

(옆면)

(앞면)

118069-
2

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개() 발간등록번호(O)
첨단생산기술개발사업 2019년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003129-01

센서
감지에
의한
장애물
자동회피
가능한
제초
작업용
로타리
개발

최
종
보
고
서

2019

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

센서감지에 의한 장애물 자동회피 가능한 제초작업용 로타리 개발

최종보고서

2020. 07.

주관연구기관 / 그린하이팜
협동연구기관 / 전주대학교 산학협력단

농 립 축 산 식 품 부

(전문기관) 농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “센서감지에 의한 장애물 자동회피 가능한 제초작업용 로타리 개발”(개발
기간 : 2018. 04. 26 ~ 2019. 12. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020 . 02 . 14 .

주관연구기관명 : 그린하이팜 (대표자)
협동연구기관명 : (대표자)
참여기관명 : 전주대학교 산학협력단 (대표자)



주관연구책임자 : 정용석
협동연구책임자 :
참여기관책임자 : 이충호

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

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	118069-2	해 당 단 계 연 구 기 간	2018.04.26. ~2019.12.31	단 계 구 분	1차년도/2차년도
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	첨단생산기술개발			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	센서감지에 의한 장애물 자동회피 가능한 제초작업용 로타리 개발			
연구책임자	정용석	해당단계 참여연구원 수	총: 4 명 내부: 4 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 100,000천원 민간: 3,400천원 계: 133,400천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 4 명 내부: 4 명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 175,000천원 민간: 58,400천원 계: 233,400천원
연구기관명 및 소속부서명	주관기업 그린하이팜			참여기관명 전주대학교 산학협력단	
국제공동연구	상대국명:				상대국 연구기관명:
위탁연구	연구기관명:				연구책임자:

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	
-------------------------	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설· 장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명정 보	생물자 원	정보	실물
등록·기탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설·장 비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)

보고서 면수
85

<요약문>

연구의
목적 및 내용

- 기술개발목표
 - 센서감지에 의한 장애물 회피 가능한 제초작업용 로타리 개발
 - 400mm 자동수평이동 가능한 제초작업용 로타리 개발
 - 750mm 제초 작업 가능한 로타리 개발
 - 트랙터 부착형 이동식 제초 작업기 개발
 - 저수고 밀식재배 과원, 도로 및 농로 제초 가능한 이동식 제초기

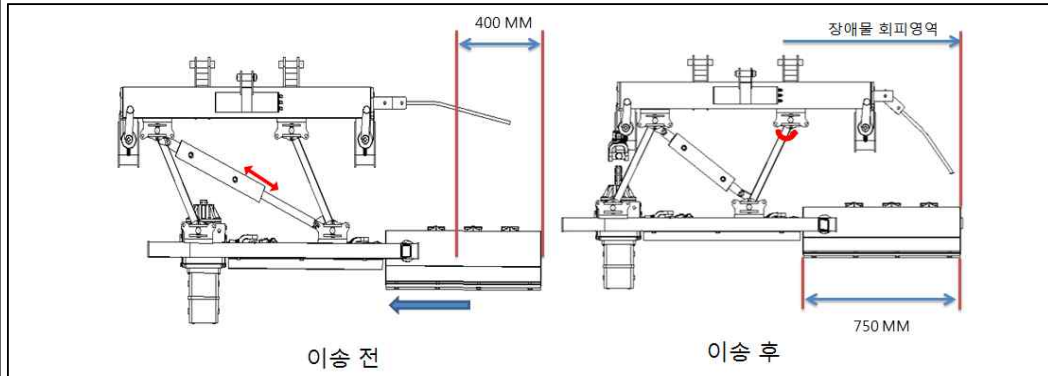
● 시작품제작

시작품	제원
	<ul style="list-style-type: none"> - 트랙터 소요동력 :30HP 이상 - 작업폭 : 75cm 이상 - 수평이동(offset) : 40cm - 독립 유압동력원 사용 - 장애물 회피 가능 - 중량 : 280kg - 사이즈 : 90 X 1,20 x 65cm



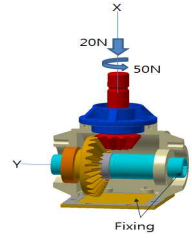
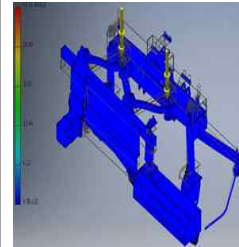
● 연구내용

주관기업 (그린하이팜)	협동기관 (전주대학 산학협력단)
<ul style="list-style-type: none"> - 시작품제작 - 제초로타리 모듈 시스템설계 - 3점링크, 동력전달장치 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 구조해석 (프레임, 기어강도등) - 센서 작동메카니즘 설계 - 유압회로 설계

● 장애물 회피 수평이동 메카니즘



● 시금형제작 및 해석

시금형 제작		해석	
			
기어박스 시금형	브레이드 시금형	기어박스해석	프레임 해석

연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> 정성적성과 																																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>성과항목</th> <th>목표</th> <th>달성</th> <th>달성율(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">사업화 지표</td> <td>특허등록</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>기술실시</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>제품화</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>고용창출</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">연구기반지표</td> <td>비SCI 논문</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>투고중</td> </tr> <tr> <td>학술발표</td> <td>1</td> <td>4</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>홍보전시</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>					성과항목	목표	달성	달성율(%)	사업화 지표	특허등록	1	1	100	기술실시	1	1	100	제품화	1	1	100	고용창출	0	1	-	연구기반지표	비SCI 논문	1	0	투고중	학술발표	1	4	400	홍보전시	1	1	1							
	성과항목	목표	달성	달성율(%)																																										
	사업화 지표	특허등록	1	1	100																																									
		기술실시	1	1	100																																									
		제품화	1	1	100																																									
		고용창출	0	1	-																																									
	연구기반지표	비SCI 논문	1	0	투고중																																									
		학술발표	1	4	400																																									
		홍보전시	1	1	1																																									
<ul style="list-style-type: none"> 정량적 목표성과 																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">평가항목 (주요성능 Spec. 등)</th> <th rowspan="2">단위</th> <th>개발목표치</th> <th rowspan="2">결과값</th> <th rowspan="2">결과</th> </tr> <tr> <th>가중치(%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">1. 상용제조작업속도</td> <td rowspan="2">rpm</td> <td>170 이상</td> <td rowspan="2">221</td> <td rowspan="2">PASS</td> </tr> <tr> <td>20</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2. 평균작업폭</td> <td rowspan="2">cm</td> <td>75 이상</td> <td rowspan="2">82.83</td> <td rowspan="2">PASS</td> </tr> <tr> <td>20</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">3. Offset 량</td> <td rowspan="2">cm</td> <td>40 이상</td> <td rowspan="2">41.5</td> <td rowspan="2">PASS</td> </tr> <tr> <td>30</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">4. 제품 중량</td> <td rowspan="2">kg</td> <td>290 이하</td> <td rowspan="2">287.5</td> <td rowspan="2">PASS</td> </tr> <tr> <td>10</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">5. 입력축 인장강도</td> <td rowspan="2">MPa</td> <td>840 이상</td> <td rowspan="2">1639</td> <td rowspan="2">PASS</td> </tr> <tr> <td>10</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">6. 제초날 인장강도</td> <td rowspan="2">MPa</td> <td>840 이상</td> <td rowspan="2">994</td> <td rowspan="2">PASS</td> </tr> <tr> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>					평가항목 (주요성능 Spec. 등)	단위	개발목표치	결과값	결과	가중치(%)	1. 상용제조작업속도	rpm	170 이상	221	PASS	20	2. 평균작업폭	cm	75 이상	82.83	PASS	20	3. Offset 량	cm	40 이상	41.5	PASS	30	4. 제품 중량	kg	290 이하	287.5	PASS	10	5. 입력축 인장강도	MPa	840 이상	1639	PASS	10	6. 제초날 인장강도	MPa	840 이상	994	PASS	10
평가항목 (주요성능 Spec. 등)	단위	개발목표치	결과값	결과																																										
		가중치(%)																																												
1. 상용제조작업속도	rpm	170 이상	221	PASS																																										
		20																																												
2. 평균작업폭	cm	75 이상	82.83	PASS																																										
		20																																												
3. Offset 량	cm	40 이상	41.5	PASS																																										
		30																																												
4. 제품 중량	kg	290 이하	287.5	PASS																																										
		10																																												
5. 입력축 인장강도	MPa	840 이상	1639	PASS																																										
		10																																												
6. 제초날 인장강도	MPa	840 이상	994	PASS																																										
		10																																												
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> 활용계획 <ul style="list-style-type: none"> - 독립 유압동력원 활용 유사 농작업기 개발에 활용 - 무인제초기 개발기반에 활용 기대효과 <ul style="list-style-type: none"> - 국산화로 수입대체효과 - 농민 구입비용 450만원 경감 (수입품 1,050만원, 개발품 600만원) - 센서 응용메카니즘, 기어박스, 프레임해석등 원천기술 확보 2020년 신규채용 계획 <ul style="list-style-type: none"> - 3명 (연구직 1명, 영업직 1명, 생산관리 1명) 매출증대 																																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>년도</th> <th>2020년</th> <th>2021년</th> <th>2022년</th> <th>2023년</th> <th>2024년</th> <th>합계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>국내(대)</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>50</td> <td>70</td> <td>100</td> <td>270</td> </tr> <tr> <td>수출(대)</td> <td>0</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>30</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>수량 계</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>60</td> <td>90</td> <td>130</td> <td>340</td> </tr> <tr> <td>금액(억)</td> <td>1</td> <td>2.5</td> <td>3.5</td> <td>6</td> <td>8</td> <td>21</td> </tr> </tbody> </table>							년도	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계	국내(대)	20	30	50	70	100	270	수출(대)	0	10	10	20	30	70	수량 계	20	40	60	90	130	340	금액(억)	1	2.5	3.5	6	8	21				
	년도	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계																																							
	국내(대)	20	30	50	70	100	270																																							
	수출(대)	0	10	10	20	30	70																																							
	수량 계	20	40	60	90	130	340																																							
	금액(억)	1	2.5	3.5	6	8	21																																							
	<ul style="list-style-type: none"> 마케팅 전략 <ul style="list-style-type: none"> - 국내외 농업기계 전시회참가, 유튜브등 SNS 홍보전략 목표시장 : 과수농가, 영농조합, 트랙터대리점, 농업기술센터, 농협등 																																													
	국문핵심어 (5개 이내)	센서감지	장애물회피	수평이동제초	유압이동 제초기	제초 로타리																																								
	영문핵심어 (5개 이내)	Sensor Detect	Obstacle avoidance	Horizontal	Hydraulic transfer mower	Weeding rotary																																								

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구수행 내용 및 결과	15
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	80
4. 연구결과의 활용 계획 등	83

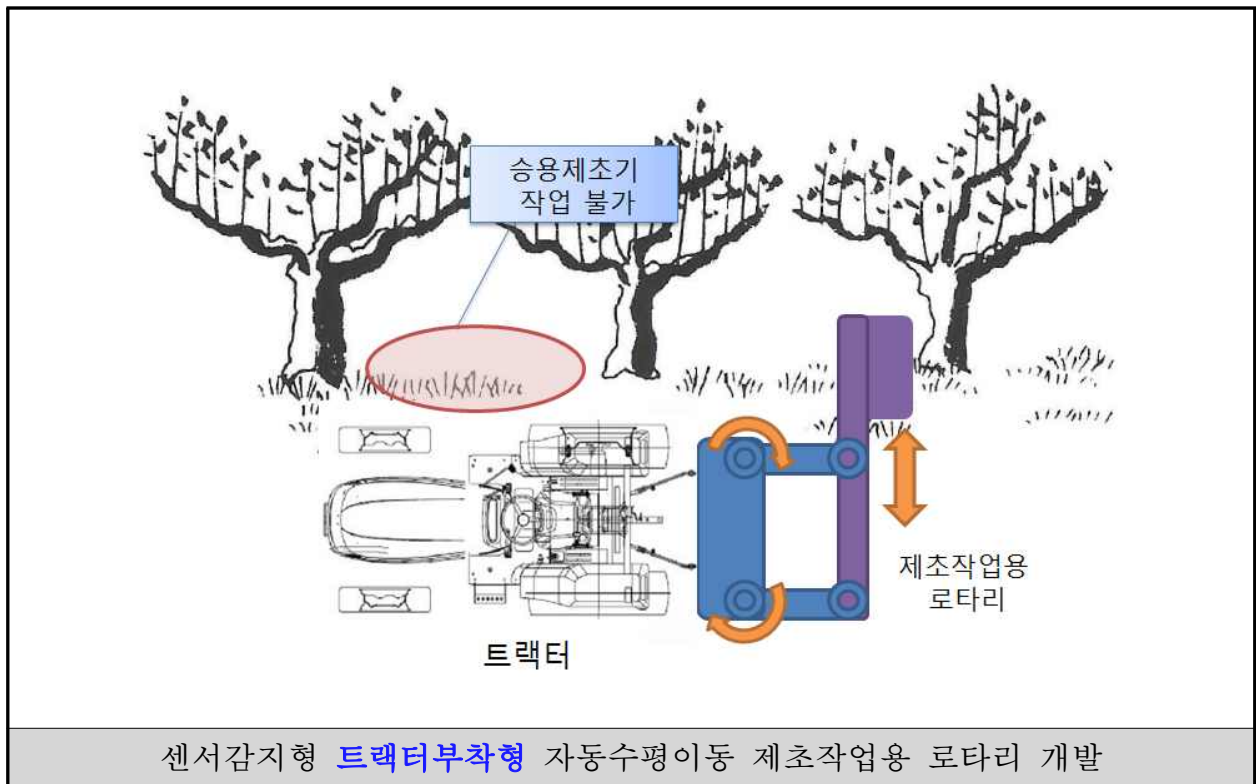
1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

친환경농사를 위한 과수원, 모든 농업환경에서 필요한 제초작업이 불가능한 지형에서 제초제를 사용하여 토양의 황폐화가 가속되고 있어 이와 같은 제초 사각지역에 효율적인 센서감지형 자동수평이동 제초기를 이용 확대가 필요하다.

이를 위해서는, 기존의 제초기 개념을 탈피하여 일반 노지면 및 입목 주변에 관계없이 제초가 가능한 기계 개발이 필요한데, 트랙터가 진입이 어려운 구간 및 지형에서의 작업이 가능하고, 작업영역의 감지를 위한 센서감지가 가능한 설계를 통해서, 작업기의 작업 영역의 확장 및 활용성 증대를 통해서 배수로, 도로 및 갓길, 골프장 및 평지, 과수원 및 축산 농가용 목초 예취 등 다양한 지형지물에 사용이 가능한 로타리형 제초장치 개발에 목적을 두고 있다.

또한 사각지대의 제초 작업 뿐만 아니라 일반 목적의 제초기의 역할을 같이 할 수 있는 공용의 방법을 연구개발하고, 과수목 아래의 미미한 경사지나 도로변 등의 제초 작업에도 사용할 수 있는 제초기의 연구개발에 동시에 목적을 두고 있다.



1-2. 연구개발의 필요성

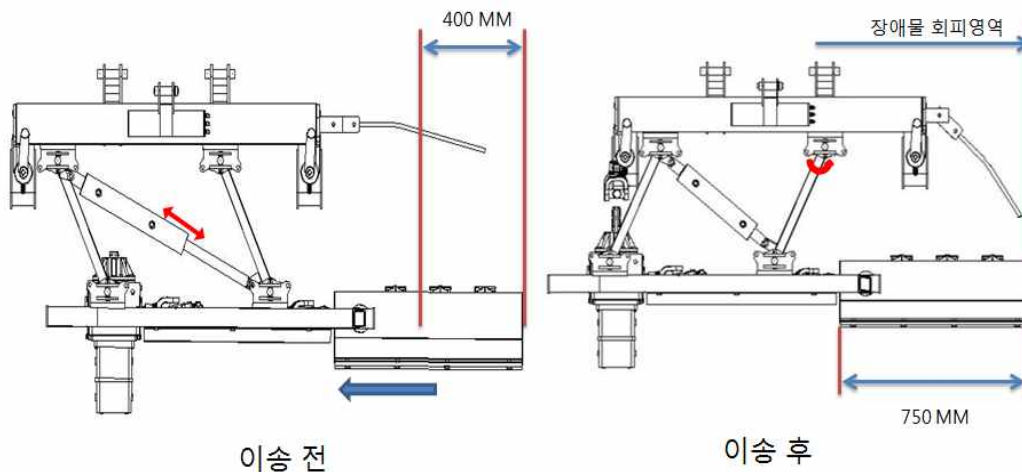
전 국토의 70%가 산악지형인 한국은 경사지 및 구릉지에 과수원과 농지 및 임업용 산림 등으로 조성 되어있다. 제초작업은 친환경 농사를 위한 과수원, 모든 농업환경에서 필요한 작업이다. 기계로 제초작업이 불가능한 지역에서 제초제를 사용하여 토양의 황폐화가 가속되고 있어 제초 사각지역에 효율적인 센서감지형 자동수평이동 제초기를 통해 번거로운 이동이 없이 직진주행을 하면서 제초기가 수평으로 이동하여 제초가 가능한 기술도입은 농가의 생력화를 위해 새로운 기술이다.

특히 중양 및 경사면 밀식재배 과수원에서는 기존의 수평면 형태의 일직선 제초기로는 과수원 전체를 제초할 수 없다. 따라서 기존의 제초기 개념을 탈피하여 일반 노지면 및 임목 주변에 관계 없이 제초가 가능한 기계 개발이 필요하여 개발을 수행하였다.

1-2-(가)개발 기술의 독창성

- 작업지형의 한계 극복을 위한 기술개발(센서감지에 의한 수평이동 기능)
- 트랙터가 진입이 어려운 구간 및 지형에서의 작업이 가능.
- 단순한 구조로 된 센서감지에 의한 자동화 작업기 구현.
- 작업 영역의 확장 및 활용성 증가 :

용·배수로 / 도로 및 갓길 / 골프장 및 평지 / 과수원 및 축산 농가용 목초 예취 등



1-2-(나) 국내·외 관련 기술 동향

- 우리나라를 비롯한 많은 국가에서 잡초방제 기술은 제초제에 의한 화학적 잡초방제에 의존하고 있는 실정이나 환경오염, 제초제 연용에 의한 저항성잡초의 출현으로 부작용이 나타나고 있다. 따라서 제초제 사용량을 줄이기 위한 종합적 잡초 관리기술 체계로 고품질 안전농산물 생산 및 보급 전략으로 추진하고 있음.
- 여러 다른 잡초방제 장비는 화염방사기, 고온수, 유기 오일, 고전압 전기방전을 포함한 로봇시스템과 결합하여 사용하기 위하여 연구가 진행되고 있음
- 일본의 : ROBOT TRACTOR

- Weeding, Spraying, Harvesting, Tillage 작업이 가능한 로봇 트랙터 개발중



○ 세계 전동 잔디 및 정원 장비의 2009년 시장규모는 약 188억달러 매년 3.4%정도의 신규 수요의 창출을 기대하고 있으며 가장 빠른 성장은 북미, 서유럽, 호주 시장으로 2009년 수요의 90%를 예측하고 있다(www.freedoniagroup.com). 대개 1인당 국민소득이 높은 국가시장이 형성되어 있으며 세계의 골프장, 가정과 정원용 장비로 모우어 및 전용작업 차량은 아시아 지역도 급격히 시장의 확대가 예상되고 있음. 영국시장은 2005년을 기준으로 정원 잔디깎기 전용이 약 83%, 트랙터 탈부착형이 9%, 수동 구동형이 약 8%의 시장점유율을 보이고 있으며 Mountfield, Hayter, Qualcast 등의 업체가 있다 (www.friendlyrobotics.co.uk).

표. 세계의 주요 모우어 생산업체

브랜드	설명	국적
Atco	Atco Qualcast는 보쉬 Gmbh소유로 Qualcast브랜드로 영국시장의 주요기업으로 대부분의 생산제품을 수출하고 있음	독일
알렌	영국의 대표적인 모우어 회사로 로타리형 모우어 장치를 주로 제작함	영국
블랙 & 데키	기본적인 전동 공구활용 모우어	미국
카스텔/Grillo	주로 숲이나 농업용으로 활용하는 모우어 장치를 생산함	
Countax	가장 인기있는 정원트랙터 회사로 미국에 주로 진출하고 있음	영국
일렉트로 룩스	가솔린 구동방식의 영국 3대 메이커임	영국
Hayter	영국을 기반으로 하는 50년 이상 영국에서 강력한 브랜드로 알려져 있고 전원 로타리 모우어 개척	영국
혼다	주로 소형 모우어	일본
Mountfield	유럽전역의 유명한 시장 선도 브랜드중의 하나임	
토로	골프장용 모우어 생산업체	미국
Etesia	정원 모우어	프랑스
Gtech	전동 모우어	독일
Ibea	전원용 모우어	이태리
John Deere	세계1위의 트랙터 메이커/모우어	미국
Jonsered	야외 전원용 모우어	스웨덴
Kaaz	소형 모우어 생산업체	일본
Kubota	소형트랙터와 모우어 시장의 선두주자	일본
Iseki	승용모우어 생산	일본
Yanmar	승용모우어 생산	일본

○ 모우어의 형태에 따른 구분 일반적인 형태는 Grooming 모우어, 로타베이터 형상의 Flail 모우어, 로타리 모우어 그리고 몇 개의 모우어를 조합하여 넓은 작업면적을 동시에 작업할수 있도록 설계된 All-Flex 모우어로 구분됨.

명칭	형상
All-Flex Mowers	
Flail Mowers	
Rotary Cutters	
Grooming Mowers	

- 또한 포집장치의 부착방식은 그림 2-2와 같이 본기에 부착되는 형과 별도의 트레일러 형식으로 견인되는 방식으로 구분됨.



그림 2-6, 트레일러 부착 형태의 잔디 포집장치

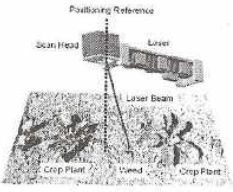

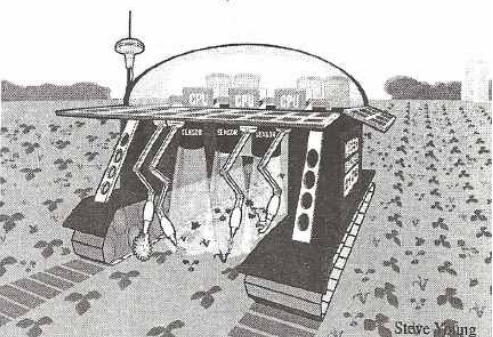
- 유럽 및 미국의 : 무인형 승용 제초기
 - 잔디밭 및 정원이 많은 유럽의 경우, 기존의 승용제초장치에서 무인형 승용제초장치로 개발이 완료되어 시판되고 있으며, 밭 작물의 잡초 제거관련 영상인식 시스템과 기계방식의 친환경 잡초제거장치가 개발되어 현재 컨셉 단계에 있다. 그러나 현재 과수원 및 농가에서 제초작업에 쉽게 사용할 수 있는 장치들은 개발 되지 않고 있으며, 트랙터 부착형이 대부분을 차지하고 있다.

Laser weeding

Harper Adams University

- 5 W CO2 laser
- Diffusing lens
- Steerable mirror

- Retard leaves /growing point (not burn)
- Surface cells @ 56-94°C
- 1 Sec per leaf

친환경 제초장치 (컨셉)




배터리 타입의 정원용 제초장치

1-2-(다) 국내 정부 정책 방향

- 국내 농업의 고령화 및 여성화에 따른 사용이 편리하며, 농가 적용이 용이하고, 가격 및 기술 경쟁력 제고 및 외국산 농업용 작업기 대체를 위한 자동화된 기계 및 농업용 로봇의 개발 필요성 대두됨.
- 농업과 로봇기술의 융합을 통한 미래 스마트 농업시스템 기반 구축을 위한 사업 진행. (2014년, 농업진흥청)

1-3-(라) 국내 제품들의 문제점

제품	주요사양 및 특징	비고
	<ul style="list-style-type: none"> - 승용식 예취 장치 - 국내 일반화된 사양 (외국제품과 차별화 없음) - 수입제품의 브랜드 및 용량에 따른 가격 차별화. 	<ul style="list-style-type: none"> - 작업자 진동 및 소음에 노출로 인한 피로감 증대 - 밭 및 경사지에서 사용 불가
	<ul style="list-style-type: none"> - 원판식 제초기(예초기) - 인력에 의한 이동식 작업 - 잔디밭, 과수원 작업 가능. 	<ul style="list-style-type: none"> - 노동력 및 관리비용 증가 - 고령화에 따른 사용 어려움.
	<ul style="list-style-type: none"> - 인력에 의한 이동식 작업 - 중경 제초용 및 다용도 관리기 - 밭 및 일반 농경지 사용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 작업폭이 작아 노동력 및 비용 증가 - 고령화에 따른 사용 어려움.
	<ul style="list-style-type: none"> - 핸드 가이드식 도로 예초 작업 - 자동 수평 제어 장치 - 고정식 (좌우이동불가) - 일본 개발품 (건설 작업용) 	<ul style="list-style-type: none"> - 가격이 고가 - 중량 무거움 - 30도 미만 경사지 작업가능.
	<ul style="list-style-type: none"> - 3점 링크 트랙터 부착형 - 광폭형(1,200mm) 중경제초 가능 - 고정식 (좌우이동 불가) - 국내 수입 판매 제품 	<ul style="list-style-type: none"> - 가격이 고가 - 연결 링크부 취약으로 고장 잦음.
	<ul style="list-style-type: none"> - 3점 링크 트랙터 부착형 - 3축 회전형 구조. - 독립 유압 시스템 방식 - 국내 수입 판매 제품 	<ul style="list-style-type: none"> - 가격이 고가 - 연결 링크부 내구성 부족 - 경사지 예초가능.

1-3--(마) 국내외 특허 동향

대분류	중분류	소분류	검색식	한국	일본	미국	유럽
센서 감지 자동 평이 동식 초 작업 로 타 리 개발	제초 (예초) 장치 [AA]	제초 기일 반	IPC=[A01B + A01D]* (제초기+ 예초기+ 동 력제초기+ 중경제초기+ 컬티베이터+ weeder+ mower+ lawn mower+ cultivator+glass cutter)	1004	2,809	6,442	2,059
		작업 환경	(논두둑+ 논두렁+ ridgeway+ footpath+ levee+ 과수원+ orchard+ fruit farm+ farm+ farmland+ 용수로 irrigation canal+ flume+ reservoir+ 비탈길+ sloping road+ slope+ uphill+ uphill road+ 평지+ flat terrain)	157	229	2,006	369
	제초 기술	센서 감지	{{터치센서+ 센서+ 썬서+touch sensor + sensor}* (감지+ 부착+ detector+ detection+attachment+ attach+ mount+ fix)}	7	12	96	300
		자동 수평 이동	{{(자동+self-feed+automatic+수평+좌우+평 행+horizontal)*(이동+이송+트랜스퍼 +transfer+trans+transfort+feed+carry)}	6	0	75	220
		장애 물 회피	{{(장애물+나무+tree+obstacle)*(탐지+탐색+ 디텍션+detection+search+observation)}	0	0	21	45
합 계 (유사성이 낮은 항목 제외)				0	0	21	45

<표 > 국내외 관련지식재산권 현황

지식재산권명	지식재산권출원인	출원국	출원번호
디스크형 제초기(DISC TYPE WEEDING MACHINE)	경북대학교 산학협력단	KR	1007210080
어린모 검출 장치를 구비한 제초용 로봇(WEED CONTROL ROBOT WITH YOUNG SEEDING DETECTING APPARATUS)	대한민국 (농촌진흥청장)	KR	1011538570
농업용 잔디 예초 모우어 로봇 및 그의 주행 안내방법(Agricultural mower robot and thereby method of driving guidance)	목포대학교산학협력단 ; 주식회사 하나팜	KR	1012023990

예초기(GRASS MOWER)	한아에세스 주식회사	KR	1010666630
승용형 예초 장치(RIDING TYPE GRASS MOWER APPARATUS)	한아에세스 주식회사	KR	1010666620
측면 제초부가 형성된 제초장치(Weeder using Side Weeding Unit)	개인	KR	1013097450
제초날 구동축에 장착된 제초높이 센싱장치(Weeding height sensing chapter mounted on weed cutter drive shaft)	개인	KR	1011743440

1-3. 연구개발 범위

1) 기술개발의 최종목표

<ul style="list-style-type: none"> - 센서감지에 의한 장애물 회피 가능한 제초작업용 로타리 개발 - 400mm 자동수평이동 가능한 제초작업용 로타리 개발 - 750mm 제초 작업 가능한 로타리 개발 - 트랙터 부착형 이동식 제초 작업기 개발 - 저수고 밀식재배 과원, 도로 및 농로 제초 가능한 이동식 제초기.
--

2) 연구개발 내용

주요 장치	사양	규격
차체 크기	길이 × 폭 × 높이 (mm)	900 X 1,200 x 650
	최소 중량 (kg)	280
	형식	트랙터 부착 및 견인식
	동력전달방식	30Hp이상 트랙터 PTO 구동방식 기어박스에 의한 유압펌프 구동
유압 시스템 및 제어장치	유압시스템	유압펌프 및 실린더 외
	센서방식	터치 감지형 센서
	제어장치	자동 이송형 회로 구성
제초장치	평균작업속도(km/hr)	3~4
	제초날 구동방식	1회전당 2개의 제초날 회전방식
	제초날 회전속도 (rpm)	150~170
	지상고 높이조절(mm) 및 작업 깊이	-40 ~ + 40

- 설계 Data를 분석하여 원천기술 확보, 고유 모델 개발
- 작업반경 및 작업의 자유 조절 가능한 과수전용 제조작업용 로타리 기구설계
- 부품의 구조해석을 통한 최적설계
- 부품의 내구성 확보를 위한 신뢰성 분석
- 시제품의 성능을 분석하여 발생된 문제점을 보완하여 문제점 최소화
- 터치 센서와 유압밸브 조합 모듈 개발
- 독립구동 유압 메카니즘 개발
- 3점 마스터 링크부 개발
- 기어박스과 유압펌프 일체형 개발
- 메인 프레임 외 제관품 설계 제작
- 제조 로타리 경운장치 개발

3) 연구계획

A) 주관기업 그린하이팜 1차년도

가) 연구목표

- 시스템 개념 설계
- 3점링크, 동력전달장치 개발
- 과수농가 요구사항 분석 및 연구기획

나) 연구내용


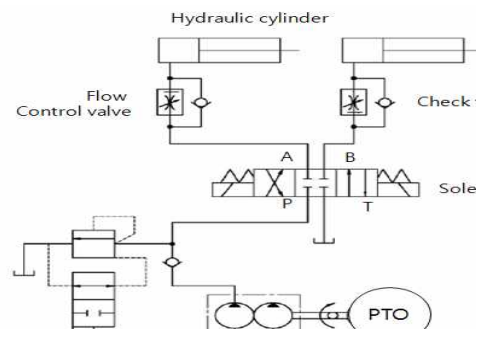
사용 조건	설계 요인	관련 부품
작업기 트랙터 부착시	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 30마력 이상의 트랙터 부착 가능한 구조 ▶ 30마력 이상의 트랙터 견인 가능한 구조. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 3점 링크 부 ▶ 메인 프레임 ▶ 시스템 레이아웃
지면과 작업기 세팅시	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 제조작업에 필요한 높낮이 조절 구조 ▶ 제조작업 견인이 가능한 구조. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 높낮이 조절 장치.
트랙터 동력전달시	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 좌우 회전에 따른 동력전달 용이 구조 ▶ 외부 충격 등 변수에 견딜 수 있는 기어 ▶ 작업기 효율 고려한 기어박스 ▶ 좌우 이송액추에이터 동력 전달 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 기어 및 기어박스 ▶ 입력축 및 출력축 ▶ 동력전달 조인트

○ 제조작업용 로타리의 구조 개념 설계 및 안전성 검증.

