

# 土木研究所資料

第 3 2 3 号

## 除雪機械の作業性能の調査

— ブロワ形ロータリ除雪車 その2 —

昭和 4 2 年 9 月

建設省土木研究所

除雪機械の作業性能の調査  
——プロワ形ロータリ除雪車 その2——

機械研究室 長田 忠良

渡辺 勝男

目 次

|                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. ま え が き .....      | 1 |
| 2. 試験の概要 .....        | 1 |
| 2-1 試験機械 .....        | 1 |
| 2-2 試験方法 .....        | 2 |
| 2-3 試験場所および日程 .....   | 3 |
| 3. 試験結果および考察 .....    | 3 |
| 3-1 除雪能力 .....        | 3 |
| 3-2 除雪能率および効率 .....   | 5 |
| 3-3 走行抵抗およびけん引力 ..... | 6 |
| 3-4 投雪距離 .....        | 7 |
| 3-5 そ の 他 .....       | 8 |
| 4. あ と が き .....      | 9 |

| 正 誤 表 |        |                                                                                     |                                                                                       |
|-------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 頁     | 行      | 正                                                                                   | 誤                                                                                     |
| 2.    | 下より9行  | 周 速                                                                                 | 同 速                                                                                   |
| 4.    | 9行     | 周 速                                                                                 | 同 速                                                                                   |
| 5.    | 12行、分母 | P S                                                                                 | S 5                                                                                   |
| 7.    | 3行     | 除雪高さ                                                                                | 除雪深                                                                                   |
| 8.    | 6行     | 大きく                                                                                 | 小さく                                                                                   |
| "     | 21行    | エンスト                                                                                | エンエト                                                                                  |
| "     | 23～24行 | 拡幅除雪                                                                                | 拡除雪                                                                                   |
| 13.   | 表中     |  |  |
| "     | 表中     |  |  |

## 1. まえがき

昭和39年度より実施している道路用除雪機械の作業性能の調査・研究として、41年度はプロワ形ロータリ除雪車について、前年度の同形ロータリ除雪車の調査に引き続き異なる機種について調査した。プロワ形として、前年度と合せて代表的な二機種によりさらに検討が加えられ、プロワ形の作業性能について把握できた。

これらの調査は、適確に把握された作業条件のもとで作業試験を行ない、各種ロータリ除雪車の作業性能を調査し、機種を選択判定の資料とするとともに、経済的な施工法および除雪車改善の資料を得ることを目的とするものである。

この報告書は、昭和41年度実施のプロワ形除雪試験を主として検討し、40年度実施分と比較または補充してまとめた。試験は実際の除雪作業と比べてかなり過酷な作業であったが、除雪性能を多方面から考察するために行なった。また、除雪施工において交通の円滑を計るために、敏速な除雪作業等が要求されるため、高速化ということも念頭において行なった。

同一機種について、各種の雪質に対して試験を行ない、雪質と除雪性能との関連を調査しなければならないが、時期、場所の選定の困難さからして限られた雪質のみの試験であった。

結果の概要は次のとおりである。

- (1) 雪の密度  $0.45 \frac{t}{m^3}$  程度のザラメ雪でプロワ回転速度の低い範囲では、 $\frac{m}{h}$  の限界と  $\frac{t}{h}$  的限界が一致したと思われる点が測定され、能率的な施工法検討のための資料が得られた。
- (2) シュート通過断面積比は 50% 近くまで排出できた。
- (3) 一つの機種についてプロワ回転速度の低い範囲では、雪質が決まれば一義的にある程度の危険を考慮すると動力効率・除雪効率は決まってくる。
- (4) プレカッタについて食い込み量がある程度増すと、効果は小さくなるようである。
- (5) よく締まったシマリ層では除雪車の段切り作業、雪上の安定した運行が可能となる。
- (6) 投雪距離はむやみにプロワ周速を上げてても効果なく、高プロワ回転速度は容量的に増すため、投雪距離は一定距離以上は出し得なかった。

除雪機構からみたカッタ形・プロワ形・オーガプロワ形の3種類の相互比較は施工条件、雪質などによって各々有意性を持つもので単純な比較はできない。これらについては後日とりまとめて報告したい。

## 2. 試験の概要

### 2-1 試験機械

西独マーチンバイルハック社との技術提携により国産されているダブルプロワ形除雪装置について実施した。装置の機構は前年度実施したものと同形であるが、ブレードの曲面形状に独自の特徴を持つ。トラクタおよび装置駆動用機関は土木研究所所有の装置駆動用機関を荷台に搭載した試験用トラクタで、トラクタは標準車と同車種であるが、装置駆動用機関は標準車のものより一段大形である。試験用トラクタに装着した状態を写真-1、三面図を図-1に示す。除雪装置の仕様は次のとおりで、試験用トラクタについては40年度と同じ車で、41年7月土木研究所

資料第199号に示してある。

除雪装置標準仕様

|        |                                                                                                                                             |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 型 式    | 日車バイルハックHS12形                                                                                                                               |
| 最大除雪幅  | 2,000 mm                                                                                                                                    |
| 標準除雪高さ | 950 mm                                                                                                                                      |
| 最大投雪距離 | 40 m (理論値)                                                                                                                                  |
| ブ ロ ワ  | 外径820 mm (ブロー先端)、個数2個<br>ブロー回転速度 1速 278 rpm<br>2速 367 rpm<br>3速 609 rpm                                                                     |
| ブレカッタ  | 3個 (ブロー軸先端各1個、装置中央上部1個)<br>ブレカッタ長さ 880 mm (ブロー軸装着)<br>1,170 mm (装置中央上部装着)                                                                   |
| 装置用機関  | 三井ドイツBAL514形ディーゼル機関<br>連続定格出力 112 $\frac{PS}{2,000rpm}$<br>(試験車仕様 三菱 6DB10CT形ディーゼル機関)<br>連続定格出力 135 $\frac{PS}{1,800rpm}$<br>作業時最大出力 152 PS |
| 装着トラクタ | 三菱2W400形特殊作業車                                                                                                                               |
| トラクタ機関 | 三菱4DQ1形ディーゼル機関<br>作業時最大出力 38 $\frac{PS}{2,500rpm}$                                                                                          |

2-2 試験方法

JISのロータリ除雪車性能試験方法に準じて行なった。

代表的な全幅除雪の試験条件は40年度とはほぼ同じに設定したが、除雪高さは実際には積雪状況によって一定に保つことができず、110cm前後で40年度より高く、土道上40~50cmの雪を踏みかためて除雪した。写真-2に示す。雪質は雪の密度が0.45  $\frac{t}{m^3}$  前後のザラメ雪で、硬度・剪断力・含水率は40年度と比べてたぶん相違がある。試験方法は除雪装置速度段を一定にして、1コースを車速だけを連続に変化させ、同一装置速度段 (ブロー同速一定であるため投雪距離が一定となる) と除雪高さのもとでの除雪速度の相違による関連事項を追求する立場で実施した。

試験条件の概略は次のとおりである。

(1) 全幅除雪

|         |                              |
|---------|------------------------------|
| ブロー回転速度 | 240、370、550、850 rpm          |
| 除雪速度    | 0.3~1.5 $\frac{km}{h}$       |
| 平均除雪高さ  | 1.12 m                       |
| 雪 質     | ザラメ雪 (場所によりかなり締ったシコリ雪層があった。) |

平均雪の密度  $0.45 \frac{t}{m^3}$

(2) 新雪除雪

|         |                                 |
|---------|---------------------------------|
| ブロー回転速度 | 370、550、850 rpm                 |
| 除雪速度    | $0.6 \sim 2.4 \frac{km}{h}$     |
| 除雪高さ    | 0.31 m                          |
| 雪 質     | 新雪 平均雪の密度 $0.102 \frac{t}{m^3}$ |

(3) 拡幅除雪

|         |                                          |
|---------|------------------------------------------|
| ブロー回転速度 | 370、550 rpm                              |
| 除雪速度    | $0.3 \sim 0.9 \frac{km}{h}$              |
| 平均除雪断面  | 0.3 m <sup>2</sup>                       |
| 雪 質     | ザラメ雪まじりシマリ雪、 平均雪の密度 $0.25 \frac{t}{m^3}$ |

試験において計測した項目・計測器類および計測方法は表-2に、計測器類の装着箇所および動力伝達系統は図-2に示す。40年度とはほぼ変りはないが、計測の合理化と精度を増すために電磁オシログラフ・自動除雪距離検出の距離計を採用し、剪断力測定用に土質試験用に使用されているベーン剪断試験器の簡易型を製作し測定してみた。

2-3 試験場所および日程

昭和42年2月8日より2月16日間、新潟県新井市市民グラウンドおよび土木研究所新潟試験所付近の県道上で実施した。試験日程を表-3に示す。

3. 試験結果および考察

おもな計測値および計算結果を表-1に示す。なお解析には試験回数が多く全般に雪質が均一として扱いうるザラメ雪・雪の密度  $0.45 \frac{t}{m^3}$  ほどの全幅除雪試験値を使用した。

3-1 除雪能力 ( $\frac{m^3}{h}$ ,  $\frac{t}{h}$ )

試験除雪装置の性能の調査とともに、40年度実施できなかったブロー形の基本的特性について検討を行なった。基本的特性について追求する場合、目的とする条件以外の変動因子をできるだけ少なくしなければならないが、今回の試験は短期間（ザラメ雪全幅試験は5日間）であったため雪質は  $0.45 \frac{t}{m^3}$  前後のザラメ雪、除雪高さは1.1 m前後で雪質と除雪高さはおむね一樣な条件としておさえることができた。

上記条件のもとで、まず除雪車の性能の検討は除雪能力すなわち時間当りの除雪量  $\frac{m^3}{h}$ 、 $\frac{t}{h}$  を増加させることである。それにはブロー内に飲込んだ雪体積を排出するのに見合っているだけ車速をあげることである。しかし、一方塔載装置駆動用機関出力も限度があるため、消費動力がこの最大出力以下の範囲内でなければならない。図-3は連続定格出力135 PS、作業時最大出力152 PSの機関のもとでブロー回転速度に対する  $\frac{m^3}{h}$  をザラメ雪についてプロットしたものである（40年度分を含む）。同一ブロー回転速度に対して  $\frac{m^3}{h}$  に幅があるのは除雪速度の差による作業量の大小によるもので、上端の点は、作業時最大出力に近い動力を費している。ここで飲込み率について考えてみる。ただし飲込み率は、食い込み量 ( $\frac{cm}{rev}$ ) に除雪断面 ( $m^2$ ) を

乗じた値 ( $\frac{m}{rev}$ ) のブロワ容量 (ブロワハウジング内にあるブレードの部分の部分が1回転する時その占める空間の体積で、ブロワハウジングより出たブレード先端部はブレイカの作用をするもので、ブロワ容量とみなさない。) に対するパーセンテージで示す。同一ブロワ回転速度では  $\frac{m}{h}$  の幅は飲み込み率の大小による。飲み込み率の最大は79%で、その時は機関定格出力以下であるため、除雪装置の飲み込み能力と考える。この試験条件のような前面に雪壁があり雪が拘束されるとともに散逸を防ぐような施工条件のもとで、しかもブロワ軸方向にスクリュオーガ状のブレードをもつブロワでは飲み込み率も相当に大きな値を示す。

