

1190  
01-02

보안 과제( ), 일반 과제(○)/ 공개 (○), 비공개 ( ) 발간등록번호(○)  
**첨단생산기술개발사업 2021년도 최종보고서**

발간등록번호

11-1543000-003531-01

# 여성 친화형 소형 제초기 개발

2021. 06. 03

주관연구기관 / 일진기계

여성친화형  
소형제초기  
개발

2021

농림축산식품부  
농림식품기술기획평가원

**농림축산식품부**  
**(전문기관) 농림식품기술기획평가원**

<제출문>

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “여성친화형 소형 제초기 개발” (개발기간 : 2019. 04 16~ 2020. 12. 31)과  
제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 06. 03.

주관연구기관명 : 일진기계

(대표자) 박 재 경 (인)



주관연구책임자 : 박 재 경

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

|                                      |                     |                      |                                |               |  |
|--------------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|---------------|--|
| 과제고유번호                               | 119001-02           | 해 당 단 계<br>연 구 기 간   | 2019. 04. 16 -<br>2020. 12. 31 | 단 계 구 분       | 총 단 계  |
| 연구사업명                                | 단 위 사 업             | 농식품기술개발사업            |                                |               |  |
|                                      | 사 업 명               | 첨단생산기술개발사업           |                                |               |  |
| 연구과제명                                | 대 과 제 명             | (해당 없음)              |                                |               |  |
|                                      | 세 부 과 제 명           | 여성친화형 소형 제초기 개발      |                                |               |  |
| 연구책임자                                | 박 재 경               | 해당단계<br>참여연구원<br>수   | 총: 8명<br>내부: 8명<br>외부: 0명      | 해당단계<br>연구개발비 | 정부: 230,000천원<br>민간: 77,000천원<br>계: 307,000천원  |
|                                      |                     | 총 연구기간<br>참여연구원<br>수 | 총: 10명<br>내부: 10명<br>외부: 0명    | 총 연구개발비       | 정부: 400,000천원<br>민간: 134,000천원<br>계: 534,000천원 |
| 연구기관명 및<br>소속부서명                     | 일진기계                |                      |                                | 참여기업명         |  |
| 국제공동연구                               | 상대국명:               |                      |                                | 상대국 연구기관명:    |  |
| 위탁연구                                 | 연구기관명 : 경북대학교 산학협력단 |                      |                                | 연구책임자 : 홍 동 혁 |  |
| ※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음 |                     |                      |                                |               |  |
| 연구개발성과의<br>보안등급 및<br>사유              | 일반                  |                      |                                |               |  |

9대 성과 등록·기탁번호

| 구분          | 논문 | 특허 | 보고서<br>원문 | 연구시설·장비 | 기술요<br>약 정보 | 소프트<br>웨어 | 화합<br>물 | 생명자원     |          | 신품종 |    |
|-------------|----|----|-----------|---------|-------------|-----------|---------|----------|----------|-----|----|
|             |    |    |           |         |             |           |         | 생명<br>정보 | 생물<br>자원 | 정보  | 실물 |
| 등록·기탁<br>번호 |    | 1  | 1         |         |             |           |         |          |          |     |    |

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

| 구입기관 | 연구시설·<br>장비명 | 규격<br>(모델명) | 수량 | 구입연월일 | 구입가격<br>(천원) | 구입처<br>(전화) | 비고<br>(설치장소) | NTIS<br>등록번호 |
|------|--------------|-------------|----|-------|--------------|-------------|--------------|--------------|
|      |              |             |    |       |              |             |              |              |
|      |              |             |    |       |              |             |              |              |

발작물의 잡초제거를 위한 제초기는 트랙터부착형, 자주형, 경운기/관리기 부착형의 형태로 공급되고 있음. 여성친화형 소형 제초기는 소규모 영농이나 밭고랑의 제초 등 여성이나 고령자가 제초작업을 할 수 있는 제초기의 개발 공급을 위하여 기획하였음. 본 과제에서 개발한 여성용 소형 제초기는 소형 가솔린 엔진을 사용하고 이동이나 운전이 용이하고, 밭고랑의 잡초를 중경방식으로 제거하고 복주기 기능을 갖는 제초기이며, 제품화 개발을 완성하여 농업신기술(NET)를 획득하였으며 유튜브 등 다양한 영업활동을 추진하고 있음.

보고서 면수 : 56

<요약문>

|                                    |  |   |              |              |                |
|------------------------------------|--|---|--------------|--------------|----------------|
| <p>연구의<br/>목적 및 내용</p>             | <p>○ 고령자 및 여성이 밭농작업 현장에서 과도한 노동력을 경감하고, 진동과 소음이 적고 조작편이성이 높은 밭농업 고랑/조간 중경제초, 미세초구역없는 소규모제초 목적의 여성 친화형 다목적 주행식 소형 제초기 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기초조사 및 요인 분석에 따른 기초요인설계</li> <li>- 세분화된 선행특허조사를 통한 특허회피 전략 수립</li> <li>- 제품의 간소화된 설계로 프레임의 무게 감소</li> <li>- 제초 및 주행 동력전달을 위한 엔진 성능분석을 통해 동력장치선정</li> <li>- 소요동력 예측 및 동력전달시스템 모델링</li> <li>- 동력전달시스템 시뮬레이션 및 소요동력 측정</li> <li>- 주행 및 방향전환이 용이한 조향성 검증</li> <li>- 중경 제초날 메카니즘 분석 및 형상 설계</li> <li>- 주행 안정성 및 조향을 편리하게 할 수 있는 메카니즘 개발</li> <li>- 현장 실증시험을 통한 제품 성능 평가 및 경제성 분석에 따른 사업화 추진</li> <li>- 농가 보급형 양산 제품화 및 매뉴얼 개발</li> </ul> |   |              |              |                |
| <p>연구개발성과</p>                      | <p>○ 제초형식 : 중경제초, 복주기</p> <p>○ 제초폭 : 300mm</p> <p>○ 동력 : 가솔린 1.6hp</p> <p>○ 규격 : W300*L900*H1100</p> <p>○ 본체예상가격 : 128만원, 제초부 : 25만원</p> <p>○ 기체하중 : 30kg 이내</p> <p>○ 조향 : 핸들(조향 클러치 없음)</p>   |   |              |              |                |
| <p>연구개발성과의<br/>활용계획<br/>(기대효과)</p> | <p>○농작업 편이용 작업기계 개발로 관련 분야 및 타 산업 분야 적용가능</p> <p>○시범보조사업 및 정부지원대상 품목 선정으로 보급률 확대</p> <p>○여성친화형으로 고령자 여성 농업인에 대한 작업의 편리성 제공</p> <p>○사업화 방안</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-시작기 개발 및 성능평가 후 양산체제를 구축하며 원가절감을 통해 경쟁력 있는 가격으로 보급확대 예정</li> <li>-추가 특허출원으로 기술 우위를 점하며 정부 저리 융자 등 자금지원 대상품목 자격 취득</li> <li>-당사 전국 대리점을 통한 판로 확대, 언론홍보 및 연사회 개최로 판매 다각화</li> </ul>  |   |              |              |                |
| <p>국문핵심어<br/>(5개 이내)</p>           | <p>농기계</p>   | <p>중경제초기</p>                              | <p>여성</p>    | <p>제초기</p>   | <p>소형</p>      |
| <p>영문핵심어<br/>(5개 이내)</p>           | <p>agricultural<br/>machinery</p>  | <p>cultivating and weeding<br/>device</p> | <p>women</p> | <p>mower</p> | <p>compact</p> |

## < 목 차 >

|  |    |
|--|----|
| 1. 연구개발과제의 개요 .....                            | 6  |
| 1-1. 연구개발의 목적 .....                            | 6  |
| 1-2. 연구개발의 필요성 .....                           | 7  |
| 1-3. 연구개발과제의 범위 .....                          | 16 |
| 2. 연구수행 내용 및 결과 : 주관기관 ; 일진기계 .....            | 22 |
| 제1절 소형 제초기 개발 .....                            | 22 |
| 가. 기존제품의 분석 .....                              | 22 |
| 나. 세부 선행특허조사 및 회피전략 수립 .....                   | 22 |
| 다. 시작품 1호기 개발 .....                            | 23 |
| 라. 시작품 2호기 개발 .....                            | 25 |
| 마. 시작품 3호기 개발 .....                            | 26 |
| 3. 연구수행 내용 및 결과 : 위탁기관 ; 경북대학교 .....           | 31 |
| 제1절 소형 중경제초기 설계 인자 분석 .....                    | 31 |
| 제2절 시작기 토크 측정 및 시뮬레이션 분석 .....                 | 34 |
| 제3절 2차 시작기 토크 측정 및 시뮬레이션 분석 .....              | 43 |
| 결 론 .....                                      | 51 |
| 4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 .....                    | 53 |
| 4-1. 목표 .....                                  | 53 |
| 4-2. 목표 달성여부 .....                             | 54 |
| 4-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등) ..... | 54 |
| 5. 연구결과의 활용 계획 등 .....                         | 55 |
| 6. 사업화 추진 계획 .....                             | 55 |
| 붙임. 참고 문헌 .....                                | 56 |

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

# 제1장 연구개발과제의 개요

## 제1절. 연구개발 목적

### 가. 최종목표

○ 고령자 및 여성이 발농작업 현장에서 과도한 노동력을 경감하고, 진동과 소음이 적고 조작편이성이 높은 발농업 고랑/조간 중경제초, 미제초구역 소규모제초 목적의 여성 친화형 다목적 주행식 소형 제초기 개발

| 구 분    | 정량적 목표 (제품 사양)      |
|--------|---------------------|
| 동 력    | 가솔린 3.0~5.5hp       |
| 형 식    | 고랑/조간 중경제초          |
| 기체크기   | W900*L900*H1100(mm) |
| 기체중량   | 50kg 이내             |
| 속 도    | 4km/h 이내            |
| 조 향    | 핸들(조향 클러치 없음)       |
| 본체예상가  | 145만원               |
| 제초부예상가 | 75만원                |

### 나. 세부목표

#### ○ 주요 기능

- 별도의 조향클러치 없이 원활하고 간편한 조향이 가능
- 주행 보조장치를 이용한 주행 안정성 향상
- 경사지 수평 조절 가능
- 주행속도 조절 가능

#### ○ 주요 개발 내용

- 기초조사 및 요인 분석에 따른 기초요인설계
- 세분화된 선행특허조사를 통한 특허회피 전략 수립
- 최적설계를 통한 프레임 및 기체 중량 감소
- 제초 및 주행 동력전달을 위한 엔진 성능분석을 통해 동력장치선정
- 소요동력 예측 및 동력전달시스템 모델링
- 동력전달시스템 시뮬레이션 및 소요동력 측정
- 주행 및 방향전환이 용이한 조향성 검증
- 중경 제초날 메카니즘 분석 및 형상 설계
- 주행 안정성 및 조향을 편리하게 할 수 있는 메카니즘 개발
- 현장 실증시험을 통한 제품 성능 평가 및 경제성 분석에 따른 사업화 추진
- 농가 보급형 양산 제품화 및 매뉴얼 개발

#### ○ 주요 적용범위

- 발농업 고랑/조간 제초작업으로 활용

- 과수원, 밭 등의 미세초구역 소규모 제초작업 등 다목적 활용 가능
- 고랑에서 작물에 피해 없이 제초 및 복주기 가능

## 제2절. 연구개발의 필요성

### 가. 연구개발의 개요

동력제초기는 아래 사진과 같이 용도에 따라 규격, 동력, 운전방식 등 다양하게 제품화되어 보급 이용되고 있다. 최근 친환경농업에 대한 관심과 참여가 높아지고 있어 제초기에 대한 수요가 증가하고 있으며, 주로 엔진을 사용하는 동력제초기는 남성의 작업으로 한정되어 졌지만 증가하는 귀농귀촌 인력의 경우 경작규모도 작고 여성인력에 적합한 소형 제초기가 부족한 것이 현실이다.



동력제초기(사진출처 : naver 카페)



SS기 부착형 제초기(당사)



트랙터 부착형 제초기(당사)

최근 정부의 발농업기계화의 일환으로 개발 보급하고자 하는 여성 고령자용 농작업기는 진동과 소음이 커서 거부감이 강하여 여성들이 기피하거나, 운전이 힘이 들어 실제로 여성이 사용이 불가능한 제초작업을 여성이나 고령자가 사용할 수 있는 가볍고, 저렴하며, 조작성이 편리한 기계를 여성용 농작업기로 분류하여 별도로 개발 보급하고자 한다.



특히 밭농업 중경제초의 경우 기계화가 거의 이뤄지지 않아 호미 등 기초 농기구에 의존하는 노동력이 많이 필요한 작업으로 간편하게 사용할 수 있는 소형 보행형 제초기 개발이 요구되고 있다.

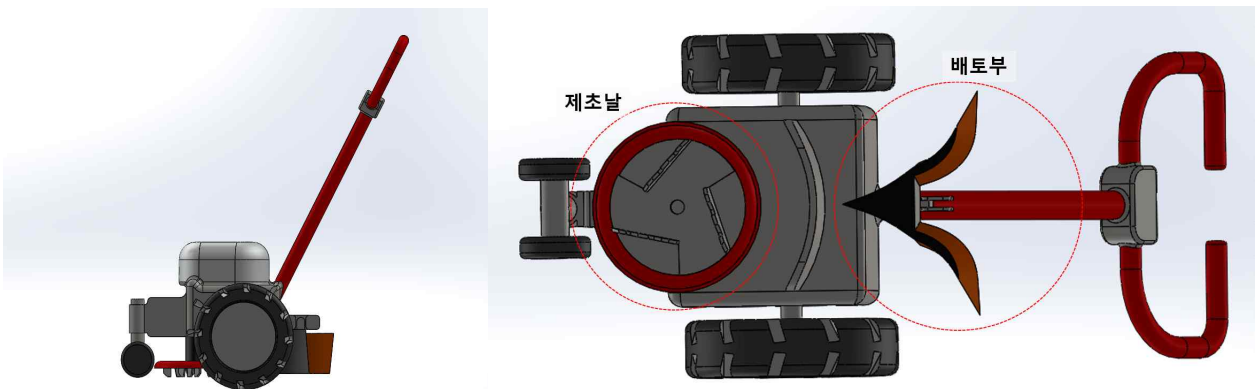
당사에서는 트랙터부착형 대형제초기와 관리기, 경운기부착형 제초기를 생산하는 전문 업체로서, 아래 사진과 같이 최근 여성고령자용 소형 자주식의 제초기를 개발 시험 중에 있다. 개발 중인 소형 자주형 제초기는 소형 가솔린 엔진으로 제초와 주행을 동시에 수행하고, 운전자는 핸들로 가볍게 조향만 하는 방식으로 여성, 고령자, 청소년까지도 작업에는 애로가 없으며 즐겁게 작업을 할 수 있는 동력 제초기이다.

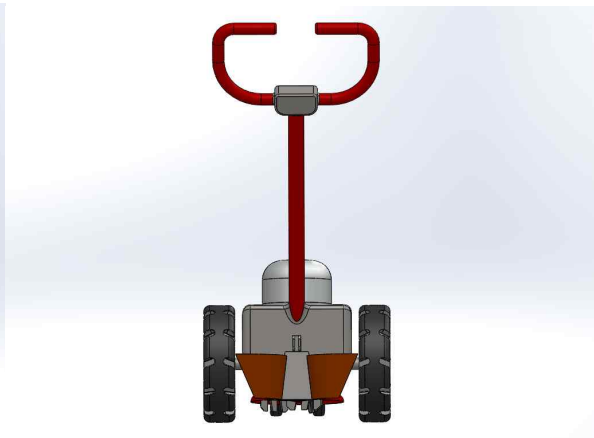


당사 보행형 제초기

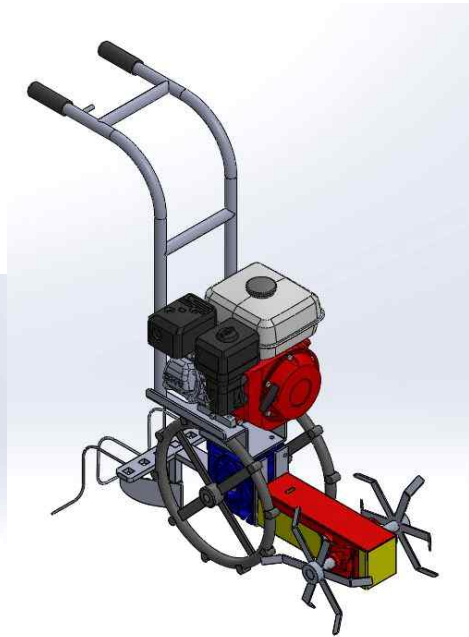
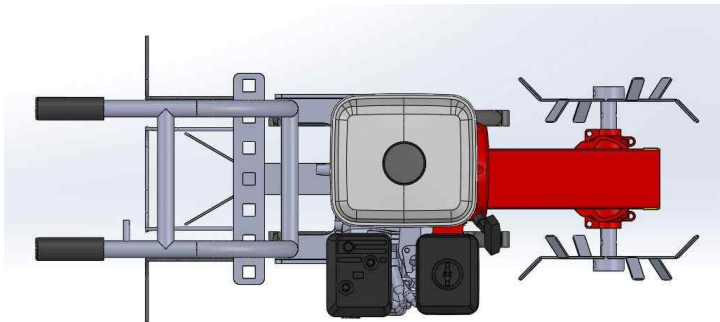
이에 당사에서는 현재 개발 중인 소형 자주형 제초기를 아래와 같이 확대 발전시켜 소형 밭고랑/조간 중경제초기를 개발함으로써 기존대비 제초 효율을 향상시키고, 여성 고령자 친화형의 농작업 기계화율 및 확장성을 높이고자 한다.