- 모든 기종의 트랙터에 장착 가능한 구조의 기구 설계
- 유압 작동 방식에 의한 회전형 구조의 메커니즘 설계

○ 유압펌프 부착형 기어박스 개발

- 기어비 : 27:9 / 회전속 RPM : 1,620
- 동력원 : 트랙터 PTO 입력축
- 제조장치 본체의 자동 수평 이동을 위한 액추에이터 외 동력 전달용.
- 측면 작업기 구동을 위한 출력축을 가지는 구조. ‘

	
유압펌프 부착형 기어박스개발 (이미지)	유압회로도

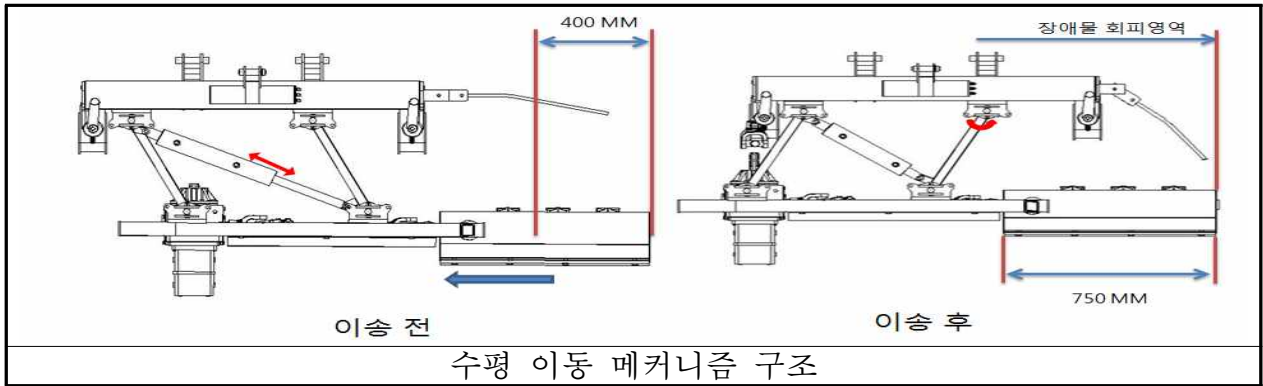
B) 참여기관 전주대학교 1차년도

가), 연구목표

- 제조작업용 로타리의 구조 개념 설계 및 안전성 검증.
- 로타리 자동 수평 이동에 따른 메카니즘 시뮬레이션 분석
- 요소별 응력분석과 압축, 인장, 비틀림 하중을 받는 모든 부분에 대하여 부품 안정성 평가
- 해석모델은 ANSYS를 사용하여 부품 및 제품에 대한 유한요소 해석을 수행
 - ▶ 프레임 구조해석
 - ▶ 제조 블레이드 구조해석
 - ▶ 기어 강도 계산
 - ▶ 로타리 모듈의 거동해석
 - ▶ 반복 작업 부 응력집중 해석

항목	연구 내용
구조해석 및 동역학 해석	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 프레임 구조해석 ▶ 제조 블레이드 구조해석 ▶ 기어 강도 계산 ▶ 로타리 모듈의 거동해석 ▶ 반복 작업 부 응력집중 해석
제어 장치 설계	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 자동 장애물 회피 회로 설계 ▶ 센서 작동 메커니즘 설계

○ 로타리 자동 수평 이동에 따른 메카니즘 시뮬레이션 분석



C) 주관기업 그린하이팜 2차년도

가) 연구목표

○ 시작품 제작

- 제조블레이드 제작
- 로타리 모듈 제작

사용 조건	설계 요인	관련 부품
제조 작업시	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 제조 블레이드 회전시 지면과의 충격 및 마찰 ▶ 견인시 작업기의 피칭, 요잉, 롤링 현상시 ▶ 지면의 이물질(돌 등)과 간섭시 ▶ 동력원과 작업 깊이, 작업폭을 고려한 제조날 ▶ 과부하시 시스템 안전 고려한 안전부품설계 ▶ 좌우 이송모듈 반복 작동관련 부품 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 제조 블레이드 ▶ 로타리 모듈 ▶ 좌우 이송부 힌지 ▶ 안전 부품
장애물 회피시	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 작업 주행 속도 및 센서 작동 시간 내에 회피 가능한 유압시스템 ▶ 장애물 회피 후 즉각적인 복원 시스템 ▶ 터치 센서와 장애물의 작동 구조 ▶ 좌우이송 가능한 구조 및 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 좌우이송 프레임 ▶ 터치 센서 ▶ 유압 실린더 및 시스템
기타	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 유지 보수 편리한 모듈화 구조. ▶ 충격 등에 의한 베어링 보호 구조 등. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전체 시스템

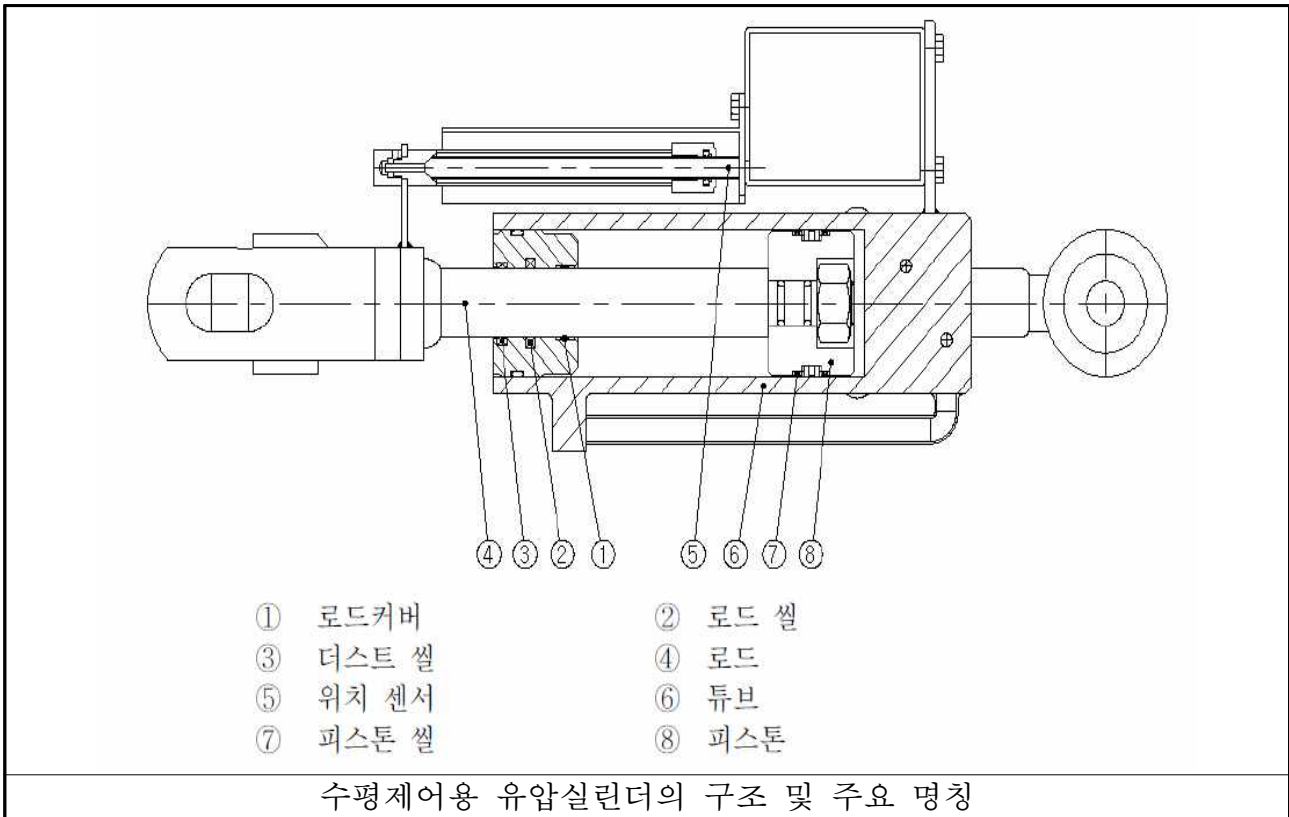
○ 주요 부품의 재질 및 강도 시험

- 외부 환경의 변수가 높아 이에 따른 제조날의 파손 예상,
- 과부하에 따른 기어박스 베어링 및 회전축 파손 등이 예상.
- 따라서 사전 주요부품의 재질 및 열처리 외 후처리에 의한 강도 보강.
- 작동부품의 변형 및 파손의 사전 검증을 통한 설계 보완.

○ 제조기능과 로타리기능의 복합기능의 신개념 블레이드 개발

기존 브레이브 종류	연구개발 제조 로타리 브레이드
	
재질 스프링강 (SUP9)	SUP6 - 내마모성우수

○ 수평이동 제어 유압실린더 개발



D) 협동기관 전주대학교 2차년도

○ 연구목표

- 자동 장애물 회피 알고리즘 및 회로 설계
- 센서 작동 메커니즘에 대한 설계

○ 연구내용

항목	연구 내용
유압 구동 시스템 설계	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 실린더 작용 하중에 따른 강도 해석 ▶ 실린더의 위치 변화에 따라 응력의 분산 고찰. ▶ 반복하중에 의한 안전계수 검증.
테스트 계획서	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 취약 부분의 보완 / 설계 보완 수정. ▶ 시험 기준 및 방법 설정
성능 시험 평가	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 반복 작동성관련 시뮬레이션 평가 ▶ 제품의 성능 평가 및 시험 분석 수행.

E) 개발기술의 평가방법 및 평가항목

가, 정량적 목표 평가항목(평가결과는 시험성적서 참고)

평가항목 (주요성능 Spec. 등)	단위	개발목표치	세계최고 수준 (수준/보유국/보유기업)	연구개발 전 국내수준	수행기관 (주관/공동개발)
		가중치(%)			
1. 상용제조작업속도	rpm	170 이상	170	180	공인기관
		20			
2. 평균작업폭	cm	75 이상	75	60	공인기관
		20			
3. Offset 량	cm	40 이상	0	없음	공인기관
		30			
4. 제품 중량	kg	290 이하	300	350	공인기관
		10			
5. 입력축 인장강도	MPa	840 이상	830	820	공인기관
		10			
6. 제초날 인장강도	MPa	840 이상	830	820	공인기관
		10			

- 공인기관 : 한국생산기술원 김제 첨단농기계종합시험센터
- 세계최고수준 : 유사장치에 대한 기준 : 승용제초장치.
승용제초장치별 기준이 상이하어 기준치 설정에 어려움이 있어 동급 마력대 평균값으로 대체.

나. 시험방법

시험 방법 및 규격	
* 포장상태 조사	
공시포장면적, 표면의 건습정도, 잡초의 정도 기타 필요한 사항을 조사한다.	
(1) 상용 회전속도 (rpm)	제초장치의 정상 작동상태에서의 제초장치 회전속도 측정.
(2) 평균 작업폭(cm)	포장작업을 완료한 후 3행정을 임의 선정하여 측정.
	$B = \frac{B_a}{N}$ Ba : 작업전폭 (m) N : 작업행정수 (회)
(3) 평균작업속도 (m/s)	일정구간 20m에서 작업속도를 5회 측정하여 이를 평균한 값.
(4) Offset 량 (cm)	제초작업이 가능한 장치의 최대 측면 이동량을 측정.

다. 정성적 목표(계획)

성과목표	업화지표										구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인 증	학술성과			교육 지도	인 력 양 성	정책 활용-홍 보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SCI	비 SCI						
단위	건	건	건	건	백만 원	건	백만원	백만원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건	,	
가중치	20			10		40							20				10		
1차년도																			
2차년도	1			1		1						1	1				1		
소 계	1			1		1						1	1				1		
종료																			
1차년도							20												
종료																			
2차년도		1					40												
종료																			
3차년도							60												
종료																			
4차년도							100												

종료						120											
5차년도						340											
소 계		1				340											
합 계	1	1		1		340					1		1				1

2. 연구수행 내용 및 결과

가. 연구개발 추진전략 및 체계 일정 및 연구수행 내용

-개발 추진체계

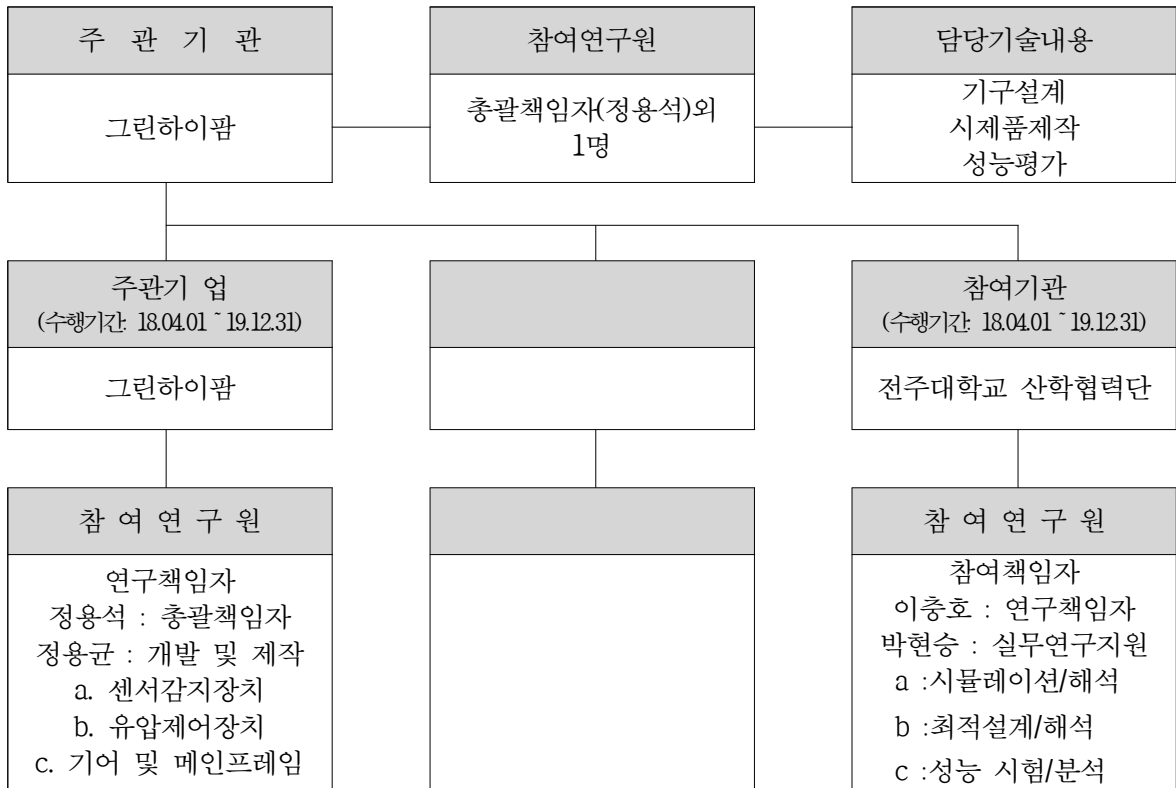


센서감지에 의한 장애물 회피 가능한 제조작업용 로타리 개발의 주요 사양으로, 400mm 자동 수평이동이 가능한 구조설계, 750mm 제조폭의 작업이 가능하고 30마력 이상의 트랙터 부착형 이동식 제조 작업기 개발을 위해서는 설계, 해석, 시제품제작 및 시험평가 그리고 필드테스트를 통해 저수고 밀식재배 과수원, 도로 및 농로에서도 제조가 가능한 이동식 기능의 구현을 수행한다.

각 요소부품의 가장 불리한 응력을 발생시키는 위치 및 방향에서 하중과 힘을 평가하여, 작업기에 가해지는 반복적인 응력 및 진동관련 요소들을 예측하여, 이에 대한 요인을 설계에 반영하여 부품들의 강성이 유지될 수 있는 연구를 수행한다.

사용 조건	설계 요인	관련 부품
작업기 트랙터 부착시	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 30마력 이상의 트랙터 부착 가능한 구조 ▶ 30마력 이상의 트랙터 견인 가능한 구조. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 3점 링크 부 ▶ 메인 프레임 ▶ 시스템 레이아웃
작업기 트랙터 부착후 도로 주행시	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 도로주행 가능한 제원 ▶ 트랙터 도로 주행시 작업기에 가해지는 진동 및 하중 요인 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 3점 링크 부 ▶ 메인 프레임 ▶ 좌우 이송부 힌지 ▶ 시스템 레이아웃
지면과 작업기 세팅시	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 제초작업에 필요한 높낮이 조절 구조 ▶ 제초작업 견인이 가능한 구조. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 높낮이 조절 장치.
트랙터 동력전달시	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 좌우 회전에 따른 동력전달 용이 구조 ▶ 외부 충격 등 변수에 견딜 수 있는 기어 ▶ 작업기 효율 고려한 기어박스 ▶ 좌우 이송액추에이터 동력 전달 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 기어 및 기어박스 ▶ 입력축 및 출력축 ▶ 동력전달 조인트
제초 작업시	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 제초 블레이드 회전시 지면과의 충격 및 마찰 ▶ 견인시 작업기의 피칭, 요잉, 롤링 현상시 ▶ 지면의 이물질(돌 등)과 간섭시 ▶ 동력원과 작업 깊이, 작업폭을 고려한 제초 날 ▶ 과부하시 시스템 안전 고려한 안전부품설계 ▶ 좌우 이송모듈 반복 작동관련 부품 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 제초 블레이드 ▶ 로타리 모듈 ▶ 좌우 이송부 힌지 ▶ 안전 부품
장애물 회피시	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 작업 주행 속도 및 센서 작동 시간 내에 회피 가능한 유압시스템 ▶ 장애물 회피 후 즉각적인 복원 시스템 ▶ 터치 센서와 장애물의 작동 구조 ▶ 좌우이송 가능한 구조 및 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 좌우이송 프레임 ▶ 터치 센서 ▶ 유압 실린더 및 시스템
기타	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 유지 보수 편리한 모듈화 구조. ▶ 충격 등에 의한 베어링 보호 구조 등. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전체 시스템

- 개발팀 편성도



- 추진일정

년차	개발내용	추진 일정											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1차년도	1. 계획수립 및 자료조사	■	■										
	2. 모듈별 설계 초안			■	■								
	3. 제초블레이드 및 로타리					■	■						
	4. 자동 센서 감지 장치 설계							■	■				
	5. 제품 해석 및 설변			■	■	■	■			■	■		
	6. 제어부 유압 시스템 설계									■	■	■	
	7. 1차년 보고서											■	■
2차년도	8. 모듈별 시제품 제작	■	■	■	■	■	■						
	9. 제어부 시스템 제작			■	■	■	■	■					
	10. 통합 시스템 조립 시험					■	■	■	■				
	11. 필드 시험 평가								■	■	■		
	12. 제품 보완 및 재평가									■	■	■	
	13. 인증시험											■	■
	14. 최종보고서												■

<1> 주관기업 연구수행내용 : 그린하이팜

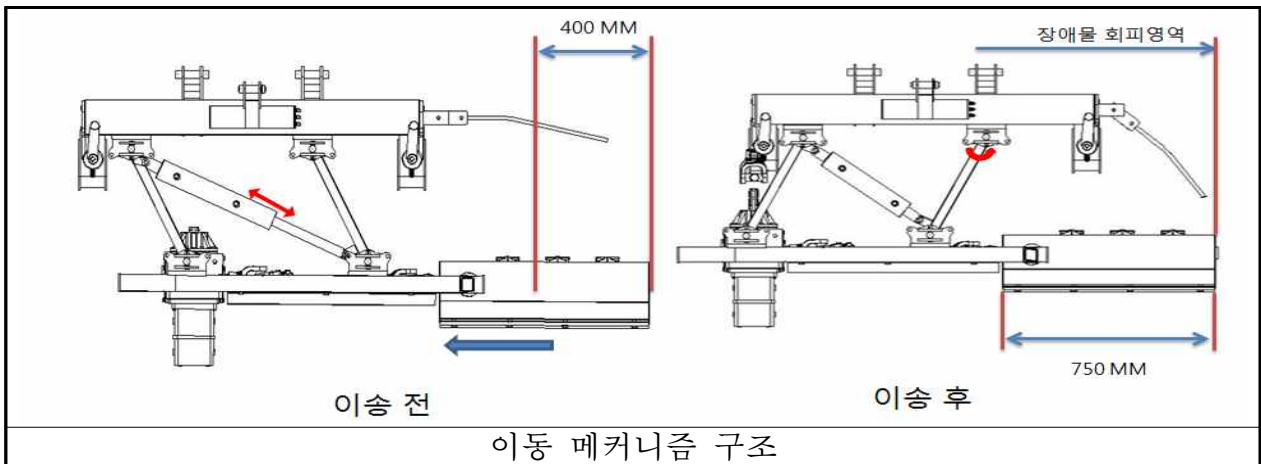
센서감지에 의한 장애물 회피 가능한 제초작업용 로타리 개발의 주요 사양으로, 400mm 자동 수평이동이 가능한 구조설계, 750mm 제초폭의 작업이 가능하고 30마력 이상의 트랙터 부착형 이동식 제초 작업기 개발은 아래 그림과 같이 수행되었다. 이를 개발하기 위한 각 모듈별 개발내용은 다음과 같다.



개발한 센서감응형 로타베이터 제초기

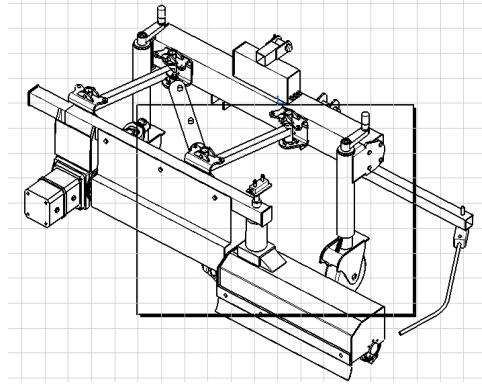
1. 시스템 개념 설계

유압 일체식 기어박스 개발과 모든 기종의 트랙터에 장착 가능하게 하기 위한 2단 편구조의 도입과 아래의 그림과 같이 3점링크 마스터 설계와, 소형 트랙터에도 장착 가능한 제품의 경량화를 위한 도면 설계 및 모델링 작업과 링크 핀 교체가 가능한 구조로 설계되어 다양한 트랙터 사양에 대응하도록 개념 설계를 수행하였다.





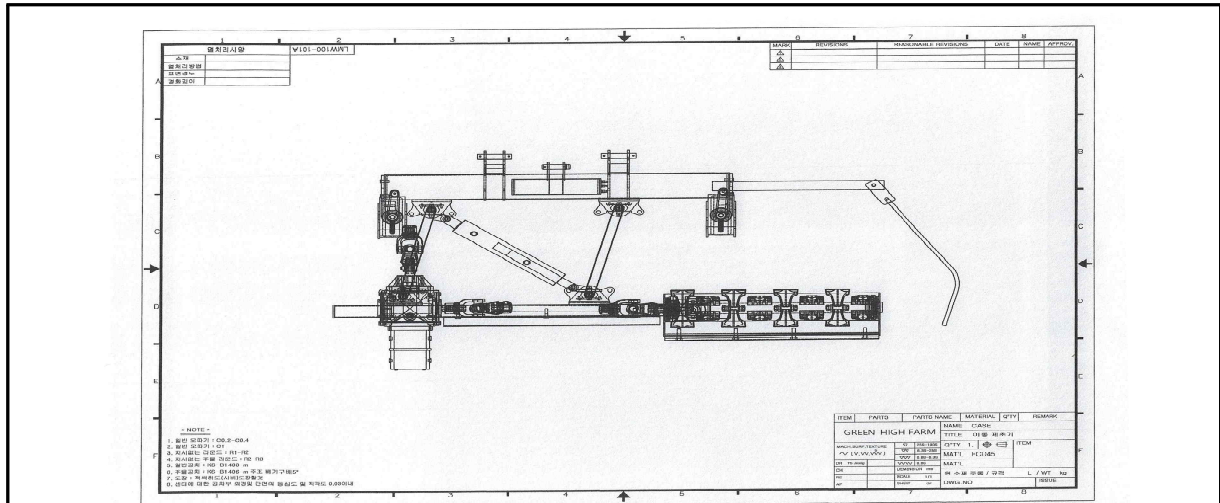
3점링크 마스터 제작



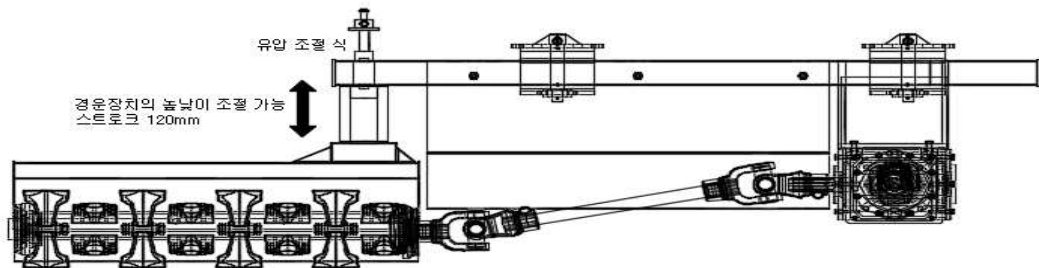
3D 모델링을 통한 구조 설계

2. 제품 도면 작업 및 설계

유압식으로 간편한 레버 작동으로 인한 사용자와 작업환경에 높이 조절 가능한 구조로 설계하였으며, 레버를 이용하여 단순 작동되는 형태로 설계하였으며 이는 아래의 도면과 같다.



유압식으로 간편한 레버 작동으로 인한 사용자와 작업환경에 알맞은 높이 조절 가능한 구조 설계



유압식으로 간편한 레버 작동으로 인한 사용자와 작업환경에 알맞은 높이 조절 가능한 구조 설계

※2-1. 전기/ 전자화를 반영한 시스템의 개발 가능성

본 연구과제는 터치센서 작동에 의한 수평 회피 이동 메카니즘이다.

기계식/접촉식 센서로서 작업 환경 및 지형이 일정하지 못한 점, 농기계 특성 상 진동과 작업자의 스타일에 따라서 변수가 많은 점에 따라서 기계식 센서를 사용하고 있다.

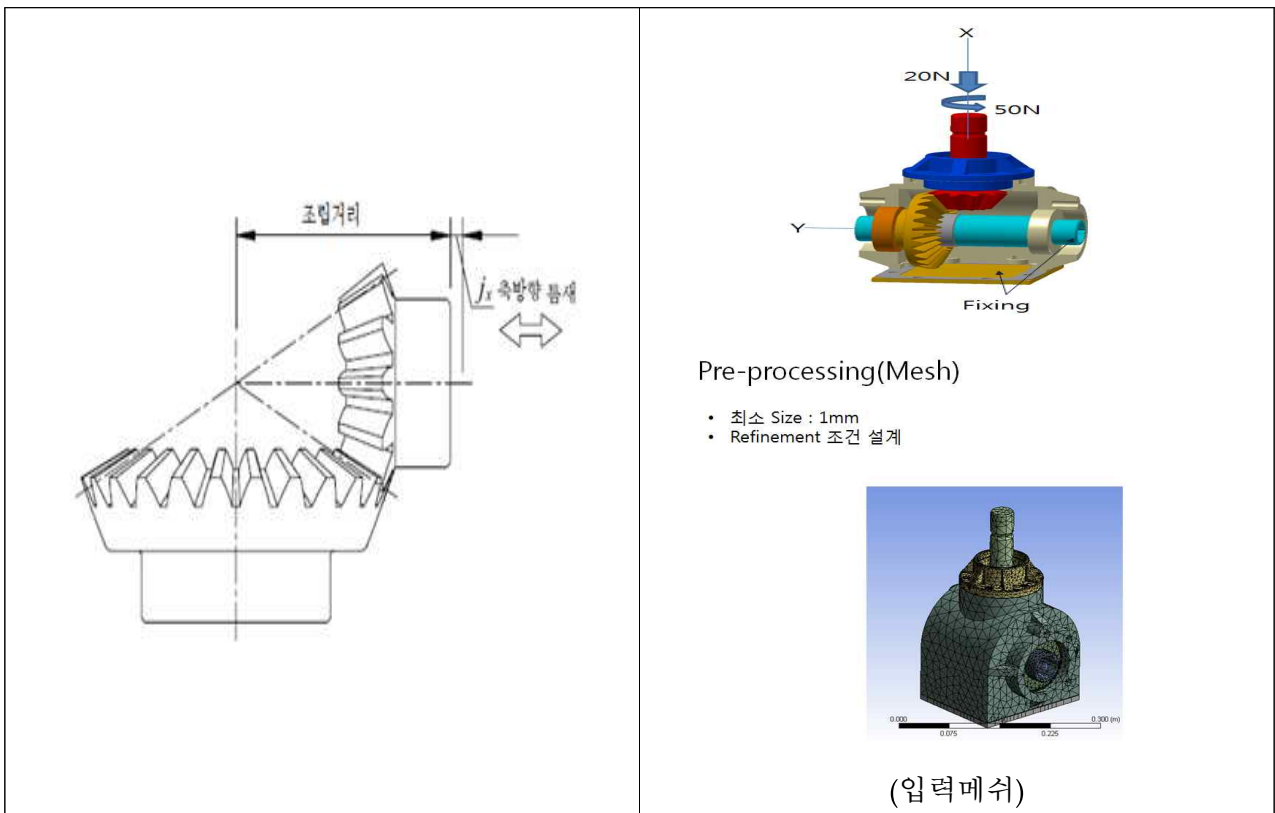
이를 전자식 센서 및 솔 밸브로 활용하기 위해서는 전제조건이 현재로서는 여러 가지 어려움이 많이 동반된다고 볼 수 있다. 하지만 두 가지를 복합적으로 사용하는 것은 긍정적으로 볼 수 있다. 현재 센서는 터치에 의한 와이어의 당겨짐으로 인해 메카니즘이 발생하는 것인데 이를 와이어 대신에 전자식 센서로 대체 할 수 있음을 검토중에 있다. 와이어는 소모품이기 때문에 반복적인 스트레스에 인한 부식 및 파손 가능성이 있지만 이를 대체하여 전자 센서로 복합 시스템을 사용한다면 더욱더 정밀한 이동과 부품의 소모를 줄일 수 있다. 이를 위해서는 지속적인 설계와 연구가 필요하고 결과에 따라서 적극 반영 할 생각이다.

