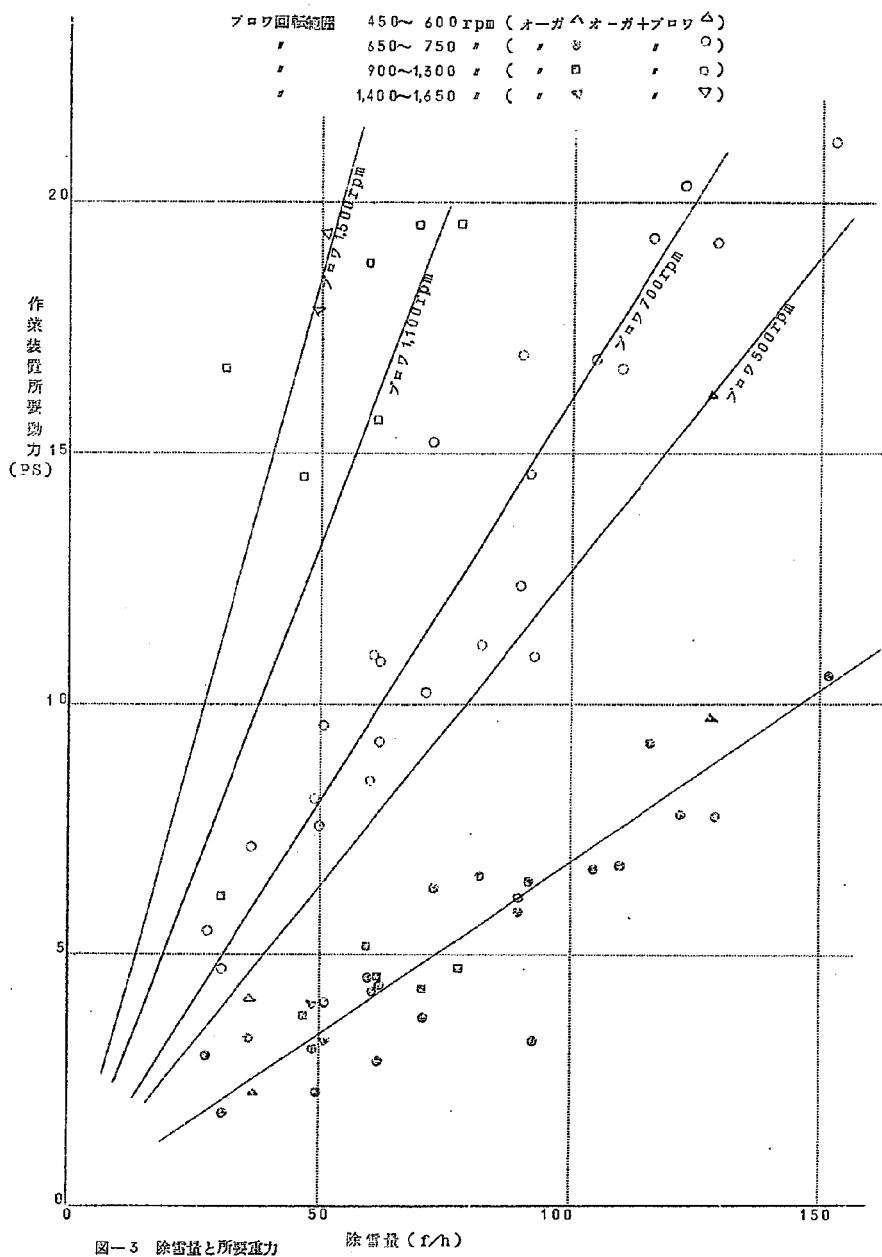
表-6 実験結果平均値

機 種 雷 質 別		A 形	B 形	F 値
ザ ラ メ	オーガ除雪能率 (t/psh)	1 5. 6 2	1 2. 3 4	6. 0 7 *
	ブロー動力効率 (%)	3 8. 4 5	3 7. 2 1	0. 4 0
	走行トルク (Kg・m)	2 2 6. 3		
シ マ リ	オーガ除雪能率 (t/psh)	1 7. 2 4	1 5. 5 4	0. 5 8
	ブロー動力効率 (%)	5 5. 2 9	5 8. 8 6	0. 4 2
	走行トルク (Kg・m)	1 9 9. 9	2 3 5. 9	3. 7 0
F 値	オーガ除雪能率 (t/psh)	0. 6 7	6. 6 9 *	
	ブロー動力効率 (%)	7 0. 6 2 **	1 8. 5 2 **	
	走行トルク (Kg・m)	3. 2 1		

