

121028-2

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )발간등록번호( O )  
첨단농기계산업화기술개발사업 2022년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004333-01

다  
목  
적

직  
립  
형

스  
마  
트

고  
소  
작  
업  
차

개  
발

2022

농림식품기술기획평가원  
농림축산식품부

# 다목적 직립형 스마트 고소작업차 개발

2023. 05. 10.

주관연구기관 / 성부산업  
공동연구기관 / 가톨릭관동대학교산학협력단

농림축산식품부  
(전문기관)농림식품기술기획평가원

최종보고서										보안등급		
										일반[ <input checked="" type="checkbox"/> ], 보안[ ]		
중앙행정기관명		농림축산식품부			사업명		사업명		첨단농기계산업화 기술개발사업			
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원			내역사업명 (해당 시 작성)		농기계산업혁신기술					
공고번호		농축2021-26			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		-					
					연구개발과제번호		121028-2					
기술분류	국가과학기술표준분류	LB0801	80%	ED0301	20%	-	-					
	농림식품과학기술분류	RC0103	100 %	-	-	-	-					
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문	-									
		영문	-									
연구개발과제명		국문	다목적 직립형 스마트 고소작업차 개발									
		영문	Development on high clearance working machinery of upright control method for multipurpose operation									
주관연구개발기관		기관명	성부산업			사업자등록번호		503-42-83359				
		주소	(우)39909 경북 칠곡군 왜관읍 공단로 203			법인등록번호		-				
연구책임자		성명	장영운		직위		사장					
		연락처	직장전화	054)977-3838		휴대전화		010-3802-0907				
			전자우편	chang1y@daum.net		국가연구자번호		1109 4115				
연구개발기간		전체	2021. 04. 01 - 2022. 12. 31(1년 9개월)									
		단계 (해당 시 작성)	1단계	1년차	2021. 04. 01 - 2021. 12. 31(9개월)							
				2년차	2022. 01. 01 - 2022. 12. 31(12개월)							
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금 지방자치단체 기타( )				합계		연구개발비 외 지원금	
		현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계			
총계		933,000	13,325	223,325	-	-	-	-	946,325	223,325	1,169,650	
1단계		1년차	400,000	0	103,400	-	-	-	-	400,000	103,400	503,400
		2년차	533,000	13,325	119,925	-	-	-	-	546,325	119,925	666,250
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명	책임자	직위	휴대전화		전자우편		비고			
		기톨릭관동대학교 교산학협력단	이상식	교수	010-2371-5691		lsskyj@dku.ac.kr		역할	기관유형		
									공동	대학		
연구개발과제 실무담당자		성명	장영운		직위		사장					
		연락처	직장전화	054)977-3838		휴대전화		chang1y@hanmail.net				
			전자우편	010-3802-0907		국가연구자번호		1109 4115				

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2023년 5월 10일

연구책임자: 장 영 운

주관연구개발기관의 장: 성부산업 대표 장 진 만 (직인)

공동연구개발기관의 장: 가톨릭관동대학교산학협력단장 (직인)

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하



## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “다목적 직립형 스마트 고소작업차 개발”(개발기간 : 2021. 04. 01. ~ 2022. 12. 31.) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

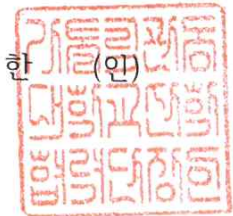
2023. 05. 10.

주관연구기관명 : 성부산업

(대표자) 장 진 만



공동연구기관명 : 가톨릭관동대학교산학협력단 (대표자) 김 규 한



주관연구책임자 : 장 영 윤

협동연구책임자 : 이 상 식

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

## < 요약 문 >

사업명	첨단농기계산업화기술개발사업			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		-	
내역사업명 (해당 시 작성)	농기계산업혁신기술			연구개발과제번호		121028-2	
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB0801	80%	ED0301	20%	-	-
	농림식품 과학기술분류	RC0103	100 %	-	-	-	-
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		-					
연구개발과제명		다목적 직립형 스마트 고소작업차 개발					
전체 연구개발기간		2021. 04. 01 - 2022. 12. 31( 1년 9개월)					
총 연구개발비		총1,169,650천원 (정부지원연구개발비:933,000천원, 기관부담연구개발비 : 236,650천원, 지방자치단체지원연구개발비: - 천원, 그 외 지원연구개발비: - 천원)					
연구개발단계		기초[ ] 응용[ ] 개발[ <input checked="" type="checkbox"/> ] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준(6) 종료시점 목표(9)	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)		자유공모					
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)		-					
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	○본 과제의 최종 목표는 과수, 조정 및 고소나무 작업 장비의 국산화 촉진 및 기존 고소작업차의 성능 우수성 확보를 통해 농가의 작업능률 향상 및 노동력 절감, 기계의 이용효율을 높일 수 있는 <b>봄 형태</b> 의 다목적 직립형 고소작업차를 개발하는 것임. 이를 통해 고소작업기계의 성능고도화를 통한 관련 장비의 수입대체효과 및 역수출을 도모하고자 함.					
	전체 내용	<p>&lt;세부 개발내용&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○기초조사 및 요인 분석에 따른 기초요인설계</li> <li>○세분화된 선행특허조사를 통한 특허회피 전략 수립</li> <li>○토양특성에 따른 등판능력 시뮬레이션 및 검토</li> <li>○시스템의 구조해석을 통한 안정성 평가</li> <li>○AC모터를 적용한 주행장치 및 정밀 조향 구동부 개발</li> <li>○기울기 조절이 가능한 프레임 및 <b>자동경사조절장치 개발</b></li> <li>○직립 리프트를 위한 마스트 시스템 설계 및 제작</li> <li>○모터 제어드라이브 및 유압 시스템 개발</li> <li>○원격제어를 포함한 시스템 통합 컨트롤러 개발</li> <li>○안전 경보, 비상정지 및 주행 제한 등 사용자 편의장치 개발</li> <li>○장비 모니터링 및 관리 프로그램 등 <b>스마트시스템 개발</b></li> <li>○시인성이 뛰어난 조작 계기장치부 개발</li> <li>○전도 안정성 시뮬레이션</li> <li>○기계적 안정성 검토를 위한 요인 실험</li> <li>○현장 실증시험을 통한 제품 성능 평가 및 경제성 분석에 따른 사업화 추진</li> <li>○농가 보급형 양산 제품화 및 매뉴얼 개발</li> </ul>					

	<주요 개발 사양>	
	구 분	형식 및 규격
	규격	봄 직립상승형 무한궤도식, 적재하중 100kg
	기체의 크기(L×W×H, mm)	2,600×1,600×2,000 내외
	기체의 중량(kg)	1,400 내외
	작업대 크기(L×W×H, mm)	670×580×820 내외
	작업대 최대 상승 높이(m)	5.5
	작업가능범위 (폭×높이, mm)	6×7.5
	평균 주행속도(km/h)	2.5 내외
	조작방식	조향레버식, 원격제어
	수평유지	좌우 10° 내외
	유압장치	기어식, 최대유압 15Mpa
<b>배터리 충전시간/작업시간(hr)</b>		<b>8hr/24hr</b>

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>○기초자료 조사 및 토양특성에 따른 기초요인 설계</li> <li>○모터의 용량 선정 및 기초 설계에 따른 통합제어 컨트롤러 개발</li> <li>○시제품 설계 및 제작 완료</li> <li>○시제품 설계 안정성 확보를 위한 구조 해석</li> <li>○시제품 현장적용 시험을 통해 안정성 확인, 공인시험 및 안전검정 시행</li> <li>○현장 여건 등에 맞게 상품화 개발 완료</li> <li>○1개의 모델(SB-8500)로 제품 출시(제품화), 매출 134,510,000원 발생</li> <li>○관련 지식재산권 출원 4건</li> <li>○논문게재 1건, 학술발표 3건</li> <li>○전시 및 홍보 4건, 고용창출 1명</li> </ul>
--------	--

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<p>&lt;활용계획&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○농작업 편이용 작업기계 개발로 관련 분야 및 타 산업 분야 적용가능</li> <li>○시범보조사업 및 정부지원대상 품목 선정으로 보급률 확대</li> <li>○고위험기계군의 안정성 확보 기술을 통해 각종 인증 추진으로 수출 시장 확보</li> <li>○사업화 방안 <ul style="list-style-type: none"> <li>-시작기 개발 및 성능평가 후 양산체제를 구축하며 원가절감을 통해 경쟁력 있는 가격으로 보급확대 예정</li> <li>-추가 특허출원으로 기술 우위를 점하며 정부 저리 융자 등 자금지원 대상품목 자격 취득</li> <li>-당사 전국 150여 개 총판 및 대리점을 통한 판로 확대, 언론홍보 및 연사회 개최로 판매 다각화</li> </ul> </li> </ul>
---------------------------	---

	<p>&lt;기대효과&gt;</p> <p>○기술적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-고소 나무 작업이 가능한 직립형 리프트 작동 제어기술의 확보</li> <li>-독립 구동형 모터 제어기술 및 조향시스템 개발로 조향 우수성 실현</li> <li>-미세 유압 제어 기술 및 수평 유지 기술 확보</li> <li>-전동형 기계의 개발로 화석연료 사용의 감소 및 에너지 절약에 기여</li> <li>-고령자·여성 친화형 기계의 편한 기기 조작으로 노동력 절감, 안전성 확보</li> <li>-전도 방지, 경사 알림 등 각종 안전장치 기술로 작업 안정성 확보</li> <li>-기계 정보 모니터링 시스템 적용으로 A/S 문제 해결 방법 구현</li> <li>-기타 농업기계의 전기모터 적용 가능성 확보</li> </ul> <p>○경제·산업적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-다목적 영농작업에 의한 농작업 생력화로 생산비 절감</li> <li>-친환경 농기계 보급의 활성화</li> <li>-농작업의 안전 및 편의성 확보</li> <li>-친환경 농기계의 개발로 친환경 농업의 실현 및 수출 유망상품 보유</li> <li>-타 산업분야에 활용 가능</li> </ul>
--	---

연구개발성과의 비공개여부 및 사유	-
--------------------	---

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
	4	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
국문핵심어 (5개 이내)	과수		조경		리프트		직립		고소작업			
영문핵심어 (5개 이내)	Fruit tree		Landscape architecture		Lift		Upright		High clearance working			

## < 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 .....	6
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용 .....	10
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 .....	110
4. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도.....	114
5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 .....	116

<별첨자료>

# 1. 연구개발과제의 개요

## 1) 개발의 필요성

현재 농업은 농업인구의 감소 및 고령화, 농업경영비 상승 등으로 농업여건 개선이 시급한 실정이며 이는 과수원뿐 아니라 수도작 등 모든 농작업에서 대표적인 문제로 대두되고 있다.

일반적으로 과수원, 조경 및 고소나무 작업은 전정, 수분, 적화, 적과, 수확 등으로 분류되며, 제초 및 방제작업 이외의 관리작업 시간비율은 67%가 되며, 과실의 적재를 포함한 수확작업은 17% 이상에 해당한다. 또한 우리나라 과수의 대부분은 가공용 과실을 생산하는 유럽이나 미국 등과는 달리 생식용 과실의 생산을 목적으로 하고 있어 과실의 당도를 높이기 위해 일교차가 큰 고지대에 과원을 조성하는 것이 일반적이며, 물 빠짐을 좋게 하기 위해 약간의 경사를 주는 경우가 많다. 이에 따라 제초 및 방제 이외의 작업에 많은 노동력이 소요되고 있지만 대부분이 노동집약적이며 고소작업이 전체의 20~30% 이상으로 많은 부분을 차지한다. 통상적으로 고소작업을 위해서는 사다리를 이용하게 되는데, 사다리는 작업자가 사다리를 오르고 내리고, 이를 이동하는 과정에서 번거롭고 시간이 많이 소요됨과 동시에 간혹 사다리가 넘어지는 경우 등 안전사고의 위험이 있다.



그림 1 과수, 조경 및 고소나무의 여러 가지 작업

이러한 원인을 해소하기 위한 방안으로 고소작업차가 개발되어 국내 보급이 많이 이루어졌다. 엔진형이 대부분이던 농업용 고소작업차는 당사 등에 의해 전동형으로 개발되어 현재는 전동형의 점유율이 더 높아지고 있다.

대부분 경사지인 우리나라 지형에서 고소 작업 시 안전사고의 위험을 예방할 수 있는 독립적인 경사 조절 장치가 구비된 사례는 극히 제한적이긴 하지만 최근 농용 고소작업차에서는 없어서는 안될 기능으로 제공되어지고 있는 실정이다.





그림 2 당사 주력제품인 전동 농용 고소작업차

한편, 국내 시판 중인 농용 고소작업차는 크게 수직상승형과 붐형의 두가지 형태로 구분되는데 붐형의 고소작업차는 붐의 선단에 설치된 곤돌라상의 작업대가 원호상으로 승강하는 방식이며 작업대에는 작업자를 포함하여 100kg 정도의 적재가 가능하며(출처: 농용 고소작업차 안전검정 기준, 농업기술실용화재단), 차체의 주행, 작업대의 승강 및 붐의 좌우 선회 등의 조작이 가능하다. 이러한 붐 형태의 고소작업차는 적재용량이 적으나 수관으로의 접근이 용이하고 작업범위가 넓은 것이 특징이다. 수직상승형 고소작업차는 X형의 암에 지지된 작업대는 수직으로 승강하며, 작업대는 작업자를 포함하여 250kg의 탑재능력을 가지고(출처: 농용 고소작업차 안전검정 기준, 농업기술실용화재단) 작업대 위에서 차체의 주행, 작업대의 승강 등의 조작이 가능한 방식이다. 이러한 형태는 작업대가 넓어 탑재력도 큰 것이 특징이고 과수원내 운반용으로도 이용 가능한 특징이 있다. (출처: 황, 2012, 바이오시스템공학 36(3))

그러나 최근 사과 등의 재배방법이 수고가 높아지는 경향이 있고, 우리나라 고소작업차의 기술이 발전함에 따라 필리핀 등지의 동남아에서의 수요가 지속적으로 늘고 있는데, 우리나라 농업용 고소작업차의 경우 대부분 3,300mm~3,800mm까지 작업대가 올라, 작업자가 작업할 수 있는 최대높이는 4.5m 정도까지에 불과하여, 더 높은 고소작업이 가능한 고소작업차는 수입에 의존하고 있는 실정이다.

또한, 더 높은 고소나무 작업에서 전복의 위험 방지 대책은 미비한 것이 사실인데, 최근 경북 지역에서 농용 고소작업차의 전복 사고로 중상을 입는 등 사고가 끊이지 않고 있다. ‘2010년 농업기계연감’에서의 예에서 ‘농업기계 안전사고 실태’를 통해 농업기계 사고유형에서 추락(38%)과 전도(32%)가 전체 농업기계 사고에서 70%를 차지하며, 사고당시의 작업은 운반 또는 이동작업이 전체의 53%로 가장 높다고 하였다. 이러한 사고들은 고소작업차에서 발생할 수 있는 확률이 높으며, 이러한 사고를 예방하

기 위해 기존 고소작업차의 안정성 확보가 필수적이며, 농업기계 안전과 관련한 다양한 교육과 홍보가 필요하다. 무엇보다도 작업자가 안전하고 편리하게 사용할 수 있도록 기계 개발 시 주행 안정성 분석이 추가적으로 이루어져야 하는 이유이기도 하다.

따라서 본 과제에서는 수고가 높은 과수원 작업을 위한 고소작업차의 국산화 및 수입대체를 위해 기존 고소작업차의 성능 우수성을 통한 붐 형태의 다목적 직립형 고소작업차를 개발하여 국내 및 국외에 보급하고자 하였으며, 이를 통해 관련 장비의 수입 대체효과 및 역수출을 도모하고자 하였다.

## 2) 국내외 시장 규모 및 수출입 현황

국내 농업기계 보유현황(출처: 농림수산식품부, 2009)에 따르면 국내 과수원에 대부분 보급되어 있는 스피드 스프레이어는 약 44,000대가 보급되어 있는 것으로 나타났다. 농촌의 고령화 등으로 인해 과수원의 기타 기계 보급은 꾸준히 증가할 것으로 예상되며, 기계화가 쉬운 왜성사과 재배농가수가 약 30,762호(출처: 과수실태 조사, 농림수산식품부, 2007)인 것을 감안한다면 고소작업차 시장은 약 4만대 이상의 수요가 있을 것으로 판단되어 약 7,000억 이상의 시장규모가 될 것으로 추정된다.

리프트형 고소차의 전체 시장은 2020년 현재 약 350 million USD이고, 연구개발하는 직립형 방식의 시장은 매우 급성장(출처: Grand view Research, 2016)하는 것으로 사료되고, 지역별로 보면 아시아, 유럽, 북미 순으로 시장규모가 큰 것(출처: Markets and Markets, 2016)을 알 수가 있다.

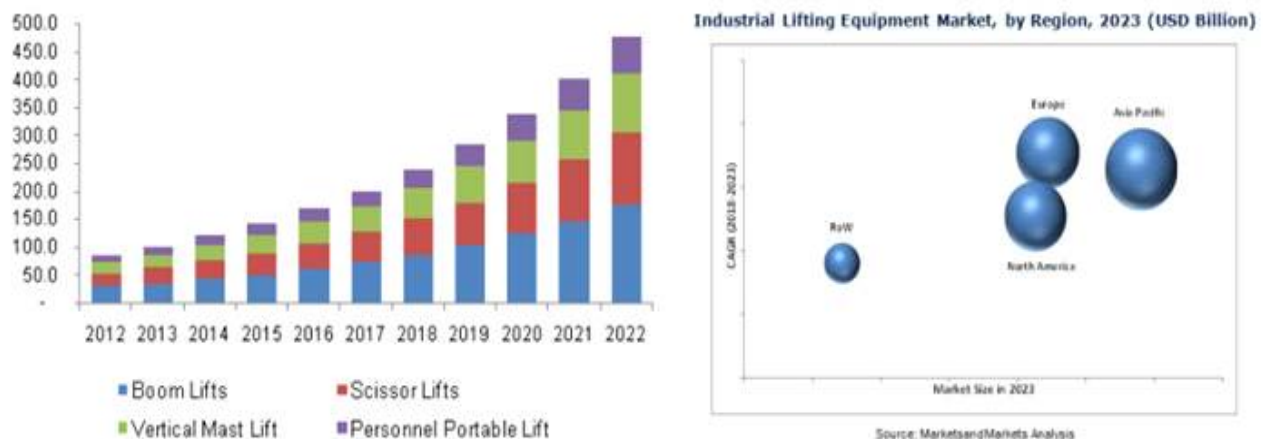


그림 3 고소작업차의 세계 시장 규모 (좌 : 고소작업차 시장, 우 : 지역별 시장 규모)

리프트 고소차를 생산하는 세계 최고의 회사들은 Caterpillar사, JLG Lift사, MEC사 등이 세계시장을 주도하고 있다(출처: MarketersMedia, 2018).

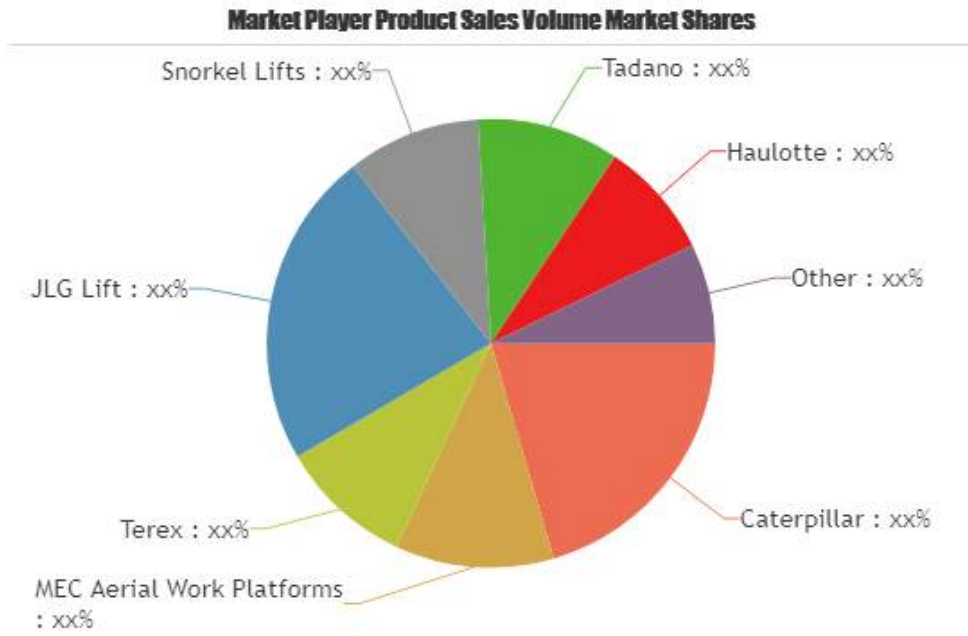


그림 4 세계적인 리프트 판매 회사

## 2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

### 1) 개발을 위한 기초 자료 분석

농업용 직립형 고소작업차는 과수원, 시설원예, 논 및 밭 등 농가에서 농업 등 농업 생산 과정에 요구되는 각종 농기계, 농자재 및 농산물 등의 수확 및 운반작업에 사용되는 농기계이다.

이러한 농업용 고소작업차를 이용한 수확 및 운반작업은 포장도로뿐만 아니라 과수원, 논 및 밭 토양 등 강도가 다른 다양한 토양조건을 갖는 비포장노면 또는 로외에서 수행된다.

대부분의 수확 및 운반기계의 주행 및 운반성능은 차량을 전진시키는 요인인 구동력과 차량의 주행을 방해하는 운동저항으로 결정된다. 즉, 수확 및 운반기계의 성능은 최대구동력과 최소운동저항 조건 즉, 최대 견인성능 조건하에서 발휘할 수 있다. 포장도로의 경우 운반기계의 구동력은 타이어에 작용하는 수직하중과 타이어-노면간의 마찰계수의 곱으로 결정되는 타이어-노면간의 마찰력으로 결정되고, 운동저항은 주로 타이어의 변형에 의한 타이어의 회전저항 즉, 구름저항에 의해 주로 영향을 받는다.

그러나 논, 밭 및 과수원 등 연약지 등을 포함하는 다양한 비포장 노면 또는 로외에서 작업할 경우 고소작업차의 구동력은 일반 수확 및 운반기계가 운용되는 포장도로와 달리 운용되는 토양특성과 제원 및 궤도의 특성에 따라 구동력의 크기가 다르게 나타난다.

또한, 운동저항은 포장도로에서 발생하는 타이어의 구름저항보다는 토양강도에 따라 다르게 나타나는 궤도의 침하 의한 토양 다짐저항에 의해 결정된다.

이와 같이 로외에서 주로 운용되는 농업용 고소작업차의 주행 및 운반성능은 토양조건이 제한적인 요소로 작용하기 때문에 동력(모터), 동력전달장치, 치수 및 중량 등과 같은 차량 자체의 주요 제원뿐만 아니라 토양 특성에 크게 영향을 받는다.

따라서 농업용 고소작업차의 주행 및 운반성능을 예측 및 평가하기 위해서는 주요 제원뿐만 아니라 토양특성을 고려한 성능 예측 및 평가가 필요하며, 본 연구에서는 토양 특성에 따른 성능 예측, 모델링 및 평가를 하여 제품을 설계하였다.

#### (1) 토양 특성에 따른 직립형 고소작업차 견인성능 평가

직립형 고소작업차의 주행, 등판성능 및 견인성능은 차량을 전진시키는 요인인 구동력(tractive effort)과 차량의 주행을 방해하는 운동저항(motion resistance)에 의해 결정된다. 즉, 차량의 최대 성능은 최대구동력과 최소운동저항 조건하에서 발휘할 수 있다.

포장도로(on road)의 경우 차량의 구동력은 주행부(타이어 또는 궤도)에 작용하는 수직하중과 주행부-노면간의 마찰계수의 곱으로 결정되는 주행부-노면간의 마찰력에 의해 결정되고, 운동저항은 주로 타이어의 공기압에 따른 타이어의 변형에 의한 타이어의 회전저항 즉, 구름저항(rolling resistance)에 의해 주로 영향을 받는다.

그러나 연약지 등을 포함하는 비포장의 토양노면(off road)의 경우에는 포장도로와 달리 주행시 주행장치에 의한 토양의 파괴현상에 의해 충분한 구동력을 발생시킬 수 없으며 구동력은 주행부-토양간의 마찰력보다는 주행부에 의한 토양의 전단력(shear force)에 의해 결정된다. 한편, 토양에서의 운동저항은 구름저항 외에 주행부의 침하에 따른 토양저항을 극복하기 위한 토양다짐저항(soil compaction resistance)이 추가로 발생하며, 궤도형차량의 경우 대부분의 운동저항이 토양다짐저항에 의해 발생한다.

직립형 고소작업차는 과수원, 농지 등과 같이 지역별로 토성(soil texture), 토양의 다짐(soil compaction), 경도(hardness) 및 전단(마찰) 특성이 다른 다양한 토양조건에서 운용된다.

직립형 고소작업차의 주행 및 견인성능, 그리고 경사지 등판성능 등은 고소작업차 동력(엔진 또는 모터) 및 동력전달장치, 차량의 치수 및 중량, 주행장치(타이어 또는 궤도) 등과 같은 차량 자체의 주요 제원뿐만 아니라 고소작업차가 운용되는 토양 특성에 크게 영향을 받는다.

따라서 직립형 고소작업차의 주행, 등판성능 및 견인성능을 예측 및 평가하기 위해서는 직립형 고소작업차의 주요 제원뿐만 아니라 직립형 고소작업차가 운용되는 토양특성을 고려한 견인성능 예측 및 평가가 필요하다.

## (2) 발토양(과수원, 밭작물)의 토양 물리성 측정

직립형 고소작업차의 견인성능 모델을 개발하기 위해 국내 주요 과수원 및 밭작물을 재배하는 농지를 방문하여 토양의 물리적 특성을 측정하였다. 토양의 물리적특성 변수의 측정은 총 11곳(순천, 진주, 산청, 이천, 괴산, 김해, 창원, 산청, 정선, 강릉, 원주) 지역 등지에서 수행하였으며, 측정된 토양물리성 측정 결과에 기초하여 직립형 고소작업차의 견인성능 예측에 가장 적합한 토양변수와 견인성능 예측 모델을 선정하기 위한 기본 자료로 활용하였다.



그림 5 토양의 물리적 특성을 측정한 농지 표본



그림 6 토양의 물리적 특성 측정

토양물리성 측정은 휴대가 편리하고, 토양의 다양한 변수들을 현장에서 쉽게 측정할 수 있는 장점을 갖고 있는 SR-2 타입의 토양물리성 측정장치(DIK-5521, DAIKI, Japan)를 사용하였고, 측정한 토양특성 변수로는 토양의 경도특성을 나타내는 토양의 원추지수(cone index, CI)와 토양의 전단강도 특성을 나타내는 토양의 점착력(cohesion), 내부마찰각(internal friction angle), 부착력(adhesion) 및 외부마찰각(external friction angle) 등을 측정하였다. 한편 농지내의 측정지역은 직립형 고소작업차의 주행 및 견인성능의 평가에 적용하기 위해 직립형 고소작업차가 주행하는 주행통로 지역에서 수행하였다.



그림 7 SR-2 타입의 토양물리성 측정장치



그림 8 직립형 고소작업차 주요 주행통로 예시

토양의 원추지수는 모든 측정지역에서 원추가 6cm정도 관입된 후 측정 장치의 최대 관입 용량(2,500kPa)에 도달하여 더 이상 측정이 불가능하였다. 이러한 이유는 작업차

량의 주행통로 토양은 고소작업차의 반복적인 통행에 의해 토양의 강도가 높은 것으로 판단되었다. 따라서 원추지수는 고소작업차의 견인성능 평가에는 적합하지 않은 토양 변수로 판단되었다. 또한 차량의 운동저항 예측에 유용한 토양의 압력-침하 관계 변수의 측정은 과수원 주행통로의 강도가 높아 평판의 침하가 거의 발생되지 않아 측정이 거의 불가능하였다.

한편, SR-2형의 측정장치의 하단에 내경과 외경이 각각 3cm 및 5cm인 원형의 전단링(shear ring with grouser)과 마찰링(frictional ring without grouser)을 부착하여 과수원 토양의 전단특성을 측정하였다. 아래 표는 감 과수원에서 전단링과 마찰링을 측정한 토양의 전단강도 특성을 측정한 결과이고, 아래 그림은 원추지수 및 전단특성 측정 모습을 보여주고 있다.

표 1 주요 토양의 전단특성

Soil properties Region	Cohesion ( kPa )	Internal friction angle ( degree )	Adhesion ( kPa )	External friction angle ( degree )
Changwon	9.174	36.117	2.579	16.508
Suncheon	7.6	35.164	2.233	16.623
Goisan	8.3	36.777	3.89	16.493
Jeongsun	10.61	38.574	5.470	18.532



그림 9 원추지수 측정





그림 10 전단특성 측정

위 표 및 그림의 결과로부터 과수원의 직립형 고소작업차가 주행하는 토양노면은 매우 강도가 높은 것으로 나타났고, 토양의 점착력 및 내부마찰각이 매우 높은 것으로 나타났다.

위의 결과로부터 과수원 및 밭작물의 작업기 주행 지역에서는 토양의 강도가 높아 원추지수의 측정이 매우 어려운 것으로 나타나 궤도형 주행장치인 직립형 고소작업차의 견인성능 예측에는 토양의 전단특성 변수를 이용하는 것이 효과적일 것으로 나타났다.

### (3) 직립형 고소작업차의 견인성능 예측

본 연구에서 개발될 직립형 고소작업차는 궤도형 주행부로 구성되었다. 궤도형차량의 견인성능은 궤도-토양 접지면에서의 수직응력(normal stress)과 전단응력(shear stress)에 밀접한 관련이 있다. 즉, 궤도형차량의 운동저항은 주행부(궤도)의 침하를 유발하는 접지압에 관계되고, 추진력은 궤도-토양의 전단응력 특성에 관계된다. 따라서 본 연구에서는 직립형 고소차의 견인성능을 예측하기 위하여 궤도형차량의 주행장치인 궤도와 토양과의 접촉면에서의 수직응력과 전단응력 분포로부터 직립형 고소작업차의 구동력(토양추진력), 운동저항, 견인력 등을 계산할 수 있는 견인성능 예측 모델을 통해 직립형 고소작업차의 견인성능을 예측하였다. 한편, 전술한 바와 같이 과수원 및 밭작업 작

업차량 주행 지역에서 직립형 고소작업차가 주행하는 통로 토양은 강도가 매우 높아 원추지수의 측정이 용이하지 않아 토양의 전단특성 변수를 이용한 전인성능 예측 모델이 적합한 것으로 판단되었다.

궤도형차량의 구동력 관점에서, 토양은 궤도의 전단에 의해 파괴되고, 구동력은 토양의 전단강도에 의해 결정된다. 차량의 주행부에서 나타나는 파괴는 압축전단에 의한 파괴이다. 압축전단에 의한 토양의 전단강도는 모어-쿨롱의 파괴법칙(Mohr-Coulomb failure criterion)에 따라 아래 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\tau_{\max} = c + p \tan \phi \quad (1)$$

여기서,  $\tau_{\max}$  : 토양의 전단응력, (kPa)

$c$  : 점착력(cohesion), (kPa)

$p$  : 궤도 아래 수직하중, (kPa)

$\phi$  : 토양의 내부마찰각(internal friction angle), (degree)

궤도형차량의 최대구동력  $F_{\max}$  는 식 (1)로부터 구한 최대전단응력  $\tau_{\max}$  와 궤도형차량의 접촉면적  $A$  에 의해 식 (2)에 의해 결정할 수 있다.

$$F_{\max} = A \tau_{\max} = A(c + p \tan \phi) = Ac + W \tan \phi = 2BLc + W \tan \phi \quad (2)$$

여기서,  $A$  : 궤도의 접지 면적(궤도의 폭 및 접촉 길이), ( $m^2$ )

$W$  : 궤도형차량의 무게, ( N )

$B$  : 궤도의 폭, ( m )

$L$  : 궤도의 접촉 길이, ( m )

궤도형차량의 운동저항은 주행부(궤도)의 침하를 유발하는 접지압에 관계된다.