つぎにシュートの効率を表わすシュート通過断面積比  $\left\{ = \frac{Q}{A} \times \frac{1}{v} \times 100 (\%) \right\}$ 、 $Q$ ；除雪能力 ( $\frac{m}{s}$ )、 $v$ ；ブロワ同速 ( $\frac{m}{s}$ )、 $A$ ；シュート断面積 ( $m^2$ ) この除雪装置は  $0.224 m^2$  である  $\left\{ \right.$  については最大47% (最大飲み込み率時と同じ) となる。これはシュート内を雪が一定の厚さで層状に流れたと考慮して算定したものである。しかし、実際のシュート内の雪粒はブロワブレードによって間けつ的に排出されるため、シュート入口部分で圧縮されることになる。この時の投雪状態は不安定であり、除雪量を少し増すと所要出力が著しく大きくなるように観測され、このへんが安定した状態で作業ができる限界のようである。最大除雪量測定時は、体積的には明らかにシュートの断面積により飲み込み率は制約されたようである。軽い雪を対象にした場合重い雪より圧縮率は大きいため除雪体積はあがり、飲み込み率も増えると思う。なお、最大飲み込み・シュート通過断面積比時では所要動力はおよそ112 PSで標準車仕様からすると、機関連続定格出力112 PSであるため動力的にも限度である。したがって標準車の  $\frac{m}{h}$  的な限界と  $t_h$  的な限界が一致した試験条件と思われる。シュート通過断面積比はシュートの角度・シュートの内面仕上げの程度等によるが、試験装置のようなスクリュ状のブレードを有するブロワによっても大きくなるものと考えられる。シュート入口部における雪の圧縮等によるエネルギー的損失も考えられるが、条件がよければ50%近い値と見なししてさしつかえないようである。

最大除雪能力は最大飲み込み率の時で  $3.506 \frac{m}{h}$ 、また重量的にも  $1.557 t_h$  と最大である。その時のブロワ回転速度は  $231 \text{ rpm}$  (ブロワ周速  $2.2 \frac{m}{s}$ )、投雪距離  $7.8 m$  で安定した状態で作業が横行できる範囲である。ブロワ回転速度が増すに従い  $\frac{m}{h}$  が低下するとともに、飲み込み率も同様に低下する。これは機関の出力的な限界によるもので、ブロワ回転速度  $370, 550 \text{ rpm}$  で各々飲み込み率が20、10%と見積られる。したがって  $0.45 t_m$  の重い雪の除雪では投雪距離の許せる範囲内でブロワ回転速度を落して作業すべきである。

40年度実施したシュミット形ではブロワ容積は  $0.32 m^3$  と算定されパイルハック形と同じ値となる。ただし、40年度土木研究所資料第199号ではブレード先端部を入れて算定したので  $0.398 \frac{m}{rev}$  となり、飲み込み率を小さく算定していることになる。したがって40年度分を比較するには約20%増して修正しなければならない。シュミット形とパイルハック形のブロワ形状寸法を比較すると、同じブレードの容積でブロワ直径は前者が後者より大で、逆に奥行は後者が前者より大である。 $\frac{m}{h}$  について両者は図一3からして有意差はない。

装置機関出力についてみると、ブロワ形除雪車は除雪量がカッタ形のようにカッタ容積で制約されると違い、一般作業のほとんどが機関出力において制約される。試験車の装置変速段で4

速、5速は車速をかなり低速にしないと作業が困難となり、装置機関の回転速度の低下が目立つ表一1の測定結果で試験機条件、作業速度段4、5速を参照すると車速をかなり落して作業していることになっている。標準車について試算すると、試験した雪質 $0.45 \frac{t}{m}$ で標準除雪高さ $0.95 m$ の積雪を全幅除雪するとして、装置機関連続出力 $112 PS$ いっばいの作業をしたとしよう。図一4より除雪能力は1速で $1.250 \frac{t}{h}$ 、2速で $700 \frac{t}{h}$ 程度と推定される。雪体積として1速 $2.780 \frac{m^3}{h}$ 、2速 $1.560 \frac{m^3}{h}$ となり、車速は1速 $1.46 \frac{km}{h}$ （飲込み率52%であるので容積的制約はない。）2速 $0.82 \frac{km}{h}$ の除雪速度で行なうことができる。3速について算定を試みると $0.3 \frac{km}{h}$ となり実用的でない。この速度段は軽い雪に対して容量を増すために設けたものと思われるが、軽い雪に対する試験は十分できず、雪の圧縮率、圧縮エネルギーについてつかめていないので実際の効果は分らないが、新雪除雪データよりみて、動力効率 $\eta = 15\%$ 、雪の密度 $0.1 \frac{t}{m^3}$ 、飲込み率13%として、標準車ではやはり機関出力不足となる。

$$\left( \text{動力効率 } \eta = \frac{2.07 \times 10^{-4} \times \frac{t}{h} \times R^2 \times N^2}{0.5} \right) (\%) \quad 41 \text{ 年 7 月 土木研究所資料第 199 号参照}$$

図一5は試験機ならびに標準車の機関性能曲線、試験結果にもとづく作業可能最低ブロー回転速度およびブロー動力効率等によって作図したものである。試験時における作業姿勢の自然積雪の全幅除雪は、この種除雪車の作業条件としては最も能率のよいものであり、安定した状態で作業ができる範囲で作業速度を大きくした状態である。その時の動力効率 $\eta = 25\%$ 程度となり、一般的な道路除雪作業ではこれ以上効率を望むことはできないと思われる。ここで、動力効率 $\eta = 25\%$ は図一6より推定したものである。この図からみて、標準車において $250 \sim 270 \text{ rpm}$ 程度のブロー回転速度の範囲内で作業を行なうのが効果的である。すなわち第1速度段で通常の作業を行なうのがよい。

参考までであるが、試験No11の直後車速を速めて雪中に突入した試験を行なった。除雪距離は $2.5 m$ 程であったが、最大 $3.940 \frac{m^3}{h}$ 、 $1.749 \frac{t}{h}$ 、飲込み率86%、シュート通過断面積比51%を計測した。しかしその後、雪はブロー内に飲込まず、走行トルクを増して雪上における最大けん引力程度まで上昇して前進不能となった。いろいろ原因は考えられるが、とにかく不安定な除雪作業状態であった。

### 3-2 除雪能率および効率

除雪効率 $\frac{t}{psh}$ は除雪装置の能率面から見た能力表示であり、機種形の大小を問わず能力を比較できる。試験装置の $\frac{t}{psh}$ を前年度に引続きブロー周速との関係について調べた。図一6はそれをグラフにしたものである。理論上雪を投出させる運動エネルギーは周速の2乗で増加する。いま動力効率 $\eta = 25\%$ と見込んで動力効率の式よりブロー周速に対する $\frac{t}{psh}$ の線をグラフにとった。試験によつては多少線より上下しているが、かなり集中しており、少々危険をもってその機種の雪質に対する動力効率 $\eta$ を一義的に $\eta = 25\%$ と見なせ得る。そして雪質・機種の差による $\eta$ の値により上下に平行移動するものと推定される。ただし $\eta$ の周速による影響は後述するが、周速をあまり上げない範囲内とする。

ブロー周速 $9 \frac{m}{s} (225 \text{ rpm}) \sim 12 \frac{m}{s} (300 \text{ rpm})$ で $16 \sim 9 \frac{t}{psh}$ の値をとる。

40年度の同じブロワ周速範囲で平均  $8.1 \frac{t}{psh}$  とくらべると能率がよく、原因については雪質・施工条件・機種の相違が考えられる。

新雪除雪では試験回数も少なくはつきりしたことは言えないがザラメ雪よりは低い。拡幅除雪は除雪断面が直角2等辺三角形に近い  $0.3 m^2$  で、後述するシュートのつまりによる能力以上のブロワ回転速度の増速、路肩の危険物の確認など作業上のむずかしさから、車速を十分にあげられないことなどからして、平均  $1.25 \frac{t}{psh}$  とはるかに悪い。

$\frac{t}{psh}$  を大きくするには、 $\frac{t}{h}$  を増加させることが効果的である。すなわちブロワ回転速度を落して車速を速くする。

しかし、軽い雪に対して実際施工においては機関出力に余裕があり、飲み込み容量を大にするために一般にはブロワ回転速度を上げ、結果的には  $\frac{t}{psh}$  が小さくなる。

拡幅除雪において、除雪断面積は  $0.3 m^2$  であったが、これは雪堤の形状にも左右されるが、ブレカッタ、ブロワの攪拌によって、雪が装置前面を通り越して道路中央部に投げ出される事態が発生し、除雪断面を大きくとれないためである。

現場における拡幅作業時の除雪断面積についての資料は少ないが、過去の試験結果等よりみて、一般に考えるより実際にはかなり小さくなっているのが事実と思われる。

新雪除雪時における除雪幅の拡大および拡幅除雪時における道路中央部への雪の飛散を防ぐ意味を兼ねて、ウイングも製作されているが、これを装着しての実験は行なうことができず、その効果は解らない。

投雪距離を考慮した除雪効率についてみると、この値は除雪装置の効率を表わすのにもっとも実際的表示方法である。試験装置はおよそブロワ回転速度  $230 \sim 300 \text{ rpm}$  について平均  $21.6\%$  である。それ以上の回転速度になると、ブロワ形の特徴である投雪幅が著しく拡がり投雪距離の測定がむずかしいことと、後述するが、エネルギーの投雪距離と実際のJISで規定している測定方法による投雪距離との差ができて、真の除雪効率を表わしていない。40年度実施分については平均  $13.3\%$  で差が見とめられるが、このことについては検討中である。

### 3-3 走行抵抗およびけん引力

走行抵抗は除雪車の全重量、除雪装置前部の回転しない面積（ブロワをとりまくカッティングエッジおよびくさび状のブラウ部の面積）の大小により左右する。その他施工条件・路面状況・輪荷重分布・タイヤ内圧等も考慮しなければならない。

40年度は全輪駆動であったが、41年度は雪上走行のため、直進性を考えてすべてデフロク駆動で実施した。その試験結果を表-4に示す。

全幅除雪試験は前述したとおり路面上を  $40 \sim 50 \text{ cm}$  の雪（シマリ雪層または小粒のザラメ雪）を車輪が踏むような段切り除雪であった。このような除雪作業ができたことにより段切り除雪の可能性が分り、このような雪質上ではタイヤが十分支持でき、運転員の技倆のいかんによって段切り除雪、雪上運行も可能となる。

平均作業時走行抵抗は  $2,077 \text{ kg}$ （リムブル、以下同じ）、最大走行抵抗  $2,505 \text{ kg}$  で最大けん引力  $4,896 \text{ kg}$  のおよそ  $\frac{1}{2}$  で十分余裕はある。無負荷時で雪を踏み固めながら走行する

ための抵抗は  $1,071 \text{ kg}$  として、装置前面にかゝる雪のために生ずる抵抗は約  $1,000 \text{ kg}$ 、単位除雪面積当り約  $0.05 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  と算定され40年度実績にくらべると大きくなっている。これはブラウ切削部分に厚いシマリ雪層があったため突込み力が増大したこと、除雪深が大きかったためブロウハウジング左右および上部で雪を押すことになり、著しく増加したものと推定される。なお、除雪装置の除雪断面積に対する回転部分の占める割合は概算で70%である。

