

嫩薑深溝築畦機之研製¹

田雲生 龍國維²

摘 要

本研究設計並試製二台單行式嫩薑深溝築畦機，可提供給農民做為挖掘薑壟之用。雛型機以中耕管理機為行走部，分別配置8.5及10 Hp汽油引擎，原耕耘部位置則改裝成鏈式挖掘機構。其中第一型機以新開發之同心軸式雙速行星齒輪減速機降低田間作業速度至0.29 km/hr，同時於傳動系中設計一組過負荷保護傳動齒輪箱，可確保傳動軸組不致損壞。機體於道路操作時，只需切換行星齒輪組後，便可配合操作人步伐之4.91 km/hr快速度移動；第二型機則簡化第一型機繁複的機構設計，其加大馬力並以較快的速度0.52 km/hr於田間作業，而引擎反向組裝及挖掘鏈藉彈簧壓縮緩衝等，亦可達到動力傳遞與過負荷保護的目的。經測試原地靜態最大挖掘深度分別可達44及50 cm，行進間挖掘則為32及29 cm，而長10 m之薑壟作業時間僅約2.27和1.28min，可較人工快達8與13倍。

關鍵字：嫩薑、深溝築畦機、挖溝、薑壟。

前 言

薑屬囊荷科莖菜類作物，主要分為嫩薑(菜薑)及老薑兩大類，前者本省栽培面積近千公頃，主要分佈於南投、宜蘭縣市一帶^(1,6)，而中部八卦山脈的紅壤土地區就十分適合種植，並為該地區農業發展的特色之一。但嫩薑栽培方式相當地特殊與麻煩：薑田在整地並淋濕後，以人工手持刃寬4"的平鋤，挖掘一個長10 m、寬15 cm、深40 cm以上的種植畦溝⁽¹⁾，且必須一邊挖掘、一邊踏實，每溝反覆共七次左右，即俗稱的「踏薑壟」。此種作業方式屬專業性技術，若技巧不純熟，很可能會造成類似骨牌連鎖倒塌的窘境，故並非一般人可進行此作業；況且此項作業非常耗費工時與成本，每分地工資花費近萬元，佔總生產成本的30%以上，亟需以機械來取代人工作業。據調查，現行的挖溝機具不外乎有挖土機(怪手)、開溝犁、迴轉耕耘刀及挖掘鏈等四種^(9,13)，其中前三者皆因作業條件和用途不同等因素，並不適用於嫩薑種植溝既深且畦型要求平整的挖掘工作，唯一較符合需求者僅挖掘鏈機構一項。而挖掘鏈結構與操作方式類似鏈鋸，在鏈條側板安裝長短多片之切削刀迴轉切入土中，並且藉承載原動機的緩慢移動，來達成挖掘深溝的目的^(9,14,15,16)。簡單地說，就是將土地「鋸」出一條深溝的機具^(4,9)。目前歐美、日本等皆有此類商品販售，主要應用在農業上長根莖類作物收穫、深耕鬆土及排水溝渠挖掘等用途^(10,11,12)，而筆者等亦有用於果樹開環溝或直溝斷根且深層施肥之作業^(7,9)。本研究即參酌挖掘鏈機構的各項優點，並因應嫩薑栽培之特殊需求，研製二種以中耕管理機承載之單行式深溝築畦器，可提供給農民在小田區挖掘薑壟之用，並且藉以提高工作效率、達到省工省時的目的。

¹ 臺中區農業改良場研究報告第 0421 號。

² 臺中區農業改良場助理、副研究員。

材料與方法

雛型機組裝型式

- 一、第一型機以文豐牌WR-652型中耕管理機去除耕耘部做為雛型機行走機構，配置8.5 Hp/2,000 rpm之ROBIN EH25型汽油引擎，原耕耘部位置改裝成鏈式挖掘刀組及刮土板、畦型抹平器、支撐輪等架構，並將傳動系統依據不同需求而做適當的減速調配與設計。另為兼顧雛型機於道路移動或田間作業時行進速度之不同需求，以及避免傳動軸組因挖掘負荷過大而損壞，特製同心軸式雙速行星齒輪減速機及過負荷保護傳動齒輪箱。
- 二、第二型機之行走機構與第一型機相同，但配置10 Hp/1,800rpm之HONDA G400型汽油引擎，並反向組裝，而操控把手亦旋轉180°操作。動力自引擎傳出，經二次皮帶輪減速後，即到達挖掘鏈機構，其中較第一型機省卻了行星齒輪減速機和過負荷保護傳動齒輪箱，另鏈式挖掘刀組總長及畦型抹平器型式、位置等亦做適度的調整。

