

120073-1

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
첨단농기계산업화기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003842-01

경사지 작업이 가능한 8.7kW급
해머방식의궤도형 제초기 개발

경사지 작업이 가능한 8.7kW급 해머방식의 궤도형 제초기 개발

2022. 2. 11

2021

주관연구기관 / (주)태광공업

농림식품기술기획평가원
농림축산식품부

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “경사지 작업이 가능한 8.7kW급 해머방식의 궤도형 제초기 개발”
(개발기간 : 2020. 4. 29 ~ 2021 . 9. 28)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 2. 1

주관연구기관명 : ㈜ 태광공업 (대표자) 박 창 현 (인) 

위탁기관명 : 한국섬유기계융합연구원 (대표자) 성 하 경 (인) 

주관연구책임자 : 노 태 균

위탁연구책임자 : 이 호 준

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

최종보고서							보안등급			
							일반[<input checked="" type="checkbox"/>], 보안[<input type="checkbox"/>]			
중앙행정기관명	농림축산식품부			사업명	사업명		첨단농기계산업기술개발사업			
전문기관명 (해당 시 작성)	농림식품기술기획평가원			사업명	내역사업명 (해당 시 작성)		농기계 성능 고도화			
공고번호	제 농축2020-63호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)						
				연구개발과제번호		120073-1				
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0899	100%	-	%	-	%			
	농림식품과학기술분류	RC0101	100%	-	%	-	%			
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문									
	영문									
연구개발과제명	국문	경사지 작업이 가능한 8.7kW급 해머방식의 궤도형 재초기 개발								
	영문	Development of a track type 8.7kW weeder using hammer weeding method for a work on slope land								
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	2020. 04. 29 - 2021. 9. 28(1년 5개월)								
	단계 (해당 시 작성)	1단계								
		1단계								
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원	기관부담		그 외 기관 등의 지원금				합계		연구개발비 외 지원금
	연구개발비	연구개발비		지방자치단체		기타()				
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	
총계	400,000	0	134,000					400,000	134,000	534,000
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자		직위	휴대전화	전자우편	비고			
공동연구개발기관							역할		기관유형	
위탁연구개발기관	한국섬유기계 융합연구원	이호준		선임연구원	-	-	위탁		전문연	
연구개발기관 외 기관										
연구개발담당자 실무담당자	성명	이기호		직위		이사				
	연락처	직장전화	-		휴대전화		-			
		전자우편	-		국가연구자번호		-			

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

2021년 11월 26일

연구책임자: 노태균 (인)

주관연구개발기관의 장: 박창현 (직인)

위탁연구개발기관의 장: 성하경 (직인)

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하



최종보고서										보안등급	
										일반[√], 보안[]	
중앙행정기관명		농림축산식품부			사업명		사업명		첨단농기계산업화기술개발사업		
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원			사업명		내역사업명 (해당 시 작성)		농기계 성능 고도화		
공고번호		제 농축2020-63호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		연구개발과제번호		120073-1		
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0899	100%	-	%	-	%	-	%		
	농림식품과학기술분류	RC0101	100%	-	%	-	%	-	%		
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문									
		영문									
연구개발과제명		국문		경사지 작업이 가능한 8.7kW급 해머방식의 궤도형 제초기 개발							
		영문		Development of a track type 8.7kW weeder using hammer weeding method for a work on slope land							
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		2020. 04. 29 - 2021. 9. 28(1년 5개월)							
		단계 (해당 시 작성)		1단계							
		1단계									
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금 지방자치단체 기타()		합계		연구개발비 외 지원금	
		현금		현금		현금		현금		현금	
		현물		현물		현물		현물		현물	
총계		400,000		0		134,000		400,000		134,000	
								534,000			
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편	
공동연구개발기관											
위탁연구개발기관		한국섬유기계 융합연구원		이호준		선임연구원		-		-	
연구개발기관 외 기관											
연구개발담당자 실무담당자		성명		이기호		직위		이사			
		연락처		직장전화		휴대전화		-			
				전자우편		국가연구자번호		-			

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

2021 년 11 월 26 일

연구책임자: 노 태 균 (인)

주관연구개발기관의 장: 박 창 현 (직인)

위탁연구개발기관의 장: 성 하 경 (직인)

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명	첨단농기계산업화기술 개발사업	총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)	-
내역사업명 (해당 시 작성)	농기계 성능 고도화	연구개발과제번호	120073-1
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB0899	100%
	농림식품 과학기술분류	RC0101	100%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)			
연구개발과제명	경사지 작업이 가능한 8.7kW급 해머방식의 궤도형 제초기 개발		
전체 연구개발기간	2020. 04. 01 - 2021. 9. 28(1년 5개월)		
총 연구개발비	총 534,000천원 (정부지원연구개발비: 400,000천원, 기관부담연구개발비 : 134,000 천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)		
연구개발단계	기초[] 응용[] 개발[<input checked="" type="checkbox"/>] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]	기술성숙도 (해당 시 기재)	착수시점 기준() 종료시점 목표()
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)			
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)			
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	본 연구개발은 작물종류 및 목적에 따른 제초기의 세분화에 따라 증가하는 국내 수요에 대응하고, 일본제품의 독점 방지 및 국내 농기계 경쟁력 향상을 위한 것으로, 국내최초로 경사지 작업이 가능한 8.7kW(11.8PS)급 해머방식의 궤도형 제초기 개발을 하고자 함	
	전체 내용	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 해머방식 궤도형 제초기의 구동부 개발 ◦ 수직회전 방식의 제초 작업기 헤더부 개발 ◦ 해머방식 궤도형 제초기의 본체 프레임 기구 설계 개발 ◦ 25° 의 경사지 운전용 궤도형바퀴 개발 ◦ 해머방식 궤도형 제초기의 안전 및 편의성 향상 기술 개발 ◦ 해머방식 궤도형 제초기의 시운전을 통한 테스트 ◦ 해머방식 궤도형 제초기의 구동부 구조 해석 ◦ 제초 작업기의 헤더부 구조 해석 ◦ 해머방식 궤도형 제초기의 본체 프레임 구조 해석 ◦ 개발 제초기의 성능평가 및 분석 	
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 100% 수입에 의존하고 있는 궤도형제초기의 핵심 설계 제작 원천기술 확보 ◦ 25°의 경사지에서도 제초작업이 가능할수 있도록 안전성이 강화된 기술 확보 ◦ 전산구조해석, 공인시험 등을 통한 제품의 신뢰성 확보 ◦ 공급, 유지보수, 가격 경쟁력을 앞세워 100%수입에 의존하고 있는 국내 궤도형 제초기 시장의 국산화 대체 ◦ 국산화 대체를 통한 해외 의존도 감소, 무역역조 현상 완화 ◦ 지속적인 연구개발 투자를 통한 품질고도화, 해외 수출을 통한 사업 확장 		

<p>연구개발성과 활용계획 및 기대 효과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 본 연구개발을 통해 일본수입제품을 국내제품으로 대체할 경우, 국내에 없던 해머방식 궤도형 제초기에 대한 농기계 설계 원천기술을 보유하게 되며, 경제, 산업적인 파급효과와 함께 정부의 적극적인 투자로 제초기 관련 선진국가로 나아가는 초석이 될 것으로 예상됨 ◦ 연구개발 후 국내 150여개의 대리점, 농협, 농업기술센터등의 확보된 판매처를 통해 2019년 기준으로 국내의 약 5%시장을 점유할 경우 85억의 시장 창출이 가능할 것으로 기대 ◦ 국내의 일본 독점 제품에 대해, 연구개발을 하는 것만으로도 가격 경쟁을 이끌어내 기존 일본제품의 가격 하락을 유도 할 수 있으며, 사회적으로 일본제품을 비 선호하는 지금 시기에, 일본에 대한 의존도 및 수입제품을 최소화 하고, 국내제품 사용을 극대화 할 수 있으며, 국내 농기계 산업에 경쟁력 향상 등의 긍정적인 효과를 미칠 것으로 예상됨 													
<p>연구개발성과의 비공개여부 및 사유</p>														
<p>연구개발성과의 등록·기탁 건수</p>	<p>논문</p> <p>N</p>	<p>특허</p> <p>Y</p>	<p>보고서 원문</p> <p>Y</p>	<p>연구 시설 ·장비</p> <p>N</p>	<p>기술 요약 정보</p> <p>N</p>	<p>소프트 웨어</p> <p>N</p>	<p>표준</p> <p>N</p>	<p>생명자원</p> <p>생명 정보</p> <p>N</p>		<p>생물 자원</p> <p>N</p>	<p>화합물</p> <p>N</p>	<p>신품종</p> <p>정보</p> <p>N</p>		<p>실물</p> <p>N</p>
<p>연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황</p>	<p>구입 기관</p> <p>-</p>	<p>연구시설 ·장비명</p> <p>-</p>	<p>규격 (모델명)</p> <p>-</p>	<p>수량</p> <p>-</p>	<p>구입 연월일</p> <p>-</p>	<p>구입가격 (천원)</p> <p>-</p>	<p>구입처 (전화)</p> <p>-</p>	<p>비고 (설치장소)</p> <p>-</p>	<p>ZEUS 등록번호</p> <p>-</p>					
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>제초기</p>		<p>해머방식</p>		<p>궤도형</p>		<p>경사지</p>		<p>자주식</p>					
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Weeder</p>		<p>Hammer type</p>		<p>Track type</p>		<p>Slope land</p>		<p>Self-propelled type</p>					

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 (1)
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용 (13)
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 (52)
4. 목표 미달 시 원인분석(미해당) (74)
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여정도 (74)
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 (75)

1. 연구개발과제의 개요

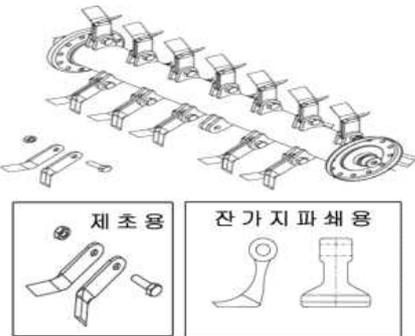
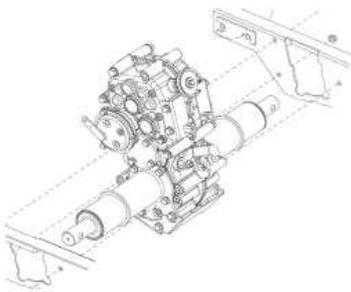
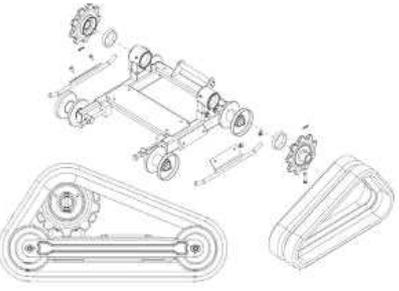
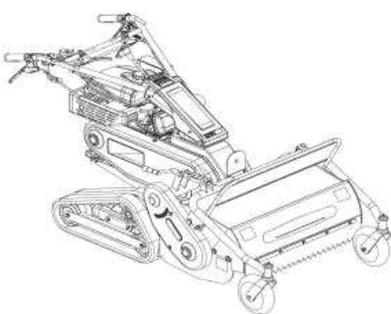
- 본 연구개발 사업을 통해 개발 예정인 제초기는 해머방식의 제초기로 칼날이 수직으로 회전하여 질긴 줄기, 잔가지 등을 파쇄하며, 일반 승용형 및 트랙터용 제초기가 접근하지 못하는 좁은 경사면 작업이 가능하도록 궤도형 바퀴를 적용한 제초기이다.
- 해머방식의 제초기는 지면 아래의 질긴 줄기, 잔가지 등의 파쇄 목적이며 주로 지면위의 잡초 및 얇은 줄기제거를 통한 잔디, 정원 등의 관리 목적인 모어방식의 제초기와 구분되며, 주로 수평회전방식의 칼날을 사용하는 모아방식 제초기에 비해 흙, 돌등과의 접촉이 잦은 수직 회전 해머방식 제초기는 상대적으로 강도 높은 칼날의 재질 및 구조와 높은 출력의 엔진이 요구된다.
- 25°이하의 경사지에서 전지목 제초 및 잔가지 파쇄 작업이 가능한 해머방식의 궤도형 제초기에 대해 국내 자체 연구개발을 통하여 100% 일본에 의존하고 있는 수입제품을 대체하고, 더 우수한 작업능률로 국내외 농기계시장의 경쟁력 향상에 기여하고자 한다.



<그림> 기술개발 개요

항 목	개발 목표 사양
크기	1,750mm×1,100mm×950mm
중량	250kg
출력	8.7kW(11.8Ps)
작업폭	900mm
속도조절	전진 1단(1km/h), 2단 (2km/h), 3단 (3.3km/h), 후진(1km/h)
운전가능 경사지	0~25°
부가기능	탑승시스템, 비상 정지 시스템

○ 핵심기술

해머방식 제초 작업기 설계기술	
 <p style="text-align: center;">[그림] 해머방식 제초작업기설계의 일례</p>	<ul style="list-style-type: none"> 회전 동력 축과 제초 또는 잔가지 파쇄용 칼날이 부착된 형태의 제초 작업기 설계 기술 일반적인 제초기의 모아(수평회전)방식과는 상이하게 수직 회전방식이기 때문에 칼날의 형태 및 구동방식이 차별성을 가지며, 전지목, 잔가지 파쇄가 가능함 제초칼날의 형태 및 배열, 파쇄 작업 시 외력에 견딜 수 있도록 내구성을 고려한 전문적인 설계 기술이 요구됨
변속클러치형 구동부 설계 기술	
 <p style="text-align: center;">[그림] 구동부(및선)설계의 일례</p>	<ul style="list-style-type: none"> 엔진동력을 작업기 및 구동바퀴에 전달하는 부분으로 회전축 및 속도조절 기어 설계기술 일반 모어방식의 제초기에 비해 지면에 대한 높은 반력이 발생하기 때문에, 기어의 재질 및 치형, 잇수, 모듈 등의 정밀한 설계가 필요함 기어의 안전한 설계를 위해, 전산구조해석을 통한 안전성 검토 및 전문적인 설계 경험 노하우가 요구됨
궤도형 바퀴 설계 기술	
 <p style="text-align: center;">[그림] 궤도형 바퀴설계의 일례</p>	<ul style="list-style-type: none"> 경사지 운전이 가능하도록 유연한 합성고무재질로 구성된 바퀴설계, 지면과의 마찰향상을 위해 바퀴에 엠보 등과 같은 패턴처리기술 운반차 및 포크레인등의 다양한 산업분야에서 사용되고 있음 해머방식의 제초 작업 시 지속적인 진동이 발생하기 때문에 일반 이동을 목적으로 하는 기계보다 전문적인 설계 경험 노하우가 요구됨
내구성 강화 프레임 설계 제작 및 조립 기술	
 <p style="text-align: center;">[그림] 궤도형 바퀴설계의 일례</p>	<ul style="list-style-type: none"> 기계적으로 안전성을 가진 각 구성부품들의 지지 및 조향 장치를 포함한 프레임 설계 기술 안전적인 설계를 위해, 전산구조해석을 통한 안전성 검토 및 유사 구동방식의 기계설계 경험, 전문적인 설계 노하우가 요구됨 강도 높은 제초칼날 설계를 위한 칼날의 형태 및 배열, 파쇄 작업 시 외력에 견딜 수 있는 내구성을 고려한 전문적인 설계 기술이 요구됨

가. 연구개발 대상의 국내·외 현황

○ 국내기술현황

- 논농사의 경우 기계화율이 95%이상이지만, 작물의 특성에 따라 사용의 어려움이 있는 밭농사의 경우 아직 60%수준이며, 지형적 특성 및 작물의 다양성에 따라 다양한 작물 별 제초기 등의 기계개발이 꾸준히 요구되고 있다.



출처 : 농림축산식품부 「농업기계 보유현황」

<그림> 농업 기계화 현황

- 논, 밭 등의 대형 트랙터용 수도작, 중경 제초기부터, 과수원예용 보행형, 승용제초기, 소형 공간 및 장비가 사용되기 어려운 곳에 사용되는 소형제초기 까지 작업 목적 및 규모에 따라서 다양한 제초기가 있으며, 다양한 목적에 따라 세분화 및 고급화 되고 있고, 각각의 제초기 수요는 꾸준히 유지되고 있다.

<표> 제초기 종류별 특징 비교

운전형태	보행		승용	원격조정	
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

- 이미 보급률이 높은 트랙터 부착형 로터리방식 제초기는 수요가 조금씩 줄어들고 있는 반면에, 밭 농업의 기계화 활성화에 따라 과수원, 밭 등에 사용가능한 제초기 수요는 증가하고 있다.

- 본 연구개발대상인 경사지에서 제초작업이 가능한 해머방식의 궤도형 제초기는 수요는 증가하고 있으나, 100% 수입에 의존하고 있고, 기술개발이 전무한 실정이다.
- 원격조정, 자동주행 제초기 등은 4차 산업혁명에 맞춰 다양한 연구개발 및 시도가 이뤄지며 이슈화 되고 있지만, 지형의 변수가 많고, 작물에 따라 제초방식이 다른 밭농사에 적용하기 까지는 기술적인 부분과 안전성 관점에서 상용화되기 까지는 더 많은 연구개발 투자 및 노력이 필요할 것으로 예상된다.

○ 국내시장현황

- 2020년도의 국내 농업기계시장은 약 2조3천억원 정도이며, 제초기 시장은 170억원 규모로 예상된다. 논 농업의 높은 기계화율에 따라 논 용 농기계 시장규모는 정체 되고 있으나, 밭 농업 기계화율은 60%수준으로 꾸준한 연구개발이 진행되고 있으며, 국내 농업기계 시장규모는 계속 증가하고 있다.

[국내 농업기계 시장규모 및 전망]

(단위 : 억원, %)

구분	'15	'16	'17	'18	'19	'20	CAGR ('13~15')
농업기계	16,157	17,450	18,846	20,353	22,238	23,506	8.3%

*출처 : 2015년 중소·중견기업 기술로드맵

- 국내 밭농업 기계 시장은 증가하고 있으나, 국내 내수 시장은 크게 성장하고 있지 않으며, 국내와 달리 수입 및 수출 시장은 빠르게 성장하여 국내 시장과 비슷한 규모를 달성한 상태이다.
- 국내 2019년도 동력 제초기 등록모델 현황에 따르면, 약 90여개의 모델이 등록되어 판매되고 있으며, 보행자주행 30%, 승용형이 50%, 원격조정형이 20%정도 규모로 점유하고 있다.
- 국내에 판매되고 있는 보행자주행 제초기의 90%이상은 바퀴모아 형태로 경사지 작업이 불가능 하며, 경사지 작업이 가능한 궤도 해머방식의 제초기는 일본OREC사의 HRC-664, 804 제품이 국내 시장에 유일하며 독점판매하고 있다.
- 25°의 경사지에서 운전이 가능하고 잔가지 전지목까지 파쇄할 수 있는 해머방식의 제초기의 수요는 제초목적의 세분화에 따라 수요가 점점 증가하는 추세이지만, 현재 국내 자체 개발한 국산품이 없어 국내 농민들이 구매하고 싶어도 구매를 못하는 실정이며, 유사한 기능의 제초기를 100% 일본으로부터 수입에 의존하고 있는 실정이다.



<그림> 국내시장을 점유하고 있는 일본 OREC사 해머형 제초기 제품

- 일본에서 700만원 수준으로 판매하는 제품을 국내에서 1,100만원 이상의 가격에 판매되는 상황에서 국산자체 생산기술을 개발하여 외산제품보다 성능이 우수한 제품개발자체만으로도 판매독점을 방지하고 가격하락을 유도할 수 있으며, 국내 제초기 시장의 경쟁력 향상에 큰 도움이 될 것으로 예상된다.

[국내 농업기계 내수, 수출 시장현황]

(단위 : 억원, %)

구분	1990	1995	2000	2005	2010	2013
내수	4,523	9,064	10,561	6,363	10,506	9,252
수출	104	329	1,698	3,751	4,770	9,188

※출처 : 강창용외, “농기계산업의 발전 및 수출확대 방안 토론회 자료집” 2014.10

- 국내 농업기계는 1990년대부터 수출을 본격적으로 시작하여 2013년도에 9,200억원의 시장규모로 내수와 수출비율이 비슷한 규모로 성장하였으며, 해외 수출시장이 안정적으로 형성되었다.
- 국내 농업기계화율은 지속적으로 상승하고 있지만, 내수비율은 더 이상 성장하지 않고 정체 단계에 있으며, 수입 비율이 증가하고 있는 실정이다.
- 국내 농기계 개발은 IoT, ICT를 포함한 스마트팜 및 무인화에 적극적으로 투자를 하고 있으나, 작물마다 다양한 지형 및 변수를 가진 과수원, 밭 농업, 제초분야에는 적용하기에는 어렵고, 장기간 연구개발이 필요하다.
- 스마트팜과 같은 미래산업에 대한 투자도 필요하지만 당장 해결될 수 있는 해외 수입 의존 100%인 제품의 국산화개발에 대한 적극적인 투자 또한 시급하며, 정부의 투자로 인해 원천기술의 확보가 필요하다.

○ 경쟁기관현황

- 현재 국내에는 해머방식의 제초기, 궤도형 바퀴의 제초기 각각의 제품은 있으나, 두 가지 특징 모두 갖춘 보행 자주형 제초기는 국내자체 제작 및 생산실적이 없는 상태이다.

<표> 기존의 국내 제품들과의 특징 및 차별성

명칭	개발대상 제초기(태광공업)	아세아텍 (HR-900)	한아에스에스(HA-CG670)
모습			
주행방식	보행자주형	보행자주형	원격조종형
출력(kW)	8.7	5.9	67
작업폭 (mm)	900	900	1850
작업속도 (km/h)	1~3.3	1~3	-
중량(kg)	225	193	2780
변속단수	전진 3단/ 후진 1단	전진 3단/ 후진 1단	무단변속
주요특징	<ul style="list-style-type: none"> • 궤도형 바퀴 (경사지 작업가능) • 해머방식(수직전단) (잔가지 파쇄가능) 	<ul style="list-style-type: none"> • 해머방식(수직전단) 	<ul style="list-style-type: none"> • 궤도형 바퀴 (경사지 작업가능) • 수직회전 해머방식 (전지목 파쇄가능) • 대형 녹지 전용 (수입)

- 개발대상 제초기의 사용규모와 제초방식이 유사한 제품은 아세아텍에서 개발하여 판매하고 있으나, 경사지 작업이 불가능 하며, 한아에스에스의 원격조정형 제초기의 경우, 동일한 기능에 비해 대규모 녹지에 사용이 적합하고, 사용지역이 제한적이며, 높은 가격으로 인해 일반농민의 접근성이 떨어지는 단점이 있다.

○ 지식재산권현황

- 제초기 관련하여 등록된 특허를 검색하였을 때, 국내 167건, 해외2,076건이 검색되었으나, 해외특허는 대부분 제초기의 기본 원리에 관한 것들로 일본에서 보유하고 있고 20년 이상 되어 소멸되었으며, 해당개발과제인 해머방식의 궤도형 제초기에 문제될 만한 내용은 없는 것으로 사료된다.

<표> 개발대상 기술(제품, 서비스 등) 관련 지식재산권

지식재산권명	지식재산권출원인	출원국/출원번호
① Self-traveling mower	OREC Co LTD	일본 / 23257635
② Walk-behind lawn mower	OREC Co LTD	일본 / 23024253
③ Mowing cutter apparatus and rotary blade to be used in the same	OREC Co LTD	일본 / 16017679
④ 원격조정 경사지 제초기	제니스테크(주)	한국/1020140137437
⑤ 제초용 로봇	대한민국(농촌진흥청장), (주)나인티시스템	한국/1020090114695
⑥ 안전성이 향상된 무인제초기	제니스테크(주)	한국/1020160060233
⑦ 제초성능이 향상된 제초기	제니스테크(주)	한국/1020140137438
⑧ 제초기 및 관리기의 위치를 선택적으로 가변시킬 수 있는 무한궤도 운반기	홍성식	한국/2020150003595
⑨ 자주식 하이브리드 제초장치	(주)한서정공	한국/1020180122606
⑩ 잡초제거기	김정식	한국/1020140141701

- ① 자주형 제초기 특허는 기본적인 자주형 제초기의 구조와 칼날 높이 조절등은 유사할 수 있으나, 경사지 작업이 가능한 궤도형 제초기에 대한 내용이 아니며, 20년이상된 특허로 유효성이 소멸한 상태이다. ② 보행형제초기이나, 전기모터 방식의 리모컨 조종이 되는 제초기로서 구조적 차별성을 가지며, ③ 특허는 수평 회전식 블레이드에 관한 것으로 제초회전방식의 차이를 가짐
- ④원격조정 경사지 제초기는 경사 주행 및 사후관리, 정비에 관한 것으로 본 개발내용과는 관계가 없고, ⑤제초용 로봇은 평지 제초 및 하이브리드 에너지(배터리, 수소)원에 관한 것으로 개발내용과 관계가 없다.
- ⑥ 안전성이 향상된 무인제초기와 ⑦ 제초성능이 향상된 제초기는 는 본사업과는 관계가 없는 커터방식의 제초기에 관한 것이며, ⑧ 제초기 및 관리기의 위치를 선택적으로 가변시킬 수 있는 무한궤도 운반기는 제초기 자체 기능보다는 주체가 운반기에 대한 내용이며, ⑨ 자주식 하이브리드 제초장치는 수평회전 제초날 형태로 제초 제거방식이 다르고 전원공급방법에 대한 내용이며, ⑩ 잡초제거기는 주행방식이 아닌 소형 제초기로 본 연구개발대상과는 무관하다.
- 국내외 검색한 유효특허 중 본 연구개발대상의 핵심기술인 해머형 제초방식과 궤도형 제초기에 대한 유사특허가 없는 상태이기 때문에 지식재산권 회피에 문제가 되지 않는 상태이다.

○ 국외 기술 및 경쟁기관 현황

- 개발대상인 해머방식의 궤도형 제초기는 우리나라와 토지상태 및 지형이 유사한 일본에서 주로 개발이 진행되고 있으며, OREC사 및 ATEX사가 대표적이며, OREC사의 경우 국내에 독점판매를 하고 있다.

<표> 기존의 국외 제품들과의 특징 및 차별성

기업명	(주)태광공업	일본 OREC사	일본 ATEX사
모습			
출력(kW)	8.7kW (11.8ps)	7.3kW (10.0ps)	7.3kW (10.0ps)
작업폭(mm)	900	800	800
작업능력(a/h)	30	27	27
작업속도(km/h)	1 ~ 3.3	0.9 ~ 3.3	1.0 ~ 3.6
중량(kg)	250	220	253
크기(mm)	1750×1100×1080	1670×960×950	1830×990×850
제초방식	해머방식, 제초방식 2종	제초	제초
국내가격(원)	6,200,000	11,000,000	-
판매처	국내외 대리점(예정)	한국총판:성도기계	-

- 연구개발사업 목적에 맞게 국산화를 목표로 하며, 국내에 판매되고 있는 일본제품과 동일한 해머방식 및 궤도형 바퀴로 경사지 작업 기능, 전진3단, 후진1단의 주행단수 변속, 크기 및 중량에 대해서는 해외 선진 제품과 동일 수준으로 개발할 예정이다.
- 본 연구개발대상은 일본 경쟁사 제품들에 비해 출력이 1.4kW 높으며, 작업폭이 100mm 넓기 때문에, 더 강한 힘으로 더 넓은 면적의 작업이 가능함에 따라 작업능률이 상대적으로 높으며, 굵은 줄기등도 파쇄가능한 해머방식의 제초 칼날 장착이 가능하며, 무엇보다도 국내에서의 구매 가격이 수입품 대비 40%이상 낮아 차별성을 가진다.

