

自脱型 콤바인의 排塵損失에 關한 研究(I)⁺

- 自脱型 콤바인의 排塵損失 모니터 개발 -

Chaff-outlet Grain Loss of Head-feed Combine

- Development of a Monitor for Detecting Chaff-outlet
Grain Loss of Head-feed Combine -

鄭昌柱*, 崔重燮*, 崔榮秀*
C. J. Chung, J. S. Choe, Y. S. Choi

Summary

The amount of grain loss incurred during harvesting operation through the chaff-outlet of combine may not be negligible. To minimize this grain loss and optimize condition of combining, it may be necessary that the amount of chaff-outlet loss dependent on varying crop condition is to be estimated as exactly as possible. This study was thus intended to develop the monitor that could indicate the amount of grain loss occurred through the chaff-outlet of combine during harvesting operation.

The function of this monitor is to measure at the sounding board the impact sound of paddy kernels which could be distinguished from those of other threshing products through chaff-outlet, and from vibration or noise created by the combine engine and other moving parts.

To develop such monitor, the frequency distributions of each sound generated by the impact of grain and chaff, the sound generated by the impact of the mixture of grain and chaff, and vibration or noise created by the combine engine and other moving parts were investigated experimentally. From the results of frequency analyses, the transducer adequate for the monitoring system was selected and sounding board was constructed. The grain loss monitor thus obtained was tested by attaching the sounding board to the chaff-outlet of combine.

1. 緒 論

우리나라에 보급되고 있는 自脱型 콤바인은, 서양의 投入式 콤바인에 비해 選別上의 문제점이 적기때문에 그 排塵損失에 대해서는 그다지 관심을 기울여 오지 않았다. 그러나 이, 정²⁾에 의하면 自脱型 콤바인의 排塵損失率도 기존의 다른 수확체에 비해 10배 이상이나 되어, 이것을 우리나라의 총 米穀栽培面積에 대비시켜 보면 그 양이 엄청나

게 많다는 것을 쉽게 추정할 수 있다.

따라서 自脱型 콤바인의 排塵損失을 줄이기 위한 研究는 콤바인의 作業性能 향상뿐만 아니라 막대한 간접적 식량증산을 위해서도 대단히 중요하다는 것을 알 수 있다.

그러나 自脱型 콤바인의 排塵損失에 대해서는, 投入式에 비해 그 양이 상대적으로 적다는 것과, 研究方法의 어려움때문에 우리나라는 물론 외국에서도 研究가 시도된 적이 거의 없다.

⁺本 研究는 韓國科學財團의 1989년도 研究費 支援에 의하여 수행되었음.

*서울대학교 農科大學 農工學科

콤바인의 排塵損失을 줄이는 방안으로는, 脫穀室이나 選別室 등의 改善을 통한 選別메카니즘의 改善方法과, 주어진 콤바인에 대하여 排塵損失이 最小化되도록 最適의 상태로 運轉操作하는 능가지 方法이 考慮될 수 있는데, 특히 후자의 方法에서 排塵損失의 程度를 效적으로 알려주는 損失測定 裝置가 開發된다면 排塵損失을 줄이는데 크게 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

콤바인의 排塵損失量은 作動條件뿐 아니라 作物의 狀態와 供給量, 倒伏狀態, 材料의 含水量 등의 많은 作業條件에 따라서 크게 영향을 받게 되고, 지푸라기와 섞여져 빠른 속도로 飛散되어 나오기 때문에 그 양을 精確히 感知해 내는것은 쉬운 일이 아니지만, 최근 서양에서는 排塵損失測定裝置를 開發하여 自動制御 기술에 연결함으로써 排塵損失이 自動으로 制御되는 콤바인이 市販되는 단계에 이르렀다고 한다. 그러나, 이들의 研究는 우리가 사용하고 있는 自脫型 콤바인과는 그 메카니즘이 크게 다른 普通型 콤바인에 대한 것이므로 自脫型 콤바인에 바로 적용할 수 없다. 따라서 自脫型 콤바인의 排塵口로 流出되는 穀粒의 損失量을 측정할 수 있는 排塵損失 모니터의 開發을 위한 研究는 대단한 重要性을 갖는다 할 것이다.

본 研究의 目的은,

- (1) 穀粒과 짚이 感知板을 打擊할 때의 周波數 및

콤바인에서 發生되는 振動이나 騒音에 대한 周波數 特性을 究明하고

(2) 이를 기초로, 排塵口로 損失되는 穀粒을 效적으로 感知할 수 있고 自脫型 콤바인에 쉽게 적용될 수 있는 穀粒排塵損失모니터를 開發하는데 있었다.

2. 實驗裝置 및 方法

實驗은 周波數 分析, 사운딩보드의 製作, 電子回路의 構成, 波形檢證, 콤바인 裝着實驗의 順으로 행하였으며 實驗에 이용된 裝置 및 그 구체적인 方法은 다음과 같다.

가. 周波數 分析

實驗에 사용된 周波數 分析器는 5Hz에서 50KHz까지 分析이 가능한 Hewlett-packed Model 3580A였고, 周波數 分析器의 입력원으로는 콘덴서 마이크로폰 (Condenser microphone)이 내장된 騒音器 Integrating Sound level meter Rion's NL-01A를 사용하였다.

排塵口의 풍속이 8~14m/s나 되므로 排塵口를 통해 飛散되어 나오는 穀粒과 지푸라기의 속도도 상당히 빠르다. 같은 물체의 打擊音의 周波數는 그 打擊의 여러고 聲에 따라 달라지지 않지만 振幅은

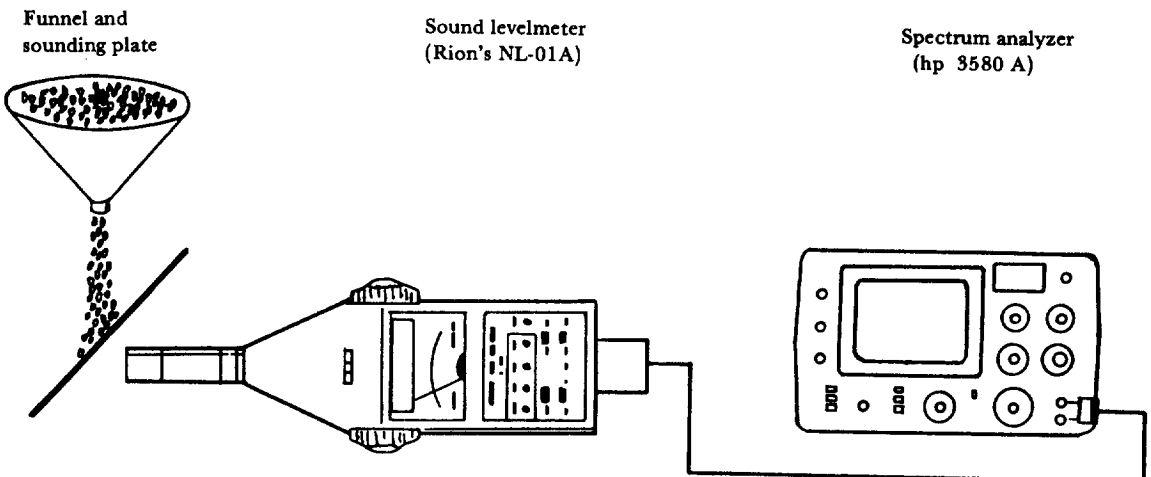


Fig. 1. Frequency measurement of the sounding plate hit by grain.

