

바인더 벧단의 크기가 自動脱穀機의 脱穀性能 및 負荷特性에 미치는 影響

Effects of Binder-Sheaf Size on Threshing Performance and Load Characteristics of an Auto Feed Thresher

劉 壽 男* 柳 寬 熙*
Yoo, Soo Nam Ryu, Kwan Hee

Summary

This study was carried out to find out the effects of the sheaf size of paddy harvested by the binders on the threshing performance, load characteristics and power requirement of an auto-feed thresher.

The results of the study are summarized as follows:

1. The separating performance of the thresher appeared to be satisfactory for all the sheaf sizes although the amount of rubbishes and empty grains slightly increased with the sheaf size of paddy.

2. There was no significant difference in grain output quality of the thresher among the three sheaf sizes. However, the amount of grains left unthreshed increased with the sheaf size. In the case of the largest sheaf size with the feed rate of 780kg/h, it exceeded the limit set by the national inspection regulations.

3. The position of the feed-chain rail gave a significant effect on the power requirement of the thresher. At the feed rate of 780kg/h, the net power required to convey sheafs through the feed chain was in the range of 0.37 to 0.50 PS for the middle and lowest position of feed-chain rail, and there was no significant difference among the sheaf sizes. At the highest position, however, it appeared that the smallest sheaf required more power than the others. The net power requirements at this position were 1.03, 0.59, 0.65 PS for the smallest, medium and largest sheafs respectively.

4. The torques of both the thresher and the engine shaft increased with the feed rate and were not affected by the sheaf size for the lower two feed rates of 520 and 780kg/h. At the highest feed rate of 1,040 kg/h, however, they were affected by the sheaf size. In this case, the medium sheaf size gave lower values than the others.

5. The variations in the thresher and the engine torque increased with the feed rate and were not affected by the sheaf size for the feed rate of 520kg/h. At the feed rate of 780kg/h, however, they increased with sheaf size. And at the feed rate of 1,040 kg/h, the torque variations increased greatly for all the sheaf sizes

* 서울대학교 農科大學 農工學科

due to an over-load operating condition.

6. It appeared that the average and maximum power requirements of the thresher increased with the feed rate. But, there was no significant difference in power requirement among the sheaf sizes for the lower two feed rates.

7. The threshing efficiency of the thresher was in the range of 214-249 kg/ps.h with the feed rates of 520 and 780 kg/h, and it was not affected by both the sheaf size and the feed rate. At the feed rate of 1,040 kg/h, however, it decreased to as low as 171-174 kg/ps.h because of a sudden increase in power requirement.

8. The average power requirements of the engine were slightly higher than those of the thresher due to the slippage of flat belt between the thresher and engine. It appeared that power transmission from the engine to the thresher was maintained properly since slippages were moderately low with the range of 2.78 to 6.51% throughout the tests.

9. The specific fuel consumption of the engine (diesel 8PS) decreased as the feed rate increased. However, there was no significant reduction in specific fuel consumption as the feed rate increased above 780 kg/h.

1. 緒 論

2. 研究史

우리나라의 主穀作物인 水稻作의 主要機械化作業은 耕耘, 移秧, 收穫으로 大別되며, 小形機械化體系에서의 收穫作業은 점차적으로 바인더와 自動脫穀機에 의하여 이루어지고 있다. 그러나, 日本에서 본래 導入된 바인더는 벧단의 크기가 작아서 벧단을 모으는데 勞力이 많이 所要되고, 줄가리치기등의 慣行作業方法에 不便을 주고 있어서, 最近에 普及되는 바인더는 벧단을 크게 할 수 있도록 製作되고 있다. 바인더로 刈取한 벧단은 自動脫穀機에 그대로 供給하는 것이 一般의이므로 바인더 벧단의 크기가 脫穀性能과 負荷特性에 미치는 影響을 究明함은 매우 重要하다.

따라서 本 研究의 目的은 最近에 農村에 많이 普及되고 있는 바인더-自動脫穀機 收穫作業體系에서 自動脫穀機의 所要動力을 考慮한 適正作業方法을 究明하고 바인더 및 自動脫穀機의 改善을 위한 資料를 얻는데 있으며, 그 具體的인 目的은 바인더 結束단의 크기와 供給率이 自動脫穀機의 脫穀性能 및 負荷特性, 엔진의 負荷 및 燃料消耗率에 미치는 影響을 調査, 分析하는데 있다.

脫穀作業에서 所要動力과 各 要素의 負荷變動은 拔網의 構造 및 機械的 要素, 拔網回轉數, 拔網과 受網의 間隔, 供給材料의 性質 및 狀態, 供給方法等 여러 要因에 依하여 變化하게 되며, 脫穀能率과 作業精度도 供試作物의 品種, 熟期, 含水率, 材料의 狀態, 作業人의 熟練度, 그리고 供試機의 作業條件等に 크게 影響을 받는다.

國內에서는 이미 南等(3)이 스트레인 게이지를 利用하여 生脫穀時 所要動力을 測定한 바, 脫穀材料의 供給率을 增加시키면 平均 最大所要動力이 直線的으로 增加한다고 報告하였다. 또한 金等(2)은 바인더 벧단크기에 따른 脫穀試驗에서 8馬力 耕秧機 엔진으로 連續作業時 小束은 7.5ps程度로 作業이 可能하였으며 大束의 경우도 1.5초 間隔으로 供給하면 7.3ps程度로 脫穀을 遂行할 수 있었고 脫穀能率面에서도 큰 差異가 없었으며, 末院粒도 大束과 小束間에 差異가 없다고 報告하였다.