○ 국외시장현황

- The Freedom Group 의 시장보고서에 의하면 2018년, 세계 농기계 시장규모는 약 2,080 억달러 수준이며, 트랙터, 부품, 수확, 건조, 축산, 경운 기계 등을 제외하고 제초기가 포함된 기타농기계의 규모는 1,255백만 달러 수준이다.
- 세계 제초기 시장은 국내 제초기시장 비율 수준으로 예측하면 170백만 달러 수준으로 예상되며, 매년 6%수준으로 성장하고 있다.

[세계 농기계 시장 규모]

(단위 : 백만달러, 천대)

구분	2008		2013		2018		CAGR	
	금액	대수	금액	대수	금액	대수	금액	대수
농용트랙터	44,850	2,280	54,500	2,550	76,800	3,180	7.1%	4.5%
수확기계	21,200	335	27,200	380	39,750	495	7.9%	5.4%
이식기 및 시비기	8,520	555	10,650	610	15,150	770	7.3%	4.8%
건초기계	7,630	960	9,200	1,030	12,850	1,285	6.9%	4.5%
축산기계	7,390	1,660	8,690	1,740	11,900	2,140	6.5%	4.2%
경운기계	5,700	585	7,570	690	10,800	875	7.4%	4.9%
기타농기계	4,210	935	5,190	1,030	7,100	1,255	6.5%	4.0%
부품	20,500	-	26,000	-	33,650	-	5.3%	-
계	120,000	7,310	149,000	8,030	208,000	10,000	6.9%	4.5%

*자료 : The Freedom Group, Inc. World Agricultural Equipment, 2014.7

- 사용 목적에 따라 더 세분화 및 전문화 되고 수요가 증가하고 있는 제초기 시장에 대해 연구개발 대상인 해머방식의 궤도형 제초기는 국내뿐만 아니라 본사에서 수출하고 있는 해외 바이어를 통해 수출이 가능한 제품이다.
- 해외 농기계 제품을 국산화 개발 하는 것은 단순 제품뿐만 아니라 후방산업의 소재 및 가공 도장 업체와 전방산업의 조립, 생산 판매, 기술서비스 기업에도 밀접한 관계가 있으며, 그 파생효과는 국내 농업 경쟁력 향상에 큰 도움을 줄 것으로 예상된다.

[농수산용 기계분야 산업연관구조]

후방산업	농수산용 기계	전방산업
농수산용 기계용 소재 및 부품 가공 및 도장 모듈, sub-system 조립	트랙터와 부속 작업기 및 자주식 농작업 기계 수확후 처리 시스템 및 부속기자재 원예-축산기계 및 시설 임업용 기계 수산업용 기계 IT/BT 융합 시스템 및 스마트팜 시스템	농수산용 기계용 작업기 조립 생산 판매 및 기술서비스

○ 지식재산권현황

<표> 개발대상 기술(제품, 서비스 등) 관련 지식재산권

지식재산권명	지식재산권출원인	출원국/출원번호
① Multifunction vertical weeder with rotary-tillage and deep soil loosening	Pan Qia	중국/99242011
② Multifunctional weeder	Shi Junxin	중국/01220074
③ Mower and mowing	ISHIDA TEKKOSHO:KK	일본/02132852
④ SELF-PROPELLED GRASS CUTTER	AIZAWA MATSUO	일본/07039225
⑤ AUTOMATIC TARGET RECOGNITION AND MANAGEMENT SYSTEM	The University of Sydney	미국/15579636

- 해외 제초기에 대한 해외 특허는 대략 2,083건이 검색되었으며, 그중 미국이 908건, 일본이 740건으로 높은 점유율을 가지고 있다.
- 미국 및 유럽의 제초기 특허는 제초 목적이 대부분 잔디 제거에 국한되어 있으며, 제초기의 기계적 기본 원리에 관한 특허는 대부분 유효기간이 소멸되어 공개된 상태이며, 최근 지능형, 무인화, 다기능 등에 관한 일부 특허가 출원되고 있지만 제초기에 관한 특허는 미비한 상태이다.
- ①,②은 전지목등의 제초가 가능한 다기능제초기에 관한 특허이지만, 수직회전방식 및 궤도형과는 무관한 특허이고, 본 연구개발 대상은 다기능과는 연관성이 없으며 ③궤도형 바퀴로 구성된 제초기에 관한 특허이지만 1990년에 출원된 특허로 공개상태이다.
- ④ 제초기는 자주형 이지만, 제초방식이 수평커터를 이용한 제초방식으로 해머형과 구별이 되며, ⑤ 특허내용은 잡초대상을 구별하여 작업 가능한 시스템에 관한 것이나, 논 전용이며, 본 연구개발과제와 거리가 있다.
- 국내와 동일하게 대부분의 제초기 기본원리에 관한특허는 등록한지 20년 이상 되어 유효기간이 소멸된 상태이며, 본 연구개발 과제에 특별히 회피할만한 특허는 검색되지 않았기 때문에 특허 회피에 문제되지 않는 상태이다.

○ 최종목표

- 본 연구개발은 작물종류 및 목적에 따른 제초기의 세분화에 따라 증가하는 국내 수요에 대응하고, 일본제품의 독점 방지 및 국내 농기계 경쟁력 향상을 위한 것으로, 국내 최초로 경사지 작업이 가능한 8.7kW(11.8PS)급 해머방식의 궤도형 제초기 개발을하고자 함

1. 해머방식의 제초 <ul style="list-style-type: none">• 수직 칼날 회전방식의 파쇄• 감자 및 고구마등의 질긴 줄기, 전지목 제초 가능	
2. 궤도형 바퀴 <ul style="list-style-type: none">• 작업범위 확장(25°의 고경사지역 작업가능)• 미끄럼 방지, 주행안전성 향상	
3. 사용자 중심 편의 시스템 <ul style="list-style-type: none">• 안전사고 대비 비상정지 버튼 및 파편(흙, 돌) 차단막• 작업피로 감소를 위한 접이식 탑승 장치	

○ 정량적 목표

- | | |
|----------------------------|----------------------|
| - 크기 : 1750mm×1100mm×950mm | - 작업폭 : 900mm |
| - 중량 : 250kg 이하 | - 제초능률 : 30a/h 이상 |
| - 주행단수 : 전진3단, 후진1단 | - 칼날높이 : 0~85mm |
| - 작업경사각 : 0°~25° | - 출력 : 8.7kW(11.8ps) |

○ 주요기능

- 제초용 드럼 : 습지, 경사지, 평지 및 정지작업 하지 않은 지역 제초작업
- 파쇄용 드럼 : 잡목 및 과수원 전지작업 후 잔가지 파쇄작업
- 제초대상의 높이에 따른 제초 칼날의 높이 조절
- 25°이하의 경사지 제초작업
; 강력한 해머 칼날이 높게 자란 잡초도 잘게 부수어 방치해도 빠르게 흙으로 환원
- 장거리 이동시 입승식 발판 기능

○ 주요성능치

항목	세부 목표항목	세계수준(일본 OREC)	개발목표치
기계 구조	제초기 전체 크기	1670mm×960mm×950mm	1750mm×1100mm×950mm
	본체 중량	220kg	250kg
	제초 구동방식	엔진 구동	엔진 구동
	출력	7.3kW(10ps)	8.7kW(11.8ps)
	본체이동방식	자주식 (궤도형 바퀴구동)	자주식 (궤도형 바퀴구동)
	제초날 절단방식	수직 회전	수직 회전
성능	작업속도	0.9~3.3km/h	1~3.3km/h
	작업폭	800mm	900mm 이상
	작업능률	27a/h 이상	30a/h 이상
	작업경사각	0~25°	0~25°
	제초칼날 높이 조절	20~85mm	0~85mm
	제초율	90%	95% 이상
	내구성	-	100,000 Cycle이상 (1회전1Cycle)

○ 핵심기술

- 해머방식의 제초작업기와 궤도형 바퀴 접목한 일체형 제초기 개발 기술 (국내최초)
- 경쟁사 제품대비 높은 출력 : 8.7kW, 넓은 작업 폭 : 900mm (세계최고)
- 작업능률 : 30a/h (세계 최고)

○ 적용범위

- 과수원, 체육공원, 둔치 등의 제초작업
- 습지, 정지작업 하지 않은 지역 제초작업 (제초용 드럼)
- 잡목 및 과수원 전지작업 후 잔가지 파쇄작업 (파쇄용 드럼)
- 일반 제초기로 작업이 힘든 25°이내의 경사지 제초작업

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

가. 해머방식 궤도형 제초기의 구동부 개발

1) 제초기 주행을 위한 구동엔진 기성제품 선정

- 궤도형 제초기의 국산화 개발을 위해서 현재 국내 시장의 대부분을 점유하고 있는 일본 O사의 궤도형 제초기 모델을 참고하였으며, 역설계 및 조립 분해를 통해 사양을 분석하고 개발을 진행하였다.
- 해외제품 참고 및 선행연구에의 해머방식 궤도형 제초기의 주행을 위한 엔진은 공랭 4사이클 단기통엔진, 최대출력 12마력 이상, 제초전용 리코일스타터의 특징을 가지고 있어야 하기 때문에 성능 및 가격면에서 가장 적합한 BRILLIANT사의 GT1300P 모델을 선정하였다.

표. 엔진별 주요사양

공랭 4사이클 OHV 가솔린 엔진					
제조사		BRILLIANT	HONDA	MITSUBISHI	B&S
모델명		GT1300P	GX390	GB400	25T2
내경×행정	mm	89×63	88×64	59×63	90×66
총배기량	cm ³ (cc)	391	389	391	420
연속정경 출력	kW/rpm	6.6/3600	-	6.6/3600	-
	ps/rpm	9.0/3600	-	9.0/3600	-
최대출력	kW/rpm	9.5/4000	8.7/3600	9.5/4000	-
	ps/rpm	13/4000	11.7/3600	13/4000	13.5/3600
최대토크	N.m/rpm	26.5/2800	26.5/2500	26.5/2800	
	(kgf.m/rpm)	2.70/2800	2.70/2500	2.70/2800	
윤활유량	cm ³ (L)	1.0	1.1	1.0	1.1
L×W×H	mm	400×477×465	406×460×448	-	405×450×457
탱크용량	cm ³ (L)	6.0	6.1	7.0	6.6
건조중량	kg	31	31.7	32	31
제초기전용 리코리스타터		○	×	○	×

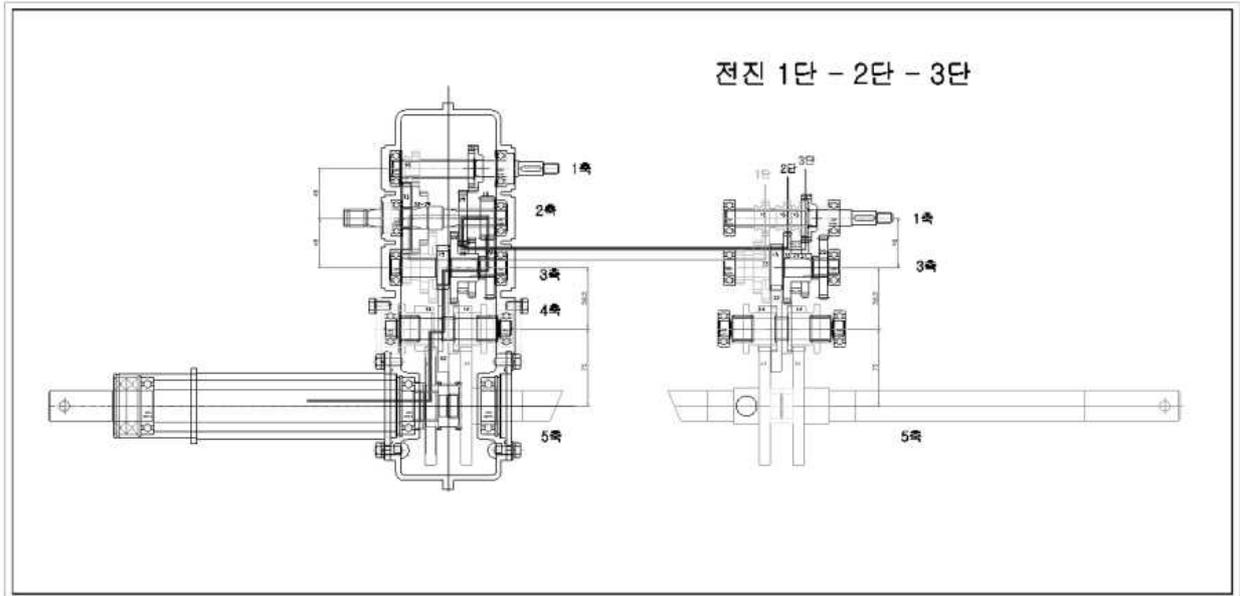


- 최대출력 : 8.7kW(11.8PS)
- 회전속도 : 1950±50 rpm(무부하)
- 최대토크 : 50.0Nm(1350rpm)

[그림] 선정 엔진 사진(GT1300P)

2) 속도제어용 미션 및 변속클러치 설계개발

- 3단계 속도조절 및 후진을 위해 5개의 축으로 설계 하였으며, 각 단계별 속도를 조절할수 있도록 각 크기에 맞도록 기어 크기 및 잇수, 모듈을 설계하였다.



[그림] 전체 기어 연결 도면

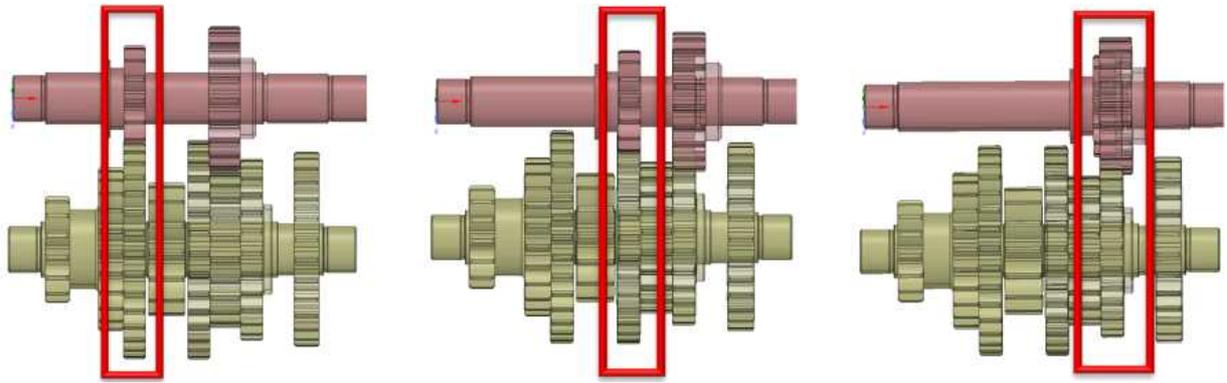
표. 궤도형 제초기의 기어 회전수 및 속도 계산 자료

엔진회전수	3,600rpm	스프라켓	9 T
엔진폴리	72mm(외경)	미션폴리	164mm(외경)

단수	기어 잇수					분당회전수 (rpm)	속도 (km/h)
	1-3축	3-2축	2-3축	3-4축	4-5축		
1단	15	15	19	15	14	31.9	1.03
	33	33	29	32	44		
2단	15	23	19	15	14	64.6	2.09
	33	25	29	32	44		
3단	21	23	19	15	14	110.5	3.58
	27	25	29	32	44		

단수	기어 잇수						분당회전수 (rpm)	속도 (km/h)
	1-2축	2-3축	3-2축	2-3축	3-4축	4-5축		
후진	15	24	15	19	15	14	31.9	1.03
	33	24	33	29	32	44		

- 1,2,3번 축이 정삼각형을 이루며, 속도 조절 단계 별 변속기어의 이동에 따라 2번축, 3번 축 기어와 선택적으로 맞물릴 수 있는 방식으로 속도조절이 되며, 4번축, 5번축을 통해 제초부 및 이동 할 수 있도록 설계하였다.
- 미션외부에서 회전운동으로 인해 변속 포크가 안내축을 따라 수평이동을 하며, 안내축 홈부에서 강구가 스프링 힘으로 멈출 수 있는 구조로 설계하였다.



(a) 전진 1단

(b) 전진 2단

(c) 전진 3단

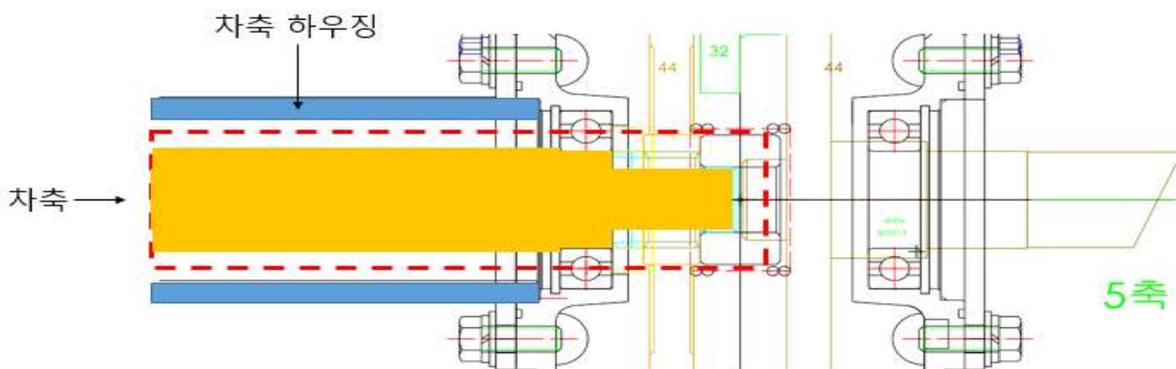
[그림] 변속 기어 이동모습

- 좌측 또는 우측으로 방향 전환은 4축에서 5축으로 전달되는 동력을 차단하는 방식으로 설계하였으며, 4축 양쪽의 사이드클러치기어 이동을 통해 동력을 차단하고, 기어 뒤쪽과 사이드클러치 축의 도그클러치가 맞물려 한쪽 바퀴의 회전을 정지시키고, 반대쪽 바퀴의 구동으로 방향을 바꾸는 구조로 설계하였다. 평상시 스프링 힘으로 동력은 연결되어 있다.

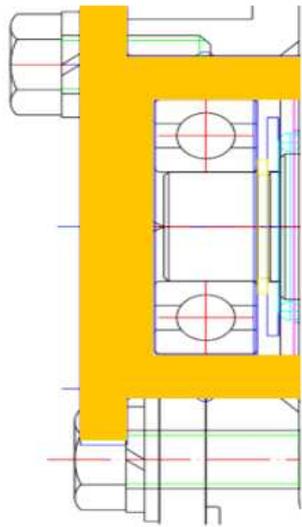


[그림] 방향 전환 시 동력차단 방식

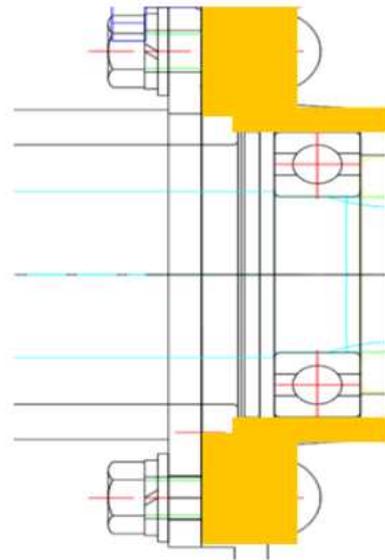
- 차축은 분리구조로 A/S가 요구될시 빠르게 대처 가능하도록 차축기어에 단을 설치하고, 기어와 기어사이에 스프링과 간격 카라를 조립하여 차축이 양쪽으로 분리되어도 기어가 빠지지 않고 위치를 유지하여 차축교체가 쉽게 가능하도록 설계하였다.



[그림] 분리형 차축 구조



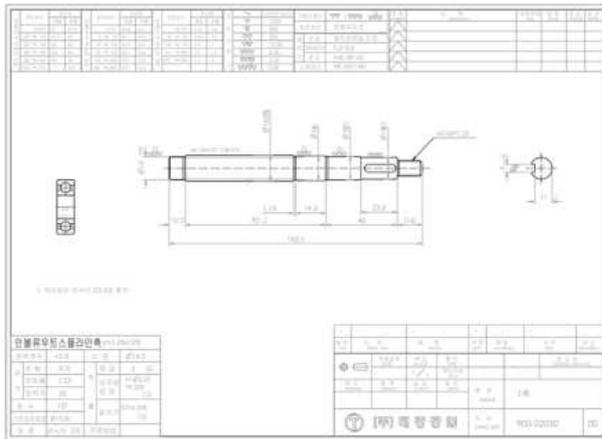
(a) 브레이크 축 - 원통형



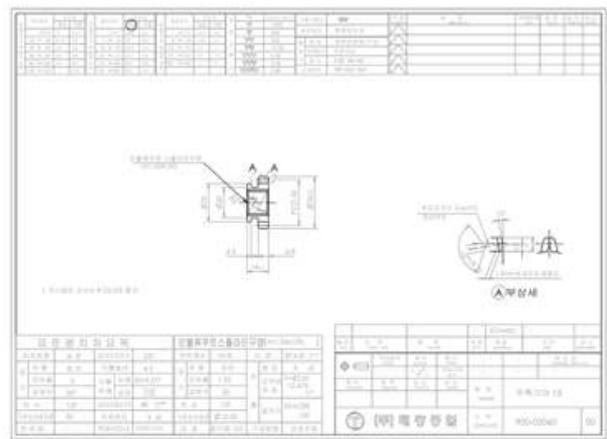
(b) 차축 - 평면형

[그림] 브레이크 및 차축 구조

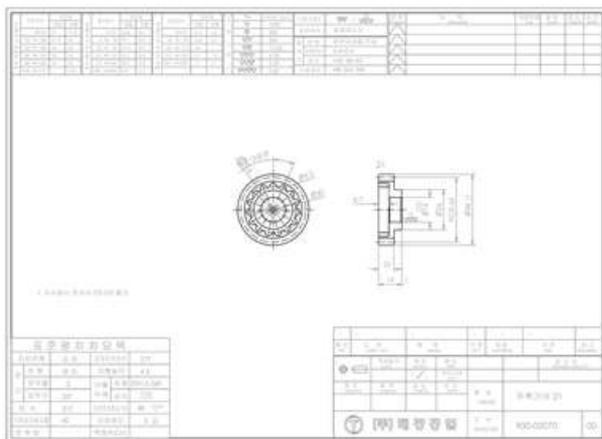
- 브레이크 축 및 차축에 간단한 디자인과 편리한 조립 및 분해가 가능하고 크기와 흠이 표준화 되어있어 호환성이 높으며, 다양한 밀봉매체(오일, 물, 기체, 화학)에 적합한 O링을 손상 없이 부드럽게 삽입하고자 하우징 입구에 테이퍼, 라운드를 주었으며, 조립시 상대면과 O링에 기밀대상 유체를 도포하였다.



