

독립구동방식의 콩 탈곡기 시스템 개발

장봉춘^{1*}, 김성철¹
¹안동대학교 기계공학과

Development of The Bean Threshing System using Independent Driving

BongChoon Jang^{1*} and Sung-Chul Kim¹

¹Department of Mechanical Engineering, Andong National University

요 약 본 연구는 무한궤도와 엔진 및 유압장치를 두어서 독립적으로 구동할 수 있는 탈곡기를 3차원 설계후 시제품을 제작하는 데 목적을 두었다. 탈곡기의 기능을 충실히 수행하기 위해서 탈곡통에 칼날을 나선형으로 배치하여 탈곡성능이 향상되게 하였다. 또한 뒤쪽에 배출구를 두어서 잔여부산물들이 적체되는 기존의 탈곡기 문제를 해결하였다. 부산물들이 콩과 섞여서 배출되지 않게 하려고 경사진 벨트를 내부에 두어 부산물들만 직접 송풍하도록 설계하였다. 완전히 정선된 콩만이 스크류 축을 통해서 통에 적재되면 송풍팬을 통해 배출관 파이프를 따라 이동하여 최종적으로 포장자루에 바로 담을 수 있도록 편의성을 고려하여 설계하였다. 본 독립구동방식의 콩 탈곡기 시스템은 산학협력을 통하여 국산화한 기술로서 국내 최초의 독립구동 방식의 자주형 콩 탈곡기 시스템이다.

Abstract This purpose of this research is to build up a prototype of bean threshing machine after three dimensional design which can be driven independently by engine and hydraulic equipments and wheels. To accomplish the functionality of bean threshing machine the cutters are placed in a swirl type on a threshing drum the threshing capability would be improved. Also a exit pipe was designed to clear the remains to solve the past problems that the normal machines had. A fan was designed to blow to send the waste only to the outside. Only clean beans will be transferred through a blowing fan wind power to exit pipe and the system was designed to help the worker to collect the beans in front of the machine. This threshing machine using independent driving engine which can provide the power to drive the system and do the threshing is the first developed technology in domestic area through the University and Industry cooperation.

Key Words : Bean, Bean Threshing, Threshing machine, Three dimensional design, Pro-Engineer, Industry University Cooperation

1. 서론

1.1 기술개발의 필요성

국내 콩 탈곡기 제조업체로는 전국지역에서 부흥기계공업사, 발산공업, 영신농기계, 경신기계공업사 등 23개 업체가 있으며 규모가 작고 대부분 전기모터식으로 고정형[1,2]이며 독립구동 방식의 자주형은 국내에서 거의 생

산 되지 않는다. 넓은 평지를 소유하고 있는 대지주는 대량으로 콩을 수확 후 콩 탈곡기 사용이 절대적으로 필요하며, 넓은 밭을 돌아다니면서 탈곡 작업을 할 수 있는 독립구동형 자주식 콩 탈곡기 사용을 선호하여 농업인 수요자 맞춤형 콩 탈곡기 개발이 절대적으로 필요하였다.

외국산 경쟁 제품의 경우에는 성능이 우수하고, 콩 탈곡 작업시 먼지가 많이 일어나지 않아 작업자에게 해롭

2012년 중소기업청에서 시행한 산학연 컨소시엄 사업 지원(과제번호 C00256890100381053)을 받아 수행하였기에 감사드립니다. 또한 참여기업인 대륙기계 관계자분들께 감사드립니다.

*Corresponding Author : BongChoon Jang(Andong National Univ.)

Tel: +82-10-5132-4081 email: bjang@andong.ac.kr

Received June 21, 2013

Revised August 5, 2013

Accepted September 6, 2013

지 않으나, 국산 제품들은 먼지를 많이 일으켜 농업인들에게 건강상 해를 끼칠 수 있어 새로운 형태의 탈곡기 개발이 필요하였다. 또한, 국산 제품의 작업 성능이나 효율을 극대화하여 경쟁력을 제고할 제품 개발이 필요하며 외국산 제품의 수입 대체 효과를 가져올 경쟁력있는 비탈부착식 콩 탈곡기 개발이 시급하여 본 연구에서는 3차원 설계 후 시제품 제작을 목표로 하였다.

