

121031-  
2

원격조종 가능한 근접 장애물 감지형 승용제초기 개발

2023

농림식품기술기획평가원  
농림축산식품부

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( ) 발간등록번호( O )  
첨단농기계산업화기술개발사업 2023년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004458-01

# 원격조종 가능한 근접 장애물 감지형 승용제초기 개발

2023.12.14.

(주)태광공업

농림축산식품부  
(전문기관)농림식품기술기획평가원

최종보고서						보안등급						
						일반[ <input checked="" type="checkbox"/> ], 보안[ <input type="checkbox"/> ]						
중앙행정기관명	농림축산식품부			사업명	사업명		첨단농기계산업혁신기술개발사업					
전문기관명 (해당 시 작성)	농림식품기술기획평가원			내역사업명 (해당 시 작성)	내역사업명		농기계산업혁신기술					
공고번호	제 농축2021-26호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)	연구개발과제번호							
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0899	100%	-	%	-	%					
	농림식품과학기술분류	RC0101	100%	-	%	-	%					
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문											
	영문											
연구개발과제명	국문	원격조종 가능한 근접 장애물 감지형 승용제초기 개발										
	영문	Development of remote controllable riding mower based near-field obstacle detection system										
주관연구개발기관	기관명	㈜태광공업		사업자등록번호		513-81-78681						
	주소	(우 39909) 경북 칠곡군 왜관읍 공단로 1길 33		법인등록번호		175211-0041792						
연구책임자	성명	노태균		직위		상무이사						
	연락처	직장전화			휴대전화							
		전자우편			국가연구자번호							
연구개발기간	전체	2021. 04. 01 - 2023. 06. 30( 2년 3개월)										
	단계 (해당 시 작성)	1년차	2021. 04. 01 - 2021. 12. 31( 0년 9개월)									
		2년차	2022. 01. 01 - 2023. 06. 30( 1년 6개월)									
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원	기관부담		그 외 기관 등의 지원금				합계		연구개발 비의 지원금		
	연구개발비	연구개발비		지방자치단체		기타( )						
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계		
총계	933,000	18,000	294,000	-	-	-	-	951,000	294,000	1,245,000		
1단계	1년차	400,000	-	134,000	-	-	-	400,000	134,000	534,000		
	2년차	533,000	18,000	160,000	-	-	-	551,000	160,000	711,000		
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자		직위		휴대전화		전자우편		비고		
										역할	기관유형	
공동연구개발기관												
위탁연구개발기관	한국섬유기계용 합연연구원	이인준		전임 연구원						위탁	전문연	
연구개발기관 외 기관												
연구개발담당자 실무담당자	성명			직위								
	연락처	직장전화			휴대전화							
		전자우편			국가연구자번호							

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

2023 년 8 월 25 일

연구책임자: 노 태 균

주관연구개발기관의 장: 박 창 현

위탁연구개발기관의 장: 성 하 경

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하



제출문

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “원격조종 가능한 근접 장애물 감지형 승용제초기 개발”(개발기간 : 2021. 04. ~ 2023 . 06.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2023. 12. 14.

주관연구기관명 : (주)태광공업 (대표자) 박 창 현



주관연구책임자 : 노 태 균

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

## < 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명	첨단농기계산업화기술개발사업			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		
내역사업명 (해당 시 작성)	농기계산업혁신기술			연구개발과제번호		121031-2
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0899	100%	-		-
	농림식품 과학기술분류	RC0101	100%	-		-
총괄연구개발명 (해당 시 작성)						
연구개발과제명	원격조종 가능한 근접 장애물 감지형 승용제초기 개발					
전체 연구개발기간	2021. 04. 01 - 2023. 06. 30( 2년 3개월)					
총 연구개발비	총 1,245,000 천원 (정부지원연구개발비: 933,000 천원, 기관부담연구개발비 : 312,000 천원, 지방자치단체: 0 천원, 그 외 지원금: 0천원)					
연구개발단계	기초[ ] 응용[ ] 개발[ √ ] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준( 3 ) 종료시점 목표( 6 )	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)						
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)						
연구개발 목표 및 내용	최종 목표		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 해외에 100%의존하고 있는 국내 승용제초기제품을 국산화 대체하고, 근접장애물 감지, 경사지 감지, 원격조종 등의 안전과 효율이 관련된 실용적인 기술들을 최초로 접목하여 원격조종이 가능한 근접 장애물 감지형 승용제초기 개발을 하여, 국내 농업기계기술 발전에 기여</li> </ul>			
	전체 내용		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 승용제초기의 구동을 위한 구동부 설계 개발</li> <li>◦ 무선조종 연동이 가능한 조향장치 설계 개발</li> <li>◦ 승용제초기의 제초 작업 부 설계 개발</li> <li>◦ 전체 프레임 및 커버 디자인 설계 개발</li> <li>◦ 승용제초기 구동부 주요부품 구조 해석</li> <li>◦ 제초작업부의 제초 로타리 강성해석</li> <li>◦ 승용제초기의 주요 프레임 구조해석</li> <li>◦ 승용제초기의 구성부품 설계보완 및 제작가공</li> <li>◦ 승용제초기의 무선조종 컨트롤러 개발 및 통신시스템 연동</li> <li>◦ 승용제초기의 전체 조립 및 시운전</li> <li>◦ 승용제초기의 기계적 성능평가</li> <li>◦ 충돌방지를 위한 승용제초기의 근접 장애물 감지시스템 개발</li> <li>◦ 운전중 전복 방지를 위한 지형의 경사 감지시스템 개발</li> <li>◦ 개발 제초기의 위험요인 분석 및 성능평가</li> </ul>			
	1단계 (해당 시 작성)	목표				
		내용				
n단계 (해당 시 작성)	목표					
	내용					
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 승용제초기의 구동을 위한 구동부 설계 기술 확보</li> <li>◦ 무선조종 연동이 가능한 조향장치 설계 기술 확보</li> <li>◦ 승용제초기의 제초 작업 부 설계 기술 확보</li> <li>◦ 전체 프레임 및 커버 디자인 설계 기술 확보</li> <li>◦ 승용제초기 구동부 주요부품 구조 해석을 통한 구조적 안전성 확보</li> <li>◦ 제초작업부의 제초 로타리 강성해석 해석을 통한 구조적 안전성 확보</li> <li>◦ 승용제초기의 주요 프레임 구조해석 해석을 통한 구조적 안전성 확보</li> </ul>					

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 100% 수입에 의존하고 있는 승용제초기의 핵심 설계 제작 원천기술 확보</li> <li>◦ 근접장애물감지, 경사도감시 기능이 포함된 안전성이 강화 기술 확보</li> <li>◦ 전산구조해석, 공인시험 등을 통한 제품의 신뢰성 확보</li> <li>◦ 공급, 유지보수, 가격 경쟁력을 앞세워 100%수입에 의존하고 있는 국내 시장의 승용제초기 국산화 대체</li> <li>◦ 국산화 대체를 통한 해외 의존도 감소, 무역역조 현상 완화</li> <li>◦ 지속적인 연구개발 투자를 통한 품질고도화, 해외 수출을 통한 사업 확장</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
2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설 ·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

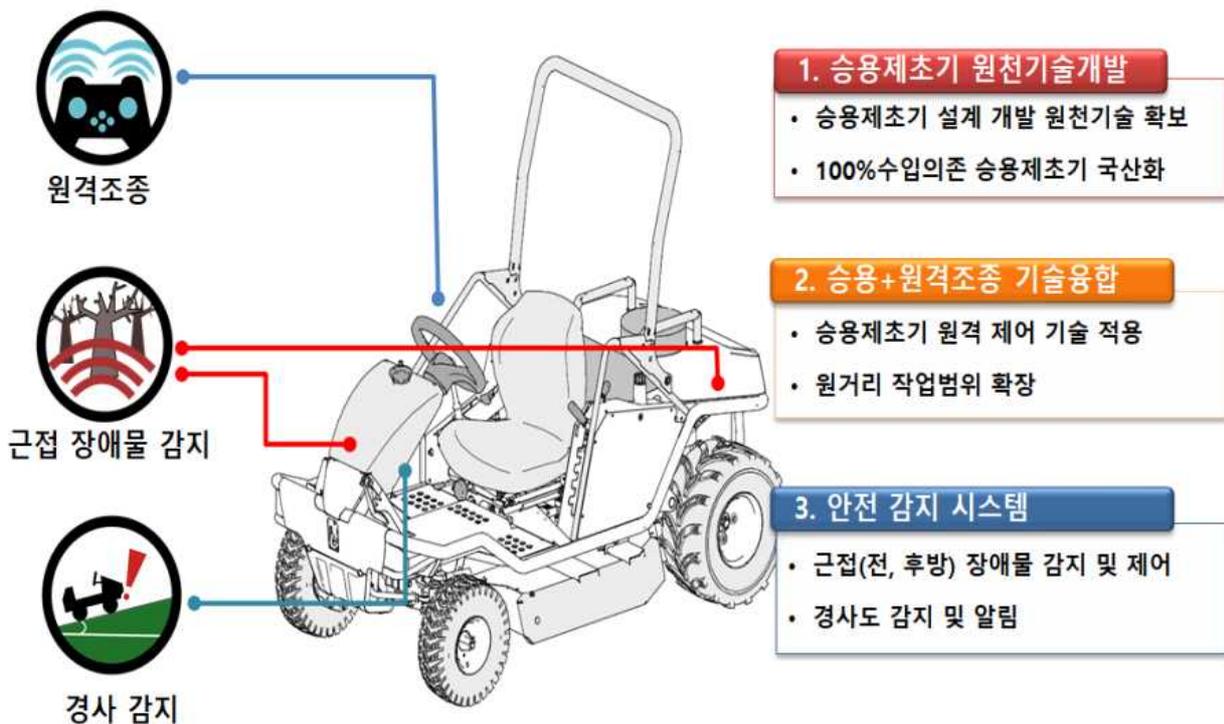
국문핵심어 (5개 이내)	승용 제초기	근접감지	원격조종	안전성	제초기
영문핵심어 (5개 이내)	Riding mower	Obstacle Detection	Remote control	Stability	Weeder

## < 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 .....	1
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용 .....	6
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 .....	73
4. 목표 미달 시 원인분석(미 해당) .....	91
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 .....	92
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 .....	94
별첨 자료 (자체평가의견서, 연구성과 활용계획서) .....	101

## 1. 연구개발과제의 개요

- 본 연구개발 사업을 통해 개발 예정인 제초기는 사람이 탑승 가능하여, 조향핸들을 이용해 원하는 곳을 자유롭게 제초할 수 있는 승용제초기인 동시에 사람이 탑승해서 제초하기 어렵거나 위험한 곳을 사람의 탑승하지 않고 원격으로 조종하여 제초할 수 있는 복합방식의 제초기이다.
- 논, 밭, 과수원등의 다양한 농업관련 기계들은 개발이 되고 있으나, 잦은 안전사고가 발생하고 있으며, 농업지역 인력의 고령화로 인해 기존의 기계장비보다 안전사고 방지를 위한 기능이 추가 보완된 기계장비들이 필요하다.
- 연구개발 대상인 승용제초기는 귀농, 귀촌인원의 증가, 소규모 농업인들의 증가 등으로 인해 수요는 증가하고 있으나 국내 자체 생산 및 제작 기술이 없어 100% 수입에 의존하고 있는 실정이다.
- 승용제초기에 탑승하여 전진, 후진 중 장애물에 의해 충돌사고를 방지할 수 있는 근접 장애물 감지기능, 경사지 운전으로 인해 전복, 미끄러짐을 방지할 수 있는 경사지형 감지기능, 나뭇가지 등으로 인해서 탑승하여 제초가 어렵거나 위험한 지역을 제초할 수 있는 원격조종기능을 탑재한 과수원용 승용제초기의 제작원천기술을 개발하여 국내 수입제품을 국산화 대체하고, 국내 농업기계의 기술경쟁력 향상에 기여하고자 한다.



<그림> 승용제초기 기술개발의 개요

- 논, 밭, 과수원등의 농사가 있는 곳이라면, 친환경을 고려하여 제초제를 뿌리지 않기 때문에 제초작업이 반드시 필요하므로 제초기의 수요는 꾸준하며, 제초 목적에 따라 세분화, 고급화 되고 있다.

<표> 제초기 종류별 특징 비교

운전형태	보행		승용	원격조종	
그림					
용도	과수원, 둔치 제초작업		과수원, 근린공원등 제초작업	넓은 녹지, 둔치	
이동방식	바퀴	궤도	바퀴	바퀴	궤도
제초형태	해머, 모아	해머	모아	모아	해머
작업지형	평지	경사지	평지	평지	경사지

- 국내에서 사용되고 있는 제초기는 운전형태에 따라 보행, 승용, 원격조종 형태로 구분할 수 있으며, 보행제초기가 주로 사용되고 있으나, 국민의 생활수준이 올라가면서, 주위 근린공원 증가, 개인 자택의 잔디관리, 소규모 개인 과수원의 제초 등의 목적에 따라서 승용제초기 수요가 증가하고 있다.
- 승용제초기는 보행제초기에 비해 피로도가 낮으며, 조작이 편하고, 하단의 모아방식의 제초로 인해 돌, 흙 같은 파편으로부터 사고 위험이 적어 안전상이 높다. 원격조종제초기에 비해서는 근접거리에서의 작업으로 인해 정확도가 높고, 특히 과수원 작업 시 효율이 좋다.



(a) 일반 승용제초기



(a) 전방제초형 승용제초기

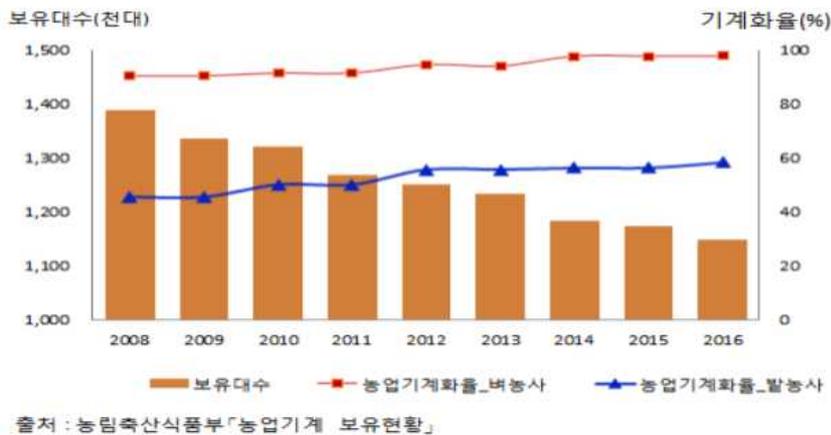


(a) 측면제초형 승용제초기

<그림> 다양한 형태의 승용제초기

## [연구개발 필요성]

- 여러 가지 장점이 있는 반면에 기존의 국내에 사용되고 있는 해외제품 승용제초기는 과수원등의 제초 시 나뭇가지에 끼임 사고, 조작미숙 및 사각지대로 인해 나무 등의 장애물과 충돌사고, 경사지 미끄러짐, 전복사고들이 자주 발생하고 있다.
- 농업 인력의 고령화로 인해 경미한 사고도 인명피해로 이어질 수 있는 만큼 승용제초기 전방에 근접 장애물 감지기능 개발을 통해 알림, 무리한 경사지 작업으로 인해 미끄러짐 및 전복 사고를 방지하기 위한 경사도 감지 시스템을 개발하여 제초작업 시 20°이상의 경사에서는 빛을 이용한 고 경사 지형 알림을 줘서 안전사고의 위험성을 작업자에게 전달하고자 한다.
- 현재 국내 과수원 제초 시, 나뭇가지들의 높이로 인해 나무 뿌리주변으로 승용제초기 접근이 어렵기 때문에, 소형 예초기로 추가 수작업을 하고 있는 실정이다.
- 기존의 승용제초기에 원격조종기술을 융합하여 수작업 제초를 최소화 하고, 자라난 풀로 인해 지형 파악이 어려운 경사지 등은 원격조종을 통해 제초작업 함으로써 미끄러짐, 추락 등의 사고를 예방, 원격작업시 근접장애물로인한 파손을 방지 할 필요가 있다.



<그림> 농업 기계화 현황

- 최근 국내 가정에 흔히 보급되어 사용되고 있는 로봇청소기 개념을 도입하여, 전동 방식의 무인 주행 등의 신기술이 적용 된 제초기가 개발되고 있고, 가정용 전원주 택용 무인잔디예초기는 상용화되어 판매되고 있으나, 관리가 전혀 되지 않은 과수 원이나, 밭 등에 적용하기에는 지형적인 변수가 너무 많아 당장에 사업화하기에는 쉽지 않을 것으로 예상된다.
- 논농사는 100%에 가까운 기계화가 진행되었으며, 밭농사의 경우도 60%이상 기계 화가 진행되고 있으나, 고령화로 인한 작업효율에만 치중되어 있으며, 안전에 대한 기술개발은 미비한 실정이다.

- 전국의 농업기술센터 등에서 잦은 안전사고 방지를 위해 정기적인 안전사고교육을 진행하고 있지만, 여전히 작고 큰 안전사고들은 발생하고 있으며, 안전사고 방지를 위해서는 애초에 안전한 기계에 대한 연구개발도 반드시 필요하다.
- 2021년 1월 기준 정부지원 농업기계 목록집에 등록된 승용제초기(바퀴형)조사결과에 따르면, 국내 판매되고 있는 승용제초기는 총 40여종에 이르며, 100% 수입에 의존하고 있다.
- 국내 승용제초기 40여종 중 50%는 일본(OREC, FUJII, ATEX등)에서 수입하고 있으며, 25%는 미국(CUB CADET등), 12%는 이탈리아(GRILLO등), 그 외 독일, 영국, 중국 등에서 수입을 하고 있는 실정이다.



(a) OREC사(일본) 승용제초기 (b) CUB CADET(미국) 승용제초기 (c) GRILLO(이탈리아) 승용제초기  
<그림>국내에 판매되고 있는 해외 승용제초기 모습

- 국내 제초기 시장의 확대되고 있는 시점에 연구개발을 통해 승용제초기 설계 제작에 대한 원천기술을 확보하고, 근접 장애물 감지, 경사지 감지, 원격조종기술들을 융합하여 지재권 확보, 국내 시장을 점유하고 있는 해외 제품 국산화, 해외 수출을 통한 사업 확장을 하고자 한다.

**[연구개발 최종 목표]**

- 본 연구개발은 해외에 100%의존하고 있는 국내 승용제초기제품을 국산화 대체하고, 근접장애물 감지, 경사지 감지, 원격조종 등의 안전과 효율이 관련된 실용적인 기술들을 국내 최초로 접목하여 원격조종이 가능한 근접 장애물 감지형 승용제초기 개발을 하여, 국내 농업기계기술 발전에 기여하고 한다.

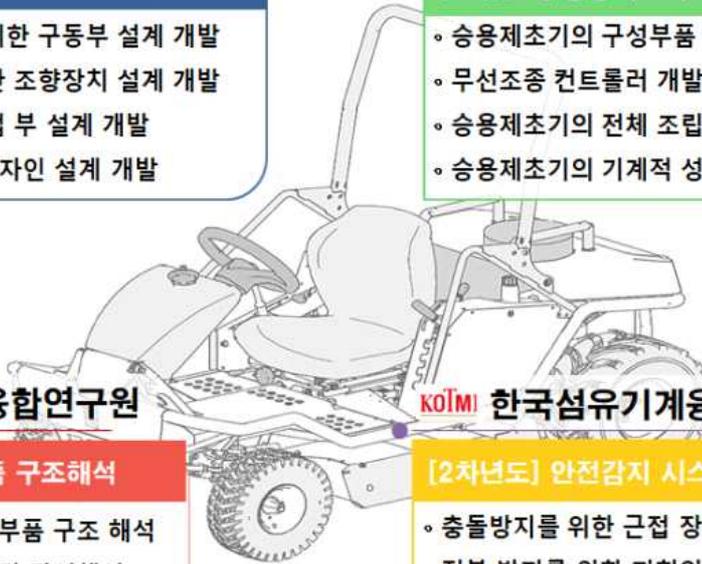
# 원격 조정 가능한 근접 장애물 감지형 승용제초기 개발

## (주)태광공업

- [1차년도] 승용제초기 핵심 부품 설계**
- 승용제초기의 구동을 위한 구동부 설계 개발
  - 무선조종 연동이 가능한 조향장치 설계 개발
  - 승용제초기의 제조 작업 부 설계 개발
  - 전체 프레임 및 커버 디자인 설계 개발

## (주)태광공업

- [2차년도] 승용제초기 조립제작 및 평가**
- 승용제초기의 구성부품 설계보완 및 제작가공
  - 무선조종 컨트롤러 개발 및 통신시스템 연동
  - 승용제초기의 전체 조립 및 시운전
  - 승용제초기의 기계적 성능평가



## koTMI 한국섬유기계융합연구원

- [1차년도] 주요핵심부품 구조해석**
- 승용제초기 구동부 주요부품 구조 해석
  - 제조작업부의 제조 로타리 강성해석
  - 승용제초기의 주요 프레임 구조해석

## koTMI 한국섬유기계융합연구원

- [2차년도] 안전감지 시스템 개발**
- 충돌방지를 위한 근접 장애물 감지시스템 개발
  - 전복 방지를 위한 지형의 경사 감지시스템 개발
  - 개발 제초기의 위험요인 분석 및 성능평가

정량적 항목	개발 승용제초기의 주요 성능
제조폭	98cm
구동 모터 최대출력	1600W (800W X 2)
운전방식	승용(전기구동)+무선조종 복합
주행속도 (무단변속)	전진 0 ~ 10 Km/h , 후진 0 ~ 6.6 Km/h
제조 능력	60a/h
부가기능	근접 장애물 감지, 경사감지

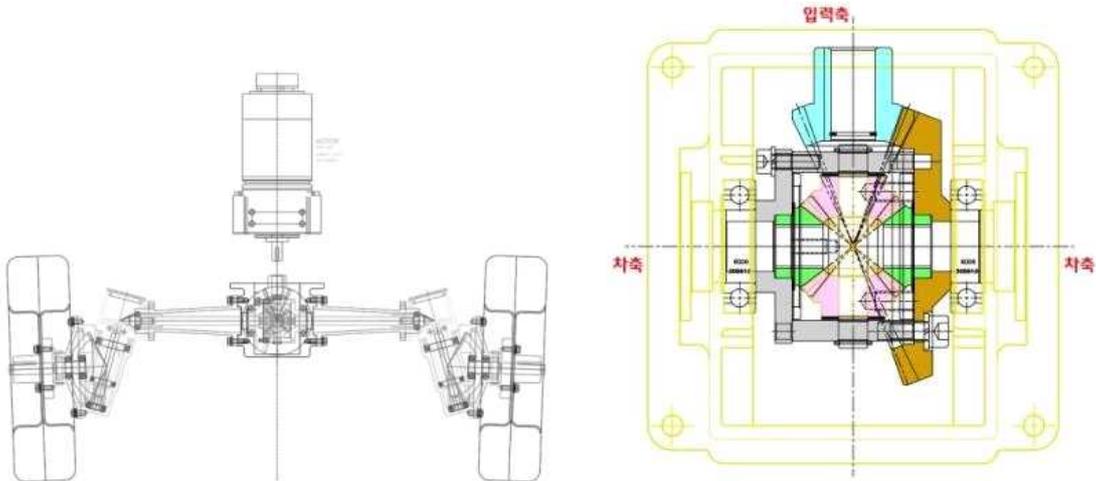
## 2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

### 2-1. 1차년도

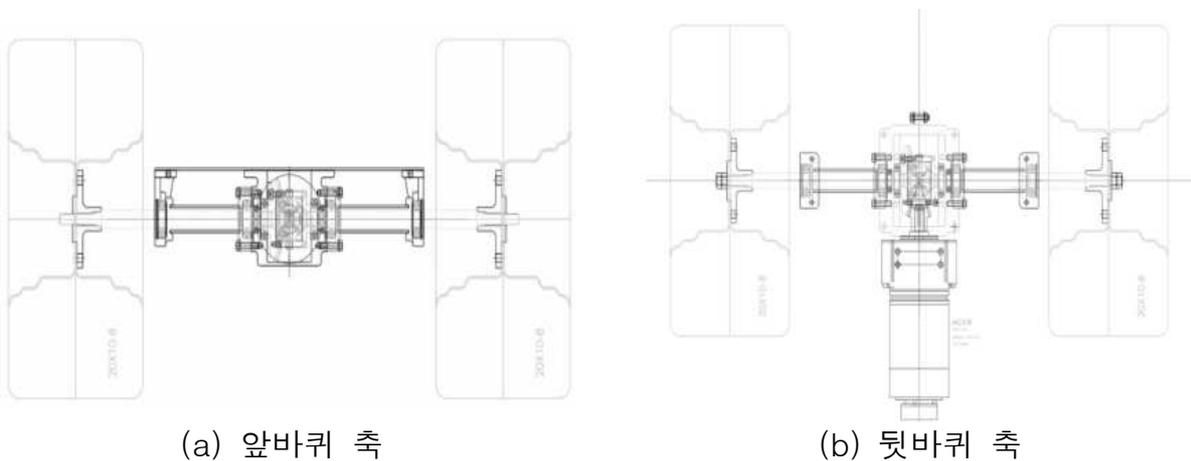
#### 가. 승용제초기의 구동을 위한 구동부 설계 개발

##### 1) 구동기어 설계개발

- 본 연구개발대상인 승용제초기는 운전을 하며 제초하기 때문에, 자동차에 적용되는 차동기어의 설계가 중요한 부분 중 하나이다.
- 차동 기어(differential gear)는 한 기어가 다른 기어 주위를 돌며 동력을 전달하는 장치로, 차량이 커브를 주행할 때 내측에 있는 차륜과 외측 차륜은 달리는 거리가 각각 다르게 되기 때문에 좌우 차륜의 회전수에 차이가 생겨도 내륜 차륜의 회전이 떨어진 만큼 외측 차륜의 회전수를 올려 무리 없이 커브를 돌 수 있도록 설계되어야 한다.

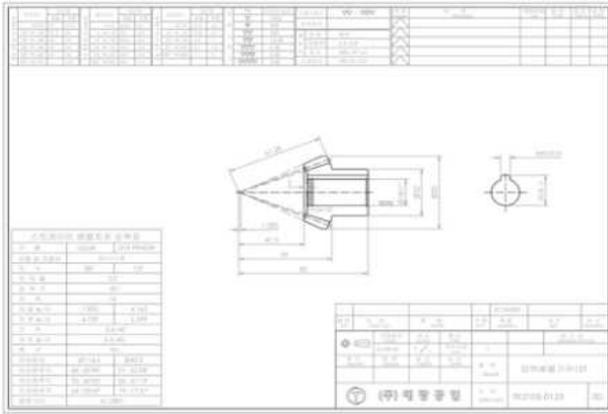


[그림] 차동기어 설계

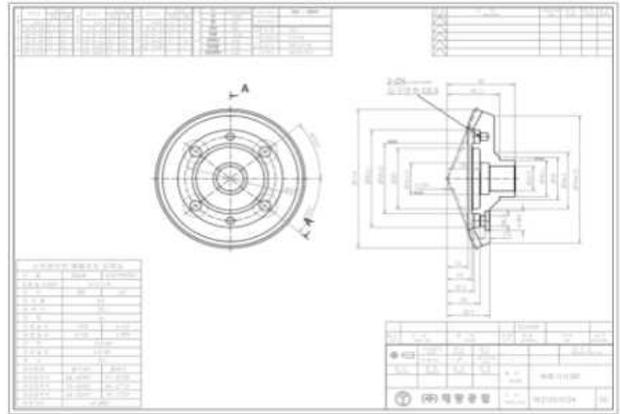


[그림] 구동 축 기어 설계

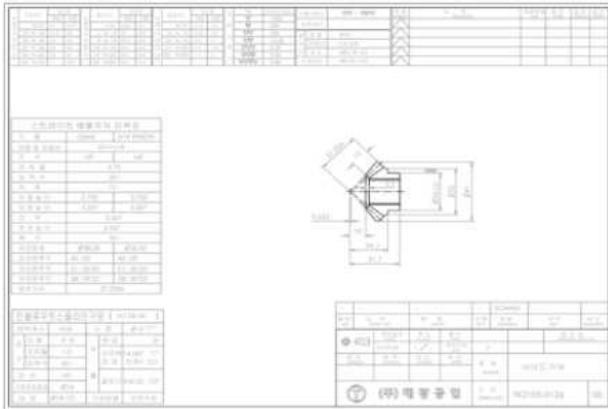
- 위의 그림은 개발승용제초기의 앞바퀴 및 뒷바퀴 구동 축 설계도이며 뒷바퀴 축 부속부품(기어 및 축, 커버)의 설계도는 아래와 같다.



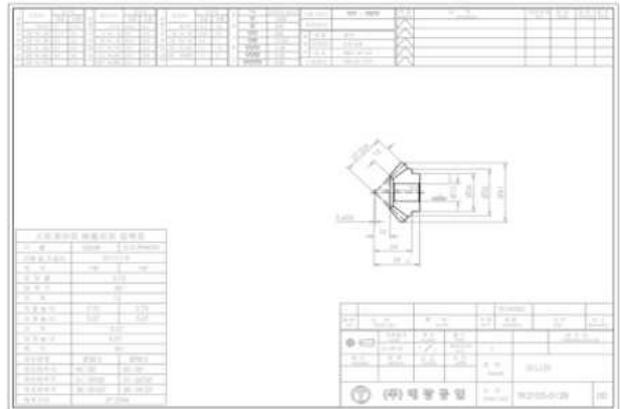
(a) 입력기어



(b) 베벨기어 1

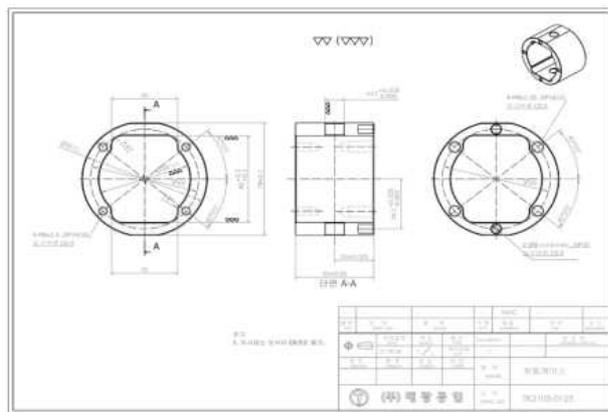


(c) 사이드기어

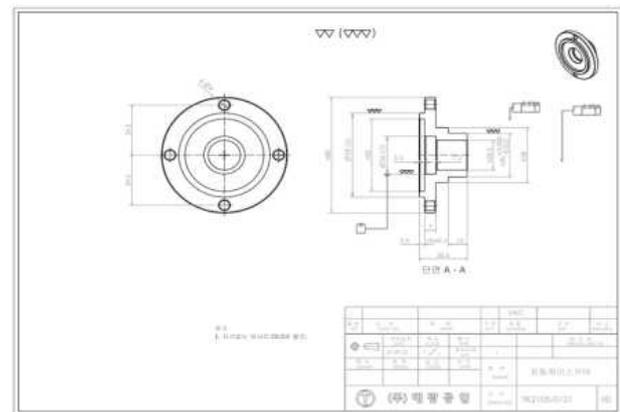


(d) 피니언

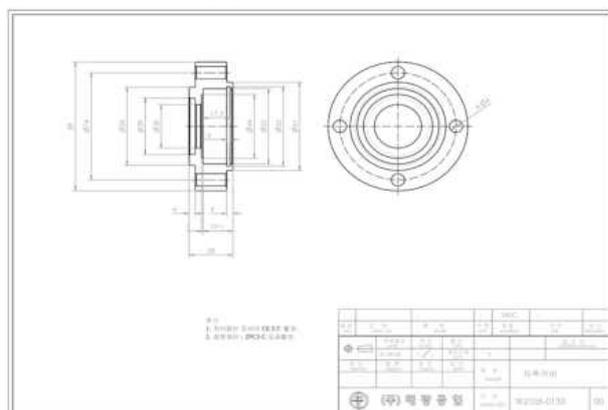
[그림] 뒷바퀴 구동 기어 설계



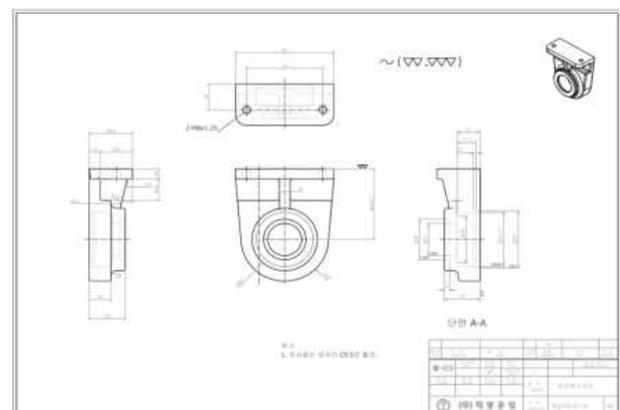
(a) 차동케이스



(b) 차동케이스 커버

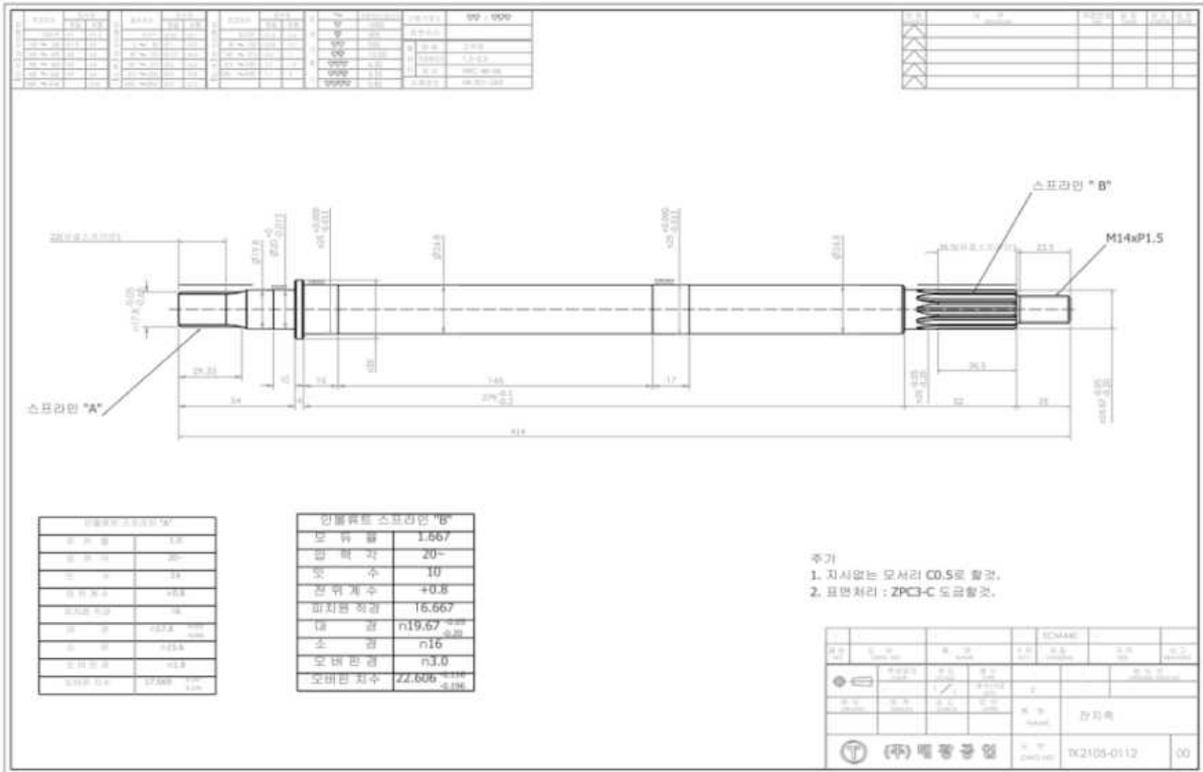


(c) 차축 커버

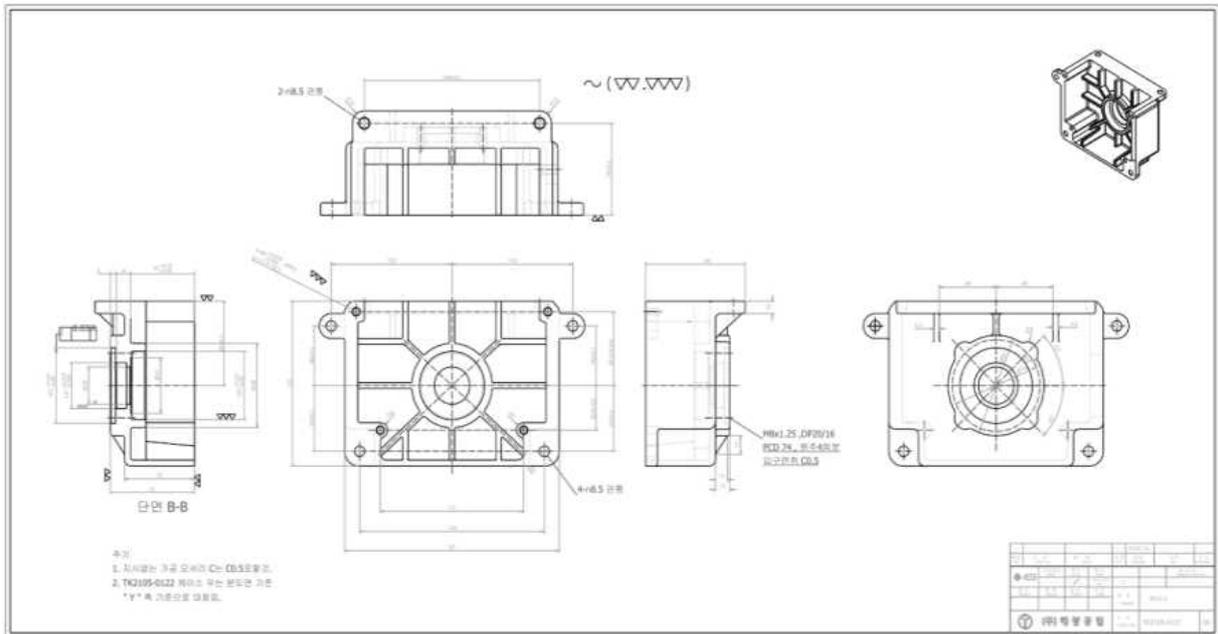


(d) 전차축 서포트

[그림] 기어 및 축 커버

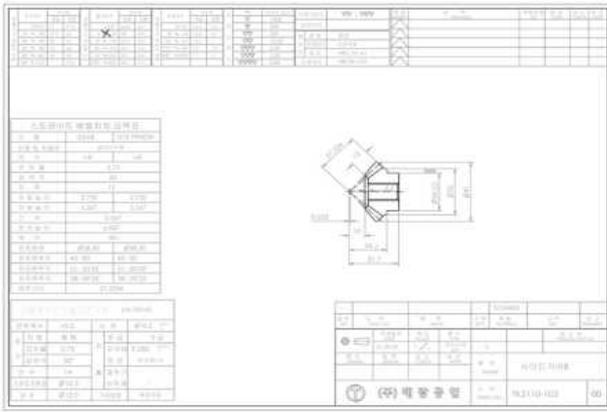


[그림] 전차 축 설계도면

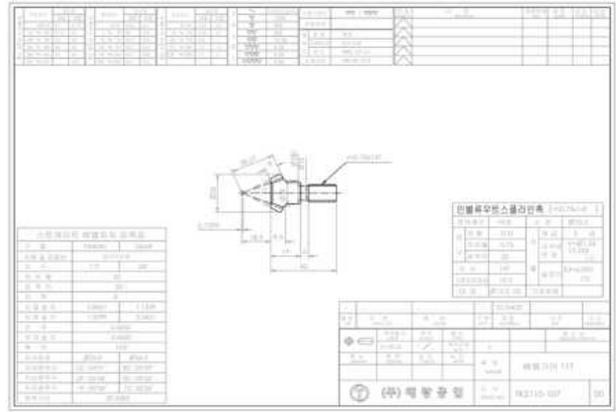


[그림] 차축 케이스 설계도면

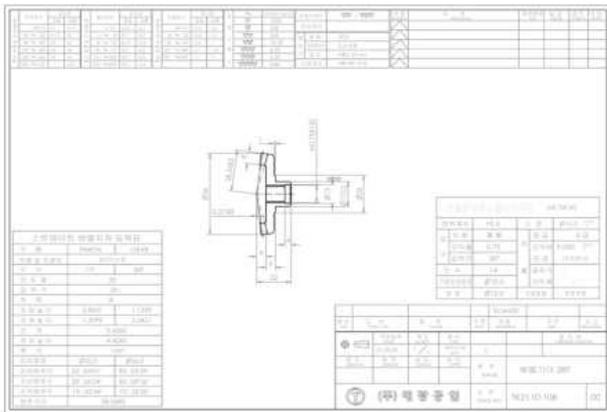
- 구동을 위한 각 기어는 조향 각도 및 거리를 고려한 베벨기어를 사용하였으며, 앞바퀴 구동 축 및 기어의 설계도면은 아래와 같다.



