

발 간 등 록 번 호

11-1541000-001366-01

자주식 수확동시 사일로 제조기의 개발에 관한 연구
Research on Developing of
self-propelled harvesting and silage producing machine

연구 기관

(주)라이브맥
전북대학교

농림수산식품부

제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “자주식 수확동시 사일로 제조기의 개발에 관한 연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

2012 년 4 월 9 일

주관연구기관명 : (주)라이브맥

주관연구책임자 : 서 형 덕

세부연구책임자 : 강 현 수

연 구 원 : 지 금 배

연 구 원 : 오 상 태

연 구 원 : 채 수 현

연 구 원 : 김 현 중

협동연구기관명 : 전북대학교

협동연구책임자 : 김 철 수

연 구 원 : 이 동 건

연 구 원 : 안 정 찬

요 약 문

I. 제 목

자주식 수확동시 사일로 제조기의 개발에 관한 연구

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

본 연구는 옥수수나 호밀 등의 사료작물을 수확하고 사일리지를 제조하여 사용하는 사일리지 제조방법에 관한 연구로서 관행의 사일리지 제조방법인 트렌치사일로나 타워사일로에 의한 제조 형태는 많은 작업기와 작업인원이 필요하고 작업가능유무가 기후에 영향을 받는 제한적 요소가 많아서 짧은 시간에 수확되어야 하는 국내작업환경에 보다 효율적이고 경제적인 작업방법을 연구하여 국내작업환경에 적합한 수확과 동시에 자주식으로 사일리지제조가 가능한 작업방법과 이를 시현할 단일시스템을 개발하고자 하는데 목적을 두고 연구개발을 진행하였다.

따라서 본 연구는 옥수수나 호밀 등의 사료작물을 수확하면서 동시에 초핑하여 사일리지를 제조하는 시스템을 개발하기 위해서 작업 기능별로 구성하고 이러한 기능 품을 비교분석하여 선정설계하고 제작하여 기능을 최적화하고 다시 시스템으로 구성하여 실험적 평가와 필드에서의 평가를 통해서 최적의 시스템을 시작기로 제시하고자 하였다.

2. 연구개발의 필요성

1) 조사료용 축산 작업기는 대부분 수입제품이다.

국내 조사료용 베일러 시장은 연간 2000대 이상의 규모이고, 80% 이상이 수입기종(원형 베일러는 80%, 옥수수베일러는 100%)이며 시장 규모는 지속적으로 확대되고 있는 실정이다. 관련 기계의 수입규모는 연간 3000만 USD 이상이 되고 있다. 따라서 국내 실정에 적합한 조사료용 축산 작업기의 국산모델 개발이 절실하다.

2) 대부분이 트랙터 견인식 작업기로서 개별 작업이며 작업효율성이 낮다.

현재 수입 판매되고 있는 모우어, 집초기, 베일러나 래핑기는 트랙터 견인 작업기의 형태로 미국이나 유럽의 작업 방식에 따르는 대면적의 포장에서 작업하는 기계로서 크거나 크고 길이가

너무 길어서 국내의 협소한 전답에서 사용하는데 효율이 떨어진다. 또한 개별 작업기이므로 각 작업기가 트랙터가 필요하다. 따라서 습답이나 좁은 밭에서, 특히 넓지 않은 국내의 구릉재배지에서 적기에 전천후로 효율적으로 사용할 수 있는 콤팩트하고 기동성이 우수한 자주식복합형의 작업기가 필요한 것이다.

3) 조사료의 고급화가 진행되어 사일리지화가 확산되고 있어 수요가 급증하고 있다.

전 세계적으로 사료작물을 모우어, 베일러에 의해서 베일작업을 행하는 것이 보편적인 작업방법이 되고 있으며 근자에 와서는 점차 청예사료작물을 사일리지화해서 발효사료를 급이 하는 방법이 선호되고 있으며 특히 우리나라의 경우는 대부분의 축산농가가 피복처리를 하여 사일리지화하는 것이 확산 일로에 있어서 일관 사일리지 화하는 자주식작업기의 태동이 시급한 실정이다.

4) 독창적인 축산작업기의 틈새시장이 커서 해외수출의 전망이 높다.

수확기, 베일러 및 래핑기의 대부분을 수입해서 사용하고 있는 국내 축산기계 시장의 수입기계를 대체 할뿐 아니라 년 50억불이상의 해외 축산작업기시장에 진출하는 방법은 치열한 경쟁이 이루어지고 있는 축산선진국의 기계가 과점하고 있는 시장이 아니라 차별화된 기술로 틈새시장을 개척하여 시장을 점유하는 것이 효과적인 방안인데, 국내환경에 적합한 수확동시 일관자주식사일리지제조기는 차별화된 국내 고유의 기술제품으로 해외틈새시장을 개척할 수 있는 가능성이 매우 높은 적절한 축산기계라고 할 수 있으므로 이러한 기계의 개발은 아주 중요하다고 할 수 있다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 옥수수나 호밀 등의 사료작물을 수확하고 사일리지를 제조하여 사용하는 사일리지 제조방법인 수확동시 사일리지제조기에 관한 것으로서 관행의 난이한 사일리지제조방법을 탈피하고

효율적이고 경제적이며 전천후 작업이 가능한 국내 작업환경친화형의 일관작업형의 수확동시 자주식 사일리지제조기를 개발하기 위해 다음과 같은 연구내용 및 범위로 진행되었다.

1. 작업방법의 선정 및 시스템 구상

옥수수나 호밀 등의 사료작물을 수확하고 사일리지를 제조하여 사용하는 사일리지 제조방법을 관행의 작업방법과 비교하여 효율적인 작업방법을 찾아서 이를 구현할 수확동시 자주식 사일리지제조 시스템을 구상하였다.

2. 개별기능 장치의 선정, 개발, 성능평가

시스템을 구성하는 개별기능장치인 수확장치, 자주식차대, 베일링장치, 래핑장치의 방식과 사양을 선정하고 설계, 제작, 실험, 수정 제작하는 일련의 개발과정을 거친 후 각 개별 장치의 성능을 평가하였다. 수확장치는 옥수수를 위주로 하는 1조식 및 2조식을 개발하여 비교하고 베일링장치는 체인바형의 $\varnothing 900 * W850$ 크기의 세절사료작물을 베일할 수 있는 네트장치와 공급장치를 가지는 형태로 개발하였고 래핑장치는 턴테이블 식으로 베일러와 복합기의 형태를 가질 수 있도록 개발하여 이들 개별 장치의 성능을 평가하고 시스템화할 수 있도록 수정하였다.

3. 개별기능장치의 탑재 및 시스템화

시스템으로서 성능을 평가하고 필드에서의 작업성을 평가하기 위해서 89마력의 동력을 가지는 무한궤도형 자주식차대에 개발된 개별 장치를 탑재하여 시스템으로서 적절하게 연계작업이 가능하도록 동력분배를 행하고 배치를 하여 시작기를 개발하였다. 또한 연계동작을 행하기 위한 유압제어부를 개발하고 자동으로 작업을 행하기 위한 마이콘형 제어기를 개발하였다.

4. 시작기의 실내, 필드실험, 동력 분석, 작업성, 경제성 평가

제작 개발된 시작기를 평가하기 위해서 실내에서 옥수수, 호밀 등의 재료를 투입하여 작업성과 성능을 실험하였는데 각 기능장치간의 처리성능의 차이, 작업투입 대상사료작물의 적응성의 차이등이 나타났으며 시스템에서의 각 개별 장치의 동작 시의 소요 동력을 실시간으로 측정하여 필요한 동력을 산출하였다. 또한 필드에서의 실수확베일작업을 통해서 작업성과 작업 시의 문제점을 파악하여 이를 분석하여 설계에 반영할 수 있도록 자료화하였다.

필드작업과 수요자의 평가 등 의견을 수렴하여 시작기의 개선방향을 설정하도록 하였다.

5. 시작기의 수정 및 필드실험

시작기의 작업성에 대한 평가를 시제품화하기 위한 척도로서 인식하고 수확동시 자주식사일로제조기의 작업형태를 이원화하여 **톤백형의 수확동시 사일로제조기를 우선 시제품화**하여 과제 종료와 동시에 마켓에 출시하기 위한 필드실험을 행하고 동시에 여러 지역을 장기간 연시하고 많은 작업량을 소화 처리하여 내구성에 대한 평가와 수요자인 농민의 평가를 동시에 수집하였다.

우선 현재 국내에서 2012년부터 시판되기 시작한 일본제품 자주식 수확베일러에 대응할 수 있는 기종으로서 농가의 관심을 얻음으로서 국내에도 이러한 축산기계가 준비되고 있음을 인지시킬 수 있었다.

IV. 연구개발결과

수확동시 자주식사일로제조기는 두 가지의 형태로 개발되었는데 주된 실험은 베일사일로를 대상으로 진행되어 필요한 개별 장치가 개발되어 **수확동시 자주식베일사일로제조기**의 형태로 시제품화할 수 있도록 진행되고 있다

또 한 가지 형태는 **수확동시 자주식톤백형사일로제조기**의 형태로 시작기가 제조되어 필드실

협과 연시 등을 통하여 농업인 수요자의 냉정한 평가를 받아 이를 보완 반영한 시제품을 제작하여 전시회에 출품을 하였고 시판을 위해 실용화재단으로부터 안전검정을 득하였다.

이로서 수입기계에 대응할 수 있는 자주식사일로제조기가 시판되게 되었고 수입기계가 가진 여러 단점인 높은 가격과 유지보수비, 보기보다 낮은 처리속도 등 유리한 조건을 가지고 경쟁을 할 수 있게 되었다.

V. 연구 성과 및 성과활용 계획

연구를 행하면서 개별 장치를 개발하고 실험하여 수정과정을 거치면서 옥수수수확기가 1조식, 2조식 등 2가지가 제품화할 수 있는 수준으로 준비되어 양산을 하는 단계에 있다. 개발된 베일링 장치는 옥수수베일러로 제품화하기 위한 시작기 작업이 진행되고 있으며 개발된 테이블식 래핑장치는 현재 주관기관인 (주)라이브맥에서 출시판매하고 있는 래핑기보다 콤팩트하고 경제적인 경쟁력 있는 신기술의 래핑기가 양산 준비되고 있다.

그리고 수확동시 자주식사일로제조기는 두 가지 형태로서 양산 제작되어 국내외 시장에서 많은 판매가 이루어질 것으로 예측된다.

그 외 보유하게 된 원천기술과 출원 중인 특허 5가지를 활용한 신제품을 다양한 형태로 출시할 수 있을 것으로 판단되며 국내 시장의 탈환과 수출시장의 개척을 수월하게 할 수 있을 것으로 생각한다.

SUMMARY

I . Title

Research on Development of Self-propelled Harvesting and Silage Silo Machine

II. The needs and Objectives for Research

This research has focused on developing self-propelled Harvesting and Silage Machine. Because there are big steady demands for convenient, reliable and economical equipment in producing corn silage for cow. Conventionally the corn silage has been produced and kept with Trench silo or Tower silo, but these methods need much labour and high cost to produce, in addition it is not easy and not safe to feed during preserving.

Therefore most farmers wants new powerful method to make corn silage, like bale silage or ton-bag silage. But these methods still need much labour and high cost because farmer have to use corn harvester with tractor, baler towed by tractor and wrapper driven by tractor to treat the whole corn from the crop field in short time.

To solve these problems it shows us to make unique equipment with multiple function like harvesting process, storing and supplying process, baling process and wrapping process. This kind of multiple function machine is introduced to Korean market in 2011 by developed countries as Japan, Western Europe. Even though these powerful self-propelled harvester and baler dominate Korean Market in monopoly position, still need problems likes much expensive price, high maintaining cost, low treating performance, limited handling crop.

Therefore this research try to develop self-propelled Harvesting and Silage Machine which has multiple function like harvesting, baling and wrapping or more simple and compact function to produce silage.

III. Research Contents and Scope

1. The concept and system design for Self-propelled Harvesting and Silage Silo Machine
 - Concept design for each function unit : harvesting, storing & supplying, baling, Wrapping
 - System design
 - Design Control sequence
 - Design power train

2. Manufacturing the proto-type Self-propelled Harvesting and Silage Silo Machine

- Manufacturing the function units
- Test and evaluation the function units
- Mounting the function units on Self-propelled crawler.
- Operation test in Lab
- Measuring and data acquisition for Evaluation

3. The preparation for mass production.

- Field Test for Evaluation
- Demonstration working performance in field
- Design for mass production
- Exhibition and promotion

V. Results and discussion

Developed function unit (harvesting, storing & supplying, baling, wrapping units) were tested individually and work function well. And Self-propelled Harvesting and Bale-Silage Silo Machine also work in corn field well in low speed because the low treating performance of baler. Also after evaluation in field test at least 100Hp power needed for Self-propelled Harvesting and Bale-Silage Silo Machine which has 2-row corn harvesting unit , baling unit and wrapping unit.

Therefore Self-propelled Harvesting and tonbag-Silage Silo Machine is recommended for corn silage equipment because of compact, economical and high treating performance with 84Hp self-propelled crawler.

CONTENTS

Chapter 1 Introduction	11
Section 1 The Objectives of the research	11
Section 2 The Needs of the research	13
Chapter 2 Trends of Foreign and Domestic Research	16
Section 1 The Status of Technology in Korea	16
Section 2 The Status of Technology in Foreign Countries	16
Chapter 3 The Contents of Research and Results	18
Section 1 The Concept Design of silage machine	18
Section 2 The search of Conventional Silage Producing Process	21
Section 3 The function analysis of key devices	23
Section 4 The Study on the Specification and Type of Devices	24
Section 5 The Development of key devices	30
Section 6 Build-up The System	36
Section 7 The Economical Review of System	39
Section 8 The Development of self-propelled crawler	43
Section 9 The Design of Connecting Process for Devices	45
Section 10 The Mounting Devices on Crawler	46
Section 11 The Test of The System	53
Section 12 The Development of Hydraulic Module	56
Section 13 The Development of Control Unit	59
Section 14 The System Optimization	64
Section 15 The Analysis of Relation Between Devices	67
Section 16 The Measurement and Analysis of System	69
Section 17 The Application of Ton-Bag Silage	74

Chapter 4. The Achievement and Contribution	78
Section 1 The Achievement of Research Goal	78
Section 2 The Contribution of the Research	80
Chapter 5. The Application Plan of Achieved Results	82
Chapter 6. Foreign Technology Informations	86
Chapter 7. References	88

목 차

제 1 장	연구개발과제의 개요	11
제 1 절	연구개발의 목적	11
제 2 절	연구개발의 필요성	13
제 2 장	국내외 기술개발 현황	16
제 1 절	국내관련 기술 현황	16
제 2 절	국외기술 현황	16
제 3 장	연구개발수행 내용 및 결과	18
제 1 절	자주형 베일사일로 제조기의 개념 설계	18
제 2 절	기존 작업 시스템 조사	21
제 3 절	핵심 요소 장치 분석	23
제 4 절	개별 요소 장치의 사양 및 형식 선정	24
제 5 절	요소 장치의 개조 및 개발	30
제 6 절	통합 시스템 구축	36
제 7 절	사일로제조기의 경제성 검토	39
제 8 절	자주식 주행장치의 응용개발	43
제 9 절	연계시스템의 설계	45
제 10 절	자주식 주행장치의 기개발된 개별장치 탑재	46
제 11 절	개별기능장치탑재 실험 (필드실험 포함)	53
제 12 절	통합유압모듈의 개발	56
제 13 절	제어장치의 설계 제작	59
제 14 절	시스템 최적화 검토	64
제 15 절	시스템 기능장치간 연계성분석	67
제 16 절	시스템 계측 및 실험 분석	69
제 17 절	톤백사일리지의 적용 검토	74
제 4 장	목표달성도 및 관련분야의 기여도	78
제 1 절	목표달성도	78
제 2 절	관련분야의 기여도	80

제 5 장	연구개발 성과 및 성과활용 계획 -----	82
제 6 장	연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 -----	85
제 7 장	참고문헌	

제 1 장 연구개발과제의 개요

제 1 절 연구개발의 목적

1. 개발 대상기술의 개요

가. 본 과제에서 개발하고자 하는 기술은 옥수수나 수단그라스, 호밀, 청보리 등의 사료작물을 초피나 하베스터로 수확하여 베일 한 후 피복 처리하여 베일사일로로서 제조배출하거나 사료작물을 수확하여 비닐내장 톤백으로 받아서 톤백사일로로서 제조 배출하는 자주식일관작업기를 개발하는 기술로서 그 동안의 사일로 제조방법인 트렌치 사일로나 타워사일로 제조시에 소요되는 과도한 노동력과 작업의 어려움으로 포기하던 사일레지의 제조를 손쉽게 할 수 있도록 하는 조사료제조장비의 개발에 관한 기술이다.

나. 또한 관행의 베일사일리지 작업은 모우어, 집초, 픽업 및 베일링, 래핑 등의 4공정 작업으로 4대의 트랙터가 각각의 작업기를 부착하고 하던 작업을 동시에 한대로서 수확, 베일, 래핑을 행하는 자주식 복합작업기

작업공정의 예시



디스크모아



반전집초기



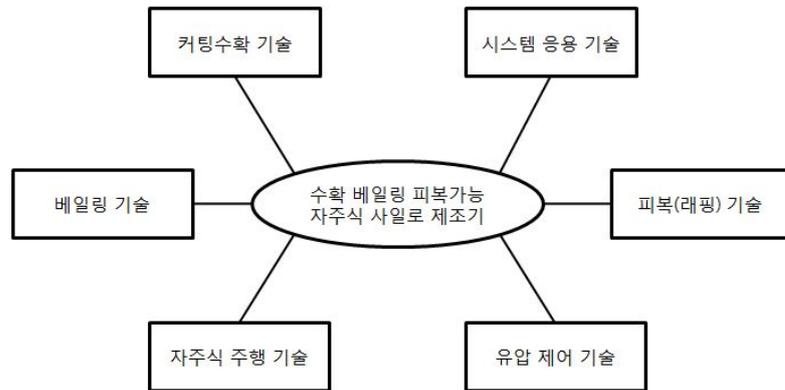
베일러



래핑기

다. 베일의 크기는 $\phi 1000 \times 1000L \text{ mm}$ 의 규모로, 2분당 1 베일이상의 베일링 작업능력을 가지도록 하고 수확부나 피복부는 탈부착이 쉬워서 교체 작업이 가능하도록 한다.

라. 습전이나 젖은 논에서도 작업이 가능하도록 무한궤도형 주행부를 가지며 동시에 바퀴형으로도 사용가능할 수 있도록 한다.



자주식 수확동시 사일로제조기의 구성 예

마. 아래의 그림에서의 옥수수수확기와 베일러, 래핑유니트가 자주식무한궤도차량 (콤바인의 차대 일종)에 부착되거나 탑재되어 동시에 작업을 행하는 복합기계



옥수수수확기와 원형 베일러



콤바인



베일러



래핑기

제 2 절 연구개발의 필요성

1. 조사료용 축산 작업기는 대부분 수입제품이다.

국내 조사료용 베일러 시장은 연간 2000대 이상의 규모이고, 80% 이상이 수입기종(원형 베일러는 80%, 옥수수베일러는 100%)이며 시장 규모는 지속적으로 확대되고 있는 실정이다. 관련 기계의 수입규모는 연간 3000만 USD이상이 되고 있다. 따라서 국내 실정에 적합한 조사료용 축산 작업기의 국산모델 개발이 절실하다.

2. 국내작업환경에 적합하지 못한 수입축산작업기가 대부분이다.

국내의 축산작업환경은 대표적으로 노동력의 부족, 자가 조사료재배 규모의 영세성, 작업장비의 고가, 소규모 논이나 밭에서의 조사료 재배 등의 특수한 조건으로 수입되고 있는 작업기가 사용되고 있는 유럽이나 미국의 작업환경과는 확연하게 차이가 있다.

따라서 국내작업 실정에 적합한 효율적이고 경제적인 축산작업기가 필요하다.

**** 수입제품의 국내사용상의 문제점 *****

수입제품의 특징	작업상의 문제점	개량국산개발예정기대의 특징
트랙터 견인형의 작업기이다	트랙터가 필요하다 작업회전반경이 커서 불편하다 적은 규모의 포장에서 작업불편	자주식의 작업기가 필요하다
평지용 작업기이다.	논이나 밭에서 작업시 불리 (오르내림이 많고, 빠지는 포장)	논밭 작업 적응력이 우수해야 한다
일기에 영향을 크게 받는다.	전천 후 사용에 제약 (적기작업에 작업 불가)	전천 후 사용 가능하도록 해야 한다.
장비비 부품비가 비싸다	농가의 경제적 부담	수입기대 대비 50-80% 경비절감이 가능하다
개별 작업 전용기이다	노동력, 운전비 과다 소요 트랙터 등이 여러 대 필요	자주식의 복합기가 유망하다.
대부분 대형이다.	유럽, 미국보다 소규모 농가가 사용하므로 기계 가동률이 낮다.	소형이고 대상사료작물이 범용성이 있어야 한다. (베일러---옥수수, 사료작물)

3. 현재 관행적으로 행해지는 조사료 수확이용 방법은 노동력이 많이 요구되고 에너지소비가 높고 설비비가 과다하다.

4. 국내에서 베일사일로를 만들 경우 모우어작업, 집초작업, 픽업 및 베일링작업, 래핑작업 등의 4공정의 작업을 4종류의 작업기로서 4대의 트랙터가 작업을 하는 형태인데 조사료 수확의 적기수확이 힘들고 설비가 과다 요구되고 결국 에너지도 많이 소요되는 대표적인 과에너지 소모형 작업인 것이다. 따라서 에너지절감형의 콤팩트하며 효율적인 성능을 가진 자주식의 일관형작업기가 더욱 필요한 것이다.

***** 기존작업과 개발될 과제의 사일로조제작업의 비교 *****

	소요작업인원	소요설비	에너지비용
트렌치사일로	4 - 8인	트렌치, 트랙터3대, 수확기, 운반기	200이상
베일사일로	4인	트랙터4대, 모우어, 집초기, 베일러, 피복기	200이상
일관톤백사일로	2인	자주식 일관톤백사일로제조기	100
일관베일사일로	1인	자주식 일관베일사일로제조기	(기준) 100

5. 대부분이 트랙터 견인식 작업기로서, 작업효율성이 낮다.

현재 수입 판매되고 있는 모우어, 집초기, 베일러나 래핑기는 트랙터 견인 작업기의 형태로 미국이나 유럽의 작업 방식에 따르는 대면적의 포장에서 작업하는 기계로서 크거나 크고 길이가 너무 길어서 국내의 협소한 전답에서 사용하는데 효율이 떨어진다.

따라서 젓거나 짚은 습답이나 밭에서, 특히 넓지 않은 국내의 구릉재배지에서 적기에 전천후로 효율적으로 사용할 수 있는 콤팩트하고 기동성이 우수한 자주식작업기가 필요한 것이다.

6. 국가의 조사료 재배권장정책에 의해 국내 조사료 생산량은 급격하게 증가하고 있다.

현재 쌀 생산지를 조사료 생산으로 대체하고 유흥지(간척지, 하안, 유흥농지 등)를 조사료생산지로 활용하는 등 조사료의 생산을 적극적으로 장려하고 있고 소사육농가도 경쟁력 강화를 위해 자가 조사료 생산에 관심이 고조되는 등 추후로 국내 조사료 생산은 급격하게 증가할 것으로 전망되는 바 이를 손쉽게 이행하여 조사료를 효율적으로 생산 조제할 수 있는 장비수요는 크게 증가할 것으로 전망되고 있으며 TFT의 체결로 개방된 시장에 경쟁력을 가지기 위해서는 조사료의 자가 생산이 중요한 요소가 되고 이를 지원하기 위해서는 효율적으로 작업할 수 있는 조사료 장비의 구축이 시급한 실정이다.

7. 조사료의 고급화가 진행되어 사일리지화가 확산되고 있다.

전 세계적으로 사료작물을 모우어, 베일러에 의해서 베일작업을 행하는 것이 보편적인 작업

방법이며 근자에 와서는 점차 청예사료작물을 사일리지화해서 발효사료를 급이 하는 방법이 선호되고 있으며 특히 우리나라의 경우는 대부분의 축산농가가 피복처리를 하여 사일리지화하는 것이 확산일로에 있어서 일관 사일리지화하는 자주식작업기의 태동이 시급한 실정이다.

8. 독창적인 축산작업기의 틈새시장이 커서 해외수출의 전망이 높다.

수확기, 베일러 및 래핑기의 대부분(년 4000대 이상)을 수입해서 사용하고 있는 국내 축산기계 시장의 수입기계를 대체 할뿐 아니라 년 50억불이상의 해외 축산작업기**시장에 진출**하는 방법은 치열한 경쟁이 이루어지고 있는 축산선진국의 기계가 득세하고 있는 시장이 아니라 **차별화된 기술로 틈새시장을 개척하여 시장을 점유하는 것이 효과적인 방안인데**, 국내환경에 적합한 수확동시 일관자주식사일로제조기는 차별화된 국내 고유의 기술제품으로 해외틈새시장을 개척할 수 있는 가능성이 매우 높은 적절한 축산기계라고 할 수 있으므로 이러한 기계의 개발은 아주 중요하다고 할 수 있다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

제 1 절 국내관련 기술현황

본 과제와 연구와 관련한 기술은 국내에서 콤바인차대를 이용하여 베일러를 한 예취부에서 수확한 후 컨베이어에 의해 베일러의 성형실로 공급하여 베일을 성형하는 자주식베일러를 농업과학원에서 연구하였으며 이는 벼짚이나 호밀 등의 사료작물에만 제한적용가능하고 상업적으로는 사용되지 못하였다.

또한 국내의 개발수준은 픽업후 베일을 행하는 원형베일러가 당사에 의해 대형베일러가 2008년 개발되어 시판되고 있으며 픽업후 베일을 행하는 중형베일러는 3개업체가 개발하여 시판되고 있는데 수입기계들과 치열한 시장경쟁을 하고 있지만 기술이나 개발경험에서 열세이다.

하지만 가격경쟁력이나 국내 작업환경에 대한 적응력은 우위이므로 점차 국내 시장을 되찾을 수 있을 것이라 예상하고 있다. 또한 기술적인 진보와 경험의 축적으로 해외진출을 기하기 위한 자신감도 증가하고 있으므로 결국 해외수출도 가능하리라 생각된다.

국내의 기술수준으로는 기본적인 베일러에 대한 연구는 초보적인 수준에서 시작되어 지속적인 노력을 보이고는 있지만 베일래핑복합기술이나 수확동시 자주식사일로제조기는 국내에 기술이 소개된 지도 4년에 불과하여 이의 연구개발은 부분적으로 이루어져 왔지만 아직 상업화가 이루어지지 않아서 국내생산 제품은 전무하다. 따라서 현재 국내시장에는 외산기계만이 국가의 보조정책의 혜택을 누리며 독식하는 안타까운 현상이 지속되고 있다.

그러므로 제품에 대한 보조 등 지원정책만을 강조하고 시행할 것이 아니라 선행으로 이러한 기술을 지원하여 국내 기술이 어느 정도 숙지되어 제품이 태동될 수 있을 때 기계보급에 관한 정부 지원정책을 시행함이 바람직해 보인다.

따라서 늦었지만 수확동시 자주식사일로제조기와 관련한 기술의 개발이 시급해 보인다. 다행히 그 동안 농업기계의 지원과 발전으로 자주식차대에 대한 기술은 어느 정도 안정적인 수준에 있으므로 이를 응용한 자주식축산기계의 개발은 빠른 시일 내에 선진국의 기술을 따라잡을 수 있을 것이다. 더 나아가 IT기술과의 접목, 일반 산업기술의 응용을 통해서 선진국의 기존기술보다 더 나은 기술의 태동과 확보도 기대된다.

제 2 절 국외기술 현황

1. 자주식의 옥수수하베스터는 오래전부터 구미 축산 선진국에서는 대형의 바퀴형 작업기가 개발되어 사용되고 있지만 그들의 시장에는 소형의 자주식하베스터나 베일사일로제조기는 전혀 개발되거나 연구된 바가 없는 것으로 조사된다.

일본에서는 우리와 농작업환경이 비슷하여 비교적 소형농기계가 발달되어 있어서 이들 기계를 활용한 축산기계가 세계에서 가장 빨리 적용되어 개발되고 있다.

특히 자탈형콤바인차대를 활용해서 옥수수수확기와 베일러를 탑재한 자주식수확동시베일러가

수년전에 개발되어 시판 중이며 국내에도 이들 일본2개의 업체가가 수입 판매되고 있으며 국내의 수입업체가 수입 대행하여 국내시장에서 서로 경쟁하며 시장을 석권하고 있다.

특히 정부 축산정책의 지원과 배려로 수입기계가 보조금을 독차지하면서 그들의 기술력을 높이고 있는 것이기에 더욱 국내 기술의 개발 제품 출시가 요망되고 있는 형국이다.

그 외 중국에서도 이들과 유사하지만 바퀴형의 수확기가 개발되어 출시되고 있지만 역시 사이로제조기는 아니고 수확전용기로 개발 시판되고 있는 것이다.

2. 본 과제에서 진행하고자 하는 자주식 수확동시 사일로제조기는 자주식의 차대에 수확기를 부착하되 옥수수 뿐 아니라 호밀, 이탈리아 라이그라스 등의 사료작물도 수확이 가능한 수확기를 부착하고 수확과 동시에 베일이나 톤백으로 저장하고 피복처리를 행함으로써 일관된 작업으로 사일리지를 제조하는 사일로제조기를 지향하므로 이러한 일관형자주식사일로 제조기는 기존에 개발 출시되어 있는 일본국의 제품과는 한 단계 진보된 기술로서 보다 안정적이고 효율적인 사일리지 제조 작업이 가능하게 해 주는 유니크한 기술인 것이다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

1차년도 연구는 그림 1과 같은 절차에 따라 수행되었다.

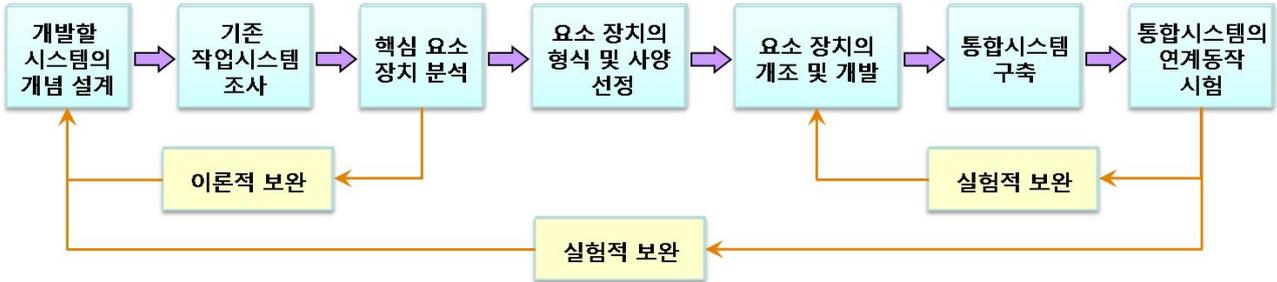


그림 3-1 연구 수행 절차.

제 1 절 자주형 베일사일로 제조기의 개념 설계

국내는 사료 값의 상승으로 사료작물을 자가 재배하여 사일리지화한 후 급이 하려는 농가나 TMR사료 공장이 증가하고 정부도 사료작물을 쌀농사의 대체작물로서 권장하는 정책을 추진 중이다. 국내에서 행해지고 있는 사일리지 제조 방법들 중에서 대표적인 트렌치사일로와 베일사일로 방식의 특성과 장단점을 비교하여 표 3-1에 나타내었으며, 본 연구에서는 기계화 작업이 보다 수월한 베일사일로를 제조하는 시스템을 개발하고자 하였다.

표 3-1 국내의 대표적인 사일리지 제조 방법

작업의 방법	트렌치사일로	베일사일로
적용용도 및 사용처	대용량으로 TMR사료공장이나 중간공급자가 사용	소용량으로 개별농가나 영농법인 이 활용
수확방법	사료작물 수확기로 초핑한 후 로더호퍼나 트레일러에 방출 저장	사료작물 수확기로 초핑한 후 로더호퍼나 베일러공급호퍼에 방출 저장
운반과정	트랙터 로더호퍼로 트레일러에 차수 집 후 트렌치로 이송 저장	로더호퍼로 베일러공급호퍼로 이송 운반
밀봉방법	트렌치에 비닐을 깔 후 사료작물을 덩핑하고 트랙터 진압 후 비닐을 덮어 밀봉처리 한 후 중량물 (타이어, 벽돌)로서 가압저장	베일 후 랩핑비닐로서 랩피복처리하여 밀봉처리
사일리지 사용	트렌치끝단에서 채취사용 후 재 밀봉	베일사일로 1개씩 해체 사용
작업장비	트랙터4대, 사료작물 수확기 2대 트레일러2대,	트랙터 3, 사료작물 수확기 2대 베일러 1대
장 점	대규모의 사일리지화에 유리	중소규모의 사일리지화에 유리 밀봉작업의 기계화로 작업이 수월해 짐
단 점	밀봉작업 등 사일리지화 작업이 난이 설비와 노동력이 집중적으로 과도하다.	장비비가 추가로 소요됨 일시적으로 대규모의 작업이 난이
현재의 시장공급 상황	과거의 관행적인 방법으로 2000년대 이전에 사용되어 왔으나 작업이 난이 하고 노동력이 일시에 과다 필요하므로 그 동안 경시되어 왔음	호퍼형초핑사료작물베일러와 베일랩핑기가 개별적으로 운용되는 기계작업형태로서 공급되어 사용되는 초기 시장형성 단계이다.

현재 국내에서 베일사일로 제조 작업은 대부분 수입 장비로 수행되고 있어 장비 구입비 및 유지비용이 많이 소요된다. 또한 작업에 여러 대의 트랙터와 개별기능을 행하는 별도의 작업기가 필요하며, 단기간에 여러 사람이 모여 작업을 해야 하고 작업효율도 낮아서 작업개선이 요구된다. 복합적인 사일리지 제조 작업의 효율적인 수행을 위해서는 통합적인 시스템의 개발이 필요하며, 본 연구에서는 그림 2에 나타난 바와 같이 수확, 이송, 베일링, 랩핑 작업을 수행하는 작업기들을 통합하여 1대의 자주형 차대에 탑재한 자주형 베일사일로 제조기의 개발을 목표로 설정하였다.