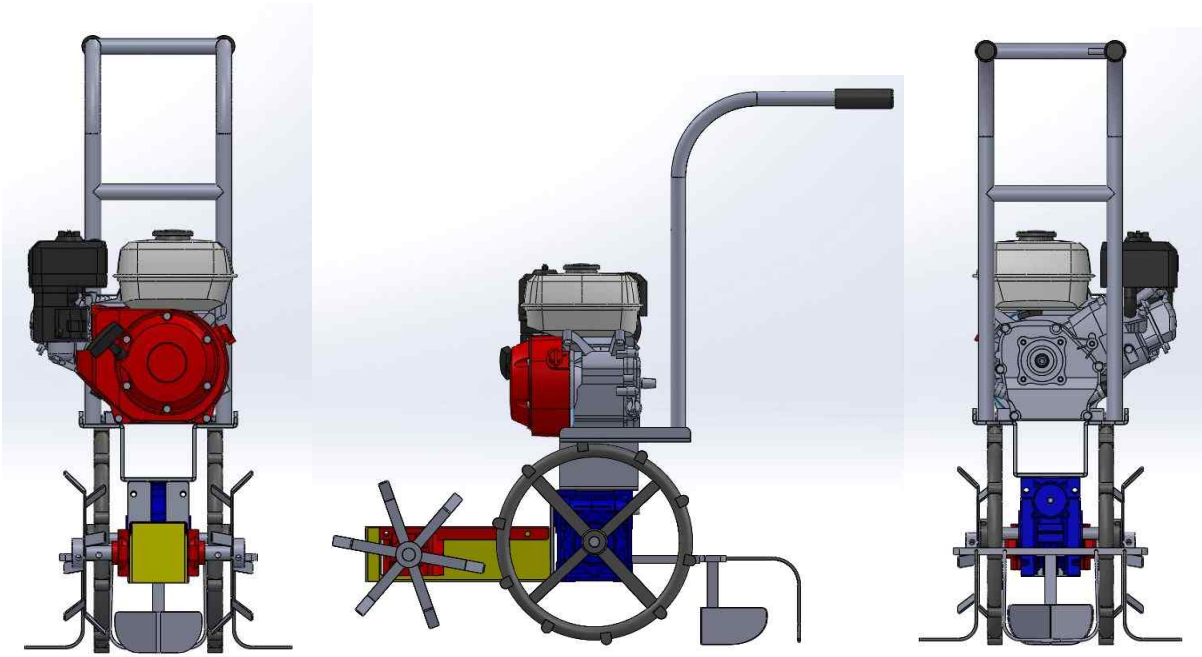
- 대형제초기의 미제초 구역
- 소규모 경작의 제초기 미보유 농가
- 밭농업 고랑/조간제초 및 복주기
- 주행 보조장치를 이용한 주행 안정성 향상
- 간편한 운전조작 방식



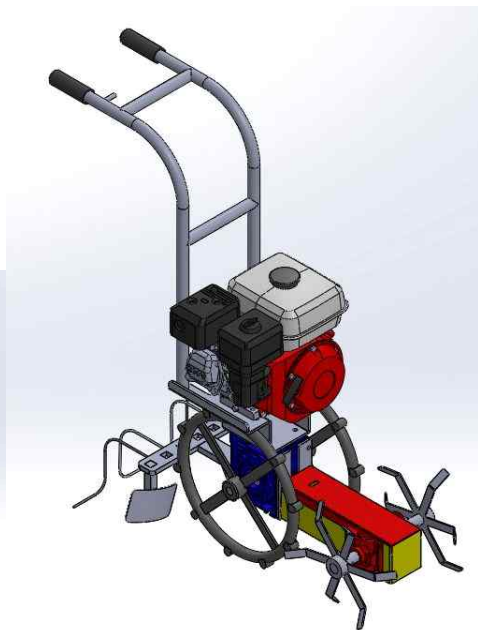
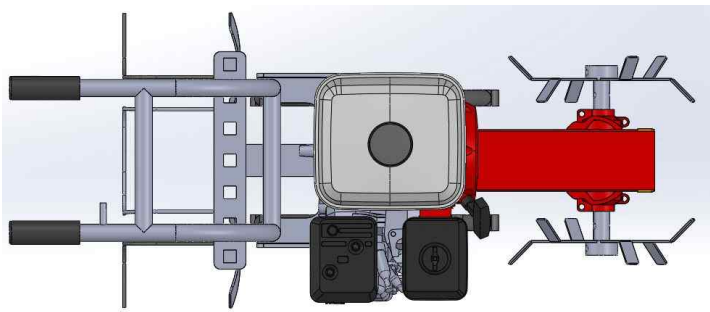


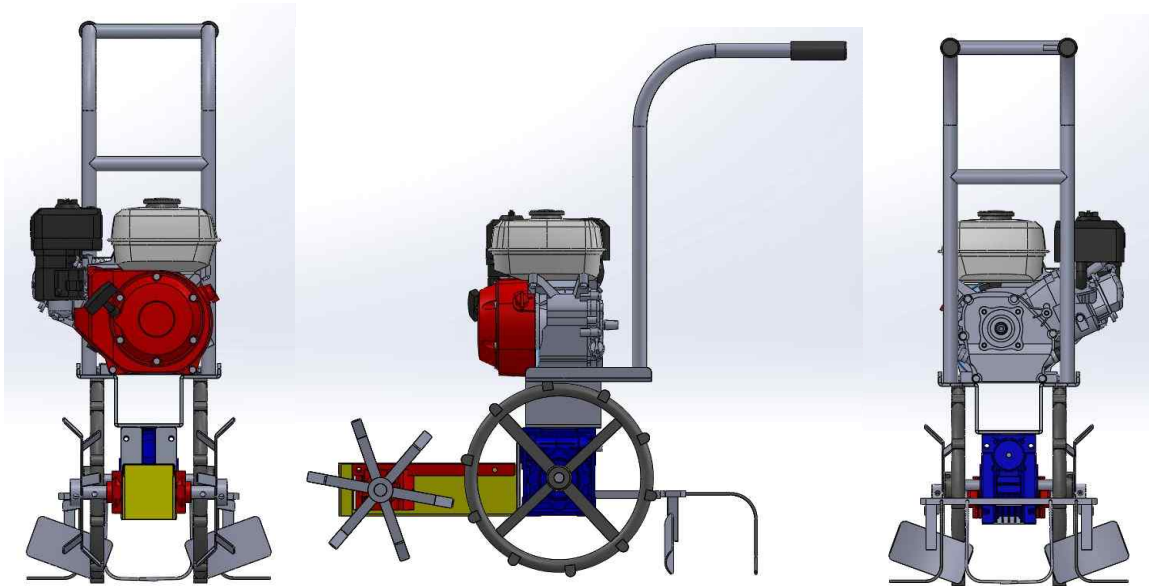
개발 예상 소형 제초기 개요도 [1]





개발 예상 소형 제초기 개요도 [II-1]





개발 예상 소형 제초기 개요도 [II-2]

위의 개요도와 같이 엔진형의 소형 고랑 중경제초기로 바퀴 구동과 동시에 로터리베이트식 제초 및 복주기 작업이 가능하며 또한, 조간이 좁은 두둑 사이의 잡초도 제거할 수 있도록 개발할 예정이다. 이를 위하여 로터리 날의 형상 및 소요동력에 의한 최적 작업이 가능해야 하며, 또한 별도의 조향클러치 없이 쉽게 조향이 가능해야 한다. 본 연구에서는 조향을 위한 바퀴구동축에 클러치를 넣을 예정이며, 조간이 좁은 두둑사이를 위해 로터리 날 및 조간설정을 아래와 같이 개발할 예정이다.

○ 동력장치부 개발

- 제초 날의 회전력, 최대토크 및 최대출력을 고려한 엔진 사양 선정
- 조향 클러치 없는 작동 메카니즘 설계

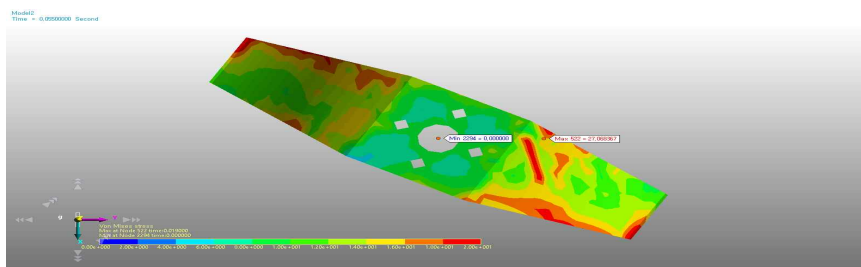
○ 동력 전달시스템 개발

- 기어 및 샤프트의 내구성 확보를 위한 최적설계 인자 도출(소재 및 열처리)
- 정적 안정성 및 동적 안정성을 고려한 해석
- 해석을 통한 회전체의 최대 RPM 선정
- 주요부품의 간섭확인 및 구조안정성 확보

○ 주행부, 새시부 개발

- 주요부품의 구조 안정성을 고려한 최적 구조형상 도출
- 주행 안정성을 위한 주행 보조 장치
- 주행부 / 새시부 프레임

- 최종 시제품 제작 및 성능평가
  - 동력장치부, 주행부, 새시부 동력연결부의 시제품 제작
  - 공인기관(농업기술실용화재단)을 통한 시제품 현장 성능평가(작업속도, 제초효율성, 제초 깊이, 연료소모율 등)
  - 시제품의 운전성, 제초효율 평가를 통한 개선안 도출 및 반영
- 제초 날의 형상 설계
  - 제초 날 축의 중심에 잡초가 감기지 않는 설계
  - 미제초 구역 발생하지 않는 제초부 구성
  - 고랑(제초구역)의 단면에 적합한 제초날 개발
  - 농기계의 확장성을 고려한 제초작업용 제초 날 설계
  - 제초 날의 내구성 확보를 위한 기술개발



제초날의 응력 해석을 통한 제초날 설계 예

#### 다. 국내 기술 수준 및 시장 현황

##### ○ 기술현황

국내의 대부분 경작지는 나뭇대로의 적정 규모의 동력제초기를 사용하여 주로 남성에 의하여 제초작업이 이루어진다. 동력제초기는 대부분의 농가에서 2~3대씩 보유하고 있을 정도로 많이 활용되지만 여전히 미제초구역이 발생하기도 하고 남성이 아니면 제초작업이 불가능하기 때문에 좁은 조간의 두둑 또는 작은 경작지의 제초작업은 제초제를 사용하거나 제초시기를 놓치는 등 애로가 있다.

트랙터형 대형 제초기를 비롯하여 수입형의 승용제초기, 경운기, 관리부착형 제초기는 여성이 운전 작업하기에는 어려움이 많다.



대형 동력제초기에 의한 제초작업



승용제초기 과수 미제초구역

또한, 잡초를 제거하는데 뿌리와 줄기를 모두 뒤집는 방식은 토양의 저항이 커지면서 날의 마모와 소요동력이 높아지게 되므로 비효율적이며, 잡초의 줄기가 회전날과 축 중심에 감김 현상이 발생함으로써 미제초구역이 발생하는 등 작업능률을 저하되는 단점이 나타나고 있다.

작업기 부착형의 경우 사람이 직접 손으로 다른 기계에 연결하여 사용하기 때문에 연결 도중에 잠깐의 실수로 인해 무거운 제초기에 짓눌리거나, 육체적인 부담감이 크게 작용하여 특히 여성이나 노약자에게 위험성이 크다.

관리기 부착형 제초기는 과수원 등과 같이 평면형 지형의 잡초제거는 효과를 볼 수 있으나 이랑과 고랑으로 구성되어있는 밭작물에서는 사용이 불가능하다. 배부식 제초기는 묘지 별초용으로 많이 이용되며 과수농가의 경우 농가당 2~3대 보유하고 있는 것이 보통이며, 시간당 작업량은 300~500평 정도이며 가장 작업자의 노동강도가 심하여 여성 및 고령자가 사용하기 어렵고, 엔진 소음이나 진동으로 인해 2~3시간 이상의 연속작업은 불가능 것이 현실이다.

○ 시장현황



국내 농기계 시장규모

국내 농기계 시장은 농업기계화 사업에 힘입어 꾸준한 성장세를 보여 왔으나, 미국과 중국 등에서 저가의 해외 농산물이 유입되며 국내 농산물의 가격경쟁력이 저하되고, 더불어 농기계 용자지원율이 90%에서 70%로 축소되면서 농기계 공급실적이 52,202대로 최저를 기록하였다. 대형 기종의 교체 수요가 발생함에 따라 시장은 점차 회복되는 추세이며, 2009년부터 1조원 이상의 시장으로 진입하였다.

농기계 향후 시장은 당분간 대체수요를 중심으로 농기계 수요가 증가할 것으로 예상하고 있으며, 특히 영농의 편이성, 농업 노동력의 고령화, 대형작업기의 보급 등으로 소형기종에 비해 대형농기계의 사용이 증가할 것으로 전망된다.

농업의 친환경화와 환경오염 방지 및 에너지 절감 요구가 점차 증대되고 있으며, 국내 소비자들의 웰빙 추구로 인해 이와 관련된 수요 증대가 예상된다. 인류 생존의 기본요소인 식량안보를 확보하기 위해서는 곡물 증산을 위한 생산성 개선, 수출국 농가소득 증가에 따른 구매여건 개선, 농업인구의 고령화 추세로 인하여 전 세계적으로 농기계 수요가 지속적으로 증가할 것으로 전망된다.

친환경 시대에 맞춰 수요자의 농산물 기호 변화에 맞춰 새로운 분야의 농기계를 개발하고 그에 따른 수요를 창출할 수 있을 때 농기계 산업의 전망은 밝을 것으로 예상된다.

○ 경쟁기관현황

국내 동력제초기는 아세아텍을 비롯한 대형농기계회사와 성도와 같은 수입전문회사 그리고 중소기업에서 다양하게 제작판매하고 있으며 수십개의 업체가 난립되어 있다. 그러나 제초기 전문업체로 시장 주도를 하고 있는 업체는 없는 실정이다.

다. 국외 기술 수준 및 시장 현황

○ 기술현황

일본의 경우 밭 농업 규모와 재배 방식이 우리나라와 유사한 경우가 많으며 대형 농가보다 중·소형 농가가 많으며 그에 적합하게 밭에서 사용하기 좋은 소형 제초기를 개발하고 있다. 이미 우리나라보다 상당히 많은 밭작물 제초기가 개발되어 있으며, 작은 텃밭 대상의 미니 제초기까지 개발하고 있다. 일본에서 개발된 밭작물 제초기는 고효율 엔진을 사용하여 작업속도가 빠를 것이라 예상되나 가격이 우리나라 제품보다 비싼 편이다.



혼다 밭작물 관리기



니카리 밭 제초기



야마토 미니관리기

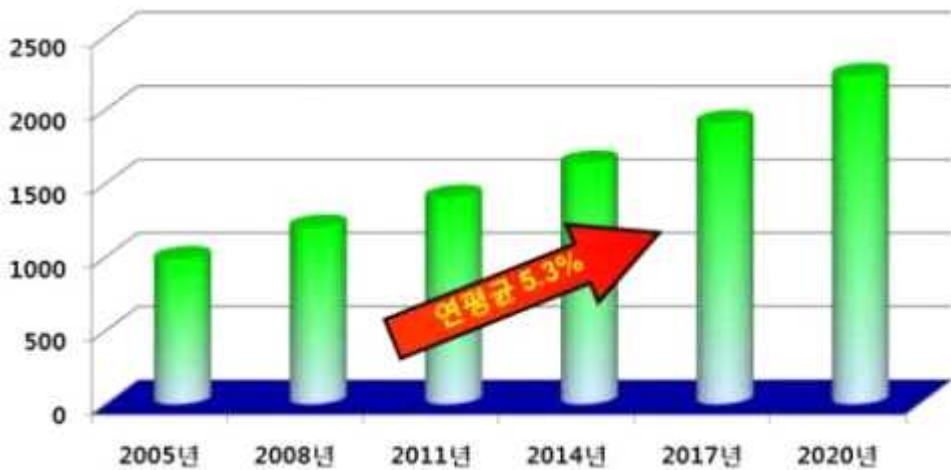
밭작물 재배 규모가 소형 농가보다 대형 농가가 많은 유럽이나 미국의 경우에는 재배 규모에 맞는 대형 농기계가 많으며 제초 작업은 주로 트랙터에 부착하여 대규모로 제초 작업을 진행하는 제초 작업기가 많다. 대형 농기계를 사용하므로 제초 작업속도는 매우 뛰어나나 소형 농가가 많은 우리나라에서 쉽게 사용하기 힘든 편이며 고가이다.



대형 농가에서 사용되는 대형 제초기

○ 시장현황

세계 농기계 시장은 1단계( '09~ '13년) : 년 1,500억\$, 2단계( '14~ '18년) : 년 2,000억\$으로 연평균 5.3% 증가하고 있는 것으로 나타났으며, 최근 중국의 농업기계화율이 약 46%( '10년) → 70%( '20년) 으로 큰 폭의 증가세를 보이는 것으로 나타났다.



세계 농기계시장 규모 전망(FAO 통계)

본 연구에서 개발하고자 하는 중경제초기 해외 시장측면에서는 대부분이 대형 트랙터에 부착되는 형태의 트랙터 부착형의 제초기로 국내 실정과는 맞지 않는다. 따라서 본 연구에서 개발하고자하는 중경제초기와는 차이가 있는 것으로 파악된다.



1-3. 연구개발 범위

(1차년도)

1) 연구개발 목표

가) 주관연구기관(일진기계)

- : 기초자료 분석
- : 중경제초기 시작품 설계, 제작, 시험

나) 위탁연구기관(경북대학교 산학협력단)

- : 중경 제초부 방식 및 구조 설계
- : 중경제초날의 형상 설계
- : 소요동력 예측 및 동력전달시스템 모델링

2) 개발 내용 및 범위

가) 주관연구기관(일진기계)

○ 원가구조 분석

- 기존 제품에 대한 원가표 및 파트리스트 예는 아래 표에 나타내었으며, 향후 개발을 통해 국내제품은 원가경쟁력으로 접근하고 수출용 제품은 정밀한 제어기술 확보를 통한 성능 및 품질경쟁력 확보를 통해 추진할 예정이다.

