

<편집순서>

1. 표지

(뒷면) (옆면)

(앞면)


3 cm	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">11-1543 000-002 113-01</div> <p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">통합형 다목적 조사료 수확기의 국산화 연구개발 및 상용화 최종 보고서 (견고닥 14p)</p> <p>2017 (견고닥 13p)</p> <p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">농림축산식품부 (견고닥 17p)</p>	4cm	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">발간등록번호 11-1543000-002113-01</div>	<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright; font-size: 2em; font-weight: bold;">기술사업화지원사업 R&D Report</p> <p style="text-align: center;">(견고닥 31p) 5cm</p> <p style="text-align: center;">통합형 다목적 조사료 수확기의 국산화 연구개발 및 상용화 최종 보고서</p> <hr style="border: 1px solid gray;"/> <p style="text-align: center;">(0.1cm)</p> <p style="text-align: right;">2017. 10. 14. (견고닥 15p)</p> <p style="text-align: center;">0.15cm (별색바탕 : C50, M20, Y59, K0)</p> <p style="text-align: right;">주관연구기관 / (주)명성 협동연구기관 / 성균관대학교 2cm (견고닥 15.5p)</p> <p style="text-align: center;">(백색바탕)</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">농림축산식품부</p> <p style="text-align: right;">(견고닥 20p)</p>
5cm				
3 cm				

2. 제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “통합형 다목적 조사료수확기의 국산화 연구개발 및 상용화” (개발 기간 : 2014.10.15.~2017.10.14.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017.10.14


주관연구기관명 : 주)명성 (대표자) 이인현 (인)

협동연구기관명 : 성균관대학교 산학협력단 (대표자) 유지범 (인)



주관연구책임자 : 강 대 인

협동연구책임자 : 이 규 승

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라
보고서 열람에 동의합니다.

3. 보고서 요약서

보고서 요약서

과제고유번호	814001-3	해 당 단 계 연 구 기 간	2014.10.15.~ 2017.10.14.	단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단 계)
연구 사업 명	단 위 사 업	기술사업화지원사업			
	사 업 명	기술사업화지원사업			
연구 과제 명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	통합형 다목적 조사료 수확기의 국산화 연구개발 및 상용화			
연구 책임자	강 대 인	해당단계 참 여 연구원 수	총: 11명 내부: 10명 외부: 1명	해당단계 연 구 개 발 비	정부:300,000천원 민간:100,000천원 계: 400,000천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 33명 내부: 30명 외부: 3명	총 연구개발비	정부:900,000천원 민간:300,000천원 계:1,200,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	주)명성			참여기업명: 주)명성	
협 동 연 구	연구기관명: 성균관대학교 산학협력단			연구책임자: 이 규 승	
<p>연구는 「개발방향설정을 통한 최적시스템 설계 검토」 등 56 단계로 진행되어 요인실험·실증실험을 통해 제품화하였는데 개발품은 작업능력 8.4톤/시간 (벧짚기준), 동·하계사료작물과 부존자원에 적용이 가능함. 개발품은 예정판매가격은 65,000천원/대로 트랙터-베일러 조합의 수입판매품 가격 대비 28~45%로 가격경쟁력을 확보함. 또한, 70마력급 개발품은 수입품 본체 가격의 1/2 수준으로 가격경쟁력을 확보하고, 적용 트랙터는 90마력급을 적용 1/2~1/5 수준으로 가격경쟁력을 확보하고, 규격 및 차중을 최적화 및 경량화하여 성능적인 경쟁력을 확보하고, 다중 사료작물에 이용이 가능하도록 하여 경쟁력을 확보함. 정량적 성과로 엔지니어링 샘플로 국내외 시범판매·성능고도화를 달성하였음. 또한, 공인기관의 농기검정에 합격하고, 지원기관과 기술실시계약을 체결하였고, 정책당국의 정부지원 농기계에 선정되었으며, 제품화를 완료했음. 또한, 정량적 성과 54건을 창출하였음.</p>				<p>보고서 면수 : 304쪽</p>	

4. 국문 요약문

< 국문 요약문 >

		D-01			
연구의 목적 및 내용	<p>축산농가의 사육환경, 작업환경을 고려하고, 수입대형기종 대비 품질/가격경쟁력 이 담보된 다목적 조사료수확기 국내 최초개발 목표, 개발완료 후 조기사업화로 내수시장 점유를 확대하고 중국 등 해외시장진출 전략제품 개발을 최종 목표로 함.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 목표①) 통합형 다목적 조사료수확기의 설계 및 제작 ● 목표②) 통합형 다목적 조사료수확기의 안정성분석 및 성능평가 				
연구개발성과	<p>연구는 「개발방향설정을 통한 최적시스템 설계 검토」 등 56단계로 진행되어 요인실험 및 실증실험을 통해 제품화하였는데 개발품은 작업능력 8.4톤/시간(벧짚기준), 동·하계사료작물과 부존자원에 적용이 가능함. 개발품은 예정판매 가격은 65,000천원/대로 트랙터-베일러 조합의 수입판매품 가격 대비 28~45%로 가격경쟁력을 확보함. 또한, 70마력급 개발품은 수입품 본체가격의 1/2 수준으로 가격경쟁력을 확보하고, 적용 트랙터는 90마력급을 적용 1/2~1/5 수준으로 가격경쟁력을 확보하고, 규격 및 차중을 최적화 및 경량화하여 성능적인 경쟁력을 확보하고, 다종 사료작물에 이용이 가능하도록 하여 경쟁력을 확보함. 3차년에 걸친 연구에서는 ①엔지니어링 샘플로 시범판매 (내수 1대, 수출 1대)을 달성하였고 성능고도화 작업을 진행하였음. 또한, 개발품은 ②공인기관 (FACT)의 농기검정에 합격하고, 지원기관 (IPET)과 ③기술실시계약을 체결하였으며, 정책당국 (MAFRA)의 ④정부지원 농기계에 선정되어 ⑤제품화를 완료했음. 3차년 (36개월)에 걸친 연구개발은 「개발설정을 통한 최적시스템 설계에 대한 검토」 등 56단계로 순차적으로 진행되었는데 기간 중에 정량적 성과 53건을 창출하였음. 정량적 성과는 KCI 논문 3편 (2편의 학술지 권호 대표논문으로 선정), 학술발표 7건, 홍보 10건, 특허등록 7건, 특허출원 8건, 기술실시계약 (체결) 1건, 사업화 (국내외 매출달성) 1건, 정책활용 (수용) 1건, 농기검정 (합격) 1건, 사료검정 9건, 토양검정 6건 등 총 54건을 달성하였음.</p>				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<p>개별기 요소기술과 통합형 요소기술을 통합한 시스템 원천기술의 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 요소기술 개발을 통한 특허출원으로 기술 권리성 확보 및 판매 정당성 확보 ○ 국내 최초개발 및 보급을 통한 조사료 생력화 생산시스템 구축에 기여 ○ 대형 수입기종 대체에 따른 축산농가 생산 경쟁력 확보 ○ 국산화 제품개발로 120억원/년 규모 통합형 내수시장의 점진적 수입대체 효과 ○ 전용기 (Baler, Wrapper) 사용을 다목적 Baler 사용, 농가의 노동력 50% 절감 ○ 다목적 Baler 개발에 따른 매출증대로 공장가동을 향상 및 신규고용창출 ○ 국내환경 (축산환경, 재배환경)에 맞는 통합형 다목적 Baler의 국내 최초 개발 ○ 내수 및 해외시장 개척에 따른 다목적 조사료수확기 관련 산업 활성화에 기여 ○ 기계화를 통한 축산농가 고령화 대처 및 축산업 이미지 개선 				
중심어 (5개 이내)	동계 및 하계 사료작물	베일	통합형 원형 조사료수확기	수확기	축산기계

5. 영문 요약문

< SUMMARY >

		D-01
Purpose & Contents	<p>It aimed to develop the first multi-purpose forage harvester in South Korea, which was designed in consideration of rearing environment and working environment of livestock farms and guarantees quality/price competitiveness compared to large imported products. Subsequently, its final goal was to expand domestic market share through early commercialization after completion of development, and develop strategic products that can enter international markets such as China.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Aim ①) Design and production of an integrated multi-purpose forage harvester ● Aim ②) Stability analysis and performance evaluation of an integrated multi-purpose forage harvester 	
Results	<p>The research was conducted in 56 steps including 「Review of optimal system design through establishment of development direction」, resulting in commercialization through factorial experiment and verification experiment. The developed product can process 8.4 ton/hr (based on rice straw), and can be applied to winter and summer forage crops and natural resources. The anticipated price of the developed product is 65,000,000 won/ea, which is 28-45% of prices of imported products that are combined with tractor-baler, securing price competitiveness. In addition, the price of the developed product in 70 hp class was 1/2 of the main body price of the imported products, securing price competitiveness. Applied tractor was a 90 hp class, and its price was 1/2-1/5, also securing price competitiveness. Dimensions were optimized and weight was reduced, so that performance competitiveness was secured. Since the machine can be applicable to various forage crops, its availability competitiveness was also secured. In the three years of study, ① trial sales (domestic sale of 1 product, and export of 1 product) were performed with engineering samples, and its performance has been upgraded. In addition, the developed product ② passed the agricultural machine test of the authorized inspection agency (FACT), concluded ③ License Agreement with the supporting agency (IPET), was selected as ④ government supported agricultural machine by the regulatory authority (MAFRA), ⑤ resulting in completion of commercialization. Three years (36 months) of research and development was sequentially conducted in 56 steps including 「Review of optimal system design through establishment of development direction」, during which 54 quantitative performances were attained. The quantitative performances include 3 KCI papers (2 papers were selected as the representative papers of the corresponding issues of journals), 7 presentations in conferences, 10 promotions, registration of 7 patents, application of 8 patent, 1 License Agreement (concluded), 1 commercialization (domestic and international sales), 1 application to policy (applied), 1 agricultural machine test (passed), 9 feed tests, and 6 soil tests.</p>	

<p>Expected Contribution</p>	<p>Securement of system source technology with integration of elemental technology of each machine and integrated elemental technology</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Securement of technology rights and sales rights through patent registration through development of elemental technology ○ Contribution to establishment of manufacturing system that saves forage labor through its development and distribution for the first time in the country ○ Securement of manufacturing competitiveness of livestock farms through replacement of large imported products ○ Gradual replacement of imported products in 12 billion won/year of the integrated domestic market through development of localized products ○ Use of a multi-purpose baler instead of single purpose machines (Baler and Wrapper), reduction of farmers' labor by 50% ○ Improvement of factory operating rate and new job creation through increased sales by development of the multi-purpose baler ○ Development of an integrated multi-purpose baler for the first time in South Korea, fitting to the domestic environments (livestock rearing environment and cultivating environment) ○ Contribution to revitalization of industry related with the multi-purpose forage harvester by domestic sales and development of international markets ○ Response to aging of livestock farms through mechanization and improvement of livestock industry image 				
<p>Keywords</p>	<p>winter and summer forage crops</p>	<p>bale</p>	<p>integral round baler</p>	<p>harvester</p>	<p>livestock machinery</p>

6. 영문목차

< **CONTENTS** >

1. Outline of R&D	1
2. R&D in domestic and foreign	3
3. Contents and result of R&D	7
4. Achievement and contribution for related fields	244
5. Product of R&D and application plan	249
6. International technology information gathered from R&D ...	252
7. Security rating of R & D achievement	256
8. Present condition of Research facility and equipment	256
9. Performance of laboratory safety measures	256
10. Representative research achievements	257
11. Etc.	298
12. Reference	298

7. 본문목차

< 목 차 >

1. 연구개발과제의개요	1
2. 국내외 기술개발 현황	3
3. 연구수행 내용 및 결과	7
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	244
5. 연구결과의 활용계획 등	249
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	252
7. 연구개발성과의 보안등급	256
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황	256
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	256
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적	257
11. 기타사항	298
12. 참고문헌	298

1. 연구개발과제의 개요

D-03

1-1. 연구개발 목적

우리 축산농가의 사육환경 (축산사육두수, 경지면적)과 작업환경(다종의 사료작물 재배, 수분이 많은 논, 심한 경사지, 요철이 많은 구릉지), 농업인 (체형, 사후관리)에 적합하면서 수입대형기종 대비 품질과 가격경쟁력이 담보되는 한국형 다목적 조사료수확기 (Baler)의 국내 최초 개발을 목표로 하는데 개발완료 후 조기 사업화 추진으로 내수시장의 점유율을 확대하고 농기계 보조사업이 진행되고 있는 중국 등 해외시장 진출을 위한 전략적 제품으로 개발하고자 함.

1-2. 연구개발의 필요성

- ◇ 수입 통합형 Baler를 운용하려면 국내 미생산기종인 135~200 마력의 대형 수입트랙터가 추가적으로 필요해 축산농가경영의 부담이 가중되고 있음.
- ◇ 국내에는 최근 Baler 국산화와 요소기술 개발로 상당한 수준의 특허등록 및 국산화 양산체계에 있으나 산업화 초기단계로 지속적인 연구개발이 필요함.
- ◇ Baler 시장의 70% 이상이 수입기종 (통합형의 경우 100% 수입)으로 수입대체가 절실한데 2013년 현재 통합형 관련 주요 수입제품의 사양은 다음과 같음.

< 내수시장, 통합형 조사료수확기(Baler) 주요 수입품 사양 >

생산업체	형식/기능	베일+레핑	대상작물	수확기 소요동력	차중 (kg)	차대길이 (cm)
Kuhn	견인식	통합형	목초	90마력이상	3,495	450
McHale	견인식	일체형		103마력이상	5,500	580
Lely	견인식	일체형		130마력이상	6,100	575

※ 국내에 보급되는 통합형은 주로 네덜란드, 아일랜드 등 유럽 완제품이 수입되고 있는데 제안서에 인용된 사양 및 가격은 제작사 공개사양 및 한국농기계공업협동조합 가격기준임

- ◇ 건초 위주로 개발된 수입 Baler는 사용상 제약 (차대길이, 차중, 좁은 농로, 소구획, 수전담)이 많아 작업 효율성 및 이용률 하락의 원인을 제공하고 있음.
 - ↳ 축산농가 보유 트랙터 (70~90마력급)는 수입 통합형 운용에 용량이 부족함.
 - ↳ 수입 통합형 사용을 위해 추가적으로 대형 수입트랙터를 구입해야 됨.
 - ↳ 수입 통합형은 차중이 최대 6100 kg으로 물 논, 수전담, 경사지 등에 제한적임.
 - ↳ 수입 통합형은 차대길이가 450~580 cm로 회전반경이 커 운용에 어려움 발생함.
 - ↳ 현재 수입 통합형은 우리의 작업환경에 사용이 제한적이고, 고비용 (높은 본체가격, 수입 대형트랙터 추가구매)이 발생하여 기계화 진척에 장애가 되고 있음.
- ◇ 우리의 조사료 재배환경에 적합하면서 가격경쟁력과 품질이 확보된 제품을 개발하여 보급 확대를 통한 생력화 및 이용 효율성의 증대가 필요함.

◇ 국내에서 전용기 및 일체형 Baler를 대체하기 하기 위한 통합형 Baler의 개발에 있어 주변환경 측면에서의 필요성은 다음과 같음.

- [대상작물] 우리의 사료작물의 물성 및 특성에 적합한 제품이 필요함
- [대상작물] 동·하계작물, 볏짚 등 다종의 사료작물 대응할 제품이 필요함
- [토지환경] 고수분의 답리작에 대응할 경량화하고 콤팩트한 제품이 필요함
- [토지환경] 소구획에 회전반경이 작고 작업효율성이 높은 제품이 필요함
- [작업환경] 축산농가의 중·대형급 트랙터에 적용가능한 제품이 필요함
- [작업환경] 분리작업에 의한 장비, 화석연료, 노동력의 절감이 필요함
- [작업환경] 적정 베일생산으로 잉여 사료발생에 따른 손실절감이 필요함
- [농가환경] 수입 대형 제품 구매에 따른 농가경영악화의 개선이 필요함

◇ 내수 및 중국시장 시장규모 추정에 따른 기술개발의 필요성

- ✓ 내수를 포함하여 세계적으로 보급확대 추세인 통합형에 대한 대응이 필요함.
- ✓ 세계적으로 Baler의 기술발전 흐름인 통합형에 대한 원천기술 확보가 필요함
- ✓ 한국 및 아시아권 축산환경이 접목된 다목적 Baler의 개발이 필요함.
- ✓ 중형급 통합형은 World class maker 미개발로 역수출이 가능한 틈새시장임.
- ✓ 2018년 Baler 내수시장은 1,190대 (595억원) 규모로 추정됨 (기술가치평가, 2014)
- ✓ 2018년 Baler 중국시장은 223,557대 (55,889억원) 규모로 추정됨 (↑).

1-3. 연구개발 범위

1. 제품 개발 사양

형식	사양	형식	사양
베일생산	Round Bale	베일형성	Fixed volume
규격 (mm)	W2500*H2110*L5580	소요동력 (수확기)	70마력급
차체중량 (kg)	3,046	베일규격 (cm)	Ø100*D100
적용작물	동·하계작물, 부존작물	픽업 폭 (cm)	W180

2. 제품 개발 범위

- ✓ 선행기술·요소기술 통합하여 경량화, 간편화된 다목적 Baler 시작기 개발
- ✓ 동·하계작물, 부존작물, 풀 사료 등 다중사료작물에 적용 가능한 다목적용으로 개발
- ✓ Baler와 Vinyl Wrapper를 하나의 본체공간에 결합시킨 통합형으로 개발
- ✓ R&D 기획지원사업에서 특허 출원된 절단 커터 등 한국형 요소기술을 적용하여 개발
- ✓ 연구개발 중에 새로 특허출원예정인 효율향상 요소기술을 통합 적용하여 개발
- ✓ 엔지니어링 샘플기의 제작 및 현장실증, 고도화 개발, 상품화

3. 제품개발 방향

- ✓ 선행기술 및 요소기술을 통합하여 제품화를 목적으로 한 설계
- ✓ 아시아권 재배환경에 적합한 전략기종으로 소요동력 70마력급 중형급 제품 개발
- ✓ Baler와 Wrapper가 동일본체 (동일공간)에 결합시켜 통합기능을 부여하는 제품 개발
- ✓ 한 대의 Baler로 다종의 사료작물 (동·하계작물, 벧짚)에 적용 가능한 다목적 제품 개발
- ✓ 경량화·간편화·인체공학적 설계로 시작기 및 엔지니어링 샘플기의 제품화 개발

4. 연구개발 방향

- ✓ 축산환경 (사육두수분포, 재배농가분포, 경지면적분포)을 고려한 중형급 기종개발
- ✓ 내수시장 확보 및 수입 대체로 농가 구입·유지·보수·관리비용 절감과 수입대체효과 창출
- ✓ 원천기술 확보와 품질대비 원가절감형 개발로 해외시장 개척을 위한 전략기종으로 개발
- ✓ 종합적인 성능평가·분석으로 최적화된 작업성능 및 베일품질이 유지되도록 연구·개발

2. 국내외 기술개발 현황

D-04

1) 국내 기술개발 현황

- ◇ 전량 수입에 의존하던 Baler는 5~6년 전부터 국산화 개발을 착수하여 초기단계로 특허를 출원하여 원천기술을 확보하고 내수시장을 확보하는 단계임.
- ◇ 당사에서 최초로 Baler 국산화 개발 (ARPC108035-2과제; 2008~2010)을 시도한 중형 원형 Baler (아래 그림 “RB-1000” Baler)는 양산체제로 개발완료 후 현재까지 42개월 동안 매출 74.4억원 (누적 판매수량 266대)을 달성하였음.
- ◇ 국산화 개발과정에서 특허출원을 통한 원천기술 확보, 매출증대, 설계 및 생산기술 축적, 전문 인력 육성 등 많은 효과가 있었음 (농기평, 2013년도 농식품 연구개발사업 추적평가 결과 “매우우수” 과제선정, 2014).

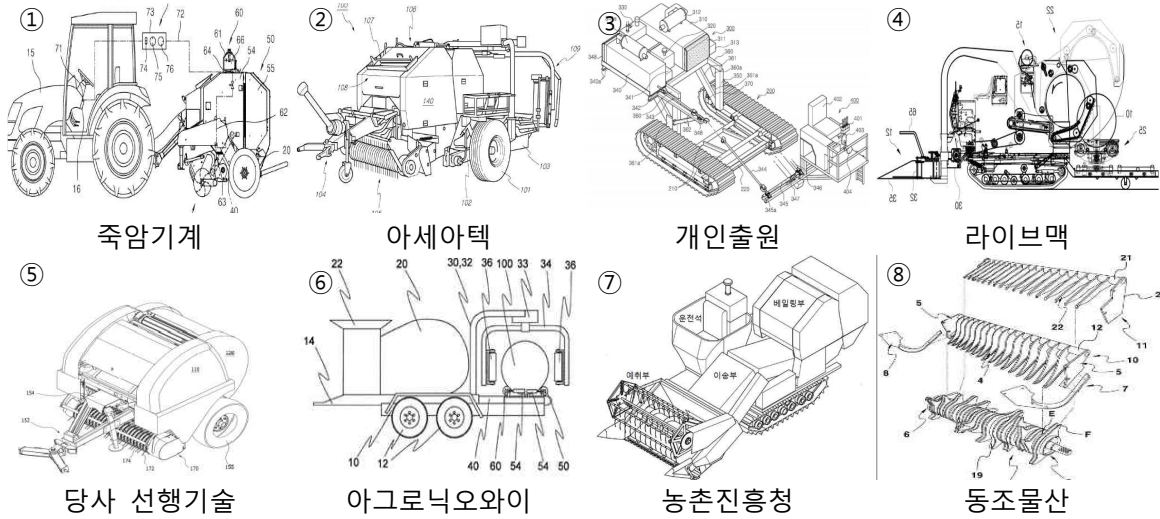
< 주관기업 국산화 개발기종 “RB-1000” Baler >



- ◇ 국내 Baler 관련 특허분석은 검색건수 201건 (kipris, 2013)에서 유효 특허건수 30건으로 네트관련 9건 (①), 구조 및 작동방법 7건 (⑤), 로터관련 3건, 기타 11건 (⑧), 일체형관련 2

건 (②,⑥)인데 본 연구와 연관성은 적음.

< Baler 관련 국내 주요 기술개발 현황 >



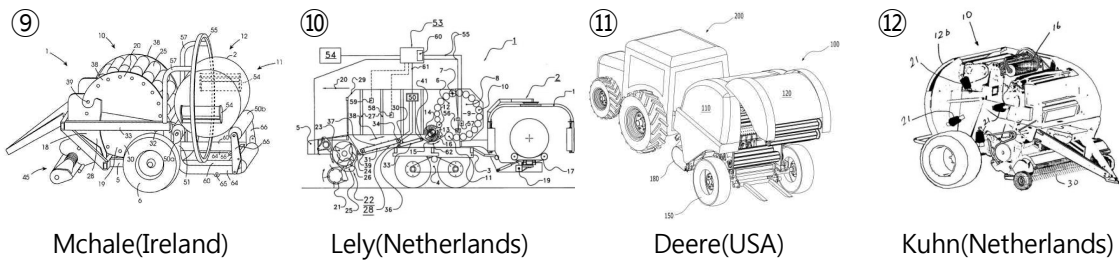
- ◇ 국내에서는 자주식 Baler 개발 사례 (③,④,⑦)가 보고되고 있으나, 담리작의 옥수수, 총채보리 등 특정작물에 대한 전용기로 개발되었음.
- ◇ 자주식 수확동시 베일사일로 제조기 (복합기) 개발사례와 트랙터 부착형 중형 라운드 베일, 레핑 일체식 복합기 개발사례에서는 수확+베일링+레핑작업 혹은 베일링+레핑작업이 가능하도록 일체식 복합기능을 부여하였음.
- ◇ 그러나, 자주식은 담리작 등 사용처의 한계, 견인식은 수확기 후단에 랩퍼를 추가 장착하여 차중, 차대길이 증가로 소구획, 경사지 등에 한계점이 예상됨.
- ◇ 현재 일체형과 통합형 Baler 내수시장은 수입 대형기종 (트랙터 기준 150마력 전후, 수확기 기준 100마력 내외)이 100%를 구성하고 있는 실정임.
- ◇ Baler의 요소기술이 통합된 첨단기종인 통합형은 기존 전용기 시장 및 일체형 시장을 대체하기 시작하여 기술개발이 시급한데 국내에서 통합형 Baler에 대한 연구는 전무함.

2) 국외 기술개발 현황

- ◇ 국외의 연구개발은 John Deere, CHN, Claas, Kubota 등 World Best 업체를 비롯하여 Kuhn, McHale, Lely Welger, Goweil, Orkel, Krone, Kverneland, Star, Takakita 등 수확기 전문업체를 중심으로 진행되고 있음.
- ◇ 국외 Baler 관련 특허분석은 검색건수 4,476건 (미국 (2,664) 및 유럽 (856)이 79% 점유 (kipris, 2013)인데 개발예정인 통합형 Baler를 제외한 전부분에서 회피설계를 통해 기술포화상태인 것으로 판단됨.

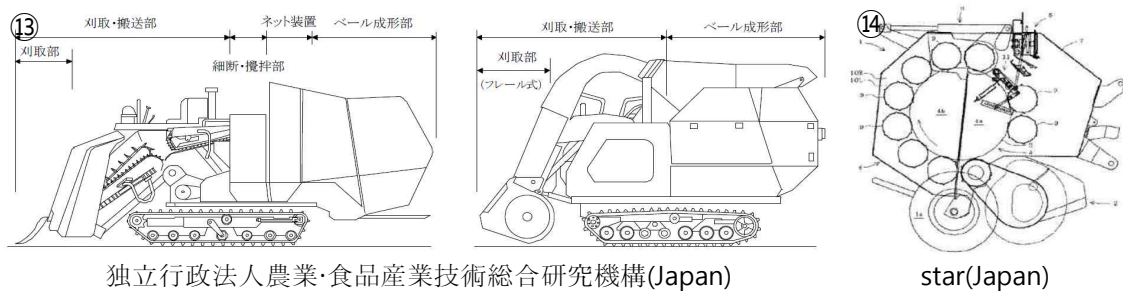
- ◇ 미국과 유럽을 중심으로 발달된 Baler 기술은 해당국의 대농·대구획·평야지·건답 등 농업 환경적인 특성으로 건조 중심으로 연구되고 제품이 개발되었음.
- ◇ 미국의 경우, 대규모 작업환경인 자주식은 800마력 이상의 제품이 상용화되어있으며, 견인식의 경우에도 트랙터 기준 150마력급 이상 (베일러 기준 100마력 내외)으로 연구개발 및 상용화(⑨~⑫)되었음.
- ◇ 2013년 현재 국내 통합형 Baler 시장 (120억원/년)은 대형기종 중심으로 Mchale (⑨), Lely (⑩), Kuhn (⑫) 등 3사가 100% 점유하고 있는 실정임.

< Baler 관련 국외 주요 기술개발 현황 >



- ◇ Baler의 연구개발은 미국과 유럽으로 100마력 이상 대형기종에 적용되고 있는데 50~100마력대의 중형기종의 기술틈새시장이 있는 것으로 파악됨.
- ◇ 일본의 경우 조사료 재배작물이 목초 (2,678만톤), 옥수수 (471), 수수류 (94)만톤 등으로 유럽과 비슷한 사료작물환경임 (일본농림수산성, 2013).
- ◇ 일본의 경우 Baler를 생산하고 있으나 통합형 Baler의 경우 소형 자주식으로 포장운반 시 운송수단이 필요하고 운용이 쉽지 않은 것으로 파악됨.

< Baler 관련 일본 주요 기술개발 현황 >



- ◇ 랩핑기능이 없는 일본의 Star, Takakita사 등의 소형 Baler (⑬,⑭)는 우리의 국산화가 늦어 견인식의 경우 (⑭) 한국에서 상당한 시장점유율을 유지하고 있음.
- ◇ 또한, 국내에 수입되는 국외 100마력대의 Baler의 경우, 동일 성능조건에서 독립적인 주행능력을 갖춘 자주식이 견인식에 비해 가격이 30% 정도 높음.

3) 국내·외 기술수준 비교 및 평가

- ◇ Baler의 기술적 흐름은 전용기 (Baler, Wrapper) 기술에서 일체형 (Baler 후단에 Wrapper를 장착) 기술로 발전하였으며 최근 대체기술인 통합형 (Baler와 Wrapper를 통합장착) 기술로 발전하는 추세로 내용은 다음과 같음.

< 조사료수확기 관련 기술의 흐름 >

전용기술 ➡	일체형기술 ➡	통합형기술
<p>사각 수확기를 대체</p>  <ul style="list-style-type: none"> ○ 1910 ; Umpp 개발 ○ 1947 ; Allis 제품화 ○ 1972 ; Vermeer양산체계 ○ 1980s ; Walterscheid 효율적 CV 조인트 개발 	<p>전용기 기술대체</p>  <p>미국과 유럽을 중심으로 개발된 대형 일체형 조사료 수확기는 하나의 본체에 베일작업과 랩핑작업 일체기능으로 전용기술을 대체</p>	<p>일체형기술을 대체</p>  <p>본체의 동일위치에 베일과 랩핑기능을 통합한 통합형 기술은 일체형기술을 대체 하고 있으며 유럽 등에서 소구획 중심으로 확산 중</p>

- ◇ 수입 통합형 Baler는 건조를 대상으로 개발된 대형기종으로 베일규격이 커서 사료 급여시 잉여사료 발생 및 변질 문제 등이 발생하고 있음.
- ◇ 당사는 Baler 관련 전 분야에서 지속적인 연구 및 다수의 특허를 확보하였는데, 베일장치와 레핑장치의 특허를 확보하는 방향으로 R&D투자를 진행하고 있음.
- ◇ 또한, 국내에서는 정책당국의 적극적인 연구개발 지원에 따라 최근 5년 사이에 Baler 관련 특허출원이 집중적으로 진행되었는데, 국내특허의 경우 검색건수 201건, 유효 특허건수 30건 중에서 추진 중인 통합형과 관련된 핵심특허 2건은 자주식 조사료 수확기로 관련성은 적은 것으로 파악됨.
- ◇ 통합형·일체형 Baler 기술에서는 주로 일체형 (베일장치와 레핑장치가 거리를 두고 하나의 본체에 배열된 일체형 구조) 관련기술로 효율·향상부분에 집중되어 기술포화 상태이어서 통합형의 원천기술을 조기에 확보하는 것이 절실함.
- ◇ 통합형 Baler 기술과 관련 당사에서는 R&D기획지원과제 수행 중 요소기술 5건의 특허를 출원하여 통합형 개발에 있어 기술권리성 및 개발완성도를 높였음.
- ◇ 또한, 개발에 있어 선행연구과정에서 획득한 Baler 관련 산업재산권 12개를 적용하여 국내외 경쟁업체와 기술우위에서 개발을 추진할 예정임.

3. 연구수행 내용 및 결과

1) (서술 목차)

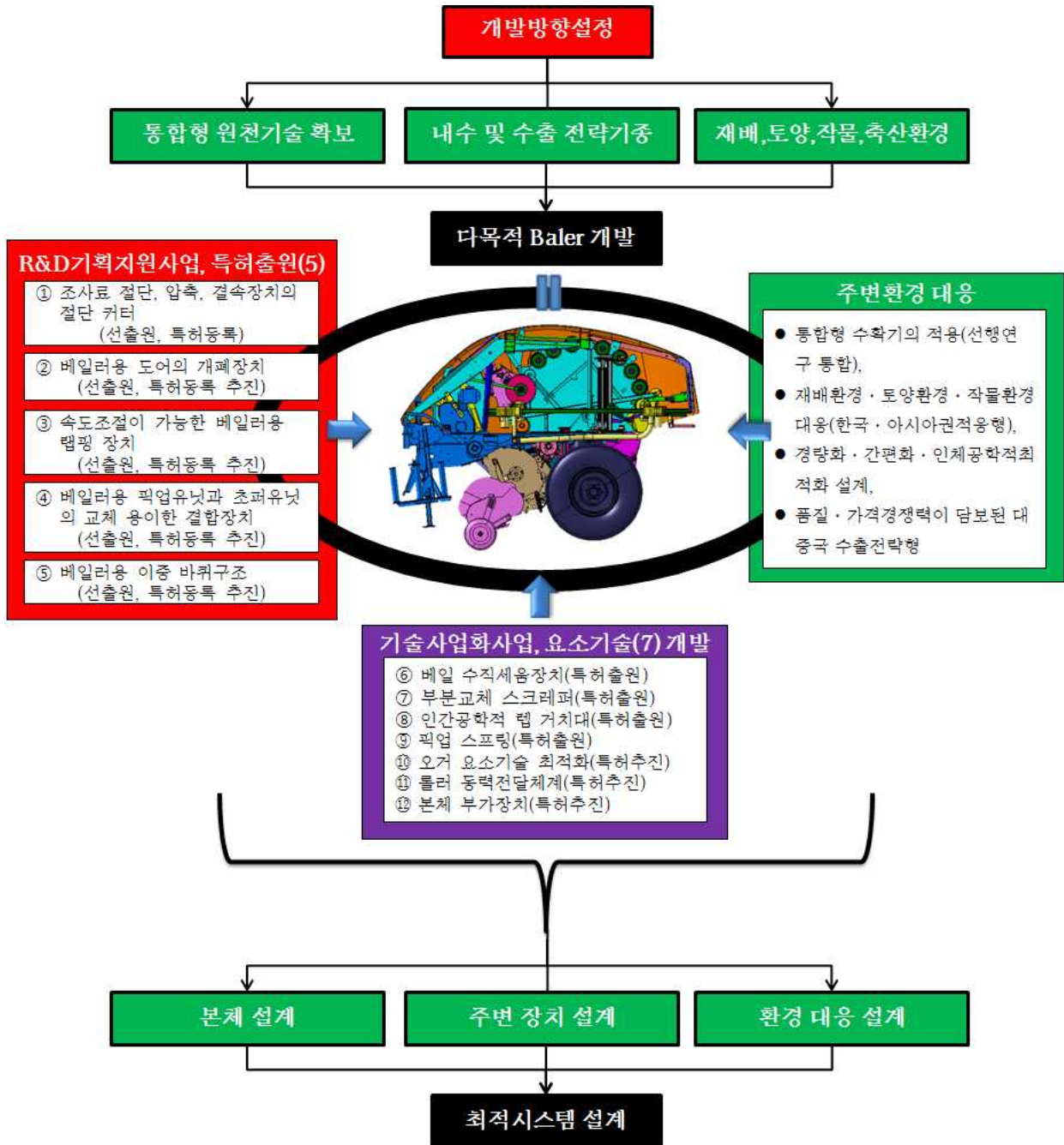
연구는 「1.개발방향설정을 통한 최적시스템 설계 검토」 등 56단계로 진행되어 정량적 성과 54건을 창출하였는데, 요인실험 및 실증실험을 통해 ①엔지니어링 샘플로 시범판매 (내수 1대, 수출 1대)을 달성하였고 성능고도화 작업을 진행하였음. 또한, 개발품은 ②공인기관 (FACT)의 농기검정에 합격하고, 지원기관 (IPET)과 ③기술실시계약을 체결하였으며, 정책당국 (MAFR A)의 ④정부지원 농기계에 선정되어 ⑤제품화를 완료했는데 36개월 R&D 진행과정은 다음과 같음.



1) 개발방향설정을 통한 최적시스템 설계에 대한 검토

연구의 목적은 통합형 원천기술 확보와 내수 및 수출전략기종의 개발, 아시아권 축산 및 조사료 환경에 부합하는 다목적 조사료수확기를 개발하는데 있음.

예비과제인 「R&D기획지원사업」 과정 (2013.12~2014.06)에서 획득한 요소기술 5개와 본과제인 「기술사업화 (2014.10~2017.10)」에서 요소기술 7개를 추가로 획득하여 연구개발 3차년에 제품화와 판매를 시작하는 상용화를 전제로 한 전체적인 개발방향설정의 구성흐름은 다음 도식과 같음.



◇ 시스템 구성에 있어 선행연구 과정에서 취득한 요소기술 14개 (예비과제 포함)를 접목하고 금번

연구개발 과정에서 제품의 품질경쟁력을 올리기 위해 신규요소기술 7개 (1차년 4개 출원, 2차년 3개 출원 예정)를 설계에 반영함 (Figure 1).

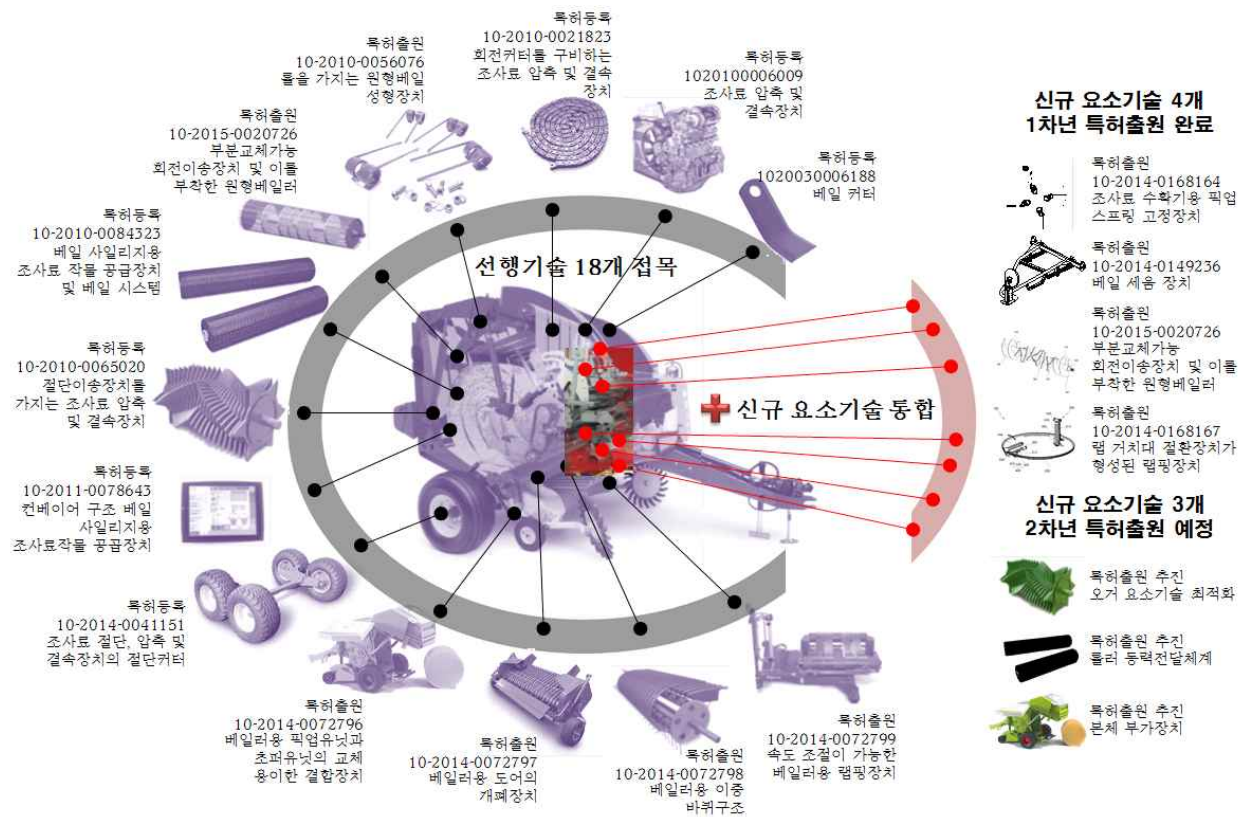


Figure 1. 최적 시스템 설계를 위한 기술의 구성 및 계획

- ◇ 현재 취득하거나 취득을 추진 중인 요소기술의 구성은 다목적 조사료수확기 제품화에 있어 제품방어권 및 기술권리성을 확보하여 제품의 경쟁력을 확보하는데 있음.
- ◇ 신규 개발되는 요소기술은 아시아권의 주요 베일러 시장인 동북아시아 한·중·일 3국의 기술 수요 및 조사료 및 축산환경을 접목하여 주요 경쟁기종으로 분석되는 유럽기종 대비하여 가격 대비 제품경쟁력 확보에 최우선적으로 우선순위를 부여하였음.
- ◇ 시스템의 설계는 본체 기술과 주변 장치 기술, 환경 대응 기술을 통합하여 최적화 과정으로 진행되었는데 축산농가와 판매대리점의 기술수요를 적극 반영하여 사업화 추진을 위한 기술의 통합 단계임.

2) 국내·외 통합형 모델의 사양 및 특성 분석

원형 Baler는 농기계 World Class인 Deere, CHN 및 1972년 최초로 Baler 양산체계를 구축한 Vermeer 등 Baler 전문업체 42개사의 291모델이 양산되고 있는데 유럽 및 북미지역의 10여개사가 15.2억\$의 세계시장을 석권하고 있음 (Figure 2)

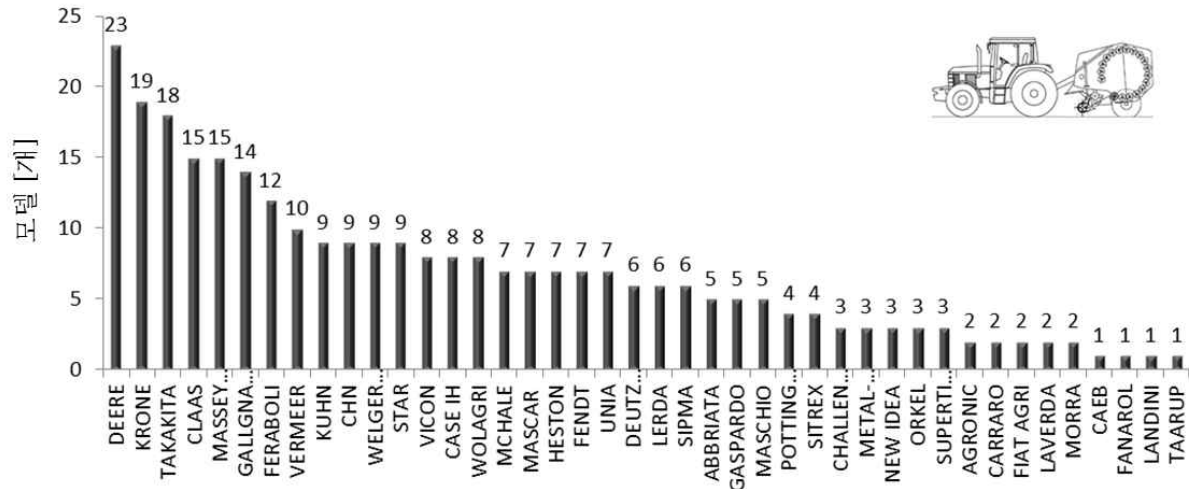


Figure 2. 국외 Baler 주요 42 제작사의 모델 분석

- ◇ 주관기업은 2008년부터 중형급 국산화 과정에서 19개의 특허등록과 설계·제작 경험을 바탕으로 아시아권 시장진출을 위한 다목적 Baler를 수출전략기종 개발목적으로 분석을 수행함.
- ◇ Baler는 생산되는 Bale의 직경을 기준으로 소형, 중형, 대형으로 구분되는데 세계시장 진출을 위해서는 세계시장은 다목적 100 cm의 중형급 기종의 국산화 개발이 절대적임 (Figure 3).



Figure 3. Bale의 직경에 따른 Baler 분류

- ◇ 조사료 (Bulky feed)의 수확용 기계인 Baler는 North America 및 EU를 중심으로 개발되어 전세계에 공급되고 있음. Baler는 농기계 세계 판매 1위인 DEERE를 비롯한 CHN 등 World class 기업들이 생산하고 있으며 KUHN 등 Baler World class company의 도전도 만만치 않음.
- ◇ 세계 Baler의 Trade value (Imports)는 년 US \$691 million, 622 thousand unit이다 (FAO, 2009). 2013년 한국은 년 KR 120 hundred million의 Integral Round Baler 시장이 형성되고 있는데 대부분 수입에 의존하고 있음.
- ◇ 본 분석은 다목적 Baler의 국산화 개발을 통하여 기술권리성을 확보하고 국내시장을 방어하며 나아가 수출전략 기종으로 활용함에 있어 타당성을 확보하는데 있음.
- ◇ 전세계의 Baler의 기술을 분석하기 위해 42개 회사(Deere, Kuhn, Chn, Krone, Mchale, Welger Lely, Vicon, Claas, Case Ih, Mascar, Heston, Fendt, Challenger, Gallgnani, Star, Wolagri, Takakita, Vermeer, Unia, Massey Ferguson, Abbriata, Agronic, Caeb, Carraro, Deutz Fahr, Fanarol, Feraboli, Fiat Agri, Gaspardo, Landini, Laverda, Lerda, Maschio, Metal-Fach,

Morra, New Idea, Orkel, Pottinger, Sip Ma, Sitrex, Supertino, Taarup)의 291개 round baler model을 분석하였음 (Figure 4).

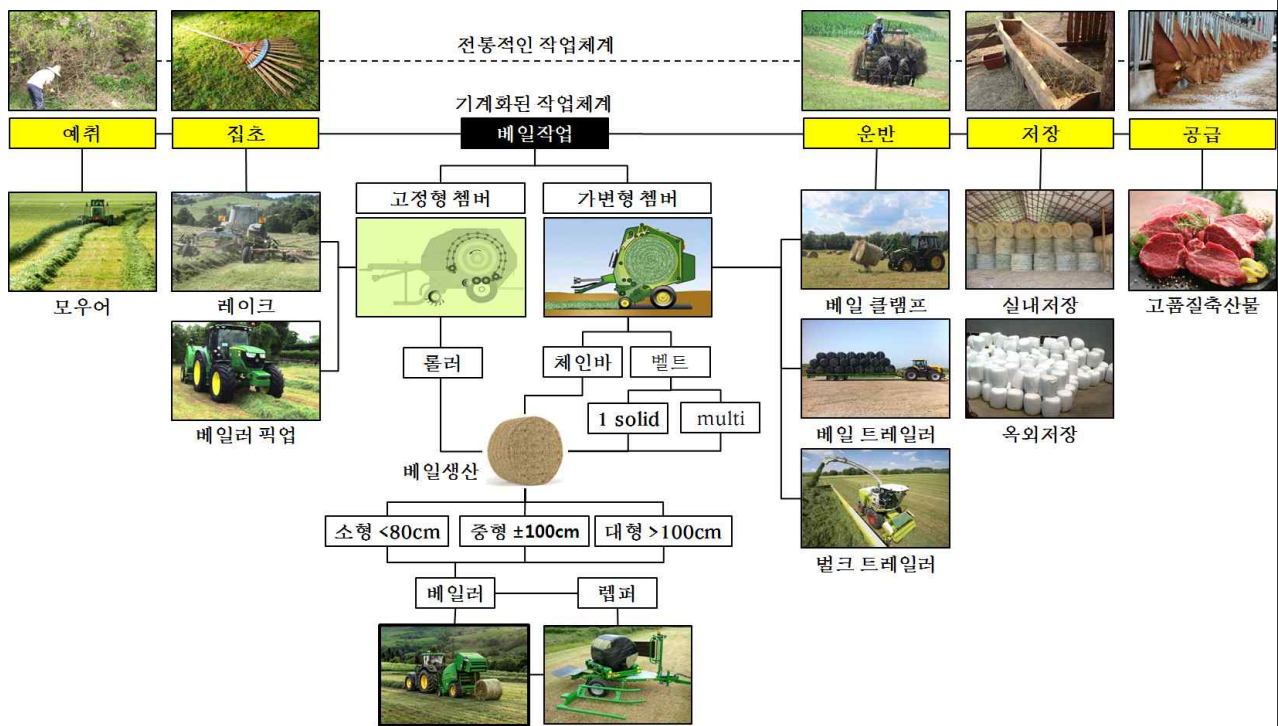


Figure 4. 베일 생산을 위한 조사료 수확기 분류 체계

- ◇ 분석은 공통적인 규격의 수집이 가능한 226개를 대상으로 하였으며 다목적 Baler의 분석은 시장 진입시 경쟁기종으로 분석되는 11개 회사 (Deere, Kuhn, Vicon, Mchale, Mascar, Welge Rlely, Krone, Class, Case Ih, Takakita)의 30개 모델을 대상으로 하였음.
- ◇ 개별 model에 대한 사양 및 최소소요동력, 생산되는 bale의 최대 체적의 비교하였는데 Baler 26개 기종의 평균 중량은 2,771 kg, 픽업폭의 평균은 193 cm, bale 최대직경 평균은 140 cm, bale 길이 평균은 120 cm, 최소필요동력 평균은 72 hp으로 나타났음.
- ◇ 주요경쟁기종의 평균 중량은 5,051 kg, 픽업폭 평균은 214 cm, bale 최대직경 평균은 146 cm, bale 길이 평균은 120 cm, 최소소요동력 평균은 102 hp, bale의 평균 체적은 2.01 m³로 높게 나타났음.
- ◇ 새로 개발되는 다목적 baler는 차체중량 2,350 kg, 픽업폭 180 cm, 최소소요동력 70 hp급을 기본사양으로 아시아권 50마리의 소 사육농가의 조사료 급여량에 맞춰 bale 직경 100 cm, bale 길이 100 cm 규격의 bale이 생산되도록 하였음.
- ◇ baler를 가동하기 위해서는 일반적으로 baler 최소소요동력의 1.3-1.5배의 트랙터 엔진파워가 필요한데 개발품은 90~100 hp 전후의 트랙터가 필요한 것으로 분석되었음. North America 및 EU 중심의 제품시장에서 공백기술로 TAKAKITA의 baler와 wrapper가 본체에서 구조적으로 연결된 CW1081N 모델이 경쟁기종으로 파악되었음.

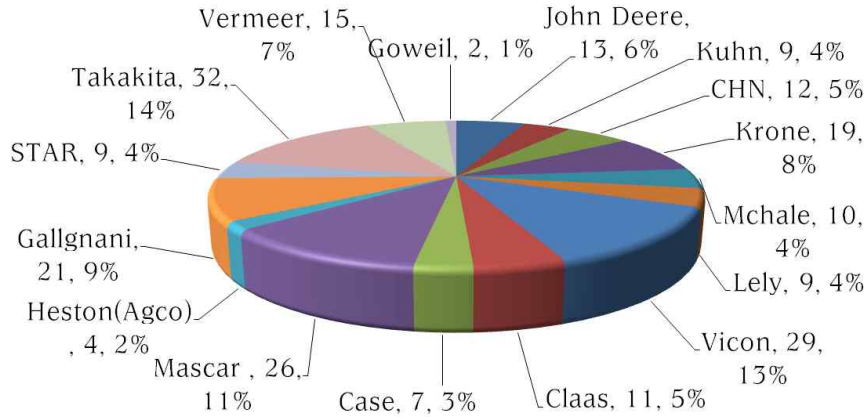


Figure 5. 세계 베일러 제조업체별 보유 모델수

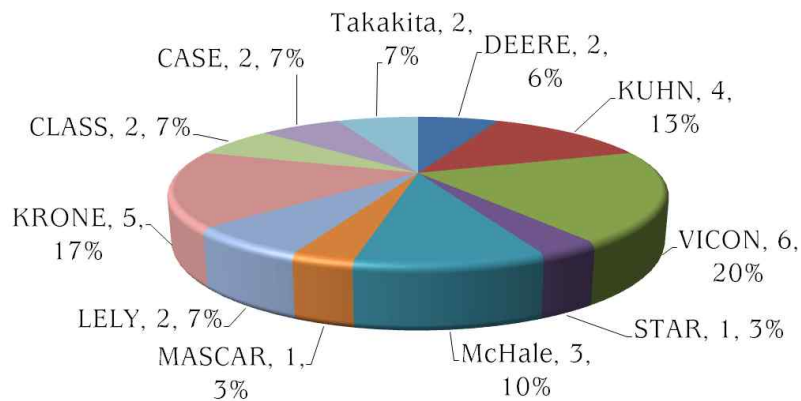


Figure 6. 세계시장 진입시 예상되는 주요경쟁업체별 보유 모델수

- ◇ CW1081N model은 도로 및 수확지에서 회전반경이 커서 연구팀에서 새로 개발한 다목적 Baler가 기능적인 우위를 가지는 것으로 판단됨.
- ◇ 또한, 일본의 경우 EU와 같이 사일리지 위주의 기술개발로 다양한 사료작물 (grass, maize, straw, etc.)과 볏짚을 수확하는 한국의 조사료 환경과 큰 차이를 보이고 있음.
- ◇ 개발되는 다목적 베일러는 동일본체의 동일공간에 baler와 wrapper가 통합된 최적화된 형태임. 개발은 한우 50마리 이하의 사육농가 구성이 91.3%인 우리의 축산경영형태에 적합하도록 개발되었는데 현장실증연구를 통해 검증할 계획임.
- ◇ Baler의 세계시장은 Round Baler 89%, Square Baler 11%의 점유를 보이고 있는데 유럽 및 북미에서 목초 수확기로 개발된 원형 Baler는 세계적으로 주요 42개사에서 291모델 (파생모델 제외)을 보급하고 있는데 상용화 과정을 거치면서 최근에는 복합기능을 부여하고 생산성 향상 및 효율증대 방향으로 발전하고 있음.
- ◇ 베일작업은 Bale의 생산형태에 따라 고정형 (일정한 규격만 생산)과 가변형 (다양한 규격으로 생산)인데 EU 주요 3사 (Kuhn, MaHale, Welger)는 50 : 50의 모델을 생산하며 세계시장에서 판매되고 있는 베일러의 주요 사양 및 특성분석 (베일러 전체와 통합형 베일러를 분리하여 조사)의 결과는 다음과 같음.

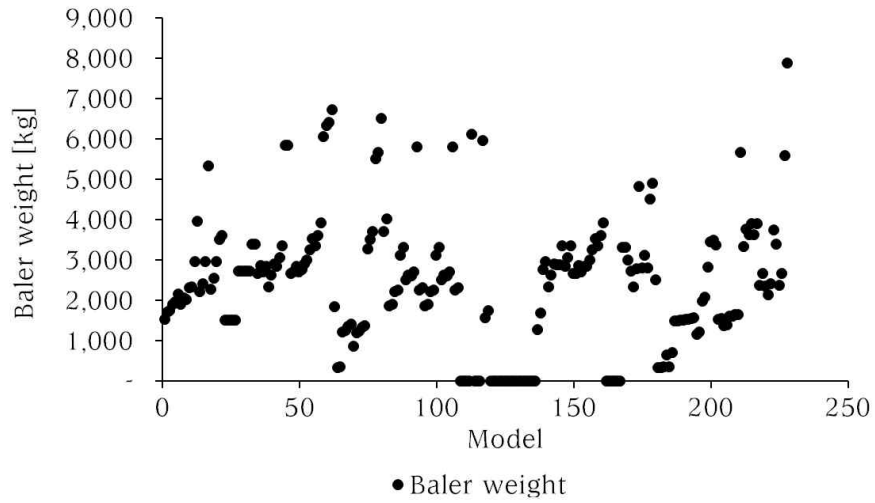


Figure 7. 세계 베일러 (전체) 차중의 모델별 분류

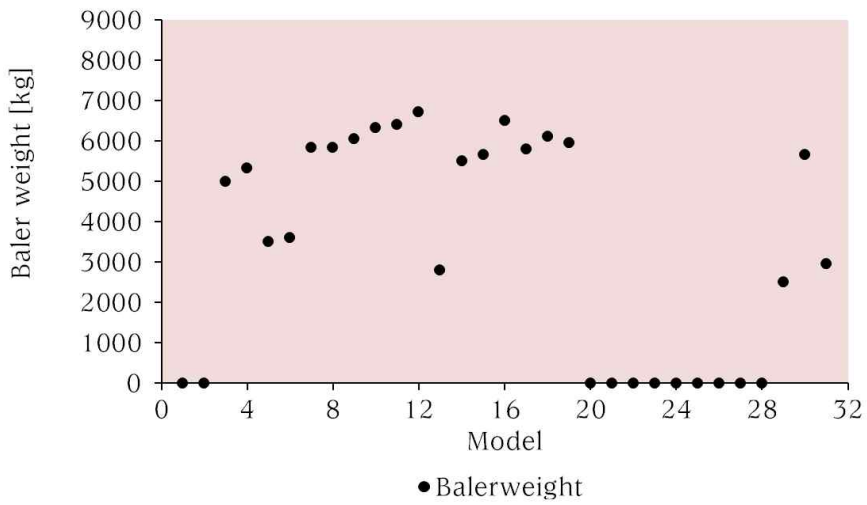


Figure 8. 세계 통합형 (일체형 포함) 베일러 차중의 모델별 분류

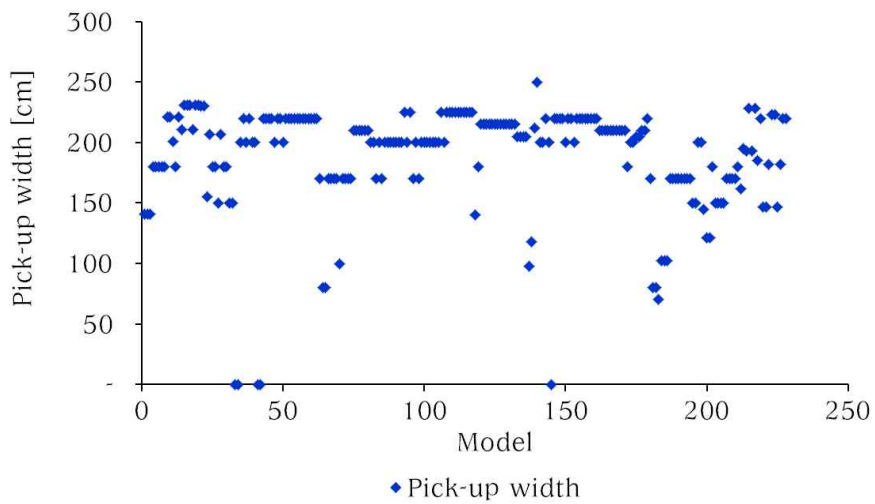


Figure 9. 세계 베일러 (전체) 픽업 폭의 모델별 분류

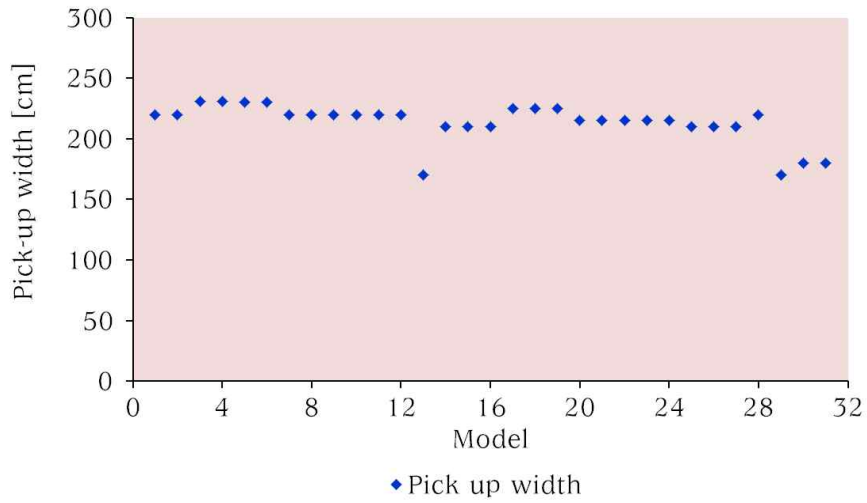


Figure 10. 세계 통합형 (일체형 포함) 베일러 픽업 폭의 모델별 분류

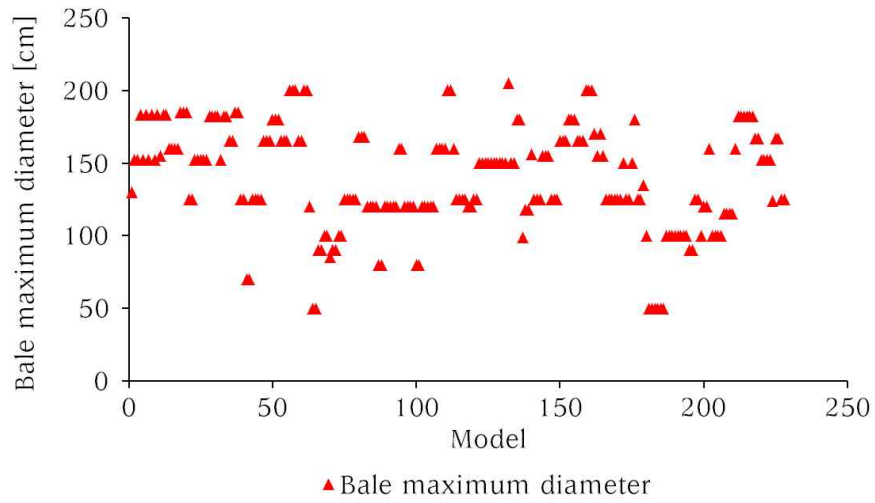


Figure 11. 세계 베일러 (전체) 베일 직경의 모델별 분류

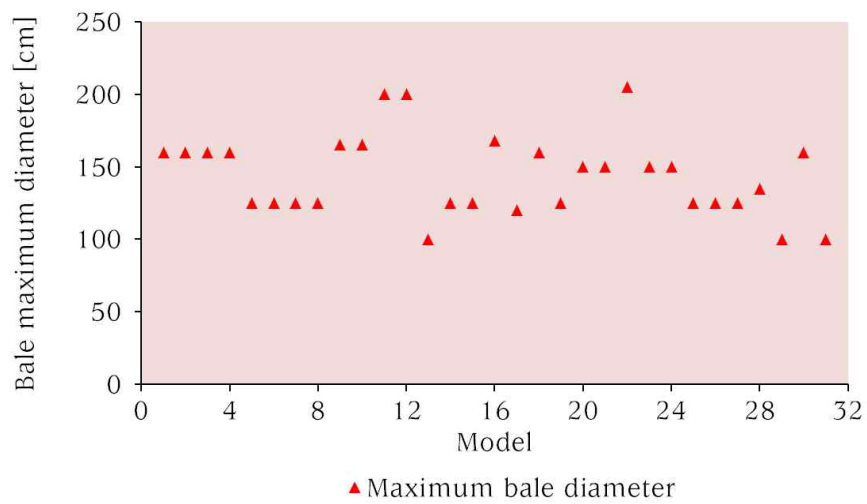


Figure 12. 세계 통합형 (일체형 포함) 베일러 베일 직경의 모델별 분류

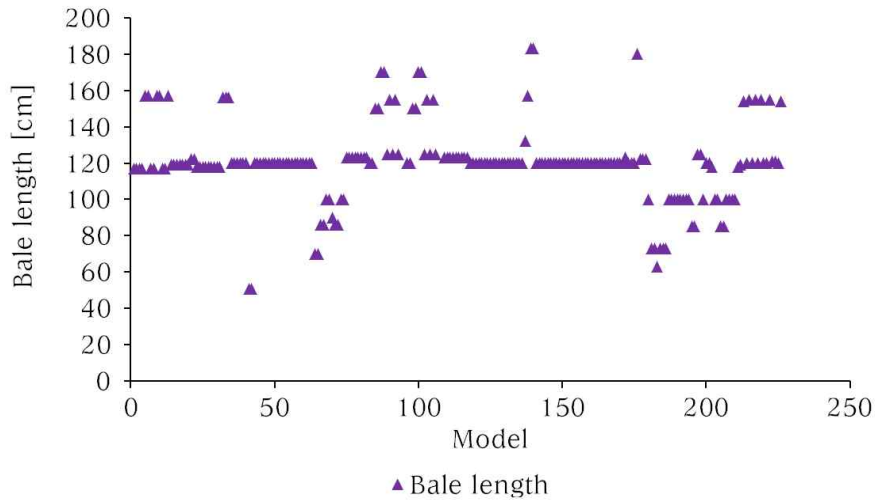


Figure 13. 세계 베일러 (전체) 베일 길이의 모델별 분류

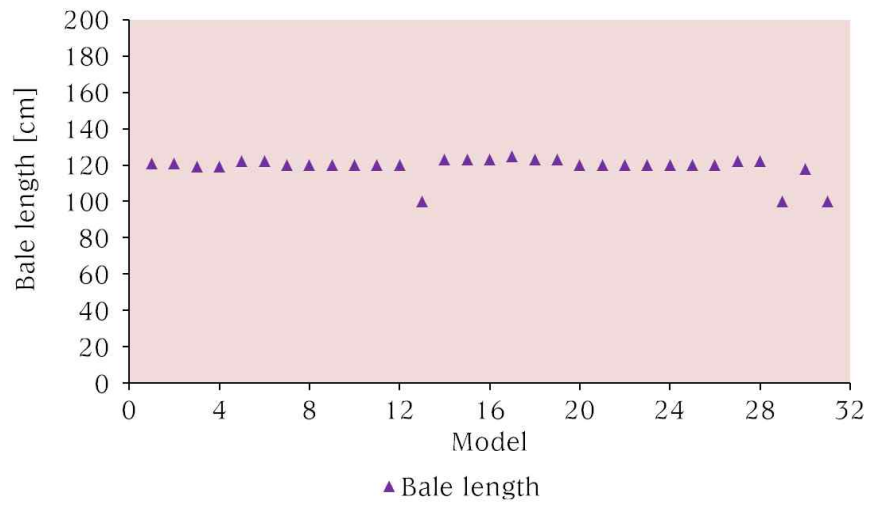


Figure 14. 세계 통합형 (일체형 포함) 베일러 베일 길이의 모델별 분류

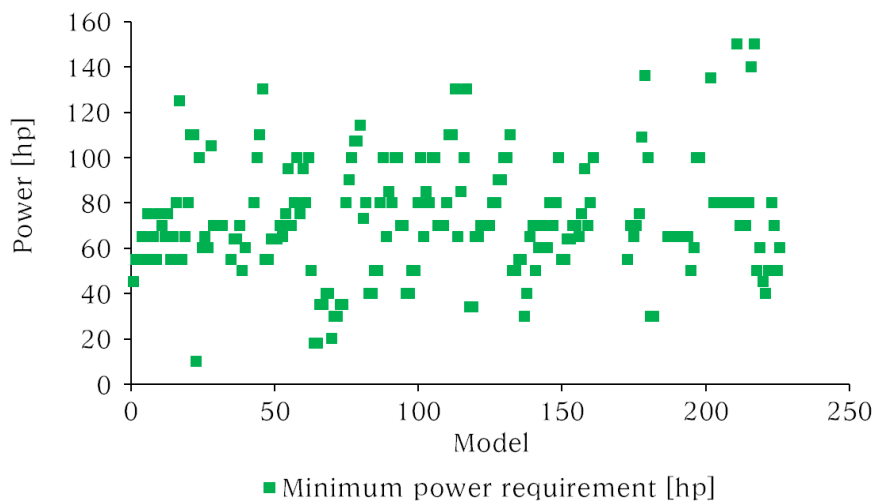


Figure 15. 세계 베일러 (전체) 최소소요동력의 모델별 분류

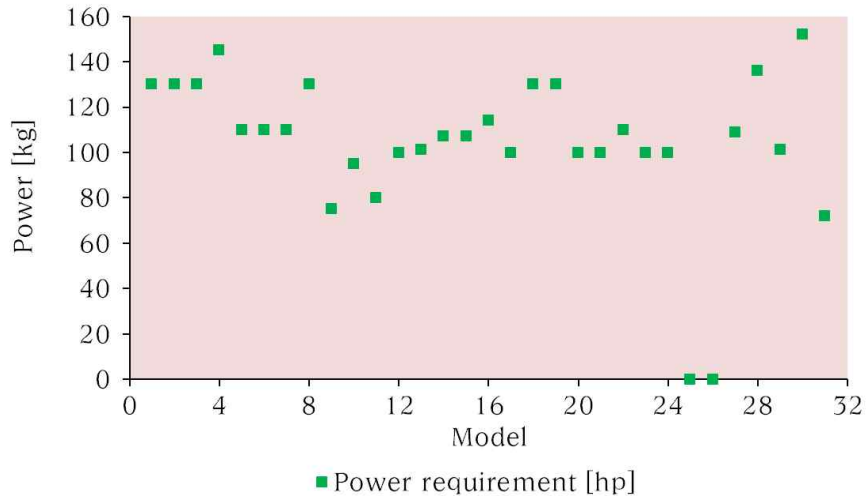


Figure 16. 세계 통합형 (일체형 포함) 최소소요동력의 모델별 분류

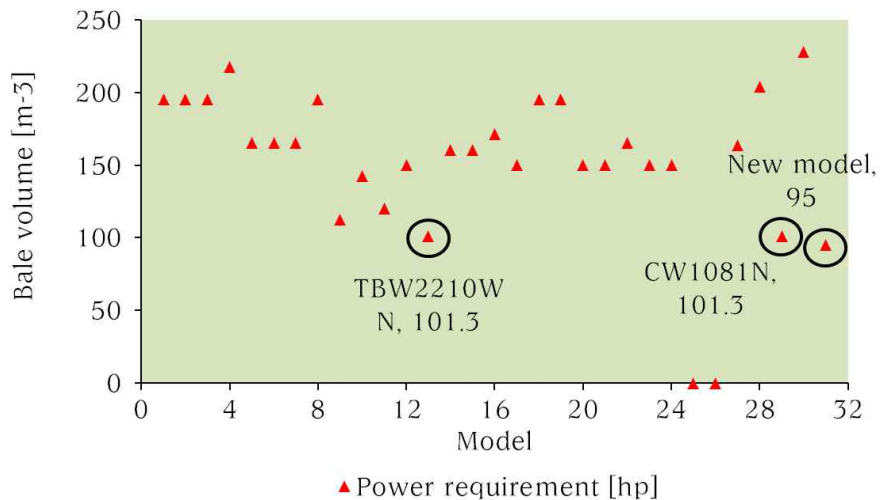


Figure 17. 세계 통합형 (일체형 포함) 주요경쟁기종의 분석

※ 각 제작사의 사양 및 기술내용은 제작사의 공개된 기술자료 및 매뉴얼, 홈페이지의 자료를 기초로 작성되었으며 비교를 위해 사용된 개발품은 연구팀의 시제작품의 자료임

3) 개발기준 및 품질기준, 최종베일의 기준치 제시

본 연구에서는 실질적으로 Baler (조사료 수확기) 운용에 있어 적기수확 등 제반조건을 제시할 수는 있으나 조사료의 주요 품질기준인 함수율, 조단백질, NDF, ADF, TDN을 규정할 수 없음.

따라서 생산되는 베일의 규격을 제시하는데 평균 가축사육 규모 분석 및 급여량 분석, 제반환경의 분석을 통해 최적 상태를 제시함.

◇ 통상 조사료(베일)의 정의는 일반적으로 건물중량 기준 18% 정도의 조섬유가 포함된 것을 기본 조건으로 하계작물, 동계작물, 부존자원으로 분류하고 있음.

◇ 현재 국내의 작물별 분류 및 재배면적은 다음과 같고 생산량은 사료작물 51.6%, 목초 5.9%, 볏짚 42.4% 구성임 (Figure 1).

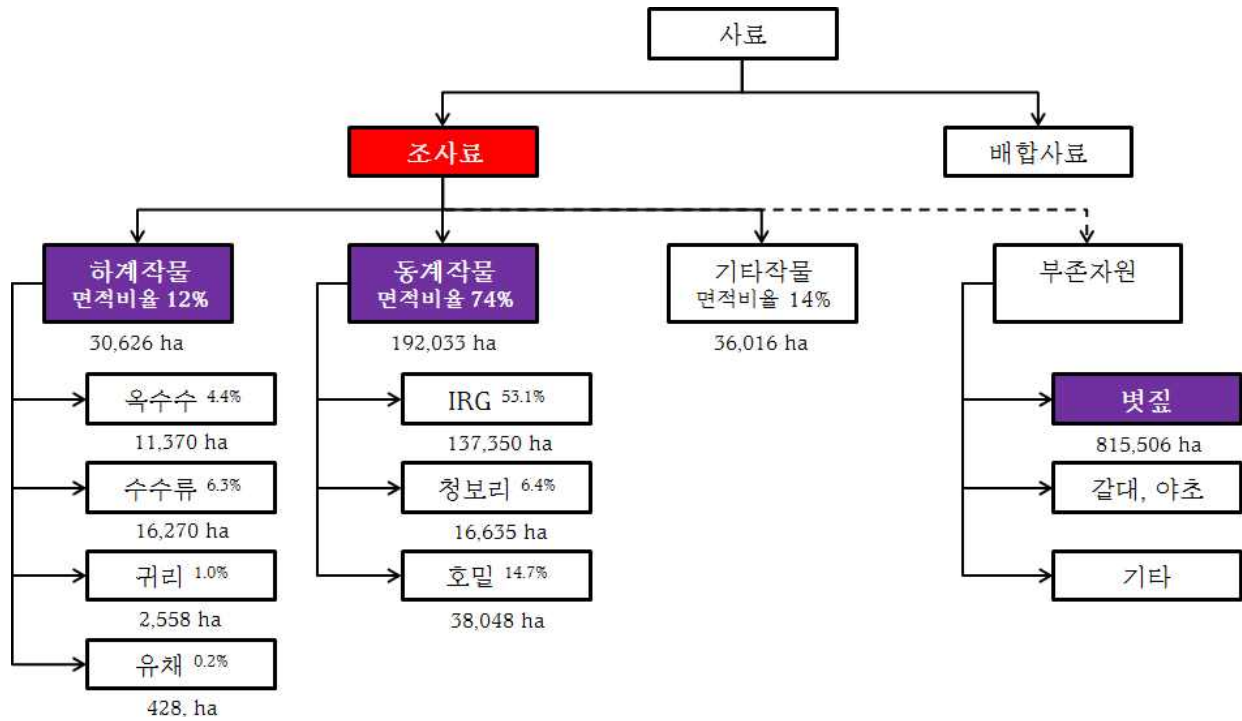


Figure 1. 조사료의 분류 및 면적 구성비

※ 현재 사료작물의 재배면적은 동계작물 74%, 하계작물 12%, 기타 14%로 구성되어 있는데 IRG가 전체의 53%, 동계작물의 71%를 구성하는 주요작물임

◇ 사료작물의 종료별 사료가치 비교는 「한국표준사료성분표, 2007」 과 같음 (Table 1).

Table 1. 한국 표준 사료성분표

[%]	수확기	조단백질	조지방	가용무질소물	조섬유	조회분	TDN
볏 짚	건조볏짚	5.0	1.9	44.1	32.0	16.7	43.6
청 보 리	호숙기	9.0	2.6	46.0	33.8	8.3	59.5
I R G	출수기	11.7	3.8	43.0	29.7	11.7	61.4
호 밀	출수기	11.2	4.7	36.0	38.5	9.4	57.7
옥 수 수	황숙기	8.7	4.0	55.9	24.8	6.3	62.0
수 수 류	출수기	13.5	4.2	43.7	30.5	7.9	59.1
총체 벼	호숙기	7.5	2.4	56.3	24.5	9.2	57.9

◇ 현재 국내에서는 유통되는 조사료 품질등급은 법적 구속력이 없는 자율적인 사항으로 함수율과 중량에 의존하고 있는데 2015년에 NIRS분석기를 이용 새롭게 시범 적용되는 농촌진흥청의 「조사료 품질 등급 세부평가기준」 은 다음과 같음

Table 2. 조사료 품질 등급 평가 항목

항 목 (점수)	평가 기준	평가 (점수)					
		배점	50점	45점	40점	35점	30점
수분 (50)	수분함량 (○%이상~ ○%미만)	사일리지 (동계작물 에 한함)	55이상~60미만	60이상~65미만 55미만	65이상~70미만	70이상~75미만	75이상
		헤일리지 (동계작물 에 한함)	40이상~42미만	42이상~44미만 35이상~40미만	44이상~46미만 35미만	46이상~48미만	48이상 ~50미만
		건초 (동계작물 에 한함)	16미만	16이상~17미만	17이상~18미만	18이상~19미만	19이상~ 20이하
상대사료 가치(RFV) (30)	NDF 및 ADF 등 사료가치	배점	30점	26점	22점	18점	14점
		점	115이상	100이상~115미만	85이상~100미만	70이상~85미만	70미만
조단백질 (10)	조단백질 함량	배점	10점	8점	6점	4점	2점
		%	12이상	10이상~12미만	8이상~10미만	6이상~8미만	6미만
조회분 (10)	흙 등 이물질 혼입	배점	10점	8점	6점	4점	2점
		%	7미만	7이상~9미만	9이상~11미만	11이상~13미만	13이상

◇ 현재 국내에서 조사료를 원료로 하는 한육우 축산농가는 99천 농가 규모로 20두 이하의 농가가 절대적으로 감소 ($R^2=0.9868$)하면서 규모화 되고 있는 양상으로 다음과 같음 (Figure 2).

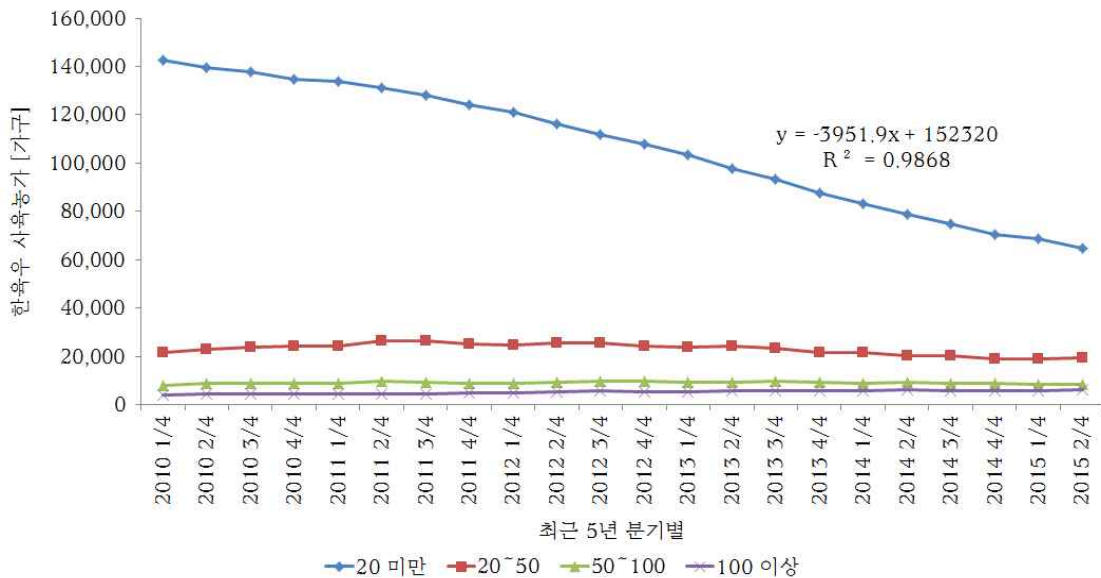


Figure 2. 최근 5년 분기별 한육우 사육규모별 농가 수 분석

◇ 한육우 176천 농가에서 사육되는 두수는 현재 2,748천두로 100두 이상의 사육농가 점유가 1,134천두로 41.3% ($R^2_0.8943$)이고 50~100두 사육농가 21.4%, 20~50두 사육농가 22.1%, 20두 미만농가 15.3% 현황으로 농가수 분석과 같은 양상을 보임 (Figure 3).

◇ 현재 시점에서 조사료를 이용하는 한육우 축산농가와 사육두수를 분석하면 규모화 추이에서 베일의 규격은 최소 70두 이상을 기준으로 상향하여야 함을 확인할 수 있으나 실제 사육장에서는 월령 혼재상태로 농가별로 유통 베일 용량의 기준설정이 어려움 (Figure 4).

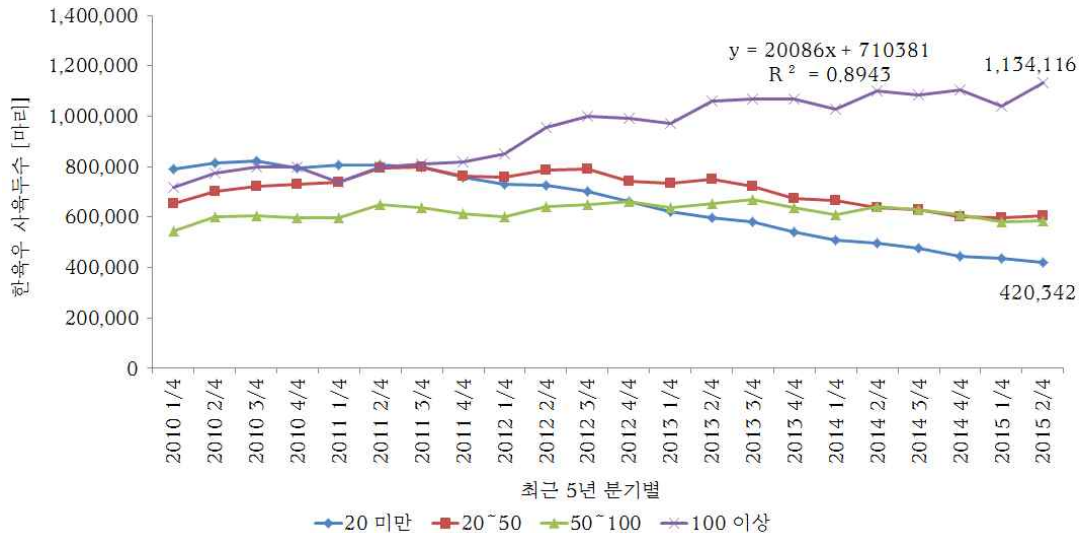


Figure 3. 최근 5년 분기별 한육우 사육규모별 사육두수 분석

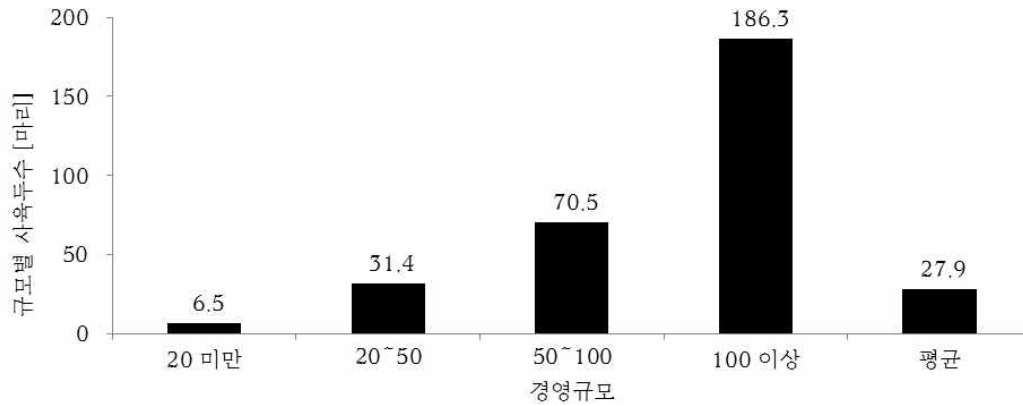


Figure 4. 2015 2/4분기 한육우 사육규모별 평균사육두수 분석

- ◇ 국내 NACF 한우개량사업소 (2011) 자료의 조사료 급여량 추정은 다음과 같은데 1일 급여량은 월령의 증가에 따라 감소하는 경향임 (50두, 75두, 100두, 200두)
 - ↳ 건초 (2.5~4kg), 생초 (10~17kg), 담근먹이 (7~13kg), 볏짚 (2~3.5kg)
- ◇ 베일은 수확시 작물환경 (기상조건, 함수율, 집초상태)에 따라 밀도의 변화가 심하고 압축강도 (산소호흡 정도차)로 최대 4%의 손실 발생하며 조사료 품질변화는 가축에 영양적 스트레스를 줌으로 일정품질의 공급이 필요함.
 - ↳ 베일은 공기에 노출되면 2차 발효가 발생하여 품질변화에 의한 손실이 10%에 달함.
 - ↳ 경영규모에 맞지 않는 Bale 공급은 잉여량 발생으로 양적인 사료가치 손실이 큼.
- ◇ 대구경북한우협동조합의 경우 함수율 60% 내외의 볏짚 베일 (지름 100cm, 길이 100 cm)을 개 당 무게 300~400kg으로 판매하고 있는데 NACF 한우 사육두수 규모별 1일 급여기준에서 50~100두 사육농가 평균 70.5두, 100두 이상 사육농가 186.3두로 75두 기준 150~262kg, 200두 기준 400~700kg에 잉여량 발생량을 최소화할 수 있어 적합한 것으로 판단됨.
- ◇ 국내 생산 조사료의 42.4%를 구성하는 볏짚베일의 경우 다음과 같이 e)생산, f)세움, g)상차, h)

하차, i)적재, j)상차, k)이동, l)하차를 반복하는 과정으로 베일의 규격이 운반수단인 트럭 4.5톤 이상의 적재규격 (내측 2120~2350 mm) 및 운반비와 부대비용을 고려 (2줄 다단 적재)해야 됨

◇ 축산환경을 반영한 최적 베일의 규격은 사육두수, 농가수의 현황 및 변화추이 및 사육규모별 평균 사육두수 분석, 급여기준을 통한 급여량 추정, 유통되는 베일의 규격, 운송수단 및 부대비용 등을 종합하여 고려하면 중형급인 지름 100 cm, 길이 100 cm이 가장 적정한 것으로 분석됨.

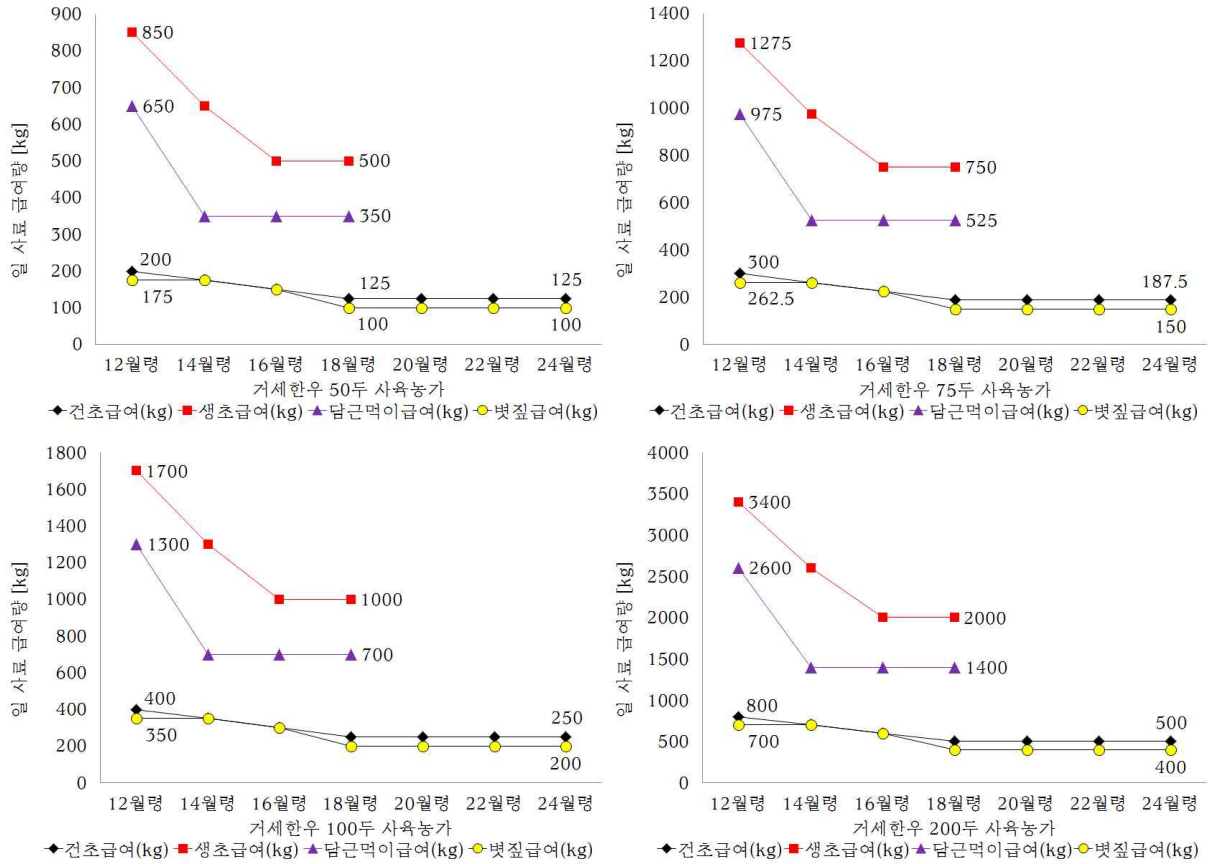


Figure 5. 한우 사육두수 규모별 일 필요 조사료량





Figure 6. 국내 볏짚 유통과정 (a)콤바인 수확후 볏짚, b)트랙터-집초기 집초작업, c)트랙터-베일러 베일링 작업, d)트랙터-랩퍼 랩핑작업, e)노천저장, f)수직세움 및 운반, g)상차, h)하차, i)판매업자 보관소 저장, j)상차, k)운반, l)하차, m)농가저장, n)세절, o)급여, p)육공급)

4) 베일커터 요인시험장치 설계 및 설계치 구명

◇ 통상 베일작업은 함수율 및 원료구성 (잎, 줄기 중량구성), 원료분포상태, 생육상태, 집초여부, 절단크기 및 형상, 생산 베일의 형태 및 수확 중 가해지는 압력변화 및 시기, 저장방법, 작업속도 등에 따라 변화하는데 장치는 옥수수를 절단하는 것을 설계조건으로 함. 베일커터 용인시험장치는 다음과 같이 초과장치로 구성되어지는데 내부에 초과 칼날이 장착되어 옥수수 수확시 정확하고 빠른 수확을 진행할 수 있도록 하는 장치로 설계에서는 5 종류의 칼날에 대한 설계를 수행하고 응력해석을 통하여 최적 칼날을 선택함 (Figure 1).

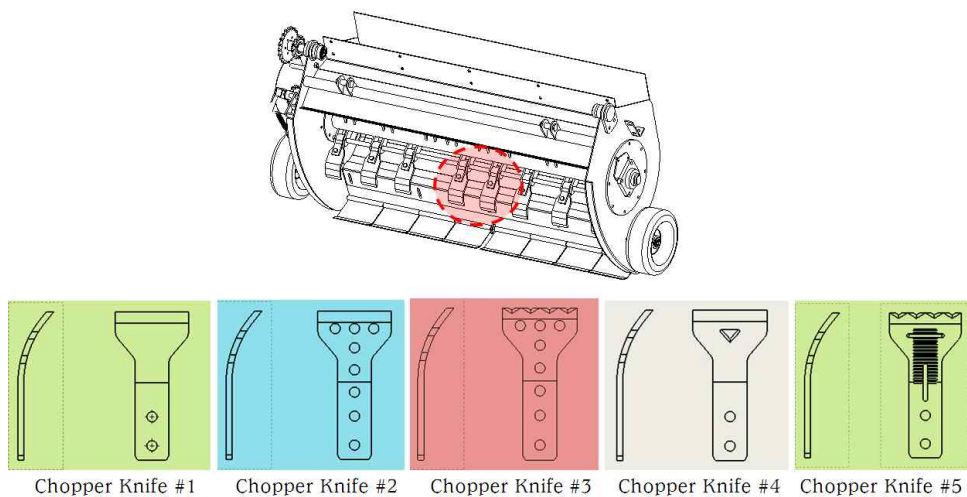
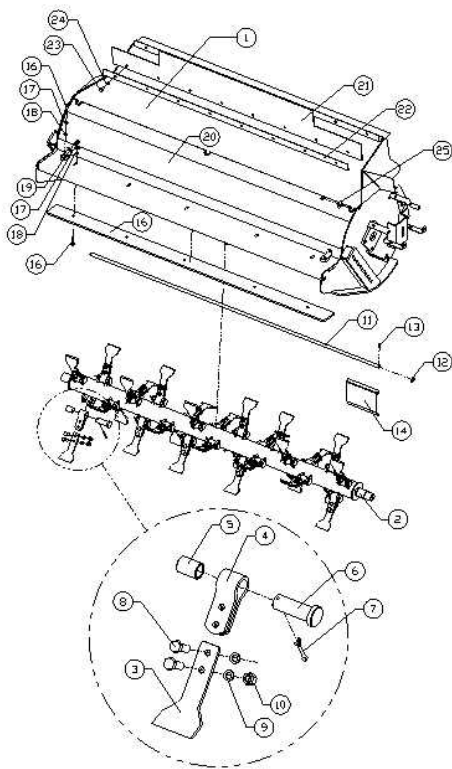


Figure 1. 베일 커터 요인시험장치

◇ 5종의 커터 날에 대한 설계분석은 응력해석을 통해 진행되었는데 공통속성으로 AISI4340강, 조질 (SNCM439), 선형 등판성 탄성 모델로 항복응력 710 N/mm², 인장응력 1110 N/mm² 조건에서 다음과 같이 진행되어 #1을 최적 커터 날로 선정하였음.

	Design #1	Design #2	Design #3	Design #4	Design #5
설계					
물성치 적용					
응력 해석					
해석 적용					

◇ 장치의 구성은 다음과 같은데 ①chopper cover assy' ②rotor shaft assy' ③chopper blade, ⑥blade shaft, ⑬front blade, ⑳door cover assy' ㉑rubber cover, ㉒support bar로 구성되었는데 부품결합 어셈블리 도면과 사양은 다음과 같음 (Figure 2).



25	B09-B3130-00	DOOR COVER WASHER	SS400	3		MFZn3-CY
24	C41-08171	SPRING WASHER		18	M8 X 40	
23	A11-08030	HEX BOLT		18	M8 X 30	
22	B09-B1230-00	SUPPORT BAR	SS400	1		
21	B09-B1220-00	RUBBER COVER	EPDM	1		
20	B09-B3000-00	DOOR COVER ASSY		1		
19	B31-12001	HEX NUT		14	M12	
18	C11-12222	PLATE WASHER		25	M12	
17	C41-12202	SPRING WASHER		11	M12	
16	A11-12045	HEX BOLT		16	M12X45	
15	B09-B6000-00	FRONT BLADE	SS400	1	9T	
14	B09-F1000-00	FLAP ASM	SS400	10		
13	D41-04040	COTTER PIN		2		
12	C11-16303	PLATE WASHER	SS400	2	M16	
11	B09-F2000-00	FLAP BAR		1	∅15 X 1840	MFZn3-CY
10	B31-10001	NYLON NUT		60	M10	
9	C11-10182	PLATE WASHER		60	M10	
8	A11-10035	HEX BOLT		61	M10 X 35	
7	D41-06040	COTTER PIN		30		
6	B09-B2164-00	BLADE SHAFT	SS41	30		
5	B09-B2163-00	BLADE BUSHING	SS41	30		
4	B09-B2162-00	BLADE BRACKET	SS400	30	6T	
3	B09-B2161-00	COPER BLADE	AR400	30	6T	
2	B09-B2100-00	ROTOR SHAFT ASSY		1		
1	B09-B1000-00	COPER COVER ASSY		1		
품번 Part No	도면 Dwg' No	품명 Description	재료 Mat'l	수량 Qty	규격 Spec & Size	비고 Remark

Figure 2. 베일 커터 요인시험장치의 부품 결합도, Table 1. 사양표

◇ 설계는 기계설계 일반에 가장 많이 사용되는 오토캐드 (Autodesk)와 3D 설계 프로그램을 사용하였음

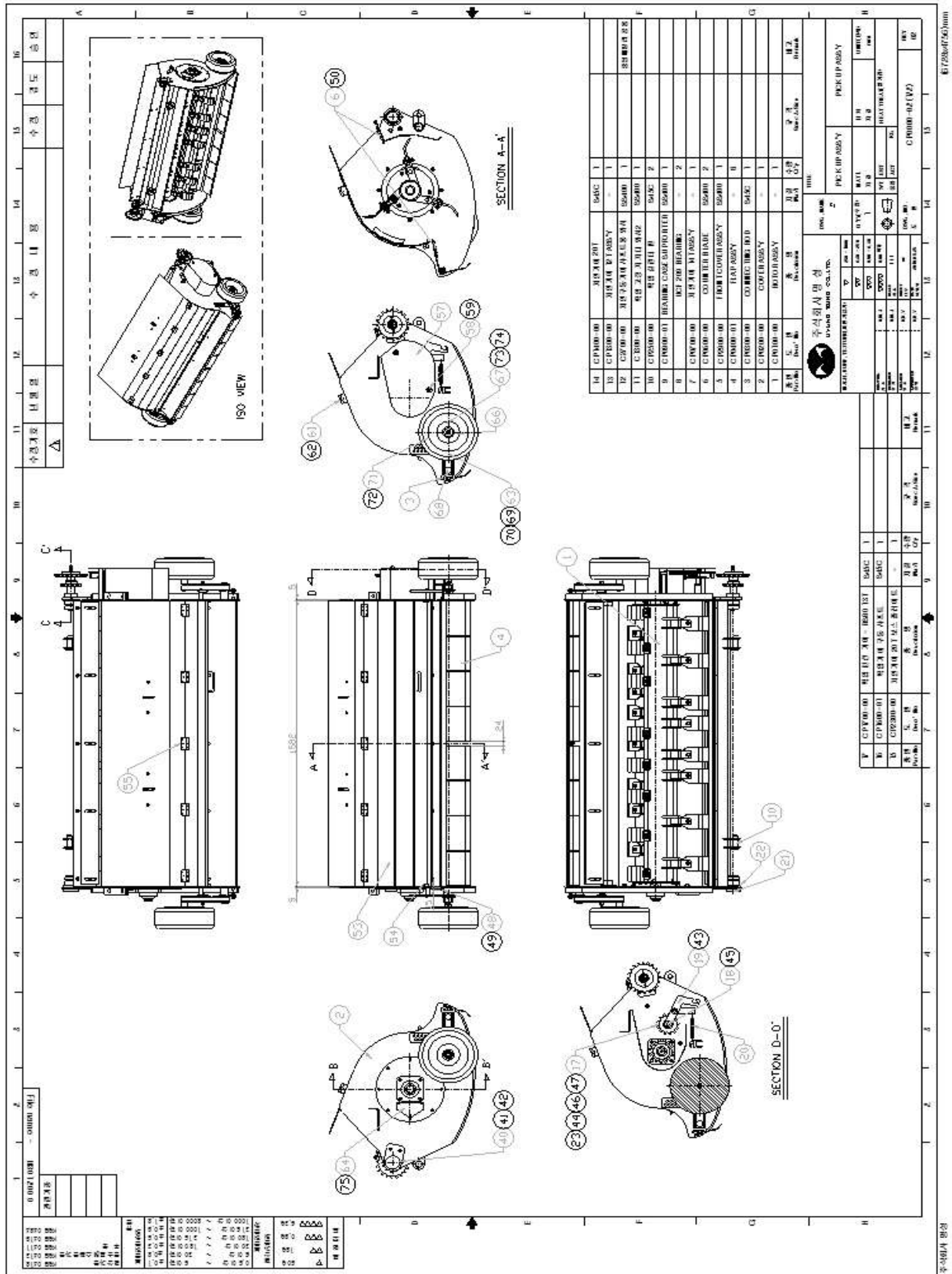


Figure 3. 베일 커터 요인시험장치의 어셈블리 도면

5) 간편 탈부착 장치 요인시험장치 설계 및 설계치 구명

- ◇ 장치는 베일러 본체에 수확작물의 종류 변경에 따라 수확부를 교체할 때 사용하는 편이장치로 수확부는 IRG, 벚짚류를 수확하는 픽업장치는 245kg 정도이고 옥수수 등을 수확하는 초퍼장치는 370kg에 육박하여 인력으로 작업을 하는 것은 한계가 있는데 설계된 요인시험장치는 다음과 같음 (Figure 1).

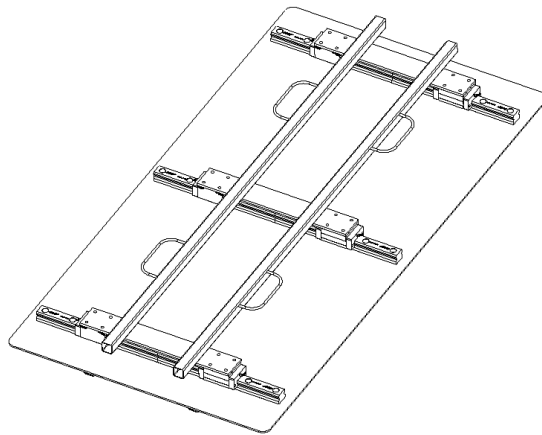


Figure 1. 간편 탈부착 요인시험장치

- ◇ 설계된 장치는 상용 응력해석 프로그램을 이용하여 개체 메시 방법으로 정적해석을 수행하였는데 픽업장치 기준으로 2418 N의 총하중을 주었을 때 Von Mises 응력은 최소 3.185e-007 MPa, chleo 3.465 MPa이었고 총변위 최대치는 0.00155 mm로 안정적이었으며 상당변형률은 최소 8.475e-013, 최대 1.186e-005로 양호하였음 (Figure 2)

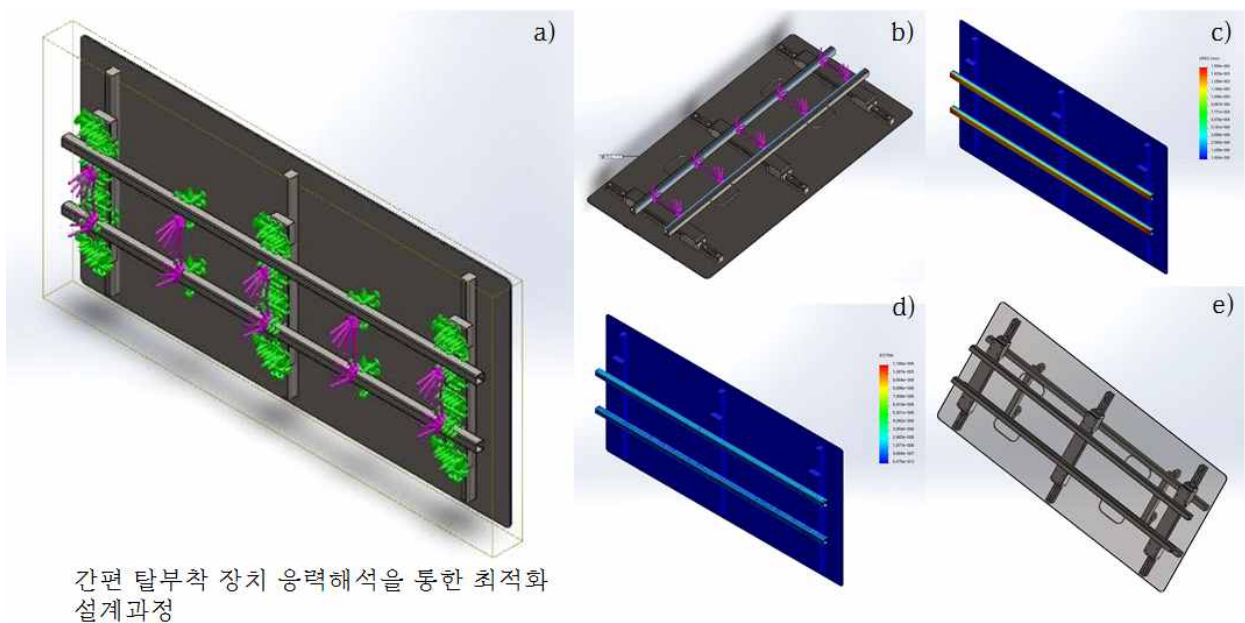


Figure 2. 간편 탈부착 요인시험장치의 정적상태 응력해석

- ◇ 장치의 구성은 다음과 같은데 ①bottom frame plate, ②caster, ③LM guide, ④upper frame,

⑤M6 screw, ⑥M6 nylon unit, ⑦M12 socket head screw, ⑧M12 nylon nut, ⑨M10 screw, ⑩M10 plain washer로 구성되었는데 caster는 방향고정형으로 MC nylon 재질로 각 1569 N의 하중 (충분포하중 6276 N)을 견딜 수 있는 제품을 장착하였는데 부품결합 어셈블리 도면과 사양은 다음과 같음

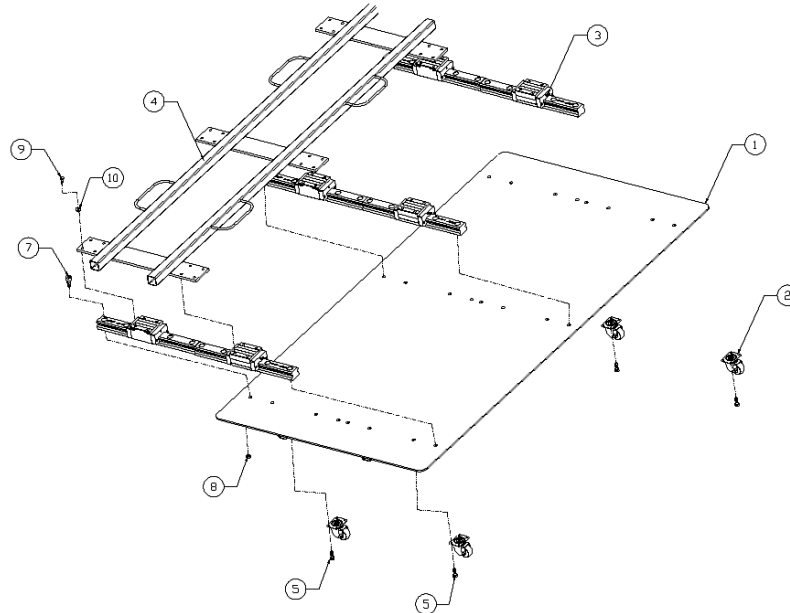


Figure 3. 간편 탈부착 요인시험장치의 부품 결합도

Table 1. 간편 탈부착 요인시험장치의 부품 사양표

10	WS1110521020	M10 PLAIN WASHER	-	24	M10	-
9	BO2911015025	M10 SCREW	-	24	M10 X 25	-
8	NT1421712002	M12 NYLON NUT	-	24	M12	-
7	BO2921712035	M12 SOCKET HEAD SCREW	-	24	M12 X 35	-
6	NT1421006002	M6 NYLON NUT	-	16	M6	-
5	BO2911006020	M6 SCREW	-	16	M6 X 20	-
4	A04-C9200-P1	Upper frame Ass'y	-	1	-	-
3	-	LM GUIDE	-	6	LLTHR 45 PX	SKF
2	-	Caster	-	4	CJHB50	MISUMI
1	A04-C9100-P1	Bottom frame Ass'y	-	1	-	-
품번 Part No	도 번 Dwg' No	품 명 Description	재질 Mat'l	수량 Q'ty	규 격 Spec & Size	비고 Remark

- ◇ 설계된 요인시험장치는 응력해석을 통해 구조적으로 사용가능성을 검증하고 1차년에 실재 픽업 유닛과 초과 유닛의 실내 장착실험을 통하여 픽업 유닛 245 kg, 초과 유닛 370 kg인 수확장치의 교체작업에 유용한 편이장치로 설계되었음
- ◇ 설계는 기계설계 일반에 가장 많이 사용되는 오토캐드와 3d 설계 프로그램을 사용하였고 검증에는 구조해석 프로그램으로 많이 사용하는 프로그램을 사용하였음

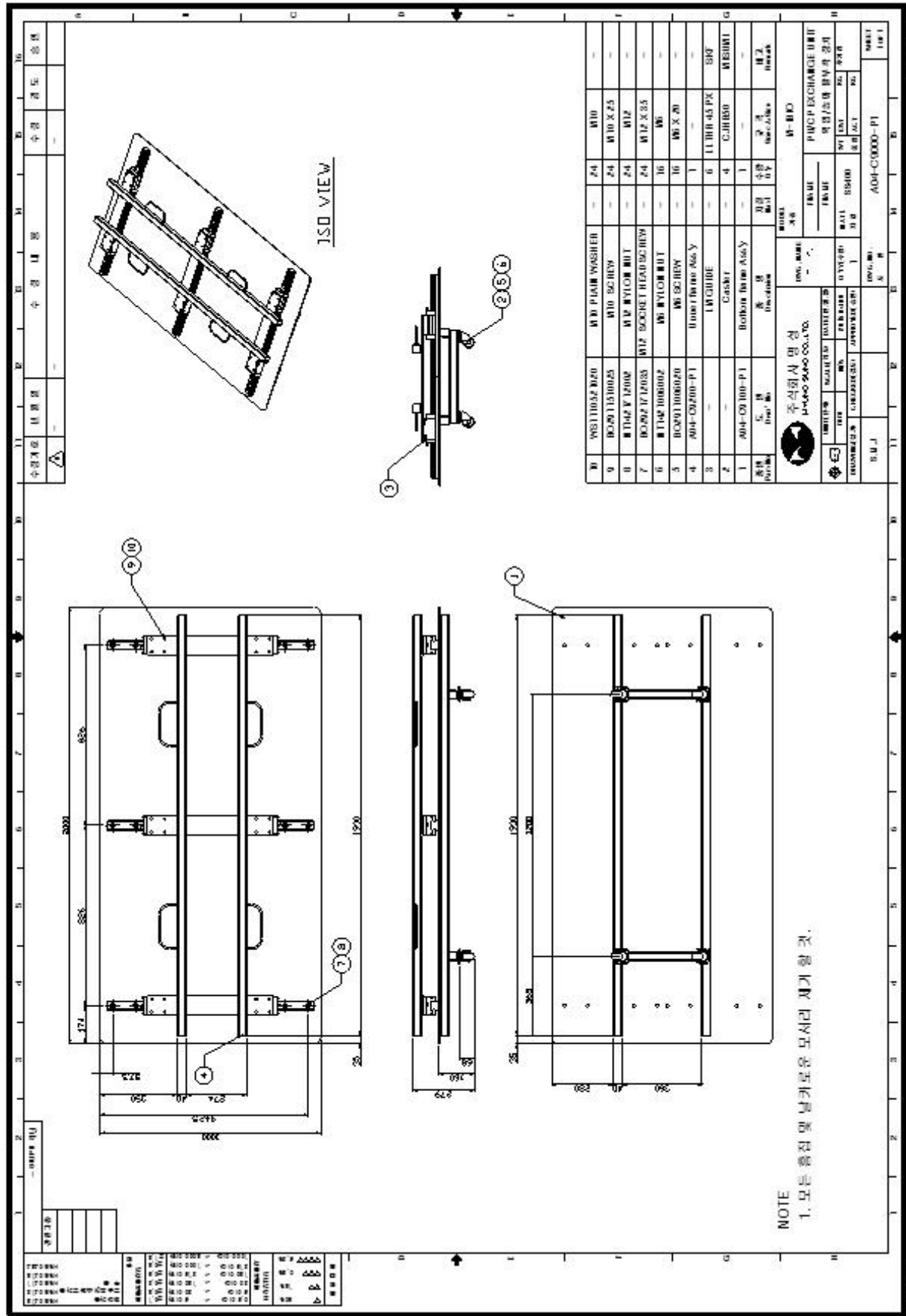


Figure 4. 간편 탈부착 요인시험장치의 어셈블리 도면

6) 랩 회전제어부 요인시험장치 설계 및 설계치 구명

- ◇ 장치는 베일러 본체 내부에 장착(내부에 베일을 형성하는 롤러 챔버장치가 내장되어 동일공간, 동일위치에서 기능함)되어 형성된 베일에 비닐 랩핑을 할 때 랩핑속도를 조절하여 베일의 품질을 향상시키는 요인시험장치로 실험으로 프로그램 형태로 본체에 삽입됨.
- ◇ 직경 2120 mm의 wrapping ring과 함께 237.8 mm/sec로 고속회전하는 한 쌍의 wrap holder는 180° 위치에서 ring 외부의 기어에 의해 동일속도로 ring과 holder가 동시에 회전하면서 누워있는 원통형 베일을 비닐포장하는데 1회전에 2겹의 비닐이 포장되는 것으로 통상 베일 수확 시에서는 6겹 포장을 사용하고 있음 (Figure 1).

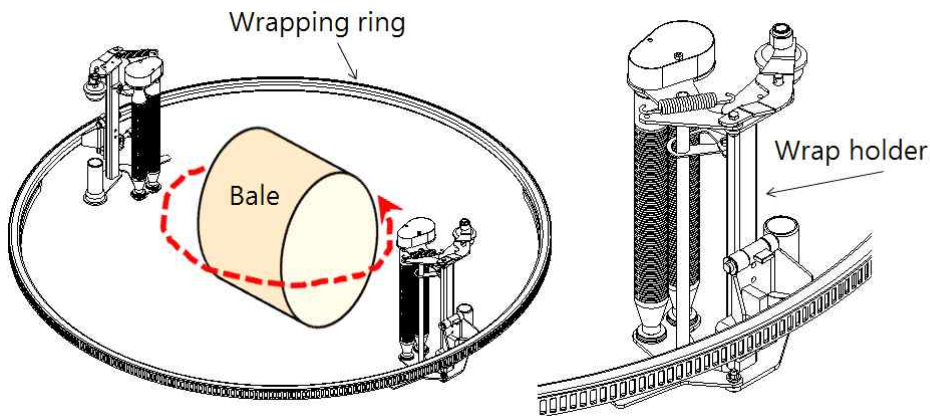
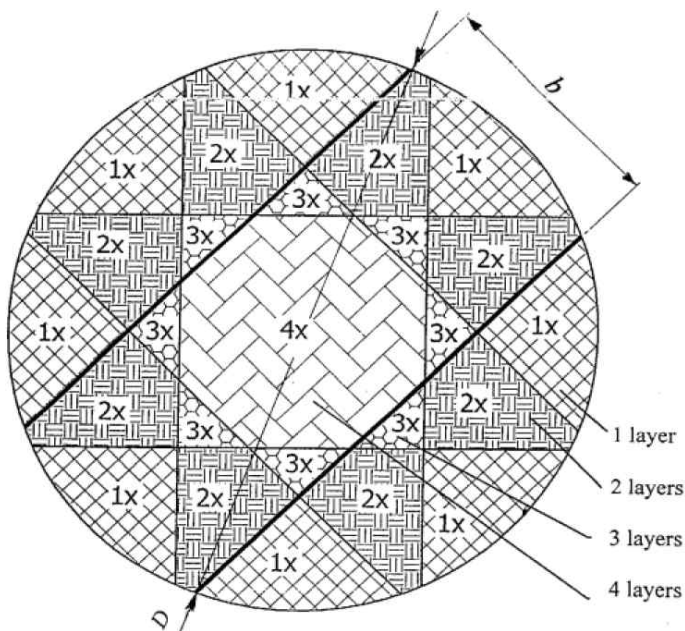


Figure 1. 랩 회전제어부 요인시험장치



- ◇ 제작된 요인시험장치 실험은 철재베일모형 표면에 wrap holder의 속도조절에 따른 결과를 분석하기 위해 압력센서를, 회전속도 조절을 위해 위치센서를 설치하여 베일의 압력변화를 분석, 최적상태를 시작기의 프로그램 설계에 반영하기 위함.

- ◇ 또한, 좌측의 그림과 같이 비닐 겹수 간의 중첩면적을 50%로 설정할 경우 랩 회전제어는 하부의 턴테이블 롤러가 25rpm의 속도로 회전하면서 wrapping ring과 직각되는 방향으로 베일을 3회 자전시키는 동안 6겹 포장작업이 wrapping ring이 wrapping part assy'를 회전하면서 생산되게 설계됨.

- ◇ 장치의 구성은 다음과 같은데 ①wrapping ring, ②locking bar, ③hinge pin, ④handle, ⑤compression spring, ⑥spring pin_D4, ⑦spring pin_D6, ⑧washer_M16, ⑨washer_M 18로 구성되었는데 wrapping ring의 원주 6657mm를 180° 위치에 설치된 wrap holder 어셈블리

2개가 각 28 rpm (237.8 mm/sec)의 속도로 회전하면서 베일을 랩핑하는 것으로 부품결합 어셈블리 도면과 사양은 다음과 같음.

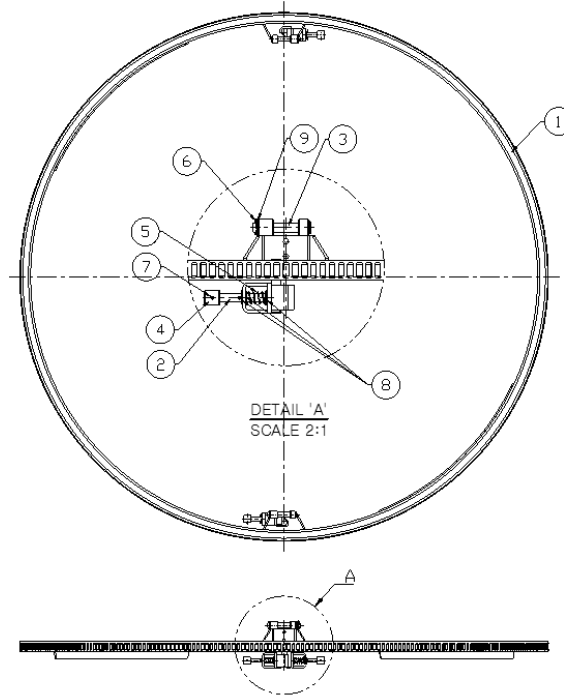


Figure 2. 랩 홀더 어셈블리 부품 결합도

Table 1. 랩 홀더 어셈블리 부품 사양표

9		WASHER		1	M18	
8		WASHER		3	M16	
7		SPRING PIN		2	D6X36L	
6		SPRING PIN		1	D4X28L	
5	A04-N2800-P1	COMPRESSION SPRING		2		
4	A04-N2700-P1	HANDLE		2		
3	A04-N2600-P1	HINGE PIN		2		
2	A04-N2500-P1	LOCKING BAR		2		
1	A04-N2400-P1	WRAPPING RING		1		
품번 Part No	도 번 Dwg' No	품 명 Description	재질 Mat'l	수량 Q'ty	규 격 Spec & Size	비고 Remark

- ◇ 설계된 요인시험장치는 사용가능성 검증을 위해 별도의 실험장치 (압력센서, 위치센서, 블루투스 전송장치, 가변제어판넬)를 구성하여 실내실험을 진행할 계획임.
- ◇ 장치의 설계는 기계설계 일반에 가장 많이 사용되는 오토캐드 (Autodesk)와 3d 설계 프로그램을 사용하였음.

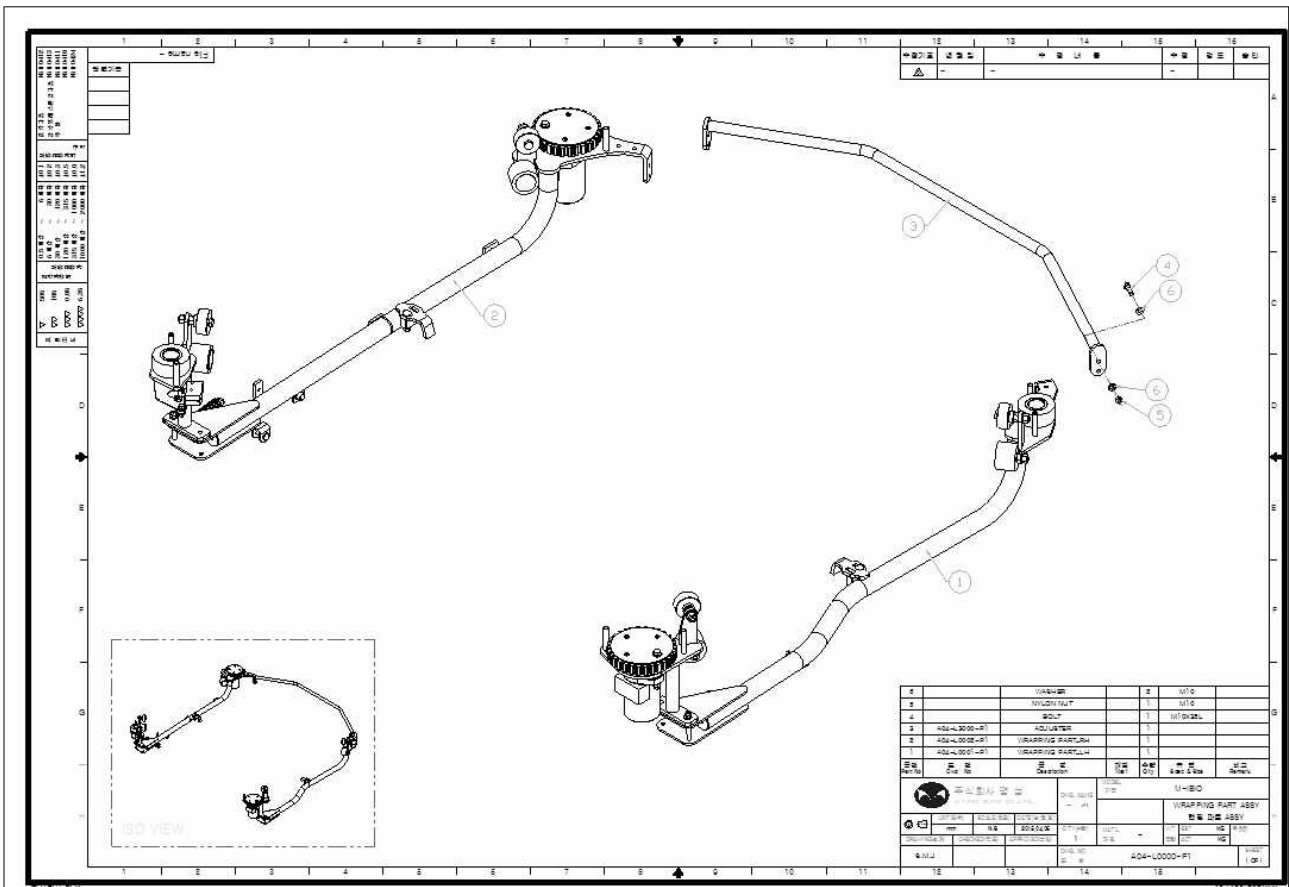


Figure 3. 랩핑 파트 어셈블리 도면

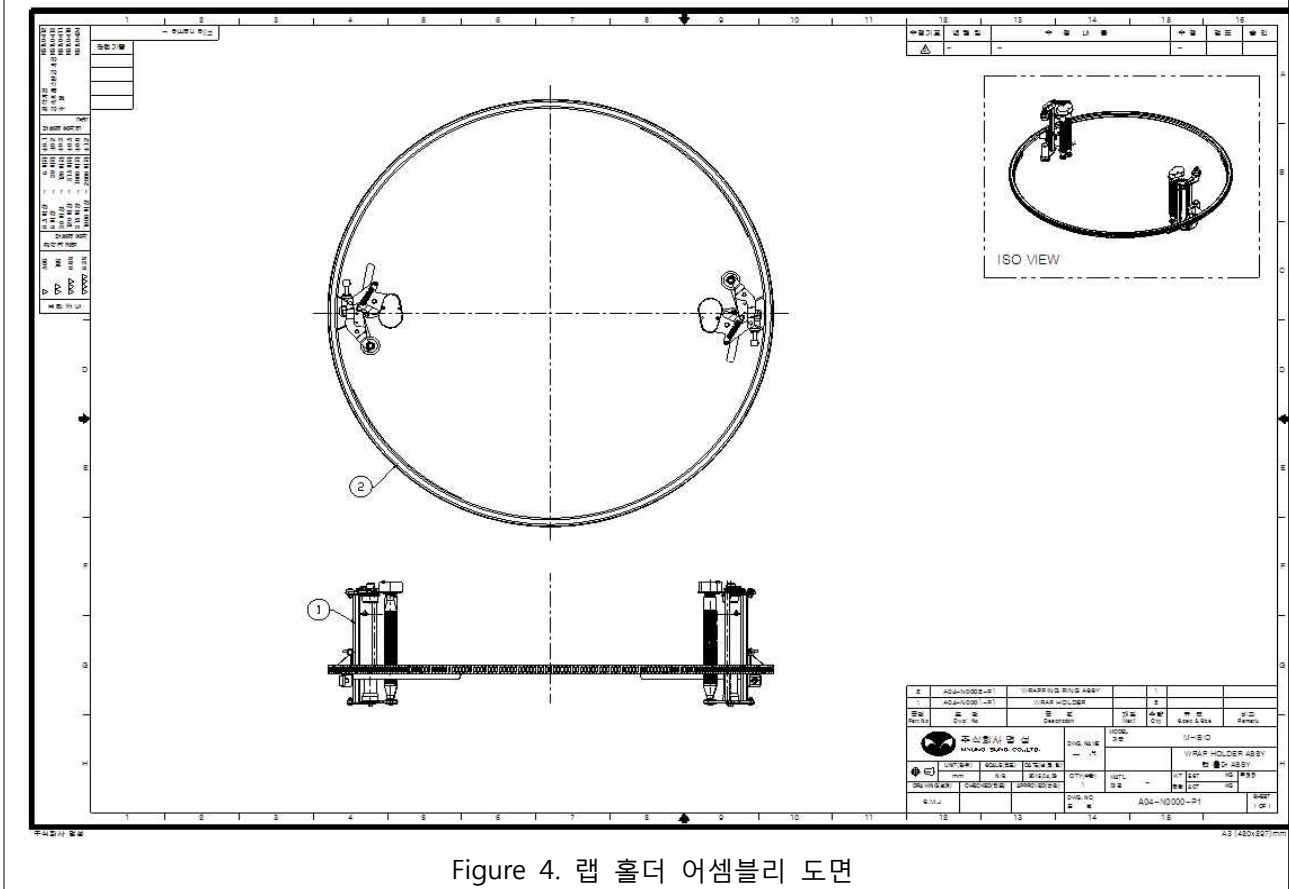


Figure 4. 랩 홀더 어셈블리 도면

7) 베일 수직세움부 요인시험장치 설계 및 설계치 구명

- ◇ 장치는 베일러에서 생산되는 베일이 토출되면서 지면에 원통베일이 눕는 형태를 개선하기 위해 제작되었는데 토출과정에서 장치를 이용하여 베일을 수직으로 세우는 것으로 후처리 공정 및 작업공정 개선으로 생산 효율성을 극대화하기 위한 것으로 다음과 같음.

