

18. ロータリ除雪車の能力表示について

建設機械化研究所 *本郷慎一・谷口弘文

1. まえがき

建設機械化研究所は、昭和47年以降現在まで37台(表-1)のロータリ系除雪機について、性能試験を実施して来た。性能試験は、短期と長期とから成り、短期テストは仕様値の確認、長期テ

表-1 年度別試験台数(ロータリ系除雪機)

形式	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	計
専用車			1	8		1		3		11	24
除雪装置	1								1	3	5
除雪機				1						7	8

ストは実用性の向上を、それぞれ目的としている。試験の結果は、建設省の関係各機関及び地方自治体等に公表されている。この報文は、これらの試験結果を見るに当つて、仕様値との適否が問題となる短期テストについて、公平な判断を下すための資料を提供することを意図したものである。

2. 性能試験方法

ロータリ系除雪機の性能試験方法は、JIS D 6509(ロータリ除雪車性能試験方法)が定められており、試験項目及び概略の内容は以下の通りである。

- i. 最大除雪量試験 -----仕様値との対比
- ii. 最大投雪距離試験 ---- 同上
- iii. 積込作業試験 -----積込作業の可否
- iv. 障害物回避試験 --- 作業軌跡の確認
- v. 居住性試験 -----騒音, 振動, 視界

上記5項目中で最も重要なものは、最大除雪量である。この試験は、試験時の作業条件が試験結果に大きな影響を与えるので、それがどのような条件の下で行われたかを注意しなければならない。

3. 最大除雪量の表示方法と現在の傾向

最大除雪量の表示については、JIS D 6510(ロータリ除雪車の仕様書様式)に、 t/h 又は m^3/h により示し、その時の雪の密度を併記することが定められている。なお、本文の後に以下のような解説が付されている。最大除雪量とは「最適条件で得られる除雪量をいう。いつ、どこでも最大除雪量で除雪が行えるというような数値ではなく、そのロータリ車独自の条件で得られる。」即ち、最大除雪量とは、機械の特性とか雪質との対応等について、メーカーが独自に判断して定めるものである。従つて、ユーザは、どのような作業条件において最大除雪量が得られ、また作業条件と作業能力がどのような関係にあるのかについては、経験を積み重ねる以外に知る方法がない。

性能表示は、 m^3/h によつた時期もあつたが、現在は t/h で表示するのが一般的になつて来ている。図-1は、昭和47年当時と現在のロータリ除雪車について、搭載機関出力と処理能力の関係を示したものである。この図から分かるように、最大除雪量と機関出力との間には強い相関がある。

機関出力当りの処理能力 $t/p \cdot e \cdot h$ は、従来5~8と言われていたが、図-2に示すように、ここ10年の間に大きな変化はない。 $t/p \cdot e \cdot h$ の設定に、図-2に見るような範囲があること理由はメーカーが除雪車を設計するに当つて、対象として考慮する雪の性状に差があることによるものと思わ

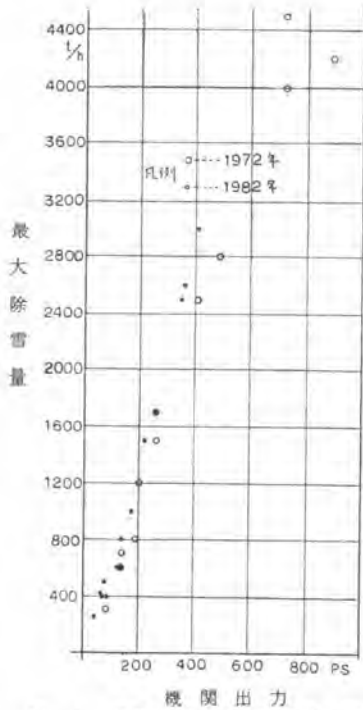


図-1 機関出力と最大除雪量の関係

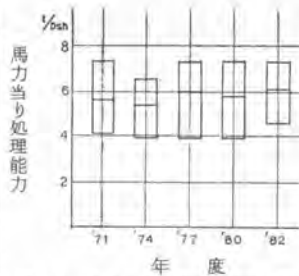


図-2 カタログ性能の年度別一覧

図-3は、図-1と同様に10年前と現在について、性能表示時の雪の密度を対比したものである。10年前は0.2~0.4 t/m³を対象として考えているものが全体の90%であつたのに対し、現在では0.3~0.5の間に85%が含まれており、重い雪を対象として