다목적 밭농업기계의 원가표(발췌) 예

| No. | Part name               | Q'ty | Unit Price | Amount  |
|-----|-------------------------|------|------------|---------|
| 1   | STEERING CYLINDER ASS'Y | 1set | 180,000    | 180,000 |
| 2   | BALL JOINT ASS'Y        | 2set | 25,000     | 50,000  |
| 3   | HYDRAULIC HOSE ASS'Y    | 4set | 8,000      | 32,000  |
| 4   | NIPPLE                  | 1set | 6,000      | 6,000   |
| 5   | PRIORITY VALVE ASS'Y    | 1set | 75,000     | 75,000  |
|     | ...                     | ...  | ...        | ...     |

○기존 제품의 분석

- 기존 판매되고 있는 소형제초기에 대한 기술 및 성능에 대한 벤치마킹 요소 분석



기존 제초기 제품 예

○ 세부 선행특허조사 및 회피전략 수립

- 기존 자체 분석 자료 외 전문기관에 의뢰하여 세부적인 선행 특허 조사를 통한 회피전략 수립 및 특허포트폴리오 구축 방안 모색

○ 주행부, 세시부, 제초부 설계 개발

- 기존의 밭농업용 중경제초기들은 로터베이터 칼날을 이용한 중경제초 방식으로 회전 날과 축의 중심에 잡초가 감겨 작업효과가 떨어지는 구조적인 문제점이 있으며, 주행 편의성이 여성 및 고령자들에게는 고려되지 않아 주행 및 조작이 쉽지 않다. 본 연구에서는 가볍고, 주행 안정성이 높고, 소형으로 여성 고령자들도 쉽게 운전할 수 있도록 개발할 예정임

나) 위탁연구기관(경북대학교 산학협력단)

○ 제초기 방식 및 구조 설계

- 시뮬레이션을 통한 구조해석 검증 방법
- CAE 해석을 위한 3차원 모델링

: 각 구성 파트 및 전체 가이드 2D 설계 공동 수행

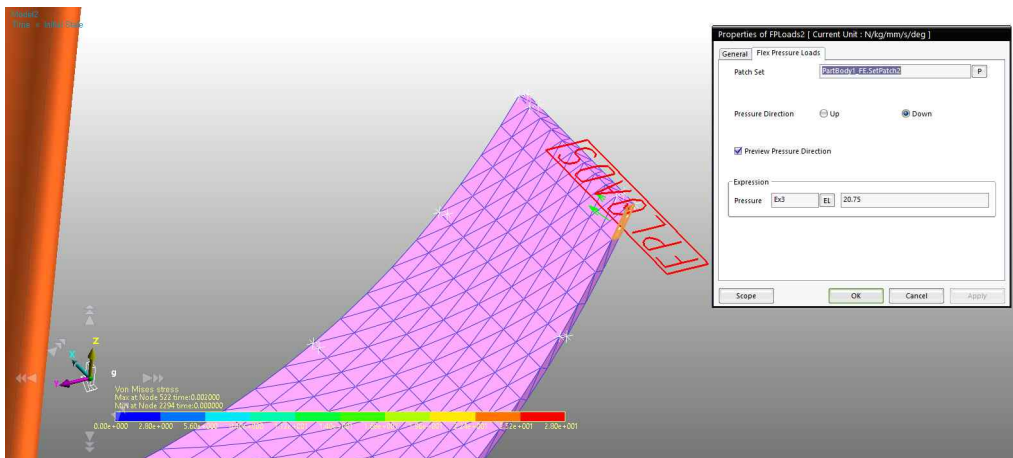
: 2D 설계 데이터를 통해 3차원 해석 소프트웨어를 이용하여 부품 모델링 및 어셈블리

○ 중경 제초날의 형상설계 및 응력해석

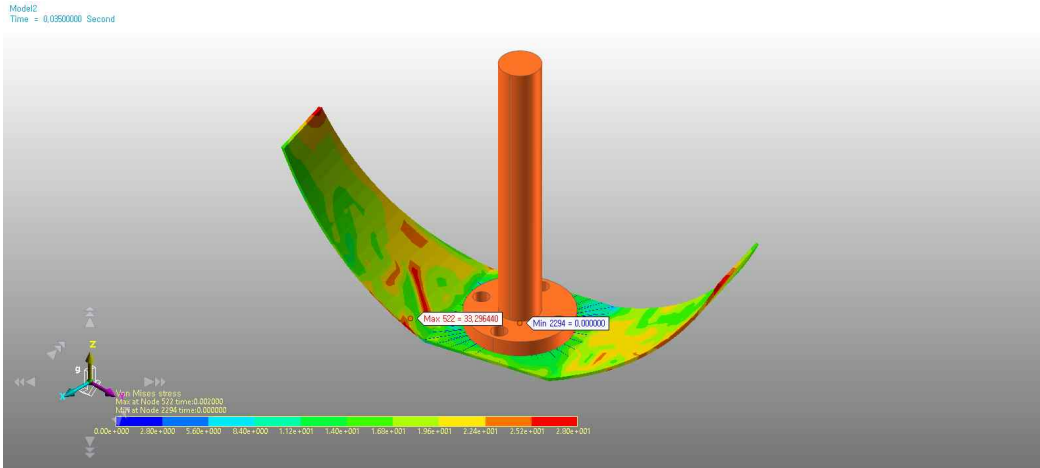
: 각 부분별 구성부품 및 전체 가이드의 데이터 입력

: 각 부품간 구속조건 설정

: 제초부의 응력해석 및 변형 해석

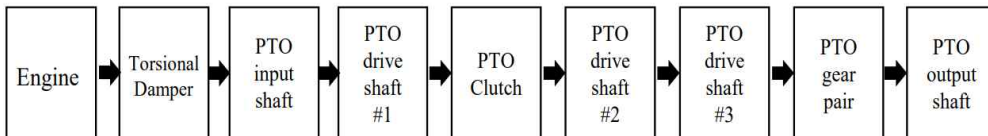
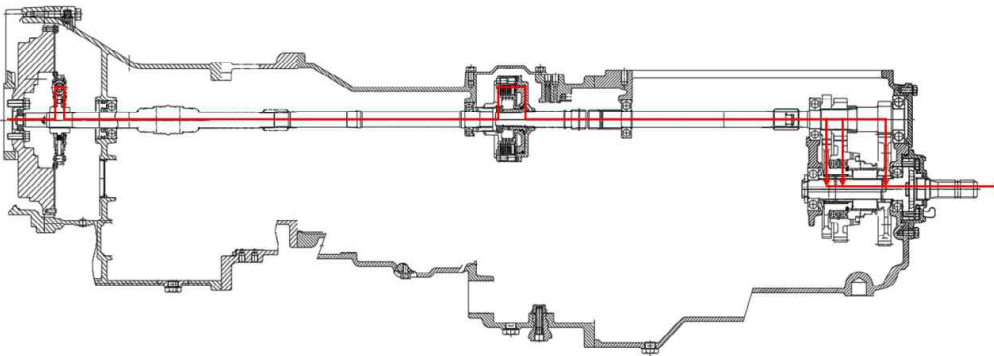


제초칼날의 응력해석을 위한 메쉬 설정 예



제초칼날의 응력해석 예

- 안정성 검토 및 취약부 보강
  - : 해석결과 데이터를 바탕으로 취약부 및 개선이 필요한 부품 선별
  - : 취약부 개선을 위한 소재변경 또는 보강 등의 대안모색
- 소요동력 예측
  - 제초기의 주행 구동축, 제초구동축에 동력을 전달하여 작업을 수행함
  - 토크 및 회전수를 이용하여 입력축의 소요동력 예측



PTO축의 동력전달 구조 예

- 제초기 소요동력

$$P_{mt} = (P_{Ls} + E_{sc}v_f)w_c$$

- 동력전달시스템 모델링
  - 동력전달 장치 내구성, 역학, 진동 등 극한의 조건에서 최적화된 설계가 중요
  - 동력전달 시스템 모델은 3D 디자인 툴 이용하여 기초프레임 및 주요 작업부 모델링

$$P_c = \frac{1000 C_f F_{smax} m_f}{\rho_f L_c}$$

$P_c$  : power required for chopping, kW

$C_f$  : ratio of average to maximum specific cutting force

$F_{smax}$  : maximum specific cutting force, N/mm

(2차년도)

1) 연구개발 목표

가) 주관연구기관(일진기계)

: 동력장치부 개발

: 시작기 2차 시스템 제작 및 시험(농업기술실용화재단 종합분석검정센터 의뢰)

나) 위탁연구기관(경북대학교 산학협력단)

: 동력 전달시스템 개발

: 시제품 성능평가 및 수정보완

: 경제성 분석

2) 개발 내용 및 범위

가) 주관연구기관(일진기계)

○ 동력장치부 개발

- 주행 및 제초날 구동을 동시에 진행하고, 방향전환이 최적화 개발

- 동력장치부는 위탁기관인 경북대학교에서 제공하는 동력전달시스템 시뮬레이션 결과를 반영하여 주행부의 구동과 제초부의 구동을 하나의 엔진을 사용하도록 할 예정이며, 두가지 동력을 모두 수용할 수 있는 엔진 사양을 선정하고, 해석결과에 따른 축 및 기어박스를 제작할 예정이다.



기어 박스 예



가솔린 엔진 장착 예

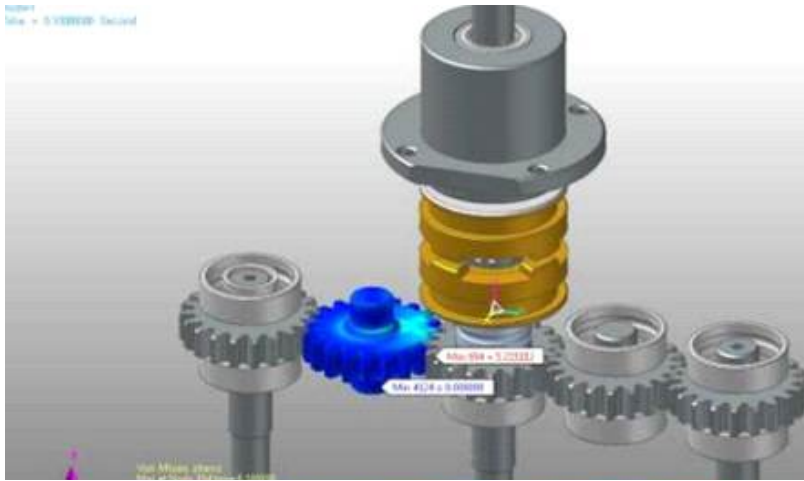
○ 시작기 시스템 제작 및 시험

- 상기 사항들을 토대로 제품이 시작기를 제작하고, 기본 시험과 무부하 및 부하시험 검토와 함께 간이 현장시험 진행

- 상용화를 위한 양산설계 및 제품화
  - 시제품 시험 및 검정 완료와 동시에 양산 설계 및 제품화
  - 능가 맞춤형 보급 모델 및 매뉴얼 개발
  - 연사회 개최 및 전시회 출품을 통한 홍보
  - 고객 니즈의 피드백(전화설문조사, 방문조사 등)을 통하여 제품에 반영

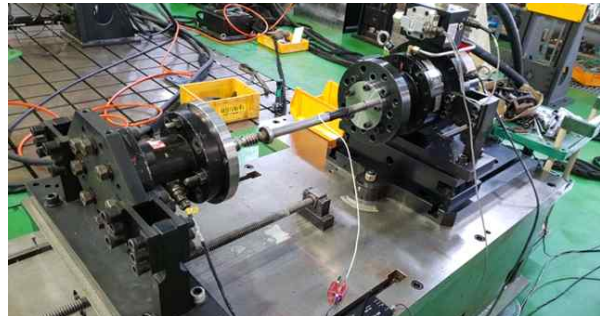
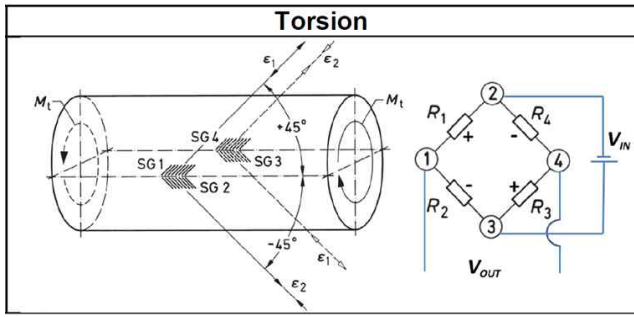
나) 위탁연구기관(경북대학교 산학협력단)

- 동력전달시스템 시뮬레이션 및 최적화
  - 시스템의 물리적 작용을 모델링, 해석 및 분석
  - 개발된 시뮬레이션 모델의 각 구성요소의 결과를 기반으로 시뮬레이션 모델을 검증
  - 개발된 기계의 설계 사양을 만족하는지 검증

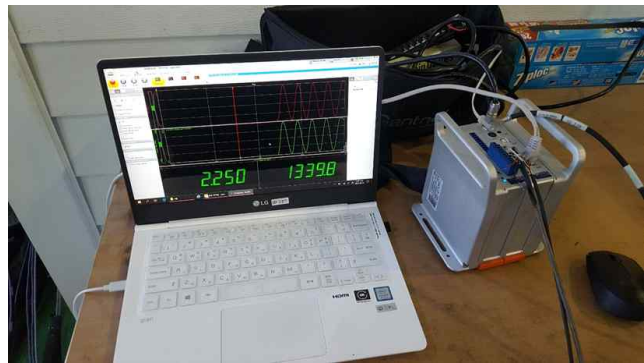
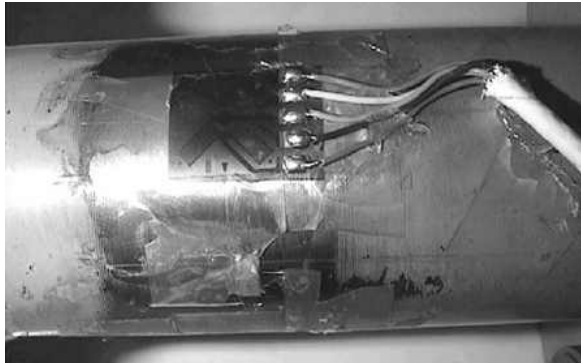


동력전달시스템 모델링 예

- 성능평가 및 수정보완
  - 주행 시험
    - : 무부하 및 부하시 연속 구동 시험
    - : 작업 부하 시험
  - 기존 기계 대비 현장시험을 통한 성능 검증
    - : 현장 실증 시험
    - : 연속 구동 시험, 현장 실제 작업 시험



Torsion testing machine & troque strain



Strain gage & Data aquisition system

- 시제품의 내구성, 안전성, 효율성 등 시험  
: 농업과학기술 실용화재단의 종합검정
- 시제품의 경제성 분석
  - 농업과학기술 경제성 분석 기준자료 및 농업용 면세유류 공급요령에 준함
  - 작업체계 및 데이터 분석에 따른 경제성 분석 및 시장 조사

## 제2장 연구수행 내용 및 결과; 주관연구기관 : 일진기계

### 제1절 소형 제초기 개발

#### 가. 기존 제품의 분석

- 기존 판매되고 있는 소형제초기에 대한 기술 및 성능에 대한 벤치마킹 요소 분석

국내 대부분의 밭농업에서는 제초제를 많이 사용한다. 주로 정식이나 파종을 하기 전에 제초제를 살포하고 작업하는 경우가 많다. 최근 들어 친환경이나 유기농으로 영농하는 농가나 특히 귀농 귀촌하는 새내기 농업인의 경우 제초제 사용을 배제하고 멀칭비닐을 사용하여 잡초 발생을 억제하는 경우가 늘어나고 있다.

멀칭비닐을 사용하는 작물중에서도 양파, 마늘, 참깨와 같이 유공비닐을 사용하여 수작업으로 파종이나 정식을 하는 경우에는 이랑의 잡초 발생을 예방할 수 있어 이랑면 즉 주간사이의 잡초는 특별히 관리 하지 않아도 된다. 그러나 고랑의 경우 대체로 작업 통로나 배수구용으로 이용되기 때문에 대부분 멀칭비닐을 피복하지 않게 된다.

작물이 정식 초기나 파종 직후 초기에는 잡초의 성장세가 작물보다 왕성하기 때문에 한두 번의 잡초 제거가 필요하고 이 경우에도 제초제를 사용하는 경우도 있다. 그러나 아래 사진과 같이 고랑에는 기계식 제초기를 사용하게 된다.

국내 공급되거나 발표된 소형 고랑제초기는 아래 사진과 같으며, 일본산 수입 완제품 몇종이 이용되고 있다. 소형관리기 부착 또는 전용기의 제초기는 가솔린 엔진을 사용하고 있어서 자중이 50kg 정도로 무겁고, 엔진 소음과 진동이 심하여 여성 친화형으로 이용이 곤란한 수준이고 포장으로의 이동이나 관리에 남성이 할 수 밖에 없다.



그림 2-1 기존 제초기 제품 예

#### 나. 세부 선행특허조사 및 회피전략 수립

여성친화형 소형 제초기 개발을 위하여 국내외 특허정보를 수집분석하였다. 아래 표는 국내 특허 중 소형제초기에 근접한 특허내용을 요약하였다. 국내 발표된 제초관련 특허는 대부분 수도작용 제초기, 트랙터나 경운기, 관리기, 또는 승용 제초기에 대한 내용이 주를 이루고 있었다. 본 과제와 관련한 특허 내용은 검색되지 않았으나 제초방식에 있어서 쟁기 방식이나 중경 방식에서는 특이한 기구가 검색 되기도 하였다.

본 과제에서는 특히 여성 친화형 소형 제초기로 여성이나 고령자가 관리하고 운전하기 용이한 수준으로 무게가 가벼워야 하고, 엔진을 사용하는 경우 소음이나 진동으로 인해 여성 작업자가 기피하게 되는 것에 개발 전략을 수립하였다. 특히 고랑의 경우 조건 제초는 중경이나 쟁

기 방식이 역시 유효한 제초 기구가 될 것으로 판단하였고, 주간 즉, 작물 포기 사이에는 호미 작업에 해당하는 기구가 필요하였다.

표 2-1 관련 특허 현황

| No | 발명의 명칭     | 출원/등록번호         | 출원인    | 주요내용                          |
|----|------------|-----------------|--------|-------------------------------|
| 1  | 농업용고랑제초기   | 20-0488946      | 신정호    | 트랙터 부착형, 3련식, 전후반 제초복주기 쟁기 방식 |
| 2  | 동력중경제초기    | 10-0691361      | (주)파루  | 수도작용 자주식 중경제초장치               |
| 3  | 자주식 동력 제초기 | 10-2016-0123365 | (주)성진택 | 소형엔진 수도작 중경제초장치               |

다. 시작품 1호기 개발

기존의 밭농업용 중경제초기들은 로터베이터 칼날을 이용한 중경제초 방식으로 회전 날과 축의 중심에 잡초가 감겨 작업효과가 떨어지는 구조적인 문제점이 있으며, 주행 편의성이 여성 및 고령자들에게는 고려되지 않아 주행 및 조작이 쉽지 않다. 본 연구에서는 가볍고, 주행 안정성이 높고, 소형으로 여성 고령자들도 쉽게 운전할 수 있도록 기본적인 설계를 수행하였다.

시작품 1호기는 아래 그림과 같이 소형 가솔린 엔진을 이용한 고랑 제초기로 자주형으로 주행바퀴와 로터베이팅 칼날부를 구동하도록 구성하였다. 밭작업용이므로 주행용 바퀴에는 러그가 필요하였으며, 주로 관리기나 경운기, 트랙터에 적용하는 고무바퀴를 사용하거나 철재륜을 사용하도록 하였다. 또한 톱니형의 제초날을 사용하여 제초하는 제초기를 시도하였다.

제초부에서는 중경을 위하여 로터베이팅 방식을 적용하였고, 구동륜과 평행되게 수직로터리발을 양측에 배치하여 제초하도록 하였다. 또한 후방에는 소형 쟁기를 장착하여 미제초 잡초를 경운반전하고 복주기 기능을 추가하여 잡초를 제거하도록 구성하였다.

