

專 論

禾本科牧草之壓縮成形性

—1 滾輪模片式 Guinea 牧草之壓縮成形—

The Compressive Wafering of Grass Hay

—1. Wafering of Guinea Grass by Roller—Die Method—

臺大農工系客座副教授

王 康 男

Kang-Nang Wang

I 前 言

牧草之壓縮成形能便利粗飼料之搬運及貯藏，餵食之合理化，以及促進牲畜對飼料之嗜好，一向頗受重視。歐美先進國家對於牧草壓縮成形之研究甚多，如以中度之壓力壓縮，使牧草成爲板狀或塊狀者稱鬆餅飼料 (Wafer¹⁾)，但是由於基礎資料不足，故尙有些壓縮機械停留在試作階段，有待更合理之設計。因此，開發實用之製鬆餅飼料機 (wafering machine) 之初步基礎實驗實爲重要。目前，豆科牧草之唧筒 (piston) 壓出式之基礎實驗²⁾ 及滾輪模片 (roller-die) 式之試作實驗³⁾ 均已證實豆科牧草不需加熱，僅靠適當形狀之模片 (die) 及含水率，即可擠壓出實用之鬆餅飼料。但對於禾本科牧草而言，因其纖維強硬，成形困難，故在成形過程中須加以特殊處理。本文即在研討此種壓縮成形之基礎實驗，並討論禾本科牧草之壓縮成形性，以爲製造鬆餅飼料機之參考。

II 實驗材料及方法

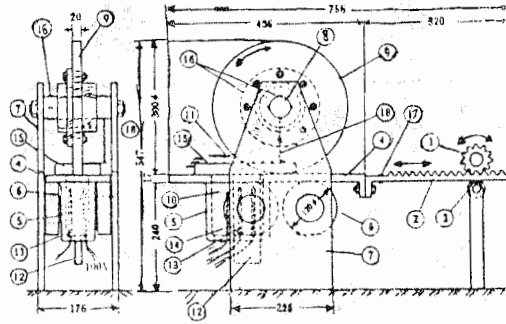
1. 壓縮成形機：第一圖爲試作之實驗用滾輪模片 (Roller-die) 式壓縮成形裝置，其動力經由馬達，無段變速機及減速機傳出。當小齒輪被推向雙重箭矢方向迴轉時，位於支持滾輪^③④上與齒條^②相連接之水平模槽 (Horizontal die frame) ^④ 即隨之往另一雙重箭矢方向作水平之移動。轉壓滾輪^⑤ 以軸承支持，當其外緣受到摩擦阻力時即行自轉。由於此種自轉作用，使轉壓滾輪與溝壁^⑥ 相互構成一種利剪，可將裝填進來之牧草切斷。模槽^④ 爲浴缸狀，供固定模片 (die) 用，其下方開有一長方形之開口以供被擠壓後成形之牧草排出。四塊

模片可由四方插入模槽^④中，以形成一模孔。模孔之形狀因模片之不同而異。爲加熱模片，在模孔長邊之兩模片上，每隔 44 mm 處開有直徑 10 mm，深 110mm 之圓洞共四個，以供插入長 110mm，150W，110V 之加熱器四隻之用。又爲控制模片之溫度，另在模孔之短邊模片上開有直徑 6mm，深 110 mm 圓洞一個，以供插入白金細線抵抗體之感溫計。此感溫計再連接溫度調節器 (千野製作所之 mini-7) 及電磁水銀繼電器，可自動控制加熱器之溫度。另外，爲核査成形中之鬆餅飼料與模片間之溫度是否一致，用熱電偶插入成形中之鬆餅飼料裏。利用熱電偶測得成形中鬆餅飼料之溫度爲 $80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 及 $120^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，其平均溫度與模片之溫度大體一致。

在轉壓滾軸^⑤上，貼有應變計 (Strain gauge)，以測定該軸上壓縮抵抗力之垂直 (向上爲正) 及水平分力 (牽引方向爲正)。又在齒條之上下兩面，亦貼有應變計，以測定支持滾軸^③及模槽^④之摩擦力。兩者之出力，均以示波器記錄之。此外，在溝壁^⑥上，每隔 20 mm 處作一移動距離記號^⑦以測定模槽^④之移動位置及距離。