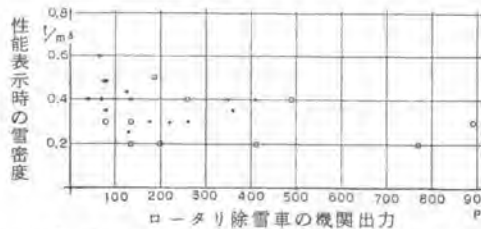


図-3 ロータリ除雪車性能表示時の雪の条件

れる。ロータリ除雪車の性能に影響を及ぼす外的条件には、雪の密度、硬度、積雪深等があるが、中でも密度は最も大きな影響を持つ要素であると考えられており、最大除雪量を表示する際には、密度を併記して対象とする雪の略の性状を示すこととしている。

考えるようになってきている。ロータリ車が取扱う雪は、ブラック系除雪車によつて路側に堆積された雪が主で、その密度

は0.3~0.4 t/m³程度であり、上記の設定条件は、おおむね妥当なものであろう。

4. 試験結果

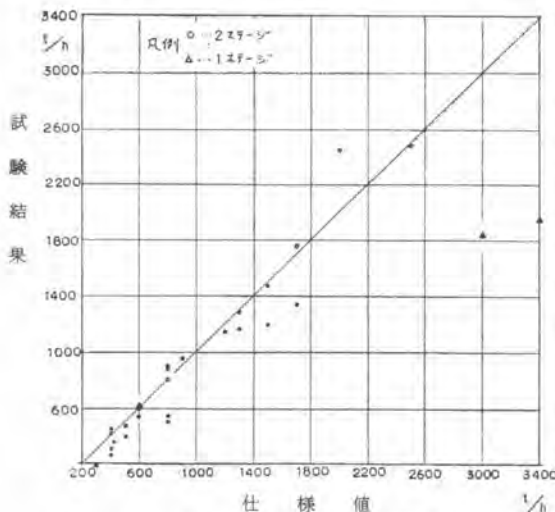


図-4 仕様値に対する試験結果

1) 仕様値との対比

図-4に、試験結果と仕様値の対比を示す。図に見るように仕様値をクリアできたのは、全体の半数に達していない。これは、最大除雪量が前述したように、いつ、どこでも得られるものではない¹⁾ことを実証したと言える。反面、メーカーが想定した作業条件が実際には、かなり得難いものであることも意味している。以下に、最大除雪量が得られる作業条件を明らかにすると共に、作業条件の変化が作業能力に与える影響について検討する。なお、1ステージタイプの2機種は輸入機であり、日本の雪質との適合が良くないと見られるので、検討の対象外とする。

2) 雪の密度の影響

図-5は、試験実施時の雪の密度と仕様値達成度(試験結果に対する最大除雪量の仕様値の比)の関係を示したものである。この図から分かるように、殆どどの試験は密度が0.4 t/m³以上の雪を対象として行われている。これは、図-3に示すような性能表示の際の設定条件の実状を考慮したもの