3. 유압펌프 부착형 기어박스 및 기계부품 설계와 구조해석

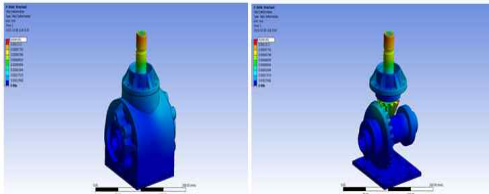
유압펌프 부착 일체형 기어박스를 개발하였으며, 기어 박스의 경우 일반적으로 트랙터의 동력을 가져와 경운부만 구동을 시키는 구조로 되어있다. 본 연구개발의 경우, 기어박스의 심플화 및 기어박스와 유압모터 일체형 구조로 개발을 하였다. 그 이유는 트랙터의 동력이 아닌, 자체 개발된 유압 시스템 구조에 의해 모터를 구동, 유압 장치를 구동 시키는 데 있다.

① 기어박스 구조해석

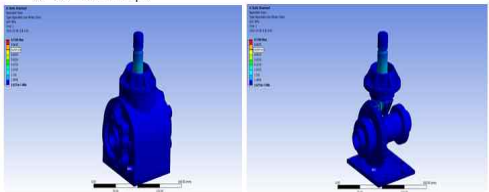
기어박스의 안전성을 확인하기 위해 구조해석을 수행하였으며 재질은 기계구조용 합금강(SNCM220)과 쾌속황강(C3604)에 대하여 하중조건 여야 한다.



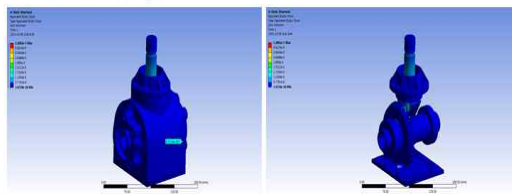
구조해석 결과
- SNCM420(기계구조용 합금강) 결과값
• 변형량 : 1.1e-3mm



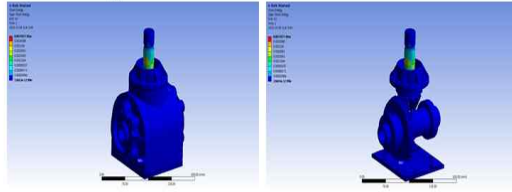
• 등가응력 : 9.72Mpa



구조해석 결과
- SNCM420(기계구조용 합금강) 결과값
• Strain : 5.2e-5mm/mm

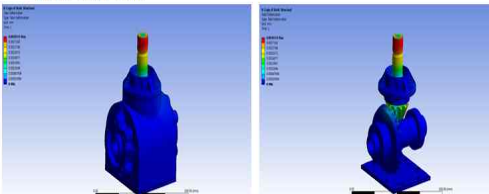


• Strain energy : 2.7e-3 mj

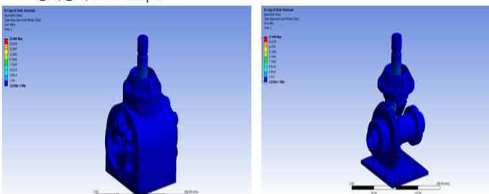


(a) 변형량과 등가응력, 변형량과 변형에너지-1

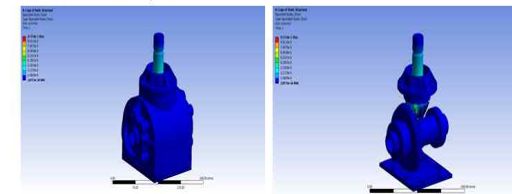
구조해석 결과
- C3604 (쾌속황강) 결과값
• 변형량 : 3.5e-3mm



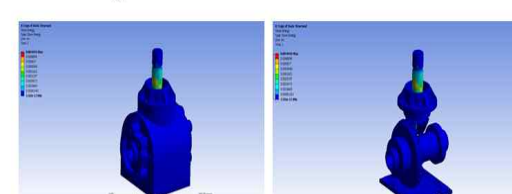
• 등가응력 : 17.46Mpa



구조해석 결과
- SNCM420(기계구조용 합금강) 결과값
• Strain : 9.7e-5mm/mm



• Strain energy : 7.4e-3 mj

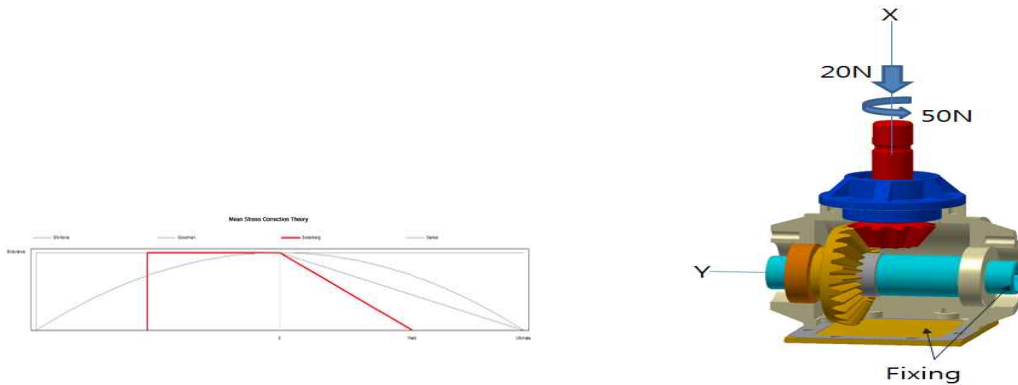


(b) 변형량과 등가응력, 변형량과 변형에너지-2
그림. 기계구조용합금강과 쾌속강의 시뮬레이션 결과

두가지 재료에 대해 기어박스에 대한 구조해석을 조건별로 비교한 결론은 아래의 표와 같다. SNCM420(기계구조용 합금강)과 C3604(쾌속황강)의 구조해석 시뮬레이션의 결과는 변형량, 등가응력, 변형율, 변형에너지 등 모든 값이 기계구조용합금강(SNCM420)이 부품재질로 적합한 것으로 판단된다.

	변형량(mm)	등가응력(MPa)	변형량(mm/mm)	변형에너지
SNCM420	1.1e-3	9.72	5.2e-5	2.7e-3
C3604	3.5e-3	17.46	9.7e-5	7.4e-3

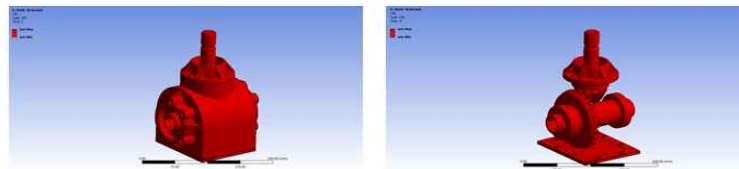
상기 결론과 같이 SNCM420(기계구조용 합금강), C3604(쾌속항강) 결과값을 비교할 때 전자가 우수한 것으로 나타났으며 구조 피로 해석을 SNCM220(기계 구조용 합금강)에 대하여 수행하였다. 하중조건은 앞에서와 마찬가지로 수직 (20N) 및 모멘트 (50N)의 하중을 받고 있는 것으로 가정하여 기어의 Life cycle, 안전계수를 산출하였는데, 평가 조건으로 Life cycle은 $1e-6$ 이상, Safety factor는 10 이상으로 설정하였다. 단, 피로타입은 Zero 기준으로 반복하여 부여하였으며 평균 응력이론은 Soderberg 이론을 적용하였다.



구조 피로 해석 결과

- SNCM420(기계구조용 합금강) 결과값

- Life cycle : $1e-6$ 이상



- Safety Factor : 13.18

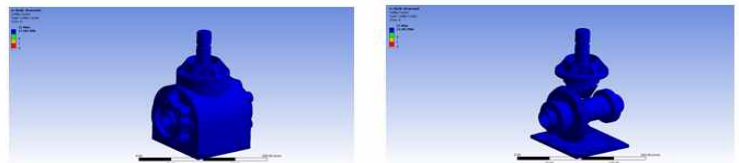
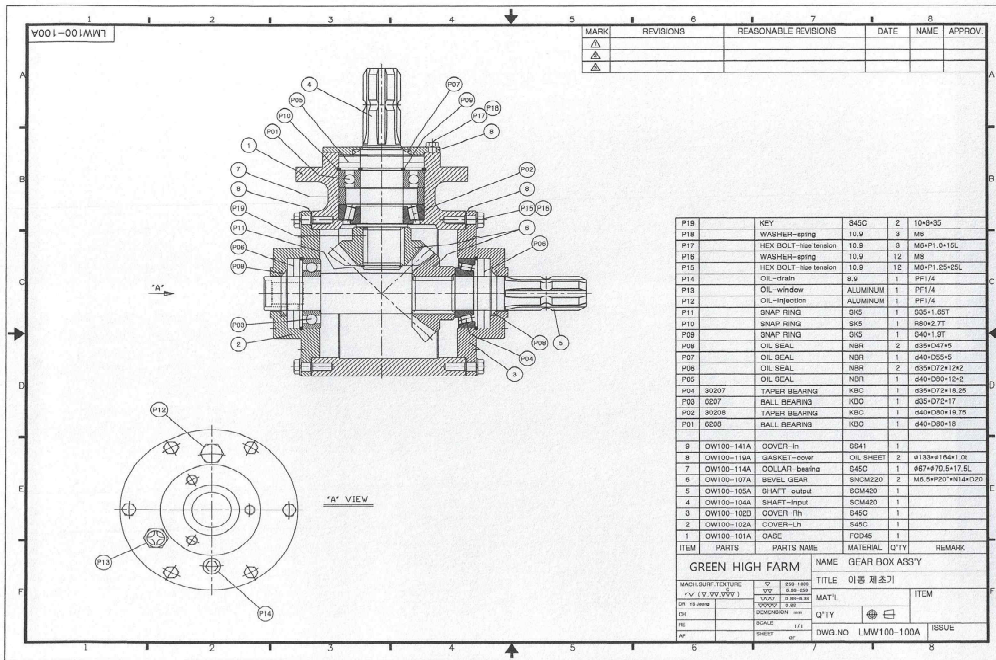


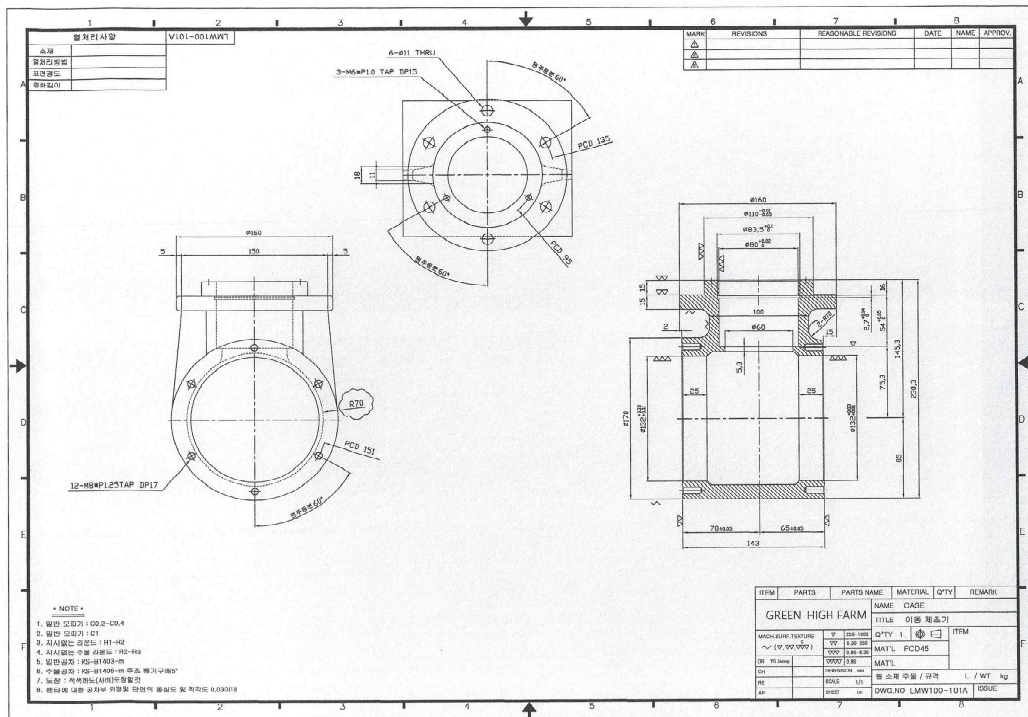
그림. 기계구조용합금강의 구조 피로해석

② 기어박스의 2D 도면

해석결과를 반영하여, 기어박스의 2D도면을 작성하였으며 결과는 다음과 같다.

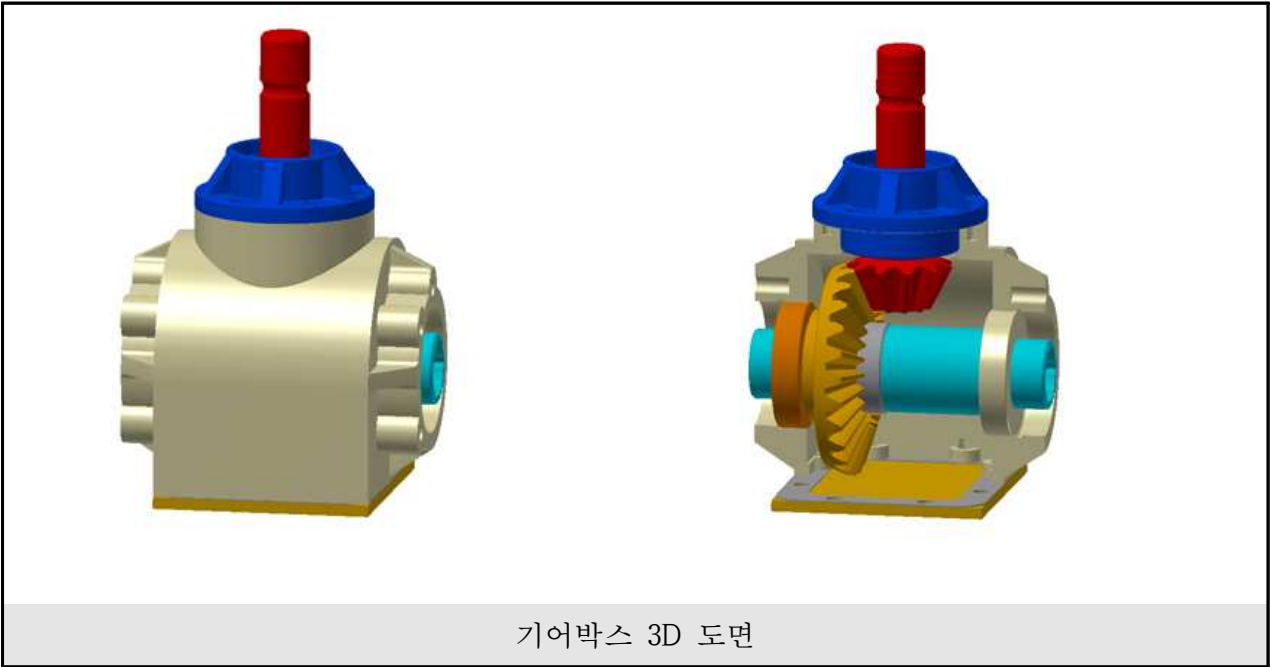


기어박스 ASSY 도면



기어박스 도면

또한 기어박스의 3D 도면은 아래의 그림과 같이 작성하였다.



③ 기어박스 부품 제작 사진 및 도면

기어박스는 트랙터에서 동력을 전달받아 제초기에 전달하는 장치로 제초기의 개발 용량에 부합하도록 시뮬레이션을 통해 설계한 치수를 바탕으로 제작하였다.





베벨기어와 한 쌍인 베벨 피니언



기어박스 시금형



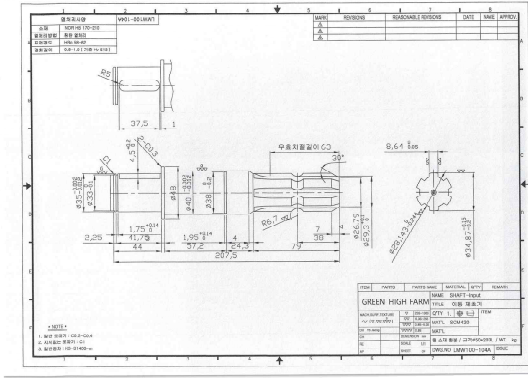
카바 시금형



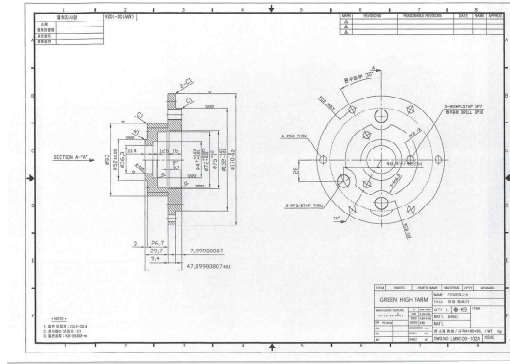
케이스 주물



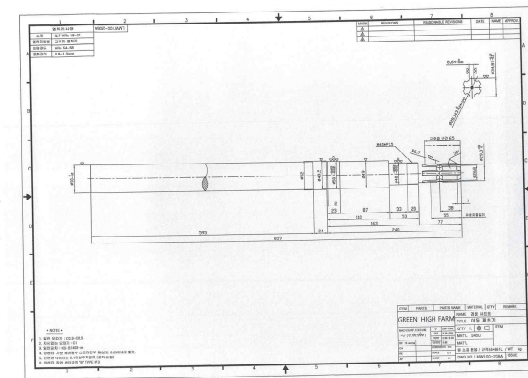
카바 주물



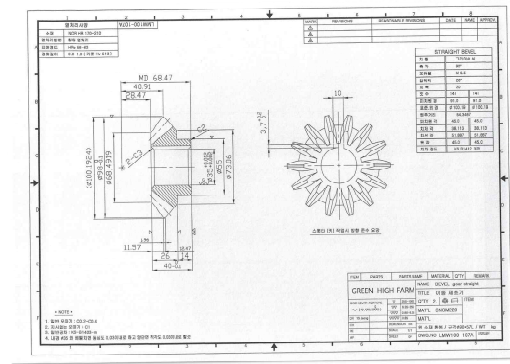
동력 부품 도면



동력 부품 도면



동력 부품 도면



동력 부품 도면

※3-1, 독립적인 유압시스템(일체형 기어박스)의 활용방안 및 계획

현재 트랙서 부착 작업기의 대부분이 트랙터 엔진오일을 이용하여 작업기의 유압 Unit를 구동하는 방법을 사용하고 있다. 이로 인해 트랙터의 오일 소모 및 고장을 초래 할 수 있다는 것이 모든 제조사들도 인지하고 있으며 일부 업체들은 작업기에 별도의 유압탱크 및 Unit를 사용하고 있다. 하지만 단점으로는 작업기의 외관과 부피의 문제, 작업기의 중량증가, 제조원가 상승, 제품생산시간 증가 등이 꼽히고 있다.

본사는 이번 연구개발 결과물인 독립적 유압시스템을 활용하여 기존 본사의 생산품인 퇴비살포기, 비료살포기 등에도 일체형 기어박스를 적극적으로 적용할 계획이다.

이를 위해서는 제품의 경량화와 유압 메커니즘 간소화, 적절한 제품 외관 디자인이 따라줘야 한다. 2021년 2월로 계획되어있는 본사의 신형 퇴비살포기에 이를 적용함으로써 제품 경쟁력과 영업 마케팅에도 더욱더 박차를 가할 예정이며 본 연구개발물인 제초기에도 디자인과 설계를 업그레이드 하여 반영 할 계획이다.

또한 독립유압시스템의 상용화로 타 작업기 제조 업체에 이를 적극 홍보하여 독립유압시스템만의 매출도 발생시킬 예정이다.

4. 제초 로타리 경운장치 제작과 각종 동력 전달 장치의 개발

용도에 맞는 경운축과 종류별 시제품 제작, 고속회전 진동방지를 위한 배런싱 작업, 작업 환경에 따른 브레이드의 종류별 장착을 고려한 경운장치의 설계 및 제작을 수행하였다. 제초 경운 작업시에 부하를 최적화 하기 위한 경운날의 토양으로의 입사각 및 배열에 대한 연구 및 검토를 수행하였다. 토양부하의 영향을 최소화 하거나 원하는 목표로 선정하기 위한 방안을 도출 하였다.



경운축 제작



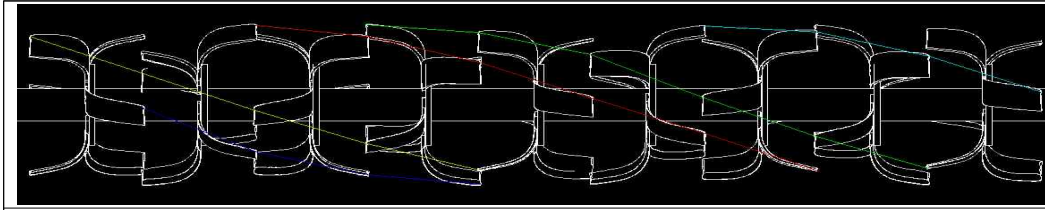
진동방지 배런싱 작업



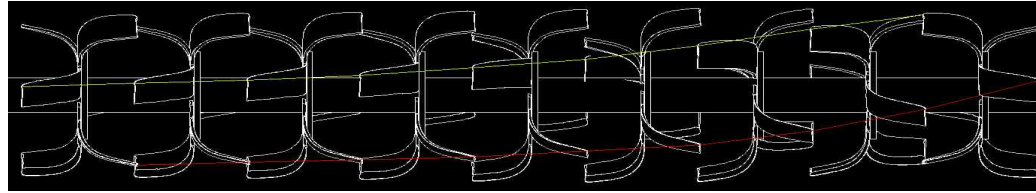
동력전달 유니버설 조인트



베벨 기어 이외의 구동축 부품



1회전 시 제초 경운축 접촉점 2개



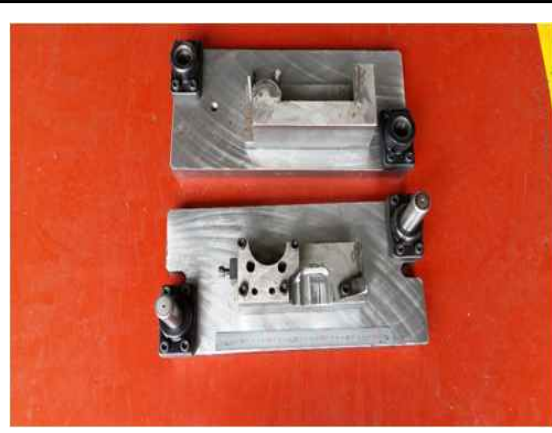
1회전 시 제초 경운축 접촉점 1개

경운 부하 최적화를 위한 경운날 배열 및 삼입각도 연구
 입사각 35° / 칼날배열 회전각도 : 18° 등 최적화 설계 연구

그림. 제초날의 접촉점 분석



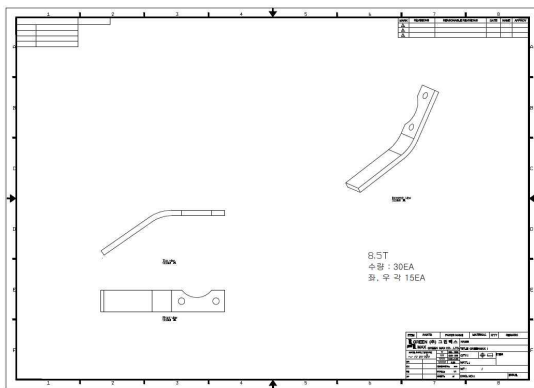
제초 블레이드 시금형(3)



제초 블레이드 시금형(4)



제조 블레이드



제조 블레이드 (도면)



제조 블레이드

※4-1. 터치센서 부의 내구성과 설계 방향성

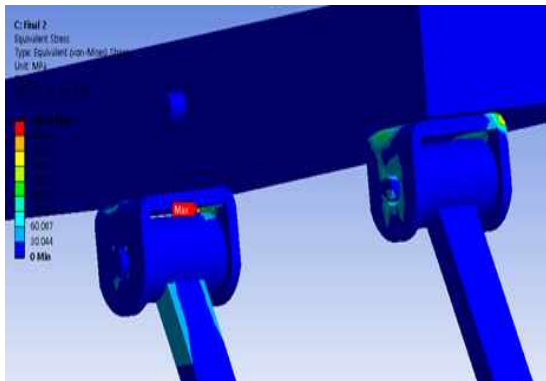
제조기의 작업환경과 농기계의 특성상 터치 센서의 터치 BAR는 S45C 강으로 설계 제작하여 시제품을 만들었다. 반복적인 사용과 과수와의 접촉에 의한 파손을 우려하여 일종의 소모품이라고 볼 수 있다. 그래서 교환이 간편하고 단시간에 가능하도록 설계를 하여 장착을 하였다. 과제 종료 이후에는 내구성 향상을 위해 터치 BAR 소재를 SUP9(스프링강) 으로 설계하여 강도 시험을 통해 구부러짐에 대한 내성을 높여 장착할 예정이며 표면 열처리 또한 추가적으로 가공 할 예정이다.

5. 메인 프레임 및 베어링 하우스 설계 및 제작

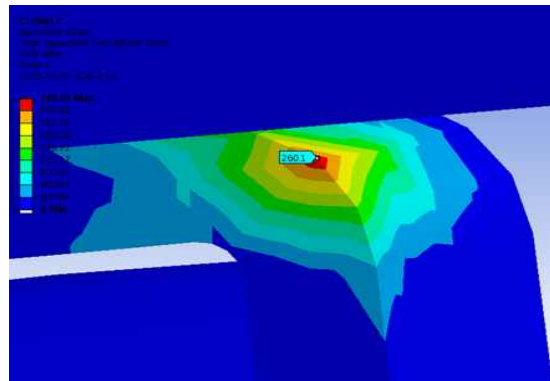
메인프레임의 구조 강도와, 제관품의 특성을 고려하여 설계를 수행하였다. 프레임 설계시 트랙터 부착 후 농지에서 파종작업이 수행될 때 농지면에서 발생하는 불균일한 외부힘(비틀림, 과부하 등)이 전달되는 상태에서 안정적 자세를 취할 수 있어야 하며, 도로 주행시 요철상황 및 운전 속도의 급변상황 등에 따라 작업기 전체에 큰 부하 및 진동이 발생하게 되어 프레임의 수명에 치명적 손상이 발생할 것으로 예상되어지기 때문에 응력의 집중부위(3점 링크 부)를 보강하기 위한 설계 조건 등이 고려된 설계 및 제작이 이루어 질 수 있도록 시뮬레이션을 통해 설계 개발하였다.

① 자중이 5600N일 때의 응력 발생 점검

제초 작업을 할 때 높은 응력이 발생한 지점은 오른쪽 링크의 하단부에서 260.1MPa로 나타났다. 작업할 때는 왼쪽 링크뿐만 아니라 오른쪽 링크 부분에서도 허용강도 250MPa을 넘는 응력이 발생하였다.