(a) 1축



(b) 구동기어 1

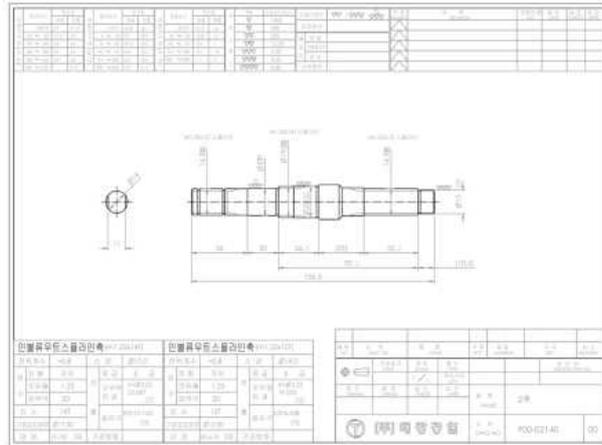


(c) 구동기어 2

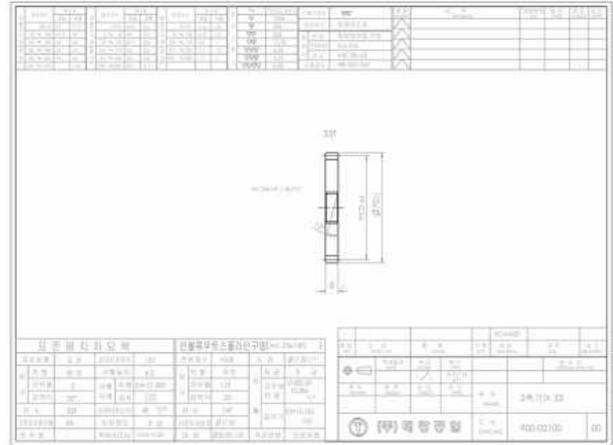


(d) 1축 기어 제작 사진

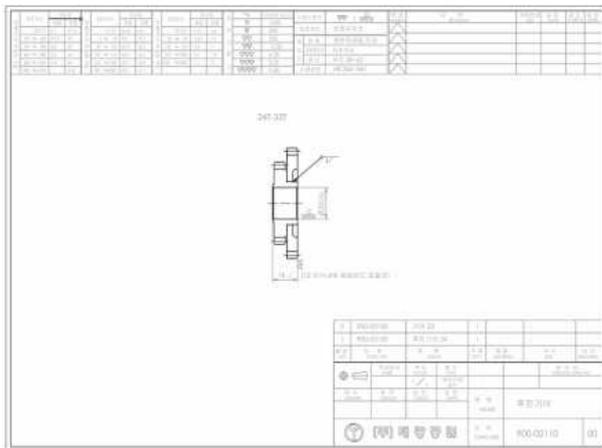
[그림] 1축 기어 도면 및 제작 사진



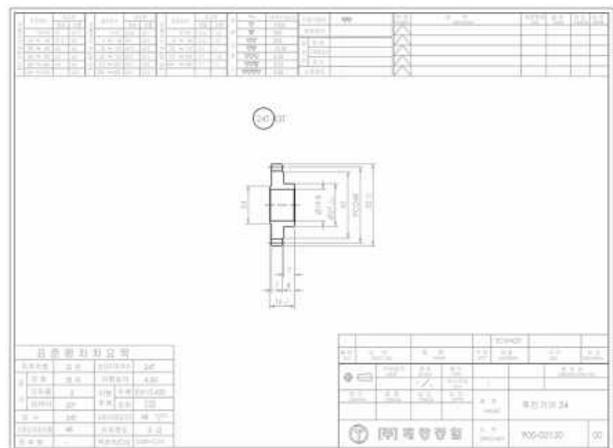
(a) 2축



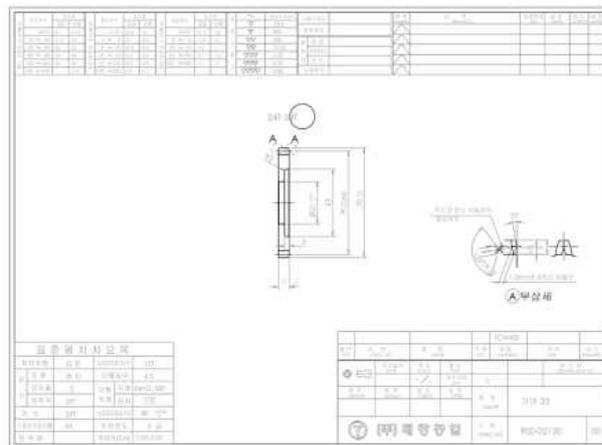
(b) 구동기어 1



(c) 구동기어 2



(d) 구동기어 3

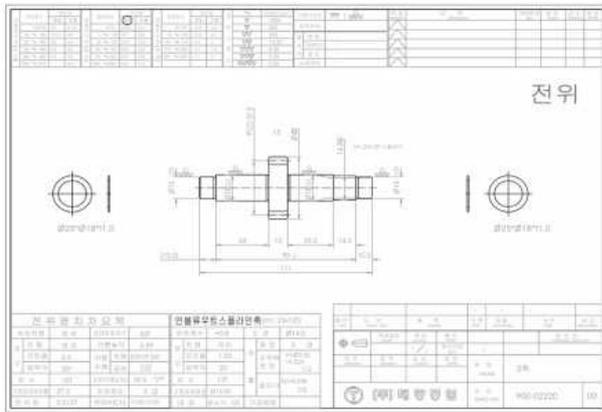


(e) 구동기어 4

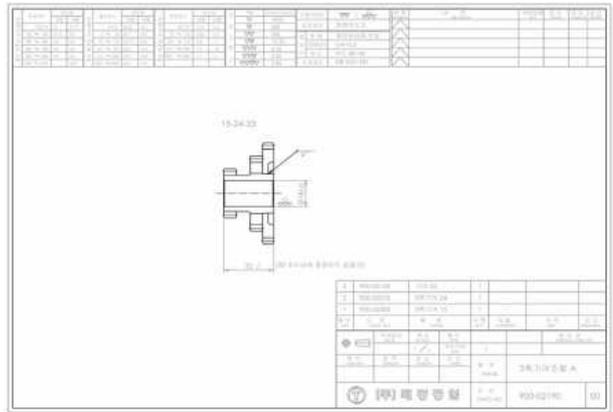


(f) 2축 기어 제작 사진

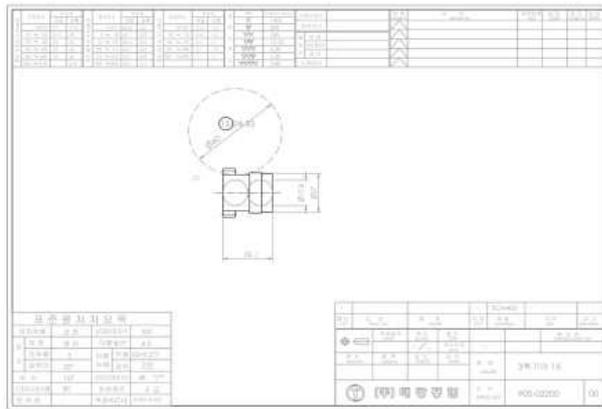
[그림] 2축 기어 도면 및 제작 사진



(a) 3축



(b) 구동기어 1

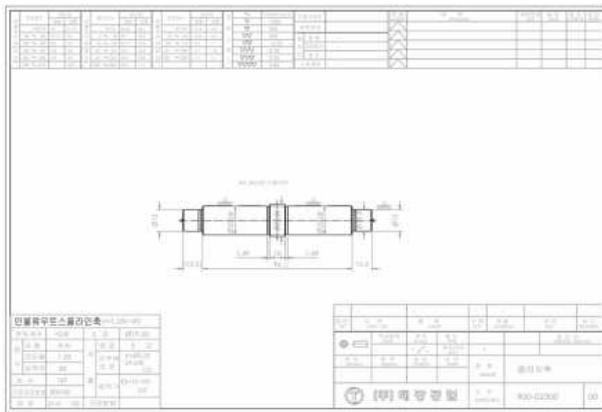


(c) 구동기어 2

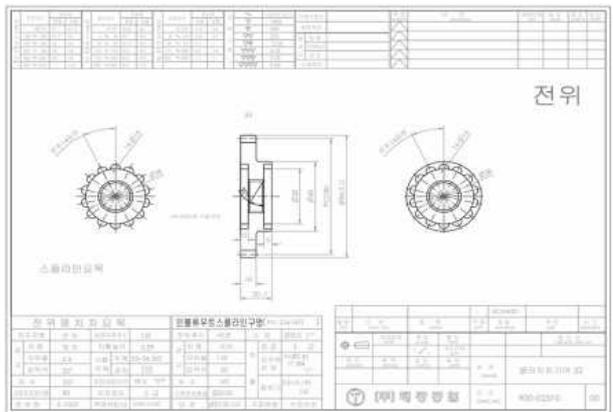


(d) 3축 기어 제작 사진

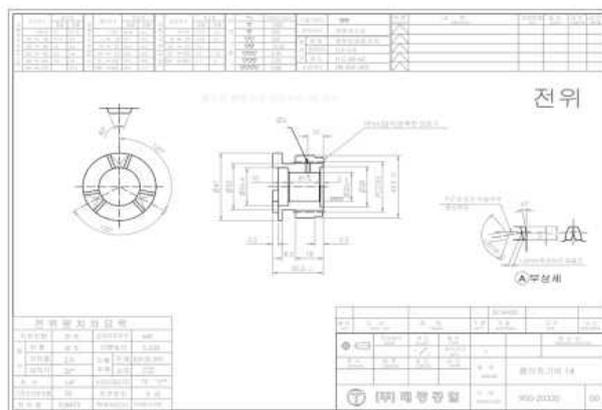
[그림] 3축 기어 도면 및 제작 사진



(a) 4축



(b) 구동기어 1

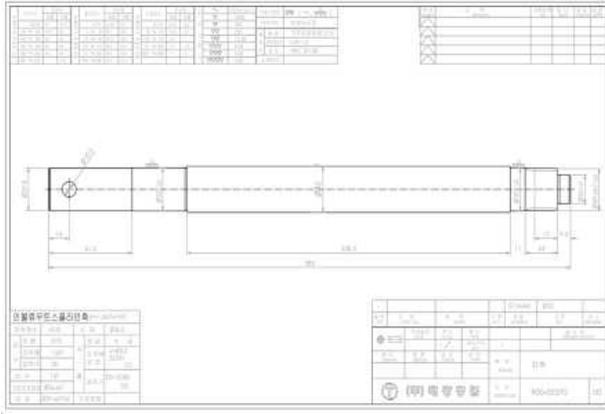


(c) 구동기어 2

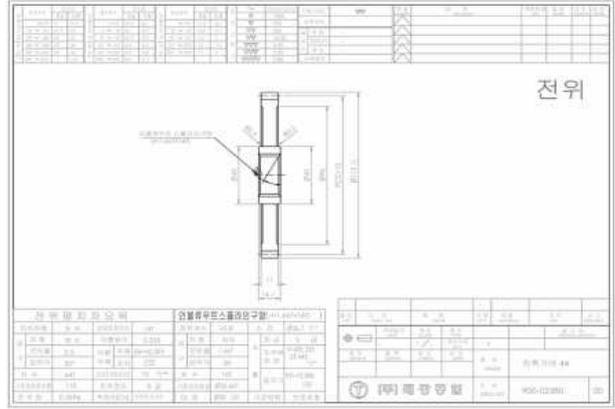


(d) 4축 기어 제작 사진

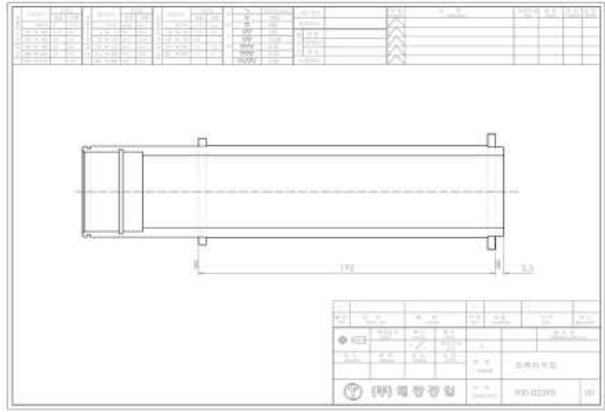
[그림] 4축 기어 도면 및 제작 사진



(a) 차축



(b) 구동기어 1



(c) 구동기어 2



(d) 차축 기어 제작 사진

[그림] 5축(차축) 기어 도면 및 제작 사진

- 기어재질은 일반적으로 농기계 구동기어에 사용되는 크롬몰리브덴강(SCM420)소재를 이용하여 열처리하여 강도를 높여 제작하였다.

나. 수직회전 방식의 제초 작업기 헤더부 개발

- 제초 작업기에 동력을 전달하기 위해 엔진 풀리 외경 및 방향전환 중간 풀리, 제초 풀리의 외경을 계산하여 최종 드럼회전속도를 계산하였다

표. 칼날회전 속도 표

엔진풀리 외경(mm)	중간풀리 외경(mm)	드럼풀리 외경(mm)	드럼회전속도(rpm)
126	126	153	2965



$$\text{축간거리 } L_p = 2C + 1.57(D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4c}$$

$$c = \frac{b + \sqrt{b^2 - 2(D_p - d_p)^2}}{4}$$

L_p : 벨트의 유효길이

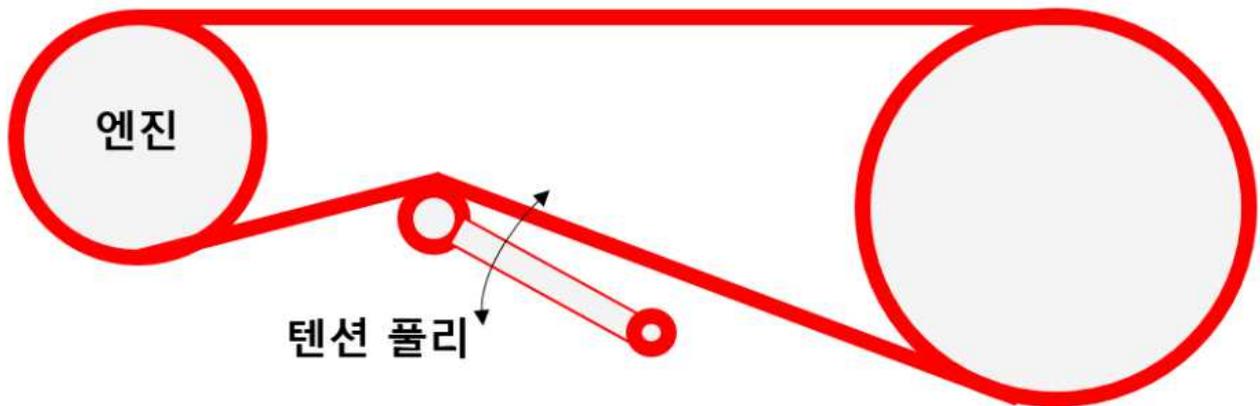
c : 축간거리

D_p : 큰 폴리 유효지름

d_p : 작은 폴리 유효지름

b : $L_p - 1.57(D_p + d_p)$

- 텐션클러치에서는 계산식에 의한 벨트 길이보다 1인치 큰 벨트를 선정하여, 엔진 고정부에 장공을 두어 축간거리를 조절할 수 있도록 여유있도록 설계하였다.



- 드럼의 브레이크는 레버에 연결된 케이블에 의해 캠이 브레이크 라이닝을 벌림으로써 드럼 내부와 마찰되어 제동되도록 설계하였으며, 트랜스 미션 2번축 외부에 드럼 브레이크를 설치하였다.
- 레버를 당기면 브레이크슈가 벌어지면서 제동이 걸리고, 레버를 놓으면 롤링 스프링이 당기면서 브레이크슈는 드럼에서 분리되도록 설계하였다. 드럼브레이크는 마찰열로 인해 간혹 베이퍼록 현상이 발생하지만, 디스크브레이크에 비해 제동력이 크고 가격이 저렴하며, 내구성에 좋아 농기계에 적합하도록 적용되었다.



[그림] 드럼 및 제초날 제작사진

- 제초날 양끝의 최대 폭이 900mm로 설계하여 작업폭을 결정하였으며, 제초 목적 및 지형에 따라서 제초 높이를 0mm~ 130mm 범위로 조절할수있도록 높이 조절장치를 설계하였다.
- 스크류를 이용하여 제초부 전방의 바퀴를 밀고 당겨서 제초드럼 제초날의 높이를 조절하며, 작물의 종류나 작업 조건에 따라 적합한 높이로 조절하여 제초작업을 한다.



[그림] 제초칼날 높이 조절 사진



[그림] 제초칼날 드럼



[그림] 해머칼날 드럼

- 제초드럼 커버는 수확용 작물에 사용하는 일반 관리기용 제초기의 위치 고정형 커버와 다르게 잡초의 양이 많을시 잡초의 저항에 의해 제초커버가 밀려 올려지고 잡초의 양이 적으면 자중에 의해 떨어지는 구조로 설계되었다.



[그림] 최종 조립 사진

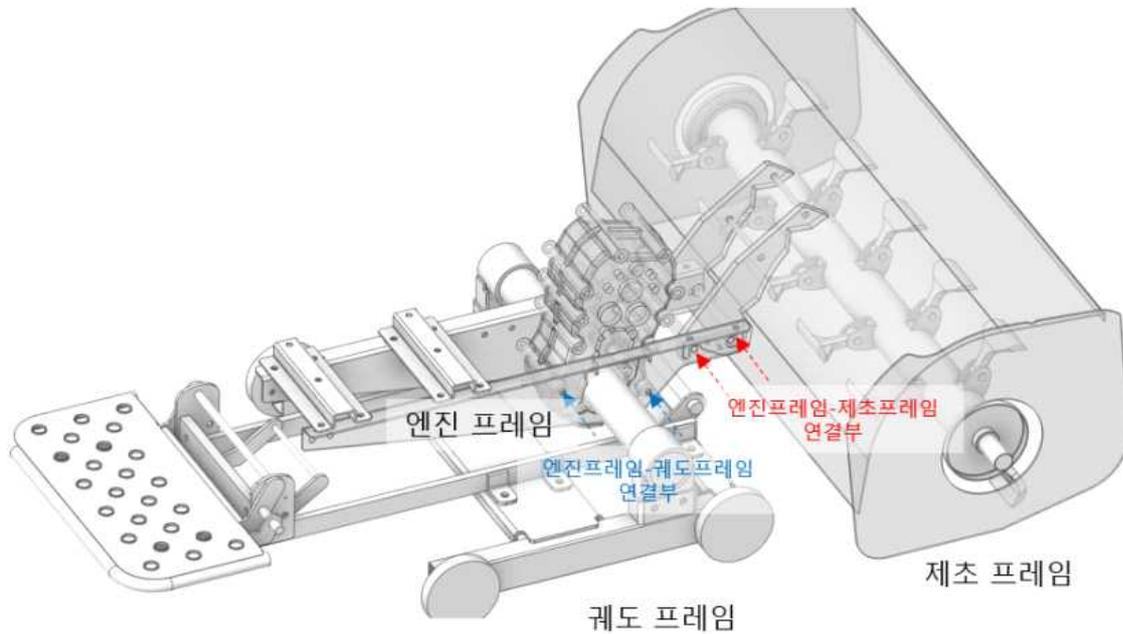


[그림] 제초기 커버 사진

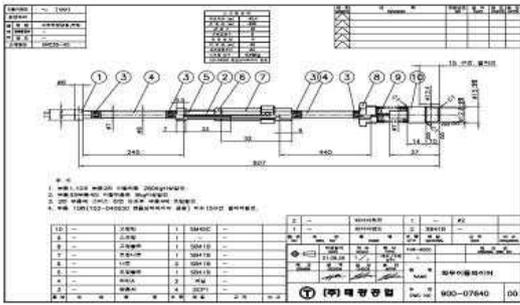


다. 해머방식 궤도형 제초기의 본체 프레임 기구 설계 개발

- 궤도형 제초기의 본체 프레임은 엔진을 지지하고 엔진과 제초프레임, 궤도형 바퀴축과 연결하는 부품으로 전단부에서는 제초프레임과 연결되며, 상부에 엔진을 고정시키며, 중심부 및션홀에 의해 밧선이 고정된다.
- 철판소재를 이용하여 브라켓에 볼트조립을 통하여 각 프레임과 연결하며, 아래의 그림과 같은 형태로 설계되었다.



- 핸들은 높이가 낮은 나무아래 작업시 옆으로 핸들을 돌려 고정할수 있도록 설계하였다. 핸들 지지대 고정판에 좌우로 각각 2개의 구멍을 두어 핸들의 고정지점을 5개로 설계하였으며, 핸들 지지대 하우징을 핸들 지지대 고정판에 조립하고 축용 멈춤링으로 고정하였다.
- 핸들지지대고정판에 핸들지지대를 끼우고 축용멈춤링으로 결합시킨다. 핸들지지대에 와이어를 조립하면 스프링 힘에 의해 핸들지지대고정판의 5개의 구멍 중에서 특정 위치에 와이어의 끝부분 스톱퍼가 맞춰지고 핸들 좌.우 위치가 정해진다.
- 중심을 기준으로 좌.우 방향에 각각 2개의 구멍을 두어 작업 조건에 따라 5개소의 핸들 위치를 선택하여 작업 할 수 있도록 설계되었다.
- 핸들 상.하 위치도 같은 원리로 설계되었으며, 와이어 스톱퍼 부분에는 핸들지지대고정판 홈으로 스톱퍼가 밀려들어가지 않도록 스톱퍼 입구쪽에 테이퍼 가공을 주어 설계하였다.



[그림] 와이어도면

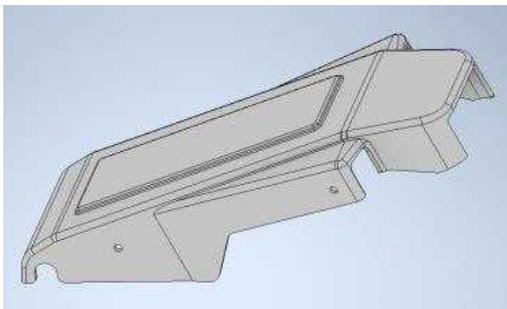


[그림] 와이어 제작 사진



[그림] 핸들 제작 및 조립 사진

- 핸들커버는 플라스틱 시트를 사용하여 입체적인 성형이 가능한 진공성형 제조법을 이용하여 제작 하였으며, 디자인 변경시 저비용으로 가능하도록 제작하였다.



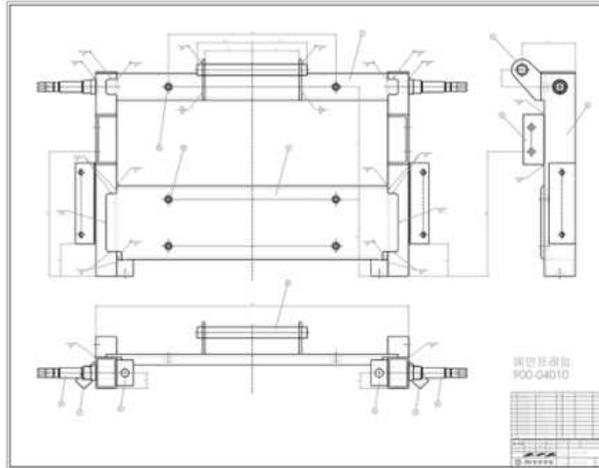
[그림] 핸들 커버 3D 모델링



[그림] 핸들 커버 조립 사진

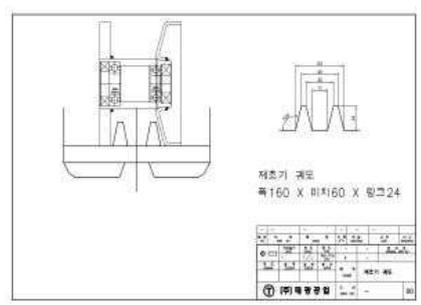
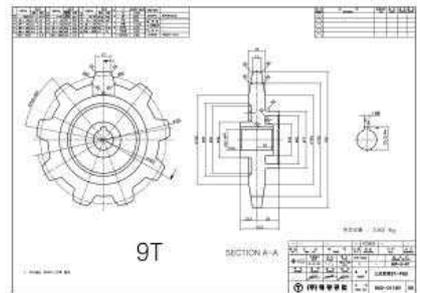
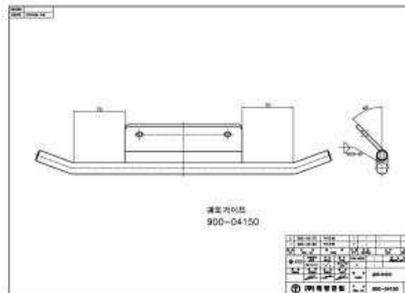
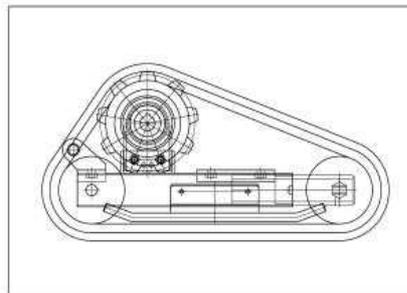
라. 25° 경사지 운전용 궤도형 바퀴 개발

- 궤도형 바퀴 프레임은 밧선 차축 지지대를 포함하여 밧선과 연결이 되도록 설계되었으며, 바퀴 축을 연결하고, 후단의 발판을 연결하여 지지할수 있는 프레임으로 궤도형 제초기 최하단에 위치하며, 철판을 이용하여 가공하여 궤도형 제초기의 차체안전성 향상에 기여하도록 설계되었다.



[그림] 궤도프레임 도면 및 제작 사진

- 궤도프레임과 엔진프레임에 연결되는 차축 기어와 바퀴에 궤도 바퀴가 장착이 되며, 후방 로크너트를 풀어 벨트를 조립하고, 볼트를 돌려 움직이며 장력을 조절할수 있도록 설계하였으며, 벨트 장착시 중앙부위를 눌렀을 때 15~20mm 여유가 있도록 고정하요 조립하였다.

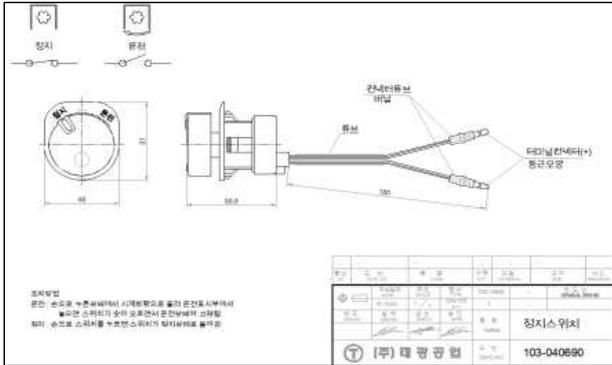


[그림] 궤도 도면 및 제작 사진

- 궤도프레임 양 측면에는 궤도 이탈방지용 궤도 텐션바를 설치하여 제초 작업시 궤도형 바퀴가 측면으로 이탈하지 않도록 방지 기능을 적용하였다.
- 궤도 바퀴는 25° 이상의 경사지에서 미끄럼 없이 사용이 가능한 160mm 폭에 60mm 피치, 24mm 링크의 규격(160X60X24)을 가진 고무 크로라를 선정하여 장착하였다.

마. 해머방식 궤도형 제초기의 안전 및 편의성 향상 기술 개발

- 제초 작업 중 안전에 관련하여 가장 쉽고 중요한 역할을 하는 비상정지 버튼은 원터치식으로 버튼을 누를시 접지가 되어 엔진이 멈추게 되고, 시계방향으로 회전시키면 다시 원상태로 솟아올라 운전상태가 되도록 설치하였다.
- 후진시 장애물과과 기계 사이에 몸이 끼이면 안전바가 작동되어 기계가 멈추며 자동으로주차브레이크가 작동한다.



(a) 비상정지버튼 도면

(b) 비상정지버튼 장착 모습

[그림] 비상정지버튼 도면 및 제품모습

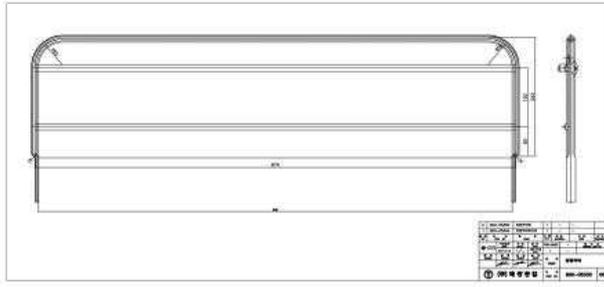


(a) 안전바 작동

(b) 주행정지후 주차브레이크 작동

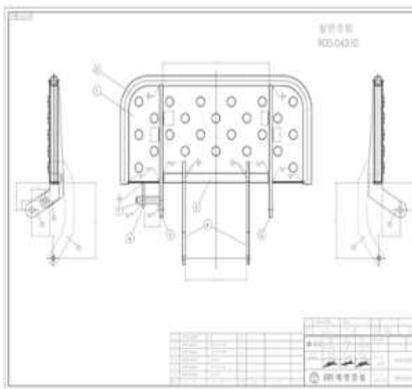
[그림] 비상정지 안전바, 버튼 작동모습

- 높은 잡초의 제초 처리 시 제초작업부 커버가 일부 오픈되며, 흙 파편 등이 간혹 튀어 작업자에게 안전상 문제를 일으키지 않도록 제초 작업드럼 커버 상부에 철판으로 파편 차단막을 제작하여 설치하였다.
- 작업자와의 각도 및 간격을 고려하여 가로 950mm, 높이 500mm로 설계 하였으며, 작업 시 작업자에게 닿지 않는 각도이 45°로 세워 파편을 차단할수 있으며, 지푸라기나 제초후 절단된 잡초들이 엔진에 달라 붙는 양을 줄일 수 있도록 제작되었다.



[그림] 차단막 도면 및 조립사진

- 발판은 궤도프레임에 연결하여 보행작업시 지면과 90°로 접을 수 있도록 설계하였고, 평지의 장거리 제초작업시 탑승자의 작업 피로도 감소를 위해 지면과 수평으로 펼쳐 서서 입승수 있도록 설계 되었다.
- 발판에 다수의 홀로 이물질 및 미끄럼이 방지 될 수 있도록 설계되었으며, 120kg 이상의 하중에도 견딜수 있도록 지지대를 추가로 보강하였으며, 위탁기관의 구조 강성해석을 통해 안전성을 검토하고 설계 제작 하였다.