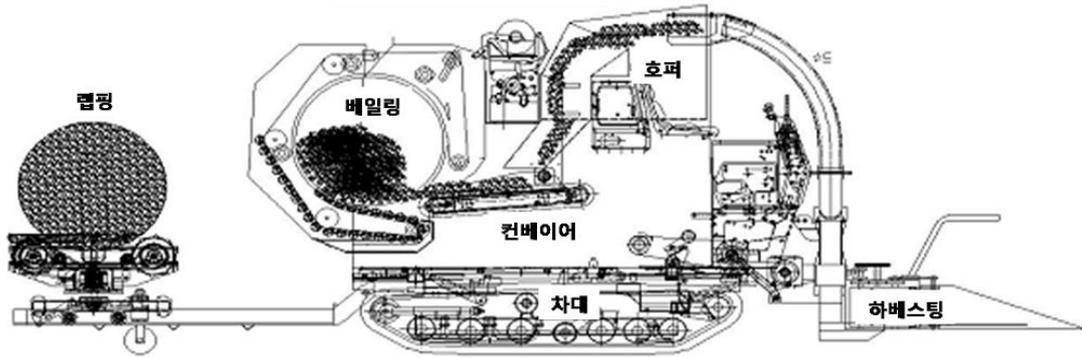


그림 3-2 베일사일로 제조기의 개념도.

현재 국내에서 수행되고 있는 베일사일로 제조방법과 본 연구에서 개발하고자 하는 제조방법의 특징을 비교하여 표 3-2에 나타내었다.

표 3-2 베일사일로 제조 방법 비교

구분		기존 베일사일로 제조 방법	개발 예정 베일 사일로 제조 방법
작업 방법	수확	트랙터 견인형 사료작물 수확기	자주식 무한궤도 탑재형 수확·이송·베일링·랩핑 통합장치
	이송	트랙터 견인형 트레일러	
	베일링	트랙터 견인형 베일러	
	랩핑	트랙터3점히치 탑재형 랩핑기	
소요장비		트랙터 3대 사료작물 수확기, 베일러, 랩핑기	자주식무한궤도 탑재형 사일로 제조기
소요작업인원		최소 3인	최소 1인
소요연료량		170리터/ha	80리터/ha
투여노동시간		17시간*인/ha 비교: 타워사일로시스템은 42시간*인/ha	8시간*인/ha
조사료 손실률		1.2% (베일방출시 1.0%, 랩핑시 0.2%)	1.0%이하
장점		단시간 수확사일리지에 유리	작업효율이 높고, 장비비·운영비·사료손실이 적다.
단점		인원과 장비가 과다 소요 경비·사료손실이 크다	대단지 작업에는 불리

자료 : 타카키타 세절베일러 실험 보고서

제 2 절 기존 작업 시스템 조사

국내의 작업조건에 적합하고 옥수수사일리지 제조 작업을 효율적이고 경제적으로 수행할 수 있는 일관 사일로제조기를 개발하기 위하여, 현재 수입 판매되고 있는 장비를 대상으로 작업 시스템을 비교·분석하였다. 참조 대상 작업 시스템으로는 일본에서 수입 시판되고 있는 타카키타사의 사료작물 베일러(그림 3-3)와 스타사의 플레일식 사료수확 베일러(그림 3-4)를 선정하였으며, 두 제품의 특성을 표 3-3에 요약하여 나타내었다.



그림 3-3 옥수수수확기 및 베일러, 일본 타카키타.



그림 3-4 플레일식베일러, 일본 스타.

표 3-3 기존 베일사일로 제조기의 특성 비교

구 분	사료작물베일러, 타카키타	플레일식사료수확베일러, 스타
작업의 구성	독립적으로 작동하는 수확기, 베일러, 램핑기	통합된 수확기와 베일러, 독립된 램핑기
수확방법	사료작물 수확기에 의해 10mm내외 크기로 초핑	플레일식(도리깨방식)으로 작물을 수확
초핑사료 저장방법	트랙터 로더부착형 호퍼나 트랙터 견인형 저장호퍼형 베일러의 호퍼	별도 저장공간 없음
베일링방법	체인바식의 성형챔버에서 베일링	롤러식 성형챔버에서 베일링
램핑방법	별도의 트랙터와 램핑 작업기 필요	별도의 트랙터와 램핑 작업기 필요
사일리지효과 및 품질	초핑된 사료작물을 가압성형하여 고밀도베일링이 가능하고, 후속 램핑처리기에 의해 양질의 사일리지 제조 가능	플레일방식에 의해 사료작물을 수확하므로 흙, 돌 등의 이물질이 유입되고 초핑방식과 달리 입자가 크고 불균일하여 고밀도의 베일성형이 불가능하고, 사일리지의 품질 저하로 이어짐
작업 중 허실	수확시는 손실이 거의 없으나 작업의 연계시 허실 발생(1.2%)	플레일수확시 곡물손실이 과다(3%) 작업 연계시는 1% 정도의 허실
작업의 편이성	3가지의 작업을 순서대로 행해야 하므로 많은 시간과 노동력이 소요됨 트랙터 부착형이므로 작업기의 길이가 커져서 효율적인 기동과 작업이 어려움	자주식의 수확베일링이 가능한 복합기 이므로 비교적 작업이 용이함
기술적인 개선사항	복합기의 필요성 램핑비용과 작업비용을 경감하기 위한 큰사이즈의 베일성형이 필요함	수확방법을 초핑이 되어야 함 램핑도 복합기가 필요 큰 사이즈의 베일성형이 필요함

제 3 절 핵심 요소 장치 분석

관행의 베일사일로 제조 시스템에서 사료작물이 베일사일로에 이르는 과정은 아래 그림에 나타난 바와 같이 사료작물을 자르고 유입분쇄하는 **사료수확장치**, 수확된 사료작물을 베일링작업부에 공급해주는 **이송장치**, 원형베일의 형태로 가압베일을 형성하는 **베일링장치**, 베일뭉치를 감싸서 형태를 유지시키는 **베일네팅장치**, 네팅된 베일뭉치를 비닐로 피복해주는 **랩핑장치** 등을 거친다. (그림 3-5참조).

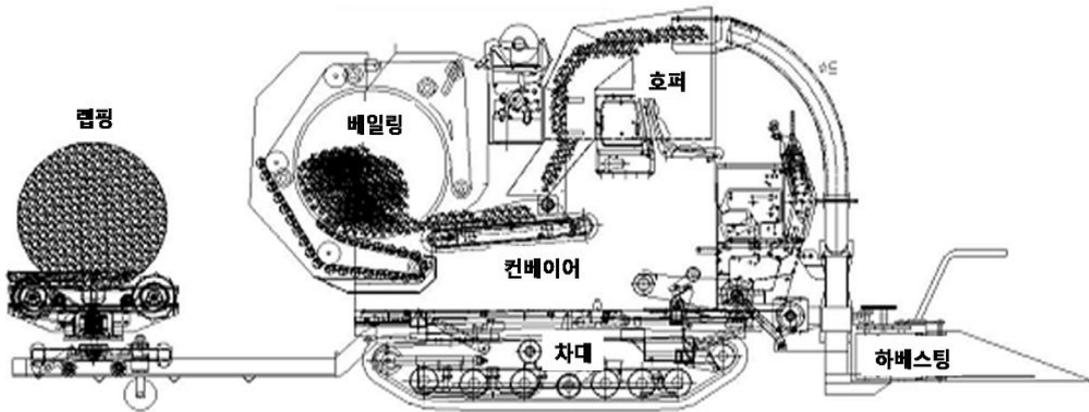


그림 3-5 베일사일로 제조기.

따라서, 수확동시 베일사일로 제조기는 위의 모든 장치들이 통합되어야 하며, 추가로 각 장치들에 동력을 공급하고 통합된 차체의 이동을 가능하게 해주는 자주식 동력장치가 필요하게 된다. 기존의 베일사일로 제조기와 유사한 수준의 작업능률을 달성하기 위하여 개발예정인 자주형 베일사일로 제조기는 표 3-4에 제시된 조건을 만족시킬 수 있어야 한다.

표 3-4 자주형 베일사일로 제조기의 설계 기준 사양

기능	형식 및 사양	특징
동력	80마력 이상 출력축 2개 이상	외부동력 60마력 이상
주행능력	전후진, 정지의 편이성, HST 유압구동, 무한궤도, 2.5Km/h 속도	작업편이성이 뛰어나야 하고 안전해야 한다.
작업성능	최대 20베일/h 이상 (옥수수의 경우 7톤/h)	기능부 간 처리능의 차이가 크지 않아야 한다.
수확작업폭	최대 옥수수2열	1열 작업도 가능, 1400mm
초핑능력	5-20mm	초핑길이는 기어교체식
베일 및 랩핑 크기	지름 900mm 폭 850mm	옥수수초핑베일 1덩이의 무게가 500Kg을 초과하지 않도록 한다.
차대탑재능력	3톤이상	
유압발생장치	30리터/분 이상	별도의 냉각장치와 필터, 오일탱크를 보유

제 4 절 개별 요소 장치의 사양 및 형식 선정

개발 예정인 자주형 베일사일로 제조기가 기준 사양을 충족시키기 위해서는 각 개별 요소 장치의 사양과 형식이 통합시스템에서 연계작동이 가능하도록 선정되어야 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 참고문헌과 기존의 단위 기계에 대한 조사를 통하여 개별 요소 장치별 사양과 형식을 선정하였다.

1. 사료수확장치

사료 수확장치가 기준 사양을 충족시키기 위해서는 수확 작업의 폭은 800 mm 이상, 초핑작업 속도는 옥수수를 기준으로 20 ton/hr 이상이어야 한다. 사료수확장치는 유입부, 집속부, 초핑부, 방출부로 구성되는데 자주식 주행장치의 전진방향에 존재하는 사료작물을 수확하여 초핑 처리한 후 이송시키는 기능을 해야 하기 때문에 자주식 주행장치의 전방에 설치되어야 한다. 따라서 전방수확작업이 가능한 형태로의 구조변경 가능성 여부가 우선적으로 고려되었다.

아울러 유입부의 작업폭, 소요동력, 집속부와 초핑부의 특성, 배출부의 구조 등도 함께 고려하여 사료수확장치를 선정하였다.

본 연구에서 선정한 JF사 대표적인 사료수확기의 특성을 비교하여 표 3-5에 나타내었다.

2. 이송장치

이송장치는 하베스터에서 슈트를 통해 방출되는 초핑된 작물을 베일링 장치의 베일챔버로 이송하는 기능을 수행한다. 베일링 및 네팅 작업과 동시에 수확작업을 계속하기 위해서는 작물을

임시로 저장하거나 베일링 장치에 공급되는 작물의 양을 조절하는 기능이 필요하며 이를 위해 호퍼를 설치한다. 호퍼 하부에는 유압실린더에 의해 작동되는 개폐판을 설치하여 작물의 공급량을 조절하고, 체인컨베이어와 벨트컨베이어에 의해 베일 챔버로 이송되어 베일링 작업이 이루어지도록 한다.

표 3-5. 사료 수확기의 특성 비교

Model		JF 92 - Z10	NH900	GEHL1250
Specification				
Work rate		30 ton/hr	40.6 ton/hr	111 ton/hr
Power, Required		30 hp	120 hp	170 hp
Windrow pickup	type	fixed guide	cylindrical drum	cylindrical drum
	working width	700 mm	1,900 mm	2,130 mm
	pickup speed	driving speed	90 or 110 rpm	100 rpm
Row crop header	number of rows	1	3	3
	type of cutter	rotary blade	rotary disk	rotary sickle
	type of gathering	Drum	chain	rubber belt on chain
Cutterhead	type	Radial	cylindrical	cylindrical
	number of knives	10	12	9
	width	200 mm	580 mm	845 mm
	diameter	500 mm	530 mm	455 mm
	speed	800 mm	848 rpm	1,000 rpm
Discharge spout	vertical lift	3,000 mm	3,300 mm	3,700 mm
	horizontal reach	2,200 mm	1,600 mm	2,575 mm
Cut length adjustment		removing cutterhead knives or changing feedroll gears, 5~11 mm at 12 knives	removing cutterhead knives or changing feedroll sprockets, 5~11 mm at 12 knives	removing cutterhead knives or changing feedroll gears, 4~9 mm at 9 knives

Data : Evaluation Report, Prairie Agricultural Machinery Institute.
[http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/eng3051](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/eng3051)

3. 베일링장치

초핑된 사료작물을 공급받아서 베일을 성형하는 베일러의 형식은 크게 고정 챔버형 베일러(그림 3-6a), 가변 챔버형 베일러(그림 3-6b)로 구분된다.

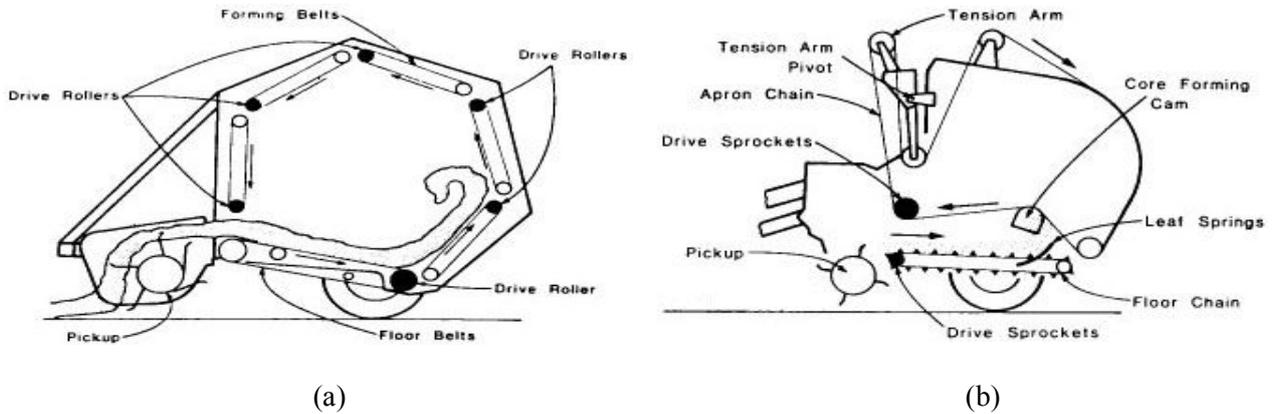


그림 3-6 베일러의 종류 (a)고정 챔버형 베일러 (b)가변 챔버형 베일러

고정 챔버형 베일러는 벨트, 롤러, 체인바 등에 의하여 챔버내에 유입되는 사료작물을 계속 회전시키면서 굴러 떨어지도록 하여 베일을 성형하는 방식으로서, 유압 게이지에 걸리는 압력으로 베일 성형 완성 여부를 판단한다. 성형된 베일은 중심부의 밀도는 낮고 바깥쪽의 밀도가 높으며 평균밀도는 약 $160\sim 304\text{ kg/m}^3$, 소요동력은 약 $20\sim 70\text{ hp}$ 이고 시간당 $7\sim 30\text{ ton}$ 정도의 베일을 제조할 수 있다. 또한 구조가 간단하여 자주식 차대에 탑재하기 위한 모델로 적합한 것으로 판단된다.

가변 챔버형 베일러는 베일 형성 초기에서부터 베일이 완성될 때까지 벨트 또는 체인바에 지속적으로 가해지는 장력에 의하여 베일을 성형하는 방식으로서 균일한 밀도의 베일을 제조할 수 있다. 베일의 평균 밀도는 약 $160\sim 272\text{ kg/m}^3$, 소요동력은 $30\sim 120\text{ hp}$ 이고 시간당 $10\sim 33\text{ ton}$ 정도의 베일을 제조할 수 있다. 가장 발전된 방식이지만 소요 동력이 크고 구조가 복잡한 단점이 있어서 자주식 차대에 탑재하기 위한 모델로는 부적합한 것으로 판단된다.

현재 시판되고 있는 대표적인 베일러의 특성을 조사하여 표 3-6에 나타내었다.

표 3-6 현재 시판되고 있는 베일러의 특성 비교

Model	Livemac L325	Takaklta CR09	Krone KR181	Claas R085	Case-IH 3650	Gehl 1860	NH 856
Type of baler	Fixed chamber	Fixed chamber	Fixed chamber	Fixed chamber	Expand. chamber	Expand. chamber	Expand. chamber
Bale weight, kg	600	400	816	851	816	907	1,043
Bale diameter, mm	1200	900	1,524	1,524	1,828	1,828	1,880
Bale length, mm	1200	850	1,829	1,829	1,524	1,524	1,549
# of twine wrap	varies	varies	varies	varies	opt.	varies	opt.
Capacity, tons/hr	15-25	10-15	13~30	13~30	30	13~20	30
Pick width, mm	2020	1600	1,575	1,600	1,930	1,828	2,464
Bale compression	roller	chain bar	chain bar	chain bar	belts	belts	raddle
Baler weight, kg	2,600	1,300	1,700	2,102	1,860	2,019	3,386
Required power, hp	40	30	45	70	70	60	90~120
Travel speed, km/hr	varies	varies	varies	11.3	11.3	varies	9.7

Data: University of Missouri Extension (<http://extension.missouri.edu/publications/DisplayPub.aspx?P=G1250>)

본 연구의 설계 기준에 부합하기 위하여 베일장치는 초핑된 사료작물의 성형에 적합하여야 하고, 자주식 차대에 탑재할 수 있도록 베일몽치의 무게가 과도하지 않으면서 베일 장치의 크기가 작아야 한다. 또한 공정이송시 손실을 적게하기 유리한 크기인 지름 900 mm, 폭 850 mm의 베일을 성형할 수 있는 작업능력을 갖추어야 한다. 따라서 구조가 간단하고 초핑사료를 베일링작업하기 적합한 구조의 **체인바형의 챔버의 프레임**을 활용하여 **조밀형체인바로서 개발하여 차대탑재형으로** 사용하기로 하였다.

4. 네팅(net wrapping) 장치

베일링된 베일몽치를 풀리지 않도록 결속하기 위해서 네트로 베일몽치를 감아주는 작업이 필수적인데 네트를 공급해주고 적정량이 풀려나가면 이 양을 감지하여 커팅을 해주는 일련의 시퀀스동작이 연계처리 되어야 한다. 특히 초핑된 사료작물을 베일링한 베일몽치를 충분히 네트로서 감싸기 위해서 네트의 폭은 1,000 mm를 유입하도록 한다. 네팅작업의 속도는 전체적인 작업속도에 영향을 미치므로 약 10초 이내에 작업이 완료될 수 있어야 한다.

5. 랩핑(plastic wrapping)장치

랩핑장치는 베일링 작업을 행한 베일을 비닐로서 가압하여 밀봉함으로써
가. 내부의 사료작물을 오랜기간 좋은 품질로 유지하여 보관하거나
나. 적정의 함수율을 가지는 사료작물을 유산발효를 촉진하여 양질의 담금먹이를 제조하고 오랜기간 보관저장하면서 급이 가능토록 해주는 사일리지제조 장치이다.

랩핑장치는 크게 랩핑암 회전방식(그림 3-7a)과 테이블 회전방식(그림 3-7b)으로 구분된다. 랩핑암 회전방식은 베일뭉치가 플랫폼 위에서 천천히 회전하는 동안에 플라스틱 디스펜서가 부착되어 있는 랩핑암이 빠르게 베일뭉치 주위로 회전하여 랩핑작업이 수행된다. 테이블회전 방식에서는 플라스틱 디스펜서는 고정되어 있고, 베일뭉치가 플랫폼 위에서 천천히 회전하는 동안에 플랫폼을 포함하고 있는 테이블 자체가 빠르게 회전하여 랩핑작업이 수행된다.



(a)



(b)

그림 3-7 랩핑기의 종류 (a) Tanco 1320EH(wrapping arm), (b) Tanco 580S(Turntable).

두 가지 형식의 랩핑기의 특성을 조사하여 표 3-7에 나타내었다.

베일네팅 후 랩핑 작업을 위한 플랫폼으로 베일뭉치를 이송하는 동안에 좌우측면에서 일어날 수 있는 사료누설을 방지하기 위해서, 베일링장치와 랩핑장치는 근접 거리에 배치되어야 한다. 따라서 랩핑장치를 차대의 후방에 탑재하여 네팅된 베일뭉치를 지면에 내리기 전에 바로 랩핑작업이 수행되도록 해야 한다. 또한 베일링장치의 하방에 위치할 수 있도록 가급적 콤팩트한 구조를 가져야 작업성이나 이동능력이 우수해지므로, 본 연구에서는 **테이블회전 방식의** 랩핑장치를 선정하였다. 테이블은 베일폭 1000 mm크기까지 랩핑할 수 있도록 여유를 두도록 한다.

표 3-7 랩핑기의 특성 비교

Model	Livemac 개발예정기	Tanco 580A	Tanco 1320EH
Type	Turn-table	Turn-table	Wrapping arm
Length	2.1m	5.4 m	2.3 m
Width	1.4m	2.43 m	1.4 m
Height	1.2m	2.43 m	2.29 m
Weight	350kg	1,385 kg	690 kg
Table Speed	25rpm	30 rpm	28 rpm (arm speed)
Film Width	500mm	750 mm	750 mm
Attachment to Tractor	rear mounted	trailed	front/rear mounted
Hydraulic Connections	2 x 1/2" Male Coupling	2 x 1/2" Male Coupling	2 x 1/2" Male Coupling
Electrical Requirement	12 volt from battery	12 volt from battery	12 volt from battery
Bale Width	800-1000mm	1.2 to 1.5 m	1.2 to 1.5 m
Maximum Bale Diameter	1000mm	1.5 m	1.5 m
Maximum Bale Weight	600kg	1,000 kg	1,000 kg

6. 자주식주행장치

자주식 주행장치는 국내의 수도작 작업기계의 대표적인 콤바인의 주행장치를 활용하면 우선의 개별장치의 성능실험이나 포장에서의 실작업 성능을 확인하고 실험데이터를 확보할 수 있어서 시제품의 출시를 당길 수 있으므로 궁극적으로 독자적인 자주식 주행장치를 개발하더라도 보다 효율적인 성능을 발휘할 수 있는 장점이 존재한다.

따라서 가능한 사일로제조기의 사양에 적합한 국내의 콤바인차대를 물색하여 현재 80마력 이상의 동력을 보유한 차대를 선정하였다. 이는 84마력급의 엔진이 탑재되고 무한궤도의 주행장치를 구비하고 있으며 3축의 외부동력축이 구비되어 사일로제조기의 개발기로서 적합한 장치이다. 물론 사일로제조기로 활용하기 위해서는 많은 개조작업이 필요하고 개조되지 않는 부분은 독자 개발을 통해서 기능을 개선해 나가는 후속작업이 수행되어야 하지만 단기간에 개발비를 많이 투입하지 않고도 제품화가 가능하고 수출시에 기술, 자본장벽으로 모방을 당할 수 있는 가능성이 적어지는 잇점도 있기 때문에 검증되고 개발된 장치를 개조하여 응용 개발하는 것이 효율적이다.

제 5 절 요소 장치의 개조 및 개발

1. 사료수확장치

사료수확장치는 본 연구의 설계기준에 적합한 JF사의 92-Z10 모델을 구입하여 분해하고 원리를 분석한 후, 자주식 차대와 통합할 수 있는 형태로 다음과 같이 개조하였다.

가. 우선 차대의 진행방향에 존재하는 사료작물을 수확할 수 있도록 작업폭을 가변으로 넓힐 수 있도록 하여 옥수수 2열(2×70 cm)을 수확할 수 있도록 함으로써 갓들리기 작업을 수작업으로 행하던 것을 기계작업이 가능토록 하였다.

나. 유입부에는 작물의 줄기를 잘라서 수확가능하도록 능동 체인톱형 커팅기구를 부착하여 커팅효율을 높이고 유입폭을 넓혀서 작업하더라도 줄기커팅이 가능하도록 하여 수확이 가능하도록 하였다.

다. 배출부는 초핑후 초핑날 회전에 의한 원심력으로 바로 차대의 중앙에 위치한 베일러투입 저장호퍼 및 컨베이어에 슈트를 통하여 배출이송할 수 있도록 슈트를 설계하였다. 또한 슈트의 배출끝단에는 베일폭 만큼 균등배분이 될 수 있도록 분배판을 설치하였다.

라. 수확기에 동력을 연결하여 모음장치와 커팅장치가 정상동작이 되는 것을 확인하였다.

마. 차대의 전방에 예취상하강기구에 수확기의 하부2점을 걸고 상부 1점을 가변길이의 로드로서 차대의 프레임과 고정하되 가변로드의 길이를 조정하여 초기탑재위치를 조절하고 실린더의 상·하강 작동으로 수확기의 높낮이를 조정하면서 수확작업이 가능하도록 했다.

이상 사료수확장치의 개조 작업 과정을 요약하여 그림 3-8에 나타내었으며, 그림 3-9는 사료수확장치가 차대에 탑재된 모습이다.

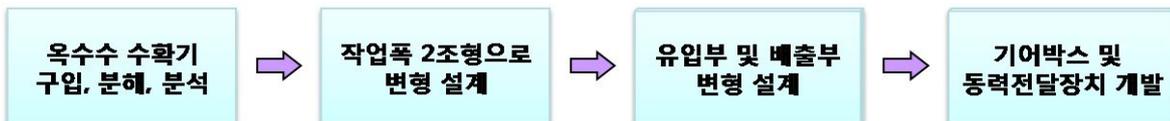


그림 3-8 수확 장치 개조 및 개발 작업 과정.



그림 3-9 자주식 차대에 탑재된 수확장치.

2. 베일링장치

가. 베일링 형성 원리 분석

대상 사료작물의 입자의 챔버내 궤적운동을 보면, 벨트컨베이어에 의해 공급된 초핑사료작물은 챔버 후방 원주방향으로 이송되면서 챔버 가장자리를 감싸는 체인바의 원주운동에 의해서 상승하다 자중에 의해 하강하고, 다시 체인바의 원주 운동에 의해 끌려올라 가다 다시 떨어지는 순환운동을 지속하게 되면서 자연스럽게 원통을 형성하고, 지속적인 초핑사료작물의 유입으로 다져지면서 점점 원통이 커지게 된다.

원통이 커져서 베일챔버의 내부를 다 채우게 되면 지속적인 초핑사료작물의 공급량의 유입에 따라 점진적으로 형성된 베일에 가해지는 압력이 증가하고 다지기가 진행되면서 고밀도의 베일성형이 완성되는데 베일의 압을 결정하는 것은 체인의 인장력이 되며 이는 체인을 구동하는 구동스프로켓의 구동 토크에 의해 결정되며 엔진에 의해 유입된 동력이 토크를 결정하게 되는 것이다.

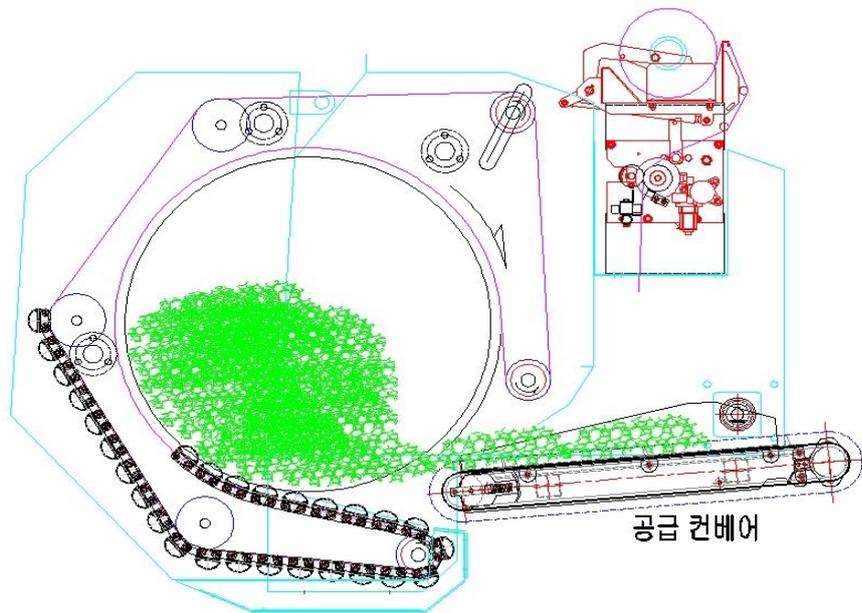


그림 3-10. 베일링 장치의 구조 및 베일대상작물 흐름.

나. 베일링 형성 원리 응용

초핑된 사료작물을 베일링하기 위해서는 기존의 베일링 방법인 체인바형, 롤러형, 벨트형 중에서 조밀체인바에 의해 베일링을 하는 것이 가장 효율적이다. 이는 베일링을 행하는 대상사료작물의 형상이 10-20mm정도의 작은 입자이기 때문에 가능한 마찰면의 틈새가 적어야 하고 진행방향(종방향)으로의 틈새가 없는 것이 유리하고 또한 베일진면에 균일한 압력을 가할 수 있고 상대적으로 적은 동력으로 베일링이 가능하기 때문이다.

다. 베일링 장치의 개발

(1) 일반체인베일러의 성형실(베일챔버) 프레임을 활용할 수 있도록 일반형베일챔버를 구매하여 조밀형의 베일챔버로 개조를 하였다.(프레임의 제작은 금형비 및 지그비가 과다 소요)

(2) 동력이 동력장치로 부터 30마력이상이 회전수와 회전방향이 일치하게 유입될 수 있도록 벨트전동과 기어물림과 변속비를 적용하여 540rpm과 CCW방향의 동력이 입력되도록 하였다.

(3) 베일챔버의 유입단을 초핑된 사료작물이 누설됨 없이 투입될 수 있도록 밀폐구조로 하고 연장하여 체인바가 원활하게 투입된 초핑사료작물을 챔버내로 끌고 가도록 하였다.

(4) 가장 중요한 것은 일반베일러에 비해 베일에 가해지는 압력을 증가시켜야 하므로 체인의 규격을 높은 전용체인을 설계하여 제작하고 체인바 또한 조밀형의 보강된 바를 설계하여 제작하였다

(5) 제작된 베일러를 개조된 콤바인차대위에 탑재하여 탑재시 간섭과 베일챔버의 후방도어를 열어 베일을 방출시 후방에 탑재될 램핑장치작동시의 연계동작이 원활하게 이루어 지도록 하였다.

(6) 동력을 입력하여 작동실험을 행하여 소음이나 진동의 개소를 점검하고 정상적인 동작이 이루어 짐을 확인하였다

이상 베일링 장치의 개조 작업 과정을 요약하여 그림 3-11에 나타내었으며, 그림 3-12는 베일링 장치가 차대에 탑재된 모습이다. 또한 개발된 베일러용 체인과 체인바를 그림 3-13에 나타내었다.

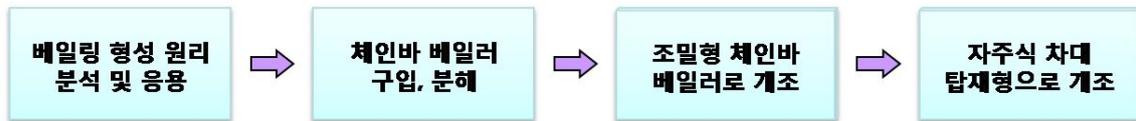


그림 3-11. 베일링 장치 개조 및 개발 작업 과정.



그림 3-12 자주식 차대에 탑재된 베일링 장치



그림 3-13. 개발 제작된 베일러용 체인과 체인바

라. 네팅장치

(1) 네팅장치 구조 및 기능 분석

베일챔버내에서 초핑된 사료작물의 베일성형이 완료되면 베일챔버 후방도어를 열어서 베일을 방출하게 된다. 방출하기 전에 베일성형 완료 상황이 압력스위치에 의해 인지되면, 네팅장치가 작동하고 네트가 유입되어 베일뭉치를 감싸게 된다. 적정의 감김이 완료되면 커터의 작동으로 네트가 절단되면서 네팅작업이 종료되고 네팅된 베일뭉치를 방출하게 된다.

네팅장치는 그림 3-14에 나타난 바와 같이 크게 **네트롤거치대와 네트롤 누름장치**, **네트유입부(네트유입구동, 피동롤러)**와 **네트커팅부** 등으로 구성되고 일정한 텐션으로 네트가 유입되도록 하는 기능이 곧 베일뭉치를 양끝단까지 네트로서 잘 감쌀 수 있는 가장 중요한 기술이다

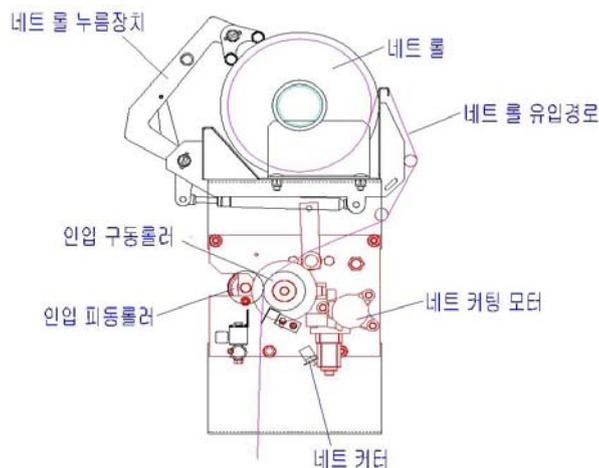


그림 3-14. 네팅장치의 구조 및 네트유입 흐름.

