

搖動체의 벼 生脫穀物 選別性能에 關한 研究

Study on Separating Performance of Oscillating Sieve in Wet-Paddy Threshing

金 相 憲*
Kim, Sang Hun

Summary

When wet-paddy is threshed by conventional auto-fed thresher, the threshed material under the concave is difficult to separate with pneumatic separation only. The development of thresher with an oscillating sieve in addition to the conventional pneumatic separation has been recommended to improve the separation of grains from straw and chaff having high moisture content.

This study was intended to evaluate the separating performance of an oscillating sieve and to obtain the effective operation conditions of the sieve separation. The sieve with oscillating in an elliptical motion was developed and installed in the experimental unit which can simulate the separating operation of the conventional auto-fed thresher. Results of the study are summarized as follows:

1. The flowing velocity of grains on oscillating sieve was increased as the sieve frequency increased but the feed rate did not significantly affect the flowing velocity of grains on sieve.
2. The effects of sieve frequency and the direction of sieve rotation on the separating performance by oscillating sieve show that increasing the frequency of sieve driving crank above the 460 rpm in the same direction of material flow (con-flow) improved the separating performance.
3. The height of grain guide plate and air velocity through the sieve to optimize the separating performance of oscillating sieve were experimentally determined to give about 10cm above the sieve and 7 m/s, respectively.

1. 緒 論

現在 우리나라의 農業機械에서 振動機構를 選別裝置로 사용하는 경우는 주로 收穫機械, 調製機械, 加

工機械 등으로 이들의 性能向上을 위한 振動選別裝置의 分析이 중요한 課題점으로 대두되고 있다.

특히 收穫機械의 경우 慣行收穫作業體系에서 生脫穀作業 技術體系로 轉換됨에 따라 生脫穀에 의한 選別 과정에서 材料의 含水率 및 그에 따른 物理的

*서울 學校農科大學, 農工學科

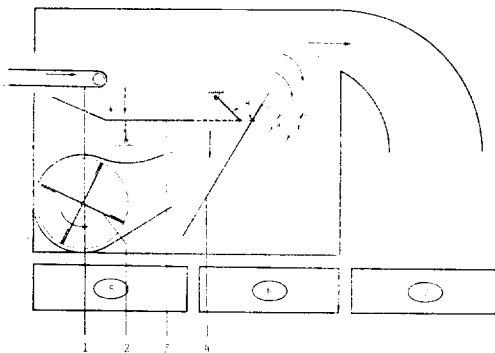
특성에 의해 風力판에 의한 선별방법에는 상당한 問題點을 나타내었으며(1) 이의 해결 방안으로 搖動체 選別方法이 要求되어지고 있다.

이에 관한 研究는 주로 외국에서 행하여졌다. Schert, 등(8)과 岩尾 등(4,5)은 搖動체의 運動型이 往復운동 橢圓운동 圓운동 일때 搖動체의 穀物移送性能 및 選別性能을 分析하였으며 German (6), Lee (7), Ezaki 등(3)은 往復운동형 搖動체에 關係 研究하였다. 우리나라에서는 金, 鄭 등(2)의 논문에서 橢圓운동형 搖動체를 개발하였으며 이에 의한 搖動체의 選別性能을 分析한 결과 高供給量에서 效果를 나타냈으나 生脫穀時 風力 관계 등이 選別上의 問題點으로 제시되었다.

따라서 本 研究에서는 金, 鄭 등(2)의 논문에서 開發된 搖動체의 問題點을 補完하기 위하여 生脫穀用 脫穀機 및 롬바인 脫穀部의 受網 및 脫穀物 選別方法에 적합한 搖動체의 諸 條件을 결정하고자 하는 目的이 있었으며 구체적으로는

1. 搖動체의 回轉方向이 con-flow와 counter-flow 일때 搖動체 驅動軸 回轉數 및 材料의 공급 비율이 搖動체 上의 穀物 移送性能에 미치는 影響을 究明하는데 있었으며

2. 搖動체 回轉 方向이 con-flow,와 counter-flow 일때 搖動체 驅動軸 回轉數가 搖動체의 選別 性能에 미치는 影響을 實驗的으로 究明하여 效果의인 유 곡판의 높이와 選別部分에서의 風速을 決定하는데 있다.



- 1. Conveyor
- 2. Fan
- 3. Oscillating sieve $\theta:135^\circ$
- 4. Grain guide plate a: 10cm
- 5. 1st grain outlet box b: 15cm
- 6. 2nd grain outlet box
- 7. 3rd grain outlet box

Fig. 1. Schematic drawing of the oscillating sieve used for experiment.