Bekker는 궤도형차량의 압력에 따른 침하관계를 예측하기 위해 폭이 다른 두 개의 평판을 이용하여 식 (3)과 같은 토양의 압력-침하 관계식을 제안하였다.

$$p = \left( \frac{k_c}{b} + k_\phi \right) Z^n \quad (3)$$

여기서,  $p$  : 압력 ( $kN/m^2$ )

$b$  : 평판의 작은 폭의 길이 (cm)

$Z$  : 침하 (cm)

$k_c, k_\phi$  : 토양변형계수 ( $\text{kN/m}^{n+1}$ ,  $\text{kN/m}^{n+2}$ )

$n$  : 토양변형지수 (dimensionless)

압력-침하 관계식으로부터 궤도형차량의 주행부 침하  $Z$ 는 식 (4)에 의해 결정할 수 있다.

$$Z = \left( \frac{p}{\frac{k_c}{b} + k_\phi} \right)^{1/n} = \left( \frac{\frac{W}{2bl}}{\frac{k_c}{b} + k_\phi} \right)^{1/n} \quad (4)$$

여기서,  $W$  : 차량의 무게,  $l, b$  : 궤도의 접촉 길이 및 폭

한편, 아래 식 (5)에 나타낸 바와 같이, 토양다짐에 의한 운동저항  $R_c$ 의 크기와 같은 힘에 의해 길이  $l$ 만큼 당기는데 수행된 일은  $Z_0$ 의 깊이로 폭  $b$ , 길이  $l$ 의 궤도자국 (track rut)을 만드는데 수행된 일과 같다는 원리로부터,

$$R_c l = bl \int_0^{z_0} p dz = bl \left( \frac{k_c}{b} + k_\phi \right) \left[ \frac{Z_0^{n+1}}{n+1} \right] \quad (5)$$

궤도형차량의 토양다짐에 의한 운동저항  $R_c$ 는 식 (6)에 의해 결정할 수 있다.

$$R_c = 2b \left( \frac{k_c}{b} + k_\phi \right) \left[ \frac{Z_0^{n+1}}{n+1} \right] \quad (6)$$

궤도형차량의 최대 견인력은 전술한 식 (2)를 이용하여 구한 최대구동력과 식 (6)로부터 구한 운동저항의 차로써 다음과 같이 결정할 수 있다.

$$DP = F_{\max} - R_c \quad (7)$$

여기서,  $DP$  : 궤도형차량의 최대견인력

$F_{\max}$  : 궤도형차량의 최대구동력

$R_c$  : 궤도형차량의 운동저항

본 연구에서 개발한 직립형 고소작업차의 외장과 궤도 설계 사양은 아래 표와 같다.

표 2 견인성능 예측을 위한 주요 설계 사양

구분	형식 및 규격
규격	봄 직립상승형 무한궤도식, 적재하중 100kg
기체의 크기(L×W×H, mm)	2,600×1,600×2,000 이내
기체의 중량(kg)	1,400 이내
주행속도(km/h)	3.5 이내
작업대 크기(L×W×H, mm)	670×580×820 이내
주행장치(mm)	무한궤도, 전체크기: 1200×180

토양을 측정된 지역의 토양 전단특성 변수인 점착력( $c$ ) 및 내부마찰각( $\phi$ ) 값과 직립형 고소작업차의 총중량  $W = 1470 \text{ kgf}$ , 궤도 폭  $B = 0.18 \text{ m}$ , 궤도 길이  $L = 1.2 \text{ m}$ 인 직립형 고소작업차의 주요 제원을 이용하여 식 (2)로부터 직립형 고소작업차의 토양추진력을 결정하였다. 한편 위에서 직립형 고소작업차의 총중량  $W = 1470 \text{ kgf}$ 는 직립형 고소작업차 자체 중량  $1400 \text{ kgf}$ 와 운전자 1명의 중량  $70 \text{ kgf}$ 를 더하여 산정하였다.

직립형 고소작업차의 운동저항을 예측하기 위해서는 식 (6)에 나타난 바와 같이 토양의 압력-침하 변수로 측정된  $k_c$ ,  $k_\phi$ ,  $n$  값이 있어야 하나, 전술한 바와 같이 과수원 주행로의 토양 강도가 매우 높아 측정이 어려웠다. 따라서 기존 문헌을 통해 국내 주요 과수원과 토성이 같고, 본 연구에서 측정된 전단강도(점착력 및 내부마찰각)와 유사한 전단특성을 갖는 토양조건에 대해 보고된 압력-침하 변수를 사용하여 직립형 고소작업차의 운동저항을 예측하였다. 문헌을 통해 사용한 토양의 압력-침하 변수는  $k_c = 11.42 \text{ kN/m}^{n+1}$ ,  $k_\phi = 808.96 \text{ kN/m}^{n+2}$ ,  $n = 0.7$ 이었다.

아래 표에 본 연구에서 개발 중인 직립형 고소작업차의 주요 제원과 측정된 토양의 전단특성변수와 문헌으로부터의 토양의 압력-침하관계 변수를 이용하여 식 (2), (6) 및 (7)을 사용하여 고소작업차의 견인성능 예측한 결과를 나타내었다.

표 3 주요 과수원 토양의 견인성능

Region	Max. soil thrust ( kgf )	Motion resistance ( kgf )	Traction ( kgf )
Changwon	1553	68	1486
Suncheon	1360	68	1293
Goisan	1587	68	1519
Jeongsun	1531	68	1461

#### (4) 직립형 고소작업차의 등판 성능

일반적으로 포장도로(on road)에서 차량이 일정 속도로 경사노면을 올라갈 경우 차량 총중량  $W$ 의 진행방향 분력인  $R_\theta = W\sin\theta$ 가 등판저항으로 작용한다.

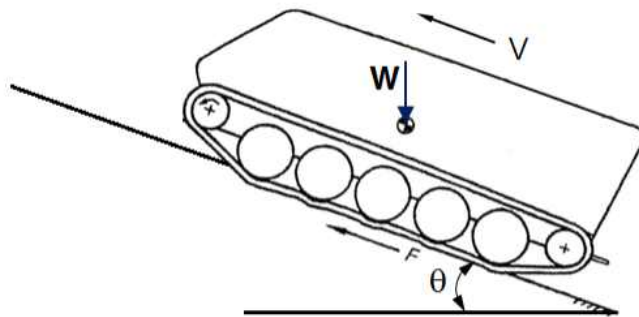


그림 11 등판성능 분석

그러나 토양(off road)에서의 등판저항은 포장도로에서의 경사지 등판저항  $R_\theta$ 에 전술한 식 (6)에 제시한 토양다짐에 의한 저항  $R_c$ 를 추가로 고려해야 한다. 따라서 차량의 전체 경사지 등판저항은 식 (8)과 같이 차량의 노면에서의 운동저항  $R_c$ 와 차량하중의 진행방향 분력  $R_\theta$ 의 합으로 결정된다.

$$R_g = R_\theta + R_c \quad (8)$$

따라서 토양에서의 등판저항은 포장도로에서보다 크게 나타나고, 등판저항에 의해 결정되는 등판시 소요동력도 포장도로에 비해 크게 나타나므로 구동부 모터 선정 및 차량의 설계시 토양특성을 고려해야 한다.

한편, 일반적으로 직립형 고소작업차가 운용되고 있는 과수원 및 밭작물 토양의 최대경사율을 20%(11.31°)로 하였을 경우 경사율 20%에 따른 등판저항  $R_\theta$ 와 식 (6)에 의한 토양다짐에 의한 저항  $R_c$ 는 다음과 같다.

$$R_\theta = W \sin \theta = 1470 \sin 11.31^\circ = 288 \text{kgf}$$

$$R_c = 68 \text{kgf}$$

따라서 직립형 고소작업차의 전체 경사지 등판저항  $R_g$ 는  $R_\theta$ 와  $R_c$ 의 합으로 아래와 같이 결정된다.

$$R_g = R_\theta + R_c = 288 \text{kgf} + 68 \text{kgf} = 356 \text{kgf}$$

한편, 직립형 고소작업차의 최고속도(연구개발계획 목표상의 최고속도)를 3 km/h 라고 했을 때 15° 경사지를 등판하기 위한 직립형 고소작업차의 모터 용량은 다음과 같이 결정할 수 있다.

$$P = R_g V = (3761 \text{N}) \left[ (3.5 \text{ km/h}) \left( \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} \right) \right] = 3957 \text{Watt} = 3.9 \text{kW}$$

따라서 직립형 고소작업차는 최소한 3.9 kW 이상의 모터를 선정해야 하는 것으로 나타났다. 위의 결과를 토대로 본 연구에서는 직립형 고소작업차에 4,500rpm의 2.0kW 모터 두 개를 사용하는 것으로 결정하였다.

한편, 본 연구에서는 직립형 고소작업차의 모터에서 구동스프로켓까지의 총감속비를 50:1로 하였고, 구동스프로켓의 직경을 200mm로 하였다. 이때 직립형 고소작업차의 최고속도는 다음과 같다.

$$V = \frac{N_m}{i} \frac{2\pi r_s}{60} = \frac{4,500}{50} \frac{2\pi(0.1)}{60} = 3325 \text{m/h} = 3.32 \text{km/h} \approx 3.4 \text{km/h}$$

직립형 고소작업차의 모터동력  $P = 2.0 \text{kW}$ , 모터의 회전수  $N = 4500 \text{rpm}$ , 구동스프로켓 반경  $r_s = 0.1 \text{m}$ , 총감속비  $i = 50$ 으로 했을 때 직립형 고소작업차의 총 구동력  $F$ 는 다음과 같이 결정할 수 있다.

$$F = T_m \frac{i}{r_s} = \frac{60P}{2\pi N} \frac{i}{r_s} = \frac{60(2,000 \times 2)}{2\pi(4,500)} \frac{50}{0.1} = 4,331 \text{ N} = 433 \text{ kgf}$$

위 식으로부터 결정된 총구동력  $F = 433 \text{ kgf}$ 로서 이것은 전술한 20% 경사율에서의 등판저항 356 kgf에 비해 크게 나타나 20% 경사각을 충분히 등판할 수 있는 구동력으로 나타났다.

## 2) 관련 기술 현황 분석

### (1) 국내외 주요 제품 현황

국내외에 출시된 농용 고소작업차 제품은 고소작업 및 일부 운반작업에 그 기능이 제한되어 있으며 고소나무의 작업이 가능한 다목적 직립형 고소작업차는 국내에서는 없는 것으로 나타났다. 국외에서는 이탈리아 등 유럽을 중심으로 과수수확기 및 다목적 고소작업차가 출시되고 있으며, 일본에서는 엔진을 이용한 농업용 고소작업차가 시판되고 있다. 아래 유사 제품 현황 파악을 통해 향후 마케팅 자료로 활용하고자 하였다.

이탈리아의 PILLON SRL은 과수수확용 차량을 전문으로 생산하며 기존 고소작업 이외에 수확적재함 및 상하차 기능을 추가한 제품을 출시하고 있다. 그러나 엔진형 (20~30HP)이며 대부분 유럽의 완만한 지형에서 작업이 이루어지고 나무의 높이도 높지 않아 차륜형을 채택하고 있어 우리나라 실정과는 다른 측면이 있다.



그림 12 과수수확기(PILLON SRL, 이탈리아)

이탈리아 Potatura pesco의 과수원용 작업차는 엔진 및 차륜형으로 제작되었으며, 고소작업 및 수확 작업이 가능하도록 구성되어 있다. 대부분 평탄지형인 유럽 과원에 적합하도록 설계되어 우리나라 경사지형에는 적용하기에 무리가 있을 것으로 판단된다.



그림 13 과수원용 작업차(Potatura pesco, 이탈리아)



이탈리아 Oleo-mac는 관리기 및 운반차 전문회사로 아래 그림과 같이 과수수확기를 시판하고 있다. 전동형이지만 차륜형이어서 역시 우리나라에 적용하기에는 문제가 있는 것으로 판단된다.



그림 14 과수수확기 (Oleo-Mac, 이탈리아)

이탈리아 REVO SRL의 PIUMA는 사과수확기로 엔진 및 차륜형이며, 붐형의 작업대가 양쪽 사과나무의 작업을 수행할 수 있도록 구성되어 있으며, 특이한 점은 과수의 상하차 장치가 컨베이어식으로 구성되어 하단부의 대형의 수집박스로 모이도록 하는 형태를 갖고 있다.



그림 15 사과수확기 (REVO SRL, 이탈리아)

일본 KIORITZ의 고소작업차는 붐형 무한궤도식이며 동력원은 엔진이며 최대 3.5m 높이의 고소작업을 할수 있다. 일본 MARUYAMA에서도 붐 및 수직상승형의 고소작업차가 시판되고 있으며, 엔진형 붐형과 경사조절이 가능한 수직상승형으로 구분되며 일부 우리나라 업체가 수입하여 판매가 이루어지고 있다.



그림 16 고소작업차 (KIORITZ, 일본)



그림 17 붐 및 테이블형 고소작업차(MARUYAMA,일본)

국내에서는 현재 전동형과 엔진형, 수직상승형과 붐형으로 구분되어 판매되고 있다. 국내 출시된 농용 고소작업차는 고소작업 및 일부 운반작업에 그 기능이 집중되어 있는 실정이며, 여러 가지 다목적 작업, 4,000mm 이상 수직으로 제어, 스마트 작동하는 제품은 없는 것으로 나타났다.



그림 18 국내 시판중인 전동형 고소작업차



그림 19 국외에 시판중인 고소작업차

산업용 고소작업차는 현재 수입이 이루어지고 있으나, 농용 고소작업차는 일부 엔진형 일본 제품만이 수입되고 있는 것으로 나타났다. 유럽 특히 이탈리아에서 많은 종류의 고소작업차 예를 찾아볼 수 있지만 대부분 대형 엔진 탑재형 차륜을 적용한 고소작업차량이다. 유럽의 고소작업차량은 상하차, 에어 컴프레셔 등 부가적인 기능이 있어 다목적으로 활용되지만 우리나라 과수원 지형에는 적용하기 어려운 문제점이 있다.

한편 개발 제품을 수출하려는 동남아(필리핀, 태국, 인도네시아, 베트남 등) 지역 고소작업차 현황에 대해서도 살펴 보았는데, 대부분 수확 및 운반작업이 수작업으로 이루어지고 있어 기계의 필요성이 절실하고, 수출하려는 지역에서 일부 사용하는 열대과일(망고, 두리안, 아보카도, 소형코코넛, 망고스틴, 파파야, 람부탄 등) 고소차는 수확만 기계를 이용하고 수집하는 것은 수작업으로 하여 효율성이 떨어지고 암링크형 리프트이므로 전도의 위험이 높은 단점이 있다.



(a) 망고



(b) 두리안



(c) 아보카도



(d) 망고스틴



(d) 람부탄



(e) 소형파파야

그림 20 동남아 열대과일용 고소차, 출처: Youtube

## (2) 국내외 기술 현황

국내 발표된 논문에서는 건설용 작업차와 관련한 내용이 대부분이었으며, 작업 차량과 관련하여서는 동력전달장치로 HST를 이용하기 때문에 하중이 증가하고 동력소모도 많은 단점이 있었다. 농업용 고소작업차와 관련하여서는 고소작업차 개발 및 안정성 평가와 관련한 논문이 검색되었다.

작업대 수평유지식 과수원 고소작업차 개발(출처: 장, 2011, 바이오시스템공학)에서는 주행부는 엔진, 벨트, 미션을 통해 크롤러로 전달되도록 하였으며, 직류모터 및 HST를 이용하여 차량 상부에 수평유지가 가능한 작업대를 부착하여 고소작업이 가능하도록 하였다.



그림 21 수평유지식 과수원 고소작업차

다물체 동역학 및 유한요소 해석을 통한 과수원용 작업차량 안정성 평가에 관한 연구(출처: 한 등, 2013, 한국산학기술학회논문지 14(9))에서는 개발한 차륜형 고소작업차에 대한 안정성 평가 연구를 진행하였는데, 실제적으로 차륜형 고소작업차는 경사지가 많은 과수원 환경에서 주행 및 전도에 큰 취약점을 가지고 있는 것으로 판단되었다.

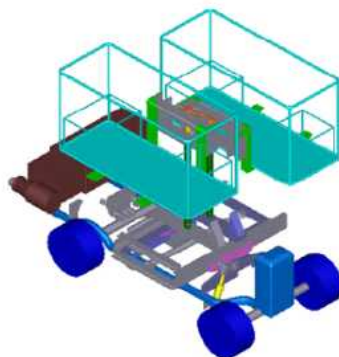


그림 22 차량 안정성 평가

전동 고소작업차의 구조적 특성 분석(출처: 김 등, 2013, 한국농업기계학회 추계학술대회논문집 18(2))에서는 기울기 조절이 가능한 전동 고소작업차의 안정성 확보를 위한 구조해석 및 전도시험을 실시하여 그 안정성을 확인하였다.

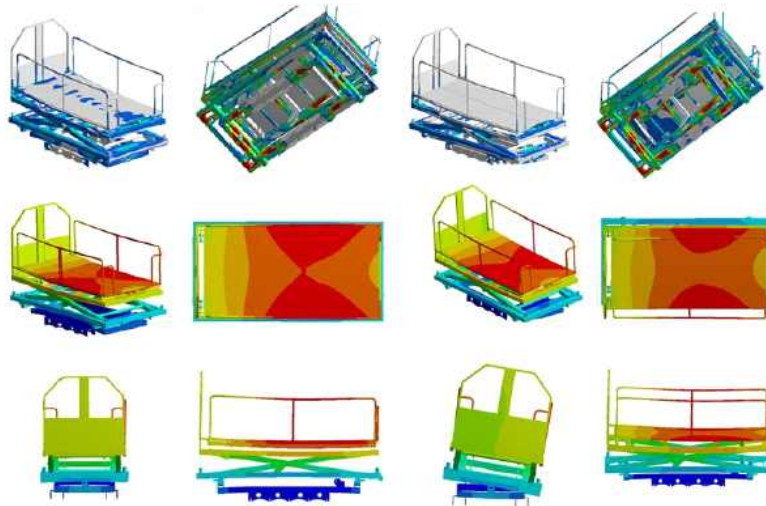


그림 23 전동 고소작업차의 구조적 특성 분석

### (3) 선행 특허 현황

고소작업차와 관련한 국내 출원 및 등록 특허 현황을 살펴보면 대부분 산업용 고소작업대에 관한 내용으로 구성되어 있다. 농업용 고소작업차와 관련한 내용은 등록특허 10-1046439(2011.06.28)호의 농업용 덤프겸용 고소작업차량이 제안되어 있는데 이는 어느 정도 경사가 일정치 않은 농사지에 사용이 가능하도록 하였으나, 작업중 오일이 메인 유압실린더로 계속 공급되어지도록 하기 위한 방안으로 엔진이 항상 구동된 상태가 유지됨에 따라 연료소모량이 증가되는 문제점이 있었고, 엔진 구동으로 인한 소음이 발생되는 또 다른 문제점이 있었다. 또한, 바퀴를 정·역회전시켜 후진 및 전진 하도록 하기 위한 방안으로 별도의 동력전달장치가 구비되어지는 과정에서 고소작업차량의 하중 증가와 더불어 비용이 증가되는 또 다른 문제점이 있었다. 그리고 한 두 그루의 나무에서 작업을 마친 후 이웃하는 다른 나무로 이동할 경우, 엔진 시동을 걸고 끄는 작업이 반복됨에 따라 번거로운 문제점이 있었다. 또 다른 출원특허(고소작업용 차량, 10-2006-0078457)에서도 마찬가지로 엔진을 이용하고 붐 형태로 구성되어 작업에 한계가 있는 것으로 나타났다

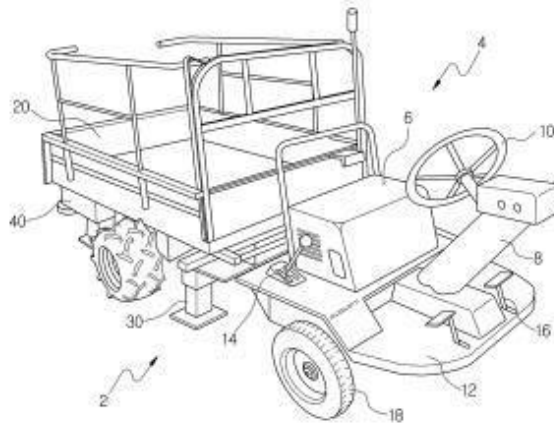


그림 24 특허(농업용 덤프겸용 고소작업차량)

또한 고소작업차의 전도 방지와 관련한 여러 건의 특허가 검색되었는데, 농업용 고소작업차(특허등록 10-1353295호, 2014.01.14..)에서는 전도방지방치를 구비하여 쉽게 전도되지 않도록 하였는데 그 장치가 복잡하여 실제 현장에 적용하기에는 무리가 있는 것으로 판단되었으며, 등록특허 10-12486390 (수평유지식 농업용 고소작업차량, 2013.03.22)에서는 기울기 센서를 이용하여 자동으로 수평유지가 가능한 고소작업차량을 제시하였다. 기본 사양은 시판되고 있는 고소작업차와 같아 부가적인 기능은 없으며, 작업대 상부가 협소한 기울기 지지판에 의해 지지되고 있어 적재 등에 대한 작업 안정성 확보가 필요할 것으로 판단된다.

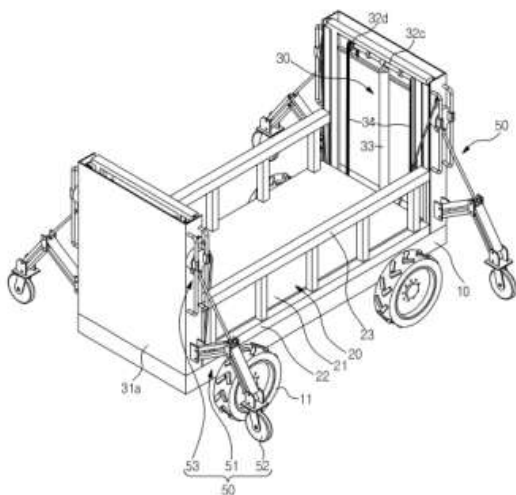


그림 25 특허(농업용 고소작업차)

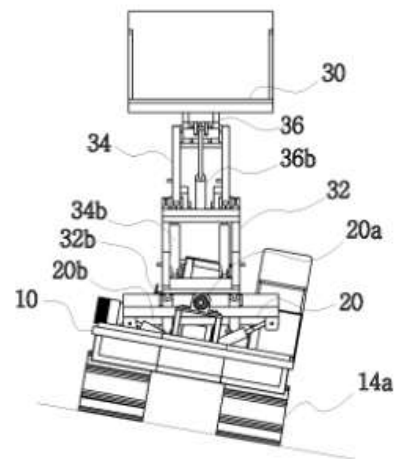


그림 26 특허(수평 유지식 고소작업차량)

등록특허 10-1008221호(농업용 고소작업대, 2011.01.07)에서는 엔진을 이용한 고소작업차량에서 전도방지 기구물로서 아웃트리거를 제시하였는데, 이는 아웃트리거에 의해

차량 전체가 지지되므로 차량의 이동 시에는 다시 한 번 아웃트리거를 올려 주는 과정이 요구되어 적절하지 않은 것으로 판단되며, 특허 10-1098336호(기울기 조절이 용이한 농업용 고소 작업대, 2011.12.19.)는 당사가 보유한 특허로 수평조절 시 상부작업대의 안정성 확보를 위해 하부, 기울기용, 상부작업대 등의 3단 프레임을 구성하고 전후좌우 수평조절이 가능하도록 한 것이 큰 특징이다. 수동에 의한 조절 방식이지만 고소작업차 관련 기울기 조절에 의한 수평유지장치의 최초 특허라 할 수 있다.

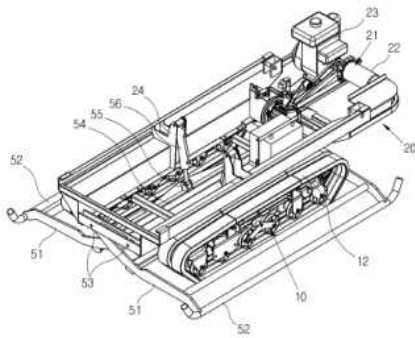


그림 27 특허(농업용 고소작업대)

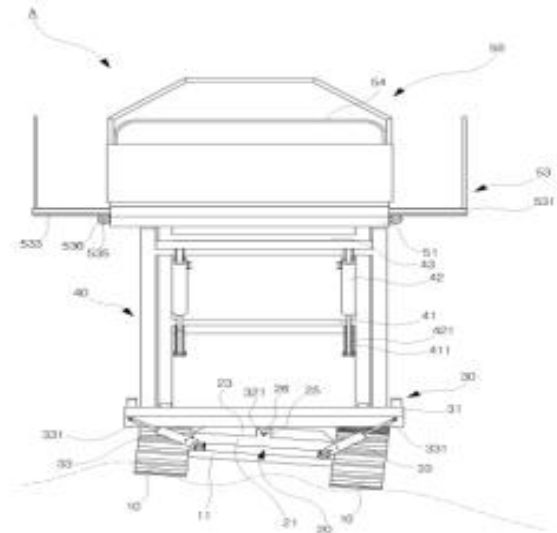


그림 28 특허(기울기 조절이 용이한 농업용 고소작업대)

국의 특허의 경우에도 일반 산업용 고소작업대나 차량의 높이 조절장치 등에 대한 특허 이외에 농업용 다목적 고소작업차에 대한 특허는 없는 것으로 나타났다. 특허 검색에서 유사 건수로 조회된 특허의 경우 일반 산업용 고소작업대의 연결장치 및 안전장치에 관한 것으로 나타났다.

일본특허 高所作業車 (22195566, 2010)에서는 경사지에 대비 고소작업을 원활히 수행할 수 있는 붐형 고소작업대의 수평제어방법에 대해 기술한 예가 있다.

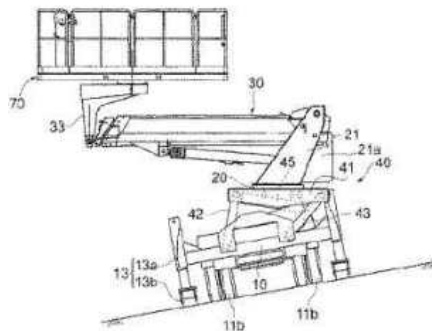


그림 29 특허(고소작업차, 일본)

### 3) 1차 시작기 설계 및 제작

#### (1) 기본 설계 및 제작

본 연구에서는 과수, 조경 및 고소나무 작업 장비의 국산화 촉진 및 기존 고소작업차의 성능 우위성 확보를 통해 농가의 작업능률 향상 및 노동력 절감, 기계의 이용효율을 높일 수 있는 붐 형태의 다목적 직립형 고소작업차를 개발하는 것이 최종목표이며, 직립형 고소작업차의 기본 설계에 따른 1차 시작기 제작 및 시험용 제어부 제작을 목표로 하여 주행 및 프레임부, 마스트 시스템, 모터 제어드라이브 및 컨트롤러, 유압시스템 등으로 구성하여 각 부분별 상세 내용과 설계 검토 사항을 정리하였다. 하단의 그림은 설계된 1차 시작기의 도면을 나타낸 것이다.

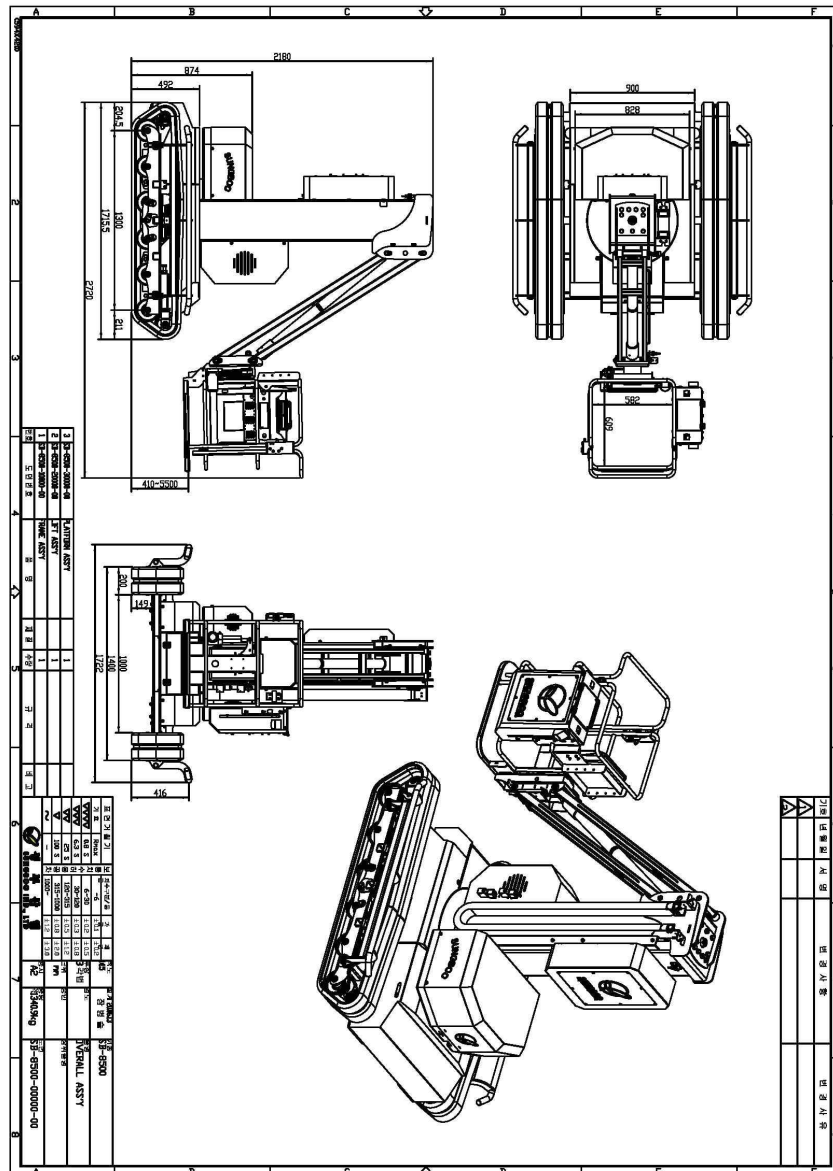


그림 30 1차 시작기의 설계도면(총조립도)



