

7 大型機械による造林作業の機械化

1 試験担当者

機械化部機械科長：山越三平

〃 機械試験研究室：三村和男，猪内正雄，平松 修

2 試験目的

林業の労働生産性の向上を意図し、とくに機械化作業の適用がおくれている造林作業に対し、大型機械すなわちトラクタおよび同仕事用機による地捲え・植付・下刈り・薬剤散布・伐根処理等各作業のワンマンコントロールによる機械化を可能ならしめることは、造林作業の機械化の可能性を立証する上で大きな意義を有する段階をむかえている。このことは本邦のみならず海外の林業先進国を通じての動向であって、各種トラクタ付属造林用作業機の開発をはかるとともに、その機械性能および作業性能、これら作業機の組合せによる機械化作業法等に検討をくわえ、大型機械化に関する基礎的技術および応用的技術体系の確立に資するものである。

3 昭和42年夏の経過とえられた結果

1) 山地斜面において任意方向に旋回するクローラトラクタの所要駆動力 $P_{t c}$ (PS) に関する解析をおこない、この種の林業用トラクタの基礎性能の一つをあきらかにした。

$$P_{t c} = \frac{W_t V_0}{27.07} \left[f_0 + \frac{\mu \ell}{2(2r-b)} + \frac{2V_0 \{ 2hg\mu(2r-b) - \ell v_0^2 \}}{g^2 \mu (2r-b)^3} \right]$$

$$+ \frac{1}{(2r-b)} \left\{ 2f_0 \cdot h \tan \alpha + \frac{\ell}{2} \left(\mu - \frac{s i n \beta}{\mu} \right) \right\} + s i n \beta \right]$$

ここで、 Q_t ：トラクタ装備重量 (kg)， v_0 ：旋回時の車体中心の走行速度 ($m/hr.$)

η ：トラクタの全機械効率

f_0 ：トラクタの走行抵抗係数， μ ：履帯の横方向の摩擦係数， ℓ ：接地長 (m)

r ：外側履帯中心の旋回半径 (m)

b ：トラクタグレージ (m)，

h : トラクタの重心の高さ (m), g : 重力加速度 9.8 (m/s^2).

α : 斜面にあるトラクタの横方向の傾斜角 (°).

β : 斜面にあるトラクタの進行方向の傾斜角 (°).

w : 斜面にあるトラクタの進行方向の水平線とのなす角 (°).

r : 斜面の傾斜角 (°)

$$\alpha = \sin^{-1} \{ \sin(\theta_0 - w) \sin r \} \quad \beta = \sin^{-1} (\sin w \sin r)$$

2) 試作せるトラクタ背負式油圧駆動伐根処理機の伐根性能について解析し同様の伐根処理所要動力 P'_{sc} (PS) および単位燃料消費量当たり伐根切削量 a_c (cm^3/rev) は次式より推定することができることをあきらかにした。

$$P'_{sc} = \frac{f \cdot b \cdot h \cdot V_f}{75 \cdot \eta_s \cdot \eta_{cd} \cdot \eta_p \cdot \eta_m \cdot \eta_h}$$

ここで, f : 伐根処理刃の単位切削抵抗力.

b : 伐根処理刃の切削巾.

h : カッティングドラムの切削深さ.

V_f : カッティングドラムの送り速度

η_s : PTO軸と油圧モータとの機械効率

η_{cd} : カッティングドラムの機械効率

η_p : 油ポンプの全効率

η_m : 油モータの全効率

η_h : 高圧・ゴムホースの効率

$$a_c = \frac{5.6 \times 10^3 \cdot Q_{sc} \cdot \rho}{f_b \left(\frac{f \cdot b \cdot h \cdot V_f}{75 \cdot \eta_s \cdot \eta_{cd} \cdot \eta_p \cdot \eta_m \cdot \eta_h} \right)}$$