國외의 경우, 江崎等(5)은 普通型 콤파인에 대한 研究에서 스트레인 게이지를 軸에 附着하여 트 오크를 測定하고 直流 tachogenerator로 軸의 回轉速度를 測定하여 動力을 求하였는 바 脫穀部의 所要動力은 走行速度와 材料의 供給率에 依해 左右된다고 報告하였다. 또한 川村等(7,8)은 벧단에 依한

供給과 풀어서 供給하는 경우에 있어서 自動脫穀機 各部의 平均所要動力을 測定하는데 벼단에 의한 供給이 풀어서 均一하게 供給하는 것보다 약 30% 動力이 더 消耗된다고 하였으며, 供給率에 다른 所要動力은 生脫穀, 乾脫穀 모두 直線的으로 나왔으며 生脫穀의 경우 벼단무게의 增加와 拔胴速度의 變化는 拔胴트오크의 急激한 增加를 가져왔고, 단에 의한 供給時 最大트오크는 拔胴길이의 1/4~3/4에서 일어난다고 報告하였다. Burrough(10)는 롬바인에 있어서 供給率에 따른 各部의 所要動力을 測定한 바, 小麥 脫穀時 拔胴의 所要動力은 總所要動力의 약 50%로 나타나며 供給率이 增加함에 따라 拔胴의 所要動力은 더욱 크게 增加한다고 報告하였다. 또한 江崎(6)는 供給체인의 速度에 따라 生脫穀이나 乾脫穀 모두 飛散粒, 拔胴殘有物, 枝莖附着粒, 穗切粒의 比率이 增加하며 排塵口의 穀粒도 直線的으로 增加한다고 報告하였다. DeLong(9)은 보리 脫

穀時 機械의 損傷을 考慮하여 拔胴의 主速度를 25, 40m/sec~30.48m/sec로 提示하였으며 그보다 낮은 速度이던 未脫穀이 많이 생기고 높은 速度이던 損傷粒이 增加한다고 報告하였다.

3. 材料 및 方法

가. 實驗材料 및 設計

本 實驗은 1980年 10月 京畿道 水原市 九雲洞에 所在한 圃場을 賃借하여 實施하였다. 供試된 脫穀物은 日本系 水稻品種인 關東으로 栽培條件 및 作物의 性狀은 表 1과 같다. 탈곡시험용 벼는 3가지의 벼단크기별로 바인더로 刈取한 후 1週日間 圃場內에서 自然乾燥시켰으며 實驗當日 벼단크기별로 30個씩의 標本을 採取하여 測定한 벼단의 重量, 平均直徑, 含水率, 穀粒比率은 表 2와 같다.

Table 1. Agronomic data of the paddy used in the experiment

Variety	Kwan-dong	Yield (kg/10a)	485
Sowing date	Apr. 15, 1980	Column length(mm)	700
Transplanting date	May. 31, 1980.	Panicle length(mm)	166
50% Heading date	Aug. 20, 1980	No. of Panicle per hill	20.1

Table 2. Information on sheaf size and moisture content of the paddy used in the threshing experiment

Sheaf size	Average weight of a sheaf(kg)	Average diameter of a sheaf (mm)	Moisture content (% , w.b.)		Grain (Grain+Straw)
			Grain	Straw	
Small	0,577	79.9	16.80	35.04	0.376
Medium	0,950	105.3	16.38	34.46	0.381
Large	1,185	120.4	18.38	35.53	0.366

實驗設計는 表 3과 같이 供給率과 벼단크기의 두 가지 要因을 各各 3水準으로 하는 完全任意配置法

의 3²要因實驗(Factorial desgn)으로 하였으며 測定項目도 表 3에 表示한 바와 같다.

Table 3. Details of the experimental design

Factors	Levels of factors	Investigated items
Feed rate	520kg/h	○ Thresher & engine shaft torque ○ Threshing cylinder & engine rpm ○ Broken panicle & grains with branchlet
	780kg/h	
	1040kg/h	
Sheaf size	Small(0,577kg)	○ Damaged grains ○ Broken straws & empty kernels ○ Unthreshed grains ○ Fuel consumption
	Medium(0,950kg)	
	Large(1,185kg)	

이밖에 供試된 自動脫穀機(북성/BST-1200)는 이삭供給式으로 그림 1과 같으며, 동력경운기의 탑재 엔진(대동/다이젤 8ps)으로 부터 주벨트를 使用하여 驅動되도록 하였다.

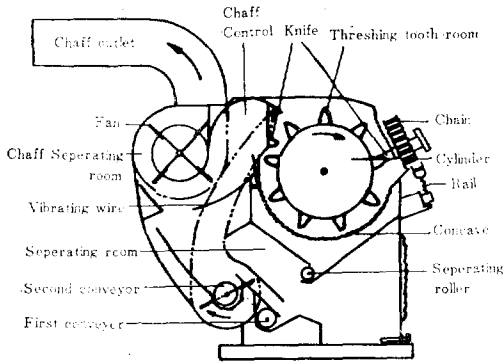


Fig. 1. Schematic drawing of the auto-feed thresher used for the experiment.

나. 測定裝置

脫穀時 脫穀機와 엔진의 負荷特性 및 所要動力을 調査하기 위하여 그림 2와 같이 二軸 스트레인 게이지(biaxial strain gage)를 軸에 대해 45°로 接着시켜, 비틀림에 의하여 軸表面에 發生하는 스트레인을 測定할 수 있는 토오르크 變換器를 만들었다. 토오르크는 測度設定(calibration)으로 부터 얻은 다음식을 利用하여 算出하였다.

脫穀機 主軸 變換器 :

$$\tau = 5914.71\epsilon - 0.02028$$

엔진軸 變換器 :

$$\tau = 13860.01\epsilon - 0.00028$$

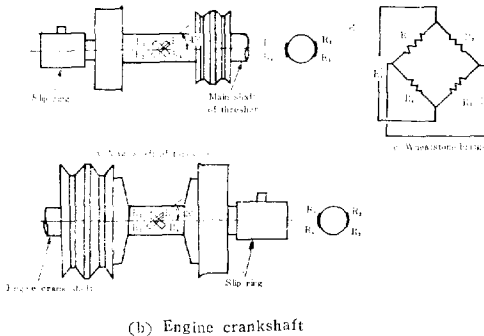


Fig. 2. Schematic diagrams of torque transducers installed on the main shaft of thresher and engineshaft and wheatstone bridge arrangement

여기서 ϵ : 스트레인(strain)

τ : 토오르크(torque), kg-m

또한 回轉軸의 回轉速度를 測定하기 위하여 彈性이 좋은 얇은 鐵板에 스트레인 게이지를 接着시키고 每回轉마다 回轉體의 돌기가 鐵板을 움직여 스트레인 펄스(pulse)를 나타내게 하였다. 回轉速度는 單位時間當 펄스數로 부터 算出하였다.