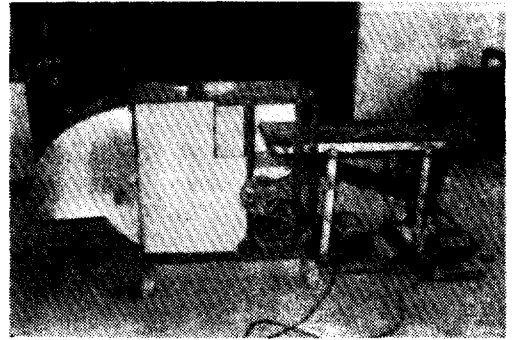


Fig. 2. Apparatus used for experiment

本 研究를 爲하여 指導와 忠告를 아끼지 않으신 鄭昌柱 教授님께 감사드리며, 實驗을 위해 수고한 김 형준 학형에게 감사한다.

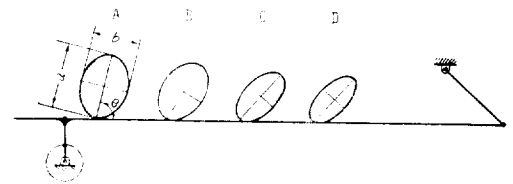
2. 實驗裝置 및 方法

供試機는 Fig 1.과 같이 搖動체와 選別판, 시료 채취상자, 재료 공급벨트로 되어 있으며, 裝置의 一面을 투명판으로 하여 실험 과정을 관찰할 수 있도록 하였다. (Fig 2.)

가. 供試 搖動체

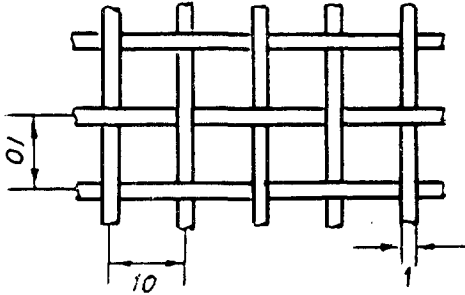
搖動체는 偏心캠에 의해 搖動面의 各 點이 橢圓 運動을 行하는 搖動選別機이며 앞부분은 지그재그 꼴로 된 鋼板의 Grain-pan과 뒷부분은 鐵線網으로 이루어졌다. (Fig. 3, 4, 5)

供試 搖動체에 의한 本 實驗은 振幅 16mm, 振動數 300~500rpm, 遠心效果($K = \frac{aw^2}{g}$) 1.5~4.5의



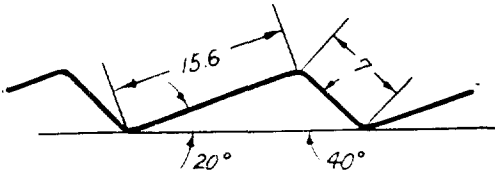
	A	B	C	D
Ratio of amplitude: b/a	0.71	0.62	0.37	0.16
Angle of projection: θ	85	60	55	50

Fig. 3. Paths of surface points on the grain pan.



Length: 140mm
Width: 470mm

Fig. 4. Shape of crib wire mesh used for the experiment.



Length: 280mm
Width: 480mm

Fig. 5. Shape of rack on the grain pan used for the experiment.

범위에서 행하였다. 이것은 自脫型 콤바인이 振幅 15mm, 振動數 400rpm, 遠心效果 2.5~3.0의 사용 범위에서 있는 것을 감안한 것이다.

나. 實驗方法

本 實驗은 搖動體의 회전 방향에 대한 移送能力의 決定과 選別性能의 適正化의 두가지로 나뉘어 實施되었다. 요동체 驅動軸 回轉方向을 材料의 흐름方向(con-flow)과 그 反對方向(counter-flow)으로 나누어 實驗하였으며 요동체 驅動軸 回轉數, 유곡판 높이 및 선별 부분에서의 風速 등이 變數로 고려되었다. 이들 實驗에 고려된 變數와 水準은 表 1에 要約하여 표시하였다.

移送能力의 비교 실험에서 사용된 試料는 밀양 23호 品種으로 수분 함량이 19~21%이었으며 選別性能 실험에서 사용된 試料는 수분 함량이 19~21%인 밀양 23호 品種과 수분 함량이 60~70%인 稈물을 일정한 重量比(곡물비율 94% 稈물비율 6%)로 混合하여 사용하였다.