(a)오른쪽 링크의 응력분포 모습



(b)오른쪽 링크 바깥쪽 지점

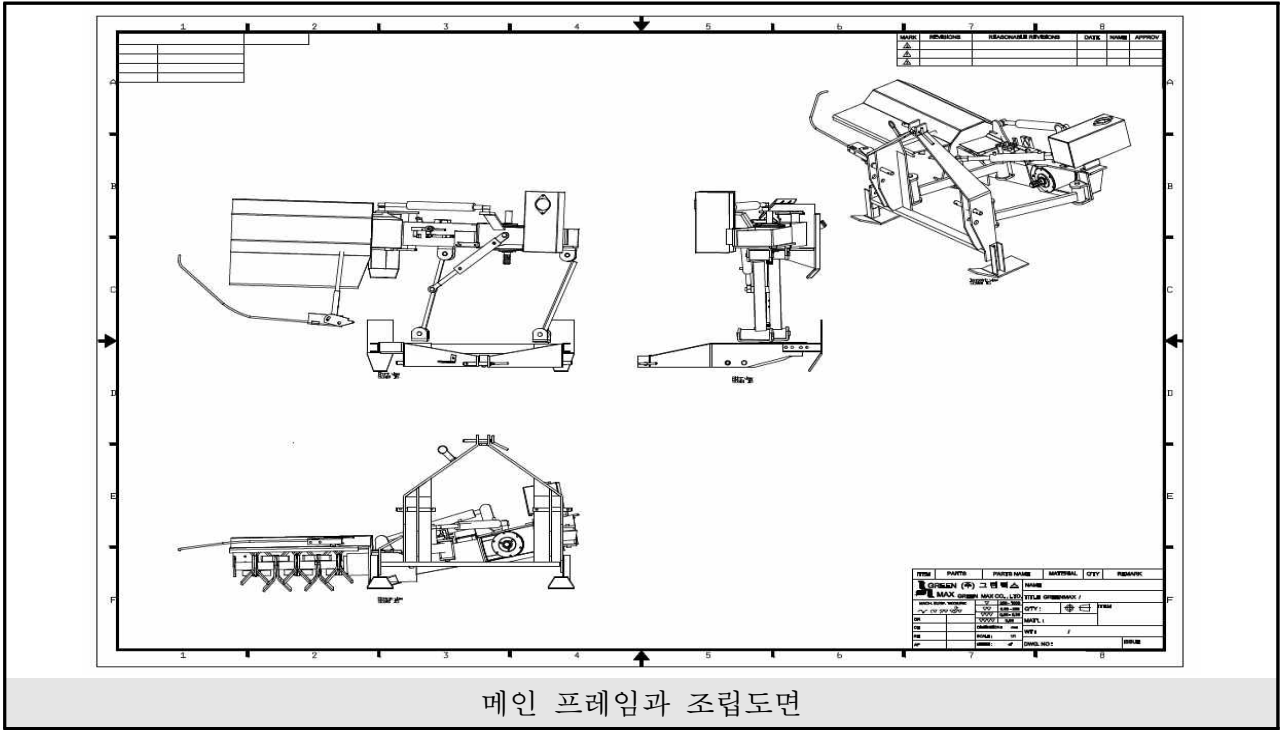
그림. 허용응력 이상의 응력발생 지점

② 자중이 5600N일 때 두 링크를 연결시키는 Bar 부분에 발생한 응력분포

Case 1과는 다르게 두 링크를 연결시키는 Bar에서는 무게중심에 의해 하중을 많이 받는 왼쪽 Bar에서 더 큰 응력이 나타났으며, 최소 32MPa에서 최대 102MPa의 분포로 나타났다. Bar의 최대응력은 왼쪽 Bar에서 나타났고, 오른쪽과 왼쪽 Bar에서 응력의 차이가 나타났다지만, Bar가 받는 응력이 허용 강도 250MPa보다 1/2배 이상 작은 응력을 받기 때문에, 구조상 안전하다고 판단된다.

③ 메인프레임과 베어링 하우스 도면과 시제품 모듈 제작

아래의 그림과 같이 메인프레임과 베어링 하우스의 2D 도면을 작성하였다. 메인프레임의 조립도면에서는 링크장치의 구조를 포함하고 있으며 센서스위치에 의해 프레임이 이송되는 구조로 설계되었다. 프레임과



메인 프레임과 조립도면



프레임 부품들(1)



프레임 부품들(2)



프레임 부품(3)



프레임 부품(4)



프레임 부품(5)



프레임 부품(6)



프레임 부품(7)



프레임 부품(8)



프레임 부품(9)



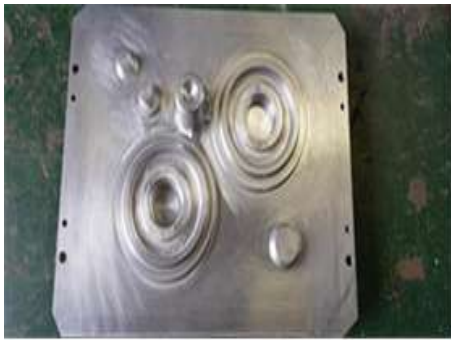
프레임 부품(10)



프레임 부품(11)



프레임 부품(12)



베어링하우징 시금형



베어링하우징



제관 작업



스키드

6. 유압 시스템 모듈 설계와 제작(센서부 포함)

터치 센서를 위한 시스템 장치와 유압 회로도의 개략도는 아래의 그림과 같으며, 작동순서는 유압펌프 → 유압밸브 → 컨트롤 밸브 → 실린더 순으로 계속 반복되는 구조로 유압회로가 구성된다.

위와 같은 시스템을 이용하여, 트랙터의 유압이 아닌 별도의 유압 탱크를 부착하여, 유압의 반응 속도가 느리지 않고 빠른 속도로 센서반응에 따라 이동할 수 있도록 설계하였다. 유압 실린더의 스트로크 계산은 개발 목표치에 맞추어 설계 및 선정하였으며 그 기준은 아래의 표와 같이 수행하였다. 유압 밸브의 경우, 내부에 인장 스프링이 들어 있다. 유압 실린더를 구동시키기 위하여, 인장 수축을 하는 스프링을 사용하였다. 인장 스프링의 경우 설계와 검토를 통하여, 다음과 같은 선정하였다.

★속도에 따른 필요 유량 (ℓ/min)

mm/sec		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
D.M.S		1.508	3.016	4.524	6.032	7.54	9.048	10.56	12.06	13.57	15.08	16.59	18.1	19.6	21.11	22.62	24.13
PISTON	80	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300
ROD		45.24	48.25	51.27	54.29	57.3	60.32	63.33	66.35	69.37	72.38	75.4	78.41	81.43	84.45	87.46	90.48

★ 능력에 따른 실린더 내경 (mm)

(kg/cm ²)		50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
능력(TON)		900	850	800	800	750	750	750	750	670	670	630	630	600	600	600	560	560
300		135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	200	205	210	215	220
		560	560	560	560	500	500	500	475	475	475	475	450	450	450	450	425	425

★ 능력에 따른 실린더 두께 t (cm)

F :가압력 (TON)	
P :사용압력 (kg/cm ²)	170
Do :실린더 내경 (cm)	43.46
Di :실린더 외경 (cm)	57
t : 실린더 두께 (cm)	6.77267954
Pa : 허용인장응력 (kg/cm ²)	760

상승능력	3518.59 kg	3.52 TON
가압력	70 kg/cm ²	

능력	30 TON	30000 kg
접면내경	210	단면적 164.9
접면외경	240	단면적 188.5
접면면적	23.562	S 1273

재 허용응력	STKM 13A	STKM 13C	FCD 45	SPF 600	S45C
안전율 = 6배	633 kg/cm ²	866 kg/cm ²	750 kg/cm ²	1000 kg/cm ²	933 kg/cm ²

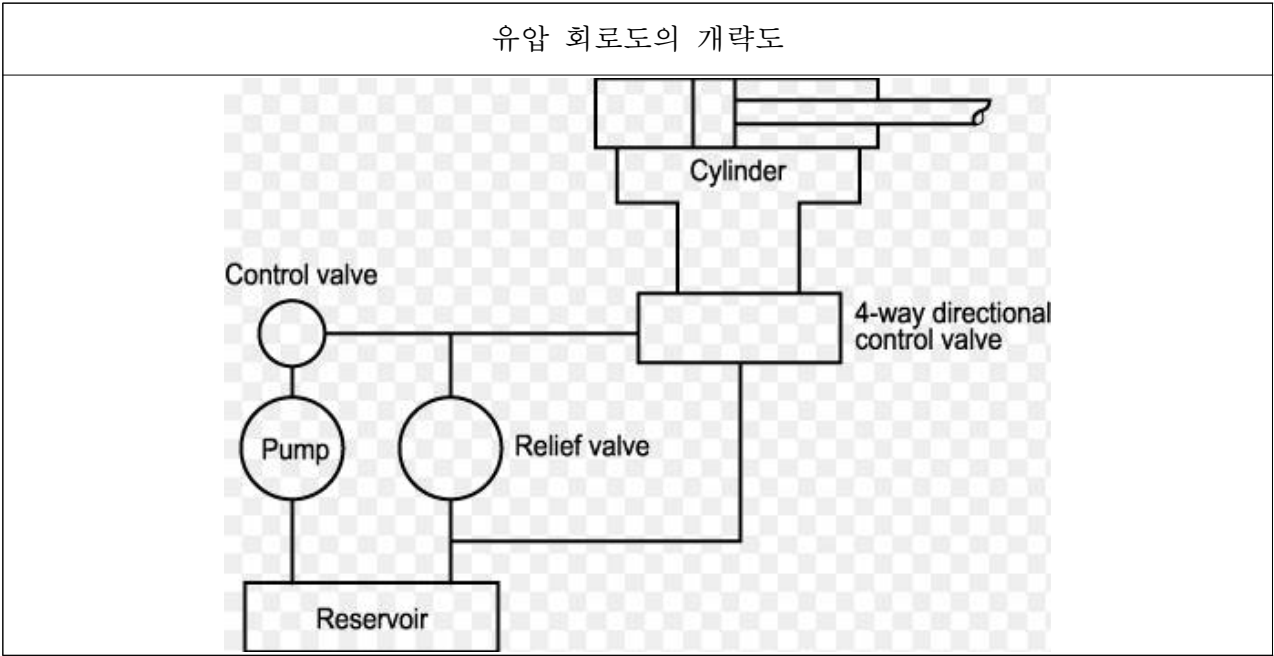
재 허용응력	STKM 13A	STKM 13C	FCD 45	SPF 600	S45C
안전율 = 5배	760 kg/cm ²	1040 kg/cm ²	900 kg/cm ²	1200 kg/cm ²	1120 kg/cm ²

TANK 설정	196.4 ℓ
RAM 내경	50 Cm
스트로크	100 Cm

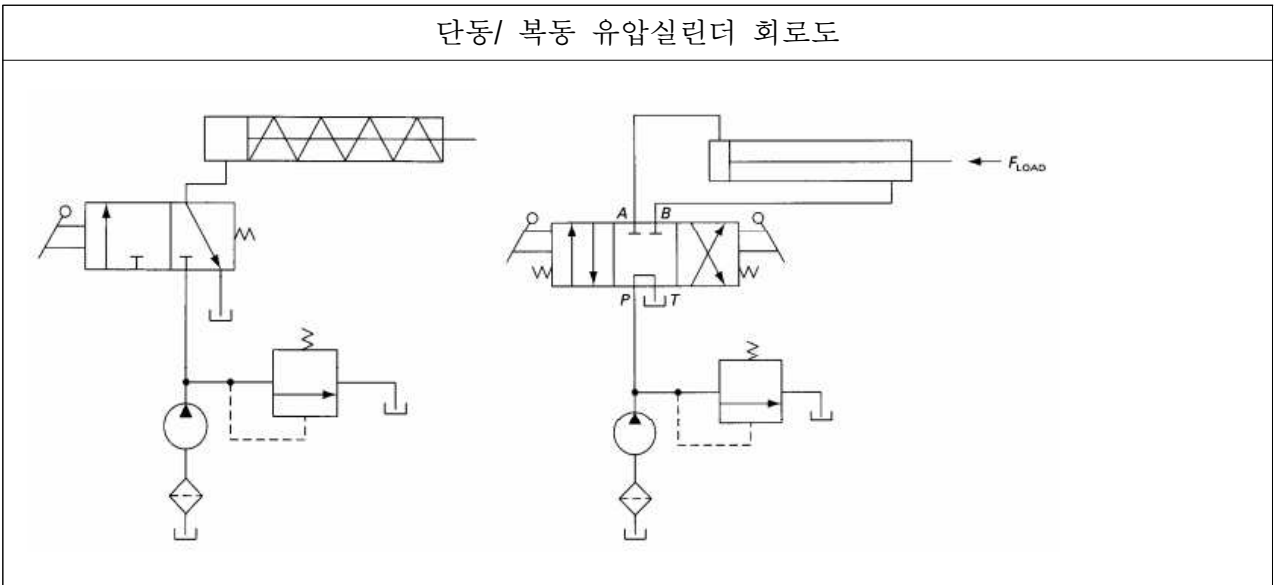
	210 ℓ
X	600
Y	700
Z	500
	mm

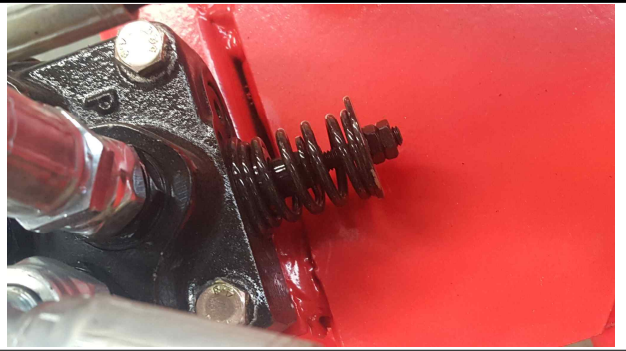
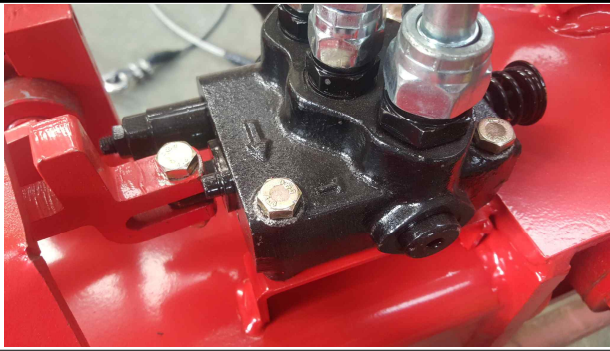
유압 실린더의 사양 선정표

유압 회로도의 개략도

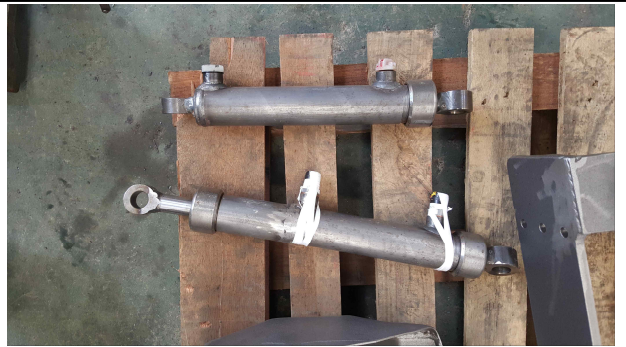
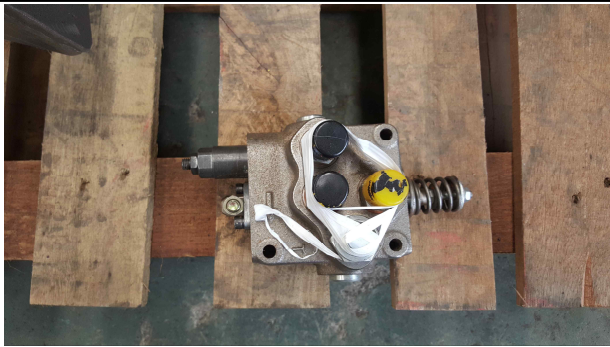


단동/ 복동 유압실린더 회로도





유압 밸브 및 스프링

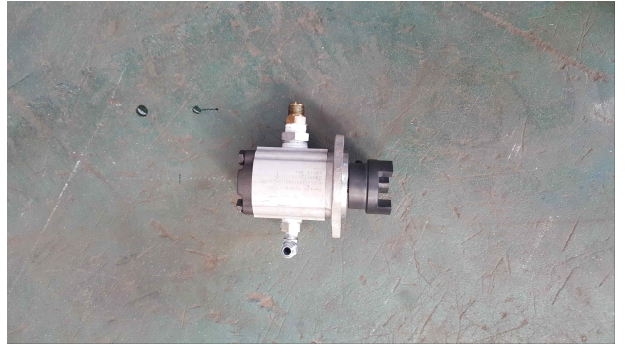


유압 밸브 및 유압 실린더

유압 부품



유압 실린더



유압모터 (1)



유압 모터 (2)



유압 밸브



유압 호스 및 필터

<2> 참여기관 연구수행 내용 : 전주대학교 산학협력단

1. 연구목표

- 자동 장애물 회피 알고리즘 및 회로 설계(주관기관 공동)
- 작용 하중에 따른 강도 설계
- 센서 작동 메커니즘에 대한 설계
- 유압 실린더 메커니즘에 대한 설계

2. 주요 연구내용

- 제조 작업용 로타리 유압실린더 연결부 구조해석
- 링크부 구조해석
- 링크부 재질변경 구조해석
- 로타리 원심력 해석
- 유압 메커니즘 분석
- 유압실린더 작용시간에 따른 제조 작업용 로타리 해석

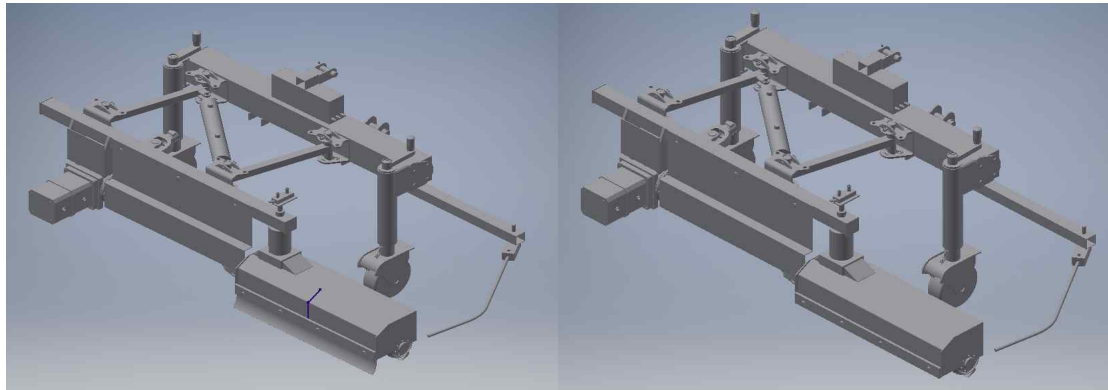
3. 제조 작업용 로타리 유압실린더 연결부 구조해석

제조작업은 친환경농사를 위한 과수원, 모든 농업환경에서 필요한 작업이다. 기계로 제조작업이 불가능한 지역에서 제조제를 사용하여 토양의 황폐화가 가속되고 있어 제조 사각지역에 효율적인 센서감지형 자동수평이동 제조기가 필요하다. 기존의 제조기 개념을 탈피하여 일반 노지면 및 임목 주변에 관계없이 제조가 가능한 기계 개발이 사료된다. 따라서 제품 개발

에 있어 부품의 강도 및 문제점을 예방하여야 한다. 자동수평이동과 센서감지에 의한 움직임에 가장 큰 영향을 갖는 유압실린더 연결부에 대한 강성을 확인하고 INVENTOR S/W를 이용하여 구조해석을 진행하였다.

①모델링 단순화

제초 작업용 로타리 구조해석과 강도 해석에 앞서 해석을 진행하는데 큰 영향을 미치지 않고 불필요한 요소인 텅김 방지판을 부품에서 제외 시키는 등 모델링 단순화를 하여 구조해석을 진행하였다.

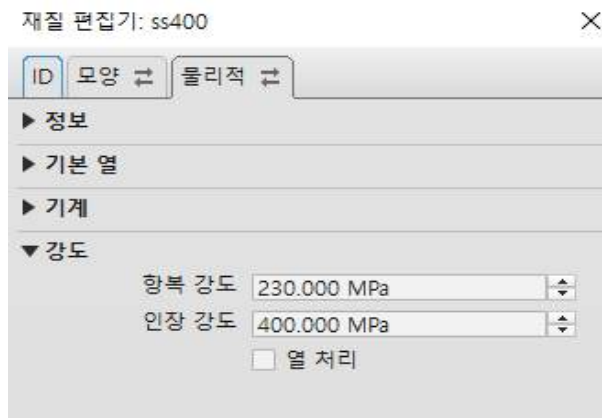


기존 3D 모델링

단순화 3D 모델링

② 재질 설정

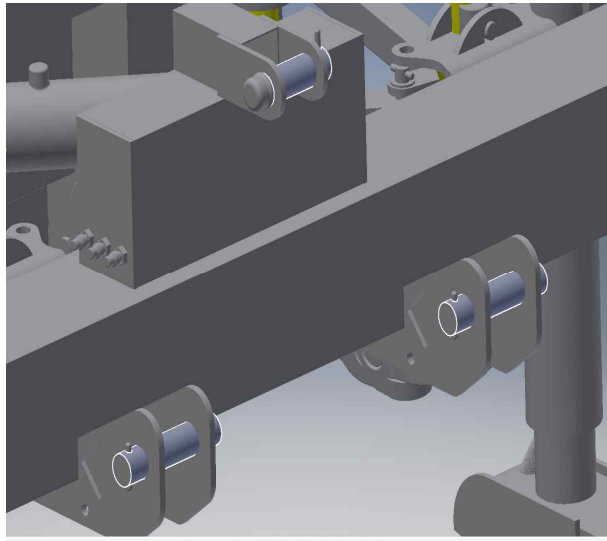
제초 작업용 로타리의 재질은 일반 구조용 압연 강재인 SS400으로 재질 설정을 하였다. SS400의 항복강도는 230Mpa, 인장강도는 400Mpa으로 인벤터 S/W에 재질정보가 설정되어 있지 않아서 물성치를 새로 입력하여 해석을 진행하였다.



SS400 재료의 기계적 성질

③ 구속 조건

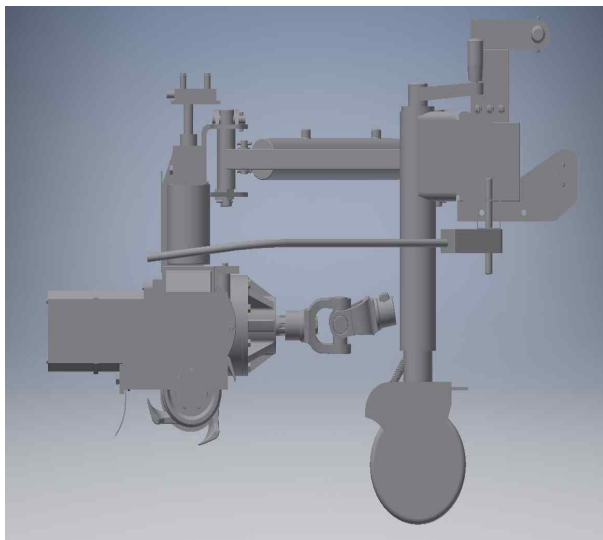
제초 작업용 로타리는 3점 링크 구조로 링크당 하나씩 핀으로 구속되어있는 제품이다. 이 점을 고려하여 링크 연결부인 핀에 PIN구속을 적용하였다.



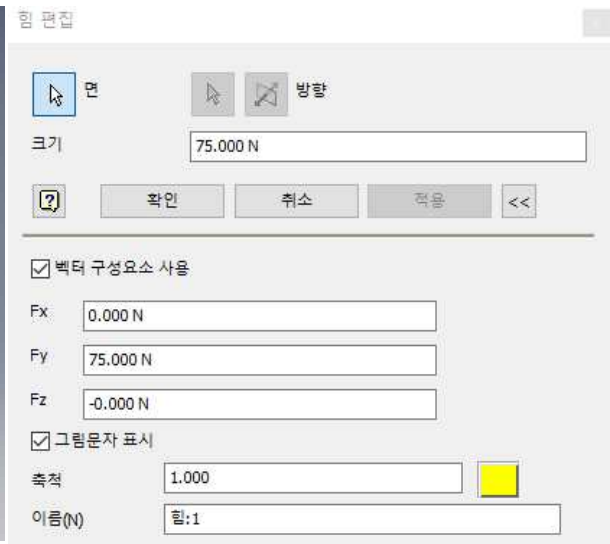
PIN 구속 조건

④ 하중 조건

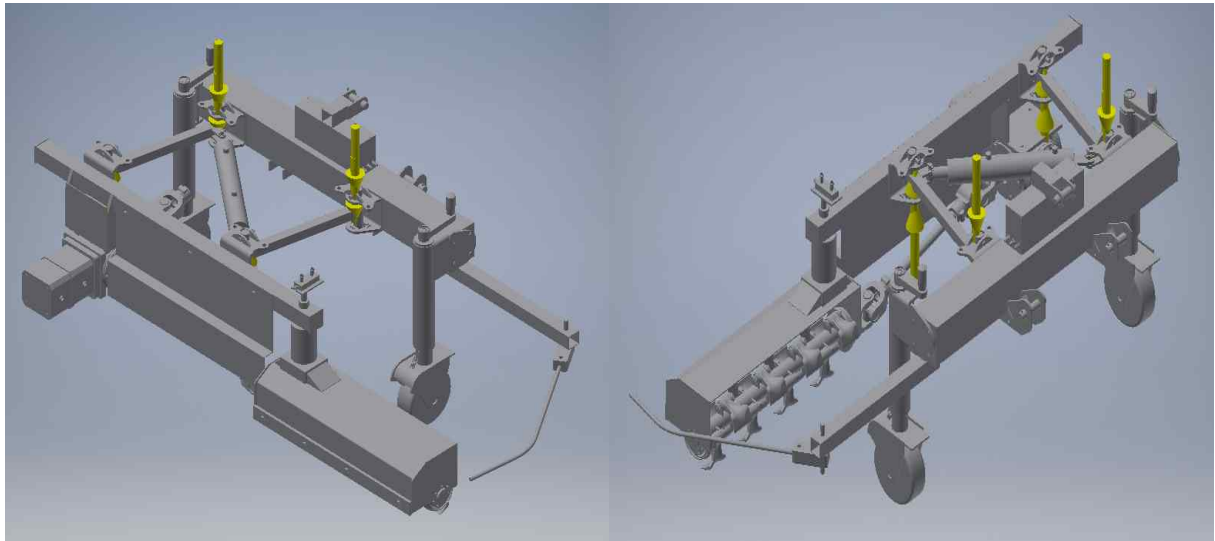
제조 작업용 로타리에서 지면과 닿지 않는 부분의 하중 20.4461kg을 고려하여 약 3배인 600N을 유압실린더 연결부에 하중을 부여하였다. 지면과 닿는 연결부는 아랫방향으로 지면과 닿지 않는 부분은 윗 방향으로 힘이 가해지는 부분을 8개의 면으로 지정하여 각 75N씩 하중이 작용하도록 하였다.



3D 모델링 옆면



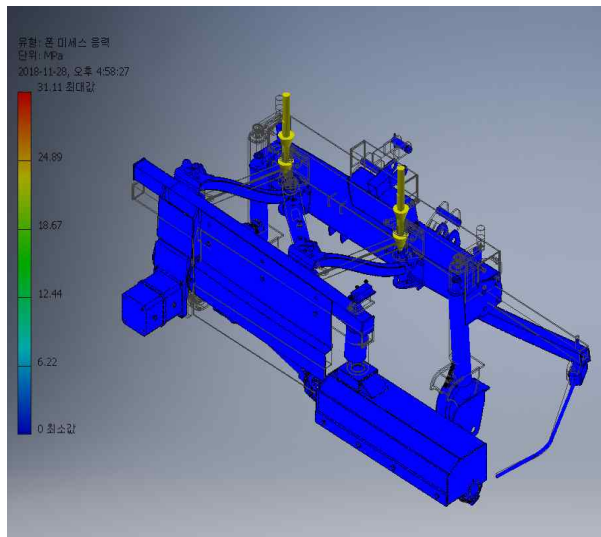
하중 부여



시뮬레이션에 적용된 하중 방향

⑤ 응력해석 및 시뮬레이션 결과

구조해석 결과 폰미세스 응력이 31.11Mpa로 도출되었다. 재질설정을 한 SS400의 항복강도는 230Mpa로 안전계수는 약 7.4로 도출되었다. 따라서 정하중을 기준으로 안전계수가 3이상 도출되면 안전하다고 볼 수 있는데 해석 결과 약 7.4로 도출되어 안전하다고 볼 수 있다.



폰 미세스 응력의 분포

이름	최소값	최대값
체적	35194500 mm^3	
질량	276.277 kg	
폰 미세스 응력	0 MPa	31.1109 MPa
첫 번째 주 응력	-3.34893 MPa	27.2759 MPa
세 번째 주 응력	-34.0279 MPa	2.44573 MPa
변위	0 mm	0.0218803 mm
안전계수	7.39291 ul	15 ul
응력 XX	-14.0418 MPa	6.27604 MPa
응력 XY	-9.47852 MPa	6.46854 MPa
응력 XZ	-8.81055 MPa	11.632 MPa
응력 YY	-16.7516 MPa	26.6714 MPa
응력 YZ	-7.85392 MPa	9.82558 MPa
응력 ZZ	-12.3068 MPa	8.49316 MPa
X 변위	-0.00476595 mm	0.00669971 mm
Y 변위	-0.0145648 mm	0.0218586 mm
Z 변위	-0.00538587 mm	0.00503089 mm
등가 변형	0 ul	0.000133357 ul
첫 번째 주 변형	-0.00000051641 ul	0.000115446 ul
세 번째 주 변형	-0.000153306 ul	0.000000331975 ul
변형 XX	-0.0000409921 ul	0.0000274996 ul
변형 XY	-0.0000586766 ul	0.0000400433 ul
변형 XZ	-0.0000545415 ul	0.0000720074 ul
변형 YY	-0.0000456944 ul	0.000111704 ul
변형 YZ	-0.0000486195 ul	0.000060825 ul
변형 ZZ	-0.0000473309 ul	0.0000456612 ul
집속 압력	0 MPa	18.965 MPa
집속 압력 X	-8.93482 MPa	7.75258 MPa
집속 압력 Y	-17.2405 MPa	17.717 MPa
집속 압력 Z	-7.40146 MPa	5.84438 MPa

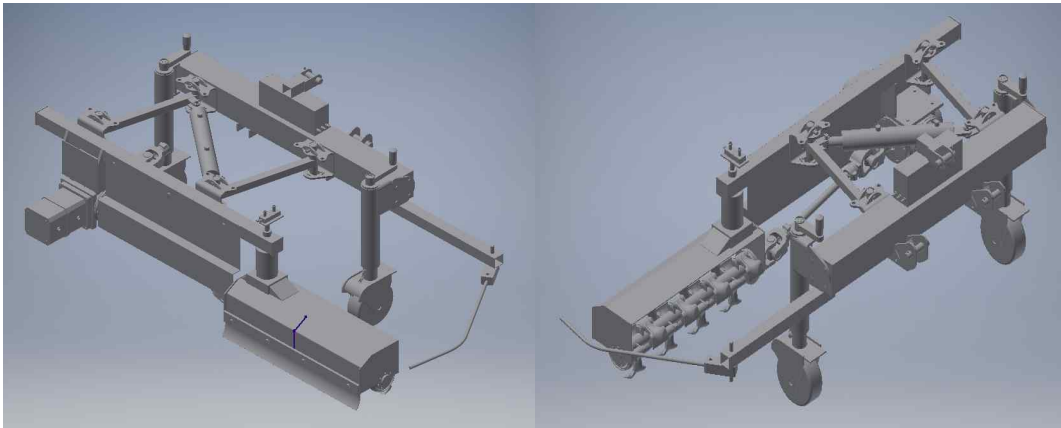
결과 요약

4. 제초기 링크부 구조해석

제초 작업용 로타리는 탈부착이 가능한 3점 링크 구조로 되어있다. 작업중에 있어 링크부에 가해지는 하중과 작업 반대방향으로 생기는 반력을 고려하여 링크부에 대한 해석을 INVENTOR S/W를 이용하여 구조해석을 진행하였다.

