한국농업기계학회지 제28권 제6호. pp. 491~496. 2003

콤바인 곡물 포대 자동이송장치 개발

Development of Automatic Sacking Device for the Combine Harvester

김철수 정회원 C. S. Kim
김기동 정회원 K. D. Kim
조기현 정회원 K. H. Cho
이정택 정회원 J. T. Lee
김진현 정회원 J. H. Kim

ABSTRACT

This study was performed to develop an automatic sacking device for the combine harvester which was constituted input/output signal system, controller, delivery device, shooting device, pneumatic system for shooting operation, vibration device for sacking operation and a new developed sacking bag.

A new developed automatic sacking device and new sacking bag were operated well in general. And they were possible to develop a new combine to reduce of fatigue, to improve the safety and the performance. In developed device, The optimum delivery velocity of conveyer for sacking was 5.16 mm/sec. In sacking device, sacking discharge was shown 94% with non-vibration condition and sacking discharge was shown 99% with vibration condition, respectively.

Keywords : Combine harvester, Automatic sacking device.

1. 서 론

콤바인의 곡물 처리방식은 탱크방식과 포대방식으로 분류할 수 있으며, 탱크방식은 적어도 10a 정도의 수납탱크가 필요하므로(정, 1985) 그 이하 용량에서는 작업능률이 저하된다. 10a 당의 곡물 중량은 대략 600~1,000kg$_f$정도이며 이때 탱크용적은 약 1~2m^3 이 되어 기체가 작은 콤바인에 부착하여 사용하기는 어렵다. 또한 접지압이 커지고 프레임의 강도도 높여야 하며, 탱크곡물 하중에 의해 중심 위치가 이동되어 주행상의 문제가 발생된다. 더욱이 바로 수송이 가능한 운반차가 있어야 한다. 반면에 보조자를 필요치 않으며, 포대를 필요로 하지 않는 잇점이 있다. 그러나 이 방식은 기체의 가격이 고가이고, 운반트레일러와 일관작업이 필요하여 일반 중·소규모 농가에서 사용하는데는 어려움이 있다(김 등, 1984).

일반적으로 중·소규모 농가에서 가장 많이 사용되는 자탈형 콤바인은 포대형식이며 소모품으로서 포대를 필요로 한다. 이것은 곡물량이 증가하면 보조자의 부담량도 커지며 작업환경이 열악해지는 문제점을 가지고 있다(정, 1985). 따라서 포대의 운반을 고려해서 중량을 30kg$_f$ 이하로 하고 있다. 이 때문에 수확 작업 시에는 포대 교환을 위한 보조자가 반드시 필요하게 된다. 보통 포대의 교환간격은 콤바인의 곡립유량이 0.5~1ton/hr일 때, 2~3분 정도 소요되며 장시간 작업할 경우 보조자의 피로가 커지게 된다. 또한 포대를 교환하는 장소는 기체의 측·후방에 위치하고 있어서 진동이나 소음이 클 뿐만 아니라 탈곡에 따른 먼지가 가장 많이 발생되어 작업환경의 열악성과 위험성으로 인해 수확작업에 큰 부담을 주고 있는 실정이다.

본 연구의 목표는 이 같은 곡립포대 처리에 관한 제반 문제점을 해결하고 작업환경을 개선할 목적으로 기존 콤바인의 수동 곡물포대 처리방식을 자동화하여 노동력 절감과 안전사고의 예방 및 농작업 환경개선에 기여하고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 공시 콤바인

콤바인 곡물포대 자동이송장치를 개발하기 위하여 시중에 시판되고 있는 2조식 자탈형 콤바인을 사용하

This article was submitted for publication in October 2003, reviewed and approved for publication by the editorial board of KSAM in December 2003. The authors are Chul Soo Kim, Jin Hyun Kim, Professor at the Sangju National University. The corresponding author is C. S. Kim, Professor, Division of Civil Engineering, Sangju National University, 386 Gajang-dong, Sangju, 742-711, Korea. E-mail : 〈cskim@sangju.ac.kr〉

였다. 콤바인의 작업은 예취 · 탈곡 후 곡물탱크에 저장하며 저장된 곡물을 보조자의 인력에 의해 수동으로 탱크의 슈트를 내리고 포대에 담아 포장에 떨어뜨리도록 되어있다. 본 연구에서는 곡물탱크에 담겨진 이후의 작업을 자동으로 처리하도록 개발하였고, 또한 곡물포대가 포장에 떨어질 때 곡물이 포대의 입구를 통해 배출되지 않는 포대의 개발도 동시에 실시하고자 하였다.