* 危険率 5 % で有意差あり

** 危険率 1 % で有意差あり





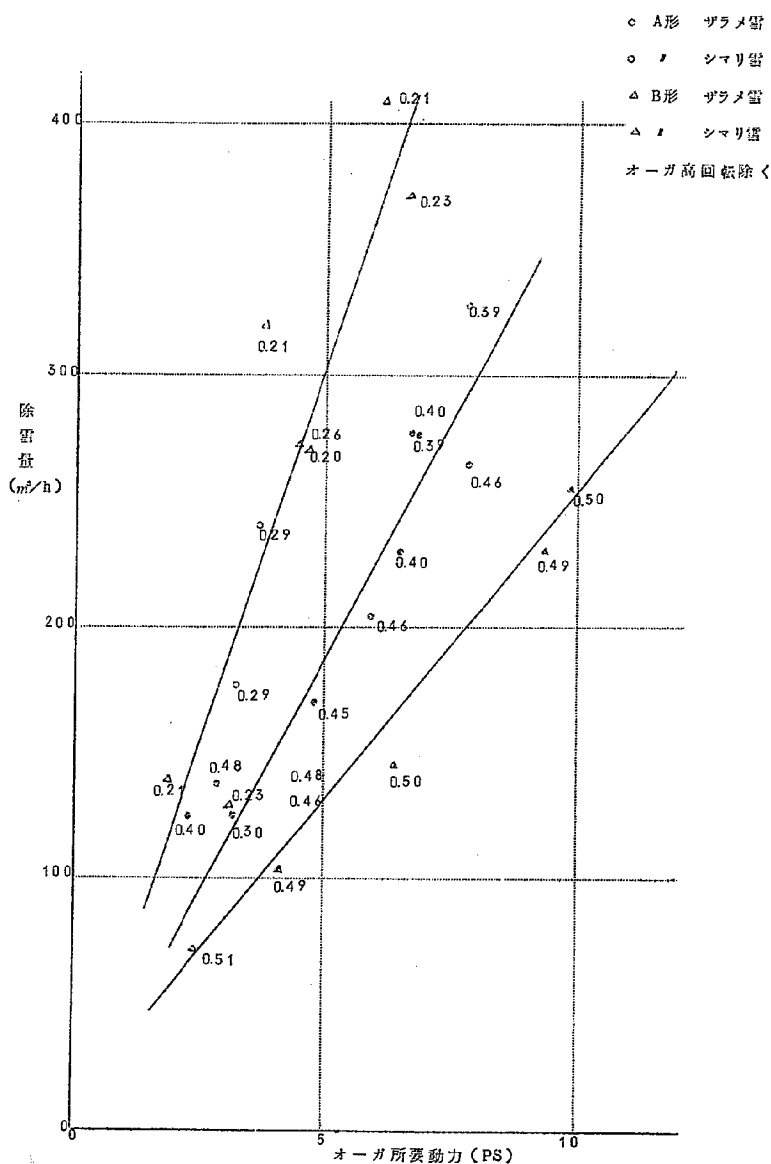
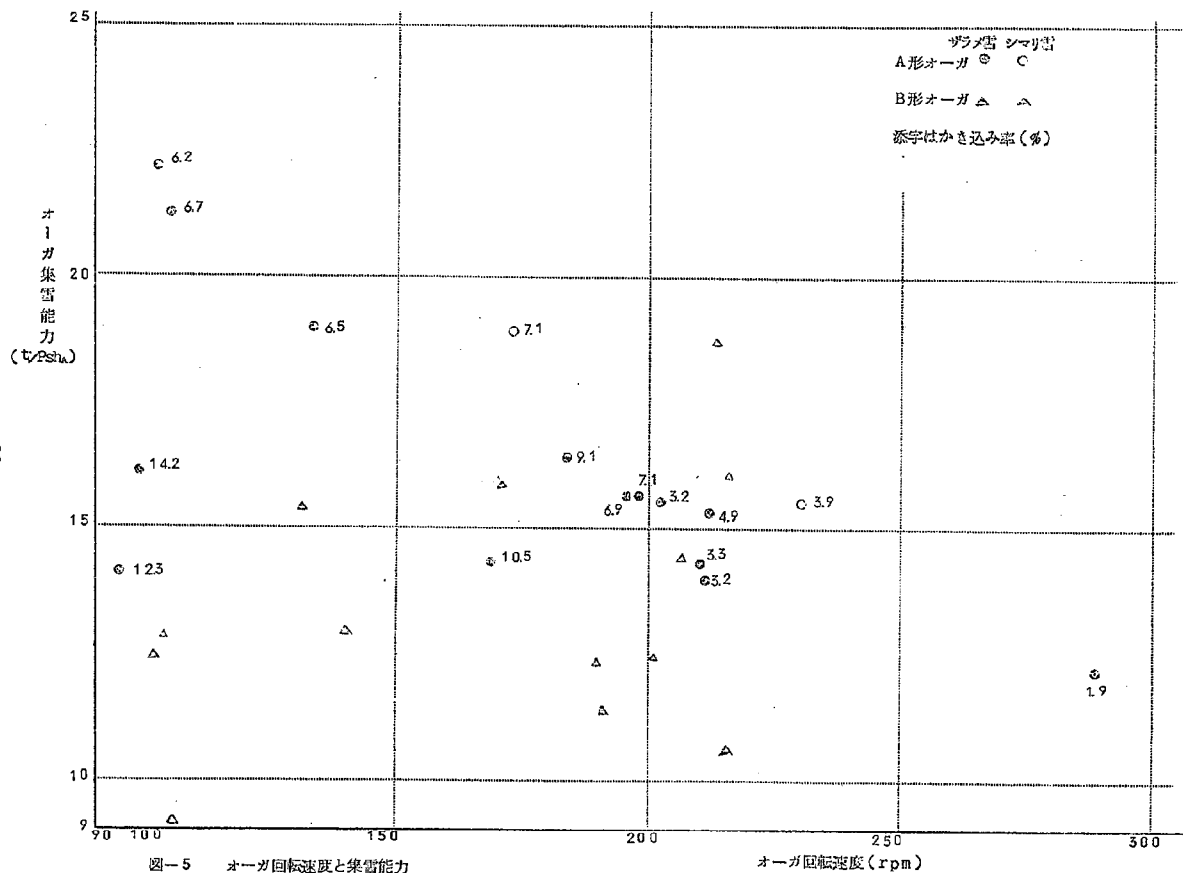