(2) 네팅장치 설계 및 제작

초기 네트유입이 **네트공급부하를 줄인 상태에서 자연스럽게 네트유입구동롤러에 의해 유입되어야 한다.** 네트유입을 유도해 주는 네트유입구동롤러의 동력은 네팅장치 외부의 동력(베일

링장치의 동력)을 텐션폴리를 이용하여 필요시에만 동력을 연결하여 사용하거나 별도의 동력을 사용하여(전기모터, 유압모터 등) 구동한다. 일정 네트의 유입이 이루어져서 베일뭉치에 감기면 베일뭉치가 베일챔버내에서 회전해서 네트를 저질로 끌고 들어가게 되는데 이때 네트에 걸리는 **절단면저항이 25Kg이상이 적어도 유지되어야 네트의 피짐이 양호하고 베일의 끝단까지 잘 감싸줄 수 있게 된다**는 것을 확인하였다. 이 저항은 네트롤의 누름장치, 경로저항, 유입롤러와 피동롤러의 구름저항 등에 의해서 야기되는데 이들의 합력의 적정 분배가 중요하다. 네트의 유입량은 항상 네트유입구동롤러의 회전수를 감지하여 판단하도록 하였고 네트가 적정의 길이가 유입되면 유입중인 네트를 커팅해 주는 커팅바가 작동하여 네트를 절단하여 베일뭉치에의 네팅작업이 종료 되도록 하였다. 이러한 네트장치를 설계하고 제작하였으며, 그림 3-15와 그림 3-16에 네트 커팅 장치의 3차원 설계도면과 제작된 네팅장치의 모습을 각각 나타내었다.

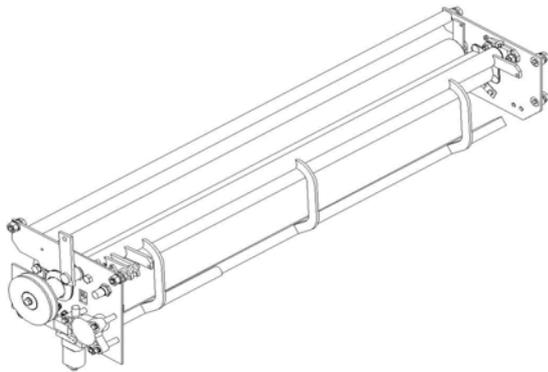


그림 3-15. 네트 커팅장치의 3차원 설계 도면

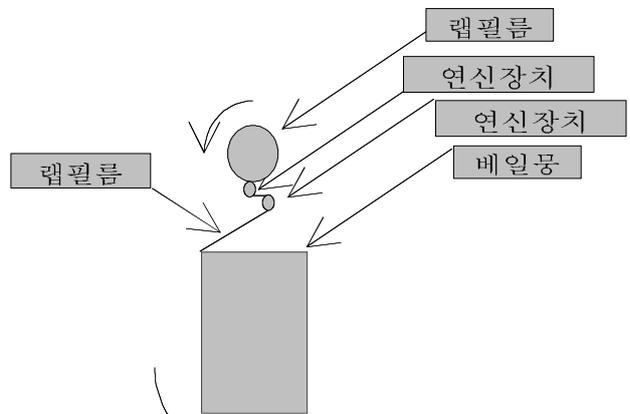


그림 3-16 랩핑 원리 및 구조.

마. 랩핑장치

(1) 랩핑장치의 원리 및 구조 분석

그림 3-16에 나타난 바와 같이 베일뭉치가 반시계방향으로 회전하면 베일뭉치에 묶여 있는 랩비닐이 랩 필름롤로부터 풀려 나온다. 랩필름을 누르고 있는 연신장치롤러 A는 마찰에 의해 회전하고, 연신장치롤러A는 쌍기어로 연결되어 있는 연신장치롤러 B를 강제회전시킨다. 이때 연신장치롤러 B가 연신장치롤러 A보다 빨리 회전하여 롤러 사이에서 비닐이 늘어나는 연신작용이 일어나면서 베일뭉치를 감게된다. 따라서 랩비닐의 연신범위내에서 가능한 인장력이 강하게 작동하도록 랩핑작업을 행하면 베일뭉치에 가해지는 가압력이 세어지고, 이는 곧 베일뭉치내의 공기를 줄여주고 밀봉효과를 높여주어서 양질의 사일리지의 제조와 저장이 가능해진다. 이러한 가압력은 비닐의 인장에 따른 복원력에 기인하며 인장력은 연신장치의 연신롤러A와 B의 회전비가 클수록 베일뭉치를 돌려주는 힘이 클수록 강해지지만 비닐의 연신율을 고려하여 설정한다.

(2) 랩핑 장치의 설계 및 제작

베일을 피복(랩핑)해 주는 랩핑장치는 크게 두가지 방법으로 행해지고 있는데 베일을 회전시

키는 방식에 따라서 롤러방식과 테이블방식으로 구분되고 랩핑비닐롤의 작동방식에 따라서 랩핑암회전식과 랩핑암고정식으로 구분된다.

본 연구개발에서는 베일러의 후방에 탑재되어 베일링작업 후 랩핑작업을 연속으로 행하는 복합작업기의 형태를 가지므로 이송이나 작업성의 편리함이 중요하므로 간단하고 콤팩트한 구조의 랩핑장치여야 한다. 따라서 랩핑장치의 방식은 **테이블회전식이면서 랩핑암고정식의 장치**를 구상 설계토록 하였다.

(가) 고정프레임에 부착된 유압모터에 의해 회전하는 테이블을 구성하고 이 회전테이블 위에 베일을 회전시키는 두개의 롤러를 비치하여 테이블을 회전시키는 유압모터의 회전력으로 롤러도 동시에 구동하여 베일이 롤러에 의해 자전하면서 회전테이블의 회전에 따라 회전하는 두축의 회전을 유도하여 고정프레임에 부착된 고정식랩핑암을 기준으로 운동하게 하였다.

(나) 고정랩핑암과 회전테이블 사이에 랩핑비닐의 홀딩과 커팅을 행하는 커팅장치를 회전테이블상에 비치하여 고정테이블에서 유압실린더의 동작만으로 랩핑비닐의 홀딩작업과 커팅작업이 행해지도록 하여 자동으로 랩핑을 행하고 커팅을 하고 다시 다음 베일을 랩핑할 수 있는 시퀀스 동작을 원활하게 할 수 있도록 설계하였다.

(다) 설계도에 의거하여 제작하여 조립하면서 작동성을 점검하여 랩핑장치를 작동실험을 행하고 있다. 그림 3-17은 개발 완료된 랩핑 장치의 3차원 설계 도면이며, 그림 3-18은 개발된 랩필름 거치대, 연신 및 커팅장치의 모습을 나타낸다.



그림3-18. 제작된 랩핑장치

제 6 절 통합 시스템 구축

1. 개별 요소 장치 탑재용 자주식 무한궤도차대 개조

개별 기능장치를 탑재하고 동력을 공급하고 이동하면서 작업이 가능하도록 하기 위해서는 자주식동력장치가 필요하다. 또한 작업의 편이성이나 협소한 전담에서의 사료작물의 수확베일링을 수월하게 작업하기 위해서는 무한궤도식이 차륜식보다 회전반경이나 습전에서의 적응력이 우수하므로 무한궤도식을 선택하였다.

가. 소요동력면에서 가능한 최대의 동력을 구비한 모델을 선정하며 최소한의 동력으로 사료수확장치가 30마력, 베일링장치가 25마력, 무한궤도의 주행이 15마력 랩핑이 10마력 컨베어가 3마력 정도가 소요되어 총 83마력이 필요한데 최대 89마력의 동력을 보유하도록 하였다.

상세한 개별장치의 소요동력은 시스템의 완성 후 실험과 계측에 의해 분석할 것이다.
(잠정적인 소요동력은 유사기계의 사용메뉴얼이나 카달로그에 의해 수집하였다.)

나. 엔진에서 나온 출력축은 HST를 거쳐 주행동력을 제공하며 다음에 각 개별 기능장치가 사용할 동력을 분배토록 하였다. 엔진출력축 rpm은 운전 계기판의 엔진 rpm과 동일하다.

다. 유압펌프는 HST구성펌프와 실린더 작동을 위한 펌프(19cc/rev) 2조로서 구성되어 개별장치의 유압라인의 유량이 제공되도록 하였다.(필요 적정유량은 30리터/분) 이러한 유압라인을위해 유압유탱크와 냉각장치를 구비하였다.

라. 선정된 차대 도면에 개별장치의 도면을 올려서 전체 레이아웃을 구성하였다.

마. 결국 차대의 예취부를 제거하고 예취부의 상하 승하강 실린더와 승하강구조를 하베스터의 승하강 구조로 변경하기 위해서 회전중심을 이동하고 브라켓을 보강하였다.

바. 차대위의 개별장치를 배치하기 위해서 유압배관, 유압제어밸브, 배선, 브라켓류, 연료배관, 연료탱크 등을 재배치하였다.

사. 베일링장치와 공급컨베어를 탑재하기 위한 브라켓을 설계 부착하였다.

2. 동력전달장치 설계 및 개발

우선 콤팩트차대의 엔진에서 발생한 동력을 출력축에서 각 기능부에 전달하기 위해서 각 기능장치가 원활하게 작동할 수 있는 동력의 분배를 고려하였다.

동력이 소요되는 개별장치는 크게 사료작물 수확기(30마력), 베일링장치(25마력), 무한궤도주행동력 20마력, 유압구동(랩핑장치와 공급컨베어 구동)10마력으로 분석하였다. 개별장치별 동력을 필요로 하고 각 동력은 개별 기동과 정지가 가능해야 하고 동시작동도 가능해야만 작업성을 만족할

수 있다.

가. 출력축의 종단에 6열 풀리를 설치하여 3열은 베일장치의 동력의 전달용으로 3열은 전방에 탑재될 사료수확장치의 동력원으로 사용토록 분기되도록 한다. 여기서 분기된 동력은 반대 축의 피동풀리에 의해 기능장치의 입력축을 기동하게 되는데 각 30마력을 전달할 수 있는 벨트를 선정하고 베어링장치 및 사료수확기의 입력축은 540 rpm이 되도록 풀리비를 결정하였다.

나. 특히 베어링장치로의 유입축은 회전방향이 반대이므로 기어를 사용하여 역회전 동력이 입력되도록 하였다.

다. 또한 엔진축의 풀리에서 각 장치로의 벨트전동에는 **텐션 풀리클러치**를 설치하여 전동을 운전석에서 클러치레버로서 차단 및 연결을 할 수 있도록 하였고 과부하시에는 풀리에서 미끄러짐이 발생하도록 하여 안전을 도모하였다.

라. 이를 제작하여 차대에 설치를 행하고 동력을 전달하여 사료수확기와 베일러의 입력단까지의 동력전달 및 클러치에 의한 동력차단을 행할 수 있도록하였다.

이와 같이 구성된 동력전달 체계도를 그림 3-19에 나타내었으며, 그림 3-20은 제작완료되어 설치된 동력전달 장치의 모습이다.

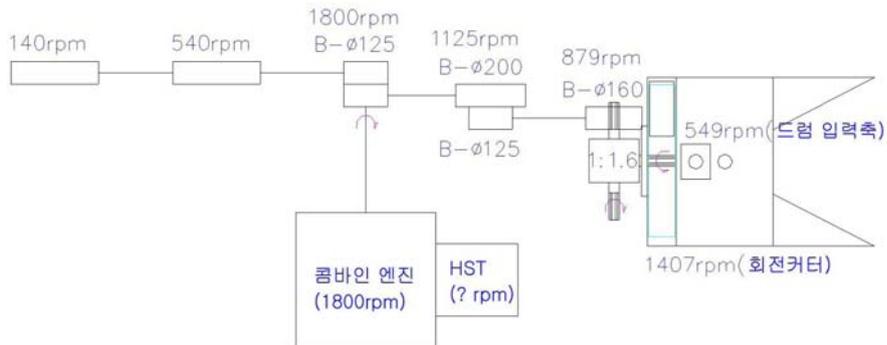


그림 3-19 통합시스템의 동력전달체계도.



그림 3-20 제작설치된 동력전달장치.

개별 요소 장치들의 통합 작업 과정을 요약하여 그림 3-21에 나타내었으며, 각 요소장치들의 배치도와 통합작업이 진행되는 모습을 그림 3-22와 그림 3-23에 나타내었다.

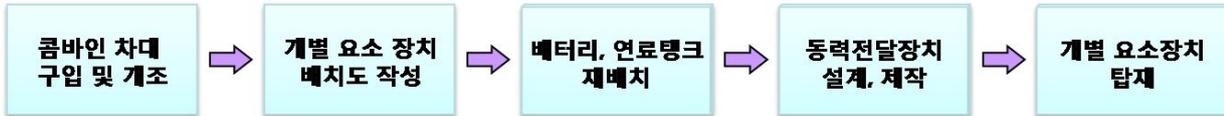


그림 3-21 통합 시스템 구축 작업 과정

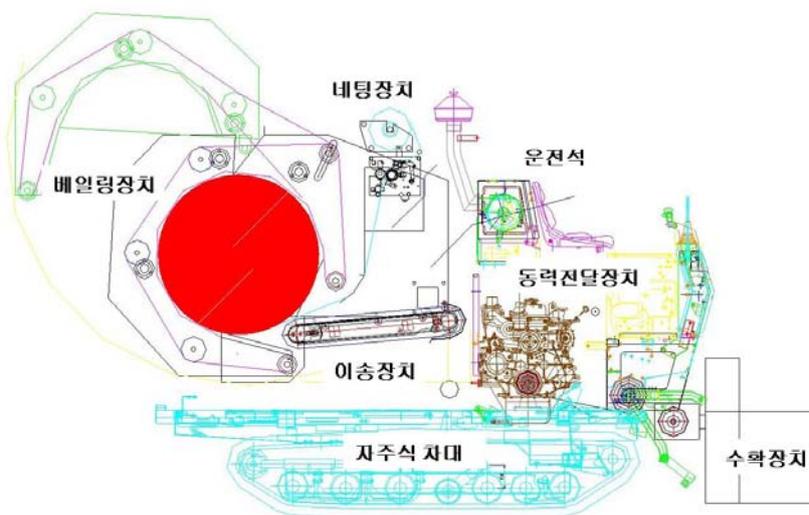


그림 22 개별 요소 장치의 배치도



그림 3-23 자주식 무한궤도차대에 탑재된 요소 장치들의 모습.

제 7 절 사일로제조기의 경제성 검토.

사일로제조기를 개발함에 있어서 관행의 방법에 의해 베일사일로를 제조하는 것과 개발된 사일로제조기에 의해 제조하는 것과의 투자비와 작업비용을 비교하여 그 경제성을 분석해 보는 것은 개발과정에 있어서 대단히 중요한 과정이다.

아래의 경제성을 비교해 보면 옥수수 1ha(소출량 평균 50톤/ha)를 수확하여 베일사일리를 제조하는데 소요되는 비용은 수입기계를 이용할 경우 130만원 이상이 되고 개발하고자 하는 과제의 기계를 사용할 경우 90만원 정도로서 30%이상의 절감 효과가 있다. 특히 작업비용 중 랩비닐의 비용을 제외할 경우 50%정도의 절감 효과를 볼 수 있는 것으로 예상된다.

기존의 수입기계에 의해 이루어 지는 두 가지 형태의 작업방법과 경제성 비교를 수행하였다.



그림3-24. 개발된 장치로 베일링작업 진행 및 제조된 베일뭉치의 사진

1. Case I. 자주식플레일식수확베일링기와 별도의 랩핑기로 행하는 작업방법과의 비교

작업방법		수입기계에 의한 베일사일로의 제조	개발기계에 의한 베일사일로의 제조
소요기계		자주식플레일형수확베일링기 1대 랩핑(피복)기 1대, 트랙터 1대	자주식사일로제조기 1대
기계설비 투자비용		1억8천만원/set 현재 구입가격	9천만원 예상
소요작업인원		최소 2인 (1일 10만원/인)	최소 1인
작업비용 (1ha 당) 옥수수	감가상각비	385,700원/일	192,850원/일
	이자	120,000원/일	60,000원/일
	인건비	200,000원/일 (10만원/인/일*2인)	100,000원/일
	연료비	128,000원/일 (10리터/대*2대*8시간*800원/리터)	64,000원/일
	랩비용	480,000원/일	480,000원/일
	소계	131833,700 원/일(1ha)	896,850 원/일
비고		<p>랩비닐의 비용이 전체 소요비용의 30%이상을 점함을 알 수 있다. 다음과제는 랩소요량을 줄일 수 있도록 베일의 크기를 가능한 키우는 것이 중요한 과제가 될 것이다. 인건비는 보통 소유주가 공동으로 이용함으로 별도 지급을 하진 않는다. 트랙터는 기보유하고 있을 수도 있다.</p> <p>플레일식(도리깨 방식)의 수확 후 베일링은 초평상태가 너무 러프해서 옥수수사일리지의 품질이 열악함 (옥수수에는 적합하지 않은 방법임)</p>	

*** 감가상각비 계산은 정액법, 내구기한은 7년, 기계잔존가는 구입가의 10%

*** 이자는 년리 4 %를 적용 *** 연료비는 경유 면세유 기준 800 원/리터(2010년 3월 가격)

*** 기계사용기간은 **년 60일 사용 기준**, 1일 8시간 작업기준 (1ha/일, 작업능력)

*** 랩비용은 500mm폭 비닐랩 1롤로 20베일 랩핑 가능, 1롤 가격은: 60000원/ 1랩비닐롤

2. Case II. 작물수확기와 정치식베일링기와 별도의 랩핑기로 행하는 작업방법과의 비교

작업방법		수입기계에 의한 베일사일로의 제조	개발기계에 의한 베일사일로의 제조
소요기계		트랙터담재형 사료수확기와 호퍼 1 세트 정치형 베일링기 1대 랩핑(피복)기 1대, 트랙터 3대	자주식사일로제조기 1대
기계설비 투자비용		2억원/set 현재 구입가격	9천만원 예상
소요작업인원		최소 3인 (1일 10만원/인)	최소 1인
작업비용 (1ha당) 옥수수	감가상각비	428,500원/일	192,850원/일
	이자	130,000원/일	60,000원/일
	인건비	300,000원/일 (10만원/인/일*3인)	100,000원/일
	연료비	192,000원/일 (10리터/대*3대*8시간*800원/리터)	64,000원/일
	랩비용	480,000원/일	480,000원/일
	소계	1,530,500 원/일(1ha)	896,850 원/일(1ha)
비 고		랩비널의 비용이 전체 소요비용의 30%이상을 점함을 알 수 있다. 랩소요량을 줄일 수 있도록 베일의 크기를 가능한 키우는 것이 중요 인건비는 보통 소유주가 공동으로 이용함으로 별도 지급을 하진 않는다.	

표3-8. 진행사항 요약

1.시스템을 구성하는 개별장치에 관한 자료, 경험을 수집하고 조사, 비교분석하여 개별장치의 기능구현 방식과 사양을 결정하였다.

개별장치명	옥수수하베스터	베일장치	랩핑장치	네팅장치
방식과 사양	피젯방식, 1조식	조밀체인바 방식 베일폭850mm*900mm직경	턴테이블 회전식 베일폭1000mm가능	전기전자식 베일폭1000mm가능
특징	2조식까지도 가능 전방설치작업 가능	일반작물, 초핑된 사료도 베일작업가능	접이식, 콤팩트형 베일러 후방 부착	자동, 수동 겸용

2.시스템을 구성하기 위한 자주식무한궤도 차량을 선정하여 이를 개조하고 수정하여 개별장치를 탑재하고 동력을 전달하여 개별장치의 기능을 구현토록 준비하였다.

3.개별장치를 구성하기 위한 기능품과 부품을 조사하여 가능한 구매가 가능한 설계가 이루어지도록 표준품, 기성품의 조합을 기본으로 구성하도록 하였다.

4.단기간에 적은 비용을 투자하여 좋은 연구의 성과를 얻기 위해 기성제품의 수정개조, 표준 부품의 사용을 기본 설계개념으로 하고 연구결과의 파생제품이 다수 얻어질 수 있도록 설계하였다.

후속의 연구로 개발 예상되는 파생제품은

견인식베일랩핑기	트랙터의 후방에 연결되어 베일링작업과 랩핑작업을 동시에 행하는 복합작업기
옥수수하베스터	옥수수를 수확하여 초핑한 후 저장호퍼에 배출해 주는 트랙터부착형 작업기
옥수수베일러	초핑된 옥수수를 베일링 해주는 작업기
자주식옥수수수확 베일러	후방의 랩핑기를 제외한 옥수수를 수확초핑한 후 베일링해 주는 작업기

5.원천설계 기술을 위한 실증데이터를 확보하기 위한 이론 분석과 실증 실험을 위한 준비를 제품개발과 병행하여 모방 연구나 설계가 아닌 고유의 기술취득과 설계능력을 보유하도록 하였다.

제 8 절 자주식 주행장치의 응용개발

1. 자주식 주행장치의 선정

1차의 자주식 주행장치는 국내에서 생산되는 콤파인차대를 베이스로 각 개별장치를 탑재하고자 하였다. 선정된 차대는 국내에서 국산화되어 생산되는 콤파인 중에서 가장 탑재능이 큰 5조식 HU6000(동양물산 제품임)를 선정하였는데 개별기능장치가 탑재될 수 있는 공간과 성능을 발휘할 수 있는 엔진출력이 가능한 기종으로 탑재 후 실증실험을 통해서 설계데이터를 확보하고자 하였다.

표3-9. HU6000 제원

구 분		규격 및 사양
차대 기체크기	길이	4660mm
	폭	1960mm
	높이	2340mm
	중량	3489kg
	최저지상고	200mm
엔진	제조업체	일본 안마
	배기량(cc)	3318
	기통수	4
	연소실형식	직접분사식
	최대출력(ps)	83.5
	정격출력(ps)	72.0
주행부	주행속도(m/sec)	0-2.57
	차륜규격(폭*피치*피치수)mm	500*90mm*52개
	차륜거리	1000mm
	접지면적(폭*접지길이)mm	500*1520
	궤도접지압(kg/m ²)	0.22

2. 자주식 주행장치의 구조 및 수정

1차년도에 행한 개별장치의 구동을 시스템적으로 연계작동될 수 있도록 선정된 콤파인 차대의 수정작업을 보완하여 필드실험을 행할 수 있는 준비를 진행하였다.

가. 엔진 크랭크축에서 동력을 유니버설조인트로 전달받아 동력을 분배하여 하베스터 구동과 베어링장치의 구동을 하도록 하였다. 엔진정격회전수에서 하베스터나 베어링부의 동력유입축은 회전수가 540rpm이 되도록 벨트,풀리와 기어전동으로서 감속비를 조정 설치하였다.

이는 트랙터의 PTO표준 회전수 540rpm에 작업기를 독립적으로 매칭시켜 사용할 수 있도록 하기 위함이다.

나. 하베스터는 엔진의 회전방향과 같은 방향이지만 베일링부의 동력축 회전방향은 반대이므로 베일링부로의 동력분배 후 기어전동을 두어 회전방향을 역으로 하여 인입되도록 하였고 최종적으로 체인전동으로 스프로킷을 구동하여 베일링체인바를 작동하도록 하였다.

다. 하베스터와 베일링부는 동력을 차단할 수 있어야 하고 과부하시 보호할 수 있도록 벨트텐션클러치를 차대전방부의 하베스터 동력전달 및 차대후방부의 베일링장치 동력전달 벨트상에 각각 설치하여 운전석까지 케이블와이어와 레버로서 연결설치하여 작업자가 레버를 조작함으로써 클러치조작이 가능하도록 하였다.

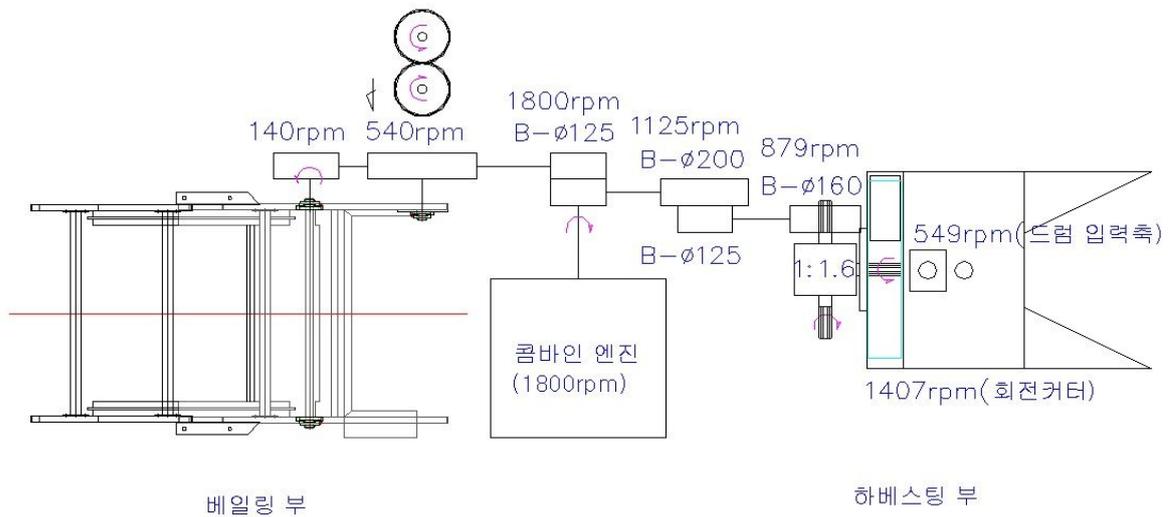


그림 3-24. 동력전달 계통도

라. 유압발생을 위한 동력을 제공하기 위한 동력은 엔진크랭크축에서 상기의 베일링동력과 하베스팅동력을 분기한 것과 마찬가지로 분기의 전방에서 축에 삽입된 풀리를 통해서 벨트전동으로 엔진크랭크축과 동일한 회전수로 전달되도록 하였다.

필요로 하는 유압펌프의 토출량은 토출압 150kgf/cm²으로 20리터/분 이므로 이때 소요되는 동력은 7.4 HP정도가 필요하게 된다.

펌프소요동력 : $L = P * Q / (450 * \eta)$

L : 소요동력 (HP)

P : 토출압력 (kgf/cm²)

Q : 토출량 (ℓ/min)

η : 전효율(90%)

제 9 절 연계시스템의 설계

개별 장치들의 개별성능은 1차년도에 평가하였는데 이들 개별 장치를 자주식차대에 탑재하기 위해서 개별 장치들을 자주식차대에 탑재할 경우의 탑재조건을 충실히 고려하고 개별 장치들간의 연계동작을 원활하고 효율적으로 이루기 위해서 각 개별 장치들 간의 성능과 특성을 생각하여 상호연결조건을 파악하고 연계부를 설계 적용하였다.

1. 개별 장치 적정배치를 위한 전체 LAY-OUT 설계

사일리지베일제조기에 의해서 조사료 수확에서 베일래핑작업 후 지면에 래핑된 사일리지베일을 내려놓기까지의 전체적인 작업의 흐름을 효율적으로 수행하기 위해서 개별 장하다 기능, 성능, 위치, 크기 등의 특성을 고려한 배치도의 전반적인 재검토가 필요하다.

(개별 장치를 설계할 때도 물론 시스템을 고려하여 전체적인 흐름을 고려했음)

가. 포장에 식재된 사료작물을 손상없이 순차적으로 작업가능토록 개별 장치를 배치한다.

나. 가능한 주어진 작동영역을 100%활용 가능하도록 배치한다.

다. 전체적으로 주어지는 동력(기계동력, 유압동력) 등을 고려하여 가능한 적은 동력에 의해 개별 장치들이 작동될 수 있도록 적용한다.

라. 여러 개별 장치를 부착, 탑재한 복합기이기 때문에 구조를 단순하게하고 크기를 줄이는 방향으로 집중해야 한다.

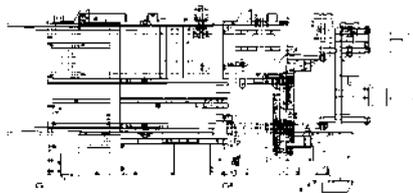
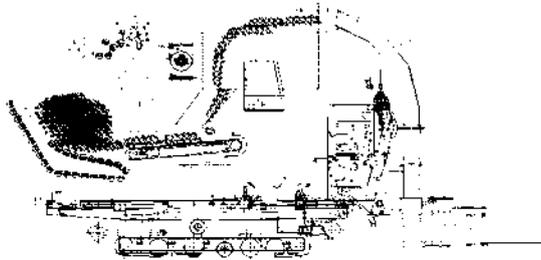


그림3-25. 자주식차대에 개별 장치가 배치된 LAYOUT

2. 개별장치간의 연계성을 고려한 설계를 행한다.

개별장치간에는 처리능력이 차이가 있고 행해지는 동작특성이 다르기 때문에 탑재 시에 반드시 고려해야 할 조건을 고려하여 연계장치를 설계하였다.

가. 연계장치는 반드시 완충역할을 해 주는 안전장치가 있어야 한다.

나. 탑재 시의 연계조건을 가능한 만족하는 설계가 되어야 한다.

다. 초핑사료의 흐름이 공정에서 막힘이 없도록 후공정의 처리능이 항상 전 공정의 처리능보다 크도록 설계한다.

라. 연계부에서의 발생하기 쉬운 누설손실이나 간섭에 의한 공정흐름의 단속현상은 배제하도록 한다.

제 10 절 자주식 주행 장치에의 기개발된 개별장치 탑재

개발된 개별 장치를 선정된 자주식 주행 장치에 탑재하거나 부착하여 탑재 시 개별 장치간의 간섭, 동작의 연계성, 효율적인 흐름의 제공 등에 관련한 유의점을 살피고 실질적인 현장사일리지 작업을 필드에서 시행하기 위한 사전 테스트를 행할 준비를 행하였다.

1. 하베스팅 장치의 탑재

하베스팅장치는 차대의 전방에 설치되어 차대의 전진주행에 의해 포장에 식재된 사료작물을 예취하여 초핑한 후 베일링장치에 공급할 초핑사료를 저장공급장치에 커팅부의 커터 겸 팬날개로 작동되는 팬블레이드의 회전에 의해서 이송해 주는 장치로서 작업시 최초의 공정으로 후 공정에 미치는 영향이 크게되는데 따라서 여러 연계작업 조건을 적합하게 맞추어 수행할 수 있어야 한다.

가. 탑재의 조건 및 적용

(1) 상하작동이 필요하다.

탑재 시의 이동을 위해서 하베스팅 장치를 상하로 작동가능하게 하기 위해서 링크구조가 필요하므로 차대에 피봇을 설치하여 하베스팅장치 상부에 설치된 피봇과 연결되는 고정바를 설치하고 하베스팅 장치의 하부에 피봇이 설치되어 차대에 설치된 피봇의 사이에는 유압실린더를 비치하여 유압실린더의 조작으로 하베스팅 장치의 위치를 조정할 수 있도록 하였다.

(2) 옥수수 식재거리를 고려하여 탑재하였다.

옥수수 식재 조간거리 50-70cm, 주간거리 30-40cm로서 조사료용으로 재배할 경우 조간거리 70cm, 주간거리 30cm로 하기 때문에 1조식 하베스팅 장치의 중심은 탑재차대의 좌측단에서 70cm이하의 위치에 있어야 하고 2조 이상의 하베스팅 장치의 경우도 이를 고려하여야 한다. 본 실험기에서는 1조식 하베스터이므로 하베스팅 장치의 중심을 탑재차대의 좌측단에서 70cm의 위치에 두어서 예취작업 시 예취열의 측면열의 옥수수를 손상하지 않도록 하였다.

(3) 슈트는 가능한 이송저항을 적게하고 저장공급 호퍼에 균일한 공급을 하도록 하였다. 하베스팅 장치에 의해 예취되어 초핑된 사료작물이 슈트를 통해서 저장공급 호퍼에 공급되는데 슈트의 궤적은 가능한 완급의 곡선(가능한 벤딩곡선경을 키워 제작)과 단축된 길이를 가지도록 하였다. 배출구측은 완만하게 확관되어 이송된 초핑사료가 확산되어 저장공급 호퍼에 가능한 넓고 고르게 퍼져서 공급되도록 하였다.

또한 슈트와 하베스팅 장치의 커팅&송풍부와 연결은 플랜지형으로 볼트로써 체결하되 슈트의 방향은 조절할 수 있도록 볼트체결위치를 회전변경이 가능하도록 하였다. 슈트의 내부는 마찰저항이 없도록 가공부위가 없도록 하였다. 그렇게 함으로써 슈트형하베스터에 있어서 막힘빈도가 가장 높고 작업에 지장을 초래하는 배출슈트에서의 막힘현상을 배제하여 특히 연계작업이 동시에 이루어지는 복합기에 있어서 공정의 흐름에 장애를 야기 시키는 요인은 반드시 제거하여야 한다.

(4) 슈트에서의 초핑사료의 배출과 동시에 배출되는 송풍을 고려해야 한다.

슈트에서의 배출은 커팅부의 커터 겸 팬날개로 작동되는 팬블레이드의 회전에 의해서 이루어지는데 커팅부에서 잘려진 초핑사료작물의 배출과 동시에 송풍이 발생하여 이 바람에 의해 초핑사료의 비산손실과 후공정 작업을 수행하는 네팅장치의 네트유입에 교란요인으로 작용할 수 있기 때문에 적정의 방출 풍량범위를 선정할 수 있도록 하고 팬블레이드의 수량과 회전수와 풍량의 상관관계를 측정하여 규명하도록 한다. 또한 풍량과 비산 정도를 비교데이터화하여 적정의 풍량을 적용가능하도록 하고 비산에 의해 저장공급장치에 전달된 후의 풍량처리를 행하는 구조를 저장공급장치에 적용하여 비산손실을 방지하고 네트유입시 네트유입에 교란을 주지 않도록 차단장치나 회피장치의 설정을 고려하도록 하였다.



그림3-26. 하베스팅장치의 탑재

나. 탑재시의 시운전 및 보완

탑재 후 전후의 개별장치와의 연계작업을 행할 때 발생하는 여러 문제점은 시스템을 설계함에 있어 설계상의 중요한 사항이 되고 전체적인 기능, 성능에 지대한 영향을 미치므로 개별장치를 탑재하면서 개별장치간의 연계작업을 순차적으로 행하여 연계동작에 지장을 초래하는 부분을 보완 조치하고 시스템 설계 시 이를 반영하고자 하였다.