每當壓縮行程終了時，迅即使馬達逆迴轉，以使壓縮機向單箭矢方向 (反方向) 移動。最後，在齒條之右端另設一止動裝置，以防止高速移動時發生危險。

2. 供試牧草：供試之牧草爲多年生草本之 Colonial Guinea Grass (*Panicum maximum*—JACQ)，平均全長約 69.8 Cm，含水率 85%，成份如表 1 所示⁴⁾。其含水率 14% 時之物理性狀如表 2 所示。粗密度是以放入容積 $4.92 \times$



- ① 驅動小齒輪 (Driving Pinion)
- ② 齒條 (Rack)
- ③ 齒條支持滾子 (Rack supporting roller)
- ④ 水平槽模片 (Horizontal die frame)
- ⑤ 模片容器 (高 130 mm, 長 116, 寬 49 mm)
(Die Vessel inside height 130 mm inside length 116 mm inside width 49 mm)
- ⑥ 支持滾輪 (4個) (Four supporting rollers)
- ⑦ 支柱 (2隻) (Two supporting plates)
- ⑧ 轉壓滾子固定軸 (Fixed shaft of compression roller)
- ⑨ 轉壓滾子 (Compression roller)
- ⑩ 插入之模片 (Several die pieces)
- ⑪ 供給牧草 (Supplied hay)
- ⑫ 排出之鬆餅飼料 (Discharged Wafer)
- ⑬ 加熱器 (Four cartridge heaters (10φ, length of 100mm, 150 W×4))
- ⑭ 控制模片溫度用之白金細線抵抗體 (Platinum Wire resistor for die temperature control)
- ⑮ 模片溝壁 (Two side walls of die groove)
- ⑯ 2 個分力測定用應變計 (Two couple of strain gauges for measuring of vertical and horizontal force)
- ⑰ 牽引力測定應變計 (A couple of strain gauges for horizontal fraction force measuring)
- ⑱ 移動距離記號 (Distance marker)

第一圖 實驗用滾輪模片式壓縮成形裝置

Fig. 1. Experimental wafering device using roller-die method

第 1 表 供試牧草之成分表

Table 1 Constituent of Guinea-grass

成	Constituent	分	乾 草 Hay (%)	乾 物 Dry matter (%)
水	Moisture content	分	24.20	0
蛋	Crude protein	質	8.42	11.10
粗	Crude fat	肪	1.31	1.76
可	Nitrogen-free extract	溶 性 氮 素 物	33.02	43.55
粗	Crude fiber	纖 維	27.99	36.92
灰	Ash	分	5.06	3.67

第 2 表 供試牧草 Guinea-Grass 之性狀

Table 2 Characteristics of tested Guinea-grass hay

草長	Grass height (cm)	69.8
含水率	Moisture content (%)	14.0
莖葉重量比 (莖:葉)	Weight ratio of stalk to leaf	1:1.28
粗密度	Original hay density (g/cm ³) (4.92×10 ⁴ cm ³)	0.016
引張破斷強度 (kg/cm ²)	莖 部 Stalk	860.0
	節 部 Node	101.4

第3表 供試模片之形狀
Table 3 Form and size of tested dies

模片編號 Die number	長 Length (mm)	寬 Width (mm)	厚 Thickness (mm)	備	考
No. 1	130	60	14	標準模片 Standard	
No. 2	130	Upper 70.6 Lower 60	14	with taper on width Reduction rate=15%	
No. 3	130	60	Upper 16.47 Lower 14	with taper on thickness Reduction rate=15%	
No. 4	190	60	14	Long die	

10⁴ Cm³ 紙箱中之供試牧草，經人手輕壓時所呈現之平均密度表示之。引張斷裂強度是以彈簧秤拉斷牧草之莖部或節部時之引張斷裂力除以莖或節部之平均破斷面積之平均值表示之。自然乾燥之供試牧草稱為減濕牧草；經自然乾燥後再用噴霧器加濕者，稱為加濕牧草。