図-4 オーガ所要動力と除雪量 (m³/h) 雪比重



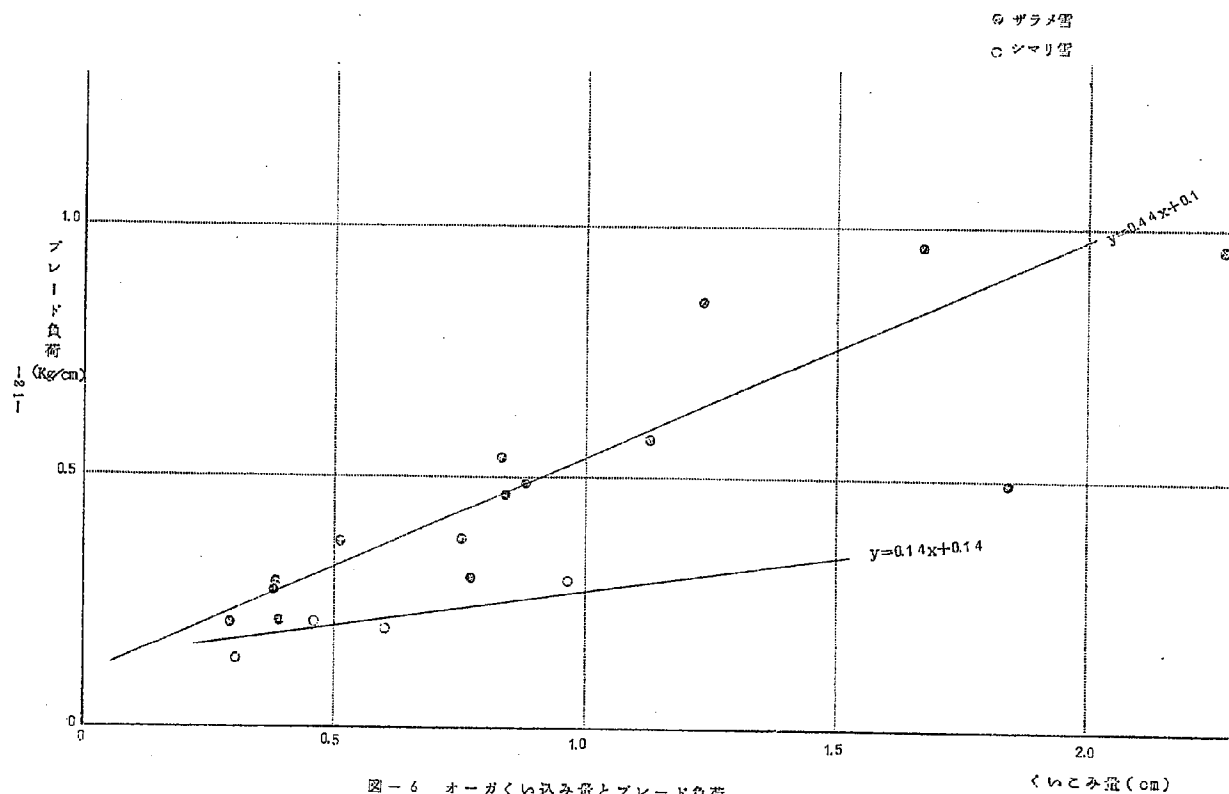


