

中國農業工程學會

No. 14

第十四期

通訊

出版月期中華民國47年6月1日

發行 周 禮
 編輯者 張建勳
 台 市
 國立中央大學
 農工系

C. S. A. E. News
 PUBLISHED BY
 Chinese Society of Agricultural Engineers

有關耕耘機之各項問題

長廣博士演講
 彭添松楊景文紀錄

長廣先生係前日本北海道大學教授，現任日本野馬公司技師，彼對耕耘機與引擎均有很深的研究，本年二月曾應唐榮鐵工廠之聘當任該廠的技術顧問。本文係長廣先生於本年三月十二日在其返國之前應台大農工系之請所作之演講。 編者

本人此次來台將近兩個月，其間主要在唐榮鐵工廠擔任小型動力耕耘機之製造技術指導，同時有機會能在台灣中南部參觀農村實情，因而尚能明瞭各有關技術問題之存在。本人雖然專門研究引擎，但也研究過耕耘機，深信提高動力耕耘機之工作效能，必須先從引擎及耕耘機之適當配合加以研究。三年前我曾在日本北海道大學開有關講座，此次能在貴校講演，感到非常榮幸，惜因時間短促，只能簡略介紹耕耘機在日本之發展過程以及現在台灣製造耕耘機之可能發生問題並推論其將來之發展趨向。

1920年，日本由美國及德國輸入若干小型圓用曳引機，為日本農村使用動力耕耘機械之開始，當時適值第一次世界大戰，為解決勞力之不足乃輸入曳引機，惜因不適用於日本農法工作效率低，終被淘汰而消失。二十五年前(1933年)在日本岡山，佐賀，新潟等地開始使用自製 Rotary power tiller，(裝載水冷石油引擎)後又出現 Screw type 及 Crank type 成為日本動力耕耘機之基本型式，惜適逢中日戰爭及第二次世界大戰，因器材不足而未見發展即陷於停頓狀態；但其時也有10,000架被使用，戰後隨復員增產及提倡農業機械化，今日在日本使用大小曳引機已達150,000架。戰後曾企圖將早年輸入之 Gardern hand tractor 加以改裝成汎用曳引機，但結果仍然失敗。一直到三四年前，由美國輸進 merry tiller (氣冷式)後却給日本農法帶來革命性變化，成了耕耘機的慧星，其理由有二。

1. 日本農業經營規模小，而過去在日本六公頃以下面積使用曳引機不合算，而 merry tiller 卻無此弊病。
2. Tiller 型除犁耕作業外，兼可管理作業，諸如搬運，抽水等，故頗受農民歡迎。歐美之 Gardern tractor 本來為用於管理作業方面而設計，但日本則用於重作業如犁耕等，因而耐用性差，故曾經遭到有關農政當局反對，但因其造價廉，乃再加以研究改良，以期適合負荷變化大的作業，同時增加耐用性；在這種情況下，類似 merry tiller 的型式陸續出現。

一般言之，愈高速之引擎，用於負荷變動愈大者，使用壽命愈短。部分工廠或使用者，擅自改裝較大馬力的引擎，勢必影響耕耘機的壽命，如此不考慮基本設計問題是需加反省的。不論如何，Tiller type 在日本成為耕耘機發展的母體，農業機械化的中心，而 merry tiller 確為其功臣了。由 Tiller type (汎用性)與日本式動力耕耘機之配合發展而成驅動牽引兼用式耕耘機。此型在小農經營的日本頗有價值。

台灣的小農經營與日本相類似，故耕耘機在台灣勢必有發展的餘地，而農復會馬達周先生首倡輸入 merry tiller，不管其結果如何，對於台灣農業機械化的貢獻很大。

日本動力耕耘機的發展，經過四階段即 1920 年小型園圃用曳引機之輸入，1933 年自製 Rotary Power tiller 及 Screw type, Crank type 之出現再經 Tiller type 之輸入，發展到現在之驅動牽引兼用式。在台灣將來的發展趨勢如何呢？在討論此問題前，先看台灣各廠家製造耕耘機可能發生的問題，大致可分為機械性能與耕耘性能以及兩者配合三方面討論。