변하게 된다. 따라서 排塵口에서와 같은 狀況下에서 實驗을 行할 必要性이 있었으며, 이를 위해 送風機를 製作하였다.

製作된 送風機는 출구 가장 자리의 풍속이 14m/s 일때 가운데의 풍속은 6m/s로 排塵口와 같지는 않았지만 그 차이가 實驗에 별 影響은 미치지 않는 것으로 판단되었다.

穀粒의 打擊音의 周波數는 그림 1과 같이 벼를 깔때기에 가득 채우고 35cm의 높이에서 45° 만큼 경사진 관위에 계속 떨어지게 하면서 측정하였고 送風機 騒音의 周波數는 바람의 影響이 없는 送風機 옆면에 騒音器를 설치하여 測定하였다. 送風機로 噴射한 穀粒의 打擊音의 周波數는 送風機의 穀物投入口에 깔때기를 끼우고 깔때기에 가득채워진 벼가 자유낙하하다가 팬의 바람에 날려, 45°의 각도로 送風機의 출구에 비스듬히 세워진 관에 부딪치게 될 때 測定하였다.

排塵口에서의 콤바인 騒音의 周波數는 수행부를 제외한 콤바인의 모든 부분이 作動되고 있는 상태에서 사운딩 보드를 裝着하게 될 要동체 바로 밑에 騒音器를 위치시키고 측정하였다. 이때 騒音器의 마이크로폰 앞에 관을 갖다대어 바람의 影響을 최대한 배제시켰다.

豫備實驗 結果, 지푸라기에 의한 打擊音은 너무나 미세하여 周波數 分析을 行할 必要性이 없다고 판단되었으므로, 本 實驗에서는 제외하였다.

나. 排塵損失 모니터 설계

周波數 分析을 통하여 穀物이 금속관에 부딪칠 때 發生시키는 騒音의 特性周波數를 알아낸 후, 필터

를 이용해 지푸라기에 의한 騒音이나 콤바인 裝置의 作動騒音으로부터 穀物에 의해 發生되는 騒音을 분리해 내려던 처음의 계획은 穀物의 周波數 스펙트럼 分析 結果, 穀物이 發生시키는 騒音의 特性周波數가 超音波 영역에 있는 것이 分析됨으로써 다소의 수정을 가할 必要性이 있게 되었다.

즉, 사운딩 보드의 變換器로 처음에는 마이크로폰을 사용하려고 계획했지만 超音波 센서로 대체하게 됨에 따라 可聽周波數 영역에 있는 거의 모든 騒音들이 저절로 제거되게 되어 필터가 불필요하게 된 것이다. 그림 2에는 排塵損失모니터의 測定시스템을 圖式的으로 표시하였다.

1) 사운딩 보드

모니터의 구성요소의 하나인 사운딩 보드는, 穀粒 하나하나가 부딪칠 때마다 增幅하고 整形하므로써 카운팅이 가능한 바람직한 모양의 펄스를 發生시킬 수 있어야 한다.

사운딩 보드는 스테인레스 스틸 플레이트(stainless steel plate), 變換器(ultrasonic sensor), 플레이트 호우더(plate holder), 스펀지(sponge), 뒷판 등으로 구성하였으며 그 구조도는 그림 3과 같다.

사운딩 보드에 이용된 變換器는 超音波 센서 MA40LIR 이었다. 여기서 MA는 超音波 센서들의 미하고 40은 공칭 周波數가 40KHz라는 것을 의미하며, L1은 디자인 넘버(Design number)이고 R은 Receiver라는 것을 나타낸다.

周波數 分析에서 穀物의 特性周波數의 범위가 25~50KHz 였기 때문에 公稱 周波數 40KHz의 것을 쓰

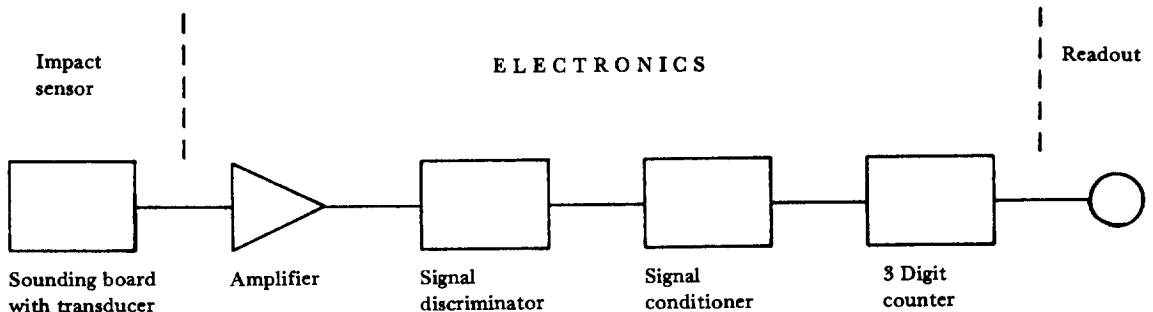


Fig. 2. Block diagram of the grain loss measurement system.

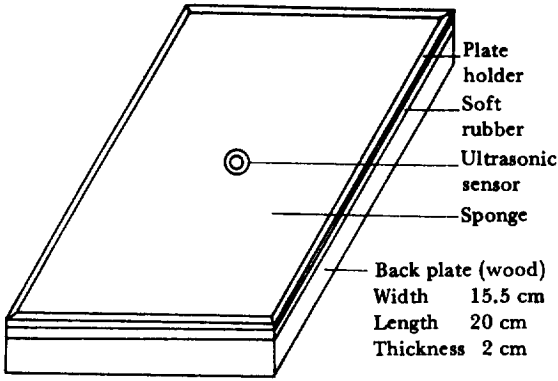


Fig. 3. Structure of the sounding board.

는 것이 가장 적당하다고 판단되었으며 MA40LIR 은 高感度, 耐濕度, 耐溫度, 耐振動, 耐衝擊 特性을 모두 갖고 있는 센서로서 콤팩트에 裝着하여 포장 작업을 행하게 될 때 그 적응력이 우수할 것이라고 판단되었다.