減速機構設計與理論探討

第一型機將引擎動力分為兩種輸出方式傳至中耕管理機行走用之變速齒輪箱內，並分別於道路行駛及田間作業時應用。其中前者行走速度採用中耕管理機原設定之轉速比操作；而後者則於變速齒輪箱右側動力輸入軸與驅動輪間之有限空間內，組裝一組同心軸式雙速行星齒輪減速機，以降低作業速度至挖掘機構所能配合的最大負荷，其外觀尺寸與內部行星齒輪組之傳動方式如圖一所示，其中太陽齒輪(②)與三個相同的行星齒輪(③)組成之三角架(①)分別連結動力輸入軸及輸出軸，而該減速機減速比除了以實測方式獲得外，並可參考機械公式應用手冊等^(3,8)，以如下方式推算：

已知太陽齒輪半徑為 $(1/n) \times R$

行星齒輪半徑為 $[(n-1)/2n] \times R$

而當行星齒輪完成一週自轉時，則太陽齒輪應轉 $(n-1)/2$ 圈，

但因公轉致使自轉差為 $2\pi \times [(n-1)/2n] \times R \div 2\pi R = (n-1)/2n$ 圈，

三角架完成一次公轉時，行星齒輪共走：

$$2\pi R \div \{2\pi \times [(n-1)/2n] \times R\} = 2n/(n-1) \text{ 次}$$

此時太陽齒輪共轉動：

$$\{[(n-1)/2] + (n-1)/2n\} \times [2n/(n-1)] = n+1 \text{ 次}$$

即減速比為 $n + 1$ 倍

其中， R 為內齒輪(④)之半徑

n 為內齒輪齒數與太陽齒輪齒數之商

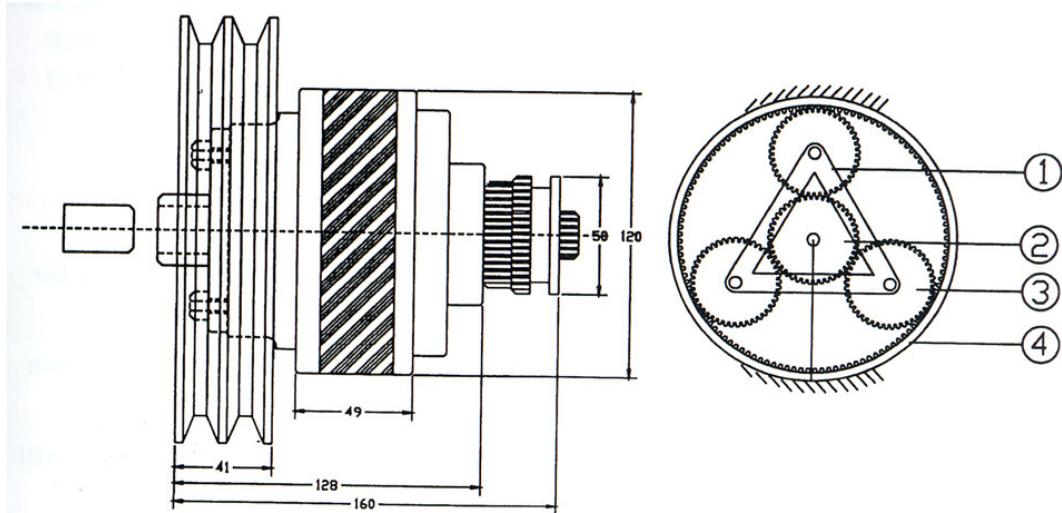
過負荷保護裝置設計與測試

本裝置動力以傳動鏈條承接自行星齒輪減速機，而傳遞至鏈式挖掘刀組，其中壓縮螺旋彈簧套於動力輸出軸上，並壓制環齒形確動離合器(Radial teeth positive clutch)，而輸入與輸出兩軸以不同齒數之正齒輪相嚙合，可達變速及反向迴轉的目的。其組件設計與配裝情