ここで, Q_{sc} : 単位時間当たり伐根切削量 (cm^3/sec)

$$= \frac{\sqrt{2} \cdot r^{\frac{1}{2}} \cdot h^{\frac{1}{2}} \cdot b \cdot n \cdot \delta \cdot N_{sc}}{60}$$

n : 同時に伐根を切削しているカッタの数

δ : カッタ1枚の実際に切削している厚さ

r : カッタ先端の切削回転半径

ρ : 燃料の比重, 無油で 0.825 (gr/cm^3)

f_b : トラクタ育林振搾で各種の育林作業をする場合の単位時間, 単位馬力当たり

正味燃料消費量 $gr/PS \cdot hr$

$$= (0.162 + \frac{1.39}{P_a}) N_a$$

3) 試作に成功せるトラクタ背負式薬剤散布機の散粉・散粒性能について解析した結果, 走行散布時の所要出力 P_d (PS) および単位燃料消費量当たり散粉量

$\alpha_d \left(\frac{\ell_{powder}}{\ell_{fuel}} \right)$ は次式より推定できることをたしかめた。

$$P_{d,r} = \frac{(W_1 + W_d)(f_1 \cos \alpha + \sin \alpha)}{75 \cdot 60 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4}$$

$$+ \frac{Q \cdot \rho_0 \cdot \mu_i (2\pi \cdot r \cdot N_b)^2 \cdot 10^{-3}}{216 \cdot 75 \cdot g (i_5 \cdot i_6 \cdot i_7 \cdot i_8 \cdot i_9 \cdot i_{10})^2 \cdot \eta_5 \cdot \eta_6 \cdot \eta_7 \cdot \eta_8 \cdot \eta_9 \cdot \eta_{10}}$$

ここで, W_d : 薬剤散布機の装備重量 (kg).

f_1 : トラクタの走行抵抗係数, α : 進行方向

の斜面勾配(°)。 ℓ_p : トランクシューのピッチ長(m)

n: トランクシューの数。 N_e : トランクエンジンの回転数(rpm),

Q: 薬剤散布量の量(m³/min),

ρ_0 : 空気の比重, 20°C, 760 mmHg, 湿度75%で1.2 kg/m³

μ_i : インペラの摩擦係数 = 1 - $\frac{2}{\pi} \cdot \alpha$

s: プロワの羽根の枚数,

r: プロワの外径(m),

N_b : プロワの回転数(rpm),

i_5 : PTO軸減速比,

i_6 , i_7 , i_8 , i_9 , i_{10} : 薬剤散布機の減速比

η_a : プロワの全効率 = $\eta_f \cdot \eta_m \cdot \eta_r \cdot \eta_t$

η_b : PTO軸の機械効率

η_c , η_d , η_e , η_f , η_g : 薬剤散布機の機械効率

η_f : インペラディスクの摩擦効率, η_m : プロワの機械効率,

η_r : プロワの容積効率, η_t : プロワの全圧効率

$$\begin{aligned} Q_d &= \frac{Q_d \cdot \rho \cdot 10^3}{f_b \left\{ \frac{(W_t + W_d)(f_1 \cos \alpha + s \sin \alpha) \ell \cdot n N_e}{75 \cdot 60 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4} \right.} \\ &\quad \left. + \frac{Q_d \cdot \rho_0 \cdot \mu (2\pi \cdot r \cdot N_b)^2 \cdot 10^{-3}}{216 \cdot 759 (i_5 \cdot i_6 \cdot i_7 \cdot i_8 \cdot i_9 \cdot i_{10})^2 \cdot \eta_n \cdot \eta_b \cdot \eta_d \cdot \eta_r \cdot \eta_s \cdot \eta_t \cdot \eta_g} \right\} \end{aligned}$$

ここで,

ρ : 燃料の比重, 稠油で0.825(g/cm³)

ρ_0 : 空気の比重, 20°C, 760 mmHg, 湿度75%で1.2 kg/m³

Q_d : トランク薬剤散布機の単位時間当たり散粉量 ℓ/h
 $= 0.000225 (i_5 \cdot i_6 \cdot i_7 \cdot i_8 \cdot i_9 \cdot i_{10} \cdot N_e)^{1.688}$

その他: 前出。

4 昭和43年度の試験計画

林業用4輪駆動形ピボットステヤリング式ホイールトラクタの造林用作業機の作動を可能にするような改造をおこなうことにより, この種林業用ホイールトラクタの造林作業への応用の可能性について基礎性能の実験解析を開始するとともに集材性能の検討もおこなう。