1) 移送 能力 實驗

搖動체 面上의 곡물 분포가 平衡에 도달될 때까지 벨트 콘베이어로 충분한 시간 공급 하였으며, 이때 搖動체 面上의 곡물의 平均높이 및 平均移送

Table 1. Details of Experiments

Experiment No.	Factors and Their Levels					
	M.C. (% , w.b.)	Direction of Rotation	Sieve rpm	Feed rate (kg/hr)	Height of grain guide plate(cm)	Air velocity through sieve(m/s)
1. Flowing Velocity of grains	Grains:19~21	con-flow	360, 460, 530	600, 900, 1, 200	10	7
		counter-flow	315, 370, 530	600, 900, 1 200	10	7
2. Separating Performance (I)	Grains:19~21 chaff:60~70	con-flow	360, 460, 530	900	10	7
		Counter-flow	315, 370, 530	900	10	7
3. Separating Performance (II)	Grains:19~21 chaff:60~70	con-flow	460	900	10	6, 7, 8
		counter-flow	460	900	15	6.8

速度는 搖動체 面上의 곡물을 測定 分析하였다.

試料인 밀양 23호의 Bulk density는 0.62gr/cm³였고 搖動체 驅動軸 回轉 方向 및 回轉數는 주어진 資料에 대하여 攪拌의 조합을 變化시켜 調整하였다.

2) 選別性能실험

조제된 곡물은 실험의 편의상 일정한 比率인 900 kg/h로 벨트 콘베이어에 의하여 搖動체 에 공급하

였다. 風速은 Fan 구동축의 회전수를 바꾸어서 變化시켰으며 풍속은 熱線 風速計로 측정하였다. 유 곡판은 一定한 각도(60°)로 유지하였으며 높이단 변경하였다. 그리고 각 처리마다 選別된 穀物은 搖動체 밑에 있는 試料 採取통에서 수거하여 육안으로 選別하였다.

選別 性能을 判別 하는데 通用된 指數는 다음과

같이 定義하였다.

$$\text{一番口穀粒比率} = \frac{\text{一番口穀粒重量}}{\text{一番口穀粒重量} + \text{二番口穀粒重量} + \text{三番口穀粒重量}} \times 100(\%)$$

$$\text{一番口糞粕比率} = \frac{\text{一番口糞粕重量}}{\text{一番口全重量}} \times 100(\%)$$

$$\text{二番口穀粒比率} = \frac{\text{二番口穀粒重量}}{\text{一番口穀粒重量} + \text{二番口穀粒重量} + \text{三番口穀粒重量}} \times 100(\%)$$

$$\text{三番口穀粒比率} = \frac{\text{三番口穀粒重量}}{\text{一番口穀粒重量} + \text{二番口穀粒重量} + \text{三番口穀粒重量}} \times 100(\%)$$

3. 結果 및 考察

가. 搖動체의 運動特性

搖動체의 運動특성을 살펴보면 Grain-pan面의 各點의 運動軌적은 投射 角度가 95°~55°, 振幅 比가 0.71~0.16으로 減小되는 橢圓型이었으며 탈곡기 및 콤바인에 適應性을 높이는 觀點에서 볼때 원호상의 往復 運動형 요동체에 比해 慣性力이 적은 特征을 가지고 있다. 또한 Grain-pan面의 運動軌적이 橢圓型일때 運動軌적의 振幅比가 감소함에 따라 穀物 移送速度가 급격히 증가하고 投射 角度의 감소에 따라 穀物 移送速度의 감소율은 상대적으로 작은 傾向에

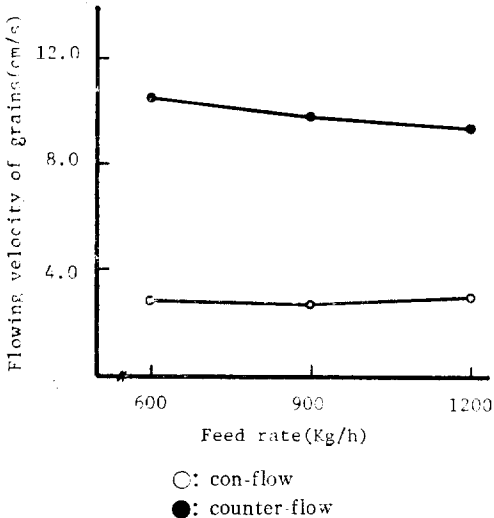


Fig. 6. Effect of feed rate and direction of sieve rotation on the flowing velocity of grains.

비추어 볼때 供試 搖動체는 脫穀物 落下 部分에서 끝단인 網 部分으로 갈수록 穀物 移送 速度가 커지는 特性을 나타내었다. (Fig 2)

나. 搖動체 上의 穀物 移送能力

Fig. 6은 供給量이 變化할때 搖動체 위에서 穀物이 移送되는 速度가 어떻게 變化하는가를 나타낸 것이다.

