



クメーターを用い、ローター回転数の測定には動力伝達ギヤに取付けられたマイクロスイッチを用いパルス化して、それぞれを電磁オンコヒーバー上に記録した。牽引力の測定には張力計を使用し、これをマシン後方に取付けたワイヤーと連結して検出した。

次に水中実験では2-2図に示すように、水槽中にマシンをワイヤーで懸下させ、バルブの開閉度によって水槽中を流れる水の流速を調整した。またローターの回転数測定にはホトトランズスター回路を使用し、推力検出に当っては張力計を使用した。

### 3. 基本理論式

#### 3.1 砂上

反力の分布を3-1図のように仮定すると、ベースドラムに働く単位長さ当り、半径方向の地面反力 $R_r$ は

$$R_r = k z \gamma_r = \frac{k D}{2} z_0 (\cos \theta - \cos \theta_0) \cos \theta$$

$$= \frac{6 V (\cos \theta - \cos \theta_0) \cos \theta}{D (3 \sin \theta_0 - \sin \theta_0 - 3 \theta_0 \cos \theta_0)}$$

従って二本のベースドラム全体に働く全反力 $P$ は、ベースドラムの長さをしとすれば

$$P = 2l \int_{-\theta_0}^{\theta_0} R_r \frac{D}{2} d\theta$$

次に5せん刃に働く地面反力 $F$ は3-2図から

$$F = \frac{\mu C \sin \phi + \sin \theta + K}{\cos \phi_m - \mu \sin \phi_m} M \quad (\text{但し } C = \frac{P}{M}, K = \frac{Q}{M})$$

単位時間当り、摩擦力に打ち勝つて進む仕事は

5せん刃については、

$$W_1 = \mu F v = \mu M \left( \frac{\mu C \sin \phi + \sin \theta + K}{\cos \phi_m - \mu \sin \phi_m} \right) \pi m (d+h) \sec \phi_m$$

ベースドラムについては、 $W_2 = \mu P v_s = \mu C M \frac{\pi d m \tan \phi}{\sin \phi}$

登坂時のマシンの位置エネルギーについては  $W_3 = M V \sin \theta$

牽引力については、

$$W_4 = Q V$$

従って単位時間当りローターに必要な仕事量 $W$ は

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = \mu M \left( \frac{\mu C \sin \phi + \sin \theta + K}{\cos \phi_m - \mu \sin \phi_m} \right) \pi m (d+h) \sec \phi_m + \mu C M \frac{\pi d m \tan \phi}{\sin \phi} + M V \sin \theta + K M V$$

これを無次元力 $y (=W/MV)$ を用いて表わし、且つマシンが単純車輛として水平面を走行する場合(牽引力 $Q=0$ , 登坂角 $\theta=0$ )には

$$y = \mu C \left\{ \frac{\mu [(\alpha^2 - 1) \cos^2 \phi + 1]}{\alpha \cos \phi - \mu \sin \phi} + \frac{1}{\sin \phi} \right\} \quad (\text{但し } \alpha = 1 + \frac{h}{d})$$

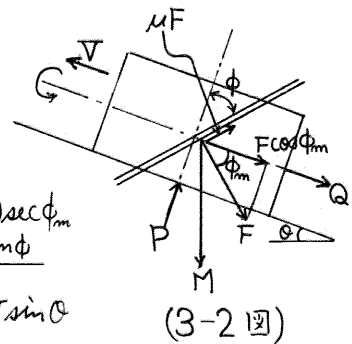
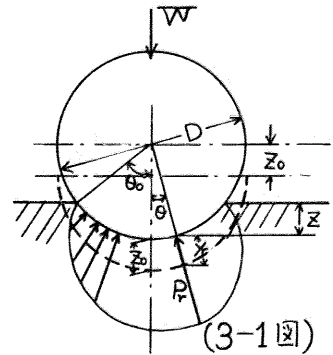
理論所要トルク $T$ , 理論所要馬力 $H$ は $y$ を用いて次のように表わされる。

$$T = M V y / 2 \pi m, \quad H = M V y / 75$$

次に砂の盛り上りを考慮した場合、砂の剪断力では次のように示される。

$$\tau = C + P_r \tan \phi$$

こゝに $C$ : 単位粘着力,  $P_r$ : 剪断破壊面の圧縮圧力(ベースドラムに働く地面反力),



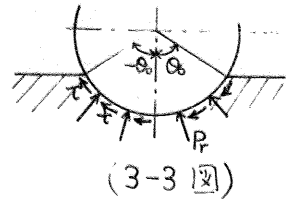
$\phi$ ; 砂の内部摩擦角である。

これより単位長さ当たりのトルク(ローター1本当り)は

$$T = \frac{D}{2} \int_{-\theta_0}^{\theta_0} (C + R \tan \phi) \frac{D}{2} d\theta$$

次にローターがその全長に亘って単位時間当りに砂をすく上げる量を  $M' (= \frac{\pi}{4} \{ (D+2h)^2 - D^2 \} \frac{\theta_0}{\pi} \cdot \frac{\omega}{60})$ , 実際の盛り上り量を  $M$  とすれば, 砂の剪断の行われる有効長さ  $l$  は  $l = \frac{M}{M'} \cdot l$  となり, 故に二本のローター全体で必要とされるトルクは次のようになる。

$$T_{total} = 2l \frac{D}{2} \int_{-\theta_0}^{\theta_0} (C + R \tan \phi) \frac{D}{2} d\theta$$



