과제 번호
319042-03

과제명 자주식 수집형감자수확기 개발및산업화

최종보고서

2022

농림식품기술기획평가원

농림축산식품부

보안 과제( ), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개( )발간등록번호(O)

첨단생산기술개발사업 2022년도 최종보고서

발간등록번호
11-1543000-003996-01

자주식 수집형 감자 수확기 개발 및 산업화

2022. 3. 21

주관연구기관 / 신흥공업사

협동연구기관 / 건설기계부품연구원

농 림 축 산 식 품 부

(전문기관)농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 "자주식 수집형 감자수확기 개발 및 산업화"(개발기간 : 2019. 04.16 ~ 2021.12.31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 3. 21

주관연구기관명 : 신흥공업사 (대표자) 윤태욱 (인)

협동연구기관명 : 건설기계부품연구원 (대표자) 김민희 (인)

주관연구책임자 : 윤병문

협동연구책임자 : 임 훈

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

< 요 약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

<table>
<tr><td colspan="2">사업명</td><td colspan="3">첨단생산기술개발사업</td><td colspan="2">총괄연구개발 식별번호
(해당 시 작성)</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">내역사업명
(해당 시 작성)</td><td colspan="3"></td><td colspan="2">연구개발과제번호</td><td colspan="3">319042-03</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기술분류</td><td>국가과학기술
표준분류</td><td>Y02</td><td>50%</td><td>Y10</td><td>30%</td><td>EA0299</td><td>10%</td><td>EA0899</td><td>20%</td></tr>
<tr><td>농림식품
과학기술분류</td><td>RC0101</td><td>100%</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">총괄연구개발명
(해당 시 작성)</td><td colspan="8"></td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제명</td><td colspan="8">자주식 수집형 감자수확기 개발 및 산업화</td></tr>
<tr><td colspan="2">전체 연구개발기간</td><td colspan="8">2019. 4. 16 ~ 2021. 12. 31(2년9개월)</td></tr>
<tr><td colspan="2">총 연구개발비</td><td colspan="8">총 1,497,000천원
(정부지원연구개발비: 1,100,000천원, 기관부담연구개발비 : 397,000천원,
지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발단계</td><td colspan="3">기초[ ] 응용[ ] 개발[√]
기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]</td><td colspan="2">기술성숙도
(해당 시 기재)</td><td colspan="3">착수시점 기준( )
종료시점 목표(√)</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제 유형
(해당 시 작성)</td><td colspan="8"></td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제 특성
(해당 시 작성)</td><td colspan="8"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구개발
목표 및 내용</td><td>최종 목표</td><td colspan="8">○ 연구개발의 최종 목표는 최근 농업환경이 고령화 여성화에 따라 농업법인이 등장하고 정부에서 추진하는 주산지에 대한 장비를 보급하는데 불편함이 없도록 조작이 편리하고 경사지등에서도 작업성이 우수하며 여성이나 고령자가 작업하는데도 어려움이 없도록 편리성에 중점을 두어 개발이 목표임
① 엔진 및 구동축은 환경규제에 대비하여 배기가스 기준을 Tire-4 기준의 개발된 엔진을 장착하여 장기적으로 자주식 감자 수집형 수확기에도 농업기계 환경기준에 적합하게 개발.
② 굴취부, 선별부, 수집부의 각각의 기능이 별도로 작동되고 굴취삽날과 작물을 끌어올리는 Lug도 두둑과 작물의 높낮이를 자동으로 감지할 수 있도록 하여 수확작업을 하는데 있어 어려움이 없도록 개발. 또한 경사지를 수확할 때 장비를 수평을 조절 할 수 있는 장치를 개발하여 10° 이상의 경사지에서도 작업에 지장이 없도록 개발.
③ 사륜구동 및 사륜조향이 가능한 구조로 차량을 개발하여 경사지를 오르거나 험지 등을 진출입 하는데 어려움이 없도록 하고 최소 회전 반경이 되도록 차량구조를 개발.
④ 수집부의 백 하역장치의 자동화를 통해 작물손상방지를 위한 리프트 기능, 자동 백 하역기능 개발하여 장비의 효율을 높임.
⑤ 이물질 선별부의 속도를 조절을 용이하게 하여 작업자</td></tr>
</table>

		가 이물질량에 비례 조절할 수 있도록 개발. ⑥ 자동제어를 위한 유압시스템을 개발하여 미래에 다가올 무인화가 가능할 수 있는 토대를 만들 수 있는 제어시스템을 개발할 계획임. ⑦ 각 기능별 제어는 CAN 통신을 이용 간편하게 제작하여 발생할 수 있는 고장 확률을 최소화 하고 사후 A/S 가 용이하도록 개발.
	전체 내용	○ 사륜구동과 조향이 가능한 베어-샤시 개발 우리나라 지형의 특성상 경사지가 많고 경지정리가 되지 않아 수확기가 작업장에 진입이 용이하도록 4륜구동이 가능하도록 하며 작업장에서 작업 시 회전 반경을 최소화 하여 작물손상을 방지하고 작업기로 인한 재배면적이 감소하는 일이 없도록 베어샤시를 개발할 계획임. ○ 친환경 개발 엔진 적용 - 현행 국내 농기계를 구동하는 엔진은 일반 자동차나 산업용 엔진과는 다르게 환경에 대한 인식이 부족한 상황임. 장기적으로 엔진에 농업용 기계에 대한 엔진도 환경문제를 고려하여 Tire-4 개발 완료된 엔진 적용 ○ 굴취깊이와 두둑높이 자동 조절용 굴취부 개발 - 현재의 장비는 작물을 굴취 하는 깊이나 러그의 높이 등을 운전자가 직접 눈으로 보면서 작업을 해야 함으로 오래기간 숙련자가 작업할 수 있는 환경이지만 새로 개발하는 장비는 굴취깊이나 러그 높이를 자동으로 조절 할 수 있도록 개발함으로 숙련도가 낮은 고령자나 여성운전자도 쉽게 조작할 수 있도록 개발함. 또한 조작하는 과정에서 자세의 불안에서 오는 추락사고 등 안전사고도 예방의 효과가 있음. ○ 경사지 수확을 위한 작업기 자동 수평장치 개발 - 우리나라 지형의 특성을 고려하여 10° 이상의 경사지에서도 원활하게 수확할 수 있도록 작업기 자동 수평장치 개발. ○ 조작이 용이한 이물질 선별부 개발 - 작물의 수확량과 이물질의 량에 비례하여 속도 조절이 원활하게 개발. 이는 여성작업자 고령자 층이 선별작업을 하는데 있어 속도를 자유로 조절할 수 있도록 하여 피로하지 않을 환경을 조성하는데 목적. ○ 수집부의 백 하역장치의 자동화를 통해 작물손상방지를 위한 리프트 기능, 자동 백 하역기능 개발하여 장비의 효율을 높임. **○ CAN 통신을 통한 전기/전자 제어부 개발** - 기존 개발된 수확기에서 적용한 복잡한 전기전자 하네

		스에 의한 전기전자 제어부를 CAN 통신으로 간소화함으로 인해 고장진단과 정비를 원활하게 할 수 있도록 하여 장기적으로 장비 사후 유지관리 비용이 저렴하게 개발함. **○ 자동제어를 위한 유압시스템 개발** - 적용되는 유압기기류를 솔레로이드에 의한 제어방식으로 개발함으로 인해 조작의 원활성을 향상하여 고령자나 여성 작업자도 원터치 방식으로 조작 할 수 있게 개발함은 물론 장기적으로 자동제어가 가능한 작업기를 개발함 **○ 다기능 안전시스템 및 편의시스템 개발** - 작업 및 이동 중 발생할 수 있는 사고를 미연에 방지하기 위하여 센서융합 기술을 통해 실시간으로 장비 환경을 인식하여, 충돌 및 전복 등의 다양한 위험 상황을 작업자 및 주변 인들에게 사전에 알려줄 수 있는 다기능 안전시스템과 여성・고령 작업자의 작업 편의성 반영한 편의장치 개발 **○ 내환경성 반영한 전장 케이스 내구 설계** - 실외 환경에서 사용되어야 하는 장비의 특성을 고려하여 방수, 방진, 충격, 진동 등의 외부 조건을 반영한 전장 내구성 케이스 몰딩 설계 기법을 개발하고 그에 적합한 전장 케이스의 디자인과 내구 설계를 통해 최종적으로 전장 케이스의 소형화, 경량화 개발

연구개발성과	(단위 : 건수, 백만원, 명) 사업화지표 / 연구기반지표

성과목표		지식재산권				기술실시(이전)		사업화					기술인증	학술성과				교육지도	인력양성	정책활용·홍보		기타(타연구활용등)
		특허출원	특허등록	품종등록	SMART평가등급	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문 SCI	논문 비SCI	논문평균IF	학술발표			정책활용	홍보전시	
단위		건	건	건		건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건		건		명	건	건	
가중치		10	10			10		20	15	10	15						5	5				
최종목표		2	2			1	12	1	544		2				2		3	3				
당해년도	목표																					
	실적	2	2			1		3	544		4		7		2		3	4			42	
달성률(%)		100	100			100	100	100	100	0	100		100		100		100	100			100	

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	**① 구근류 채굴장치 특허성과 활용** 땅속작물을 수확하는데 있어서 굴취삽의 위치와 역할에 따라서 작물의 밀림을 방지할 수 있고 선별부로 올라가기 전 작물이 흙이나 돌과 함께 구르는 현상을 최대한 억

제하며 긍극적으로는 손상율을 획기적으로 낮추는데 그 효과가 있는 것으로 땅속작물 수확기의 가장 기본적인 이론이 정립된 성과물로 활용할계획이다

② 러그컨베이어의 높이 조절이 가능한 구근류 채굴장치 특허활용

땅속작물을 수확하는데 있어 두둑의 높이와 작물의 유형에 따라서 굴취된 작물을 선별부로 원할하게 끌어올리는 기술임. 특히 두둑 맨 끝부분에 가서 남아있는 작물이 선별부로 올리는데 밑에서 받쳐주는 흙이 부족하여 올라가지 않아 사람이 작업을 해야하는 번거로움을 막을 수 있다

③ 굴취깊이와 두둑높이 자동 조절용 굴취부

굴취깊이와 두둑높이 자동조절용 굴취부는 작물을 수확작업중 두둑의 높이가 일정하지않아 수확중 사람에 의하여 굴취깊이를 조절하면서 수확작업을 하여햐 하지만 본 기술을 접목함으로 인하여 인위적인 조작보다는 두둑과 작물의 형상에 따라 굴취부를 자동으로 조절하게 됨에 따라 작물 손상율을 방지할 수 있고, 운전자가 두둑을 보지않고 작업할 수 있어 작업 환경을 개선하는 효과가 있다

④ 경사지 수확을 위한 작업기 수평조절 시스템

수확기의 작업환경은 여러 가지로 다양한 상황에서 작업을 할 수 있다. 평지를 작업할때는 아무런 문제가 없지만 경사지 등을 작업할 때 장비가 양쪽 바퀴의 높낮이의 차이로 한쪽으로 기울게 되어있어 수확작업이 어려움을 있게된다. 이때 작업기를 자동으로 수평으로 유지하여 두둑와 같이 각도를 유지하여 수확작업이 원활하게 할 수 있도록 하는 기술이다

⑤ 사륜구동 사륜조향 시스템

우리나라 밭환경은 평야지보다는 경사지나 절개지, 경지정리가 된 계획토지보다는 천수담처럽 형상이 너무도 다양하여 기계화 작업에 많은 어려움이 상존한다. 이러한 환경에서 기계화 작업을 위해서는 장비가 다양한 환경에서도 적응성이 뛰어나기 위해서 4륜구동 및 4륜 조향이 가능하면 장비의 회전반경이 좁아지고 험지에서도 얼마든지 작업할 수 있는 기술이다

연구개발성과의 비공개여부 및 사유	본 연구개발은 미래에 다가올 환경도 고려하여 여러 부분에 대한 함축된 기술을 포함하여 연구개발이 이루어져 있다. 기업부설연구소에서 연구개발에 필요한 각종 자료나 KNOW-HOW 등이 유출될 수 있어 보안성을 요구된다

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명정보	생물자원		정보	실물
	2	2	1									

연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입기관	연구시설·장비명	규격(모델명)	수량	구입연월일	구입가격(천원)	구입처(전화)	비고(설치장소)	ZEUS 등록번호

국문핵심어 (5개 이내)	땅속작물수확기	자주식수집형감자수확기	밭작물기계화율	농업기계공동이용	미래형(차세대)농기계
영문핵심어 (5개 이내)	Underground Crop Harvester	Self Propelled Potato Harvester	Machanization Rate of Field Crops	Joint use of agricultural machinery	Future Agricultural Machinery

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요 ---------- 7

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용 ---------- 29

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 ---------- 123

4. 목표 미달 시 원인분석 ---------- 136

5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여정도 ---------- 137

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 ---------- 138

1. 연구개발과제의 개요

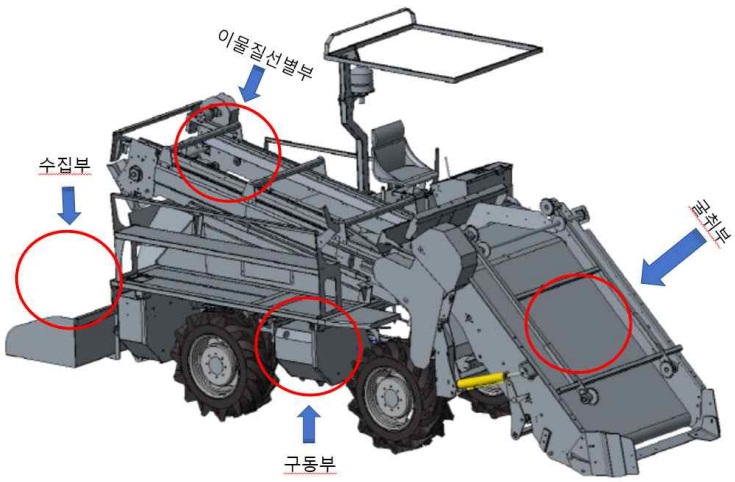
1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발의 개요

○ 현재 농업인의 감소와 고령화에 따라 정부를 비롯한 많은 기업과 농업인단체 등에서 2019년 현재 약 60% 수준의 밭작물 기계화율 2022년에는 70% 수준으로 끌어 올리려 한다. 본 과제에서는 우리나라 밭작물 기계화율 제고를 위한 노력의 일환으로 다양한 계층에서 사용할 수 있도록 작업 편의성을 개선하고 생산성을 향상시킨 자주식 수집형 감자 수확기를 개발하는 것을 목표로 함

○ 기존 국내에서 개발된 자주식 감자 수집형 수확기는 국내 밭작물 기계화에 대한 의식 등이 낮고 국내 수요가 저조한 2000년 초반에 제작된 것으로 아직 조작 장치가 초기에 제작되었던 수준에서 머물러 있다. 최근 농업 인구의 감소에 따라 고령자와 여성이 기계를 사용하는 비율이 증가하는 상황을 고려하여 본 과제에서는 다양한 계층의 농업인이 수확기를 쉽게 다룰 수 있도록 기존 수확기의 작업을 단순화 및 자동화를 통해 조작 편의성을 개선하고자 함

○ 기존 우리나라 농업이 소규모 경작지에서 대규모 경작지로 변하고 있다. 소규모의 농기계를 각 가정이 개별적으로 보유하는 일반적인 관례에서 벗어나 이제는 농업법인이나 농업인단체에서 대규모 농업에 필요한 기계를 보유하고 있다. 이에 따라 단위 시간당 수확 효율을 중시하고 아울러 작물의 손상율이 낮고 굴취율이 좋은 수확기에 대한 요구가 증가하고 있다. 본 과제에서는 작업 단계의 단순화와 자동화를 통해 작업 생산성을 향상시킨 자주식 수집형 감자 수확기를 개발하는 것을 목표로 함



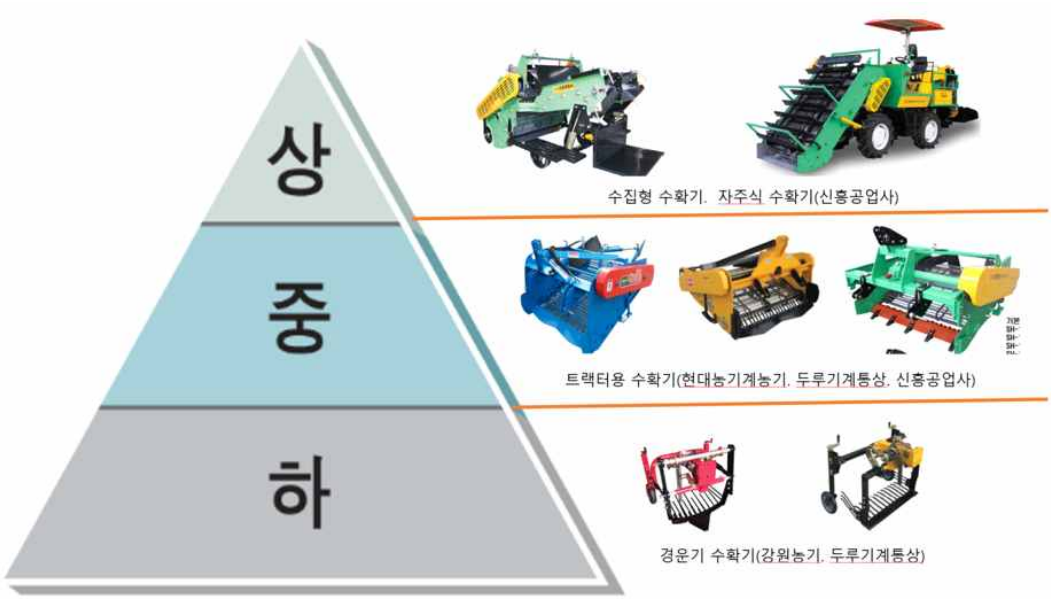
[자주식 감자 수집형 수확기 개념도]

1-2. 연구개발 대상의 국내·외 현황

가. 국내 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

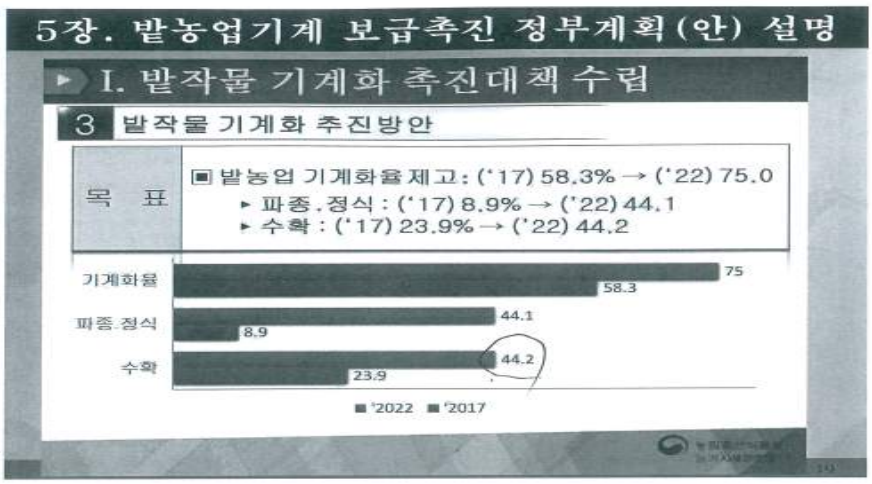
- 국내 땅속작물 수확기는 2000년대 초 신흥공업사에서 개발한 수확기를 시작으로 여러 업체에서 개발하고 생산을 시작하였지만, 기술의 수준은 땅속에 있는 작물을 단순하게 기계적 방식으로 파내는 정도의 작업 방식 형태에서 진전이 없는 상황이며 국내에서는 유일하게 신흥공업사만이 현재 비자주식 수확기와 자주식 수확기 타입 둘 다 생산 판매하고 있음



[국내 수확기 제품군의 기술 수준 비교]

○ 시장현황

- 국내 전체 밭작물 기계화율은 2018년 기준 60% (한국농기계공업협동조합 자료 기준)로 분석되고 있으나 땅속작물 수확기 분야에서는 23.9% 수준에 머물러 있고, 정부는 2022년까지 이 분야의 기계화율을 44.2%까지 끌어올리기 위한 정책 및 지원을 추진하고 있음



- 국내시장(자주식 수집형 감자수확기 판매현황)/신흥공업사 자료

년도	2010년 이전	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	계
내수	18	8	7	6	5	7	7	5	62
수출	1	2	1	2	1	1	1	1	11
계	19	9	8	8	6	8	8	7	73

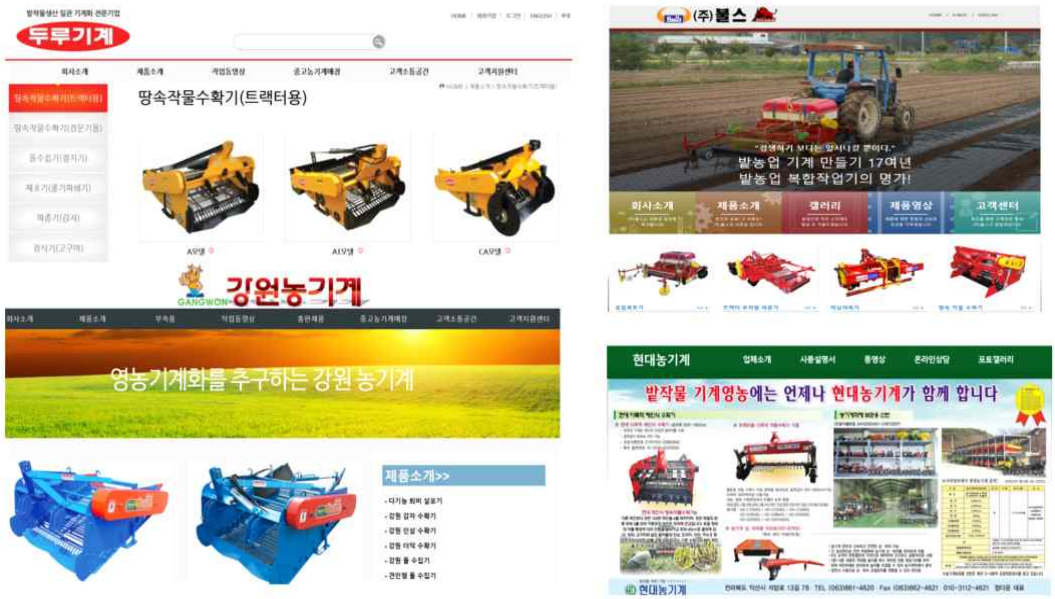
[밭작물 농기계에 대한 정부 정책에 근거한 향후 국내 시장 방향성 분석]

- 정부의 이러한 밭작물 기계화율 확대에 대한 보급촉진 정책과 변화하는 시장의 니즈들의 증가요인들로 인해 국내 밭작물 농기계 시장은 2017년 말 업체별 판매실적 대비 2022년 까지 약 200% 정도의 폭발적인 수요가 예측됨

○ 경쟁기관현황(자주식 수집형 감자수확기 생산업체가 아님)

- 현재 국내 땅속작물 수확기 경쟁업체로 대표적인 기업들은 상기 표에 나와 있는 4개 업체로 파악되고 있으나 자주식 수집형 감자 수확기 생산업체는 당사가 국내에서 유일함.

경쟁사명	제품명	판매가격 (천원)	연 판매액 (천원)
두루기계통상	굴취형 땅속작물 수확기(트랙터 부착형)	-	-
㈜불스	굴취형 땅속작물 수확기(트랙터 부착형)	-	-
강원농기계	굴취형 땅속작물 수확기(트랙터 부착형)	-	-
현대농기계	굴취형 땅속작물 수확기(트랙터 부착형)	-	-



[땅속작물 수확기 제품 관련 국내 경쟁 업체 파악]

- 국내 업체 중 땅속작물 수확기의 개발 및 판매 제품은 신흥공업사를 제외하고는 일반 수확기 수준이며, 수집형 수확기 그리고 자주식 수확기를 생산 판매하는 업체는 국내에 신흥공업사 이외에는 전무함

구분	일반수확기	수집형 수확기	자주식 수확기
제 품			
생산업체	신흥공업사 두루기계통상 현대농기계 불스 강원농기계	신흥공업사	신흥공업사

○ 지식재산권현황

- 국내 지식재산권 현황을 조사해본 결과, 기존 기술들은 기계식 장비 위주로 구조적 장치를 통해 생산성 향상을 제시하고 있지만, 별도의 장비 상태 모니터링 및 제어 모듈을 구비하고 있지 않음

지식재산권명	지식재산권출원인	출원국/출원번호
① 트랙터 부착형 고구마 굴취장치	중앙공업 주식회사	한국/10-2000-0055212
② 구근류 채굴장치	윤태욱	한국/10-2001-0019603
③ 구근류 채굴카	윤태욱	한국/10-2001-0075792
④ 마늘 수확기	이시환	한국/10-2009-0054772
⑤ 구근류작물수확기	남미정	한국/10-2010-0139964
⑥ 트랙터용 전방형 농산물수확기	남미정	한국/10-2012-0072860
⑦ 구근류작물 수확용 굴취기	이세원	한국/10-2013-0122541
⑧ 트랙터용 진동형 농산물 수확기	남미정	한국/10-2013-0127861
⑨ 2중 진동형 구근작물 수확기	이학남	한국/10-2015-0124220
⑩ 다중 진동형 땅속작물 수확기	노계훈	한국/10-2016-0053993
⑪ 구근류 수확장치	대한민국(농촌진흥청장)	한국/10-2016-0151739
⑫ 경운기 탈부착용 고구마 수확장치	남미정	한국/20-2009-0013730
⑬ 구근류작물 수확용 굴취기	이세원	한국/20-2013-0008470

[개발대상 기술(제품, 서비스 등) 관련 국내 지식재산권 현황 조사]

- 신흥공업사에서는 현재 땅속작물 자주식 수집형 수확기에 대한 특허를 보유하고 있으며 신규로 개발하는 본 기술 개발에 대한 특허 출원을 준비하고 있는 상황임

항 목	1차년도		2차년도		3차년도		비고
	상반기	하반기	상반기	하반기	상반기	하반기	
제품설계							
특허출원		■		■			2건 출원
특허등록				■		■	2건 등록

[본 기술 개발에 대한 특허 출원 준비 전략]

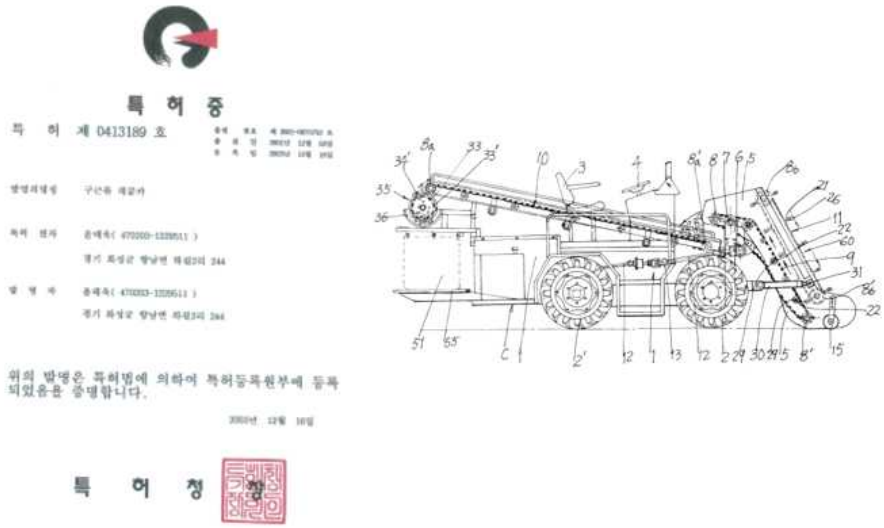
○ 표준화현황

- 현재 땅속작물 수확기 분야로 정책적 혹은 문서적으로 표준화가 진행된 부분은 없지만, 신흥공업사에서 국내 최초로 1990년대 말부터 땅속작물 수확기를 자체 연구하고 보급한 이후 여러 업체들이 후발 주자로 유사한 형태로 상품화하여 시장에 등장한 것을 유추해보면 현재의 형태와 기능으로 보편화되어진 것으로 파악됨

○ 기타현황

- 국내 최초로 밭농사용 땅속작물 수확기를 개발하고 상품화하여 보급한 신흥공업사는 해

당 분야에 있어 국내 최고의 기술적 우위에 있는 업체로 이번에 연구 개발하려고 하는 지능형 땅속 작물 자주식 수집형 수확기도 정부의 밭작물 기계화율 확대 보급 정책에 발맞추고 스마트 팜(Smart Farm) 환경과 시장에 대응하기 위해 선행 기술을 확보하고 상품화하기 위해 개발하는 제품으로 앞으로도 밭농사용 농기계 분야에 많은 실적을 발휘할 예정임


특 허 증

특 허 제 0413189 호

위의 발명은 특허법에 의하여 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

특 허 청

[신흥공업사 땅속작물 수확기 발전 과정 및 선행 연구 현황]

나. 국외 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

- 국외의 땅속작물 수확기 기술 현황은 작업 환경(농지 면적 규모, 토질 상태, 재배 작물 차이, 국민성 등)의 차이에 따라 다르겠지만, 전반적으로 대형급 혹은 대용량 위주의 농기계로 시스템이 발전되어 왔으며, 세부적인 기술 부분에서는 국내의 농기계보다 성능과 내구성 측면에서 동등 혹은 약간 우위 수준으로 파악됨

해외 기술 동향	대용량 구근류 수확기	
UNIVERCO社 (Canada)		
SGEco.社 (USA)		

[국외 밭작물(구근류) 수확기 기술 동향 분석]

○ 시장현황

- 국외의 시장 현황은 북미와 호주는 대형급 혹은 대용량 위주로 시장이 형성이 되었고, 유럽과 아시아(대만, 중국, 베트남, 인도)는 국내와 비슷한 환경으로 소형급, 중형급이 시장의

주류를 이루고 있는 것으로 파악됨

No.	거래처	제품		금액	면허일자 (계약일자)	선적일자 (인도일자)	수출지역	비고
		품명	모델					
1	MING GUAN	수집형 수확기	SH-T1200	$14,500	2017-05-02	2017-08-03	대만	FOB
2	골드문트	돌수집기	SH-1600JS	$13,015	2017-05-12	2017-05-25	에콰도르	수출자 : 골드문트
		휴립피복기	SH-700					
3	SLFFT (손위)	씨감자 절단기	SH-SC100	$6,350	2017-06-14	2017-06-16	중국	CIF
4	AST (IBERO)	제초기	SH-1500MD	$4,200	2017-07-06	2017-07-08	베트남	CFR
5	HWAETC (구본흥)	수집형 수확기	SH-T1400	$15,800	2017-08-17	2017-08-20	중국	CIF
6	RICH PARTNER	씨감자 절단기	SH-SC100	$6,500	2017-09-19	2017-09-21	대만	FOB
7	TIRTH ARGO	수집형 수확기	SH-T1400	$16,000	2017-11-23	2017-11-26	인도	FOB
합계				**$76,365**				

[신흥공업사 수출 실적을 통해 국외 밭작물(구근류) 수확기 시장 현황 분석]

○ 경쟁기관현황

(1) 일본의 CIRCE-KIKO 사 자주식 수확기

- 일본의 CIRCLE-KIKO사의 경우 전체적인 규격이 한국의 신흥공업사의 제품에 비하여 엔진의 출력과 작업능률 등에는 현저한 차이를 보이는 것으로 시간당 작업효율이 워낙 제조하여 자주식이라는 표현이 좀 어색함.

- 2012년 농촌진흥청이 도입하여 국내에 양파수학기로 소개는 되었으나 동일한 모양의 자주식 감자 수집기가 개발되어 사용되고 있으며 채굴된 상태에서 단순하게 수집만 하는 기능이 있어 장비를 서로 단순비교가 어려움이 있음

CIRCLE-KIKO CO. Ltd 감자수확기(일본)

제원표	
길이	5,580mm
폭	2,630mm
높이	2,620mm
엔진출력	34p
작업능률	6~11a/h
중량	2,820kg

(3) 영국의 GRIMME 사

영국의 GRIMME 사의 제품은 워낙 대규모의 장비로 자주식 감자수확기라는 표현보다는 자주식 감자수확기 플랜트라 해도 불러도 어색하지 않을 정도로 규모가 대형으로 우리나라의 농촌현실과는 너무도 거리가 멀어 적합한 장비라 보기 어려움.

○ 지식재산권현황

- 해당 연구개발 기술로 국외 유사 특허 조사 결과, 일본 ISEKI사에서 보유한 특허가 있으나

GRIMME CO. Ltd 감자수확기(영국)

제원표	
길이	11,700mm
폭	3,300mm
높이	3,880mm
엔진출력	354hp
작업속도	25km/h
중량	27,000kg

구동 및 제어 방식이 전혀 다르므로 문제없는 것으로 파악됨

[일본] 양파 수확 장치 ONION HARVESTER

상세정보 | 공개전문 | 행정진행정보

서지정보 | 인명정보 | 패밀리정보 | 인용

(13) 구분	A 국가별 특허문헌코드
(11) 등록번호/일자	
(65) 공개번호/일자	03022908 (1991.01.31)
(21) 출원번호/일자	01333714 (1989.12.22) 공개전문
(71) 출원인	ISEKI & CO LTD
(30) 우선권번호(Priority No.)	
(51) IPC(Int. Cl.)	A01D 27/00 A01D 23/00
(*) CPC	
(*) FI	A01D 23/00 A01D 27/00
(*) F-TERM	2B072 : 2B072AA03 2B072BA01 2B072CA13 2B072CA15 2B072DA02 2B072DA08 2B072DA12 2B072EA06 2B072FA04
(*) 테마코드	2B072
(86) 국제출원번호(PCT No.)	
(87) 국제공개번호(PCT Pub No.)	

공개

다운로드 | 크게보기

URL복사

(57) 요약(Abstract)

공개

PURPOSE: To prevent an onion harvester from lengthening backward by providing a leaf and stem cutter facing an onion reversing and supporting part installed on the rear end side of an onion conveying passage and further a means for transferring onions to the outside in the transverse direction on the downstream side in the conveying direction thereof.

CONSTITUTION: Onions are supported with leaf and stem parts thereof downward by an onion reversing and supporting part (H) in the rear end of a conveying passage in a conveying means 4 and blades 17 of a leaf and stem cutter 16 are made to act on the leaf and stem parts. The onions after cutting the leaf and stem parts thereof are fed to the outside in the left and right transverse directions by a conveying means 18. Thereby, a harvester can be prevented from lengthening backward.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

※ 요약 자동번역

목적 : 늘어진 벅워드로부터 양파수확기를 막고에 의해 제공한 한 리프 그리고 스템 커터 직면한 한 어니언 반전 시스템 그리고 지지한 부분 설치된다 그 후방 단부 측면의 한 어니언 운반 한 패시지 그리고 더 한 수단 그 전달 방향으로 하류 측 위의 횡단 방향으로 어니언을 틀여오기 위해. 구성 : 어니언이 전달 수단 4에서 전달 패시지의 후방 단부에서 어니언 반전 시스템과 지지 부품 (H)에 의해 하향인 그런 이유에서 리프와 글대 부분으로 지지되고, 리프의 17를 칼로 베고 스템 커터 16이 리프와 글대 부분에 작용하기 위해 만든다. 그 리프와 글대 부분을 커팅하는 것 뒤에 어니언은 전달 수단 18에 의해 좌우 횡단 방향에서 아웃사이이드로 공급된다. 따라서, 수확자가 backward.COPYRIGHT를 길게 하여 금지될 수 있다 : (C) 1991,JPO&Japio{자동번역}

[개발대상 유사 기술(제품, 서비스 등) 관련 국외 지식재산권 조사 및 분석]

○ 표준화현황

- 땅속작물 수집형 수확기는 국내에서는 신흥공업사가 유일하였고 국외에서는 국가별 환경에 적합한 기계를 개발 생산하여 판매하는 상황이지만 작물별 깊이에 따른 굴취 깊이의 표준화와 작물 수확량에 따른 선별과 수집 기능에 대한 표준화가 되어 있지 않으므로, 현재까지는 이러한 부분에 대한 표준화가 정립되어 있지 않으나, 이번 기술개발을 통해 땅속작물 수확기의 표준화에 향후 많은 도움이 되리라 기대함

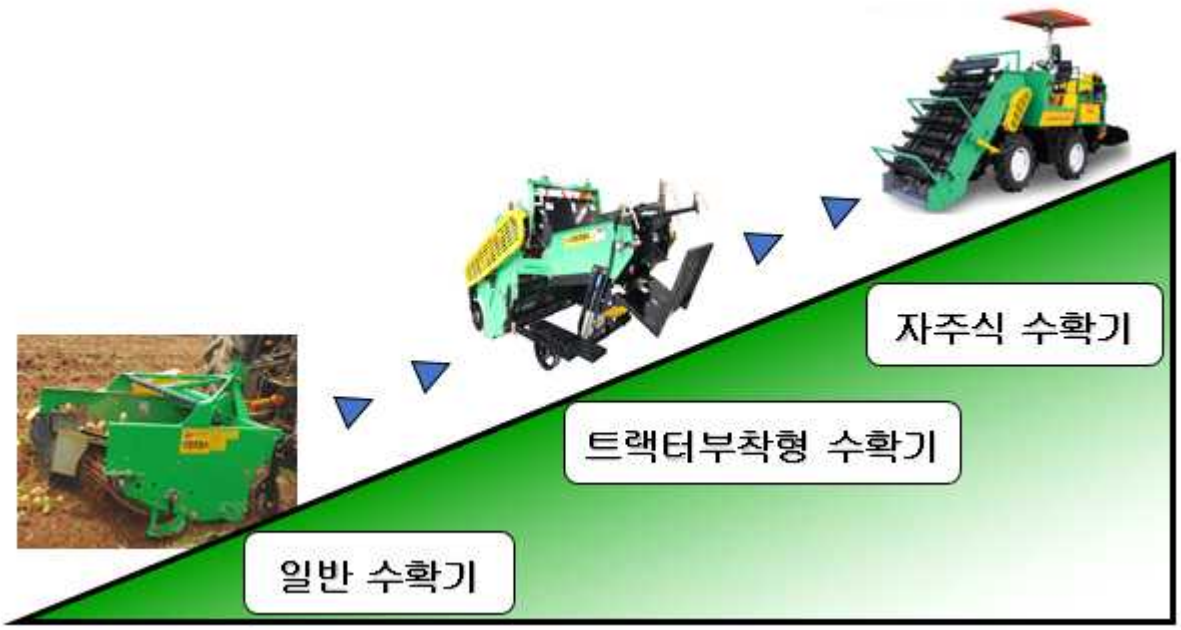
○ 기타현황

- 이번 기술개발을 통해 작물별 수집형 수확기를 개발하는 기술을 습득하게 된다면, 향후 이와 유사한 작물별 수집형 수확기 개발에 많은 자료화가 축적되리라 판단하며 이러한 연구들은 국가 기술 경쟁력 선점 및 신시장 창출 차원에서도 반드시 필요한 과정임

다. 자주식 제품과 기존 트랙터 부착형 제품과의 차별성

○ 기존 제품 대비 차별성

- 땅속작물(감자) 일관공정(주행→굴취→선별→수집→하역)의 수확 기계
- 자체 엔진과 구동 시스템 갖춤
- 이종 기술(ICT, 임베디드 시스템 기술 등)과의 융합을 통한 편의성 및 안전성 향상
- 단위 시간당 수확면적 증가와 작업 인력 감소를 통한 생산성 및 경제성 향상
- 밭농업 기계화율 상승 및 소비자 니즈 반영한 산업 확장성 향상
- 스마트 팜 시대, 미래형 농기계의 지능화, 자동화, 무인화 기반 기술력 확보



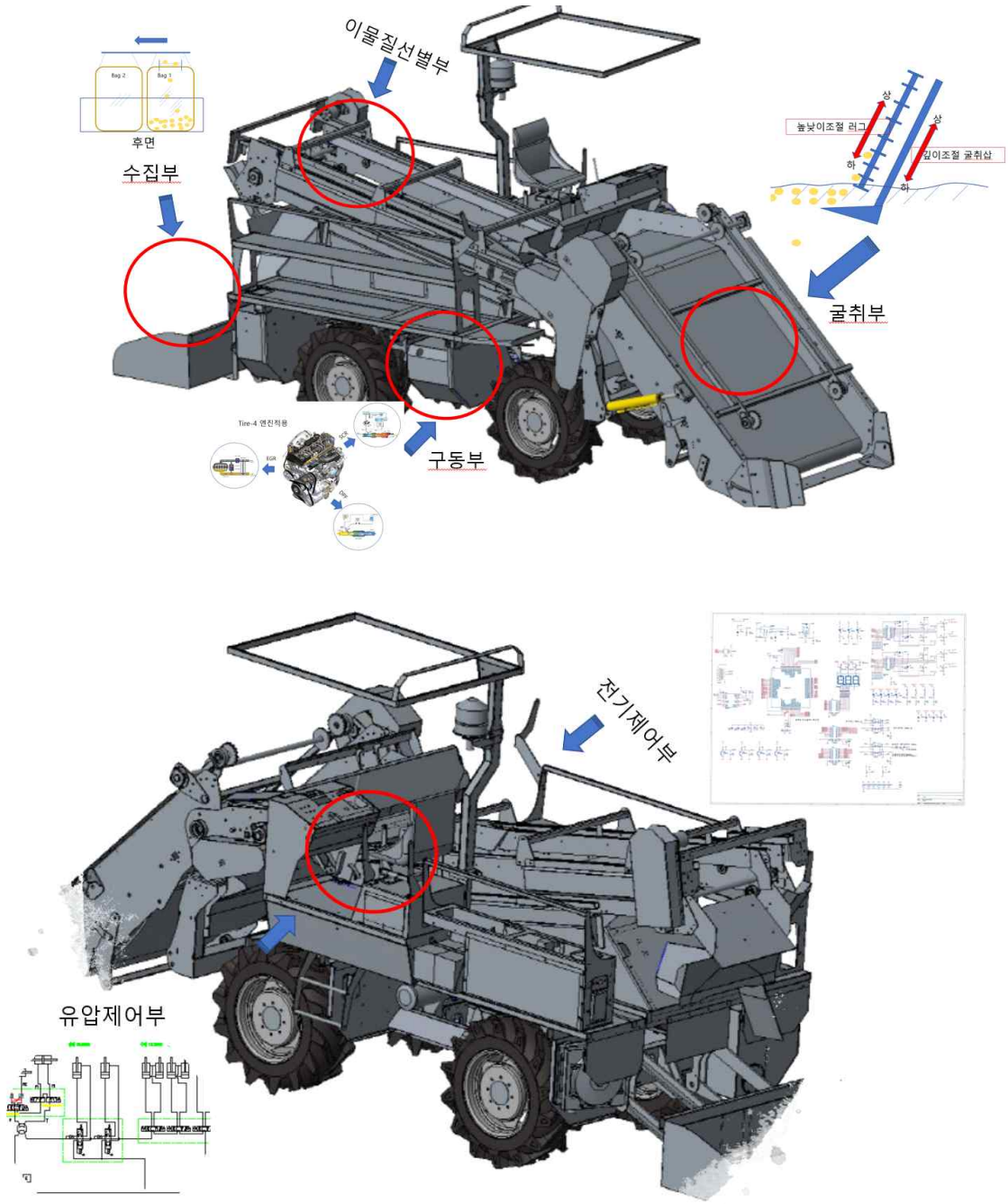
[국내 수확기 제품군 기술 수준]

2. 연구개발의 목표 및 내용

2-1. 연구개발의 목표 및 내용

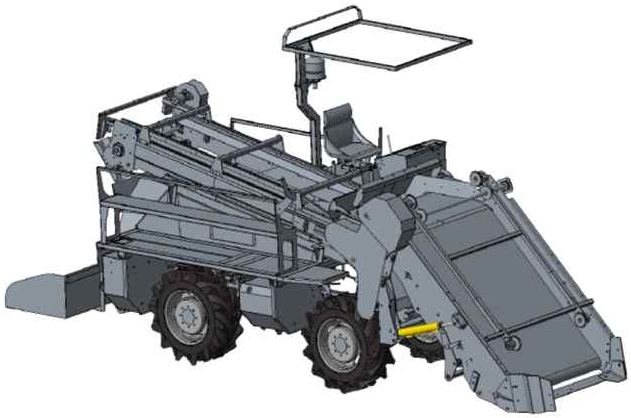
가. 최종목표

○ 연구개발의 최종 목표는 최근 농업환경이 고령화 여성화에 따라 농업법인이 등장하고 정부에서 추진하는 주산지에 대한 장비를 보급하는데 불편함이 없도록 조작이 편리하고 경사지등에서도 작업성이 우수하며 여성이나 고령자가 작업하는데도 어려움이 없도록 편리성에 중점을 두어 개발이 목표임



[자주식 수집형 감자수확기 개념도]

자주식 수집형 감자수확기 개발 제원



제원표	
길이	5,000~6,000mm
폭	2,000~2,100mm
높이	2,500~3,100mm
엔진출력	70~110hp(Tire-4)
중량	4,000~5,000kg
작업성능	15~20a/h
수확률	96%이상
손상율	4%이하
굴취폭	1,100~1,500mm
작업경사도	0~10°

① 엔진 및 구동축은 환경규제에 대비하여 배기가스 기준을 Tire-4 기준의 개발된 엔진을 장착하여 장기적으로 자주식 감자 수집형 수확기에도 농업기계 환경기준에 적합하게 개발.

