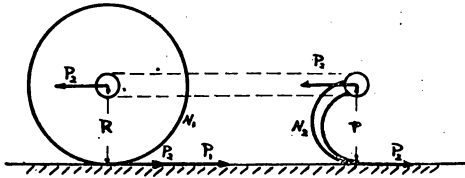


## 動力耕耘機の車輪と耕耘部の負荷率

小島 和 雄

KOJIMA, K. Load Ratio Between Wheel and Tine of the Japanese Tiller.

従来耕耘機の負荷調査試験は数多くあるが、全負荷中、車輪と耕耘部における負荷の状態がいかなっているかを究明し、そして車輪または齒桿の改良研究の資料としよと思つたのである。耕耘機の耕耘部が耕耘作業をなすためには、土壌の摩擦力に抗して動力を加え滑りを生じさせる必要がある。しかし完全な滑りを生じさせる事は出来ず多少ながら土壌抵抗が存する筈である。その反力が車軸に推進力として作用し車輪の仕事を助け、また耕耘部の回転数の減少に伴う車輪の回転数の低下により車輪の所要動力は減少するものと思われる。ついで耕深が大となることによる滑りの減少、すなわち土壌抵抗の増大は、その反力としての推進力を大きくし、車輪の回転数の減少と相まつて車輪に要する動力は減少すると思ふ。



上図において原動機の仕事を  $P_0$  とす。

$R$  : 車輪の半径                     $N_1$  : 車輪の回転数  
 $r$  : 耕耘部の回転半径         $N_2$  : 耕耘部の回転数  
 $P_1$  : 車輪にたいする土の摩擦抵抗  
 $P_2$  : 耕耘部にたいする土の摩擦抵抗  
 $P_0 = 2\pi N_1 R P_1 - 2\pi N_1 R P_2 + 2\pi N_2 r P_2$

$$\frac{N_1}{N_2} = n \quad \frac{R}{r} = m \quad \text{とすると}$$

$$P_0 = 2\pi n N_2 m r P_1 - 2\pi n N_2 m r P_2 + 2\pi N_2 r P_2 \quad \dots (1)$$

クボタ K-3 耕耘機では  $n = \frac{1}{36}$      $m = \frac{28.5}{24} = 1.14$

$$\begin{aligned} \therefore P_0 &= 2\pi \frac{1}{36} N_2 1.14 r P_2 - 2\pi \frac{1}{36} N_2 1.14 r P_2 \\ &\quad + 2\pi N_2 r P_2 \\ &= (0.036) 2\pi N_2 r P_1 - (0.036) 2\pi r P_2 \\ &\quad + 2\pi N_2 r P_2 \quad \dots (2) \\ &= 0.2 N_2 r P_1 - 0.2 N_2 r P_2 + 6.28 N_2 r P_2 \end{aligned}$$

車輪の仕事量    推進力の仕事量    耕耘部の仕事量  
 車輪の全仕事量

$$(1) \text{ より } HP_0 = \left( \frac{2\pi N_1 R P_1}{75 \times 60 \times \eta_1} - \frac{2\pi n N_2 m r P_2}{75 \times 60 \times \eta_2} + \frac{2\pi N_2 r P_2}{75 \times 60 \times \eta_2} \right) \frac{1}{\eta_3}$$

$$\frac{2\pi N_1 R P_1}{75 \times 60 \times \eta_1} = HP_1 \quad \frac{2\pi N_2 r P_2}{75 \times 60 \times \eta_2} = HP_2 \quad \text{とすると}$$

$$\begin{aligned} HP_0 \eta_3 &= (HP_1 - n m HP_2 + HP_2) \\ &= (HP_1 - 0.032 HP_2 + HP_2) \quad \dots (3) \end{aligned}$$

(3) 式をキロワットで表わすと

$$KW_0 \eta_3 = (KW_1 - 0.032 KW_2 + KW_2) \quad \dots (3)$$

$HP_0, KW_0$  : 原動機への入力

$\eta_1, \eta_2, \eta_3$  : 効率

耕耘することにより反力として生ずる推進力は(1)式にてみるように耕耘部の仕事量の  $nm$  倍で、クボタ K-3 耕耘機の場合は (2) 式より 0.032 倍となる。

昨年 12 月 當場で九大農学部、クボタ鉄工所、安川電機と協同で行つたクボタ K-3 耕耘機の負荷調査成績を資料とし、(3)式を利用して車輪と耕耘部の負荷率を算出してみるに次表のようである。

| 耕深 (寸) | 速度 (m/s) | $kw_0 \eta_3$ (kw) | $kw_1$ (kw) | $(1-nm) kw_2$ (kw) | $kw_2$ (kw) | $nmkw_2$ (kw) | $kw_1 - nmkw_2$ (kw) | $\frac{kw_2}{kw_0 \eta_3}$ (%) | $\frac{nmkw_2}{kw_0 \eta_3}$ (%) | $\frac{kw_1 - nmkw_2}{kw_0 \eta_3}$ (%) |
|--------|----------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|---------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------------|---|
| 0.0    | 2.0      | 0.65               | 0.65        | 0.0                | 0.0         | 0.0           | 0.65                 | 0.0                            | 0.0                              | 100.0                                   |
| 1.5    | 2.0      | 2.0                | 0.65        | 1.35               | 1.39        | 0.04          | 0.61                 | 69.5                           | 2.0                              | 30.5                                    |
| 2.1    | 1.89     | 3.1                | 0.62        | 2.48               | 2.56        | 0.08          | 0.54                 | 82.6                           | 2.6                              | 17.4                                    |
| 2.8    | 1.87     | 4.0                | 0.61        | 3.39               | 3.50        | 0.11          | 0.50                 | 87.5                           | 2.8                              | 12.5                                    |
| 3.5    | 1.80     | 4.9                | 0.59        | 4.31               | 4.45        | 0.14          | 0.45                 | 90.3                           | 2.9                              | 9.2                                     |