[그림] 발판 도면, 제작, 탑승사진

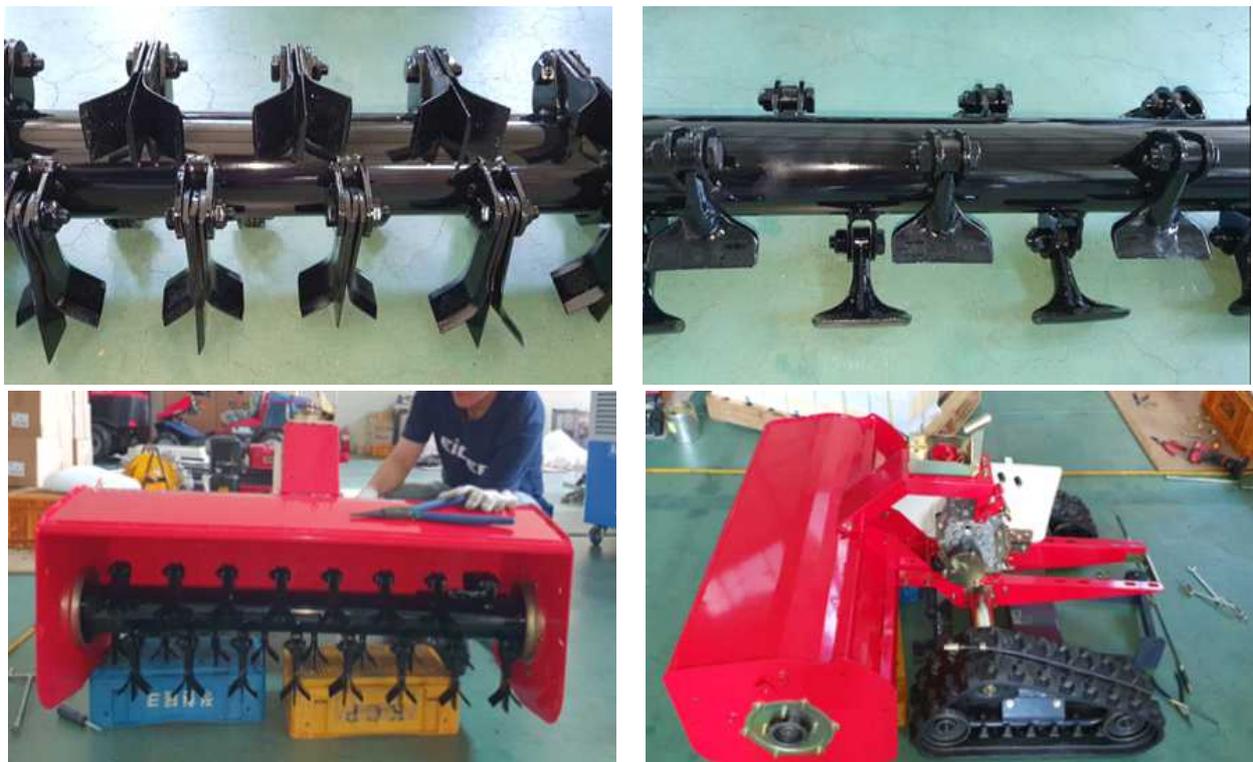
바. 해머방식 궤도형 제초기의 시운전을 통한 성능테스트

- 각 제작된 조립 부품들은 도장 후 엔진미션과 엔진프레임, 트랜스미션, 제초프레임, 궤도 프레임, 궤도바퀴, 엔진고정판, 브레이크 드럼 순으로 장착 조립하였다.



[그림] 궤도형 제초기 프레임 조립

- 제초용 드럼은 3열 8개소에 칼날 3개씩 총 72개의 칼날을 조립하였으며, 해머형 드럼은 3열 5개 총 15개의 칼날을 조립하고, 제초드럼과 제초프레임 조립후 완성하였다.



[그림] 궤도형 제초기 작업부 조립



[그림] 궤도형 제초기 프레임, 작업부 최종조립 사진

- 궤도형 제초기 조립품의 기계적 성능을 평가하고 분석하기 위해 브레이크, 주행, 제추율, 작업경사도, 로타리 커버, 작업부하, 작물적응, 내구성 시험을 추가로 진행하였다.
- 경사지를 오르고 내리는 궤도형 제초기는 안전사고를 대비해 브레이크의 성능이 중요하며, 실제 작업지형보다 미끄러운 사다리를 이용하여 25°로 각도를 구성하여, 경사면 올라가는 중간지점에서 주행클러치를 끊으면 작동되는 주차브레이크의 성능 시험을 수행하였으며, 시험결과 주차브레이크가 잘 작동되는 것을 확인 하였다.



[그림] 브레이크 시험

- 궤도형 제초기의 기본 주행성능을 판단 하기위해 장시간 운전을 하며, 조립상태, 이상소음, 조향조작, 칼날 작동상태를 점검하였으며, 이상 없이 잘 작동됨을 확인하였다.



[그림] 주행시험 (경북 칠곡군 왜관읍 금산리(금산체육공원))

- 농업기계 제초율 측정을 위해 안전검정 규격에 따라 1m×1m 구간에 400주 이상의 풀이 있는 지형에 작업 전 후의 풀을 세어서 제초율을 측정하였으며, 측정결과 모든풀이 제초되어 100% 제초율의 성능을 확인 하였다.



[그림] 제초율 성능시험

- 작업속도는 20m구간을 3번 반복측정하여 평균속도를 구하여 계산하였으며, 1단일 때 1.0km/h, 3단일 때 3.4km/h 작업 속도를 확인하였다.



03:35.91 00:05.95			01:07.44 00:03.02		
구간	구간가속	현재 시간	구간	구간가속	현재 시간
03	01:09.97	03:29.95	03	00:21.62	01:04.41
02	01:09.42	02:19.98	02	00:21.59	00:42.79
01	01:10.56	01:10.56	01	00:21.20	00:21.20

[그림] 작업속도 시험

- 궤도형 제초기의 핵심기능인 경사지 작업성을 측정하기 위해 25°이상의 경사지를 선정하여 주행하며 작업성을 확인하였으며, 최대 27°의 경사지에서도 작업이 가능함을 확인하였다. 경사진 상태로 주행 뿐만 아니라 전, 후진을 통해 경사지 올라가고, 내려가면서도 제초작업이 가능함을 확인하였다.



[그림] 경사지 작업 시험

- 작업자의 안전성 및 이물질로 인한 장비 고장을 방지하기 위한 로터리 커버를 장착한 상태로 주행하였으며, 날라오는 파편등이 거의 없으며, 설치 전후의 지푸라기 등의 이물질이 적어짐을 확인하였다. 추가로 제초전용 에너크리너를 개발하여 리코일스타트 흡입구 막힘 현상을 최소화 하였다.



[그림] 로터리 커버 시험

- 본 개발제품인 궤도형 제초기가 다양한 농가에 사용이 가능한지 테스트를 하기위해 사과과수원, 도라지농가에서 제초작업을 수행하였으며, 사과과수원의 경우 풀이 작고 연해서 전혀 부하가 걸리지 않으며 작업이 수월했으며, 도라지 농가에서도 줄기 절단 상태가 양호한 결과가 나타났다.



[그림] 작물적응시험(사과 과수원, 도라지 농가)

- 개발품인 궤도형 제초기의 작업 부하 및 작업 가능한 범위를 시험하기 위해 1.5m이상의 갈대가 밀집되어있는 갈대밭에서 제초작업을 수행하였으며, 전진 1단작업에서 키높이의 갈대밭의 제초 작업이 수행가능하였으며, 해머칼날을 이용한 잔가지 파쇄작업도 충분히 가능함을 확인하였고, 다수의 줄기가 엉켜서 바퀴가 밀고가기 어려운 지역 시험을 통해 줄기를 갈라줄수 있는 리바이드 장치의 필요성 및 성능 또한 확인하였다.



[그림] 작업부하 시험

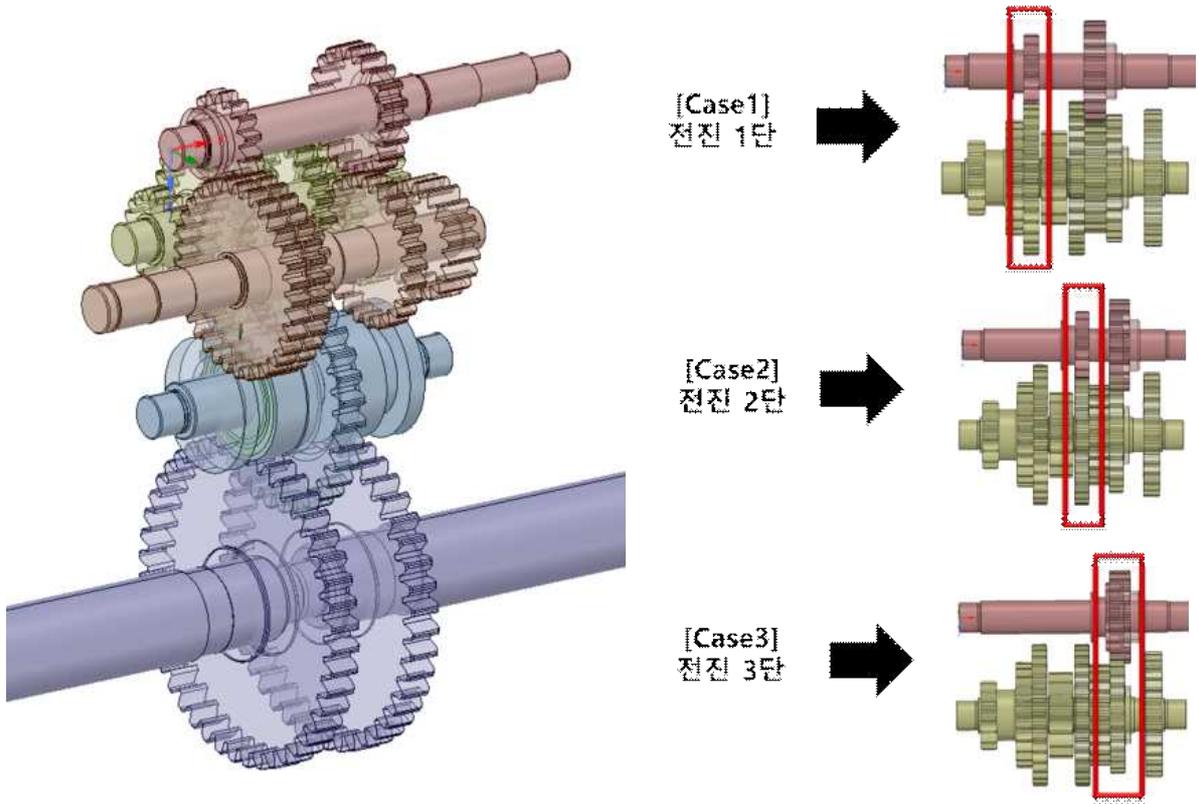
- 수확이 늦어 상품성이 떨어진 부추농가 및 키가 작은 잡초가 자란 자두농가를 대상으로 핸들 회전후 작업 및 탑승 발판에 입승하여 주행시험을 하였으며 이상없이 정상작동함을 확인하였다.



[그림] 농가 적응시험

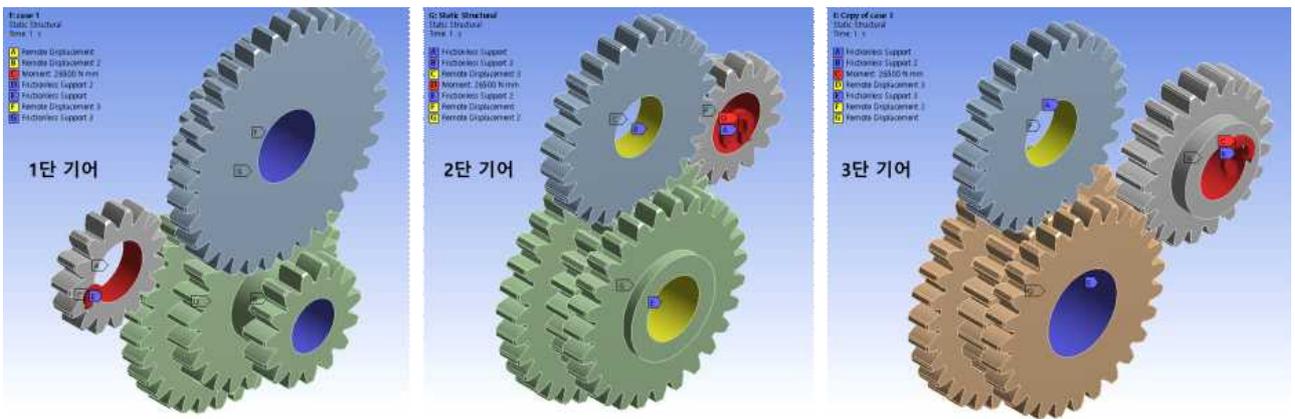
사. 해머방식 궤도형 제초기의 구동부 구조 해석

1) 각 속도 단계별 기어 강성해석



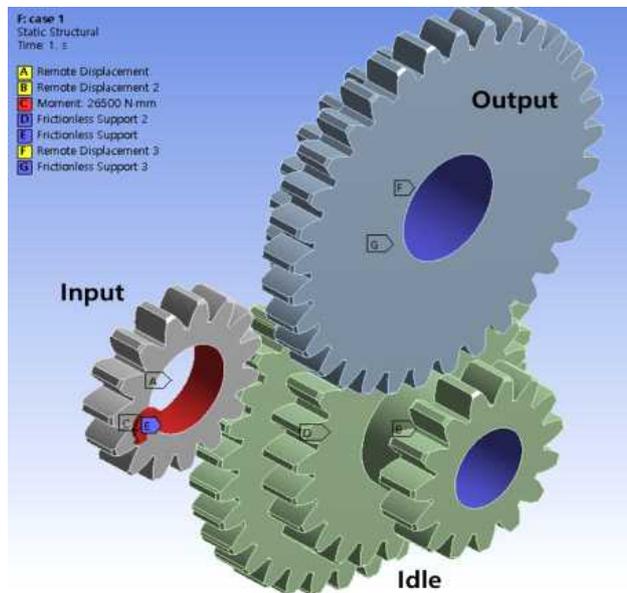
[그림] 제초기 기어 구성

- 제초기 구동을 위한 기어는 총 3단으로 구성이 되어 있으며 기어의 단수의 변화에 따라 실제 체결되는 기어는 상부의 그림과 구성이 된다.



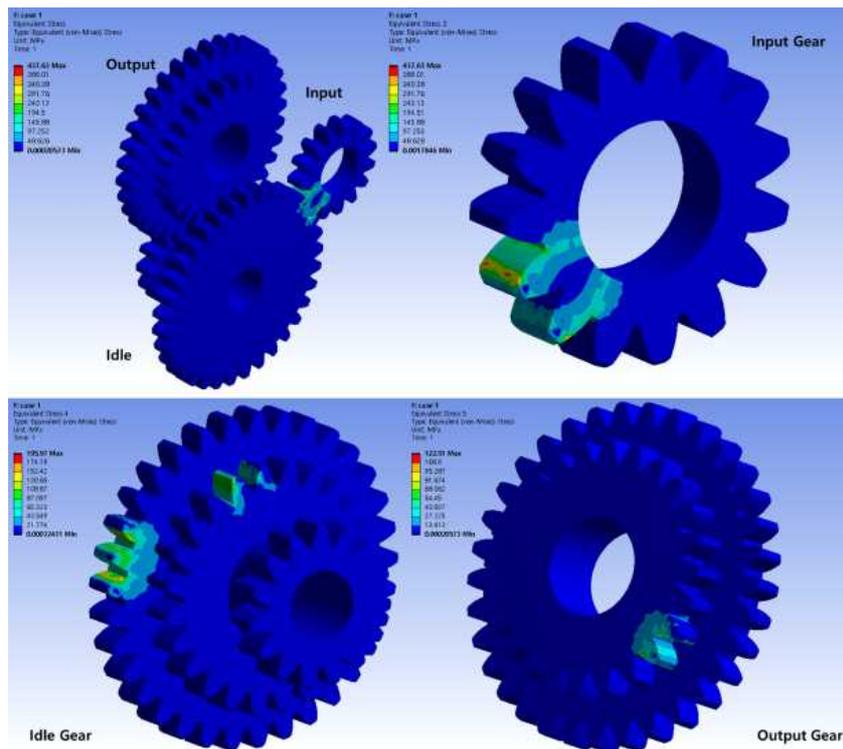
[그림] 기어 단수별 해석용 모델링 및 경계 조건

- 해석을 각 단수별로 구동에 직접 연관된 기어만을 모델링 하였으며, 각 단수별 기어에 걸리는 응력을 분석하기 위하여 실제 기어에 연결된 축은 모델에서 제외하였다.



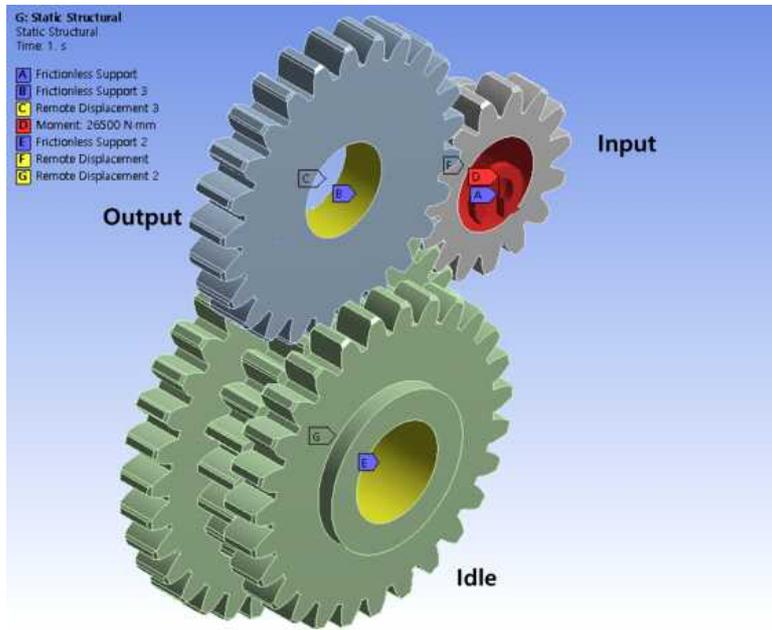
[그림] 1단 기어 구성

- 1단 기어는 입력, 아이들, 출력의 3개의 기어셋으로 구성이 되어 있고, 기어의 해석을 위하여 입력기어에 26,500 Nmm의 모멘트를 부가하였으며, 기어의 중심은 축방향 회전을 제외한 모든 자유도를 구속하여 기어를 공간상에 고정시킨 상태로 해석을 수행하였다.
- 해석은 SCM420소재의 물성을 사용하였으며, 탄성계수는 210GPa 인장강도는 930MPa이다.



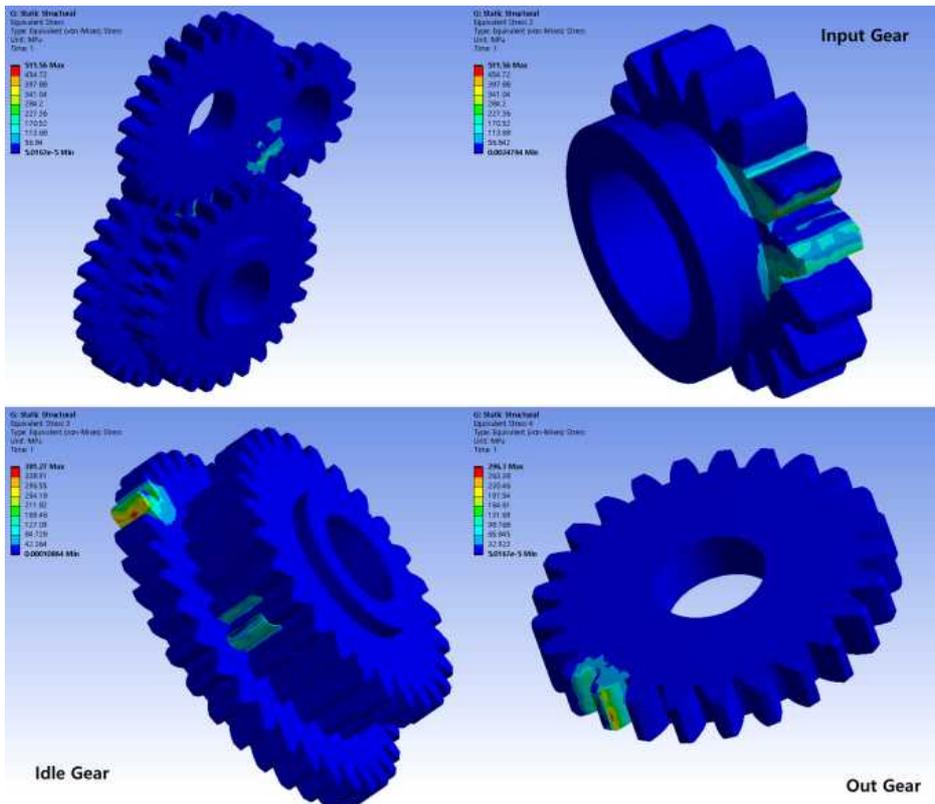
[그림] 1단 기어 모듈의 응력 분석

- 1단 기어 모듈의 응력을 분석한 결과 인풋 기어와 아이들 기어의 접촉부에서 가장 높은 응력인 437.6MPa이 인풋 기어에서 발생하였으며, 인풋 기어 대비 이수가 많은 아이들, 아웃풋 기어로 갈수록 응력이 감소하는 경향을 나타냈다.



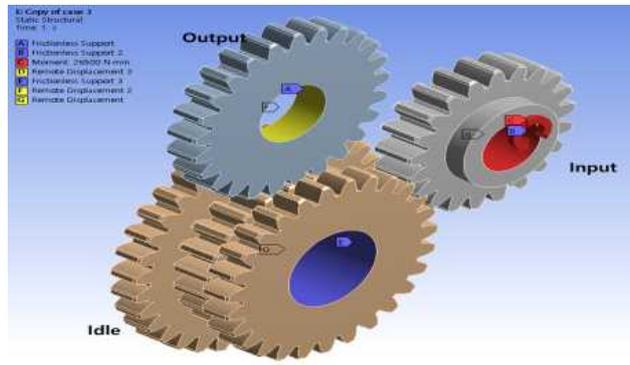
[그림] 2단 기어 구성

◦ 2단 기어 모듈역시 1단 기어와 동일한 경계조건과 물성을 사용하여 해석을 수행하였다.



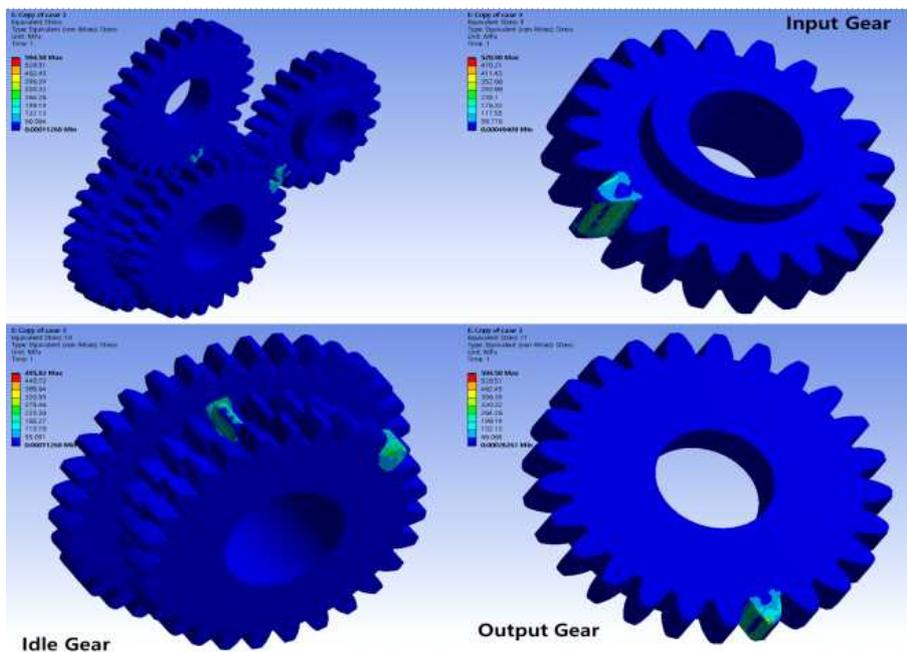
[그림] 2단 기어 모듈의 응력 분석

◦ 2단 기어 모듈 역시 1단 기어와 유사하게 인풋에서 아웃풋 기어로 갈수록 기어에 부가되는 응력이 감소함을 확인하였으며, 최대 응력은 511.6MPa로 인풋기어에서 발생함을 확인하였다.



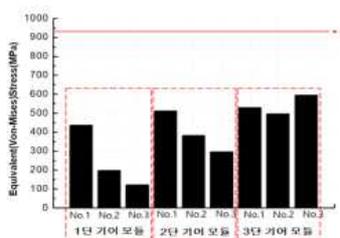
[그림] 3단 기어 구성

- 1, 2단기어의 해석절차와 물성을 동일하게 적용하여 3단 기어 모듈의 해석을 수행하였다.



[그림] 3단 기어 모듈의 응력 분석

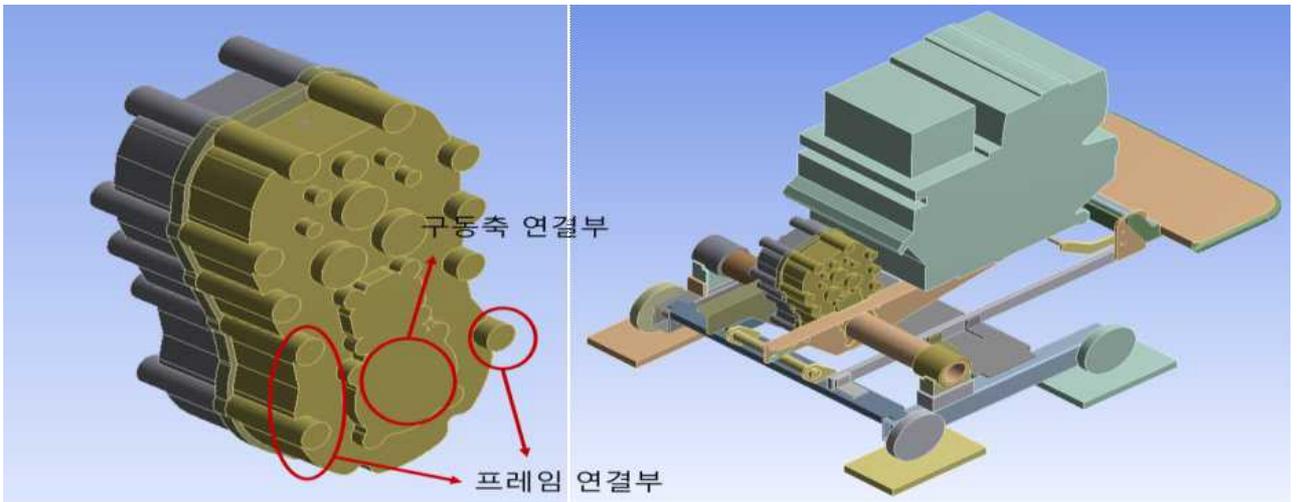
- 3단 기어 모듈의 경우 1, 2단과 달리 전체 기어 모듈에서 비슷한 수준의 응력이 분포되며, 이는 전달하는 토크가 낮아져 발생하는 현상으로 보이며, 최대 응력은 출력 측 기어에서 594.6MPa이 발생함을 확인하였다.
- 1, 2, 3단 기어 모듈의 응력을 분석한 결과 기어 모듈의 응력은 3단기어에서 가장 높은 응력인 594MPa의 응력이 발생하였으나 인장강도 대비 65%수준의 응력으로 장시간 사용 시 문제가 없을 것으로 판단된다.