② 굴취부, 선별부, 수집부의 각각의 기능이 별도로 작동되고 굴취삽날과 작물을 끌어올리는 Lug도 두둑과 작물의 높낮이를 자동으로 감지할 수 있도록 하여 수확작업을 하는데 있어 어려움이 없도록 개발. 또한 경사지를 수확할 때 장비를 수평을 조절 할 수 있는 장치를 개발하여 10° 이상의 경사지에서도 작업에 지장이 없도록 개발.

③ 사륜구동 및 사륜조향이 가능한 구조로 차량을 개발하여 경사지를 오르거나 험지 등을 진출입 하는데 어려움이 없도록 하고 최소 회전 반경이 되도록 차량구조를 개발.

④ 수집부의 백 하역장치의 자동화를 통해 작물손상방지를 위한 리프트 기능, 자동 백 하역기능 개발하여 장비의 효율을 높임.

⑤ 이물질 선별부의 속도를 조절을 용이하게 하여 작업자가 이물질량에 비례 조절할 수 있도록 개발.

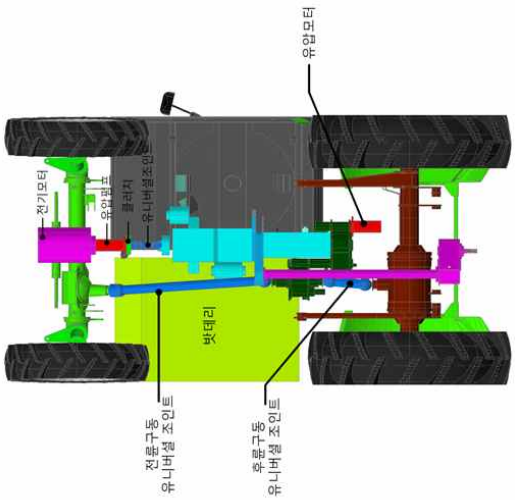
⑥ 자동제어를 위한 유압시스템을 개발하여 미래에 다가올 무인화가 가능할 수 있는 토대를 만들 수 있는 제어시스템을 개발할 계획임.

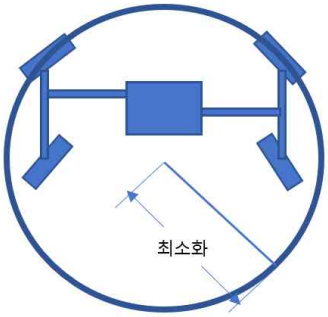
⑦ 각 기능별 제어는 CAN 통신을 이용 간편하게 제작하여 발생할 수 있는 고장 확률을 최소화 하고 사후 A/S 가 용이하도록 개발.

나. 세부목표

○ 사륜구동과 조향이 가능한 베어-샤시 개발

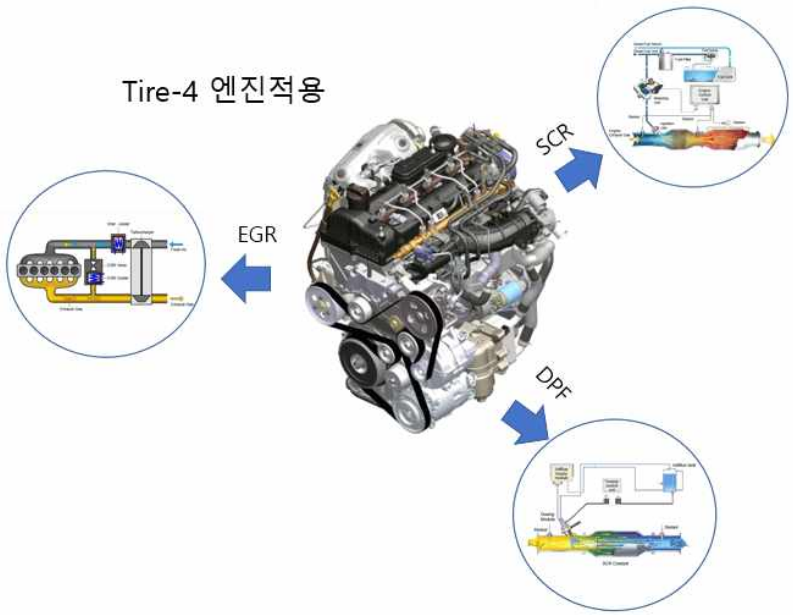
- 우리나라 지형의 특성상 경사지가 많고 경지정리가 되지 않아 수확기가 작업장에 진입이 용이하도록 4륜구동이 가능하도록 하며 작업장에서 작업 시 회전 반경을 최소화 하여 작물손상을 방지하고 작업기로 인한 재배면적이 감소하는 일이 없도록 베어샤시를 개발할 계획임.





○ 친환경 개발 엔진 적용

- 현행 국내 농기계를 구동하는 엔진은 일반 자동차나 산업용 엔진과는 다르게 환경에 대한 인식이 부족한 상황임. 장기적으로 엔진에 농업용 기계에 대한 엔진도 환경문제를 고려하여 Tire-4 개발 완료된 엔진 적용

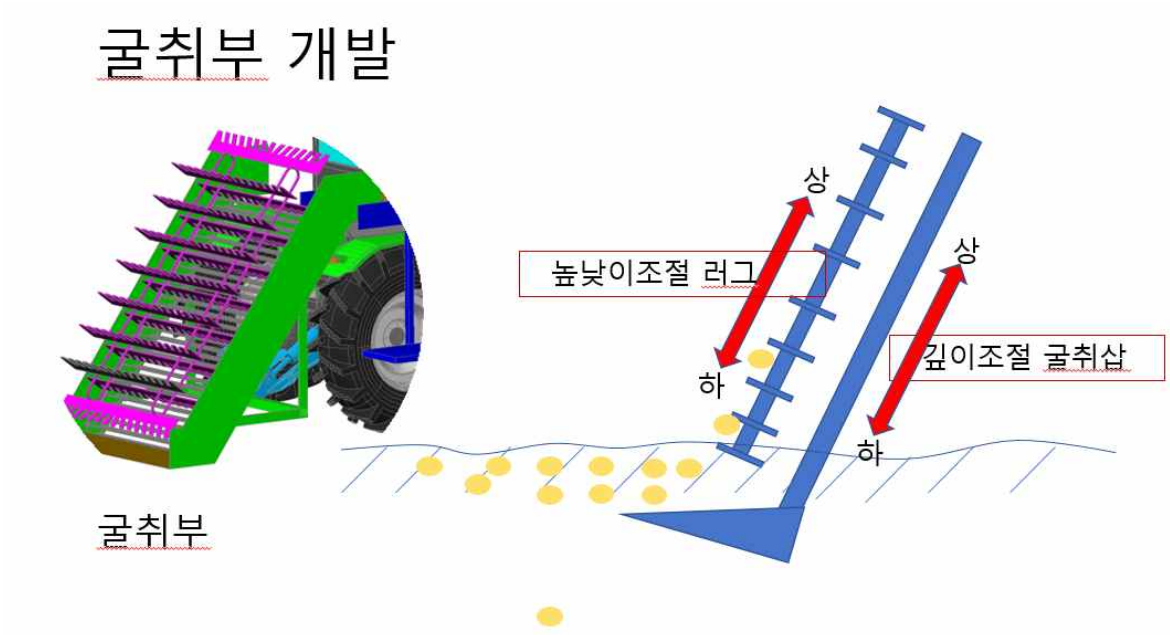


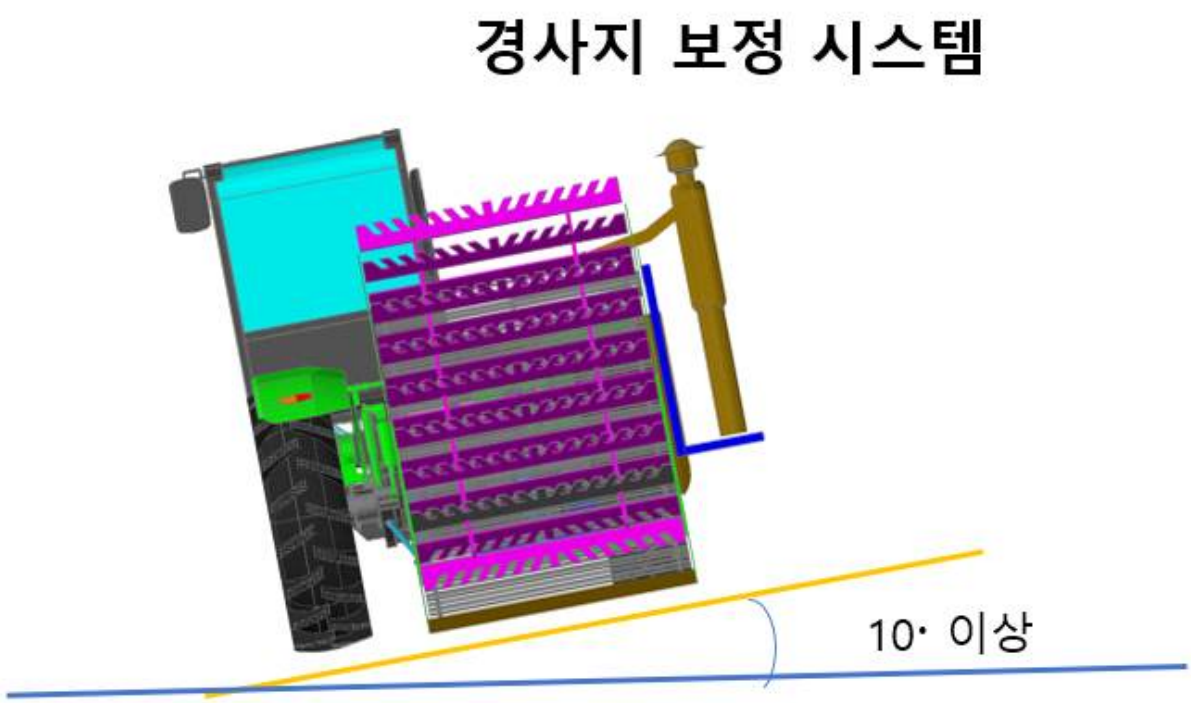
○ 굴취깊이와 두둑높이 자동 조절용 굴취부 개발

* 현재의 장비는 작물을 굴취 하는 깊이나 러그의 높이 등을 운전자가 직접 눈으로 보면서 작업을 해야 함으로 오래기간 숙련자가 작업할 수 있는 환경이지만 새로 개발하는 장비는 굴취깊이나 러그 높이를 자동으로 조절 할 수 있도록 개발함으로 숙련도가 낮은 고령자나 여성운전자도 쉽게 조작할 수 있도록 개발함. 또한 조작하는 과정에서 자세의 불안에서 오는 추락사고 등 안전사고도 예방의 효과가 있음.

○ 경사지 수확을 위한 작업기 보정시스템

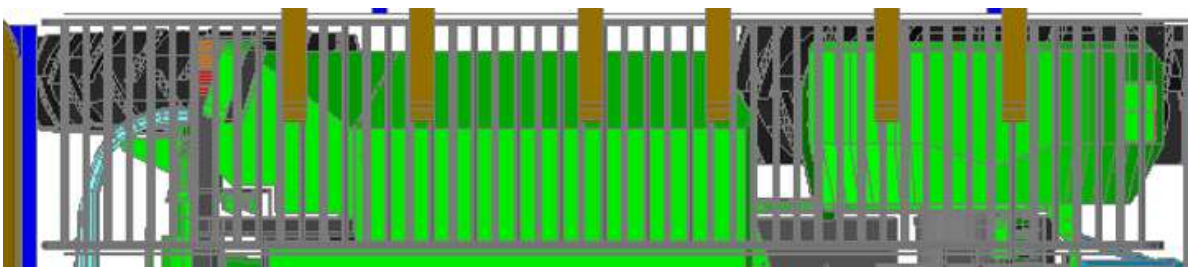
- 우리나라 지형의 특성을 고려하여 10° 이상의 경사지에서도 원활하게 수확할 수 있도록 작업기 보정시스템을 개발



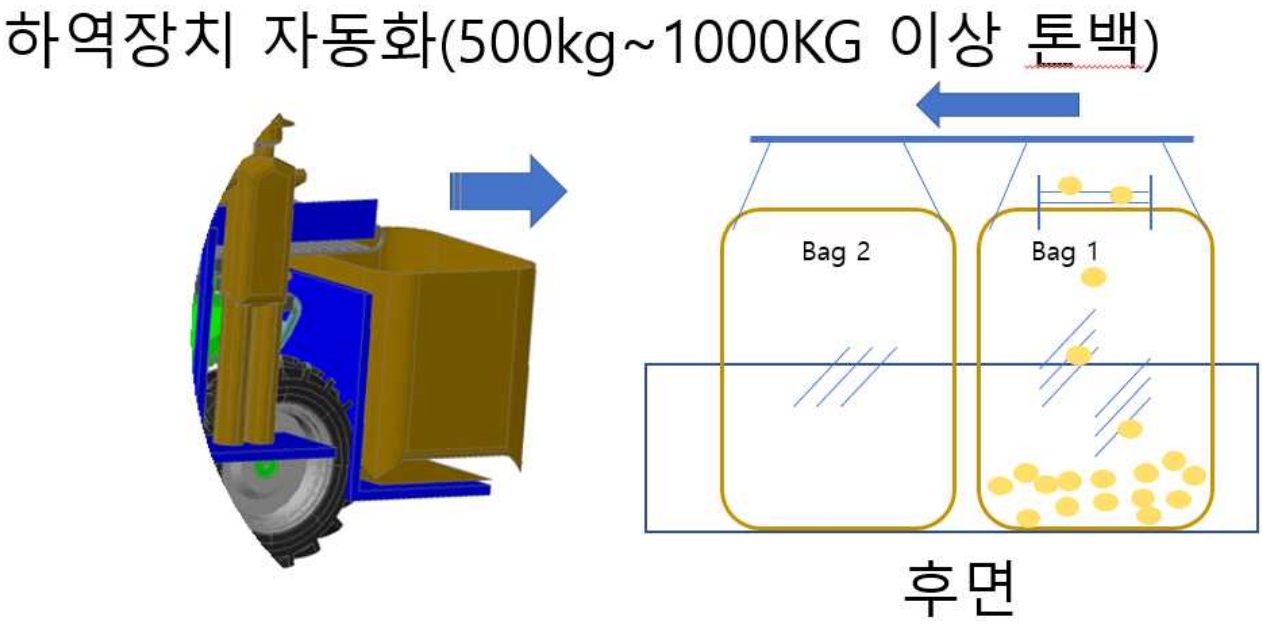


○ 조작이 용이한 이물질 선별부 개발

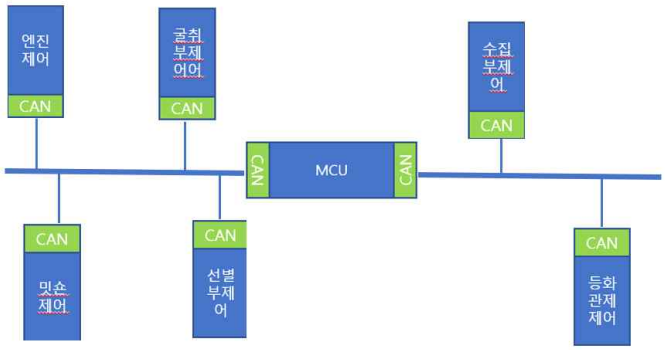
작물의 수확량과 이물질의 량에 비례하여 속도 조절이 원활하게 개발. 이는 여성작업자 고령자 층이 선별작업을 하는데 있어 속도를 자유로 조절할 수 있도록 하여 피로하지 않을 환경을 조성하는데 목적



○ 수집부의 백 하역장치의 자동화를 통해 작물손상방지를 위한 리프트 기능, 자동 백 하역기능 개발하여 장비의 효율을 높임.



○ CAN 통신을 통한 전기/전자 제어부 개발

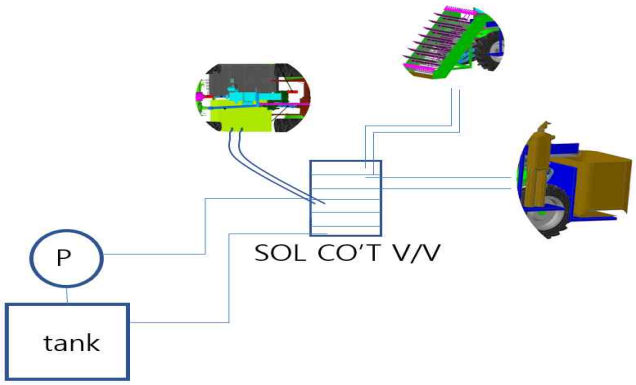


- 기존 개발된 수확기에서 적용한 복잡한 전기전자 하네스에 의한 전기전자 제어부를 CAN 통신으로 간소화함으로 인해 고장진단과 정비를 원활하게 할 수 있도록 하여 장기적으로 장비 사후 유지관리 비용이 저렴하게 개발함.

○ 자동제어를 위한 유압시스템 개발

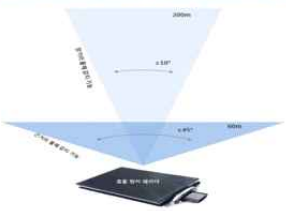
- 적용되는 유압기기류를 솔레로이드에 의한 제어방식으로 개발함으로 인해 조작의 원활성을 향상하여 고령자나 여성작업자도 원터치 방식으로 조작 할 수 있게 개발함은 물론 장기적으로 자동제어가 가능한 작업기를 개발함

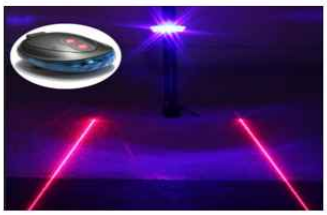
○ 다기능 안전시스템 및 편의시스템 개발



자동제어를 위한 유압시스템 개발

- 작업 및 이동 중 발생할 수 있는 사고를 미연에 방지하기 위하여 센서융합 기술을 통해 실시간으로 장비 환경을 인식하여, 충돌 및 전복 등의 다양한 위험 상황을 작업자 및 주변 인들에게 사전에 알려줄 수 있는 다기능 안전시스템과 여성·고령 작업자의 작업 편의성 반영한 편의장치 개발
- 작업장 내 사각지대에 존재하는 장애물과의 충돌알림시스템 개발
- 작업 및 위험지역 경고시스템 개발
- 전복위험 알림시스템 개발
- 사용자 중심의 작업 편의성 반영된 편의장치 개발





○ 내환경성 반영한 전장 케이스 내구 설계

- 실외 환경에서 사용되어야 하는 장비의 특성을 고려하여 방수, 방진, 충격, 진동 등의 외부 조건을 반영한 전장 내구성 케이스 몰딩 설계 기법을 개발하고 그에 적합한 전장 케이스의 디자인과 내구 설계를 통해 최종적으로 전장 케이스의 소형화, 경량화 개발

< PCBA 기판 >

< 코팅 및 서포터 >

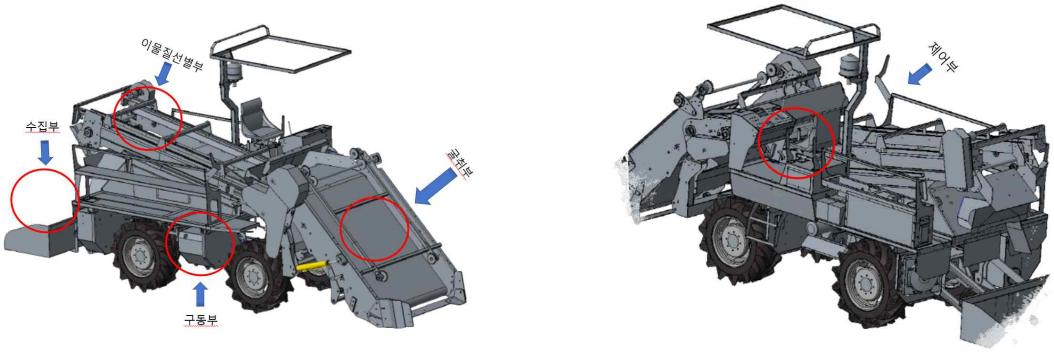
< 보호 샤시 >

다. 연차별 개발목표 및 내용

<1차년도>

○ 연구개발 목표

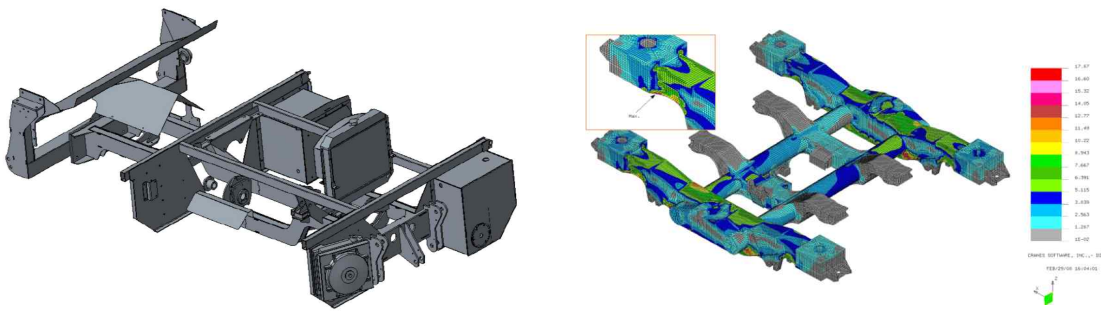
- 주관연구기관(신흥공업사) : 자주식 수집형 감자수확기 개발을 위한 전체 설계 및 시작품 자재수급



[자주식 수집형 감자수확기 설계 및 시제품 제작]

(1) 구동부 설계(메인프레임) 및 구조해석

- 엔진을 배기가스기준 Tire-4로 전환하면서 프레임 전제를 재설계하여 Engin Mounting Frame. 엔진 방진고무.Axle Mounting등



[메인프레인 구조 설계 및 해석]

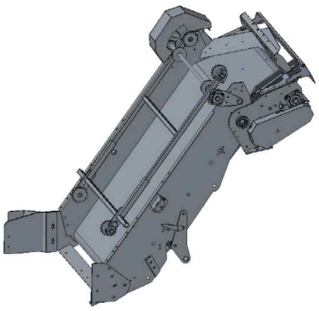
(2) 굴취부 설계

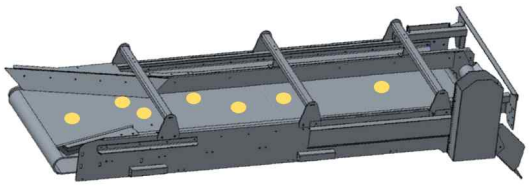
- 굴취부에서 두둑높이, 굴취깊이 등을 자동으로 센서로 감지하여 굴취부를 운전석에서 원활하게 제어하기 위해서는 굴취삽과 높낮이 Lug를 구현할 수 있도록 설계

(3) 이물질선별부 설계

- 작물량과 이물질량에 비례하여 작업자가 속도를 조절하여 이물질을 골라낼 수 있도록 설계

[굴취부와 이물질 선별부 설계]



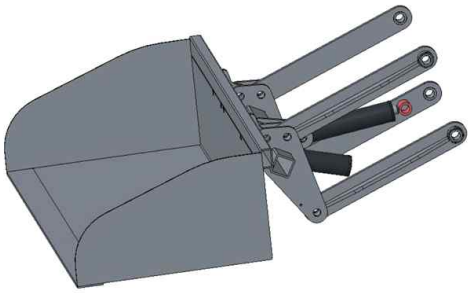


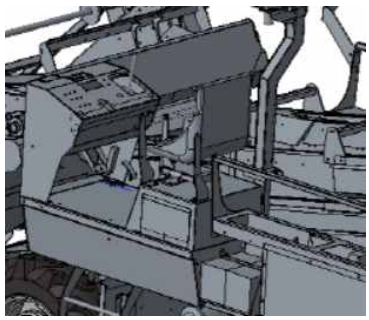
(4) 수집부 설계

- 수집부의 백 하역장치의 자동화를 통해 작물손상방지를 위한 리프트 기능, 자동 백 하역 기능 개발하여 장비의 효율을 높임.

(5) 제어부(운전석) 설계

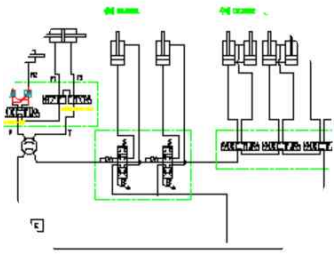
- 운전석에서 각 작업부를 원활하게 제어할 수 있도록 설계(구동/유압/전기/안전)

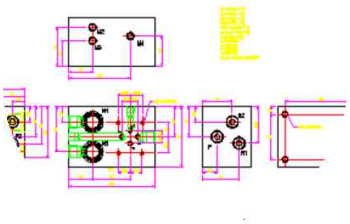




[수집부와 제어부 설계]

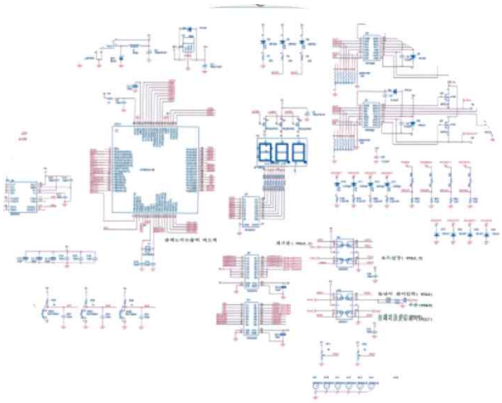
(6) 유압회로 및 블록설계





[유압회로 설계]

(7) 전기회로 설계(회로/PCB/블록설계)



[전기회로 설계]

(8) 주산지별 재배양식 및 농가의 요구 사항 등 설계요인을 도출.
(농림수산식품부“2011년 자주식 감자수확기 개발” 자료 인용)

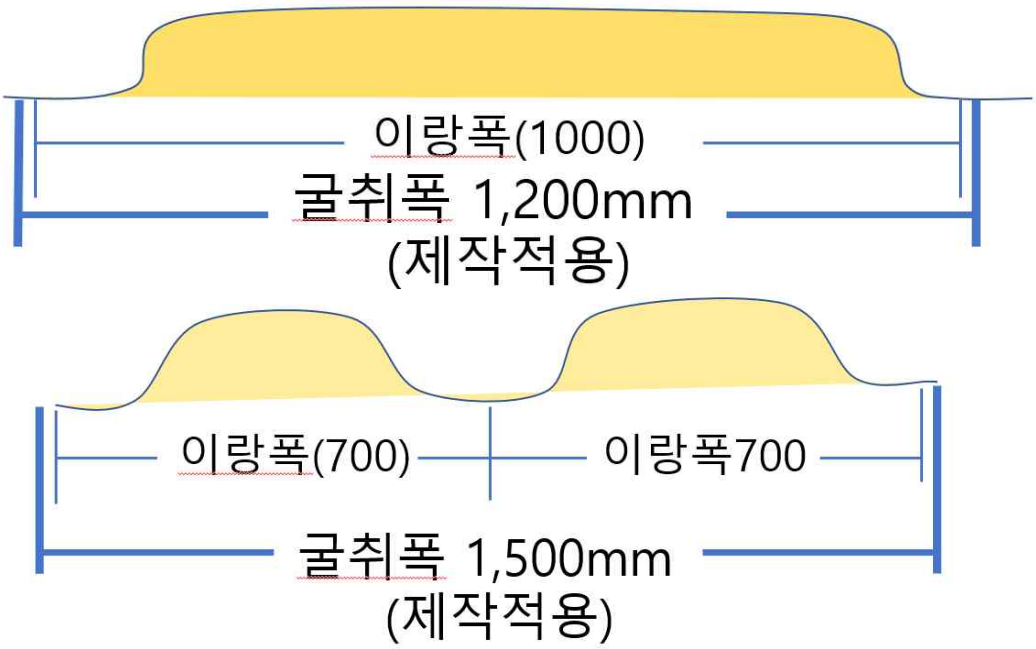


표 3 지역별 재배양식

지 역	두둑형상	재배줄 수	두둑크기(cm)			식부거리(cm)		비 고
			두둑 폭(C)	두둑높이(D)	골폭(E)	조간(A)	주간(B)	
강원 평창	둥근두둑	1	38~42	20~25	30	68~72	30	고랭지감자
경남 창녕	둥근두둑	2	100	25	30	30	36	가을감자
경북 선산	평두둑	2	90	12	30	45	24	봄감자

(농림수산식품부“2011년 자주식 감자수확기 개발” 자료 인용)

표 4 감자 주산지의 재배양식

지 역	작업시기		둥근두둑 1줄재배			평두둑 2줄재배		
	파종	수확	점유율 (%)	이랑폭 (cm)	두둑폭 (cm)	점유율 (%)	이랑폭 (cm)	두둑폭 (cm)
평 창	4월상 4월중	7월상 7월중	100	70~75	40~45	-	-	-
춘 천	4월초 4월중	7월상 7월중	100	80	60	-	-	-
청 원	4월상	6월하 7월상	20	70	40	80	75 (조간30)	45
괴 산	3월상	6월하	100	70	40	-	-	-
제 천	3월상	6월하	70	75	40	30	90~100 (조간30)	70
서 산	3월중	6월중	95	90	60	-	-	-
당 진	3월상 3월중	6월중 6월하	80	70	40	20	140 (조간40)	110
김 제	3월하	6월하 7월상	100	75	45	-	-	-
남 원	3월하	6월하	75 고냉 25 평야	80 70	50 40	-	-	-
신 안	1월중 2월중	5월중 6월상	80	70~75	40~45	20	120 (조간30)	90
고 령	2월하 3월상	6월상 6월중	40	70~75	40~45	60	140 (조간40)	110
창 녕	2월하	5월하 6월상	30	70	40	70	90 (조간25)	60
밀 양	2월하	5월하 6월상	95이상	70	40	-	-	-

(농림수산식품부"2011년 자주식 감자수확기 개발" 자료 인용)

표 5 감자 재배 포장의 토양조건

지 역	토양함수율 (%, d.b.)	토성	관입깊이별 토양경도(kPa)			
			5	10	15	20
강원 평창	13.2	SL	228	360	821	1397
경남 창녕	16.3	LS	263	412	597	632
경북 선산	12.9	LS	914	1470	1679	1546
전북 김제	23.5	SL	365	972	1,726	2,465

(농림수산식품부"2011년 자주식 감자수확기 개발" 자료 인용)

표 6 수확시기 감자의 크기 및 무게

구 분		감자의 크기(mm)				줄기		
		가로	세로	높이	무게(g)	길이	개수	무게
봄감자	Ave.	61	45	53	100	62	53	47
	Max.	96	63	80	290	106	86	73
	Min.	50	32	40	46	28	24	17
	S.D.	10	6	8	45	15	13	11
가을감자	Ave.	62	53	47	103	-	-	-
	Max.	106	86	73	346	-	-	-
	Min.	28	24	17	9	-	-	-
	S.D.	15	13	11	65	-	-	-

(농림수산식품부"2011년 자주식 감자수확기 개발" 자료 인용)

- 협동연구기관(건설기계부품연구원) : 작업환경 분석 및 기술개발

① 작업환경 분석 통한 안전 작업 시나리오 및 내환경성 요인 검토

② 센서 검토 및 선정 통한 센서 융합 기술 연구

③ 사용자 편의성 및 안전성 반영한 시스템 아키텍쳐 설계 및 제어 알고리즘 연구

④ 전장 케이스 내구성 확보 방안 연구

⑤ 프로토타입 모듈 설계 및 성능 검증 (자체평가)

[1차년도 협동연구기관 (건설기계부품연구원) 개발 업무 개략도]

- 협동연구기관(건설기계부품연구원)

(1) 작업환경 분석 통한 안전 작업 시나리오 및 내환경성 요인 검토

- 밭농사 작업 프로세스 및 작물 수확 작업 환경 분석
- 사고 발생 방지 위한 안전 작업 시나리오 설계 및 필요 기술 조사
- 전장 관련 내환경성 피해 요소(충격, 진동, 방수, 방진, 온도 등) 검토

[작업 과정 분석 및 필요 기술 조사]

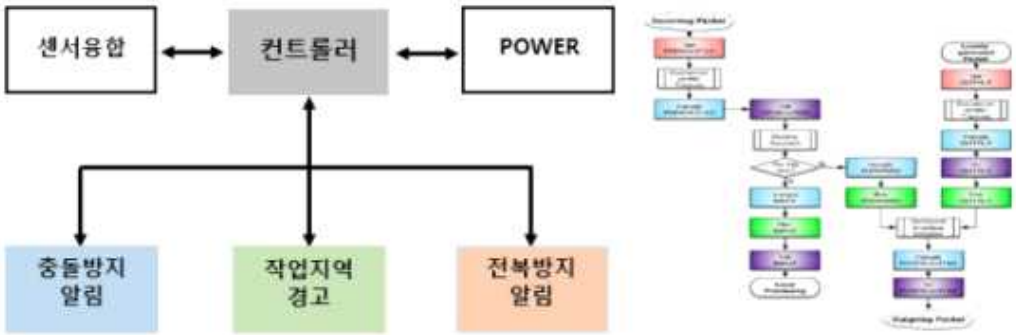
(2) 센서 검토 및 선정 통한 센서 융합 기술 연구

- 충돌 방지, 작업지역 알림, 전복 방지, 무게측정 관련 적용 센서 기술 조사
- 적정 기능 및 사양 가진 센서 선정(안전성 및 편의성 대상)
- 다종 센서 융합 기술 연구

[해당 적용 센서 관련 융합 기술 연구]

(3) 사용자 편의성 및 안전성 반영한 시스템 아키텍처 설계 및 제어 알고리즘 연구

- 해당 제어 모듈 별 기초 기술 연구
- 제어 및 구동 알고리즘 연구 (경광, 경음, 진동판 등)
- 편리성 및 안전성 기반을 둔 시스템 아키텍처 기초 기술 연구



[시스템 아키텍쳐 및 제어 알고리즘 연구]

(4) 전장 케이스 내구성 확보 방안 연구

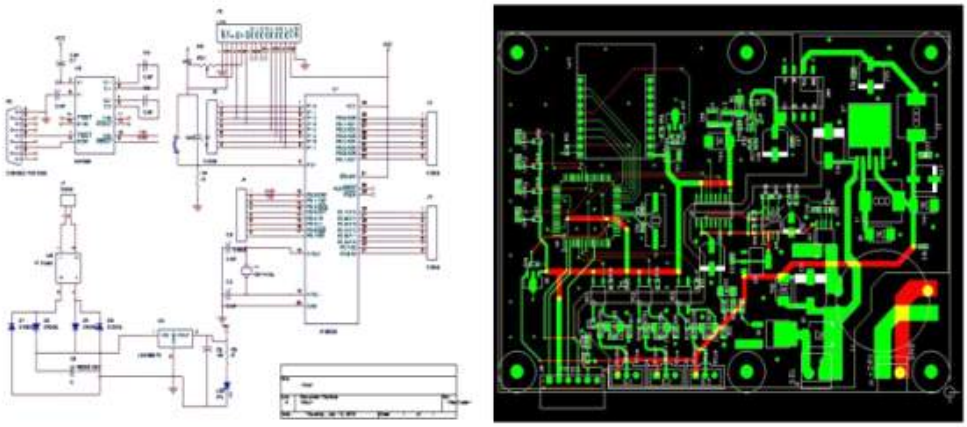
- 내환경성 요인을 기반으로 한 전자제어 회로(PCBA) 내구성 확보용 보호 방안 연구
- 몰딩(페놀, 에폭시, 우레탄, 실리콘 등) 기법 연구

- 해당 모듈별 케이스 및 기구부 설계

[전장 케이스 내구성 확보 방안 연구]

(5) 프로토 타입 모듈 설계 및 성능 검증 (자체평가)

- 해당 모듈별 회로도 설계
- 모듈 별 하드웨어 및 펌웨어 개발
- 충돌 감지 모듈 관련 전장 제어 성능(정확도) 구현 시험 및 검증



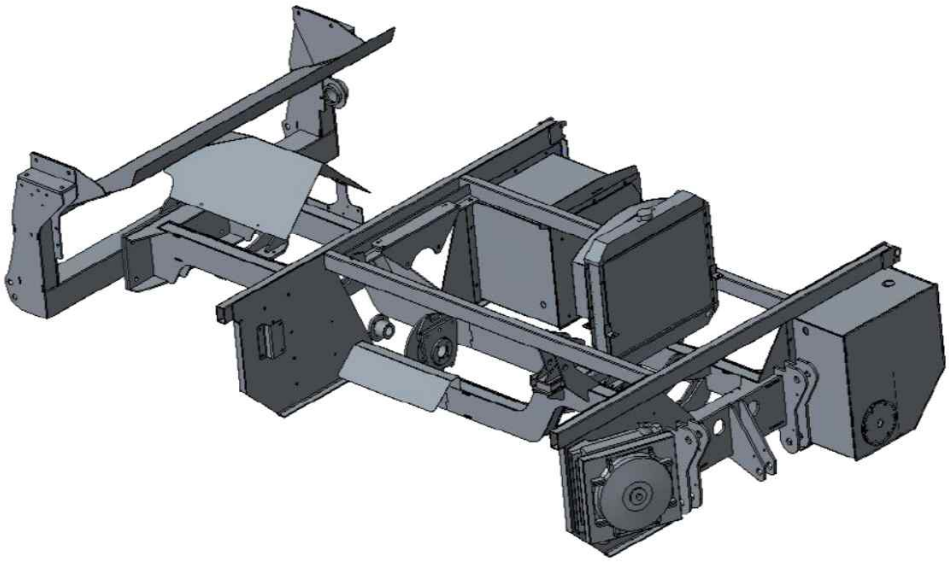
[충돌 감지 프로토타입 모듈 설계]

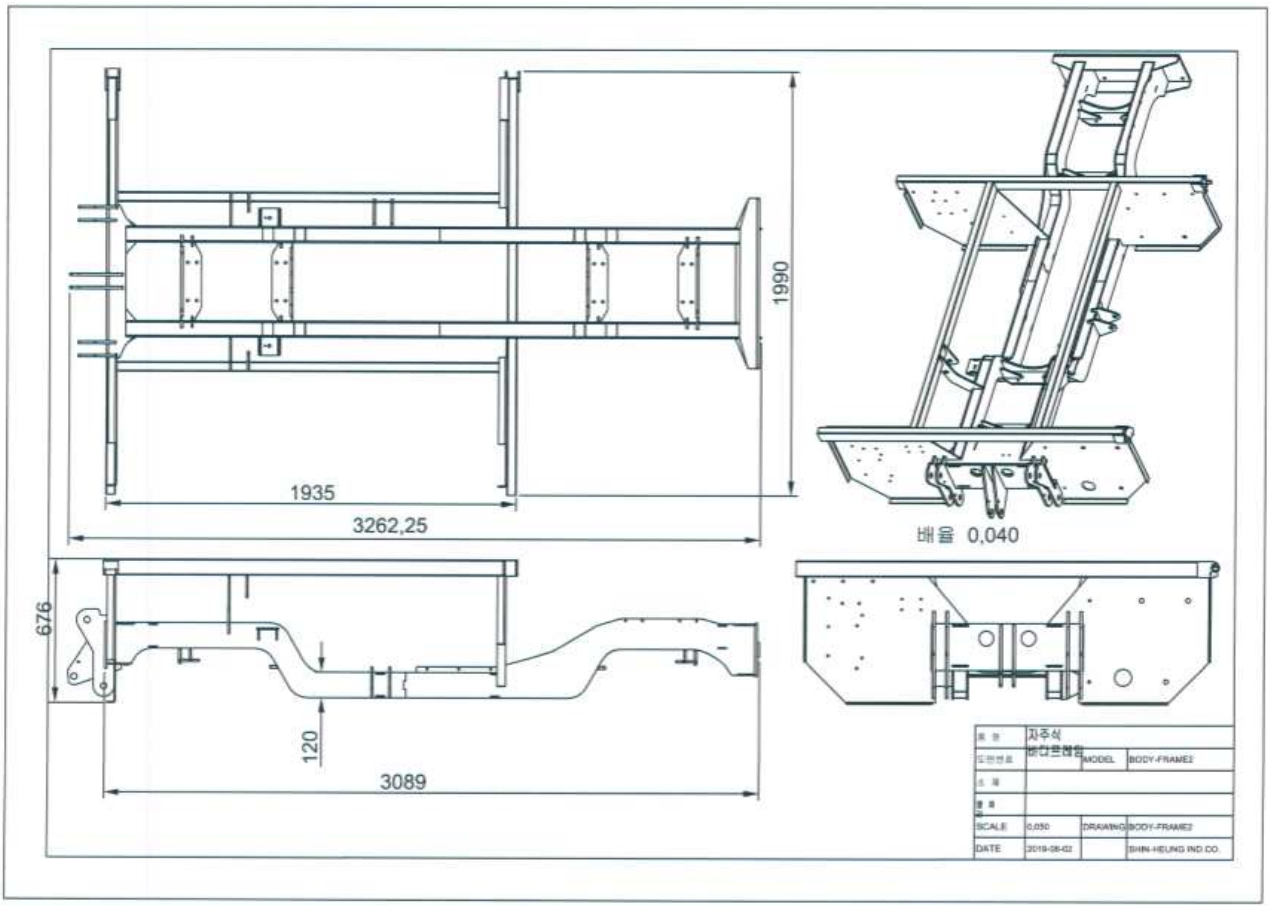
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

1) 1년차 연구개발 수행과정 및 내용

1-2. 당해연도 연구개발 목표 및 결과(신흥공업사)

1-2-1. 구동부 메인프레임 설계 및 구조해석 완료





1-2-2, 구조해석을 통한 안전성 확인 완료

보고서번호 : 2019-10-004

구조안전성 검토서

(자주식 수집형 감자수확기 메인프레임 : 100마력급)

2019. 10. 15.

▣ 검토기관 (과학기술정보통신부 등록 : 제2014-520호) ▣

파워프라임 기술사사무소

(표지포함 총 22페이지)

[검 토 내 용]

1. 자주식 수집형 감자수확기 메인프레임(100마력급)에 대하여 GUI환경의 FEM (유한요소해석) SOLVER를 활용 MIDAS NFX 응력해석 프로그램을 사용하여 주 응력해석 방법으로 안전성을 확인 하였습니다.

2. 제작도면 및 사용재질의 허용응력 강도기준을 근거하여 검토한 결과 안전한 것으로 판단됩니다.

3. 기술사법 제3조의 직무에 의거하여 검토 결과보고서를 발행 하오니 세부내역은 메인프레임 구조안전성 검토보고서등 첨부서류를 참조하시기 바랍니다.

첨부서류 :
1. 메인프레임 구조안전성 검토보고서
2. 메인프레임 구조해석 REPORT
3. 3D-MODEL
4. 제품 카다록.

2019. 10. 15.

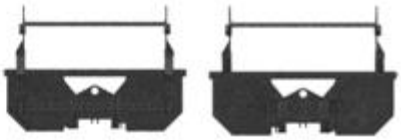
건설기계기술사 정 재 복

2/8

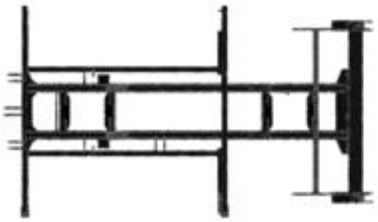
1. 3D 모델링 & 요소망

Isometric View

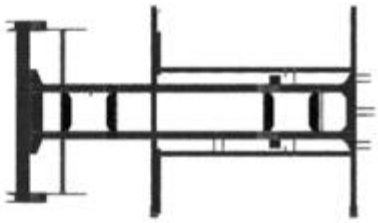
Side View



전면 / 후면 View



Top View

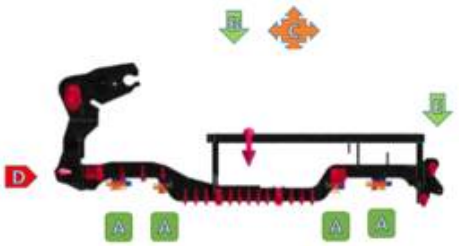


Bottom View

2. 하중.구속조건 & 해석결과

2.1 해석 모델링 및 경계 조건

1. 해석 도구 : NFX
2. 경계조건 6 적용하중[충격하중을 고려하지 않은 최대정적하중 적용]
   - A : 전.후륜 차축 고정 베이스 철판 4 개면을 고정 구속하고,
   - B : 프레임의 자중은 중력으로 인식케 하였다 [수직방향 0.5tonf]
   - C : 프레임 상부 전체면에 4.0 tonf 를 수직방향으로 등분포하중으로 가하였다 [차체중량 4.5 - 프레임자중 0.5 = 4.0 tonf]
   - D : 프레임 전면에는 굴착주진하중 1.5 tonf 를 수평방향으로 가하였다 [굴착폭 1.5m X 깊이 0.5m X 길이 1.0m X 충비중환산계수 2.0 = 1.5 tonf]
   - E : 프레임 후단부에 돈백하중 1.0 tonf 를 수직방향으로 가하였다.