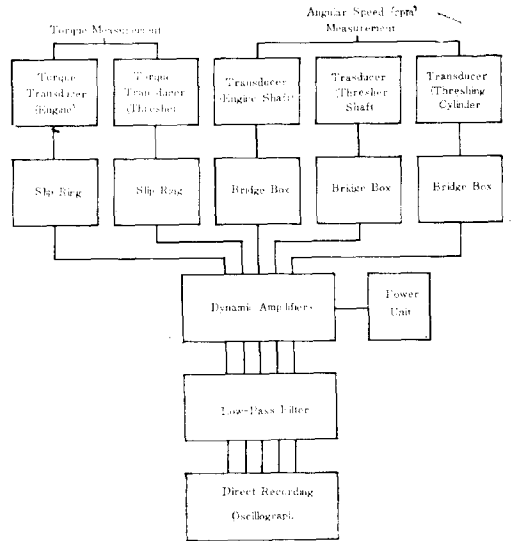
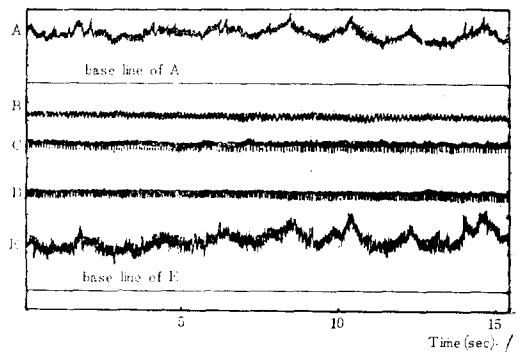


Fig. 3. Block diagram for the instruments used to measure strain from the shaft torque transducer and the angular speed transducers.



- A : Torque of the engine shaft
- B : Angular speed of the threshing cylinder
- C : Angular speed of the thresher main-shaft
- D : Angular speed of the engine shaft
- E : Torque of the thresher main-shaft

Fig. 4. A typical record of the angular speed and torque measurements

脫穀時 엔진의 燃料消耗量은 燃料測定用 부릿을 製作하여 脫穀試驗期間동안 燃料가 減少한 量을 測定한 후 重量으로 換算하였다. 그림 3은 本 實驗에서 使用된 스트레인 게이지 測定裝置의 構成圖를 表示한 것이며, 그림 4는 스트레인 게이지 記錄의 一例를 나타낸 것이다.

다. 試驗方法

1) 脫穀機의 調節

벼단의 크기에 따라 小束은 供給체인 받침 레일의 位置를 最上에 中束은 基準線에 大束은 最下로 하여 試驗을 遂行하였다. 脫穀機의 拔胴回轉數는 動力耕耘機 엔진의 加速機를 調節하므로써 550rpm

을 維持하도록 하였다. 이밖에 脫穀機의 送塵調節은 빠르게, 排塵調節은 올린 位置에서 補助吸氣口는 標準에, 吸入風力調節은 標準으로 各各 맞추어 實施하였다.

2) 供給率의 決定 및 供給方法

供給率을 決定하기 위하여 各 단의 平均 穀物/ (穀物+질)의 重量比를 利用하여 總 試驗時間동안 供給할 벼단의 數및 供給間隔을 決定하였다. 表 4는 이를 表示한 것이며, 벼단의 供給은 스톱워치 (stop watch)를 利用하였고 이의 使用이 困難한 경우에는 供給체인의 速度를 考慮하여 供給체인 받침대에 供給時間 間隔에 맞는 位置를 미리 表示하여 놓고 이에 맞추어 벼단을 供給하였다.

Table 4. Details of sheaf feeding methods

Feed rate(kg/h)	Sheaf size	Total number of sheafs	Feeding interval(sec)	Total time (sec)
520	Small	200	1.5	300
	Medium	120	2.5	300
	Large	100	3.0	300
780	Small	300	1.0	300
	Medium	180	1.67	300
	Large	150	2.0	300
1040	Small	200	0.75	150
	Medium	120	1.25	150
	Large	100	1.5	150

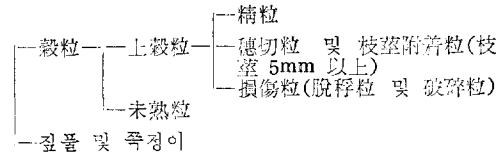
3) 負荷特性의 分析

脫穀作業時 엔진 및 脫穀機 主軸의 토크 및 所要動力를 分析기 위해 試驗遂行期間中 前期, 中期, 後期에 各各 30초間 토크 및 回轉速度를 오실로 그래프로 記錄하였다. 토크의 分析은 前, 中, 後期の 記錄中에서 各各 10초를 採取하여 求積計(planimeter)로 面積을 求하여 時間으로 나누어 平均토크를 計算했으며, 最大토크는 벼단 供給時에 나타나는 各各의 頂點(peak)을 平均하여 求하였다. 또 이들 토크測定 區間에서 各軸의 回轉速度를 求하였으며, 이들 토크와 回轉速度로부터 最大所要動力를 算出하였다. 토크 變動 및 頻度分布曲線은 各試驗 中期의 10초間 토크중에서 30點을 測定하여 求하였다.

4) 脫穀物의 分析

脫穀物의 品位 決定은 1番口(上穀粒排出口)에서

2회 반복으로 약 150g의 標本을 採取하였으며 다음과 같이 分類하여 肉眼으로 選別하였다.



또한 2番口(未熟粒排出口)와 3番口(排塵口)로 부터 排出된 穀粒은 질을 추려낸 나머지를 진량 採取하여 扇風機에 依하여 질물 및 碎정미를 除去하여 穀粒을 選別하였다.

가) 脫穀機의 選別性能

脫穀機의 選別性能은 다음과 같은 項目으로 表示하였다.

(1) 1番口 穀粒重量比率(Ratio of grains from grain outlet, r_1)

$$r_1 = \frac{W_1}{W_1 + W_2 + W_3} \times 100 \quad (\%)$$

여기서

W_1 : 1番口 穀粒重量(kg)

W_2 : 2番口 穀粒重量(kg)

W_3 : 3番口 穀粒重量(kg)

(2) 2番口 穀粒重量比率(Ratio of grains from less-filled grain outlet, r_2)

$$r_2 = \frac{W_2}{W_1 + W_2 + W_3} \times 100 \quad (\%)$$

(3) 3番口 穀粒重量比率 또는 排塵損失(Ratio of grains from chaff outlet, r_3)

$$r_3 = \frac{W_3}{W_1 + W_2 + W_3} \times 100 \quad (\%)$$

(4) 1番口 질풀 및 쪽경이比率(Ratio of broken straws & empty kernels, RBE)

$$RBE = \frac{1番口 질풀 및 쪽경이 重量}{1番口 全重量} \times 100 \quad (\%)$$

나) 脫穀機의 調製性能

脫穀機의 調製性能은 다음의 項目으로 表示하였다.