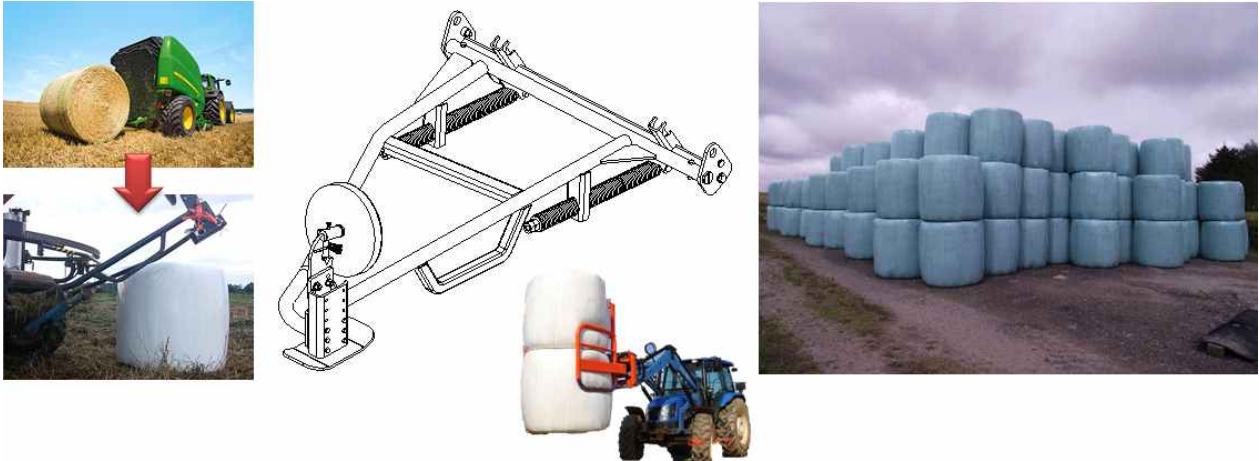


Figure 1. 베일 수직세움 요인시험장치

- ◇ 장치는 베일러 후면장착 폭이 1200 mm, 후방으로 길이 1770 mm, 높이 570 mm의 규격으로 경사진 두 구조물 (moving bar, fixing bar $\phi 48$ mm)의 높이 단차 112 mm와 하부 2개의 스프링 텐션을 이용하여 배출되는 베일의 낙하충격의 반동을 이용하는 수직으로 세우는 설계로 두 bar는 원판부분에서 25° 의 구조물 각도를 지님.
- ◇ 장치에는 디스크 형태의 지름 320 mm 원판이 낙하하는 베일을 우측방으로 유도하고 텐션 스프링으로 충격을 흡수하는 역할을 하도록 하였는데 원판은 지면과 접촉하는 스키드판에서 최고 높이가 570 mm 이고 우측의 moving bar는 「ㄷ」자 형태의 하부 지지구조로 베일의 낙하로부터 전달되는 충격을 흡수하고 탄성을 갖도록 설계함.
- ◇ 하부 충격흡수 $\phi 6.5$ mm 스프링이 $\phi 60$ mm에 15 mm 싸이클 규격으로 580 mm의 길이 전 면에서 텐션 역할을 수행하도록 하여 안정적인 베일 생산이 되도록 설계함.
- ◇ 장치의 개략적인 구성은 다음과 같이 ①moving part assy' ③fixing part assy' ⑤distance ring, ⑥skid plate assy' ⑦fixing braket assy' ⑧tension bar assy' ⑨~⑩coil bar spring, ⑭hinge braket assy' ⑮hinge assy' ⑯circle plate, ⑰spring 등으로 구성되어지는데 베일러 후면의 장치부착 브라켓에 탈부착이 용이하도록 핀으로 고정되게 설계하였는데 기능을 발휘할 수 있도록 단순화 설계함.

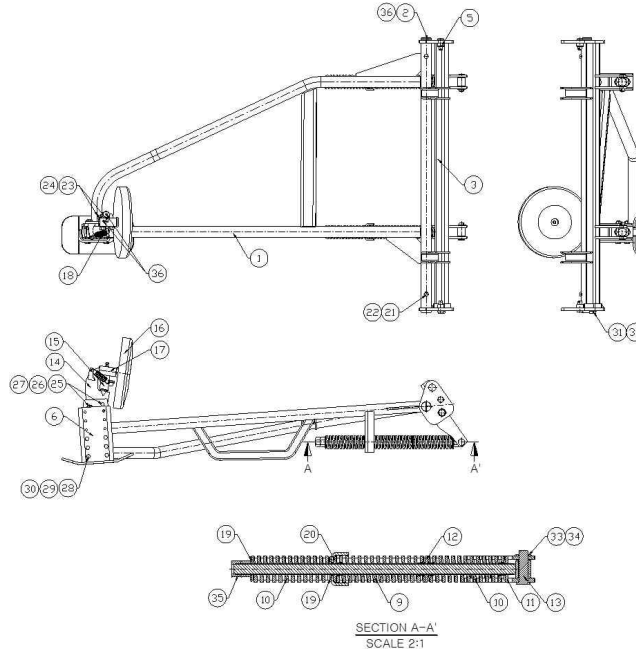


Figure 2. 베일 수직세움부 어셈블리 부품 결합도

Table 1. 베일 수직세움부 어셈블리 부품 사양표

36		GREASE NIPPLE	4	PT 1/8", 180°		
35		NUT	8	M24		
34		SPLIT PIN	2	∅5X40L		
33		WASHER	2	M20		
32		WASHER	1	M18		
31		BOLT	1	M18X50L		
30		WASHER	4	M10		
29		NYLON NUT	4	M10		
28		BOLT	4	M10X95L		
27		WASHER	2	M14		
26		NYLON NUT	2	M14		
25		BOLT	2	M14X40L		
24		NUT	2	M8		
23		BOLT	2	M8X25L		
22		NUT	2	M12		
21		BOLT	2	M12X60L		
20	A04-S2000-P1	SPRING GUIDE 3	2			
19	A04-S1900-P1	WASHER	4			
18	A04-S1800-P1	SPRING	1			
17	A04-S1700-P1	CONNECTING PIN	1			
16	A04-S1600-P1	CIRCLE PLATE	1			
15	A04-S1500-P1	HINGE ASSY	1			
14	A04-S1400-P1	HINGE BKT ASSY	1			
13	A04-S1300-P1	TENSION FIXING PIN	2			
12	A04-S1200-P1	SPRING GUIDE 1	2			
11	A04-S1100-P1	SPRING GUIDE 2	2			
10	A04-S1000-P1	COIL SPRING 2	4			
9	A04-S0900-P1	COIL SPRING 1	2			
8	A04-S0800-P1	TENSION BAR ASSY	2			
7	A04-S0700-P1	FIXING BKT ASSY	1			
6	A04-S0600-P1	SKID PLATE ASSY	1			
5	A04-S0500-P1	DISTANCE RING	2			
4	A04-S0400-P1	FIXING PIN 1	2			
3	A04-S0300-P1	FIXING PART ASSY	1			
2	A04-S0200-P1	FIXING PIN	2			
1	A04-S0100-P1	MOVING PART ASSY	1			
품번 Part No	도 번 Dwg' No	품 명 Description	재질 Mat'l	수량 Q'ty	규 격 Spec & Size	비고 Remark

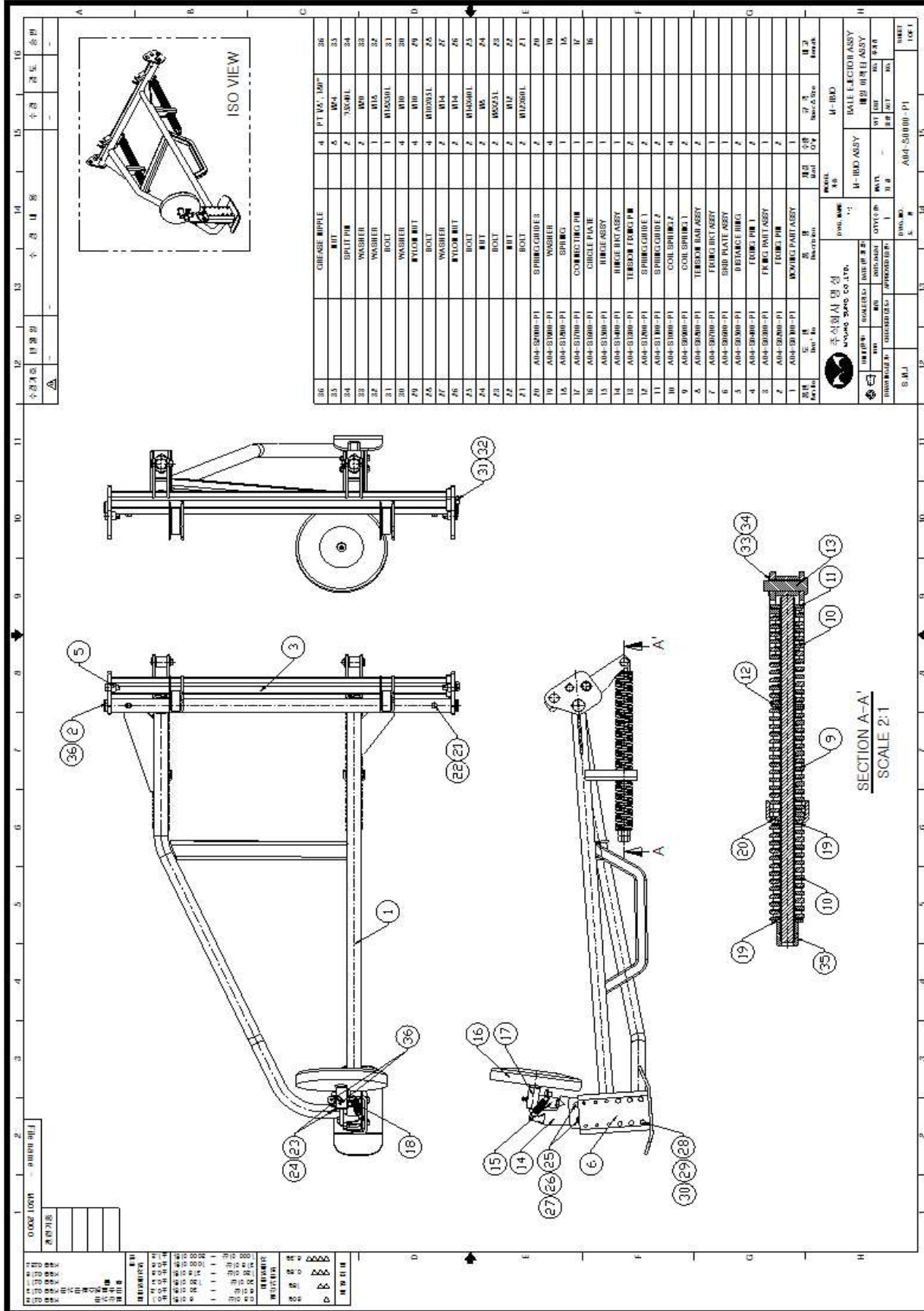


Figure 3. 베일 수직세움부 어셈블리 도면

8) 다중 랩 거치대 요인시험장치 설계 및 설계치 구명

- ◇ 장치는 작업 효율성을 올리기 위해 다수의 비닐 랩을 거치하는 장치로서 베일러 본체에서 가장 견고한 구조물인 하부 프레임에 부착 구조물로 안착시켜 베일러의 주행 및 작업 중에 랩이 이탈하거나 흔들림 등이 발생하지 않도록 공차를 최소화하는 것으로 인체공학적 설계를 반영하여 작업자가 허리를 숙이지 않고 거치하거나 교체가능토록 설계함.

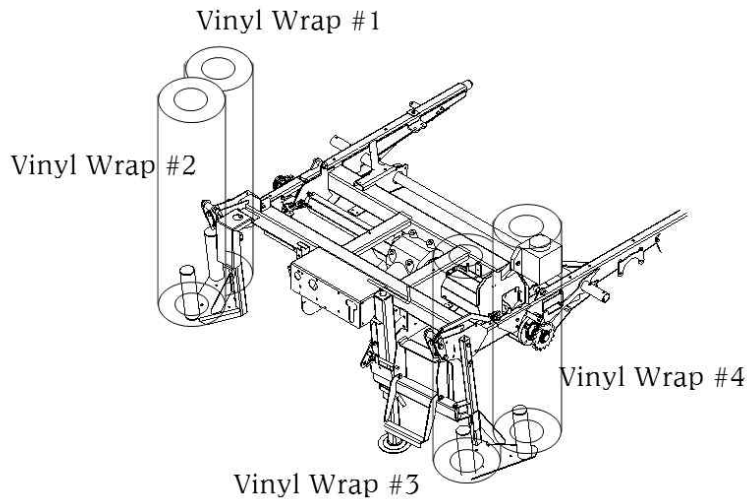
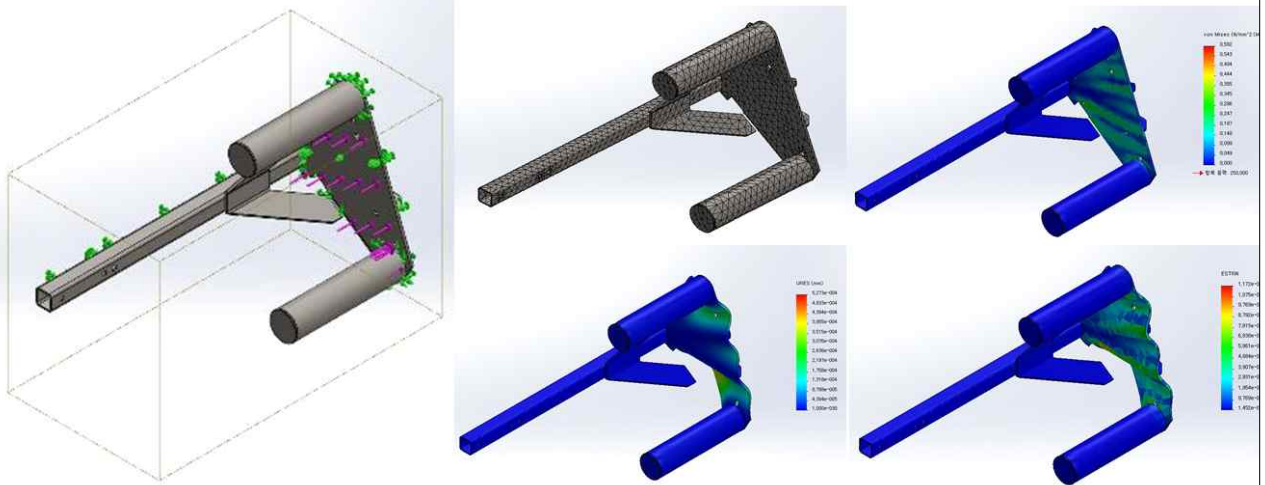


Figure 1. 다중 랩 거치대 요인시험장치

- ◇ 설계된 장치의 1차적인 검증은 3d 프로그램으로 수행되었는데 개체 메시를 이용한 모델링의 정적해석으로 온도하중이 적용되고, 장치하중이 고려되었으며 재질은 설계에 반영된 ASTM A36 (SS400)을 적용하였음.
- ◇ 장치는 용접고정에서 1 부품의 강제로 해석하였으며 허용공차 0.8435 mm의 표준 메시에서 총 절점수 21399개, 총요소수 10644개로 구성되었는데 총하중은 N단위에서 X축 -0.0117, Y축 -0.0429, Z축 195.854으로 총합 195.854의 하중을 주었음.
- ◇ 지지 구조물은 4.5 mm 프레임과 사각 파이프 □30 mm로 구성되는데 오른쪽의 구조물 응력 해석에서 항복응력 250 N/mm², 인장응력 400 N/mm², 탄성계수 200000 N/mm², 포아송비 0.26, 질량밀도 7850 g/cm³, 전단계수 79300 N/mm²의 물성치와 총하중 196 N 조건에서 최소 2.6887e⁻⁰⁰⁷ N/mm², 최대 0.592276 N/mm²의 결과로 구조적으로는 안정적인 것으로 해석되었는데 해석과정은 다음과 같음.
- ◇ 장치의 설계는 기계설계 일반에 가장 많이 사용되는 오토캐드 (Autodesk)와 3d 프로그램을 사용하였고 검증에는 구조해석 프로그램으로 많이 사용하는 프로그램을 사용하였음.
- ◇ 장치는 메인 프레임인 하부프레임에 볼트 체결되는 구조물로 구성은 wrap holder (L, R)로 베일러 본체의 메인 구조물에 결합으로 구성되어지는 단순한 구조로 사용자의 편리성을 높여주는 부속장치로 다음과 같이 설계됨.



간편 탈부착 장치 응력해석을 통한 최적화 설계과정

Figure 2. 다중 랩 거치대 요인시험장치의 정적상태 응력해석

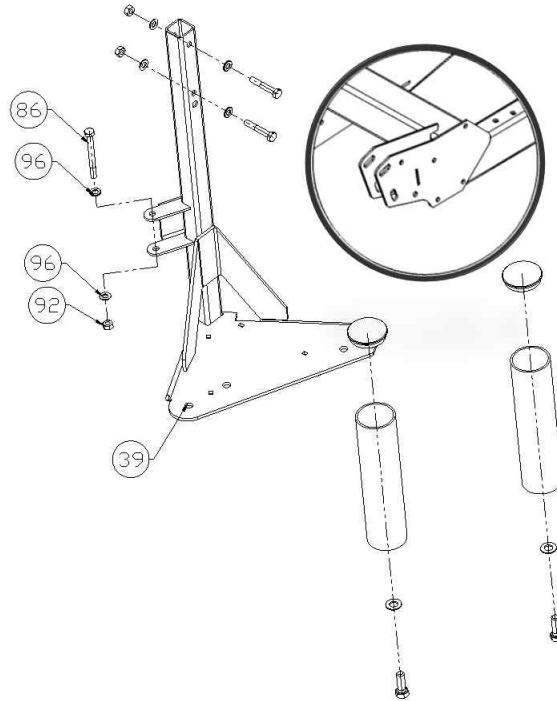


Figure 3. 다중 랩 거치대 어셈블리 부품 결합도

Table 1. 다중 랩 거치대 어셈블리 부품 사양표

96	C12-10202	WASHER	-	47	M10	
92	B31-10002	NYLON NUT	-		M10	
86	A12-10100	BOLT	-	1	M10X100L	
39	A04-B3900-P1	WRAP HOLDER_L	-	1		
품번 Part No	도 번 Dwg' No	품 명 Description	재질 Mat'l	수량 Q'ty	규 격 Spec & Size	비고 Remark

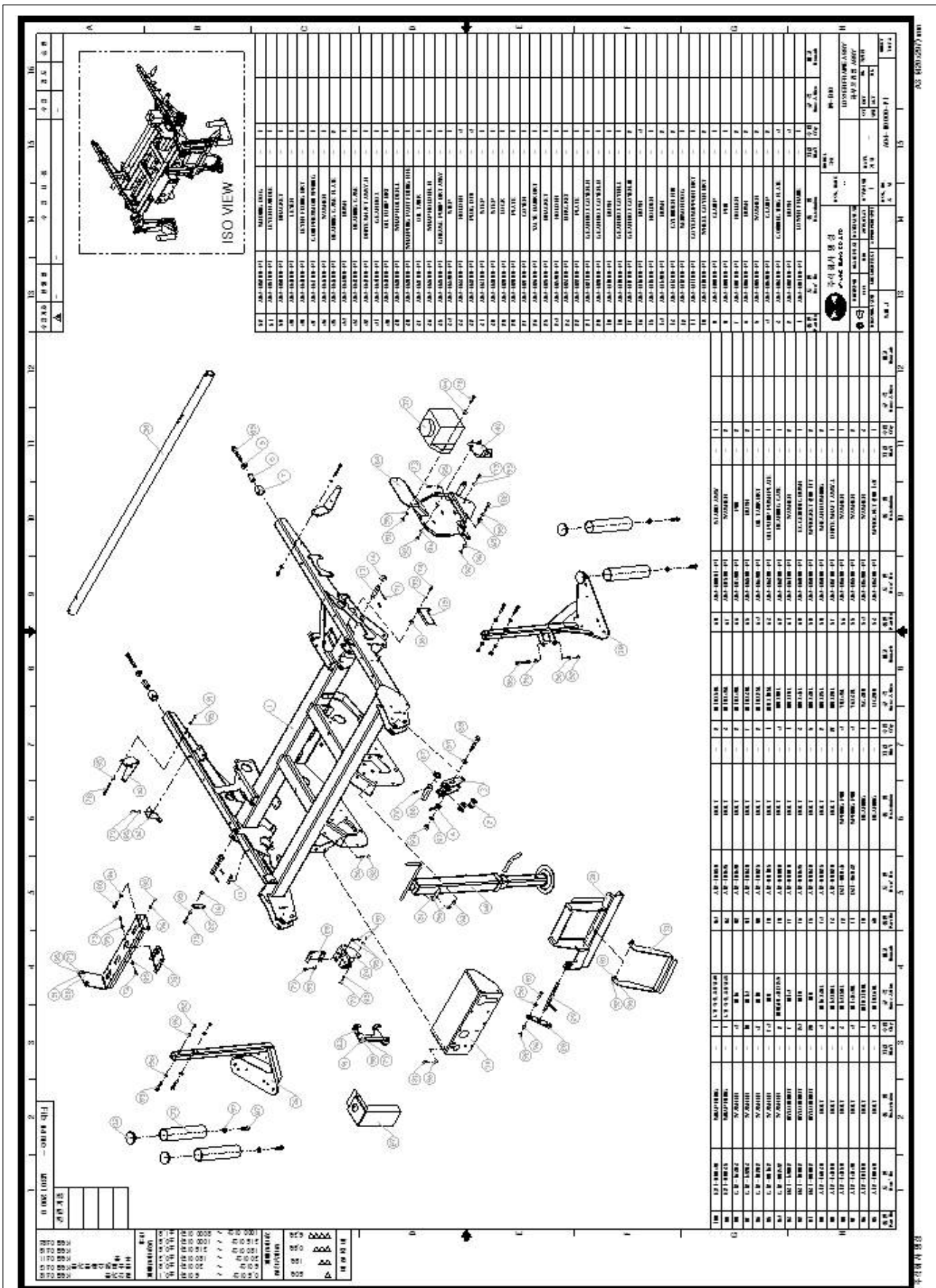


Figure 4. 다중 랩 거치대 어셈블리 도면

9) 모델 소요동력 및 크기 선정

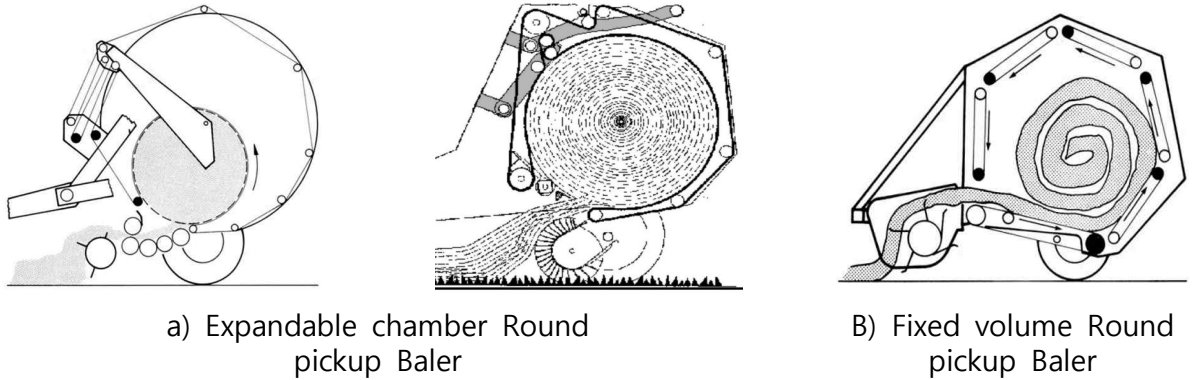


Figure 1. 원형 베일러의 베일형성 볼륨별 분류

◇ 기본설계에 반영된 다목적 조사료 수확기는 Fixed volume chamber를 갖는 원형 베일러인데 세계적으로 원형 베일러는 구동롤러가 고정된 베일형성볼륨 조건을 가지는 형식 (fixed chamber)과 가변적인 베일형성볼륨을 가지는 형식 (extendable chamber)으로 분류되는데 고정형이 PTO 소요 동력이 효율적인 것으로 알려져 있음.

◇ 일반적으로 사용되는 ASABE 소형 베일러의 경험적 소요동력 계산식은 다음과 같은데

$$P_{baler} (kW) = C_0 + C_1 m_f$$

where, P_{baler} : power requirement of baler, [kW]

C_0, C_1 : constants (baler design & crop conditions), [kW, kJ/kg]

m_f : mass feed rate of crop material [kg/s]

◇ 여기에서 C_0, C_1 은 일반적으로 2, 3.6을 사용함 (ASABE D497.7 2011)

◇ 또한 이론적 계산식은 다음과 같은데 베일러의 베일링 작업에 소요되는 힘은 건초의 밀도 ρ 와 압력 p 의 관계에서 Osobov (1967)는 압력의 미소증분 dp 와 밀도의 증분 $d\rho$ 와의 비를 p 의 함수로 하여 1차 선형방정식을 다음과 같이 구함.

$$dp/d\rho = f(p) = ap + b \text{ 을 이용하여}$$

$$p = c[\exp(a\rho - a\rho_0) - 1] \text{ 로 제시함}(c = b/a)$$

◇ 일반적으로 느슨하게 퇴적된 건초의 밀도는 $\rho_0 = 40 \sim 50 \text{ kg/m}^3$ 정도인데 Osobov는 함수율에 따라 $a = (3.75 \sim 5.50) \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$, $c = 3.32 \sim 6.00 \text{ kgf/cm}^2$ 를 제시하였고 정창주 (1992)는 압축부 (플러저) 변위를 이용한 압력 산출식 및 도식을 다음과 같이 제시함 (Figure 2).

$$p = c \exp[a\rho_0 l / (L - l)] - c$$

where l : 건초층 변형, L : 건초층 길이

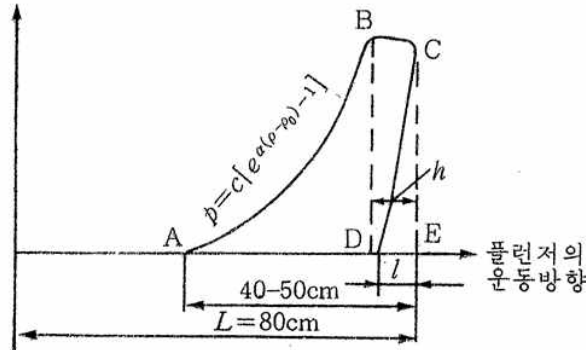


Figure 2. 건초 압축시 플런저에 작용하는 압력분포도

- ◇ 그림에서 건초가 압축될 때 B는 플런저의 압축구간이고, BC는 마지막 압축이 행해지는 구간, 는 건초가 베일링 챔버로 이동하는 부분이며 CD구간은 피스톤이 후진하는 도중에서 압축된 건초의 탄성변형에 의하여 플런저에 작용하는 압력으로 건초에 가해지는 압력은 초기 낮은 압력에서 증가하다 마지막에 최고압력이 요구됨.
- ◇ 베일러 챔버에서 건초가 플런저의 진행방향으로 축압력 ρ 를 받게 되면 실린더 벽면과 수직 방향으로 축압력 q 를 내게 되고 축압이 축방향의 압력 ρ 와 직선 관계가 있다고 가정하면 축압과 축압의 관계식은 아래의 그림과 같이 베일링 챔버 내부에서 건초에 가해지는 힘 상관 도식을 이용하면,

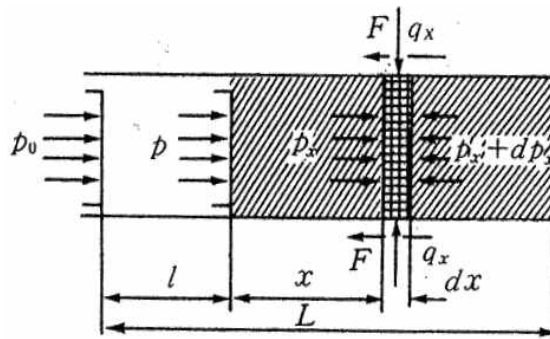


Figure 3. 베일링 챔버 내부에서 건초에 가해지는 힘 상관 도식

축압과 축압의 관계식은 $q = q + \mu_1 p$ 이며(이때 μ : 플런저 후진 비례상수)
 x 위치에서 축압은 $p_x = (p + q_0/\mu_1)\exp(-\mu_1 fux/S) - q/\mu_1$ 가 되고,
 x 위치에서 축압은 $q_x = (\mu_1 p + q_0)\exp(-\mu fux/S)$ 이며,
 건초와 벽면 사이의 마찰력은 $F = S(p - p_1)$ 로 계산되는데,

p_1 은 x 대신 플런저와 지지대 사이의 거리 $(L-l)$ 를 대입하면
 $F = S(p + q_0/\mu_1)[1 - \exp[-\mu_1 fu(L-l)/S]]$ 로 마찰력을 구함.

- ◇ 압력식은 챔버의 단면적에 대한 원주의 비에 많은 영향을 받고 있는데 원주의 비가 감소되면 마찰력도 감소하고 증가하면 마찰력도 증가하며 압축된 원료는 챔버의 중심에서부터 양쪽 끝으

로 감소하는데,

- ◇ 건조 단위량 생산에 소요된 일 ()은 압축에 소요 일 (A)과 챔버 밖으로 밀어내는 데 한 일 (A₂)에, 압축건초의 탄성팽창에 의한 역방향 압력이 구동축에 작용하여 한 일 (A₃)을 뺀 것으로 미소단위인 dx 구간에서 압축에 소요되는 일로 산출하여 구하는데 수식은

$$A = A_1 + A_2 - A_3 \text{ 조건에서}$$

$$A_1 = \frac{S}{G} \int_0^l c [\exp(\frac{a\rho_0 X}{L-X}) - 1] dx,$$

$$A_2 = \frac{S}{G} \frac{S}{\mu_1 f u} (p + \frac{q_0}{\mu_1}) [1 - \exp(-\frac{\mu_1 f u h}{S})] - \frac{q_0 h}{\mu_1},$$

$$A_3 = (S/G)(p l / 2) \text{로 계산되고}$$

- ◇ 최종적으로 베일 생산량 (Q, t/hr) 측정으로 소요 탄성마력 (PS) N을 구하는데 ,

$$\text{이론식은 } N = \frac{AQ}{270} \text{으로 산출함}$$

- ◇ 또한, 일반적으로 베일러의 유압사용에 따른 소요동력 계산은 다음의 계산식을 이용함.

$$Power_{hydraulic} (kW) = \frac{P \times F}{1000}$$

where, P_{hyd} : fluid power, [kW], P : fluid pressure, [kPa],

F : fluid flow, [L/s]

- ◇ 선행연구자 (Omirserik Zhortuylov et al. 2013)는 랩퍼의 소요동력을 구하기 위해 필름을 회전하기 위해 필요한 동력 $Power_1$ 과 필름을 감는 동안 베일을 회전시키기 위한 동력 $Power_2$ 의 합으로 구하였는데 계산식은 다음과 같음.

$$Power_{wrapping} (kW) = P_1 + P_2$$

$$Power_1 (kW) = T_1 \omega_1, \quad Power_2 (kW) = T_2 \omega_2$$

where, T_1 : torque of the platform with bale about the vertical axis

ω_1 : angular velocity of bale rotation about axis

T_2 : torque of the platform with bale about the longitudinal axis

ω_2 : angular velocity of bale rotation about axis

- ◇ 그리고 다목적 베일러의 수확 폭에 대한 기본적인 규격은 재배환경에 좌우되는데 가장 특징인 것이 조사료 중에서 대표적으로 두둑환경에서 재배되는 사료용 옥수수로 조간거리 50 cm(한국/경기도/농업기술원)~60 cm(일본/군마현/농업기술센터) 정도로 수확을 위해서는 최소 픽업폭이 150 cm 이상이 되어야 하고 본체는 두둑환경에 대응이 가능해야 함(기타 평지 재배하는 작물

은 규격에 수확조건을 적용).

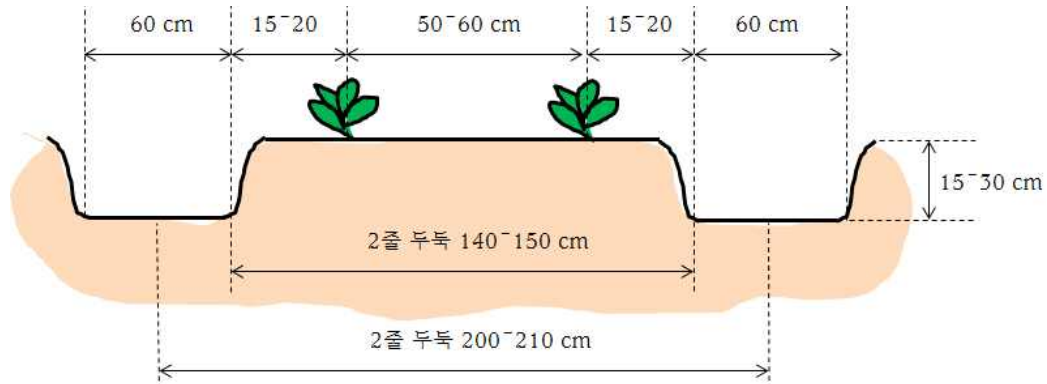


Figure 4. 사료용 옥수수의 두둑환경 도식도

◇ 모델의 총 소요동력은 장치의 동력 뿐 아니라 토양조건, 원료 함수율, 원료구성(잎, 줄기의 중량 구성), 원료분포상태, 생육상태, 집초여부, 절단크기 및 형상, 베일 형태 및 가해지는 압력변화 및 시간, 운전습관, 재배환경, 작업속도, 유압사용 여부 및 방법 등에 의해 복합적으로 작용함으로 「견인력 및 소요동력 분석」에서 구체적으로 검토함.

◇ 베일의 크기는 「국내외 통합형 모델의 사양 및 특성비교」에서 주요 경쟁기종에 대해 비교우위를 지니고 「최종베일의 기준」의 축산환경을 고려하고 재배환경을 검토하여 픽업폭 180 cm 이상에서 중형급 $\phi 100 * L100$ cm 규격으로 최종 결정함.

10) 융복합기술을 이용한 통합형 조사료 수확기 개발

통합형 베일러는 10개의 장치부에 적용하는 융복합기술은 「①TOP HAT ANGLE, ②NET KNIFE OUT, ③NET RPM, ④BALE READY, ⑤RING PULSE, ⑥CUTTER DOWN, ⑦RING ZERO POSITION, ⑧OC-KNIVES, ⑨BALE SPEED, ⑩TAILGATE CLOSED」로 구성 위치는 다음과 같음.

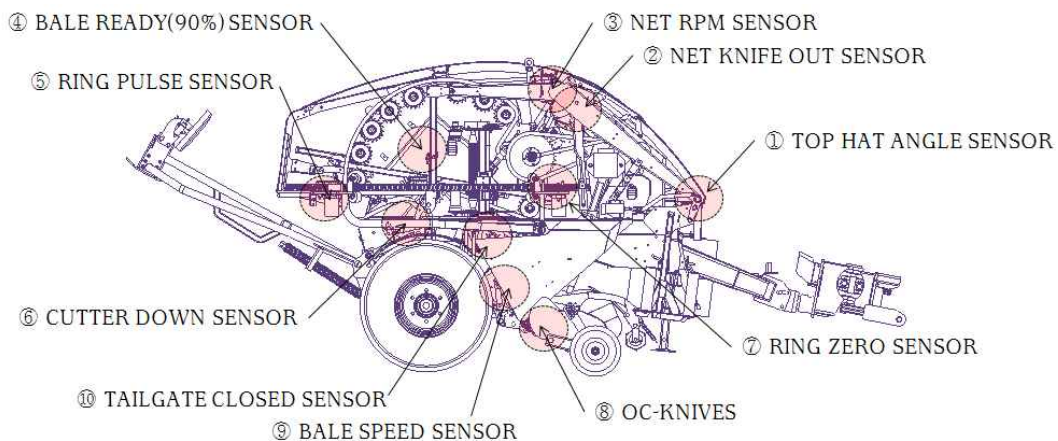


Figure 1. 제어용 센서 INPUT 융복합 위치 도식도

◇ 다목적 베일러는 10 Km/hr의 고속으로 주행하면서 동시에 장치의 동작과 동시에 정밀제어로

- ⑥CUTTER DOWN : 비닐 랩핑 작업을 수행하는 비닐절단 커터의 위치를 인식하여 전후공정의 작업수행 시작과 종료시점을 인식하는 기능을 적용.
- ⑦RING ZERO POSITION : 베일링 및 랩핑작업이 동일공간에서 순차적으로 작동되어 베일 배출 후 링 장치의 정위치를 인지하여 후속공정 진행 기능을 적용.
- ⑧OC-KNIVES : 오거 전단에 설치된 OC-KNIVES의 작업여부를 인식하여 반입되는 작물을 정상적으로 절단하여 챔버 내부로 공급하는지는 인식하는 기능을 적용.
- ⑨BALE SPEED : 베일링 동작 중 챔버를 구동시키는 하부의 구동롤러의 회전수를 감지하여 장치의 정상가동 여부를 인식하는 기능을 적용.
- ⑩TAILGATE CLOSED : 베일 배출 후 상부커버가 랩핑 링과 함께 정상적으로 닫혀져 다음 작업을 시작할 수 있도록 신호를 주는 기능을 적용.

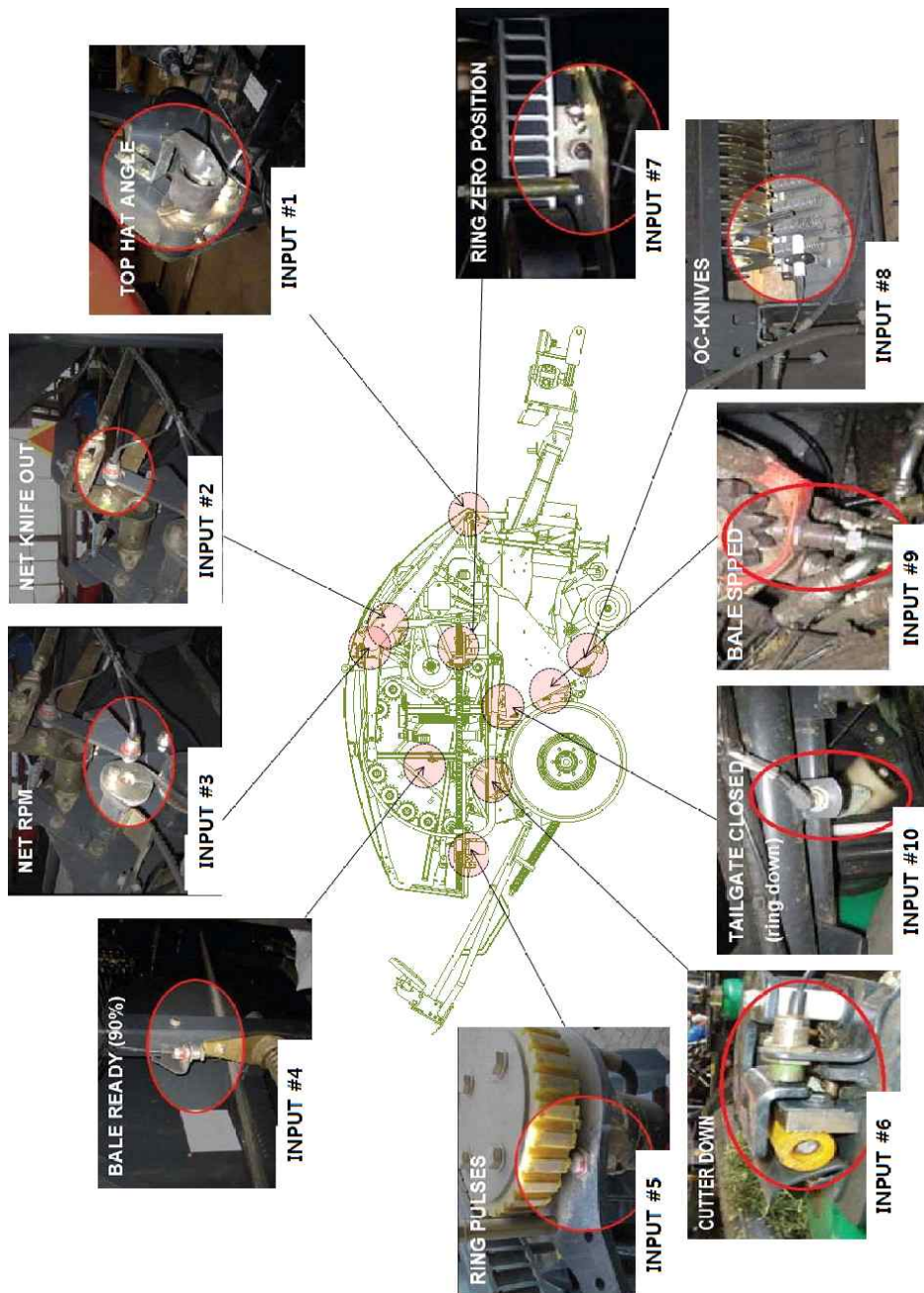


Figure 4. 다목적 베일러 INPUT 융복합기술 접목

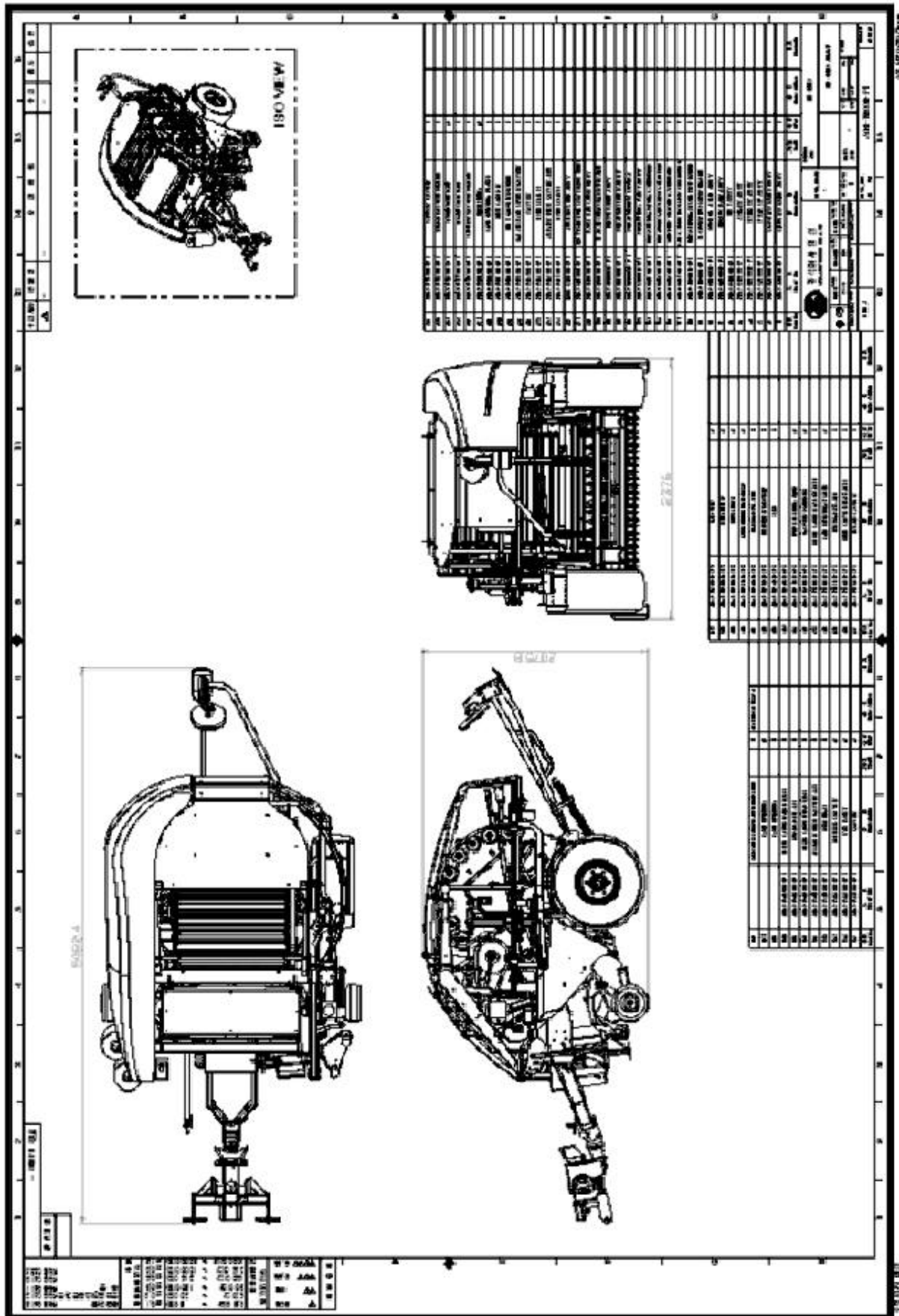


Figure 5. 다목적 베일러 용복합기술 구성 완성도

11) 동력전달 계통도 설계

설계되는 다목적 베일러는 자체의 동력이 없이 트랙터의 PTO 출력과 유압, 밧데리 DC 전기를 이용하는 부속작업기 체계로 구성되어지는데 체계적인 동력전달 방식을 채택하여 효율적으로 장치가 운용될 수 있도록 하는데 설계의 목적이 있음.

◇ 동력전달은 기계적인 감속에 의해 이뤄지는 부분과 Freewheel 클러치를 이용한 유압적인 부분으로 구성되는데 기계적인 동력은 톨러 및 로터, 픽업부에 전달되어 베일링 작업의 주동력으로 사용되고 유압적인 동력은 기계동력으로 유압모터를 구동시키 랩퍼작업을 수행하는 것으로 대별됨.

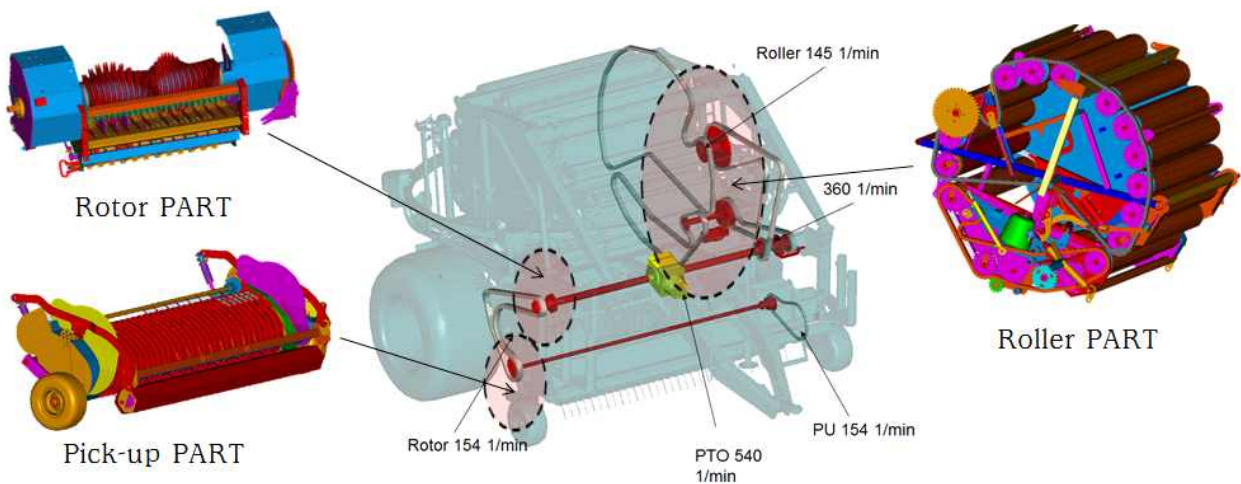
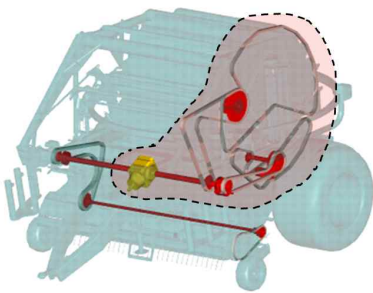


Figure 1. 다목적 베일러 기계적 동력전달 체계도

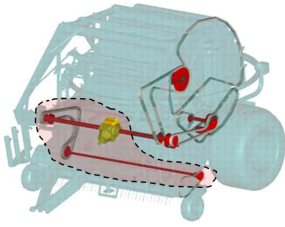
◇ 주요부분인 Roller, Rotor, Pick-up PART별 동력전달 체계는 다음과 같음.

■ Roller PART 동력전달 체계 :



- 롤러 파트는 전달되는 동력을 이용하여 반입되는 조사료를 압축 성형하여 베일을 형성하는 장치로서 그림과 같은데 트랙터의 PTO 축에서 전달되는 540 rpm을 중앙기어에서 좌측의 기어 스프라켓를 이용하여 톨러 상부와 하부로 동력을 전달하는 체계임.
- 상부로 전달되는 동력은 145 rpm으로 전달되고, 하부도 Freewheel을 통해 145 rpm으로 전달됨. 베일링 작업은 베일작업 종료 인식 신호가 들어 올 때까지 진행되는데 마지막 단계에서 소요동력이 최고에 달하는 것으로 분석됨.
- 베일에 압력을 가하는 프레스 롤러는 총 18개 (drive roller _1, hub roller A_3, hub roller B _1, regular roller_13)로 구성되는데 일정한 동력을 전달하기 위해 체인을 동력전달 매체로 하여 설계되었음.

■ ROTOR PART 동력전달 체계 :

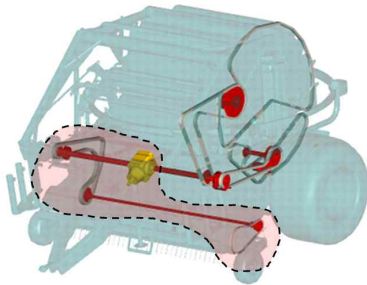


- 로터 파트는 전방의 픽업 파트와 후방의 롤러 파트 사이에서 사료를 절단하면서 롤러 파트로 공급하는 역할을 수행하는데 PTO 54 rpm을 360 rpm으로 감속한 상태에서 2차로 기어 스프라켓을 이용하여 154 rpm으로 운전됨.

- 동력은 본체 우측에서 전달되는데 기어 스프라켓에서 체인으로 전달되며 로터 바닥판(drop floor)이 이물질 등이 끼어 수리할 경우를 대비하여 개폐 가능한 구조로 되어 있음.

- 또한 롤러 파트에서 베일링 작업 및 네트작업이 종료되면 베일 챔버 내의 이물질을 완전 배출하고 새로운 배치의 작업이 가능토록 설계됨.

■ PICK-UP PART 동력전달 체계 :



- 픽업 파트는 본체 최전방에서 사료를 걸어 올리는 장치로서 후방의 로터 파트로 전달하는 역할을 수행하는데 PTO 54 rpm을 360 rpm으로 감속한 상태에서 2차로 기어 스프라켓을 이용하여 154 rpm으로 운전됨.

- 동력은 본체 우측에서 전달되는데 기어 스프라켓에서 체인으로 전달되며 다중 사료작물에 대응이 가능하도록 부착 및 탈착이 가능한 구조로 되어 있음.

- 또한 픽업 파트는 자체의 무동력 서스펜션과 높이 조정용 보조바퀴를 장착하고 있으며 전체적인 장치의 위치는 본체 전방의 도로우바 하부에서 작업이 가능토록 설계됨.

Mechanic propelling during the pressing (chain)

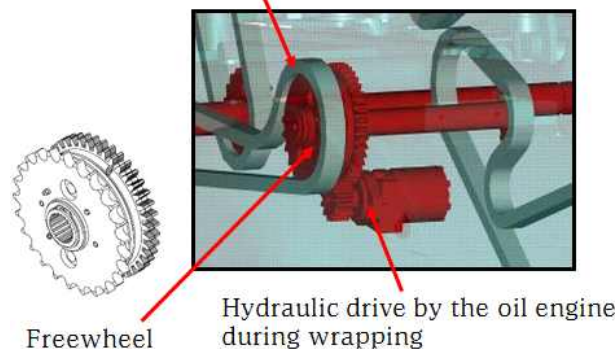


Figure 2. 다목적 베일러 유압모터 동력전달 체계도

- ◇ 위의 유압모터 동력전달 체계도는 다목적 베일러의 가장 큰 특징 중의 하나인 본체에 내장된 랩퍼를 가동하기 위한 장치로서 PTO에서 전달되는 145 rpm의 동력을 freewheel 기어 스프라켓을 이용하여 롤러 파트에서 베일 성형작업이 종료되면 클러치 작업으로 유압모터를 구동시켜 랩퍼를 회전시키는 설계임.

- ◇ 동력은 본체 우측에서 전달되는데 기어 스프라켓에서 체인으로 전달되게 설계됨

- ◇ 동력전달설계에 대한 시작기 제작은 다음 그림과 같은데 PTO 동력을 이용하여 롤러 파트와 로터 파트, 픽업파트에 각 기어 스프라켓을 이용하여 체인으로 동력을 전달하고 랩핑 파트에는 PTO 동력을 평기어 조합으로 유압모터를 구동시켜 랩퍼에 동력을 전달토록 제작되었음.



Figure 3. 다목적 베일러 동력전달 체계도 및 1차년 시작기

- ◇ 다목적 베일러는 1500개의 주요 부품과 이를 부분 통합한 25 어셈블리로 조립되었는데 유효한 동력전달 체계는 시스템을 원활하게 운전되도록 하고 장치간의 원료의 원활한 흐름 및 부품간의 부조화에 의한 고장원인을 제거할 수 있는 방법으로 주요한 설계 및 제작 요소로 본 연구에서는 최적의 장치 조합이 되도록 제작하였음.

12) 인간공학적 조작 시스템 설계 기술 개발

OWAS 평가법은 선행연구자 (Stoffert_1985)가 제시하였는데 분석자가 특별한 기구 없이 관찰만으로 작업자세 분석방법을 관찰적 작업자세 평가기법으로 전세계적으로 산업일반에서 작업자의 자세를 기록하고 코드화해 정량화하는 인간공학적 작업분석 기법으로 유용한데 본 연구에서는 선행연구자 (NAAS_2011)의 농업인 치수정보를 이용해 베일러 설계를 수행함.

- ◇ 작업자세 수준별 근골격계 위험평가는 다음과 같이 4분류 체계를 이용함.

- ✓ 위험수준 1 : 근골격계에 특별한 해를 끼치지 않음, 아무런 조치는 필요치 않음.
- ✓ 위험수준 2 : 근골격계에 약간의 해를 끼침, 가까운 시일 내에 교정이 필요함.
- ✓ 위험수준 3 : 근골격계에 직접적인 해를 끼침, 가능한 빨리 교정해야 함.
- ✓ 위험수준 4 : 근골격계에 매우 심각한 해를 끼침, 즉각적 교정이 필요함.

- ◇ 설계에 OWAS 분석기법을 한국 농업인(남자) 50대 평균 인체지수 (NAAS, 2011)를 적용하고,

시작기 시운전을 통하여 실증 검증 예정임.

신체부위	작업자세 (괄호/자세코드)			
	(1) 똑바로 섬	(2) 굽힘	(3) 비틀	(4) 비틀어 굽힘
허리				
상지	(1) 양팔 아래		(2) 한팔 위	(3) 양팔 위
하지	(1) 앉음	(2) 양발 섬	(3) 한발 섬	(4) 양발 굽힘
	(5) 한발 굽힘	(6) 무릎 꿇음	(7) 이동	
무게	(1) 10kg 이내		(2) 10 ~ 20kg	(3) 20kg 이상

Figure 1. 신체부위별 작업자세 분류 체계

Table 1. 신체부위별 작업자세 코드별 부하 수준

AC값		(1)			(2)			(3)			(4)			(5)			(6)			(7)			
		(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)	
(1)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	(2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	(3)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2
(2)	(1)	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
	(2)	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	4
	(3)	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
(3)	(1)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1
	(2)	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	1
	(3)	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1
(4)	(1)	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
	(2)	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
	(3)	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4

※ 주의 : 1열-허리, 2열-상지, 1행-하지, 2행-무게

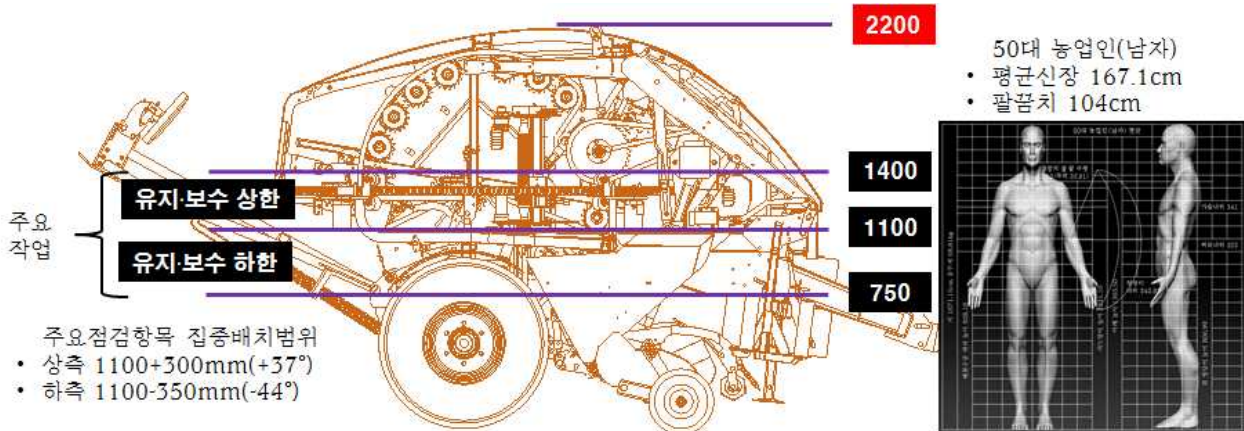
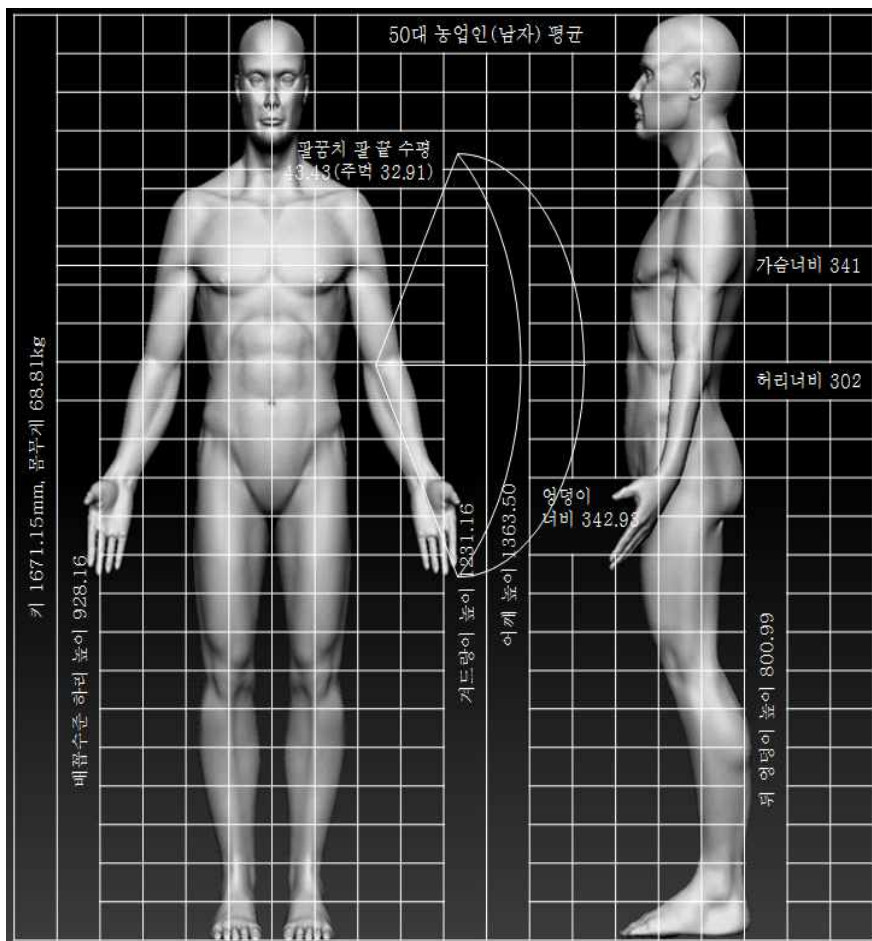


Figure 2. 주요 유지보수 작업의 작업자세 높이



적용된 50대 농업인(남자) 평균 치수정보 [cm, kg]

【신 장】	167.1
【몸무게】	68.8
【경추높이】	140.8
【겨드랑이 높이】	123.1
【뒤엉덩이 높이】	80.1
【허리 높이】	96.2

【목 폭】	12.1
【가슴 폭】	34.1
【허리 폭】	30.2
【배꼽허리 폭】	32.5
【엉덩이 폭】	34.3
【척추 각도】	40.5
【둔부 각도】	25.3
【엉덩이 폭】	34.3

Figure 3. 농업인 높이 항목 치수정보 (남자) (NAAS, (2011)의 통계를 도식화)

		<table border="1"> <tr><td>課長</td><td>理事</td><td>常務</td><td>代表</td></tr> <tr><td>-</td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>		課長	理事	常務	代表	-																					
課長	理事	常務	代表																										
-																													
 對外秘		「OWAS 작업자세 평가 및 분석」																											
부서명	품질관리부	공정	<input type="checkbox"/> 부품 <input type="checkbox"/> 조립 <input checked="" type="checkbox"/> 시운전 <input type="checkbox"/> 관리																										
제품명	다목적 베일러 1차년 시작기	<input type="checkbox"/> 픽업 <input type="checkbox"/> 로터 <input type="checkbox"/> 롤러 <input type="checkbox"/> 상부프레임 <input type="checkbox"/> 하부프레임 <input checked="" type="checkbox"/> 랩퍼 <input type="checkbox"/> 랩퍼링 <input type="checkbox"/> 구동축 <input type="checkbox"/> 커버 <input type="checkbox"/> 유압 <input type="checkbox"/> 전기 <input type="checkbox"/> 제어 <input type="checkbox"/> 기타																											
분석자	이 미 연 (직급: 차장)																												
날 짜	2015. 07. 06. AM 10:30	세부	(랩 홀더에 램 교체작업)																										
자료입력 및 분 석	허리		<table border="1"> <tr><th>code</th><th>설명</th><th>Check</th><th>분석</th></tr> <tr><td>1</td><td>곧바로 편 자세(서 있음)</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td rowspan="4">1</td></tr> <tr><td>2</td><td>상체를 앞으로 20도이상 굽힌 자세</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>3</td><td>바로 서서 허리를 옆으로 20도이상 비튼자세</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>4</td><td>상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	code	설명	Check	분석	1	곧바로 편 자세(서 있음)	<input checked="" type="checkbox"/>	1	2	상체를 앞으로 20도이상 굽힌 자세	<input type="checkbox"/>	3	바로 서서 허리를 옆으로 20도이상 비튼자세	<input type="checkbox"/>	4	상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세	<input type="checkbox"/>									
	code	설명	Check	분석																									
	1	곧바로 편 자세(서 있음)	<input checked="" type="checkbox"/>	1																									
	2	상체를 앞으로 20도이상 굽힌 자세	<input type="checkbox"/>																										
	3	바로 서서 허리를 옆으로 20도이상 비튼자세	<input type="checkbox"/>																										
	4	상체를 앞으로 굽힌 채 옆으로 비튼 자세	<input type="checkbox"/>																										
	팔		<table border="1"> <tr><th>code</th><th>설명</th><th>Check</th><th>분석</th></tr> <tr><td>1</td><td>양손을 어깨 아래로 내린 자세</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td rowspan="3">1</td></tr> <tr><td>2</td><td>한 손만 어깨 위로 올린 자세</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>3</td><td>양손 모두 어깨 위로 올린 자세</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	code	설명	Check	분석	1	양손을 어깨 아래로 내린 자세	<input checked="" type="checkbox"/>	1	2	한 손만 어깨 위로 올린 자세	<input type="checkbox"/>	3	양손 모두 어깨 위로 올린 자세	<input type="checkbox"/>												
	code	설명	Check	분석																									
	1	양손을 어깨 아래로 내린 자세	<input checked="" type="checkbox"/>	1																									
	2	한 손만 어깨 위로 올린 자세	<input type="checkbox"/>																										
	3	양손 모두 어깨 위로 올린 자세	<input type="checkbox"/>																										
	다리		<table border="1"> <tr><th>code</th><th>설명</th><th>Check</th><th>분석</th></tr> <tr><td>1</td><td>앉은 자세</td><td><input type="checkbox"/></td><td rowspan="7">2</td></tr> <tr><td>2</td><td>두 다리를 펴고 선 자세</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>3</td><td>한 다리로 선 자세</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>4</td><td>두 다리를 구부린 선 자세</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>5</td><td>한 다리로 서서 구부린 선 자세</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>6</td><td>무릎 꿇는 자세</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>7</td><td>걸기</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	code	설명	Check	분석	1	앉은 자세	<input type="checkbox"/>	2	2	두 다리를 펴고 선 자세	<input checked="" type="checkbox"/>	3	한 다리로 선 자세	<input type="checkbox"/>	4	두 다리를 구부린 선 자세	<input type="checkbox"/>	5	한 다리로 서서 구부린 선 자세	<input type="checkbox"/>	6	무릎 꿇는 자세	<input type="checkbox"/>	7	걸기	<input type="checkbox"/>
	code	설명	Check	분석																									
	1	앉은 자세	<input type="checkbox"/>	2																									
	2	두 다리를 펴고 선 자세	<input checked="" type="checkbox"/>																										
	3	한 다리로 선 자세	<input type="checkbox"/>																										
	4	두 다리를 구부린 선 자세	<input type="checkbox"/>																										
	5	한 다리로 서서 구부린 선 자세	<input type="checkbox"/>																										
	6	무릎 꿇는 자세	<input type="checkbox"/>																										
	7	걸기	<input type="checkbox"/>																										
무게/하중		<table border="1"> <tr><th>code</th><th>설명</th><th>Check</th><th>분석</th></tr> <tr><td>1</td><td>10kg 미만</td><td><input type="checkbox"/></td><td rowspan="3">3</td></tr> <tr><td>2</td><td>10~20kg</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>3</td><td>20kg 이상</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> </table>	code	설명	Check	분석	1	10kg 미만	<input type="checkbox"/>	3	2	10~20kg	<input type="checkbox"/>	3	20kg 이상	<input checked="" type="checkbox"/>													
code	설명	Check	분석																										
1	10kg 미만	<input type="checkbox"/>	3																										
2	10~20kg	<input type="checkbox"/>																											
3	20kg 이상	<input checked="" type="checkbox"/>																											
어리/목		<table border="1"> <tr><th>code</th><th>설명</th><th>Check</th><th>분석</th></tr> <tr><td>1</td><td>곧바로/자유 자세</td><td><input type="checkbox"/></td><td rowspan="5">1</td></tr> <tr><td>2</td><td>앞으로 20도이상 굽은 자세</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>3</td><td>옆으로 20도이상 굽은 자세</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>4</td><td>뒤로 20도이상 굽은 자세</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>5</td><td>비틀림</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	code	설명	Check	분석	1	곧바로/자유 자세	<input type="checkbox"/>	1	2	앞으로 20도이상 굽은 자세	<input checked="" type="checkbox"/>	3	옆으로 20도이상 굽은 자세	<input type="checkbox"/>	4	뒤로 20도이상 굽은 자세	<input type="checkbox"/>	5	비틀림	<input type="checkbox"/>							
code	설명	Check	분석																										
1	곧바로/자유 자세	<input type="checkbox"/>	1																										
2	앞으로 20도이상 굽은 자세	<input checked="" type="checkbox"/>																											
3	옆으로 20도이상 굽은 자세	<input type="checkbox"/>																											
4	뒤로 20도이상 굽은 자세	<input type="checkbox"/>																											
5	비틀림	<input type="checkbox"/>																											
AC값	1																												
최종평가	AC 1	AC 2	AC 3																										
	유지	지속적 관찰	관찰 후 재설계																										
평가근거		개선방향	작업자세 평가결과 문제가 없는 것으로 분석되어 설계가 적절하게 수행된 것으로 판단되었음																										

※ 작업분석은 1차년 시작기 무부하 조립 및 시운전 과정(2015.7.~8.)에서 수행되었음

Figure 4. 주요부 OWAS 작업분석

13) 시작기의 본설계

시작기의 본설계는 기계파트 23개부 어셈블리와 전기제어부, 유압부의 통합으로 구성되어 있는데 주요 내용 및 구성 및 주요 어셈블리 도면은 다음과 같음.

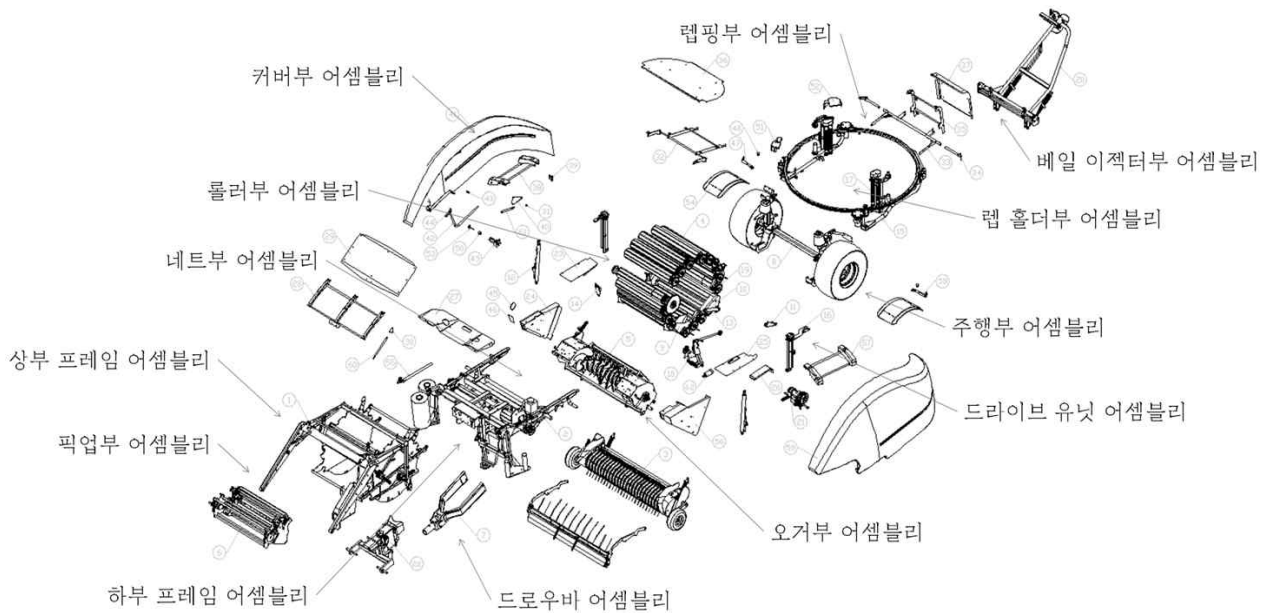


Figure 1. 본설계 주요 어셈블리부의 구성

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 상부 프레임 어셈블리 (Figure 5) | 14 랩핑 롤러 프레임 어셈블리 (Figure 18) |
| 2 하부 프레임 어셈블리 (Figure 6) | 15 랩핑 파트 어셈블리 (Figure 19) |
| 3 픽업부 어셈블리 (Figure 7) | 16 랩 나이프 장치 어셈블리 (Figure 20) |
| 4 롤러 어셈블리 (1) (Figure 8) | 17 랩 홀더부 어셈블리 (Figure 21) |
| 5 롤러 어셈블리 (2) (Figure 9) | 18 랩 홀더 (Figure 22) |
| 6 롤러 어셈블리 (3) (Figure 10) | 19 랩핑 링 어셈블리 (Figure 23) |
| 7 롤러 어셈블리 (4) (Figure 11) | 20 드라이브 유닛부 어셈블리 (Figure 24) |
| 8 롤러 어셈블리 (5) (Figure 12) | 21 이젝터 롤러 프레임 어셈블리 (Figure 25) |
| 9 오거 어셈블리 (Figure 13) | 22 베일 이젝터 어셈블리 (Figure 26) |
| 10 네트 어셈블리 (Figure 14) | 23 하부 롤러 구동장치 어셈블리 (Figure 27) |
| 11 드로우바 어셈블리 (Figure 15) | 24 전기제어부 (Figure 28) |
| 12 휠 엑슬 어셈블리 (Figure 16) | 25 유압부 (Figure 29) |
| 13 하부 롤러 프레임 어셈블리 (Figure 17) | 26 어셈블리 통합 (Figure 30) |

◇ 주요특징 1, 대형 고강도 오거가 로터에 일체형으로 통합되어 있는 구조로 5개의 픽업 타인이 빠르게 걷어 올려 원료를 챔버로 정확하게 공급, 막힘현상을 줄여 편리성 증진 (Figure 2).

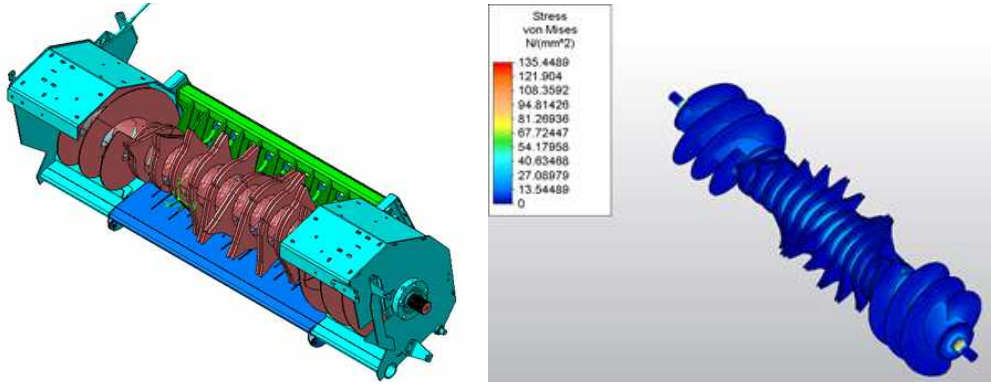


Figure 2. 오거부의 구조해석

- ◇ 주요특징 2, 코너 작업 및 베일형성 80~90%에서 픽업 및 오거 막힘현상을 드롭 플로워 장치로 손쉽게 처리할 수 있도록 설계됨.
- ◇ 주요특징 3, 두개의 랩핑암이 고속 랩핑으로 작업효율 향상 방향으로 설계됨 (Figure 3).

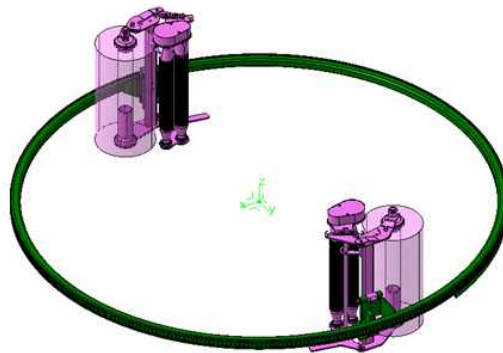


Figure 3. 랩핑 링과 암의 도식도

- ◇ 주요특징 4, 18개의 고장도 스틸 롤러로 최적 베일작업과 고밀도 베일 생산토록 설계됨 (Figure 4).