図-6 オーガくい込み量とブレード負荷

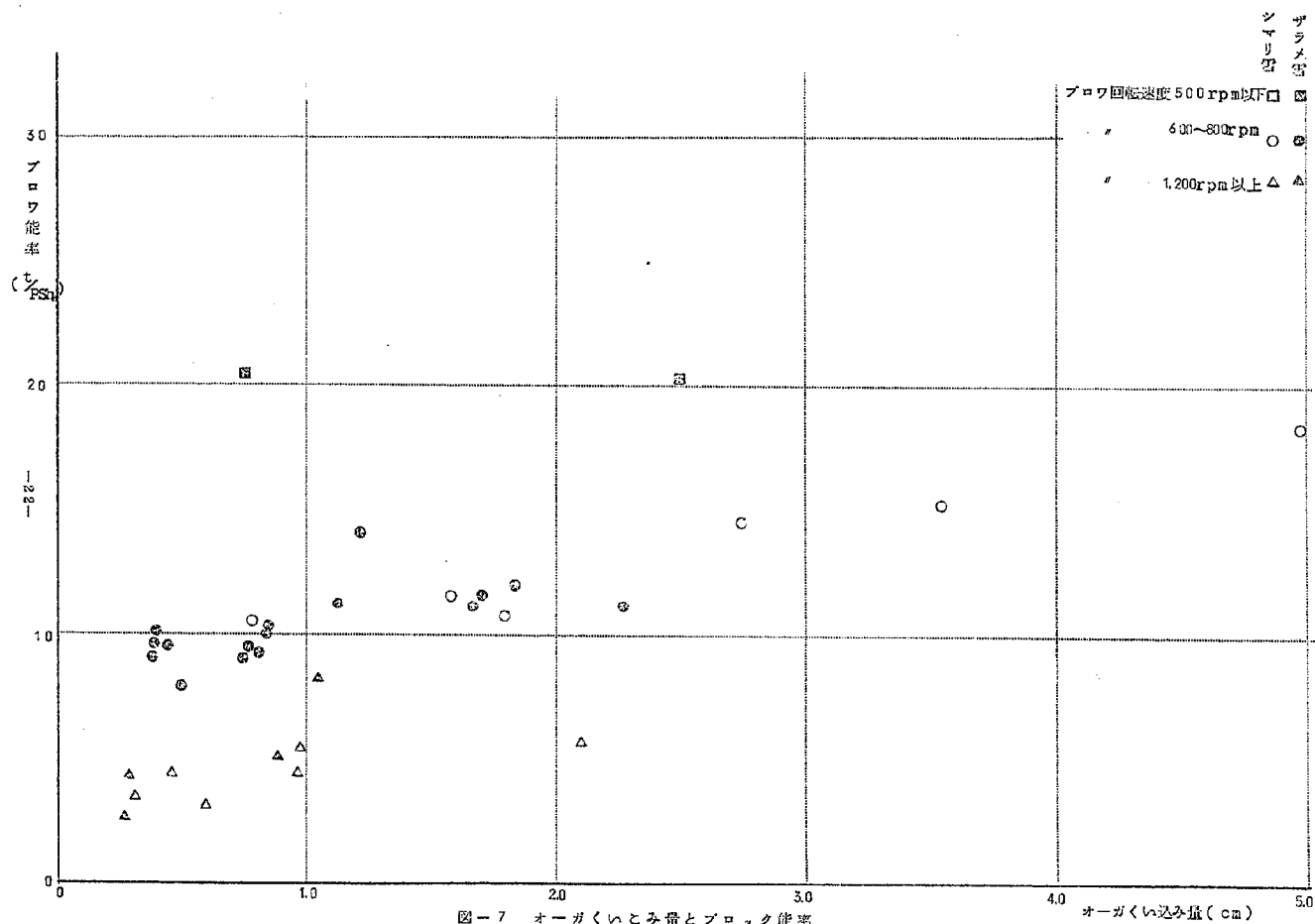


図-7 オーガくい込み量とプロッタ能率