2.2 소재 강도 조건

구 분	Material
MAIN FRAME	SS400 : 일반 구조용 압연 강재 [항복강도 : 245 MPa ↑] 단] 강재의 두께 16mm이하 기준

2.3 MAIN FRAME 응력해석 결과

- 응력이 최대로 걸리는 부분은 아래 그림과 같이 전.후륜 차축 연결 베이스 철판과 메인프레임의 연결부분에 최대응력이 걸리는 것으로 나타났으며, 최대 응력 값은 98.77 N/mm² = 98.77 MPa 임.
  [이는, 특정 1개의 요소에서 약2배에 가깝게 튀는 유한요소해석 도구의 현상으로 실제 프레임의 용접 제작시 더욱 개선될 것임
  - 3.최대응력부 응력분포 분석, 참조]
- 소재 항복강도 대비 안전율 [S] : 2.0 이상.[관련적용법규 없음]
  - 항복강도/최대응력 = 245 MPa / 98.77 MPa = 2.48
  따라서, 안전한 것으로 판단됨.

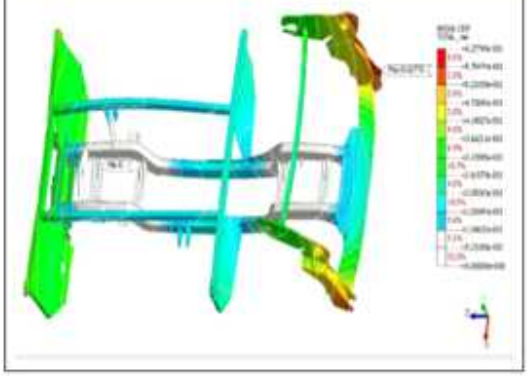
MAIN FRAME 에 걸리는 최대응력 하중 분포

2.4 MAIN FRAME 변형해석 결과

MAIN FRAME 의 변형에 대한 해석결과 :

MAIN FRAME의 변형은 전면 굴착부 선단 고정부에서 수평방향으로 최대 0.63 MM정도 발생하는 것으로 나타나 안전한 것으로 판단됨.

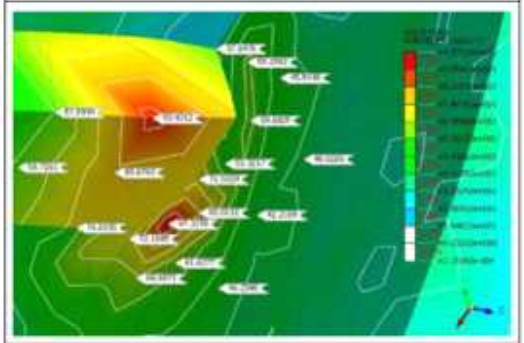
MAIN FRAME 의 변형해석 결과 분포



3. 최대응력부 응력분포 분석

최대응력 발생부

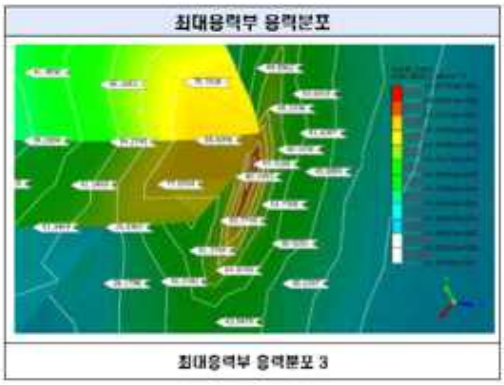
전륜 베이스연결부



최대응력부 응력분포 1

■ 최대응력부 응력분포 : 특정 1개 요소에서 약2배 발생

최대응력부 응력분포 2



최대응력부 응력분포 3

■ 최대응력부 응력분포 분석결과

최대응력부 응력분포 분석결과 :

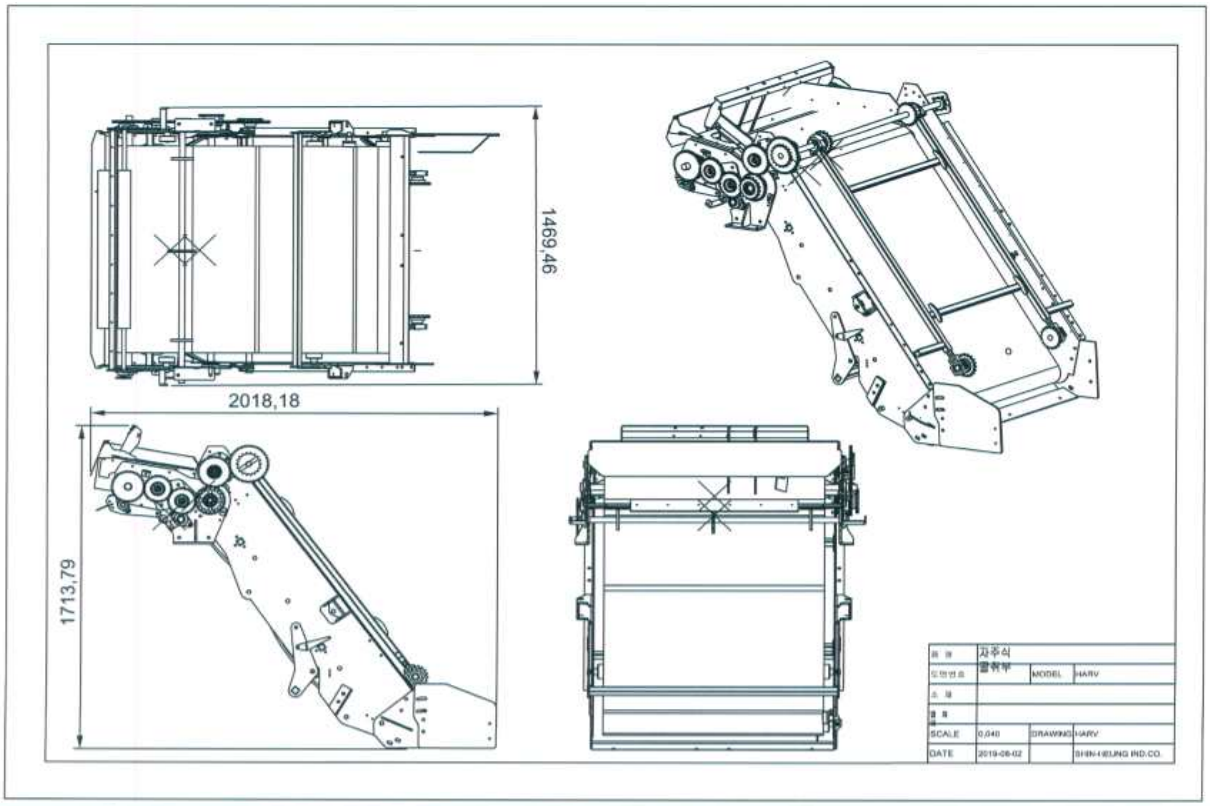
특정 1개의 요소에서 약2배에 가깝게 응력값이 튀는 유한요소해석 도구의 현상으로 나타나, 3D-Model 로 표현하기 어려운 용접점 한 부분에 대하여 실제 프레임의 용접 제작 시에는 안전율이 더욱 개선될 것으로 판단됨.

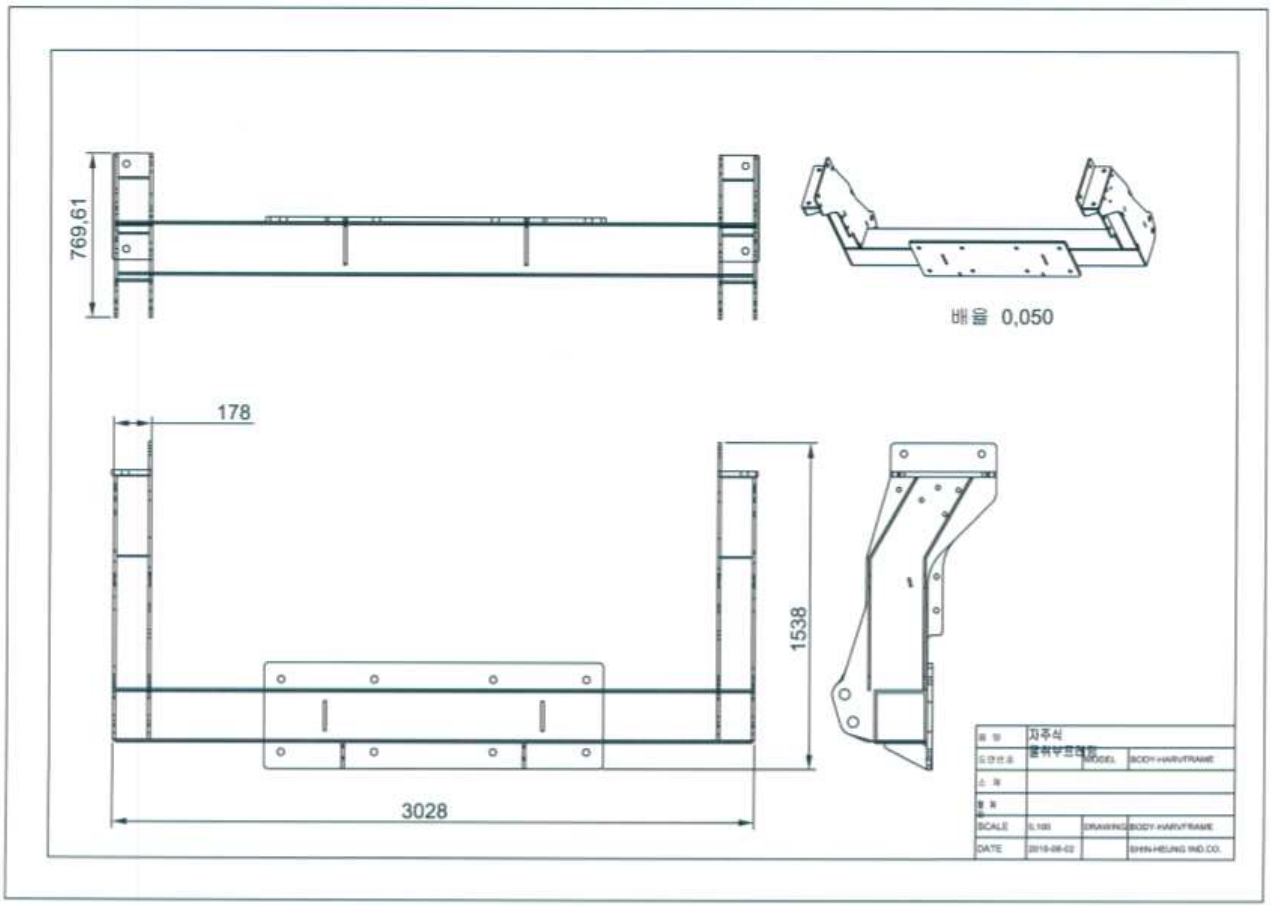
1-2-3, 굴취부 설계 완료

1-2-4, 선별부 설계 완료

1-2-5, 전체 장비 설계 완료

1-2-6, 유압회로 및 블록설계(비례제어밸브 개발)/Proportional valve 진행



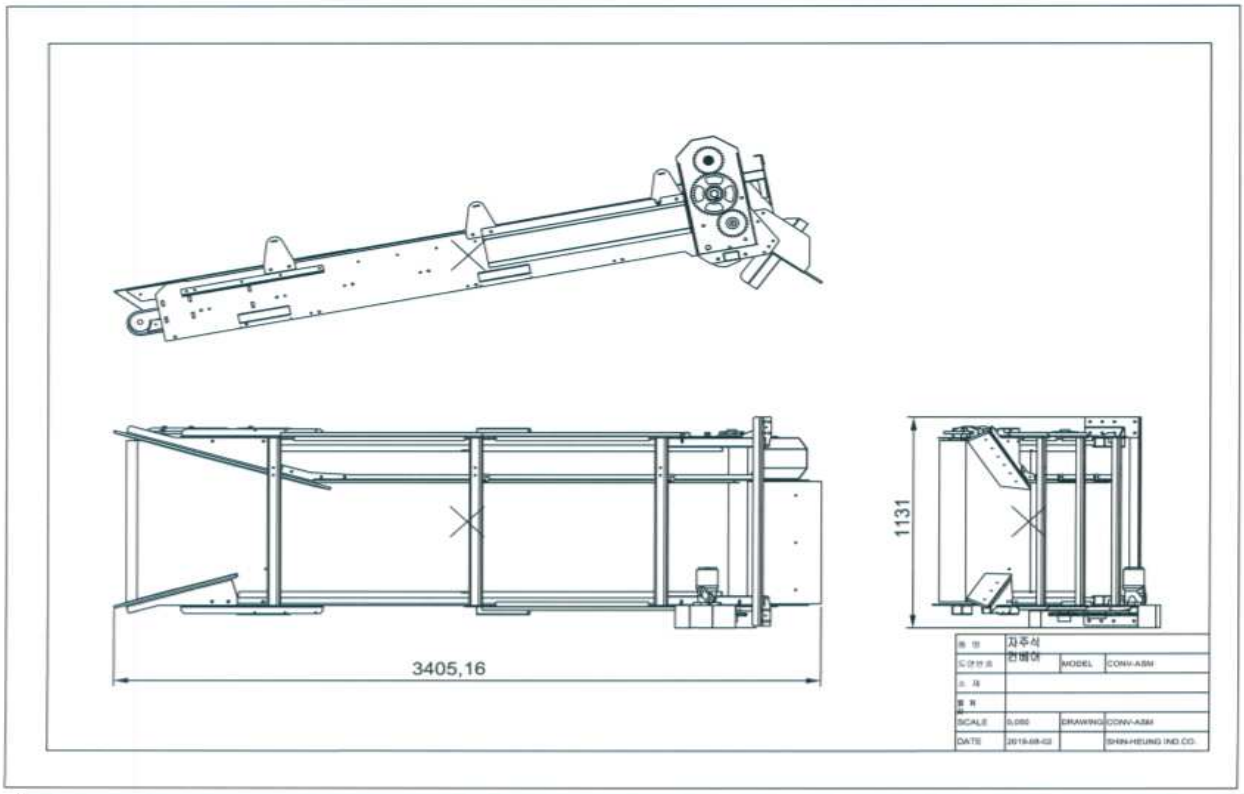


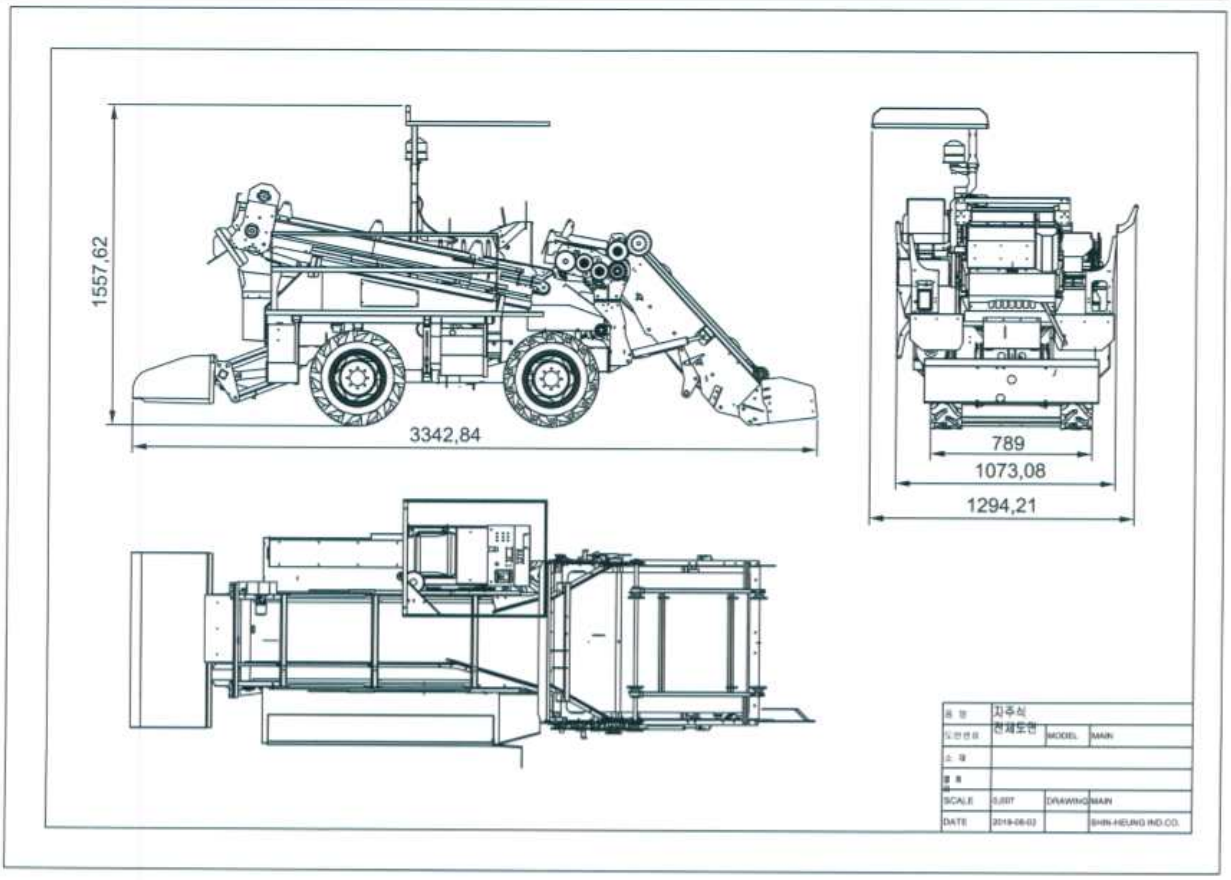
기존 사용하던 Solenoid Block type Valve 는 구조적으로 제어방식이 직렬적인 구조를 채택하고 있어 복잡한 구조로 구성된 장비나 정밀을 요하는 장비에는 다음과 같은 문제점이 발생함

● 굴취부/리프트/틸팅/수평제어 등 유압 작동시 충격이 발생

● 자동 굴취깊이 제어시 속도제어가 안되어 정밀제어가 어려움

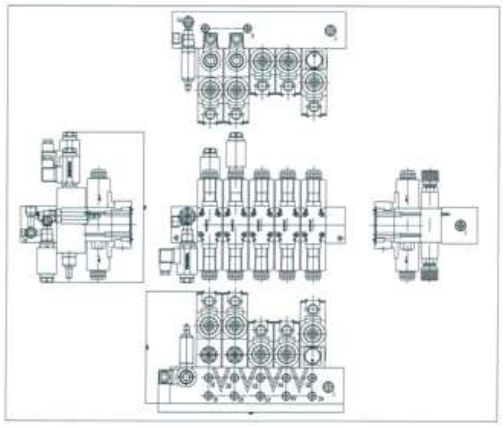
● 유량분배밸브를 거쳐 직렬로 많은 수의 밸브를 통과함으로 인해 여기서 발생하는 마찰열이나 기타의 간섭요인으로 인하여 유온이 상승



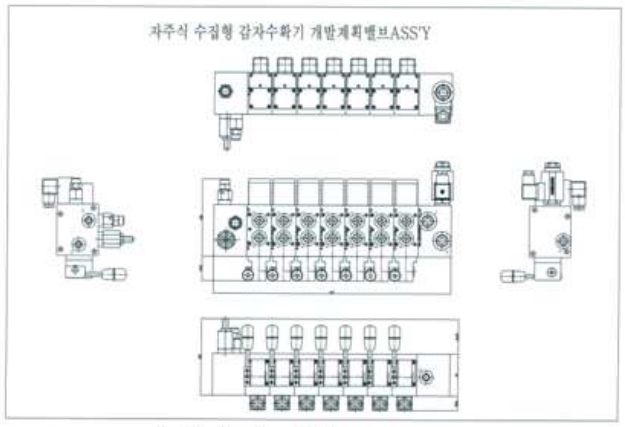


● 사이즈가 크고 무거워 장착의 여려움과 확장성에 어려움

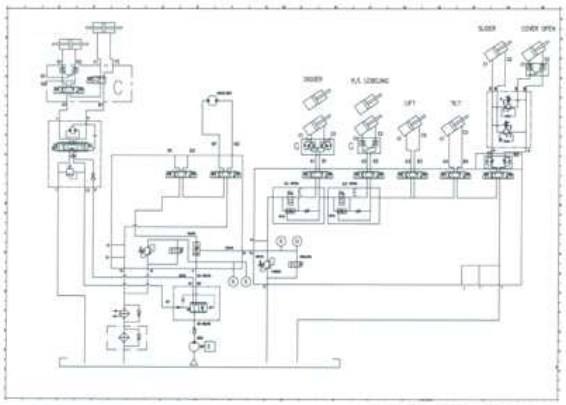
이러한 문제점을 극복하고 장비의 조작의 용의성과 안전성을 확보하기 위하여 비례제어 밸브 (Proportional valve) 개발



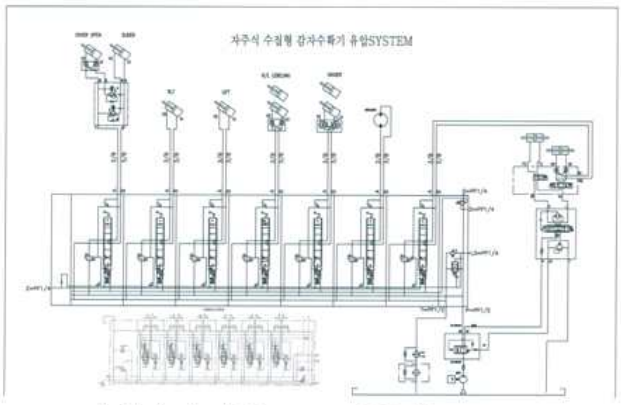
Solenoid block type Valve



비례제어 타입 Valve



Solenoid block type Valve 적용 회로도



비례제어 타입 Valve 적용 회로도

1-2-7, 전기전자 부분 개발 진행중

(가) 컨트롤 보드 개발 적용(2019년 형 제품에 한하여 적용)

■ MCU 보드

엔진과 주행 계통 관리(통신 문제가 발생해도 주행은 가능하도록 개발)

■ IO 보드

3장의 동일한 보드로 전방/후방/유압 3가지의 기능을 사용

■ PANEL 보드

상태표시를 할 수 있는 LED와 4자리의 문자 Display를 내장

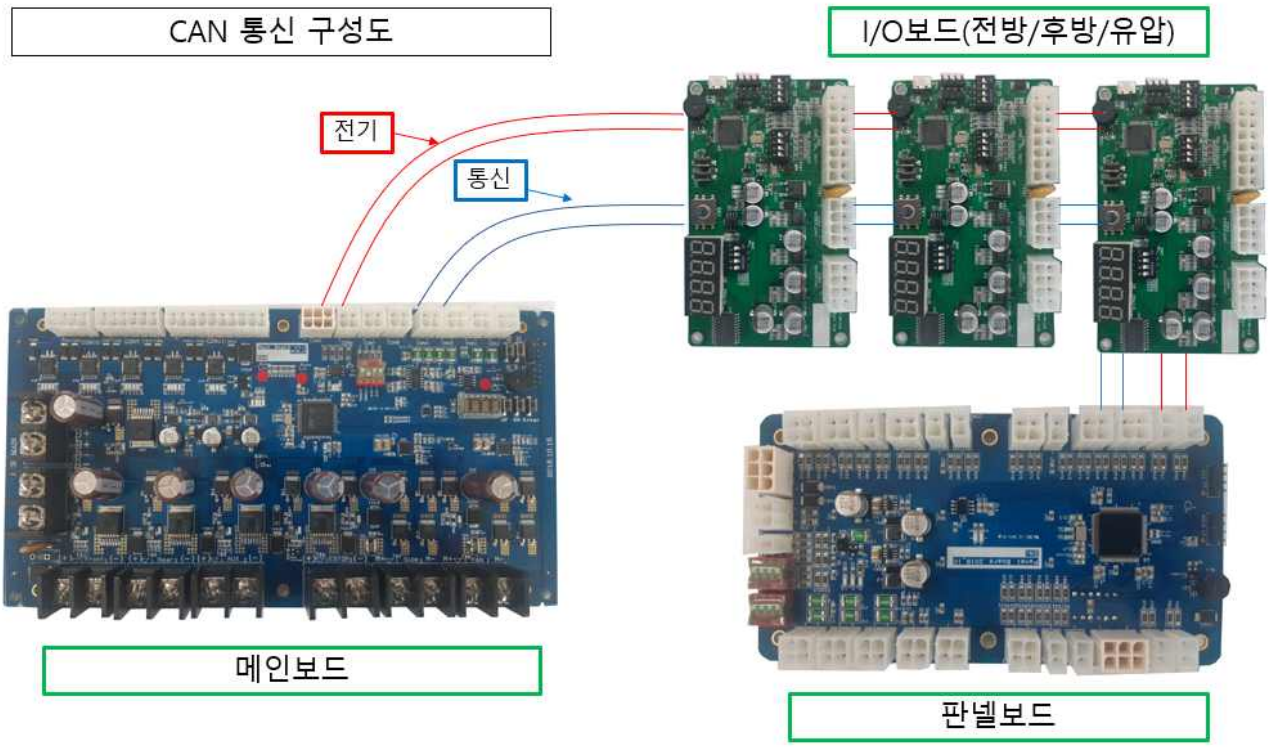
(나) CAN 통신 도입 적용 개발 완료

■ 배선의 간소화

- 전원과 통신선(4선)으로 장거리 제어가 가능함
- 전장을 모듈별로 구성이 용이함
- 배선길이가 짧아져 제작이 간소하고 노이즈의 영향이 적어짐.

■ 정보의 디지털 화
- S/W 제어로 다양한 기능 구현가능
- 오류 검출이 용이함
- 편리한 유지보수(연결된 모든 장치의 상태 모니터링 가능)
- 원격 모니터링 및 제어 가능

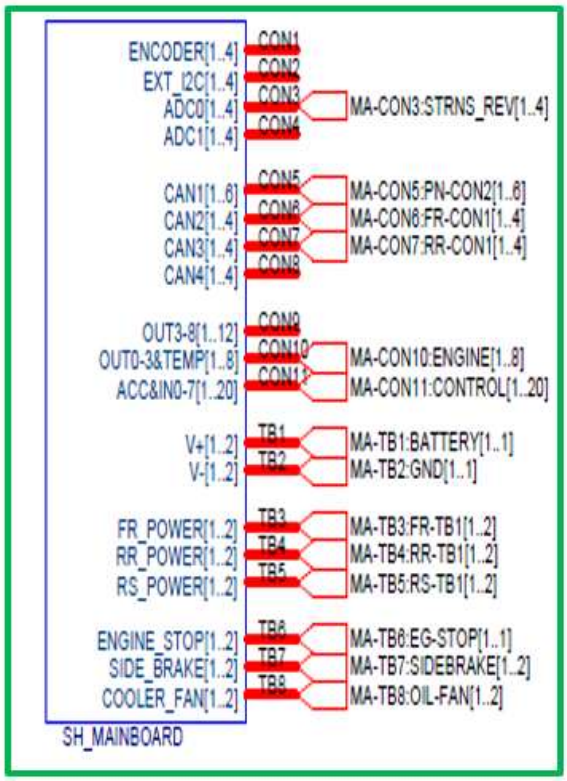
■ 용이한 확장성
- S/W 프로그래밍에 의해 다양한 장비의 추가 구성 및 기능 추가가 편리함.

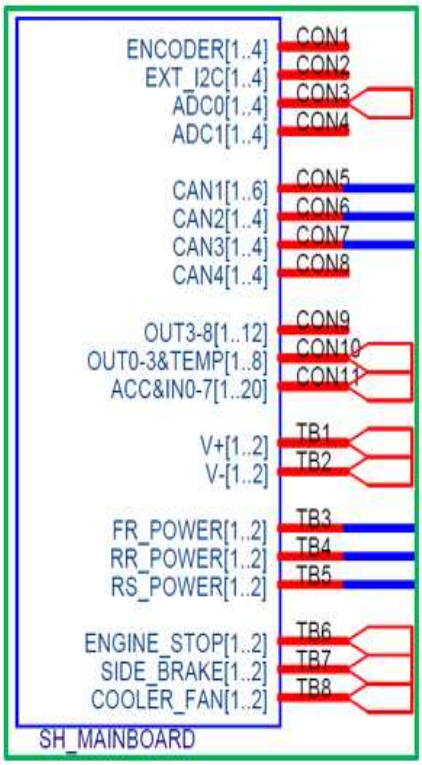


(가) 메인컨트롤보드 개발(1차 자체개발/2019년 모델에 적용함)

1.전원제어 ■ ACC ON, Delayed OFF 기능 ■ IO Board 의 전원 차단기능 및 모니터링 2 . 주 차 브 레 이 크 제 어 ■ 전동식 주차브레이크 제어 3. 오일쿨 팬 제어 ■ 오일온도에 따른 팬 속도 제어 4. 엔진제어 ■ 엔진 Start, Stop ■ 엔진가열 ■ 엔진 수온센서 5. 장치 상태 모니터 ■ 클러치, 브레이크 상태 모니터링 ■ 각종 스위치 상태 모니터링	

■ 서브미션 후진 감지 센서





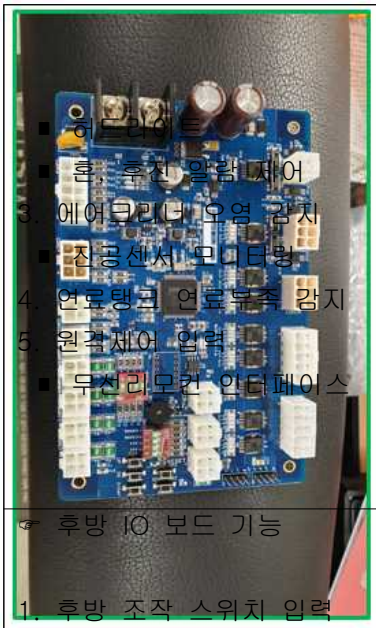
☞ 기 능

- 동작전원: DC 12-24V
- 외부전원 ON기능
- 소프트 OFF기능
- CAN통신기능
- ADC x 3CH
- Motor Control x 2CH
- Output 10A x 4CH
- Output 4A x 9CH
- Input x 8CH
- Encoder x 1CH
- Internal Buzzer
- 4digit Display
- Switch input x 3EA
- 자이로 & 지자기센서 내장

(나) IO보드 (1차 자체개발/2019년 모델에 적용함)

☞ 전방 IO 보드 기능

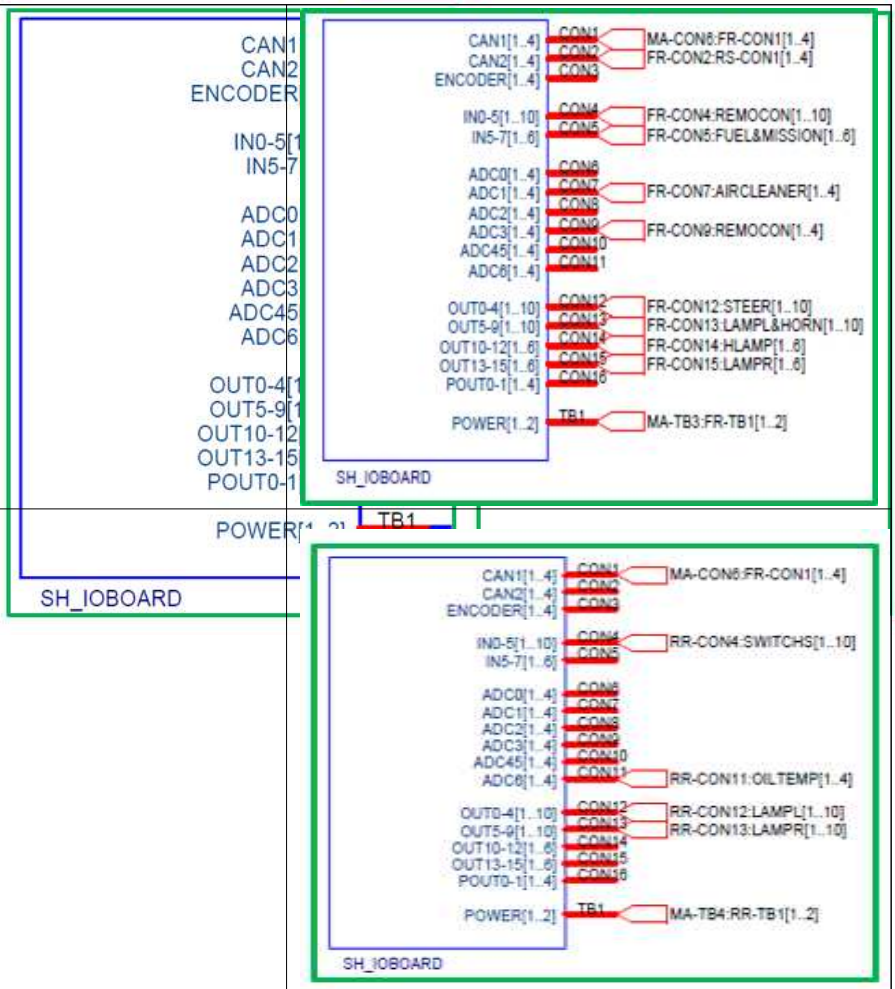
1. 전. 후륜 조향모드 유압밸브 제어
2. 라이트 제어
   ■ 전방 좌/우 미등, 깜박이



■ 헤드라이트
■ 혼, 후진 알람 제어
3. 에어크리너 오염 감지
■ 진공센서 모니터링
4. 연료탱크 연료부족 감지
5. 원격제어 입력
■ 무선리모컨 인터페이스

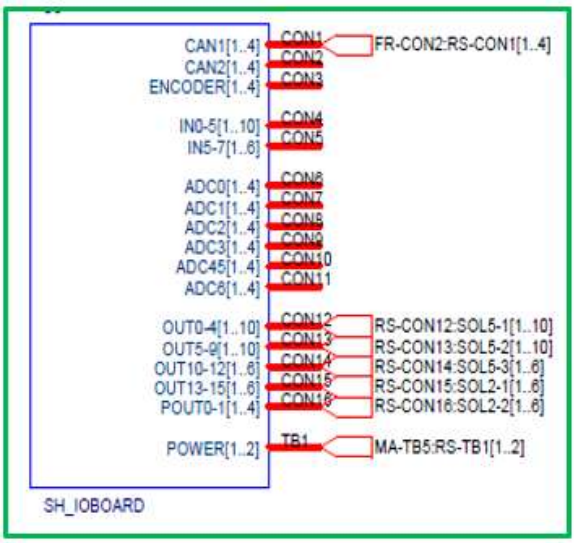
☞ 후방 IO 보드 기능

1. 후방 조작 스위치 입력
■ 리프트/틸트
■ 엔진커버
2. 유압오일 온도 측정
3. 후방 미등. 깜박이 제어
4. 후방 작업등 제어

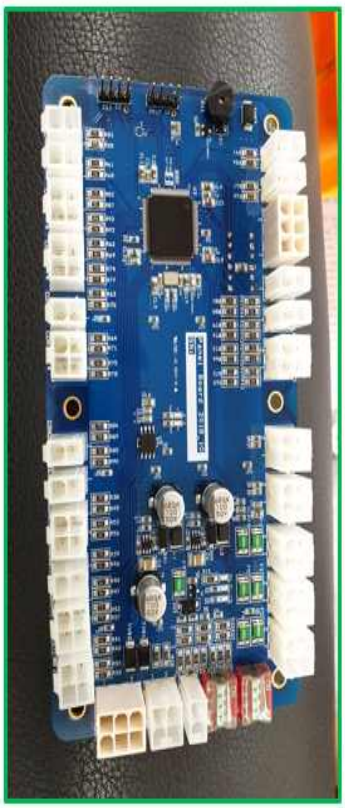


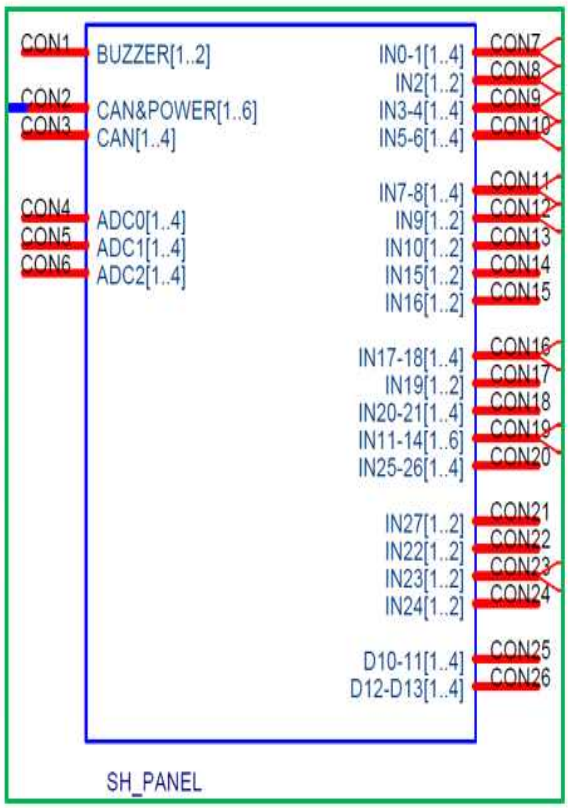
☞ 유압 IO 보드 기능

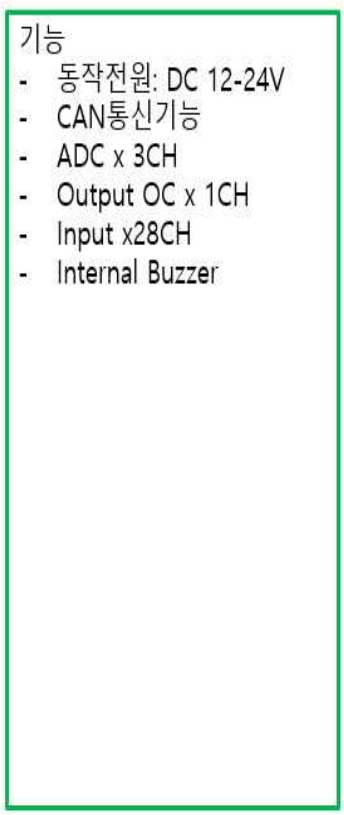
1. 2연 블록, 5연 블록 바이패스 기능
■ 사용하지 않을 때 바이패스하여 유온 상승을 막음
2. 2연 블록 제어
■ 2연 블록 바이패스 제어
■ 선별컨베어 유압모터 제어
3. 5연 블록 제어
■ 5연 블록 바이패스 제어
■ 굴취부 상. 하 제어
■ 리프트 상. 하 제어
■ 틸트 상. 하 제어
■ 수평 좌, 우 제어
■ 엔진커버 상. 하 제어



(다) 계기판 보드(1차 자체개발/2019년 모델에 적용함)







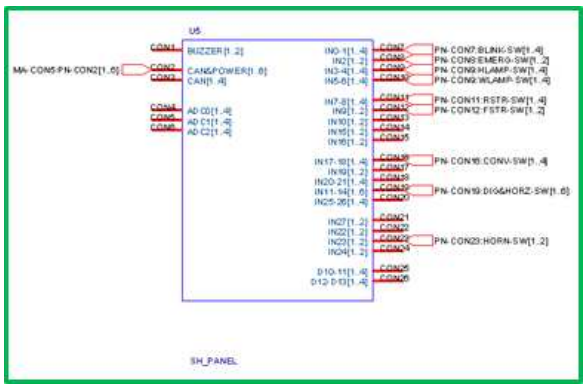
☞ 계기판 보드 기능

1. 램프제어 입력
   - ■ 깜박이, 비상등
   - ■ 전조등, 작업등
2. 조향 모드 선택
   - ■ 전륜 조향
   - ■ 후륜 조향
   - ■ 전, 후륜 동시 조향
3. 컨베어 작동 조작
   - ■ 전진, 후진
4. 조이스틱 수위치
   - ■ 굴취부 상.하
   - ■ 수평제어 좌.우
5. 혼 스위치
6. 계기판 표시
   - ■ 전원. 경고
   - ■ 상태 표시