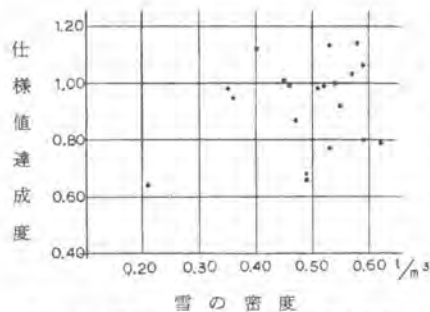


図-5 試験結果に対する雪密度の影響

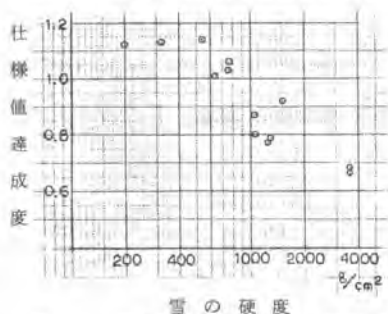


図-6 試験結果に対する硬度の影響

硬度が低下するにつれ能力が増加し、 800 g/cm^2 付近で仕様値に達する。更に 500 g/cm^2 付近で作業能力は限界に達し、それ以後は硬度が低下しても能力は増加しない傾向が認められる。

4) 最大除雪量が得られる作業条件凡例

モデル	A	B	C	D	E					
容量	800	400	1500	500	800					
記号	●	○	△	■	▽					
密度	0.58	0.49	0.59	0.49	0.35	0.62	0.36	0.59	0.40	0.21
硬度	530	3580	770	3580	160	1280	160	1040	200	460

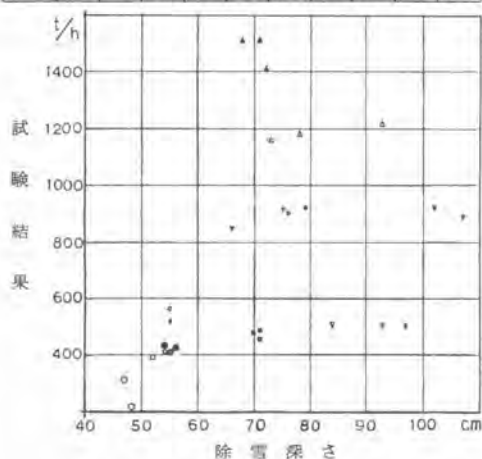


図-7 作業条件の変化が作業量に与える影響

となっていて、その密度は大きいのが、気温の上昇により粒子間の結合がゆるみ硬度が小さい。これに対し、ロータリ除雪車が通常作業対象としている路側の堆雪は、地域による差はあるが、除雪の最盛

である。同時に、大きな作業重量(t/h)を得たい時には雪の密度が大きい方が有利であり、作業容量(m^3/h)を大きくしたい時には密度は小さい方が良いという原則も考慮されている。図-5によれば、例は少ないが、密度が 0.4 t/m^3 以下の雪を処理対象とした場合は、仕様値をクリアすることが困難であると言っている。

3) 雪の硬度の影響

図-5に見られるように、雪の密度が 0.4 t/m^3 以上であっても、仕様値をクリアできたのは約半数である。ロータリ車の能力に影響を与える第二の要素として、雪の硬度をとりあげてみる。図-5に示す雪の密度が $0.4\sim 0.6\text{ t/m}^3$ 間の試験結果の中から、条件の似たものだけを選んで硬度(木下式)と仕様値達成度の関係を見たものが図-6である。

この図から、雪の密度その他の条件がほぼ一定であれば、ロータリ車の性能は雪の硬度と非常に良く対応していることが分かる。即ち、雪の硬度が大きいほど仕様値達成度が低く

上記の2項をまとめると、ロータリ除雪車の最大除雪量とは、以下に示す2条件を満たす雪質の雪を対象とした場合に得られる作業能力である。

- i. 雪の密度 ----- $0.4\sim 0.6\text{ t/m}^3$
- ii. 雪の硬度 ----- 800 g/cm^2 以下

図-7は、同一の機械が異なった作業条件の下で作業を行つた場合の作業量の変化を、5種のモデルについて示したものである。この図からも、最大作業量が得られる作業条件として、上記が満たされる必要のことが分かる。なお、除雪深さは通常の作業範囲内(オーガ径の $0.5\sim 1.2$ 倍)であれば、作業能力には殆んど影響を与えていない。