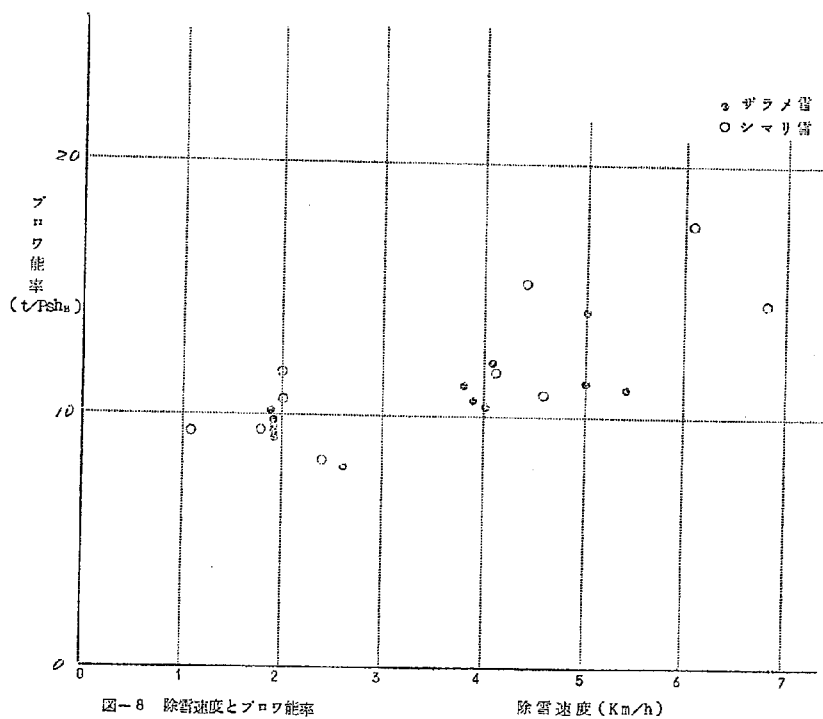
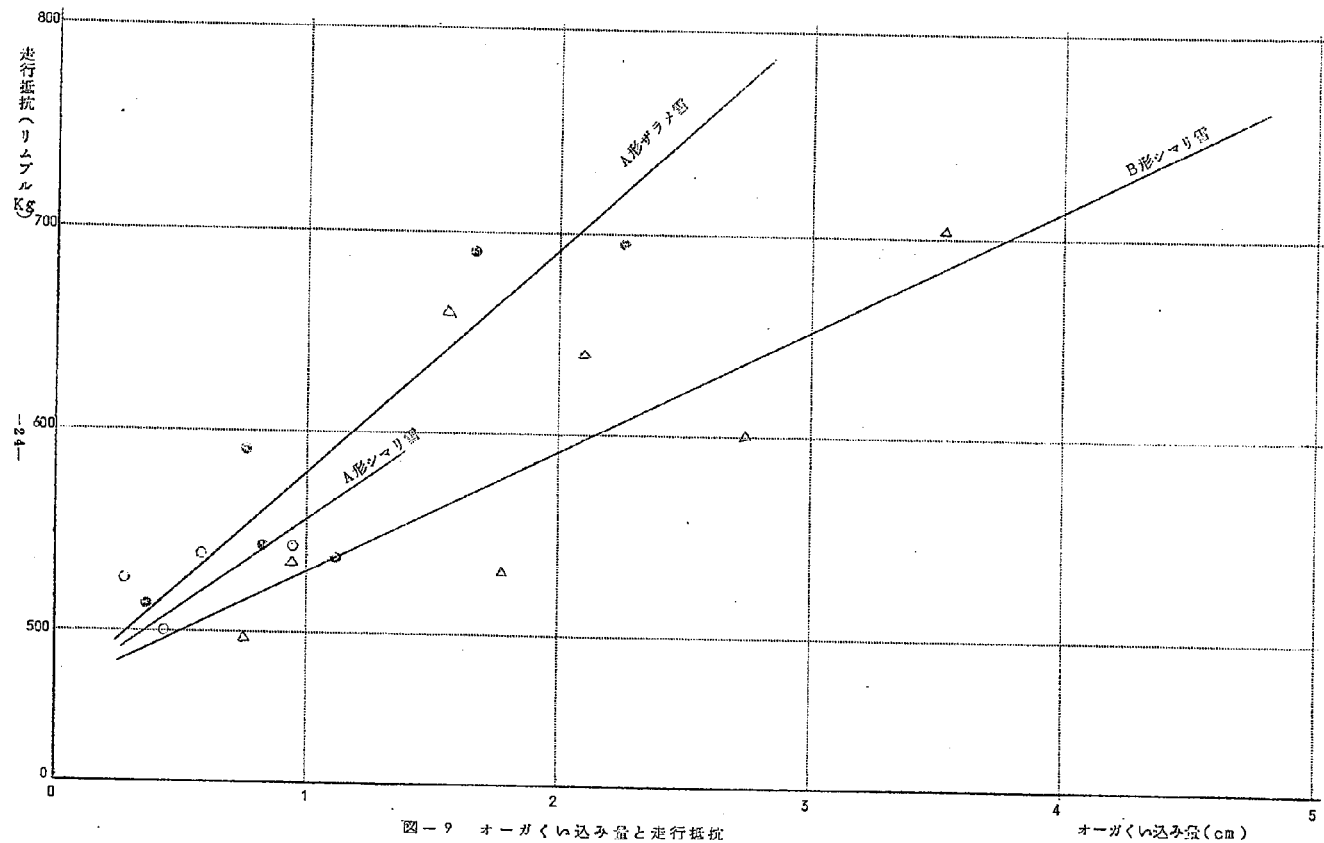