스테인레스판은 폭립 타격후의 여진을 줄이기 위

해 부드러운 고무를 뒷판에 올려 붙이고, 그 위에 고무 시일드를 附着하여 수시로 판의 분리가 가능하게 하였다.

2) 전자회로

사운딩 보드로부터의 입력을 增幅하기 위해서 OP 앰프 TL081을 2 단으로 연결하고, 일정세기 이상의 신호만을 골라내기 위해 LM108을 비교기로 이용하였다. 이들을 통과한 신호는 시그널 콘디셔너를 거치면서 하나의 타격에 대해 하나의 펄스로 정형되어 카운터에서 세어져 디지털 신호로 출력되게 된다. 구체적인 回路는 그림 4와 그림 5에 나타내었다.

다. 增幅波形 및 定形波形 檢證

사운딩 보드의 펄스 생성 상태와 增幅回路 및 슈미트 트리거의 동작상태를 檢證하기 위해 增幅回路의 출력점과 슈미트 트리거의 출력점에서의 펄스

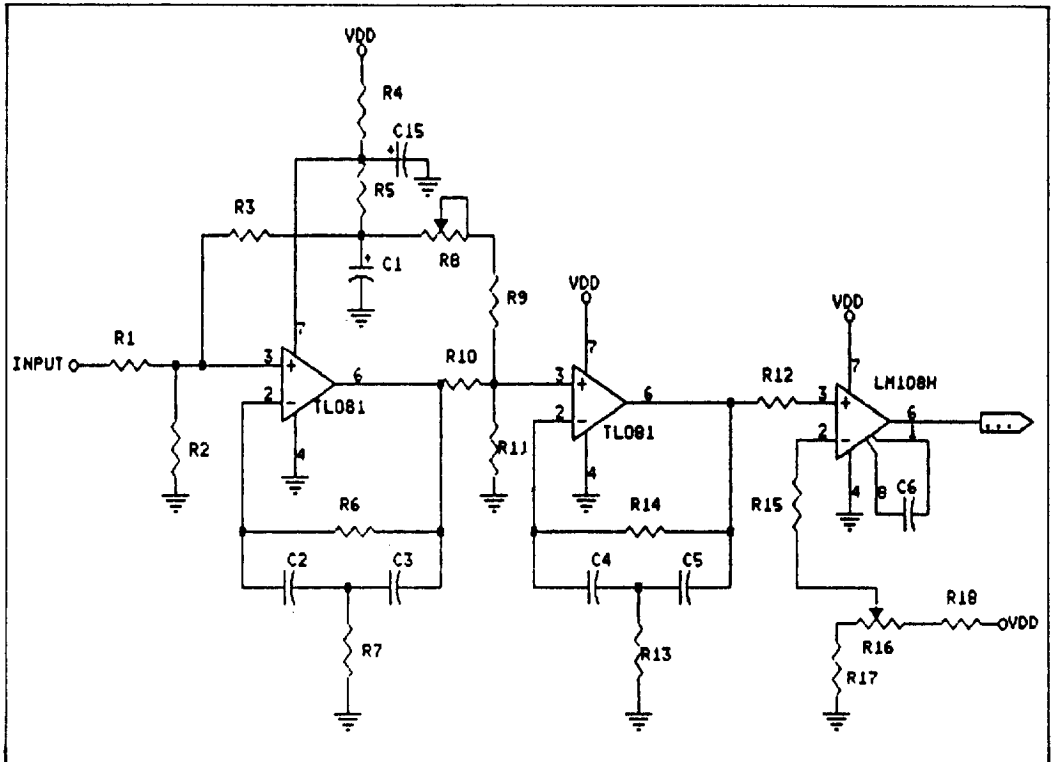


Fig. 4. Circuit of amplifier and discriminator.

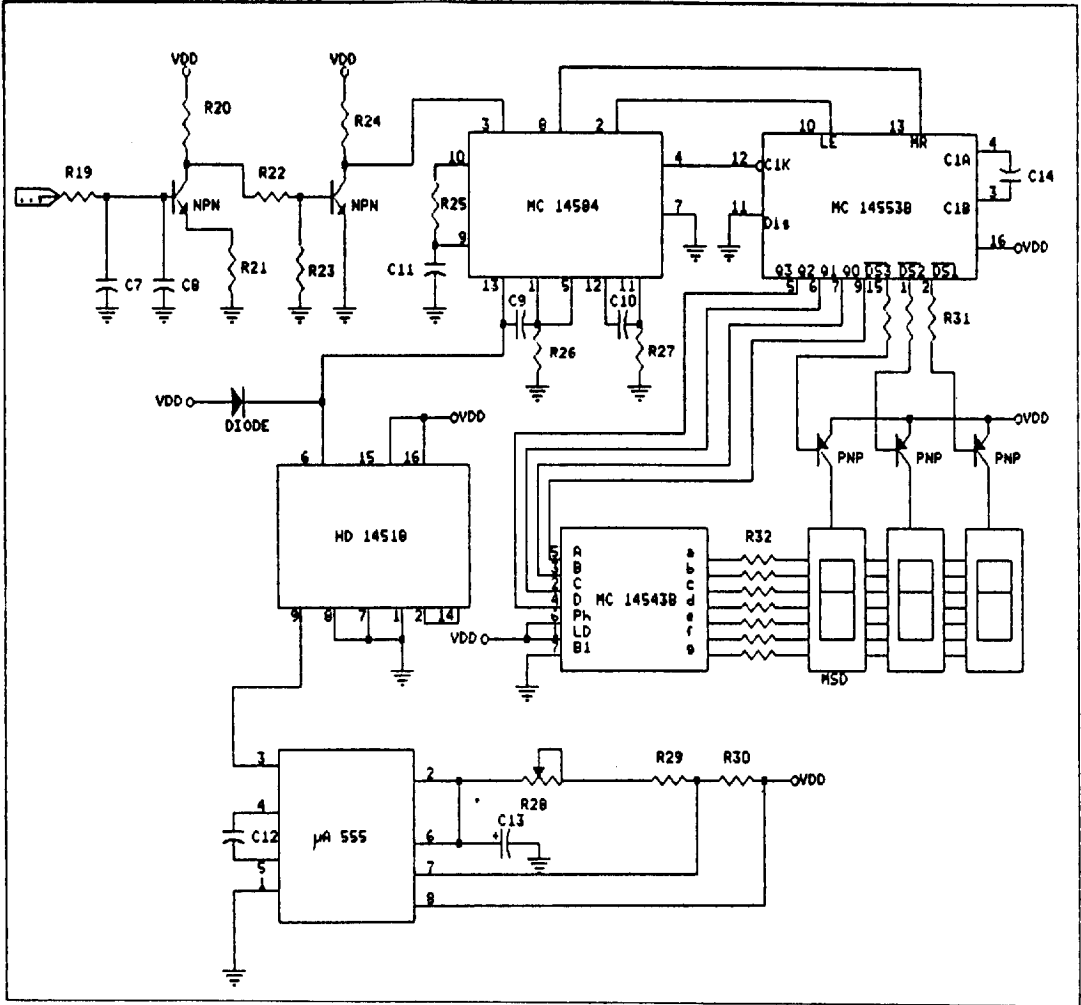


Fig. 5. Circuit of schmitt trigger and counter.