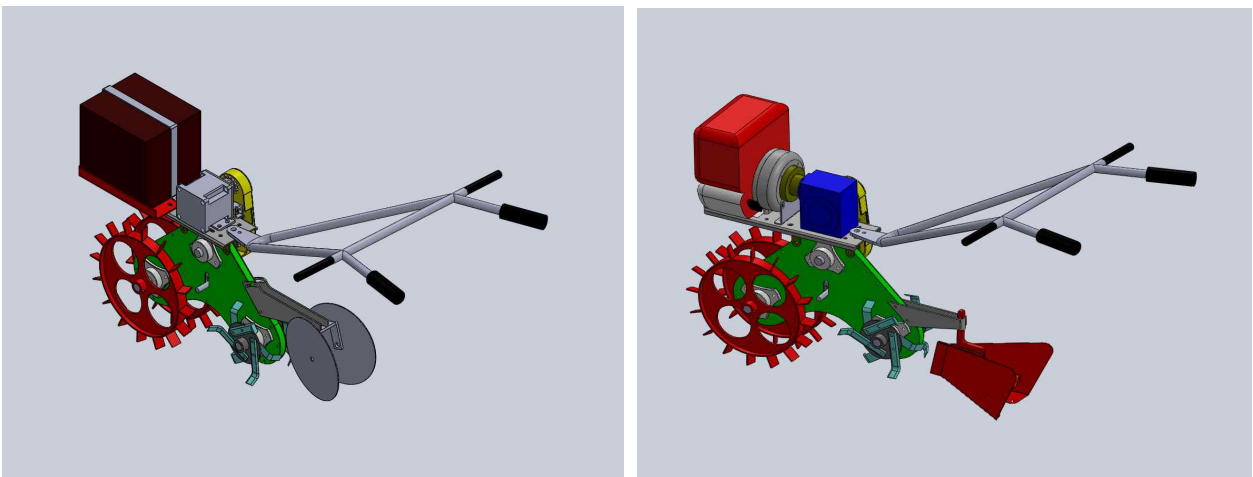


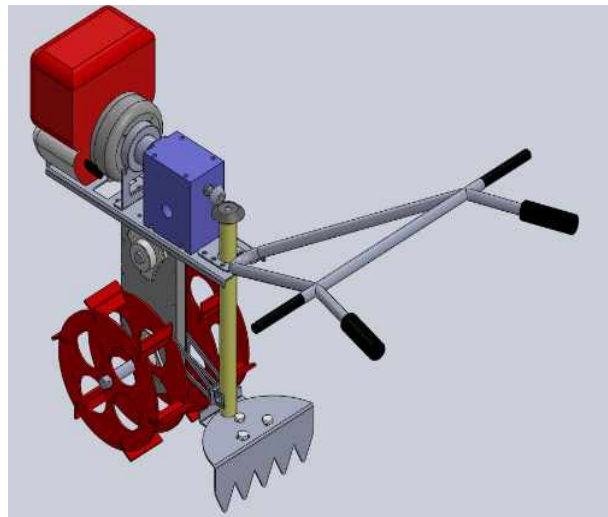
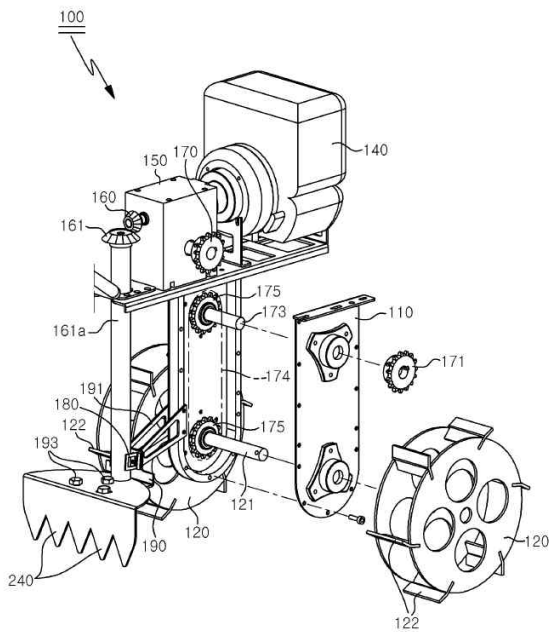




그림 2-2 시작품 1호기 수직 제초날 방식



그림 2-3 시작품 1호기 현장시험



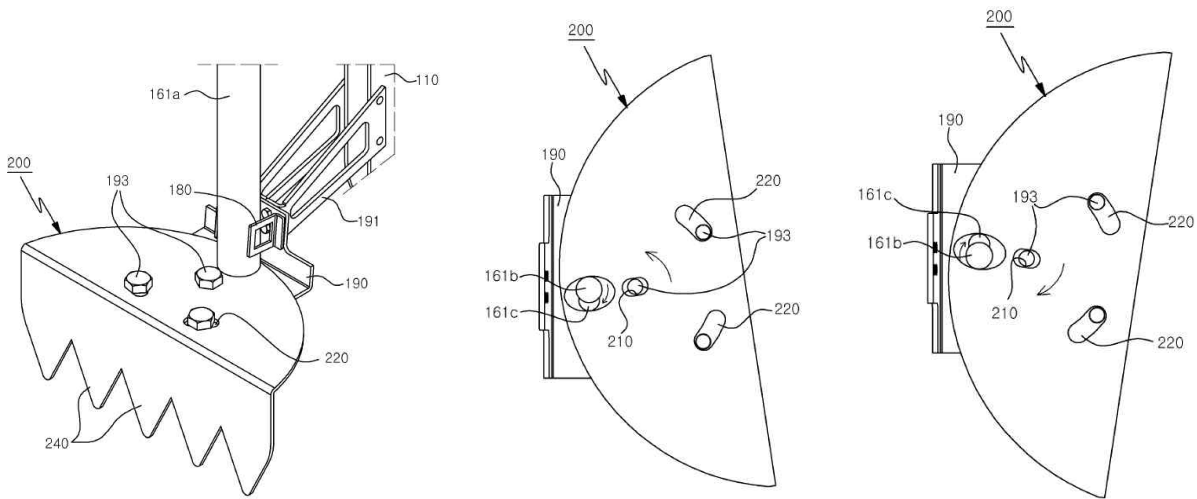


그림 2-4 왕복달 제초기기의 구성

시작품 1호기 중 또 다른 방식으로 위 그림에서와 같이 톱니형 쟁기를 제작하여 미세초구역에서의 미세초를 없애도록 하였다. 고랑은 바닥면이 작물의 재배가 진행 됨에 따라 수평면으로 되고 주로 바닥에 잡초가 발생하므로 고랑 바닥의 잡초제거를 위한 제초기의 일 레로 구성하였다. 그림에서와 같이 톱니형 제초날은 좌우로 왕복동으로 작동하여 잡초를 제거하는 방식으로 구성하였다.

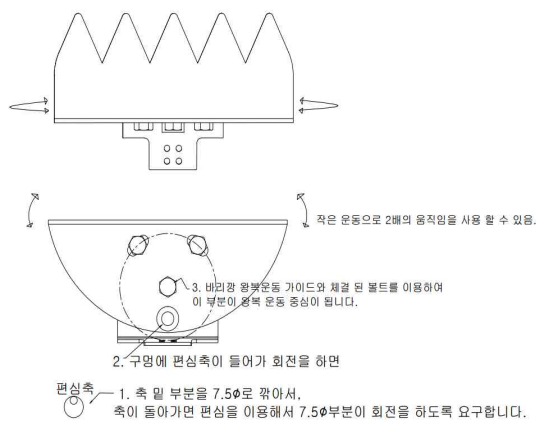


그림 2-5 시작품 1호기 왕복동 톱니날

#### 라. 시작품 2호기 개발

여성 친화형 소형 제초기의 1년차 시작품 1호기의 현장 시험에서 보완하여 시작품 2호기를 설계하였다. 시작품 1호기는 구동륜과 평행하게 제초날을 회전하도록 하면 제초날 사이에 미세초구역이 발생하게 된다. 후방에 쟁기로 잡초를 제거하긴 하지만 중경부분이 부족하여 잡초의 제거 완벽하지 못한 문제점이 있었다

시작품 2호기는 아래 그림과 같이 수평방향의 제초날 구동하였다. 그림에서와 같이 수평 구동날은 전면적으로 중경과 동시에 잡초를 제거하면서 진행을 할 수 있어 완벽하게 바닥면의 잡초를 제거할 수 있었다.

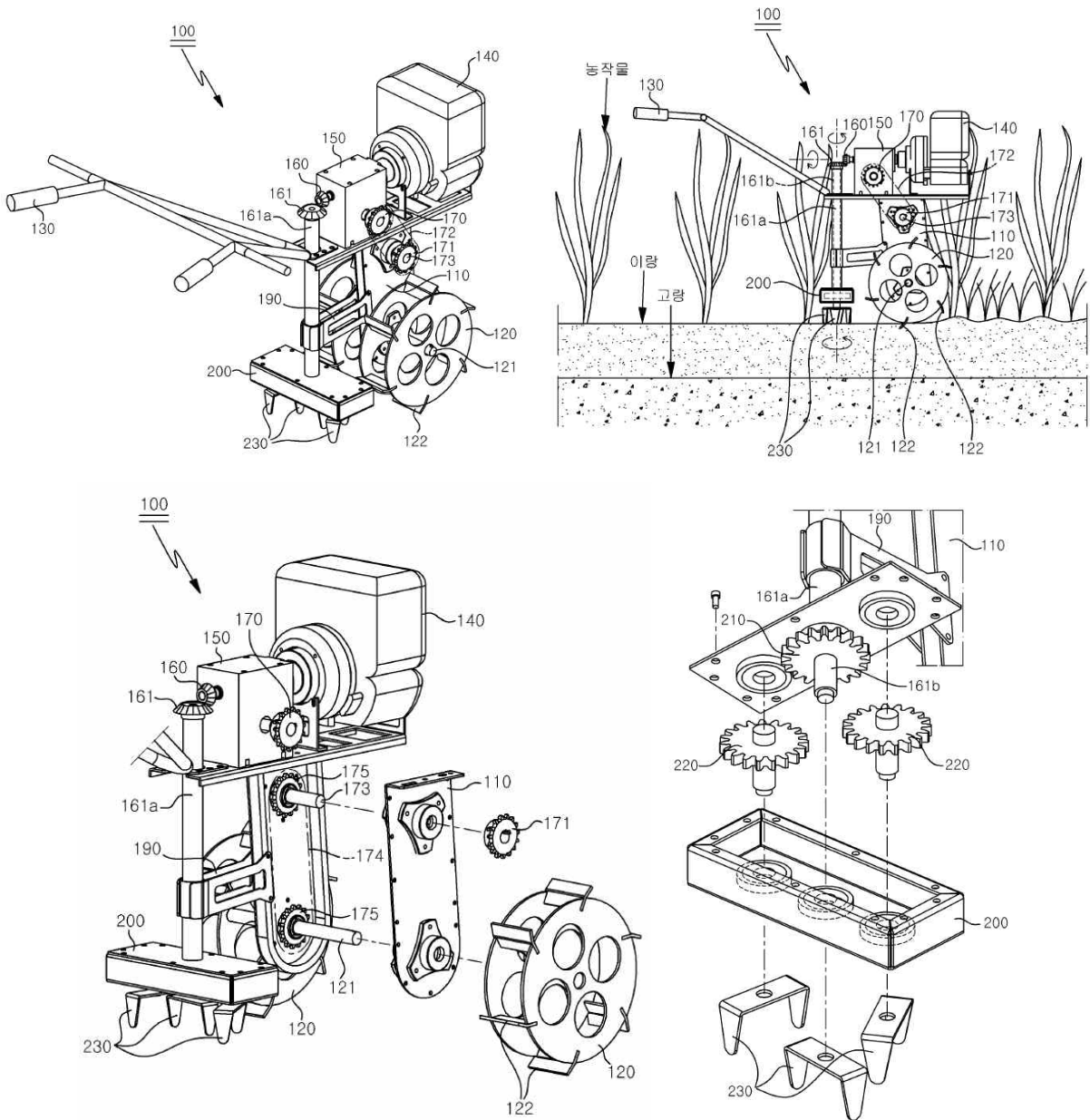


그림 2-6 시작품 2호기 수평 제초날

마. 시작품 3호기 개발

시작품 2호기는 수평 회전 제초날 3개가 일진선상에 수평으로 제작 설치하였다. 이렇게 제작한 2호기는 바닥면의 수평면에서만 잡초를 제거할 수 있었다. 그러나 실제 밭작물의 재배 현장에서는 고랑의 바닥 뿐만 아니라 이랑의 비탈면에서도 잡초가 자라게 되므로 비탈면 또는 둥근 고랑 바닥에서의 잡초 제거가 필요하였다.

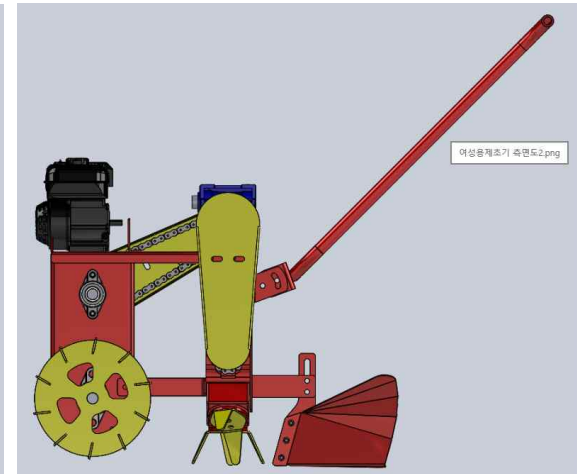
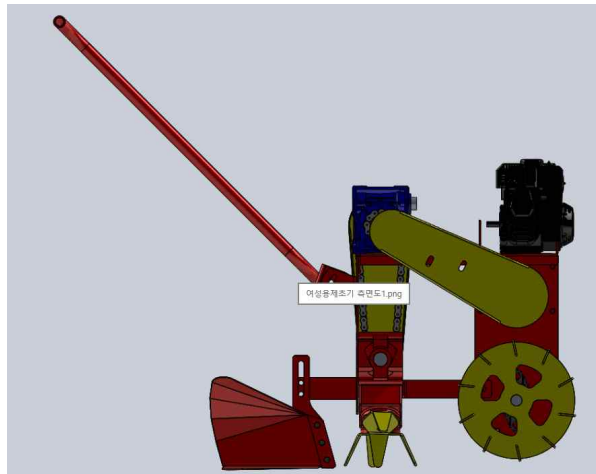
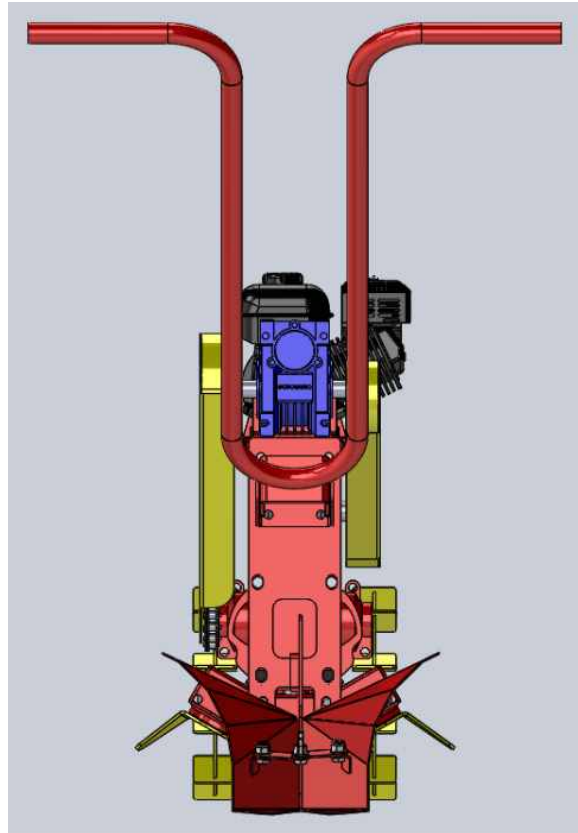
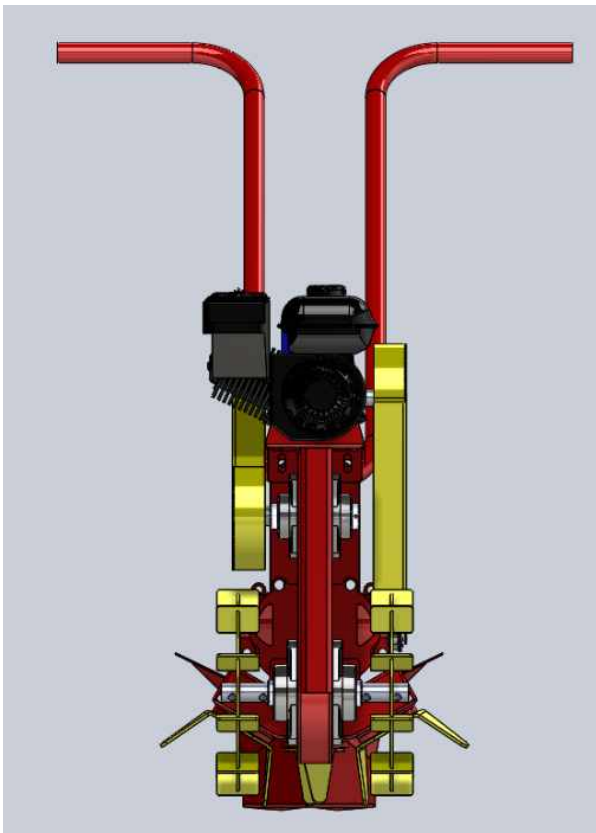
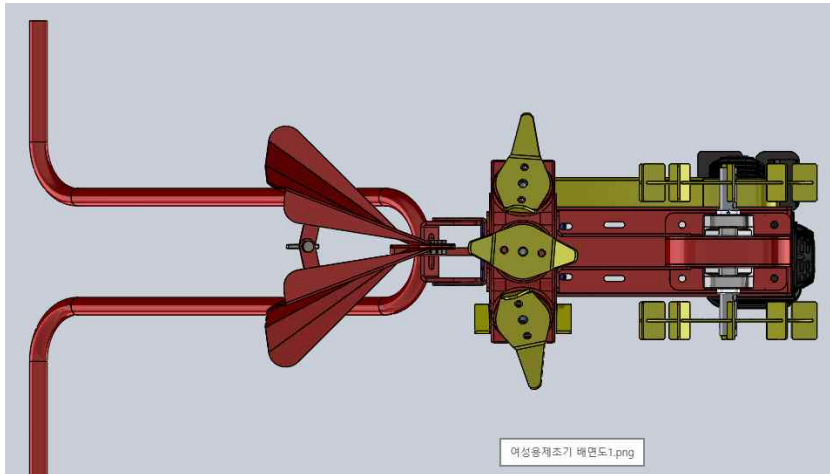




