

穀殼粉碎機之研究

Development of Crasher for Rice Hull

桃園區農業改良場助理研究員

謝 森 明

Sen-Ming Hsieh

桃園區農業改良場助理

張 金 發

Chin-Fa Chang

摘 要

穀殼經粉碎後體積可大量縮小，較易於搬運，不僅有助於解決穀殼廢棄物之處理問題，並可提供農民栽培洋菇、香菇或作堆肥育苗及其他加工等用途。

本機械係採用高速迴轉鋼棒，使棒端線速度達到每分鐘 6750~7125 公尺，亦相當於每小時 405 公里以上的速度，以瞬間擊碎游離跳動中的穀殼為特點，使能克服穀殼膨鬆的抗壓力，粗糙的磨擦力及含砂量高的磨損力等，故能節省動力提高粉碎效率。

該機械使用六組輪輻狀方形鋼棒的高速迴轉，致使軸心部產生半真空狀態，由軸心部漏斗或吸入管吸入穀殼後，隨離心氣流噴散到圓筒形網壁而反彈跳動，隨即被高速迴轉的鋼棒打擊而粉碎，粉碎物透過篩網由出口排出，以此種高速擊碎游離物的方式比以往所慣用的擠壓、磨擦、切割、敲擊等粉碎方法，效率可提高 3.8~6.2 倍。且本機械構造簡單，設備費僅需要現有同工作能量機價的 5%~25%。

Abstract

Having been fragmentized, the volume of the rice hulls can be greatly reduced and become transportable. It is advantageous not only for resolving the problem of residues but also for providing farmers to raise mushroom or to fertilize the soil.

This machine applies high speed rotary steel rods. The tangent speed is up to 6750-7125 rpm is 405 km per hour. The characteristics of this machine is that it can fragmentize the rice hulls transiently to overcome the buffer force and the friction during collisions between steel rods and the rice hulls and can save power to riasse the efficiency of machine.

This machine is of six rectangular steel rods in radius shape. As the machine working. The core region is in vacuum state due to high speed rotation of wheel. Having been absorbed from funnel or pipe at core center, rice hulls shells flush toward cylindrical net wall aud reflected then fragmentized by high speed rotated steel rods and sputter out from filter. The efficiency of this method described above is higher than those conventional methods, such as squeeze, friction, cutting and knock etc., by 3.8-6.2 times. The structure of machine is simple and the price is only 5%-25% of those of other compatible machines.

一、前言

目前國內各鄉鎮市農會及米商的稻穀加工廠，所排出的穀殼廢物，除極少部份有利用外，大部份均僱請卡車運往郊區或溪邊焚化，由於體積膨鬆，大都採用散裝方式搬運，因此不但耗費無謂的搬運費，而且由於裝運不當沿途散落穀殼，影響街道整潔，又以焚化方式清除堆積物而產生濃煙與灰燼，直接污染了空氣與環境。

為解決稻穀加工所餘留下龐大數量之穀殼處理問題，擬以用國外高速空中擊碎植物體之原理，進行研究試製，使能適用於國內大量粉碎穀殼之需，將其減少體積，以利搬運，提供育苗、堆肥或其他加工之用途，期以較低馬力之動能達到較高效率之粉碎功能，且因粉碎之穀殼容積縮小便於搬運，可以節省大量搬運費。

以往國內所研製的穀殼粉碎機，大多採用磨擦、擠壓、切割或中速打擊等粉碎方式，其粉碎原理須消耗大量的動能，根據調查，上述國內之粉碎機，大多採用10至15匹馬力之動力，而每小時粉碎速率僅在200公斤左右，此種工作效率無法應付目前國內各鄉鎮農會每部舊穀機每小時可排出400~700公斤穀殼的處理問題，故進行此項研製改良。

二、試驗材料與方法

(一)試驗材料：

5HP, 7HP, 10HP, 20HP 二極三相 3500rpm 高速馬達各一具，5HP 直流可變速 (10-6000rpm) 馬達一具，無熔絲開關，起動器，轉速調節器，自製粉碎機大、中、小各1架，4吋、5吋吸排料蛇管，收集器，粉碎試驗用之穀殼，甘蔗渣、大豆、玉米、穗軸、蚵壳及供耐磨試驗之多種鋼材。