형태를 오실로스코프를 통하여 分析하고, 오실로스코프의 화면을 카메라로 촬영하였다.

사운딩 보드는 排塵口 面積의 약 1/4의 크기로 製作되었기 때문에 초당 70~80 알이 排塵口를 통해 流失될 때 모니터는 20알 程度를 感知할 수 있으면 충분하므로, 모니터의 分解能을 檢證하기 위한 實驗은 초당 약 10개와 20개의 穀粒이 사운딩 보드에 부딪치게 되는 2 가지 경우에 대하여 行하였다.

實驗에 이용된 벼는 아끼바레였으며, 穀物과 지푸라기는 6~14m/s 속도를 갖도록 送風機로 噴射시켰다.

라. 콤바인 裝着 實驗

콤바인은 작업중에 騒音과 振動이 대단히 심하므로 사운딩 보드를 콤바인에 裝着시켰을 때도 사운딩 보드에 부딪치는 穀粒을 정확히 셀 수 있는지를 알아보기 위해서 그림 6과 같이 콤바인 排塵口의 약 10cm 밑에 약 40° 경사지게 사운딩 보드를 裝着하여 실제로 탈곡실험을 行하였다.

實驗에 이용된 콤바인은 2條 刈取型이고, 左旋回方式으로 운전되며 14ps의 엔진이 탑재된 D사 제품으로, 排塵口는 가로가 48cm, 세로가 11cm였다. 脱穀실험에 이용된 벼는 含水率 20.4%의 아끼바

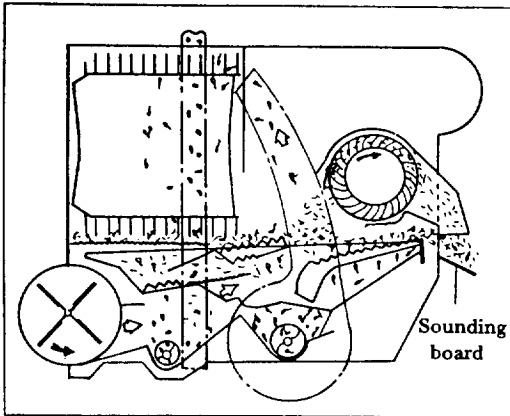


Fig. 6. Location of sounding board

레와 습水率 15.2%의 밀양 23호였고 實驗은 室內에서 행하였다.

3. 結果 및 考察

가. 周波數 分析

開發하고자 하는 모니터의 원리는, 소리를 전압으로 바꿔주는 變換器가 附着된 사운딩 보드(Sounding board)를 콤바인의 排塵口 앞에 裝置하여, 穀物과 지푸라기의 혼합물이 이 사운딩 보드에 부딪칠 때 發生되는 衝擊音과 콤바인의 여러 裝置에서 發生되는 振動 및 騒音 중에서 穀物에 의한 것만을 골라내므로써, 排塵口를 통해 流失되는 穀粒의 量

을 測定해 내는 것이다.

이와 같은 원리를 적용하기 위해서 먼저 穀粒 및 지푸라기가 판에 부딪칠 때 發生되는 음의 周波數와 콤바인의 여러 裝置에서 發生되는 騒音의 周波數를 分析했다.

각각의 경우에 나타나는 周波數 스펙트럼은 모두 카메라로 촬영하였으며 이들 사진은 그림 7과 같은 스케일을 갖는다. 다만 波形的 振幅은 절대치가 아니고 상대적인 값이다.

1) 穀粒의 打撃音의 周波數 스펙트럼

그림 8은 얇은 스테인레스판에 穀粒이 부딪칠 때의 周波數 스펙트럼으로 0 Hz에서 26KHz까지는 진폭이 거의 직선적으로 감소하다가 29KHz에서 다시 상당히 높게 나타나는 周波數 分布를 보여주고 있다. 두꺼운 스테인레스판과 베크라이트판도 이와 거의 같은 주파수 분포를 나타내었으므로 사운딩플레이트의 재질로 얇은 스테인레스판을 선택하였다.

2) 送風機 騒音과 送風機로 噴射한 穀物의 打撃音의 周波數 스펙트럼

그림 9는 순수한 送風機 騒音의 周波數 스펙트럼이고 그림 10은 送風機로 穀物을 噴射하여 판에 부딪치게 할때, 즉 送風機의 騒音과 穀物이 판에 부딪칠 때 發生되는 騒音이 합쳐진 騒音의 周波數 스펙트럼이다. 이 두 스펙트럼을 비교해 보면 穀物에 의해 發生되는 음의 周波數 分布를 명백히 알 수 있다. 물론 콤바인 작업시에는 이 送風機의 騒音은 없는 것이지만, 만일 送風機의 騒音에서 穀物의 打撃에 의한 음을 골라내려고 한다면 25KHz 이하의 騒音을 제거하는 것으로 쉽게 가능해진다 것을 알 수 있다.

3) 排塵口에서의 콤바인 騒音의 周波數 스펙트럼

그림 11은 콤바인 排塵口에서의 騒音에 대한 周波數 스펙트럼이다. 두 사진에서 알 수 있는 것과 같이 15KHz까지는 거의 직선적으로 감소하다가 40KHz까지는 아주 완만하게 증가하고 그 이상에서는 별 변화가 없다. 그러나 여기에서 注意해야 할 것은 곡물의 특성주파수인 30KHz 근처에서 높게 나타나는, 콤바인의 여러 부위에서 發生되는 純音을

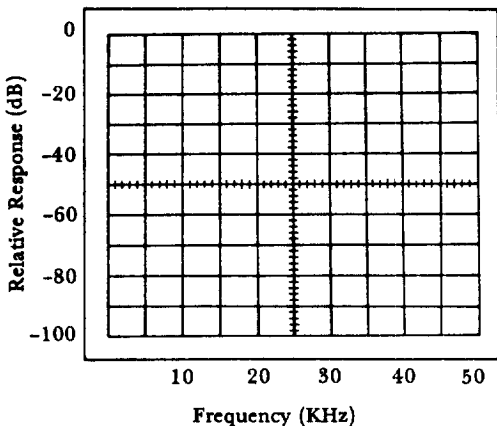


Fig. 7. Screen scale of spectrum analyzer.

이다.