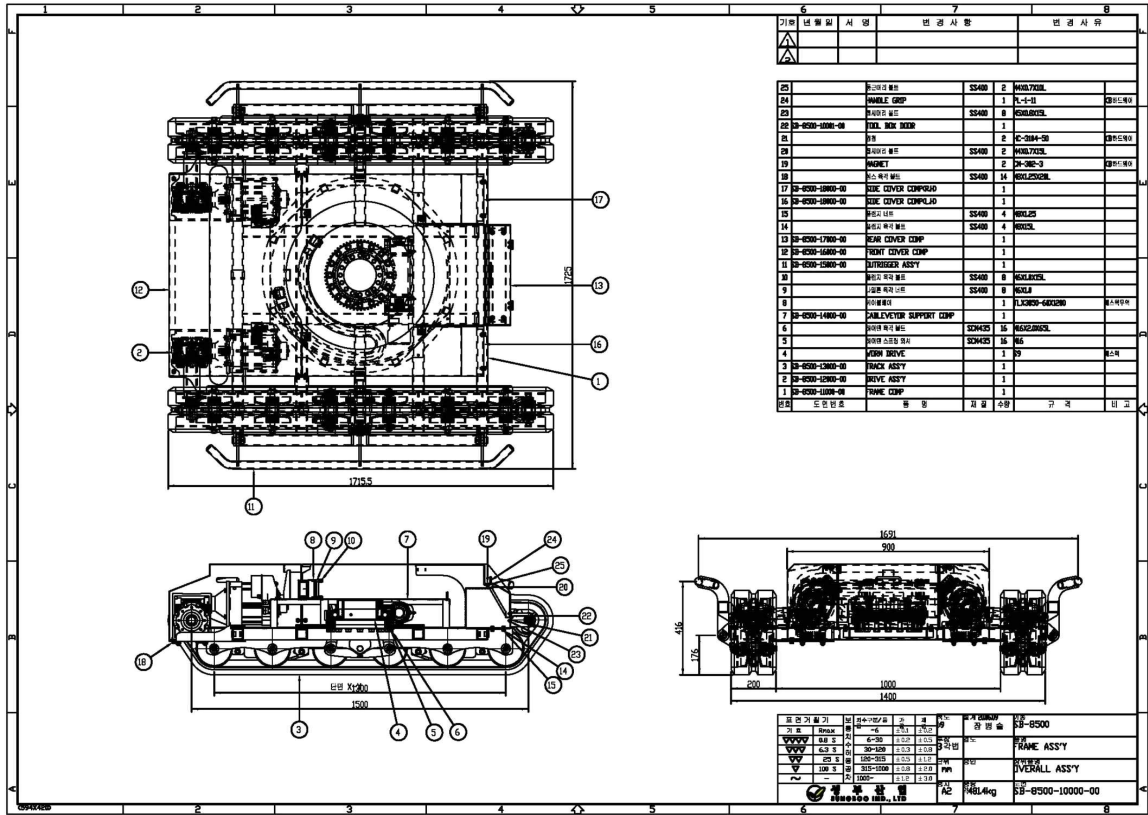


그림 31 주행 및 프레임부 도면

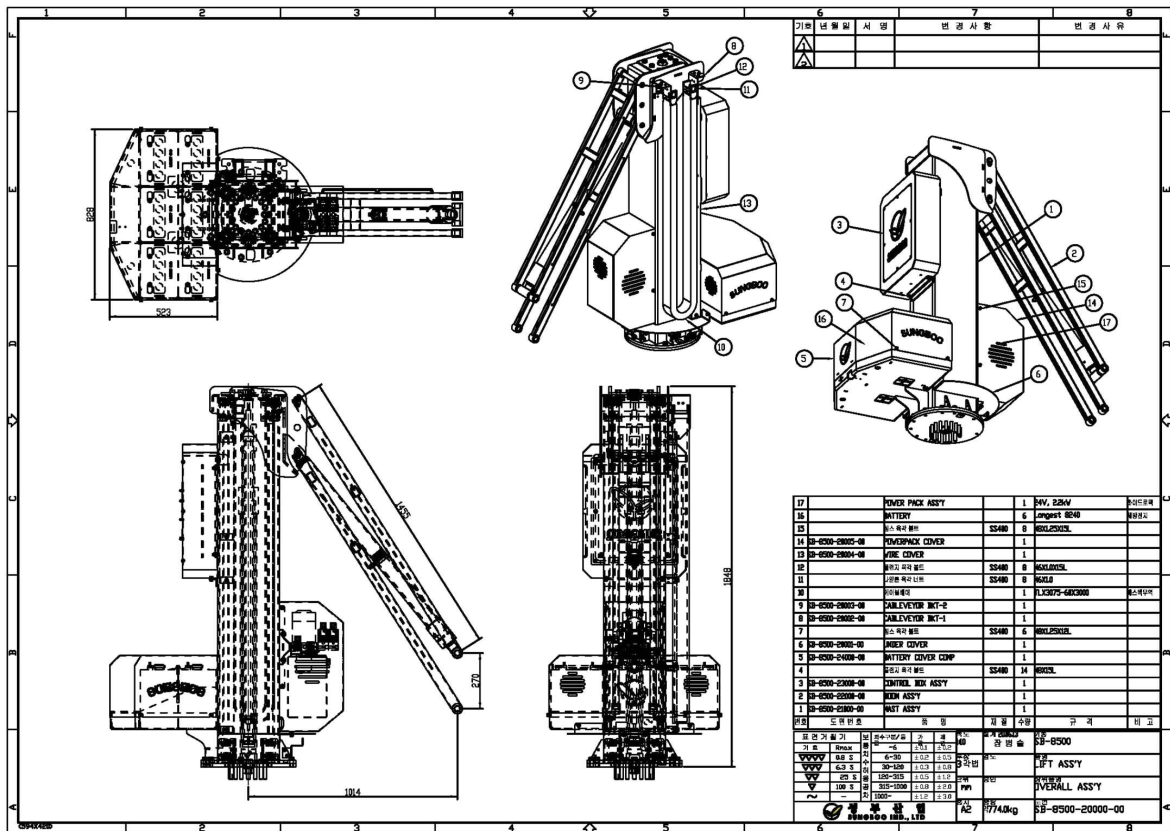


그림 32 마스트 및 붐 도면

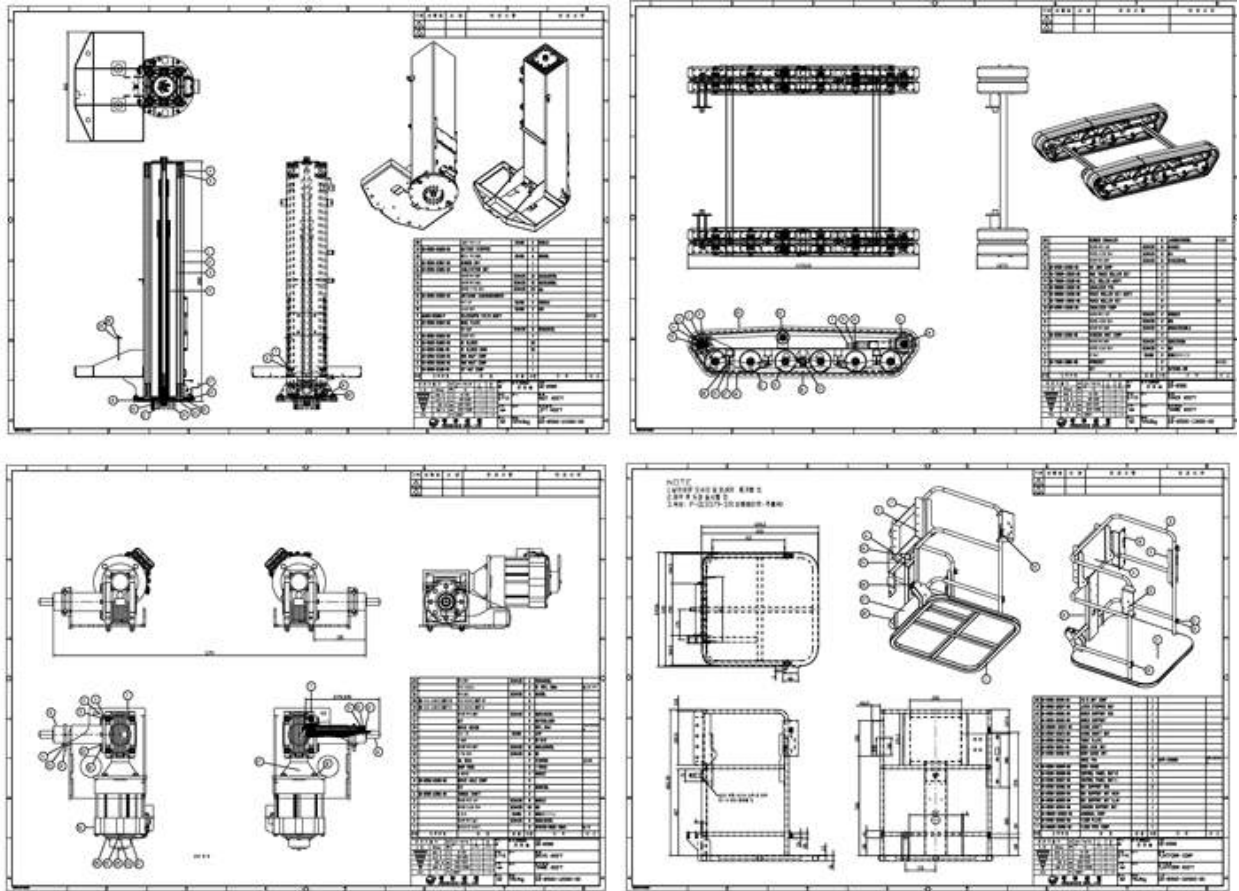


그림 33 각 부의 도면 (발취)

최초 설계를 토대로 여러 가지 수정 및 보완작업을 거쳤으며 현장에서 시험 운행하면서 발생하는 각종 문제점들을 파악하여 수정하고 최적설계하고자 하였다. 1차 설계에 의해 시제품을 조립하여 체크하였으며 3D 프로그램에 의한 설계를 토대로 최종 3D 모델링 작업에 의한 검증을 진행하였다.

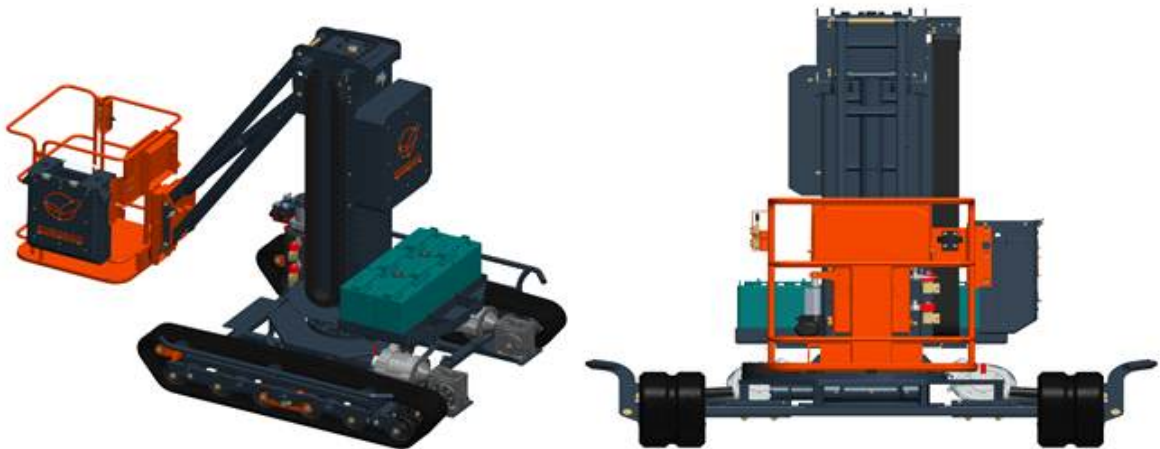


그림 34 1차 시작기 3D 모델링

## (2) AC모터를 이용한 주행장치 설계, 제작

모터는 앞서 용량을 가선평하였으며, 당사의 기존 연구결과에 따라 경사지 험로 주행 등을 원활하게 하기 위해 직권모터, BLDC 모터 등의 단점을 보완하여 용량에 맞게 개발된 AC 모터를 독립적으로 적용하였다.

일반적으로 모터가 회전하면 역기전력이 발생하는데, 이 역기전력의 형태에 따라 구형과 및 정현파 모터가 있다. 일반적으로 많이 사용되는 BLDC (BrushLess Dc Motor)는 브러쉬가 없는 모터를 표현하는 것인데, 브러쉬가 없는 모터 중 역기전력이 구형과와 정현파인 모터가 존재하다 보니 구분이 필요해졌다. 따라서 좁은 의미로 BLDC라고 하면 구형과 역기전력을 가진 brushless dc motor를 의미하며, (BL)AC는 정현파 역기전력을 가진 brushless dc motor를 의미한다. 모터에 흐르는 역기전력 위상과 전류 위상을 같은 상으로 제어하면 토크 제어 입장에서 매우 유리하기 때문에 본 과제에 적용될 모터는 AC 모터의 제어 형태를 가진다.

한편, 좁은 의미의 BLDC는 구형과 형태이기 때문에 전류를 구형과 형태로 제어하려면 6-step형태의 구동방식을 사용하게 되는데, 비교적 간단한 회로와 제어 알고리즘이 된다. 그러나, AC모터는 역기전력이 정현파 형태이므로 전류도 정현파 형태로 인가되도록 해야 하기 때문에 모터 제어 컨트롤은 조금 복잡한 형태가 되지만, 성능측면 (토크 리플, 속도 추종성능 등)에서 보면 BLDC 보다 훨씬 좋은 성능을 지니게 된다.

특히, 직립형 고소작업차는 경사지 등 험로 주행이 많고 정밀한 제어가 가능해야 하기에 AC모터를 적용하였으며, 기어박스를 제작하여 모터 드라이브를 통해 최적 연동제어가 되도록 하였다.

원활한 구동 및 제어를 위해 DC48V, 2kW AC모터 2대를 양쪽에 독립적으로 적용하였다. 다음에 주행장치부의 주요 구조와 사양과 주행부 조립상태를 나타내었다.

표 4 1차 시작기 주행장치의 주요 사양

항 목		특 징	
AC모터	전압	V <sub>DC</sub>	48
	출력	W	2,000
	회전속도	rpm	2,660
감속기	감속비	-	50:1
무한궤도	형식	-	HWK 200x72x51L





그림 37 1차 시작기 주행부 제작

### (3) 직립 리프트를 위한 텔레스코프형 마스트 시스템 설계, 제작

높은 곳의 작업을 가능하게 하기 위해 직립형의 마스트 시스템과 붐을 적용하여 작업영역을 보다 넓게 적용할 수 있도록 구성하였다.

직립 상승 마스트 시스템의 구성을 위해 3단의 텔레스코프형 실린더를 활용하여 원하는 높이까지 직립상승이 가능하도록 구성하였으며, 끝단에 붐과 작업대를 장착하여 작업영역을 보다 넓게 적용할 수 있도록 구성하였다.

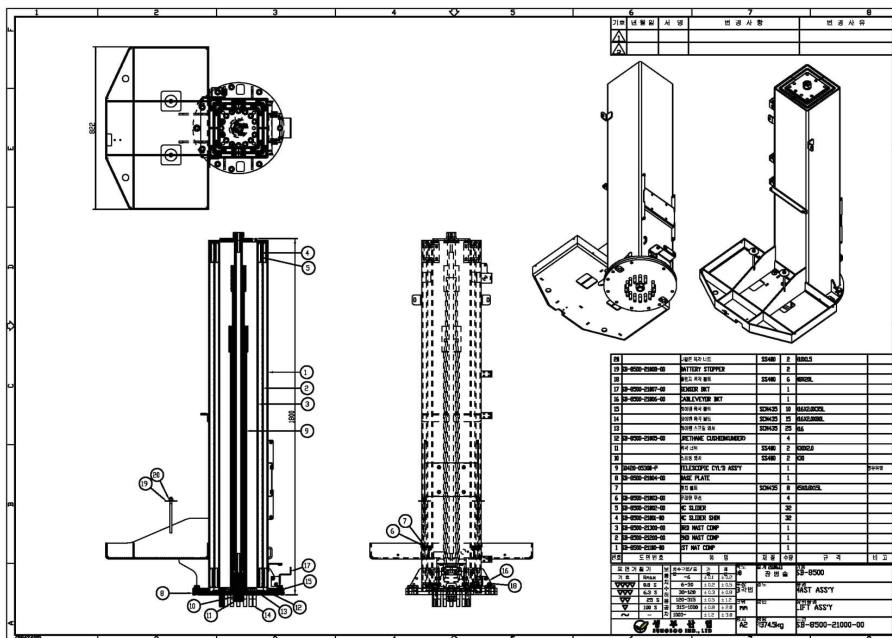


그림 38 직립형 마스트 시스템 제작 도면



그림 39 텔레스코프형 마스트 시스템 제작

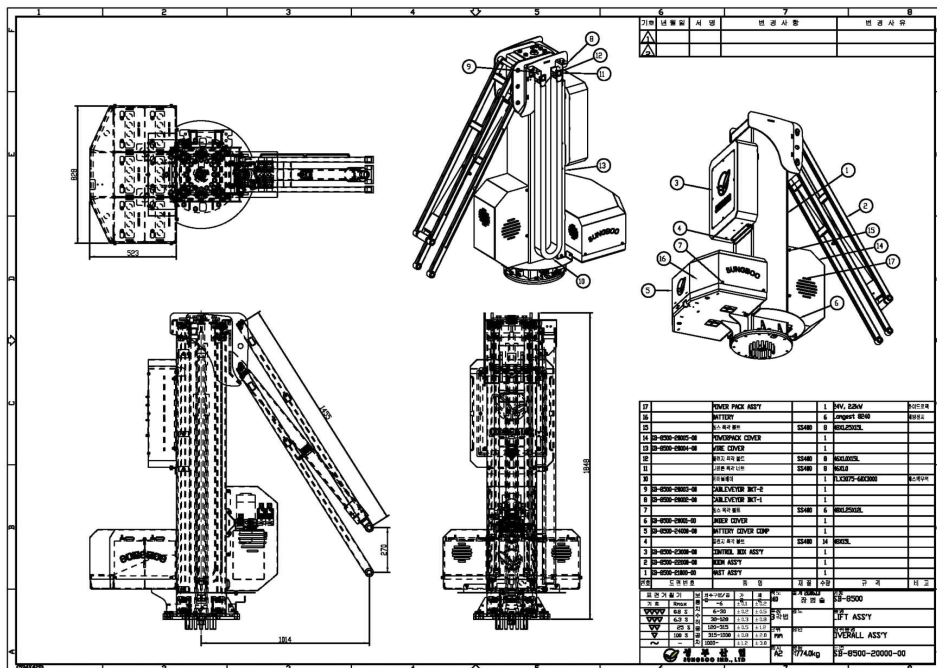


그림 40 마스트 시스템 및 붐 조립 도면

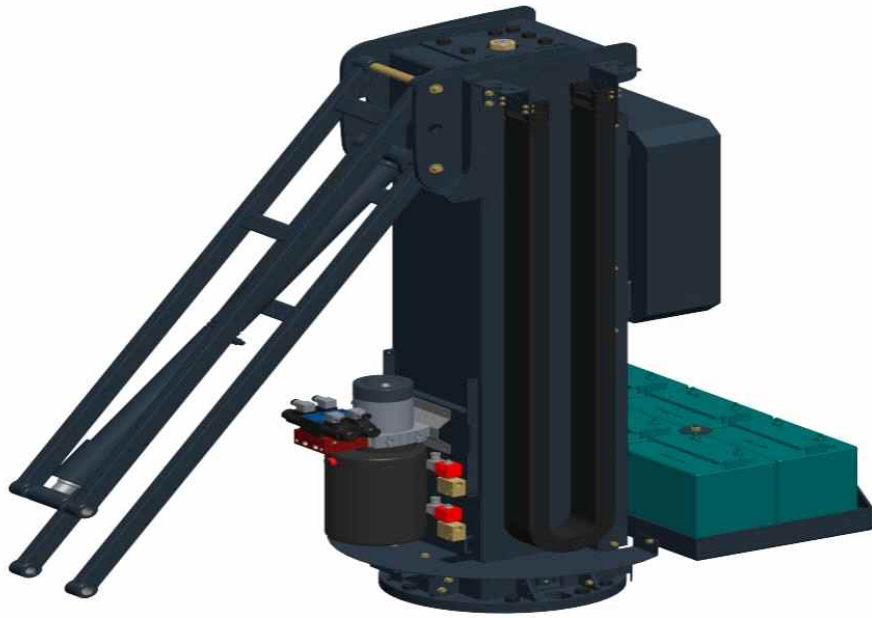


그림 41 마스트 시스템 및 붐 3D 모델링



그림 42 마스트 시스템 및 붐의 시작품 제작

붐의 끝단에 사용자가 작업을 안전하게 수행할 수 있는 작업대를 제작하였다. 작업대는 각종 컨트롤러 및 편의장치를 구성하였으며, 경사지에서도 안정된 작업이 가능하도록 각도를 조정하여 수평을 유지할 수 있도록 제작하였다.

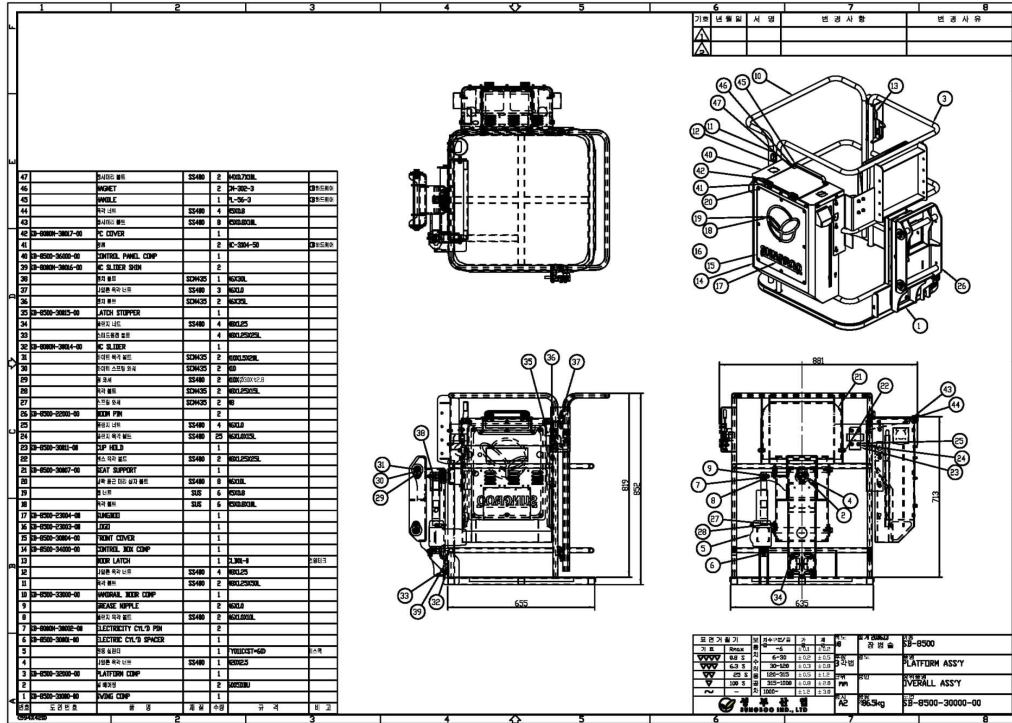


그림 43 작업대 제작 도면



그림 44 작업대 3D 모델링





그림 45 작업대 시작품 제작

#### (4) 전기모터 적용 유압시스템 설계 및 제작

직립형 고소작업차에서는 마스트 및 붐의 작동 등을 위해 유압장치가 사용되며, 유압장치는 다음 표와 같은 사양을 가지는 파워팩을 이용하였으며 유압펌프는 DC24V 2.2kW DC모터를 적용하여 구동하도록 하였다. 다음 그림에 파워팩의 기본 구성 회로도를 나타내었으며 릴리프밸브 및 체크밸브 등 기본 유압회로를 구성하였다.

전기모터를 활용하여 유압펌프의 용량을 조절함으로써 기존 솔레노이드 밸브의 개폐를 통한 액추에이터 작동보다 미세한 조절이 가능하여 고소작업에서의 안정성을 확보하였다.

표 5 1차 시작기 유압장치 사양

항 목			특 징
작동모터	전압	$V_{DC}$	24
	출력	W	2,200
유압펌프	용량	cc/rev	2.3
탱크	용량	L	8.0
성능	용량	L.P.M	5.3 (at 150bar)

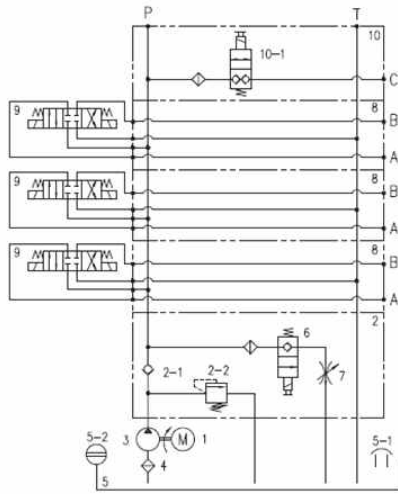


그림 46 유압 파워팩 회로도

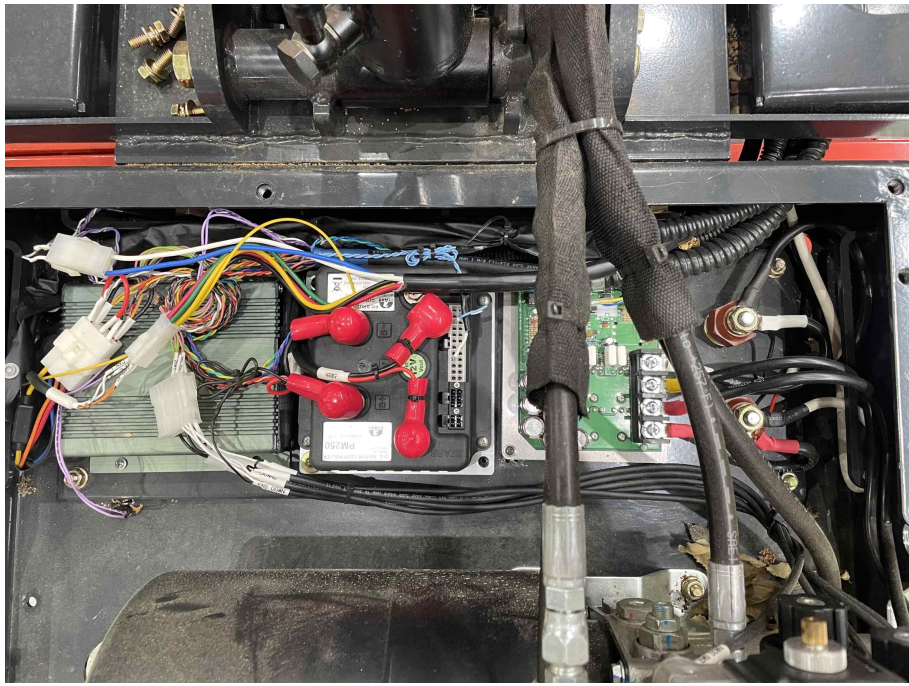


그림 47 유압시스템 제어부

**(5) 모터 제어드라이브 및 컨트롤러 설계, 제작**

직립형 고소작업차는 전동형으로 구성되었으므로 컨트롤러는 모터 드라이브와 작업자 조작 패널로 구성되어진다. 제어컨트롤러는 차체 전면 상단부에 박스를 구성하여 설치하였으며, 제어박스 안에 통합 컨트롤 PCB와 파워서플라이 및 부하에 따른 토크 및 속도제어 등을 담당하는 모터 드라이브, 유압 컨트롤러, 출력부를 함께 배치하였다.

모터 제어 드라이브는 ZAPI사의 AC모터 전용 드라이브인 FZ5510 모델을 적용하였으며 프로그래밍을 통해 두 개의 드라이버를 각각 마스터와 슬레이브로 구분지어 구동할

수 있도록 하였다.

메인 PCB에는 모터 구동, 유압구동, 각종 출력을 제어할 수 있도록 일체로 구성하였으며, 다음에 제어 구성도, 메인 PCB 회로 및 제작 결과와 드라이브 구동을 위한 펌웨어 소스 일부를 발췌하여 나타내었다.

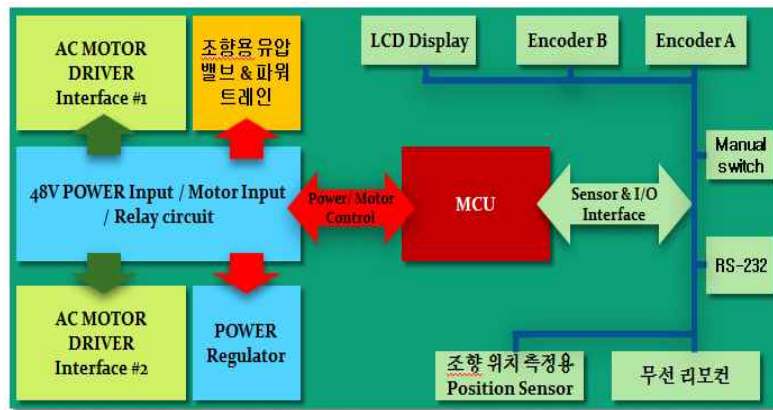


그림 48 제어 구성도



그림 49 모터 드라이브 구성

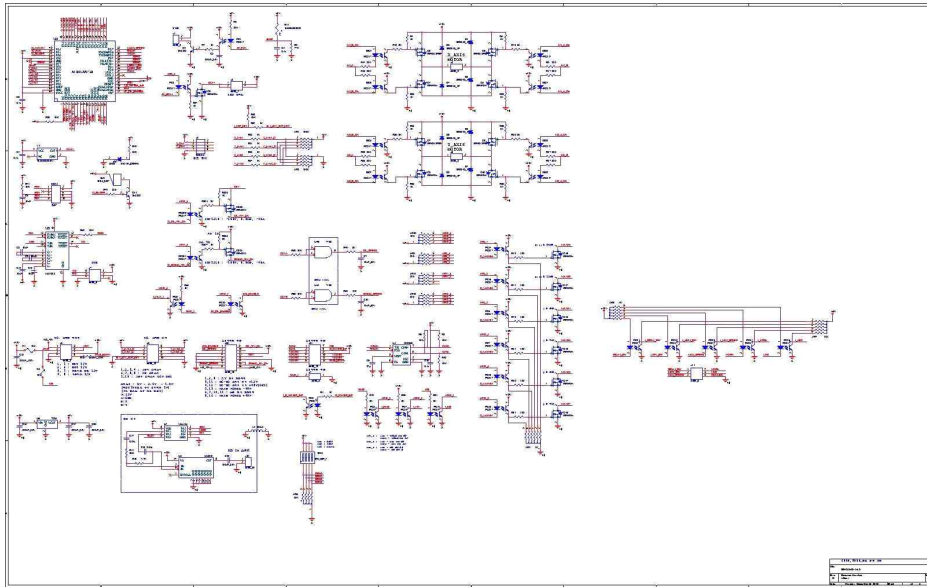


그림 50 메인 컨트롤러 PCB 회로도 1

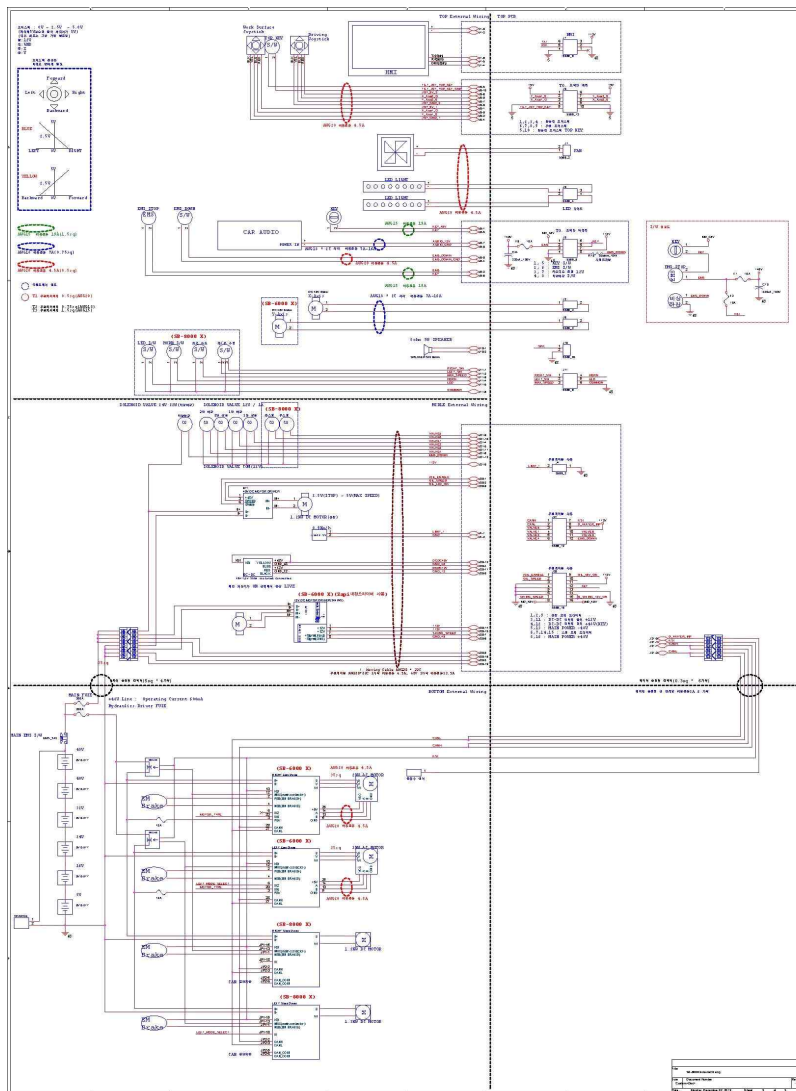


그림 51 메인 컨트롤러 PCB 회로도 2

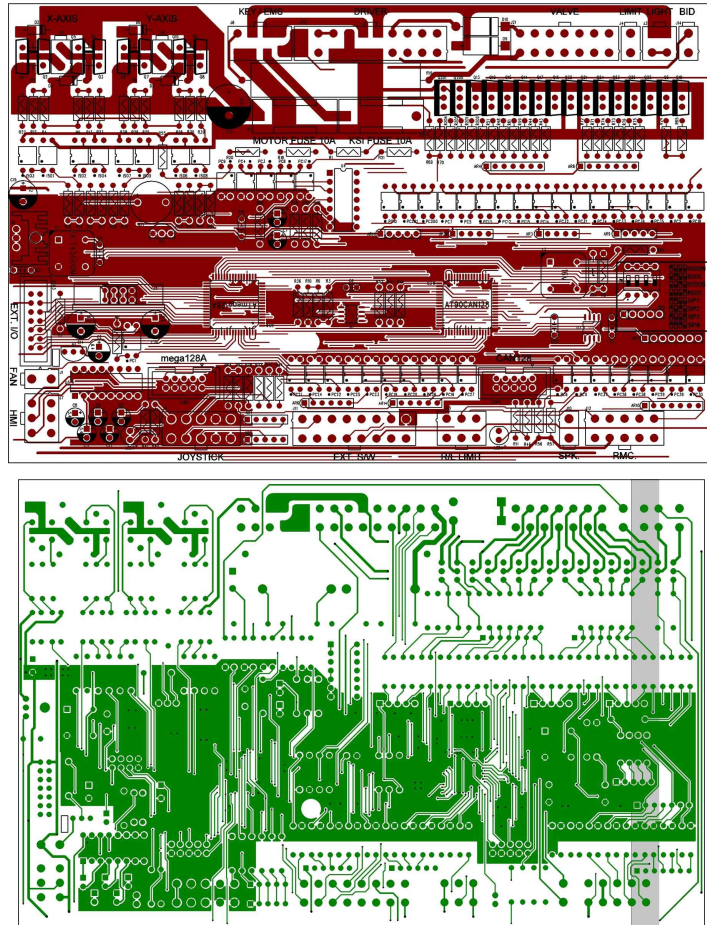


그림 52 메인 컨트롤러 PCB Artwork

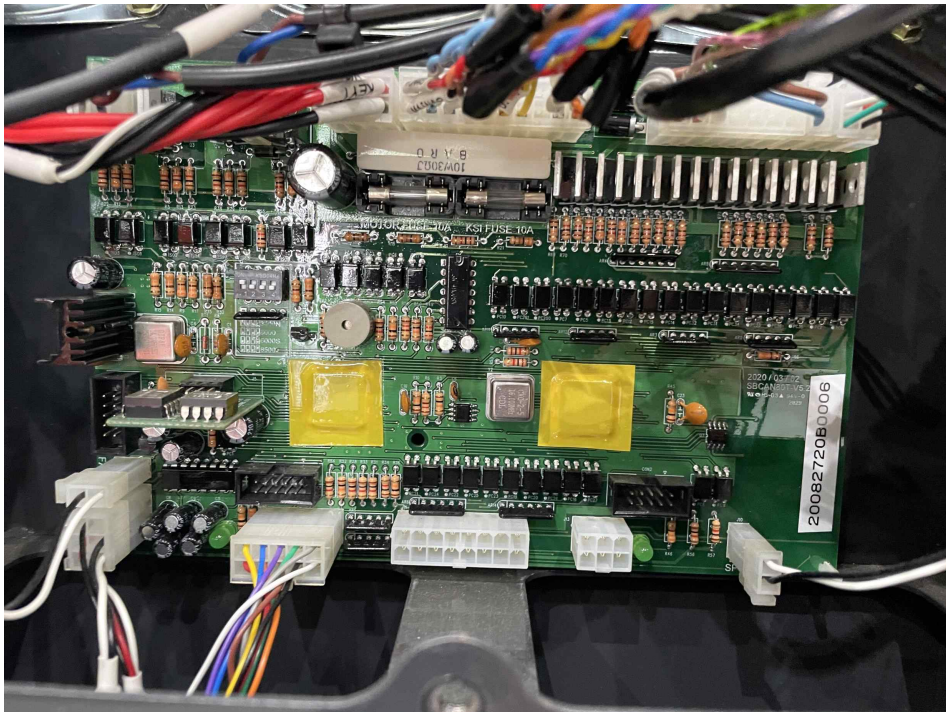


그림 53 메인 컨트롤러 PCB 제작

```

/*****
Chip type           : ATmega128A
Program type        : Application
AVR Core Clock frequency: 14.745600 MHz
Memory model        : Small
External RAM size    : 0
Data Stack size     : 1024
*****/

#include <mega128a.h>
#include <delay.h>
#include "global.h"
#include "init.h"
#include "PORT.h"
#include "serial.h"
#include "oil.h"

// USART1 관련 변수 //////////////////////////////////////
u08 RxBuffer1[TXRX_BUFFER_SIZE];
u08 TxBuffer1[TXRX_BUFFER_SIZE];
u08 TxBufferTemp1[TXRX_BUFFER_SIZE];
u08 RxBufferCopy1[TXRX_BUFFER_SIZE];
u08 RxBufferIndex1;
u08 RxPacketLength1;
u08 PacketReady1;
u08 Crc_Sum1;

```

그림 54 메인 컨트롤러 펌웨어 (발췌)

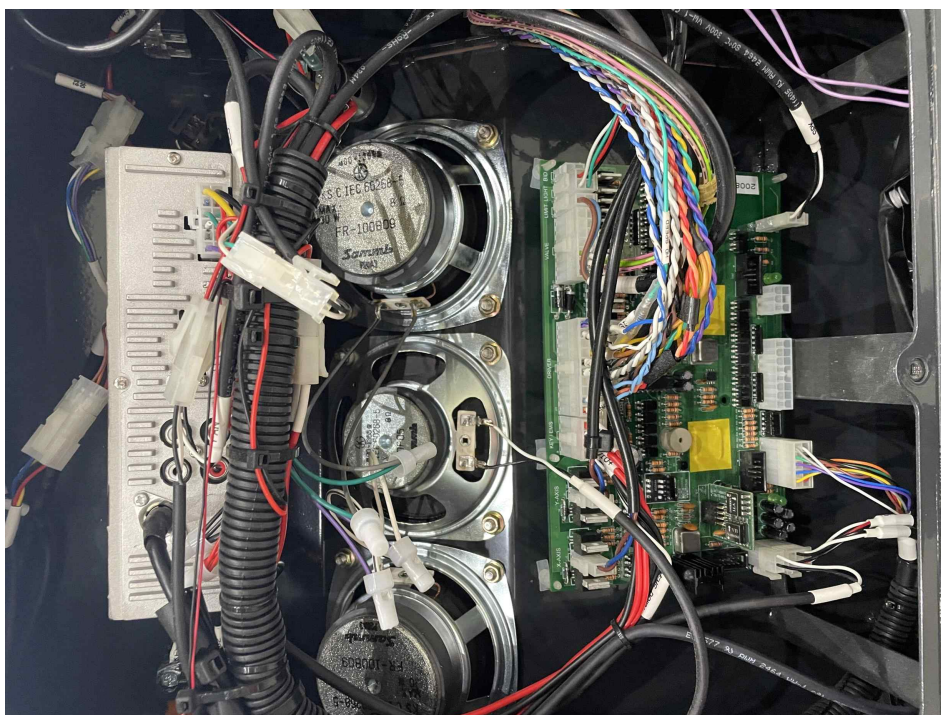


그림 55 메인 컨트롤러 조립

직립형 고소작업차 조작을 위한 조작 컨트롤러는 터치스크린을 적용하여 여성 및 고령자도 간편하게 조작이 가능하도록 하였으며, 레버 1개로 주행 및 방향전환이 용이하도록 설계 및 제작하였다.