2. 본론

2.1 탈곡기의 원리 및 개선점

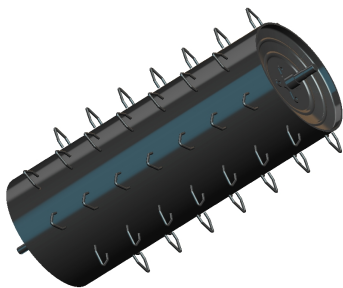
콩 탈곡의 핵심기술은 햇빛에 말린 콩작물을 밭에서 모아서 투입구에 넣으면 탈곡철망(롤러형태)에 부착된 철 구조물(파쇄기의 칼날 원리와 같음)이 콩 작물을 파쇄하면서 콩 껍질이 벗겨지고 콩들은 선별망 아래로 떨어진다. 이 때 선별망에 진동을 가하면 뜰채와 같은 역할을 수행하며 콩 껍질과 콩대를 선별하기 위해 송풍팬을 설치하여 부산물을 토출구로 보내는 역할을 한다. 그러나 국내산 제품들 대부분이 부산물들을 모두 토출하지 못해 콩과 함께 섞여서 호퍼에 적재되는 문제점들이 있었다.

일본 제조업체 안마사[3]의 탈곡기는 독립구동방식으로 고정식보다는 작업 성능이나 효율 면에서 월등하고, 이동하면서 탈곡을 하므로 작업이 편리하고, 국내 제품에 비해 먼지가 많이 일어나지 않는 우수성이 있으나 판매가격이 높다는 단점이 있다[3,4].

국내 제품들은 기계 주변에 먼지가 많이 나고, 작업자가 마스크를 필히 써야 하는 상황이다. 성능 시험시 먼지도 국내산이 몇 배나 더 많이 나오는 실정이다.

2.2 3차원 부품 설계 및 제작

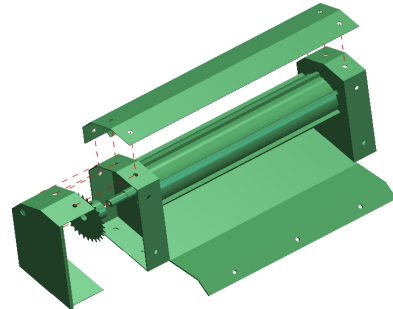
아래 그림들과 같이 3차원 설계 소프트웨어(Pro-Engineer)[5]를 이용하여 탈곡기의 부품들을 설계하고 조립하였다.



[Fig. 1] Drum to do the threshing

Fig. 1과 같이 탈곡통의 날을 나선형으로 배치하여 앞에서 콩을 투입하면 나선형을 따라 이동하면서 탈곡을 할 수 있게 설계하였다.

기존 제품의 투입구는 탈곡통의 날과 바로 접해 있어서 작업자의 손이 들어갈 위험이 있다. 이를 해결하기 위해 투입구에 Fig. 2와 같이 날카롭지 않은 바이트를 두어서 저속으로 회전을 시켜 콩대를 물고 탈곡통 안으로 들어가게 설계하여 작업자의 안전을 도모하였다.



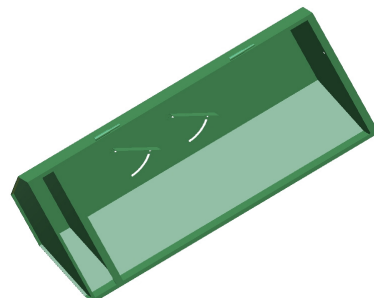
[Fig. 2] Entrance of the threshing machine

Fig. 3은 벨트 샤프트 지지대이다. 벨트를 35도 정도 경사지게 두어서 선별망을 통과한 부산물과 콩을 선별할 수 있게 하였다.