4) 周波數 分布와 사운딩 보드의 變換器 선정

이상의 結果에서, 마이크로폰보다 超音波 센서가 사운딩보드의 變換器로 더 적당할 것이라는 판단을

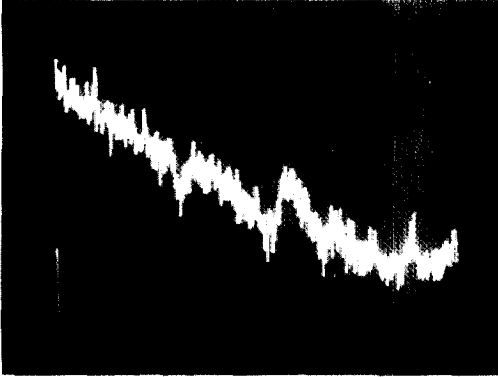


Fig. 8. Frequency spectrum of sound of thin stainless steel plate hit by grain.

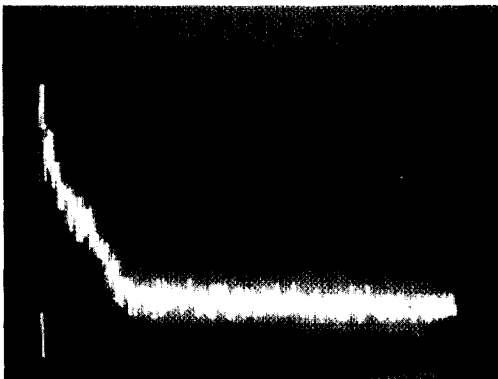


Fig. 9. Frequency spectrum of sound generated by air blower.

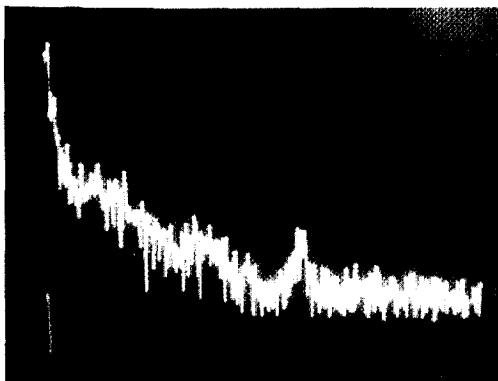


Fig. 10. Frequency spectrum of sound generated by stainless steel plate hit by grain blown by fan.

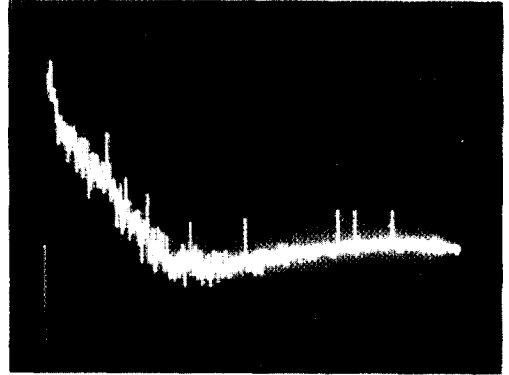


Fig. 11. Frequency spectrum of sound generated at chaff outlet of combine.

하게 되어 超音波 센서로 입력되는 穀物의 打擊音 및 콤바인의 騒音에 대하여 周波數 分析을 실시하였다. 그림 12가 바로 送風機로 벼를 스테인레스판에 噴射시켰을 때 超音波 센서(MA40LIR)로 입력되는 騒音의 周波數 스펙트럼인데 이것을 그림 10과 비교해 보면 아주 다른 特性을 나타낸다는 것을 알 수 있다. 이것은 超音波 센서의 特性에 크게 영향을 받은 結果이기도 하지만 可聽 周波數 영역에 散在해 있는 거의 모든 騒音을 쉽게 제거할 수 있다는 가능성을 보여주고 있다. 즉 騒音器로 입력된 騒音의 周波數 스펙트럼이 20KHz까지의 可聽 周波數 영역에서 높은 振幅을 나타낸 것에 비해, 超音波 센서로 입력된 騒音의 周波數 스펙트럼은 32~42KHz 내역에서 아주 높은 振幅을 나타내어 아무런 필터나 차단없이도 穀物에 의한 信號만을 選別해 내는 것이 용이하게 되는 것이다.

그러나, 콤바인 排塵口 근처에서 超音波 센서로 받아들인 騒音의 주파수 스펙트럼도 그림 13처럼 穀物의 特性 周波數 영역인 32~42KHz에서 높게 나타나 사운딩 보드의 센서는 주위 騒音으로부터 어느정도 遮斷(Isolation)이 되어야 한다.

나. 增幅波形 및 定形波形 檢證

周波數分析을 근거로 사운딩 보드를 製作하였고, 이어서 사운딩 보드에서 생성되는 펄스를 增幅하고 整形하여 카운팅할 수 있는 電子回路를 구성함으로써 排塵損失모니터의 製作을 완료하였다.

製作된 排塵損失 모니터의 動作狀態를 알아보기

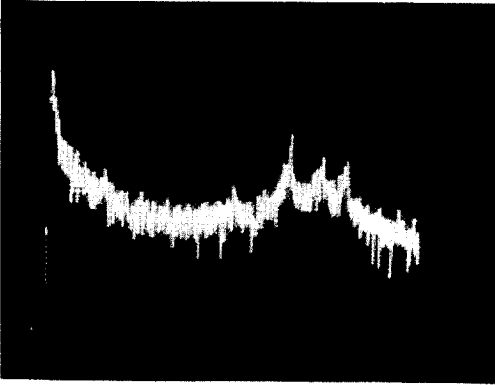


Fig. 12. Frequency spectrum of grain impact on stainless steel plate.

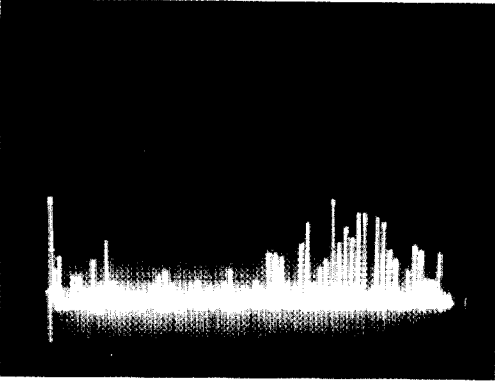


Fig. 13. Frequency spectrum of sound at the chaff-outlet of combine.

위하여 앞에 제시된 方法대로 波形을 檢證하였다.

확대시키지 않은 모든 펄스 사진들은 0.2초의 시간간격 동안에 發生되는 波形을 찍은 것이다 (20ms/div).

1) 穀粒에 의한 펄스

그림 14는 穀物이 사운딩 보드에 부딪칠 때 생성되는 펄스를 오실로 스크프를 통해 관찰한 것이다.