最大けん引力はアスファルト路上の約10.9%増の  $4,896 \text{ kg}$  (粘着係数  $\alpha = 0.78$ ) を示している。これは走行タイヤがシマリ雪層で支持され、タイヤチェーンおよび大柄なパターンのラブタイヤのために支持雪に対しラックとビニオンの関係となり、アスファルト路上より高い値になったと思われる。この値は作業中(ブレカッタなしの試験、瞬間最大飲み込み率86%後のつまり時)においても同じであった。

舗装路上の高速拡幅除雪のために表-4に示すとおりアスファルト路上における走行抵抗試験を実施した。試験値より次のことが考えられる。

- i) 無負荷(トラクタの走行のみ)の走行抵抗は車速  $10 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  以内までの測定だけであるが、その範囲ではほとんど差はみられなかった。
- ii) 全輪駆動とデフロック駆動との走行抵抗は1:1.04でほとんど差はないが、けん引力については1:1.32と効果があることが分る。粘着係数  $\alpha$  として、デフロック駆動  $\alpha = 0.72$ 、全輪駆動  $\alpha = 0.54$ 、後輪駆動  $\alpha = 0.39$  である。
- iii) 拡幅除雪試験については、前述したとおり除雪断面  $0.3 \text{ m}^2$ 、雪の密度  $0.25 \frac{\text{t}}{\text{m}^3}$  シマリ雪とザラメ雪がまじった雪質で、作業時走行抵抗  $930 \text{ kg}$ 、無負荷時  $500 \text{ kg}$  とみると、除雪装置前面にかゝる雪のために生ずる抵抗は約  $450 \text{ kg}$ 、 $0.15 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  となる。全幅除雪試験の  $0.05 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  に比べて大であることは除雪面がブロウ下部のブラウ部に大部分を占めているので、いわゆるブラウ除雪に似た状態となるためである。なお新雪では  $0.06 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$  であった。

### 3-4 投雪距離

ブロウ形除雪車はブロウの機構上、ブロウ回転速度を上げると雪粒子間には周速まで加速されずに放出される粒子もあり、投雪偏はかなり大となり、投雪距離の測定に困難をきたす。JISICもとづき車体中心より最高所までの距離をとったものを図-7に示す。

最低投雪距離は作業限界ブロウ周速  $v = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  で  $5 \text{ m}$  と推定される。これは理論投雪距離  $L = \frac{v^2}{g}$  線のわずかに下まわる点である。周速を増してゆくと、理論線より離れ、 $v = 17 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  程度(ブロウ回転速度  $424 \text{ rpm}$ )で横ばいになる。最大投雪距離は  $2.3 \text{ m}$  程度である。 $v = 24 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  まで上げると投雪距離は低下している。それは雪粒子がその周速まで加速されない前にシュートより放出されるか、動力的限界により  $t_{\text{h}}$  が少なくなり、シュート通過断面積比が小さいために、雪粒子の凝集力がなくばらばらの状態で放出され、空気抵抗によりエネルギーを消費するためと考えられる。

投雪距離の測定は投雪の能力を表示すると同時に、投雪距離の異なるものの除雪能率を比較する除雪効率値算出に必要な値である。投雪能力表示には投雪した最高所をもって表わすことが妥当であるが、除雪効率を検討するための投雪距離はエネルギーの面から考慮された値でなければな

らない。そこで投雪された雪の重心位置、最高所および理論投雪距離の関係について調査を試みた。それを図-8に示す。ブロウ周速が大となると最高所と重心位置がずれてくる。現状の除雪効率の算定には最高所を投雪距離としているが、真値である重心位置の投雪距離とに補正する必要がある。投雪距離は除雪量の多少によっても変動する傾向があり、データ数も少ないので一概に言えないが、最高所に対する重心位置の距離の割合は、最高所までの距離6.5mで0.97、1.2mで0.88となっている。現状であると、ブロウ周速が大になると除雪効率は実際より小さく見積られることになる。一方動力効率は投雪距離を理論投雪距離まで到達したとみなしたブロウ周速で換算した効率であり、雪粒子がすべてその周速まで加速されてシュートを出たものと見なした前提である。実際の投雪分布からして周速まで加速されずに放出される雪、空気抵抗、シュートの摩擦抵抗を無視しているため除雪効率より大きな値となる。動力効率がブロウ周速にともない増加するのは、実際には周速まで加速されずに排出される雪のエネルギーが小さく見積られているからである。

### 3-5 その他

#### i) 燃費

装置用機関の燃費は平均  $24.2 \frac{\text{g}}{\text{h}}$  で、平均動力95.3 PS から計算して  $212 \frac{\text{g}}{\text{psh}}$  となる。39年度実施分のカタ形  $251 \frac{\text{g}}{\text{psh}}$  に比べて少ない。カタ形は機構上除雪装置内部における雪の圧縮ということが少なく、一定量以上の雪はかき込めないで、カタ回転速度をあげるなどのほかは一般に所要動力は小さく、通常、機関定格回転速度以上の回転で作業を行なうことが多いためと思われる。一方ブロウ形ではブロウ先端でかき込む量は車速に比例して増大し、操作によっては定格回転速度近辺に機関の回転を保持することができ、機関特性の最も効果的な回転速度範囲で作業することが多いためと思われる。一方カタ形とは逆にトルク不足による回転低下およびエンストの事態が発生する。

#### ii) シュートのつまり

試験で対象とした雪質についての全幅除雪ではシュートのつまりはなかった。しかし拡幅雪では雪を吸入しない側のシュートのつまりがたびたび生じた。このシュートのつまりはブロウの回転速度には関係はないようである。原因として、雪の吸入量が少ないため雪粒子が層をなせずに別々にシュートに導かれ、十分加速できずにシュート出口部分に落下堆積するもので、後から十分に加速された多量の雪が送り込まれた場合には貫通することもあったが一般にこれが成長してシュート全面積をふさぐこととなった。ブロウ回転速度の高いセットでの試験では出力不足となることは前に述べたが、そのために回転速度が低下し、シュートから雪が柱状になって排出した。試験No 33、No 38などは雪が柱状に排出し、その直後装置用機関がストップしている。

#### iii) シャーピンの効果

試験時にはシャーピンの切損はなかった。過負荷のための機関回転速度の漸次低下においてもシャーピンは切断なくエンストを起している。一般路上でのグレーダ等で排除した路肩の氷状の塊まじり雪を拡幅除雪試験をしたが、雪中に突入するとすぐプレカタ部で瞬間に切れ、計器のオシシロには記録されなかった。このことにより、路上の障害物に当たった場合、

機関ならびに、その伝達系統を保護するシャービンの本来の目的を満足しているものと思う。

#### iv) ブレカッタの効果

雪質・除雪高さとも全幅試験と同じ条件で、ブレカッタを取りはずしてブロワのみの除雪作業を行なったが、少しの雪の飲み込みもできず車の進行にともなう雪を前に押しつけるのみで車の走行抵抗を増し、タイヤがスリップするまで前進したが、除雪はできなかった。

ブレカッタを取付けた状態での作業も、食い込み量を増すとブレカッタなしと同じような状態になり、除雪不能になることが考えられる。一例として、車速  $1.7 \frac{km}{h}$ 、ブロワ回転速度  $238 \text{ rpm}$  の試験では作業続行不能になったことがあった。この時の雪の状態は下部にシマリ雪層があるもので、車速、ブレカッタ回転速度より算出すると  $5.9 \text{ cm}$  のピッチで雪壁を切り崩すことになるが、ブレカッタ先端部ではシマリ雪層にねじ状の溝を切って進んでいて完全に雪を切り崩していない。これを車の進行にともなうブロワ部分で破壊する訳であるが、ねじ山に相当する部分を破壊するための抵抗がかなり大きいように思われる。この時の走行抵抗は自己の走行抵抗分を含めて  $2,500 \text{ kg}$  と測定されている。したがって除雪の高速化ということでは、ブロワ自体の回転速度の高速化は動力的な面から見て不経済であるが、ブレカッタ自体の回転速度を上げるか、本数を多くするなど切り崩しピッチについてなんらかの処置を考える必要があるものと思う。

#### v) 雪質

除雪装置と雪質との関連は、はっきりした結論にはいたっていない。雪の密度は重量という雪質を表わす1因子で、除雪能力  $t_h$  算出の重要な値でもあり、測定値もかなりバラツキが少ない信頼のおけるものである。この試験結果をまとめるにあたり密度だけを用いているのが現状である。ベーン形剪断力計は十文字の一片  $5 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$  計4枚のベーンをつけたロードを積雪深に応じて埋め込み、ベーン部の剪断破壊時の最大トルクを読取るものである。これを41年度新に採用試験して同じ剪断力を測定するハンゴ形と比較検討した。ハンゴ形指示値と危険率5%で相関がある。 $(n=12 \text{ 相関係数 } 0.649)$  使用容易さはハンゴ形よりすぐれている、また雪層を乱さない点においてもよい。以後ベーンの寸法、測定値の精度、読取り易さなど検討を加えてさらによい計器が期待できるようである。含水率は今回全幅除雪試験時は0%もしくはわずかにプラスのみであった。試験のほとんどは降雪中で行なった。

#### 4. あとがき

自然条件によって限られた雪質、降積雪状況のもとでの試験であるので、この結果だけで性能をうんぬんすることは危険であるが、比較的重い雪に対する中形のブロワ形ロータリ除雪車の特性が把握できたものと思う。しかし降雪直後の軽い雪に対する容量的解析および拡幅除雪における能力については資料不足により検討はできなかったが、各地における試験結果と合せて別の機会にまとめてみたいと思っている。試験は干田、佐々木、笠井、斉藤各技官の参加を得て実施したものである。なお試験を行なうにあたっては、土木研究所新潟試験所および日本車輛製造K. K. に多大な協力をいただいたので、ここに記して謝意を表したい。

