



式(2), (4), (5)から二次元切削抵抗主分力 $P_c^{(2)}$ は

$$P_c = \tau_s (1 + \tan \beta) + \frac{f}{g} \left( \frac{2\pi \pi b r}{60} \right)^2 \quad \dots\dots (6)$$

∴ 積雪の上表面がプレカッター軸より下にある場合 ( $0 \leq r \leq R_{co}$ ) と、上にある場合 ( $R_{co} \leq r \leq 2R_{co}$ ) とに分けて解析する。軸の半径 $R_{ci}$ は $R_{co}$ にくらべて小さいので $R_{ci} = 0$ とする。

(i)  $0 \leq r \leq R_{co}$ の場合 プレカッターの切削状況を図4に示す。微小部分 $dr$ に働く力の回転方向成分は式(3), (6)により $P_c t r dr$ となり、角変位 $\psi$ における瞬間のトルク $T_\psi$ は

$$T_\psi = \int_{R_{cp}}^{R_{co}} P_c t r r dr \quad \dots\dots (7)$$

またブレード1枚あたりのなす仕事量 $A_m$ は、式(7)から

$$A_m = \int_0^{2\pi} T_\psi d\psi = \int_{\psi_h}^{\pi - \psi_h} T_\psi d\psi \quad \dots\dots (8)$$

ゆえにブレード1枚についての平均トルク $T_M$ は、式(8)から

$$T_M = \frac{A_m}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \int_{\psi_h}^{\pi - \psi_h} \int_{R_{cp}}^{R_{co}} P_c t r r dr d\psi \quad \dots\dots (9)$$

図5に、 $T_\psi$ ,  $A_m$ ,  $T_M$ の関係を示す。したがってプレカッター一切削馬力 $N_c$ は、式(9)から

$$N_c = \frac{1}{75} m T_M \left( \frac{2\pi \pi b}{60} \right) / 75 \quad \dots\dots (10)$$

(ii)  $R_{co} \leq r \leq 2R_{co}$ の場合 プレカッターの切削状況を図6に、 $T_\psi$ ,  $A_m$ ,  $T_M$ の関係を図7に示す。ブレード1枚あたりのなす仕事量 $A_m$ を求めると、この結果は(i)における $A_m$ の式(8)と同じになり、切削馬力 $N_c$ は式(10)で表わされる。

したがって、式(10)により $0 \leq r \leq 2R_{co}$ におけるプレカッター一切削馬力 $N_c$ は

$$N_c = \frac{1}{75} \left( \frac{V}{3.6} \right) \left[ \tau_s (1 + \tan \beta) \left\{ R_{co}^4 (\pi - 2\psi_h) + (R_{co} - R)^4 (2 \cot^2 \psi_h) \right\} + \frac{1}{2} \left( \frac{f}{g} \right) \left( \frac{2\pi \pi b}{60} \right)^2 \left\{ R_{co}^4 (\pi - 2\psi_h) - (R_{co} - R)^4 \left( \frac{2}{3} \cot^2 \psi_h (\cot^2 \psi_h + 3) \right) \right\} \right] \quad (P5) \quad \dots\dots (11)$$

### 2. 1. 2 ロルバ型除雪機のカッティングロータ切削馬力

$V$ : 車の進行速度  $B$ : カッティングロータ幅  $b$ : 除雪幅 ( $2B = 2m$ )  $R$ : カッティングロータ半径 ( $= 0.5m$ )  $\lambda$ : リボンカッターのねじれ角または $ds$ の傾斜角  
 $\theta_c$ : リボンカッターの $x-y$ 平面の投影角  $\theta_A$ :  $\cos^{-1}(R - R)/R$   $\psi$ :  $x$ 軸を基準としてのリボンカッターの端 $M$ の角変位  $\lambda$ : 端 $M$ を基準としての微小部分 $ds$ の角変位  $S$ : 端 $M$ を基準として微小部分 $ds$ のリボンカッターに沿っての変位  
 $m$ : リボンカッター数 ( $= 4$ )  $g$ : カッティングロータ数 ( $= 2$ )

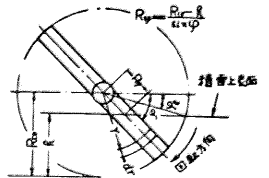


図4 プレカッター切削状況 ( $0 \leq R \leq R_{co}$ )

