

動力耕耘機の負荷特性試験成績について

川崎夏司

佐賀県農業試験場

KAWASAKI, N. On the Load Characteristics of Power Tillers

I. 目的

動力耕耘機の負荷の変化に伴う入力との関係を検知することを目的とする。

II. 試験方法

(1) 試験期日並に場所及び供試機種.

- (A) 昭和28年3月10日 佐賀郡本庄村
T式ロータリー型動力耕耘機
- (B) 昭和28年4月24日 佐賀郡兵川村
K式ロータリー型動力耕耘機

(2) 試験の状況

- (A) 佐賀郡本庄村 埴壤土 耕土 4.0寸
- (B) 佐賀郡兵川村 埴壤土 耕土 4.5~5.0寸

(3) 供試機に搭載した原動機の状態

- (A) 三相誘導 4極 600 5 Hp 電動機
毎分回転数 1,700
- (B) 三相誘導 6極 600 5 Hp 電動機
毎分回転数 1,160

(4) 供試機の状態

- (A) D₃型 耕耘巾 2尺 耕耘刀 20本
草草の直径 10吋
- (B) K₃~F型 耕耘巾 2尺 耕耘刀 20本

(2) 運転方法

- (A) 電源は、2 P, 5 KW 2個の変圧器より 360 mの位置に設けた測定器電源を經由した 100 mのキャブタイヤケーブル (3蕊 0.26 mm 37個燃) に依つて電動機を用い運転した。
- (B) 電源は、3 P, 7.5 KWの変圧器より 130 mの位置に設けた測定器電源を經由した 100 mのキャブタイヤケーブル (3蕊 0.26 mm 37個燃) に依つて電動機を用い運転した。

(6) 測定器

電圧計, 電流計, 電力計 (单相電力計 2個, 記録電力計 (C.T, P.T付) 積算電力計), 回転計 (手押型回転計) 耕深測定用具

(7) 試験区別

(A) 耕深 2寸, 3寸, 4寸

(B) 進行速度, 低速, 中速, 高速.

(a) 供試機別進行速度 (米/秒)

	低速	中速	高速
T式	0.272	0.484	電圧降下の為実施不能
K式	0.370	0.500	0.780

T式	0.272	0.484	電圧降下の為実施不能
K式	0.370	0.500	0.780

(C) 耕耘速度 (回転速度) 低速, 高速,

III. 測定並に計算方法

(1) 耕深 1行程中任意の箇所につき未耕地の部分の表面を基準として耕起された部分の深度を測定し測定箇所数をもつて算術平均し耕起深度とした。此の場合最少限度の測定回数を5回とした。

(2) 進行速度 (米/秒) 1行程の所要時間と, 1行程の長さより算出した。即ち1行程の長さL米, 所要時間T秒米/秒 = L/T

(3) 電動機の毎分回転数 進行途上に於て手押型回転計をもつて測定した。

(4) 電圧, 電流 電源に於て負荷時の電圧 (V.), 電流 (A) を測定した。

(5) 消費電力 (A) 单相電力計 单相電力計2個を直列に短絡したため, 測定時に於ける両者の測定値の和×50として算出したものである。即ちKW = (①+②) × 50 此の場合①, ②は单相電力計の記号である。

B. 記録電力計記録電力計に依る入力は横河電機製作所の記録電力計 (KR.30, C.T, P.T付) を用い C.T (Current, Torans) 端子を15Aで短絡したため測定時に於ける指示値×6として入力 (KW) を算出した。即ち指示値×6 = KW (入力)