나. 설계 및 제작

(1) 자동이송 처리순서

곡물포대 자동이송장치는 Fig. 1과 같은 처리순서로 설계하였다. 그림에서와 같이 먼저 이송장치에 2~3개의 포대를 포대걸이에 걸면, 스크루 이송장치가 포대를 하나씩 탱크 슈트의 위치에 정지시킨다. 그리고 위치센서에 의해 포대의 위치가 확인되면 곡물 탱크의 곡물이 레벨센서에 의해 적정한 양인지를 판단한 후 리프트를 내리고, 게이트를 열어 곡물이 포대에 담기도록 설계하였다.

포대에 곡물이 담기는 양의 제어는 기체의 진동과 환경요인에 의해 중량센서로는 계측하는데 어려움이 있어 마이크로컨트롤러에서 직접 시간을 측정 제어하는 타이머 방식을 택하였다. 또한 정확하게 제어하기 위해 탱크에 있는 곡물의 양과 게이트가 열린 시간에 의해 조절되도록 하였다. 포대작업이 끝나면 스크루

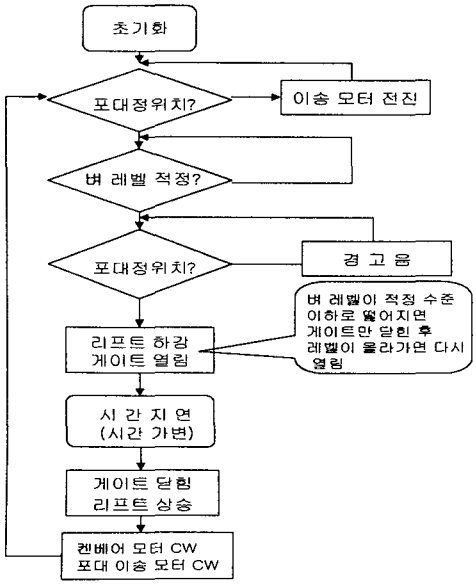


Fig. 1 Flow chart of the developed automatic sacking device.

의 이송을 통해 1차 이송한 후, 컨베이어 벨트 이송장치를 통해 2차 이송하게 된다. 최종적으로 2차 이송이 끝나면 포장에 낙하하고, 제2의 포대를 다시 정위치시킨 후 2번째 작업을 시작하게 된다.

(2) 입출력 신호

Table 1은 포대자동이송장치의 입 · 출력신호는 나타내고 있다. 입력신호는 수동 · 자동/리셋트, 곡물포대 위치, 곡물량 감지, 슈트상하 위치, 도어 개폐, 타이머 신호로 모두 10점으로 설계 · 제작하였다. 그리고 출력신호는 스크류모터, 컨베이어모터, 콤프레셔, 슈트상하, 도어개폐, 타이머 등 모두 9점을 사용하였다. 동작은 수동 및 자동으로 구분되어지며 수동동작은 포대를 투입시에만 스크류 모터를 역회전 시켜서 투입하였다.

입출력 신호의 동작은 컨트롤러를 통하여 수행되며 컨트롤러의 제어장치부는 전원부, 메인보드, 외부출력(외부 릴레이, 단자대, 타이머), 조작부 등으로 구성을 하였다. 메인보드의 시스템은 RAM과 ROM 그리고 I/O 등이 내장된 89C52 마이크로컨트롤러를 사용하였으며, 입력 장치인 포대 위치센서는 용량형 근접센서를 사용하였다. 곡물의 레벨을 감지하기 위한 감지센서로는 리밋 스위치를 내장한 센서를 사용하였다.