(二)機械構造：

1. 穀殼承接器——裝設於舊穀機穀殼排出口，是一種可滑行而調整穀殼承接量的方形漏斗。
2. 吸料管——用孔徑4吋之塑膠蛇管，一端連接穀殼承接器，一端連接粉碎機之吸入管。
3. 粉碎機——由機架，配電盤，馬達及粉碎部四部份所組成。
 - (1)機架——使用2吋之角鐵燒焊而成，下方固定於0.5m³之水泥地基上。
 - (2)配電盤——設有磁電開關，無熔絲開關及起動器。

(3)馬達——使用220V, 10HP, 20HP 二極三相每分鐘3,500rpm之高速馬達。

(4)粉碎部——打擊齒組、篩網（孔徑分3mm, 2.5, 2, 1.5, 1, 0.6等六種可視需要任意更換），機壳排出口、封蓋（上附進料漏斗、吸入管、風量調節器），及直軸傳動連接器等所組成。

4. 排料管——採用孔徑4吋之塑膠蛇管（與進料管同）一端連接於粉碎機之排出口，另一端則連接收集筒或貯料網室。

5. 收集筒或貯料網室——收集筒用鐵皮焊成離心型收集圓筒，貯料網室則用木料角料及白色細紗網釘製而成。

(三)機械試驗方法：

1. 打擊齒材料，熱處理方法與耐磨性之比較。
2. 打擊齒型態對動態平衡與金屬應力抗疲勞性之比較。
3. 改良部份打擊齒及增設爪碎齒盤，使能適合玉米穗軸粉碎試驗。

三、試驗結果

穀殼經本機械粉碎後，體積可縮成30%，耗電量每小時8度，比進口日製同效率可提高3.8倍，且機械造價僅須進口機械的5%，本機械除粉碎穀殼外，尚可粉碎甘蔗渣、大豆、玉米、米、麥、蚵壳、稻草等，如全面裝設該機械，則每年效益可達21,600萬元，茲將試驗結果分述如下：

(一)粉碎細度與容積重量比較：穀殼經粉碎後體積可大量縮小，所用之篩網孔徑愈小，體積可縮得愈小（如表一）：

表一、篩網孔徑與容積及重量比較

篩網孔徑 項目	3.0mm	2.5mm	2.0mm	原穀殼
重量kg/m ³	475	563	700	125
體積比 a)	1/3.8	1/4.5	1/5.6	1

備註：a) 體積比係指粉碎後的體積與原來的體積的比率。

(二)耗電量與粉碎成本：本粉碎機之耗電量為每小時8度，每公斤穀殼之粉碎電費為0.022元，如將機械折舊率及其他各項費用計算在內，則每公斤穀殼之粉碎成本為0.134元（如表二）

表二 穀殼粉碎成本計算表

項 目	計 算 方 式	金 額	工 作 能 量	每 公 斤 成 本
耗 電 量	每小時8度(千瓦)	16元	720kg	0.022元
機 械 折 舊	10萬元÷10年÷12月÷30日	28元/天	5,760kg	0.005元
機 價 利 息	10萬元×1%÷30日	34元/天	5,760kg	0.006元
零 件 耗 損	篩網打擊齒、軸承組7,000元÷720小時	9.7元/小時	720kg	0.014元
裝 袋 工 資	500元×1天	500元/天	5,760kg	0.087元
合 計				0.134元

(三)各型粉碎機造價、性能及粉碎成本比較：根據試驗結果顯示，本場可研製之粉碎機各種條件均比其他廠牌好。(如表三)

機 型	機 械 價 格 (萬元)	使 用 馬 力 (HP)	耗 電 量 (度/小 時)	每小時工 作 效 率 kg	單位馬力工作效率		a) 每公斤粉碎成本 (元)
					效 率	指 數	
交 互 齒 切 割 型 (向日本進口大型機)	230	36	24	680	18.8	100	0.56
交 互 齒 切 割 型 (臺 製)	20	15	12	200	13.3	71	0.29
螺 旋 擠 壓 切 割 型 (國內舊式機械)	10	15	12	175.5	11.7	62	0.30
游 離 齒 打 擊 型 (一般飼料工廠)	15	15	12	180	12	64	0.30
高 速 擊 碎 型 (本場研製)	10	10	8	720	72	383	0.13

備註：a) 粉碎成本根據機價利息、折舊、磨損、耗電、包裝工資等計算。

(四)使用範圍及工作效率：本粉碎機可適於粉碎穀殼、甘蔗渣、玉米、大豆、米、麥、蚶壳、乾稻草、牧草等，工作效率。(如表四)