① 모델링 단순화

시뮬레이션 오류를 방지하기 위해 해석에 불필요한 부품인 텅김방지판을 제외 시켜 모델링 단순화 작업을 하였다.



기존 3D 모델링

단순화 3D 모델링

② 재질 설정

제초 작업용 로타리의 재질은 일반 구조용 압연 강재 SS400으로 재질 설정을 하였다. SS400의 항복강도는 230Mpa, 인장강도는 400Mpa으로 S/W에 재질이 설정되어 있지 않아 물성치를 새로 입력하여 해석을 진행하였다.

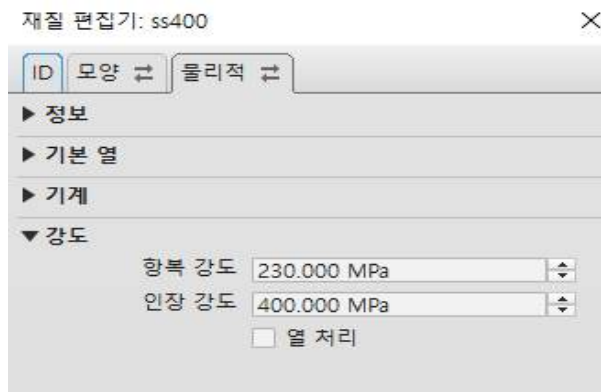
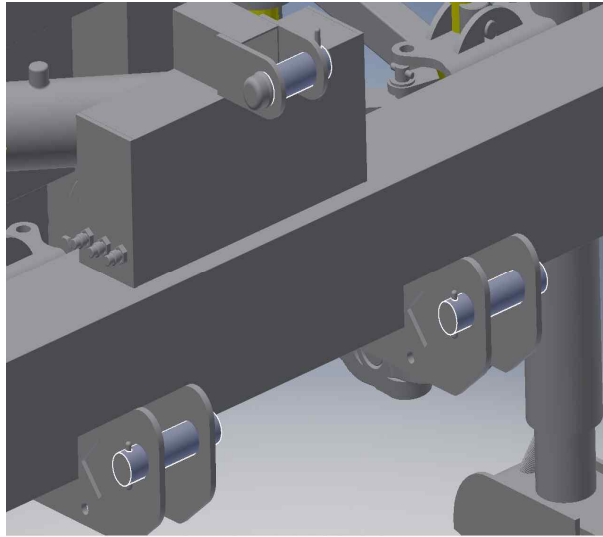


그림. SS400 재질의 기계적 성질

③ 구속 조건

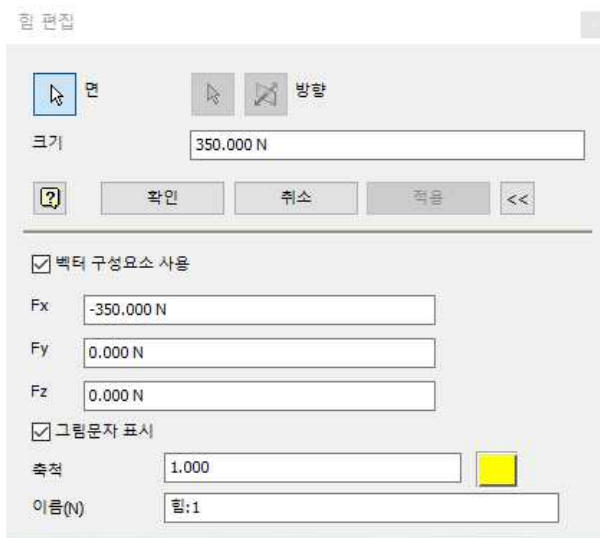
제초 작업용 로타리는 3점 링크 구조로 링크당 하나씩 핀으로 구속되어있는 제품이다. 이 점을 고려하여 작업중에 부착이 되어있는 연결부인 링크 핀에 PIN구속을 적용하였다.



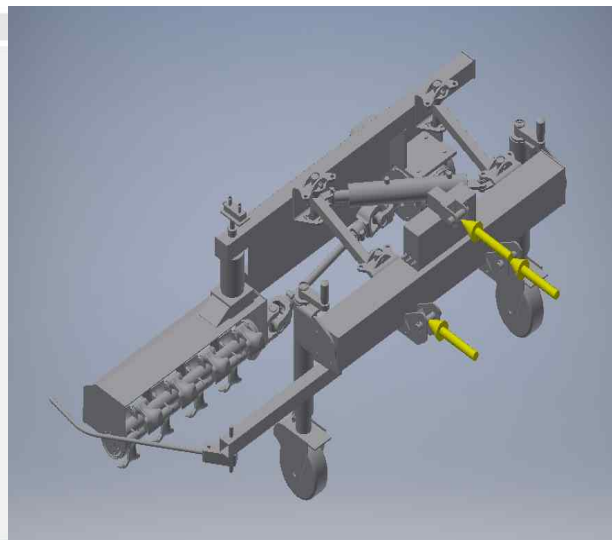
PIN 구속 조건

④ 반력 설정

제조 작업용 로타리의 하중 35.1944kg을 고려하여 작업하는 방향의 반대 방향으로 약 3배인 1050N의 하중을 부여하였다. 링크를 따로 부착한 로타리가 아닌 로타리 자체에 링크가 부착되어 있어 링크의 핀에 반력을 적용하였다. 3점 링크로 이루어져 3개의 핀에 각 350N을 작용하도록 하였다.



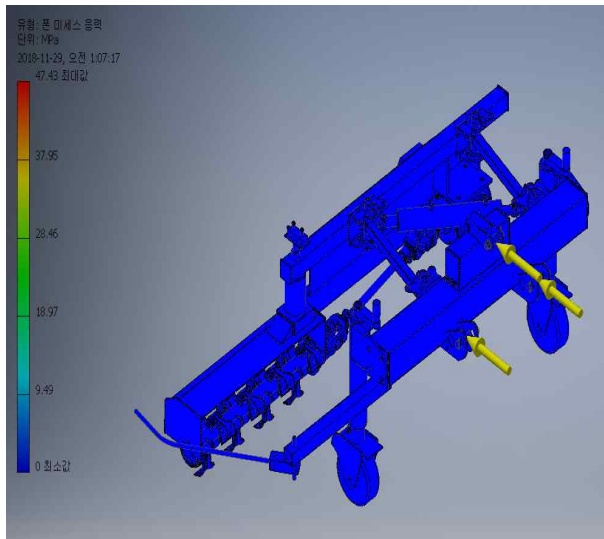
반력 설정



반력 방향

⑤ 구조해석 및 시뮬레이션 결과

제조 작업용 로타리의 작업방향의 반대로 작용하는 반력에 대한 링크부 구조해석 결과 폰 미세스 응력 47.43Mpa로 도출되었다. 재질 설정을 한 SS400의 항복강도는 230Mpa로 안전계수는 약 4.8로 작업기에 제조작업에 따른 반력에 대한 링크 연결부는 안전한 것으로 사료된다.



폰 미세스 응력

이름	최소값	최대값
체적	35194500 mm ³	
질량	276.277 kg	
폰 미세스 응력	0 MPa	47.4329 MPa
첫 번째 주 응력	-4.92387 MPa	35.3398 MPa
세 번째 주 응력	-30.4012 MPa	5.83714 MPa
변위	0 mm	224.468 mm
안전 계수	4.84895 ul	15 ul
응력 XX	-19.5332 MPa	14.7312 MPa
응력 XY	-7.88186 MPa	9.11537 MPa
응력 XZ	-6.54024 MPa	17.4162 MPa
응력 YY	-23.1384 MPa	26.2024 MPa
응력 YZ	-8.73007 MPa	10.3557 MPa
응력 ZZ	-13.3801 MPa	17.395 MPa
X 변위	-224.468 mm	0 mm
Y 변위	-0.00628266 mm	0.00413802 mm
Z 변위	-0.0649793 mm	0.0688471 mm
등가 변형	0 ul	0.000197779 ul
첫 번째 주 변형	-0.000000828921 ul	0.000173866 ul
세 번째 주 변형	-0.000161754 ul	0.000000558033 ul
변형 XX	-0.000073992 ul	0.0000627436 ul
변형 XY	-0.0000487924 ul	0.0000564285 ul
변형 XZ	-0.0000404872 ul	0.000107814 ul
변형 YY	-0.000115026 ul	0.000117301 ul
변형 YZ	-0.0000540433 ul	0.0000641068 ul
변형 ZZ	-0.0000965358 ul	0.0000953048 ul
접촉 압력	0 MPa	110.34 MPa
접촉 압력 X	-38.5486 MPa	99.4495 MPa
접촉 압력 Y	-38.027 MPa	32.1008 MPa
접촉 압력 Z	-65.0648 MPa	54.761 MPa

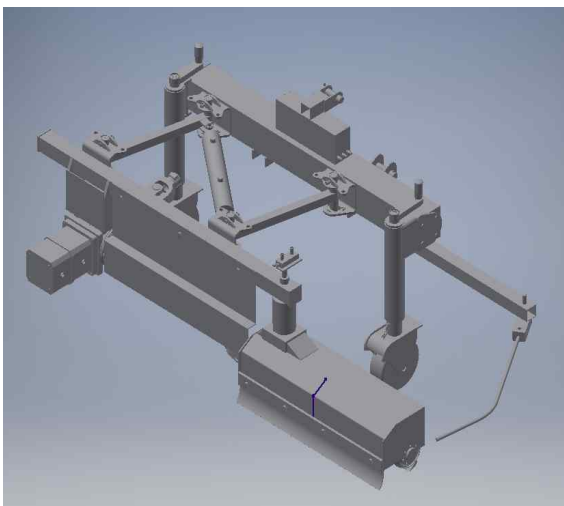
결과 요약

5. 링크부 재질변경에 따른 설계검토

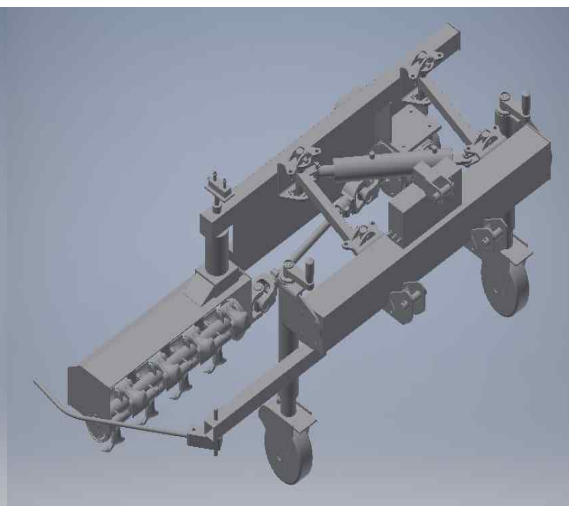
제초 작업용 로타리는 탈부착이 가능한 3점 링크 구조로 되어있다. 작업중에 있어 링크부에 가해지는 하중과 작업 반대방향으로 생기는 반력을 고려하여 링크부에 대한 해석을 INVENTOR S/W를 이용하여 구조해석을 수행함.

① 모델링 단순화

원활한 시뮬레이션을 수행하기 위해 해석에 불필요한 부품인 텅김 방지 판을 제외시켜 모델링 단순화를 작업을 진행함.



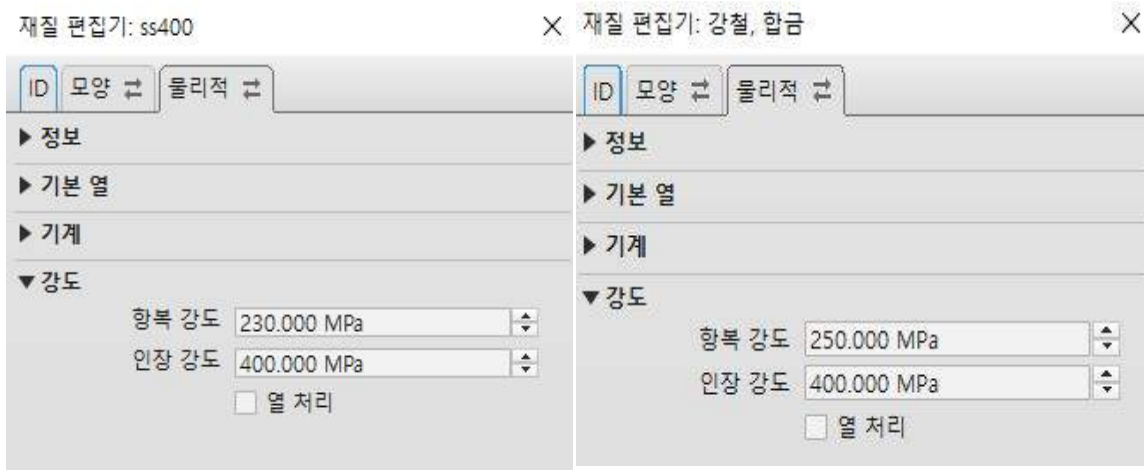
기존 3D 모델링



단순화 3D 모델링

② 재질 설정

제조 작업용 로타리의 재질은 일반 구조용 압연 강재 SS400으로 재질 설정을 하였다. SS400의 항복강도는 230Mpa, 인장강도는 400Mpa으로 S/W에 재질이 설정되어 있지 않아 물성치를 새로 입력하여 해석을 진행하였다. 원가절감을 위해 사용한 두 번째 재질은 SS400강과 비슷한 재질로서 강철, 합금으로써 항복강도는250Mpa, 인장강도는 SS400과 동일한 400Mpa로 설정하였다.

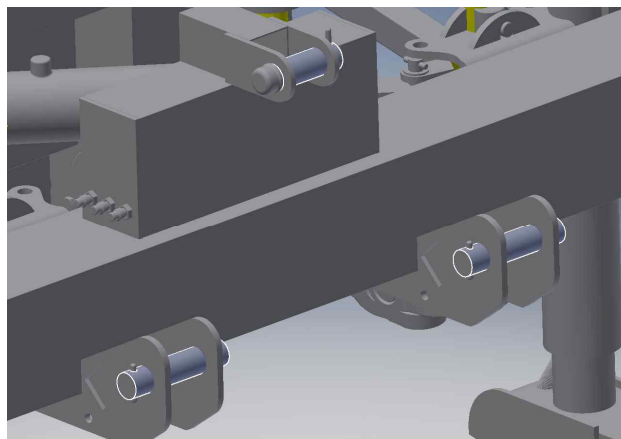


SS400 재질 설정

강철의 재질 설정

③ 구속 조건

제조 작업용 로타리는 3점 링크 구조로 링크당 하나씩 핀으로 구속되어있는 제품이다. 이점을 고려하여 작업중에 부착이 되어있는 연결부인 링크 핀에 PIN구속을 적용하였다.

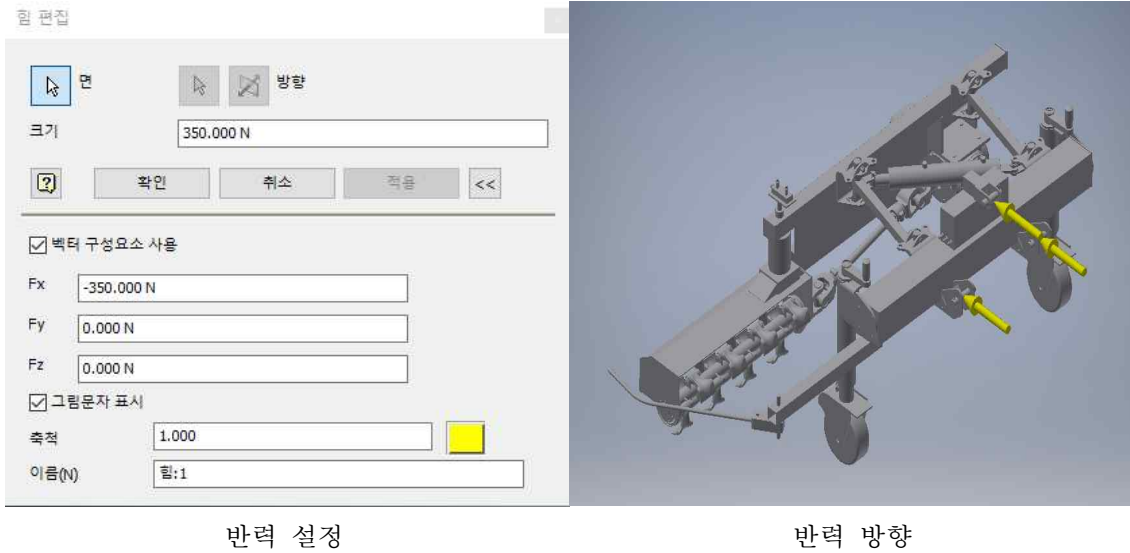


PIN 구속 조건

④ 반력 설정

제조 작업용 로타리의 하중 35.1944kg을 고려하여 작업하는 방향의 반대방향으로 약 3배인 1050N의 하중을 부여하였다. 링크를 따로 부착한 로타리가 아닌 로타리 자체에 링크가 부착되어있어 링크의 핀에 반력을 적용하였다. 3점 링크로 이루어져 3개의 핀에 각 350N을 작용하도

록 하였다.



⑤ 구조해석 및 시뮬레이션 결과

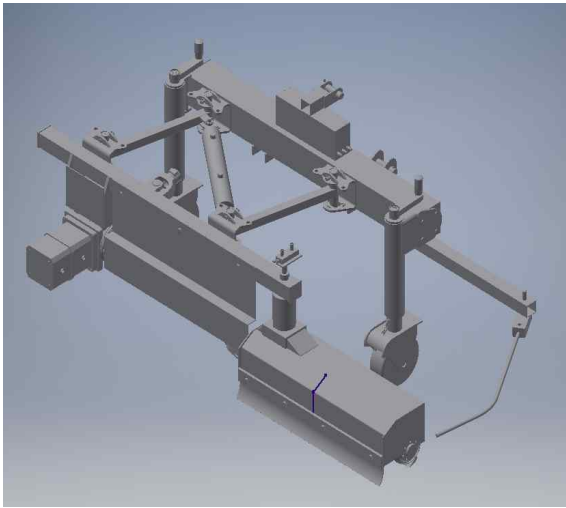
제초 작업용 로타리의 작업방향의 반대로 작용하는 반력에 대한 링크부 구조해석 결과 폰 미세스 응력은 47.43Mpa로 도출되었다. 재질 설정을 한 SS400의 항복강도는 230Mpa로 안전계수는 약 4.8로 작업반력에 대한 링크 연결부는 안전하다고 사료된다. 두 번째 재질로 설정한 링크부 구조해석 결과 최대 폰 미세스 응력이 122Mpa로 도출되어, 강철로 재질 설정을 한 인장강도는 400Mpa로 안전계수는 약 2.9로 도출되어 SS400보다는 적은 값을 도출하였다. 전반적으로 SS400이 더 안전하고 제초작업에 적합한 것으로 나타났다.

6. 로타리 원심력 해석

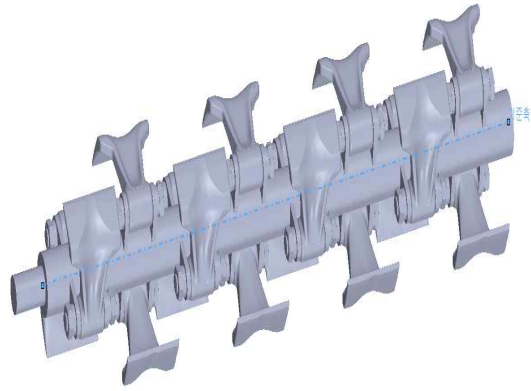
제초 작업중에 핵심 부품인 로타리에 대한 강성을 확인하고 로타리날 배열에 대한 설계인자 도출을 위해 구조해석을 수행하였다. Solidworks s/w를 사용하여 센서 감지에 의한 장애물 자동 회피 가능한 제초 작업용 로타리의 핵심 부품인 로타리에 대한 원심력 해석을 진행하였다.

Inventer s/w 모델링 파일을 Solidworks s/w로 가져와 단순화 작업을 진행하였음. 제초 로타리 부분을 제외한 모든 부분을 제외시켰다. 모델링 자체가 조립 부품으로 볼트, 너트 등의 연결부품들의 세세한 해석이 불가능하여 해석이 원활하게 진행되도록 로타리 자체를 하나의 부품으로 합쳐 해석을 진행하였다.

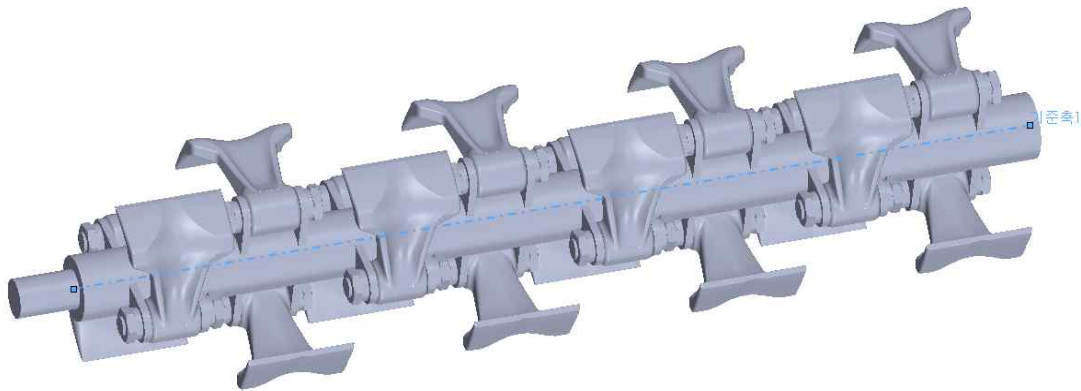
합침 작업으로 인해 부품이 하나로 설정되어 기존의 중심축인 로타리 중심축에 기준축 설정을 진행하였다.



기존 3D 모델링

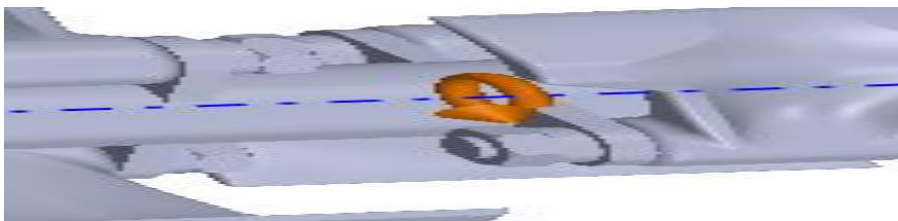


모델링 단순화

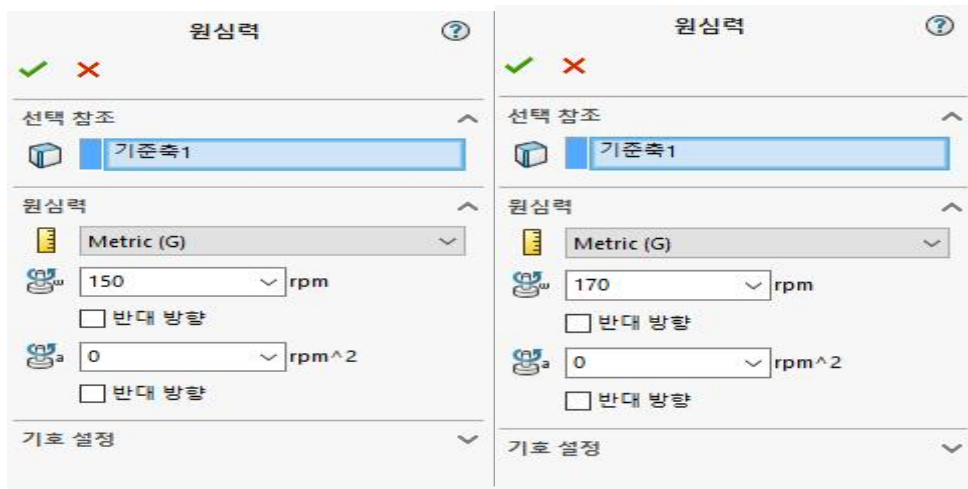


기준축 설정

제조 작업용 로타리의 재질은 일반 구조용 압연 강재 SS400으로 재질 설정을 하였다. SS400의 항복강도는 230Mpa, 인장강도는 400Mpa으로 S/W에 재질이 설정되어 있지 않아 물성치를 새로 입력하여 해석을 진행하였으며, 작업중에 있어 로타리가 회전하는 방향을 설정하였는데, 기존의 rpm이 150~170임으로 150rpm, 170rpm 설정값을 주고 두 번의 해석을 진행하였다.

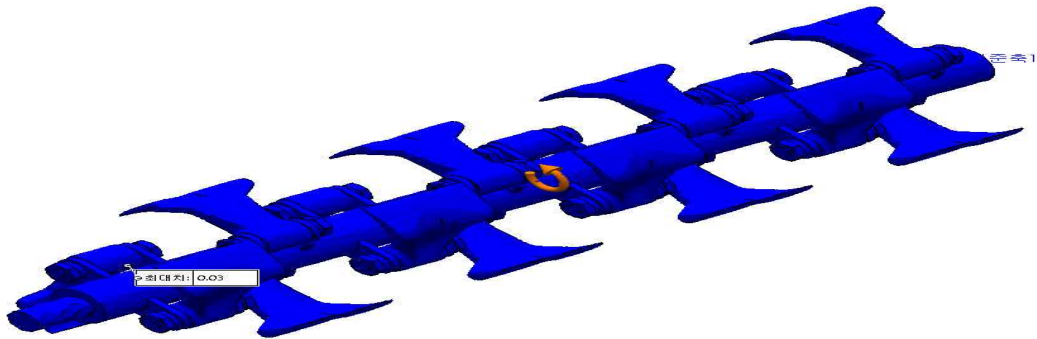


회전 방향 설정

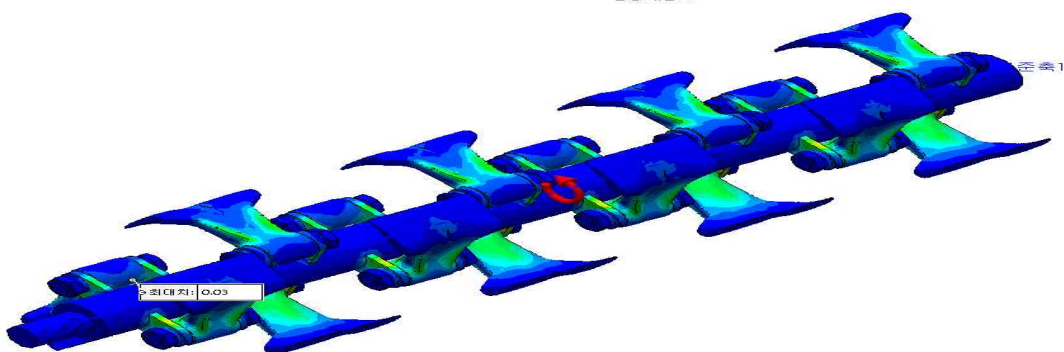


rpm 설정

150rpm과 170rpm의 최대 폰 미세스 응력은 0.03으로 작업 중 로타리가 회전하는데 있어 로타리가 가해지는 힘에는 큰 영향이 없는 것으로 나타났으며 이는 작업부하를 설정하지 않아 발생한 결과로 사료된다. 단순한 축 회전에 따른 원심력에 대한 영향을 분석하였으며 날에 작용하는 작업부하에 크게 영향을 주지 않을 정도로 안전한 상태로 사료된다.