그림 2-7 시작품 3호기 수평경사 제초날

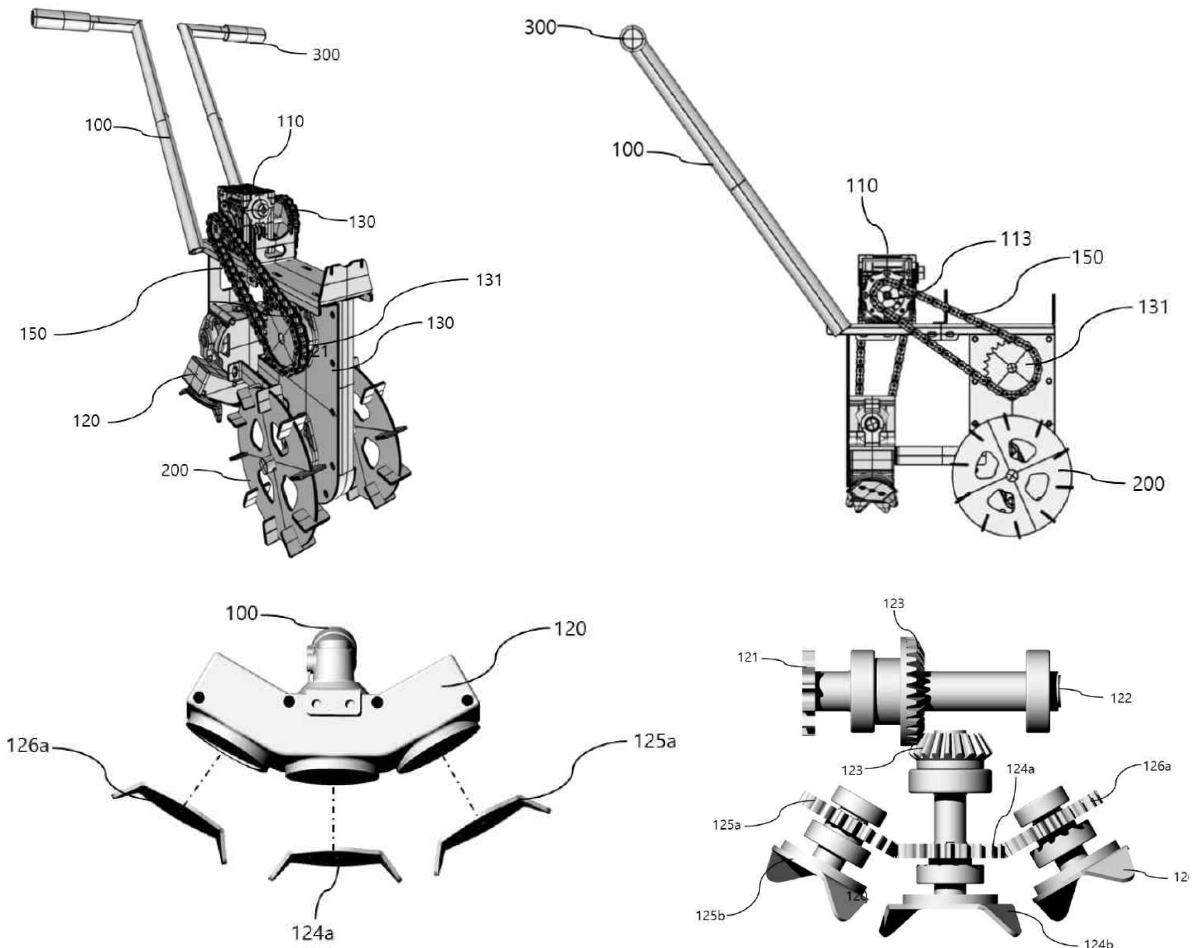


그림 2-8 시작품 3호기 구성도

시작품 3호기는 사진과 같이 수평회전 날 1조와 양 측면 경사 회전날(30°) 2조로 조합된 제초날을 회전 구동하여 제초하고 후방에 소형 쟁기를 설치하여 제초와 동시에 복주기 기능이 가능하도록 구성하였다. 제품화한 시작품 3호기는 제초폭 300mm 중경제초깊이 30mm 복주기 높이 150mm 작업속도 2.0km/hr의 작업 성능을 확보하였으며 무게는 30kg으로 이동과 관리가 용이하게 제작하였다.



그림 2-9 시작품 3호기 현장시험

마. 여성 친화형 소형 제초기 제품화 개발

개발한 시작품 3호기는 최종 제품화 하였으며 20년 12월 31일자로 농업신기술을 획득하였다. 이어서 21년 한국농기계공업협동조합의 용자기종으로 등록하였으며 온라인 유통업체에 판매 의뢰 중이고, 조달품목으로 등재를 추진하고 있다.

제 53-95호

**NAT**  
NEVER EXCELLENT TECHNOLOGY

**신 기술 인증서**

기술명 : 고랑바닥과 측면의 동시 제초 및 배토 기술  
 기관명 : 일진기계  
 대표자 : 박재경  
 소재지 : 대구광역시 북구 검단공단로 92-24(검단동)  
 인증번호 : 53-95  
 유효기간 : 2020년 12월 31일부터 2022년 12월 30일까지

위 기술을 「농림식품과학기술 육성법」 제12조의2에 따른 신기술로 인증합니다.

2020년 12월 31일

**농림축산식품부장관**

**신제품**

여성 노약자를 위한 초경량  
**보행형 밭고랑 배토기**

**특허출원**

유튜브에서 밭고랑 제초기 검색하시면 보실수있습니다.

**간편한 조작**  
클러치나 기어가 없음

**작업은**  
제초·배토·고랑작업

**안전속도**  
시속 3km 이내로 안전함

**기대사양**  
품명 (U-300m)

| 규격 | 작업능력  |        |           |
|----|-------|--------|-----------|
| 길이 | 700mm | 저조폭    | 300mm     |
| 높이 | 850mm | 제초 깊이  | 30mm      |
| 폭  | 550mm | 복주기 높이 | 150mm     |
| 무게 | 30kg  | 제초속도   | 2.0km/hr  |
| 엔진 | 1.8HP | 회전각도   | 30° - 30° |

그림 2-10 시작품 3호기 현장시험

본 과제는 지정공모 과제로 과제공모 시 “여성 친화형 소형 제초기 개발”의 제목으로 공모되어 사업계획서를 제출하여 선정되었음. 과제선정 후 농림축산식품부 정책담당관(유\*\* 사무관)의 과제추진심의과정에서 여성농업인연합회의 의견을 반영하라는 지시를 받았으며, 여러차례 의견 조율을 통하여 고랑제초와 배토기능을 갖는 수작업의 호미 작업에 근접한 배토 기능이 있는 제초기로 개발하게 되었음.

그리하여 1,2차 년도 시작기의 형태가 상이하게 개발 제작되었으며 최종적으로 배토 기능이 있는 고랑제초기로 개발하게 되었음. 이에 따라 농업실용화재단의 농업신기술 지정심사에서도 “고랑 바닥과 측면의 동시 제초 및 배토 기술”로 명칭이 정정되게 되었음.

이어서 한국농기계공업협동조합의 용자기종신청시에도 안정검사기종으로 신청하였으나 심사과정에서 자유진입기종으로 변경되었고, 분류는 제초기가 아닌 동력 배토기로 가격집에 등재하게 되었음.

|                  |               | 2100035206281 | FRV-9 | 배토폭cm |          |
|------------------|---------------|---------------|-------|-------|----------|
| <b>61. 동력배토기</b> |               |               |       |       |          |
| (주)아세아테크         | 2100040184475 | AH-250        | 18    | 1,280 | 보행형로타리   |
|                  | 2150003148211 | AVR-650       | 25    | 1,280 | 승차식(수관용) |
| (주)범양            | 2100026854863 | MKF-A455VE    | 18    | 1,280 | 승차식(수관용) |
|                  | 2100041394996 | MKF-A415      | 18    | 1,280 | 승차식(수관용) |
| (주)부영기계          | 2100036854856 | MKF-345       | 21    | 680   | 보행식(수관용) |
|                  | 2100042795259 | NTH-1         | 21    | 1,280 | 승용형      |
|                  | 2100042795242 | NL-1          | 21    | 1,280 | 승용형      |
|                  | 2100042795228 | KF-23         | 22    | 640   | 보행형      |
|                  | 2100035763807 | BNL-1         | 24    | 1,280 | 승용형      |
|                  | 2100040193866 | K35VS         | 63    | 1,280 | 보행형      |
|                  | 2100042795211 | BR4200        | 63    | 760   | 보행형      |
|                  | 2100032485900 | BR420         | 63    | 760   | 보행형(1관)  |
| (유)성원산업          | 2100031301614 | MKF-A430      | 19    | 1,280 | 승용형      |
|                  | 2100031723126 | SW420P        | 30    | 760   | 보행형      |
|                  | 2100035203303 | SW420         | 30    | 600   | 보행형(수관용) |
|                  | 2100031301607 | MKF-345       | 30    | 680   | 보행형로타리   |
| (주)세원케이씨케이       | 2100042796225 | SW-5          | 24    | 1,280 | 승용형      |
| 일진기계(박재경)        | 2100047535454 | IJ-300M       | 30    | 1,020 | 보행형(1관)  |
| 진성공업             | 2100046540756 | SM-V10        | 30    | 1,280 | 보행형(1관)  |
| <b>62. 동력분무기</b> |               |               |       |       |          |

### 제 3장 연구수행 및 결과 : 위탁연구기관 : 경북대학교 산학협력단

#### 제1절 소형 중경제초기 설계 인자 분석

##### 1. 작물별 재배 면적 및 양식 조사

여성 고령자를 위한 밭고랑 제초기의 형상 설계에 활용하기 위하여 재배면적을 조사하였다. 조사 대상으로는 대한민국 밭작물 재배면적이 높은 상위 작물 5개(콩, 고추, 마늘, 감자, 배추)를 대상으로 조사하였으며 재배면적은 표 3-1과 같다(통계청, 2019).

<표 3-1> 작물별 재배 면적

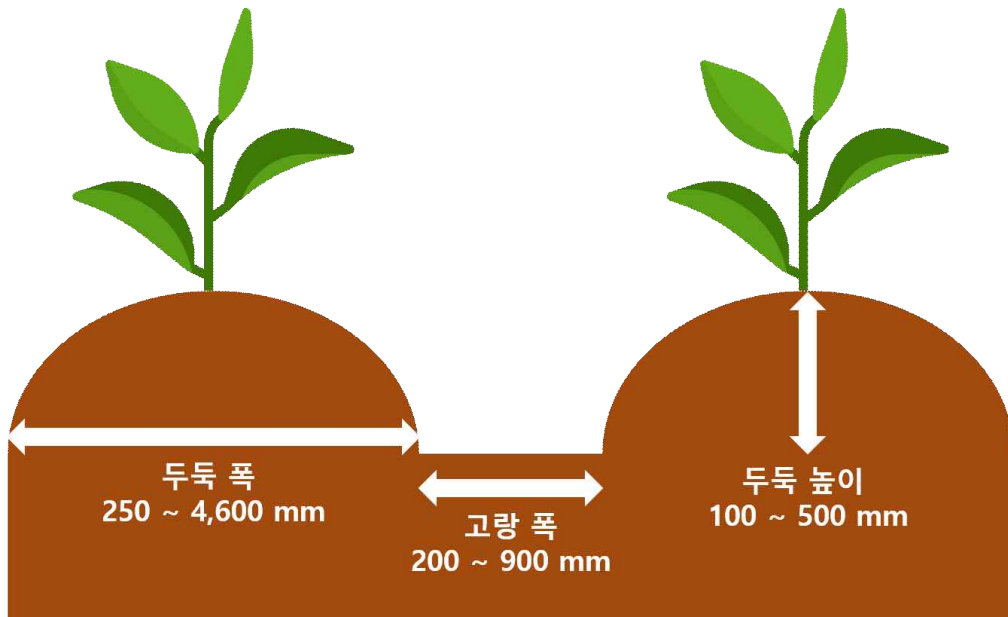
| 작물 | 재배 면적 (ha) |        |        |
|----|------------|--------|--------|
|    | 2017       | 2018   | 2019   |
| 콩  | 45,556     | 50,638 | 58,537 |
| 고추 | 28,337     | 28,824 | 31,644 |
| 마늘 | 24,864     | 28,351 | 27,689 |
| 감자 | 19,643     | 21,762 | 24,384 |
| 배추 | 30,018     | 29,437 | 24,203 |

또한, 밭고랑 제초기의 설계 인자를 도출하기 위하여 콩, 고추, 마늘, 감자, 배추의 재배양식을 조사한 결과 전체 작물의 평균 두둑 폭은 1064.33 mm, 두둑 높이는 231.67 mm, 고랑 폭은 401.33 mm로 나타났으며, 표 3-2와 같다(농림축산식품부, 2014).

<표 3-2> 작물별 평균 재배 양식

| 작물 | 두둑 폭 (mm) | 두둑 높이 (mm) | 고랑 폭 (mm) |
|----|-----------|------------|-----------|
| 콩  | 683.33    | 241.67     | 316.67    |
| 고추 | 760.00    | 268.33     | 640.00    |
| 마늘 | 2750.00   | 140.00     | 333.33    |
| 감자 | 486.67    | 300.00     | 325.00    |
| 배추 | 641.67    | 208.33     | 391.67    |
| 평균 | 1,064.33  | 231.67     | 401.33    |



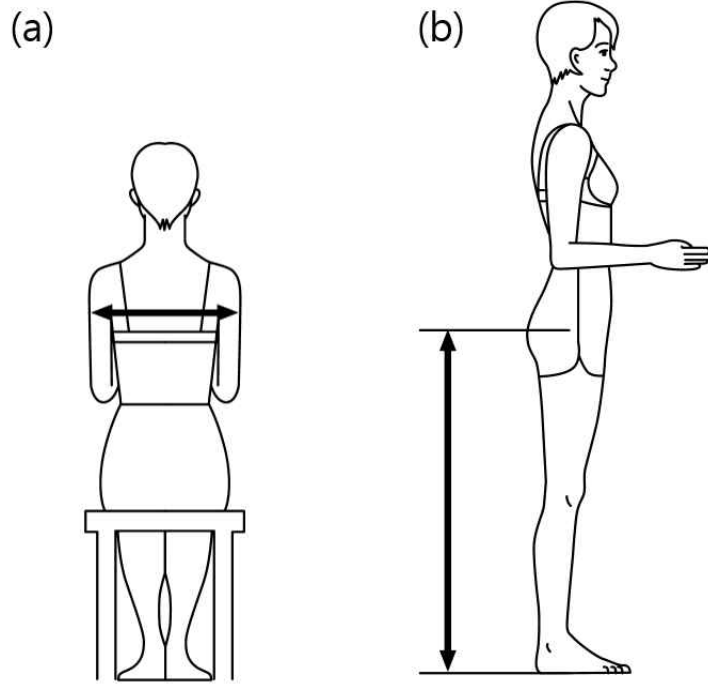


〈그림 3-1〉 작물 재배 양식

고랑 측정결과를 바탕으로 밭고랑 제초기의 폭은 200 mm보다 좁게 제작하여야 비닐로 멀칭되어있는 두둑을 손상 없이 작업할 수 있을 것으로 판단되어 밭고랑 제초기의 폭은 200 mm 이내로 선정하였다. 또한, 바퀴의 크기는 평균 두둑 높이를 반영하여 231.67 mm 이상으로 선정하였다.

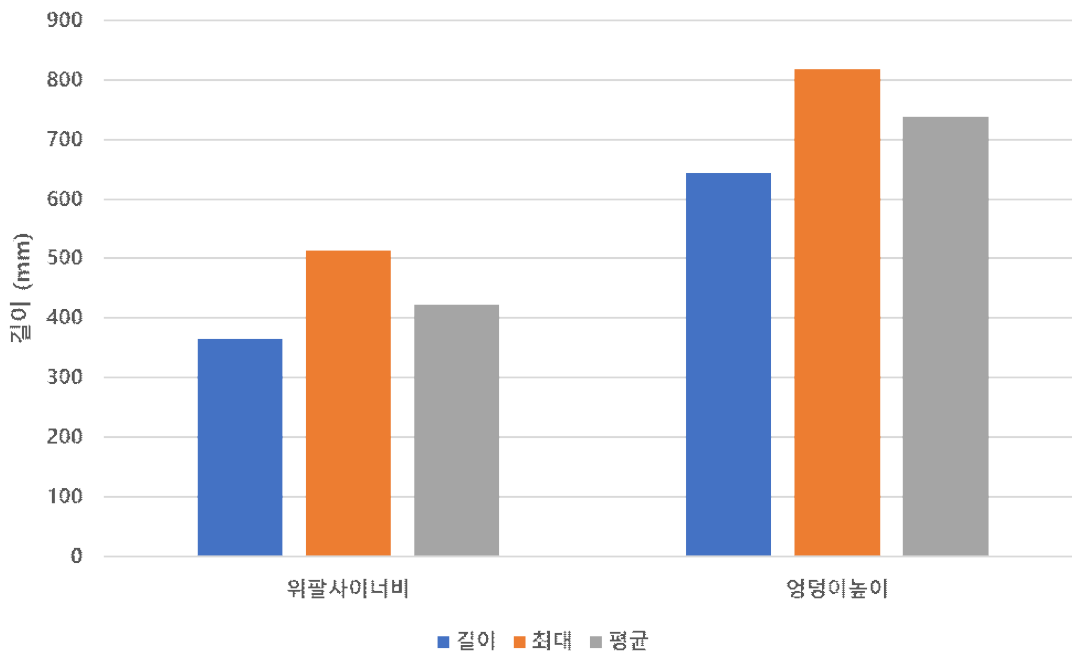
## 2. 고령 여성의 신체 치수 조사

밭고랑 제초기의 인간공학적 설계를 위하여 농업인 연령 비중 23.5%(통계청, 2015)로 가장 높은 60 ~ 69세 여성을 대상으로 양쪽 어깨세모근점 사이의 수평거리인 위팔사이너비, 바닥면에서 엉덩이 돌출점까지의 수직 거리인 엉덩이 높이를 사이즈 코리아의 통계자료를 조사하였고 이를 바탕으로 위팔사이너비는 밭고랑 제초기의 핸들 폭, 엉덩이 높이는 지상고에서 부터 핸들의 높이를 설계하는 지표를 분석하였다. 그림 3-2는 조사하고자 하는 신체치수의 측정방법을 나타낸 것이다.