출력장치로 사용한 포대이송모터는 DC12V, 40W 모터와 감속용 기어박스를 사용하였으며, 컨베이어 이송장치도 DC12V, 40W 기어가 내장된 모터로 제작하였다(김, 1992). 리프트 밸브와 게이트 밸브는 공압장치를 이용하여 슈트의 상하이동 및 개폐할 수 있도록 하였다. 개폐장치는 DC 12V용 솔레노이드 밸브를 사용하였다.

Table 1 The input/output signals for the automatic sacking system

Input signals	Output signals
Manual · Auto/Reset	Screw motor right
Rear limit sensor	Screw motor left
Tank Position sensor	Conveyer moter
Shut down limit sensor	Compressure
Shut up limit sensor	Shut down
Door open sensor	Shut up
Door close sensor	Door open
Upper discharge sensor	Door close
Low discharge sensor	Timer on
Timer over	

(3) 포대 이송장치

포대의 이송장치는 스크류 컨베이어, 모터, 포대위치센서로 구성되어져 있다. Fig. 2는 포대의 이송시

위치를 감지하기 위해 위치센서가 부착된 장면을 나타내고 있다. 그림에서와 같이 스크류를 통한 포대의 이송은 위치 센서의 간격에 의해 결정되어 진다. 그리고 빈 포대를 포대 자동처리장치에 설치하기 위해, 스크류를 역회전시켜서 포대를 장착하며, 포대 장착 시 모터의 과부하 방지를 위해 선단위치와 슈트부 위치 2곳에 위치센서를 설치하여 정 위치이상 포대가 이동하는 것을 방지되게 하였다. 그러므로 콤바인 작업 시 선단위치에 적재되어져 있던 포대를 이송시켜서, 슈트부 위치에 포대가 도달하면 슈트부 위치센서가 작동하여 포대이송을 정지시키고 곡물의 투입을 위한 정 위치 작업을 하게 된다(대동공업, 1999).

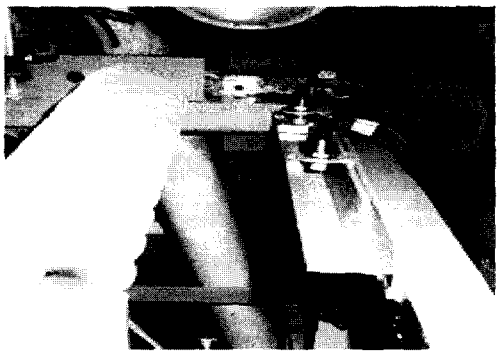


Fig. 2 Position sensor for the sacking devices.

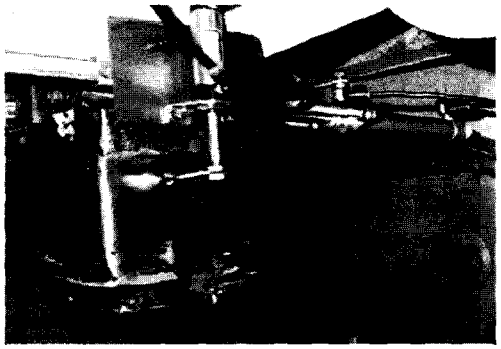


Fig. 3 View of shooting device.

(4) 곡물 투입장치

포대 이송장치에 의해 포대가 슈트부 위치에 정위치하게 되면 호퍼로부터 곡물을 포대에 투입하기 위해서 슈트부의 리프트 부분이 공압 실린더에 의해 내려지게 되고, 게이트 부분도 공압에 의해 열려 곡물이 포대에 투입된다. 곡물의 투입량 제어는 제어시스템에 의해서 일정시간을 측정하여, 포대가 정위치한 상태에서 게이트의 열림 시간을 제어하는 방식을 채택하였다. Fig. 3은 포대에 곡물을 담는 슈트부의 장치를 나타내고 있다.