     유압작동. 주차브레이크. 브레이크 오일부족

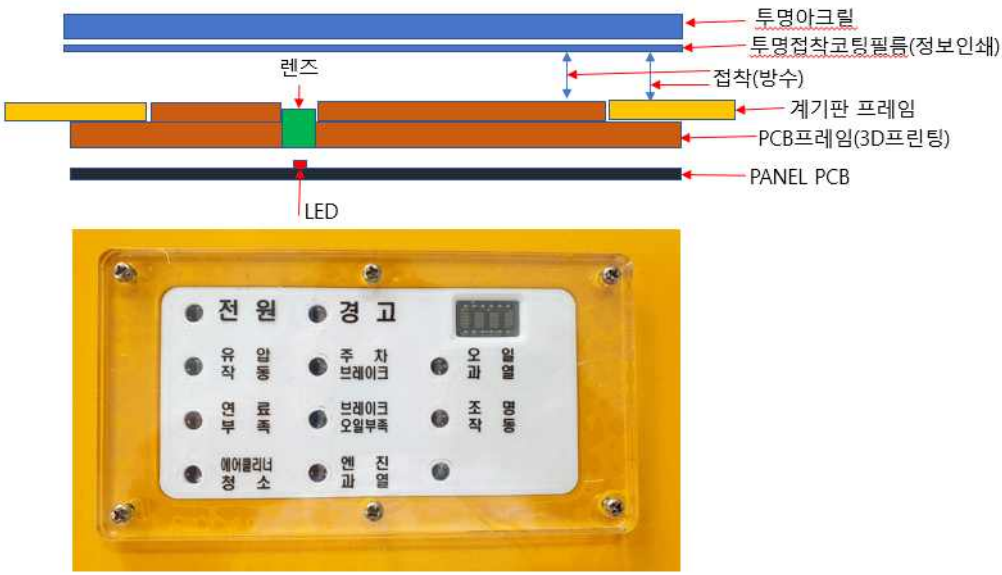
     연료부족. 에어크리너 청소
   - ■ 경고 표시

     오일과열. 엔진과열



☞ 계기판 디스플레이 방수 기능

- 투명필름을 이용하여 정보표시 및 방수해결

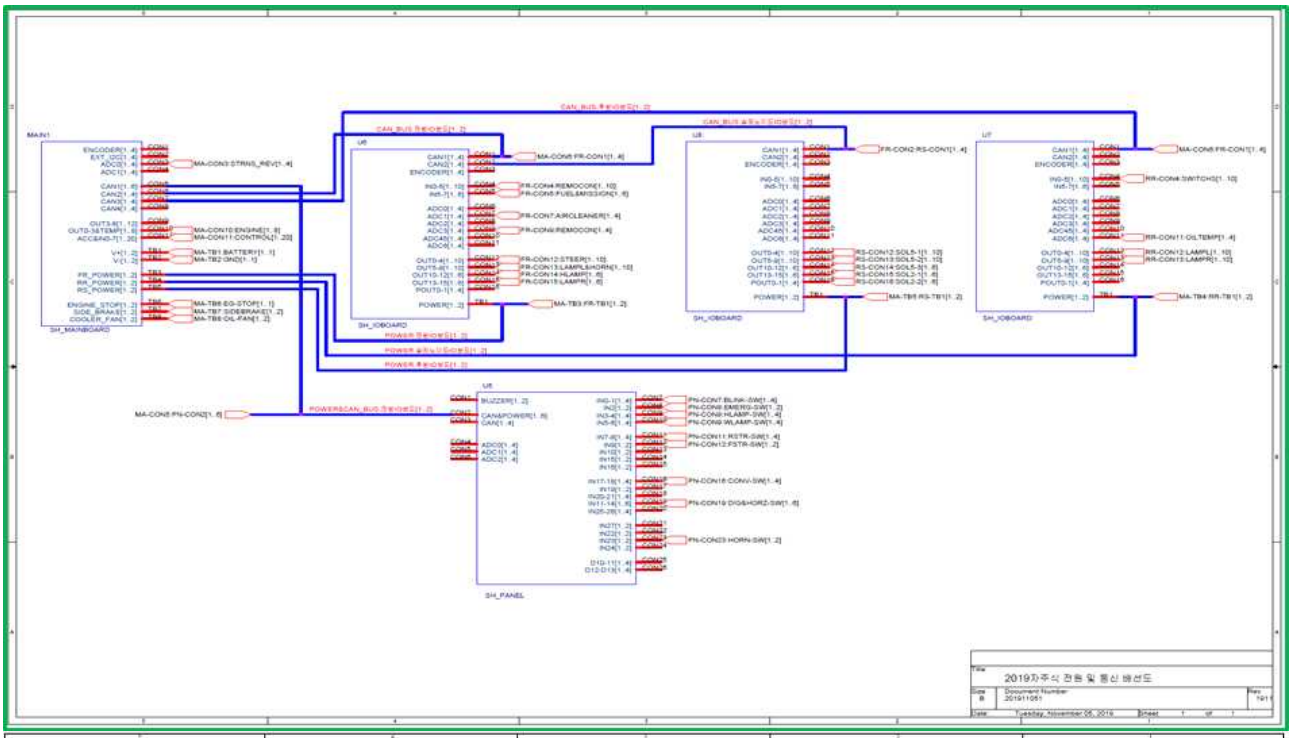


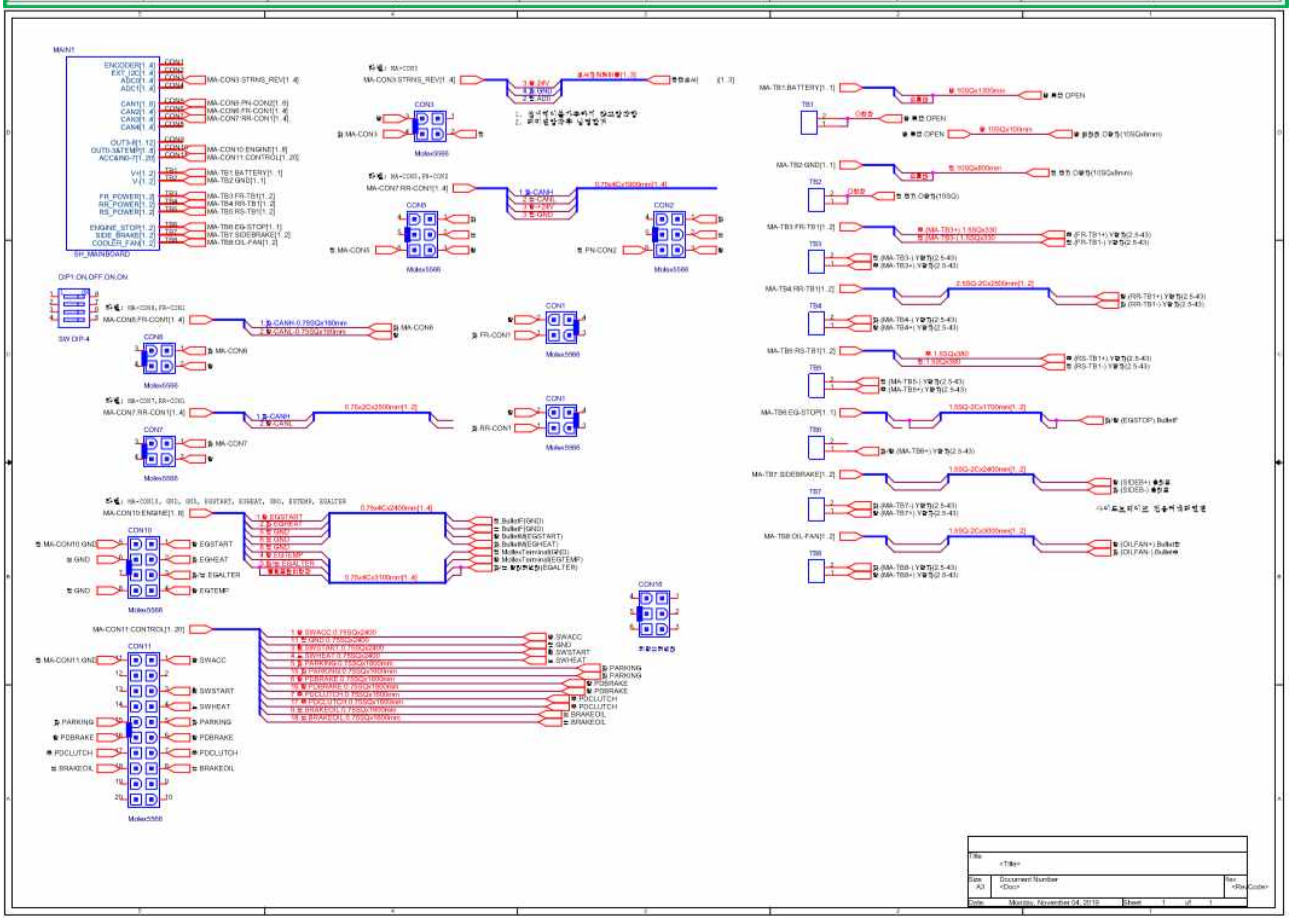
☞ 무선 리모콘 도입

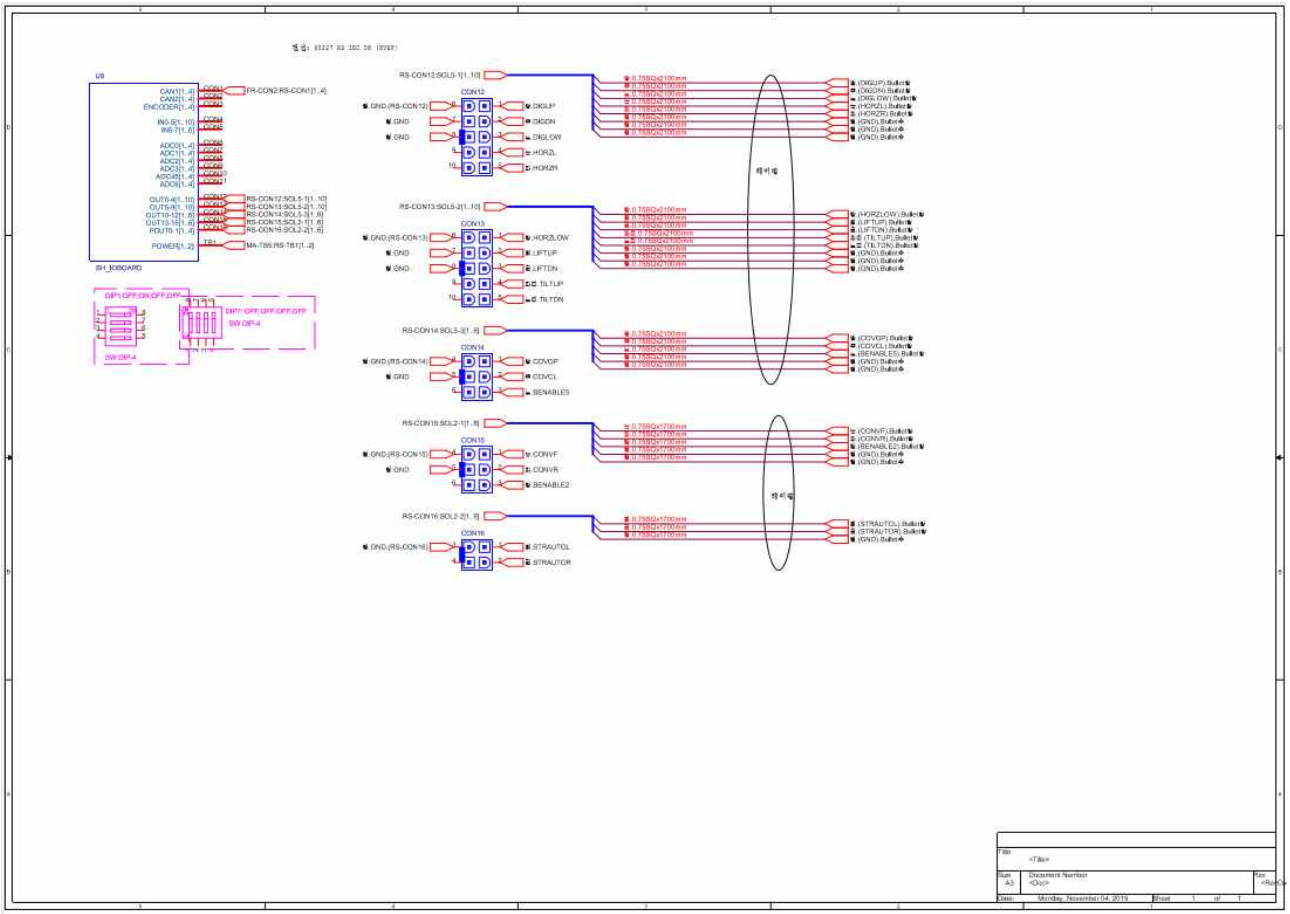
1, 편리한 조작성
- ■ 전선이 없어 어디에서나 조적 가능

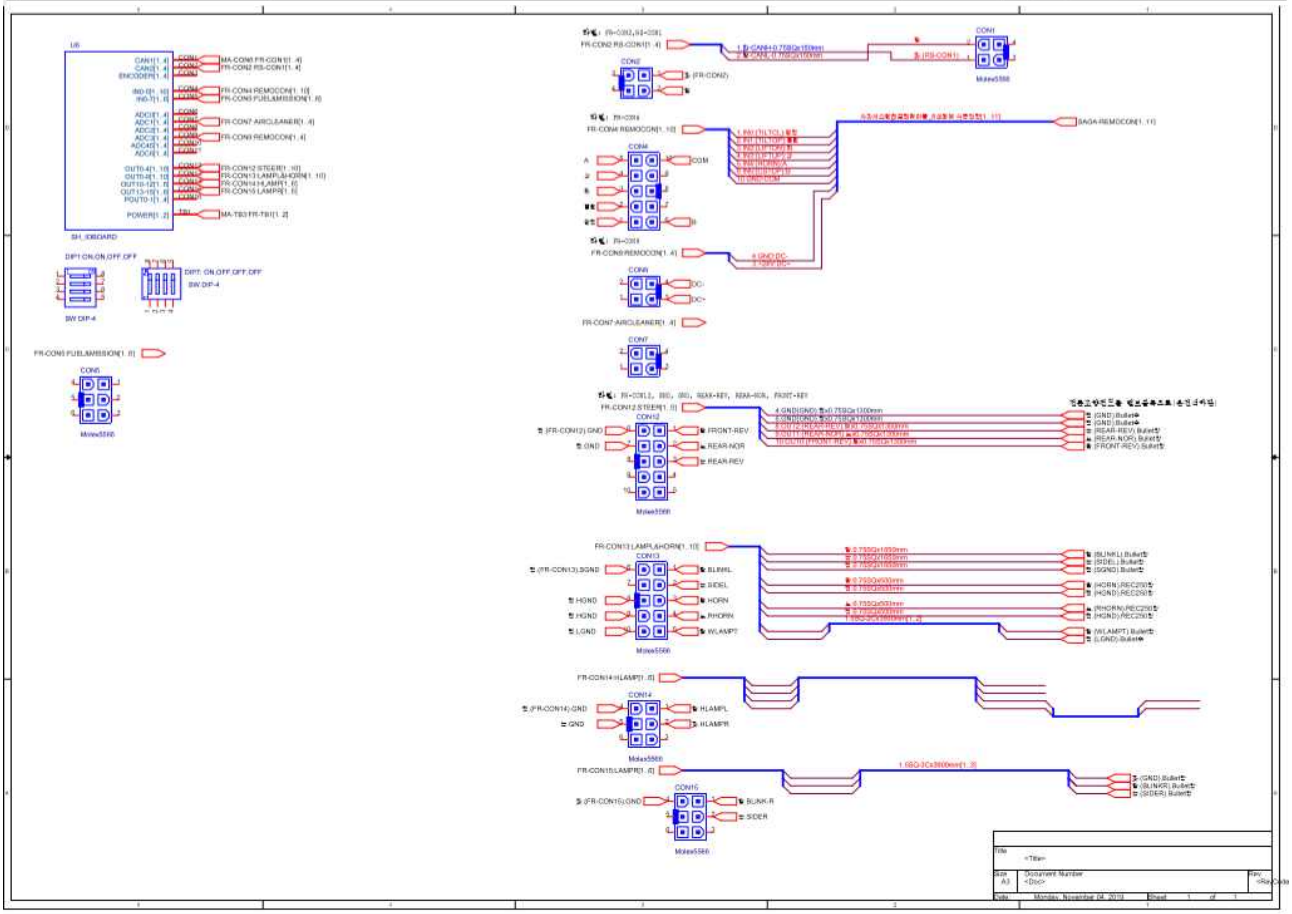
2. 고장률 감소
- ■ 전선이 없어 전선의 파손 걱정이 없음

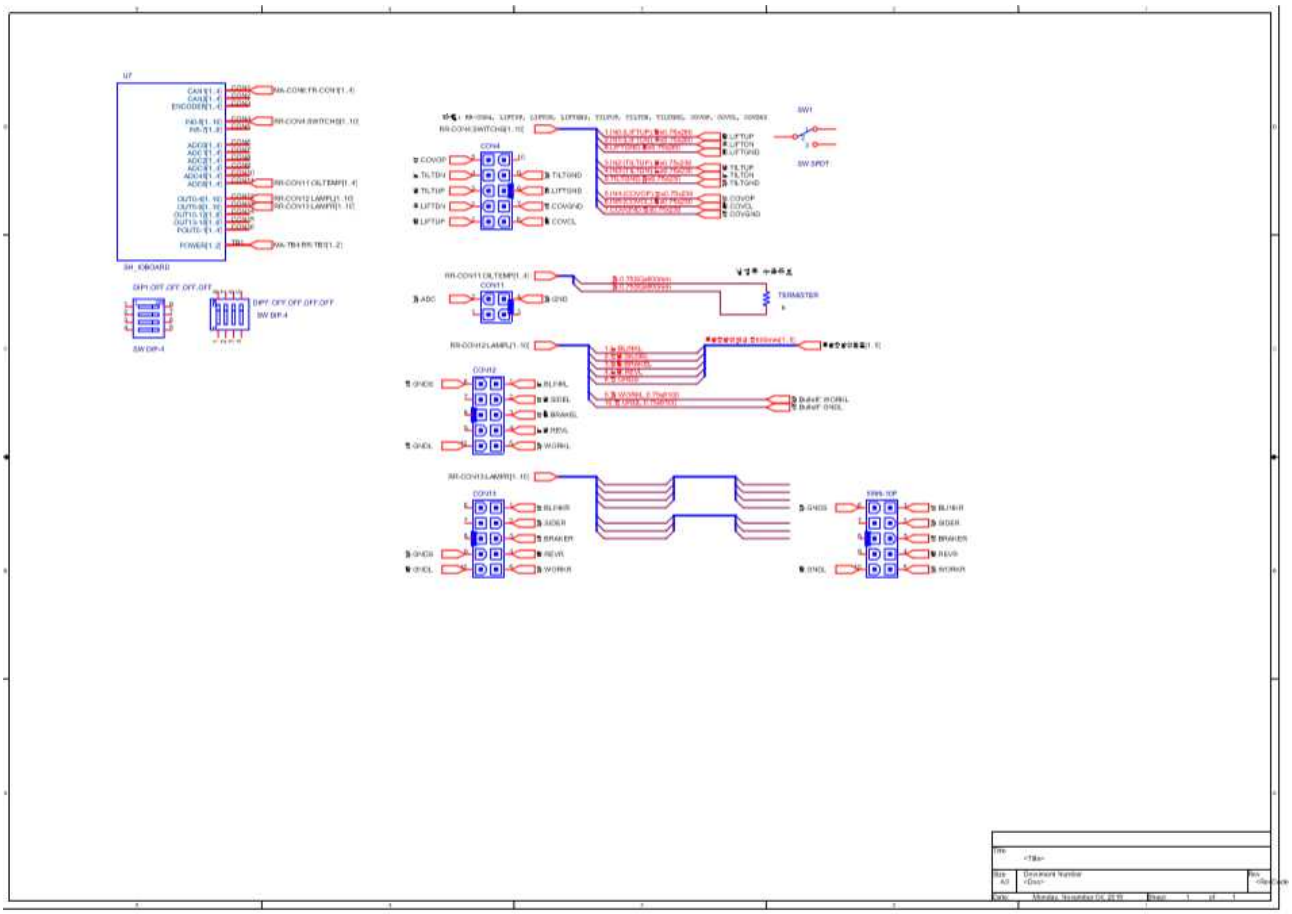
3. 확장성
- ■ 1개 이상의 리모콘을 사용 가능
- ■ S/W 수정으로 기능 변경 가능


MAIN1
SH_MAINBOARD
SH_IOBOARD
SH_PANEL
2019자주식 전원 및 통신 배선도


MAIN1
SH_MAINBOARD
SW DIP-4







1-2-7, 엔진 및 밋숀 개발 진행(입고완료)

Tire-4 엔진을 개발하여 입고완료 함

(개발 입고된 엔진)

(배기가스 후처리장치)

■ 산업용 F-Engine 3.9L (Tier-4)

1. 엔진 주요 특징

블록 시스템

- CGI 재질 적용 (연소압 증대)
- AL HOUSING 적용

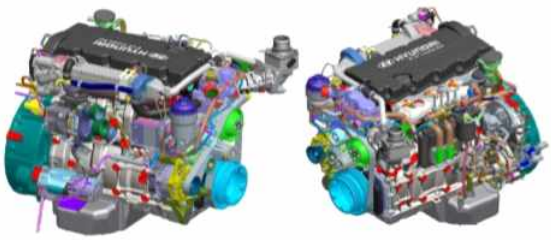
헤드 시스템

- 헤드 CGI 재질 적용
  (고마력, 연소압 증대 대응)
- 일체형 IN-MANI적용
- 대용량 워터펌프 적용

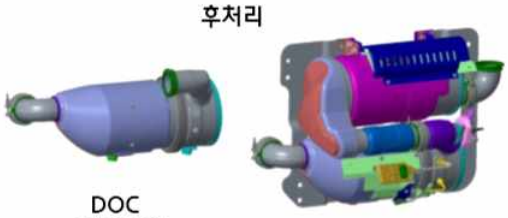
무빙 시스템

- 연소압 증대 대응 피스톤
  (고마력, 핀 부시 적용)
- 연소 개선을 위한 연소실 최적화
- 플라이휠 ADOPTOR 신규 추가

엔진



후처리



DOC
(저마력용)

DOC+SCR
(고마력용)

타이밍 시스템

- 배기 밸브 강화재질 적용
  SU35+STL → 인코넬

연료/전장 시스템

- 신규 개발 ECU 적용 (216핀)
- 2000 bar 커먼레일 시스템
  (G4S 인젝터 적용)

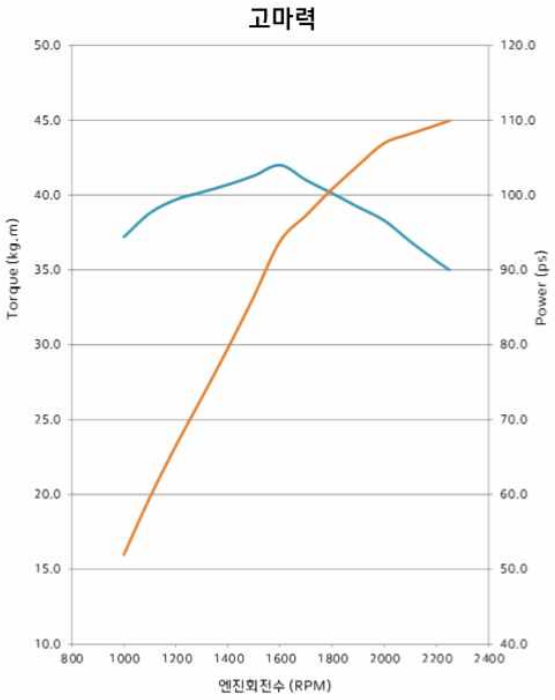
EGT/배기정화장치

- DOC, SCR 적용 (EM 대응)
- SCR 도징 시스템 적용

■ 산업용 F-Engine 3.9L (Tier-4)

2. 엔진 제원

구 분		Tier-3 (D4DD)	Tier-4 (F-3.9)	Tier-4 (F-3.9)
엔진성능	출력 (ps/rpm)	100/2300	74/2,250	110/2,250
	토크 (kg.m/rpm)	38/1600	33/1,550	42/1,550
배기량 (cc)		3,907	3,933	←
보어 X 행정 (mm)		φ 104 x 115	φ 103 × 118	←
COMBUSTION		DI, T/C (I/C)	DI, WGT (I/C)	←
실린더 수		직렬 4기통	←	←
엔진크기 (mm) Ref.	LENGTH	827.5	964	←
	WIDTH	639.7	770	←
	HEIGHT	819.4	819	←
중량 (kg)Ref.	DRY	360	430	←
밸브 시스템		2밸브	4밸브 OHC	←
연료분사 형식		CRDi(1,800Bar)	CRDi(2,000Bar)	←
압축비		17.5:1	17.1 ; 1	←
알터네이터		24V - 50A	24V - 70A	←
스타터 용량		24V – 5.0kw	24V – 5.5kw	←
팬 RATIO		1:1	1.3:1, (팬 증속)	←
배기정화장치		-	EGR + DOC	EGR+DOC+SCR



1-2. 당해연도 연구개발 목표 및 결과(건설기계부품연구원)

<당해년도 - 1차년도>

○ 연구개발 목표

- 협동연구기관(건설기계부품연구원) : 작업환경 분석 및 기술개발

① 작업환경 분석 통한 작업 시나리오 및 내환경성 요인 검토

② 센서 검토 및 선정 통한 센서 융합 기술 연구

③ 안전성 및 편의성 반영한 시스템 아키텍쳐 설계 및 제어 알고리즘 연구

④ 전장 케이스 내구성 확보 방안 연구

⑤ 프로토 타입 모듈 설계 및 제작 후 성능 검증 (자체 평가)

[1차년도 협동연구기관(건설기계부품연구원) 개발 업무 개략도]

○ 연구개발 결과 (시스템 구성도, 구조 등을 그림으로 구체적 표현)

가. 작업환경 분석

: 본 연구의 목표인 자주식 수집형 감자수확기를 개발하기에 앞서 올바른 연구 결과물을 도출하기 위해 사전에 주요 밭농사 수확 작물인 감자의 지역별 작업 환경, 재배 방식, 두둑 형태, 작업 프로세스 등에 대한 전반적인 정보를 수집하기 위해 국내 감자 주산지들(충남, 충북, 전남, 전북, 강원)을 찾아다니며, 현지 농민들을 직접 인터뷰하고 실제 작업 현장에서 연구 내용들을 검토하고 분석함

[그림 1. 국내 주요 감자주산단지 분포도]

[그림 1. 국내 주요 감자주산단지 분포도]

[2차에 걸쳐 실제 방문한 국내 주요 감자 주산단지 분포도]

[충남 당진 송악읍(박종규 사장님) 감자 농지 현장]

종 및 심는 시기와 수확 시기

품종	심는 시기	수확 시기
수미	1월 중순 ~ 1월 말	6월 20일 ~ 6월 말
두백	1월 말 ~ 2월 초	6월 말 ~ 7월 중순
대지마	1월 말 ~ 2월 초	6월 말 ~ 7월 중순

[충남 당진 송악읍 감자 재배 시기]

[전남 보성군 회천면(박해평 반장님) 감자 농지 현장]

4) 감자 품종 및 심는 시기와 수확 시기

품종	심는 시기	수확 시기
추백 (반찬용)	1월 15일 ~ 1월 30일	5월 17일 ~ 6월 초
수미 (찌먹는용)	1월 15일 ~ 1월 30일	6월 초 ~ 6월 중순
선농 (과자용)	1월 15일 ~ 1월 30일	6월 초 ~ 6월 중순
추백 (반찬용) ~ 가을감자	8월 말 ~ 9월 10일	11월 10일 ~ 12월 10일

[전남 보성군 회천면 감자 재배 시기]

[전북 김제시 황월면(김순수 협회회장님) 감자 농지(비닐하우스) 현장 ~ 미미 5월에 수확했음]

4) 감자 품종 및 심는 시기와 수확 시기

품종	심는 시기	수확 시기
수미 (3중)	10월 말 ~ 11월 초	3월 말 ~ 4월 초
수미 (2중)	11월 중순 ~ 12월 20일	4월 15일 ~ 6월 중순

[전남 보성군 회천면 감자 재배 시기]

※ 2중 : 비닐하우스를 2중으로 설치한 형태 / 3중 비닐하우스를 3중으로 설치한 형태

[강원도 강릉시 왕산면 (이명용 사장님) 감자 농지 현장]

4) 감자 품종 및 심는 시기와 수확 시기

품종	심는 시기	수확 시기
수미	4월 20일 ~ 5월 5일	8월 25일 ~ 9월 11일
오른	4월 20일 ~ 5월 5일	8월 25일 ~ 9월 11일
조풍	4월 20일 ~ 5월 5일	8월 25일 ~ 9월 11일

[강원도 강릉시 왕산면 감자 재배 시기]

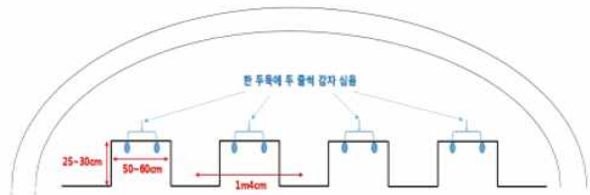
[지역별 감자 품종 및 작업 방식에 따른 재배·수확 시기 등의 정보 확보]

<table>
<tr>
<td>

[충남 당진 감자 농지의 두둑 형태와 특성 (일반적인 파종 방식)]

일반적인 파종 방식 (90~95%)

소수의 파종 방식 (5~10%)
[충남 당진 감자 농지의 파종 방식과 두둑 사이즈]
</td>
<td>

[전북 김제 감자 농지의 두둑 형태와 특성 (5월에 이미 수확 완료하여 사진으로만 확인함)]


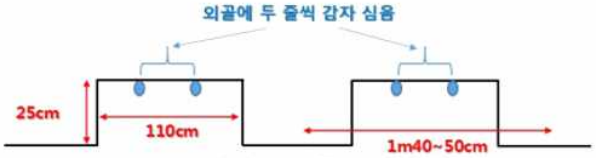
[전북 김제 감자 농지의 파종 방식과 두둑 사이즈]
</td>
</tr>
<tr>
<td>충남 지역</td>
<td>전북 지역</td>
</tr>
<tr>
<td>

[전남 보성 감자 농지의 두둑 형태와 특성 (일반적인 파종 방식)]

일반적인 파종 방식 (100%)
[전남 보성 감자 농지의 파종 방식과 두둑 사이즈]
</td>
<td>

[충북 괴산 감자 농지의 두둑 형태와 특성 (일반적인 파종 방식)]

일반적인 파종 방식
[충북 괴산 감자 농지의 파종 방식과 두둑 사이즈]
</td>
</tr>
<tr>
<td>전남 지역</td>
<td>충북 지역</td>
</tr>
<tr>
<td>

[강원도 홍천군 동면 감자 농지의 골 형태와 특성 (일반적인 파종 방식)]


일반적인 파종 방식
[강원도 홍천군 동면 감자 농지의 파종 방식과 골 사이즈]
</td>
<td>

[강원도 홍천군 내면 감자 농지의 두둑 형태와 특성 (이모작 파종 방식)]

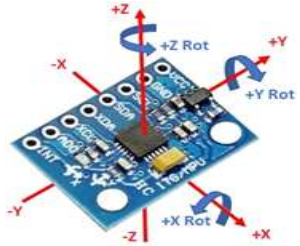
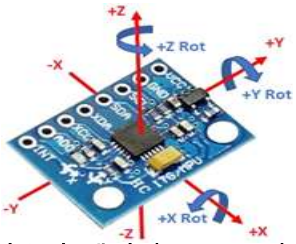
일반적인 파종 방식 (이모작)
[강원도 홍천군 내면 감자 농지의 파종 방식과 골 사이즈]
</td>
</tr>
<tr>
<td>강원 지역</td>
<td>강원 지역</td>
</tr>
</table>

[국내 주요 감자 주산지들의 두둑 형태와 크기 및 파종 방식 분석]

나. 센서 검토 및 선정

: 충돌 방지, 전복 방지, 무게 측정 등의 안전과 편의에 관련된 제어 시스템을 만드는데 적용 가능한 센서 기술들을 검토하고 적합한 센서들을 선정하여 융합하는 기술을 연구함

○ 시스템 별 검토 및 선정 센서 리스트 분류

<table>
<tr><th>센서 용도</th><th>검토용 센서 항목</th><th>선정된 센서</th></tr>
<tr><td rowspan="5">안전 시스템용
(충돌 방지)</td><td>
Rplidar 라이다</td><td rowspan="5">
초음파 센서</td></tr>
<tr><td>
TL-3 솔리드 스테이트 라이다</td></tr>
<tr><td>
MDC 600 카메라 (TOF 3D)</td></tr>
<tr><td>
초음파 센서</td></tr>
<tr><td>
도플러 센서</td></tr>
<tr><td>안전 시스템용
(전복 방지)</td><td> 
기울기 센서 (MPU6050)</td><td> 
기울기 센서 (MPU6050)</td></tr>
<tr><td>편의 시스템용
(무게 측정)</td><td>
로드셀 센서</td><td>
로드셀 센서</td></tr>
</table>

○ 센서 별 검토 시험 진행

: 검토용 센서들을 실제로 구입하여 사용 환경과 비용 등 다양한 측면에서 검토하며 성능들을 시험하고 장단점을 파악하여 최종적으로 적합한 센서들을 선정하였음

– 시험 방법

① 센서로부터 대상 (어린이 마네킹)을 3m 이내로 위치시킴

② 센서 주변 3m 이내 성인이 이동함

③ 각 센서가 대상과 관련한 점데이터 및 해당 신호를 생성할 경우 감지하는 것으로 판단하며, 관련한 데이터나 신호가 일관성 없는 정보 생성 시 감지가 불가능하다고 판단함

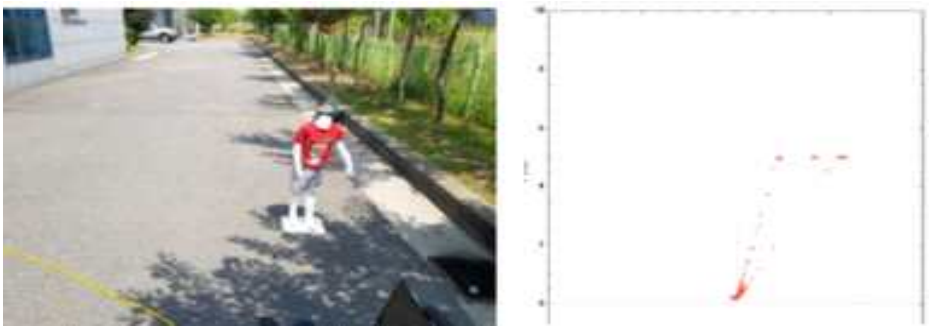
1) Rplidar의 시험 결과

- 대상 표면의 햇빛 노출 여부에 따라 점군데이터 획득이 달라짐
- 대상 표면이 음지이면 비교적 깨끗한 데이터가 측정되지만 대상 표면이 햇빛에 노출되어 있으면 대상 정보 데이터가 부분적으로 측정되지 않음. 부
- 대상이 센서로부터 1.5m~2m 이내로 들어올 경우 햇빛 노출 여부에 무관하게 대상이 인지되었음

[Rplidar 라이다의 감지 시험 결과]

2) TL-3의 시험 결과

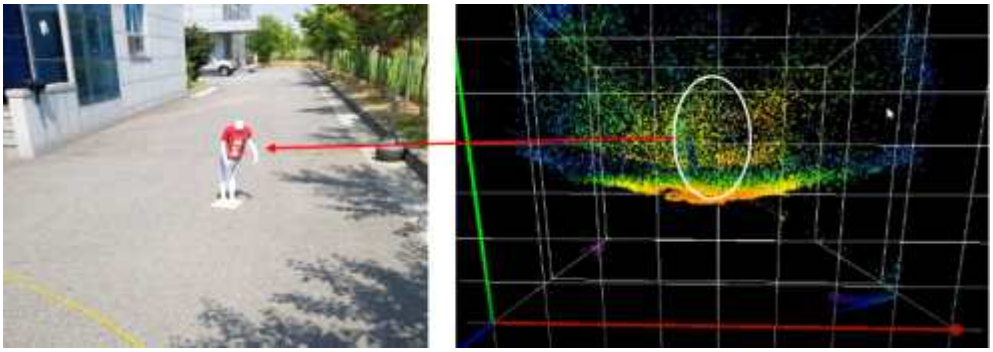
- 햇빛 노출 여부에 따라 점군데이터 획득 여부가 달라짐
- 대상이 햇빛에 노출되어 있으면 그 영역의 점군데이터는 측정되지 않으며, 노출되지 않은 영역만 점군데이터가 측정되었음



[TL-3 라이다의 감지 시험 결과]

3) MDC600의 시험 결과

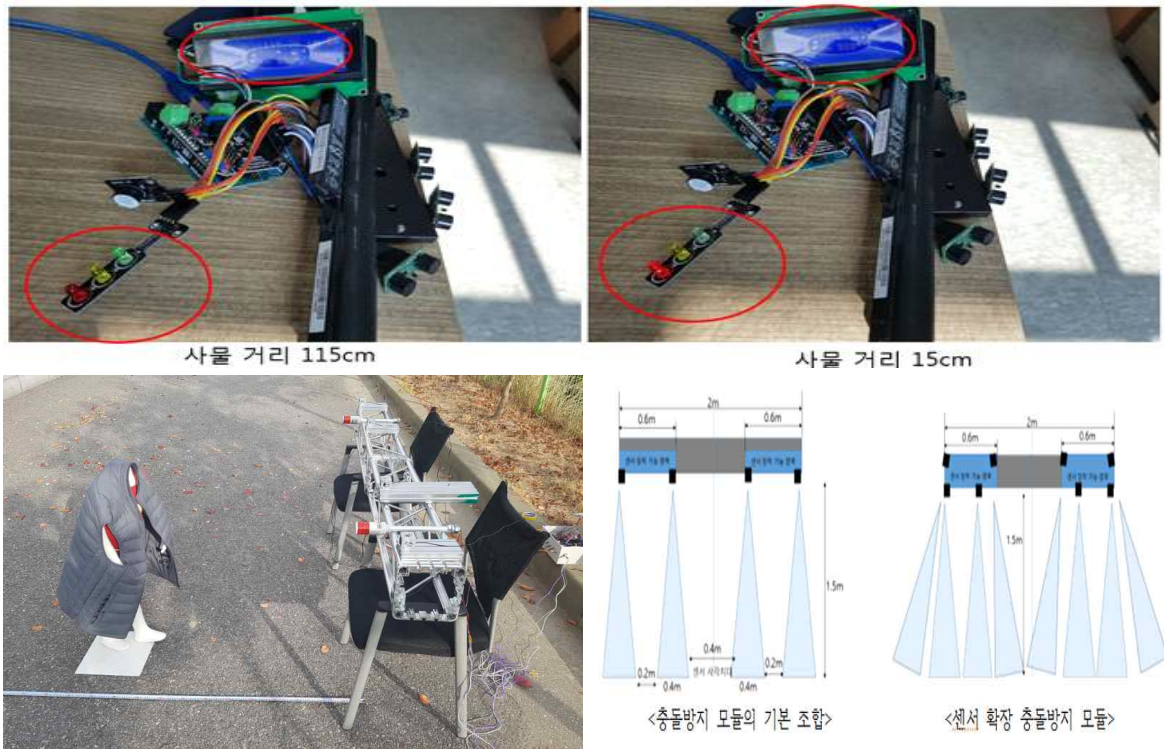
- 3m 이내 근거리일 경우 대상 인지가 가능하지만, 심한 노이즈가 발생함
- 대상 주변으로 심하게 노이즈가 발생하면 소형 객체일 경우는 인지가 어려움



[MDC 600 카메라의 감지 시험 결과]

▶ 저가형 센서 시험 결과

- TL-3의 경우 실외환경에서는 사용하기 부적합함
- Rplidar의 경우 한 개로 넓은 범위를 감지할 수 있는 장점이 있지만 일부 실외환경에서 불안정한 성능과, 회전진동으로 인한 내구성을 보완해야함.
- MDC600의 경우 실외환경에서 사용하기 부적합함
- 1차년도 연구에서는 초음파 센서를 이용하여 충돌방지 모듈을 개발하고, 2차년도 연구에서는 기타 센서 활용을 고려함



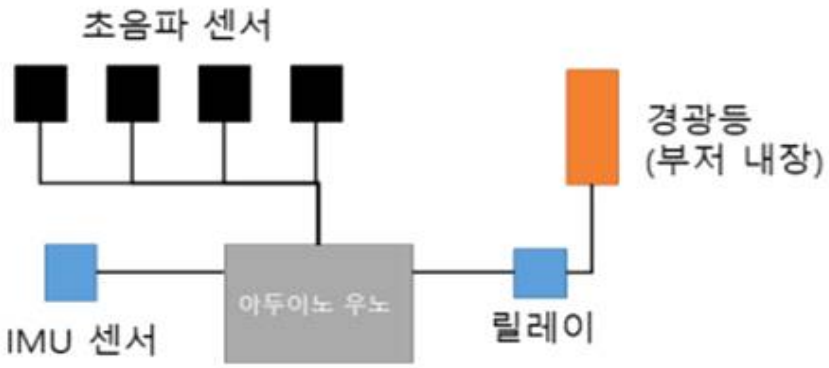
[초음파 센서의 감지 시험 결과 및 보완 방안 도출]

다. 시스템 아키텍쳐 설계 및 제어 알고리즘 연구

: 안전 시스템과 편의 시스템에 해당하는 제어 알고리즘을 연구하고 시스템 아키텍쳐(구성)를 결합하여 그에 맞는 회로도를 설계하고 소프트웨어를 코딩함

○ 제어 시스템(충돌 및 전복 방지용) 구성

제어기 및 센서	설명	사용 목적
Arduino Uno(R3)	ATmega328기반	메인 제어기
Sensor Shield V5.0	I2C, 디지털 I/O	확장보드
초음파 센서	초음파기반 거리센서	장애물 감지(거리)
DC-DC Converter	5V, 12V	전원 공급 및 분배
IMU Sensor	3축 가속도, 3축 자이로	전복상황 감지(기울기)
경광등	경광 및 부저	경고알림
릴레이	12V릴레이	경광등 제어 릴레이
배터리	11.1V	외부 전원 공급



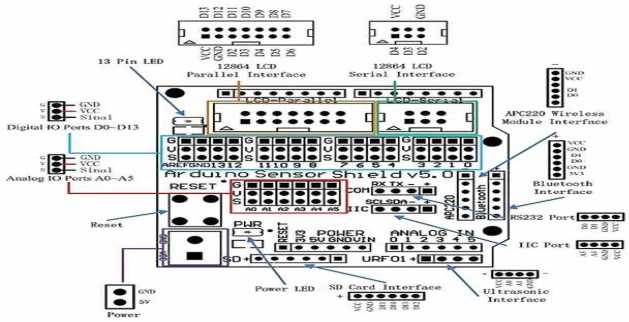
[충돌 및 전복 방지 시스템 아키텍쳐 (구성 개념도)]

○ 시스템 세부 사양

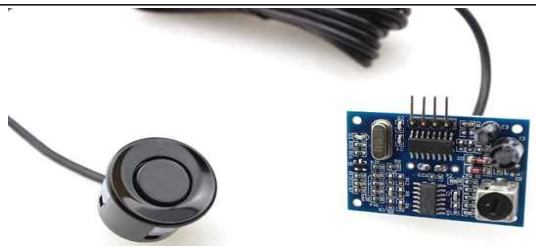
– 메인 제어기

model	 <Arduino Uno R3>
specification	• controller : ATmega328 • operating voltage : 5V • Digital I/O Pins : 14 pin • Analog Input Pins : 6 pin • working current : 40mA • Flash memory : 32 kB

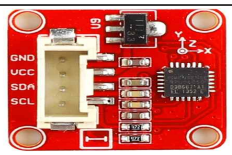
– 제어기 확장 보드

model	 <SZH-EK049>
specification	• operating voltage : 5V • I2C Interface • SD card module • RF module, LCD 등

- 초음파 거리센서

model	 <SP0433B02>
specification	• operating voltage : 5V • static working current : 5mA • effectual angle: 15° • ranging distance : 20mm ~ 4500mm • resolution : 3mm

- IMU 센서

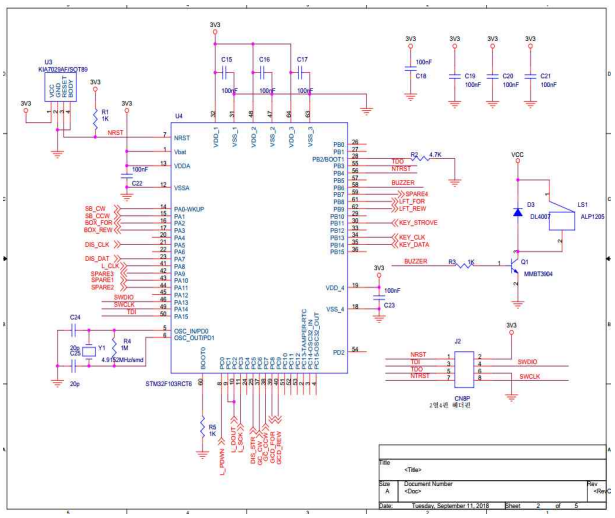
model	 <Crowtail MPU6050>
specification	• Operating voltage : 5V • Measure dimension : Acceleration 3D, Attitude Angle 3D Angular Velocity 3D • Working current : 10mA • Measureing range : Acceleration 16g, Angular Velocity ±2000° • Stabillity : Acceleration 0.001g, Angular Velocity 0.02° • data output frequency : 100Hz • interface : UART, I2C

- DC-DC converter

model	 <MeanWell DDR-30G-5, 12>
specification	• Input voltage : 9V ~ 36V • Output voltage : 5V, 12V • Output current Max : 2A • Power : 30W

○ 회로도와 프로그램 소스

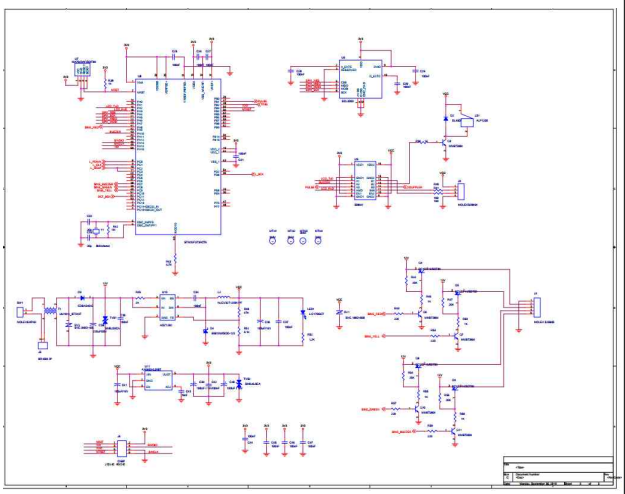
: 상기에 설명하고 연구한 내용을 바탕으로 설계한 회로도와 코딩한 프로그램 소스는 다음과 같음



안전시스템(전용) 회로도

```
// IMU 센서 관련 라이브러리
#include<Wire.h>
#include "MPU6050.h"
MPU6050 accelgyro;
int16_t ax, ay, az;
int16_t gx, gy, gz;
bool blinkState = false;

//4개의 초음파센서의 송수신을 위해
int trigPin = 2;
int echoPin = 3;
int trigPin2 = 4;
int echoPin2 = 5;
int trigPin3 = 10;
int echoPin3 = 11;
int trigPin4 = 12;
int echoPin4 = 13;

//경광등 on/off는 릴레이로
int buzzer = 6;
int relaypin = 7;

void setup()
{
    Wire.begin();
    Serial.begin(38400);
    // initialize device
    Serial.println("Initializing I2C devices...");
    accelgyro.initialize();
    // verify connection
    Serial.println("Testing device connections...");
    Serial.println(accelgyro.testConnection() ? "MPU6050 connection successful"
"MPU6050 connection failed");
```

안전시스템(전용) 프로그램 소스



안전&편의시스템(겸용) 회로도

```
/* USER CODE BEGIN Header */
/**
  ******************************************************************************
  * @file           : main.c
  * @brief          : Main program body
  ******************************************************************************
  * @attention
  *
  * <h2><center>&copy; Copyright (c) 2019 STMicroelectronics.
  * All rights reserved.</center></h2>
  *
  * This software component is licensed by ST under BSD 3-Clause license,
  * the "License"; You may not use this file except in compliance with the
  * License. You may obtain a copy of the License at:
  *                        opensource.org/licenses/BSD-3-Clause
  *
  ******************************************************************************
  */
/* USER CODE END Header */

/* Includes ------------------------------------------------------------------*/
#include "main.h"

/* Private includes ----------------------------------------------------------*/
/* USER CODE BEGIN Includes */
#include "arm_math.h"
#include <stdint.h>
#include <stdbool.h>
#include "ads1232.h"
#include "SelfCntl.h"
#include "fft.h"
#include "stm32f3xx_hal.h"
#include "tm_stm32_delay.h"
/* USER CODE END Includes */

/* Private typedef -----------------------------------------------------------*/
/* USER CODE BEGIN PTD */

/* USER CODE END PTD */

/* Private define ------------------------------------------------------------*/
/* USER CODE BEGIN PD */

/* USER CODE END PD */

/* Private macro -------------------------------------------------------------*/
/* USER CODE BEGIN PM */

/* USER CODE END PM */

/* Private variables ---------------------------------------------------------*/
ADC_HandleTypeDef hadc1;
```