搖動체 上의 穀物 移送速度는 各 回轉 方向에서 供給 流量의 變化에 상관없이 거의 一定하게 나타났으며 따라서 搖動체 上의 穀物 移送이 供給流量

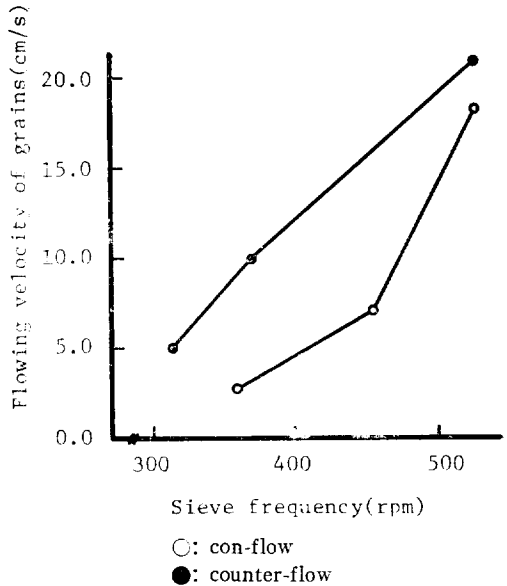


Fig. 7. Effect of sieve frequency and direction of sieve rotation on the flowing velocity of grains.

의 大小에 영향을 받지 않는 것임을 알 수 있었다. 그러나 搖動체 回轉方向이 counter-flow인 경우 con-flow일때 보다 移送速度가 높았다. 따라서 一定한 搖動체 驅動軸 回轉數에서 con-flow인 경우 搖動체 上의 穀粒層 두께는 counter-flow인 경우보다 높은 것으로 나타났다. (表 2)

Fig. 7에서 알 수 있는바와 같이 搖動체 驅動軸 回轉數의 增加에 따른 穀物 移送速度의 變化는 各 搖動체 回轉 方向에서 直線적인 增加를 보였다. 이 경우 낮은 搖動체 驅動軸 回轉數에서는 搖動체의 回轉方向이 counter-flow인 경우가 con-flow인 경우에 비해 높은 移送速度를 보였으나 搖動체 驅動軸 回轉數가 높은 530rpm 정도에서는 搖動체 回轉方向에

Table 2. Average flow rate and height of grains on sieve for varied sieve operations.

Direction of rotation	Feed rate (kg/hr)	Grain layer velocity (m/s)	Height of grain layer on sieve (cm)
con-flow	600	2.78	2.08
	900	2.64	3.29
	1,200	2.90	3.99
counter-flow	600	10.80	0.54
	900	9.91	0.88
	1,200	9.18	1.27

다른 移送速度의 차이가 없었다.

이상의 결과에서 볼때 con-flow와 counter-flow는 搖動체 驅動軸 回轉數의 增加에 의해 穀物 移送 速度의 增加率이 서로 다른 特徵을 나타냈으며 530rpm 정도에서는 비슷한 穀物移送速度를 보였다. 따라서 이 요동체 구동축 回轉數를 選別 性能 實驗의 基準點으로 適用하였다.

다. 搖動체의 選別性能

1) 搖動체의 回轉方向 및 搖動체 驅動軸 回轉數 變化에 의한 영향

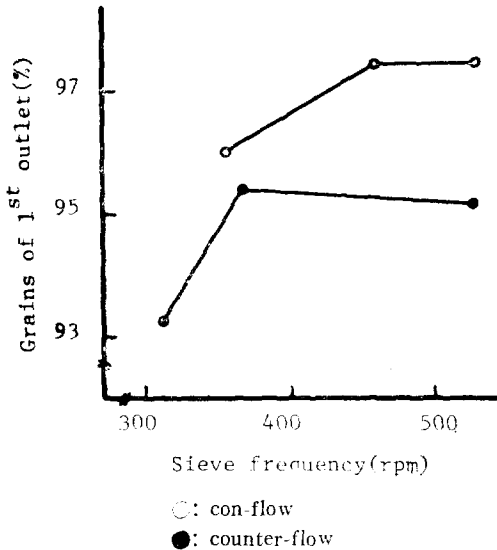


Fig. 8-1. Effect of sieve frequency and direction of sieve rotation on the separating performance of grains of 1st outlet.

가) 1번구 穀粒比率

1번구 穀粒比率는 총投入穀物중 1번구로 回收된 穀粒比率로 100%에 가까울수록 바람직하다 하겠다.

Fig. 8-1에서 알 수 있는 바와 같이 搖動체 驅動軸 回轉數가 增加함에 따라 1번구 穀粒比率는 높아 지며 一定해 저서 con-flow인 경우 97.5%정도, counter-flow는 95.3%로 나타났고 따라서 conflow가 counter-flow보다 양호한 結果를 보였다. 그러므



Fig. 8-2. Effect of sieve frequency and direction of sieve rotation on the separating performance of broken straws of 1st outlet.