Fig. 4는 공압의 작동을 위한 회로를 나타내고 있으며 공압의 공급을 위하여 사용한 압축기는 DC12V용 모터압축기를 사용하여 제작하였다. 그림에서와 같이 모터(①)에 의해 이송된 공압(②)은 편솔레노이드 밸브(④)에 의해 공압실린더(⑤,⑥)으로 전달되며, 곡물 탱크의 슈트와 도어의 개폐를 동작시키도록 제작하였다. 또한 곡물 포대의 충진을 일정하게 하기 위해 진동장치(가진장치)를 제작하여 사용하였다. 가진 방식은 가진 모터 감속기축에 설치된 캠이 회전하여 곡물 포대의 밑 부분에 가진판이 설치되어 곡물포대를 상하로 흔들어 가진을 하도록 설계하였다. 가진 행정은 60mm이며, 모터는 DC12V, 90W를 사용하였고, 캠은 270rpm으로 회전하도록 하였다.

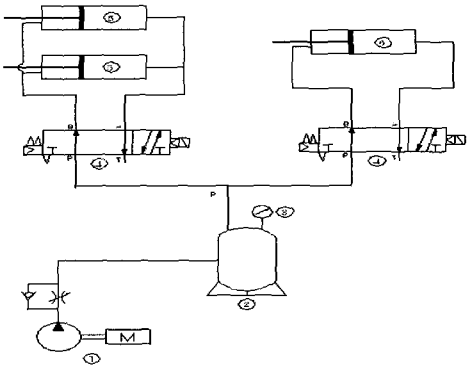


Fig. 4 Pneumatic circuit of shooting device.

(5) 포대 배출장치

포대 이송장치와 곡물 투입장치에 의해서 충진 되어진 포대는 포대 이송장치에 의해서 스크류 컨베이어의 끝단까지 이송되어진다. 그리고 끝단의 포대는 이탈되어 포대 배출장치로부터 제 2의 포대가 곡물을 충진 하는데 불편함이 없도록 곡물 투입장치의 영역에서 완전히 벗어나게 벨트 컨베이어를 작동시켜 포대를 배출시키게 된다. 충진된 포대의 배출시 로울러를 설치하여 포대가 자유롭게 컨베이어로 이송될 수 있도록 하였다.

Table 2는 포대 배출에 사용된 컨베이어 모터의 제원을 나타내고 있다. 모터는 DC 12V, 40W, 1550 rpm이며, 감속비는 200:1로 하여 포대의 이송속도를 5.16mm/s로 제작하였다.

Fig. 5는 개발된 장치의 전체적인 모습을 나타내고 있다. 개발된 장치는 기존의 2조씩 포대형 콤바인을 사용하여 슈트부와 포대이송장치부, 컨베이어부, 컨트롤러, 가진장치, 공기압축기 등이 부착된 것을 보여주고 있다.

Table 2 The specifications of conveyer motor

Motor Power, rpm	DC12V, 40 W, 1550 rpm,
Deceleration gear speed ratio	200 / 1
Deceleration gear tooth	∅59 / 12t
Screw gear tooth	∅59 / 12t
Screw pitch	40 mm
Delivery speed of sacking bag	5.16 mm/s

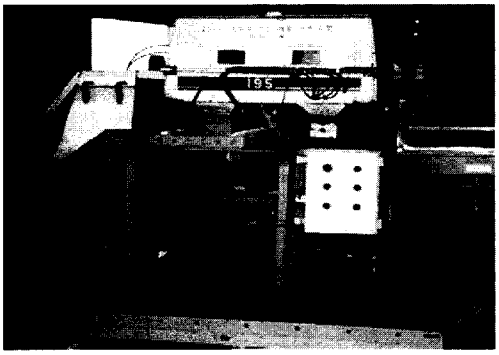


Fig. 5 Devices of automatic sacking system.