안전&편의시스템(겸용) 프로그램 소스

[시스템 별 회로도와 프로그램 소스 (일부)]

라. 전장 케이스 내구성 확보 방안 연구

: 수확기라는 농기계 자체가 실외 환경에서 사용되는 장비이며, 안전과 편의 기능을 구현하는 제어 시스템이 부착되므로 내환경성 요인을 고려하여, 제어용 회로 기판인 PCBA를 보호하는 몰딩 기법이 연구되어야 하고 그에 적합한 전장 케이스와 기구부 (센서 브라켓)가 설계되어야 함

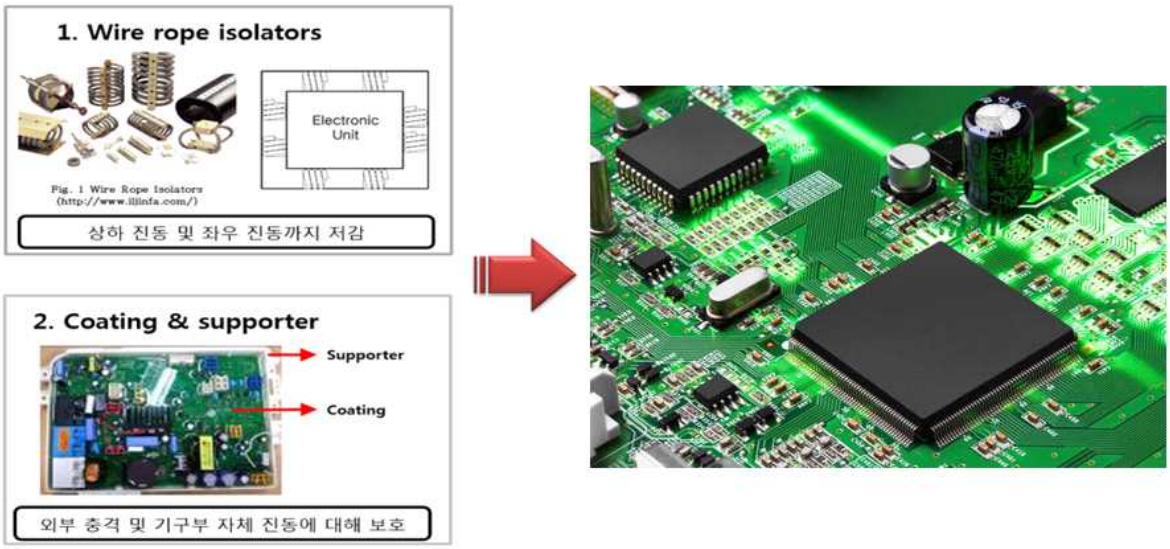
○ 실외용 전장 케이스 내구성 확보 방안 연구

- 전자 시스템인 PCBA에 실외 환경에서 발생될 수 있는 충격, 진동, 방수, 방진 등의 내환경성 요인을 저감시키고 방지하기 위해 3가지 방안을 연구함

① 코팅 : PCBA에 경화제인 에폭시 몰딩을 하여 PCBA를 도포함

② 케이스 : 코팅된 PCBA를 플라스틱과 알루미늄으로 1차와 2차로 주위를 둘러싸 보호함

③ Wire Rope : 1차 플라스틱 케이스와 2차 알루미늄 케이스 사이에 설치하여 스프링처럼 탄성을 이용하여 충격과 진동을 저감시킴



[전장 케이스 내구성 확보 방안]

○ 몰딩 기법 연구

- 상기에서 제시한 3가지 방안 중 효과가 크고 구성이 간단한 코팅과 케이스를 적용하기로 하였으며, 코팅 시 PCBA를 도포하는 에폭시 소재(주제, 경화제)에 대해 확인하였고 실제 적용한 사례를 바탕으로 2차년도부터 제어용 PCBA에 본 몰딩 기법을 적용하기로 함

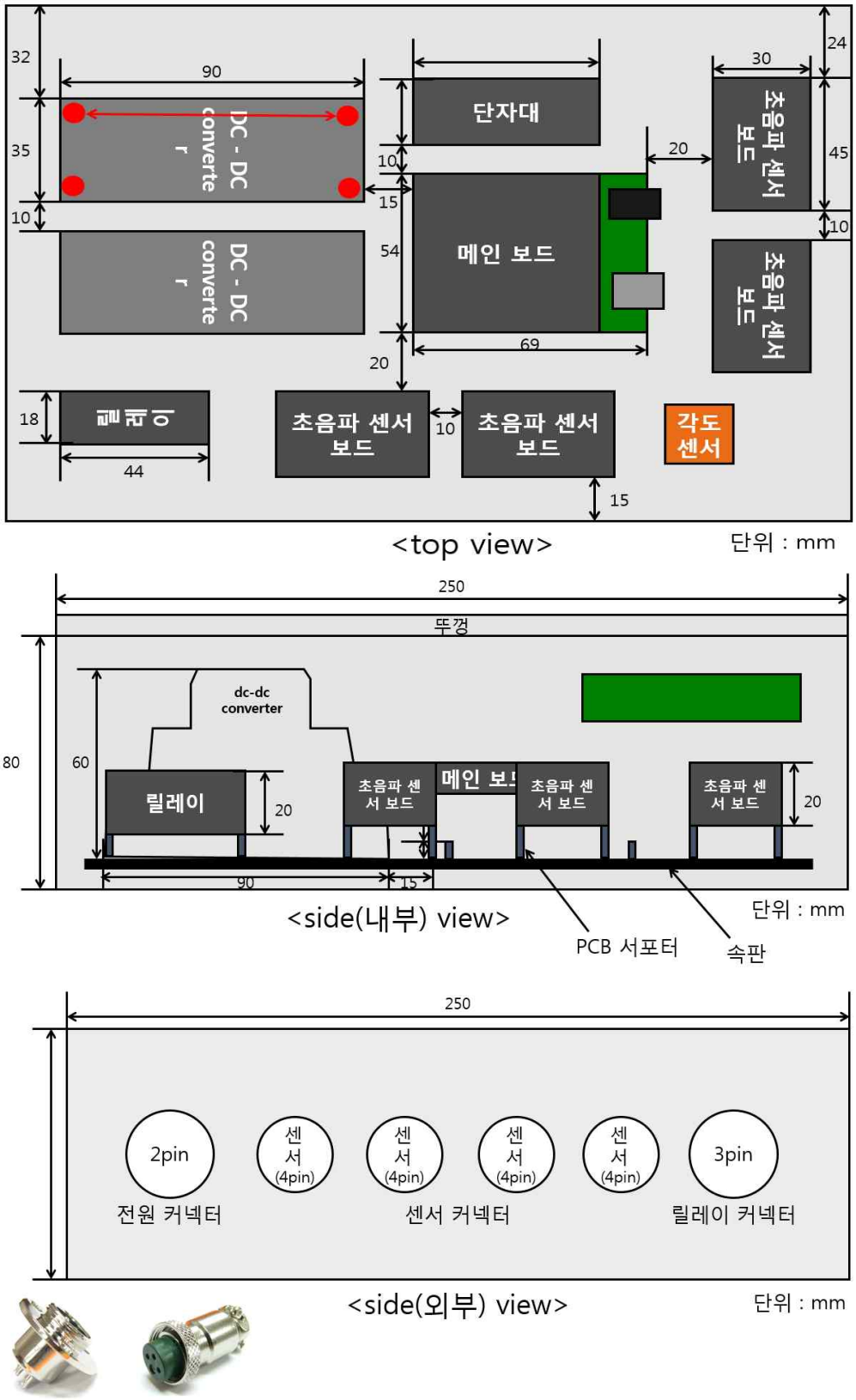
< 무코팅 & Non-Supporter >

< 코팅 & Supporter 장착 >

[몰딩 기법 연구]

○ 전장 케이스 레이아웃 설계

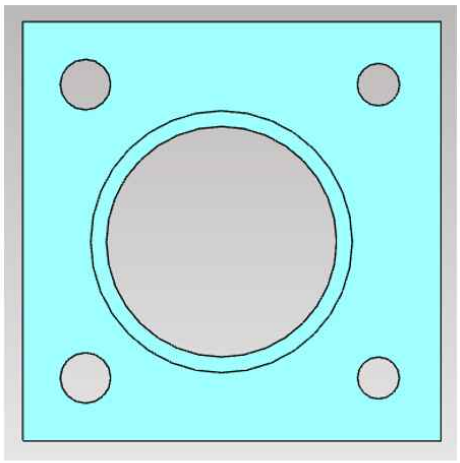
- 충돌 및 전복 방지 시스템의 케이스는 효율성을 위해 하나의 케이스에 2set의 충돌/전복 방지 모듈을 적층 구조로 구성되도록 레이아웃을 설계하였음

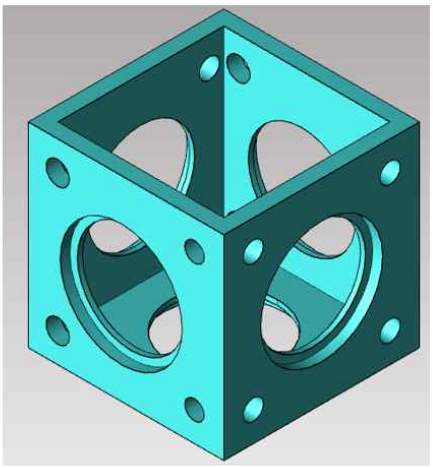


[전장 케이스 레이아웃 설계안]

○ 센서 브라켓 디자인 설계

- 초음파 센서 전용 장착 지그인 브라켓을 설계하기로 하였는데, 그 이유는 어떤 대상물에도 자유롭게 부착이 가능하도록 범용성과 확장성을 가지도록 하기 위해 브라켓 디자인을 설계함





1.Size: 40x40x40mm

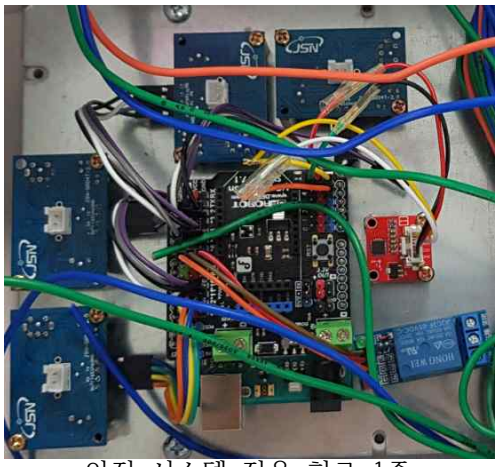
2.재질:AL

[초음파 센서 전용 브라켓 디자인 설계안]

마. 프로토 타입 모듈 설계

: 지금까지 연구한 결과물들을 바탕으로 자주식 수집형 감자 수확기의 안전 기능과 편의 기능을 구현하는 제어 회로와 전장 케이스를 결합하여 안전시스템 전용 1종, 안전 및 편의시스템 겸용 1종, 총 2종의 프로토 타입 모듈을 설계 및 제작 완료하였음

○ 제어 회로 제작

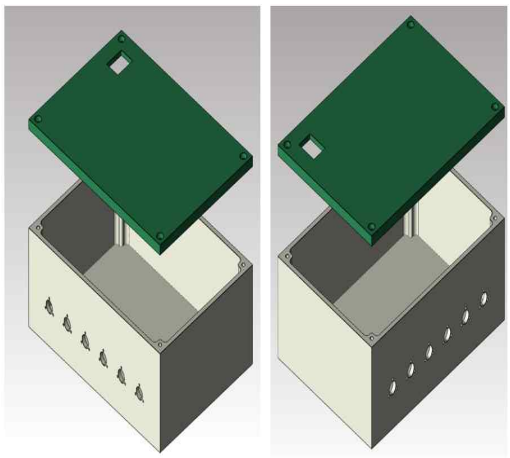


- 안전 시스템 전용 회로 1종 -

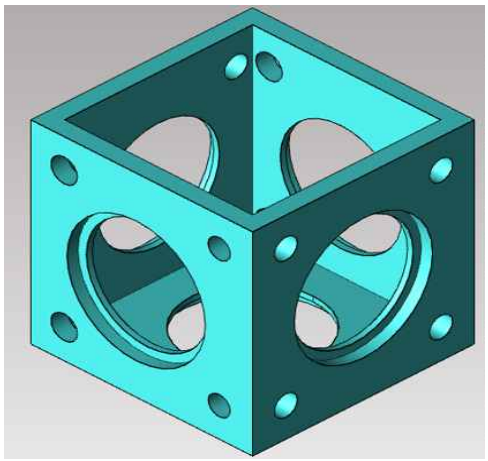
- 안전 & 편의 겸용 시스템 회로 1종 -

[제어 회로 제작물 외형]

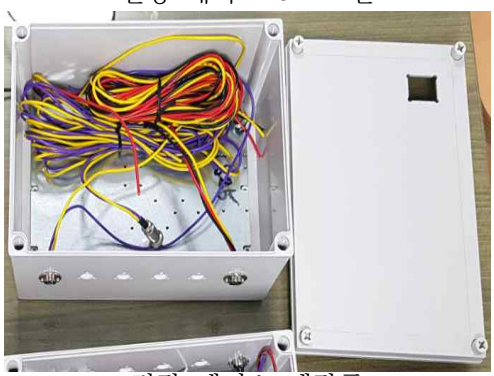
○ 전장 케이스 및 센서 브라켓 제작



전장 케이스 3D 도면



센서 브라켓(초음파 센서용) 3D 도면



전장 케이스 제작품

센서 브라켓(초음파 센서용) 제작품

[전장 케이스 및 센서 브라켓 제작물 외형]

○ 프로토 타입 2종 제작 완성품

– 안전 시스템 전용 버전 : 충돌 방지 경고 알림 기능과 전복 방지 경고 알림 기능 탑재함

▶ 알림 방법 : 경광, 경음 기능

- 안전 & 편의 시스템 겸용 버전 : 충돌 방지 경고 알림 기능과 전복 방지 경고 알림 기능, 수확물 무게 알림 기능과 생산량 알림 기능 탑재함

▶ 알림 방법 : 경음, LCD 모니터링 기능

<경고 미작동>

<경고 작동>

안전 시스템 전용 버전 1차년도 결과물 외형과 기능 소개

안전 & 편의 시스템 겸용 버전 1차년도 결과물 외형과 기능 소개

[1차년도 프로토 타입 결과물]

바. 성능 검증 (자체 평가)

: 프로토 타입으로 제작한 2종의 제어 시스템을 실제 실차에 장착하여 주관기관과 함께 성능 시험을 진행하며 검증함

○ 시험 진행 계획

[프로토 타입 결과물 2종 시험 진행 계획안]

○ 프로토 타입 제어 시스템 2종 실차 장착 모습

후면 부착 | 측면 부착 | 전측면 부착

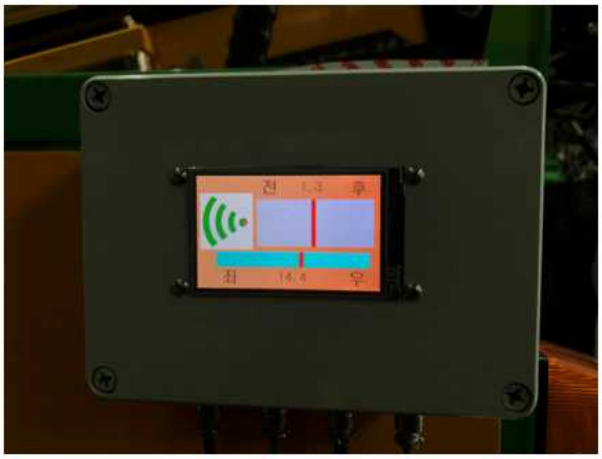
안전시스템 전용 버전 제어 시스템 및 센서 실차 장착 모습

측면 부착

안전 & 편의시스템 겸용 버전 제어 시스템 및 센서 장착 모습

[프로토 타입 결과물 2종 실차 장착 모습]

○ 성능 검증 시험 (자체평가) 진행 완료

<table>
<tr><td>
충돌 방지 성능 검증 장면</td><td>
전복 방지 성능 검증 장면</td></tr>
<tr><td colspan="2">안전 시스템 전용 버전 성능 검증 시험 장면</td></tr>
<tr><td> 
충돌 및 전복 방지 성능 검증 장면</td><td>
무게 측정 및 생산량 알림 성능 검증 장면</td></tr>
<tr><td colspan="2">안전 & 편의 시스템 겸용 버전 성능 검증 시험 장면</td></tr>
<tr><td colspan="2">[1차년도 프로토 타입 결과물 성능 검증 시험 (with 주관기관)]</td></tr>
</table>

2) 2년차 연구개발 수행과정 및 내용

1-2. 당해연도(2차년도) 연구개발 목표 및 결과(제품 제작부문)

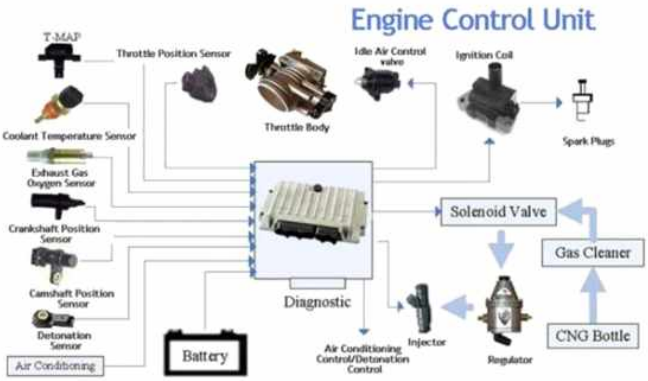
1-2-1. 메인프레임 제작

- 친환경 엔진(HMC/D4GB) 장착에 따른 크기에 맞게 프레임 재설계
- 엔진 Model

- 친환경엔진(Tire-4)으로 DOC+SCR 등 배기가스 부가장치로 엔진의 사이즈가 증가

1-2-2 엔진 인터페이스(Interface) 작업

엔진콘트롤 인터페이스(Interface) 작업



하네스작업

- 전자제어인 친환경엔진(Tire-4)을 작동하기 위한 수많은 기능제어를 위한 분석작업
  (보편적으로 엔진을 개발하는데 있어 공급업체가 솔루션을 제공하는데 한계가 있어 어려움)
- 제어를 위한 하네스작업
  현대엔진에서 제공하는 하네스중 당사 제품에 필요한 하네스를 분석작업과 일부 신규제작을 통하여 엔진 인터페이스 작업 완료
- 소스코드 해석

canid	길이	데이터	10진수ID	16진수ID	PDU format	PDU Specific	SourceID	기능	기능설명	지계자	sh1		
217055747x	8	C00000FFF7000003	217055747	CF00203	F0	02	03	ETC1		C00000FFFF0000FF	#N/A	C000003	F0FFFAFAFFFFFFFF
217056000x	8	D10000FF00FF00FF	217056000	CF00300	F0	03	00	EEC2		D10000FF00FF00FF	#N/A	CF00203	C00000FFFF0000FF
217056256x	8	097D7D000000F076	217056256	CF00400	F0	04	00	EEC1		007D7D000000F079	#N/A	CF00300	D10000FF00FF00FF
217058307x	8	00FB0000FFFFFFFF	217058307	CF00C03	F0	0C	03	?		#N/A	#N/A	CF00400	007D7D000000F079
217910866x	8	1052A0C8FFFFFFFF	217910866	CFD0E52	FD	0E	52	at1ogc2	Downsteam Nox sensor	1054A0C8FFFFFFFF	#N/A	CFD0E52	1054A0C8FFFFFFFF
217911122x	8	DC03D0037E6100FF	217911122	CFD0F52	FD	0F	52	at1ogc1	downstem Noxsensor	DA03DC037D6401FF	#N/A	CFD0F52	DA03DC037D6401FF
217911377x	8	1055A0C8FFFFFFFF	217911377	CFD1051	FD	10	51	at1igc2	Upsteam Nox-Sensor	1056A0C8FFFFFFFF	#N/A	CFD1051	1056A0C8FFFFFFFF
217911633x	8	DD03D9037C6300FF	217911633	CFD1151	FD	11	51	at1igc1	UpsteamNox sensor	DC03E7037E6401FF	#N/A	CFD1151	DC03E7037E6401FF
352256085x	8	FFFF7C38C201	352256085	14FF0055	FF	00	55	?		#N/A	#N/A	CFE6CEE	FFFFFFFFFFFF
352256341x	8	021E33148081E01B	352256341	14FF0155	FF	01	55	?		#N/A	#N/A	CFF2303	FCFFFFFFFFF00FF
352256573x	8	FFFFF0F0FFFFFFFF	352256573	14FF023D	FF	02	3D	?		#N/A	#N/A	CFF3005	FF FF FF FF FF FF F3 FF
352256597x	8	FF55D5D7050075FF	352256597	14FF0255	FF	02	55	?		#N/A	#N/A	CFF3105	FF FF FF FF FF 0A FF FF
352256853x	8	00136004E8504D53	352256853	14FF0355	FF	03	55	?		#N/A	#N/A	18920000	0000FFFFFFFFFFFF
412221440x	8	0000FFFFFFFFFFFF	412221440	18920000	92	00	00	HCDI1	aftertreatment1 hydrocation doseer...	0000FFFFFFFFFFFF	18920000	189C00E6	F1CFFFFFFFFFFFFF
417922897x	8	03FFFFF0000D3	417922897	18E8FF51	E8	FF	51	DM19SEnsA	Upstem Nox sensor	03FFFFF0000D3	#N/A	189C01E6	4
417922898x	8	03FFFFF0000D3	417922898	18E8FF52	E8	FF	52	DM19 NoxS	Downsteam Nox sensor	03FFFFF0000D3	#N/A	18DA3DF1	30080A00FFFFFFFF
417988608x	8	E6FE	417988608	18EA0000	EA	00	00	PGNRQ	PGN request	E6FE	18EA0000	18DAF13D	2BF3002000000020
418053888x	8	00D3	418053888	18EAFF00	EA	FF	00	NoxSens	Request to receive Nox sensor information	00D3	#N/A	18E8FF51	03FFFFF0000D3
418053891x	3	E3FE	418053891	18EAFF03	EA	FF	03	?		#N/A	#N/A	18E8FF52	03FFFFF0000D3
418119424x	8	05000000008813FF	418119424	18EBFF00	EB	FF	00	?		05000000008813FF	18EBFF00	18EA0000	E6FE
418119439x	8	03204E7F0019FFFF	418119439	18EBFF0F	EB	FF	0F	?		03204E7F0019FFFF	18EBFF0F	18EAFF00	00D3
418119465x	8	03000000007DFFFF	418119465	18EBFF29	EB	FF	29	?		03000000007DFFFF	18EBFF29	18EBFF00	05000000008813FF
418119485x	8	03FF000000FFFFFF	418119485	18EBFF3D	EB	FF	3D	IndcCntr	Inducement counter information from SCR	03FF000000FFFFFF	18EBFF3D	18EBFF0F	03204E7F0019FFFF
418184960x	8	20220005FFE3FE	418184960	18ECFF00	EC	FF	00	EC1 BAM		20220005FFE3FE	18ECFF00	18EBFF10	03FFFFDC05FFFFFF
418184975x	8	20130003FFE1FE	418184975	18ECFF0F	EC	FF	0F	?		20130003FFE1FE	18ECFF0F	18EBFF29	03000000007DFFFF
418185001x	8	20130003FFE1FE	418185001	18ECFF29	EC	FF	29	?		20130003FFE1FE	18ECFF29	18EBFF3D	03FF000000FFFFFF
418185021x	8	20150003FFEBFF	418185021	18ECFF3D	EC	FF	3D	IndcCntr		20150003FFEBFF	18ECFF3D	18ECFF00	20220005FFE3FE
418316035x	8	6400400000030310	418316035	18EEFF03	EE	FF	03	?		#N/A	#N/A	18ECFF0F	20130003FFE1FE
418316113x	8	4A11521600440001	418316113	18EEFF51	EE	FF	51	?		4A11521600440001	#N/A	18ECFF10	20130003FFE1FE
418316114x	8	4A21521600440001	418316114	18EEFF52	EE	FF	52	?		4A21521600440001	#N/A	18ECFF29	20130003FFE1FE
418381839x	8	007DFFFF007D007D	418381839	18F0000F	F0	00	0F	ERC1_ER		007DFFFF007D007D	18F0000F	18EEFF51	4A11521600440001
418381865x	8	C07DFFFF007D007D	418381865	18F00029	F0	00	29	ERC1_EXR		C07DFFFF007D007D	18F00029	18EEFF52	4A21521600440001
418382091x	8	000000000001	418382091	18F0010B	F0	01	0B	EBC1		#N/A	#N/A	18EF140A	0B2101FFFFFFFFFF
418383107x	8	FB0000FB50205043	418383107	18F00503	F0	05	03	ETC2		7D00007D204E2020	18F00503	18EFE0A	72002C55031021FF
418385489x	8	FFFFFFFFFFFFFFFF	418385489	18F00E51	F0	0E	51	at1i1rx	Upsteam Nox-Sensor	FFFFFFFFFFFFFFFF	18F00E51	18EFEF14	03F02D3FFFFFFFFF
418385746x	8	FFFFFFFFFFFFFFFF	418385746	18F00F52	F0	0F	52	AT1O1	Aftertreatment 1 outlet gas1	FFFFFFFFFFFFFFFF	18F00F52	18F0000F	007DFFFF007D007D
418391040x	8	0000FFFFFFFFFFFF	418391040	18F02400	F0	24	00	PROSCR10		0000FFFFFFFFFFFF	18F02400	18F00029	C07DFFFF007D007D
419224576x	8	E3FFFFFFFFFFFFFF	419224576	18FCDC00	FC	DC	00	CCVS3	Cruise control /Vehicle speed #3	E3FFFFFFFFFFFFFF	18FCDC00	18F00102	FF FF FF CF FF FF FF FF
419225600x	8	FFFFFFF0000FFFFF	419225600	18FCE000	FC	E0	00	DPFC2	Diesel Particulate Filter Control2	FFFFFFF0000FFFF	18FCE000	18F00503	7D00007D204E2020
419235584x	8	FF00FFFFFFFFFFFF	419235584	18FD0700	FD	07	00	DLCC1	Direct Lamp Control Command1	FF10FFFFFFFFFFFF	18FD0700	18F00E51	FFFFFFFFFFFFFFFF
419241984x	8	E023EF23FFFFFFFF	419241984	18FD2000	FD	20	00	A1DOC	Aftertretment1 Diesel Oxidation catalyst	608C608CFFFFFFFF	18FD2000	18F00F52	FFFFFFFFFFFFFFFF
419249664x	8	80000F0000003532	419249664	18FD3E00	FD	3E	00	PROSCR12	Proprietary scr frame12	A6000000000320A	18FD3E00	18F02400	0000FFFFFFFFFFFF
419265536x	8	FFFFFFFFFFFFFFFC	419265536	18FD7C00	FD	7C	00	DPFC1	Diesel particulate filter control 1	FFFFFFFFFFFFFFFC	18FD7C00	18FCDC00	E3FFFFFFFFFFFFFF
419271939x	8	CFFFFFFFFFFFFFFF	419271939	18FD9503	FD	95	03	?		#N/A	#N/A	18FCE000	FFFFFFF0000FFFFF
419273635x	8	3583FF1F1FF3FFFF	419273635	18FD9BA3	FD	9B	A3	?		#N/A	#N/A	18FD0700	FF10FFFFFFFFFFFF
419275008x	8	FFFFFFFFFFF0FFFF	419275008	18FDA100	FD	A1	00	AT1FC1	Aftertreatment1 fuel control	FFFFFFFFFFF0FFFF	18FDA100	18FD2000	60BC608CFFFFFFFF
419275779x	8	FFFF0FFFFFFFFFFF	419275779	18FDA403	FD	A4	03	?		#N/A	#N/A	18FD3E00	A6000000000320A
419279933x	8	C623FFFFFFFFFFFF	419279933	18FDB43D	FD	B4	3D	AT1IG2	Aftertreatment1 intake gas2	C623FFFFFFFFFFFF	18FDB43D	18FD7C00	FFFFFFFFFFFFFFFC
419288320x	8	FFFFFFF0000F7FF	419288320	18FDD500	FD	D5	00	EEC5	Electronic engine controller5	FFFFFFF0000F7FF	18FDD500	18FDA100	FFFFFFFFFFF0FFFF
419318275x	8	0F1F4FFFFF3FFFF	419318275	18FE4A03	FE	4A	03	ETC7	Transmission controller 7	#N/A	#N/A	18FDB43D	C623FFFFFFFFFFFF

-

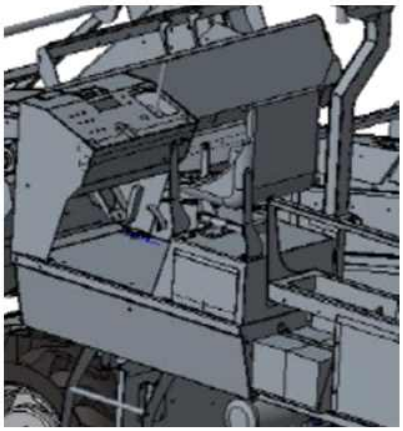
1-2-3 굴취부 제작

- 엔진변경에 따른 프레임의 재설계로 인하여 굴취부등에 대하여도 전면 재설계과정을 거쳐 신규제작 완료함

1-2-4 이물질 선별부 제작

제작완료 실물 사진

운전석 제작공정



친환경엔진(Tire-4 엔젠) 탑재한 상태에서 하부파트 제작완료

1-2-6 Hydraulis circuit 조립작업

- 하부조향장치 제어용 Hydraulic ass'y 작업
- 굴취부. 선별부 제어용 Hydraulic ass'y 작업

1-2-7 Electric circuit 조립 및 결선작업

- 엔젠시동제어 전기전자 결선 작업
- 하부조향장치용 제어판넬 결선작업
- 굴취부, 선별부, 수집부 제어판넬 결선작업

1-2-8 하부파트 제작완료

굴취부. 선별부, 수집부 조립이전 상태 제작완료

1-3. 당해연도(2차년도) 연구개발 목표 및 결과(수확작업 시험 및 확인작업)

1-3-1 수확작업(경사지 10° 작업 시험)

- 시험일시 : 2020. 9. 19 평창군 대관령면 소재 농지에서 시험운행
- 시험조건 : 8° ~ 11° 분포된 경사지에서 무난한 수확작업 확인

1-3-2. 경사지 자동수평장치 시험

- 경사지 작업시 수확작업의 안정성과 작물손상을 방지하기 위해 경사지 자동수평장치 개발

1-3-4. 굴취부 러그높이 조절장치 시험

- 작물의 종류와 두둑의 높이에 따라 굴취부 러그 높이를 조절할 수 있는 기능 시험
- 감자수확기의 경우 골의 끝부분에 남은 수확물을 상부로 원활하게 끌어올리기 위해 필요
- 작물손상을 방지하는 기능

1-3-5. 자율 직진 주행 장치 개발 시험

가, 직진 자동조향 시스템 개발

- 두둑의 위치 및 크기를 가지할 수 있는 접촉식 또는 비접촉식 센서를 이용한 두둑감지 시스템
- 자동/수동 조향을 위한 유압시스템 개발
- 자동제어기 가능한 조향장치

나. 자동조향 인전장치 개발

- 자동조향 둥 비싱상황 발생시 수동개입 감지장치 개발
- 수동조향과 자동조향의 적절한 자동연계시스템으로 편의성 확보

다. 여성농업인 및 노령층 농업인의 기계조작 편의성 향상을 통해 장시간 운전피로도 감소

○ 연구개발 결과(건설기계부품연구원)

가. 1차년도 프로토타입 모델 기반 문제점 분석 및 보완

: 본 연구의 목표 중 하나인 다기능 안전시스템을 개발 시 1차년도에 제작한 프로토타입 모델의 성능 검증에서 도출된 불분명한 측정 절차에 대하여 명확화하고 더 향상된 개선 모델을 개발하기 위하여 관련 표준과 시험조건 등을 조사하고 반영한 안전 작업 시나리오(성능 시험 절차서)를 작성 완료하였고, 전장부에 대한 내환경성 요인을 분석 및 보완하였음

또한 1차년도 작업환경 분석 연구조사 시, 국내 감자 주산지들에서 직접 농사를 짓고 있는 농민분들을 인터뷰 하였을 때, 수확기의 편의장치 중 자동으로 조향을 할 수 있는 기능에 대한 니즈(Needs)와 VOC들이 있었으므로 이 점을 고려하여, 당해년도에 사용자 중심의 편의장치 분야 신(新)기술로 “자동 조향 제어 기능”에 대한 추가 연구를 진행하였음

① 안전 작업 시나리오 제시안

제정일자 : 2020.05.22.

자주식 수집형
감자수확기 개발 및 산업화

2020. 05. 22

KOCETI 건설기계부품연구원

시 험 절 차 서

자주식 수확기의 다기능 안전시스템 성능 측정 시험

1 서 론

이 시험 절차서는 첨단생산기술개발사업의 "자주식 수집형 감자수확기 개발 및 산업화" 과제에서 개발된 자주식 수확기의 다기능 안전시스템에 대한 성능 시험 방법을 규정함.

2 개 요

다기능 안전 시스템은 작업 시 사각지대에 존재하는 장애물과의 충돌방지, 작업지역 내 허가된 작업자의 경고기능 및 정차시 혹은 오르막 주행 시 발생 가능한 전도/전복에 대한 경고를 수행하는 기능들을 포함하며, 각 기능을 담당하는 센서모듈과 작업자에게 경고알람을 수행하는 메인 제어기로 구성됨. 개발된 모듈은 자체 내장 배터리와 개발된 자주식 수확기의 메인 배터리 전원 모두 사용 가능하도록 하며, 메인 제어기에 내장된 충돌/전도방지 알고리즘에 의해 기능이 수행되고 본 시험절차서는 이를 바탕으로 알고리즘 및 다기능 안전시스템의 성능을 시험함.

그림 1 다기능 안전 시스템의 개발 개념도

안전 작업 시나리오 표지 및 시험절차서 내용

(뒷장에 계속)

3. 인용 표준

다음에 나타내는 규격은 이 절차서에 인용됨으로써 이 절차서의 규정일부를 구성한다. 이러한 인용 규격은 그 최신판을 적용한다.

KS A 0006 시험 장소의 표준 상태
KS B ISO 5721-1 농업용 트랙터-운전자 시야의 요구조건, 시험절차 및 합격기준-제1부 전방시야
KS B ISO 5721-2 농업용 트랙터-운전자 시야의 요구조건, 시험절차 및 합격기준-제2부 후방시야
KS B ISO 10975:2009 농업용 트랙터 및 기계-운전자조작 트랙터 및 자주식 기계의 작동유도장치 - 안전요구사항

그림 2 인용표준

4. 시험조건

a) 시험장의 기본구성은 다음 그림3 과 같다.

b) 테스트 필드는 최고주행속도에 도달할 수 있도록 충분한 직선거리로 구성하여야 한다.

c) 시험에 사용되는 계측기의 정밀도는 아래를 만족하여야 한다.
1) 레이저 거리 측정 센서 : ±1.0 % F.S. 이내 (Full Scale; F.S)
2) 기울기 센서 : ±1.0 % F.S. 이내
3) 로드셀 : ±1.0 % F.S. 이내

d) 시험장 환경은 별도의 조건이 명기되지 않는한 KS A 0006의 상온-상습 상태에서 시험을 수행한다.
1) 상온 : (20±15) ℃
2) 상습 : (65±20) %

e) 시험에 사용되는 다기능 안전시스템은 자주식 수확기의 앞, 뒤 및 중앙에 각각 설치하여 동시에 시험을 수행하도록 한다.

그림 3 주행 및 다기능 안전시스템 시험장 구성

인용 표준(KS 기준)과 표준을 반영한 시험조건

5. 성능 시험 방법

5.1 경사지 수확을 위한 작업기 보정시스템의 전도방지 안전시스템 시험방법

a) 그림 2와 같이 경사식 보정 시스템의 기울기 각도를 측정하기 위한 기울기센서를 자주식 수확기의 내부 프레임에 설치한다. 이때, 기울기 센서는 흔들림이 없도록 고정하여야 한다.

b) 최초 지반각도 0° 부터 지반각도를 5° 씩 변화시켜 15° 까지 경사식 환경을 만들고, 각 단계별로 경사식 보정 시스템을 작동하여 다기능 안전시스템의 전도방지 경고장치의 성능을 확인한다.

c) 다기능 안전시스템의 전도방지 경고장치에서 설정된 허용 각도 값을 기준으로 설계된 안전 각도를 넘어서는 시점을 기록하여 다음 표1에 기록한다.

d) 좌/우측 모두 동일한 순서로 실시하여 기록한다.

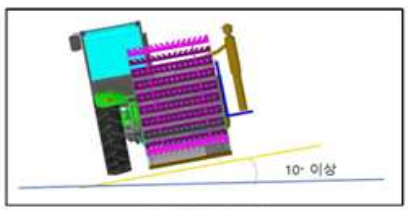


그림 4 경사식 보정 시스템

표 1 다기능 안전시스템 전도방지 경고장치 결과표(경고장치 : ○× 형식으로 기재 바람)

지면각도 / 차량각도	0°	5°	10°	15°
5	○×			
10				
15				
20				
25				
30				

5.2 충돌사고 방지를 위한 다기능 안전시스템의 충돌방지 장치 시험방법

a) 자주식 수확기의 사각지대에 해당하는 사이드 프레임 및 후방 프레임에 개발된 다기능 안전시스템의 충돌방지 센서를 장착지그를 통해 고정한다.

그림 5 자주식 수확기에 부착된 다기능 안전시스템

b) 개발된 자주식 수집형 감자수확기의 차량제원은 다음 표2 를 따른다.

표 2 자주식 수집형 감자수확기 차량제원

구 분	차량 제원
길이	5,600 [mm]
폭	2,100 [mm]
높이	3,100 [mm]
출력	74 [hp]tier-4)
공차중량	4,500 [kg]
최대속도	15 [km/h]
제동 정지거리	2 [m]
굴취폭	1,400 [mm]
작업성능	20a/60min 이상
최대 등판각도	30°

c) 차량 제원을 고려하여 운전자가 볼 수 없는 사각지대 및 위험지역을 정의하고, 정의된 영역을 탐지 가능하도록 센서 장착위치를 선정한다. 장착된 센서는 차량의 후방, 사이드 미러 및 육안 체크로 확인이 어려운 차량의 측후면부 및 굴취부가 포함된 전면 하단부가 포함되며, 해당 부위 프레임에 제작된 센서장착지그를 통해 단단히 고정한다.

d) 상기 표2의 차량 제원에서 최대속도에서의 제동거리를 고려하여 다기능 안전시스템의 충돌방지 장치의 최대 감지거리와 최소 감지거리를 설정한다. 최대 및 최소 감지거리는 운전자의 작업효율 및 능률을 고려하여 경고알림이 너무 자주 발생하지 않도록 해야 하며 운전자가 장애물 혹은 구역 내 다른 작업자를 발견하고 제동을 하는 시간동안의 이동거리까지 포함하여 정의해야 한다.