(1) 탑재 작업시 작동 중 간섭부분의 점검과 수정

도면에 의거 제작 탑재된 하베스팅 장치의 연결부분에 있어서 기존 콤바인차대의 위치나 강도가 부적합한 부분은 수정하여 원활한 상하동작과 주행시의 진동이나 충격에 손상이 없도록 보강하였다.

(2) 탑재 후 작물투입하여 작업시 부하에 따라 작동 중 동력전달 점검 및 수정

텐션클러치의 유효작동범위를 조정 설치하여 과부하 시의 슬립, 정격부하 시의 동력전달이 정상적으로 이행되도록 하였다. 또한 기능적인 결과를 얻은 후 보다 정확한 동력전달 상태를 확인하기 위해서 실시간 소요동력을 계측하고자 하였다.

(3) 저장공급장치로 공급되는 초핑사료의 비산이 고르게 되는지를 점검하고 보완

탑재 후 동력을 하베스팅장치에 유입시켜 작물을 투입하여 저장공급장치로 하베스팅장치의 슈트를 통해서 공급하여 비산되는 초핑사료의 분포가 좌우 가능한 고르게 확산되고 베일링장치로 직접 공급되도록 조정되도록 점검하고 조정하였다.

(4) 적절한 송풍이 주어지고 있는지 점검하고 보완한다.

하베스팅장치에 의해 초핑사료의 공급과 함께 주어지는 송풍은 너무 강할 경우 초핑사료의 비산 손실을 야기하고 후공정의 네팅유입의 교란요인이 되므로 송풍량을 측정하고 슈트를 통한 공급이 막힘없이 공급될 수 있는 범위내에서 송풍량을 가급적 줄여서 소모 동력을 줄이도록 하고 이때 소요동력도 측정하도록 하였다. 그 결과를 송풍량을 결정하는 하베스팅장치의 커팅부의 커터 겸 팬날개로 작동되는 팬블레이드의 회전수, 팬블레이드의 수량 등의 조정조건으로 설정할 수 있도록 하였다

2. 저장공급장치의 탑재

저장공급장치는 하베스팅장치에 의해 예취초핑된 사료작물이 커팅부의 커터 겸 팬날개로 작동되는 팬블레이드의 회전에 의해서 슈트를 통하여 이송되어 저장공급장치에 공급되고 동시에 저장공급장치의 후방에 위치한 베일링장치의 베일링챔버내부로 초핑된 사료작물을 공급해 주는 역할을 하게 되는데 여러 필요한 조건을 충족하게 탑재되어야 한다.

가. 탑재의 조건 및 적용

(1) 하베스팅장치의 슈트의 유동범위를 고려해야 한다.

하베스팅장치의 슈트를 통해서 초핑사료가 유입되는 저장공급장치는 차대에 탑재된 상하작동 유

압실린더의 작동에 따라 주어지는 하베스팅장치의 상하유동에 간섭이 없게 초핑사료의 슈팅각과 범위를 포함할 수 있도록 위치를 설정하였다.

(2) 베일링장치로 고른 공급과 직접 비산공급이 이루어 지도록 한다.

가능한 저장공급장치의 베일링장치로의 공급구로 바로 비산공급될 수 있도록 비산분배 유도판을 설정하여 좌우로 고르게 비산공급되도록 하였다. 좌우 고르게 비산 공급되지 않으면 후공인 베일링장치에서 베일을 형성할 경우 베일의 좌우의 초핑사료의 밀도가 달라져서 특히 초핑사료를 베일링할 경우 배출시에 베일뭉치내의 초핑사료가 누설되는 문제가 발생할 수 있다.

(3) 하베스팅으로부터의 공급된 초핑사료 외 송풍은 제거가 되어야 한다.

하베스팅 장치에서 예취초핑된 사료작물이 커팅부의 커터 겸 팬날개로 작동되는 팬블레이드의 회전에 의해서 슈트를 통하여 이송되어 온 초핑사료 외에 이송되어 온 바람은 후공정의 네트투입에 교란을 초래할 수 있으므로 이송된 초핑사료를 제외한 송풍을 가능한 저장공급장치에서 배제시키도록 하고 네트투입시의 교란을 배제할 수 있도록 차단판을 설치하였다.

(4) 저장공급장치의 공급컨베어는 후속공정인 베일링장치의 진행과정을 항시 고려해야 한다. 공급컨베어는 기계식일 경우 클러치를 사용하여 동력차단 기능이 반드시 있어야 한다. 본 연구에서는 제어기능을 유압제어에 기반을 두도록 구상하므로 유압모터의 구동에 의해 작동되도록 하였고 제어가 자유롭다. 따라서 후공정인 베일링장치에서 주어지는 신호인 베일설정압 인지 스위칭 신호와 네팅장치의 네트유입완료신호 등에 의해 작동될 수 있도록 하였다.



그림27. 저장공급장치의 탑재

나. 탑재시의 시운전 및 보완

(1) 공급컨베어가 베일성형에 간섭을 발생시킨다.

초핑사료를 저장공급장치에서 베일링장치에 공급할 때 공급컨베어는 초핑사료를 베일성형실에 공급하는 기능만 하는 것이 아니라 베일성형 궤적을 일부분 이루어서 베일형성 시 베일의 회전방향으로 베일뭉치를 회전시키는 보조역할도 하고 베일의 형성 초기에는 베일이 성형실에서 역

으로 토출되는 것도 방지해 주는 역할도 하게 되는데 이러한 기능을 관찰하여 공급컨베어의 성형실에서의 위치와 각도를 수정하였고 제품설계 시에는 컨베어의 구조를 고려하여 굴곡이 있는 베일의 원주를 가능한 감싸주는 형태의 컨베어를 적용해야 할 것으로 판단되었다.

(2) 공급컨베어는 2조로서 설치되어야 한다

구조의 단순화를 위해 공급컨베어를 한 세트로 제작하였으나 하베스팅장치와 베일링장치 사이의 초핑사료의 흐름을 중계하는 역할을 효율적으로 해야한다. 특히 베일링장치로의 공급이 필요없고 하베스팅장치는 작동되는 상황에서도 흐름이 원활하게 이루어져서 시스템이 정상적으로 운영되어야 하기때문에 베일성형실로의 공급은 차단되지만 공급컨베어는 지속회전이 되어야 베일성형을 방해하지 않고 도와주는 역할을 할 수 있다. 따라서 컨베어를 하나 더 설치하여 공급을 차단하는 기능을 보유해야 하므로 이를 추가적으로 설치하였다.

(2차측 공급컨베어의 구동은 베일성형을 위한 체인바의 이송선속도와 동기되어야 하므로 체인바를 구동하는 체인과 연동하여 기계적 구동방식으로 변경하는 것도 최종 평가시에 고려해서 검토해야 할 것으로 판단된다.)

(3) 공급컨베어의 동력은 유압모터식으로만 구성할 수 없다.

1, 2차컨베어 모두 유압모터에 의한 구동으로 탑재를 했으나 2차컨베어는 베일링장치의 베일성형실에 직접 초핑사료를 공급하고 베일성형작업시는 베일성형을 돕는 기능도 가지고 있으므로 베일링장치의 성형체인바의 체인동력과 항시 연동되어 가능한 동일한 선속도로 이송속도를 가지도록 회전수를 설정하는 것이 보다 효율적이다. 따라서 파일럿제품의 설계 시는 1차컨베어는 유압모터에 의한 구동으로 2차컨베어는 베일링장치의 성형체인바의 체인동력과 연동하여 구동될 수 있도록 하였다.

3. 베일링장치의 탑재

베일링 장치는 저장공급장치의 공급컨베어에 의해 하베스팅장치에서 처리된 초핑사료를 공급받아서 설정된 크기의 원형베일을 성형한 후 이때 발생하는 압력을 스위치가 인지하여 더 이상의 초핑사료 공급을 멈춤과 동시에 베일이 성형실에서 배출되었을 때 해체되는 것을 방지하기 위한 네트결속을 행하게 된다. 네트결속을 행한 후는 일반적으로 지면에 방출하는 것으로 베일링장치의 역할을 마치지만 이럴 경우 ①지면에 낙하할 때 베일뭉치의 측면에서 발생하는 초핑사료 낙하손실 ②지면에 방치할 경우 시간의 경과에 따라 자중에 의한 베일원형의 찌그러짐에 의한 래핑작업을 위한 로딩시 어려움 발생 ③래핑작업을 위해 로딩 시 초핑사료 낙하손실 등이 필수적으로 수반되므로 본 개발 기술에서는 베일성형 후 지면에 베일을 방출하지 않고 바로 래핑장치에 받아서 래핑작업을 행함으로써 작업상에서 존재하는 초핑사료의 손실을 방지하고 작업의 단축을 기할 수 있는 것이 큰 장점이기도 하다.

가. 탑재의 조건 및 적용

(1) 저장공급장치의 공급컨베어로부터 초핑사료를 원활하게 공급받을 수 있어야 한다. 저장공

급장치의 공급컨베이어로부터 공급받는 초핑사료를 충분히 소화가능하도록 베일링장치의 베일성형체인바의 체인주행속도가 되어야 하고 체인바에 의한 이송으로 초핑사료가 성형실내로 원활하게 유입되면서 자중에 의한 낙하 시 성형실 외부로 역도출되어 저장공급장치에서 공급되는 초핑사료의 공급에 방해가 되지 않도록 성형실의 입구가 성형되는 원형베일의 궤적보다 돌출이 되도록 하였고 전공정인 저장공급장치의 공급컨베이어가 가급적 베일링장치의 성형실 내로 설치되어 공급되는 초핑사료가 가능한 성형실의 내측으로 낙하되어 공급받을 수 있도록 설치하였다.

(2) 저장공급장치로부터 초핑사료를 공급받아서 베일성형시 누설이 존재하지 않아야 한다. 작업 중에 누설이 존재하지 않도록 베일링장치와 저장공급장치의 연결부는 철저히 밀폐가 되도록 바닥과 측면커버를 설치하고 가능한 공급컨베이어가 베일링챔버의 내부로 설치되도록 하였다.

(3) 베일작업 완료 후 래핑작업으로 이송시 이송거리나 낙하거리를 최소화 해야 한다. 초핑사료의 손실을 최소화하면서 베일링작업이 완료하고 네팅작업을 한 후 작업된 베일뭉치를 베일링장치의 후방도어를 열어 후공정인 래핑장치로 방출하여 래핑작업을 행할 경우 이송과정에서의 진동이나 충격 등은 베일뭉치에 불규칙한 압력으로 변형이 초래되어 네트에 의해 결속되어 있는 원통둘레 외 네트로 결속되어 있지 않은 상태로 존재하는 원통의 측면에서의 초핑사료의 누설이 불가피해 진다.

따라서 베일링장치와 래핑장치는 설치 시 간섭이 발생하지 않는 이송거리나 낙하거리가 최소범위의 위치에 있도록 하는 것이 중요하므로 이를 고려한 적정 높이와 위치에 베일링장치가 탑재되도록 하였다.



그림3-28. 베일링장치의 탑재

나. 탑재시의 시운전 및 보완

(1) 베일의 성형 시 베일 형상이 일측으로 기우는 현상이 나타나고 있다. 전방의 저장공급장치로부터 초핑사료의 공급이 좌우 불균일하게 되어 발생한 것으로 판단되어 구조적으로 하베스팅장치에서 직접 베일링장치로 공급되는 것을 방지하고 저장공급장치의 공급벨트

컨베어로만 저장공급되도록 하되 공급량을 어느정도 제한하고 전체가 균일하게 공급될 수 있도록 1차 공급컨베어를 추가하고 1차 공급컨베어의 토출측 상부에 초핑사료 공급량을 조정가능 하고 좌우 균일한 공급을 할 수 있도록 균배장치를 설치하도록 하여 베일링장치의 베일성형실내 일측으로 공급이 과도하게 이루어지는 것을 조정하도록 하였다.

(2) 네트의 투입 시 네트가 간섭과 교란으로 투입에러가 발생하는 경우가 있다. 몇가지의 원인으로 네트의 투입에러가 발생했는데 네트가 네팅장치의 유입작동에 의해서 공급되면 저장공급장치의 2차컨베어 상에 낙하하여 2차 컨베어의 이송에 의해 베일링장치의 성형실내로 공급되는데 2차컨베어까지의 낙하거리가 멀고 네트가 PP재질로서 가볍기 때문에 바람의 영향이나 습기, 정전기 등에 의해 주변에 달라붙으면 투입에 지장을 초래하여 네팅에러가 발생하는 경우가 있으므로 네트를 강제로 베일성형실로 신속하게 유입시키는 별도의 네트유입장치의 설치가 고려되어야 한다.

4. 래핑장치의 탑재

가. 탑재의 조건 및 적용

(1) 래핑기의 탑재 시 베일링작업과의 작업 흐름에 지장이 없어야 한다. 다른 개별장치 간에도 간섭이나 작업수행시간의 지연 등은 전체 시스템의 성능에 지장을 초래하지만 래핑장치의 경우 최종의 작업종료 공정이면서 예민하고 복잡한 공정이므로 적정의 위치에 탑재되어야 한다.

(2) 래핑테이블이 가능한 베일링장치에 접근되어야 한다. 네팅작업이 완료된 베일뭉치를 신속하게 넘겨 받되 충격이 최소화 되어야 초핑사료 손실이 없을 것이고 빠른 후속작업이 가능해질 수 있다.

(3) 자주식차대의 전후밸런스를 위해 하베스팅장치와 항시 무게균형을 고려한다.

(4) 장치의 이송, 움직임이 많은 부분이므로 내구성이나 조작안전이 매우 중요하다.



그림3-29. 개별장치가 탑재된 자주식 사일리지제조기 (두가지의 예취수확장치를 탑재)

제 11 절 개별기능장치탑재 실험 (필드실험 포함)

1. 실험 준비

포장에서 의 필드실험을 행하기 위하여 1차년도에 개발된 개별장치인 베일링장치, 하베스팅장치, 저장 및 공급장치를 차대에 탑재하고 동력을 연결하고 유압 및 제어부를 자주식차대의 운전자가 통합조정할 수 있도록 제작탑재하여 잡초, 옥수수, 볏짚 등을 하베스터에 유입시키고 베일링 실험을 행하였다.



그림3-30. 시작실 기대 실험 준비 사진

2. 필드실험

안성 옥수수포장지에서 의 포장적용실험을 위해서 옥수수재배현장으로 이동하여 (700평 경사지밭) 실험을 행하였다.

가. 옥수수포장조건

면적	경사	토양	바닥 조건	옥수수 생육상태	생육시기	옥수수 식재간격
700평	완만함	사질토	건조	중간정도 (ha당 35톤)	황숙중기	650mm * 250mm

나. 실험조건

실험항목조건	조건값	비고
작업주행속도	1.5 m/sec	
작업폭	0.7 m	1조식 예취수확
하베스팅 초핑칼날수	5조	송풍과다 보완
운전작업방법	자동 베일링, 네팅 작업	운전 수동
작업자	1인 운전 작업	

다. 실험결과

실험 검사 항목	실험결과	비고
베일성형능	베일성형은 상당히 잘 기능함	성형능 우수
초핑사료 공급 균일성	저장 호퍼의 막힘 편측 공급에 의한 공급 편중 발생	베일 좌우 공급 불일치
초핑사료허실	초핑사료의 좌우 균일공급 미비 베일좌우단 밀도다름 한쪽으로 허실발생(공허)	베일방출 낙하시 완충장치 없음
네팅작동성	네팅은 양호함 베일 좌우단 끝까지 감쌈	컨트롤러의 작동도 양호
베일성형상태	비교적 양호하나 일측으로 공급과다	공급균배기 보완
작업부하	부하는 전혀 없음 베일링 시 베일압을 최대한 두면 동력전달 벨트에서의 부분 슬립 발생	클러치 간극 조절로 보완

라. 총괄평가

예취수확초핑, 베일링 및 네팅 작업을 필드에서 처음 옥수수를 대상으로 실작업 속도에 맞게 시운전 및 실험을 행한 결과

①수확 및 베일링 작업 중 동력계통의 문제나 부하 발생 등은 전혀 없고 텐션클러치도 작동이 양 호하였다.

②하베스팅장치에서의 1.5m/sec주행속에 의한 옥수수유입도 전혀 부하발생 없이 10mm 정도의 초핑크기로 고르게 처리됨을 확인하였다.(30톤/hour 처리 속도)

③저장공급장치의 호퍼의 일측이 막혀 있어서 공급이 적게되는 현상 야기하여 베일링장치에 좌우 불균일 공급으로 베일 좌우 밀도 차이 발생. (좌우 공급 균일화 보완 장치 필요)

④접속부나 틈새가 존재하여 누설허실이 발생하여 밀폐보완이 필요하였다.

⑤네트의 작동은 결과적으로 베일을 잘 결속하고 있는데 네트 유입 에러가 수회 발생 네트 유입 방법의 개선이 필요하다.

⑥처음 필드에서의 적용인데 양호한 결과를 얻었다. 옥수수만을 대상으로 하면 실험기간이 너무 짧아서 충분한 보완실험을 하기 어려우므로 일반 사료작물도 실험대상으로 할 수 있도록 하고 시작실에서의 사료작물 대상실험을 보다 철저하고 충분하게 해서 개선 보완이 잘 이루어지도록 하고자 한다.



그림3-31. 옥수수포장에서 실험 사진

제 12 절 통합유압모듈의 개발

유압시스템은 개별장치의 구동에 필요한 유압회로를 설계하여 유압모듈을 우선 구성하고 이 모듈을 구동하기 위한 유압발생장치를 설계하여 유압발생부를 제작 설치하였고 개별장치를 구동하는 유압모듈을 가능한 통합하여 제어할 수 있도록 하였다.

1. 개별기능부의 구동을 위한 유압장치 설계 및 제작

개별장치의 기능과 작동 범위, 작동조건, 작동 순서 등을 고려하여 유압기기를 검토한다.

이를 통해 개별장치의 구동을 위해 필요한 기능의 구현을 행해주는 액츄에이터를 선정하고 이 액츄에이터들을 원활하게 작동하기 위한 회로를 구성한다.

가. 전체유압의 구성

유압부분을 크게 하베스팅장치, 저장공급장치, 네팅장치, 베일링장치를 관장하는 유압부분과 래핑장치를 관장하는 유압부분으로 구분하여 유압발생부, 제어밸브모듈 등을 각각 분리 구성하도록 한다.

유압발생부는 공히 20 리터/분의 유량공급이 가능한 유압펌프를 사용하고 필터와 회로에 일정 유압을 초과하지 않도록 하는 유압조절밸브와 회로상의 무부하 시 탱크로 유량을 회귀시키는 언로딩밸브를 설치하도록 하여 작업이 진행되지 않을 경우 엔진의 부하를 줄이고 유압유의 불필요한 온도상승을 배제토록 하였다. 또한 가능한 배압이 커져서 문제가 발생하지 않게 탱크 복귀회로의 관로저항이 적도록 하였다.

2. 구성 유압액츄에이터의 기능 및 중요사양

가. 하베스팅장치

(1) 상하이송 단동유압실린더

하베스팅장치의 상하동작을 위해 설치되며 상승 시 유압에 의해 동작하고 하강 시는 안전을 위해 하베스팅장치의 자중에 의해 서서히 동작하도록 한다.

나. 초핑사료저장공급장치

(1) 공급컨베어#1의 구동용 유압모터 : 32 cc/rev

저장공급장치의 상부의 저장공간에 설치된 공급컨베어를 구동하기 위한 유압모터로서 베일링장치의 작동상태에 따라 정지동작이 수시로 이루어져서 초핑사료의 공급을 차단하고 공급하고를 조절하는 기능을 수행한다.

(2) 공급컨베어#2의 구동용 유압모터 : 80 cc/rev

저장공급장치의 하부의 베일성형실에 초핑사료를 직접 공급하기 위한 공급컨베어의 구동을 위한 유압모터로서 공급컨베어와 벨트의 이송속도는 비슷하다.

다. 베일링장치

(1) 후방도어 개폐용 단동유압실린더

베일링장치에서 베일작업이 완료되면 베일링장치의 후방도어를 열어 베일뭉치를 래핑장치로 방출하게 되는데 이때 후방도어를 개폐하는 유압실린더로서 좌우 각각 1개의 단동유압실린더가 후방도어를 열어 베일뭉치를 방출한 후 후방도어를 닫을 때, 즉 하강 시에는 안전을 위해서 후방

도어의 자중에 의해서 서서히 작동하게 된다. 유압회로상의 배압이 존재하므로 서서히 작동할 수 있게 된다.

라. 래핑장치

(1) 래핑테이블 전후 이송장치용 유압실린더

래핑테이블을 전후로 이송시켜서 래핑테이블이 베일링장치로부터 베일을 넘겨받을 수 있는 reset위치와 베일을 탑재한 채 래핑작업을 행하는 위치로 자유롭게 이송시켜주는 역할을 하는 유압실린더.

(2) 래핑테이블 베일적재방출용 유압실린더

래핑테이블에 베일뭉치가 적재되어, 래핑작업을 행하고 방출하는 역할을 하는 래핑테이블의 수평각도를 전측기울임, 수평, 후측기울임 3가지 위치로 잡아주는 역할을 하는 유압실린더

(3) 래핑테이블적재 대차 접이용 유압실린더

래핑테이블프레임 전체를 상승하강 시켜서 사이로제조기가 작업종료 후 이동시 경사지를 오르내리거나 먼거리의 이송시 접어서 콤팩트한 자세로 이송편리성을 더해주는 역할을 하는 유압실린더

(4) 래핑테이블회전용 유압모터 250 cc/rev

래핑작업을 행하기 위해서 래핑테이블을 회전시키는 기능을 하는 유압모터

(5) 랩필름 커팅용 유압실린더

래핑작업을 완료한 후 랩필름을 자르고 랩비닐롤축의 비닐을 잡고 있다 다음의 베일의 랩작업을 자동으로 가능하게 해 주는 역할을 하는 유압실린더.

3. 유압액츄에이터의 위치 및 사양

액츄에이터 종류 및 위치	기능	사양
저장공급장치		
유압모터①, 컨베어① 위치	컨베어①의 구동	32cc/rev 유압모터②와 직렬구성
유압모터②, 컨베어② 위치	컨베어②의 구동	80cc 유압모터①과 병렬
베일링장치		
실린더①, 베일챔버후방도어	베일후방도어의 개폐	단동실린더, 자중복귀
래핑장치		
실린더②, 래핑테이블하부	래핑테이블 전후 이송	복동실린더
실린더③, 래핑테이블하부	래핑테이블 각위치 변경	복동실린더
유압모터③, 래핑테이블하부	래핑테이블의 회전	250cc 유압모터
실린더④, 래핑테이블하부	랩비닐커팅실린더 작동용	복동실린더
실린더⑤, 래핑테이블하부	래핑장치 접이용	복동실린더

표3-10. 개별장치에서의 유압액츄에이터 종류 및 위치

4. 유압시스템의 회로 구성

전체유압회로는 크게 두 개의 모듈로서 구성하고 제작하도록 하는데 이는 개발된 유압모듈이 베일사일로제조기의 제품대동 시의 사용뿐 아니라 개별장치를 활용하는 파생제품이 먼저 출시될 것을 고려하여 하베스팅장치, 저장공급장치, 네팅장치, 베일링장치를 관장하는 유압부분과 래핑장치를 관장하는 유압부분으로 구분하여 실행하였다.

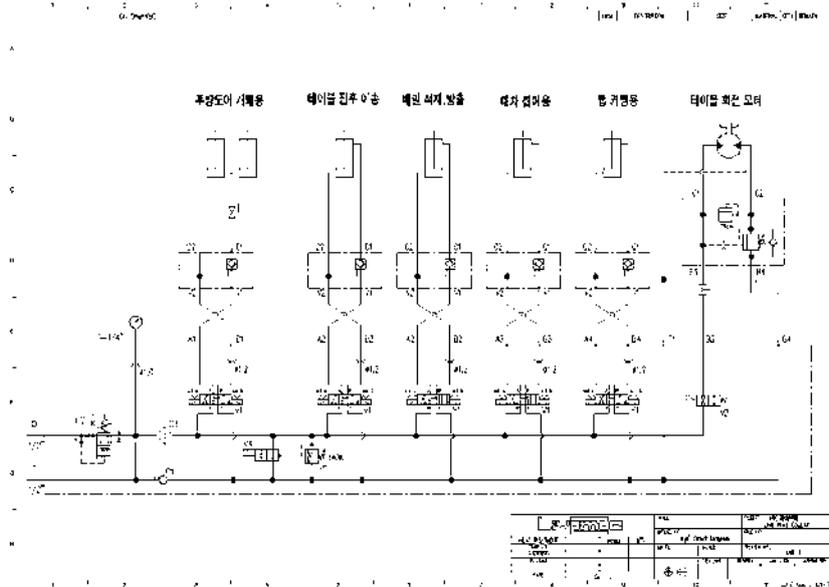


그림3-32. 하베스팅장치, 저장공급장치, 네팅장치, 베일링장치를 위한 유압회로

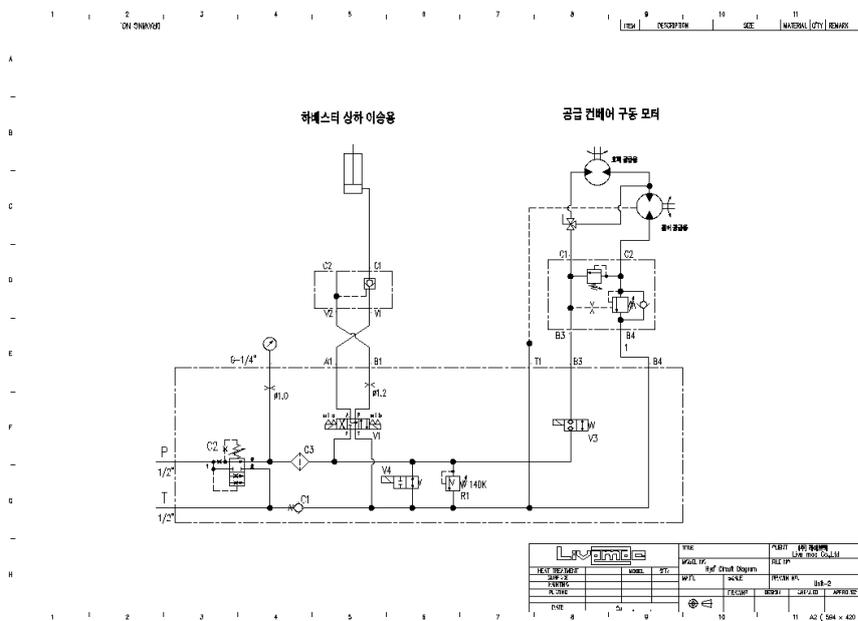


그림3-33. 래핑장치를 위한 유압회로



그림3-34. 개발된 유압모듈 및 블럭

제 13 절 제어장치의 설계 제작

개별장치의 기능과 작동 범위, 작동조건, 작동 순서 등을 고려하여 컨트롤러의 관장범위를 구분하여 개발하였고 크게 나누면

- 주행장치 제어
- 기계동력전달 제어(하베스팅장치 구동 및 베일링장치 구동을 위한 연결 및 차단)
- 저장공급장치와 네팅장치, 베일링장치를 제어하는 컨트롤러
- 래핑장치를 제어하는 컨트롤러

로 구분될 수 있는데 각 부분의 상세 내용과 개발은 다음과 같이 진행되었다.

여기서 제어장치가 가져야 하는 수요자의 요구사항을 가능한 접목시키고자 하여 몇가지의 기본적인 사양조건을 제시하였는데

- 자동동작을 기본으로 하되 반드시 수동동작이 가능하도록 해야 한다.(고장시 신속조치)
- 무선동작이라도 반드시 유선작동이 될 수 있도록 해야 한다.(고장시 신속조치)
- 가능한 트랙터 전원을 사용할 수 있도록 해야 한다.(건전지나 충전식은 불편함)
- 단순하게 하여 쉽게 조작할 수 있도록 해야 한다.(노령자, IT 문맹자가 운전 경우 다수)

1. 주행장치 제어

기존의 콤파인차대를 활용하기 때문에 주행부분은 주어져 있는 전후진 주행레버를 이용하여 주행을 제어하는 HST를 조작하여 전후진 및 가감속, 정지동작을 행하도록 하였다. 또, 예취부의 상하강용 유압실린더를 하베스팅 장치의 상하강용 작동을 위한 액츄에이터로 사용할 수 있도록 개조하여 수동레버로 조작할 수 있도록 하였다.

2. 기계동력제어

엔진출력축에서 분기되어 전방의 하베스팅 동력과 베일링 동력으로 분기하여 동시에 혹은 각각 개별적으로 동력을 연결하여 사용할 수 있도록 동력분기부 후단에 마찰클러치를 설치하고 마찰클

러치의 조작을 위해서 케이블와이어로 연결하고 수동레버로 조작할 수 있도록 하였다. 또한 모터실린더를 이용하여 케이블와이어의 조작을 대체함으로써 마찰클러치를 자동으로 조작할 수 있도록 하였다.

상기의 두 제어부분은 운전자가 항시 주시하면서 작업을 행하는 단순한 조작이므로 안전과 관행적 편이를 위해 수동조작에 의해 제어가 이루어지도록 하였다. 그러나 그 외 개별기능장치를 제어하는 것은 운전자가 하기에 복잡한 시퀀스동작을 스스로 인지하며 작동을 수행하는 것으로 마이콤에 의한 제어가 이루어지도록 개발하였다.

3. 저장공급장치와 네팅장치, 베일링장치를 제어하는 콘트롤러

가. 저장공급장치

저장공급장치의 공급컨베어①②구동은 솔레노이드밸브에 의해 작동되는데 유압회로가 직렬연결되고 중간에 수동조작 3웨이 솔레노이드밸브로서 분기하여 공급컨베어②만을 구동하도록 되어 있어서 조작은 솔레노이드밸브를 제어하는 것으로 하였다.

나. 네팅장치

베일링장치의 베일성형작업이 완료됨을 알리는 압력인지스위치의 동작을 인지하고 네팅작업을 개시하고 완료 후 네팅결속이 완료됨을 알리고 베일링장치의 후방도어를 개방하여 래핑장치에 네팅이 완료된 베일뭉치를 방출하는 기능을 행한 후 베일링장치의 후방도어를 닫고 저장공급장치의 공급컨베어가 작동하여 다시 베일링작업을 할 수 있도록 초핑사료의 공급을 요청하는 신호의 발송하는 것까지의 시퀀스 동작을 행하는 제어를 하도록 제작한다. 그 일련의 동작흐름을 나타내는 흐름은 아래의 플로우차트에서 볼 수 있다.

다. 베일링장치

베일링장치의 후방도어개폐용 유압실린더의 작동을 위한 솔레노이드밸브를 제어하기 위한 것으로서 네팅장치의 동작과 상호 연관되어 동작하므로 마이콤에 의해 제어되지만 수동조작시에는 콘트롤러의 수동조작키를 통해서도 임의제어할 수 있다.

프로그램 순서도

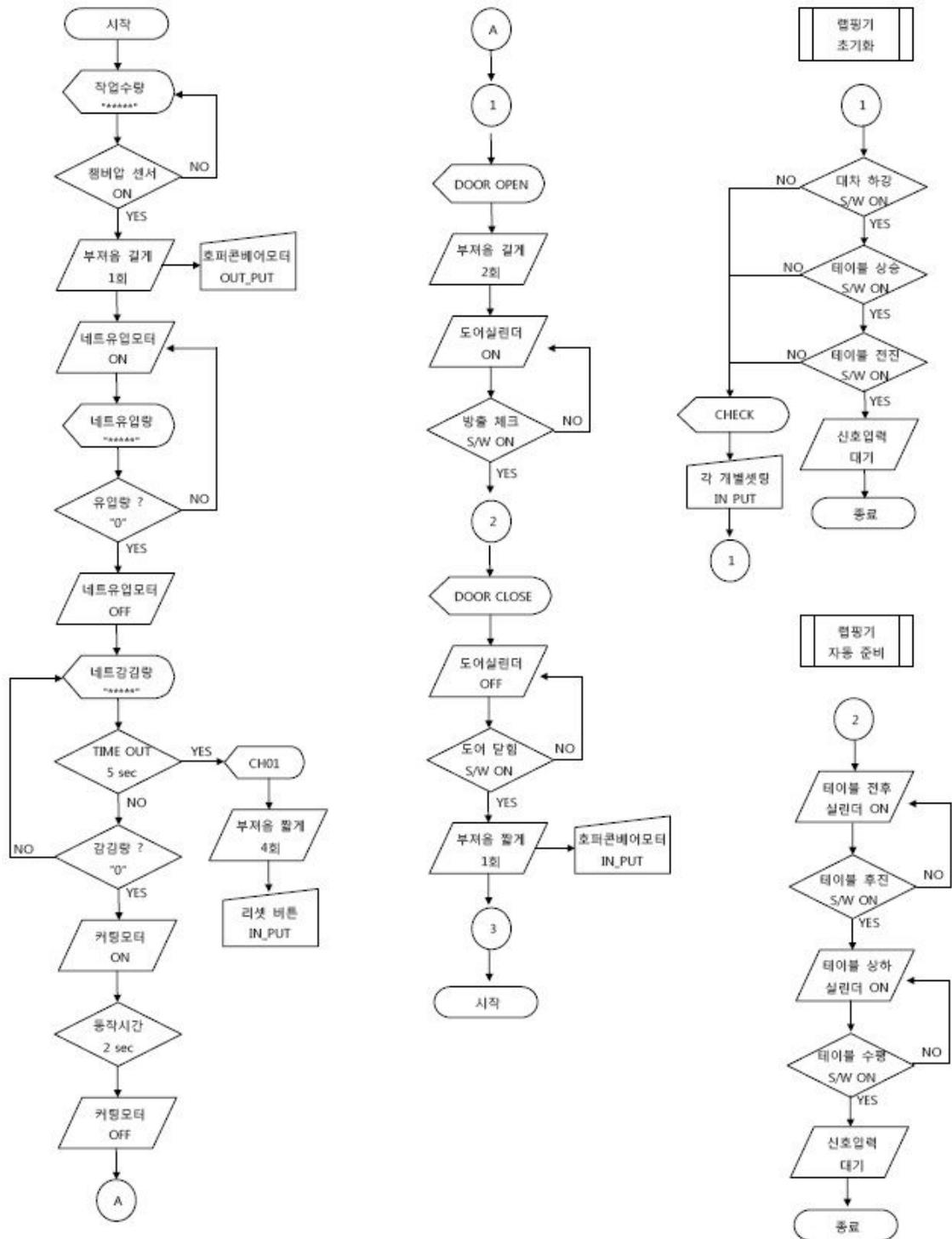


그림3-35. 베일링장치의 동작 시퀀스제어 플로우차트



그림3-36. 개발되고 있는 베일링장치 네팅장치용 유선컨트롤러

4. 래핑장치를 제어하는 컨트롤러

베일링장치로부터 네팅작업이 완료된 후 후방도어가 열리면 이를 래핑장치에서 받아서 래핑 테이블을 수평위치한 후 후방의 작업위치로 이송하여 래핑시퀀스에 의거 래핑작업을 행한 후 테이블을 기울여 래핑된 베일사일리지를 지면에 방출해서 래핑작업을 종료하고 다시 다음 래핑작업을 위해 리셋위치인 래핑테이블을 전방측으로 기울이고 전진이송하여 다음 베일뭉치를 접수할 준비를 행하고 이러한 준비가 완료되었음을 네팅장치용 컨트롤러에 통지해 주는 일련의 시퀀스동작을 행하여 자동으로 제어하는 컨트롤러를 제작하고자 한다. 또한 수동으로 개별동작을 수행할 수 있도록 하여 조정이나 수선을 위해서도 배려하였다.