〈그림 3-2〉 신체 치수 조사; (a) 위팔사이너비, (b)엉덩이 높이

고령 여성인 60 ~ 69세 여성의 신체 치수를 분석한 결과는 그림3- 3과 같이 위팔사이너비는 최소 365 mm, 최대 513 mm, 평균 422.41 mm로 나타났으며, 엉덩이 높이는 최소 644 mm, 최대 819 mm, 평균 738.62 mm로 나타났다(KATS, 2015). 조사된 결과를 바탕으로 핸들의 너비는 위팔사이너비의 최대값인 513 mm로 설계되어야 손을 모으지 않고 핸들 조작이 가능할 것으로 판단되었으며, 핸들의 높이는 엉덩이 높이 평균값인 738 mm로 설계되어야 하는 것으로 분석되었다.



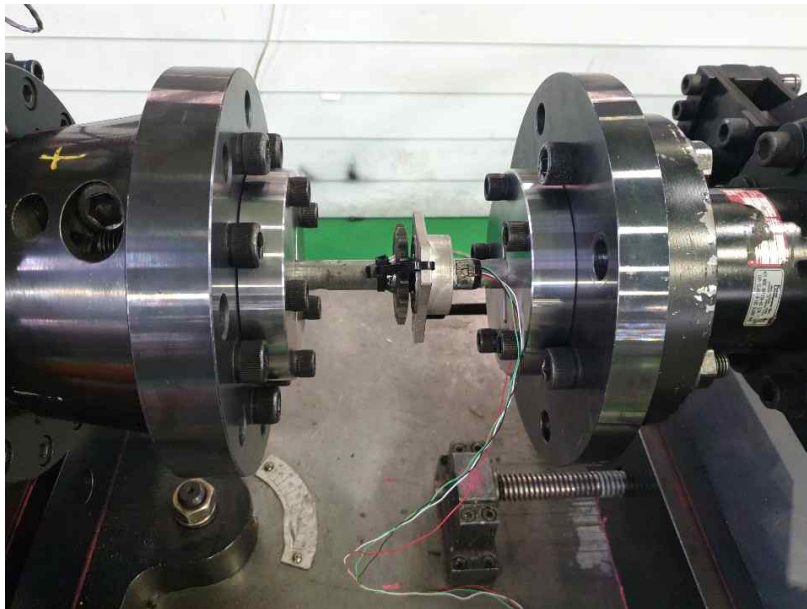
〈그림 3-3〉 고령 여성의 신체 치수

## 제 2절 1차 시작기 토크 측정 및 시뮬레이션 분석

### 1. 토크 측정 구성

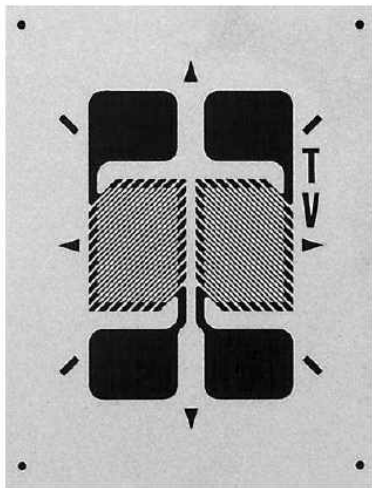
발농업용 기계는 작업 시 신속하고 효과적으로 작업할 수 있지만, 반복되는 작업이 진행될 시 작업 시간의 증가를 가져와 사용수명이 떨어지는 단점이 있다(Han et al., 2018). 최근 많은 연구자들이 구동중인 부품의 부하를 측정하는 기법으로 스트레인게이지를 활용하고 있다(Choi, 2015).

본 연구에서는 시작품의 시뮬레이션 입력 변수값 산정을 위해 후단 제초날의 축에 축 방향으로 그림 3-4과 같이 스트레인게이지(062TV, Micro measurements, USA)를 부착하였으며, 부착한 스트레인게이지를 캘리브레이션을 진행한 후 토크를 측정하였다.



<그림 3-4> 스트레인게이지 부착 및 캘리브레이션

General Purpose Strain Gages—Shear/ Torque Pattern

| GAGE PATTERN DATA   |                       |   |   |  |  |
|---|-----------------------|---|---|--|--|
|  |                       |   | <b>GAGE DESIGNATION</b><br>See Notes 1,3 and 4                            | <b>RESISTANCE (OHMS)</b><br>See Note 2               | <b>OPTIONS AVAILABLE</b><br>See Note 3                               |
|   |                       |   | EA-XX-062TV-350<br>SA-XX-062TV-350<br>SK-XX-062TV-500<br>EA-XX-062TVA-350 | 350 ± 0.2%<br>350 ± 0.4%<br>500 ± 0.4%<br>350 ± 0.2% | E, L, LE<br><br>E, L, LE   |
| <b>DESCRIPTION</b><br>Two-element 90° torque gage.                                |                       |   |   |  |  |
| <b>GAGE DIMENSIONS</b>  |                       | <b>Legend</b>                                     |   |  | <input type="checkbox"/> inch<br><input type="checkbox"/> millimeter |
|   |                       | ES = Each Section<br>S = Section (S1 = Section 1) | CP = Complete Pattern<br>M = Matrix                                       |  |  |
| <b>Gage Length</b>  | <b>Overall Length</b> | <b>Grid Width</b>                                 | <b>Overall Width</b>  | <b>Matrix Length</b>                                 | <b>Matrix Width</b>  |
| 0.062 ES  | 0.175 CP              | 0.055 ES  | 0.115 CP  | 0.27   | 0.21   |
| 1.57 ES   | 4.45 CP               | 1.40 ES   | 2.92 CP   | 6.9  | 5.3  |

| GAGE SERIES DATA — See Gage Series datasheet for complete specifications |   |              |                                   |
|--|---|--------------|-----------------------------------|
| Series   | Description   | Strain Range | Temperature Range                 |
| EA   | Constantan foil in combination with a tough, flexible, polyimide backing. | ±3%          | -100° to +350°F (-75° to +175°C)  |
| SA   | Fully encapsulated constantan gages with solder dots.                     | ±2%          | -100° to +400°F (-75° to +205°C)  |
| SK   | Fully encapsulated K-alloy gages with solder dots.                        | ±1.5%        | -452° to +450°F (-269° to +230°C) |

Note 1: Insert desired S-T-C number in spaces marked XX.

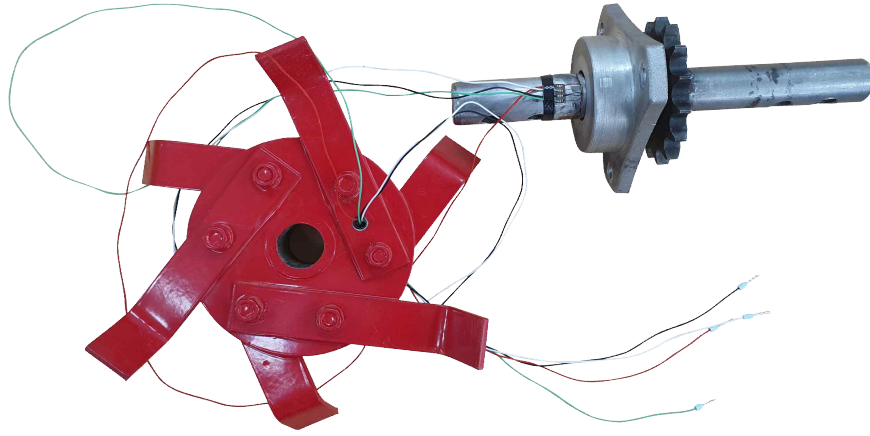
Note 2: Tolerance is increased when Option W, E, SE, LE, or P is specified.

Note 3: Products with designations and options shown in bold are not RoHS compliant.

Note 4: Pattern names ending with "A" are built with Advanced Sensors Technology.

<그림 3-5> 스트레인게이지 사양

스트레인게이지의 유선 작업 시 제조날에 선이 걸리기 때문에 무선으로 데이터를 수집하여야 한다. 이를 위해 그림 3-6과 같이 제조날에 구멍을 뚫어 그림 3-7과 같은 무선 송신 장치 (WS-TAS1-STG, WS-ENG, Rep. Korea)에 연결하였으며, 그림 3-8과 같이 받고랑 제조기에 부착하였다.



<그림 3-6> 스트레인게이지 연결



<그림 3-7> 무선 송신 장치



<그림 3-8> 무선 송신 장치 부착

데이터 수집은 그림 3-9의 DAQ(Q.bloxx, Gantner, Austria)를 이용하여 1초당 400개의 데이터를

실시간으로 저장하였다.



<그림 3-9> Data acquisition device

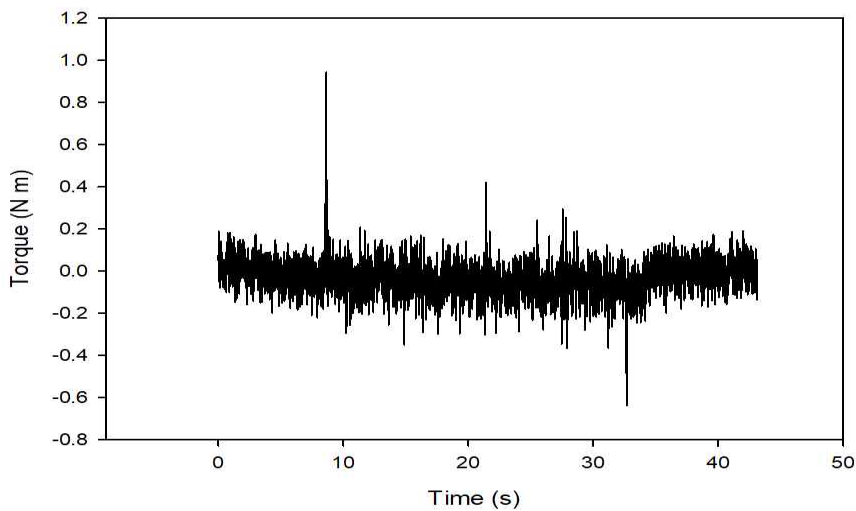
시작기로 제작된 밭고랑 제초기의 토크 측정을 진행하기 위해 그림 3-10과 같이 경상북도 군위군 효령면에 소재한 경북대학교 밭농업기계개발연구센터의 시험포장에서 진행하였다. 계측 방법으로는 시뮬레이션의 검증을 위한 공회전일 때와 잡초가 있는 구역과 없는 구역을 나누어 각각 최대 작업속도로 20 m를 3번 반복 주행하며 측정하였다.



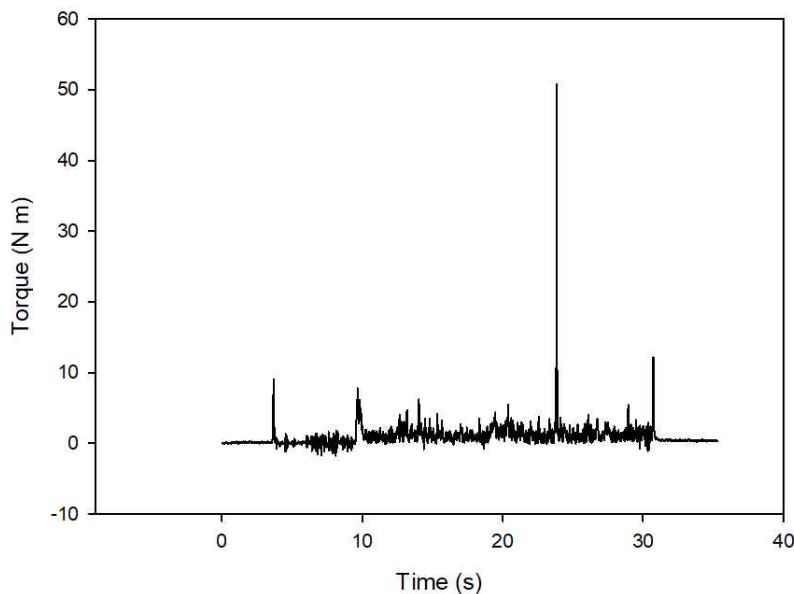
<그림3- 10> 1차 시작기 토크 측정

## 2. 1차 시작기 토크 측정 결과

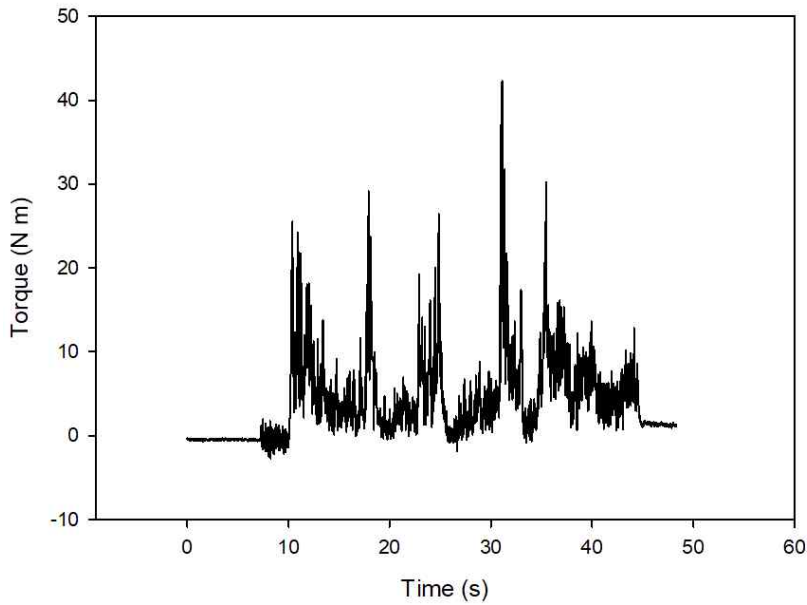
스트레인게이지를 제초날의 회전축에 부착하여 공회전과 최대 작업속도일 때 토크를 측정하였다. 시험결과 공회전시에는 평균  $0.94 \text{ N}\cdot\text{m}$ , 잡초가 없는 구역에서는 평균  $25.95 \text{ N}\cdot\text{m}$ , 잡초가 있는 구역에서는 평균  $31.58 \text{ N}\cdot\text{m}$ 의 토크가 발생하는 것으로 분석되었다. 또한, 잡초가 없는 구역이 잡초가 있는 구역보다 평균 토크 값이 낮은 것으로 분석되었지만, 전체 시험결과 의 최대 토크인  $51.35 \text{ N}\cdot\text{m}$ 는 잡초가 없는 구역에서 분석된 결과로 나타났다. 이는 발농엽의 특성상 돌이나 기타 이물질 등에 의한 것으로 판단된다. 측정된 토크 결과를 입력 변수값으로 적용하여 시뮬레이션을 진행하였다. 공회전 시험결과는 그림3- 11, 잡초가 없는 구역의 최대 시험결과는 그림3- 12, 잡초가 있는 구역의 최대 시험결과는 그림3- 13과 같다.



<그림 3-11> 1차 시작기 공회전 토크 측정



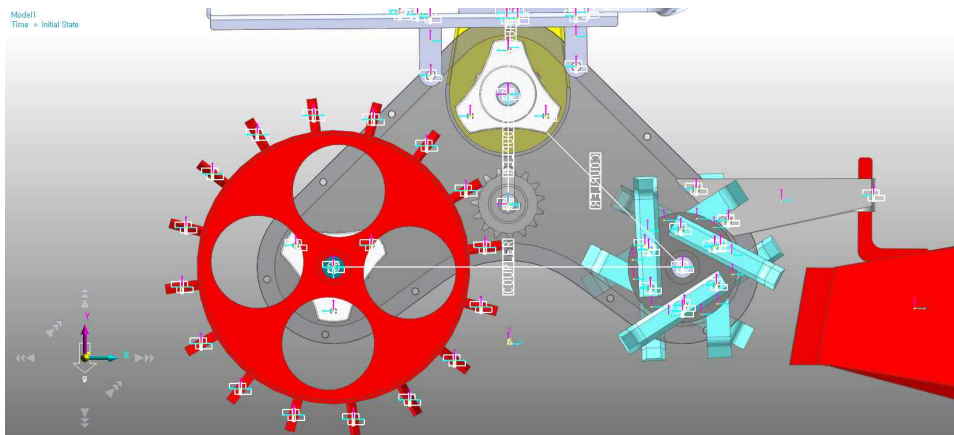
<그림 3-12> 1차 시작기 미잡초 구역 토크 측정



〈그림 3-13〉 1차 시작기 잡초 구역 토크 측정

### 3. 1차 시작기 시뮬레이션 분석

시뮬레이션을 통한 검증 및 분석을 위하여 동역학해석 소프트웨어인 RecurDyn(RecurDyn V8R5, FunctionBay, Rep. Korea)을 이용하여 현장시험에서 수집한 데이터의 검증을 진행하였다. 스트레인게이지를 부착한 회전축의 공회전 시뮬레이션 결과  $0.95 \text{ N} \cdot \text{m}$ 로 분석되어 현장시험의 결과인  $0.94 \text{ N} \cdot \text{m}$ 의 오차율은 1.06%로 나타났다. 따라서 그림 3-14와 같이 시뮬레이션의 구동 조건을 제작된 소형 중경제초기의 회전속도인 175 rpm과 기어비를 동일하게 설정하였으며 기어의 두께와 회전축의 외경을 변경하며 인자별 안전성을 분석하였다.



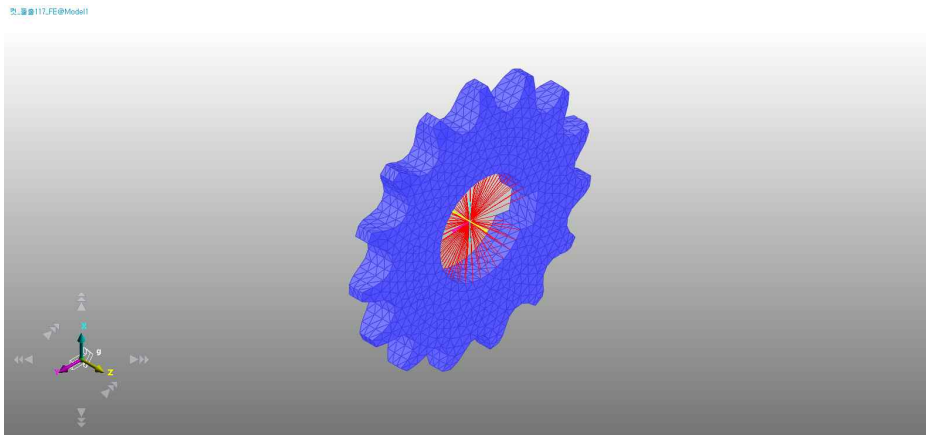
〈그림 3-14〉 1차 시작기 시뮬레이션 분석을 위한 모델링

또한, 구조해석 소프트웨어인 ANSYS(ANSYS 16.2, Ansys Inc., USA)를 이용하여 제초날의 두께 별 제초날이 받는 안전성을 분석하기 위하여 구조해석을 진행하였다.