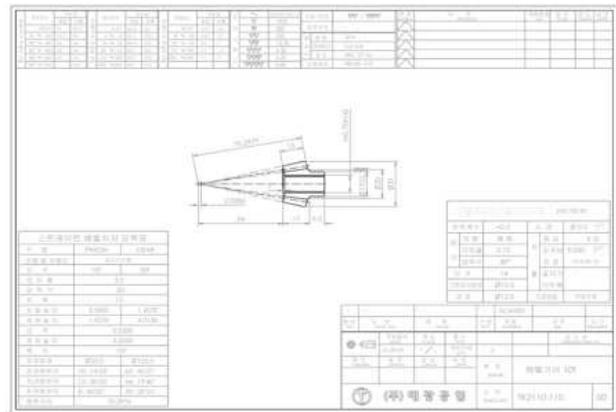
(a) 사이드기어



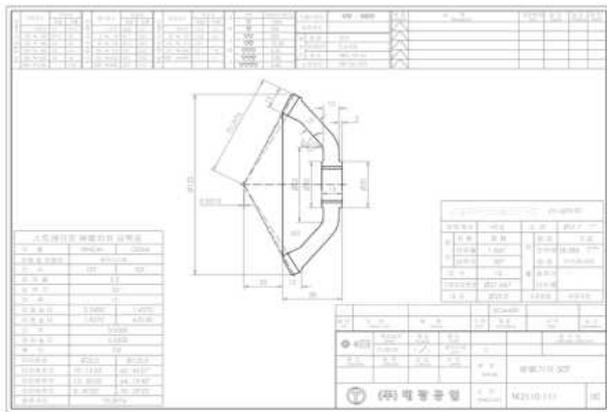
(b) 베벨기어 1



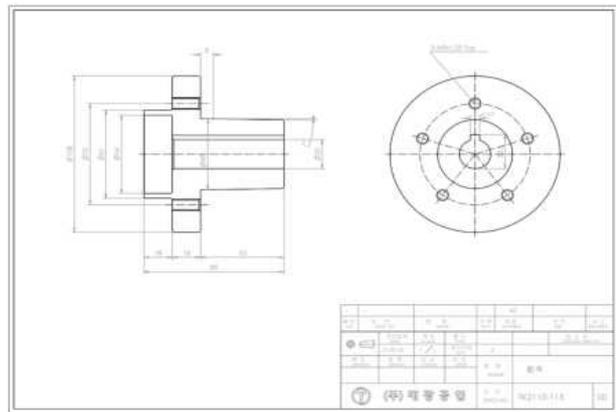
(c) 베벨기어 2



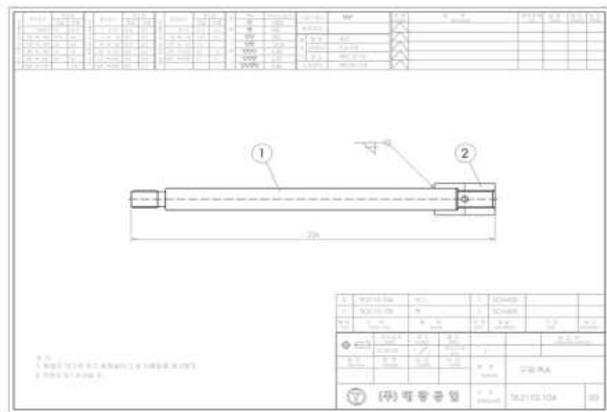
(d) 베벨기어 3



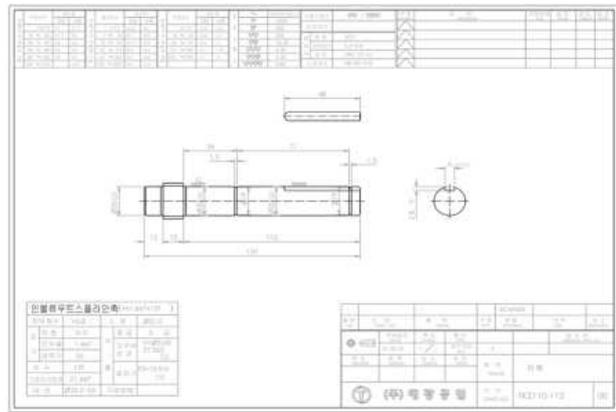
(e) 베벨기어 3



(f) 회축



(g) 구동축



(h) 차축

[그림] 앞바퀴 구동 기어 및 축 설계

2) 구동전기 모터 선정

- 사업 초기에는 가솔린을 사용하는 VANGUARD사의 3867엔진모델을 선정(최대출력 23마력)하여 제초기 개발을 계획했으나, 온실가스를 포함한 배기가스가 발생 등의 문제는 현시점에서 적절하지 못하다고 판단하여 보다 친환경적인 전기모터를 선정하여 제초기 개발을 진행하고 있다.
- 출력 및 회전수 비율 계산을 위해 기어, 차축, 폴리, 타이어, 주행속도 등을 고려하여 연계 계산을 수행하였다.

4WD 전.후륜 회전수 (7.5Km/h 일때 모터 회전수 설정)					
최고속도	7.5	Km/h	최고속도	7.5	Km/h
전륜 둘레	1295	mm	후륜 둘레	1635	mm
전륜 rpm	96.53	rpm	후륜 rpm	76.45	rpm
전륜 감속비	0.03938		후륜 감속비	0.03158	
모터 설정값	2450.86	rpm	모터 설정값	2421.00	

전륜 구동 계통		
모터회전	2450.86	
감속기	없음	
차동기어	15	감속비 0.03938
	38	
중간기어	12	
	27	
차축기어	11	
	49	
차축회전	96.53	rpm
주행속도	7.500	Km/h

후륜 구동 계통		
모터회전	2421.00	
감속기	12.5 : 1	감속비 0.03158
차동기어	15	
	38	
차축회전	76.45	rpm
주행속도	7.500	Km/h

모터 회전수는 프로그램에서 3600rpm 이내에서 설정 할 수 있다

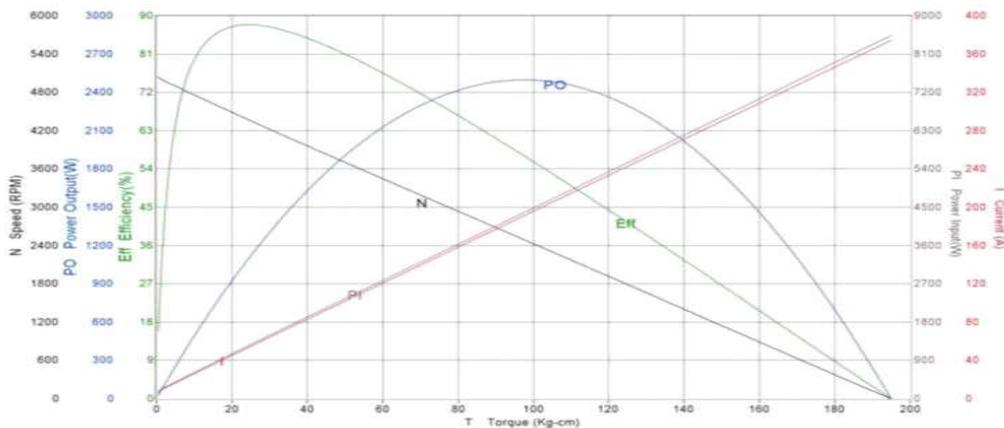
[그림] 승용제초기의 구동부 회전수 계산

- 전기모터는 중국 M.T.M사의 ECC4모델을 기본으로 요구사양에 대한 자체제작 의뢰를 하였으며, 최대 800W의 출력, 분당 회전수는 3600 RPM까지 가능하다.



產品介紹

馬達機種 / Motor Type	Model ECC4 系列 (4 極) / ECC4 Series (4Poles)
外徑 Diameter	Φ124
IP 等級 IP Degree	IP44
電壓 Voltage	12V / 24V / 48V
輸出功率 Output Watt	350W ~ 1300W
減速比 Gearbox Ratio	16.4:1 / 20.15:1 / 26:1 / 32:1 / 39:1 / 47:1
轉速 RPM	2500 ~ 5700
額定載重 Rated Loading	380KG

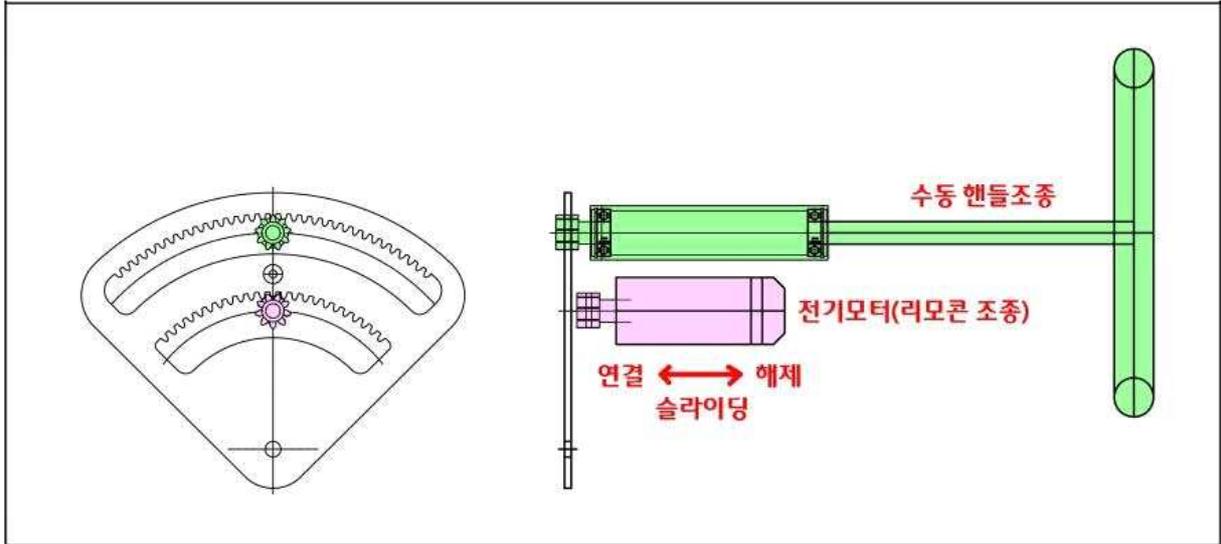


[그림] 전기모터 성능

- 전기 구동을 위해 선정된 배터리는 90A이며 충전용량으로 완충 시 1시간동안 단독 구동이 가능하며, 엔진기반 제초작업 시 제너레이터를 이용한 발전으로 구동을 위한 전력이 지속 충전되어 제초작업 시 기름이 소진될 때 까지 구동이 가능하다. 따라서 승용제초기는 최대10L의 제초작업 부 휘발유 주유를 통해 최대 7시간동안 연속운전이 가능하도록 설계되었다.
- 전동 운반차는 400W모터 2개로 500kg적재 후 이동이 가능하며 본 승용제초기는 410kg중량과 운전자 탑승 시 90kg 추가해서 500kg의 중량을 감안하고 제초작업 시 제초저항을 감안하여 800W모터 2개를 선정 하였으며 30도 경사지 2명의 사람이 타고 운전하였을 때 충분한 등반성능을 발휘하였다.

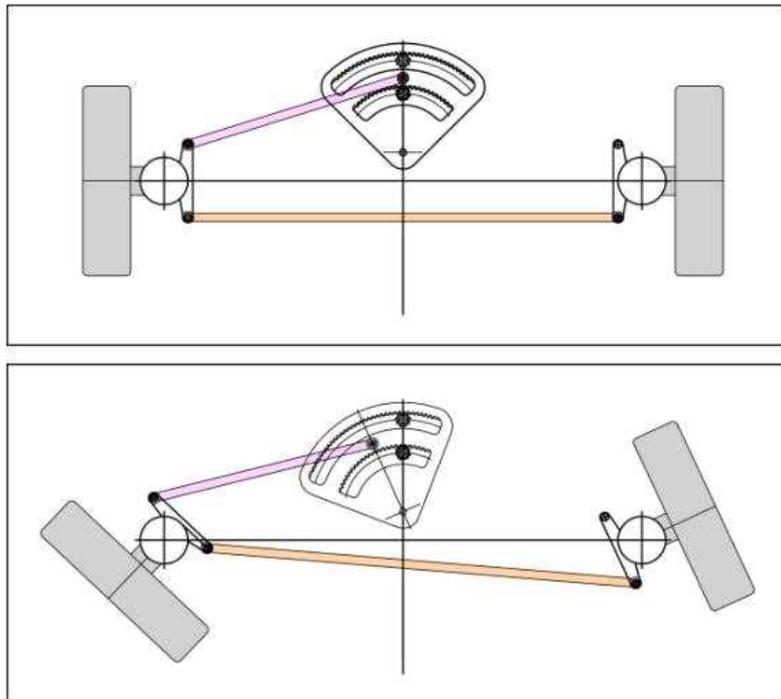
## 나. 무선조종연동이 가능한 조향장치 설계 개발

- 일반적으로 승용제초기는 수동핸들로 조향을 조종하지만, 무선조종 연동이 가능하게 하기 위해서 수동핸들 하부에 리모컨 조종이 가능한 전기모터를 추가로 설치하여 신호에 따라 조향기어와 연결되어 무선조종이 가능하도록 설계 진행 하였다.



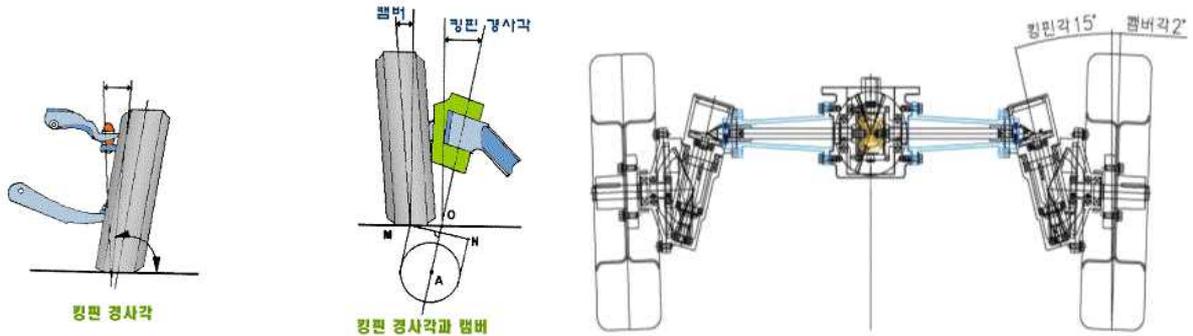
[그림] 무선조종 연동 조향장치 개념도

- 수동모드 조향핸들은 리모콘 모드로 레버를 전환하면 전기모터가 슬라이딩되어 조향 링크판에 결합되어 리모콘 제어가 가능하고, 이때에도 수동모드 조향핸들이 같이 결합되어있어 리모콘 제어에 따라 핸들은 같이 움직이도록 설계되었다.



[그림] 무선조종 연동 조향 모습

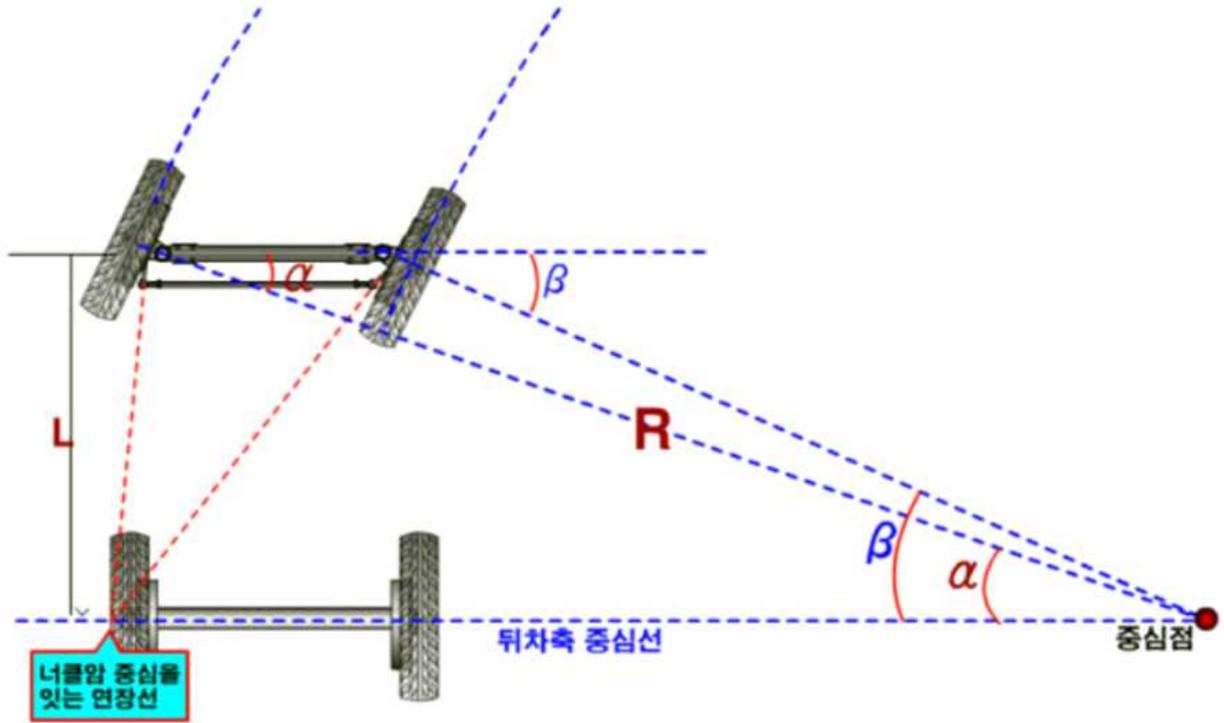
- 전륜을 앞에서부터 봤을 때 킹핀 축이 연직선으로 이루는 각을 킹핀 경사각 (King-Pin inclination)이라 하며, 킹핀 축의 위쪽이 내측에 기우는 방향이 정(+)으로, 15도 까지 가능하도록 설계하였다.
- 킹핀 경사각의 크기는 킹핀 오프셋의 설정으로 결정되며, 킹핀 경사각이 크면, 전타시에 차체를 들어 올리는 것이 되고, 이것이 핸들을 되돌리려고 하는 복원력이 되어서, 핸들의 반응을 증가시킨다.



[그림] 승용제초기의 킹핀 경사각

- 차체를 보았을 때 타이어 중심선이 수직선에 대하여 이루는 각도를 캠버각 (camber angle)이라 말하며, 차륜 위쪽이 바깥쪽으로 경사져 있는 상태를 정(+)로서 포지티브 캠버, 안쪽으로 경사져 있는 상태를 부(-)로서 네거티브 캠버라고 정의한다.
- 기준 상태에서는 보통 +1도 전후이며, 캠버 각이 붙어있으면 타이어의 접지면에 캠버 스러스트라고 하는 역방향의 힘이 발생하여, 코너링이나 직진주행 시 안정성에 영향을 준다.
- 캠버 각은 차륜의 상하움직임이나 조향에 의해 주행 중 항상 변화하고 있지만, 제로가 바람직하고, 하드(hard)한 코너링 시에는 차체의 롤이 커지고, 외륜이 포지티브 캠버, 내륜이 네거티브 캠버의 방향으로 변화하고, 양쪽바퀴 모두가 타이어의 그립력을 저하시킨다.

- 오른쪽으로 선회할 때 오른쪽 바퀴의 조향각  $\beta$  가 왼쪽의  $\alpha$ 보다 크게 되며 최소화 전 반경은 R은 아래의 식에 따라 계산할 수 있다.



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

R = 최소화전 반경

L = 축간 거리

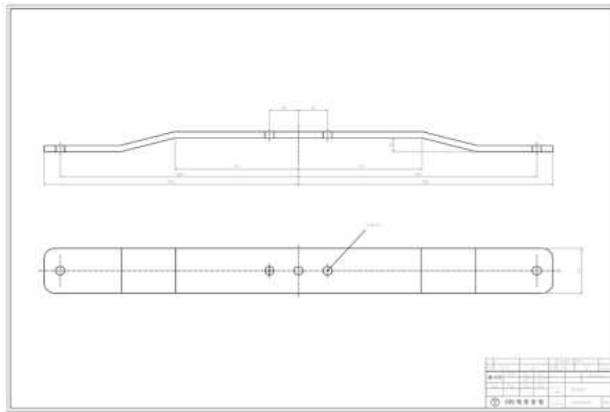
$\alpha$  = 바깥쪽 앞바퀴의 조향각도

r = 킹핀 중심선에서 타이어중심선까지의 거리

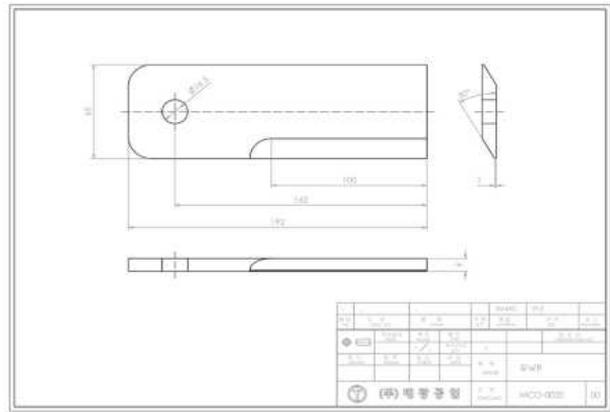
- 위의 식에 따라 기본 설계는 하였으나, 2차년도에 승용제초기 제작 조립, 시운전 과정을 거치면서, 설계 수정 및 최적화가 진행되었다.

## 다. 승용제초기의 제초 작업부 설계 개발

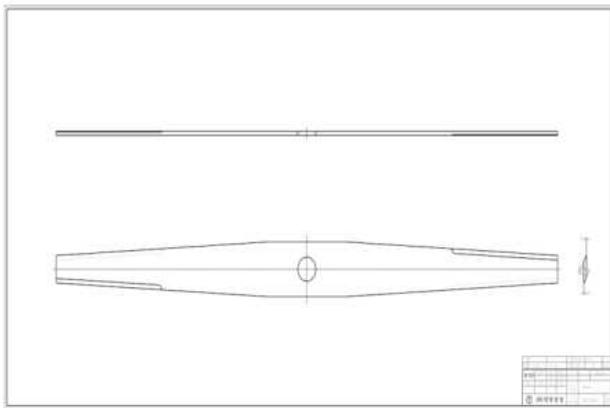
- 승용제초기의 제초 작업부는 전륜과 후륜사이 하단 면에 위치하며, 제초를 위한 칼날과 칼날로부터 작업자의 안전과 흙, 돌등의 파편 비산방지를 위한 커버가 같이 설계되었다.
- 제초칼날은 지면과 수평회전 모아방식의 2가지 종류를 설계하였으며, 두 개의 칼날이 크로스되어 회전 간 충돌을 방지하기 위한 형태로 아래와 같이 설계하였다.



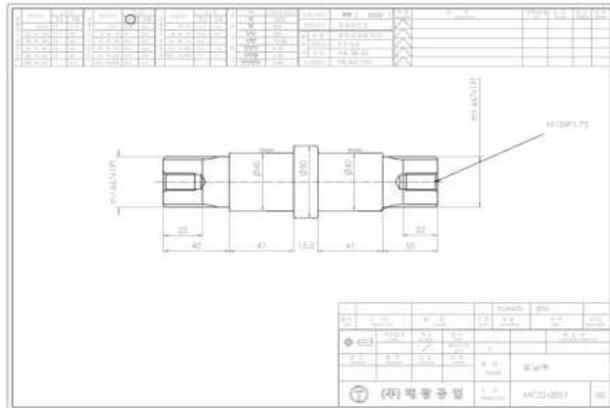
(a) 제초 칼날잡이



(b) 제초칼날 1



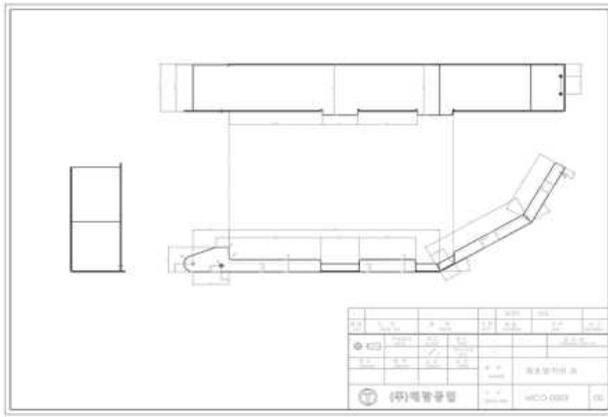
(c) 제초 칼날 2



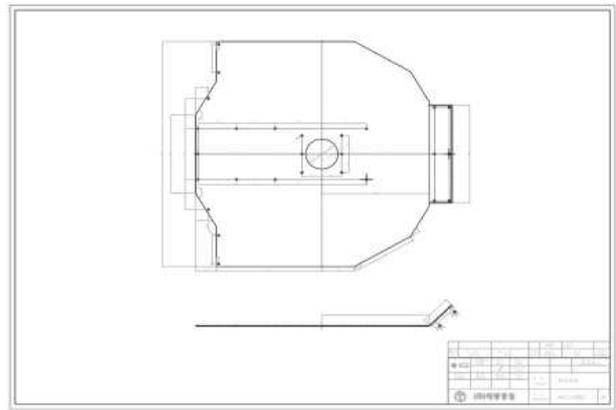
(d) 칼날 축

[그림] 제초 칼날 설계도면

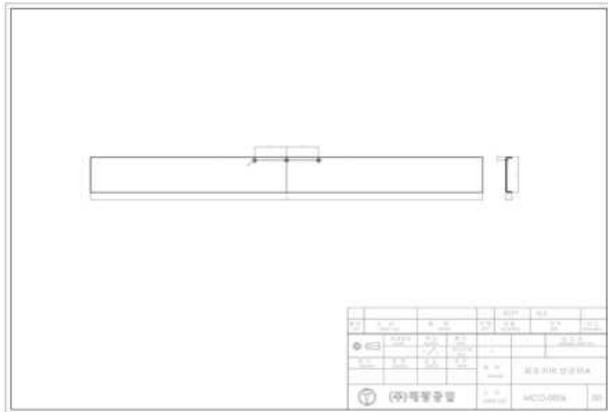
- 칼날은 일반적으로 널리 쓰이고 있는 기계구조용 스프링강인 SUP6 재질을 사용하여 제작되었으며, 제초 대상 및 지형에 따라 높이가 조절이 가능하도록 설계하였다.
- 칼날의 분당 회전수는 약 1750rpm으로 계산하였으며, 실제 제작 후 시운전 및 성능평가를 통해 제초 성능을 검증하였다.



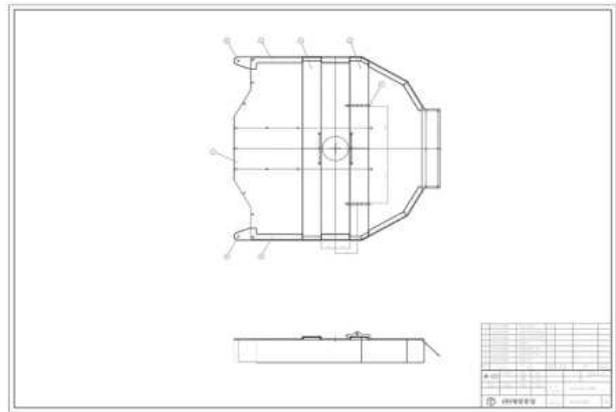
(a) 제초 작업부 측면 커버



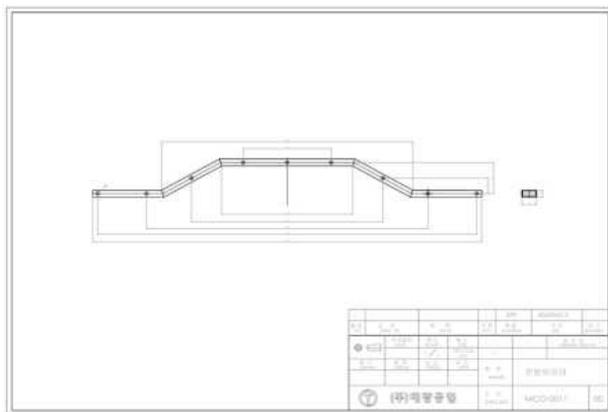
(b) 제초 작업부 상판



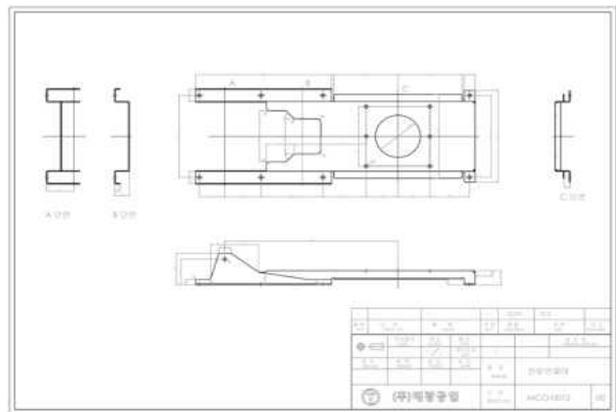
(c) 제초 작업 커버 보강판



(d) 제초작업부 커버 조립



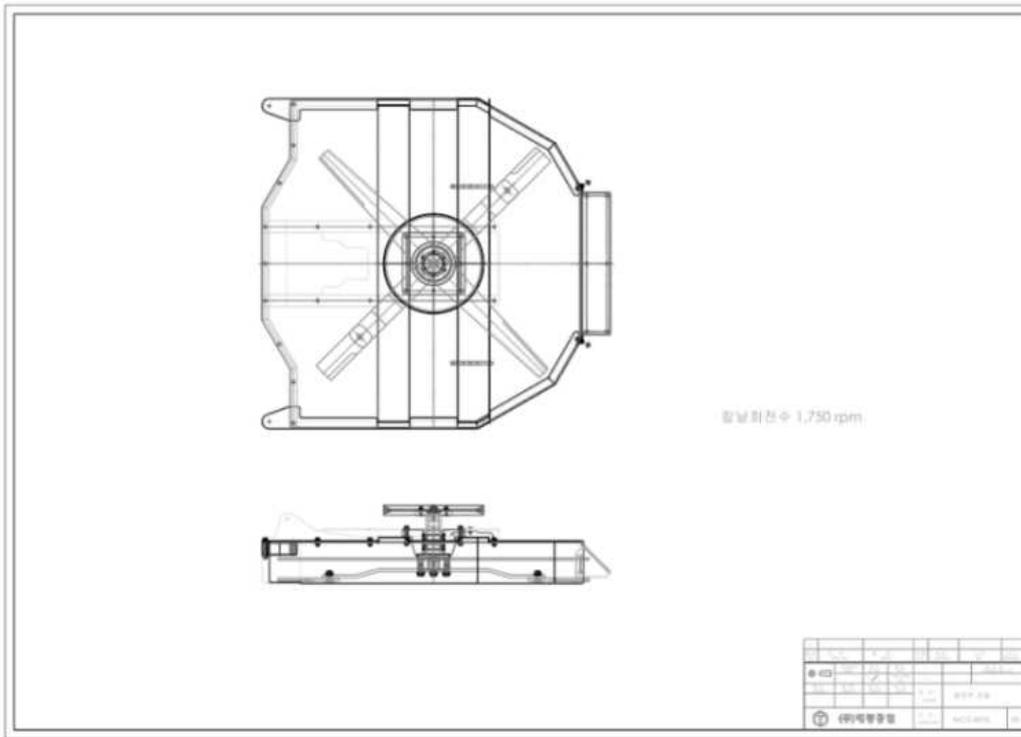
(e) 제초커버 전방 보강대



(f) 제초작업부 프레임 연결부

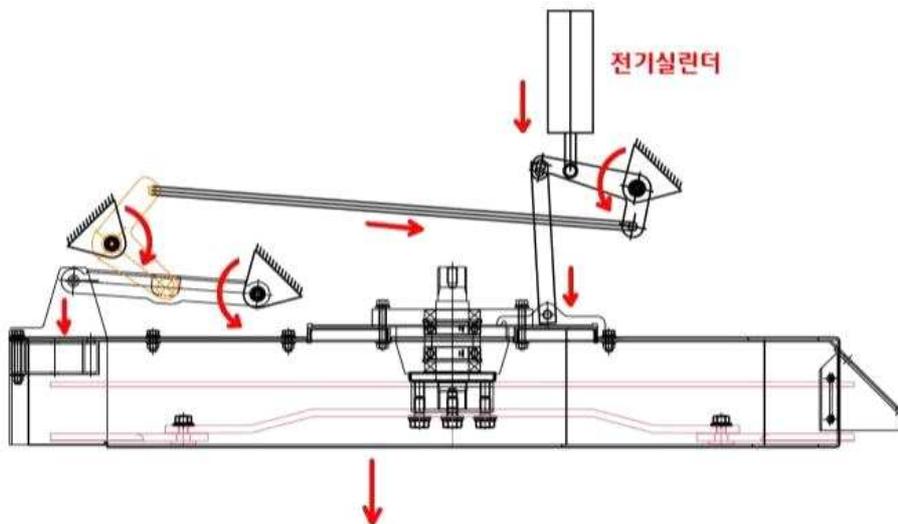
[그림] 제초 작업부 커버 설계 도면

- 제초 작업부 커버는 측면커버, 상판, 보강판으로 구성되며, 강도향상을 위한 전방 보강대, 프레임 연결부가 추가로 설치되며 내부에 칼날 설치로 최종 조립된다.
- 위의 설계도면은 제초기 커버의 각 구성요소들에 대한 도면이며, 냉간압연 강판인 SCP1재질을 사용하여 2차년도에 제작되었다.



[그림] 제초 작업부 조립 설계 도면

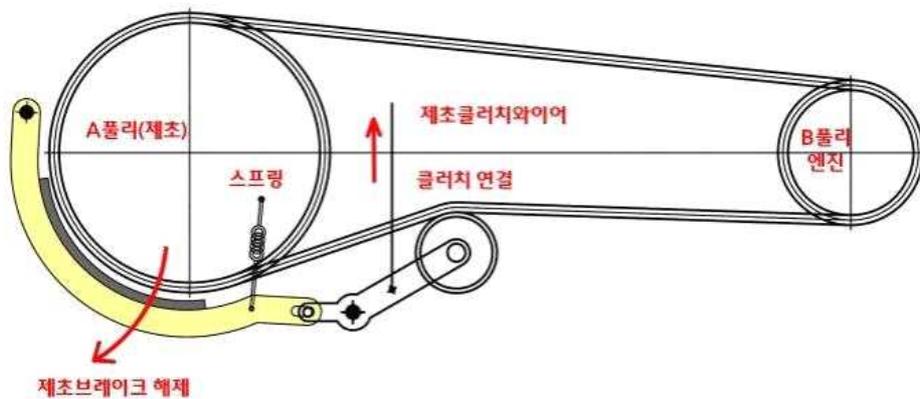
- 위의 그림은 제초 작업 커버 및 칼날의 조립 설계 도면을 나타내며, 승용제초기 프레임 전륜과 후륜사이에 장착되었다.