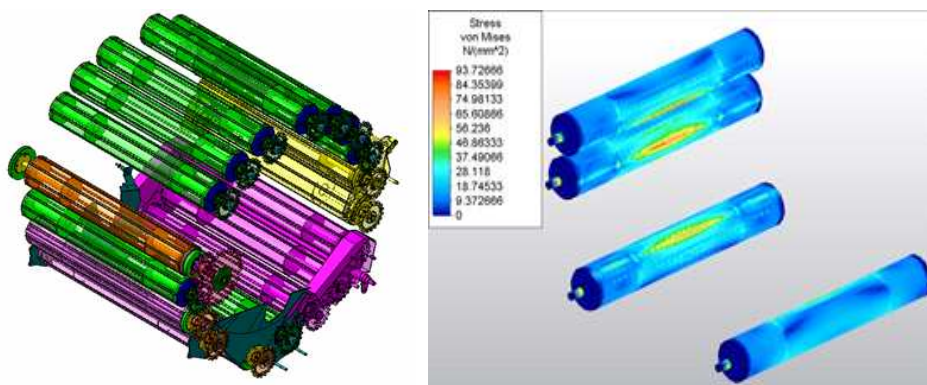


Figure 4. 롤러부의 구조해석

※ 오거 및 롤러부의 구조해석은 기술사업화(예비과제) 결과를 설계에 반영함

Figure 5. 상부 프레임 어셈블리

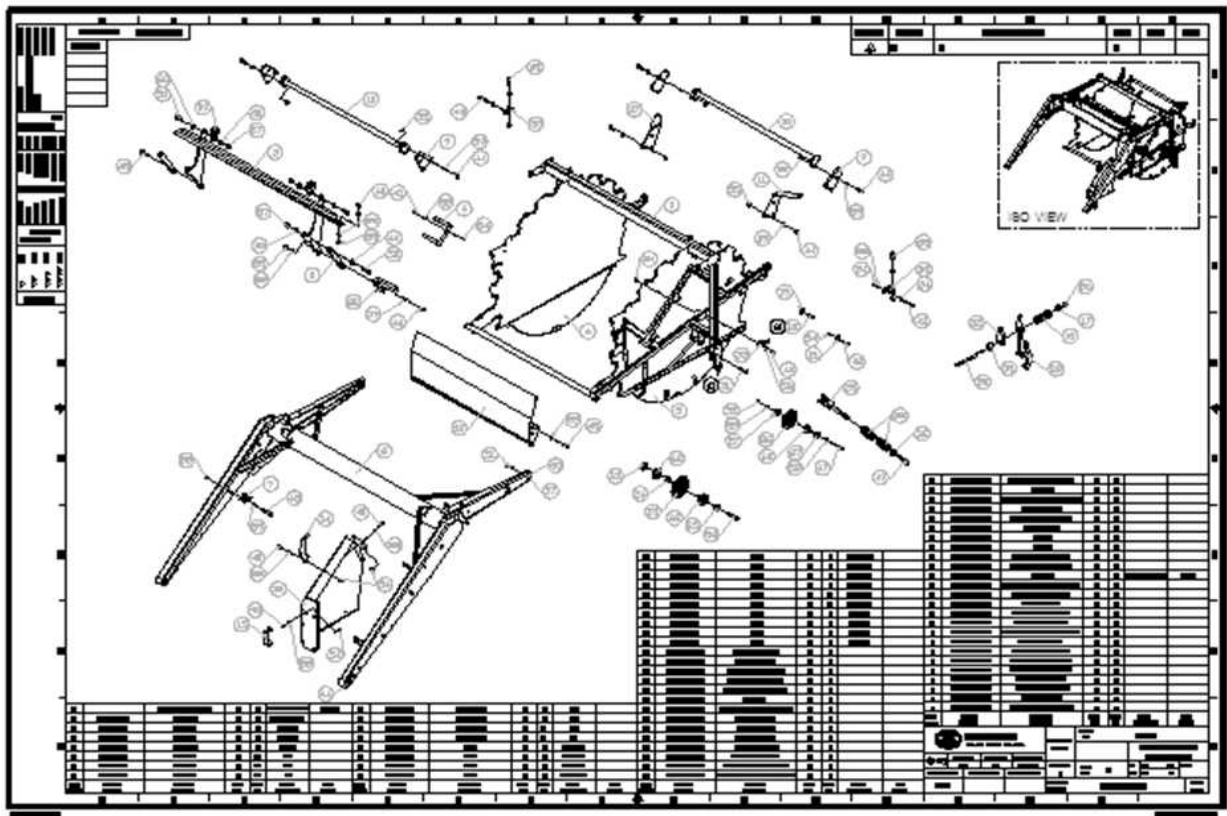


Figure 6. 하부 프레임 어셈블리

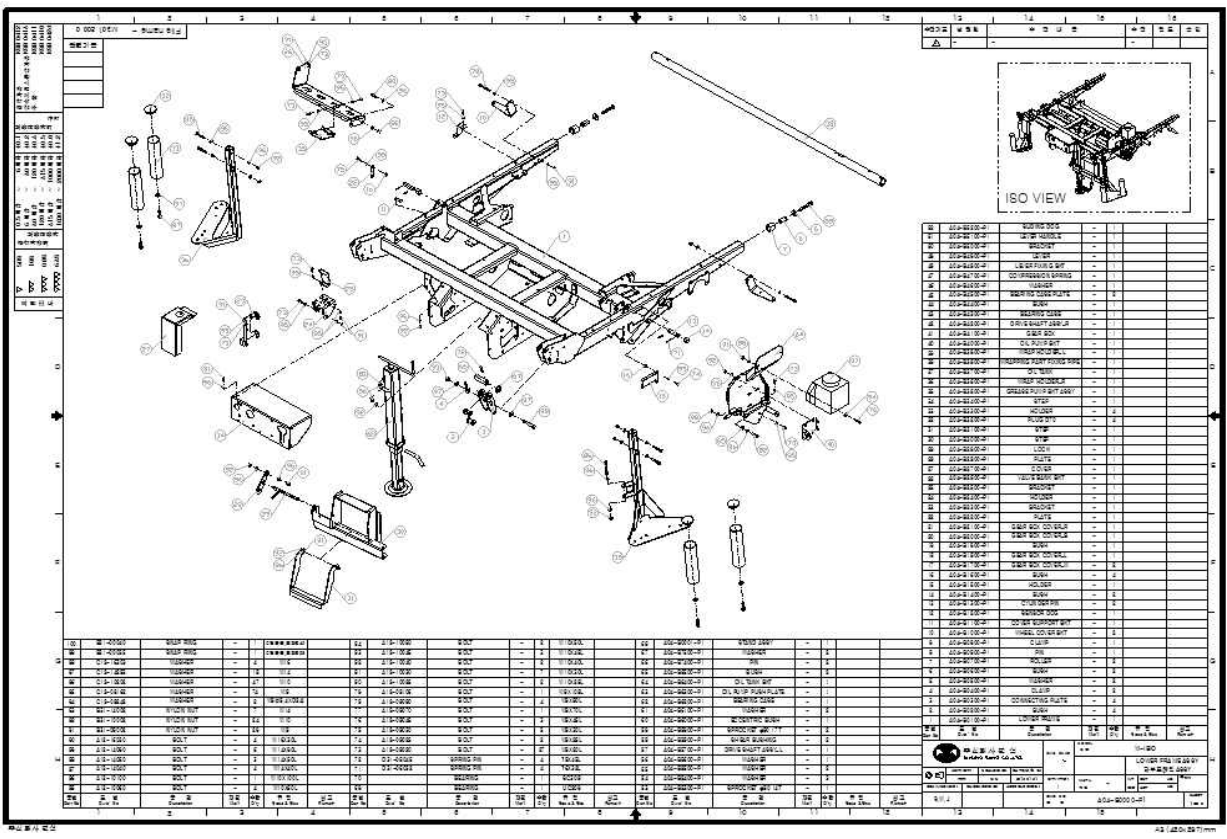


Figure 9. 롤러부 어셈블리 2

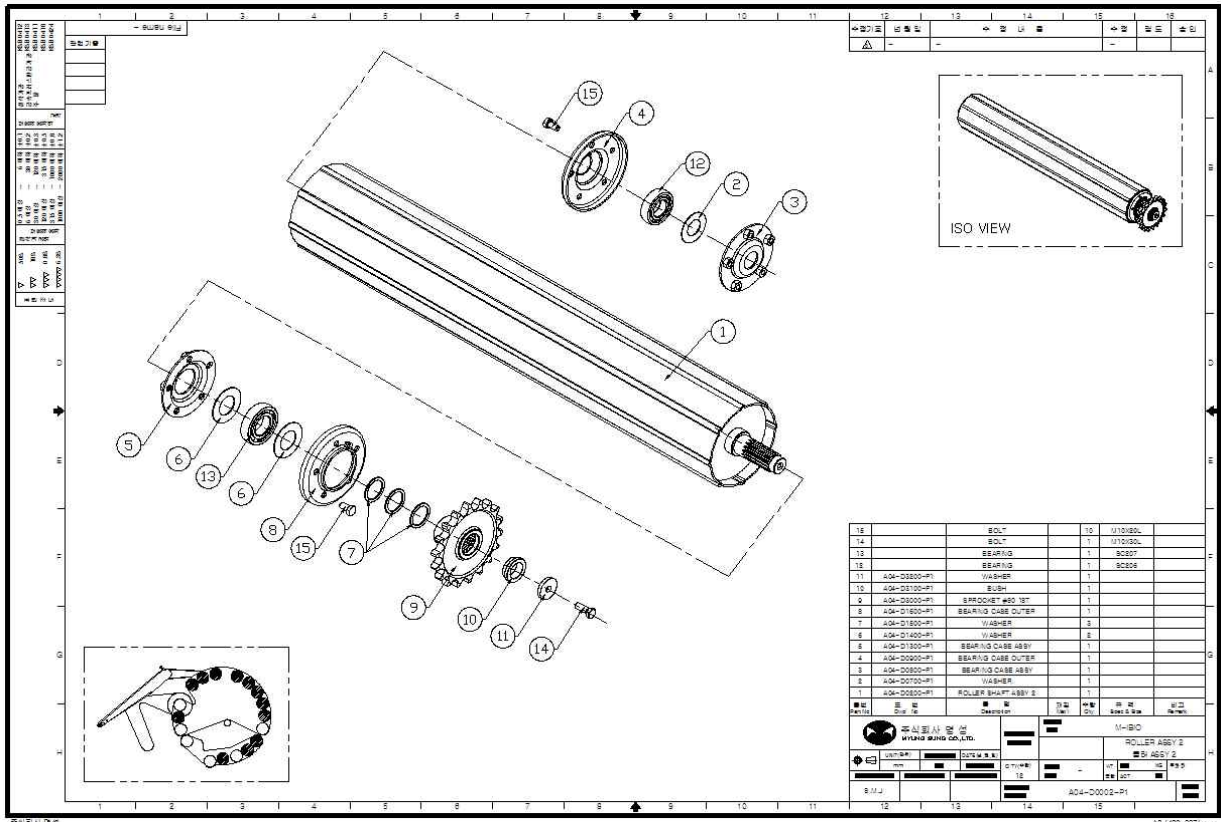


Figure 10. 롤러부 어셈블리 3

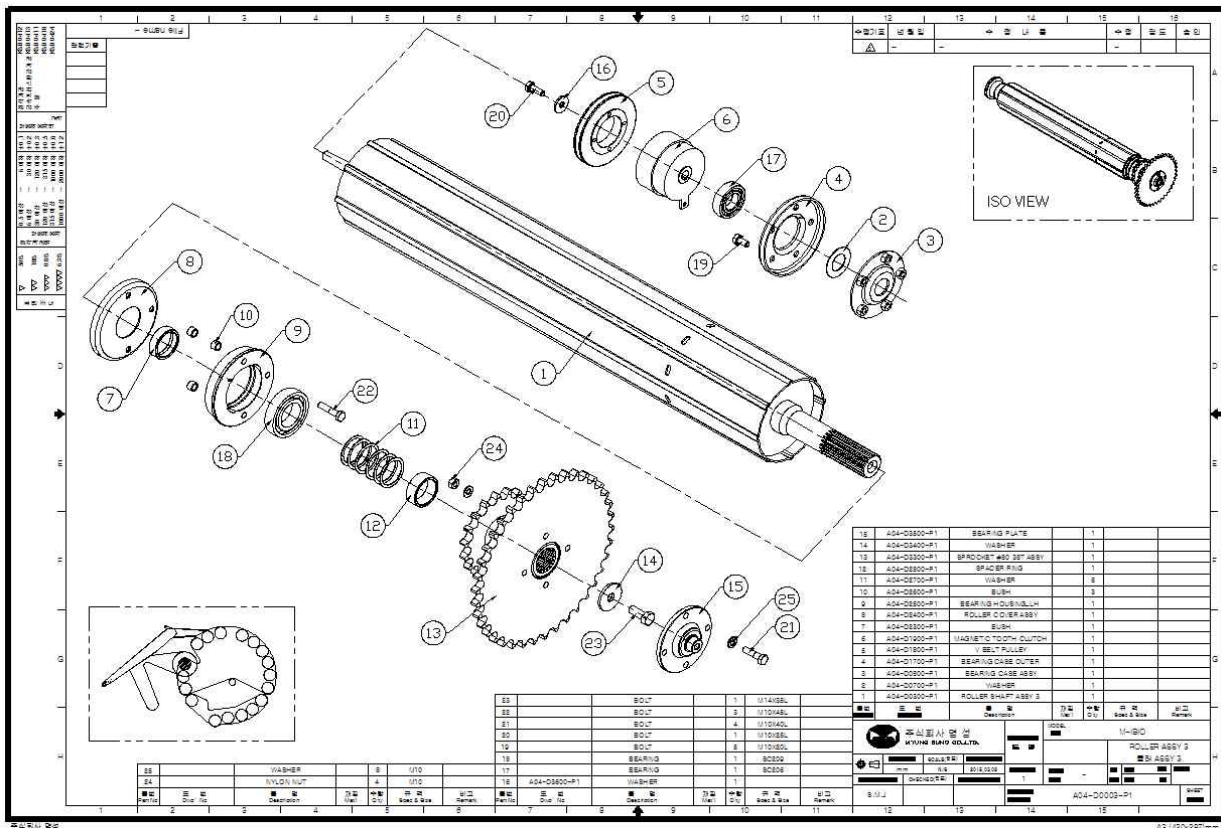


Figure 11. 롤러부 어셈블리 4

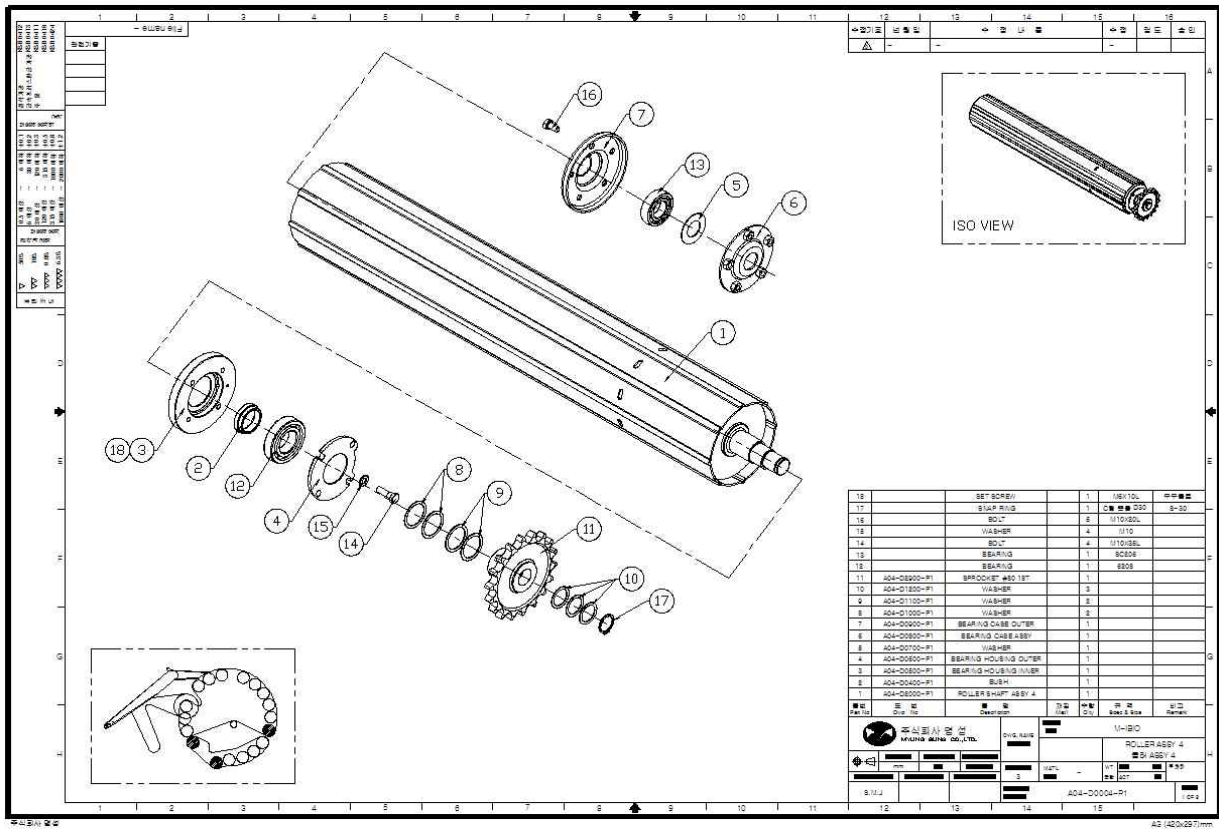


Figure 12. 롤러부 어셈블리 5

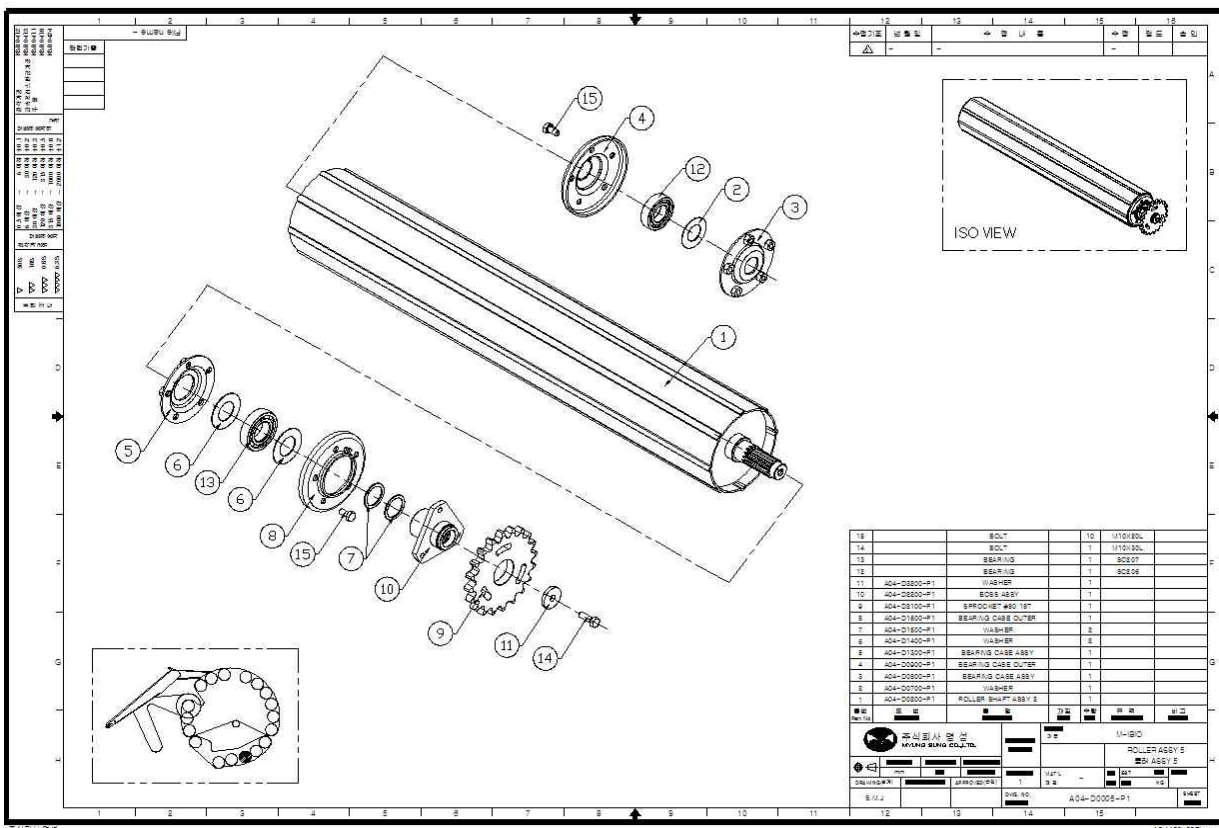


Figure 13. 오거 어셈블리

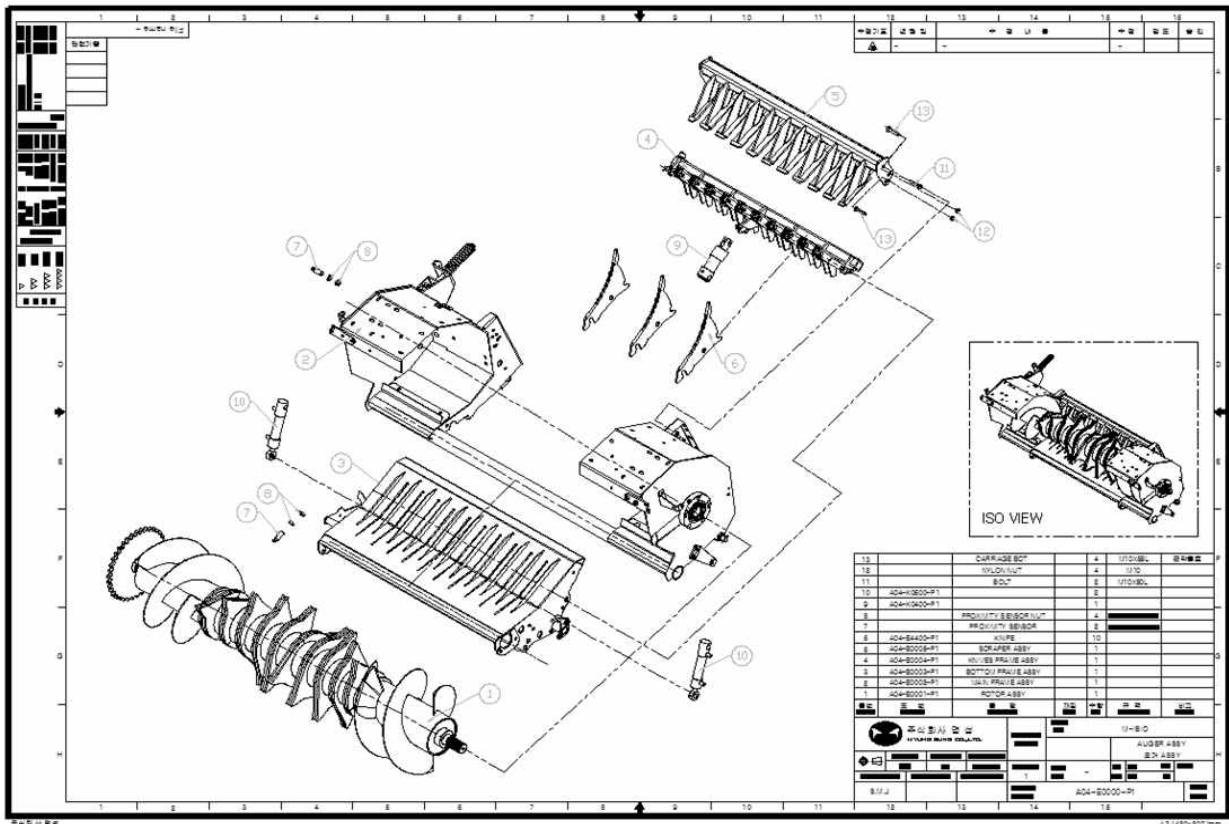


Figure 14. 네트 어셈블리

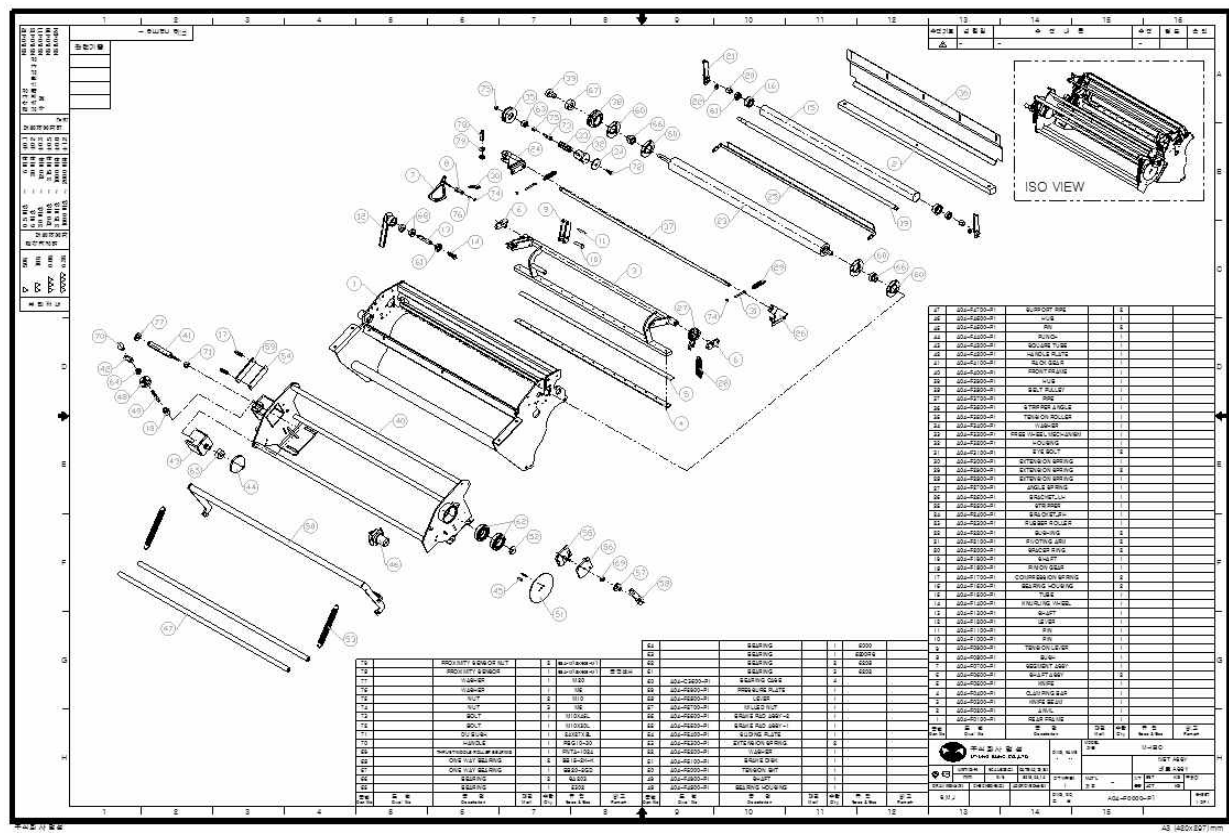


Figure 15. 드로우바 어셈블리

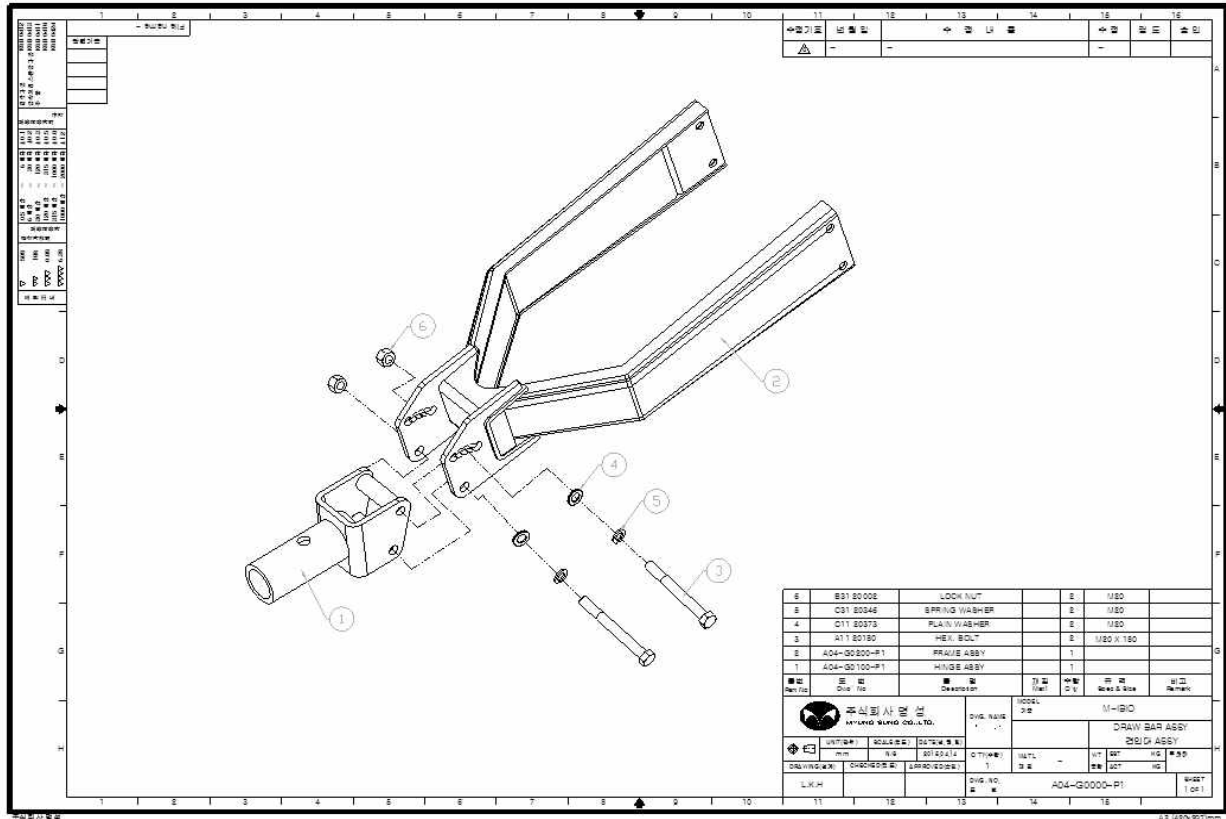


Figure 16. 휠 액슬 어셈블리

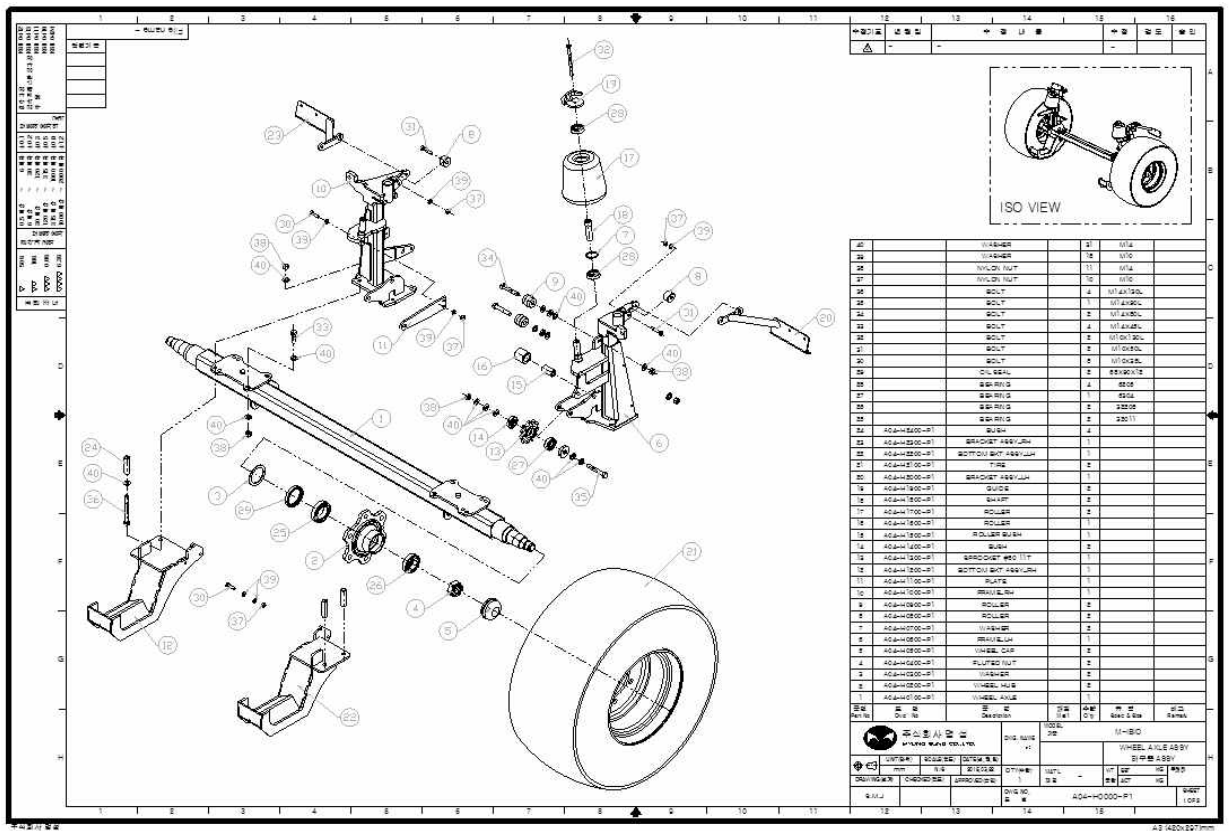


Figure 17. 하부 롤러 프레임 어셈블리

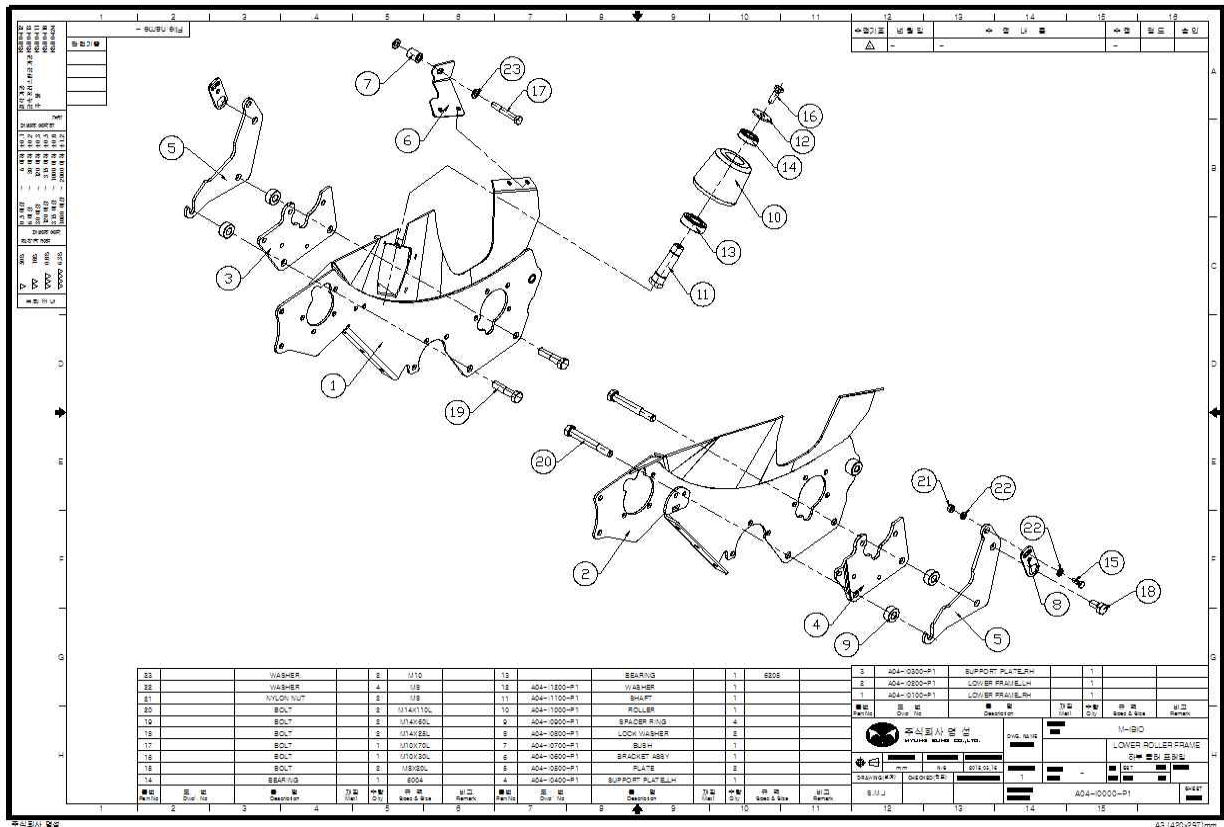


Figure 18. 랩핑 롤러 프레임 어셈블리

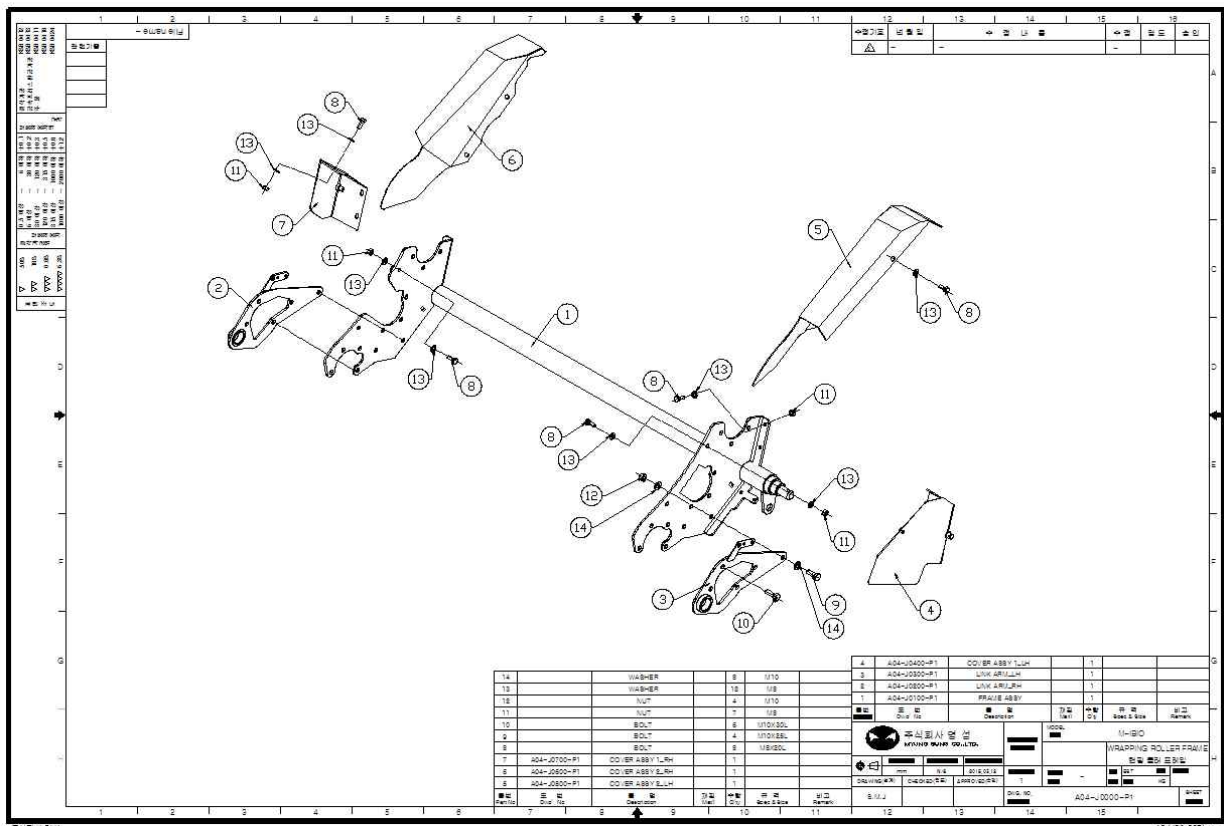


Figure 19 랩핑 파트 어셈블리

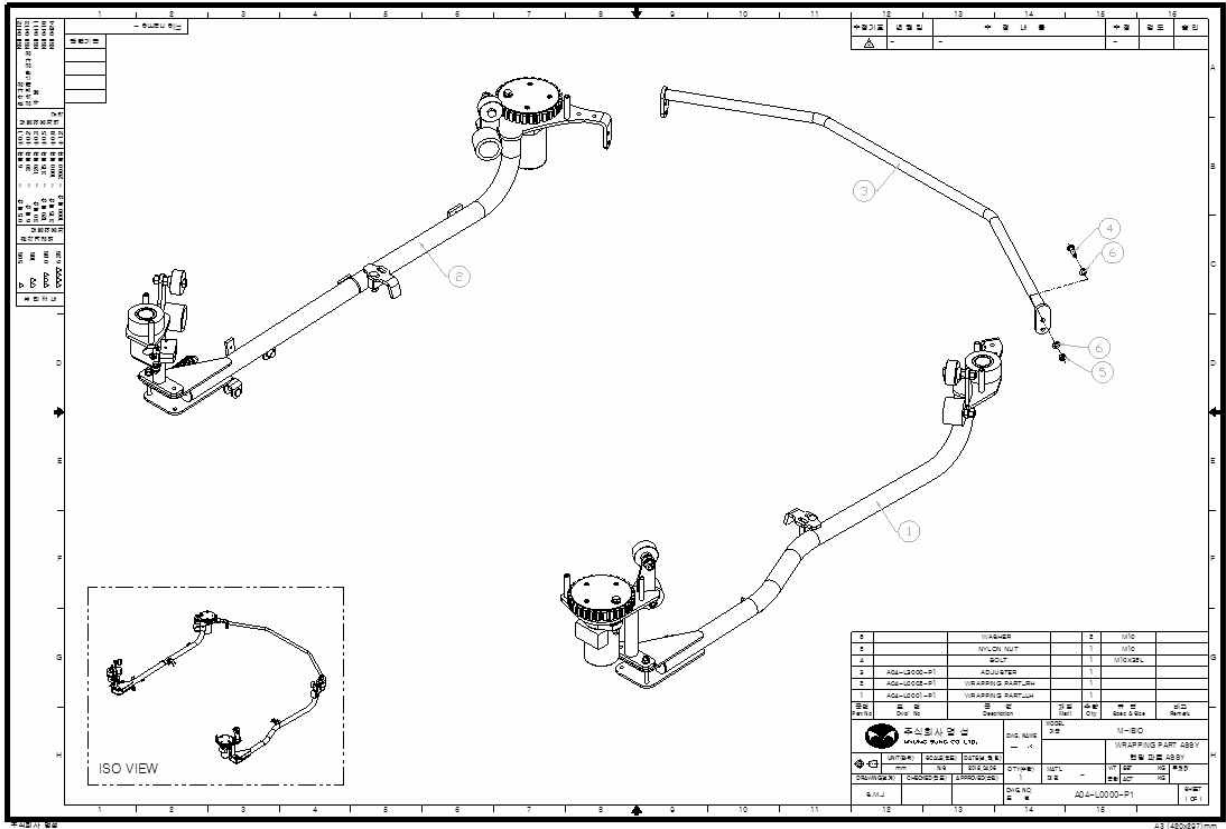


Figure 20. 랩핑 나이프 장치 어셈블리

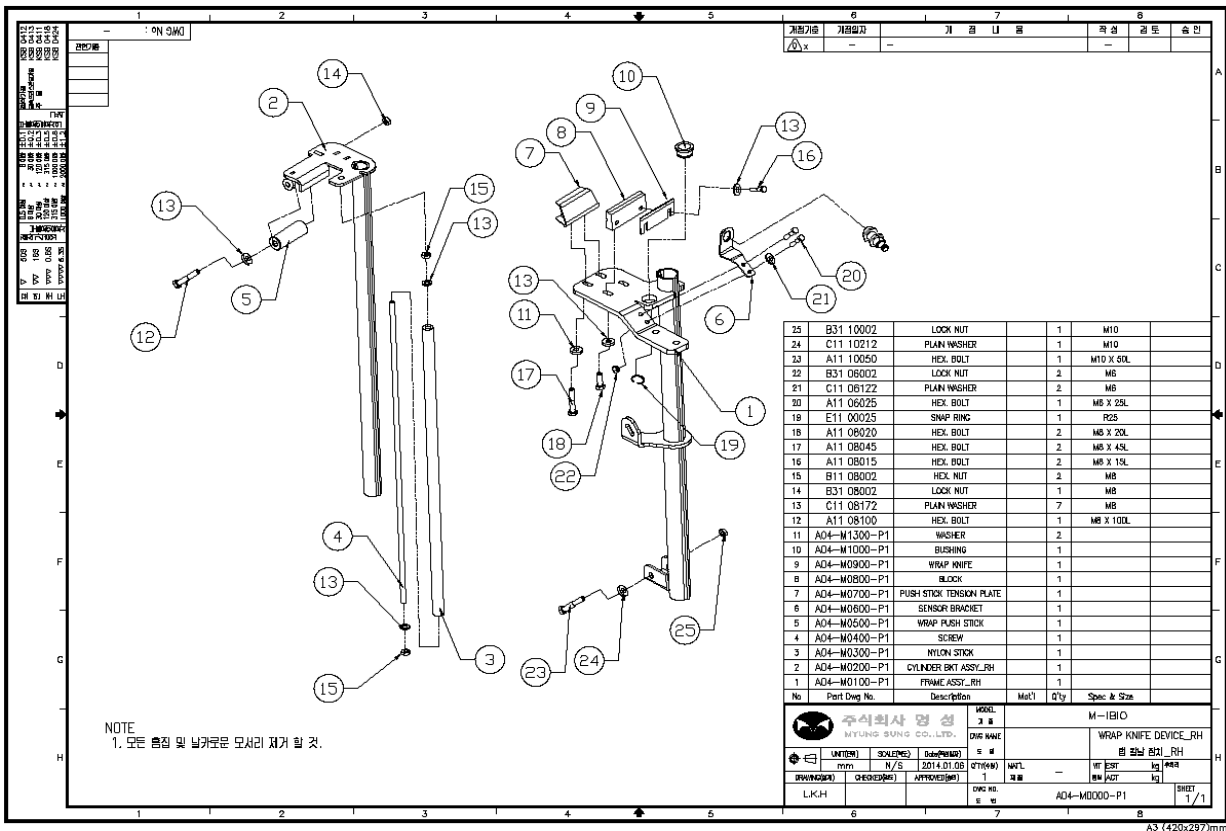


Figure 23. 랩핑 링 어셈블리

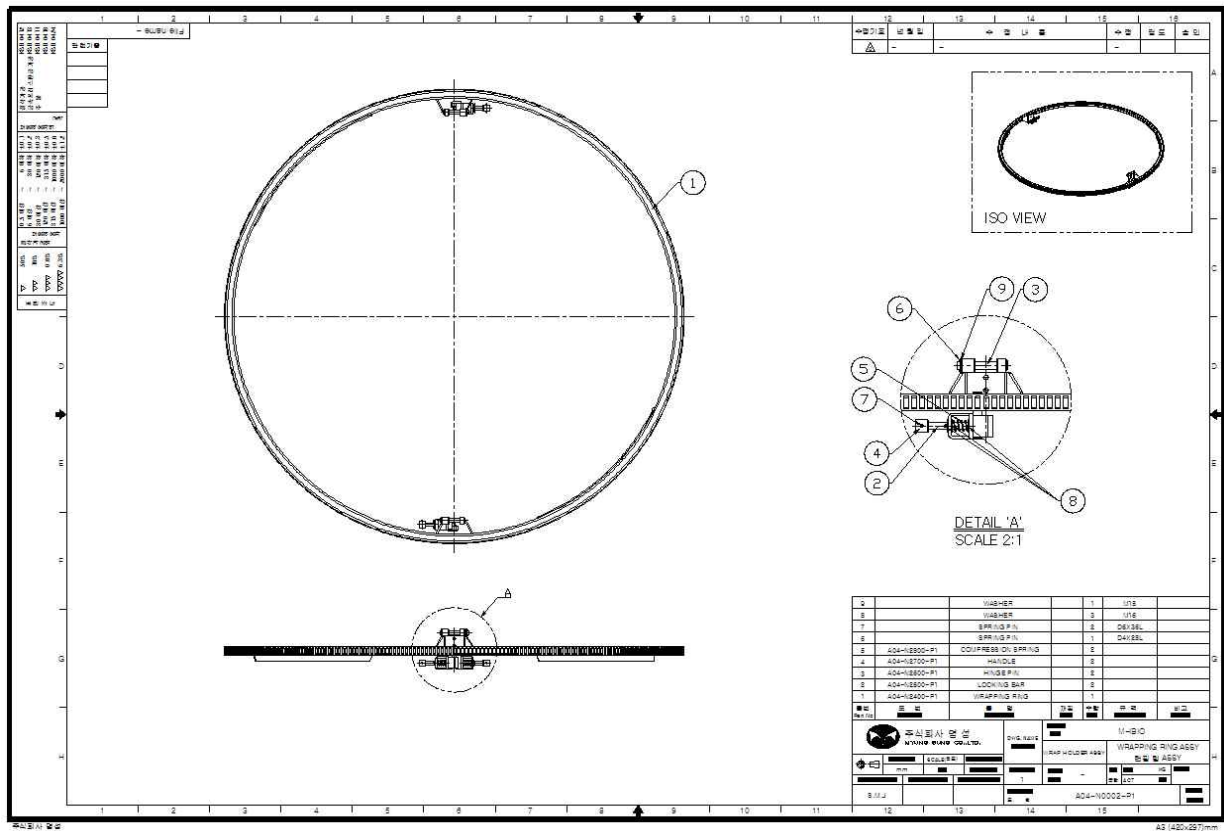


Figure 24. 드라이브 유닛부 어셈블리

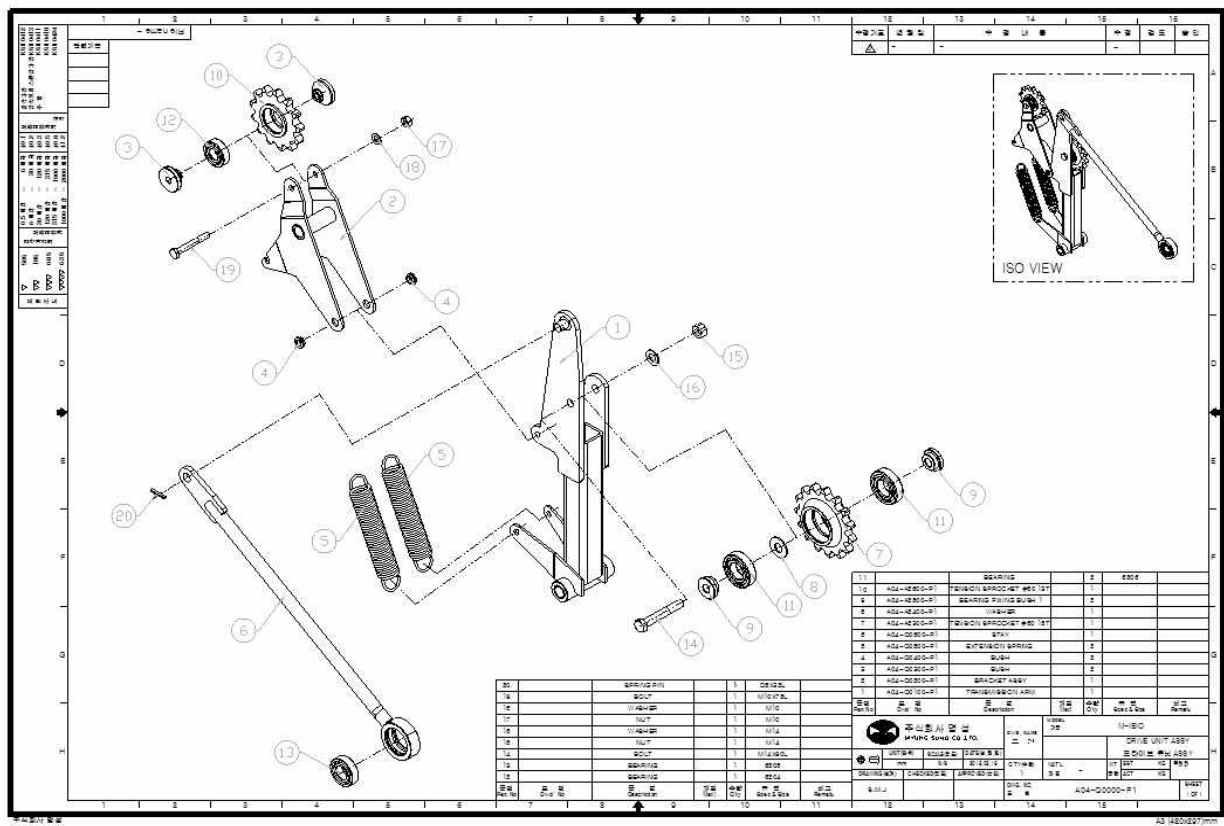


Figure 25. 이젝터 롤러 프레임 어셈블리

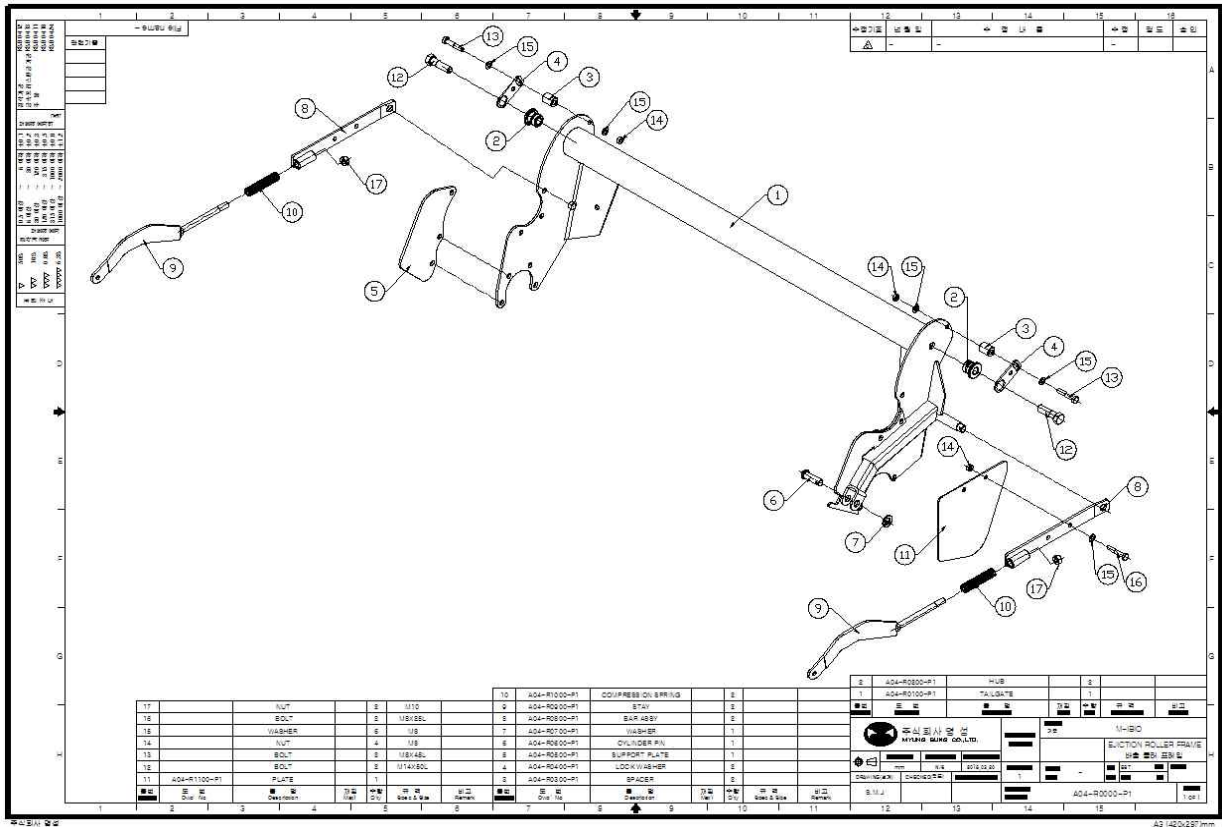


Figure 26. 베일 이젝터 어셈블리

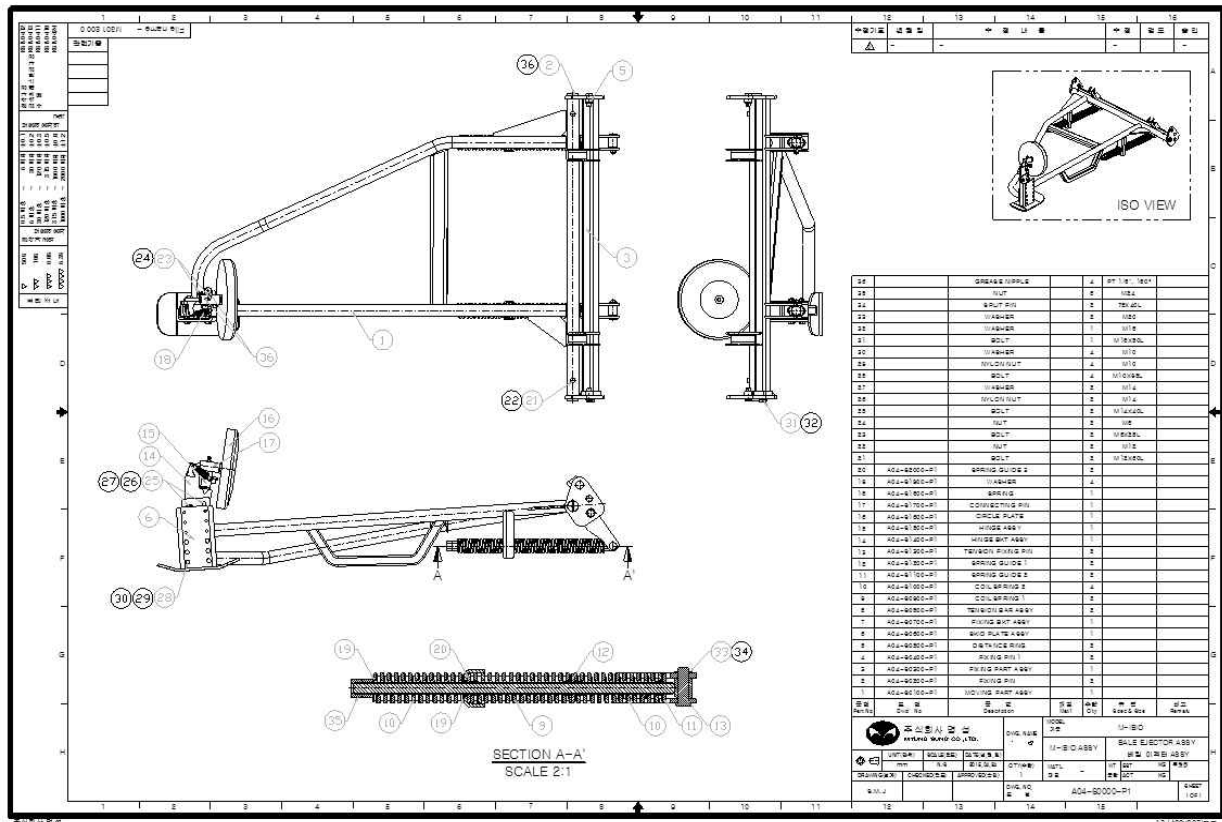


Figure 27. 하부 롤러 구동장치 어셈블리

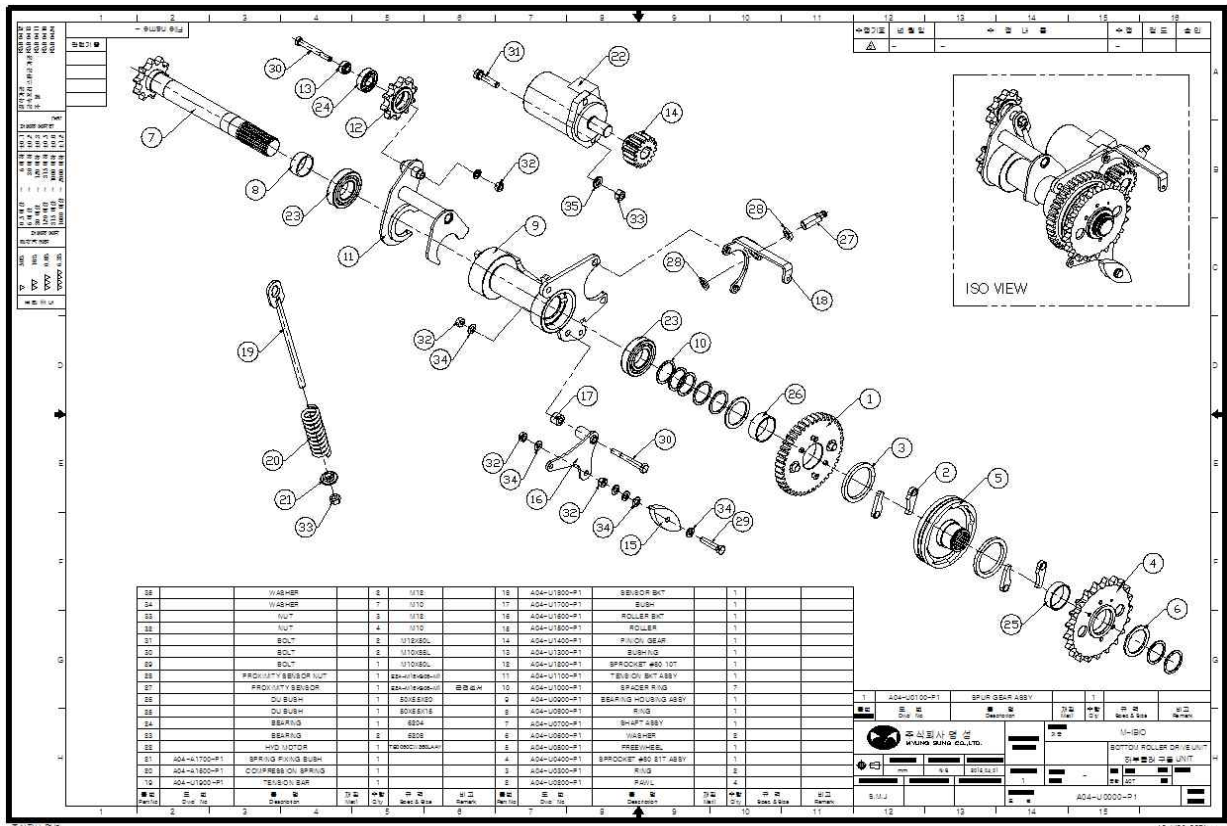


Figure 28. 전기 제어부

PCB OVERVIEW

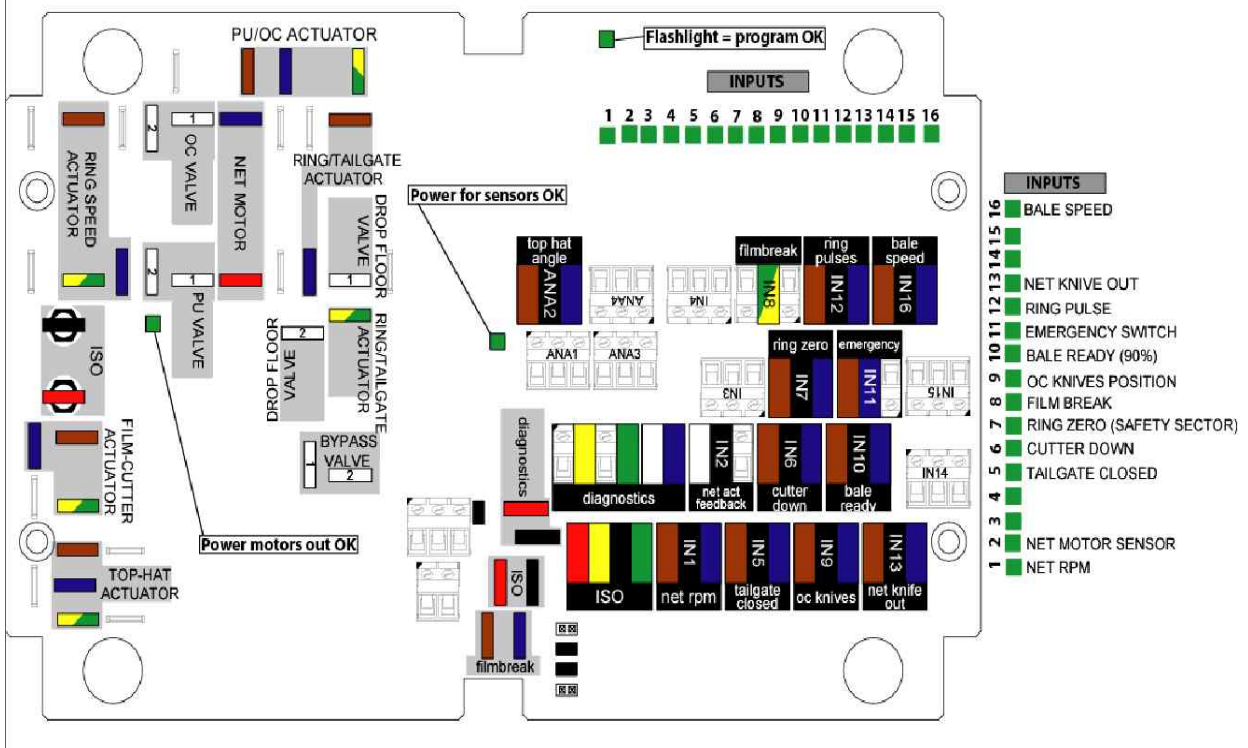


Figure 29. 유압부

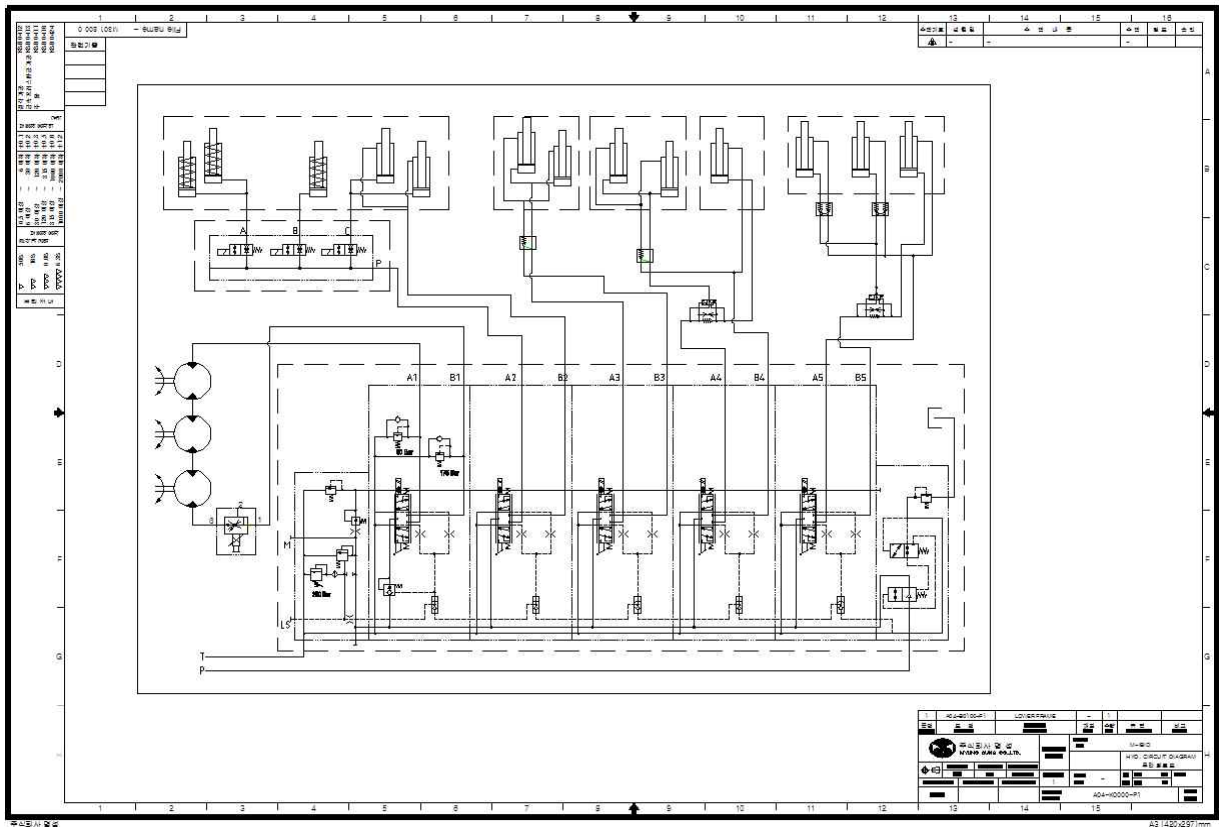
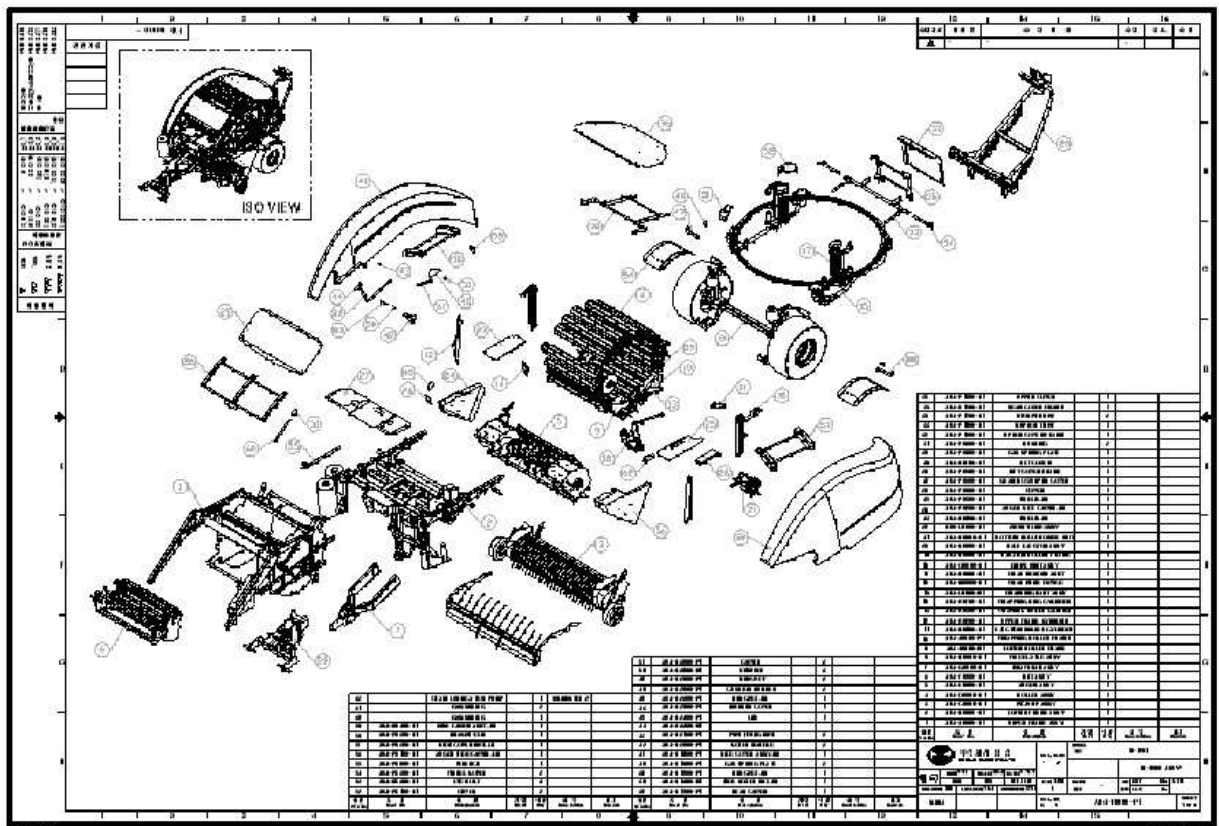


Figure 30. 어셈블리 통합



14) 사업 평가지표 제시

Table 1. 평가의 착안점 및 척도

구 분	평가의 착안점 및 척도	
	착 안 사 항	척 도 (점수)
1차년 (2015)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최적 어셈블리 시스템 설계 ○ 소요동력 및 안정성 분석 ○ 시작기 본설계 ○ 시작기 요소 부품별 제작 및 실험 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 설계도면 평가 (20) ○ 분석자료 평가 (20) ○ 설계도면 평가 (20) ○ 부품 제작 (40)
2차년 (2016)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 시작기 본체 제작 및 요소기술 통합 ○ 시작기 통합 및 수정, 보완 ○ 시작기 견인력 및 소요동력 분석 ○ 시작기 안정성 분석 및 성능분석 ○ 시작기 실내 및 포장 시험 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 부품 제작 (20) ○ 시스템 조립 (20) ○ 분석자료 평가 (15) ○ 분석자료 평가 (15) ○ 실험결과 평가 (30)
3차년 (2017)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 최종 요소 부품별 제작 및 실험 ○ 엔지니어링 샘플 제작 및 고도화 ○ 엔지니어링 샘플 권역별 시범판매 ○ 최적운용조건 구명 및 표준제시 ○ 엔지니어링 샘플 시험 및 평가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 부품 제작 (10) ○ 시스템 조립 (10) ○ 엔지니어링 샘플 판매 (10) ○ 분석자료 평가 (20) ○ 실험결과 평가 (50)
최종	“내수 및 수출전략을 위한 다목적 조사료수확기의 개발” (100)	

Table 2. 3차년 엔지니어링 샘플 및 실험결과 평가 세부기준

3차년 엔지니어링 샘플 실험결과 평가 세부기준 (50)			
평가의 대상	평가의 내용	평가의 기준	도 (점수)
정량적 연구 목표 달성 여부	적용 규격	베일러 70마력급 (트랙터 ≥ 90마력급)	5
	작업 능률	≥ 1.5ha / 시간(벧짚기준, 집초형태)	10
	작업 능력	≥ 7톤 / 시간(벧짚기준, 집초형태)	10
	작업 효율	단위면적당 ≥ 90%	5
	작업 대상	동계, 하계작물, 부존자원(벧짚)	5
	베일 규격	φ1000 ≤ ±50 mm L1000 ≤ ±50 mm	5
	픽업 폭	W1800 ≤ ±30 mm	5
	예상 판매 가격	트랙터 견인형 ≤ 70,000,000원/대	5

15) 주요 수출대상국가 농업환경 및 개괄적 시장조사

- ◇ 전세계적으로 조사료를 먹이로 하는 소는 14.7억 두가 사육되고 있는데 대륙별로 아메리카 34%, 아시아 33%, 아프리카 20%, 유럽 8%임 (FAO, 2015). 소 사육은 50년간 지속적 증가 추이에서 최근 10년은 유럽의 감소세와 아메리카의 정체, 아시아 및 아프리카의 성장세가 뚜렷한데 향후 Baler 시장의 흐름을 추정할 수 있음 (Figure 1).

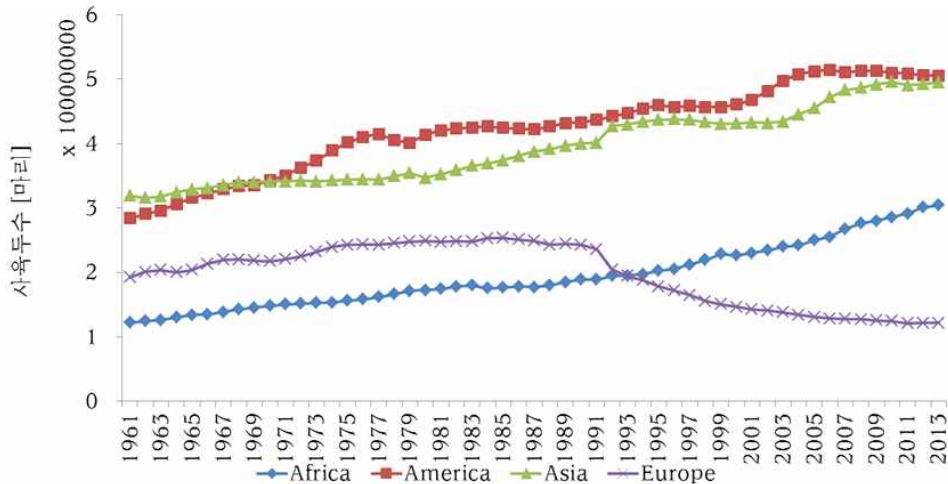


Figure 1. 최근 50년간 세계 소 사육두수의 변화 추이

- ◇ 1대로 다가구의 축산농가에 Bale을 공급하는 아시아권의 환경은 다음과 같음.

- ↳ [중국] 소 사육두수는 1.13억두로 한국의 34배 규모이고 50두 (육우) 이상 사육농가 최근 10년 사이에 0.5%에서 1.8%로 360% 급증세임 (AGRI, 2013).
1992 시장경제 개혁개방 이후 2012년까지 국내총생산 년 평균성장률이 9.8%, 최근 35년 동안 GDP 100배 증가, 농림축수산업 생산액이 64배 증가(89,453억원 (CNY), 년 평균 7.5% 성장을 예상함 (중국통계연감, 2013).
- ↳ [일본] 평균 소 사육두수는 75두 (젖소), 45두 (육우)로 규모화 진행 중임.
2013년 일본 젖소 (평균사육두수 75두, 사육농가 18,600호, 1,395,000두)와 육우(평균 사육두수 45두, 57,500호, 2,567,000두) 사육 추이는 고령화와 배합사료 강제로 약감소세에 있음 (일본농업신문, 20140705).
- ↳ [한국] 50두 이상 사육농가 (사육농가의 8.8%, 사육두수의 51%) 성장세임.
2012년 국내 축산부분 국내 총생산액은 16.2조원 (한우 3.3조원) 규모인데 규모별 분석에서 50두 이상 사육농가는 13,726호, 1,366,941두를 사육하고 있음 (MAFRA, 2013).

- ◇ 또한 2011년 기준으로 세계적으로 도축된 소의 수입되는 교역물량은 1036만두, 수입액 기준 89억US\$ 규모인데 주요 수출 및 수입국이 Baler 주요 수입국 (그림 3)과 일치함 (FAO, 2015).

※ Import Value(1,000 US\$) : Italy 1,624,134 USA 1,486,885 Turkey 848,736 Venezuela 603,152 Russia 333,001 Indonesia 328,301 Spain 283,349 Lebanon 277,261 Netherlands 268,428 China 262,100

※ Export Value(1,000 US\$) : France 1,983,630 Canada 899,722 Mexico 827,842 Australia 581,985 Brazil 444,852 Germany 414,555 USA 377,827 Hungary 269,773 Netherlands

262,842 Austria 202,839

- ◇ 세계적으로 조사료 대신 공급되던 배합사료는 국제곡물생산량 감소와 수요증가로 큰 폭으로 가격이 상승하고 있는데 국내에서는 2008년 애그플레이션 당시 국제곡물 가격 상승분은 배합사료 시장에 7개월의 시차로 사료가격이 35% 인상되어 축산농가의 경영비 부담이 1.4조원이 증가하여 조사료 공급에 대한 대책이 절실함 (NIAS, 2014)
- ◇ 세계 농기계 시장 (매출액기준)에서 점유율은 Deere 36.3%, CHN 20.4%, AGCO 12%로 3사가 시장을 주도 (한국신용평가, 2012)하고 있으나 Baler 시장은 Kuhn, Lely, Vermeer, Welger, Mchale, Krone 등 40여개 전문업체가 분할하고 있어 침투가 용이함
- ◇ 최근의 국제통계에서 Baler 세계교역액 시장규모는 년 15.2억\$인데 수출 8.3억\$, 수입 6.9억\$로 지속적인 성장세로 수입시장은 유럽이 4.4억\$로 64.2%, 아메리카 1.6억\$로 23%, 아시아 0.74억\$로 10.7%를 구성함 (Figure 3) (FAO, 2015).

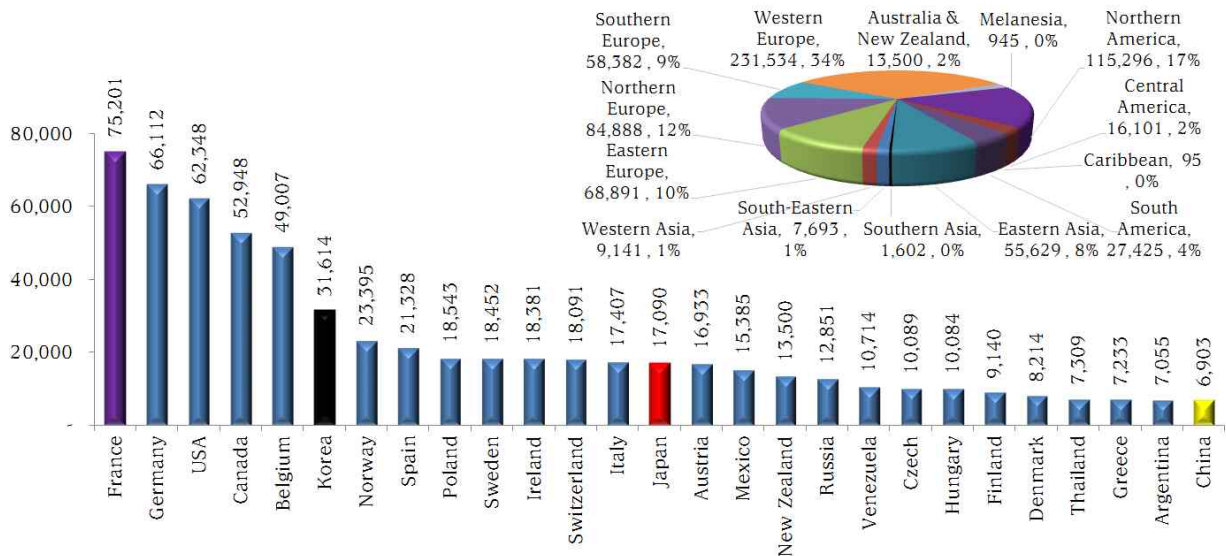


Figure 2. 주요 국가별 세계 Baler 수입액 및 구성비

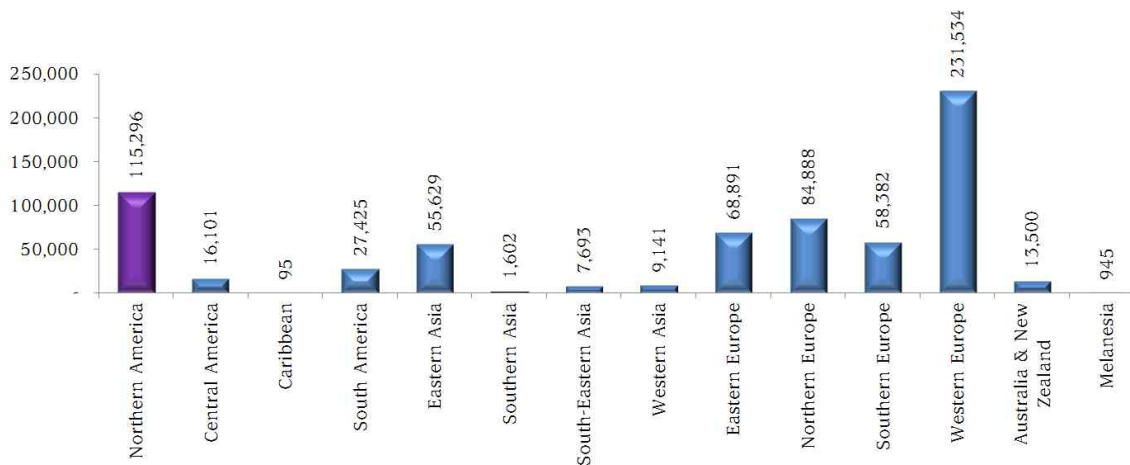


Figure 3. 권역별 세계 Baler 수입액 및 구성비

- ◇ 2012년 세계 Baler 시장규모는 Square 대형 Baler 3600대, Round Baler 30,000대로 보고되고 있는데 프랑스 4400대, 독일 2300대 규모 (VDMA, 2013)이고 동년 국내 Baler 관련 시장은 696억원으로 추정되는데 비닐포장기(Wrapper)를 제외한 순수 Baler 내수시장은 400억원, 400대 규모 (다목적베일리기술키치평가, 2014)인데 세계 Baler 판매 대수에서 1~1.5%를 구성하고 있는 것으로 추정됨.
- ◇ 아시아권 Baler 수입시장의 74%인 한·중·일 3국의 축산업 관련 현황은 표 1과 같은데 특히, 중국시장은 3농정책 (농기계구입보조금지급)으로 폭발적으로 성장하고 있는데 스모그의 주요 원인인 농업부산물 노천소각의 금지 (대기오염방지계획, 2014)로 5.6억톤 짚의 사료화 및 에너지화로 Baler의 수요 증가가 예상됨.



Figure 4. 한·중·일 3국의 볏짚 사용처별 구성비 현황

- ◇ 일본은 조농비율 21:79과 수입비율 (조사료 23%, 농후사료 88%)의 조정을 위해 조사료 재배면적 확대와 짚의 조사료화 수집에 Baler의 공급이 확대하고 있음 (Figure 4) (MAFRA, 2014).
- ◇ 한국은 축발기금 지원을 통해 고품질 축산물 생산과 농후사료 및 조사료의 수입 대체를 위해 재배면적 확대와 증산을 위한 기계화를 추진하고 있음 (MAFRA, 2014).
- ◇ 한국은 년 3000만\$ 이상 수입하여 세계 Baler 수입시장의 4.6%를 구성하고 있는 주요 수입국으로 내수물량의 70% 이상을 수입에 의존하고 있음 (FAO, 2015).

Table 1. 동아시아 주요 3국의 농업환경과 Baler 관련 수치

	China, mainland	Japan	Republic of Korea
주요식량작물	옥수수, 밀, 벼	벼	벼
농업기계화촉진법	2004년 제정	1953년 제정	1978년 제정
농업기계화율	59.0% ⁽²⁰¹³⁾	벼 기계화 종료	벼 94.1% ⁽²⁰¹³⁾
농기계시장규모	454억US\$ ⁽²⁰¹³⁾	44.3억US\$ ⁽²⁰¹⁴⁾	14억US\$ ⁽²⁰¹³⁾
소 사육두수	1억1364만두 ⁽²⁰¹³⁾	407만두 ⁽²⁰¹³⁾	334만두 ⁽²⁰¹³⁾
주요정책	농기계구입보조금으로 215억원(圓) ⁽²⁰¹²⁾ 지급, 전체농업보조금의 13%	조사료재배지확대 및 보조지원	조사료증산정책시행 축산기계보조지원 예산 968억원 ^(14사업비기준)
주요사료작물	옥수수, 짚	목초, 짚	짚, 목초, 옥수수
Baler 수입액	690만\$ ⁽²⁰⁰⁹⁾	1709만\$ ⁽²⁰⁰⁹⁾	3161만\$ ⁽²⁰⁰⁹⁾

내수시장	국가통계 없음	27.4억 ⁽²⁰¹⁴⁾	400억원 ⁽²⁰¹³⁾
판매대수	국가통계 없음	1020대 ⁽²⁰¹⁴⁾	667대 ^(2013추정치)
기타	바이오매스 열병합발전소에 원료공급확대를 위해 Bale 수매사업 진행 중	일본은 벼농사기계화율이 이양(1995), 수확(1990)에 99%를 넘었음	정책당국에서 촉발기금 등 으로 조사료용 농기계 보조지원 및 배합 사료 수입대체 추진 중

◇ 중국은 최근 농업부산물의 노천소각 금지법이 발효되어 집중적인 단속이 진행 중으로 2015년 안휘성의 최근 노천소각금지 선전전용 차량은 다음과 같음 (주관기관, 2015).



Figure 5. 최근 중국내 노천소각 단속차량

◇ 동아시아 관련통계·자료에 따른 시장규모 추정도는 그림과 같음 (Figure 6).

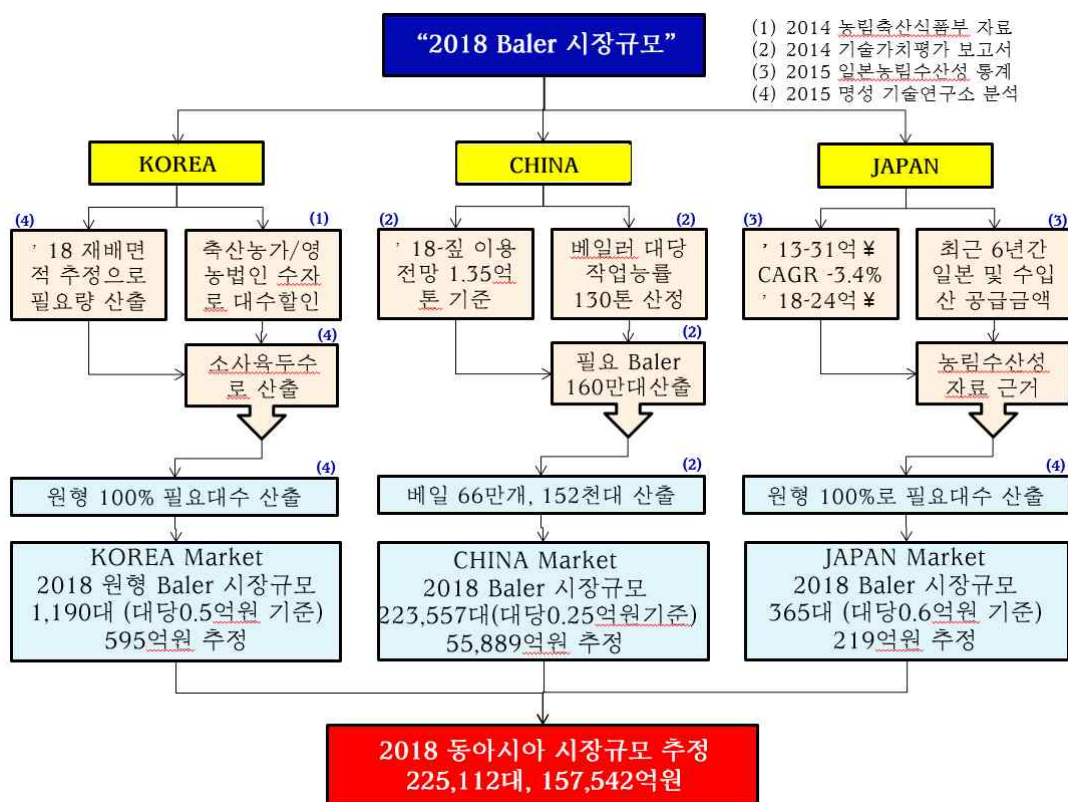


Figure 6. 동아시아 주요 3국 Baler 시장규모 추정도

- ↳ 2018년 Baler 한국시장은 1,190대 (595억원) 규모
- ↳ 2018년 Baler 중국시장은 223,557대 (55,889억원) 규모
- ↳ 2018년 Baler 일본시장은 365대 (219억원) 규모
- ↳ 2018년 당사의 목표 매출액 59.5억원
(국내시장 28억원, 국내시장 점유율 4.7%/2018년, 2022년 국내시장 점유율 목표 15%)
(중국시장 31.5억원, 중국시장 점유율 0.06%/2018년, 2022년 중국시장 점유율 목표 0.1%)

※ 중국시장은 근래 예측불허의 고공행진을 지속하고 있는데 3농 정책의 일환으로 농기계 구입 보조금 집행으로 기계화가 급속히 진행되고 있으며 상기 집계 이외에 농업부산물을 이용하는 열병합발전소의 국가적 건설과 맞물려 수집하는데 이용하는 조사료수확기의 수요가 폭등하고 있으며 경제성장과 동시에 축산물 소비 증가로 2013년에 소 사육두수가 1.1억 마리를 넘어 섰음.

16) 베일커터 요인시험장치 제작

- ◆ 주요기능 : 사료 절단
- ◆ 동력구성 : PTO 동력이용 (154 rpm)
- ◆ 장치구성 : 초퍼 에세이, 로터축 에세이, 초퍼 브레이드
- ◆ 장치자중 : 370 kg
- ◆ 장치규격 : H780 * W1582 * D963 mm
- ◆ 절단형식 : 3열 복수의 초퍼칼날 타격 절단식 (8개* 3열= 24개)

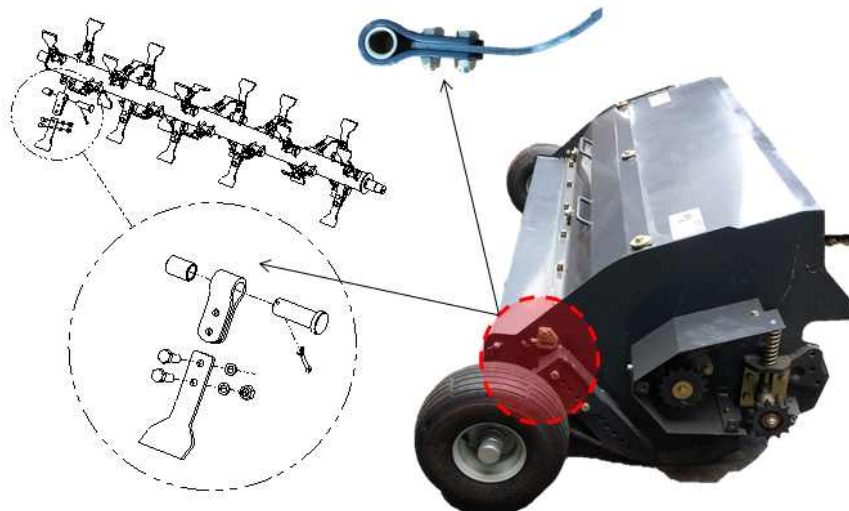


Figure 1. 베일커터 요인시험장치 제작

- ◇ 장치는 커터날 제작에 있어 138° 내각을 갖는 커터날을 중심축에서 205 mm의 직경을 중심으로 120° 방향으로 3열 설치하는데 각 열은 8개의 칼날로 구성됨. 칼날은 6 mm의 두께를 갖으며 회전원통에 볼트 체결식으로 결합되는데 반입되는 옥수수류의 사료작물을 154 rpm으로 회전하면서 순간적으로 타격하여 절단함.
- ◇ 칼날은 케이스와 15 mm의 유격을 갖는데 작동과정에서 사료작물의 끼임으로 인한 기능저하가

없도록 제작함.

◇ 칼날은 타격시 사료작물에 대해 칼날 몸체의 타격각을 28° 로 하였는데 과거 제작 및 현장실증 과정에서 축적된 경험을 바탕으로 가장 절단효율이 높은 각도에서 접촉하도록 제작함. 칼날의 타격시 지면과 칼날 접촉면의 높이는 95~100 mm 사이에서 타격토록 하여 절단과정에서 반입되는 토양이나 돌의 유입이 없도록 제작됨.

◇ 칼날은 중심원을 기준으로 3열로 설치되었는데 각 열은 8개의 칼날로 구성되었는데 24개의 칼날이 엇갈려 배치되어 효율적으로 절단되도록 제작함.

※ 요소부품 제작과 통합으로 진행된 베일커터 요인시험장치의 제작은 다음과 같은데 실내작동 및 동작실험을 통하여 작동상태 점검으로 기구적 보안을 수행하였음



커터날 평면



커터날 측면



커터날이 장착된 초퍼장치 정면



조립된 커터날



커터날이 장착된 초퍼장치 측면

커터날이 장착된 초퍼장치 후면

Figure 2. 베일커터 요인시험장치 조립

17) 간편 탈부착장치 요인시험장치 제작

- ◆ 주요기능 : 픽업 유닛과 초퍼 유닛의 간편 탈부착 기능, 편리성 향상
- ◆ 동력구성 : 무동력 (지지 구조물로 사용)
- ◆ 장치구성 : 지지프레임, 보조바퀴
- ◆ 장치제작 : 베일러 본체 수확부 장착위치를 탈부착 높이로 규정

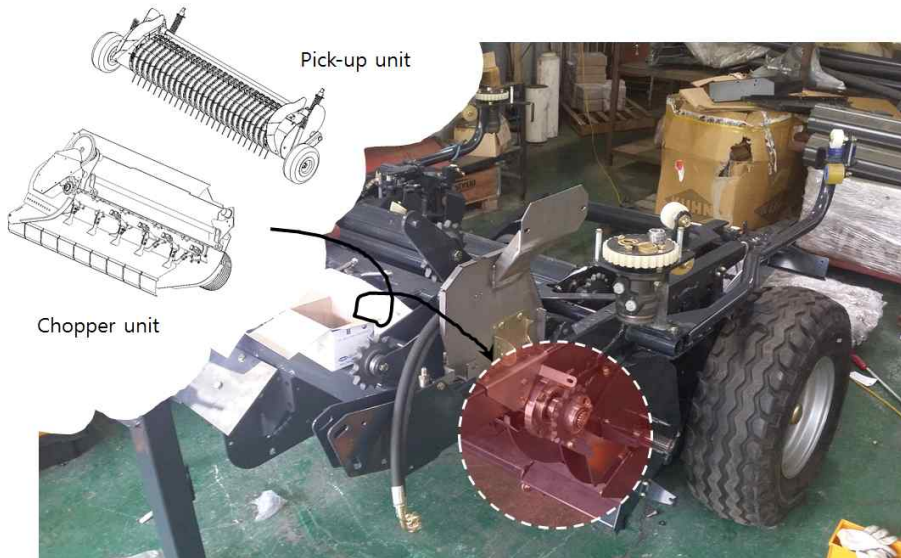
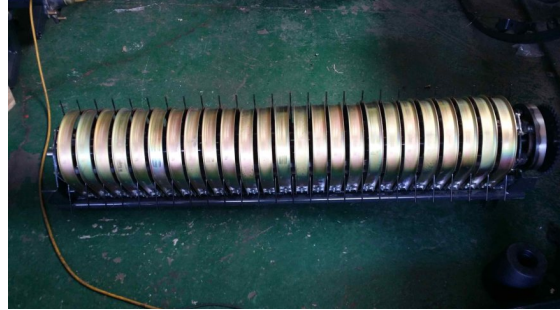


Figure 1. 간편 탈부착 요인시험장치 제작

- ◇ 요인장치는 편이장치로서 4~5명이 필요한 수확부 교체 및 유지·보수작업을 2인이 수행할 수 있고 수확부를 탑재한 상태에서 구조적으로 안전하도록 전용접으로 처짐이나 뒤틀림이 없도록 용접전에 지그를 이용하여 제작하였음.
 - ◇ 장치에 안착되는 초퍼 유닛은 370 kg의 중량물이나 기본적으로 자체 보조바퀴를 가지고 있고 구조적으로 안전성분석을 통해 설계된 장치로 탈부착 장치는 초퍼가 베일러 본체에 정확하게 ± 1 mm 볼트 체결될 수 있는 높이와 거리를 유지하도록 제작하였고,
 - ◇ 또한, 안착되는 픽업 유닛은 245kg의 중량물로 별도의 보조바퀴나 지지 구조물이 없어 탈부착 장치가 절대적으로 픽업이 베일러 본체에 정확하게 ± 1 mm 볼트 체결될 수 있는 높이와 거리를 유지하도록 초퍼 유닛과 공통사용 가능토록 제작함.
 - ◇ 장치에 걸리는 픽업 및 초퍼의 하중은 분포하중으로 전체에 나눠 걸리고 좌우측 양단의 보조바퀴에 하중이 각 25% 정도 걸리도록 하였는데 2인이 인력으로 작업이 가능한 수준이었음 (축산 농가 환경에서의 현장실험의 필요성에 대한 검토 필요).
- ※ 요소부품 제작으로 진행된 간편 탈부착 요인시험장치는 픽업장치 245 kg, 초퍼장치 370 kg을 베일러 본체에 안착·결합시키는 공정의 보조장치로 제작되었는데 다음과 같음



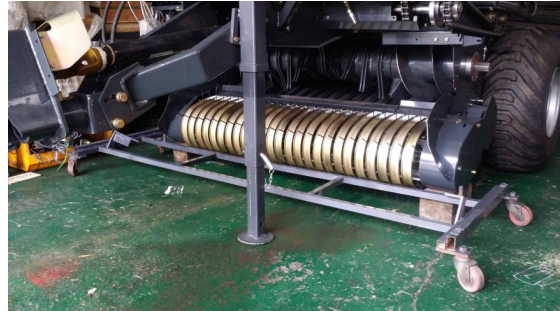
초퍼 유닛



픽업 유닛



초퍼 부착을 위해 탈부착 장치에 안착



픽업 부착을 위해 탈부착 장치에 안착



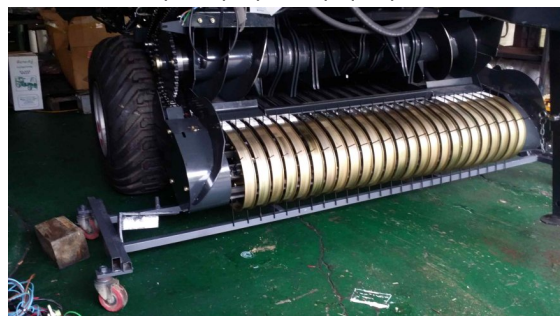
초퍼 부착을 위해 이동



픽업 부착을 위해 이동



초퍼의 장치 안착상태



픽업의 장치 안착상태

Figure 2. 간편 탈부착 요인시험장치

18) 랩 회전제어부 요인시험장치 제작

- ◆ 주요기능 : 시작기 랩퍼의 회전 싸이클 내의 부위별 속도조절
- ◆ 동력구성 : 트랙터 유압, 트랙터 DC12V (제어용)
- ◆ 장치구성 : 제어판넬 (랩퍼, 턴테이블), FSR406 압력센서, 근접센서, 유압밸브, 트랙터

◆ 장치제작 : 유압밸브의 유량제어로 랍퍼와 턴테이블 속도제어 알고리즘 구성



Figure 1. 랍 회전제어 요인시험장치 제작

◇ 장치의 구성은 압력센서 (FSR406-6지점)과 근접센서 (8지점)를 이용하여 랍퍼와 턴테이블의 속도조절을 통한 회전제어 장치로 다음은 압력센서 #3의 초기화실험 과정임 (Figure 1).

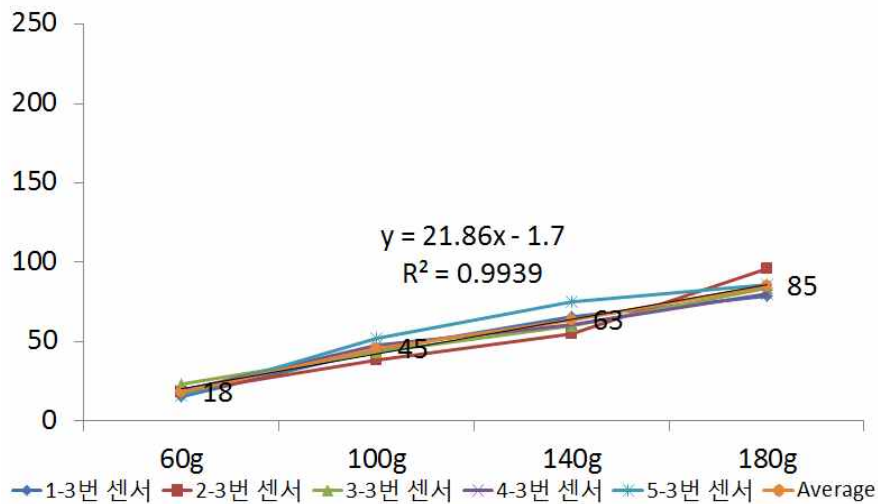


Figure 2. 회전제어부 압력센서(FSR406) #3 5반복 캘리브레이션

◇ 장치는 랍퍼 작동에 따라 베일을 감는 비닐 겹수의 증가에 따라 베일에 가해지는 압력을 측정하면서 랍퍼와 턴테이블의 회전속도를 유압제어를 통해 변화를 주면서 랍퍼가 베일을 감는 단위 사이클 당 베일압력변화를 측정하여 분석하여 최적조건을 찾아 시작기 프로그램 설계에 반영토록 시스템이 구성되었는데 주요 구성은 다음과 같음 (Figure 2).

□ 실험장치는 기본적으로 랍퍼 28 rpm, 턴테이블 25 rpm을 기준으로 셋팅되었으며 각 회전체의 속도를 10%씩 5단계 하향 조절하면서 25회 실험조건으로 제작되었는데 공급되는 유압은

트랙터 정격출력 2500 rpm으로 공급하여 유압밸브 제어를 통해 램퍼와 턴테이블을 제작된 제어판넬로 제어하는 형식으로 제작·설치된 상태는 다음과 같음 (Figure 3, Figure 4).

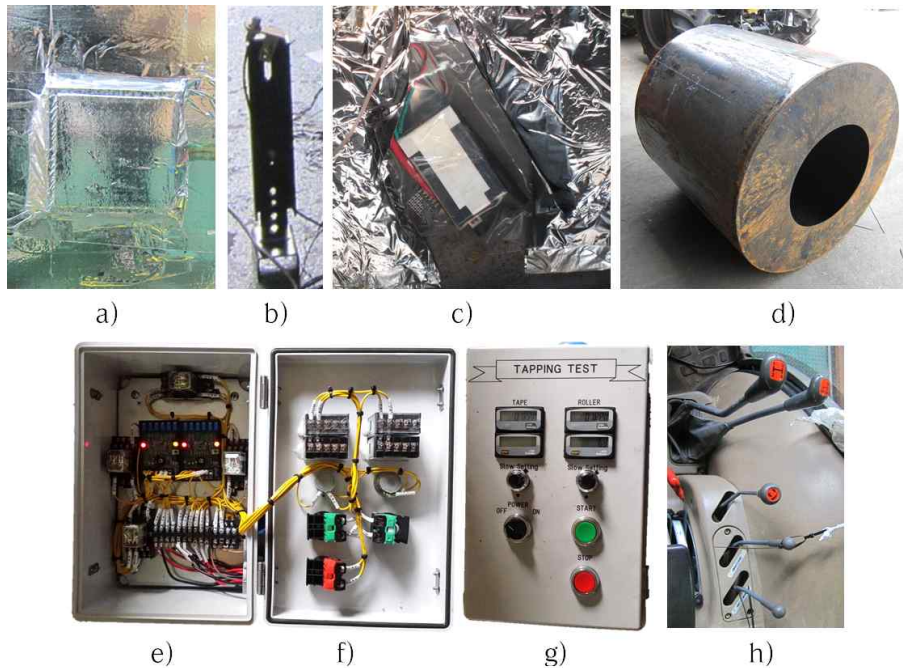


Figure 3. 베일커터 요인시험을 위한 실험장치의 구성

※ a) FSR406 pressure sensor (6지점 설치), b) 근접센서 (8지점 설치) c) 무선 데이터 전송 블루투스 d) 모형 베일, e) 제어판넬 내부, f) 제어판넬 조작부 후면, g) 제어판넬 조작부, d) 제어판넬 지시조작부, h) 트랙터 정격조작



Figure 4. 요인시험을 위한 센서 설치 상태

19) 베일 수직세움부 요인시험장치 제작

- ◆ 주요기능 : 베일러에서 토출되는 베일을 기구적으로 세움
- ◆ 동력구성 : 무동력 (포장이동 중에는 유압으로 세움)
- ◆ 장치구성 : moving part, fixing part, coil spring part, skid plate, circle plate

- ◆ 장치자중 : 35 kg
- ◆ 장치규격 : H570 * W1216 * D1834mm
- ◆ 장치형식 : 베일 충격에 구조 탄성으로 구조물 유지



Figure 1. 베일 수직세움 요인시험장치 제작

- ◇ 장치 구성의 주요 파트는 다음그림과 같은데 우측상단에서 낙하하는 베일이 fixing과 movig part bar의 coil spring 탄성과 circle plate spring의 탄성 및 본체 프레임이 구조적으로 충격을 흡수하도록 하면서 베일을 우측방향으로 세우는 기능으로 제작됨 (Figure 2).

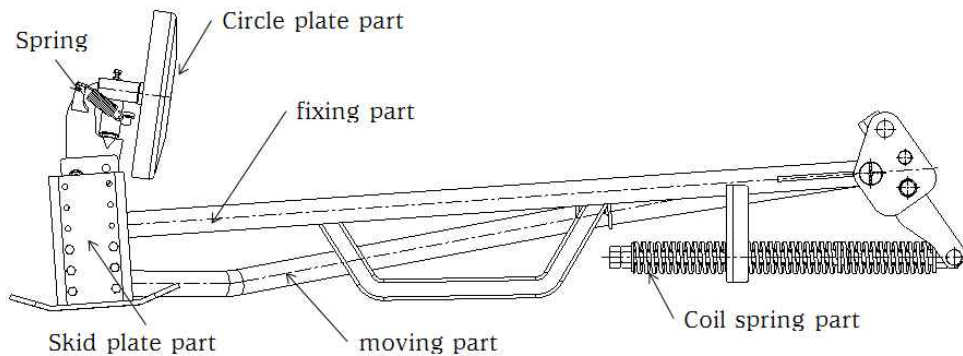


Figure 2. 베일 수직세움 요인시험장치 주요부

- ◇ 장치는 베일 충격에 대하여 coilspring과 circle plate spring이 탄성으로 충격을 흡수하고 지지 구조물인 바를 원형 파이프 및 하부의 지지 구조물을 부착하여 자체에서 변형에 대한 완충 역할을 할 수 있도록 하여 충격에 대해 체적변화량이 미미하여 체적변형률이 낮게 제작되어 전단 변형이 없도록 제작하였음 (Figure 3).

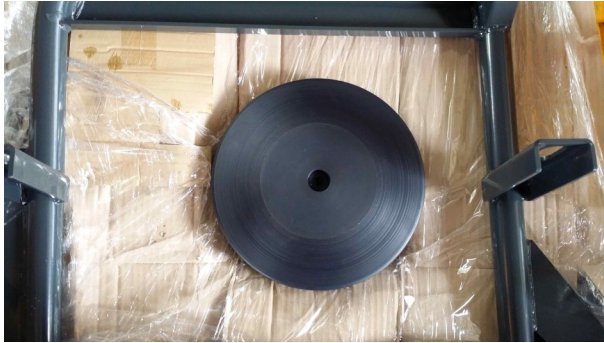
- ◇ 부품의 결합은 볼트 결합과 전용접 형식을 취하여 부품간의 공차로 인한 변형이나 흔들림이 없도록 제작하였음.



장치의 지지 프레임



베일 충격완충장치



원판디스크 베일받음판



부속부품류



지지 보조 프레임

전체부품 조합

Figure 3. 수직 세움 장치 제작

20) 다중 랩 거치대 요인시험장치 제작

- ◆ 주요기능 : 랩핑용 베일을 다수 적재하는 거치대
- ◆ 동력구성 : 무동력
- ◆ 장치구성 : wrap holder L, wrap holder R, frame
- ◆ 장치자중 : 38 kg
- ◆ 장치규격 : H330 * W250 * D700 mm
- ◆ 장치형식 : 베일 하중 지지 구조물

◇ 장치는 개당 20kg 내외인 랩핑 비닐 (2500 m/롤)의 하중을 버티면서 베일러의 운전 중에 흔들림이나 충격을 견딜 수 있도록 제작함 (Figure 1, Figure 2).

- ◇ 장치는 좌측과 우측에 각 배치되어 기본 적재된 2개 이외에 총 4개를 추가로 적재하여 편리성을 증대토록 제작하고 작업효율성 확보를 위해 500 mm 높이에 설치하여 사용가능토록 제작함.
- ◇ 통상 랩핑에 소요되는 비닐의 양은 6겹 기준으로 1회에 100 m 정도 소요됨으로 총 6개의 비닐을 거치하면 150개의 랩핑을 가능토록 하여 4~5시간 정도의 연속작업이 가능토록 제작함.

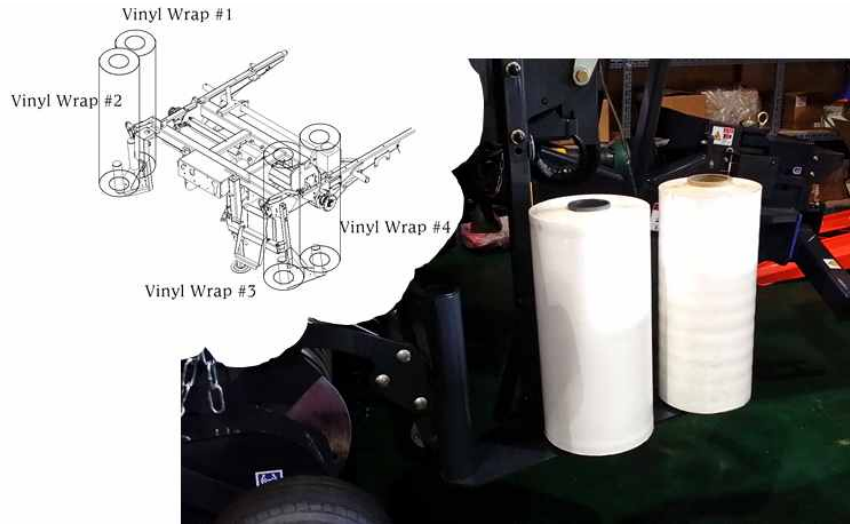


Figure 1. 다중 랩 거치대 요인시험장치 제작·설치

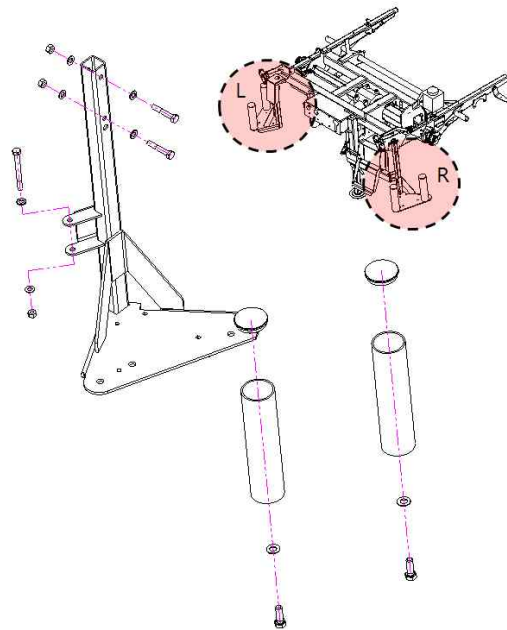


Figure 2. 다중 랩 거치대 요인시험장치 구성도

21) 통합형 동력전달 및 유압장치 등 구성요소 개발

개발되는 다목적 베일러는 제어요소로 10개의 센서 융복합 기술이 적용되고 1500개의 주요 부품

과 25 어셈블리가 조합되어 다종의 사료작물에 대응하는 수확기로서 트랙터와 드로우바와 PTO로 연결되는 부착형 작업기로 베일을 생산하는 장치임.

- ◇ 동력전달 구성요소의 개발은 트랙터의 PTO 동력을 중앙기어박스에서 전달받아 기계적인 기어 스포라켓 및 연결 체인을 통한 감속과정의 메카니즘으로 롤러 파트와 로터 파트, 픽업 파트에 동력을 전달하는 구성요소로 하고,
- ◇ 유압동력으로 주요 장치구동을 위한 동력은 본체에 내장된 랩퍼작동을 위한 구성으로 PTO 동력을 전달받은 클러치 기능이 있는 Freewheel이 롤러 파트의 베일형성 작업이 종료되면 동력을 유압모터에 전달하여 랩퍼 파트에 동력을 전달하는 구성요소로 함.
- ◇ 통합형 구성요소 개발은 원료반입에서 베일 생산까지의 주요장치인 롤러 파트, 로터 파트, 픽업 파트, 랩퍼 파트 개발을 핵심 구성요소로 하여 기타 주변 구성요소를 개발하여 구성요소 전체적으로 통합하는 것임 (Figure 1).

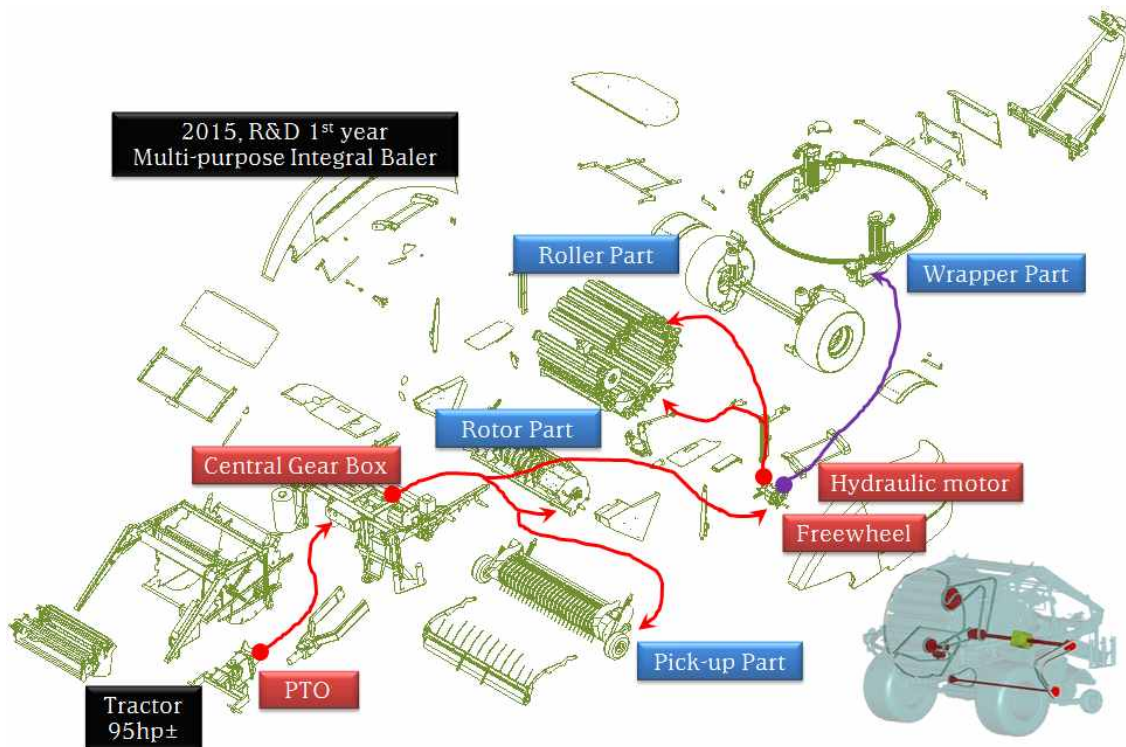


Figure 1. 통합형 베일러 주요 동력전달 및 유압장치 구성요소

■ 동력전달 및 유압장치 구성요소

- ◇ 장치의 구성은 동력을 전달하는 PTO 취출이 가능한 농업용 트랙터를 전재로 함.
- ◇ 기본적으로 베일러는 부착작업기로 트랙터의 동력을 이용하여 작업을 수행하는 장치임.
- ◇ 장치의 구성은 크게 동력을 전달하는 수단인 중앙기어박스와 유압밸브블록으로 구성됨.

◇ 중앙기어박스에서 전달되는 동력은 기어식의 메카니즘으로 구성됨.

- ↳ 롤러 파트에는 145 RPM의 동력을 전달하기 위한 주변장치로 구성
- ↳ 픽업 파트에는 154 RPM의 동력을 전달하기 위한 주변장치로 구성
- ↳ 로터 파트에는 154 RPM의 동력을 전달하기 위한 주변장치로 구성
- ↳ 하부 롤러 파트는 클러치 형식으로 작동을 제어할 수 있도록 구성
- ↳ 랩퍼 파트는 클러치로 유압모터를 작동시켜 동작되도록 구성

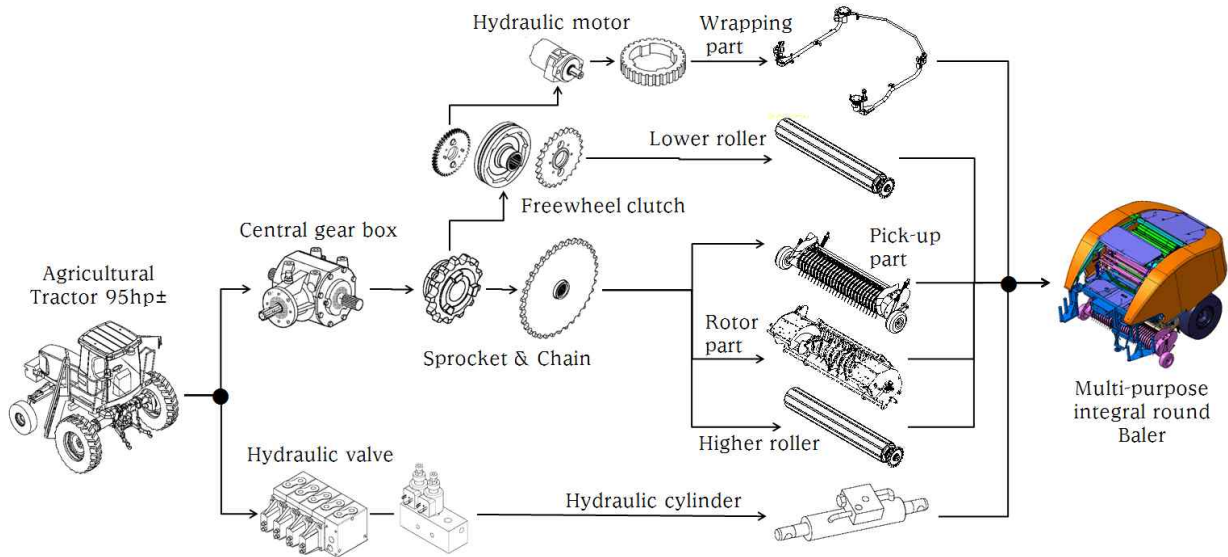


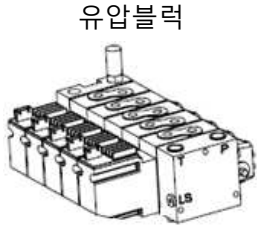
Figure 2. 동력전달 및 유압장치 구성요소 흐름도

◇ 유압밸브블록에서 전달되는 동력은 라인을 통한 유체이동 메카니즘으로 구성됨.

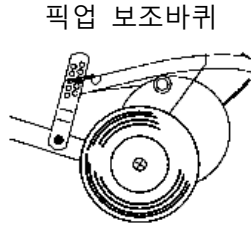
- ↳ 본체의 다양한 기능과 동작을 위한 유압 실린더를 작동하도록 구성

◇ 다양한 센서 조합으로 융복합기술이 적용된 본체는 동력 및 유압 구성요소와 더불어 주변 구성요소를 포함하여 시스템화하여 기능을 발휘함.

◇ 주변장치의 구성은 대표적으로 유압블럭, 픽업 보조바퀴, 픽업실린더조절장치, 네트 가이드장치, 필름 롤 거치대, 그리스 윤활장치, 작물가드 롤러, 네트장치, 네트칼날 리셋장치, PTO 슬립 클러치, 픽업 과부하 클러치, 픽업 타인장치, 픽업장치 구동체인, 베일 챔버 클러치, 베일 챔버 잠금장치, 그리스 주입장치, 구동 체인 윤활장치, 윤활튜브 조절장치, 중앙 기어 박스, 브레이크 레버, 드로우바 히치링, 견인고리, 픽업자동슬립 클러치, 베일챔버 드라이브, 드롭 플로워장치, 네트장치, 드로우바장치, PTO 샤프트 등으로 구성되며 이러한 주변 구성요소 개발을 전제로 하는데 다음과 같음.



유압블럭



픽업 보조바퀴



픽업실린더조절장치



네트 가이드장치

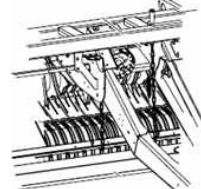
필름 롤 거치대



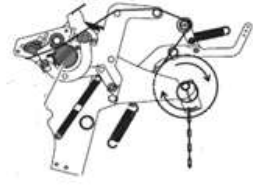
그리스 윤활장치



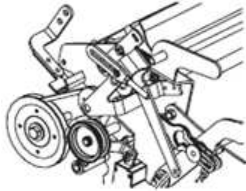
작물가드 롤러



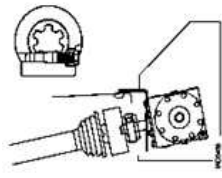
네트장치



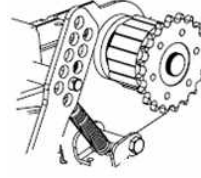
네트칼날 리셋장치



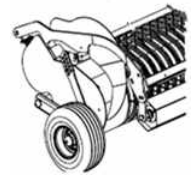
PTO 슬립 클러치



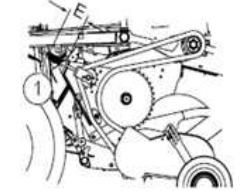
픽업 과부하 클러치



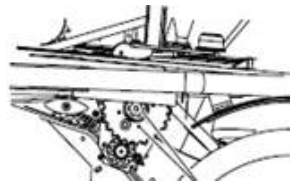
픽업 타인장치



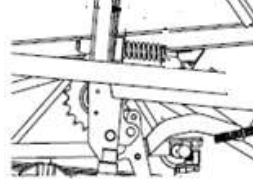
픽업장치 구동체인



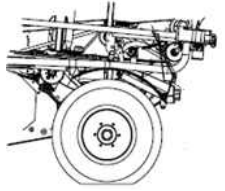
베일 챔버 클러치



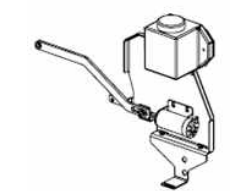
베일 챔버 잠금장치



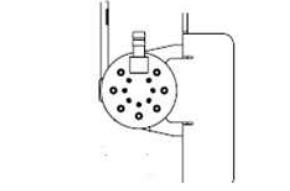
그리스 주입장치



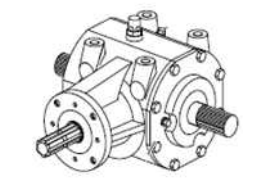
구동 체인 윤활장치



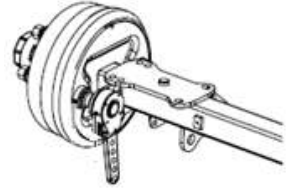
윤활튜브 조절장치



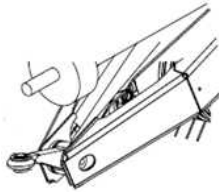
중앙 기어 박스



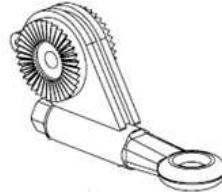
브레이크 레버



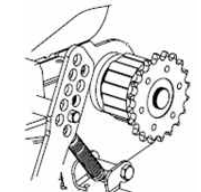
드로우바 히치링



견인고리



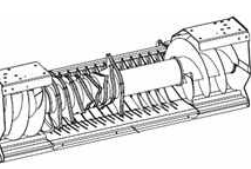
픽업자동슬립 클러치



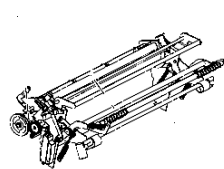
베일챔버 드라이브



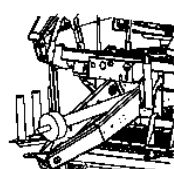
드롭 플로워장치



네트장치



드로우바장치



PTO 샤프트

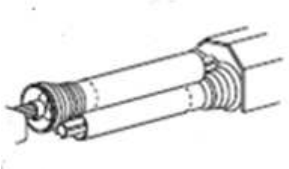


Figure 3. 주요 주변 구성요소 장치

22) 개발 제작된 요인시험장치의 성능평가 (연구기관 공동수행 -> CH. 28)

◇ 요인시험장치 성능평가는 주관기관 및 협동기관 공동수행 과업으로 Chapter 28에서 공통으로 작성되었는데 1차년 과업의 전체 수행 공정은 다음과 같음



◆ 성능평가에 적용된 요인시험장치는 다음과 같음

- (1) 베일커터 → CH. 28
- (2) 간편 탈부착장치 → CH. 28
- (3) 랩 회전제어부 → CH. 28
- (4) 베일 수직세움부 → CH. 28
- (5) 다중 랩 거치대 → CH. 28

23) 각 부의 통합 제어 시스템 개발

◇ 근접센서 감지와 Actuator의 구동을 위한 회로설계 및 Hardware Design과 센서입력 조건에 따른 Actuator 제어, Baler의 동작상태 제어, VT (Virtual Terminal) Interface를 위한 MCU Firmware를 탑재한 Control Board의 개발.

◇ Baler 동작상태 Monitoring, 운영조건 설정 및 Remote Control기능 수행을 위한 단말기 운영 Software 개발

◇ 개발사양

- 1) Baler Controller 개발사양
 - PVG32
 - PVG-AMP_CONNECTOR 자료
 - PVG 32 CONNECTION
 - PWM1400
 - EPFB-10
- 2) Virtual Terminal Baler Operating Software 개발사양
 - I-Bio Screens Software version V1.03
 - Service manual I-BIO 3.Electribucs
Version:02-2010 / ISO BIO: V 0.02
 - Screens I-BIO version 1.01

1. 각 회로의 부품은 Industrial 사양으로 개발 한다.
2. Virtual Terminal의 Hardware는 상용 7inch Touch Screen 방식 Controller 적용토
록 하며 Baler 운영 Software를 개발하는 방식으로 진행.

◇ 회로설계

1) Power Part (Figure 1)

Sensor 및 Actuator Driver에 필요한 전원은 Main 입력전원 (Battery DC 12V)를 이용하도록 하며, 각각의 회로구동에 필요한 System Power는 Main Input Power를 Regulation하여 얻도록 회로를 설계함.

① 전원입력 :

Maximum Input Voltage 20V

② System Power (Regulated Power) :

DC 5V 1.0A LDO

- Analog 회로 공급전원
- 3.3V Regulator 입력전원

DC 3.3V 1.0A LDO

- DC 5V로부터 생성
- MCU관련 회로의 전원 공급

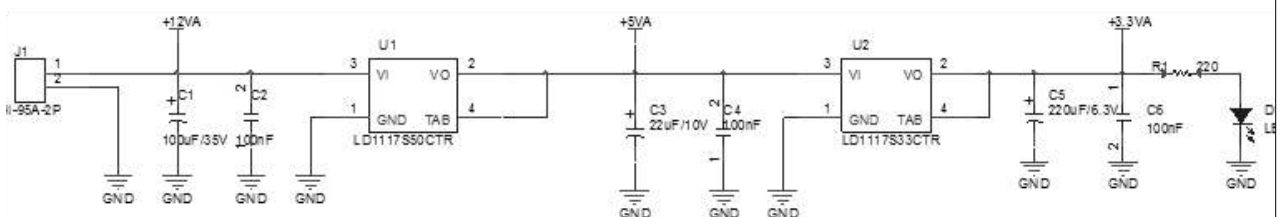


Figure 1. Power Part Schematic

2) MCU Part (Figure 2)

Baler에 장착 되는 Sensor의 동작상태를 감시하고 On/Off Actuator 구동을 위한 GPIO Port, Proportional Valve의 구동을 위한 PWM Generate, Serial Interface등의 기능 구현이 가능하고, 다중 Event 처리에 있어 지연이 생기지 않는 고속의 Task수행 처리속도가 가능한 MCU 적용.

- ① Sensor Input / Actuator On/Off Drive Output GPIO :
Input 15 Port / Output 14 Port
- ② Actuator Proportional Valve Drive PWM 출력 Port :
2Channel : 10Khz ~ 200Khz PWN Generator
- ③ Serial Interface Port :
USART 2 Ch :
- RS485 1Ch : Virtual Terminal 연결
- RS232 1Ch : Consol Port (Debug용)
USART 2 Ch :
- RS485 1Ch : Virtual Terminal 연결
- RS232 1Ch : Consol Port (Debug용)
- ④ 처리속도 : 40MIPS 이상 MCU적용

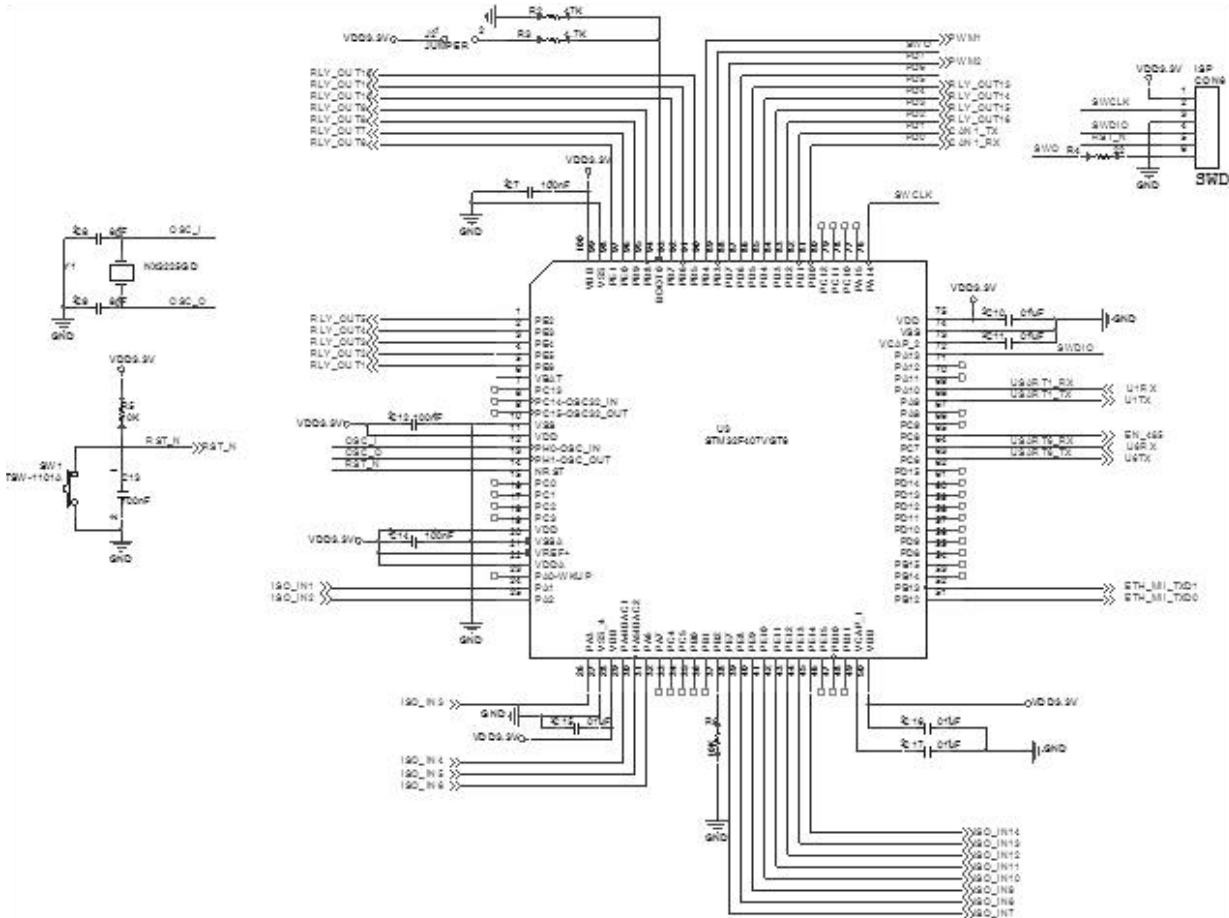


Figure 2. MCU Part Schematic

3) Sensor Input Part (Figure 3)

Sensor 출력신호와 MCU Input Port의 Signal Matching, Sensor Signal에 의한 MCU Port 보호 회로 설계.

① Signal Matching : (참조: [그림 1] 센서입력 절연)

- Sensor Output : DC12V 600mA(Max)
- MCU Port Input : 3V CMOS 20mA(Max)
- CMOS Logic Level Input

② 보호회로

- Opto-Coupler 회로소자 적용 Input/Output Isolation
- Isolation Voltage : 2500Vr.m.s
- High-Speed : $t_r = 3\mu s$.. $T_f = 5\mu s$ TYP.
- High collector to emitter voltage : $V_{ce} = 80V$

③ Input Signal Indicate

- LED Indicator Display

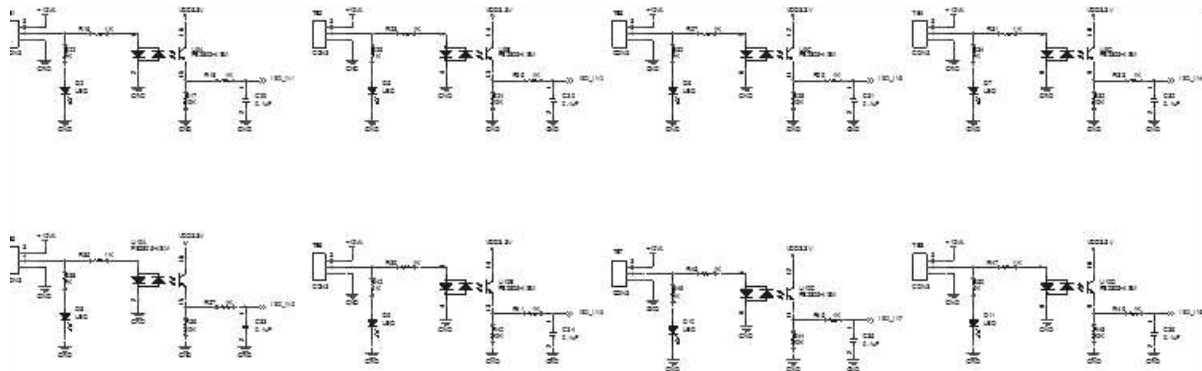


Figure 3. Sensor Input Part Schematic

4) Actuator On/Off Valve Drive Part (Figure 4)

On-Off Sol-Valve 구동을 위하여 SPST Relay 적용 12Vdc를 On-Off 할 수 있도록 회로 구성

- ① Relay : SPST 30V 5A급 이상
- ② Relay Drive : 500mA Rated Collector Current
- ③ Output Clamp Diode
- ④ Operate CMOS Logic

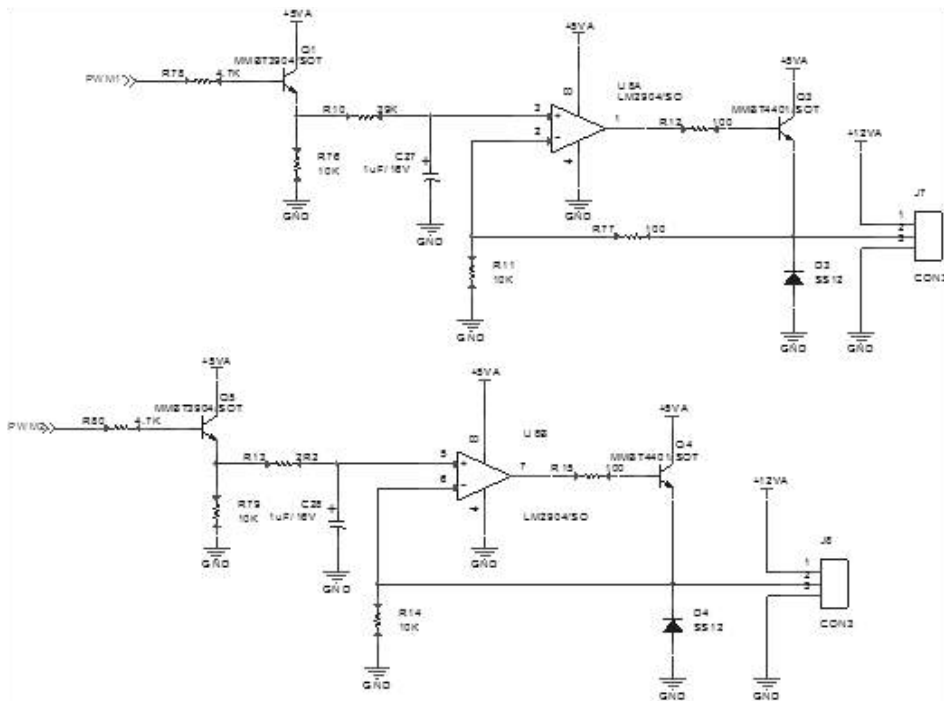


Figure 4. Actuator Proportional Valve Drive Schematic

5) Actuator Proportional Valve Drive Part (Figure 5)

MCU에서 발생시킨 PWM Pulse를 DC로 변환하여 Proportional Valve의 Solenoid에 인가하도록 함.

- ① 적용 Proportional Valve : FPFB-10
- ② Valve Driver : PWM1400 (참조: [그림4] PWM-1400)
- ③ PWM to DC Out : Control Signal = 0 ~ 5Vdc (PWM Duty 0 ~ 80 %)

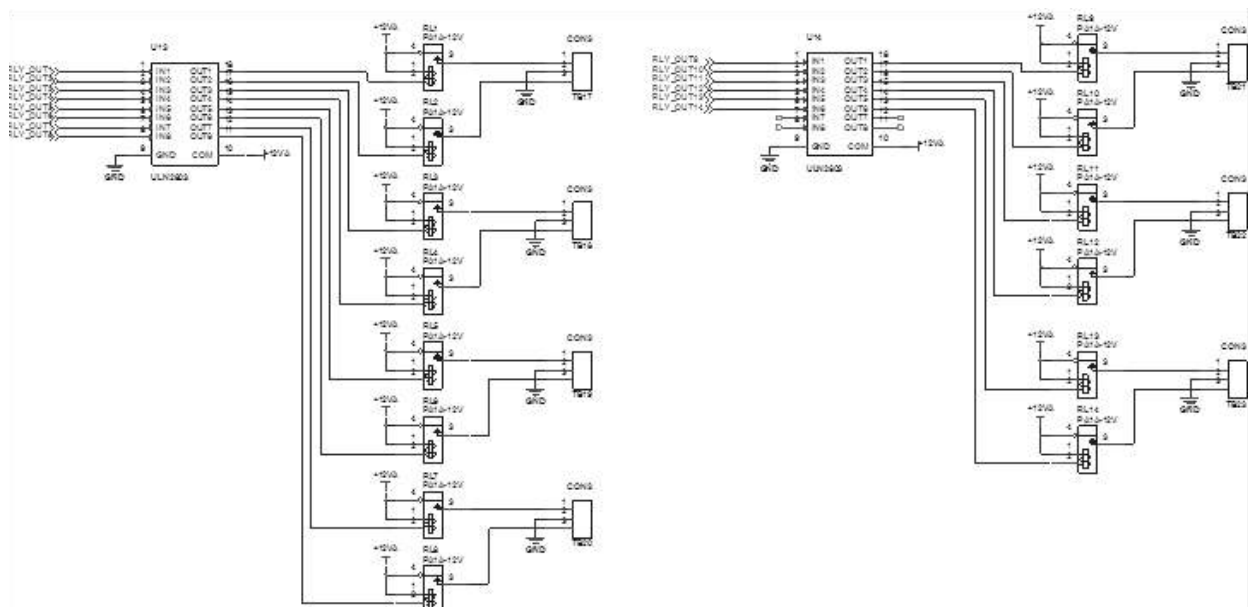


Figure 5. Actuator Proportional Valve Drive Schematic

6) Serial Interface Part (Figure 6)

1) RS485 1Port :

Virtual Terminal과의 Serial Interface Port
Half Duplex 방식
통신Port 보호회로 적용

2) RS232 1Port :

- ① Control Monitoring Port : Controller Board의 동작상태 Monitoring Port
- ② ESD Protection, ③ Data Rate : 1Mbps (Max)
- ④ Low Power, Drop-Out 출력방식 : NPN TR CMOS Logic 구동방식 설계

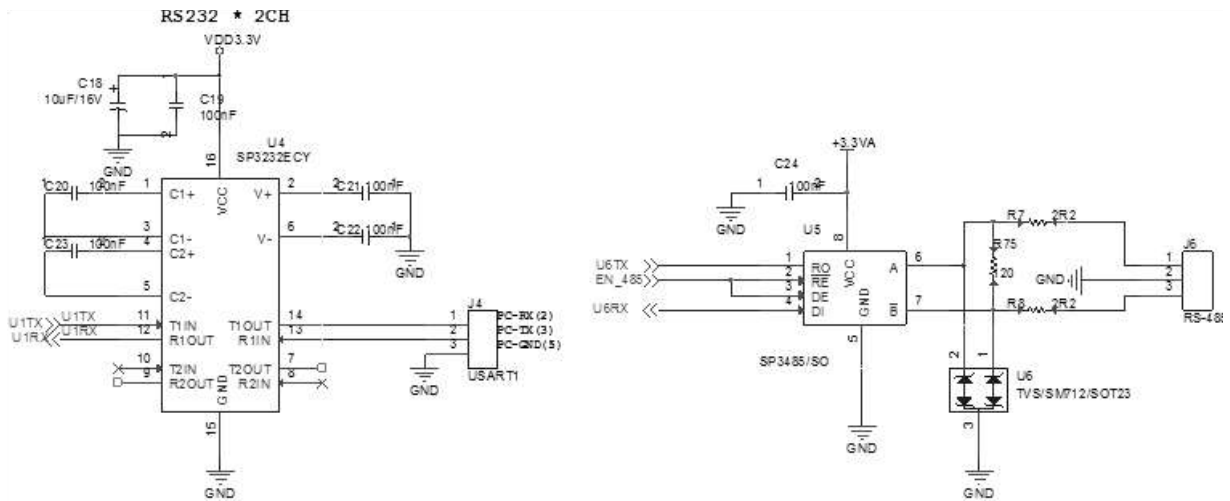


Figure 6. Serial Interface Part Schematic

7) Hardware Design

- Size 220 mm (L) x 180 mm (H) x 1.6 mm (t),
- 4-Layer

□ System Design (Figure 7)

- Sensor 입력 처리, - Actuator 구동 처리, - 상위 단말기 제어장치와의 통신
- Baler 운영, - Monitoring 기능

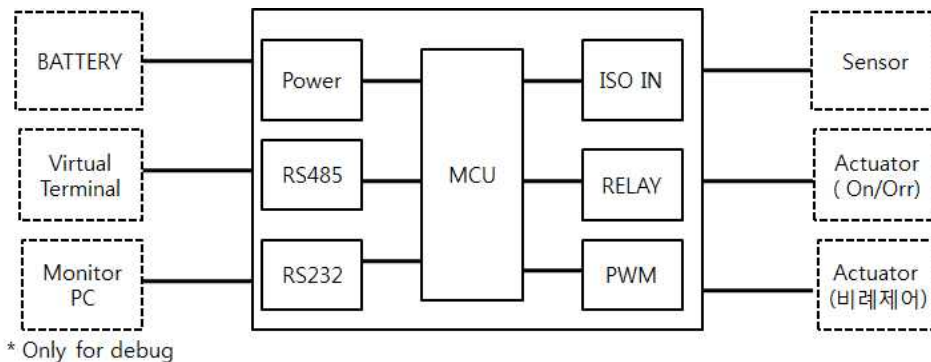
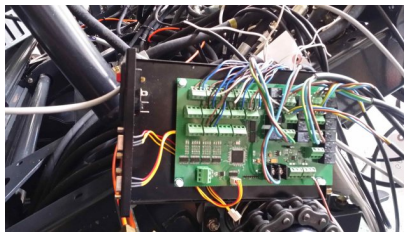


Figure 7. Baler System Schematic

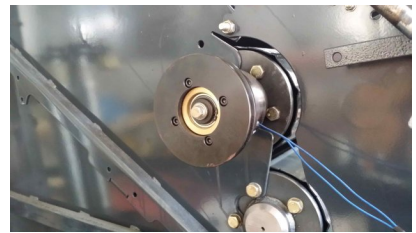
- ① Operating Order : Operator의 요구사항에 대한 정보로 Controller가 수행하여야 할 Event 명령 및 관련 Data임.
- ② Op-Protocol : Order를 주고받기 위한 규약으로 Order의 형태에 따라 가변 Packet 통신 방식에 의해 상호 정보전달 수행함.
- ③ D-Protocol : Monitoring 및 제어를 위한 프로토콜로 정해진 명령에 따라 제어 및 감시 Data의 정보 전달을 수행함.
- ④ Order Check : 규정된 Protocol에 따라 수행하여야 할 Order의 내용을 확인하고 Event 수행 Processor에 수행해야 할 Event에 대한 정보를 전달함.
- ⑤ Event 처리 : Baler의 Main Processor로 Order, SEN Input, DRV Output 및 Baler 운영에 각각의 Event 처리를 수행함.



메인 제어보드 장착상태



메인 제어보드 조작부



네트 전기 클러치 장치



랩퍼링 제어장치



하부롤러 제어장치

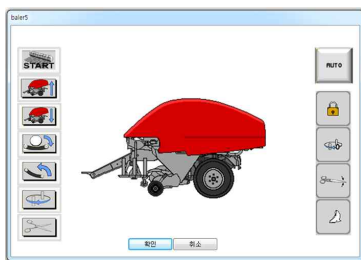


외부 커버 제어장치

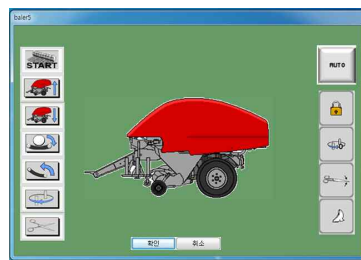
Figure 8. 다목적 베일러 시작기에 적용된 통합제어 시스템

8) Software Design

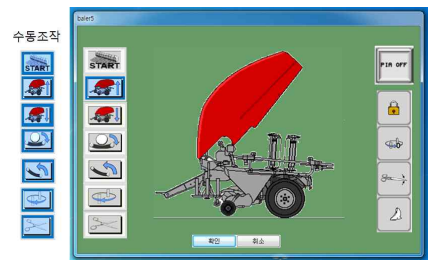
- PC용 버전 (Figure 9)



모니터 메인 디스플레이



자동운전 모드



수동운전모드

Figure 9. 소프트웨어 기본 운전모드 화면

※ PC용 버전은 2차년 통합시작기의 메인 콘트롤 패널 제작을 위해 1차년에 시험용으로 제작되었는데 자동모드와 수동모드를 설계 및 제작하여 파트별 작동상태 및 연동 작동상태를 점검하였고 전체적인 개발기간을 단축하기 위해 설계되었음.

24) 작물 물성 특성 분석

◇ 베일의 가장 큰 변수는 원료의 함수율이고 원료구성(잎, 줄기의 중량구성), 원료분포상태, 생육 상태, 집초여부, 절단크기 및 형상, 생산 베일의 형태 및 수확 중 가해지는 압력변화 및 시기, 저장방법, 장치운전습관, 재배 환경, 작업속도, 비닐 랩핑 여부 및 방법 등임.

◇ 국내에서 많이 사용하는 $.1 \times 0.1m, 0.000785m$ 베일은 벧짚 150~ 300 kg/bale, 옥수수 250~ 650으로 폭이 큰데 생물상태의 산물밀도를 구하는데 있어 Peleg (1983)는 다음의 식을 제시함.

$$\frac{1}{\rho_b} = \frac{1-w}{\rho_d} + \frac{M_w}{\rho_w}$$

where ρ_b : wet bulk density

ρ_d : dry bulk density

ρ_w : bulk density of water

M_w : wet basis moisture content

◇ Lam et al. (2007)은 건물상태의 산물밀도를 곡물별 매개변수를 이용하였는데,

$$\rho_d = ax^{-b}$$

where ρ_d : dry bulk density, x : nominal particle size (length, mm)

wheat straw parameter : a(142), b(-0.410) [Lam et al. (2007)]

switchgrass parameter : a(435), b(-1.540) [Lam et al. (2007)]

corn stover parameter : a(115), b(-0.186) [Shinners et al. (2004)]

◇ Shinners et al (2006)는 건조 베일 옥외실험 (스위치그라스_9~11개월)으로 원형베일 및 저장 중에 건물중량 (DM) 손실율은 비닐필름 랩핑 베일 3.4%, 넷트 랩핑 7.7%, 비닐 끈 결속 8.3%, 노끈 결속 14.9%로 보고하고 이용된 Fraser and Muir (1981)의 식은 다음과 같음.

$$dml_i = L_f W_i S_i$$

where dml_i : daily dry matter loss [kgf], L_f : multiplier representing dry matter losses for the storage configuration, W_i : mass of biomass (kgf), S_i : fraction of dry matter loss during time interval Δt

◇ Shahab Sohkansanj et al. (2006) 등은 저장중의 건물중량 인자(L_f)를 Portions of stalk is still standing 0.40, Loosely spread in the field 0.45, Biomass is in windrow 0.35, Twined bales scattered in the field 0.30, Net wrapped bales scattered in the field 0.25, Bales stacked uncovered 0.20, Bales in plastic tubes 0.15, Bales stacked covered (tarpred) 0.10로 보고함.

◇ 베일 중량을 결정하는 가장 큰 요인인 함수율의 변화를 살펴보면 옥수수 완숙 후 경과일자에

따른 곡물과 줄기의 함수율의 변화 (Prodesimo et al, 2004)는 줄기 함수율이 72%, 곡물 함수율이 40%에서 수확시점이 경과할수록 함수율이 감소, 80일 정도 경과 후에는 10% 정도에 도달하는 것을 알 수 있으며 함수율 변화는 다음의 식으로 정의함 (Figure 1).

$$C = 0.73(1 - 3.9451e^{-18.8397 C}), MC_g \geq 0.08, R^2 = 0.93$$

where MC_s : stalk moisture content, MC_g : grain kernel moisture content

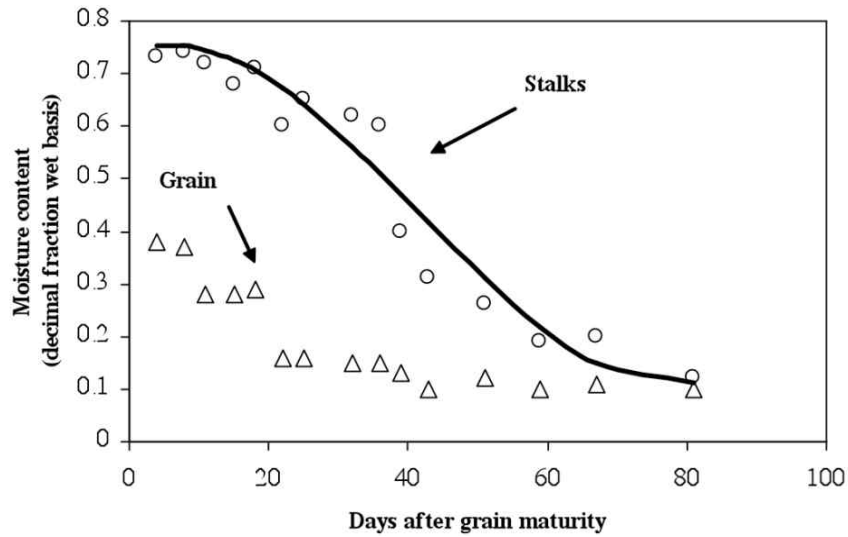


Figure 1. 완숙기 이후 곡립 및 줄기의 함수율 변화

- ◇ Igathinathane et al. (2006)은 수확전 현장에서 옥수수 낱알과 줄기의 함수율의 변화에 따른 비교에 대한 연구에서 수확시기 곡물 낱알의 함수율은 점진적으로 감소하는데 비해 줄기부는 초기에 느린 감소를 하다가 함수율 20% 내외에서 감소하는 것으로 보고함 (Figure 2, Table 1).

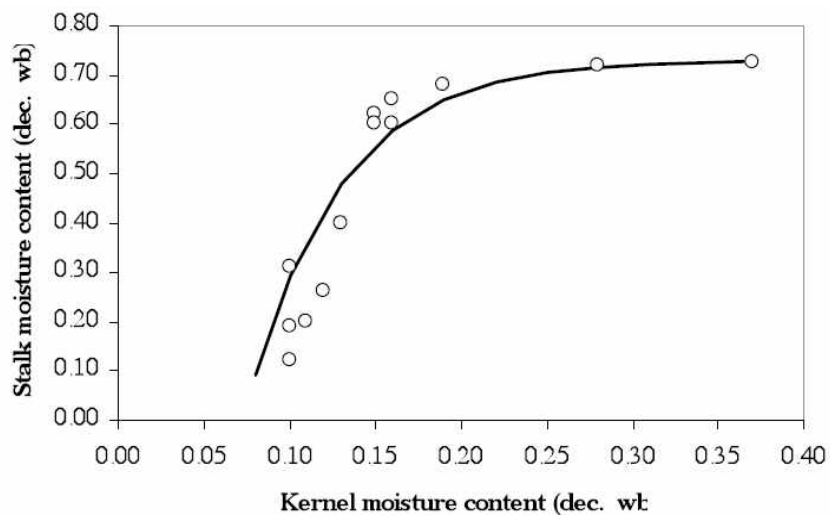


Figure 2. 수확기 옥수수 낱알과 줄기의 함수율 변화

- ◇ Shinnars et al. (2004)은 함수율별 산물밀도와 건물밀도를 다음과 같이 제시함.

Table 1. 원료조건의 함수율별 산물밀도 건물밀도

Product	Moisture % wet basis	Density	
		kg WM m ⁻³	kg DM m ⁻³
Whole sugar cane	65	200	70
Bundled whole cane	65	400	140
Billeted sugar cane	65	350	120
Shredded sugar cane	65	290	100
Billeted sorghum—300 mm TLC ^b	65	215	75
Chopped sorghum—60 mm TLC	65	310	110
Chopped sorghum—6 mm TLC	65	360	125
Shredded stacks of corn stover	24	60	45
Round baled corn stover	24	135	105
Square bales corn stover	24	190	145
Chopped corn stover	47	140	75
Bagged and chopped corn stover	47	290	155
High-moisture ear corn in field	32	625	425
Dry ear corn in crib	13	450	390
High-moisture shelled corn in field	28	640	460
Dry shelled corn	12	770	675
High-moisture cobs	47	220	115
Dry corn cobs	6	165	155
Ground corn cob	9	270	245

◇ Brown and Kalmbacher (1988)은 그라스류 사료품질을 5가지 종류의 품종과 성숙시기별로 분석하였는데 성숙기간이 지날수록 TDN 등 품질지표가 나빠져 적기수확의 중요성이 강조되었는데 다음과 같음 (Table 2).

Table 2. 그라스류 조사료의 성숙기 이후 품질 변화의 특성

Grass	TDN			Voluntary intake			Quality index		
	4	6	8	4	6	8	4	6	8
Bahia	56	55	54	2.3	1.7	1.2	1.2	1.1	0.9
Bermuda	57	52	44	2.3	2.2	1.8	1.3	1.1	0.8
Star	60	53	49	2.4	2.5	2.1	1.4	1.3	1.0
Digit	60	58	57	2.5	2.7	2.2	1.5	1.5	1.2
Limpo	63	63	56	2.5	2.3	2.2	1.5	1.4	1.2

◇ Shinnars and Albrecht (2007)은 강우상황에서 알파파 사료에 대해 메쉬망 네트 처리만 한 베일의 1겹, 2겹의 경우 2겹의 경우 강우량에 비례하여 높은 함수율 (10 cm 깊이에서 전기저항식으로 측정)을 유지하는데 다음 그림은 a)첫 수확한 베일, b)두번째 수확한 베일, c)첫 수확한 베일의 표면과 내부, d)두번째 수확한 베일의 표면과 내부의 함수율 차이를 보여주고 있는데 한 겹 네트 처리하는 것이 65% 손실을 감소시키는 것으로 보고함 (Figure 3).

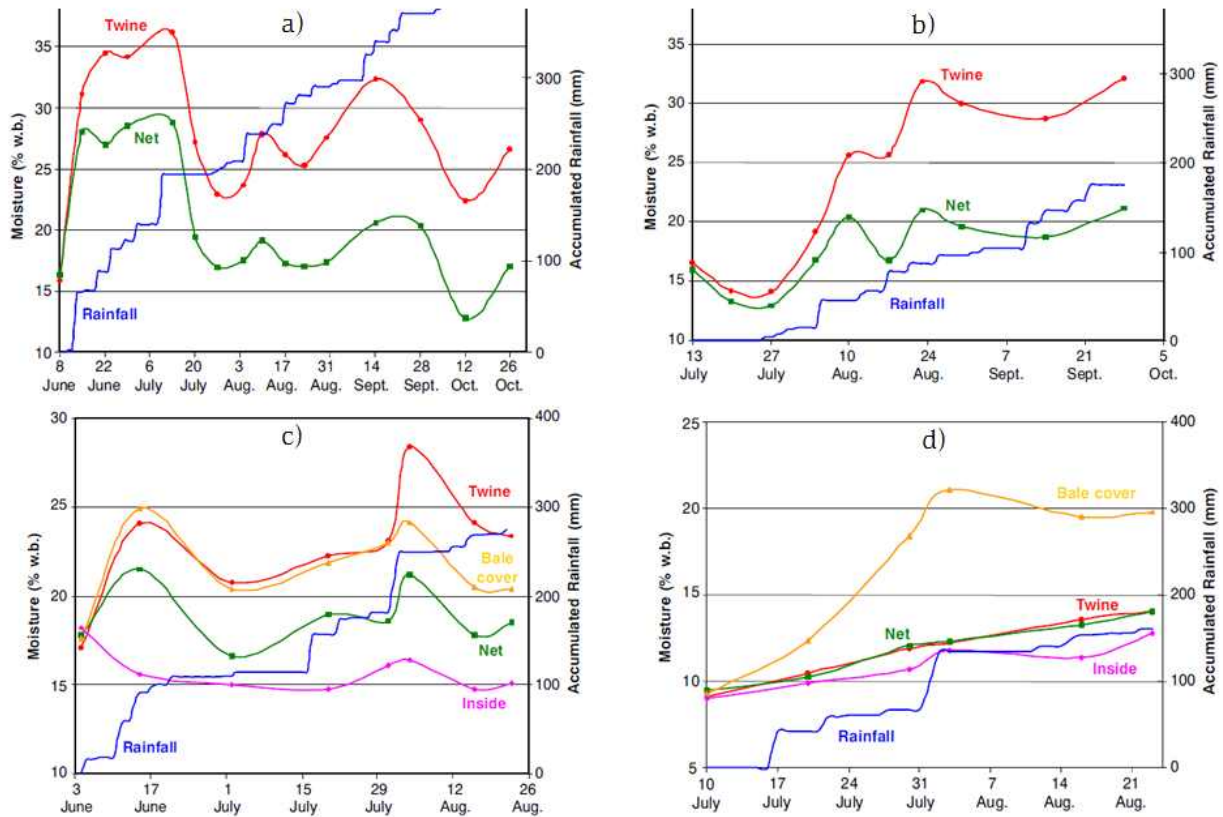


Figure 3. 네트 처리 베일의 강우조건에서 베일의 함수율 변화 특성

◇ Berthe et al. (1991)은 절단 후 시든 버뮤다그라스가 사료보존과 소 성장에 미치는 영향을 분석한 결과 시든 시간이 경과할수록 건물중량은 증가하고 베일 중량은 감소하며 저장손실은 감소하나 사료공급 손실은 증가하는 것으로 보고하고 있음 (Table 3).

Table 3. 버뮤다그라스 절단 후 시든 시간 경과에 따른 품질 변화 특성

Characteristic	Wilting time, hours			Hay
	None	1-2	2-4	
Forage dry matter, %	26.8	36.2	45.9	87.4
Wet bale weight, lb	1450	1425	1340	710
Dry bale weight, lb	390	515	620	620
Storage losses, %	12.5	11.5	8.8	3.0
Feeding losses, %	10.1	12.7	16.8	12.5
Dry matter intake, lb	8.58	9.55	10.20	9.82
Daily gain, lb	-0.15	0.02	0.26	0.28

◇ Johnson (2012)는 사각베일러 수확작업에서 작물물성에 따라 트랙터 소요동력에 영향을 주는 데 주행속도가 증가할수록 엔진 소요동력은 $= 2.5869x + 65.691$, $= 0.0849$ 의 관계로 증가함을 보고하고 있음 (Figure 4).

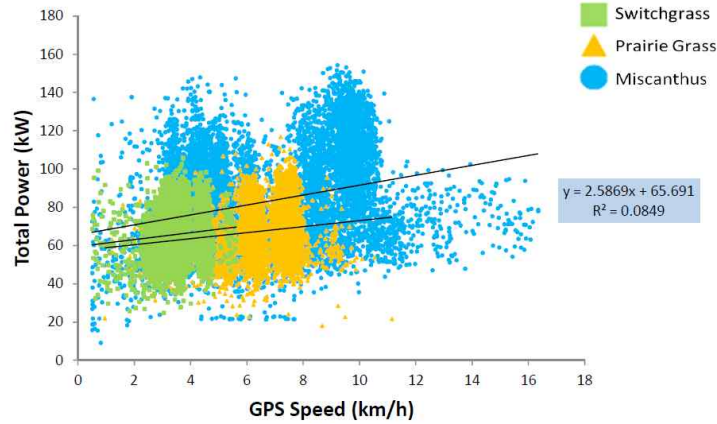


Figure 4. 수확작업시 주행속도에 따른 소요동력의 변화 특성

- ◇ Lechtenberg et al. (1979)은 그라스와 알파파 건초로 만들어진 베일의 경우 외기에 노출된 것이 노출되지 않은 것에 비해 소의 소화율이 낮고 (grass_42.5/58.8, legume 34.2/56.5) 산성 조섬유의 경우는 높은 (grass_49.4/44.4, legume_48.7/56.0) 것으로 보고하여 저장 중 작물물성의 변화로 인한 품질변화도 고려해야 됨을 제시함.
- ◇ 또한, Shinnars (2009)는 건초 베일이 시간 경과에 따라 지면에 접촉하고 있을 때와 팔레트에 적재된 상태의 변화를 연구하였는데 지면 접촉의 경우는 수분의 이동으로 수분분포의 변화가 심한 것으로 보고함 (Figure 5).
- ◇ 국내에서는 국가연구기관을 중심으로 사료작물의 수확시기별 물성분석을 통한 가치평가 위주의 분석을 수행하였는데 국내 조사료별 생육단계별 특징은 다음과 같음 (Table 4).