그림 56 조작패널 제작

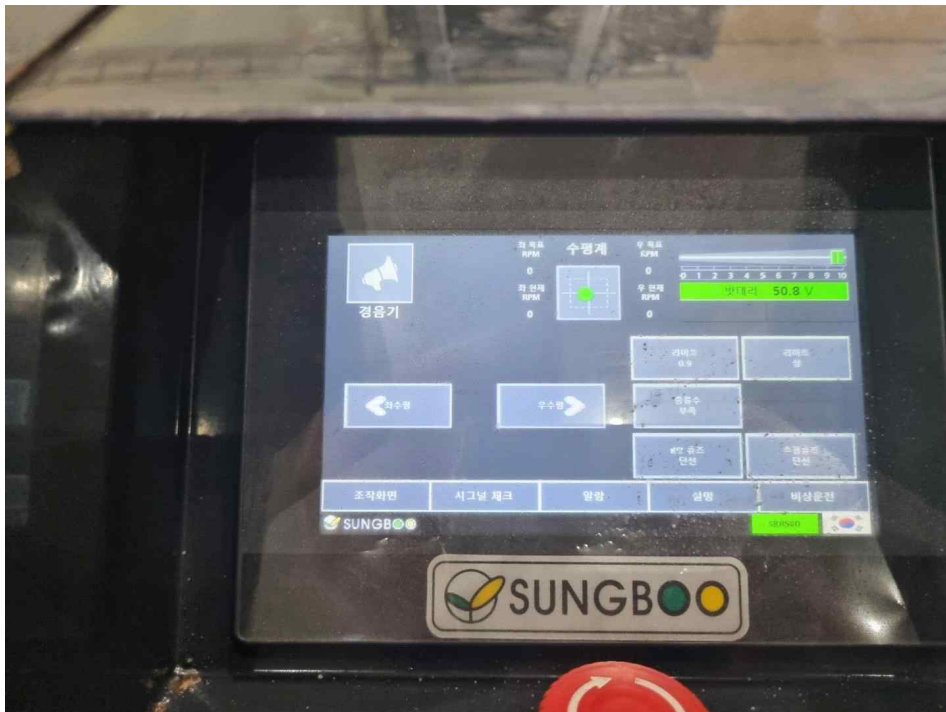


그림 57 터치스크린 적용 및 시험

특히, 터치 패널을 적용한 조작 컨트롤러에는 각종 사용자 설정 내용을 포함하여 편리한 작업이 되도록 구성이 되어 있으며, 기계의 상태도 모니터링할 수 있도록 구성하여 차년도에 간편한 제품 관리가 될 수 있도록 구성할 계획이다.



그림 58 터치패널 설정 조작 화면

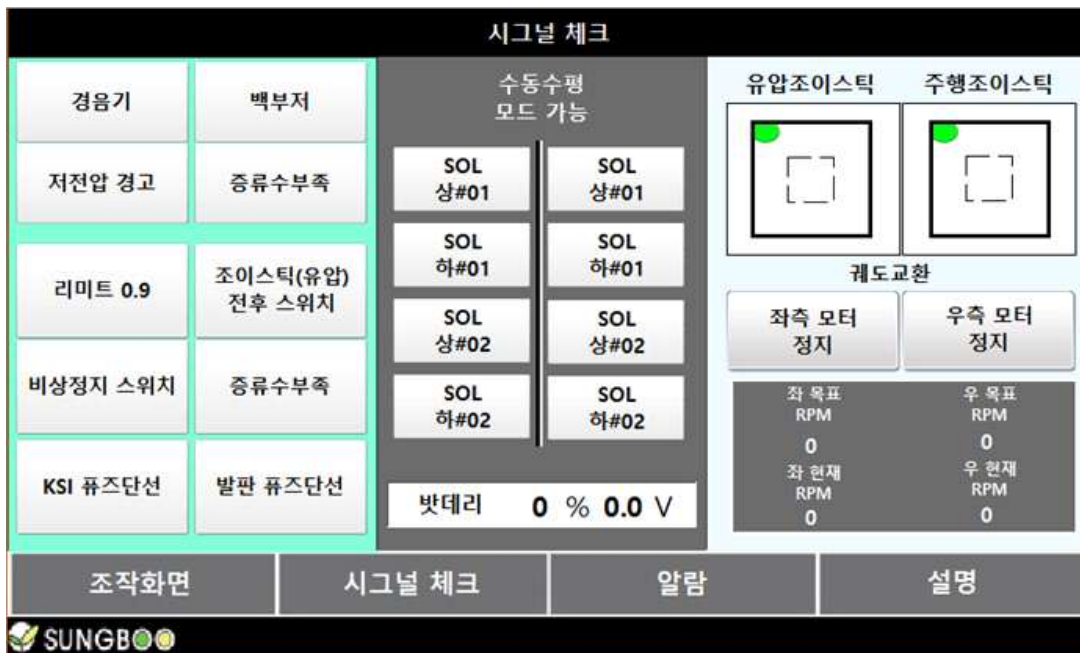


그림 59 터치 패널 기계 상태 모니터링 화면



## (6) 1차 시작기 제작 및 검토

### 가) 1차 시작기 제작

상기 기본 설계 및 구조해석 결과를 토대로 제작된 최종 시작기의 사양은 다음 표와 같다. 다음의 사양에 의거 1차로 제작된 시작품은 다음 그림과 같으며 추가 성능 시험 및 구조적 문제 등을 분석하여 개선점 파악 및 추가 시작기 제작의 기초 자료로 활용하고자 한다.

표 6 1차 시작기의 주요 사양

항 목		특 징	
형식	-	-	봄 직립상승형 무한궤도식(전동)
제원	크기(L×W×H)	mm	2,720×1,722×2180
	중량	kg	1,470
	축간거리	mm	1,300
	적재정량(제품 규정)	kg	100
작업대	크기(L×W×H)	mm	609×582×818
	수평제어	-	수평유지
변속장치	변속방식	-	전류량 제어식
조향방식	형식	-	조향레버식, 원격제어
무한궤도	-	-	HWK 200x72x51L
제동장치	-	-	전자브레이크
전동기	전압 및 출력	-	48V, 2.0kW (2개)
축전지	전압 및 용량	-	8V, 240AH (6개)
유압장치	형식 및 최대유압	-	기어식, 최대유압 15MPa



그림 60 1차 시작기 최종 3D 모델링 조립도



그림 61 1차 시작기 제작

## 나) 기본 시험

제작된 1차 시작기를 토대로 직립형 작업영역 확보 작동 시험, 전도 시험 등 문제점 보완을 위해 다양하고 지속적인 시험을 다음과 같이 실시하였다.

시험은 작업자가 직접 탑승한 상태에서 실시하였으며, 전도시험은 당사에 구비된 안전장비를 이용하여 실시하였다.



그림 62 텔레스코프형 마스트 시스템 작동시험

직립 리프팅을 위한 마스트 작동시험에서는 상승 및 하강에 큰 문제는 없었으나, 2, 3단의 실린더가 작동할 때 무게의 차이로 작동속도가 빨라지는 현상이 나타났다. 이는 고소작업에서 안정성에 무리가 있는 것으로 판단되어 최종 시작기에는 개선이 필요한 사항으로 판단된다.

아래 그림은 직립형 고소작업차의 작업영역 확보를 위한 텔레스코프형 마스트 시스템 및 붐의 작동 시험으로 작업자가 탑승한 상태에서 조작을 통해 안정된 작업이 가능하고 충분한 작업 공간 확보가 가능함을 확인하였다.



그림 63 작업영역 확보를 위한 작동시험

다음 그림은 당사에 설치된 간이 전도시험 장비를 활용하여, 고소작업차에서 가장 중요한 요소인 전도시험을 실시하였다. 전도시험은 마스트시스템 및 붐을 최대한 작동시킨 상태에서 실시하였으며, 최대 15° 에서도 전도는 일어나지 않아 만족할 정도의 성능을 확인할 수 있었다.



그림 64 전도시험

상기 1차 시작기 제작 및 간단한 기본 시험을 토대로 제품의 안정성 확보에 주력을 두어 최종 시작기를 제작할 예정이며, 도출된 문제점 특히, 직립형 마스트 시스템에 대한 보완 등에 개선점을 확인하여 최종 양산화하여 사업화하고자 한다.

#### 4) 수정 시작기 설계 및 제작

##### (1) 기본 설계

1차 시작기를 제작함으로써 직립형 고소작업차의 기본 설계 및 간이 시험용 제어부 제작을 통해 기본 성능을 확인하였다. 그러나 직립 리프팅을 위한 마스트 작동시험에서는 상승 및 하강에 큰 문제는 없었으나, 2, 3단의 실린더가 작동할 때 무게의 차이로 작동속도가 빨라지는 현상이 나타났다. 이는 고소작업에서 안정성에 무리가 있는 것으로 판단되어 최종 시작기에는 이를 개선하고 보완 사항을 고려하여 수정 시작기를 제작하여 양산화하였다.

최종 시작기 제작에서는 직립 리프팅의 안정성에 초점을 두고 설계하였으며, 성능 및 디자인을 고려하여 프레임, 주행부, 조향부, 직립 리프팅부, 컨트롤러 시스템 등으로 구성하였다. 하단의 그림은 설계된 수정 시작기의 주행부 도면 및 세부도면을 발췌하여 나타낸 것이다.

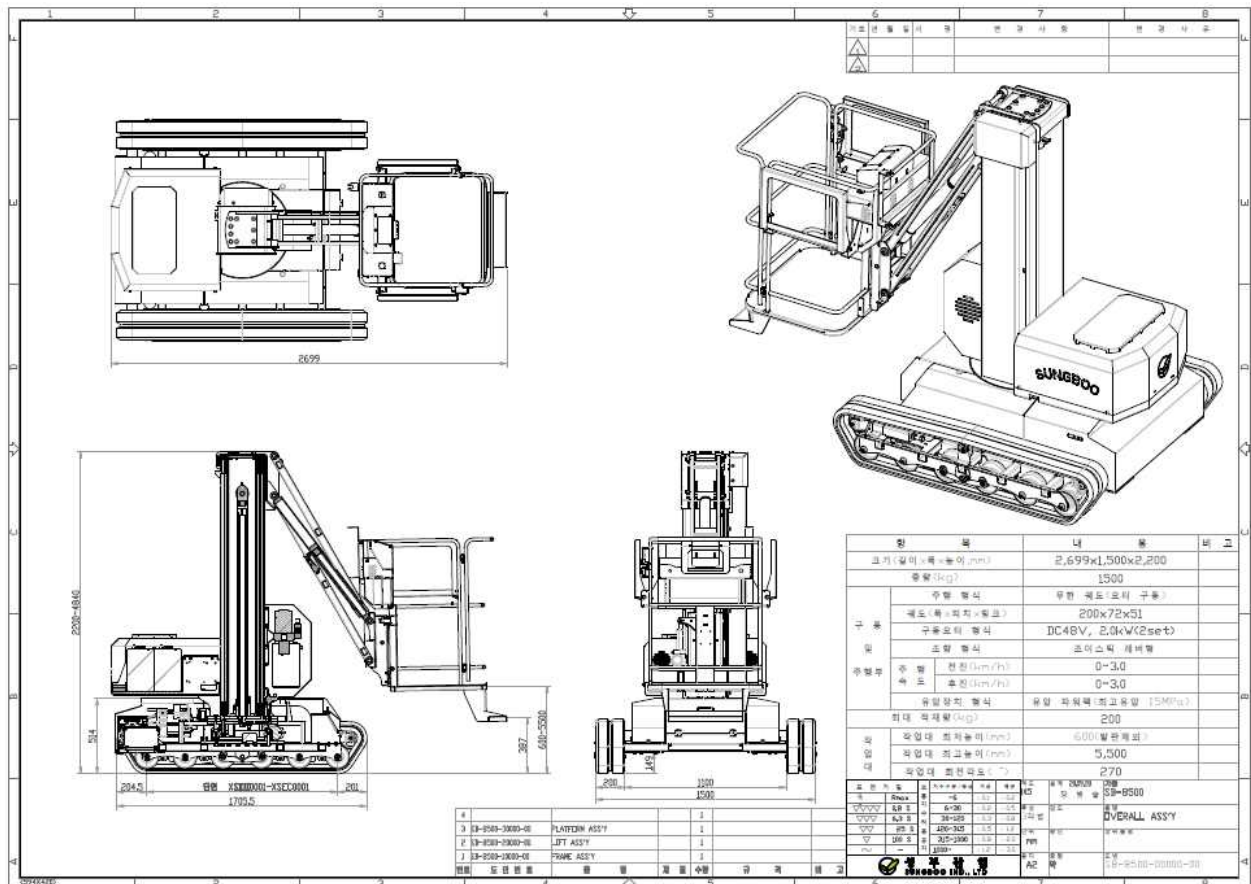


그림 65 수정된 최종 시작기 도면

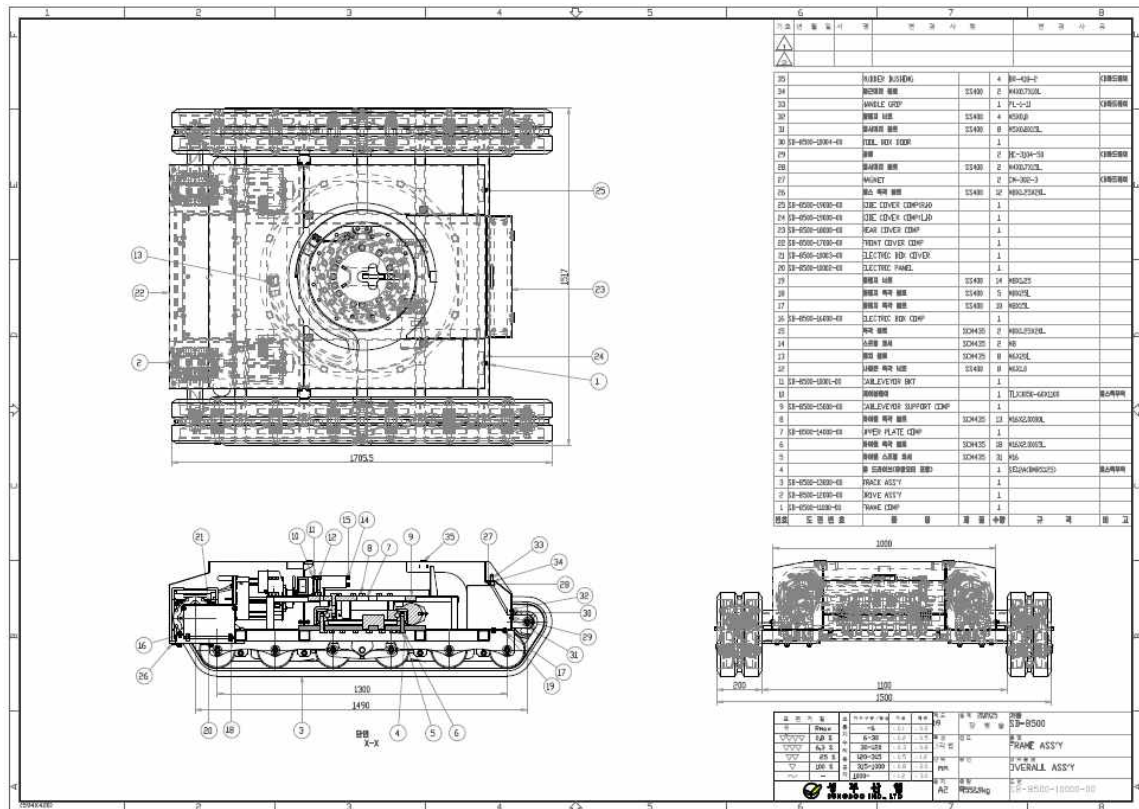


그림 66 주행부 시스템 수정, 보완 도면

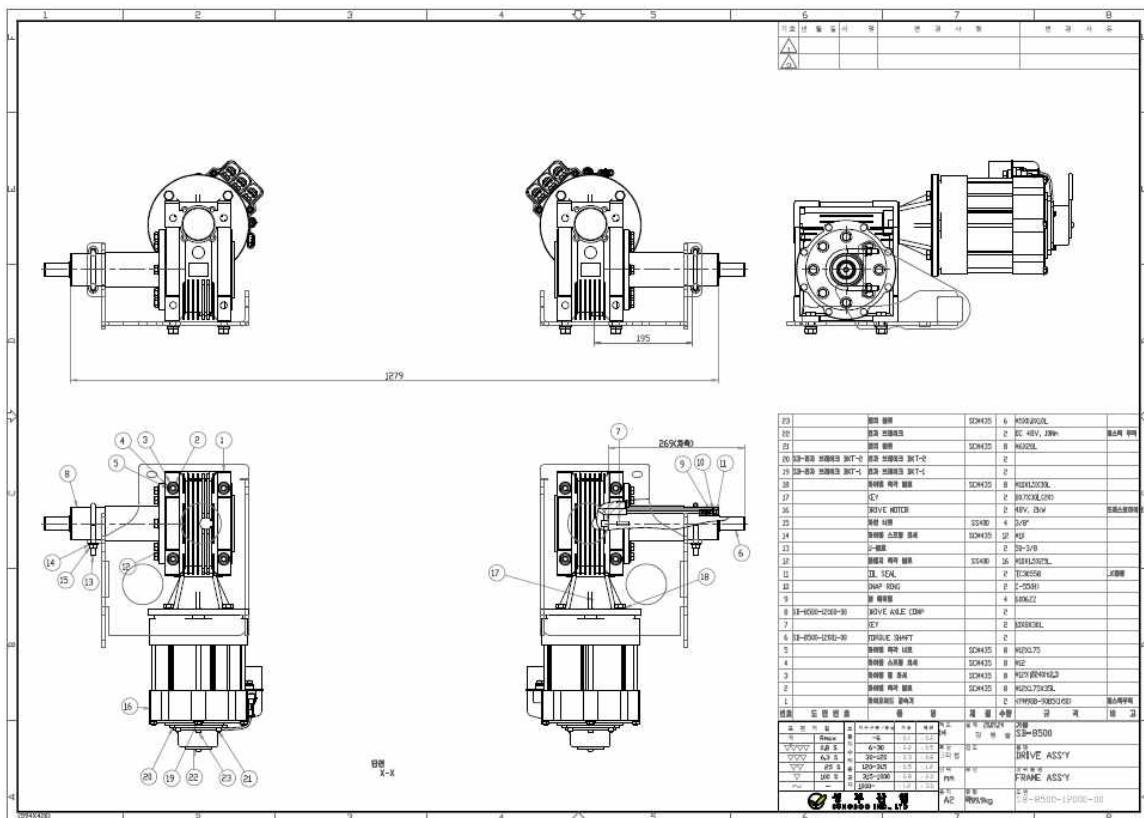


그림 67 주행 동력전달부 도면





## (2) 직립 리프트를 위한 체인형 마스트 시스템 설계, 제작

1차 시작기에서 직접 리프트를 위해 고안한 3단의 텔레스코프형 실린더를 활용하였는데 2, 3단의 실린더가 작동할 때 무게의 차이로 작동속도가 빨라지는 현상이 나타나 고소작업의 안정성을 저해하므로 개선이 필요한 상황이었다.

이에 따라 다양한 방법을 고려해 본 결과 동력전달이 비교적 원활하며, 안정성에도 문제가 없는 체인형 마스트 시스템을 설계 및 제작하였으며, 안정성을 확보할 수 있었다.

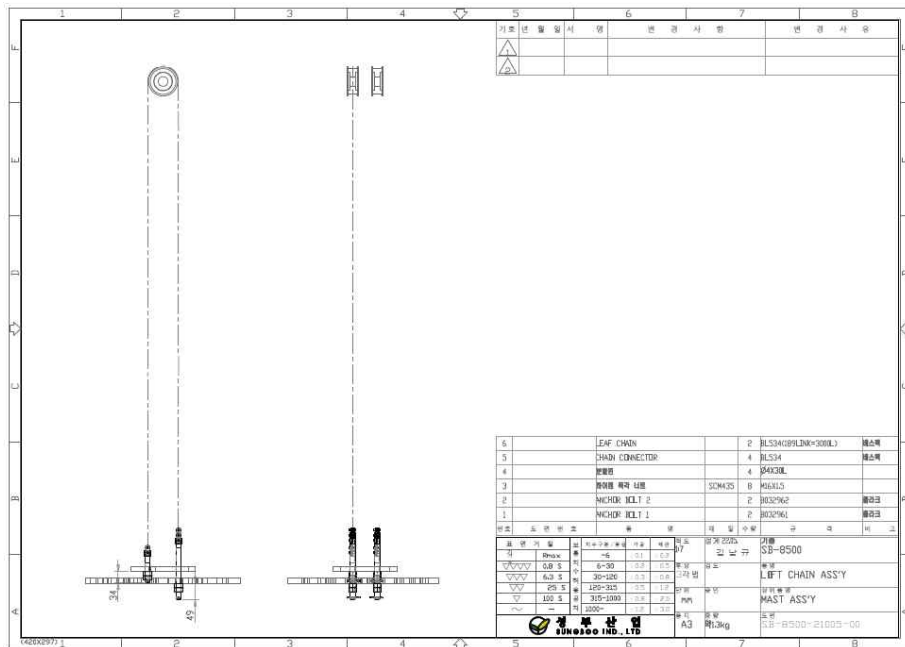


그림 70 체인형 마스트 시스템 체인 설계 도면



그림 71 체인형 마스트 시스템 제작

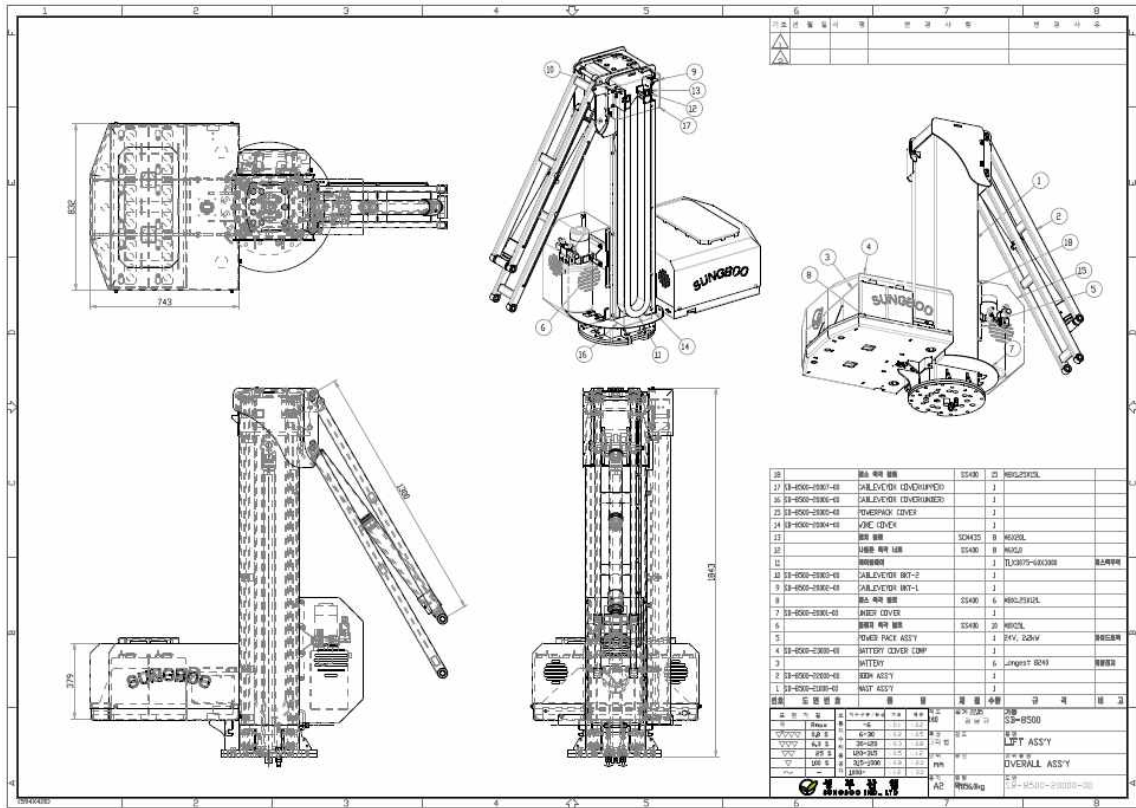


그림 72 체인형 마스트 시스템 및 붐 조립 도면



그림 73 마스트 시스템 및 붐의 제작

### (3) 모터 제어드라이브 및 컨트롤러 설계, 제작

모터 제어드라이브 및 컨트롤러는 1차 시작기 제작을 토대로 안정성을 확보하기 위해 수정 및 보완작업을 수행하였으며, 다양한 범용성 확보를 위해 추가로 제작하였다.