래핑작업을 수행하는 별도의 시퀀스도 작성되어 플로우차트화 하였고 이는 아래에 나타내고 있다.

래핑기 프로그램 순서도

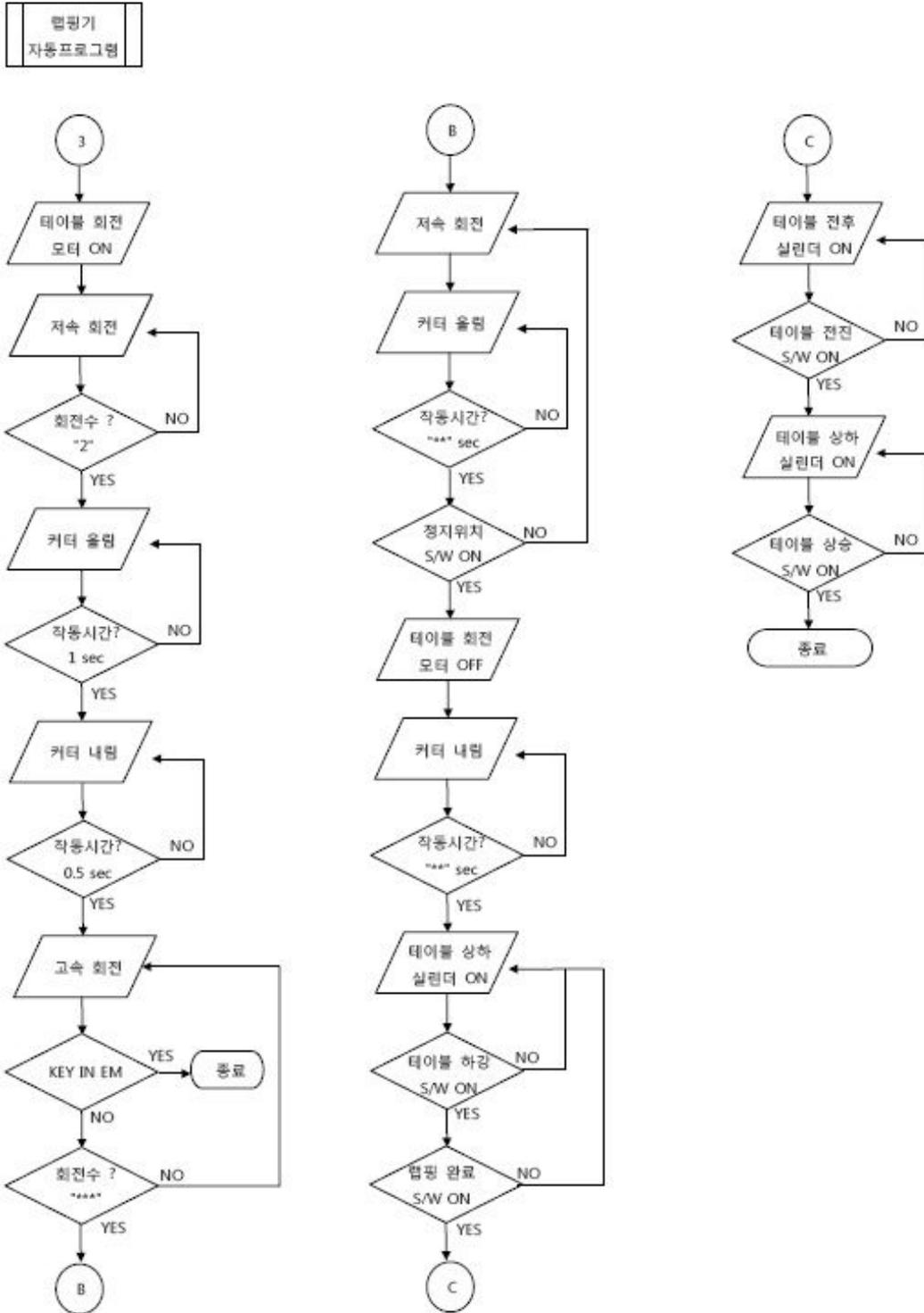


그림3-37. 래핑장치의 동작 시퀀스제어 플로우차트

제 14 절 시스템 최적화 검토

콤바인차대에 개별장치를 탑재하여 연계동작과 연결 성능, 필드실험을 통하여 평가한 결과를 바탕으로 국내에서 제작하여 보급할 수 있는 모델의 사일로제조기 최적화를 검토하였다. 물론 최적화란 기술의 발전, 경험의 축적에 따라 계속 개선되고 발전되므로 진보된 최적화가 지속적으로 제시될 수 있겠지만 현재의 개발과정에서 발견되고 탐구된 최적화는 다음 단계의 발전을 위한 검토와 분석을 토대로 한 노력의 결과이므로 개발과정에 있어서 대단히 유용하다

1. 소요동력의 최적화

시작실 실험, 포장실험, 계측실험을 통한 결과로는 전체 시스템이 가동중에 있을 경우 73 - 113 HP 정도의 동력이 필요한 것으로 분석되었다. 따라서 100 HP급의 엔진을 탑재한 자주식차대가 필요한 것으로 분석되었다.

여유마력을 가지기 위해서는 개별장치의 작업동력을 줄이기 위한 개선, 개별장치의 피크동력이 서로 중첩되지 않도록 시간개념의 도입을 검토해야할 필요성이 있는 것으로 분석되었다..

개별장치별	소요동력 HP
하베스팅장치	25 - 40
베일링장치	20 - 30
래핑장치	8 - 10
저장공급장치	5 - 8
주행장치	15 - 20
합계	73 - 113

2. 작업방법의 최적화

각 개별 장치들이 수행하는 작업이 베일사일리지 제조에 있어서 최선의 방법으로 개발유도하기 위해서 현재의 작업방법을 잘 분석하고 비교하여 최적화된 방법의 장치를 지속적으로 개선제시해 주어야 한다.

가. 하베스팅장치(2가지 작업 실험.)

(1) 1조 하베스터로서 예취수집초핑한 후 방출하는 경우

1조하베스터에 의한 옥수수포장작업 시 주행속도 1.5m/sec의 속도로 작업 시 초핑사료를 조제 저장공급장치로 방출하는 과정에 막힘, 과부하로 인한 회전수 저하 등의 작업지장은 없었다. 다만 작업이 옥수수 1조의 열만을 수확예취하므로 작업효율이 낮다는 것이 수요자나 관찰한 농가의 평이었다.

(2) 2조 왕복칼날(바리깡)예취스크류수집초핑한 후 방출하는 경우

1차년도의 1조식 하베스팅장치의 개발에서 제시된 두 가지의 개선방안인 a)적어도 자주식차대폭인 2조의 옥수수 수확할 수 있는 기능, b)옥수수 만이 아닌 일반 사료작물도 예취수확이 가능한 기능 따라서 이 두가지를 동시에 만족할 수 있는 2조 왕복칼날(바리깡)예취스크류수집하베스팅 장치를 설계, 제작하여 시작실내 실험과 계측을 행하였는데 커팅장치에서의 성능은 동일하고 벧짚의 투입시 작업이 원활하다.

다만 예취수확만 원활하게 이루어진다면 개선된 하베스팅장치로서 작업에 지장이 없으리라 판단된다. 3차년도의 봄 사료작물, 여름 옥수수, 가을 사료작물 필드포장실험을 통해서 보다 정확한 작업성능에 대한 평가가 도출될 것이다.

(3) 커팅장치의 커팅칼날의 숫자는 5개를 적용하는 것이 적정풍량을 유지하면서 슈트에서의 막힘이 전혀 발생하지 않으면서 하베스팅장치에서의 소요동력도 저감할 수 있었다.

(4) 슈트는 슈트배출구를 통해서 방출되는 초핑사료가 좌우 균등 배분이 잘 되지 않아서 한쪽으로 치우치는 현상발생하므로 슈트를 좌우로 이송할 수 있는 스윙기능이 필요하다.

(5) 하베스팅장치의 2가지 작업 실험 후 결과.

(가)2조 왕복칼날(바리깡)예취스크류수집 하베스팅 장치가 최적의 하베스팅 장치가 될 것으로 예상된다. 이는 우선 자주식차대의 주행폭(1400mm) 전방의 옥수수나 사료작물을 모두 예취수확이 가능해지므로 작업효율이나 편이성 측면에서 우수하다.

(나) 커팅칼날의 숫자를 가능한 줄이되 현재의 조건으로 5개가 최적이다.

(다) 슈트의 스윙기능이 필요하고 스윙각은 20도내외이다.

나. 저장공급장치

(1) 저장공급장치의 공급컨베어는 벨트식이 무난하고 1차와 2차로 두 대의 컨베어로 나뉘어서 1차컨베어는 수시로 공급을 멈추어 베일링장치로의 초핑사료공급을 제어하고 2차 컨베어는 베일링장치와 연계되어 가능한 벨트의 선속도도 베일링장치의 체인의 이송속도와 일치하거나 조금 크도록 하여 베일성형작동을 도와주는 역할을 할 수 있도록 한다. 이때 2차컨베어의 작동은 베일성형체인의 동작과 항상 동기화되고 연동될 수 있도록 기계적구동을 하도록 한다. 1차컨베어는 수시로 자동으로 제어되어야 하므로 유압실린더에 의한 구동이 선호된다.

(2) 저장공급장치의 저장공간은 베일링장치의 네팅장치가 작동되는 시간과 베일뭉치가 래핑장치로 이송되어 베일링장치가 후방도어를 닫고 다음 베일성형준비를 마칠때까지의 시간 이상의 시간동안 자주식 사일리지베일제조기가 예취수확하는 사료작물의 양을 저장할 수 있는 적재공간이 되어야 멈추지 않으면서 연속적으로 사일리지베일을 제조할 수 있다.

연속 작업을 수행하기 위한 저장공급장치의 저장용적은 저장필요 시간은 대략 1분 이상이 될 것이고, 이는 자주식사일리지베일제조기가 $\approx 1.5\text{m/sec}$ 의 주행속도로 작업 시 저장소요용적

- $1.4\text{m} * 1.5\text{m}/\text{sec} * 60 \text{ sec}/\text{min} = 126 \text{ m}^2$
- 옥수수의 경우 사일리지수확량이 50톤 / 9900 m^2 이므로 0.636톤 즉 637kg/분 즉, 비중을 0.8로 보면 최소 0.8 m^3 의 저장용적이 확보되어야 한다.

다. 베일링장치

(1) 베일크기

베일링장치는 폭 850mm, 베일경 900mm로서 베일 하나당 용적은 0,54 m^3 / 베일 , 무게는 비중 0.8일 경우 0.432톤 (432kg)처리용량으로는 적절한 크기이지만 더큰 사이즈를 원하는 수요자도 있다. 따라서 베일의 크기는 폭 850 이 탑재되는 자주식차대의 폭을 고려할 경우 적절하다. 베일경은 1000mm로 할 경우 초핑사료의 베일로부터 충격 등에 의한 이탈이 쉬워짐을 고려할 때 900mm 정도가 적절하다. 폭 크기를 키워야 한다면 래핑효과 등을 고려하여 경을 키우는 것과 폭을 키우는 것에 대한 재평가가 필요하다.

(2) 베일성형

초핑사료사일리지베일성형방법은 현존하는 것으로서 세 가지 방법이 구현되고 있는데 체인바, 벨트바, 통벨트식들로서 이 중에서 체인바에 의한 성형이 동력이 적게 소요되고 동력전달이 간단하고 구조가 단순하고 경량이며 국내에서 제작가능하기 때문에 체인바방식의 베일링장치를 개발하는 것이 최적이라 판단된다.

(3) 네팅장치의 네트의 유입

네트유입 시 네트롤에서 네트가 베일을 감싸는 위치까지의 이송거리가 길어서 중간에 간섭이나 바람에 의한 교란 정전기에 의한 밀착, 수분에 의한 접착 등 PE로 제작된 네트자체가 가지고 있는 정전기 등의 문제로 네팅작업의 예러 가능성이 상존하기 때문에 보다 최적화된 네트유입방안이 제시되어야 한다.

일반베일러와 같이 네팅장치 바로 하단에 롤러로 구비된 네트 유입겸 베일성형용 롤러네트유입장치를 설정하는 것이 보다 안전하고 완벽한 기능구현이 가능한 최적 방안이라 판단된다.

라. 래핑장치

(1) 래핑장치는 베일링장치와 동시에 작업이 진행되는 연동성을 가지므로 작업시간이 베일링 작업시간보다는 짧게 걸리도록 개발되면 전체적인 작업흐름이 안정적이 될 것이다.

(2) 래핑장치는 베일링장치와 가능한 근거리에 위치해야 초핑사료의 허실을 막을 수 있고 래핑작업시간을 단축할 수 있다.

(3) 우선 1회전당 1겹의 래핑을 행하는 모노래핑방식이지만 작업시간을 평가하여 1회전당 2겹의 래핑을 하는 트윈래핑방식을 선택할 수 있다.

(4) 래핑비닐롤고정 테이블회전식이 어떠한 방식의 래핑장치보다도 콤팩트하고 간단한 작동방식이므로 이를 최적으로 선택하여 개발해야 할 것으로 판단한다.

제 15 절 시스템 기능장치간 연계성 분석

시스템의 연계성을 분석하여 개별장치의 수정 보완과 탑재 시의 보완 설계자료로 활용하기 위해서 무부하운전과 초핑사료 투입 후 작동실험, 포장실험을 통해서 영향을 끼치는 중요한 인자와 그 관련성을 검토하였다. 우선 연계성을 밝혀서 수집하고 분석해야 할 인자를 규명하여 차후 상세실험을 통한 데이터를 확보하고 설계치를 축적하도록 하겠다.

1. 베일링장치와 저장공급장치 및 후공정 장치

가. 하베스팅장치의 송풍

커팅부의 팬블레이드의 회전으로 초핑된 사료작물을 원심력에 의해 슈트를 통해 이송하는데 이러한 원심력이 약할 경우는 이송이 원활하지 못하고 너무 강할 경우는 비산손실이 발생하고 네팅장치의 네트유입 교란을 야기한다.

송풍에 직접적인 영향을 끼치는 팬블레이드의 형상, 회전수, 팬블레이드의 개수는 소요동력, 초핑의 크기, 비산거리 등에도 큰 영향을 끼치며 이들 관계를 규명할 필요가 있다.

나. 슈트의 형상과 길이

하베스팅장치의 슈트에 의해 초핑된 사료작물이 저장공급장치에 이송되는데 슈트의 곡률반경, 길이, 내부의 마찰저항, 배출구의 확관 등이 원활하고 균일한 이송에 영향을 미친다.

연계 항목	하베스팅 장치	저장 공급 장치
초핑크기 증가	장착날 수 감소, 소요동력 저하	공급 균일도 저하, 막힘 발생, 소음 저하,
송풍량 증가	소요동력 증가, 장착날 수 증가	네트 교란 증가, 비산손실 증가
상하 이동	작업편이성, 이동편이성	간섭, 비산 증대
슈트사양	길이, 곡률반경, 관의 크기	공급 불균일, 막힘 빈도
처리량	예취수확부의 예취폭, 작업속도	적정저장용량, 베일링장치로 공급능력

2. 저장공급장치와 베일링장치 및 후공정 장치와의 연계성

이들 장치들 상호간에 영향을 미치는 주요 인자나 동작을 파악해보면 다음의 내용들이 존재한다. 즉, 여러 실험을 통해서 이러한 부분을 관찰하고 데이터를 기록하여 분석하여 발생할 수 있는 여러 문제를 해결하고자 한다.

연계 항목	저장 공급 장치	베일링 장치
균일공급	두 개의 공급컨베어, 고급균배장치 막힘배제	베일의 고른 밀도 유지 베일 작업의 연속성 보장
누설손실	밀폐처리된 공급실 성형실내로 진입설치된 공급컨베어	밀폐처리된 성형실 공급컨베어를 받아줄 수 있는 여유공간 확보
막힘	차단판, 막힘방지 교반기 낙하판 경사각	베일링투입구 확대
동력전달 동기화	공급컨베어의 구동동력	베일링장치 베일성형체인바의 선속도

3. 네팅장치와 베일링장치와의 연계성

연계 항목	네팅장치	베일링장치
네트유입	안전 유입장치	네팅에러 저하로 작업연속성
네트 텐션	텐션 유지장치	모서리 네팅 양호, 누설 방지 효과
상호 인지 신호	네팅작업의 개시, 종료 상호 인지	베일링작업의 개시, 종료 상호 인지
탑재위치	네트설치 편이성, 네팅작용 용이	베일링 장치의 베일주위로 유입 용이
네트의 폭	베일장치보다는 넓게 설정	네팅장치보다는 좁게 베일을 모서리에서 감싸기 용이토록

4. 베일링장치와 래핑장치와의 연계성

연계 항목	베일링장치	래핑장치
연동동작	베일링장치의 작업 시간	래핑장치의 작업 시간
낙하 누설손실	베일배출용 후방도어의 개폐속도 래핑기의 베일 수급 위치	래핑테이블 이송속도, 가감속 속도
상호인지신호	베일작업완료 신호	초기위치 대기신호 래핑작업완료 신호
간섭	후방도어의 개폐 공간	래핑테이블상의 탑재된 베일뭉치의 회전반경 접이식에서의 접는 각도

이러한 연계인자나 작동 외에도 많은 관련된 요인이 있을 수 있으므로 지속적이고 세심한 관찰과 검토로서 제품으로 개발되기 이전에 파악하고 분석하여 수정되고 개선된 우수한 성능을 구현하고자 한다.

제 16 절 시스템 계측 및 실험 분석

개별장치 중에서 시스템의 성능에 중요한 요인이 될 수 있는 부분의 작동과 관련한 설계데이터를 확보하기 위해서 아래의 항목에 대한 계측실험을 행하였고 그 데이터를 작업조건에 따라 분석하였다. 이러한 계측의 결과에 의해서 구해지는 설계치는 사일로제조기의 설계에 있어서 가장 중요한 요소를 제공해 주는 것이다.

1. 하베스팅 장치의 수집, 커팅부의 소요동력

가. 하베스팅작업 시 소요동력

하베스팅은 재배된 사료작물을 예취하여 집속한 후 커터에 의해 초핑작업이 행해진 후 배출하는 일련의 작업과정을 거쳐 기능하는데 커팅부의 커터 겸 팬날개로 작동되는 팬블레이드의 회전에 의해서 이루어지는 초핑작업과 동시에 원심력에 의한 슈트를 통한 이송작업과 수반되는 송풍이 가장 큰 동력이 요구되며 중요한 기능을 수행하게 되는데 하베스터에 요구되는 동력의 크기와 변화를 계측하고 이에 대응하는 현상인 초핑크기, 초핑사료의 비산 상태, 송풍량(송풍속도)을 동시에 관찰함으로써 하베스팅 기능을 수행하는 성능에 수반되는 소요동력을 예측하는 것이 가능해지므로 설계데이터로서 대단히 중요하다.

나. 하베스팅 작업 시 소요동력 측정

하베스팅 작업을 행하면서 실시간으로 소요동력을 측정하기 위해서 엔진 주동력 축으로부터 하베스팅장치와 베일링장치로 분기되는 동력분배부와의 중간에 토크와 회전수를 측정할 수 있도록 토크센서를 삽입 설치하고 동시에 회전수를 측정하도록 하여 동력분배부에서 베일링장치로 전달되는 동력을 텐션클러치로 차단하고 하베스터만을 작동시킨 상태로 경우의 작업 중에 실시간의 하베스터 소요토크와 회전수를 수집하고 분석하여 설계자료로서 활용하고자 하였다.





그림3-38. 동력측정장치(토크, 회전수)의 설치

다. 하베스팅 작업 시 소요동력 측정 결과

(1) 작업에 따른 하베스팅장치의 소요동력의 변화

하베스팅 작업을 행하면서 토크와 회전수를 동시에 측정하여 사료작물의 유입조건과 커팅조건에 대응되는 소요동력을 측정하였다. 사료작물의 유입조건은 사료작물의 유입량, 전단강도 등의 물성이 될 것이고 작업조건이라함은 펜블레이드의 수, 회전수 등일 것이다.

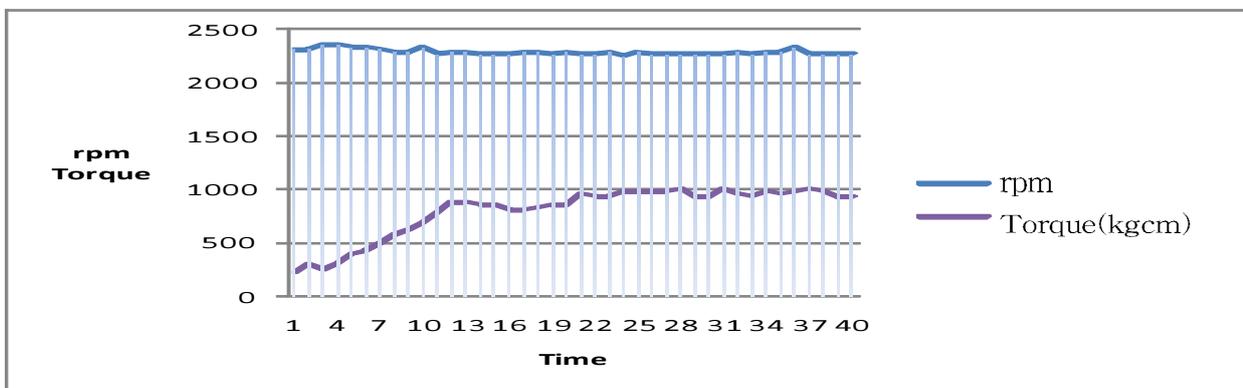
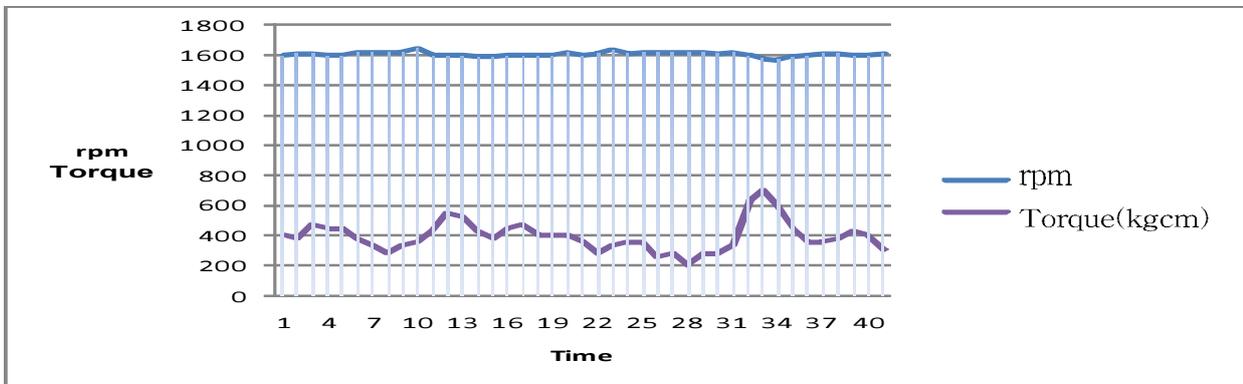


표3-11. 하베스터 작업시의 토크와 rpm의 변화 (하베스터 부하테스트)

이 실험은 시작설외에서 자주식차대를 정지상태로 두고 벗짚을 하베스팅장치에 작업자가 손으로 유입시켜 부하를 걸어보면서 입력축의 토크와 회전수의 변화를 계측하였다.

상기 표에서 보듯이 하베스터의 부하작업조건에서는

- ①1500rpm에서 400-600kgcm 범위의 토크가 소요되고 있으므로 소요동력은 8.4 - 12.6 HP
 - ②2500rpm에서 800-1000kgcm 범위의 토크가 소요되고 있으므로 소요동력은 27.9 - 34.9 HP
- 범위에서 작동이 지속되며 동력전달벨트는 여유가 있고 전혀 슬립이 발생하지 않고 있다. 또한 rpm도 거의 변화가 없는 상태로서 안정적인 작업이 진행되는 상태이다.

(2) 하베스팅동력과 배출 송풍 풍속과의 관계

커팅부의 커터 겸 팬날개로 작동되는 팬블레이드의 회전에 의해 초핑된 사료작물이 슈트를 통해서 방출되는데 이때 발생하는 송풍량은 팬블레이드의 회전수에 비례할 것이고 커팅부하에는 반비례할 것으로 예상되므로 실측에 의하여 이 관계를 규명하고자 하였다.

하베스팅장치의 배출슈트 단면적 : $425 \text{ cm}^2 = 0.0425 \text{ m}^2$, 팬블레이드 : 5개

엔진동력축 1500rpm 8.6 m/sec 풍량은 $0.3555 \text{ m}^3 / \text{sec} = 21.93 \text{ m}^3 / \text{min}$

2000rpm 11.6 m/sec 풍량은 $0.492 \text{ m}^3 / \text{sec} = 29.52 \text{ m}^3 / \text{min}$

2500rpm 17.0 m/sec 풍량은 $0.7225 \text{ m}^3 / \text{sec} = 43.35 \text{ m}^3 / \text{min}$

2. 베일링장치의 베일링작업시 소요동력 측정

가. 베일링장치의 소요동력

베일링 장치에서 가장 중요한 것은 베일내부를 고른 밀도로서 가압하여 내부에 가능한 적은 공기만이 잔류하도록 함으로써 양호한 혐기발효조건을 유지시키는 것이다.

따라서 고른밀도와 가압조건에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 체인바의 체인인장력이며 체인의 인장력은 구동스프로켓의 회전력이고 이는 구동스프로켓의 토크를 측정함으로써 실작업 중의 소요토크의 변화를 측정할 수 있고 토크측정과 동시에 구동스프로켓축의 회전수를 측정함으로써 베일링장치의 베일성형시 소요동력의 변화량을 계측하여 이를 분석하고 설계자료로서 활용하고자 하였다.

나. 베일링작업 시 소요동력 측정

베일링 작업을 행하면서 실시간으로 소요동력을 측정하기 위해서 엔진 주동력축으로부터 하베스팅장치와 베일링장치로 분기되는 동력분배부와외의 중간에 토크와 회전수를 측정할 수 있도록 토크센서를 삽입 설치하고 동시에 회전수를 측정하도록 하여 동력분배부에서 하베스팅장치로 전달되는 동력을 텐션클러치로 차단하고 베일링장치만을 작동시킨 상태로 베일링작업 중에 실시간의 베일링장치의 소요토크와 회전수를 수집하고 분석하여 설계자료로서 활용하고자 하였다.

다. 베일링 작업 시 소요동력 측정 결과

(1) 작업에 따른 베일링장치의 소요동력의 변화

무부하, 초기 베일링작업 진행 시, 베일링 작업완료로 베일이 압력을 받기 시작하는 시점에서의 소요동력의 변화를 측정하고자 하였다.

(2) 베일링압력의 변화에 따른 소요동력의 변화

베일링작업 시 베일의 압력을 결정하는 것은 베일을 성형해 주는 체인바의 체인의 인장력 즉 스프로킷의 구동력이므로 이 구동력은 결국 소요동력이므로 소요동력을 측정하면 소요동력의 관계를 알 수 있고 설계의 중요한 기대치를 확보하게 된다.

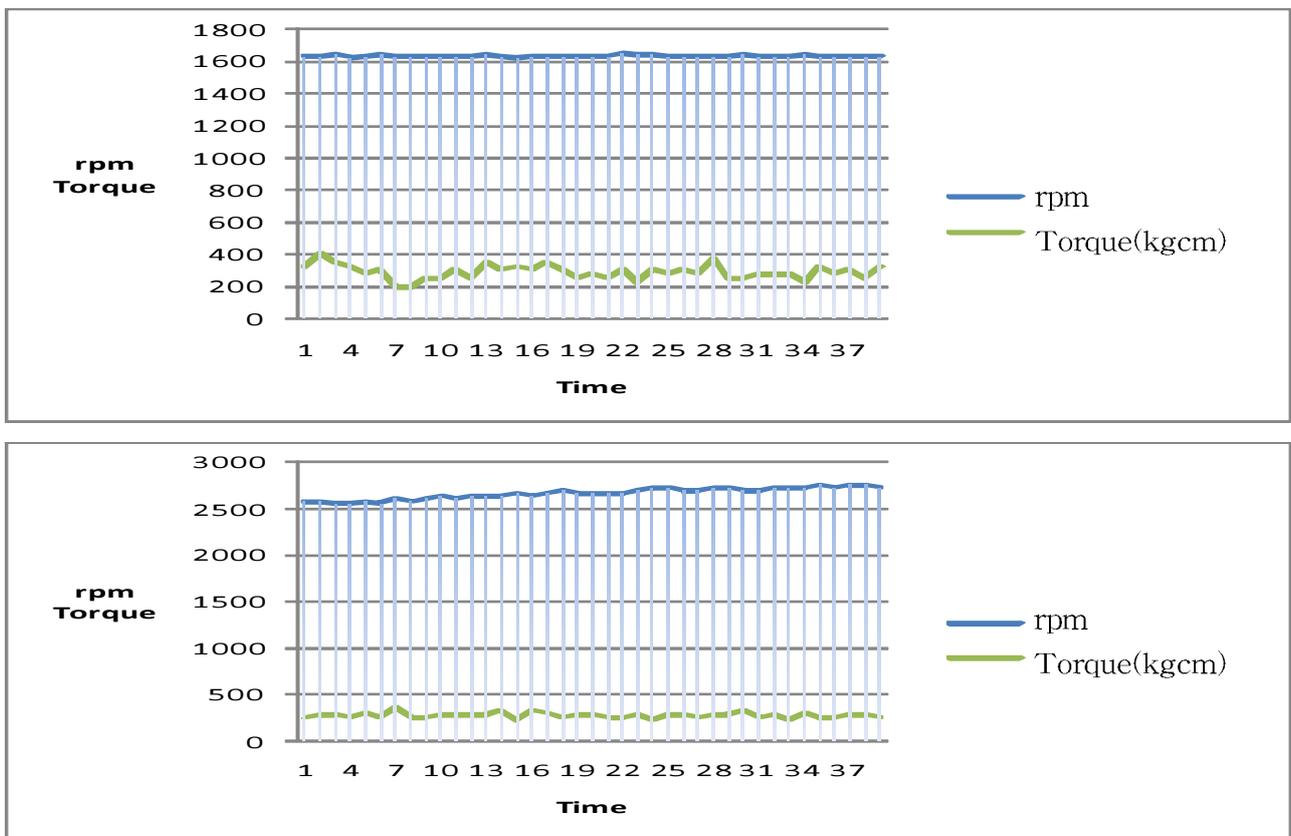


표3-12. 베일링장치 작업시의 토크와 rpm의 변화 (베일러 경부하 테스트)

실험의 결과로서 하베스팅장치에 유입된 건조된 볏짚이 저장공급장치를 거쳐 베일링장치에 유입되고 있는 작업상태에서 베일링장치의 유입동력측의 토크와 회전수를 측정한 것으로 상기 표에서 보듯이 베일링장치의 경부하작업조건에서는

①1500rpm에서 200 - 400kgcm 범위의 토크가 소요되고 있으므로 소요동력은 4.2 - 8.4 HP

②2500rpm에서 350 - 400kgcm 범위의 토크가 소요되고 있으므로 소요동력은 12.2 - 14.5 HP

3. 네팅장치의 네트유입시 네트유입력의 변화 (네트의 인장력 측정)

가. 네팅장치의 네트 인장력

네팅장치에 있어서 네트의 유입이 원활하게 이루어지고 특히 베일뭉치 주위를 완벽하게 감아서 결속할 수 있도록 네트의 유입 시 적정의 텐션이 유지되어야 한다. 텐션이 너무 클 경우에도 네트의 초기 강제유입 시 유입불능이 될 수 있고 네트뭉치의 회전에 의해 끌려들어갈 경우도 유입속도의 급격한 변화로 네트의 절단 등의 문제를 야기할 수 있으므로 적정의 유입텐션을 유지하기 위한 적정의 텐션유지장치가 필요하므로 이 적정의 텐션 범위를 찾기위해서 작업 시 실시간의 네트 텐션 측정이 중요하다.

나. 작업 실시간 네트인장력의 측정

네팅작업 중에 네트의 인장력을 실시간으로 측정하기 위해서 우선 네트의 흐름에서 네트에 걸려 있는 인장력을 측정하기 위한 경로텐션장치를 설치해야 한다. 경로텐션 장치는 결국 스프링에 의해 주어지는 적정의 네트인장에 반하는 반발력으로서 스프링의 일단에 인장측정기를 설치함으로써 실시간으로 인장력 측정이 가능하다. 이 측정된 인장력으로 네트의 인장력을 계산하여 도출한다.