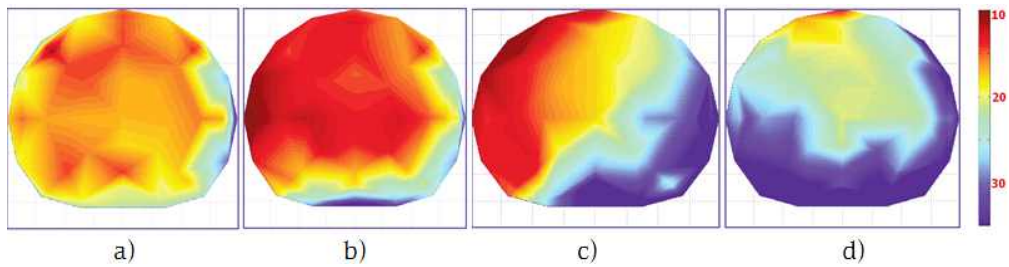


Figure 5. 베일의 팔레트 및 그라운드 적재의 수분변화 특성 (a) 5 months pallet, b) 5 months ground, c) 11 months pallet, d) 11months ground)

Table 4. 사료작물별 수분함량 및 수확적기

사료작물	수분함량(%) ¹⁾	수확적기 ¹⁾	베일링 수확적기 ¹⁾	수확적기 ²⁾
옥수수	60~70	황숙기		황숙기
수단, 수단그라스	70~75	출수기~개화기		출수기
호밀	67~72	개화기~유숙기	출수기~개화기	출수기
보리	67~70	황숙기	호숙기~황숙초기	호숙기
유채	80~84	개화기		
이탈리안 라이그라스	68~72	출수기~개화기	출수기~개화기	출수기

¹⁾ 국립축산과학원_1994, ²⁾ 국립축산과학원_2009

Table 5. 청보리의 생육 단계별 가소화건물 및 에너지 생산량 (축과원, 1993)

구 분	초장 40cm	지엽기	출수기	개화기	유숙기	황숙기	완숙기
가소화건물수량(kg/ha)	1,610	2,590	4,350	5,750	6,690	7,410	6,450
젖생산 에너지(MJ/kg)	5.23	5.18	5.03	5.03	5.16	5.32	5.24
에너지생산량(천MJ/ha)	12.29	20.41	35.41	48.54	56.14	63.31	56.49

Table 6. 이탈리아인 라이그라스 수확기별 건물수량, 가소화양분수량 및 사료가치 (축과원, 2002)

예취시기	건물수량		TDN 수량		사료가치			건물소화율 (%)
	kg/ha	지수 (%)	kg/ha	지수 (%)	ADF (%)	NDF (%)	TDN (%)	
수잉기	4,818	67	3,311	69	25.6	47.4	68.7	82.8
출수기	7,244	100	4,806	100	28.6	51.5	66.3	79.6
수전기	9,147	126	5,701	119	33.6	55.7	62.3	75.3
개화기	9,646	133	6,009	125	33.7	54.4	62.3	73.3

◇ 2차년 연구를 위해 실험 예정지에서 재배되고 있는 사료작물 (갈대_천안시/성환읍/양령 축산단지 인근, 수단그라스_청주시/상당구/축산단지 인근, 옥수수_청주시/상당구/축산단지 인근)를 채취하여 전문기관 (FACT)에 성분분석을 의뢰하였는데 조사료 생초원료에 대한분석결과는 다음과 같고 차년도 실험의 기초자료로 활용할 계획임

※ 2차년 현장실험 대상지의 대표적 조사료인 옥수수, 수단그라스, 갈대의 사료검정 증명서는 전문기관인 농업기술실용화재단 (FACT)에서 검정을 수행하였는데 NDF, ADF 등 일반적인 조사료 품질과 유사한 결과를 보여 대상지를 현장실험 예정지로 확정하는데 우리가 없는 것으로 판단되었음 (사료검정증명서 첨부함)

The figure shows three overlapping copies of '사료검정증명서' (Feed Analysis Certificate) from the National Agricultural Science and Technology Extension Center (FACT). The certificates are for three different feed crops: corn (옥수수), sorghum (수단그라스), and reed (갈대). Each certificate contains the following information:

- Header:** 사료검정증명서 (Feed Analysis Certificate)
- Sample Info:** 무원번호/주소 (441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 126(서문동 251)), 문서번호 (15-C-1763), 시 행 일 (2015.08.06), 수 신 (성균관대학교 산학협력단).
- Analysis Info:** 접수번호 (U-15-01570), 검정번호 (15-FEED-1-00579), 검정일자 (2015.07.31), 검정방법 (사료표준분석방법).
- Analyst Info:** 성 명 (성균관대학교 산학협력단), 주 소 (440-746 경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동) 생명공학부 생물환경연구소 (61153호)).
- Results:**
 - 수분: 88.56%
 - 조단백질: 1.56%
 - 조지방: 0.63%
 - NDF: 47.4%
 - ADF: 25.6%
 - TDN: 68.7%
- Footer:** 2015년 08월, 농업기술실용화재단 (FACT) 인장 및 직인.

Figure 6. 차년도 현장실험 대상지 3종 사료작물 FACT 사료검정증명서

25) 작업지의 지표 및 토양특성 분석 (RDA 흙토람 Database)

◇ 분석은 2차년 현장실험 대상지로 예정된 중부권역의 성환읍 축산단지 인근 동계작물 및 하계작물을 재배하고 있는 청주시 근교 축산농가 인근을 현장답사를 통해 선정하였음

- 분석대상지역 : 2차년도 현장실험 예정지역 (갈대, 수단그라스, 옥수수)

갈대, 벼짚
(천안시 성환읍 축산단지 인근)



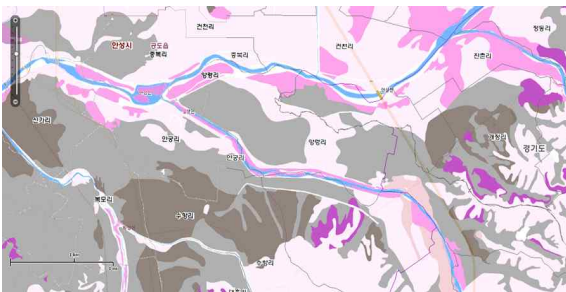
표토 토성지도 : 양질사토, 사양토, 양토



경사도 : 0~2%



심토 토성지도 : 식양질, 사질

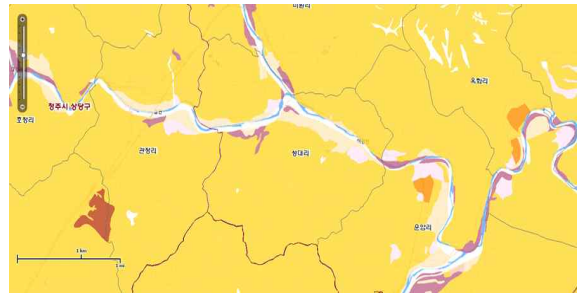


배수등급 : 매우양호, 양호

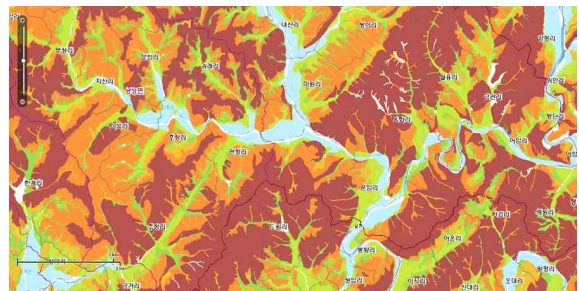
수단그라스, 옥수수
(청주시 상당구 미원면 재배지)



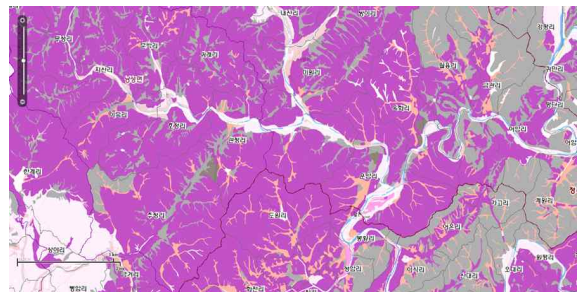
표토 토성지도 : 미사질양토, 양토, 사양토



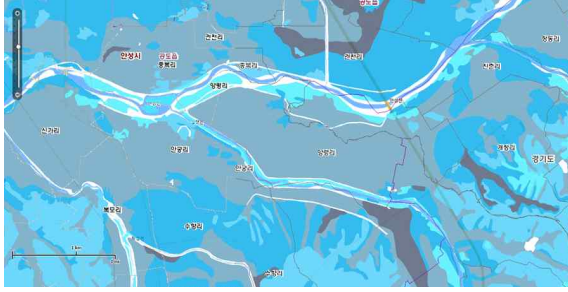
경사도 : 0~30%



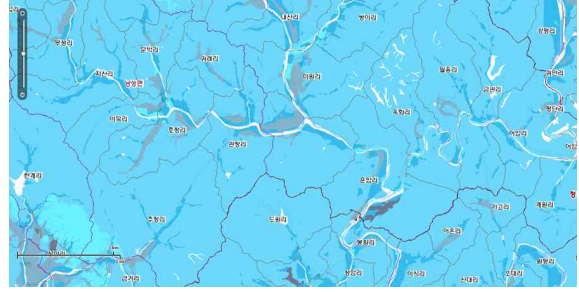
심토 토성지도 : 미사질양질, 사양질, 사질



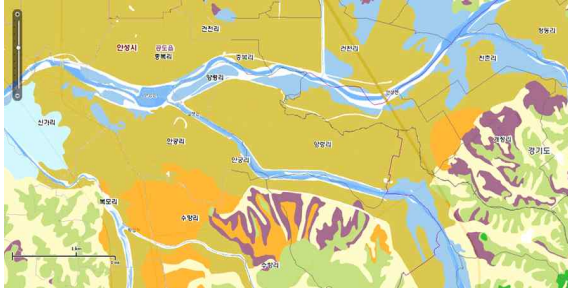
배수등급 : 매우양호, 약간양호



분포지형 : 내륙평탄



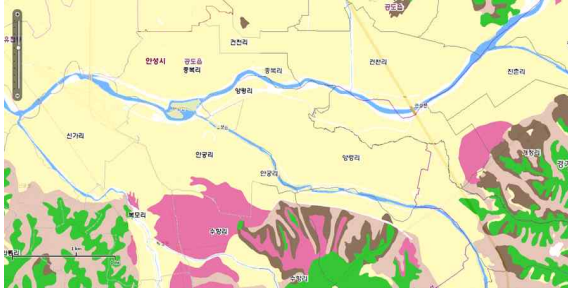
분포지형 : 내륙평탄, 기타, 산악지



퇴적양식 : 충적층



퇴적양식 : 잔적층



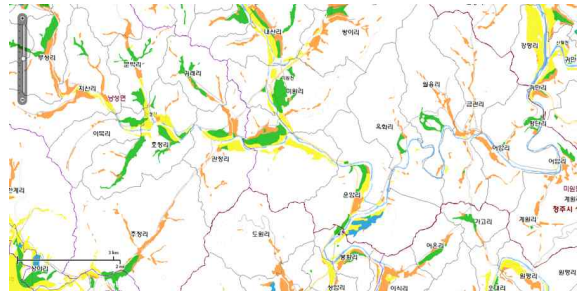
밭 유형 : 보통전, 사질전



밭 유형 : 기타, 사질전



주된 토지 이용 : 논83.2, 밭16.8



주된 토지 이용 : 논



주된 토지 이용 : 논83.2, 밭16.8



주된 토지 이용 : 논

◇ 실험 대상지로 선정된 지역은 옥수수 및 수단그라스의 일반적인 재배적지 기준에 부합(영농활용_조사료 랩핑을 위한 토양 및 기후 분류, 2013)하고 주변 축산단지가 있어 베일러 사용농가의 현장참관 등 실험과정에서 파급효과가 클 것으로 기대되어 선정되었음

Table 1. 사료용 옥수수의 토양요인 재배적지 기준표

배점 토양요인	불가(0)	불리(0.5)	가능(0.8)	적지(1)	가중치	합계
토성	-	미사질식토, 사질식토, 식토	미사질식양토, 양질사토, 미사토, 사토	식양토, 사질식양토, 사양토, 양토, 미사질양토	20	20 ¹⁾
배수등급	매우불량	불량	약간불량, 매우양호	양호, 약간양호	20	20 ¹⁾
경사(%)	60이상	30이상	15 ~ 30	15이하	10	10 ¹⁾
유효토심(cm)		20이하	20 ~ 50	50이상	10	10 ¹⁾
표토암반노출	많음	있음	없음	없음	5	5 ¹⁾
산도(pH)		7.5이상, 4.5이하	4.5 ~ 6	6 ~ 7.5	10	8 ²⁾
염류도(EC)	8이상	4 ~ 8	2 ~ 4	2이하	5	5 ²⁾
O.M.		0.5이하	0.5 ~ 1.5	1.5이상	20	20 ¹⁾
판정점수(토양)*	91 이상 : 적지, 71~90 : 가능지, 51~70 : 불리지, 50 이하 : 부적지					

Table 2. 수수, 수단그라스의 토양요인 재배적지 기준표

배점 토양요인	불가(0)	불리(0.5)	가능(0.8)	적지(1)	가중치	합계
토성		미사질식토, 사질식토, 식토	미사질식양토, 양질사토, 미사토, 사토	식양토, 사질식양토, 사양토, 양토, 미사질양토	20	20 ¹⁾
배수등급	매우불량	불량	약간불량, 매우양호	양호, 약간양호	20	20 ¹⁾
경사(%)	60이상	30이상	15 ~ 30	15이하	10	10 ¹⁾
유효토심(cm)		20이하	20 ~ 50	50이상	15	10 ¹⁾
표토암반노출	많음	있음	없음	없음	5	5 ¹⁾
산도(pH)		7.5이상, 4.5이하	4.5 ~ 6	6 ~ 7.5	10	8 ²⁾
염류도(EC)	8이상	4 ~ 8	2 ~ 4	2이하	5	5 ²⁾
O.M.		0.5이하	0.5 ~ 1.5	1.5이상	15	20 ¹⁾
판정점수(토양)*	91 이상 : 적지, 71~90 : 가능지, 51~70 : 불리지, 50 이하 : 부적지					

* 판정점수(토양) : 토양요인 판정점수는 토양요인에만 해당됨, 기후요인에 따라 달라짐.

1) 흙토람 토양환경정도,

2) 흙토람 토양검정정보

경 작 지	
-------	--

토양의 일반적 성질

토양용명	신중			토양부호	Sh	
표토의 특성	양토 0-2%			경작지 구분	밭	
배수등급	유효토심		심토의 주토색		심토의 토성	
약간 불량	깊음		회갈색계		식양질	
토지이용추천	적성등급					토양유형
	밭	밭	과수 및 산성	초지	일지	
밭	1	3	4	3	4	보통답
토양의 속성			형태적 분류			
모재	지형	퇴적양식	목	아목		
제4기층	내력병탄	층적층	Inceptisols	Aquepts		

토양의 화학적 성질

구분	pH (1:5)	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성 양이온(cmol+ /kg)			전기전도도 (dS/m)	유효규산 (mg/kg)
				칼륨	칼슘	마그네슘		
토양분석결과	5.8	21	241	1.18	4.6	1.5	0.2	0
적성범위(논)	5.5-6.5	20-30	80-120	0.20-0.30	5.0-6.0	1.5-2.0	2이하	157이상
적성범위(밭)	6.0-7.0	20-30	300-550	0.50-0.80	5.0-6.0	1.5-2.0	2이하	-
적성범위(과수)	6.0-7.0	20-30	300-550	0.50-0.80	5.0-6.0	1.5-2.0	2이하	-
적성범위(시설)	6.0-7.0	25-35	300-550	0.50-0.80	5.0-6.0	1.5-2.5	2이하	-

경 작 지	
-------	--

토양의 일반적 성질

토양용명	미척			토양부호	Mw	
표토의 특성	미사질 양토 0-2%			경작지 구분	논	
배수등급	유효토심		심토의 주토색		심토의 토성	
약간 불량	깊음		회갈색계		미사 식양질	
토지이용추천	적성등급					토양유형
	밭	밭	과수 및 산성	초지	일지	
논	1	3	4	3	4	보통답
토양의 속성			형태적 분류			
모재	지형	퇴적양식	목	아목		
제4기층	내력병탄	층적층	Inceptisols	Aquepts		

토양의 화학적 성질

구분	pH (1:5)	유기물 (g/kg)	유효인산 (mg/kg)	치환성 양이온(cmol+ /kg)			전기전도도 (dS/m)	유효규산 (mg/kg)
				칼륨	칼슘	마그네슘		
토양분석결과	5.9	33	164	0.22	1.6	1.0	0.0	116
적성범위(논)	5.5-6.5	20-30	80-120	0.20-0.30	5.0-6.0	1.5-2.0	2이하	157이상
적성범위(밭)	6.0-7.0	20-30	300-550	0.50-0.80	5.0-6.0	1.5-2.0	2이하	-
적성범위(과수)	6.0-7.0	20-30	300-550	0.50-0.80	5.0-6.0	1.5-2.0	2이하	-
적성범위(시설)	6.0-7.0	25-35	300-550	0.50-0.80	5.0-6.0	1.5-2.5	2이하	-

◇ 정책당국에서는 토지등급에 따른 초지조성방법의 분류에서 다음과 같이 토지등급별 판정기준을 설정하여 지원하고 있는데 내용은 다음과 같음 (Table 3).

- 경운초지 : 토지등급이 1-2급 지로서 경운방법에 의한 초지조성이 가능한 지역
- 불경운초지 : 토지등급이 2-3급 지로서 경운에 의하지 아니하고 장애물 제거, 지표처리 등에 의한 초지조성이 가능한 지역
- 임간초지 : 산림을 보존하면서 지표처리에 의한 초지조성이 가능한 지역의 초지조성

Table 3. 토지등급별 판정기준 (농림축산식품부_조사료 생산기반 확충사업)

등 급	경사도	유효토심	자갈함량	토성
1급지	20°이하	100cm	5%이하	사양토, 양토
2급지	21 - 30	99 - 50	6 - 20	식양토, 식토
3급지	31 - 35	49 - 30	21 - 30	사토, 중점토
4급지	36 이상	29 이하	31 이상	입사질토

◇ 2차년 실험 예상지의 양토 및 미사질 양토에 대한 분석을 정책당국의 초지토지등급에 적용하면 모두 1급지로 분류되어 안정적인 토지환경으로 분석되었음

26) 견인력 및 소요동력의 이론적 분석

◇ 개발되는 다목적 베일러는 트랙터 견인형식의 수확기로 동력을 트랙터로부터 공급받는 작업기로 개발되는데 국내 4대 메이커와 국외 4개사의 90~100마력대의 주요 상용기종(파생모델 제외)을 분석하였음 (Table 1).

◇ 현재 국내에 등록된 트랙터는 600 기종으로 형식검사 174 기종 (29%), 파생모델 426 기종 (71%)이며 이 중에서 90~100마력대의 상용트랙터 및 국외 주요 4개사 (Deere, New Holland, Ferrari, Kubota)의 모델은 다음과 같음.

◇ 개발품의 적용 예정인 트랙터 중에서 국내 시판 중인 제품은 평균 97마력 (72 kW)의 동력에 3,501 kg의 평균 차중과 2,211 mm의 축간거리를 갖는 것으로 조사됨.

◇ 다음으로 개발예정인 다목적 베일러의 주요경쟁으로 전세계 베일러 42개 제작사의 291 모델 중에서 분석 가능한 226 모델을 선정하고 이 중에서 경합이 예상되는 통합형 (일체형 포함) 11개사의 30개 모델 (Deere 2, Kuhn 4, Vicon 6, Mchale 3, Mascar 1, Welge Rlely 2, Krone 5, Class 2, Case Ih 2, Takakita 2)을 가상적인 경쟁기종으로 예상하여 분석하였는데 내용은 다음과 같음 (Table 2).

Table 1. 90~100 마력 국내외 주요 트랙터 사양

	엔진출력 [PS/kW]		본체차중 ⁹⁾ [kg]	타이어 [inch]		축간거리 [mm]	PTO정격 [RPM]	주행 속도
				전륜	후륜			
T5050 ¹⁾	95	71	4,124	13.6-24	16.9-34	-	540	1.9~38
T5060 ¹⁾	105	78	4,126	13.6-24	16.9-34	-	540	1.9~38
PS100-N ¹⁾	95	70	3,340	12.4-24	16.9-34	-	540	0.2~39
P7197 ¹⁾	97	71	3,402	12.4-24	16.9-34	2,290	540	0.2~38
P7195 ¹⁾	97	71	3,402	12.4-24	16.9-34	2,290	540	0.2~38
TX903 ²⁾	92	68	3,705	13.6-24	16.9-34	2,300	540	(*)~37
TX1003 ²⁾	102	75	3,770	13.6-24	18.4-34	2,300	540	(*)~37
PX900C ³⁾	92	68	3,615	12.4-24	16.9-34	2,305	572	-
PX1000C ³⁾	100	74	3,670	13.6-24	18.4-34	2,305	572	-
LUXEN100 ⁴⁾	100	74	3,954	13.6-24	16.9-34	-	520	0.3~29
TD95DPlus ⁵⁾	98	72	3,770	-	-	2,332	540	0.3~30
T4050Deluxe ⁵⁾	97	71	3,200	-	-	2,185	540	0.2~40
5100MH ⁶⁾	100	75	3,810	-	-	2,301	540	-
5093EN ⁶⁾	93	69	2,624	-	-	2,177	540	-
VEGA95DS ⁷⁾	91	67	2,410	340/65-R20		1,495	540	0.8~40
MZ953 ⁸⁾	95	70	3,090	11.2-24	16.9-34	2,250	590	-
평균	97	72	3,501	-	-	2,211	546	-

1) LSMtron, 2) 동양물산기업, 3) 대동공업, 4) 국제종합기계, 5) New Holland, 6) Deere, 7) Ferrari, 8) Kubota, 9) 부가하중 미부착

Table 2. 통합형 국외 주요 경쟁기종 사양

manufacturer			베일러		베일			최대소요동력		
company	model	model	차중 kg	픽업폭 cm	직경		길이 cm	베일러		트랙터 ^a hp
					최소 cm	최대 cm		hp	kW	
DEERE	2	960 Goweil G5040	N/A	220	80	160	121	130	95	195
		990 Goweil G5040	N/A	220	80	160	121	130	95	195
KUHNN	4	VBP 2160 BalePack14	4,980	231	80	160	119	130	97	195
		VBP 2160 BalePack23	5,325	231	80	160	119	145	109	218
		I-bio Opticut 14	3,495	230	N/A	125	122	110	80	165
		I-bio Opticut 23	3,600	230	N/A	125	122	110	80	165
VICON	6	RF 3325 SC14FlexiWrap	5,840	220	N/A	125	120	110	82	165
		RF 3325 SC25FlexiWrap	5,840	220	N/A	125	120	130	96	195
		RV 5216 SC14FlexiWrap	6,050	220	60	165	120	75	55	113
		RV 5216 SC25FlexiWrap	6,320	220	60	165	120	95	69	143
		RV 5220 SC14FlexiWrap	6,400	220	60	200	120	80	60	120
		RV 5220 SC25FlexiWrap	6,720	220	60	200	120	100	74	150
STAR	1	TBW2210WN	2,800	170	N/A	100	100	101	74	101
McHale	3	Fusion 3	5,500	210	N/A	125	123	107	80	161
		Fusion 3 PLUS	5,650	210	N/A	125	123	107	80	161
		Fusion VARIO	6,500	210	60	168	123	114	85	171
MASCAR	1	TUAREG COMBI	5,800	225	N/A	120	125	100	74	150
LELY	2	RPC 445 Tornado	6,100	225	90	160	123	130	97	195
		RPC 245 Tornado	5,950	225	N/A	125	123	130	97	195
KRONE	5	Comprima CF 155 XC	N/A	215	125	150	120	100	74	150
		Comprima CV 150 XC	N/A	215	100	150	120	100	74	150
		Comprima CV 210 XC	N.A	215	100	205	120	110	81	165
		Comprima CF 155 XC	N/A	215	125	150	120	100	74	150
		Comprima CF 150 XC	N/A	215	100	150	120	100	74	150
CLASS	2	455 RC UNIWRAP	N/A	210	N/A	125	120	N/A	N/A	0
		375 RC UNIWRAP	N/A	210	N/A	125	120	N/A	N/A	0
CASE	2	RB 544 SILAGE PACK	N/A	210	N/A	125	122	109	80	164
		RB 544 SILAGE PACK HD	N/A	220	N/A	135	122	136	100	204
Takakita	2	CW1081N	2,500	170	N/A	100	100	101	74	101
		VCW1600 (T)	5,650	180	155	160	118	152	110	228
Average			5,051	214	88	146	120	112	83	154

※ 모든 자료는 각 제작사의 공개기술자료에 근거하며 ^a 베일러 소요동력*1.5로 산정함

- ◇ 분석된 경쟁기종은 유럽 및 북미 제작사들로 차중 평균이 5,051 kg에 이르고 베일러 가동에 필요한 트랙터의 동력이 154 hp의 대용량인데 건조 위주로 개발된 제품으로 옥수수, 벧짚, 풀사료 등 다중 사료작물을 재배하는 아시아권 조사료 및 소규모 축산환경에 맞지 않는 것으로 분석되었음.
- ◇ 새로 개발되는 다목적 baler는 차체중량 2,945 kg, 픽업폭 180 cm, 최소소요동력 70 hp급을 기본사양으로 아시아권 75~200 두의 소 사육농가의 조사료 급여량에 맞춰 bale 직경 100 cm, bale 길이 100 cm 규격의 베일이 생산되도록 하였는데 산출근거 및 분석내용은 다음과 같음.
- ◇ 베일러 규격은 기본적으로 설계에 적용된 베일 0.785 m³의 체적에 규정되는데 국내에서 많이 재배되는 주요 사료작물에 대한 적용 체적에 대한 베일 중량은 다음과 같은데 음 NIAS (1994)는 작물별 수확적기의 수분함량을 옥수수 68~70%, 수수, 수단그라스 70~75%, 호밀 67~72%, 보리 67~70%, 유채 80~84%, 이탈리아라이그라스 68~72%로 제시하였는데 정확한 베일의 산물밀도 등의 기준은 없는 상태임.
- ※ 건조의 사료품질기준은 녹색도 (카로틴 및 단백질 함량), 잎의 구성비율 (줄기보다 많은 영양분 포함), 이물질 혼입정도 (가축 기호도), 수분함량, 곰팡이, 향기, 촉감 등으로 다양하나 정량화하기 어려운 부분으로 주로 건물손실률 과 외관평점, TDN, RFV로 평가하고 있음.
- ◇ 원형 베일러로 생산되는 베일의 특성에 대한 선행연구자 (Shinners_2007)의 질량유량 및 산물밀도, 수확능률은 재배 및 주변 환경의 차이로 특정하기 어려우나 다음과 같음 (Table 3).

Table 3. Corn Stoves 베일의 물리적 특성

	Moisture	Baler mass flow		Bale density		Harvested yield ^a	
		Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry
	(%, w.b.)	(Mg/hr)	(Mg/hr)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(Mg/ha)	(Mg/ha)
2002_Corn Stoves							
LRB ^b -Twine	23.0	6.8 ^a	5.2 ^a	123 ^a	94 ^a	4.7 ^b	3.6 ^b
LRB ^b -Net	23.5	7.3 ^a	5.5 ^a	138 ^b	106 ^b	2.9 ^a	2.2 ^a
LSB ^b	24.0	17.2 ^b	13.1 ^b	178 ^c	134 ^c	4.3 ^b	3.1 ^b
LSD ^c (P=0.05)	3.5	2.4	1.8	8	6	0.7	0.5
2003_Corn Stoves							
LRB ^b -Twine	15.7 ^{ab}	11.2 ^a	9.5 ^a	139 ^a	118 ^a	5.4	4.7
LRB ^b -Net	17.0 ^b	16.5 ^b	13.7 ^b	138 ^a	114 ^a	5.6	4.7
LSB ^b	14.6 ^a	16.3 ^b	14.0 ^b	150 ^b	128 ^c	5.4	4.7
LSD ^c (P=0.05)	1.3	0.9	0.8	8	6	0.4	0.4

^a In 2002, stover was harvested about 1 month after grain harvest and stover yield was 8.9Mg DMha⁻¹ just preceding grain harvest. In 2003, stover was harvested within 1 week of grain harvest and stover yield was 11.6Mg DMha⁻¹ just preceding grain harvest.

^b LRB: large round bales; LSB: large square bales.

^c Averages with different subscripts in the same column are significantly different at 95% confidence.

◇ 선행연구자 (Han_2005)는 Grass (Pearl Millet)의 경우 650 kg 원형 베일 실험에서 100 cm (42.1kPa 압력으로 조제, 함수율 77.1%)와 15 cm (84.2kPa 압력으로 조제, 함수율 58.3%)의 원료길이별 실험에서 베일의 밀도나 무게는 절단길이와 상관관계가 없음을 보고하고 있으며 N DF에 영향을 주지 않았음을 보고함.

◇ 일반적인 적재공간에 대한 바이오매스의 산물밀도 측정방법은 다음의 선행연구자 (Kaminski_1989)는 생초 Corn Stalk의 경우 함수율 33.2%에서 k(48.9), n(0.24) 상수값을, 건조 Corn Stalk의 경우 함수율 18.1%에서 k (24.7), n (0.29) 상수값을, 알파파 건조는 함수율 14.3%에서 k (55.7), n (0.23) 상수값을 제시하였는데 다음의 수식을 제안함.

$$= k(p)$$

where, γ : bulk density [kg/m³], k : constant(30), p : pressure [k a],
n : exponential constant (0.28)

◇ 또한, 선행연구자 (Thoreson_2014)는 브리켓 제작에 있어 함수율이 산물밀도에 밀접한 영향이 있음을 산물상태와 입자상태로 분류하여 제시하였는데 예러는 평균치에서 95%의 나타냈는데 연구결과는 Corn Stove의 경우로 입자상태 전환에 따라 함수율이 60% (70%→8.3%) 감소하고 산물밀도 (dry basis)는 316% (64→190kg/m³) 변화하는 것으로 다음 그림과 같음 (Figure 1).

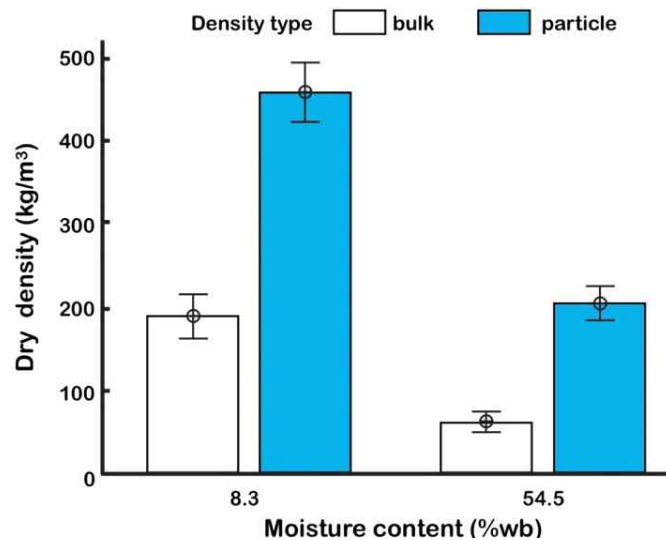


Figure 1. 콘 스토버의 함수율과 산물밀도의 상관관계

◇ 선행연구자 (Wolfgang Büscher_2009)는 생산된 원형 베일의 산물밀도를 「Penetrometer」로 측정하였는데 평균 관입저항 721 N에서 최대 965 N을 보였고 산물밀도 491 kg/m³로 측정되었는데 관입저항에 기초한 밀도분포는 다음과 같은데 깊이에 따른 단면 압력분포와 2차원적인 분포는 다음과 같음 (Figure 2).

◇ 현재까지 국내에서 사료작물에 대한 곤포 사일리지 조제에 대한 많은 연구가 있었으나 모두 사료가치에 관한 연구로 적기수확 및 급여야 따른 효과분석이 주안점이었으나 시료 채취부위에 따라 물리화학적 특성 및 급여효과에 대한 명확한 기준은 없는 상태임.

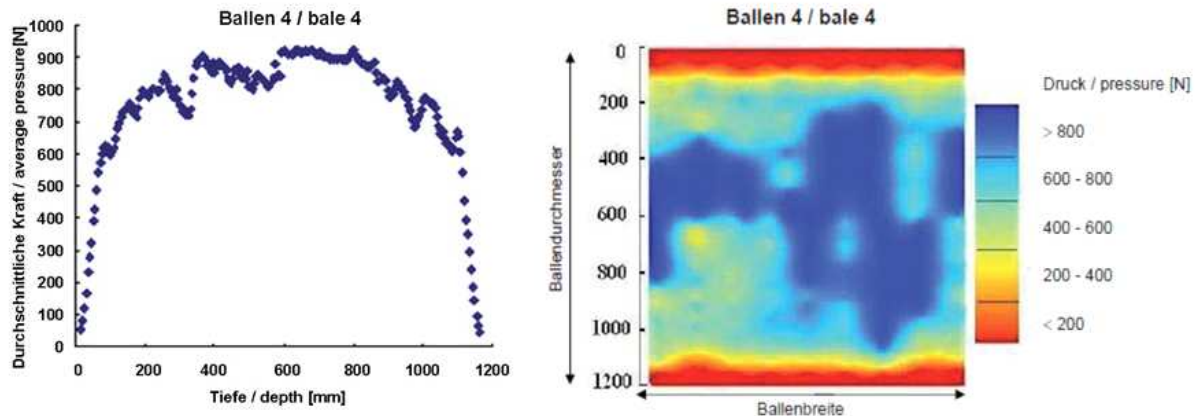


Figure 2. 관입저항과 산물밀도에 따른 압력분포

◇ 베일러의 면적 당 작업효율은 사료작물의 수량성 (kg/ha)에 기초하는데 작부체계 및 수확시기, 작황상태 등 다양한 변수에 따라 차이가 나는데 다음은 생초 및 건물수량성이 모두 표기된 국가기관의 자료이며 자료는 작성자의 기준에 따른 결과로 다음과 같음 (Table 4).

Table 4. 주요 사료작물의 수량성 (kg/ha)

	생초	건물	비고
옥수수 ⁵⁾	72,100	20,200	맥류-옥수수-귀리 3모작
옥수수 ⁶⁾	60,420	21,170	청보리-옥수수 작부체계
²⁾	71,790	17,103	논벼 대체 사료작물
호밀 ³⁾	40,600	12,800	답리작 곤포 사일리지
총채보리 ³⁾	34,500	12,060	답리작 곤포 사일리지
귀리 ⁵⁾	44,900	8,500	맥류-옥수수-귀리 3모작
보리 ¹⁾	33,559	11,285	10개의 우량품종의 평균치 적용
보리 ⁴⁾	22,040	8,477	보리 단파
청보리 ⁶⁾	34,760	11,710	청보리-옥수수 작부체계
이탈리안그라스 ³⁾	40,300	8,260	답리작 곤포 사일리지
갈대 ⁷⁾	-	9,595	부존자원
벼짚 ⁸⁾	-	6,680	부존자원

※ ¹⁾ 국립식량과학원_2008, ²⁾ 국립축산과학원_2004, ³⁾ 국립축산과학원_1994, ⁴⁾ 국립축산과학원_2003, ⁵⁾ 송태환_2014, ⁶⁾ 주정일_2012, ⁷⁾ 서성_2012, ⁸⁾ 통계청_2014

◇ 트랙터는 베일러의 차중인 2945 kg과 최대 베일 무게로 설정된 800 kg의 운동저항을 극복할 수 있는 순견인력은 다음 식으로 트랙터 및 베일의 무게를 고려하여 계산함.

$$T = GT - MR$$

where, NT : Drawbar pull (kN), GT : gross traction (kN),
 MR : motion resistance (kN)

- ◇ 트랙터의 순견인력식은 베일 적재상태에서의 베일러의 운동저항과 같고, 이 때 운동저항은 베일러의 무게가 증가할수록 커지며 피구동륜으로 슬립이 없는 상태로 가정함.

$$T = MR$$

where, MR_B : Motion resistance of Baler (kN)

- ◇ 운동저항은 Wismer & Luth (1972)의 운동저항식을 이용하여 차륜지수 (C_B)를 운동저항 (MR_B)에 대입하여 베일러의 소요 견인력을 계산함.

$$MR_B = (PL_T + W_T) \left(\frac{1.2}{C_{nB}} + 0.04 \right), C_{nB} = \frac{CI b_B d_B}{(PL_T + W_T)/2}$$

where, PL_T : Weight of bale (kN), W_T : Weight of baler (kN), C_{nB} : Wheel numeric of baler, b_B, d_B : width and diameter of baler wheel

- ◇ 트랙터-베일러 시스템의 소요 견인력을 예측은 트랙터의 견인 또는 베일러 작업시 발생하는 슬립을 고려하여 개발된 Brixius (1987)의 제안 모델식으로 토양변수/토양강도 특성을 나타내는 원추지수 (Cone Index)를 이용했는데 다음과 같음.

$$\frac{GT}{W} = 0.88 (1 - e^{-0.1B}) (1 - e^{-7.5S}) + 0.04, \frac{MR}{W} = \frac{1}{B_n} + 0.04 + \frac{0.5s}{B_n}$$

$$\frac{NT}{W} = 0.88 (1 - e^{-0.1B_n}) (1 - e^{-7.5S}) - \frac{1}{B_n} - \frac{0.5s}{\sqrt{B_n}}$$

$$B_n = \frac{CI b d}{W} \left(1 + 5 \frac{\delta}{h} / 1 + 3 \frac{b}{d} \right) \text{ (기동성수)}$$

where, GT : gross traction coefficient,

$\frac{MR}{W}$: motion resistance coefficient,

$\frac{NT}{W}$: net traction coefficient,

W : tire axle load (kgf),

S : slip, $slippage \text{ of drive wheels on soil surface} = \frac{\text{no load per wheel} - \text{actual load per wheel}}{\text{no load per wheel}}$

B_n : mobility number,

CI : cone index (356 kPa, 543 kPa, 1429 kPa),

δ : tire deflection height (L),

b : tire section width (L),

d : overall tire diameter $\{ (h \times 2) + \text{rim diameter} - \delta \}$ (L),

h : tire section height (L)

- ◇ 트랙터-베일러 시스템 운용 토양조건과 트랙터의 마력에 따른 소요 견인력 특성을 분석하기 위해 대표적인 수준의 토양조건 (CI-356 kPa, 543 kPa, 1429 kPa)을 사용하고 예측에 사용된 트

랙터는 90~100 마력의 엔진출력 기준으로 3수준의 토양조건에 대입하여 비교하였는데 선행연구자 (Cho_2010)는 토양의 용적밀도에 대한 다양함을 a)논토양, b)시설재배지토양, c)밭토양에서 토양경도를 제시하였는데 다음과 같음 (Figure 3).

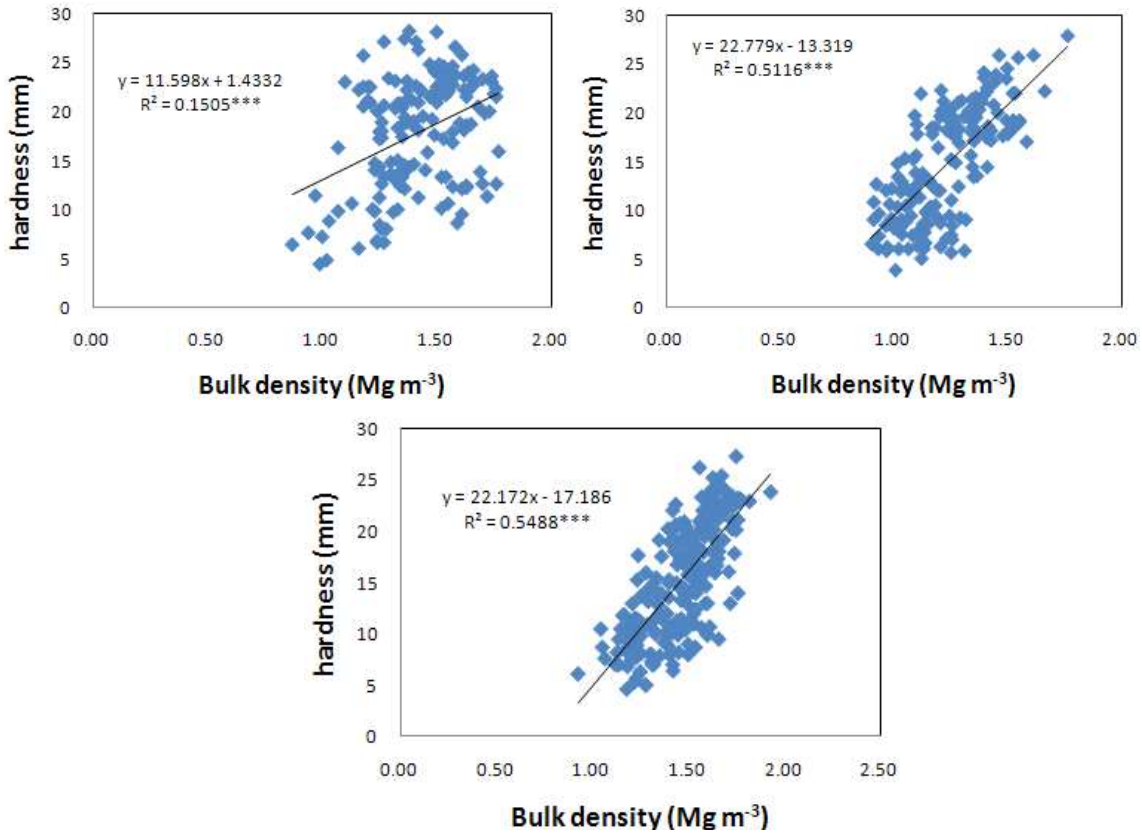


Figure 3. 토양 용적밀도에 따른 토양경도

- ◇ 국내에 보급되는 트랙터 중 엔진출력 기준 90~100 hp에서 공통적인 자료 수집이 가능한 8기종의 트랙터에 개발된 베일러를 이용하였는데 견인성능이 토양 변수 중에서 토양 경도 (CI, Cone Index)의 영향을 크게 받는 것으로 나타났는데 3 수준의 토양조건과 8 모델의 트랙터 범위에서 트랙터의 차중 및 엔진출력의 변화에 따라 일정한 경향으로 변화됨.
- ◇ 트랙터의 견인성능 예측결과는 트랙터에 대해 3가지의 토양조건 (CI-356 a, 543kPa, 1429 kPa)에서 베일러를 예측 시뮬레이션 프로그램으로 베일작업시 베일의 설계 최대무게로 설정된 800kgf을 적용할 때, 견인에 필요한 트랙터의 최소 마력은 엔진출력 기준으로 93~97 마력 이상 (4륜구동)이 요구되었는데 계산식은 다음과 같음.
- ◇ 계산식으로 차축소요 동력과 PTO 소요 동력은 다음의 계산식을 이용하였고 유압을 사용하는 본체 커버 개폐 및 랩핑부의 작동은 본체 정지상태임으로 합산에서 제외함.

$$Power_{xle}(kW) = \frac{\text{required Power of tractor}}{\eta_{axle}}$$

$$Power_{TO}(kW) = \frac{\text{required Power of baler}}{\eta_{PTO}}$$

where, $\eta_{axle} : 0.77 \sim 0.80$ (Frank M. Zoz and Robert D. Grisso, ASAE, 2003),
 $\eta_{PTO} : 0.82 \sim 0.84$ (Frank M. Zoz and Robert D. Grisso, ASAE, 2003)

◇ 구해진 차축소요 동력과 PTO소요 동력은 다음 식으로 최소 소요마력을 구함.

$$Power_{Tractor} (hp) = (Power_{axle} + Power_{PTO}) \times 1.341 \text{ (동력변환계수)}$$

$$Power_{field} = \frac{Power_{Tractor}}{\eta_{field}} \text{ (작업효율 고려)}$$

where, $\eta_{field} : \text{field efficiency } 0.6 \sim 0.85$, (ASAE standard, 2004)

◇ 적용되는 조사료 수확기의 작업효율인 60~85% 범위에서 ASAE 농작업기에 적용되는 작업효율인 70%를 베일러 작업효율로 적용하여 $Power_{field} = \frac{Power_{Tractor}}{0.7} = 95hp$, 따라서 트랙터의 소요동력은 95hp를 적정 작업환경으로 구함.

◇ 적용된 동력은 선행연구자 (윤현웅_2012)의 트랙터 100 hp급 2300 rpm 조건에서 베일러 포장작업 성능평가 작업 사이클 개발연구 결과와 소요동력이 유사한 경향을 보임.

27) 트랙터~베일러 시스템의 이론적 안정성분석

◇ 안정성분석을 위해 시스템은 트랙터와 베일러를 개별적으로 모형화하여 통합하였는데 이 때 시스템은 PTO 축과 3점 히치링크로 연결된 강체로 가정하였는데 결합된 트랙터-베일러 시스템의 조합은 다음과 같음 (Figure 1).

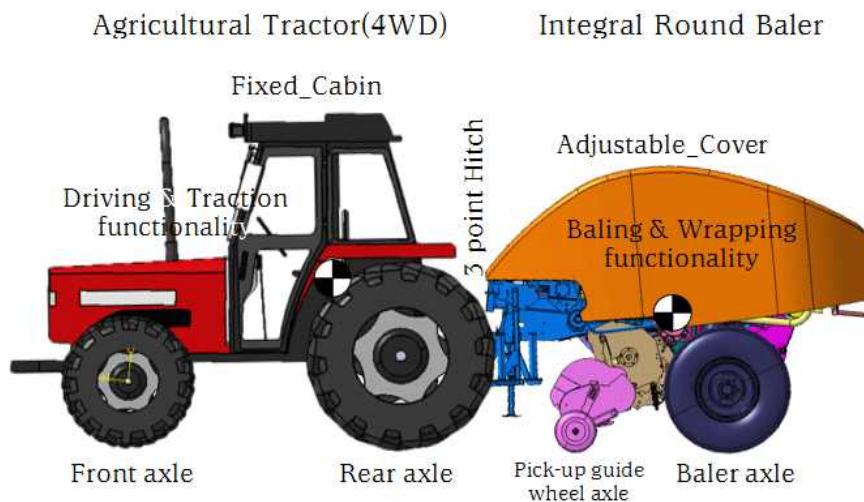


Figure 1. 트랙터-베일러 시스템

◇ 모형의 모델링에서 트랙터는 개발되는 베일러의 적용사양인 90~100 hp대에서 중간사양인 국내 「L」사 공급, 국외 「F」사 모델 중 96.5 hp (엔진출력 71 kW, PTO출력 66kW) 트랙터의 공개된 형식검사성적에 준하였고 베일러는 제작된 1차년 시작기의 규격으로 하였는데 세부사양

은 다음과 같음 (Table 1).

Table 1. 안정성 분석에 적용된 트랙터 및 베일러의 세부사양

트랙터 규격		베일러 규격(부착상태)	
길이 (mm)	3,485	길이 (mm)	5,082(본체 2,880)
폭 (mm)	1,970	폭 (mm)	2,376
높이 (mm)	2,710	높이 (mm)	2,076
총중량 (kg)	3,340	총중량 (kg)	2,200
전륜 (kg)	1,420(42.5%)	트랙터이전무게 (kg)	480
후륜 (kg)	1,920(57.5%)	후륜 (kg)	1,820
축간거리 (mm)	2,290	축간거리 (mm)	--
전륜 차륜거리 (mm)	1,600	히치 수직거리 (mm)	--
후륜 차륜거리 (mm)	1,520	후륜 차륜거리 (mm)	1,869

- ◇ 적용된 트랙터의 무게중심은 뒷차축 중심에서 무게중심까지의 수평거리로 973.4 mm, 트랙터 평면 중심선에서 좌측으로 9.5 mm, 지상에서 무게중심까지의 수직거리 1083.8 mm의 조건에서 정적 횡전도각이 좌측 35.4°, 우측 36°의 조건이었는데 세부규격은 다음과 같음 (Figure 2).

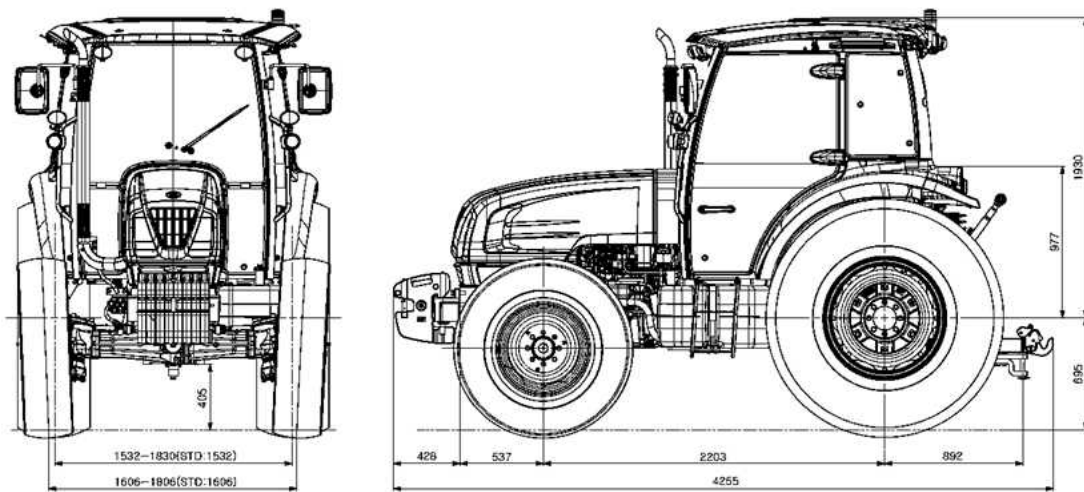


Figure 2. 분석에 적용된 「L」제조사 상용 트랙터 세부사양

- ◇ 베일러는 메인 상하프레임에 롤러 파트와 픽업 파트, 로터 파트 등이 장착되어 제작되었는데 베일러의 무게중심은 오른쪽 뒷차축 중심에서 무게중심까지의 수평거리로 673 mm, 베일러 평면 중심선에서 좌측 124 mm, 베일러 오른쪽 뒷차축 중심에서 무게중심까지의 수직거리는 340 mm임(계량소에서 시작기 실측 후 계산식으로 산정)
- ◇ 시스템에 있어 차체중량의 25.6%가 트랙터 전륜에, 41.5%는 트랙터 후륜, 32.9%는 베일러 차륜에 배분되었다. 여기에서 픽업부 보조바퀴 역할을 하는 베일러 전방보조바퀴 (WR4)는 작업

중 하중(토양반력)을 받지 않으므로 부하를 고려하지 않았음 (Figure 3, Figure 4).



Figure 3. 개별 차량에 대한 무게측정

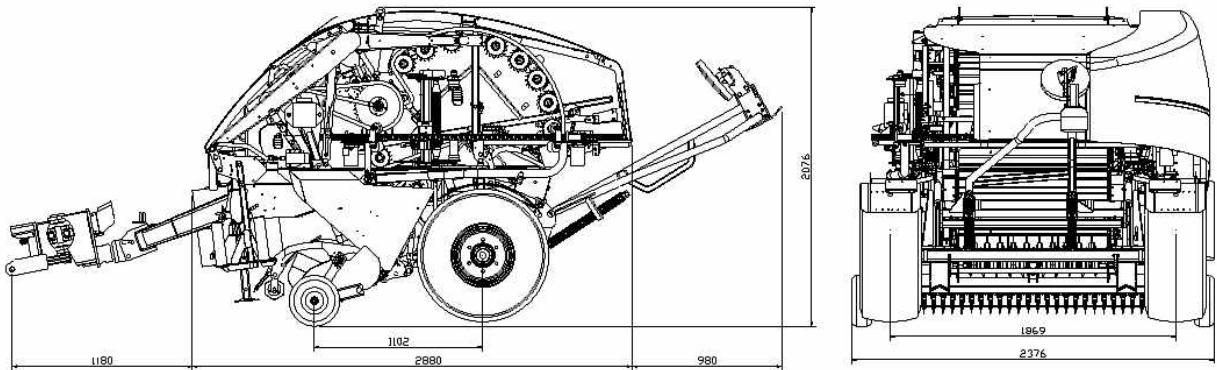


Figure 4. 분석에 적용된 「연구팀」1차년 시작기 세부사양

◇ 본 연구에서는 시스템을 PTO 및 3점 히치링크로 결합된 강체로 가정하였는데 시스템의 무게중심을 파악하기 위해서 우선 개별적으로 트랙터의 무게중심과 베일러의 무게중심을 구하고 시스템 무게중심으로 통합하였는데 기본적으로 측정된 요소 ($W1 \sim W4$, $L0 \sim L4$, $r_1 \sim r_4$, a , b , a' , b' , a'' , b'' , W_i)는 다음과 같음 (Figure 5).

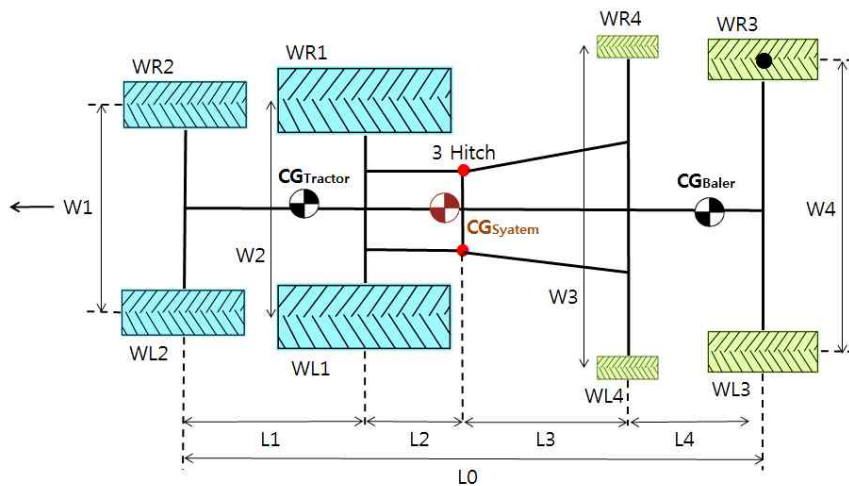


Figure 5. 트랙터-베일러 시스템 모델링 (평면)

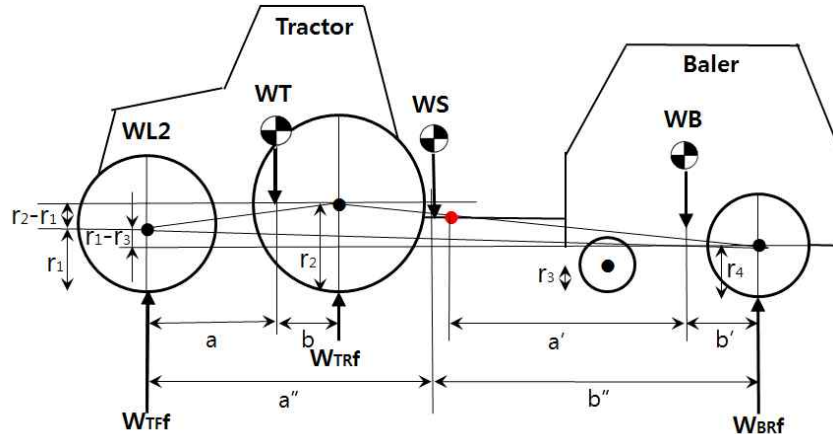


Figure 5. 트랙터-베일러 시스템 모델링 (측면)

- ◇ 시스템의 기구학적 분석을 위해서 트랙터 및 베일러, 시스템의 무게중심은 트랙터 및 경운기의 무게중심 측정방법 (이영렬_1989)을 이용하였는데 트랙터는 형식검사 자료를 사용하고 베일러는 계산을 위해 해당요소 무게를 측정하여 대입하였음.
- ◇ 트랙터의 무게중심 좌표는 트랙터의 차중과 각 차륜바퀴하중을 측정하고 축간거리, 전륜거리, 후륜거리를 측정하고 방향 무게중심 거리 (X)와 Y 방향 무게중심 거리 (Y_T)를 각각 구하고 후륜축에서 무게중심까지의 Z 방향 무게중심 거리 (Z_T)는 수평상태에서 트랙터를 기울인각 (δ)과 전륜반경 (r_1), 후륜반경 (r_2)을 이용하고 베일러의 무게중심 좌표는 삼각 대칭구조의 경운기 무게중심 측정방법을 응용하였는데 베일러의 무게중심을 구하기 위해 Y 방향 무게중심 거리 (Y_H) 및 Z 방향 무게중심 거리 (Z_H)를 구하는 방법을 수정공식으로 적용함.

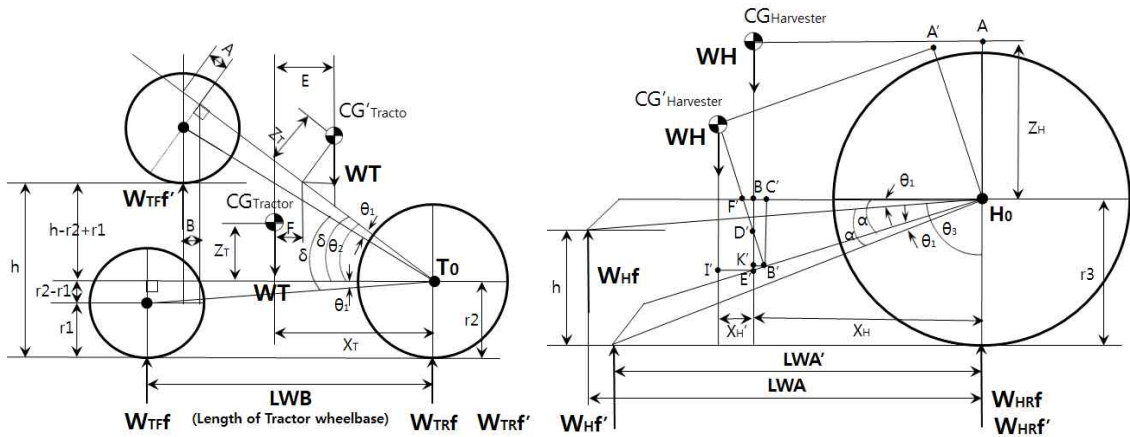


Figure 6. 안정성분석을 위한 트랙터 및 베일러의 수학적 모델링

- ◇ 수정공식은 트랙터에 베일러 부착상태에서 3점 히치 상부링크 접지점에 걸리는 하중 (W_{Hf})과 베일러 각 차륜의 하중, 베일러 차중, 차륜축에서 상부링크 접지점의 수평거리, 차륜반경을 이용하여 방향 무게중심 거리 (X_H)를 구하고 베일러 차륜거리, 무게중심에서 베일러 뒷차축 중심 선과의 거리를 이용하여 Y 방향 무게중심 거리 (Y_H)를 구하였는데 후륜축에서 무게중심까지의 Z 방향 거리 (Z_H)는 수평상태에서 베일러를 기울인각 (α)과 차륜축에서 접지점까지의 수평거리, 이동한 수직거리, 기울였을 때의 접지점 하중을 이용하여 구하는데 다음식과 같음.

$$\begin{aligned} & \frac{(WR2 + WL2) \times LWB}{WT} \\ Y_T = & \frac{WR1 \times LRRL + WL2 \cdot \frac{LRRL - LFRL}{2} + WR2 \cdot \frac{LRRL + LFRL}{2}}{WT} \\ Z_T = X_T \cdot \cot\delta - & \frac{W_T f' \times (LWB \cdot \cos\delta + (r2 - r1) \cdot \sin\delta)}{WT \cdot \sin\delta} \\ X_H = & \frac{W_H f \times LWA}{WH} \\ Y_H = & \frac{(WR3 - WL3) \times \frac{LHRRL}{2} - W_H f \times LS}{WH} \\ Z_H = X_H \cdot \cot\alpha - & \frac{W_H f' \times LWA'}{WH \cdot \sin\alpha} \end{aligned}$$

◇ 개별적으로 구해진 무게중심은 트랙터의 무게중심 좌표 (G_{actor})와 베일러의 무게중심 좌표 ($CG_{Harvester}$)를 무게비율에 대비하여 3차원적 시스템 무게중심 좌표 (CG_{system})로 합산하는데 개념으로 다음식과 같은데 내분점 공식을 이용하여 구함.

$$\begin{aligned} X_S = & \frac{WT \cdot X_H + WH \cdot X_T}{WT + WH}, \quad Y_S = \frac{WT \cdot Y_H + WH \cdot Y_T}{WT + WH}, \\ Z_S = & \frac{WT \cdot Z_H + WH \cdot Z_T}{WT + WH} \end{aligned}$$

◇ 여기에서 시스템 무게중심 (CG_{system})과 차륜간의 수평거리, 차륜간의 수직거리를 이용하여 횡전도각을 계산하였는데 선행연구자 (이영렬, 1990)의 트랙터 횡전도각 측정방법을 이용하였으며, 본 연구에서는 주행 및 작업 중의 횡전도를 검토하였는데 횡전도각은 앞차축 힌지점과 등고선 아랫방향에 있는 베일러 후륜 접지점을 연장한 선분에 시스템의 무게중심이 교차하도록 한 선분과 무게중심의 상방향선분이 이루는 각임.

◇ 이때 적용된 횡전도각 (α)은 다음 식과 같은데 (PH)는 앞차륜 조합의 힌지점 높이이고 (γ)는 시스템의 사면주행각 ($^\circ$)을 나타냄. (x, y, z) 좌표계 {등고선 방향을 기준으로 등고선방향, 수직방향, 연직방향의 좌표계}의 무게중심 좌표 (x_1, y_1, z_1) 는 (X, Y, Z) 좌표계 {(x, y, z)좌표계를 회전시켰을 때의 좌표계}의 무게중심 좌표 (Xg_0, Yg_0, Zg_0) 를 (λ)로 회전시켰을 때의 무게중심 좌표 (Xg_1, Yg_1, Zg_1) 를 (x, y, z) 로 나타낸 것임.

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{(LTHS - Xg) \times LFRL + 2Yg \times LTHS}{(Zg + r2) \times (2LTHS \cdot \cos\gamma - LFRL \cdot \sin\gamma) + PH \times (LFRL \cdot \sin\gamma - 3Xg \cdot \cos\gamma + 2Yg \cdot \sin\gamma)} \right)$$

◇ 시스템에 대한 정적분석은 360° 의 범위에서 방사형으로 1° 씩 편각변화를 주면서 경사각을 1° 씩 상승시키면서 분석을 진행하였다. WR3을 기준원점(T0)으로 실험을 진행하였는데 결과는 다음과 같이 횡전도각은 좌측 $280 \sim 80^\circ$, 우측 $260 \sim 100^\circ$ 범위임.

- ◇ 이때의 구간별 평균 전복각은 좌측의 경우 전방평균 40.7° , 후방평균 39.1° 일 때 최저 전복각 30.6° (방사각 0°), 최고 전복각 72.5° (방사각 80°)을 보였고 우측의 경우 전방평균 39.1° , 후방평균 40.7° 일 때 최저 전복각 30.6° (방사각 170°), 최고 전복각 74.8° (방사각 100°)의 결과를 보였는데 다음과 같음 (Figure 7, Figure 8).
- ◇ 트랙터-베일러 시스템의 횡전도 안정성 분석결과 좌우측 모두 최저 횡전도각이 30° 이상으로 장치의 운용에 안정적인 상태임을 확인할 수 있었으며 2차년 현장실험에 1차년 시작기의 운용에 문제가 없는 것으로 파악되었음.

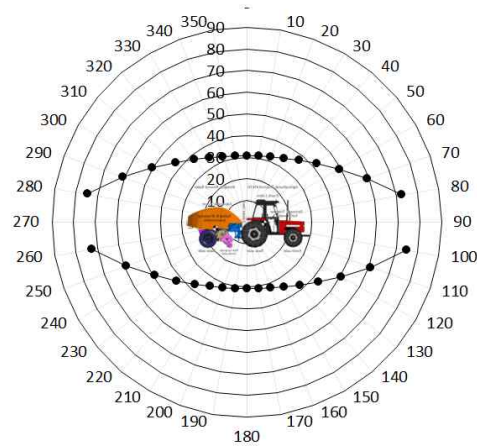


Figure 7. 트랙터-베일러 시스템 횡전도 원형방사 그래프 분석

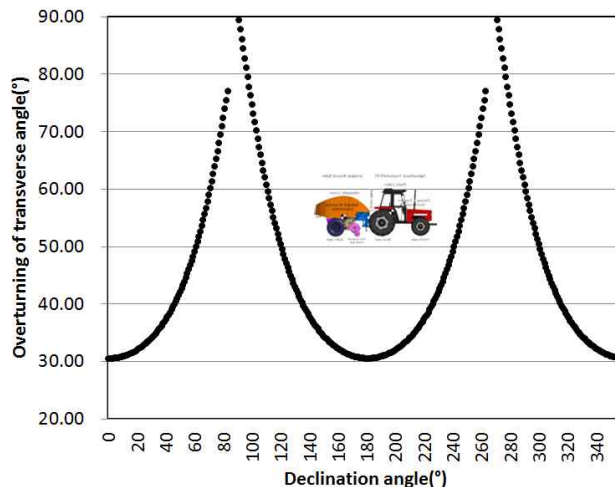


Figure 8. 트랙터-베일러 시스템 횡전도 평면 그래프 분석

28) 개발 제작된 요인시험장치의 성능평가 (연구기관 공동수행)

- ◇ 개발된 요인시험장치는 5개로 다음과 같은데 주변기술 (베일커터)과 본체접목기술(간편탈부착장치, 랩 회전제어, 베일 수직세움장치, 다중 랩 거치대장치)로 구성되었음. 요인시험장치와 관련된 성능평가 실험진행 및 이와 관련된 1차년 특허출원 상황은 다음과 같고 적용된 장치의 구성은 다음 그림과 같음 (Table 1).

Table 1. 1차년 요인시험장치의 적용 및 특허출원

	요인시험장치	적용장치	특허출원
1	베일 커터 장치	주변기술	10-2014-0041151
2	간편 탈부착장치	본체 장착: 픽업부 어셈블리	10-2014-0072796
3	랩 회전 제어부 장치	본체 장착: 랩 홀더부 어셈블리	10-2014-0072799
4	베일 수직 세움부 장치	본체 장착: 베일 이젝터부 어셈블리	10-2014-0149236
5	다중 랩 거치대 장치	본체 장착: 하부 프레임 어셈블리	10-2014-0168167

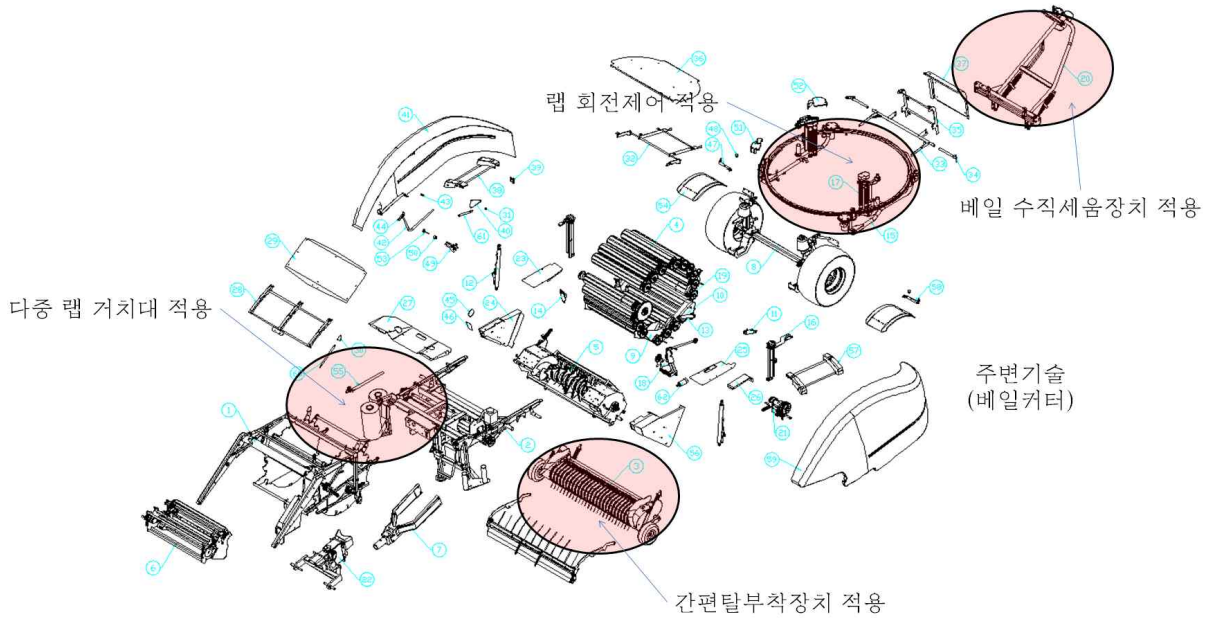


Figure 1. 요인시험장치의 구성 및 적용위치

(1) 베일커터 요인시험장치 성능평가

- ◆ 주요기능 : 투입되는 사료작물을 자동으로 일정 길이로 절단하는 기능
- ◆ 주요구성 : 절단 커터 및 지지축을 포함하는 초퍼 유닛
- ◆ 평가인자 : 절단 성능

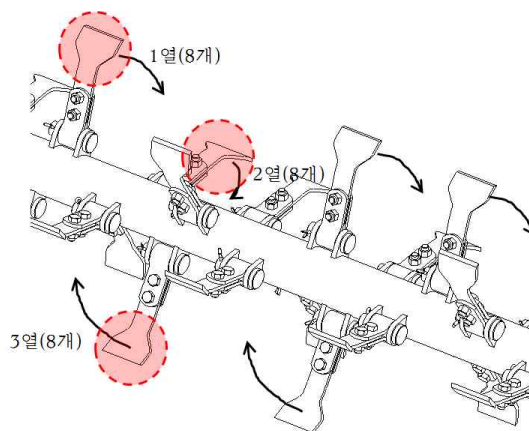


Figure 2. 베일 커터 요인시험장치 개념도

◆ 실험방법 : 실내실험으로 무부하 작동실험 후에 실외실험은 기존 양산품에 부착하여 현장 절단 실험으로 진행함 (실질적인 성능실험은 2차년에 진행 예정).

◆ 실험결과 : 상용 베일러 RB-1000에 장착되어 현장실험으로 진행된 베일 커터 요인시험장치는 최적상태로 사료작물을 절단하여 작업의 효율성을 높이는 것으로 파악됨.

- 1) 절단 커터날은 28°의 타격각을 지니며 6 mm의 날 두께로 사료작물을 타격하여 절단하여 후단의 로터 파트로 브레이드의 154 rpm 회전력으로 절단작물을 운송함.
- 2) 실험결과 칼날과 외부 케이스 15 mm 유격에는 사료작물의 끼임이 발생하지 않는 것으로 파악되었는데 절곡면에 미세분진형태로 부분적으로 축적되는 현상이 발생하여 2차년 제작과정에서는 절곡면을 라운딩 처리토록 계획에 반영 예정임.
- 3) 칼날의 사료작물 접촉 높이는 95~100 mm로 설계, 제작되었는데 현장에서는 지면 요철의 영향으로 65~130 mm의 범위에서 절단되는 것으로 파악되었음.
- 4) 절단 실험과정 (2015. 07)은 다음과 같은데 절단면의 형상은 매끄러운 형상을 보였는데 선행 연구자 (유병기_2005)의 절단칼날 각도 45° 실험에 따른 절단력 실험 결과(수직방향 작동에서 칼날각도 변화를 주는)와 유사한 경향을 보였음.



커터날 평면



커터날 측면



커터날 배면



현장실험(RB-1000 양산품에 부착)



사료 절단 실험(1)



사료 절단 실험(2)



사료 절단 실험(3)



사료 절단 실험(4)

※ 요인시험장치 관련 특허를 우선출원하여 특허등록(10-14587650000)된「조사료 절단, 압축, 결속장치의 절단 커터」로 제품화과정에서의 기술권리성을 단기간에 확보하였음

(2) 간편 탈부착 장치 요인시험장치 성능평가

- ◆ 주요기능 : 다종 사료작물의 이용 효율성을 높이기 위해 간편 탈부착을 통한 기능향상
- ◆ 주요구성 : 수확부 탈부착 장치 및 본체 결합장치
- ◆ 평가인자 : 탈부착 소요시간

- ◆ 실험방법 : 실내실험으로 짚류 및 그라스를 수확하는 픽업유닛과 옥수수 등을 수확하는 초파유닛을 교체하면서 소요되는 시간을 측정하는 방법으로 진행함
- ◆ 실험결과 : 관행적인 형태는 유닛에 따라 고정형에 가까운 형태로 고장수리 이외에는 교체하는 경우가 드물고 축산농가에서 현실적으로 245~370 kg 자중의 장치를 탈부착하기가 어려운 장치로 단순 비교하기는 어려우나 요인실험을 통하여 정량화하였음

- 1) 실험은 실내실험으로 3반복 평균으로 계산되었음
- 2) 실험은 작업장의 공압기기를 사용하였는데 수동작업시 소요시간은 80~100% 추가됨
- 3) 다종 사료작물을 수확하는 환경으로 유닛의 탈부착에 유용할 것으로 판단됨

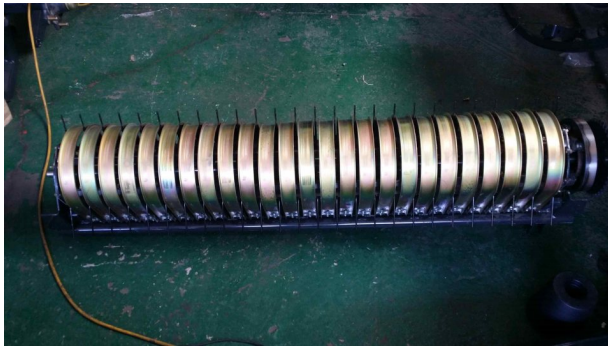


Figure 3. 간편 탈부착 장치의 픽업유닛(L), 초파유닛(R) 성능평가 개념도

Table 2. 탈부착장치를 이용한 유닛의 교체 실험

구분		부착 (sec)			탈착 (sec)			비고
		위치정열	장치부착	볼트체결	위치정열	볼트이완	장치탈착	
픽업유닛 245 kg	관행	123	89	345	62	188	289	2인
	실험	<60	<60	<120	<60	<60	<60	
초퍼유닛 370 kg	관행	106	93	241	65	153	248	2인
	실험	<60	<60	<120	<60	<60	<60	

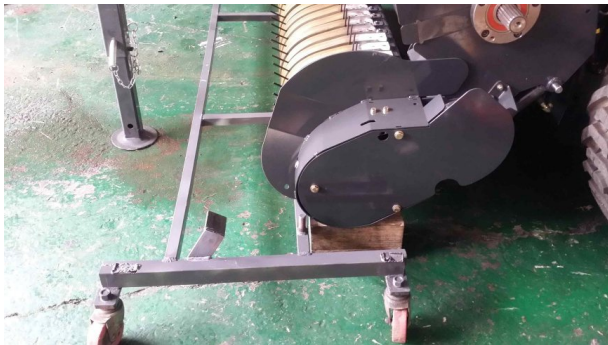
※ 실험은 단순 탈부착 실험으로 생산직인 숙련된 2인을 1조로 진행되었는데 작업위치가 그라운드에서 300 mm 내외로 작업자세가 불안정한 위치이고 볼트 체결상태가 중량이 아랫방향으로 걸려있는 상태에서 볼트를 체결 혹은 이완시켜야 하는 장치로 별도로 제작된 지그(지지구조물) 없이는 탈부착이 현실적(사후서비스 요청사항)으로 어려운 상태임. 장치는 조사로 수확시즌에 축산농가(수확대행업체)에서 자가 교체가 가능토록한 장치로 사용자의 편리성과 이용 효율성에 주안점을 둔 장치로 향후 사용자 매뉴얼 등에 표기할 예정으로 탈부착 실험과정은 다음과 같음



픽업유닛 어셈블리(조립품)



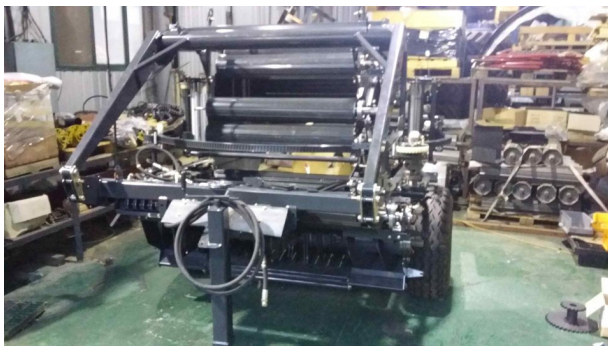
초퍼유닛 어셈블리(조립품)



픽업유닛 부착 실험



초퍼유닛 부착 실험



픽업유닛 탈착 실험



초퍼유닛 탈착 실험

※ 요인시험장치 관련하여 출원된 특허(10-2014-0072796)「베일러용 픽업유닛과 초퍼유닛의 교체가 용이한 결합 장치」로 제품화과정에서의 기술권리성을 조기에 확보하였음

(3) 랩 회전 제어부 요인시험장치 성능평가

- ◆ 주요기능 : 내외부 공기유동차단을 위해 회전속도 조절로 균일 랩핑, 품질향상 도모
- ◆ 주요구성 : 압력센서, 블루투스, 철재 모형 베일, 랩퍼
- ◆ 평가인자 : 베일 랩 겹수 증가에 따른 비닐압력 변화
- ◆ 실험방법 : 랩 실험으로 각 압력센서의 캘리브레이션을 수행하여 동일 압력 조건으로 셋팅된 압력센서(FSR40 6)를 철재 베일모형 표면에 장착한 후 랩퍼 작동에 따라 증가하는 비닐겹수 증가에 따른 압력변화를 측정하면서 회전 제어에 따른 압력변화실험을 진행함.
- ◆ 실험결과 : 랩 비닐압력은 겹수 증가에 따라 계단식으로 증가하면서 비례적으로 계속 증가하는 것을 확인할 수 있었음 (관행적으로 겹수와 비닐압력의 상관관계는 크지 않은 것으로 업계에서 통용).

- 1) 측정위치 및 겹수 (중첩면적 등)에 따라 미세하게 변화하는 경향으로 추가적인 실험이 필요함으로 특정하기 어려우나 금번 실험에서는 미조절 0.127~0.073 kgf cm⁻², 조절 0.128~0.133 kgf cm⁻²으로 회전제어로 최종 베일품질에 영향을 줄을 확인함.
- 2) 본 회전 제어부는 2차년에 실제 베일을 이용하여 지속적인 실험으로 논문투고 예정임.

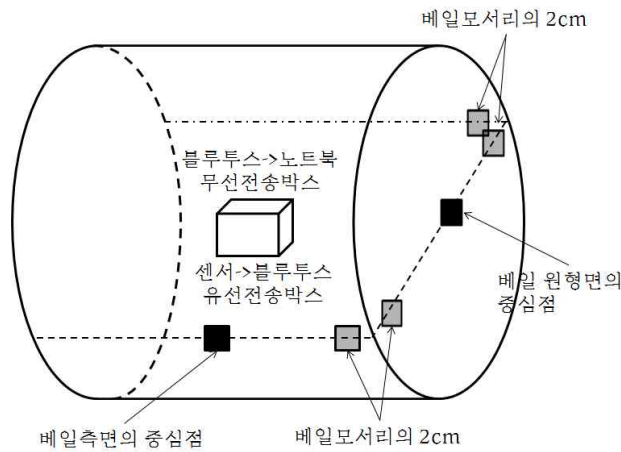


Figure 4. 랩 회전 제어부 요인시험장치 성능평가 개념도

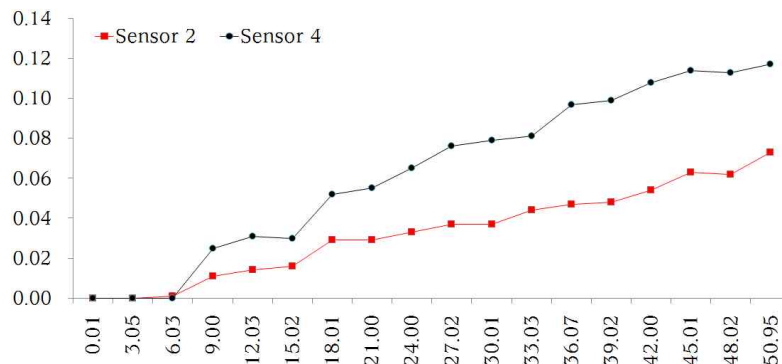


Figure 5. 랩 회전 미조절에 따른 겹 증가에 따른 비닐압력실험

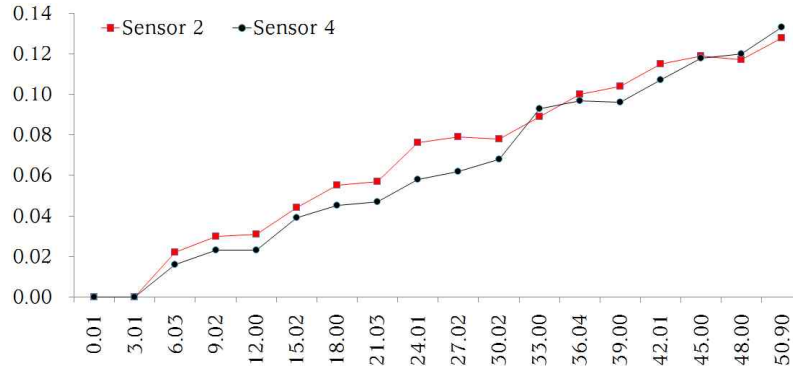


Figure 6. 랩 회전 조절에 따른 겹 증가에 따른 비닐압력실험

※ 실험은 다목적 베일러에 랩 회전 제어부 프로그래밍을 위한 실험으로 진행되었는데 다음과 같이 철재 베일모형과 각 측정부위별로 6개의 압력센서를 장착하고 블루투스를 통하여 무선으로 실시간 데이터를 전송받아 분석하였는데 그림과 같음



Lab 센서(FSR406) 초기화 사용, 압력챔버



제작된 철재 베일모형(R)과 블루투스(L)



위치센서 및 압력센서 설치



회전 비닐압력측정(속도제어) 실험

Figure 7. 현장실험 사진

※ 요인시험장치 관련하여 출원된 특허(10-2014-00727)「속도 조절이 가능한 베일러용 랩핑장치」로 제품화과정에서의 기술권리성을 조기에 확보하였음

(4) 베일 수직 세움부 요인시험장치 성능평가

- ◆ 주요기능 : 생산된 베일의 후처리 공정의 편리성을 높이기 위해 수직으로 세우는 기능
- ◆ 주요구성 : moving part, fixing part, coil spring part, circle plate part
- ◆ 평가인자 : 수직 세움 성공률, 안착범위

- ◆ 실험방법 : 실내실험의 진행에 따라 경기/평택 소재의 베일 판매처 (수집·공급처)에서 2014년 산 벚짚 베일 (직경 및 길이 100 cm)을 이용하여 20회 반복실험으로 세움상태를 관찰하고 장치에서 베일의 안착위치 거리를 구하는 방법으로 진행함
- ◆ 실험결과 : (-> 2차년 현장실험을 통해 현장의 요철적응 실험 수행 예정)
 - 1) 1차로 circle plate를 이용한 실험에서 안착률은 100%로 관찰되었고 수직세움장치에서 300 mm 거리를 두고 후방으로 450 mm범위로 길이방향 1450*1550 mm의 범위로 안착되었으나 안착과정에서 공중으로 뜨는 기울기 및 높이가 높고 랩핑비닐이 원판에 눌리는 현상이 발생하여
 - 2) 2차로 circle plate를 다음의 사진과 같이 원뿔 형태로 변경하여 실험한 결과 안착률 및 안착거리 범위는 $\pm 100\text{mm}$ 로 차이는 없었으나 공중으로 뜨는 기울기 (12°) 및 높이 (<50 mm)가 현저히 줄어 안정성을 고려하여 원뿔 형태로 변경하여 실험하였음
 - 3) 추후 현장에서의 실재 베일을 이용하여 반복실험을 통해 원판 및 원뿔형상의 각도를 조절하여 안착성공율의 확보 및 뒤뚱거리는 현상을 줄일 계획임

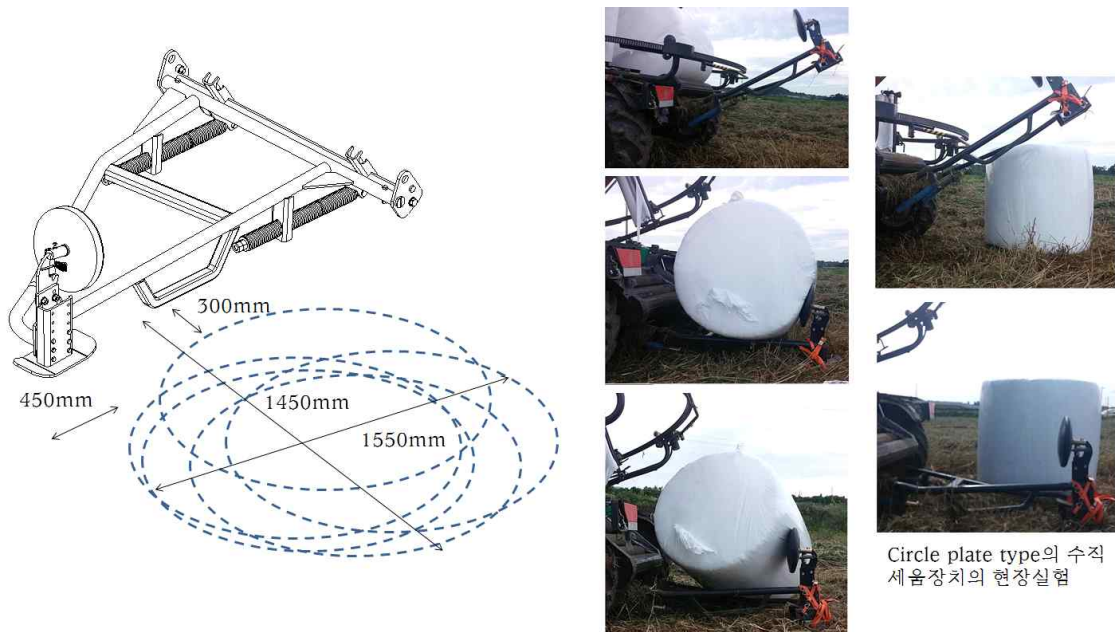


Figure 8. 수직세움부 요인시험장치 성능평가 개념도



랩핑 종료, 랩퍼 정위치 고정



롤러 홀더 가이드 링 상승



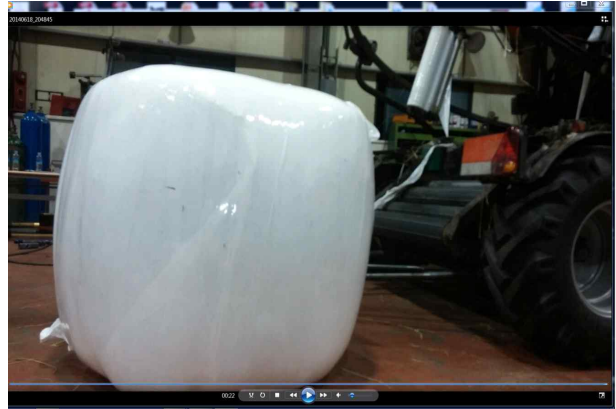
수직 세움 (1)



수직 세움 (2)



수직 세움 (3)



수직 세움 (4)

Figure 9. 현장실험 과정의 동영상 캡처 사진

※ 다음은 원뿔형 실험과정으로 베일러의 랩핑작업이 종료된 후, 랩퍼(비닐적재)가 정위치에 위치한 후, 홀더 가이드 링이 상승하고 베일이 후방으로 토출되면서 베일 수직 세움 장치와 결합되어 베일러의 우측의 후측방에 수직으로 안착하는 과정으로 다음 그림과 같음, 요인시험장치 관련하여 출원된 특허 (10-2014-0149236)는「베일 세움장치」로 제품화 과정에서의 기술권리성을 조기에 확보하였음

(5) 다중 랩 거치대 요인시험장치 성능평가

- ◆ 주요기능 : 작업자 편리성 및 효율향상을 위해 설치되는 장치로 다중 적재 가능
- ◆ 주요구성 : holder #1,2,3,4, wrap holder L, R (하부 프레임에 장착됨)
- ◆ 평가인자 : 거치 효율, 거치 안정성

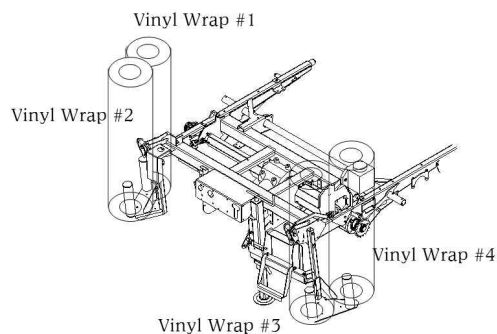


Figure 10. 다중 랩 거치대장치 성능평가 개념도

- ◆ 실험방법 : 장치는 작업효율성 향상을 목적으로 하는데 작업자는 지면 1200 mm 높이에서 20 kg 중량의 비닐을 탈부착 실험함.
- ◆ 실험결과 : 교체하거나 거치하는데 안정적인 작업자세를 취할 수 있어 근골격계 질환 등의 발생을 줄일 수 있는 것으로 판단되었고 지지봉과 비닐 몸체의 유격 5 mm 이내로 비닐폭 500 mm에 비해 유격이 작아 흔들림이나 진동이 발생하지 않았음.

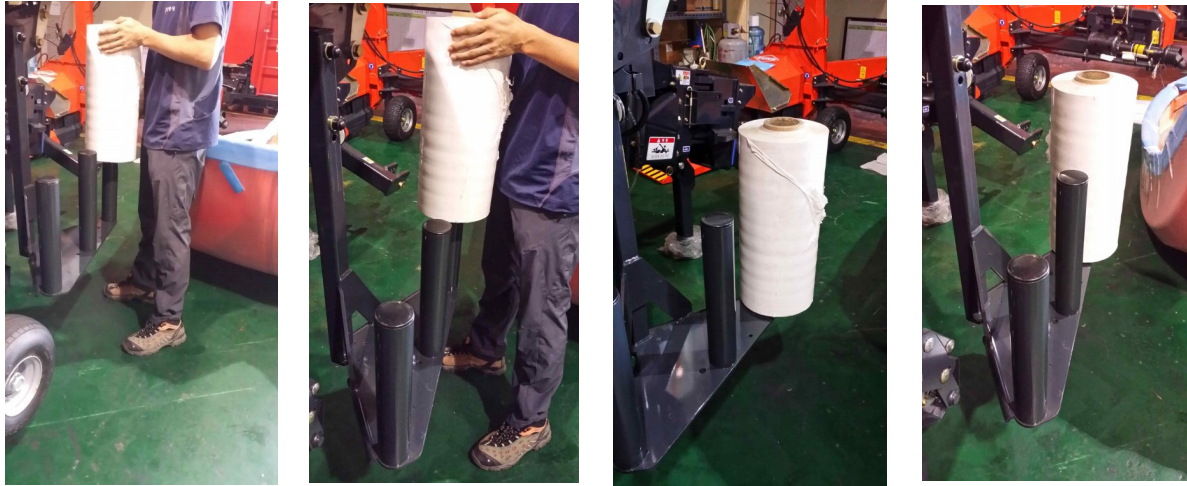


Figure 11. 다중 랩 거치대 장착

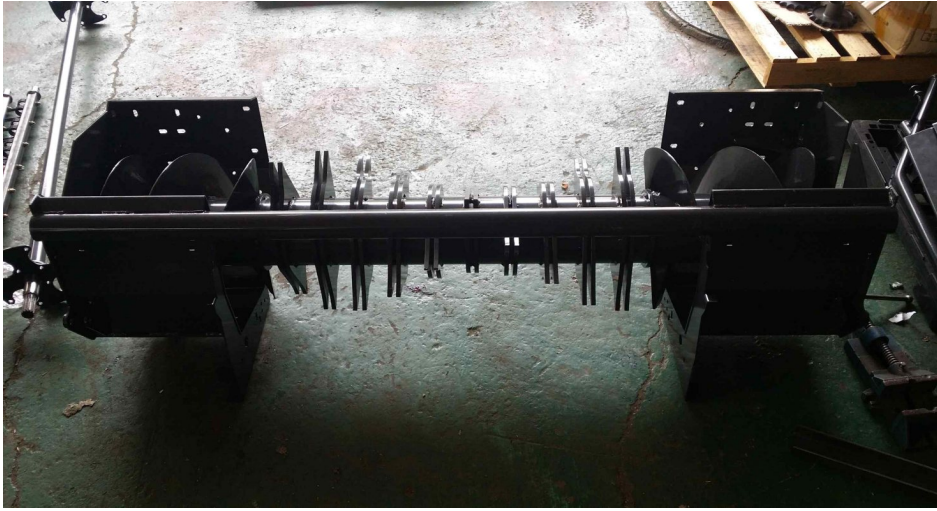
29) 1차년 시작기의 제작

- ◇ 1차년 연구개발 목표인 요인실험장치의 제작 및 실험과 동시에 연구팀은 연구개발 과정의 단축과 조속한 사업화 추진을 위해 시작기 제작을 추진하였는데 제작과정 및 제작된 1차년 시작기의 공정별 진행경과는 다음과 같음

《 기초 프레임 제작 및 조립 》



《 오거부 어셈블리 제작 및 조립 》



《 픽업부 어셈블리 제작 및 조립 》



《 하부 롤러부 어셈블리 제작 및 조립 》



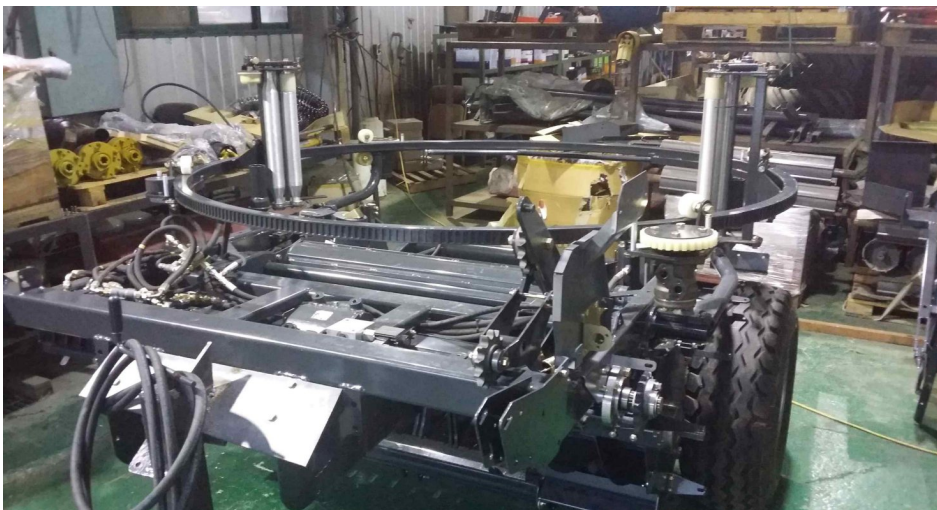
《 상부 롤러부 어셈블리 제작 및 조립 》



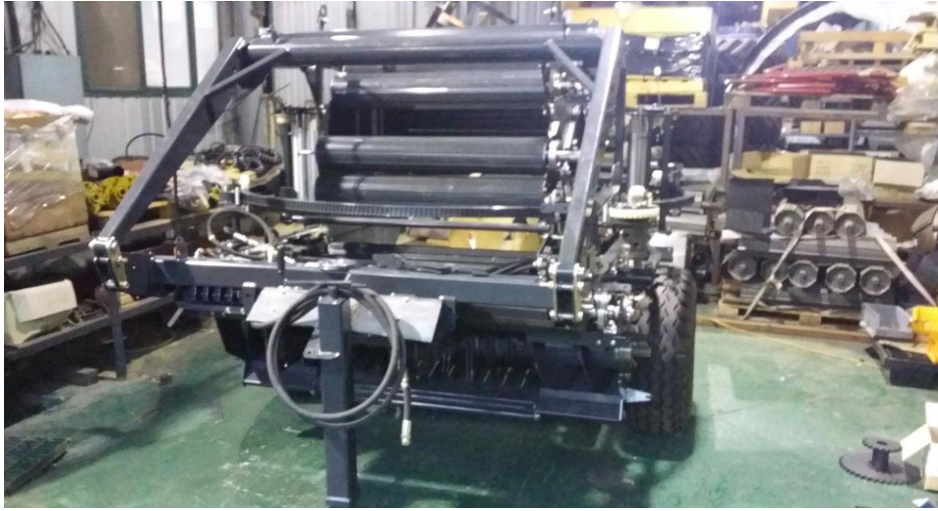
《 하부 프레임 및 주행부 어셈블리 제작 및 조립 》



《 랩핑 회전부 어셈블리 제작 및 조립 》



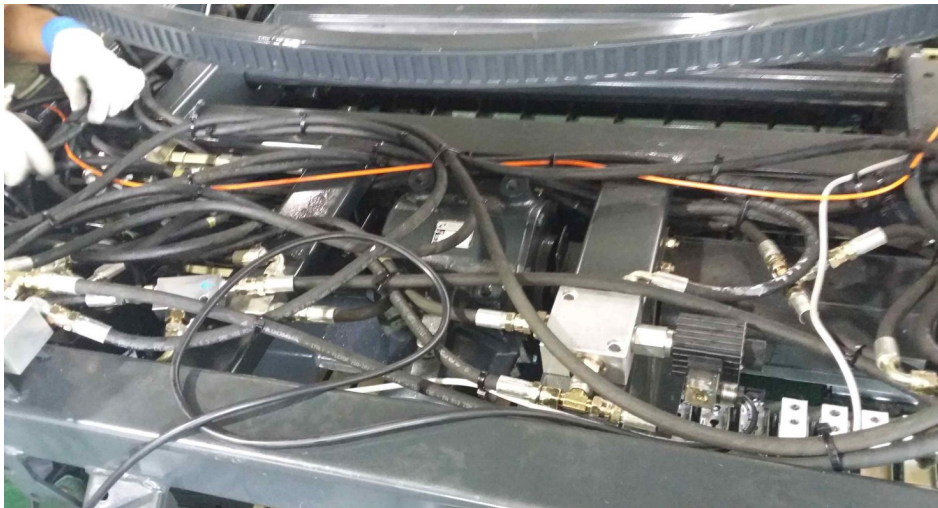
《 랩핑 회전부 어셈블리 제작 및 조립 》



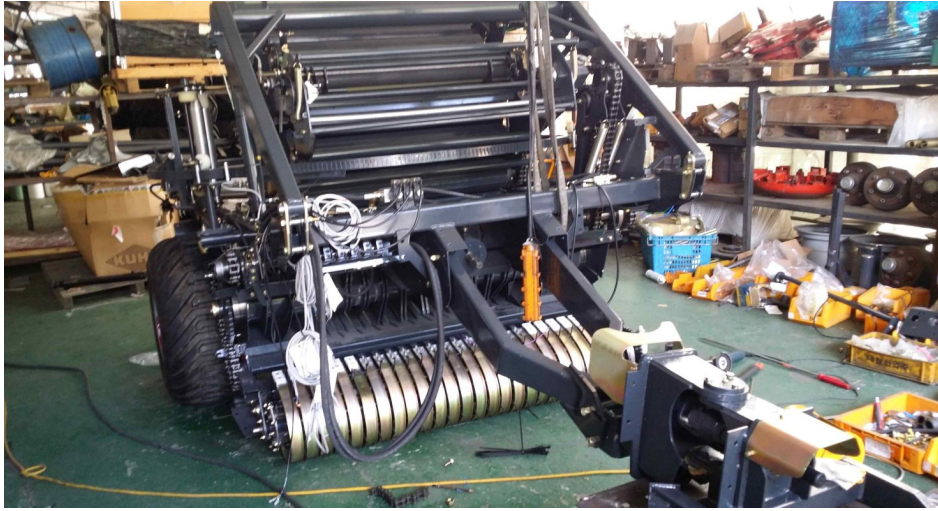
《 롤러부 구동 동력부 연결 제작 및 조립 》



《 유압부 어셈블리 제작 및 조립 》



《 드로우바 어셈블리 제작 및 조립 》



《 본체 조립 및 조정 》



《 1차년 시작기 본체 조립 (커버 제외 상태) 》



30) 2차년 시작기 본체 제작

- ◇ 2차년도 시작기 본체 제작은 1차년도 개발된 요소기술을 통합하고 요인실험 결과를 반영하여 종합적으로 진행되었는데 기계파트 23개부 어셈블리와 전기제어부, 유압부의 통합으로 구성되었는데 기계파트 주요 구성은 다음과 같음 (Figure 1).
- ◇ 시작기에 통합된 어셈블리는 기계파트 23개와 전기제어부 및 유압부 각 1개의 어셈블리로 총 25개가 통합되었는데 통합된 어셈블리는 1)상부 프레임 어셈블리, 2)하부 프레임 어셈블리, 3)픽업부 어셈블리, 4)롤러 어셈블리_1, 5)롤러 어셈블리_2, 6)롤러 어셈블리_3, 7)롤러 어셈블리_4, 8)롤러 어셈블리_5, 9)오거 어셈블리, 10)네트 어셈블리, 11)드로우바 어셈블리, 12)휠 액슬 어셈블리, 13)하부 롤러 프레임 어셈블리, 14)랩핑 롤러 프레임 어셈블리, 15)랩핑 파트 어셈블리, 16)랩 나이프 장치 어셈블리, 17)랩 홀더부 어셈블리, 18)랩 홀더, 19)랩핑 링 어셈블리, 20)드라이브 유닛부 어셈블리, 21)이젝터 롤러 프레임 어셈블리, 22)베일 이젝터 어셈블리, 23)하부 롤러 구동장치 어셈블리, 24)전기제어부, 25)유압부임.

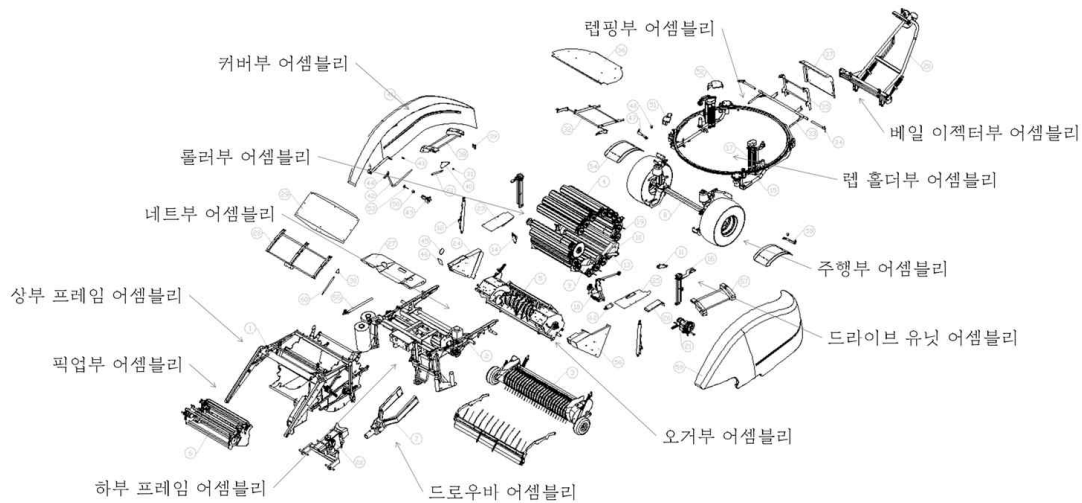


Figure 1. 2차년도 시작기 기계파트 주요 어셈블리 구성

- ◇ 2차년도 시작기 제작의 흐름은 3차년도 엔지니어링 샘플 시범판매를 목표로 1차년도에 완성된 본설계와 요인실험을 통하여 확인된 수정보완사항을 반영하였음.
- ◇ 새로 개발된 요소기술을 접목하여 본설계를 최종 완성하여 개발된 요인시험장치를 통합하고 기구부 23 어셈블리와 전기제어 어셈블리, 유압 어셈블리를 제작하여 통합하는 과정으로 진행되었음 (Figure 2).

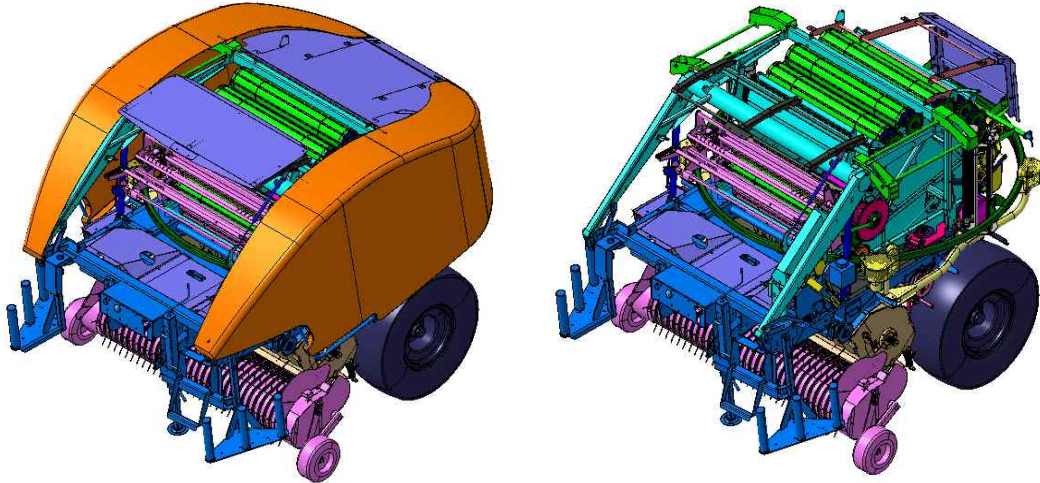
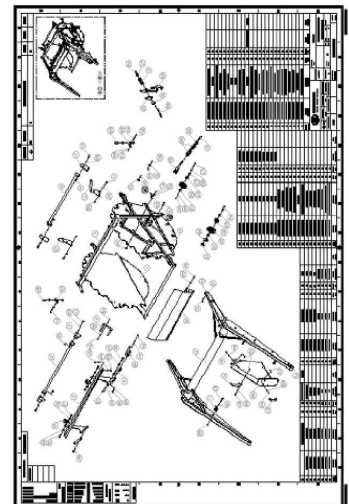


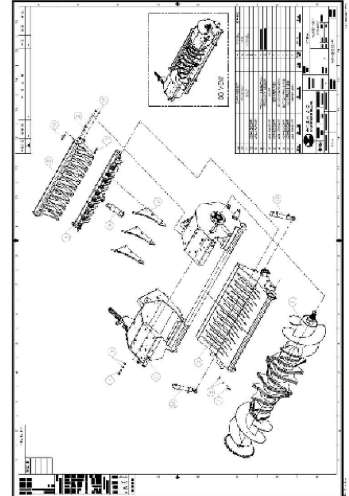
Figure 2. 2차년도 시작기 어셈블리 3D 통합

- ◇ 개별적으로 제작 및 조립된 어셈블리와 조합 어셈블리는 기구적인 구조와 결합상태에 따라 순차적으로 조립되었는데 기계파트의 조립 후, 유압파트, 전기제어 파트, 체결 및 조정 순으로 진행되었음.
- ◇ 본체에 대한 조립순서는 1)기초 프레임부, 2)오거장치부, 3)픽업장치부, 4)하부롤러부, 5)상부롤러부, 6)하부 프레임 및 주행부, 7)랩핑 회전부, 8)롤러부 구동 동력부 연결, 9)유압부, 10)전기 제어부, 10)드로우바부, 11)체결 및 조정, 커버 장착으로 진행되었음.

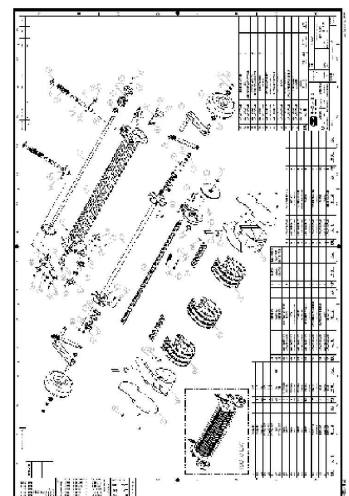
《 기초 프레임 제작 및 조립 》



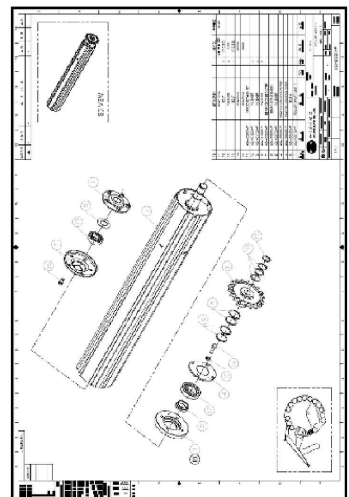
《 오거부 어셈블리 제작 및 조립 》



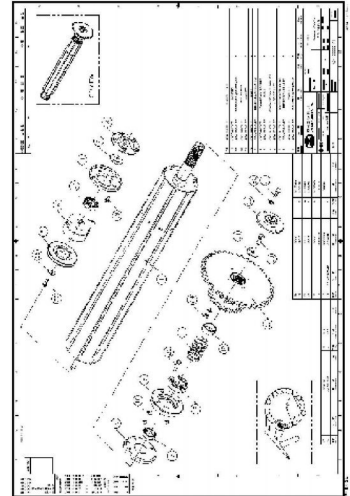
《 픽업부 어셈블리 제작 및 조립 》



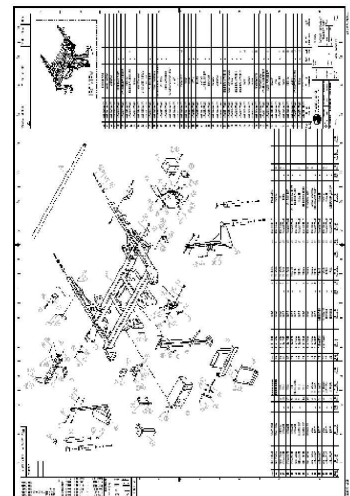
《 하부 롤러부 어셈블리 제작 및 조립 》



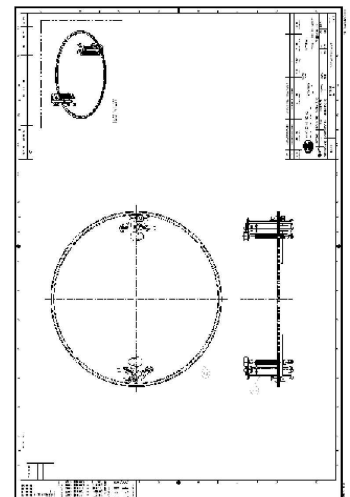
《 상부 롤러부 어셈블리 제작 및 조립 》



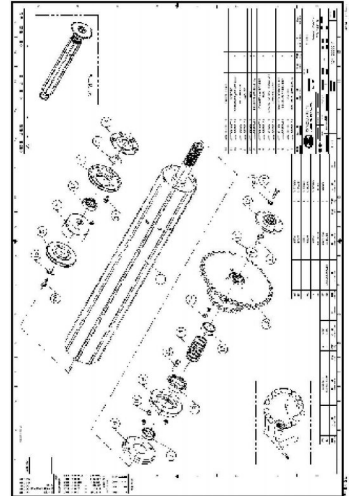
《 하부 프레임 및 주행부 어셈블리 제작 및 조립 》



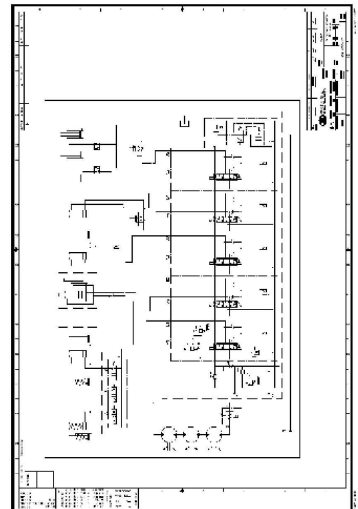
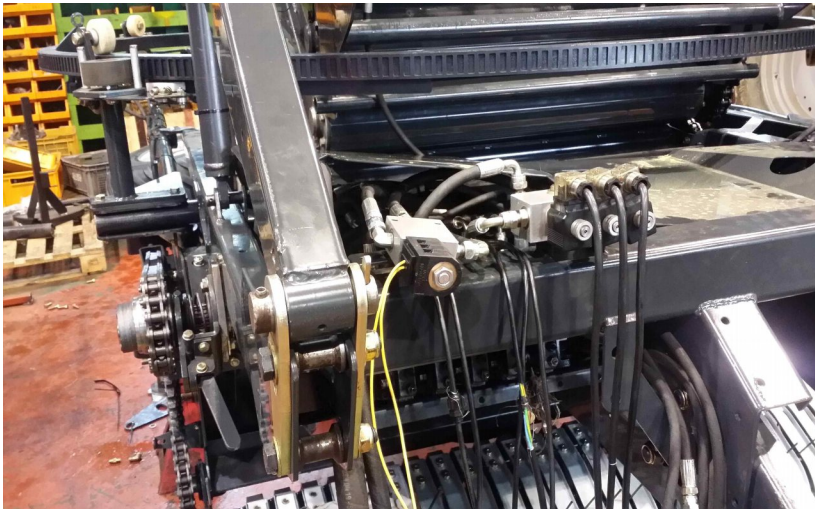
《 랩핑 회전부 어셈블리 제작 및 조립 》



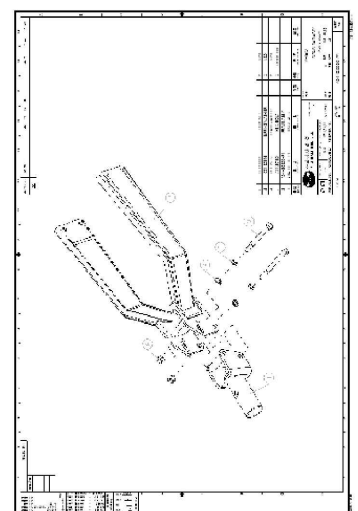
《 롤러부 구동 동력부 연결 제작 및 조립 》



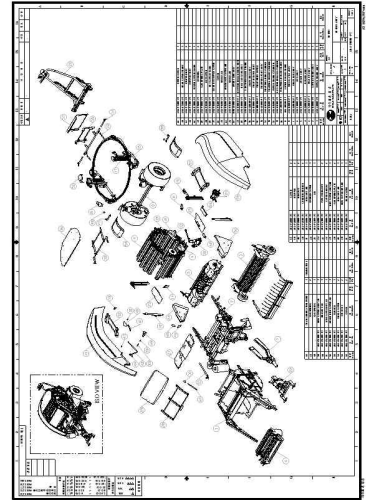
《 유압부 어셈블리 제작 및 조립 》



《 드로우바 어셈블리 제작 및 조립 》



《 본체 조립 및 조정 》



《 체결 및 조정, 커버 장착 》

조립 완료된 2차년도 시작기 (현장실험시 상태확인을 위해 커버 제거후 실험진행)



- ◇ 전체적으로 본체 조립은 볼트류 등의 기본 부품 및 소모성 부품을 제외한 1,500여 단위 부품을 25개 어셈블리로 제작 및 1차 조립된 상태에서 다시 11개 조합 어셈블리로 2차 조립하여 기초 프레임에 기반하여 최종적으로 기계·전기제어·유압파트를 총 조립 하였음.
- ◇ 제작 및 조립에 있어 개발품은 비포장 농로 및 경사지, 요철지 등 열악한 작업환경에서 운용되는 것을 감안하여 정밀 치공구와 압력게이지, 조립작업용 지그, 클램프를 이용하여 조립면과 조립 정위치를 확보하면서 정밀하게 조립하였음.
- ◇ 또한, 제작된 2차년 시작기는 현장실험 과정에서 발생한 문제점을 빠짐없이 기록하고 해결점을 도출하여 수정·보완하였는데 「반복 작업시의 시작기 문제점 도출 및 보완」에 서술하였음.
- ◇ 그리고 전기제어 관련은 「전기제어부품 요인시험장치 제작」, 유압관련은 「유압 요인시험장치 제작」, 제어시스템은 「각 부의 통합 제어시스템 요인시험장치 제작」에 서술하였음.

31) 요소기술 통합 (과제관련 특허 등록/출원 내용 포함)

◇ 현재까지 본 과제 관련하여 총 12개의 신규 요소기술을 개발하여 특허등록 및 출원한 상태로 1차년도 4개 2차년도 3개를 출원하였고 이 중에서 2개가 특허등록 상태임. 2차년에 신규로 출원된 특허는 1)자동형 브레이크가 적용된 네트 공급장치 (특허출원 10-2016-0094788), 2)구동기어가 적용된 베일 형성장치 (특허출원 10-2016-0095847), 3)탈부착형 램공급부가 구비된 램핑장치 (특허출원 10-2016-0097382)임 (Figure 1).

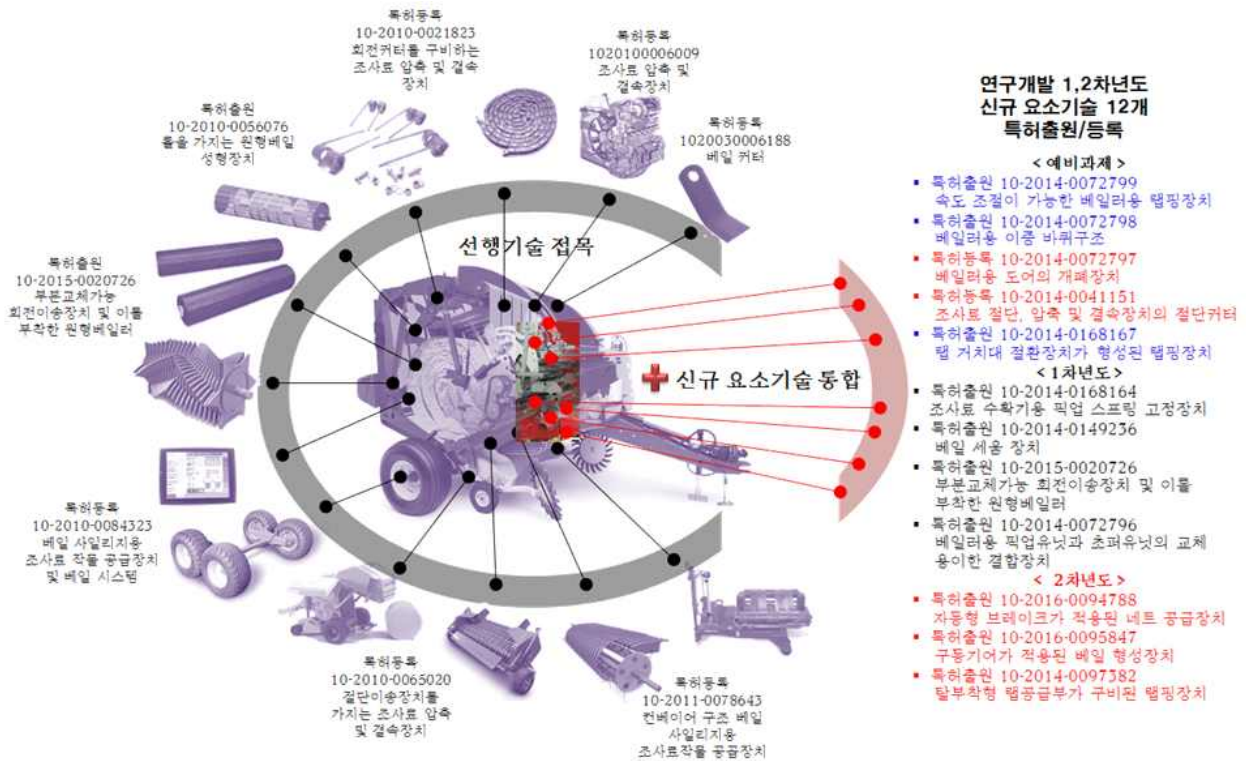


Figure 1. 다목적 조사료수확기 시스템의 요소기술 결합 모식도 (2016.08.12 현재)

- ◇ 현재까지 특허출원 12개 중에서 조사료 절단, 압축 및 결속장치의 절단커터 (특허등록 10-1458965), 조사료용 도어의 개폐장치 (특허등록 10-1554427) 등 2건이 특허등록 되었음.
- ◇ 2차년도 시작기에 직접적으로 하나의 구성장치로 통합되는 요소기술은 램 회전제어부 요인시험장치와 베일 수직세움부 요인시험장치, 다중 램 거치대 요인시험장치이고 간편 탈부착 요인시험장치는 옥수수 수확시 초과수확장치를 장착하기 위한 것임.
- ◇ 베일커터 요인시험장치는 초퍼형으로 절단하는 장치로 본체에 통합되지는 않았으며, 전체적으로 현재까지 통합된 요소기술 구성도는 다음과 같음 (Figure 2).
- ◇ 조사료수확기용 픽업 스프링 고정장치 (특허출원 10-2014-0168164)는 2차년 시작기 수확부 픽업장치의 부품으로 적용되었음. 장치는 픽업 스프링 고정장치로 한개 이상의 픽업 스프링을 한 묶음으로 연결하여 사료작물 픽업시에 픽업 스프링의 좌,우가 틀어지지 않게 고정하여 작물의 공급이 원활하게 공급되고, 그로 인해 작업 능률이 향상되면서 작업 시간을 단축시키는 장치이

다. 장치는 작업시간 단축으로 수리 비용 등이 절감되도록 함. 장치는 부품으로 수확부의 픽업장치에 결합되었는데 주요 내용은 다음과 같음.

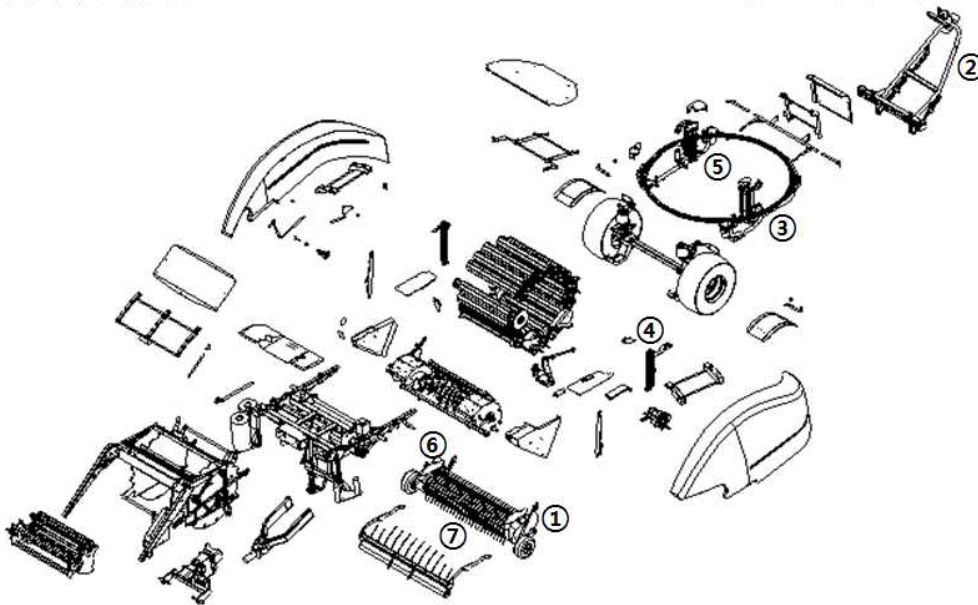


Figure 2. 2차년 시작기에 통합된 요소기술 구성도

- 적용목적 : 픽업 스프링 전체를 묶어 작업시 픽업 스프링이 틀어지지 않고 작업 효율성 향상
- 적용조건 : 풀사료를 수확하는 픽업장치에 부품으로 결합
- 적용내용 : 픽업 스프링을 픽업장치에 연결하는 연결부재가 픽업 스프링과 연결된 상태에서 고정돌기의 관통홀을 관통하여 픽업장치에 고정

◇ 장치는 한개 이상의 픽업 스프링을 한묶음으로 연결하여 사료작물 픽업 시에 픽업 스프링의 좌, 우가 틀어지지 않게 고정하여 작물의 공급이 원활하게 공급되고, 그로 인해 작업 능률이 향상되면서 작업 시간이 단축되며, 기존의 문제점에 해당되는 유지보수 및 수리비용 등을 절감하는 목

적으로 제작하였음 (Figure 3).

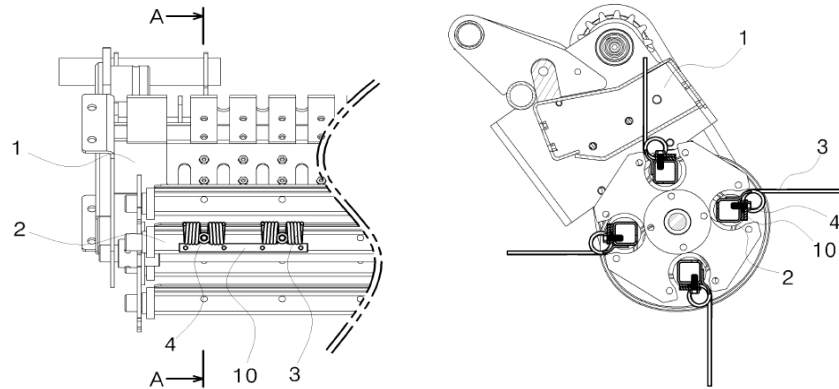


Figure 3. 2차년 시작기에 통합된 요소기술 (픽업 스프링 고정장치)

- ◇ 베일 세움장치 (특허출원 10-2014-0149236)는 2차년 시작기 구성장치로 적용되었음.
- ◇ 장치는 조사료수확기에서 생산되는 베일을 원통방향으로 수직으로 세우는 역할을 함. 이것은 대부분의 조사료 재배지가 경사지인 것에 기인하는데 베일생산의 안정성 확보와 후속작업의 편리성을 담보한다. 적용된 장치의 주요 내용은 다음과 같음 (Figure 4).