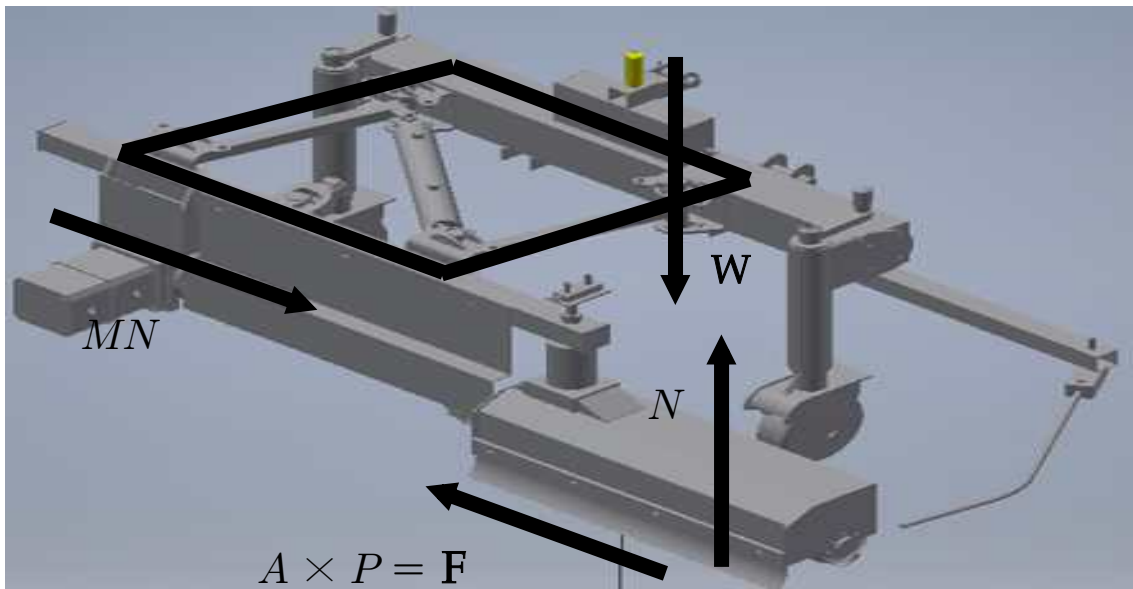


150rpm 해석 결과



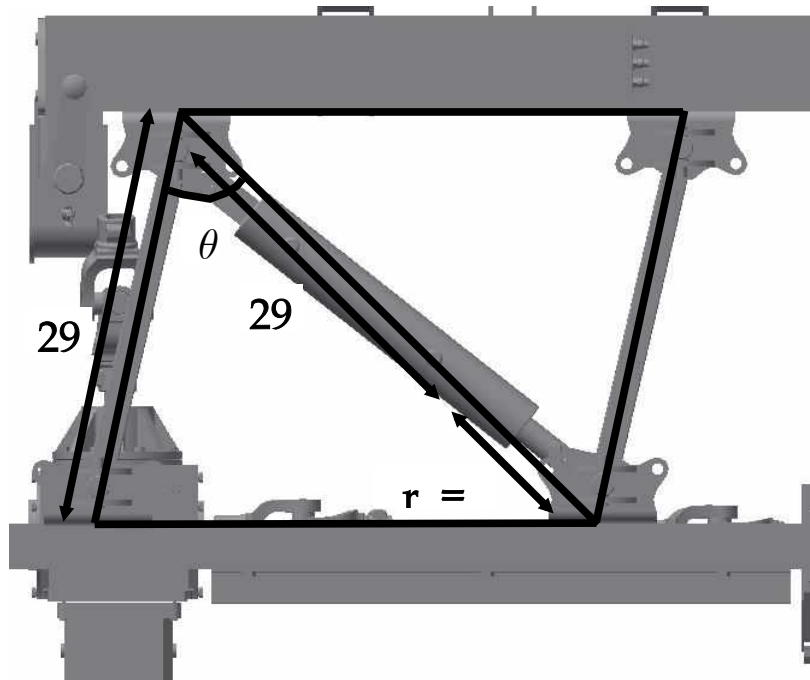
170rpm 해석 결과

7. 유압 메커니즘 분석



○ 평형방정식 산출

$$- \sum F_x = 0 \quad MN - A \times P = 0$$



$$\begin{aligned} \Sigma F &= \Sigma F_r + \Sigma F_\theta \\ &= ma_r + ma_\theta \\ &= m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}) \\ F &= ma = m\ddot{r} \end{aligned}$$

○ 좌우 조절 유압실린더의 경우

1) $t = 1$ 일 때

$$\theta = 54^\circ = \frac{54}{180} = 0.3$$

$$\dot{\theta} = \frac{\theta}{t} = \frac{0.3}{1} = 0.3$$

$$\ddot{\theta} = \frac{\dot{\theta}}{t} = \frac{0.3}{1} = 0.3$$

$$r = 200$$

$$\dot{r} = \frac{r}{t} = \frac{200}{1} = 200$$

$$\ddot{r} = \frac{\dot{r}}{t} = \frac{200}{1} = 200$$

$$\Sigma F = \Sigma F_r + \Sigma F_\theta$$

$$= ma_r + ma_\theta$$

$$= m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta})$$

$$= 35(200 - (200 \times (0.3)^2)) + 35((200 \times 0.3) + (2 \times 200 \times 0.3))$$

$$= 12670N$$

$$F = ma = m\ddot{r}$$

$$= 35 \times 200mm/s^2$$

$$= 35 \times \left(\frac{200mm}{s^2} \times \frac{1m}{1000mm} \right)$$

$$= 7kg \cdot m/s^2$$

$$= 7N$$

2) $t = 2$ 일 때

$$\theta = 54^\circ = \frac{54}{180} = 0.3$$

$$\dot{\theta} = \frac{\theta}{t} = \frac{0.3}{2} = 0.15$$

$$\ddot{\theta} = \frac{\dot{\theta}}{t} = \frac{0.15}{2} = 0.075$$

$$r = 200$$

$$\dot{r} = \frac{r}{t} = \frac{200}{2} = 100$$

$$\ddot{r} = \frac{\dot{r}}{t} = \frac{100}{2} = 50$$

$$\begin{aligned}
\Sigma F &= \Sigma F_r + \Sigma F_\theta \\
&= ma_r + ma_\theta \\
&= m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}) \\
&= 35(50 - (200 \times (0.15)^2)) + 35((200 \times 0.075) + (2 \times 100 \times 0.15)) \\
&= 3167.5N
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F &= ma = m\ddot{r} \\
&= 35 \times 50mm/s^2 \\
&= 35 \times \left(\frac{50mm}{s^2} \times \frac{1m}{1000mm} \right) \\
&= 1.75kg \cdot m/s^2 \\
&= 1.75N
\end{aligned}$$

3) t = 3 일 때

$$\theta = 54^\circ = \frac{54}{180} = 0.3$$

$$\dot{\theta} = \frac{\theta}{t} = \frac{0.3}{3} = 0.1$$

$$\ddot{\theta} = \frac{\dot{\theta}}{t} = \frac{0.1}{3} = 0.033$$

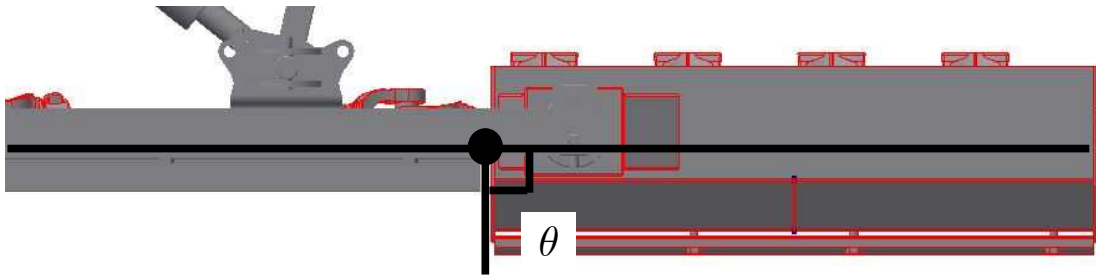
$$r = 200$$

$$\dot{r} = \frac{r}{t} = \frac{200}{3} = 66.667$$

$$\ddot{r} = \frac{\dot{r}}{t} = \frac{66.667}{3} = 22.222$$

$$\begin{aligned}
\Sigma F &= \Sigma F_r + \Sigma F_\theta \\
&= ma_r + ma_\theta \\
&= m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}) \\
&= 35(22.222 - (200 \times (0.1)^2)) + 35((200 \times 0.033) + (2 \times 66.667 \times 0.1)) \\
&= 1405.439N
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F &= ma = m\ddot{r} \\
&= 35 \times 22.222mm/s^2 \\
&= 35 \times \left(\frac{22.222mm}{s^2} \times \frac{1m}{1000mm} \right) \\
&= 0.77777kg \cdot m/s^2 \\
&= 0.77777N
\end{aligned}$$



○ 경운 유압실린더의 경우

1) $t = 1$ 일 때

$$\theta = 90^\circ = \frac{90}{180} = 0.5$$

$$\dot{\theta} = \frac{\theta}{t} = \frac{0.5}{1} = 0.5$$

$$\ddot{\theta} = \frac{\dot{\theta}}{t} = \frac{0.5}{1} = 0.5$$

$$r = 200$$

$$\dot{r} = \frac{r}{t} = \frac{200}{1} = 200$$

$$\ddot{r} = \frac{\dot{r}}{t} = \frac{200}{1} = 200$$

$$\Sigma F = \Sigma F_r + \Sigma F_\theta$$

$$= ma_r + ma_\theta$$

$$= m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta})$$

$$= 10(200 - (200 \times (0.5)^2)) + 10((200 \times 0.5) + (2 \times 200 \times 0.5))$$

$$= 4500N$$

$$F = ma = m\ddot{r}$$

$$= 10 \times 200mm/s^2$$

$$= 10 \times \left(\frac{200mm}{s^2} \times \frac{1m}{1000mm} \right)$$

$$= 2kg \cdot m/s^2$$

$$= 2N$$

2) $t = 2$ 일 때

$$\theta = 90^\circ = \frac{90}{180} = 0.5$$

$$\dot{\theta} = \frac{\theta}{t} = \frac{0.5}{2} = 0.25$$

$$\ddot{\theta} = \frac{\dot{\theta}}{t} = \frac{0.25}{2} = 0.125$$

$$r = 200$$

$$\dot{r} = \frac{r}{t} = \frac{200}{2} = 100$$

$$\ddot{r} = \frac{\dot{r}}{t} = \frac{100}{2} = 50$$

$$\begin{aligned} \Sigma F &= \Sigma F_r + \Sigma F_\theta \\ &= ma_r + ma_\theta \\ &= m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}) \\ &= 10(50 - (200 \times (0.25)^2)) + 10((200 \times 0.125) + (2 \times 100 \times 0.25)) \\ &= 1125N \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= ma = m\ddot{r} \\ &= 10 \times 50 \text{mm/s}^2 \\ &= 10 \times \left(\frac{50\text{mm}}{\text{s}^2} \times \frac{1\text{m}}{1000\text{mm}} \right) \\ &= 0.5\text{kg} \cdot \text{m/s}^2 \\ &= 0.5N \end{aligned}$$

3)t = 3 일 때

$$\theta = 90^\circ = \frac{90}{180} = 0.5$$

$$\dot{\theta} = \frac{\theta}{t} = \frac{0.5}{3} = 0.167$$

$$\ddot{\theta} = \frac{\dot{\theta}}{t} = \frac{0.167}{3} = 0.056$$

$$r = 200$$

$$\dot{r} = \frac{r}{t} = \frac{200}{3} = 66.667$$

$$\ddot{r} = \frac{\dot{r}}{t} = \frac{66.667}{3} = 22.222$$

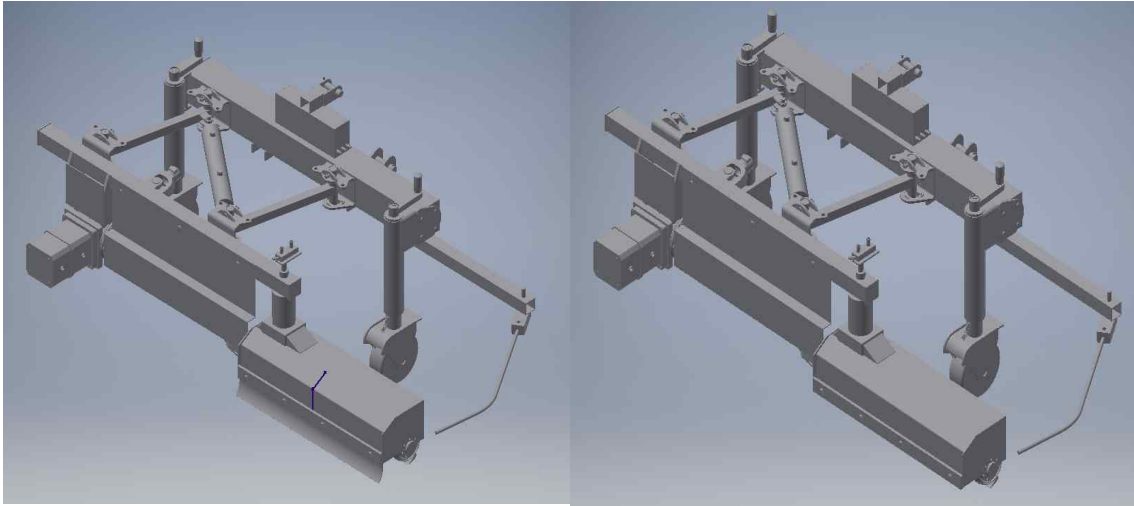
$$\begin{aligned} \Sigma F &= \Sigma F_r + \Sigma F_\theta \\ &= ma_r + ma_\theta \\ &= m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}) \\ &= 10(22.222 - (200 \times (0.167)^2)) + 10((200 \times 0.056) + (2 \times 66.667 \times 0.167)) \\ &= 501.10978N \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= ma = m\ddot{r} \\ &= 10 \times 22.222 \text{mm/s}^2 \\ &= 10 \times \left(\frac{22.222\text{mm}}{\text{s}^2} \times \frac{1\text{m}}{1000\text{mm}} \right) \\ &= 0.22222\text{kg} \cdot \text{m/s}^2 \\ &= 0.22222N \end{aligned}$$

8. 유압실린더 작용시간에 따른 제초 작업용 로타리 해석

제초 작업용 로타리 구조해석과 강도 해석에 앞서 해석을 진행하는데 큰 영향을 미치지 않

고 불필요한 요소인 텅김방지판을 부품에서 제외 시키는 등 모델링 단순화를 하여 구조해석을 진행하였다.

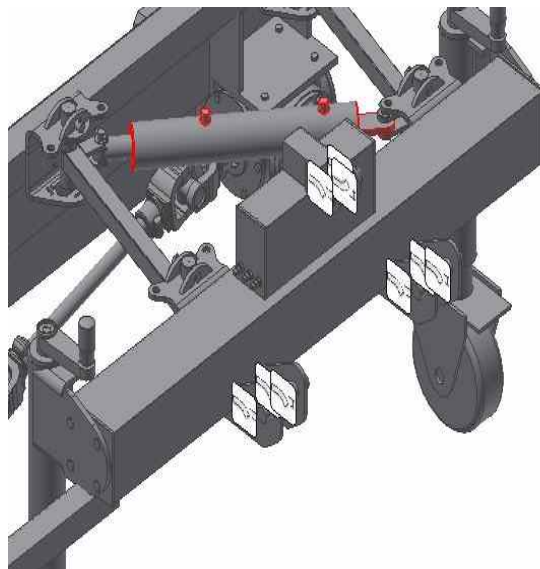


기존 3D 모델링

단순화 3D 모델링

제초 작업용 로타리의 재질은 일반 구조용 압연 강재 SS400으로 재질 설정을 하였다. SS400의 항복강도는 230Mpa, 인장강도는 400Mpa으로 S/W에 재질이 설정되어 있지 않아 물성치를 새로 입력하여 해석을 진행하였다.

제초 작업용 로타리는 3점 링크 구조이다. 트랙터에 부착했을 때를 가정하여 링크 연결부에 인 핀에 PIN구속을 적용하였다.



구속 조건

하중 조건으로 작업기가 유압실린더의 힘을 고려하여 장애물 회피를 위해 이동하는 힘에 따른 시간을 1초, 2초, 3초로 산출하여 3번의 해석을 수행하였다. 아래 식에서 산출한 값에서 소재의 정지 마찰계수를 곱한 값을 하중 조건에 적용하였다. 트랙터나 승용관리기에 부착하였

을 때를 가정하여 힘의 방향을 설정하였다.

$$\begin{aligned} \text{작용하는 총 힘 } \Sigma F &= \Sigma F_r + \Sigma F_\theta \\ &= ma_r + ma_\theta \\ &= m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}) \end{aligned}$$

1) t = 1 일 때

$$\begin{aligned} \Sigma F &= \Sigma F_r + \Sigma F_\theta \\ &= ma_r + ma_\theta \\ &= m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}) \\ &= 35(200 - (200 \times (0.3)^2)) + 35((200 \times 0.3) + (2 \times 200 \times 0.3)) \\ &= 12670N \end{aligned}$$

2) t = 2 일 때

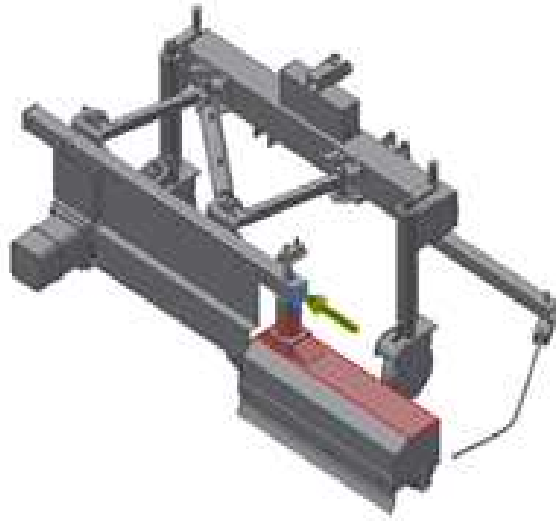
$$\begin{aligned} \Sigma F &= \Sigma F_r + \Sigma F_\theta \\ &= ma_r + ma_\theta \\ &= m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}) \\ &= 35(50 - (200 \times (0.15)^2)) + 35((200 \times 0.075) + (2 \times 100 \times 0.15)) \\ &= 3167.5N \end{aligned}$$

3) t = 3 일 때

$$\begin{aligned} \Sigma F &= \Sigma F_r + \Sigma F_\theta \\ &= ma_r + ma_\theta \\ &= m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}) \\ &= 35(22.222 - (200 \times (0.1)^2)) + 35((200 \times 0.033) + (2 \times 66.667 \times 0.1)) \\ &= 1405.439N \end{aligned}$$

표. 주요 소재의 정지 및 운동 마찰계수

	정지마찰계수	운동마찰계수
인체의 관절	0.01	0.003
얼음 위의 얼음	0.1	0.03
테플론 위의 테플론	0.04	0.04
마른 눈 위의 왁스칠한 나무	-	0.04
금속위의 금속(윤활유를 칠한경우)	0.15	0.06
젖은 눈 위의 왁스칠한 나무	0.14	0.1
나무 위의 나무	0.25-0.5	0.2
강철 위의 구리	0.53	0.36
유리 위의 유리	0.94	0.4
강철 위의 알루미늄	0.61	0.47
강철 위의 강철	0.74	0.57
콘크리트 위의 고무	1.0	0.8



힘의 방향 설정



1초 힘

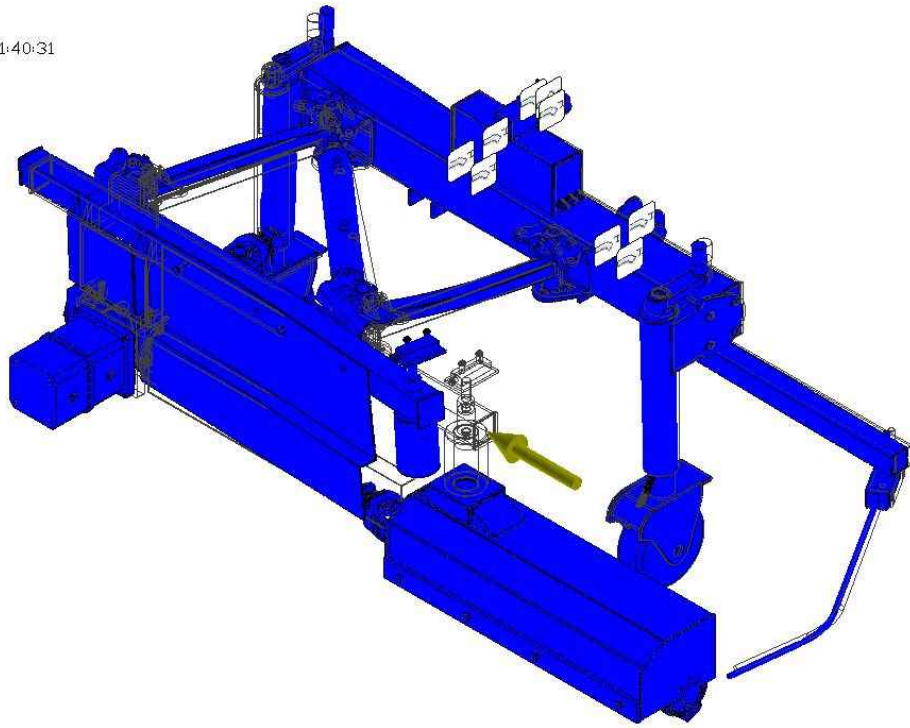
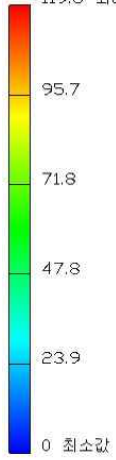
2초 힘

3초 힘

유압실린더에 따른 좌우 이동장치로 인해 1~3초로 이동하는 시간별 해석을 수행하였다. 결과값은 다음과 같다. 1초 동안 이동시 작업기에 큰 영향을 받아 변형이 이루어짐을 볼 수 있었으며 3초 동안 이동시 작업기의 변형이 없어 안전한 것으로 판단되지만 작업의 효율이 크게 떨어질 것으로 우려되었다. 2초 동안 이동시 작업기의 강도에 대한 안전계수 수치도 높았으며 효율적인 작업에도 문제가 없을 것으로 사료된다.

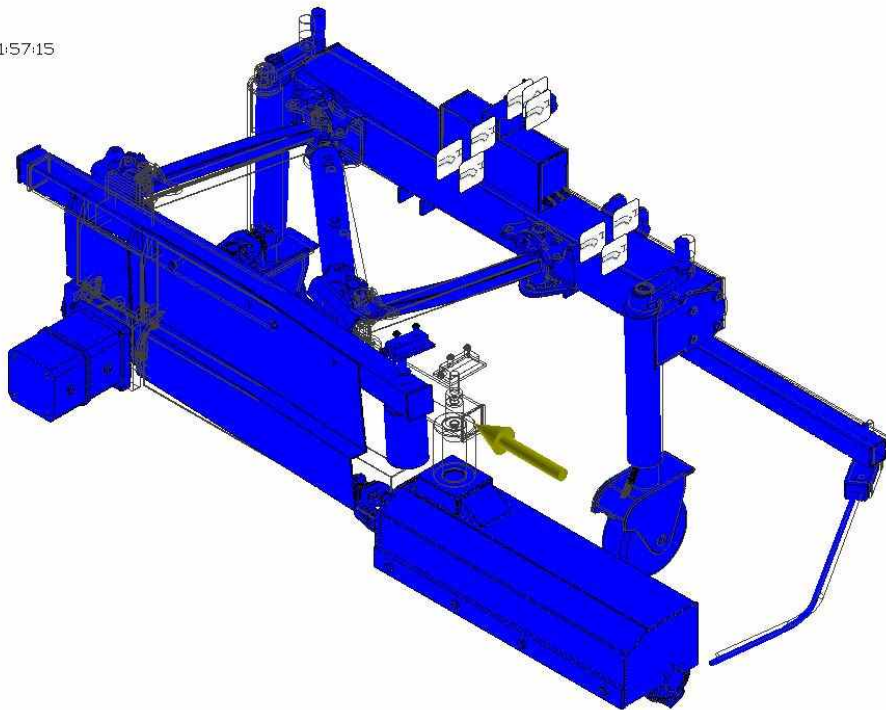
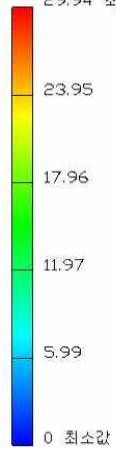
t(시간)	작용력(N)	작용력(N) × 정지마찰계수	시뮬레이션 결과	안전 계수
1	12670N	1900.5N	119.6MPa	1.9
2	3167.5N	475.125N	29.94MPa	7.6
3	1405.439N	210.816N	13.28MPa	18.7

유형: 폰 미세스 응력
단위: MPa
2019-09-19, 오전 11:40:31
119.6 최대값



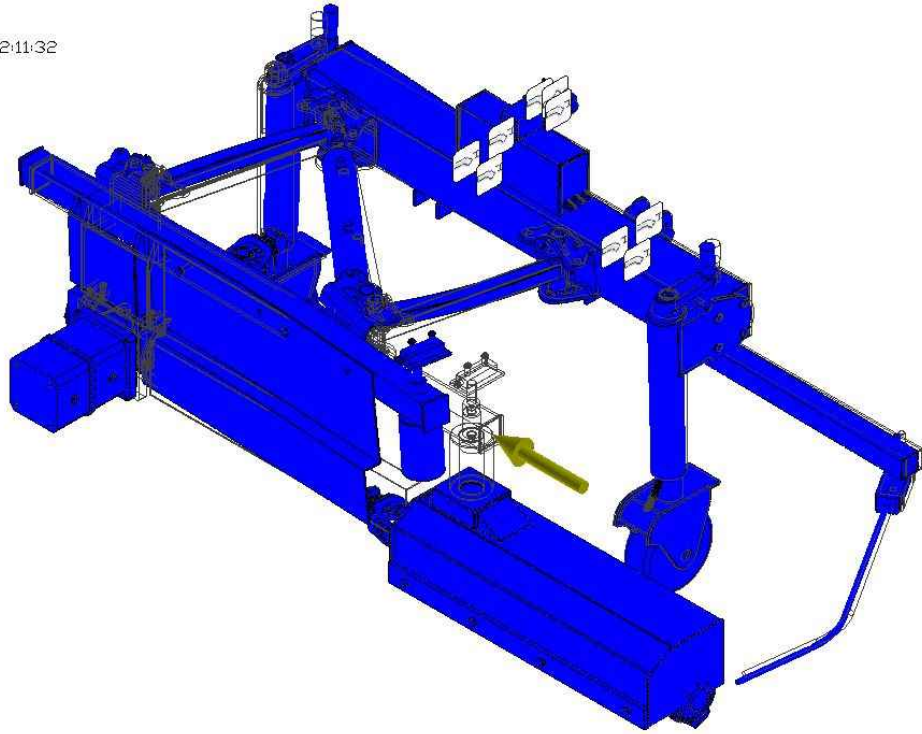
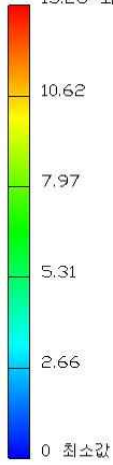
1초 시뮬레이션 결과

유형: 폰 미세스 응력
단위: MPa
2019-09-19, 오전 11:57:15
29.94 최대값



2초 시뮬레이션 결과

유형: 폰 미세스 응력
 단위: MPa
 2019-09-19, 오후 12:11:32
 13.28 최대값



3초 시뮬레이션 결과

나. 연구개발결과 및 성과

<1> 정량적 목표 평가항목 및 목표값 결과

◎ 목표값

평가항목 (주요성능 Spec. 등)	단위	개발목표치	세계최고 수준 (수준/보유국/보유기업)	연구개발 전 국내수준	수행기관 (주관/공동개발)
		가중치(%)			
1. 상용제조작업속도	rpm	170 이상	170	180	공인기관
		20			
2. 평균작업폭	cm	75 이상	75	60	공인기관
		20			
3. Offset 량	cm	40 이상	0	없음	공인기관
		30			
4. 제품 중량	kg	290 이하	300	350	공인기관
		10			
5. 입력축 인장강도	MPa	840 이상	830	820	공인기관
		10			
6. 제조날 인장강도	MPa	840 이상	830	820	공인기관
		10			

◎ 결과값

평가항목 (주요성능 Spec. 등)	단위	개발목표치		결과값	공인기관
		가중치(%)			
1. 상용제조작업속도	rpm	170 이상	20	221	군산대학교 산학협력단 기술혁신센터
2. 평균작업폭	cm	75 이상	20	828.3(mm)	군산대학교 산학협력단 기술혁신센터
3. Offset 량	cm	40 이상	30	415(mm)	군산대학교 산학협력단 기술혁신센터
4. 제품 중량	kg	290 이하	10	287.5	군산대학교 산학협력단 기술혁신센터
5. 입력축 인장강도	MPa	840 이상	10	1639	한국건설생활환경시험연구원
6. 제조날 인장강도	MPa	840 이상	10	994	한국 건설생활환경시험연구원

<2> 정성적성과 항목 및 달성율

성과목 표	업화지표										구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기 술 인 증	학술성과			교 육 지 도	인 력 양 성	정책 활용-홍 보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		SC I	비 SC I	논 문 평 균 I F			학 술 발 표	정 책 활 용	
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백만 원	백 만 원	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	20			10		40							20				10		
1차년 도													1						
2차년 도	1			1		1						1	3				1		
소 계	1			1		1						1	4				1		
합 계	1			1		1	34	0				1	4				1		
달성율 (%)	100			100		100						100	100				100		

<3> 인증 및 성적서

- 군산대학교 산학협력단 기술혁신센터

(상용제조작업속도, 평균작업폭, offset량, 제품중량 입회시험)

※ 군산대학교 산학협력단 기술혁신센터의 인증시험 선정 및 진행 사유

- 기존 사업계획서에서는 한국생산기술연구원을 통해 인증시험을 입회할 예정이었다.

그러나 2차년도 시제품 완성시기와 연구기간 내 인증시험을 하기 위해서 생산기술연구원으로 진행하기에는 시간과 일정이 부득이하게 맞지 않아서 기간내 진행이 가능한 군산대학교 기술혁신센터로 선정하여 입회시험을 진행하였다. 또한 동일한 국제공인시험기관으로 시험결과와 신뢰성은 동일하다고 판단된다. 군산대학교 기술혁신센터의 국제공인시험기관 인정서를 (KOLAS) 아래에 첨부하며 홈페이지(<http://www.katic.or.kr>)에서 확인 가능함.

Korea Laboratory Accreditation Scheme

국제공인시험기관 인정서

군산대학교 산학협력단 기술혁신센터

인 정 번 호 : KT588
법 인 등 록 번 호 : 211171-0001870
(또는 고유번호)
사 업 장 소 재 지 : 전라북도 군산시 산단남북로 189
최 초 인 정 일 자 : 2013년 9월 10일
인 정 유효 기 간 : 2017년 10월 12일 ~ 2021년 10월 11일
인정분야 및 범위 : 별첨
발 행 일 : 2017년 10월 12일

상기 기관을 국가표준기본법 제 23 조 및 KS Q ISO/IEC 17025:2006 에 의거하여 국제공인시험기관으로 인정합니다. 또한 ISO-ILAC-IAF 공동성명 (2009.1.8)에 언급된 바와 같이 인정된 분야 및 범위에 대한 기술적 능력과 시험기관의 품질경영시스템이 적절함을 인정합니다.



한국인정기구
(Korea Laboratory Accreditation Scheme)



한국인정기구(KOLAS)는 국제시험기관인정협력체(ILAC)의 상호인정협정(MRA) 서명기구입니다.



시험보고서 - (갑)

의뢰번호	KRT19-A588	시험번호	KTT19-A576
품명	센서감지에 의한 장애물 자동회피 가능 제조작업용 로타리 임회시험	수량	1개
업체	그린하이팜	시험기간	2019. 12. 30
의뢰자	정용석	용도	과제평가 제출용
제목	센서감지에 의한 장애물 자동회피 가능 제조작업용 로타리 임회시험		

1. 목적
장애물 자동회피 제조작업용 로타리 성능시험

2. 시험 항목
- ① 상용제조작업속도
 - ② 평균작업폭
 - ③ offset량
 - ④ 제품중량

3. 시험 장비
지움, 타코메타, 줄자

4. 시험결과

평가항목	목표치	측정값			만족여부	비고
		820	825	840		
상용제조 작업속도	170rpm 이상	221rpm			만족	
평균작업폭	750mm 이상	820	825	840	만족	평균값 : 828.3mm
offset량	400mm 이상	415mm			만족	
제품중량	290kg 이하	287.5kg			만족	

※ 세부내용은 첨부 참조

첨부 : 시험보고서(을) 1부 , 끝.