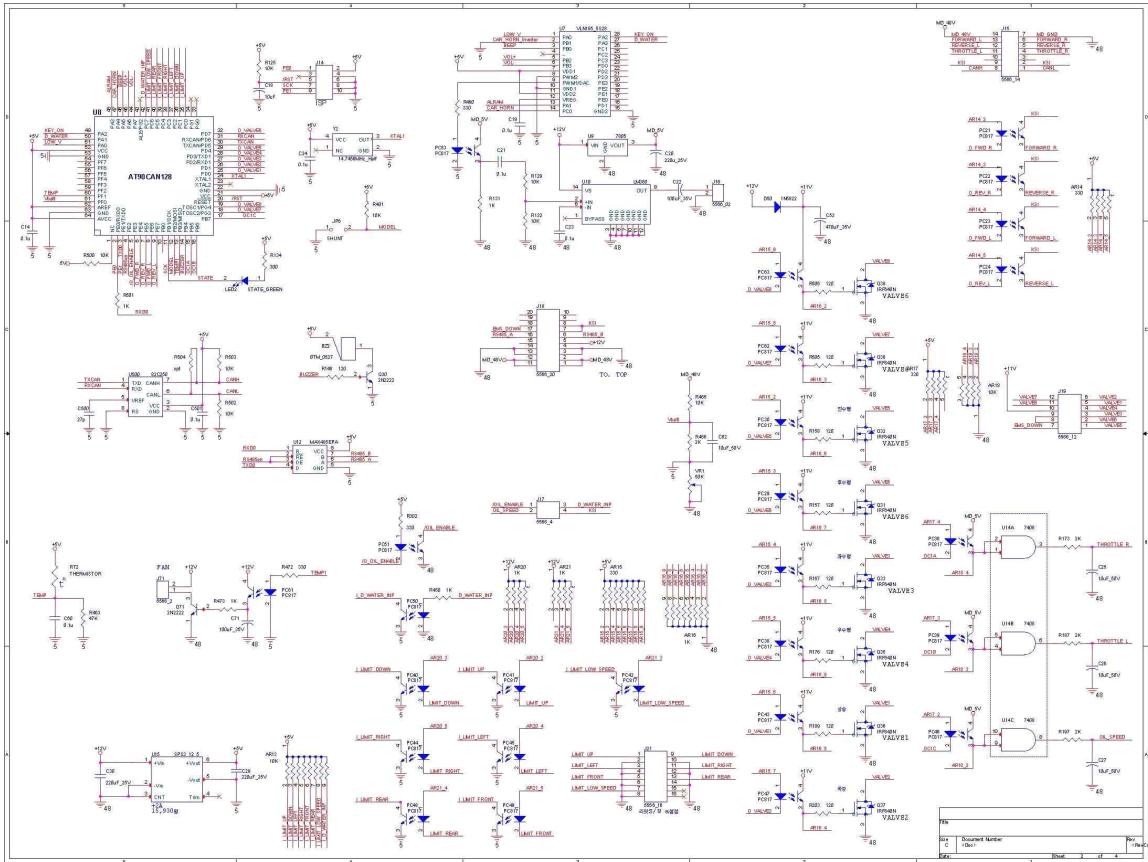


그림 74 수정된 메인 PCB 회로도

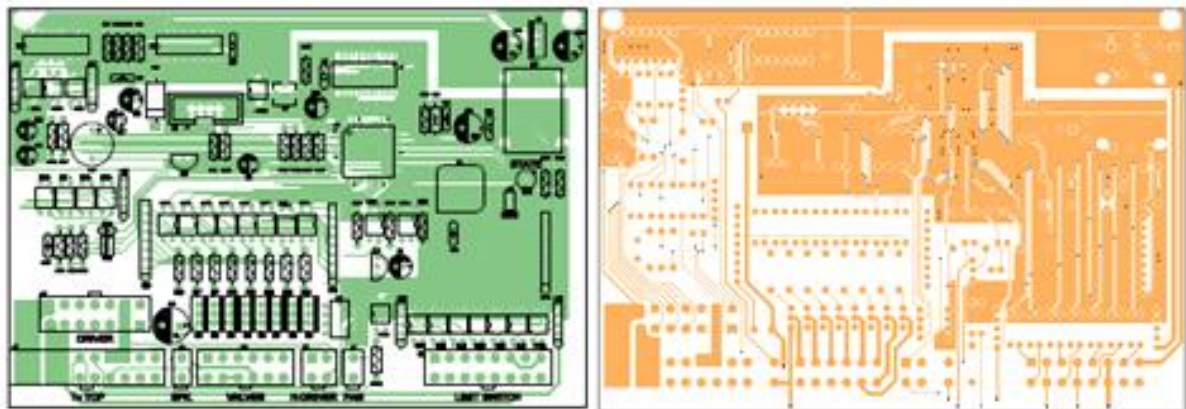


그림 75 메인 PCB Artwork

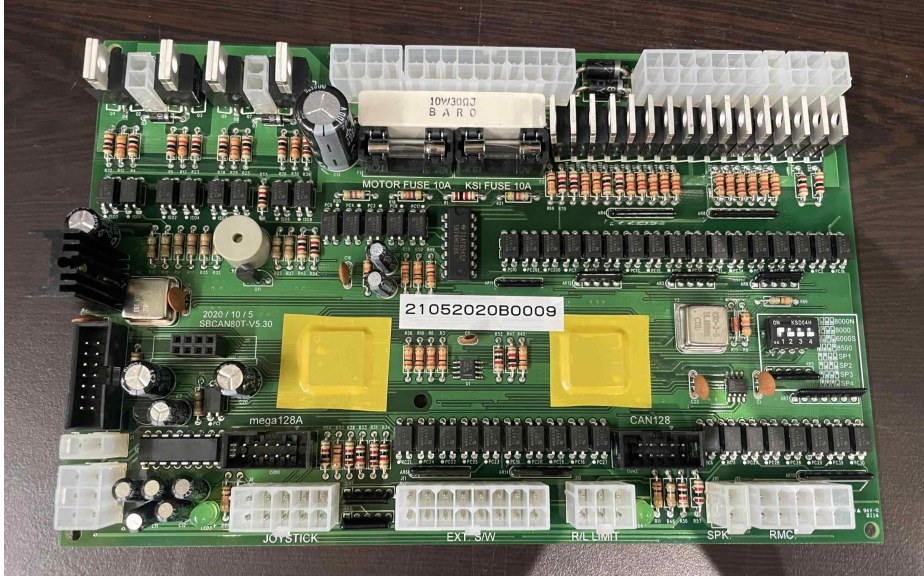


그림 76 최종 컨트롤러 PCB 제작

```
#include <90can128.h>
#include <delay.h>
#include "global.h"
#include "init.h"
#include "serial.h"
#include "can.h"

// 파라미터 변수 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
u08 PRM_LIMIT_SPEED = 5; // 작업대가 올라가다가 스피드 리미트스위치를 감지했을때 제한 속도
u08 PRM_SPEED_TILT_FRONT = 5; // 전 틸트 작동시 제한 속도 (범위:1~9)
u08 PRM_SPEED_TILT_REAR = 5; // 후 틸트 작동시 제한 속도 (범위:1~9)
u08 PRM_MAX_STEERING_ANGLE = 7; // 주행 선외 최대 각도 (범위:1~9)
u08 PRM_SPEED_STOP_TURN = 7; // 자러턴 최고 속도 (범위:1~9)
u08 PRM_SPEED_RMC_UP_SPEED = 5; // 리모컨 작업대 UP 속도 (범위:1~9)
u08 PRM_SPEED_RMC_DOWN_SPEED = 5; // 리모컨 작업대 UP 속도 (범위:1~9)
u08 PRM_X_Axis_Slope_ADJ = 140; // X축 기울기 센서 영점 조정
u08 PRM_Y_Axis_Slope_ADJ = 140; // Y축 기울기 센서 영점 조정
u08 PRM_SLOPE_SENSITIVITY = 2; // 기울기 센서 민감도(값이 커지면 오토틸트가 러프하게 위치를 잡는다.)
s08 PRM_OIL_MOTOR_V_ADJ = -3; // 오일모터 2.5V 영점 조정
u08 PRM_SPEED_AUTO_H = 5; // 자동 수평 속도 (범위:1~9)
u08 PRM_SPEED_JOY_UP = 5; // 조이스틱 UP (범위:1~9)
u08 PRM_SPEED_JOY_DOWN = 5; // 조이스틱 DOWN (범위:1~9)
u08 PRM_SPEED_JOY_RL = 5; // 조이스틱 Right/Left 속도 (범위:1~9)
u08 PRM_ACC_L_D = 2; // 상 하 유압 가속도 (범위:1~9)
/////////////////////////////////////////////////////////////////

u08 RAM_SDO_ACC_R;
u08 RAM_SDO_DEC_R;
u08 RAM_SDO_EBK_R;
u08 RAM_SDO_Motor_Type_R;
u08 RAM_SDO_ACC_L;
```

그림 77 펌웨어(발취)

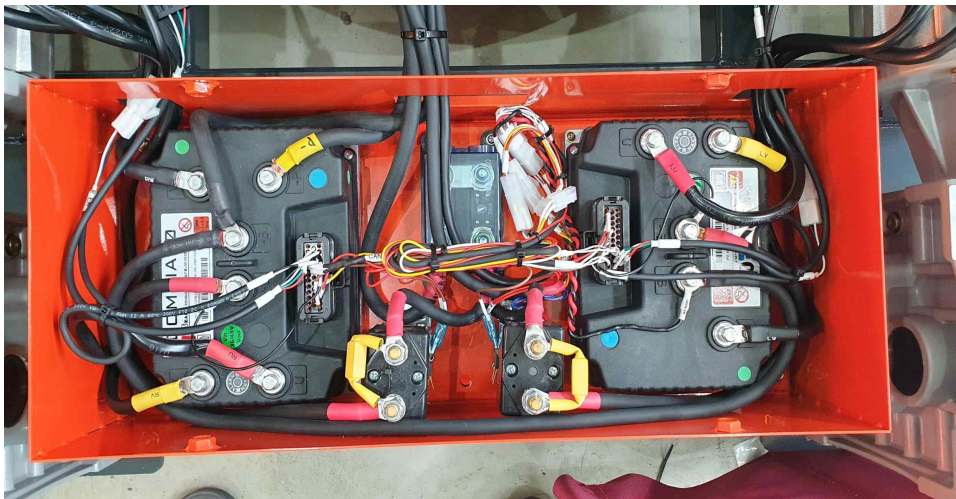


그림 78 모터 드라이브 장착 및 배선

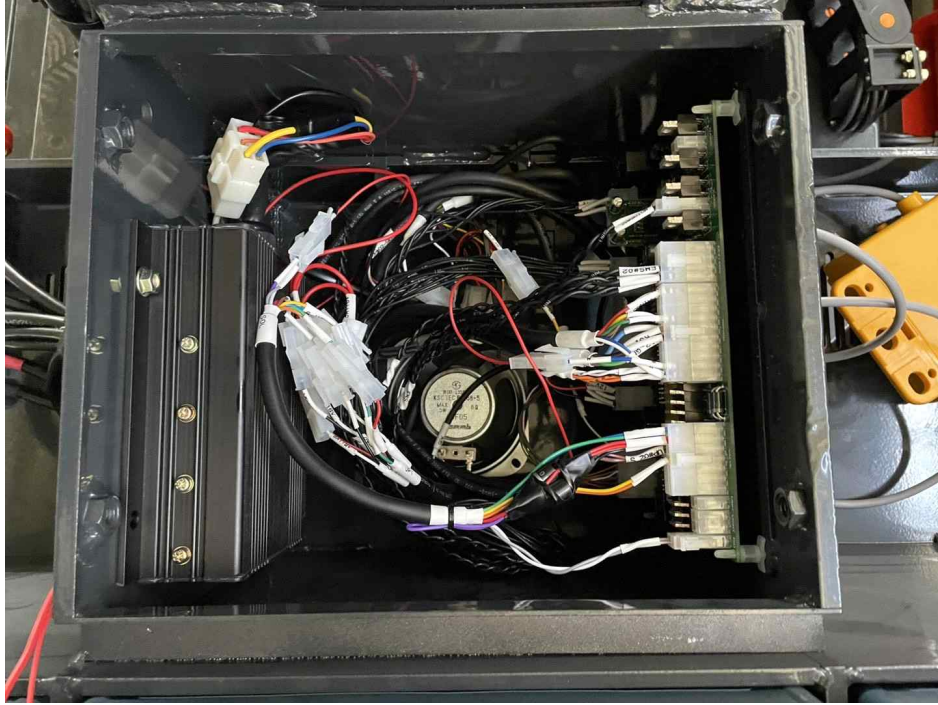


그림 79 메인 컨트롤러 조립 및 배선

직립형 고소작업차 조작을 위한 조작 컨트롤러는 터치스크린을 적용하여 여성 및 고령자도 간편하게 조작이 가능하도록 하였으며, 1차 제작된 시작기를 토대로 기능적 측면에서 다양한 활용이 가능하도록 수정 및 보완하였다.



그림 80 터치스크린형 조작패널 제작

#### (4) 수정 시작기 제작 및 검토

##### 가) 수정 시작기 제작

상기 기본 설계 및 1차 시작기 제작 시험을 토대로 제작된 최종 시작기의 사양은 다음 표와 같다. 외형치수나 부품의 사양은 크게 변동된 것이 없으며, 직립 리프트를 위한 마스트 시스템의 변경이 가장 큰 개선요인이다. 또한 메인 컨트롤러의 위치를 변경하고 각종 커버류를 제작하여 적용함으로써 안전성 확보 및 양산화 설계하였다.

표 7 수정 시작기의 주요 사양

항 목		특 징	
형식	-	-	봄 직립상승형 무한궤도식(전동)
제원	크기(L×W×H)	mm	2,720×1,722×2180
	중량	kg	1,470
	축간거리	mm	1,300
	적재정량(제품 규정)	kg	100
작업대	크기(L×W×H)	mm	609×582×818
	수평제어	-	수평유지
변속장치	변속방식	-	전류량 제어식
조향방식	형식	-	조향레버식, 원격제어
리프팅 방식	-	-	체인형 마스트 시스템
무한궤도	-	-	HWK 200x72x51L
제동장치	-	-	전자브레이크
전동기	전압 및 출력	-	48V, 2.0kW (2개)
축전지	전압 및 용량	-	8V, 240AH (6개)
유압장치	형식 및 최대유압	-	기어식, 최대유압 15MPa



그림 81 3D도면 (좌 : 1차 시작기, 우 : 수정 최종 시작기)



그림 82 최종 제작된 시작기

## 5) 시작기의 기구학적 설계 및 구조 안정성 검토

직립형 고소작업차의 구조적 특성과 최대 경사각도에서의 안정성을 분석하기 위해 유한요소해석을 이용한 구조해석을 진행하였다. 해석대상은 제작된 시작기로서 구조물의 자중과 탑승 하중에 의해 발생하는 구조적 특성을 분석하였다.

### (1) 해석 모델링

구조적 특성 분석을 위한 구조해석의 첫 단계로 주요 부분만을 대상으로 3D 모델링 프로그램인 INVENTOR를 이용하여 3D 모델링을 실시하였다. 2D 도면의 작성 완료에 따른 3차원 모델링을 INVENTOR를 이용하여 수행함으로써 각 단품 도면의 조립조건과 조립 시 간섭을 체크하고, 최종적으로는 직립형 고소작업차의 구조해석을 통한 구조적 특성 분석에 이용하였다. 3차원 모델링은 각 단품모델링을 수행하고 Sub Assembly 모델을 생성 후 최종적으로 고소작업차의 Assembly 모델을 생성하였다.

해석의 순서는 1)고소작업차의 기본구조에 LIFT ARM을 내린 상태와 올린 상태에서의 특성 - 2)고소작업차 기본 구조에 배터리와 모터 등의 고하중 구조물 장착 한 조건에서 LIFT ARM을 최대로 올린 상태에서의 특성 - 3)최대 경사각에서의 안정성 분석- 4)취약점 보완 구조적용의 순서로 진행하였다.

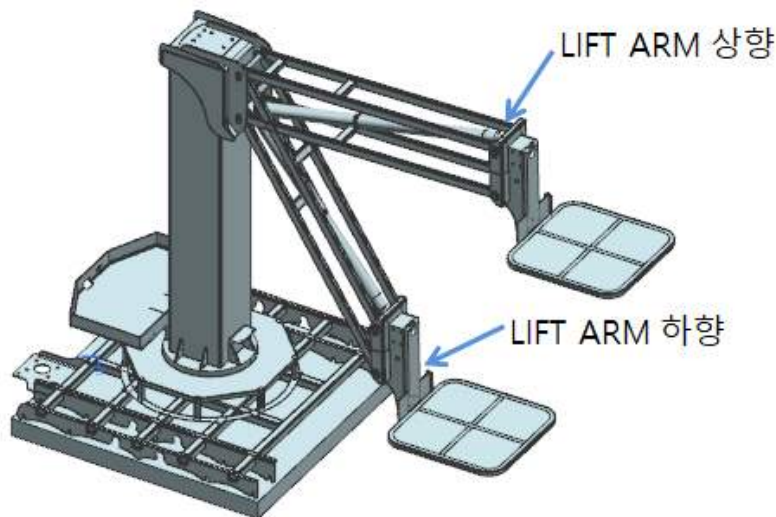


그림 83 3D 설계도면

Main Frame을 비롯한 부품은 구조강의 소재를 적용하였다. 구조강의 주요물성치는 아래의 표와 같다.



표 8 구조강의 물성치

	구조강 (S45C)
밀도	7.85
탄성계수 (GPa)	205
항복강도 (MPa)	250
프아송비	0.29

(2) 기본하중+LIFT ARM 내림 조건에서의 구조해석

가) 유한요소 생성

고소작업차의 조립 및 설계오류는 3차원 모델링을 통해 검토가 완료 되었으며, 설계 결과에 대한 타당성 검토를 위해 유한요소를 생성하여 정적구조해석을 수행하였다. 유한 요소 생성은 ANSYS 프로그램에서 제공하는 요소생성기를 이용하여 하였으며, 유한 요소는 Automatic Method를 이용하였으며, Relevance를 0으로 설정하였다. 유한요소 생성은 각각의 부품별로 생성하여 조립되는 연결부분의 Node가 일치되는지 확인하였다. 아래 그림은 고소작업차의 형상을 ANSYS 프로그램을 이용하여 유한요소를 생성한 결과이다.

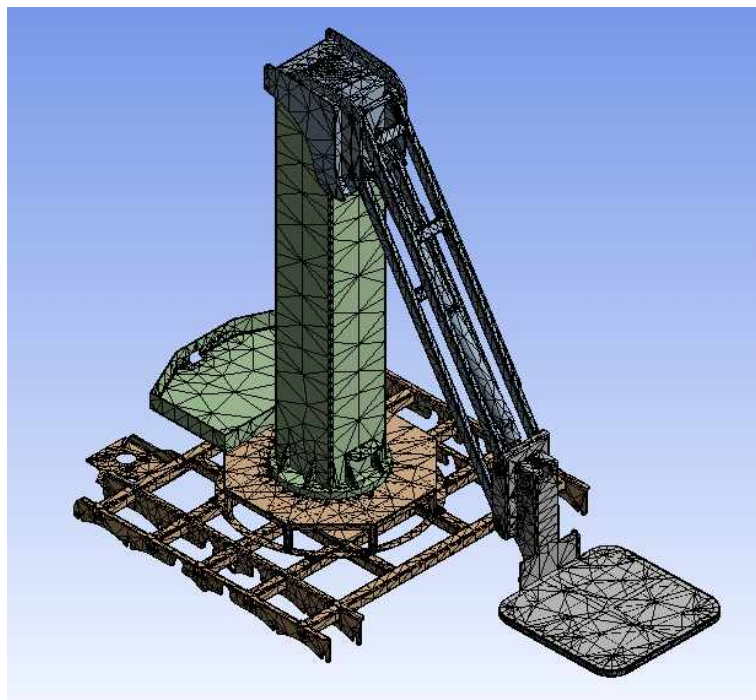


그림 84 유한요소 모델링 형상(기본하중+LIFT ARM 내림)

고소작업차의 유한요소 생성 결과 Node 수는 258,101개이며, Element 수는 142,230개이다.

## 나) 경계조건

하중 및 경계조건은 실제 LIFT ARM을 최대한 내린 상태에서 탑승 보드에 최대 하중 250kg을 적용하였다. 고소작업차의 자중을 적용하였으며, 궤도 바퀴가 장착되는 부분을 Fixed 설정하였다. 경계 조건은 실제 부품과 부품이 체결되는 부분을 일치시켜 고정하였다. 아래 그림에 하중 및 경계 조건을 나타내었다.

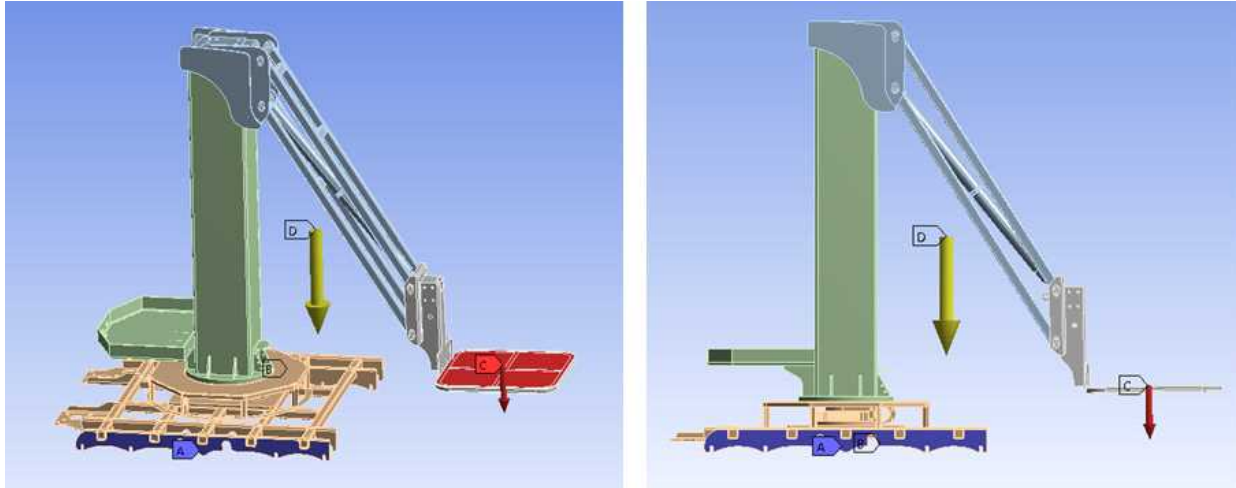


그림 85 하중 및 경계조건(기본하중+LIFT ARM 내림)

고소작업차의 구조해석은 고소작업차가 운영될 때 작업대의 최대 적재량을 고려하여 하중이 고르게 분포되는 것을 가정하여 LIFT ARM이 내린 상태 즉, 탑승하는 위치에서의 발생할 수 있는 변위와 응력에 대하여 분석하였다.

## 다) 구조해석 결과

해석 결과 탑승보드에 최대 250kg 하중을 적용한 상태에서 최대 변위는 13.8mm, 최대 응력은 185Mpa가 발생하였다. 최대 변위 13.8mm는 LIFT ARM이 외부로 뺄어나가는 유형의 고소작업차 구조 특성상 허용 가능한 수준이며, 변위에 따른 간섭은 없는 것으로 판단된다. 또한, 최대 응력 185Mpa는 S45C의 허용응력 205MPa에 만족하지만 안전율은 1.10으로서 낮은 수준으로 나타났다.

고소작업차의 구조해석 결과 변위와 응력의 세부 분포 형상은 다음 그림과 같다.

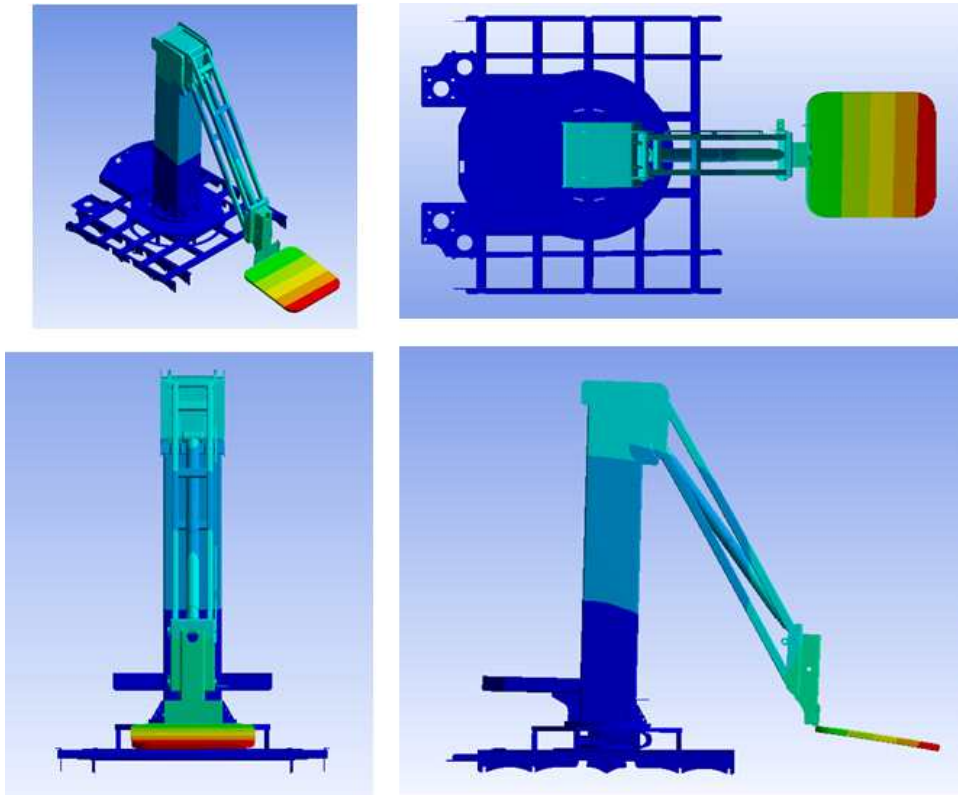


그림 86 변위 해석 결과 (기본하중+LIFT ARM 내림)

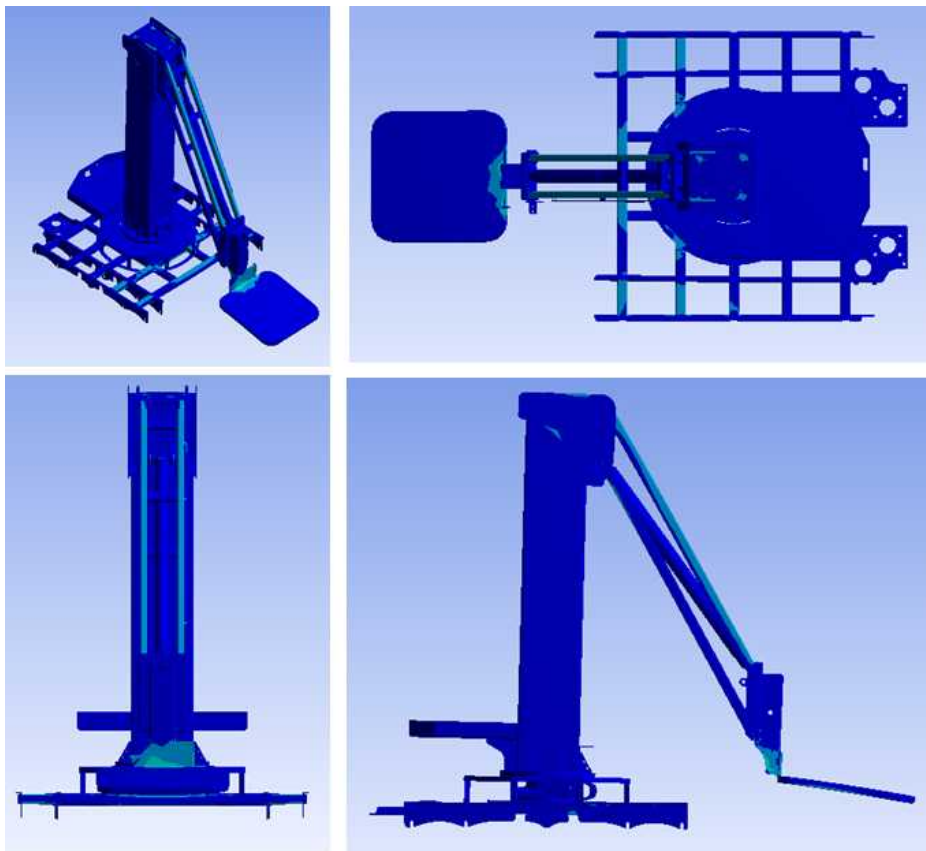


그림 87 응력 해석 결과 (기본하중+LIFT ARM 내림)

### (3) 기본하중+LIFT ARM 올림 조건에서의 구조해석

#### 가) 유한요소 생성

고소작업차의 기본하중에 탑승 보드 250kg 하중 상태에서 LIFT ARM을 최대 거리인 90도로 뺀 상태에서 발생하는 구조 특성을 분석하였다.

고소작업차의 유한요소 생성 결과 Node 수는 253,571개이며, Element 수는 139,706개이다.

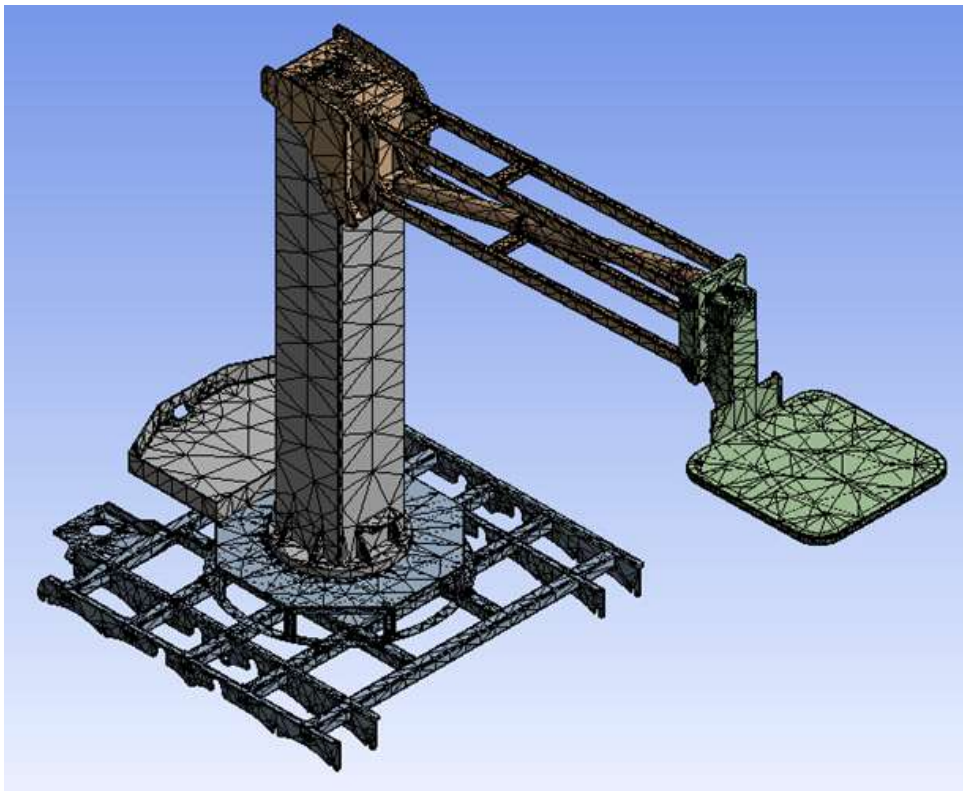


그림 88 유한요소 모델링 형상(기본하중+LIFT ARM 올림)

#### 나) 경계조건

하중 및 경계조건은 실제 LIFT ARM을 최대한 멀리로 뺀 상태에서 탑승 보드에 최대 하중 250kg을 적용하였다. 고소작업차의 자중을 적용하였으며, 궤도 바퀴가 장착되는 부분을 Fixed 설정하였다. 경계 조건은 실제 부품과 부품이 체결되는 부분을 일치시켜 고정하였다. 아래 그림에 하중 및 경계 조건을 나타내었다.

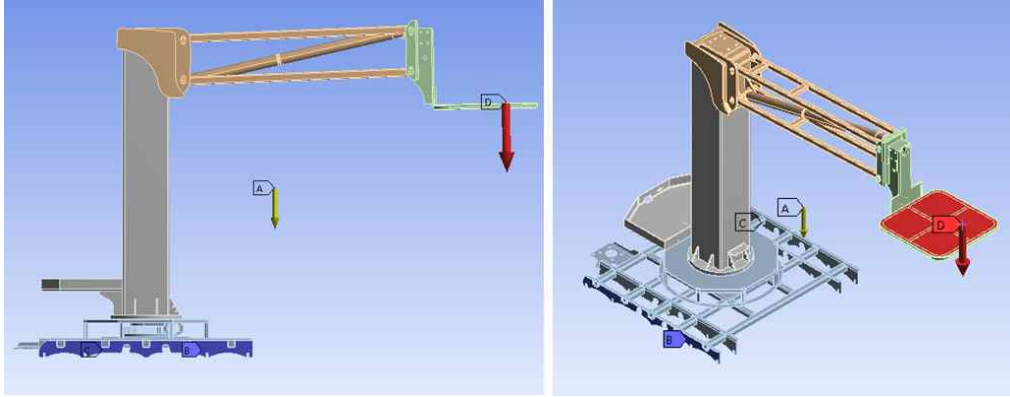


그림 89 하중 및 경계조건(기본하중+LIFT ARM 올림)

#### 다) 구조해석 결과

해석 결과 탑승보드에 최대로 뺀 상태에서 250kg 하중을 적용할 경우 최대 변위는 19.0mm, 최대 응력은 157Mpa가 발생하였다. 최대 변위 19mm는 LIFT ARM의 탄성을 고려할 시 문제가 없을 것으로 판단되며, 변위에 따른 간섭은 없는 것으로 판단된다. 또한, 최대 응력은 157Mpa는 S45C의 허용응력 205MPa를 고려 시 안전율 1.31로 LIFT ARM 내림 조건에서의 1.10대비 소폭 상승하였다. 이는 구조물이 길어지면서 응력을 분산한 효과로 판단된다.

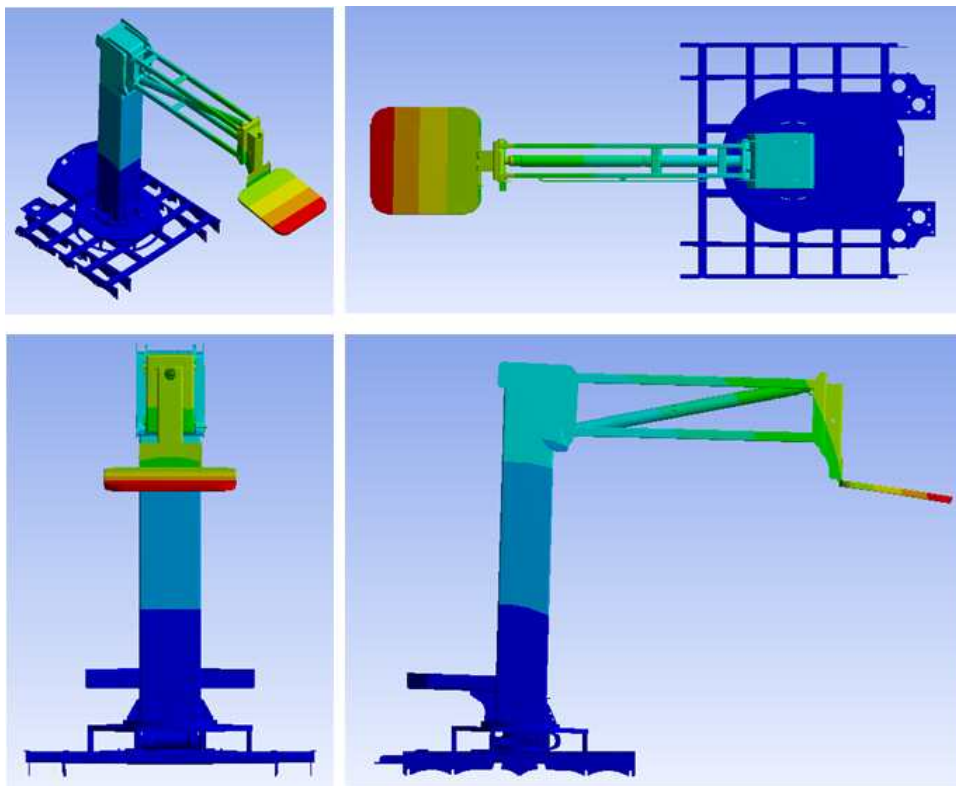


그림 90 변위 해석 결과 (기본하중+LIFT ARM 올림)

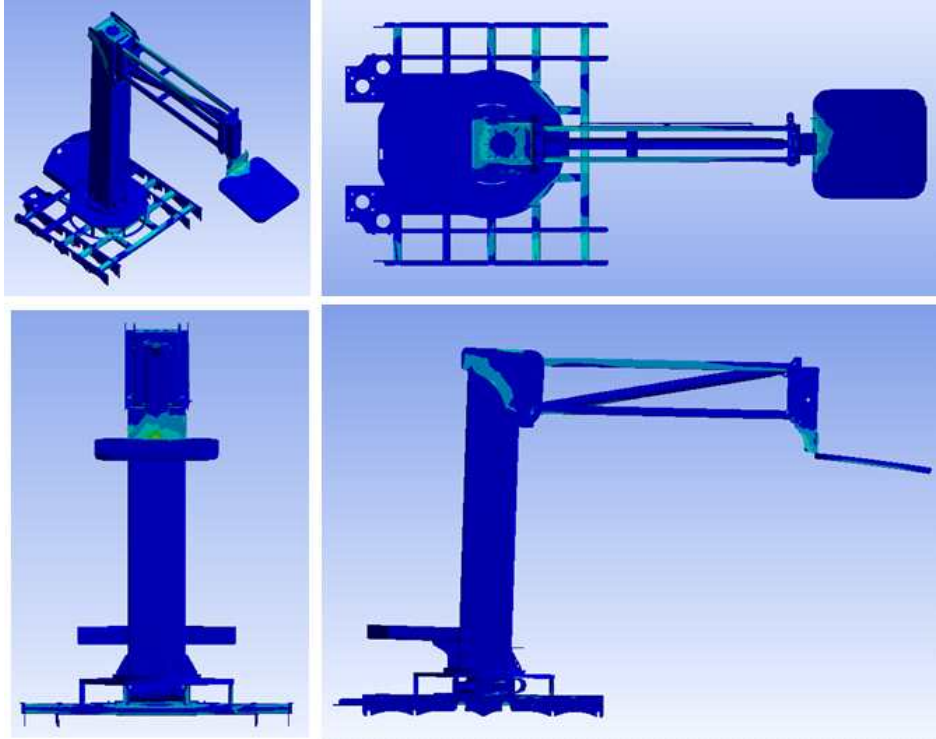


그림 91 응력 해석 결과 (기본하중+LIFT ARM 올림)

#### (4) 부가하중+LIFT ARM 올림 조건에서의 구조해석

##### 가) 유한요소 생성

보다 명확한 분석을 위해 초기 설계 대비 추가 구조물을 장착하였을 때의 구조 분석을 수행하기 위해 고소작업차의 기본하중에 배터리와 모터 등의 고하중 부품을 실제 장착 위치인 리프트 기둥에 적용하고, 탑승 보드 250kg 하중 상태에서 LIFT ARM을 최대 거리인 90도로 뺀 상태에서 발생하는 구조 특성을 분석하였다.