形如圖二所示，而挖掘刀組所受足使確動離合器打滑、動力不傳出之負荷大小，藉由彈簧試驗機量測得知，並參考機械工程師手冊等以如下關係式加以驗證^(2,5)。

$$W / Y = G d^4 / 8 n D^3$$

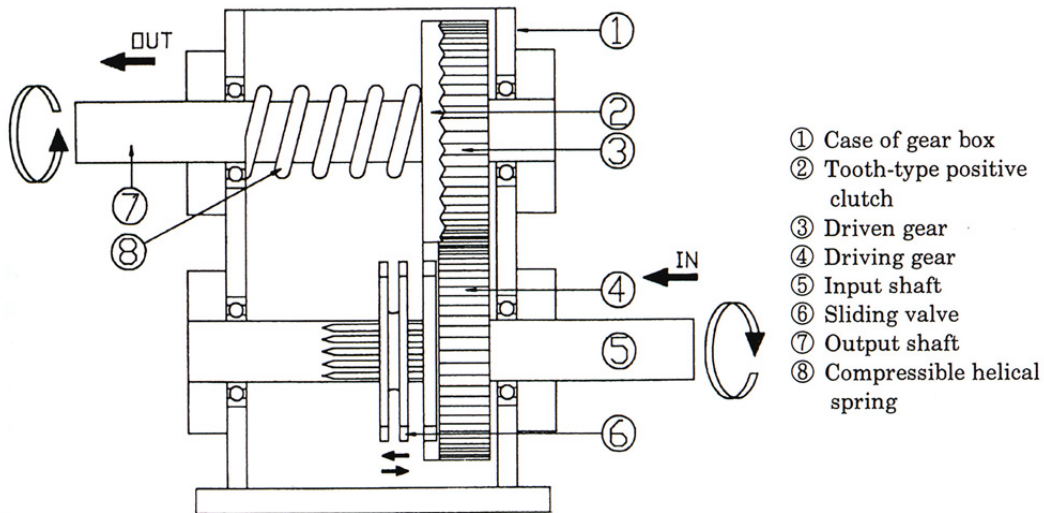
- 其中W為負荷大小(kg) d為彈簧素線直徑(mm)
 Y為彈簧整體之變形量(mm) n為彈簧之有效圈數
 G為橫向彈性係數(kg/mm²) D為彈簧圈之平均直徑(mm)



① Triangular frame ② Sun gear ③ Planetary gear ④ Annular gear

圖一、同心軸式雙速行星齒輪減速機示意圖。

Fig. 1. The diagram of the double speed co-axial planetary gear reducer.



- ① Case of gear box
- ② Tooth-type positive clutch
- ③ Driven gear
- ④ Driving gear
- ⑤ Input shaft
- ⑥ Sliding valve
- ⑦ Output shaft
- ⑧ Compressible helical spring

圖二、過負荷保護傳動齒輪箱示意圖。

Fig. 2. The diagram of the over-load protection gear box.