表-1 測定結果

| 試験種類 | 試験番号 | 試験車条件   |        | 雪質     |                  |          |       |             |        | 作業機  |       |      |       |       |      |
|------|------|---------|--------|--------|------------------|----------|-------|-------------|--------|------|-------|------|-------|-------|------|
|      |      | 作業機速度段速 | 走行速度段速 | 雪の分類   | 雪の密度             | 剪断力      | 木下式硬度 | 力計式硬度       | ドイツ式硬度 | 機転関速 | 出     | 回転速度 | プロウ周速 | 終トルク  | 燃費   |
|      |      |         |        |        | t/m <sup>3</sup> | kg/100cd | kg/cd | R=5kgの時のCSφ |        | rpm  | ps    | rpm  | m/s   | kg・m  | l/h  |
| 全幅   | 1    |         |        |        |                  |          |       |             |        |      |       |      |       |       |      |
|      | 1    | 2       | L-1    | ザラメ    | 0.479            | 2.9      | 0.351 | 4.5         | ABC    | 1818 | 44.5  | 241  | 9.6   | 132.1 | 17.0 |
|      | 2    |         |        |        |                  |          |       |             |        | 1808 | 59.6  | 240  | 9.6   | 177.8 | 19.1 |
|      | 3    |         |        |        | 0.449            |          |       |             |        | 1823 | 56.5  | 242  | 9.7   | 166.4 | 17.4 |
|      | 4    |         |        |        |                  |          |       |             |        | 1782 | 61.6  | 236  | 9.4   | 186.3 | 17.5 |
|      | 5    |         |        |        |                  |          |       |             |        | 1818 | 71.2  | 240  | 9.6   | 211.1 | 20.7 |
|      | 6    |         | L-2    |        | 0.444            |          |       |             |        | 1830 | 56.4  | 242  | 9.7   | 166.1 | 18.4 |
|      | 7    |         |        |        | 0.437            | 1.3      | 0.233 | 6.2         |        | 1801 | 73.8  | 239  | 9.6   | 221.0 | 21.9 |
|      | 8    |         |        |        | 0.444            | 2.9      | 0.351 | 4.5         |        | 1808 | 73.7  | 240  | 9.6   | 256.4 | 21.3 |
|      | 9    |         |        |        |                  |          |       |             |        | 1752 | 83.3  | 233  | 9.3   | 256.4 | 23.3 |
|      | 10   |         |        |        |                  |          |       |             |        | 1765 | 81.5  | 234  | 9.4   | 242.2 | 20.7 |
|      | 11   |         |        |        |                  |          |       |             |        | 1735 | 111.7 | 231  | 9.2   | 346.8 | 28.2 |
|      | 12   | 3       | L-1    |        | 0.453            | 1.3      | 0.233 | 6.2         |        | 1828 | 75.5  | 374  | 15.0  | 126.9 | 22.1 |
|      | 13   |         |        |        | 0.424            | 4.3      | 0.305 | 8.0         |        | 1812 | 85.9  | 371  | 14.8  | 165.9 | 22.4 |
|      | 14   |         |        |        |                  |          |       |             |        | 1822 | 95.8  | 372  | 14.9  | 183.9 | 24.9 |
|      | 15   |         |        |        | 0.437            | 1.3      | 0.233 | 6.2         |        | 1716 | 91.7  | 352  | 14.1  | 187.0 | 23.8 |
|      | 16   |         |        |        | 0.429            |          | 0.253 | 6.0         |        | 1800 | 92.5  | 369  | 14.8  | 193.4 | 24.1 |
|      | 17   |         |        |        | 0.453            |          | 0.233 | 6.2         |        | 1806 | 106.6 | 370  | 14.8  | 206.5 | 26.1 |
|      | 18   |         |        |        | 0.429            |          | 0.253 | 6.0         |        | 1799 | 121.8 | 367  | 14.7  | 237.0 | 26.6 |
|      | 19   |         | L-2    |        | 0.453            |          | 0.233 | 6.2         |        | 1794 | 99.5  | 367  | 14.7  | 194.1 | 24.6 |
| 除雪   | 20   |         |        |        |                  |          |       |             |        | 1810 | 104.4 | 370  | 14.8  | 201.9 | 26.7 |
|      | 21   |         |        |        |                  |          |       |             |        | 1468 | 129.0 | 301  | 12.0  | 307.5 | 27.9 |
|      | 22   |         |        |        |                  |          |       |             |        | 1474 | 126.3 | 301  | 12.0  | 299.7 | 26.1 |
|      | 23   | 4       | L-1    |        | 0.451            | 2.9      | 0.351 | 4.5         |        | 1712 | 143.4 | 521  | 20.8  | 197.4 | 34.3 |
|      | 24   |         |        |        | 0.454            | 3.5      | 0.281 | 6.7         | AAB    | 1594 | 136.9 | 485  | 19.4  | 202.3 | 31.5 |
|      | 25   |         |        |        | 0.451            | 2.9      | 0.351 | 4.5         | ABC    | 1497 | 140.3 | 456  | 18.2  | 220.8 | 31.8 |
|      | 26   |         |        |        | 0.454            | 3.5      | 0.281 | 6.7         | AAB    | 1342 | 125.0 | 409  | 16.4  | 219.3 | 30.1 |
|      | 27   |         |        |        |                  |          |       |             |        | 1139 | 109.7 | 347  | 13.9  | 226.8 | 24.9 |
|      | 28   |         |        |        | 0.451            | 2.9      | 0.351 | 4.5         | ABC    | 1046 | 99.5  | 318  | 12.7  | 224.0 | 24.8 |
|      | 29   |         |        |        |                  |          |       |             |        | 1031 | 95.7  | 314  | 12.6  | 218.6 | 24.7 |
|      | 30   |         |        |        |                  |          |       |             |        | 931  | 88.5  | 284  | 11.4  | 224.0 | 22.5 |
|      | 31   |         |        |        |                  |          |       |             |        | 779  | 73.7  | 237  | 9.5   | 222.9 | 18.7 |
|      | 32   |         | L-2    |        | 0.424            | 1.0      | 0.281 |             | ABB    | 1609 | 142.1 | 490  | 19.6  | 208.0 | 34.3 |
|      | 33   |         |        |        |                  |          |       |             |        | 846  | 82.5  | 257  | 10.3  | 229.5 | 23.9 |
|      | 34   | 5       | L-1    |        | 0.462            | 2.3      | 0.237 | 7.5         |        | 1277 | 116.5 | 599  | 24.0  | 139.4 | 27.6 |
|      | 35   |         |        |        | 0.436            | 1.0      | 0.281 | 4.5         |        | 1266 | 124.4 | 594  | 23.8  | 150.2 | 28.3 |
|      | 36   |         |        |        | 0.462            | 2.3      | 0.237 | 7.5         |        | 1052 | 100.4 | 493  | 19.7  | 145.9 | 23.8 |
|      | 37   |         |        |        |                  |          |       |             |        | 906  | 83.5  | 424  | 17.0  | 140.9 | 21.8 |
| 拡幅除雪 | 38   |         |        |        | 0.441            | 2.9      | 0.351 | 4.5         | ABC    | 557  | 48.8  | 261  | 10.4  | 133.8 | 14.8 |
|      | 39   | 3       | L-2    | 新雪     | 0.100            | —        | —     | —           | —      | 1849 | 20.5  | 379  | 15.2  | 38.8  | 12.5 |
|      | 40   |         | L-3    |        |                  | —        | —     | —           | —      | 1837 | 36.7  | 376  | 15.0  | 69.8  | 14.2 |
|      | 41   |         |        |        |                  | —        | —     | —           | —      | 1833 | 32.3  | 375  | 15.0  | 67.4  | 14.1 |
|      | 42   | 4       | L-2    |        | 0.088            | —        | —     | —           | —      | 1843 | 41.0  | 561  | 22.4  | 52.5  | 15.2 |
|      | 43   | 5       | L-1    |        | 0.112            | —        | —     | —           | —      | 1798 | 61.9  | 842  | 3.37  | 52.7  | 19.2 |
|      | 44   |         | L-2    |        |                  | —        | —     | —           | —      | 1833 | 50.5  | 859  | 3.44  | 42.2  | 14.6 |
|      | 45   | 3       | L-1    | ザラメシマリ | 0.254            | —        | —     | —           | —      | 1842 | 33.7  | 376  | 15.0  | 64.1  | 10.9 |
|      | 46   |         |        |        |                  | —        | —     | —           | —      | 1823 | 58.4  | 373  | 14.9  | 112.1 | 15.9 |
|      | 47   | 4       |        |        |                  | —        | —     | —           | —      | 1841 | 33.9  | 560  | 22.4  | 43.4  | 13.7 |
|      | 48   |         |        |        |                  | —        | —     | —           | —      | 1821 | 41.9  | 554  | 22.2  | 54.3  | 16.1 |