그림3-39. 네트인장력 측정장치

다. 네트인장력과 결속상태와의 관계 비교분석

네트의 인장력은 베일뭉치를 네트가 결속함에 있어서 네트가 베일뭉치의 좌우 끝단까지 잘 펼쳐져서 베일뭉치의 양단을 감싸는 기능에 중요한 역할을 하며 베일뭉치내부의 다져진 초핑사료가 밖으로 이탈되어 누설손실화되는 전체 손실에도 큰 영향인자가 되기 때문에 적절한 인장력을 가지게 하는 텐션장치가 필요하다. 결국 네트인장력의 크기와 네트결속상태의 관계를 비교하여 적정 인장력의 범위를 제시하면 이 범위를 유지시키는 텐션장치를 설계 적용이 가능해 질 것이다.

4. 래핑장치의 래핑작업시 랩필름의 인장력의 변화

래핑장치의 중요한 기능은 일정한 랩비닐의 인장력을 활용해 적정의 인장을 수반한 피복작업을 행하고 피복작업 후 랩비닐의 복원력에 의해 베일뭉치에 압축효과를 주어서 밀봉효과를 높여 공기, 수분의 유통을 막고 내부의 유산발효가 잘 진행될 수 있도록 비닐피복한 베일의 내부를 혐기적 조건과 환경으로 제공하게 된다.

따라서 랩필름의 물성과 더불어 적정의 인장을 가해줄 수 있는 회전래핑암의 적절한 회전력에 의해 야기되는 랩비닐의 텐션을 실시간으로 작업 중에 측정함으로써 보다 확실한 래핑작업을 행해 줄 수 있는 회전력을 측정할 수 있으며 이러한 회전력을 발생시키기 위한 회전 소요 동력을 구할 수 있다.

제 17 절 톤백사일리지의 적용 검토

1. 베일사일로의 문제점

실험과 평가를 통해서 얻어진 결과에 의하면 자주식 수확동시 베일사일로 제조기는 현재 응용개발해서 사용한 84마력의 자주식차대에 2조식 옥수수(사료)수확장치나 베일링장치를 탑재해서 주행하면서 수확베일링 작업을 동시에 행하기 위해서는 **80마력 이상의 동력이 있어야 안정적으로** 가동될 수 있음을 파악했다.

또한 전체적인 사료작물의 흐름을 분석해 보면 응용개발한 자주식 무한궤도형 차대는 차폭에 적합하게 수확작업을 위해서는 적어도 옥수수 2조를 수확할 수 있는 수확기를 사용해야 하는데 이 경우 수확의 처리능력은 시간당 30톤이상의 수확과 초핑능을 보유하고 처리하여 베일러로 공급하게 된다. 그러나 본 연구에서 개발사용하고 있는 조밀바형 옥수수베일러는 시간당 20개의 베일을 처리할 수 있으며 이는 중량으로 시간당 약 10톤을 처리할 수 있음을 의미한다.

이는 기능부인 개별장치 간의 처리능의 밸런스가 달라서 개별장치 중 가장 적은 처리용량을 가지는 기준에 맞추어 작업할 수 밖에 없게 되는 비경제성의 문제가 드러났다.

따라서 자주식 수확동시 사일로 제조기에 있어서 **각 개별장치부간의 용량균형을** 고려하여 설계하고 개발하는 것이 가장 중요한 점이라는 것이 파악되었다. 이를 위해서는 고속의 베일링을 행하는 **고속베일장치의** 개발이 우선 차기의 연구에서 다루어져야 할 것이다.

2. 사료수확장치의 문제점

자주식 수확동시 사일로 제조에서 문제가 되는 것은 본 연구의 1차년도에 개발하여 자주식 무한궤도형 차대에 탑재하여 사용한 1조식 옥수수수확기가 필드에서 작업 시 차대폭보다 수확기의 수확폭이 좁기 때문에 시초에 작업할때는 반드시 갓돌리기 작업을 포장의 전체둘레에 걸쳐서 선행작업을 해 놓아야 작업을 할 수 있다는 문제는 작업자의 불평사항 중 가장 큰 문제이다.

따라서 차대의 전방에 부착되는 사료수확기는 가능한 자주식차대폭에 유사한 작업폭을 가지도록 설계 적용한다.

다음으로 사일리지제조를 원하는 작업자가 요구하는 것은 가능한 고가의 장비를 국내와 같이 단일 수확만 하여 기계가동률이 적어지는 것을 방지하기 위해서 옥수수만 아니라 수단그라스나 호밀과 같은 사료작물도 수확초핑이 가능하도록 드럼식 유입장치가 부착된 수확기형식으로 개발 적용해야 년 중 사용할 수 있는 수확동시 사일리지 제조기가 되어 고가의 기계의 가동률을 높일 수 있게 되어 수요자의 경제적 가치를 높일 수 있다.

3. 톤백사일리지의 문제점

베일사일리지와 톤백사일리지를 비교하면 서로 장단점이 존재하는데 톤배사이리지가 베일사일리지 모두 국내에서 사용되고 있는 방법인데 베일러를 소유하지 않은 수요자나 사료를 여러 가지 재료로 혼합한 후 사일리지를 만들어 보관하는 경우 주로 사용되고 있다. 장기보관 특히 하절기 2개월 이상 보존할 시는 유산균처리 등 주의가 요구된다.

표3-13. 베일사일리지와 톤백사일리지의 비교

베일사일리지	톤백사일리지
베일러에 의해 베일을 성형하고 내자외선비닐로 베일 외부를 피복하여 내부를 혐기적 조건으로 유지	톤백내부에 대형비닐백을 삽입하고 수확초핑된 사료작물을 톤백내 비닐백의 내부에 투입한 후 가압하여 비닐을 밀봉하여
사일리지 사용 시 부분 사용 불가	사일리지 사용 시 부분 사용 가능하고 일부 사용 후 다시 밀봉처리하면 재사용 가능
중량제한이 있어 500Kg이상은 난이	재사용 가능하므로 1000Kg까지도 가능
밀폐도가 우수하고 기계적으로 처리함	밀폐도가 약하고 밀폐작업이 추가됨
재료비, 장비비와 운전비가 상대적으로 높다	비교적 저렴한 비용 소요
장기 보관이 가능하고 특히 하절기 보관 양호	장기 보관은 불리, 동절기는 무난함
적재성이 좋다	2단 이상의 적재
운반시의 별도 장비가 필요	끈이 있어서 여러 가지 장비 사용 가능

4. 자주식 수확동시 톤백사일로 제조기의 구성과 작동

톤백사일리지가 가지고 있는 장점을 적용하여 자주식 수확동시 톤백사일로 제조기를 제작하여 필드실험을 행하고자 하였다. 기존의 하베스터장치를 활용하고 동력전달장치를 적용하여 차대의 후방에 톤백거치대를 두고 톤백은 거치되고 이 거치대는 상하강, 좌우 회전이 가능한 원치의 와이어에 연결되어 차대 상부에 놓인 톤백을 지면으로 이송가능하게 하여 수확기에 의해서 수확 후 초핑된 사료작물은 수확기의 슈트를 통해서 톤백내로 이송 저장된다. 충진이 완료되면 비닐을 밀봉하고 지상으로 내린 후 다음 톤백을 거치하여 지속적으로 작업을 진행하였다.



그림3-40. 자주식 수확동시 원치타입 톤백사일로 제조기

5. 자주식 수확동시 톤백사일로 제조기의 필드실험 결과와 평가

자주식 수확동시 톤백사일로 제조기를 제작하여 옥수수포장에서 실험을 행하여 수요자들의 평가를 수렴하였다.

초속 1.5 m/sec의 주행속도에서 수확작업은 원활하게 진행되었고 톤백에 저장하여 충전이 완료되면 비닐을 밀봉하고 지면으로 내려 거치대에서 분리하여 포장에 두고 다음 작업을 행하였다. 1톤백을 충전하여 톤백사일리를 만드는 시간은 약 4분이 소요되는데 톤백에는 약 700Kg의 사일리를 충전가능하였다. 따라서 시간당 10톤이 처리되는데 시간으로 보면 톤백을 거치하고 하차시키는 시간이 2분 정도가 소요되므로 이러한 작업을 개선하면 3분 이하의 시간에 톤백사일리 1개가 제조 가능할 것으로 판단되었다. 시간당 15톤의 처리능을 가지고 자동으로 상하강 시키는 구조로 개량설계를 행하여자 하였다. 농업기술센터의 교관, 수요자인 농업인의 참관하에 본 실험과 전국연시를 행한 결과 양호한 제품가치를 평가 받아서 제품화 하기 위한 설계를 진행하였다.





그림3-41. 자주식 수확동시 원치타입 톤백사일로 제조기의 필드실험 및 연시

제 4 장 목표달성도 및 관련분야의 기여도

제 1 절 목표달성도

본 연구 과제 1차년도에는 수확동시 자주식사일로제조기를 개발하기 위해 국내외의 유관기술과 제품을 비교 분석하고 사일리지제조를 위한 여러 작업방법을 파악하여 적절한 작업방법과 사양을 설정하고 적정의 연구개발목표를 결정하였다. 그리고 구성할 개별장치들의 기능구현 방법과 사양을 선정하여 설계하고 제작한 후 개별장치들을 개발하여 실험하고 평가하였다.

다음 2차년도에는 개발된 개별장치인 수확장치, 자주식주행차대, 동력전달장치, 저장공급장치, 베일링장치 등을 연계하여 자주식차대에 탑재하고 각 장치에 동력을 연결하고 시스템으로 제작하였다. 또한 개별장치를 연계하여 동작하기 위한 유압장치와 제어장치를 개발하여 시스템의 작동을 통하여 개별장치간의 연계성을 실험하여 분석 평가하고 계측을 통하여 적정설계를 위한 데이터를 수집하고 이를 분석하여 설계자료화 하였다.

또한 제작된 시작기를 가지고 실내 실험과 필드실험을 함으로써 실제 옥수수, 호밀 등 사료작물을 투입했을 경우의 작업성과 처리능을 평가하고 문제점을 파악하였다. 그리고 보완하고 수정해야 할 사항을 찾아서 설계변경토록 하였다.

그리고 가장 중요한 개발기대에 대한 수요자의 평가, 개발시작기의 경제성이나 작업성을 분석하여 시제품을 위한 사양과 개별장치의 구성을 재조명하였다.

마지막 3차년도에는 차후의 사업화를 위한 시제품의 방향을 설정하고 시작기의 개선부분을 수정하였고 이들 문제점을 보완할 수 있는 수확동시 톤백형사일로제조기를 설계제작하였다.

또한 필드실험과 연시를 2개월이상 동시에 행하여 수확동시 베일사일로제조기와 작업성과 성능을 비교하고 내구성에 대한 평가도 병행하여 필드작업을 위한 적응성을 평가하였다.

그리고 상기의 과정을 통해서 수립된 사양과 요구사항을 제품화를 위한 제품설계를 행하여 시제품을 제작하였고 실용화재단에서 안전검정도 통과하여 가격고시가 되고 이 시제품을 2012년초 전사회 2개소에 출품하여 호평속에 판매가 진행되고 있다. 이로서 연구개발을 순조롭게 완료하고 시제품으로 출시까지 진행할 수 있게 된 것이다.

표4-1. 연구개발목표 및 달성도

구 분	연도	연구개발의 목표	달성도
1차 년도	2009	유관 제품, 시스템의 조사, 기능, 구성, 사양 설정	100%
		개별기능장치의 기능분석,기능구현 방법,사양결정	100%
		개별기능장치의 설계 및 제작	100%
		개별기능장치의 실험	90%
		개별기능장치의 실험(계측), 분석	90%
2차 년도	2010	자주식주행장치 응용개발	90%
		개별기능장치의 탑재	90%
		연계작동 및 연계성 검증	90%
		유압,제어부의 개발	100%
		시스템완성 및 실내실험 평가	100%
3차 년도	2011	시스템의 수정설계, 보완 제작 및 필드테스트	100%
		시작기의 설계, 제작	100%
		필드Test 및 연시	100%
		시제품의 설계, 제작, 실험, 안전검증, 전시 등 제품화	100%

제 2 절 관련분야의 기여도

국내 조사료시장에서는 해외로부터의 건조수입을 점진적으로 축소하고 이를 국내 사료작물의 재배를 통한 자가생산 이용을 경쟁력 향상의 한 방안으로 적극 권장하고 있어서 이를 활성화하기 위한 조사료지원 정책은 해마다 확대되고 있는데 조사료장비 경험과 제조역사가 짧은 국내의 실정에서는 수입기계가 시장을 지배하고 있어서 막대한 외화가 유출되고 있는 것이 현실이다. 그 외 국내 작업조건에 맞지 않는 점, 유지보수가 난이한 점 등 여러문제를 안고서도 대안이 없는 관계로 고가의 장비를 구매해서 고가의 유지비를 지불하며 조사료 국내 생산을 해오고 있는 것이다.

이러한 국내 독점시장 수입기계에 대응할 수 있는 수확동시 자주식사일로제조기의 등장은 저렴한 가격과 낮은 유지보수비는 물론이고 국내 작업환경에 적합한 장비를 언제나 공급받을 수 있고 적절하고 신속한 사후봉사도 가능해지고 국내 수요자에게는 희소식이요 경쟁력을 가질 수 있게 해 주는 경제적인 조사료장비로서 국내 수요자의 경쟁력에 크게 기여할 것으로 사료된다.

또한 년 1000만불 이상의 외화가 유출되는 것을 방지하고 국내 생산이 가능해져서 신규 일자리의 태동도 기대되며 국내 부품의 수요도 일으켜서 국내 관련산업에도 미소하나마 기여를 할 것으로 생각한다.

그리고 전세계적으로 , 특히 개발도상국의 경우, 가까이는 중국, 동남아, 인도 등 고기나 우유 등 축산물의 수요가 급격하게 증대되는 경우가 두드러져서 조사료 생산이 기대되므로 이들 국가로의 축산장비 수출은 크게 기대되고 있으므로 본 과제를 통해서 얻어지고 앞으로 얻어질 기계장비의 수출가능성은 너무나도 크다고 할 수 있으므로 수출이나 해외진출에 많은 기여를 할 것으로 생각한다.

그 외 개발된 기술을 활용하여 새로운 여러 가지의 신제품 태동이 가능하고 특히 복합기, 자주식 장비 등 고가이면서 첨단기술을 구비한 국내 독자모델의 신장비의 태동도 가능해지므로 관련산업인 농기계, 축산기계산업에 미치는 긍정적인 효과도 지대하다.

제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획

1. 연구성과 활용 목표와 성과

가. 연구성과 활용 목표와 성과

(단위 : 건수)

구분		기술실시(이전)	상품화	정책자료	교육지도	언론홍보	기타
활용건수	목표		3	1	2	3	
	달성	2	3		2	3	전시회 2건

나. 연구성과의 활용 지속 계획

연구성과는 우선 논문의 투고를 2012년에 할 계획으로 있으며, 상품화도 지속할 계획이다. 과제의 결과가 정책에 반영되어 수입기계를 대체할 수 있도록 하여 국내 농가의 작업비용을 개선토록 하고 수출도 촉진될 수 있도록 하고자 한다.

2. 실용화 및 사업화 계획

가. 사업화 현황

사업화명	사업화내용	사업화 업체 개요				기대출액 (2011년)	당해연도 (2012년) 대출액	차년도 (2013년) 대출액
		업체명	대표자	종업원수	사업화형태			
전자식네트 장치	원형베일러 제조 및 판매	(주)라이브맥	김병관	39	기존업체에서 상품화	12억	8억	8억
옥수수 하베스터	제조 및 판매	(주)라이브맥	김병관	39	기존업체에서 상품화	4억	5억	7억
톤백형자주식사일로제조기	제조 및 판매	(주)라이브맥	김병관	39	기존업체에서 상품화	0	12억	24억

*** 개발과제의 결과물의 원가구조는 대부분의 구조물이나 부품이 국산으로 구성되어 수입원가에 대비 약 55% 수준이내에서 관리가능하므로 수입품 대비 시판가는 50% 정도가 가능하다.

나. 사업화 계획

옥수수나 호밀 등의 사료작물을 수확해서 톤백형의 사일로를 제조하는 자주식톤백형사일로제조기와 사료작물을 수확해서 베일링작업을 행하는 자주식수확동시베일러의 제품화를 통해서 제조하여국내외 판매로 년 60억 이상의 매출을 계획하고 있으며 그 외 본 과제를 통해 확보된 기술을 응용하여 베일래핑복합기, 자주식베일래핑복합기 등 여러종류의 파생제품의 사업화가 기대되고 있다.

사업화명	사업화 내용	사업화 업체 개요				2012년	2013년	2014년
		업체명	대표자	종업원수	사업화형태	도매출액	도매출액	도매출액
자주식톤백형 사일로제조기	제조및판매	(주)라이브맥	김병관	39	기존업체에서 상품화	12억	24억	35억
자주식수확동시베일러	제조및판매	(주)라이브맥	김병관	39	기존업체에서 상품화	0	20억	30억

3. 기술확산계획

개발된 요소기술 및 기능품을 활용하여 새로운 제품의 개발을 하고자 하는데 대표적인 제품군으로

- ① 네트장치를 활용한 각종의 베일러
- ② 2조식 옥수수 및 사료작물 하베스터
- ③ 세밀바형옥수수베일러 및 복합기
- ④ 자주식베일러핑기

등 여러 가지의 응용제품을 기획개발하여 국내판매와 수출을 행하고자 한다.

또한 개발된 기술을 보다 유용하고 개량된 기술과 응용기술로 발전시키고자 하는데

- ① 네트장치를 활용한 각종의 베일러
- ② 2조식 옥수수 및 사료작물 하베스터
- ③ 롤러 및 세밀바형옥수수복합베일러
- ④ 자주식베일러핑복합기

등 제품의 관련기술의 개발로 보다 원천기술의 확보와 독창적인 시스템의 태동이 가능하게 될 것이다.

4. 지적재산권 확보 성과 및 계획

3년의 과제 수행기간 중 총 5건의 특허를 출원하였으며 이중 2건의 특허는 제품특허로서 이미 제품화되어 2012년부터 출시될 예정으로 실용화재단의 안정검정까지도 취득하여 가격신고되어 있다. 따라서 과제 수행기관인 (주)라이브맥은 농림수산식품부로부터 기술이전을 받아 국내 시장에 출시되어 국내시장을 100% 지배하고 있는 수입기계에 대응하여 국내시장을 탈환할 것이며 수출도 가능할 것으로 예상된다.

또한 본 과제를 통해 얻어지는 원천기술을 다듬어서 국제특허(PCT)를 출원하여 수출에 대비한 방어책을 구비하고자 한다.

가. 특허출원 및 등록---출원인 : (주)라이브맥

	출원일	출원번호	명칭	상태
1	2010.03.30	10-2010-0028449	조사료 수확기의 가변폭 에취기구	2011.11.2 의견/보정서제출
2	2010.03.30	10-2010-0028450	베일러 복합기의 작물 사일리지 래핑기구	2011.11.2 의견/보정서제출
3	2011.01.18	10-2011-0004949	자주식 베일사일리지 제조기	심사중
4	2011.01.18	10-2011-0004950	초핑 사료작물의 베일링 기구	심사중
5	2012.01.31	10-2012-0009864	옥수수수확기를 탑재한 자주식톤백형사일리지 제조장치	심사중

5. 경제사회 파급효과

가. 산업지원 및 고용 효과

산업지원 성과 (단위 : 2 건)				고용창출 성과 (단위 : 3 명)		
기술지도	기술이전	기술평가	합계	창업	사업체 확장	합계
	2		2		3	3

나. 수입대체 및 수출효과(과제종료일: 2012년4월9일)

현재 국내 축산기계 시장의 상황은 고급기종의 경우 100% 수입기종에 의해 장악되고 있으나 본 과제를 통해서 제품화된 수확동시 자주식톤백형사일로제조기와 2012년 제품화될 자주식베일러 등에 의한 수입대체 효과는 아래의 표와 같이 나타날 것이고 2012년의 경우 20대 판매가 가시화되어 200만불 이상의 수입대체가 예상되고 수출도 동남아, 러시아 파키스탄, 중국 등으로 이루어질 것으로 예상된다. 그 후 판매네트워킹의 구축에 따라 지속적이고 급진적인 성장이 예측되고 있다.

수입대체효과(단위 : USD)				수출효과 (단위 : USD)		
2012년	2013년	2014년	2015년	2012년	2013년	2014년
2,000,000	2,500,000	3,200,000	4,000,000	700,000	1,500,000	2,000,000

6. 추가연구 및 타연구에의 활용계획

본 과제에서 연구된 내용과 결과를 더욱 응용발전시키기 위해서 지속적인 연구개발이 요구되며 여러 가지 연구에 활용하도록 하여 사장되지 않고 제품화, 사업화될 수 있는 결과를 잉태하고자 한다. 이러한 사항을 구체적으로 요약하여 열거하면 다양한 분야, 제품에 활용가능하다고 생각하지만 아래표의 내용과 같이 중요하고 화급한 연구개발에 우선 진행하고 활용하고자 한다.

	추가연구	타연구에의 활용
1	고속형,고압축용 베일러의 연구	정치형 옥수수베일래핑복합기 연구
2	고속형피복기의 연구	베일래핑복합기의 개발
3	고속형자주식사일로제조기 연구	가변베일러의 연구
4	차륜형자주식사일로제조기 연구	중량감응형가변베일러의 연구
5		자주식 당근,양파,마늘 수확기 연구

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

본 연구과제를 진행하면서 수집된 중요한 해외과학기술정보는 자주식 사일리지제조기나 조사료작물용 사일리지제조기인 베일러 등 작업기에 관한 것으로서 주로 일본이나 미국, 유럽에서 주어지고 있는 신기술 관련 자료인데, 그 내용은

정치형의 옥수수사일리지제조기로서 그 구성은 공급호퍼와 조밀형체인바로 구성된 초핑사료작물용 베일러와 연결부착된 래핑기의 복합기로서 구성된 형태인데 일본의 타카키타 제품과 스타제품 두 가지의 제품이 주어지고 있는데 자주식의 형태가 아니고 외부유입동력인 트랙터 PTO동력을 활용하는 제품이다. 역시 가격이 비싸고 구조가 복잡해서 내구성이나 유지보수비가 문제가 되어 보인다.



그림 6-1 옥수수수확기 및 베일러, 일본 타카키타.

다음으로는 자주식의 수확과 동시에 초핑된 사료작물을 베일링하는 자주식수확베일러로서 역시 일본의 타카키타 제품과 스타제품 두 형태가 존재하고 있는데 전방에 부착된 옥수수수확기에서 수확초핑한 후 공급호퍼로 공급하고 베일링을 행하는 구조의 자주식 작업기인데 수확기에서는 옥수수만 전용으로 수확할 수 있고 워낙 고가이므로 실용성 측면에서는 문제가 있어 보인다. 또한 치명적인 문제는 베일러의 처리능이 수확기의 처리능에 비해서 현저히 낮기 때문에 전체 시스템인 자주식수확베일러의 처리능은 베일러에 의해 제한될 수 밖에 없는 구조적인 문제점을 내포하고 있다.



그림 6-2 플레일방식자주식베일러 일본 스타

따라서 다양한 사료작물에 적용할 수 있는 자주식베일러의 개발을 위한 연구와 고속으로 베일링할 수 있는 고속작업이 가능한 고속베일러의 개발이 진행되고 있다.

특히 유럽의 오켈이라는 회사에서 출시된 정치형의 초평된 옥수수 전용의 베일러는 고속을 목표로 개발된 기종으로 유의하게 관찰해야 하며 세계 제일의 기계를 개발하기 위해서는 이러한 개발 동향에 항시 주시할 필요가 있다.

다음으로는 가변형베일러를 표방하는 기술제품의 태동이다. 독일의 크로네라는 회사에서 출시된 기술로 구동방식은 고장력광폭벨트를 구동하고 이 벨트에 바를 횡으로 탑재하여 벨트의 회전 궤도를 따라 사료작물을 베일링하는 구조로서 가변이나 내구성, 기계적 소음, 윤활이라는 측면에서의 강점을 내포한 신기술이다.



그림 6-3 가변베일러. 독일 크로네.

다음으로는 중량을 측정하고 중량에 맞추어 베일의 크기를 가변으로 자동설정하여 가변경의 베일을 제조하는 기술을 연구하고 있는 연구기관도 있다. 특히가 개별적으로 관찰되지만 이를 시스템으로 적용 시 IT기술을 접목함이 필수적일 것이고 계량이나 바코드, 프린팅 등의 기술이 접목되어야 할 것이다.

제 7 장 참고문헌

1. Piskorowski, J and T, Barcinski. 2008. Dynamic compensation of load cell response : A time-varying approach. *Mechanical Systems and Signal Processing* 22(2008):1694-1704.
2. Perez-Munoz, F and T. S. colvin. 1996. Continuous Grain Yield Monitoring. *ASAE* 39(3):775-783.
3. Magalhaes, P. S. G and D. G. P. Cerri. 2007. Yield Monitoring of Sugar Cane. *Biosystems Engineering* 96(1):1-6.
4. Maguire, S. M., R. J. Godwin, M. J. O'Dogherty and K. Blackburn. 2007. A dynamic weighing system for determining individual square bale weights during harvesting. *Biosystems Engineering* 98(2007)138-145.
5. Karl, W and A, Hermann. 1999. A weighing system for local yield monitoring of forage crops in round balers. *Computers and Electronics in Agriculture* 23(1999):199-132.
6. Pelletier, G and U. Shrini K. 1999. Development of a tomato load/yield monitor. *Computers and Electronics in Agriculture* 23(1999)103-117.
7. Godwin, R. J., P. N. Wheeler, M. J. O'Dogherty, C. D. Watt and T. Richards. Cumulative mass determination for yield maps of non-grain crops. *Computers and Electronics in Agriculture* 23(1999)85-101.
8. Lee, C. K., Y. Choi, H. J. Jun, H. J. Kim, S. B. Lee and C. S. Ryu. 2007 Development of a Rice Weighing System for Head-Feed Combine. *Journal of Biosystems Engineering* 32(5):332-338.
9. Bisaglia, C., E. Tabacco and G. Borreani. 2011. The use of plastic film instead of netting when tying round bales for wrapped baled silage. *Biosystems Engineering* 108(2011)1-8.

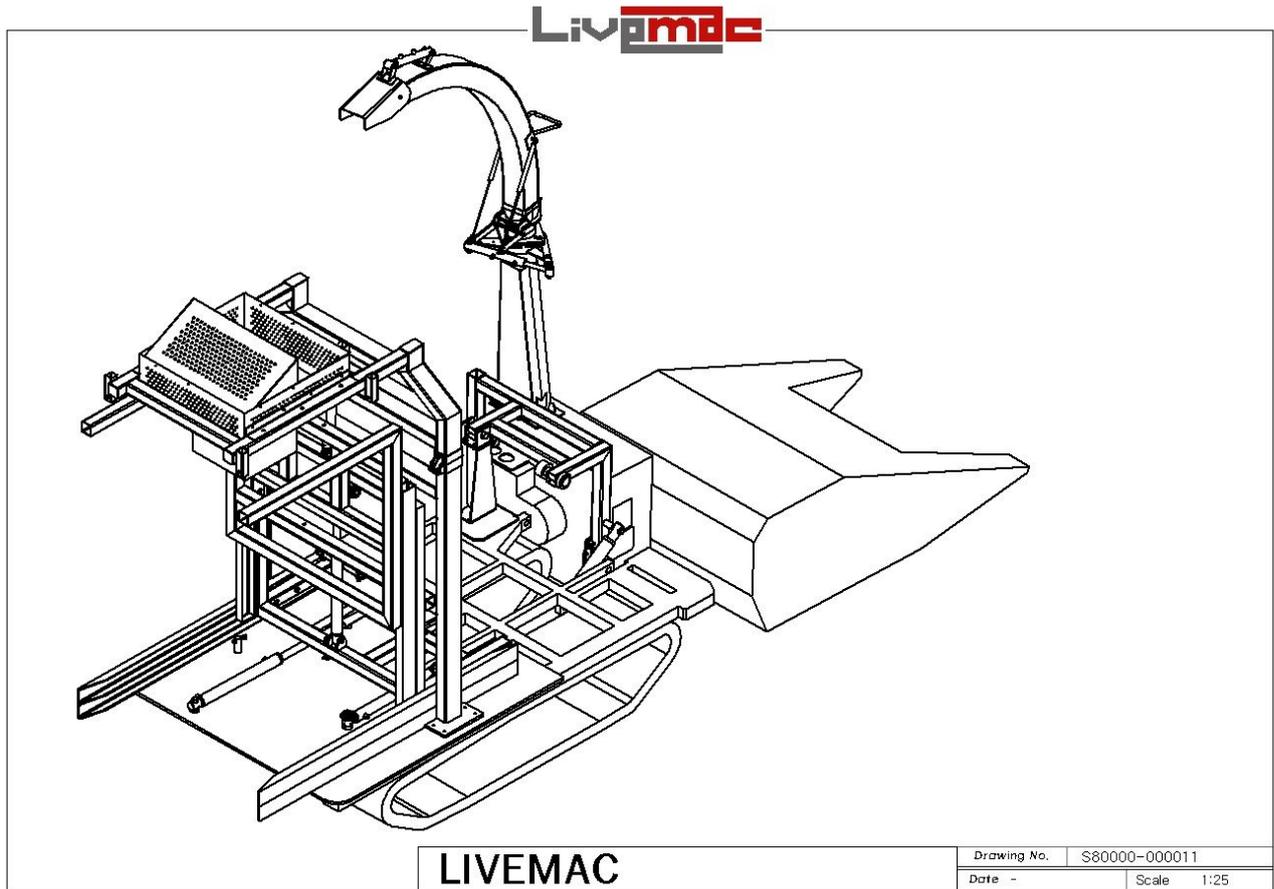
10. Sun, Y., W. Buescher, J. Lin, P. Schulze Lammers, F. Ross, C. Maack, Q. Cheng and W. Sun. 2010. An improved penetrometer technique for determining bale density. *Biosystems Engineering* 105(2010)273-277.
11. Weinberg, Z. G and G. Ashbell. 2003. Engineering aspects of ensiling. *Biochemical Engineering Journal* 13(2003)181-188.
12. Kumhala, F., K. Milan and P. Vaclav. 2007. Development and evaluation of forage yield measure sensors in a mowing-conditioning machine. *Computers and Electronics in Agriculture* 58(2007)154-163.
14. Park, D. S., D. I. Chang, S. O. Chung, S. J. Park and I. H. Lee. 2012. The Performance Evaluation of Stationary Bale System. *Proceedings of the KSAM 2012 Winter Conference* 17(1):5-8.
15. Lee, D. H., Y. J. Kim, J. W. Choi, C. H. Choi, S. O. Chung and S. J. Park. 2011. Analysis of Power Requirement during Baler and Wrapping Operations for Forage Production. *Proceedings of the KSAM 2011 Summer Conference* 16(2):148-155.
16. Kim, C. H., K. W. Seo, D. B. Song, T. J. Park, M. I. Kim, B. H. Lee and H. T. Kim. 2011. Experimental Study on the Grain Yield Monitoring of Combine. *Proceedings of the KSAM 2011 Summer Conference* 16(2):167-171.
17. Shito, H., Yamana, N., 2004, Development of labor saving technique of Maize Harvesting and Ensiling(Part 2) *Journal of JSAM*, 66(3),pp. 105-110
18. Shito, H., Yamana, N., 2002, Development of labor saving technique of Maize Harvesting and Ensiling(Part 1) *Journal of JSAM*, 64(4),pp. 96-101
19. Shito, H., etc., 2005, Development of labor saving technique of Maize Harvesting and Ensiling(Part 3) *Journal of JSAM*, 67(3),pp. 106-113
20. 小林有一, 2005, 飼料イネ専用収穫期での作業実態の解析, 中央農研, 農業環境工学關聯 7學會 2005年合同大會講演要旨集, pp.575
21. 大谷 隆二, 2006, 自脱コンバインで飼料稻を 収穫する, 機械化農業 2006年1月号. pp. 11~15
22. 동양물산 콤바인 취급설명서 및 부품명세서
23. 유병기 등, 2006, 자주식원형베일러 개발, 농촌진흥청 농업공학연구소 2006 농업공학 시험연구보고서, pp.328~336
24. 김병갑 등, 2004, 농업기계 이용실태 조사연구, 2004 시험연구보고서, 농업공학연구소 pp. 51~570

25. 유병기 등, 2008, 콤바인을 이용한 총체벼 등 논 사료작물 예취기술 개발, 한국농업기계학회 2008년 동계학술대회 논문집 13(1): 17~21, 2008
26. 김경욱 외 1998. 가변원형베일러의 설계기술개발 연차보고서
27. 유병기 외 2009. 콤바인을 이용한 논 사료작물별 예취 적응성 연구, 한국농업기계학회 2009년 하계학술대회 논문집 14(2):144~147,
28. 김조언, 김경욱, 2000, 가변원형베일러의 결속기구제어장치 개발한국농업기계학회지 제 25권 제 5호 pp341-350
29. 유병기 외, 2010. 자주식 논 적응 사료작물 수확기 개발, 한국농업기계학회 2010년 동계학술대회논문집 15(1): 148~152, 2010