(1) 穗切粒 및 枝莖附着粒比率(Ratio of broken panicle & grains with branchlet, RBP)

$$RBP = \frac{1番口의 穗切粒 및 枝莖附着粒 重量}{1番口 上穀粒 重量} \times 100 \quad (\%)$$

(2) 損傷粒比率(Ratio of damaged grains, RDG)

$$RDG = \frac{1番口 損傷粒 重量}{1番口 上穀粒 重量} \times 100 \quad (\%)$$

(3) 完全穀粒比率(Ratio of whole grains, RWG)

$$RWG = \frac{1番口 全重量 - (질풀 및 쪽경이 重量 + 損傷粒 重量)}{1番口 全重量} \times 100 \quad (\%)$$

다) 脫穀機의 未脫粒 및 脫穀效率

(1) 未脫粒比率(Ratio of unthreshed grains, RUG)

未脫粒比率는 試驗期間中에 等間隔으로 採取한 10단의 標本中에서 採取한 總 未脫粒量으로부터 다음과 같이 算出하여 表示하였다.

$$RUG = \frac{未脫粒 重量}{W_1 + W_2 + W_3 + 未脫粒 重量} \times 100 \quad (\%)$$

(2) 脫穀效率(Threshing efficiency, η_t)

脫穀機의 脫穀效率는 다음과 같이 算出하여 表示했다.

$$\eta_t = \frac{W_1 + W_2}{p \times t} \quad (\text{kg/ps.h})$$

여기서

t : 脫穀所要時間(hour)

p : 平均所要動力(ps)

또한 子實比率를 補正한 脫穀效率는 다음과 같이 算出하여 表示하였다.

$$\eta_{t,45} \% = \frac{m_2(W_1 + W_2)}{m(t \times p)}$$

여기서

m_2 : 補正 子實比率(45% 標準值)

m : 供試作物의 子實比率(%)

4. 結果 및 考察

脫穀實驗時 1040kg/h의 供給率에서는 脫穀機의 作動이 圓滑하지 못하였으며, 벧질에 남아 있는 未脫粒이 過多하게 發生하여 實用的 價値가 없으므로 選別性能과 調製性能에 對한 調査分析을 實施하지 않았으며 負荷特性만을 調査 分析하였다.

가. 脫穀機의 脫穀性能

1) 脫穀機의 選別性能

脫穀機의 選別性能은 表 5와 같이 1番口, 2番口, 3番口의 總穀粒重量에 대한 各各의 穀粒重量比率과 1番口 穀粒中の 질풀 및 쪽경이 發生比率로 나타냈다.

1番口의 穀粒重量比率는 99.75~99.91%로 統計分析 結果 供給率이나 벧단크기에 따라 差異가 없었으며, 2番口의 穀粒重量比率도 0.03~0.06%로서 差異가 나타나지 않았다. 또 3番口의 穀粒重量比率는 0.06~0.19%로서 國立農業資材檢査所의 檢査基準¹⁾인 0.5%보다 낮은 값으로 매우 良好한 作業狀態를 나타냈으며 벧단크기나 供給率에 따라 差異가 없었다.

1番口 穀粒中 質풀의 發生은 거의 없었으므로 쪽경이와의 습으로 表示하였는 바 0.64~1.10%로서 檢査基準인 質풀混合比 0.3%, 쪽경이 混合比 2.5%의 合計보다 낮은 값을 나타냈으며 供給率에 따라서는 差異가 없었으나 벧단의 크기에 따라 약간 增加하는 傾向을 나타냈다.

위의 結果로 보아 脫穀機의 選別性能은 벧단크기나 供給率에 影響을 받지 않는 것으로 판단된다.

2) 脫穀機의 調製性能

脫穀機의 調製性能은 表 6과 같이 1番口穀粒中에 包含된 穗切粒 및 枝莖附着粒의 重量比率, 損傷粒의 重量比率 및 1番口의 完全穀粒比率로서 나타냈다.

Table 5. Comparison of seperating performance of the thresher

Feed rate (kg/h)	Sheaf size	Unit : %											
		Ratio of grains from grain outlet			Ratio of grains from less-filled grain outlet			Ratio of grains from chaff outlet			Broken straw and empty kernels from grain outlet		
		1	2	mean	1	2	mean	1	2	mean	1	2	mean
520	Small	99.66	99.83	99.75	0.07	0.05	0.06	0.27	0.12	0.19	0.79	0.79	0.79
	Medium	99.92	99.83	99.88	0.04	0.04	0.04	0.04	0.13	0.08	0.66	0.73	0.70
	Large	99.84	99.89	99.87	0.05	0.03	0.04	0.11	0.08	0.09	0.74	0.99	0.87
780	Small	99.88	99.84	99.86	0.04	0.03	0.04	0.08	0.13	0.10	0.80	0.60	0.70
	Medium	99.90	99.92	99.91	0.03	0.03	0.03	0.07	0.05	0.06	0.67	0.61	0.64
	Large	99.85	99.85	99.85	0.05	0.03	0.04	0.10	0.12	0.11	1.20	1.00	1.10

다.

穗切粒 및 枝莖附着粒의 發生比率은 3.2~3.7%로서 穂단의 크기나 供給率間에 差異가 없었다. 이들의 許容基準値는 供給材料의 性質에 따라 다르나 보통 5% 以下이므로 이들의 發生比率面에서 관찰할 때 調製性能은 良好한 것으로 判斷된다.

損傷粒의 경우는 1.2~2.2%로 매우 높은 값을 나타냈으며, 統計分析 結果 역시 供給率이나 穂단크기間에 差異가 없었다.

또한 1番口의 完全穀粒比率을 調査한 結果 96.96

~98.21%로 國立農業資材檢査所의 檢査基準인 95%보다 높게 나타났다.

위의 結果를 살펴보면, 대체로 穗切粒 및 枝莖附着粒의 發生이 적고 完全穀粒比率이 높게 나타났으며 損傷粒의 경우는 높은 發生率을 나타냈다. 그러나 損傷粒이 많이 發生한 原因은 刈取時에도 이미 많은 벼알의 찢질이 벌어져 있어 벼찢질이 잘 벗겨지는 品種上의 特性인 것으로 判斷되므로 이 點을 考慮할 때 脫穀機의 調製性能은 大體로 良好한 것으로 判斷된다.