\* ドイツ式：A=(こぶしで雪中に入る程度の硬さ)、B=(5指で雪中に入る程度の硬さ)、C=(1指で雪中に入る程

| 走 行            |        |          |        | 全<br>出<br>力 | 除<br>雪<br>能<br>力 |               | 平均<br>除雪<br>高さ | 能 率               |                 |                   |                 | 動力<br>効率 | 除<br>雪<br>効<br>率 | 投<br>雪<br>距<br>離 |
|----------------|--------|----------|--------|-------------|------------------|---------------|----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|----------|------------------|------------------|
| 機軸<br>関速<br>回数 | 出<br>力 | 終<br>トルク | 車<br>速 |             | $\frac{m^3}{h}$  | $\frac{t}{h}$ |                | 作業機出力             |                 | 全出力               |                 |          |                  |                  |
| r/min          | ps     | kg・m     | km/h   | ps          | $\frac{m^3}{h}$  | $\frac{t}{h}$ | m              | $\frac{m^3}{psh}$ | $\frac{t}{psh}$ | $\frac{m^3}{psh}$ | $\frac{t}{psh}$ | %        | %                | m                |
| 1787           | 3.9    | 728      | 0.61   | 48.4        | 139.1            | 666.3         | 1.14           | 31.23             | 14.96           | 28.74             | 13.77           | 26.34    | 22.16            | 8.0              |
| 2249           | 6.1    | 887      | 0.79   | 65.7        | 183.8            | 880.4         | 1.16           | 30.84             | 14.77           | 27.98             | 13.40           | 25.77    | 20.52            | 7.5              |
| 2756           | 8.9    | 1057     | 0.91   | 65.1        | 176.5            | 792.5         | 0.97           | 33.37             | 14.09           | 27.11             | 12.17           | 24.97    | 20.86            | 8.0              |
| 2830           | 9.1    | 1057     | 0.96   | 70.7        | 197.2            | 885.4         | 1.03           | 32.03             | 14.38           | 27.89             | 12.52           | 24.24    | 21.29            | 8.0              |
| 2965           | 7.6    | 848      | 1.01   | 78.8        | 224.3            | 1007.1        | 1.11           | 31.51             | 14.15           | 28.46             | 12.78           | 24.67    | 19.38            | 7.4              |
| 1475           | 6.3    | 836      | 0.82   | 62.7        | 188.2            | 835.6         | 1.15           | 33.39             | 14.83           | 30.02             | 13.33           | 26.28    | 21.40            | 7.8              |
| 1872           | 7.4    | 777      | 1.04   | 81.1        | 251.9            | 1100.8        | 1.21           | 34.14             | 14.92           | 31.06             | 13.57           | 25.80    | —                | —                |
| 1941           | 9.2    | 928      | 1.13   | 82.9        | 249.5            | 1107.8        | 1.11           | 33.85             | 15.03           | 30.10             | 13.36           | 26.22    | 21.71            | 7.8              |
| 2147           | 9.2    | 845      | 1.22   | 92.5        | 281.9            | 1251.6        | 1.16           | 33.84             | 15.03           | 30.48             | 13.53           | 24.70    | 21.70            | 7.8              |
| 2293           | 10.1   | 864      | 1.28   | 91.6        | 284.2            | 1261.9        | 1.11           | 34.86             | 15.48           | 30.03             | 13.33           | 25.68    | 22.36            | 7.8              |
| 2944           | 15.7   | 1050     | 1.54   | 127.4       | 350.6            | 1556.7        | 1.14           | 31.39             | 13.94           | 27.52             | 12.22           | 22.52    | 20.14            | 7.8              |
| 1115           | 2.9    | 850      | 0.39   | 78.4        | 90.8             | 411.3         | 1.18           | 12.03             | 5.45            | 11.58             | 5.25            | 23.08    | 17.16            | 17.0             |
| 1209           | 2.6    | 715      | 0.46   | 88.5        | 100.2            | 424.9         | 1.10           | 11.66             | 4.94            | 11.32             | 4.80            | 20.62    | —                | —                |
| 1697           | 3.8    | 747      | 0.57   | 92.6        | 121.3            | 514.3         | 1.07           | 12.66             | 5.37            | 12.18             | 5.16            | 22.50    | —                | —                |
| 1806           | 4.4    | 796      | 0.64   | 96.1        | 134.1            | 586.0         | 1.05           | 14.62             | 6.39            | 13.95             | 6.10            | 23.98    | —                | —                |
| 1984           | 5.0    | 824      | 0.70   | 104.5       | 147.6            | 633.2         | 1.05           | 14.83             | 6.36            | 14.12             | 6.06            | 26.24    | 21.57            | 18.3             |
| 2217           | 7.1    | 1052     | 0.81   | 113.7       | 179.0            | 810.9         | 1.11           | 16.79             | 7.61            | 15.74             | 7.13            | 31.54    | —                | —                |
| 2483           | 6.2    | 823      | 0.86   | 128.0       | 183.0            | 785.1         | 1.06           | 15.02             | 6.44            | 14.30             | 6.13            | 26.29    | 19.81            | 16.6             |
| 1113           | 5.1    | 896      | 0.64   | 104.6       | 145.3            | 658.2         | 1.13           | 14.60             | 6.61            | 13.89             | 6.29            | 26.98    | —                | —                |
| 1322           | 5.8    | 868      | 0.77   | 110.2       | 176.4            | 792.1         | 1.15           | 16.89             | 7.65            | 16.01             | 7.25            | 31.73    | 23.67            | 16.7             |
| 2232           | 8.6    | 759      | 1.31   | 137.6       | 332.5            | 1506.2        | 1.27           | 25.77             | 11.67           | 24.16             | 10.94           | 32.04    | 26.60            | 12.3             |
| 2732           | 10.8   | 777      | 1.47   | 137.1       | 339.0            | 1535.7        | 1.15           | 26.85             | 12.16           | 24.73             | 11.20           | 33.36    | 25.22            | 11.2             |
| 1108           | 2.7    | 805      | 0.31   | 146.1       | 84.8             | 382.5         | 1.14           | 5.91              | 2.67            | 5.80              | 2.62            | 21.93    | 11.36            | 23.0             |
| 1261           | 3.7    | 976      | 0.45   | 140.6       | 109.9            | 499.0         | 1.21           | 8.03              | 3.65            | 7.82              | 3.55            | 25.97    | 14.85            | 22.0             |
| 1589           | 3.6    | 741      | 0.56   | 143.9       | 131.9            | 594.9         | 1.17           | 9.40              | 4.24            | 9.17              | 4.14            | 26.70    | 17.20            | 21.9             |
| 1914           | 7.5    | 1289     | 0.66   | 132.5       | 145.6            | 661.0         | 1.11           | 11.65             | 5.29            | 10.99             | 4.99            | 26.79    | 21.15            | 21.6             |
| 2283           | 8.2    | 1184     | 0.79   | 117.9       | 177.6            | 806.3         | 1.12           | 16.20             | 7.36            | 15.06             | 6.84            | 26.80    | 23.55            | 17.3             |
| 2418           | 5.8    | 787      | 0.85   | 105.3       | 200.3            | 903.4         | 1.18           | 20.14             | 9.08            | 19.02             | 8.58            | 27.81    | —                | —                |
| 2608           | 7.0    | 887      | 0.93   | 102.7       | 203.1            | 916.0         | 1.09           | 21.22             | 9.57            | 19.78             | 8.92            | 28.58    | 23.04            | 13.0             |
| 2775           | 6.5    | 777      | 0.96   | 95.0        | 226.9            | 1023.3        | 1.18           | 25.63             | 11.56           | 23.88             | 10.77           | 28.24    | —                | —                |
| 2963           | 7.5    | 832      | 1.02   | 81.2        | 244.3            | 1101.8        | 1.20           | 33.13             | 14.94           | 30.09             | 13.57           | 25.43    | —                | —                |
| 837            | 3.7    | 872      | 0.50   | 145.8       | 99.3             | 421.0         | 1.00           | 6.99              | 2.96            | 6.81              | 2.89            | 21.54    | —                | —                |
| 1740           | 7.0    | 797      | 1.02   | 89.5        | 233.2            | 988.8         | 1.14           | 28.28             | 11.99           | 26.06             | 11.05           | 23.97    | —                | —                |
| 720            | 2.0    | 929      | 0.25   | 118.5       | 55.6             | 256.9         | 1.12           | 4.77              | 2.20            | 4.69              | 2.17            | 23.96    | 5.88             | 14.4             |
| 824            | 2.1    | 826      | 0.28   | 126.5       | 60.1             | 262.0         | 1.09           | 4.83              | 2.11            | 4.75              | 2.07            | 22.51    | 7.22             | 18.5             |
| 1065           | 2.4    | 751      | 0.36   | 102.8       | 76.2             | 352.0         | 1.06           | 7.59              | 3.51            | 7.41              | 3.42            | 25.81    | —                | —                |
| 1234           | 3.2    | 860      | 0.45   | 86.7        | 89.5             | 413.5         | 1.00           | 10.72             | 4.95            | 10.32             | 4.77            | 26.96    | —                | —                |
| 1688           | 4.4    | 854      | 0.61   | 53.2        | 142.6            | 628.9         | 1.18           | 22.23             | 12.89           | 26.80             | 11.82           | 26.59    | —                | —                |
| 1246           | 2.5    | 392      | 0.59   | 23.0        | 35.4             | 35.4          | 0.31           | 17.28             | 1.73            | 15.39             | 1.54            | 7.51     | 4.03             | 12.6             |
| 1840           | 7.9    | 474      | 1.90   | 44.6        | 114.2            | 114.2         | —              | 31.16             | 3.12            | 25.61             | 2.56            | 13.32    | —                | —                |
| 2350           | 8.5    | 400      | 2.38   | 40.8        | 142.8            | 142.8         | —              | 40.50             | 4.05            | 35.00             | 3.50            | 18.83    | —                | —                |
| 2166           | 2.9    | 264      | 1.23   | 43.9        | 7.37             | 6.49          | —              | 17.96             | 1.58            | 14.54             | 1.28            | 15.09    | —                | —                |
| 2162           | 1.7    | 260      | 0.77   | 63.6        | 46.3             | 51.9          | —              | 7.48              | 0.84            | 7.28              | 0.82            | 18.00    | —                | —                |
| 956            | 1.3    | 270      | 0.56   | 51.8        | 33.8             | 37.9          | —              | 6.69              | 0.75            | 6.53              | 0.73            | 16.77    | —                | —                |
| 1095           | 1.4    | 418      | 0.38   | 35.1        | 11.1             | 28.2          | —              | 3.29              | 0.84            | 3.16              | 0.80            | 3.58     | 1.44             | 9.3              |
| 2590           | 2.8    | 353      | 0.89   | 61.2        | 28.4             | 72.1          | —              | 4.86              | 1.23            | 4.64              | 1.18            | 5.20     | 1.49             | 6.5              |
| 955            | 1.2    | 417      | 0.33   | 35.1        | 11.6             | 29.5          | —              | 3.42              | 0.87            | 3.06              | 0.78            | 8.26     | 1.80             | 11.2             |
| 2843           | 3.2    | 368      | 0.90   | 45.1        | 20.9             | 53.1          | —              | 4.98              | 1.27            | 3.98              | 1.01            | 11.78    | 3.43             | 14.6             |

度(の便さ)

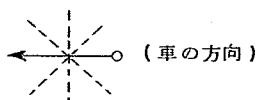
表-2 測定項目および使用計測器

| 測定項目          | 使用計測器                              | 備考                                                                                                         |
|---------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 作業用機関トルク      | 抵抗線式トルクメータ<br>(新興スリップリ<br>ングSR-3)  | 作業用トルクメータの装着場所はク<br>ラッチと変速機間                                                                               |
| 走行用機関トルク      | 抵抗線式トルクメータ<br>(新興スリップリ<br>ングSR-3)  |                                                                                                            |
| 作業用機関回転<br>速度 | カム・マイクロスイッチ<br>(機関回転数22<br>に1パルス)  | カム・マイクロスイッチはカム軸と<br>マイクロスイッチの組合せによつて<br>パルスを発生させる装置で、作業用<br>は噴射ポンプ駆動軸よりの取出口に<br>走行用は機関側面の回転取出口に接<br>続してある。 |
| 走行用機関回転<br>速度 | カム・マイクロスイッチ<br>(機関回転数22<br>に1パルス)  |                                                                                                            |
| 除雪距離          | 距離計                                | 距離計はテープ引出し式で一定間隔<br>(2.5m)ごとにパルス発生し、同<br>時雪面にインクを噴射させる装置                                                   |
| 作業用機関燃費       | 燃費計<br>(東京精密測器<br>DG100B<br>DR-1B) |                                                                                                            |
| 除雪高さ          | ポール・コンベックス<br>巻尺                   | 除雪高さは雪面インクマーク箇所の左<br>右除雪深の平均値                                                                              |
| 投雪距離          | " " "                              | 投雪距離は車体中心通過線より投雪<br>された積雪の最高所までの距離                                                                         |
| 雪の密度          | 1000CCサンブラ 台バカリ<br>(最小目盛1g)        | 雪質測定は1試験条件に左右数点と<br>り、その平均値をもつてその試験の<br>雪質表示とした。測定箇所は各項目<br>ごとに異なり、下記のとおり行なつ<br>た。                         |
| 雪温            | 棒状温度計                              | 雪の<br>密度：除雪深の中央50cm間<br><br>雪温、硬度、剪断力：除雪高<br>さの上、中、下層                                                      |
| 雪硬度           | 木下式硬度計(垂直方向)<br>力計式硬度計(水平方向)       |                                                                                                            |
| 剪断力           | スイス規格100cm面剪断力測定器<br>ペーン形剪断力測定器    | 含水率：除雪高さの上、中、下<br>層各層等容量ずつ採取                                                                               |
| 含水率           | 吉田式カロリメータ                          |                                                                                                            |

表-3 試験日程表

| 試験時刻      | 試験番号              | 試験場所          | 試験種類 | 路面状況       | 積雪深(m) | 気象 |       |         |                                                                                       |
|-----------|-------------------|---------------|------|------------|--------|----|-------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                   |               |      |            |        | 天候 | 気温(℃) | 風速(m/s) | 風向方位(※)                                                                               |
| 2月8日16:30 | 13 14             | 新井市民<br>グラウンド | 全幅   | 土          | 1.39   | 雪  | 1.0   | 0       |    |
| 9日14:05   | 24 26 27          | "             | "    | "          | 1.43   | 曇  | 3.6   | "       | "                                                                                     |
| 14:50     | 34 36 37          | "             | "    | "          | "      | "  | 3.2   | "       | "                                                                                     |
| 15:20     | 16 18             | "             | "    | "          | 1.41   | "  | 2.4   | "       | "                                                                                     |
| 10日10:45  | 7 15              | "             | "    | "          | 1.43   | 雪  | 2.2   | "       | "                                                                                     |
| 11:45     | 12.17.19.20.21.22 | "             | "    | "          | 1.49   | "  |       | "       | "                                                                                     |
| 14:00     | 23.25.28.29.30.31 | "             | "    | "          | "      | 曇  |       | "       | "                                                                                     |
| 14:40     | 3 4 5             | "             | "    | "          | "      | "  | 1.8   | "       | "                                                                                     |
| 15:25     | 1 2               | "             | "    | "          | "      | "  | "     | "       | "                                                                                     |
| 15:35     | 38                | "             | "    | "          | "      | "  | 1.2   | "       | "                                                                                     |
| 15:40     | 6 8 9.10.11       | "             | "    | "          | "      | "  | 1.0   | "       | "                                                                                     |
| 12日15:35  | 32 33             | "             | "    | "          | —      | 雪  | -0.2  | "       | "                                                                                     |
| 16:00     | 35                | "             | "    | "          | —      | "  | "     | "       | "                                                                                     |
|           |                   |               |      |            |        |    |       |         |                                                                                       |
| 13日11:40  | 42                | 市 道           | "    | アス<br>ファルト | 0.32   | "  | -2.2  | "       | "                                                                                     |
| 11:50     | 43 44             | "             | "    | "          | "      | "  | "     | "       | "                                                                                     |
| 12:00     | 39 40 41          | "             | "    | "          | "      | "  | "     | "       | "                                                                                     |
| 16日14:45  | 45.46.47.48       | "             | 拡幅   | "          | —      | 晴  | 5.0   | 2以下     |  |