(3-3 図)

### 3.2 雪上

シマリ雪面走行の場合のように, 5せん刃のみで車重を支える場合は, 側面, 底面に働く力をそれぞれ  $f_1, f_2$  とし  $f_2 = C f_1$  とすれば, 力の釣合より

$$f_1 = \frac{M}{2 \sin \alpha + C}$$

仕事  $W$  は  $W = \mu (f_1 + f_2) v = \frac{\mu M (1+C)}{2 \sin \alpha + C} \pi m (d+h) \sec \phi_m$

よって無次元力  $Y$  は

$$Y = \frac{W}{MV} = \frac{\mu (1+C)}{2 \sin \alpha + C} \frac{\sqrt{(1+h/d)^2 + \tan^2 \phi}}{\tan \phi}$$

こゝで実測値より  $Y$  の値を算出し, 上式に代入すれば係数  $C$  を求めることができる。

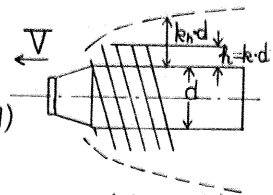
### 3.3 水中

5せん刃とベースドラムとの間には流入してくる水の運動量の変化より, 単位ローター当りの軸推力  $t$  は

$$t = \frac{\rho}{g} (1-s) \pi^3 d^5 m^2 (k+k^2) \tan \phi \left[ (1-s) \tan \phi - \left( \frac{V}{\pi m d} \right) \right] \quad (3.3-1)$$

こゝに,  $\rho$ ; 水の比質量,  $S = \frac{5せん刃内の水の平均速度}{ローター回転速度}$  とする

5せん刃内の水の角運動量の変化より, 単位ローター当



(3-5 図)

りの駆動トルク  $T$  は

$$T = \frac{\rho}{2g} \pi^3 d^5 m^2 (1-s) S (k+k^2) (1+2k+2k^2) \tan \phi \quad \dots (3.3-2)$$

ところが実際に作動している水は(3-5)図に示すように5せん刃根外部には拋物錐状の影響範囲を及ぼしながら回転しているので, この平均高さを  $k_n \cdot d$  として(3.3-1), (3.3-2)に代入すると, 無次元推力, 無次元駆動トルクは次のようになる。

$$Y_t = \frac{t g}{\rho d^2 m^2} = \pi^3 (1-s) (k_n + k_n^2) \tan \phi \left[ (1-s) \tan \phi - \left( \frac{V}{\pi d m} \right) \right]$$

$$Y_T = \frac{T g}{\rho d^5 m^2} = \frac{1}{2} \pi^3 (1-s) S (k_n + k_n^2) (1+2k_n+2k_n^2) \tan \phi$$

## 4. 実験結果及び考察

4.1 図から明らかになるように, ザラメ雪の方がシマリ雪よりも所要トルクが大きい。この理由として, ザラメ雪ではベースドラム, 5せん刃ともに接雪しているのに対し, シマリ雪では5せん刃のみで接雪しているからである。つまりシマリ雪の方が接雪面積が小さいからである。具体的な数値をあげれば, ザラメ雪では  $170 \text{ g/cm}^2$  であるが, シマリ雪では

5°ローターで $280 \text{ kg/cm}^2$ , 10°ローターでは実には $620 \text{ kg/cm}^2$ にも達する。又摩擦係数は、ガラメ雪では $\mu=0.176 \sim 0.234$ , シマリ雪では $\mu=0.1$ である。従ってガラメ雪の方がより大きな接雪面に亘ってより大きな摩擦抵抗を受けることになり、当然所要トルクも増大するものと考えられる。次にガラメ雪の場合、理論値と実測値との間にかんがりの開きが見られるが、これは理論式そのものの適合性というよりはむしろガラメ雪接雪面に形成された水の被膜及び接雪部の摩擦による雪の融解水膜等の生成によって摩擦状態が変化したためと考えられる。

砂の場合、実測値と理論値ではかかなりの開きがあるが、これはローター5センチ角が小さいためで、5センチ角が大きくなると開きが縮まることが知られている。この原因として、単位長さ当りに切られた刃数が多いためにより大きな力を必要とすること、亦即ちこれは本実験でも見られたことであるが、地面の変形度合が最も甚しく、従ってまた動力の損失が著しいことも看過できないであろう。

牽引試験ではガラメ雪(5°ローター;  $H=60^\circ$ ,  $\tau=7.0 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}^2$ , 10°ローター;  $H=55^\circ$ ,  $\tau=6 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}^2$ )に比べ、硬度、剪断力ともに高い値を示すシマリ雪( $H=30^\circ$ ,  $\tau=12.5 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}^2$ )の方がより大きな牽引力を示すことが明らかとなり、又4.3図からもわかるようにシマリ雪では実にはマッソ自重の1.5倍以上を軽々と引張るということがわかった。

水中については4.4図からも明らかのように、余り大きな推力を期待することはできなかった。これは(3.3-1)式からも明らかのように、5センチ羽根の高さや5センチ角が小さいため作動する水の運動量が小さかった故と考えられる。又ローターの偏心による振動のため、実測値間のバラツキや理論値との違いに於いてかなりの影響が表われている。

(文献省略)