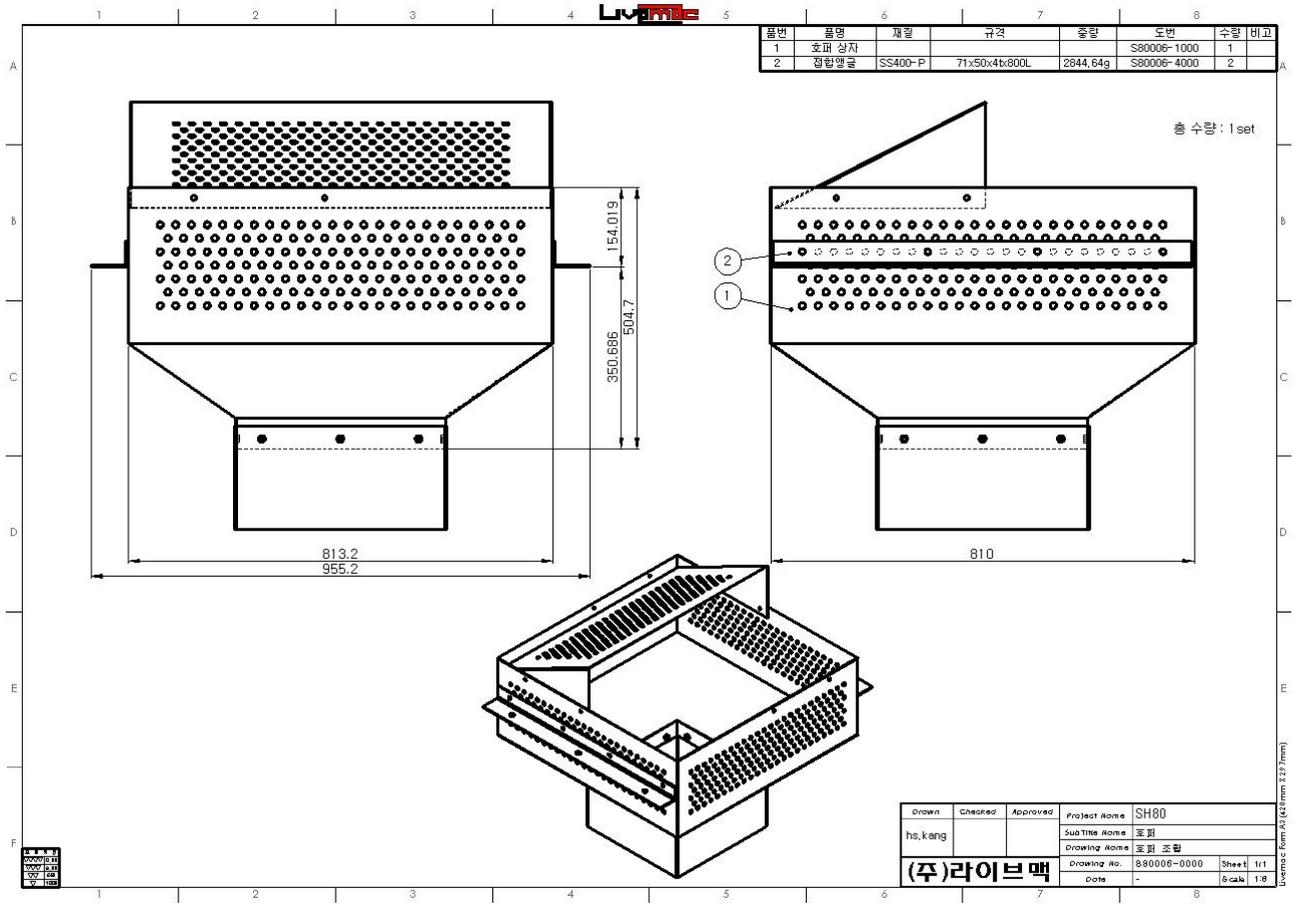
부 록

1. 도면

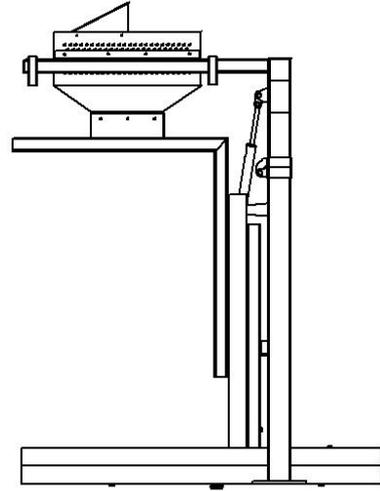
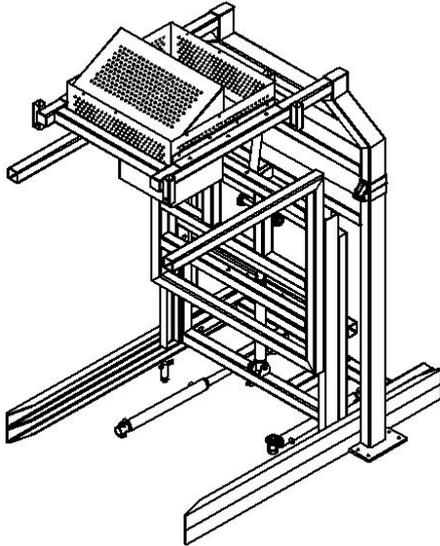
가. 수확동시 사일로제조기 외관도



나. 호퍼부



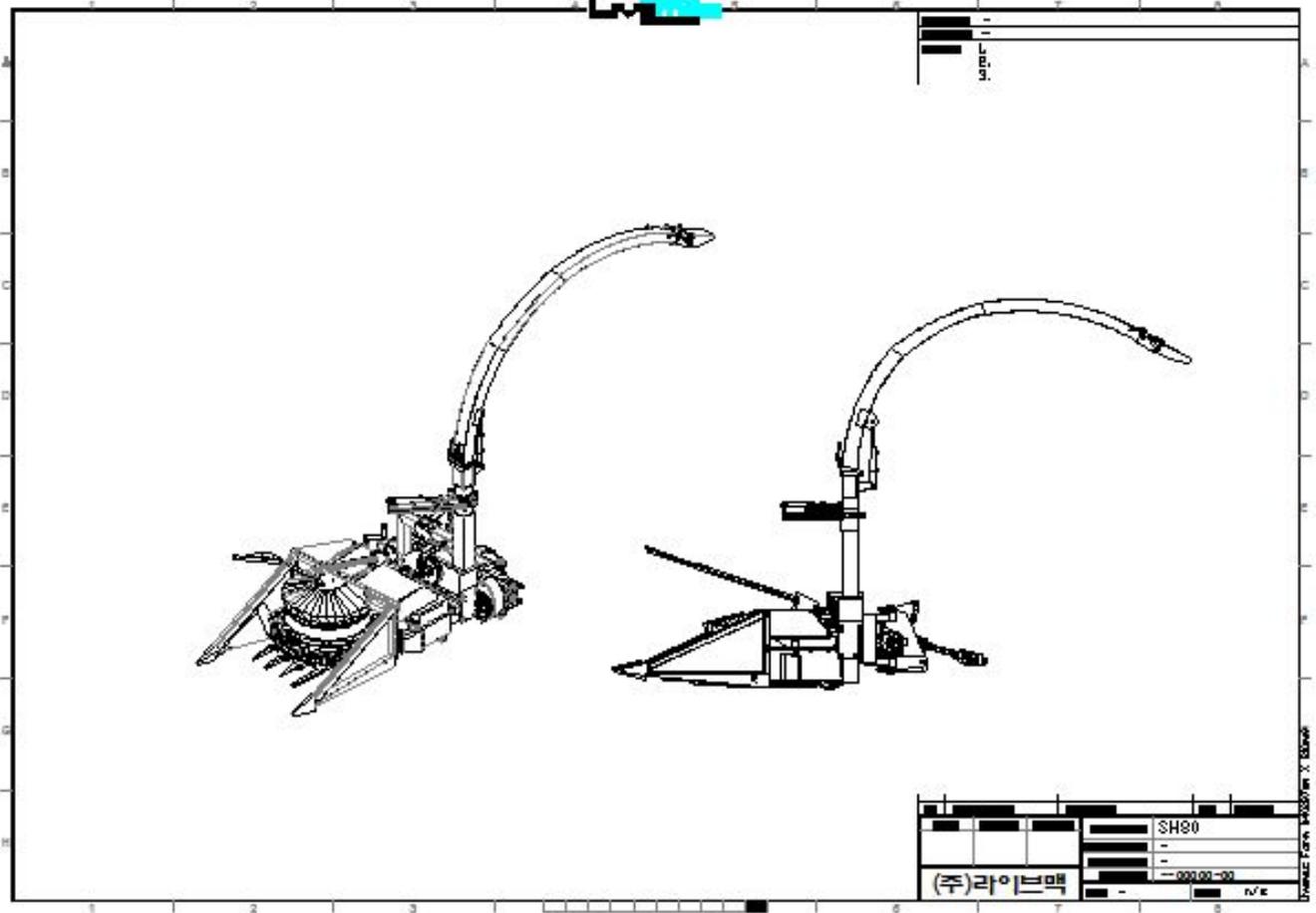
다. 톨백처리부



LIVEMAC

Drawing No.	S80000-000011
Date	-
Scale	1:25

라. 수확부



2. 실용화재단 안전검정 결과

기술을 넘어 실용화로



농업기술실용화재단

수신자 (주)라이브맥 대표이사 김병관 귀하
(경유)

제 목 농용베일러 및 사료작물수확기 안전검정 결과통보

1. 2012. 3. 13.자로 귀사에서 신청한 농용베일러 및 사료작물수확기의 안전검정 결과를 다음과 같이 알려드리오며,

다 음

기종명	형식명	형 식	규 격	검정번호	검정결과
농용베일러	VC1172WXB	트랙터견인식 원동형	픽업드럼폭 130 cm	12-M-6-45	적합
사료작물 수확기	LCH2-T	승용자주형 드럼회전날식	예취폭 125 cm	12-M-6-46	적합



2. 아울러, 제출된 검정 용도의 제품은 검정결과 통보일로부터 15일 이내에 대표자 명의의 인수증을 제출하고 찾아가시기 바랍니다.

붙임 농업기계 안전검정성적서 각 1부. 끝.

농업기술실용화재단 이사



책임연구원 이용복 책임연구원 김기택 농기계검정팀장 하지호 전결 03/30

협조자

시행 농기계검정팀-317 (2012.03.30.) 접수
 우 441-857 경기도 수원시 권선구 수인로 135번길22 / www.efact.or.kr
 (서둔동 211-2)
 전화 031-290-1962 전송 031-290-1965 / lee0yb@efact.or.kr / 부분공개(6, 7)

3. 게재된 신문기사 (신문 3회)

(주)라이브맥 자주식 하베스터(톤백형) CH125-T

우수품질유지, 생산원가절감 효과 커

(주)라이브맥이 최근 개발을 마쳐 연시중인 자주식 하베스터 CH125-T는 국내 축산농가의 요구에 맞춰 논대체 사료작물로 옥수수 재배시 습답에서의 수확작업의 문제를 해결하기 위해 개발됐다. (주)라이브맥의 자주식 하베스터 CH125-T는 기존 축산농가의 트랙터 부착형으로 많이 활용한 톤백 저장형태로서 싸일리지의 품질은 우수하게 유지하면서도 생산원가면에서 큰 절감효과를 실현한다. 사후관리비용도 대폭 절감할 수 있어 농가부담이 한결 줄어들 것으로 기대된다. 031)274-8356



한국 농기계 신문 제290호 2011년 10월31일 기사.

저렴한 가격 탁월한 경제성 갖춰

라이브맥 자주식 사료작물 수확기 국내기술로 출시

배출구 방향을 조절할 수 있는 유압 방식 슈트 및 트럭 운송이 원활하도록 슈트와 작물저장호피는 접혀지는 구조로 제작됐다. 063)545-3345

고품질 조사료 생산에 적합하도록 다양한 사료작물을 수확할 수 있는 자주식 사료작물 수확기가 국내 기술로 출시됐다. (주)라이브맥은 옥수수, 총채버, 호밀, 수단 등 작물에 제약 없이 수확이 가능하고, 특히 옥수수의 경우 파종일에 구애받지 않는 작업이 가능한 자주식 사료작물 수확기를 선보였다. 라이브맥의 자주식 사료작물 수확기 LCH2-T는 국산 콤팩트 차대를 기본으로 캐빈형으로 제작돼 운전 및 작업 조작성이 편리하다. 광폭의 궤도바퀴를 장착해 무른 땅 및 습전에서도 진흙 빠짐이 원활해 뛰어난 작업성능을 갖췄다는 설명이다. 더욱이 수입산 제품 대비 저렴한 가격으로 탁월한 경제성을 갖췄다. 사료작물 수확부는 드럼방식 수확기를 장착해 다양한 사료작물의 수확이 가능하다. 수확한 사료작물은 톤백 받침대를 통해 수거하는데, 운전석에서 리모콘으로 톤백하차 작업을 할 수 있어 편리하다.



3/15/12 한국농기계신문

한국 농기계 신문 제299호 2012년 3월15일 기사.

국내 환경에 최적...3년간 '노력의 결실'

국내 조사료 장비 국산화 선도메이커인 (주)라이브맥(대표 김병관)에서 3년간 정부지원사업인 농립수산물연구개발사업의 정부지원과제를 수행한 연구결과로서 최근 제품으로 출시한 '자주식수확동시사일리지제조기'(제품명 : 자주식수확기) CH125-T(사진)를 국산화하여 출시하였다.

(주)라이브맥은 국내 축산농가의 관심을 끌고 있는 하계조사료 생산 증진과 수도작 대체 사료작물로 옥수수재배 시 습답에서의 수확작업 및 사일리지작업의 어려움을 동시에 해결하기 위해 정부지원과제사업으로 진행하여 이번에 개발 출시하게 되었다.

국내에 시판 중인 자주식베일러는 모두 수입제품으로 고가인 반면 수확베일 성형작업 후 래핑처리를 별도로 해야 베일사일리지가 되는 문제가 있어 농가에서 고가로 기피현상이 있었다.

한편 문제가 되는 것은 베일러의 속도에 맞추어 수확작업을 할 수 밖에 없어 처리속도가 베일러의 처리속도에 기준을 두어야하므로 처리효율이 떨어지는 문제점을 안고 있었다.

또한 베일작업을 행한 후 베일배출 과정에서 발생하는 사료손실이 많은 것도 문제점으로 개선할 필요성이 대두되고 있었다.

그리고 하계작물인 옥수수 외의 호밀과 같은 사료작물은 수확이 어려우므로 적용 작물의 다양성이 없어 년중 기계가동 일수도 한정적이란 비판이 있었다.

따라서 이번에 (주)라이브맥에서 개발된 국산 '자주식수확기'는 기존의 수입된 자주식수확베일러가 가진 문제점을 보완하여 가능한 국내 작업환경에 적합한 자주식하베스터를 개발하여 전천후 작업이 가능하도록 하였고 작업대상 작물도 옥수수만이 아니라 호밀이나 이탈리안라이그라스 등의 사료작물도 수확 가능하도록 하베스터를 개발 부착하였다

하베스터에 의해 수확된 사료작물은 초핑되어 슈트를 통해서 자주식차대의 후방에 설치된 비닐내장통백에 바로 저장하여 사일리지화 함으로써 양질의 사일리지를 신속하고 저렴하게 제조할 수 있도록 하여 농가의 사료생산 원가 절감효과와 설비



투자비용이나 사후관리비용면의 절감효과가 크므로 농가의 경쟁력 향상에 일조할 수 있게 되었다.

자동이나 수동으로 처리 가능한 톱백처리장치를 탑재하여 톱백의 처리가 신속하므로 톱백의 처리 속도나 저장용량도 베일러에 비해 상당히 커서 사일리지제조 비용도 절감할 수 있다.

또한 (주)라이브맥은 김사장은 "향후에도 지속적으로 고가의 수입기계에 의해 지배되고 있는 조사료 장비 시장에서 국산기계의 자리매김을 지속적으로 추구하여 양

질의 국산기계의 태동이 상시 가능하도록 하고 지속적으로 국내 농가에게 국내 작업환경에 적합한

자주식하베스터 개발...전천후 작업 가능 사일리지화 시간·가격 절감...경쟁력 강화

효율적인 축산기계를 제공할 수 있도록 노력할 계획으로 실천하고 있다"고 밝히고 있다.

'자주식수확동시사일리지제조기' CH125-T는 기본적으로 최대 89마력의 엔진동력을 바탕으로 충분한 동력이 제공되고 있다.

HST와 기계식동력전달장치에 의해 자유로운 주행이 가능하고 작업기로의 동력 전달도 원터치에 의한 제어로 편하게 이행되고 수평제어 등에 의한 자세제어는 굴곡 심한 국내 포장에서의 작업을 쉽게 해 준다. 캐빈내에서 쾌적한 환경에서 안전하고 안락하게 운전, 작업이 가능하고 작업도 유선리모콘으로 조작을 쉽게 처리할 수 있어서 작업성이 양호하다.

또한 전방에 부착된 수확기는 수확폭이 크므로 포장에서 갓 돌리기가 필요없이 자주식차대 쪽으로 옥수수나 호밀 등의 사료작물을 수월하게 수확할 수 있으므로 작업성이 우수하다.

박윤만 qkrdsaks@hanmail.net

4. 수확동시 톨백형 자주식사일로제조기(자주식수확기)의 당사 제품 카탈로그

자주식 사료작물 수확기

LCH2-T

다양한 사료작물을 수확하여 고품질 조사료를 제조하는 자주식 사료작물 수확기



- ▶ 고효율, 경제성이 탁월한 자주식 사료작물수확기
- ▶ 옥수수 파종열에 구매 받지 않고 작업
- ▶ 옥수수, 총채버, 호밀 수단 등 다양한 작물 작업



톨백 받침대

톨백작업 완료시 운전석에서 유선리모콘으로 톨백하차 작업이 가능합니다.



사료작물 수확부

드럼방식 수확기로 옥수수, 수단, 총채버 등 다양한 조사료 수확이 가능합니다.



슈트

배출구 방향을 조절할 수 있는 유압방식 슈트입니다.



편리한 운송

슈트의 작물저장호 파는 이송시에 접혀지므로 트럭으로 이송이 가능합니다.



- ▶ 뛰어난 안정성으로 전복사고나 각종 위험으로부터 안전합니다.
- ▶ 국내 콤바인 차대로 제작하여 캐빈내 운전석에서 편리하게 운전 및 작업 조작이 가능합니다.
- ▶ 광폭 궤도바퀴가 장착되어있어 연약포장 및 습전에서도 진흙 빠짐이 잘되고 안전하게 작업할 수 있습니다.



안정성이 뛰어난 가동전륜 (이퀄라이저)



주행성능이 우수한 배형구조의 궤도바퀴



저비용의 고부가가치 조사를 생산합니다

■ 주요사양

형 식	LCH2-T
작업폭 (cm)	125
길이 X 폭 X 높이(cm,L-W-H)	706 X 197 X 341
엔진 (hp)	84.5
연료탱크용량 (L)	65
궤도바퀴폭 X 접지길이 (cm)	50 X 150
기체중량 (kg)	3530
변속방식	HST
주행속도 (M/S)	0~2.57
보조타이어	165/80 R13
포장방식	톤백

Livamac (주)라이브맥

조사료기계 시스템화 선도기업

전라북도 김제시 백구면 영상리 494
 Tel: (063) 545-3345, Fax: (063) 542-5772
 E-mail: info@livamac.co.kr
 www.livamac.co.kr

Livamac

5. 특허출원서

1) 자주식 베일사일리지 제조기{self-propelled bale silage machine}

【명세서】

【발명의 명칭】

자주식 베일사일리지 제조기{self-propelled bale silage machine}

【기술분야】

본 발명은 자주식 베일사일리지 제조기에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 축산분야의 사료용 작물을 수확하는 현장에서 초핑부터 베일링과 래핑 과정까지 일괄적으로 수행할 수 있는 자주식 베일사일리지 제조기에 관한 것이다.

【배경기술】

종래의 사료작물 생산현장에서 통상적으로 수확작업, 베일링작업, 래핑작업 등의 여러 공정이 개별로 이루어지는 형태가 주류를 이루므로 각각의 작업을 담당하는 다수의 트랙터와 함께 다수의 인원이 필요로 되어 작업상 불편을 초래할 뿐더러 비용이 많이 소요되는 폐단이 있다. 이러한 폐단을 해소하기 위한 선행특허로서 한국 공개특허공보 제2008-0113535호의 "자주식 원형베일러", 한국 공개특허공보 제2010-0128079호의 "자주식 원형 베일러" 등이 알려져 있다.

한국 공개특허공보 제2008-0113535호는 자체 주행기능을 갖도록 하는 무한궤도 주행장치와, 절단된 사료작물을 끌어모아 걷어올리는 픽업장치와, 걷어올려진 사료작물을 연속적으로 이송하도록 하는 이송벨트를 포함하는 이송장치와, 이송된 사료작물을 압축 성형하는 베일링키트를 포함하는 자주식 원형베일러에 있어서, 상기 픽업장치의 전면부에 위치하며, 연결부에 의해 탈착/장착이 가능하도록 한 예취장치와; 상기 예취장치에 동력을 전달하도록 하는 동력전달장치를 포함하는 구성을 제안한다.

한국 공개특허공보 제2010-0128079호는 차체의 일측에 작물을 공급받아 베일링을 행하는 베일 챔버가 구비되고 엔진의 구동력을 이용하여 주행하는 자주식 베일러에 있어서, 동력을 공급받아 회전하는 것에 의해 생장작물에 대한 예취를 실시하는 예취날을 등 간격으로 구비한 모위수단과; 상기 차체의 전방 일측에 힌지 결합되어 상하 회동 가능하게 구비되며 높이 조절요소에 의해 높낮이가 조절되고, 그 전방에 상기 모위수단이 탈착 가능하게 구비되며, 베어진 작물을 베일 챔버측으로 픽업하도록 동력을 공급받아 회전하는 갈퀴를 구비한 픽업수단과; 상기 픽업수단의 후방에 배치되어 픽업된 작물을 상기 베일 챔버로 이송 안내하는 커 컨베이어;를 포함하여 구성된다.

그러나 상기한 선행특허에 의하면 사료작물을 절단하고 모으는 기능을 위주로 하므로 사일리지를 형성하기 위해서는 별도의 래핑처리가 수반되어 농가의 추가적인 인력 수급이나 장비보유에 의한 경제적 부담이 증가할 뿐더러 사일리지의 형성과정에서 탈락에 의한 손실이 크다.

【발명의 내용】

【해결하려는 과제】

상기와 같은 종래의 문제점들을 개선하기 위한 본 발명의 목적은, 사료작물의 초핑부터 베일링과 래핑 과정까지 일괄적으로 수행하여 생력화를 통한 생산성 향상하는 동시에 작물탈락

손실과 이물질 유입을 방지하여 고품질에 기여하는 자주식 베일사일리지 제조기를 제공하는 데 있다.

【과제의 해결 수단】

상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 본체 상에 주행기를 지닌 자주식 베일사일리지 제조기에 있어서: 상기 본체의 선단에 하베스터를 지니고, 절단된 작물을 호퍼로 이송하는 초핑부; 상기 초핑부의 하류에 베일챔버를 지니고, 초핑된 작물을 뭉쳐서 베일을 생성하는 베일링부; 상기 초핑부와 베일링부의 사이에 설치되고, 베일챔버에 설정된 길이의 네트를 공급하는 네팅부; 및 상기 베일링부의 하류에 래핑롤러를 개재하여 설치되고, 베일을 회전시키며 비닐랩을 포장하는 래핑부;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

또, 본 발명에 따르면 상기 베일링부는 베일챔버의 내면을 경로로 하는 체인바 및 이와 대향되는 위치의 공급롤러를 이용하여 작물을 원형으로 뭉치는 것을 특징으로 한다.

또, 본 발명에 따르면 상기 래핑부는 본체의 후단으로 연결 가능한 차대 상에 이동대차와 작업대를 개재하여 래핑롤러를 지지하고, 랩거치대 상의 비닐랩을 래핑롤러 상의 베일에 감는 것을 특징으로 한다.

【발명의 효과】

이상과 같이 본 발명에 의하면, 사료작물의 초핑부터 베일링과 래핑 과정까지 일괄적으로 수행하여 생력화를 통한 생산성 향상하는 동시에 작물탈락 손실과 이물질 유입을 방지하여 고품질에 기여하는 효과가 있다.

【도면의 간단한 설명】

- 도 1은 본 발명에 따른 제조기의 예취 상태를 나타내는 구성도
- 도 2는 본 발명에 따른 제조기의 베일링 상태를 나타내는 구성도
- 도 3은 본 발명에 따른 제조기의 네팅 상태를 나타내는 구성도
- 도 4는 본 발명에 따른 제조기의 래핑 상태를 나타내는 구성도

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

이하, 첨부된 도면에 의거하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하면 다음과 같다.

본 발명은 본체(10) 상에 주행기(12)를 지닌 자주식 베일사일리지 제조기에 관련된다. 본체(10)의 하부에 무한궤도 방식의 주행기(12)를 설치하고 본체(10)의 상부에 후술하는 주요 기능부를 일체로 구비한다. 베일사일리지는 주행과 동시에 절단되는 작물을 잘게 초핑한 후에 원통형으로 뭉쳐서 네트로 묶고 비닐랩으로 기밀되게 포장한 상태를 의미한다.

본 발명에 따르면 상기 본체(10)의 선단에 하베스터(21)를 지니는 초핑부(20)가 절단된 작물을 호퍼(24)로 이송하는 역할을 수행한다. 하베스터(21)는 작물의 수확과 초핑을 수행하는 것으로 다양한 규격을 본체(10)의 주행방향으로 보아 전방에 해당하는 선단에 탈부착 가능하도록 구성된다. 호퍼(24)는 초핑된 작물을 일시 저장하면서 후속 공정으로 보내는 것으로서 슈트(22)를 개재하여 하베스터(21)에 연결된다.

또, 본 발명에 따르면 상기 초핑부(20)의 하류에 베일챔버(31)를 지니는 베일링부(30)가 초핑된 작물을 뭉쳐서 베일(B)을 생성하는 역할을 수행한다. 초핑부(20)의 호퍼(24)의 하방향에 공급컨베이어(26)가 설치되어 초핑 작물을 베일챔버(31)의 내부 공간에 간헐적 주기로 이송한다.

베일링부(30)의 베일챔버(31)는 베일(B)을 형성하기 위한 반원형의 내면을 지니고 상단의 일지점을 중심으로 회동하며 개폐되는 구조이다. 작업 완료 후 베일챔버(31)가 후방으로 개방되면 베일(B)이 후속 공정으로 낙하 이송된다.

이때, 상기 베일링부(30)는 베일챔버(31)의 내면을 경로로 하는 체인바(33) 및 이와 대향되는 위치의 공급롤러(35)를 이용하여 작물을 원형으로 뭉치는 작업을 수행한다. 체인바(33)는 베일챔버(31)의 반원형 내면을 포함한 경로 상에서 일방향으로 회전하며 투입된 작물을 뭉치도록 설치된다. 다수의 공급롤러(35)는 베일챔버(31)의 개방된 위치에 체인바(33)와 연계하여 작물을 뭉치도록 설치된다. 체인바(33)와 공급롤러(35)는 작물의 베일링 과정에서 이탈과 간섭을 방지할 수 있는 긴밀한 구조를 채용한다.

한편, 본 발명에 따르면 베일챔버(31)에 설정된 길이의 네트를 공급하는 네팅부(40)가 상기 초핑부(20)와 베일링부(30)의 사이에 설치된다. 네팅부(40)는 원형으로 뭉쳐진 베일(B)의 외주면에 네트를 감싸는 것으로서 베일(B)의 결속을 강화하여 운반이나 저장중의 충격에 의한 파손을 방지한다. 베일링부(30)에서 베일(B)을 완성하는 시점에서 네트가 투입되도록 초핑부(20)와 베일링부(30) 사이, 즉 도시처럼 공급컨베이어(26)의 상측으로 네팅부(40)를 설치한다.

상기 네팅부(40)는 네트거치대(42) 상의 네트를 네트공급기(44)를 이용하여 설정된 길이로 베일챔버(31)의 내부에 공급하는 작업을 수행한다. 네트공급기(44)는 네트를 롤상으로 감은 상태로 지지하면서 네트의 안정적 풀림을 유도한다. 네트공급기(44)는 네트거치대(42) 상의 네트를 설정된 길이 단위로 절단하면서 베일링부(30)의 체인바(33)와 공급롤러(35) 사이로 투입한다.

또, 본 발명에 따르면 베일(B)을 회전시키며 비닐랩(L)을 포장하는 래핑부(50)가 상기 베일링부(30)의 하류에 래핑롤러(55)를 개재하여 설치된다. 래핑부(50)는 베일(B)의 야적 또는 창고 보관 상태에서 저장성을 향상시키기 위해 외주면에 비닐랩을 감는 작업을 수행한다. 한 쌍의 대향하는 래핑롤러(55) 상에 베일(B)이 안착되면 베일(B)의 회전과 동시에 일정 속도로 비닐랩을 공급하면서 설정된 횟수로 감은 후 비닐랩을 절단한다.

이때, 상기 래핑부(50)는 본체(10)의 후단으로 연결 가능한 차대(15) 상에 이동대차(51)와 작업대(53)를 개재하여 래핑롤러(55)를 지지하고, 랩거치대(57) 상의 비닐랩을 래핑롤러(55) 상의 베일(B)에 감는 작업을 수행한다. 래핑부(50)는 차대(15), 작업대(53), 래핑롤러(55), 랩거치대(57)를 주요 구성품으로 포함한다. 작업대(53)는 이동대차(51) 상에 수직축을 기준으로 회전 가능하게 설치되고, 래핑롤러(55)는 작업대(53) 상에 수평축을 기준으로 회전 가능하게 설치된다. 이에 따라 랩거치대(57)의 비닐랩이 일정한 방향으로 풀리는 동안 래핑롤러(55) 상의 베일(B)이 수직축과 수평축의 2축 방향으로 회전하면서 서서히 전체적으로 감싸지게 된다. 래핑부(50)의 상세한 구성은 본 출원인에 의한 선행출원(번호 제2010-0028450호)에 의하여 보다 명확하게 개시된다.

본 발명은 이와 같은 래핑부(50)를 별도의 차대(15)를 개재하여 본체(10)에 탈부착 가능하게 연결하는 것이 좋다. 래핑부(50)에 의한 베일(B)의 래핑이 불필요한 경우에는 차대(15)를 본체(10)에서 분리하기 위함이다. 래핑부(50)의 이동대차(51)는 차대(15) 상에서 전후진 가능하게 설치된다.

전체 작동에 있어서, 본 발명의 제조기가 주행하면서 하베스터(21)를 통하여 절단된 작물을 슈트(22)를 통하여 호퍼(24)에 수집하고(도 1 참조), 설정된 시간동안 공급컨베이어(26)가 작동

하면 작물을 베일링부(30)의 베일챔버(31)로 투입하면서 체인바(33)와 공급롤러(35)를 작동하고(도 2 참조), 설정된 양으로 작물의 투입이 완료되면 네팅부(40)를 작동하여 회전하는 베일(B)에 네트를 결속하고(도 3 참조), 래핑부(50)의 작업대(53)를 전방 이동 후 기울여 베일챔버(31)의 개방에 의하여 낙하되는 베일(B)을 안착하고(도 4a참조), 베일링부(30)에서 다음의 베일(B)을 형성하는 동안 래핑부(50)에서 베일(B)에 비닐랩(L)을 포장하고(도 4b 참조), 비닐랩(L)의 포장이 완료되면 작업대(53)를 후방으로 이동 후 기울여 베일(B)을 지면에 낙하시키는(4c 참조) 일련의 작업을 자동적으로 수행한다.

본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것은 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명하다. 따라서 그러한 변형예 또는 수정예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 해야 할 것이다.

【부호의 설명】

- | | |
|-----------|------------|
| 10: 본체 | 12: 주행기 |
| 15: 차대 | 20: 초핑부 |
| 21: 하베스터 | 22: 슈트 |
| 24: 호퍼 | 26: 공급컨베이어 |
| 30: 베일링부 | 31: 베일챔버 |
| 33: 체인바 | 35: 공급롤러 |
| 40: 네팅부 | 42: 네트거치대 |
| 44: 네트공급기 | 50: 래핑부 |
| 51: 이동대차 | 53: 작업대 |
| 55: 래핑롤러 | |

【특허청구범위】

【청구항 1】

본체(10) 상에 주행기(12)를 지닌 자주식 베일사일리지 제조기에 있어서:

상기 본체(10)의 선단에 하베스터(21)를 지니고, 절단된 작물을 호퍼(24)로 이송하는 초핑부(20);

상기 초핑부(20)의 하류에 베일챔버(31)를 지니고, 초핑된 작물을 뭉쳐서 베일(B)을 생성하는 베일링부(30);

상기 초핑부(20)와 베일링부(30)의 사이에 설치되고, 베일챔버(31)에 설정된 길이의 네트

를 공급하는 네팅부(40); 및

상기 베일링부(30)의 하류에 래핑롤러(55)를 개재하여 설치되고, 베일(B)을 회전시키며 비닐랩을 포장하는 래핑부(50);를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 자주식 베일사일리지 제조기.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 베일링부(30)는 베일챔버(31)의 내면을 경로로 하는 체인바(33) 및 이와 대향되는 위치의 공급롤러(35)를 이용하여 작물을 원형으로 뭉치는 것을 특징으로 하는 자주식 베일사일리지 제조기.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 래핑부(50)는 본체(10)의 후단으로 연결 가능한 차대(15) 상에 이동대차(51)와 작업대(53)를 개재하여 래핑롤러(55)를 지지하고, 랩거치대(57) 상의 비닐랩(L)을 래핑롤러(55) 상의 베일(B)에 감는 것을 특징으로 하는 자주식 베일사일리지 제조기.