로 1번구 穀粒比率를 높이기 위해서는 供試 搖動체 回轉方向을 con-flow로 하며 搖動체 驅動軸 回轉數를 460rpm 이상으로 해야 한다고 判斷되었다.

나) 1번구 糞粕比率

1번구 糞粕比率는 選別性能을 判斷하는 중요한 要因으로 낮은 比率일수록 바람직하다. Fig. 8-2에서 알 수 있는 바와 같이 搖動체 回轉方向이 con-flow인 경우 搖動체 驅動軸 回轉數가 增加하여도 糞粕比率가 0.14%以下로 變化가 없었으나 counter-flow인 경우는 搖動체 驅動軸 回轉數가 增加함에 따라 1번구 糞粕比率가 급격히 줄어들었다.

따라서 1번구 糞粕比率를 減少시키는 觀點에서 볼때 搖動체 回轉方向이 con-flow이며 搖動체 驅動軸 回轉數가 360rpm 이상에서 양호한 糞粕 比率를 나타냈으며, counter-flow인 경우는 530rpm정도에서 양호한 結果를 보였다.

搖動체 回轉方向間의 穀物移送速度가 비슷한 搖動체 驅動軸 回轉數 530rpm에서는 搖動체 回轉方向間의 1번구 糞粒比率는 차이가 없었으나, 搖動체 驅動軸回轉數 360rpm 정도에서 搖動체 回轉方向間에 1번구 糞粒比率이 큰차이를 보인것은 回轉數 360rpm에서 con-flow가 counter-flow에 비해 穀物移送速度가 늦음으로 인한 搖動체上的 穀物두께가 두꺼웠기 때문인 것으로 判斷되었다. 따라서 搖動체 驅動軸回轉數에 의한 搖動체上的 穀物移送速度가 1번구 糞粒比率에 영향이 있는 것으로 생각되었다.

다) 2번구 穀粒比率

2번구 穀物은 주로 還元되는 穀物로서 脫穀部의 性能을 向上시키는 觀點에서 그 比率이 낮은것이 바람직하다.

搖動체의 各回轉方向에서 搖動체 驅動軸 回轉數가 낮은 경우에는 高水分의 糞粒과 穀粒이 충분히 分離

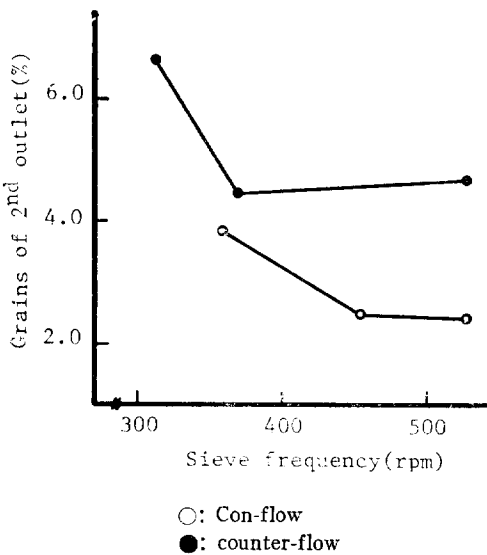


Fig. 8-3. Effect of sieve frequency and direction of sieve rotation on the separating performance of grains of 2nd outlet.

되지 않은 고착된 상태로 2번구에 落下하는 것이 관찰되었으며 그 結果 Fig. 8-3에서 알 수 있는 바와 같이 2번구 穀粒比率이 높게 나타났다. 또한 搖動체의 各回轉方向에서 一定한 搖動체 驅動軸 回轉數 이상에서는 2번구 穀粒比率이 一定한 값을 나타내었으며 con-flow인 경우 counter-flow에 비해 낮은 값으로 양호하였다.

이상과 같은 結果는 一定한 搖動체 驅動軸 回轉

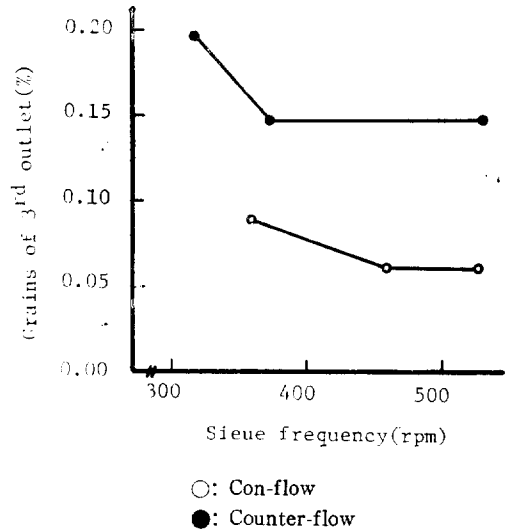


Fig. 8-4. Effect of sieve frequency and direction of sieve rotation on the separating performance of grains of 3rd outlet

數에서 搖動체 各回轉方向間의 搖動체上的 穀粒運動이 相異한 特性을 나타내기 때문인 것으로 判斷되었다.