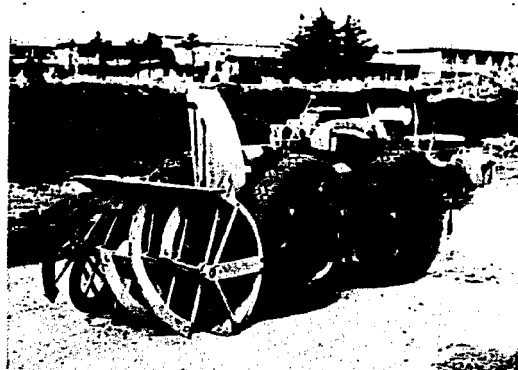
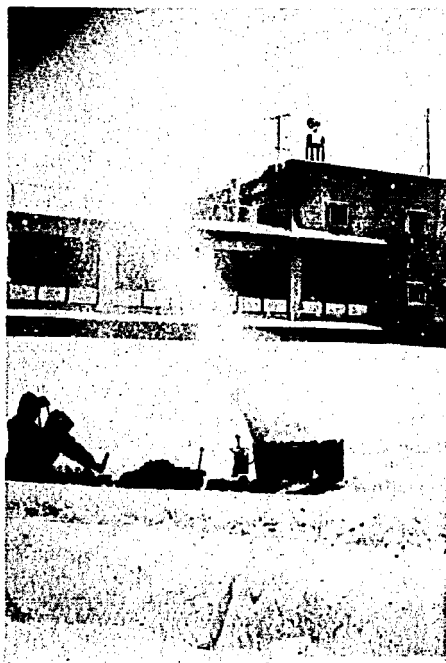