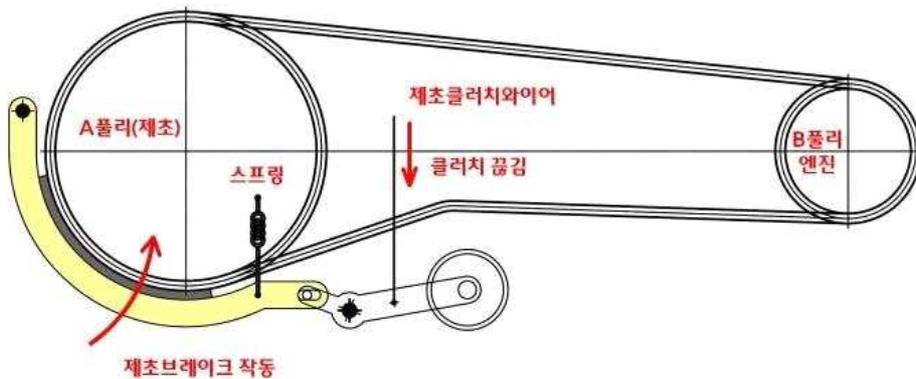
[그림] 제초 작업부 상하 높이 조절 방법

- 위의 그림은 제초작업부의 상하 높이 조절방법을 나타내는 그림으로, 전기실린더를 통해 실린더 축이 하강함에 따라, 각 축들 및 연결된 공정부분이 위의 화살표와 같이 움직이게 되면서 안정적으로 제초 작업부가 하강되는 구조이다.
- 제초 작업부 상승은 위의 그림과 반대로 전기실린더 축이 상승함에 따라 제초작업부 연결부가 상승하여 전체 작업 높이가 동반 상승된다.

- 승용제초기 안전검정규정에 따르면 제초날(블레이드)은 최고 회전속도에서 운전자가 조작을 멈춘 후 7초 이내로 정지되는 구조로 설계되어야 한다.
- 승용제초기 작업부의 브레이크 설계가 필요하며, 브레이크는 제초 폴리에 클러치를 연결하며, 브레이크시 벨트를 눌러줘서 브레이크에 접촉하여 정지하도록 설계하였다.
- 제초 브레이크 벨트는 계산식에 의한 벨트 길이보다 1인치 큰 벨트를 선정하여 적용할 예정이며, 고정부에 장공을 두어 축간거리를 조절할 수 있도록 설계하였다.



(a) 브레이크 해제



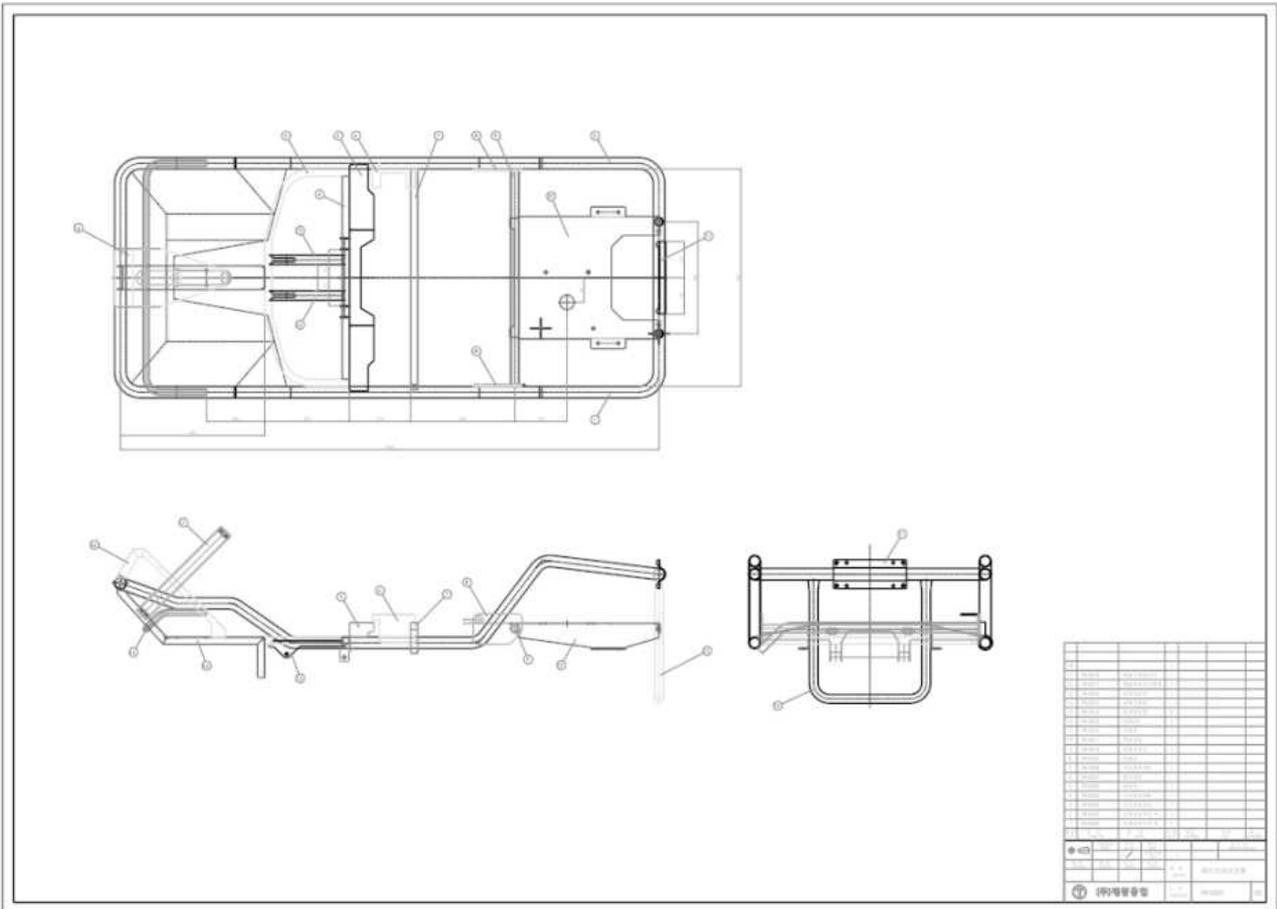
(b) 브레이크 작동

[그림] 브레이크 작동 원리

- 제초작업시에는 클러치와이어를 당겨 클러치를 작동시키고, 제초날을 회전시키면 드럼에서 브레이크라이닝이 이탈되며 제초 폴리에 동력이 전달되어 칼날이 회전한다.
- 제초클러치와이어의 장력을 해제하면 클러치가 해제되며 스프링의 장력으로 브레이크가 작동되는 원리로 설계 하였다.

라. 전체 프레임 및 커버 디자인 설계 개발

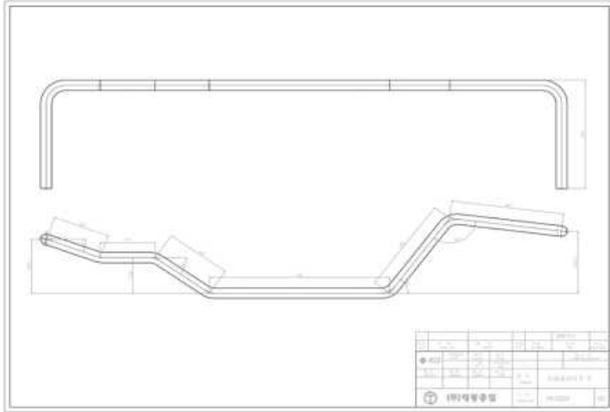
- 승용제초기의 하중지지 및 내구성, 안전성에 영향을 주는 본체 프레임은 아래와 같이 기본설계를 하였으며, 여러 가지 하중조건에 대해 구조해석을 통해 안전성 검증 후 설계보완 및 제작이 2차년도에 추가적으로 진행되었다.
- 승용제초기의 본체 프레임은 아래의 설계도면과 같으며, 핸들 조향장치가 있는 전방, 안장과 제초 작업부가 위치한 중심부, 엔진을 지지하는 후방부로 구분할 수 있다.



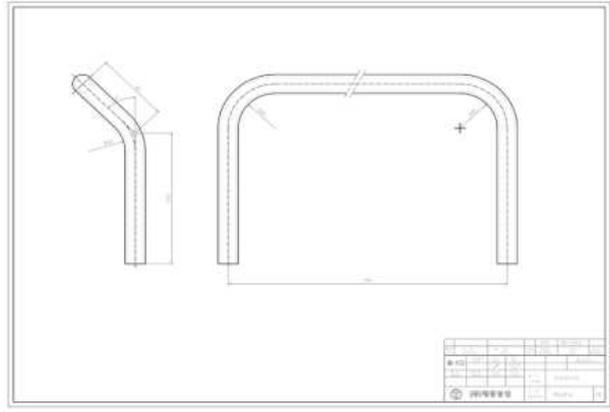
[그림] 승용제초기 본체 프레임 설계도면

- 승용제초기의 본체 프레임은 아래의 설계도면과 같으며, 핸들 조향장치가 있는 전방, 안장과 제초 작업부가 위치한 중심부, 엔진을 지지하는 후방부로 구분할 수 있다.

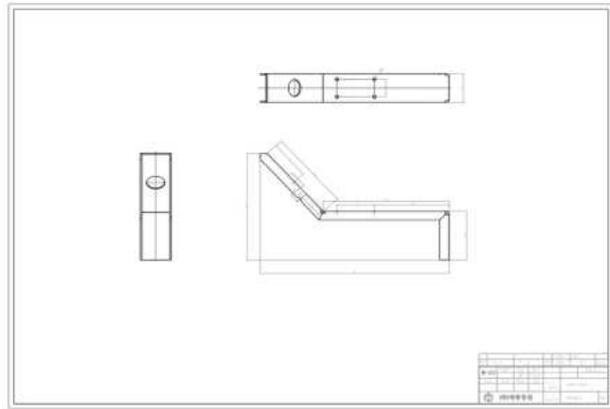
◦ 승용제초기 본체의 전방부와 중심부 설계도면은 아래의 그림과 같다.



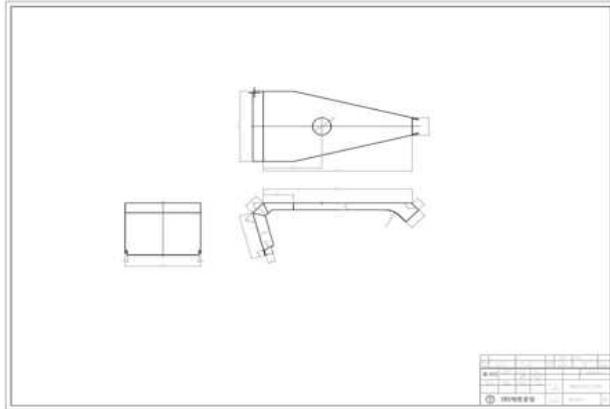
(a) 외형 프레임 파이프



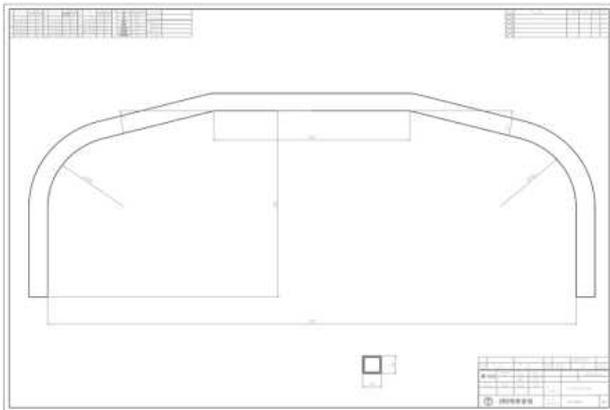
(b) 프레임 보강 파이프



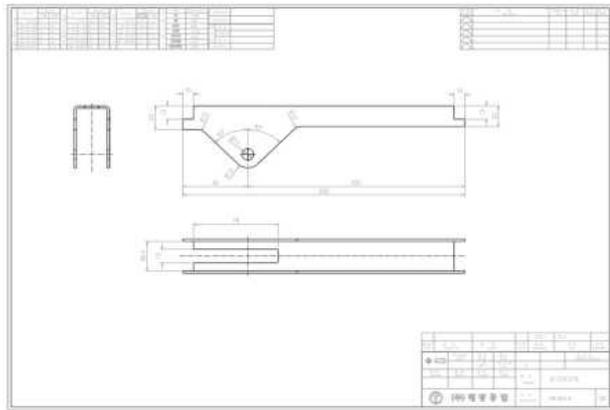
(c) 차축 고정판



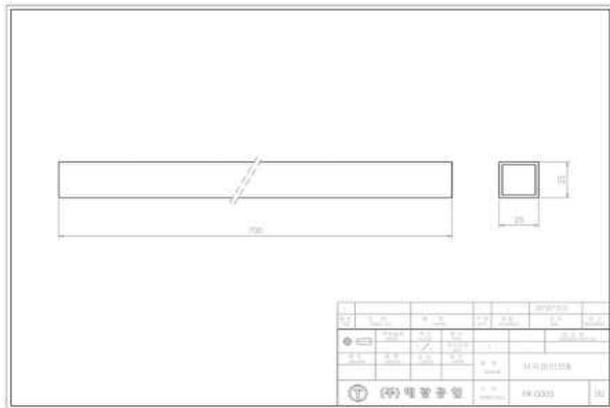
(d) 핸들 고정판



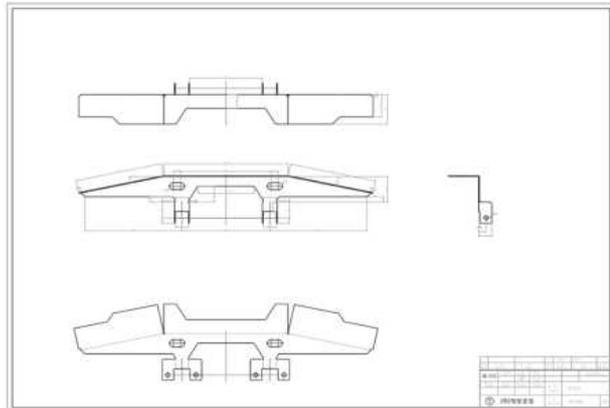
(e) 프레임 중앙부 지지 파이프



(f) 링크브라켓

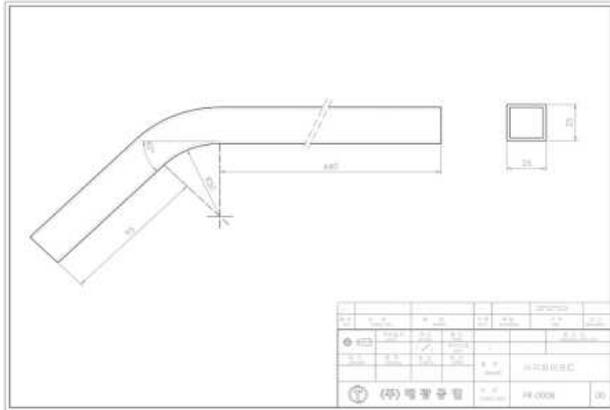


(g) 중앙부지지 파이프 2

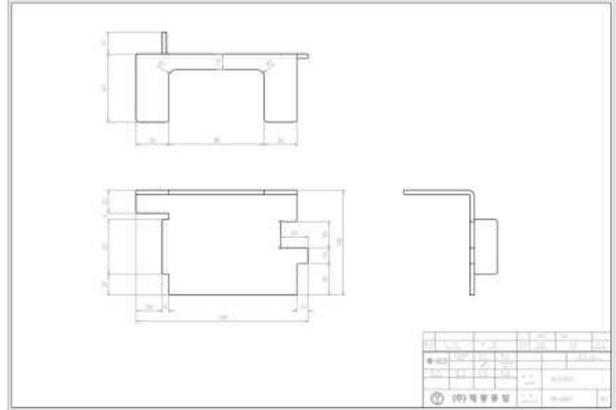


(h) 중앙 판

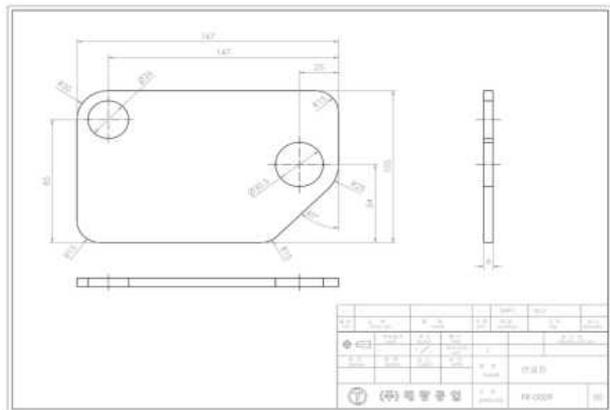
[그림] 승용제초기 프레임 설계도면 1



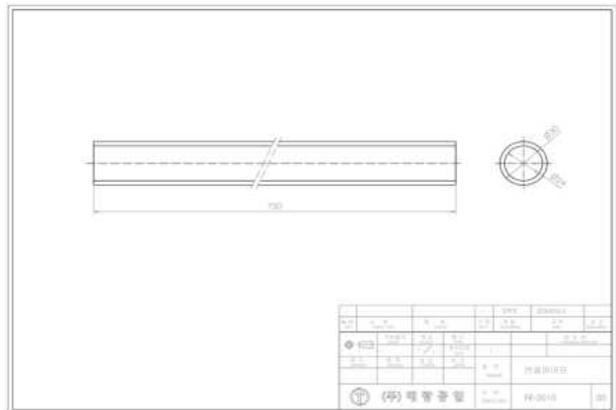
(a) 프레임 후단 지지파이프



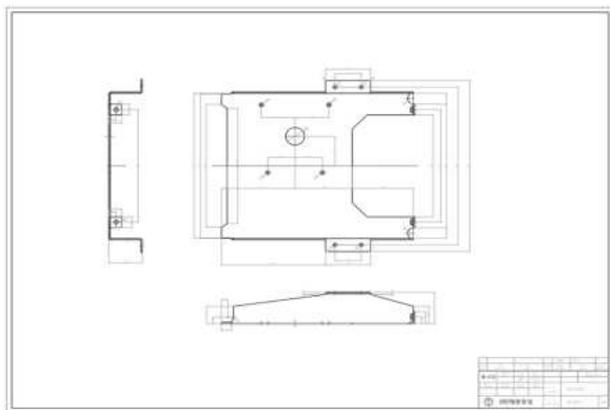
(b) 연결브라켓



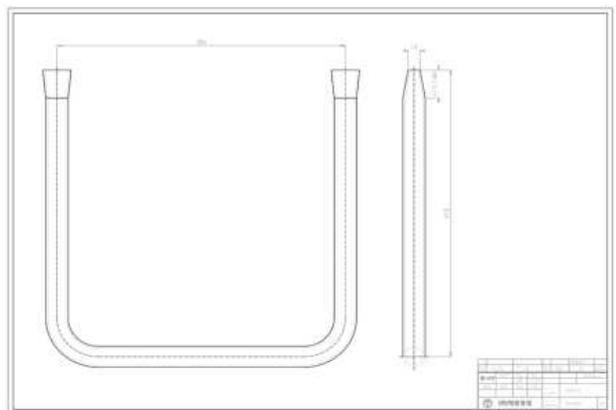
(c) 연결판



(d) 연결파이프



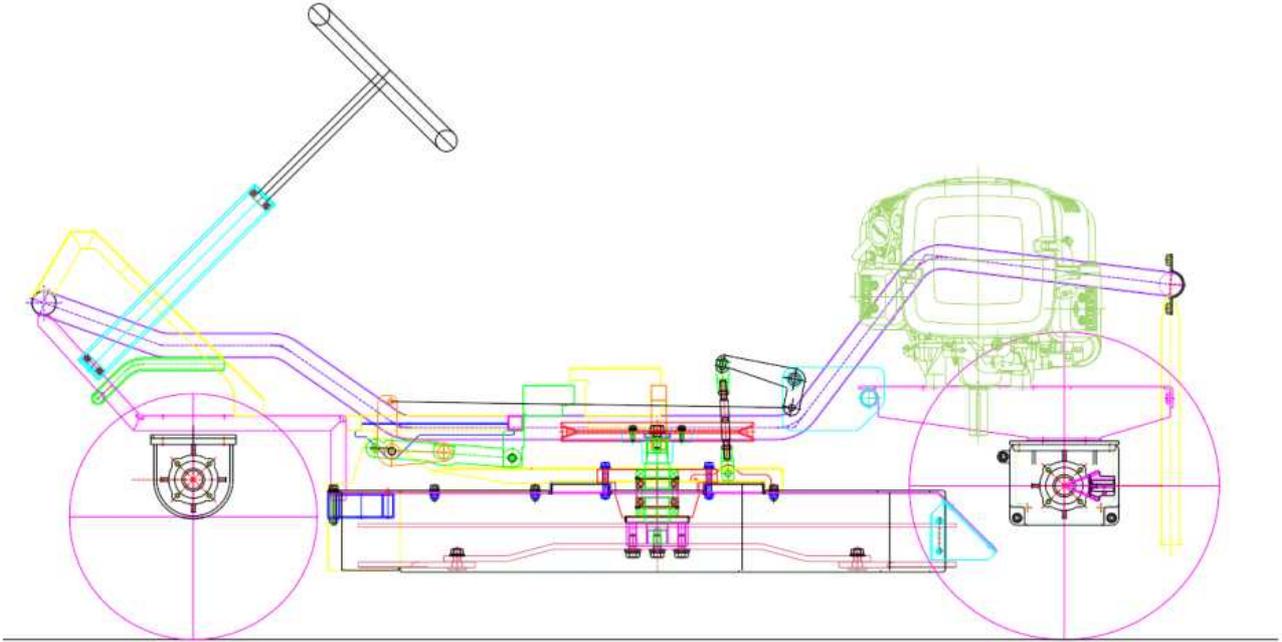
(e) 엔진받침



(f) 후단 U파이프

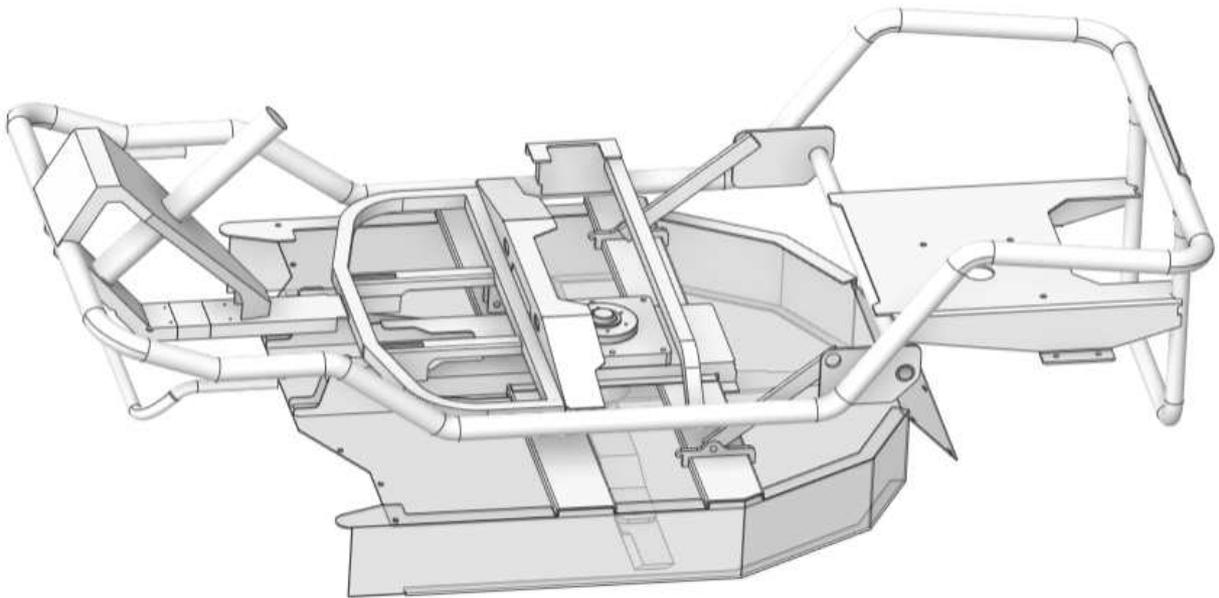
[그림] 승용제초기 프레임 설계도면 1

- 위의 그림은 승용제초기 프레임의 엔진을 지지하는 후방부분 프레임 부품 도면을 나타낸다.
- 기본 철판 소재는 냉간압연 강판인 SCP1재질을 사용하여 제작할 예정이며, 각 부품 별 조립 후 연결에 따라 구조적인 위험성, 안전성 등은 전산 구조해석을 통해 분석하였으며, 특별한 위험성이 없음에 따라 2차년도 조립 및 시운전을 위해 제작되었다.



[그림] 승용제초기 프레임 조립 도면

- 1차년도 연구개발 내용인 구동부, 조향부, 제초작업부, 전체 프레임을 포함한 조립 도면은 위의 그림과 같다.

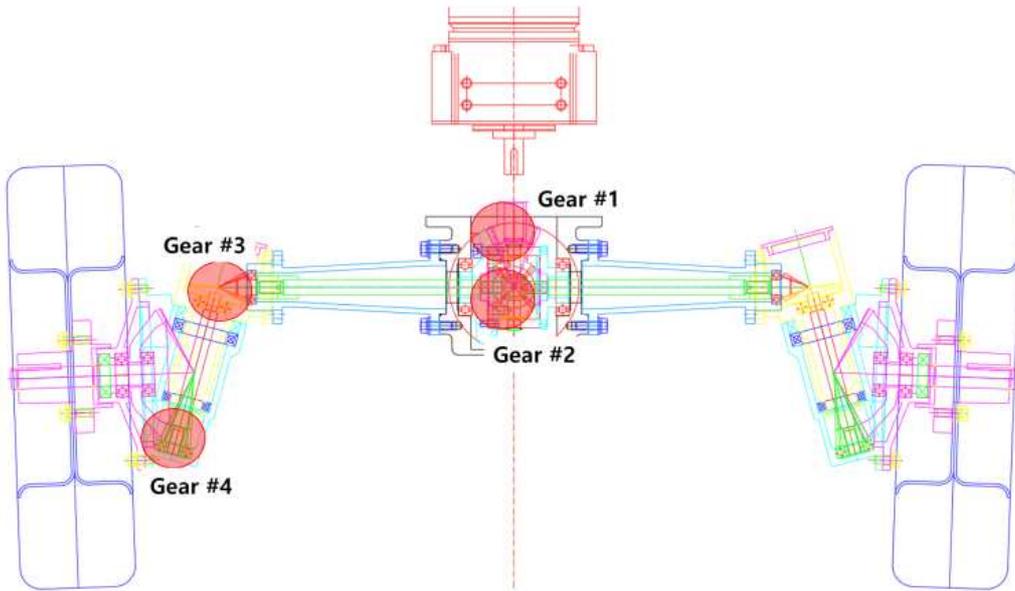


[그림] 승용제초기 프레임 3D 모델링

- 3D 모델링을 통해 구조해석을 연계 진행하였으며, 구조적으로는 문제가 없을 것으로 판단되나, 2차년도 실제 부품별 제작 및 조립, 시운전을 통해 추가적인 안전성 검토를 진행하였다.

마. 승용제초기의 구동부 주요부품 구조해석

1) 운전 조건에 따라 발생하는 회전 조건별 기어 강성 해석



[그림] 승용제초기 구동 기어 배치

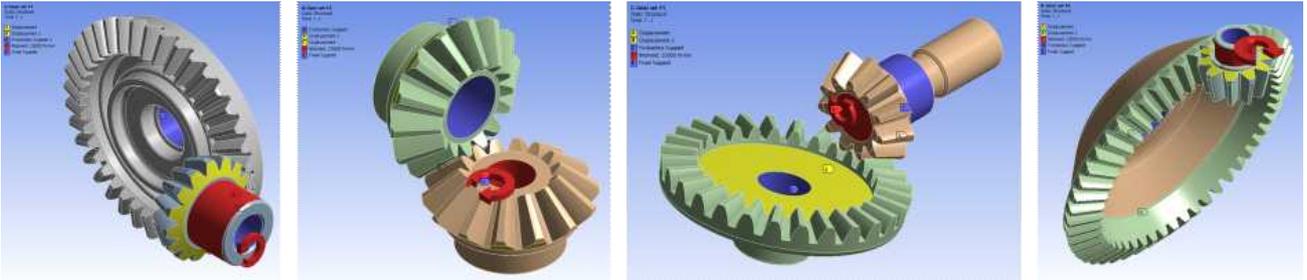
- 승용제초기는 전동구동 방식을 채택하여 변속을 위한 미션이 없으나, 구동을 위하여 그림과 같이 총 4개의 기어셋으로 설계 되었다.
- 각 기어의 경우 아래의 그림과 베벨기어로 구성이 되어 있으며, 기어에 부가되는 응력을 분석하기 위하여 기어와 연결된 축을 제외하고 기어부를 3D 모델링하여 해석을 수행하였다.



[그림] 승용제초기 구동 기어 set

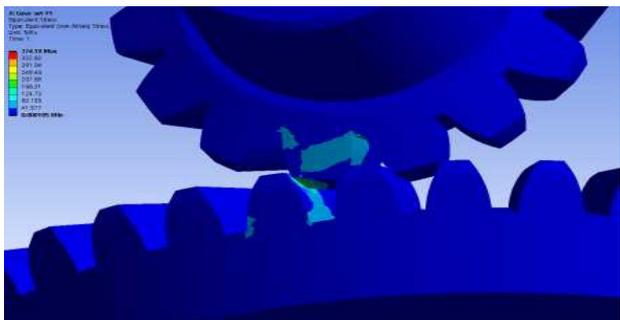
- 기어 #1, #2는 구동모터에 직접 연결되어 있으며 기어 #3은 기어 #2에 연결되어 있으며, 기어 #4는 #3에서 동력을 전달받아 바퀴를 구동하게 된다. 구동모터의 최대 토크는 20,000N·mm이며, 해석 시 전체 기어셋에 동일한 토크를 부여하였다.

- 구동 시 치형에 걸리는 응력의 분석을 위하여 입력 기어는 회전이 가능한 구속조건을 설정하였다.
- 회전 자유도를 구속하여 구동 시 응력이 발생하도록 하였으며, 해석 시 사용된 요소는 사면체와 육면체를 복합하여 사용하였다.

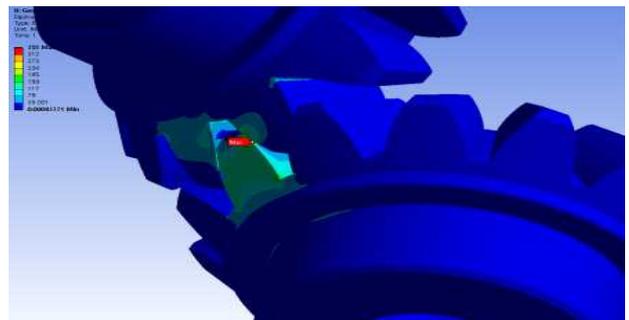


[그림] 기어 해석을 위한 경계 조건 설정

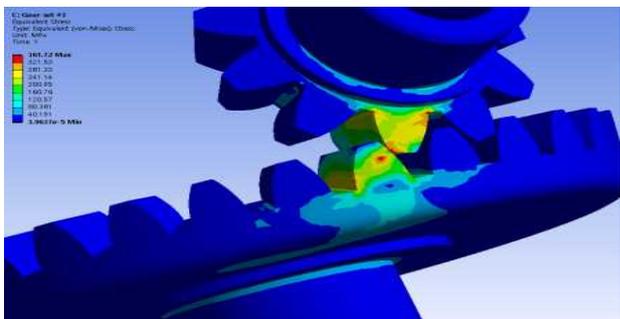
- 기어의 치형에 부가되는 응력은 기어비가 클수록 증가하여, 기어비가 가장 큰 기어 #4의 경우 488.5MPa의 응력이 치형에 부가 됨을 확인하였다. 그러나 사용된 기어의 재질인 열처리 및 표면처리된 SCM420 재질의 항복강도는 약 930MPa로 항복강도의 50% 수준의 응력으로 사용상 문제는 없을 것으로 판단된다.
- 1~2년간의 지속적인 필드테스트를 통해 기어의 상태를 확인하고 신뢰성을 확보하여 사업화 할 예정이며, 필요시 항복 강도가 더 높은 고합금강을 사용하거나, 표면처리를 통해 기어의 강성을 보강할 예정이다.



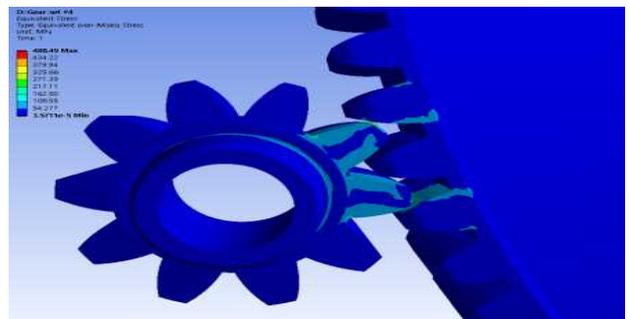
(a) 기어 #1



(b) 기어 #2



(c) 기어 #3

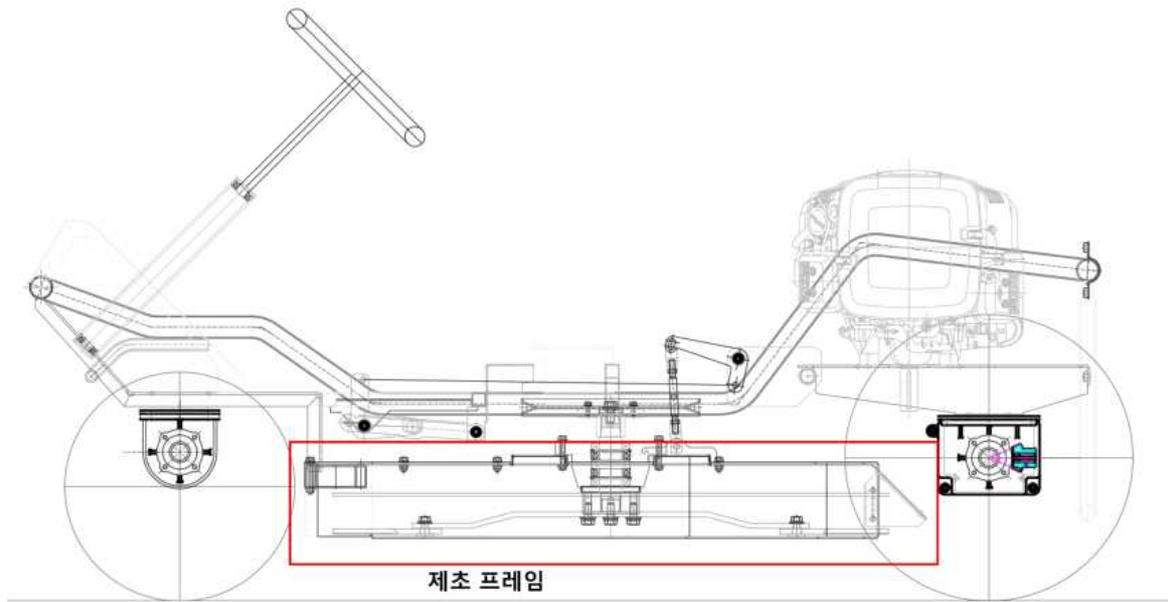


(d) 기어 #4

[그림] 기어 응력해석 결과

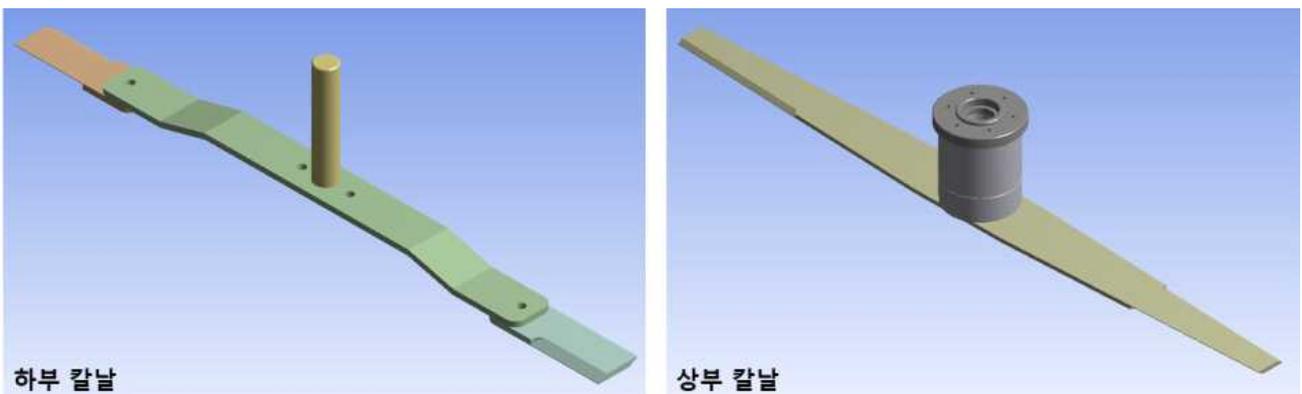
## 바. 제초작업부의 제초 로타리 강성해석

### 1) 수평회전 방식의 제초칼날의 강성해석



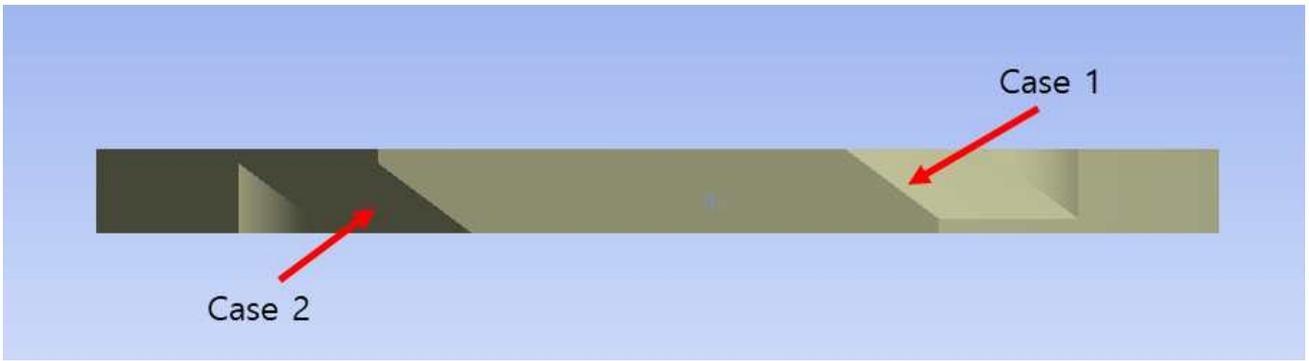
[그림] 제초프레임 배치

- 제초 프레임 및 제초 칼날의 해석을 위하여 제초 프레임이 부착된 승용제초기 프레임, 제초 프레임 및 제초 칼날에 대한 3D 모델을 생성하였다.
- 제초 칼날은 상·하부 두 개의 칼날이 90도로 교차하여 배치되어 반대방향으로 회전하여 제초 작업을 수행한다.