※



← 風 向

← 投 雪

表一 4 走行抵抗および最大けん引力

|                       | 条 件            |                                            |                           | デフロック       | 全輪駆動                      | 後輪駆動 |
|-----------------------|----------------|--------------------------------------------|---------------------------|-------------|---------------------------|------|
| 走行抵抗                  | 無負荷時           | アスファルト路上<br>(路上に 5 cm 前後<br>の水を含んだ雪<br>あり) | 車速 0.94 $\frac{km}{h}$    | 473         | 510 (車速 $\frac{2.1}{h}$ ) |      |
|                       |                |                                            | " 1.57 "                  | 505         |                           |      |
|                       |                |                                            | " 2.72 "                  | 530         |                           |      |
|                       |                |                                            | 532 (車速 $\frac{2.5}{h}$ ) |             |                           |      |
|                       |                | 土道上<br>(路上に 40 ~<br>50 cm の積雪)             | 車速 0.8 "                  | 1071 (無負荷時) |                           |      |
|                       |                |                                            | 平均車速 0.8 "                | 2077 (負荷時)  |                           |      |
| 最<br>大<br>引<br>け<br>力 | アスファルト路上走行スベリ時 |                                            |                           | 4496        | 3401                      | 2411 |
|                       | シマリ雪上走行スベリ時    |                                            |                           | 4896        |                           |      |

(単位 リムブル kg)

図-1 707形ロータリ除雪試験車

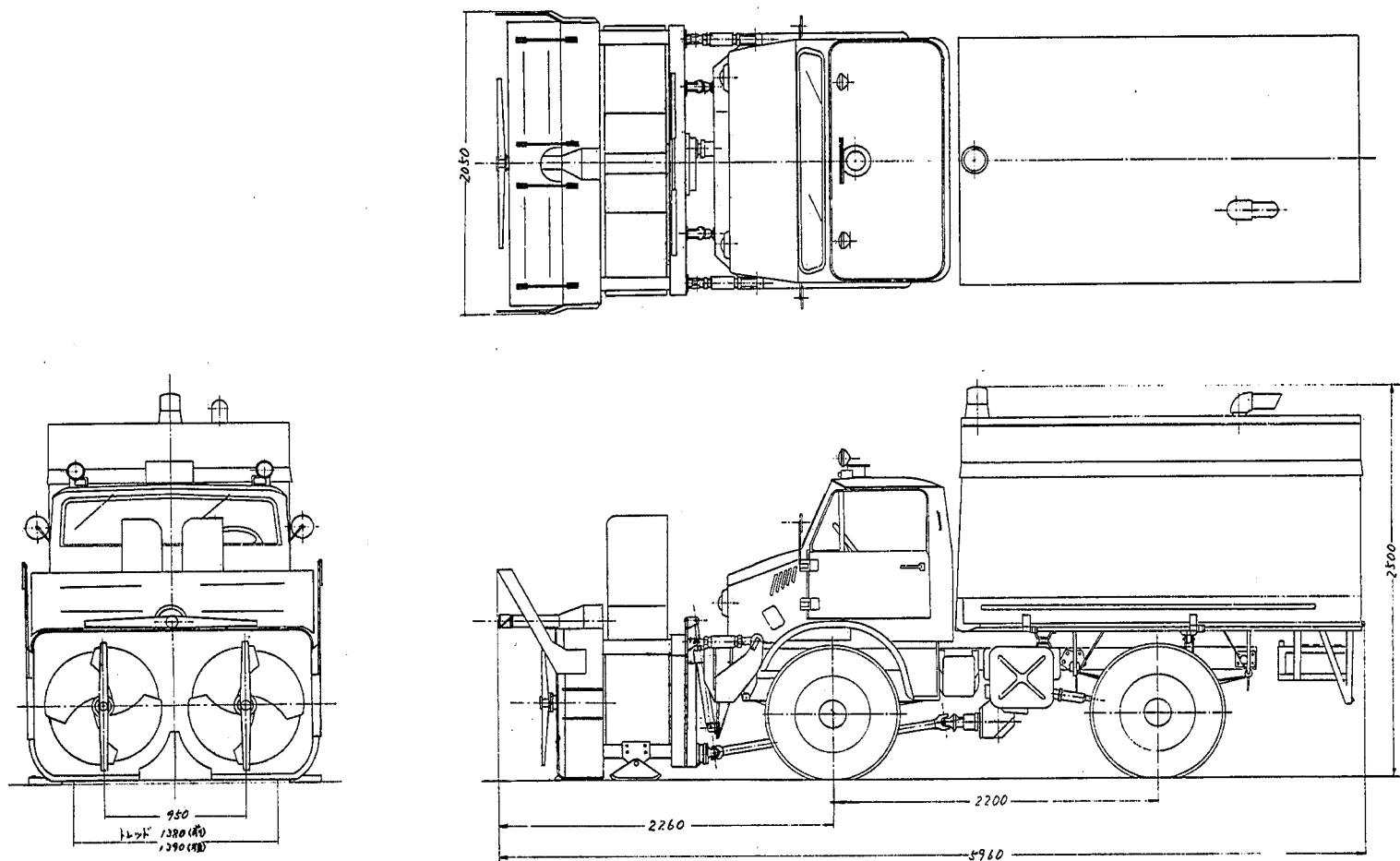


図-2 除雪試験車構造説明図

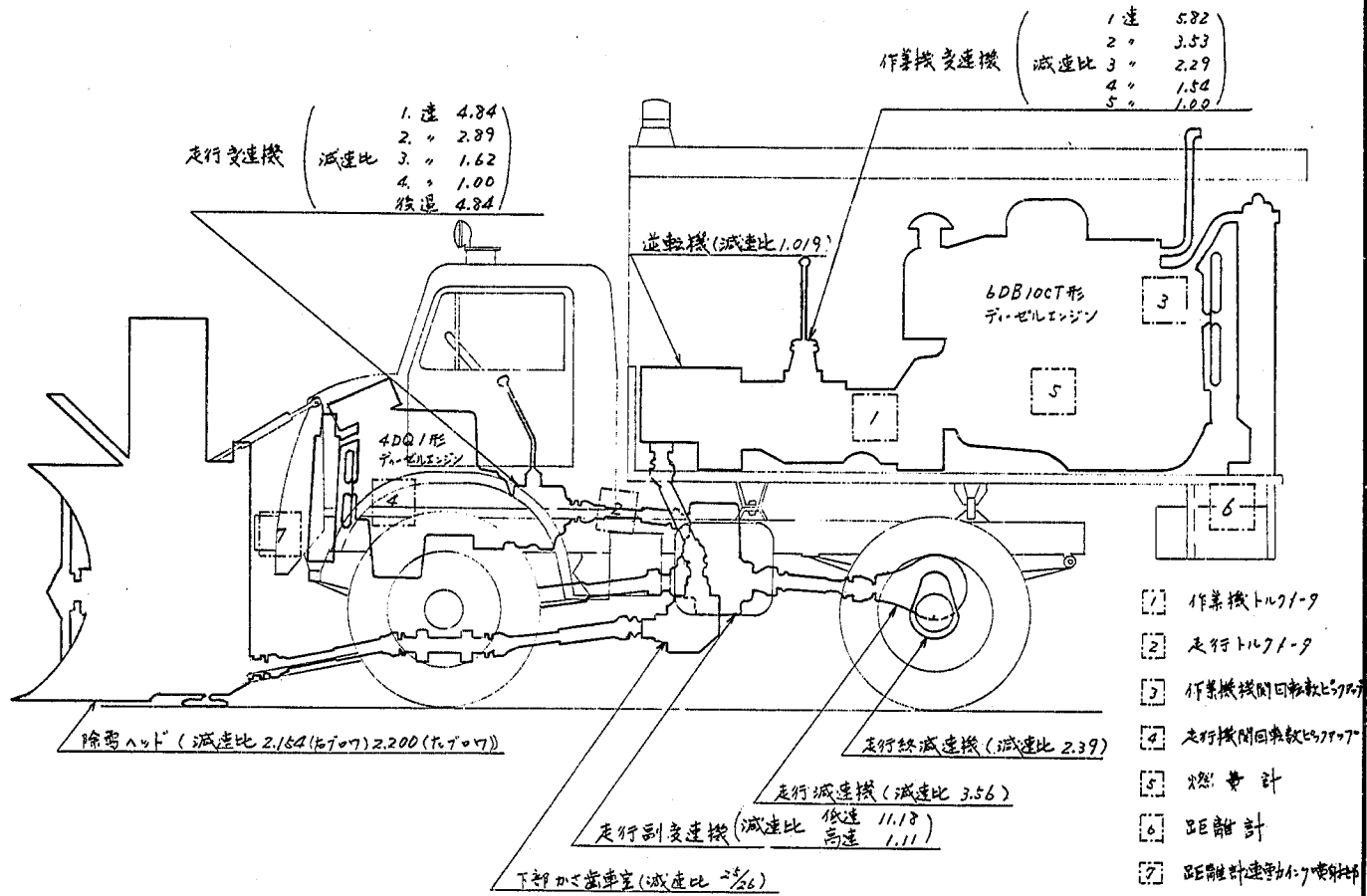


図-3 ブロワ回転速度-除雪能力 ( $m^2/h$ )