C. 毎時電力消費量, 毎時電力消費量, 消費電力量は積算電力計 (3 P 10A) を用い, 作業終りの指示値より作業始めの指示値を差引き所要時間から1時間当りの消費電力量を算出し毎時消費電力量を算出した即ち

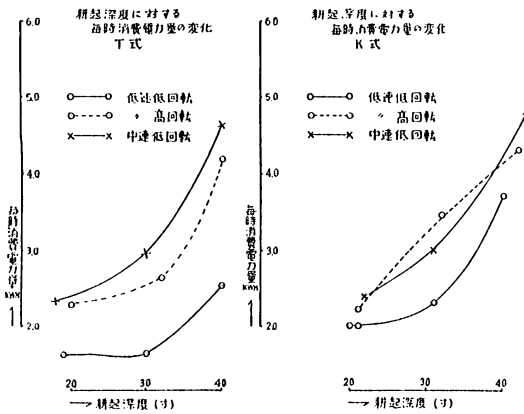
$$\text{毎時消費電力量 } KWH = \frac{(KWH_2 - KWH_1) \times T_2}{T_1}$$

$KWH_1 =$ 作業始の指示値 $KWH_2 =$ 作業終りの指示値 $T_1 =$ 作業時間 $T_2 = 1$ 時間 尚、参考の為 $0.010 KWH$ の電力を消費する時間を測定し KWH (1時間の消費電力量) を算出した
 (6) 耕起体積 Cm^3/sec (毎秒耕起する体積 (立方種) 耕起体積 (Cm^3/sec) は、毎秒の耕起体積であつて、進行継続の状態 (回行時間を含まない) に於て、進行速度 (m/sec) と耕起巾と耕深とより算出したものである。

即ち $cm^3/sec = L \times R \times S$ $L =$ 進行速度 cm/sec $R =$ 耕巾 cm $S =$ 耕深 cm
 (7) 比抵抗 単位断面積当りの抵抗である比抵抗は次の算式に依つて求めた。此の場合の比抵抗は理論的な比抵抗と了解することは困難である。即ち Kgm/cm^3 とせず KW/cm^3 としたものであり、 KW も単相電力計の指示値より算出したもので単に相互間の比較の便宜のため算出したものに過ぎないためである。

項目 銘柄	試験區別			成績											
	耕深	進行速度	耕起速度	電圧	電流	消費電力			耕深	進行速度 m/sec	電回動機数	耕起体積 cm^3/sec	比抵抗 $\frac{KW}{cm^3}$	堀大小 (観察による)	
						単相電力計	記録電力計	毎時電力量							
T 式	2.0	低	低	200	6.0	1.575	0.920	1.636	1.9	0.272	1.680	93.27	1.723	—	
			高	196	8.0	2.450	1.640	2.311	2.0	0.275	1.680	99.08	2.753	—	
		中	低	196	7.0	1.990	1.280	2.322	1.8	0.484	1.700	161.12	1.203	—	
			高	188	13.0	3.750	2.070	3.423	2.0	0.476	1.680	171.42	2.232	—	
		電圧降下の爲試験中止													
		3.0	低	低	202	6.5	1.765	1.212	1.636	3.0	0.272	1.680	147.20	1.223	—
	高			188	11.0	3.400	2.222	2.641	3.2	0.275	1.680	158.53	2.188	—	
	中		低	200	9.0	2.700	2.000	2.950	3.0	0.492	1.690	265.57	1.037	—	
			高	電圧降下の爲試験中止											
	4.0		低	低	200	8.7	2.850	2.000	2.641	4.0	0.275	1.660	198.10	1.467	—
				高	180	16.0	4.475	3.360	4.178	4.0	0.268	1.650	192.85	2.367	—
	中	低	176	15.0	3.850	3.280	4.644	3.9	0.484	1.650	339.67	1.156	—		
高		電圧降下の爲試験中止													
K 式	2.0	低	低	210	7.5	2.250	1.580	2.008	2.1	0.370	—	140.1	1.638	中	
			高	214	8.0	2.650	2.300	2.223	2.1	0.370	—	138.3	1.955	小	
		中	低	212	9.0	2.600	1.940	2.405	2.2	0.510	—	201.7	1.315	中	
			高	208	11.0	3.475	2.520	3.141	2.1	0.500	—	188.5	1.881	大	
		高	低	208	10.0	3.500	2.720	2.820	2.5	0.780	—	350.5	1.018	大	
			高	204	15.0	5.200	3.600	4.456	2.2	0.760	—	301.7	2.815	大	
	3.0	低	低	215	8.5	2.575	1.880	2.333	3.1	0.370	—	206.6	1.271	中	
			高	207	12.0	3.850	3.000	3.455	3.2	0.360	—	205.7	1.909	小	
		中	低	210	11.5	3.575	2.500	3.091	3.1	0.490	—	273.8	1.332	中	
			高	204	16.0	4.850	3.680	4.632	3.2	0.480	—	279.2	1.772	小	
		電圧降下の爲試験中止													
		4.0	低	低	212	13.5	3.745	3.080	3.778	4.0	0.360	—	262.2	1.457	中
	高			204	16.0	5.175	3.880	4.373	4.2	0.350	—	262.5	2.011	小	
	中		低	198	17.0	5.900	3.300	5.865	4.3	0.480	—	372.1	1.618	中	
			高	電圧降下の爲試験中止											
	電圧降下の爲試験中止														