라) 3번구 穀粒比率

3번구 穀粒은 圃場脫穀作業時 排塵口를 통해 機籬 밖으로 빠져나가는 穀物損失로서 損失을 最少化하는 중요한 要因의 하나이다.

Fig. 8-4에서 알 수 있는 바와 같이 搖動체의 回轉方向이 con-flow일때 counter-flow인 경우보다 3번구 穀粒 比率이 낮은 값을 보였다. 특히 搖動체 驅動軸 回轉數 460rpm 이상에서 3번구 곡립비율은 Con-flow일때 0.06% 정도로 0.15%인 counter-flow에 비해 상당히 양호한 結果를 보였다.

낮은 搖動체 驅動軸 回轉數에서 3번구 穀粒 比率이 높은 것은 2번구 穀粒比率 結果와 비슷한 現象으로 糞粒과 고착된 곡립이 搖動체上에서 分離되지 않은 상태로 移送되어 選別편의 風力에 의해 3번구에 넘어간 것으로 判斷되었다.

이상의 結果에서 알 수 있는 바와 같이 搖動체의 回轉方向이 con-flow일때 2,3번구의 穀粒比率이 적고 특히 1번구의 糞粒比率이 양호했으며, 搖動체 驅動軸 回轉數가 460rpm 이상일 때는 counter-flow인 경우보다 상당히 좋은 結果를 보였다.

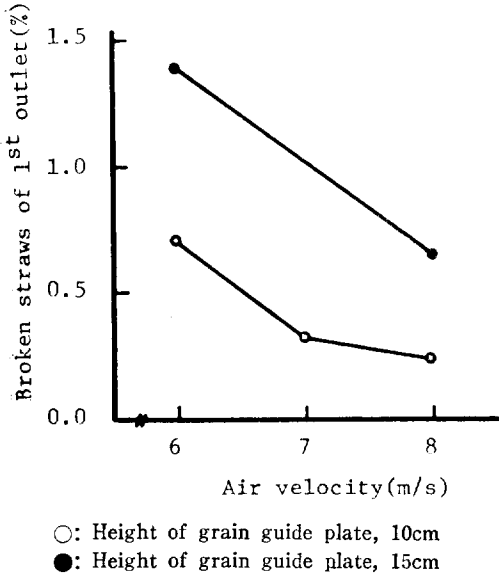


Fig. 9-1. Effect of air velocity through the sieve and height of grain guide plate on separating performance of grains of 1st outlet

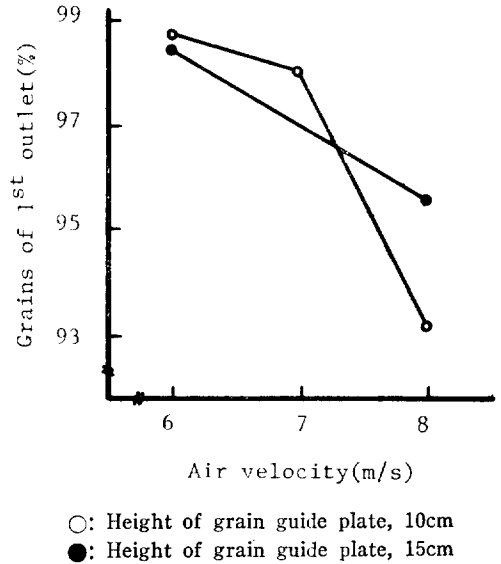


Fig. 9-2. Effect of air velocity through the sieve and height of grain guide plate on separating performance of broken straws of 1st outlet.

2) 유곡판높이 및 風速變化에 의한 影響

짚풀이 混合된 穀粒은 搖動체上에서 分離되면서 移送되는데 이것을 效果的으로 選別하기 위한 風力과 2번 穀粒口 앞에 설치된 유곡판의 높이가 搖動체 選別性能에 미치는 影響을 분석하면 다음과 같다.

가) 1번구 穀粒比率

Fig. 9-1에서 알 수 있는 바와 같이 供試된 全穀粒중 93~99%의 穀粒이 1번구에서 採取되었다. 選別판의 회전속도를 올려서 風速을 높이면 유곡판의 높이에 상관없이 1번구 穀粒比率는 줄어 들었다. 특히 유곡판높이가 10cm인 경우 15cm일때 보다 낮은 風速에서는 차이를 보이지 않았으나 8m/s 정도의 높은 風速에서는 1번구 穀粒比率가 크게 떨어졌다. 따라서 1번구 漏下物의 품위를 떨어뜨리지 않는 범위에서 風速을 줄이는 것이 脫穀部의 能率向上과 損失을 줄이는 방법으로 생각되었으며, 유곡판 높이의 變化는 風速이 클 경우 1번구 穀粒比率에 미치는 영향이 큰것으로 判斷되었다.