	1단 기어	2단 기어	3단 기어
최대 응력(MPa)	437	512	595
인장강도 / 최대응력	2.10	1.79	1.54

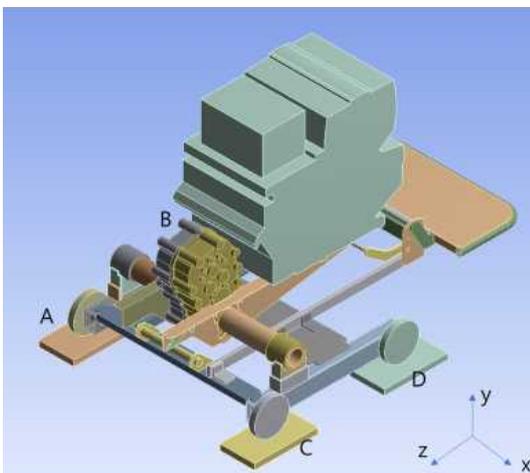
[그림] 기어 단수별 응력 비교

2) 외력에 의한 미션 커버 강성해석

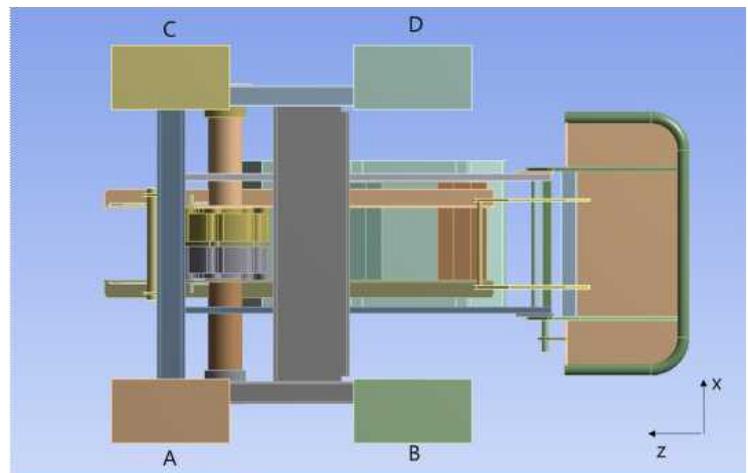


[그림] 미션 커버 및 커버 부착 위치

- 미션 커버는 상기의 그림과 같이 프레임과 궤도형 바퀴의 구동부와 직접 연결이 되어 동력 전달을 위한 벨트 텐션에 의한 분석은 의미가 없을 것으로 판단된다.
- 미션커버는 별도의 브라켓 없이 제초기 메인 프레임에 직접 연결되어 있으며, 궤도형 바퀴의 구동축과 연결이 되어 있어 제초기가 구동되는 노면의 영향에 의해 미션 커버에 발생하는 외력에 대하여 분석을 수행하기 위하여 미션커버와 연결된 프레임 및 구동축 프레임을 미션커버에 연결하여 노면에 의해 발생하는 토크 및 비틀림 하중에 대한 커버의 안전성을 분석하였다.
- 노면의 변화에 따른 하중의 변화를 묘사하기 위하여 궤도형 바퀴 하단에 강체면을 형성하고 강체면에 강제 변위로 노면의 영향을 대신하였다.



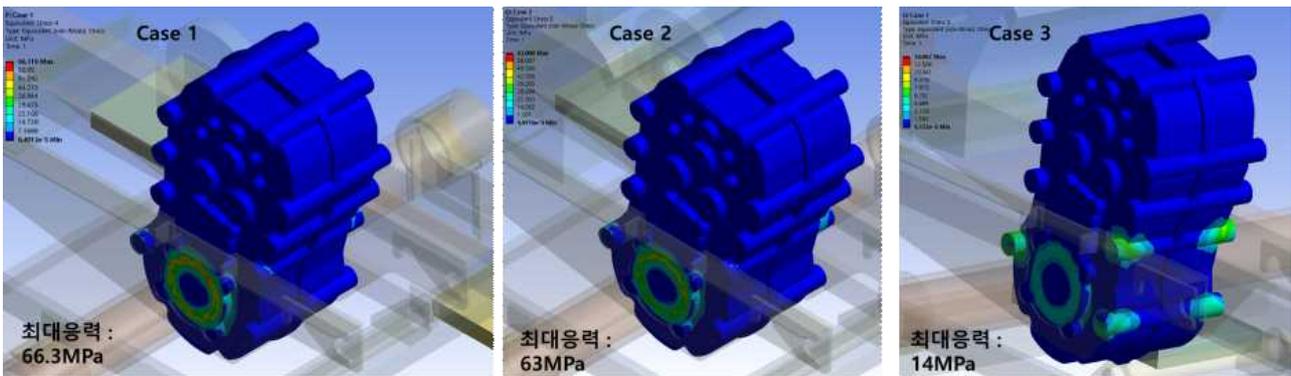
A, B 면: x, y, z 자유도 구속
C, D 면: x, z 고정



해석 case	강제 변위 작용 (y방향)	
	C면	D면
Case 1	50 mm	0
Case 2	0	50 mm
Case 3	50 mm	50 mm

[그림] 미션커버 강성해석을 위한 경계 조건 수립

- 미션 커버 해석을 위하여 하중은 C, D면에 작용하는 것으로 가정을 하여 A, B면은 고정을 하고 C, D에 각각 하중이 주어진 경우와 C, D면에 동시에 하중이 작용하는 경우로 3가지를 고려하였다.

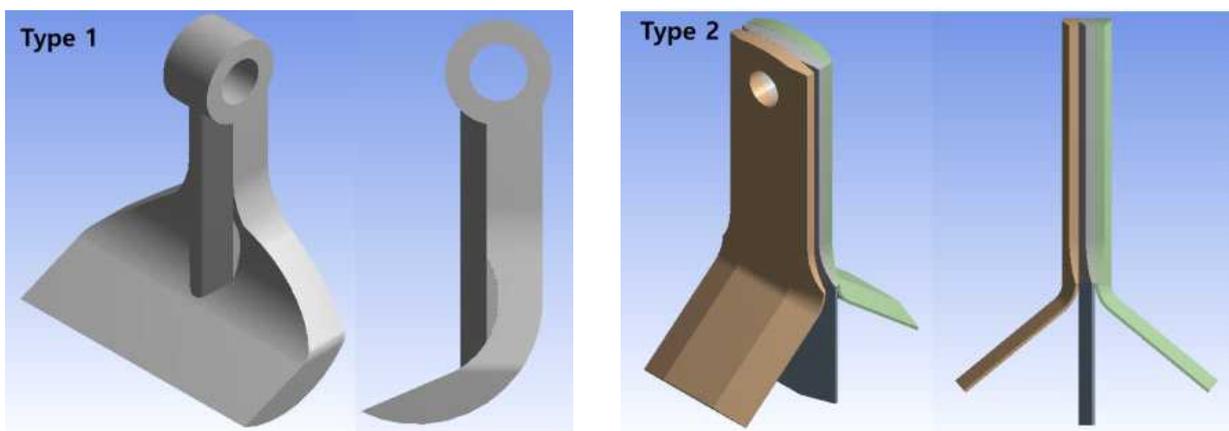


[그림] 하중 케이스별 미션커버 응력 분석

- 미션케이스에서 가장 하중이 많은 거리는 부분은 구동축 프레임과의 연결부로 최대 66MPa의 응력이 발생함을 확인하였으나 일반적인 철의 항복강도의 30%수준으로 구조적으로 안전함을 확인하였다.
- Case 1, case2의 경우 강제변위로 인하여 구동축에 토크가 발생하나 Case3의 경우 단순 전단만 작용하는 형태로 하중이 작용하여 case 1, 2에 비하여 14MPa의 매우 낮은 응력이 프레임 연결부에서 발생함을 확인하였다.

아. 제초 작업기의 헤더부 구조 해석

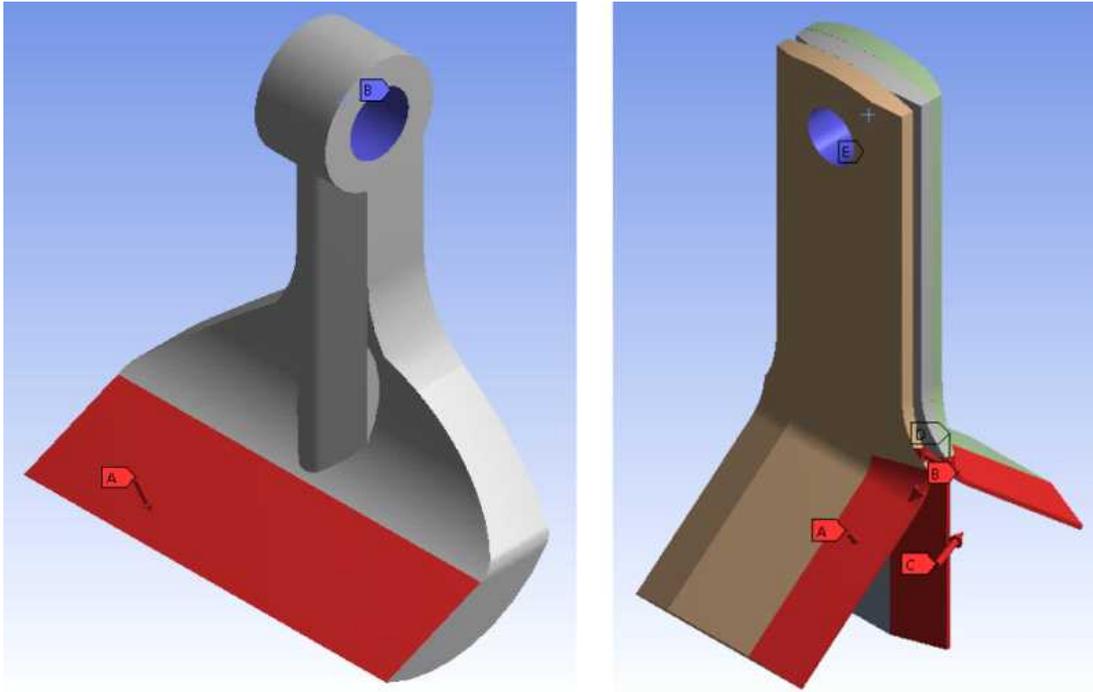
- 1) 수직전단회전 방식의 제초칼날 응력조건별 강성해석



[그림] 제초칼날 3D 모델링

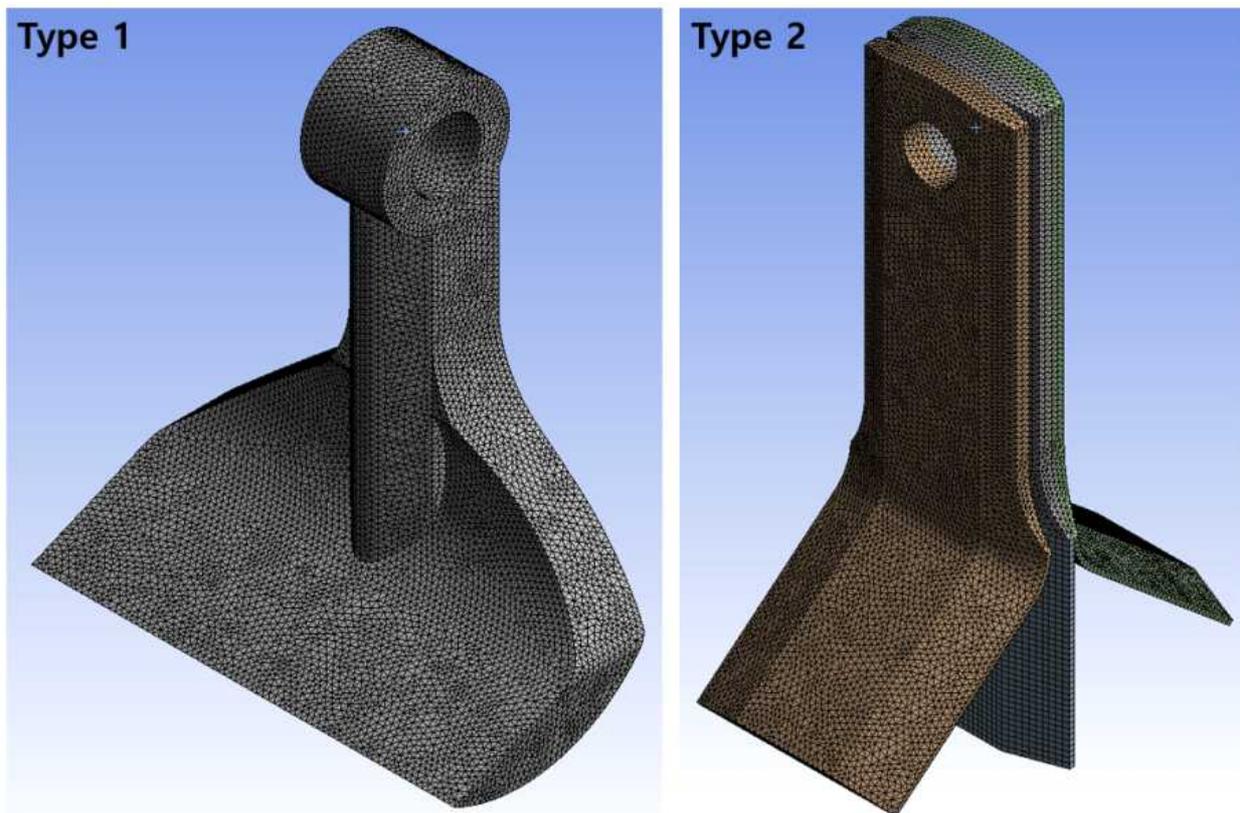
- 제초용 칼날은 용도에 따라 상기 그림과 같이 2가지 형태로 설계된다.
- 제초기 칼날은 회전 시 바닥에서 일정한 높이를 가지고 회전하나 작업 중 돌이나 나무 등에 부딪혀 하중을 받을 수 있으며, 이때 제초칼날의 변형이나 하중에 대한 취약부에 대한 검토가 필요하다.

- 실제 칼날이 받는 하중의 형태 및 종류는 다양하나 가장 기본적인 하중을 고려하여 해석을 수행하였다.



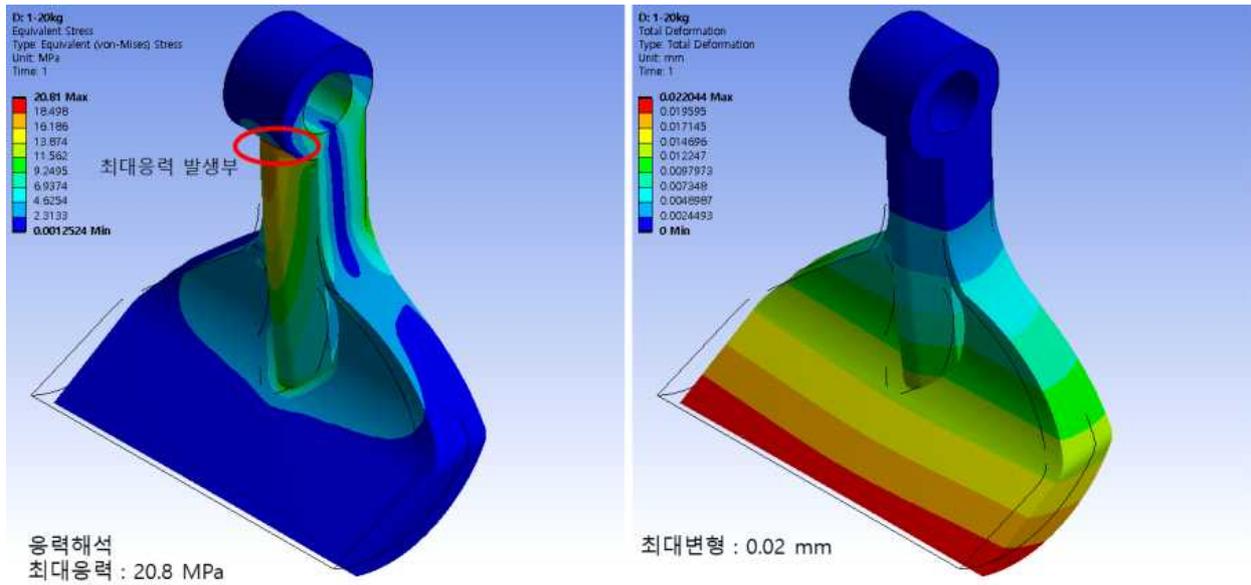
[그림] 제초칼날별 하중 형태

- 하중은 제초칼날에 수직인 방향으로 5, 10, 15, 20kg이 부가되는 형태로 설정하였으며, 제초칼날에 개별로 작용하는 상황을 가정하였다.



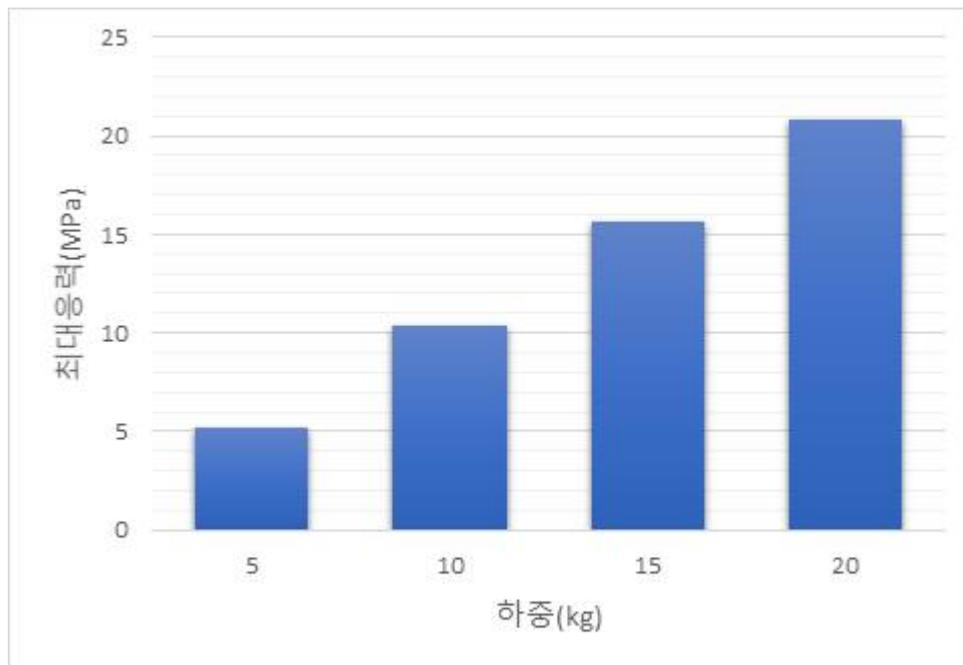
[그림] 해석용 격자

- 해석은 상용 프로그램인 ANSYS를 이용하여 수행하였으며 해석에 사용된 요소는 제품의 형상에 따라 사면체와 육면체 요소를 복합적으로 사용하여 수행하였다.

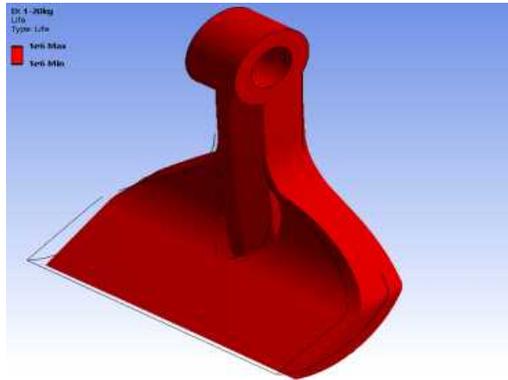


[그림] 제초칼날 type 1 응력 및 변형 해석 결과(하중 20kg)

- 제초칼날 type1의 경우 최대 20kg의 하중에서 20.8MPa로 소재의 항복강도의 10%수준의 응력이 발생하며, 최대 변형은 0.02mm로 매우 낮은 변형을 나타냈다.

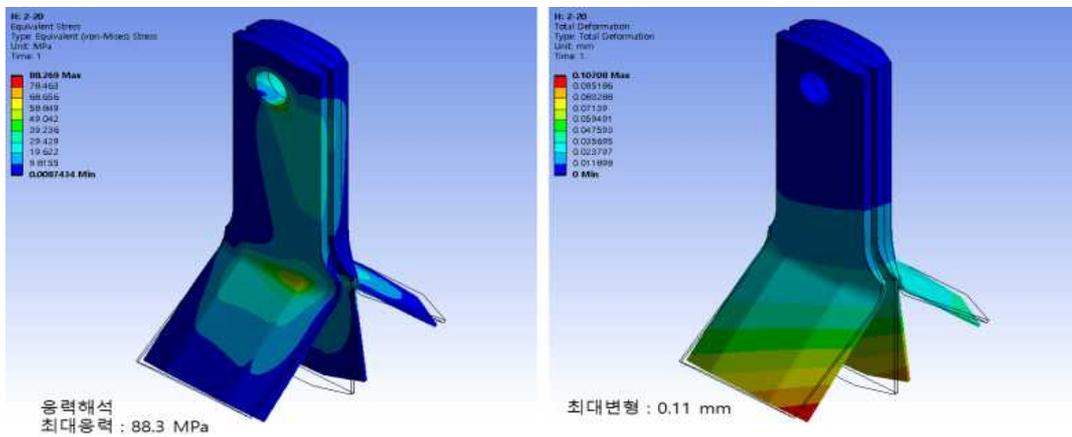


[그림] 제초칼날type1의 하중변화에 따른 최대 응력 변화



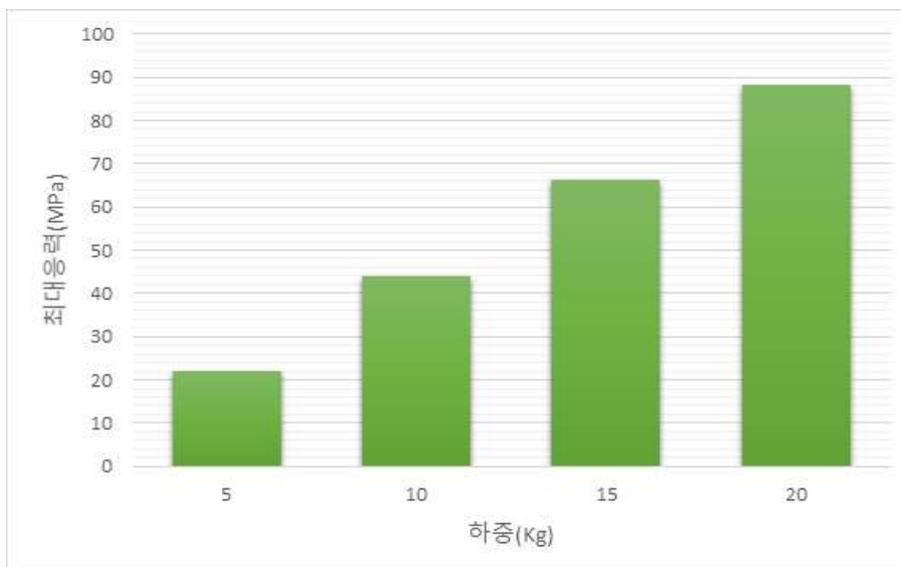
[그림] 제초칼날 type 1 피로 해석 결과

- 피로해석 결과 항복강도보다 낮은 응력으로 인하여 전체적으로 10^6 cycle로 관찰되어, 제품의 수명에 문제는 없을 것으로 판단된다.



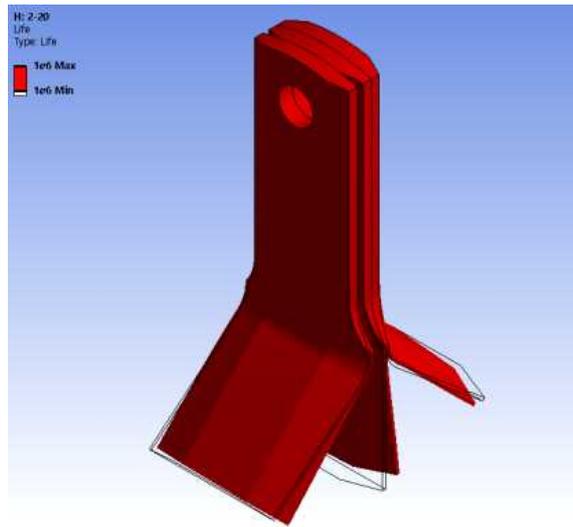
[그림] 제초칼날 type 2 응력 및 변형 해석 결과(하중 20kg)

- 제초칼날 type2의 경우 type1에 비하여 높은 응력이 발생하나 항복강도의 40%수준으로 응력이 발생하고 있으며 20kg에서 변형이 0.11mm로 변형측면에서도 안정적인 결과를 나타냈다.



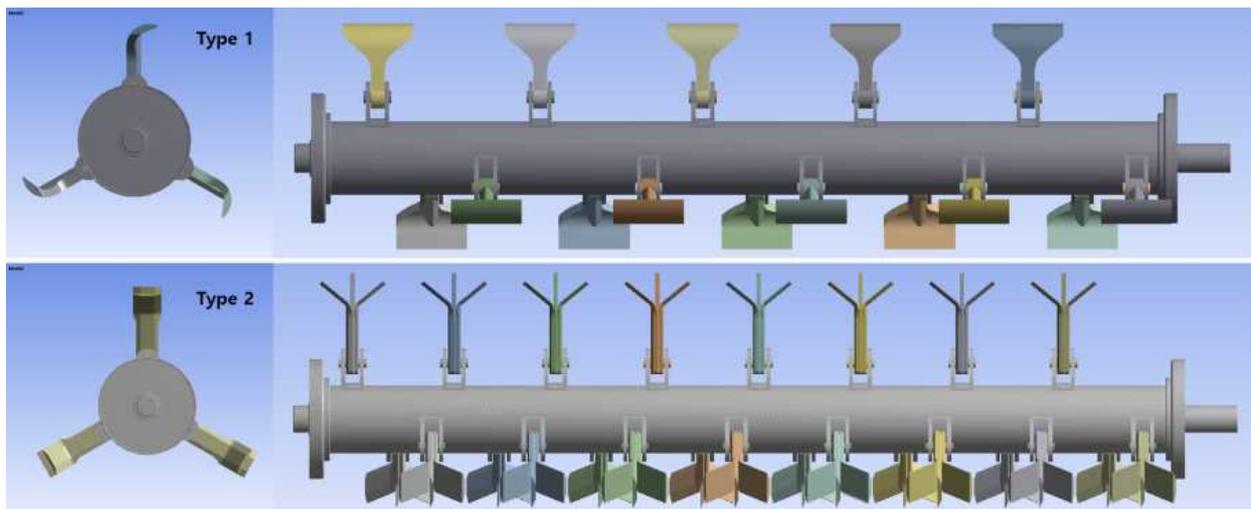
[그림] 제초칼날type1의 하중변화에 따른 최대 응력 변화

- 피로해석 결과 제초칼날 type2 역시 항복강도보다 낮은 응력으로 인하여 전체적으로 106cycle로 관찰되어, 제품의 수명에 문제는 없을 것으로 판단된다.