Table 6. Comparison of the quality of grains from the 1st grain outlet

Feed rate (kg/h)	Sheaf size	Unit : %								
		Damaged grains			Broken panicle & grains with branchlet			Whole grains		
		1	2	mean	1	2	mean	1	2	mean
520	Small	1.9	1.7	1.8	2.6	3.8	3.2	97.47	97.66	97.57
	Medium	1.3	1.7	1.5	3.0	4.3	3.7	98.16	97.69	97.92
	Large	2.4	1.9	2.2	3.1	3.8	3.5	97.06	97.32	97.19
780	Small	1.1	1.3	1.2	3.6	2.7	3.2	98.20	98.22	98.12
	Medium	1.3	1.5	1.4	3.8	2.7	3.2	98.18	98.04	98.11
	Large	3.0	1.4	2.2	3.1	3.8	3.5	96.17	96.75	96.96

3) 脫穀機의 未脫粒比率

未脫粒比率은 大體로 낮은 發生率을 나타내고 있으나 그림 5에서와 같이 穂단의 크기가 커질에 따라 未脫粒이 增加하는 傾向을 나타냈으며, 또한 供給率이 增加하면 大束에서 未脫粒損失이 急増하였고, 앞에서 言及한 바와 같이 1040kg/h의 供給率에서는 再脫穀을 해야 할 程度로 未脫粒이 많아 正常的인 脫穀作業이 不可能했던 點을 考慮하면 780 kg/h 以上으로 供給率을 增加시키기는 困難할 것

으로 判斷된다. 또한 飛散粒을 測定하지는 못하였으나, 3番口의 排塵損失 및 未脫粒 比率이 基準損失 穀物比率인 2.5%에 比하여 월등히 낮으므로 大體의으로 滿足한 것으로 判斷된다.

나. 脫穀機의 負荷特性 및 所要動力

1) 空回轉時 負荷特性 및 所要動力

空回轉 狀態에 있어서 엔진과 脫穀機의 토크 및 所要動力을 測定하였는 바, 表 7과 같이 脫穀機와

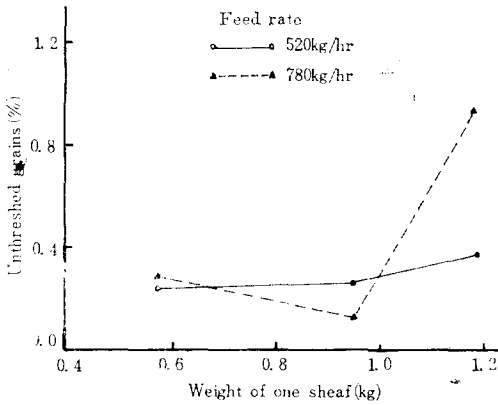


Fig. 5. Effect of sheaf size on unthreshed grains

엔진의 所要動力은 撥胴回轉數 550rpm에서 各各 1.43ps, 1.61ps로 나타났다.

2) 供給레일 調節位置의 影響

레일의 調節을 통하여 벧단의 크기에 따른 토오크 및 所要動力에 미치는 影響을 調査하기 위하여 레일을 基準線을 中心으로 上, 下로 調節하고, 벧질이 撥胴에 걸리지 않게끔 벧단 頂부분을 잘라서 供給率을 780kg/h의 水準과 같은 方法으로 供給하였다.

表 8은 이에 대한 結果를 나타낸 것이며 大體적으로 레일의 位置를 높이면 平均所要動力이 增加하는 傾向이 있었다. 특히 레일의 位置를 最上으로 하였을 때 小束의 경우 中束이나 大束에 比하여 약 0.4~0.6ps 더 많은 所要動力을 나타냈고, 所要 토오크도 약 0.5~0.7kgm 程度가 컸다.

따라서 脫穀作業時 벧단의 크기가 증가함에 따라 供給레일의 位置를 下向 調整하는 것은 脫穀負荷를 減少시킬 수 있는 重要한 措置가 됨을 알 수 있다.

Table 7. Torque and power requirements of the engine and thresher at no load

Item	Thresher	Engine	Remark
Torque(kg. m)	1.47	0.77	Threshing cylinder rpm=550
Angular speed(rpm)	695	1494	Specific fuel consumption
Power(ps)	1.43	1.61	=320.1g/ps.h

Table 8. Torque and power required only to convey sheafs through the feed rail with the feed rate of 780kg/h

Rail position	Sheaf size	Average torque (kg. m)	Average power (ps)
High	Small	1.06	1.03
	Medium	0.58	0.59
	Large	0.61	0.65
Middle	Small	0.51	0.50
	Medium	0.47	0.46
	Large	0.44	0.48
Low	Small	0.38	0.37
	Medium	0.49	0.45
	Large	0.45	0.45

Note: Upper head portions of paddy sheaf were cut off to find out the effect of rail position on torque and power.

3) 平均토오크 및 最大토오크

各 處理에 대한 平均 및 最大토오크는 表 9에 나타난 바와 같다. 統計分析에 依하면 供給率과 벧단 크기間에 差異가 있었으며 이들의 相互作用에도 有

意性이 있는 것으로 나타났다.

平均토오크는 대체로 供給率이 520kg/h, 780kg/h의 水準에서는 벧단크기間에 差異가 없었으나, 供給率이 1040kg/h 일때는 中束의 경우가 小束이나 大

束에 비해 토오르크가 약간 적게 나타났다. 그림 6에서 보는 바와 같이 平均토오르크 및 最大토오르크는 供給率이 增加함에 따라 크게 增加하는 傾向을 나타냈다.

대체로 높은 供給率에서는 中束이나 小束이 大束에 比하여 負荷가 작게 걸리는 作業方法임을 알 수 있었다.

Table 10 Torque and power requirements of the thresher by feed rate and sheaf size

Feed rate (kg/h)	Sheaf size	Average torque (kg. m)			Maximum torque (kg. m)			Average power (ps)			Maximum power (ps)		
		1	2	mean	1	2	mean	1	2	mean	1	2	mean
520	Small	2.42	2.38	2.40	2.98	2.96	2.97	2.43	2.28	2.26	3.03	2.79	2.91
	Medium	2.17	2.29	2.23	2.69	2.94	2.82	2.10	2.28	2.19	2.59	2.88	2.74
	Large	2.27	2.42	2.35	2.84	3.14	2.99	2.25	2.40	2.33	2.76	3.07	2.92
780	Small	4.13	3.76	3.95	4.57	4.25	4.41	3.76	3.51	3.64	4.28	3.92	4.10
	Medium	3.97	3.31	3.64	5.17	4.08	4.63	3.76	3.18	3.47	3.89	4.29	4.09
	Large	3.67	3.89	3.78	4.88	4.65	4.77	3.77	3.93	3.85	4.95	4.67	4.81
1040	Small	6.90	7.16	7.03	8.08	8.18	8.13	6.13	6.07	6.10	6.85	7.01	6.93
	Medium	5.11	5.49	5.35	6.11	6.10	6.11	4.83	5.39	5.11	5.63	5.62	5.63
	Large	6.64	7.41	7.03	7.92	8.72	8.32	5.68	6.02	5.85	6.94	6.94	6.94