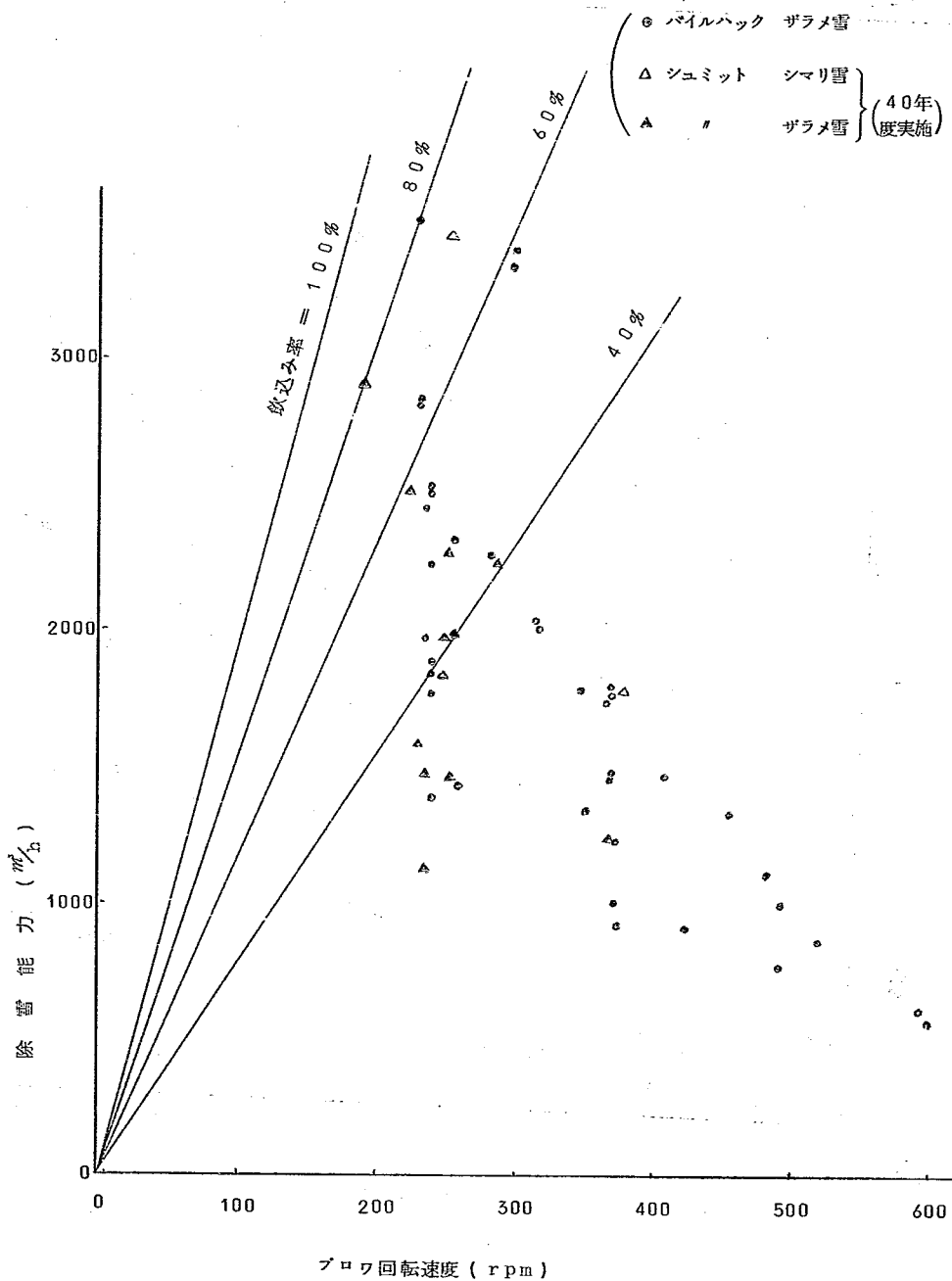


図-4 除雪能力 ( $\frac{t}{h}$ ) - ブロワ動力 (PS)

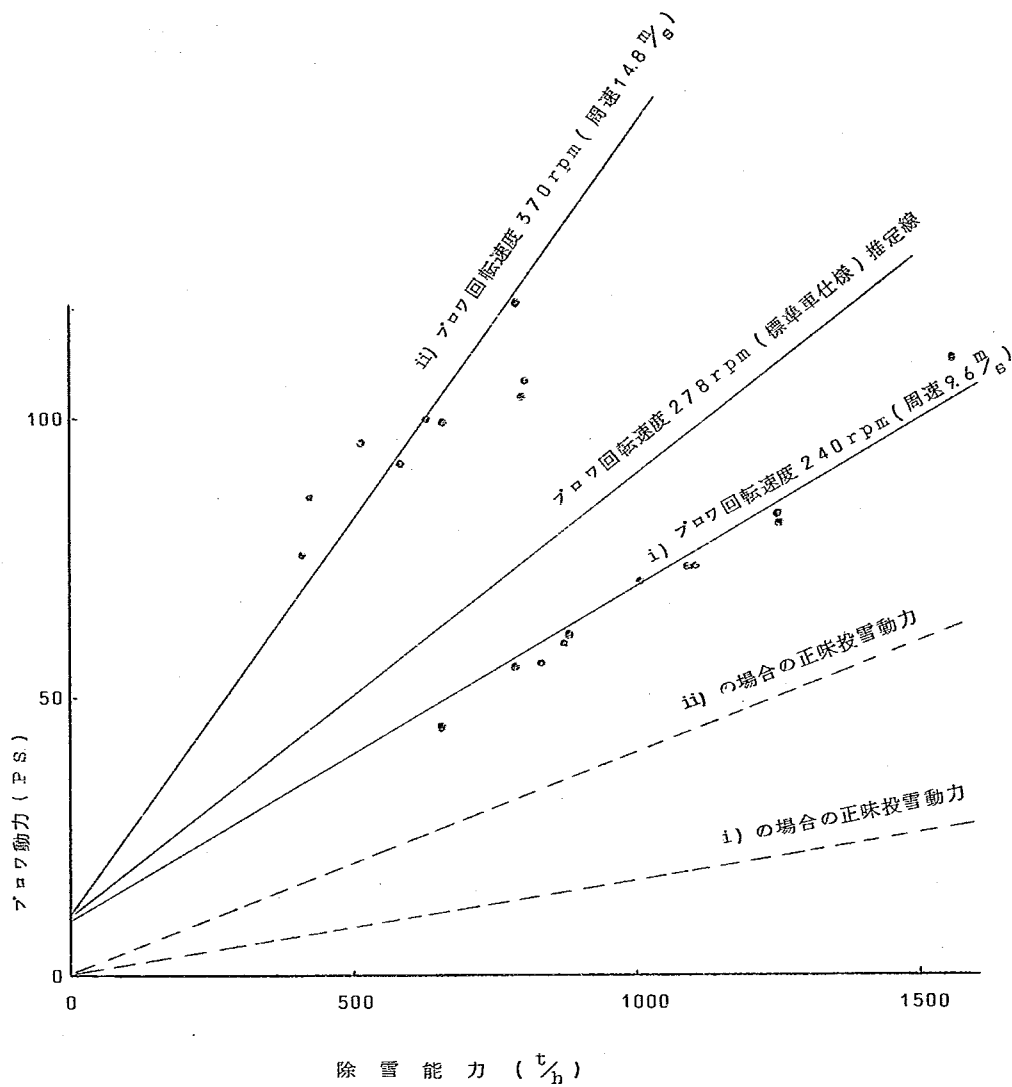
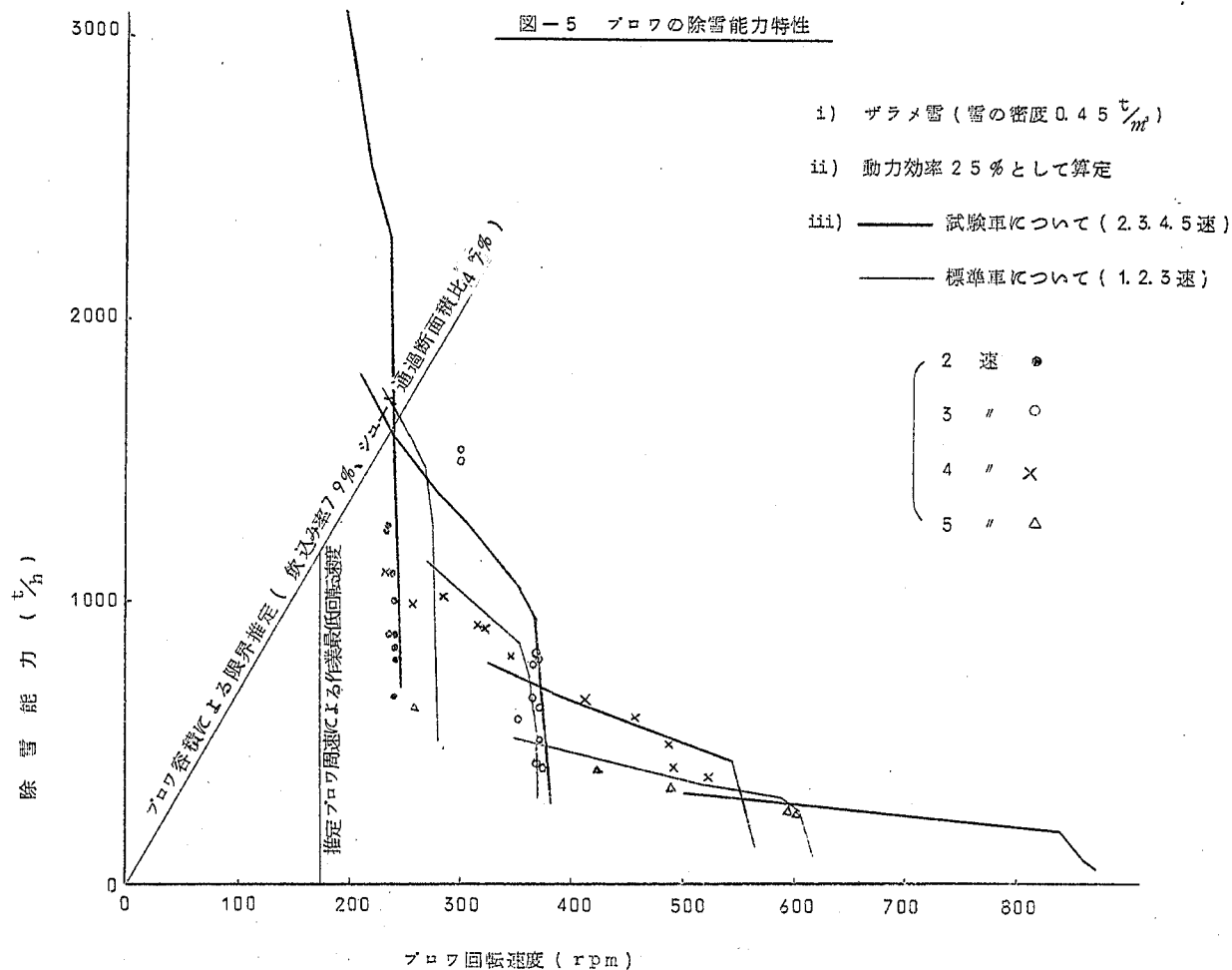