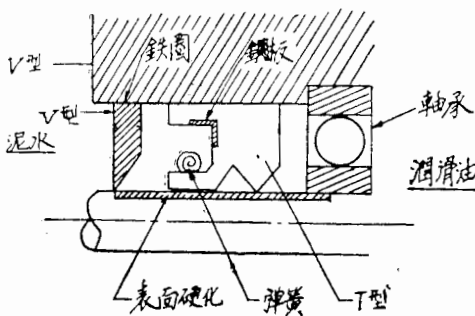
一、機械性能方面：

1. 強度：

- (1) 材料及其熱處理頗為重要。如選用特殊鋼，或齒輪與軸之熱處理等，本省廠家技術尚有問題。
- (2) 耐久性方面的考慮欠妥，如鏈，齒輪，三角皮帶等，材料之使用，單祇模仿日本製耕耘機之尺寸大小，但很少人注意因材料差而強度不夠。例如若選用特殊鋼，鏈的強度可增 50% 以上，齒輪可增 100%，三角皮帶亦可有 30% 以上的強度差。

2. 防水防塵問題：

耕耘機雖選用良質材料製造，但若對防水防塵問題處理不妥，則影響強度仍大。在台灣自製耕耘機之故障以防水問題為最大。因台灣自製 Oil Seal bearing 質差，而使用技術又差，以致防水性能不良。這種基本問題若忽略則結果必失敗。Oil Seal bearing 之構造舉例如下：



3. 製作加工程度。

日本耕耘機之機械效率以 70~80% 為合格標準。一般言之，齒輪數愈多，加工精度愈差則

機械效率愈低。如齒輪加工精度，軸與軸承之配合程度，各部之研磨等，這些工作在台灣各工廠較差，故所製耕耘機的機械效率亦低。

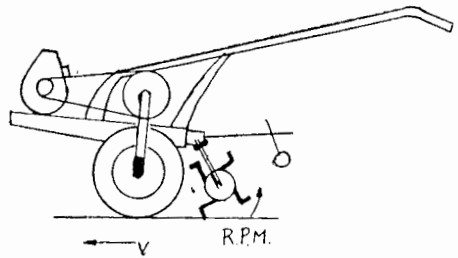
目前在台灣製造耕耘機首先注意防水防塵問題，然後注意製作加工問題，須按步就班解決之。

二、耕耘性能問題。

人在田圃中作業經濟步速 = 0.6m/sec.

耕耘機作業速度則：
 Rotary 耕耘 = 0.3~0.4 m/sec. (耕寬 1.2~1.4 尺者
 0.3m/sec., 1.8~2 尺者
 為 0.4m/sec.)
 犁耕 = 0.9~1.1m/sec
 (包括輪胎 20% 打滑)
 水田耙平作業 = 0.5~0.7 m/sec.

1. Rotary 耕耘：

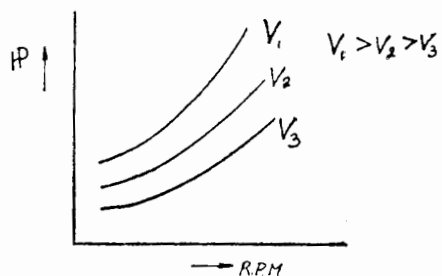


Rotary 耕耘部 rpm 及車輪行速之大小直接影響所需引擎馬力之大小；普通前者約為全馬力之 $\frac{3}{4}$ ，後者為 $\frac{1}{4}$ 如裝載 4 馬力引擎。

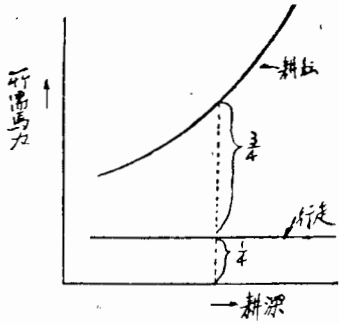
則用於行走馬力 = $4 \times \frac{1}{4} = 1\text{HP}$

用於 Rotary 部 = $4 \times \frac{3}{4} = 3\text{HP}$

Rotary 部之迴轉速為 110~350rpm. (普通則 180~250rpm)。迴轉速愈快而行速愈大者所需馬力愈大，若行走提高到 0.6m/sec 時引擎所需馬力很大。如下圖所示。