【요약서】

【요약】

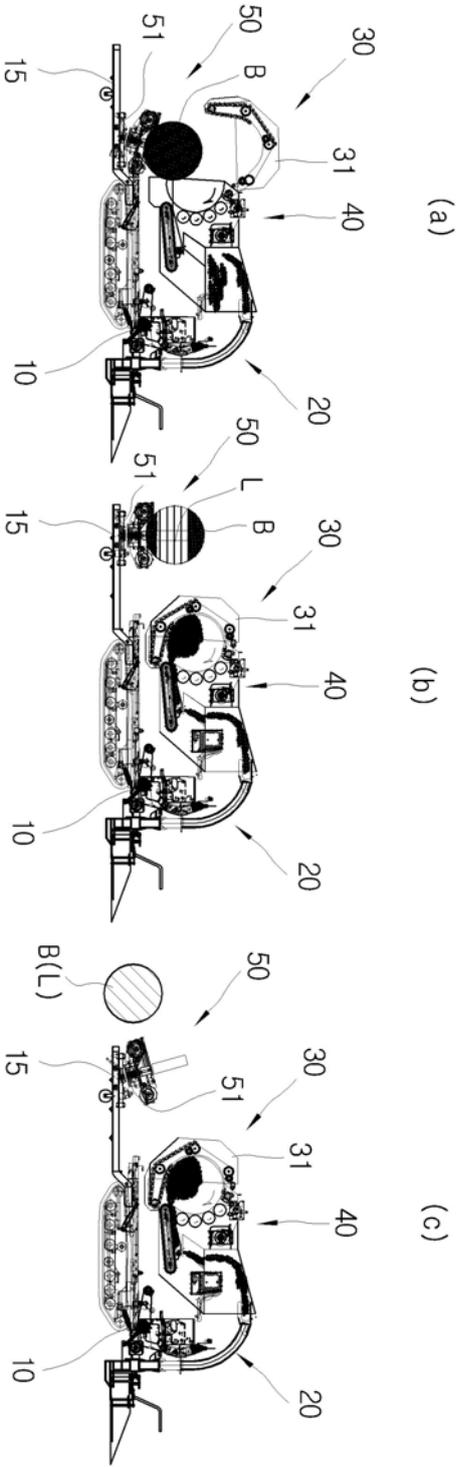
본 발명은 본체(10) 상에 주행기(12)를 지닌 자주식 베일사일리지 제조기에 있어서: 상기 본체(10)의 선단에 하베스터(21)를 지니고, 절단된 작물을 호퍼(24)로 이송하는 초핑부(20); 상기 초핑부(20)의 하류에 베일챔버(31)를 지니고, 초핑된 작물을 뭉쳐서 베일(B)을 생성하는 베일링부(30); 상기 초핑부(20)와 베일링부(30)의 사이에 설치되고, 베일챔버(31)에 설정된 길이의 네트를 공급하는 네팅부(40); 및 상기 베일링부(30)의 하류에 래핑롤러(55)를 개재하여 설치되고, 베일(B)을 회전시키며 비닐랩을 포장하는 래핑부(50);를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

이에 따라, 사료작물의 초핑부터 베일링과 래핑 과정까지 일괄적으로 수행하여 생력화를 통한 생산성 향상하는 동시에 작물탈락 손실과 이물질 유입을 방지하여 고품질에 기여하는 효과가 있다.

【대표도】

【도면】

【51】



【명세서】

【발명의 명칭】

옥수수수확기를 탑재한 자주식 톤백사일리지 제조장치{Self-driven ton-bag silage making apparatus having the corn harvester}

【기술분야】

본 발명은 축산분야에 소요되는 사일리지 제조장치에 것으로서, 특히 소사육에 급이되는 조사료를 수확한 후 사일리지를 만드는 작업을 자주식 기반으로 수행하여 편리성과 경제성 증진을 도모하는 옥수수수확기를 탑재한 자주식 톤백사일리지 제조장치에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

조사료용 옥수수 등의 작물을 수확하는 전통적 방식에 있어서, 트랙터 부착형 옥수수수확기를 트랙터에 장착하고 수확하면서 초핑작업을 행함과 동시에 옥수수수확기의 방출슈트에 의해 방출된 초핑된 옥수수를 트랙터에 견인하는 저장트레일러의 적재함에 담아서 저장장소로 이동한 후 트랜지나 사일로 등의 발효저장조에 압축충진하여 담금먹이를 만들어서 소에게 급이하는 대단히 복잡하고 노동강도가 높은 난이한 작업의 형태를 보이고 있다.

보다 개선된 방식으로서, 작물의 건조 후 래핑 사일리지 또는 톤백 사일리지 상태로 창고에 저장하며 온습도를 조절하여 품질 저하를 방지하는 과정을 거쳐 적시에 활용하는 형태가 도입된다. 특히, 후자의 톤백 사일리지는 비교적 간단한 구조를 기반으로 대용량의 조사료를 처리할 수 있어 활용도가 높아진다. 이와 관련하여 한국 등록특허공보 제1008800호의 “조사료용 곡물수확기”, 한국 등록특허공보 제0627684호의 “농작물 수확기” 등의 선행특허가 알려져 있다.

한국 등록특허공보 제1008800호는 수직프레임과; 상기 수직프레임의 하부에 포대가 안착되는 수평판과; 상기 수직프레임에 구비되는 승강프레임과; 상기 승강프레임을 승강시키는 승강실린더와; 상기 승강프레임에 구비되는 승강플레이트와; 상기 승강프레임의 상부에 합되는 회전체와; 상기 승강플레이트에 고정되는 연결부재와; 상기 승강플레이트를 따라 승강하고, 포대의 내부에 삽입되는 케이싱과; 상기 회전축을 따라 회전하여 상기 케이싱을 통해 조사료용 곡물을 압축하는 임펠러로 구성되는 압축부와; 상기 케이싱과 연통되도록 상기 케이싱의 상부에 구비되는 호퍼;를 포함하여 이루어진다. 이에 따라, 조사료용 곡물을 상기 포대에 수용시키는데 작업자의 작업능률을 크게 향상함은 물론 소요되는 시간을 크게 단축하는 효과를 기대한다.

한국 등록특허공보 제0627684호는 주행장치, 조종부, 수확부, 회수부, 수확부, 반송부를 설치한 농작물 수확기에 있어서, 상기 수확부를 기체 전후방향으로 배치하고, 기체의 좌우에 상기 조종부와 회수부를 배치하고, 상기 반송부는, 기체의 좌우 일측부측에서 좌우 타측부측에 걸쳐 배치하여 수확한 농작물을 반송하여 상기 회수부에 공급하고, 그 반송부의 반송 종단부측을 상하 이동가능하게 설치함과 함께, 상기 회수부에 설치한 수용자루의 상측 개구부를 넓힌 상태로 지지하는 수용자루 개구부 지지수단을 상기 반송부의 반송 종단부측의 상하 이동과 함께 상하 이동하는 구성으로 한다. 이에 따라, 회수부의 구조를 소형화, 간략화할 수 있고, 기체의 컴팩트화나 비용 저감을 도모하는 효과를 기대한다.

그러나 전자의 선행특허는 수확된 곡물의 처리에 한정될뿐더러 자주식으로 적용하기 곤란하고, 후자의 선행특허는 채소류 수확에 적용되므로 톤백을 이용한 사일리지 작업이 곤란하다.

즉, 혐기발효처리 과정인 옥수수 사일리지작업을 행함에 있어서 여전히 많은 비용과 인력을 투입해야 하는 폐단이 있다.

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

상기와 같은 종래의 문제점들을 개선하기 위한 본 발명의 목적은, 소사육에 급이되는 조사료를 수확한 후 사일리지를 만드는 작업을 자주식 기반으로 수행하여 편리성과 경제성 증진을 도모하는 옥수수수확기를 탑재한 자주식 톱백사일리지 제조장치를 제공하는 데 있다.

【과제의 해결 수단】

상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 차대 상에 엔진을 탑재하여 주행 가능하고, 톱백 상으로 작물을 포장하는 톱백사일리지 제조장치에 있어서: 상기 차대의 전방에서 작물을 수확하도록 초퍼를 구비하는 하베스터; 상기 하베스터에서 슈트를 통하여 이송되는 작물을 호퍼에 저장하는 이송수단; 및 상기 호퍼에 저장된 작물을 설정된 양으로 톱백에 충전하고, 만충된 톱백을 톱백하차대를 개재하여 지면에 내리는 톱백처리수단;을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

또, 본 발명에 따르면 상기 이송수단의 슈트는 접힘작동기와 회전작동기를 개재하여 단부의 위치 변동이 가능한 것을 특징으로 한다.

또, 본 발명에 따르면 상기 이송수단의 호퍼는 작물의 낙하량을 조절하는 이송스크류, 작물의 낙하를 단속하는 개폐판 중 적어도 하나를 구비하는 것을 특징으로 한다.

또, 본 발명에 따르면 상기 톱백처리수단은 톱백하차대의 수평이동을 안내하는 수평가이드, 수평가이드에 작동력을 제공하는 수평작동실린더, 톱백하차대의 수직이동을 안내하는 수직가이드, 수직가이드의 작동력을 제공하는 수직작동실린더를 구비하는 것을 특징으로 한다.

【발명의 효과】

이상과 같이 본 발명에 의하면, 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

1) 한 대의 자주식크롤러형 장치로 수확 및 톱백저장 사일리지화를 실현함으로써 별도의 트랙터나 트레일러 등의 작업기 없이 바로 수확하면서 톱백형 사일리지를 만들 수 있으므로 장비비는 물론 연료비나 인건비도 적게 들어서 경제적인 사일리지제조가 가능하다.

2) 배치형의 베일이라는 형태의 옥수수사일리지를 수월하게 생산해 내어 제조된 사일리지를 고품질의 소의 먹이로서 이용할 수 있을 뿐 아니라 장기간의 보관과 경제적인 수확조제과정을 제공할 수 있게 함으로써 기존의 관행에 의한 작업에 비해 월등히 우수하고 경제적인 작업이 가능하다.

3) 자주식 장치로서 어떠한 작업 포장지나 작업하기 힘든 기후인 비온 직후 등의 열악한 기후조건을 가진 작업환경에서도 편리하고 안전한 작업이 가능해져서 기계의 이용효율이 높아지고 우수한 작업성을 유지할 수 있게 된다.

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명에 따른 장치를 전체적으로 나타내는 구성도

도 2는 본 발명에 따른 장치의 요부를 확대하여 나타내는 구성도

도 3은 본 발명에 따른 장치의 이동 상태를 나타내는 구성도

도 4 및 도 5는 본 발명에 따른 장치에서 톤백을 하차하는 과정을 나타내는 구성도

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

이하, 첨부된 도면에 의거하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명하면 다음과 같다.

본 발명은 차대(10) 상에 엔진(15)을 탑재하여 주행 가능하고, 톤백(B) 상으로 작물을 포장하는 톤백사일리지 제조장치에 관련된다. 국내는 포장작업지가 협소하고 경사진 곳도 많아서 작업이 어렵고 후속작물의 생육기간의 제한으로 기후조건이 작업하기 어려운 날씨에도 불구하고 작업을 강행하는 경우가 많다. 이에 따라 엔진(15)으로 주행하면서 톤백(B)을 생성하는 구성이 요구된다.

본 발명에 따르면 초퍼(21)를 구비하는 하베스터(20)가 상기 차대(10)의 전방에서 작물을 수확하도록 장착된다. 크롤러형식의 무한궤도(12)의 전방으로 설치되는 하베스터(20)는 엔진(15)에서 조인트로 취출되는 동력으로 초퍼(21)를 구동하여 옥수수 등의 작물을 수확한다. 하베스터(20)는 2점 지지의 상부피봇(22)과 1점 지지의 하부피봇(23)을 개재하여 회전운동 및 착탈 가능하게 장착된다. 하베스터(20)는 승강작동실린더(25)에 의하여 상부피봇(22)을 중심으로 회전되면서 초퍼(21)의 자세(높이)를 조절할 수 있다. 초퍼(21)는 회전형의 2조식을 사용하지만 이에 국한되는 것은 아니다. 하베스터(20)의 저면에는 주행하면서 작물을 수확하는 과정에서 지면의 충격을 감소하기 위해 바퀴(28)를 구비한다.

한편, 본 발명에서 “작동실린더”는 유압실린더를 의미하지만 전기 액츄에이터 등 여타의 구동수단을 배제하지 아니한다.

또, 본 발명에 따르면 이송수단(30)이 상기 하베스터(20)에서 슈트(31)를 통하여 이송되는 작물을 호퍼(32)에 저장하는 기능을 수행한다. 호퍼(32)는 상하로 개구를 지닌 통형의 구조로서, 기동 또는 후술하는 톤백거치대(51)를 이용하여 차대(10) 상에 고정된다. 슈트(31)는 하단이 하베스터(20)에 연결되고 상단이 호퍼(32)에 접근 가능하도록 배치된다. 이송수단(30)은 초퍼(21)에서 작물을 커팅하여 슈트(31)로 이송하는 과정에서 발생하는 공기흐름(송풍)으로 작물을 상측의 호퍼(32)까지 유도한다.

이때, 상기 이송수단(30)의 슈트(31)는 접힘작동기(42)와 회전작동기(44)를 개재하여 단부의 위치 변동이 가능한 구조이다. 슈트(31)는 중간을 절단하여 힌지로 연결한 3분할 구조이다. 상측의 절단부에는 슈트(31)를 꺾어 높이를 낮추기 위한 접힘작동기(42)가 설치되고, 하측의 절단부에는 슈트(31)의 단부의 방향을 전환하기 위한 회전작동기(44)가 설치된다. 접힘작동기(42)는 유압실린더와 링크로 구성할 수 있고, 회전작동기(44)는 모터와 웜기어로 구성할 수 있다. 상측 절단부에서 힌지의 반대편에는 절단부의 운동을 구속하기 위한 클램프(46)가 설치된다.

한편, 상기 이송수단(30)의 호퍼(32)는 작물의 낙하량을 조절하는 이송스크류(34), 작물의 낙하를 단속하는 개폐판(36) 중 적어도 하나를 구비한다. 이송스크류(34)는 호퍼(32)의 내부에 저장된 작물을 정량으로 공급하기 것으로서 모터(도시 생략)에 의하여 구동된다. 개폐판(36)은 이송스크류(34)보다 대량으로 작물을 낙하하는 것으로서 호퍼(32)의 저면에 개폐작동실린더(35)와 링크를 개재하여 구동된다. 이송스크류(34)와 개폐판(36)을 동시에 설치하는 경우 이송스크류(34)로 정량공급을 수행하고 비상시 개폐판(36)으로 호퍼(32)를 폐쇄할 수 있다.

호퍼(32) 상에는 작물의 원활한 투입을 위하여 분리판(48)을 설치하는 것이 좋다. 분리

관(48)은 슈트(31)에서 송풍과 함께 이송되는 작물에서 공기와 작물을 분리하여 작물의 적재능력을 높인다.

또, 본 발명에 따르면 톤백처리수단(50)이 상기 호퍼(32)에 저장된 작물을 설정된 양으로 톤백(B)에 충전하고, 만충된 톤백(B)을 톤백하차대(52)를 개재하여 지면에 내리는 기능을 수행한다. 톤백처리수단(50)은 톤백거치대(51)와 톤백하차대(52)를 차대(10) 상의 인접한 위치에 배치한 구조이다. 톤백거치대(51)는 톤백(B)을 수동으로 걸어 작업을 진행할 수도 있고, 다수의 톤백(B)을 수용하여 별도의 공급기(도시 생략)로 자동으로 공급할 수도 있다. 톤백하차대(52)는 수평운동과 수직운동을 병행하여 톤백(B)을 지면으로 하차시킨다. 톤백거치대(51)는 슈트(31)와 마찬가지로 분할 구조로 하여 높이를 낮출 수 있다.

이때, 상기 톤백처리수단(50)은 톤백하차대(52)의 수평이동을 안내하는 수평가이드(54), 수평가이드(54)에 작동력을 제공하는 수평작동실린더(55), 톤백하차대(52)의 수직이동을 안내하는 수직가이드(64), 수직가이드(64)의 작동력을 제공하는 수직작동실린더(65)를 구비한다. 수평가이드(54)와 수직가이드(64)는 “L” 자 구조로 연결되고 “L” 자 구조로 형성된 톤백하차대(52)를 지지하면서 수평운동과 수직운동을 유발한다. 수평가이드(54)에는 수평작동실린더(55)가 연결되고, 수직가이드(64)에는 수직작동실린더(65)가 연결된다. 톤백하차대(52)의 상면에는 톤백(B)의 원활한 이송을 위하여 이송롤러(68)를 설치한다. 다수의 이송롤러(68)는 모터(도시 생략)에 의하여 연동되는 강제구동 방식을 택할 수도 있다.

한편, 수평가이드(54)의 저면으로 차대(10) 상에 로드셀(62)을 설치하여 톤백(B)에 저장되는 작물의 양에 대한 신호를 검출할 수 있다.

도 3에서, 본 발명의 장치를 작업 장소로 이동(주행)하는 동안에 슈트(31)와 톤백거치대(51)를 꺾어서 높이를 낮추는 것이 바람직하다. 이 경우 클램프(46)를 해제하고 전술한 접힘작동기(42)와 회전작동기(44)를 사용한다.

작업에 있어서, 차대(10)가 진행하면서 하베스터(20)에서 절단된 작물이 지속적으로 호퍼(32)에 유입되고, 호퍼(32)의 이송스크류(34)를 작동하여 설정된 양으로 작물을 톤백(B)에 투입하고, 톤백(B)이 만충되면 이송스크류(34)를 정지하고 개폐판(36)을 닫는다. 이어서, 수평작동실린더(55)의 작동으로 수평가이드(54)가 톤백(B)을 차대(10)의 후방으로 보내고(도 4), 수직작동실린더(65)의 작동으로 수직가이드(64)가 톤백(B)을 하강시키고(도 5), 톤백(B)에 작용하는 관성력 또는 이송롤러(68)의 구동력으로 톤백(B)을 지면으로 내려보낸다.

물론, 톤백거치대(51)에 톤백(B)을 수동으로 공급하는 경우에는 차대(10)의 진행을 일시 멈추고 하베스터(20)의 구동을 일시 중단한 상태에서 톤백(B)의 충진을 기다린 후에 톤백처리수단(50)의 작동을 개시하는 것이 안전상 바람직하다. 즉, 하베스터(20), 호퍼(32), 톤백처리수단(50)의 작동을 구분동작으로 수행하는 구성도 가능하다.

어느 경우에도, 톤백(B)을 지면에 내리기 전에 수직작동실린더(65)를 짧은 주기로 수차례 작동하여 작물을 다져주는 작업을 행하는 것이 좋다.

이와 같이 본 발명에 의하면, 종래의 견인형의 작업기로서 작업할 때 필요한 트랙터를 배제할 수 있고 작업자도 축소되며 운전경비도 절감하는 경제적인 옥수수의 수확 및 베일링 작업을 가능하게 한다.

본 발명은 기재된 실시예에 한정되는 것은 아니고, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 다양하게 수정 및 변형할 수 있음은 이 기술의 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명하다. 따라서 그러한 변형예 또는 수정예들은 본 발명의 특허청구범위에 속한다 해야 할 것이다.

【부호의 설명】

- | | |
|-------------|-------------|
| 10: 차대 | 12: 무한궤도 |
| 20: 하베스터 | 21: 초퍼 |
| 22, 23: 피봇 | 25: 승강작동실린더 |
| 30: 이송수단 | 31: 슈트 |
| 32: 호퍼 | 34: 이송스크류 |
| 35: 개폐작동실린더 | 36: 개폐판 |
| 42: 접힘작동기 | 44: 회전작동기 |
| 48: 분리판 | 50: 톤백처리수단 |
| 51: 톤백거치대 | 52: 톤백하차대 |
| 54: 수평가이드 | 55: 수평작동실린더 |
| 62: 로드셀 | 64: 수직가이드 |
| 65: 수직작동실린더 | 68: 이송롤러 |

【특허청구범위】

【청구항 1】

차대(10) 상에 엔진(15)을 탑재하여 주행 가능하고, 톤백(B) 상으로 작물을 포장하는 톤백사일리지 제조장치에 있어서:

상기 차대(10)의 전방에서 작물을 수확하도록 초퍼(21)를 구비하는 하베스터(20);
상기 하베스터(20)에서 슈트(31)를 통하여 이송되는 작물을 호퍼(32)에 저장하는 이송수단(30);
및 상기 호퍼(32)에 저장된 작물을 설정된 양으로 톤백(B)에 충전하고, 만충된 톤백(B)을 톤백하차대(52)를 개재하여 지면에 내리는 톤백처리수단(50);을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 옥수수수확기를 탑재한 자주식 톤백사일리지 제조장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서,
상기 이송수단(30)의 슈트(31)는 접힘작동기(42)와 회전작동기(44)를 개재하여 단부의 위치 변동이 가능한 것을 특징으로 하는 옥수수수확기를 탑재한 자주식 톤백사일리지 제조장치.

【청구항 3】

제1항에 있어서,
상기 이송수단(30)의 호퍼(32)는 작물의 낙하량을 조절하는 이송스크류(34), 작물의 낙하를 단속하는 개폐판(36) 중 적어도 하나를 구비하는 것을 특징으로 하는 옥수수수확기를 탑재한 자주식 톤백사일리지 제조장치.

【청구항 4】

제1항에 있어서,
상기 톤백처리수단(50)은 톤백하차대(52)의 수평이동을 안내하는 수평가이드(54), 수평가이드(54)에 작동력을 제공하는 수평작동실린더(55), 톤백하차대(52)의 수직이동을 안내하는 수직가이드(64), 수직가이드(64)의 작동력을 제공하는 수직작동실린더(65)를 구비하는 것을 특징으로 하는 옥수수수확기를 탑재한 자주식 톤백사일리지 제조장치.

【요약서】

【요약】

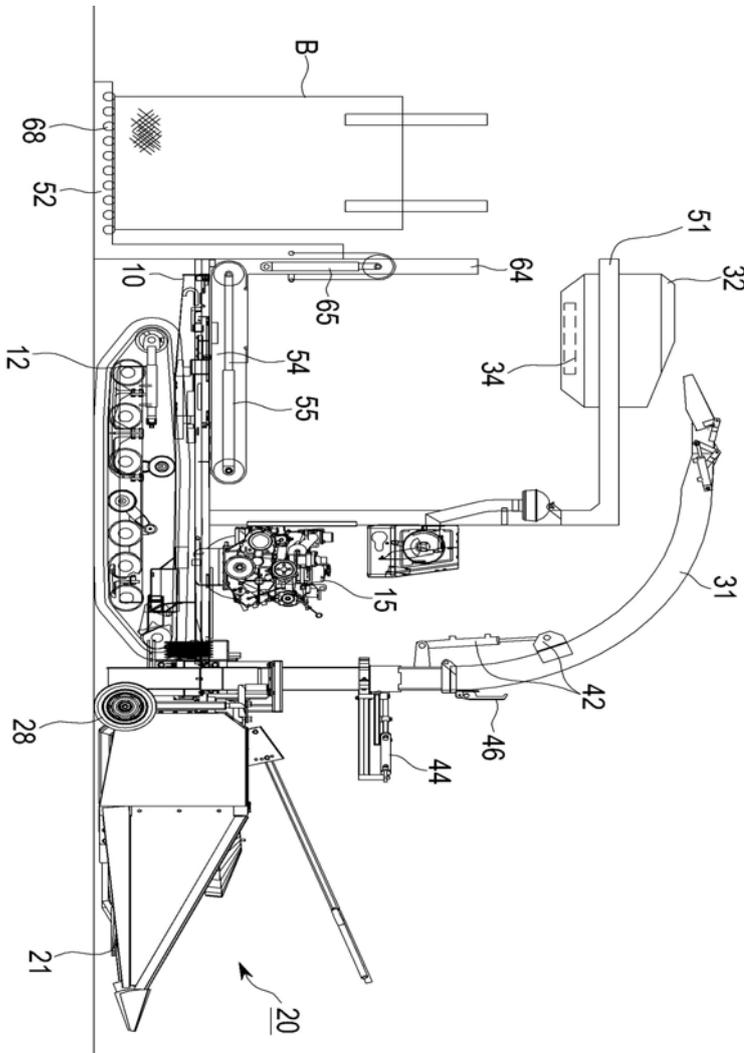
본 발명은 차대(10) 상에 엔진(15)을 탑재하여 주행 가능하고, 톤백(B) 상으로 작물을 포장하는 톤백사일리지 제조장치에 있어서: 상기 차대(10)의 전방에서 작물을 수확하도록 초퍼(21)를 구비하는 하베스터(20); 상기 하베스터(20)에서 슈트(31)를 통하여 이송되는 작물을 호퍼(32)에 저장하는 이송수단(30); 및 상기 호퍼(32)에 저장된 작물을 설정된 양으로 톤백(B)에 충전하고, 만충된 톤백(B)을 톤백하차대(52)를 개재하여 지면에 내리는 톤백처리수단(50);을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

이에 따라, 소사육에 급이되는 조사료를 수확한 후 사일리지를 만드는 작업을 자주식 기반으로 수행하여 편리성과 경제성 증진을 도모하는 효과가 있다.

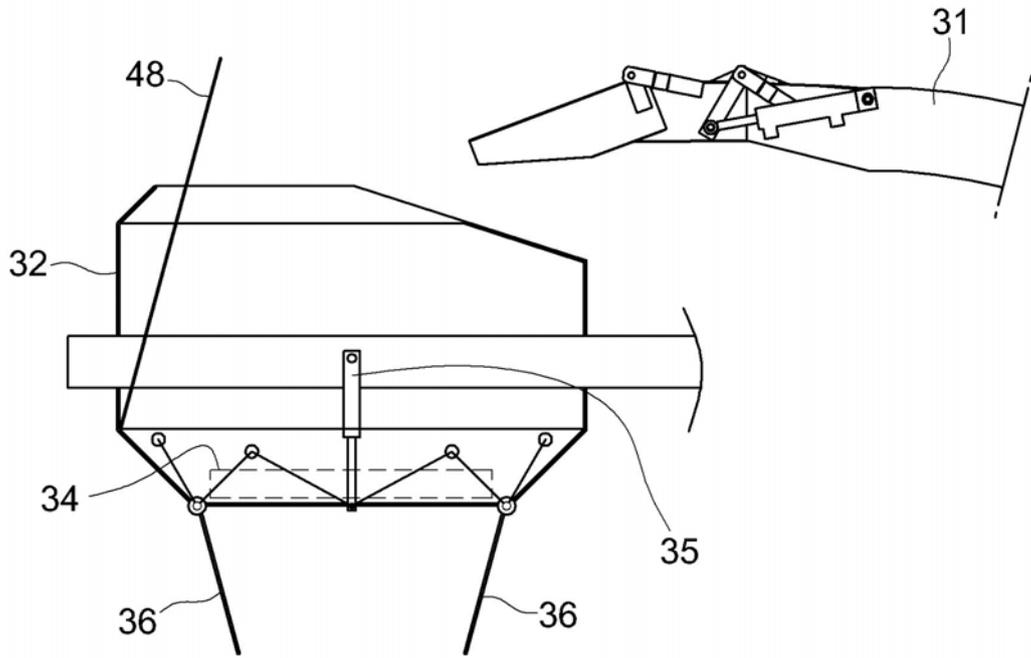
【대표도】

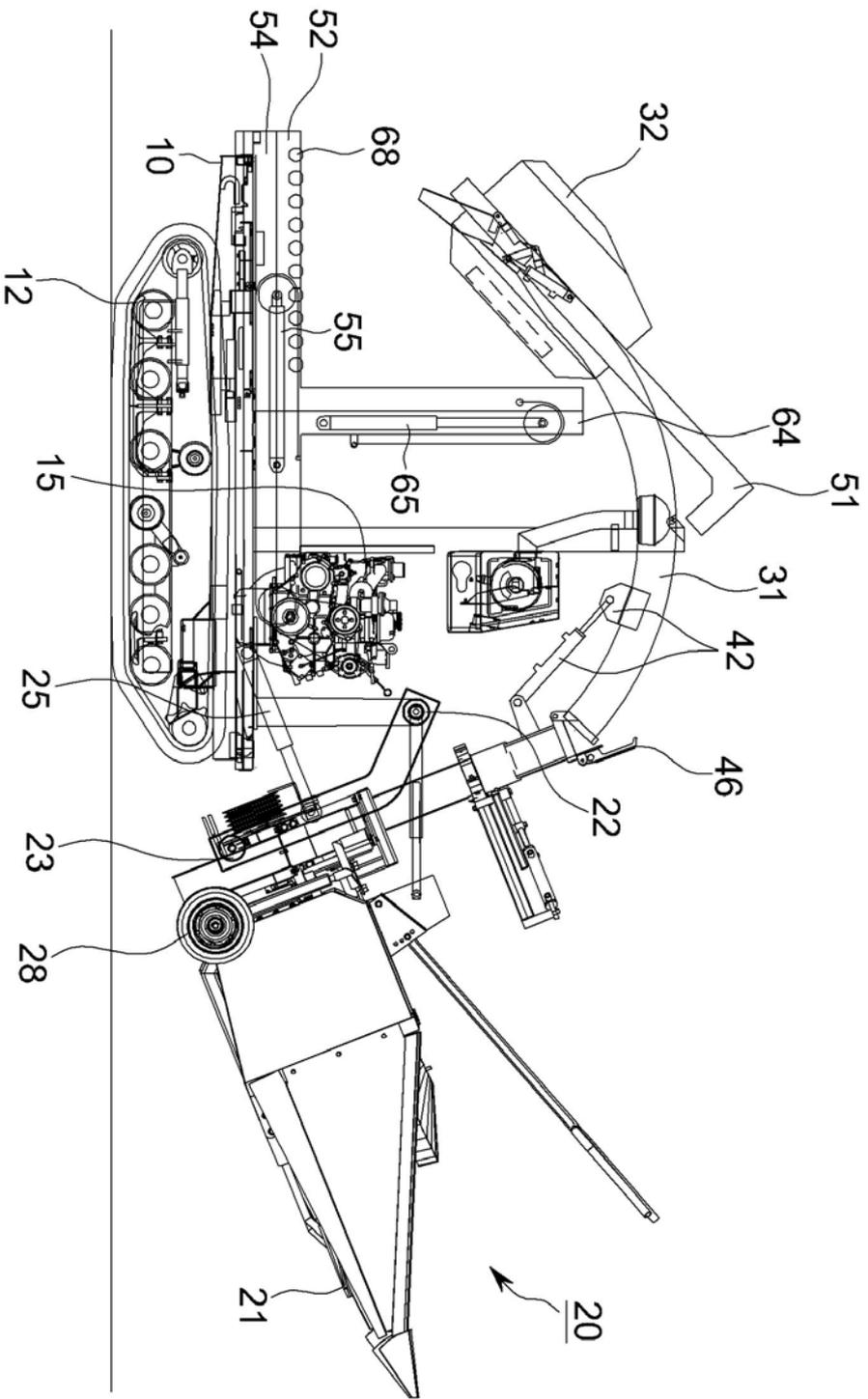
【도면】

【도 1】



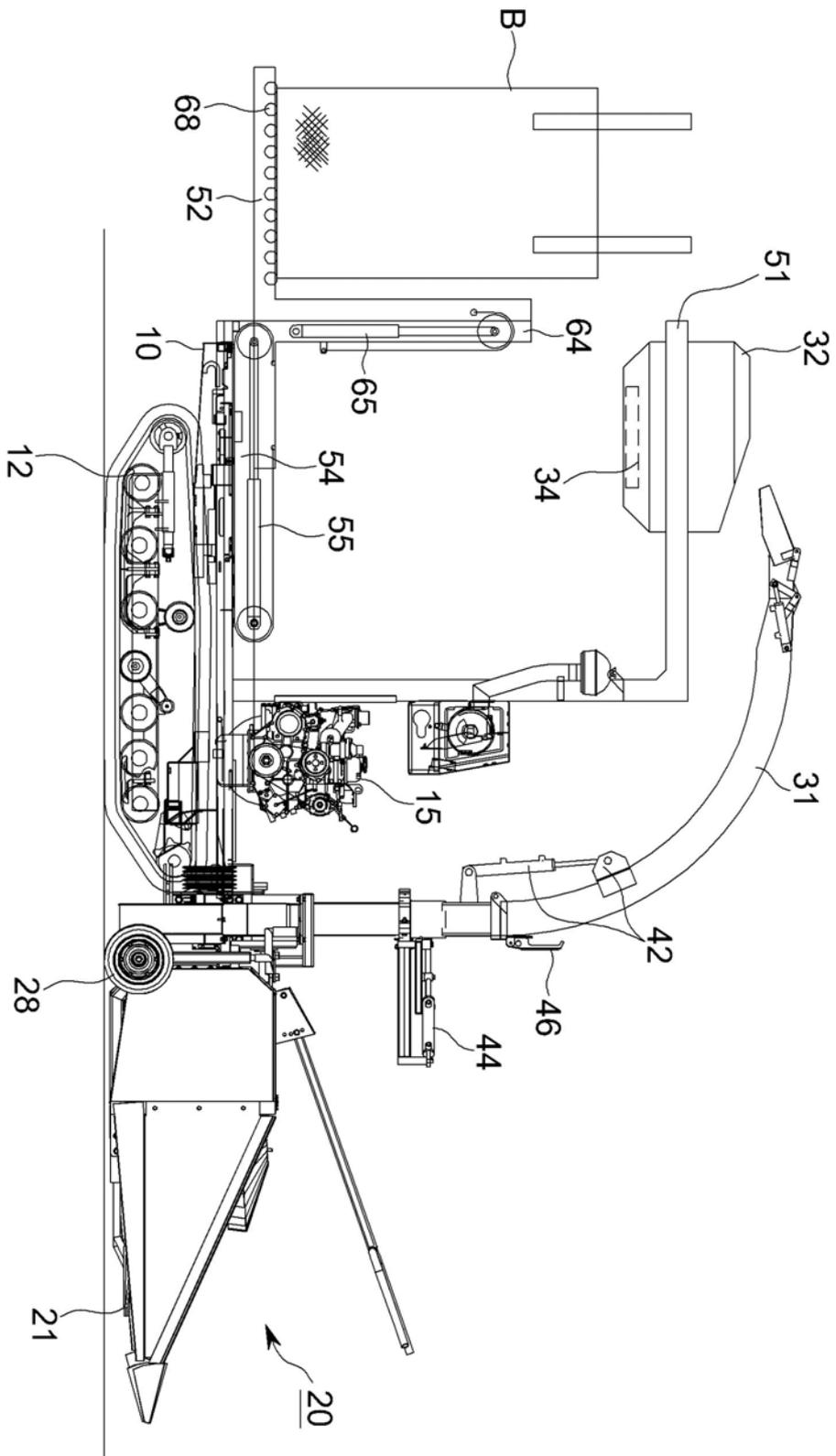
【도 2】





【图 3】

【图 4】



주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.