성능 시험 방법 및 상세 설명

[안전 작업 시나리오 (자주식 수확기의 다기능 안전시스템 성능시험 절차서) 작성본]

② 농기계 전장품에 대한 내환경성 요인 분석과 해결방안 및 보완방안 제시 (학회 논문 발표)

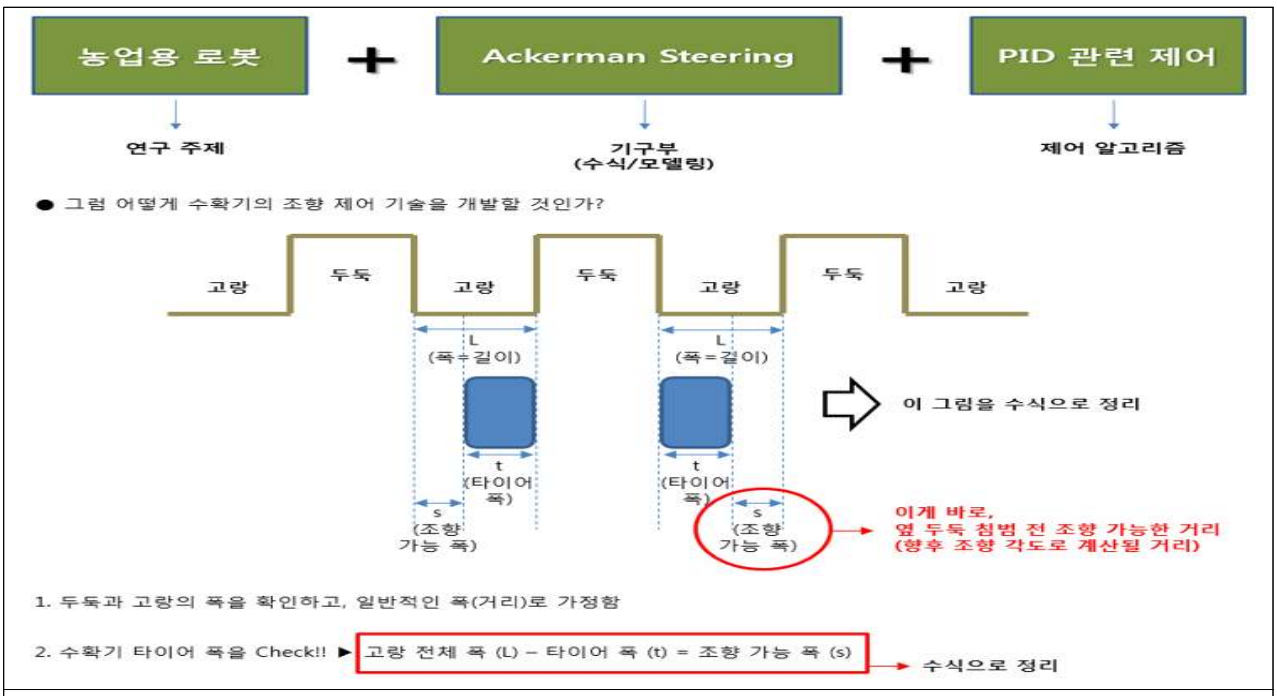
전장품에 악영향을 주는 내환경성 요인 분석

기존 제품(기성품)들의 문제점과 한계점 분석

내환경성 요인 및 기존 제품들의 문제점을 반영한 내구성 강화 방안 제시

[농기계 전장품에 대한 내환경성 요인 분석 및 기존 제품들 문제점 반영한 해결(보완) 방안 제시]

③ 사용자 중심의 편의장치 분야 신(新)기술 도출 – 자동 조향 제어 기능 연구



[수확기 편의 장치 신(新)기술 중 하나인 자동 조향 제어 기능에 관한 연구 방향 정리]

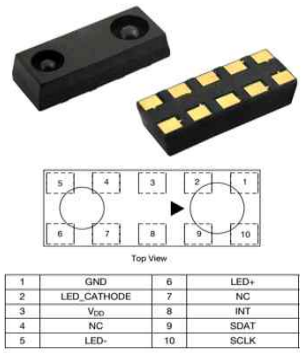
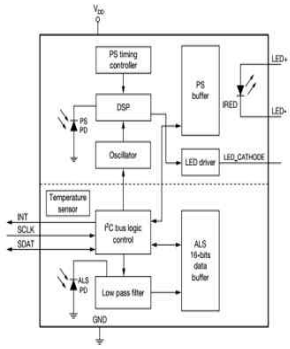
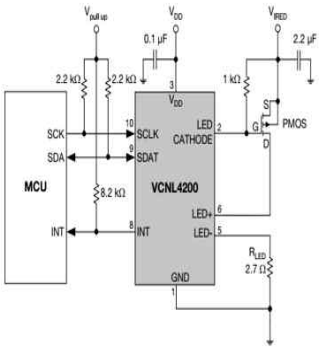
나. 제어 및 구동 알고리즘 개선

: 1차년도 제작한 프로토타입에서 문제가 되었던 충돌 방지 모듈에서 외란(차량 떨림 및 진동)으로 인한 초음파 센서의 물체 감지 성능 저하 현상에 대하여 틸팅(Tilting) 방지 기반의 알고리즘을 적용하였고, 센서 모듈도 기존 초음파 센서에서 주변 외란에 강인한 광센서로 개선 설계하였고, 전복 방지 모듈에 적용한 센서도 기존 IMU에서 3축 방향 G센서(9축)를 적용하였음

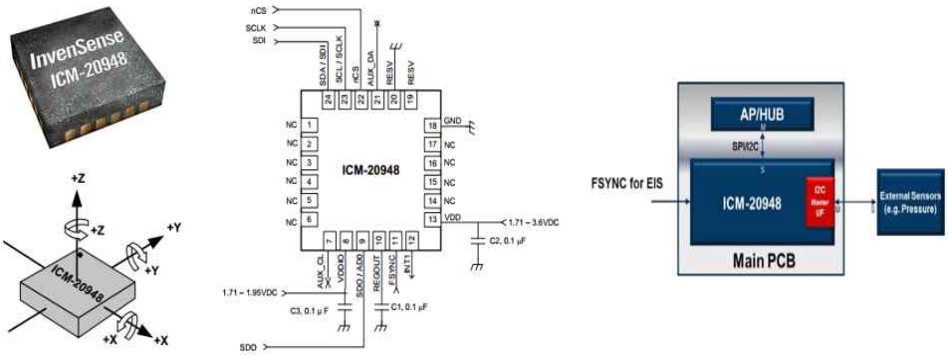
또한 사용자 중심의 편의장치 기술인 자동 조향 제어 알고리즘에 대해서도 추가 연구하였음

① 개선된 주요 부품들(센서) 세부 사양

- 광센서

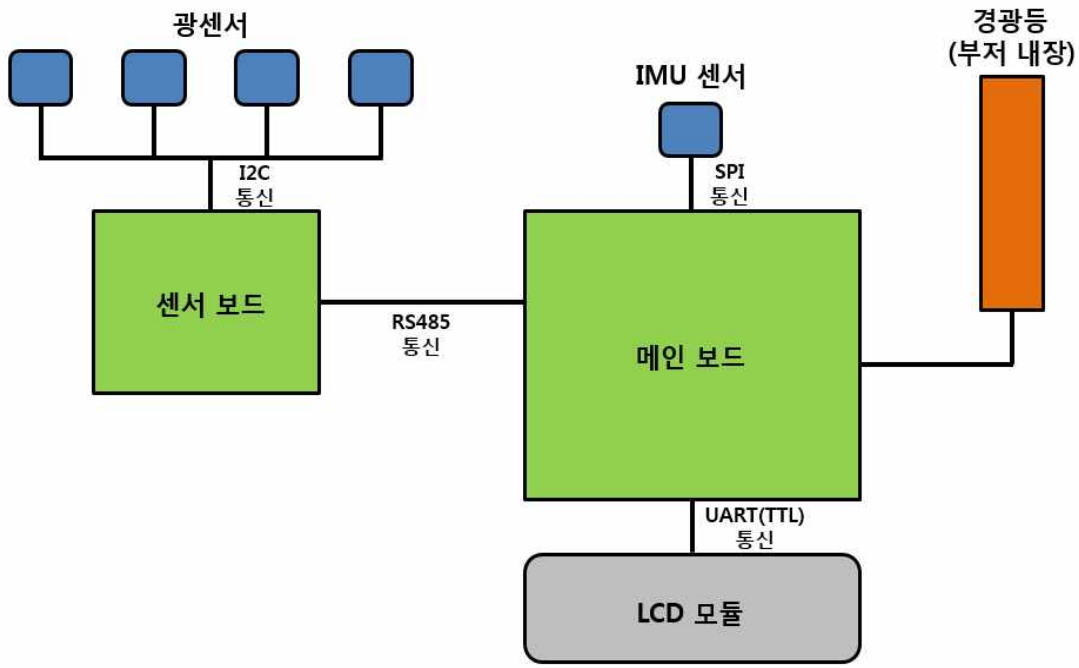
model	   <VCNL4200 / VISHAY社>
specification	• Operating voltage : 2.5V~3.6V • Proximity distance : 1.5m • Output type : I2C bus(ALS/PS) • Temperature compensation : -40℃~+85℃ • Dimensions(LxWxH in mm) : 8.0x3.0x1.8

- G센서(3축 방향)

model	 <ICM-20948 / TDK InvenSense社>
specification	• Operating voltage : 1.71V~3.6V • Measure : 3-axis gyroscope, 3-axis accelerometer, 3-axis compass • Lowest power 9-axis device at 2.5mW • 7MHz SPI or 400KHz Fast Mode I2C • Onboard Digital Motion Processor (DMP) • Temperature compensation : -40℃~+85℃

② 2차년도 다기능 안전시스템 구성

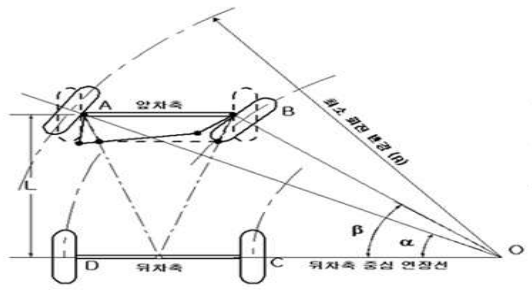
제어기 및 센서	설명	사용 목적
STM32F373RCT6	메인보드 MCU	제어연산용 메인 보드
ATMEGA48PA	센서보드 MCU	객체 감지용 센서 보드
통신	보드 간 통신 : RS485 메인보드 & IMU : SPI 센서보드 & 광센서 : I2C 메인보드 & LCD : UART	Data 연산 및 제어
광센서	광센서 기반의 고감도 원거리 측정용	장애물 감지(거리)
IMU Sensor	3축 자이로, 3축 가속도, 3축 지자기	전복상황 감지(기울기)
DC-DC Converter	입력 : 12V 출력 : 5V, 3.3V	전원 공급 및 분배
LCD	3.2인치 터치 LCD	다양한 정보 표시
경광등	경광 및 경음(부저)	경고 알림
배터리	12V	외부 전원 공급



[다기능 안전시스템 아키텍쳐 (구성 개념도)]

③ 자동 조향 제어 기능 알고리즘 연구

● Ackerman 조향 원칙에 바탕을 둔 이동 물체의 최소 회전 반경이란,
이동 물체가 최대 조향각으로 저속 회전할 때 전륜 바깥쪽 바퀴의 접지면 중심이 그리는 원의 반지름을 뜻하는 의미로 이를 구하는 수식은 아래와 같음



Ackerman 조향 구조의 최소 회전 반경

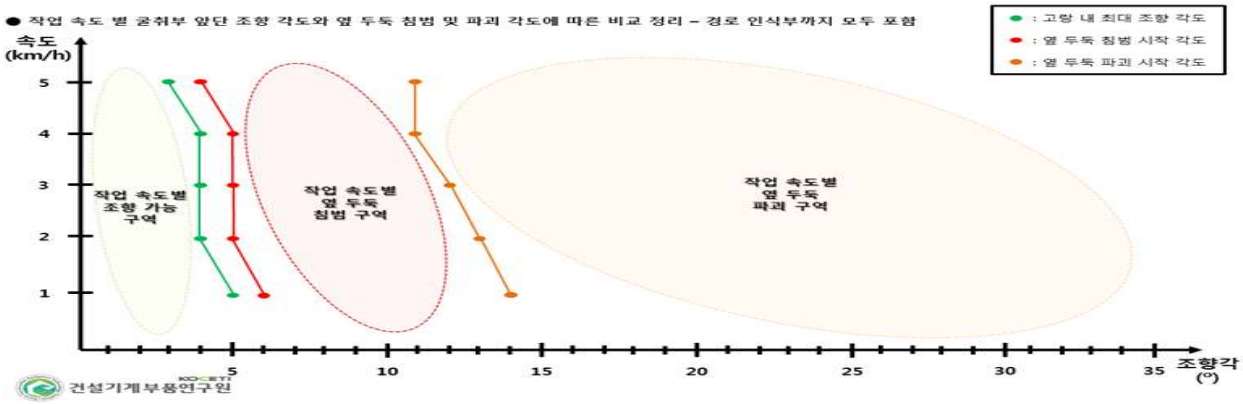
$$R = \frac{L}{\sin \alpha}$$

R : 최소 회전 반경
L : 축간 거리
α : 전륜 바깥쪽 바퀴의 최대 조향 각도

► **이동 물체의 최소 회전 반경이 작을수록,**
좁은 폭의 경로를 진입하거나 출입할 때 회전하는 방향 전환이 쉽고 유리하므로 이동이 편리하고 작업을 효율적으로 진행할 수 있음
→ 최대 조향 각도 범위가 크고, 축간 거리가 짧을수록, 최소 회전 반경이 작음

Ackerman 조향 구조 기구학 정리

● 작업 속도 별 굴취부 앞단 조향 각도와 옆 두둑 침범 및 파괴 각도에 따른 비교 정리 – 경로 인식부까지 모두 포함

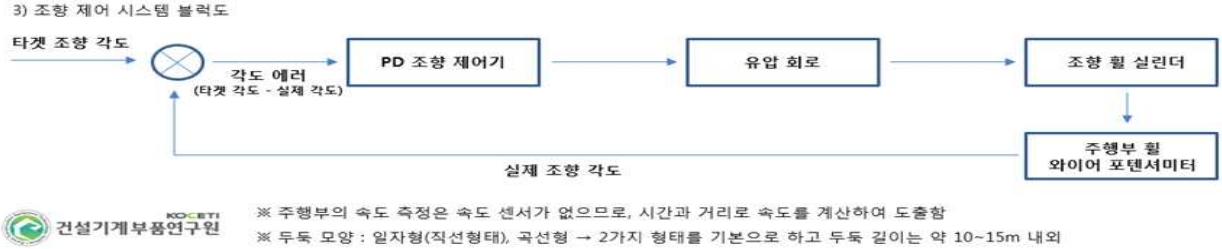


작업 속도별 최적 조향 제어 각도 정리

2) 목표(타겟) 조향 각도 값 계산 수식
► **(L – R) x Kα = TA**

L : 굴취부 포텐셔미터 좌측 센서 값
R : 굴취부 포텐셔미터 우측 센서 값
Kα : 값을 각도로 변화
TA : 타겟 각도

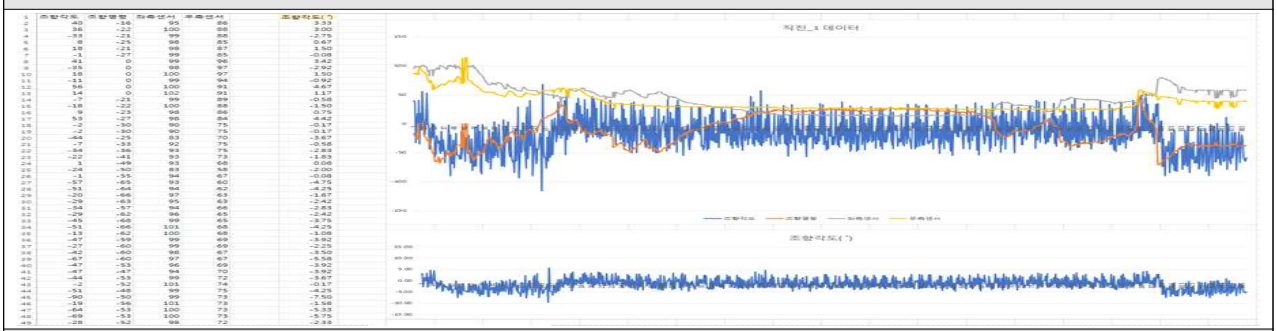
3) 조향 제어 시스템 블럭도



KOCETI 건설기계부품연구원

※ 주행부의 속도 측정은 속도 센서가 없으므로, 시간과 거리로 속도를 계산하여 도출함
※ 두둑 모양 : 일자형(직선형태), 곡선형 → 2가지 형태를 기본으로 하고 두둑 길이는 약 10~15m 내외

자동 조향 제어 알고리즘에 근거한 시스템 블럭도



자동 조향 제어 실험 Data 분석

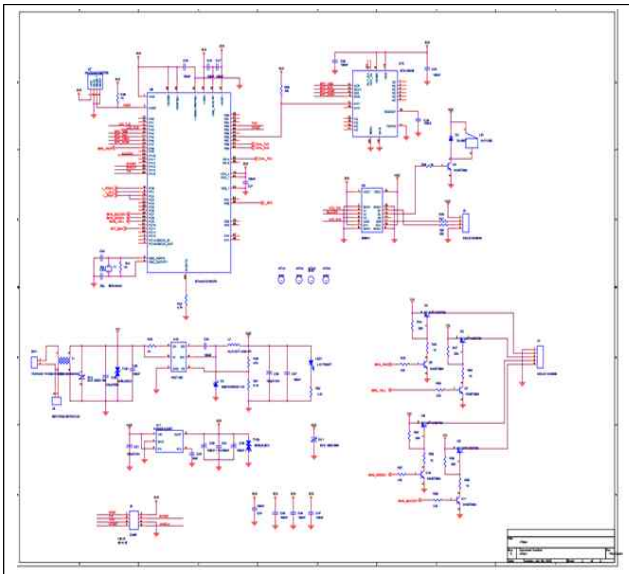
[자동 조향 제어 알고리즘 연구 및 실험 Data 정리]

다. 다기능 안전시스템 센서부 및 모듈 개선 설계

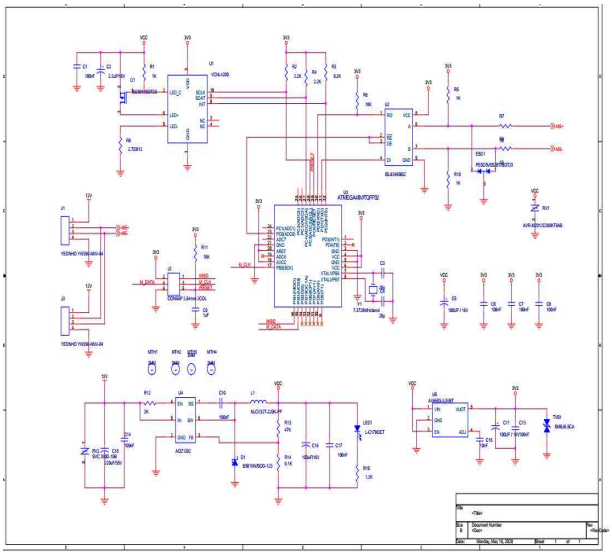
: 충돌 감지 기능을 갖춘 센서 모듈과 전복 방지 기능을 갖춘 센서 모듈 그리고 작업 위험 지역 내 진입 시 운전자 및 주변인들에게 경고 알람을 해주는 알림 모듈 등의 기능을 갖추고 LCD 모듈을 탑재한 다종 센서 융합 기술 기반의 다기능 안전시스템을 개선 설계 및 제작하였음

① 회로도와 프로그램 소스

: 상기에 설명하고 연구한 내용을 바탕으로 설계한 회로도와 코딩한 프로그램 소스는 다음과 같음

<table>
<tr><td>  </td><td>

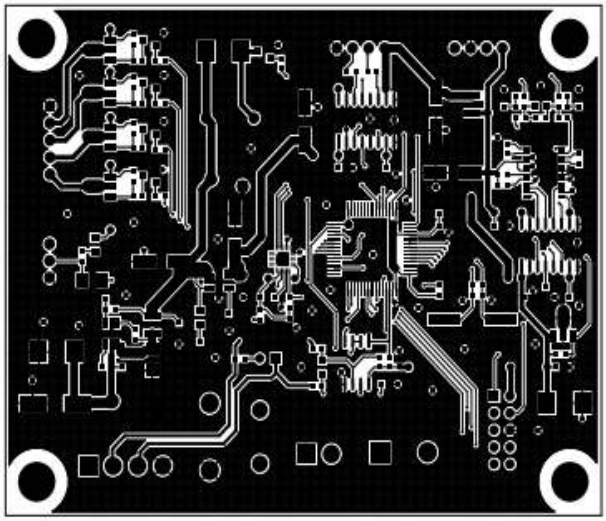
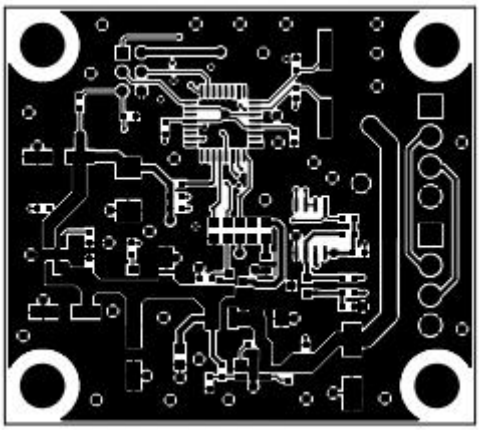
```
/* USER CODE BEGIN Header */
/**
  ******************************************************************************
  * @file           : main.c
  * @brief          : Main program body
  ******************************************************************************
  * @attention
  *
  * <h2><center>&copy; Copyright (c) 2019 STMicroelectronics.
  * All rights reserved.</center></h2>
  *
  * This software component is licensed by ST under BSD 3-Clause license,
  * the "License"; You may not use this file except in compliance with the
  * License. You may obtain a copy of the License at:
  *                        opensource.org/licenses/BSD-3-Clause
  *
  ******************************************************************************
  */
/* USER CODE END Header */
/* Includes ------------------------------------------------------------------*/
#include "main.h"

/* Private includes ----------------------------------------------------------*/
/* USER CODE BEGIN Includes */
#include <stdint.h>
#include <stdbool.h>
#include "ads1232.h"
#include "SelfCntl.h"
#include "stm32f3xx_hal.h"
#include "tm_stm32_delay.h"
#include "lcm20648.h"
#include "imu.h"

/* USER CODE END Includes */

/* Private typedef -----------------------------------------------------------*/
/* USER CODE BEGIN PTD */

/* USER CODE END PTD */

/* Private define ------------------------------------------------------------*/
/* USER CODE BEGIN PD */

/* USER CODE END PD */

/* Private macro -------------------------------------------------------------*/
/* USER CODE BEGIN PM */

/* USER CODE END PM */

/* Private variables ---------------------------------------------------------*/
SPI_HandleTypeDef hspi1;

TIM_HandleTypeDef htim5;
TIM_HandleTypeDef htim7;

UART_HandleTypeDef huart2;
UART_HandleTypeDef huart3;
DMA_HandleTypeDef hdma_usart2_rx;
DMA_HandleTypeDef hdma_usart3_rx;
```

</td></tr>
<tr><td>메인 보드 회로도</td><td>메인 보드 관련 프로그램 소스</td></tr>
<tr><td>  </td><td>

```
void GetDistanceValue(void)
{
        unsigned char i;
    uiArrDistance[ucDistIndex]=getProximity();
    if(++ucDistIndex>=5){
        ucDistIndex=0;
    }
        for(i=0;i<5;i++){
            uiSortDistance[i] =uiArrDistance[i];
        }
        q_sort_uint16(uiSortDistance,0,4);
        uiProximity=uiSortDistance[2];
}

void q_sort_uint16(unsigned int numbers[], unsigned char left, unsigned char right)
{
        unsigned int pivot;
    unsigned char  l_hold, r_hold;
    l_hold = left;
    r_hold = right;
    pivot = numbers[left]; // 0번째 원소를 피봇으로 선택
    while (left < right)
    {
        // 값이 선택한 피봇과 같거나 크다면, 이동할 필요가 없다
        while ((numbers[right] >= pivot) && (left < right))
            right --;

        // 그렇지 않고 값이 피봇보다 작다면,
        // 피봇의 위치에 현재 값을 넣는다.
        if (left != right)
        {
            numbers[left] = numbers[right];
        }
        // 왼쪽부터 현재 위치까지 값을 읽어들이면서
        // 피봇보다 큰 값이 있다면, 값을 이동한다.
        while ((numbers[left] <= pivot) && (left < right))
            left ++;
        if (left != right)
        {
            numbers[right] = numbers[left];
            right --;
        }
    }
    // 모든 스캔이 끝났다면, 피봇값을 현재 위치에 입력한다.
    // 이제 피봇을 기준으로 왼쪽에는 피봇보다 작거나 같은 값만 남았다.
    numbers[left] = pivot;
    pivot = left;
    left = l_hold;
    right = r_hold;

    // 재귀호출을 수행한다.
    if (left < pivot)
        q_sort_uint16(numbers, left, pivot - 1);
    if (right > pivot)
        q_sort_uint16(numbers, pivot+1, right);
}
```

</td></tr>
<tr><td>센서 보드 회로도</td><td>센서 보드 관련 프로그램 소스</td></tr>
<tr><td colspan="2">[시스템 별 회로도와 프로그램 소스 (일부)]</td></tr>
</table>

② 다기능 안전시스템 관련 PCBA 설계 및 제작

<table>
<tr><td>  </td><td> </td></tr>
<tr><td>메인 보드 PCB 아트웍 도면</td><td>메인 보드 PCBA 실물</td></tr>
<tr><td>  </td><td> </td></tr>
<tr><td>센서 보드 PCB 아트웍 도면</td><td>센서 보드 PCBA 실물</td></tr>
<tr><td colspan="2">[다기능 안전시스템 설계 및 제작 관련 PCBA]</td></tr>
</table>

라. 전장 케이스 개선 설계

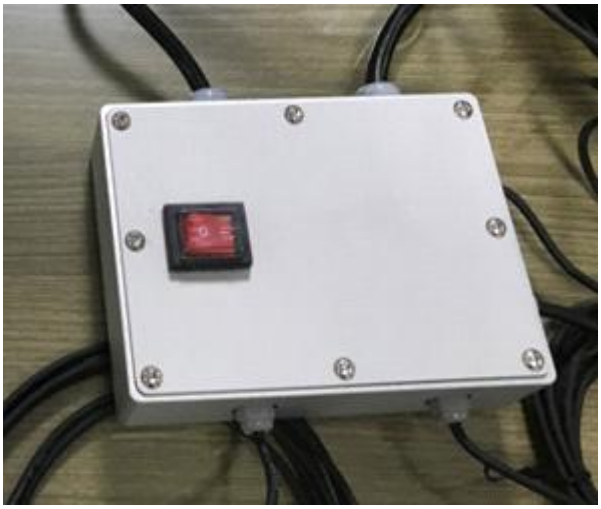
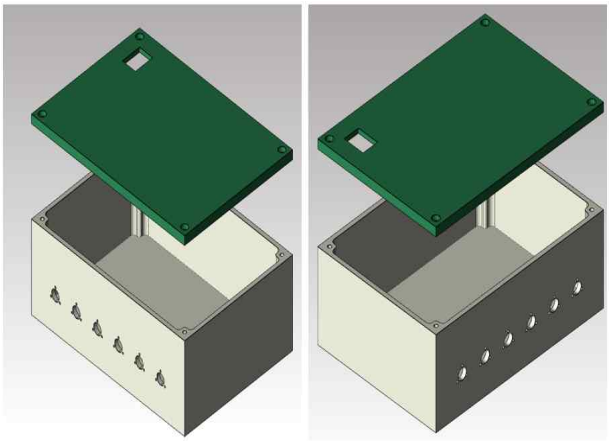
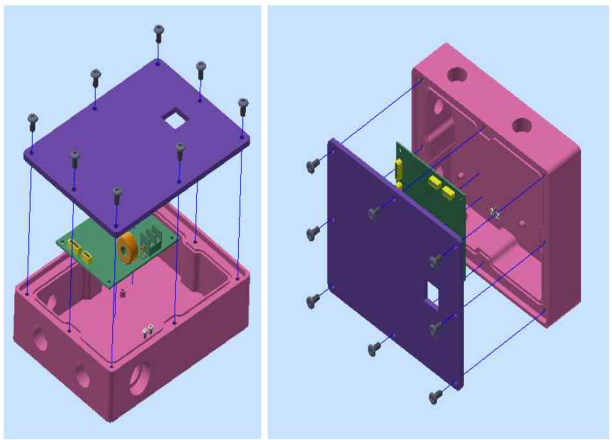
: 1차년도에 제작하였던 전장 케이스에 관련된 문제점들을 분석 및 정리하여 학회에 논문 발표를 하였는데, 이에 대한 상세 내용은 다음과 같음

센서부의 개별 커넥터를 통합 커넥터로 개선하였고, PCBA 기판 사이즈가 작아지며 전장 케이스의 크기도 줄일 수 있었으며, 전장 제어부의 케이스 재질을 기존 플라스틱(ABS)에서 알루미늄(AL)으로 개선하며 기존 전장 케이스 대비 소형화와 내구성 강화에 성공하였음

또한 몰딩 기법이란 새로운 내구성 강화 방법을 적용하여 전장 케이스에 전달되는 충격, 진동의 외란으로부터 PCBA를 보호하였고 방수, 방진 효과를 개선하였음

※ 해당 실험 및 분석한 연구 내용을 정리하여, 학회에 논문으로 투고 및 발표함

① 전장 케이스 재질 개선 및 소형화

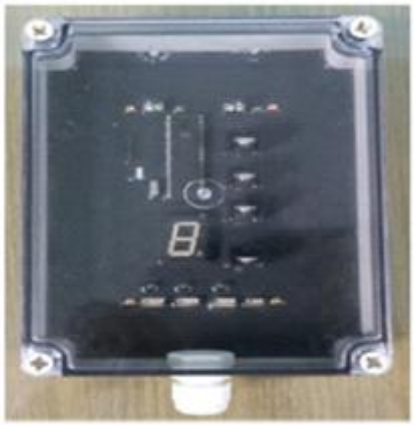
<table>
<tr><td> </td><td>  </td></tr>
<tr><td>1차년도 - 소재 개선 전 (플라스틱/ABS)</td><td>2차년도 - 소재 개선 후 (알루미늄/AL)</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>1차년도 - 전장 케이스</td><td>2차년도 - 전장 케이스 소형화</td></tr>
<tr><td colspan="2">[전장 케이스 재질 개선 및 소형화 달성]</td></tr>
</table>

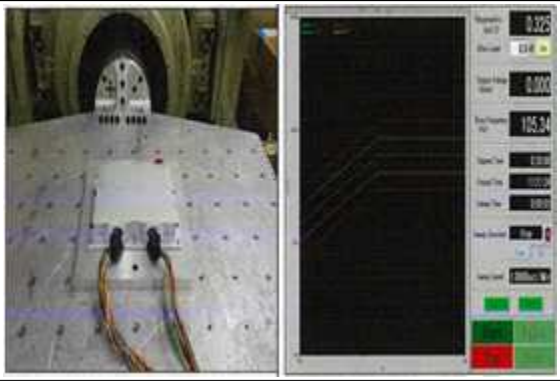
② 몰딩 기법 적용

: 몰딩 기법이란 전자기기의 일정한 공간에 전자부품이나 모듈을 삽입 후 기능성 수지(에폭시, 실리콘 등)로 빈 공간을 공극 없이 채우는 방법을 의미하는 것으로 진동, 충격, 물, 먼지 등으로부터 PCBA를 보호함으로써 PCBA의 내구성이 향상되는데, 이러한 기법을 도용하기 위해 해당년도에 에폭시와 실리콘으로 2차례 실험 및 분석하여 적용하였음

※ 해당 실험 및 분석한 연구 내용을 정리하여, 학회에 논문으로 투고 및 발표함

- 몰딩 기법 실험

	
에폭시 몰딩 적용 전	에폭시 몰딩 적용 후
실리콘 몰딩 적용 전	실리콘 몰딩 적용 후
몰딩 후 염수분무 자체 시험	자체 시험 후 방수, 방진 관련 내구성 검증

	
몰딩 후 진동 자체 시험	자체 시험 후 부품 탈거 및 기판 크랙 관련 내구성 검증
[몰딩 기법 실험]	

- 몰딩 기법 적용

: 에폭시 몰딩과 실리콘 몰딩 적용 실험 후 에폭시 몰딩은 경화 시 불투명 색상으로 되기 때문에 내부가 보이지 않는다는 단점을 확인하였으므로, 실리콘 몰딩으로 선정하여 적용함

전장 케이스 내 실리콘 몰딩 적용 전	전장 케이스 내 실리콘 몰딩 적용 후
[전장 케이스에 몰딩 기법 적용]	

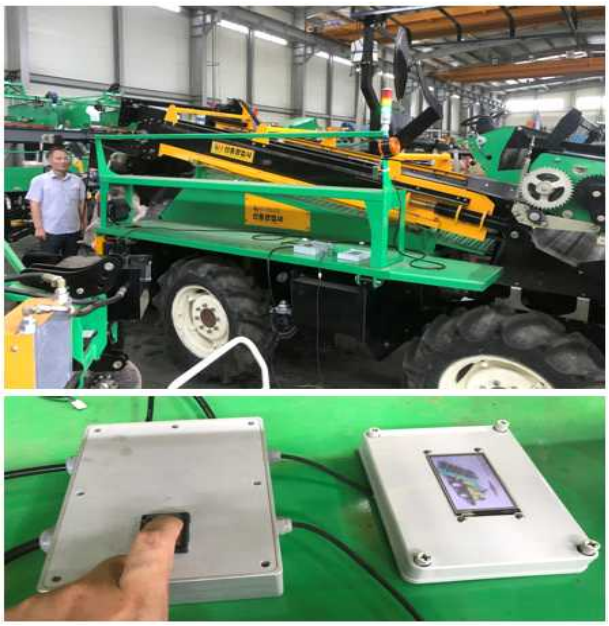
마. 2차년도 프로토타입 모델 제작

: 지금까지 연구한 결과물들을 바탕으로 자주식 수집형 감자 수확기의 제어 회로와 전장 케이스를 결합한 2차년도 프로토타입 모델을 제작 완료하였음

① 2차년도 프로토타입 모델 제작

[2차년도 제작한 프로토타입 모델 외형]

② 2차년도 프로토타입 성능 자체 시험 및 검증



자주식 수확기 차량에 장착 후 시스템 ON

자체적으로 프로토타입 성능 시험 및 검증

[공인인증시험 전 2차년도 프로토타입 성능 자체 시험 및 검증]

바. 정량적 목표 항목을 기반으로 한 공인인증 시험 및 검증

: 2차년도에 제작한 프로토타입 모델로 공인인증 시험기관인 KCL(한국건설생활환경시험연구원)에서 2차년도 정량적 목표 항목인 시험들에 대하여 입회 시험과 챔버 시험을 모두 진행하여 성능과 내구성에 대한 검증 완료함

① 정량적 목표 항목들에 관한 2차년도 시험 계획안

시험항목	조건
전복 방지 시험	1) 교정받은 디지털 각도계를 센서 장착 위치 주변에 부착시킨 후 각도를 0도로 셋팅한다. 2) 교정받은 각도계의 온도가 8도가 될때까지 하강시킨다. 3) 8도를 시작점으로 서서히 하강시킨 후 시험품에 부착된 경보음과 경광등이 울리는 시점의 각도를 측정한다. 4) 상기 시험은 총 3회 측정하고, 측정점을 반대편으로 이동하여 동일한 방법으로 3회 측정한다.
충돌 방지 시험	1) 시험품의 위치 센서를 기준으로 준비된 지그 압판을 이용하여 센서부로 접근을 한다. 2) 서서히 접근하면서 시험품내 경보음과 경광등이 작동되는 시점의 센서부와 지그 압판 사이의 직선 거리를 교정받은 자로 측정한다. 3) 상기 시험은 총 3회 반복한다. (사람의 몸은 굴곡이 자 있으니, 명평한 나무판을 직선거리로 접근시켜 경보음과 경광등이 울리는 거리를 측정합니다. 하나 준비 부탁 드립니다.)
염수분무	시험항목 / 단위 / 시험방법 / 시험결과 / 시험환경 / 시험장소 염수분무 / - / (2) KS C IEC + 60068-2-11:2014 / 부식없음 / (23.0 ± 2.0) ℃, (45 ± 3) % R.H. / B ► 시험 조건 : 1) 시험품을 염 용액 농도 5 %, 시험조 온도 (35 ± 2) ℃에서 24시간동안 진행 후 시험품의 외관 및 내부 부품의 부식 유무를 확인한다.
충격시험	가속도 (G) / 충격지속시간 (ms) / 파형 / 충격횟수 30 / 6 / 반정현파 / ± 3 회

[정량적 목표를 기반으로 한 2차년도 공인인증 시험 계획안]

② 입회 시험 및 챔버 시험 진행 완료

– 입회 시험

: '편의성 및 안정성의 모니터링 항목'에서 안전장치 분야인 충돌 감지 장치와 전복 감지 장치에 대한 정확도 시험 진행 완료함

KCL 시험 담당자 입회 하에 전복 감지 시험 진행

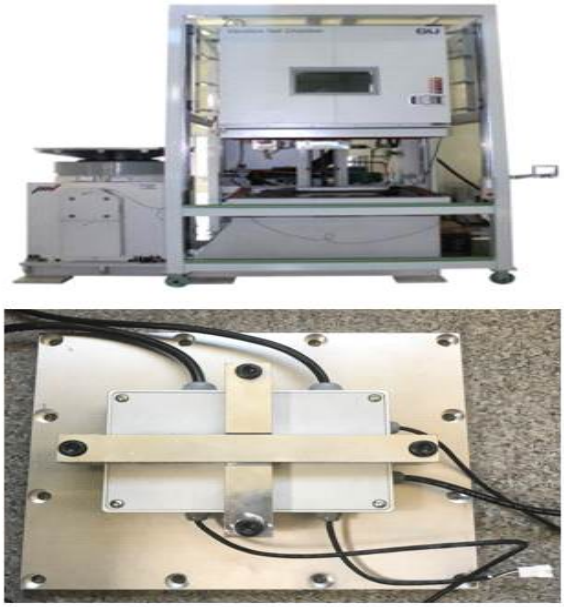
KCL 시험 담당자 입회 하에 충돌 감지 시험 진행

[공인인증시험 진행 - KCL 입회 시험 (안전성 모니터링 항목_전복 감지 & 충돌 감지 시험)]

– 챔버 시험

‘전장 내구성의 충격(진동)시험 및 염수분무시험 항목’에 대하여 시험 진행 완료함

※ KCL 검토 결과 기존 진동시험의 정량적 목표 항목 기준의 명칭은 충격시험이 더 정확하다 판별 나서 정정함

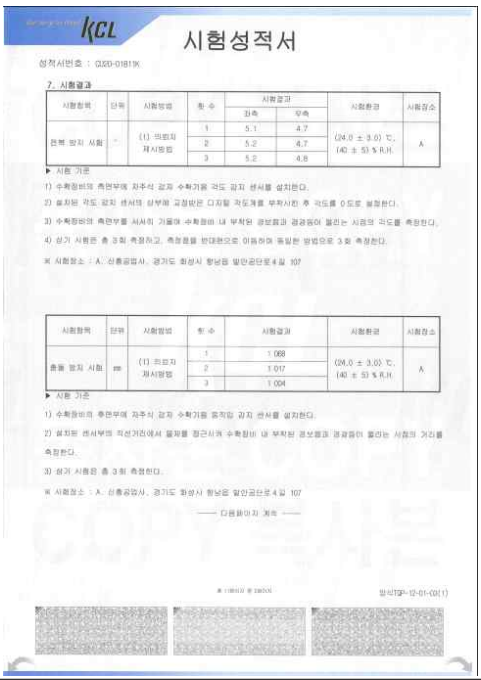


충격 시험 진행

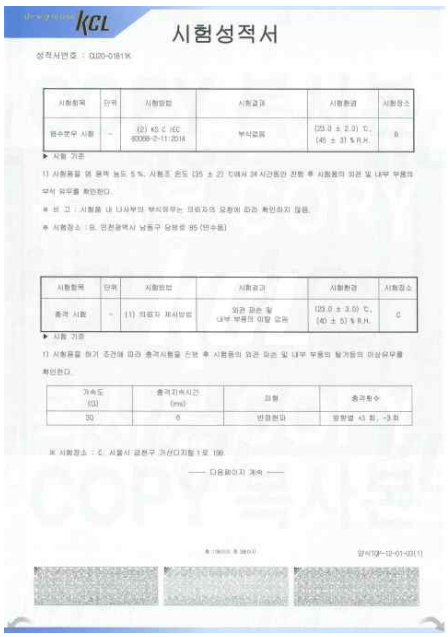
염수분무 시험 진행

[공인인증시험 진행 – KCL 챔버 시험 (전장 내구성 항목_충격 & 염수분무 시험)]

③ 공인인증시험 성적서 발급



입회 시험 결과에 대한 공인인증시험 성적서



챔버 시험 결과에 대한 공인인증시험 성적서

[KCL에서 발급 받은 공인인증시험 성적서]

3) 3년차 연구개발 수행과정 및 내용

가. 신흥공업사 3차년 연구개발 주요 추진업무

(1) 감자수확기 최종 조립

연구개발 목표

1.4륜구동과 조향이 가능한 샤시
2.친환경엔진(Tire-4)엔진개발
3. 굴취깊이와 두둑높이 자동 조절용 굴취부 개발
4. 경사지 수확을 위한 작업기 보정 시스템 개발
5. 조작이 용이한 이물질 선별부 개발
6. 하역장치 자동화
7. CAN 통신을 통한 전지/전자 제어
8. 자동제어용 유압시스템 개발

- 주요 구성품 조립

메인바디 부(엔진,구동,전기)	굴취부(자동굴취깊이)
선별부	수집부

나. 검정활동(종합검정,안전검정,성능검정)

(1) 종합검정

- 개발완료된 수확기의 작업성능과 연속운전시험,안전성시험을 종합적인 검정을 농업기술실용화재단에서 실시

- 검정일시 및 장소

  2021. 7. 2 경기도 안성시 양성면일원

- 검정기관 : 농업기술실용화재단 검정팀

검정항목	작업사진	검정결과
작업성능검정		- 공시작물 : 두백감자 - 표장종류 : 밭 - 재배방식 : 평두둑 두줄재배 - 두둑크기 : 90cm*20m - 조건*주간 : (30*27)cm. 2조 - 손상율 : 0.6% - 흙 이물질 혼입률 : 0.3% - 손실률 : 2.6% - 포장작업능률 : 24.7min/10a(37.05min/15a)
안전성시험	 	- 가동부 방호 : 동력전달 구동축, 구동벨트 및 각 작동제어부 방호철판 - 안전장치 •경보장치 : 후진시 경보음 작동 •후사경 : 기체 좌/우 부착 •경음기 : 운전석 하단 •시동안전장치 : 주클러치 “끊음” 상태에서만 시동되는 구조임 - 안전표시 • 주의 : 협착주의 • 경고 : 접근금지, 추락위험 • 위험 : 화기위험
연속운전시험		-각 부의 조작난이도 시험 및 50a 포장에서 연속운전결과 최상의 성능 개발 -10a를 24.7min 소요로(1a당 2.47분소요) 1시간에 24.29a를 수확가능하며 50a의 수확시간은 대략 2시간 소요됨 **- 8시간/일 기준 50a*4=200a(6000평) 수확가능**

제 M-21-00546호

농업기계 종합검정 성적서

1. 신청인

가. 성명 : 윤태욱

나. 사업자 등록번호 : 124-31-75572

다. 주소 :

라. 상호 : 신흥공업사

2. 검정 용도의 제품

가. 기종명 : 땅속작물수확기

나. 형식명 : SHI-1500

다. 형식 및 규격 : 승용자주형, 굴취폭 150 cm

3. 검정번호 : 21-MG-135

4. 검정성적 : 불임

5. 검정 결과 판정: 종합검정 관련 기준에 적합

「농업기계화 촉진법」 제9조 제1항 및 같은 법 시행규칙 제3조에 따라 검정 신청한 농업기계에 대한 종합검정 성적입니다.

2021년 08월 27일

농업기술실용화재단 이사장

검 정 성 적

1. 기 종 명: 땅속작물수확기
2. 검정번호: 21-MG-135
3. 형 식 명: SHI-1500
4. 형 식: 승용자주형
5. 규 격: 굴취폭 150 cm
6. 검정성적

6.1. 구조

6.1.1. 기체의 크기

· 길이	6 600 mm
· 폭	2 190 mm
· 높이	3 080 mm
· 중량	4 210 kg

6.1.2. 축간거리

· 축간거리	1 890 mm

6.1.3. 차륜거리

· 전륜	1 390 mm
· 후륜	1 390 mm

6.1.4. 동력전달장치

· 주클러치 형식	건식원판식
· 주변속기	
변속방식	기계식(동기물림식)
변속단수	전진: 5단(1, 2, 3, 4, 5) 후진: 1단
· 부변속기	
변속방식	기계식(상시물림식)
변속단수	2단(저속, 고속)
· 전후진 선택장치	주변속기어에 후진기어가 있는 구조임

6.1.5. 조향장치

· 형식	전유압식

6.1.6. 타이어규격

· 전륜	11.2 - 20 8PR
· 후륜	11.2 - 20 8PR

6.1.7. 제동장치

· 정차제동장치	
형식	습식원판식
작동방식	유압식(페달)
· 주차제동장치	
형식	습식원판식
작동방식	전자식(레버)

6.1.8. 굴취장치

· 굴취방식	굴취날식
· 굴취폭	1 500 ㎜
· 굴취깊이 조절방식	유압식

6.1.9. 굴취 컨베이어

· 크기	폭 1 460 ㎜ × 행정 2 340 ㎜
· 파이프 외경	Ø18 ㎜
· 파이프 취부간격	65 ㎜

6.1.10. 이송 컨베이어

· 크기	폭 900 ㎜ × 행정 2 950 ㎜
· 파이프 외경	Ø10 ㎜
· 파이프 취부간격	50 ㎜

6.1.11. 흙떨이 장치

· 형식	작물이송속도차 방식
· 부착위치	굴취컨베이어 상단(고무러그)
· 작동방식	이송체인 속도와 러그 속도차에 의해 작물이 러그에 부딪혀 흙이 떨어지는 구조

6.1.12. 배출구

· 배출방식	자유낙하식
· 배출구 폭	670 ㎜

6.1.13. 작업발판

· 위치	이송컨베이어 좌 · 우
· 재질	철재 발판
· 탑승인원	최대 5명

6.1.14. 적재대

· 크기(폭×길이)	(1 700 × 740) mm
· 적재대 상승장치 형식	유압식
· 하역방식	틸팅방식

6.1.15. 탑재엔진

· 형식명	D4DA-P
· 제조사	현대자동차㈜
· 형식	직립형수냉4기통4행정디젤기관
· 규격	최대출력 74.0 kW (2 000 r/min)
· 검정번호	18-MT-001

6.2. 성능시험

6.2.1. 작업정도시험

시험조건

· 포장조건

종류	밭
재배방식	평두둑재배(2조)
두둑높이	20 cm
두둑폭	90 cm
조간×주간	(30 × 27) cm

· 공시작물	두백감자
· 굴취깊이	25 cm

시험성적

· 손상률	0.6 %
· 흙 · 이물질 혼입률	0.3 %
· 손실률	2.6 %

6.2.2. 작업능률시험

시험조건

· 포장조건	작업정도시험과 동일
시험성적	
· 평균작업속도	0.8 m/s
· 포장작업능률	24.7 min/10a
· 평균수확량	4.9 kg/㎡
6.2.3. 선회시험	
· 시험노면	콘크리트
· 차륜종류	공기타이어
· 최소선회반경	(2륜) 좌 8.7 m, 우 8.7 m (4륜) 좌 5.3 m, 우 5.1 m
· 최외측선회반경	(2륜) 좌 11.2 m, 우 11.2 m (4륜) 좌 7.8 m, 우 7.6 m
6.2.4. 연속운전시험	
· 시험성적	50 a 포장에서 연속운전 결과 이상현상 없었음

6.3. 조작의 난이도 시험

6.3.1. 조작의난이도	
· 시험성적	굴취깊이의 조작난이, 이송장치의 작동난이, 수집작물의 배출난이 및 정비·주유의 난이도 시험과 안정성시험을 실시하였으며 특이사항 없었음

6.4. 안전성시험

6.4.1. 가동부의 방호	
· 커버	굴취컨베이어 동력전달 구동축 철판커버, 굴취컨베이어 구동벨트 철판커버, 이송컨베이어 구동벨트 철판커버, 작동 제어부 철판커버
· 내장	플라이휠, 주클러치
6.4.2. 안전장치	
· 승강부 강하방지장치	유압잠금밸브
· 원동기 정지장치	시동/정지스위치
· 경보장치	후진 시 경보음 작동
· 후사경	기체 좌·우 부착

· 경음기 운전석 하단, 91.5 dB(A)

6.4.3. 제동장치

· 최소제동거리 최소제동거리는 1.0 m로 제동거리 기준(3.4 m)에 적합하였음

6.4.4. 운전석 및 작업장소

· 승강용 손잡이

손잡이 위치 운전석 좌측

손잡이 형상 철봉

· 승강용 발판

바닥형상 요철철판

최하단 발판높이 470 mm

· 전락방지장치 좌석벨트

· 배기관 설치위치 기체 하단 위치

6.4.5. 운전 · 조작 및 계기장치

· 시동스위치

시동/정지방향 시동방향 : 시계방향
정지방향 : 반시계방향

좌석중심선에서 거리 우측으로 100 mm

· 페달류의 미끄럼방지 구조

주클러치페달 요철고무

브레이크페달 요철고무

가속페달 요철고무

· 계기장치 연료계

· 경보장치 연료부족 경고등, 오일부족 경고등, 오일과열 경고등, 엔진과열 경고등

6.4.6. 등화장치

종류	부착위치	등광색	개수	전구규격
전조등	굴취컨베이어 상단 좌 · 우	백색	2 개	24 V - 42 W (LED)
후미등	기체 후방 좌 · 우	적색	2 개	24 V - 10 W
제동등	기체 후방 좌 · 우	적색	2 개	24 V - 25 W
방향지시등	운전석 좌 · 우 기체 후방 좌 · 우	황색	2 개 2 개	24 V - 21 W 24 V - 21 W
작업등	기체 후방 좌 · 우	백색	2 개	24 V - 48 W (LED)

6.4.7. 고온부의 방호 및 연료탱크

· 고온부 방호	소음기 및 배기관
· 연료탱크 위치	기체 우측 하단
· 주유구 지면높이	980 mm

6.4.8. 전기장치

· 축전지 설치위치	운전좌석 후방 하단
· 축전지 고정방식	볼트 및 브래킷 고정
· 시동안전장치	주클러치 "끊음" 상태에서만 시동되는 구조임

6.4.9. 안정성

· 전도경보장치	경사 10° 시 전도경보장치 작동

6.4.10. 안전표지 및 형식표지판

· 주의	협착주의
· 경고	접근금지, 추락위험
· 위험	화기엄금
· 형식표지판 위치 및 재질	본체 : 조향핸들 좌측, 금속재질 엔진 : 엔진 상단, 금속재질

6.4.11. 사용설명서

· 취급내용	기계 사용 전, 사용 중, 사용 후의 안전 관련 사항이 사용설명서에 기재되어 있음

7. 검정제품 개요

가. 본 기대는 굴취폭이 150 cm인 승용자주형 땅속작물수확기로 탑재기관은 직립형수냉 4기통4행정디젤기관이며 최대출력은 74.0 kW 이고 기관정격 회전속도는 2 000 r/min 임

나. 동력전달장치의 주클러치형식은 건식원판식이며 주변속기는 동기물림식, 부변속기는 상시물림식이며 주변속기어에 후진기어가 있는 구조임

다. 굴취날에 의해 굴취된 작물은 굴취 컨베이어에서 흙떨이된 수확물을 이송 컨베이어 양쪽에서 작업자가 선별하여 후방의 용기 적재대로 낙하되는 구조임

8. 검정결과

본 검정성적은 농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 제4조의 규정에 따라 실시한 종합검정 성적으로 관련기준에 적합하였음

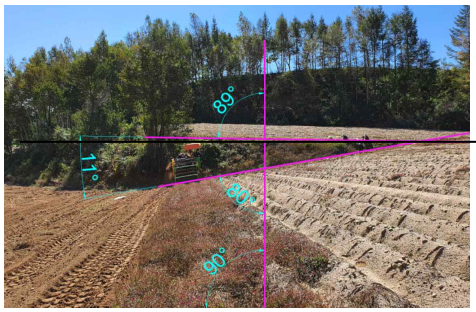
선임연구원 조태경	조태경	전임연구원 박성민	박성민

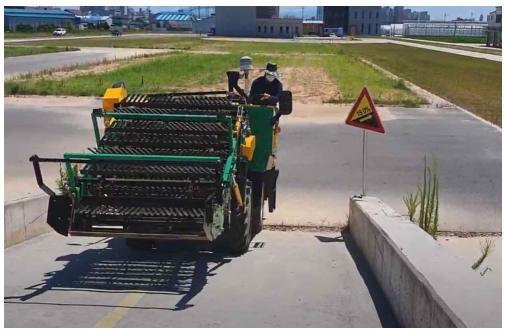
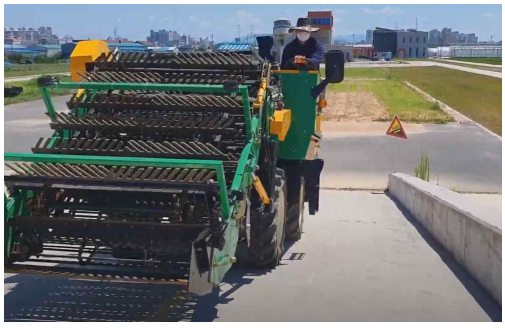
(2) 성능시험

- 농업기술실용화재단에서 시행하는 종합검정은 주로 포장지에서 시행하는 수확능력을 위주로 시험하는 것과 별도로 장비가 요구되는 기능적인 성능에 대하여 별도의 검인정기관에서 시행

(가) 경사지 10°(18%) 적응성 시험(농업기술실용화재단)

- 밭농업기계인 수확기에서 우니라나에서 밭환경은 고려하여 경사지(10°)에서 작업성과 기계의 적응성을 시험함

시험일시장소	2020. 9. 19 ~ 9. 20(1박2일) 강원도 평창군 대관령면 횡계리 444	
시연장면		
- 경사지 11° 지역에서 경사방향, 대각선방향 수확작업을 통한 작업성 확인		

시험일시장소	2021. 7. 27 농업기술실용화재단 경사로 성능시험장	
시연장면		
		
- 경사로 장비 작동성 및 제반성능 검정 - 성능시험성적서 참조		

제 M-21-01471호

농업기계 성능시험 성적서

1. 신청인

가. 성명 : 윤태욱

나. 사업자 등록번호 : 124-31-75572

다. 주소 :

라. 상호 : 신흥공업사

2. 시험 용도의 제품

가. 기종명 : 땅속작물수확기

나. 형식명 : SHI-1500N

다. 형식 및 규격 : 승용자주형, 굴취폭 150 cm

3. 시험번호 : 21-FACTMP-748

4. 시험성적 : 붙임

「농업기술실용화재단 분석시험 의뢰 및 처리규칙」 제4조 제2항에 따라 시험 신청한 기대에 대한 성능시험 성적입니다.