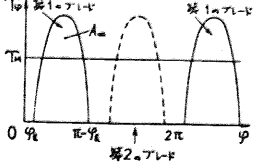


図5  $T_\psi$ ,  $A_m$ ,  $T_M$ 関係 ( $0 \leq R \leq R_{co}$ )

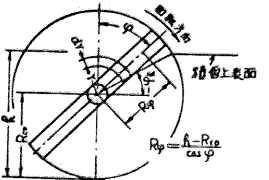


図6 プレカッター切削状況 ( $R_{co} \leq R \leq 2R_{co}$ )

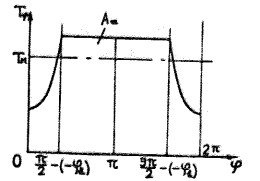


図7  $T_\psi$ ,  $A_m$ ,  $T_M$ 関係 ( $R_{co} \leq R \leq 2R_{co}$ )

ロルバ型除雪機の切削作業部分を国8に示し、国9にカッティングロータを示す。リボンカッターの微小部分 $ds$ では三次元切削抵抗理論式を適用できる。さらに、 $ds$ 部の周速 $u$ は $V$ よりかなり大きいので切削馬力を解析するには回転カと関係のある切削抵抗主分力のみを考えればよい。

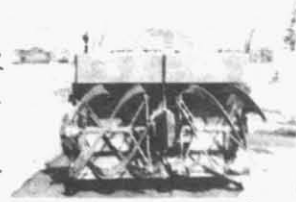


図8 ロルバ型除雪機

国10に、可動角 $dm = 0^\circ$ 、傾斜角 $i = 60^\circ$ をもつリボンカッターの微小部分 $ds$ の切削状況を示す。これより切削速度はカッティングロータの周速 $u$ と考えられる。切込深さ $h$ はリボンカッター1つあたりの進み量に $\sin(\varphi + \lambda)$ を乗じたもので近似できるから

$$t = \left(\frac{V}{3.6}\right) \left(\frac{60}{n_c m}\right) \sin(\varphi + \lambda) \quad \dots\dots\dots (12)$$

さらに国9から切削幅は

$$\cos i ds = R \cot i d\lambda \quad \dots\dots\dots (13)$$

したがって微小部分 $ds$ に作用する力の回転方向成分は式(12)と三次元切削抵抗主分力 $P$ から

$$P t \cos i ds = P t R \cot i d\lambda \quad \dots\dots\dots (14)$$

リボンカッターの端 $M$ が角変位 $\varphi$ であるときの瞬間切削トルク $T_\varphi$ は式(14)から  $P t R \cos i ds (= P t R \cot i d\lambda)$  を積雪切削中のリボンカッターの部分にわたって積分すれば得られる。さらにリボンカッター1つあたりの有効仕事量 $A_m$ は、 $T_\varphi$ を1周期、可なりリボンカッター1回転にわたって積分して得られた結果を国9、国10の幾何学的関係を使ってまとめると次のようになる。

$$A_m = P \left(\frac{V}{3.6}\right) \left(\frac{60}{n_c m}\right) B \rho \quad \dots\dots\dots (15)$$

また、リボンカッター1つあたりの平均切削トルク $T_M$ は、式(15)から

$$T_M = \frac{A_m}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \left(\frac{V}{3.6}\right) \left(\frac{60}{n_c m}\right) P B \rho \quad \dots\dots\dots (16)$$

国11に、 $T_\varphi$ 、 $A_m$ 、 $T_M$ の関係を示す。

以上のことから、カッティングロータ切削馬力 $N_c$ は、式(16)からつぎのように得られる。

$$N_c = \rho m T_M \left(\frac{2\pi n_c}{60}\right) / 75 = b \rho P \left(\frac{V}{3.6}\right) / 75 \quad \dots\dots\dots (17)$$