表四、本粉碎機之適用範圍及其工作效率

篩網孔徑3mm

碎 項 目	穀 殼	甘 蔗 渣	玉 米 (大 豆)	米 (麥)	蚶 壳	稻 草 (牧 草)
工 作 效 率 (kg/hr)	720	400	2,160	2,880	900	24

(五)不同打擊齒材料、熱處理方法、齒形大小型態與動態平衡、耐磨性、金屬疲勞性等之比較試驗。(如表五)

表五、10HP 之動力裝配 6 支齒 × 5 組 = 30 支

3m/m 篩網

鋼材別	熱處理方法 及硬度	打擊齒形態及規格			動態平衡情形	耐久性	損壞情形
		形態	軸盤直徑	齒斷面規格			
中碳鋼	先端淬火 處理 75°	輪幅型	90m/m	m/m 15×10	甚良好	2公噸	淬火處斷離及基部彎曲斷離
高碳鋼	高週波處理 表面 65°	輪幅型	100	20×10	良好	4	齒基部疲勞折斷
高碳鋼	高週波處理 表面 65°	輪幅型	200	20×10	略差	16	齒基部疲勞折斷
紅十字	高週波處理 表面 65°	輪幅型式 連枷式	120	25×10	甚差	—	起動後活動關節 鉚針即振斷
高碳鋼	淬火處理	橫桿式	650	10×10	極差	—	太重無法起動
藍十字	高週波表面 熱處理 65°	輪幅型	120	基部 25×10 先端 15×10	甚良好	100	先端自然磨損

(c)為適應玉米穗軸粉碎，將進料口第一排打擊齒改為斜面刀齒，將玉米軸切碎分佈到全面提高打擊效率。

另研設爪碎齒盤裝設在入口處，將穗軸爪碎，試驗結果易變形，不能使用。

(d)不同含水率之玉米穗軸粉碎比較試驗結果。(如表六)

表六、10H P之動力、裝配斜面刀齒一組及普通齒四組

含水率	每小時粉碎量	說明
11%以下	無法粉碎	玉米軸打擊後產生多量珠體，繼續蓄積筒內，而至超負載。
13—15%	90kg	粉碎困難，打擊齒基部易折斷。
18%	180kg	
18%以上且略經發酵	360kg	粉碎容易，但進料不易。

(f)篩網材料耐磨比較試驗。(如表七)

表七、篩網材料耐磨比較

150m/m×厚度 3m/m

材料	單價	耐久性
鐵板	600元	13,000kg
不銹鋼板	1,800元	28,000kg

(h)經濟效益分析：

1. 穀殼經粉碎後體積約可變成1/4，運搬費可節省3/4，平均每一個農會每年可節省15萬元穀殼廢棄物之搬運費。全省300個農會計算則全省可節省4,500萬元(全省農會可節省)。

2. 目前穀殼售價每公斤為1~1.2元平均為1.1元，若普遍裝設粉碎機後，每公斤售價可降低為0.55元，扣除粉碎成本約0.15元，則尚有0.40元的純收益。

水稻育苗用苗土拌合1/3碎穀殼，則每公頃需300公斤，全省300,000公頃×2期×300公斤×0.4元=7,200萬元(全省農會收益費)，(1.1-0.6元)×300(公斤)×3,000,000(公頃)×2期=9,900萬元(全省農友受益費)。

3.現僅以穀殼縮小體積節省搬運費及提供育苗拌合苗土以及因售價降低農友收益統計則4,500萬元+7,200萬元+9,900萬元=21,600萬元,除此之外尚可節省粉碎機械設備費75%~95%,節省動力能源3/4~5/6,及大量之穀殼粉提供栽培洋菇、香菇、作堆肥、壓製合板等用途還可兼用於雜糧穀物之粉碎,節省產地養畜業與飼料加工廠間往返的搬運費等。

四、討論與建議

本機械係高速迴轉齒棒空中打擊物體,離心力甚大,為顧及安全起見機壳必需用厚10mm以上鋼板燒焊或用鋼鐵鑄成。玉米穗軸之粉碎根據試驗結果以含水率高時較易於粉碎,但太濕亦會發生阻塞現象,然濕穗軸可能改用砍碎方式效率較佳。