備考 圃場は稻刈跡、土性は砂塊土、含水率 15%、 $kw_1$  は無負荷進行時を基準とし、速度の減少の割合をもつて算出した。

以上のように耕深に比例して、極めて僅ではあるが、推進力は増大し、車輪に要する動力は減少している。

以上の理論の裏付は実験にまたねばならぬが、これに閃聯ある実験としてクボタ K-3 耕耘機の車輪の滑りを測定した。圃場は砂壤土の含水率 15% の畑地で 10 m を走行するに要する時間と車輪の回転数を測定し、次式により滑りを算出した。

$$S = 1 - \frac{D}{N \cdot \pi \cdot R}$$

D : 走行距離 (10 m)  
 N : 車輪の回転数  
 R : 車輪の直径 (57 cm)  
 S : 滑り (%)

| 耕 深<br>(cm) | 走行時間<br>(秒) | 車輪の回転数 | 滑り<br>(%) |
|-------------|-------------|--------|-----------|
| 0.0         | 29.7        | 5.73   | 2.5       |
| 0.0         | 29.8        | 5.67   | 1.4       |
| 0.0         | 29.9        | 5.80   | 3.9       |
| 0.0         | 30.0        | 5.55   | 0.0       |
| 0.0         | 30.2        | 5.60   | 0.2       |
| 0.0         | 30.3        | 5.76   | 3.0       |
| 0.0         | 30.5        | 5.56   | 0.0       |
| 2.0         | 30.6        | 5.63   | 0.8       |
| 3.0         | 30.7        | 5.57   | 0.0       |
| 5.0         | 30.8        | 5.50   | 0.0       |
|             | 31.0        | 5.60   | 0.2       |
|             | 31.2        | 5.50   | 0.0       |
|             | 31.5        | 5.60   | 0.2       |
| 9.0         | 31.8        | 5.50   | 0.0       |
| 9.0         | 32.0        | 5.53   | 0.0       |
|             | 32.1        | 5.66   | 1.3       |
|             | 32.5        | 5.53   | 0.0       |
|             | 32.6        | 5.55   | 0.0       |
| 12.0        | 32.8        | 5.50   | 0.0       |

実験回数少く、土性、含水量を変化させて試験しなくては確定的な事はいえぬが以上の結果につき考察してみると、必要な牽引力がその接触面にある摩擦力よりも大きいときは、接触面に滑つて牽引することはできない。故に接触面の摩擦力は常に牽引力に等しいか、またはそれよりも大きいことが必要である。

故に以上の結果は無負荷進行のとき接触面の摩擦力よりも大きな牽引力(入力)が車輪にあつたのが、耕耘することにより土壌抵抗に由来する耕耘部の回転数

の減少に伴う車輪の回転数の減少(耕耘部と車輪は分配軸において爪クラッチにより連結され一定の回転比を保っている)による車輪の入力の減少と土壌抵抗の反力による推進力の仕事による車輪の入力の減少に原因して車輪の牽引力(入力)は次第に減少し、車輪と接触土壌面の摩擦力に等しくなるか、摩擦力以下になつた故と思われる。勿論牽引の目的を達しているときは摩擦力と牽引力は等しいといえるが前述の場合はある条件における土壌の最大摩擦力を対照としている。

以上は動力耕耘機を本来の目的にそつて使用した場合のみいえるのであつて、牽引車として使用した場合はトラクターと同一物となり全く異なる。

### 結 言

(1) 車輪への入力 は 耕深の増大により減少し、決して無負荷進行時における入力より大となることはない。

(2) ある含水量のある土壌において無負荷進行時、車輪に滑りを生じなかつたならば、耕深を大にしても滑りは生じない、また無負荷進行時の滑りより耕深を大にしても滑りは大きくなる。かえつて減少する傾向がある。

以上はいかなる土壌にも適用されると思うが、同一土壌でも部分的に含水量、硬度の変化する場合、または耕盤の不均整に起因して耕耘機が極度に傾き、一方の車輪に機重の大部分がかかるようなとき、また含水量が大きくて車輪の没入するような場合には適用されぬと思う。

(3) 耕耘機の車輪、特にラグの試験研究において、あえて耕耘時の場合を考慮する必要はないと思う。

(4) 耕耘機の所要動力計算にあつては、耕耘部のなす仕事量は僅少であるから除外してよい。

(5) 耕深が大きくなるに従い、車輪に要する動力が減少する故、全負荷中耕耘部の占める割合がそれだけ大きくなるから、齒桿の形状には注意しなくてはならぬ。