註 1. 毎時消費電力量 (KWH) は或る時間に消費した電力量より1時間に消費する電力量を換算に依り算出した値である。



$$\text{比抵抗} = \frac{\text{KW}}{\text{進行速度} \times \text{耕巾} \times \text{耕深} \times \text{G}}$$

IV 考 察

1. 一般的事項

(1) 電力に関して

本試験を実施するに当つて、電動機を原動機として使用した関係上考察の対象を電力の消費量に置いた。これは、耕耘に当つてどの程度の力即ち馬力を必要とするかと言う事も勿論考慮されるけれども、電力の消費量に重点を置くに依つて必要とする力と経済性が把握出来るからである。

従つて、内燃機関を用いた場合に燃料の消費量を測定するのと同様である。

而して、本試験に当つて供給された電圧の状態は、電源（計器を施設した位置）の位置であつて電動機の位置ではない。更らに電圧の状態には変圧器より電源迄の距離、電源より「キャップタイマーコード」を通じて電力を消費される地点迄の距離と負荷状態、或は「キャップタイマーコード」の規格との間には極めて複雑な関係が潜んでいることは否定することは出来ないけれども本試験は此等の事柄に対する理論探究よりも、実用性に重点を置いたため此の現象に対する解明や修正は行わなかつた。

なお電圧降下や負荷の変化に伴う電圧の変化に当つて電圧の調整を行わない儘の状態に於いて試験を遂行したため電圧の降下に依り運転不可能に陥り試験を中止することを余儀なくされた場合もあつた。

(2) 耕耘ヒツチ（耕耘間隔）に関して

本試験に当り進行速度は、測定に依る結果を示し耕

耘速度は耕耘爪軸の回転状態で抽象的に、低回転、高回転と云う字句を使用した。而して耕耘ヒツチ

$\left(\frac{2\pi rN}{m/\sin}\right)$ 註此の場合Nは耕耘軸の毎分回転数は同一（厳密な意味では類似）の行進状態では近似しているが、異なる行進状態では当然異なるので同一行進状態に於ける負荷の変化する（負荷状態を表現する手段として耕起深度を2寸、3寸、4寸の三種とした）に伴う入力の変化につき異なる耕起深度の相互間を比較の対象とし進行速度が異なる場合は、進行状態が同一（類似）環境のものにつき比較することとし、異なる進行状態の間では或る条件に依る現象の吟味の参考とする事とした。

(3) 試験環境に関して

本試験のような場合の負荷特性が機種自体の特性が各同類の各機種に共通的に存在する問題であるかと言う事を知るため、K式、T式の両機種を使用したもので、両機種を比較することは目的でなかつたために両機種に対して必ずしも類似の試験環境とはしなかつた。