나) 1번구 짚풀比率

유곡판높이와 風速과의 관계는 1번구 짚풀比率를 좌우하는 중요한 要因으로 本 實驗에서는 Fig. 9-2에서 알 수 있는 바와 같이 風速을 增加시킴에 따라 1번구 짚풀比率가 減少하는 傾向을 보였으며 유곡판

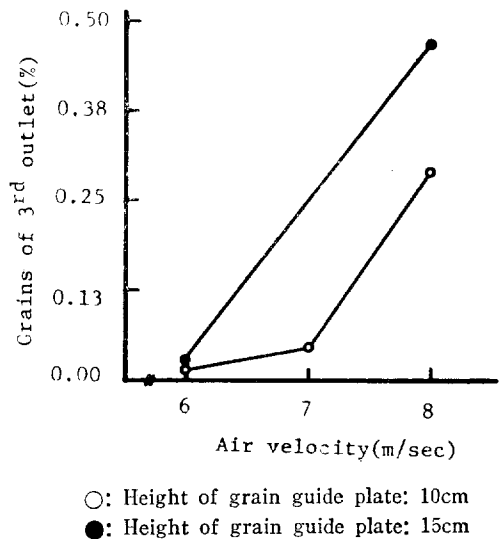
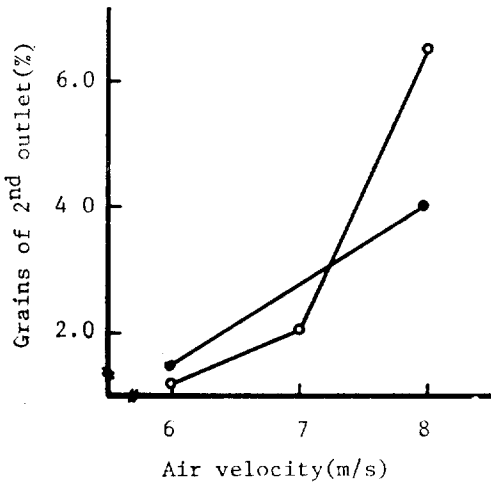


Fig. 9-3. Effect of air velocity through the sieve and height of grain guide plate on separating performance of grains of 2nd outlet.

높이가 15cm인 경우 10cm일때 보다 짚풀比率가 2배 정도 되었다. 유곡판 높이가 10cm이며 선별판에 의한 風速이 7~8m/s 범위일때에 1번구 짚풀比率가



○ : Height of grain guide plate : 10cm
 ● : Height of grain guide plate : 15cm

Fig. 9-4. Effect of air velocity through the sieve and height of grain guide plate on separating performance of 3rd outlet.

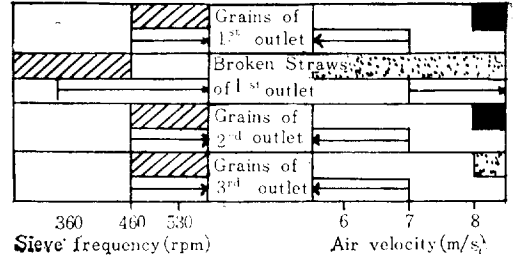
낮은 양호한 결과를 보였다.

다) 2번구 및 3번구 穀粒比率

Fig. 9-3 및 9-4에 표시된 바와 같이 2번구 穀粒比率이 3번구 穀粒比率보다 높았다. 또한 2번구 및 3번구의 穀粒比率은 유곡판높이에 상관없이 風速이 증가하면 급격히 증가하는 傾向이 있었다. 風速이 6~7m/s의 범위에서는 유곡판높이를 변경하여도 2번구 穀粒比率에는 차이가 없었으나 風速이 8m/s 정도에서는 뚜렷한 차이를 보여 유곡판의 높이가 相對적으로 낮은 10cm일때에 15cm인 경우보다 2번구 穀粒比率이 2.5%포인트 정도 높아졌다.

排塵損失인 3번구 穀粒比率의 경우도 낮은 風速에서는 유곡판높이에 의한 영향이 없었으나 風速이 8m/s일때에는 유곡판이 높은 경우가 낮은 경우보다 3번구 穀粒比率이 높게 나타났다.