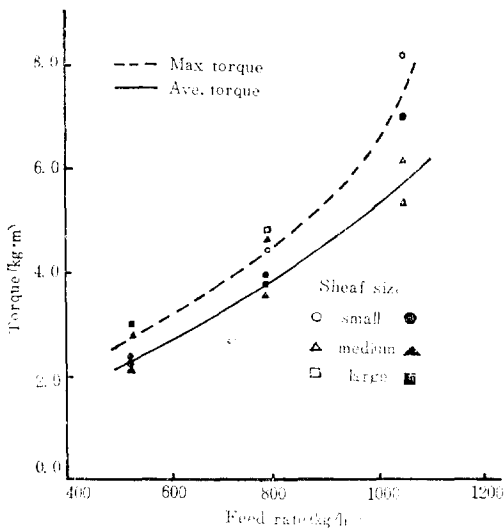
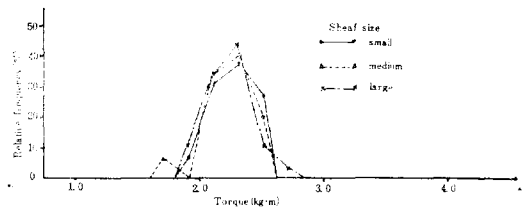


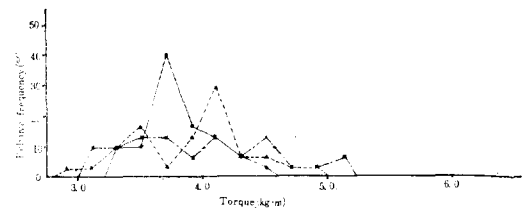
Fig. 6. Effect of feed rate on the average and maximum torques.

4) 負荷變動

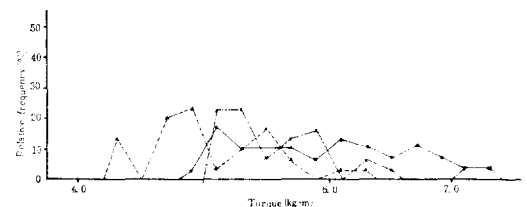
脫穀機의 負荷變動을 調査하기 위해 그림 7과 같은 토오르크의 頻度分布曲線을 求하였다. 이것에 依하면 520kg/h의 供給率에서는 束단의 크기에 따라 負荷變動의 振幅 및 相對頻度에 커다란 變化가 없었으나, 供給率이 780kg/h로 增加함에 따라 토오르크



(a) Feed rate=520 kg/h



(b) Feed rate=780 kg/h



(c) Feed rate=1040 kg/h

Fig. 7. Frequency distribution of thresher torque by feed rate.

의 變動幅이 커지고 相對頻度로 大體로 낮아졌으며 특히 벧단의 크기가 增加함에 따라 相對頻도가 고르게 分布하는 傾向을 나타냈다. 이것은 供給率과 벧단크기의 增加에 따라 負荷가 증가하고 크게 變動하기 때문이라 判斷된다. 또한 供給率이 1040kg/h의 경우는 負荷의 急激한 增加로 큰 토크變動을 나타냈으며 過負荷가 걸림으로 인하여 作業을 圓滑히 遂行하는데 어려움이 있었다.

5) 所要動力

脫穀機의 平均所要動力 및 最大所要動力은 表 9에서와 같이 供給率間에 뚜렷한 差異가 있었으며 벧단크기間에도 약간의 差異가 있었다.

그림 8에서와 같이 平均 및 最大所要動力은 供給率에 따라 크게 增加하는 것으로 나타났으며, 벧단의 크기에 따라서도 小束과 大束에서 中束보다 약간 큰 所要動力을 나타냈으며, 이러한 현상은 供給率이 증가할수록 뚜렷하였다. 그러나 小束의 경우 供給레일이 最高位置에 있을때 다른 位置보다도 所要動力이 0.4~0.6ps程度 컸던 點을 考慮하면 같은 레일의 位置에서는 脫穀機의 所要動力은 벧단의 크기에 따라 增加할 것으로 생각된다. 따라서 벧단의 크기에 따라 供給레일의 位置를 適當히 調節하므로써 所要動力을 減少시킬 수 있을 것으로 判斷된다.

대체로 낮은 供給率에서는 벧단크기에 따라 所要動力의 差異가 뚜렷치 않았으나 供給率이 增加함에

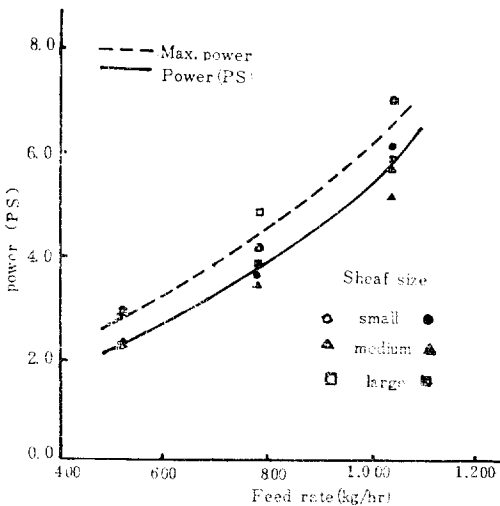


Fig. 8. Effect of feed rate on the average and maximum power requirements of thresher.

따라 中束이 小束 및 大束에 비하여 작은 所要動力을 나타내어 토크의 경우와 비슷한 傾向을 나타냈다.

다. 脫穀機의 脫穀效率

脫穀機의 脫穀效率은 그림 9에서와 같이 벧단크기에 의한 뚜렷한 差異는 없었으나 供給率이 520kg/h, 780kg/h인 경우는 214~249kg/ps.h, 1040kg/h의 供給率에서는 171~209kg/ps.h로 급격히 낮아졌는데 이는 所要動力의 急激한 增加때문이었다. 또 위의 結果를 子實比率 45%의 標準值로 補正하면 供給率이 520kg/ps.h, 780kg/h인 경우에는 264~294kg/ps.h가 되며 1040kg/h일때는 203~247kg/ps.h가 된다. 그러나, 이렇게 補正한 脫穀效率도 國立農業資材檢査所의 基準值인 300kg/ps.h에는 미달하였는데 이는 冷害 등 自然災害 등으로 平年에 비하여 收穫量이 크게 減少했고 썩정립 등의 發生이 너무 많아 脫穀機의 所要動力이 增加하였기 때문으로 判斷된다.