3.實驗方法：牧草之供給方式係以未經切斷之供試牧草，先用人手折成數段後揉成一團後再塞入實驗機之牧草供給口。鬆餅飼料 (Wafer) 在成形排出之前，模槽④均保持連續之往復運動。又加熱時，先使模片加熱，等到模片之溫度達到設定溫度而趨於穩定時，始裝填供試牧草。

a. 模片之形狀：以長 130 mm，寬 60 mm，厚 14 mm 之長方形模片 (Wafer 狀) 為標準形 (No. 1)，其他模片之形狀及尺寸如第 3 表所示。No. 2 具錐形狀，上邊之寬為 70.6 mm，底邊之寬為 60 mm，縮小率為 15%。No. 3 是在厚邊加上錐形，其縮小率亦為 15%。No. 4 之

模片長 190 mm，呈 L 狀。

b. 含水率：減濕牧草之含水率有 30%，25%，20%，14% 四種，加濕牧草之含水率有 20%，20%，30% 三種，各種含水率均以紅外線水分計測定。各種含水率之牧草均分別裝入塑膠袋內，以保持一定之含水率 (誤差 ±1% 內)。

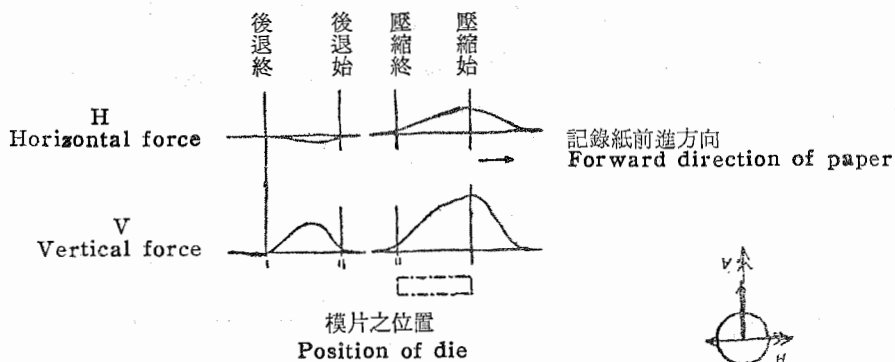
c. 溫度：No. 1 取常溫 (15~22°C)，80°C，120°C 三種，其他種類，則均取常溫。

d. 移動速度：模片槽 ④ 之移動速度有低速 (6.3 Cm/sec) 及高速 (50 Cm/sec) 兩種。

e. 測定項目：垂直分力、水平分力及牽引力之變動、各力之最大及平均值、鬆餅飼料成形之可否、不成形之鬆餅飼料之狀態、鬆餅飼料密度、引張破斷強度及落下耐久性等均作測定。

III 實驗結果及討論

1. 二分力之變動：轉壓滾軸⑥上之垂直及水平二個分力之一般記錄圖如第二圖所示。圖上 I、II



第二圖 2 分力記錄之一例

Fig. 2 Typical oscillograph of two components of forces.

第四表 鬆餅飼料成形之可否及 2 分力之平均值，最大值

Table 4 Possibility of Wafering and mean and maximum values of two resistance forces

模片 Din No.	含水率 m. c. (%)	溫度 Temp (°C)	速度 Speed	垂直分力 V (kg) Vertical force		水平分力 H (kg) Horizontal force		成形之可否 Possibility of forming	不成形之狀態 Condition of impossible
				平均 mean	最大 max.	平均 mean	最大 max.		
1	30	15~22	Low High	1800 1800	1950 2400	440 430	620 655	可	
	25	"	L	4150	6250	525	790	否	閉塞
	14	"	L H	3600 4000	5100 5200	313 840	610 555	"	片狀
	30 (加濕)	"	L H	2100 2800	3100 3250	490 480	560 640	"	"
	80	80	L H	2050 2610	2950 3250	430 475	525 685	可	
	25	"	L H	2300 2800	3400 4000	835 710	855 1000	"	
	20	"	L H	2700 2700	3700 4250	535 510	1175 1010	"	
	14	"	L H	2200 2500	3100 3200	695 675	800 850	"	
	30 (加濕)	"	L H	1000 1100	1700 1800	230 290	410 440	否	片狀
	25 (加濕)	"	L H	2100 2850	3250 3700	575 430	790 680	"	"
	20 (加濕)	"	L H	1500 2450	2400 3600	890 335	520 380	可	
	30 (加濕)	120	L H	1200 1220	1600 1620	430 380	530 460	"	
	25 (加濕)	"	L H	1250 1620	2000 2250	360 410	465 520	"	
	20 (加濕)	"	L H	1410 1460	1950 2000	440 415	535 530	"	
	14	"	L	1250	1900	535	635	"	
2	30	15~22	L H	2000 3350	3500 4800	385 350	515 502	"	
	25	"	L	3600	5800	300	565	否	閉塞
3	30	"	L H	2500 3400	4500 5800	480 520	755 732	可	
	25	"	L	3150	6500	355	700	否	閉塞
4	30	"	L					"	"