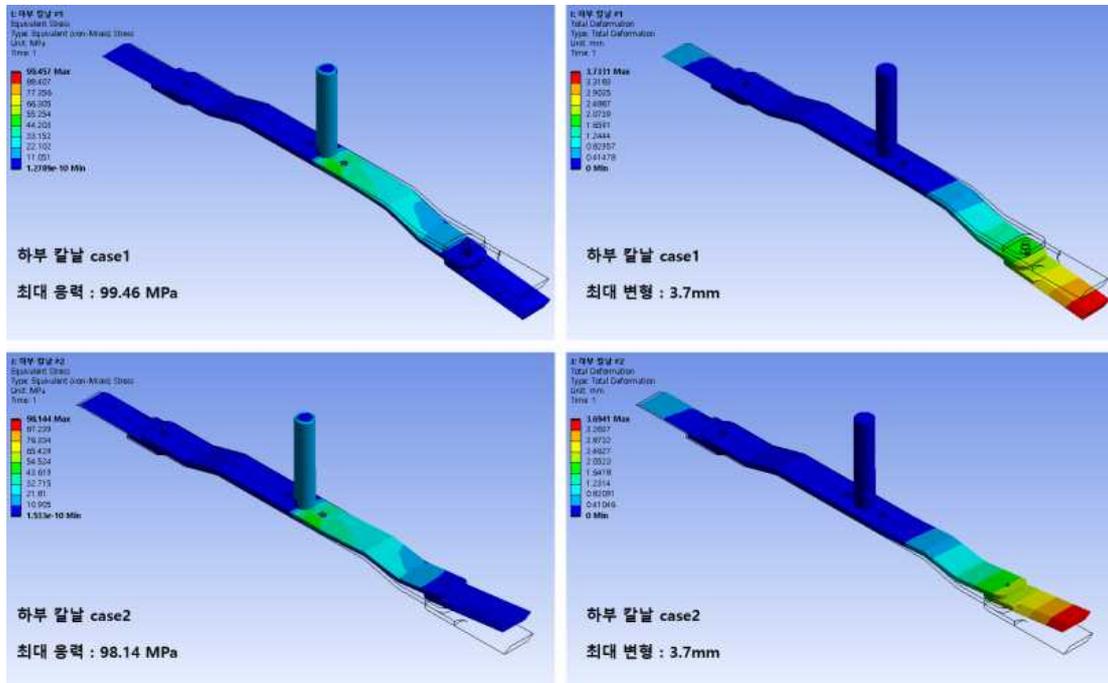
[그림] 상·하부 제초 칼날 구성

- 수평회전 시 제초칼날에 부가되는 하중 방향에 따른 응력해석을 위하여 상·하부 제초 칼날을 다음과 같이 분리하고 칼날에 걸리는 하중 방향을 설정하였다.
- 하중은 10kg 수준의 하중이 칼날에 부가되는 경우를 가정하였고, 하중의 방향은 아래의 그림과 같이 두 가지 경우로 분류하였다.



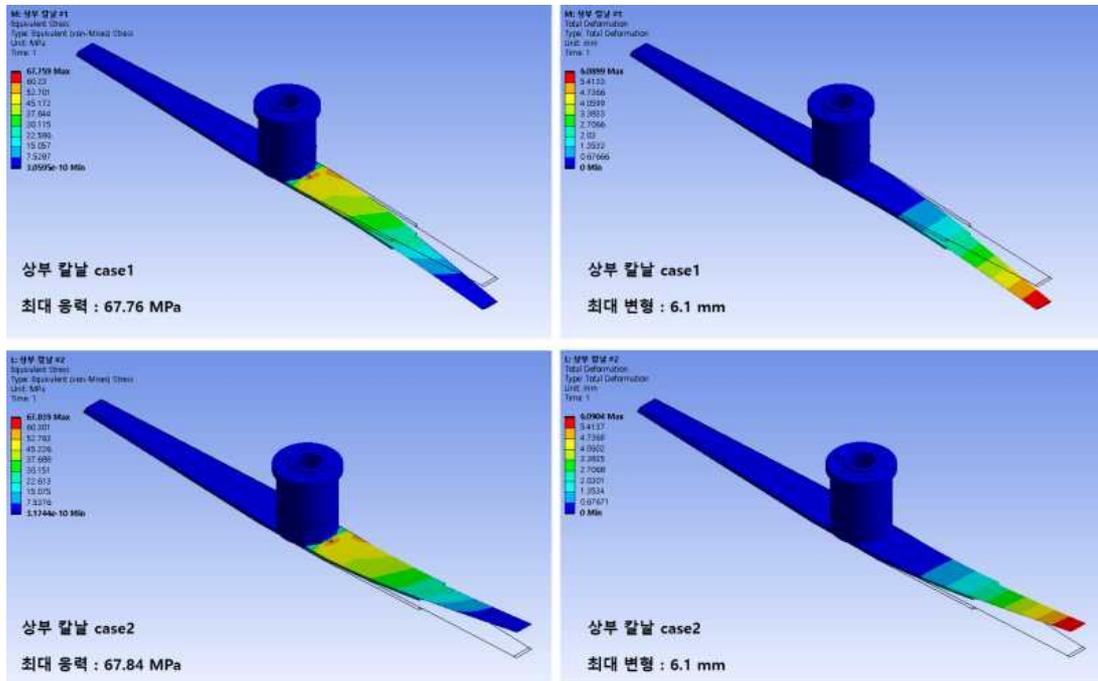
[그림] 하중 방향 설정

- 하부칼날의 경우 100N의 하중에 대하여 하중 방향에 관계없이 칼날과 축의 연결부에서 최대 99MPa의 응력이 발생하며 이는 소재의 항복강도의 50%수준으로 응력 측면에는 문제가 없을 것으로 판단되나, 최대 변형은 칼날의 끝부분에서 3.7mm로 다소 큰 변형이 발생함을 확인하였다.



[그림] 하부 칼날 응력 및 변형 해석 결과

- 상부칼날은 하부칼날과 동일 하중대비 응력은 67.8MPa로 낮은 수준이나 변형은 6.1 mm로 약 두 배의 변형을 보여 하부칼날 대비 큰 변형을 보여준다.

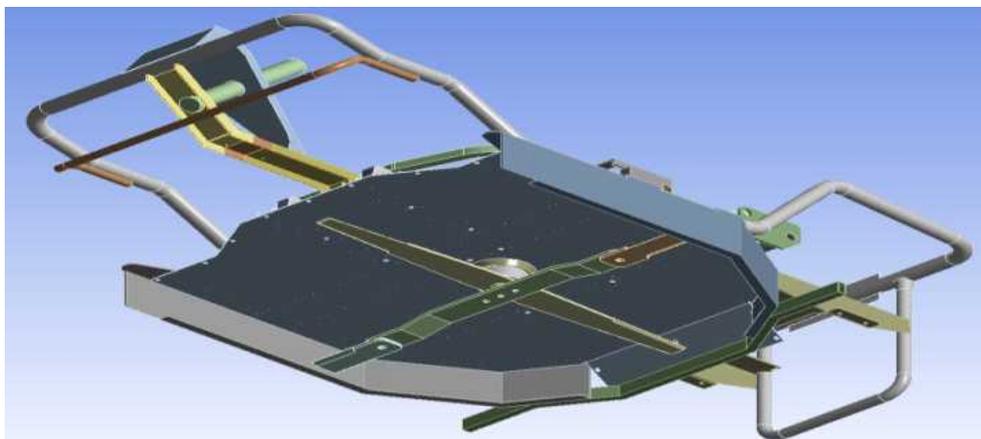


[그림] 상부 칼날 응력 및 변형 해석 결과

- 위의 해석결과는 돌이나, 나무뿌리 등의 변수를 고려하여 높은 수준의 하중조건을 가정한 것으로 수치가 다수 높게 나오는 경향이 있으나, 일반적인 잡초는 10N이하의 하중조건이 예상됨으로 설계상 문제는 없을 것으로 예상된다.
- 상·하부 칼날의 구조해석 결과 응력 측면은 큰 문제가 관찰되지 않으나 변형측면에서 다소 높은 변형을 보여주어, 회전 시 충격에 의한 영구 변형에 대해서는 2차년도에 상세한 분석을 통해 해석결과에 따라 설계 보완을 진행 하였다.

## 2) 수평회전 방식의 제초칼날의 공진해석

- 제초칼날 프레임은 작업자가 탑승하는 프레임과 직접 연결이 되어 있으며, 탑승자의 하부에 위치하고 있으므로 공진에 의한 영향의 분석이 필요하다.

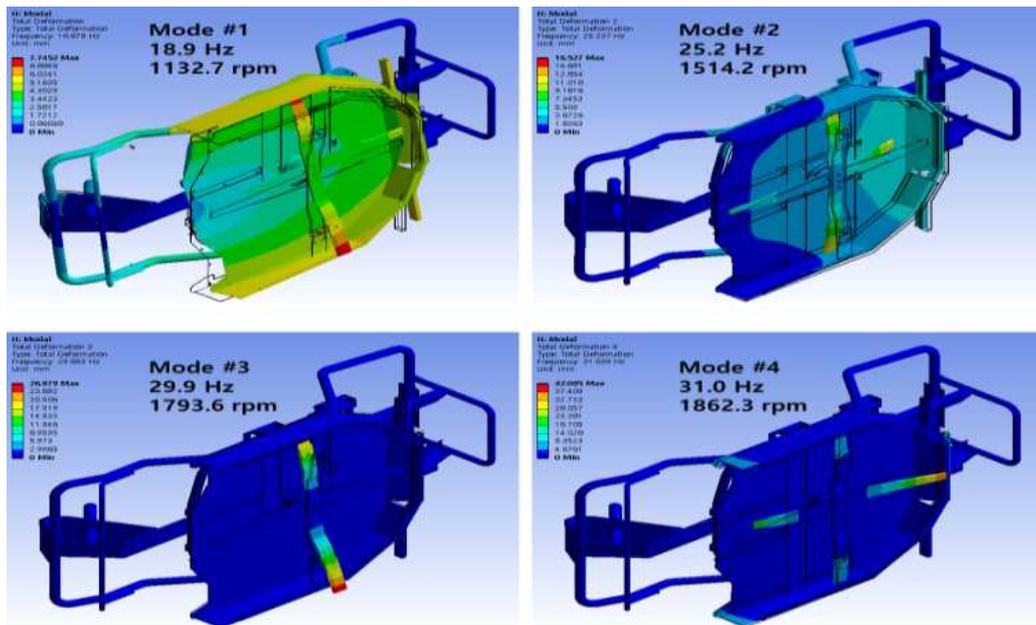


[그림] 제초 프레임 및 제초 칼날 3D 모델

- 제초 프레임의 공진 해석은 제초 프레임과 메인 프레임이 연결되어 있기 때문에 제초 프레임과 칼날 및 메인 프레임을 포함한 전체를 모델링을 하여 수행하였다.
- 해석을 위한 경계 조건은 구동축이 연결되는 부위의 자유도를 완전 구속하였으며, 제초 칼날의 자중이나 별도의 외력은 작용하지 않는 것을 가정하였다.
- 제초 칼날의 회전속도는 약 1,750rpm이며, 해석결과 칼날회전과 연관된 모드는 총 4개로 분석되어 연관된 4개의 모드 형태를 분석하였다.

[표] 제초칼날 및 프레임의 주요 공진 주파수 및 모드 계산결과

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
주파수 (Hz)	18.88	25.24	29.89	31.04	31.93	33.41	34.56	36.64	51.52	58.12
회전수 (rpm)	1132.7	1514.22	1793.58	1862.34	1915.92	2004.84	2073.42	2198.10	3091.44	3487.44
No.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
주파수 (Hz)	59.12	62.49	67.31	68.90	73.94	74.35	76.05	78.29	81.57	88.26
회전수 (rpm)	3547.26	3749.34	4038.42	4133.70	4436.46	4461.24	4563.12	4697.64	4894.20	5295.54



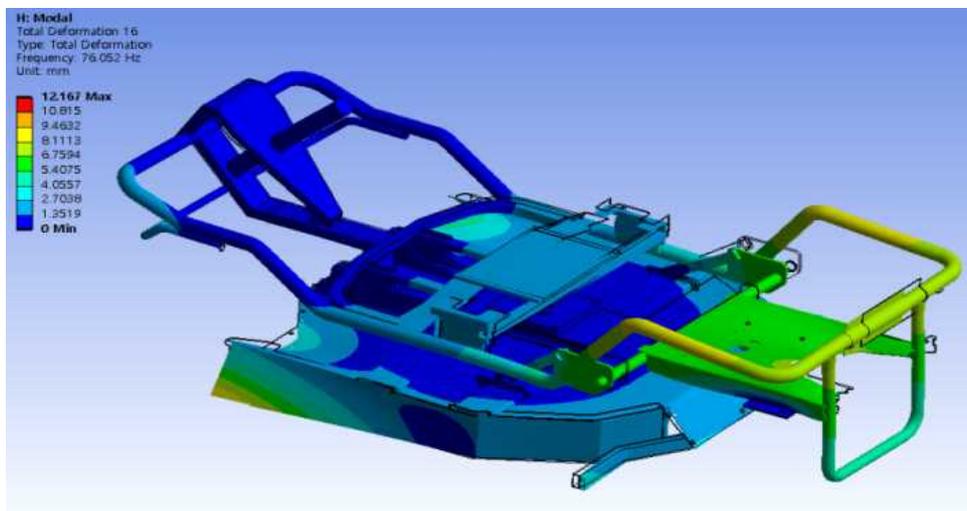
[그림] 제초칼날 및 프레임의 주요 공진 주파수 및 모드

- 공진 모드 분석 결과 제초칼날의 회전속도와 제초 칼날의 공진주파수가 일부 겹치는 구간이 있어, 운전 시 어느 정도 영향을 줄 가능성이 존재하기 때문에, 재질 또는 공진 주파수 변경을 위한 설계보완이 필요한지 2차년도 추가 분석을 진행하였다.
- 제초기 프레임의 경우 70Hz이상에서 공진이 발생하여 제초기의 운전 영역대에 공진이 존재하지 않음을 확인하였다.

## 사. 승용제초기의 주요프레임 구조해석

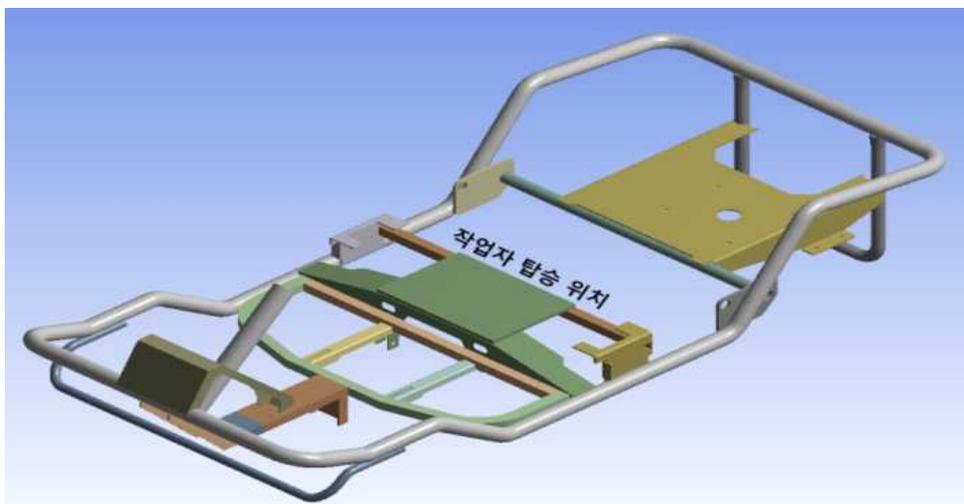
### 1) 승용제초기 프레임 구조해석

- 승용제초기 프레임에 사람 탑승시 안전성을 분석하기 위하여 구조해석을 수행하였다.
- 일반적으로 프레임 구조분석은 프레임이 지지하는 하중에 대한 안전성, 공진에 의한 영향 분석 및 충돌에 의한 안전성 분석으로 이루어지며, 1차년도에는 하중에 대한 안전성 검토 및 공진에 의한 영향을 분석하였다.
- 공진에 의한 영향은 전술한 제초칼날에 대한 공진 해석결과를 활용하여 분석이 가능하며, 최소 76Hz에서 프레임의 1차 공진이 프레임 뒷부분에서 발생하여 실제 운전 영역에서 벗어나 있음을 확인하였다.



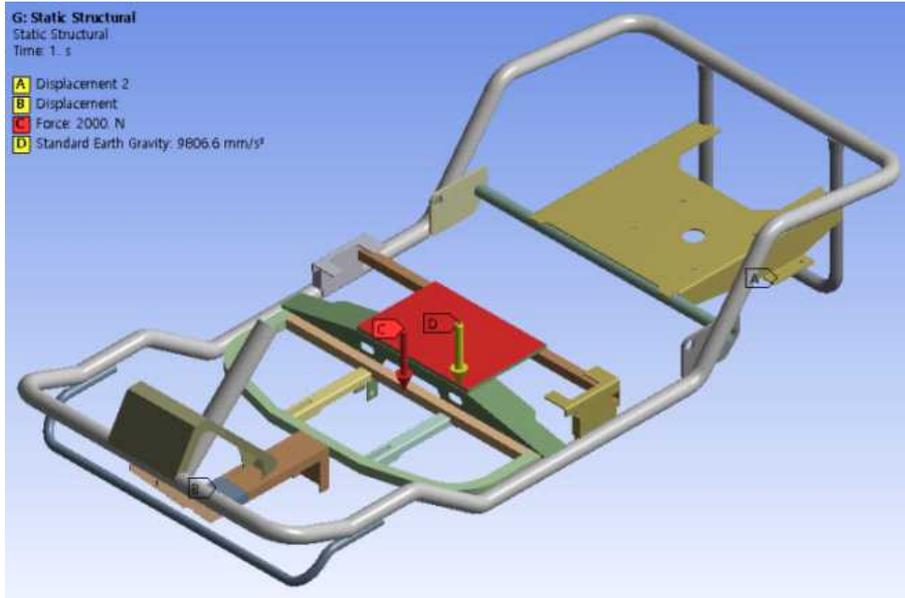
[그림] 승용 제초기 프레임 1차 공진 모드 및 공진 주파수

- 프레임의 강성 해석을 위하여 제초기 프레임을 제외한 부분을 아래와 같이 해석을 위한 3차원 모델링을 수행하였다.



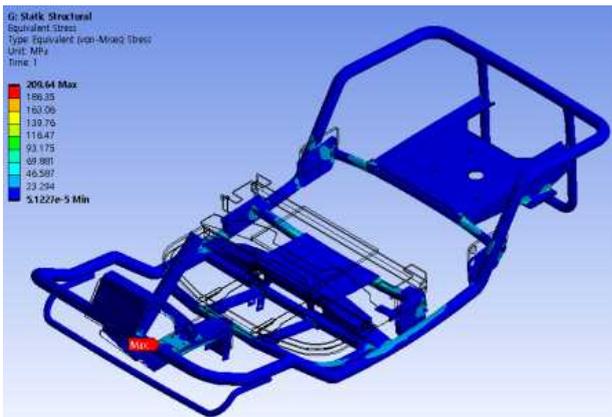
[그림] 승용제초기 3D 모델링

- 프레임의 하중에 대한 안전성을 분석하기 위하여 작업자 탑승위치에 약 3배의 안전 계수를 고려하여 200Kg의 하중을 부가하여 해석을 수행하였다.

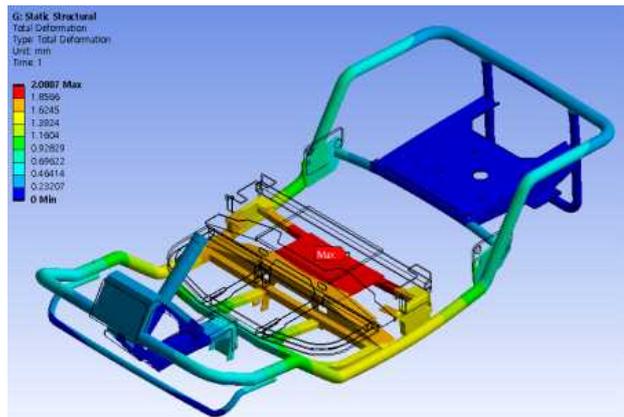


[그림] 승용제초기 해석 경계 조건

- 해석결과 프레임 고정부 주위에서 209MPa 수준의 최대 응력이 발생함을 확인하였으나 이는 제초기 차축이 부착되는 임의의 위치를 고정시켜서 발생한 결과이며, 응력 집중부를 제외한 나머지 부분에서 70MPa이하의 낮은 응력 수치를 보여준다.



[그림] 프레임 응력 해석 결과



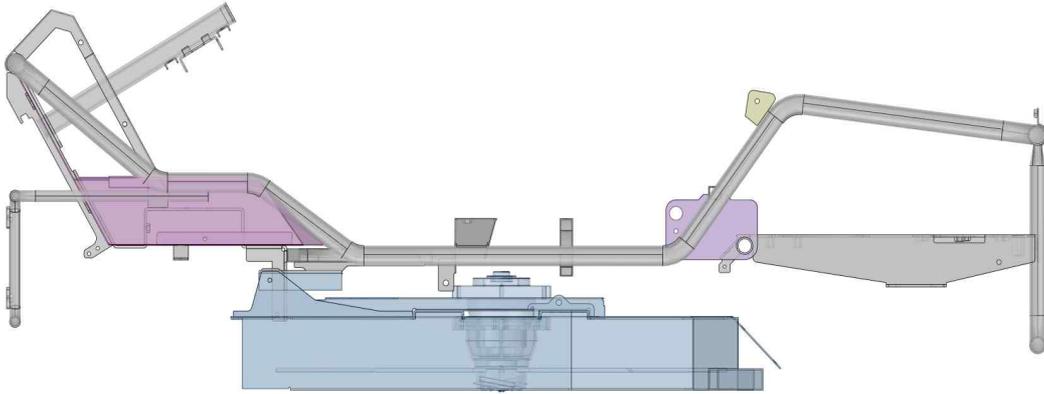
[그림] 프레임 변형 해석 결과

- 승용제초기 프레임의 최대 변형부위는 작업자가 탑승하는 부위로 약 2mm의 낮은 수준의 변형이 발생하여, 구조해석 결과 제초기 프레임의 설계상의 문제는 보이지 않음을 확인하였다.

## 2-2. 2차년도

### 가. 승용제초기의 구성부품 설계보완 및 제작 가공

#### 1) 수평회전 방식의 제초칼날의 강성해석

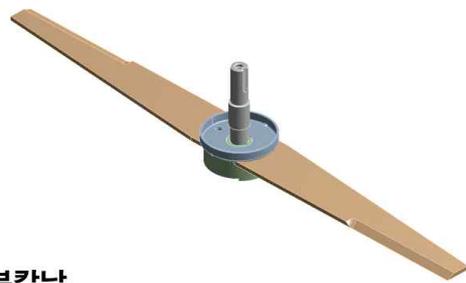


[그림] 설계수정 제초프레임

- 1차년도에 이어 승용제초기의 제초 프레임 및 제초 칼날의 공진 주파수를 피하고, 안전성 확보를 위해 위의 그림과 같이 프레임 및 칼날의 일부가 설계 변경되었다.
- 제초 칼날은 상·하부 두 개의 칼날이 90도로 교차하여 배치되어 반대방향으로 회전하여 제초 작업을 수행하는 구조는 일치하나, 칼날의 크기 및 외형 일부가 변경되었다.



**하부칼날**



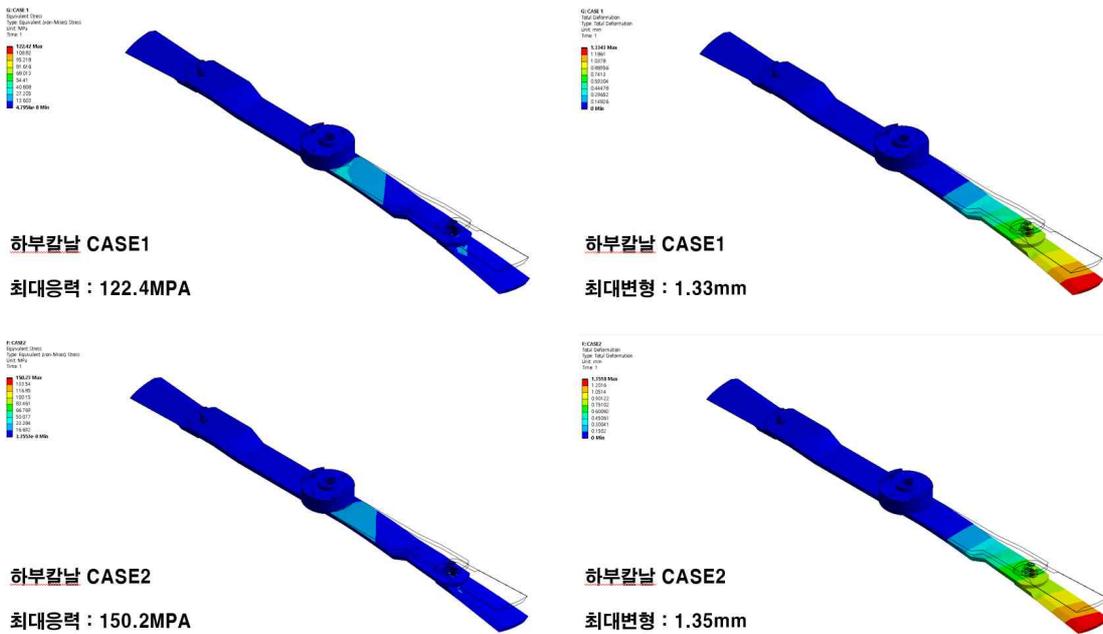
**상부칼날**

- 수평회전 시 제초칼날에 부가되는 하중 방향에 따른 응력해석을 위하여 상·하부 제초 칼날을 분리하고 칼날에 걸리는 하중 방향을 1차년도와 동일하게 설정하였다.
- 하중은 10kg 수준의 하중이 칼날에 부가되는 경우를 가정하였고, 하중의 방향은 아래의 그림과 같이 두 가지 경우로 분류하였다.



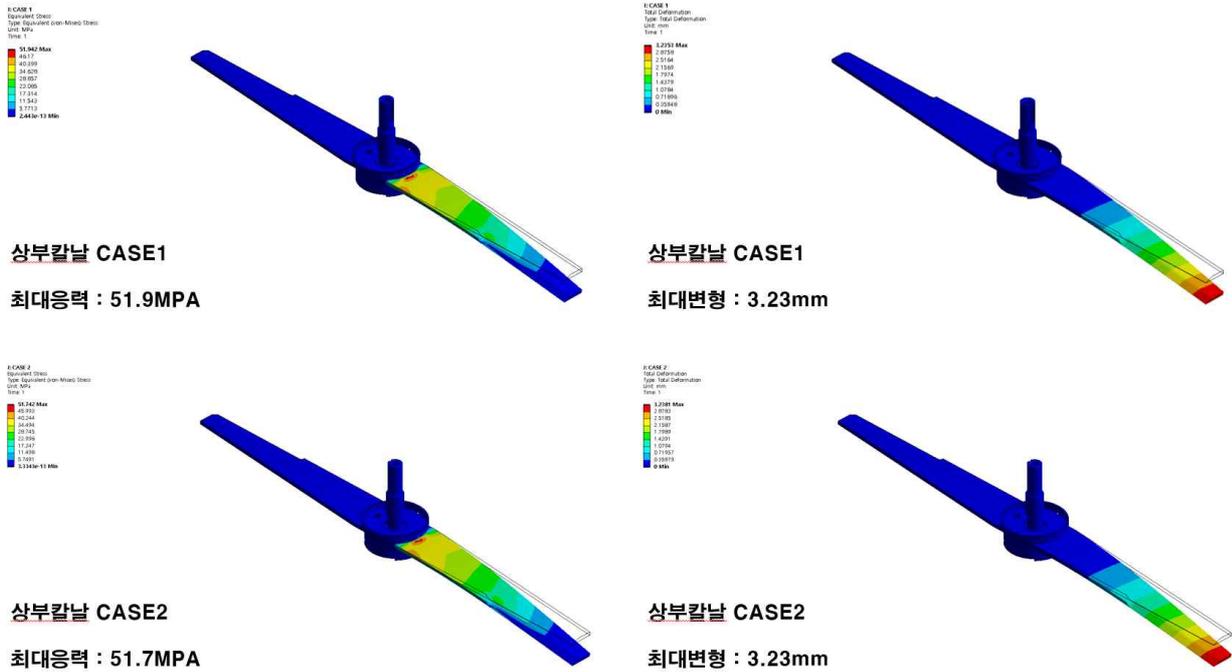
[그림] 하중 방향 설정

- 하부칼날의 경우 100N의 하중에 대하여 Case1의 하중 방향일 때 122.4MPa의 응력이 발생하였고, Case2의 하중방향일 때 150.2MPa의 응력이 발생하였으나 소재 항복 강도에 비해 낮아 파손에 대한 문제점이 없으며, 최대 1.3mm 정도의 변형으로 설계 기준에 적합한 것으로 확인하였다.



[그림] 하부 칼날 응력 및 변형 해석 결과

- 상부칼날은 하중방향에 따라 51.7~51.9MPa로 하부칼날에 비해 낮으며, 변형은 3.2mm 정도로 하부칼날에 비해서는 큰 변형을 보여주나, 제초 성능에 크게 문제없을 것으로 판단되며 설계기준에 적합함을 확인하였다.

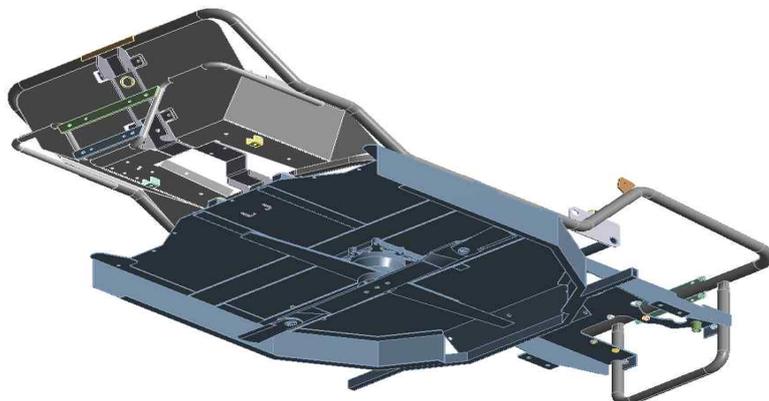


[그림] 상부 칼날 응력 및 변형 해석 결과

- 위의 해석결과는 돌이나, 나무뿌리 등의 변수를 고려하여 높은 수준의 하중조건을 가정한 것으로 수치가 다수 높게 나오는 경향이 있으나, 일반적인 잡초는 10N이하의 하중조건이 예상됨으로 설계상 문제는 없을 것으로 예상된다.

## 2) 수평회전 방식의 설계개선 프레임 칼날 공진해석

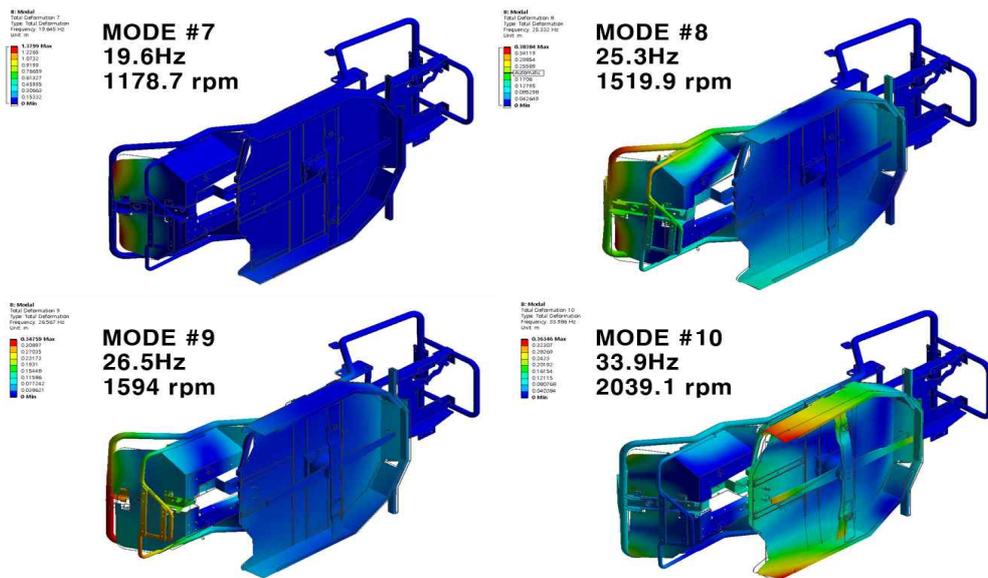
- 제초칼날 프레임은 작업자가 탑승하는 프레임과 직접 연결이 되어 있으며, 탑승자의 하부에 위치하고 있으므로 공진에 의한 영향의 분석이 필요하다.



- 1차년도 분석방법과 동일하게 제초 프레임의 공진 해석은 제초 프레임과 메인 프레임이 연결되어 있기 때문에 제초 프레임과 칼날 및 메인 프레임을 포함한 전체를 모델링을 하여 수행하였다.
- 해석을 위한 경계 조건은 구동축이 연결되는 부위의 자유도를 완전 구속하였으며, 제초 칼날의 자중이나 별도의 외력은 작용하지 않는 것을 가정하였다.
- 1차년도 해석결과 제초 칼날의 회전속도인 약 1,750rpm 근처의 1793rpm에서 공진 주파수가 발생하였으나, 설계 수정된 프레임 및 제초날 형상에서는 공진 주파수인 1750rpm 근처의 회전수를 피했으며, 1750rpm 주위의 주파수는 아래의 그림과 같다.

[표] 제초칼날 및 프레임의 주요 공진 주파수 및 모드 계산결과

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
주파수 (Hz)	5.3578	9.7617	10.809	11.975	16.357	18.491	19.645	25.332	26.567	33.986
회전수 (rpm)	321.468	585.702	648.54	718.5	981.42	1109.46	1178.7	1519.92	1594.02	2039.16
No.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
주파수 (Hz)	34.777	34.908	36.202	37.232	41.024	42.833	45.218	46.513	48.114	53.584
회전수 (rpm)	2086.62	2094.48	2172.12	2233.92	2461.44	2569.98	2713.08	2790.78	2886.84	3215.04

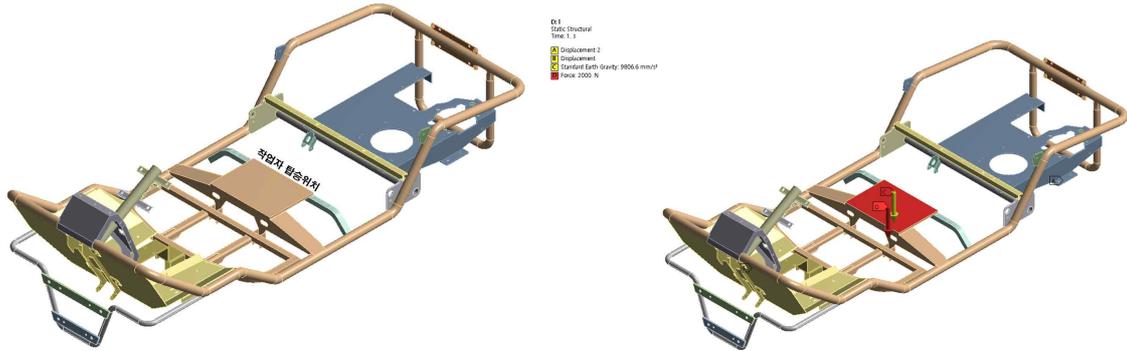


[그림] 제초칼날 및 프레임의 주요 공진 주파수 및 모드

- 2차년도 개선된 프레임 및 제초날 해석결과 겹치는 공진 주파수를 피하여, 제초기 작업 시 공진이 발생하지 않을 것으로 예상된다.

### 3) 설계 개선 승용제초기 프레임 구조해석

- 2차년도에 수정된 설계사항에 대해 승용제초기 프레임에 사람 탑승시 안전성을 분석하기 위하여 구조해석을 수행하였다.

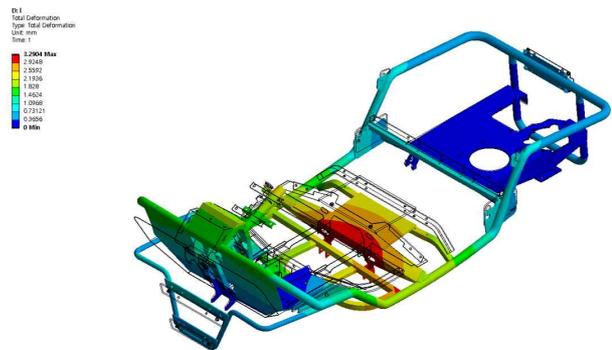


[그림] 승용제초기 3D 모델링 및 경계조건

- 프레임의 하중에 대한 안전성을 분석하기 위하여 1차년도와 동일하게 작업자 탑승 위치에 약 3배의 안전 계수를 고려하여 200Kg의 하중을 부가하여 해석을 수행하였다.
- 해석결과 프레임 고정부 주위에서 430MPa 수준의 최대 응력이 발생함을 확인하였으나 이는 제초기 차축이 부착되는 임의의 위치를 고정시켜서 발생한 결과이며, 응력 집중부를 제외한 나머지 부분에서 95MPa이하의 낮은 응력 수치를 보여준다.