上記のような雪質を持つ雪が最も普通に見られるのは、冬期閉鎖道路を春先に除雪する場合である。この

期間において密度は $0.3 \sim 0.4 \text{ t/m}^3$ である。又、この期間は気温が低いので雪の粒子間の結合が強く硬度も高く、 1000 g/cm^2 以上であることは、既に確実である。即ち、通常の作業期間内、作業状態では、最大除雪量が得られるような作業条件は殆んど出現しない。

5) 通常の作業条件下における作業能力

以上をまとめると、ロータリ除雪車の通常時作業能力は、最大除雪量の $60 \sim 80\%$ であるということになる。この結論は、ロータリ除雪車は通常作業時その能力を十分に発揮できない、という誤解を与えるおそれがあるので、この点について若干の考察を加える。

この結論は、能力を (t/h) についてのみ論じたことから生じたものである。前述したように、ロータリ除雪車の能力は構造上の特性から、 t/h 表示の場合は密度の大きい雪が有利であり、 m^3/h の場合はその逆となる。実際の作業において、能力として問題になるのは作業速度即ち (m^3/h) であつて、 t/h は仕様値との対比を行う場合に問題となることが多い。従つて、雪の密度が小さい通常作業時の方が、最大除雪量が得られる時よりも作業速度は大きいので、通常作業時の方が能力が低下するというような問題意識は、生じていないと考えられる。

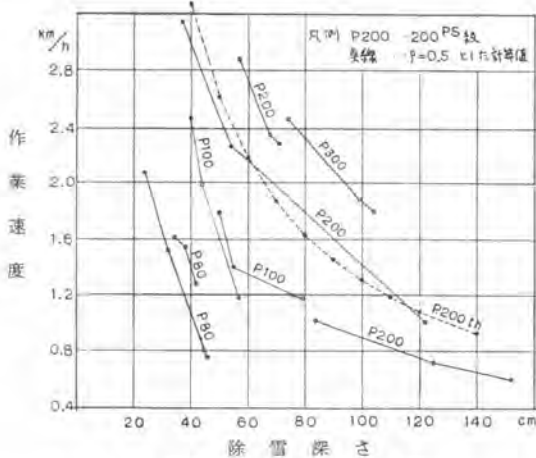


図-8 除雪深さと作業速度の関係

図-8は、代表的な試験結果について、除雪深さに対する除雪速度を示したものである。この図で、 200 ps 級の試験結果が点線より上にある場合は、試験時の雪の密度が 0.5 t/m^3 より小さかつたことを意味し、下にある場合は大きかつたことになる。即ち、作業対象の雪の密度が小さい時、最大除雪量を得ようとすれば作業速度を増加させる必要がある。しかし、作業速度には上限があるから、密度が小さい時には最大除雪量を得られない場合が生ずる。

実際の作業速度については、東北地連の調査によれば、 3.4 km/h との報告があり、図-8

に示す作業速度を大きく上廻つており、実際上の問題にはなつていないと見られる。

5. あとがき

建設機械等の性能、中でも作業性能を正当に表現又は評価することは、一部の機械を除けば非常に難しいことである。ロータリ除雪車は、作業装置の特性、及び操作性の良好なことから、その作業性能を表現し易い方の機械に属する。しかし、それを表現する尺度、作業時の条件等によつて、それを見る人に大きな誤解を与えるおそれのあることは、上述の通りである。

このような誤解を避けるためには、作業性能を表現する尺度について、使用条件との適否を検討すると共に、作業条件の変化に対する性能の変化を、できる限り具体的に表現することが必要であると考えられる。このような表現方法の一つとして、図-8のような作業性能曲線を、雪の密度又は硬度をパラメータとして画くことを提案したい。