定形波는 穀粒 한 알에 대해서 정확하게 하나가 생성되었다. 확대된 增幅波形에서 보면 펄스의 피크에서 미세한 振動波形이 發生되었고 펄스의 생성 후 짧은 시간 동안 餘振현상이 있었지만 이러한 것들은 定形波의 생성에는 전혀 영향을 주지 못하였다.

그림 15는 30ms의 시간간격 동안에 7개의 穀物이 부딪쳤을 때의 波形을 확대시켜 본 것으로 각

波形 모두 모양에 있어서 약간의 차이가 있는데 그것은 打擊 순간의 穀粒의 姿勢와 속도의 차이 때문이라고 생각된다.

2) 지푸라기에 의한 펄스

콤바인의 排塵기로 飛散되어 나온 지푸라기를 送風機로 사운딩 보드에 噴射시켰을 때 생성된 增幅波形이 그림 16이다. 이 사진에서 알수 있는 바와 같이 지푸라기에 의한 增幅波는 아주 미세하여 矩形波를 생성시키지 못했고 따라서 지푸라기는 穀粒의 排塵損失量을 測定하는데 별다른 문제점을 야기하지 않는 것으로 判明되었다.

그러나, 穀粒이 판에 부딪칠 때 지푸라기의 방해 를 받아 펄스를 제대로 생성시키지 못할 경우는 나타날 수 있을 것으로 推측된다.

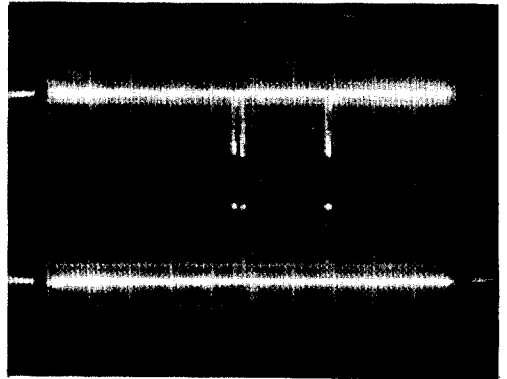


Fig. 14. Pulse caused by the impact of grain.

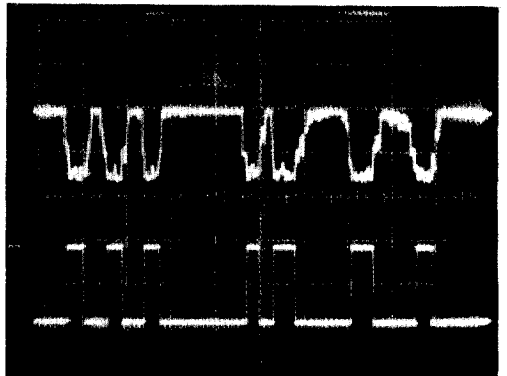


Fig. 15. Expanded pulse caused by the impact of grain.

3) 穀粒과 지푸라기의 혼합물에 의한 펄스

穀物과 지푸라기를 혼합시켜서 送風機로 噴射시켰을 때 發生되는 펄스는 그림 17과 같다.

그림 17에서 나타난 것은, 이미 別個로 測定된 穀物에 의한 펄스와 지푸라기에 의한 펄스를 합쳐 놓은 것과 별 다를것이 없다. 그림 17의 오른쪽 중간 부분에 矩形波를 發生시키지 못한 상당히 큰 펄스가 있는데, 이것은 부실한 穀粒이나 지푸라기에 의해 打擊을 방해받은 穀粒에 의한 펄스로 추정된다.

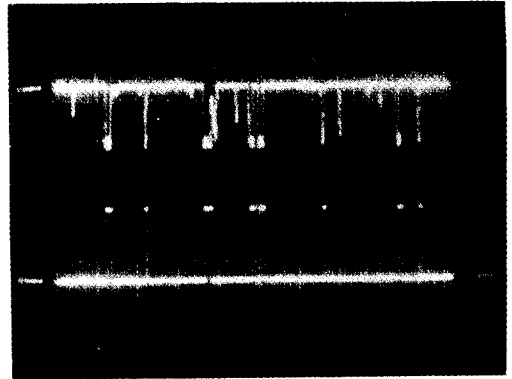


Fig. 17. Pulse caused by a mixture of grain and chaff.

4) 펄스 分解能 (Resolution)

실제로 콤바인작업을 할 때 排塵口를 통해 流失되는 穀粒은 초당 40~50알 程度가 되는 것으로 알려져 있는데 과연 製作된 排塵損失 모니터는 이 程度의 穀粒數를 精確히 세어낼 수 있으며 나아가 어느 程度까지 신뢰성 있게 세어낼 수 있을까 하는 문제가 제기될 수 있다.

즉, 이 모니터가 實用的 價値를 구비하려면 실제로 있을 수 있는 排塵損失 범위 내에서의 穀粒數를 어느 程度 精確하게 計測하는 것이 가능해야 한다. 이 가능성을 實驗的으로 糾明하기 위해 불규칙하게 穀物을 噴射시켜서 어느 한 순간의 펄스를 잡은 것을 例示한 것이 그림 18이고, 이것의 중간부분을 확대하면 그림 19와 같다.

그림 25의 오른쪽 부분에서 4개의 펄스가 8ms의 시간간격 동안에 선명한 矩形波를 생성시킨 것을 볼 수 있는데 이 사실로 미루어 均一한 간격을 갖는 打擊의 경우에, 초당 약 500개의 穀粒을 세는

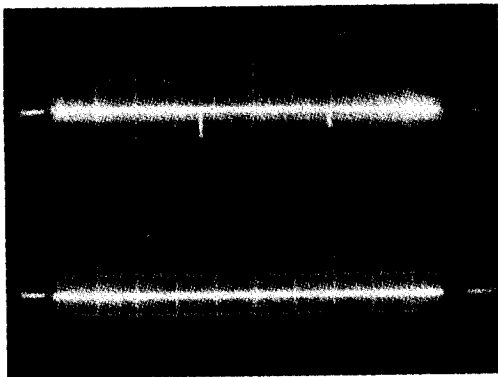


Fig. 16. Pulse caused by the impact of chaff.

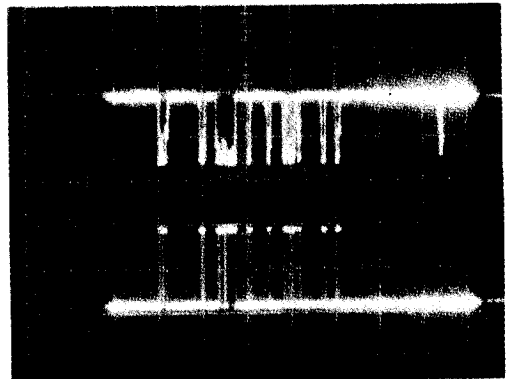


Fig. 18. Pulse caused by the impact of grain.