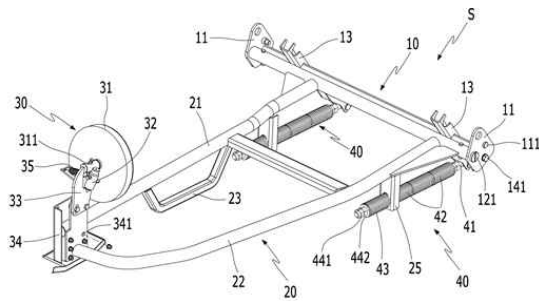


Figure 4. 2차년 시작기에 통합된 요소기술 (베일 세움장치)

- 적용목적 : 베일 생산시 수평낙하방향을 수직으로 변경하여 작업 효율성을 제고
 - 적용조건 : 생산되는 베일 (150~850 kg)에 대해 충격흡수 및 베일의 수직세움 기능 발휘
 - 적용내용 : 높이 단차를 갖는 구조물 조합과 텐션 스프링, 원판 구조물
 - 적용기능 : 후처리 공정 및 작업공정 개선으로 생산 효율성 극대화
 - 장치구성 : 원판 디스크, 원판-스키드판, 텐션 스프링
- ◇ 장치는 베일 충격에 대하여 코일 스프링과 원판 스프링이 탄성으로 충격을 흡수하고 지지 구조물이 변형에 대한 완충 역할과 충격에 대한 체적변형률이 낮게 제작되어 전단변형이 없도록 제작하였는데 다음과 같음 (Figure 5).



Figure 5. 베일 세움장치 연속동작 실내 요인실험

- ◇ 부분교체가능 회전이송장치 및 이를 부착한 원형베일러 (특허출원 10-2015-0020726)는 2차년 시작기에 적용되었는데 수확기 내부로 수거된 사료작물이 회전이송장치를 거쳐 챔버 내부로 이송되는 중에 작물이 끼이거나 걸려서 발생하는 정체현상을 방지하도록 회전이송장치의 스크래퍼 구조를 개선한 것임. 장치는 스크래퍼를 부분적으로 교체가 가능하고 강도를 올려 장치사용 효율 및 작업효율성을 오린 것임. 장치의 주요 내용은 다음과 같음.
- ◇ 장치는 스크류오거로 인입되는 작물을 절단하여 로터에 원료가 감기는 것을 방지할 수 있도록 스크래퍼에 커터날을 형성하는 것과 절단효율을 극대화하고 절단부하를 낮추기 위해 커터날의 형상을 효율적으로 설계하였음.
- ◇ 스크래퍼의 수명을 연장하고 설치를 용이하게 하기 위해 구조를 개선하고 커터날 교체가 가능하도록 하여 조사료수확기 사용효율을 극대화하도록 제작하였음 (Figure 6).

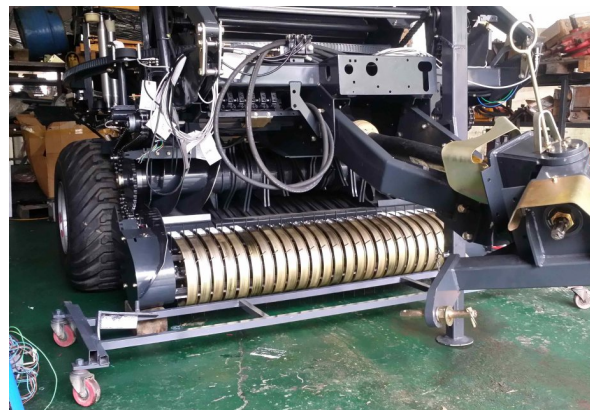
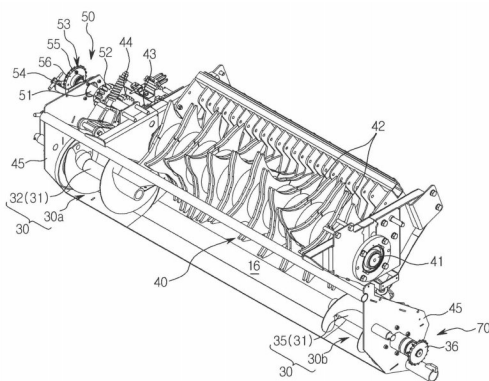


Figure 6. 2차년 시작기에 통합된 요소기술 (부분교체가능 회전이송장치)

- ◇ 랩 거치대 절환장치가 형성된 랩핑장치 (특허출원 10-2014-0168167)는 2차년 시작기 구성장치로 적용되었음. 장치는 본체 양 쪽 측면에 비닐포장하는 랩의 거치대를 이용하여 4개의 랩을 거치하는 장치임. 장치는 현장작업 환경에서 연속적인 작업을 가능케 하고 장착한 랩을 소모한 후

새로 랩을 장착할 경우 작업자의 근골격계 질환을 예방하고 작업의 편리성을 증. 이것은 트랙터와 조사료수확기 본체에 비닐 랩을 보관할 공간이 마땅치 않은 것을 고려하였는데 베일 생산과정에서 작업의 연속성을 유지할 수 있고 생산성을 유지할 수 있는 장치로 주요 내용은 다음과 같음.

- 적용목적 : 다중 랩 거치대로 4개의 랩을 추가적으로 장착하여 작업 효율성 향상
- 적용조건 : 장치에 장착물의 부가중량으로 해석
- 적용내용 : 랩 비닐 20 kg 2개를 1개의 랩 거치장치에 안착, 부품으로 거치장치 2개를 결합
- 설계검증 : 응력해석 : 항복응력 250 N/mm², 인장응력 400 N/mm², 탄성계수 200,000 N/m², 포아송비 0.26, 질량밀도 7850 g/cm³, 전단계수 79,300 N/mm² 총하중 196 N 조건, Von Mises 응력 : 최소 2.6887e⁻⁰⁰⁷ MPa, 최대 0.592276 MPa

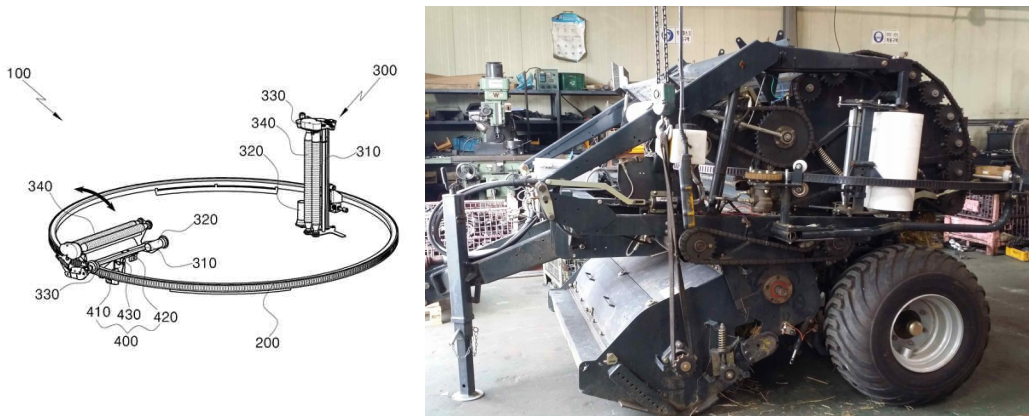


Figure 7. 2차년 시작기에 통합된 요소기술 (랩 거치대 절환장치)

◇ 장치는 좌측과 우측에 각 배치되어 기본 적재된 2개 이외에 총 4개를 추가로 적재하여 편리성을 증대토록 제작하고 작업효율성 확보를 위해 500 mm 높이에 설치하였는데 소요되는 랩핑 비닐의 양은 6겹 기준으로 1회에 100 m 정도 소요됨으로 총 6개의 비닐을 거치하면 150개의 랩핑을 가능토록 하여 4~5시간 정도의 연속작업이 가능토록 제작하였음 (Figure 7).

◇ 베일러용 픽업유닛과 초퍼유닛의 교체 용이한 결합장치 (특허출원 10-2014-0072796)는 2차년 시작기수확부 교체작업에 편이장치로 적용되었음. 장치는 수확부 교체를 용이하게 위한 편이장치로 차년 실험에서 옥수수 실험을 위해 수확부를 픽업장치를 초과장치로 교체하는데 사용되었음. 장치는 최대 245 kg에 이르는 수확부 교체에서 낮은 장착위치로 인해 작업이 어렵고 작업과정에서 교체부품의 큰 중량으로 인해 작업자의 요추에 반복적으로 무리한 힘이 가해져 근골격계 질환 발생을 예방하는 차원임. 적용된 장치의 주요 내용은 다음과 같음.

- 적용목적 : 적용 조사료 물성에 따라 픽업유닛과 초퍼유닛의 교체를 용이하게 하기위함
- 적용조건 : 수확부 장착물의 최대부가중량 (픽업장치 245kg) 적용
- 적용내용 : 수확부를 간편탈부착장치에 안착되어 부품으로 교체하는 편이장치
- 설계검증 : 응력해석 (Von Mises 응력 : 최소 3.185e⁻⁰⁰⁷ MPa, 최대 3.465 Mpa, 총변위 최대치 : 0.00155 mm, 상당변형률 : 최대 1.186e⁻⁰⁰⁵)

◇ 장치는 편이장치로서 4~5명이 필요한 수확부 교체 및 유지·보수작업을 2인이 수행할 수 있고

수확부를 탑재한 상태에서 구조적으로 안전하고 본체에 공차 $\pm 1\text{mm}$ 로 체결될 수 있는 높이와 거리를 유지하도록 제작하였고, 별도의 보조바퀴나 지지 구조물이 없어 탈부착 장치에서 픽업 및 초과유닛이 조사료수확기 본체에 정확하게 체결될 수 있는 높이와 거리를 유지하여 수확장치별 공통사용 가능토록 제작하였음 (Figure 8).

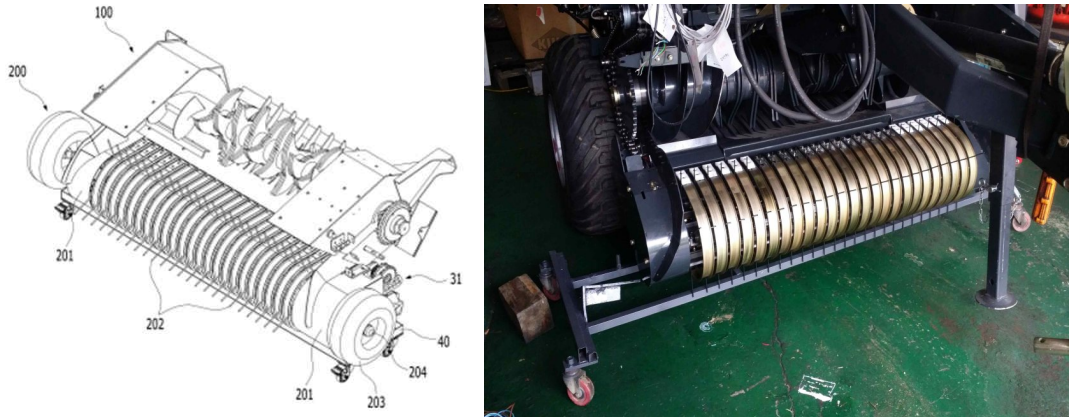


Figure 8. 2차년 시작기 수확부 교체작업에 적용된 요소기술 (결합장치)

조사료 절단, 압축 및 결속장치의 절단커터 (특허등록 10-1458765)는 2차년 시작기 수확부 초퍼장치에 부품으로 적용되었음. 초퍼에 부품으로 결합된 절단커터는 조사료 작물을 절단하고 압축하고 결속하여 베일로 성형하는 조사료 절단, 압축 및 결속장치임. 절단커터는 판형으로 구성되고, 장방형의 커터목부와, 커터날부와 일체형으로 구성되는데 조사료 절단 회전 시에 에너지 소모가 적고 사료작물이 비산되지 않도록 절단 시 작물이 톱날부의 톱니 사이에 위치되어 좌우로 밀리지 않으면서 절단되고 커터목에서 폭이 서서히 증가하는 커터날부가 형성되어 커터목부와 커터날부 사이에 응력 집중을 완화되는 것을 특징으로 장치로 기본 개념은 다음과 같음 (Figure 9).

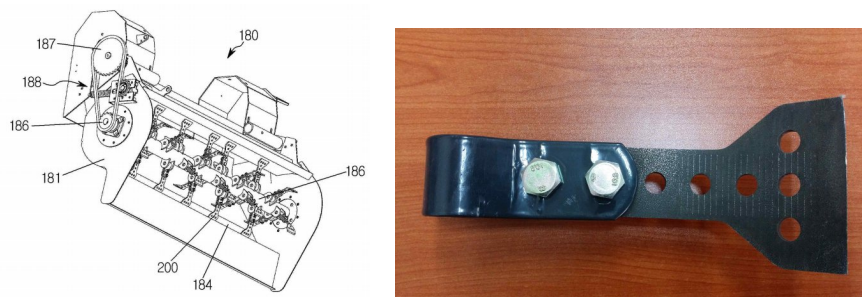


Figure 9. 2차년 시작기 초퍼장치에 부품으로 적용된 요소기술 (절단커터)

- ◇ 베일러용 이중 바퀴구조 (특허출원 10-2014-0072798)는 향후 2021년으로 계획 중인 EU 진출을 대비하여 고급형 모델에 적용하기 위해 선제적으로 기술권리성을 확보한 것으로 조사료수확기의 본체 바퀴를 이중으로 장착하는 것임. 장치는 일정 높이까지 승강·하강이 가능하도록 구성하여 토양수분이 높은 논과 경사지에서도 베일작업이 용이하게 하여 작업능률을 향상시키는 것임. 트랙터 견인식 조사료수확기에서 본체 좌우 양측 하부에 각각 바퀴를 이중으로 구성하여 접지면적을 크게 하여 차체하중을 분산하고 접지압을 감소시켜 물 논에서 이동과 작업을 용이하고, 경사지역에서 차체의 수평유지를 가능하게 하여 작업의 효율성을 높이는 것으로 기본 개념은 다음과 같음 (Figure 10)

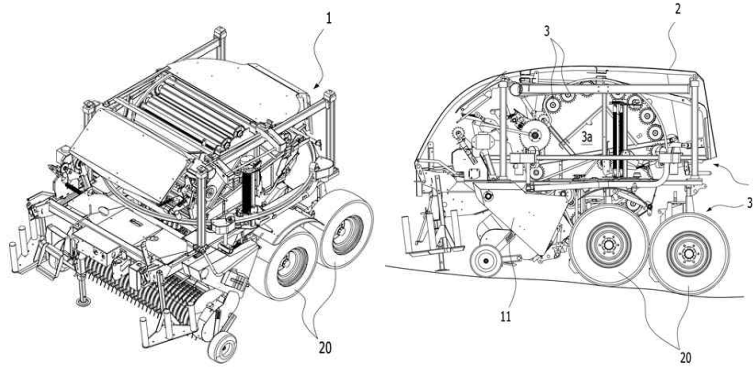


Figure 10. 2차년 시작기에 미적용된 요소기술 (이중 바퀴구조)

베일러용 도어의 개폐장치 (특허등록 10-1554427)는 향후 2021년으로 계획 중인 EU 진출을 대비하여 고급형 모델에 적용하기 위해 선제적으로 기술권리성을 확보한 것으로 조사료수확기 상부에 설치되는 도어가 수확기 본체에 대하여 수직으로 개폐 작동되도록 하여 운전자가 베일의 램핑 혹은 배출 작업을 즉시 확인하여 후속 작업을 조속히 수행할 수 있도록 하여 작업능률이 향상을 목적으로 함. 또한 도어가 본체로부터 완전히 개방되도록 하여 고장 시에 수리 작업이 원활하게 진행할 수 있는 개념으로 기본 개념은 다음과 같음 (Figure 11).

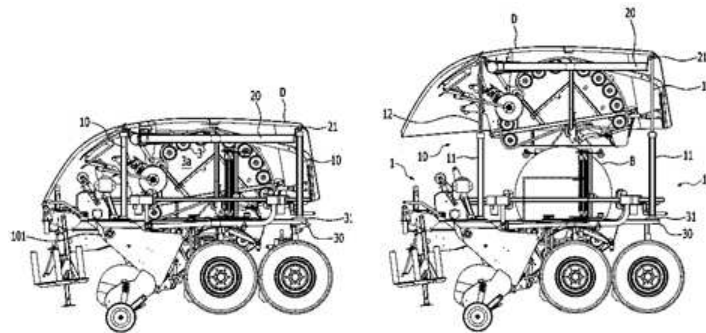


Figure 11. 2차년 시작기에 미적용된 요소기술 (도어 개폐장치)

◇ 2016_자동형 브레이크가 적용된 네트 공급장치 (특허출원 10-2016-0094788)는 조사료수확기의 작동에 따라 네트를 고정 및 고정을 해제할 수 있는 고정장치를 적용함으로써, 네트의 장력을 항상 일정하게 유지할 수 있는 장치를 제공하는 것임. 또한, 네트 공급장치는 반영구적 스프링을 적용함으로써, 상기 고정장치에 별도의 전원장치가 필요하지 않는 장치를 제공함. 적용된 기술은 작업 효율성을 향상시키고 유지보수비를 절감시켜 사용의 편리성을 향상시키는 개념으로 기본 개념은 다음과 같음 (Figure 12).

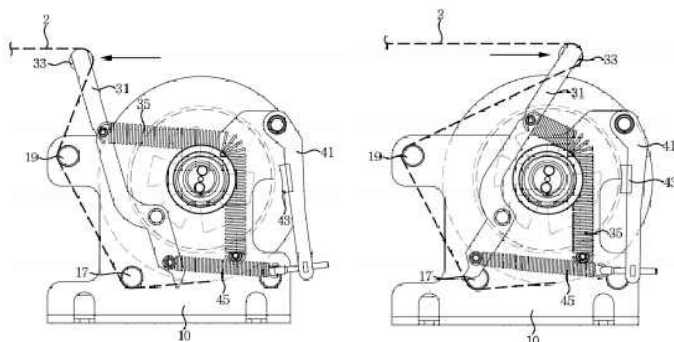


Figure 12. 2차년 특허출원 요소기술 (브레이크 적용 네트공급장치)

- ◇ 2016_구동기어가 적용된 베일 성형장치 (특허출원 10-2016-0095847)는 베일형성장치의 베일 형성용 구동롤러에 동력을 전달하는 구동기어 및 잇 수가 다른 복수의 기어를 구비한 기어 조립체를 적용함으로써, 구동롤러의 rpm을 조절할 수 있고, 이를 통해 베일의 밀도 및 품질 등급을 상승시키는 한편, 상기 구동기어에 의한 간단한 구조로 유지보수가 용이하도록 하였고 장력이 약해지는 체인과 달리 부품이 파손되지 않는 한 별도의 관리가 필요하지 않는 효과가 있음.
- ◇ 또한, 구성부품이 파손되었을 경우 전체를 교체하여야 하는 체인과 달리 상기 구동기어는 파손된 부품만 간단하게 교체하여 사용할 수 있으므로 유지보수가 용이함. 장치는 원료에 따라 차이가 있는 베일의 밀도 및 품질 등급을 최상급으로 조절할 목적인데 기본 개념은 다음과 같음 (Figure 13).

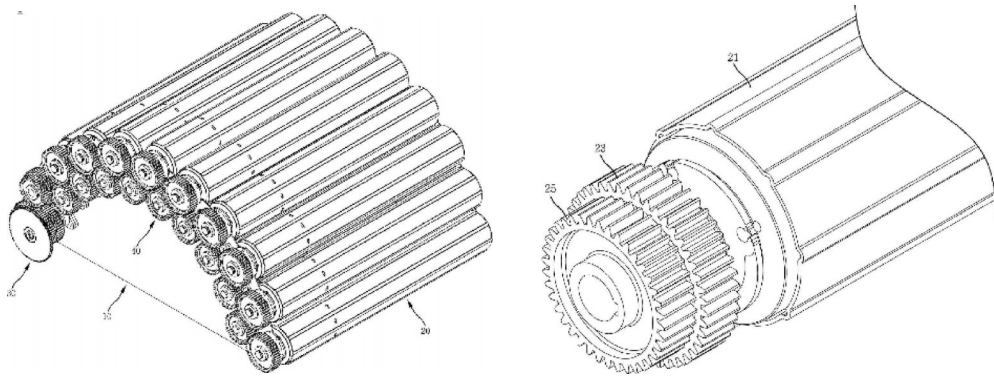


Figure 13. 2차년 특허출원 요소기술 (구동기어 베일 성형장치)

- ◇ 2016_탈부착형 램공급부가 구비된 램핑장치 (특허출원 10-2016-0097382)는 램핑장치의 회전링에 램공급부가 탈부착되는 공급브라켓과 용이하게 탈부착되는 램공급부를 적용하여 베일을 램핑하는 속도를 단축하고, 램롤의 소비량 및 장착개수를 조절하여 일반 작업자도 용이하게 램공급부를 탈부착할 수 있도록 하여 작업능률을 향상을 목적으로 함. 또한 램공급부가 회전가이드바에는 보호커버를 형성하여 회전가이드바의 내구성을 향상시키는 목적으로 기본 개념은 다음과 같음 (Figure 14).

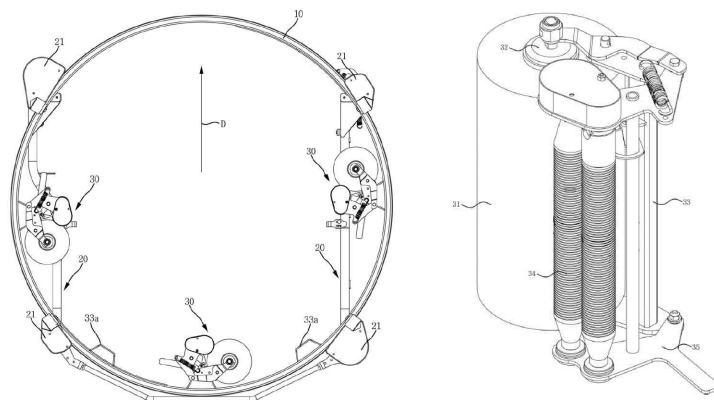


Figure 14. 2차년 특허출원 요소기술 (탈부착형 램공급부)

- ◇ 2차년도 시작기에 통합된 요소기술은 특허 출원/등록된 요소기술이 단수 혹은 복수로 복합적으로 적용되어 최종적으로 요인시험장치 5개가 본체에 통합되었는데 주요 내용은 다음과 같음 (Fi

Figure 15).

- 다중 랩 거치대 요인시험장치를 2차년 시작기 본체에 기구적으로 통합
- 베일 수직세움 요인시험장치를 2차년 시작기 본체에 기구적으로 통합
- 랩 회전제어 요인시험장치를 2차년 시작기 본체 제어부에 통합
- 간편 탈부착 요인시험장치를 2차년 시작기 수확부 장치 교체에 사용하여 통합
- 베일커터 요인시험장치를 2차년 시작기 수확부 초과장치에 부품으로 통합



Figure 15. 2차년 시작기에 통합된 주요 요인시험장치

◇ 통합된 주요 요인시험장치 5개는 복수의 비닐 랩을 동시에 적재하면서 작업하는 다중 랩 거치대 요인시험장치, 본체 후방에 설치되어 생산되는 베일의 안전을 확보하는 베일 수직세움 요인시험장치, 전자제어적으로 통합된 랩 회전제어 요인시험장치, 사료작물별 수확부 교체시 사용하는 간편 탈부착 요인시험장치 및 초과장치를 포함하는 베일커터 요인시험장치임.

32) 반복 작업시 시작기 문제점 도출 및 보완

◇ 2차년에는 5가지 사료작물에 대하여 현장실험으로 시작기의 문제점도출 및 보완작업을 반복적으로 실시하였는데 현장작업 과정 (작동상태 확인을 위해 커버 제거)은 다음과 같음 (Figure 1).

현장 실험과정에서는 대상작물별 (차수/지역/일자)로 다양한 문제점이 발생하였는데 현장사진과 수정·보완 내용은, 조치결과는 다음과 같음. 2차년도 상반기 (2015.10~2016.04) 기간 중에 1차년도 시작기 실험과정에서 발생한 로터부 막힘현상 발생 등 문제점은 하반기 (2015.06~2016.08)에 2차년도 시작기에 수정·보완하여 현장실험을 진행하였음. 하반기에 발생한 본체커버 간섭현상 발생 등 문제점은 3차년에 설계변경 등의 조치로 수정·보완할 계획인데 내용은 다음과 같음 (Table 1).



①작업 시작



②트랙터 전방



③수확기 픽업



④네트 작업



⑤랩핑 시작



⑥랩핑 종료



⑦회전 링 상승



⑧베일 배출



⑨작업 종료

Figure 1. 2차년 시작기 현장실험 베일생산 사이클 (작물 공통)

Table 1. 연구개발 2차년도 현장실험과정에서의 문제점과 수정·보완 조치 내용

대상작물	문제점	현장사진	수정·보완	비고
연맥 5 th 현장실험 강원/횡성 2015.11.30. 1차년 시작기	<ul style="list-style-type: none"> 로터 부에서 고수분 원료로 슬립이 발생하여 막힘 현상 발생 		<ul style="list-style-type: none"> 로터의 회전속도를 15% 상승시킴 (2차년 시작기에 적용) 	해결
연맥 5 th 현장실험 강원/횡성 2015.11.30. 1차년 시작기	<ul style="list-style-type: none"> 베일작업에서 불안정한 베일을 형성 		<ul style="list-style-type: none"> 드롭플로워에 센서 부착위치 변경하여 커버의 개폐여부를 정확하게 확인할 수 있도록 함 (2차년 시작기에 적용) 	해결

<p>연맥 6th 현장실험 강원/횡성 2015.12.18. 2차년 시작기</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템의 연결동작이 끊어지는 현상 발생 		<ul style="list-style-type: none"> • 제어 프로그램의 동작 지연시간을 조정함 	<p>해결</p>
<p>연맥 6th 현장실험 강원/횡성 2015.12.18. 2차년 시작기</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 랩핑 링 기어의 마모속도가 빠름 		<ul style="list-style-type: none"> • 재질을 변경(우레탄60→우레탄80)하여 내구성 강화함 	<p>해결</p>
<p>연맥 6th 현장실험 강원/횡성 2015.12.18. 2차년 시작기</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 픽업 장치의 스크레퍼 간격 조정할 경우 수리보수 공간 부족 		<ul style="list-style-type: none"> • 전체적으로 스크레퍼 간의 간격을 조정함 	<p>해결</p>
<p>연맥 6th 현장실험 강원/횡성 2015.12.18. 2차년 시작기</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 랩핑 완료후 비닐 절단 칼날 동작이 좌우 칼날 작업속도가 불균일 		<ul style="list-style-type: none"> • 고성능 유압 디바이스 밸브로 교체함 	<p>해결</p>
<p>호밀 7th 현장실험 경기/평택 2016.05.26. 2차년 시작기</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 본체 상부커버와 본체 내부가이드판의 간섭 발생 		<ul style="list-style-type: none"> • 설계변경으로 3차년 엔지니어링 샘플 통합기 적용(가이드판 간섭부분 모따기) 	<p>적용</p>
<p>이탈리안 라이그라스 8th 현장실험 경기/평택 2016.06.07. 2차년 시작기</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 본체 상부커버를 개방할 때 스트로크 부족 		<ul style="list-style-type: none"> • 설계변경으로 3차년 엔지니어링 샘플 통합기 적용(유압실린더 스트로크 30mm 증대시킨 사양으로 교체) 	<p>적용</p>
<p>이탈리안 라이그라스 8th 현장실험 경기/평택 2016.06.07.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 픽업장치 측면부에 작물 끼임현상 발생 		<ul style="list-style-type: none"> • 설계변경으로 3차년 엔지니어링 샘플 통합기 적용(측면부에 가이드판 부착) 	<p>적용</p>

2차년
시작기



옥수수
9th 현장실험
경기/동두천
2016.07.28.
2차년
시작기

- 후방 안전 가이드 주변환경과 인식 부족 안전사고 위험 감지



- 설계변경으로 3차년 엔지니어링 샘플 통합기 적용 (도색색상을 노랑색으로 변경)

옥수수
9th 현장실험
경기/동두천
2016.07.28.
2차년
시작기

- 옥수수 작업시 사료 가이드로 이용하는 베일집게의 적정 폭 표준화 문제



- 잔여 연구기간에 현장실험으로 연구과제 종료시점에 표준으로 제시 (예정)

◇ 전체적으로 현장실험은 주관기업의 기술연구소와 협동기관인 대학 연구팀이 공동으로 진행하였는데 시스템적으로 베일을 생산하는 작업공정에서는 큰 문제점이 발견되지 않았음. 그러나 향후 연구팀은 지속적인 현장실험으로 가동시간을 최대한 늘려 제품화 단계 이전에 현장에서 발생할 문제점을 최대한 도출하여 성능을 고도화 계획임.

◇ 2차년 시작기는 현장실험을 수행하는 과정에서 도로주행실험과 재배지 주행실험을 진행하였음. 도로주행시험은 주관기관 소재지에서 실험 현장위치가 근접했던 3회 실시되었으며, 재배지 주행 시험은 10차에 걸친 현장실험의 비포장 작업환경으로 농로 등에서 진행되었음 (Figure 2).

◇ 2차년 시작기에 대한 도로주행실험은 최대 설계 도로주행속도인 25 km/h 이내에서 이상상태를 확인하기 위해 실험지가 근거리인 경우 3회 진행되었음. 트랙터 (D851)에 2차년 시작기를 부착하여 주관기관 소재지인 평택/도일동에서 평택/오성까지 왕복 30km (2차년 8차 현장실험 현장), 안성/공도까지 편도 왕복 33.4 km (2차년 9차 현장실험현장), 아산/둔포까지 왕복 50.4 km (2차년 5차 현장실험현장)에서 총 112.8 km 실시(5)되었음.

◇ 2차년 시작기에 대한 재배지 주행실험은 5회의 실험현장에서 매 현장마다 환산거리로 20 km 범위에서 포장이동(①~④) 및 수확작업과정(⑥~⑧)이 진행되어 총 100 km의 주행실험이 실시되었는데 작업거리를 포함하여 계산하였음.

◇ 2차년에 실증적으로 진행된 도로주행 및 재배지 주행실험은 현장실험으로 총 300 km 정도 진행되었는데 장치의 이완이나 이탈, 제동시 미끌림, 타이어 변형 등 특이한 사항은 발견되지 않았으나 추후 보다 반복적인 실험으로 계속적으로 문제점을 찾아 수정·보완하여 제품 완성도를 높일 계획임.



Figure 2. 2차년 시작기 주행시험 (도로, 작업지)

33) 전기제어부품 요인시험장치 제작

◇ 2차년도 시작기는 장치제어를 위해 총 7종의 센서와 제어시스템이 장착되었다. 장착된 센서는 작동 기능에 따른 (a)Top hat angle sensor, (b)Net knife out sensor, (c)Bale 90% ready sensor, (d)Ring pulse sensor, (e)Cutter down sensor, (g)OC-Knives sensor, (f)Ring zero sensor로 구성되었다. 시작기에 설치된 각 센서의 기능과 위치는 다음과 같음 (Figure 1).

- (a) Top hat angle sensor : 상부커버가 열리는 각도 위치를 감지, 위치인식
- (b) Net knife out sensor : 네트를 절단하는 절단커터장치의 입출입 감지
- (c) Bale 90% ready sensor : 베일규격 90%에서 위치인식하여 잔여시간 부여, 형성작업 종료
- (d) Ring pulse sensor : 랩퍼 구동기어 정속회전 상태 감지, 이상 여부 인식, 랩핑작업 통제
- (e) Cutter down sensor : 비닐절단 커터 위치인식, 전후공정작업 시작과 종료시점 인식
- (f) OC-Knives sensor : OC-Knives 작업여부 인식, 반입작물 정상절단 인식
- (g) Ring zero sensor : 랩퍼 링의 정위치 감지, 위치인식

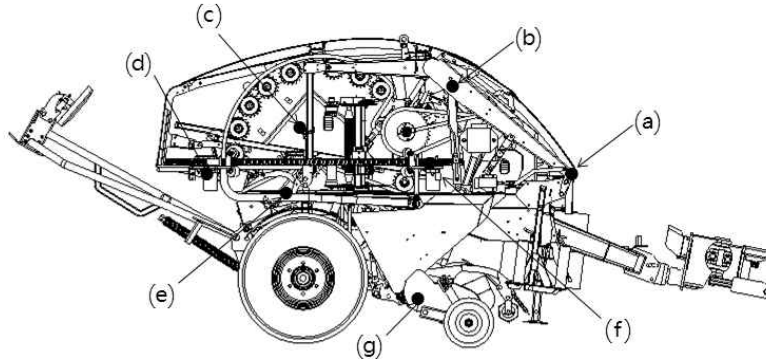


Figure 1. 2차년 시작기에 장착된 센서의 구성위치

◇ 전기제어부품을 제어하기 위한 제어 PCB (인쇄회로기판; printed circuit board) 보드는 각 센서 감지와 액추에이터 구동을 위한 회로설계, 하드웨어 설계, 센서입력 액추에이터 제어, 각 장치의 동작상태 제어를 목적으로 함. 또한 제어패널 운영을 위한 소프트웨어 개발은 조사료수확기의 동작상태 모니터링, 운영조건 설정 및 원격조정을 위한 것으로 내용은 다음과 같음 (Figure 2).

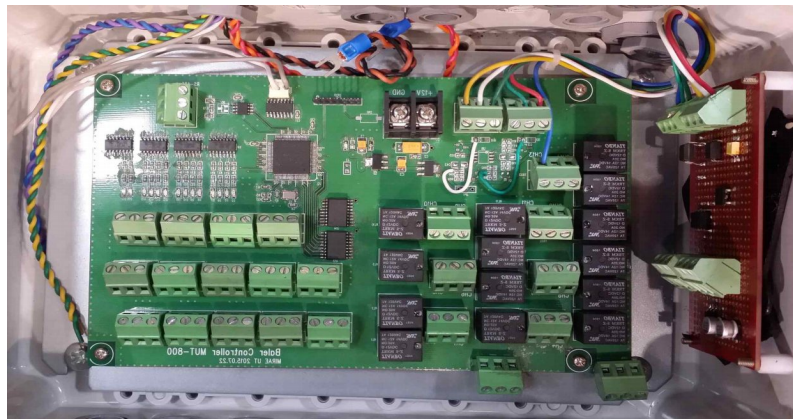
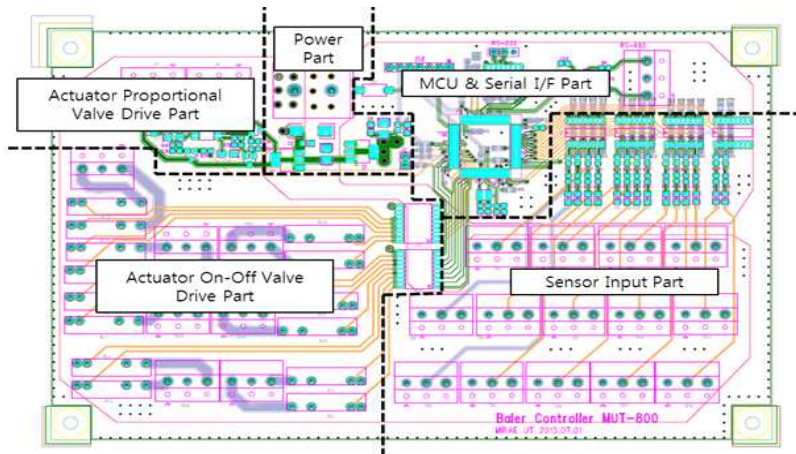


Figure 2. 2차년 시작기 PCB (상: 설계, 하: 제작·설치)

◇ 회로설계는 MCU (micro controller unit)를 중심으로 입력신호 및 출력신호를 이용하여 전체

시스템을 제어하는 것으로 RS485를 이용한 가상 터미널과 RS232C를 이용한 모니터로 운전하도록 하였음 (Figure 3).

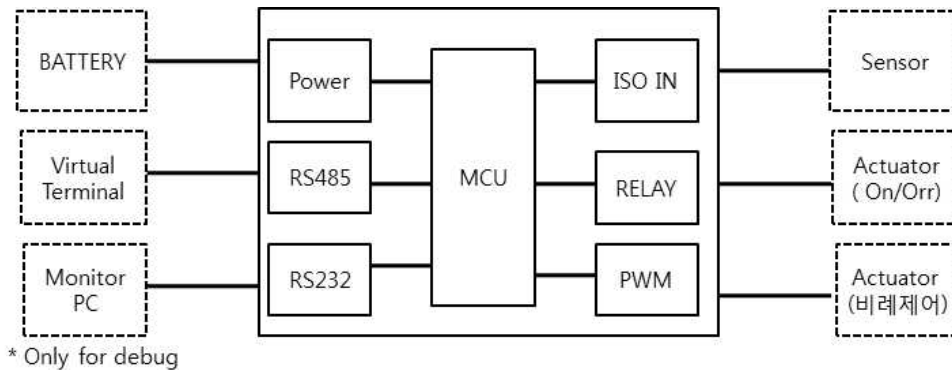


Figure 3. Schematic of forage harvester system

1) 전원 파트, 센서 및 액추에이터 드라이버에 필요한 전원은 주입력전원(DC 12V 배터리)를 이용하도록 하며, 각각의 회로구동에 필요한 전원은 주입력전원에서 얻도록 회로를 설계

- ① 전원입력 : 최대 투입 전원 20V
- ② 시스템 전원 : DC 5V 1.0A LDO (low drop out) (아날로그 회로 공급전원, 3.3V 레귤레이터 입력전원), DC 3.3V 1.0A LDO (DC 5V로부터 생성, MCU관련 회로의 전원공급)

2) MCU 파트, 장착 되는 센서의 동작상태를 감시하고 on/off 액추에이터 구동을 위한 GPIO (general-purpose input/output) 포트, 비례 밸브의 구동을 위한 PWM 제너레이터, 시리얼 인터페이스 등의 기능 구현이 가능, 다중 이벤트 처리에 있어 지연이 생기지 않는 고속의 업무 수행 처리속도가 가능한 MCU 적용

- ① 센서 입력/액추에이터 On/Off 드라이브 출력 GPIO : 입력 15 포트/출력 14 포트
- ② 액추에이터 비례 밸브 드라이브 PWM 출력 포트 : 2 Ch. : 10Khz~200Khz PWM (pulse width modulation) 제너레이터
- ③ 시리얼 인터페이스 포트 : USART 2 Ch. (RS485 1 Ch. : 가상 터미널 연결, RS232 1 Ch. : 콘솔 포트_디버그용), USART 2 Ch. (RS485 1 Ch. : 가상 터미널 연결, RS232 1 Ch. : 콘솔 포트_디버그용)
- ④ 처리속도 : 40 MIPS 이상 MCU적용

3) 센서 입력 파트, 센서 출력신호와 MCU 투입 포트의 신호를 매칭해서 센서신호에 의한 MCU 포트 보호회로 설계

- ① 신호 매칭 : 센서 출력 : DC12V 600 mA (최대), MCU 포트 입력 : 3V CMOS 20 mA (최대), CMOS (complementary metal-oxide-semiconductor) 로직 레벨 입력
- ② 보호회로 : Opto-coupler 회로소자 적용 입력/출력 절연, 절연 전압 : 2,500 Vrms
- ③ 입력신호 표시 : LED 인디케이터 디스플레이

Table 1. Micro Controller Unit에 입력되는 센서신호 (회로도 : Figure 4)

번호	명 칭	입력방법	입력	비 고
1	압력센서	근접센서(npn type) 3선	n.o	베일압력이 찼을 때 동작
2	네트칼날 정위치 센서	근접센서(npn type) 3선	n.o	항시 감지하고 있다가 동작되면 off
3	도어 닫힘 센서	근접센서(npn type) 3선	n.o	닫힘 상태에서 on
4	도어 열림 센서	근접센서(npn type) 3선	n.o	열림 상태에서 on
5	필름칼날 정위치 센서	근접센서(npn type) 3선	n.o	필름칼날이 하강상태에서 on
6	링기어 다운 센서	근접센서(npn type) 3선	n.o	링기어 다운위치에서 on
7	링 회전수 측정 센서	근접센서(npn type) 3선	n.o	링기어의 회전수를 count
8	링기어 회전위치측정 센서	근접센서(npn type) 3선	n.o	링기어의 회전위치를 count

4) 액추에이터 on/off 밸브 드라이브 파트, 솔 밸브 on/off 구동을 위하여 SPST (single-pole single-throw) 릴레이 적용, DC 12V를 on/off 할 수 있도록 회로 구성

- ① 릴레이 : SPST 30V 5A급 이상
- ② 릴레이 드라이브 : 500 mA (정격 콜렉터 전류)
- ③ 출력 클램프 다이오드
- ④ 작동 CMOS 로직

5) 액추에이터 비례 밸브 드라이브 파트, MCU에서 발생시킨 PWM 펄스를 DC로 변환하여 비례 밸브의 솔레노이드에 전달

- ① 적용 비례 밸브 : FPFB-10
- ② 밸브 드라이버 : PWM1400
- ③ PWM의 DC 출력 : 제어신호 = 0~5Vdc (PWM Duty 0~80%)

6) 시리얼 인터페이스 파트

- a) RS485 포트 : 가상 터미널과의 시리얼 인터페이스 포트, 반이중 통신 (half duplex) 방식, 통신 포트 보호회로 적용
- b) RS232 포트 : ① 콘솔 모니터링 포트 : 컨트롤러 보드의 동작상태 모니터링 포트, ② ESD 보호, ③ 데이터 전송 : 1 Mbps (최대), ④ 저전압 Drop-out (electronics) 출력방식 : NP N TR CMOS 로직 구동방식 설계

7) 하드웨어 설계 : (규격 : L220 mm * H180 mm * t1.6 mm, 4-Layer)

◇ 시스템 설계는 센서의 입력 처리, 액추에이터의 구동 처리, 상위 단말기 제어장치와의 통신, 조 사료수확기의 운영, 모니터링 기능을 포함한다.

- ① 운전 명령 : 운영자의 요구사항에 대한 정보로 콘트롤러 수행 이벤트 명령 및 관련 데이터
- ② 동작 프로토콜 : 명령의 형태에 따라 가변 Packet 통신방식에 의해 상호 정보전달 수행
- ③ D-프로토콜 : 모니터링 및 제어를 위한 프로토콜, 제어 및 감시 데이터의 정보 전달을 수행
- ④ 명령 확인 : 프로토콜에 따라 명령내용 확인, 이벤트 수행 프로세서에 정보전달
- ⑤ 이벤트 처리 : 조사료수확기의 주 프로세서로 명령, 센서 출력, 드라이버 출력 및 수확기 운영에 각각의 이벤트 처리 수행

Table 2. Micro Controller Unit에서 출력되는 장치의 제어신호 (회로도 : Figure 5)

번호	명 칭	출력 방법	출력 형태	비 고
1	Clutch 동작	릴레이 out/대전류: 5A	V+(입력전압)	timer로 off
2	네트 칼날 복귀	릴레이 out/대전류: 5A	V+(입력전압)	도어 열림신호로 출력
3	도어 열림 신호	릴레이 out/대전류: 5A	V+(입력전압)	열림 센서신호 입력시 off
4	도어 닫힘 신호	릴레이 out/대전류: 5A	V+(입력전압)	닫힘 센서신호 입력시 off
5	필름 칼날 상승 신호	릴레이 out/대전류: 5A	V+(입력전압)	timer로 off
6	필름 칼날 하강 신호	릴레이 out/대전류: 5A	V+(입력전압)	필름센서 정위치 입력시 off
7	링기어 상승 신호	릴레이 out/대전류: 5A	V+(입력전압)	timer로 off
8	링기어 하강 신호	릴레이 out/대전류: 5A	V+(입력전압)	하강신호 들어오면 off
9	링회전 제어 신호	신호 전원	정회전, 역회전 입력전압 동작 출력	설정된 rpm에 따라 제어
10	픽업 상승	릴레이 out/대전류: 5A	스위치 작동 Timer 작동	동작 스위치에 따라 분류 설정된 시간동안 동작
11	OC내림	릴레이 out/대전류: 5A	V+(입력전압)	
12	DF 올림(밀판)	릴레이 out/대전류: 5A	V+(입력전압)	
13	DF 내림(밀판)	릴레이 out/대전류: 5A	V+(입력전압)	

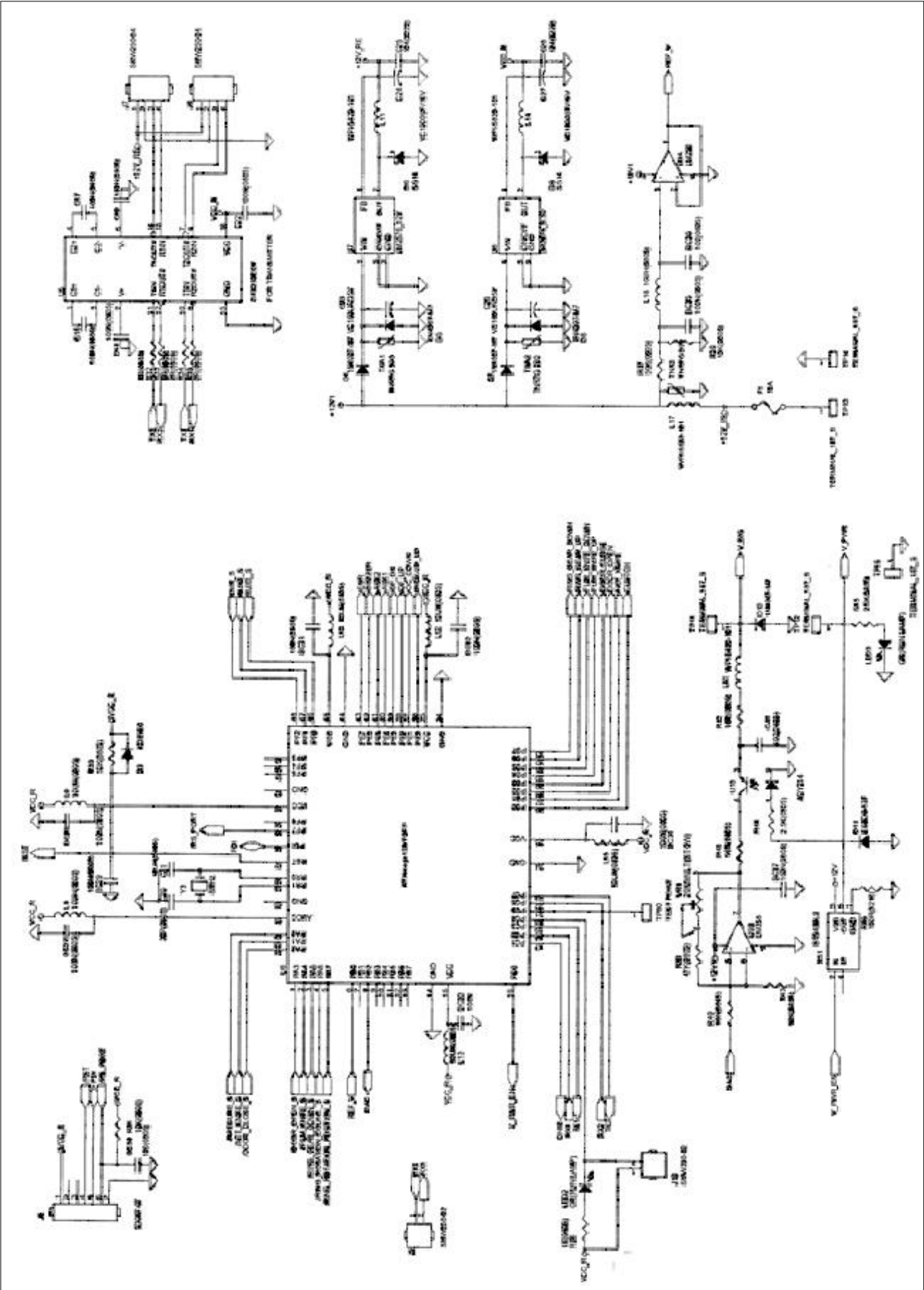


Figure 5. Schematic diagram of the micro controller unit output

◇ 2차년 시작기에 적용된 전기제어 시스템에서 각 구성 요소장치들을 제어하는 센서들은 Micro Controller Unit가 내장된 제어패널에서 운전자의 조작과 내장된 프로그램으로 제어되는데 각 센서들의 설치위치와 명칭은 다음과 같음 (Figure 6).

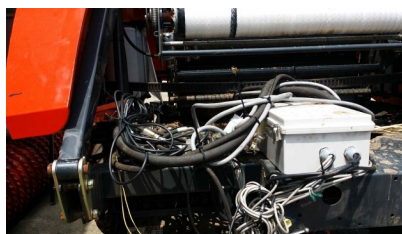


Figure 5. 2차년 시작기의 각 센서 설치위치 및 센서명칭 (상부커버 조립 전)

◇ 각 센서들은 조사료수확기의 작동을 제어하는데 상부커버 위치인식, 네트 절단커터 입출입 감지, 베일규격 90% 위치인식, 램퍼 구동기어 이상여부 인식, 비닐절단 커터 위치인식, OC-Knives 작업여부 인식, 램퍼 링 정위치 감지 등으로 센서의 설치상태는 다음과 같음 (Figure 6).



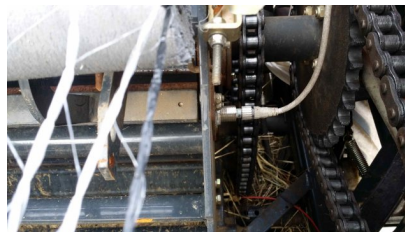
(M)MCU



(P)Control panel



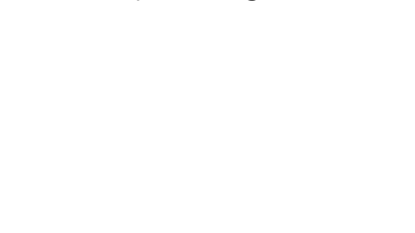
(a)Top hat angle sensor



(b)Net knife out sensor



(c)Bale 90% ready sensor



(d)Ring pulse sensor

(e)Cutter down sensor

(e)OC-Knives sensor

(f)Ring zero sensor

Figure 6. 2차년 시작기 Micro Controller Unit과 센서들의 설치상태

34) 유압 요인시험장치 제작

◇ 2차년도 시작기는 유압실린더, 유압모터 및 유압밸브를 위해 유압제어 시스템이 장착되었다. 시스템에 장착된 유압관련 장치는 기능에 따라 (a)Bottom section cylinder, (b)chamber lock cylinder, (c)Drop floor cylinder, (d)Film cutter cylinder, (e)Pick-up cylinder, (f)Priority valve(ring-up), (g)Ring lift cylinder, (h)Ring rotate motor-right, (i)Top section cylinder와 (k) Main valve, (l)Control panel, (m)Hydraulic pipes로 구성되었다. 시작기에 설치된 장치들의 설치위치는 다음과 같음 (Figure 1).

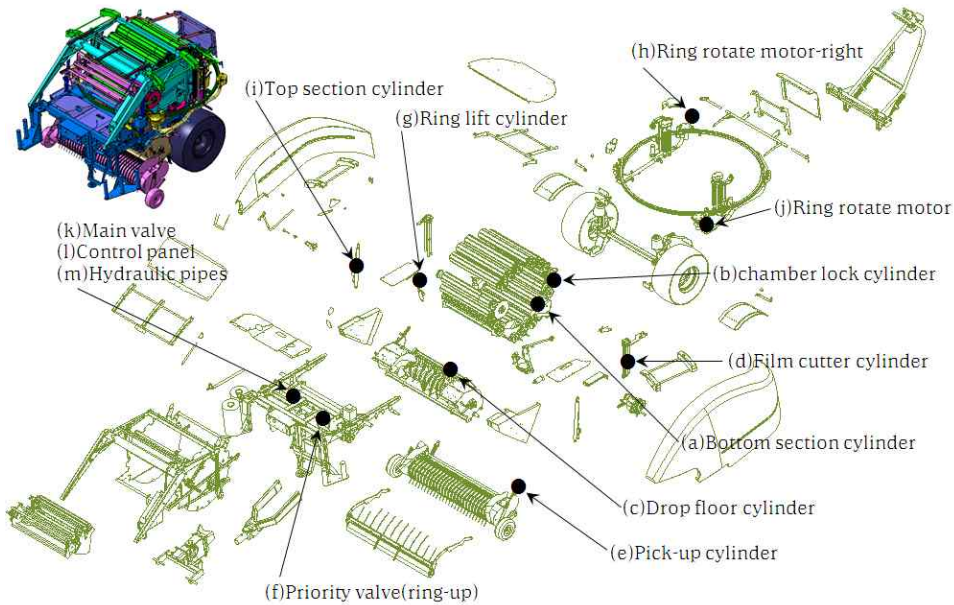


Figure 1. 2차년 시작기의 유압장치 구성 및 설치위치

◇ 시작기는 트랙터의 PTO동력과 유압동력을 이용하여 개발된 조사료수확기에 동력을 전달하여 작동되도록 설계되었는데 PTO 동력은 중앙기어박스(①), 유압동력은 유압밸브(②)에서 각 구성장치에 동력을 전달하는 개념으로 구성은 다음과 같음 (Figure 2).

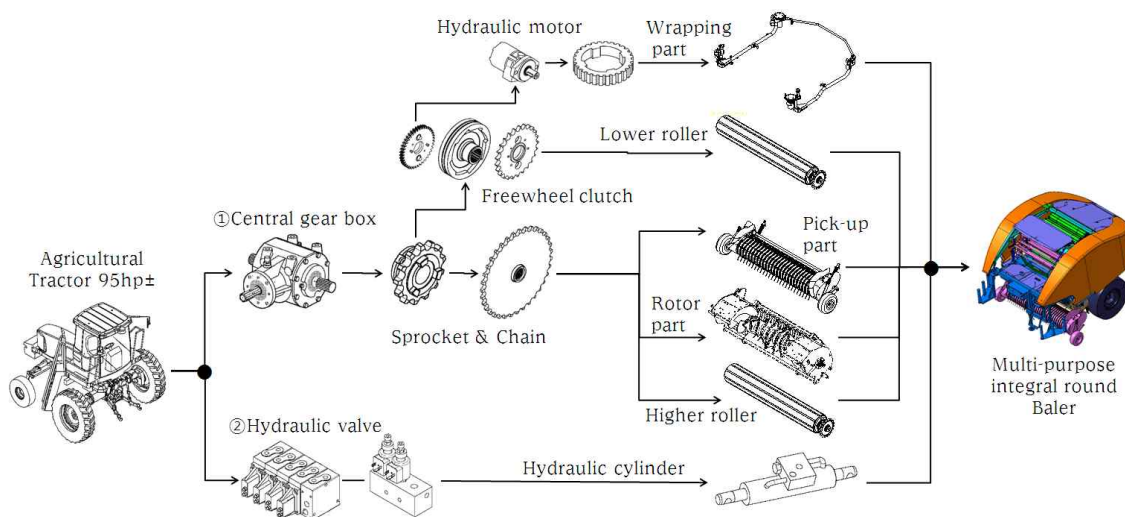


Figure 2. 동력전달 및 유압전달장치 구성

- ◇ 기계적인 동력전달 구성요소는 트랙터의 PTO 동력을 증양기어박스에서 전달받아 기계적인 기어 스포라켓 및 연결 체인을 통한 감속과정의 메카니즘으로 롤러 파트와 로터 파트, 픽업 파트에 동력을 전달하는 것임.
- ◇ 유압 동력전달 구성요소는 조사료수확기에 통합형으로 내장된 랩퍼의 작동을 위한 것으로 PTO 동력을 전달받아 Freewheel의 클러치를 이용하여 롤러 파트의 베일형성 작업이 종료되면 동력을 유압모터에 전달하여 랩퍼 파트에 동력을 전달하는 개념인데 다음과 같음 (Figure 3).

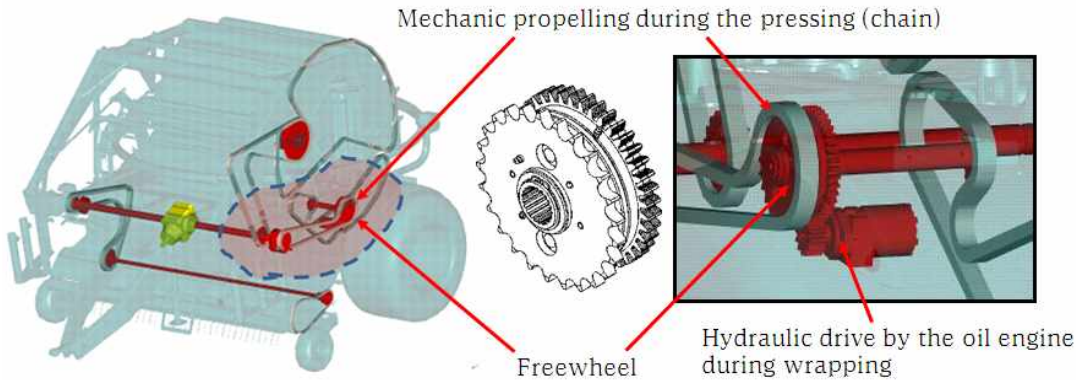


Figure 3. 유압 동력전달 Freewheel 구성요소

- ◇ 랩퍼 파트는 유압밸브블록에서 공급되는 유압동력을 유체이동 메커니즘은 트랙터 PTO 540 rpm 조건에서 트랙터 밸브에 압력밸브를 연결하는데 이때 유압오일은 180 bar, 35 L/min의 흐름으로 설계되었음. 이것은 롤러파트에서 베일 형성작업이 완료된 후 롤러파트의 동력을 클러치 기능을 하는 Freewheel을 이용하여 유압모터로 전달하여 비닐 랩핑이 필요할 경우에는 랩퍼를 선택적으로 운전하는 것임.
- ◇ 적용된 복동 피스톤형 유압실린더는 유압으로 실린더 로드의 연장과 복귀 행정을 수행하는데 로드를 복귀할 때 면적차로 복귀가 연장 속도보다 빠르는데 실린더의 원리는 다음과 같음 (Figure 4).

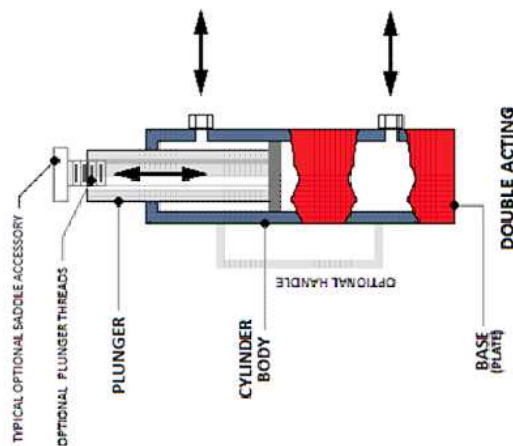


Figure 4. 복동형 유압 실린더의 원리

◇ 유압 시스템에 적용된 유압 5블록 밸브는 각 유압장치에 공급되는 유압오일의 방향과 유량을 컨트롤 패널의 전류량 조정으로 제어하였음. 기본적인 시스템 구성은 유압펌프(PVP_pump side module)에서 전달하는 유압오일을 유압밸브(PVB_basic module)에서 제어하는 것으로 기본개념 (2블록 밸브)은 다음과 같음 (Figure 5).

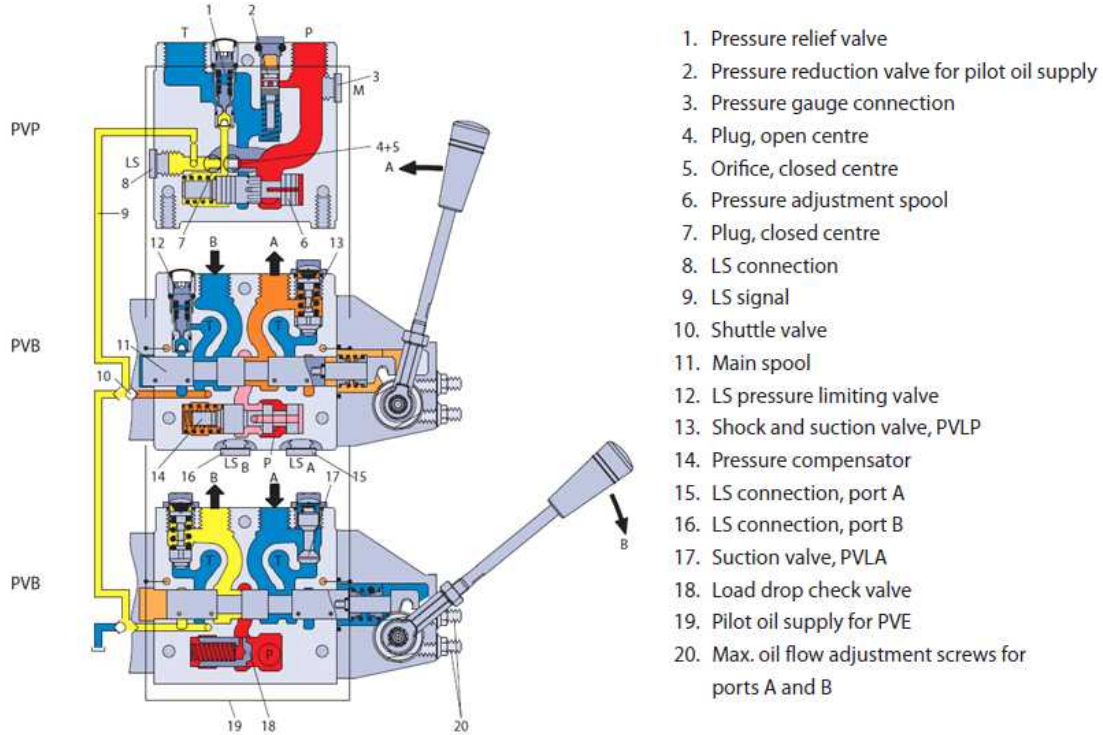


Figure 5. 유압블록밸브의 구성 기본개념 (PVG 32, Danfoss)

◇ 적용된 유압밸브의 기본원리 및 주요 유압오일의 흐름 개념은 다음과 같음.

- 기본모듈(11)의 메인스풀 중립위치, 오일탱크 압력조정스풀(6)에 걸쳐 연결 P 통해 펌프로 흐름, 펌프압력에 따라 압력조정스풀을 거쳐 오일흐름 결정.
- 메인스풀 중 하나 이상 작동 될 때, 최고부하압력(6)을 전부 혹은 부분적으로 탱크 연결을 종료하여 압력조절, 스프링 챔버 셔틀밸브회로(10)를 통해 공급.
- 펌프압력은 압력조정스풀(6)의 우측에 인가, 압력릴리프밸브(1) 탱크로 역류 전환.
- 압력보상 기본모듈에서 보상기(14) 일정 유지, 메인스풀에 걸쳐 압력강하-부하변동 및 높은 부하압력모듈은 작동.
- 비압력 보상기본모듈이 채널 P의 부하감소체크밸브(18) 포함, 체크밸브 오일흐름 리턴.
- 기본모듈은 오버센터밸브와 기능에 대한 채널 P의 로드드롭 체크밸브 없이 공급.
- PVLP 밸브(13) 및 포트 A 및 B의 흡입밸브 PVLA(17) 과부하/캐비테이션 개별작업기능 보호.

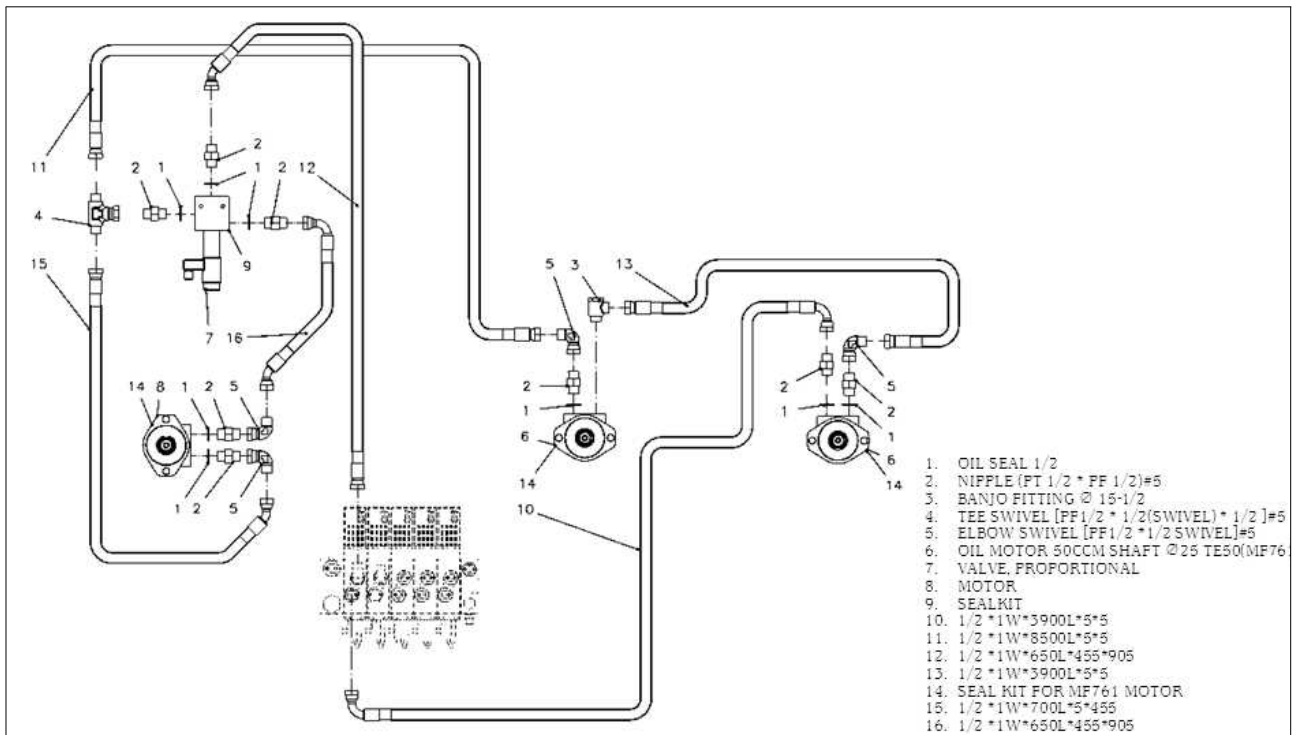


Figure 7. Hydraulics piping of motor

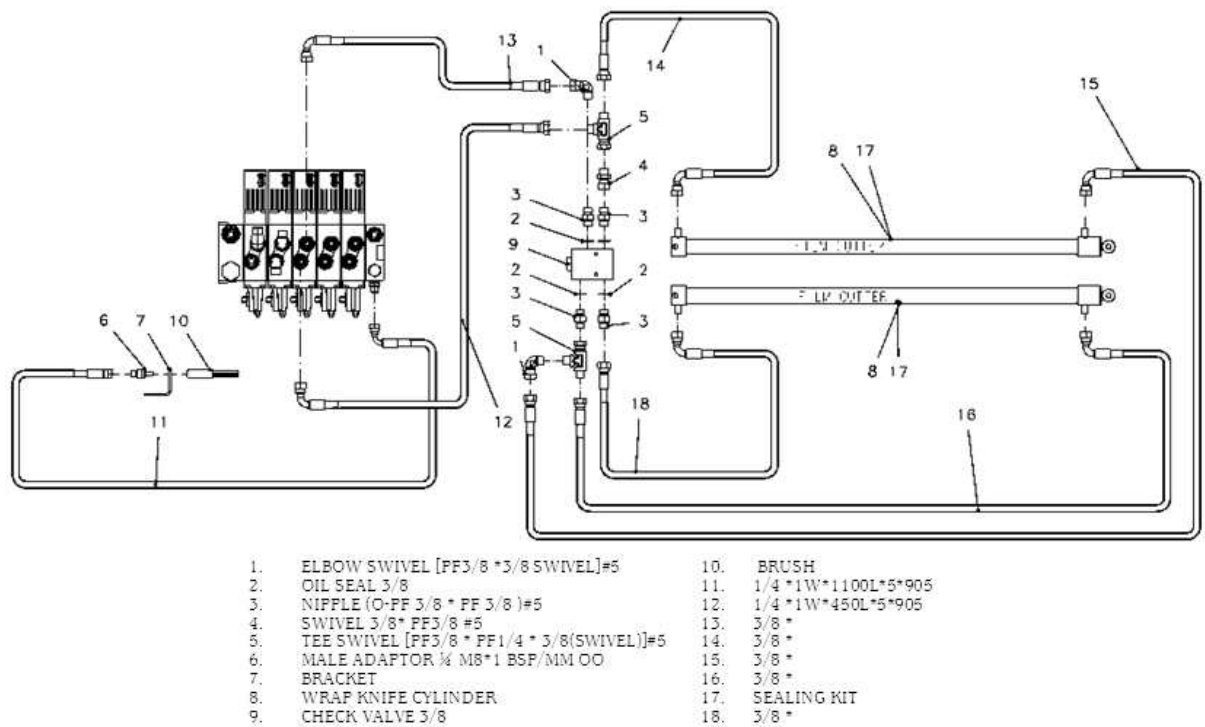


Figure 8. Hydraulics piping of film cutter 1 and film cutter 2

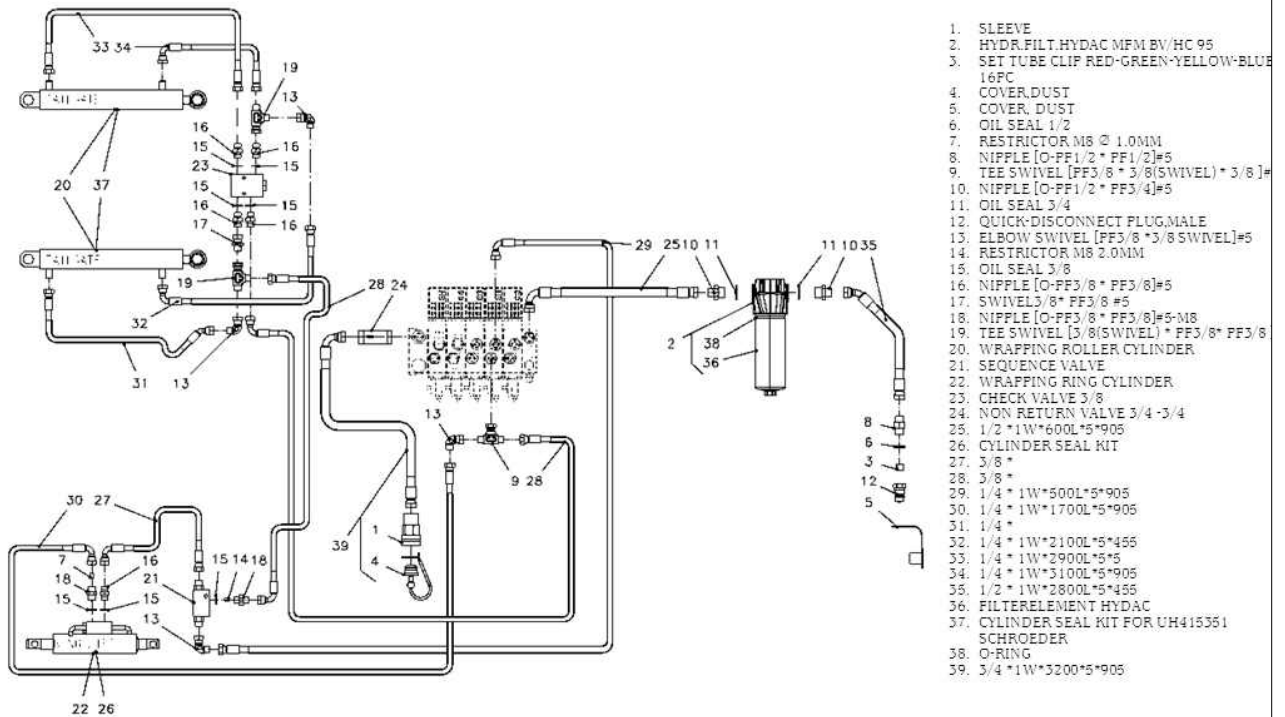


Figure 9. Hydraulics piping of tailgate 1 cylinder and tailgate 2 cylinder and ring lift cylinder

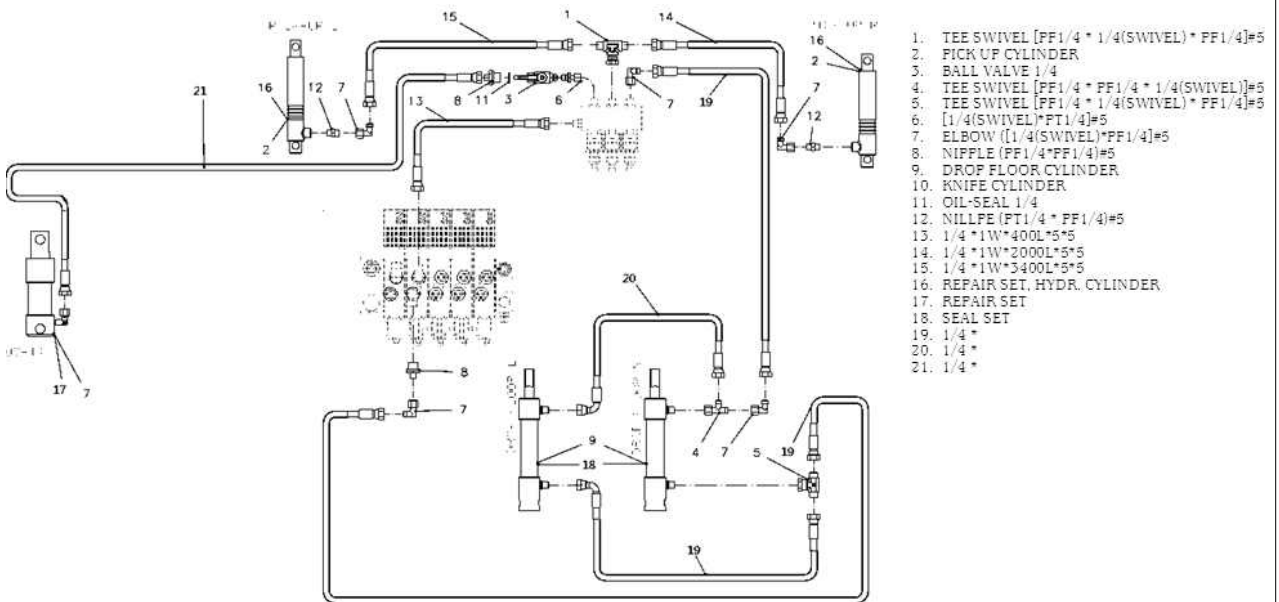


Figure 10. Hydraulics piping of pick-up left cylinder and pick-up right cylinder and OC knives cylinder and drop floor left and drop floor right

※ 하나의 장치를 작동하기 위해 2개의 유압실린더를 사용한 경우 배관은 같은 길이, 직경, 엘보 및 형태를 유지하고 유량 및 압력변화를 최소화하여 동일한 작동을 하도록 설계·제작하였다.

◇ 유압으로 조사료수확기의 각 장치들을 작동하는데 상부커버 개폐, 랩핑비닐 절단커터 입출입, 픽업장치 상하조절, 랩핑링 개폐, 상부 커버 개폐, 랩핑링 운전 등으로 복수의 실린더를 이용하며 2차년 시작기에 적용된 유압관련 부품의 설치상태는 다음과 같음 (Figure 11).



(a)Bottom section cylinder



(b)chamber lock cylinder



(c)Drop floor cylinder



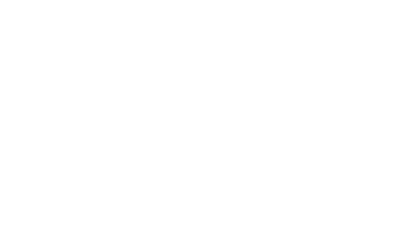
(d)Film cutter cylinder



(e)Pick-up cylinder



(f)Priority valve (ring-up)



(g)Ring lift cylinder



(h)Ring rotate motor-right



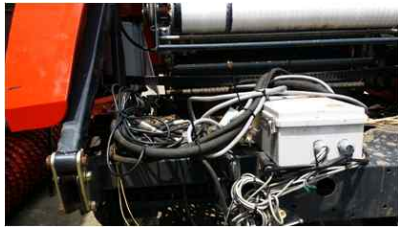
(i)Top section cylinder



(j)Ring rotate motor



(k)Main valve (before/after assembly)



(l)Control panel



(m)Hydraulic pipes

2nd year prototype

Figure 11. 2차년 시작기 Micro Controller Unit과 센서들의 설치상태

35) 각 부의 통합 제어시스템 요인시험장치 제작

- ◇ 2차년 시작기의 통합 제어시스템 요인시험장치는 조사료수확기의 구성장치들을 작동시키기 위해 유압을 제어하여 장착된 감속기어, 기어 등 동력전달장치, 유압실린더 및 유압모터 등의 장치를 운용하여 수확하는 조사료로 최적의 베일을 생산하는 것이 목적임.
- ◇ 제어시스템은 하드웨어적으로는 콘트롤러 PCA와 UI 주 콘트롤러 PCA가 UI ICD & 키보드 PCA에 결합된 시스템으로 결합되었는데 제어 패널에 내장하기 전 구성은 다음과 같음 (Figure 1).



Figure 1. 2차년 시작기의 제어시스템 요인시험장치

- ◇ 제어용 디스플레이가 내장된 키보드 PCA는 내장된 프로그램에서 입력되는 센서의 신호로 조사료수확기의 동작을 작업단계별로 인식하면서 장치들을 운용하고 운전자에게 신호를 주며, 작업 진행 상태를 화면에 표시해 주어 원만한 작업진행이 되도록 하였음.
- ◇ 제어시스템은 기본적으로 자동운전과 수동운전 모드를 갖는데 작업자가 선택하도록 하였으며, 자동운전은 작업시작 이전에 랩핑 횟수를 설정토록 하였음. 또한, 화면에 누적 베일생산 개수, 누적 장비사용시간과 입력되는 센서에 의한 동작상태, 부가알림이 숫자 혹은 그림으로 표시되도록 하였다. 장치의 조작은 푸시버튼으로 픽업장치의 자동/수동 버튼, OC칼날 올림/내림, 드롭 폴로워 올림/내림 동작을 할 수 있도록 하였는데 대표적 초기화면은 다음과 같음 (Figure 2).
- ◇ 베일생산을 위한 자동운전 모드의 동작 순서에 따른 제어, 표시 및 알람은 Figure 3과 같고 ①~④은 작업단계별로 작업자에게 알람, 부저, 점등과 소등 등으로 편리성을 주었는데 주요내용과 제어 순서도는 다음과 같음 (Figure 3).
 - ① 5개의 센서 상태를 확인하고 하나라도 정상이 아니면 에러 알람을 표시하고 부저 울리며 에러 발생 시 트랙터 정지 이이콘 점등함
 - ② 4개의 센서 상태를 확인하고 하나라도 정상이 아니면 에러 알람을 표시하고 부저 울리며 에러 발생 시 트랙터 정지 이이콘 점등함
 - ③ 3개의 센서 상태를 확인하고 하나라도 정상이 아니면 에러 알람을 표시하고 부저 울리며 에러 발생 시 트랙터 정지 이이콘 점등함
 - ④ 4개의 센서 상태를 확인하고 하나라도 정상이 아니면 에러 알람을 표시하고 부저 울리며 에러 발생 시 트랙터 정지 이이콘 점등함

- ⑤~⑬3개의 센서 상태를 확인하고 하나라도 정상이 아니면 에러 알람을 표시하고 부저 울리며 에러 발생 시 트랙터 정지 아이콘 점등함
- ⑭5개의 센서 상태를 확인하고 하나라도 정상이 아니면 에러 알람을 표시하고 부저 울리며 에러 발생 시 트랙터 정지 아이콘 점등함

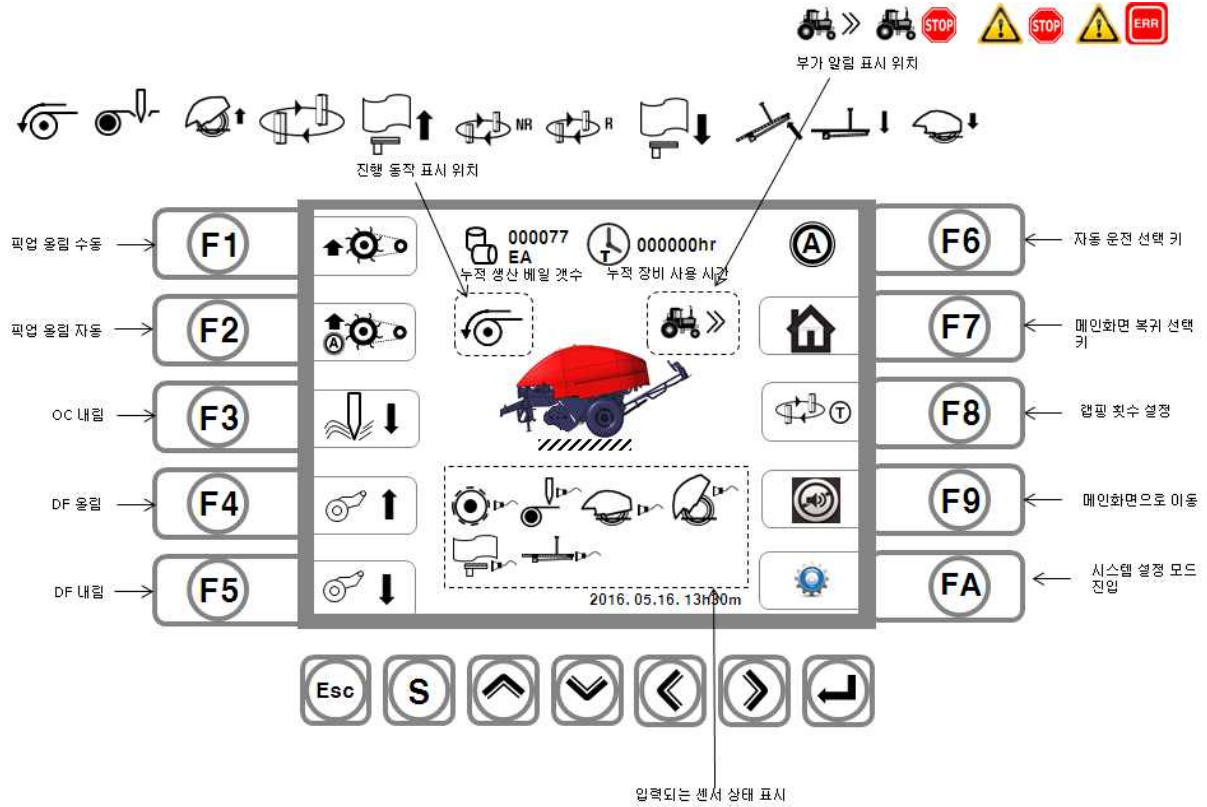
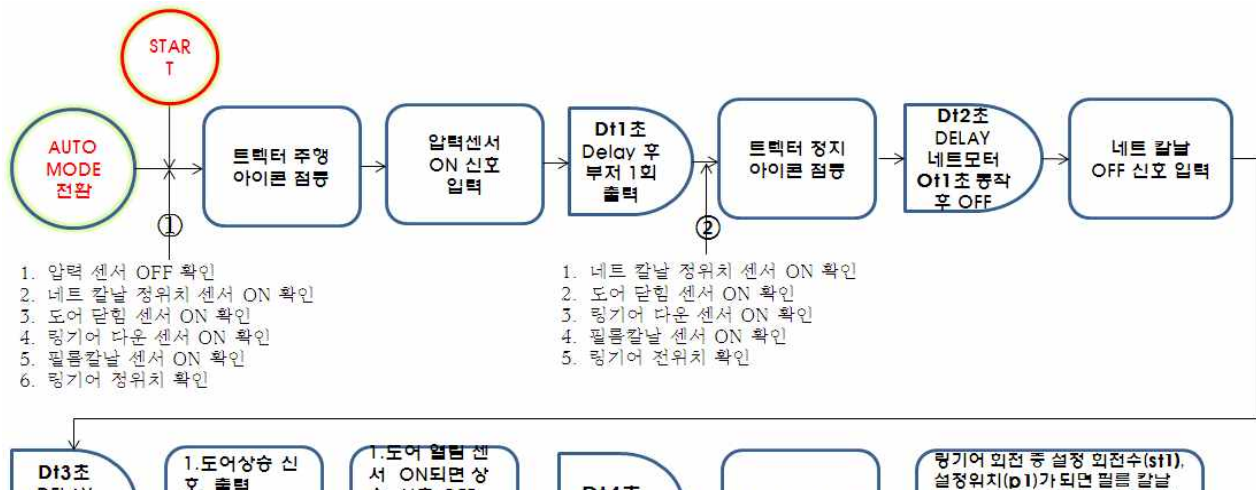


Figure 2. 자동운전 작업의 제어패널 표시 및 조작

◇ 수동운전 모드는 제어패널에 조작 가능하도록 설정되어 있으나 현실적으로 센서의 신호로 운전되는 시스템을 작업자가 임의로 결정하여 운전하는 것은 어려움. 또한, 직감적인 장치의 운전은 전체적으로 결함과 과부하의 원인을 제공할 수 있으므로 고장 등 비상시를 제외하고는 자동운전 모드를 사용하는 것이 안정적으로 판단되어 보고서에 추가적인 설명은 제외하였음.



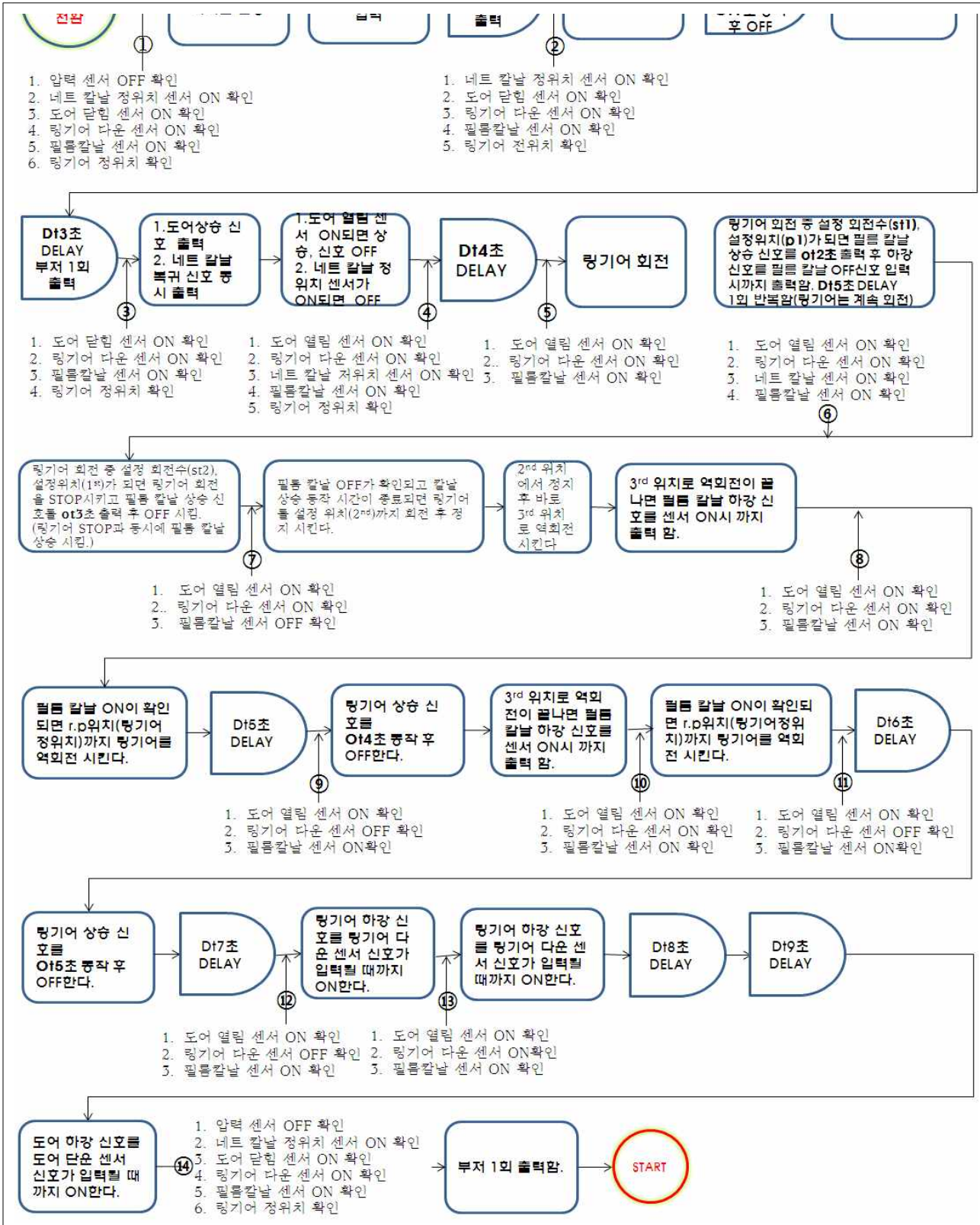


Figure 3. Sequence diagram for automatic operation (bale production)

◇ 생산된 베일의 비닐 랩핑작업은 설치된 센서에 의해 자동 운전되도록 하였다. 작업은 베일작업의 종료신호에 따라 트랙터를 정지시키고 필름깔날, 링기어, 드롭 플로워 (로타장치 하부에 위치한 바닥판을 내려 막힘현상 해소), 테일 게이트 (랩핑작업 직전에 베일이 롤러장치에 밀착된 것

을 하부 롤러 3개를 개방하여 탈착) 등으로 구성됨 (Figure 4).

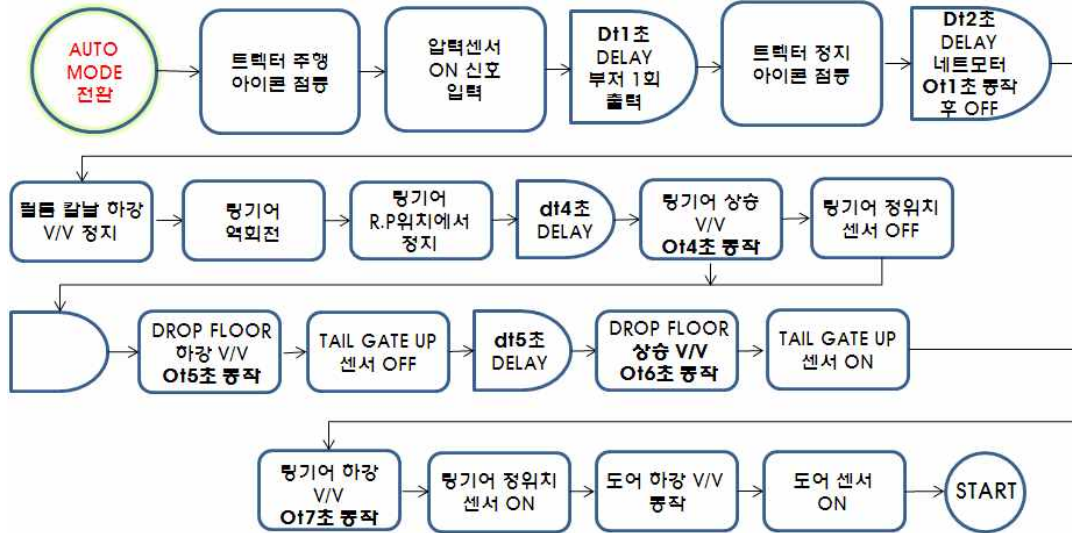


Figure 4. Sequence diagram for automatic operation (vinyl wrapping)

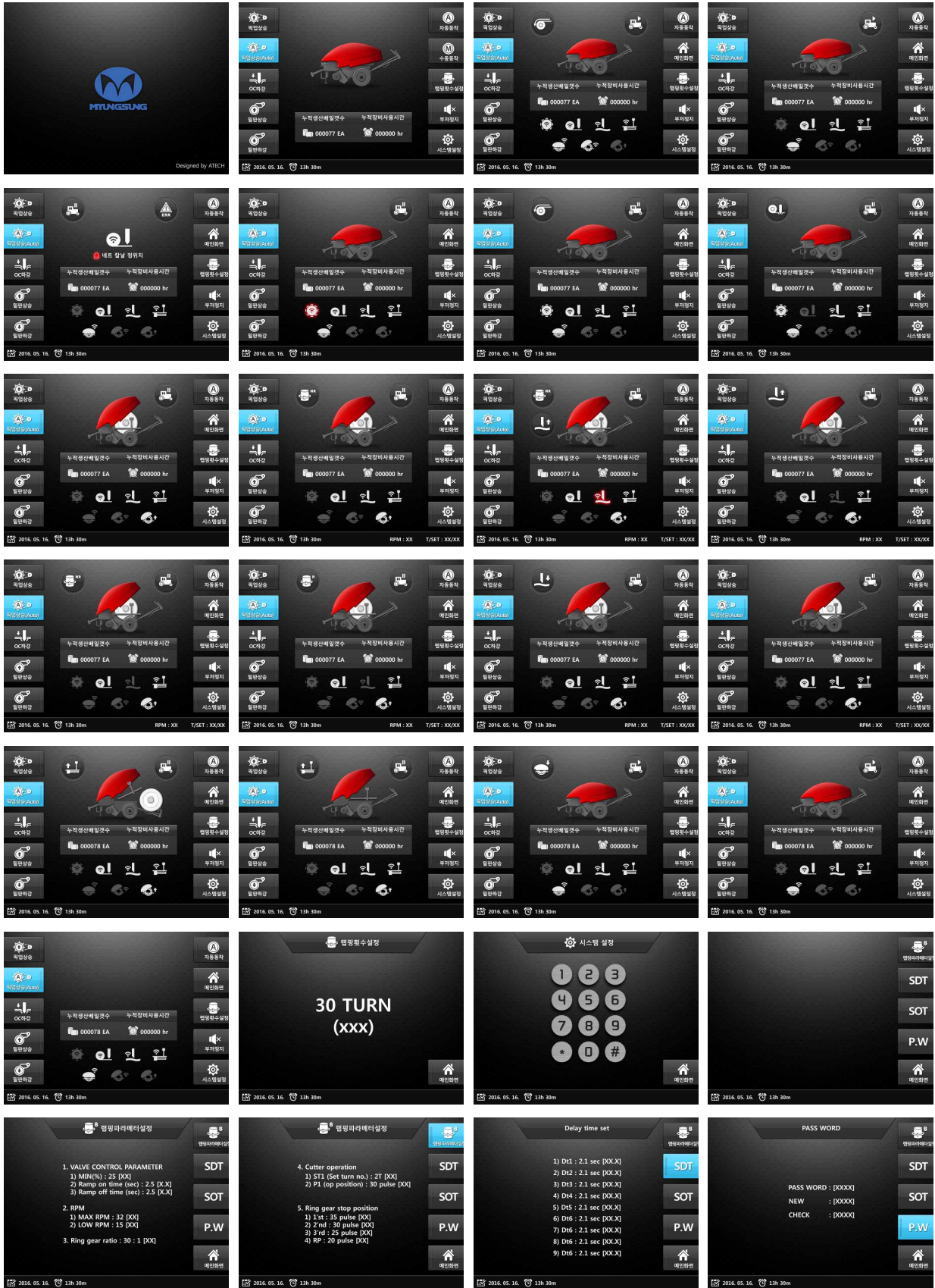
- ◇ 통합 제어시스템이 적용된 컨트롤 패널의 화면 (Figure 5)에서 자동운전 과정의 비닐 랩핑작업 단계에서 픽업장치가 상승하는 순간의 디스플레이 화면을 작업자에 제공하는데 다음과 같고 개발된 제어 프로그램의 대표적인 화면은 첨부하였음.



Figure 5. 제어 프로그램의 대표 화면

- ※ 제어용 프로그램은 Compiler & debugger (Lar embedded workbench for atmel avr V6.40.1)을 이용하여 제작되었는데 향후 지속적인 현장실험으로 현장변수를 적용하고 엔지니어링 샘플을 통한 사용자의 의견을 수렴하여 사용자 위주의 성능고도화로 제품의 완성도 및 상품가치를 높여 경제성을 확보할 계획임.

◀ 첨부 : 제어 프로그램 운전-조작 디스플레이 ▶



36) 동북아 주요국 수출, 행정, 기술규제사항 조사

- ◇ 연구는 우리의 대외 FTA 발효에 따른 아시아권 주요국의 농기계 수출, 행정, 규제 등을 포함하는 분석으로 개발되는 조사료수확기의 수출가능성을 검토하였음.
- ◇ 최근 한국이 참여하지 않은 상태에서 타결된 환태평양경제동반자협정 (TPP)에는 향후 참여가 불가피할 것으로 예상되며 이와 별도로 한국이 참여 의향을 보인 아시아 태평양 자유무역지대 (FTAAP)와 역내 포괄적 경제 동반자협정 (RCEP) 등이 추진되고 있음.
- ◇ 현재 정책당국에서 발표한 FTA 진행현황은 15건 52개국 (칠레, 싱가포르, EFTA, ASEAN, 인도, EU 28개국, 페루, 미국, 터키, 호주, 캐나다, 뉴질랜드, 베트남, 중국, 콜롬비아)과의 FTA가 발효되었으며, 1건 1개국(터키_서비스, 투자)과의 FTA가 발효를 앞두고 있고 한중일, RCEP, 중미6개국, 에콰도르 등과의 FTA 협상이 진행 중임 (Table 1).

Table 1. FTA 추진 현황 (산업통상자원부, 2016)

발효 FTA		진행 FTA	
발효 (15건)	Chile FTA (2004) Singapore FTA (2006) EFTA FTA (2006) ASEAN FTA (2009) India CEPA (2010) EU FTA (2015) Peru FTA (2011) USA FTA (2012) Australia FTA (2014) Canada FTA (2015) Turkey (2013) China FTA (2015) New Zealand FTA (2015) Vietnam FTA (2015) Columbia FTA (2013)	협상진행 (5건)	Korea/China/Japan FTA RCEP Central America FTA Ecuador SECA Israel
		협상재개 여건조성 (4건)	Japan GCC Mexico Indonesia
		협상준비 (2건)	MERCOSUR Malaysia
타결 (1건)	Turkey FTA (2015_서비스/투자)		

- ◇ 분석은 국가별로 개별적으로 진행되었는데 아시아권에서 조사료수확기의 핵심시장으로 분류되는 중국과 일본을 중점으로 분석하였음. 주요국 시장의 특징은 중국의 경우 잠재적인 시장규모가 큰데 최근 환경규제가 강화되는 것이 특징이며, 일본은 조사료 자급을 향상을 위해 소형위주로 정책적인 보급을 추진하고 있음.

가) 중국

- ◇ 중국의 중공중앙 국민경제사회발전 제13차 5개년(2016~2020) 계획은 샤오강 사회¹⁾ 건설 핵심시기로 규정하고 농업현대화 전력추진 정책은 도농간의 소득격차 완화를 목적으로 주요추진 정책은 다음과 같음 (對外經濟政策研究院, 2015.11).

- 농업발전방식 전환 가속화, 고효율·상품안전·자원절약·친환경 농업현대화

- 농촌토지제도 개혁, 농촌금융 개혁, 가장 엄격한 농지보호
- 농업보조금 완비, 농산품 가격형성 메커니즘 개혁
- 신형 직업농민 육성

◇ 한국무역협회 (2016.04)에서 분석한 중국의 수입구조의 특징은 다음과 같음.

- 가공수입이 감소하고 있는 가운데 현지 조달율은 증가세
- 단순 임가공 위주의 무상 수입 가공무역 비중은 감소하고, 상대적으로 고부가가치 창출이 가능한 유상수입 가공무역 비중은 증가
- 중국의 중간재 수입 비중은 2000년 63.9%에서 2015년 53.4%로 10.5%p 감소하였으며, 동기간 소비재 비중은 4.2%에서 9.2%로 5.0%p 증가함
- 중국의 중간재 수입 중에서 부품·부분품 비중은 증가세인 반면 반제품은 감소세를 보임
- 중국의 소비재 수입시장은 일반 소비재와 수송 소비재가 약 2:1의 비중을 차지하고 있으며, EU가 두 부문 모두 압도적 우위를 보임
- 중국 소비자의 소득증가에 따라 소비재 수입액은 크게 증가하였으며, 상위 수입품도 생활용(비내구성) 소비재가 주를 이룸

◇ 우리 산업통상자원부에서는 금년 7월부터 한중 FTA 적용 수출입 화물에 대해 원산지 전자자료 교환시스템 구축하는 것으로 공표하였는데 내용은 다음과 같음 (중국 해관총서, 2016).

- 중국 해관은 2016/6/30 홈페이지를 통해 2016/7/1일부터 한중 양국 해관당국은 원산지전자정보교환시스템을 통해 화물의 원산지 관련 자료를 실시간으로 교환하기로 했으며, 이에 수출입화물신고서 작성요구 및 관련 사항을 공고한다고 밝힘.
- 조치는 시스템 구축 및 운영에 따른 세관신고서 작성방법 변경이 주된 내용이며, 이후 원산지 증명 관련 조치는 추가 공지될 것으로 예상됨.
- 그러나 신규 시스템 구축으로, 수출신고→원산지증명 제출→자료수정의 절차를 거치게 돼 기업 입장에서는 더욱 번거로워질 가능성도 있음.

◇ 중국 정부는 최근 환경보호법과 대기오염방지법 등 분야별 환경목표를 강화함과 강력한 단속을 전개하여 엄격한 처벌을 가하고 있음. 2015년에만 177만 업체에 대해 환경 관련 점검을 실시해 20,000개 공장을 폐쇄했으며, 191,000개 공장에 42.5억 위안의 벌금을 부과하였음. 이러한 중국의 환경규제 강화는 기업들의 설비투자비나 오염 배출비용 부담 증가 등 상당한 리스크로 작용하며, 향후 지속될 것으로 전망되고 있음 (Trade focus, 2016.06).

◇ 중국은 환경관리를 위한 법률체계를 갖추고 있는데 내용과 모식도는 다음과 같음 (Figure 1).

- 19개의 개별 법률(오염방지분야 5개, 자연보호부문 12개, 자연재해 방지 및 감소2개 등),
- 국무원이 공포하여 시행중인 30여 개 환경보호의 전문 행정법규,
- 환경보호부 및 기타 환경보호 관련기관이 제정한 70여건의 환경보호의 전문행정 규칙,
- 지방의 성(省)급 환경보호 지방법규와 규칙 등을 제정·시행하고 있음.

◇ 생산공장 운영과정에서 업체들이 관리해야 하는 오염물질별 배출 기준에는 국가표준과 지방표준 그리고 업종표준이 시행과정은 다음과 같음.

- 국가표준을 기본으로 준수하되, 지방정부가 공표한 별도의 배출 표준이 있다면 해당 지역의 업체들은 지방표준을 준수해야 함
- 오염배출이 심한 특정 업종의 경우 별도의 표준을 두어 해당 업체들을 관리하고 있으며, 특정 업종표준에 해당하지 않는 업체는 국가표준을 준수해야 함

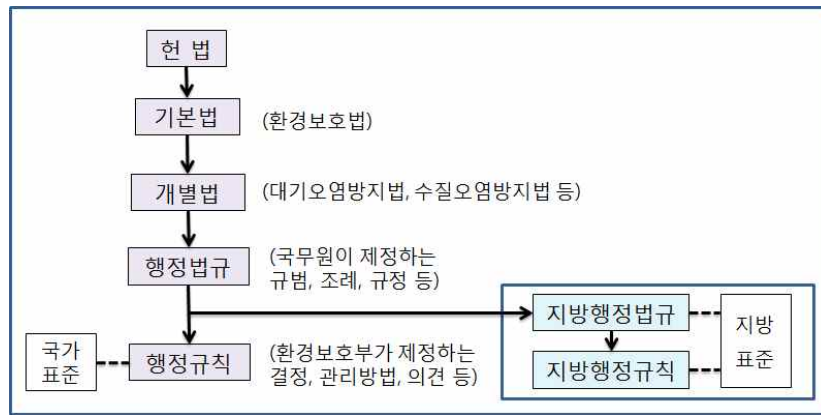
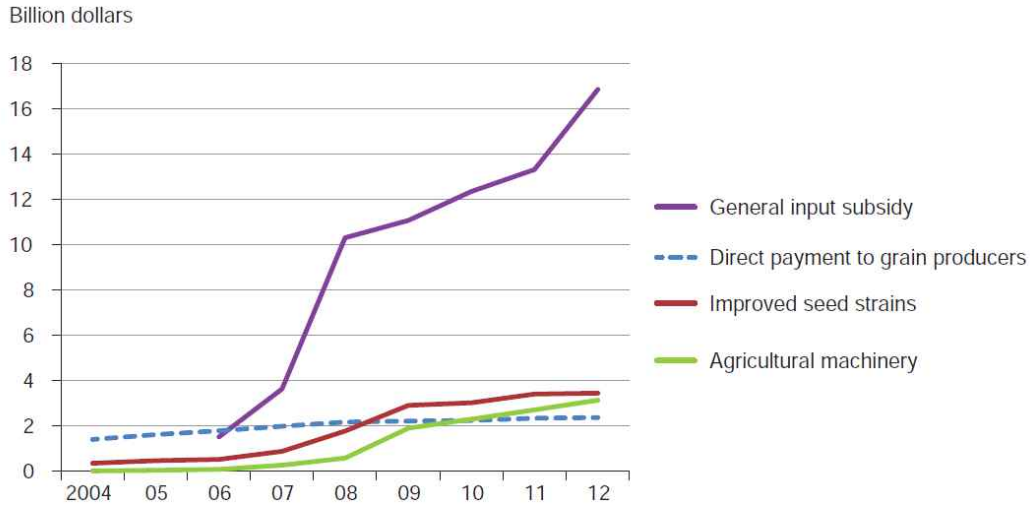


Figure 1. China's environmental legal system

- ◇ 중국에서 기업 생존은 환경 규제는 생산공정과 경영전반에서 환경목표가 적용·달성될 수 있도록 실천하는 것이 중요함. 향후 환경규제가 더욱 강화될 것이고 수입품에도 적용될 것으로 예측된다. 따라서 오염물질 관리방안을 마련하고 적정설비도입 및 관리시스템을 구축함으로써 대응의 효율성을 높이고 친환경 기업이미지를 구축하는 전략적 접근이 필요함.
- ◇ 중국의 주요 식량작물은 옥수수, 밀, 벼인데 2004년 농업기계화촉진법이 제정되어 식량증산을 위해 노력하고 있으며 농업부는 2013년 기준으로 기계화를 59%로 발표하고 있다. 농기계 시장 규모는 454억 US\$ 수준임 (中國農業部, 2015).
- ◇ USDA (2013)에서 분석한 중국의 농업관련 보조금 지급현황에서 대농업인 직접지급의 2012년 농기계 구입 보조금은 31억 US\$에 달하였으며, 2009년 이후 부터 큰 폭으로 증가하고 있고 지속적으로 증가하는 경향을 보이고 있음 (Figure 2).
- ◇ 중국의 농기계 보조금은 현대화 추진을 통한 식량증산과 생산성 향상을 목적으로 한다. 농업인의 2~3%가 이용하고 있는데 농기계 보조금은 대형 장비 위주로 진행되고 있음 (RCRE 2010). 농기계 구매자는 승인 된 장비에 한해 30%의 할인을 받는데 트랙터와 조사료수확기가 포함된 수확기, 경작기 및 파종기, 기타 장비를 포함하고 있음 (USDA, 2013).
- ◇ 임작업 대행업자는 농기계 구입보조금을 활용하여 농기계를 구입하여 일반 농업인에 대한 상업적 임작업으로 농업인의 대규모 경작을 용이하게 하여 고용노동비용을 감소시키고 노동생산성을 확보시켜 농업인의 생산성을 향상시키고 있음.
- ◇ 내몽고의 경우 기계 보조금의 활용을 촉진의 일환으로 옥수수 수확기에 대해 지역자금을 중앙정부의 보조금에 추가하여 지원하고 있음. 지원에 따라 2010년 13%의 기계화 옥수수 수확 농업인은 2012년 27%로 2배로 급격하게 증가하였음.



Source: USDA, Economic Research Service analysis of reports from China Ministry of Finance.

Figure 2. Expenditure on China's four major agricultural subsidies, 2004-2012

나) 일본

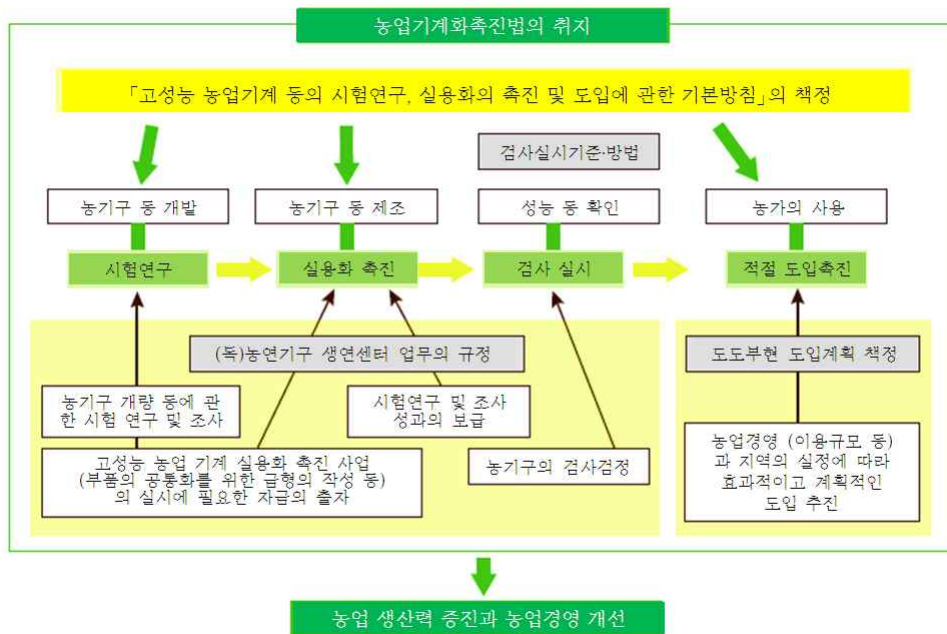


Figure 3. The purpose of Agricultural Mechanization Promotion (maff, 2012)

- ◇ 일본은 급격한 고령화에 따른 인구감소에 대한 대처와 지역 활성화를 위해 강한농업과 아름답고 활력 있는 농촌의 실현을 목표로 새롭게 수립된 식료·농업·농촌 기본계획을 시행하고 있는데 조사료수확기는 현재 사료자급을 26%를 향상시키기 위한 일환으로 지방정부에서 50% 정도의 보조금을 지원하고 있음 (日本農林水産省_www.maff.go.jp, 2015).
- ◇ 일본에서 조사료수확기의 보급은 농업기계화촉진법에 준해 주로 리스사업으로 진행되는데 농기계 구입시 부담을 경감하고 효율적인 농작업 기계화로 생산비용을 절감하여 경영개선을 통해 산지 활성화를 추진하여 강한 산지를 형성하고 품목별 다양한 문제의 해결을 위한 대책임. 사업은 고

령화, 농가인구 감소, 취농 지원, 식료자급률 제고 등 정책연관 사업으로 농기계를 보조대상으로 하는데 농업기계화의 근거인 농업기계화촉진법은 경영개선을 목적으로 하는데 취지는 Figure 3과 같음.

◇ 축산관련기계 중 조사료수확기는 안전검정 기종으로 분류되고 있으며, 조사료수확기가 포함된 축산 경쟁력 향상을 위한 지원 보조대상 기계 목록은 Table 1과 같음 (日本農林水産省, 2012).

Table 2. 축산 경쟁력 향상 지원 리스사업 보조대상 기계

축산경영 생산성 향상 및 축산물 부가가치 향상 기계 장치 (15)	환기장치, · 미세분무 장치, · 송풍기, · 냉방장치, · 난방장치, 발정탐지기, · 분만감시장치, · 유두세척기, · 포유로봇, · 열펌프, 인버터 제어장치, · 동력분무기, 차량소독장비, · 육류 가공기, 우유제품 가공기계
축산 경영 노동력 경감기계 장치 (10)	자동 급여기, · 자주식 급여기, · 자동 급수기, · 믹서피더, · 집란장치, 버티컬믹서, · 베일피더, · 착유장치, · 자동반송장치, · 오염란 세척기
사료 자급률 향상 기계 장치 (78)	사부소이라, · 쟁기, · 디스크 헬로, · 스타부루카루찌, · 로터리, 브로드 캐스터, 디스크, 경운기, · 콤비드릴, · 경운정지기, · 파종기, 란타 · 시비파종기, · 유리시더, · 진공 파종기, · 다부루소이라, 목초 추가파종기, · 썬스하로 · 헬로, 롤러, · K형 롤러, · 파워 헬로, 목장 헬로, · 카루찌팍카, · 휠 로더, · 굴삭기, · 이동식 퇴비 교반기, 라이무소와, · 브로드 캐스트다, · 수레 · 살포기, · 로더, · 구성 캐스터, · 자주식 살포기, · 하이드로 살포기, · 슬러리 주입기, 레인간 · 농장 수레, · 진공 자동차, · 슬러리 탱커, · 모어, 모어 컨디셔너, · 전면 모어, · 콘포스토리지 수확기, · 하이덴프 왜건, 자주식 모어 컨디셔너, · 자주식 수확기, · 벧짚 수확기, 로더 버킷, · 포 스토리지 왜건, · 픽업 수레, · 반전집초기, 헤메카, · 헤베라, · 롤 포장기, · 랩 머신, · 분쇄기형 롤 포장기, 세절형 포장기, · 래퍼, · 베일 집게, · 자주 롤 포장기, 자주 포장기, · 사일로 프레스, · 메이즈 포장기, · 목초 절단기, 롤 베일 절단기, · 사료 교반기, · 포레이지 커터, · 목초 횡령 기계, 에코 피드 먹이 시스템, · 분쇄기, · 혼합기, · 사료 탱크, · 혼합기, 파이프라인, · 사료통, · 분쇄기, · 믹서, · 파이프라인(TMR 센터)
효율적 축산물 생산 기계 장치 (2)	대형송풍기계장치, · 대형운풍기계장치
사료파종기계장치 (5)	목초 파종기, · 추가 파종기, · 옥수수 파종기, · 사료용 벼 직파기, 초지 업데이트 기계
수확 · 조제용 기계장치 (16)	모어 컨디셔너, · 헤이 컨디셔너, 포스토리지 수확기, 옥수수 수확기, · 반전집초기, 레이크 롤 포장기, 포장해체기, · 운반기계, · 포장저장용 기계, · 목초취출기, · 적재기, 사료 교반기, · 사료 분쇄기, · 벧짚 수집기, · 암모니아 처리기
기타 (1)	승용 트랙터 용 또는 자주식의 가축 분뇨 살포기 작업 관리 시스템 장비
사료 원료 다변화 기계 장치 (5)	원료수용 탱크, · 반송용 컨베이어, · 계량기, · 만쇄·분쇄기, 제품 보관 용 탱크
효율적 생산지속 기계 장치 (2)	자가 발전기, · 배전반

◇ 일본의 현재 진행 중인 대표적인 보조사업은 축산 수익력 강화 지원사업과 사료용 쌀 이용확대를 위한 축산기계 리스사업 및 신규 취농 농축산업기계 리스 지원사업 등이 있는데 정액 50% 수준에서 개인 혹은 생산체단체 및 농업법인 등 일반에 지원하고 있음 (Table 3).

Table 3. 축산 경쟁력 향상 지원 보조사업 개황 (日本農林水産省, 2015)

분류	주요내용		
시행 근거	<ul style="list-style-type: none"> 축산 수익력 강화 긴급지원사업 실시요강 (26農畜機第4689号) 	<ul style="list-style-type: none"> 사료용 쌀 등 전략작물의 생산노력 목표의 달성위해 「논활용의 직접 지불교부금」등 필요지원 실시 명기 	<ul style="list-style-type: none"> (Ⅲ)농축산업기계 등 리스 지원사업 (축산 신규 취농지원형) 실시요강 (22生畜第2448号)
2015년도 예산	<ul style="list-style-type: none"> 7,515 (신규) 20,115백만엔(2014 正 예산) 	<ul style="list-style-type: none"> 5,938 (2014 正 예산) 	<ul style="list-style-type: none"> 2,271백만엔(2013)
행 사업 명	1) 축산 수익력 강화 대책, 축산 수익력 강화 지원사업	2) 사료용 쌀 이용확대를 위한 축산기계 리스사업	3) 신규 취농 농축산업 기계 등 리스 지원 사업
정 책 목 표	1) 경영효율화, 수익성 향상, 생산기반 강화	2) 사료자급률 향상	3) 신규 취농 지원
실시 주체 범위	1) 조합, 조합연합회, 법인, 조합중앙회, 법인, 단체, 협회, 주식회사, 기타 (獨)농축산업진흥기구에 서 공모요강 (축산 업진흥사업26農畜機 第4335号)	2) 조합, 조합연합회, 법인, 조합중앙회, 법인, 단체, 협회, 주식회사, 기타 (獨)농축산업진흥기구에 서 공모요강 (축산 업진흥사업26農畜機 第4641号)	3) 공사, 조합, 조합연 합회, 협의회
보 조 율	정액, 1/2 이내	정액, 1/2 이내	정액, 1/2 이내
요금 수식 (보조금)	<ul style="list-style-type: none"> 방법 1) 리스료 = 리스 물건가격 x (리스 시간/법정내구년수) x 1/2 이내 방법 2) 리스료 = (리스 물건가격-잔존가격) x 1/2 이내 ※ 식 1), 2)에서 천엔 미만 절사한 후 적은금액을 기준으로 함 		
리 스 이 용 자	<ul style="list-style-type: none"> 농업 생산 활동을 하는 개인 또는 단체 등 		
행정 처리 과정	<ul style="list-style-type: none"> 특이사항 없음 		
대상 농기 범위	<ul style="list-style-type: none"> 기계장치, 축사온도제어 기계장치, 에너지절약 전력안정공급을 위한 기계장치, 가축사육관리 기계장치, 착유관계 기계장치, 위생관리 고도화 기계장치, 축산물 관리, 가공기계장치, 사료 추가파종용 기계장치, 사료 수확준비용 기계 및 장비 등 73기종 	<ul style="list-style-type: none"> 사료용 쌀의 보관·가공·급이 등에 필요한 기계 	<ul style="list-style-type: none"> 경운파종기계, 복토진압기계, 퇴비조정기, 퇴비살포기, 사료수확기, 사료조정기, 사료용 쌀 이용에 필요 기계, 축사온도제어기, 유질개선장치, 사양관리기, 낙농 관련기계, 자동급이기 관련기계, 계란관련기계

◇ 분석결과 중국과 일본은 조사료수확기 보조사업이 진행되고 있는 것으로 나타났는데 단위기계의 형식에 대한 정확한 규제 및 제한조건은 없는 것으로 나타남. 또한, 자국에서의 보조사업 대상기종에 제한이 있었으나 개발되는 다목적 조사료수확기는 모두 보조 대상기계 목록에 포함되어 있어 대중국, 대일본 수출에는 문제가 없는 것으로 판단되었음.

37) 시작기의 견인력 및 소요동력 분석

◇ 농업용 트랙터 엔진의 총출력은 PTO에 83~92% 정도 전달되고 4륜구동의 경우 작업기에 70~88% 정도의 동력이 전달됨. 전달되는 동력은 토양조건에 따라 변화하는데 연약지반의 경우 70%, 경운된 지반은 75%, 단단한 지반은 78%, 콘크리트 지반은 88%를 전달되는 것으로 알려져 있음 (Figure 1).