加濕 Water sprayed after dried down to 14% m. c.

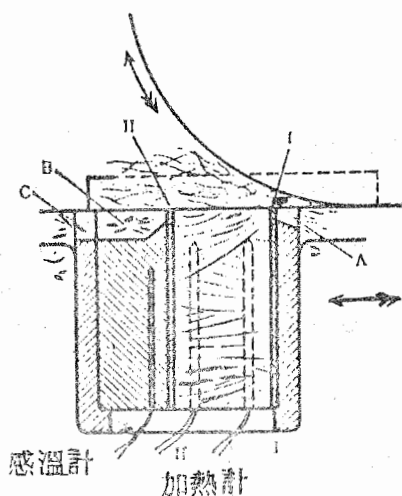
可 possible. 否 impossible

閉塞 Clogging or plugging

片狀 In pieces

係表示轉壓滾軸之軸心正在前部切斷片 I 及後部切斷片 II 正上方時之位置。兩個分力均在前部切斷片 I 之前方相當遠處開始急增，垂直分力 V 值在 I 附近，水平分力 H 在稍後地方顯示出最大值，此後兩分力均減小，在稍越過 II 後趨於零。

兩個分力均在前方甚遠處顯示出相當大值，其理由之一可從第三圖察知。因圖上 I 側之吐出口 A 甚小，但此處因有小塊物排出，故此部分之壓力必很大。另一理由為溝壁⑥與轉壓滾輪間之切斷與摩擦，從離 I 相當遠處即開始發生。



第三圖 模片斷面及牧草之吐出口

Fig. 3 Section of die and exhaust passages of hay

2. 摩擦阻力：齒條上所測出作業中之牽引力 H' 之記錄線圖與第二圖之 H 間顯示相同之變動。無負荷時之模片槽之牽引力 H_0 約為 2.5 kg，壓縮中之摩擦阻力 ($H'-H$) 為 2.5~4 kg，與前述 H 值相比甚為微小故可略去。

3. 成形可否與滯留時間：成形可否及不成形時之理由及狀態，如第四表之右欄所示。成形可表示鬆餅飼料排出時呈塊狀，閉塞表示模片側壁之抵抗力較擠壓力為大，以致本裝置無法將鬆餅飼料從模孔中排出。牧草呈片狀係表示模片側壁之摩擦阻力甚小，牧草未成塊狀即從底部排出。

成形中模孔內之滯留時間，以模片 No. 1 及 80°C 之減濕牧草而言，在含水率 30% 時約 15 分，25% 時約 25~30 分，20% 時約 35 分，顯示含水率越小，滯留時間越長。滯留時間長，雖能使耐久性向上，但從另一角度而言，滯留時間長表示壓縮之