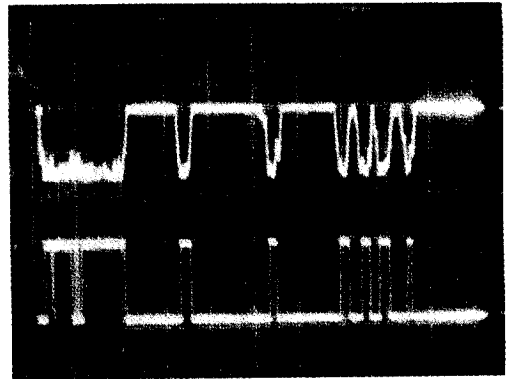


Fig. 19. Expanded pulse caused by the impact of grain.

것이 가능하다는 것을 추정할 수 있다. 만일 두 穀粒이 약 2ms 이하의 시간간격을 갖고 사운드보드에 부딪치게 되면 그림 19의 왼쪽에서 나타난 바와 같이 펄스는 2개로 구별되지 못하고 하나로 되는 것이다.

穀粒 100개를 1m 높이에서 약 10초 동안 불규칙

하게 사운딩 보드에 떨어뜨렸을 때 모니터는 96%의 穀粒을 檢出해 내었고, 300개의 穀粒을 약 15초 동안 떨어뜨렸을 때는 95.5%를 檢出해 내어 초당 20개의 불규칙한 打擊에 대해서 만족스러운 檢出能力이 있다는 것을 보여주었다. 따라서, 사운딩 보드의 크기가 排塵口 面積의 약 1/4이었으므로 초당 70~80알의 穀粒이 排塵口를 통해 流失되는 경우에 있어서 製作된 모니터는 95% 이상의 檢出能力이 있다는 것이 증명되었으며, 이보다 훨씬 많은 排塵損失이 發生될 경우에 있어서도 충분히 신뢰성 있게 檢出해 낼 수 있을 것으로 추측되었다.

다. 콤바인 裝着 實驗

1) 콤바인의 振動과 騒音에 대한 反應

콤바인은 작업시 심한 振動과 騒音이 나타날 수 있다. 따라서 超音波를 이용해 損失穀粒의 流量을 測定해 내는 排塵 損失 모니터에 있어서 이 振動과 騒音에 대한 대책이 중요한 과제라고 할 수 있다.

騒音에 대한 대책은 이미 사운딩 보드를 製作할 때 고려하였기 때문에 실제로 排塵口 앞에 사운딩 보드를 위치시키고 콤바인 騒音에 대해 周波數 分析和 波形 檢證을 실시해 보았던 바 문세 될 만한 반응은 전혀 없었다.

그러나, 사운딩 보드가 설치된 곳 바로 위에서 요동체가 심하게 振動하고, 급동을 비롯한 여러 부위에서 發生되는 심한 振動 때문에 사운딩 보드를 콤바인에 바로 裝着시켰을 때는 여러 周波數 成分이 周波數 스펙트럼에 나타났다. 이와 같은 騒音과 振動으로부터 사운딩 보드를 隔離시키기 위하여 사운딩 보드와 콤바인의 接着部位 사이에 부드러운 고무패킹을 끼워넣고, 체결볼트에도 고무패킹을 끼워넣었다. 그 結果, 사운딩 보드를 振動과 騒音으로부터 충분히 隔離시키는 것이 가능하였다.

2) 실제 脫穀作業時的 波形 檢證

그림 20은 아끼바레 품종의 벼를 풀어서 공급할 때 批塵口로 유출되는 穀粒 중 초당 15개 程度가 모니터에 檢出되는 어느 한 순간을 포착한 것인데, 送風機를 이용해서 穀物과 지푸라기의 혼합물을 噴射할 때 生成된 波形과 거의 같은 양상을 보여주고

있다.

실제로 穀粒의 排塵損失은 거의 均一한 比率로 發生되었으며, 2초당 1단(바인더 단)의 비율로 공급했을 때 한꺼번에 많은 穀粒이 사운딩 보드에 부딪침으로써 여러개의 펄스가 한개의 矩形波만을 發生시키는 경우는 거의 없었다.

그림 21은 충분히 건조된 밀양 23호 품종의 벼를 바인더로 예취 한 단 그대로 공급할 때 초당 50개 程度의 損失 穀粒이 모니터에 檢出되는 어느 한 순간을 포착한 것이다.

그림 21을 세밀히 관찰하여 보면 지푸라기가 대단히 많이 發生되고 있다는 것을 알 수 있는데 이 實驗時에는 실제로 벼가 너무 건조해서 排塵口로 빠져 나오는 지푸라기가 많았던 것이 반영된 것으로 생각된다.

또 중간중간에 矩形波를 生成시키지 못하고, 振幅이 상당히 큰 펄스가 보이는데 이것은 부실한 穀

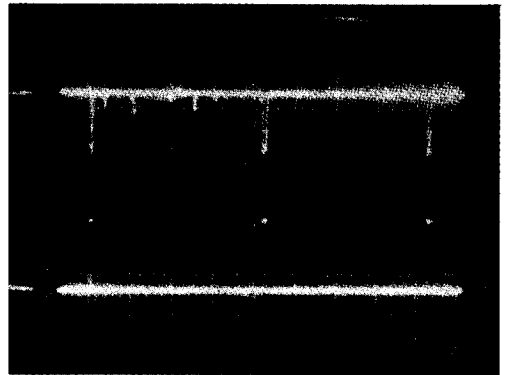


Fig. 20. Pulse caused by grain and chaff during threshing.

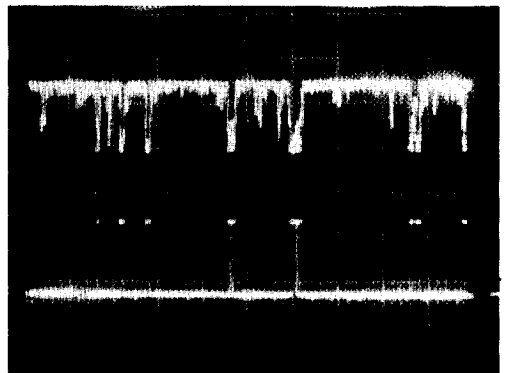


Fig. 21. Pulse caused by grain and chaff during threshing (Milyang 23).

粒의 펄스이거나 지푸라기에 의해 打擊을 받게 받은 穀粒에 의한 펄스로 추정된다. 포장에서서의 콤바인작업은 이렇게 건조된 상태에서 이루어지는 경우는 거의 없을 것이므로 지푸라기에 의해 穀粒의 打擊이 방해받게 되는 경우는 극히 적은 것으로 생각된다.