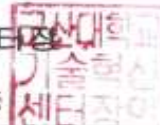
상기와 같이 시험보고서를 제출합니다.

2019년 12월 31일

학 인	작성자 허 만 호 19. 12. 31	기술책임자 허 만 호 19. 12. 31
-----	----------------------	------------------------

군산대학교 기술혁신센터장

신청자 그린하이팜 귀중



주) 본 시험보고서는 상기임의자에 의해 제공된 시험용에 대한 시험결과이며, 용도 이외의 사본, 선전, 포스트 및 기타 법적요건으로 사용할 수 없음.
KATIC-TP-20-07(02)



시험보고서 - [을]

1. 시험 내용

1) 상용제조작업속도

- 시험방법
 - 타코미터 측정
 - 엔진 부하 540rpm 시 로타리 회전부 측정
- 측정 사진



2) 평균작업폭

- 시험방법
 - 공시포장에서 장방향의 작업행정 중 3개 작업행정을 선정하고 측정
- 측정 사진

작업행정 1회	
작업행정 2회	

시험 보고서 - (을)

작업행경 3회



3) offset 량

- 시험방법
 - 작업을 하는데 고정 물체 감지 후 회피거리
- 측정 사진

고정물체 감지 전



고정물체 감지



고정물체 회피 이후



Offset 량 원점



Offset 량 측정




시험보고서 - (을)

4) 제품 종합

- 시험방법
 - 저속로 무게 측정
- 측정 사진



the way to trust **KCL**



4407-1100-1001-9425

시험성적서

1. 성적서 번호 : CT19-137976K
2. 의뢰자
 - 업체명 : 그린하이판
 - 주소 : 경기도 화성시 팔탄면 율암길 241
3. 시험기간 : 2019년 12월 09일 - 2019년 12월 11일
4. 시험성적서의 용도 : 성능평가
5. 시료명 : 입력축
6. 시험방법
 - (1) KS B 0802:2003
7. 시험결과
 - 1) 입력축

시험항목	단위	시험방법	시험결과	비고	시험장소
인장강도	N/mm ²	(1)	1 708	-	A
인장강도	N/mm ²	(1)	1 729		
인장강도	N/mm ²	(1)	1 884		
인장강도	N/mm ²	(1)	1 663		
인장강도	N/mm ²	(1)	1 639		

※ 시험장소
A : 전라북도 전주시 덕진구 여산로 136 (여의동)


확인 작성자인명 박현인

기술책임자명 원철현

비고: 1. 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인장과 관련이 없으며, 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명에 한정된 결과로서 전체제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
 2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서의 일부만을 발췌하여 사용한 결과는 보증할 수 없습니다.
 4. 이 성적서의 진위여부는 홈페이지(www.kcl.re.kr)에서 확인 가능합니다.

2019년 12월 11일




한국건설생활환경시험연구원장



결과문의 : 54852 전라북도 전주시 덕진구 여산로 136 (여의동) ☎ (063)711-6008

총 1페이지 중 1페이지

양식TOP-12-01-03(11)



입력축 시편



시험성적서

1. 성적서 번호 : CT19-137974K
2. 의뢰자
 - 업체명 : 그린하이팜
 - 주소 : 경기도 화성시 팔탄면 들암길 241
3. 시험기간 : 2019년 12월 09일 - 2019년 12월 11일
4. 시험성적서의 용도 : 성능평가
5. 시료명 : 제조날
6. 시험방법
 - (1) KS B 0802:2003

7. 시험결과

1) 제조날

시험항목	단위	시험방법	시험결과	비고	시험장소
인장강도	N/mm	(1)	1 020		A
인장강도	N/mm	(1)	994		
인장강도	N/mm	(1)	1 033		
인장강도	N/mm	(1)	1 029		
인장강도	N/mm	(1)	1 019		

* 시험장소

A : 전라북도 전주시 덕진구 여산로 136 (여의동)

확인	작성자 성명	박현민	기술책임자 성명	김발현
비고:	1. 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인증과 관련이 없으며, 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명에 한정한 결과로서 전체제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다. 2. 이 성적서는 총보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용될 수 없으며, 무단 이외의 사용을 금합니다. 3. 이 성적서의 일부만을 발췌하여 사용한 결과는 보증할 수 없습니다. 4. 이 성적서의 진위여부는 홈페이지(www.kcl.net.kr)에서 확인 가능합니다.			

2019년 12월 11일

한국건설생활환경시험연구원



결과문의 : 54852 전라북도 전주시 덕진구 여산로 136 (여의동) ☎ (063)711-6006

※ 1페이지 중 2페이지

양식3P-12-01-00(1)

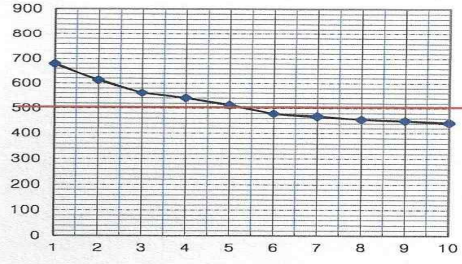


제조날 시편

- 진명금속열처리 (구동축, 입력축 열처리 성적서)

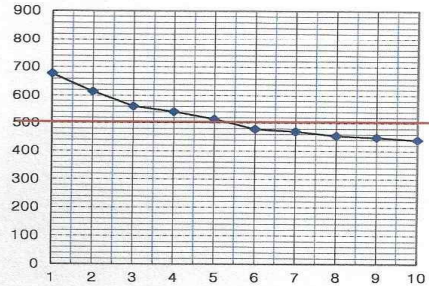
인천광역시 동구 영천로 16
전화 : (032) 765 - 1809

REPORT		검사(시험)성적서								2019년 03월 20일	
No.		INSPECTION(TEST)REPORT								결과	
회사명 CUSTOMER	그린하이팜							HmV 500			
품명 ITEM	구동축							0.90mm			
규격 SIZE	고주파열처리										
재질 MATERIAL	SCM440										
경화깊이 (표면) 경도 HARDENING DEPTH HARDNESS	0.8 - 1.0 mm										
(표면·내부) 조직 STRUCTURE	HRC : 58~60										
변형 DISTORTION											
수량 LOT · SIZE	4EA										
LOT NO.	160328-AC-1			1(0.5) 679		2(0.6) 625		3(0.7) 565		4(0.8) 554	
				6(1.0) 501		7(1.1) 478		8(1.2) 465		9(1.3) 453	
검사항목 INSPECTION ITEM	SIZE OF SAMPLE	1	2	3	4	5	6	7	판정 Decision		
겉모양 APPEARANCE		GOOD	GOOD	GOOD	GOOD				O.K		
표면경도 SUR. HARDNESS	1	HRC58.2	HRC59.4	HRC58.9	HRC59.6				O.K		
유효경화층깊이 HARDENING DEPTH	1	0.89mm	0.97mm	0.93mm	0.93mm				O.K		
금속조직 STRUCTURE									O.K		
적요											
비고											
종합판정 COMPOSITE DECISION	합격		공급자	검사승인		수요자		검사	검토	승인	
진명금속열처리 JinMyung Heat treatment co.											



구동축 시편

REPORT		검사(시험)성적서								
No. _____		INSPECTION(TEST)REPORT								
회 사 명 CUSTOMER		그린하이팜						2019년 03월 20일		
품 명 ITEM		BEVEL-pinion 기어						결과 HmV 506		
규 격 SIZE		침탄열처리						과 0.92mm		
재 질 MATERIAL		SNCM220								
경화깊이 HARDENING_DEPTH		0.8 - 1.0 mm								
(표면) 경도 HARDNESS		HRC : 58~62								
(표면·내부) 조직 STRUCTURE										
변 형 DISTORTION										
수 량 LOT · SIZE		4EA								
LOT NO.		160328-AC-1				1(0.5) 677	2(0.6) 615	3(0.7) 561	4(0.8) 541	
						6(1.0) 478	7(1.1) 470	8(1.2) 455	9(1.3) 449	
검사항목 INSPECTION ITEM	SIZE OF SAMPLE	1	2	3	4	5	6	7	판 정 Decision	
겉 모양 APPEARANCE		GOOD	GOOD	GOOD	GOOD				O.K	
표면 경도 SUR, HARDNESS	1	HRC60	HRC59.1	HRC60.1	HRC59.5				O.K	
유효경화층깊이 HARDENING DEPTH	1	0.90mm	0.92mm	0.98mm	0.95mm				O.K	
금속 조직 STRUCTURE									O.K	
적 요										
비 고										
종합판정 COMPOSITE DECISION	합격	공급자	검사 승인	수요자	검사	검토	승인			



베벨기어시편

<4> 정성적성과

가. 특허 출원

- 특허명칭 : 라이다 유압센서식 경사 및 장애물 감지 제초용 로타리
- 출원번호 : 10-2019-0168619

발급번호 : 5-5-2019-063842656



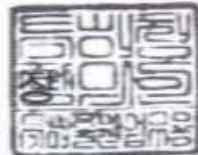
출원사실증명원
CERTIFICATE OF APPLICATION

출원인 Applicant	성명 Name	정용석 JUNG, Yong Seok	주민번호 Residence No	840207-1*****
	주소	경기도 화성시 팔탄면 읍영길 241	전화번호	031-353-8418
발명자 Inventor	성명 Name	정용석 JUNG, Yong Seok	주민번호 Residence No	840207-1*****
	주소	경기도 화성시 팔탄면 읍영길 241	전화번호	031-353-8418
대리인 Agent	성명	노대현	대리인번호	9-2016-003321-2
	주소	대전광역시 서구 둔산중로 138 402호(주은오피스텔)(공통국제특허법률사무소)		
출원번호 Application Number		특허-2019-0168619 PATENT-2019-0168619	출원일자 Filing Date	2019년 12월 17일 DEC 17, 2019
발명(고안)의 명칭, 디자인을 표현할 물품, 상표(서비스업)류 구분 Title of Invention, Product(s) Embodied in Design, or Classification of Mark		라이다 유압센서식 경사 및 장애물 감지 제초용 로타리		
응도	확인응	IPC 분류		
최종처분상태		최종처분일		
심사청구유무	Y	심사청구일자	2019년 12월 17일	

위 사실을 증명함.
This is to certify that the above applicant has filed as stated in this certificate at the Korea
an Intellectual Property Office

2019년 12월 19일

특 허 청
COMMISSIONER



관인생략

출원번호통지서

출원일자 2019.12.17
 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
 출원번호 10-2019-0168619 (접수번호 1-1-2019-1302940-81)
 출원인성명 정용석(4-2018-002905-9)
 대리인성명 노대현(9-2016-003321-2)
 발명자성명 정용석
 발명의명칭 라이다 유압센서식 경사 및 장애물 감지 제초용 로타리

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
 ※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 ※ 특허포(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허-실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받하고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
 ※ 제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-특허마당-PCT/마드리드
 ※ 우선권 인정기간 : 특허-실용신안은 12개월, 상표-디자인은 6개월 이내
 ※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.
6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련 법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
 ※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000
7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.
8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

나. 제품화

- 시제품 제작 완료



시제품 제작

다. 홍보전시

- 월간지 '농축산기계신문' 2019년 12월지 2면에 개발 및 홍보기사 게재

농축산기계신문

www.alnews.co.kr

종합

제71호 2019년 12월 20일 금요일 **2**

그린하이팜 “장애물 회피 ICT활용 제초기 개발”

트랙터부착형으로 유압시스템·블레이드 수평이동 장치
자동수평이동 400mm, 제초폭 750mm…밀식재배 과수원·농로탁월

그린하이팜이 개발한 장애물 회피 제초기

그린하이팜 개발제초기 개요

초기 기능 등이다.
기계의 기술적인 부분에 있어서는 센서 감지 및 작동을 제어하기 위한 유압시스템 및 제초 블레이드, 수평이동 가능한 로타리의 개발이 핵심이라 할 수 있다.
현재 이러한 기술과 아이디어는 기존제품에서 구현되지 못했던 부분을 구현한 틈새시장 제품에 속한다. 현 시점에서 농업용 로봇화의 개발이 보편화되기까지는 계속해 사용 가능한 제품이기도 하다.
그린하이팜 관계자는 “이번 개발을 통해 산학연 고급인력의 기술활용에 따른 제품의 신뢰성 부여를 통한 제품의 가치 상승과 제품의 자기력 실현을 위한 세부 기술 구현에 있어 최선의 노력을 다할 생각”이라며 “향후 소비자의 지속적인 요구를 충족시키기 위한 노력을 다하고, 효율적인 고용창출과 매출에 기여할 것으로 본다”고 밝혔다.
신화준 기자 shj5949@alnews.co.kr

제초작업이 불가능한 지역에서 센서감지에 의해 자동으로 제초작업이 가능한 트랙터 부착형 제초기가 개발돼 주목을 받고 있다.
그린하이팜(대표 정용석)이 농림식용기술기원(이하 농기원)의 연구과제로 개발한 트랙터 부착형 제초기는 트랙터 진입이 어려운 구간 및 지형에서의 작업이 가능하며 농작업 기기의 센서감지에 의한 작업기를 구현했다는 점에서 독창성을 지녔다.
한쪽은 국토의 70%가 산악지형이어서 경사지 및 구릉지에 과수원과 논지 및 임업용 산림 등으로 제초작업에 있어 효율적인 센서감지형 자동수평이동 제초기가 필요했다.
이번 그린하이팜의 기술은 센서감지에 의한 장애물 자동회피가 가능해서 기존 작업 불가능 지역이나 반복 작업을 수행하는 불편함을 제거하고, 농가의 생력화에 크게 기여할 전망이다.
구체적 개발사양은 △400mm자동수평이동 가능한 제초작업용 로타리 △750mm 제초작업 가능한 로타리 스트래터 부착형 이동식 제초작업기 △저수고 밀식재배 과수원, 도로 및 농로의 제초 가능한 이동식제

농축산 기계신문

라. 학술대회 발표 및 논문투고 (전주대학교) :4건 발표, 1건(2월 투고예정)

- 논문명 : 하중을 고려한 제초 작업용 로타리 연결부 구조해석(Structural Analysis of Rotary Connections for Weeding Work Considering Load)
- 학회명 : 2018년도 추계 한국산업융합학회

2018년도 한국산업융합학회 추계학술대회 논문집
하중을 고려한 제초 작업용 로타리 연결부 구조해석

박현승¹, 이준호(hieizan@naver.com)¹, 장준성²
전주대학교 산업공학과¹, 그린하이팜²

Structural Analysis of Rotary Connections for Weeding Work Considering Load

Hyun Seung Park¹, Chung Ho Lee¹, Yong Seok Jeong²
Jeonju University Dept. of Industrial Engineering¹, Greenhifarm²

Abstract

In areas of tree and obstacles areas where weeding is not possible with machines, and efficient sensor-sensitive horizontal moving mowers are needed in the square areas of weeds. In this study, we analyzed the strength of parts to develop a machine which can weed remove self operated mechanisms. Using the Inventor software, the strength analysis according to the external load was performed on connecting part of hydraulic cylinder which is an important part in automatic horizontal leveling system. As a result of the structural analysis, the yield strength of SS400, a rotary material for weeding work, was 31.11MPa for von mises stress, and was not lower than 230MPa for yield stress. The safety coefficient was about 7.4, and the optimal safety factor of 3 or more was derived from the static load respectively.

1. 서 언

제초작업은 친환경농사를 위한 작수원확 및 모든 농업환경에서 필수적인 작업이다. 기계로 제초 작업이 가능한 지역에서 제초제를 사용하여 토양의 광폐화가 가속되고 있으므로, 제초 사각지역에서도 제초작업이 가능하도록 센서가 나무를 감지하고 장애물로 인지하며 제초부가 이동되어 전진하고 다시 제초장치를 펴서 구형하도록 하는 효율적인 센서감지형 자동수평이동 제초장치가 필요하다. 기존의 트랙터 부착형 제초기 개념을 탈피하여 입안 노지면 및 입복 주변의 입지에 관계없이 제초가 가능한 기계 개발이 필요하다. 따라서 제초개발에 앞서 주요부 부품의 강도 및 해석을 통해 선행연구가 필요하다. 자동수평이동과 센서감지에 의한 움직임에 가장 큰 영향을 갖는 연결부에 대한 강성을 확인하고자 구조해석을 수행하였다.

2. 본 언

제초 작업용 로타리 구조해석과 강도해석에 앞서 작업시간과 효율성을 위하여 해석에 큰 영향을 미치지 않으며 불필요한 요소인 회전 방지관을 부품에서 제외 시키는 등 모델링 단순화를 진행하였다. 제초 작업용 로타리는 입안 구조용 압연 강재 SS400 재질로 이루어져 있으며 항복강도 230MPa, 인장강도 400MPa의 강성을 가지고 있다. 인장력에는 해당 재질이 동등되지 않아 불성질을 입력하여 해석을 수행하였다. 제초 작업용 로타리에서 지면과 닿지 않는 부품의 하중 20.445kg를 고려하여 약 3배인 600N을 유압실린더의 연결부에 작용하는 하중으로 부여하였다. 지면과 닿는 연결부는 아랫방향으로, 지면과 닿지 않는 부품은 윗방향으로 하중을 부여하였다. 중력이 하중에 작용하는 힘과 유압실린더의 연결부가 버티는 힘을 고려하여 힘의 방향을 설정하였으며 힘이 받는 부품을 8개의 점으로 지정하여 각 75N의 하중을 적용하여 구조해석을 수행하였다.

3. 결과 및 토의

구조해석 결과 von 미세스 응력이 31.11MPa로 도출되었으며, 최초 선정된 재질인 SS400의 항복강도

230MPa보다 낮은 수치로 그림 1과 같이 변형이 없으며, 최종 작업용 외판의 프레임으로 사용이 가능한 것으로 사료된다. 안전계수 약 7.4로 정하중을 기준으로 최초의 안전계수 수치인 3 이상이 도출되어 안전하게 설계되었다고 사료된다. 본 제품은 경적이 작동되며 그림 1에 서지된 제품이 각도 이동하도록 되는 구조로 되어 프레임의 설계 강도가 중요하다. 본 피석수 수평을 통해 얻은 결과를 바탕으로 세부적으로 주요부에 대한 선단적인 해석이 필요할 것으로 사료되며, 무중량부에 대한 다양한 하중조건에 대한 분석연구가 필요할 것으로 사료된다.

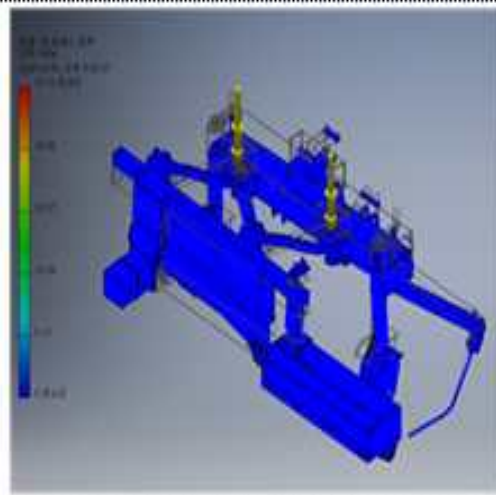


FIG. 1. 3D finite element stress.

이름	최소값	최대값
체적	25.1345003 mm ³ 3	
질량	276.277 kg	
중심 질량 수 중심	0 mm	31.1109 mm
중심 질량 수 중심	-3.34893 mm	27.2759 mm
중심 질량 수 중심	-34.0279 mm	2.44573 mm
변위	0 mm	0.0218803 mm
안전계수	7.39291	15
응력 XX	-14.19418 MPa	6.27604 MPa
응력 XY	-9.47852 MPa	6.46654 MPa
응력 XZ	-8.81055 MPa	11.632 MPa
응력 YX	-14.7916 MPa	26.6714 MPa
응력 YZ	-7.85392 MPa	9.27558 MPa
응력 ZX	-12.70648 MPa	8.49316 MPa
X 변위	-0.01476595 mm	0.00669071 mm
Y 변위	-0.0149548 mm	0.0218886 mm
Z 변위	-0.00538587 mm	0.00503095 mm
중심 변형	0	0.000133357
중심 변형 수 변형	-0.00000051643	0.000115446
중심 변형 수 변형	-0.000153306	0.000000331975
변형 XX	-0.0000409921	0.0000274996
변형 XY	-0.0000586766	0.0000400433
변형 XZ	-0.0000545415	0.0000720074
변형 YX	-0.0000456944	0.000111704
변형 YZ	-0.0000486195	0.000060825
변형 ZX	-0.0000473309	0.0000456612
입축 응력	0 MPa	18.965 MPa
입축 응력 X	-8.93462 MPa	7.75258 MPa
입축 응력 Y	-17.2405 MPa	17.717 MPa
입축 응력 Z	-7.80146 MPa	5.84438 MPa

FIG. 2. Summary of results.

4. 결 언

본 연구를 통해 최종 작업용 외판의 수압실린더 연결부의 강성에 대한 해석을 실시하였다. 정하중을 기준으로 최초의 안전계수 수치가 3 이상으로 도출되므로 안전한 것으로 보인다. 본 연구에서 도출한 안전계수는 7.4로 안전한 설계가 되었음을 알 수 있다. 반복하중의 최초의 안전계수 수치는 5로 작업용 최종 작업용 외판의 수압실린더 연결부의 용접부에 대한 반복하중에도 문제가 없을 것으로 사료된다. 향후 작업용 외판 방향으로 작용하는 힘과 반대 방향으로 작용하는 반력에 대한 해석을 통해 시제품을 제작할 계획으로 본 연구를 통해 기본적인 설계수치와 물성에 대한 선정이 수행되었다.

사 사

본 연구에 대한 지원으로 울산부의 지원으로 유원수산소기계평가원의 2018년도 첨단기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음]

[참 고 문 헌]

1) B. Y. Lee, T. J. Jeon, and S. H. Sim. "Structural analysis and stress evaluation of 1500ton mechanical press" KSMPE Autumn Conference 2017. 4. 126-127 (2 pages)

하중을 고려한 제초 작업용 로타리 연결부 구조해석
Structural analysis of rotary connections for weeding work considering load

* 박현승¹, * 이흥호¹, 정용석²
 * Hyeon Seung Park¹, * Choong Ho Lee¹(leech@ji.ac.kr), Yong Seok Jeong²

전주대학교 공과대학 산업공학과¹, 그린하이팜²
 Jeonju University, Dept. of Industrial Engineering¹, Greenhifarm² Co. Ltd.

연구개요 및 목표

- 기존의 트랙터 부착형 제초기 개념을 탈피하여 일반 노지면 및 양묘장 주변의 입지에 관계없이 제초가 가능한 기계 개념이 필요함.
- 자동수명이동과 센서감지에 의한 움직임에 가장 큰 영향을 갖는 연결부에 대한 강성을 확인하고자 구조 해석 수행함.

연구 내용 및 결과

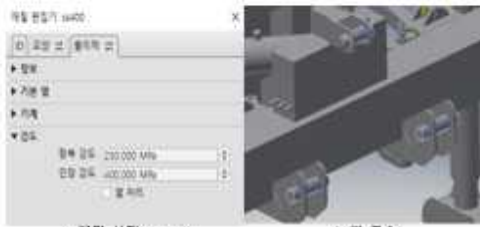
가. 모델링 및 단순화



(a) 제초 작업용 로타리 모델링 (b) 모델링 단순화(앞면)
 그림.1 모델링

- 구조해석에 앞서 작업시간과 효율성을 위하여 해석에는 영향을 미치지 않는 링강 받치판과 부품에서 제외시킴 등 모델링 단순화를 수행함.

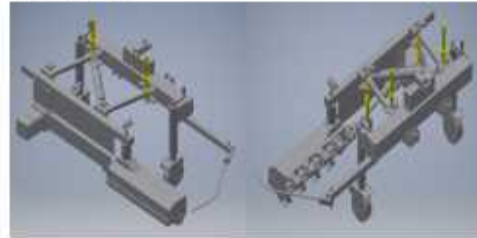
나. 재질 설정 및 구속 조건



(a) 재질 설정(SS400) (b) 핀 구속
 그림.2 재질 설정 및 핀 구속

- 기존의 제초 작업용 로타리의 재질인 일반구조용 압연강재로 SS400으로 설정함.
- 구속 조건으로 3점 작업중에도 움직임이 없는 3점 링크에 핀 구속을 적용함.

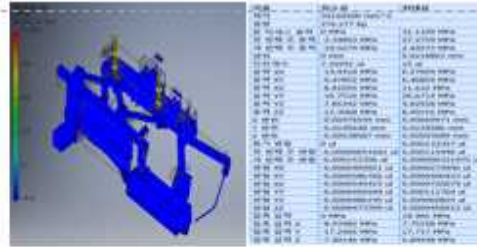
다. 하중 조건



(a) 하중 방향(전면) (b) 하중 방향(후면)
 그림.3 하중 부하

- 지면과 닿는 연결부는 아랫방향으로, 지면과 닿지 않는 부분은 윗방향으로 힘이 받는 부분을 8개의 면으로 적음함.
- 지면과 닿지 않는 부분의 하중 약 200N(20.4461kg)을 고려하여 약 3배인 600N을 우압실린더의 연결부에 하중 부하를 하였음.(그림 1-b의 좌측)

라. 구조 해석 결과



(a) 폰 미세스 응력 (b) 결과 요약
 그림.4 구조 해석 결과

- 구조 해석 결과 폰 미세스 응력이 31.11Mpa로 도출되었으며, 최초 선정된 재질인 SS400의 항복강도 230Mpa보다 낮은 수치로 그림과 같이 변형이 없으며, 제초 작업용 로타리의 프레임으로 사용이 가능한 것으로 보임.
- 안전계수 약 7.4로 정하중을 기준으로 최적의 안전계수 수치인 3 이상이 도출되어 안전하게 설계되었다고 사료됨.

결론 및 요약

- 반복하중의 최적 안전계수는 5로 작업중 제초 작업용 로타리의 우압실린더 연결부의 움직임에 대한 반복작업에도 문제가 없을 것으로 사료됨.
- 향후 작업중 방향으로 작용하는 힘과 반대 방향으로 작용하는 것이반력에 대한 해석을 통해 시제품을 제작할 계획임.

- 논문명 : 제초 작업용 로타리 날 원심력 영향분석
- 학회명 : 2019년도 춘계 한국기계가공학회(Centrifugal force analysis by rotary power for weeding work)

제초 작업용 로타리날 원심력 영향분석

Centrifugal force analysis by rotary power for weeding work

*박현승¹, *이충호(leech@jj.ac.kr)¹, 정용석²

¹Hyeon Seung Park¹, *Choong Ho Lee(leech@jj.ac.kr)¹, Yong Suk Jung²

¹천주대학교 산업공학과, ²그린하이팜

Key words : Rotary Hammer Blade, Weeding, Structural Analysis, Von mises Stress

1. 서론

기계로 제초 작업이 불가능한 지역에서 제초제를 사용하여 토양의 황폐화가 가속되고 있으므로, 사각 지역에서도 제초작업이 가능하도록 센서가 나무를 감지하고 장애물로 인지해 회피하면서 수행하도록 하는 효율적인 **센서감지형** 제초장치가 필요하다. 기존의 트랙터 부착형 제초기 개념을 탈피하여 일반 노지 및 임목 주변의 임지에 관계없이 제초가 가능한 기계 개발이 필요하다. 따라서 제품개발에 앞서 주요 부품의 강도 및 해석을 통해 선형연구가 필요하다. 제초 작업 중 핵심 부품인 로타리에 대한 강성을 확인하고 로타리날 배열에 대한 설계인자 도출을 위해 구조해석을 수행하였다.

2. 본론

로타리가 회전할 때 로타리 축과 블레이드 날에 대한 강도해석을 진행하였다. 구조해석에 앞서 작업시간과 효율성을 위하여 해석에 영향을 미치지 않으며 불필요한 요소를 제외시키는 등 로타리 부분을 제외한 모든 부분을 단순화 작업을 수행하였다. 로타리의 재질은 일반 구조용 압연 강재 SS400 재질로 이루어져 있으며 항복강도 230MPa, 인장강도 400MPa의 강성을 가지고 있다. 솔리드웍스 S/W를 통해 재질의 특성, 강도 등 물성치를 입력하여 재질 등록을 하였다. 로타리 부품 모델링의 결핵부분에 대한 접촉이 많아 해석에 어려움이 있어 하나의 부품으로 설정을 하였으며 중심축을 기존의 회전축으로 설정하였다. 회전방향은 작업중에 있어 로타리가 회전하는 방향으로 설정을 하였으며, 제초 작업용 로타리의 rpm은 150-170으로 이 값을 사용하여 로타리 원심력에 대한 강도해석으로 150rpm, 170rpm 두 번의 해석 수행하였다. 150rpm, 170rpm을 갖는 로타리의 폰 미세스 응력은 0.03MPa으로 산출되었다.

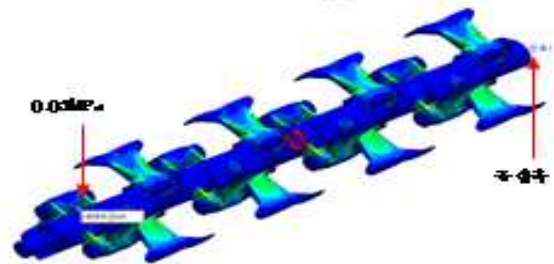


Fig. 1 Rotary blade structure analysis

3. 결론

본 연구를 통해 제초 작업용 로타리의 원심력에 대한 무부하시 폰 미세스 응력은 0.03MPa으로 나타나 큰 영향이 없으며, 작업중에 있어 로타리가 회전하는 데에 있어 가해지는 힘은 실제로는 토양이나 나무가 아닌 제초대상에 해당되므로 이물질에 직접적인 충격이 가해지지 않으면 안전한 것으로 사료된다. 지면반력에 의한 충격하중에 대한 검토는 최종적으로 제초용 로타리의 배열과 각도와 의 상관관계의 분석을 통해 수행될 예정이다. 센서감지형으로 다양한 수행작업에 따른 다양한 동적하중에 대한 제초날과 나무, 토양 등에 대한 거동해석과 토양의 반력에 따른 제초날의 배열과 설치개수 등 최적화 설계가 진행될 예정이다.