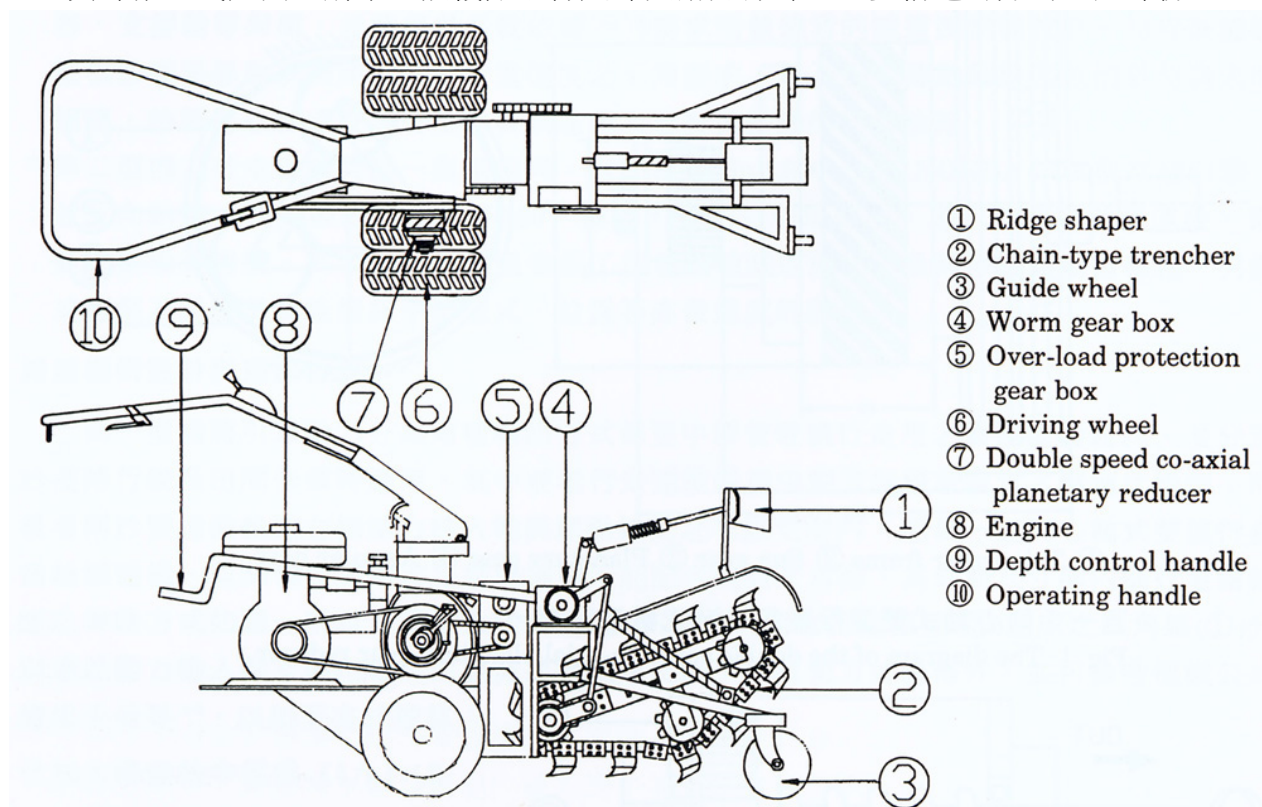
測試及調查項目

雛型機試製完成後，須進行下列各項試驗及調查：(1)車體尺寸規格，(2)彈簧變形量與挖溝負荷關係，(3)傳動機構之速比變化，(4)道路行駛與作業速度之比較，(5)機械與人工挖掘效率之比較，(6)對不同迴轉軸轉速及車速等性能資料調查及比較等。

結果與討論

雛型機試造結果

一、試造完成之第一型嫩薑深溝築畦機係以倒退行走且隔行操作方式作業，一次掘一溝，其外觀型式如圖三所示。該機除了行走部與動力源外，主要構造可分為六大部份：



圖三、第一型深溝築畦機示意圖。

Fig. 3. The structure diagram of the first type chain trencher.

(一)減速機構

本機構係由外側迴轉本體、水滴式剎車來令片、鏢夾式離合器，以及內部行星齒輪減速系統所組成。當雛型機於道路行駛時，將減速機作用控制桿拉緊，即以減速機外側內縮式剎車來令片夾緊該機構迴轉本體，同時將鏢夾式離合器脫離內部行星齒輪減速系統，動力完全不經過本機構，而直接利用中耕管理機原設定之轉速比操作；而機體於田間作業時，則將控制桿放鬆，使得剎車放鬆、離合器導入行星齒輪減速系統中，引擎動力經本機構傳給驅動輪行走之用。該減速機設計內齒輪與太陽齒輪齒數分別為54及21齒時，其動力輸入、出軸之減速比 $n+1=3.6$ ，亦即倒退檔之作業速度可由原設計之1.04 km/hr降至0.29 km/hr，如此挖溝作業能夠正常運作。

(二)傳動機構

本機構係承接引擎動力，並傳送至鏈式挖掘刀組運轉。其作業功能包括提供挖掘機構正常動力切離或接合、改變迴轉方向、藉齒輪變速及遇過大負荷時動力暫時打滑跳脫等用途。當挖溝機構掘溝負荷低於動力輸出軸上之彈簧彈力時，齒形確動離合器之動力傳送正常；但若遇有大石頭等重負荷，即該負荷超過彈簧彈力時，則確動離合器

藉打滑使動力無法傳遞，直到負荷降低後方能恢復原狀，其彈簧變形量與彈力(挖溝負荷)關係之實測結果如表一所示。由量測齒型確動離合器齒深為整體變形量及內插法得知，在壓縮量為4.5 mm時，彈簧彈力為20.6 kg；另量測彈簧整體變形量(Y)為4.5 mm、素線直徑(d)為7.0 mm、有效圈數(n)為4.8、平均直徑(D)為48.5 mm及取橫向彈性係數(G)為8,300 kg/mm² (2)時，由變形量與負荷大小之數學關係式驗證，負荷大小(W)亦為20.6 kg。可知此數值即為目前傳動機組所能承受挖掘鏈之最大負荷，若超過離合器便會打滑、動力暫時切離。

表一、彈簧變形量與彈力之關係

Table 1. Relationship of loading and deformation of compressible helical spring

Spring length (mm)	Deformation (mm)	Loading (kg)
64.0(Original)	0	0
59.0	5	22.5
54.0	10	50.0
49.0	15	77.9
44.0	20	107.3
39.0	25	140.8
36.0	28	163.8
35.5(Limiting)	28.5	173.0

(三)挖掘機構

主要作用係依照嫩薑栽培需求，可挖掘寬15 cm、深40 cm以上的種植溝，包含鏈式挖掘刀組及刮土板機構兩部份。其中前者係由中碳鋼鍛造而成之鏈目元件串接環繞於可調整鬆緊度的支撐架上，每隔一鏈目配裝一支掘削刀，該掘削刀以鎳鉻鉬鋼製成，且設計為寬窄、右左各一式，即有四種規格，專司挖掘土壤，並將鬆土自溝底輸送至溝頂之兩側；而後者則藉由支撐架側邊近傳動軸處橫向固定一個支撐C型框，與鏈式挖掘刀組縱向平行且延伸至後方，除將溝中剩餘積土往前刮送外，亦可遮蓋鏈式挖掘刀組，避免掘削刀等迴轉時鬆脫而危及操作人員。