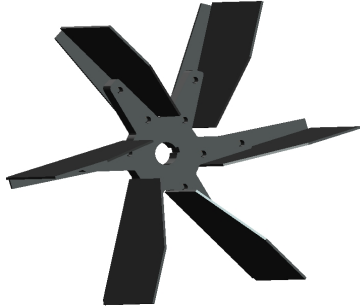
[Fig. 3] Support of the belt shaft

Fig. 4와 같이 탈곡기 덮개 안쪽에 콩대 유도판을 두어서 방향과 탈곡 속도를 조절할 수 있게 가이드를 설계하였다.



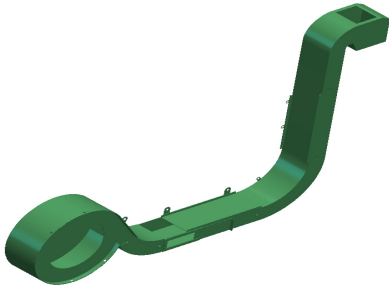
[Fig. 4] Lid and guide-board design

정선된 콩을 배출시키기 위해 배출 팬을 탈곡기의 뒤쪽에 배치하였다. Fig. 5와 같이 배출 팬의 가운데 부분은 공기를 흡입할 수 있도록 안쪽으로 경사를 주어 팬 날을 제작하였다.



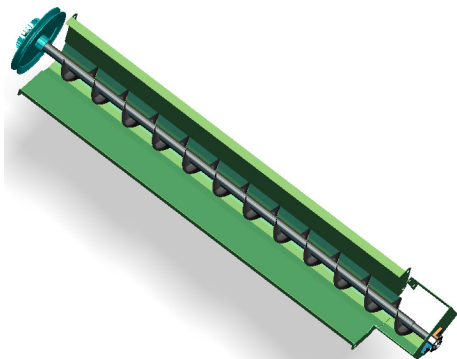
[Fig. 5] Exhaust fan

정선된 콩을 배출시키기 위해 배출구를 뒤쪽에 배치하였다. 배출구 끝 부분을 작업자 앞으로 유도하여 아래에는 포장을 할 수 있게 자루 받침대를 두었다.



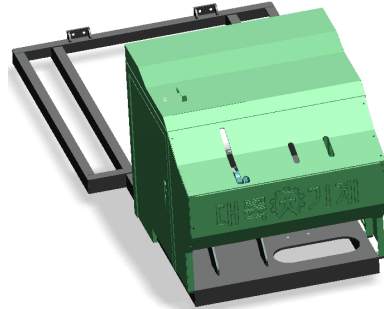
[Fig. 6] Outlet of a soybean

흡에 정선된 콩이 떨어지면 이송스크류(Fig. 7)를 타고 배출구로 보내진다. 이 때 이송되는 콩의 양(체적유동량)은 스크류의 단면적과 회전속도에 비례한다[6].
 $Q = vA$ (v : 속도, A : 스크류의 단면적)



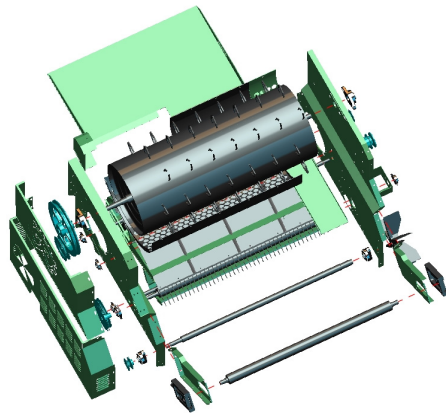
[Fig. 7] Outlet of a soybean

Fig. 8은탈곡기 하부 받침대와 엔진실의 모습이다. 양쪽 옆부분과 위부분에 문을 두어 고장 수리의 편의를 도모했다.



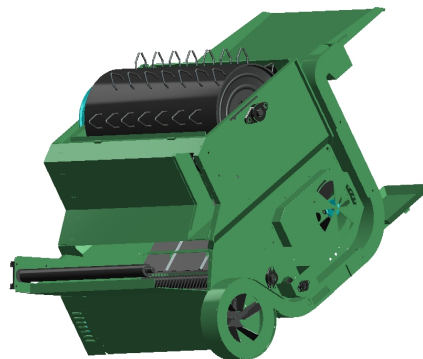
[Fig. 8] Engin room

Fig. 9는탈곡통, 선별망, 송풍팬, 벨트, 흔들채, 샤프트축, 풀리, 투입의 조립 방법을 보여준다.