이와같은 현상은 8m/s 정도의 높은 風速의 경우 搖動체의 網으로 통과하지 못한 穀粒이 搖動체 끝단에서 風力에 의해 飛散되어 유곡판을 넘어갈때 유곡판이 낮을수록 많은 양이 2번구로 넘어갔으며 유곡판이 높은 경우는 낮은 경우에 비해 2번구로 넘어가는 穀物量은 줄었으나 유곡판끝을 넘어 갈때 相對적으로 飛散高가 높아져서 3번구 穀粒比率이 높아진 것으로 판단된다.



→ : Optimum region and direction for improving separating performance
 ▨ : Con-flow is better than counter-flow
 ▩ : 10cm height of grain guide plate is better than 15cm height of.
 ■ : 15cm height of grain guide plate is better than 10cm height of.

Fig. 10. The general trend of sieve operational variables for improving separating performance.

4. 要約 및 結論

本 研究에서는 脫穀部受網 밑으로 落下하는 高水分의 糞물이 混合된 穀物을 效果의로 分離 및 選別하기 위하여 橢圓운동형 搖動체를 採擇하였으며, 이 搖動체의 機械的 要因을 究明함으로써 生脫穀時 脫穀部 選別裝置로서의 効率的인 作業을 위한 資料를 얻고자 하는데 있었다. 그 結果를 Fig. 10에 표시하였으며 要約하면 다음과 같다.

가. 搖動체上的 穀物移送速度는 供給流量的 변화에 영향을 받지 않으며 搖動체 驅動軸 回轉數의 증가에 따라 積진적으로 증가하였다.

나. 搖動체의 回轉方向과 搖動체 驅動軸 回轉數가 搖動체의 選別性能에 미치는 影響에서

1) 1번구 穀粒比率은 搖動체 驅動軸 回轉數 460 rpm 이상에서 con-flow가 counter-flow보다 높았다.

2) 1번구 糞물比率은 con-flow일때 낮은 값으로 一定했으며 counter-flow인 경우 搖動체 驅動軸 回轉數가 증가함에 따라 급격히 줄어들어 530rpm 정도에서 con-flow와 비슷했다.

3) 2번구 및 3번구 穀粒比率은 搖動체 驅動軸 回轉數 460rpm 이상에서 con-flow가 counter-flow보다 낮았다.

이상의 결과에서 搖動체의 回轉方向이 con-flow이고 搖動체 驅動軸 回轉數가 460rpm 이상에서 搖動

체의 選別性能이 向上되었다.

다. 유곡판높이 및 風速變化가 搖動體의 選別性能에 미치는 影響에서

1) 1번구 穀粒比率은 風速이 증가함에 따라 감소하였으며, 높은 風速에서 유곡판높이가 10cm인 경우 15cm일때 보다 낮았다.

2) 1번구 질풀比率은 風速을 증가시킴에 따라 감소하였으며, 유곡판 높이가 10cm이며 風速이 7~8m/s일때에 낮은 양호한 결과를 나타냈다.

3) 2번구 및 3번구 穀粒比率은 風速이 증가하면 급격히 증가하는 傾向이 있었으며 6~7m/s의 風速에서는 낮았다.

이상의 결과에서 유곡판높이가 10cm이고, 選別部分의 風速이 7m/s일때 効率인 搖動體 作業條件인 것으로 판단되었다.

參 考 文 獻

1. 南相一, 鄭昌柱, 柳寬熙. 1980. 脫穀機의 諸作動要因이 비의 生脫穀性能에 미치는 影響. 한국농업기계학회지 5 (1): 51~57
2. 金相憲, 鄭昌柱, 劉壽男. 1981. 脫穀性能向上

을 위한 搖動體 選別方法 開發에 관한 연구.

한국농업기계학회지 6 (2): 33~47

3. 江崎春雄外. 1972. 白脫ユソパイン의 高性能化에 關する研究. 農業機械化研究所研究報告, 第9號.
4. 岩尾俊男 外. 1971. 振動ふるい上の粒子の運動 (第2報) — だ圓運動の場合 —. JSAM, 33(2):163~172
5. 岩尾俊男, 田邊一. 1972. 振動ふるいにおける流動層粒子の 移動速度ともみと玄米の分離特性について. 島根大學農學部研究報告, 第6號 分冊.
6. German, R.E. and J.H.A. Lee. 1969. Grain Separation on an oscillating sieve as air volume and frequency. Trans. of the ASAE: 883~885
7. Lee, J.H.A. and R.G. Winfield. 1969. Influence of oscillating frequency on separation of wheat on a sieve in an air stream. Trans. of the ASAE: 886~888.
8. Schertz, C.E. and T.E. Hazen. 1963. Predicting motion of granular material on an Oscillating conveyer. Trans. of the ASAE: 6~10.