[그림] 제초칼날 type 2 피로 해석 결과

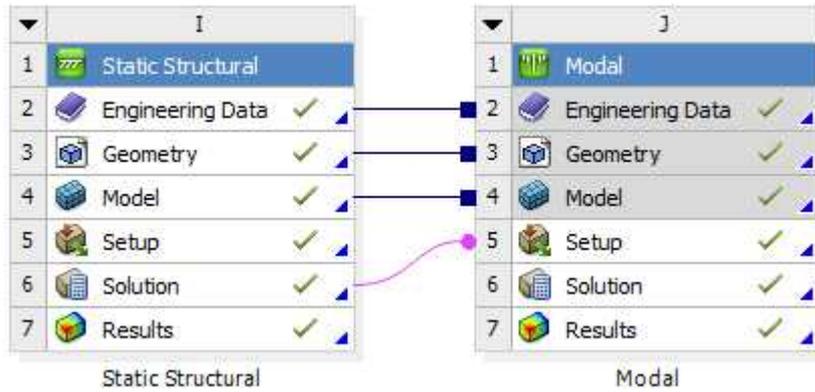
2) 회전속도별 동력 회전축에 대한 구조해석



[그림] 제초기 회전축 3D 모델링

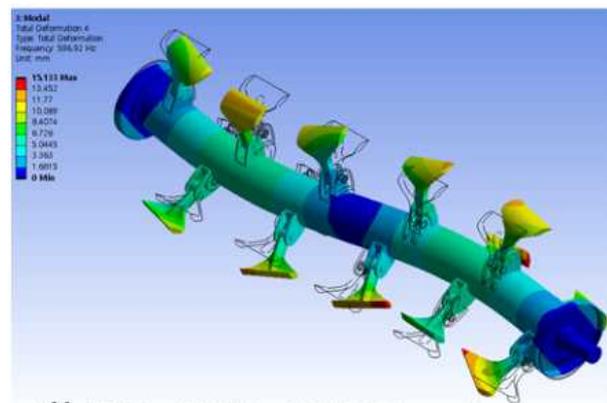
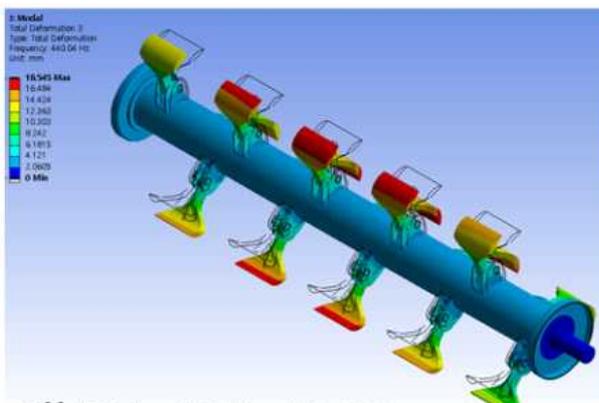
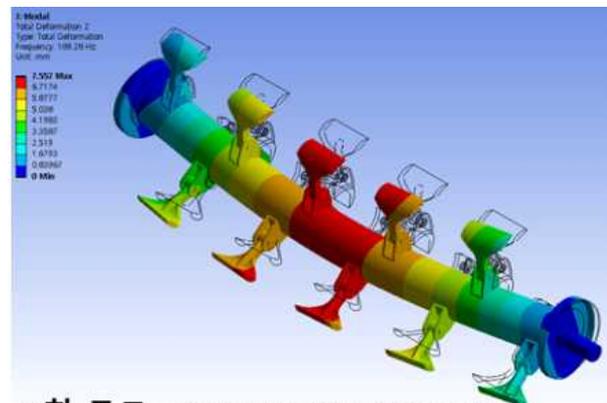
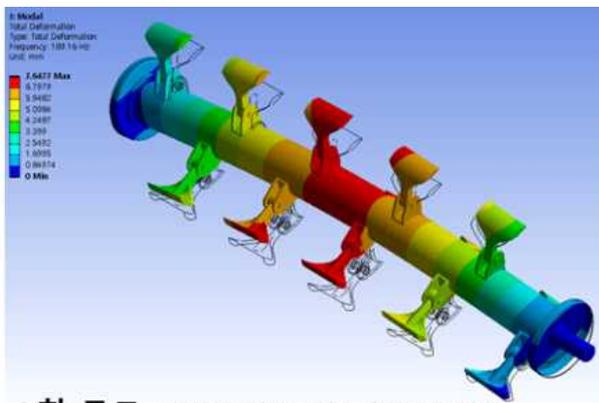
- 제초기 회전축의 위험속도 분석을 위하여 제초칼날별 두 가지 모델에 대하여 진동해석을 수행했다.

- 제초기 회전축은 약 40kg의 자중을 가지고 있으므로 자중에 의한 한 처짐을 고려한 상태로 진동해석을 수행하기 위하여 구조해석을 통해 자중에 의한 처짐을 계산하고 이를 반영하여 진동해석을 수행하였다.



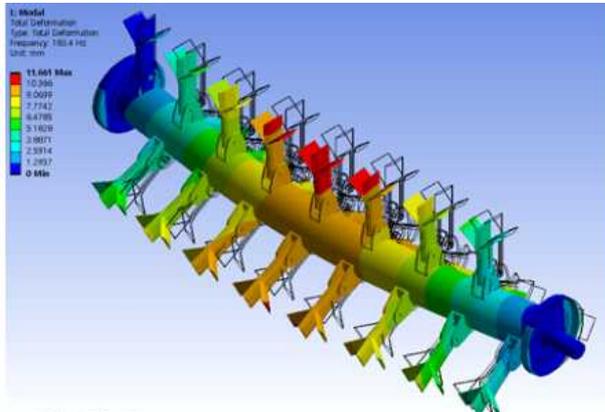
[그림] 진동해석 절차

◦ 제초칼날type1이 부착된 경우 1, 2 차 모드는 189Hz에서 발생하며 회전속도는 11,340 rpm 근처에서 발생하는 것으로 관찰되며 실제 구동하는 모터의 구동범위를 벗어나 설계가 되어 있음을 확인하여 회전 시 공진으로 인한 문제가 발생하지 않을 것으로 판단된다.

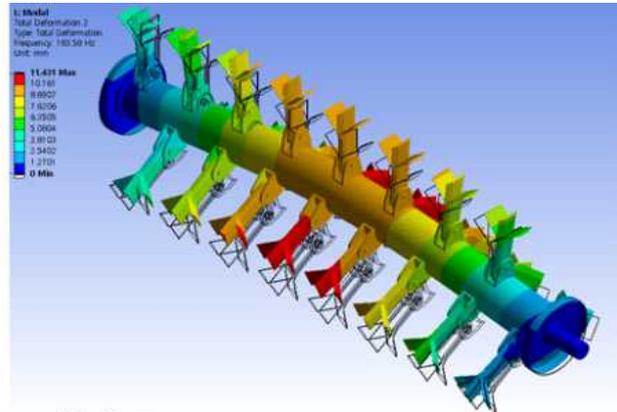


[그림] 제초칼날 type1 부착시 고유진동수 및 진동 모드

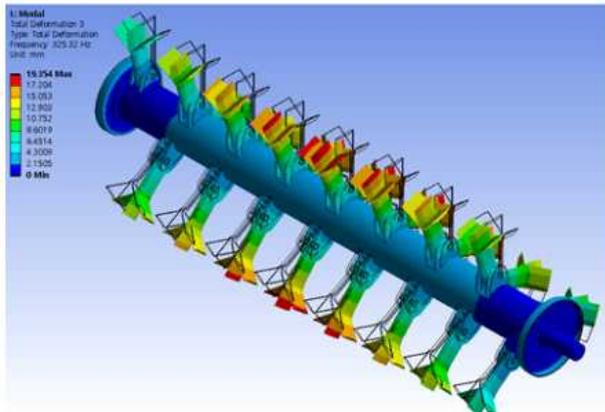
◦ 제초칼날 type2가 부착된 경우 1, 2 차 모드는 183Hz에서 발생하며 제초칼날 type1이 부착된 경우에 비하여 낮은 수치를 보여주나 회전속도는 11,000 rpm 근처에서 발생하여, 제품의 사용에 있어 회전 시 공진에 의한 문제는 발생하지 않을 것으로 판단된다.



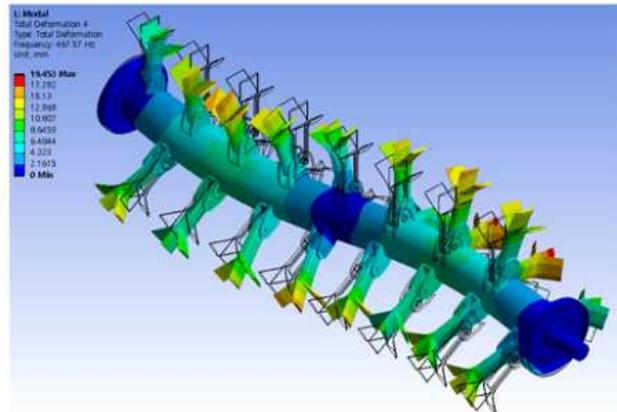
1차 모드 : 183.4Hz (11,004 rpm)



2차 모드 : 183.6Hz (11,016 rpm)



3차 모드 : 352.3Hz (21,138 rpm)



4차 모드 : 467.6Hz (28,056 rpm)

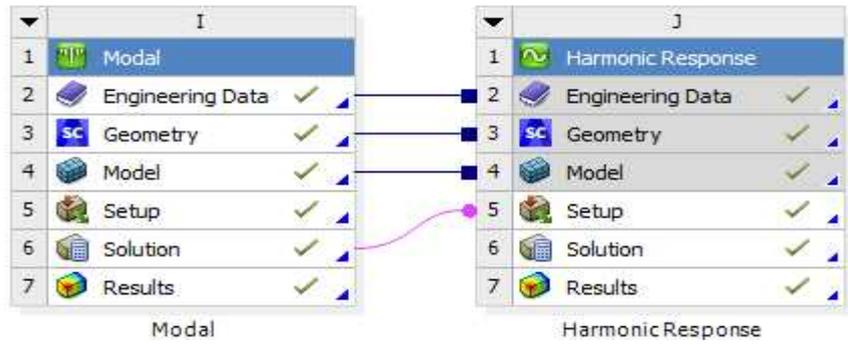
[그림] 제초칼날 type2 부착시 고유진동수 및 진동 모드

자. 해머방식 궤도형 제초기의 본체 프레임 구조 해석

- 제초기 본체 프레임의 구조해석은 엔진회전에 의한 공진 분석 및 경사지의 각도에 따른 자중의 영향을 분석하는 두 가지 방향으로 해석을 진행하였다.

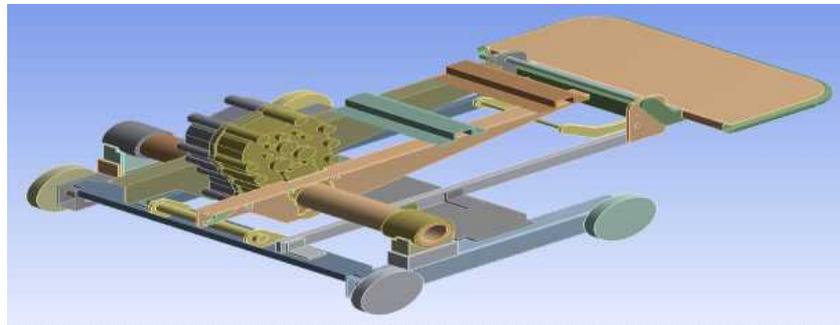
1) 전체 구성부품 조립 시 외력조건에 따른 프레임 구조 해석

- 프레임의 운전시 엔진회전 또는 운전조건에 의한 영향을 분석하기 위하여 다음과 같은 절차로 해석을 수행하였다.
- 전체 프레임의 모달 해석을 통해 프레임을 구성하는 주요 부품의 고유 진동수 해석을 수행하고 이 결과를 활용하여 제초기의 운전 시 발생하는 지면에 의한 수직하중에 대한 응답을 조화가진 응답해석(Harmonic Response Analysis)을 통해 분석하였다.



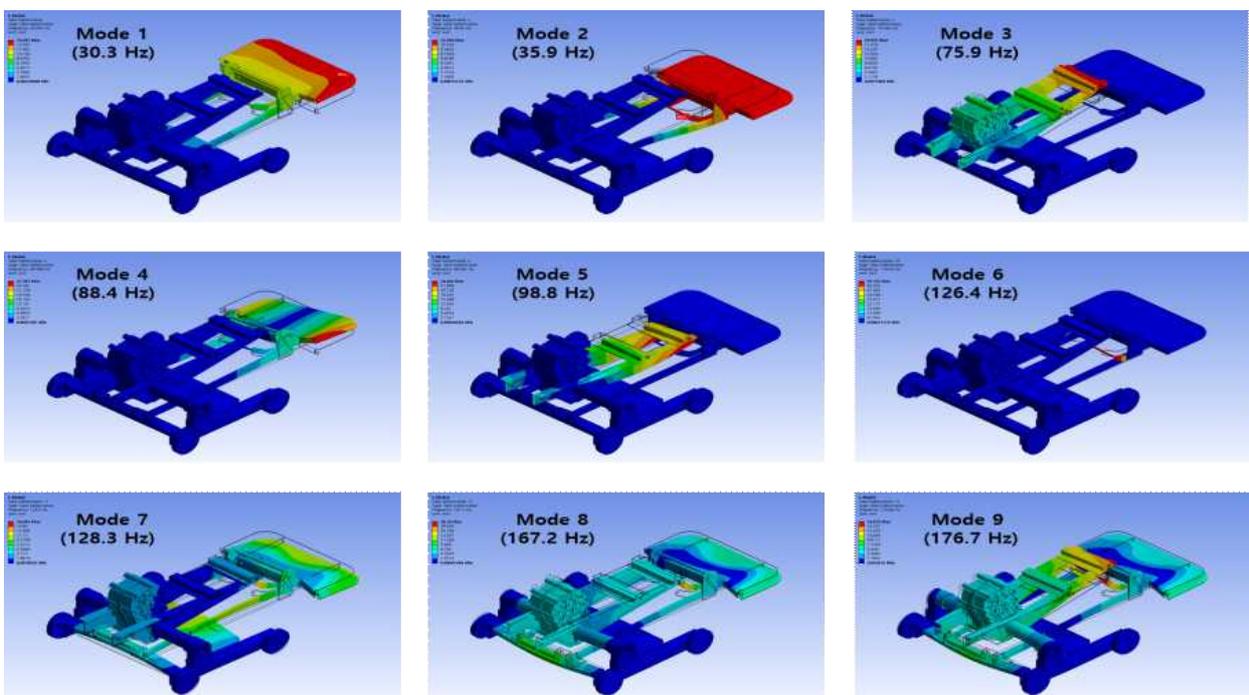
[그림] 프레임의 외력 조건에 의한 응답 해석 절차

- 제초기 주요 부품에 대한 공진 해석 시 제초기 커버류는 제외하고 프레임을 구성하는 주요 부품을 고려하여 다음과 같이 해석 모델을 선정하였다.



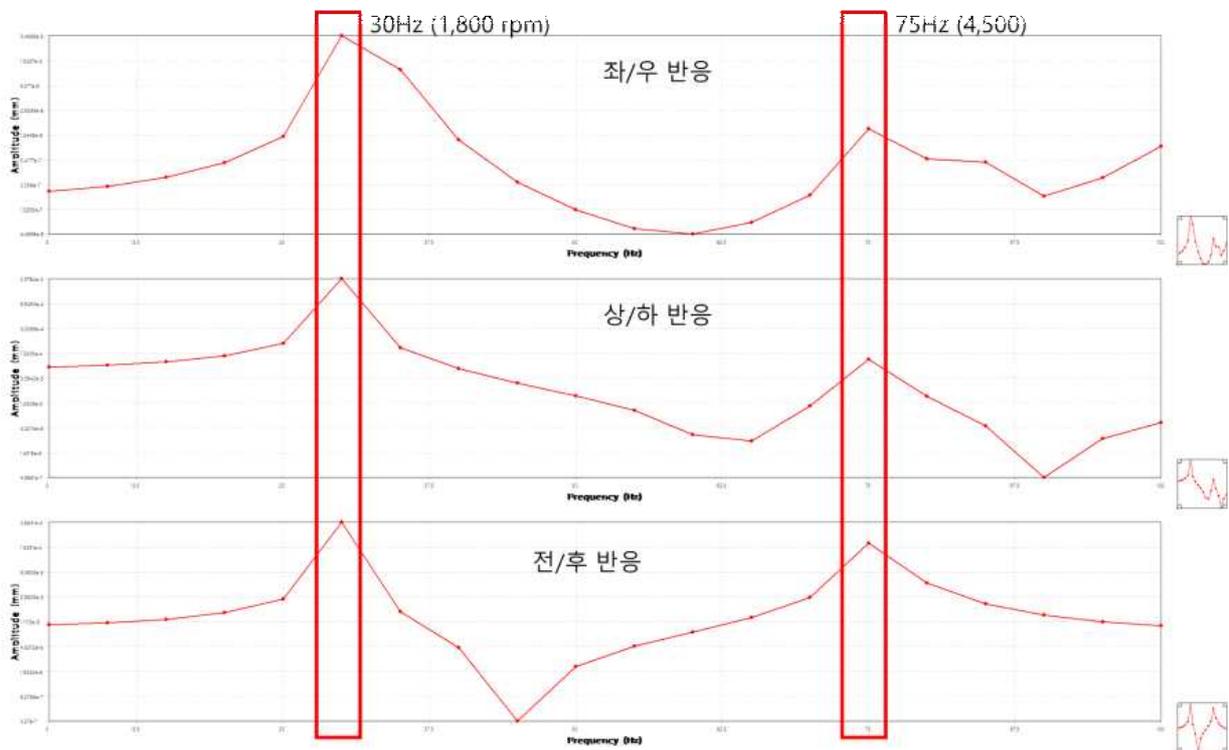
[그림] 프레임 해석 모델

- 해석 시 별도의 하중은 고려하지 않은 프레임의 공진모드를 분석하였으며, 총 9개의 고유진동수와 모드형태를 계산하였다.



[그림] 프레임 공진 주파수 및 모드 형태 분석

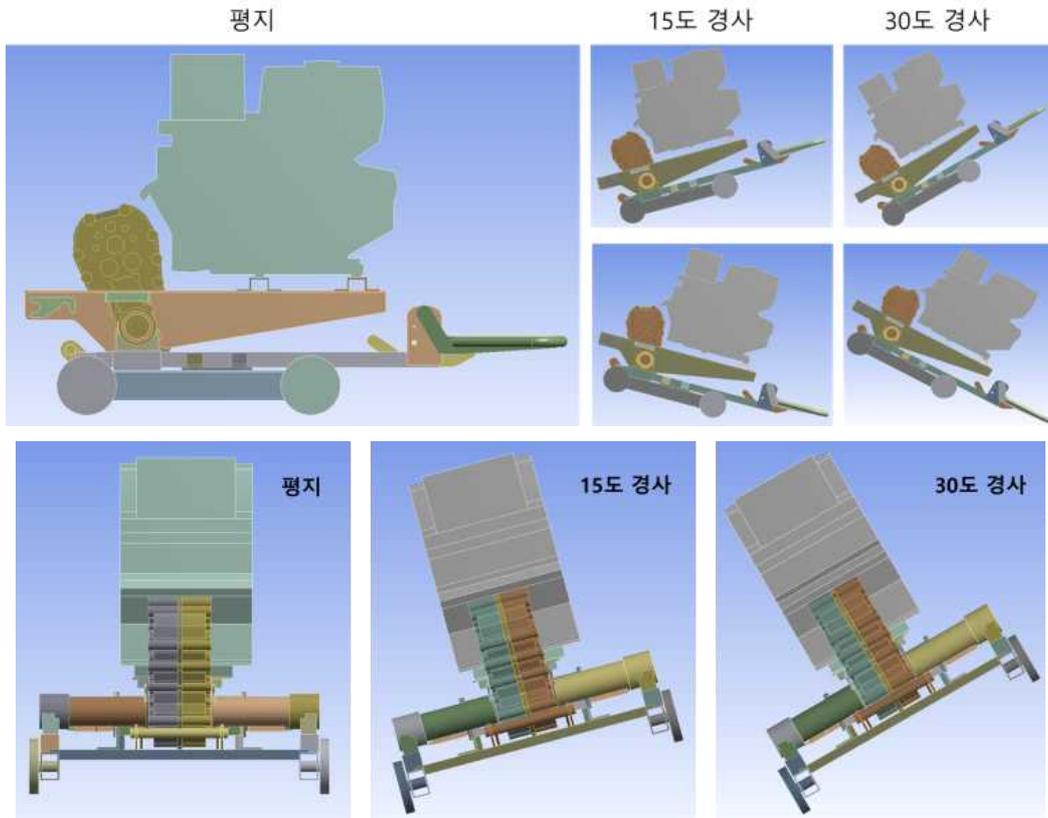
- 해석 결과 엔진 출력 범위내의 공진은 1, 2차 모드로 사용자가 탑승하는 발판 부분에서 발생하였다.
- 실제 발판 및 작업 중 발생하는 제초기에 대한 수직 방향의 외란(가속도)에 대한 응답성 및 응답정도를 분석하기 위하여 조화가진 해석을 수행하였다.
- 프레임의 외력조건에 대한 응답을 분석하기 위하여 분석 주파수 범위는 0~100Hz로 설정하였으며 입력 가속도는 10mm/s^2 을 사용하였다.
- 프레임의 외력에 의한 반응해석 결과 가장 큰 반응을 보이는 주파수는 30Hz 부근에서 발생하며, 1차 모드에 해당하는 사용자 탑승 발판부위에서 발생하나, 반응의 크기가 가장 큰 수직 방향으로 $2.6 \times 10^{-3} \text{ mm}$ 로 매우 작은 값을 나타내어 수직방향 하중 또는 공진에 의한 문제는 없을 것으로 판단된다.



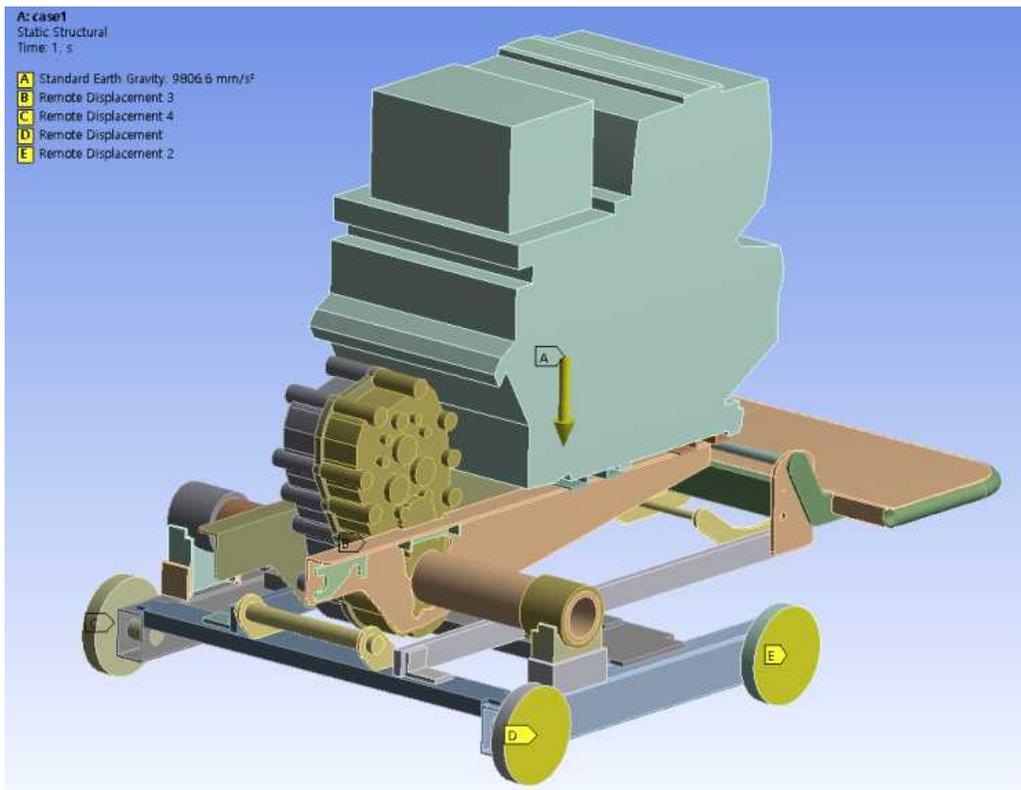
[그림] 제초기 프레임의 외력에 의한 응답 주파수 분석 결과

2) 경사지 운전 시 경사각도에 따른 자중의 영향력 분석

- 경사각도 조건별 전체 프레임 응력 해석 및 변형해석을 위하여 제초기가 평지에 놓은 경우를 기준으로 전후로 15, 30도 기울어진 경우와 좌우로 15, 30도 기울어진 7가지 경우를 가정하였다.
- 경사지에 놓은 경우를 가정하기 위하여 제초기의 궤도 바퀴 부분을 고정하였으며, 미션과 엔진의 경우 실제 무게를 측정하여, 해석 모델에 반영하여 자중을 고려하였다.