고소작업차의 유한요소 생성 결과 Node 수는 254,878개이며, Element 수는 140,365개이다.

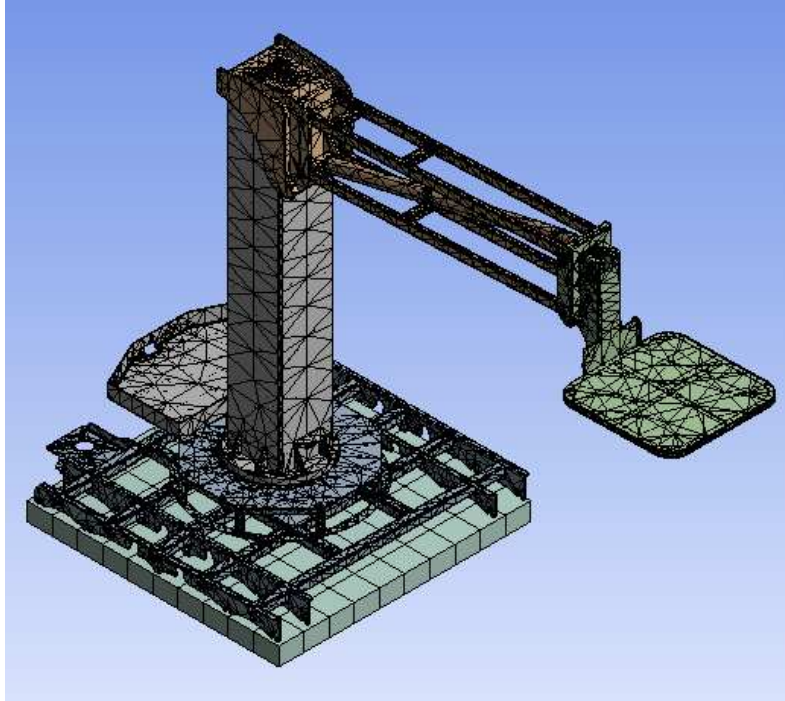


그림 92 유한요소 모델링 형상(적재하중+LIFT ARM 올림)

## 나) 경계조건

하중 및 경계조건은 실제 LIFT ARM을 최대한 멀리로 뻗은 상태에서 탑승 보드에 최대 하중 250kg을 적용하였다. 고소작업차의 자중을 적용하였으며, 궤도 바퀴가 장착되는 부분을 Fixed 설정하였다. 배터리가 장착 부분에 200kg의 하중, 그리고 리프트의 기둥 주변부에 장착되는 모터 등의 기타 구조물 총 하중 200kg을 부여하여 경계 조건을 설정하였다. 경계 조건은 실제 부품과 부품이 체결되는 부분을 일치시켜 고정하였다.

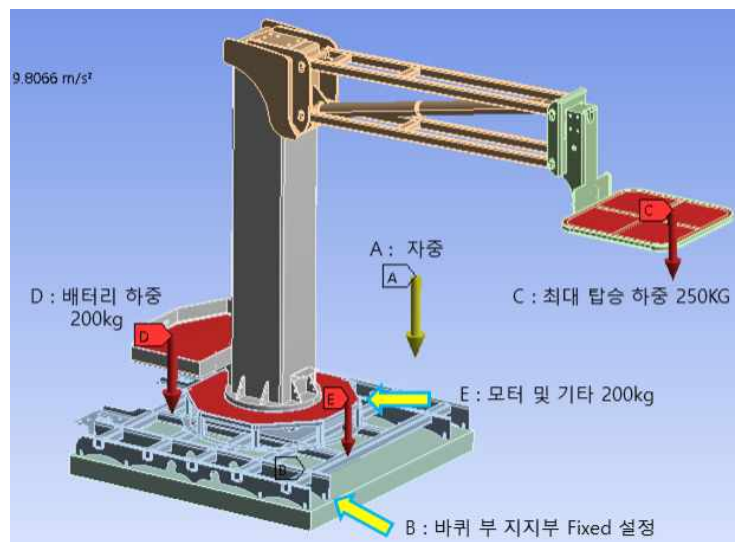


그림 93 하중 및 경계조건(적재하중+LIFT ARM 올림)

#### 다) 구조해석 결과

해석 결과 고정되는 하중이 늘어나다 보니 외팔 보 형식의 LIFT ARM에 하중이 가해질 경우 변위가 24.5mm로 늘어남을 알 수 있다. 최대 응력 역시 310Mpa로 상당히 증가하였다. 이는 S45C의 허용응력 205MPa를 넘어서는 수치로 안전율 0.66 수준으로 개선이 필요한 정도의 수준이다. 최대 응력 발생 위치는 탑승 보드와 LIFT ARM이 고정되는 부분 중 수직으로 꺾인 모서리 부분이다.

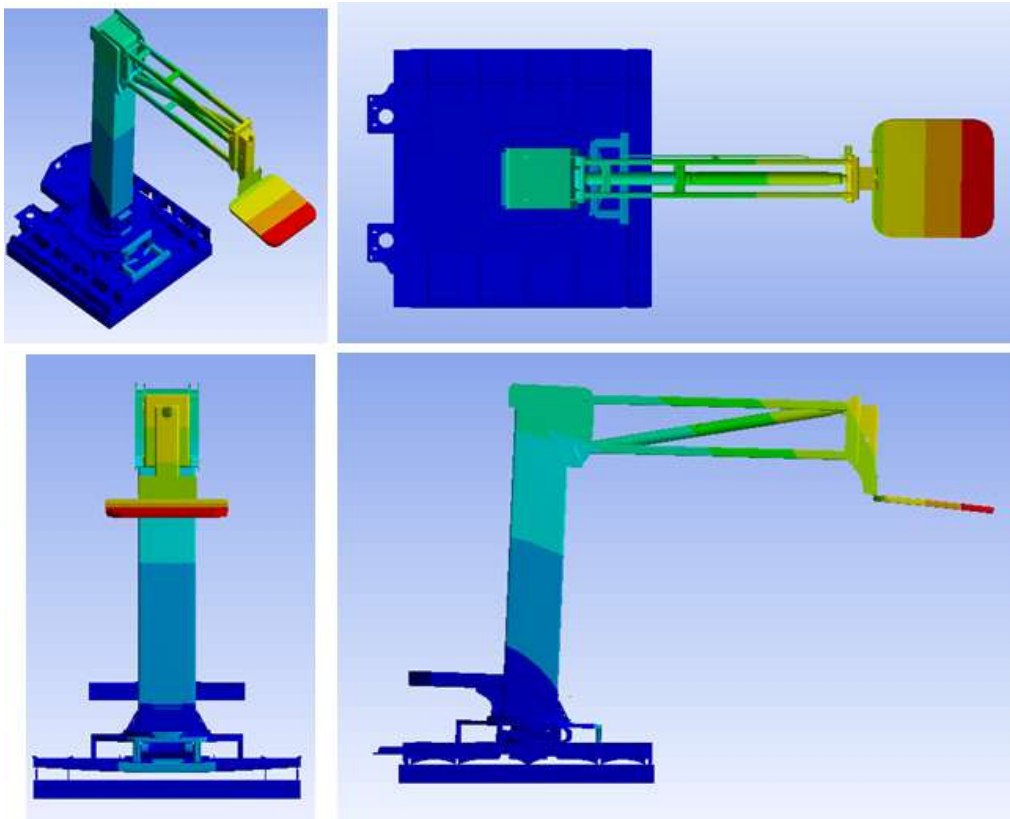


그림 94 변위 해석 결과(적재하중+LIFT ARM 올림)



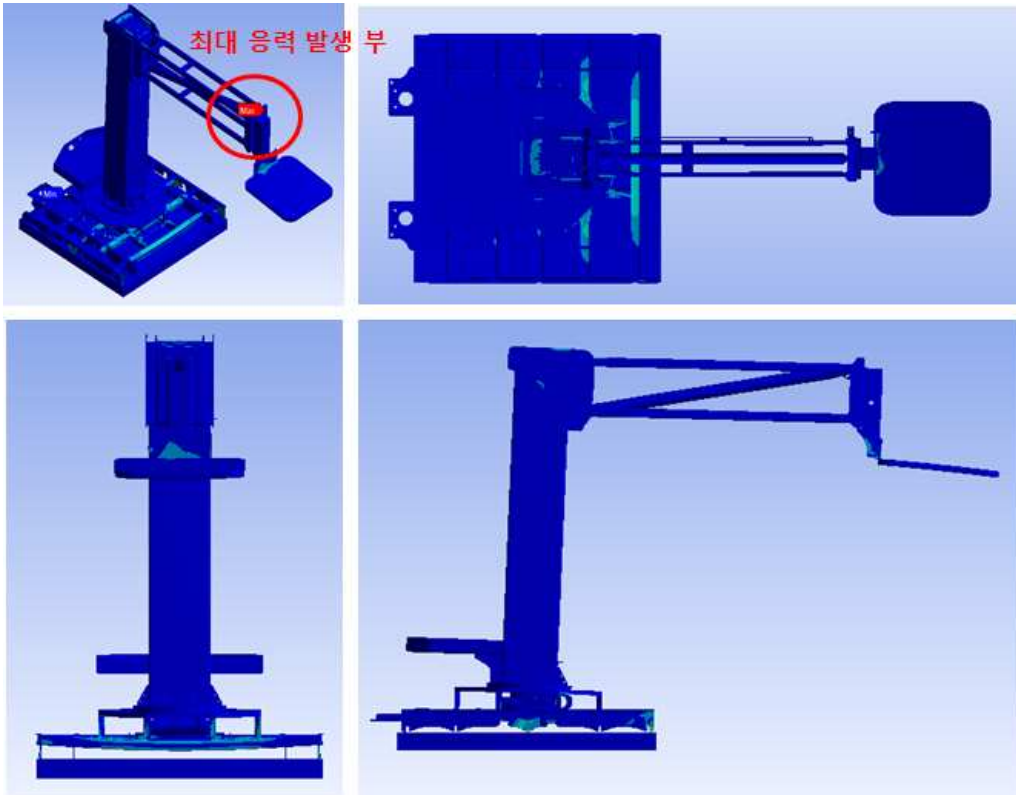


그림 95 응력 해석 결과(적재하중+LIFT ARM 올림)

## (5) 부가하중+LIFT ARM 올림+최대경사각 조건에서의 구조해석

### 가) 유한요소 생성

고소작업차의 열악한 환경에서 구조를 분석하기 위해 최대 경사각(5도)상태에서 고소작업차의 기본하중에 고하중 부품 구조물을 장착하고, 탑승 보드 250kg 하중 상태에서 LIFT ARM을 최대 거리인 90도로 뺀 상태에서 발생하는 구조 특성을 분석하였다. 경사각은 LIFT ARM이 뺀 방향으로 5도를 부여하였다.

유한요소 생성 결과 Node 수는 250,550개이며, Element 수는 138,152개이다.

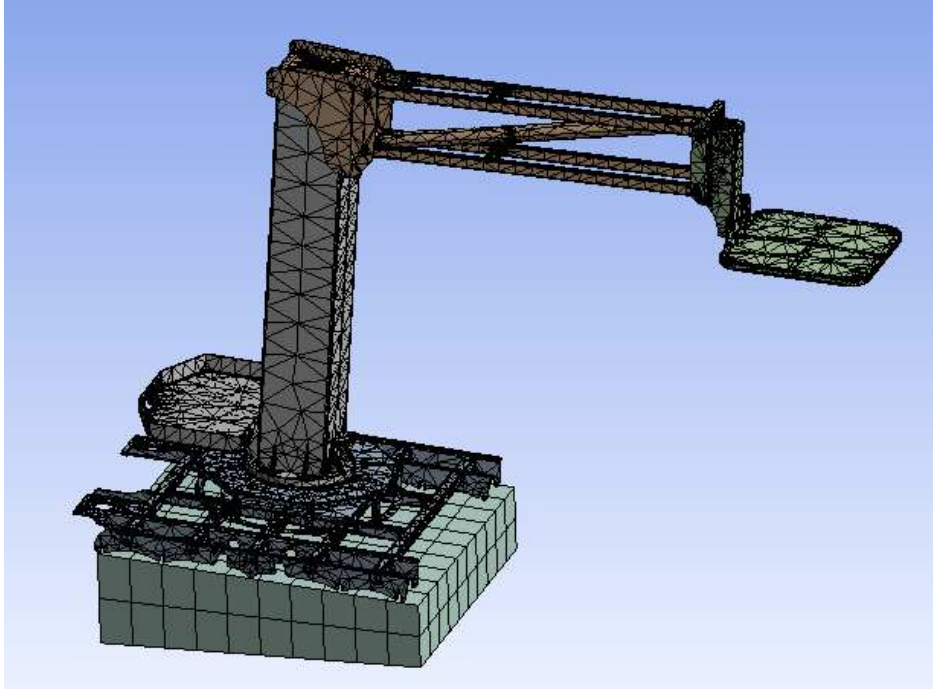


그림 96 유한요소 모델링 형상(적재하중+LIFT ARM 올림+경사)

#### 나) 경계조건

하중 및 경계조건은 실제 LIFT ARM을 최대한 멀리로 뺀 상태에서 탑승 보드에 최대 하중 250kg을 적용하였다. 고소작업차의 자중을 적용하였으며, 궤도 바퀴가 장착되는 부분을 Fixed 설정하였다. 배터리가 장착 부분에 200kg의 하중, 그리고 리프트의 기둥 주변부에 장착되는 모터 등의 기타 구조물 총 하중 200kg을 부여하여 경계 조건을 설정하였다. 경사각은 5도를 반영하였다.

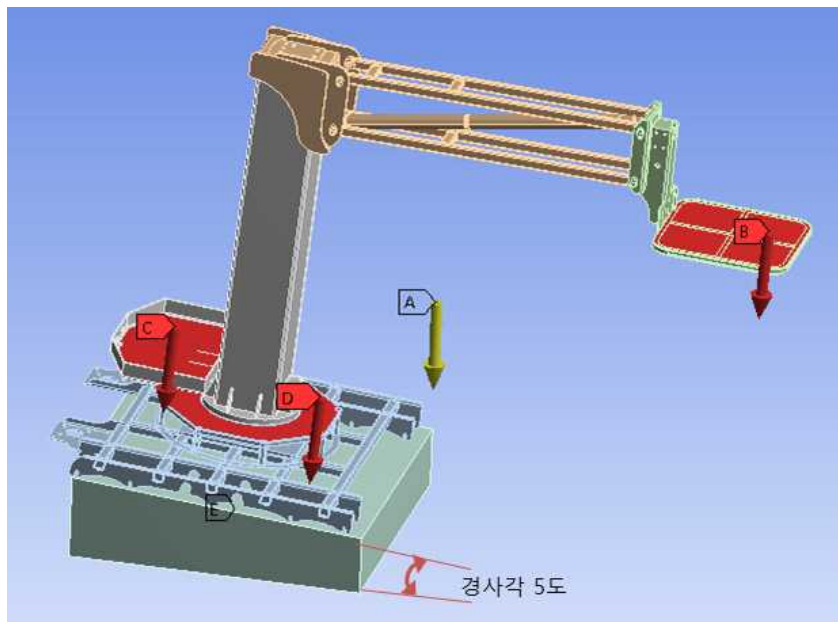


그림 97 하중 및 경계조건(적재하중+LIFT ARM 올림+경사)

#### 다) 구조해석 결과

해석 결과 고정되는 하중이 늘어나다 보니 외팔 보 형식의 LIFT ARM에 경사각이 부여됨에 따라 최대 변위가 25.9mm로 경사가 없을 때의 최대 변위 24.5mm 대비 1.4mm 증가했는데 이는 경사에 따라 변형 특성이 크게 바뀌지 않는 것으로 판단할 수 있다. 최대 응력 역시 368Mpa로 경사가 없을 때의 최대 응력 310MPa 대비 상당히 증가하였다. 이는 S45C의 허용응력 205MPa를 넘어서는 수치로 안전율 0.56 수준으로 더욱 떨어져서 개선이 필요한 정도의 수준이다. 최대 응력 발생 위치는 탑승 보드와 LIFT ARM이 고정되는 부분 중 수직으로 꺾인 모서리 부분으로 동일하였다.

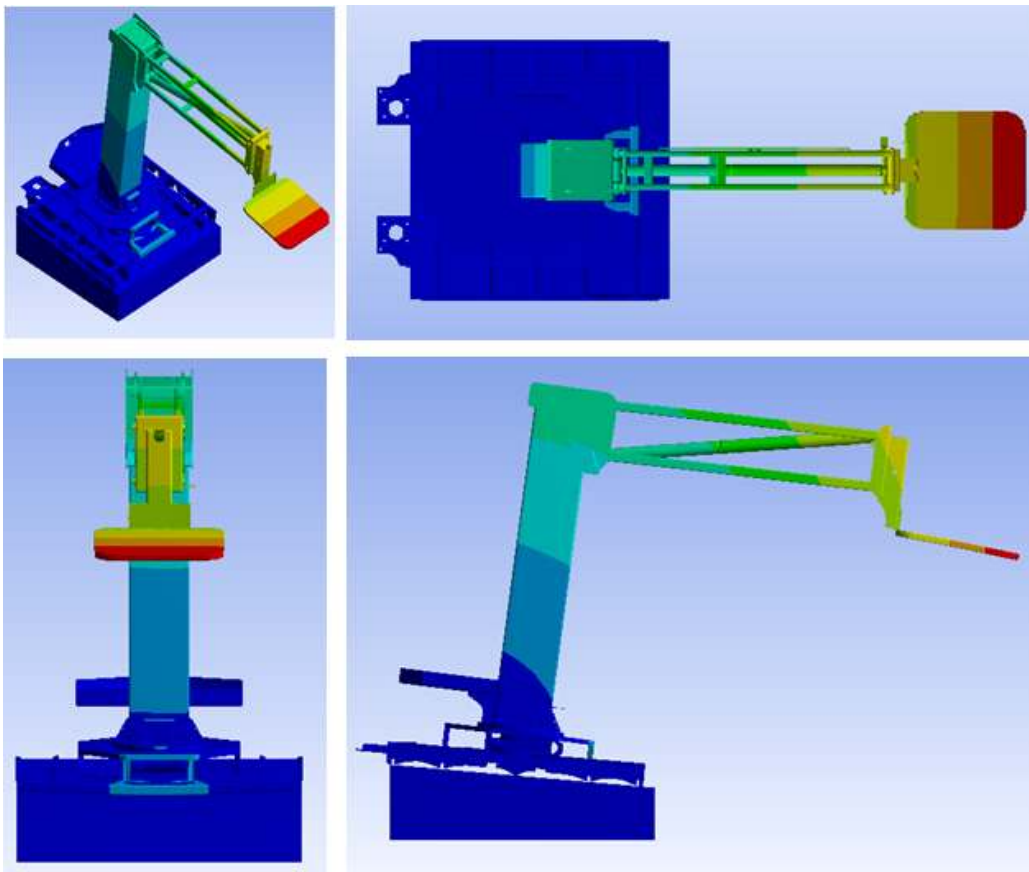


그림 98 변위 해석 결과(적재하중+LIFT ARM 올림+경사)

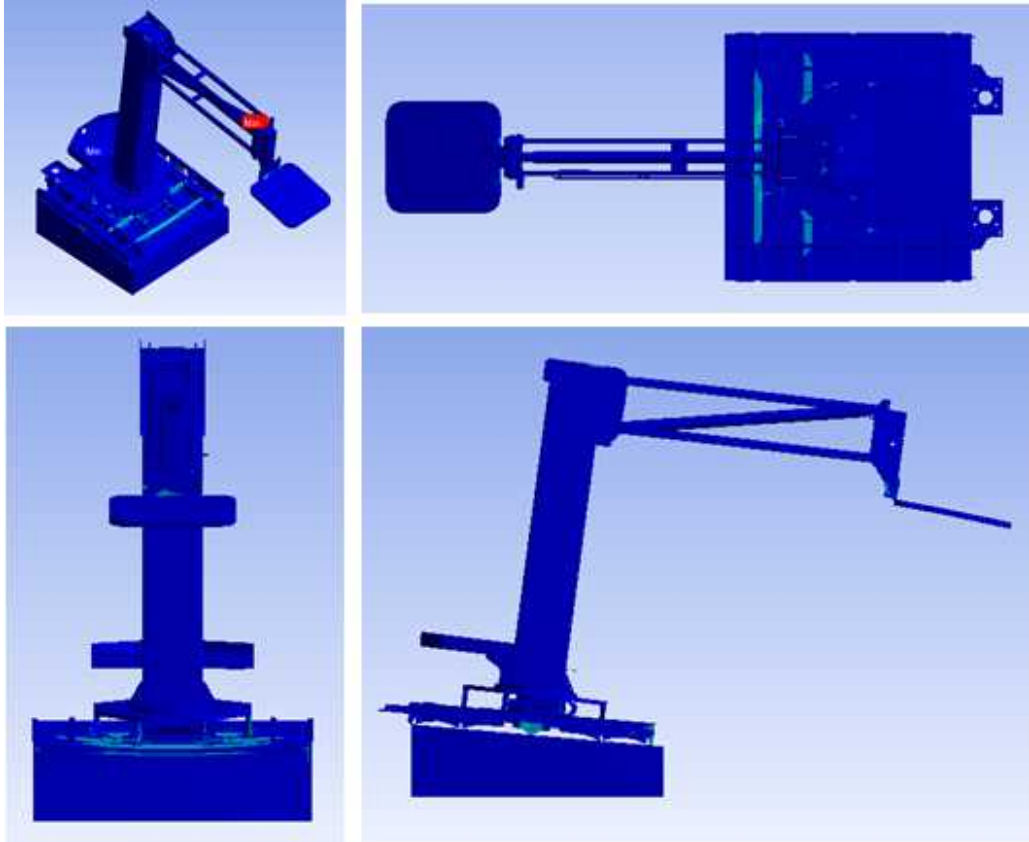


그림 99 응력 해석 결과(적재하중+LIFT ARM 올림+경사)


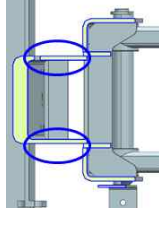
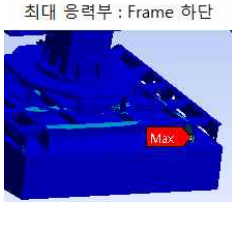
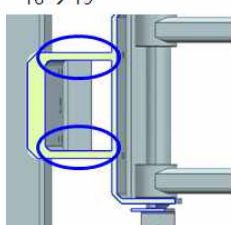
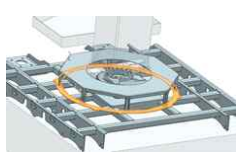
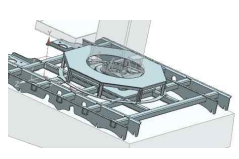


## (6) 부가하중+LIFT ARM 올림+최대경사각+안전을 개선 조건에서의 구조해석

### 가) 구조 보완

최대 응력의 상태에서 안전율이 0.56으로 취약한 부분은 고소작업차 탑승자의 안전에 위해되는 요소로서 설계 보완을 진행하였다. 해석을 통해 확인한 결과, 기존 설계에서 최대 취약부는 탑승 보드와 LIFT ARM이 고정되는 부분 중 수직으로 꺾인 모서리 부분으로 확인이 되어 해당 부분을 개선하였다.

따라서, Boarder 고정판 두께를 키우니 프레임 하단으로 최대 응력부가 이동하였는데, 여전히 안전계수가 1.0 이하로 되어 안정성을 추가하기 위해 Frame 하단에 고정판과 두께 증가의 보완을 거쳐 최종 사양을 확정하였다.

표 9 구조 보완 세부 내용

구분	변경 전		변경 후	
설계도 및 개선내용	최대 응력부 : Boarder 고정판 		최대 응력부 : Frame 하단 	Boarder 고정판 두께 증가 T6 → T9 
			Frame 지지 원판 두께 증가 T5 → T8 	Frame 지지판 T5 추가 

### 나) 유한요소 생성

개선된 구조의 고소작업차의 유한요소 생성 결과 Node 수는 256,522개이며, Element 수는 142,344개이다.

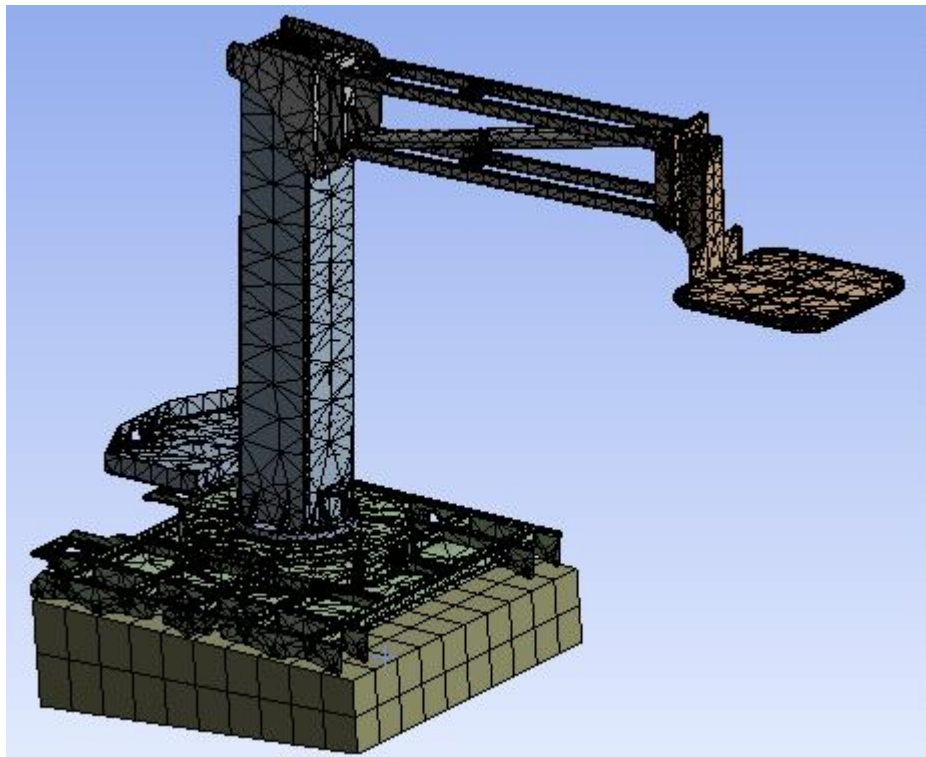


그림 100 유한요소 모델링 형상(최종 사양)

#### 다) 경계조건

하중 및 경계조건은 실제 LIFT ARM을 최대한 멀리로 뻗은 상태에서 탑승 보드에 최대 하중 250kg을 적용하였다. 고소작업차의 자중을 적용하였으며, 궤도 바퀴가 장착되는 부분을 Fixed 설정하였다. 배터리가 장착 부분에 200kg의 하중, 그리고 리프트의 기둥 주변부에 장착되는 모터 등의 기타 구조물 총 하중 200kg을 부여하여 경계 조건을 설정하였다. 경사각은 5도를 반영하였다.

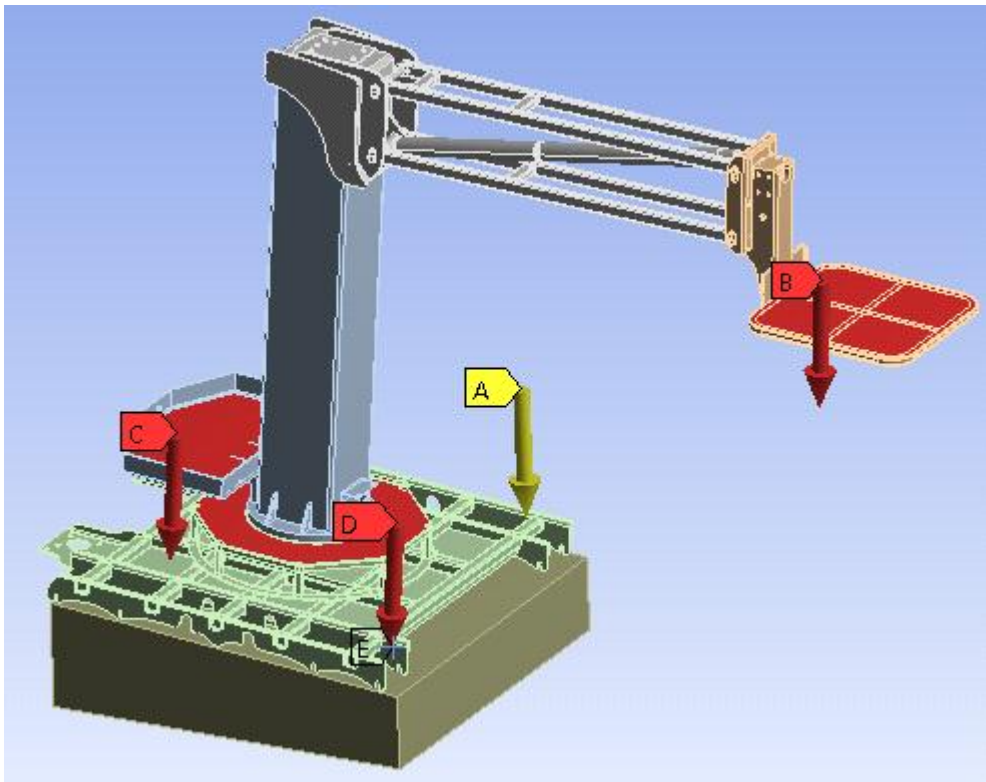


그림 101 하중 및 경계조건(최종 사양)

#### 라) 구조해석 결과 및 결론

해석 결과 최대 변위가 14.8mm로 기존의 25.9mm 대비 11.7mm 감소하였고, 최대 응력 역시 198Mpa로 기존의 368MPa 대비 170Mpa 감소하였다. 이는 S45C의 허용응력 205MPa를 이내이며, 안전율 1.03으로 마진이 부족하지만 안정적으로 설계가 되었음을 최종 확인하였다.