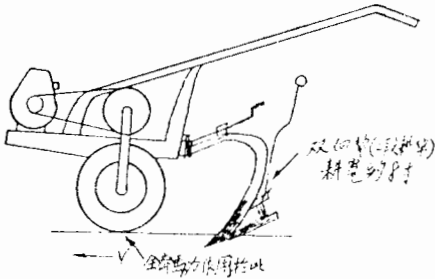


又耕深愈深 Rotor 向前推進所需馬力愈大



2. 犁耕。

犁耕時全部馬力作用於車輪，所需牽引力小而行速大 (0.9~1.1m/sec)。



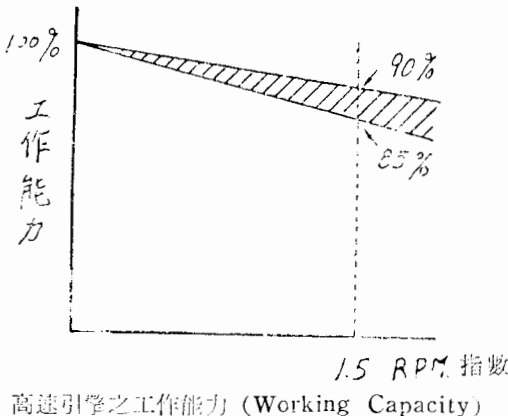
在日本，犁耕旱地4寸時車輪打滑約20%；所需牽引力60~80kg. merry tiller 所能發生牽引力(附加重錘)約80kg. 而驅動牽引兼用式則約120kg. 故前者易過負荷，後者則可在輕負荷狀態下作業，又輪胎之輪耳(Lug)及耕耘機重量影響牽引力很大。

3. 水田耙平作業。

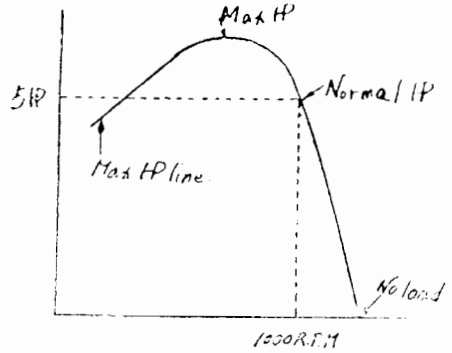
普通經灌水耕耘或犁耕後再把耙碎整平時；用Rotor 耙碎全耕深約 $\frac{1}{3}$ 即可，故所需馬力小，作業速度可增加。

三、引擎對耕耘機之適應性。

1. 引擎 r.p.m. 之大小：

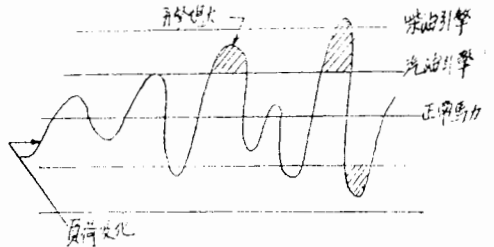


較低，例如。A.B. 兩引擎。A 為 1000rpm, B 為 1500rpm 時馬力大小相同，設 A 引擎工作能力指數為1.0時，B引擎轉速為A引擎之1.5倍。其工作能力到降低15%，如上圖所示。換言之，1000rpm. 5HP之引擎工作能力與 1500rpm 6HP之引擎之工作能力相同。

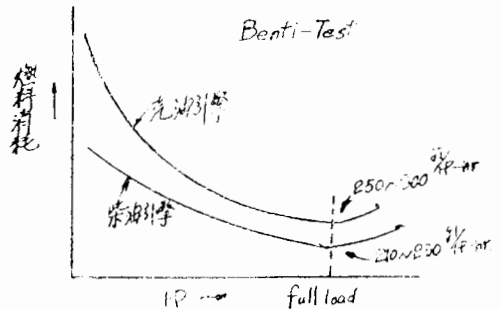


2. 引擎種類與工作能力 (Working Capacity)

引擎種類大致可分柴油引擎及汽油(石油)引擎兩種，柴油引擎之工作指數為1.0時汽油引擎為0.9；如圖有5HP引擎，(正常馬力)轉速為1000rpm, 無負荷時柴油引擎為1080rpm. 而汽油引擎則為1150rpm. 又柴油引擎之餘裕



馬力為40~50%而汽油引擎僅為15~20%。若rpm 增加時其餘裕力馬就更少，故負荷變動大時，對汽油引擎影響較大。



3. 引擎種類與燃料之消耗

柴油引擎壓縮比大(約 $\frac{1}{20}$)，空氣受高壓

而溫度增高(500°C)，再以1:100之比噴油，故其調節為一次元的，負荷變化時燃料消耗變化小。

汽油(石油)引擎為吸進1:20混合氣，其溫度約250°C，因由化油器 nozzle 之1針瓣及 throttle valve 調節是為二次元的，為適應負荷變化，針瓣不能開太小，故因負荷變化時燃料消耗大，由 Benti-Test 如圖。因負荷變化，汽油引擎約為正常消耗為柴油引擎之1.5~3.0倍(約2倍)。