(四)深淺調整機構

以30:1之蝸桿減速機配合四連桿機構作動，藉由旋轉引擎側邊之搖桿以升降鏈式挖掘刀組及刮土板等，並達到調整挖掘深度的目的，經測試以地面為基準，其可調整的範圍是-60°~+20°。

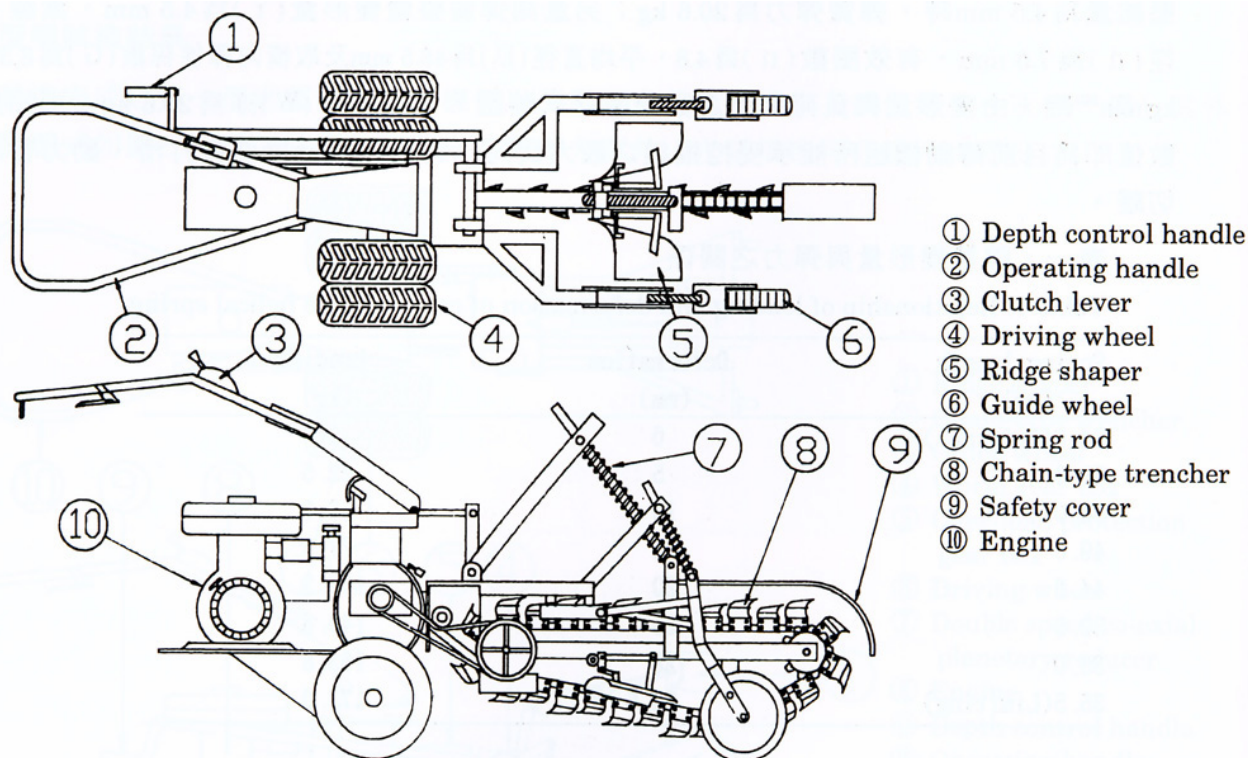
(五)畦型抹平機構

位於刮土板後上方，藉由四連桿機構運動，並與刮土板同步升降。當挖掘機構降下作業時，本機構之兩片抹板即順著行進方向抹平種植溝頂兩側的鬆土，並利用彈簧下壓使其始終平貼於地面。

(六)支撐機構

位於挖掘鏈兩側偏後方之固定橡膠輪，除了支撐部份機體重量外，並可保持挖掘薑壟的行進方向。其上方藉壓縮彈簧作用，又可緩衝挖掘機構之重負荷影響。

二、試造完成之第二型嫩薑深溝築畦機作業方式與第一型機大致相同，其外觀型式如圖四所示。該機除了行走部與動力源外，主要構造僅分為四個部份：



圖四、第二型深溝築畦機示意圖。

Fig. 4. The structure diagram of the second type chain trencher.