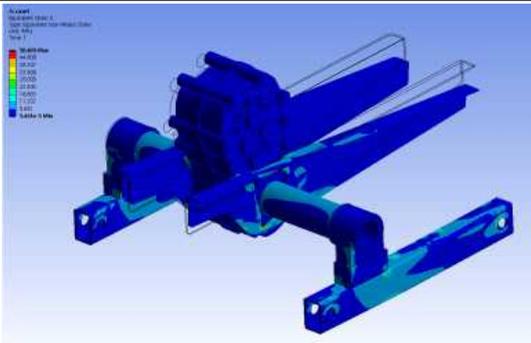
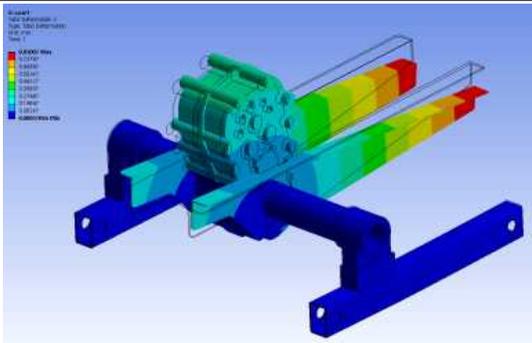
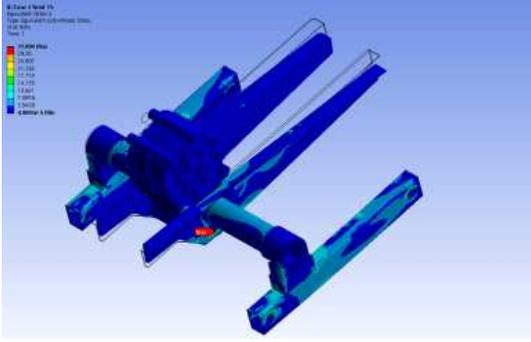
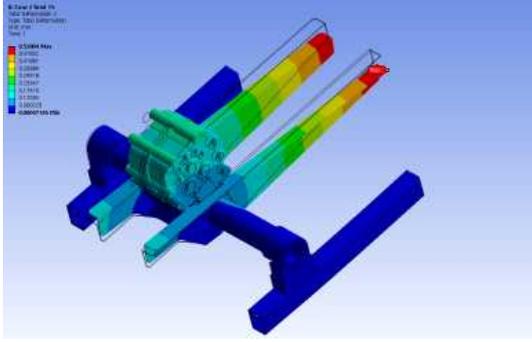
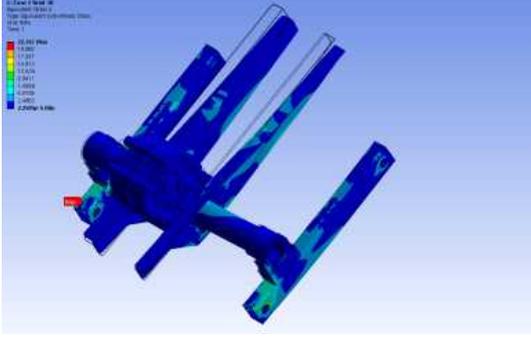
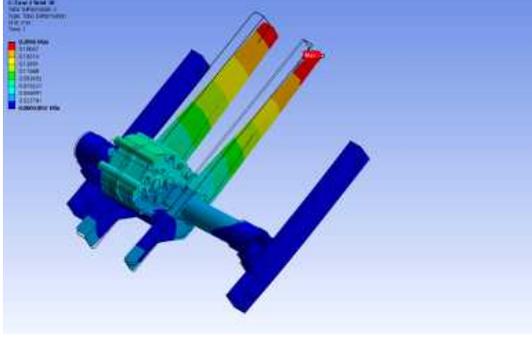
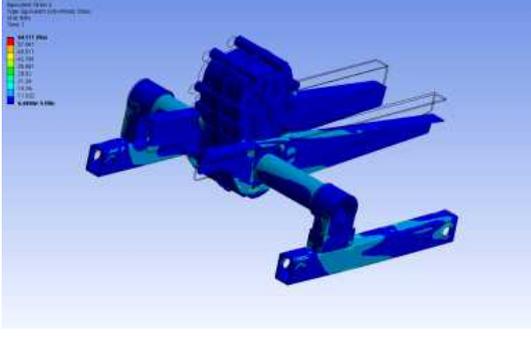
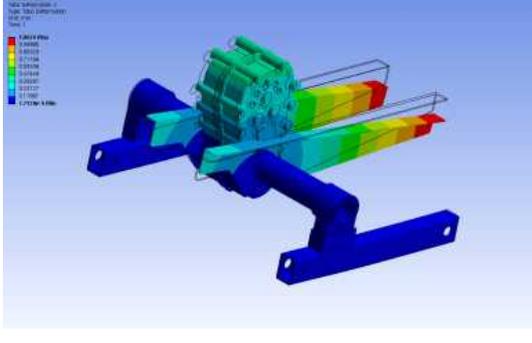


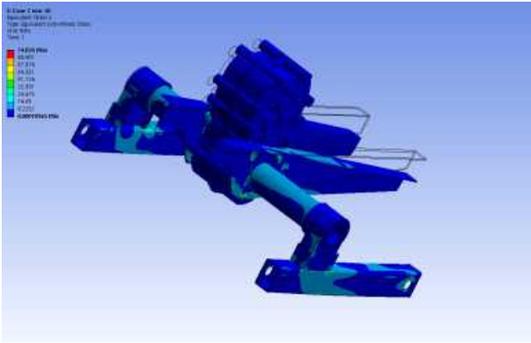
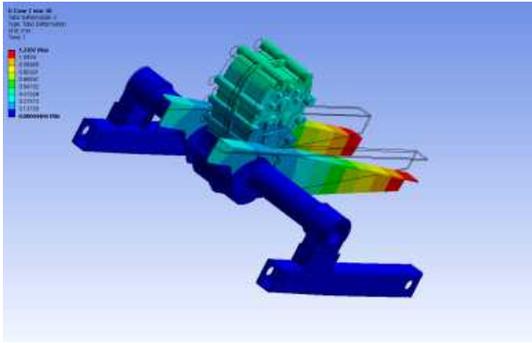
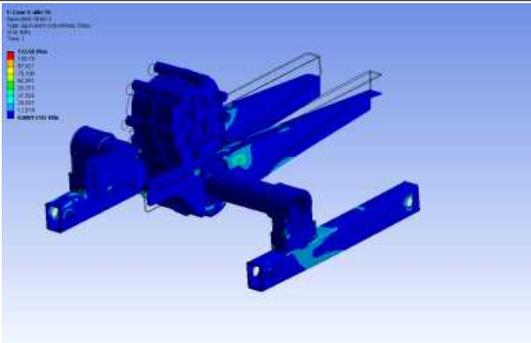
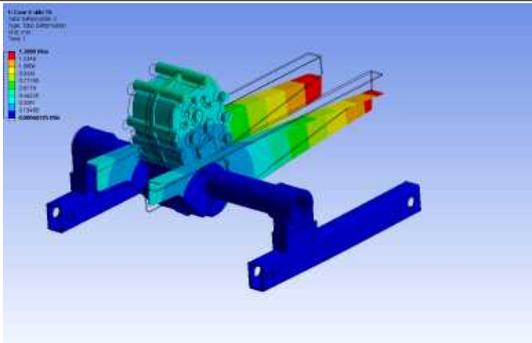
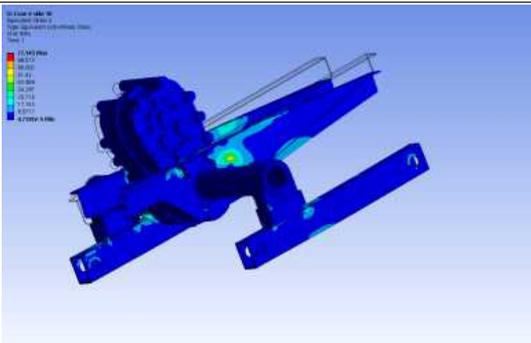
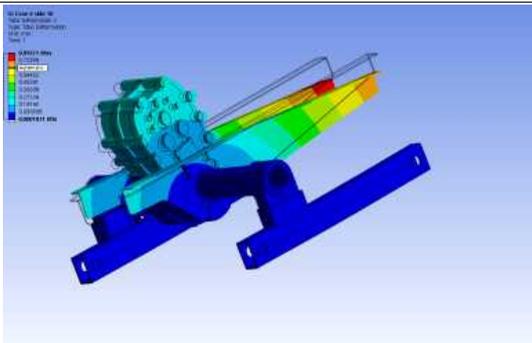
[그림] 경사각도 설정



[그림] 프레임 해석용 경계조건

표. 경사지 조건별 응력 및 변형 분포

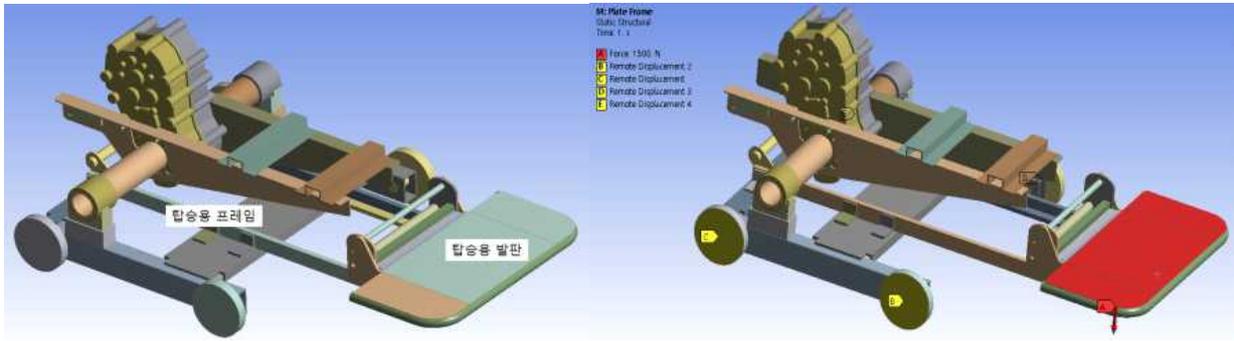
	최대응력	변형
평지	 <p>최대응력 : 50.4</p>	 <p>최대변형 : 0.83 mm</p>
내리막 (15도)	 <p>최대응력 : 31.9 MPa</p>	 <p>최대변형 : 0.54 mm</p>
내리막 (30도)	 <p>최대응력 : 22.4 MPa</p>	 <p>최대변형 : 0.21 mm</p>
오르막 (15도)	 <p>최대응력 : 64.2 MPa</p>	 <p>최대변형 : 1.1 mm</p>

	최대응력	변형
오르막 (30도)	 <p>최대응력 : 74.0 MPa</p>	 <p>최대변형 : 1.2 mm</p>
경사로 (15도)	 <p>최대응력 : 112.6 MPa</p>	 <p>최대변형 : 1.4 mm</p>
경사로 (30도)	 <p>최대응력 : 77.1 MPa</p>	 <p>최대 변형 : 0.82 mm</p>

- 해석결과 전체 구간에 최대 응력이 112.6MPa로 항복강도의 50%수준에서 머물러 경사로 인한 문제는 없을 것으로 판단된다.
- 프레임과 미션 결합 부 부분에서 최대 응력이 발생하나 100MPa이하의 응력으로 별도의 보강이 필요 없을 것으로 판단된다.

2) 탑승발판 장치의 사용자 하중별 처짐 및 강성해석

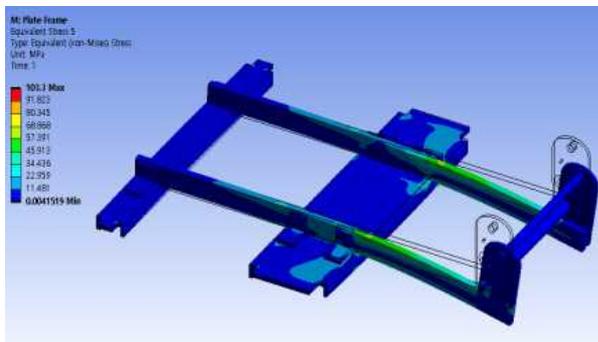
- 작업자가 탑승이 가능한 발판 장치의 3D 모델링 및 경계조건을 아래의 그림에 나타내었다.
- 설계상 최대 탑승중량은 120kg이므로 탑승용 발판에 분포하중으로 부여했으며, 프레임의 고정 은 4개의 바퀴를 고정하였다.



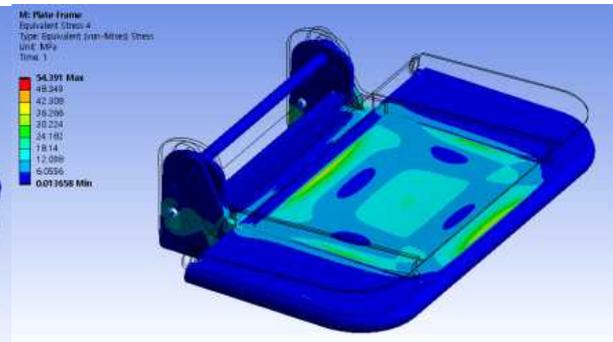
[그림] 탑승용 발판 및 프레임 3D 모델링

[그림] 탑승용 프레임 해석 경계 조건

- 해석 시 하중은 실제 목표중량보다 높은 1,500N을 부가하여 발판의 처짐 및 프레임의 응력을 분석하였다.

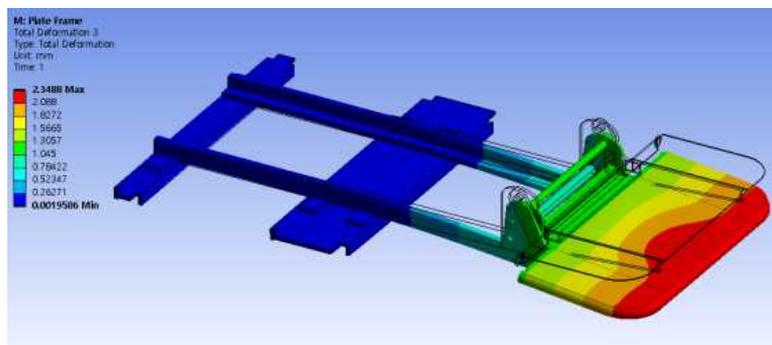


[그림] 프레임부 응력 해석 결과



[그림] 발판부 응력 해석 결과

- 해석결과 프레임부는 최대 103MPa의 응력이 걸리며 발판부는 54MPa의 응력이 발생함을 확인하였다.
- 프레임부 응력은 항복강도의 50%수준으로 설계상 문제가 없는 것으로 판단되나, 전체 변형량이 2.4mm로 다소 높게 발생함을 확인하였다.



[그림] 탑승용 프레임 변형해석 결과

- 해석에 대한 결과를 기본으로 실제 100kg이상의 하중에 대해 탑승 및 시운전을 통해 중량검토를 추가적으로 진행 후 제품양산을 진행할 예정이다.

차. 개발 제초기의 위험요인 분석 및 성능평가

- 전체 구성부품에 대해 전산구조 해석상 위험요인이 없는것으로 판단되었으며, 실제 시운전 및 정량적 평가항목에 대한 성능 평가를 통해 개발한 궤도형 제초기의 성능을 검증하였다.
- 궤도형 제초기의 경사지 제초성능 평가를 위해 대구 달성군 다사읍의 강변 경사지에서 제초작업을 수행하였으며, 최대 27° 경사지까지 작업이 가능함을 확인하였고, 작업간 미끄러짐등의 문제발생여부를 확인하였다.
- 입형탑승에 대해 구조해석적으로 입 150kg의 중량까지는 검토 되었으며, 승용형 농기계는 75kg을 기준으로 전도시험을 하고 있으며, 본 연구에서는 90kg의 성인에 대해서 전도시험결과 이상이 없었으며, 경사지 성능시험간 안정적으로 제초작업이 가능하였으며, 안전상 문제 될 요소는 발견되지 않았다.



[그림] 경사지 운전 성능평가 모습

- 궤도형 제초기에 장착된 동력차단용 비상정지스위치 및 조향중 손을 쓰지 못할 경우 몸으로 제초기를 정지시킬수 있는 안전클러치 모두 정상작동하여, 안전사고를 방지할수 있으며, 비산물 차단을 위한 안전판도 안전하게 설치되어 시운전을 통해 비산물 차단이 됨을 확인하였다.



[그림] 궤도형 제초기 안전장치 모습

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

- 해머방식 궤도형 제초기의 설계, 제작 원천기술 확보
 - 해머방식 궤도형 제초기의 기어, 밧선등의 구동부 설계 제작기술 확보
 - 수직회전 방식의 제초 드럼, 칼날, 샤프트등의 작업부 설계 제작 기술확보
 - 해머방식 궤도형 제초기의 본체 프레임 기구 설계 디자인 설계 제작기술확보
 - 경사지 운전용 궤도형바퀴 및 프레임 설계 제작기술 확보
 - 해머방식 궤도형 제초기의 안전 및 편의성 향상 기술 개발
 - 다양한 현장시험을 통한 개발 궤도형 제초기의 내구성테스트 및 신뢰성 확보

 - 100% 수입하고 있는 궤도형 제초기를 국산화 개발함으로써 해외에 대한 의존도 저감
 - 동일한성능의 해외 제품 대비 80%이하 수준 가격으로 국내 농가에 보급
 - 국내외 영업망을 통한 사업 확장 가능
 - 국내 내수시장 활성화 및 해외 수입대체효과 증가

 - 설계 및 개발 전문인력양성 및 고용창출
 - 궤도형 제초기 설계기술확보를 통한 설계 전문 인력 양성
 - 사업확장 및 신규고용을 통한 일자리 창출

 - 국내 기업간의 상생관계 형성
 - 새로운 제품의 개발로 인해 사업이 확장될 경우 소재 업체, 가공업체간의 거래 활성화
 - 기업간 상생관계로 발전

 - 농업 기계의 기술경쟁력 향상
 - 100% 수입에 의존하고 있는 제초기를 국내 자체 개발함으로써 해외 기술과 동급의 궤도형 제초기에 대한 국내 기술경쟁력이 향상됨
 - 과수원과 같은 경사지가 많은 지형에 적용이 가능함에 따라 국내 발농사 기계화율 상승에 기여함

 - 수출을 통한 사업 확장 및 외화 유입
 - 본연구개발을 통해 국내 뿐만 아니라 동남아시아, 태국등의 수출을 목표로 하고 있음
 - 2022년부터 유튜브 및 각종 전시회 참가, 출품을 통해 적극적인 홍보를 계획하고 있음
 - 해외 수출을 통한 외화 유입에 기여할수 있을것으로 예상됨
-

(2) 정량적 연구개발성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과목표											연구기반지									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표	정책 활용			홍보전시		
												SCI	비SCI						논문평균IF	
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	5	-	-	10	5	50	0	0	20	-	-	-	-	5	-	5	-	-	-	
최종목표	1	-	-	1	4.5	1	1450	450	1	-	-	-	-	1	-	2	-	5	-	
1차년도	1	-	-	1	4.5	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	
소 계	1	-	-	1	4.5	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	
종료 1차년도	-	-	-	-	-	-	100	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
종료 2차년도	-	-	-	-	-	-	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
종료 3차년도	-	-	-	-	-	-	300	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
종료 4차년도	-	-	-	-	-	-	400	150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
종료 5차년도	-	-	-	-	-	-	500	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
소 계	-	-	-	-	-	1	1450	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	
합 계	1	-	-	-	-	1	1450	450	1	-	-	-	-	1	-	2	-	5	-	

< 연구개발성과 성능지표 >

평가 항목 (주요성능 ¹⁾)	단위	세계 최고		연구개발 목표치	연구개발성과
		보유국/ 보유기관	성능수준	2021	2021
1 제초기 크기	mm×mm×mm	일본/OREC	1670×960×950	1750×1100×950	1750×1100×1080
2 본체중량	kg	일본/OREC	220	250 이하	247
3 제초 구동방식	-	일본/OREC	엔진구동	엔진구동	엔진구동
4 엔진출력	kW	일본/OREC	7.3	8.7	8.7
5 본체이동방식	-	일본/OREC	자주식 (궤도바퀴)	자주식 (궤도바퀴)	자주식 (궤도바퀴)
6 제초날 절단방식	-	일본/OREC	수직회전	수직회전	수직회전
7 작업속도	km/h	일본/OREC	0.9~3.3	1~3.3	1.0~3.3
8 작업폭	mm	일본/OREC	800	900 이상	902
9 작업능률	a/h	일본/OREC	27	30 이상	30.03
10 작업경사각	°	일본/OREC	0~25	25이상	27
11 제초칼날 높이 조절	mm	일본/OREC	20~85	0~85	0~130
12 제초율	%	일본/OREC	90	95 이상	100
13 내구성	cycle	일본/OREC	-	100,000 Cycle이상 (1회전1Cycle)	116,400

○ 주요성능치 측정방법 및 사용환경

- 제초기 전체 크기

: 개발 제품에 대해 눈금이 표시된 자를 이용하여 전체 크기의 가로, 세로, 높이 각각 측정

- 본체중량

: 중량계를 이용하여 개발제품의 중량 측정

- 제초 구동방식

: 개발제품 제초 작업기에 엔진을 이용한 동력 전달 여부 확인

- 본체이동방식

: 작업자가 직접 운전하여 궤도형 바퀴를 이용한 이동가능 여부 확인

- 제초날 절단방식

: 지면과 제초날 회전방향과의 수직여부 확인

- 작업속도

: 작업시간당 제초거리를 다음 식에 의하여 산출

$$V = \frac{L}{t_1}$$

여기서, V : 제초속도 (m/s)

t₁ : 주행시간 (s)

L : 제초거리 (m)

- 작업폭

: 주행을 정지하고 제자리에서 제초기를 구동시킨 후 제초기의 양외측날이 절삭한 폭을 측정

- 작업능률

: 작업시간당 제초면적을 다음 식에 의하여 산출

$$T = \frac{L \times b}{(t_1 + t_2)}$$

여기서, T : 제초작업능률 (a/h)

t₁ : 주행시간 (s)

t₂ : 회행시간 (s)

L : 제초거리 (m)

b : 평균작업폭 (m)

- 작업경사각

: 제초작업이 가능한 최대 각도의 경사면에 대해 경사계를 이용하여 지면과의 각도 측정

- 제초칼날 높이 조절

: 최저, 최고 높이의 칼날 위치 조절 후 지면과의 칼날 최하단부의 거리 측정

- 제초율

: 공시포장 내에서 잡초가 400주/m² 이상 심겨진 구획을 시험구로 선정하여 제초율을 조사

$$W = \left(1 - \frac{W_a}{W_b}\right) \times 100$$

여기서 W : 시험구의 제초율(%)

W_a : 시험후 남은 잡초 본수

W_b : 시험전의 잡초본수

- 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 파손 발생에 대한 이상 유무 확인

제 M-21-01183호

농업기계 안전검정 성적서

1. 신청인

- 가. 성명 : 박창현
- 나. 사업자등록번호 : 513-81-78681
- 다. 주소 : 경상북도 칠곡군 왜관읍 공단로1길 33
- 라. 상호 : 주식회사 태광공업

2. 검정 용도의 제품

- 가. 기종명 : 동력제초기
- 나. 형식명 : THR900C
- 다. 형식 및 규격 : 보행자주형측면구동식, 제초폭 91 cm

3. 검정번호 : 21-MS-171

4. 검정성적 : 불임

5. 검정 결과 판정 : 안전검정 관련 기준에 적합

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

2021년 11월 18일

농업기술실용화재단 이사장



검정성적

1. 기종명: 동력제초기
2. 검정번호: 21-MS-171
3. 형식명: THR900C
4. 형식: 보행자주행측면구동식
5. 규격: 제초폭 91 cm
6. 검정성적



6.1 구조

6.1.1 기체의 크기

- 길이 1 750 mm
- 폭 1 100 mm
- 높이 1 080 mm
- 중량 247 kg

6.1.2 최저지상고

- 최저지상고 55 mm

6.1.3 동력전달장치

- 주클러치 형식 벨트장력식
- 변속방식 기계식(선택물림식)
- 변속단수 (전진) 3 단, (후진) 1 단
- 최고주행속도 (전진) 4.0 km/h, (후진) 1.1 km/h

6.1.4 조향장치

- 조향방식 조향클러치식

6.1.5 주행장치

- 차륜의 종류 (전방보조륜) 플라스틱타이어,
(후륜) 무한궤도
- 차륜의 규격 (전방보조륜) Ø260 mm,
(후륜) (160 × 60) mm, 24 개
- 차륜의 개수 (전방보조륜) 2 개, (후륜) 2 개

6.1.6 제동장치

- 주·정차제동장치

형식	내부확장식
작동방식	주클러치 끊음시 작동되는 구조임
6.1.7 제초장치	
· 제초축	
축의 형상	원형
축의 치수(직경×길이)	($\varnothing 76 \times 910$) mm
· 제초날	
축 개수	1 개
회전방향	역회전
날의 종류	프레일형, 직선날
날의 치수(길이×폭×두께), 개수	(프레일형) ($100 \times 40 \times 5$) mm, 48 개, (직선날) ($100 \times 40 \times 5$) mm, 24 개
회전반경	158 mm
· 제초폭	91 cm
· 제초높이 조절방식	보조륜 높이조절식(레버)
6.1.8 탑재엔진	
· 형식명	GT1300PE
· 제조사	BRILLIANT GROUP INDUSTRY INC (중국)
· 형식	경사형공랭단기통4행정가솔린기관
· 최대출력	8.5 kW(3 600 r/min)
· 검정번호	15-MT-019
6.2 안전성시험	
6.2.1 가동부의 방호	
· 커버	벨트·플리
· 내장	엔진 동력전달축, 제초축
· 케이스	밧션
6.2.2 안전장치	
· 원동기 정지장치	시동/정지 키, 엔진정지 와이어
· 제초날 정지장치	제초날 작동· 정지클러치 레버, 엔진정지 와이어



· 긴급정지장치	긴급정지버튼
6.2.3 제동장치	
· 최소 제동거리	0.2 m
· 20% 구배 경사로에서 밀림 발생 유무	전·후 방향 밀림이 없음
6.2.4 운전 조작 및 계기장치	
· 운전 조작장치의 안전 및 용이성	시동/정지 키, 주클러치 레버, 조향클러치 레버, 조속레버, 제초날 작동·정지클러치 레버, 긴급정지버튼 등이 통상작업위치에서 안전·용이하게 조작할 수 있도록 배치되어 있음
6.2.5 고온부의 방호 및 연료탱크	
· 커버	소음기, 배기관
· 연료탱크의 위치	엔진 상단(일체형)
· 주유구 지면높이	700 mm
· 연료탱크의 잔량 확인방법	연료잔량게이지
6.2.6 전기장치	
· 축전지 설치위치	엔진 좌측 하단
· 축전지 고정방식	볼트 및 브라킷
· 축전지 단자방호	+, - 단자 방호됨
· 축전지 전극표시방법	(+) 적색, (-) 검정색
· 전기배선 피복재질	이중피복재질
· 시동안전장치	주클러치 레버 끊김 위치에서 만 시동되는 구조임
6.2.7 안전표지 및 형식표지판	
· 주의	머플러 고온주의, 장기보관시 주의, 취급설명서 숙지, 이동시 서행, 급발전 주의
· 경고	커버제거 금지, 고속후진 금지, 배기가스 주의, 회전부 접근주의
· 위험	화기엄금
· 형식표지판 위치 및 재질	(본체) 기체 중앙 상단 / 금속재질, (엔진) 연료탱크 후방 / 금속재질



6.2.8 사용설명서

· 사용설명서 내용

기계 사용 전, 사용 중, 사용 후의 안전에 관한 사항이 사용설명서에 기재되어 있음

6.2.9 기타

· 비산물의 방호

(커버) 철판, (비산방지 커튼) 고무

7. 검정제품 개요

가. 본 기대는 보행자주행측면구동식 동력제초기로 제초폭은 91 cm 임

나. 동력전달장치의 주클러치 형식은 벨트장력식이고, 변속방식은 기계식이며 변속단수는 전진 3 단, 후진 1 단 임

다. 제초날의 종류는 프레일형과 직선날이고, 제초높이 조절방식은 보조륜 높이조절식임

8. 검정결과

본 검정성적은 농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령 제 4 조의 규정에 따라 실시한 안전검정 성적으로 관련기준에 적합하였음

연구원
정진우

정진우

전담연구원
심종열

심종열



시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GREENCAR-C21-0029

페이지(page) : (2) of 총 (9)