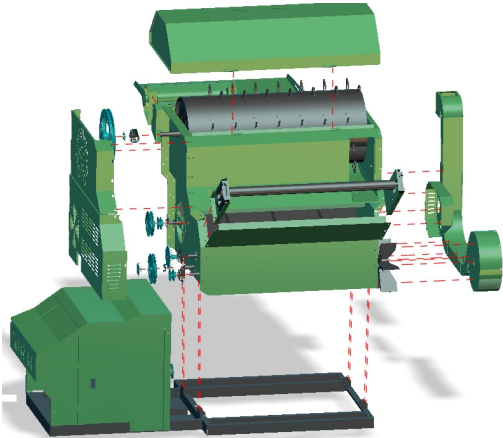
[Fig. 9] Exploded view of the threshing machine

Fig. 10은 탈곡기를 하부구조물 궤도차량 위에 어셈블리 하기 전 3차원 조립도 모습이다.



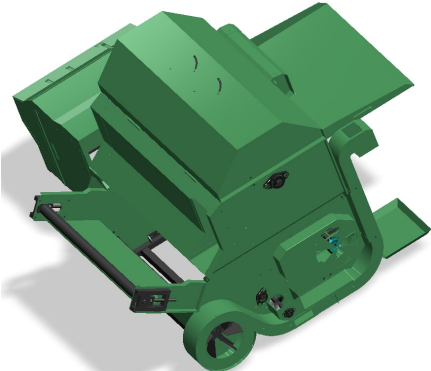
[Fig. 10] Part of threshing

Fig. 11은 탈곡기 하부구조물과 엔진실, 배출구, 덮개, 폴리 덮개의 조립 방법을 보여준다.

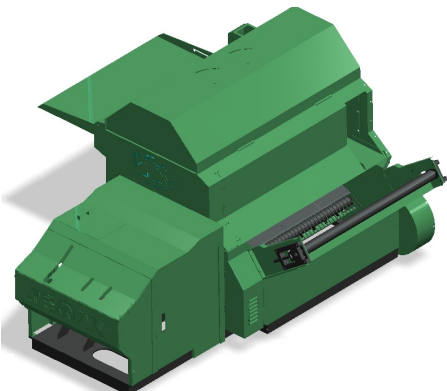


[Fig. 11] Exploded view of the threshing machine

Fig. 12, 13은 궤도차량에 장착하기 전 완성된 콩 탈곡기의 3차원 형상을 보여준다.



[Fig. 12] Threshing machine completed



[Fig. 13] Threshing machine completed

궤도차량위에 장착하기 전 콩 탈곡기의 조립과정을 보여준다.



[Fig. 14] Assembling the threshing machine

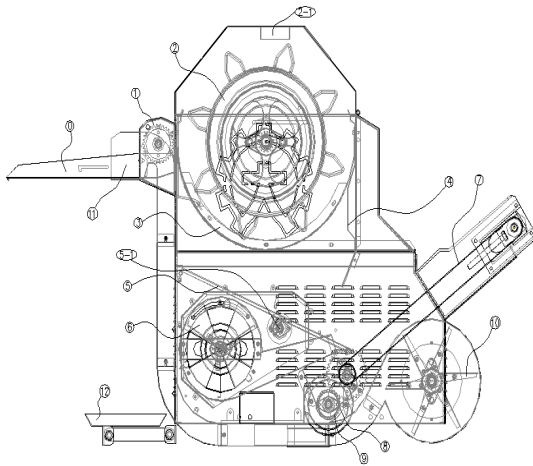
고무재질의 무한궤도 장착한 완성된 콩 탈곡기의 모습이다. 궤도의 재질이 고무로 되어 있어 아스팔트 위에서 운행을 해도 바닥에 손상을 주지 않는다.