2021년 12월 29일

농업기술실용화재단 이사장

검 정 성 적

1. 기 종 명: 땅속작물수확기
2. 검정번호: 21-FACTMP-748
3. 형 식 명: SHI-1500N
4. 형　　식: 승용자주형
5. 규　　격: 굴취폭 150 cm
6. 시험성적

6.1. 구조

6.1.1. 기체의 크기

· 길이	6 600 mm
· 폭	2 190 mm
· 높이	3 080 mm
· 중량	4 210 kg

6.1.2. 축간거리

· 축간거리	1 890 mm

6.1.3. 차륜거리

· 전륜	1 390 mm
· 후륜	1 390 mm

6.1.4. 동력전달장치

· 주클러치 형식	건식원판식
· 주변속기	
변속방식	기계식(동기물림식)
변속단수	전진: 5단(1, 2, 3, 4, 5) 후진: 1단
· 부변속기	
변속방식	기계식(상시물림식)
변속단수	2단(저속, 고속)
· 전후진 선택장치	주변속기어에 후진기어가 있는 구조임

6.1.5. 조향장치

· 형식	전유압식

6.1.6. 타이어규격

· 전륜	11.2 - 20 8PR
· 후륜	11.2 - 20 8PR

6.1.7. 제동장치

· 정차제동장치	
형식	습식원판식
작동방식	유압식(페달)
· 주차제동장치	
형식	습식원판식
작동방식	전자식(레버)

6.1.8. 굴취장치

· 굴취방식	굴취날식
· 굴취폭	1 500 ㎜
· 굴취깊이 조절방식	유압식

6.1.9. 굴취 컨베이어

· 크기	폭 1 460 ㎜ × 행정 2 340 ㎜
· 파이프 외경	Ø18 ㎜
· 파이프 취부간격	65 ㎜

6.1.10. 이송 컨베이어

· 크기	폭 900 ㎜ × 행정 2 950 ㎜
· 파이프 외경	Ø10 ㎜
· 파이프 취부간격	50 ㎜

6.1.11. 흙떨이 장치

· 형식	작물이송속도차 방식
· 부착위치	굴취컨베이어 상단(고무러그)
· 작동방식	이송체인 속도와 러그 속도차에 의해 작물이 러그에 부딪혀 흙이 떨어지는 구조

6.1.12. 배출구

· 배출방식	자유낙하식
· 배출구 폭	670 ㎜

6.1.13. 작업발판

· 위치	이송컨베이어 좌 · 우
· 재질	철제 발판
· 탑승인원	최대 5명

6.1.14. 적재대

· 크기(폭×길이)	(1 700 × 740) mm
· 적재대 상승장치 형식	유압식
· 하역방식	틸팅방식

6.2. 성능시험

6.2.1. 정차제동 성능시험

시험조건

· 시험노면	콘크리트
· 구동방식	4륜구동
· 조향방식	4륜조향

시험성적

· 최고주행속도	13.1 km/h
· 최소제동거리	최소제동거리는 1.0 m로 제동거리 기준(3.4 m)에 적합하였음

6.2.2. 주차제동 성능시험

시험조건

· 시험노면	콘크리트
· 경사도	18 % (10.2 °)

시험성적

· 주차브레이크 작동상태	전 · 후 방향 밀림 없었음

7. 시험제품 개요

본 기대는 굴취폭이 150 cm인 승용자주형 땅속작물수확기로 최소제동거리는 1.0 m 이고 경사도 18 % (10.2 °) 에서 주차브레이크 작동 시 전 · 후 방향 밀림이 없었음

· 위치	이송컨베이어 좌 · 우
· 재질	철제 발판
· 탑승인원	최대 5명

6.1.14. 적재대

· 크기(폭×길이)	(1 700 × 740) mm
· 적재대 상승장치 형식	유압식
· 하역방식	틸팅방식

6.2. 성능시험

6.2.1. 정차제동 성능시험

시험조건

· 시험노면	콘크리트
· 구동방식	4륜구동
· 조향방식	4륜조향

시험성적

· 최고주행속도	13.1 km/h
· 최소제동거리	최소제동거리는 1.0 m로 제동거리 기준(3.4 m)에 적합하였음

6.2.2. 주차제동 성능시험

시험조건

· 시험노면	콘크리트
· 경사도	18 % (10.2 °)

시험성적

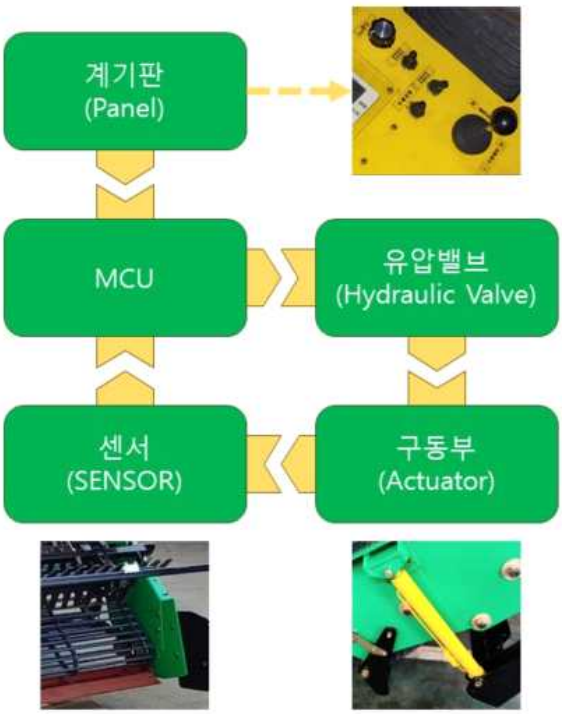
· 주차브레이크 작동상태	전 · 후 방향 밀림 없었음

7. 시험제품 개요

본 기대는 굴취폭이 150 cm인 승용자주형 땅속작물수확기로 최소제동거리는 1.0 m 이고 경사도 18 % (10.2 °) 에서 주차브레이크 작동 시 전 · 후 방향 밀림이 없었음

(나) 자동 굴취깊이 조절(유지)장치

- 수확작업에서 작물과 두둑의 유형에 따라 굴취깊이를 자동으로 유지되는 기능으로 작업자가 두둑의 상황에 따라 작동하지 않아도 되는 작업편리 기능으로 여성이나 노약자의 작업편의 장치



시험조건

- 지면에서 감지센서가지 높이 720mm
- 두둑모형의 높이 150mm
- 주행리 5m

시험성적

- 두둑모형에서 측정센서까지 평균높이 880mm

두둑의 모형에 따라 초기에 설정된 값을 유지하는 방식을 통하여 수확작업에 이용

제 M-21-01472호

농업기계 성능시험 성적서

1. 신청인

가. 성명 : 윤태욱

나. 사업자 등록번호 : 124-31-75572

다. 주소 :

라. 상호 : 신흥공업사

2. 시험 용도의 제품

가. 기종명 : 땅속작물수확기

나. 형식명 : SHI-1500N

다. 형식 및 규격 : 승용자주형, 굴취폭 150 cm

3. 시험번호 : 21-FACTMP-749

4. 시험성적 : 불입

「농업기술실용화재단 분석시험 의뢰 및 처리규칙」 제4조 제2항에 따라 시험 신청한 기대에 대한 성능시험 성적입니다.

2021년 12월 29일

농업기술실용화재단 이사장

검 정 성 적

1. 기 종 명: 땅속작물수확기
2. 검정번호: 21-FACTMP-749
3. 형 식 명: SHI-1500N
4. 형 식: 승용자주형
5. 규 격: 굴취폭 150 cm
6. 시험성적

6.1. 구조

6.1.1. 기체의 크기

· 길이	6 600 mm
· 폭	2 190 mm
· 높이	3 080 mm
· 중량	4 210 kg

6.1.2. 축간거리

· 축간거리	1 890 mm

6.1.3. 차륜거리

· 전륜	1 390 mm
· 후륜	1 390 mm

6.1.4. 동력전달장치

· 주클러치 형식	건식원판식
· 주변속기	
변속방식	기계식(동기물림식)
변속단수	전진: 5단(1, 2, 3, 4, 5) 후진: 1단
· 부변속기	
변속방식	기계식(상시물림식)
변속단수	2단(저속, 고속)
· 전후진 선택장치	주변속기어에 후진기어가 있는 구조임

6.1.5. 조향장치

· 형식	전유압식

6.1.6. 타이어규격

· 전륜	11.2 - 20 8PR
· 후륜	11.2 - 20 8PR

6.1.7. 제동장치

· 정차제동장치	
형식	습식원판식
작동방식	유압식(페달)
· 주차제동장치	
형식	습식원판식
작동방식	전자식(레버)

6.1.8. 굴취장치

· 굴취방식	굴취날식
· 굴취폭	1 500 ㎜
· 굴취깊이 조절방식	유압식

6.1.9. 굴취 컨베이어

· 크기	폭 1 460 ㎜ × 행정 2 340 ㎜
· 파이프 외경	Ø18 ㎜
· 파이프 취부간격	65 ㎜

6.1.10. 이송 컨베이어

· 크기	폭 900 ㎜ × 행정 2 950 ㎜
· 파이프 외경	Ø10 ㎜
· 파이프 취부간격	50 ㎜

6.1.11. 흙떨이 장치

· 형식	작물이송속도차 방식
· 부착위치	굴취컨베이어 상단(고무러그)
· 작동방식	이송체인 속도와 러그 속도차에 의해 작물이 러그에 부딪혀 흙이 떨어지는 구조

6.1.12. 배출구

· 배출방식	자유낙하식
· 배출구 폭	670 ㎜

6.1.13. 작업발판

· 위치	이송컨베이어 좌 · 우
· 재질	철재 발판
· 탑승인원	최대 5명

6.1.14. 적재대

· 크기(폭×길이)	(1 700 × 740) mm
· 적재대 상승장치 형식	유압식
· 하역방식	틸팅방식

6.2. 성능시험

6.2.1. 굴취부 자동높이 조절능력 시험

시험조건

· 지면에서 감지센서까지 높이	720 mm
· 두둑모형 높이	150 mm
· 주행거리	5 m

시험성적

· 두둑모형에서 측정센서까지 평균높이	880 mm

7. 시험제품 개요

본 기대는 굴취폭이 150 ㎝인 승용자주형 땅속작물수확기로 굴취부 자동높이조절 기능을 켠 상태에서 5 m 주행 시 두둑모형에서 측정센서까지 평균높이는 880 ㎜로 나타남

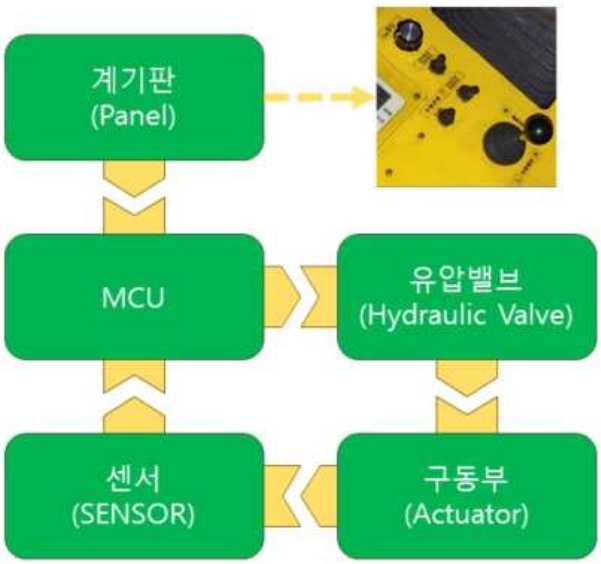
8. 시험결과

본 시험성적은 농업기술실용화재단「분석시험 의뢰 및 처리규칙」제5조 제2항의 규정에 따라 의뢰자가 요구한 시험방법을 적용하여 실시된 성능시험 성적임

책임연구원 김관우	선임연구원 조태경	전임연구원 박성민

(다) 자동수평 유지장치

- 경사지 밭환경의 수확작업에서 두둑의 높이에 따라 자동으로 수확기의 수평을 유지하도록 하는 장치로 굴취작업시 장비의 두둑의 유형에 따라 굴취깊이를 자동으로 유지되는 기능으로 작업자가 두둑의 상황에 따라 작동하지 않아도 되는 작업편리 기능으로 여성이나 노약자의 작업편의 장치



- 자동수평 조절능력 시험
- 시험조건
  - 수평시 각도(평지) 0.1°
  - 경시시 각도(기체우측 높이 140mm) 5.8°
- 시험성적
  - 시험결과 경사 상태에서 자동수평제어 작동 시 0.2°로 조절됨.
- 시험결과
- 본 기대는 굴취폭이 150cm 인 승용자주형 땅속작물수확기로 경사 상태에서(5.8°) 자동수평제어장치 작동시 0.2° 로 조절됨.

제 M-21-01473호

농업기계 성능시험 성적서

1. 신청인

가. 성명 : 윤태옥
나. 사업자 등록번호 : 124-31-75572
다. 주소 :
라. 상호 : 신흥공업사

2. 시험 용도의 제품

가. 기종명 : 땅속작물수확기
나. 형식명 : SHI-1500N
다. 형식 및 규격 : 승용자주형, 굴취폭 150 cm

3. 시험번호 : 21-FACTMP-750

4. 시험성적 : 불임

「농업기술실용화재단 분석시험 의뢰 및 처리규칙」 제4조 제2항에 따라 시험 신청한 기대에 대한 성능시험 성적입니다.

2021년 12월 29일

농업기술실용화재단 이사장

검 정 성 적

1. 기 종 명: 땅속작물수확기
2. 검정번호: 21-FACTMP-750
3. 형 식 명: SHI-1500N
4. 형 식: 승용자주형
5. 규 격: 굴취폭 150 cm
6. 시험성적

6.1. 구조

6.1.1. 기체의 크기

· 길이	6 600 mm
· 폭	2 190 mm
· 높이	3 080 mm
· 중량	4 210 kg

6.1.2. 축간거리

· 축간거리	1 890 mm

6.1.3. 차륜거리

· 전륜	1 390 mm
· 후륜	1 390 mm

6.1.4. 동력전달장치

· 주클러치 형식	건식원판식
· 주변속기	
변속방식	기계식(동기물림식)
변속단수	전진: 5단(1, 2, 3, 4, 5) 후진: 1단
· 부변속기	
변속방식	기계식(상시물림식)
변속단수	2단(저속, 고속)
· 전후진 선택장치	주변속기어에 후진기어가 있는 구조임

6.1.5. 조향장치

· 형식	전유압식

6.1.6. 타이어규격

· 전륜	11.2 - 20 8PR
· 후륜	11.2 - 20 8PR

6.1.7. 제동장치

· 정차제동장치	
형식	습식원판식
작동방식	유압식(페달)
· 주차제동장치	
형식	습식원판식
작동방식	전자식(레버)

6.1.8. 굴취장치

· 굴취방식	굴취날식
· 굴취폭	1 500 ㎜
· 굴취깊이 조절방식	유압식

6.1.9. 굴취 컨베이어

· 크기	폭 1 460 ㎜ × 행정 2 340 ㎜
· 파이프 외경	Ø18 ㎜
· 파이프 취부간격	65 ㎜

6.1.10. 이송 컨베이어

· 크기	폭 900 ㎜ × 행정 2 950 ㎜
· 파이프 외경	Ø10 ㎜
· 파이프 취부간격	50 ㎜

6.1.11. 흙떨이 장치

· 형식	작물이송속도차 방식
· 부착위치	굴취컨베이어 상단(고무러그)
· 작동방식	이송체인 속도와 러그 속도차에 의해 작물이 러그에 부딪혀 흙이 떨어지는 구조

6.1.12. 배출구

· 배출방식	자유낙하식
· 배출구 폭	670 ㎜

6.1.13. 작업발판

· 위치	이송컨베이어 좌 · 우
· 재질	철재 발판
· 탑승인원	최대 5명

6.1.14. 적재대

· 크기(폭×길이)	(1 700 × 740) ㎜
· 적재대 상승장치 형식	유압식
· 하역방식	틸팅방식

6.2. 성능시험

6.2.1. 자동수평 조절능력시험

시험조건

· 수평 시 각도(평지)	0.1°
· 경사 시 각도(기체우측 높이 140 ㎜)	5.8°

시험성적

· 시험결과	경사 상태에서 자동수평제어 작동 시 0.2°로 조절됨

7. 시험제품 개요

본 기대는 굴취폭이 150 ㎝인 승용자주형 땅속작물수확기로 경사 상태에서(5.8°) 자동수평제어장치 작동 시 0.2°로 조절됨

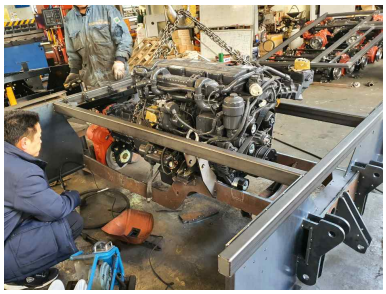
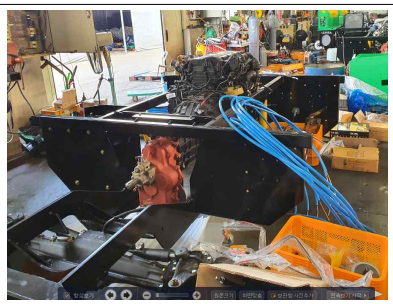
8. 시험결과

본 시험성적은 농업기술실용화재단「분석시험 의뢰 및 처리규칙」제5조 제2항의 규정에 따라 의뢰자가 요구한 시험방법을 적용하여 실시된 성능시험 성적임

책임연구원 김관우	선임연구원 조태경	전임연구원 박성민

(라) 친환경엔진(Tire-4) 적용 시험

앞으로의 밭농업 환경도 대형화 주산지화 되면서 단위 시간에 수확면적이 증가하게되고 농업의 면적이 확대되면서 미래의 농업은 최소한의 인건비투입 방향으로 기계화가 이루어질 확률이 점차적으로 증가하면서 땅속작물 수확기도 친환경엔진을 적용한 장비를 개발하여 속속들이 필요로하는 차원에서 작동성을 시험함

엔진 및 밋션	엔진장착	엔진,밋숀장착
		
엔진구동	상부조립	완성

– 엔진 작동성 시험

- 형식명 D4GB(D4GB-C1)
- 제조번호 D4GBK279964
- 제조사 현대자동차(주)
- 형식 직립식수냉4기통4행정디젤기관
- 규격 최대출력 80.9KW(2250 r/min)
- 배출가스 적용기준 TIER-IV
- 시험성적 주행장치, 굴취장치, 수평제어장치, 선별컨베이어, 적재대 조작 시 이상 없이 작동하였음

제 M-21-01474호

농업기계 성능시험 성적서

1. 신청인

가. 성명 : 윤태욱
나. 사업자 등록번호 : 124-31-75572
다. 주소 :
라. 상호 : 신흥공업사

2. 시험 용도의 제품

가. 기종명 : 땅속작물수확기
나. 형식명 : SHI-1500N
다. 형식 및 규격 : 승용자주형, 굴취폭 150 cm

3. 시험번호 : 21-FACTMP-751

4. 시험성적 : 붙임

「농업기술실용화재단 분석시험 의뢰 및 처리규칙」 제4조 제2항에 따라 시험 신청한 기대에 대한 성능시험 성적입니다.

2021년 12월 29일

농업기술실용화재단 이사장

검 정 성 적

1. **기 종 명:** 땅속작물수확기
2. **검정번호:** 21-FACTMP-751
3. **형 식 명:** SHI-1500N
4. **형　　식:** 승용자주형
5. **규　　격:** 굴취폭 150 cm
6. **시험성적**

6.1. 구조

6.1.1. 기체의 크기

· 길이	6 600 mm
· 폭	2 190 mm
· 높이	3 080 mm
· 중량	4 210 kg

6.1.2. 축간거리

· 축간거리	1 890 mm

6.1.3. 차륜거리

· 전륜	1 390 mm
· 후륜	1 390 mm

6.1.4. 동력전달장치

· 주클러치 형식	건식원판식
· 주변속기	
변속방식	기계식(동기물림식)
변속단수	전진: 5단(1, 2, 3, 4, 5) 후진: 1단
· 부변속기	
변속방식	기계식(상시물림식)
변속단수	2단(저속, 고속)
· 전후진 선택장치	주변속기어에 후진기어가 있는 구조임

6.1.5. 조향장치

· 형식	전유압식

6.1.6. 타이어규격

· 전륜	11.2 - 20 8PR
· 후륜	11.2 - 20 8PR

6.1.7. 제동장치

· 정차제동장치	
형식	습식원판식
작동방식	유압식(페달)
· 주차제동장치	
형식	습식원판식
작동방식	전자식(레버)

6.1.8. 굴취장치

· 굴취방식	굴취날식
· 굴취폭	1 500 ㎜
· 굴취깊이 조절방식	유압식

6.1.9. 굴취 컨베이어

· 크기	폭 1 460 ㎜ × 행정 2 340 ㎜
· 파이프 외경	Ø18 ㎜
· 파이프 취부간격	65 ㎜

6.1.10. 이송 컨베이어

· 크기	폭 900 ㎜ × 행정 2 950 ㎜
· 파이프 외경	Ø10 ㎜
· 파이프 취부간격	50 ㎜

6.1.11. 흙떨이 장치

· 형식	작물이송속도차 방식
· 부착위치	굴취컨베이어 상단(고무러그)
· 작동방식	이송체인 속도와 러그 속도차에 의해 작물이 러그에 부딪혀 흙이 떨어지는 구조

6.1.12. 배출구

· 배출방식	자유낙하식
· 배출구 폭	670 ㎜

6.1.13. 작업발판

· 위치	이송컨베이어 좌 · 우
· 재질	철재 발판
· 탑승인원	최대 5명

6.1.14. 적재대

· 크기(폭×길이)	(1 700 × 740) mm
· 적재대 상승장치 형식	유압식
· 하역방식	틸팅방식

6.2. 성능시험

6.2.1. 엔진 작동성 시험

시험조건

· 형식명	D4GB(D4GB-C1)
· 제조번호	D4GBKJ279964
· 제조사	현대자동차㈜
· 형식	직립형수냉4기통4행정디젤기관
· 규격	최대출력 80.9 kW (2 250 r/min)
· 배출가스 적용기준	TIER-IV

시험성적

· 시험결과	주행장치, 굴취장치, 수평제어장치, 선별컨베이어, 적재대 조작 시 이상없이 작동하였음

7. 시험제품 개요

본 기대는 굴취폭이 150 ㎝인 승용자주형 땅속작물수확기로 현대자동차㈜에서 제작된 기관을 탑재하여 주행장치, 굴취장치, 수평제어장치, 선별컨베이어, 적재대 조작 시 이상없이 작동하였음

8. 시험결과

본 시험성적은 농업기술실용화재단「분석시험 의뢰 및 처리규칙」제5조 제2항의 규정에 따라 의뢰자가 요구한 시험방법을 적용하여 실시된 성능시험 성적임

책임연구원 김관우	김관우	선임연구원 조태경	조태경	진잉연구원 박성민	박성민

나. 건설기계부품연구원 3차년 연구개발 주요 추진업무

○ 3차년도 연구개발 결과 : 최적 설계 및 안정화

3차년도 연구개발 목표	3차년도 최종 목표 결과
개선 모델 기반 문제점 분석 및 보완	완료
다기능 안전시스템 성능 최적화	완료
사용자 중심 편의시스템 성능 최적화	완료
전장 케이스 내구성 최적화	완료
정량적 목표 항목 기반의 시험 및 검증 (공인인증)	완료

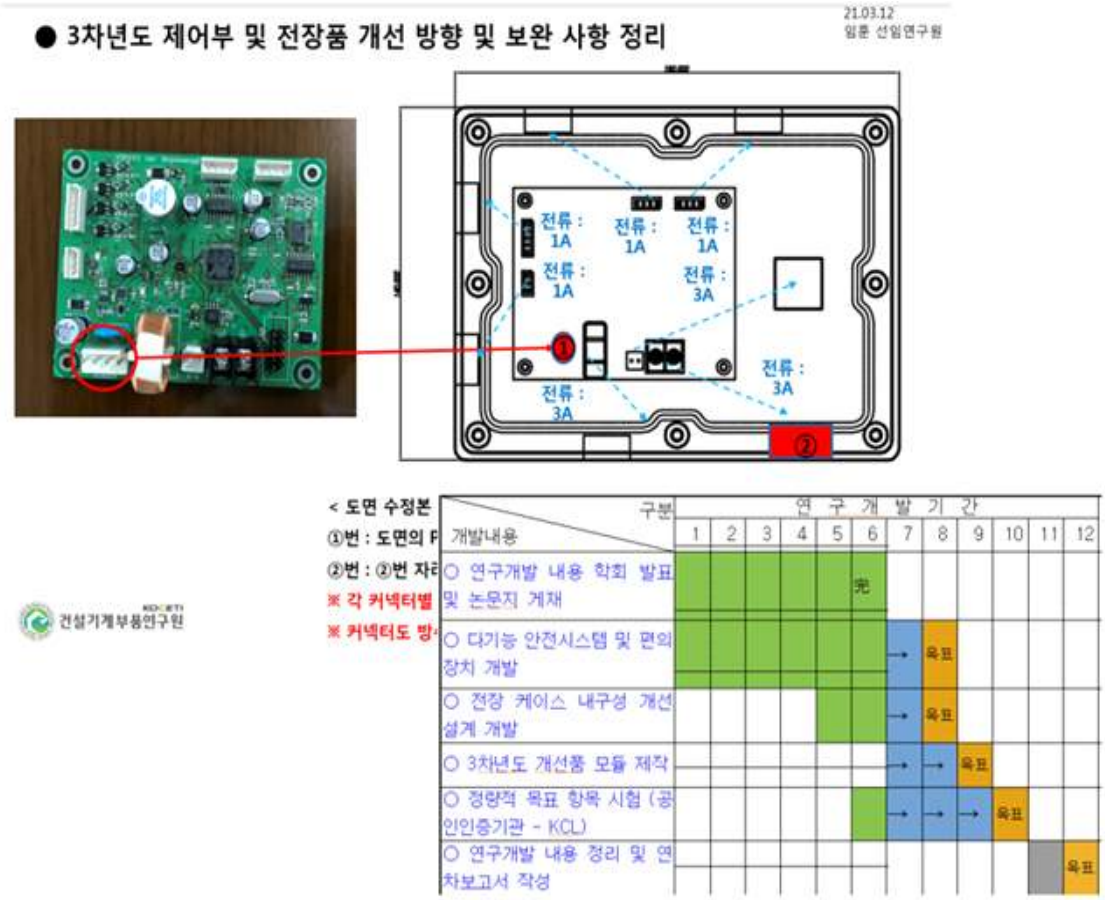
○ 3차년도 연구개발 목표 및 결과

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
3차 년도 (2021)	최적 설계 및 안정화	개선 모델 기반 문제점 분석 및 보완	① 개선 모델 성능 검증 통한 문제점 분석 ② 최적 설계 및 안정화를 위한 방안 모색 ③ 선진 기술 발전 동향 조사 및 검토	▶ 2차년도 제작한 개발 모델에서 나온 보완점들 분석 ▶ 지금까지의 연구 내용들 바탕으로 최적 설계 및 안정화 방안 정립 ▶ COVID-19 사태로 인해 온라인 통한 선진 기술 발전 동향 조사로 변경 **(3-2-1 연구 결과 참고)**
		제어 시스템 및 전장품의 성능과 내구성 및 디자인 최적화를 통한 안정화	① 시스템 아키텍쳐와 Layout 및 디자인 개선 설계 ② 안전시스템과 편의시스템의 회로도 수정 및 보완 설계 ③ 각 제어 모듈과 컨트롤러 하드웨어 및 펌웨어 개발 ④ 소형화와 경량화에 기반 둔 전장 케이스 설계 및 제작	▶ 기존 모델 대비 안정화하기 위한 시스템 구성 및 디자인 개선 설계 ▶ 제어 모듈과 컨트롤러 회로도 및 도면 수정 보완 설계 ▶ 제어부의 최종 시스템들 개발 및 제작 ▶ 소형화, 경량화 기반 전장 케이스 제작 **(3-2-2 연구 결과 참고)**

		정량적 목표 항목 기반의 시험 및 검증 (공인인증 시험)	① 제어부와 전장부의 안정화 ② 제어 성능 구현 시험 및 검증 (KCL 공인인증 시험) ③ 최종 연구 내용 정리	▶ 제어 모듈 및 컨트롤러와 전장 케이스 간 안정화 ▶ 공인인증 기관의 입회 시험 및 챔버 시험 통한 성능 검증 ▶ 본 과제 3년간의 연구 내용들을 주관기업과 함께 최종 정리함 **(3-2-3 연구 결과 참고)**

3-2-1. “개선 모델 기반 문제점 분석 및 보완” 결과

1) 최적 설계와 안정화 방안 모색을 위한 개선 모델 기반 문제점 분석



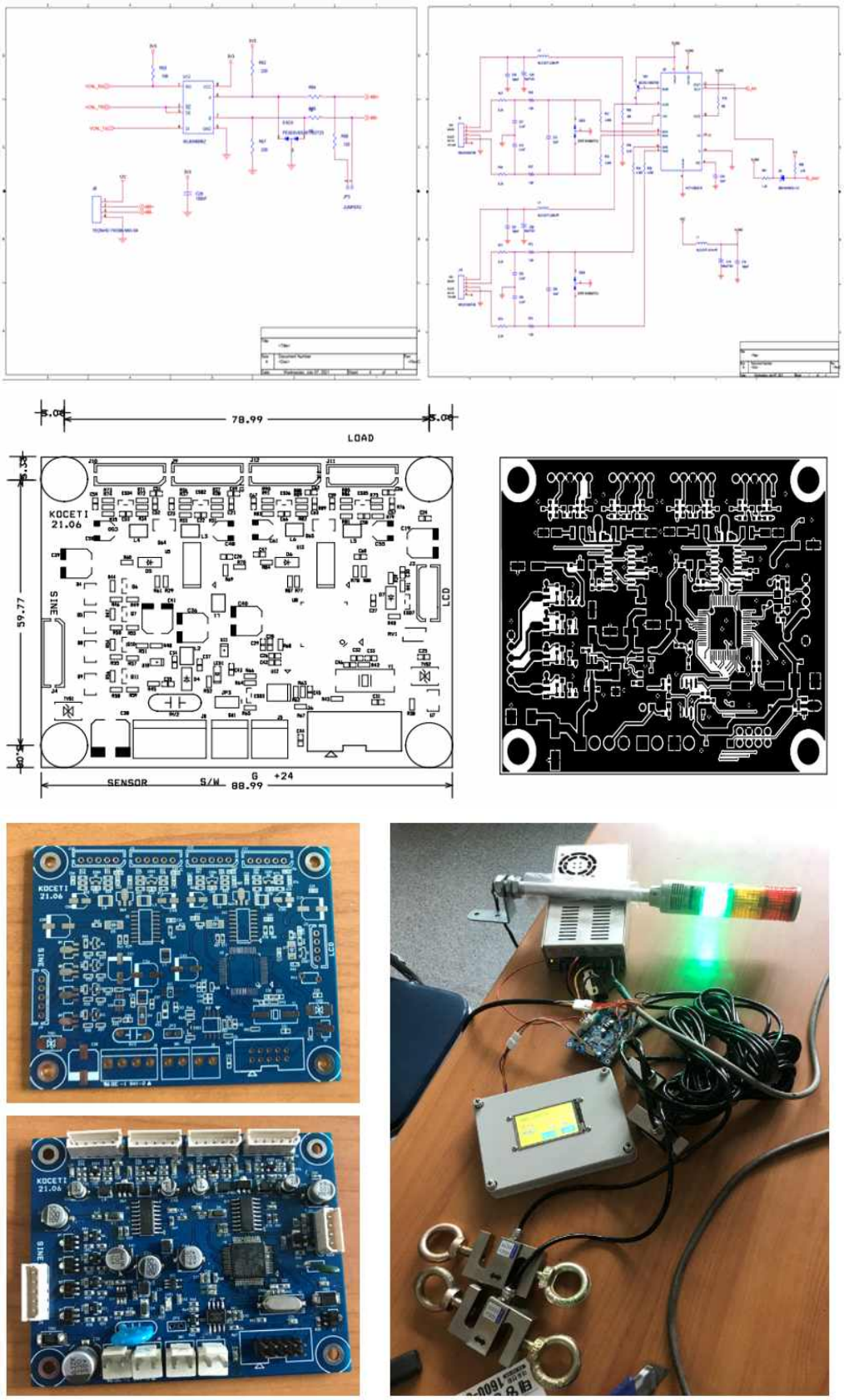
[2차년도 문제점들 보완하고 시스템 안정화 위한 개선 모델 기반 분석 및 일정 체크]

▶ 상세 설명 : 2차년도 제작하여 성능을 검증한 개선 모델에서 나온 문제점들을 분석하여 나온 문제점 및 보완 사항들을 정리하고 이를 바탕으로 3차년도 최종적으로 개발할 제어부와 전장품의 최적 설계 및 안정화 방안 정립함

그리고 주관기업과 상시적으로 업무 일정을 체크하며 효율적인 업무 방향과 목표점을 지향함

3-2-2. “제어 시스템 및 전장품 최적화 통한 안정화” 결과

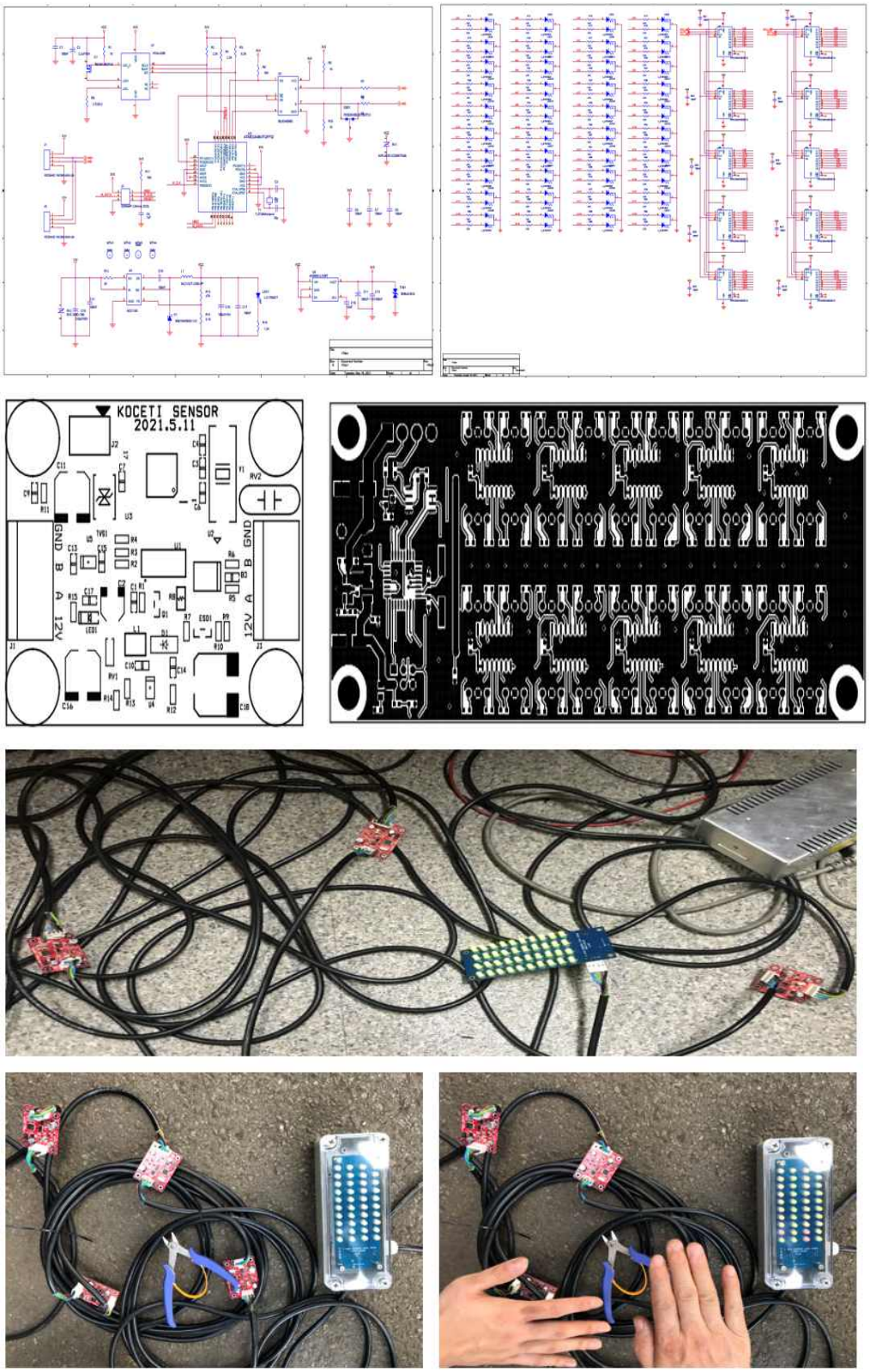
1) 사용자 중심의 편의시스템 최적화 설계 및 성능 안정화



[최적화 설계 및 성능 안정화 된 사용자 중심의 편의시스템 회로도, 아트웍, 실물]

○ 결론 : 무게 측정 및 누적 생산량 계산 등이 가능한 사용자 중심의 편의 시스템을 수확기에 부착되는 위치와 방향 등 다방면에서 고려하여 LCD 사이즈, 로드셀 종류 등을 선정하여 시스템의 회로도, 아트웍 등을 최적 설계하고 3차년도 실물을 제작함

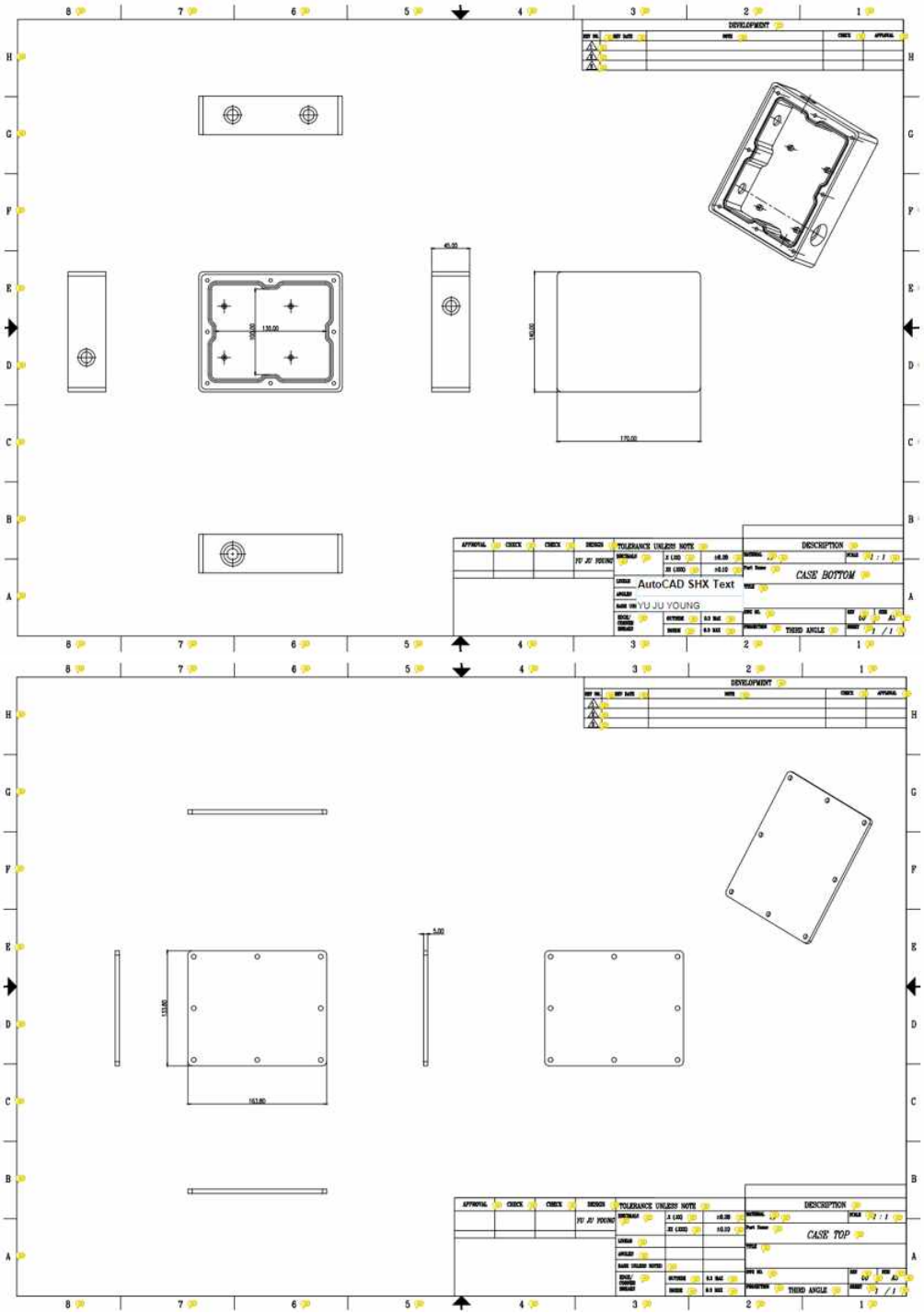
2) 다기능 안전시스템 최적화 설계 및 성능 안정화



[최적화 설계 및 성능 안정화 된 다기능 안전시스템 회로도, 아트웍, 실물]