[그림] 프레임 응력 해석 결과

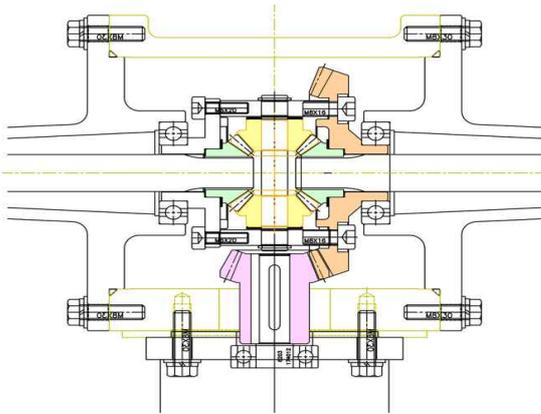


[그림] 프레임 변형 해석 결과

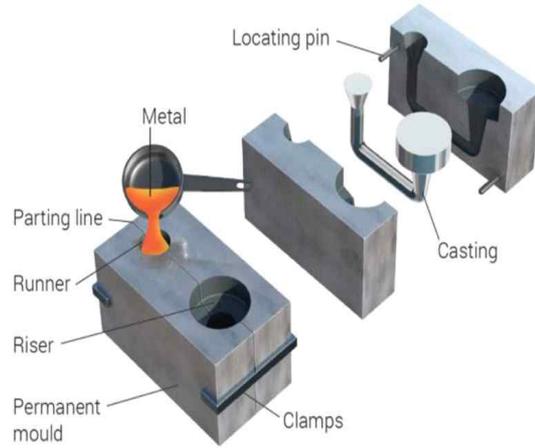
- 승용제초기 프레임의 최대 변형부위는 작업자가 탑승하는 부위로 약 3mm의 낮은 수준의 변형이 발생하여, 구조해석 결과 1차년도 설계안 보다 다소 높은 응력이 발생하긴 하나 설계 수정된 제초기 프레임의 설계상의 문제는 보이지 않음을 확인하였다.
- 본 연구개발내용에서 추가로 승용제초기의 로터리 및 프레임에 대해서는 기구학적 해석 및 동역학적 해석을 추가적으로 보완하여 사업화 전까지 안전성 및 신뢰성을 확보하여 설계보완 및 검증을 할 예정이다.

4) 승용제초기 설계구성 부품 제작 가공

[차동장치]



[그림] 차동장치 설계안

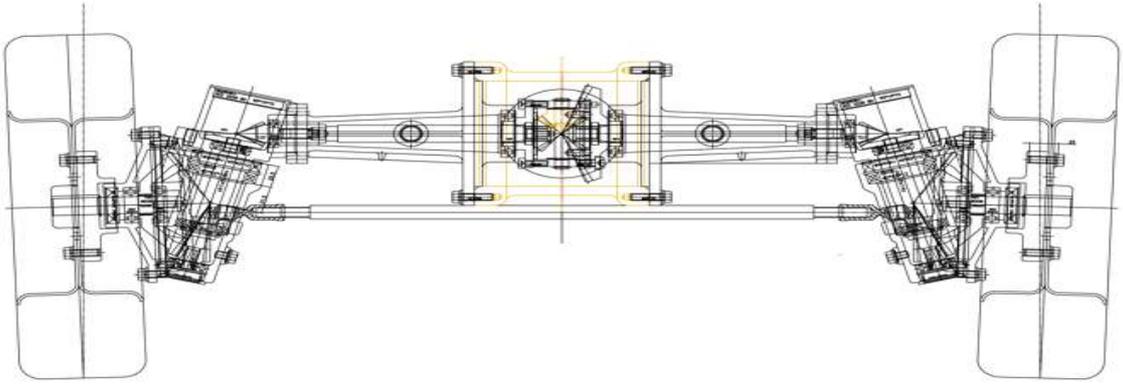


[그림] 중력 주조 방법

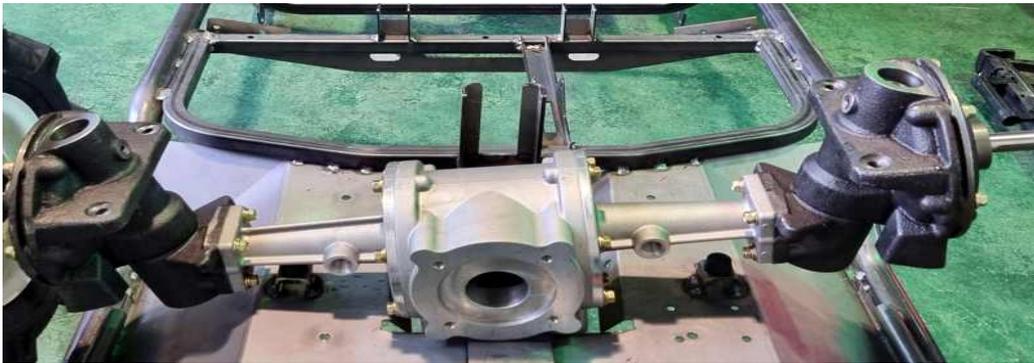
- 자동차 주행에 반드시 필요한 기계적 시스템으로 양쪽 바퀴의 회전력을 분배하는 장치로 1차년도 설계안과 같이 설계되었으며, 구동피니언15T, 링기어38T, 차동피니언 14T 차동사이드기어 14T, 케이스 AL 중력주조 설계를 통해 아래와 같이 차동기어를 제작 하였다.



[그림] 승용제초기 기어류 제작모습



[앞 차축 조립 도면]

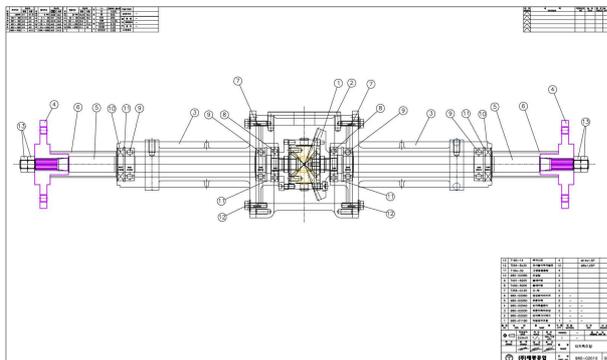


[앞 차축 조립 모습]



[차축 부품류]

[그림] 앞 차축 조합



[뒤 차축 조립 도면]



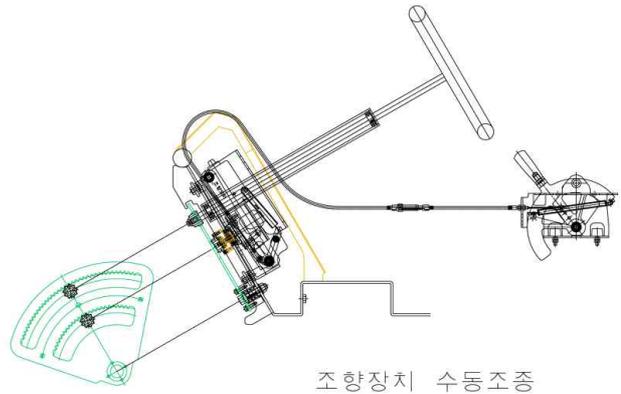
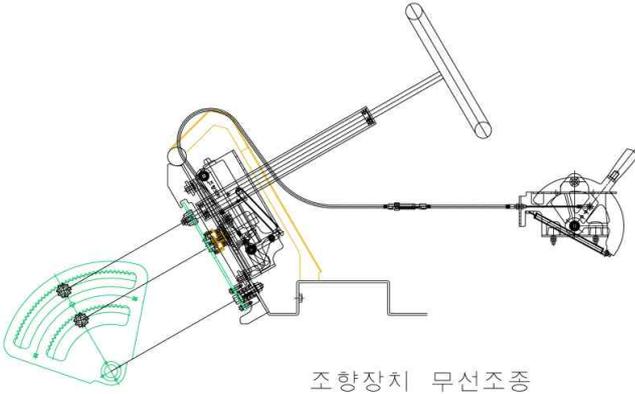
[뒤 차축 조립 모습]

[그림] 뒤 차축 조합

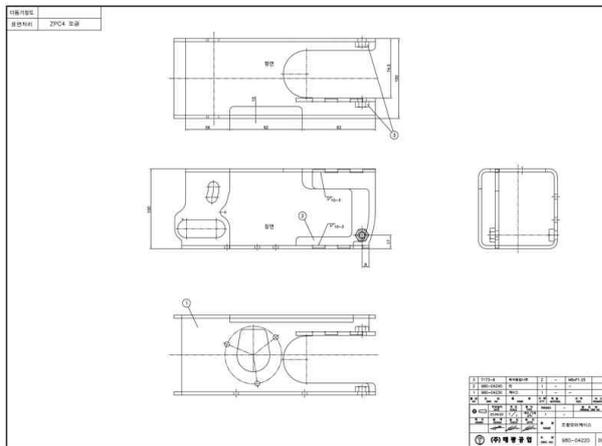


**[조향장치]**

- 수동운전과 리모컨 운전 전환 방식은 조향 모터를 기준으로 회전시켜 조향 안내판에 동력을 연결 또는 해지시킴으로써 전환이 되며, 와이어 스트로크를 이용한 레버에서 모드를 경정하도록 설계 제작 되었다.



[그림] 조향장치 무선, 수동조종

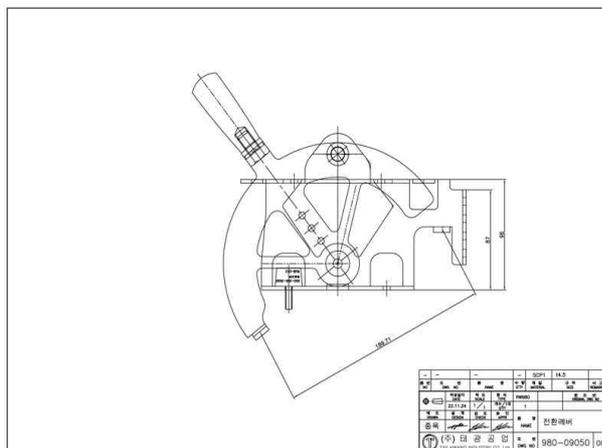


[뒤 차축 조립 도면]



[뒤 차축 조립 모습]

[그림] 뒤 차축 조합



[뒤 차축 조립 도면]



[뒤 차축 조립 모습]

[그림] 뒤 차축 조합

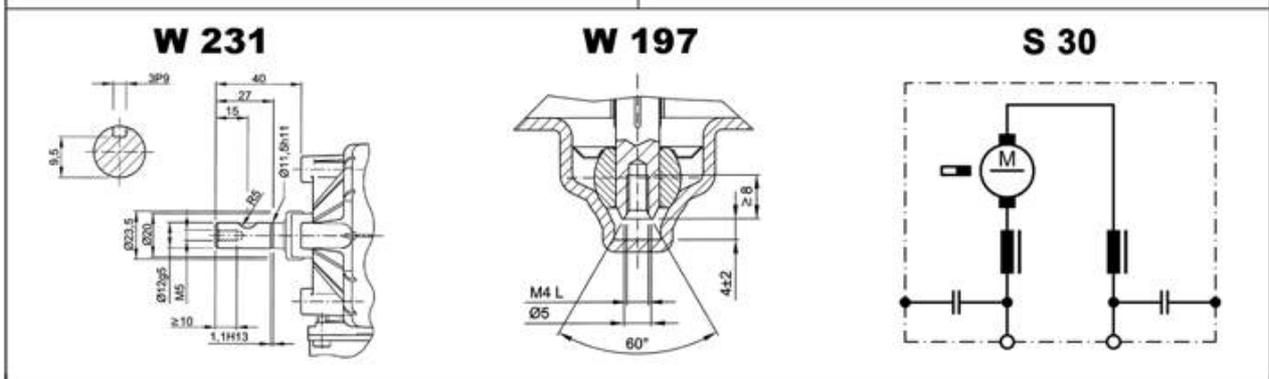
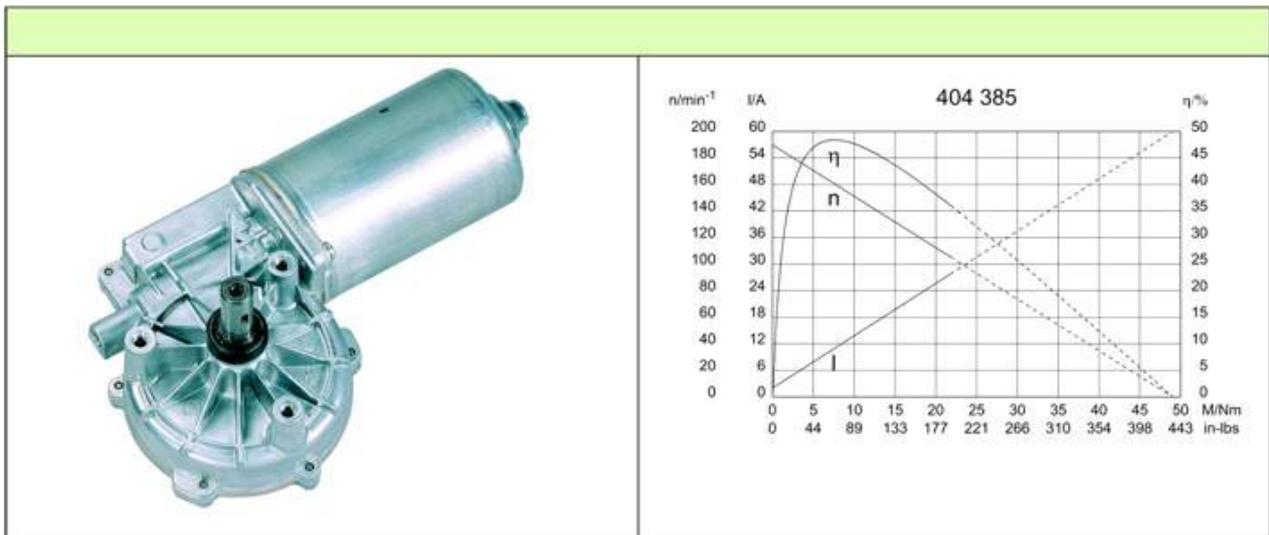
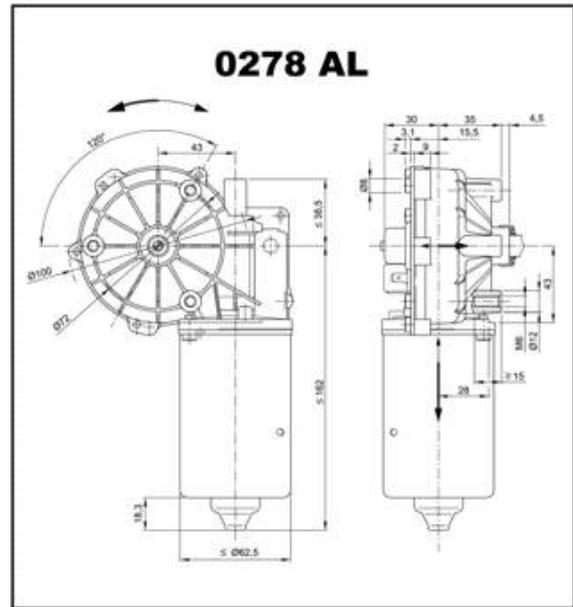
- 조향모터는 Valeo Vaureihe(Ndec Typ404 385, 같은 제품으로 상표만 다름) 제품을 선정하였으며, 모터 1개당 1개의 컨트롤러를 부착하여 모터 제어가 가능하다.

# Baureihe 0278 (SW2L)



## Motortyp 404 385

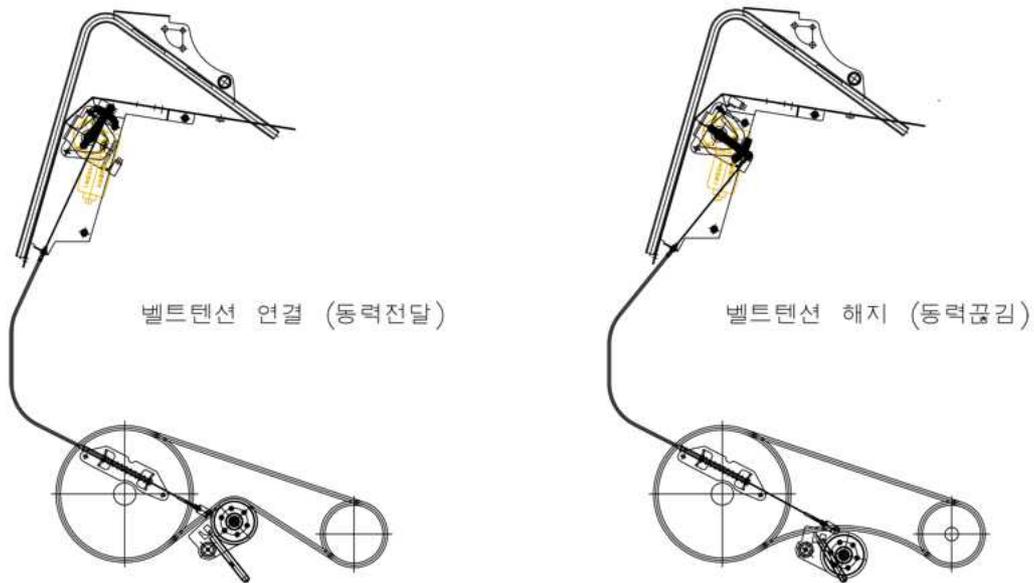
Technische Daten			
Nennspannung	$U_N$ [Volt]	24	
Leerlaufdrehzahl	$n_0$ [ $\text{min}^{-1}$ ]	190	
Nenn Drehmoment	$M_N$ [Nm]	4,00	
Einschaltdauer	%		
EIN	[min]		
Anlaufmoment	$M_A$ [Nm]	49,00	
Getriebeübersetzung	$i$	103/4	
Ankerwiderstand,	2 Lamellen R	[ $\text{m}\Omega$ ]	210,00
	4 Lamellen R	[ $\text{m}\Omega$ ]	155,00
Ankerinduktivität,	2 Lamellen L	[mH]	0,50
	4 Lamellen L	[mH]	0,45
Läuferträgheitsmoment	$J_R$ [ $\text{kgm}^2 \times 10^{-6}$ ]	85,00	
Zahnradwerkstoff		Kunststoff	
Hall IC			
Impuls/Umdrehung Antriebswelle			
Ausgangskanäle			
Bemerkungen			
Schutzart		IP 40	
Gewicht	[kg]	1,700	



[그림] 선정 조향 모터 사양

## [제초 클러치]

- 기어드 모터를 이용하여 와이어를 작동시키는 방식으로 리미트 스위치 적용을 통해 텐션롤러를 작동시켜, 벨트에 긴장을 주어 제초폴리를 회전시켜 제초작업을 하도록 설계 제작 하였다.

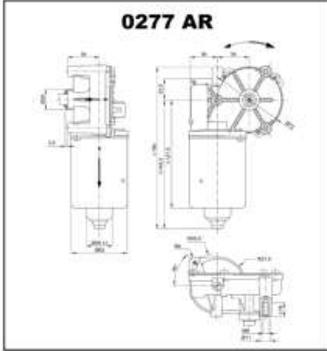


[그림] 선정 조향 모터 사양



**Baureihe 0277 (SW2K)**  
Motortyp 403 847

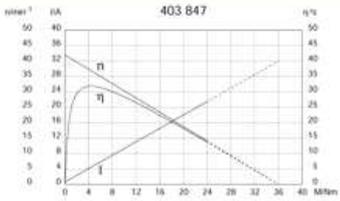
**0277 AR**



Technische Daten			
Nominalspannung	$U_N$ [Volt]		12
Leerlaufdrehzahl	$n_0$ [min <sup>-1</sup> ]		42
Nenn Drehmoment	$M_N$ [Nm]		5.0
Einschaltdauer	$t_s$ [ms]		5
Anlaufmoment	$M_A$ [Nm]		36.0
Getriebeübersetzung	$i$		78/1
Anschlusswiderstand	2 Lamellen R	[mΩ]	325.0
	4 Lamellen R	[mΩ]	255.0
Anschlussinktivität	2 Lamellen L	[mH]	0.42
	4 Lamellen L	[mH]	0.36
Läuferträgheitsmoment	$J_2$ [kgm <sup>2</sup> ]	$\times 10^{-4}$	74.0
Zahnradwerkstoff			Kunststoff
Hüll IC			
Impuls/Umdrehung Antriebswelle			
Ausgangskanäle			
Bearbeitungen		Kugellager	
Schutzart			IP 40
Gewicht			[kg] 1.20



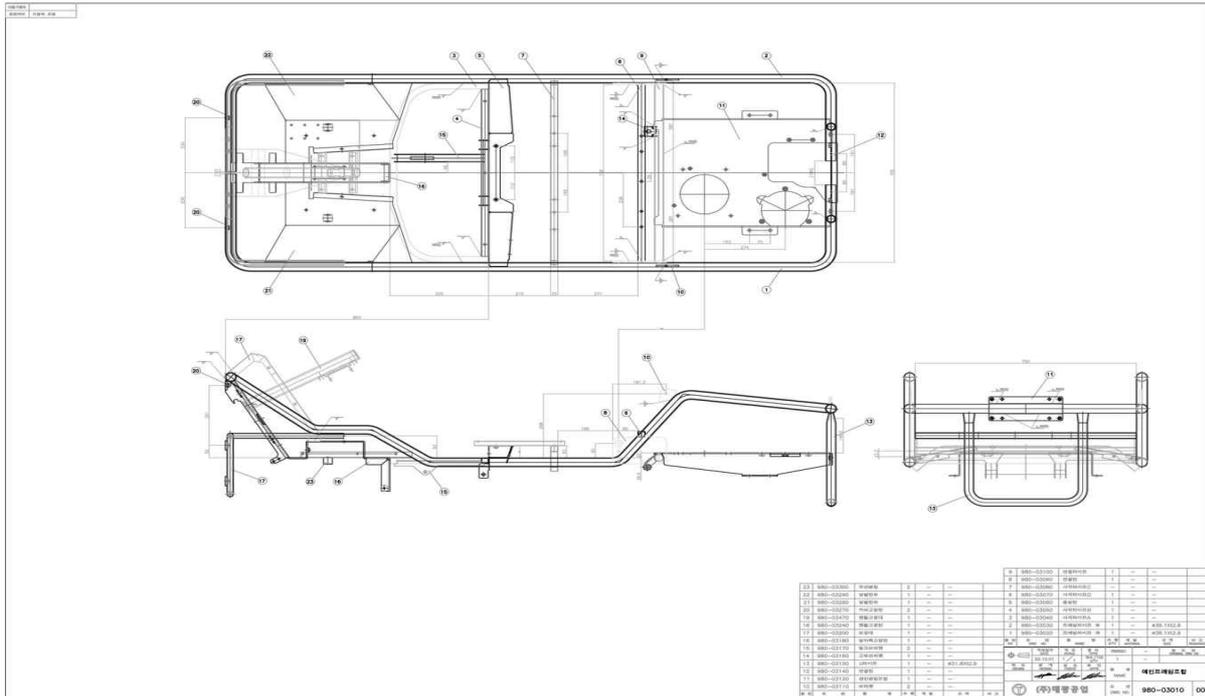
403 847



[그림] 선정 제초 클러치 모터

## [제초 프레임]

- 제초기 본체 프레임은 2차년도 설계 수정을 통해 아래와 같이 최종 도면을 작성하였으며, 1차년도, 2차년도 전산 구조해석 결과를 반영하여 안전성 검토를 통해 최종 설계되었다.



[그림] 제초 프레임 설계도면

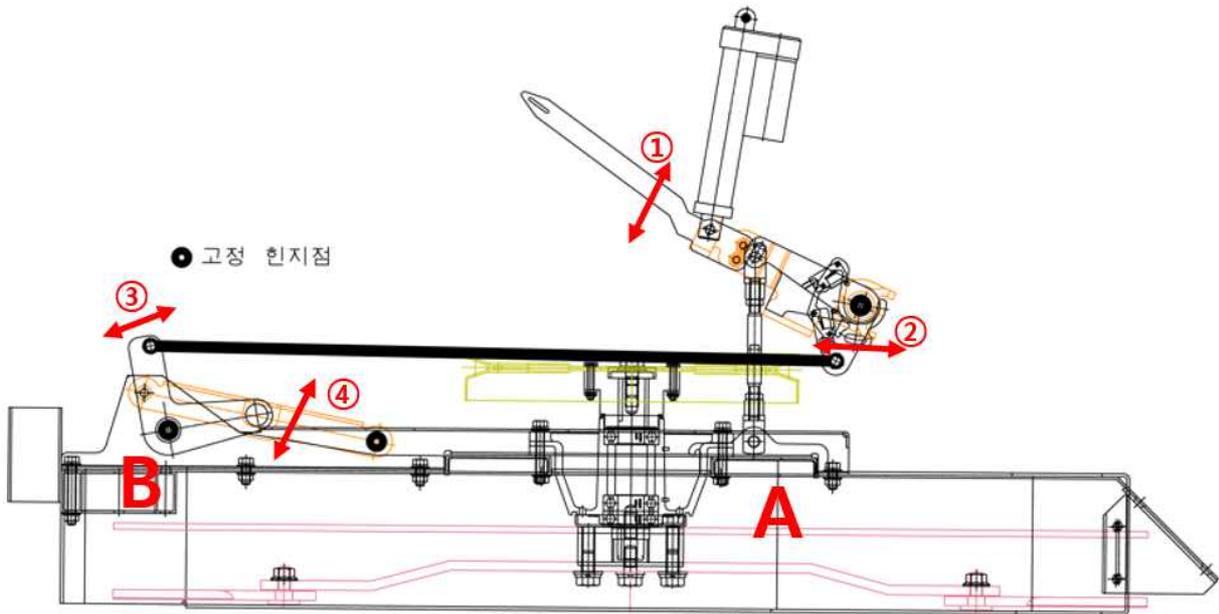
- 파이프 형태의 외각 테두리를 바탕으로 중간지지대 및 철판을 가공하여 안정적인 구조의 프레임을 제작하였으며 제작된 모습은 아래의 그림과 같다.



[그림] 제초 프레임 제작모습

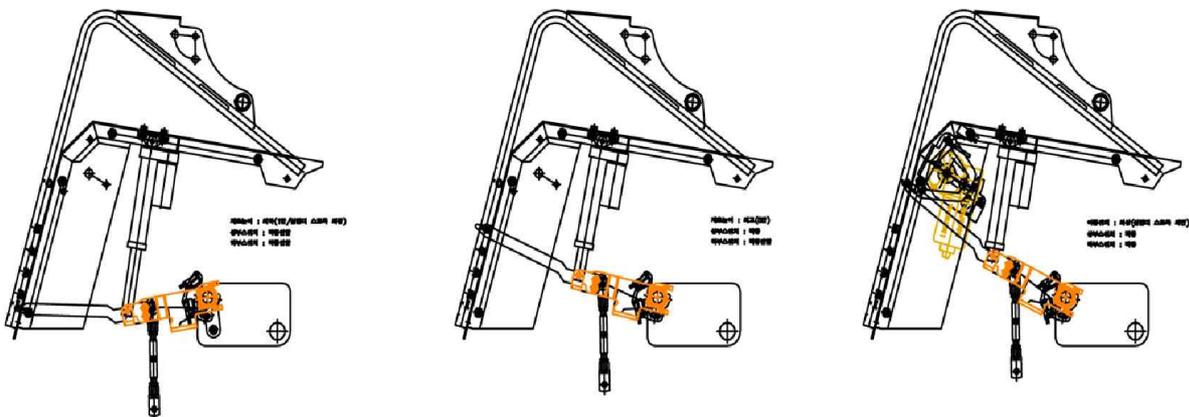
## [제초 작업기]

- 승용제초기 특성상 제초를 하지 않는 단순 이동 중에는 제초기 작업기를 상승시켜 주행에 방해되지 않도록 해야 원활한 운행이 되기 때문에 아래의 그림과 같이 제초작업기를 전기 실린더 작동 방식으로 높이조절이 가능하도록 설계를 하였다.



[그림] 프레임 - 제초작업기 연결부 도면

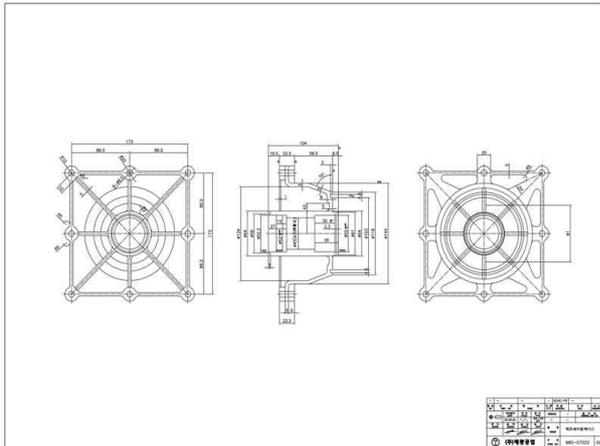
- ① 전기실린더를 짧게 작동시켜 제초A 보를 들어올리고, ②회전부가 로드를 작동시켜, ③, ④에 회전력을 전달하며, B부분을 들어 올려 높이를 조절한다. A, B부분 변화는 동시에 일어나도록 설계 제작 되었다.



[그림] 리미트 스위치를 이용한 제초 높이 설정 방법

- 리미트 스위치를 설치하여 제초높이 최저 위치와 최고 높이 위치를 설정하고, 이동시 높이를 별도로 설정하여 이동시 더 높은 위치에서 고정시키도록 설계 제작 되었다.

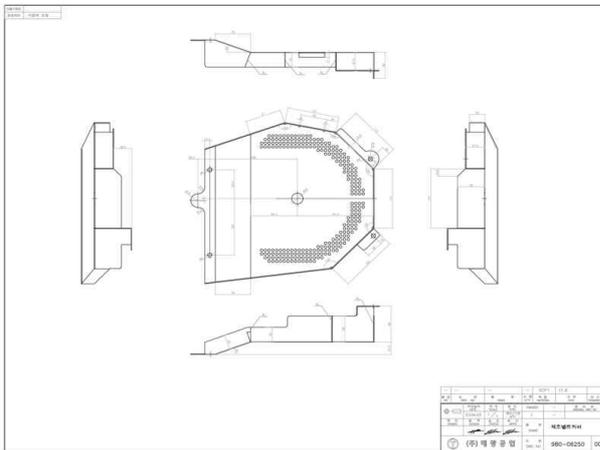
◦ 제초작업기의 부품 류 최종 설계도면 및 각 부품의 제작사진은 아래와 같다.



[제초 베어링 케이스 도면]



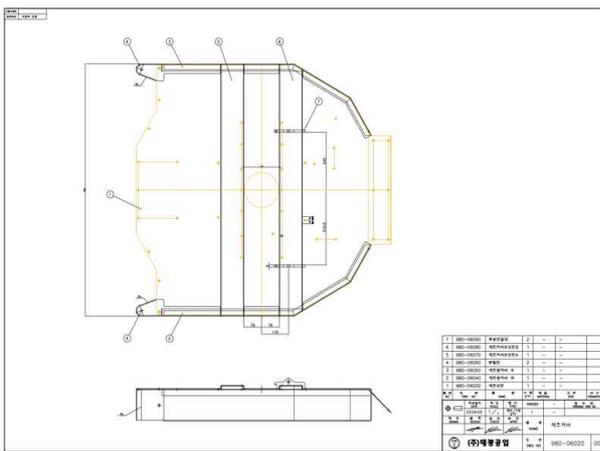
[제초 베어링 케이스 제작품]



[제초 벨트커버 도면]



[제초 벨트커버 제작품]

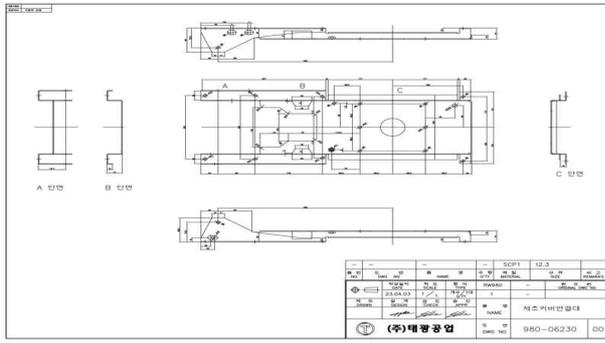


[제초 커버 도면]



[제초 커버 제작품]

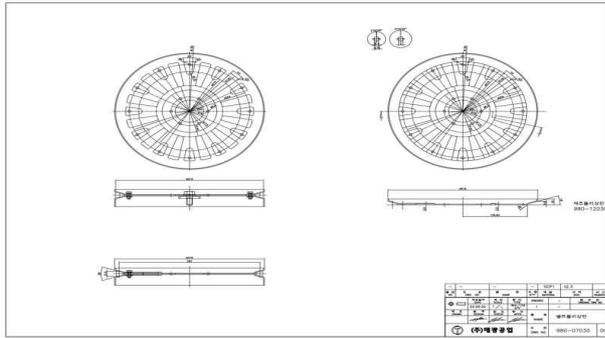
[그림] 제초 작업기 부품류 설계 도면 및 제작모습 - 1



[제조 커버 연결대 도면]



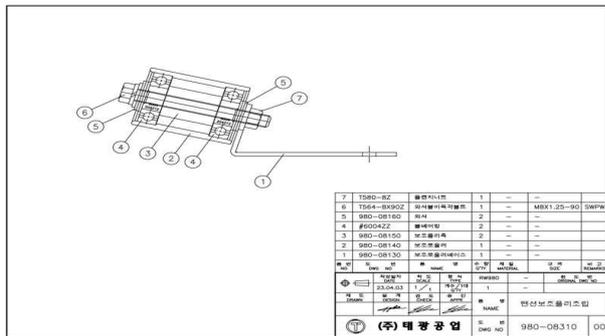
[제조 커버 연결대 제작품]



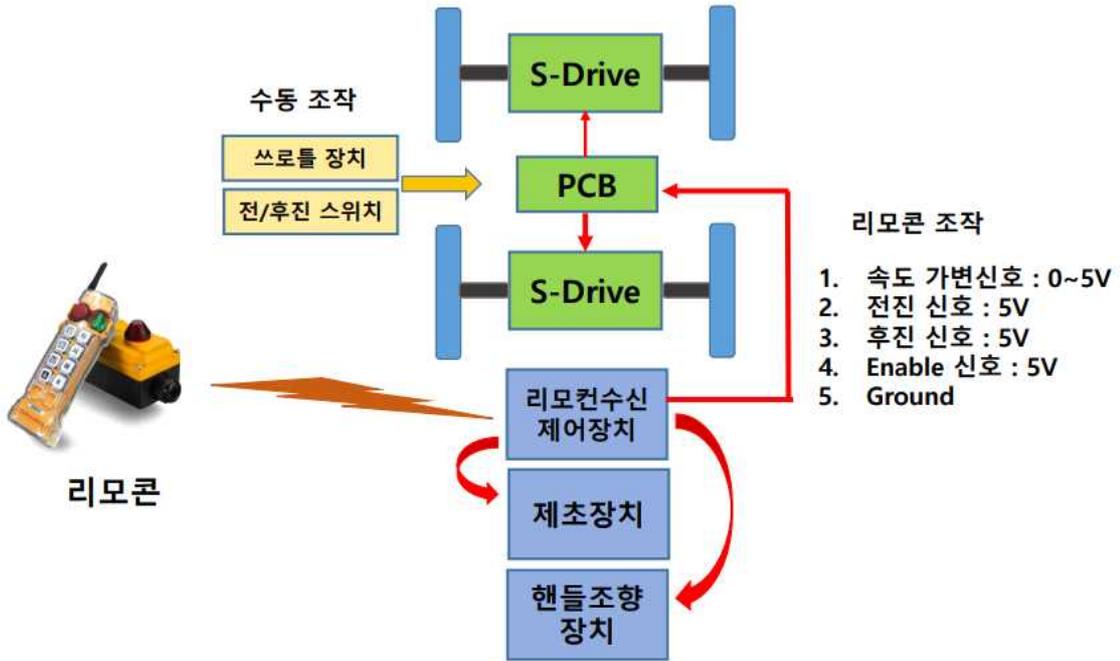
[제조 폴리 도면]



[제조 폴리 제작품]

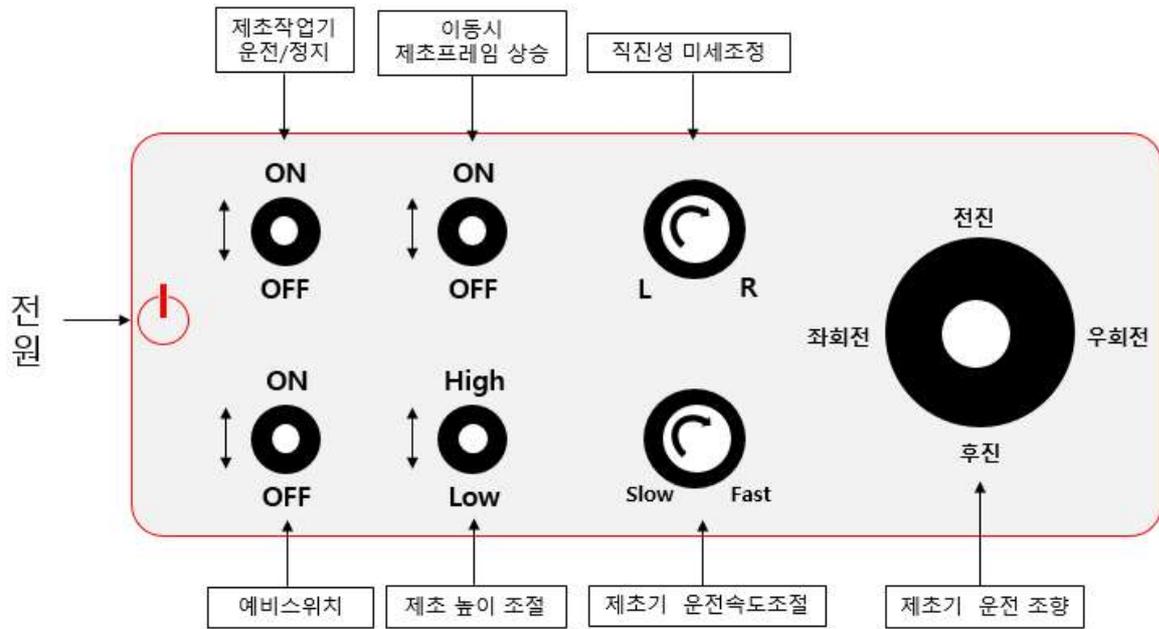


나. 승용제초기의 무선조종 컨트롤러 개발 및 통신시스템 연동



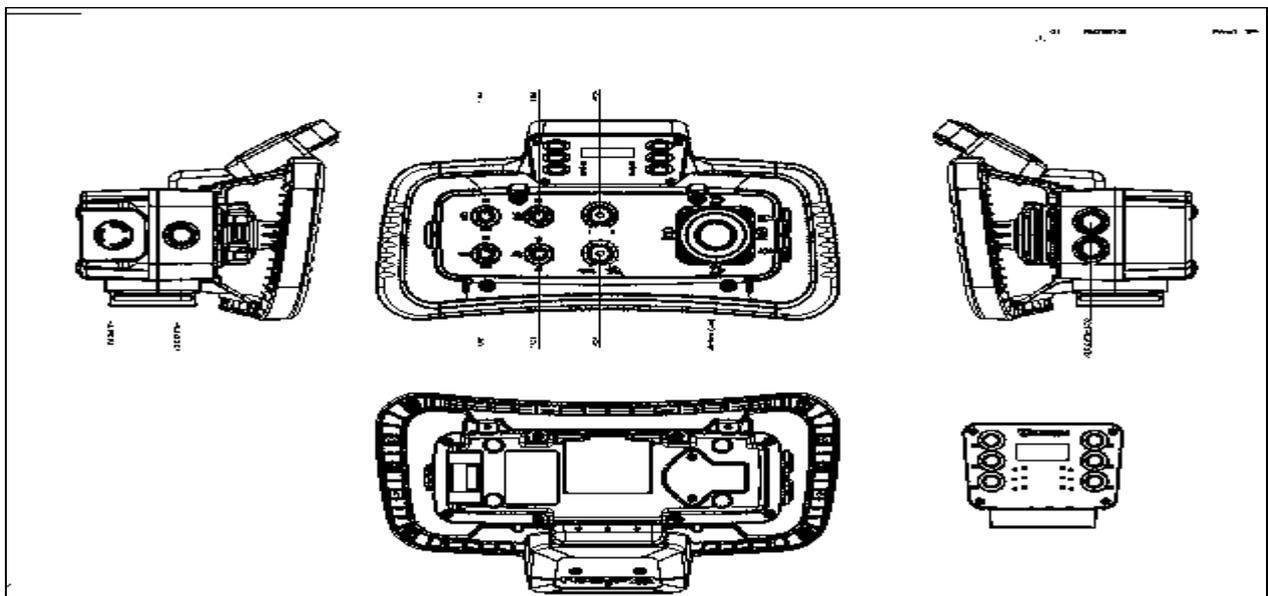
[그림] 승용제초기 조작 메카니즘

- 승용제초기의 운전 및 정지, 조향을 무선으로 컨트롤하기 위해 위의 그림과 같이 리모컨 및 CAN(Controller Area Network)방식의 통신을 이용하여 조작 가능하도록 구성하였다.
- 무선조종 리모컨의 신호를 승용제초기 내의 수신제어장치를 통해 제초운전 및 핸들조향신호를 전송하며, 속도가변신호는 0~5V, 각 전진 후진은 5V 신호를 통해 제어 한다.
- 본 리모컨 조종시스템에 적용된 CAN 통신은 컴퓨터 없이 컨트롤러 및 장치들 간의 서로 통신하는 표준 통신 규격으로 주로 자동차 등에 적용되고 있으며, 본 연구개발시스템에서는 90m 이상의 거리에서도 통신 되도록 설정되었다.
- 90m이상의 통신이 가능하지만, 지형 및 제초상태를 확인하면서 작업을 해야 하기 때문에 실제적인 제초는 10m 내외의 거리에서 무선 조종하도록 권유되며, 또한 안전사고의 방지를 위해 Fail-safe 기능을 적용하여 운전 중 조종기와 승용제초기 본체사이의 통신이 없을 경우 자동으로 제초기가 정지하며, 이후 본체 부팅을 통해 운전 가능하도록 제어 회로를 구성하였다.