(一) 挖掘機構

本機構組成與作用功能大抵上與第一型機相同，惟鏈式挖掘刀組加長約一半左右，可挖掘較深的嫩薑種植溝，或兼用於果樹斷根施肥等作業。

(二) 深淺調整機構

藉由旋轉引擎左側之螺桿搖柄，使鏈式挖掘刀組等以傳動軸為圓心，做圓弧狀的移動，若以地面為基準，其可調整的範圍是 $-84^{\circ} \sim +35^{\circ}$ 。

(三) 畦型抹平機構

畦型抹板概約位於挖掘機構中間位置的兩側，藉由兩塊圓弧狀鐵板及壓縮彈簧所組成。當挖掘作業時，本機構之兩片抹板即以預先設定的高度，強制壓實種植溝頂兩側的鬆土，並達到抹平畦型的功能。

(四) 支撐機構

橡膠支持輪位於挖掘機構兩側偏後方之位置，距離鏈式挖掘刀組較遠，使有足夠安裝畦型抹板的空間，其中兩支持輪組裝略呈小角度倒八字形設計，對於挖掘薑壟的直線性有極大助益，其餘功能與第一型機相同。

雛型機測試結果與討論

一、研製完成之二台雛型機經初步操作測試，可達成所設計之目標動作等，並確定各機構性能後，以測試結果總合為表二、三中所列之各項性能規格。

表二、第一型嫩薑深溝築畦機性能規格測試結果

Table 2. Testing results and the specification of the first type chain trencher for soft ginger

Items	Specification
Power	8.5 Hp / 2,000 rpm gasoline engine
Transmission	4 forward and 2 backward speeds
Wheel driving	2 wheels driving
Vehicle gross weights	250 kg
Machine dimens.	L 210 cm, W 79 cm, H 109 cm
Tyres	3.50-7-4PR×4 (biwheel type)
Tread & wheel base	47-69 cm (adjustable), 94 cm
Min. turning radius	70 cm
Max. ditching depth	44 cm (about 30 cm when in moving)
Ditching width	15 cm (Fixed)
Max. operation speed	0.29 km/hr (in field) 4.91 km/hr (on road)
Working efficiency	2.27 min/ditch (L:10m, W:15cm, D:40cm)

表三、第二型嫩薑深溝築畦機性能規格測試結果

Table 3. Testing results and the specification of the second type chain trencher for soft ginger

Items	Specification
Power	10 Hp / 1,800 rpm gasoline engine
Transmission	2 forward and 4 backward speeds
Wheel driving	2 wheels driving
Vehicle gross weights	280 kg
Machine dimens.	L 212 cm, W 71 cm, H 113 cm
Tyres	3.50-7-4PR×4 (biwheel type)
Tread & wheel base	32-60 cm (adjustable), 110 cm
Min. turning radius	70 cm
Max. ditching depth	50 cm (about 29 cm when in moving)
Ditching width	15 cm (Fixed)
Max. operation speed	0.52 km/hr (in field) 2.98 km/hr (on road)
Working efficiency	1.28 min/ditch (L:10m, W:15cm, D:40cm)

二、第一型雛型機於道路行駛時，其行走速度採中耕管理機原設定之轉速比操作，並無特殊之要求與限制；而在田間作業時，則評估一次挖掘深度需達40 cm以上、溝型完整性要求較嚴苛等因素考量，8.5 Hp汽油引擎在現有行走速度設計的情況下，較難同時支應行走和挖溝作業之動力需求，惟有在引擎高轉速運轉下，將操作速度放慢至極低方可達成。但因中耕管理機在工作轉速1,800rpm時，倒退檔最低行進速度1.04 km/hr，若於田間原地挖掘測試時，尚難發現有重負荷的問題；但行進挖掘作業時，則明顯顯現挖掘機構受力過大而有動力不足或熄火的情形發生，故開發一組減速比為1：3.6之同心軸式雙速行星齒輪減速機構以解決之。即田間作業時可透過該減速機構作用，以超低速0.29 km/hr行駛；而在道路行走則維持中耕管理機原有最高速4.91 km/hr之設計，使其速度選擇符合作業需求且富彈性，表四為第一型機道路行駛與田間作業之速度比較，其最高與最低速差距達17倍之多。

表四、第一型機道路行駛與田間作業之速度比較

Table 4. Comparison of ground speed between on-road and in-field for the first type chain trencher

Transmission	Ground speed			
	On road		In field	
	High	Low	High	Low
	----- km/hr -----			
First	1.40	0.83	-	-
Second	4.91	2.90	-	-
Reverse	1.71	1.04	0.49	0.29