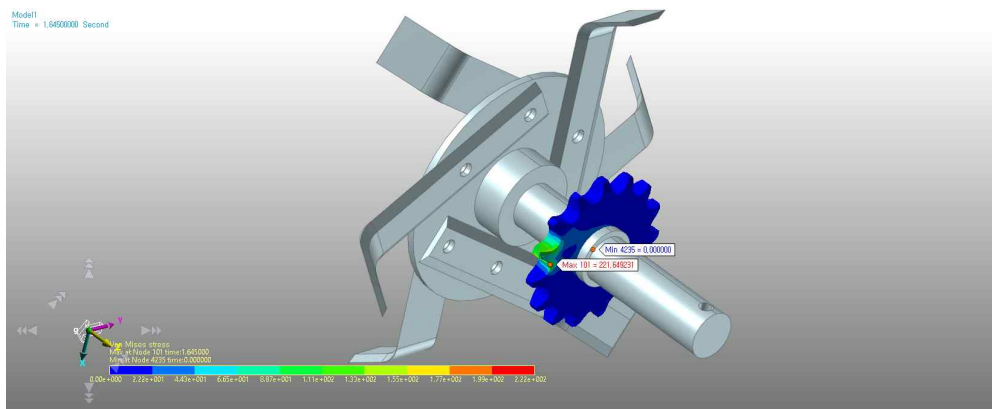
### 가. 기어

검증이 완료된 1차 시작기 소형 중경제초기 모델을 이용하여 토크 시험에서 측정된 최대 토크인 51.35 N·m의 값을 동역학 시뮬레이션에 적용하였고 기어의 두께에 따른 기어가 받는 응력을 분석 하였다. 기어의 두께는 5 mm, 6 mm, 7 mm로 설정하였다.



<그림 3-15> 1차 시작기 기어 메쉬 모델링

토크 측정시험에서 측정된 최대 토크인 51.35 N·m의 값을 적용하여 시뮬레이션을 수행한 결과 기어의 두께가 5 mm일 때 658.80 MPa, 6 mm일 때 508.41 MPa, 7 mm일 때 221.65 MPa로 분석되어 SM45C의 허용응력인 343 MPa를 초과하지 않는 기어의 두께를 7 mm 이상으로 설계 되어야 하는 것으로 분석되었다. 제초날 기어의 두께별 시뮬레이션 해석 결과는 표 3-3과 같다.



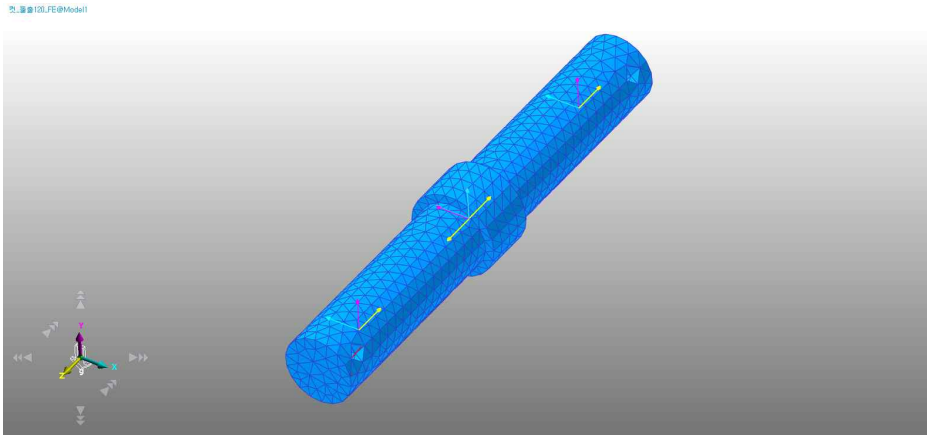
<그림 3-16> 1차 시작기 기어 시뮬레이션 분석

<표 3-3> 기어 두께에 따른 시뮬레이션 분석결과

| 기어 두께 (mm) | 응력 (MPa) |
|------------|----------|
| 5          | 658.80   |
| 6          | 508.41   |
| 7          | 221.65   |

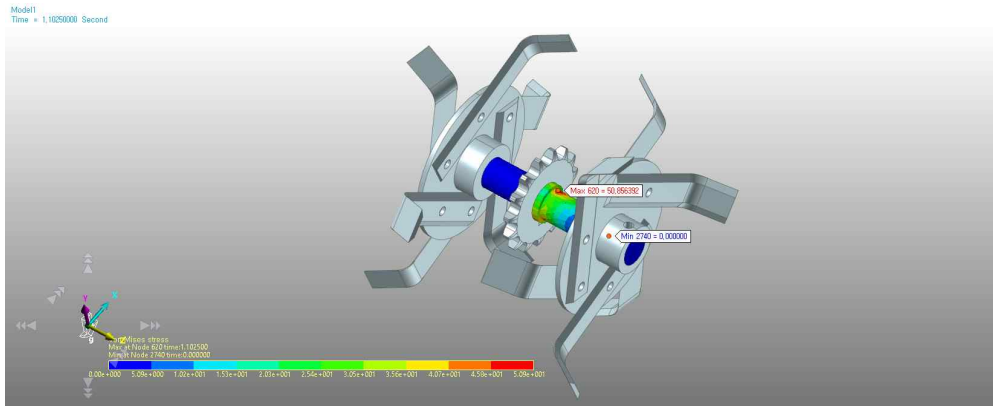
**나. 회전축**

토크 부하시험에서 측정된 최대 토크인 51.35 N·m의 값을 축의 중심으로부터 제초날 끝까지의 반지름인 0.095 m로 나눈 540.53 N을 제초날에 적용하여 회전축의 외경을 10 mm, 15 mm, 20 mm로 변경하며 회전축이 받는 응력을 분석하였다.



<그림 3-17> 1차 시작기 회전축 메쉬 모델링

제초날에 540.53 N을 적용하여 시뮬레이션을 수행한 결과 회전축의 외경이 10 mm일 때 253.61 MPa, 15 mm일 때 102.87 MPa, 20 mm일 때 50.86 MPa로 분석되어 SS400의 허용응력인 235 MPa를 초과하지 않는 회전축의 외경을 15 mm 이상으로 설계되어야 하는 것으로 분석되었다. 제초날 회전축의 외경별 시뮬레이션 해석 결과는 표 3-4와 같다.



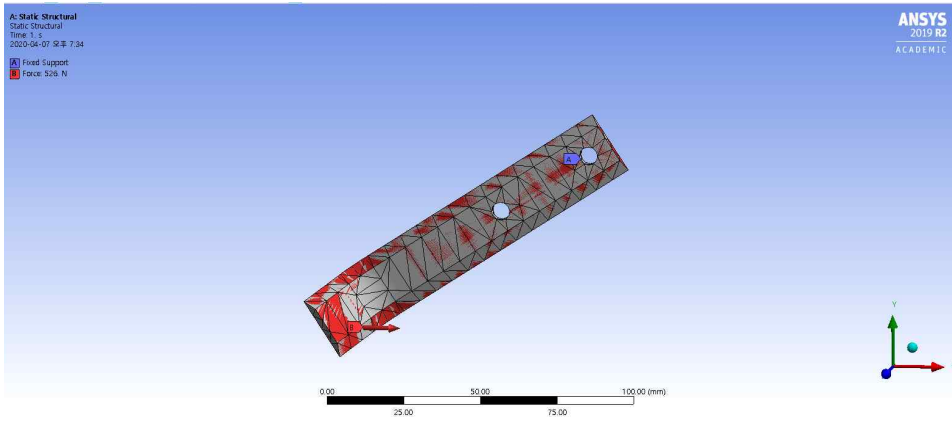
<그림 3-18> 1차 시작기 회전축 시뮬레이션 분석

<표 3-4> 회전축 외경에 따른 시뮬레이션 분석결과

| 회전축 외경 (mm) | 응력 (MPa) |
|-------------|----------|
| 10          | 253.61   |
| 15          | 102.87   |
| 20          | 50.86    |

**다. 제초날**

제초날의 두께를 1.5 mm, 2 mm, 2.5 mm로 변경하며 토크 부하시험에서 측정된 최대 토크인 51.35 N·m의 값을 축의 중심으로부터 제초날 끝까지의 반지름인 0.095 m로 나눈 540.53 N을 제초날이 회전하는 방향에 적용하여 제초날이 받는 응력을 분석하였다. 제초날 두께에 따른 노드 수는 표 3-5와 같다.

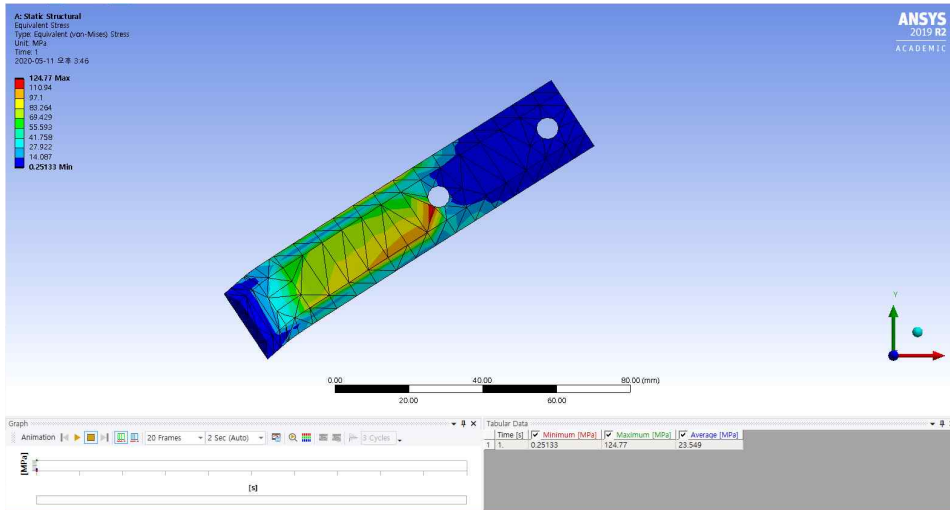


<그림 3-19> 1차 시작기 제초날 메쉬 모델링

<표 3-5> 제초날 두께에 따른 노드 수

| 제초날 두께 (mm) | 노드 수 (ea) |
|-------------|-----------|
| 1.5         | 761       |
| 2           | 738       |
| 2.5         | 661       |

토크 부하시험에서 측정된 최대 토크인 51.35 N·m을 회전축과 제초날 끝까지의 반지름으로 나눈 540.53 N을 제초날에 적용한 결과 제초날의 두께가 1.5 mm일 때 241.63 MPa, 2 mm일 때 167.22 MPa, 2.5 mm일 때 124.77 MPa로 분석되어 그림3- 20과 같이 SS400의 허용응력인 235 MPa를 초과하지 않는 제초날의 두께를 2 mm 이상으로 설계되어야 하는 것으로 분석되었다. 제초날 두께별 시뮬레이션 해석 결과는 표 3-6과 같다.



<그림 3-20> 1차 시작기 제초날 시뮬레이션 분석

<표 3-6> 제초날 두께에 따른 시뮬레이션 분석결과

| 제초날 두께 (mm) | 응력 (MPa) |
|-------------|----------|
| 1.5         | 241.63   |
| 2           | 167.22   |
| 2.5         | 124.77   |

## 제 3절 2차 시작기 토크 측정 및 시뮬레이션 분석

### 1. 2차 시작기 토크 측정 구성

1차 시작기와 동일한 스트레인게이지(062TV, Micro measurements, USA)를 이용하여 2차 시작기의 제초날의 축에 축 방향으로 부착하였으며, 부착한 스트레인게이지를 캘리브레이션을 진행한 후 토크를 측정하였다.



<그림 3-21> 2차 시작기 스트레인게이지 부착

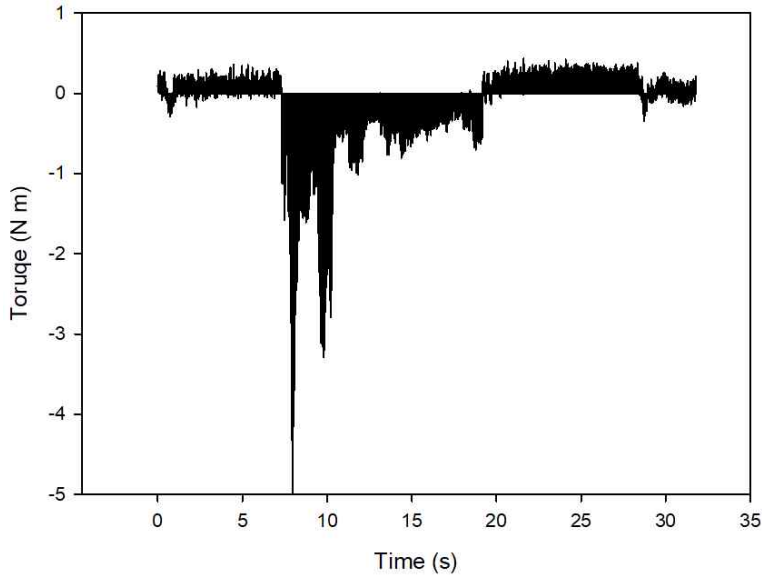
2차 시작기로 제작된 밭고랑 제초기의 토크 측정을 진행하기 위해 그림 3-10과 같이 경상북도 군위군 효령면에 소재한 경북대학교 밭농업기계개발연구센터의 시험포장에서 진행하였다. 계측 방법으로는 시뮬레이션의 검증에 위한 공회전일 때와 잡초가 있는 구역과 없는 구역을 나누어 각각 최대 작업속도로 20 m를 3번 반복 주행하며 측정하였다.



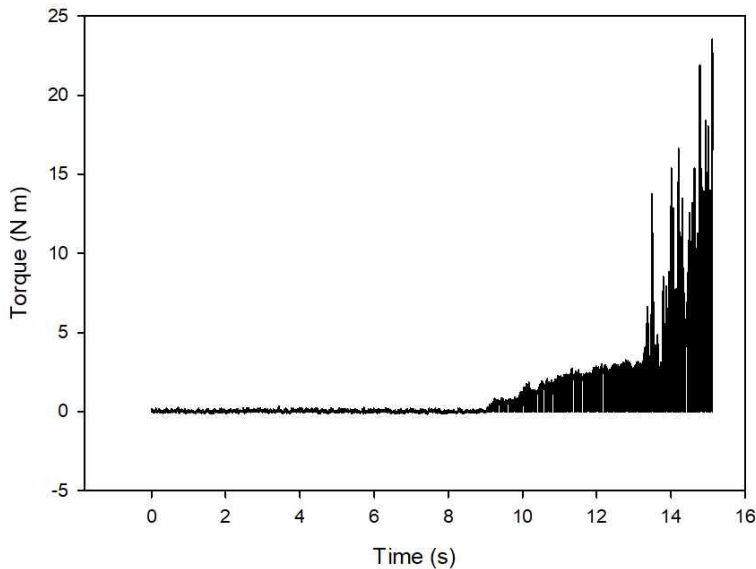
<그림 3-22> 2차 시작기 토크 측정 시험

## 2. 2차 시작기 토크 측정 결과

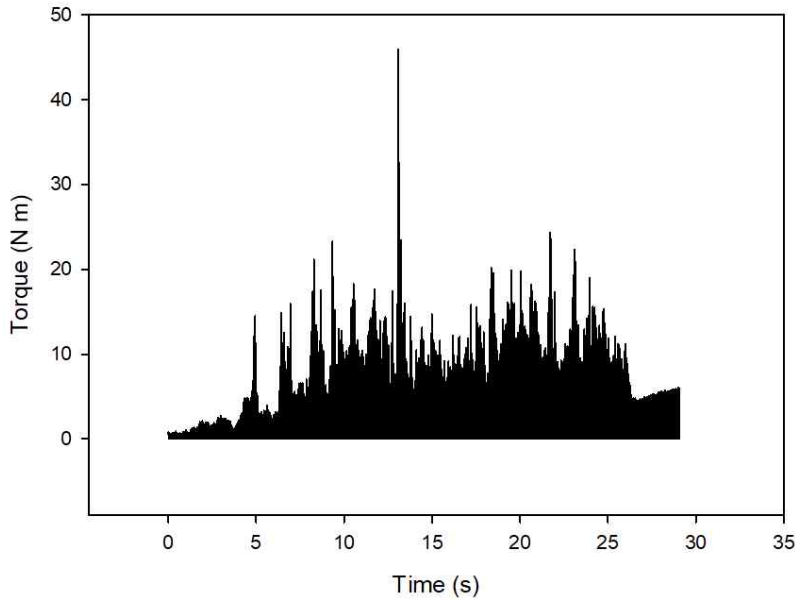
스트레인게이지를 제초날의 회전축에 부착하여 공회전과 최대 작업속도일 때 토크를 측정하였다. 시험결과 공회전시에는 평균 4.66 N·m, 잡초가 없는 구역에서는 평균 38.21 N·m, 잡초가 있는 구역에서는 평균 41.70 N·m의 토크가 발생하는 것으로 분석되었다. 또한, 전체 시험결과의 최대 토크인 45.80 N·m를 입력 변수값으로 적용하여 시뮬레이션을 진행하였다. 공회전 시험결과는 그림 3-23, 잡초가 없는 구역의 최대 시험결과는 그림 3-24, 잡초가 있는 구역의 최대 시험결과는 그림 3-25와 같다.