4. 引擎之重量。

由操縱性能(安定性)及作業之方便言之，引擎愈輕愈好，由牽引性能言之，引擎愈重愈好。引擎大小，耕耘機之種類均由使用者選擇之。如傾斜地或濕田宜選用 Tiller type，平地

則宜選用較重之驅動牽引兼用式。(Diesel or Kelosene engine) 一般曳引機接地壓力為0.5~3.5kg/cm² 變化範圍很大。

結論：對台灣使用耕耘機之展望。

綜合前述各種問題，將來在台灣發展何種型式之耕耘機？本人認為應由 Tiller type 發展到驅動牽引兼用式為適當途徑。一般2甲以下之私人小農經營，可選用 Rotary 耕寬1.2尺~1.4尺，犁寬約8寸，引擎2.5~4HP(平均3~3.5HP) 中型驅動牽引兼用式耕耘機，其工作有犁耕，水田耕耘，培土及搬運(10~15Km/hr) 作業等。

10甲以上較大農業經營可選用 Rotary 耕寬1.8~2尺，引擎5~8HP 耙田時可乘用之大型驅動式耕耘機，搬運速度可達8Km/hr。

再論我國農業機械化

張詩成

一、何謂農業機械化？

機械者，合乎機械原理，以動力推動之機具也。將人畜動力推動之機具，化為機器動力推動之機具，即曰機械化。所謂農業機械化，乃過去人畜肌肉動力推動農機具，蛻變為機器動力推動農機具之謂也。

何謂動力？就力學言：在一定時間內，以一種力量，沿力方向，推動一件重物，所作之功，謂之動力。人鋤土刈稻，牛拖犁轉磨，為人畜力作功表現。就單位時間效用言，即人畜肌肉動力，肌骨為結構，食物為其能源。動力小，速度慢，不能連續作功，是其最大劣點。飛機翱翔空際，原子艦潛行水底，乃飛機原子艦中，裝有龐大動力，為化能，熱能，原子能等能力之作功表現，其力數千萬倍於肌肉動力，且能連續運用而不疲；稱之曰機器動力。

動力單位，曰馬力。一馬力等量，在一分鐘內，作三萬三千呎磅之功。一輛小型四輪農用曳引機，有十馬力拉力時，稱曰十拉桿馬力曳引機；一分鐘內，能作三十三萬呎磅之功。牛力約為人力之五倍，牛之動力，小於半馬力。十拉桿馬力曳引機一輛，如以牛二十餘頭作功，兩者效率，可期暫時性平衡。惟牛力缺乏長期力量，終難與連續性機器動力相抗衡也。三十號鐵絲，二人力量，可以拉斷。

較粗二十號鐵絲，需二牛之力，才能拉斷。牛拖之農機具，可以木頭或生鐵製造，而由曳引機拖掛之農機具，須維持數十倍牽力強度，則非用鋼鐵製造不為功。是則肌肉動力推動農機具，與機器動力推動農機具之不同者一也。

力與速度成正比，等重量等時間內，動力大，速度快。肌肉動力，小於機器動力，即後者速度，遠比前者快。一種機具結構，當轉速增加時，常生離心作用，易使機具結構，支離破碎。是則以機器動力推動之機具，須較肌肉動力之機具，加強堅固其結構。此肌肉動力與機器動力所推動農機具之不同者，二也。

老式農機具構造，所謂機械利益，僅應用軸承，槓桿等三、二種。由於製造時估錯着力點位置，與力之方向，致往往未盡發揮其機械效用。至皮帶，滑輪，齒輪，鍊條，連桿，螺旋，凸輪，推桿，輪系，鬧輪等，多賦缺如。換言之：老式農機具，結構簡單，不合機械原理，浪費力量。新式農機具，則本諸機械，力學，材料，冶金學等原理，經過設計，計算，實驗而造成。此肌肉動力與機器動力，所推動農機具之不同者三也。

是故農業機械化云者，簡言之：即農業上種種工作，運用機器動力，以機器動力推動新型農機具耳。