

稻草擠壓成型機之研製

田雲生、張金元、陳令錫

摘要

針對田間稻草處理機械化與衍生性燃料製作需求，試驗研製兼具粉碎、進料、擠壓成型及出料等作業功能之一貫化機械。本年度完成臥式擠壓成型機雛型，以可程式控制器（PLC）驅動油壓組件進行14~16次預擠壓（進料）及1次全擠壓（壓實、出料）等動作，經初步測試結果發現，預擠壓每次作業時間平均需8.15 sec、全擠壓為14.42 sec，若不計算其他耗時項目（如油壓缸延遲退後等），則擠壓腔體最大容量的作業時間約2.3分鐘；而稻草擠壓前後之體積壓縮比約為7.8倍，但與擠壓進料量、成品密度等有很大的差異。另整體擠壓成型機後續仍須進一步修正改良，使作業性能更趨於完善。

中英文關鍵字：稻草 Rice straw、擠壓 Extruding、成型機 Molding machine。

前言

台灣地區水稻生產面積24萬3,862公頃，每年產生稻草（稈）約150萬公噸，若任其棄置不僅浪費資源，亦佔據許多堆放空間，依估算每噸約需2.8坪；田間焚燒則造成空氣污染與道路安全問題，對環境保護更有負面影響。但將這些稻草廢棄物加工再利用，可作為覆蓋材料、動物飼料、造紙原料、栽培介質、堆肥原料、工藝製品、製作草繩與草蓆、建築板材原料、第二代生質酒精生產料源、衍生燃料（RDF）等。其中就衍生性燃料而言，固態錠型燃料（RDF-5）具大小、熱值（約煤炭的2/3）均勻、易於運輸及儲存，在常溫下可存放6~12個月而不會腐敗，兼具能源和環保雙重效益等特性，對於提升農業減廢與資源再生，皆有極大的助益。目前已有民間業者針對稻草廢棄物進行衍生燃料製作機具之開發，但大多設置於工作廠房作業，意即稻草原料需先運送、貯存後再處理，若此將增加生產成本；另其擠壓造粒產品之產能偏低，尚無法商品化應用。所以，本場擬針對現行以稻草廢棄物為料源之衍生燃料製作機的缺失，以及田間稻草收集處理作業需求，試驗開發稻草粉碎、進料、擠壓成型與出料等一貫化作業機械供應用。期望藉以提高稻草資源化再利用，並增加稻農額外收入，以及解決焚燒稻草所衍生環保、道安與健康問題。

內容

本(100)年度試驗研製一台稻草擠壓成型機雛型，採用臥式橫向作業，主要組成架構包括進料斗、銜接管、擠壓腔體、擠壓頭、油壓缸(缸徑80 mm)、油壓擋板、油壓閥、油壓馬達、油壓油箱、上上限/上限壓力表、可程式控制器(PLC)及電控箱等。其擠壓作業方式分為預擠壓與全擠壓2種，其中預擠壓係油壓缸配合進料動作而往復較輕負載伸縮若干次，直至擠壓腔體滿載後，再驅動油壓缸全力伸出壓實後出料，所以因有不同油壓出力需求，而採用上上限/上限壓力表加以選擇設定，分別為120 psi及80 psi。油壓擋板在預擠壓之進料過程中將出料口關閉；全擠壓則於若干時間後，開啟擋板進行成品出料的動作，相關控制工作由PLC驅動，無論是目前雛型機之手動模式或未來實用機之自動模式皆然。另選擇「細碎稻草」(以本場現有13 hp手扶自走式碎木機進行粉碎處理，平均長度約4~5 cm)與「未細碎稻草」(同樣以本場現有30 hp曳引機承載之小型圓形捆包機收集與堆置數月後，平均長度約80~90 cm)2種料源加以測試比較，但都是採用人工供料方式進行。

當細碎稻草之預擠壓前進速度(V_f)為0.078 m/sec、後退速度(V_r)0.069 m/sec時，每次前進行程之擠壓頭分別經過進料斗前端、進料斗後端、銜接管、擠壓腔體等，此時油壓擋板處於關閉位置，且在負載不同的情況下，由壓力表可觀察到油壓壓力變化依序是20、40、20與極限之125 psi；後退行程則無負載而顯示0。全擠壓前進行程幾乎是以極限值125 psi進行壓實動作，但當油壓擋板開啟並足以推出擠壓成品時，則壓力即陸續降至0為止。而未細碎稻草之預擠壓出力在通過不同位置時稍微提高些，但極限值也是125 psi，但從整體擠壓過程觀之，油壓最大輸出能力尚稍嫌不足。