従つて考察も銘柄には触れなかつた。なお今回は横軸回転型について実施したが、横軸打込型、縦軸型について実験することが必要である事は勿論である。

2. 項目に関して

(1) 行進速度

本試験の範囲内でどんな耕耘状態（行進速度以外の条件）に於ても行進速度の遅い場合と早い場合を比較すると、遅い場合より早い場合の方が消費電力量が多い傾向を示している。此の場合消費電力量が多い事は所要動力が大である事となる。此の現象は、進行する事自体に必要な動力は進行速度が速くなることに依つて増加することは勿論であるが、此の増加量よりも進行速度に対する耕耘力の回転速度の割合 $\left(\frac{2\pi rN}{m/\sin}\right)$ 註此の場合Nは耕耘軸の毎分回転数）即ち一定距離の間で行われる耕耘間隔（耕耘ヒツチ）が変化する事に因るもので、進行速度が遅くなれば耕耘ヒツチが大となるため所要動力は大となる。

(2) 耕耘速度（耕耘力の回転速度）

耕耘速度は、耕耘力の回転速度であつて $2\pi rN$ で示される。此の場合耕耘速度を大きくする事は一定速度に於て耕耘軸の回転数を増加することであつて、本試験の範囲内に於ては同じ進行速度の場合耕耘速度を増

加すれば消費電力量即ち所要動力は増大し耕起深度が深くなるに従つて所要動力は増大する傾向を示している。

これは、耕耘ヒッチが少となり耕耘刀の接地頻度が頻繁になることに由来することが考えられる。

(3) 耕 深

行進、耕耘速度を同じ条件にした場合耕起深度を2寸、3寸、4寸とした場合、2寸より3寸、3寸より4寸と耕耘深度を増加することに依つて消費電力量換言すれば所要動力は増大する傾向を示している。此の場合耕耘深度の増加と所要動力の増大の関係を見ると耕耘深度が2寸より3寸と深くなつた場合、増加する所要動力量は、3寸から4寸と耕耘深度が深くなつた場合、増加する所要動力量より遙かに低い現象を示している。

この原因として考えられることは、耕起深度を深くすることは、耕耘刀の接地部分が増加し、耕耘刀の接地部分が増加することは、耕耘刀の行動半径の異なる部分の集積であり、行動半径と耕耘抵抗の間には逆の関係が存在する結果である。従つて、耕耘深度が深くなれば、切削抵抗や摩擦抵抗、抛擲抵抗等が増加する事となるために所要動力は増加するものである。而して耕耘刀の形状に依つて耕耘深度に影響されて所要動力の増加する限界体が存在し、その限界点迄の耕耘深度では所要動力の増加する程度は少ないが耕耘深度がその限界を超した場合に於て急激に所要動力が増加することに依るものと推定される。

(4) 比 抵 投

本試験に於ける計算方式に依つて耕起深度を2寸、3寸、4寸とした場合に於ける比抵抗を見るに、比抵抗は2寸の場合が最も大で3寸の場合は低下し4寸の場合に再び増加する傾向を示し、耕深3寸の場合が最も効果的と考えられる。この原因は進行速度や耕耘速度に必要な所要動力に最も効率的な位置が存在し、それより進行速度や耕耘速度の増加に伴つて所要動力が増加する分が加わる事に由来することが考えられる。

V. 要 約

本試験の結果を要約すれば、

耕耘深度が増加する事に依つて所要動力が増加する事は、土壤条件に依つて耕起深度を変化することを必要とするにもかかわらず、登載する原動機の規格は一定であるため土壤条件に耕起深度を対応せしむることは、登載された原動機の規格の範囲内の所要動力で可能であるが、それ以上の耕起深度を必要とする土壤条件に対応することは困難となる。

従つて或る土壤条件の場合は深耕（耕土耕）が絶対条件である場合、浅耕となり減収を招来する結果となるので動力耕耘機を使用するに当つて

- (1) 土壤環境と耕起深度の関係を解明すること。
- (2) 動力耕耘機の耕起深度と所要動力の関係を勘案して登載する動力の規格を決定すること。

この事に關しては土壤区分との関係は勿論検討する必要がある。而して動力耕耘機の基本的問題としては耕耘刀の形状と耕耘深度との関係を解明することが動力耕耘機の負荷特性の結果から残された問題点が抽出される事となる。