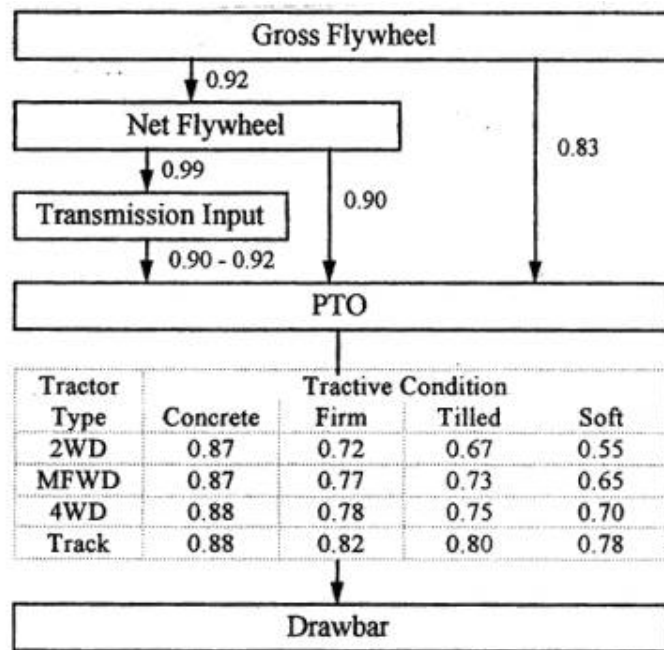


Figure 1. Power relationships for agricultural tractors (ASAE D497.4, pp377)

◇ 순견인력을 이용한 트랙터 소요 동력에서 트랙터는 개발된 조사료수확기의 차중인 2,200 kg과 최대 베일중량으로 설정된 800 kg의 운동저항을 극복할 수 있는 순견인력 능력으로 결정하는데 식을 이용하였는데 여기에서 운동저항은 트랙터 및 베일중량을 고려한 조사료수확기의 운동저항으로 계산함.

$$T = GT - MR$$

where, NT : Net traction, Drawbar pull (kN), GT : Gross traction (kN)

MR : Motion resistance (kN)

◇ 트랙터의 순견인력은 베일 적재상태에서의 조사료수확기의 운동저항과 같고, 이 때 운동저항은 조사료수확기의 무게가 증가할수록 커짐. 따라서 순견인력은 식과와 같이 최대 베일 상태의 조사료수확기 운동저항과 같은데 조사료수확기는 피구동륜으로 슬립이 없는 상태로 가정함.

$$NT = MR$$

where, MR_B : Motion resistance of forage harvester (kN)

◇ 운동저항은 본 연구와 가장 적합하다고 판단되는 Wismer & Luth (1972)의 운동저항 식을 이

용하였는데 조사료수확기의 차륜지수)를 조사료수확기의 운동저항 (MR_B)에 대입하여 조사료수확기의 소요 견인력을 계산하였음.

$$MR_B = (PL_T + W_T) \left(\frac{1.2}{C_{nB}} + 0.04 \right)$$

$$C_{nB} = \frac{CI b_B d_B}{(PL_T + W_T)/2}$$

where, PL_T : Weight of bale (kN), W_T : Weight of forage harvester (kN)

C_{nB} : Wheel numeric of forage harvester

b_B, d_B : Width and diameter of forage harvester wheel

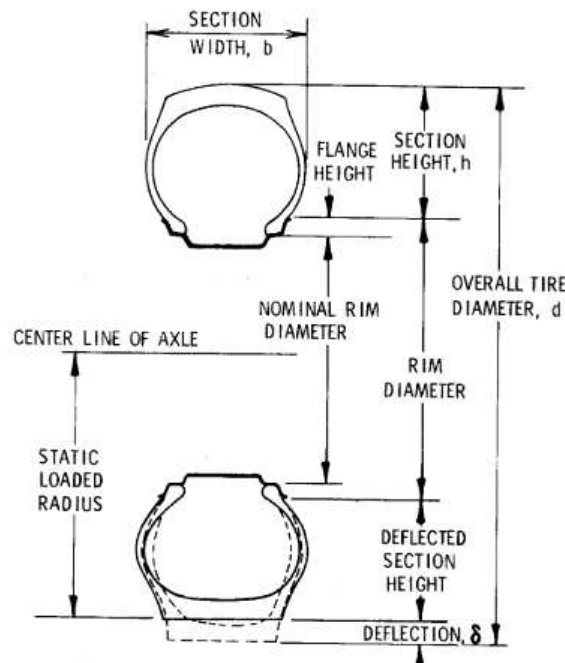


Figure 2. Tire parameters (Brixius, 1987)

◇ 트랙터-조사료수확기 시스템의 소요 견인력을 예측은 본 연구 목적에 가장 부합한 것으로 판단되는 모델은 트랙터의 견인 또는 조사료수확기 작업시 발생하는 슬립을 고려하여 개발된 Brixius (1987)의 제안 모델로 견인력 예측에서 토양변수/토양강도 특성을 나타내는 원추지수 (Cone Index)를 이용, 트랙터의 견인력 예측에 사용했는데 식과 같음 (Figure 2).

$$\frac{GT}{W} = 0.88 (1 - e^{-0.1B}) (1 - e^{-7.5S}) + 0.04$$

$$\frac{MR}{W} = \frac{1}{B_n} + 0.04 + \frac{0.5s}{B_n}$$

$$\frac{NT}{W} = 0.88 (1 - e^{-0.1B_n}) (1 - e^{-7.5S}) - \frac{1}{B_n} - \frac{0.5s}{\sqrt{B_n}}$$

where, $\frac{GT}{W}$: Gross traction coefficient, $\frac{MR}{W}$: Motion resistance coefficient

NT : Net traction coefficient, W : Tire axle load (kgf)

S : Slip, ※ $ippage\ of\ drive\ wheels\ on\ soil\ surface = \frac{no\ load\ per\ wheel - actual\ load\ per\ wheel}{no\ load\ per\ wheel}$

◇ 기동성수 B_n)는 식으로 계산되는데

$$B_n = \frac{CI \cdot b \cdot d}{W} \left(1 + 5 \frac{\delta}{h} / 1 + 3 \frac{b}{d} \right)$$

where, B_n : Mobility number,

CI : Cone index(Soil condition: 356 kPa, 543 kPa, 1,429 kPa)

δ : Tire deflection height (L), b : Tire section width (L)

d : Overall tire diameter $\{ (h \times 2) + rim\ diameter \} \delta(L)$

h : Tire section height (L)

◇ 또한 트랙터-조사료수확기 시스템의 소요 견인력을 예측하는데 있어, 트랙터-조사료수확기 시스템이 운용되는 토양조건과 트랙터의 마력에 따른 소요 견인력 특성을 분석하기 위해 대표적으로 3수준의 토양조건 (CI: 356 kPa, 543 kPa, 1,429 kPa)을 적용하였으며, 베일의 개당 최대무게는 최고수준인 옥수수 기준으로 800 kgf을 적용하였음.

◇ 본 연구에서 적용된 3수준의 CI 조건은 연구팀에서 선행연구과정 (토양특성에 따른 최적 경운작업시스템 개발, 2006)에서 분석한 전국 10개 지역의 33개 지점의 경반층 CI지수의 측정범위인 1,050~3,170 kPa에 대해 견인력이 많이 소요되는 열악한 조건수준을 적용하였음 (Table 1).

Table 1. Hardpan characteristics of selected fields (Cone Index)

Region	CI (kPa)	Region	CI (kPa)	Region	CI (kPa)
seocheon	1,750	yeojoo-4	3,170	pajoo-3	1,260
booyeo-1	2,370	yeojoo-5	2,290	pajoo-4	1,070
booyeo-2	2,930	yeojoo-6	2,590	pajoo-5	1,820
booyeo-3	2,250	wonjoo-1	1,580	pajoo-6	1,680
kimjae-1	2,710	wonjoo-2	2,560	chilgok-1	1,260
kimjae-2	1,660	pyoungtaek-1	1,280	chilgok-2	1,560
kimjae-3	1,160	pyoungtaek-2	1,250	chilgok-3	1,480
kimjae-4	1,510	pyoungtaek-3	2,230	chilgok-4	2,220
yeojoo-1	2,980	pyoungtaek-4	1,160	daekoo	2,270
yeojoo-2	1,050	pajoo-1	1,320	kangseo-1	1,650
yeojoo-3	2,820	pajoo-2	1,170	kangseo-2	1,630

◇ 일반적으로 사용되는 소형 조사료수확기의 소요동력은 다음의 식을 이용하였는데 여기에서 C_0, C_1 은 (2, 3.6)을 사용함 (ASABE D497.7 2011).

$$P_{baler} (kW) = C_0 + C_1 m_f$$

where, P_{baler} : Power requirement of forage harvester, kW

C_0, C_1 : Constants related to forage harvester design and crop condition
s, kW, kJ/kg

m_f : Mass feed rate of crop material (kg/s)

- ◇ 조사료수확기의 유압사용에 따른 소요동력 계산은 다음의 식으로 계산하는데 유압작업은 베일작업 완료 후 정지상태에서 수행하므로 트랙터-조사료수확기 시스템의 필요 소요마력의 합계에서는 제외함.

$$Power_{hydraulic} (kW) = \frac{P \times F}{1000}$$

where, P_{hyd} : fluid power, kW, P : fluid pressure, kPa, F : fluid flow, L/s

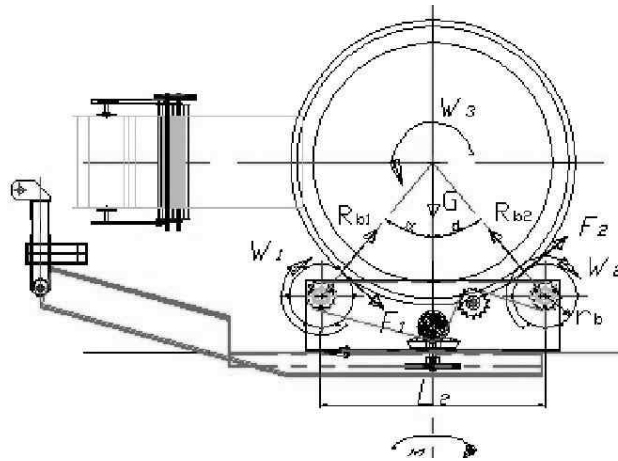


Figure 3. Mathematical modeling of wrapping machine (Zhortuylov et al., 2013, Analysis of Haylage Round Bale Wrapper Operating Mechanism, Life Science Journal 2013;10(12s): 349-352)

- ◇ 랩핑머신의 소요 마력은 Zhortuylov et al. (2013)의 수학적 모델을 이용하였는데, Figure 3과 같고, 랩핑작업 동안 필요한 동력은 식으로 필름을 회전하기 위해 필요한 동력 (P_1)과 필름을 감는 동안 베일을 회전시키기 위한 동력 (P_2)으로 구성함.

- ◇ 여기에서 (P_1), (P_2)를 구하는 식은 유압작업과 레핑작업은 베일작업 완료 후 정지상태에서 수행하므로 트랙터-조사료수확기 시스템의 필요 소요마력의 합계에서 제외하였음.

$$Power_{wrapping} (kW) = P_1 + P_2$$

$$Power_1 (kW) = T_1 \omega_1$$

$$Power_2 (kW) = T_2 \omega_2$$

where, T_1 : torque of the platform with the bale about the vertical axis

ω_1 : angular velocity of bale rotation about axis

T_2 : torque of the platform with the bale about the longitudinal axis

: angular velocity of bale rotation about axis

◇ 트랙터-조사료수확기 시스템의 최소 소요 동력, 차축소요 동력과 PTO 소요 동력을 다음의 식을 이용하였는데 유압을 사용하는 본체 커버 개폐 및 램핑부의 작동은 정지상태에서 사용함으로 계산에서 제외하였음.

◇ 또한, 구해진 차축소요 동력과 PTO소요 동력은 다음 식으로 최소 소요마력을 구하였음.

$$Power_{axle} (kW) = \frac{\text{required Power of tractor}}{\eta_{axle}}$$

$$Power_{PTO} (kW) = \frac{\text{required Power of baler}}{\eta_{PTO}}$$

$$Power_{Tractor} (hp) = (Power_{axle} + Power_{PTO}) \times 1.341$$

where, η_{axle} : 0.77~0.80 (Zoz and Grisso, ASAE, 2003),

η_{PTO} : 0.82~0.84 (Zoz and Grisso, ASAE, 2003)

Power conversion factor : 1.341

◇ 연구에서는 기본적으로 ASAE의 작업속도 및 작업효율을 적용하였음.

◇ 적용된 조사료수확기의 현장 작업효율은 60~86%의 범위이고 일반적으로 70%를 적용하는데 이때 작업속도는 2.5~8.0 km/h이고 전형적으로 5.0 km/h를 기준하고 있음.

◇ 자주식 (SP; sief-propelled machine) 조사료수확기의 경우 작업속도가 2.5~10.0 km/h의 범위에서 작업효율은 60~85% 범위임 (Table 2).

◇ 기본 설계된 조사료수확기는 트랙터 작동과 베일 무게를 고려하여 견인에 필요한 설계의 최소 소요마력은 다음의 식에서 Table 1의 조사료수확기의 작업효율을 고려하여 계산하였음.

$$Power_{field} = \frac{Power_{Tractor}}{\eta_{field}}$$

where, η_{field} : Forage harvester field efficiency 0.6~0.85, (ASAE D497.4)

◇ 적용되는 조사료 수확기의 작업효율인 60~85% 범위에서 일반적으로 적용되는 작업효율인 70%를 적용하면 트랙터의 소요동력은 95 hp를 적정 작업환경으로 함.

Table 2. Field efficiency, field speed, and estimated life parameters (ASAE D497.4, pp380)

Machine	Field efficiency		Field speed				Estimated life
	Range %	Typical %	Range mph	Typical mph	Range km/h	Typical km/h	h
TRACTORS							
2 wheel drive & stationary							12 000
4 wheel drive & crawler							16 000
TILLAGE & PLANTING							
Moldboard plow	70-90	85	3.0-6.0	4.5	5.0-10.0	7.0	2 000
Heavy-duty disk	70-90	85	3.5-6.0	4.5	5.5-10.0	7.0	2 000
Tandem disk harrow	70-90	80	4.0-7.0	6.0	6.5-11.0	10.0	2 000
(Coulter) chisel plow	70-90	85	4.0-6.5	5.0	6.5-10.5	8.0	2 000
Field cultivator	70-90	85	5.0-8.0	7.0	8.0-13.0	11.0	2 000
Spring tooth harrow	70-90	85	5.0-8.0	7.0	8.0-13.0	11.0	2 000
Roller-packer	70-90	85	4.5-7.5	6.0	7.0-12.0	10.0	2 000
Mulcher-packer	70-90	80	4.0-7.0	5.0	6.5-11.0	8.0	2 000
Rotary hoe	70-85	80	8.0-14.0	12.0	13.-22.5	19.0	2 000
Row crop cultivator	70-90	80	3.0-7.0	5.0	5.0-11.0	8.0	2 000
Rotary tiller	70-90	85	1.0-4.5	3.0	2.0-7.0	5.0	1 500
Row crop planter	50-75	65	4.0-7.0	5.5	6.5-11.0	9.0	1 500
Grain drill	55-80	70	4.0-7.0	5.0	6.5-11.0	8.0	1 500
HARVESTING							
Corn picker sheller	60-75	65	2.0-4.0	2.5	3.0-6.5	4.0	2 000
Combine	60-75	65	2.0-5.0	3.0	3.0-6.5	5.0	2 000
Combine (SP) ¹⁾	65-80	70	2.0-5.0	3.0	3.0-6.5	5.0	3 000
Mower	75-85	80	3.0-6.0	5.0	5.0-10.0	8.0	2 000
Mower (rotary)	75-90	80	5.0-12.0	7.0	8.0-19.0	11.0	2 000
Mower-conditioner	75-85	80	3.0-6.0	5.0	5.0-10.0	8.0	2 500
Mower-conditioner (rotary)	75-90	80	5.0-12.0	7.0	8.0-19.0	11.0	2 500
Windrower (SP)	70-85	80	3.0-8.0	5.0	5.0-13.0	8.0	3 000
Side delivery rake	70-90	80	4.0-8.0	6.0	6.5-13.0	10.0	2 500
MISCELLANEOUS							
Fertilizer spreader	60-80	70	5.0-10.0	7.0	8.0-16.0	11.0	1 200
Boom-type sprayer	50-80	65	3.0-7.0	6.5	5.0-11.5	10.5	1 500
Air-carrier sprayer	55-70	60	2.0-5.0	3.0	3.0-8.0	5.0	2 000
Bean puller-windrower	70-90	80	4.0-7.0	5.0	6.5-11.5	8.0	2 000
Beet topper/stalk chopper	70-90	80	4.0-7.0	5.0	6.5-11.5	8.0	1 200
Forage blower							1 500
Forage wagon							2 000
Wagon							3 000

38) 주요국 인체공학적 특성조사

- ◇ 개발되는 조사료수확기의 설계에 인체지수를 반영하기 위해 동아시아권의 중국, 일본, 대만, 한국의 인체지수에 대한 문헌조사 및 분석을 수행하였음.
- ◇ 인체지수의 조사 및 분석은 본 연구의 목적인 통합형 조사료수확기의 개발에 있어 설계단계에서 작업자의 운전작업 및 유지보수작업에 있어 편안한 작업자세를 유도하여 작업자의 근골격계 질환 발생 가능성 낮추고 효율적인 작업이 되도록 인체공학적 설계를 수행하기 위해 검토됨. 특히, 조사료수확기의 운전작업 중에 비닐의 교체작업과 상부 커버를 열었을 때 나타나는 본체 중 단부부분에는 점검요소가 집중되어 있는데 특히, 회전하는 랩퍼장치의 점검요소가 집중되어 있고 모든 상하부의 체결요소가 집중됨.
- ◇ 동아시아권은 민족의 특성에 따라 약간의 인체지수 차이가 있는데 중국은 중간 크기의 사지와 좁은 몸통을 지니고 있으며, 일본은 짧은 사지에 넓은 몸통이며, 한국은 중간 몸통에 상지가 긴 것을 특징으로 분석됨. 분석결과, 동아시아권은 기본적으로 몽고리안의 특징을 갖는 것으로 나타났다. 분석결과로는 인체지수가 기계장치에 줄 수 있는 영향, 즉 민족적인 특성으로 나라별로 장치의 규격을 변화시켜 수출해야 하는 가능성에 대한 검토인데 학술적으로 나타난 인체지수 및 신체특성에서 큰 차이는 없는 것으로 판단되었다. 분석에 이용한 기본적인 자료들에 대한 설명은 다음과 같음.

Table 1. The mean anthropometric data for East Asian adults

Unit (mm)	Taiwanese		Chinese		Japanese		Korean	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Stature	1699	1573	1678	1570	1690	1569	1707	1588
Eye height	1579	1457	1568	1454	1566	1448	1588	1480
Jaw height	1467	1354	1455	1354	1455	1348	NA	NA
Shoulder height	1391	1285	1367	1271	1374	1270	1383	1289
Elbow height (straight arm)	1088	1007	1054	987	1064	983	NA	NA
Wrist height	849	794	817	774	826	766	NA	NA
Fingertip height	657	620	NA	NA	659	611	644	604
Head length	232	219	223	216	235	221	182	173
Upper arm length	302	281	313	284	315	291	NA	NA
Forearm length	240	213	237	213	253	230	NA	NA
Hand length	192	174	183	171	182	168	189	175
Biacromial breadth	375	331	375	351	388	348	391	352
Shoulder breadth	453	410	431	397	449	402	451	406
Chest breadth	322	293	280	260	312	281	NA	NA
Hip breadth	318	322	306	317	339	333	322	319
Armpit height	1274	1178	NA	NA	1260	1171	1279	1202
Trochanter height	859	804	909	915	NA	NA	842	791
Knee height	449	412	444	446	449	412	NA	NA
Left lateral malleolus height	68	61	NA	NA	46	41	NA	NA
Horizontal Fingertip reach (from wall)	826	757	NA	NA	820	751	821	760
Elbow height (flexed arm)	1055	980	1024	960	1043	965	1046	977
Waist height	1000	919	NA	NA	980	908	1026	966
Crotch height	731	702	790	732	748	704	757	718
Vertical fingertip reach	2120	1940	NA	NA	2095	1928	2125	1961
Elbow height, sitting	263	254	263	251	270	253	265	263
Eye height, sitting	788	735	798	739	789	732	809	758
Sitting height	907	848	908	855	909	850	921	866
Vertical fingertip reach, sitting	1331	1218	NA	NA	1314	1208	1346	1248
Knee height, sitting	523	472	493	458	NA	NA	508	470
Popliteal height, sitting	408	379	413	382	396	362	410	384
Buttock to popliteal length, sitting	454	439	457	433	452	437	470	449
Buttock to front of knee length, sitting	558	530	554	529	559	531	553	528
Weight (kg)	67.5	53.8	59.0	52.0	65.5	52.2	66.0	53.5

- ◇ 동북아 주요국의 성인 남녀의 평균 인체지수는 Table 1과 같고 성인의 평균 키에 대한 측정요소들의 키에 대한 신체비율은 Table 2와 같음 (Lin and Wang, 2004).

Table 2. The bodily proportions to the mean stature for East Asian adults

Unit (mm)	Taiwanese		Chinese		Japanese		Korean	
	Male	Female	Male	Female	Male	Female	Male	Female
Eye height	0.929	0.926	0.934	0.926	0.927	0.923	0.930	0.932
Jaw height	0.864	0.861	0.867	0.862	0.861	0.859	NA	NA
Shoulder height	0.819	0.817	0.815	0.810	0.813	0.809	0.810	0.812
Elbow height (straight)	0.641	0.640	0.628	0.629	0.630	0.626	NA	NA
Wrist height	0.499	0.505	0.487	0.493	0.489	0.488	NA	NA
Fingertip height	0.386	0.394	NA	NA	0.390	0.389	0.377	0.381
Head length	0.136	0.139	0.133	0.138	0.139	0.141	NA	NA
Upper arm length	0.178	0.179	0.187	0.181	0.186	0.185	NA	NA
Forearm length	0.141	0.135	0.141	0.136	0.149	0.146	NA	NA
Hand length	0.113	0.111	0.109	0.109	0.108	0.107	0.111	0.110
Biacromial breadth	0.221	0.210	0.223	0.224	0.230	0.222	0.229	0.221
Shoulder breadth	0.267	0.261	0.257	0.253	0.266	0.256	0.264	0.256
Chest breadth	0.190	0.186	0.167	0.166	0.185	0.179	NA	NA
Hip breadth	0.187	0.204	0.182	0.202	0.201	0.212	0.188	0.201
Armpit height	0.750	0.749	NA	NA	0.746	0.746	0.749	0.757
Trochanter height	0.506	0.511	NA	NA	NA	NA	0.493	0.498
Knee height	0.265	0.262	0.265	0.284	0.266	0.262	NA	NA
Left lateral malleolus	0.040	0.039	NA	NA	0.027	0.026	NA	NA
Horizontal fingertip	0.486	0.482	NA	NA	0.485	0.478	0.481	0.479
Elbow height (flexed)	0.621	0.623	0.610	0.611	0.617	0.615	0.613	0.615
Waist height	0.588	0.584	NA	NA	0.580	0.578	0.601	0.608
Crotch height	0.430	0.446	0.471	0.466	0.443	0.449	0.444	0.452
Vertical fingertip	1.248	1.233	NA	NA	1.240	1.229	1.245	1.235
Elbow height, sitting	0.155	0.162	0.157	0.160	0.160	0.161	0.155	0.166
Eye height, sitting	0.464	0.467	0.476	0.471	0.467	0.467	0.474	0.477
Sitting height	0.534	0.539	0.541	0.545	0.538	0.542	0.540	0.546
Vertical fingertip, sitting	0.784	0.774	NA	NA	0.777	0.770	0.789	0.786
Knee height, sitting	0.308	0.300	0.294	0.292	NA	NA	0.298	0.296
Popliteal height	0.240	0.241	0.246	0.243	0.234	0.231	0.240	0.242
Buttock to popliteal	0.267	0.279	0.272	0.276	0.267	0.278	0.275	0.283
Buttock to front of	0.329	0.337	0.330	0.337	0.331	0.338	0.324	0.333

- ◇ Lin and Wang (2004)의 동북아 주요국 성인 남자의 평균 인체지수를 비교하면 신장은 한국 100%를 기준으로 대만 99.5%, 중국 98.3%, 일본 99.0%로 0.5~1.7%의 차이를 보였음.
- ◇ 그림 2는 국가별로 키 (1.000)에 대한 각 측정요소의 상대크기를 소수점으로 보여주고 있음 (Table 2).
- ◇ 또한 어깨높이는 한국 100%를 기준으로 대만 100.6%, 중국 98.8%, 일본 99.3%로 차이는 0.6~1.2%이며, 팔꿈치 높이는 대만 100.9%, 중국 97.9%, 일본 99.7%로 차이는 0.3~2.1%이고, 허리 높이는 대만 97.5%, 일본 95.5%로 차이는 2.5~4.5%이며, 앉은 자세에서 팔꿈치 높이는 대만과 중국이 99.2%, 일본 101.9%로 차이는 0.8~1.9%로 큰 차이가 없는 것으로 분석되었음 (Figure 1.~Figure 8.).

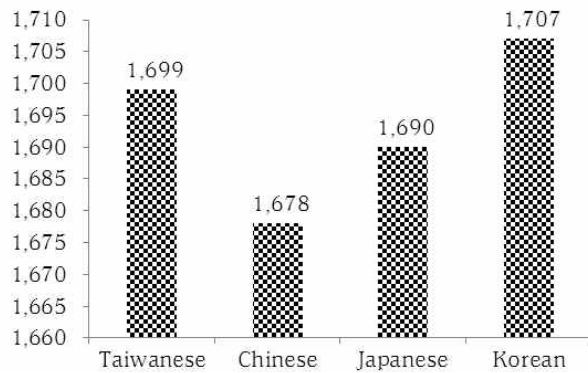


Figure 1. Mean anthropometric data – stature (Unit; mm)

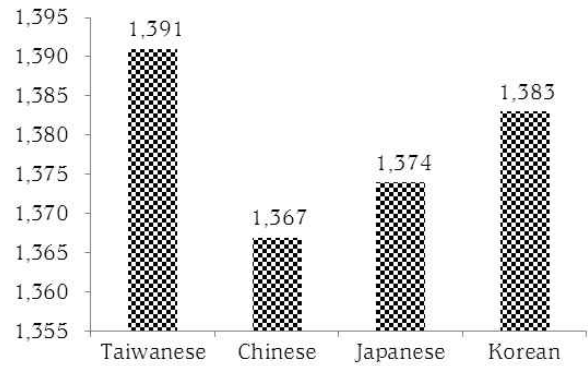


Figure 2. Mean anthropometric data – shoulder height (Unit; mm)

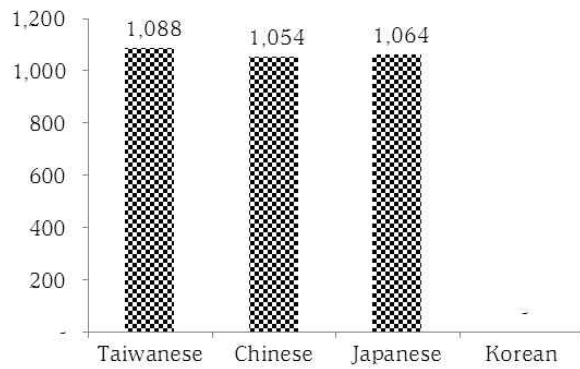


Figure 3. Mean anthropometric data – elbow height -straight arm (Unit; mm)

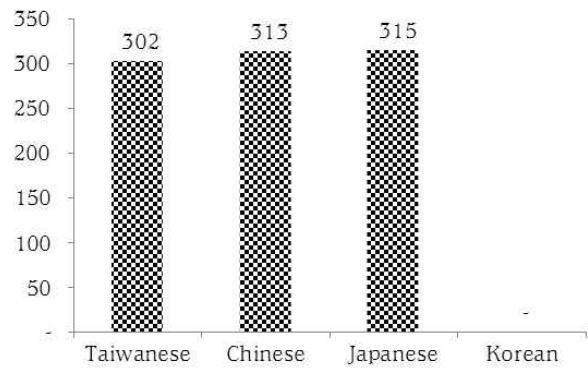


Figure 4. Mean anthropometric data – upper arm length (Unit; mm)

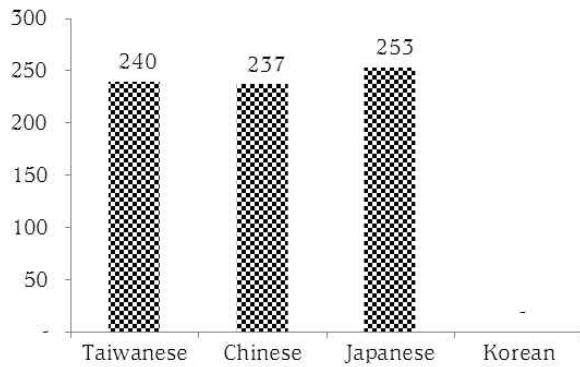


Figure 5. Mean anthropometric data – forearm length (Unit; mm)

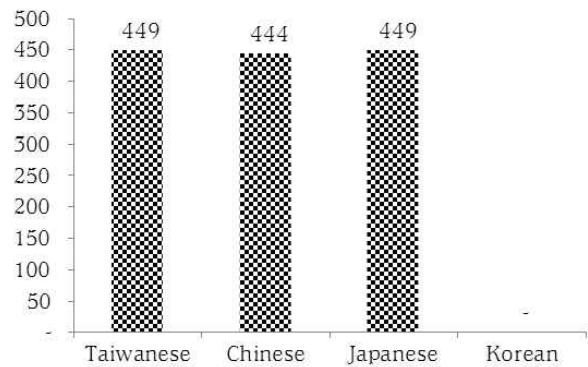


Figure 6. Mean anthropometric data – knee height (Unit; mm)

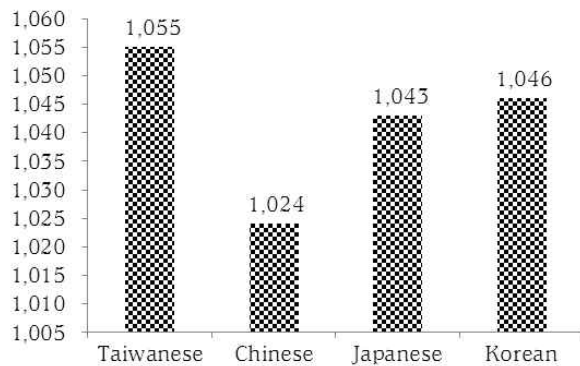


Figure 7. Mean anthropometric data – elbow height -flexed arm (Unit; mm)

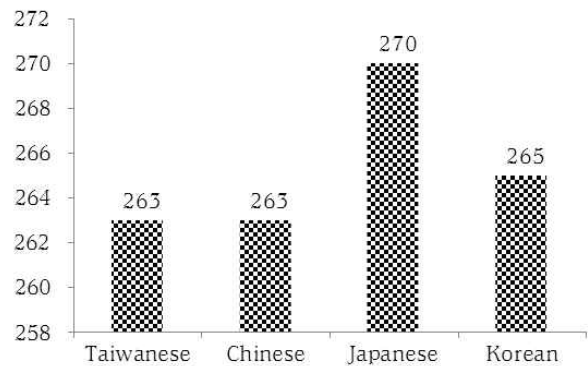


Figure 8. Mean anthropometric data – elbow height -sitting (Unit; mm)

◇ 분석된 아시아권 성인 남성의 서있는 자세에 대한 도식모형은 다음과 같음. 기본적으로 선 자세에서 작업에 영향을 주는 눈의 높이는 $0.927\sim 0.930$, 어깨의 높이는 $0.810\sim 0.819$ 이며, 어깨넓이는 $0.264\sim 0.267$ 로 나타남 (Figure 9).

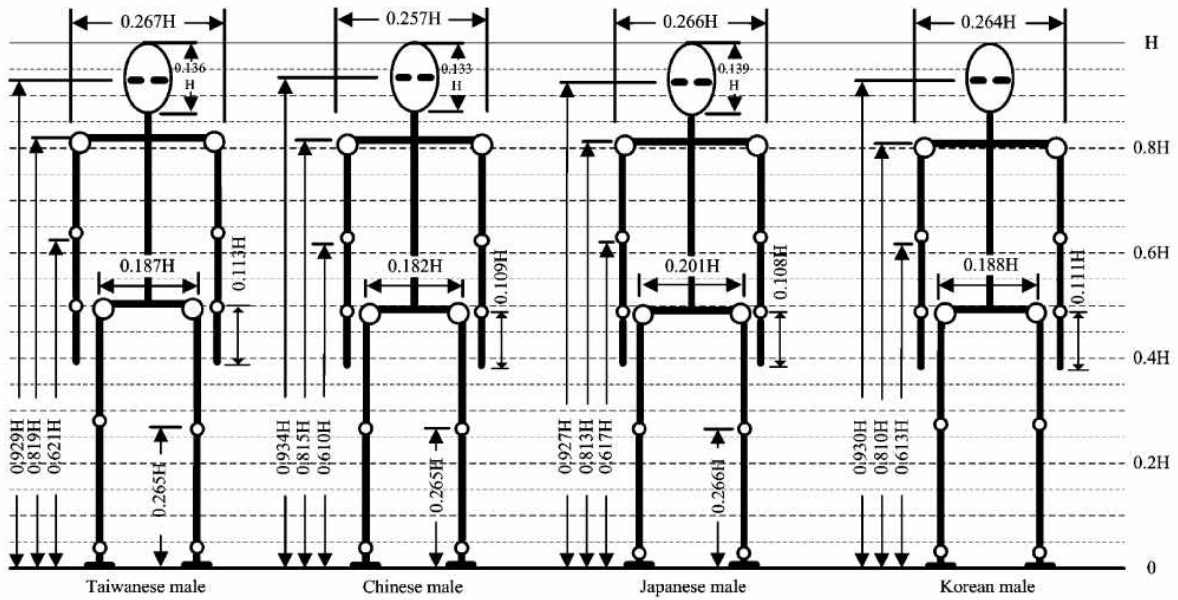


Figure 9. The illustration of segment proportions for East Asian male adults in standing posture

◇ 분석된 아시아권 성인 여성의 서있는 자세에 대한 도식모형은 다음과 같다. 기본적으로 선 자세에서 작업에 영향을 주는 눈의 높이는 $0.926\sim 0.932$, 어깨의 높이는 $0.810\sim 0.817$ 이며, 어깨넓이는 $0.253\sim 0.261$ 로 나타남 (Figure 10).

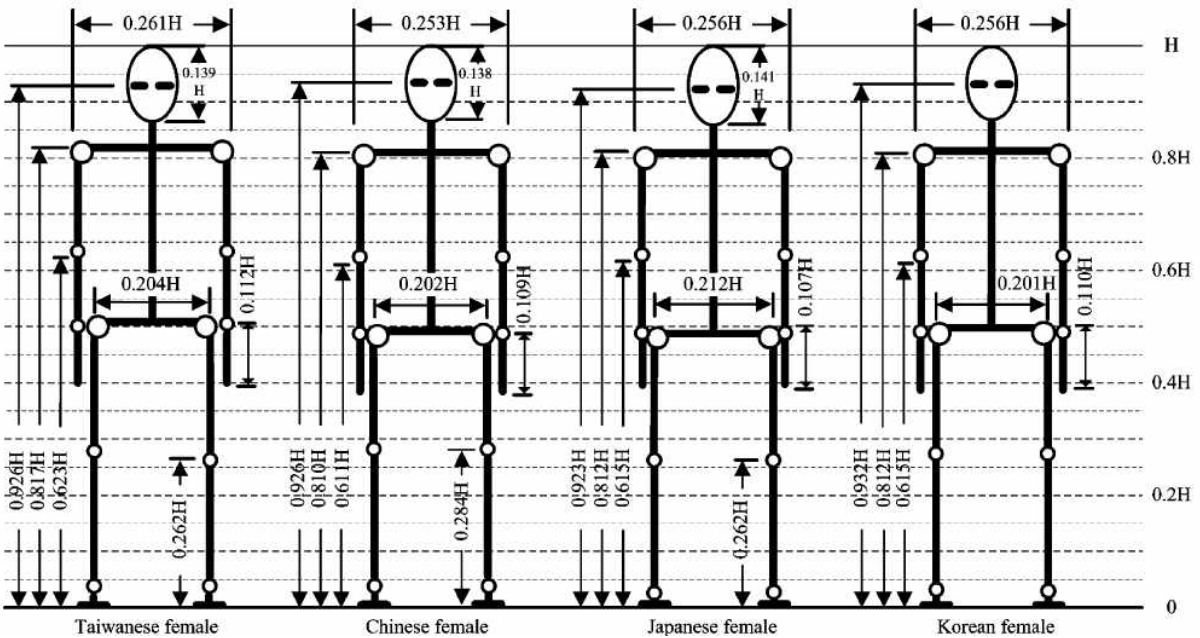


Figure 10. The illustration of segment proportions for East Asian female adults in standing posture

◇ 분석된 아시아권 성인 남성의 앉은 자세에 대한 도식모형은 다음과 같음. 기본적으로 앉은 자세에서 작업에 영향을 주는 눈의 높이는 $0.464 \sim 0.474$ 이며, 무릎높이는 $0.234 \sim 0.246$, 팔 높이가 $0.155 \sim 0.160$ 로 나타남 (Figure 11).

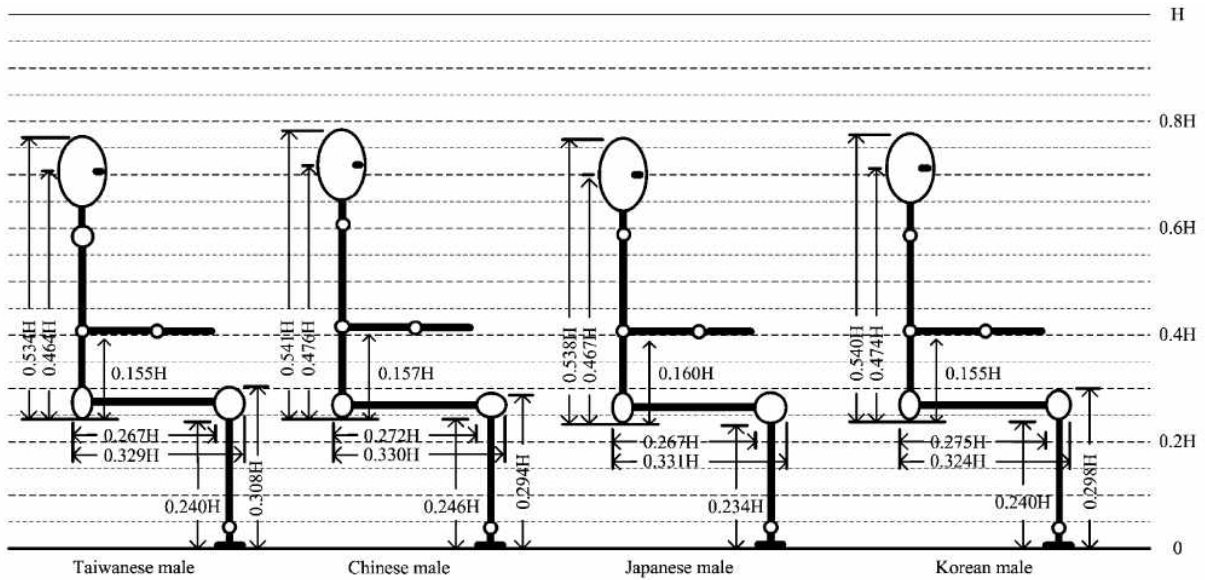


Figure 11. The illustration of segment proportions for East Asian male adults in sitting posture

◇ 분석된 아시아권 성인 여성의 앉은 자세에 대한 도식모형은 다음과 같음. 기본적으로 앉은 자세에서 작업에 영향을 주는 눈의 높이는 $0.467 \sim 0.477$ 이며, 무릎높이는 $0.231 \sim 0.243$, 팔 높이가 $0.160 \sim 0.166$ 로 나타남 (Figure 12).

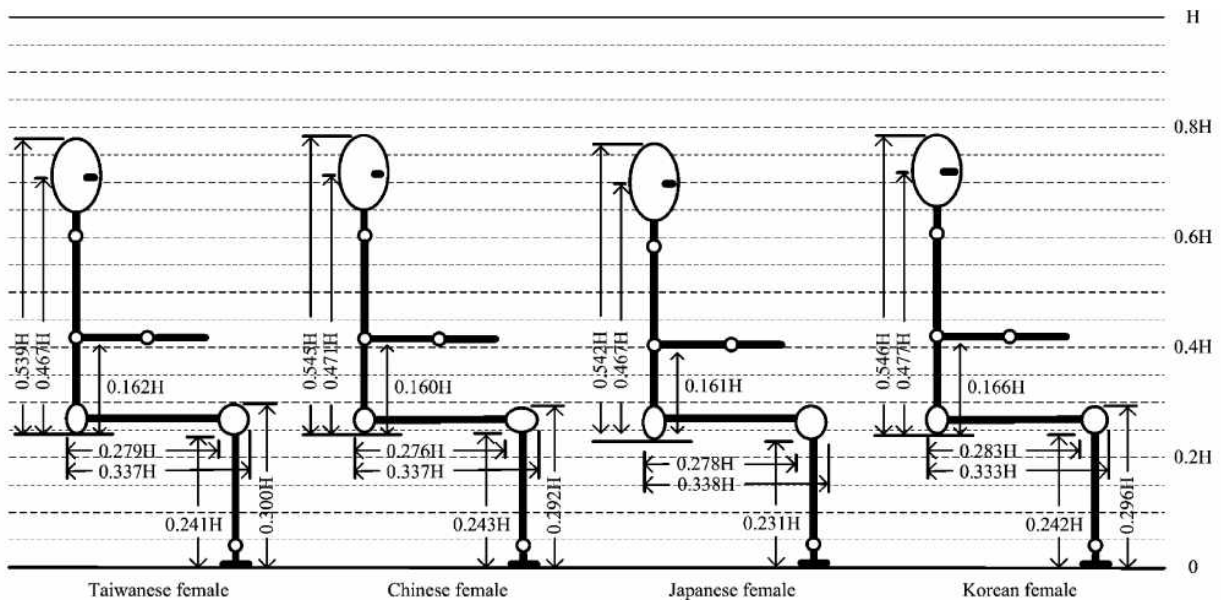


Figure 12. The illustration of segment proportions for East Asian female adults in sitting posture

◇ 분석된 아시아권 성인 남성의 주요치수인 키, 어깨높이, 팔꿈치 높이, 허리 높이, 앉은 팔꿈치 높이를 비교하면 다음과 같음 (Figure 13).

- 동아시아 주요국 성인남성의 키를 비교하여 분석하면 한국 성인남성에 비해 -8 ~ -29 mm 작은 것으로 나타났다.
- 또한, 어깨 높이는 8 ~ -16 mm 범위의 차이를 보였으며,
- 팔꿈치 높이는 9 ~ -22 mm 범위의 차이를 보였고,
- 허리 높이는 -26 ~ -46 mm 범위로 높았으며,
- 앉은 자세에서 팔꿈치 높이는 5 ~ -2 mm 범위의 차이를 보임.

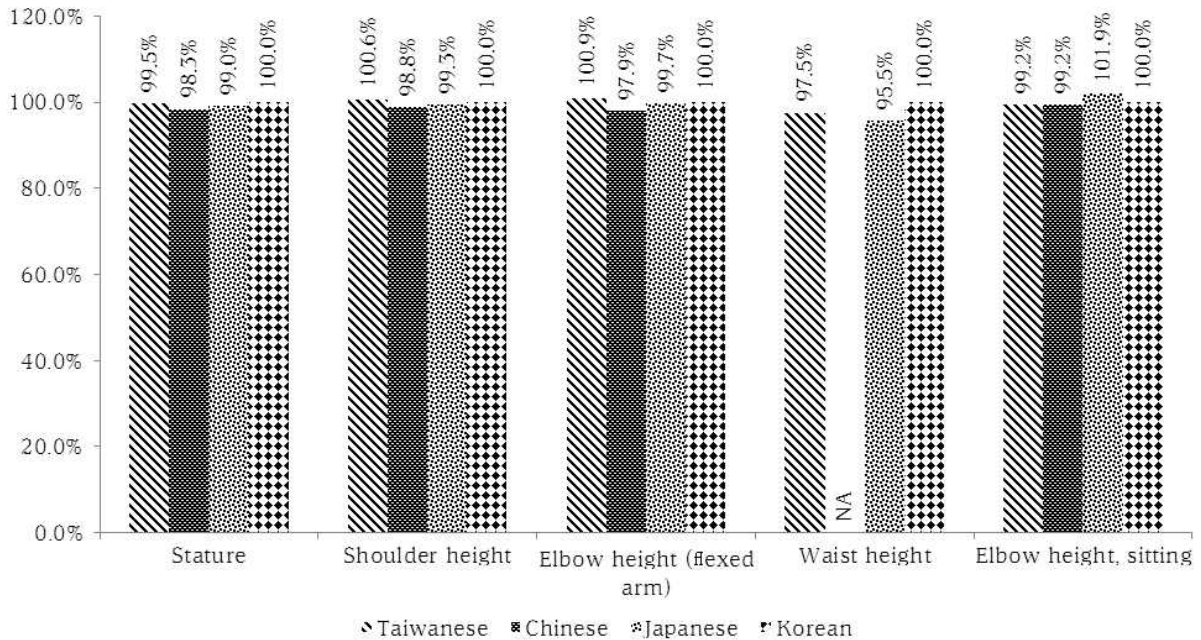


Figure 13. The comparison of the mean anthropometric data for East Asian adults

- ◇ 분석된 주요국의 인체지수를 종합하여 판단하면, 개발품의 주요 해외시장 진출 대상국으로 계획된 중국, 일본의 인체지수는 한국에 비하여 큰 차이를 보이지 않고 있음.
- ◇ 따라서 종합적으로 분석하면 우리의 인체지수를 반영한 설계는 동아시아권의 주요국 인체지수가 개발하는 장치의 운전에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 분석되어 조사료수확기를 사용할 동아시아권의 농업인 및 작업자에게 큰 부담 없이 적용이 가능한 것으로 판단되었음.

39) 시작기의 안정성분석 및 이론적 성능분석

(본 장은 1,2차년 연구내용을 기초로 3차년 공인검정기관 실증을 통해 저널에 논문투고)

- ◇ 안정성분석을 위한 트랙터-조사료수확기 시스템은

- 1) 트랙터와 수확기를 개별적으로 모형화하여
- 2) 트랙터-수확기 시스템으로 통합하였는데
- 3) 트랙터-수확기 시스템은 PTO 축과 3점 히치로 연결된 강체로 가정하였는데 결합된 트랙터-조사료수확기 시스템의 조합은 다음과 같음 (Figure 1).

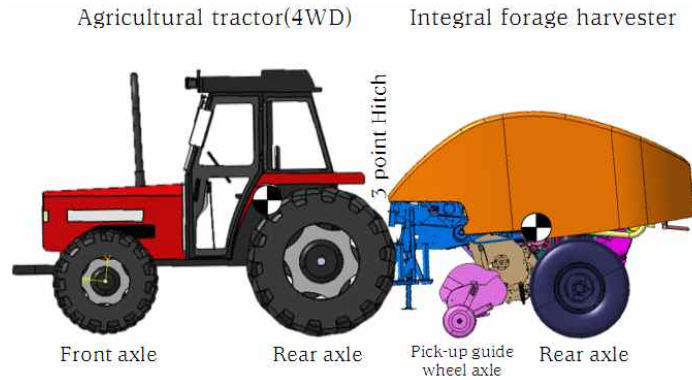


Figure 1. Schematic of the Tractor-Forage harvester system

◇ 모델링에 적용된 트랙터는 2차년 현장실험에 사용되는 D사의 D851 모델에 대해 적용하였는데 4륜 구동형으로 PTO 최대출력이 83 hp (61kW)이며, 최대견인출력 비율은 86.4%이다. 적용된 트랙터의 변속위치에 대한 출력, 견인력, 주행속도, 기관회전속도, 차륜의 슬립을 등은 Table 1 과 같음 (농업공학연구소, 2004).

Table 1. The test results of the Traction force applied tractor

Gearshift position	Power (ps)	Traction force (kgf)	Driving speed (km/h)	Engine (rpm)	Slip ratio of wheel (%)	Fuel consumption rate (g/psh)	Specific energy (psh/l)
Low speed-3	8.2	2726	0.81	2333	15.0	1090	0.763
Low speed-4	12.7	2660	1.29	2340	15.0	711	1.170
Medium speed-1	19.7	2657	2.00	2334	15.0	580	1.435
Medium speed-2	27.8	2605	2.88	2329	15.0	420	1.981
Medium speed-3	37.6	2602	3.91	2320	15.0	350	2.376
Medium speed-4	58.2	2550	6.16	2293	15.0	280	2.970
High speed-1	71.5	2354	8.20	2000	9.8	237	3.512
High speed-2	70.5	1461	13.03	2002	2.4	237	3.506
High speed-3	69.5	1048	17.92	2001	1.9	237	3.516

1. Temperature range of the fuel : 41~42°C, 2. Temperature range of the cooling water : 86~89°C, 3. Temperature range of the engine oil : 82~100°C, 4. Temperature range of outside : 22~24°C, 5. Relative Humidity : 36~42%, 6. Atmospheric pressure : 101.3~102 kPa

◇ 모델링에 적용된 트랙터와 조사료수확기의 기계적 치수 및 중량 등은 다음과 같음(Table 2).

Table 2. Specifications of tractors and harvesters applied to the stability analysis

Tractor*		Forage harvester**	
Length (mm)	4,075	Length (mm)	2,880
Width (mm)	2,010	Width (mm)	2,376
Height (mm)	2,735	Height (mm)	2,076
Weight (kg)	3,840	Weight (kg)	2,200
- Front wheel (kg)	1,465 (42.1%)	- Weight transfer (kg)	480 (20.9%)
- Rear wheel (kg)	2,015 (57.9%)	- Rear wheel (kg)	1,820 (79.1%)
Wheelbase (mm)	2,142	Hitch vertical distance (mm)	-
Front wheel distance (mm)	1,460	Front wheel distance (mm)	-
Rear wheel distance (mm)	1,530	Rear wheel distance (mm)	1,869

* Test report 04-M-1-37 (NAMRI/RDA, 2004),

** Specifications of the manufactory Ltd., 2016

◇ 모델링에 적용된 트랙터의 무게중심은 뒷차축 중심에서 무게중심까지의 수평거리로 887 mm, 트랙터 평면 중심선에서 좌측으로 2.0 mm, 지상에서 무게중심까지의 수직거리 1011 mm의 조건에서 정적 횡전도각이 좌측 37도, 우측 37도의 조건임.

◇ 모델링에 적용된 조사료수확기의 무게중심은 오른쪽 뒷차축 중심에서 무게중심까지의 수평거리로 673 mm, 조사료수확기 평면 중심선에서 좌측 124 mm, 조사료수확기 오른쪽 뒷차축 중심에서 무게중심까지의 수직거리는 340 mm임.

◇ 모델링에 적용된 트랙터-조사료수확기 시스템에 있어 실측된 차체중량은 트랙터 전륜에 25%, 트랙터 후륜에 42%, 조사료수확기 후륜에 33%가 배분되었음. 또한, 픽업부 보조바퀴 역할을 하는 조사료수확기 전방보조바퀴 (WR4, WL4)는 작업 중 하중 (토양반력)을 받지 않으므로 부하를 고려하지 않았음.

◇ 모델링은 시스템을 트랙터와 조사료수확기가 결합된 강체로 가정하였는데, 각각의 무게중심을 구하고 통합하여 안정성분석을 수행하였는데 연구순서는

- 1) 우선 PTO 및 3점 히치링크로 결합된 강체로 가정하고
- 2) 트랙터의 무게중심 (CG_Tractor)를 구하고
- 3) 조사료수확기의 무게중심 (CG_Baler)을 구하여
- 4) 각각의 무게중심을 내분점공식을 이용, 시스템의 무게중심 (CG_System)을 구하여
- 5) 시스템의 횡전도 분석을 통해서 안정성분석을 수행하였음.

◇ 이때 기본적으로 반영된 측정된 요소로는 평면상으로

- 1) 트랙터의 전륜이 지면에 주는 무게 (WR2, WL2),
- 2) 트랙터의 후륜이 토양에 주는 무게 (WR1, WL1),
- 3) 조사료수확기 후륜이 토양에 주는 무게 (WR3, WL3),
- 4) 조사료수확기 전륜인 픽업가이드 바퀴가 토양에 주는 무게 (WR4, WL4),
- 5) 트랙터의 전륜거리 (W1),
- 6) 트랙터의 후륜거리 (W2),
- 7) 조사료수확기의 전륜거리 (W3),
- 8) 조사료수확기의 후륜거리 (W4),
- 9) 트랙터 전륜과 조사료수확기 후륜간의 거리 (L0) 및
- 10) 각 바퀴간의 거리 (L1, L2, L3, L4)임 (Figure 2).

◇ 또한, 각각의 바퀴가 토양반력에 영향을 주는 요소로 측면상으로

- 1) 트랙터 전륜의 반지름 (r1)과 토양반력 (WTff),
- 2) 트랙터 후륜의 반지름 (r2)와 토양반력 (WTRf),
- 3) 조사료수확기 전륜의 반지름 (r3),

- 4) 조사료수확기 후륜의 반지름 (r_4)와 토양반력 (W_{BRf}),
- 5) 트랙터 무게중심과 전륜과의 수평거리 (a), 후륜과의 수평거리 (b),
- 6) 조사료수확기 무게중심과 히치점과의 수평거리 (a'), 후륜과의 수평거리 (b'),
- 7) 시스템의 통합 무게중심과 트랙터 전륜과의 수평거리 (a''), 조사료수확기 후륜과의 수평거리 (b'')임 (Figure 3).

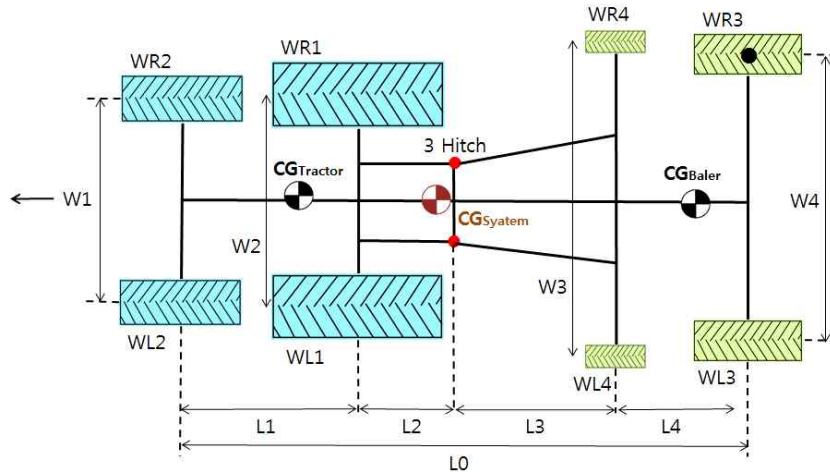


Figure 2. Modeling for the center of gravity of the Tractor-Forage harvester system
- plan view

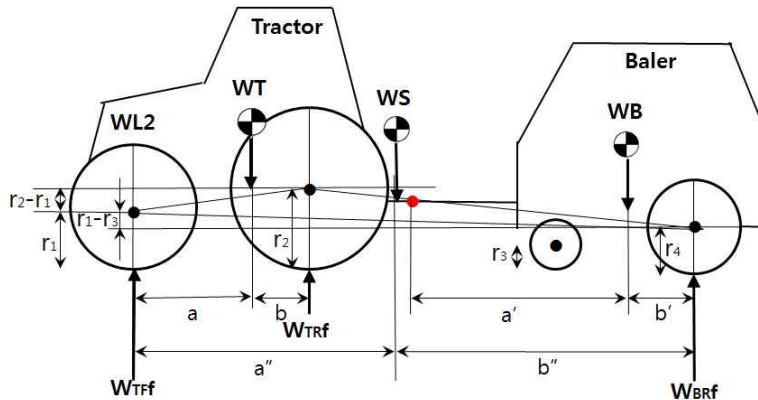


Figure 3. Modeling for the center of gravity of the Tractor-Forage harvester system
- side view

◇ 시스템의 기구학적 분석에서는 트랙터 및 경운기의 무게중심 측정방법 (이영렬, 1989)을 이용하였는데 트랙터는 국가검정기관의 형식검사 자료를 이용하였고 조사료수확기와 시스템의 무게중심은 선행연구자의 계산방법에 준하여 해당 측정요소를 구하여 수식에 대입하여 구하였음.

기본적으로 모델링에 적용되고 도식화된 선행연구자의 무게중심을 구하는 방법은 트랙터에 대해서는 국가공인기관의 검사결과를 적용하였는데 무게중심에 대한 해석 (Figure 4)과 경운기의 무게중심을 구하는 방법을 응용한 조사료수확기의 무게중심을 구한 도식(Figure 5)으로 다음과 같음.

◇ 트랙터와 조사료수확기의 무게중심을 구한 방법은

- 1) 트랙터의 무게중심은 후륜에서 수평방향 무게중심 거리와 수직방향 무게중심 거리를 구하고,
- 2) 기울인 상태에서 후륜축에서 무게중심까지의 수직방향 무게중심 거리는 기울인각과 전륜 반경, 후륜반경을 이용하였으며,
- 3) 조사료수확기의 무게중심 좌표는 경운기의 무게중심 측정방법을 응용하였는데,
- 4) 수평방향 무게중심 거리 및 수직방향 무게중심 거리를 구하는 방법으로 연구팀에서는 수정공식으로 적용하였음.

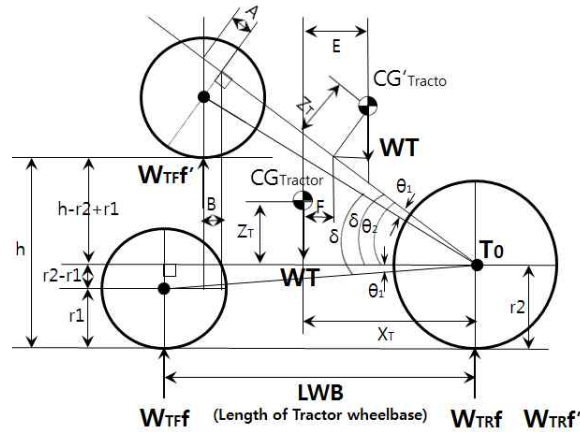


Figure 4. Modeling for the center of gravity of the tractor

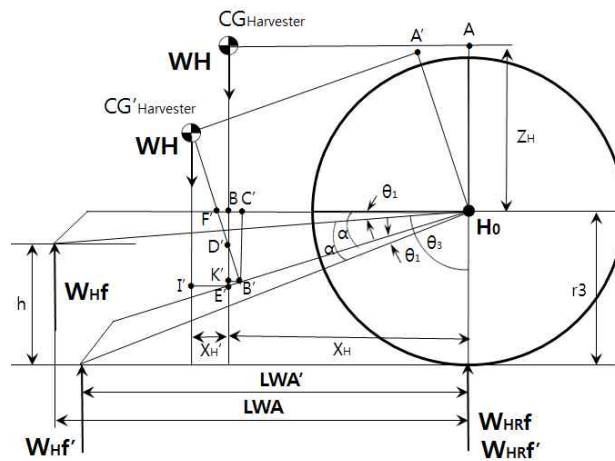


Figure 5. Modeling for the center of gravity of the forage harvester

◇ 수정공식은 트랙터에 조사료수확기 부착상태에서

- 1) 수평방향 무게중심 거리 (X_H)는 3점 히치 상부링크 접지점에 걸리는 하중 (W_{Hf})과 조사료수확기 각 차륜의 하중, 조사료수확기 차중, 차륜축에서 상부링크 접지점의 수평거리, 차륜반경을 이용하였으며,
- 2) 수직방향 무게중심 거리 (Z_H)는 조사료수확기의 차륜거리, 무게중심에서 수확기 뒷차축 중심선과의 거리를 이용하여 구하였는데,
- 3) 이것은 후륜축에서 무게중심까지의 Z방향 거리 (Z_H)는 수평상태에서 조사료수확기를 기울인각 (α)과 차륜축에서 접지점까지의 수평거리, 이동한 수직거리, 기울였을 때의 접지점

하중을 이용하는 것임.

- 트랙터의 무게중심 분석 및 조사료수확기의 무게중심을 구하기 위해 적용된 수식은 다음의 식과 같은데 트랙터의 무게중심에 대한 거리 (X_T, Y_T, Z_T)와 조사료수확기의 무게중심에 대한 거리 (X_H, Y_H, Z_H)를 구하는 식임.

$$Y_T = \frac{(WR2 + WL2) \times LWB}{WT} - \frac{WR1 \times LRRL + WL2 \cdot \frac{LRRL - LFRL}{2} + WR2 \cdot \frac{LRRL + LFRL}{2}}{WT}$$

$$Z_T = X_T \cdot \cot\delta - \frac{W_T f' \times (LWB \cdot \cos\delta + (r2 - r1) \cdot \sin\delta)}{WT \cdot \sin\delta}$$

$$X_H = \frac{W_H f' \times LWA}{WH}$$

$$Y_H = \frac{(WR3 - WL3) \times \frac{LHRR}{2} - W_H f' \times LS}{WH}$$

$$Z_H = X_H \cdot \cot\alpha - \frac{W_H f' \times LWA'}{WH \cdot \sin\alpha}$$

- ◇ 개별적으로 구해진 무게중심은 트랙터의 무게중심 좌표와 조사료수확기의 무게중심 좌표를 무게비율에 대비하여 3차원적 시스템 무게중심 좌표로 합산하는데 개념으로 내분점 공식을 이용하여 구하였는데 다음의 식과 같음.

$$X_S = \frac{WT \cdot X_H + WH \cdot X_T}{WT + WH}$$

$$Y_S = \frac{WT \cdot Y_H + WH \cdot Y_T}{WT + WH}$$

$$Z_S = \frac{WT \cdot Z_H + WH \cdot Z_T}{WT + WH}$$

- ◇ 여기에서 선행연구자 (이영렬, 1990)의 트랙터 횡전도각 측정방법을 이용하였는데 시스템 무게중심과 차륜간의 수평거리, 차륜간의 수직거리를 이용하여 횡전도각을 계산하였음. 주행 및 작업 중의 횡전도를 검토하였는데 횡전도각은 앞차축 힌지점과 등고선 아랫방향에 있는 조사료수확기 후륜 접지점을 연장한 선분에 시스템의 무게중심이 교차하도록 한 선분과 무게중심의 상방향선분이 이루는 각을 의미함.

- ◇ 횡전도각은 y, z 좌표계 (이것은 등고선 방향을 기준으로 등고선방향, 수직방향, 연직방향의 좌표계를 뜻함)의 무게중심 좌표 x, y_1, z_1 는 Y, Z 좌표계 (이것은 x, y, z 좌표계를 회전시켰을 때의 좌표계)의 무게중심 좌표 Xgo, Ygo, Zgo 를 λ 로 회전시켰을 때의 무게중심 좌표 $Xg1, Yg1, Zg1$ 를 x, y, z 로 나타낸 것이다. 이때 PH 는 앞차륜 조합의 힌지점 높이이며, γ 는 시스템의 사면주행각으로 식과 같음.

$$= \tan^{-1} \left(\frac{(LTHS - Xg) \times LFRL + 2Yg \times LTHS}{(g + r2) \times (2LTHS \cdot \cos\gamma - LFRL \cdot \sin\gamma) + PH \times (LFRL \cdot \sin\gamma - 3Xg \cdot \cos\gamma + 2Yg \cdot \sin\gamma)} \right)$$

- ◇ 시스템에 대한 정적분석은 360도의 범위에서 방사형으로 1도 씩 편각변화를 주면서 경사각을 1도씩 상승시키면서 분석을 진행하였음. WR3을 기준원점 (T0)으로 실험을 진행하였는데 결과는 횡전도각 좌측 280~80도, 우측 100~260도 범위로 대칭적인 결과를 보였음 (Table 3).
- ◇ 이때의 구간별 평균 전복각은 좌측 (시계방향으로 편각 270도에서 90도 방향)의 경우 전방평균 41.0도, 후방평균 46.1도일 때 최저 전복각 32.4도 (방사각 0도), 최고 전복각 76.6도 (방사각 280도)을 보였으며, 우측 (시계방향으로 편각 90도에서 270도 방향)의 경우 전방평균 46.1, 후방평균 46.1도 일 때 최저 전복각 32.4도 (방사각 180도), 최고 전복각 76.6도 (방사각 100도)의 결과임 (Figure 6).

Table 3. The results of overturning angle in accordance with the change of the deflection angle

γ^*	α^{**}	γ^*	α^{**}	γ^*	α^{**}	γ^*	α^{**}
10	32.72	100	76.57	190	32.72	280	76.57
20	33.84	110	63.18	200	33.84	290	63.18
30	35.91	120	52.88	210	35.91	300	52.88
40	39.14	130	45.43	220	39.14	310	45.43
50	43.90	140	40.19	230	43.90	320	40.19
60	50.73	150	36.61	240	50.73	330	36.61
70	60.25	160	34.27	250	60.25	340	34.27
80	72.88	170	32.92	260	72.88	350	32.92
90	-	180	32.42	270	-	360	32.42

* Deflection angle, ** Overturning angle

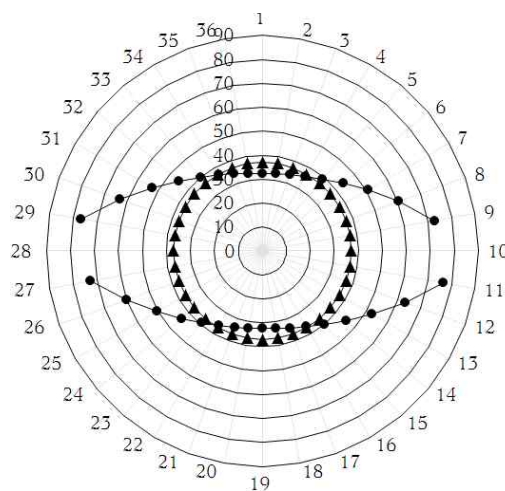


Figure 6. Analysis of the lateral conduction for the Tractor-Forage harvester system

- ◇ 트랙터-조사료수확기 시스템의 횡전도 (●)에 대한 안정성 분석결과 좌우측 모두 최저 횡전도각이 30도 이상인 최저 전복각 32.4도로 나타나 시스템의 운용에 안정적인 상태임을 확인할 수 있었다. 그러나 트랙터의 횡전도각 37도 (▲)에 비해 횡전도 안정성은 측면에서 부분적으로 나빠진 것으로 파악되었으나 현장실험의 진행은 문제가 없는 것으로 판단되었음 (Figure 6).

- ◇ 조사료수확기의 처리능력을 추정하기 위해 평방미터에 대한 생산되는 베일의 량을 구하였는데, 이때 작업유효면적을 계산하기 위해 작업속도, 작업 폭 (픽업 폭), 작업효율 등을 적용되는 기계 사양으로 단위생산량을 구하여 처리능력을 산정하였음.
- ◇ 작업속도는 베일작업을 할 때의 평균 주행속도이고 작업효율은 이론적인 작업능력에 대한 유효 작업능력의 비율로 조사료수확기의 작업효율 (이론적인 작업폭에 대한 오작업이나 선회시 시간 소모, 잘못된 운전습관, 현장특성 등을 고려)을 적용한 시간당 처리능력을 구하는데 적용한 수식은 다음의 식과 같음 (ASABE 2007a, 2007b, 2007c).

$$(S)(W)\left(\frac{E_f}{100}\right) \times 10$$

where, : Capacity per hour (ha/h)
 S : Design condition, working speed per hour
 W : Design condition, effective working width
 Ef : Design condition, Working efficiency (standard 70%)
 10 : Coefficient (10,000(m²/ha) divided by 1,000 (km per meter))

- ◇ 이론적인 면적처리능력의 산정에서 작업 폭은 조사료수확기의 최대 픽업 폭인 1.8 m를 반영하고 작업속도 1~15 km/h의 조건에서 집초상태에 따라 크게 변화하는 작업효율을 40~300%의 범위로 하면 개발된 조사료수확기는 10 km/h의 작업속도에서 0.7~5.4 ha/h의 처리능력을 갖는 것으로 계산되었음 (Table 4).
- ◇ 이론적인 면적처리능력에 대한 베일 생산능력의 산정은 재배지 단위면적당 부존원료량, 즉 자연 상태에서 조사료 분포밀도 상태에 따라 비례적으로 증가하는데 베일 한 개당의 중량이 250 kg 일 경우 작업면적 1.5ha에 대해 부존원료량 6,500 kg/ha에서 베일 39개가 생산되며, 7,000 kg에서는 42개의 생산이 가능한 것으로 분석되었음 (Table 5).

Table 4. The working capacity(ha/h) in accordance with the change of the driving speed (km/h) and working efficiency (%)

		Working efficiency (%)														
		40	60	70	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
Working speed (km/h)	1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
	2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1
	3	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
	4	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2
	5	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.3	2.5	2.7
	6	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2
	7	0.5	0.8	0.9	1.0	1.3	1.5	1.8	2.0	2.3	2.5	2.8	3.0	3.3	3.5	3.8
	8	0.6	0.9	1.0	1.2	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.7	4.0	4.3
	9	0.6	1.0	1.1	1.3	1.6	1.9	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	3.9	4.2	4.5	4.9
	10	0.7	1.1	1.3	1.4	1.8	2.2	2.5	2.9	3.2	3.6	4.0	4.3	4.7	5.0	5.4
	11	0.8	1.2	1.4	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.1	5.5	5.9
	12	0.9	1.3	1.5	1.7	2.2	2.6	3.0	3.5	3.9	4.3	4.8	5.2	5.6	6.0	6.5
	13	0.9	1.4	1.6	1.9	2.3	2.8	3.3	3.7	4.2	4.7	5.1	5.6	6.1	6.6	7.0
	14	1.0	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.6	7.1	7.6
	15	1.1	1.6	1.9	2.2	2.7	3.2	3.8	4.3	4.9	5.4	5.9	6.5	7.0	7.6	8.1

Table 5. The bale production capacity (ea/h, 250kg/ea) in accordance with the change of the working area (ha) and collecting weight (kg/ha)

	Working area (ha)															
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	
C o l l e c t i n g w e i g h t (k g / h a)	1,000	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
	1,500	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45
	2,000	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
	2,500	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
	3,000	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90
	3,500	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105
	4,000	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120
	4,500	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135
	5,000	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
	5,500	11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132	143	154	165
	6,000	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168	180
	6,500	13	26	39	52	65	78	91	104	117	130	143	156	169	182	195
	7,000	14	28	42	56	70	84	98	112	126	140	154	168	182	196	210
	7,500	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225
	8,000	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240
8,500	17	34	51	68	85	102	119	136	153	170	187	204	221	238	255	
9,000	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180	198	216	234	252	270	
9,500	19	38	57	76	95	114	133	152	171	190	209	228	247	266	285	
10,000	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	

◇ 조사료수확기의 처리능력 산정에서 가장 주요변수는 집초상태로 단위면적당 집초밀도가 작업효율을 좌우하며 이에 따른 부담작업면적으로 작업속도를 산정함. 그러나 각 조사료별 형성되는 베일 밀도가 달라 단정적으로 생산 베일의 개수를 특정할 수 없음.

40) 시작기의 포장실험 성능분석 (호밀/벼짚/이탈리안 라이그라스/옥수수/수수)

(본 장의 일부 내용과 실험자료는 J. of Biosystems Eng.에 영문으로 논문 투고하였음)

◇ 조사료수확기는 트랙터 3점 히치 부착하여 동일공간에서 순차적으로 베일의 롤링작업과 랩핑작업이 가능한 통합형으로 설계, 제작됨. 장치는 PTO 연결장치, 픽업장치, 로터장치, 비닐 랩핑장치, 롤러장치 등 5개의 주요 장치와 별도로 부착되는 베일배출·세움장치로 구성됨 (Figure 1).

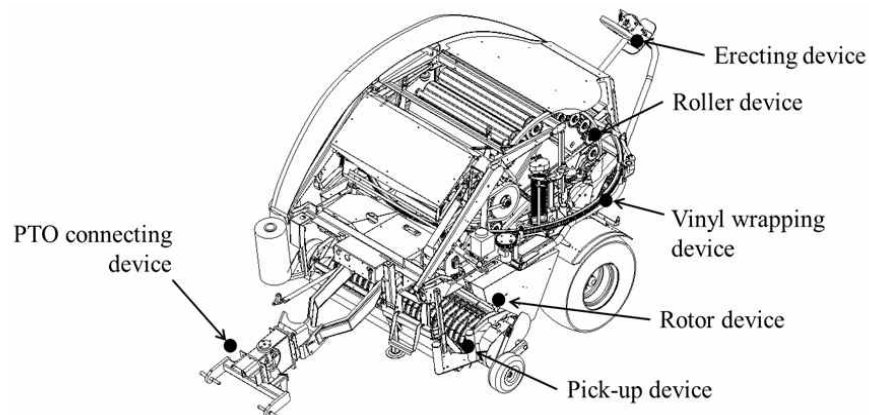


Figure 1. Schematic of the developed tractor with an attachable Integrated multi-purpose forage harvester

- ◇ 로터 장치는 수확기 앞쪽 하단의 픽업장치에서 수집되는 조사료를 내부의 롤러장치에 절단하면서 공급하는 장치임.
- ◇ 장치는 기본적으로 bottom frame (④-(a))과 main frame (④-(d), ④-(h)), shaft (④-(c)) (재질; SC M440)에 장착된 knives (④-(b)), fixing knife (④-(g))와 scraper (④-(f))가 회전절단하면서 회전력을 이용하여 롤러장치에 조사료를 공급하는 것임. 설계된 로터 장치는 유한요소법을 이용한 구조해석으로 검증하였음. 검증결과는 Figure 2에서 보는 바와 같이 1.4 bar에서 최대변위 1.8 mm (①), 최대응력 172.38 MPa (②, ③), 안전계수 3.97로 최대하중에 대한 안전계수 2.6을 만족하였음 (Figure 2).
- ◇ 롤러장치는 로터 장치에서 공급받은 조사료를 원료로 베일을 형성하는 장치임. 18개의 롤러가 원형으로 배치되어 높은 회전압력으로 베일을 만드는 롤러장치는 기능별로 원료공급용 1개, bale 형성용 12개, 동력전달용 2개, 상부회전용 3개로 구성된다. 각각의 roller는 drum (④-(a))과 이에 돌출된 rectangular protrusion (④-(b))이 driving gear (④-(c))와 shaft (④-(d)) (재질; SS400)에 장착되도록 하였음 (Figure 3).

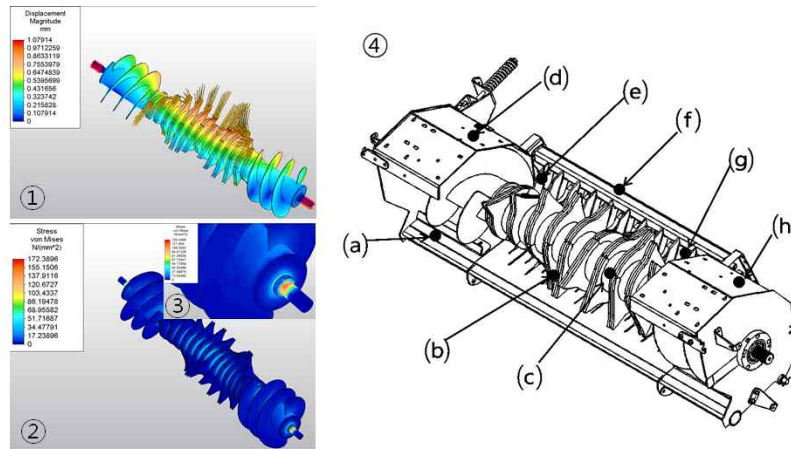


Figure 2. Rotor device (①Structural analysis(displacement), ②Structural analysis(Stress), ③Structural analysis (Maximum stress), ④Rotor device ((a)Bottom frame, (b)Knives, (c)Shaft, (d)Main frame/left, (e)Kinfe frame, (f)Scraper, (g)Fixing knife, (h)Main frame/right))

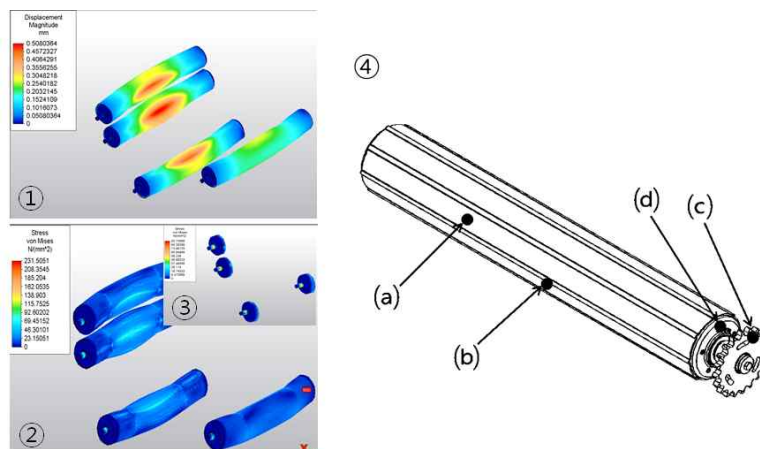


Figure 3. Roller device (①Structural analysis(displacement), ②Structural analysis(stress), ③Structural analysis (maximum stress), ④Roller device((a)Drum, (b)Rectangular protrusion, (c)Driving gear, (d)Shaft))

◇ 설계된 롤러장치는 유한요소법을 이용한 구조해석으로 검증하였음. 검증결과는 Figure 3에서 보는 바와 같이 수확물의 접촉면적을 1,200 mm²으로 가정하고 압력 10 bar에서 rectangular protrusion에 600 N을 가하는 조건에서 최대변위 0.5 mm (①), 최대응력 93.7 MPa (②, ③), 안전계수 2.6으로 최대하중에 대한 안전계수를 만족하였음.

◇ 비닐 랩핑장치는 롤러장치에서 베일의 형성 작업이 완료된 후 비닐을 랩핑하는 장치임.

◇ 장치는 크게 driving part (①)와 passive part (②)로 구성된다. driving part는 passive part를 회전시키는 driving gear (②-(c))와 guide roller (②-(e))로 구성되며, passive part는 passive ring (②-(a))과 passive gear (②-(b))에 두 개의 wrap holder (②-(f), ②-(g))가 회전하면서 비닐을 랩핑하는 기능을 수행함. 두 개의 비닐 롤을 장착한 랩 홀더는 피동 링을 28rpm으로 고속 회전하고 이때 하부 롤러는 25rpm으로 회전하도록 설계하였음 (Figure 4).

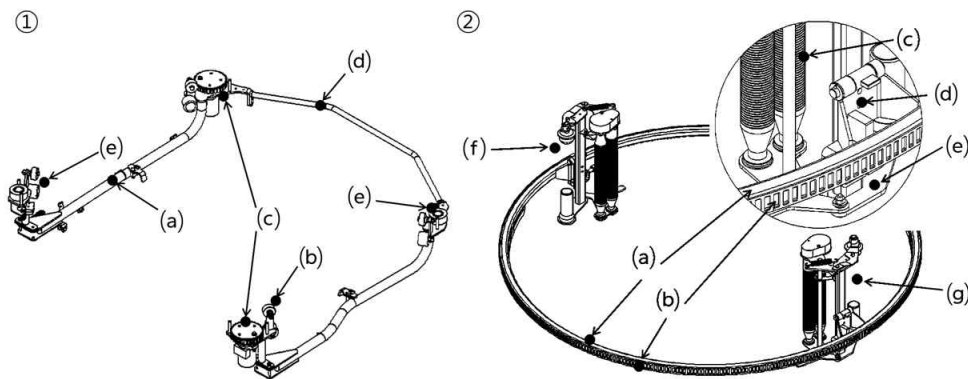


Figure 4. Vinyl wrapping device (①Vinyl wrapper driving part((a)Support structure, (b)Guide roller-A, (c)Driving gear, (d)Adjust structure, (e)Guide roller-B), ②Vinyl wrapper passive part((a)Passive ring, (b)Passive ring gear, (c)Wrap guide, (d)Wrap mounted plate, (e)Wrap holder mounted plate, (f)Wrap holder/left, (g)Wrap holder/right))

◇ 조사료수확기는 센서를 이용하여 제어됨. 각 센서들은 개별적인 동작과 기능제어를 위한 것인데, 개별 센서들의 기능은

- 1) 상부 커버의 개폐여부를 확인하는 top hat angle sensor,
- 2) 네트 절단용 칼날의 정상위치 장착을 확인하는 net knife out sensor,
- 3) 생산되는 베일의 형성완료를 운전자에게 알려주는 bale succeeded sensor,
- 4) 구동 링의 정역방향 및 회전수를 제어하는 ring pulse sensor,
- 5) 랩핑 작업 완료 후 비닐 절단칼날의 정위치를 확인하는 cutter down sensor,
- 6) 구동 링의 정위치를 확인하는 ring zero sensor,
- 7) 로터 칼날의 정위치를 확인하는 rotor knife sensor임.

- ◇ 개발된 통합형 다목적 조사료수확기는 트랙터의 3점 히치에 부착되도록 하였음.
- ◇ 수확기는 트랙터의 유압을 이용하여 수확환경에 따라 수확기 본체 각도를 조정할 수 있게 하였는데, harvester의 작업공정은
 - 1) PTO 연결장치로 트랙터와 수확기가 기구적으로 연결되고,
 - 2) 픽업장치는 전방하부에서 조사료를 채취하며,
 - 3) 로터 장치는 공급되는 조사료를 절단하면서 롤러장치에 공급하고,
 - 4) 롤러장치는 로터 장치에서 공급되는 조사료를 롤링하면서 베일을 형성하며,
 - 5) 비닐 랩핑장치는 형성된 베일에 최종적으로 비닐을 감아 베일을 생산하는 작업공정으로 이루어 짐.
- ◇ 개발된 조사료수확기의 성능을 평가하기 위한 시험포장은 주요 사료작물인 호밀, 벧짚, 이탈리아 라이그라스 (IRG)의 재배지로 지리적 위치와 시료채취를 통한 물성분석 결과와 지형 등 토양환경을 다음과 같이 조사하였음 (Table 1).

Table 1. Soil environment of experimental area

Forage crop		Rye-straw	Rice-straw	IRG
Area	Districts	Hoengseong-gun	Ansung-si	Pyeongtack-si
	Latitude	37°31' 34.14"N	36°59' 10.11"N	36°59' 44.71"N
	Longitude	127°50' 48.65"E	127°10' 46.15"E	127°0' 10.72"E
Soil*	Characteristics	Sandy Loam	Loam	Clay Loam
	pH	6.5	6.8	6.9
	EC(d/Sm)	0.55	0.48	0.59
	Organic matter(g/kg)	113	24	31
Topography**	Land-use	Upland	Paddy filed	Paddy filed
	Gradient(%)	2~7	0~2	0~2
	Drainage class	Good	Very good	Very good

* Analysis test report (FACT, 16-Soil-1-01188/16-Soil-1-01262/16-Soil-1-01256, 2016),

** Korean soil information system (RDA, <http://soil.rda.go.kr>, 2016)

- ◇ 시험포장은 가을에 파종한 호밀과 봄에 파종한 벧짚, 이탈리아 라이그라스의 재배지임. 실험에 사용된 토지의 토성은 sandy loam, loam, clay loam이고 pH는 6.5, 6.8, 6.9이고, EC는 0.55, 0.48, 0.59이며, 유기물은 113, 24, 31의 범위임.
- ◇ 또한, 지형적 특성으로 시험포장은 모두 2모작을 하는 밭, 논, 논 (조사료 전용)이며, 경사도는 2~7%, 0~2%, 0~2% 범위이고, 배수등급은 우수, 매우우수, 매우우수임.
- ◇ 성능 시험에 선택된 사료작물은 이탈리아 라이그라스, 벧짚, 호밀로 3종임. 이탈리아 라이그라스와 호밀은 국내의 대표적 사료작물로 사료작물 재배면적 구성비가 각각 53.1%, 14.7%이다. 벧짚은 식량작물인 벼의 부산물로 전국적으로 797,957ha 에서 481만톤이 생산되고 있음 (KOSIS,

2016).

- ◇ 시험포장에서는 첨가제를 포함하지 않은 시료를 채취하여 성분을 분석하였는데, 호밀과 벧짚 및 이탈리아 라이그라스 시료에 대한 각각의 수분은 70.99%, 15.80%, 25.06%이고 조단백질은 1.71%, 2.88%, 10.52%, 조지방은 1.11%, 3.33%, 3.54%, 조섬유는 13.94%, 28.79%, 24.45%, 조회분은 1.28%, 7.70%, 11.11% 범위임.
- ◇ 또한 반추동물의 기호성 지표인 NDF (Non Detergent Fiber)는 각각 22.34%, 56.31%, 44.29%이며, 건물소화율의 지표인 ADF (Acid Detergent Fiber)는 각각 14.15%, 32.10%, 25.21% 수준임 (Analysis test report 16-C-1202/1510/1356, FACT, 2016).
- ◇ 성능시험에는 축산농가에서 많이 사용되는 트랙터에 새로 개발된 조사료수확기를 부착하여 트랙터의 PTO와 유압 및 전기 동력을 이용하였음 (Table 2).
- ◇ 호밀 현장시험에 사용된 트랙터는 D사의 D851 모델로 엔진 회전속도 2,000rpm에서 PTO 최대출력이 83ps이며, 견인력 2,726~1,048 kgf의 범위에서 0.81~17.92km/hr의 주행속도를 갖음. 벧짚과 이탈리아 라이그라스 현장시험에 사용된 트랙터는 다른 D사의 TTV610 모델로 엔진 회전속도 2,100rpm에서 PTO 최대출력이 102ps이며, 0~34.0km/hr의 이론주행속도를 갖음, 그리고 공통적으로 부착된 조사료수확기는 견인형으로 픽업 폭이 1,800 mm이며, 생산되는 중간규격의 베일은 지름 1,000 mm, 길이 1,000 mm의 원통규격으로 개발되었음.

Table 2. Specifications of the tractor and integrated multi-purpose forage harvester

Tractor			Forage harvester***	
Model	D851*	TTV610**	Model	Multi-pro
PTO power/speed(ps/rpm)	83/2,000	102/2,100	Applicable tractor(ps)	≥90~99
Weight(kg)	3,840	7,410	Weight(kg)	2,200
Dimensions	Width(mm)	2,010	Bale Diameter(mm)	1,000
	Length(mm)	4,075	Length(mm)	1,000
	Height(mm)	2,735	Dimensions Pick-up(mm)	1,800
Wheel distance(mm)	2,142	2,767	Width(mm)	2,376
Min. Rotation radius(mm)	3,440	5,120****	Length(mm)	2,880
Standard PTO speed(rpm)	540	540	Height(mm)	2,076

* Test report 04-M-1-37 (NAMRI/RDA, 2004),

** Test report 12-M-6-75 (FACT, 2012),

*** Specifications of the developed harvester, 2016,

**** Specifications of the manufactory Ltd., 2016

- ◇ 현장시험은 트랙터 (정격엔진회전수 2000rpm, PTO회전수 540rpm)의 출력을 고정시킨 상태에서 진행되었음. 포장작업능력은 디스크-무어와 반전집초기로 집초된 상태에서 베일 생산능력 측정으로 시간당 작업능력을 산출하였고, 잔류물비는 조사료수확기 사용 전의 부존량과 사용 후의 잔류량의 비로 구하였음.

- ◇ 이때 부존량과 잔류량은 작물별로 각각의 실험에서 1 m 단위의 조사료 무게를 측정하고 평균값을 구하여 주행속도별로 베일 1개를 만드는 작업거리를 곱한 값으로 산출하였음.
- ◇ 여기에서 잔류물은 길이 기준으로 수집이 가능한 500 mm 이상, 200~500 mm를 측정하고 수집이 어려운 200 mm 이하는 부존량과의 차로 구하였다. 또한, 조사료수확기의 장치별 작업성을 평가하기 위해 작업시간을 네트작업시간, 비닐랩핑작업시간, 배출 및 기타작업시간으로 분리하여 3회 반복 측정하고 평균값을 구하였음.
- ◇ 생산되는 베일의 지름, 길이, 무게는 각각의 실험별로 3회 반복하여 평균값으로 하였음. 또한, 부존량과 잔류량의 측정에서는 수확기의 수확작업과 별도로 진행된 디스크-무어와 반전집초기의 집초과정에서 트랙터의 타이어에 밟혀 수확이 불가능 조사료는 기타 중량으로 분류하였음.



Figure 5. Test field for forage harvester (①Rye-straw field, ②IRG field, ③Rice-straw field)

- ◇ 조사료수확기 실험 전의 조사료 종류별 집초상태는 디스크-무어와 반전집초기 사용 전·후의 작업 폭과 집초 폭을 기준으로 집초 전·후의 조사료 평균 분포밀도를 구하였음. 전년 10월에 파종된 호밀은 디스크-무어 예초 전에 2.30 kg-forage/m²에서 예초 후에는 3.25 kg-forage/m²로 141% 집초된 것으로 조사되었음.
- ◇ 또한, 벧짚은 벼 수확을 위한 콤바인 작업 후 0.567 kg-forage/m²에서 반전집초기 수집 후 3.48 kg-forage/m²로 614% 집초되었으며, 봄에 파종된 이탈리아 라이그라스는 디스크-무어 예초 전에 1.53 kg-forage/m²에서 예초 후에는 2.40 kg-forage/m²로 157% 집초된 상태에서 실험이 진행되었는데 현장사진은 다음과 같음 (Figure 5).
- ◇ 개발된 조사료수확기의 베일 생산능력은 각 작물별로 3수준의 트랙터 주행속도에서 실험이 진행되었다. 트랙터의 주행속도는 조사료별 부존량을 고려하여 시간당 30~45개 정도의 베일 생산이 가능한 범위에서 진행되었음.
- ◇ 작업시간은 픽업작업 소요시간, 베일의 롤링작업 소요시간, 네트작업 소요시간, 랩핑작업 소요시간, 배출 및 준비등 기타작업 소요시간으로 분류하여 측정하였음 (Figure 6).
- ◇ 실험 결과, 작업시간에서 트랙터의 주행속도와 조사료수확기의 작업속도는 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났음. 3수준의 주행속도에 따른 작업시간의 구성은 픽업작업 소요시간과 롤링작업 소요시간이 차지하는 시간구성이 호밀의 경우 59.2%, 51.0%, 39.7%로 감소하였고, 벧짚은 43.4%, 41.5%, 37.0%로 감소하였으며, 이탈리아 라이그라스는 55.0%, 52.4%, 50.6%로 감소하였음

데, 작물별로 평균 49.9%, 40.6%, 52.7%이었음 (Figure 7).



Figure 6. Performance test for tractor with an attachable integrated multi-purpose forage harvester (Rye-straw) (①Pick-up, ②Rolling, ③Netting, ④Wrapping, ⑤Discharging, ⑥Preparations and etc.)

◇ 또한, 전기적으로 제어된 네트작업 소요시간, 랩핑작업 소요시간, 배출 등 소요시간은 일정하였으며, 논(벼짚)과 조사료 전용 논 (이탈리안 라이그라스)에서는 선회 소요시간 등의 기타 소요시간이 소폭 감소하였음 (Table 3).

Table 3. Bale produced capacity in accordance with the change of the driving speed

Forage crop		Rye-straw			Rice-straw			IRG		
Driving speed(km/hr)*		2.3	3.2	5.1	4.3	5.0	6.2	7.0	8.3	9.5
Working time (sec/bale)	Pick-up-Rolling*	71.3	51.2	32.3	36.5	33.7	28.0	58.2	52.4	48.5
	Netting*	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
	Wrapping*	30.4	30.4	30.4	30.4	30.4	30.4	30.4	30.4	30.4
	Discharging*	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
	etc.*	8.0	8.0	8.0	6.5	6.5	6.5	5.0	5.0	5.0
Total**		120.4	100.3	81.4	84.1	81.3	75.6	104.3	98.5	94.6
Working distance(sec/bale)*		45.0	45.2	46.2	43.5	46.8	47.9	113.7	120.6	128.2
Bale specifications*	Diameter(mm)	1,023	1,048	1,052	1,025	1,053	1,058	1,030	1,050	1,060
	Length(mm)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Weight(kg)	232.5	233.5	238.0	204.5	220.0	225.0	309.0	327.5	347.5

* This category represents average value of samples at each process,

** The total working time is obtained by adding the average value for each process

◇ 주행속도별 베일의 생산은 호밀의 경우 주행속도가 2.3 km/hr에서 30개, 3.2 km/hr에서 36개,

5.1 km/hr에서 44개가 가능한 것으로 생산되는 베일의 총무게는 6.8톤, 8.4톤, 10.5톤으로 나타남. 또한, 벧짚은 주행속도 4.3 km/hr에서 43개, 5.0 km/hr에서 44개, 6.2 km/hr에서 48개이며 생산되는 베일의 총무게는 각각 8.8톤, 9.7톤, 10.7톤으로 나타남.

- ◇ 이탈리아 라이그라스는 주행속도 7.0 km/hr에서 35개, 8.3 km/hr에서 37개, 9.5 km/hr에서 38개이며, 생산되는 베일의 총무게는 각각 10.7톤, 12.0톤, 13.2톤으로 나타남. 이것은 실험조건에서 주행속도가 1 km 증가할 때 추가로 생산할 수 있는 베일 개수가 호밀 5개, 벧짚 2.6개, 이탈리아 라이그라스 1.2개로 분석됨.

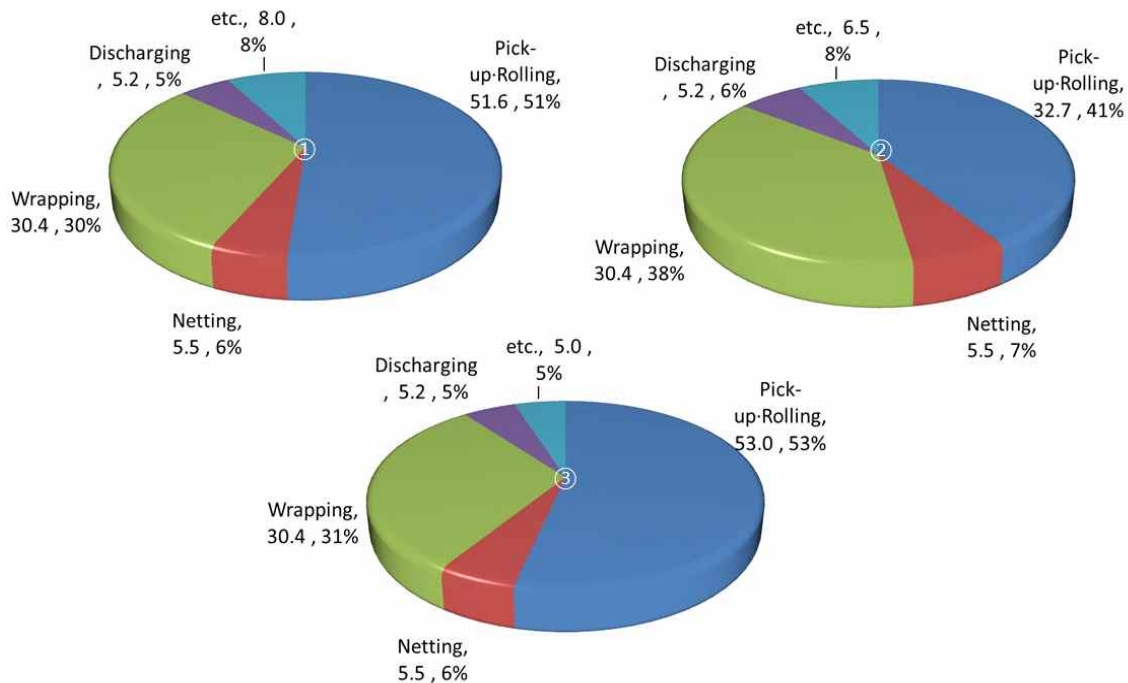


Figure 7. The ratio of the working time (%) (①Rye-straw, ②Rice-straw, ③IRG)

- ◇ 실험 전구간에서 생산된 베일의 평균무게는 호밀 234.7 kg, 벧짚 216.5 kg, 이탈리아 라이그라스 328.0 kg로 나타남.
- ◇ 실험결과 주행속도의 증가에 따라 작물별로 베일의 총무게는 2.4%, 10.0%, 12.4% 증가하였고 지름은 2.8%, 3.2%, 2.9% 증가함 (Table 3). 또한, 주행속도 증가에 따라 운전자가 베일형성 완료의 센서신호에 반응하는 시간의 작업거리가 길어진 것으로 판단됨.
- ◇ 조사료의 집초 폭은 조사료수확기의 픽업 폭 이내였는데 3수준의 트랙터 주행속도에 대한 실험 결과 잔류물비는 호밀 2.47~2.82% (평균 2.61%), 벧짚 1.75~2.05% (평균 1.89%), 이탈리아 라이그라스 1.50~1.65% (평균 1.57%) 범위로 나타남.
- ◇ 분석결과 주행속도 증가에 따른 잔류물비의 변화는 호밀은 0.35%, 벧짚은 0.27%, 이탈리아 라이그라스는 0.28% 증가하였으나 큰 변화는 없는 것으로 나타남 (Table 4).
- ◇ 잔류물 분석은 크게 500 mm 이상과 200~500 mm, 200 mm 이하로 3분류로 진행됨. 먼저 h

arvester의 pick-up 작업에서 수집이 가능한 500 mm 이상과 부분적으로 수집이 가능한 200~500 mm, 수집이 안 되는 200 mm 이하로 분류하였음.

Table 4. Residues ratio change in accordance with the change of the driving speed (kg/bale)

Forage crop	Rye-straw			Rice-straw			IRG			
Driving speed(km/hr)*	2.3	3.2	5.1	4.3	5.0	6.2	7.0	8.3	9.5	
Residue* (kg)	>500 mm	0.36	0.37	0.42	0.21	0.25	0.29	0.22	0.27	0.32
	200~500 mm	1.45	1.56	1.66	0.37	0.44	0.52	0.88	1.16	1.38
	<200 etc. mm	4.08	4.02	4.63	2.99	3.44	3.80	3.54	3.98	4.49
	Total	5.89	5.95	6.71	3.57	4.13	4.61	4.64	5.41	6.19
Residues ratio**(%)		2.47	2.55	2.82	1.75	1.88	2.05	1.50	1.65	1.78

* This category represents average residues length of samples at each level,

** The residues ratio is obtained by adding the average value for each process

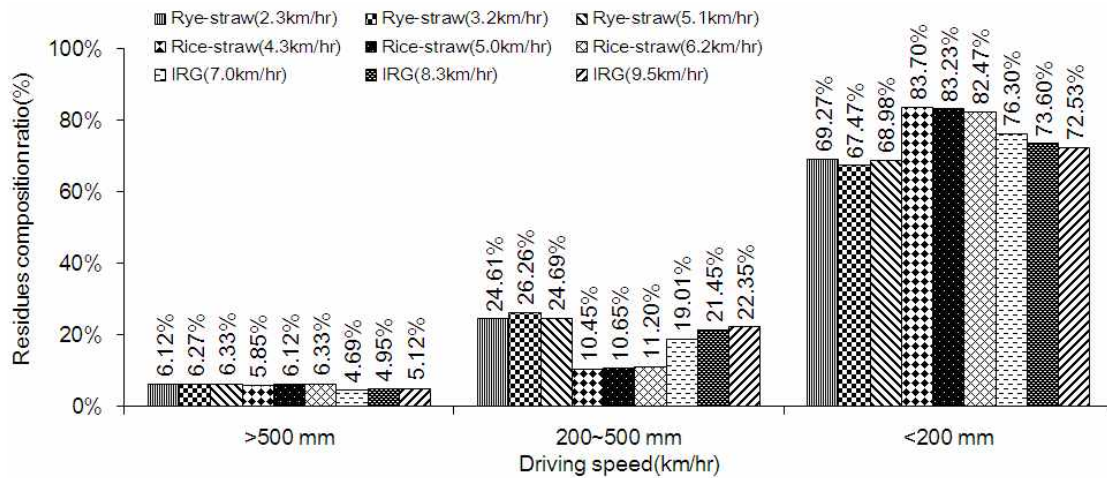


Figure 8. Residues composition ratio change in accordance with the change of the driving speed (%/bale)

◇ 잔류물 구성의 대부분은 디스크-무어의 무어작업과 반전집초기의 집초작업 및 조사료수확기의 픽업 작업에서 발생하는 200 mm 이하의 수집이 어려운 잔류물은 2/3 이상이었는데, 호밀은 평균 68.57%, 벧짚은 평균 83.13%, 이탈리아 라이그라스는 74.14%로 나타남. 또한 부분적으로 수집이 가능한 200~500 mm의 잔류물은 10~26%의 구성비를 보였음.

◇ 종합적으로 베일 생산의 작업성과 잔류물비를 분석하면 주행속도가 증가로 베일 생산량 변화 추이 (Figure 9)와 잔류물비 변화추이 (Figure 10)는 비례적으로 증가하였음.

◇ 작물별로는 호밀에서 베일 생산량이 46.7% 증가할 때 잔류물비는 14.2% 증가하였고, 벧짚은 베일 생산량이 11.6% 증가할 때 잔류물비가 17.1% 증가하였으며, 이탈리아 라이그라스는 베일 생산량이 8.6% 증가할 때, 잔류물비가 18.7% 증가하였음.

◇ 그리고 조사료수확기에서 픽업되지 않은 잔류물량은 부존량의 1.5~2.8% 범위로 나타났는데 현실적으로 수거가 어려운 200 mm 이하 잔류물을 제외한 잔류물비는 1.0% 이하로 양호하였음.

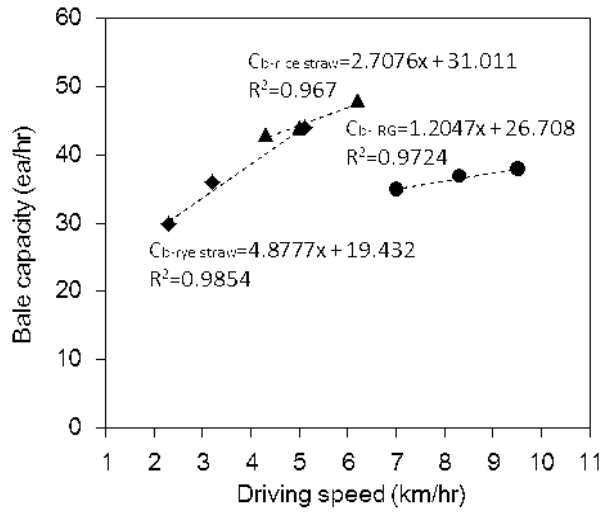


Figure 9. Relations between driving speed and bale capacity

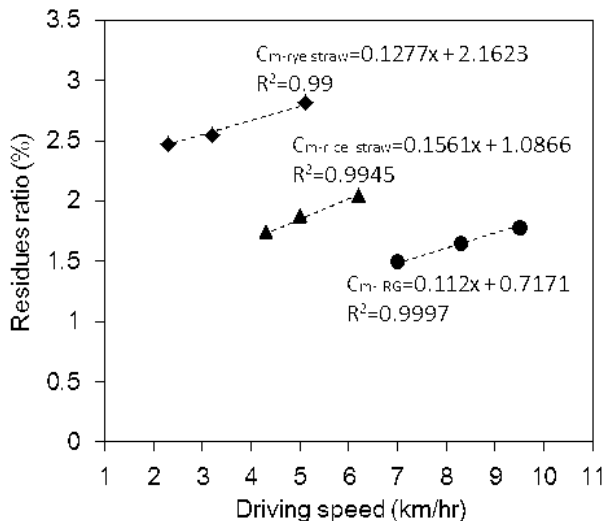


Figure 10. Relations between driving speed and residues ratio

- ◇ 주행속도 증가에 따른 잔류물비의 증가는 밀접한 상관관계를 보였으나 증가하는 잔류물의 절대 중량은 미미한 수준으로 분석되었음.



현장 도착 후 현지 농업인의 트랙터와 연결



옥수수, 수수 혼파 (30:70) 재배지 현장



수확 실증시험 진행



픽업 및 로터부



픽업부 절단조사료 방지판 기능상태 점검



작업상태 확인을 위해 커버 제거 후 실험



연구팀의 현장 작동상태 점검회의

현장실험 전, 픽업 전방 낙곡방지판 추가장착

Figure 11. 2016_10th field test (maize, sorghum)

41) 시작기 최적성능조건 구명 및 샘플기 방향제시

- ◇ 상용화 추진을 위한 시작기의 최적성능조건 구명은 현장실험을 통해 진행되었는데 적용된 대상 조사료 작물은 호밀, 이탈리아인 라이그라스, 벧짚, 옥수수, 수수, 연맥 등 광범위하게 진행되었는데 2차년도 현장실험은 총 10차에 걸쳐 수행되었음.
- ◇ 2차년도에는 최적성능조건 구명을 위해 현장실험이 반복적으로 진행되었음.
- ◇ 현장실험은 강원도 횡성 등에서 1차년도 시작기 작동실험이 5차에 걸쳐 진행되었으며, 수정보완 후 제작된 2차년도 시작기로 충남 아산 등에서 현장 성능실험으로 5차에 걸쳐 진행되었는데 대상작물, 지역, 기간과 특성은 다음과 같음 (Table 1).

Table 1. Crop, experiment region and experiment dates in 2nd year field tests

No.	Crop	Experiment region	Experiment dates	Remarks (prototype)
1 st	Rice straw	Gyeonggi/Pyeongtaek	2015.10.18	Operation test (1 st)
2 nd	Rice straw	Gyeonggi/Pyeongtaek	2015.10.25	Operation test (1 st)
3 rd	Rice straw	Gyeonggi/Pyeongtaek	2015.11.01	Operation test (1 st)
4 th	Rice straw	Gyeonggi/Pyeongtaek	2015.11.03	Operation test (1 st)
5 th	Oat grass	Gangwon/Hoengseong	2015.11.30	Operation test (1 st)
6 th	Rice straw	Chungnam/Asan	2015.12.18	Performance test (2 nd)
7 th	Rye straw	Gangwon/Hoengseong	2015.05.26	Performance test (2 nd)
8 th	Italian rye grass	Gyeonggi/Pyeongtaek	2016.06.07	Performance test (2 nd)
9 th	Rice straw	Gyeonggi/Anseong	2016.06.23	Performance test (2 nd)
10 th	Maize, Sorghum	Gyeonggi/Dongducheon	2016.07.28	Performance test (2 nd)

◇ 전반 5차에 걸친 작동실험은 트랙터 연결부, 픽업부, 로터부, 롤러부, 랩핑부, 배출부 등 구성요소 기계장치에 대한 작동실험으로 진행되었는데 실험을 통해 문제점을 발견하고 반복적으로 장치를 개선·보완하였으며, 후반 5차의 현장실험은 최적성능조건을 구명하기 위해 작업성능을 산출하고 작업 후의 잔류물량 측정을 통한 성능분석, 베일의 생산능력 측정 등의 실험이 진행되었음 (Figure 2).



1st field test (rice straw)



2nd field test (rice straw)



3rd field test (rice straw)



4th field test (rice straw)



5th field test (oat grass)



6th field test (rice straw)



7th field test (rye straw)



8th field test (IRG)



9th field test (rice straw)

10th field test (maize, sorghum)

Figure 1. Field test in the 2nd year of research and development

- ◇ ASABE의 표준 계산식(Standards 2007a, 2007b, 2007c)에 근거하여 픽업 폭 1.8 m를 기준으로 적용된 이론식은 본문 10장의 식으로 다음과 같음.

$$(S)(W)\left(\frac{E_f}{100}\right)$$

10

- ◇ 이때 적용되는 작업효율은 작업폭에 대한 오작업이나 선회시 시간소모, 잘못된 운전습관, 현장특성 등을 고려, 조사료수확기의 현장효율 60~85 범위, 표준상태 70%를 적용하였음 (Figure 2).

- 조사료수확기는 표준상태인 작업효율 70%에서 작업속도 5 km/h의 조건은 0.6 ha를 처리하고 10 km/h의 조건은 1.3 ha를 처리할 수 있는 것으로 면적처리능력은 작업속도에 비례적으로 증가함 ($rea-70 = 0.126x - 9E^{-16}$).

- 조사료수확기는 최저 작업효율 60%에서 작업속도 5 km/h는 0.5 ha를 처리하고 10 km/h는 1.1 ha, 면적처리능력($C_{area-60} = 0.108x - 4E^{-16}$)은 작업속도에 비례적으로 증가함.
- 조사료수확기는 최대 작업효율 85%에서 작업속도 5 km/h는 0.8 ha를 처리하고 10 km/h는 1.5 ha, 면적처리능력($C_{area-85} = 0.153x - 9E^{-16}$)은 작업속도에 비례적으로 증가함.

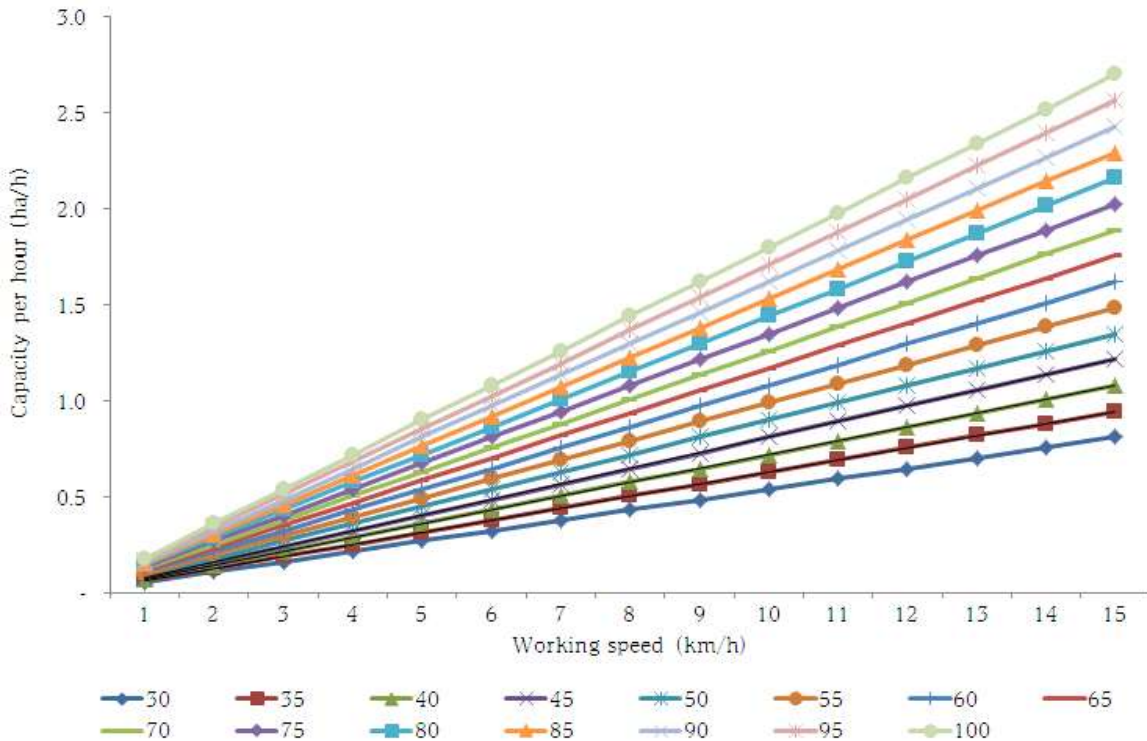


Figure 2. Area capacity in accordance with the change of the working speed per each working efficiency

◇ 그러나 개발된 다목적 조사료수확기의 베일 생산능력은 현장실험을 통해 측정된 실제 가동조건을 기준으로 호밀, 벧짚, 이탈리아 라이그라스에 대하여 구하면 다음과 같은데 실제성능은 조사료의 집초상태(kg-forage/m²)에 따라 동일한 작업속도에서 베일의 생산능력이 변화하였는데 이용한 식과 분석결과는 다음과 같음.

$$Bale\ capacity = \left(\frac{Hour}{Working\ time} \right)$$

◇ 호밀의 경우, 집초된 상태에서 1개의 베일을 생산하는데 소요되는 시간 (다음베일을 생산하기 시작하기 전의 연결동작 소요시간 포함)은 작업속도에 비례적이었음. 1개의 베일을 생산하는데 소요된 작업시간은 81.4~120.4초가 소요되었음.

◇ 이것은 2.3 m 범위의 폭을 디스크 무어가 예초하면서 1.63 m 폭으로 집초한 것을 베일 작업한 것으로 베일의 생산작업 이전에 단위면적당 조사료량이 3.25 kg-forage/m²으로 집초된 상태에서 작업이 시작된 것임.

- ◇ 호밀의 경우, 전체작업시간에 영향을 준 것은 조사료의 픽업 소요시간과 베일을 형성하는 롤링 소요시간으로 상관관계는 식과 같으며 R²가 0.9519로 밀접하였음.

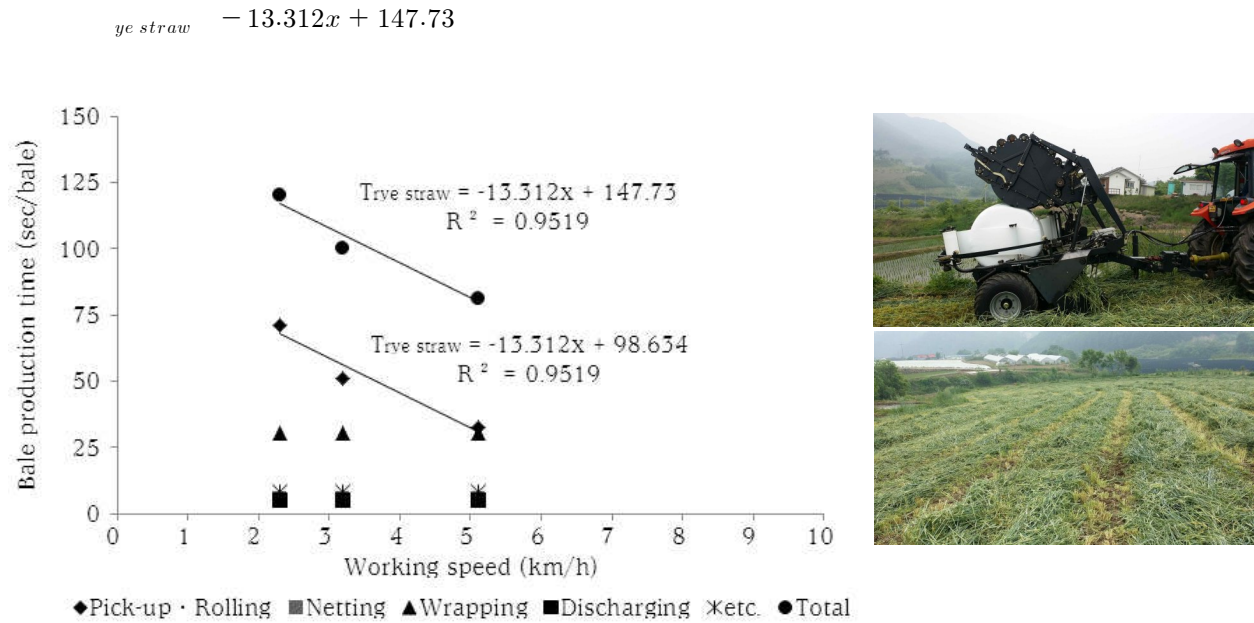


Figure 3. Bale production time in accordance with the change of the each working time (rye straw)

- ◇ 그러나 전기적으로 제어된 네트 소요시간은 5.5초, 랩핑 소요시간은 30.4초, 배출 소요시간은 5.2초로 일정하였으며, 선회시간 등이 반영된 기타 소요시간은 8초가 소요되었음 (Figure 3).

- ◇ 벧짚의 경우, 집초된 상태에서 1개의 베일을 생산하는데 소요되는 시간 (다음베일을 생산하기 시작하기 전의 연결동작 소요시간 포함)은 작업속도에 비례적이었음. 1개의 베일을 생산하는데 소요된 작업시간은 75.6~84.1초가 소요되었음.

- ◇ 이것은 4.55 m 범위의 폭을 콤바인이 예초하면서 1.35 m 폭으로 집초한 것을 베일 작업한 것으로 베일의 생산작업 이전에 단위면적당 조사료량이 3.48 kg-forage/m²으로 집초된 상태에서 작업이 시작된 것임.

- ◇ 벧짚의 경우, 전체작업시간에 영향을 준 것은 조사료의 픽업 소요시간과 베일을 형성하는 롤링 소요시간으로 상관관계는 식과 같으며 R²가 0.9981로 밀접하였음.

$$T_{rice\ straw} = -4.5036x + 103.6$$

- ◇ 그러나 전기적으로 제어된 네트 소요시간은 5.5초, 랩핑 소요시간은 30.4초, 배출 소요시간은 5.2초로 일정하였으며, 선회시간 등이 반영된 기타 소요시간은 6.5초가 소요되었음 (Figure 4).

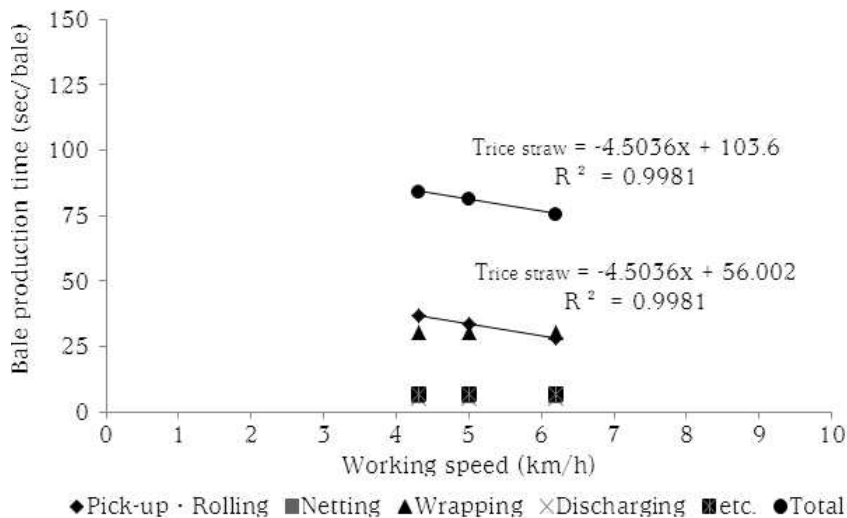


Figure 4. Bale production time in accordance with the change of the each working time (rice straw)

◇ 이탈리아 라이그라스의 경우, 집초된 상태에서 1개의 베일을 생산하는데 소요되는 시간 (다음베일을 생산하기 시작하기 전의 연결동작 소요시간 포함)은 작업속도에 비례적이었음. 1개의 베일을 생산하는데 소요된 작업시간은 94.6~104.3초가 소요되었음.

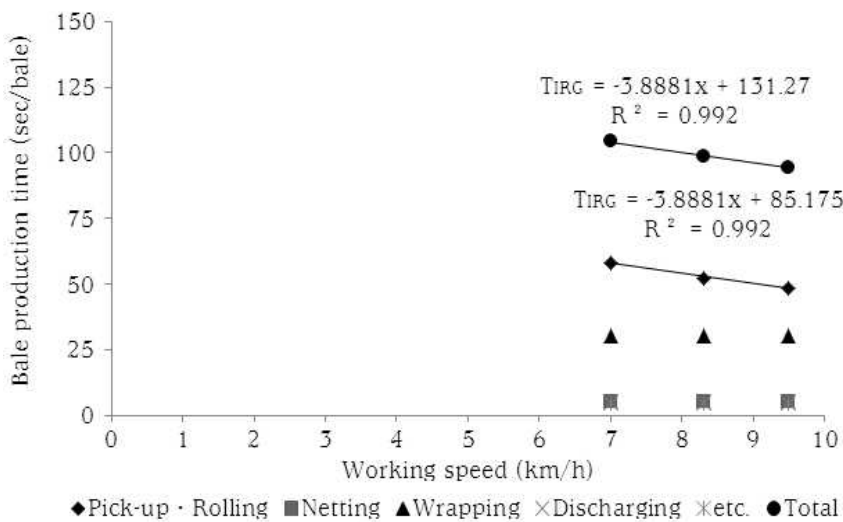


Figure 5. Bale production time in accordance with the change of the each working time (IRG : italian rye grass)

◇ 이것은 1.8 m 범위의 폭을 디스크무어가 예초하면서 1.15 m 폭으로 집초한 것을 베일 작업한 것으로 베일의 생산작업 이전에 단위면적당 조사료량이 2.4 kg-forage/m²으로 집초된 상태에서 작업이 시작된 것임.

◇ 이탈리아 라이그라스의 경우, 전체작업시간에 영향을 준 것은 조사료의 픽업 소요시간과 베일을 형성하는 롤링 소요시간으로 상관관계는 식과 같으며 R²가 0.992로 밀접하였음.

- ◇ 그러나 전기적으로 제어된 네트 소요시간은 5.5초, 랩핑 소요시간은 30.4초, 배출 소요시간은 5.2초로 일정하였으며, 선회시간 등이 반영된 기타 소요시간은 5초가 소요되었음 (Figure 5).
- ◇ 상용화 추진을 위한 시작기의 최적성능조건 구명은 작업성능으로 구하였는데 작업성능은 작업효율이 절대적인 영향을 끼치는데 영향요인은 운전자와 재배지의 운전과 재배환경적인 특성으로 획일화할 수 없는 내용은 다음과 같은데
 - 작업 폭에 대한 오작업(誤作業)으로 픽업하지 못한 사료 중량,
 - 작업과정에서 구획 내의 선회 시에서 발생하는 작업시간 소모,
 - 증속·감속조작과 베일작업 시작·종료신호에 대응하는 소요시간 등 잘못된 운전습관,
 - 재배지의 경사도, 구획의 형태 등의 현장특성,
 - 토양수분 등의 토양특성 등임.
- ◇ 작업속도에 대한 실측값과 예측값의 선 적합도 분석에 따르면 개발한 조사료수확기는 베일 1개를 추가적으로 생산하는데 작업속도를 비례적으로 증가시켜야 하는데 작업속도와 베일생산 개수는 강한 상관관계 (호밀: 0.9727, 벧짚: 0.9892, IRG: 0.992)를 갖고 있는데 다음과 같음.
 - (Figure 6)은 작업속도를 $0.0989x$ km/h 증속해야 하며.
 - 벧짚 (Figure 7)은 작업속도를 $0.1154x$ km/h 증속해야 하고,
 - IRG (Figure 8)는 작업속도를 $0.2261x+10^{-12}$ km/h 증속해야 함.
- ◇ 종합적으로 분석하면 작물별 최적성능조건은 「제11장 시작기의 포장실험 성능분석」에서 작업속도 증가에 따른 잔류물비 증가가 미미한 것을 고려하고 실험분석결과인 베일생산 개수 40개와 생산되는 베일 총중량을 기준을 반영하면

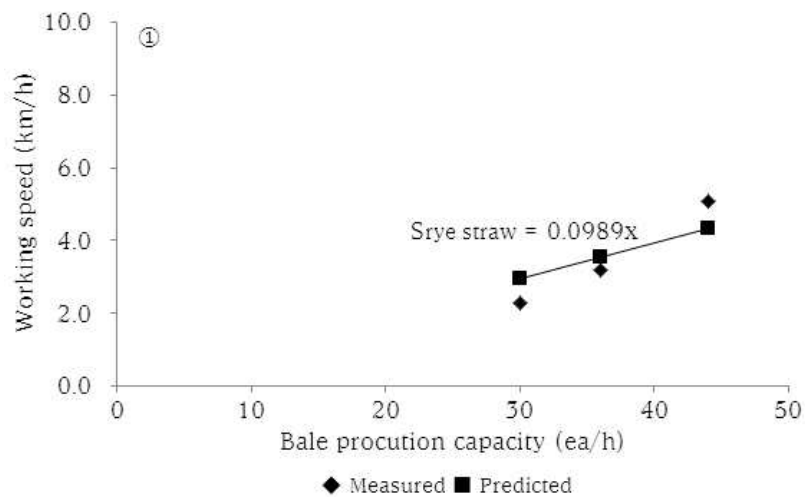


Figure 6. Working speed in accordance with the change of the bale production capacity (rye-straw)

- 호밀은 작업속도 3.0 km/h (베일 총중량 : 8톤) 이상에서 적정 성능을 구현하였으며,
- 벧짚은 작업속도 4.0 km/h (베일 총중량 : 8톤) 이상에서 모두 적정 성능을 구현하였고,
- IRG는 작업속도 7.0 km/h (베일 총중량 : 10톤) 이상에서 적정 성능을 구현하였음.