○ 결론 : 2차년도에 제작했던 개선 모델에서 보완해야 되는 안전사고 방지용 거리감지 표시기 등을 추가 개발하여 성능을 안정화하는 방향으로 연구하였고 이를 바탕으로 시스템의 회로도, 아트웍 등을 최적 설계하여 3차년도 실물을 제작함

3) 소형화 및 경량화 기반의 전장 케이스 제작

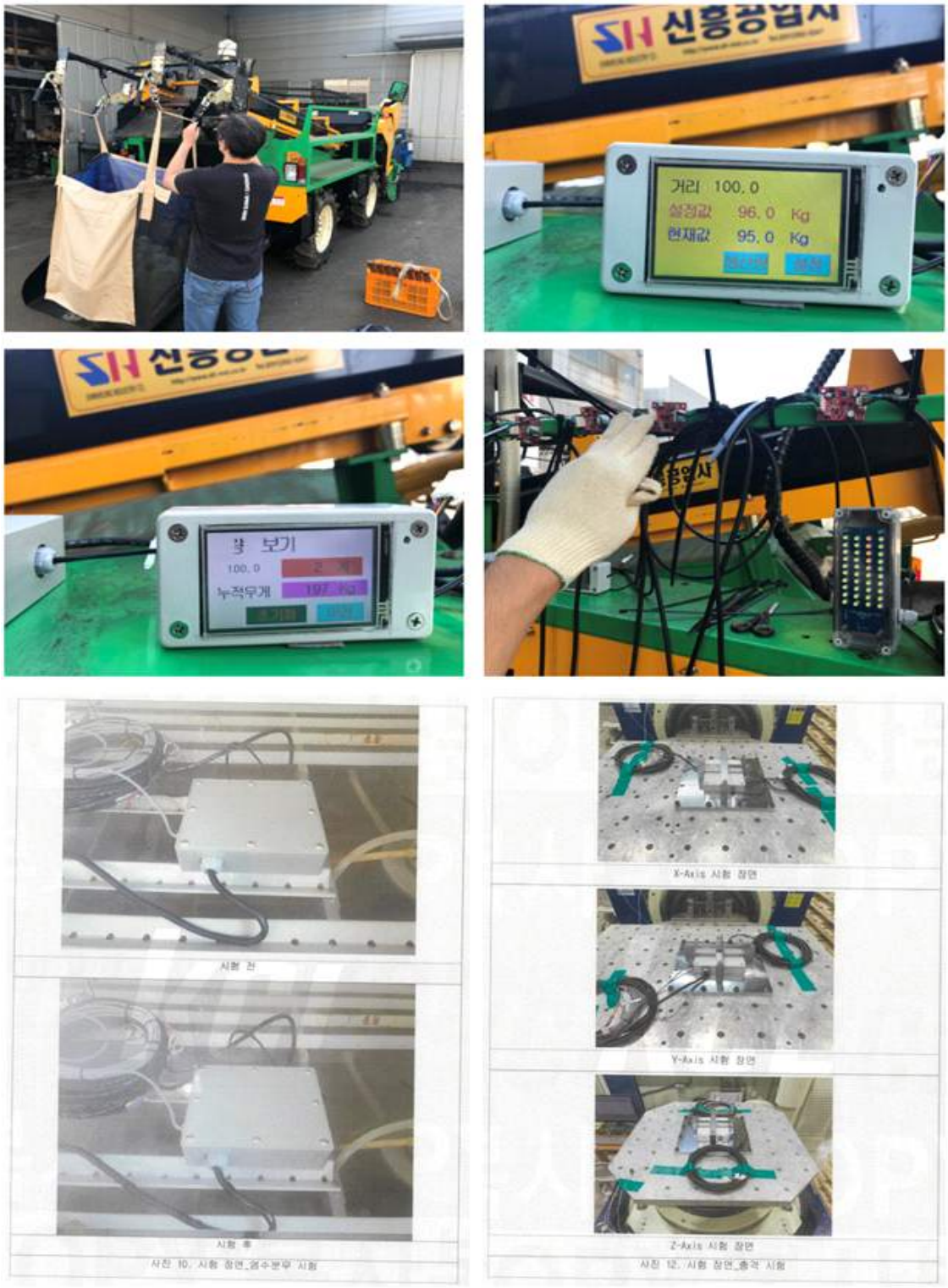


[소형화, 경량화 된 전장 케이스 설계 및 제작]

○ 결론 : 2차년도 개선 모델의 문제점들을 검토해본 결과, 전장품의 내구성 및 신뢰성을 최적화하기 위해 기존 케이스 탑(Top)면에 있던 스위치부를 제거하였고, 크기를 기존 대비 길이, 높이면에서 10mm 이상씩 소형화 및 경량화에 성공한 제품으로 제작함

3-2-3. “정량적 목표 항목 기반의 시험 및 검증 (공인인증시험_3차년도)” 결과

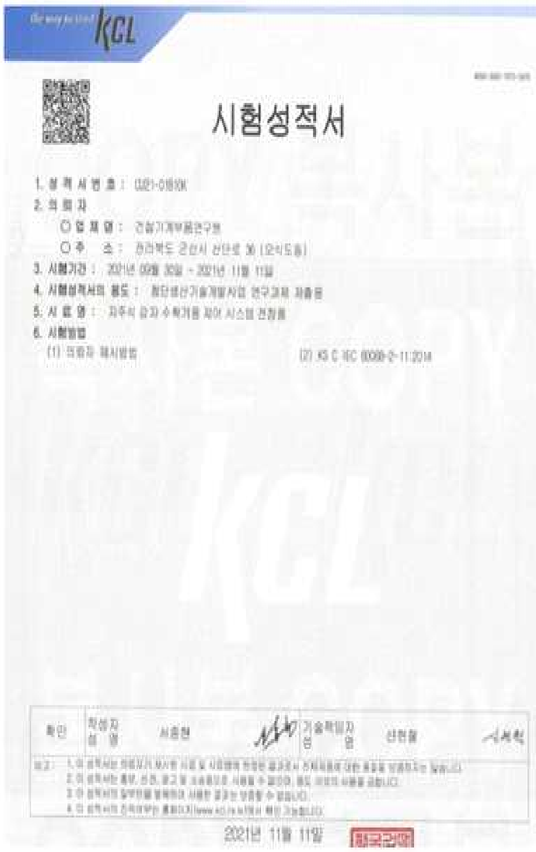
1) 실차 시험 및 챔버 시험



[3차년도 정량적 목표 항목 기반의 공인인증시험 진행 - 입회 시험 및 챔버 시험]

○ 결론 : 3차년도 연구 목표들 중 건품연이 담당한 정량적 목표 항목에 관련된 시험들을 KCL 시험원을 통해 입회 시험과 챔버 시험들을 진행하며 공인인증시험으로 검증함

2) 공인인증 성적서 및 최종 정리



KCL

시험성적서

1. 성적서번호 : [illegible]
2. 의뢰자
   ○ 업체명 : 건설기계부품연구원
   ○ 주소 : 전라북도 군산시 [illegible] 36 (오식도동)
3. 시험기간 : 2021년 09월 30일 ~ 2021년 11월 11일
4. 시험성적서의 용도 : 첨단생산기술개발사업 연구과제 제출용
5. 시료명 : 자주식 감자 수확기용 제어 시스템 전장품
6. 시험방법
   (1) 의뢰자 제시방법　(2) KS C IEC 60068-2-11:2014

2021년 11월 11일

KCL

시험성적서

▶ 시험품 사진

[3차년도 공인인증 성적서 발급 모습]

▶ 상세 설명 : KCL 시험원에서 최종적으로 입회 시험, 챔버 시험 모두 다 합격 인증을 받으며 성능 및 내구성과 신뢰성을 검증 완료하며, 본 과제의 정량적 목표 항목들을 모두 다 최종 달성 완료하며 정리함

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

(가) 자주식 수집형 감자수확기의 상용화

자주식 감자수확기의 특징은 감자를 굴취하여 선별기능을 거쳐 1톤 백에 수집하는 기능을 가진 국내 유일한 휠타입 수집형수확기로 다음과 같은 정량적 성과가 발생함

① 4륜구동 4륜조향 장치의 휠타입 수확기로 최소회전반경 확보(실용화재단 확인)

국내에 개발되었던 감자수확기는 현재까지 트랙터부착형 굴취형수확기와 수집형수확기가 주류를 이루고 있으나 자체적인 동력으로 4륜구동과 4륜조향이 가능하여 최소회전반경(r=3,730)과 측면주행이 확보되어 다양한 반환경에서 작물손상을 최소화 할 수 이는 수확기다.

측면조향 | 회전조향

전방조향 | 후방조향

4륜구동/4륜조향 베이스 | 최소회전반경테스트 | 경사지(10°)수확작업

② 굴취,선별,수집을 동시에 실시하는 100마력급 엔진을 장착한 감자수집형수확기

우리나라와 일본같이 비슷한 크기의 밭환경과 농촌의 농업인력이 고령화되어 있는 지역에서 굴취,선별,수집을 동시에 하는 100마력급의 수확기는 거의 존재하지 않는 것으로 조사된다. 보편적으로 굴취기는 트랙터에 부착된 굴취기에 의하여 굴취한 후 사람이나 순수 수집형 수확기(30마력급 이하 소형엔진으로 작업속도기 극히 느린수확기)에 의하여 작업을 수행한다. 굴취와 동시에 선별,수집을 하려면 많은량의 동력이 필요하게됨. 금번 개발된 수확기는 100마력급 엔진에 굴취부터 수집까지 한번에 다기능을 수행하는 수확기를 개발하게 됨

굴취부

전면굴취

흙털림

측면흙털림

선별작업

작업여건에 따라 5~8명 정도 선별작업 가능

수집 및 하역작업

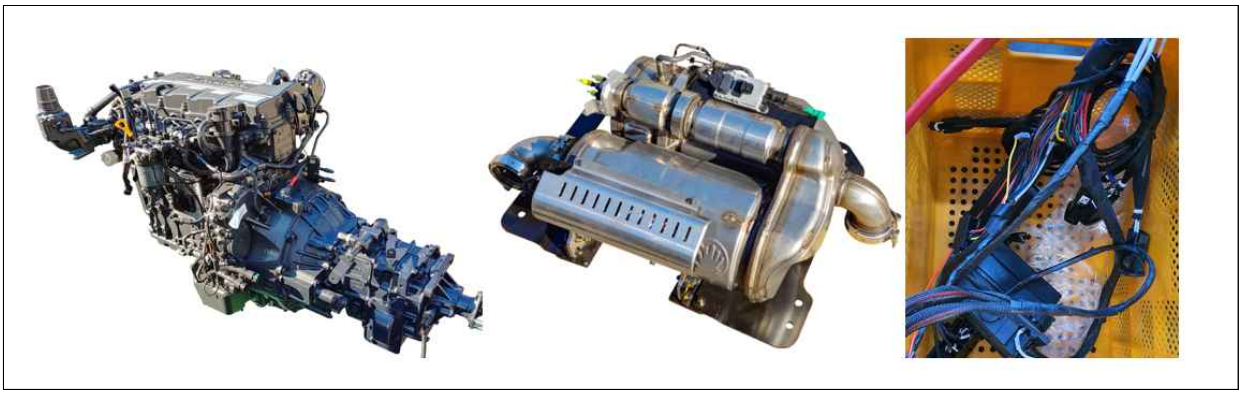
1톤백 수집작업

1톤백 수집완료

1톤백 자동하역 및 교체

③ 친환경엔진(Tier-4)이 장착된 유일한 감자수집형 수확기(실용화재단 확인)

대기환경보전법 시행규칙(2021.12.30.)에 의거 트랙터/콤바인등 농업기계에 대하여 배기가스규제가 시행됨. 아직 땅속작물수확기에 대한 배기가스규제는 없으나 장기적인 대비 측면에서 친환경엔진(Tier-4)을 개발 장착시험 완료함



④ 굴취깊이자동 조절장치, 자동수평유지장치가 장착된 수확기 개발(실용화재단인증)

자주식 수집형 수확기를 이용하여 감자를 수확할 때 작물의 손상을 최소 하고 작업자의 안정성 확보를 위하여 두둑의 형상에 따라 굴취깊이를 자동으로 조절하면서 작물을 수확할 수 있는 굴취깊이 자동조절장치와 경사면등에서 수확작업시 수확기의 높이차가 발생하여 수확작업이 어려움을 방지하기 위하여 자동수평장치를 개발함.

굴취깊이 자동조절과 자동수평유지장치

⑤ 다기능 안전장치가 확보(KCL 인증)

작업자가 수확기 운행시 발생할 수 있는 각종 사고(충돌방지/전복방지)예방을 위한 시스템 개발을 통해 여성운전자, 노령층 운전자 보호와 편의사항으로 활용

다기능 안전 시스템(충돌방지/전복방지) 개발

움직임/각도 감지센서	각도 감지센서(좌.우)	움직임 감지센서(후방)

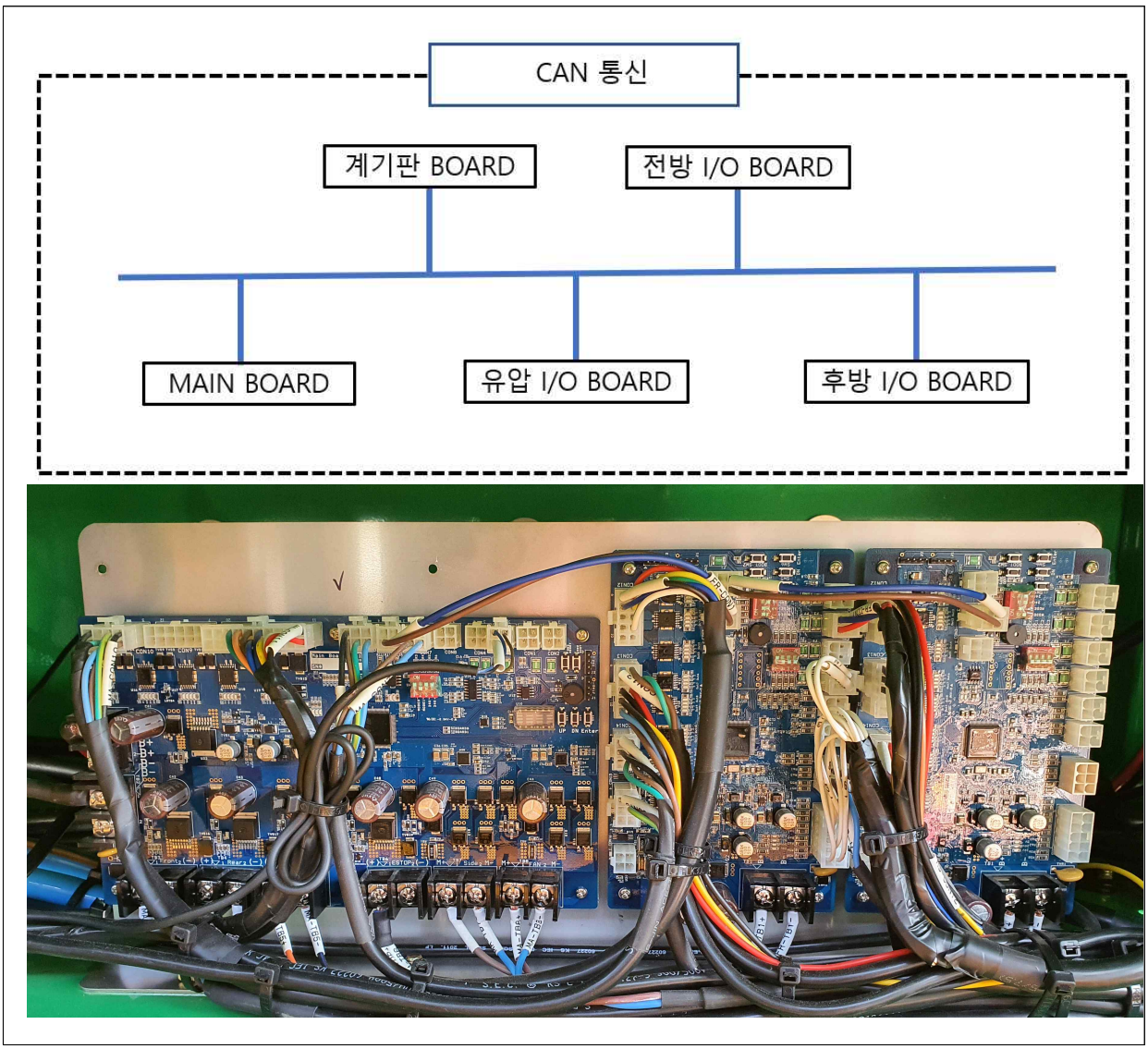
⑥ 수확물 중량 감지장치가 개발로 백(Bag) 교환시기를 알려주는 하역장치 개발(KCL인증)

굴취와 선별을 지나 최종 수집(Bag)까지의 과정이 운전자와 작업자간에 상호 소통을 통하여 작업시간 단축과 중량물을 안전하게 하역할 수 있는 중량물 감지장치 개발

수집 백(Bag) 무게측정, 수확량 모니터링, 자동하역장치		
자동하역장치	생산량 모니터링 및 알림장치	무게 감지장치 및 하역

⑦ CAN 통신을 이용한 다기능 제어가 가능한 최초의 감자수확기

땅속작물수확기 분야도 미래의 여러 가지 환경에 손쉽게 적응하고 사용의 편리성과 사후 A/S 환경등을 원활하게 하기위하여 CAN(Controller Arean Network) 통신을 활용한 제어 기술을 적용하여 개발함



(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

(단위 : 건, 천원)

성과지표명 \ 연도			1차년	2년차	3년차	계	가중치(%)
전담기관 등록·기탁 지표[1]	특허출원	목표(단계별)	1	1		2	10
		실적(누적)	1	1		2	
	특허등록	목표(단계별)		1	1	2	10
		실적(누적)		1	1	2	
	기술실시	목표(단계별)			1	1	10
		실적(누적)			1	1	
	제품화	목표(단계별)			1	1	20
		실적(누적)	1	1	1	3	
	매출	목표(단계별)	2	3	2	7	15
		실적(누적)	161	240	171	572	
	수출	목표(단계별)					10
		실적(누적)					
	고용창출	목표(단계별)	1	1		2	15
		실적(누적)	1	21	1	4	
	논문 (비SCI)	목표(단계별)		1	1	2	5
		실적(누적)		1	1	2	
	학술발표	목표(단계별)	1	1	1	3	5
		실적(누적)	1	1	1	3	
	홍보전시	목표(단계별)				10	
		실적(누적)				42	
연구개발과제 특성 반영 지표[2]							
계							

* 1」 전담기관 등록·기탁 지표: 논문[에스시아이 Expanded(SCIE), 비SCIE, 평균Impact Factor(IF)], 특허, 보고서원문, 연구시설·장비, 기술요약정보, 저작권(소프트웨어, 서적 등), 생명자원(생명정보, 생물자원), 표준화(국내, 국제), 화합물, 신품종 등을 말하며, 논문, 학술발표, 특허의 경우 목표 대비 실적은 기재하지 않아도 됩니다.
* 2」 연구개발과제 특성 반영 지표: 기술실시(이전), 기술료, 사업화(투자실적, 제품화, 매출액, 수출액, 고용창출, 고용효과, 투자유치), 비용 절감, 기술(제품)인증, 시제품 제작 및 인증, 신기술지정, 무역수지개선, 경제적 파급효과, 산업지원(기술지도), 교육지도, 인력양성(전문 연구인력, 산업연구인력, 졸업자수, 취업, 연수프로그램 등), 법령 반영, 정책활용, 설계 기준 반영, 타 연구개발사업에의 활용, 기술무역, 홍보(전시), 국제화 협력, 포상 및 수상, 기타 연구개발 활용 중 선택하여 기재합니다 (연구개발과제 특성별로 고유한 성과지표를 추가할 수 있습니다).

< 연구개발성과 성능지표(예시) >

평가 항목 (주요성능[1])		단위	전체 항목에서 차지하는 비중[2] (%)	세계 최고		연구개발 전 국내 성능수준	연구개발 목표치		목표설정 근거
				보유국/보유기관	성능수준	성능수준	1단계 (YYYY~YYYY)	n단계 (YYYY~YYYY)	
1									
2									

* 1」 정밀도, 인장강도, 내충격성, 작동전압, 응답시간 등 기술적 성능판단기준이 되는 것을 의미합니다.
* 2」 비중은 각 구성성능 사양의 최종목표에 대한 상대적 중요도를 말하며 합계는 100%이어야 합니다.

(3) **세부 정량적 연구개발성과**(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	변위차 두둑 추종 방식을 활용한 자주식 감자수확기용 조향 제어 시스템 개발	전기학회 논문지 P권	임훈	제70P권 제1호	대한민국	(사)대한전기학회	비SCI	2021.01.01	1975-8359(Print) 2287-4364(Oline)	50%
2	실외용 농기계의 전장 보호 설계 기법과 신뢰성 시험 평가 방법	전기학회 논문지 P권	임훈	제70P권 제2호	대한민국	(사)대한전기학회	비SCI	2021.06.01	1229-800X(Print)	50%

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	유공압건설기계학회	서명국	2019.10.29	한국기술교육대학 제1캠퍼스	대한민국
2	신뢰성부분2020년 춘계학회	임훈	2020.01.01	제주오리엔탈호텔	대한민국
3	대한기계학회 신뢰성부문	임훈	2021.04.12	제주오리엔탈호텔	대한민국

□ 기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

□ 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호
2019	년차실적.계획서	2019.11.30	
2020	년차실적.계획서	2020.10.30	
2022	최종보고서	2022.01.30	

□ 생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	땅속작물 수확기용 땅속작물 모음장치	대한민국	윤태욱	2019.10.21	제10-2019-0130520		윤태욱	2020.03.23	제10-2094426	100	활용
2	러그컨베이어의 높이 조절이 가능한 구근류 채굴장치	대한민국	윤태욱	2020.04.07	제10-2020-0042302		윤태욱	2020.08.10	제10-2144689	100	활용

ㅇ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타
	√									

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

□ 신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
1	기술인증	농업기술실용화재단	농업기계종합검정	제M-21-00546호	2021.08.27	대한민국
2	기술인증	농업기술실용화재단	농업기계안정검정	제FACT19-0914GH	2019.12.13	대한민국
3	제품인증	한국건설생활환경시험연구원	자주식 감자수확기 제어시스템 전장품	CU20-01811K	2020.11.13	대한민국
4	제품인증	한국건설생활환경시험연구원	자주식 감자수확기 제어시스템 전장품	CU21-01810K	2021.11.00	대한민국
5	성능인증	농업기술실용화재단	농업기계성능시험	제M-21-01474호	2021.12.29	대한민국
6	성능인증	농업기술실용화재단	농업기계성능시험	제M-21-01473호	2021.12.29	대한민국
7	성능인증	농업기술실용화재단	농업기계성능시험	제M-21-01472호	2021.12.29	대한민국
8	성능인증	농업기술실용화재단	농업기계성능시험	제M-21-01471호	2021.12.29	대한민국

□ 표준화

ㅇ 국내표준

번호	인증구분[1]	인증여부[2]	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류[3]	제안/인증일자

* 1」 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.
* 2」 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.
* 3」 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

ㅇ 국제표준

번호	표준화단계구분[1]	표준명	표준기구명[2]	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식[3]	제안자	표준화 번호	제안일자

* 1」 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
* 2」 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
* 3」 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	자주식 수집형 감자수확기	2021	신흥공업사		감자수확기 작업	3년		

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	내부자금	자주식 수집형 감자수확기 개발 및 산업화	자체	2021.08.16	12,040,000원	12,040,000원

* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식[1」]	사업화 형태[2」]	지역[3」]	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자기실시	기존제품개선	국내	자주식 수확기 판매	감자 수확용	함안군농업가술센터	83,160		2019	
2	자기실시	기존제품개선	국내	자주식 수확기 판매	감자 수확용	함안군농업가술센터	83,000		2020	
3	자기실시	기존제품개선	국내	자주식 수확기 판매	감자 수확용	정경훈	83,000		2021	

* 1」 기술이전 또는 자기실시
* 2」 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
* 3」 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
매출/함안군농업기술센터	2019	86,160		83,160	세금계산서 기준
매출/경남대성농기계(주)	2019	77,930		77,930	“
매출/경기도양성농협	2020	83,000		83,000	“
매출/전북고산농협	2020	83,000		83,000	“
매출/강원문막농협	2020	74,000		74,000	“
매출/경남함안정경훈	2021	83,000		83,000	“
매출/당진시농업기술센터	2021	88,200		88,200	“
합계				572,000	

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과					
사업화 계획	사업화 소요기간(년)				
	소요예산(천원)				
	예상 매출규모(천원)		현재까지	3년 후	5년 후
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내			
		국외			
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획				
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)		현재	3년 후	5년 후
	수출				

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			yyyy년	yyyy년	
합계					

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	3
		생산인력	13
	개발 후	연구인력	4
		생산인력	16

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도							
기대 목표							

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

□ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/ 수입

[사회적 성과]

□ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

□ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구 분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	연전시회참가(전남함평)	한국농기계신문기사	자주식수확기 연전시	2019.06.15
2	김제농기계박람회참가	한국농기계공업주관	자주식수확기 연전시	2019.11.05.~11.08
3	연전시회참가(경남함양)	한국농업촌공사주관	자주식수확기 연전시	2021.11.28
4	중앙전문지	한국농기계신문	자주식수확기 홍보	2019.10.31
5	월간잡지	시농초월	자주식수확기 홍보	2019.11.01
6	중앙전문지	농축산기계신문	자주식수확기 홍보	2019.11.20
7	중앙전문지	월간농기계	자주식수확기 홍보	2020.07.01
8	중앙전문지	농업기술자회보	자주식수확기 홍보	2021.03.01

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
1	표창	우수논문상	2020년 춘계학술대회에서 발표한 논문 우수	임훈.서명국.윤병운.방병주	2020.07.16	(사)대한기계학회 신뢰성부문
2	표창	우수논문상	2021년 춘계학술대회 발표한 논문 우수	임훈.서명국,신희영,윤병운,방병주	2021.04.30	(사)대한기계학회 신뢰성부분
3	표창	과학기술대상	농림축산식품 과학기술 개발 및 보급	윤병운	2021.09.08	농림축산식품부

[인프라 성과]

□ 연구시설・장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설・장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설・장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

* 「과학기술기본법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설・장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

1, 직진 자동조향 시스템 개발

- 두둑의 위치 및 크기를 가지할 수 있는 접촉식 또는 비접촉식 센서를 이용한 두둑감지 시스템
- 자동/수동 조향을 위한 유압시스템 개발
- 자동제어기 가능한 조향장치

2. 자동조향 안전장치 개발

- 자동조향 둥 비싱상황 발생시 수동개입 감지장치 개발
- 수동조향과 자동조향의 적절한 자동연계시스템으로 편의성 확보

2) 목표 달성 수준

추 진 목 표	달 성 내 용	달성도(%)
○ 친환경엔진 적용 개발	○ Tire-4 엔진 장착/구동 시험	○ 100%
○ 4구동/4륜조향	○ 경사지 적응성 확보(10°)	○ 100%
○ 굴취깊이 자동조절	○ 굴취깊이를 자동으로 조절 수확에 활용	○ 100%
○ 자동수평 조절장치	○ 경사지에서 장지 자동수평 수확작업에 활용	○ 100%
○ 무게감지를 통한 하역시스템	○ 톤백무게 감지를 통한 교환시기 일림	○ 100%
○ CAN통신을 통한 제어 개발	○ 제어기능의 단순화 실현	○ 100%
○ 자동제어용 유압시스템 개발	○ 전기전자적 제어방식으로 간소화	○ 100%
○ 다기능 안전장치 개발	○ 전방충돌. 전복방지 안전장치 개발	○ 100%
○ 내환경성 전장 시스템 개발	○ 야외에서 극한 환경에 견딜 수 있는 시스템	○ 100%

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

본 연구과제에 대한 목표의 미달 사항은 없으며 일부 추가적인 연구개발이 이루어져 오히려 계획에 없었던 추가적인 성과물이 있어 이를 상용화에 적극 반영하여 활용할 계획임.

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

2) 자체 보완활동

3) 연구개발 과정의 성실성

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

자주식 감자수확기 개발 및 산업화 연구과제의 구체적인 성과는 현행 국내에서 개발된 유형의 수확기로서는 유일하고 독보적인 위치이다. 이는 국내 밭환경이 경작지 면적이 협소하고 농가들의 농지확보율 또한 적어서 지금까지의 활용도측면은 아직 충분하게 활용하지 못하고 있으나 금번에 개발된 수확기의 여러 가지 편의장치. 안전장치등 다양하게 성능을 개선하여 농업기술실용화재단에서 종합검정을 받아 성능이 검증이 아래와 표와 같은 능력을 발휘하는 수확기이다

순	성능 검정 항목	작업성능	비고
1	표장작업능률	24.7min/10a	톤백작업(1톤)
2	손상율	0.6%	“
3	흙.이물질 혼입률	0.3%	“
4	손실률	2.6%	“

따라서 자주식 감자수확기의 농업에 기여도는 현재 농업의 처한 어려운환경 즉, 인건비는 천정부지로 수직상승하고 농업에 종사하는 인력이 줄어들고 고령화 여성화가 증가하는 상황에서 기계를 사용할 수 있는 환경의 개선을 게을리하지 않을 때 많은 효과가 있을것으로 기대한다

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

■ 특허 활용계획

"러그컨베이어의 높이 조절이 가능한 구근류 채굴장치" 특허를 이용하여 현재 자주식 수확기에 적용하여 작물의 특성에 따라 굴취부의 깊이를 조절하여 특정작물만 수확하는 것을 벗어나 한 기계로 다양한 작물을 수확하는데 활용할 계획임

■ 논문 활용계획

"변위차 두둑 추종방식을 활용한 자주식 감자수확기용 조향제어시스템 개발" 논문을 활용하여 앞으로 다가올 수확기분야에서 자율주행시스템을 개발하는데 필요한 기본적인 이론을 접목하여 자율주행용 수확기를 개발하는데 활용할 계획임.

■ 자동굴취깊이 조절장치 활용계획

본 기술은 두둑의 형상을 따라 굴취삽이 자동으로 조절할 수 있는 장치로 현재 제품에 반영하여 활용중이며 특히, 여성이나 노년층에서 기계를 사용하는데 편리하게 사용할 수 있게 제품에 반영할 계획임.

■ 자동수평 조절장치 활용계획

본 기술은 경사지등에서 수확기를 이용할 때 장비를 자동 수평을 유지하는 장치로 현재 제품에 반영하여 활용하고 있으며 작업성 향상에 많이 기여할 수 있어 적극적으로 활용할 계획임.

■ 친환경엔진 적용계획

현재 국내의 자주식수확기는 환경규제를 받지않고 있는 품목으로 사용량의 증가와 사용수량의 증가에 따라 미래에 다가올 환경을 대비하여 적용한 기술로 장기적으로 모든 장비에 적용할 수 있도록 계획예정임

■ 각종 안전장치 활용계획

본 과제에서 개발된 각종 안전장치는 개발수준의 성과를 확보했으나 앞으로 모듈을 재품화 하여 실 제품에 적용하여 활용할 수 있게 Package화 추진하여 상용화를 추진할 계획임

< 연구개발성과 활용계획표(예시) >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)			연구개발 종료 후 5년 이내
국외논문	SCIE		매년 목표치
	비SCIE		
	계		
국내논문	SCIE		
	비SCIE		
	계		
특허출원	국내		
	국외		
	계		
특허등록	국내		
	국외		
	계		
인력양성	학사		
	석사		
	박사		
	계		
사업화	상품출시		
	기술이전		
	공정개발		
제품개발	시제품개발		
비임상시험 실시			
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	
		2상	
		3상	
	의료기기		
진료지침개발			
신의료기술개발			
성과홍보			
포상 및 수상실적			
정성적 성과 주요 내용			

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1.	1) 자체평가의견서
	2) 연구성과 활용계획서
2.	1)
	2)

붙임. 참고문헌

1. Junnan Yin, Dequan Zhu, Juan Liao, Guangyue Zhu, Yao Wang and Shun Zhang, “Automatic Steering Control Algorithm Based on Compound Fuzzy PID for Rice Trans- planter,” Journal of the MDPI(applsci), vol. 9(13), 2666, pp. 1-14. 2019.

2. C. H. Choi, W. J. Yang, M. J. NahmGung and Y. J. Kim, “Performance of Automatic Guidance System for Combine at Turning and Curved Paths,” The korean Society of the Agricultural Machinery Conf., pp. 494-500, 2002.

3. S. I. Cho, Y. S. Park, C. H. Choi, H. Hwang and M. L. Kim, “Development of Autonomous Combine Using DGPS and Machine Vision,” Journal of Biosystems Engineering, 26(1), pp. 29-38, 2001.

4. Byung Ho Yoon, Young Kook Kim, Jeong Do Ahn, Jong Won Park, Jin Yi Lee and Soo Hyun Kim, “Wheel Design for Paddy Weeder Robot,” Korean Society for Precision Engineering Conf., pp. 525-526, 2013.

5. Kyoung Chul Kim, Beom Sahng Ryuh, Chang Wan Yang and Kyo Gun Chang, “Development of Semi-Autonomous Pesticide Spray Robot for Glass House Rose Farming,” Journal of the Korean Society for Precision Engineering, 27(9), pp. 34-42, 2010.

6. Dong Hyun Seo, IL Hwan Seo, Sun Ok Chung and Ki Dae Kim, “Development of Steering Control System based on CAN for Autonomous Tractor System,” Korean Journal of Agricultural Science, 37(1), pp. 123-130, 2010.

7. IL-Hwan Seo, Dong-Hyun Seo, Man-Soo Kim, Sun-Ok Chung and Ki-Dae Kim, “Development of Recognition System of Field Shape and Tillage Characteristics for Autonomous Tractor,” Korean Journal of Agricultural Science, 38(2), pp. 343-347, 2011.

8. Hoon Lim, Myoung-Kook Seo, Young Hun Joo, Byong-Un Yun and Byoung-Ju Bang, “Development of An Intelligent Control System for a Underground Crop Harvester,” Journal of the KIEE P, vol. 68P, no. 3, pp. 173-179, 2019.

9. http://www.sh-ind.co.kr/xe/index.php?mid=page_self

10. http://tiron.kr/html/KOR/ebrochure/2018_ENG_AGR/AGR- ENG-2018.pdf

11. Hoon Lim, “A Preliminary Analysis of the Work Environment of Potato Producing Areas Nationwide for the Development of Self-Propelled Potato Harvesters in 2019,” 2019.

12. YAO Kai, WANG Youjun, HOU Zhongming and ZHAO Xiaowen, “Optimum Design and Calculation of Ackerman Steering Trapezium,” IEEE, 2008 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA), pp. 1248-1252, 2008.

13. Min Wan Choi, Jun Seok Park, Bong Soo Lee and Man Hyung Lee, “The Performance of Independent Wheels Steering Vehicle(4WS) applied Ackerman Geometry,” Con- trol, Automation and Systems 2008 International Conf., pp. 197-202, 2008.

14. Mi Ok Kim, Jung Han Lee and Wan Suk Yoo, “A Study on the Optimum Velocity of a Four Wheel Steering Autonomous Robot,” Transaction of the Korean Society of Automotive Engineers, 17(4), pp. 86-92, 2009.

15. Ranbir Singh, Sandeep Phogat and Kanwarpal, “Analytical Evaluation of Steering Errors in a Front Wheel Steered Vehicle,” International Journal of Mechanics and Solids, vol. 12, no. 1, pp. 53-59, 2017.

16. Matthew D. Berkemeier, “Optimal, Stable Switching between Arcs during Low-Speed Ackerman Path Tracking with Rate-Limited Steering,” 52nd IEEE Conference on Decision and Control, pp. 2208-2213, 2013.

17. Guangzhao Tian, Baoxing Gu, Kai Chen, Yufeng Liu and Jianshen Wei, “Method of Automatic Steering System Design and Parameter Optimisation for Small Tractors,” Journal of Engineering (The Institution of Engineering and Technology(IET)), vol. 2019 Iss. 22, pp. 8353-8358, 2019.

18. Kyoung Chul Kim, Chang Wan Yang, Kyoung Ju Kim and Beom Sahng Ryuh, “Development of Four-Wheel Independent Steering Driving Platform for Agricultural Robot,” Journal of the Korean Society for Precision Engi- neering, 28(8), pp. 942-950, 2011.

19. Myeong-Jun Kim, Sun-Woo Baek and Jung-Ha Kim, “A Study on Lead-Follow Algorithm using Sensor Fusion of The Autonomous Caterpillar Tractor,” The Institute of Elec- tronics and Information Engineers Conf., pp. 892-894, 2018.

20. Paul Ritzen, Erik Roebroek, Nathan van de Wouw, Zhong- Ping Jiang and Henk Nijmeijer, “Trailer Steering Control of a Tractor-Trailer Robot,” IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol. 24, Issue. 4, pp. 1240-1252, 2016.

21. Luca Bascetta, Davide A. Cucci and Matteo Matteucci, “Kinematic Trajectory Tracking Controller for an All- Terrain Ackermann Steering Vehicle,” IFAC-PapersOnLine, vol. 49, Issue. 15, pp. 13-18, 2016.

22. H. S. Son, S. H. Yang, J. W. Ha, G. W. Park and H. K. In, “Development of Ridges Detection System using 2D-Lidar for Autonomous Navigation Assistance of Sowing Robots,” Korean Society for Precision Engineering Conf., pp. 55-55, 2018.

23. Chang Ho Yun, Hak-Jin Kim and Chan-Woo Jeon, “Furrow Detection and Real-time Path Planning Algorithm for Using Stereo Camera,” The Korean Society of the Agricultural Machinery Conf., vol. 22, no. 2, pp. 70-70, 2017.

24. Sang-Woo Yun, Chan-Woo Jeon, Chang-Ho Yun and Hak- Jin Kim, “Study on Driving Baseline Generation Algorithm for an Upland Unmanned Vehicle Using Machine Vision,” The Korean Society of the Agricultural Machinery Conf., vol. 22, no. 2, pp. 127-127, 2017.

25. Renzo Fabrizio Carpio, Ciro Potena, Jacopo Maiolini, Giovanni Ulivi, Nicolas Bono Rossello, Emanuele Garone and Andrea Gasparri, “A Navigation Architecture for Acker- mann Vehicles in Precision Farming,” IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 5, Issue. 2, pp. 1103-1110, 2020.

26. https://tocos.com/uploads/media/products/0001/01/c02510b8 fee48392b56f662597101a9760a499ec.pdf

27. https://ko.aliexpress.com/i/32952599423.html

28. https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm 32f4-series.html

29. Hoon Lim, Myoung-Kook Seo, Young Hun Joo, Byong-Un Yun and Byoung-Ju Bang, “Development of An Intelligent Control System for a Underground Crop Harvester,” Journal of the KIEE P, vol. 68P, no. 3, pp. 173-179, 2019.

30. Hoon Lim, Myoung-Kook Seo, Young Hoon Joo, Byong-Un Yun and Byoung-Ju Bang, “Robust Weight Measurement Algorithm Design for Underground Crop Harvesters Using Vibration Error Compensation Technique in Dynamic En- vironments,” Journal of KIEE P, vol. 69P, no. 1, pp. 61-67, 2020.

31. Hoon Lim, Myoung-Kook Seo, Young-Hun Joo, Byong-Un Yun and Byoung-Ju Bang, “Method of Controlling Weight Measurement of Crops in a Dynamic Environment,” The Korean Institute of Electrical Engineers, vol. 2019, no. 7, pp. 1565-1566, 2019.

32. Hoon Lim, Myoung-Kook Seo, Hee-Young Shin, Byong-Un Yun and Byoung-Ju Bang, “Design Technique of Elec- tronics Case and Sensor Bracket for Self-Collected Potato Harvester,” The Korean Society of Mechanical Engineers, vol. 2020, no. 7, pp. 7-8, 2020.

33. Hyun-Kyung Oh, Jun-Seon Choi, Young-Hoon Joo, Hoon Lim, Byoung-Un Yun and Byoung-Ju Bang, “Reliable Experiment on the Field Case of Harvesting Machine by Various Durability Tests,” The Korean Institute of Electrical Engineers, vol. 2019, no. 7, pp. 1922-1923, 2019.

34. Hyun-Kyung Oh, Young-Hoon Joo, Hoon Lim, Byoung-Un Yun and Byoung-Ju Bang, “Development a robust case for external environmental factors,” The Korean Institute of Electrical Engineers, vol. 2018, no. 10, pp. 176-177, 2018.

35. Infinity Machine International Inc. Internet: http://korean.tester-machine.com/sale-11091120-gray-color-environmental-test-chambers-salt-spray-test-machine-for-coating-corrosion-resistance.html.

36. Sentek Dynamics Corporate Headquarters. Internet: https://www.sentekdynamics.com/vibration-testing-specifications-and-standards.

37. RCT Co., Ltd. Internet:
http://rct.co.kr/m/sub04.php?ino_code=26.

38. Komets Corporate. Internet:
http://www.komets.co.kr/komets/pc/product/product01.php?A=10&uid=1919.

39. J. W. Seok, “automatic recognition of mobiles using ultrasonic sensors and servo motors“, JITM, Vol.1, No.1, pp. 154-155, 2014.

40. M. S. Kim, et al. “Obstacle Avoidance of Autonomous Driving Robot Based on Ultrasonic Sensors”, KSMTE, pp. 355-356, 2011.

41. W. J. Hwang, “A Study on Obstacle Avoidance Technology of Autonomous Treveling Robot Based on Ultrasonic Sensor”, KSIC, Vol.18, No.1, pp. 30-36, 2015.

42. Lim, H., Seo, M. K., Joo, Y. H., Yun, B. U. and Bang, B. J., 2019, "Method of Controlling Weight Measurement of Crops in a Dynamic Environment,"The Korean Institute of Electrical Engineers, Vol. 2019, No. 7, pp. 1565~1566.

43. Oh, H. K., Joo, Y. H., Lim, H., Yun, B. U. and Bang, B. J., 2018, "Development a Robust Case for External Environmental Factors,"The Korean Institute of Electrical Engineers, Information and Control Symposium, Vol. 2018, No. 10, pp. 176~177.

44. Oh, H. K., Choi, J. S., Joo, Y. H., Lim, H., Yun, B. U. and Bang, B. J., 2019, "Reliable Experiment on the Field Case of Harvesting Machine by Various Durability Tests,"The Korean Institute of Electrical Engineers, Vol. 2019, No. 7, pp. 1922~1923.

45. Lim, H., Seo, M. K., Shin, H. Y., Yun, B. U. and Bang, B. J., "Design Technique of Electronics Case and Sensor Bracket for Self-Collected Potato Harvester," The Korean Society of Mechanical Engineers, pp.7~8, 2020.

46. Oh, H. K., Choi, J. S., Joo, Y. H., Lim, H., Yun, B. U. and Bang, B. J., "Reliable Experiment on the Field Case of Harvesting Machine by Various Durability Tests," The Korean Institute of Electrical Engineers, pp.1922~1923,2019.

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술연구개발 사업의 연구보고서입니다.

2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.