性能不良。

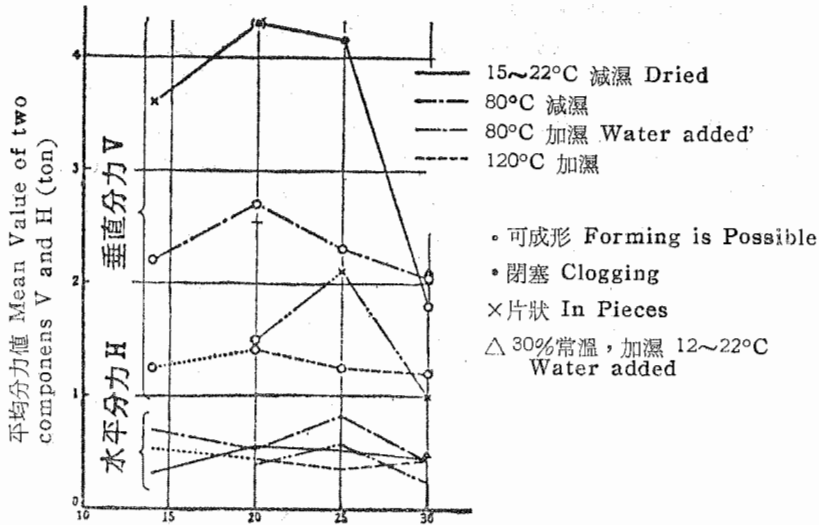
4. 二個分力之平均及最大值：二個分力之平均值係指切斷片 I 及 II 間之平均值而言。垂直分力 V 之最大值約為其平均值之 1~2 (平均 1.47) 倍，水平分力則為 1~2.2 (平均 1.44) 倍，一般而言，壓力越大其倍率也越大。V 之值約為 H 值之 3~5 倍，一般 V 值可做為模槽或滾軸支持力強度之指標。H 值可做為牽引力或驅動扭矩大小之指標。

通常在閉塞時之二個分力均較正常情形者為大，但呈片狀排出時之二個分力並不一定比正常成形者大，因此成形之可否，除受壓力之影響外，含水率、溫度、減濕或加濕等因素均有影響。

No. 1 低速時二個分力之平均值如第四圖所示。由此圖可知：①加減濕牧草之 V 值因濕度之上昇而下降。②溫度在 80°C 時，同一含水率之加濕牧草，其二個分力較減濕者為小。③ V 值在含水率 20~25% 左右時顯示最大值。一般而言，含水率在 20% 左右時之壓縮力最大，含水率 14% 時，因呈現閉塞之現象，牧草以片狀之形態從底部排出，故其分力減小。又加熱時，牧草纖維之強度與剛性均下降，分力之最大值亦隨之下降，因而產生上述之傾向。

5. 鬆餅飼料之密度及密度倍率：剛成形後與乾燥至 12% 後之各種密度及其密度倍率經測定如第五圖所示。從此圖可知：①加熱者較常溫顯示更高之密度，高溫亦有同樣傾向。②在常溫及含水率 30% 之狀態下，具錐狀之 No. 3 之密度甚大，一般錐狀之乾燥密度 (ρ_d) 較非錐狀者稍大。③減濕牧草之密度較加濕者為大 (20%，80°C)。④濕潤密度 (ρ_w) 均較 ρ_d 為大 (因為 Wafer 雖被乾燥到 12%，但其體積變化甚小)。⑤ 80°C 減濕牧草在含水率 25% 時 ρ 最大，一般為 $\rho_{25\%} > \rho_{20\%} > \rho_{30\%} > \rho_{14\%}$ 。而 120°C 之加濕牧草則為 $\rho_{14\%} > \rho_{20\%} > \rho_{25\%} > \rho_{30\%}$ ，含水率越小，密度越大。⑥密度倍率與 ρ_d 具同樣之傾向。

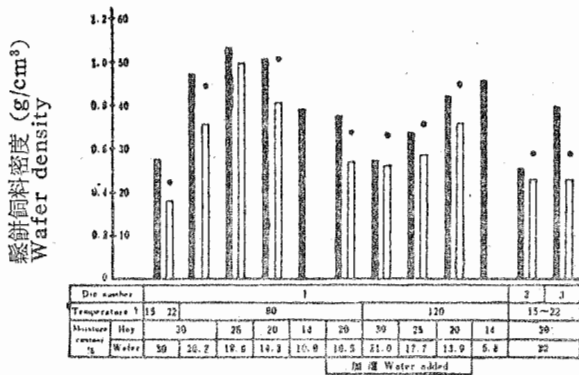
6. 鬆餅飼料之引張破斷強度：鬆餅飼料軸線方向之引張強度如第六圖所示。從此圖知：①引張強度 T_s 與密度相似，即溫度越高 T_s 越大。②常溫含水率 30% 時模片形狀之影響不顯著。③減濕牧草之 T_s 較加濕牧草者大甚多 (20%，80°C 時)。④對 80°C 之減濕牧草而言， $T_s_{20\%} > T_s_{25\%} > T_s_{30\%} (> T_s_{14\%})$ ，含水率 20~25% 附近