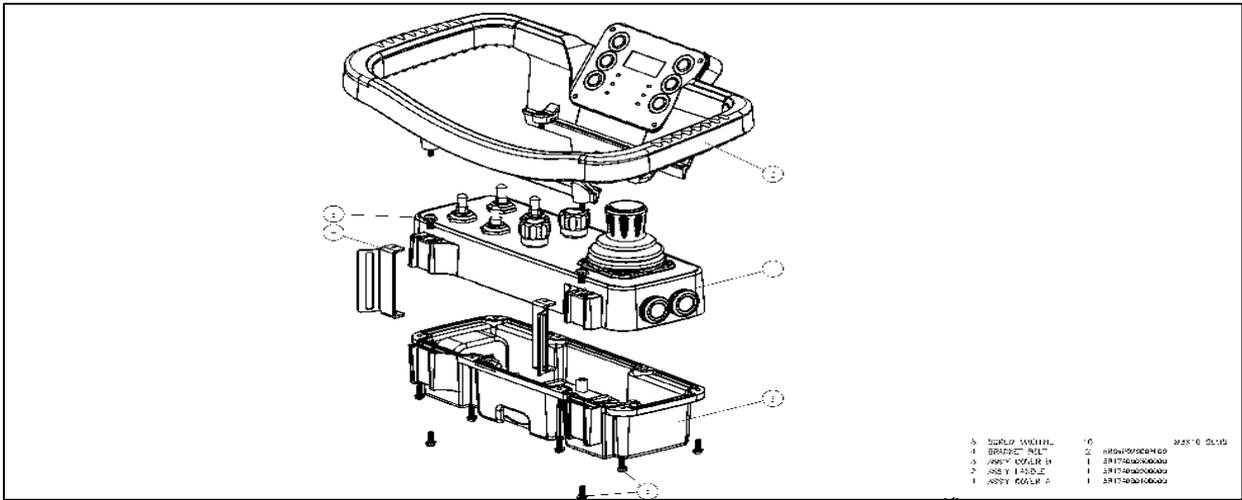


[그림] 리모컨 컨트롤러 구성

- 승용제초기의 원활한 원격조종을 위해서 리모컨 컨트롤러의 구성의 위의 그림과 같다. 제초기의 운전 조향부터 제초작업기 운전, 정지, 제초프레임 상승, 제초 높이 조절, 직진성, 운전속도, 제초기의 운전 조향까지 수동으로 제어가능한 모든 부분을 포함하여 조종 할 수 있도록 구성하였다.
- 현재 승용제초기 조종 리모컨에는 승용제초기의 운전상태(운전속도, 제초날 상태, 장애물감지, 경사감지 등)에 대한 정보를 확인 할 수는 없으나, 본 연구개발제품의 현장 운전등을 통한 내구성, 신뢰성 테스트 이후, 추가적인 자체 연구개발을 통해 리모컨에서 운전상태를 확인할수 있는 인터페이스를 개선 적용할 예정이다.



[그림] 승용제초기 원격조종 리모컨 외형 도면



[그림] 승용제초기 원격조종 리모컨 조립도

- 승용제초기 원격조종 리모컨은 커버, 조절기 본체, 핸들이 조립되도록 구성하였으며, 아래의 그림은 승용제초기 원격조종 리모컨 최종 제작 모습이다.



[그림] 승용제초기 원격조종 리모컨 최종 조립 모습



[그림] 승용제초기 원격 통신 거리 측정 시험 모습

- 승용제초기 통신 연결 후 90m 이상에서 통신제어가 가능한지 테스트를 수행하였으며, 정상적으로 조종 및 제어가 되는 모습을 확인하였다.

## 다. 승용제초기의 전체 조립 및 시운전

- 제작된 구성부품들은 앞 차동케이스, 뒤 차동 조립, 바퀴조립, 앞차동 조립, 앞 차동+ 뒤 차동 연결조립, 구동모터 조립, 엔진 및 알터 조립, 제초 프레임 조립, 조향모터 조립, 조향장치 조립, 실린더 텐션모터 조립, 탱크, 핸들조립. 의자조립 순으로 조립을 하였다.



[전륜구동케이스 조립]



[후륜구동케이스 조립]



[뒤 차축 조립]



[앞 차축 조립]



[앞, 뒤 차축 조립]



[후륜 구동 모터 조립]

[그림] 승용제초기 조립 모습 - 1



[엔진, 알터네이터 조립]



[제초프레임 조립]



[조향모터 조립]



[조향장치-전륜구동모터 조립]



[제초클러치-높이조종 실린더 조립]



[연료탱크, 핸들조립]



[의자조립]



[조립 완성]

[그림] 승용제초기 조립 모습 - 2

[표] 개발 제초기 최종 사양

		
크기	전장 (mm)	2,070
	전폭 (mm)	1,080
	전고 (mm)	1,000
	중량 (kg)	410
엔진	형식명	VANGUARD 3867
	종류	공랭 4사이클 2실린더 수직형
	최대출력 (HP)	23
	배기량(cc)	627
	사용연료	자동차용무연가솔린
모터	앞차축	DC 24V 800W
	뒤차축	DC 24V 800W
바퀴	전륜	4.00-8 (4 PLY)
	후륜	21 × 10.00 - 10 (8 PLY)
칼날폭	상단 (mm)	900
	하단 (mm)	980

- 승용제초기의 조립 후 회사 주변에서 성능테스트 및 시운전, 인근 공원, 감나무 밭에 실제적인 시운전을 통해 내구성 및 문제점들을 확인하였다.



[그림] 회사 주변 제초기 주행 시운전 및 제초작업 시운전

- 평지에 가까운 회사주변에서 승용 및 원격조종 시운전을 수행하였으며, 예상한 만큼 제초성능이 잘 나옴을 확인 하였다.



[그림] 인근 감나무 밭 제초 시운전 모습



[그림] 인근공원 제초 시운전 모습

- 인근 감나무 밭 및 공원에서도 다양한 종류의 잡초에 대해서 제초 시운전을 하였으며, 전반적으로 문제없이 제초가 잘 되었고, 제초 후 특별히 파손, 변형부분 없었다.



[그림] 인근공원 제초 시운전 모습 2

- 본 연구개발 제초기가 적용될 과수원 (감나무 밭) 인근 공원 등 다양한 잡초의 상황 및 돌 충돌이 가능한 환경에서 테스트를 하였으며, 차년도 잡초가 무성한 계절에 추가로 다양한 과수원의 잡초 및 환경에 대해 필드테스트를 진행하여 내구성을 확보하여 사업화 할 예정이다.

## 라. 승용제초기의 기계적 성능평가

- 공인기관의 제 3자 입회시험을 통해 승용제초기의 정량적 목표항목 및 기계적인 성능평가를 수행하였다. 시험 항목은 총 8개의 항목으로 작업속도, 작업 폭, 작업능률, 제초율, 원격통신거리, 근접 감지거리, 경사감지 각도, 내구성으로 시험을 수행하였다.
- 시험은 주관기관 태광공업 부근의 잡초가 있는 부지 및 칠곡 왜관의 강변대로에서 수행하였다.
- 각 시험항목별 각각 시험을 수행하였으며, 근접감지거리 및 경사감지각도의 경우 승용제초기에 부가 옵션으로 활용할 수 있는 기능으로 별도의 시험을 통해 시험하였다. 각 개별시험 목표는 모두 달성하였으나, 각 기능의 신뢰성 검증을 위해서는 1~2년간의 현장필드 테스트가 필요하며, 현장테스트를 진행하면서 모든 기능들이 통합된 상태에서의 각 중요항목에 대해서 추가 시험을 통해 최종사업화를 진행할 예정이다.

### [제초작업속도]

- 주행속도는 잡초가 무성한 20m의 직선거리를 체크하고, 출발부터 도착까지의 직선상의 제초 작업 시간을 측정하여 속도를 계산하는 방식으로 5회 반복 시험을 하였다.

[표] 제초작업속도 시험 모습

작업속도 측정지점	전체사진	구간사진
출발지점 (0m)		
지점 1 (20m)		

출발사진	도착사진
	
	

- 시험결과 20m의 제초 작업 소요시간은 평균 10.9초로 평균속도는 약 6.62km/h로 측정되었다.

[표] 주행속도 시험 결과

구분	1회	2회	3회	4회	5회	평균
20m 제초작업 소요시간(sec)	10.92	10.17	11.49	11.31	10.60	10.90
제초 작업 속도(km/h)	6.59	7.08	6.27	6.37	6.79	6.62

[제초 폭]

- 제초 폭은 제초 작업 후 제초기가 지나간 자리의 폭을 줄자를 이용하여 측정하였으며, 측정한 칼날의 길이인 981mm와 동일한 제초작업 폭을 측정 확인 하였다.



[제초작업]



[제초 폭 측정 확대]



[제초칼날 길이 측정 (981mm)]



[그림] 제초 폭 측정 모습

**[작업능률]**

- 작업능률은 제초작업속도에 제초 폭을 곱하여 시간당 제초 작업할 수 있는 면적을 나타내는 수치로 위의 시험한 제초작업속도와 작업 폭을 곱하여 평균 1.08 a/min의 능률이 계산되었다.

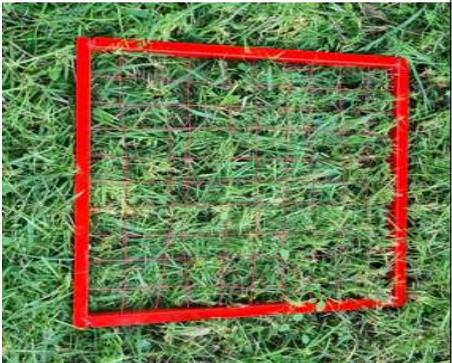
[표] 작업능률 시험 결과

구분	1회	2회	3회	4회	5회	평균
제초속도(km/h)	6.59	7.08	6.27	6.37	6.79	6.62
작업폭(m)	0.98					
작업능률(a/min)	1.08	1.16	1.02	1.04	1.11	1.08

**[제초율]**

- 제초율은 제초작업 후 제초가 되지 않고 남아있는 잡초 분수를 세어 제초가 된 정도를 나타내는 지표로 아래의 표와 같이 시험 틀을 준비하여 제초작업을 수행하였으며, 시험 틀 내 영역의 모든 잡초가 제초되었음을 확인하였다.

[표] 제초율 시험 결과

시험 틀 사진	확대사진	시험조건
		500mm×500mm 시험틀을 가로, 세로 각 10구간으로 구분하여 1칸(50mm×50mm) 당 1주이상의 잡초 존재 시 시험가능조건

제초 작업 전	제초 작업 후
	
잡초 400주/m <sup>2</sup> 이상	잡초 0주/m <sup>2</sup>

**마. 충돌방지를 위한 승용제초기의 근접 장애물 감지 시스템 개발**

1) 승용제초기 근접 장애물 감지 시스템

- 승용제초기의 작동 시 운전미숙 및 오작동으로 인한 인적 물적 피해 방지를 위한 근접 감지 시스템을 설계 및 제작하였다.
- 승용 제초기의 제초 칼날이 하단부에 설치되며 탑승자의 위치를 고려하여 전방에 위치한 나무 등 장애물 및 외부 원격 조정자의 안전을 고려하여 장애물을 인지하고 이를 경고할 수 있는 시스템에 대하여 개발하였다.
- 또한 작업 속도를 고려하여 최소 1m 이상 거리에 대하여 감지 가능한 시스템을 구성하였으며, 이에 대한 경보 시스템을 개발하였다.
- 장애물 감지 시스템 개발을 위하여 제초, 구동 및 원격통신 시스템과 독립된 시스템을 구성하여 경보 시스템의 안정성 고려한 시스템을 구성하였다.

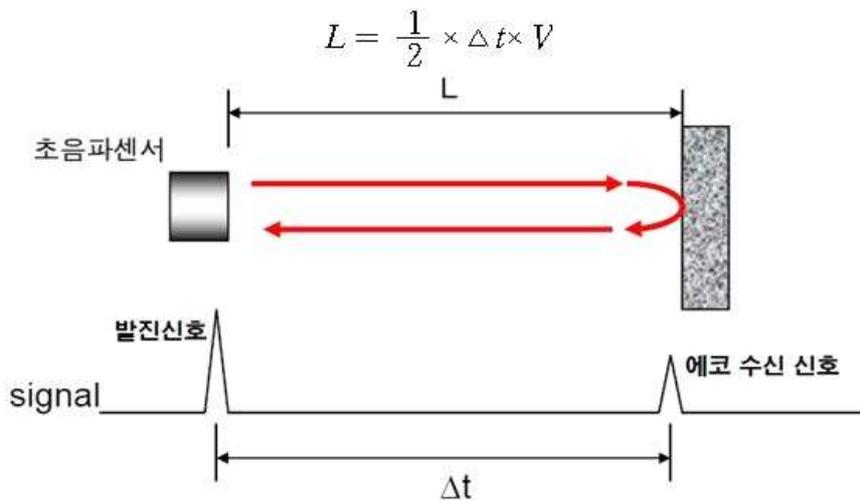
2) 근접 장애물 감지 시스템을 위한 SBC 및 센서 선정

- 독립된 시스템을 구성하기 위하여 SBC(Single-board computer)를 통하여 시스템을 구성하였으며 장애물 감지 시스템 개발을 위하여 고려된 SBC는 아래 표와 같다.

[표] 근접 장애물 감지 시스템용 SBC 선정을 위한 SBC특성 분석 결과

	아두이노	젯슨	라즈베리파이	라떼판다
그림				
크기	101 x 53 mm	100 x 80 mm	85 x 56 mm	115 x 78 mm
운영체제	X	Linux	Linux	windows
Processor	AVR	ARM Cortex	ARM Cortex	Intel
전원	12W 5V, 9V, 12V	10W, 20W	15W	36W, 45W
가격	저가	고가	저가	저가
센서 호환성	높음	낮음	높음	높음

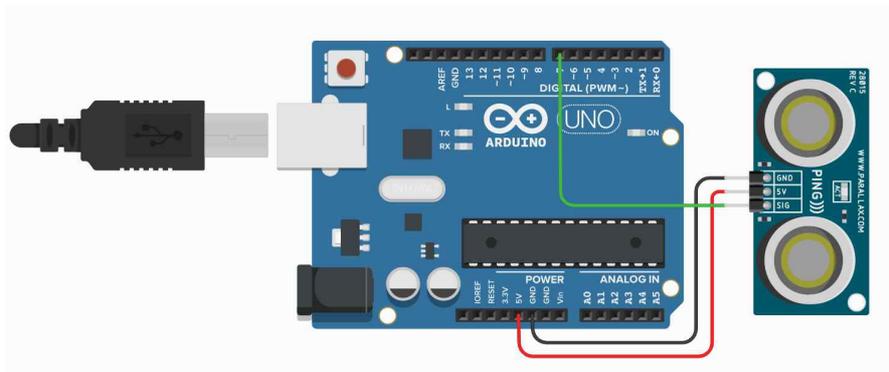
- SBC 선정을 위하여 근접 장애물 감지 시스템에 활용될 센서와의 호환성 및 가격 경쟁성, 센서 호환성을 고려하여 아두이노를 활용하여 시스템을 구성하였다.
- 장애물 인식을 위한 센서 선정을 위하여 레이더 센서, 라이더 센서, 초음파 센서, 거리센서등 다양한 센서의 물리적, 전기적 특성을 고려하여 초음파 센서를 선정하였다.
  - 레이더 센서 및 라이더 센서는 진동에 민감하게 반응하여 승용 제초기의 작동환경에서 구동부의 진동에 민감하게 반응하며 측정 데이터의 노이즈에 대한 추가 보정 혹은 진동 감쇠 메카니즘 적용이 필요하여 제외하였다.
  - 거리센서의 경우 근접 거리 300mm 내외의 짧은 거리에 대한 데이터 신뢰성을 확보하고 있어 제외하였다.
  - 측정 범위가 넓고(30~450mm), 자동차 후방감지 센서 등 다양한 산업 분야에 활용되어 산업적 신뢰성이 높은 초음파 센서를 선정하여 시스템을 구성하였다.



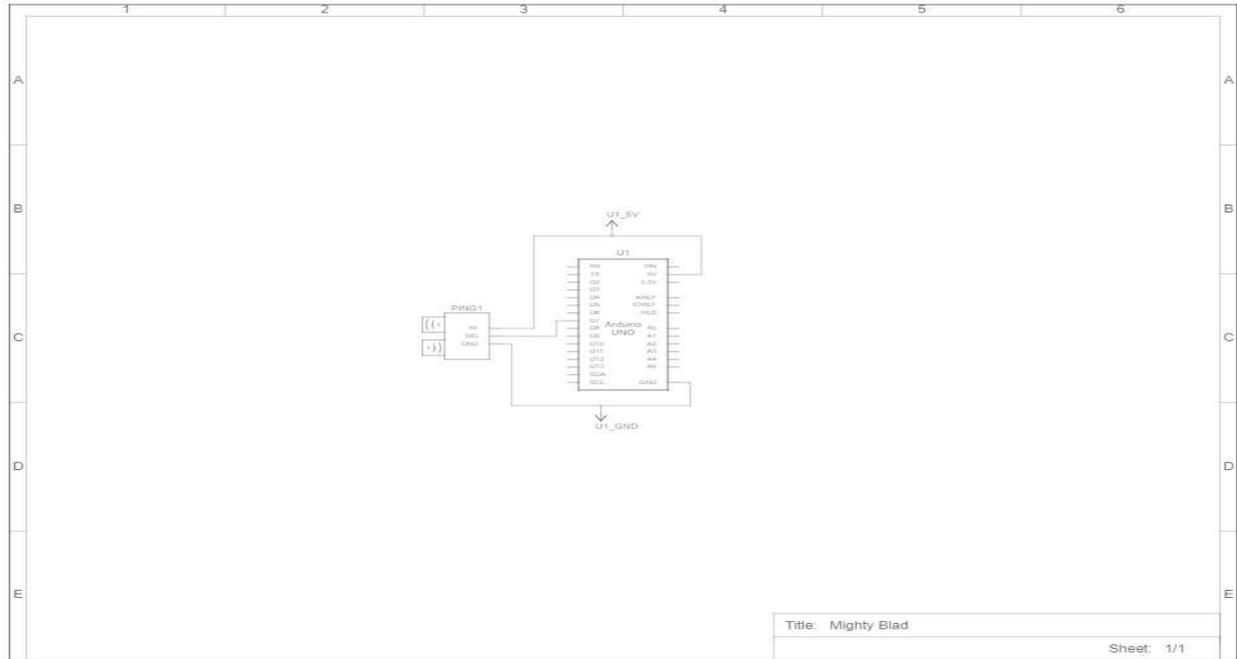
[그림] 초음파 센서 거리 측정 원리

### 3) 근접 감지 시스템 시스템 설계

- 근접 감지 시스템을 위하여 하드웨어 및 소프트웨어 구성을 진행하였으며, 이때 하드웨어는 아두이노 보드, HC 초음파 센서, 외부 전원 9V로 구성하여 시스템을 구성하였다.



[그림] 근접 감지 시스템 구성도



[그림] 근접 감지 시스템 회로도

- 센서의 신호를 데이터화 하고 경고 시스템 및 경사 감지 시스템과의 연동을 위하여 소프트웨어를 구성하였으며, 이때 사용된 소프트웨어 C/C++을 기반으로 AVR-GCC 컴파일러를 활용한 아두이노 IDE를 활용하여 소프트웨어를 구성하였다.
- 초음파 센서의 센싱 데이터에 대한 오류를 줄이기 위하여 디지털 타입의 초음파 센서를 활용하였으며, 디지털 타입 HC 초음파 센서는 Trig pin을 통하여 초음파를 송신하고(Tx), Echo pin을 통하여 반사되어 신호를 수신하여(Rx) 두 신호사이의 시간적 차이( $\Delta t$ )를 환산하여 거리를 연산하게 되는데 이러한 연산과정을 소프트웨어 내부에서 수행되어 센서의 송수신 시간(100millisecond)와 연산 시간을 고려하여 소프트웨어를 구성하였다.

```

int inches = 0;
int cm = 0;
long readUltrasonicDistance(int triggerPin, int echoPin)
{
  pinMode(triggerPin, OUTPUT); // Clear the trigger
  digitalWrite(triggerPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(triggerPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(triggerPin, LOW);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  return pulseIn(echoPin, HIGH);
}

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  cm = 0.01723 * readUltrasonicDistance(7, 7);
  inches = (cm / 2.54);
  Serial.print(inches);
  Serial.print(" in ");
  Serial.print(cm);
  Serial.println(" cm");
  delay(100);
}

```

[그림] 근접 감지 시스템 아두이노 프로그래밍

#### 4) 근접 감지 시스템 구성



[그림] 근접 감지 시스템 구성

- 근접 감지 시스템 구성을 위하여 아두이노 메가 2560 보드 및 센서 쉴드 구성을 통하여 센서 확장성을 고려하였으며, 단일 초음파센서 및 다중 초음파 센서를 통하여 시스템 구성을 수행하였다.
- 시스템 구성하여 센서의 거리 감지 스펙인 20mm~3500mm 거리에서 물체 인식 테스트를 수행 한 결과 근접거리(20mm)의 경우 일부 테스트 결과에서 센서 민감도 문제로 오작동이 발생한 경우가 발생하였으나, 50mm 이상의 경우 모든 테스트 결과에서 오차가 없이 안정적인 거리 결과를 측정하였다.
- 원거리(2000mm 이상)의 경우 모든 테스트 결과가 정확한 거리 결과 값을 측정하였으며, 반복 실험에 대하여 오차 값이 발생하지 않고 정상적인 결과 값을 반환하였다.

## 바. 운전 중 전복 방지를 위한 지형의 경사 감지시스템 개발

### 1) 지형 경사 감지 시스템

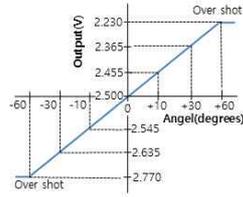
- 승용제초기 작동 중 작업이 어려운 경사지의 제초 작업 중에 발생할 수 있는 안전사고를 예방하기 위하여 승용제초기 경사 감지 시스템 및 경보 시스템을 설계 및 제작하였다.
- 승용제초기 탑승 혹은 원격 제어 중 잡초 혹은 지형적 장애물로 인한 시야 확보가 불가능 상황에 대하여 경보 등을 통하여 작업 불가능한 경사에 대한 경고 시스템을 구성하였다.
- 경사 감지 시스템은 승용제초기 프레임 및 시스템 구성을 고려하여 차체 경사가  $\pm 20^\circ$ 를 넘어가는 경우 알람을 통하여 경보가 가능하도록 시스템을 설계하였다.

### 2) 지형 경사 감지 시스템을 위한 SBC 및 센서 선정

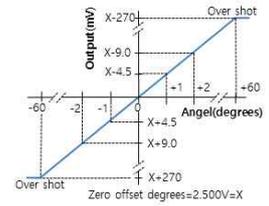
- 경사감지 시스템의 안정성 및 근접 장애물 감지 시스템과의 연동을 고려하여 근접 장애물 감지 시스템과 동일한 SBC를 구성하여, 별도 경사 시스템을 구성하여 테스트 진행 후 통합 시스템으로 병합하여 승용제초기에 장착할 수 있는 시스템으로 구성하였다.
- 차체 경사감지를 위하여 자이로 센서 및 기울기 센서의 물리적 전자기적 특성을 고려하여 기울기 센서를 선정하였다.
  - 자이로센서(Gyro sensor)는 센서 내부에 내장된 자이로스코프 내부에서 물체가 회전운동에 의해 발생한 회전 반발력에 대한 전기신호를 통하여 각도를 연산하는 방식으로 승용제초기 자체에서 발생하는 진동에 민감하게 반응하기 때문에 제외하였다.
  - 기울기 센서는 아날로그 신호를 활용하여 수직 회전 및 포지션 측정이 가능하여 경사 감지용 센서로 선정하였다.



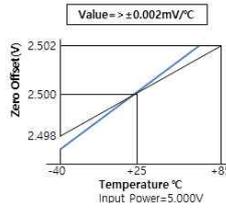
Analog Output Characteristic Curve



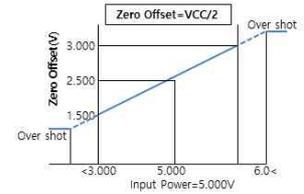
Sensitivity Characteristic Curve



Temperature Drift of Zero Offset



Volt Drift of Zero Offset



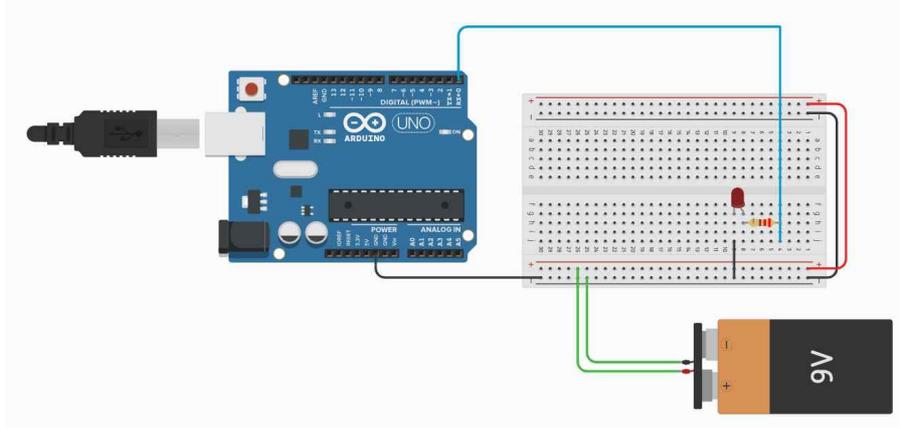
[그림] 기울기 센서 및 센서 반응성

[표] 기울기 센서 주요 Spec

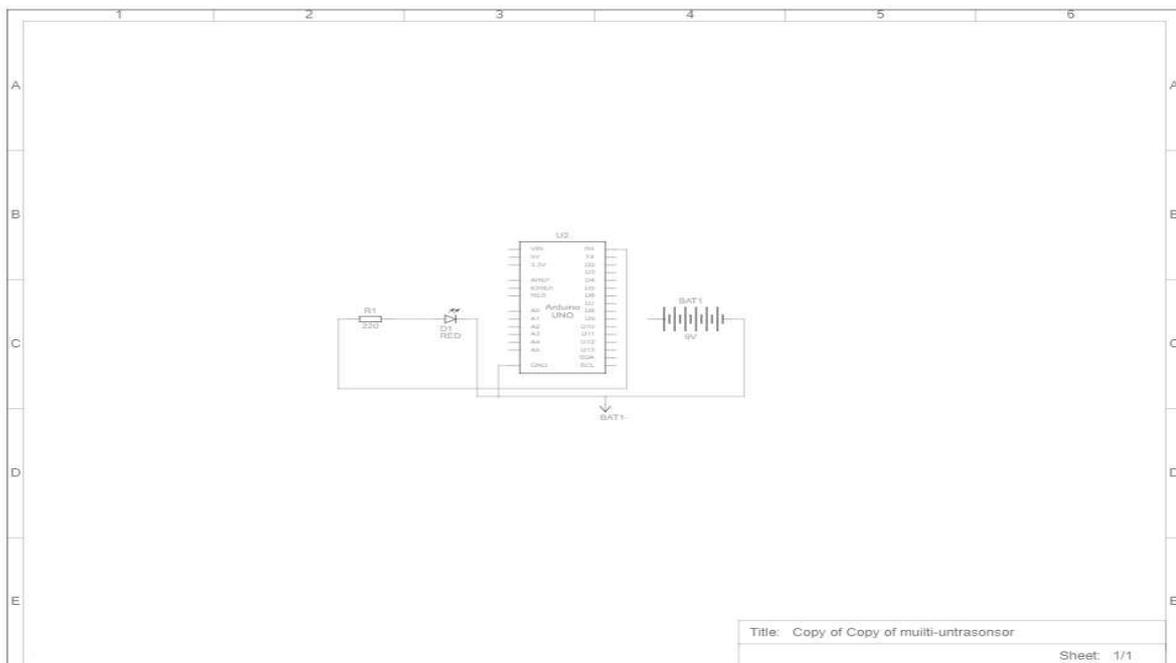
	사양	단위	참조
측정범위	±60	°	아날로그 연속측정
각도정밀도	0.005	°	평균
사용전압	5	V	
소비전류	1.2	mA	
출력모드	±4.5	mV	V / °
응답시간	1.0이하	ms	
동작온도	-10~70	°C	
방수등급	IP65	등급	

### 3) 지형경사감지 시스템 설계

- 경사 감지 시스템을 위하여 하드웨어 및 소프트웨어 구성을 진행하였으며, 이때 하드웨어는 아두이노, 기울기 센서, 외부 전원 9V로 구성하여 시스템을 구성하였다.



[그림] 경사 감지 시스템 구성도

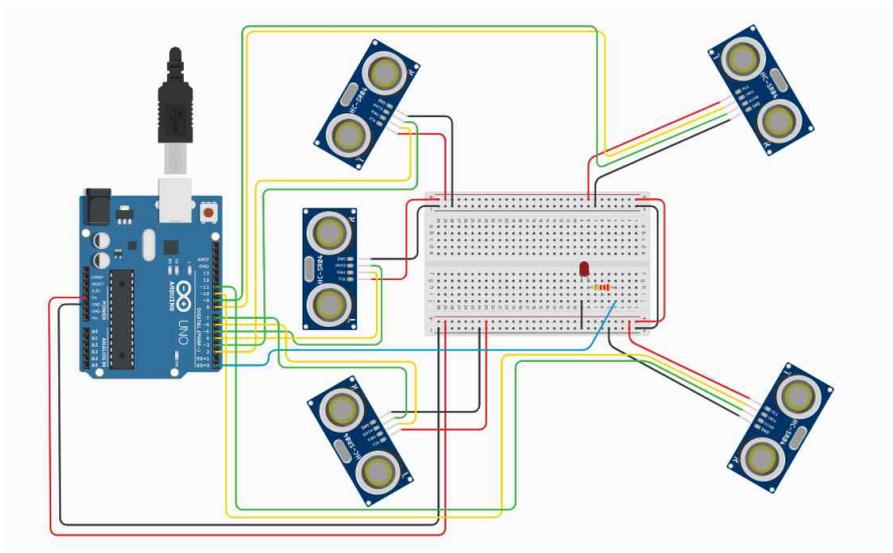


[그림] 경사 감지 시스템 회로도

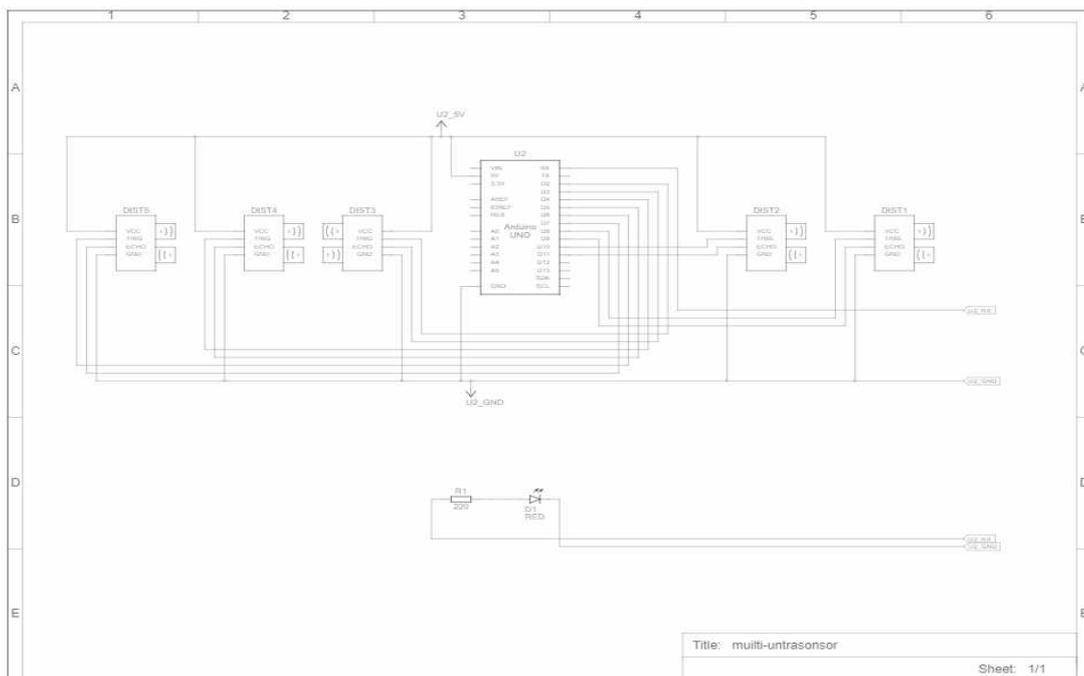
- 아날로그 센서 데이터를 디지털화하고 하고 경보 시스템 및 경사 감지 시스템과의 연동을 위하여 소프트웨어를 구성하였으며, 이때 사용된 소프트웨어 C/C++을 기반으로 AVR-GCC 컴파일러를 활용한 아두이노 IDE를 활용하여 소프트웨어를 구성하였다.
- 시스템 설계 단계에서 파일럿 테스트를 위하여 디지털 기울기 센서 및 RGB LED를 통하여 시뮬레이션을 수행하여 시스템적 연동을 확인하였으며, 실제 시스템 구성 시 아날로그 센서 및 경광등 통하여 시스템을 구현하였다.

#### 4) 근접 감지 및 경사 감지 병합 시스템 설계

- 설계 및 테스트를 통하여 구현된 경사 감지 시스템 및 기울기 감지 시스템 병합을 위하여 단일 SBC를 통하여 시스템을 구현하였으며 시뮬레이션 과정에서 시스템의 극한 조건을 고려하여 5개의 초음파 센서, 기울기센서 및 RGB LED를 통하여 통합 시스템을 설계하였다.