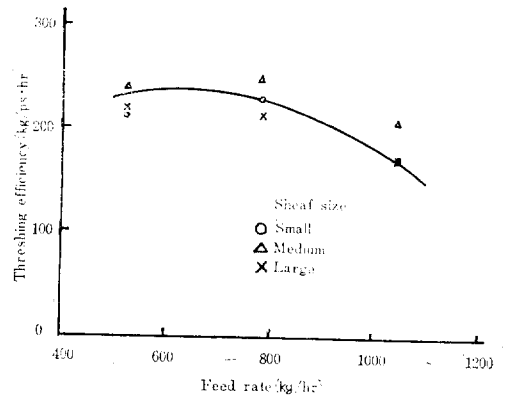


Fig. 9. Effect of feed rate on the threshing efficiency

라. 엔진의 負荷特性 및 所要動力과 燃料 消耗率

1) 平均토크 및 最大토크

엔진軸의 平均 및 最大토크는 表 10에 나타난 바와 같이 供給率間에 큰 差異가 있었으며 벧단의 크기에 따라서도 有意性이 나타났다. 대체로 엔진의 토크도 脫穀機의 토크와 마찬가지로 供給率에 따라 크게 增加하였다. 벧단크기에 따라서는 낮은 供給率에서는 큰 差異가 없으나, 供給率이 增加

Table 10. Torque and power requirements of the engine by feed rate and sheaf size

Feed rate (kg/h)	Sheaf size	Average torque (kg, m)			Maximum torque (kg, m)			Average power (ps)			Maximum power (ps)		
		1	2	mean	1	2	mean	1	2	mean	1	2	mean
520	Small	1.23	1.17	1.20	1.48	1.46	1.47	2.57	2.45	2.51	3.07	3.00	3.04
	Medium	1.14	1.13	1.13	1.37	1.45	1.41	2.42	2.43	2.43	2.86	3.11	2.99
	Large	1.17	1.16	1.17	1.45	1.49	1.47	2.54	2.50	2.52	3.04	3.15	3.10
780	Small	2.05	1.84	1.95	2.46	1.98	2.22	4.24	3.82	4.03	5.03	4.09	4.56
	Medium	2.03	1.64	1.84	2.41	1.92	2.17	4.31	3.49	3.90	5.02	4.00	4.51
	Large	2.04	2.01	2.03	2.57	2.38	2.48	4.23	4.17	4.20	5.24	4.88	5.06
1040	Small	3.25	3.33	3.29	3.73	3.81	3.77	6.37	6.35	6.36	6.79	7.23	7.01
	Medium	2.71	2.85	2.78	3.05	3.66	3.36	5.60	5.88	5.74	6.21	6.16	6.19
	Large	3.37	3.70	3.54	4.04	4.45	4.25	6.39	6.71	6.45	7.24	8.00	7.62

함에 따라 中束이 小束이나 大束에 比하여 적게 걸리는 것으로 나타났다.

2) 所要動力

엔진의 平均 및 最大所要動力은 脫穀機軸의 그것과 마찬가지로 供給率間에 큰 差異가 있었으며 畝단의 크기에 따라서도 有意性이 나타났다.

供給率에 따른 平均所要動力은 520kg/h일 때 2.43~2.52ps, 780kg/h 일 때 3.90~4.20ps, 1040kg/h 일 때 5.74~6.45ps로 供給率에 따라 크게 增加하였으며, 畝단크기에 따라서는 大束이 中束보다 약간 큰 動力이 所要되었고 大束과 小束, 小束과 中束間의 差異는 없었다.

엔진의 最大所要動力은 供給率이 520, 780, 1040 kg/h 일 때 各各 2.99~3.10ps, 4.51~5.06ps, 6.19~7.26ps로 供給率이 增加함에 따라 增加했으며, 畝단크기에 따라서 大束이 中束보다 큰 動力을 나타냈고 小束과 中束, 小束과 大束間의 差는 없었다.

대체로 낮은 供給率에서는 畝단크기에 따라 差異가 크지 않았으나 供給率이 커지면 中束이 小束이나 大束에 比하여 所要動力이 적어 中束의 경우가 所要動力面에서 有利한 것으로 나타났다.

3) 燃料消耗率

燃料消耗率은 그림 10에서와 같이 畝단 크기에 따라서는 差異가 없었으나, 供給率에 따라서 520kg/h 일 때 271~276g/ps.h, 780kg/h 일 때 229~235g/ps.h, 1040kg/h 일 때 207~235g/ps.h로 약간 減少하는 傾向을 나타냈으나 供給率이 780kg/h 以上으로 增加하면 燃料消耗率은 별로 減少되지 않는 것으로 나타났다.

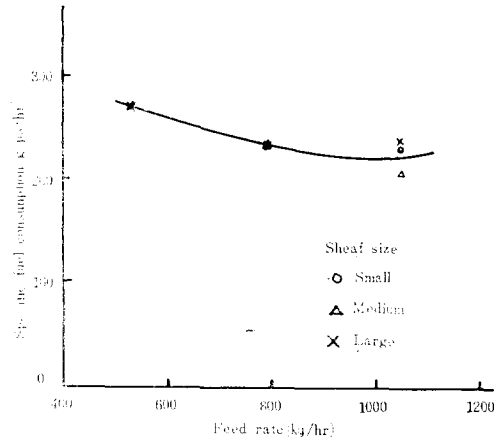


Fig. 10. Effect of feed rate on specific fuel consumption of engine

4) 슬립률과 動力損失

表 11은 動力耕機의 엔진軸과 脫穀機 動力傳達軸을 連結시키는 平벨트의 슬립률(slip%)과 動力損失을 나타낸 것이다.

슬립률은 畝단의 크기에 따라서는 差異가 없었으나, 供給率에 따라서는 520kg/h 일 때 2.73~4.33%, 780kg/h 일 때 5.75~6.11%, 1040kg/h 일 때 4.73~6.51%로 약간 增加하는 것으로 나타났다. 그러나 슬립률은 모두 適正한 範圍로 維持되었음을 알 수 있다.

슬립에 의한 動力損失은 供給率이 520kg/h 일 때 0.16~0.24ps, 780kg/h 일 때 0.35~0.43ps, 1040 kg/h 일 때 0.26~0.70ps로 供給率에 따라 약간 증

가하는 傾向을 나타냈으나 대체로 벧단크기에 의한 差異는 없었다.