1. 시험 결과 요약

NO.	시험 항목	단위	목표치	시험결과	비고
1	제초날 절단방식	-	수직회전	수직회전	만족
2	작업속도	km/h	1단 1.0이상 3단 3.3이상	1단 1.02(최소값) 3단 3.33(최소값)	만족
3	작업폭	mm	900 이상	902	만족
4	작업능률	a/h	30 이상	30.039(최소값)	만족
5	작업경사각	°	25 이상	27	만족
6	제초칼날 높이 조절	mm	0~85이상	0~130	만족
7	제초율	%	95 이상	100	만족
8	내구성	Cycle	100,000 이상	116,400	만족

2. 시험 개요

- 가. 시험목적 : 궤도형 제초기 성능확인시험
- 나. 시험샘플 : 궤도형 제초기
- 다. 시험장소 : 대구 달성군 다사읍 세천리 333

시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GREENCAR-C21-0029

페이지(page) : (2) of 총 (9)

라. 시험방법

NO.	시험 항목	시험 방법
1	제조날 절단방식	<ul style="list-style-type: none"> 지면과 제조날 회전방향과의 수직여부 확인
2	작업속도	<ul style="list-style-type: none"> 작업시간당 제조거리를 다음 식에 의하여 산출 $V = \frac{L}{t_1}$ <p>여기서, V : 제조속도 (km/h) t₁ : 주행시간 (h) L : 제조거리 (km)</p>
3	작업폭	<ul style="list-style-type: none"> 주행을 정지하고 제조기의 양외측날의 폭을 측정
4	작업능력	<ul style="list-style-type: none"> 작업시간당 제조면적을 다음 식에 의하여 산출 $T = \frac{L \times b}{(t_1 + t_2)}$ <p>여기서, T : 제조작업능력 (a/h) t₁ : 주행시간 (s) t₂ : 회행시간 (s) L : 제조거리 (m) b : 평균작업폭 (m)</p>
5	작업경사각	<ul style="list-style-type: none"> 제조작업이 가능한 최대 각도의 경사면에 대해 경사계를 이용하여 지면과의 각도 측정
6	제조칼날 높이 조절	<ul style="list-style-type: none"> 최저, 최고 높이의 칼날 위치 조절 후 지면과의 칼날 최하단부의 거리 측정
7	제조율	<ul style="list-style-type: none"> 공시포장 내에서 잡초가 400주/m² 이상 심겨진 구획을 시험구로 선정하여 제조율을 조사 $W = (1 - \frac{W_a}{W_b}) \times 100$ <p>여기서 W : 시험구의 제조율(%) W_a : 시험후 남은 잡초 본수 W_b : 시험전의 잡초본수</p>
8	내구성	<ul style="list-style-type: none"> 제조칼날 1회 회전을 1cycle 기준으로, 회전속도계를 이용하여 제조칼날의 회전속도 측정 및 제조작업시간을 계산하여 시험지형에 대해 100,000 cycle 이상 내구시험 후 제품의 변형 및 파손발생에 대한 이상 유무 확인

시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GREENCAR-C21-0029

페이지(page) : (3) of 총 (9)

3. 시험 상세 결과

가. 제초날 절단 방식

제초날 사진	
	
제초날 절단방식 확인결과	지면과 수직회전

나. 작업속도

작업속도 측정지점	구간 사진	확대사진
출발지점 (0m)		
지점 1 (20m)		

시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GREENCAR-C21-0029

페이지(page) : (4) of 총 (9)

작업속도 측정지점	구간 사진	확대사진
지점 2 (40m)		
지점 3 (60m) (40m 지점을 0m으로 측정시작)		

작업속도 측정지점		작업사진	소요시간
전진 1단	구간 1 (0~20m)		03:35.91 <small>00 05 95</small> <small>70 2378 29440</small> <small>03 01:09:57 03:29:95</small> <small>02 01:04:42 02:19:98</small> <small>01 01:30:56 01:03:56</small>
	구간 2 (20~40m)		
	구간 3 (40~60m)		

시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GREENCAR-C21-0029

페이지(page) : (6) of 총 (9)

다. 작업폭

제조날 사진	
	
작업폭 측정결과(mm)	902

라. 작업능률

구분	전진 3단		
	구간 1	구간 2	구간 3
제조속도(km/h) $V = \frac{L}{t_1}$ V : 제조속도 (km/h) t1 : 주행시간 (h) L : 제조거리 (km)	3.330	3.335	3.396
작업 폭(m)	0.902		
작업능률(a/h) $T = \frac{L \times b}{(t_1 + t_2)}$ T : 제조작업능률 (a/h) t1 : 주행시간 (s) t2 : 회전시간 (s) L : 제조거리 (m) b : 평균작업폭 (m)	30.039	30.081	30.634

(주소, Address) 38542 경북 경산시 삼봉로 2747, Sampoong-Ro, Gyeongsan-City, Gyeongbuk, KOREA, 38542 (전화, Tel) +82-53-819-0000 (팩스, Fax) +82-53-819-0000

시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GREENCAR-C21-0029

페이지(page) : (7) 이 중 (9)

마. 작업경사각

구분	작업사진	측정사진	측정각도
지점1			0°
지점2			27°

바. 제조칼날 높이 조절

구분	측정사진	측정높이
지점1		0mm
지점2		130mm

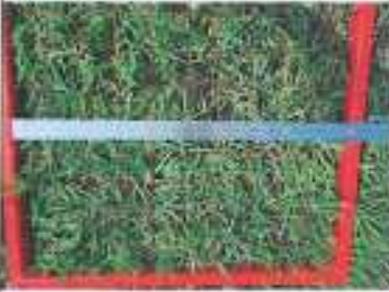
(주소, Address) 38542 경북 경산시 심봉로 27027, Sempung-Ro, Gyeongsan-City, Gyeongsbuk, KOREA, 38542. (전화, Tel) +85-53-819-0000; (팩스, Fax) +82-53-819-0000

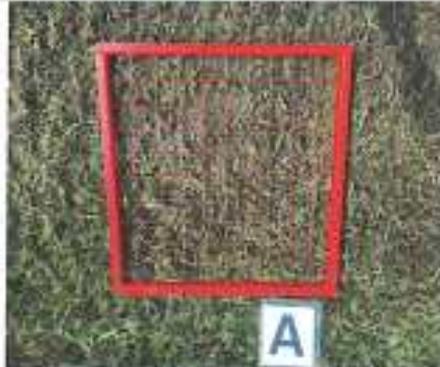
시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GREENCAR-C21-0029

페이지(page) : [8] of 총 (9)

사. 제조율

시험 틀 사진	확대사진	시험조건
		<ul style="list-style-type: none"> 500mm×500mm 시험틀을 가로, 세로 각 10칸으로 구분하여 1칸(50mm×50mm) 당 1주이상의 잡초 존재 시 시험가능조건

구분	제조 작업 전	제조 작업 후	제조율
지점 A	 잡초 1000주/m ² 이상	 잡초 0주/m ²	100%
지점 B	 잡초 1000주/m ² 이상	 잡초 0주/m ²	100%

시험결과 COMPLIANCE TEST RESULTS

성적서 번호(Certificate No.) : GREENCAR-C21-0029

페이지(page) : (9) of 총 (9)

사. 내구성

회전속도 측정 사진	시험 전 부지	시험 후 부지
 <p>3880 RPM</p>		 <p>제초 작업 구간</p>
제초 작업 사진		
 <p>작업 5분경과</p>	 <p>작업 10분경과</p>	 <p>작업 15분경과</p>
 <p>작업 20분경과</p>	 <p>작업 25분경과</p>	 <p>작업 30분경과</p>
내구성 시험 전 장비모습	내구성 시험 후 장비모습	결과
		<ul style="list-style-type: none"> 116,400 cycle (3880(RPM)×30(min)) 이상 작업 후 변형 및 파손 없음

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)
[과학적 성과]

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	대한기계학회	이인준	2021. 4. 29	제주	한국

궤도형 제초기의 구동기어 응력분석을 위한 수치해석적 연구

이인준[†], 박보규^{*}, 이기호^{**}

[†]*한국섬유기계융합연구원, ^{**}우텍광공업,

Numerical study for stress analysis of driving gears of a track-type weeder

1st Injun Lee[†], 2nd Bo-gyu Park^{Yi*}, 3rd Gi-ho Lee^{**}

[†]1st Korea Textile Machinery Convergence Research Institute

^{*}2nd Korea Textile Machinery Convergence Research Institute

^{**}3rd The Kwang Industry.

Key Words: Weeder(제초기), Driving gear(구동기어), Numerical study(수치해석), Stress(응력)

Abstract: Driving gears used in various fields of industry including agricultural machinery require high quality and high reliability. That is why computational stress analysis is required when designing gears. PTO (Power Take Off) gears are most directly affected during weeding. PTO gears are required load analysis through computational stress analysis. Also, safety and reliability calculations through safety factor and fatigue life are required according to the material.

This study is about the stress analysis of the driving PTO gear of a track-type weeder operating in various terrain conditions. Stress safety was analyzed through the stress analysis of the gears on the 1st, 2nd, 3rd forward and reverse.

As a result of the computational stress analysis, the more the rotational speed of PTO gears was increased, the more the contact stress was increased, and the safety factor and fatigue life was decreased.

The gear of a track-type weeder is designed with a safety factor of 1 or more. It is expected that the safety and life of the gear will increase when working at low speed.

초록: 농업기계분야를 포함한 산업의 다양한 분야에서 사용중인 구동기어는 고품질, 높은 신뢰성이 요구되기 때문에 기어 설계 시 전산구조해석을 통한 분석이 필요하다. 제초 작업 시 가장 직접적으로 영향을 받는 PTO(Power Take Off)기어 설계 시 전산구조해석을 통한 부하 분석이 필요하며, 재료의 재질에 따라 안전율, 피로 수명 등을 통한 안전성, 신뢰성 계산이 필요하다.

본 연구에서는 다양한 지형조건에서 작동하는 궤도형 제초기의 구동 PTO 기어 구조해석에 관한 것으로, 전진 1 단, 전진 2 단, 전진 3 단, 후진 단계별 접촉하는 기어의 응력해석을 통해 구조적 안전성을 분석하였다. 전산구조해석 결과, PTO 기어 단수가 증가할수록 접촉기어 응력이 증가하였으며, 안전율과 피로 수명은 감소하였다. 설계된 궤도형 제초기의 기어는 안전율 1 이상으로 안전하게 설계되었으며, 저속 작업 시 기어의 안전성 및 수명이 증가할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 농림축산식품부의 첨단농기계산업화 기술개발사업의 일환으로 수행하였음.[120073-1, 경사지 작업이 가능한 8.7kW 급 해머방식의 궤도형 제초기 개발]

참고문헌

- (1) C. S. Roh., Y. S. Jung., G. I. Lee. And J. Y. Kim., 2016, "Integrity Evaluation by IRT Technique and FEM Analysis of Spur Gear," *Trans. of the KSTLE*, Vol. 32, No. 4, pp. 113~118.
- (2) T. J. Kim, N. H. Kim., C. H. Choi and Y. J. Kim., 2019, "Strength Analysis of Driving Shift Gears According to Agricultural Work of 78 kW-Class Tractor", *Trans. of the KSFC Conference* S3-5., pp. 231~232.

[†] Injun Lee, ijlee@konn.re.kr

© 2021 The Korean Society of Mechanical Engineers

□ 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호
2021	최종보고서	2021.11.27	-

[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	탐승수단을 갖는 보행용 동력 제초기	한국	주식회사 태광공업 한국섬유 기계융합 연구원	2021. 9.27	10-2021- 0126819	-	-	-	-	100%	-

특허출원서

명 칭	탐승수단을 갖는 보행용 동력 제초기
출원번호	10 - 2021 - 0126819
출원일자	2021. 09. 27.
출 원 인	주식회사 태광공업, (재)한국섬유기계융합연구원
발 명 자	노태균, 이기호, 이호준, 이인준

※취급업무

특허 · 실용신안 · 디자인 · 상표출원 · 정보검색
 해외출원 · PCT · BM · 특허심판, 소송 및 감정
 특허가처분 · 손해배상소송

출원일로부터 1년 이내에는 우선권주장에 의한 국제출원이 가능합니다.
 주소 및 전화번호 변경시 반드시 당사무소로 연락주시기 바랍니다.



변호사 박정호국제특허법률사무소
 변리사 Jung Ho PARK International Patent & Law Office



대구광역시 수성구 동대구로 351 법무빌딩 602호
 TEL: 053)241-1133 Fax: 053)241-1136
 www.hohopat.com e-mail: my1133@korea.com

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
1	농업기계안전검정	농업기술실용화재단	농업기계안전검정	21-MS-171	2021.11.18	대한민국

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	궤도형제초기	21.8.26	태광공업	태광공업	제초	-	-	-

□ 기술 실시

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	자기실시		(주)태광공업	2022.5.30	-	-

* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자기실시	신제품 개발	국내	궤도형제초기	양산	(주)태광공업	500,000	-	2022	20년

□ 사업화 계획 및 무역 수치 개선 효과

성과			수입품 대체효과 100%예상		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		-		
	소요예산(천원)		-		
	예상 매출규모(천원)		현재까지	3년 후	5년 후
			-	1,000,000	2,000,000
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
국내			-	1,000,000	
국외			-	-	
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		보행형 궤도형 동력제초기 개발기술 습득으로 100%수입에 의존하고 있는 승용제초기를 하이브리더 동력체계와 리모콘 컨트롤 방식을 개발진행 중			
무역 수치 개선 효과(천원)	수입대체(내수)		현재	3년 후	5년 후
			-	1,000,000	2,000,000
	수출		-	-	1,000,000

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2021년		
1	궤도형제초기	(주)태광공업	3		3명
합계			3		

□ 고용 효과

구분		고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력	-
		생산인력	1
	개발 후	연구인력	-
		생산인력	2

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도	궤도형제초기	0	-	-	-	3	-
기대 목표	궤도형제초기	500,000			-	3	

[사회적 성과]

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	동영상	YOUTUBE	태광공업 궤도형 제초기	2021.11.22
2	전시회	황성군농업기술센터	농기계교육/시연	2021.11.22



2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 해머방식 궤도형 제초기의 구동부 개발	○ 해머방식 궤도형 제초기의 구동부 개발완료	○ 100%
○ 수직회전 방식의 제초 작업기 헤더부 개발	○ 수직회전 방식의 제초 작업기 헤더부 개발완료	○ 100%
○ 해머방식 궤도형 제초기의 본체 프레임 기구 설계 개발	○ 해머방식 궤도형 제초기의 본체 프레임 기구 설계 개발완료	○ 100%
○ 25°의 경사지 운전용 궤도형바퀴 개발	○ 25°의 경사지 운전용 궤도형바퀴 개발 완료	○ 100%
○ 해머방식 궤도형 제초기의 안전 및 편의성 향상 기술 개발	○ 해머방식 궤도형 제초기의 안전 및 편의성 향상 기술 개발 완료	○ 100%
○ 해머방식 궤도형 제초기의 시운전을 통한 성능테스트	○ 해머방식 궤도형 제초기의 시운전을 통한 성능테스트 완료	○ 100%
○ 해머방식 궤도형 제초기의 구동부 구조 해석	○ 해머방식 궤도형 제초기의 구동부 구조 해석	○ 100%
○ 제초 작업기의 헤더부 구조 해석	○ 제초 작업기의 헤더부 구조 해석 완료	○ 100%
○ 해머방식 궤도형 제초기의 본체 프레임 구조 해석	○ 해머방식 궤도형 제초기의 본체 프레임 구조 해석 완료	○ 100%
○ 개발 제초기의 위험요인 분석 및 성능평가	○ 개발 제초기의 위험요인 분석 및 성능평가 완료	○ 100%

4. 목표 미달 시 원인분석

- 해당 없음

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

명칭	(주)태광공업	일본 ORECSA	일본 ATEX사
모습			
출력 (kW)	8.5kW (11.7ps)	7.3kW (10.0ps)	7.3kW (10.0ps)
작업폭 (mm)	900	800	800
작업능력 (a/h)	30	27	27
작업속도 (km/h)	1 ~ 3.3	0.9 ~ 3.3	1.0 ~ 3.6
중량 (kg)	247	220	253
크기 (mm)	1750×1100×1080	1670×960×950	1830×990×850
국내가격 (원)	6,200,000	11,000,000	-

- 본 연구개발을 통해 100%수입에 의존하는 궤도형 제초기에 대해 일본의 선진제품 수준과 동일한 수준의 국산화 개발에 성공하였으며, 국내에 판매되는 가격은 일본제품 대비 60%수준으로 국산화 개발을 성공적으로 달성하였다.

[기술적 측면]

- 본 연구개발을 통해 일본수입제품을 국내제품으로 대체 하여, 국내에 없던 해머방식 궤도형 제초기에 대한 농기계 설계 원천기술을 보유하게 되었으며, 경제, 산업적인 파급효과와 함께 지속적인 연구 투자로 제초기 관련 선진국가로 나아가는 초석이 될 것으로 예상된다.

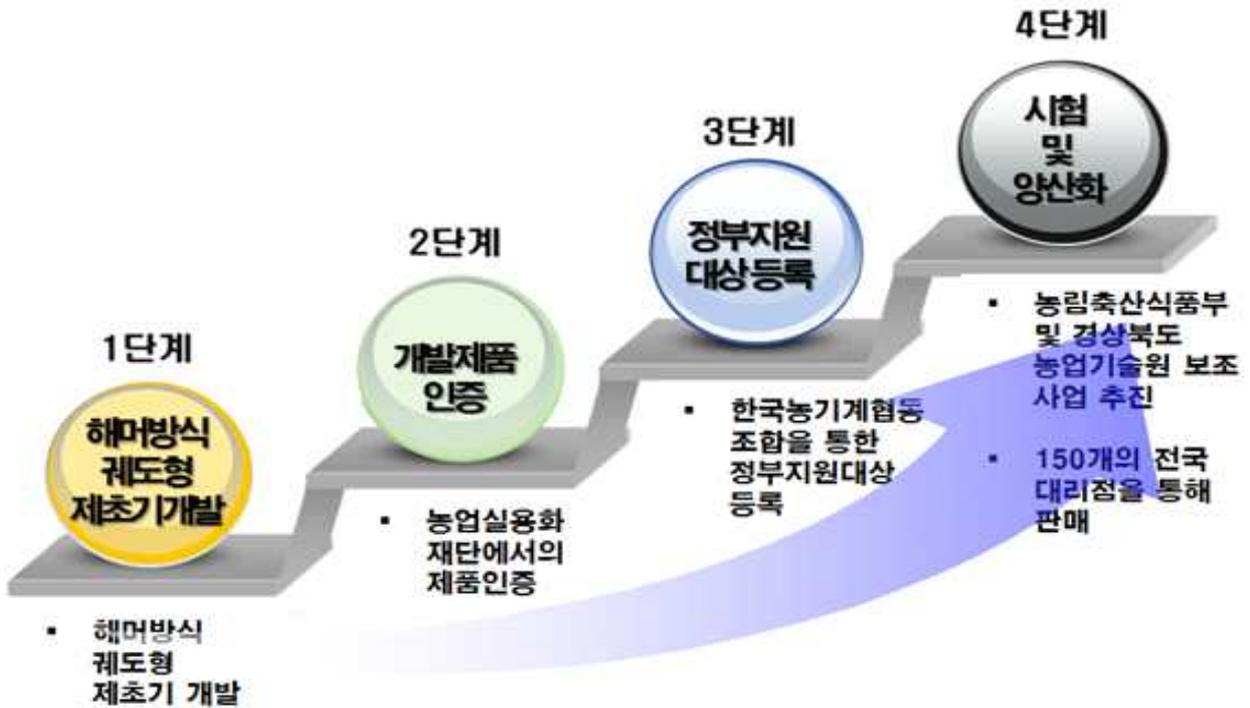
[경제·산업적 측면]

- 국내의 일본 독점 제품에 대해, 연구개발을 하는 것만으로도 가격 경쟁을 이끌어내 기존 일본 제품의 가격 하락을 유도 할 수 있다.
- 일본에 대한 의존도 및 수입제품을 최소화 하고, 국내제품 사용을 극대화 할 수 있으며, 국내 농기계 산업에 경쟁력 향상 등의 긍정적인 효과를 미칠 것으로 예상된다.

[사회적 측면]

- 2019년 일본의 화이트리스트국가지정으로 인해 국내에서의 일본에 대한 사회적 인식이 좋지 않은 상태로 일본제품 불매운동을 하기도 하였으나, 궤도형 제초기의 경우 일본 제품 독점인 상황이다.
- 본 연구개발을 통해 일본제품을 대체하였고, 국내 농기계기술에 대한 자긍심을 가질 수 있으며, 농민들에게 국내제품을 선호 할 수 있는 긍정적인 기회가 되며, 경제적·기술적으로 파급효과를 가져올 것으로 예상된다.

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획



- 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 받았으며, 추후 한국농기계협동조합을 통하여 정부지원대상 등록을 수행할 예정이다.
- 기본적인 개발제품 인증 후 추가적인 테스트를 통해 경사지에서의 전복사고가 발생하는 각도에 대해 자체테스트를 통해 안전이 보장되는 각도를 제품 설명서에 고지를 하며, 추후 시각적으로 확인 가능한 각도 표시장치를 설치하여 일정각도 이상 시 위험을 인지할 수 있도록 적용할 예정이다.
- 연구개발제품에 대해 비가 오거나, 젖은땅보다는 마른땅에서 작업할 수 있도록 권고하는 내용을 제품 설명서에 첨부하고, 엔진 등의 주요부품에 대해서는 방진, 방수 IP등급을 받을 수 있도록 고려하여 문제 발생을 예방할 수 있도록 할 예정이다.
- 제품의 양산 및 사업화를 위해 농림축산식품부 및 경상북도 농업기술원등의 보조사업을 추진하며, 농협판매, 150여개의 전국 대리점을 통한 판매를 추진할 계획이다.
- 해외 판로 개척을 위해서는 각 나라별 인증 및 검정 절차를 거쳐야 하며, 해머방식의 궤도형 제초기의 경우, 넓은 평지보다는 굴곡이 있는 경사지에 적합하기 때문에, 수출지역의 지형파악 및 해외 대리점을 통한 사전수요조사 실시 후 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 시작하고 있다.



인도네시아



중국



베트남



에콰도르

[그림] 해외 전시회 출품 및 참가 사진

<SWOT 분석>



<기대성과>

<표> 국내 제초기 판매 예상 매출

판매처	국가 명	판매 단가 (천원)	예상 연간 판매량(개)	예상 판매기간(년)	예상 총판매금 (천원)	관련제품
대리점	한국	6,200	200	5	6,200,000	해머방식 궤도형 제초기
농협	한국	6,200	100	5	3,100,000	해머방식 궤도형 제초기
농업기술센터	한국	6,200	100	5	3,100,000	해머방식 궤도형 제초기

◦ 투자계획 및 성과

- 국내에 판매되고 있는 일본 수입제품은 1,100만원의 고가로 인해 주로 농업기술센터 임대장비로 공급되고 있지만, 개발예상 국산제품의 경우 620만원의 가격으로 지자체 보조사업지원금 100만원, 농협융자 80%지원 등의 혜택을 통해서 일반농가에서도 임대가 아닌 직접구입이 가능한 수준으로 일본제품에 비해 판매에 유리한 조건이다.
- 2019년도 일본과의 무역악화로 인해, 국내 곳곳에서 일본제품을 불매운동이 있어났으며, 일본제품 대신 국산제품을 선호하고 있으며, 150여개의 대리점을 통해 국내자체 제품 개발요청이 쇄도하고 있는 현황이다.
- 국내 농업기술센터 임대장비 현황 및 국내 150여개의 대리점을 통해 조사한 결과 일본의 OREC사 해머방식의 궤도형 제초기는 연간 200대 정도 독점 판매되고 있으며, 최근 5년간 총 1,000대정도 판매되었고, 연간 국내 25억원정도의 규모를 차지한다.
- 개인이 보유 할 수 있는 가격 수준의 국내 자체 제품이 개발됨에 따라, 수요 및 보급률 향상으로 해머방식의 궤도형 제초기 시장이 2배 이상 확대될 것으로 예상된다.
- 연구개발 후 제품의 완성도 향상을 위해 5년간 지속적인 연구개발 투자 및 후속제품을 출시할 계획이며, 국내 150여개의 대리점, 농협, 농업기술센터등의 확보된 판매처를 통해 연간 약 15억원 이상의 매출을 목표로 하고 있다.
- 2019년 기준으로 국내 전체 제초기 시장의 약 10%시장을 점유할 경우 15억의 시장 창출이 가능할 것으로 기대하고 있다.

◦ 해외 시장 진출 계획

- 말레이시아
 - 농업기계화가 매우 낮은 단계이며, 대부분의 농기계를 연 약 800억원 규모로 수입한다.
 - 로터리, 구굴기 예취기, 제초기 등이 주된 상품이며, 해머방식의 궤도형 제초기도 판매가 가능하다고 판단된다.
- 필리핀
 - 농업 정책 및 연구 개발 보급은 아직 초기 단계이나, 국토의 약 43%가 농업면적이며, 지역마다 필요로 하는 농기계의 차이가 크다.
 - 농업 기계화가 진행됨에 따라 수요가 충분할 것으로 예상되며, 경사지가 많은 지역에 수출이 가능할 것으로 판단된다.

자체평가의견서

1. 과제 현황

		과제번호	120073-1		
사업구분	000000사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	첨단농기계산업화기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	경사지 작업이 가능한 8.7kW급 해머방식의 궤도형 제초기 개발			과제유형	(기초,응용,개발)
연구개발기관	(주)태광공업			연구책임자	노태균
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2020. 04. 01 - 2021. 9. 28	400,000	134,000	534,000
	2차년도				
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
	계	2020. 04. 01 - 2021. 9. 28	400,000	134,000	534,000
참여기업	한국섬유기계융합연구원				
상대국	-	상대국연구개발기관	-		

2. 평가일 : 2021.11.19

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.

확약	
----	--

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	해머방식 제초 작업기 설계기술
②	변속클러치형 구동부 설계 기술
③	궤도형 바퀴 설계 기술
④	내구성 강화 프레임 설계 제작 및 조립 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		√		√						
②의 기술		√		√						
③의 기술		√		√						
④의 기술		√		√						

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	해머방식 궤도형 제초기 뿐만 아니라 다양한 크기의 제초기, 관리기에 적용하여 신제품 개발이 가능함
②의 기술	구동부가 필요한 농기계(작업기, 관리기, 운반차 등)에 적용가능 하며, 다양한 제품 개발 시 응용 및 활용 가능함
③의 기술	작업지형이 일정하지 않은 농사지 및 경사지 작업이 필요한 농기계에 적용 가능함
④의 기술	다양한 농기계의 크기별 맞춤형 프레임 제작이 가능함에 따라 새로운 제품 개발에 적용 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 (타연구활용등)	
	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		
												S C I	비 S C I	논 문 평 관 I F							
단위	건	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
최종목표	-	-	-	-	-	-	1	1450	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
연구기간내 달성실적	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
연구종료후 성과창출 계획	-	-	-	-	-	-	0	1450	450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	

8. 연구결과의 기술이전조건(자가실시로 인해 해당없음)

주 의

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