図-5 ブロワの除雪能力特性



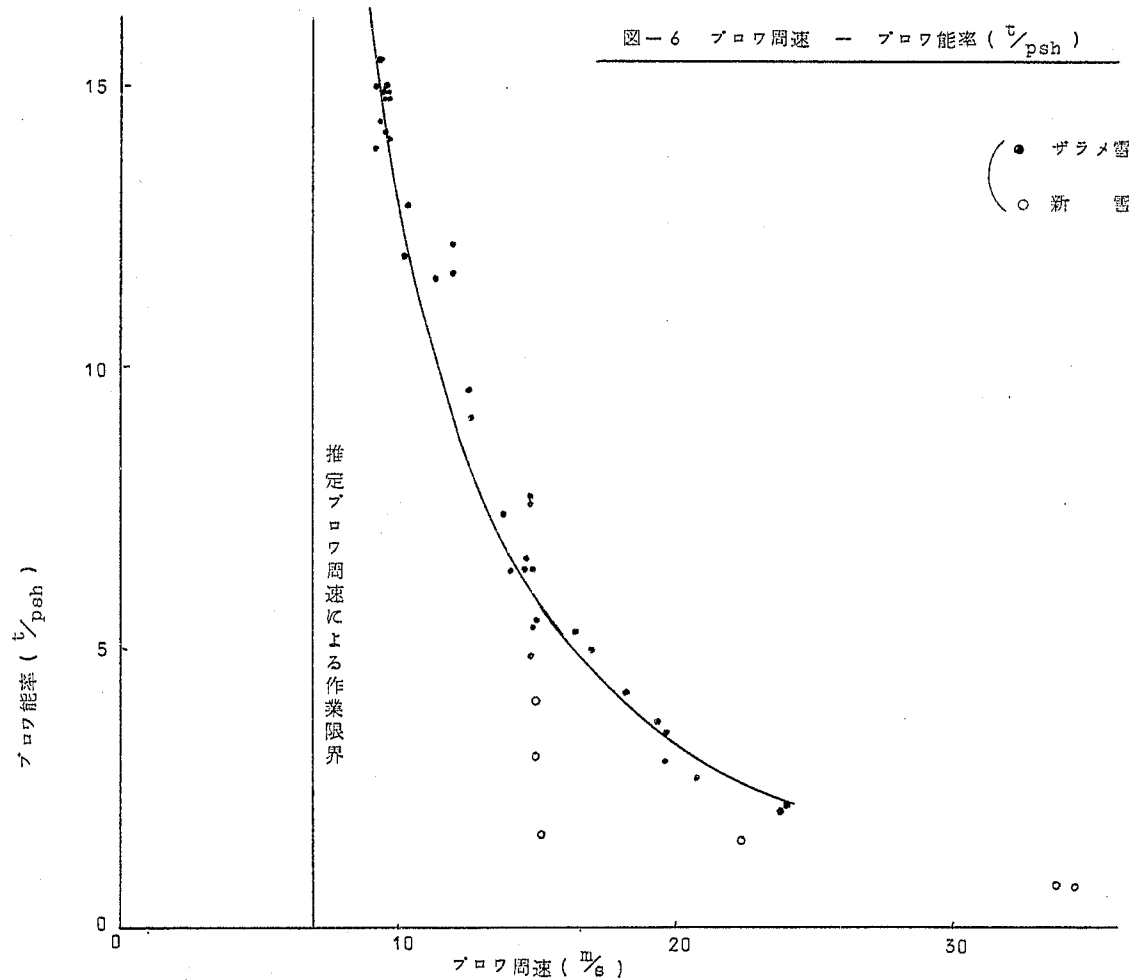
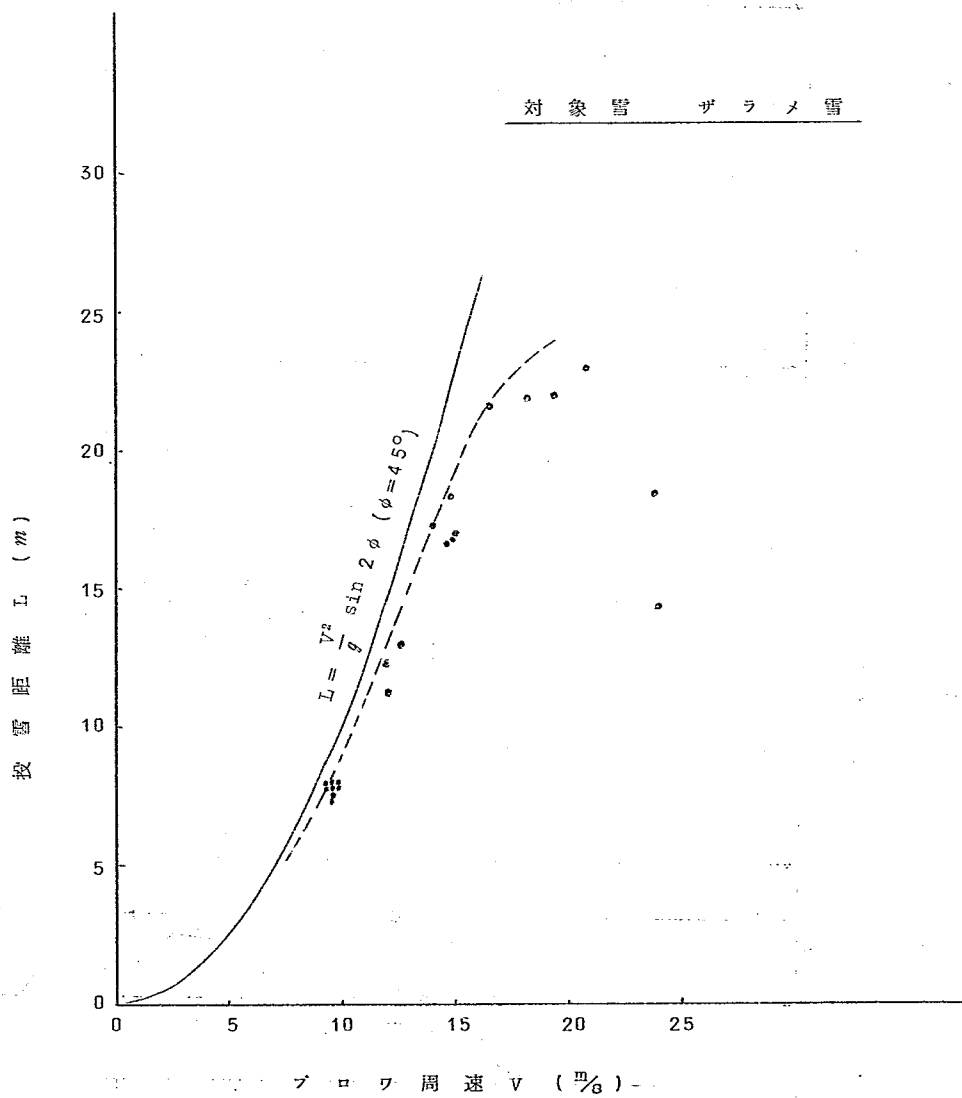


図-7 プロワ周速 - 投雪距離



圖一 8 投雪距離 — 投雪重量分布

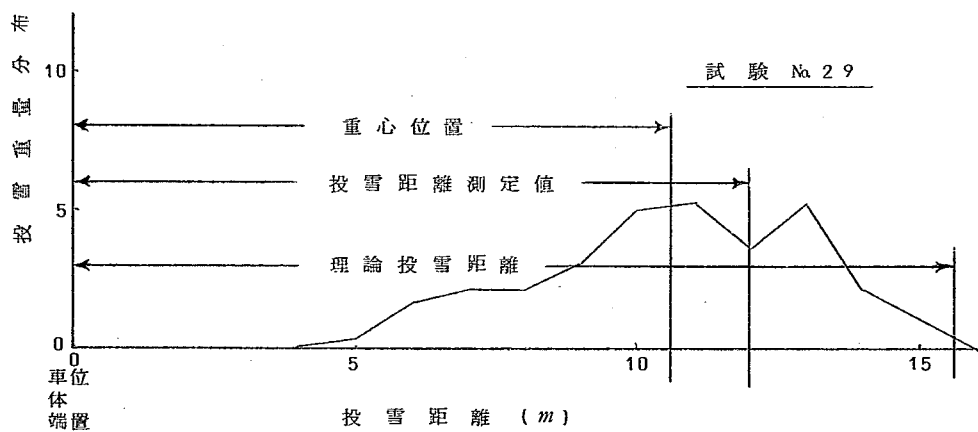
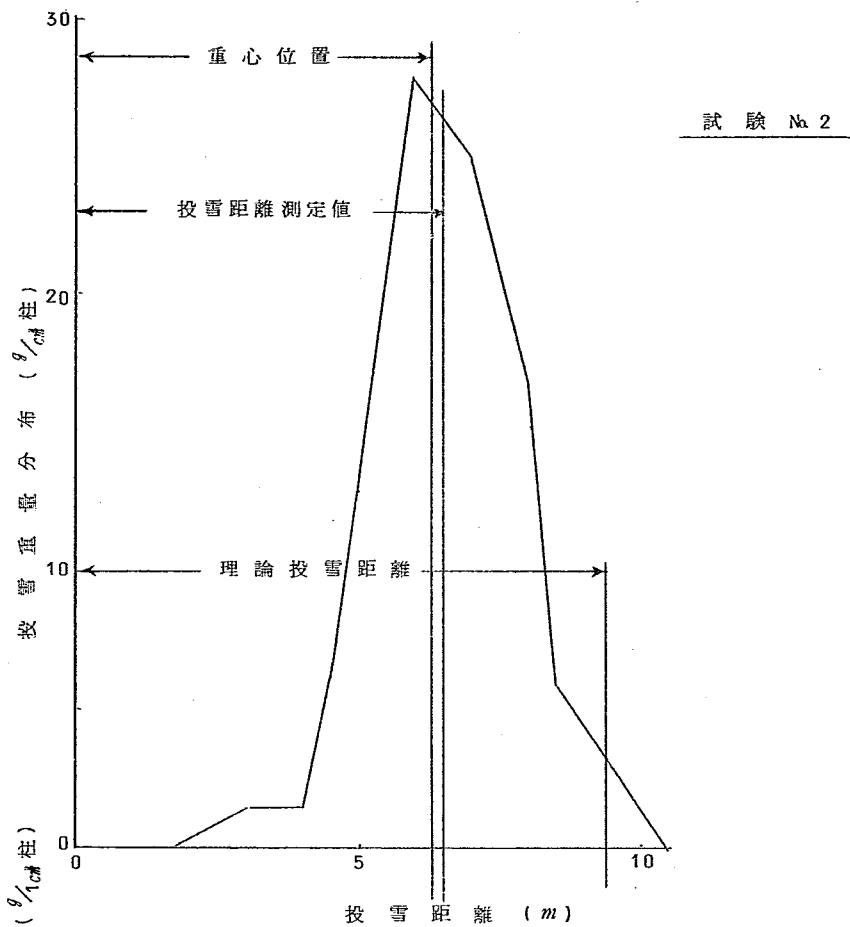




写真-1      ブロワ形ロータリ除雪試験車

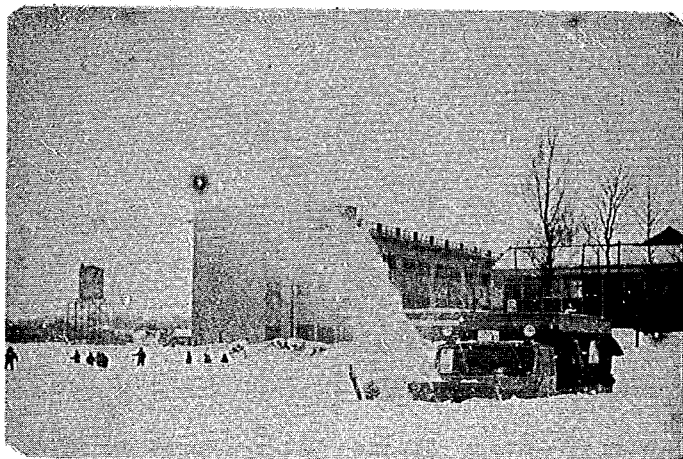


写真-2      作業中のブロワ形ロータリ除雪試験車