図-8 除雪速度とブロワ能率





写真—1. 除雪試験機 (A形オーガ装着時)



写真—2 実験中の除雪試験機

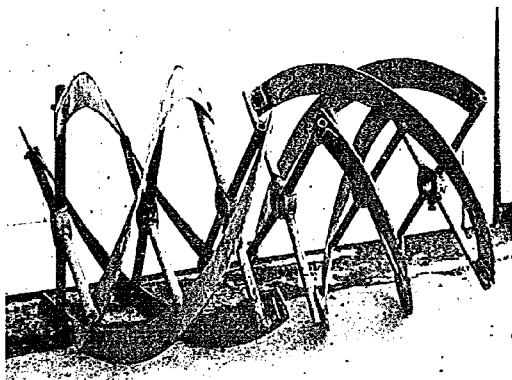


写真-3. A 形 オ - ガ

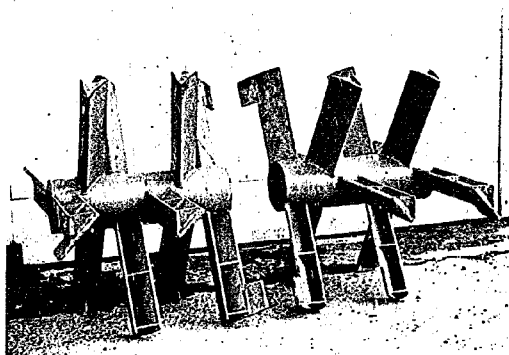


写真-4. B 形 オ - ガ