[Fig. 15] Prototype of the threshing machine

2.3 탈곡기의 작동원리

Fig. 16은 콩 탈곡기의 작업 원리를 설명하기 위하여 번호를 기입하였다. 수확한 후 마른 콩을 좌측앞쪽의 투입구⑦을 통해 투입하면 바이트①이 회전을 하면서 콩깻지를 물고 탈곡실로 보낸다.



[Fig. 16] Sequence of threshing work principle

탈곡실안에 있는 탈곡통②은 낱을 나선형으로 배치하여 앞쪽에서 뒤쪽으로 콩깍지를 물면서 탈곡을 한 후 콩깍지는 뒤쪽의 구멍을 통해 배출되고 콩은 선별망③을 통해 아래로 떨어진다. 이때 콩깍지 유도판(2-1)이 앞에서 뒤로 비스듬히 놓여 방향을 잡아주어 콩깍지의 흐름을 돕고 콩깍지가 적체되지 않게 한다. 선별망③을 통해 떨어진 콩은 흔들채⑤에 떨어지고 흔들채⑤ 위에 떨어지지 못하고 앞으로 튀어나가는 콩은 콩유도판④에 맞고 흔들채⑤위에 다시 떨어진다.

흔들채⑤ 위에 떨어진 콩은 캠샤프트(5-1)가 흔들채⑤를 흔들면서 흔들채⑤의 경사를 따라 벨트⑦ 위에 떨어지고 송풍팬⑥이 회전하면서 흔들채와 벨트 사이에 송풍을 하게된다. 부피가 작고 무거우며 공처럼 둥근형상의 콩은 바람에 날리지 않고 벨트 아래로 굴러 떨어지고 부서진 콩깍지는 가볍고 부피가 커서 벨트와 바람에 실려 밖으로 배출된다. 이때 바람의 강도를 조절하기 위하여 공기의 양을 조절할 수 있게 설계되었다. 벨트 아래로 떨어진 콩은 유자형관⑧으로 떨어지고 유자형관⑧ 안에 있는 이송 스크류⑨를 타고 배출구로 보내진다. 배출구로 떨어진 콩은 배출팬⑩이 송풍하는 바람을 타고 배출구⑪ 밖으로 보내진다. 배출팬의 송풍량은 시험가동을 통해 적절한 공기의 양으로 조절되었다. 배출구에 이물질이 끼일 수 있으므로 손이나 청소도구가 들어갈 수 있도록 쪽문을 두어 언제든지 청소를 할 수 있게 되어 있다. 배출구⑪를 통해 나온 콩은 자루받침대⑫ 위에 올려진 자루에 바로 담기게 된다. 최종적으로 배출되어 자루에 담긴 콩에는 이물질이 거의 섞이지 않고 깔끔하게 탈곡을 할 수 있다.

2.4 탈곡기의 특징

본 연구를 통해 개발된 탈곡기의 특징은 다음과 같다.

첫째, 투입구에 날카롭지 않은 바이트를 두어서 콩깍지를 자연스레 물고 들어감으로 인해 사람의 손이 탈곡통 근처까지 가거나 콩을 던져 넣을 필요가 없다.

둘째, 탈곡통의 낱을 나선형으로 배치하고 콩깍지 유도판을 두어서 앞에서 뒤로 이동하면서 콩이 탈곡이 되게 하여 충분한 시간동안 콩깍지를 타격하여 탈곡되지 않고 배출되는 콩이 없도록 하였다.

셋째, 선별망을 탈곡 낱과 충분히 가까운 거리에 두어 콩깍지가 헛도는 일이 없이 완벽히 탈곡이 된다. 또한 선별망의 끝에 턱을 두어서 콩은 모두 선별망으로 걸러지고 콩깍지만 콩깍지 배출구로 배출된다.

넷째, 뒤쪽에 콩깍지 배출구가 있어서 콩깍지가 적체되어 탈곡통에 부담을 주는 일이 없다.

다섯째, 흔들채와 벨트 사이에 송풍 팬으로 바람을 바로 송풍하여 콩깍지 찌꺼기가 콩과 섞이지 않게 하였다.