따라서 各 處理別 脫穀作業時 脫穀機와 引擎의 動力傳達이 適切히 維持되었던 것으로 判斷된다.

Table 11. Comparison of slippage and power loss between thresher and engine

Feed rate (kg/hr)	Sheaf size	Slippage(%)			Power loss (ps)		
		1	2	mean	1	2	mean
520	Small	1.30	4.25	2.78	0.14	0.17	0.16
	Medium	4.76	4.00	4.38	0.32	0.15	0.24
	Large	4.25	3.49	3.87	0.29	0.10	0.20
780	Small	5.79	6.10	5.95	0.48	0.31	0.40
	Medium	6.33	5.89	6.11	0.55	0.31	0.43
	Large	5.60	5.59	5.75	0.46	0.24	0.35
1040	Small	5.42	7.02	6.22	0.24	0.28	0.26
	Medium	4.54	4.92	4.73	0.77	0.44	0.61
	Large	6.51	6.51	6.51	0.71	0.69	0.70

5. 要約 및 結論

本 研究는 바인더 벧단의 크기가 自動脫穀機의 負荷特性 및 脫穀性能에 미치는 影響을 調査하기 위하여 實施되었으리 그 結果는 다음과 같이 要約 된다.

가. 脫穀機의 選別性能은 1番口 穀粒重量比率이 99.75~99.91%, 1番口の 糞물 및 쪽경이 混合比率이 0.64~1.1%, 3番口 穀粒重量比率(排塵損失)이 0.06~0.19%로서 모두 良好한 狀態를 나타냈다. 1番口の 糞물 및 쪽경이 混合比率은 벧단의 크기에 따라 약간 增加했으나 1番口 穀粒重量比率과 排塵損失은 벧단의 크기間에 有意성이 없는 것으로 나타났다.

2. 脫穀機의 調製性能은 1番口 穀粒中 穗切粒 및 枝莖附着粒의 比率이 3.2~3.7%, 損傷粒比率이 1.2~2.2%로서 벧단의 크기間에 有意성이 없는 것으로 나타났다. 또 脫穀後 벧질에 남게되는 未脫粒比率은 벧단의 크기가 增加할수록 增加하였으리 780kg/h의 供給率에서 大束의 경우 國立農業資材檢査所의 許容値인 0.8%를 超過하였다.

다. 供給率의 調節位置와 벧단의 크기는 脫穀機의 所要動力에 影響을 나타냈다. 供給率이 780kg/h 일 때 벧단의 移送에 所要되는 動力은 中間과 最低位置에서는 0.37~0.50ps로서 調節位置나 벧단 크기間에 有意성이 없었으나 最高位置에서는 小束이 1.03ps로서 中束과 大束의 0.59ps, 0.65ps 보다

훨씬 높게 나타났다.

라. 脫穀機 및 引擎의 토오크는 供給率이 增加할수록 增加하였는 바, 낮은 供給率에서는 벧단의 크기間에 有意성이 나타나지 않았으나, 높은 供給率에서는 벧단크기間에 差異가 나타났으며 中束이 小束이나 大束에 比하여 작은 값을 나타냈다.

마. 토오크의 變動幅은 供給率에 따라 增加하는 傾向이 있었다. 供給率이 520kg/h인 경우는 벧단크기에 따라 差異가 없었으나 供給率이 780kg/h로 增加할 경우는 벧단크기에 따라 變動幅이 커졌으며 1040kg/h의 경우는 모든 벧단크기에서 過負荷로 因하여 매우 큰 變動을 나타냈다.

바. 脫穀機의 平均所要動力은 供給率이 520kg/h에서 2.19~2.36ps, 780kg/h에서 3.47~3.85ps, 1040kg/h에서 5.11~6.10ps로서 供給率에 따라 크게 增加하였다. 벧단크기에 따라서는 낮은 供給率에서는 差異가 없었으나 높은 供給率에서는 中束이 小束이나 大束에 比하여 약간 낮게 나타났다. 또한 最大所要動力은 供給率이 520, 780, 1040kg/h에서 各 2.99~3.10, 4.51~5.06, 6.19~7.62ps로서 역시 供給率에 따라 크게 增加하였다.

사. 引擎의 平均所要動力은 平ベルト의 動力傳達에 依한 動力損失로 因하여 脫穀機의 所要動力보다 높게 나타났다. 슬립率은 2.78~6.51%로서 適正한 범위로 維持되었으며 動力損失은 0.16~0.70ps로 나타났다. 슬립率과 動力損失은 供給率에 따라 增加하였으나 벧단의 크기間에는 有意성이 나타나지 않았다.

아. 脫穀効率は 520kg/h와 780kg/h의 供給率에서는 214~249kg/ps.h로서 畝단의 크기와 供給率間에 有意性이 없었으나 1040kg/h의 供給率에서는 急激한 所要動力의 增加로 因하여 脫穀効率が 171~174kg/ps.h로 크게 減少하였다.

자. 엔진(디젤, 8ps)의 燃料消耗率は 供給率이 520, 780, 1040kg/h 일 때 各各 271~276, 229~235, 207~235g/ps.h로서 供給率이 增加함에 따라 減少하였으나 780kg/hr 以上の 供給率에서는 燃料消耗率의 差異에 有意性이 없었다.

引用文獻

1. 國立農業資材檢査所, 1980. 農業機械檢査細部實施要領 pp.178~191
2. 金聲來外, 1979. 畝단크기의 變化가 라인더에 依한 收穫作業과 脫穀作業에 미치는 影響, 韓國農業機械學會誌 5 (1) pp.51~57.
3. 南相一, 1979. 脫穀機의 諸作動要因이 벼의生 脫穀性能에 미치는 影響, 碩士學位論文, 서울大學校 農科大學
4. 柳寬熙外, 1980. 農業機械要素의 스트레인 게이지 應用에 關한 研究, 韓國農業機械學會誌 5 (2) pp. 40~57
5. 江崎春雄外, 1967. コンバイの負荷特性に關する研究(第一報), JSAM 32(2) pp.203~210
6. 江崎春雄外, 1970. バインダと コンバイン, 農業圖書株式會社 pp. 205~426
7. 川村登外, 1967. 自脫型コンバインの機能に關する研究(第一報), JSAM 30 (1) 99.19~21
8. 川村登外, 1967. 自脫型コンバインの機能に關する研究(第二報), JSAM 32 (3) pp. 198~202
9. DeLong, H. H. 1942. Mechanical injury in threshing barley, Agr. Eng. pp.91~101
10. Burrough, D. E. 1954. Power requirements of combine drives, Agr. Eng. pp. 15~18