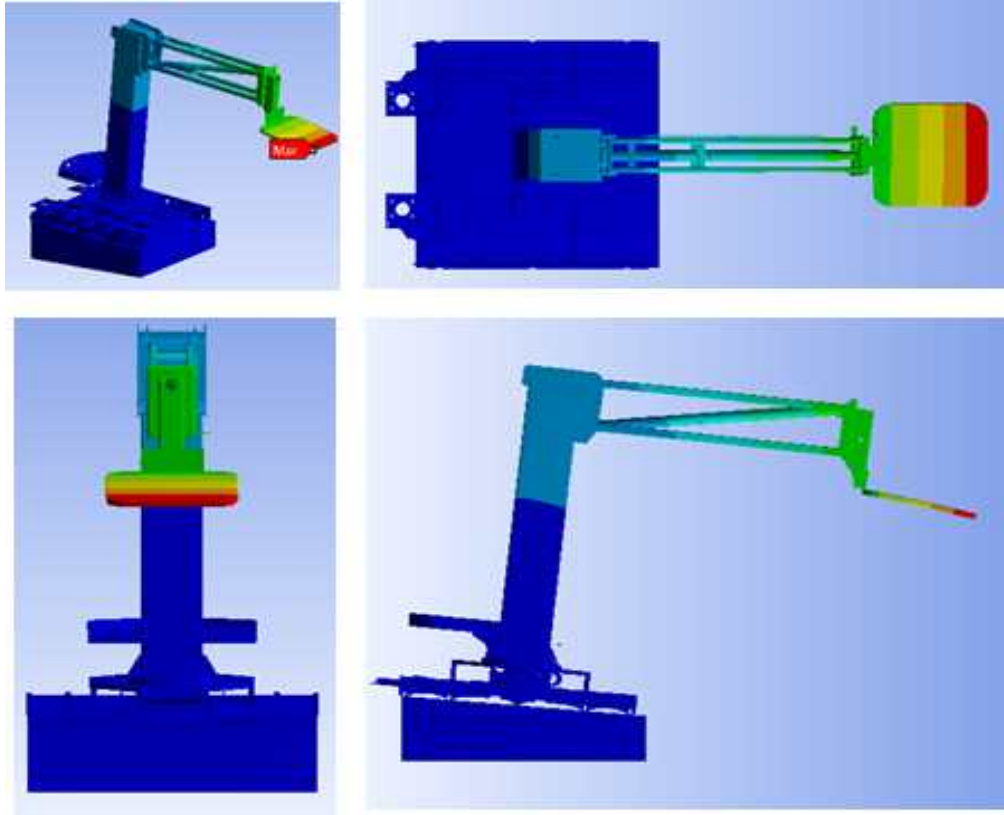


그림 102 변위 해석 결과(최종 사양)

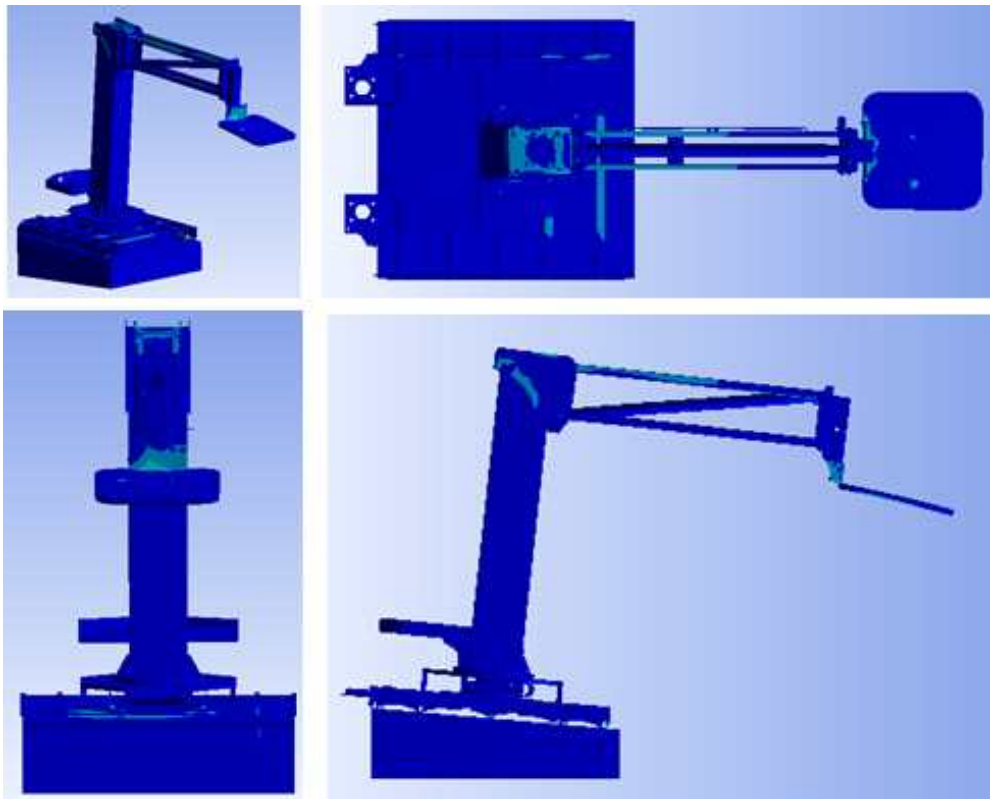


그림 103 응력 해석 결과(최종 사양)

표 10 해석 조건 요약

구분	탑승 하중	적재 하중	LIFT ARM	경사
Case-1	250kg	-	Down	-
Case-2	250kg	-	Up	-
Case-3	250kg	200kg+200kg	Up	-
Case-4	250kg	200kg+200kg	Up	5도
Case-5 (최종)	250kg	200kg+200kg	Up	5도

표 11 해석 결과 정리

구분	최대 변위 (mm)	최대 응력 (Mpa)	안전율
Case-1	13.8	186	1.10
Case-2	19.0	157	1.31
Case-3	24.5	310	0.66
Case-4	25.9	368	0.56
Case-5 (최종)	14.186	198	1.03



## 6) 개발제품의 시험 및 성능인증

### (1) 기본 시험

제작된 수정 최종 시작기를 토대로 주행 및 리프팅, 작업영역 확보 등 문제점 보완을 위해 다양하고 지속적인 시험을 실시하였다. 시험은 운전자가 직접 탑승한 상황에서의 다양한 시험과 원격조작 리모트 컨트롤을 이용한 경우로 나누어 각각 실시하였으며, 시험에서는 원활한 작동을 하여 큰 문제점은 없는 것으로 판단되었다. 내부적으로 실시한 해당 시험에 대한 객관성 확보를 위해 공인시험기관을 통해 정량적 목표에 대한 시험 인증을 실시하였다.



그림 104 주행, 리프팅 등 성능 시험

## (2) 현장 시험

시작기는 수고가 높은 과수에 좀더 특화가 되어 있기 때문에 수출에 많은 비중을 두고 있으며, 필리핀 현지 바이어를 통해 샘플을 납품하여 현장에서 실증시험을 실시하였다.

필리핀 현지 관계자 및 농민이 참석한 가운데 각종 작동을 시연하였으며, 현지에서 안정적인 작동으로 많은 호응을 얻을 수 있었다.



그림 105 필리핀 현지 실증시험



그림 106 수확 및 방제 등 다양한 시험 실증



그림 107 망고 수확



그림 108 필리핀 실증시험 참여 농민 및 정부관계자

 <p>FIT Korea Trading Phils., Inc. 100 Aranda Street, Cebu City +63-02-925-6518 / +6329-700-2000</p>	 <p>AMICO Philippines KINDA AGRICULTURAL MACHINERY INDUSTRY COOPERATIVE</p>	 <p>FIT Korea Trading Phils., Inc. 100 Aranda Street, Cebu City +63-02-925-6518 / +6329-700-2000</p>	 <p>AMICO Philippines KINDA AGRICULTURAL MACHINERY INDUSTRY COOPERATIVE</p>
<p><b>REPORT for LIFTING MACHINE</b> Actual Field Testing</p> <p><b>MULTI CROPS LIFTING MACHINE</b> Exploring possibilities for High Value Crops productivity!</p>		<p><b>Observation and Comparison:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Harvesting done easily using this machine. No need to climb the trees with baskets and ladders.</li> <li>2. Convenient to use because the trays are already on the sides. No need to put rope and bring up and down. The lifting machine will do and it's faster.</li> <li>3. Safe to work without thinking of falling due to heavy loads. The machine has its own safety function.</li> </ol> <p><b>SUMMARY REPORT</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lifting machine is very helpful to the owners and growers in all stages of mango growing. From pruning to spraying and logging to bagging and harvesting. It can do all the works.</li> <li>2. Safe and easy to use. User friendly buttons and easy operation which anyone can do with proper teaching. The laborer can also operate the machine. No need to climb the trees, just ride the machine and do the job.</li> <li>3. It will save time for work. It is everyone's wish to finish the job as soon as possible. This machine will help them to do the job especially during spraying and bagging where they have to do it faster due to weather condition.</li> <li>4. Cut down labor expenses. They can hire fewer people to do the job which technically lower the labor expenses but give them more productivity if it's done accurately.</li> <li>5. Cut down the losses. Fung and diseases that insects brought to the mango during flowering stage will be minimize if not eliminated due to proper caring of the trees. Pruning can be accurately done which makes the tree exposed to sunlight and eventually bear many flowers. Spraying can be done accurately at well and faster by using where are the exact flowers so it can be spray well and even. Bagging can be done quickly to avoid attracting insects and harvesting if properly done can avoid the damage of the fruits with proper care.</li> </ol> <p><b>SUGGESTIONS from the GROUPS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. If possible bigger basket or detachable and foldable which is very helpful during bagging stage.</li> <li>2. Hydraulic boom leg for additional safety during operation especially in a hilly terrain which is common in the mango farm.</li> </ol> <p style="text-align: right;">Submitted by: Mardou Bautista</p>	
			

그림 109 현지 검정 및 실증테스트 결과

### (3) 공인기관 성능 시험

최종 시작기의 성능 확인을 위해 공인시험기관인 한국생산기술연구원에서 정량적 목표 항목에 대한 성능시험을 별도로 실시하였다. 계획서에서 제시한 직립형 고소작업차의 평가 기준은 다음과 같다.

표 12 직립형 고소작업차 성능지표

평가 항목 (주요성능)	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 (%)	세계 최고수준 보유국/보유기관	연구개발 전 국내 수준	연구개발 목표치	목표 설정 근거
			성능수준	성능수준		
최대속도	km/h	10	-	-	3.0	농업기계 검정기준(고소 작업차는 안전검정)에 의거함
등판능력	%	20	30	25	30	
최대전도각	°	20	25	20	25	
작업능률	min/10a	20	35	40	30	
원격조작	-	10	가능	가능	가능	
안전검정	-	20	양호	양호	안전검정 인증	

#### 가) 작업능률

단위면적당 작업시간 측정하기 위해 20m 임의의 구간 설정하고 작동에 의해 설정 구간까지 도달 시간을 측정하여 구하였다.



그림 110 작업폭의 측정(4.56m) 및 주행

- $10a = 1,000\text{m}^2$
- 작업능력 - (고소작업차 작업폭 × 구간) : 작업시간 =  $10a : \chi$
- $(4.56\text{m} \times 20\text{m}) : 123\text{s} 44 = 1,000\text{m}^2 : \chi$
- $91.2\text{m}^2 \chi(\text{s}) = 123,440\text{m}^2/\text{s} \quad \therefore \chi \approx 1353.5\text{s} \Rightarrow 22\text{m} 33\text{s}$

나) 최대속도

임의의 구간에서 고소작업차를 작동시키면서 직선 주행시 스피드건을로 속도를 측정하였다.



그림 111 최대속도의 측정

다) 최대전도각

고소작업차를 전도시험장치에 고정하고 장치를 25° 이상 작동시켜 전도되지 않음을 측정하였다.



그림 112 정방향 전도각의 측정 (25.0°)



그림 113 측방향 전도각의 측정 (25.2°)

### 라) 등판능력

30% 구배의 포장면에서 고소작업차를 경사로에서 작동하여 등판 가능 여부를 확인하였다.



경사로 16.70° (30% 이상)

그림 114 등판 성능 시험

### 마) 원격조작


리모콘을 조작하여 고소작업차의 원격조작 여부를 확인하였다.



그림 115 원격조작 시험

## 바) 성능시험 성적서 발급

상기 시험내용에 대한 결과를 확인하고 다음 그림과 같이 시험성적서를 획득하였다.



**KITECH** 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89  
한국생산기술연구원 Tel: 041-589-8114 | Fax : 041-589-8120 | www.kitech.re.kr

# 시험 성적서

## (Test Report)

1. 성적서 번호 : C22N920049-01-01-(00-00)

2. 의뢰자 : 성부산업  
경북 칠곡군 왜관읍 공단로 203 (금산리)

3. 시험기간 : 2022-12-12 ~ 2022-12-21



4. 용도 : 시험분석

5. 품목/시료명 : 다목적 직립형 스마트 고소작업차 성능시험  
\* 시험의뢰자가 제공한 시료 및 시료명에만 한정됩니다.

6. 시험방법 : 다목적 직립형 스마트 고소작업차 성능시험


7. 시험결과 : 다음 페이지 참조

8. 시험장소 : 경북 칠곡군 왜관읍 공단로 203 성부산업

	시험자		기술책임자
확인	성명 : 김태영 	성명 : 박진선 	
	연락처 : kty@kitech.re.kr	연락처 : jspark00@kitech.re.kr	

2022년 12월 20일


### 한국생산기술연구원



비고 : 1. 본 성적서는 고객이 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과에 한하며, 전체 제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.

2. 본 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용할 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금지합니다.

3. 본 성적서의 진위 확인은 QR코드로 확인 가능합니다.



page: 1 of 13


[ QP-17-03A ]  
C22N920049-01-01-(00-00) 

그림 116 시험성적서 1



## 시험결과 (Test Result)

### 1. 시험조건

- 가. 시험 대상 : 스마트 고소작업차 (SB-8500)
- 나. 시험 장소 : 경북 칠곡군 왜관읍 공단로 203, 성부산업
- 다. 시험 장비 : 의뢰 업체 계측기



사진 1. 시험 대상기







## 2. 시험내용

### 가. 시험 준비

- 1) 스마트 고소작업차
- 2) 스피드 건
- 3) 레이저 각도계
- 4) 타이머(휴대폰)
- 5) 경사로
- 6) 전도장치
- 7) 줄자
- 8) 고소작업차용 리모콘



사진 2. 스마트 고소작업차



사진 3. 스피드 건





사진 4. 레이저 각도계



사진 5. 타이머(휴대폰)



사진 6. 경사로





사진 7. 전도장치



사진 8. 줄자



사진 9. 고소작업차용 리모콘





나. 시험 규격 및 방법

1) 시험 규격 : 요청 업체의 하기 시험 방법에 준수함

- 가) 작업능력 : 단위면적당 작업시간 측정
- 나) 최대속도 : 직선거리를 최대속도로 주행시 속도측정
- 다) 최대전도각 : 전도시험장치를 이용하여 시험기대의 최대 전도각 측정
- 라) 등판능력 : 30% 구배의 포장면에서 시험기대의 등판 여부
- 마) 원격조작 : 리모콘을 조작하여 고소작업차 원격조작 여부

2) 시험 항목 및 절차

가) 시험항목

- (1) 작업능력
- (2) 최대속도
- (3) 최대전도각
- (4) 등판능력
- (5) 원격조작

나) 시험 절차

(1) 작업능력

- (가) 20m 임의의 구간 설정
- (나) 고소작업차 작업폭을 측정
- (다) 고소작업차를 작동시켜 20m 설정구간까지 도달 시간 측정
  - 10a = 1,000m<sup>2</sup>
  - 작업능력 - (SS기 폭×구간) : 시간 = 작업구간 : x

2) 최대속도

- (가) 임의의 구간에서 고소작업차를 작동
- (나) 직선주행시 스피드건으로 속도 측정

3) 최대전도각

- (가) 고소작업차를 전도시험장치에 고정





(나) 전도시험장치를 25° 이상 작동

4) 등판능력

(가) 30%(16.7°) 경사로 준비

(나) 고소작업차를 경사로에서 작동

5) 원격조작

(가) 리모콘을 상·하·좌·우 버튼 실행

(나) 고소작업차 작동 여부

다) 시험 항목에 대한 평가 기준

표 1. 시험 항목에 대한 평가 기준

시험 항목	평가 기준
작업능력	30min/10a 이하
최대속도	3km/h 이상
최대전도각	25° 이상
등판능력	30%(16.7°) 이상
원격조작	작동 유 • 무





3. 시험 결과

< 스마트 고소작업차 시험 항목에 대한 결과 >

시험 항목	목표값	측정값
작업능률	30min/10a 이하	22m 33s/10a
최대속도	3.0km/h 이상	3.23km/h
최대전도각	25°	정방향 25.0°
		측방향 25.2°
등판능력	30%(16.7°) 이상 등판 여부	30%(16.70°) 이상 등판 가능
원격조작	작동 유·무	작동

가. 작업능률

- 10a = 1,000m<sup>2</sup>

- 작업능률 - (고소작업차 작업폭×구간) : 작업시간 = 10a : x

- (4.56m × 20m) : 123s 44 = 1,000m<sup>2</sup> : x

→ 91.2m<sup>2</sup>x(s) = 123,440m<sup>2</sup>/s ∴ x ≒ 1353.5s ⇒ 22m 33s



시험기대 작업폭 설정





작업폭 : 4.56m



20m 구간 설정



작업시간 : 123s 44

나. 최고속도

TEST	1	2	3	평균(km/h)
속도(km/h)	3.2	3.2	3.3	3.23





속도 Test



속도 ① : 3.2km/h



속도 ② : 3.2km/h



속도 ③ : 3.3km/h

다. 최대전도각



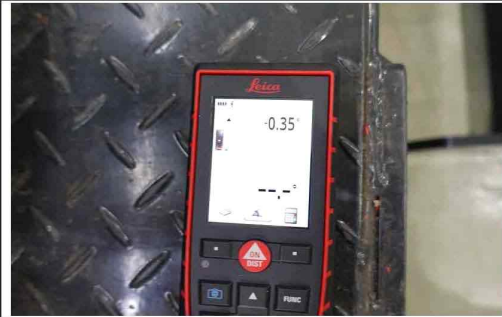
정방향 전도시험(-0.30°)







정방향 전도각 : 25.00°



측방향 전도시험(-0.35°)



측방향 전도각 : 25.20°

라. 등판시험





경사로 16.70° (30% 이상)



등판성능

마. 원격조작



리모콘 '상' 실행



리프트 상승

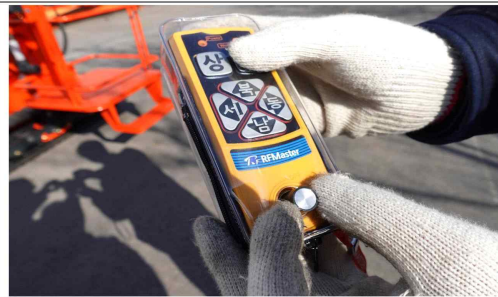




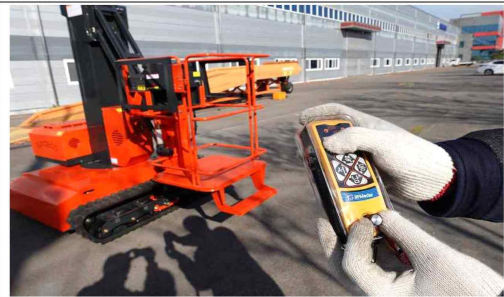
리모콘 '하' 실행



리프트 하강



리모콘 작업대 제어 선택



리모콘 '상' 실행



작업대 상승



리모콘 '하' 실행



작업대 하강



리모콘 방향 제어 선택



## 사) 안전검정

농업기술실용화재단(한국농업기술진흥원)에 의뢰하여 안전검정을 시행하고 안전검정을 인증하였다.

21-001-010		21-001-010													
<b>검정 성적</b>															
<ol style="list-style-type: none"> <li>기종명: 농업용코트작업차</li> <li>검정번호: 21-05-010</li> <li>형식명: SB-6500</li> <li>형식: 농업 무연제동식</li> <li>규격: 최대차중 100 kg (중전차 포함)</li> <li>검정성적</li> </ol>															
<b>6.1 구조</b>															
<b>6.1.1 기체의 크기</b>															
- 길이	2 700 mm														
- 폭	1 510 mm														
- 높이	2 210 mm														
- 중량	1 538 kg														
<b>6.1.2 동력전달장치</b>															
- 수납장치 형식	없는 구조임														
- 분출장치	선택장제어식														
- 연속단수	(변·후진) 무단														
- 최고주행속도	(전·후진) 3.2 km/h														
<b>6.1.3 조향장치</b>															
- 조향장치	좌·우 레도전류방제어식														
- 조향방식	레버식														
<b>6.1.4 주행장치</b>															
- 차축의 종류	무연제동														
- 무연제동의 규격(폭×리치, 리치수)	1200 × 72) mm, 51 개														
- 무연제동 길이길이	1 300 mm														
- 무연제동 중심간 거리	1 300 mm														
<b>6.1.5 제동장치</b>															
- 전자제동장치	없음														
- 형식	원판제동식(전자브레이크)														
<b>작동장치</b>															
- 전자제동장치	주행레버 감입시 작동하는 구조임														
- 형식	전자제동장치 전용														
- 작동방식	주행레버 감입시 작동하는 구조임														
<b>6.1.6 작업대</b>															
- 크기(가로×세로)	1740 × 600) mm														
- 최대허용 적재시 작업대 승강속도	(상승) 0.11 m/s, (하강) 0.08 m/s														
- 작업대 하강속도 상승속도	(하강) 0.05 m/s, (상승) 0.075 m/s														
- 작업대 수직승하 작동거리	4 800 mm														
<b>6.1.7 팔 및 비스트</b>															
- 팔 길이	1 300 mm														
- 비스트 높이	(최소) 1 600 mm (최대) 14 320 mm														
- 선회각도 조절범위	270° (좌·우 각 135°)														
<b>6.1.8 유압장치</b>															
- 유압유의 형식	기어식														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>유압실린더 규격 (Ø 내경 × 행정)</th> <th>형식</th> <th>수량(개)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>바스트 인양·수축용</td> <td>(Ø60 × 1 320) mm</td> <td>단동</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>팔 상승·하강용</td> <td>(Ø60 × 405) mm</td> <td>단동</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>				구분	유압실린더 규격 (Ø 내경 × 행정)	형식	수량(개)	바스트 인양·수축용	(Ø60 × 1 320) mm	단동	1	팔 상승·하강용	(Ø60 × 405) mm	단동	1
구분	유압실린더 규격 (Ø 내경 × 행정)	형식	수량(개)												
바스트 인양·수축용	(Ø60 × 1 320) mm	단동	1												
팔 상승·하강용	(Ø60 × 405) mm	단동	1												
<b>6.1.9 전동기 및 축전지</b>															
- 전동기 형식명 및 제조사	(주)행용 JHQ72.0-40G-40P/WOTION TECH MOTOR(대인)														
- 전동기 출력출력 및 계수	(유압용) 102200W/해어드모터 (주)행용 14.0 kW(2.0 kW×2 개)/DC 30 V (유압용) 12.0 kW(1 개)/DC 24 V (주)행용 12.0 kW(1 개)/DC 24 V														
- 축전지 형식명 및 제조사	30VGE5TR240/세방전지(주)														
- 축전지 용량 및 계수	8 V 240 Ah/16 개/DC 48 V														
<b>6.1.10 중전기</b>															
- 형식명	KP2000K-70														
- 제조사	Guangzhou Kingpin Industrial(광둥)														

그림 129 안전검정 성적서(발취)

## 7) 주요 개발 실적

### (1) 특허출원

- 명칭 : 확장형 아웃트리거를 갖는 고소 작업차량  
출원번호 : 10-2021-0145304 (2021.10.28.)
- 명칭 : 확장형 아웃트리거를 갖는 고소 작업차량  
출원번호 : 10-2021-0169498 (2021.11.30.)
- 명칭 : 방제 기능을 갖는 직립형 고소작업차  
출원번호 : 10-2022-0189173 (2022.12.29.)
- 명칭 : 케이블 꼬임 방지 기능을 갖는 고소작업차  
출원번호 : 10-2022-01892204 (2022.12.29.)



그림 130 특허출원 서류

(2) 기술실시(자체 실시)에 따른 제품화(사업화)

- 시제품 제작을 완료하고 자체 실시로 제품출시확인서 발행



그림 131 시제품 제작

<첨부3> **농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서**

과 계 명	다목적 직립형 스마트 고소작업차 개발			
주관연구기관	정부산업	참여기관	가톨릭관동대학교산학협력단	
연구책임자	장 영 윤	연구기간	21년 04월~ 22년 12월(총21개월)	
총 정부출연금	933,000,000원			
해당 기술의 제품출시 유형				
시제품(제품출시 예정)	( )	기존 제품 공정개선	( )	
신제품(제품출시 완료)	( O )	기 타	( )	
제품 출시 실적				
제품명	제품사진	제품용도	제품 출시일	해당 기술의 제품출시 기여율(%)
고소작업차 (SB-8500)		과원의 고소작업 및 운반용	2022.04.01	50
<p>* 첨부 : 당해연도 제품출시 여부를 확인할 수 있는 자료(제조년월일 표기사진, 제품등록번호 등)          **식품R&amp;D는 품목제조보고서 제출 필수</p> <p>상기와 같이 R&amp;D 기술을 제품화한 실적을 보고합니다.</p>				
				2022년 12월 30일
연구책임자 : 장 영 윤				

그림 132 제품 출시 확인서 (SB-8500)

(3) 사업화에 따른 매출

- 필리핀 샘플 수출을 위한 매출 및 당사 대리점 매출 발생 (2023.02.24. 기준 134,510,000원 매출)

<첨부4>

### 농림축산식품 연구개발과제 매출 확인서

과제명	다목적 직립형 스마트 고소작업차 개발		
주관연구기관	성부산업	참여기관	가톨릭관동대학교산학협력단
연구책임자	장영운	연구기간	21년 04월 ~ 22년 12월(총21개월)
기업 정보	기업 매출 총액 : 134,510,000원		
관련 실적	특허(○), 품종( ), 소프트웨어( ), 디자인( ), 상표( ), 기타( )		
	명칭(번호) : 확장형 아웃리거를 갖는 고소 작업차량(10-2021-0145304) 외 3건		
	기술실시 명칭 : 다목적 직립형 스마트 고소작업차의 사업화		
<b>해당제품의 매출 실적</b>			
제품명	제품사진	매출액(원)	해당 과제의 매출액 기여율(%)
고소작업차 (SB-8500)		국내	134,510,000
		국외	-
<p>· 첨부 : 당해연도 매출액을 확인할 수 있는 자료(매출전표, 세금계산서, 매출원장, 수출계약 등)          상기와 같이 R&amp;D 기술을 사업화하여 발생한 매출액을 보고합니다.</p>			

2023년 02월 24일  
 연구책임자 : 장영운 

그림 133 매출 확인서(SB-8500)

<p style="text-align: center;"><b>과학적개발원천기 지원사업확인서</b></p> <p>과제명 : 다목적 직립형 스마트 고소작업차 개발          연구책임자 : 장영운          연구기간 : 2021.04.01 ~ 2022.12.31</p> <p>1. 과제명 : 다목적 직립형 스마트 고소작업차 개발          2. 과제내용 : 다목적 직립형 스마트 고소작업차 개발을 위한 R&amp;D 사업화</p>	<p style="text-align: center;"><b>기관별 판매명세서 (성부산업)</b></p> <p>과제기간 : 2023-02-01 ~ 2023-02-28    순회회 : 1회    품목명 : 농산물장판대(농업용고소작업차)SB-8500</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>기관명</th> <th>수량</th> <th>단위</th> <th>단가</th> <th>공급가액</th> <th>부가세</th> <th>합계</th> <th>비고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2023-02-01 대우건설(주) (서울특별시 강남구 테헤란로 152)</td> <td>1</td> <td>대</td> <td>17,500,000</td> <td>17,500,000</td> <td>1,750,000</td> <td>19,250,000</td> <td>농산물장판대</td> </tr> <tr> <td><b>합계</b></td> <td><b>1</b></td> <td></td> <td></td> <td><b>17,500,000</b></td> <td><b>1,750,000</b></td> <td><b>19,250,000</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2023-02-01 대우건설(주) (서울특별시 강남구 테헤란로 152)</td> <td>3</td> <td>대</td> <td>17,500,000</td> <td>52,500,000</td> <td>5,250,000</td> <td>57,750,000</td> <td>농산물장판대</td> </tr> <tr> <td><b>합계</b></td> <td><b>3</b></td> <td></td> <td></td> <td><b>52,500,000</b></td> <td><b>5,250,000</b></td> <td><b>57,750,000</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2023-02-01 대우건설(주) (서울특별시 강남구 테헤란로 152)</td> <td>2</td> <td>대</td> <td>17,500,000</td> <td>35,000,000</td> <td>3,500,000</td> <td>38,500,000</td> <td>농산물장판대</td> </tr> <tr> <td><b>합계</b></td> <td><b>2</b></td> <td></td> <td></td> <td><b>35,000,000</b></td> <td><b>3,500,000</b></td> <td><b>38,500,000</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>합계</b></td> <td><b>6</b></td> <td></td> <td></td> <td><b>105,000,000</b></td> <td><b>10,410,000</b></td> <td><b>115,410,000</b></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>총합액</b></td> <td><b>6</b></td> <td></td> <td></td> <td><b>104,100,000</b></td> <td><b>10,410,000</b></td> <td><b>114,510,000</b></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	기관명	수량	단위	단가	공급가액	부가세	합계	비고	2023-02-01 대우건설(주) (서울특별시 강남구 테헤란로 152)	1	대	17,500,000	17,500,000	1,750,000	19,250,000	농산물장판대	<b>합계</b>	<b>1</b>			<b>17,500,000</b>	<b>1,750,000</b>	<b>19,250,000</b>		2023-02-01 대우건설(주) (서울특별시 강남구 테헤란로 152)	3	대	17,500,000	52,500,000	5,250,000	57,750,000	농산물장판대	<b>합계</b>	<b>3</b>			<b>52,500,000</b>	<b>5,250,000</b>	<b>57,750,000</b>		2023-02-01 대우건설(주) (서울특별시 강남구 테헤란로 152)	2	대	17,500,000	35,000,000	3,500,000	38,500,000	농산물장판대	<b>합계</b>	<b>2</b>			<b>35,000,000</b>	<b>3,500,000</b>	<b>38,500,000</b>		<b>합계</b>	<b>6</b>			<b>105,000,000</b>	<b>10,410,000</b>	<b>115,410,000</b>		<b>총합액</b>	<b>6</b>			<b>104,100,000</b>	<b>10,410,000</b>	<b>114,510,000</b>	
기관명	수량	단위	단가	공급가액	부가세	합계	비고																																																																		
2023-02-01 대우건설(주) (서울특별시 강남구 테헤란로 152)	1	대	17,500,000	17,500,000	1,750,000	19,250,000	농산물장판대																																																																		
<b>합계</b>	<b>1</b>			<b>17,500,000</b>	<b>1,750,000</b>	<b>19,250,000</b>																																																																			
2023-02-01 대우건설(주) (서울특별시 강남구 테헤란로 152)	3	대	17,500,000	52,500,000	5,250,000	57,750,000	농산물장판대																																																																		
<b>합계</b>	<b>3</b>			<b>52,500,000</b>	<b>5,250,000</b>	<b>57,750,000</b>																																																																			
2023-02-01 대우건설(주) (서울특별시 강남구 테헤란로 152)	2	대	17,500,000	35,000,000	3,500,000	38,500,000	농산물장판대																																																																		
<b>합계</b>	<b>2</b>			<b>35,000,000</b>	<b>3,500,000</b>	<b>38,500,000</b>																																																																			
<b>합계</b>	<b>6</b>			<b>105,000,000</b>	<b>10,410,000</b>	<b>115,410,000</b>																																																																			
<b>총합액</b>	<b>6</b>			<b>104,100,000</b>	<b>10,410,000</b>	<b>114,510,000</b>																																																																			


그림 134 매출 증빙서류

(4) 고용창출

- 사업기간 내 정규직 청년인력 1명 채용하여 본 사업에 100% 참여

(5) 기술인증

- 세부 사양에 대한 공인기관 시험성적서 및 안전검정



충청남도 천안시 서북구 입장면 당대기로길 89  
한국생산기술연구원 Tel: 041-589-8114 | Fax: 041-589-8120 | www.kitech.re.kr


## 시험성적서 (Test Report)

1. 성적서 번호	: C22N920049-01-01-(00-00)
2. 의뢰자	: 성부산업 경북 칠곡군 왜관읍 공단로 203 (금산리)
3. 시험기간	: 2022-12-12 ~ 2022-12-21
4. 용도	: 시험분석
5. 품목/시료명	: 다목적 직립형 스마트 고소작업차 성능시험 * 시험의뢰자가 제공한 시료 및 시료명에만 한정됩니다.
6. 시험방법	: 다목적 직립형 스마트 고소작업차 성능시험
7. 시험결과	: 다음 페이지 참조
8. 시험장소	: 경북 칠곡군 왜관읍 공단로 203 성부산업

시험자 확인 성명 : 김태영 연락처 : ky@kitech.re.kr	기술책임자 성명 : 박진선 연락처 : jspark00@kitech.re.kr
---	--

2022년 12월 20일



**한국생산기술연구원**

비고 : 1. 본 성적서는 고객이 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과에 한하며, 전체 제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.  
 2. 본 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용할 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금지합니다.  
 3. 본 성적서의 진위 확인은 QR코드로 확인가능합니다.

page: 1 of 13 [QP-17-03A] C22N920049-01-01-(00-00)

### 검정 성적

1. 기종명: 동업용고소작업차  
2. 검정번호: 21-405-0118  
3. 형식명: 50-4500  
4. 형식: 불발 무연제도시  
5. 규격: 직제리중 150 kg (운전자 포함)  
6. 검정성적

**6.1 구조**

6.1.1 직제리 높이

— 길이	2 700 mm
— 폭	1 510 mm
— 높이	2 210 mm
— 중량	1 538 kg

6.1.2 동력전달장치

— 주입장치 형식	없음 구조임
— 변속장치	선택형제어식
— 변속단수	(전 - 후진) 무단
— 최고주행속도	(전 - 후진) 3.2 km/h

6.1.3 조향장치

— 조향방식	좌 - 우 제도전동방식역시
— 조향장치	내외식

6.1.4 주행장치

— 차축의 종류	무연제도시
— 무연제도시 규격(축×축지, 피착수)	(200 × 72) mm, 51 개
— 무연제도시 길이길이	1 300 mm
— 무연제도시 중심간 거리	1 300 mm

6.1.5 제동장치

— 정지제동장치	형식
— 제동	원동제동식(전자제동식)

작동방식: 수동제어 중립식 작동하는 구조임

— 주시제동장치: 정지제동장치 겸용

형식: 중행제어 중립식 작동하는 구조임

작동방식: 수동제어 중립식 작동하는 구조임

**6.1.6 직립대**

— 선기(가로×세로)	(240 × 920) mm
— 직제리중 적재시 작업대 승강속도	(상승) 0.11 m/s, (하강) 0.20 m/s
— 작업대 적재중의 상승높이	(최저) 395 mm, (최고) 5 475 mm
— 작업대 수직상승 작동거리	4 880 mm

**6.1.7 팔 및 바스트**

— 팔 길이	1 300 mm
— 바스트 높이	(최소) 1 690 mm (최대) 1 320 mm
— 선회각도 조절범위	270° (좌 - 우 각 135°)

**6.1.8 승강장치**

— 유압실린더 형식	기어식
------------	-----

구분	유압실린더 규격 (O 내경 × 행정)	형식	수량(개)
바스트 인양 - 수축용	(Ø50 × 1 320) mm	단동	1
팔 - 상승 - 하강용	(Ø10 × 455) mm	단동	1

**6.1.9 원동기 및 축전기**

— 원동기 형식명 및 제조사: 유압용 11Q12-D-4G-PH/MOTION TOOK MOTOR(이보인)  
(유압용 1022030/하이도모터)  
(유압용 11.0 M12.0 2P+2 제)AC 30 V  
(유압용 11.0 M12.0 2P+2 제)DC 24 V  
LONGEST(4G)세벌전선(국)

— 축전기 형식명 및 제조사: 8 V 210 Ah/4 개)DC 48 V

**6.1.10 충전기**

— 형식명	EP2000K-70
— 제조사	Ganghee Kinpaen Industrial(강중원)

그림 135 시험성적서 및 안전검정 성적서



## (6) 논문 게재 및 학술발표

- 다목적 직립형 스마트 고소작업차 설계 안정성 검증에 대한 연구  
조재현, 정진형, 김승훈, 이상식 (가톨릭관동대)  
한국정보전자통신기술학회논문지 15(6), p.p. 449-456

한국정보전자통신기술학회논문지(jkiect) 22-12, Vol.15 No.6  
<http://dx.doi.org/10.17661/jkiect.2022.15.6.449>

논문 22-15-06-449

---

### 다목적 직립형 스마트 고소작업차 설계 안정성 검증에 대한 연구

조재현\*, 정진형\*\*, 김승훈\*, 이상식\*\*\*\*

### A Study on the Design Stability Verification of Multi-purpose Smart Elevation Work Vehicle

Jae-Hyun Jo\*, Jin-Hyoung Jeong\*\*, Seung-Hun Kim\*, Sang-Sik Lee\*

**요 약** 최근 사과 등의 과수 농가의 재배 방법이 생산성 증가, 농약 살포 감소 등의 목적으로 수고가 높아지는 경향이 있고, 우리나라 고소작업차의 기술이 발전함에 따라 필리핀 등지의 동남아에서의 수요가 지속적으로 늘고 있으며 우리나라 농업용 고소작업차의 경우 대부분 3,300mm~3,800mm까지 작업대가 올라가 작업자가 작업할 수 있는 최대높이는 4.5m 정도까지에 불과하며, 더 높은 고소작업이 가능한 고소작업차는 수입에 의존하고 있다. 이에 본 논문에서는 5.5m 상승 7m 이상의 작업공간을 확보할 수 있는 붐 및 마스터 시스템을 조합한 다목적 직립형 스마트 고소작업차 개발을 위한 연구로서 고소작업차의 설계 및 설계 검증을 위한 구조해석과 이를 바탕으로 한 고소작업차 구원에 대한 논문이다.