[그림] 경사 및 기울기 감지 병합 시스템 구성도



[그림] 경사 및 기울기 감지 병합 시스템 회로도

```

int trigPinFR=10;
int echoPinFR=11;
int trigPinFL=8;
int echoPinFL=9;
int trigPinRR=6;
int echoPinRR=7;
int trigPinRM=4;
int echoPinRM=5;
int trigPinRL=2;
int echoPinRL=3;
int cm_FR = 0;
int cm_FL = 0;
int cm_RR = 0;
int cm_RM = 0;
int cm_RL = 0;

long readUltrasonicDistance(int triggerPin, int echoPin)
{
  pinMode(triggerPin, OUTPUT); // Clear the trigger
  digitalWrite(triggerPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  // Sets the trigger pin to HIGH state for 10 microseconds
  digitalWrite(triggerPin, HIGH);
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(triggerPin, LOW);
  pinMode(echoPin, INPUT);
  // Reads the echo pin, and returns the sound wave travel time in microseconds
  return pulseIn(echoPin, HIGH);
}

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  // measure the ping time in cm
  cm_FR = 0.01723 * readUltrasonicDistance(trigPinFR, echoPinFR);
  cm_FL = 0.01723 * readUltrasonicDistance(trigPinFL, echoPinFL);
  cm_RR = 0.01723 * readUltrasonicDistance(trigPinRR, echoPinRR);
  cm_RM = 0.01723 * readUltrasonicDistance(trigPinRM, echoPinRM);
  cm_RL = 0.01723 * readUltrasonicDistance(trigPinRL, echoPinRL);
  Serial.print(cm_FR);
  Serial.print('\t');
  Serial.print(cm_FL);
  Serial.print('\t');
  Serial.print(cm_RR);
  Serial.print('\t');
  Serial.print(cm_RM);
  Serial.print('\t');
  Serial.println(cm_RR);

  delay(100); // Wait for 100 millisecond(s)
}

```

[그림] 경사 및 기울기 감지 병합 프로그래밍

- 5개의 초음파 센서 및 디지털 기울기 센서를 통하여 경사 및 기울기 감지 병합 시스템에서 발생하는 시스템 딜레이에 대하여 시뮬레이션을 수행하여 평균 딜레이는 150 msec이하로 측정 되었으며, 이때 발생한 딜레이는 시스템 작동에 유의미한 영향을 미치지 않는 것을 확인하였다.
- 또한 다중 초음파 센서를 활용하여 시스템을 구성하여도 단일 시스템의 구성하여 측정한 거리 측정 안정 구간 50~2000mm 사이에서 안정적으로 작동하였으며, 기울기 센서의 오차 또한 1° 미만으로 확인되었다.

#### 4) 시스템 구성

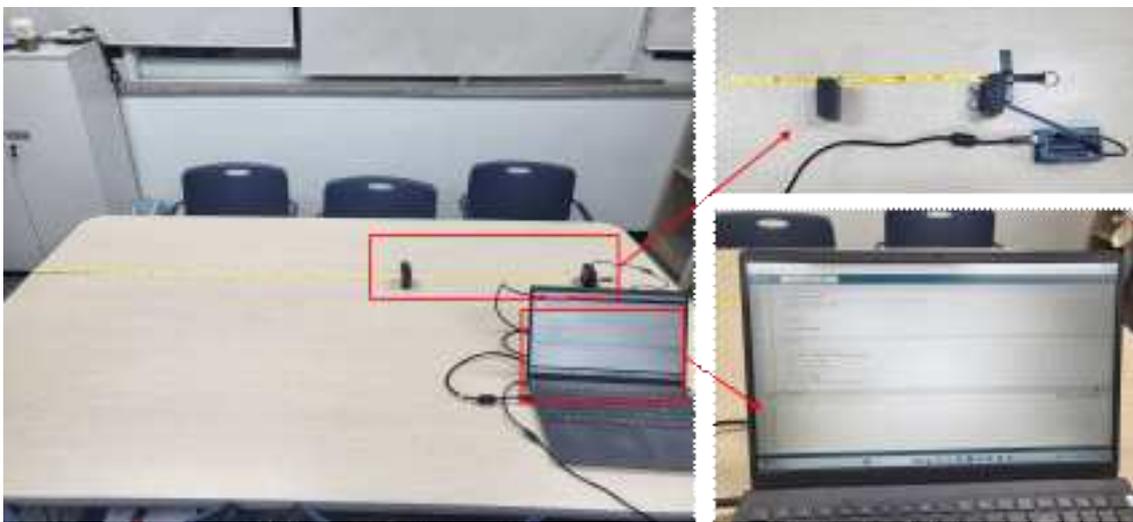


[그림] 근접 감지 및 경사 감지 병합 시스템 설계 구성

- 근접 감지 및 경사 감지 병합 시스템 구성을 위하여 아두이노 메가 2560 보드 및 센서 쉴드 구성 활용하였으며, 디지털 초음파센서 및 아날로그 기울기 센서를 통하여 장애물 인식 및 차체 기울기 측정이 가능한 시스템을 구성하였다.
- 시스템 구성하여 센서의 거리 감지 스펙인 20mm~3500mm 거리에서 물체 인식 테스트를 수행 한 결과 50mm~2000mm의 장애물에 대하여 정상적인 인식이 가능하였다.
- 아날로그 기울기 센서를 통하여 측정한 결과  $\pm 45^\circ$  범위에서 안정적이고  $1^\circ$ 의 오차를 가지는 측정 결과를 얻었다.
- 초음파 센서 및 기울기 센서의 데이터를 기반으로 초음파 센서 측정값 1500mm 이하, 기울기 센서  $\pm 20^\circ$  이상의 센서 값의 OR 조건에서 5V 디지털 신호를 출력 하는 프로그램을 구현하여 장애물 인식 및 기울기 인식의 독립성을 유지하였으며, 센서와 별도의 pin을 활용하여 디지털 5V 신호를 출력하여 프로그램에서 발생할 수 있는 오류를 회피하였다.
- 외부 12V 전원, 12V용 경광등 및 릴레이를 활용하여 출력된 5V 디지털 신호에 따른 경보 장치를 구성하였으며, 테스트 결과 정상적으로 작동하였다.

### 5) 센서 모듈 별 실측 테스트

- 초음파 센서 HC-SR04 모듈을 활용하여 구성된 근접 감지 센서의 정확도 검증을 위하여 구성된 근접 감지 시스템에 대하여 주어진 거리에 대한 측정값과 거리 값 비교 실험을 수행하였으며, 근접감지 시스템의 제한 사항인 1500mm 이하의 거리에 대하여 측정하였다.
- 실험은 1500mm, 1000mm, 500mm, 200mm 거리에 장애물을 설치하고 5초 이상 거리를 측정하여 평균값을 계산하였다. 또한 반복 정밀도에 대한 분석을 위하여 동일 거리에 대한 실험은 3회 이상 수행하였다.



[그림] 근접 감지 시스템 HC-SR04 모듈 거리 측정 테스트

[표] 근접 장애물 감지 시스템 거리 측정 결과

장애물-센서 거리 (mm)	평균 측정 거리 (mm)	오차 (%)	센서 표준편차
200	205.32	2.66	0.6144
500	499.44	0.11	0.6374
1000	998.56	0.14	0.3086
1500	1503.20	0.21	0.6235

- 근접 감지 시스템 거리 측정 결과 장애물과의 거리 200mm에서 최대 오차 2.6%로 나타났지만 500mm 이상에서는 1%이하의 오차를 가지고 있다. 이는 근접 감지 시스템이 충분한 신뢰성을 가지게 됨을 의미한다.

- 경사 감지 시스템 구성에 활용된 아날로그 기울기 센서의 정확도 및 신뢰성 검증을 위하여 구성된 경사 감지 시스템에 대하여 주어진 기울기에 대하여 센서 값을 측정하고 이를 물리적 각도와 비교하였다.
- 기울기 측정 실험은  $-30^\circ$ ,  $-20^\circ$ ,  $-10^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $10^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $30^\circ$  총 7개의 각도에 대하여 5초 이상 센서값을 측정하였고 이의 평균값을 계산하였다. 이때 측정값은  $-5\sim 5V$ 의 digital 값 가지므로 센서 캘리브레이션을 통하여 기울기 값으로 변환하였다. 또한 3회 이상 수행하여 반복성에 대한 평가를 포함하였다.



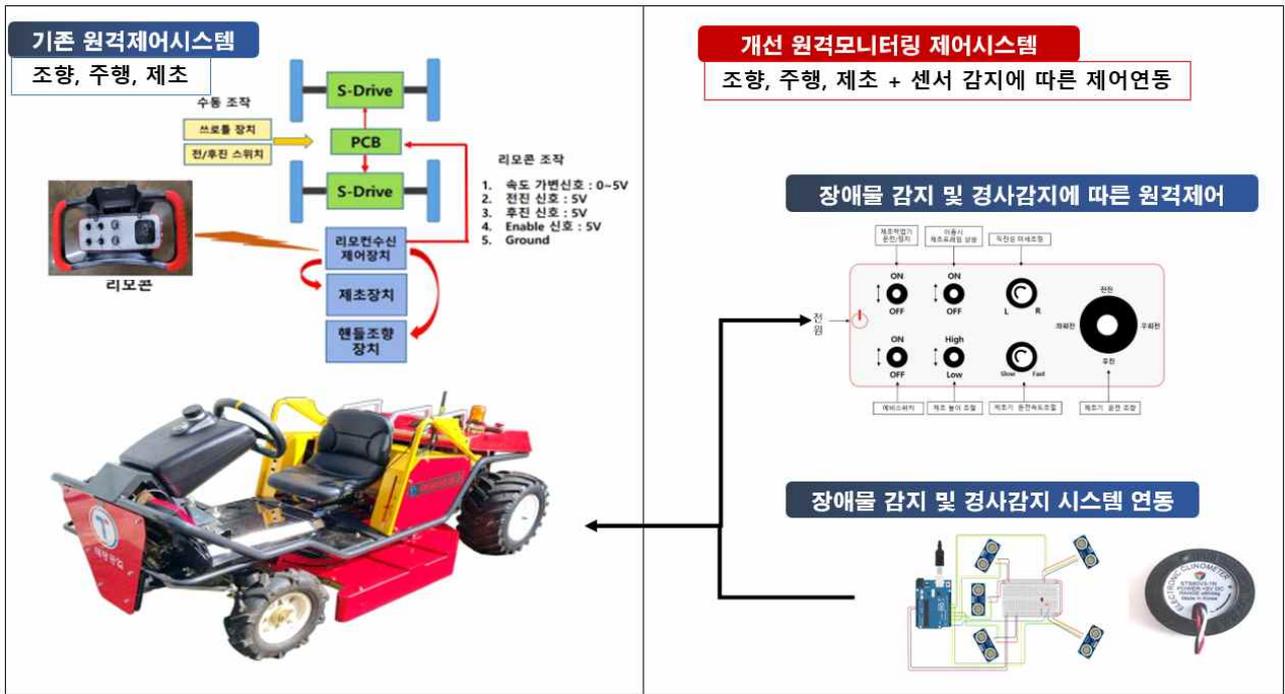
[그림] 경사 감지 시스템 기울기 측정 모듈 각도 측정 테스트

[표] 경사 감지 시스템 측정 결과

경사각( $^\circ$ )	평균 측정 각도( $^\circ$ )	오차 (%)	센서 표준편차
-30	-30.776	2.59	1.8400
-20	-20.524	2.92	2.0344
-10	-10.372	3.72	1.7698
0	-0.264	-	1.1174
10	10.488	4.88	0.8090
20	20.160	0.80	1.2863
30	31.040	3.47	1.3705

- 경사 감지 시스템의 각도 측정결과 최대 오차 4.9%로 최소오차 0.8%로 나타났다. 거리측정 시스템의 1%오차에 비해 크게 나타나지만 아날로그 시스템의 디지털 변환 과정 및 보정 과정의 오차로 판단되며, 최대 오차는 5%미만으로 나타나 시스템의 성능 관점에서 충분한 신뢰성을 가지고 있다는 것으로 판단된다.

- 본 연구개발 대상 중 근접장애물 감지 및 경사감지는 연구개발 계획서상 컨트롤러와 연동을 통해 제어를 목표로 한 것이 아닌 별도로 구성하여 사업화시 추가옵션으로 선택할 수 있는 연동 없이 독립적으로 경광등을 통한 알림만을 목표로 하였고, 목표대로 개발 완료 하였다.
- 현재는 기술구현수준인 TRL 6단계의 과제로 사업화를 위한 다음단계인 신뢰성 및 인증 확보는 연구개발 종료 후 자체 기술투자를 통해 완성도를 높일 계획이다.

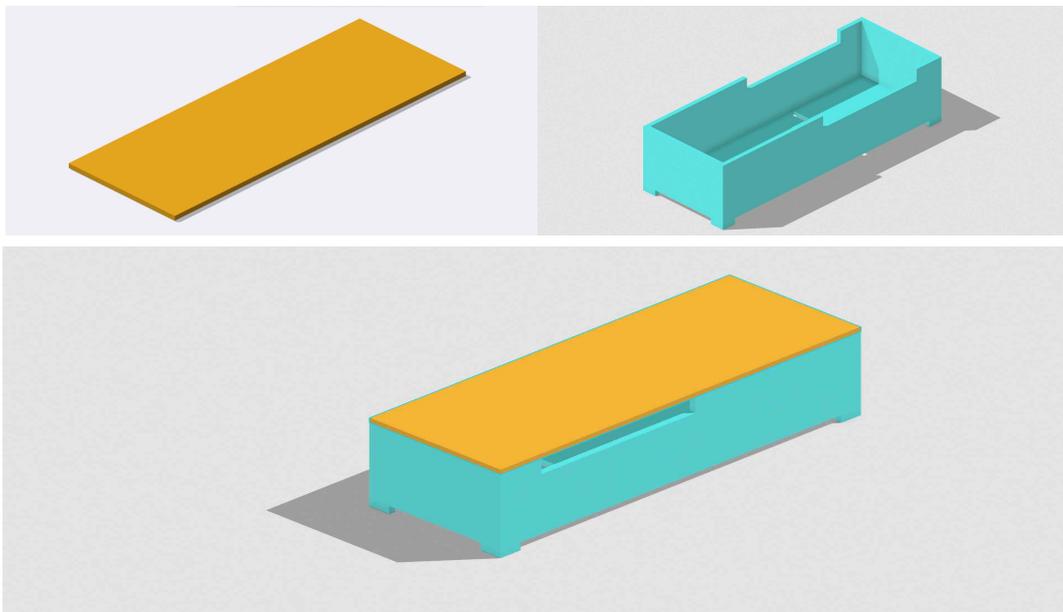


[그림] 감지시스템 및 원격컨트롤러 통신 및 제어 연동 구성 계획

- 필드테스트를 통해 사용된 초음파 센서 뿐만 아니라 라이더 센서등을 추가로 적용하여 장애물 감지에 대한 목표하는 신뢰성 및 완성도 검증을 수행할 예정이며, 제초대상인 잡초와 주행에 방해되는 장애물 구분이 가능하도록 구성하여 감지 성능평가를 추가적으로 할 계획이다.
- 테스트 간 발생하는 감지 문제점 및 원격조종 컨트롤에 대해서는 자체 기술연구 투자를 통해 지속적인 해결을 하여 사업화를 목표로 할 계획이다.

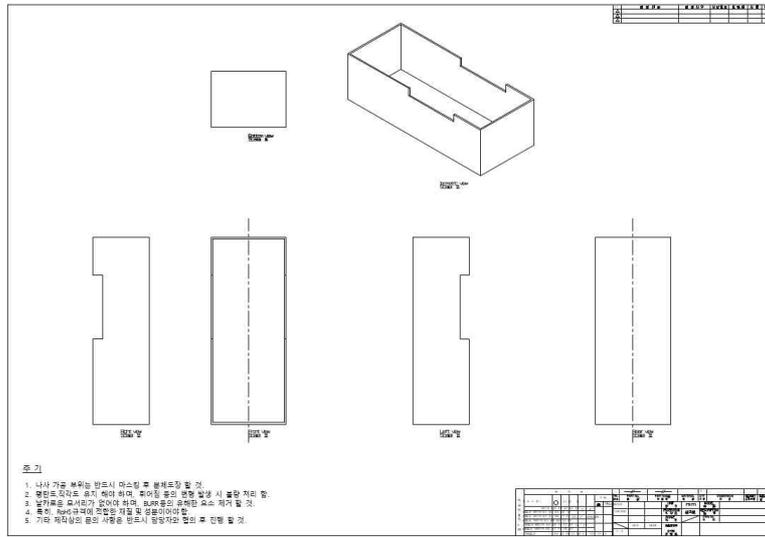
## 6) 근접 감지 및 경사 감지 병합 시스템 하우징 설계 및 제작

- 근접 감지/경사 감지 시스템 보호를 위하여 다음 사항을 고려하여 하우징 구성 및 개념 설계를 진행하였다.
  - 근접 감지 및 경사 감지 시스템의 취약점인 커넥터와 SBC를 보호 위하여 속이 빈 상자 형태의 하우징을 구성하였다.
  - 센서부와 SBC 사이 연결성을 고려하여 하우징 하단부에 직사각형의 홈을 만들어 SBC와 센서 사이 커넥터는 하우징 내부에 존재하게 만들었으며 데이터 케이블만 외부로 연결되게 하여 외란에 의한 센서 오작동에 대비하였다.
  - 제작 편의성 및 생산성을 고려하여 SBC를 고정할 하부와 커버 형태의 상부로 분리하여 제작하고 이를 결합하는 형태로 하우징을 설계하였다.
  - 상단부에 결합을 위한 가이드를 설계하여 조립 시 하우징 결합 안정성을 고려하였다.

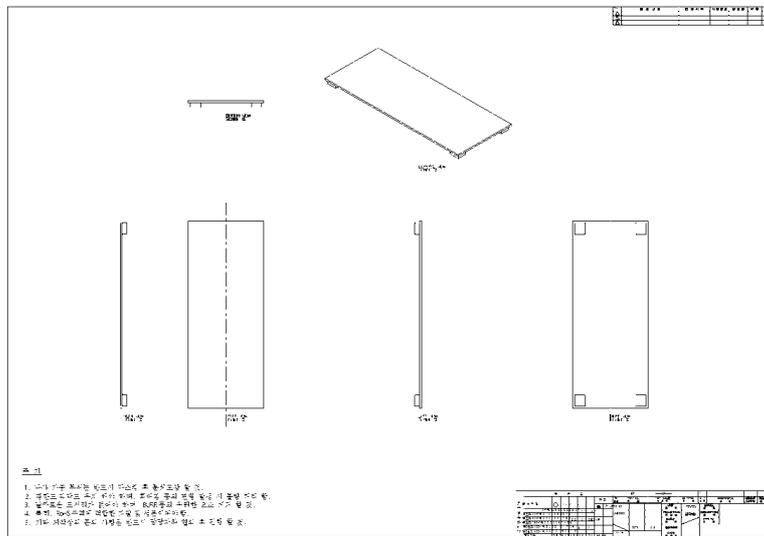


[그림] 근접 감지 및 경사 감지 병합 시스템 하우징 개념도

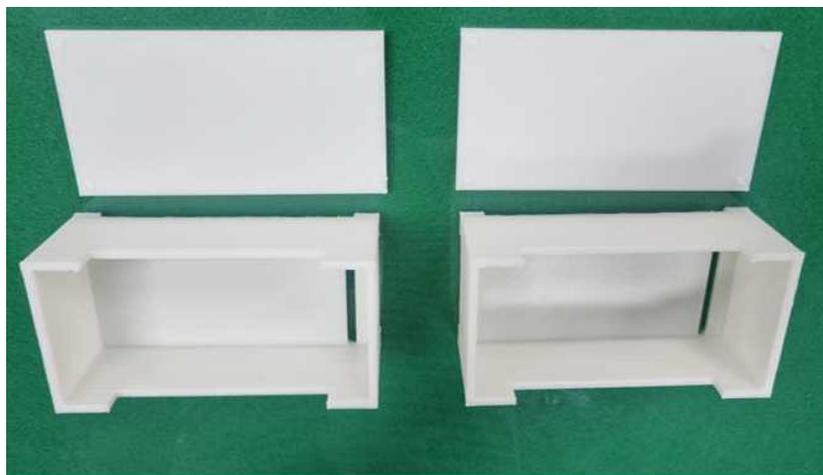
- 근접 감지 및 경사 감지 병합 시스템을 승용 제초 시스템에 적용하기 위해서 제초 시스템 프레임 바디에서 발생하는 환경적 변수 및 제초작업에서 발생하는 외란에 대하여 고려하여 하우징 시스템을 설계 및 제작하였다.
  - 프레임 바디에 장착된 엔진에서 발생하는 진동을 고려하여 외부 가진에 의한 신호 교란이 발생할 수 있으며, 이를 방지하기 위한 SBC에 하우징이 필요하다.
  - 또한 제초 작업 조건은 외부 필드 환경에 노출 되기 때문에 복합 감지 시스템의 내구성 향상 및 센서 및 SBC의 연결 커넥터의 내구성을 위한 하우징 시스템을 설계하였다.



[그림] 근접 감지 및 경사 감지 병합 시스템  
하우징 상세 설계(하단부)



[그림] 근접 감지 및 경사 감지 병합 시스템  
하우징 상세 설계(상단부)



[그림] 하우징 제작 모습

- 근접 감지/경사 감지 시스템을 위한 하우징 제작 설치
  - 하우징 상하부 파트 설계 데이터를 기반으로 3D 프린팅을 통하여 복합감지 시스템을 제작하였으며, 제작된 하우징과 결합하여 시운전 결과 근접 감지 시스템 및 경사 감지 시스템의 정상작동을 확인하였다.
  - 경사감지 시스템의 최소 감지거리는 1.5m 이며, 경사 감지 시스템의 경우 경사각  $\pm 20$ 에서 정상적으로 센싱이 가능하였으며, 경보 시스템을 통하여 위험 감지 결과를 즉각적으로 반응하였다.

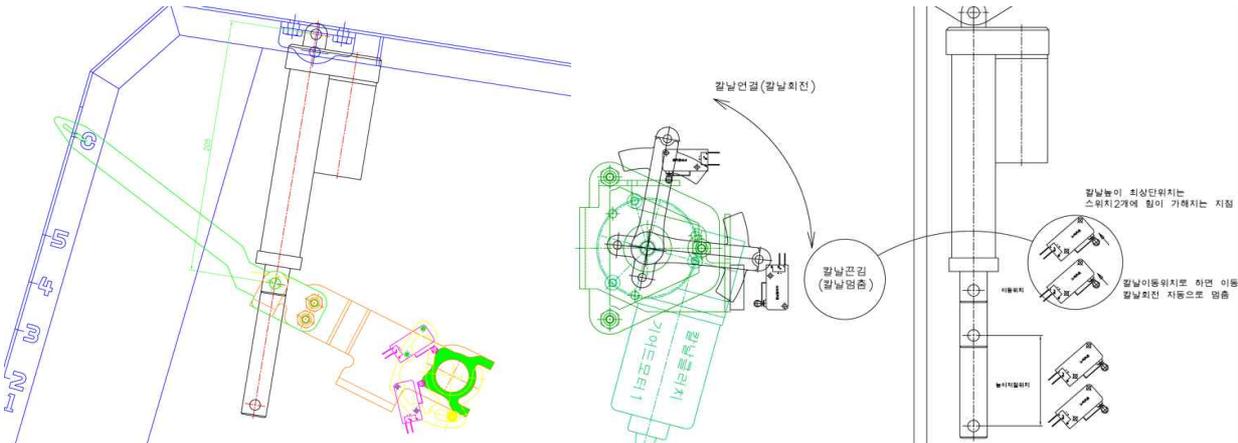


[그림] 근접 감지 및 경사 감지 병합 시스템 설치 모습

- 기울기 경사감지 시스템의 경우 안장 하단에 보드 및 시스템과 함께 설치를 하였고, 전방 장애물 감지 센서의 경우 제초기 전방부에 설치를 하여 테스트를 하였다.
- 다양한 지형 및 지속적인 테스트를 통해 내구성을 확보하고, 승용제초기에 옵션형식으로 장착할 수 있도록 사업화 까지 추가 개선 보완할 예정이다.

## 사. 개발 제초기의 위험요인 분석 및 성능평가

- 제초 작업 없이 주행 시 제초작업기가 가동될 경우 경사 및 지형의 형태에 따라 안전 사고가 발생할 수 있다.
- 위와 같은 안전사고를 예방하기 위해 제초 칼날 회전의 자동 멈춤 기능을 추가하여 안전성을 강화 하였다.



[그림] 칼날회전 멈춤 장치 원리

- 제초작업기의 높이 마다 인식할 수 있는 리미트 스위치를 적용하였으며, 이동위치에서 상하 리미트 스위치가 모두 작동하도록 제작 하였다.
- 이동시 칼날 클러치 모터에 신호를 보낼 때 이동 중 칼날이 자동으로 멈출 수 있도록 구성하여 운전 중 안전성을 강화하였다.
- 제초칼날은 이중 날로 볼트 체결을 통해 설치 되어있으며, 외부의 충격 등으로 인해 볼트체결이 풀릴시 칼날이 외각으로 날려 안전사고 발생의 위험이 있다. 이를 보완하기 위해 너트2개를 체결하여 체결력을 향상시켜 너트가 풀리지 않도록 이중너트 조립 방법을 통해 안전성을 확보할 계획이다.
- 장거리 원격 조종 시 앞의 나무 등의 장애물에 의해 제초에 방해되거나 충돌사고에 대해 예방하기 위해 장애물 감지 시스템을 개발 장착 하였으며 1차적으로 산업용 경광등 설치를 통해 알람을 줄 수 있는 시스템을 구성하였다.
- 장애물 감지 시스템은 개발 및 장착 후 제 3자 입회시험을 통해 성능 테스트를 진행하였으며, 출발 지점 3m에서 시작하여 1.5m 부근에서 알람을 발생하도록 설정하여 테스트를 수행하였다.

- 테스트 결과 나무에 접근하여 1.5m 부근에서 경광등 알람이 발생하였으며, 현재는 1.5m로 설정 하여 테스트 하였지만, 상황에 따라 3m, 5m 등 다양한 거리에 대한 적합성에 대해서는 1~2년간의 추가 자체 테스트를 수행하여 설정 하고 적용하여 사업화를 수행할 예정이다.

[표] 근접 장애물 감지 시험 모습

측정지점	감지알람 작동사진
출발지점 (3.0m)	
알람지점	

[표] 경사 감지 시험 모습

측정지점	감지알람 작동사진	
	좌측 상향	우측 상향
경사 1 (0°)		
경사 2 (10°)		
경사 3 (20°)		

- 현재 연구개발 TRL 6단계에 적합한 근접 장애물 감지 기술 및 시제품을 구현하였지만, 풀이 낮거나 평지로 제한적이며, 안전성 및 위험요인을 고려할 때 실제 다양한 농지에서 적용하기에는 내구성 및 안전성에 대해 조금 더 검토할 필요성이 있으며, 기술의 필요성 및 단가 등을 고려하여 사업화가 필요할 것으로 예상된다.
- 경사감지 시스템의 경우 원격 제초 작업 중 제초기의 전복이나 미끄러짐이 발생할 수 있는 각도인 20°부터는 알람을 주어 작업자에게 경고를 주고자 하는 시스템으로 경사 10°, 20°에 대해서 경사도를 감지하여 알려줄 수 있는지 성능테스트를 수행하였다.
- 시험결과 좌우 기울기 각도에 대해서 정확한 경사 각도를 인식하였으며, 20°에 도달할 때 경광등 알람이 발생하여 경사를 감지함을 확인하였다.
- 경사감지 시스템도 장애물 감지시스템과 동일하게 감지 기술 및 시제품을 구현하였지만, 실제 제초 작업지에서 얼마만큼의 효과를 발휘하고 안전성 및 내구성을 가진 제품을 구현할지는 추가적인 연구개발 및 1~2년간의 실제 필드 테스트를 통해 지속적으로 보완하여 사업화를 진행할 예정이다.
- 장애물 및 경사감지 시스템은 부착 식 모듈로 제작하여 고급화 제품사양 선택용으로 고안하고 있으며, 단가 및 내구성 확보를 통해 양산 및 추후 사업화에 반영할 예정이다.

### 3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

#### 1) 연구수행 결과

##### (1) 정성적 연구개발성과

---

- 승용 제초기의 기본 설계 원천기술 확보
    - 전기구동 방식의 승용제초기의 구동을 위한 구동기어 설계 기술 확보
    - 무선조종연동이 가능한 조향장치 설계 기술 확보
    - 승용제초기의 제초 작업부 설계 기술 확보
    - 전체 프레임 및 커버 디자인 설계 기술 확보
    - 승용제초기의 구동부 주요부품 구조해석을 통한 제품의 설계안전성 분석
    - 제초작업부의 제초 로타리 강성해석을 통한 구조적 안전성 및 신뢰성 확보
    - 승용제초기의 주요프레임 구조해석을 통한 구조적 안전성 확보
    - 승용제초기의 구성부품 제작 가공기술 확보
    - 무선조종을 위한 컨트롤러 및 통신기술 확보
    - 승용제초기 시운전 및 기계적 성능평가 완료
    - 승용제초기 전기배터리 기반 설계기술 확보
    - 충돌방지를 위한 승용제초기 근접 장애물 감지기술 확보
    - 운전 중 전복 방지를 위한 경사감지기술 확보
  
  - 기존 가솔린 구동방식에서 전기모터 구동방식으로의 설계 변경에 따른 온실가스 배출저감
    - 친환경 구동방식인 전기배터리 구동방식을 이용한 온실가스 저감에 기여
  
  - 해외 수입에 100% 의존하는 승용제초기를 국산화 대체함에 따라 해외의존도를 저감
    - 해외 선진사 수준의 승용제초기를 해외대비 80%수준의 가격으로 국내 농가에 보급
    - 태광공업의 국내외 영업망을 활용한 사업확장
    - 국내 내수시장 활성화 및 해외 수입대체효과 증가
  
  - 승용제초기 기술 경쟁력 향상
    - 해외 선진기업과의 동등한 수준의 승용제초기를 국내 자체 기술 개발함으로써 국내 기술력이 확보되고 성장하며, 노화되고 있는 국내 농업의 기계화 전환에 기여함
  
  - 수출을 통한 사업 확장
    - 국내 뿐만 아니라 동남아시아, 태국 등에 수출이 가능하며, 각종 전시회 및 유튜브 홍보를 통해 적극적인 마케팅 계획을 수립하고 있음
    - 해외 수출을 통해 외화 유입 등 국가 경제성장에 기여함
-

## (2) 정량적 연구개발성과

### < 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명	연도	1단계		계	가중치 (%)	
		2021(1차년도)	2022~2023 (2차년도)			
전담기관 등록·기탁 지표 <sup>1)</sup>	보고서 원문	목표(단계별)	-	1	1	-
		실적(누적)	1	1	2	-
연구개발과제 특성 반영 지표 <sup>2)</sup>	기술실시	목표(단계별)	-	1	1	-
		실적(누적)	-	1	1	-
	고용창출	목표(단계별)	1	0	1	-
		실적(누적)	1	3	4	-
	시제품제작 및 인증	목표(단계별)	-	1	1	-
		실적(누적)	-	1	1	-
	인력양성	목표(단계별)	1	1	2	-
		실적(누적)	0	1	1	-
	홍보(전시)	목표(단계별)	-	1	1	-
		실적(누적)	-	1	1	-
계	목표(단계별)	-	-	-	-	
	실적(누적)	-	-	-	-	

### < 연구개발성과 성능지표 >

평가 항목 (주요성능 <sup>1)</sup> )	단위	전체 항목에서 차지하는 비중 <sup>2)</sup> (%)	세계 최고		연구개발 전 국내 성능수준	연구개발 목표치	연구개발 성능 결과	목표설정 근거
			보유국/보유기관	성능수준	성능수준	1단계 (2021~2023)		
1 제초작업속도	km/h	10	독일/AS MOTOR	6.0	-	6.0 이상	<b>6.62</b>	최고수준
2 제초작업폭	mm	10	일본 OREC	980	-	980 ± 10 이내	<b>981</b>	최고수준
3 작업능률	a/min	10	독일/AS MOTOR	10a/10min	-	10/10 이상	<b>10.8 / 10</b>	최고수준
4 제초율	%	20	-	-	-	90 이상	<b>100</b>	농업기계화 촉진법 시행규칙
5 원격통신거리	m	20	독일/AS MOTOR	300	-	90 이상	<b>90</b>	전파통신법에 의한 출력제한 거리(100m이하)
6 근접감지거리	m	10	-	-	-	1.5m 이상	<b>1.52</b>	위험 감지 후 사고방지 시간고려
7 경사감지각도	°	10	독일/AS MOTOR	±20	-	±20 이하	<b>20</b>	승용제초기 탑승시 20°이상 위험(독일AS MOTOR 제품기준)
8 내구성	Cycle	10	-	-	-	100,000 이상	<b>110,396</b>	제품의 신뢰성을 고려한 수치

### < 평가방법 및 평가환경 >

순번	평가항목 (성능지표)	평가방법	평가환경
1	제초작업속도	20m구간 5회 작업속도 측정하여 평균한 값 (km/h)	
2	제초작업폭	주행을 정지하고 제자리에서 제초기를 구동시킨 후 제초기의 질삭한 최대 폭을 측정 (mm)	
3	작업능률	작업시간당 제초면적을 다음 식에 의하여 산출 여기서, T : 제초작업능률 (a/min) t1 : 주행시간 (s) t2 : 회행시간 (s) L : 제초거리 (m) b : 평균작업폭 (m) $T = \frac{L \times b}{(t_1 + t_2)}$	- 제초기의 기계적 특성에 관한 시험으로, 실제 운전 환경에 준한 평가환경
4	제초율	농업기계확진법 시행규칙 농업기계검정기준을 준용하며, 잡초가 400주/m <sup>2</sup> 이상 심어진 구획을 선정하여 제초 작업 후 남은 잡초 본수 확인하여 계산	- 온도 : 10~35℃ 상온, 상대 습도 30%~70%
5	원격통신거리	90m이상 거리에서 리모콘 작동을 통해 조향 제어 가능 유무 확인	- 전체 항목에 대해 공인인증 기관입회시험을 통한 공인 성적서 발행
6	근접감지거리	1m이상의 장애물에 대해서 감지 가능 유무 확인	
7	경사감지각도	경사감지 시스템이 ±20° 각도 감지 후 알림가능여부 확인	
8	내구성	제초칼날 1회 회전을 1cycle 기준으로, 회전속도계를 이용하여 제초칼날의 회전속도 측정 및 제초작업시간을 계산하여 시험지형에 대해 100,000 cycle 이상 내구시험 후 제품의 변형 및 파손발생에 대한 이상 유무 확인	

# 시험성적서



## 시험성적서 COMPLIANCE TEST CERTIFICATE

성적서 번호(Certificate No.) : GBTP-M23-0026

페이지(page) : ( 1 ) of 총 ( 10 )

- 1. 의뢰자(Client)** 기관명(Name) : ㈜태광공업  
주소(Address) : 경북 칠곡군 왜관읍 공단로1길 33  
의뢰일자(Request Date) : 2023. 06. 07.
  - 2. 시험개요 (Test Outline)** 시험대상(Test Sample) : 승용제초기  
시험기간(Date of Test) : 접수일자(Date of Receipt) : 2023. 06. 07.  
완료일자(Date of Completion) : 2023. 08. 11.
- | No | 시험명    | 단위    | 비고 |
|----|--------|-------|----|
| 1  | 제조작업속도 | km/h  |    |
| 2  | 제조작업폭  | mm    |    |
| 3  | 작업능률   | a/min |    |
| 4  | 제조율    | %     |    |
| 5  | 원격통신거리 | m     |    |
| 6  | 근접감지거리 | m     |    |
| 7  | 경사감지각도 | *     |    |
| 8  | 내구성    | Cycle |    |

- 3. 시험결과 (Result of Test)** : ※상세결과(Detailed Results) 첨부파일 참조(Refer attached file)
- 4. 시험성적서 용도(usage of Test Report)** : 개발제품 성능 시험

**5. 확인 (Affirmation)**

작성자(test performed by) : 성명(Name) : 최창환 (직장인)  
기술책임자/승인자(Approved by) : 성명(Name) : 손희수 (직장인)

※당 기관의 직인이 없는 경우 및 사본은 효력이 없습니다. (If you do not have a seal of our organization and a copy is not valid)  
※이 시험성적서의 내용은 의뢰인이 제공한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써, 전체 제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다. (The test results on this report are for the samples and sample names provided by the customer and they do not guarantee the quality of all products of the customer.)  
※이 시험성적서는 당 기관의 사전 서면 동의없이 홍보·선전·광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다. (This test report shall not be used for public relation, advertisement, lawsuit and any other purpose outside the scope of its defined usage.)  
※시험성적서의 진위 확인이 필요한 경우 상담에 기재된 연락처로 연락주시기 바랍니다. (If you need to verify the authenticity of the test report, please contact us at the contact information listed above.)