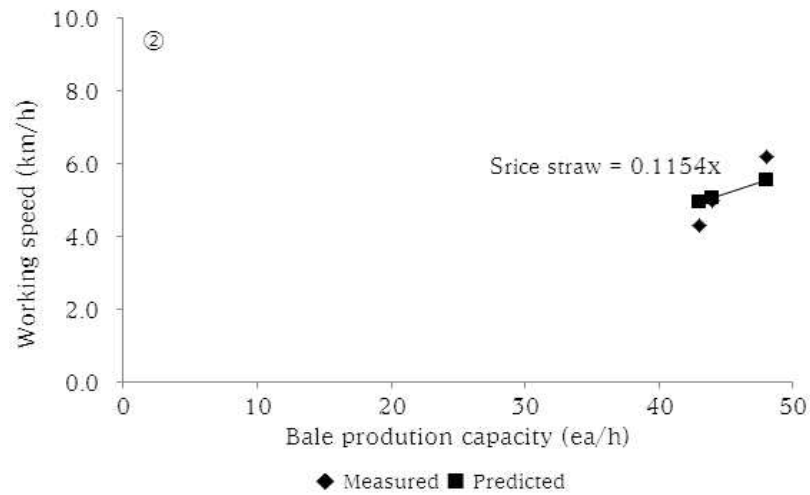


Figure 7. Working speed in accordance with the change of the bale production capacity (rice-straw)

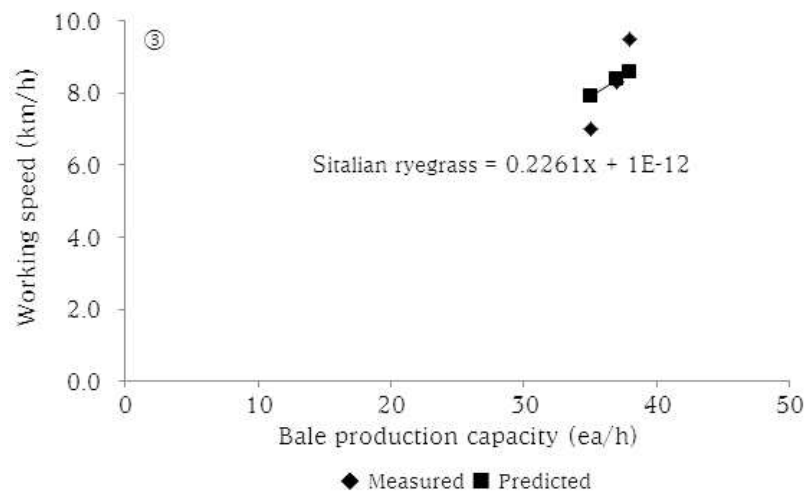


Figure 8. Working speed in accordance with the change of the bale production capacity(IRG)

42) 생산된 베일의 품질분석 및 최적조건 구명

- ◇ 조사료수확기의 성능적인 측면에서 생산된 베일의 품질분석은 베일의 지름(a), 길이(b), 둘레(c), 중량과 수분으로 부피와 밀도 분석을 통해 최적조건을 구명하였음.
- ◇ 현장실험은 저속 (호밀), 중속 (벧짚), 고속 (IRG)로 진행되면서 베일의 규격을 측정하였는데 전체적으로 속도가 증가하면서 베일의 무게가 부분적으로 증가하는 경향을 보였음.
- ◇ 적용된 베일규격의 기본 개념은 다음과 같음 (Figure 1).



Figure 1. Schematic of bale's specifications

- ◇ 베일측면에 해당하는 길이는 기계적인 한계로 길이가 일정하였으나 롤러부의 기계적인 유격으로 지름은 증가하였고, 둘레는 약간 감소하거나 큰 변화가 없는 것으로 나타남 (Table 1).

Table 1. Bale specifications in accordance with the change of the driving speed

Forage crop		Rye-straw*			Rice-straw*			IRG*		
Driving speed (km/hr)		2.3	3.2	5.1	4.3	5.0	6.2	7.0	8.3	9.5
Bale specifications	Diameter (mm)	1,023	1,048	1,052	1,025	1,053	1,058	1,030	1,050	1,060
	Length (mm)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
	Perimeter (mm)	3,950	3,990	4,010	3,980	3,990	3,970	4,005	3,980	3,980
	Weight (kg)	232.5	233.5	238.0	204.5	220.0	225.0	309.0	327.5	347.5
	M.C. (%)	70.99	70.99	70.99	15.80	15.80	15.80	25.06	25.06	25.06

* This category represents average value of samples at each process

- ◇ Figure 2, 3, 4는 실험결과로 작업속도 변화에 따른 사료작물별 베일규격의 변화를 보여줌.
- ◇ 현장실험을 통해 측정된 측정값(Table 1)으로 구한 베일밀도는 각각의 실험조건에서의 호밀 0.290 kg/mm², 0.284 kg/mm², 0.288 kg/mm² (표준편차 0.003)이었으며, 벯짚 0.254 kg/mm², 0.266 kg/mm², 0.271 kg/mm² (표준편차 0.009)이었고, 이탈리아 라이그라스는 0.382 kg/mm², 0.397 kg/mm², 0.418 kg/mm² (표준편차 0.018)로 나타남.
- ◇ 측정된 수치로 계산된 부피와 밀도로 회식분석을 통해 예측방정식을 구하면 식과 같고 측정값과 예측방정식으로 구한 계산값을 비교하면 벯짚과 이탈리아 라이그라스의 경우 상관관계가 각각 0.981, 0.9271로 정확하였으나 호밀의 경우 0.3372로 추가적인 데이터 수집으로 재검증의 필요성이 있는 것으로 나타남 (Figure 5).

$$V_{\text{rye straw}} = -2405.4x + 1508$$

$$V_{\text{rice straw}} = 1601.6x + 398.18$$

$$V_{\text{RG}} = 649.09x + 562.62$$

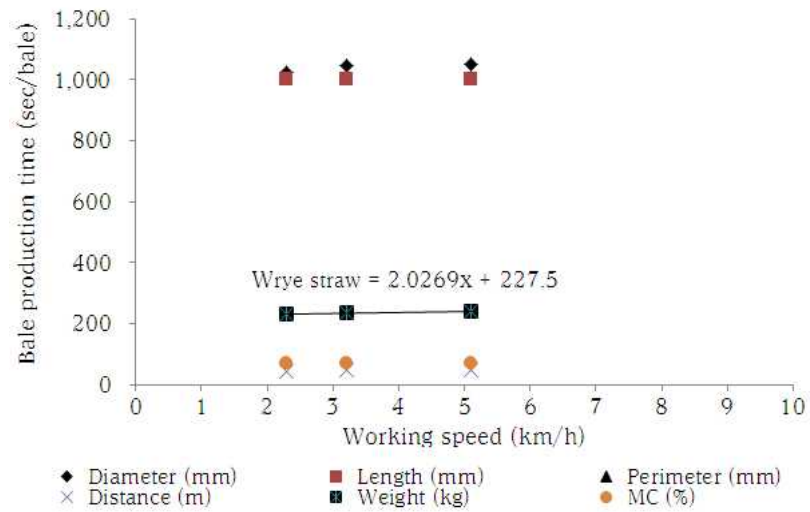


Figure 2. Bale weight in accordance with the change of the working speed (rye-straw)

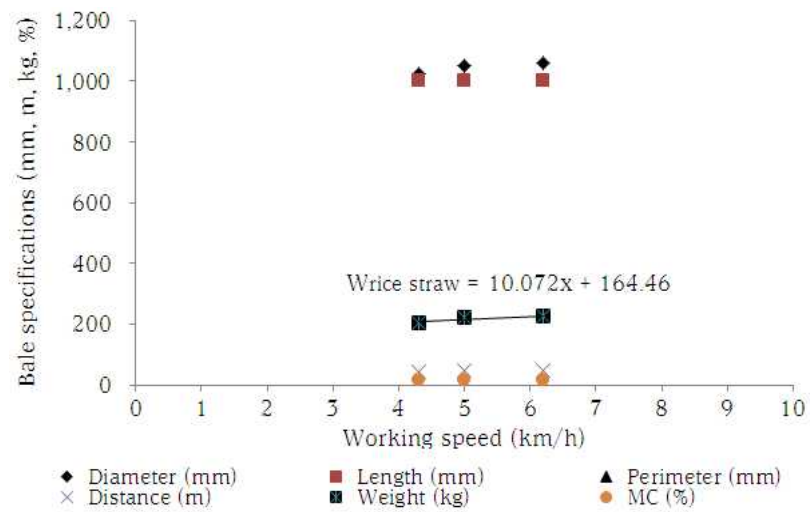


Figure 3. Bale weight in accordance with the change of the working speed (rice-straw)

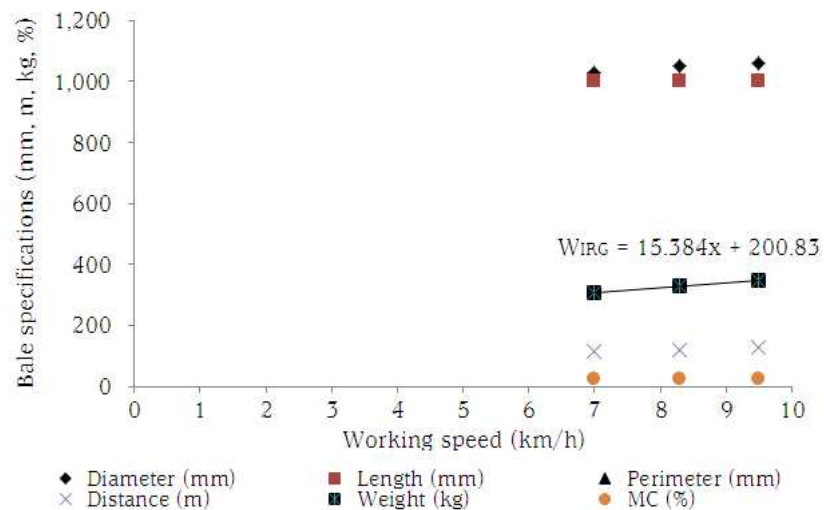


Figure 4. Bale weight in accordance with the change of the working speed (IRG)

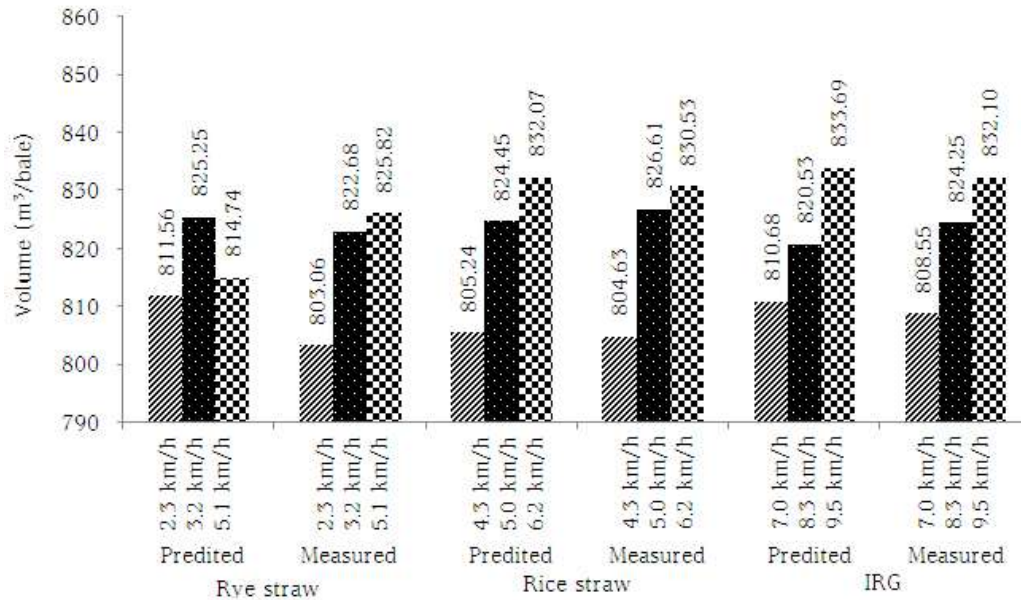


Figure 5. Comparison of measured and predicted volume by equation

- ◇ 종합적으로 분석하면 「시작기 최적성능 구멍」에서 제시한 호밀의 적정 작업속도 3 km/h 이상에서 적정 베일부피는 822~825 mm³로 나타났고, 벳짚은 적정 작업속도 4 km/h 이상에서 적정 베일부피는 804~830 mm³로 나타났으며, 이탈리아 라이그라스는 적정 작업속도 7.0 km/h 이상에서 808~832 mm³로 나타남.
- ◇ 분석결과에서 베일밀도는 조사료의 수확시점에 따른 작물의 함수율에 따라 적정 작업속도와 적정 베일부피에서 비례적으로 증가 혹은 감소할 것으로 예상되며, 또한 부가적으로 운전자의 베일작업 종료신호에 대응하는 소요시간에 따라 베일밀도가 변화할 가능성은 상존함.

43) 엔지니어링 샘플기 제작 (1, 2차년도 요인실험 및 현장실험 결과 반영)

- ◇ 3차년 엔지니어링 샘플기 본체 제작은 내수 및 수출에 대비하여 제작되었는데, 1, 2차년 개발된 요소기술을 통합하고 요인실험, 현장실험 결과를 반영하여 종합적으로 진행되었는데 기계파트 23개부 어셈블리와 전기제어부, 유압부의 통합으로 구성되었는데 기계파트 주요 구성은 다음과 같음 (Figure 1).
- ◇ 엔지니어링 샘플기에 통합된 어셈블리는 기계파트 23개와 전기제어부 및 유압부 각 1개의 어셈블리로 총 25개가 통합되었는데 통합된 어셈블리는 1)상부 프레임 어셈블리, 2)하부 프레임 어셈블리, 3)픽업부 어셈블리, 4)롤러 어셈블리_1, 5)롤러 어셈블리_2, 6)롤러 어셈블리_3, 7)롤러 어셈블리_4, 8)롤러 어셈블리_5, 9)오거 어셈블리, 10)네트 어셈블리, 11)드로우바 어셈블리, 12)휠 액슬 어셈블리, 13)하부 롤러 프레임 어셈블리, 14)랩핑 롤러 프레임 어셈블리, 15)랩핑 파트 어셈블리, 16)랩 나이프 장치 어셈블리, 17)랩 홀더부 어셈블리, 18)랩 홀더, 19)랩핑 링 어셈블리, 20)드라이브 유닛부 어셈블리, 21)이젝터 롤러 프레임 어셈블리, 22)베일 이젝터 어셈블리, 23)하부 롤러 구동장치 어셈블리, 24)전기제어부, 25)유압부임.

- ◇ 3차년도 엔지니어링 샘플기 제작의 흐름은 시범판매를 목표로 1, 2차년도에 완성된 본설계와 요인실험, 현장실험을 통하여 확인된 수정보완사항을 반영하였음.

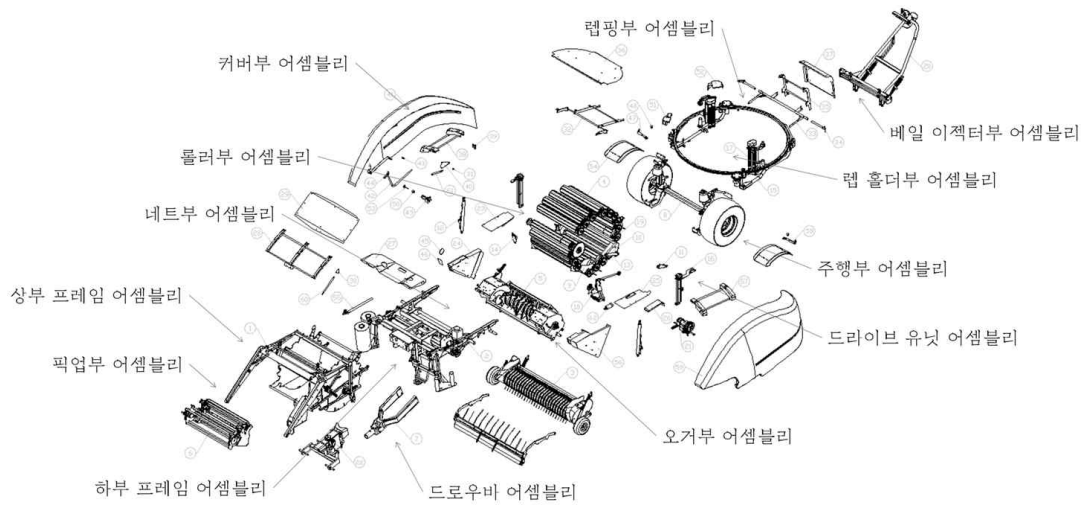


Figure 1. 3차년 엔지니어링 샘플기 기계파트 주요 어셈블리 구성

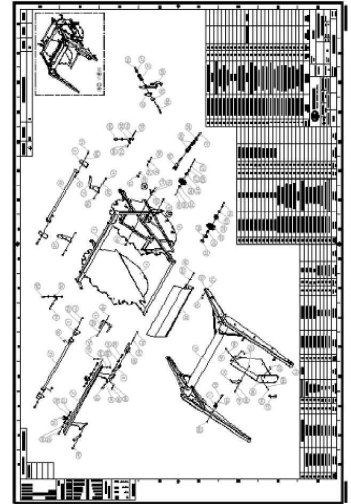
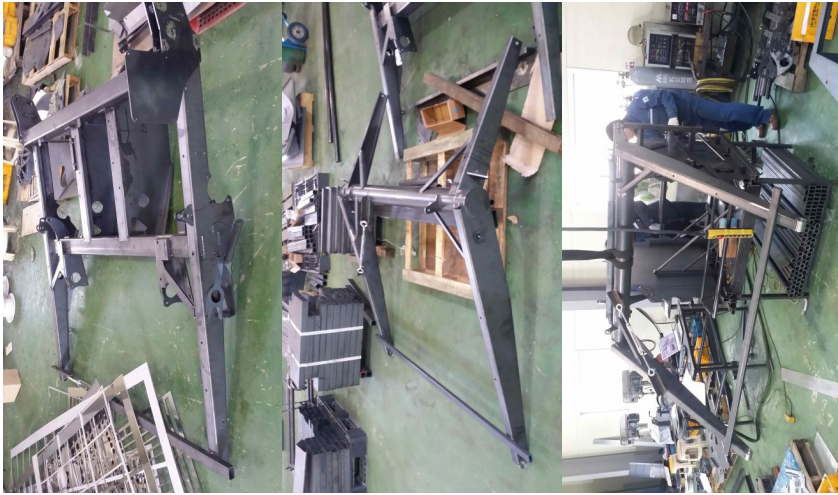
- ◇ 새로 개발된 요소기술과 현장실험에서 도출된 개선사항을 반영하고 접목하여 설계변경하여 최종적으로 완성하여 개발된 요인시험장치를 통합하는 과정으로 진행되었음 (Figure 2).



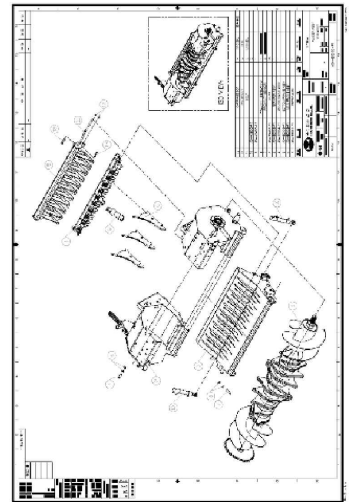
Figure 2. 3차년 엔지니어링 샘플기 제작완료 상태 (상표 및 모델명 부착)

- ◇ 개별적으로 제작 및 조립된 어셈블리와 조합 어셈블리는 1, 2차년도 시작기와 마찬가지로 기구적인 구조와 결합상태에 따라 순차적으로 조립되었는데 기계파트의 조립 후, 유압파트, 전기제어 파트, 체결 및 조정 순으로 진행되었음.
- ◇ 본체에 대한 조립순서는 1)기초 프레임부, 2)오거장치부, 3)픽업장치부, 4)하부롤러부, 5)상부롤러부, 6)하부 프레임 및 주행부, 7)랩핑 회전부, 8)롤러부 구동 동력부 연결, 9)유압부, 10)전기 제어부, 10)드로우바부, 11)체결 및 조정, 커버 장착으로 진행되었음.

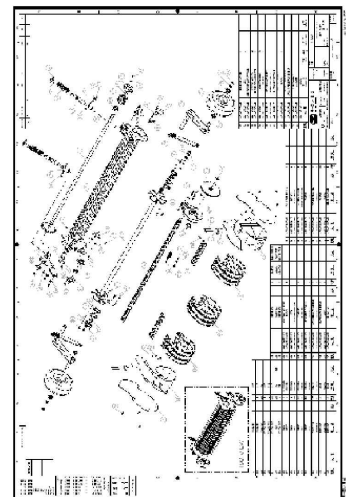
《 기초 프레임 제작 및 조립 》



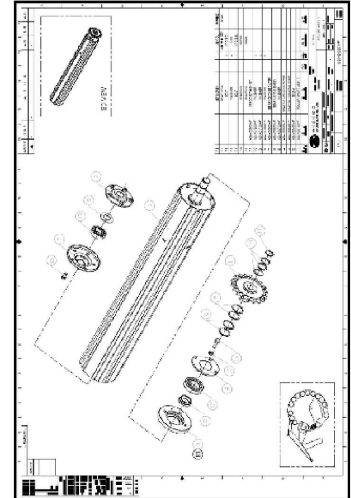
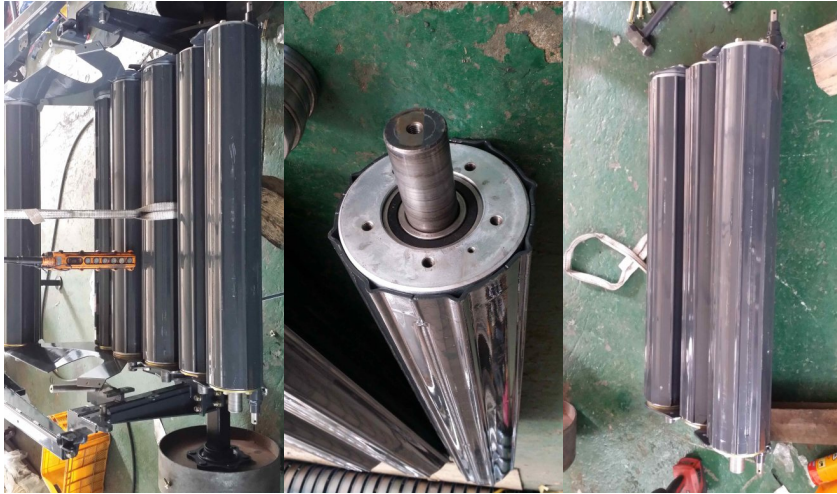
《 오거부 어셈블리 제작 및 조립 》



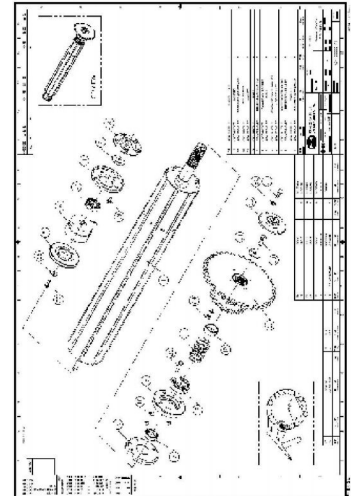
《 픽업부 어셈블리 제작 및 조립 》



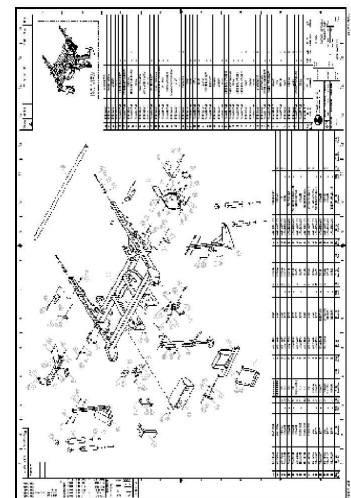
《 하부 롤러부 어셈블리 제작 및 조립 》



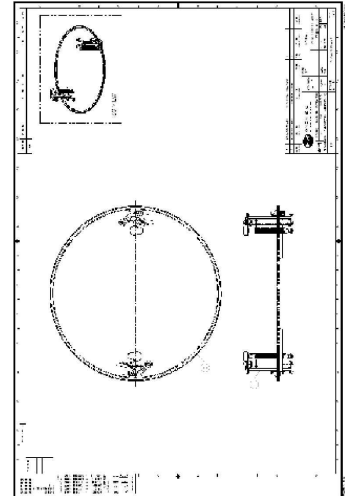
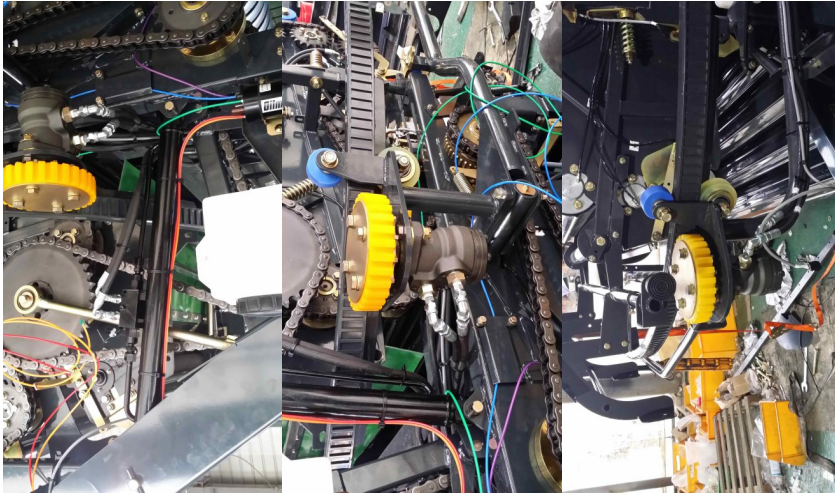
《 상부 롤러부 어셈블리 제작 및 조립 》



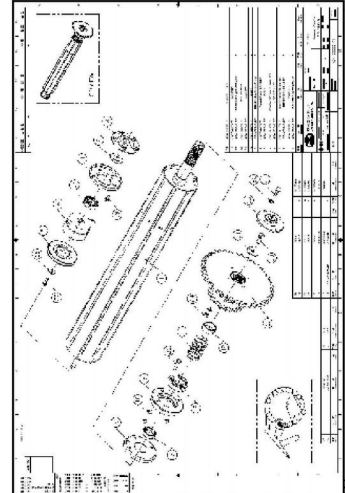
《 하부 프레임 및 주행부 어셈블리 제작 및 조립 》



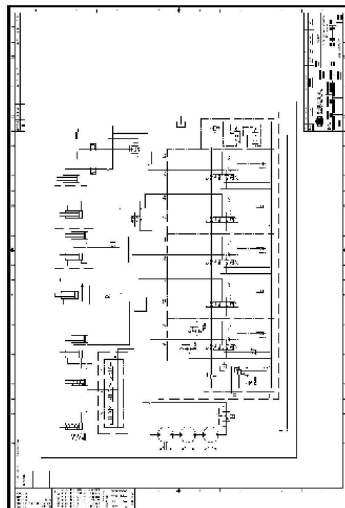
《 랩핑 회전부 어셈블리 제작 및 조립 》



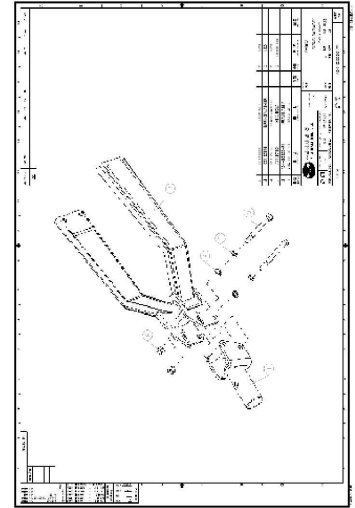
《 롤러부 구동 동력부 연결 제작 및 조립 》



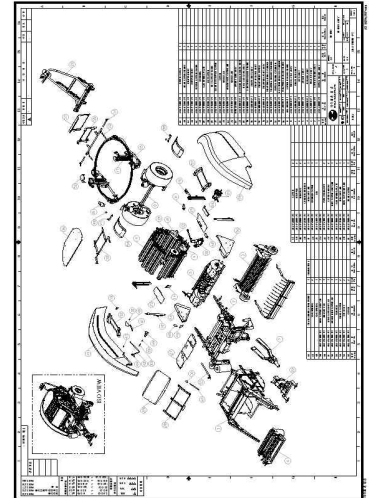
《 유압부 어셈블리 제작 및 조립 》



《 드로우바 어셈블리 제작 및 조립 》



《 본체 조립 및 조정 》



《 엔지니어링 샘플 제작, 상표 및 모델명 부착 》

44) 엔지니어링 샘플 (국내) 판매, 현장 실증실험 (성능분석→CH_48)

◇ 3차년 국내에서 진행된 엔지니어링 샘플은 경기지역 판매대리점인 주)엘엠아이 (대표: 김00, 경기/평택)를 통해 판매되고 현장실증실험이 진행되었음. 판매된 개발품의 모델명은 Multi-pro이며, 주관기관 로고 및 모델명을 부착한 상태에서 진행하였는데 출고전 제작상태는 다음과 같음 (Figure 1).

- ✓ 판 매 처 : 주)엘엠아이 (대표: 김00, 경기/평택)
- ✓ 모 델 명 : Multi-pro (본 연구과제 연구개발품)
- ✓ 판매수량 : 1대
- ✓ 판매가격 : 65,000천원 (별첨/세금계산서 첨부)
- ✓ 판매일자 : 2017.04.03.



Figure 1. 3차년 엔지니어링 샘플기의 제작 상태 (모델명: Multi Pro)

◇ 3차년 국내에서 진행된 엔지니어링 샘플 현장실증실험은 경기/평택 일원에서 벚짚을 대상으로 5~10월에 진행되었는데 세부내용은 다음과 같음.

- ✓ 현장실험 : 경기도 평택/화성 일원에서 4차에 걸쳐 실증실험으로 진행
- ✓ 대상작물 : 라이그라스, 벚짚을 대상으로 진행
- ✓ 문제도출 : 상부커버 간섭현상 등 도출된 문제점을 양산과정의 기본설계에 반영
- ✓ 실험참여 : 주관기관 기술연구소, 협동기관, 판매대리점, 조사료 재배농가 43명

Table 1. 엔지니어링 샘플, 현장 실증시험 경과 및 문제점 도출

차수	현장사진	실험내용
1		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실험일자 : 20170520 ▪ 실험장소 : 평택 오성면 ▪ 실험목적 : 현장실증시험 ▪ 대상작물 : 라이그라스 ▪ 베일생산 : 90개 ▪ 문제도출 : <ul style="list-style-type: none"> ① 레퍼속도 느림 ② 상부커버 간섭현상 ③ 픽업장치 높이조절
2		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실험일자 : 20170529 ▪ 실험장소 : 평택 오성면 ▪ 실험목적 : 현장실증시험 ▪ 대상작물 : 라이그라스 ▪ 베일생산 : 186개 ▪ 문제도출 : <ul style="list-style-type: none"> ① 네트작업 오작동 ② 네트작업 중 베일 흔들림
3		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실험일자 : 20170620 ▪ 실험장소 : 화성 봉담읍 ▪ 실험목적 : 현장실증시험 ▪ 대상작물 : 라이그라스 ▪ 베일생산 : 94개 ▪ 문제도출 : <ul style="list-style-type: none"> ① 도출 안 됨
4		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실험일자 : 20171030 ▪ 실험장소 : 평택 도일동 ▪ 실험목적 : 현장실증시험 ▪ 대상작물 : 벼짚 ▪ 베일생산 : 161개 ▪ 문제도출 : <ul style="list-style-type: none"> ① 롤러 엠보싱 부분 파손

※ 국내 엔지니어링 샘플기의 현장실증 4차례 실험에서 발생한 상부커버 간섭현상 등 발생한 문제점은 기본설계에 반영하여 수정되었으며, 하반기에 진행된 국외 (중국) 엔지니어링 샘플기에 반영하였고 도출된 문제점에 대해 기본설계 변경하여 제작되어 수출하였음.

45) 엔지니어링 샘플 (국외) 판매, 현장 실증실험 (판매완료)

◇ 3차년 국외에서 진행된 엔지니어링 샘플은 중국 판매대리점인 Tianjin Tianlong Agricultural를 통해 OEM 판매되었는데 판매된 개발품은 Multi-purpose forage baler의 거래품명으로 모델명 Multi-pro로 판매되었음. 주관기관 로고 (제조사) 및 모델명을 부착한 상태에서 진행하였는데 출고전 제작상태는 다음과 같음 (Figure 1). ← 수출용 상표 제외 (OEM)

- ✓ 판매처 : Tianjin Tianlong Agricultural S&T Co. LTD. (CHINA)
- ✓ 모델명 : Multi-pro (본 연구과제 연구개발품)
- ✓ 판매수량 : 1대
- ✓ 판매가격 : USD 48,000\$ (별첨/평택세관 수출신고필증 첨부)
- ✓ 판매일자 : 2017.09.14.



Figure 1. 3차년 엔지니어링 샘플기의 제작 상태 (모델명: Multi-pro)

- ◇ 3차년 국외에서 진행할 엔지니어링 샘플을 이용한 현장실증실험은 연구외적인 원인으로 인해 진행되지 못하였음. 시범판매는 주관기업의 주력시장인 중국에 2차년의 집중적인 홍보로 어렵게 달성했으나, 한국정부의 사드 (THAAD) 배치로 한중관계가 급랭되어 현지 판매대리점 (Tianjin Tianlong Agricultural)이 현장실증실험을 기피하여 연기되고 있는 상황임.
- ◇ 최근, 한중정부의 관계개선 모드가 진행 중이어서 종료후 1차년인 2018년 상반기에는 현장실증 실험이 가능할 것으로 판단되며, 이에 대응하여 주관기관에서는 현지 판매대리점 홍보와 사용자 매뉴얼 및 카다로그 제작 등을 추진하고 있음.

46) 엔지니어링 샘플을 통한 고도화 작업, 세부 보완

- ◇ 1, 2차년에 진행된 현장실증실험에서 판매대리점 및 베일러 사용자 농가의 의견을 수렴하여 3차년도 엔지니어링 샘플기에는 사용자 중심의 고도화 작업을 수행함.
- ◇ 반영된 고도화 작업의 주요 내용으로는 판매 대리점 및 사용자의 의견을 반영하여 외형 디자인을 부드럽게 변경하여 소비자의 기호도에 부응하였으며, 최저 지상고를 다종의 두둑형태에 적용할 수 있도록 상향 조정하였고, 픽업스프링 및 스프링 돌출부를 사용자의 의견을 수렴하여 유지보수가 편리한 방향으로 수정하였으며, 네트장치 관련하여 네트 박스, 커팅 칼날, 네트 투입부를 개선하였음.
- ◇ 개선된 사항은 모두 현장실증실험 과정에서 참여한 판매대리점 및 사용자의 의견을 수렴한 것으로 1, 2차년에 개선된 내용을 포함하여 3차년도 엔지니어링 샘플기에 사용자 위주의 의견을 수렴하여 추가적으로 반영하였음.
- ◇ 외형 디자인 변경

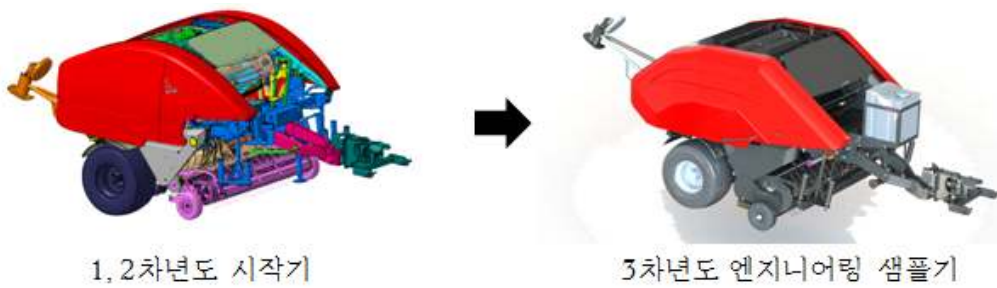


Figure 1. 엔지니어링 샘플 외형 디자인 변경

- ✓ 변경 사항 : 외부 커버 형상
- ✓ 변경 사유 : 판매대리점 및 사용자 의견 반영
- ✓ 변경 범위 : 손잡이를 중심으로 부드러운 각진 형상 좌우대칭 1조
- ✓ 변경 적용 : 기본설계에 반영

- ◇ 최저 지상고 변경



Figure 2. 엔지니어링 샘플 최저 지상고 변경

- ✓ 변경 사항 : 최저 지상고
- ✓ 변경 사유 : 판매대리점 및 사용자 의견 반영
- ✓ 변경 범위 : 기존 최저 지상고를 175mm에서 305mm로 개선
- ✓ 변경 적용 : 기본설계에 반영

◇ 픽업 스프링 관련 사양 변경

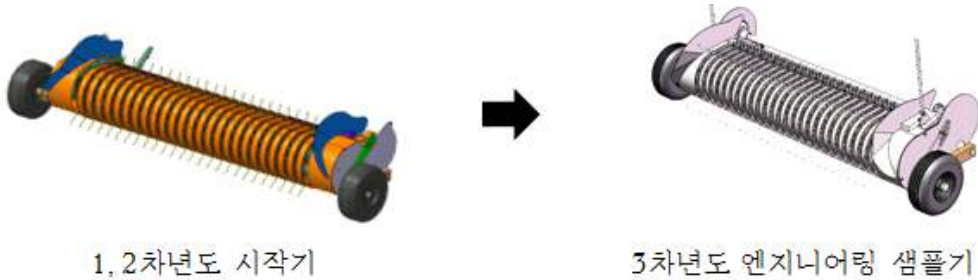


Figure 3. 엔지니어링 샘플 픽업 스프링 사양 변경

- ✓ 변경 사항 : 픽업 가이드 스프링 및 스프링 돌출부 규격 변경
- ✓ 변경 사유 : 판매대리점 및 사용자 의견 반영
- ✓ 변경 범위 : 1. 픽업 가이드 스프링 크기 변경 (145mm -> 170mm)
2. 픽업 스프링 돌출부 (77mm -> 115mm)
- ✓ 변경 적용 : 기본설계에 반영

◇ 네트장치 관련 사양 변경

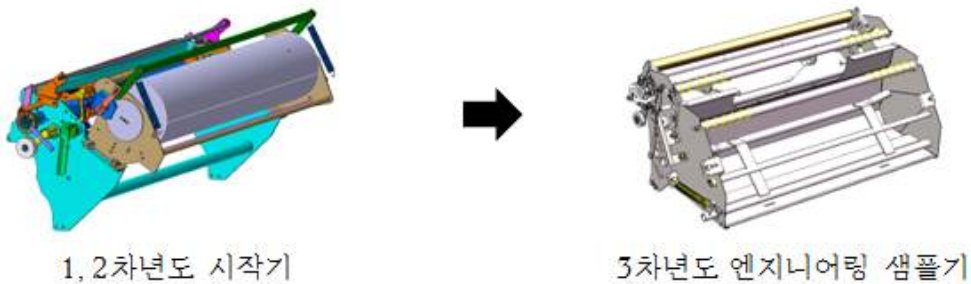


Figure 4. 엔지니어링 샘플 네트장치 사양 변경

- ✓ 변경 사항 : 네트 관련 규격 변경
- ✓ 변경 사유 : 판매대리점 및 사용자 의견 반영
- ✓ 변경 범위 : 네트 박스 변경 (측면결합형 -> 보관형)
네트 커팅 칼날 변경 (일자형 칼날 1개 -> 톱니형 칼날 2개)
네트 투입부 개선 (투입 위치 :롤러 앞쪽 -> 롤러 상단)
- ✓ 변경 적용 : 기본설계에 반영

※ 현재, 제품화 및 시범판매 단계로 향후 양산단계에서도 사용자의 의견을 수렴하여 지속적으로 성능 개선을 도모하여 주관기관의 주력기종으로 육성할 계획임.

◇ 엔지니어링 샘플, 현장실증시험과 별도로 시연회에 참석한 판매대리점은 주관기관 매출의 65%를 차지하는 강원영업소 명성강원, 경기영업소 명성경기, 중부사업소 엘엠아이, 충북영업소 오늘과내일, 충주종합농기계, 선진종합농기계, 중부명성, 우리옵티머스, 명성축산기계, BK연합축산, 에이스농축산기계, 프로축산기계, 주)정성기계, 효성인터네셔널, 승훈축산기계 등 15개 사업장에 대해 주관기관 본사 및 공장에서 신개발 기종에 대한 시연회 및 설명회를 진행함 (2017.02.).



Figure 5. 엔지니어링 샘플 이전, 핵심 판매대리점에 대한 신개발 기종 시연회 (제품)



Figure 6. 엔지니어링 샘플 이전, 핵심 판매대리점에 대한 신개발 기종 설명회 (구조)

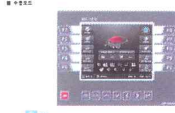
※ 2018년도 핵심 판매대리점 년차회의에서 본격적인 판매활동 착수 예정임 (2018.02. 개최 예정).



이 화면은 시스템의 전반적인 상태를 보여주는 대시보드입니다. 주요 지표와 경보 상태를 한눈에 파악할 수 있습니다.



이 화면은 시스템에서 발생한 모든 이벤트를 상세히 기록하고 분석할 수 있는 로그 뷰입니다.



이 화면은 시스템의 다양한 구성 요소를 설정하고 관리할 수 있는 설정 관리자입니다.



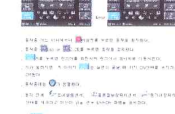
이 화면은 시스템의 하드웨어 및 소프트웨어 구성요소를 상세히 모니터링하고 관리할 수 있습니다.



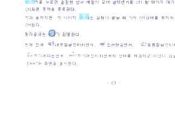
이 화면은 시스템의 성능 지표와 추이를 그래프로 시각화하여 분석할 수 있는 성능 모니터링 화면입니다.



이 화면은 시스템의 보안 관련 로그와 경보를 상세히 모니터링하고 대응할 수 있는 보안 관리 화면입니다.



이 화면은 시스템의 사용자 계정 관리와 접근 권한 설정을 담당하는 사용자 관리 화면입니다.



이 화면은 시스템의 백업 및 복구 작업을 관리하고 모니터링할 수 있는 백업 관리 화면입니다.



이 화면은 시스템의 정기적인 유지보수 작업을 계획하고 실행할 수 있는 유지보수 관리 화면입니다.



이 화면은 시스템의 네트워크 연결 상태와 구성을 상세히 모니터링할 수 있는 네트워크 관리 화면입니다.



이 화면은 시스템의 하드웨어 자산 목록과 사양을 상세히 관리할 수 있는 하드웨어 관리 화면입니다.



이 화면은 시스템의 규정 준수 및 감사 로그를 상세히 관리할 수 있는 규정 준수 관리 화면입니다.



이 화면은 시스템의 재난 복구 및 비즈니스 연속성 계획을 상세히 관리할 수 있는 재난 복구 관리 화면입니다.



이 화면은 시스템의 패치 관리와 업데이트 작업을 상세히 관리할 수 있는 패치 관리 화면입니다.



이 화면은 시스템의 구성 관리와 버전 제어를 상세히 관리할 수 있는 구성 관리 화면입니다.



이 화면은 시스템의 사고 대응 절차와 문제 해결 단계를 상세히 관리할 수 있는 사고 대응 관리 화면입니다.



이 도면은 밸브의 작동 원리를 상세히 설명하고 있습니다.



이 도면은 밸브의 작동 원리를 상세히 설명하고 있습니다.



이 도면은 밸브의 작동 원리를 상세히 설명하고 있습니다.



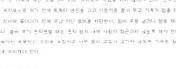
이 도면은 밸브의 작동 원리를 상세히 설명하고 있습니다.



이 도면은 밸브의 작동 원리를 상세히 설명하고 있습니다.



이 도면은 밸브의 작동 원리를 상세히 설명하고 있습니다.



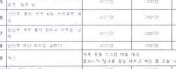
이 도면은 밸브의 작동 원리를 상세히 설명하고 있습니다.



이 도면은 밸브의 작동 원리를 상세히 설명하고 있습니다.



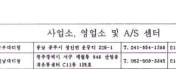
이 도면은 밸브의 작동 원리를 상세히 설명하고 있습니다.



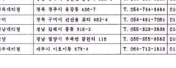
이 도면은 밸브의 작동 원리를 상세히 설명하고 있습니다.



이 도면은 밸브의 작동 원리를 상세히 설명하고 있습니다.



이 도면은 밸브의 작동 원리를 상세히 설명하고 있습니다.



이 도면은 밸브의 작동 원리를 상세히 설명하고 있습니다.



이 도면은 밸브의 작동 원리를 상세히 설명하고 있습니다.

생산제품

경기도 경희서 물동양실 제 02L03-410-9371
A/S팀:01566-9370

주요제품: 1. 수동 밸브, 2. 자동 밸브, 3. 유압 밸브, 4. 공기 밸브, 5. 열교환기, 6. 필터, 7. 파이프, 8. 플랜지, 9. 볼트, 10. 너트, 11. 와셔, 12. 스텝, 13. 리프트, 14. 브레이크, 15. 클러치, 16. 변속기, 17. 엔진, 18. 모터, 19. 펌프, 20. 팬, 21. 송풍기, 22. 압축기, 23. 냉각기, 24. 히터, 25. 조명, 26. 스위치, 27. 콘트롤러, 28. 센서, 29. 액추에이터, 30. 솔레노이드, 31. 릴레이, 32. 변압기, 33. 전압조정기, 34. 전원공급장치, 35. 배터리를 포함한 모든 산업용 부품.

3.1.1 제품 구성

본 제품은 다양한 구성요소를 포함하고 있으며, 각 구성요소의 기능과 역할을 상세히 설명합니다.

3.1.2 주요 부품

본 제품의 주요 부품은 다음과 같으며, 각 부품의 사양과 성능을 상세히 설명합니다.

3.1.3 작동 원리

본 제품의 작동 원리는 다음과 같으며, 각 단계의 동작을 상세히 설명합니다.

3.1.4 사양

구분	명칭	단위	규격	주요 성능
1	본체	개	000-000-000	내압: 10MPa
2	밸브	개	000-000-000	내압: 10MPa
3	플랜지	개	000-000-000	내압: 10MPa
4	볼트	개	000-000-000	강도: 8.8
5	너트	개	000-000-000	강도: 8.8
6	와셔	개	000-000-000	강도: 8.8
7	스텝	개	000-000-000	강도: 8.8
8	리프트	개	000-000-000	강도: 8.8
9	브레이크	개	000-000-000	강도: 8.8
10	클러치	개	000-000-000	강도: 8.8
11	변속기	개	000-000-000	강도: 8.8
12	엔진	개	000-000-000	강도: 8.8
13	모터	개	000-000-000	강도: 8.8
14	펌프	개	000-000-000	강도: 8.8
15	팬	개	000-000-000	강도: 8.8
16	송풍기	개	000-000-000	강도: 8.8
17	압축기	개	000-000-000	강도: 8.8
18	냉각기	개	000-000-000	강도: 8.8
19	히터	개	000-000-000	강도: 8.8
20	조명	개	000-000-000	강도: 8.8
21	스위치	개	000-000-000	강도: 8.8
22	콘트롤러	개	000-000-000	강도: 8.8
23	센서	개	000-000-000	강도: 8.8
24	액추에이터	개	000-000-000	강도: 8.8
25	솔레노이드	개	000-000-000	강도: 8.8
26	릴레이	개	000-000-000	강도: 8.8
27	변압기	개	000-000-000	강도: 8.8
28	전압조정기	개	000-000-000	강도: 8.8
29	전원공급장치	개	000-000-000	강도: 8.8
30	배터리	개	000-000-000	강도: 8.8

본 제품은 다양한 사양을 지원하며, 각 사양의 특징과 장점을 상세히 설명합니다.

3.1.5 사용법

본 제품의 사용 방법은 다음과 같으며, 각 단계의 동작을 상세히 설명합니다.

3.1.6 유지보수

본 제품의 유지보수 방법은 다음과 같으며, 각 단계의 동작을 상세히 설명합니다.

3.1.7 안전 주의사항

본 제품의 안전 주의사항은 다음과 같으며, 각 단계의 동작을 상세히 설명합니다.

3.1.8 문의처

본 제품의 문의처는 다음과 같으며, 각 단계의 동작을 상세히 설명합니다.

본 제품의 문의처는 다음과 같으며, 각 단계의 동작을 상세히 설명합니다.

48) 엔지니어링 샘플기 현장실증시험 성능분석

- ◇ 엔지니어링 샘플기를 이용한 현장실증시험을 통한 성능분석은 조사료 작물 중에서 호밀과 벧짚으로 진행 진행되었는데 3차년에 총 4차에 걸쳐 수행되었음. 시험은 최적성능조건 상태에서 성능분석을 위해 반복적으로 진행되었음.
- ◇ 현장실증시험은 문제점의 도출시 바로 대응하기 위해 주관연구기관 근처인 경기도 일원에서 진행하였음. 엔지니어링 샘플기를 이용한 실증시험으로 현장 문제점 도출을 위해 진행되었으며, 수정보완 후 양산을 위해 연구팀 및 판매대리점, 재배농가 등 연 인원 43명이 참가하였는데 대상 작물, 지역, 기간과 특성은 다음과 같음.

Table 1. 엔지니어링 샘플기 현장시험 작물, 지역 및 일자

No.	Crop	Experiment region	Experiment dates	Remarks
1 st	rye grass	Gyeonggi/Pyeongtaek	2017.05.20	Engineering sample test
2 nd	rye grass	Gyeonggi/Pyeongtaek	2017.05.29	Engineering sample test
3 rd	rye grass	Gyeonggi/Whaseong	2017.06.20	Engineering sample test
4 th	rice straw	Gyeonggi/Pyeongtaek	2017.10.30	Engineering sample test

- ◇ 현장실증시험은 트랙터 연결부, 픽업부, 로터부, 롤러부, 랩핑부, 배출부 등 구성요소 기계장치에 대한 작동 및 성능시험으로 진행되었는데 이를 통해 작업성능을 산출하여 최종적으로 양산단계에서 제품의 규격 및 성능을 확정하기 위해 진행되었음.



1st field test (rye grass)



2nd field test (rye grass)



3rd field test (rye grass)



4th field test (rice straw)

Figure 1. 엔지니어링 샘플기 현장실증시험 전경

- ◇ 현장실증실험은 대상작물에 대해 픽업작업, 베일성형작업, 네트작업, 비닐랩 레핑작업, 비닐랩 커팅작업, 배출작업을 기본 공정으로 진행되었는데 공통적인 진행과정은 다음과 같음.



Figure 1. 엔지니어링 샘플기 현장실증실험 기본 작업공정

- ◇ 현장실증실험의 결과를 분석하기 위해 ASABE의 표준 계산식 (Standards 2007a, 2007b, 2007c)은 픽업 폭 1.8 m (픽업 드럼 폭 1.55 m)를 기준으로 적용된 성능분석 식은 다음과 같음. 식은 작업속도 5 km/hour, 픽업 폭 1.8 m, 표준작업효율 70%를 적용하였음.
- ◇ 이때 적용된 표준작업효율은 작업폭에 대한 오작업이나 선회시 시간소모, 잘못된 운전습관, 현장 특성 등을 고려, 조사료수확기의 현장효율 70%를 ASABE standard에 준해 적용하였음.

$$rking\ capacity = (S \times W \times (E / 100)) / 10 = (5 \times 1.8 \times (70 / 100)) / 10 = 0.63\ ha / hour$$

- 엔지니어링 샘플기는 이론적으로 표준상태인 작업효율 70%에서 작업속도 5 km/h의 조건은 0.63 ha를 처리하는데 이때 면적처리능력은 작업속도 증가에 비례적으로 증가함.

- ◇ 그러나 현장실증실험에서는 집초상태 (kg_{forage}/m^2)에 따라 성능이 크게 좌우되므로 베일 생산능력을 기준으로 하였음. 실제 가동조건을 기준으로 호밀과 벧짚에 대하여 성능분석을 베일생산능력은 다음 식을 이용하였음. 이는 표준작업효율을 적용하더라도 현장의 집초상태에 따라 동일한 작업속도에서 베일의 생산능력이 변화하는 것을 의미함.

$$ler\ capacity = Bale's\ production\ number / Hour$$

- ◇ 현장조건으로 호밀은, 집초기로 1.6 m 폭으로 집초된 상태이었고, 벧짚은 벧 수확시 콤바인이 배출한 벧짚을 반전 집초기가 1.35 m 폭으로 집초한 상태였음. 또한 실험은 트랙터-베일러 시스템이 호밀의 경우 3.2 km/hr 속도로 주행하였고, 벧짚은 5 km/hr로 정속주행 하였음.

- ◇ 실험결과, 하나의 베일을 생산하는데 소요된 시간이 호밀의 경우 평균 112초가 소요되었고, 벧

짚의 경우 89초가 소요되었는데, 2차년 실증실험과 비슷한 결과를 보였음. 또한, 생산된 베일의 단위 무게는 호밀의 경우 평균 221 kg, 벧짚의 경우 207.5 kg로 나타났음.

◇ 종합적으로 엔지니어링 샘플기를 이용한 성능분석에서 호밀은 시간당 32개의 베일을 생산하여 7톤을 생산하였고, 벧짚은 40개의 베일을 생산하여 8.4톤을 생산된 것으로 연구개발 초기에 계획한 성능을 만족하는 것으로 분석되었으며, 상품화 및 상용화에 적절한 것으로 판단되었음.

◇ 양산추진을 위한 엔지니어링 샘플기의 현장실증실험 결과, 작업성능은 작업효율이 절대적인 영향을 끼치는데 이에 영향을 미치는 요인은 운전자, 운전과 재배환경적인 특성으로 획일화할 수 없으며, 획일화할 수 없는 내용은 다음과 같음.

- 작업 폭에 대한 오작업(誤作業)으로 픽업하지 못한 사료 중량,
- 작업과정에서 구획 내의 선회 시에서 발생하는 작업시간 소모,
- 증속·감속조작과 베일작업 시작·종료신호에 대응하는 소요시간 등 잘못된 운전습관,
- 재배지의 경사도, 구획의 형태 등의 현장특성,
- 토양수분 등의 토양특성 등임.

49) 현장실증실험으로 경제성분석

◇ 통합형 베일러의 연간소요비용은 기계장치의 구입가격 75,000천 원, 작업 성능 3시간/ha (33.3 a/시간), 내용연수 5년, 잔존가 0%, 연이율 5%, 농업노동임금 등을 적용하여 분석하였음.

◇ 작업성능이 증가할수록 (단위면적을 작업소요시간의 증가) 비용이 증가하며, 연간사용시간이 증가할수록 (연간이용면적의 증가) 비용이 감소하며, 적용된 산출근거 및 분석조건은 다음과 같음.

- 내용연수 : 5년
- 공통) 감가상각비 : 직선법=(구입가-잔존가)/내용연수
- 공통) 잔존가 0%, 연이율 5%
- 작업성능 : 0.63 ha/시간 (1.5873시간/ha)
- 연간사용시간 : 400시간 ← 이용면적 252 ha 기준으로 산정
- 공통) 수리비계수 (1년차 : 2.6%, 2년차 : 3.4%, 3년차 : 5.3%, 4년차 : 6.8%, 5년차 : 8.2%)
- 공통) 연료비 : 면세경유 1,180원/L, + 윤활유비 (연료비의 30%) ← 201710 수원지역 최고가
- 공통) 연료 소모량 : 10L/시간
- 공통) 인건비 : 남성 107,415원/일, 여성 70,857원/일, 2017 1/4분기 농업노동임금 (통계청)
- 공통) 기계운전자 인건비 : 남성/여성 인건비의 1.4배
- 인건비 계산) 통합형 베일러 : 남성 운전자 1인

◇ 통합형 베일러는 작업성능 1.5873 시간/ha과 연간이용면적 252 ha (이용시간 400시간)에서 3차년 기준으로 1 ha 기준으로 연간소요비용은 145,478원이 소요되며, 5년 합계 727,267원이 소요됨. 그러나 연간이용면적이 작아지면 연간소요비용은 급증하게 됨. 그리고 5년간 시간당 고정비는 47,850원에서 42,450원으로 감소하며, 시간당 유동비는 46,538원으로 고정됨.

◇ 통합형 베일러 (구입가격 75,000천 원, 작업성능 1.5873 시간/ha (1.62 ha/시간))은 이용면적이 증가할수록 연간소요비용이 감소함. 이용면적이 감소하면 연간소요비용이 급격하게 증가하여 경제성이 심각하게 떨어지는 것을 알 수 있음. 또한, 통합형 베일러의 이용에 따른 연간소요비용의 산출은 고정비와 유동비를 고려하였으며 설정된 조건에서 임작업 등을 고려하여 1ha 기준으로 분석하였는데 산출결과는 다음과 같음.

Table 1. 통합형 베일러의 1 ha 기준 조사료 (벚짚기준) 베일작업 연간소요비용 분석 (단위 : 원)

구 분		통합형 베일러					
구입가격(원)		75,000,000					
내용연수(년)		5					
연간사용시간(시간/년)		400					
년차		1년차	2년차	3년차	4년차	5년차	
연 간 고정비 (원/년)	감가상각비	15,000,000	15,000,000	15,000,000	15,000,000	15,000,000	
	수리비	390,000	510,000	795,000	1,020,000	1,230,000	
	자본이자	3,750,000	3,000,000	2,250,000	1,500,000	750,000	
	소계	19,140,000	18,510,000	18,045,000	17,520,000	16,980,000	
시간당고정비(원/시간)		47,850	46,275	45,113	43,800	42,450	
시간당 유동비 (원/시간)	인건비	남성	18,798	18,798	18,798	18,798	18,798
		여성	12,400	12,400	12,400	12,400	12,400
	유류비	15,340	15,340	15,340	15,340	15,340	
	소계	46,538	46,538	46,538	46,538	46,538	
시간당비용(원/시간)		94,388	92,813	91,650.5	90,338	88,988	
작업성능(시간/ha)		1.5873	1.5873	1.5873	1.5873	1.5873	
연간소요비용(원/ha)		149,822	147,322	145,477	143,394	141,251	
		5 합계 727,265원					

◇ 통합형 베일러를 이용한 베일작업은 연간사용시간이 연간소요비용을 크게 변화시키는데 400시간 기준으로 727,267원, 300시간 기준으로 846,571원, 200시간 기준으로 1,085,181원, 100시간 기준으로 1,801,014원, 50시간 기준으로 3,232,679원으로 분석됨. 이는 연간사용시간이 400시간 기준으로 300시간, 200시간, 100시간, 50시간으로 감소할 때 1 ha에 대한 연간소요비용은 각각 116.4%, 149.2%, 247.6%, 444.5% 증가하는 것을 의미함.

◇ 개발된 통합형 베일러는 고정비 중에서 감가상각비, 수리비, 자본이자와 유동비 중에서 시간당 부담되는 인건비, 유류비 등이 고정된 상태에서 연간사용시간 (연간이용면적)이 경제성을 좌우하는 것으로 나타났는데, 이용면적을 확보하기 위해 임작업 형태로 이용하거나 공동사용 등으로 경제성을 확보하는 것이 바람직할 것으로 판단됨. 그리고 조사료 수확농가에서는 실질적으로 베일러를 7~10년 이용하나 법정 내용연수 5년을 적용하여 분석한 결과임.

Table 2. 통합형 베일러, 작업성능 및 이용면적 변화에 따른 연간소요비용 분석 (단위: 천원/ha)

연간 이용 면적 (ha)	연간 사용 시간 (시간)	작업성능 (시간/ha)										
		1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	2.2	2.4	2.6	2.8	3
6.3	10	1,851	2,221	2,591	2,962	3,332	3,702	4,072	4,442	4,813	5,183	5,553
12.6	20	949	1,139	1,328	1,518	1,708	1,898	2,087	2,277	2,467	2,657	2,846
18.9	30	648	778	907	1,037	1,166	1,296	1,426	1,555	1,685	1,815	1,944
25.2	40	498	597	697	796	896	995	1,095	1,194	1,294	1,393	1,493
31.5	50	407	489	570	652	733	815	896	978	1,059	1,141	1,222
37.8	60	347	417	486	556	625	695	764	833	903	972	1,042
44.1	70	304	365	426	487	548	609	670	730	791	852	913
50.4	80	272	327	381	435	490	544	599	653	707	762	816
56.7	90	247	296	346	395	445	494	543	593	642	692	741
63	100	227	272	318	363	409	454	499	545	590	636	681
69.3	110	211	253	295	337	379	421	463	505	548	590	632
75.6	120	197	236	276	315	354	394	433	473	512	551	591
81.9	130	185	222	259	297	334	371	408	445	482	519	556
88.2	140	175	211	246	281	316	351	386	421	456	491	526
94.5	150	167	200	234	267	300	334	367	400	434	467	501
100.8	160	159	191	223	255	287	319	351	382	414	446	478
107.1	170	153	183	214	244	275	305	336	366	397	428	458
113.4	180	147	176	206	235	264	294	323	352	382	411	440
119.7	190	142	170	198	226	255	283	311	340	368	396	425
126	200	137	164	191	219	246	274	301	328	356	383	410
132.3	210	132	159	185	212	238	265	291	318	344	371	397
138.6	220	129	154	180	206	231	257	283	309	334	360	386
144.9	230	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375
151.2	240	122	146	170	195	219	243	268	292	316	341	365
157.5	250	119	142	166	190	214	237	261	285	309	332	356
163.8	260	116	139	162	186	209	232	255	278	301	325	348
170.1	270	113	136	159	181	204	227	249	272	295	317	340
176.4	280	111	133	155	178	200	222	244	266	289	311	333
182.7	290	109	131	152	174	196	218	239	261	283	305	326
189	300	107	128	149	171	192	213	235	256	277	299	320
195.3	310	105	126	147	168	189	209	230	251	272	293	314
201.6	320	103	124	144	165	185	206	226	247	268	288	309
207.9	330	101	121	142	162	182	202	223	243	263	283	304
214.2	340	100	120	139	159	179	199	219	239	259	279	299
220.5	350	98	118	137	157	177	196	216	235	255	275	294
226.8	360	97	116	135	155	174	193	213	232	251	271	290
233.1	370	95	114	133	152	172	191	210	229	248	267	286
239.4	380	94	113	132	150	169	188	207	226	244	263	282
245.7	390	93	111	130	148	167	186	204	223	241	260	278
252	400	92	110	128	147	165	183	202	220	238	257	275
258.3	410	91	109	127	145	163	181	199	217	235	254	272
264.6	420	90	107	125	143	161	179	197	215	233	251	269
270.9	430	89	106	124	142	159	177	195	212	230	248	266
277.2	440	88	105	123	140	158	175	193	210	228	245	263
283.5	450	87	104	121	139	156	173	191	208	225	243	260
289.8	460	86	103	120	137	154	172	189	206	223	240	257
296.1	470	85	102	119	136	153	170	187	204	221	238	255
302.4	480	84	101	118	135	151	168	185	202	219	236	252
308.7	490	83	100	117	133	150	167	183	200	217	233	250
315	500	83	99	116	132	149	165	182	198	215	231	248

※ 작업성능이 일정할 때 연간사용시간이 감소하면 연간소요비용이 증가하며, 작업성능이 향상되면 고정비 증가로 연간소요비용은 증가하나 경제성은 좋아짐.

◇ 개발된 통합형 베일러에 대한 연간사용시간에 대한 연간소요비용은 $C_{1.6}=2220.8x-0.75$ ($R^2=0.9864$)의 상관관계를 지니며 연간사용시간 50시간 이하는 경제성이 떨어지는 것으로 나타남.

- ✓ 작업성능이 1.6 시간/ha일 때 연간사용시간이 100시간에서 500시간으로 증가하면 연간소요비용 (천원/ha)은 363천원에서 132천원으로 275% 감소함.
- ✓ 연간사용시간이 400시간에서 작업성능이 1시간/ha에서 3 시간/ha으로 증가하면 연간소요비용 (천원/ha)은 고정비·유동비의 증가로 92천원에서 275천원으로 299% 증가함.

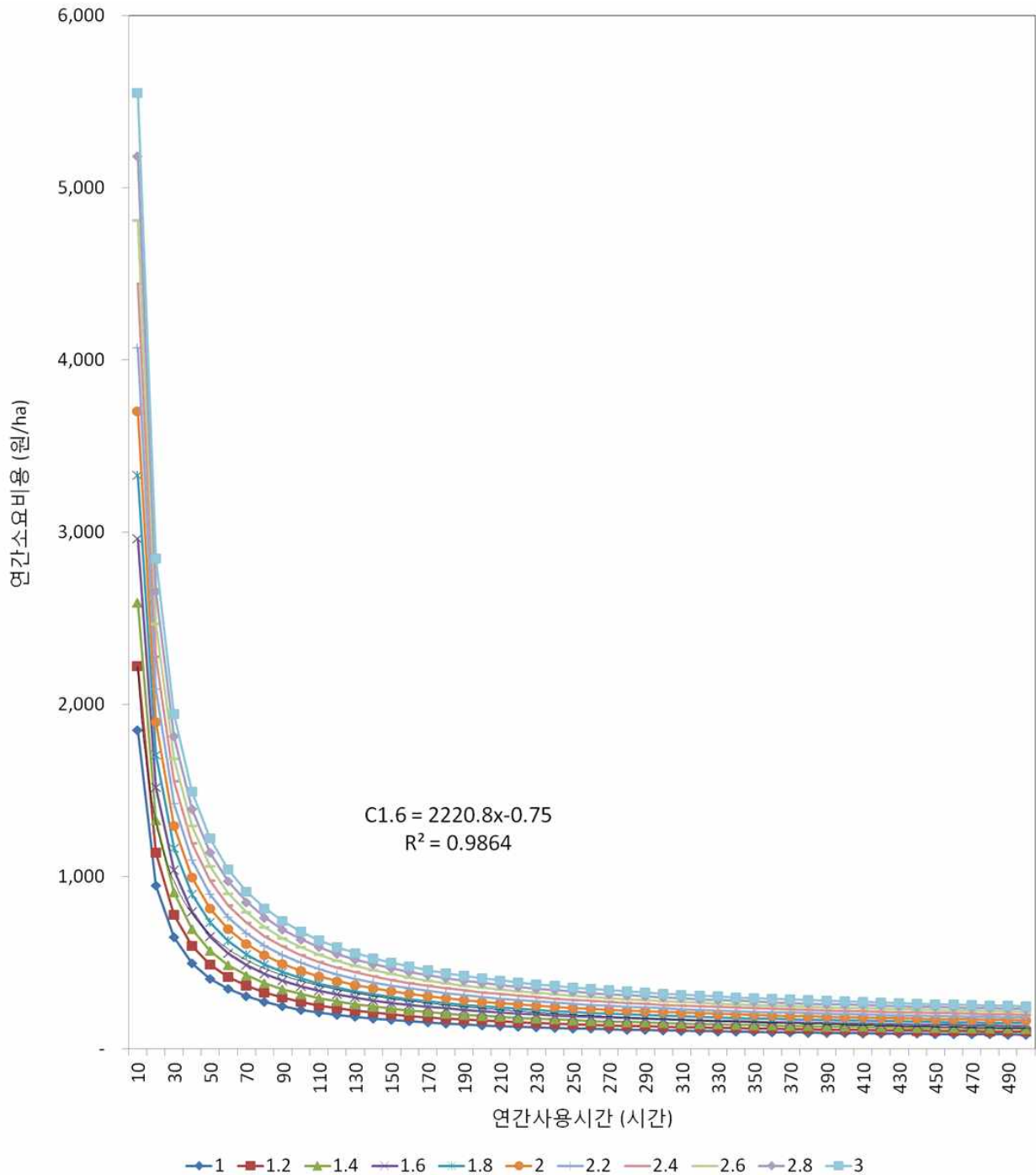


Figure 1. 연간사용시간 (연간작업면적) 변화에 따른 작업성능별 연간소요비용 (천원/ha)

50) 베일 품질분석을 통한 최적 작업조건 구명

◇ 베일 품질분석을 위한 최적 작업조건 구명을 위한 실험은 필름의 레이어 수 증가에 따라 베일에 가해지는 압력의 변화를 측정하였다. 실험은 트랙터의 엔진출력을 2,000 rpm에 고정시킨 상태에서 5 레벨의 랩퍼 회전속도와 8 레벨의 레이어에 대하여 진행하였음. 이때 적용된 로타리 암과 턴테이블 롤러의 회전속도비는 8.6-8.9 수준으로, 회전속도비는 5 레벨로 분류하였음. 그리고 각 실험단계에서는 압력변화를 7 레벨의 레이어에 대해 6개 지점의 분석을 진행하였음. 또한, 모든 실험에서는 필름의 레이어 간 중첩면적이 50%가 되도록 회전속도비를 조절하였음.

CH 50. 연구내용 Biosystems Engineering (영문) 9월호 대표논문 선정→

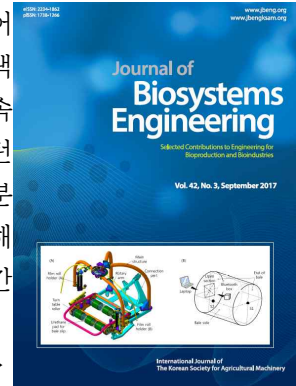


Table 1. 턴테이블과 로타리암의 회전속도비

Bale wrapper machine*						
Level of speed		Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
(T) Turn table roller	rpm	3.14	3.39	3.57	3.72	4.03
	sec/rotate	19.1	17.2	16.8	16.1	14.9
(R) Rotary arm	rpm	27	29	31	33	35
	sec/rotate	2.22	2.07	1.94	1.82	1.71
(R:T)	ratio	8.6	8.6	8.7	8.9	8.7

* This category represents the average rotate speed of experiment at each level

◇ 실험은 포장속도 5 레벨에서 필름이 베일표면의 단위면적에 가하는 압력을 300초 범위에서 분석하였다. 전체적으로 최대압력은 베일끝의 중앙에 분포하였고, 최저압력은 베일측면의 중앙에 분포하였음. 모든 레벨에서 포장시간 경과, 즉 레이어 증가에 따라 필름이 베일의 표면에 가하는 압력이 증가하였고 일정한 경향을 보였음.

◇ 1 레벨 (27:3.14)에서 최저압력은 최고압력의 7.7-14.6% 수준으로 레이어 증가와 상관없이 불균일한 압력이 전체적으로 발생하는 경향을 보였음. 그리고 최저압력과 최고압력의 비는 2 레벨 (29:3.39)에서 13.5-21.2%, 3 레벨 (31:3.57)에서 15.6-32.6%, 4 레벨 (33:3.72)에서 19.3-52.8%, 5 레벨 (35:4.03)에서 34-53.2% 수준이었음. 분석결과, 랩퍼 회전속도의 증가가 필름에 의한 베일표면의 불균일한 압력분포를 상당히 완화하는 것으로 나타났음.

Table 2. 스트레치 필름의 포장 회전속도 변화와 포장시간에 따른 베일표면의 압력 변화

		Pressure (g/cm ²)											Equation	R ²
		Time (sec)												
		0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300		
Level 1	M ₁	0	6	8	9	18	20	59	57	64	71	86	$P_{M1-27}=0.4557x^2+3.5769x-6.2424$	0.9397
	M ₂	0	28	50	65	83	89	121	120	137	134	150	$P_{M2-27}=-0.9336x^2+25.594x-21.8$	0.9882
	M ₃	0	35	61	92	111	125	165	180	217	225	261	$P_{M3-27}=-0.197x^2+27.482x-22.012$	0.9943
	M ₄	0	47	76	108	134	165	199	236	277	325	387	$P_{M4-27}=1.134x^2+22.492x-9.4788$	0.9952

	M ₅	0	47	83	117	151	193	243	298	357	426	495	$P_{M5-27}=2.1643x^2+21.91x-11.927$	0.9984
	M ₆	0	42	83	117	161	214	281	358	438	532	602	$P_{M6-27}=3.479x^2+18.588x-14.473$	0.9986
Level 2	M ₁	0	12	21	43	53	80	73	85	129	130	139	$P_{M1-29}=0.0991x^2+13.311x-14.879$	0.9698
	M ₂	0	11	22	83	102	121	127	147	209	213	237	$P_{M2-29}=0.0198x^2+24.371x-31.503$	0.9738
	M ₃	0	11	33	88	122	167	210	245	312	333	423	$P_{M3-29}=1.641x^2+22.508x-33.806$	0.9937
	M ₄	0	14	65	99	134	175	229	315	402	489	566	$P_{M4-29}=4.1259x^2+7.4713x-8.4364$	0.9972
	M ₅	0	37	126	173	214	263	318	398	480	564	634	$P_{M5-29}=1.9417x^2+39.372x-34.006$	0.9958
	M ₆	0	75	155	236	309	378	455	554	640	728	794	$P_{M6-29}=0.6259x^2+72.662x-71.673$	0.9992
Level 3	M ₁	0	46	63	74	91	99	110	142	167	187	218	$P_{M1-31}=0.3998x^2+14.485x+3.5212$	0.9762
	M ₂	0	64	115	140	162	175	223	245	268	367	423	$P_{M2-31}=1.1923x^2+22.574x+8.0727$	0.966
	M ₃	0	60	148	201	218	268	314	420	489	553	630	$P_{M3-31}=1.5117x^2+42.578x-24.915$	0.9903
	M ₄	0	10	51	84	124	178	247	339	430	540	627	$P_{M4-31}=5.3228x^2-0.0105x-5.697$	0.9987
	M ₅	0	20	104	142	186	245	324	419	515	628	719	$P_{M5-31}=4.2517x^2+21.27x-23.018$	0.9974
	M ₆	0	35	180	227	280	346	441	545	652	773	871	$P_{M6-31}=2.9138x^2+51.58x-48.061$	0.9945
Level 4	M ₁	0	13	45	75	96	113	125	155	178	209	239	$P_{M1-33}=0.2273x^2+20.609x-20.655$	0.9934
	M ₂	0	19	66	85	109	135	192	268	345	405	450	$P_{M2-33}=3.1538x^2+8.3357x-6.5455$	0.9914
	M ₃	0	22	68	98	122	155	233	333	450	525	645	$P_{M3-33}=5.9534x^2-8.1315x+15.933$	0.9942
	M ₄	0	11	66	104	141	194	268	381	509	624	726	$P_{M4-33}=6.5198x^2-4.6741x+3.0424$	0.9964
	M ₅	0	30	76	115	163	233	319	434	557	678	778	$P_{M5-33}=6.204x^2+4.8161x-6.7333$	0.9979
	M ₆	0	57	97	142	209	309	421	551	684	823	931	$P_{M6-33}=6.4639x^2+17.979x-21.212$	0.9974
Level 5	M ₁	0	13	33	77	125	192	222	245	260	322	375	$P_{M1-35}=0.4277x^2+33.276x-49.879$	0.9843
	M ₂	0	15	62	106	185	256	325	374	426	522	583	$P_{M2-35}=1.6888x^2+40.743x-62.691$	0.995
	M ₃	0	12	56	111	223	278	368	451	525	599	699	$P_{M3-35}=2.4464x^2+44.052x-74.848$	0.9945
	M ₄	0	22	55	114	156	210	299	395	516	642	772	$P_{M4-35}=6.6946x^2-3.7175x+3.5333$	0.999
	M ₅	0	13	59	157	233	328	451	531	653	778	919	$P_{M5-35}=4.9592x^2+35.062x-63.77$	0.9978
	M ₆	0	23	61	165	263	383	511	636	765	901	1016	$P_{M6-35}=5.0769x^2+47.204x-87.309$	0.996

◇ 포장속도 5 레벨에 대한 압력분포의 특성을 살펴보면, 1 레벨에서 레이어의 증가에 따른 압력분포의 상관관계는 0.9397-0.9986를 보였음. 측정범위에서 최대압력은 602 g/cm², 최저압력은 6 g/cm²이었다. 또한 평균압력은 34.2-330.2 g/cm²의 범위로 나타났음. 2 레벨에서 레이어의 증가에 따른 압력분포의 상관관계는 0.9698-0.9992를 보였음. 측정범위에서 최대압력은 794 g/cm², 최저압력은 11 g/cm²이었음. 또한 평균압력은 26.7-465.5 g/cm²의 범위로 나타났다 (Figure 5). 3 레벨에서 레이어의 증가에 따른 압력분포의 상관관계는 0.966-0.9987를 보였음. 측정범위에서 최대압력은 871 g/cm², 최저압력은 10 g/cm²이었음.

◇ 또한 평균압력은 39.2-581.3 g/cm²의 범위로 나타났음. 4 레벨에서 레이어의 증가에 따른 압력 분포의 상관관계는 0.9914-0.9979를 보였음. 측정범위에서 최대압력은 931 g/cm², 최저압력은 11 g/cm²이었음. 평균압력은 25.3-628.2 g/cm²의 범위로 5 레벨에서 레이어의 증가에 따른 압력분포의 상관관계는 0.9945-0.999를 보였음. 측정범위에서 최대압력은 1016 g/cm², 최저압력은 12 g/cm²이었고 평균압력은 16.3-727.3 g/cm²의 범위로 나타났음. 전체적으로 포장시간 경과에 따라 각 레벨별로 최대압력과 최저압력의 분포의 폭은 넓어졌으나 비율은 큰 변화가 없었음. 그리고 초기 베일에 감겨졌던 필름이 끊어지는 시간에 따라 베일측면의 압력이 부분적으로 1.5-2.5배 증가하였으나 큰 영향을 주지는 못하였음.

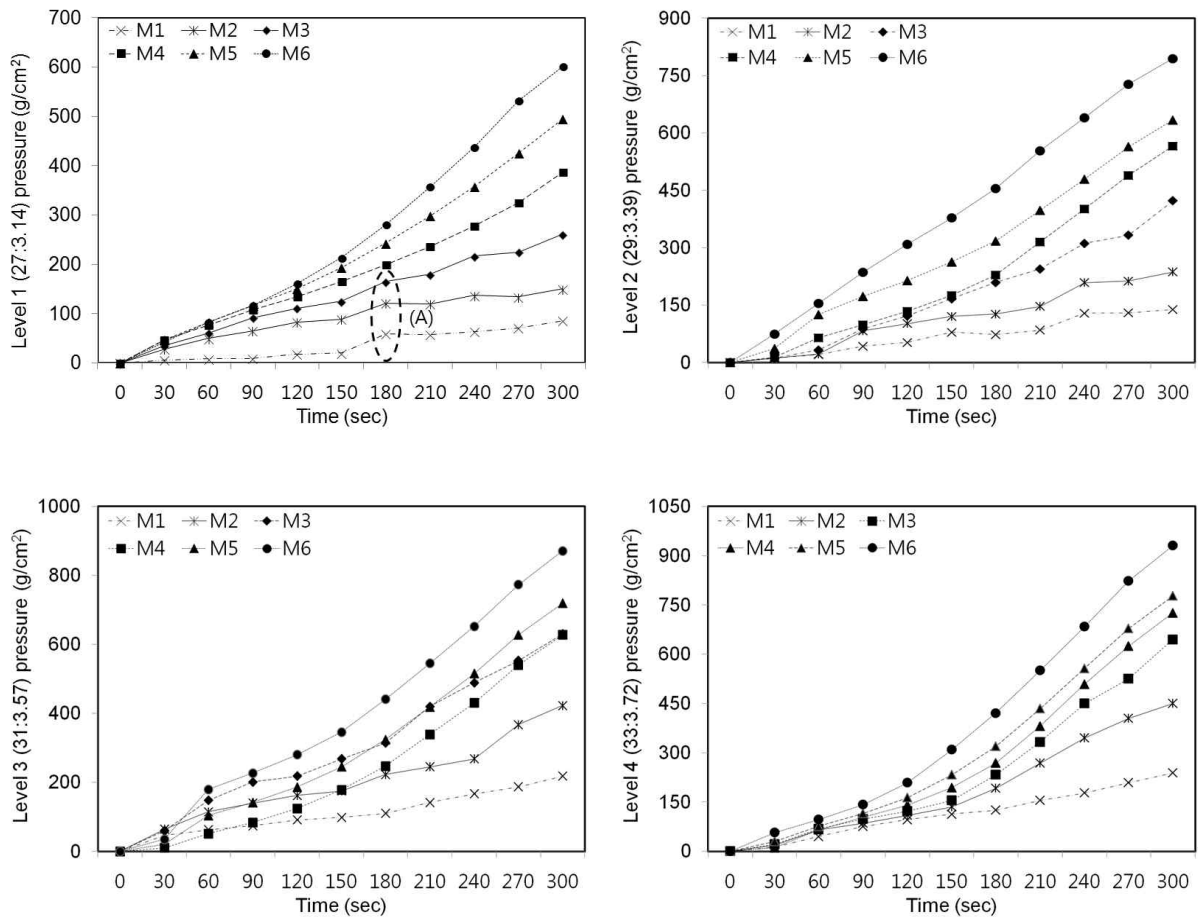


Figure 1. 레이어 증가에 따른 베일표면의 압력변화

◇ 포장시간의 분석은 회전속도 1 레벨에서 포장속도는 2 레이어 34.2초에서 비례적으로 증가하여 16 레이어는 272.4초가 소요됨. 2 레벨은 각각 31.8초, 253.8초, 3 레벨은 각각 29.4초, 237초, 4 레벨은 각각 27.6초, 222.6초 그리고 5 레벨은 각각 26.4초, 210초가 소요 되었음.

Table 3. 로타리 암의 회전속도에 따른 레이어 포장 소요시간

		Time (sec)				
		Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
Rotary arm (rpm)		27	29	31	33	35
Layer	2	34.2	31.8	29.4	27.6	26.4
	4	67.8	63.6	59.4	55.8	52.8

	6	102	94.8	88.8	83.4	78.6
	8	136.2	126.6	118.8	111.6	105
	10	170.4	158.4	148.2	139.2	131.4
	12	204	190.2	178.2	167.4	157.8
	14	238.2	222	207.6	195	183.6
	16	272.4	253.8	237	222.6	210

Table 4. 로타리 암의 회전속도에 따른 레이어별 베일의 표면압력 분포

		Pressure (g/cm ²)									
		Level 1		Level 2		Level 3		Level 4		Level 5	
Rotary arm (rpm)		27		29		31		33		35	
		M ₁	M ₆	M ₁	M ₆	M ₁	M ₆	M ₁	M ₆	M ₁	M ₆
Layer	2	6.3	47.7	12.5	79.8	45.1	34.3	12	52.4	11.4	20.2
	4	8.3	91.8	23.6	164.7	62.7	177.1	40.5	91.4	28.2	51.9
	6	12.6	134.6	44.6	243.2	73.6	225.1	68.4	132.1	60.3	125.5
	8	19.1	225	58.9	324.2	90.3	277.9	90.1	190.2	101	214
	10	46.5	259.6	78	399.6	98.5	342	106.9	273	150.5	308.6
	12	57.4	342.6	77.1	488.7	109.3	435.3	120	374	199.8	416.3
	14	63.6	423.8	109.8	592.4	139.4	536.7	140	486	224.8	526
16	72.2	537.6	129.5	680.5	164.5	641.3	164.7	606.9	245	636	

◇ 모든 실험단계에서 레이어 변화에 따라 필름이 베일에 가하는 압력은 베일끝의 중앙에서 최고 값, 베일측면의 중앙에서 최저값으로 나타났고 매우 불균일하였음. 불균일한 압력분포의 원인은 베일끝의 중앙 (S₁)이 베일측면의 중앙 (S₂)에 비해 필름의 중첩수가 8.24배 많은 것이 원인으로 기존 레이어별로 최대 중첩수를 식(3)으로 분석하면, S₂위치에서 4 레이어일 때 S₁ 위치는 33 레이어였음. 그리고 S₂에서 6 레이어일 때 S₁은 49.4 레이어이었고, S₂에서 8 레이어일 때 S₁은 65.9레이어가 중첩되었음. 분석결과, 4 레이어를 6 레이어로 대체하기 위해서는 각 레벨 단계에서 베일의 측면부분에만 2-4 레이어를 추가하면 M₁의 최소압력이 4 레이어 수준인 8.3-62.7 g/cm²에서 6 레이어 수준인 12.6-73.6 g/cm²으로 개선되어 6 레이어를 대체할 수 있을 것으로 판단되었음. 이때 필름의 소비량은 기존의 6 레이어 포장에 비하여 4 레이어에서 베일측면 부분에만 포장하는 것이 4-6 레이어 사이의 필름 소비량을 84.6% 절감할 수 있는 것으로 분석됨.

51) 현장실증실험을 통한 최적 운용조건 구명

◇ 최근 급증하는 트랙터 안전사고 및 사망자 급증에 대응하여 최적 운용조건
의 구명은 안정성분석에 대해 집중적으로 실험을 진행하였는데 Tractor
-Baler System에 대한 트랙터와 베일러의 무게중심을 개별적으로 분석하
고, 시스템 무게중심을 구해 횡전도각을 산출하였음. 트랙터, 베일러와 시
스템의 각 차륜하중은 수평상태와 기울인 상태에서 측정하여 적용하였는
데 측정 장치의 한계로 시스템에 대한 기울인 상태의 차륜하중은 실측하
지 못하였음.



CH 51. 연구내용 Biosystems Engineering (영문) 6월호 대표논문 선정→

Table. 1 트랙터, 베일러와 Tractor-Baler System의 수평 상태 및 기울인 상태에서의 차륜하중

Load weight	State	Tractor		Baler		System
		Horizontal state	Tilt state	Horizontal state	Tilt state	Horizontal state
WL2 (kg)		786	760.4	-	-	815.9
WR2 (kg)		761.5	745.4	-	-	791.8
WL1 (kg)		911.5	938.7	-	-	1195.7
WL1 (kg)		912.5	927.1	-	-	1109.3
3-point hitch (kg)		-	-	602	654.5	-
WL3 (kg)		-	-	1250.5	1218.7	1235.9
WR3 (kg)		-	-	1194.5	1173.8	1270
Total weight (kg)		3,371.5	3,371.5	3,047	3,047	6,418.5
Tilt	Angle (degree)	-	(δ): +16.7	-	(α): -6.7	-
	Height (h) (mm)	-	650	-	400	-

◇ 트랙터, 베일러와 Tractor-Baler System의 무게중심은 각각의 좌표기준점을 기준으로 개별적으로 산출하였음. 로더를 장착한 트랙터의 무게중심 좌표 (XT, YT, ZT)는 좌표기준점 (S0)을 기준으로 (963.89, -27.08, 566.11) mm으로 산출되었는데 로더를 장착하지 않은 상태 (FACT, 2012)의 무게중심 좌표 (814.45, -5.48, 183.04) mm에 비해 XT가 149.44 mm, YT가 21.6 mm, ZT가 383.07 mm 이동하였음. 베일러의 무게중심 좌표 (XB, YB, ZB)는 좌표기준점 (S1)을 기준으로 (673.82, -17.55, 542) mm이었음. 그리고 수확식을 이용하여 산출한 시스템의 무게중심 좌표 (XS, YS, ZS)는 좌표기준점 (S2)를 기준으로 (3112.46, -977.56, 1160) mm이었고 좌표기준점 (S7)을 기준으로 (3112.5, 932.5, 1160) mm이었음.

◇ 시스템 시뮬레이션의 횡전도각 분석은 편각을 반시계방향으로 회전하면서 경사각의 변화를 주면서 진행하였음. 이때 경사각은 90도 범위에서 각도를 1도 단위로 상승시켰음. 시스템은 중앙선에 대해 WL2 접지점과 WL3 접지점이 1.7도 차이가 있었고, 트랙터는 중앙선에 대해 WL2 접지점과 WL1 접지점이 7도의 차이가 있었음. 시스템 구성요소인 로더를 장착한 트랙터에 대한 시뮬레이션 결과, 우측 횡전도는 편각 67도-0도-252도 범위에서 횡전도가 최소 16.6도, 최대 88.8도에서 발생하였으며, 좌측 횡전도는 편각 247도-180도-72도 범위에서 횡전도가 최소 16.6도, 최대 88.8도에서 발생하였음. 또한, 로더를 장착한 트랙터에 대한 횡전도각의 실증실험은 편각 0도를 기준으로 17.5도였고 시뮬레이션 결과인 17.9도와 2.3%의 차이를 보였음.

◇ 시스템에 대한 시뮬레이션 결과, 우측 횡전도는 편각 82도-0도-262도 범위에서 횡전도가 최소 19.5도, 최대 87.3도에서 발생하였으며, 좌측 횡전도는 편각 259도-180도-79도 범위에서 횡전도가 최소 19.5도, 최대 87.3도에서 발생하였는데 좌측·우측이 같은 결과를 보였음. 시뮬레이션 결과, 시스템은 편각 0도 조건에서 19.8도에서 횡전도가 발생하였는데 로더를 장착한 트랙터에 대한 시뮬레이션과 실증실험에 비해 각각 13.1%, 10.6% 높아지는 결과를 보였음.

◇ 시스템의 횡전도 발생은 경사각의 변화에 따라 각 차륜 접지점과 무게중심이 이루는 경사각이 점차 높아지다가 낮아지는데 최고점에서 횡전도가 발생하였음. 시뮬레이션 결과 우측 횡전도에서 트랙터는 전륜좌측 차륜의 접지점과 무게중심의 경사각이 22.36도에서 최고점에 도달하였고, 후륜좌측 차륜의 접지점과 무게중심의 경사각이 40.61도에서 최고점에 도달하였음. 또한, 베일러 후륜좌측 차륜의 접지점과 무게중심의 경사각이 31.45도에서 최고점에 도달하였음. 시스템의 횡전도는 트랙터의 후륜좌측 경사각과 베일러의 후륜좌측 경사각의 평균 경사각인 31.45도에서 발생하였는데 이때의 우측 횡전도각은 19.5도로 산출되었음. 편각 0도 조건에서 시스템의 우측 횡전도는 19.5도 이상에서 발생하였는데 이때의 무게중심 절대좌표는 (3112.5, -534.3, 1419.5) mm로 나타났음. 이것은 무게중심이 트랙터 좌측후륜 접지점과 이루는 경사각과 베일러의 좌측후륜 접지점과 이루는 경사각의 평균 경사각은 31.45도이고 이때 19.5도가 횡전도각을 의미함. 다음의 식(1)-식(4)은 Mathlab (R2010b)을 이용하여 각 차륜의 접지점에서 횡전도가 발생하는 경사각과 시스템의 횡전도가 발생하는 경사각을 구하였음.

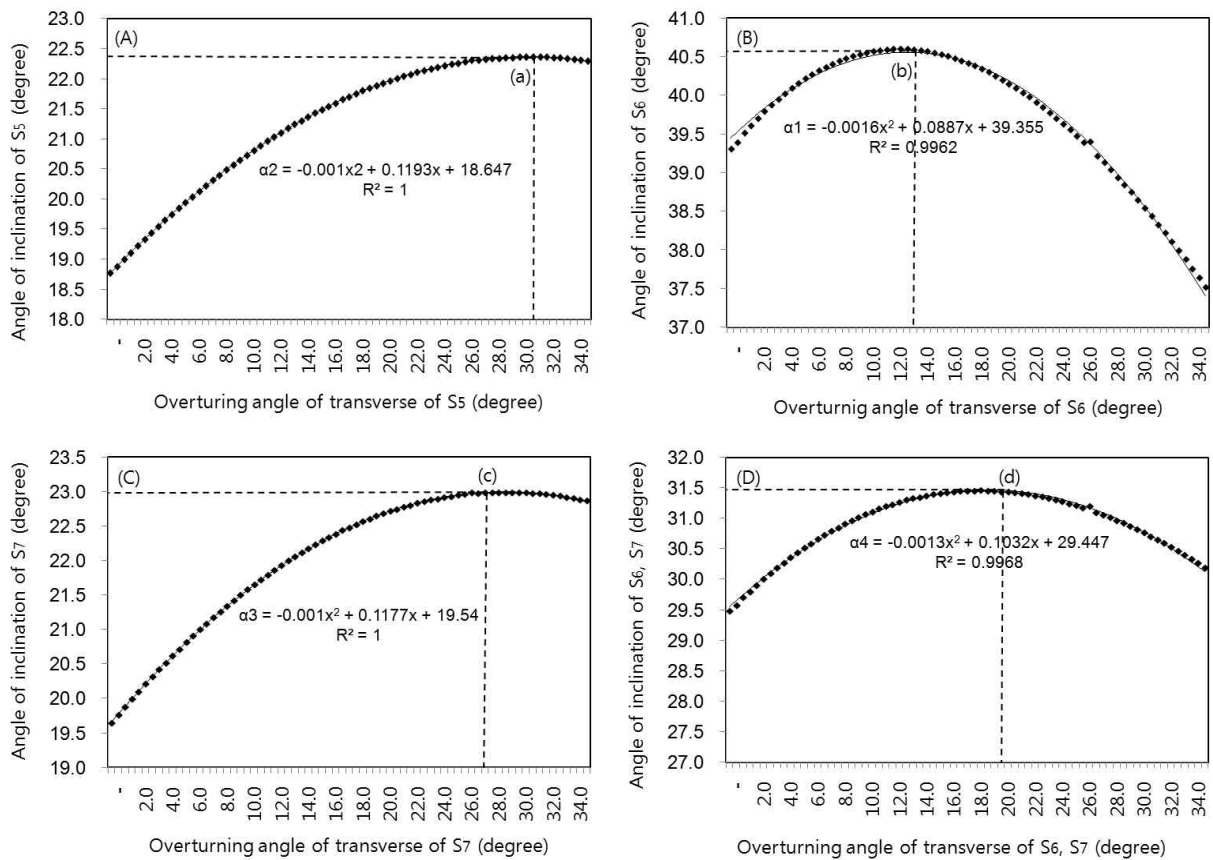


Figure 1. Tractor-Baler System의 우측 횡전도 분석

$$\alpha 1 = -0.0016x^2 + 0.0887x + 39.355, R^2 = 0.9962 \quad (1)$$

$$\alpha 2 = -0.001x^2 + 0.1193x + 18.647, R^2 = 1 \quad (2)$$

$$\alpha 3 = -0.001x^2 + 0.1177x + 19.54, R^2 = 1 \quad (3)$$

$$\alpha 4 = -0.0013x^2 + 0.1032x + 29.447, R^2 = 0.9968 \quad (4)$$

좌측 횡전도각은 편각 180도 조건에서 무게중심이 트랙터의 전륜우측 차륜의 접지점과 이루는 경사각이 21.98도에서 최고점에 도달하였고, 무게중심이 후륜우측 차륜의 접지점과 이루는 경사각이 39.93도에서 최고점에 도달하였음. 무게중심이 베일러 후륜우측 차륜의 접지점과 이루는 경사각이 22.6도에서 최고점에 도달하였음. 시스템의 횡전도는 무게중심이 트랙터의 후륜우측 접지점과 이루는 경사각과 무게중심이 베일러의 후륜우측 접지점과 이루는 경사각의 평균 경사각인 30.92도에서 발생하였는데 이때의 횡전도각은 19.5도로 산출되었음. 이때 무게중심의 절대좌표는 베일러의 후륜좌측 차륜 접지점 기준으로 (3112.5, 491.7, 1405.7) mm로 나타났음. 이것은 무게중심이 트랙터의 우측후륜 접지점과 이루는 경사각과 무게중심이 베일러의 우측후륜 접지점과 이루는 경사각의 평균인 경사각이 30.92도이고 x축의 19.5도가 횡전도각을 의미함. 다음의 식(5)-식(8)을 이용하여 각 차륜의 접지점에서 횡전도가 발생하는 경사각과 시스템의 횡전도가 발생하는 경사각을 구하였음.

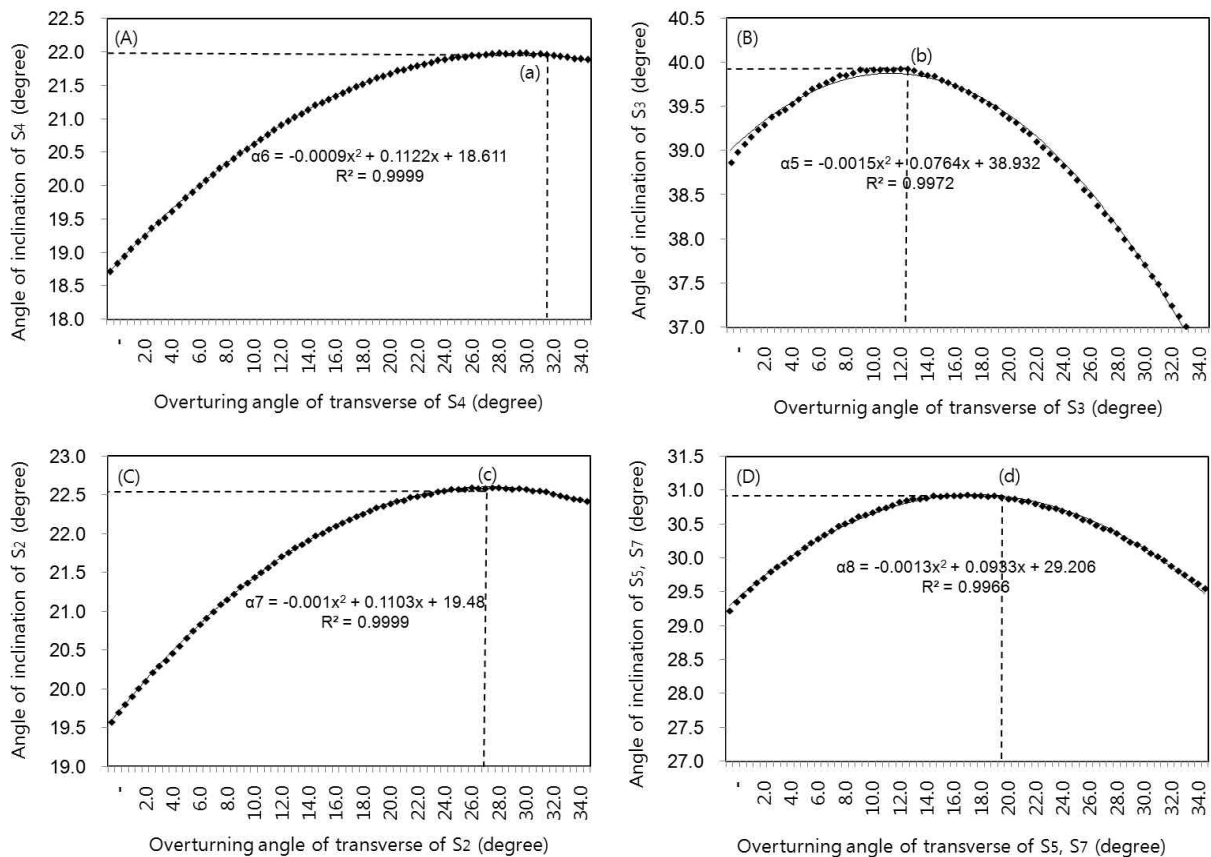


Figure 2. Tractor-Baler System의 좌측 횡전도 분석

$$\alpha 5 = -0.0015x^2 + 0.0764x + 38.932, R^2 = 0.9972 \quad (5)$$

$$\alpha 6 = -0.0009x^2 + 0.1122x + 18.611, R^2 = 0.9999 \quad (6)$$

$$\alpha 7 = -0.001x^2 + 0.1103x + 19.48, R^2 = 0.9999 \quad (7)$$

$$\alpha 8 = -0.0013x^2 + 0.0933x + 29.206, R^2 = 0.9966 \quad (8)$$

52) 현장실증실험을 통한 양산표준 방향 제시

- ◇ 개발된 통합형 베일러에 대한 양산표준은 3차년에 걸친 요인실험 및 현장실증을 통하여 수정·보완작업을 걸쳐 결정되고 수치화된 다음의 주요 13개 항목을 사내 양산표준으로 하며, 향후 생산 및 제조의 기준사양으로 함.

<< 2018 양산체계 구축을 위한 Multi Pro >>



- (1) 형 식 명 : 비닐 랩퍼가 내부에 장착된 통합형 베일러
- (2) 규 격 : 픽업드럼 폭 1,550 mm
- (3) 기 체 : 길이 5,580, 폭 2,500, 높이 2,110 mm (상부 커버 탈착식)
- (4) 중 량 : 3,046 kg
- (5) 픽업갈퀴 : 104개 (26개 x 4조)
- (6) 픽업회전 : 110 rpm (PTO 540 rpm)
- (7) 성형장치 : 롤러식, 원통형 (Ø100 x 100 cm), 성형 로울러 Ø166 x 974 mm
- (8) 결속장치 : 네트타입, 결속강도 스프링 장력식 조정, 폴리프로필렌
- (9) 방출장치 : 유압장치형식→분리식, 베일 방출방식→자동식
- (10) 주행장치 : 타이어(고무), 400/160 15.5-16PR, 차륜거리 1910 mm
- (11) 견인동력 : 농업용트랙터, 4륜구동, 엔진마력 80HP (59kw) PTO 72HP (53kw)
- (12) 작업속도 : 2.15 m/sec
- (13) 베일크기 : 체적 3.14 m³, 400~500 kg

- 이외 세부사양은 CH_54, 규격 및 성능설명서에 준함 -

53) 현장실증시험을 통한 제품화 방향 제시

◇ 개발된 통합형 베일러는 내수 및 수출을 목적으로 개발되었는데 제품화에 있어 Dry container 를 기준으로 모든 사양 (20, 40, 40HC feet에 적재가 가능토록 하며, 상부 커버는 탈착식으로 하여 현지 구매자 (판매대리점)의 요구에 따라 현지제작 혹은 분리 선적 가능토록 제품화 함.

<< 수출 효율화를 위해 적용된 ISO 컨테이너 규격 >>



		Reefer Container (ft)			Dry Container (ft)			
		20	40	40HC	20	40	40HC	45
내부 치수 (mm)	길이	5,455	11,554	11,554	5,899	12,034	12,034	13,555
	폭	2,290	2,286	2,290	2,348	2,348	2,348	2,348
	높이	2,262	2,216	2,538	2,390	2,390	2,695	2,695
개구부 치수 (mm)	폭	2,286	2,286	2,286	2,336	2,336	2,336	2,336
	높이	2,227	2,182	2,491	2,278	2,278	2,583	2,583
내부용적 (CBM)		28.300	58.500	67.300	33.100	67.500	76.100	85.700
중량 (kg)	자체중량	2,960	4,240	4,800	2,290	3,890	4,150	4,880
	최대적재중량	21,040	26,280	25,680	21,710	26,590	26,330	25,600
	총 중량	24,000	30,520	30,480	24,000	30,480	30,480	30,480

- 이의 세부사양은 CH_54, 규격 및 성능설명서에 준함 -

54) 농업기술실용화재단 안전검정 (합격)

◇ 3차년 엔지니어링 샘플은 농업기술실용화재단에서 국가기준에 따라 안전검정을 진행하여 합격하였음. 개발된 통합형 베일러에 대한 규격 및 성능설명서 및 공식 농업기계 형식명은 다음과 같음 (Figure 1).

- ✓ 형 식 명 : Multi Pro
- ✓ 형 식 : 트랙터 견인식 원통베일 래퍼형
- ✓ 검정번호 : 17-MT011 (기술지도), 17-MS-084 (안전검정)
- ✓ 문서번호 : 농업기술실용화재단 농기계검정팀-1060
- ✓ 문서일자 : 2017.05.29.



농업기계 형식 표지판	
기종명	농업용베일러
형식명	Multi Pro
형식	트랙터 견인식 원통베일 래퍼형
규격	픽업드럼폭 155cm
제조번호	MS-BZ1001R
제조년월	2017. 4
제조사	주식회사 광명 경기도 평택시 광명로길98 031-611-9371

Figure 1. 개발품 농업기술실용화재단 농업기계 형식 표지판 부착

규격 및 성능설명서

- (1) 형 식 명 : Multi Pro
- (2) 형 식 : 트랙터 견인식 원통베일 • 래퍼형
- (3) 규 격 : 픽업드럼폭 155cm
- (4) 기 체
 - (가) 길이 (mm) : 5,580
 - (나) 폭 (mm) : 2,500
 - (다) 높이 (mm) : 2,110
- (5) 중량 (kg) : 3,046kg
- (6) 공시기 부착방식
- (7) 픽업장치
 - (가) 픽업 드럼폭 (mm) : 1,550
 - (나) 픽업용 갈퀴개수 (개) : 104개 (26개 X 4조)
 - (다) 구동축 회전수 (rpm) : 110 rpm (PTO 540rpm)
 - (라) 구동방식 : 체인식
- (8) 성형장치
 - (가) 베일 성형방식 : 롤러식
 - (나) 베일 형상 : 원통형(∅100 x 100 cm)
 - (다) 베일 방출방식 : 유압식

- (라) 성형로올러 크기(직경×길이)(mm) : $\Phi 166 \times 974$
- (마) 성형로올러 개수 (개) : 18 개
- (바) 압축플런저
 - 1) 크기 (길이×폭×높이) (mm)
 - 2) 행 정 (mm)
- (사) 송입장치 형식 : 오거
- (아) 송입오우거 또는 포오크 크기(길이×외경(또는 폭)×두께) (mm):318 X 385 X 3.2t
- (9) 결속장치
 - (가) 결속장치 : 네트타입
 - (나) 결속개소 : 그물망 (1개소)
 - (다) 결속강도 조절방식 : 스프링 장력식
 - (라) 결속끈 종류 : 폴리프로필렌
- (10) 방출장치
 - (가) 유압장치형식 : 분리식
 - (나) 베일 방출방식 : 자동식
- (11) 주행장치(견인식 및 자주식중 주행장치가 있는 구조에 한함)
 - (가) 차륜의 종류 : 타이어(고무)
 - (나) 차륜의 규격 : 400/160 15.5-16PR
 - (다) 차륜거리(mm) : 1910
- (12) 견인 또는 부착동력기(자주식 제외)
 - (가) 기종명 : 농업용트랙터
 - (나) 형식명 : MX80
 - (다) 형 식 : 4륜 구동
 - (라) 규 격 : 엔진마력 80HP(59kw) PTO 72HP(53kw)
 - (마) 제조회사명 : 대동공업
- (13) 상용회전수(rpm) : 540 rpm
- (14) 작업속도(m/s) : 2.15 m/s
- (15) 작업폭(mm) : 1,550 mm
- (16) 공시재료명
- (17) 베일의 크기
 - (가) 체적(m^3) : 3.14 m^3
 - (나) 중량(kg) : 400~500kg
- (18) 포장작업능률(kg/h)
- (19) 동력전달장치
 - (가) 동력전달방식 : 기어 및 체인식
 - (나) PIC축
 - 1) 형식 : 트랙터 PTO 축
 - 2) 직경 : $\Phi 35$
 - 3) 스플라인수 : 6개
 - 4) 회전수 및 회전방향 : 540 rpm(우방향)
 - (다) 체인(또는 벨트)의 종류 및 규격 : #60, #80
 - 상부 메인: #80(134코)
 - 하부 메인: #80(82코)
 - 상부 롤러: #80(189코)

- 하부 롤러: #80(107코)
- 오거 : #80(134코)
- 픽업 : #60(67코)
- 네트 벨트: 3V(770mm)

(라) 안전장치의 종류 및 개수

- 메인축 2 개소 (M10 X 50 - 8.8)
- 픽업축 1 개소 (오버런 클러치)
- 오버런 조인트 1개소(1,500Nm)
- 후미등(방향 지시등:21w, 브레이크등:5w, 차폭등:5w, 후진등:10w)

<< 기술지도 및 안전검정 합격 문서 >>

문버는 농업, 잘사는 농촌



농업기술실용화재단

수신 주식회사 명성 대표이사 이인한 귀하
(경유)

제목 농업기계 검정결과 통보

2017. 4. 17.자, 5. 2.자 및 5. 11.자로 각각 귀사에서 신청한 농업용베일러의 기술지도검정, 베일래퍼 및 농업용베일러의 안전검정 결과를 다음과 같이 알려드립니다.

다 음

기종명	형식명	형 식	규 격	검정번호	검정결과
농업용베일러	Multi Pro	트랙터견인식 원통베일 · 래퍼형	베일크기 Ø 100×100 cm	17-MT-011	-
베일래퍼	CANNON	트랙터 부착형 회전암식	예취폭 314 cm	17-MS-074	적합
농업용베일러	Multi Pro	트랙터견인식 원통베일 · 래퍼형	베일크기 Ø 100×100 cm	17-MS-084	적합

붙임 1. 농업용베일러 기술지도검정성적 1부.

2. 베일래퍼 및 농업용베일러 안전검정 확인서 각 1부, 끝.

◆ 농업기계 사후관리 안내

본 형식의 품질유지 등을 위하여 필요한 경우 농업기계화촉진법 제9조 제3항에 따라 사후검정이 실시될 수 있으며, 사후검정 기준에 미달한 경우 “농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 그 출하를 금지하고 보완 또는 검정을 취소할 수 있음”을 안내 하여 드립니다.

농업기술실용화재단이사장



55) 농림수산물기술기획평가원 기술실시계약 (체결)

◇ 3차년 농림수산물기술기획평가원에 「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제22조 제2항」에 준해 기술실시계약을 신청하여 기술료를 납부하고 기술실시 계약을 체결하여 판매를 할 수 있는 조건을 최종적으로 확정하였는데 다음과 같음.

- ✓ 연구과제 : 기술사업화지원사업 (과제번호 : 814001-3)
- ✓ 신청결과 : 주관기관-IPET 기술실시 계약 체결 완료
- ✓ 산정내역 : 주관기관에서 IPET에 기술료 90,000천원 (총 정부출연금의 10%) 납부
- ✓ 실시기간 : 8년
- ✓ 계약일자 : 2017.09.01.

<< 기술실시보고서 신청 문서 >>

<붙임 1>

기술실시보고서						
(단위 : 원)						
연구개발과제 현황	사업명	기술사업화지원사업		연구과제번호	814001-3	
	연구과제명	통합형 다목적 조서료 수확기의 국산화 연구개발 및 상용화				
	연구기관명	(주)명성	연구책임자	장대인	참여기업명 (주)명성	
	연구협약일	2014. 10. 15.	연구기관	2014. 10. 15. ~ 2017. 10. 14.		
연구개발비	정부출연금	기업부담금	기타 ()	계		
	900,000,000	300,000,000		1,200,000,000		
기술실시계약 및 성과활동 현황	계약(활동)명	통합형 다목적 조서료 수확기 상용화				
	계약(활동)일	2017. 09.01.	실시(활동)기간	8년		
	지재권 종류		실시권 유형	직접 실시		
	* 지재권이 특허(출원,등록)인 경우	명 칭			일 지	
		번호			일 지	
	실시(활동)기관	기관명	(주)명성		기관유형	중소기업
		주 소	경기도 평택시 관용달길 88		대 표 자	
사업자번호				전화번호		
	부사(담당자)	연구소(집대인)		e-mail		
기술료산정내역	정부출연금의 10%(900,000,000원 X 10%) : 90,000,000원					
기 술 료	정액기술료		정상기술료		기타 조건	
	정수(납부)예정일	정수(납부)금액	착수기준일	정수(납부)예정일	정수(납부)금액	
	2017.09.15.	90,000,000	매출에 따른 기술료	정수(납부)시작일	결산월	
				정수(납부)종료일	정수율	
	계	90,000,000			매출액의 ()%	
기타특기사항						
국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제22조 제2항에 따라 위와 같이 기술실시계약이 체결되었음을 보고합니다.						
붙임 1. 기술실시계약서 사본 1부(타기관으로 기술이전시). 2. 지식재산권을 포함하는 기술이전인 경우 해당 증빙자료(특히 등록증, 출원증 등) 1부 (타기관으로 기술이전시). 3. 연구개발과제협약서 사본 1부(직접실시시).						
2017년 09월 01일 주관연구기관 (주)명성 의 대표 [인]						
농림수산물기술기획평가원장 [인]						

56) 농림축산식품부 정책활용 건의 (수용)

◇ 3차년 농림축산식품부에 기술사업화지원사업 (통합형 다목적 조사료수확기의 국산화 연구개발 및 상용화 (과제번호 : 814001-3))에 대한 정책활용 건의가 정책부서인 농기자재정책팀에서 수용되었는데 다음과 같음.

- ✓ 연구과제 : 기술사업화지원사업 (과제번호 : 814001-3)
- ✓ 검토결과 : 정책활용 (수용) 정부지원대상 농기계 선정 등을 통하여 농업인에게 공급
- ✓ 검정번호 : 17-MT011 (기술지도), 17-MS-084 (안전검정)
- ✓ 문서번호 : 농림축산식품부 농기자재정책팀-1509
- ✓ 문서일자 : 2017.07.25.

<< 정책활용 건의에 대한 수용 문서 >>

인쇄 : 이행서 / 농기자재정책팀 (2017-07-25 19:04:38)

농업 농촌을 위한 현장중심의 개혁 농장



농림축산식품부

농림축산식품부

수신 (주) 명성 대표이사

(검유)

제목 정책활용 건의에 대한 검토결과 회신

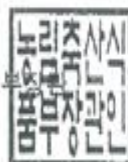
1. 관련 : 명성 1707-03(2017.7.14.)

2. 관련호로 요청한 "정책활용 건의"에 대하여 검토결과를 아래와 같이 회신합니다.

연구과제명	검토결과
* 기술사업화지원사업 - 통합형 다목적 조사료수확기의 국산화 개발을 통한 상용화 (과제번호 : 114053-3)	* 정책활용(수용) - "정부지원대상 농기계"선정 등을 통하여 농업인에게 공급

끝.

농림축산식품부



○ 사업화성과 및 매출실적

- 사업화 성과 (연구기간 중에 엔지니어링 샘플 국내외 각 1대 시범판매 수행)
- 현재 주관기관의 주력시장인 한중관계가 THAAD 문제로 수출이 유동적임

항목	세부항목			성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	1.24억원	
			향후 3년간 매출	150억원	
		관련제품	개발후 현재까지	억원	
			향후 3년간 매출	억원	
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %	
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %	
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %	
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %	
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위			2위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위			2위

- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		3년		
	소요예산(백만원)		3,000		
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년후	5년후
			1.24	80	120
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
			국내	시범판매	15%
국외			시범판매	1%	2%
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		기종 다변화를 위해			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)		현재	3년후	5년후
	수입대체(내수)		시범판매	24	36
	수 출		시범판매	66	84

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

D-06

4-1. 목표달성도

○ 최종연구목표 및 평가방법 척도 : 정상수행

구 분	평가의 착안점 및 척도			
	최종연구목표 (연구계획서상의 목표)	척도 (%)	달성도 (%)	최종연구결과 (최종보고서상의 결과)
1차년 (2014)	○ 최적 어셈블리 시스템 설계	20	100	정상수행 : 최종보고서에 포함
	○ 소요동력 및 안정성 분석	20	100	정상수행 : 최종보고서에 포함
	○ 시작기 본설계	20	100	정상수행 : 최종보고서에 포함
	○ 시작기 요소 부품별 제작 및 실험	40	100	정상수행 : 최종보고서에 포함
2차년 (2015)	○ 시작기 본체 제작 및 요소기술 통합	20	100	정상수행 : 최종보고서에 포함
	○ 시작기 통합 및 수정, 보완	20	100	정상수행 : 최종보고서에 포함
	○ 시작기 견인력 및 소요동력 분석	15	100	정상수행 : 최종보고서에 포함
	○ 시작기 안정성 분석 및 성능분석	15	100	정상수행 : 최종보고서에 포함
	○ 시작기 실내 및 포장 시험	30	100	정상수행 : 최종보고서에 포함
3차년 (2016)	○ 최종 요소 부품별 제작 및 실험	10	100	정상수행 : 최종보고서에 포함
	○ 엔지니어링 샘플 제작 및 고도화	10	100	정상수행 : 최종보고서에 포함
	○ 엔지니어링 샘플 권역별 시범판매	10	100	정상수행 : 최종보고서에 포함
	○ 최적운용조건 구명 및 표준제시	20	100	정상수행 : 최종보고서에 포함
	○ 엔지니어링 샘플 시험 및 평가	50	100	정상수행 : 최종보고서에 포함
최종	내수 및 수출전략을 위한 다목적 조사료수확기의 개발	100	100	=∑(척도*달성도%)

3차년 엔지니어링 샘플 시험 및 평가 (50)

평가의 내용	최종연구목표 (연구계획서상의 목표)	척도 (%)	달성도 (%)	최종연구결과 (최종보고서상의 결과)
적용 규격	베일러 70마력급	5	100	베일러 ≥ 70마력급
작업 능률	≥ 1.5ha/시간(벧짚기준, 집초형태)	10	100	≥ 1.5ha/시간
작업 능력	≥ 7톤/시간(벧짚기준, 집초형태)	10	100	≥ 7톤/시간
작업 효율	단위면적당 ≥ 90%	5	100	단위면적당 ≥ 90%
작업 대상	동계, 하계작물, 부존자원(벧짚)	5	100	동계, 하계작물, 부존자원
베일 규격	$\phi 1.0 \leq \pm 0.05 \text{ m}$, $L1.0 \leq \pm 0.05 \text{ m}$	5	100	베일규격 목표에 만족
픽업 폭	$W1800 \leq \pm 30 \text{ mm}$	5	100	픽업폭 목표에 만족
예상 판매 가격	트랙터 견인형 ≤ 70,000,000원/대	5	100	65,000,000원/대

○ 연차별 성과목표 및 개발내용·개발범위 : 정상수행

(1)차년도: 2014.10.15.~2015.10.14			
번호	세부 성과목표	개발내용·세부설명	가중치
01	개발방향설정을 통한 최적시스템 설계에 대한 검토	정상수행·보고서 CH-01: pp8	100%
02	국내·외 통합형 모델의 사양 및 특성 분석	정상수행·보고서 CH-02: pp.9	100%
03	개발기준 및 품질기준, 최종베일의 기준치 제시	정상수행·보고서 CH-03: pp.16	100%
04	베일커터 요인시험장치 설계 및 설계치 구명	정상수행·보고서 CH-04: pp.21	100%
05	간편탈부착장치 요인시험장치 설계 및 설계치 구명	정상수행·보고서 CH-05: pp.24	100%
06	랩 회전제어 요인시험장치 설계 및 설계치 구명	정상수행·보고서 CH-06: pp.27	100%
07	베일 수직 세움 요인시험장치 설계 및 설계치 구명	정상수행·보고서 CH-07: pp.30	100%
08	다중 랩 거치대 요인시험장치 설계 및 설계치 구명	정상수행·보고서 CH-08: pp.33	100%
09	각 모델 소요동력 및 크기 선정	정상수행·보고서 CH-09: pp.36	100%
10	융·복합기술을 이용한 통합형 조사료 수확기 개발	정상수행·보고서 CH-10: pp.39	100%
11	동력전달 계통도 설계	정상수행·보고서 CH-11: pp.43	100%
12	인간공학적 조작 시스템 설계 기술 개발	정상수행·보고서 CH-12: pp.45	100%
13	시작기의 본설계	정상수행·보고서 CH-13: pp.49	100%
14	사업 평가지표 제시	정상수행·보고서 CH-14: pp.64	100%
15	주요 수출대상국가 농업환경 및 개괄적 시장조사	정상수행·보고서 CH-15: pp.65	100%
16	베일커터 요인시험장치 제작	정상수행·보고서 CH-16: pp.69	100%
17	간편 탈부착장치 요인시험장치 제작	정상수행·보고서 CH-17: pp.71	100%
18	랩 회전제어부 요인시험장치 제작	정상수행·보고서 CH-18: pp.72	100%
19	베일 수직세움부 요인시험장치 제작	정상수행·보고서 CH-19: pp.74	100%
20	다중 랩 거치대 요인시험장치 제작	정상수행·보고서 CH-20: pp.76	100%
21	통합형 동력전달 및 유압장치 등 구성요소 개발	정상수행·보고서 CH-21: pp.77	100%
22	개발 제작된 요인시험장치의 성능평가	정상수행·보고서 CH-22: pp.81	100%
23	각 부의 통합 제어 시스템 개발	정상수행·보고서 CH-23: pp.81	100%
24	작물 물성 특성 분석	정상수행·보고서 CH-24: pp.88	100%
25	작업지의 지표 및 토양특성 분석	정상수행·보고서 CH-25: pp.94	100%
26	견인력 및 소요동력의 분석	정상수행·보고서 CH-26: pp.98	100%
27	트랙터~베일러 시스템의 이론적 안정성분석	정상수행·보고서 CH-27: pp.105	100%
28	개발 제작된 요인시험장치의 성능평가	정상수행·보고서 CH-28: pp.110	100%
29	1차년도 시작기 제작	추가수행·보고서 CH-29: pp.119	100%

(2) : 2015.10.15.~2016.10.14			
	연차별 세부 성과목표	개발내용·개발범위	가중치
30	2차년도 시작기 본체 제작	정상수행·보고서 CH-30: pp.124	100%
31	요소기술 통합	정상수행·보고서 CH-31: pp.130	100%

32	반복 작업시의 시작기 문제점 도출 및 보완	· 보고서 CH-32: pp.138	100%
33	전기제어부품 요인시험장치 제작	정상수행 · 보고서 CH-33: pp.142	100%
34	유압 요인시험장치 제작	정상수행 · 보고서 CH-34: pp.150	100%
35	각 부의 통합 제어시스템 요인시험장치 제작	정상수행 · 보고서 CH-35: pp.157	100%
36	동북 아시아 주요국 수출, 행정 및 기술규제사항 조사	정상수행 · 보고서 CH-36: pp.162	100%
37	시작기 견인력 및 소요동력 분석	정상수행 · 보고서 CH-37: pp.168	100%
38	주요국 인체공학적 특성조사	정상수행 · 보고서 CH-38: pp.174	100%
39	시작기의 안정성 및 이론적 성능분석	정상수행 · 보고서 CH-39: pp.179	100%
40	시작기 포장실험 성능분석	정상수행 · 보고서 CH-40: pp.187	100%
41	시작기의 최적성능조건 구명 및 샘플기 방향제시	정상수행 · 보고서 CH-41: pp.197	100%
42	생산된 베일의 품질분석 및 최적조건구명	정상수행 · 보고서 CH-42: pp.204	100%

(3) : 2016.10.15.~2017.10.14

번호	연차별 세부 성과목표	개발내용 · 개발범위	가중치
43	샘플기 제작	정상수행 · 보고서 CH-43: pp.207	100%
44	엔지니어링 샘플 (국내) 판매, 현장실증실험	정상수행 · 보고서 CH-44: pp.213	100%
45	엔지니어링 샘플 (국외) 판매, 현장실증실험	정상수행 · 보고서 CH-45: pp.215	100%
46	엠지니어링 샘플을 통한 고도화 작업, 세부보완	정상수행 · 보고서 CH-46: pp.216	100%
47	a/s 매뉴얼 제작	정상수행 · 보고서 CH-47: pp.219	100%
48	엔지니어링 샘플기 현장실증실험으로 성능분석	정상수행 · 보고서 CH-48: pp.223	100%
49	현장실증실험으로 경제성분석	정상수행 · 보고서 CH-49: pp.225	100%
50	베일 품질분석을 통한 최적 작업조건 구명	정상수행 · 보고서 CH-50: pp.229	100%
51	현장실증실험을 통한 최적 운용조건 구명	정상수행 · 보고서 CH-51: pp.233	100%
52	현장실증실험을 통한 양산표준 방향제시	정상수행 · 보고서 CH-52: pp.236	100%
53	현장실증실험을 통한 제품화 방향제시	정상수행 · 보고서 CH-53: pp.237	100%
54	안전검정	추가수행 · 보고서 CH-54: pp.238	100%
55	농림수산물식품기술기획평가원 기술실시계약	정상수행 · 보고서 CH-55: pp.241	100%
56	농림축산식품부 정책활용 건의	정상수행 · 보고서 CH-56: pp.242	100%

※ 3차년 (36개월)에 걸친 연구개발은 「개발설정을 통한 최적시스템 설계에 대한 검토」 등 56단계로 순차적으로 진행되었는데 기간 중에 정량적 성과 54건을 창출하였음. 정량적 성과는 KCI 논문 3편 (2편의 학술지 권호 대표논문으로 선정), 학술발표 7건, 홍보 10건, 특허등록 7건, 특허출원 8건, 기술실시계약 (체결) 1건, 사업화 (국내외 매출달성) 1건, 정책활용 (수용) 1건, 농기검정 (합격) 1건, 사료검정 9건, 토양검정 6건 등 총 54건을 달성하였음.

4-2. 관련분야 기여도

○ 개발기술이 국내외 기술개발현황에서 차지하는 위치

□ 구현되는 제품의 기능 및 성능 측면에서 기존 기술과 차별화하여 제품 경쟁력을 확보함.