第四圖 模片 No. 1 低速時之二平均分力值

Fig. 4 Mean Value of two Components With die No. 1 at low Speed

濕潤密度 (剛成形後) Wet density
 乾燥密度 (12%乾燥後) Dry density
 • 密度倍率 Magnification of density

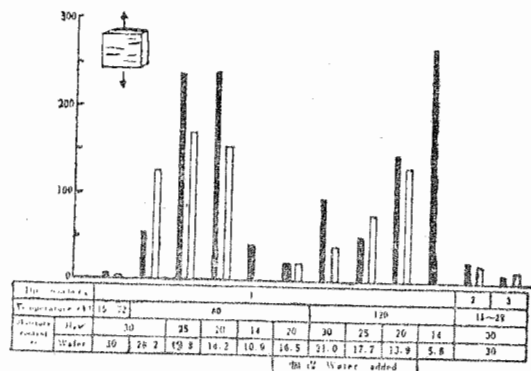


第五圖 鬆餅飼料密度及密度倍率

Fig. 5 Wafer density and its magnification

剛成形後 1mm 立即後 aiterforming
 乾燥後 12% After dried down to 12% m. c.

鬆餅飼料引張破斷強度 (g/cm²)
Tensile strength of wafer



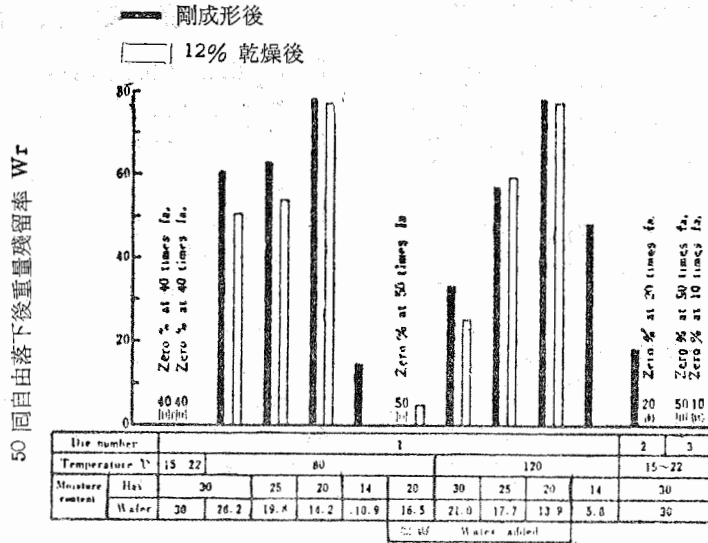
第六圖 鬆餅飼料之引張破斷強度

Fig. 6 Tensile strength of wafer

Ts 最大。對 120°C 之加濕牧草而言, Ts 14% > Ts 20% > Ts 25~30%, 含水率小之 Ts 較大, 此顯示與 d 具相同之傾向。⑤鬆餅飼料之 Ts 與牧草莖部或節部之 Ts 相較, 顯得甚微小。由此可知 Wafer 之 Ts, 非決定於牧草本身之強度而是決定於鬆餅飼料中牧草薄積層間之分離阻力。

7. 落下耐久性: 落下耐久性係以鬆餅飼料自高 1.5m 處自由落下於水泥板上 50 次後之重量殘留率 Wr 表示之。從第七圖可知: ①與 ρ 及 Ts 相同, 溫度愈高, 耐久性愈大。②在常溫及含水率 30% 時, 模片之形狀對 Wr 之影響為 Wr (寬邊