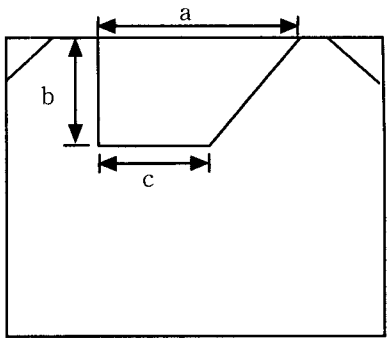
(6) 자동이송장치용 포대의 개발

포대는 작업자의 능력을 고려하여 약 30kg$_f$ 정도의 곡물을 담을 수 있는 크기로 개발되어야 한다. 포대는 충진 후 이송되고 배출용 컨베이어에 의해서 일시적으로 적재할 수 있는 공간까지 이송된다. 이 과정에서 포대에 투입되어진 곡물은 어떤 충격 또는 이송시 넘어지는 경우에도 곡물이 배출되지 않도록 설계 · 제작되어야 한다.

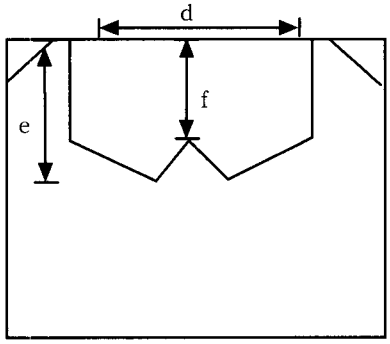
본 연구에서 시험한 6종류의 포대는 Fig. 6과 같이 크게 2가지(A형, B형)의 형태로 제작하였으며, 세부적으로는 포대내부의 속지의 형상에 따라 각각 3가지의 형상으로 분류하였다. 그러므로 전체적으로 6종류의 포대에 대해 성능시험을 하였으며 각 포대의 규격은 Table 3과 같다.

Table 3 The specifications of sacking bags

구분 \ 포대	A1	A2	A3
a (mm)	300	480	480
b (mm)	180	350	200
c (mm)	200	200	200
구분 \ 포대	B1	B2	B3
d (mm)	480	480	480
e (mm)	350	250	270
f (mm)	200	100	180



A-type



B-type

Fig. 6 The experimental sacking bags.

다. 작업공정

Fig. 7은 곡물 포대자동장치의 작업공정을 나타내고 있다. 곡물포대를 투입 할 때, 수동으로 스크류를 역회전시켜 투입을 하되 포대가 정위치되면 동작이 정지한다. 개발된 시작기는 슈트상승, 도어 닫힘, 포대 정위치에서만 자동이 시작된다. 컨베이어 모터는 포대를 이송할 경우에만 동작하고 가진 모터는 슈트 하강 시에 동작하여 곡물의 투입을 돕게 하였다. 또한 곡물탱크 내부에 설치된 센서 1과 2에 신호가 입력되면 각 부분의 동작 사이클이 동기되어 시작된다.

3. 결과 및 고찰

가. 포대 이송성능

컨베이어 벨트 구동 모터의 용량이 DC12V, 40W, 감속비 200:1로 매우 느리게 구동됨으로 포대무게 30kg$_f$의 포대가 3개 이상이 올려진 상태에서도 모터에 부하가 걸리지 않았다. 곡물포대의 유출 속도는

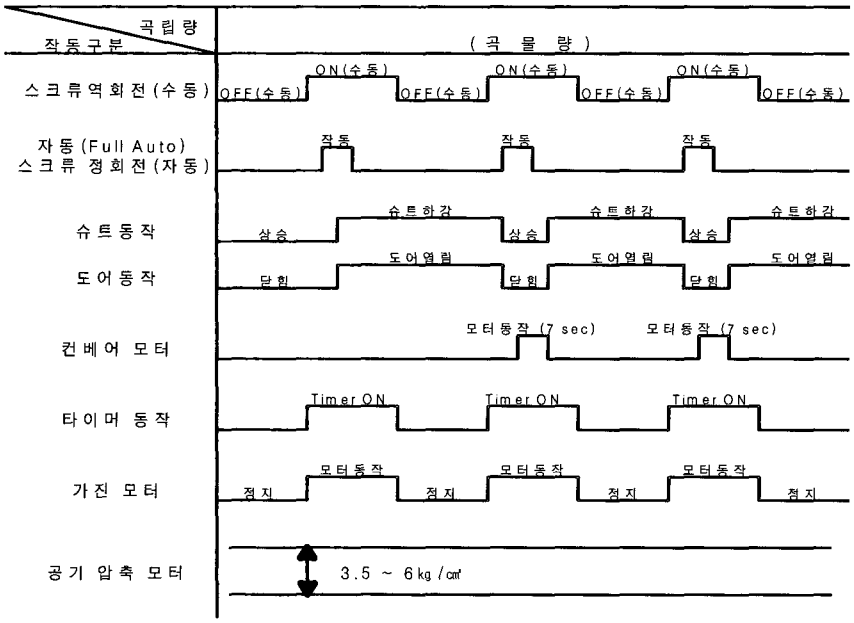
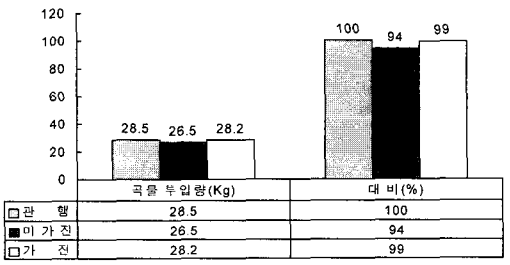