**Abstract** Recently, fruit farms such as apples tend to have higher productivity and reduce pesticide spraying, and demand in Southeast Asia continues to increase as technology for high-grade work vehicles in the Philippines and Korea's agricultural high-grade work vehicles rise to 3,300mm to 3,800mm, so workers can work at only 4.5m. Therefore, this paper is a study to develop a multi-purpose upright smart high-altitude work vehicle that can secure a work space of more than 7m, up 5.5m, and a structural analysis for design and verification of Multi-purpose Smart Elevation Work Vehicle

**Key Words** : Fruit tree, Landscape architecture, Lift, Upright, High clearance working

#### 1. 서론

세계 대부분의 지역에서 인구의 고령화는 낮은 출산율과 긴 기대수명으로 인한 일반적인 현상이며[1], 고령화는 논란의 여지 없이 생산가능인구 감소에 기초한 노동 참여에 부정적인 영향을 미친다[2]. 국내 고령인구 비중은 지속적으로 증가하여 2025년에는 20.3%에 이를 것이며 이는 우리나라가 초고령사회에 진입할 것으로 전망한다[3,4]. 이미 농촌의 고령인구는 2000년 21.7%로 초고령화에 진입하였으며[4] 농가경제조사(FHES)에 따르면, 2003년부터 2015년 사이 우리나라

농장주 평균 연령은 59.9세에서 68.3세로 증가했다 [5]. 현재 미국 EU와 같은 선진국 외에도 전 세계를 대상으로 농촌 인구 감소 요인과 이로 인한 부작용을 극복하기 위한 논의가 활발히 이뤄지고 있으며 대표적으로 농촌지역의 매력도를 증가시키기 위한 국가의 지원 [6], 도시와 농촌지역의 지역 클러스터 발전을 통한 경제적 연결 및 이주민과 난민은 농촌지역으로 수용하는 정책 등에 대한 대책을 제시하고 있다[7].

또한 농업기술 개발을 통해 농촌의 문제를 해소하고자 하는 방법들로 계속해서 제시되고 있으며 대표적

---

This study was supported by the Agency for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Planning and Evaluation(121028022HD02022682121230000)

\*Corresponding Author : Department of Biomedical Engineering, Catholic Kwandong University  
\*\*Department of Biomedical IT, Catholic Kwandong University  
Received October 24, 2022      Revised November 18, 2022      Accepted December 11, 2022

그림 136 논문 게재

- 농업용 고소작업차 설계 및 안정성 분석에 대한 연구  
이상식, 정진형(가톨릭관동대), 장영윤(성부산업), 박원엽(한경대)  
한국정보전자통신기술학회 2021 추계종합학술발표회 논문집

한국정보전자통신기술학회 추계종합학술발표회 논문집 Vol.14 No.2

## 농업용 고소작업차 설계 및 안정성 분석에 대한 연구

박원엽\*, 장영윤\*\*, 정진형\*\*\*, 이상식\*\*\*\*  
\*국립한경대학교 ICT로봇기계공학과 기계공학전공, \*\*성부산업  
\*\*\*가톨릭관동대학교 의료IT학과, \*\*\*\*가톨릭관동대학교 의료공학과

### A study on the design and stability analysis of high-altitude vehicles for agriculture.

Won-yeop Park\*, Young-yoon Chang\*\*, Jin-Hyoung Jeong\*\*\*, Sang-Sik Lee\*\*\*\*

\*Department of Mechanical Engineering, ICT Robotics Engineering, Hankyong National University, \*\*Sungbu Industry,  
\*\*\*Department of Medical Engineering, Catholic Kwandong University,  
\*\*\*\*Department of Medical Engineering, Catholic Kwandong University

요 약

우리나라 과수의 대부분은 경사지에 있으며, 과일의 당도를 높이기 위해 일교차가 큰 고지대에 조성한다. 과수원 조성 시 평탄작업이나 배수시설 등과 같은 기반조성을 하는데 원활한 물 빠짐을 위해 10~15° 사이의 경사를 주는 경우가 많다. 또한 저수고 과수 농장이 아닌 일반 과수원들은 사다리를 사용해야 하는 수고가 높은 나무에서 과일을 수확해야 한다. 현재 품업인 민구의 감소 및 고령화 등의 문제로 인해 고소작업에 불편을 느끼는 농가들의 불편을 해소하기 위해 저수고 농업환경 조성, 자동수확기 개발, 농업용 고소작업차 개발 등의 연구가 진행되고 있다. 본 논문은 경사지에서도 운행이 자유로우며 안전한 고소작업이 가능한 농업용 고소작업차 개발에 관한 연구로서, 수고가 높은 과수, 조경 및 고소 나무에서 작업을 위한 5.5M 상층 7M 이상의 작업공간을 확보할 수 있는 볼 형태 외 다목적 직립형 고소작업차의 설계 및 안정성 분석에 대한내용이다.

Abstract

Most of the fruit trees in Korea are on slopes, and they are created in highlands with a large daily temperature difference to increase the sugar content of fruits. When creating an orchard, it creates a foundation such as flat work or drainage facilities, but there are many cases where a slope between 10 and 15° is given for smooth drainage. In addition, general orchards other than reservoir fruit farms must harvest fruits from high-height trees that require the use of ladders. Currently, research is underway on creating a reservoir agricultural environment, developing an automatic harvesting machine, and developing an agricultural high-altitude work car to relieve the inconvenience of farmers who feel uncomfortable with high-altitude work due to problems such as a decrease and aging. This paper is a study on the development of agricultural high-altitude vehicles that are free to operate on slopes and allow safe high-altitude trees, and is about the design and stability analysis of multi-purpose high-altitude high-altitude high-altitude multi-purpose high-altitude vehicles.

**Keywords :** Fruit tree, Landscape architecture, Lift, Upright, High clearance working

### 1. 서론

우리나라 과수의 대부분은 경사지에 있으며, 과일의 당도를 높이기 위해 일교차가 큰 고지대에

조성한다. 과수원 조성 시 평탄작업이나 배수시설 등과 같은 기반조성을 하는데 원활한 물 빠짐을 위해 10~15° 사이의 경사를 주는 경우가 많다

그림 137 학술발표 1

- 다목적 직립형 스마트 고소작업차의 견인성능 예측을 바탕으로 한 주요 설계 요소 설정 대한 연구

조재현, 정진형, 김승훈, 이상식, 최문혁(가톨릭관동대)

한국정보전자통신기술학회 2022 춘계학술대회 논문발표회 논문집

한국정보전자통신기술학회 춘계학술대회 논문발표회 Vol.15 No.1

## 다목적 직립형 스마트 고소작업차의 견인성능 예측을 바탕으로한 주요 설계 요소 설정 대한 연구

조재현\*, 정진형\*\*, 김승훈\*, 최문혁\*, 이상식\*  
\*가톨릭관동대학교 의료공학과, \*\*가톨릭관동대학교 의IT과

### A Study on the Establishment of Major Design Elements Based on the Prediction of Traction Performance of Multi-purpose Smart Elevation Work Vehicle

Jae-Hyun Jo\*, Jin-Hyoung Jeong\*\*, Seung-Hun Kim\*, Moon-Hyeok Choi\*\*,  
Sang-Sik Lee\*

**요 약**

일반적으로 과수원, 조경 및 고소나무 작업은 전정, 수분, 적화, 적과, 수확 등으로 분류되며, 제조 및 방제작업 이외의 관리작업 시간비율은 67%가 되며, 과실의 적재를 포함한 수확작업은 17% 이상에 해당한다[1]. 또한 우리나라 과수의 대부분은 가공용 과실을 생산하는 유럽이나 미국 등과는 달리 생식용 과실의 생산을 목적으로 하고 있어 과실의 당도를 높이기 위해 일교차가 큰 고지대에 과원을 조성하는 것이 일반적이며, 저수고 농가가 아닐 경우에 수고가 높은 나무에서 과일을 수확해야 한다[1,2]. 또한 물빠짐을 좋게 하기 위해 10~15° 사이의 경사를 주는 경우가 많다[2]. 이러한 고소 작업은 농업인의 인구 감소 및 고령화[3] 등의 요인들로 인해 불편함을 느끼는 농가들이 늘어나고 있는 추세이다. 본 논문은 경사지에서도 운행이 자유로우며 안전한 고소작업이 가능한 농업용 고소작업차 개발에 관한 연구로서, 수고가 높은 과수, 조경 및 고소 나무에서 작업을 위한 5.5M 상승 7M 이상의 작업공간을 확보할 수 있는 볼 형태의 다목적 직립형 고소작업차의 견인 성능 예측에 대한 내용이다.

**Abstract**

Most of the fruit trees in Korea are on slopes, and they are created in highlands with a large daily temperature difference to increase the sugar content of fruits. When creating an orchard, it creates a foundation such as flat work or drainage facilities, but there are many cases where a slope between 10 and 15° is given for smooth drainage. In addition, general orchards other than reservoir fruit farms must harvest fruits from high-height trees that require the use of ladders. Currently, research is underway on creating a reservoir agricultural environment, developing an automatic harvesting machine, and developing an agricultural high-altitude work car to relieve the inconvenience of farmers who feel uncomfortable with high-altitude work due to problems such as a decrease and aging. This paper is a study on the development of agricultural high-altitude vehicles that are free to operate on slopes and allow safe high-altitude trees, and is about the design and stability analysis of multi-purpose high-altitude high-altitude high-altitude multi-purpose high-altitude vehicles.

**Keywords :** Fruit tree, Landscape architecture, Lift, Upright, High clearance working

**1. 서론**

일반적으로 과수원, 조경 및 고소나무 작업은 전정, 수분, 적화, 적과, 수확 등으로 분류되며, 제조 및 방제작업 이외의 관리작업 시간비율은 67%가 되며, 과실의 적재를 포함한 수확작업은 17% 이상에 해당한다[1]. 또한 우리나라 과수의 대부분은 가공용 과실을 생산하는 유럽이나 미국

그림 138 학술발표 2

- 전기동력원 농업용 고소작업차의 마스트 및 붐 시스템 설계 및 제작에 대한 연구 이상식, 정진형(가톨릭관동대), 장영윤(성부산업), 박원엽(한경대)  
한국농업기계학회 2022 춘계학술대회 초록집 p. 187, 포스터 발표

(사)한국농업기계학회/2022년 춘계학술대회

**전기동력원 농업용 고소작업차의  
마스트 및 붐 시스템 설계 및 제작에 대한 연구**

A study on the design and manufacture of mast and boom systems for electric  
powered agricultural aerial work vehicles

**박원엽<sup>1</sup>      장영윤<sup>2</sup>      정진형<sup>3</sup>      이상식<sup>4\*</sup>**  
 Won-Yeop Park<sup>1</sup>   Young-yoon Chang<sup>2</sup>   Jin-Hyoung Jeong<sup>3</sup>   Sang-Sik Lee<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>국립한경대학교 ICT로봇기계공학부 기계공학전공  
 Department of Mechanical Engineering, ICT Robotics Engineering, Hankyong National  
 University, Gyeonggi, Korea

<sup>2</sup>성부산업  
 SUNGBOO IND., LTD., North Gyeongsang Chilgok, Korea

<sup>3</sup>가톨릭관동대학교 의료IT학과  
 Department of Medical IT, Catholic Kwandong University, Gangneung, Korea

<sup>4</sup>가톨릭관동대학교 의료공학과  
 Department of Medical Engineering, Catholic Kwandong University, Gangneung, Korea

**초록(Abstract)**  
 농업인 인구의 감소 및 고령화 등의 문제로 인해 고소작업에 불편을 느끼는 농가들의 불편을 해소하기 위해  
 저수고 농업환경 조성, 자동수확기기 개발, 농업용 고소작업차 개발 등의 연구가 진행되고 있다.  
 본 논문은 경사지에서도 운행이 자유로우며 안전한 고소작업이 가능하며 전기동력으로 운영이 가능한 농업용  
 고소작업차 개발에 관한 연구로서, 수고가 높은 과수, 조경 및 고소 나무에서 작업을 위한 5.5M 상층 7M 이  
 상의 작업공간을 확보할 수 있는 마스트 및 붐 시스템을 적용한 다목적 직립형 고소작업차의 설계 및 제작에  
 대한 내용이다.

**키워드(Keywords)**  
 리프트(Lift), 직립(Upright), 고소작업(High clearance working)

**사사(Acknowledgement)**  
 본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 첨단농기제산업화 기술개발사업의 지원을  
 받아 연구되었음(121028-2).

---

\*교신저자 : 이상식(lsskyj@cku.ac.kr)

그림 139 학술발표 3

### (7) 홍보전시

다목적 직립형 고소작업차는 2차에 따른 시제품 제작을 완료하였으며 양산화 설계에 따른 제품을 출시하였다. 수고가 높은 동남아 시장을 상대로 다수의 홍보를 실시하였으며, 국내 전시회에도 출품하여 좋은 호응을 얻었다.



그림 140 필리핀 마닐라 전시회 출품



그림 141 대한민국국제농기계자재박람회 출품

전시회 이외에도 필리핀 공식 국내 농기계 대리점인 핏코리아(Fit COREA) 홈페이지 및 유튜브 채널을 통해 지속적인 홍보를 시행하고 있으며, 필리핀 정부 관계자들이 당사를 방문하여 공장을 견학하고 기계를 체험하며 수출에 대한 가능성을 확보하였다.



그림 142 유튜브를 통한 온라인 홍보(<https://youtu.be/XkyvCMG03ig?t=2>)



## MULTI-PURPOSE LIFTING MACHINE

**IT CAN BE FRUIT-BEARING TREE PARTNER**

**HEIGHT:**  
2200 mm

**LENGTH**  
2699 mm

**WIDTH:**  
1500 mm

SB-8500

**Specifications:**

<b>MINIMUM HEIGHT</b>	<b>600 mm</b>	<b>MAXIMUM HEIGHT</b>	<b>5500 mm</b>
<b>TURNING ANGLE</b>	<b>270°</b>	<b>SPEED</b>	<b>0 - 3.0 km/h (F &amp; R)</b>
<b>MAXIMUM LOAD CAPACITY</b>	<b>200 kg</b>	<b>WEIGHT</b>	<b>1530 kg</b>

**Features:**

- **Upgraded Suspension**  
- A structure preventing deviation from the track and minimizing vibration
- **Emergency Stop**  
- Emergency Stop & Safety Functionality
- **Simple Operation**  
- Minimizing confusion by adopting a joy stick that is easily operable



**Rather than doing things the old way, we want to improve your safety and technology.**

100% Made in Korea

AVAILABLE HERE IN THE PHILIPPINES

NEED MORE INFO? CHECK OUT OUR WEBSITE HERE:  
[fitcorea.com](http://fitcorea.com)






KAMICO  
KOREA AGRICULTURAL MACHINERY INDUSTRY COOPERATIVE

그림 143 Fit COREA를 통한 브로슈어 홍보

또한 필리핀 정부 관계자(고위급 공무원 포함)가 당사 및 전시회 현장을 방문하여 직립형 고소작업차에 대한 정보를 취득하였으며, 향후 보급을 위한 업무 협력 관계를 유지하고자 하였으며, 빠른 시일 내에 수출이 이루어질 것으로 판단된다.



그림 144 필리핀 정부관계자 및 바이어 공장 견학

### 3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

#### 1) 연구수행 결과

##### (1) 정성적 연구개발성과

- 수고가 높은 과수 및 동남아 시장에 특화된 고소작업차 기술 확보
- 모터 제어기술 및 조향시스템개발로 조향우수성 실현
- 전동형 기계의 개발로 화석연료 사용의 감소 및 에너지 절약에 기여
- 고령화에 대비한 편한 기기 조작으로 노동력 절감, 안전성 확보
- 기타 농업기계의 전기모터 적용 가능성 확보
- 다목적 영농작업에 의한 농작업생력화로 생산비 절감
- 친환경 농기계 보급의 활성화
- 농작업의 안전 및 편의성 확보
- 친환경 농기계의 개발로 친환경 농업의 실현 및 수출 유망상품 보유
- 타 산업분야에 활용 가능

##### (2) 정량적 연구개발성과

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 백만원)

성과지표명		연도	1년차	2년차	계	가중치 (%)
			(2021)	(2022)		
전담기관 등록·기탁 지표 <sup>1)</sup>	특허출원	목표(연차별)	2	2	4	10
		실적(누적)	2	2	4	
	특허등록	목표(연차별)		2	2	10
		실적(누적)		0	0	
	논문	목표(연차별)		1	1	
		실적(누적)		1	1	
학술발표	목표(연차별)	1	1	2	10	
	실적(누적)	1	2	3		
연구개발과제 특성 반영 지표 <sup>2)</sup>	기술실시	목표(연차별)		1	1	10
		실적(누적)		1	1	
	제품화	목표(연차별)		1	1	20
		실적(누적)		1	1	
	매출액	목표(연차별)		100	100	10
		실적(누적)		134	134	
	고용창출	목표(연차별)	1	0	1	10
		실적(누적)	0	1	1	
	기술인증	목표(연차별)		1	1	10
		실적(누적)		2	2	
	홍보전시	목표(연차별)		1	1	10
		실적(누적)		4	4	
계		목표	4	10/100	14/100	100
		실적	3	14/134	17/134	



### (3) 세부 정량적 연구개발성과

#### [과학적 성과]

##### □ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	다목적 직립형 스마트 고소작업차 설계 안정성 검증에 대한 연구	한국정보통신기술학회 논문지	조재현	15(6)	대한민국	한국정보통신기술학회	비SCIE	2022.12.11	2288-9302	100

##### □ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	한국정보통신기술학회 2021 추계종합학술발표회	이상식	2021.10.29.	가톨릭관동대학교 R&D Park	대한민국
2	한국정보통신기술학회 2022 춘계학술대회 논문발표회	조재현	2022.05.27.	광주여자대학교	대한민국
3	(사)한국농업기계학회 2022년 춘계학술대회	이상식	2022.04.29.	국립농업과학원 농업공학부	대한민국

#### [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	확장형 아웃트리거를 갖는 고소 작업차량	대한민국	장진만	2021.10.28	10-2021-0145304	-	-	-	-	100	활용
2	확장형 아웃트리거를 갖는 고소 작업차량	대한민국	장진만	2021.11.30	10-2021-0169498	-	-	-	-	100	활용
3	방제 기능을 갖는 직립형 고소작업차	대한민국	장진만	2022.12.29	10-2022-0189173	-	-	-	-	100	활용
4	케이블 꼬임 방지 기능을 갖는 고소작업차	대한민국	장진만	2022.12.29	10-2022-0189220	-	-	-	-	100	활용

##### ○ 지식재산권 활용 유형

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	자체실시
1	√	√								√

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
1	직립형 고소작업차 성능시험	한국생산기술연구원	시험성적	C22N920049-01-01	2022.12.20.	대한민국
2	직립형 고소작업차 안전검정	농업기술실용화재단	안전검정	21-MS-013	2022.12.14	대한민국

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	직립형 고소작업차	2021.11.27.	성부산업	성부산업	제품화를 위한 1차 시작품 제작	1.5년	-	-
2	직립형 고소작업차	2022.04.01.	성부산업	성부산업	제품화를 위한 최종 시작품 제작 (샘플 납품)	0.5년	-	-

□ 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	자체실시	직립형 고소작업차(SB-8500)	성부산업	2022.09.14	-	-

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 <sup>1)</sup>	사업화 형태 <sup>2)</sup>	지역 <sup>3)</sup>	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자기실시	신제품 개발	국내	직립형 고소작업차 제품화	직립형 고소작업차의 제품화	성부산업	134,510	-	2022 /2023	10

□ 사업화 계획 및 무역 수치 개선 효과

성과		직립형 고소작업차 사업화				
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	사업화				
	소요예산(천원)	200,000				
	예상 매출규모(억원)	현재까지	3년 후	5년 후		
		1.34	20	100		
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후	
			국내	-	10	20
			국외	-	1	2
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		직립형 스마트 고소작업차				

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)	
			2022년	합계
1	직립형 고소작업차 사업화	성부산업	1	1
합계			1	1

\* 박은강 : 청년인력채용

[사회적 성과]

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	박람회	필리핀 마닐라	농업박람회(AGRILINK)	2022.10.06.~10.08
2	박람회	한국농기계공업협동조합	대한민국국제농기계자재박람회	2022.11.02.~11.05
3	온라인	Youtube	Multi Crop Lifting Machine SB-8500	2022.05.12.~계속
4	홈페이지	Fit COREA (필리핀) 홈페이지	Multi-purpose Lifting Machine	2022.05.12.~계속

2) 목표 달성 수준

평가 항목 (주요성능)	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 (%)	세계 최고수준 보유국/보유기관	연구개발 전 국내 수준	연구개발 목표치	결과치
			성능수준	성능수준		
최대속도	km/h	10	-	-	3.0	3.23
등판능력	%	20	30	25	30	30%이상 등판가능
최대전도각	°	20	25	20	25	정방향 25.0 측방향 25.2
작업능력	min/10a	20	35	40	30	22m 33s
원격조작	-	10	가능	가능	가능	작동가능
안전검정	-	20	양호	양호	안전검정 인증	검정완료

## 4. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

### 1) 관련 분야에 대한 파급효과

최근 농기계의 전동화는 급속도로 성장하였으며 각종 농업용 차량은 엔진형보다 전동형의 점유율이 더 많이 늘어났으며, 이를 생산하는 업체도 지속적으로 늘어나고 시장 또한 지속적으로 성장하고 있다.

당사는 농용 고소작업기계에서 전동화를 최초로 시도하여 완성하였고 상품화하였으며 농림수산식품부의 “신기술 농업기계”로 지정되어 전동관련 제어에 대한 기술력을 인정받았으며, 엔진형의 단점 보완으로 농민에게 인정받으면서 단기간에 많은 판매실적을 이루어 내었다. 이와 관련하여 본 연구에서는 기존 기술을 토대로 전기운반 농기계를 개발하여 시제품을 출시하였고, 양산화를 통해 매출을 실현할 계획이다.

이러한 노력과 더불어 당사는 과수원 작업의 편의성 확보를 위한 제품 라인업을 순차적으로 구성하고 있으며, 향후 전동형 자율주행 스피드 스프레이어 등 관련 제품의 개발 촉진으로 농기계의 전동화 및 무인화에 많은 기여를 하고자 한다.

농업용 시장에 전동화 추세는 앞으로도 지속적으로 성장세에 있으며 농민들도 쾌적한 작업환경을 위해 전동형 농업기계에 관심이 더 많아지고 있는 실정이다.

한편, 최근 환경규제는 합의 도출이 어려운 다자간 환경협약에서 개별 국가의 환경규제의 강화와 같은 기술장벽화로 진화하고 있다. 각종 환경규제 조치는 환경산업 발전의 촉매제 역할을 하는 동시에 해당 국가 진출에 보이지 않는 보호 무역장벽으로 작용한다. 최근 환경규제를 강화하고 있는 주요 대상지역(유럽, 중국, 미국, 일본)의 국내 수출규모는 전체 60.9%를 차지하고 있기 때문에 국가경제에서 수출이 차지하는 비중이 큰 우리나라의 경제구조를 고려할 때 각국에서 추진하는 환경규제에 적절하게 대응할 필요가 있는 상태이며 사후처리 규제에서 제품 설계, 공정, 생산, 제품 사용, 폐기, 회수 등 모든 단계에서 발생하는 오염물질, 유해물질을 통합적으로 규제하는 것으로 확대, 강화되고 있다.

또한 환경과 관련된 책임주체가 정부에서 제품의 제조 및 수입자인 민간 기업으로 전환되고 있기 때문에 환경규제를 자국 산업의 경쟁력 유지에 활용하기 위해 또한 환경규제 도입에 앞서 관련 환경기술과 산업의 경쟁력을 제고하려 노력하고 있는 실정이다.

따라서 환경이 전 세계적으로 비즈니스에 영향을 미치는 주요 결정요인으로 등장함에 따라 강화되는 국제환경규제 대응이 시급한 상태이며 중장기적으로 효력을 발휘할 수 있는 대응체제 구축을 위해 해외 환경규제 정보를 지속적으로 모니터링하는 정보채

널의 역할 강화와 글로벌 환경규제 설정 회의 및 네트워크 적극 참여를 위한 방안이 필요하다.

특히 자동차 연비규제로 인해 이산화탄소 배출량이 많은 차종의 수출가격이 상승하고 수요는 감소하고 있는 가운데, 농업기계에서도 향후 수출 확대를 위해서는 친환경 동력원의 이용이 절실히 필요하여 해당 기술 발전의 기여도는 매우 크다고 판단된다.

## 2) 연구개발성과에 대한 기술 기여도 및 산정근거

(단위 : 백만원, %)

총괄과제명	세부과제명		기관명	유형	총 연구개발비 (A)	정부지원 연구개발비 (B)	정부지원 연구개발비 비율 (C=B/A)	성과 유형	기술 기여도	
									산정 근거	비율
다목적 직립형 스마트 고소작업차 개발	A-1	다목적 직립형 스마트 고소작업차 개발	성부산업	중소기업 (영리)	989.65	753	76.088%	신규 기술개발	①-①	76.09
	A4	다목적 직립형 스마트 고소작업차의 설계 요인 분석 및 조작 계기장치 개발	가톨릭관동대학교 산학협력단	대학 (비영리)	180	180	1.000	신규 기술개발	해당 없음	-
<b>계</b>					<b>1,169.65</b>	<b>933</b>	-	-	-	-

## 5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

당사는 본 연구개발 성과를 토대로 다양한 제품군을 확보하여 농기계 발전에 이바지할 계획이며, 주요 활용계획은 다음과 같다.

- 모터 제어기술을 활용한 전동 구동 기술 확보로 추가 기술개발 및 응용
- 지속적 매출을 통한 기업의 성장 추진 (고부가가치화 실현)
- 연구개발 체제 구축 보완으로 연구개발 투자의 확대
- 추가개발 및 안정성 확보를 토대로 수출 전략 추진

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내				
		2023	2024	2025	2026	2027
특허출원	국내	1	-	-	-	-
	국외	-	-	-	-	-
특허등록	국내	2	2	1	-	-
	국외	-	-	-	-	-
사업화(예상)	매출액(단위 : 천원)	500,000	1,000,000	1,500,000	2,000,000	3,000,000
	기술료(단위 : 천원) <sup>1)</sup>	19,022	38,045	18,233	-	-

1)기술료는 총한도가 정부출연금의 10%인 75,300천원임

### ○인증 및 사업화 계획

- 한국농업기계공업협동조합을 통해 농기계 모델 등록
- 최종 양산화 모델을 토대로, 보조사업 등을 통해 매출 확대 예정
- 각종 전시회 등을 통해 제품 홍보 및 기존 수출 루트를 통한 해외진출 방안 모색
- 시범보조사업 및 정부지원대상 품목 지원 적극 활용
- 당사 전국 150여 개 총판 및 대리점을 통한 판로 확대
- 동남아 시장 교두보 확보 및 수출 확대

# 자체평가의견서

## 1. 과제현황

		과제번호		121028-2	
사업구분	농림축산식품연구개발사업				
연구분야	첨단생산			과제구분	단위
사업명	첨단농기계산업화기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	다목적 직립형 스마트 고소작업차 개발			과제유형	개발
연구개발기관	성부산업			연구책임자	장영윤
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	'21.04~'21.12	400,000	103,400	503,400
	2차년도	'22.01~'22.12	533,000	133,250	666,250
	계	'21.04~'22.12	933,000	236,650	1,169,650
참여기업	성부산업				
상대국	-	상대국연구개발기관	-		

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2023. 02. 24

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
성부산업	사장	장영윤

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	장영윤
----	-----

## I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (우수), 보통, 미흡, 극히불량)

-사업화 성과를 목표로 실용적인 기술의 개발이 우수함

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (우수), 보통, 미흡, 극히불량)

-전동화 시장의 성장으로 경쟁업체가 늘어나면서 전동 농기계 관련 기술의 비약적으로 발전함

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (우수), 보통, 미흡, 극히불량)

-타 전동 차량에 적용이 가능하며 여러 가지 응용제품이 나올 수 있으므로 활용성이 큼

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (우수), 보통, 미흡, 극히불량)

-이론적인 분야에서 실제 농업현장에 대한 조사까지 수행하여 성실도가 높음.

### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (우수), 보통, 미흡, 극히불량)

-지적소유권 확보 및 홍보 노력이 크며, 특히 해외 실증 실적 등이 우수함



## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
기초조사 분석 및 설계	20	100	- 설계요인 분석 및 선행기술 조사 등을 수행함
구동부 및 마스트 붐 개발	20	100	- 설계 및 구조해석 등을 통해 시제품을 제작함
모터드라이브 및 통합 컨트롤러 개발	20	100	- 구동방식에 맞게 모터 드라이브, 원격제어장치 등 통합 컨트롤러 개발을 완료함
기계적 안정성 확보	20	100	- 구조해석 및 안정성 확보 실험을 통해 제품 안정성을 확보함
현장시험 및 성능 시험	20	100	- 다양한 현장성능시험 및 공인기관의 시험을 실시 완료함.
합계	100점		

## III. 종합의견

### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

-사업화 매출이 발생하였으며, 해외 홍보가 지속적으로 이루어져 수출 성과가 기대됨.

### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

-연구 개발 시작시부터 현장에 바로 접목하기 위해 진행하였으므로 사업화 확대에 대한 가능성

### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

-지속적인 제품 개선 노력으로 매출 증대 및 농기계 전동화 기술 적용에 기여

#### IV. 보안성 검토

-해당사항 없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

##### 1. 연구책임자의 의견

-해당사항 없음

##### 2. 연구개발기관 자체의 검토결과

-해당사항 없음



### 3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (자체사 업화)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연 구활 용등)	
	특허 출원	특허 등록	품 종 등 록	S M A R T	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출		투 자 유 치	논문				학 술 발 표	정 책 활 용		홍 보 전 시
													S C I	비 S C I						
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건			
가중치	10	10			10		20	10		10				10			10			
최종 목표	4	4			1		1	8,100		1	1		1	2			2			
당해 년도	목표	2	2		1		1	100			1		1	1			1			
	실적	2	0		1		1	134		1	2		1	2			4			
달성률 (%)	100	0			100		100	134		200			200				400			

\*특허등록(심사중), 고용창출(2차년도에 1명 달성)

### 4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	모터 제어기술
②	농기계 전동화 기술

### 5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술					✓	✓	✓			
②의 기술					✓		✓		✓	

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	지적재산권 추가 확보 및 타 기계 전동화 기여
②의 기술	타 농기계의 전동화 추진

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구 활용액) ()
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출		투 자 유 치	논문				학 술 발 표	정 책 활 용	
											SCI		비SCI	논 문 평 균 I F					
단위	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	10	10			10		20	10		10				10				10	
최종목표	4	4			1		1	8,100		1		1		2				2	
연구기간내 달성실적	4	0			1		1	134		1		1		3				4	
연구종료후 성과장출 계획		4						8,000										1	

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

- 자체 실시를 통한 사업화

## 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단농기계산업화기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 첨단농기계산업화기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.