由稻草擠壓作業時間測試結果顯示，當完成一40 cm長之擠壓成品，約需進行14~16次進料之預擠壓及1次壓實、出料之全擠壓行程。預擠壓每次需8.15 sec(前進3.84 sec、後退4.31 sec)，全擠壓則為14.42 sec(前進7.11 sec、後退7.31 sec)，若不計算其他耗時項目(如壓實作業之延遲退缸等)，則理論上擠壓腔體最大容量之作業時間約為2.3分鐘，此部分2種料源之差異不大。若每支擠壓成品平均重量約1.2 kg計，其作業產能僅約31.3 kg/hr，與期待1天可處理5,000kg/ha的目標，仍有很大的進步空間。另稻草擠壓成品以未細碎稻草之交織情形較好，平均體積壓縮比(擠壓前與擠壓後之比)為7.8倍左右，但每次試驗結果差異極大，經檢討應是預擠壓由人工批次供料，且進料量不均等因素造成，未來機械改良至自動、連續進料時，便可解決此問題。

另於試驗期間發現，無論是細碎稻草或未細碎稻草，因其長度平均至少4~5 cm，且人工供料是批次進行，致蓬鬆交錯的料源在進料斗上方有架橋現象，無法靠本身自重落入待擠壓區，經常造成進料量不足與不均等結果，也產生擠壓成品呈現一片片且極易分離斷裂的狀況。此架橋問題，後續可藉由加裝輔助進料機構，或者是將稻草更細碎化，以解決之；而擠壓成品斷裂問題，雖可能於自動、連續供料時迎刃而解，但可嘗試將油壓缸前端擠壓頭粗糙化處理，使預擠壓後退行程時帶些稻草與下一批料源交織、糾結在一起，以及增大壓實時之油壓出力、前進行程結束後延遲油壓缸後退等，都是評估改進的方案。又在預擠壓後退行程時，部分稻草會由進料斗前端間隙被帶出，經實際調查發現，擠壓前之蓬鬆稻草重量1204.5 g，擠壓成品則減為1192.5 g，可知稻草滲漏達12 g之多，相當於1%的損失量。此滲漏問題可藉由進料斗前端加裝止漏墊，或設計回收裝置而解決之，但考慮成本，當以前者為優先考量。

結語

本年度完成一台稻草擠壓成型機雛型，經初步試驗結果發現，其擠壓前後之體積壓縮比約為7.8倍，但因人工批次進料量不均等因素而有很大差異。整體擠壓成型機尚有許多缺失須進一步修正改良，包括增大全擠壓之油壓出力、預擠壓進料時延遲油壓缸後退行程、油壓缸前端擠壓頭粗糙化處理、稻草更細碎化等，皆期望使機械作業功能更趨於完善。另針對緊壓成型機前端之稻草粉碎、進料機構和行走部加以研製串接，並俟測試無虞即可進行示範推廣與應用。

參考文獻

- 1.王年斌 2007 農業廢棄物—稻草製作衍生燃料技術評估 元智大學機械工程所碩士論文。
- 2.古森本 2008 生質能源作物之開發與潛力 農業生技產業季刊第八期 p.46-53。
- 3.行政院農業委員會 2010 農業統計年報。
- 4.林財得、謝清祿、謝欽城 2003 稻稈壓潰機與發酵槽之開發 台灣農業機械 18(3)：6-8。
- 5.倪禮豐 2007 水稻廢棄資材之利用 花蓮區農業專訊 43：21-24。
- 6.盛中德、黃明仕 2009 生質能源用農業廢棄物之田間處理技術研究 第五屆兩岸能源發展研討會論文集 成功大學 台南。
- 7.盛中德 2011 稻草能源再生利用 豐年半月刊 59(16)：44-47。
- 8.許志聖 2005 稻草的利用 臺中區農業改良場九十三年度試驗研究暨推廣學術研討會報告摘要 特刊第73號 p.36。
- 9.晶淨科技股份有限公司 2008 移動式農業廢棄物RDF（廢棄物衍生燃料）試製機具研發 行政院農業委員會委託辦理研究計畫期末報告書。
- 10.黃琇晶 2004 稻草固態錠型燃料螺桿擠製之成型性分析研究 交通大學機械工程所碩士論文。
- 11.楊奉儒、陳清齊、楊叢印 2009 稻草再利用—稻草壓合板 豐年半月刊 59(12)：37-41。