Fig. 7 Time chart of automatic sacking device.

2.5~3분 간격으로써 포대이송을 위한 벨트 컨베이어 속도가 5.16mm/s로 설계 · 제작하여 벨트 구동 시에도 포대 배출에는 무리가 없었다.

나. 곡물 투입성능

Fig. 8은 곡물 투입량을 비교하기 위해 관행의 방법과 미가진, 가진의 경우에 대하여 나타내었다. 곡물 투입의 비교는 20회 실시하였으며, 평균한 결과는 관행을 기준으로 미가진 할 경우는 94%의 성능을 나타내었고, 가진을 했을 경우는 99%의 성능을 나타내었다. 따라서 곡물포대의 투입성능은 가진 장치를 설치할 경우 거의 관행의 방법과 동일하게 나타나므로 투입시 문제가 없음을 보여주고 있다.



	곡물 투입량(Kg)	대 비(%)
□관 행	28.5	100
■미 가 진	26.5	94
□가 진	28.2	99

Fig. 8 Comparison of the shooting discharges of sacking bag.

다. 포대의 성능

6종류의 포대를 이용하여 가진을 하지 않은 시험 3회와 가진을 한 시험 3회를 실시하여 각각의 포대 성능을 구하였다. 각각의 포대 시험 결과는 Table 4와 같다. 표에서와 같이 A-type의 A1은 투입구가 좁아 투입에 장애를 일으켰으며 A2는 속지가 길어 속지가 곡물에 묻히는 경향을 나타내었다. 그리고 A3는 투입이 용이했으며 비교적 양호한 상태를 나타내었다. B-type의 포대의 성능시험에서는 B1 포대의 경우, 포대 내부의 속지의 길이가 너무 길어서 곡물이 투입되는 것을 방해하는 현상을 나타내었다. 그리고 속지 이상으로 곡물을 투입 시에는 포대가 넘어지게 되면 곡물이 밖으로 배출되었다. B3 포대의 경우는 비교적 양호한 곡물 투입량을 가지며, 또한 넘어졌을 때, 투입된 곡물이 배출되는 현상을 나타내지 않아 6종류의 포대 중 가장 우수한 성능을 나타내었다. 그리고 포대를 가진 하지 않은 경우와 가진을 한 경우의 시험에서 가진을 한 경우가 16%~20%의 투입량이 증가하였다.

따라서 최종적으로는 B3의 형태를 선택하여 Fig. 9와 같이 제작하였다. 이것은 자동으로 투입되고 포장으로 떨어질 때, 종래의 방식과는 다른 형태로 설계되어야 하므로 속지를 넣어 제작하는 것이 특징이라고 볼 수 있다. 투입이 쉽고 또한 자루가 넘어졌을 때 투입곡물이 외부로 배출되지 않아야 한다.