4. 要約 및 結論

콤바인의 작업 중에 排摩口를 통해 流失되는 穀物의 量은 상당히 많다. 이와 같은 穀物損失을 감소시키고 아울러 콤바인 作業條件의 適正화를 기하기 위하여서는 변화하는 作業條件에 따른 排摩口에서의 穀物의 損失量을 정확히 측정해 내는 것이 필요하다. 따라서, 본 研究은 콤바인작업 중에 發生되는 排摩損失 程度를 感知, 指示하여 주는 모니터를 開發하는데 그 目的이 있었다. 이 모니터의 기능을 排摩口에 附着한 사운딩 보드에 부착되는 脫穀生成物의 打擊音과, 콤바인 자체의 振動과 騒音 가운데서 穀粒의 打擊音만을 選別 計量하는 것이다.

이와 같은 모니터를 開發하기 위하여 穀物과 질의 個別的인 打擊音, 이들 혼합물의 打擊音, 콤바인의 振動과 騒音 등의 周波數 特性을 實驗적으로 究明하였으며, 이를 기초로 變換器를 선택하여 感知裝置를 製作하고, 製作된 感知裝置가 실제의 콤바인에서 어떻게 反應하는가를 實驗하였다.

이 研究結果를 要約하면 다음과 같다.

가. 穀粒의 打擊音의 周波數 分布는 사운딩 플레이트(Soundingplate)의 材質로 두께 0.50mm와 0.75mm의 스테인레스 스틸 판과 두께 1.95mm의 베이클라이트(Bakelite) 판을 사용했을 경우 모두 거의 같게 나타났으며, 그 特性周波數는 25~50KHz의 超音波 대역이었다.

排摩口에서의 콤바인의 作動騒音의 周波數 分布는 穀粒의 打擊音의 特性周波數 영역을 포함한 全周波數 대역에서 높게 나타났다. 따라서, 사운딩 보드의 變換器는 콤바인의 作動騒音으로부터 隔離시켜야 할 것으로 判明되었다.

나. 穀粒의 打擊音의 特性周波數가 25~50KHz의 超音波 대역이었으므로 사운딩 보드의 變換器는 공

稱周波數가 40KHz이고, 高感度, 耐濕度, 耐溫度, 耐振動, 耐衝擊 特性을 고루 갖추고 있는 MA40LIR을 선택하였다. 이 超音波 센서를 사운딩 보드의 變換器로 채택함으로써 30KHz 이하의 低周波 영역에 散在해 있는 콤바인의 作動騒音が 저절로 제거되게 되었다. 따라서, 모니터의 回路에 필터를 이용하지 않고도, 穀粒의 打擊音을 選別해 내는 것이 가능해졌다.

다. 製作된 모니터는 지푸라기의 打擊音과 콤바인의 騒音에 대해서는 反應하지 않고 穀粒의 打擊音에 대해서만 矩形波를 發生시켰으며, 均一한 打擊에 대해서 초당 平均 500개 程度를 檢出해 낼 수 있었고, 초당 20개 程度의 不均一한 打擊에 대해서는 95% 이상을 檢出해 내었다.

또한 이 모니터는 사운딩 보드를 콤바인에 裝着했을 경우에도 콤바인의 振動과 騒音에 전혀 영향을 받지 않고 完전한 作動을 하여, 우리 나라에서 쓰이고 있는 自脫型 콤바인의 排摩損失의 檢出에 바로 活用할 수 있을 것으로 判定되었다.

參 考 文 獻

1. 權赫南. 1988. 超音波 入門. 靑岩 出版社.
2. 琴東赫. 1986. 벼 乾燥過程 分析에 必要한 資料 및 關聯式. 韓國 農業機械學會誌 11卷 2號: 92-102.
3. 李鍾剛, 鄭昌柱. 1978. 벼의 여러 收穫後 作業 技術體系에서 發生하는 穀粒 損失. 韓國農業機械學會誌 3卷 2號: 69-87.
4. 鄭一錄. 1987. 騒音 振動學. 新光出版社.
5. Agri contact. 1985. Application of microprocessors within Agriculture. Agri contact-Denmark.
6. A.J. Hamilton, M.J. Butson, 1979. Approaches to the problem of combine grain loss on sloping ground. J. Agric. Engng Res. 24, 285-292.
7. Andreas Harrenstein, Gerald Brusewitz. 1986. Sound Level Measurements on Flowing Wheat. Trans. of ASAE Vol.29(4):1114-1117.
8. A.W. Hooper, B. Ambler. 1979. A Combine

건조 방법이 유리한 것으로 나타났다. 그러나 복사 건조시에는 고추 표면의 온도가 방사전후면 사이에서 약간의 변이를 보였다.

본 연구로부터 제시된 결과는 건조 시스템의 설계 및 건조 공정의 설정을 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. 조용진, 고태균. 1986. 고추의 건조 특성과 건조 모델에 관한 연구. 한국농업기계학회지 11(1): 52-63.
 2. Flink, J.M., 1977. Energy analysis in dehydration processes. Food Technology 31:77-84.
 3. Hall, C.W., 1962. Radiation in agriculture: theory of infrared drying. Trans. of ASAE 5(1): 14-16.
 4. Headley, V.E. and C.W. Hall. 1963. Drying of shelled corn in an infrared source. Trans. of ASAE 6(2):148-150.
 5. Masanobu Hasatani et al., 1988. Hybrid drying of granular materials by combined radiative and convective heating. Drying Technology 6(1):43-68.
 6. Mujumdar, A.S., 1987. Handbook of industrial drying. Marcel Dekker, Inc. New York.
-
- 〈261 페이지에서 계속〉
- harvester discharge meeter J. Agric. Engng Res. 24, 1-10.
 9. Esaki Haruo. 1986. Grain Harvester. Isev Company. Japan.
 10. G. Wang, G.C. Zoerb, L.G. Hill. 1986. Development of a combine separation Performance monitor. ASAE 1986 summer meeting paper No. 86-1089.
 11. J. De Baerdemaeker, L. Lemaitre, R. Meire. 1982. Quality Detection by Frequency spectrum Analysis of the Fruit Impact Force. Trans. of the ASAE Vol.25(1): 175-178.
 12. M.S. Sabir, S.S. Stuchly, A. Hamid. 1976. A Mass Flowmeter for Grain. Trans. of ASAE Vol.19(6):1138-1142.
 13. Nuri N. Mohsenin. 1978. Physical properties of plant and Animal materials. Gordon and Breach Science Publishers.
 14. W.B. Reed, M.A. Grovum, A.E. Krause. 1968. Combine Harvester grain loss monitor. ASAE 1968 winter meeting paper No. 68-607.
 15. W. Huisman. 1983. Optimum cereal combine harvester operation by means of automatic machine and threshing speed control. Dept. of Agri. Engng. Agricultural University Mansholtlaan. The Netherlands.
 16. William B. Reed. 1978. A Review of monitoring devices for Combines. International Grain and Forage Harvesting Conference Proceedings.