후기

본 결과물은 농림식품축산부의 재원으로 농림수산식품기획평가원의 2018년도 첨단기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음.

참고문헌

1. Oh, Y. I. "Evaluation of Structural and Vibrational Properties of Vertical Axis Wind Turbine Blade". Korea Society for Precision Engineering Fall Conference Proceedings. 2010 p. 767-768.

- 논문명 : 제초 작업용 로타리 날 원심력에 대한 구조해석
- 학회명 : 2019년도 춘계 한국농업기계학회(Structural analysis of rotary centrifugal force for weeding work)

제초 작업용 로타리 날 원심력에 대한 구조해석
 Structural analysis of rotary centrifugal force for weeding work
 박정양¹ 이충호^{1*} 정문석²
 Hyaeon-Seung Park¹ Chooeng-Ho Lee^{1*} Yong-Suk Jung²

¹연주대학교 산업공학과
 Department of Industrial Engineering, Jeonju National University,
 Jeonju, Korea

²그린하이팜
 Green High Farm
 Hwasong, Korea

*교신저자: 이승호(leech@jnu.ac.kr)

초록(Abstract)

기초제초 작업이 불가능한 지면에서 제초제를 사용하여 토양의 황폐화가 가속되고 있으며 국내 농업의 고령화 및 여성화에 따른 사후이 관리하에 추가적으로 용이한 농업용 작업기 개발이 필요하다. 사각 지면에서 제초작업이 가능하도록 센서가 나무를 감지하고 장애물로 인하여 회피하면서 주행하도록하는 효율적인 센서감지형 제초장치가 필요하다. 따라서 제품개발에 앞서 구조부 부품의 강도 및 해석을 통해 선정연구가 필요하다. 제초 작업부에 핵심 부품인 로타리날에 대한 강도를 확인하고 로타리날 배열에 대한 설계인자 분석을 위해 구조해석을 수행하였다. 센서감지형 제초 작업용 로타리날 모양에 땅에 닿고 나무, 풀 등 장애물 회피함을 고려하여 다른 조건 없이 로타리날 회전할 때 로타리 날과 볼베이트 날에 대한 강도해석을 진행하였다. 구조해석에 앞서 작업시간과 효율성을 위하여 해석에 영향을 미치지 않도록 불필요한 모수를 제외시키는 등 로타리 날 부분 제외한 모수 부분을 단순화 작업을 수행하였다. 로타리 날의 재료는 일반 스티플만 강재 SS400 재질로 선정하였으며 항복강도 250MPa, 인장강도 400MPa의 강성을 가지고 있다. 로타리 날과 볼베이트 날의 길과 두께에 대한 정수가 많아 해석에 어려움이 있어 하나의 부품으로 설정을 하였으며 유선수를 기준의 회전속도로 설정하였다. 회전방향은 작업부에 있어 로타리날 회전하는 방향으로 설정을 하였으며, 제초 작업용 로타리날 rpm은 150~170으로 이 값을 사용하여 로타리 날원심력에 대한 강도해석으로 150rpm, 170rpm 두 번의 해석을 수행하였다. 본 연구를 통해 제초 작업용 로타리날 원심력에 대한 무부하시 큰 마이스 응력은 0.05MPa으로 나타나 볼베이트 날에 큰 영향이 없으며, 작업부에 있어 로타리날 회전하는 부문의 가해지는 원심력은 로타리날이나 나무가 아닌 제초대상인 허브로부터 이동중에 전달되는 충동이 가해지는 것으로 안전할 것으로 사료된다. 지면 반력에 의한 충격하중에 대한 검토는 최종적으로 제초용 로타리날 배열과 강도와의 상관관계의 분석을 통해 수행될 예정이다. 향후 제초 작업용 로타리날 기어박스부에 대한 기어해석과 센서감지형으로 다양한 주행작업에 따른 다양한 부속하중에 대한 제초날과 나무, 풀 등 장애물 회피함을 고려한 로타리날 배열에 따른 제초날의 배열과 설치각수 등 최적화 설계가 진행될 예정이다.

키워드(Keywords) : Rotary Hammer Blade, Weeding Structural Analysis, Von mises Stress

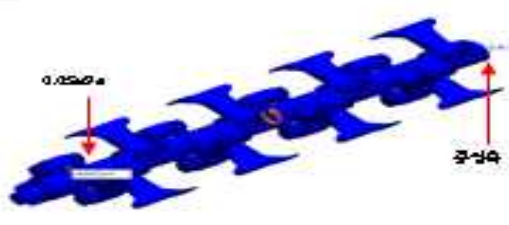


Fig. 1 Rotary blade structure analysis rpm 150

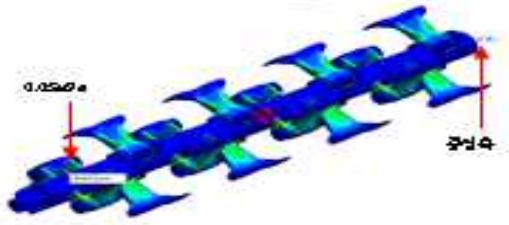


Fig. 2 Rotary blade structure analysis rpm 170

제조 작업용 로타리 원심력에 대한 구조해석
Structural analysis of rotary centrifugal force for weeding work

*박현승¹, *이중호¹, 정용석²
¹Hyeon Seung Park¹, *Choong Ho Lee(leech@ji.ac.kr), Yong Suk Jung²

전주대학교 공과대학 산업공학과¹, 그린하이팜² Co. Ltd.
 Jeonju University, Dept. of Industrial Engineering¹, Greenhighfarm² Co. Ltd.

연구개요 및 목표

- 기존의 트랙터 부착형 제초기 개념을 탈피하여 일반 노지면 및 입목 주변의 입지에 관계없이 제초가 가능한 기계 개발이 필요함.
- 제초 작업중에 핵심 부품인 로타리에 대한 강성을 확인하고 로타리날 배열에 대한 설계인자 도출을 위해 구조해석을 수행함.

연구 내용 및 결과

가. 모델링 및 단순화



그림.1 모델링

- 구조해석에 앞서 작업시간과 효율성을 위하여 해석에 영향을 미치지 않으며 불필요한 요소를 제외시키는 등 로타리 부품을 제외한 모든 부품을 단순화 작업을 수행함

나. 재료 설정 및 기준축 설정

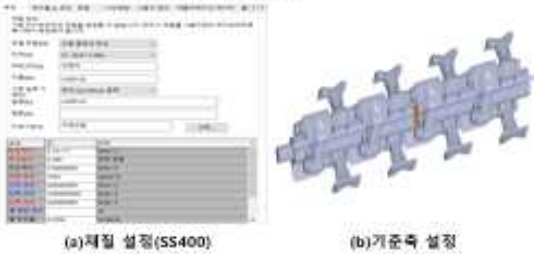


그림.2 재료 설정 및 기준축 설정

- 기존의 제초 작업용 로타리의 재료인 일반구조용 압연 강재로 SS400으로 설정함.
- 모델링이 여러 부품과 볼트, 너트 등 조립으로 이루어져 있어 점적으로 인한 세세한 해석이 불가능하여 로타리 자체를 하나의 부품으로 합하고 기준축을 설정함.(부품 합침을 할 경우 중심축이 사라짐)

결론 및 요약

- 본 연구를 통해 작업중에 있어 로타리가 회전하는 동안의 가해지는 힘은 실제로는 토양이나 나무가 아닌 제초 대상에 해당되지만 자갈, 흙 같은 작은 이물질에 직접적인 충격이 가해져도 안전한 것으로 사료됨.
- 추후 센서감지형으로 다양한 주행작업에 따른 다양한 동적하중에 대한 제초날과 나무, 토양 등에 대한 거동해석과 토양의 반력에 따른 제초날의 배열과 설치개수 등 최적화 설계가 진행될 예정이다.

다. 회전 방향 및 rpm 설정



그림.3 회전 방향 및 rpm 설정

- 작업중에 있어 로타리가 회전하는 방향을 설정하였음.
- rpm이 150~170으로 150rpm, 170rpm 두 번을 설정하여 해석을 진행하였음.

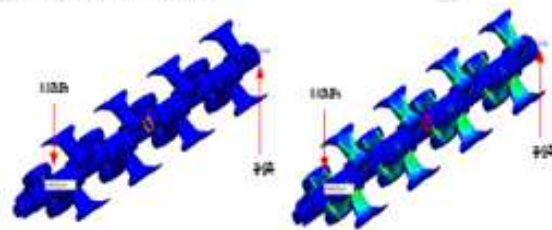


그림.4 구조 해석 결과

- 구조 해석 결과 무부하시 최대 폰 미세스 응력이 0.03Mpa으로 도출되었으며, 최초 설정한 재료인 SS400의 항복강도 230Mpa보다 낮은 수치로 그림과 같이 블레이드 날에 큰 영향이 없으며 변형이 없어 제초 작업용 로타리 사용이 가능한 것으로 보임.

- 논문명 : 제초 작업용 로타리 유압실린더 메커니즘 분석
- 학회명 : 2019년도 춘계 한국농업기계학회(Analysis Hydraulic Weeding Mechanism Of Sensor Operation)

제초 작업용 로타리 유압 실린더 메커니즘 분석 Analysis Hydraulic Weeding Mechanism Of Sensor Operation

*박현승¹, *이충호(leech@jj.ac.kr)¹, 정용석²

*Hyeon Seung Park¹, *Choong Ho Lee(leech@jj.ac.kr)¹, Yong Suk Jung²

¹ 전주대학교 산업공학과, ² 그린하이팜

Key words : Rotary, Weeding, Mechanism Analysis, Cylinder

1. 서론

기계로 제초 작업이 불가능한 지역에서 제초제를 사용하여 토양의 황폐화가 가속되고 있으므로, 기계식 제초의 편의성 증대를 위해 사각지역에서도 제초 작업이 가능하도록 센서가 나무를 감지하고 장애물도 인지해 회피하면서 주행하도록 하는 효율적인 센서감지형 제초장치가 필요하다. 기존의 트랙터 부착형 제초기 개념을 탈피하여 일반 노지면 및 임목 주변의 입지에 관계없이 제초가 가능한 기계 개발이 필요하다. 따라서 제품개발에 앞서 주요부 부품의 강도 및 해석을 통해 선행연구가 필요하다. 제초 작업 중에 장애물 회피와 구동에 있어 주 역할을 하는 유압실린더에 대한 메커니즘 분석과 콰이 이동시 프레임에 가한 힘에 대한 강성을 확인하고자 INVENTOR S/W를 통해 구조해석을 수행하였다.

2. 본론

제초 작업중 콰이 이동에 따른 본체에 대한 강도해석을 진행하였다. 구조해석에 앞서 작업시간과 효율성을 위하여 해석에 영향을 미치지 않으며 불필요한 요소를 제외시키는 등 단순화 작업을 수행하였다. 로타리의 재질은 일반 구조용 입연 강재 SS400 재질로 이루어져 있으며 항복강도 230MPa, 인장강도 400MPa의 강성을 가지고 있다. INVENTOR S/W를 통해 재질의 특성, 강도 등 물성치를 입력하여 재질 등록을 하였다. 구속 조건으로 작업기가 트랙터에 부착되었을 때를 가정하여 링크부에 고정 구속을 적용하였으며 하중 조건으로 작업기가 유압실린더의 힘을 고려하여 장애물 회피를 위해 이동하는 형에 따라 시간을 1초, 2초, 3초로 산출하여 3번의 해석을 수행하였다. 하중 조건은 아래 도출된 가속도식으로 산출하였다.

$$\Sigma F = \Sigma F_x + \Sigma F_y$$

$$= m\ddot{x} + m\ddot{y}$$

$$= m(r\ddot{\theta} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\phi} + 2r\dot{\theta}\dot{\phi})$$

Table 1. Force over time and simulation result:

Time	Force(N)	Static friction coeff(N)	Stress(MPa)
1	12870N	1900.6N	118.81MPa
2	8187.61N	478.1261N	39.941MPa
3	1406.4891N	210.8181N	18.281MPa

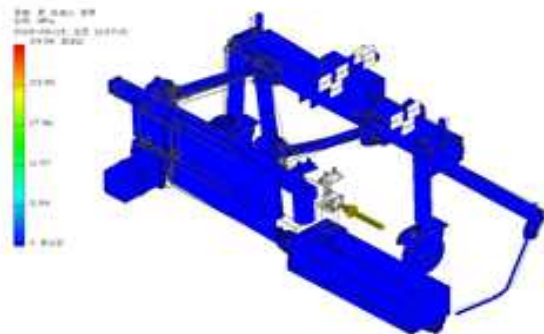


Fig. 1. Optimal 3D simulation results

3. 결론

본 연구를 통해 유압실린더 콰이 이동장치를 1~3초로 이동하는 시간별 해석을 수행하였다. 각 본 미세스용력으로 Table 1. 과 같이 산출되었다. 안전계수로 1.9, 7.6, 18.7로 1초 동안 이동시 작업기에 큰 영향을 받아 변형이 이루어짐을 볼 수 있었으며 3초 동안 이동시 작업기는 안전한 것으로 판단되지만 작업의 효율이 크게 떨어질 것으로 우려되었다. 2초 동안 이동시 작업기의 강도에 대한 안전계수 수치도 높았으며 효율적인 작업에는 문제가 없을 것으로 사료되었다. 센서 감지형으로 반력을 고려한 주행작업에 따른 다양한 동적하중에 대해 제초날과 나무, 토양 등에 대한 거동해석 등 최적화 설계가 진행될 예정이다.

후기

본 결과들은 농림식품축산부의 재원으로 농림수산

제초 작업용 로타리 유압 실린더 메커니즘 분석 Analysis Hydraulic Weeding Mechanism Of Sensor Operation

* 박현승¹, * 이충호¹, 정용석²
¹ Hyeon Seung Park¹, * Choong Ho Lee(leech@jj.ac.kr)¹, Yong Suk Jung²

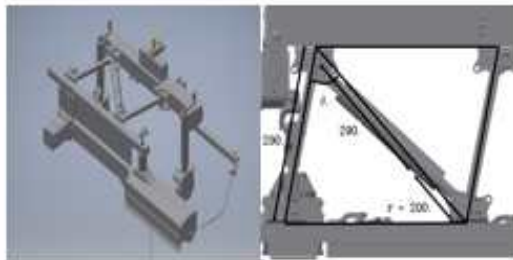
전주대학교 공과대학 산업공학과¹, 그린하이팜²
 Jeonju University, Dept. of Industrial Engineering¹, Greenhighfarm² Co. Ltd.

연구개요 및 목표

- 기존의 트랙터 부착형 제초기 개념을 탈피하여 일반 노지면 및 입부 주변의 입지에 관계없이 제초가 가능한 기계 개발이 필요함.
- 제초 작업중에 장애물 회피와 구동에 있어 주 역할을 하는 유압실린더에 대한 메커니즘 분석과 좌우 이동시 프레임에 가한 힘에 대한 강성을 확인하고자 구조해석을 수행함.

연구 내용 및 결과

가. 좌우 이동 장치 유압 실린더 힘 산출



(a) 제초 작업용 로타리 모델링 (b) 유압실린더 메커니즘
 그림.1 모델링 및 메커니즘

$$\begin{aligned} \sum F &= \sum F_r - \sum F_\theta \\ &= ma_r + ma_\theta \\ &= m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}) \end{aligned}$$

● t = 1 일 때

$$\begin{aligned} \sum F &= \sum F_r + \sum F_\theta \\ &= ma_r + ma_\theta \\ &= m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}) \\ &= 35(200 - (200 \times (0.3)^2)) + 35((200 \times 0.3) + (2 \times 200 \times 0.3)) \\ &= 12670\text{N} \end{aligned}$$

● t = 2 일 때

$$\begin{aligned} \sum F &= \sum F_r + \sum F_\theta \\ &= ma_r + ma_\theta \\ &= m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}) \\ &= 35(60 - (200 \times (0.16)^2)) + 35((200 \times 0.076) + (2 \times 100 \times 0.16)) \\ &= 3167.6\text{N} \end{aligned}$$

● t = 3 일 때

$$\begin{aligned} \sum F &= \sum F_r + \sum F_\theta \\ &= ma_r + ma_\theta \\ &= m(\ddot{r} - r\dot{\theta}^2) + m(r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta}) \\ &= 35(22.222 - (200 \times (0.1)^2)) + 35((200 \times 0.033) + (2 \times 66.667 \times 0.1)) \\ &= 1405.439\text{N} \end{aligned}$$

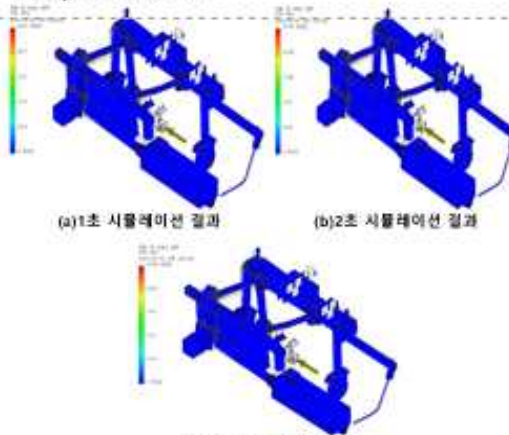
나. 구속 조건 및 하중 조건



(a) 구속 조건 (b) 하중 방향
 그림.2 구속 조건 및 하중 방향

- 트랙터를 부착을 가정하여 3점 링크에 구속 적용.
- 장애물 회피 좌우 이동하는 방향을 하중 조건 적용.

다. 시뮬레이션 결과



(a) 1초 시뮬레이션 결과 (b) 2초 시뮬레이션 결과
 (c) 3초 시뮬레이션 결과
 그림.3 시뮬레이션 결과

T(time)	Force(N)	Static friction coeff(N)	Safety factor
1	12670N	1900.5N	1.9
2	3167.6N	475.14N	6.6
3	1405.439N	210.816N	16.7

표.1 산출값 및 시뮬레이션 결과

결론 및 요약

- 본 연구를 통해 유압실린더 좌우 이동장치를 1~3초로 이동하는 시간별 해석을 수행하였다. 시뮬레이션 결과는 그림. 3 과 표. 1 과같이 산출되었다. 1초 동안 이동시 작업기에 큰 영향을 받아 변형이 이루어짐을 볼 수 있었으며 3초 동안 이동시 작업기는 안전한 것으로 판단되지만 작업의 효율이 크게 떨어질 것으로 우려되었다. 2초 동안 이동시 작업기의 강도에 대한 안전계수 수치도 높았으며 효율적인 작업에는 문제가 없을 것으로 사료되었다.

라. 사업화성과 및 매출실적

- 사업화 성과 : 해당 없음(향후 1년 이내 사업화 예정)
- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	2년			
	소요예산(백만원)	200			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		0	3	6	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	0	8	15
국외		0	0.2	0.4	
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	충돌방지센서가 부착된 주행 가능한 제품 GPS 연계 무인형 인식 및 자율 주행 장치 자주형 센서이동식 제조기 개발			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)	0	2	5	
	수 출	0	0.8	2	

항목	세부항목		성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	0억원
			향후 3년간 매출	8억원
		관련제품	개발후 현재까지	0억원
			향후 3년간 매출	0억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 0 % 국외 : 0 %
			향후 3년간 매출	국내 : 8 % 국외 : 0.2 %
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 0 % 국외 : 0 %
			향후 3년간 매출	국내 : 0 % 국외 : 0 %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		위

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 성과목표 대비 실적

<1> 정성적 목표와 실적

성과목표	업화지표										구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인 증	학술성과			교육 지 도	인 력 양 성	정책 활용 홍 보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문 SC I	비 SC I	논 문 평 균 I F			학 술 발 표	정 책 활 용	
											건				건	건			건
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	20			10		40							20				10		
최종목표	1			1		1					1		1				1		
달성	1			1		1		1			0		3				1		
달성율(%)	100			100		100					0		300				100		

- 신규고용 창출 1명

- 정성적 목표(1) 비SCI 실적(1) 논문 부족

- 비SCI논문 1편은 2020년 2월 “ 제초기용 로타리부 구조해석” 한국기계가공학회 투고예정

3-2. 목표 달성여부

- 연구목표

연구목표	달성여부
- 센서감지에 의한 장애물 회피 가능한 제초작업용 로타리 개발	완료 - 시작품 제작
- 400mm 자동수평이동 가능한 제초작업용 로타리 개발	완료 - 415mm
- 750mm 제초 작업 가능한 로타리 개발	완료 - 828mm
- 트랙터 부착형 이동식 제초 작업기 개발	완료 - 시작품 제작
- 저수고 밀식재배 과원, 도로 및 농로 제초 가능한 이동식 제초기.	완료 - 펠드시험

- 정량적 목표 결과

평가항목 (주요성능 Spec. 등)	단위	개발목표치	결과값	결과	공인기관
		가중치(%)			
1. 상용제조작업속도	rpm	170 이상 20	221	PASS	군산대학교 기술혁신센터
2. 평균작업폭	cm	75 이상 20	82.83	PASS	군산대학교 기술혁신센터
3. Offset 량	cm	40 이상 30	41.5	PASS	군산대학교 기술혁신센터
4. 제품 중량	kg	290 이하 10	287.5	PASS	군산대학교 기술혁신센터
5. 입력축 인장강도	MPa	840 이상 10	1639	PASS	한국건설생활환경시험연구원
6. 제조날 인장강도	MPa	840 이상 10	994	PASS	한국건설생활환경시험연구원

- 주요연구 시작품 제원

주요 장치	사 양	규 격
차체 크기	길이 × 폭 × 높이 (mm)	900 X 1,200 x 650
	최소 중량 (kg)	287
	형식	트랙터 부착 및 견인식
	동력전달방식	30Hp이상 트랙터 PTO 구동방식 기어박스에 의한 유압펌프 구동
유압 시스템 및 제어장치	유압시스템	유압펌프 및 실린더 외
	센서방식	터치 감지형 센서
	제어장치	자동 이송형 회로 구성
제조장치	평균작업속도(km/hr)	3~4
	제조날 구동방식	1회전당 2개의 제조날 회전방식
	제조날 회전속도 (rpm)	221
	지상고 높이조절(mm) 및 작업 깊이	-40 ~ + 40

3-3. 관련분야 기여도

○ 센서감지 장애물 자동회피 제조작업용 로타리 경제적 기여도

(1). 국내기술현황 대비 경제성

현재는 고효율 작업기인 자동회피 제조작업용 로타리가 국산화되어 있지 않고, 해외제품을 수입 판매하고 있다. 본 연구제품은 장애물 자동회피, 수평이동작업, 작업높이 조절이 가능

하여 인건비 절감 및 구입비용절감, 수입대체효과의 경제성 있다.

(2) 경제적 측면

- 농가 구입비용 절감
- 수입대체 효과

작업폭	수입품	개발 후 추정 판매가	절감액
(2.5M 90HP)	1,050만원	600만원	450만원

(3) 매출증가 수출증대

- 그린하이팜 2019년 매출액 : 9억
- 신 제품 개발후 사업화로 기업 매출 증가 예상

(단위 : 억 원)

년도	2020년	2021년	2022년	2023년	2024년	합계
국내(대)	20	30	50	70	100	270
수출(대)	0	10	10	20	30	70
수량 계	20	40	60	90	130	340
금액	1	2.5	3.5	6	8	21

① 본 연구과제 제품은 선진농업국의 제조사들이 선점하고 있으나 최근 경기침체 등으로 구매력이 저하 되고 있어 가격 경쟁력 있는 제품을 출시한다면 수출에 많은 기여를 할 수 있을 것으로 판단됨

② 최근 개발도상국을 중심으로 농기계 구입 보조 사업이 시행되고 있고, 인도, 중국 등은 경제 발전으로 인해 선진 농업기계 구매력이 증가하고 있으나 장애회피 제초로타리는 중국 제조기반이 없어 매년 수입이증가, 구매력이 커지고 있고, 과수원 경지생산면적을 확대하고 있는 점을 고려할 때, 본 연구개발제품의 개도국 및 인도, 몽고, 중국 등의 아시아 시장에서 수출유력 상품이 될 것으로 판단됨

(4) 파급 효과

본 연구 과제를 응용하여 이와 유사한 용도의 다양한 제초기의 다양한 제품을 다양하게 개발함으로써 농가에 요구되는 제초형 작업기를 개발하여 새로운 부가가치를 창출 하는 파급 효과 발생 기대.

(5) 산업적 측면

- 센서감지 장애회피 제초작업 로타리 관련 기업 고용 창출 효과
- 수출 증대로 국가 경쟁력 향상 및 무역 수지 개선 효과
- 수입대체 효과
- 관련 부품 중소기업 매출 증가

(6) 기술적 측면

- 국내 최초 국산화 원천기술 확보 (센서 응용기술, 유압회로 구성, 메카니즘 설계등)
- 농업 선진국과 기술격차 대등
- 주요 부품 소재 관련 원천기술로 관련 농기계 기술혁신 기반 마련
- 핵심기술 공유와 핵심부품 전문기업 경쟁력 향상으로 중소기업 기술 향상
- 국내 최초 국산화 원천기술 확보 (센서 응용기술, 유압회로 구성, 메카니즘 설계등)
- 구동부 동역학 해석기술 확보 및 측정해석 기술 upgrade

4. 연구결과의 활용 계획 등

가. 센서 장애회피 제초로타리 추가연구 계획

- 제초 사각지대 제초로로타리 작업기 연구에 활용
- 향후 자주식/무인 센서 제초기, GPS탑재 센서제초기 등 다양한 기능성 제초기 연구개발
- 과수원의 도로 가로수와 고목 사이의 제초 작업이 가능한 제초로타리 연구개발
- 트랙터 PTO 회전 동력과, 유압 일체형 기어박스 사용. 트랙터 유압동력과 별도의 시스템 모듈 개발

국내시장	국외시장
<ul style="list-style-type: none"> - 트랙터 부착형 기계식 제초기사용 - 보행관리기용 제초기 	<ul style="list-style-type: none"> - 무인형 제초기 상용화 시작 단계 - GPS 이용한 자동화 제초기 상용화 단계
	

나. 사업화 추진방안

(1) 양산화 계획

항목	양산화 계획				
인력확보 계획	- 1차 사업 진행시 응용분야 확장 개발을 위한 연구인력 1명 채용				
	<표2.1> 추가 채용 계획				
	구 분	추가 채용인원			확보방안
		2020년도	2021년도	2022년도	
	연구개발직	1	1	1	농작업기 개발
사무·영업직	1	0	1	영업직 외	
생산·일용직	1	3	4	조립 / 생산	
추가채용인원합계	3	4	6	신규 채용	

추가 기자재 설비 도입계획	- 추가 설비 도입을 통한 제품 양산화 준비					
	(단위 : 천원)					
	기자재 및 시설명	규격	수량	용도	자금	제작처
	부품가공	식	2	간이생산용	5,000	동사
	제품 용접 지그	식	1	간이생산용	5,000	동사
	전용 조립라인 설비	식	1	부품생산용	20,000	미정
	설계 및 해석 프로그램	식	1	설계해석용	20,000	미정
	유압 TEST 장비	식	1	제품테스트	20,000	미정
기타 부품 외		1	기타	5,000		
계					70,000	

제품 양산화 계획	양산화 계획	'20 1Q	'20 2Q	'20 3Q	'20 4Q	'21 1-2Q	'21 3-4Q
	제품 개발 및 테스트						
	제품 인증 및 생산시설						
	생산인력 충원						
	제품판매 및 소비자니즈 반영						
	생산시설 추가 증설						

(2) 제품 마케팅 전략

항목	마케팅 전략 세부 내용
확산전략	<ul style="list-style-type: none"> - 제품 실증을 위한 평가 및 인증 및 검증을 통한 제품등록 수행 - 농업기술센터(농기계 임대사업소) 교관 교육행사 참여 추진 - 지역별 과수원 주산지 중심 홍보용 및 농민 시연용 - 2년 무상 A/S 업계 최초로 실시 (소모품제외)
가격전략	<ul style="list-style-type: none"> - 센서감지 장애회피 제초로타리는 자체 기술 개발을 통한 최초 국산화 제품이라는 점에서 안전성이 확보되고, 작업속도 및 작업 성능이 우수하므로 모듈별 가격 정책으로 인지도를 확보해 나갈 계획임
유통전략	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 시장규모 대비 제품 출시 이후 3년 이내 국내시장 10% 이상 점유 - 해외시장은 5년 이내 1% 점유율을 목표로 진행 예정임 - 국내 시장 점유율 5% 확보를 위해 현재 기존 국내 거래처외, 외국기업들과의 판매 MOU 체결 및 제품 개발 이후 시판 예정 - 해외영업은 코트라 해외 바이어발굴 사업으로 해외 현지 파트너와의 파트너쉽 계약을 체결하고, 기존 해외 거래처 중심으로 홍보 예정 - 개발후 해외 영업지역을 중국 및 동남아시아에 주력할 예정

(3) 홍보전략

년도	구분	추진계획	비고
2020년	전시회 참가 및 ON/OFF 마케팅	* 국내 2020년 천안 국제전시회 참가 * 온라인 수출 사이트 등록 / 기존 해외거래처 홍보 * 해외 농기전문잡지 광고 / 해외 전시회 참가	2020.12 10,000천원
	공급·유통 채널 확보를 통한 판로 개척	* 농민후계자 초청시연 * 자사의 경우 자체 판로망 100개 목포로 홍보	2020.12 30,000천원
	판매 전략	* 수입품대비 성능 및 품질우수성 * 무상 A/S 3년 보장	
2021년	전시회 참가 및 ON/OFF 마케팅	* 2021년 08월 중국 해외전시참가 / 시연회 * 유력바이어 초청	2021.08 15,000천원
	공급·유통 채널 확보를 통한 판로 개척	* 농협 임대기계 계약 추진 * 영농법인 홍보 / 지역대리점 판촉	2021.04 5,000천원
	판매 전략	* 구매예상농민 - 기계 대여 * 영농조합 무상시연	2021.05 5,000천원
2022년	전시회 참가 및 ON/OFF 마케팅	* 나라장터등록 / 농업전문잡지광고 * 대기업 OEM 납품 * 국내전시회 / 해외 전시회 참가	2022.01 10,000천원
	공급·유통 채널 확보를 통한 판로 개척	* 농업기술센터 판촉 * 유럽시장 / 미국시장 수출 / 선진국바이어 초청	2022.08 20,000천원
	판매 전략	* 관련 다양한 제초로타리 신제품 출시 * 공동구매시 가격할인	2022.12

주 의

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