또한 관행의 방법과 같이 포대 당 30kgf의 범위에

Table 4 The results of test of the developed sacking bag(unit : kg_f)

Type	Non-vibration			Vibration			Remark
	1	2	3	1	2	3	
A1	18.5	19.1	18.2	19.1	19.7	19.5	Obstacle of inlet
A2	20.2	20.6	19.7	22.3	22.6	22.5	Narrow of inlet path
A3	24.3	23.7	24.1	26.1	26.8	26.2	Good
B1	19.8	20.3	20.1	22.1	20.8	21.2	Obstacle of inlet
B2	20.2	19.5	20.6	21.5	20.9	21.4	Narrow of inlet path
B3	26.5	27.2	26.7	27.8	28.5	27.8	Good

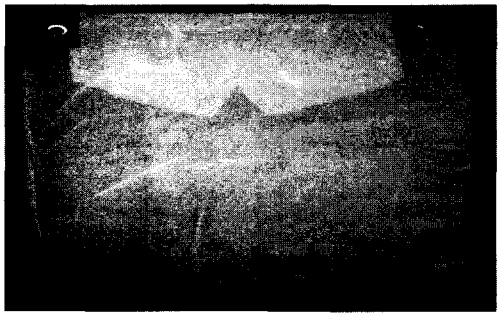


Fig. 9 The new developed sacking bag.

Fig. 10 Photo of the field test.

서 가장 많은 곡물을 투입할 수 있어야 한다.

뿐만 아니라 포대에 투입되어진 곡물을 출하 시, 곡물의 배출을 위해서 포대에 위쪽에 위치한 곡물 투입구와는 별도로 포대의 아래쪽에 배출구를 제작하여 곡물의 배출이 용이하도록 하였으며. 작업의 용이성을 위해서 투입구와 배출구 모두 지퍼형식의 개폐장치를 하였다.

Fig. 10은 개발된 곡물포대 자동장치를 사용하여 현장에서 작업하는 장면을 보여주고 있다.

4. 결 론

콤바인 곡물 포대자동 처리장치의 개발은 운전자 및 작업자의 피로경감과 안전보호 및 작업성능의 향상을 기하기 위하여 기계적인 메커니즘의 개발과 최종적으로 포대의 개발까지 하였다. 또한 종래의 콤바인 작업이 2명이 소요되는 것을 운전자 1명이 수확작업을 할 수 있도록 개발함으로써 노동력의 절감과 작업의 편리성을 높일 수 있었다.

본 연구의 결과는 다음과 같다

1) 포대를 사용하는 소형 콤바인의 곡물투입장치, 포대의 자동이송장치, 포대 배출장치 등을 개발함으로써 보조작업자 없이 작업할 수 있었다.

2) 포대 이송속도가 5.16mm/s 속도로 벨트 구동 시에도 포대 배출에는 문제가 발생하지 않는 것으로 나타났다.

3) 곡물의 진동투입에 있어서 관행을 기준으로 미가진 할 경우는 94%의 성능을 나타내었고, 가진을 할 경우는 99%의 성능을 나타내었다.

4) 소형 콤바인의 포대 자동처리장치에 적합한 새로운 곡물 포대를 개발하였다.

참 고 문 헌

1. 김상헌외 2인. 1984. 콤바인 선별손실 최적화를 위한 진동체의 특성과 선별성능에 관한 연구. 한국농업기계학회지. 9(2):48-67.
2. 김정상. 1992. 마이크로 컴퓨터를 이용한 가속도 측정 회로 및 측도 설정. 경상대학교 석사논문.
3. 대동공업(주). 1999. 콤바인 정비지침서.
4. 류관희. 1997. 마이크로 컴퓨터를 이용한 엔진성능 시험 시스템의 자동화에 관한 연구. 한국과학재단 연구보고서.
5. 박주섭. 2001. 시험연구결과 경제성분석 방법. 농촌진흥청 농업경영관실.
6. 정창주외 1인. 1985. 자탈형 콤바인의 탈곡 과정의 수학적 모형개발에 관한 연구. 한국농업기계학회지. 10(2):36-46.
7. 한국과학기술원. 1987. 미곡의 종합처리 가공기술 개발에 관한 연구.
8. 한국농업기계공업협동조합. 2000. 2001. 농업기계 연감.