2023년 08월 21일  
**(재)경북테크노파크 원장**

(주소, Address) 38542 경북 경산시 상봉로 27107, Samsung-Ro, Gyeongsan-City, Gyeongbuk, KOREA, 38542, (연락처, Tel) 053-819-0000, (팩스, Fax) 053-819-0000



## 시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GBTP-M23-0026

페이지(page) : ( 2 ) of 총 ( 10 )

- 1. 시험 개요**  
가. 시험목적 : 승용제초기의 성능평가  
나. 시험샘플 : 승용제초기

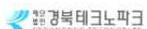


<승용제초기>

- 다. 시험 장소 : 경북 칠곡군 왜관읍 공단로 1길 33, 경북 칠곡군 왜관읍 강변대로 847 강변라. 시험 환경 : 온도 : 33°C, 습도 : 70%.  
라. 시험 항목

구분	시험 항목	내용
1	제조작업속도	20m구간 5회 작업속도 측정하여 평균값 곱 (km/h)
2	제조작업폭	주행을 정지하고 제자리에서 제초기를 구동시킨 후 제초기의 절삭한 최대 폭을 측정 (mm)
3	작업능률	작업시간당 제조면적을 다음 식에 의하여 산출 여기서, T : 제조작업능률 (a/min) $T = \frac{L \times b}{(t_1 + t_2)}$ t1 : 주행시간 (s) t2 : 회전시간 (s) L : 제초거리 (m) b : 평균작업폭 (m)
4	제조율	잡초가 400주/m <sup>2</sup> 이상 심어진 구획을 선정하여 제초 작업 후 남은 잡초 분수 확인하여 계산
5	원격통신거리	90m이상 거리에서 리모콘 작동용 통해 조향 제어 가능 유무 확인
6	근접감지거리	1m이상의 장애물에 대해서 감지 가능 유무 확인
7	경사감지각도	경사감지 시스템에 ±20 ° 각도 감지 후 알림가능여부 확인
8	내구성	제초칼날 1회 회전을 1cycle 기준으로, 회전속도계를 이용하여 제초칼날의 회전속도 측정 및 제조작업시간을 계산하여 시험지형에 대해 100,000 cycle 이상 내구시험 후 제품의 변형 및 파손발생에 대한 이상 유무 확인

(주소, Address) 38542 경북 경산시 상봉로 27107, Samsung-Ro, Gyeongsan-City, Gyeongbuk, KOREA, 38542, (연락처, Tel) 053-819-0000, (팩스, Fax) 053-819-0000



## 시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GBTP-M23-0026

페이지(page) : ( 3 ) of 총 ( 10 )

- 2. 시험 결과**  
가. 제조 작업 속도  
■ 측정사진
- | 작업속도 측정지점  | 전체사진 | 구간사진 |
|------------|------|------|
| 출발지점 (0m)  |      |      |
| 지점 1 (20m) |      |      |

반복 횟수	출발사진	도착사진
1회		
2회		

(주소, Address) 38542 경북 경산시 상봉로 27107, Samsung-Ro, Gyeongsan-City, Gyeongbuk, KOREA, 38542, (연락처, Tel) 053-819-0000, (팩스, Fax) 053-819-0000



## 시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GBTP-M23-0026

페이지(page) : ( 4 ) of 총 ( 10 )

반복 횟수	출발사진	도착사진
3회		
4회		
5회		

■ 시험결과

구분	1회	2회	3회	4회	5회	평균
20m 제조작업 소요시간(sec)	10.92	10.17	11.49	11.31	10.60	10.90
제조 작업 속도(km/h)	6.59	7.08	6.27	6.37	6.79	6.62

(주소, Address) 38542 경북 경산시 상봉로 27107, Samsung-Ro, Gyeongsan-City, Gyeongbuk, KOREA, 38542, (연락처, Tel) 053-819-0000, (팩스, Fax) 053-819-0000

## 시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GBTP-M23-0026

페이지(page) : ( 5 ) of 총 ( 10 )

### 나. 제조 작업 폭

#### ■ 측정사진



제조작업

제조 폭 측정 확대

제조칼날 길이 측정 (981mm)

#### ■ 시험결과

구분	측정결과
제조 작업 폭 (mm)	981

### 다. 작업능력

#### ■ 시험결과

구분	1회	2회	3회	4회	5회	평균
제조속도(km/h)	6.59	7.08	6.27	6.37	6.79	6.62
작업폭(m)	0.98					
작업능력(a/min)	1.08	1.16	1.02	1.04	1.11	1.08

$T = \frac{L \times b}{f_1 + f_2}$   
 1. 제조작업능력 (a/min)  
 a: 주행시간 (s)  
 b: 작업폭 (m)  
 L: 제조거리 (m)  
 f<sub>1</sub>: 평균작업속도 (km/h)  
 f<sub>2</sub>: 100m/s<sup>2</sup>

(주소: Address)38542 경북 경산시 상봉로 27407, Sampung-Ro, Geongsan-City, Geongsbuk, KOREA, 38542, (전화: Tel)85-53-819-0000, (팩스: Fax)82-53-819-0000

영남경북테크노파크

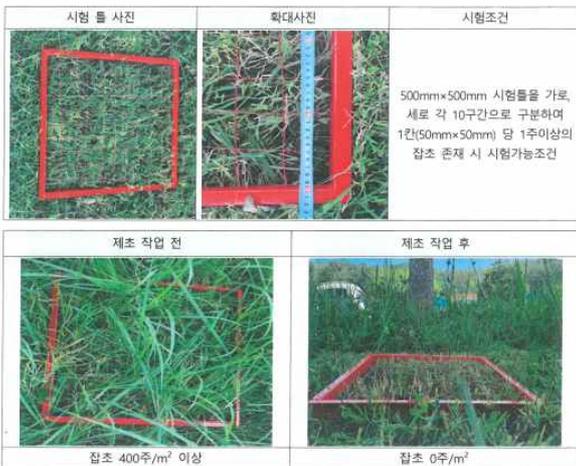
## 시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GBTP-M23-0026

페이지(page) : ( 6 ) of 총 ( 10 )

### 라. 제조율

#### ■ 측정사진



시험 틀 사진

확대사진

시험조건

500mm×500mm 시험틀을 가로, 세로 각 10구간으로 구분하여 1칸(50mm×50mm) 당 1주이상의 잡초 존재 시 시험가능조건

제조 작업 전

제조 작업 후

잡초 400주/m<sup>2</sup> 이상

잡초 0주/m<sup>2</sup>

#### ■ 시험결과

구분	측정결과
제조율(%)	100

(주소: Address)38542 경북 경산시 상봉로 27407, Sampung-Ro, Geongsan-City, Geongsbuk, KOREA, 38542, (전화: Tel)85-53-819-0000, (팩스: Fax)82-53-819-0000

영남경북테크노파크

## 시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GBTP-M23-0026

페이지(page) : ( 7 ) of 총 ( 10 )

### 마. 원격통신거리

#### ■ 측정사진



#### ■ 시험결과

구분	측정결과
원격통신거리(m)	90 이상

(주소: Address)38542 경북 경산시 상봉로 27407, Sampung-Ro, Geongsan-City, Geongsbuk, KOREA, 38542, (전화: Tel)85-53-819-0000, (팩스: Fax)82-53-819-0000

영남경북테크노파크

## 시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GBTP-M23-0026

페이지(page) : ( 8 ) of 총 ( 10 )

### 바. 근접감지거리

#### ■ 측정사진



#### ■ 시험결과

구분	측정결과
근접감지거리(m)	1.52

(주소: Address)38542 경북 경산시 상봉로 27407, Sampung-Ro, Geongsan-City, Geongsbuk, KOREA, 38542, (전화: Tel)85-53-819-0000, (팩스: Fax)82-53-819-0000

영남경북테크노파크

## 시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GBTP-M23-0026

페이지(page) : ( 9 ) of 총 ( 10 )

사. 경사감지 각도

■ 측정사진

측정지점	감지알람 작동사진	
	좌측 상황	우측 상황
경사 1 (0°)		
경사 2 (10°)		
경사 3 (20°)		

■ 시험결과

구분	측정결과
경사감지 각도(°)	20

(주소: Address) 38542 경북 경산시 상봉로 27407, Samsung-Ro, Geongsan-City, Gyeongbuk, KOREA, 38542. (연락: Tel) 055-53-619-0000. (팩스: Fax) 055-53-619-0000

(주)영남경북테크노파크

## 시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GBTP-M23-0026

페이지(page) : ( 10 ) of 총 ( 10 )

아. 내구성

■ 측정사진

회전속도 측정사진	시험전 부지	시험후 부지
3120 RPM		

제조 작업 사진

시험전 사진	작업 10분 경과	작업 20분 경과
작업 30분 경과	작업 35분 23초 경과	시험중 사진 (작업 후 촬영, 피스 없음)

■ 시험결과

구분	측정결과
분당 회전수 (RPM)	3120
작업시간	35분 23초
Cycle 회전수(RPM) × 시간(분)	110,396

끝

(주소: Address) 38542 경북 경산시 상봉로 27407, Samsung-Ro, Geongsan-City, Gyeongbuk, KOREA, 38542. (연락: Tel) 055-53-619-0000. (팩스: Fax) 055-53-619-0000

(주)영남경북테크노파크

### (3) 세부 정량적 연구개발성과

#### [과학적 성과]

##### □ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	2021 한국기계가공학회 추계학술대회	이인준	21.12.04	제주 신화호텔	한국
2	2022 대한기계학회 춘계학술대회-신뢰성부문	이인준	22.03.24	제주 오리엔탈호텔	한국

##### □ 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호
2021	연구개발 연차보고서	21.12.31	-
2023	연구개발 최종보고서	23.08.25	-

#### [기술적 성과]

##### □ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 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	[특허] 유무인 제초기용 제초유닛의 높낮이 조절 및 동력전달장치	한국	주식회사 태광공업	23.08.11	10-2023-0105238	-	-	-	-	100%	-
2	[특허] 유무인 제초기용 조향시스템	한국	주식회사 태광공업	23.08.11	10-2023-0105237	-	-	-	-	100%	-

○ 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
1	√									
2	√									

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	승용제초기	23.08.25	태광공업	태광공업	제초기	2년 5개월	-	-

□ 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	자기실시	원격조종 가능한 근접장애물 감지형 승용제초기 개발	(주)태광공업	2023.08.25	-	-

\* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 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	승용제초기 개발	원격조종 가능한 근접장애물 감지형 승용제초기 개발	태광공업	-	-	2024(예정)	-

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

□ 사업화 계획 및 무역 수치 개선 효과

성과		100%수입에 의존하는 승용제초기 국산화 대체효과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	1년		
	소요예산(천원)	100,000 천원		
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후
		-	3,600,000	4,800,000
		시장 점유율	단위(%)	3년 후
	국내		-	15%
국외	-		2%	5%
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		향후 본 연구개발사업의 주요 기술들을 활용한 GPS기반 소형 무인 원격조종 제초기 개발을 계획하고 있음		
무역 수치 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후
		-	1,800,000	2,400,000
	수출	-	1,800,000	2,400,000

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)			합계
			2021년	2022년	2023년	
1	원격조종 가능한 근접장애물 감지형 승용제초기 개발	태광공업	1	2	1	4
합계			1	2	1	4

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	3
		생산인력	18
	개발 후	연구인력	4
		생산인력	21

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도	승용제초기	0	0	0	0	1	-
기대 목표	승용제초기	600,000	600,000	1,200,000	-	1	-

[사회적 성과]

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1	전문연구 인력양성	2022	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	동영상	YOUTUBE	태광공업 승용제초기	2023.08.22



[그림] 개발 승용제초기 동영상 홍보

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
1	수상	표창창	농업기계산업진흥 산업발전 공로	태광공업(박창현)	2022. 11. 2	대통령

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 승용제초기의 구동을 위한 구동부 설계 개발</li> <li>◦ 무선조종 연동이 가능한 조향장치 설계 개발</li> <li>◦ 승용제초기의 제초 작업 부 설계 개발</li> <li>◦ 전체 프레임 및 커버 디자인 설계 개발</li> <li>◦ 승용제초기 구동부 주요부품 구조 해석</li> <li>◦ 제초작업부의 제초 로타리 강성해석</li> <li>◦ 승용제초기의 주요 프레임 구조해석</li> <li>◦ 승용제초기의 구성부품 설계보완 및 제작가공</li> <li>◦ 승용제초기의 무선조종 컨트롤러 개발 및 통신 시스템 연동</li> <li>◦ 승용제초기의 전체 조립 및 시운전</li> <li>◦ 승용제초기의 기계적 성능평가</li> <li>◦ 승용제초기의 전기배터리 기반 동력 대체 기초설계</li> <li>◦ 충돌방지를 위한 승용제초기의 근접 장애물 감지시스템 개발</li> <li>◦ 운전중 전복 방지를 위한 지형의 경사 감지시스템 개발</li> <li>◦ 개발 제초기의 위험요인 분석 및 성능평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 승용제초기의 구동을 위한 구동부 개발완료</li> <li>◦ 무선조종 연동이 가능한 조향장치 개발완료</li> <li>◦ 승용제초기의 제초 작업 부 개발완료</li> <li>◦ 전체 프레임 및 커버 디자인 개발완료</li> <li>◦ 승용제초기 구동부 주요부품 구조 해석완료</li> <li>◦ 제초작업부의 제초 로타리 강성해석완료</li> <li>◦ 승용제초기의 주요 프레임 구조해석완료</li> <li>◦ 승용제초기의 구성부품 설계보완 및 제작완료</li> <li>◦ 승용제초기의 무선조종 컨트롤러 개발 및 통신 시스템 연동완료</li> <li>◦ 승용제초기의 전체 조립 및 시운전 완료</li> <li>◦ 승용제초기의 기계적 성능평가 완료</li> <li>◦ 승용제초기의 전기배터리 기반 동력 대체 개발완료</li> <li>◦ 충돌방지를 위한 승용제초기의 근접 장애물 감지시스템 개발완료</li> <li>◦ 운전중 전복 방지를 위한 지형의 경사 감지시스템 개발완료</li> <li>◦ 개발 제초기의 위험요인 분석 및 성능평가완료</li> </ul>	100%

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 없음)

## 5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

### < 기술기여도 >

(단위 : 백만원, %)

총괄과제명	세부과제명	기관명	유형	총 연구개발비 (A)	정부지원 연구개발비 (B)	정부지원 연구개발비 비율 (C=B/A)	성과 유형	기술기여도	
								산정 근거	비율
원격조종 가능한 근접 장애물 감지형 승용제초기 개발	원격조종 가능한 근접 장애물 감지형 승용제초기 개발	㈜태광공업	중소 기업 (영리)	1,245	753	60.48	신규 기술개발	정부지원 연구개발비/총연구개발비	74.94
	승용제초기의 감지시스템 개발 및 구조적 안전성 성능평가(위탁)	한국섬유기계융합연구원	전문생산기술 연구소 (비영리)	1,245	180	14.46	신규 기술개발	해당 없음	-
<b>계</b>				<b>1,245</b>	<b>9,33</b>	<b>74.94</b>	-	-	-

<표> 국외 승용제초기와 연구개발 대상 승용제초기 사양 비교

명칭	개발 승용 제초기 (태광공업)	RM983(OREC)	AS940RC(AS MOTOR)
모습			
제조국	한국	일본	독일
주행방식	승용자주형 (배터리 타입)	승용자주형	승용자주형(4륜)
출력(마력)	23	22	22.4
제초폭(mm)	980	975	900
변속단수	무단변속	무단변속	무단변속
원격조종	가능	불가능	가능
부가기능	근접장애물감지 경사도 감지	-	-

- 국내 50%이상을 점유하고 있는 승용제초기의 국산화를 통해 일본으로부터의 기술자립화 실현

### [과학·기술적 측면]

- 승용제초기 제작에 관한 원천기술을 보유함으로써, 승용제초기가 기초기술인 전방 제초형, 측면 제초형, 수거방식 등의 목적별 제초기 제작에 응용할 수 있는 확장성 기술을 보유
- 승용제초기 자체 제작기술을 보유함으로써, 선진국과의 농업기계 기술격차 좁힘
- 근접 장애물 감지, 경사도 감지와 같은 기술융합을 통해 진보된 형태의 제초기 개발이 가능하며, 다양한 복합소재, 동력원들을 대체 등을 통한 기술 확장이 가능

### [경제적·산업적 측면]

- 국내 100%점유하고 있는 수입 승용제초기를 국내 제품으로 대체함으로써 국내 승용제초기 시장이 활성화 될 것으로 예상됨
- 국내 제초기 시장 중 50%를 차지하는 승용제초기 시장에 대해 국산화 대체는 경제적 확장성이 크며, 과수원농사의 경우 승용제초기가 거의 필수화 되고 있기 때문에, 국산화를 통한 사업화 추진 목표
- 승용제초기에 다양한 기술응용 및 융합을 통해 해외 수출을 목표로 하며, 수입의존도가 매우 국내시장의 해외의존도 절감을 통해 경제성 향상과 국내 일자리 창출에 기여할 것으로 예상

### [사회적 측면]

- 국내 50%이상을 점유하고 있는 승용제초기의 국산화를 통해 일본으로부터의 기술자립화 실현
- 100%수입제품을 50% 수준 이상의 국산화 대체 할 경우 해외 유출의 감소로 경제활동이 지역 간 순환 구조로 발전
- 승용제초기의 국산화함에 따라 주요 핵심부품 제작 가공의 필요로 인해 중소기업 간의 거래가 활성화 되고, 기업 간 상생 및 협력관계로 발전 가능
- 승용제초기의 사업화 성공이 지속될 경우 기술융복합에 대한 적극적인 투자로 인해 전문 인력 양성, 전문 인력 신규 일자리 창출이 발생
- 승용제초기는 국가 식량보급에 직접적 기여하는 농업에 관한 기술로 국민의 건강과 환경 보존에 관련된 기술이며, 고령화된 농업의 고효율화와 농민들 안전성 향상에 기여

## 6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내				
		2023	2024	2025	2026	2027
국외논문	SCIE	-	-	-	-	-
	비SCIE	-	-	-	-	-
국내논문	SCIE	-	-	-	-	-
	비SCIE	-	1	-	-	-
특허출원	국내	2	2	-	-	-
	국외	-	-	-	-	-
특허등록	국내	2	2	-	-	-
	국외	-	-	-	-	-
인력양성	학사	-	-	-	-	-
	석사	-	-	-	-	-
	박사	-	-	-	-	-
사업화	시제품개발	1	-	1	-	-
	상품출시	1	-	1	-	-
	기술이전	1	-	-	-	-
	공정개발	-	-	-	-	-
	매출액(단위 : 천원)	1,200,000	2,400,000	3,600,000	4,800,000	4,800,000
	기술료(단위 : 천원)	8,993	17,986	26,978	35,971	35,971
비임상시험 실시		-	-	-	-	-
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	-	-	-	-
		2상	-	-	-	-
		3상	-	-	-	-
	의료기기	-	-	-	-	-
진료지침개발		-	-	-	-	-
신의료기술개발		-	-	-	-	-
성과홍보		1	1	1	-	-
포상 및 수상실적		-	-	-	-	-
정성적 성과 주요 내용		-	-	-	-	-

### [연구개발 주요 핵심기술의 성과]

- ① 100% 수입에 의존하고 있는 승용제초기의 핵심 설계 제작 원천기술 확보
- ② 근접장애물감지, 경사도감시 기능이 포함된 안전성이 강화 기술 확보
- ③ 전산구조해석, 공인시험 등을 통한 제품의 신뢰성 확보

### [핵심기술 성과의 활용분야 및 활용방안]

- ① 공급, 유지보수, 가격 경쟁력을 앞세워 100%수입에 의존하고 있는 국내 시장의 승용제초기 국산화 대체
- ② 국산화 대체를 통한 해외 의존도 감소, 무역역조 현상 완화
- ③ 지속적인 연구개발 투자를 통한 품질고도화, 해외 수출을 통한 사업 확장

[사업화 전략]



- 원격조종+승용 방식의 제초기 국산화 개발

- 농업실용화 제단 제품인증
- K브랜드화 추진

- 한국농기계협동조합을 통한 정부지원 대상 등록

- 농림축산 식품부 및 시, 군, 농업기술센터 보조사업 추진
- 150여개의 전국 대리점을 통한 판매



- 해외수출을 위한 현지 업체 사업 견적 제출



국내 전시회 참가



해외 전시회 참가

- 제품의 상품화 부분은 1) 제품개발 2) 제품의 인증 3) 정부지원대상 등록 4) 시험 및 양산화의 과정으로 수행된다. 본 연구개발 사업을 통해 제품개발 종료 후, 농업실용화재단에서 실시하는 제품의 인증을 받고 한국농기계협동조합을 통하여 정부지원대상 등록을 수행할 예정이다.
- 제품의 양산 및 사업화를 위해 농림축산식품부 및 시.군 농업기술센터등의 보조사업을 추진하며, 농협판매, 150여개의 전국 대리점을 통한 판매를 추진할 계획이다.
- 해외 판로 개척을 위해서는 각 나라별 인증 및 검정 절차를 거쳐야 하며, 승용제초기의 경우 전 세계 각국이 사용하고 있고, 범용성이 높기 때문에, 해외 대리점을 통한 적극적인 판매를 추진할 예정이다.
- 현재 매년 참가하고 있는 국내외 전시회에 본 개발 제품에 대한 적극적인 마케팅으로 제품의 인지도를 높이고, 판매 네트워크를 확대 할 계획 이고, 홈페이지 및 유튜브를 통한 인터넷 홍보와 신규 카탈로그 제작 발송을 통한 홍보를 계획하고 있다.
- 나무장애물 및 경사감지시스템은 신뢰성확보 및 기술의 완성도향상을 통해 원하는 소비자가 추가 옵션으로 선택적 구매할 수 있도록 하여 세분화 하여 판매 예정이다.

(2) 투자 계획

- 국내에 판매되고 있는 수입제품은 1,700 ~ 3,000만원의 고가로 인해 주로 농업기술센터 임대장비로 공급되고 있지만, 개발예상 국산제품의 경우 1,500만원 수준의 가격으로 지자체 보조 사업지원금 1,000만원, 농협융자 80%지원 등의 혜택을 통해서 일반농가에서도 임대가 아닌 직접구입이 가능한 수준으로 일본제품에 비해 판매에 유리한 조건이다.
- 국내 농업기술센터 임대장비 현황 및 국내 150여개의 대리점을 통해 조사한 결과 일본에서 50%수준의 점유율을 가지고 있으며, 승용제초기는 연간 1,200대 정도 판매되고 있으며, 연간 국내 240억원정도의 규모가 예상된다.
- 국내제품으로 가격, 유지보수 등의 경쟁력을 앞세워 개인이 보유 할 수 있는 수준의 제품을 개발함에 따라, 수요 및 보급률 향상으로 승용 제초기 시장이 2배 이상 확대될 것으로 기대한다.
- 특히 수입제품은 승용운전만 가능하지만 본 제품은 리모콘 조종과 승용운전이 가능하여 경사지 전복 사고를 방지할 수 있고 여름철 더운 날씨에서 리모콘 조종으로 작업자의 건강에 많은 도움이 될 수 있다.

<표> 승용제초기 투자 계획

(단위 : 천원)

항목	(2023년) 개발 종료 후 1년	(2024년) 개발 종료 후 2년	(2025년) 개발 종료 후 3년
매출원가	360,000	720,000	1,050,000
판매관리비	72,000	144,000	216,000

- 승용제초기 개발 이후, 유지보수, 관리, 홍보, 기계 성능 개선 등에 지속적인 투자를 통해 국내 승용제초기시장의 국산화를 달성하고, 국내시장의 점유율을 높이며, 해외에도 추가적인 홍보를 통해 수출판로 개척을 하고자 한다.

(3) 생산 계획

구분		(2023년) 개발 종료 후 1년	(2024년) 개발 종료 후 2년	(2025년) 개발 종료 후 3년
국내	시장점유율(%)	3	7	10
	판매량(단위:SET)	50	100	150
	판매단가(원)	12,000,000	12,000,000	12,000,000
	국내매출액(백만원)	600	1,200	1,800
해외	시장점유율(%)	1	1	1
	판매량(단위:SET)	50	100	150
	판매단가(\$)	12,000	12,000	12,000
	해외매출액(백만\$)	0.6	1.2	1.8
당사 생산능력 <sup>1)</sup>		1500대	1500대	1500대

- 연구개발 제품의 판매가는 약 1200만원 정도로 예상하고 있으며, 국내시장 3%점유할 경우 6억원의 매출이 가능할 것으로 예상되고, 3년이내 국내 10%이상의 점유를 통해 20억규모로 매출을 계획하고 있다.
- 당산생산능력은 연간 1500대 규모로 가능하기 때문에, 연구개발 및 판매 거래성사 여부에 따라, 생산 규모를 확장할 계획이다.

<표> 국내 제초기 판매 예상 매출

판매처	판매 단가 (천원)	예상 연간 판매량(개)	예상 총판매금 (천원)	관련제품
대리점	12,000	100	1,200,000	승용제초기
농협	12,000	50	600,000	승용제초기
농업기술센터	12,000	50	600,000	승용제초기

- 연구개발 후 제품의 완성도 향상을 위해 5년간 지속적인 연구개발 투자 및 후속 제품을 출시할 계획이며, 국내 150여개의 대리점, 농협, 농업기술센터등의 확보된 판매처를 통해 연간 약 20억원 이상의 매출을 목표로 하고 있다.
- 목표 점유율 및 대수만큼 제품을 생산할 수 있도록 양산 공정라인을 최적화 할 계획이며, 재고를 보유할 수 있는 창고 확장도 진행할 예정이다.

(4) 해외시장 진출 계획

- 승용제초기는 일본, 미국, 독일 등의 나라에서 30년이상 오랫동안 개발을 진행해 왔으며, 사업화를 통해 대부분의 국가에 수출하고 있으면, 승용제초기 제조 나라별 기업별 인식이 잡혀 있어, 선진국가로의 수출은 쉽지 않은 상태이다.

- 국산화 대체로부터 시작해서 국내 승용제초기에 대한 인식 및 점유율을 향상시킨 뒤 K제품화에 대한 특징을 살린 제품군 개발투자가 진행될 예정이다.
- 기계화율이 상대적으로 낮은 동남아시아 농업 중심으로 해외 전시회와 해외 영업망을 통해서 판로를 개척할 예정이다.
- 농업기계화가 낮은 말레이시아에서는 대부분의 구굴기, 로터리, 예취기, 제초기 등의 농기계를 수입하고 있기 때문에, 경쟁력 있는 품질과 가격, 기술 등을 이용하여 해외 수출가능성이 있을 것으로 예상된다.
- 농업 면적이 넓을수록 농기계의 수요가 크며, 국토의 40%이상이 농업면적인 필리핀에도, 농업형태에 맞는 제초형태를 고려하여, 수출이 가능할 것으로 예상된다.
- 동남아시아의 농업중심지인 태국은 트랙터 위주의 농기계만 일반화 되어 있으며, 소형농기계에 대해서는 인력 등의 의존성이 아직 높기 때문에, 연평균 10%이상의 농업시장 성장 중인 태국의 상대로 적극 수출방안을 모색할 예정이다.
- 연구개발이 끝나는 시점부터 해외 전시회 참가와 적극적인 온라인 홍보를 통해 각 국가별 전략적인 승용제초기 수출방안 수립 예정이다.

#### (5) 사업화에 따른 기대효과

##### [직접적 효과]

##### ○ 안전한 농업생활 제공

- 기존의 승용제초기보다 안전성, 편리성, 효율성을 증가시킨 제품으로 국민들의 농작업시 안전사고로부터 예방이 가능하도록 안전성향상에 기여하고, 과로로 인한 건강악화를 방지함

##### ○ 농업환경의 지속가능성 보전

- 제초는 농업을 위해 반드시 필요한 작업중 하나로, 농기계 제초기의 개발은 안전성, 편리성, 효율성 향상을 통해 농업종사자들의 고령화에 대응하고, 농업환경의 유지 및 개선에 기여함

##### [간접적 효과]

##### ○ 기업 간 상생과 협력

- 승용제초기는 다양한 부품으로 구성되어 있기 때문에, 핵심부품 관련 재료 납품업체, 금속 가공업체, 사출업체등 다양한 중소기업과의 협력관계가 창출되며, 국산화를 통해 사업이 확장될 경우, 서로 상생하는 관계로 발전할 것으로 예상됨

- 품위있는 삶을 누릴 수 있는 양질의 일자리 창출
  - 승용제초기 설계 제작의 원천기술을 확보함으로써 다양한 신기술을 융합한 제초기 개발과정에 전문적인 설계, 개발인력이 필요함에 따라, 일반 설계인원보다 높은 대우를 받을 수 있는 전문인력 일자리 창출이 예상됨
  
- 경제활동을 통한 이익이 지역에 순환되는 지역경제 공헌
  - 승용제초기는 100% 수입에 의존하고 있는 제품이기 때문에, 국산화 대체만으로도, 해외 외화 유출대신 국내 기업 간의 거래를 유도하고, 경제활동이 지역 내 순환 구조가 형성되어 지역경제에 공헌이 가능함

**< 별첨 자료 >**

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

## 자체평가의견서

### 1. 과제현황

		과제번호		121031-02-2	
사업구분	첨단농기계산업화기술개발사업				
연구분야	농기계			과제구분	단위
사업명	첨단농기계산업화기술개발사업				주관
총괄과제				총괄책임자	
과제명	원격조종 가능한 근접 장애물 감지형 승용제초기 개발			과제유형	(개발)
연구개발기관	㈜태광공업			연구책임자	노태균
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2021.04.01.~ 2021.12.31	400,000	134,000	534,000
	2차년도	2022.01.01.~ 2023.06.30	533,000	178,000	711,000
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
	계	2021.04.01.~ 2023.06.30	933,000	312,000	1,245,000
참여기업	한국섬유기계융합연구원				
상대국	-	상대국연구개발기관	-		

2. 평가일 : 2023. 08. 25

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
㈜태광공업	상무이사	노태균

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.

학 약

노태균 

[별첨 1]

## I. 연구개발실적

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

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수

본 연구개발은 수입에 의존하고 있는 승용제초기를 자체 개발하여 제초성능이 선진기업 수준으로 우수하며, 타 기업에서 적용하지 않았던 전기배터리 기반의 구동방식, 원격조종, 근접장애물 및 경사 감지시스템 등의 차별화 된 기술을 함께 개발 적용함에 따라 연구개발결과가 우수하다고 판단됨

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수

승용제초기는 전체 제초기 시장의 50%정도를 차지할 만큼 파급력이 크며, 100%수입에 의존하고 있었던 만큼 국내 자체 개발 제초기를 판매함으로써 해외 의존도를 감소시킬 수 있으며 국내 농기계 기술경쟁력이 향상됨

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수

승용제초기는 사업화를 목표로 하고 개발한 제품으로 연구개발결과는 사업화로 바로 이어질 수 있으며, 국내뿐만 아니라 수출을 통한 세계시장 진출을 목표로 하고 있음

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수

승용제초기 개발을 위해 다양한 기술들을 적용하였으며, 특히 초기 고려하지 않았던 전기배터리 방식의 구동부는 초기 과제 평가위원님들의 조언에 따라 과감히 설계 변경을 하여 연구개발 수행을 성실히 임하였고, 초기 계획했던 모든 연구개발내용 및 목표를 달성하였음

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

■ 등급 : 보통

승용제초기 개발과제는 난이도 높은 기술적 개발보다는 국산화 대체 및 사업화와 직결되는 제품개발을 목표로 함에 따라 학술적인 논문 게재 및 특허 등록 등에 일부 미비함을 보였으나, 학술대회 참가해서 연구개발 성과를 발표하였으며, 아직 등록은 기다리고 있지만 특허 출원 등의 연구개발 성과 달성을 위해 성실히 수행하였음

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체 평가
승용제초기의 구동을 위한 구동부 설계 개발	10	100	구동 기어 및 전기모터 방식의 구동장치 설계 개발이 계획대로 완료됨
무선조종 연동이 가능한 조향장치 설계 개발	10	100	조향장치가 수동/무선조종 두가지 모두 연계되도록 개발이 계획대로 완료됨
승용제초기의 제초 작업 부 설계 개발	10	100	연구목표대로 작업부 개발이 완료됨
전체 프레임 및 커버 디자인 설계 개발	5	100	연구목표대로 프레임 및 커버 디자인 개발이 완료됨
승용제초기 구동부 주요부품 구조 해석	5	100	기어부분의 구조해석 및 분석이 수행됨
제초작업부의 제초 로타리 강성해석	5	100	제초 로타리 부분의 구조해석 및 분석을 수행함
승용제초기의 주요 프레임 구조해석	5	100	프레임의 구조해석 및 안전성 분석을 수행함
승용제초기의 구성부품 설계보완 및 제작가공	10	100	설계 안 대로 구성부품 제작 및 가공이 완료됨
승용제초기의 무선조종 컨트롤러 개발 및 통신시스템 연동	10	100	무선조종 컨트롤러 개발 및 통신시스템 연계 완료됨
승용제초기의 전체 조립 및 시운전	5	100	승용제초기 조립 및 시운전 완료함
승용제초기의 기계적 성능평가	5	100	자체 평가 및 제3자 입회하에 기계적 성능평가 완료함
승용제초기의 전기배터리 기반 동력 대체 기초설계	5	100	전기배터리 기반 동력 전환 및 설계 제작 완료함
충돌방지를 위한 승용제초기의 근접 장애물 감지시스템 개발	5	100	초음파 센서를 활용한 근접 장애물 감지시스템 제작 완료함
운전 중 전복 방지를 위한 지형의 경사 감지시스템 개발	5	100	경사에 따라 감지 가능한 시스템 제작 완료함
개발 제초기의 위험요인 분석 및 성능평가	5	100	제초기의 위험요인 및 분석 성능평가 완료함
합계	100점	100	연구목표대로 전체적으로 잘 수행됨

## III. 종합의견

### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

연구목표대로 승용제초기 개발이 완료되었으며, 기계적 성능 또한 목표치를 모두 달성하였습니다. 기존 연구개발 목표에 추가로 전기구동방식으로 변경하여 기술력을 향상시켰으며, 다양한 부지에 시운전을 통해 신뢰성 및 내구성도 확보하였습니다. 종합적으로 봤을 때 연구개발이 성공적으로 되었다고 판단됩니다.

### 2. 평가 시 고려할 사항 또는 요구사항

연구개발 목표를 달성하기 위해 성실히 연구개발에 임했으며, 일부 부족한 부분이 있더라도 자체 투자를 통해 미흡한 부분은 보완하여 사업화가 될수 있도록 노력하겠습니다.

### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

연구개발 승용제초기의 자체 필드 테스트 및 농업실용화재단의 안전검정 등을 통해 추가적인 신뢰성을 향상 및 내구성 테스트를 통해 사업화로 직결시킬 예정입니다.

## 연구성과 활용계획서

### 1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	농업기계/설비	
연구과제명	원격조종 가능한 근접 장애물 감지형 승용제초기 개발			
주관연구개발기관	(주)태광공업		주관연구책임자	노태균
연구개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타	총연구개발비
	933,000,000	312,000,000	0	1,245,000,000
연구개발기간	2021.04.01. - 2023.06.30			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타( 사업화 ) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유: )			

### 2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
승용제초기의 구동을 위한 구동부 설계 개발	구동 기어 및 전기모터 방식의 구동장치 설계 개발이 계획대로 완료됨
무선조종 연동이 가능한 조향장치 설계 개발	조향장치가 수동/무선조종 두 가지 모두 연계되도록 개발이 계획대로 완료됨
승용제초기의 제초 작업 부 설계 개발	연구목표대로 작업 부 개발이 완료됨
전체 프레임 및 커버 디자인 설계 개발	연구목표대로 프레임 및 커버 디자인 개발이 완료됨
승용제초기 구동부 주요부품 구조 해석	기어부분의 구조해석 및 분석이 수행됨
제초작업부의 제초 로타리 강성해석	제초 로타리 부분의 구조해석 및 분석을 수행함
승용제초기의 주요 프레임 구조해석	프레임의 구조해석 및 안전성 분석을 수행함
승용제초기의 구성부품 설계보완 및 제작가공	설계 안 대로 구성부품 제작 및 가공이 완료됨
승용제초기의 무선조종 컨트롤러 개발 및 통신시스템 연동	무선조종 컨트롤러 개발 및 통신시스템 연계 완료됨
승용제초기의 전체 조립 및 시운전	승용제초기 조립 및 시운전 완료함
승용제초기의 기계적 성능평가	자체 평가 및 제3자 입회하에 기계적 성능평가 완료함
승용제초기의 전기배터리 기반 동력 대체 기초설계	전기배터리 기반 동력 전환 및 설계 제작 완료함
충돌방지를 위한 승용제초기의 근접 장애물 감지시스템 개발	초음파 센서를 활용한 근접 장애물 감지시스템 제작 완료함
운전 중 전복 방지를 위한 지형의 경사 감지시스템 개발	경사에 따라 감지 가능한 시스템 제작 완료함
개발 제초기의 위험요인 분석 및 성능평가	제초기의 위험요인 및 분석 성능평가 완료함

\* 결과에 대한 의견 첨부 가능

### 3. 연구목표 대비 성과

(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 (타연구활용등)
	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		논 문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												S C I	비 S C I	논 문 평 관 I F						
단위	건	건	건	평년 건수	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	명	건	건			
가중치	5	5	-	-	5	10	50	-	-	10	-	-	-	5	-	5	-	5	-	
최종 목표	2	2	-	-	1	11	1	-	-	1	-	-	-	2	-	2	-	1	-	
당해 년도	목표	2	2	-	-	1	11	1	-	-	1	-	-	2	-	2	-	1	-	
	실적	2	-	-	-	1	0	1	-	-	4	-	-	2	-	1	-	1	-	
달성률 (%)	100	0	-	-	100	0	100	-	-	400	-	-	-	100	-	50	-	100	-	

### 4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	승용제초기 구동 및 조향 설계 기술
②	승용제초기 작업기 설계 제작 기술
③	무선조종 연동 승용제초기 제어 기술

### 5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술		v		v		v				
②의 기술		v		v		v				
③의 기술		v		v		-				

\* 각 해당란에 v 표시

### 6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	구동이 필요한 다양한 농업용 관리기, 제초기, 운반차 등에 적용 가능
②의 기술	관리기 및 다른 형태의 제초기에 제초 작업기 기술 응용 및 적용이 가능함
③의 기술	자사에서 판매하고 있는 다양한 제초기 및 관리기, 운반차에 무선조종 기술을 적용하여 새로운 방식의 농업기계 기술 개발에 활용 가능함

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 활용등)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T  평 가 제 도	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SCI	비 SCI	논 문 평 관 I F						
단위	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	명	건	건				
가중치	5	5	-	-	5	10	50	-	-	10	-	-	-	5	-	5	-	5	-	
최종목표	2	2	-	-	1	11	1	-	-	1	-	-	-	2	-	2	-	1	-	
연구기간내 달성실적	2	-	-	-	1	0	1	-	-	1	-	-	-	2	-	1	-	1	-	
연구종료후 성과창출 계획	-	2	-	-	-	11	-	600	600	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

8. 연구결과의 기술이전조건(자가실시로 인해 해당없음)

주 의

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