여섯째, 투입구와 정선된 콩이 나오는 콩 배출구를 같은 방향으로 두고 경사진 배출 벨트와 찌꺼기배출구를 그 반대방향으로 두어서 사람이 작업하는 공간에는 먼지가 최대한 적게 하였고 콩을 받는 자루받침대는 바로 옆에 두어 작업효율성을 높였다.

일곱째, **탈곡기의 앞부분에 엔진과 유압구동기어를 배치하여 탈부착이 필요 없고 독립적으로 구동하며 이동이 가능하여 넓은 평지에서 탈곡작업을 할 때 힘이 적게 든다. 이동하며 탈곡이 가능하여 탈곡 후 부서진 콩깍지가 한 곳에 쌓이지 않고 골고루 뿌러지면서 거름으로 활용할 수 있다.**

여덟째, 고무재질의 무한궤도를 사용하여 아스팔트 도로 위에서 구동하여도 도로표면에 손상을 주지 않고 이동이 가능하다.

3. 결론

국내산 제품들 대부분이 전기모터식이나 탈부착식이며 독립구동 방식의 자주식은 국내에서 거의 생산 되지 않는다. 또한 부산물들을 모두 토출하지 못해 콩과 함께 섞여서 호퍼에 적재되는 문제점들이 있었다. 또한 국내산 탈곡기의 대부분이 먼지발생량이 과도하여 작업자의 건강에 악영향을 미쳐 이를 개선하여 설계에 적용하였다. 이번에 개발한 콩 탈곡기는 국내 탈곡기 제품들의 이러한 문제점을 해결하는 데 주안점을 두었다. 본 탈곡기는 무한궤도와 엔진 및 유압장치를 두어서 독립적으로 구동

할 수 있게 설계되었다. 탈곡통에 칼날을 나선형으로 배치하여 앞에서 뒤로 콩깍지가 이동하면서 완전히 탈곡이 되게 하였고 뒤쪽에 배출구를 두어서 부산물들이 적체되는 문제를 해결하였다. 경사진 벨트위에 직접 송풍하여서 부산물들이 콩과 섞여서 배출되지 않게 하고 완전히 정선된 콩만을 최종적으로 자루에 바로 담을 수 있도록 배출 팬을 장착하였다.

본 연구는 궤도차량에 유압장치를 장착한 탈곡기 제품 제작을 성공적으로 설계 제작하였다.

References

- [1] Hae-Seok Park, "Careful selection and mescel laneous cereals machine", Patent Utility, Application Number 2020060011367 (2006.04.27).
- [2] Young-Choon Seo, "Cereals Threshing Machine With Scattering Prevention Tool", Patent Utility, Application Number 2020060030198 (2006.11.22.)
- [3] Yanmar noargy gabusigigayisya, "Thresher screening device," Patent Utility, Application Number 1019830000344 (1983.01.28.).
- [4] Seiray gogyo gabusigigayisya, "Combine", Patent Utility, Application Number 1019960049411 (1996.10.29.).
- [5] Ho-Young You, "Development of A Software Tool for Supporting Metal Mold Design Based on The Pro/E CAD System", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.13, No.3, pp.1014-1020, 2012.
- [6] Kab-Yong Choi et al., "A Study on the Profile Design of Sweeping Auger for the Combined Grain Drying and Storage System", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 10, No. 7, pp. 1473-1479, 2009

장 봉 춘(Bongchoon Jang)

[정회원]



- 1996년 3월 : 오하이오주립대 기계공학과 공학석사
- 2000년 6월 : 캘리포니아주립대 기계공학과 공학박사
- 2000년 9월 ~ 2003년 2월 : 미국 General Motors Tech. Center, Team Leader
- 2003년 3월 ~ 현재 : 안동대학교 기계공학과 부교수

<관심분야>

머신비전, 메카트로닉스, 차량동역학 및 제어

김 성 철(SungChul Kim)

[준회원]



- 2011년 3월 ~ 현재 : 안동대학교 기계공학과 학부생

<관심분야>

메카트로닉스, 프로엔지니어 활용 시스템 설계