以往國內所採用的穀殼粉碎原理不外乎磨擦、擠壓、切割及敲擊等四種方式粉碎,因穀殼具有粗糙膨鬆及含矽量高等特性,故使用上述四種粉碎方式,不但需消耗大量的動力,工作效率又低而且容易將壓迫磨擦接觸部或切割部之鋒口磨損,必需經常更換零件,方能維持其工作效率,因此增加穀殼粉碎的成本。本試驗提供一種高速擊碎穀殼的方法,可以避開穀殼粗糙的磨擦力,膨鬆的抗壓力,含矽多的磨損力等,故本試驗之目的為:1.節省動能而又能提高效率。2.減少向國外購置機械,節省機械設備費與維護費。3.使全國的穀殼廢棄物能轉變為有利用價值的材料,而經過粉碎後的穀殼粉有下列三種用途:(1)可提供農民作為機械插秧育苗及製成堆肥的材料。(2)可提供合板業直接壓製成合板作為粘膠的填充料。(3)可壓製成穀殼炭作為廉價的燃料。

建議全省各農會裝設穀殼粉碎機,將所有穀殼粉碎,而因體積縮小3/4,變為1/4,則每年節省穀殼廢棄物搬運費4,500萬元,以小部份粉碎穀殼提供全省育苗用即可每年增加農會收益7,200萬元,而全省農友因廉價穀殼粉作苗之用亦可節省成本9,900萬元,除此合計年達21,600萬元之效益外,尚可節省將來粉碎機械設備費75%~95%,節省動力能源3/4~5/6,大量的穀殼粉可提供栽培洋菇、香菇、作堆肥、壓製合板等用途。本機械可兼用於雜糧穀物之粉碎,節省產地養畜業與飼料加工廠間往返的巨額搬運費。擬請上級研擬完整的補助推廣計畫,使該創作得到有效的利用,增進國家更多的收益。

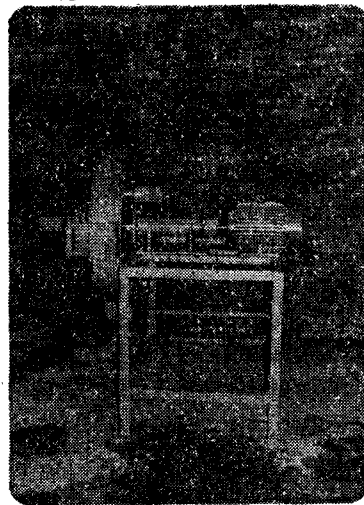
五、致 謝

本研究計畫承農委會的經費支持,於農委會彭技正、吳技正,提供寶貴意見及指導,及本場作物環境課游課長之指導,以及農機股各同仁的協助進

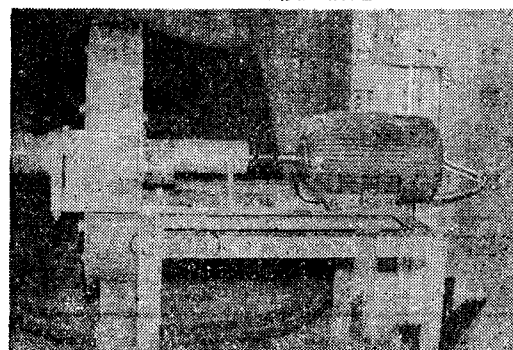
行試驗與調查,始能順利完成,謹此致謝。

六、參考文獻

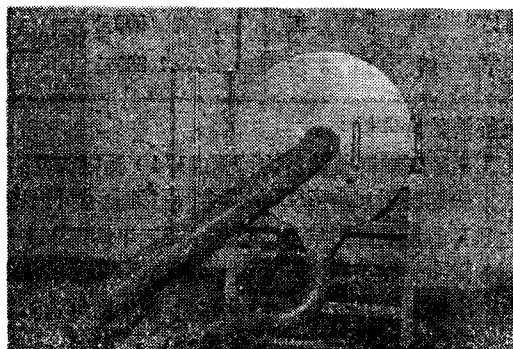
- 1.英製植物體粉碎機使用說明書。
- 2.日製大型穀殼粉碎機使用說明書。
- 3.臺南區農業改良場64年度農機試驗報告(穀殼粉碎機之研究)。
- 4.國產螺旋擠壓切割型穀殼粉碎機構造原理。
- 5.國產大型飼料粉碎機構造及原理。



圖一、粉碎機之構造



圖二、粉碎機之動力傳動情形



圖三、粉碎機之操作情形