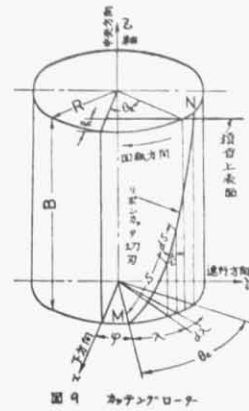


図9 リボンカッター

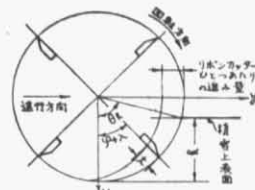


図10 微小部分dsの切削状況

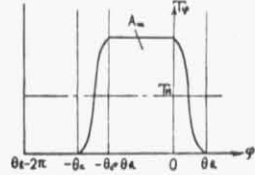


図11  $T_\varphi$ 、 $A_m$ 、 $T_M$ の関係

2.2 その他の諸所要馬力の解析 カッターで切削されブローアに送られてくる積雪(除雪量Q)に対してブローア周速 $u_b$ で投出するためブローア投雪馬力 $N_3$ は、

$$N_3 = \frac{1}{2} \left( \frac{\rho Q}{\rho} \right) u_b^3 / 75 = 1.89 \times 10^{-4} b \rho u_b^3 V \quad (PS) \quad \dots\dots\dots (18)$$

このとき、ブローアに送られた積雪はブローア羽根による回転(周速 $u_b$ )をうけてシュートから投出されるまでに遠心カFを与えられ、ブローアケーシングとの間に摩擦(動摩擦係数 $\mu$ )を生ずる。この摩擦に抗するブローア摩擦馬力 $N_4^{(2)}$ は、

$$N_4 = \mu F u_b / 75 = 6.3 \times 10^{-4} \mu b \rho u_b^3 V \quad (PS) \quad \dots\dots\dots (19)$$

つぎに実験により空転馬力 $N_a$ を求めた。

(1) バイルハック型  $N_a = 3.40 \times 10^{-5} \rho b^3 \quad (PS) \quad \dots\dots\dots (20)$

(2) ロルバ型  $N_a = 4.22 \times 10^{-5} \rho b^3 \quad (PS) \quad \dots\dots\dots (21)$

したがって、理論除雪作業所要馬力 $N_w$ は、式(11)、(17)~(21)、(1)により与えられる。

### 3 試験用除雪車による実験値と理論計算値との比較および考察

実験で利用した除雪機は図1、図8に示したバイルハック型、ロルバ型の2機種による。実験の装置、方法は先の報告<sup>(2)</sup>に詳述してある。また積雪条件、作業条件は図12、図13に記してある。図12、図13に、バイルハック型、ロルバ型除雪機の作業所要馬力 $N_w$ の実験値と計算値の比較を進行速度Vに対して示す。以上の2機種について作業所要馬力の理論計算値と実験値とは車の進行速度に比例して増加し、ほぼ一致するという結果を得た。このことから、カッター切削馬力の理論計算値と実験値も大体一致するこゝが推測され、前報で求めた切削抵抗理論式は除雪機の動力性能を把握する上で、充分実用的意義を有するものと考えられる。

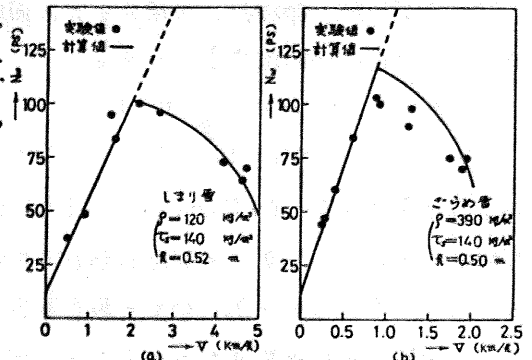


図12 バイルハック型除雪機の作業所要馬力と進行速度の関係

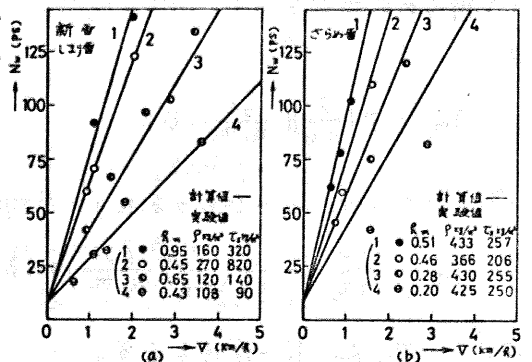


図13 ロルバ型除雪機の作業所要馬力と進行速度の関係

### 4 結 言 (省略)

文 献 (1) 下田・千木良・石橋、機論集 38-312(昭47-8) (2) 山崎、三菱日本重工業報、3-2(昭37-2) (3) 下田・佐藤、雪氷 31-4(昭44-7)、85.