三、第二型雛型機爲了要減少機構組裝、傳動的繁複性，進而節省設備購置成本等因素考量，特嚐試將引擎馬力由8.5 Hp加大至10 Hp，並反向組裝以減少一次動力反向傳遞之裝置，可省卻行星齒輪減速機和過負荷保護傳動齒輪箱的需求。動力自引擎傳出，經二次皮帶輪減速後，即到達挖掘機構，設計相當地精簡方便。而操控把手旋轉180°操作，使得變速檔位由原前進四速、後退二速，變成後退四速、前進二速，即田間挖掘作業採倒退行走具有四段選擇，表五爲第二型機於引擎工作轉速1,800 rpm時各檔位之行走速度。由表中可知，最高速度係在倒退檔位，意味著若於道路行駛要以較高速度2.98 km/hr行走，則必須採倒退操作，或將操控把手回旋至原位置亦可。而最低速約爲0.52 km/hr，於田間掘薑壟作業時，仍嫌速度過快而偶有傳動皮帶打滑的情況。

表五、第二型機行走速度測試結果

Table 5. Comparison of ground speed for the second type chain trencher

Transmission	Ground speed	
	High gear	Low gear
	----- km/hr -----	
First	0.86	0.52
Second	2.98	1.78
Reverse	1.03	0.63

四、兩型雛型機試造完成後，經由不同引擎轉速運轉之下，量測各機構傳動軸組之轉速變化，以確定動力傳遞是否確實。如果傳動有打滑等現象時，其轉速會呈現不規則的變化，此部份測試結果如表六、七所示。比較其結果，在不同引擎轉速時，兩雛型機各機構間之速度皆成近似比例變化，可確定各機構之傳動效果尙稱良好。惟第一型機以鏈條傳動的結果，與第二型機完全以皮帶傳動的情形相比較，前者動力傳遞似乎更爲確實。

五、以一般栽培習慣而言，嫩薑壟之挖掘深度需達40 cm以上才算合格，而本研究試製完成之兩雛型機於原地挖掘作業時皆可達到此要求，且分別爲44 cm及50 cm之多。其中第一型機以較低馬力、較慢速度進行作業，經實測結果發現，該雛型機挖掘一個標準尺寸(長10 m、寬15 cm、深40 cm)的種植溝，所耗費的時間約爲2.27 min；第二型機則將馬力由8.5 Hp提高至10 Hp，行走速度降低至中耕管理機原轉速比之一半約0.52 km/hr操作，經實際田間挖掘測試可知，當掘深達30 cm以上時，引擎即感負荷過大，致使傳動皮帶偶有過熱打滑等現象發生。

表六、第一型機引擎轉速與相關機構轉速之關係

Table 6. Testing results and relationship of engine and all relative revolution and ground speed for the first-type machine

Engine speed	Planetary reducer revolution	Transmission		Chain trencher revolution	Ground speed
		Input	Output		
rpm	rpm	----- rpm -----	----- rpm -----	rpm	km/hr
1,200	485	431	340	194	0.19
1,400	567	504	398	227	0.22
1,600	635	564	442	254	0.26
1,800	721	640	504	288	0.29
2,000	800	712	564	321	0.33

表七、第二型機引擎轉速與相關機構轉速之關係

Table 7. Testing results and relationship of engine and all relative revolution and ground speed for the second-type machine

Engine speed	Driving shaft	Chain-trencher revolution	Ground speed
rpm	rpm	rpm	km/hr
1,200	604	435	0.34
1,400	695	400	0.38
1,600	801	350	0.43
1,800	869	304	0.52

結論與建議

- 一、第一型機之傳動齒輪箱主要功用係承接引擎動力，並做適當處理後，再傳送至鏈式挖掘刀組運轉。最初設計僅有兩個正齒輪反向迴轉傳動的功用，並且藉由操作者將動力切換為分離或接合，在組裝完成後，曾配合試用於果園樹冠下挖掘深溝並施有機肥作業之開溝工作，不慎選擇河床邊之田區挖掘，結果遇到土壤底部之大石頭等重負荷，造成挖掘機構之傳動軸組變形損壞。鑑於此經驗，並為使各機構更趨於理想化，經重新設計研製時，即將過負荷保護的觀念容入其中，並將相關機構結合為一體，完成目前集多項功能於一身之過負荷保護兼傳動齒輪箱。其作業功能包括提供鏈式挖掘刀組正常動力之切離或接合、將動力反向迴轉、藉齒輪變速及遇過大負荷時動力暫時打滑跳脫等用途，實勘稱為本雛型機傳動的樞紐。
- 二、第一型雛型機挖掘鏈掘溝時，因有較大的向下拉力，使得引擎及操控把手之一側往上提升而操作略感吃力，經加裝約20 kg配重後，機體前、後方較為平衡，操作頓覺輕鬆靈活。
- 三、研製完成之第一型雛型機經初步操作測試，可達成所設計之目標、動作等，經量測調查其性能規格，並彙整如表二所列。其中表列中之各項資料均為實測結果，該雛型機挖掘一個標準長度(長10 m、寬15 cm、深為動態可調最大挖深約40 cm)的薑壟，所耗費的時間約為2.27 min，與人工作業需花費15~20 min相比較，機械作業效率是人工的8倍，對於減輕人力負荷與節省人工成本等，實有相當大的助益。