< 개발품과 수입품의 차별성 및 경쟁력비교 >

구 분	차별점 (EU수입기종 대비)	경쟁력 (EU수입기종 대비)	비고
기능적 측면	차중 3,050 kg으로 경량화 설계	Kuhn 대비 94%, McHale 56%, Lely 50%, Cicoria 60% 경량화	최종 개발품 기준
	픽업 및 초퍼유닛 교체가 용이한 결합장치	수확부 교체시 1인 작업 가능하게 하여 효율성 및 편리성 향상	
	배일 수직세움장치 및 다중 랩 적재장치	작업효율향상으로 제품경쟁력 확보	
	인간공학적 랩 거치대	인체지수 적용 랩 교체작업 환경개선으로 편리성 향상	
성능적 측면	70마력급 Baler의 보급형 기종으로 판매가 65백만원/대	수입기종 대비 가격경쟁력 확보 (복합형의 56%, 일체형의 50~56%)	
	베일규격 100*100cm	가축사육환경 (사육두수 50두) 기준, 잉여량 발생에 따른 변질·손실 줄임	
	차대길이 최적화설계, 회전반경 확보	Kuhn 대비 82%, McHale, Lely의 64%, Cicoria의 57%로 최적화	
	랩퍼 회전 정밀제어	랩의 느슨한 포장상태 개선으로 불량품·품질손실을 줄여 경쟁력 확보	

□ 기술로 구현되는 제품의 예정판매가격은 65,000천원/대로 트랙터~베일러 조합의 수입판매품 가격 대비 28~45%로 가격경쟁력을 확보함.

✓ 개발품은 유럽 수입품에 대비하여 44~49%의 가격으로 개발됨.

- MaHale 대비하여 49% (51% 가격경쟁력 확보)

- Lely 대비하여 44% (56% 가격경쟁력 확보)

✓ 개발품은 내수시장에서 최소조합 (개발품+LS엠트론) 111,200천원으로 수입품 대비하여 28~45%의 가격으로 개발됨.

✓ 중국 등에서 국산트랙터와 연계하면 가격경쟁력 우수한 것으로 판단됨.

< 신제품 개발 목표 트랙터 조합 대비 수입품의 가격비교 >

장치구분	개발품 (단위:천원)		수입판매품 (단위:천원)		비고 수입/개발
	최소조합	최대조합	최소조합	최대조합	
조사료 수확기	65,000		133,900 (Mchale)	148,000 (Lely)	44~49%
적용 트랙터	46,200 (LS엠트론)	59,000 (동양물산)	111,140 (Kubota)	255,000 (Agrotron)	
합계	111,200	129,000	245,040	403,000	28~45%
비교	100%	116%	220%	362%	

□ 구현되는 개발예정제품과 수입판매품 대비 주요 사양비교는 다음과 같음.

- ✓ 70마력급 개발품은 수입품 본체가격의 1/2 수준으로 가격경쟁력을 확보함.
- ✓ 적용 트랙터는 90마력급을 적용 1/2~1/5 수준으로 가격경쟁력을 확보함.
- ✓ 규격 및 차중을 최적화 및 경량화하여 성능적인 경쟁력을 확보함.
- ✓ 다종 사료작물에 이용이 가능하도록 하여 경쟁력을 확보함.

< 신제품 개발 주요 목표사양 대비 수입품 사양과의 비교 >

제품구분 사양구분		개발품	수입판매품						
			Kuhn		McHale		Lely		
동력 (마력)		70급	90		107		130		
필요 트랙터 (마력)		90급	135		160		200		
규격	W*H*D (cm)	250*211*558	280*230*450		276*302*580		280*345*575		
차대중량 (kg)		3,050	3,250		5,500		6,100		
베일규격 (cm)		100*100 (0.79)	125*120 (1.47m ³)		125*123 (1.51m ³)		160*123 (2.47m ³)		
개발대상		동·하계작물,벼짚	건초류		건초류		건초류		
제조국가		대한민국	네덜란드		아일랜드		네덜란드		
판매 가격 (천원)	수확기	65,000	135,000		133,900		148,000		
	적용 트랙터	LS	46,200	Kubota	11,114	Fendt	22,000	Fendt	24,500
		대동공업	50,700	CHN	11,200	CHN	19,860	CHN	22,330
		동양물산	59,000	Agrotron	16,424	Agrotron	19,850	Agrotron	25,500

5. 연구결과의 활용계획

D-07

○ 추가연구의 필요성

- ✓ 국내 최초로 국산화 개발된 개발품은 통합형 베일러로 베일러와 렵퍼의 기능이 한 대에 통합된 기술인데, 정책당국의 조사료 증산정책에 부응하여 다양한 품목·품종에 적용할 수 있는 추가적인 응용연구가 필요함.
- ✓ 연구개발은 베일러를 트랙터 견인형으로 수행되었는데 규모화의 진척과 공동영농, 농가소득 증대를 위해서는 기종 다변화를 통하여 소형, 대형기종의 개발이 필요함.
- ✓ 미개발 상태인 수확작업 중 조사료의 실시간 수분측정기술의 개발과 융복합이 필요함.
- ✓ 개발된 요소기술을 적용하여 자주식 통합형 베일러의 개발이 필요함.
- ✓ 향후, 4차 산업혁명의 진행과 더불어 승용 조사료수확기의 개발 및 무인작동장치도 필요할 것으로 판단되는데 장치가 인공지능으로 스스로 판단하여 조사료 위치를 인식하고 자동으로 수확·성형·포장·생산하는 기술의 응용 및 확대도 필요할 것으로 판단됨.

○ 타 연구에의 활용

- ✓ 연구개발 과정 중에 개발된 요소기술을 응용하여 타 연구에 활용하는 방안은,
 - 개발된 요소기술을 기존 양산기종에 적용,
 - 자동형 브레이크 적용 네트공급 장치기술의 발작물 비닐 자동포장기에 적용을 검토,
 - 베일 밀도조절 성형장치기술의 사료절단 공급장치에 적용을 검토,
 - 안정성분석기술을 트랙터 조합 농기계 일반에 적용을 검토.
- ✓ 개발된 요소기술과 학술적으로 검증된 이론기술을 발작물 일반과 베일러 기존기술에 응용하여 작물 일반에 광범위하게 적용할 수 있으므로 연구팀은 지속적인 연구와 기술 확산을 진행할 계획임.

○ 사업화 추진방안

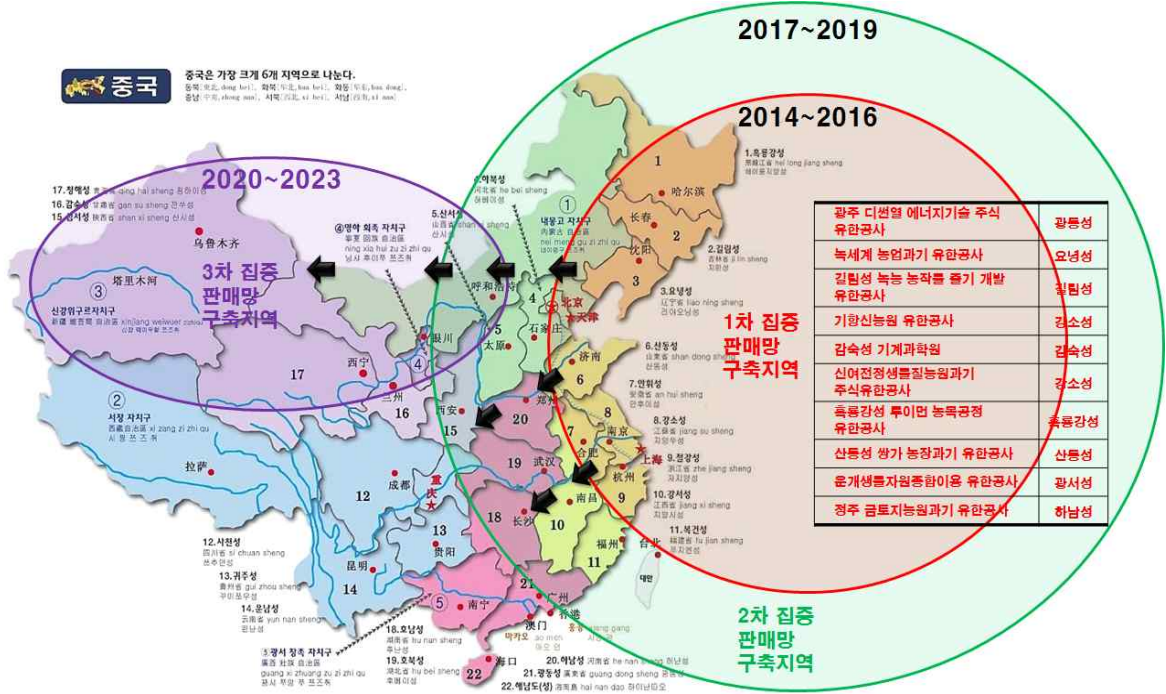
- 내수시장의 안정적 확보와 해외시장 본격진출로 Baler World class 추진
- 보급형모델 2017년 이후 중국시장진출, 2020 이후 고급형모델로 EU 진출 추진

<< 연도별 사업화 추진 전략 >>



- 중국시장 수출판매전략을 위한 유통망 개척 및 기존모델 영업활동 확대
- 중국시장 개척을 위해 권역별 3단계 유통망 개척 추진전략으로 접근함

<< 중국시장 진출 도식도 >>



- ↳ 내수위주의 판매를 극복하기 위해 지속적인 대중국 영업판매망 확충
- 특허획득과 상표등록을 통한 독자 브랜드로 중국시장 개척과 전사역량 집중
- ↳ 3단계 중국시장 접근(주산지거점지역→내륙농업지대→서북낙농지역)

<< 중국시장 진출 3단계 권역별 유통망 개척 >>



- 기존 중국 판매대리점과 신규 확보된 판매대리점을 통한 위탁판매
- 동북지사 (2018), 산둥지사 (2019) 설립을 위한 인력양성 및 해외사업부 집중육성
 - ↳ 현지 판매대리점 40개소 목표로 판매대리점 지속 확충 (2017~)
 - ↳ 현지 농기박람회 참가 (Agro China Expo, 2018)
 - ↳ 중국어 현지 홈페이지 신설 (<http://wp2.expdev.ecplaza.net>) (완료)
 - ↳ 중국어 카달로그 제작 (2018)
 - ↳ 현지 축산관련신문 등 광고활동 착수 (2018)
 - ↳ 요녕성, 길림성, 흑룡강성 현지시연회 집중 개최 (2018)
 - ↳ 광둥성, 감숙성, 산둥성, 허남성 등 현지시연회 집중 개최 (2019)
- 판매망과 별도로 LS 등 대기업과 중국시장판매의 WIN_WIN 전략적 제휴 추진
- EU시장 진출을 위한 Baler World-Class인 Kuhn사와 협력체계 구축

- 2020년 EU 진출을 위한 체계적인 준비작업수행 및 고급형 모델 개발
- 2020년 엔지니어링 고급형 모델의 본격진출을 위해 전사역량 집중
 - ↳ Baler World-Class인 Kuhn사와 EU 진출 전략적 제휴 지속 추진 (완료)
 - ↳ 요소기술 총합 고급형 대형기종 개발 (2020)
 - ↳ 코트라 및 제휴사 등을 통한 EU 현지시장조사 실시 (2019)
 - ↳ EU 최대시장인 프랑스 SIMA 박람회 참가 (2019)
 - ↳ EU 최대시장인 독일 하노버 국제농업기구박람회 참가 (2019)
 - ↳ EU 진출 대비 인력양성 및 해외사업부 집중육성 (진행중)
 - ↳ EU 진출을 위한 제품의 EU, CE인증 취득 추진 (2020)
- 내수시장 시장점유율 확대를 위한 판매전략
 - 3권역(중부권,호남권,경상권) 중심으로 판매대리점망 확충 및 체계 구축
 - 조사료 주산지 및 축산농가 주산지의 잠재수요 중심으로 전략수립
 - ↳ 기존 농업법인 중심의 내수시장 판매방식에서 잠재수요중심으로 전환
 - ↳ 농업법인, 임대사업 등 5700개소 잠재시장수요 중심으로 체계 구축
 - ↳ 국내판매 활성화를 위해 임대사업 등 잠재시장수요에 적극적 영업활동 집중
 - ↳ 판매망과 별도로 타작업기업체와 판매의 WIN_WIN 전략적 제휴 추진
 - ↳ 국내 농기박람회 참가 (상주, 익산농기전시회 등)
 - ↳ 국내 카다로그 제작 및 홍보활동 착수 (2018)
 - ↳ 국내 전문지 및 축산관련신문 등 광고활동 지속
 - ↳ 국내 권역별 판매대리점 대상 시연회 및 고도화 지속 실시
 - ↳ 국내 개별 판매대리점 지역별 대농민 시연회 개최
 - 농업회사법인·영농조합법인 판로확대
 - ↳ 조사료증산정책으로 증가 추세인 관련 농업법인에 대한 영업활동을 강화
 - ↳ 현수요의 90%를 구성하는 농업회사법인에 대한 영업활동을 대폭 강화
 - ↳ 농업회사법인에 대한 사후봉사 및 기술지도 강화로 수요를 창출
 - ↳ 현재 가축사육농업법인 977개소가 집중적인 조사료 수요처로 분류
 - ↳ 조사료 급여 한우·육우·젖소 사육두수가 많은 자치단체 농업법인에 집중영업
 - 농기계 임대사업(지자체·농업기술센터) 적극 참여
 - ↳ 임대사업 기종인 조사료수확기의 임대용·교육용 판매활동에 적극 참여
 - ↳ 사업주체인 농업기술센터 임대기종에 반영토록 집중적인 홍보활동을 진행
 - 농기계은행사업(농협) 적극 참여
 - ↳ 농기계은행사업에 조사료수확기를 적용할 수 있도록 적극홍보활동을 수행
 - ↳ 농기계은행사업에 조사료수확기 판매활동에 적극 참여
 - 중고농기계사업(중고농업기계유통센터) 적극 참여
 - ↳ 신규수요 및 기종교체로 발생하는 중고농기계 유통에 적극적으로 대처
 - ↳ 지역별 영업소에 전시체계를 갖춰 공급 및 수요농민의 거래를 촉진
 - ↳ 중고농기계유통센터와 각 영업소의 유기적인 협조체계를 유도
 - ↳ 중고농기계사업의 거래·수출활성화를 통한 신규수요 창출을 모색
 - 들녘별 경영체 판로확대
 - ↳ 정책당국에서 추진하는 들녘별경영체사업에 조사료수확기 홍보활동을 추진
 - ↳ 50ha 이상 들녘이 많은 전북, 충남, 경북, 전남 경영체에 영업활동을 강화
 - ↳ 적극적으로 홍보 및 판매활동을 병행하여 신규 수요창출을 모색

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

D-08

○ 1) 바이오매스의 CHP 연료공급 체인 모델의 연구

- ✓ 제목 : Suitability of papiNet-standard for straw biomass logistics
- ✓ 저자 : Jussi Nikander
- ✓ 저널 : Journal of Industrial Information Integration, 6 (2017) 11-21
- ✓ 요약 : 보편화되고 있는 바이오매스의 CHP 공급에 있어 설계된 papiNet에 다중 연료공급 체인의 가능한 데이터 교환 형식으로 조사하였는데, 공급망의 여러 액터 간 데이터 교환 모델과 필요한 정보를 저장하기 위한 데이터 모델을 제시하였으며, 데이터 모델과 함께 papiNet 표준을 적용하는 방법을 연구함.

Journal of Industrial Information Integration 6 (2017) 11-21



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Industrial Information Integration

Journal homepage: www.elsevier.com/locate/jii



Suitability of papiNet-standard for straw biomass logistics



Jussi Nikander*

Natural Resources Institute Finland Ympäristökeskus, Vihti 03400, Finland

ARTICLE INFO

Article history:
Received 24 March 2017
Accepted 15 April 2017
Available online 17 April 2017

Keywords:
Multi-fuel supply chain
Supply chain
papiNet
Straw logistics
Bioenergy ecosystem
Logistics chain

ABSTRACT

Multi-fuel solutions are an increasingly common set-up in CHP (Combined Heat and Power) plants. Many plants use different types of biofuels, such as wood or agricultural products. In Finland, the most prominent type of biofuel in CHP are forestry products, with agricultural biofuel playing a marginal part. This work investigates the use of the papiNet standard, originally designed for the forestry supply chain, as a possible data exchange format for a multi-fuel supply chain where forestry products are the dominant type of fuel. Two data models are described in this work: a data exchange model between different actors in the supply chain, and a data model for storing the required information. Furthermore, the application of the papiNet standard with these data models is explored. As a result, the papiNet standard is found to be suitable for use with some provisions.

© 2017 Elsevier Inc. All rights reserved.

1. Introduction

Combined Heat and Power, or CHP power plants, are an important part of the electricity and heat generation infrastructure. They are especially important in colder climates, where buildings require heating for a large part of the year. One current trend in energy production in CHP plants is increasing the use of biomass and reduction in the use of fossil fuels. This is part of the general trend of increased use of renewable energy in recent years. For example, in the European Union the average annual growth of renewable energy between 1990 and 2014 was +4.28% [6]. In 2014 the highest share of gross electricity production in EU was produced using renewable energy sources (28.2%), followed by nuclear (27.5%) and coal (25.3%) [5]. However, it should be noted that when heat production is taken into account, nuclear power produces more total energy than renewable sources [6]. It should also be noted that this comparison includes only energy produced by

ing to moisture content [14]. Another way to categorize biomass is to divide it into crops and wastes, with waste coming from three sources: *forests, agriculture, and municipal waste* [16]. The latter categorization is more suitable for the purposes of this paper, as many biomasses used in CHP energy production are created as by-product or waste product of some other process. Examples of wastes and by-products include felling waste, sawdust, and straw residue. There are also biomasses grown for use in CHP energy production, such as reed canary grass [3,11] and willow [4,29,30]. However, despite research and development efforts, cultivation of such energy crops is currently not a particularly wide-spread phenomenon [4,10]. In 2007 the total estimated area for energy crop cultivation in the whole EU was approximately 2.5 million [1,8] to 5.5 million [21] hectares out of approximately 109 million hectares. The majority of these fields were used to grow crops for biofuel production, such as rape [8,21]. Thus, in order to use agricultural biomass in any significant degree in CHP power plants by-products

○ 2) 원형 베일의 포장 필름 소모량 수학적 모델링

- ✓ 제목 : On the mathematical modelling and optimization of foil consumption for cylindrical bale wrapping
- ✓ 저자 : Anna Stankiewicz, Andrzej A. Stępniewski, Janusz Nowak
- ✓ 저널 : Econtechmod. An International Quarterly Journal, 2016, 05(3): 101-110
- ✓ 요약 : 원형 베일의 필름 소모량에 대한 수학적 모델링으로 기본 레이어 변화에 따라 중첩면적 및 필름의 물성 등을 고려하여 측면과 원형면의 필름 양을 계산하는 것을 연구하였다. 연구는 Ivanovs 등의 필름 소모량에 대한 수학적식에 대응하여 새롭게 제시한 수학적식으로 학술적인 가치가 높음.

ECONTECHMOD. AN INTERNATIONAL QUARTERLY JOURNAL – 2016, Vol. 05, No. 3, 101-110

**On the mathematical modelling and optimization of foil consumption
for cylindrical bale wrapping**

Anna Stankiewicz, Andrzej A. Stępniewski, Janusz Nowak

*Faculty of Production Engineering, University of Life Sciences in Lublin, Poland
e-mail: anna.m.stankiewicz@gmail.com*

Received July 14.2016: accepted July 19.2016

Abstract. Aspects of mathematical modelling of wrapping round (i.e. cylindrical) bale related to the optimization of foil consumption are considered for individual bales of agricultural materials wrapped in plastic foil. The article details the mathematical description of bale wrapping, while also identifying both some solved problems and a few open ones, which can be solved to optimize the foil consumption. Mechanical properties of the sealing foil characterized by its Poisson ratio, arbitrary foil and bale size dimensions and overlapping width of subsequent wrapped foil strips were taken into account. After providing a basic understanding of how the foil is consumed in the course of wrapping process, the mathematical model for determining the number of entire foil wrappings is determined. Next the results of mathematical analysis are used for optimization purposes. The foil consumption per unit of the bale volume index is used as a measure of foil expenditure. Two problems of foil consumption optimization are stated and solved. The formulas for computing the optimal foil width and optimal bale size dimensions are derived and estimations of the solution errors are given. Computational results are presented and analyzed for exemplary bale silage.

Key words: baled silage, cylindrical bale, mathematical model, stretch foil, consumption

depending on different features have been carried out since 1990s, e.g., [1,2,3,6,8,12,19]. The study of foil usage has been extensive, with conceptual bases supported by empirical data, but generally, despite a few papers, limited to [6,7,11,13] and other papers of the same authors, there is still a lack of investigations concerning the mathematical description of the foil consumption aspects. Financial expenditures on the purchase of stretch foil constitute a high percentage in the total costs of this technology of silage production [14]. The effect of bale size dimensions and the number of foil layers as well as the value of the overlap of the adjacent strips of the foil on the foil consumption has been taken into account for round and square bales in [7,11]. In our previous paper [17] a direct analytical formula to compute the final number of wrappings necessary to guarantee the required number of foil layers under the assumed standard of wrapping as a function of initial width of foil, its Poisson's ratio and unit deformation of the foil, bale diameter as well as the overlap ratio, was given for the first time. The computer program which contains a graphical module for visualization of geometry of the distribution of subsequent foil strips and the arrangement of foil layer in a bale cross-section has also been presented in [17]. The length and surface area of foil taken from the roll and used for wrapping the bale were

○ 3) 원형 베일의 포장 필름 소모량 수학적 모델링

- ✓ 제목 : Analytical model of foil consumption for cylindrical bale wrapping
- ✓ 저자 : A. Stepniewski, Ja.Nowak, A. Stankiewicz
- ✓ 저널 : Econtechmod. An International Quarterly Journal, 2016, 05(1): 99-104
- ✓ 요약 : 원형 베일의 필름 소모량에 대한 수학적 모델링으로 기본 레이어 변화에 따라 중첩면적 및 필름의 물성 등을 고려하여 측면과 원형면의 필름 양을 계산하는 것을 연구하였음. 연구는 Ivanovs 등의 필름 소모량에 대한 수학적식에 대응하여 새롭게 제시한 수학적식으로 학술적인 가치가 높음.

ECONTECHMOD. AN INTERNATIONAL QUARTERLY JOURNAL – 2016, Vol. 05, No. 1, 99-104

Analytical model of foil consumption for cylindrical bale wrapping

A. Stepniewski, Ja.Nowak, A. Stankiewicz

*University of Life Sciences in Lublin, Faculty of Production Engineering;
e-mail: andrzej.stepniewski@up.lublin.pl; janusz.nowak@up.lublin.pl;
anna.stankiewicz@up.lublin.pl*

Received March 15 2016; accepted April 16 2016

Abstract. The work presents an algorithm for the calculation of the consumption of stretch foil used to wrap cylindrical bales of fodder in order to isolate the fodder from the air and other external factors. Mechanical properties of the foil, its arbitrary dimensions and any overlapping width of subsequent wrapped foil layers were taken into account. A simulation program was written that allows to compute the number of foil layers in the bale lateral surface as a function of the width of the foil, the angle of the bale's rotation around its axis and the number of wrappings. The computer program contains graphical module which allows visualization of geometry of the distribution of subsequent foil strips and the arrangement of foil layer in a bale cross-section. The length and surface area of the foil taken from the roll are computed for different variants of the wrapping process. The computational example is presented for two geometrically different ways of wrapping and different initial widths of the foil. Conclusions and suggestions were formulated as a result of the simulation.

Key words: baled silage; stretch foil consumption; simulation model

INTRODUCTION

The quality of silage in the form of cylindrical and prismatic bales depends on the efficiency of its protection against the penetration of air and impact of other external factors. Anaerobic conditions facilitate the development of desired microbes that provide for the quality of the

density of bales is of little significance [11, 14, 15]. Stretching the foil in 50% to 70% increases its adherence to the material being wrapped and to the previously applied layers. The degree of foil extension depends on the structure of the feeding unit, roller material, foil type and thickness as well as the temperature of air [12, 13] and has a significant influence on its consumption and leakproofness [9]. Excessive stretching of the foil might be the cause of micro-cracks or its visible damaging.

Financial expenditures on the purchase of stretch foil manufactured in the form of foil sleeves and tapes on rollers constitute a high percentage in the total costs of this technology of silage production [2, 16]. Foil consumption per unit of secured volume increases along with reducing the volume of the bale. More foil is consumed for wrapping single bales than in the case of collective wrapping of several bales [13]. Furthermore, the consumption is also determined by the method of applying the foil and its uniform distribution [6, 7].

In order to define the methods of reducing foil consumption while providing the required leakproofness, different authors analyse foil consumption by applying experimental methods for different extension degrees e.g. [4, 7, 8, 17] and various width of the mutual overlapping of adjacent strips [3, 6].

To conclude, the majority of studies on the subject focuses around experimental research following two separate directions – the study of the quality of secured silage in dependence on the physicochemical processes occurring in it, and the research of the dependence of the

○ 4) 원형 베일 포장기의 건설적인 기술매개 변수 최적화 모델링

- ✓ 제목 : Mathematical modeling and research results of the strainedly state of polymer tape in the sealing tape rolls
- ✓ 저자 : *Andriy Zdobyt'skyi*
- ✓ 저널 : *Econtechmod. An International Quarterly Journal*, 2015, 4(4): 49-54
- ✓ 요약 : 원형 베일의 필름 소모량에 대한 수학적 모델링으로 레퍼의 반경 및 각속도에 따른 필름의 폴림, 변화속도를 결정하기 위한 연구임. 필름의 폴림은 0.5-0.7 m/s 범위를 제시함. 분석은 Labview 프로그램을 사용하였으며, 최종적으로 필름의 폴림 및 변화에 대한 수학적식을 제시함.

Europ. J. Agronomy 83 (2017) 47–56



Spatial distribution of soil water, soil temperature, and plant roots in a drip-irrigated intercropping field with plastic mulch



Xianyue Li^a, Jiří Šimůnek^b, Haibin Shi^{a,*}, Jianwen Yan^a, Zunyuan Peng^a, Xuewen Gong^a

^a College of Water Conservancy and Civil Engineering, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010018, China

^b Department of Environmental Sciences, University of California Riverside, Riverside, CA, 92521, USA

ARTICLE INFO

Article history:
Received 27 February 2016
Received in revised form 25 October 2016
Accepted 28 October 2016
Available online 1 December 2016

Keywords:
Drip irrigation with plastic mulch
Intercropping
Soil water
Soil temperature
Root distribution

ABSTRACT

Intercropping and drip irrigation with plastic mulch are two agricultural practices used worldwide. Coupling of these two practices may further increase crop yields and land and water use efficiencies when an optimal spatial distribution of soil water contents (SWC), soil temperatures, and plant roots is achieved. However, this coupling causes the distribution of SWCs, soil temperatures, and plant roots to be more complex than when only one of these agricultural practices are used. The objective of this study thus was to investigate the effects of different irrigation treatments on spatial distributions of SWCs, soil temperatures, and root growth in a drip-irrigated intercropping field with plastic mulch. Three field experiments with different irrigation treatments (high T1, moderate T2, and low T3) were conducted to evaluate the spatial distribution of SWCs, soil temperatures, and plant roots with respect to dripper lines and plant locations. There were significant differences ($p < 0.05$) in SWCs in the 0–40 cm soil layer for different irrigation treatments and between different locations. The maximum SWC was measured under the plant/mulch for the T1 treatment, while the minimum SWC was measured under the bare soil surface for the T3 treatment. This was mainly due to the location of drippers and mulch. However, no differences in SWCs were measured in the 60–100 cm soil layer. Significant differences in soil temperatures were measured in the 0–5 cm soil layer between different irrigation treatments and different locations. The soil temperature in the subsoil (15–25 cm) under mulch was higher than under the bare surface. The overlaps of two plant root systems in an intercropping field gradually increased and then decreased during the growing season. The roots in the 0–30 cm soil layer accounted for about 60%–70% of all roots. Higher irrigation rates produced higher root length and weight densities in the 0–30 cm soil layer and lower densities in the 30–100 cm soil layers. Spatial distributions of SWCs, soil temperatures, and plant roots in the intercropping field under drip irrigation were significantly influenced by irrigation treatments and plastic mulch. Collected experimental data may contribute to designing an optimal irrigation program for a drip-irrigated intercropping field with plastic mulch.

© 2016 Elsevier B.V. All rights reserved.

1. Introduction

Intercropping is a very popular agricultural practice used around the world, such as in China (Zhang and Li, 2003), Germany (Munz

two different crop species during the growing period, which the traditional flood irrigation, incapable of providing different irrigation amounts in one field at the same time, cannot satisfy. This results in a low water use efficiency (WUE) in intercropping fields

7. 연구개발결과의 보안등급

	D-09
- 해당사항 없음 -	

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	코드번호		D-10	
					구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호
- 해당사항 없음 -								

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

	D-11
<p>○ 연구원들의 안전과 연구실 및 실험실 안전에 대해서 다음과 같은 사항들을 실시하고 있으며, 국가 연구 개발사업 수행 시 필요한 연구실 안전조치 이행계획에 관련된 사항은 관리팀에서 특별 안전점검과 연구 활동에 필요한 모든 제반사항을 적극 협조하고 있음.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 연구실 안전을 위해 안전환경관리규정 (2009.11.1.제정, 2011.11.1.개정)에 준해 운영함. <ul style="list-style-type: none"> - 연구실 안전관리 책임자 및 담당자 지정. - 관리팀에서 안전관리 전담자 배치. 2. 안전점검활동 <ul style="list-style-type: none"> - 연구실 일일안전점검 실시 - 정기점검은 매년 받고 있으며, 특히 위험요인별로 분류하여 점검을 받음. - 법령 의거한 정밀안전진단을 받음 (법 규정 : 2년에 1회실시). - 안전 점검에서 발생된 문제점은 즉시 개선 조치함. 3. 교육훈련 <ul style="list-style-type: none"> - 「연구실안전환경조성에관한법률」에 따라 안전교육은 월 1시간 이상 또는 6개월에 6시간 이상 받고 있으며, 온라인 교육을 의무적으로 받고 있음. 4. 건강검진 <ul style="list-style-type: none"> - 국민건강공단에서 실시하는 건강검진을 전직원이 매년 받고 있음. - 학교보건법에 의거 본교 건강센터에서 매년 건강검진을 받음. 5. 보험가입 <ul style="list-style-type: none"> - 4대보험(국민연금, 건강보험, 고용보험, 산재보험) 의무 가입된 사업장이며, 프리미엄 기업보장 보험에 가입된 사업장임. - 학교 보험은 단체보험과 연구활동 종사자 상해보험으로 나누어 가입하고 있음. - 과학기술분야 학부생 및 대학원생 포함. 	

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적 (54건)

번호	구분 (논문/특허/기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	D-12	
								사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	논문	Development of single-tractor integrated multi-purpose forage harvester	성균관대학교	1저자	Journal of Biosystems Engineering	-	2016.09.01	단독사사	비SCI
2	논문	Analysis of static lateral stability using mathematical simulations for 3-axis tractor-baler system	성균관대학교	1저자	Journal of Biosystems Engineering	-	2017.06.01	단독사사	비SCI (표지대표 논문)
3	논문	Analysis of bale surface pressure according to stretch film layer changes on round bale wrapping	성균관대학교	1저자	Journal of Biosystems Engineering	-	2017.09.01	단독사사	비SCI (표지대표 논문)
4	학술	Structural analysis of agricultural multi-purpose round baler for optimized design	성균관대학교	1저자	한국농업기계학회 2015 춘계학술대회 논문집	-	2015.04.30	단독사사	비SCI
5	학술	Patents analysis of agricultural multi-purpose round baler using OS-matrix	성균관대학교	1저자	한국농업기계학회 2015 춘계학술대회 논문집	-	2015.04.30	단독사사	비SCI
6	학술	Speed adjustable wrapper device for agricultural multi-purpose round baler	성균관대학교	1저자	한국농업기계학회 2015 춘계학술대회 논문집	-	2015.04.30	단독사사	비SCI
7	학술	조사료수확기 개발을 위한 세계 조사료수확기 기술사양 분석	성균관대학교	1저자	한국생물환경조절학회·식물공학	-	2016.10.12	단독사사	비SCI
8	학술	통합형 베일러를 적용한 사일리지 조재기의 개발	성균관대학교	1저자	한국농업기계학회 2016 추계학술대회 논문집	-	2016.10.30	단독사사	비SCI
9	학술	조사료수확기의 견인력 및 소요동력 분석	성균관대학교	1저자	한국농업기계학회 2016 추계학술대회 논문집	-	2017.04.30	단독사사	비SCI
10	학술	사일리지 조재기의 성능평가 및 절단품질	성균관대학교	1저자	한국생물환경조절학회·식물공학	-	2017.05.12	단독사사	비SCI
11	홍보	기사/명성 백만불 수출의 탑 수상	주)명성	단독	농업인 신문	-	2015.12.14	지원기관 표시	중앙전문지
12	홍보	기사/명성, 한국형 다목적 베일러 개발 박차	주)명성	단독	축산신문	-	2015.04.24	지원기관 표시	중앙전문지

번호	구분 (논문/특허/기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
13	홍보	/다목적 조사료복 합기 개발...상반기중 시제품 제작	주)명성	단독	한국농기계 신문	-	2015.03.15	지원기관 표시	중앙전문지
14	홍보	기사/명성, 통합형 다 목적 조사료 수확기 국산화	주)명성	단독	축산신문	-	2015.03.13	지원기관 표시	중앙전문지
15	홍보	기사/통합형 다목적 조사료 수확기 개발	주)명성	단독	농업인신문	-	2015.03.13	지원기관 표시	중앙전문지
16	홍보	기사/한국형 다목적 조사료 수확기 출시 임박	주)명성	단독	농수축산신 문사	-	2015.03.17	지원기관 표시	중앙전문지
17	홍보	출판/표지 대표논문	성균관 대학교	단독	Journal of Biosystem s Enginee ring	-	2017.06.01	단독사사	한국농업기 계학회
18	홍보	출판/표지 대표논문	성균관 대학교	단독	Journal of Biosystem s Enginee ring	-	2017.09.01	단독사사	한국농업기 계학회
19	홍보	기사/표지 대표논문	성균관 대학교	단독	KSAM Ne wsletter	-	2017.06.01	-	한국농업기 계학회
20	홍보	기사/표지 대표논문	성균관 대학교	단독	KSAM Ne wsletter	-	2017.09.01	-	한국농업기 계학회
21	특허	베일 세움 장치	주)명성	단독	특허청		2014.10.30		출원
22	특허	조사료 수확기용 픽 업 스프링 고정장치	주)명성	단독	특허청		2014.11.28		출원
23	특허	통합형 조사료 수확 기용 램 거치대 장치가 형성된 램핑 장치	주)명성	단독	특허청		2014.11.28		출원
24	특허	부분 교체가 가능한 스크래퍼를 구비한 이 회전이송장치 및 이 를 부착한 원형베일 러	주)명성	단독	특허청		2015.02.11		출원
25	특허	자동형 브레이크가 적용된 네트 공급장 치	주)명성	단독	특허청		2016.07.26		출원
26	특허	구동기어가 적용된 베일 형성 장치	주)명성	단독	특허청		2016.07.28		출원
27	특허	탈부착형 램공급부가 구비된 램핑장치	주)명성	단독	특허청		2016.07.29		출원
28	특허	베일러용 도어의 개 폐장치 (10-1554427)	주)명성	단독	특허청	-	2015.09.14	단독사사	등록
29	특허	조사료 절단, 압축 및 결속장치의 절단 커 터 (10-1458765)	주)명성	단독	특허청	-	2014.10.31	단독사사	등록
30	특허	통합형 조사료 수확 기용 램 거치대 장치가 형성된 램핑 장치 (10-1699885)	주)명성	단독	특허청	-	2017.01.19	단독사사	등록
31	특허	부분 교체가 가능한 스크래퍼를 구비한 이 회전이송장치 및 이 를 부착한 원형 베일 러 (10-1712257)	주)명성	단독	특허청	-	2017.02.24	단독사사	등록

번호	구분 (논문/특허/기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
32	특허	브레이크가 적용된 네트 공급장치 (10-1714326)	주)명성	단독	특허청	-	2017.03.02	단독사사	등록
33	특허	구동기어가 적용된 베일 형성장치 (10-1714327)	주)명성	단독	특허청	-	2017.03.02	단독사사	등록
34	특허	탈부착형 램프공급부가 적용된 램핑장치 (10-1714328)	주)명성	단독	특허청	-	2017.03.02	단독사사	등록
35	특허	베일 밀도 조절이 가능한 원형베일 성형장치 (10-2017-0109427)	주)명성	단독	특허청	-	2017.08.29	단독사사	출원
36	기술실시	기술실시계약 체결	주)명성	단독	농림수산식품기술기획평가원	-	2017.09.01	지원기관 표시	계약체결
37	사업화	자체사업화 실시	주)명성	단독	평택세무서, 평택세관	-	2017.09.19	-	사업화실적확인서(세금계산서,수출신고필증)
38	정책활용	상용화 (정부지원 대상 농기계 선정)	주)명성	단독	농림축산식품부	-	2017.07.14	지원기관 표시	정책활용 (수용)
39	농기검정	다목적 조사료수확기 (Multi Pro)	주)명성	단독	농업기술실용화재단	-	2017.05.29	-	합격
40	사료검정	사료검정증명서 (1)	성균관대학교	단독	농업기술실용화재단	-	2015.07.	-	검정증명서
41	사료검정	사료검정증명서 (2)	성균관대학교	단독	농업기술실용화재단	-	2015.07.	-	검정증명서
42	사료검정	사료검정증명서 (3)	성균관대학교	단독	농업기술실용화재단	-	2015.07.	-	검정증명서
43	사료검정	사료검정증명서 (4)	성균관대학교	단독	농업기술실용화재단	-	2016.06.	-	검정증명서
44	사료검정	사료검정증명서 (5)	주)명성	단독	농업기술실용화재단	-	2016.07.	-	검정증명서
45	사료검정	사료검정증명서 (6)	성균관대학교	단독	농업기술실용화재단	-	2016.06.	-	검정증명서
46	사료검정	사료검정증명서 (7)	성균관대학교	단독	농업기술실용화재단	-	2016.08.	-	검정증명서
47	사료검정	사료검정증명서 (8)	성균관대학교	단독	농업기술실용화재단	-	2016.08.	-	검정증명서
48	사료검정	사료검정증명서 (9)	주)명성	단독	농업기술실용화재단	-	2017.10.	-	검정증명서
49	토양검정	토양검정증명서 (1)	성균관대학교	단독	농업기술실용화재단	-	2016.06.	-	검정증명서
50	토양검정	토양검정증명서 (2)	주)명성	단독	농업기술실용화재단	-	2016.06.	-	검정증명서
51	토양검정	토양검정증명서 (3)	성균관대학교	단독	농업기술실용화재단	-	2016.06.	-	검정증명서
52	토양검정	토양검정증명서 (4)	성균관대학교	단독	농업기술실용화재단	-	2016.07.	-	검정증명서
53	토양검정	토양검정증명서 (5)	주)명성	단독	농업기술실용화재단	-	2017.08.	-	검정증명서
54	토양검정	토양검정증명서 (6)	주)명성	단독	농업기술실용화재단	-	2017.10.	-	검정증명서

- 이 하 여 백 -

연구실적 증빙서류

1. 논문 : Development of single-tractor integrated multi-purpose forage harvester (출판)

투고 저널 : J. of Biosystems Eng. 41(3):161-169. (2016.09.01)

Original Article

Journal of Biosystems Engineering

J. of Biosystems Eng. 41(3):161-169. (2016. 9)
http://dx.doi.org/10.5307/JBE.2016.41.3.161

eISSN : 2234-1862
pISSN : 1738-1266

Development of Single-tractor Integrated Multi-purpose Forage Harvester

Sungha Hong¹, Daein Kang², Deayean Kim², Yongjin Cho¹, Kyouseung Lee^{1*}

¹Dept. of Biomechanics Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon 16419, Korea

²Myungsung Co. Ltd., Pyeongtaek 17724, Korea

Received: July 11th, 2016; Revised: August 12th, 2016; Accepted: August 23th, 2016

Abstract

Purpose: To improve the insufficient mechanized forage harvesting system, an integrated forage harvester that produces midsize round bales was developed. **Methods:** The harvesting performance of the developed harvester was tested in a forage plantation. The harvesting performance was evaluated by investigating the bale production performance and residue ratios of the harvester at three levels of tractor driving speeds. **Results:** The bales outputs per hour by driving speed shown by the harvester were 30 bales (6.8 MT) at 2.3 km/h, 36 bales (8.4 MT) at 3.2 km/h, and 44 bales (10.5 MT) at 5.1 km/h in the case of rye-straw. In the case of rice-straw, they were 43 bales (8.8 MT) at 4.3 km/h, 44 bales (9.7 MT) at 5.0 km/h, and 48 bales (10.7 MT) at 6.2 km/h. In the case of Italian ryegrass (IRG), they were 35 bales (10.7 MT) at 7.0 km/h, 37 bales (12.0 MT) at 8.3 km/h, and 38 bales (13.2 MT) at 9.5 km/h. The average ratios of residues to the available quantities were 2.61% in the case of rye-straw, 1.89% in the case of rice-straw, and 1.57% in the case of IRG. When residues smaller than 200 mm, which cannot be collected, were excluded, the residue ratios of all crops were good, as they did not exceed 1.0%. **Conclusions:** Since the baling and wrapping functions, which had been separately operated, were integrated into the developed harvester, the developed harvester is expected to maximize bale production efficiency and increase labor productivity, thereby increasing farming profitability.

Keywords: Bale, Forage, Integrated multi-purpose forage harvester, Performance test

Introduction

Forage, which is used as feed for ruminants, has been grown in 258,675 ha of farmlands in South Korea, and the current self-sufficiency rate is approximately 82%. The forage produced in South Korea consists of Italian ryegrass (IRG) 53.1%, rye-straw 14.7%, blue-barley 6.4%, sorghum 6.3%, maize 4.4%, oat 1.0%, rape 0.2%, and other crops 14%, and the total output was 2,413,000 tons in 2013

throughout the world have mainly been developed in North America and Europe. Hay balers (Ummo Luebbens, 1910) were developed first; subsequently, fixed-chamber (Vermeer, 1972) and variable-chamber (Wilhelm Kemper, 1973) hay balers were studied and developed (Skromme, 1985). Forage harvesters have been continuously studied and developed even in the 2000s. Kim and Kim (2000) developed a tying-unit controller for variable-chamber round baler. Yoo et al. (2007) developed a self-propelled

2. 논문 : Analysis of Static Lateral Stability Using Mathematical Simulations for 3-Axis Tractor-Baler System (출판/표지대표논문)

투고 저널 : J. of Biosystems Eng. 42(2):86-97. (2017.06.01)

Original Article

Journal of Biosystems Engineering

J. of Biosystems Eng. 42(2):86-97, (2017. 6)
http://doi.org/10.5307/JBE.2017.42.2.086

eISSN : 2234-1862
pISSN : 1738-1266

Analysis of Static Lateral Stability Using Mathematical Simulations for 3-Axis Tractor-Baler System

Sungha Hong¹, Kyouseung Lee¹, Daein Kang², Wonyeop Park^{1*}

¹Dept. of Biomechatronics Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, Korea

²Myungsung Co. Ltd., Pyeongtaek, Korea

³Dept. of Mechanical Engineering, Hankyong National University, Anseong, Korea

Received: May 4th, 2017; Revised: May 29th, 2017; Accepted: May 30th, 2017

Abstract

Purpose: This study aims to evaluate the applicability of a tractor-baler system equipped with a newly developed round baler by conducting stability analyses via static-state mathematical simulations and verification experiments for the tractor equipped with a loader. **Methods:** The centers of gravity of the tractor and baler were calculated to analyze the transverse overturning of the system. This overturning of the system was analyzed by applying mathematical equations presented in previous research and comparing the results with those obtained by the newly developed mathematical simulation. For the case of the tractor equipped with a loader, mathematical simulation results and experimental values from verification experiments were compared and verified. **Results:** The center of gravity of the system became lower after the baler was attached to the tractor and the angle of transverse overturning of the system increased or decreased between 0° and 180° on a slope. The simulation results were performed by applying mathematical equations from previous research. The angle of transverse overturning at a deflection angle was at least 19.5° and the range of deflection angles was from 0° to 180°. Transverse overturning also occurred at tilt angles of at least 19.5° and 180° counter clockwise. Under the 0° deflection angle condition, in simulation, transverse overturning occurred at 17.9°, which is a 2.3% change from the simulation results. The simulation results applied the center of gravity and the correlations between the contact points excluding wheel radius and hinge point height, which were calculated by applying mathematical equations. The results indicated that both left and right sides of the system were stable enough to replace the mathematical equations proposed in previous research and their results indicated that the system is workable at 12°, which is the tolerance limit for sloped lands in South Korea, and 15°, which is the tolerance limit for sloped lands in Japan.

Keywords: Deflection angle, Lateral stability, Mathematical model, Simulation

Introduction

Over the last five years (2011-2015), agricultural machine related traffic accidents increased by 32% nationally. In 2015, 500 agricultural machine related

traffic accidents occurred, 563 agricultural machine related accidents, 1.7% of total traffic accidents, and 1.7% of total traffic accidents (Korea Agricultural Machinery Association, 2016). The related safety accidents, tiller or tractor related safety



3. 논문 : Analysis of bale surface pressure according to stretch film layer changes on round bale wrapping (출판/표지대표논문)

투고 저널 : J. of Biosystems Eng. 42(3):136-146. (2017.09.01)

Analysis of Bale Surface Pressure According to Stretch Film Layer Changes on Round Bale Wrapping

Sungha Hong¹, Daein Kang², Daeyeon Kim², Sangsik Lee^{3*}

¹Dept. of Biomechatronics Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, Korea

²Myungsung Co. Ltd, Pyeongtaek, Korea

³Dept. of Bio Medical Engineering, Catholic Kwandong University, Gangneung, Korea

Received: 13th July, 2017; Revised: 15th August, 2017; Accepted: 24th August, 2017

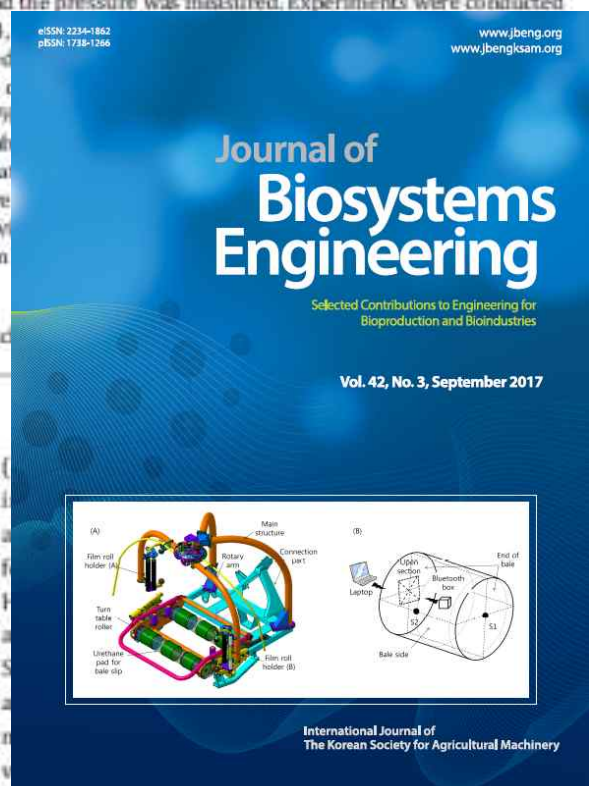
Abstract

Purpose: This paper presents an appropriate wrapping method by analyzing the pressure distribution applied to a bale surface, along with the change in pressure according to an increase in the number of film layers in rice straw bales, which account for 74% of the total bulky feed supply in Korea. **Methods:** A model with the shape of an actual bale was fabricated to analyze the distribution of surface pressure in bale wrapping, and the pressure was measured. Experiments were conducted to analyze the pressure using eight different layer numbers (2, 4, 29, 31, 33, and 35 rpm). **Results:** The maximum pressure applied at the end of the bale, whereas the minimum pressure occurred at the center of the bale. The minimum and maximum pressures was distributed as 8.5–56.69 kPa. The an uneven pressure distribution occurred because the number of layers was more at the end of the bale than at the center of the bale side. At a level 5 rotation speed (36.1730 - 36.753 (R² = 0.9845) at M₁, and the maximum pressure correlation of R² = 0.9983. **Conclusions:** To replace four layers with six layers, the minimum pressure at M₁ was then improved from 8.5 kPa to 10.5 kPa, and the film consumed for 4–6 layers was reduced by 83.6%.

Keywords: Bale wrapper, Mid-size round bale, Rice straw, Stretch film

Introduction

Currently, 14.7 billion cattle are being raised around the world, and the number has increased constantly over the past 50 years. Cattle feed is divided into enriched and bulky feed. The trade volume of an agricultural baler, which is a piece of farm machinery used for bulky feed, amounts to 1.52 billion USD (FAOSTAT, 2017). The world baler market consists of round balers (89%) and rectangular balers (11%) (VDMA, 2013). The definition of bulky feed generally accepted in Korea is 18% or more crude fiber based on dry mass (DM) out of forage crops



less amount, Keller et al (1998), Huhnke et al. (1997), Muck (2006), Müller et al. (2007), Keles et al. (2009),

4. 학술발표 : Structural analysis of agricultural multi-purpose round baler for optimized design (출판)

투고 저널 : 한국농업기계학회 2015 춘계학술대회 논문집 pp. 121-122 (2015.04)



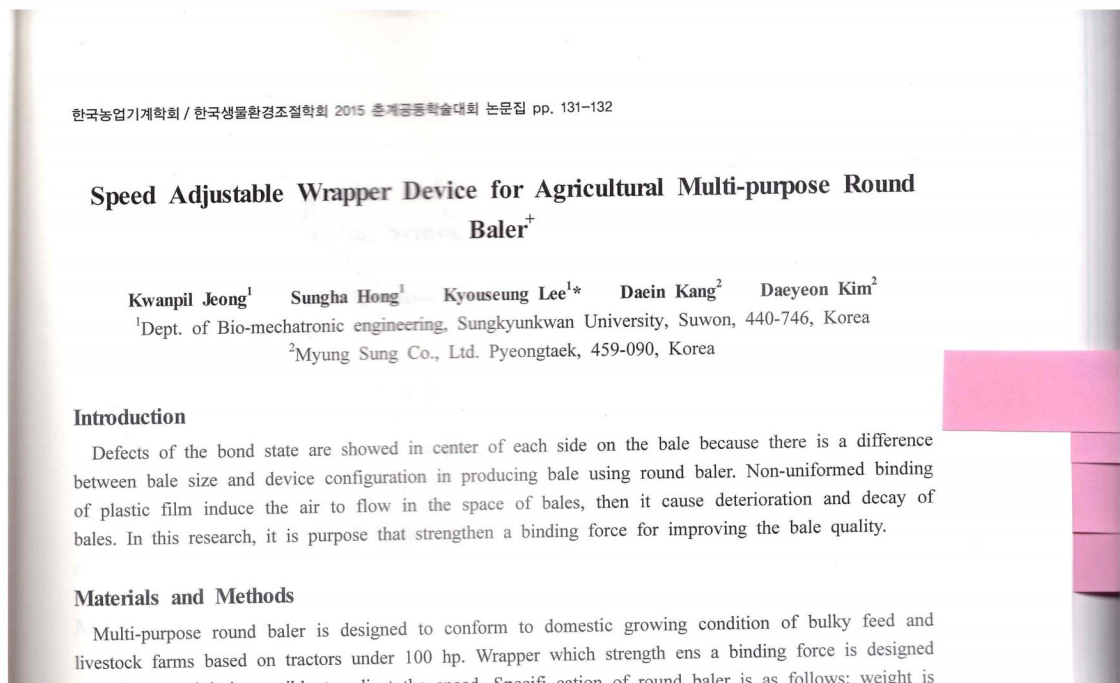
5. 학술발표 : Patents analysis of agricultural multi-purpose round baler using OS-matrix (출판)

투고 저널 : 한국농업기계학회 2015 춘계학술대회 논문집 pp. 123-124 (2015. 4)



6. 학술발표 : Speed adjustable wrapper device for agricultural multi-purpose round baler (출판)

투고 저널 : 한국농업기계학회 2015 춘계학술대회 논문집 pp. 131-132 (2015.04)



7. 학술발표 : 다목적 조사료수확기 개발을 위한 세계 조사료수확기 기술사양 분석 (출판)

투고 저널 : 한국생물환경조절학회 시설원예·식물공장 25(2) (2016. 10)



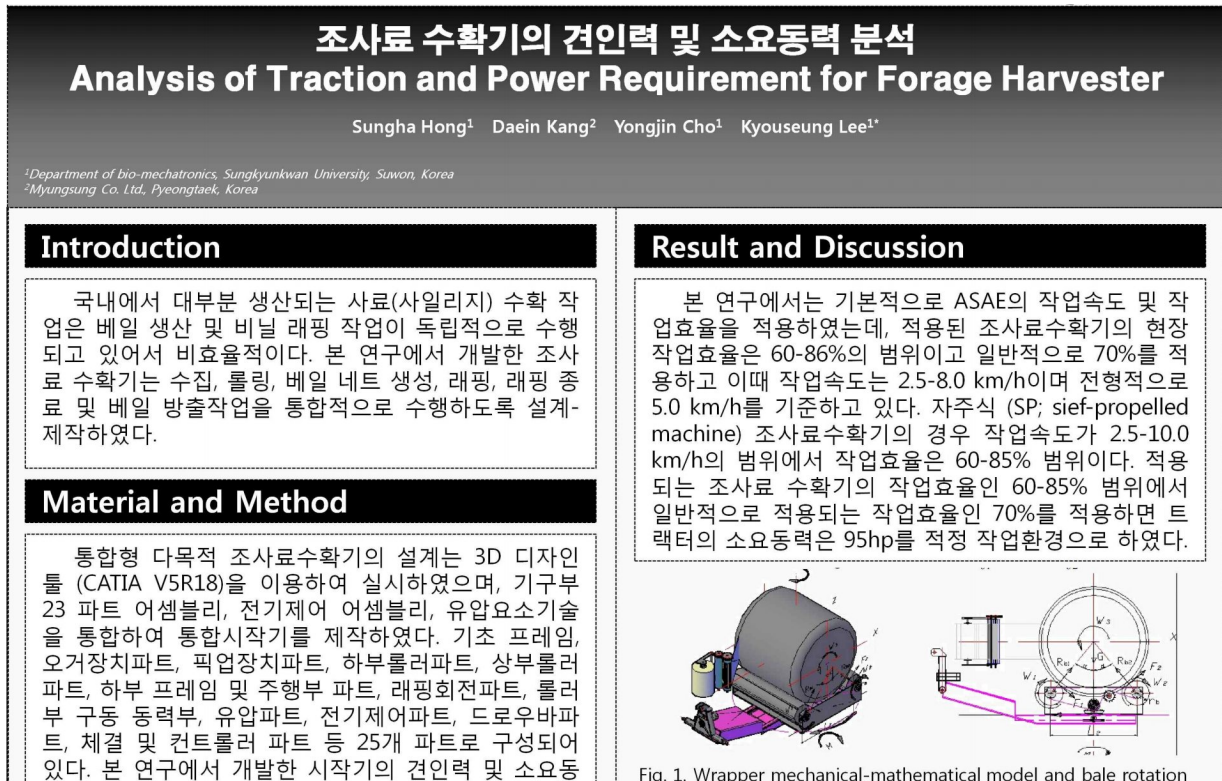
8. 학술발표 : 통합형 베일러를 적용한 사일리지 조재기의 개발 (출판)

투고 저널 : 한국농업기계학회 2016 추계학술대회 논문집 pp. 68 (2016.10)



9. 학술발표 : 조사료수확기의 견인력 및 소요동력 분석 (출판)

투고 저널 : 한국농업기계학회 2017 춘계학술대회 논문집 (2017. 04)



10. 학술발표 : 사일리지 조재기의 성능평가 및 옥수수 절단품질 (출판)

투고 저널 : 한국생물환경조절학회 시설원예 · 식물공장 26(1) pp. 152-153 (2017.05)

한국생물환경조절학회 학술발표논문집 (2017)

사일리지 조재기의 성능평가 및 옥수수 절단품질 Performance Evaluation of Silage Harvester and Cutting Quality of Feed Corn

홍성하^{1*}, 강대인², 김대연²

¹성균관대학교 생명공학연구원

Sungha Hong^{1*}, Daein Kang², Daeyeun Kim²

¹Institute of Biotechnology & Bioengineering, Sungkyunkwan Univ., Suwon 16419, Korea

²Myungsung Co. Ltd., Pyeongtaek 17724, Korea

서 언 : 본 연구는 통합형 조사료수확기가 적용된 사일리지 조재기의 현장 성능평가 및 사료용 옥수수의 절단품질을 규명하기 위해 진행되었다.

재료 및 방법 : 사일리지 조재기의 성능평가는 사료용 옥수수에 대한 베일 생산능력을 ASABE의 표준을 적용하였다. 성능평가는 ASABE D497.4의 표준 계산식(Standards 2007a, 2007b, 2007c)에 근거하였고 작업폭은 조재기의 작업폭을 적용하였다. 적용된 일반작업효율은 65%, 주행속도는 10.0 km/h, 작업 폭은 1.266 m이다. 트랙터의 주행속도는 6.0~10.0 km/h의 범위에서 실험이 진행

11. 홍보 : /농업인 신문

- ✓ : 2015.12.14
- ✓ 개최형식 : 보도기사
- ✓ 개최목적 : “명성 백만불 수출의 탑 수상”

농업인신문

*뉴스 > 뉴스 > 뉴스 > 보도자료

명성, 백만불 수출의 탑 수상

*합천최대인 기술박람회 아시아 · 유럽 수출박람회

2015년 12월 14일(월) 09:46:43

장부흥 기자 | ladinh@nonguphin.com



2015년 12월 14일(월) 09:46:43

합천최대인 기술박람회(주)명성(대표 이인환)이 지난 7일 상암동 코엑스에서 개최된 제15회 '부엌의 날' 기념식에서 '백만 불 수출의 탑'을 수상하는 등 수출기반으로 발돋움했다.

명성은 지난 2008년 행정기 술연구소를 국내 최초로 설립, 30년 기술력을 바탕으로 건전후 조형 배원진출 2011년부터 일본에 옥수수를 시작으로 수출기반으로 자리매김해왔다.

이와 지난 2012년부터는 중국, 터키, 핀란드 등 아시아를 넘어 유럽에도 수출함으로써 최근 3년간 165% 평균 성장률을 기록하는 등 수출 실적 150만불을 인정받는 기쁨을 맛보았다.

이와 함께 명성에서 14년간 근무하며 배원진의 정진성을 향상시키고 수출 추월까지 시연 열렬한 진취적인 서비스로 제정하는 등 수출증대를 위한 노력을 인정받은 이인환 대리(생산지원부 대표)가 신명동장자관부 장관상을 수상해 동양인계에 부각됨을 받았다.

이인환 대표는 "본인이 동국과의 수출 계약 체결을 위한 출장으로 시상식에 참석하지 못해 죄송하다"고 밝히고, "동아에서 명부의 포상과 수출기반으로 자리매김할 수 있도록 특별장교로 지원과 함께 기쁨을 느꼈다. 앞으로는 제품개발을 통한 신기술의 해외 진출에 매진하여 내년에 드레 외 수출 전망이 매우 밝아질 것으로 전망된다"고 강조했다.

또 이 대표는 "지난 30여년이 지난 세월 동안 견뎌온 외환 위기 등으로 명성은 국내 최초로 동양인계에 해외 진출을 이뤘고 현재 한국 수출시장을 위해서 동양인계 대표적 조사료 수확기 등 신기술을 개발하고 있다"며 "현재 개발 중인 제1세대 최첨단 회전식 수확기 등 신기술의 개발을 통해 동양인계 수출의 질을 높일 수 있다. 이 기술을 앞으로 이룰 것이다. 국내 조사료를 통해 수출할 수 있는 생산시스템을 구축할 수 있다. 앞으로는 더 노력하겠다"고 포부 밝혔다.

12. 홍보 : /축산신문

- ✓ : 2015.04.24
- ✓ 게재형식 : 보도기사
- ✓ 기사제목 : “명성, 한국형 다목적 베일러 개발 박차”



13. 홍보 : 기사/한국농기계신문

- ✓ 게재일자 : 2015.03.15
- ✓ 게재형식 : 보도기사
- ✓ 기사제목 : “다목적 조사료복합기 개발...상반기중 시제품 제작”

축산 기자재 12

www.kamnews.co.kr

한국농기계신문

제366호 2015년 3월 15일 일요일

다목적 조사료복합기 개발...상반기중 시제품 제작

(주)명성·성균관대 공동 원천기술 확보시 수입대체효과 120억...5년간 733억 경제적효과 예측

(주)명성과 성균관대학교가 산학협력 과제와 효과분석에서 조사료복합기

기어 시스템 원형 기술이 한해 120억원 이상의 수입 대체효과와 함께 향후 5년간 733억원의 직접적인 경제적 파급효과를 가져온다는 분석이 제기되어 관심을 끌고 있다.

(주)명성과 성균관대학교가 공동으로 진행 중인 '통합 다목적 조사료수확기'의 국산화 연구개발 및 상용화' 정부 수입에 의존하고 있는 조사료복합기의 수입대체가 가능할 것으로 전망했다. 이 경우 연간 700억원에 이르는 국내 조사료수확기 시장의 30%를 점유하는 조사료복합기 시장규모 120억원의 대체가 가능하다는 전망이다.

또한 산업의 초기의 5년간 내수판매로 580대 408억원, 수출경쟁력이 충분한 중국 상동성 수출물량으로 464대 325억원 등 733억원의 직접적인 경제적 효과도 가져올 것으로 분석됐다.

다목적 조사료복합기는 8개의 개별적인 요소기술과 통합형 요소기술이 합해진 종합복합기 시스템 원형기술이 적용된 것으로 알려지고 있으며, 70여억대에서 무려없는 최최의 시스템을 보이고 있어 120여억 이상을 요구하고 있는 수입 조사료복합기에 비

있다.

8개 요소기술의 특허권자인 (주)명성은 선형기술을 통합한 상부 프레임 등 17개의 여벌플라 파츠의 기본설계 및 세부설계를 끝내고 올해 상반기 중에 시제품 제작과 필드테스트를 거쳐 본격적인 상용화에 나선다는 계획이다.

라운드 베일을 생산하게 될 다목적 조사료복합기의 주요 제원으로는 소요동력으로 70마력급, 차체중량은 2,945kg에 폭 2,200mm, 높이 2,200mm, 길이 3,700mm이며, 픽업폭은 1,800mm, 베일규격은 지름 1,000mm, 폭 1,000mm로 옥수수 베일의 경우에는 시간당 25~30개, 기타 조사료베일의 경우에는 시간당 30~40개를 생산할 수 있는 작업능률을 지닌 것으로 개발되고 있다.

14. 홍보 :

- ✓ : 2015.03.13
- ✓ 게재형식 : 보도기사
- ✓ 기사제목 : “명성, 통합형 다목적 조사료 수확기 국산화”



15. 홍보 : 농업인신문

- ✓ 게재일자 : 2015.03.13
- ✓ 게재형식 : 보도기사
- ✓ 기사제목 : “통합형 다목적 조사료 수확기 개발 ‘국내 최초’”



16. 홍보 :

- ✓ : 2015.03.17
- ✓ 게재 형식 : 보도기사
- ✓ 기사제목 : “한국형 다목적 조사료 수확기 출시 임박”



17. 홍보 : Journal of Biosystems Engineering

- ✓ 게재일자 : 2017.06.01
- ✓ 게재 형식 : 표지대표논문



18. 홍보 : Journal of Biosystems Engineering

- ✓ : 2017.09.01
- ✓ 게재 형식 : 표지대표논문



19. 홍보 : KSAM Newsletter 2(5)

- ✓ 게재일자 : 2017.06.01



20. 홍보 : KSAM Newsletter 2(8)

✓ : 2017.09.01



KSAM Newsletter Vol. 2 No. 8
September 2017

Journal of Biosystems Engineering Vol.42, No. 3 발간
Journal of Biosystems Engineering Vol. 42, No.3가 발간되었다. "Analysis of Bale Surface Pressure According to Stretch Film Layer changes on Round Bale Wrapping" 을 비롯하여 10편의 논문이 게재되었다.

▲ Analysis of Bale Surface Pressure According to Stretch Film layer changes on Round Bale Wrapping ▲

[사]한국농업기계학회
Korean Society for Agricultural Machinery

(사)한국농업기계학회 소세재2관 8호
발행처 : (사)한국농업기계학회
전라북도 전주시 완산구 농성동로 310, 국립농업과학원 농업공학부 내
Tel : 063224-2392, Fax : 0303-3449-2392
E-mail : ksam2302@hanmail.net, Homepage : www.ksam75.or.kr

(사)한국농업기계학회 KSAM Newsletter Vol. 2 No. 8

21. 특허 : 베일 세움 장치 (출원)

출원번호 : 10-2014-0149236 (2014.10.30.)

원형 베일러용 베일 세움 장치
APPARATUS FOR STANDING THE BALE FOR ROUND BALER

상세정보 공개전문 통합행정정보

서지정보 인명정보 할당처리 청구항 지명국 인통리인용 파일리정보 국가R&D연구정보

(51) Int. CL	A01F 15/07(2006.01.01) A01F 15/08(2006.01.01)	크게보기 Q
(52) CPC	A01F 15/0765(2013.01) A01F 15/08(2013.01) A01F 15/07(2013.01) A01F 15/00(2013.01) A01D 87/00(2013.01)	
(21) 출원번호/일자	1020140149236 (2014.10.30)	
(71) 출원인	주식회사 명성	
(11) 등록번호/일자		
(65) 공개번호/일자	1020160051948 (2016.05.12)	전문다운
(11) 공고번호/일자		
(86) 국제출원번호/일자		
(87) 국제공개번호/일자		
(30) 우선권정보		
법적상태	거절	
심사진행상태	거절결정(일반)	
심판사항		
구분/원출원권리	신규 /	
원출원번호/일자		
관련 출원번호		
기술이전 희망		
심사청구여부/일자	Y(2014.10.30)	
심사청구항수	7	



URL 복사 f t

22. 특허 : 조사료 수확기용 픽업 스프링 고정장치 (출원)

출원번호 : 10-2014-0168164 (2014.11.28.)

조사료 수확기용 픽업 스프링 고정장치
Pickup-spring retainer for forage baler

상세정보		공개전문	통합행정정보
<p>서지정보 인원정보 활성채리 청구항 지정국 인용피인용 패밀리정보 특가FRD연구정보</p>			
(51) Int. CL	A01F 15/07(2006.01.01) A01D 90/08(2006.01.01) A01D 89/00(2006.01.01)		
(52) CPC	A01F 15/07(2013.01) A01D 90/08(2013.01) A01D 89/00(2013.01) Y10S 242/03(2013.01) A01F 17/00(2013.01)		
(21) 출원번호/일자	1020140168164 (2014.11.28)		
(71) 출원인	주식회사 명성		
(11) 등록번호/일자			
(65) 공개번호/일자	1020160064501 (2016.06.08)	전문다운	
(11) 공고번호/일자			
(86) 국제출원번호/일자			
(87) 국제공개번호/일자			
(30) 우선권정보			
법적상태	거절		
심사진행상태	거절결정(일반)		
심판사항			
구분/원출원권리	신규 /		
원출원번호/일자			
관련 출원번호			
기술이전 희망			
심사청구여부/일자	Y(2014.11.28)		
심사청구항수	1		

[크게보기](#) 

[URL복사](#) [f](#) [t](#) [naver](#)

23. 특허 : 통합형 조사료 수확기용 랩 거치대 절환장치가 형성된 랩핑장치 (출원)

출원번호 : 10-2014-0168167 (2014.11.28.)

통합형 조사료 수확기용 랩 거치대 절환장치가 형성된 랩핑장치
Wrapping device with formed wrap-cradle change-over device for integrated forage baler

상세정보		공개전문	공고전문	등록사항	통합행정정보
<p>서지정보 인원정보 활성채리 청구항 지정국 인용피인용 패밀리정보 특가FRD연구정보</p>					
(51) Int. CL	A01F 15/07(2006.01.01) A01F 15/14(2006.01.01)				
(52) CPC	A01F 15/07(2013.01) A01F 15/14(2013.01) A01F 15/0705(2013.01) A01F 15/071(2013.01)				
(21) 출원번호/일자	1020140168167 (2014.11.28)				
(71) 출원인	주식회사 명성				
(11) 등록번호/일자	1015998850000 (2017.01.19)				
(65) 공개번호/일자	1020160064503 (2016.06.08)	전문다운			
(11) 공고번호/일자	(2017.01.25) 전문다운				
(86) 국제출원번호/일자					
(87) 국제공개번호/일자					
(30) 우선권정보					
법적상태	등록				
심사진행상태	등록결정(일반)				
심판사항					
구분/원출원권리	신규 /				
원출원번호/일자					
관련 출원번호					
기술이전 희망					
심사청구여부/일자	Y(2014.11.28)				
심사청구항수	4				

[크게보기](#) 

[URL복사](#) [f](#) [t](#) [naver](#)

24. 특허 : 부분교체가 가능한 스크래퍼를 구비한 회전이송장치 및 이를 부착한 원형베일러 (출원)

출원번호 : 10-2015-0020726 (2015.02.11.)

부분 교체가 가능한 스크래퍼를 구비한 회전이송장치 및 이를 부착한 원형베일러
Rotary transfer device having parts replaceable scraper, and Round Baler Comprising the same

상세정보 공개전문 공고전문 등록사항 통합행정정보

서지정보 인명정보 행정처리 청구항 지명록 인용대인용 파일리정보 국가IPR&D 연구정보

(51) Int. CL	A01F 15/10(2006.01.01)	
(52) CPC	A01F 15/106(2013.01)	
(21) 출원번호/일자	1020150020726 (2015.02.11)	
(71) 출원인	주식회사 명성	
(11) 등록번호/일자	1017122570000 (2017.02.24)	
(65) 공개번호/일자	1020160098750 (2016.08.19)	전문다운
(11) 공고번호/일자	(2017.03.03)	전문다운
(86) 국제출원번호/일자		
(87) 국제공개번호/일자		
(30) 우선권정보		
법적상태	등록	
심사진행상태	등록결정(일반)	
심판사항		
구분/원출원권리	신규 /	
원출원번호/일자		
관련 출원번호		
기술이전 희망		
심사청구여부/일자	Y(2015.02.11)	
심사청구횟수	9	



크게보기 Q

UPL 복사 f t

25. 특허 : 자동형 브레이크가 적용된 네트 공급장치 (출원)

출원번호 : 10-2016-0094788 (2016.07.26.)

자동형 브레이크가 적용된 네트공급장치
Net supply device apply the automatic type brake

상세정보 공개전문 등록사항 통합행정정보

서지정보 인명정보 행정처리 청구항 지명록 인용대인용 파일리정보 국가IPR&D 연구정보

(51) Int. CL	A01F 15/14(2006.01.01) A01F 15/08(2006.01.01)	
(52) CPC	A01F 15/14(2013.01) A01F 15/0841(2013.01)	
(21) 출원번호/일자	1020160094788 (2016.07.26)	
(71) 출원인	주식회사 명성	
(11) 등록번호/일자	1017143260000 (2017.03.02)	
(65) 공개번호/일자		
(11) 공고번호/일자	(2017.03.09)	전문다운
(86) 국제출원번호/일자		
(87) 국제공개번호/일자		
(30) 우선권정보		
법적상태	등록	
심사진행상태	등록결정(일반)	
심판사항		
구분/원출원권리	신규 /	
원출원번호/일자		
관련 출원번호		
기술이전 희망		
심사청구여부/일자	Y(2016.07.26)	
심사청구횟수	6	



크게보기 Q

UPL 복사 f t

26. 특허 : 구동기어가 적용된 베일 형성장치 (출원)

출원번호 : 10-2016-0095847 (2016.07.28.)

구동기어가 적용된 베일형성장치
Bale forming device is applied to the drive gear

상세정보 | 공고전문 | 등록사항 | 통합행정정보

서지정보 | 인명정보 | 활동채널 | 청구항 | 지점국 | 인용(피인용) | 패밀리정보 | 국가IPRD 연구정보

(51) Int. CL	A01F 15/07(2006.01.01) A01F 15/08(2006.01.01) B60K 17/28(2006.01.01) F16H 1/06(2006.01.01)	크게보기 Q
(52) CPC	A01F 15/07(2013.01) A01F 15/0841(2013.01) B60K 17/28(2013.01) F16H 1/06(2013.01)	
(21) 출원번호/일자	1020160095847 (2016.07.28)	
(71) 출원인	주식회사 명성	
(11) 등록번호/일자	1017143270000 (2017.03.02)	
(65) 공개번호/일자		
(11) 공고번호/일자	(2017.03.09)	전문다운
(86) 국제출원번호/일자		
(87) 국제공개번호/일자		
(30) 우선권정보		
법적상태	등록	
심사진행상태	등록결정(일반)	
심판사항		
구분/원출원권리	신규 /	
원출원번호/일자		
관련 출원번호		
기술이전 희망		
심사청구여부/일자	Y(2016.07.28)	
심사청구횟수	4	



URL 복사 | f | t |

27. 특허 : 탈부착형 랩공급부가 구비된 랩핑장치 (출원)

출원번호 : 10-2016-0097382 (2016.07.29.)

탈부착형 랩공급부가 구비된 랩핑장치
The lapping apparatus equipped with a removable lab supply device

상세정보 | 공고전문 | 등록사항 | 통합행정정보

서지정보 | 인명정보 | 활동채널 | 청구항 | 지점국 | 인용(피인용) | 패밀리정보 | 국가IPRD 연구정보

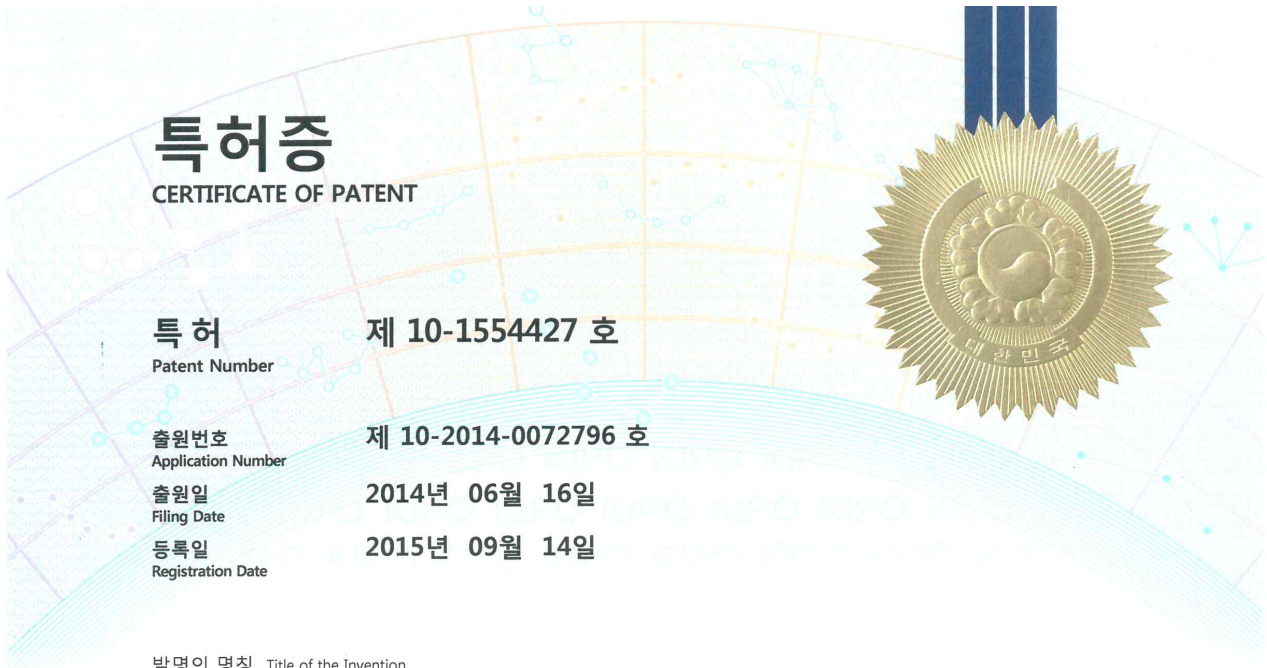
(51) Int. CL	A01F 15/07(2006.01.01) B65B 11/04(2006.01.01) B65B 41/16(2006.01.01) B65B 65/00(2006.01.01) B65B 65/02(2006.01.01)	크게보기 Q
(52) CPC	A01F 15/0715(2013.01) B65B 11/04(2013.01) B65B 41/16(2013.01) B65B 65/00(2013.01) B65B 65/02(2013.01) A01F 15/071(2013.01)	
(21) 출원번호/일자	1020160097382 (2016.07.29)	
(71) 출원인	주식회사 명성	
(11) 등록번호/일자	1017143280000 (2017.03.02)	
(65) 공개번호/일자		
(11) 공고번호/일자	(2017.03.09)	전문다운
(86) 국제출원번호/일자		
(87) 국제공개번호/일자		
(30) 우선권정보		
법적상태	등록	
심사진행상태	등록결정(일반)	
심판사항		
구분/원출원권리	신규 /	
원출원번호/일자		
관련 출원번호		
기술이전 희망		
심사청구여부/일자	Y(2016.07.29)	
심사청구횟수	4	



URL 복사 | f | t |

28. 특허 : 베일러용 도어의 개폐장치 (등록)

등록번호 : 10-1554427 (2015.09.14)



특허증
CERTIFICATE OF PATENT

특허 제 10-1554427 호
Patent Number

출원번호 제 10-2014-0072796 호
Application Number

출원일 2014년 06월 16일
Filing Date

등록일 2015년 09월 14일
Registration Date

발명의 명칭 Title of the Invention
베일러용 도어의 개폐장치

특허권자 Patentee
주식회사 명성(134711-0***)**
경기도 평택시 팔용당길 88 (도일동)

발명자 Inventor
등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.

2015년 09월 14일



특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

최 동 규

29. 특허 : 조사료 절단, 압축 및 결속장치의 절단커터 (등록)

등록번호 : 10-1458765 (2014.10.31)



특 허 증

CERTIFICATE OF PATENT

특 허 제 10-1458765 호 (PATENT NUMBER)	출원번호 (APPLICATION NUMBER)	제 2014-0041151 호
	출원일 (FILING DATE:YY/MM/DD)	2014년 04월 07일
	등록일 (REGISTRATION DATE:YY/MM/DD)	2014년 10월 31일

발명의명칭 (TITLE OF THE INVENTION)
조사료 절단, 압축 및 결속장치의 절단 커터

특허권자 (PATENTEE)
주식회사 명성(134711-0*****)
경기도 평택시 팔용당길 88 (도일동)

발명자 (INVENTOR)
등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록
되었음을 증명합니다.

(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE KOREAN
INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE.)

2014년 10월 31일



특 허 청 장 김 영
COMMISSIONER, THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE



연차등록료는 2017년부터 매년 10월 31일까지 납부하여야 하며, 등록원부로 권리관계를 확인바랍니다.

30. 특허 : 조사료 수확기용 랩 거치대 절환장치가 형성된 랩핑장치 (등록)

등록번호 : 10-1699885 (2017.01.19)



발명의 명칭 Title of the Invention

통합형 조사료 수확기용 랩 거치대 절환장치가 형성된 랩핑장치

특허권자 Patentee

주식회사 명성(134711-*****)
경기도 평택시 팔용당길 88 (도일동)

발명자 Inventor

등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2017년 01월 19일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

최 동 규

31. 특허 : 부분 교체가 가능한 스크래퍼를 구비한 회전이송장치 및 이를 부착한 원형 베일러 (등록)

등록번호 : 10-1712257 (2017.02.24)



발명의 명칭 Title of the Invention

부분 교체가 가능한 스크래퍼를 구비한 회전이송장치 및 이를 부착한 원형베일러

특허권자 Patentee

주식회사 명성(134711-*****)
경기도 평택시 팔용당길 88 (도일동)

발명자 Inventor

등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2017년 02월 24일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

최 동 규

32. 특허 : 자동형 브레이크가 적용된 네트 공급장치 (등록)

등록번호 : 10-1714326 (2017.03.02)



발명의 명칭 Title of the Invention

자동형 브레이크가 적용된 네트공급장치

특허권자 Patentee

주식회사 명성(134711-*****)

경기도 평택시 팔용당길 88 (도일동)

발명자 Inventor

등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2017년 03월 02일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

최 동 규

33. 특허 : 구동기어가 적용된 베일 형성장치 (등록)

등록번호 : 10-1714327 (2017.03.02)



발명의 명칭 Title of the Invention
구동기어가 적용된 베일형성장치

특허권자 Patentee
주식회사 명성(134711-*****)
경기도 평택시 팔용당길 88 (도일동)

발명자 Inventor
등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention
has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2017년 03월 02일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

최 동 규

34. 특허 : 탈부착형 랩공급부가 적용된 랩핑장치 (등록)

등록번호 : 10-1714328 (2017.03.02)



발명의 명칭 Title of the Invention
탈부착형 랩공급부가 구비된 랩핑장치

특허권자 Patentee
주식회사 명성(134711-*****)
경기도 평택시 팔용당길 88 (도일동)

발명자 Inventor
등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention
has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2017년 03월 02일

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

최 동 규

35. 특허 : 베일 밀도 조정이 가능한 원형베일 성형장치 (출원)

출원번호 : 10-2017-0109427 (2017.08.29)

관 인 생 략

출원번호통지서

출원일자 2017.08.29
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2017-0109427 (접수번호 1-1-2017-0836410-26)
출원인명칭 주식회사 명성(1-1998-105922-2)
대리인성명 이충한(9-2013-001988-2)
발명자성명 이인현 강대인 김대연 홍성하
발명의명칭 베일 밀도 조정이 가능한 원형베일 성형장치


특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 통보된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허-실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허-실용신안은 12개월, 상표-디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.

36. 기술실시 : 기술사업화지원사업 개발기종 : Multi Pro (기술실시계약 체결)
 관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)


<붙임 1>

<u>기술실시보고서</u>							
(단위 : 원)							
연구개발과제 현황	사업명	기술사업화지원사업		연구과제번호	814001-3		
	연구과제명	통합형 다목적 조사료 수확기의 국산화 연구개발 및 상용화					
	연구기관명	(주)명성	연구책임자	강대연	참여기업명	(주)명성	
	연구협약일	2014. 10. 15.	연구기간	2014. 10. 15. ~ 2017. 10. 14.			
	연구개발비	정부출연금	기업부담금		기타 ()	계	
900,000,000		300,000,000			1,200,000,000		
기술실시계약 및 성과활용 현황	계약(활용)명	통합형 다목적 조사료 수확기 상용화					
	계약(활용)일	2017. 09.01.		실시(활용)기간	8년		
	지재권 종류			실시권 유형	직접 실시		
	= 지재권이 특허(출원,등록) 인 경우	명 칭			일 자		
		번호					
	실시(활용)기관	기관명	(주)명성		기관유형	중소기업	
		주 소	경기도 평택시 팔용당길 88		대 표 자		
		사업자번호			전화번호		
부서(담당자)		연구소(김대연)		e-mail			
기술료산정내역	정부출연금의 10%(900,000,000원 X 10%): 90,000,000원						
기 술 료	정액기술료		정상기술료		기타 조건		
	장수(납부)예정일	장수(납부)금액	착수기본료	장수(납부)예정일			장수(납부)금액
	2017.09.15.	90,000,000	매출에 따른 기술료	장수(납부)시작일	결산월		
				장수(납부)종료일	정수율		
	계	90,000,000			매출액의 ()%		
기타특기사항							
<p>국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제22조 제2항에 따라 위와 같이 기술실시계약이 체결되었음을 보고합니다.</p> <p>붙임 1. 기술실시계약서 사본 1부(타기관으로 기술이전시). 2. 지식재산권을 포함하는 기술이전인 경우 해당 증빙자료(특허 등록증, 출원증 등) 1부 (타기관으로 기술이전시). 3. 연구개발과제협약서 사본 1부(직접실시시).</p>							
2017년 09월 01일 주관연구기관 (주)명성의 대표 [] 농림수산물기술기획평가원장							

37. 사업화 : 기술사업화지원사업 개발기종 : Multi Pro (사업화실적 확인서)

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)


농림축산식품연구개발과제 사업화실적 확인서

과제명	통합형 다목적 조사료 수확기의 국산화 연구개발 및 상용화						
주관연구기관	(주)명성		참여기관	(주)명성, 성균관대학교			
책임자	강대인		연구기간	2014년 10월 ~ 2017년 10월(총 3년)			
정부출연금	900,000천원	기업부담금	300,000천원	총계	1,200,000천원		
기술이전명	통합형 다목적 조사료 수확기 상용화		기술실시대상기관	(주)명성			
기술료	12,600천원		기술실시일	2017. 09. 01.			
구 분	기술실시 업체 결산액 (단위 백만원) * 최근연도 결산보고서에 의해 작성		해당기술을 통한 사업화 실적				
실 적	자산 총계	23,170백만원	제품건수	1			
	자본 총계	10,494백만원					
	부채 총계	12,676백만원	기술개발성과활용 매출액	내수 매출액 65,000천원			
	매출액 총계	16,929백만원					
제품별 실적							
구 분	제품명	제품사진	제품 출시일	매출액 (백만원)	해당기 술의 매출액 기여율 (%)	원산지	품질 인증 여부
1	통합형 다목적 조사료 수확기 (Multi Pro)		2017. 04.03	65	100	대한 민국	인증
2							
3							

2017년 09월 19일
연구책임자 : 강대인 (서명 또는 인)



농림축산식품연구개발과제 사업화실적 확인서

과제명	통합형 다목적 조사료 수확기의 국산화 연구개발 및 상용화						
주관연구기관	(주)명성		참여기관	(주)명성, 성균관대학교			
책임자	강대인		연구기간	2014년 10월 ~ 2017년 10월(총 3년)			
정부출연금	900,000천원	기업부담금	300,000천원	총계	1,200,000천원		
기술이전명	통합형 다목적 조사료 수확기 상용화		기술실시대상기관	(주)명성			
기술료	12,600천원		기술실시일	2017. 09. 01.			
구 분	기술실시 업체 결산액 (단위 백만원) * 최근연도 결산보고서에 의해 작성		해당기술을 통한 사업화 실적				
실 적	자산 총계	23,170백만원	제품건수	1			
	자본 총계	10,494백만원					
	부채 총계	12,676백만원	기술개발성과활용 수출액	수출액 54백만원			
	매출액 총계	16,929백만원					
제품별 실적							
구 분	제품명	제품사진	제품 출시일	수출액 (백만원)	해당기술의 매출액 기여율 (%)	원산지	품질 인증 여부
1	통합형 다목적 조사료 수확기 (Multi Pro)		2017. 04.03	54	100	대한 민국	인증
2							
3							

2017년 09월 19일
연구책임자 : 강대인 (서명 또는 인)



38. 정책활용 : 기술사업화지원사업 개발기종 : Multi Pro (수용)

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

인쇄 : 이필석 / 농기자재정책팀 (2017-07-25 19:04:38)

농업·농촌을 위한 현장중심의 개혁 행정



농림축산식품부

수신 (주) 명성 대표이사

(경유)

제목 정책활용 건의에 대한 검토결과 회신

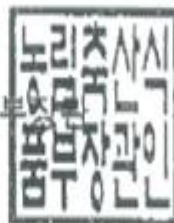
1. 관련 : 명성 1707-03(2017.7.14.)

2. 관련호로 요청한 "정책활용 건의"에 대하여 검토결과를 아래와 같이 회신합니다.

연구과제명	검토결과
<ul style="list-style-type: none"> 기술사업화지원사업 - 통합형 다목적 조사료수확기의 국산화 개발을 통한 상용화 (과제번호 : 114053-3) 	<ul style="list-style-type: none"> 정책활용(수용) - "정부지원대상 농기계"선점 등을 통하여 농업인에게 공급

끝.

농림축산식품부



39. 농기검정 : 기술사업화지원사업 개발기종 : Multi Pro (합격)

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

돈버는 농업, 잘사는 농촌



농업기술실용화재단

수신 주식회사 명성 대표이사 이인현 귀하

(경유)

제목 농업기계 검정결과 통보

2017. 4. 17.자, 5. 2.자 및 5. 11.자로 각각 귀사에서 신청한 농업용베일러의 기술지도검정, 베일래퍼 및 농업용베일러의 안전검정 결과를 다음과 같이 알려드립니다.

다 음

기종명	형식명	형 식	규 격	검정번호	검정결과
농업용베일러	Multi Pro	트랙터견인식 원통베일 · 래퍼형	베일크기 Ø 100×100 cm	17-MT-011	-
베일래퍼	CANNON	트랙터 부착형 회전암식	예취폭 314 cm	17-MS-074	적합
농업용베일러	Multi Pro	트랙터견인식 원통베일 · 래퍼형	베일크기 Ø 100×100 cm	17-MS-084	적합

- 붙임 1. 농업용베일러 기술지도검정성적 1부.
- 2. 베일래퍼 및 농업용베일러 안전검정 확인서 각 1부. 끝.

◆ 농업기계 사후관리 안내

본 형식의 품질유지 등을 위하여 필요한 경우 농업기계화촉진법 제9조 제3항에 따라 사후검정이 실시될 수 있으며, 사후검정 기준에 미달한 경우 “농림축산식품부령으로 정하는 바에 따라 그 출하를 금지하고 보완 또는 검정을 취소할 수 있음”을 안내 하여 드립니다.

농업기술실용화재단이사장



40. 사료검정 : 옥수수 사료검정증명서 (1) : 농업기술실용화재단

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

사료검정증명서			
우편번호/주소 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 126(서둔동 251) 전화번호 031)8012-9660 FAX 031)8012-9669			
문서번호 15-C-1763 시행일 2015.08.06 수신 성균관대학교 산학협력단			
접수번호	U-15-01570	접수연월일	2015.07.31
검정번호	15-FEED-1-00580	검정일	2015.08.06
제조업자	성명	성균관대학교 산학협력단	
	주소	440-746 경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동) 생명공학부 생물환경연구실 (61153호)	
제품명	옥수수 제조일: 2015.07.		
의뢰성분		검정결과	검정방법
수분		84.53 %	사료표준분석방법
조단백질		1.55 %	
조지방		0.46 %	

41. 사료검정 : 수단그라스 사료검정증명서 (2) : 농업기술실용화재단

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

사료검정증명서			
우편번호/주소 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 126(서둔동 251) 전화번호 031)8012-9660 FAX 031)8012-9669			
문서번호 15-C-1763 시행일 2015.08.06 수신 성균관대학교 산학협력단			
접수번호	U-15-01570	접수연월일	2015.07.31
검정번호	15-FEED-1-00578	검정일	2015.08.06
제조업자	성명	성균관대학교 산학협력단	
	주소	440-746 경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동) 생명공학부 생물환경연구실 (61153호)	
제품명	수단그라스 제조일: 2015.07.		
의뢰성분		검정결과	검정방법
수분		88.56 %	사료표준분석방법
조단백질		1.56 %	
조지방		0.63 %	

42. 사료검정 : 갈대 사료검정증명서 (3) : 농업기술실용화재단

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

사료검정증명서			
우편번호/주소 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 126(서둔동 251) 전화번호 031)8012-9660 FAX 031)8012-9669			
문서번호 15-C-1763 시행일 2015.08.06 수신 성균관대학교 산학협력단			
접수번호	U-15-01570	접수연월일	2015.07.31
검정번호	15-FEED-1-00579	검정일	2015.08.06
제조업자	성명	성균관대학교 산학협력단	
	주소	440-746 경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동) 생명공학부 생물환경연구실 (61153호)	
제품명	갈대 제조일: 2015.07.		
의뢰성분		검정결과	검정방법
수분		65.75 %	사료표준분석방법
조단백질		2.69 %	
조지방		1.31 %	

43. 사료검정 : 이탈리아라이그라스 사료검정증명서 (4) : 농업기술실용화재단

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

사료검정증명서			
우편번호/주소 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 126(서둔동 251) 전화번호 031)8012-9660 FAX 031)8012-9669			
문서번호 16-C-1356 시행일 2016.06.24 수신 성균관대학교 산학협력단			
접수번호	U-16-00977	접수연월일	2016.06.14
검정번호	16-FEED-1-00473	검정일	2016.06.24
제조업자	성명	성균관대학교 산학협력단	
	주소	16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동) 성균관대학교 산학협력단	
제품명	IRG 제조일:		
의뢰성분		검정결과	검정방법
수분		25.06 %	사료표준분석방법
조단백질		10.52 %	
조지방		3.54 %	

44. 사료검정 : 볏짚 사료검정증명서 (5) : 농업기술실용화재단

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

사료검정증명서			
우편번호/주소 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 126(서둔동 251) 전화번호 031)8012-9660 FAX 031)8012-9669			
문서번호 16-C-1510 시행일 2016.07.07 수신 (주)명성			
접수번호	U-16-01125	접수연월일	2016.06.28
검정번호	16-FEED-1-00526	검정일	2016.07.07
제조업자	성명	(주)명성	
	주소	17724 경기도 평택시 팔용당길 88 (도일동)	
제품명	볏짚(1) 제조일:		
의뢰성분		검정결과	검정방법
수분		15.80 %	사료표준분석방법
조단백질		2.88 %	
조지방		3.33 %	

45. 사료검정 : 호밀 사료검정증명서 (6) : 농업기술실용화재단

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

사료검정증명서			
우편번호/주소 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 126(서둔동 251) 전화번호 031)8012-9660 FAX 031)8012-9669			
문서번호 16-C-1202 시행일 2016.06.09 수신 성균관대학교산학협력단			
접수번호	U-16-00901	접수연월일	2016.06.02
검정번호	16-FEED-1-00433	검정일	2016.06.09
제조업자	성명	성균관대학교산학협력단	
	주소	16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동) 성균관대학교 산학협력단	
제품명	호밀 제조일: 2016.05.26.		
의뢰성분		검정결과	검정방법
수분		70.99 %	사료표준분석방법
조단백질		1.71 %	
조지방		1.11 %	

46. 사료검정 : 옥수수 사료검정증명서 (7) : 농업기술실용화재단

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

사료검정증명서			
우편번호/주소 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 126(서둔동 251) 전화번호 031)8012-9660 FAX 031)8012-9669			
문서번호 16-C-1732 시행일 2016.08.01 수신 성균관대학교 산학협력단			
접수번호	U-16-01318	접수연월일	2016.07.21
검정번호	16-FEED-1-00626	검정일	2016.08.01
제조업자	성명	성균관대학교 산학협력단	
	주소	16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동)	
제품명	옥수수 제조일: 2016.07.20.		
의뢰성분		검정결과	검정방법
수분		83.61 %	사료표준분석방법
조단백질		1.65 %	
조지방		0.62 %	

47. 사료검정 : 수수 사료검정증명서 (8) : 농업기술실용화재단

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

사료검정증명서			
우편번호/주소 441-707 경기도 수원시 권선구 수인로 126(서둔동 251) 전화번호 031)8012-9660 FAX 031)8012-9669			
문서번호 16-C-1732 시행일 2016.08.01 수신 성균관대학교 산학협력단			
접수번호	U-16-01318	접수연월일	2016.07.21
검정번호	16-FEED-1-00627	검정일	2016.08.01
제조업자	성명	성균관대학교 산학협력단	
	주소	16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동)	
제품명	수수 제조일: 2016.07.20.		
의뢰성분		검정결과	검정방법
수분		84.35 %	사료표준분석방법
조단백질		1.12 %	
조지방		0.44 %	

48. 사료검정 : 옥수수 사료검정증명서 (9) : 농업기술실용화재단

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

사료검정증명서			
우편번호/주소 16429 경기도 수원시 권선구 수인로 126(서둔동 251) 전화번호 031)8012-9660 FAX 031)8012-9669			
문서번호 17-C-2413 시행일 2017.10.16 수신 (주)명성			
접수번호	U-17-02051	접수연월일	2017.09.27
검정번호	17-FEED-1-01165	검정일	2017.10.16
제조업자	성명	(주)명성	
	주소	17724 경기도 평택시 팔용당길 88 (도일동)	
제품명	옥수수 사료 제조일: 2017.09.26.		
	의뢰성분	검정결과	검정방법
	수분	70.08 %	사료표준분석방법
	조단백질	2.51 %	
	조지방	1.57 %	

49. 토양검정 : 토양검정증명서 (1) : 농업기술실용화재단

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

발급번호 16-S01L-1-01256				
<input type="checkbox"/> 시험 <input checked="" type="checkbox"/> 분석 <input type="checkbox"/> 검정				
결과통지서				
① 의뢰인	성명	성균관대학교산학협력단	사업자등록번호	101-82-12009
	주소	16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동) 성균관대학교 산학협력단		
② 의뢰내용	대상물품명	토양		
	접수번호	분석의뢰-U-16-00976	접수연월일	2016.06.13
	용도	연구과제 보고서 삼입용		
	항목	성적 (단위)		비고
	토성	Clay Loam (sand 23.2, silt 46.9, clay 29.9%)		
	pH(1:5)	6.9		
	EC	0.59 dS/m		
	유기물	31 g/kg		

50. 토양검정 : 토양검정증명서 (2) : 농업기술실용화재단

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

발급번호 16-SOIL-1-01262					<input type="checkbox"/> 시험 <input checked="" type="checkbox"/> 분석 <input type="checkbox"/> 검정		결 과 통 지 서			
① 의 뢰 인	성 명	(주)명성	사업자등록번호	125-81-14326						
	주 소	17724 경기도 평택시 팔용당길 88 (도일동) (주)명성								
② 의 뢰 내 용	대상물품명	토양								
	접 수 번 호	분석의뢰-U-16-01018	접수 년월일	2016.06.17						
	용 도	보고서 작성용								
	항 목	성 적 (단 위)					비 고			
	pH(1:5)	6.8								
	EC	0.48 dS/m								
	유기물	24 g/kg								
	토성	양토 (sand 43.8, silt 39.9, clay 16.3%)								

51. 토양검정 : 토양검정증명서 (3) : 농업기술실용화재단

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

발급번호 16-SOIL-1-01188					<input type="checkbox"/> 시험 <input checked="" type="checkbox"/> 분석 <input type="checkbox"/> 검정		결 과 통 지 서			
① 의 뢰 인	성 명	성균관대학교산학협력단	사업자등록번호	101-82-12009						
	주 소	16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동) 성균관대학교 산학협력단								
② 의 뢰 내 용	대상물품명	토양								
	접 수 번 호	분석의뢰-U-16-00899	접수 년월일	2016.06.02						
	용 도	자체 연구과제 보고서 삼입용								
	항 목	성 적 (단 위)					비 고			
	pH(1:5)	6.5								
	EC	0.55 dS/m								
	유기물	113 g/kg								
	토성	Sandy Loam (sand 58.5, silt 33.6, clay 7.9%)								

52. 토양검정 : 토양검정증명서 (4) : 농업기술실용화재단

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

발급번호 16-SOIL-1-01423		<input type="checkbox"/> 시험 <input checked="" type="checkbox"/> 분석 <input type="checkbox"/> 검정		결 과 통 지 서	
① 의 뢰 인	성 명	성균관대학교 산학협력단	사업자등록번호	101-82-12009	
	주 소	16419 경기도 수원시 장안구 서부로 2066 (천천동)			
② 의 뢰 내 용	대상물품명	토양			
	접 수 번 호	분석의뢰-U-16-01319	접수 년월일	2016.07.21	
	용 도	연구과제 보고서 삼입용			
		항 목	성 적 (단 위)	비 고	
		pH(1:5)	6.7		
		EC	0.57 dS/m		
		유기물	206 g/kg		
		토성	Sandy Loam (sand 74.4, silt 20.7, clay 4.9%)		


53. 토양검정 : 토양검정증명서 (5) : 농업기술실용화재단

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

발급번호 17-SOIL-1-01076		분 석 결 과 통 지 서			
① 의 뢰 인	성 명	(주)명성	사업자등록번호	125-81-14326	
	주 소	17724 경기도 평택시 팔용당길 88 (도일동 219-2)			
② 의 뢰 내 용	대상물품명	토양			
	접 수 번 호	분석의뢰-U-17-01674	접수 년월일	2017.08.09	
	용 도	보고서용			
③ 분석 결과					
		항 목	성 적 (단 위)	항 목	성 적 (단 위)
		pH(1:5)	5.4		
		유기물	16 g/kg		
		유효인산	180 mg/kg		
		치환성칼륨	1.4 cmol+/kg		

54. 토양검정 : 토양검정증명서 (6) : 농업기술실용화재단

관련 연구 : 통합형 다목적 조사료수확기 국산화 개발을 통한 상용화 (814001-3)

발급번호 17-S01L-1-01578		<input type="checkbox"/> 시험 <input checked="" type="checkbox"/> 분석 <input type="checkbox"/> 검정		결 과 통 지 서	
① 의 뢰 인	성 명	(주)명성	사업자등록번호	125-81-14326	
	주 소	17724 경기도 평택시 팔용당길 88			
② 의 뢰 내 용	대상물품명	토양			
	접 수 번 호	분석의뢰-U-17-02052	접수 년월일	2017.09.27	
	용 도	보고서용			
③ 분 석 결 과	항 목		성 적 (단 위)		비 고
	pH(1:5)		6.8		
	EC		0.35 dS/m		
	유기물		51 g/kg		
	토성		사양토(sand 55.42% silt 41.6% clay 2.98%) 이하 여백		
<p>「농업기술실용화재단 분석검정 의뢰 및 처리규정」 제4조의 규정에 의하여 2017년 09월 27일자로 의뢰한 시료에 대한 분석(시험) 성적입니다.</p>					
<p style="border: 1px solid red; padding: 5px;">이 성적은 신청인이 제출한 시료를 분석한 것으로 관련사항 이외의 선전 소송 등 증거자료로 사용하지 수 없습니다.</p>			2017년 10월 23일		
<p>농업기술실용화재단이사장</p>					

11. 기타사항

	코드번호	D-13
- 해당사항 없음 -		

12. 참고문헌

		D-14
<ol style="list-style-type: none"> 1) Deutz, Fahr. 2016. Technical data - Agrottron TTV 610 · 620 (http://ruf-2.ru/d/190883/d/agrotr-on-ttv-technicaldata.pdf). 2) Freeland, R. S. and B. L. Bledsoe. 1988. Energy Required to Form Large Round Hay Bales - Effect of Operational Procedure and Baler Chamber Type. Transactions of the ASAB E 31(1):0063-0067. 3) Kawaide, T., H. Shito, Y. Tachibana and K. Takahashi. 2013. Development of a variable-chamber round baler for chopped materials(Part 1). Journal of JSAM 75(3): 210-215 (In Japanese, with English abstract). 4) Kim, Y. J., D. H. Lee, S. O. Chung, and C. H. Choi. 2011. Analysis of power requirement of agricultural tractor during baler operation. J Biosyst Eng 36(4):243-251. 5) Kim, J. E. and K. U. Kim. 2000. Development of a tying-unit controller for a variable chamber round baler. J Biosyst Eng 25(5):341-350 (In Korean, with English abstract). 6) Lee, S. C. 2000. Effects of chemical treatments and ensiling on the chemical composition and degradation rate in the rumen. J. Korean Grassl. Sci. 20(3):177-184 (In Korean, with English abstract). 7) Lotjonen, T. and T. Paappanen. 2013. Bale density of reed canary grass spring harvest. biomass and bioenergy 51:53-59. 8) MARFA. 2014. Seeds supply and cultivation area results of forage crops in 2013 (In Korean). 9) MAFRA. 2011. Technical manual of forage production and utilization. pp. 7 (In Korean). 10) RDA. 2016. Korean Soil Information System (http://soil.rda.go.kr) 11) Shito, H. and N. Yamana. 2002. Development of labor saving technique of maize harvesting and ensiling (part1) - Development of the roll baler for chopped material. Journal of JSAM 64(4):96-101 (In Japanese, with English abstract). 12) Statistics Korea. 2015. Agriculture, fishery & forestry census. 13) Skromme, A. B. 1985. Creative inventors-their history, education & importance (No. 85 1097). SAE Technical Paper. 14) Woo, C. M and S. R. Lee. 1972. A study on the composition and enzymatic hydrolysis of some agricultural waste products. Korean J. Food Sci. Technol. 4(4):300-308 (In Korean, with English abstract). 15) Yu, B. K., K. J. Choe, K. Y. O, and J. S. Noe. 2007. Development of self-propelled round baler. 2007 KSAM annual winter conference 12(1):19-23 (In Korean, with English abstract). 16) Bisaglia, C., E. Tabacco and G. Borreani. 2011. The use of plastic film instead of netti 		

- ng when tying round bales for wrapped baled silage. *Biosystems Engineering* 108(1):1-8.
- 17) Borreani, G., C. Bisaglia and E. Tabacco. 2007. Effects of a new-concept wrapping system on alfalfa round bale silage. *Transactions of the ASABE* 50(3):781-787.
 - 18) Borreani, G. and E. Tabacco. 2007. New oxygen barrier stretch film enhances quality of alfalfa wrapped silage. *Agronomy Journal* 100(4):942-948.
 - 19) Borreani, G. and E. Tabacco. 2010. Use of new plastic stretch films with enhanced oxygen impermeability to wrap baled alfalfa silage. *Transactions of the ASABE* 53(2):635-641.
 - 20) Borreani, G., M. Coppa, A. Revello-Chion and E. Tabacco. 2012. The use of an oxygen barrier stretch film to wrap baled silages in farm conditions. In *Grassland-a European resource? Proceedings of the 24th General Meeting of the European Grassland Federation*, Lublin, Poland, 3-7 June 2012 pp.343-345.
 - 21) Coblenz, W. K., R. K. Ogden, M. S. Akins and E. A. Chow. 2016. Storage characteristics, nutritive value, and fermentation characteristics of large, round bales of alfalfa-mixed grass forage wrapped with different layers of stretch film. *The Professional Animal Scientist* 32(6):805-815.
 - 22) FAOSTAT. 2017. *Agricultural Investment_Baler*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.
 - 23) Han, K. J., M. Collins, E. S. Vanzant and C. T. Dougherty. 2006. Characteristics of baled silage made from first and second harvests of wilted and severely wilted forages. *Grass and Forage Science* 61(1):22-31.
 - 24) Hancock, D. W. and M. Collins. 2006. Forage preservation method influences alfalfa nutritive value and feeding characteristics. *Crop Science* 46(2):688-694.
 - 25) Hanwooboard. 2009. *Consulting guide-Hanwoo* pp.135 (In Korean). <http://www.hanwoocf.com/pdf/pdf1.pdf>.
 - 26) Huhnke, R. L., R. E. Muck and M. E. Payton. 1997. Round bale silage storage losses of ryegrass and legumegrass forages. *Applied Engineering in Agriculture* 13(4):451-458.
 - 27) Interlink Electronics. 2017. *FSR Integration guide* pp.12-26.
 - 28) Itokawa, N., Y. Honda and R. Kobayashi. 1995. Characteristics and quality of wrapped big bale silage under various conserving condition. *Journal of Japanese Society of Grassland Science* 40(4): 478-487 (In Japanese, with English abstract).
 - 29) Ivanovs, S., S. Gach and I. Skonieczny. 2011. Investigation into film consumption for sealing square silage bales. *Engineering for Rural Development* pp.37-42.
 - 30) Ivanovs, S., S. Gach, I. Skonieczny and A. Adamovičs. 2013. Impact of the parameters of round and square haylage bales on the consumption of the sealing film for individual and in-line wrapping. *Agronomy Research* 11(1):53-60.
 - 31) Keles, G., P. O'Kiely, J. J. Lenehan and P. D. Forristal. 2009. Conservation characteristics of baled grass silages differing in duration of wilting, bale density and number of layers of plastic stretch-film. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 48:21-34.
 - 32) Keller, T. H., H. Nonn and H. Jeroch. 1998. The effect of sealing and of additives on the fermentation characteristics and mould and yeast counts in stretch film wrapped big-bale Lucerne silage. *Archives of Animal Nutrition* 51(1):63-75.
 - 33) Khanchi, A., C. L. Jones, B. Sharma and R. L. Huhnke. 2013. Characteristics and comp

ositional change in round and square switchgrass bales stored in South Central Oklahoma. *Biomass and Bioenergy* 58:117-127.

- 34) Kim, J. G., E. S. Chung, S. Seo, J. Park and S. H. Yoon. 2001. Effect of Storing Method and Film Layers on the Quality of Round Baled Fresh Rich Straw Silage. *The Korean Society of Grassland and Forage Science* 21(2):81-88 (In Korean, with English abstract).
- 35) McEniry, J., P. D. Forristal and P. O'Kiely. 2011a. Gas composition of baled grass silage as influenced by the amount, stretch, colour and type of plastic stretch film used to wrap the bales, and by the frequency of bale handling. *Grass and Forage Science* 66(2):277-289.
- 36) McEniry, J., P. D. Forristal and P. O'Kiely. 2011b. Factors influencing the conservation characteristics of baled and precision-chop grass silages. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* pp.175-188.
- 37) McNamara, K., P. O'Kiely, J. Whelan, P. D. Forristal, H. Fuller and J. J. Lenehan. 2001. Vertebrate pest damage to wrapped, baled silage in Ireland. *International Journal of Pest Management* 47(3):167-172.
- 38) McNamara, K., P. O'Kiely, J. Whelan, P. D. Forristal, J. J. Lenehan and J. P. Hanrahan. 2004. An investigation into the pattern of bird damage to the plastic stretch film on baled silage in Ireland. In *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* pp.95-105.
- 39) Muck, R. E. 2006. Fermentation characteristics of round bale silages. In *Proceedings of The 60th Southern Pasture and Forage Crop Improvement Conference* pp.1-8.
- 40) Müller, C. E., T. M. Pauly and P. Udén. 2007. Storage of small bale silage and haylage— influence of storage period on fermentation variables and microbial composition. *Grass and Forage Science* 62(3):274-283.
- 41) NARI. 2017. Harvesting and preparation technology for feed crops pp.34. (In Japanese). www.ari.pref.niigata.jp/nourinsui/manual/shiryoushou.
- 42) Nonaka, K., T. Nakui and T. Ohshita. 1999. The effects of the number of film wrapping layers and moisture content on the quality of round bales of low-moisture timothy [*Phleum pratense*] silage. *Journal of Japanese Society of Grassland Science* 45(3):270-277 (In Japanese, with English abstract).
- 43) O'Brien, M., P. O'Kiely, P. D. Forristal and H. T. Fuller. 2008. Fungal contamination of big-bale grass silage on Irish farms: predominant mould and yeast species and features of bales and silage. *Grass and Forage Science* 63(1):121-137.
- 44) RDA. 1997. *Agricultural Terminology Dictionary* pp.1528 (In Korean).
- 45) Statistics Korea. 2016. *Livestock production cost survey report, 2015* pp.26-38. Publication Registration Number: 11-1240000-000482-10 (In Korean).
- 46) Statistics Korea. 2017. *Livestock trends, first quarter of 2017* pp.11-56. Publication Registration Number: 11-1240000-000479-08 (In Korean).
- 47) Shah, A., M. J. Darr, K. Webster and C. Hoffman. 2011. Outdoor storage characteristics of single-pass large square corn stover bales in Iowa. *Energies* 4(10): 1687-1695.
- 48) Shinnars, K. J., G. C. Boettcher, R. E. Muck, P. J. Weimer and M. D. Casler. 2006. Drying, harvesting and storage characteristics of perennial grasses as biomass feedstocks.

In 2006 ASABE Annual Meeting Presentation Paper No.:061012.

- 49) Shinnars K. J., B. M. Huenink, R. E. Muck and K. A. Albrecht. 2009a. Storage characteristics of large round alfalfa bales: Dry hay. *Transactions of the ASABE* 52(2):409-418.
- 50) Shinnars, K. J., B. M. Huenink, R. E. Muck and K. A. Albrecht. 2009b. Storage characteristics of large round and square alfalfa bales: low-moisture wrapped bales. *Transactions of the ASABE* 52(2):401.
- 51) Shinwonsteel. Steel properties SS400. 2017 (In Korean).
- 52) Song, T. W., T. I. Park, H. H. Park, C. Yun, Y. G. Kim and Y. J. Oh. 2015. Effect of Film Layers and Storing Period on the Fermentation Quality of Whole Crop Barley Silage. *Journal of The Korean Society of Grassland Science* 35(1):6-11 (In Korean, with English abstract).
- 53) Stankiewicz, A., A. A. Stepniewski and J. Nowak. 2016. On the mathematical modelling and optimization of foil consumption for cylindrical bale wrapping. *Econtechmod* 5(3):101-110.
- 54) Stepniewski, A., J. Nowak and A. Stankiewicz. 2016. Analytical model of foil consumption for cylindrical bale wrapping. *Econtechmod* 5(1):99-104.
- 55) Tabacco, E., C. Bisaglia, A. Revello-Chion and G. Borreani. 2013. Assessing the effect of securing bales with either polyethylene film or netting on the fermentation profiles, fungal load, and plastic consumption in baled silage of grass-legume mixtures. *Applied Engineering in Agriculture* 29(5):795-804.
- 56) VDMA. 2013. *Agricultural machinery_market perspectives 2014*. Available from www.vdma.org/landtechnik.
- 57) Weinberg, Z. G., Y. Chen, D. Miron, Y. Raviv, E. Nahim, A. Bloch and J. Miron. 2011. Preservation of total mixed rations for dairy cows in bales wrapped with polyethylene stretch film—A commercial scale experiment. *Animal Feed Science and Technology* 164(1):125-129.
- 58) Yu, T. E., J. A. Larson, B. C. English, C. N. Boyer, D. D. Tyler and K. K. Castillo-Villar. 2015. Influence of particle size and packaging on storage dry matter losses for switch grass. *Biomass and Bioenergy* 73:135-144.
- 59) Ahmadi, I. 2014. Effect of Transition of Mounted Chisel Plow from Operation to Transport on Longitudinal Stability of Tractor (Part 1-Modeling). *Agriculturae Conspectus Scientificus* 78(4):343-351.
- 60) Baker, V. and A. L. Guzzomi. 2013. A model and comparison of 4-wheel-drive fixed-chassis tractor rollover during Phase I. *Biosystems Engineering* 116(2):179-189.
- 61) Chen, W., Z. Zhang, and C. Zhou. 2009. Simulation for the handling and stability of four-wheel steering vehicle based on Matlab/simulink. *Proceedings of the 2nd International Conference on Transportation Engineering* pp.1908-1913.
- 62) Dahlberg, E. and N. G. Vagstedt. 1997. Advantages of a simple approach modeling heavy vehicle handling. *SAE Special Publications* 1308:113-120.
- 63) Daniel, A. F. and S. Adam. 2004. Passenger vehicle steady state directional stability analysis utilizing EDVSM and SIMON. *Proceedings of the WP HVE Forum, San Francisco, Calif, USA. WP#2004-3*.
- 64) Demšar, I., R. Bernik and J. Duhovnik. 2012. A Mathematical Model and Numerical Si

mulation of the Static Stability of a Tractor. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 77(3): 143-150.

- 65) FACT (The Foundation of AG. Tech. Commercialization and Transfer). 2014. Test standards of agricultural machinery-agricultural Tractor. (In Korean).
- 66) FACT (The Foundation of AG. Tech. Commercialization and Transfer). 2012. Inspection report-agricultural Tractor RX601:12-M-3-154. (In Korean).
- 67) FACT (The Foundation of AG. Tech. Commercialization and Transfer). 2017. Inspection report-agricultural Tractor RX620:17-M-011. (In Korean).
- 68) Franceschetti, B., R. Lenain and V. Rondelli. 2014. Comparison between a rollover tractor dynamic model and actual lateral tests. *Biosystems Engineering* 127:79-91.
- 69) Gialamas, T. A., D. Bochtis, Y. Ampatzidis, D. Kateris, T. A. Gemtos and C. A. Tsatsarelis. 2006. Tractor stability estimation using adjusting testing-bench. In *The International Conference HAICTA* pp. 179-186.
- 70) Guzzomi, A. L. 2012. A revised kineto-static model for Phase I tractor rollover. *Biosystems engineering* 113(1):65-75.
- 71) Guzzomi, A. L., V. Rondelli, A. Guarnieri, G. Molari and P. G. Molari. 2009. Available energy during the rollover of narrow-track wheeled agricultural tractors. *Biosystems Engineering* 104(3):318-323.
- 72) Hussain, K., W. Stein and A. J. Day. 2005. Modelling commercial vehicle handling and rolling stability. *Journal of Multi-Body Dynamics* 219(4):357-369.
- 73) Hillegass, M. J., J. G. Faller, M. S. Bounds, M. El-Gindy and A. S. Joshi. 2004. Validating the directional performance of multi-wheeled combat vehicle computer simulation models. *Proceedings of the ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition* pp.781-789.
- 74) ISO/DIS. 2012. Draft International Standard: Self-propelled agricultural machinery- Assessment of stability 16231-2.
- 75) Jang, Y. S., J. H. Yun and W. R. Lee. 1991. A Study on Improvement of Adaptability of Slopes in Agricultural Machinery pp.128-135. Code No.:230301-2. (In Korean).
- 76) Jung, S. Y. and K. U. Kim. 1990. Simulation of transverse overturning of Agricultural Tractor-Trailer Systems 15(4):298-309. (In Korean, with English abstract).
- 77) Jung, C. J., K. H. Ru, S. R. Kim, Y. W. Kim, K. M. Lee, H. G. Song, K. D. Cha, J. H. Lee, Y. G. Lee and H. K. Go. 1974. *Agricultural mechanics* pp.283-299.
- 78) KOROAD. 2016. The summary of traffic accident statistics pp. 35-41. (In Korean).
- 79) Lee, Y. R., J. H. Yun, Y. S. Jang and H. S. Park. 1989. A Study on Improvement of Adaptability of Slopes in Agricultural Machinery pp.170-177. Code No.:2303-03. (In Korean).
- 80) Lee, Y. R., J. H. Yun, H. S. Park and Y. S. Jang. 1990. A Study on Improvement of Adaptability of Slopes in Agricultural Machinery pp.156-185. Code No.:2303-01. (In Korean).
- 81) Li, X., G. Wang, Z. Yao and J. Qu. 2013. Dynamic model and validation of an articulated steering wheel loader on slopes and over obstacles. *Vehicle System Dynamics* 51(9):1305-1323.
- 82) Liu, L. 2010. Nonlinear analysis and control strategy evaluation on the stability of veh

icle 3-DOF planar motion [Ph. D. thesis], College of Traffic, Jilin University.

- 83) Lukowski, S., M. Momot, D. Kraemer and D. Kunz. 2009. Basic linear theory of handling and stability of automobiles. *Journal of Automobile Engineering* 223(1): 1-10.
- 84) MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries, and Food). 2017. Specific farming village law-Direct support system for middle-mountainous area. (In Japanese).
- 85) MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs). Agricultural Mechanization Promotion Act. Article 9. 2017. (In Korean).
- 86) MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs). 2002. A study on GIS gradient-based coverage area map building for a direct farmland payment program in less favored areas pp.66-76. (In Korean).
- 87) Mathijs, K. 2010. Longitudinal force distribution and road vehicle handling [Ph. D. thesis], Department of Applied Mechanics, Chalmers University of Technology.
- 88) NAAS (National Institute of Agricultural Sciences). 2016. The damage situation of Farmers related to agricultural machinery pp.39-48. Publication registration No.: 11-1390802-001087-01. (In Korean).
- 89) Nidal, H. H. and A. J. Hamid. 2004. Computer simulation of stability and control of tractor trailed implement combinations under different operating conditions *Bragantia Campinas* 63(1):149-162.
- 90) Pacejka, H. B. 1973. Simplified analysis of steady-state turning behaviour of motor vehicles part 1. Handling diagrams of simple systems. *Vehicle System Dynamics* 2(3):161-172.
- 91) Pacejka, H. B. 1973. Simplified analysis of steady-state turning behaviour of motor vehicles part 2: stability of the steady-state turn. *Vehicle System Dynamics* 2(4):173-183.
- 92) Pacejka, H. B. 1973. Simplified analysis of steady-state turning behaviour of motor vehicles part 3: more elaborate systems. *Vehicle System Dynamics* 2(4): 185-204.
- 93) Park, K. J. and U. L. Park. 1992. Simulation of Motion and Overturns for Power Tiller-Trailer System. *Journal of Biosystems Engineering* 17(1):27-36. . (In Korean, with English abstract).
- 94) Pereira, D. P., N. C. Fiedler, M. D. O. Bauer, A. V. Rezende, A. A. Missiaggia and J. B. P. Simao. 2011. Lateral stability limits of farm tractors for forest plantations in steep areas. *Sci. For Piracicaba* 39(92): 433-439.
- 95) Popescu, S. and N. Sutru. 2009. Contributions to the study of the dynamics of agricultural tractors equipped with front-end loader and rear forklift loader. *Engineering for Rural Development-International Scientific Con.* 165-170.
- 96) Redl, J., V. Valikova and J. Antl. 2014. Design of active stability control system of agricultural off-road vehicles. *Research in Agricultural Engineering* 60:77-84.
- 97) Shim, S. B., Y. J. Park, K. U. Kim, J. W. Kim, M. S. Park and T. Y. Song. 2005. Computer Simulation of transverse overturning of Side-Loaded Mini-Forwarder. *Journal of Biosystems Engineering* 30(6):366-372. (In Korean, with English abstract).
- 98) Vincent, N. 2005. Vehicle handling, stability, and bifurcation analysis for nonlinear vehicle models [M. S. thesis]. Department of Mechanical Engineering, University of Maryland.
- 99) Vidoni, R., M. Bietresato, A. Gasparetto and F. Mazzetto. 2015. Evaluation and stability

comparison of different vehicle configurations for robotic agricultural operations on side-slopes. *Biosystems Engineering* 129:197-211.

- 100) Wang, W. H. 2002. A digital-driving system for smart vehicles, *IEEE Intelligent Systems* 17(5):81-83.
- 101) Wang, W. H., W. Zhang, H. W. Guo, H. Bubb and K. Ikeuchi. 2011a, A safety-based approaching behavioural model with various driving characteristics. *Transportation Research (Part C)* 19(6):1202-1214.
- 102) Wang, W. H., M. Yan, J. Jin, X. Wang, H. Guo, X. Ren and K. Ikeuchi. 2011b. Driver's various information process and multi-ruled decisionmaking mechanism: a fundamental of intelligent driving shaping model. *International Journal of Computational Intelligence Systems* 4(3):297-305.
- 103) Winkler, C. B. 1998. Simplified analysis of the steady state turning of complex vehicles. *Vehicle System Dynamics* 29(3):141-180.
- 104) Yeh, E. C. and Y. L. Chen. 1990. Handling analysis of a motorcycle with added cambering of the front frame. *Vehicle System Dynamics* 19(2):49-70.
- 105) Zhao, Q. F., T. He and W. J. Xu. 2012. The research of vehicle handling stability based on ADAMS. *Applied Mechanics and Materials* 127:248-251.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 기술사업화지원사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.