加錐形) > Wr (厚邊加錐形) > Wr (無錐形), 此與 Ts 者相似。③減濕牧草之 Wr 較加濕者大甚多(20%, 80°C)。④剛成形後之 Wr 較乾燥至 12% 者稍大。⑤對 80°C 之減濕牧草而言, Wr 20% > Wr 25% > Wr 30% > Wr 14%, 含水率 20% 左右之 Wr 最大。對 120°C 之加濕牧草而言, Wr 20% > Wr 25% > Wr 30% (Wr 14%), 與 80°C 減濕牧草顯示同一之傾向。此點與 ρ 及 Ts 之傾向不同, 特別在 80°C' 30%, 120°C 加濕 25%, 120°C' 14% 時顯示與 ρ 及 Ts 不同之特性。



第七圖 鬆餅飼料之落下耐久性
Falling shock durability of wafer

8.綜合討論：綜合以上垂直及水平二個分力，鬆餅飼料之 ρd 、 $\rho\omega$ 、 T_s 及 W_r 等諸特性時，可知：

- ①分力與耐久性（含引張強度及密度在內）之間無相關性存在。
- ②雖然密度、引張強度及落下耐久性之間具有相當之類似性，但密度與強度或耐久性間無極顯著之相關性存在。
- ③雖然引張強度與落下耐久性間有甚強之類似性存在，但往往由於測定次數或外界因子之影響而有不一致之現象。

IV 摘要

利用試作之滾輪模片（roller-die）實驗裝置，在不同之模片形狀、含水率、溫度及速度條件下，作難於成形之禾本科 Guinea-Grass 之壓縮成形性之基礎試驗，得到以下結果：

- 1.本方式之牧草進料性不佳，如在滾輪⑨兩旁另加夾板，則其性能可以獲得改善，且可減少牧草之粉碎率。
- 2.滾軸上之垂直分力 V 約為水平牽引力 H 之 3~5 倍， V 之最大值約為其平均值之 1.47 倍， H 之最大值約為其平均值之 1.44 倍，兩者均在前部切斷片 I 處呈現最大之值。
- 3.實驗條件如含水率、溫度及模片形狀不適當時，有閉塞或不成形之現象。

4.一般在溫度上昇時 V 值下降，在同一含水率時，加濕牧草之兩個分力較減濕者小。又含水率在 20~25% 時， V 顯示最大之值。

5.水平分力 H 因受存在於溝壁與滾輪間之粉末及纖維之影響，變動甚大，致其傾向不易表示出來。

6.鬆餅飼料之濕潤密度 $\rho\omega$ （剛成形後），乾燥密 ρd 度（乾燥至 12% 後），引張破斷強度 T_s 及落下耐久性 W_r （從 1.5 m 高處自由落下 50 次後之重量殘留率）諸值，因溫度之不同而異，溫度高者其值亦大。密度倍率最高約 6.2，比豆科牧草者為大。

7.在同一含水率之條件下，加濕牧草之 ρ 、 T_s 、 W_r 諸值較減濕者低（20%，80°C 時）。

8. ρ 、 T_s 及 W_r 依含水率不同而異，80°C 減濕牧草之各值大小之順序為 20%~25% > 30% > 14%，在 20~25% 時，具最大之值。120°C 加濕牧草之 ρ 及 T_s 值大小之順序為 20% > 25% \geq 30%，含水率小者其值較大。 W_r 大小之順序為 20% > 25% > 30% (> 14%)。

9.鬆餅飼料之 T_s 較牧草之莖或節部者微小甚多，因之，其破斷係由每次壓縮時所形成之薄積層之分離所引起。

10.在常溫含水率 30% 時，模孔具錐形者鬆餅飼料之耐久性較佳，惟其分力亦隨之增加，故不實用。又模片延長時，引起閉塞，成形不良。

11. 抵抗分力與耐久性 (含密度、引張強度) 間，無相關性存在。

12. ρ 、 T_s 、 W_r 相互間雖存有若干類似性，但 ρ 與其他兩者並無甚強之相關存在。 T_s 與 W_r 具有極顯著之相關性，但表示耐久性時，仍以 W_r 表示較為妥當。