四、第二型雛型機經初步測試，確可達成減少組件(行星齒輪箱與過負荷保護齒輪箱)而得到順利挖掘之效果，其測試結果彙整所得性能規格如表三所列。其所掘標準長度(10 m×15 cm×最大挖深約29 cm)薑壟所耗時間約為1.28 min，比人工作業效率快達13倍。不過偶有皮帶傳動打滑情形，此表示車速過快，動力負荷不足，所以仍有再降低作業速度以確保長期作業順利等耐久性測試。

誌 謝

本研究承蒙中正農業科技社會公益基金會贊助計畫經費，而試驗期間亦承該會陳秘書啓峰不吝指導，中興大學農機系樂家敏教授、翁郁凱老師及鍵隆農機股份有限公司謝錦明先生和本場農機研究室全體同仁鼎力協助，方得以順利完成，謹此一併致謝。

參考文獻

1. 王勝 1980 薑 臺灣農家要覽(上) p.890~892 豐年社。
2. 中國農業工程學會 1976 機械工程師手冊(續冊) p.12-79~12-96 科技圖書股份有限公司台北。
3. 孫建平譯 1982 機械傳動元件 機械月刊社 p.16~19,35~37。
4. 翁郁凱 1995 有機肥深層施肥機掘機鏈條掘削特性之研究 國立中興大學農業機械工程學研究所 碩士論文 p.1~34。
5. 趙平洋 1982 機械公式應用手冊 9.111 台灣書店 台北。
6. 臺灣省政府農林廳 1995 臺灣農業年報 台灣省政府印刷廠 p.326。
7. 鄭榮瑞、陳加忠譯 1985 中耕機使用的附屬機具與其功能 農業工程學報 31(1):106~113。
8. 賴耿陽譯 1993 機構學 p.94~95 建宏出版社 台北。
9. 樂家敏、翁郁凱、阮助明 1994 掘溝式堆肥深層施肥機械之開發與試驗 國立中興大學農教學報第41期 p.60~72。
10. 上出順一、土屋功位 1985 小型トレンチャに關する研究(第二報)---ブレー 形狀と切削抵抗 農業機械學會誌 46(4):465~470。
11. 土屋功位、上出順一、赤瀨章 1984 小型トレンチャに關する研究(第一報)---掘削特性について 農業機械學會誌 46(3):359~364。
12. 岡部正昭、坡井純等 1984 各種耕うん裝置の性能特性(1) 各種ロータリ耕うん裝置の碎土 反轉性 農業機械學會九州支部 No.33 p.1~6。
13. 機械化農業 1989 今年の主力製品誌上展 4月號 p.24~42 新農林社 日本。
14. Cochran, B. J. and J. G. Porterfie. 1974. Vertical forces on furrow and depth control devices, Tran. of ASAE, 9(3):443-446.
15. Richey, C. B. and D. R. Griffith. 1977. The development of a furrow-mulch ridger, Tran. of ASAE, 25(6):1079-1082.
16. Sipes, C. E. 1959. A power-driven tractor ditcher, Tran. of ASAE, 28(1):61-65.

Development and Testing of the Chain Trencher for Soft Ginger¹

Yun-Sheng Tien and Gwo-Wei Long²

ABSTRACT

The purpose of this research is to develop two prototype chain trenchers for soft ginger growers to excavate ginger ditches by 10 m length, 40 cm depth and 15 cm width. The first type machine is mounted on an 8.5 Hp cultivator. The original cultivating mechanism was taken off and replaced by a chain-type trencher, also uses a new developed double speed co-axial planetary reducer to slow down the field speed to 0.29 km/hr. Another over-load protection gear box is added in power line for prevention from damage. When moving on road, the machine can be driven at 4.91 km/hr speed by shifting the planet gear set to normal speed. The second type machine use same frame with a bigger 10 Hp engine has the working speed of 0.52 km/hr. The 10 Hp engine is mounted inversively to simplify transmission mechanism. Experimental results show that the maximum ditch depth (not in moving) done by the first and second machine reach 44 cm and 50 cm in depth, and about 32 cm & 29 cm maximum when in moving and trenching, and the working capacity of the trencher is about 2.27 minutes and 1.28 minutes as they dig a standard ditch. Preliminary estimation show that the working efficiency of the first and second type machine is about 8 times and 13 times of labor.

Key words: soft ginger, chain trencher, trenching, ginger ditch.

¹ Contribution No. 0421 from Taichung DAIS.

² Assistant and Associate Engineer of Taichung DAIS, respectively.