13. 對禾本科牧草之 Guinea Grass 而言，常溫時，在本方式之模片範圍內，無法製出實用之鬆餅飼料。

14. 在減濕牧草時，含水率 20~30% 之範圍內，加熱到 80°C 時，本式機可以製造出實用之鬆餅飼料。14% 之減濕牧草或含水率 20~25% 之加濕牧草則須加熱至 120°C，始能製出實用之鬆餅飼料。

參 考 文 獻

- 1) 松尾昌樹 牧草類の壓縮小塊化に關する研究 (第一報)，農機誌 30 (1) 29—34, 1966
- 2) 松尾昌樹 マメ科牧草の壓縮成形性 (第一報) 農機誌 34 (2) 181—185, 1972
- 3) 松尾昌樹 マメ科牧草の壓縮成形性 (第二報) 農機誌 34 (3) 274—279, 1972
- 4) 佳山良正 暖地型牧草とその特性 (1)，畜の研，23 (9) 1214, 1967
- 5) 松尾昌樹、王康男：イネ科牧草の壓縮成形性について農機學會講要，p. 96, 1972
- 6) 松尾昌樹、王康男：イネ科牧草の壓縮成形性 (第一報) 農機誌 35 (1) 80—88, 1972

Summary

The fundamental characteristics of wafering of Guinea-grass hay were experimented by use of a roller-die apparatus with groove, and following results were obtained.

1. The performance of pushing hay into die hole (in this roller-die method) was generally not so good as piston type, but it was improved by close falling of the roller into the die groove, and the degree of hay crush was reduced.

2. The vertical force V was about 3~5 times of horizontal force H on times of the roller shaft, each maximum value of two components were about 1.47 and 1.44 each mean value, respectively.

3. When the experimental conditions were impertinent, the die hole was plugged or hay was discharged in pieces from die bottom.

4. Generally, the vertical force V was reduced with the increase of hay temperature. When the moisture content of hay was same, the V value of water added hay was sprayed after dried down to 14% m. c. was smaller than that of hay dried from high moisture. The V indicated, generally, the maximum value at moisture content of 20~25%, and slightly increased with the increase of compression speed that is travel of the roller.

5. The wet density ρ_w , the dry density ρ_d , the tensile strength T_s , and the falling shock durability W_r of wafer were increased with the increase of hay temperature.

The maximum value of magnification of dry density of wafer to that of hay was about 62 at 80°C and 25% m.c. of hay.

6. In case of same moisture content of hay, the ρ , T_s and W_r values of water added hay wafer were fairly smaller than those of dried hay wafer when the moisture content was 20% and the temperature was 80°C.

7. On the dried hay at 80°C, the order of ρ , T_s and W_r values of wafer due to the hay moisture contents were as follows:

$$20\sim 25\% > 30\% > 14\%$$

those values indicated the maximum at moisture content of 20~25%. On the water added hay at 120°C, the order of ρ and T_s values were as follows;

14% > 20% > 25% > 30%,

that is both characteristics were increased with the decrease of moisture content, but the order of W_r value was

20% > 25% > 30% > 14%.

8. At the normal temperature (15~22°C), the contraction of width or thickness with taper and the extension of die length were not particularly effective on grass hay.

9. The correlation between the components of force and durability (include densities, tensile strength) was not recognized.

10. Some similarity among the densities, tensile strength and falling shock durability was recognized, but strong correlation between the densities and other two was not especially recognized. A considerable similarity between the tensile strength and falling shock durability was found, but it was considered that the falling shock durability was most desirable as the standard of durability indication of wafer.

11. On this roller-die method, in case of dried hay, the practical wafer was obtained by heating the die up to the temperature of 80°C in the region of 20~30% m. c.

In case of the hay dried down to 14% m. c. and the hay which was added water up to 20~25% m. c., they had to be heated up to about 120°C to obtain the practical wafer.

承包土木、建築、水利工程

顯明營造有限公司

負責人：辜顯明

臺南縣歸仁鄉後市村四之二號
電話：三六四六六八

承包土木、建築、水利工程

精工工程股份有限公司

負責人：廖清峰

雲林縣西螺鎮延平路二五六號