<그림 3-23> 1차 시작기 공회전 토크 측정



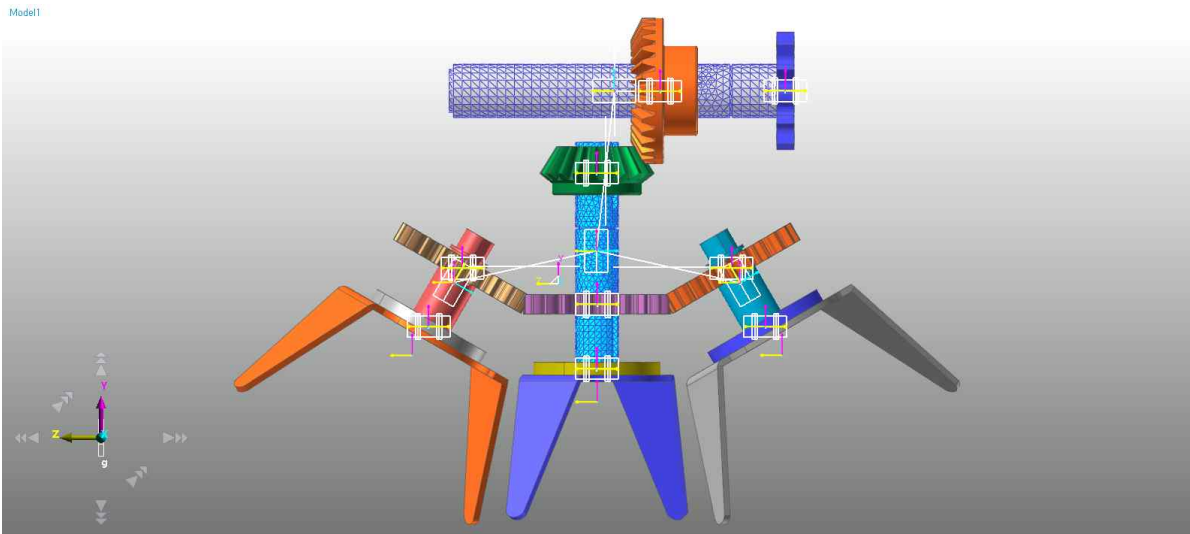
<그림 3-24> 1차 시작기 미잡초 구역 토크 측정



<그림 3-25> 1차 시작기 잡초 구역 토크 측정

### 3. 2차 시작기 시뮬레이션 분석

시뮬레이션을 통한 검증 및 분석을 위하여 동역학해석 소프트웨어인 RecurDyn(RecurDyn V8R5, FunctionBay, Rep. Korea)을 이용하여 현장시험에서 수집한 데이터의 검증을 진행하였다. 스트레인게이지를 부착한 회전축의 공회전 시뮬레이션 결과 4.53 N·m로 분석되어 현장시험의 결과인 4.66 N·m의 오차율은 2.80%로 나타났다. 따라서 그림 3-26과 같이 시뮬레이션의 구동 조건을 제작된 받고랑 제초기의 회전속도인 175 rpm과 기어비를 동일하게 설정하였으며 기어의 두께와 회전축의 외경을 변경하며 인자별 안전성을 분석하였다.

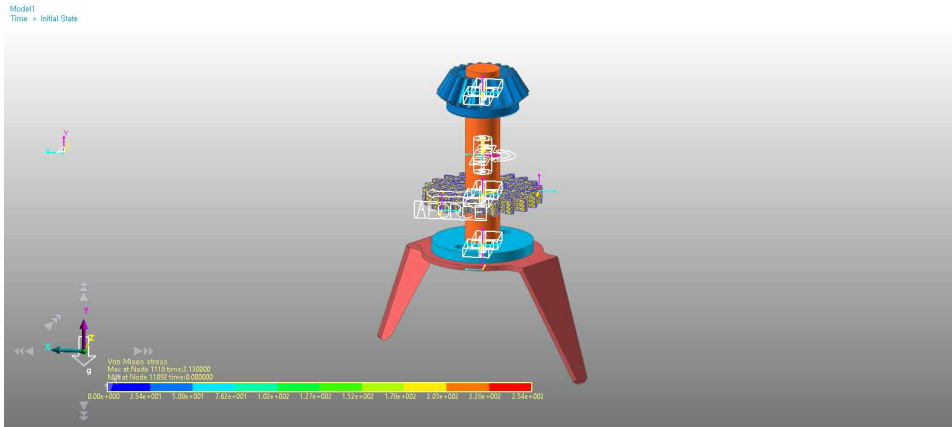


<그림 3-26> 2차 시작기 시뮬레이션 분석을 위한 모델링

또한, 구조해석 소프트웨어인 ANSYS(ANSYS 16.2, Ansys Inc., USA)를 이용하여 제초날의 두께별 제초날이 받는 안전성을 분석하기 위하여 구조해석을 진행하였다.

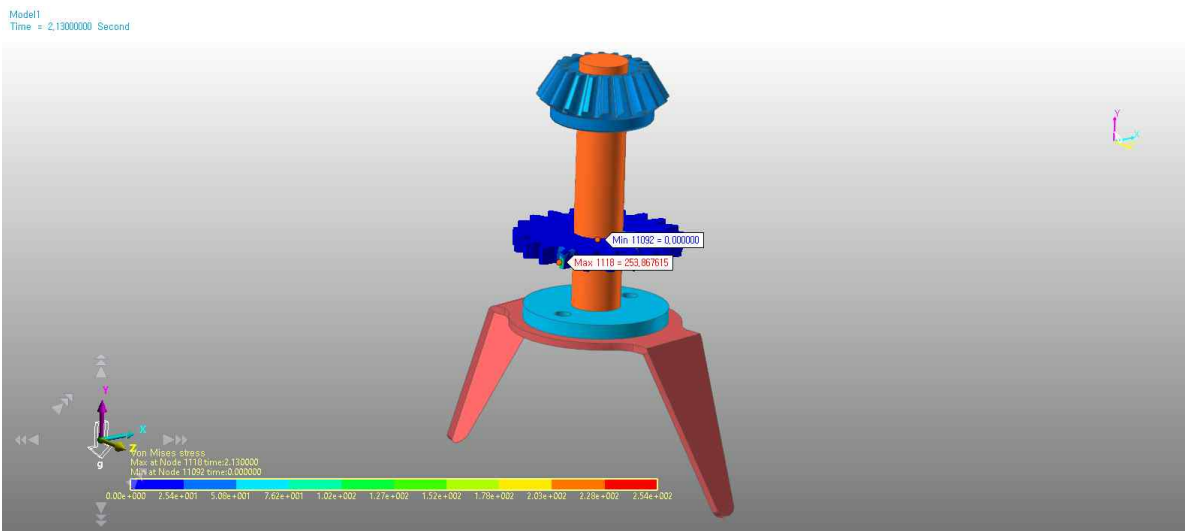
### 가. 기어

검증이 완료된 2차 시작기 소형 중경제초기 모델을 이용하여 토크 시험에서 측정된 최대 토크인 45.79 N·m의 값을 동역학 시뮬레이션에 적용하였고 기어의 두께에 따른 기어가 받는 응력을 분석하였다. 기어의 두께는 4 mm, 5 mm, 6 mm, 7 mm로 설정하였다.



<그림 3-27> 2차 시작기 기어 메쉬 모델링

토크 측정시험에서 측정된 최대 토크인 45.79 N·m의 값을 적용하여 시뮬레이션을 수행한 결과 기어의 두께가 4 mm일 때 920.46 MPa, 5 mm일 때 328.89 MPa, 6 mm일 때 267.29 MPa, 7 mm일 때 253.87 MPa로 분석되어 SM45C의 허용응력인 343 MPa를 초과하지 않는 기어의 두께를 5 mm 이상으로 설계되어야 하는 것으로 분석되었다. 제초날 기어의 두께별 시뮬레이션 해석 결과는 표 3-7과 같다.



<그림 3-28> 2차 시작기 기어 시뮬레이션 분석

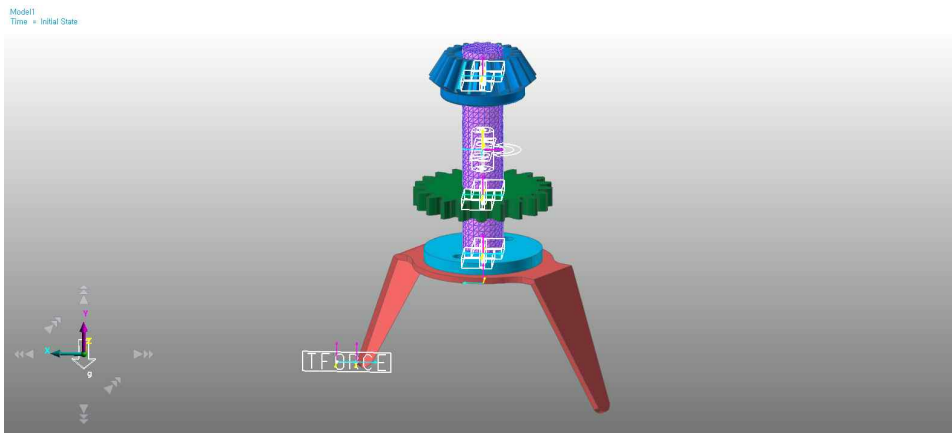
<표 3-7> 기어 두께에 따른 시뮬레이션 분석결과



| 기어 두께 (mm) | 응력 (MPa) |
|------------|----------|
| 4          | 920.46   |
| 5          | 328.89   |
| 6          | 267.29   |
| 7          | 253.87   |

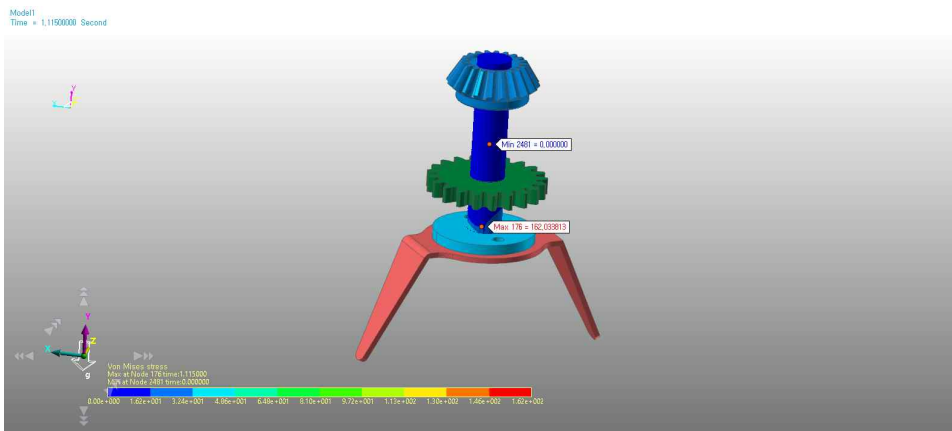
### 나. 회전축

토크 부하시험에서 측정된 최대 토크인 45.79 N·m의 값을 축의 중심으로부터 제초날 끝까지의 반지름인 0.075 m로 나눈 610.53 N을 제초날에 적용하여 회전축의 외경을 10 mm, 15 mm, 20 mm로 변경하며 회전축이 받는 응력을 분석하였다.



<그림 3-29> 2차 시작기 회전축 메쉬 모델링

제초날에 610.53 N을 적용하여 시뮬레이션을 수행한 결과 회전축의 외경이 10 mm일 때 290.81 MPa, 15 mm일 때 218.35 MPa, 20 mm일 때 162.03 MPa로 분석되어 SS400의 허용응력인 235 MPa를 초과하지 않는 회전축의 외경을 15 mm 이상으로 설계되어야 하는 것으로 분석되었다. 제초날 회전축의 외경별 시뮬레이션 해석 결과는 표 3-8과 같다.



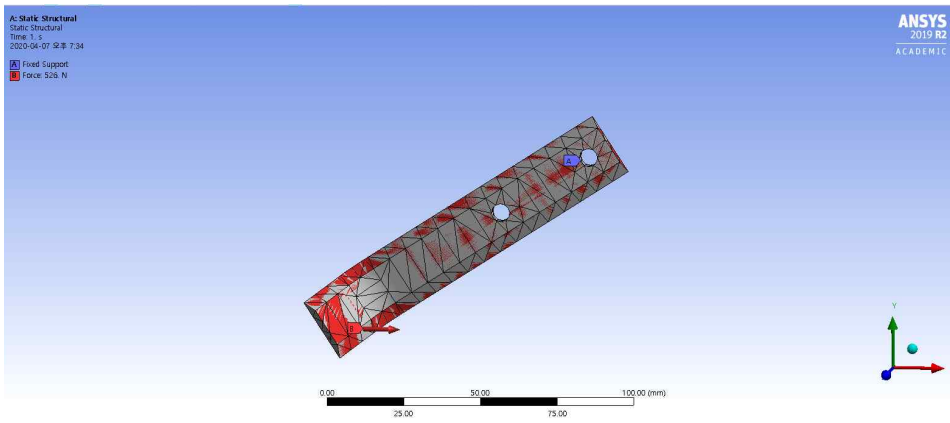
<그림 3-30> 2차 시작기 회전축 시뮬레이션 분석

<표 3-4> 회전축 외경에 따른 시뮬레이션 분석결과

| 회전축 외경 (mm) | 응력 (MPa) |
|-------------|----------|
| 10          | 290.81   |
| 15          | 218.35   |
| 20          | 162.03   |

**다. 제초날**

제초날의 두께를 1.5 mm, 2 mm, 2.5 mm, 3 mm, 3.5 mm로 변경하며 토크 부하시험에서 측정된 최대 토크인 45.79 N·m의 값을 축의 중심으로부터 제초날 끝까지의 반지름인 0.075 m로 나눈 610.5 N을 제초날이 회전하는 방향에 적용하여 제초날이 받는 응력을 분석하였다.



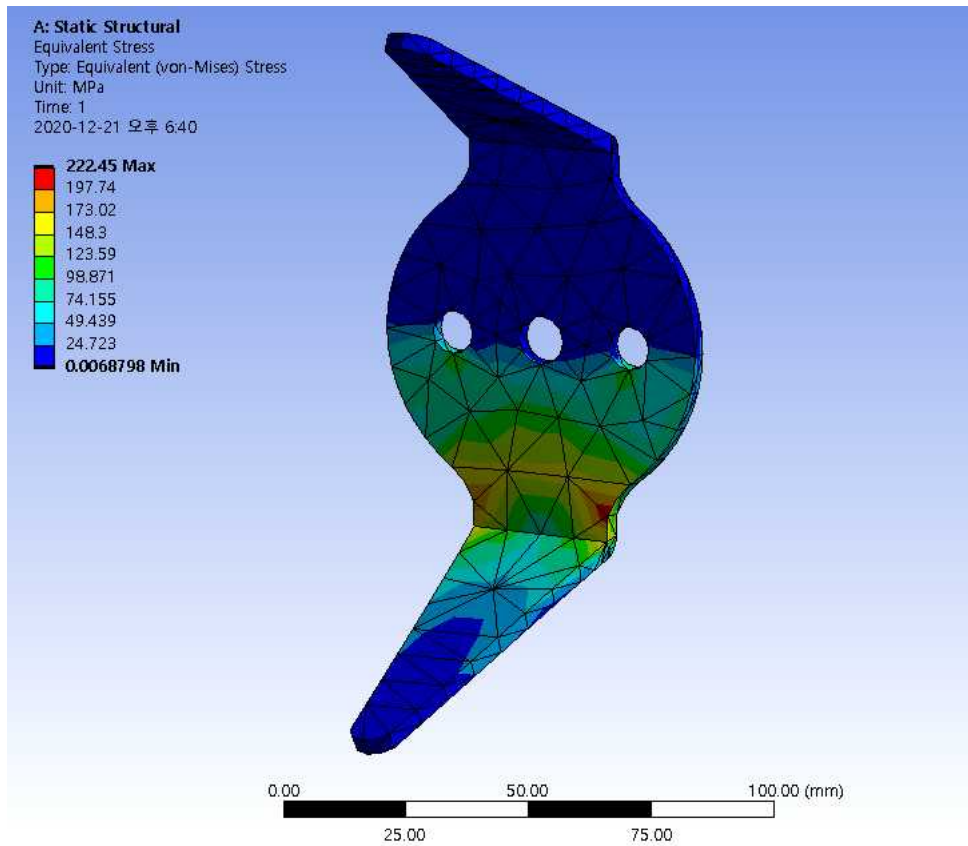
<그림 3-31> 2차 시작기 제초날 메쉬 모델링

<표 3-8> 제초날 두께에 따른 노드 수

| Thickness (mm) | Nodes (ea) |
|----------------|------------|
| 1.5            |            |
| 2              |            |
| 2.5            |            |
| 3              |            |
| 3.5            |            |

토크 부하시험에서 측정된 최대 토크인 45.79 N·m을 회전축과 제초날 끝까지의 반지름으로 나눈 610.5 N을 제초날에 적용한 결과 제초날의 두께가 1.5 mm일 때 986.89 MPa, 2 mm일 때 648.49 MPa, 2.5 mm일 때 402.28 MPa, 3 mm일 때 286.47 MPa, 3.5 mm일 때 222.45 MPa로 분석되어 그림 3-32와 같이 SS400의 허용응력인 235 MPa를 초과하지 않는 제초날의 두께를 3.5 mm 이상으로 설계되어야 하는 것으로 분석되었다. 제초날 두께별 시뮬레이션 해석 결과는 표

3-9와 같다.



<그림 3-32> 2차 시작기 제초날 시뮬레이션 분석

<표 3-9> 제초날 두께에 따른 시뮬레이션 분석결과

| 제초날 두께 (mm) | 응력 (MPa) |
|-------------|----------|
| 1.5         | 986.89   |
| 2           | 648.49   |
| 2.5         | 402.28   |
| 3           | 286.47   |
| 3.5         | 222.45   |

## 결론

1. 작물재배를 위한 이랑을 만들고 고랑을 통로나 배수구로 사용하는 밭농업에서 고랑에서의 잡초제거를 위한 소형 여성친화형 제초기를 개발 제품화하였다.
2. 개발한 여성친화형 소형 제초기는 동력으로 1.6ps의 공냉가솔린 엔진을 사용하였으며, 충전배터리와 DC모터를 겸용으로 사용할 수 있도록 설계하였다.
3. 개발한 소형 제초기는 제품 무게가 30kg으로 가벼우며, 승용차의 트렁크에 적재가 가능한 수준이며 여성이나 고령자가 이송과 운전관리가 용이하게 제품화하였다.
4. 개발한 여성친화형 소형 제초기는 제초폭 300mm, 제초깊이 30mm, 복주기 높이 150mm의 작업성능을 보유하고 있으며 2.0km/hr의 작업속도를 유지 연속작업이 가능하였다.
5. 본 과제에서 개발한 여성친화형 소형 제초기는 과제 기간내에 신기술농업기계로 인증받았으며 한국농기계공업협동조합의 용자기종을 등록하였다.

○ 사업화성과 및 매출실적

- 사업화 성과

| 항목        | 세부항목              |                     |           | 성 과                    |
|-----------|-------------------|---------------------|-----------|------------------------|
| 사업화<br>성과 | 매출액               | 개발제품                | 개발후 현재까지  | 억원                     |
|           |                   |                     | 향후 3년간 매출 | 10억원                   |
|           |                   | 관련제품                | 개발후 현재까지  | 억원                     |
|           |                   |                     | 향후 3년간 매출 | 10억원                   |
|           | 시장<br>점유율         | 개발제품                | 개발후 현재까지  | 국내 : 0 %<br>국외 : 0 %   |
|           |                   |                     | 향후 3년간 매출 | 국내 : 50 %<br>국외 : 10 % |
|           |                   | 관련제품                | 개발후 현재까지  | 국내 : 0 %<br>국외 : 0 %   |
|           |                   |                     | 향후 3년간 매출 | 국내 : 50 %<br>국외 : 10 % |
|           | 세계시장<br>경쟁력<br>순위 | 현재 제품 세계시장 경쟁력 순위   |           | 위                      |
|           |                   | 3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위 |           | 위                      |

- 사업화 계획 및 매출 실적

| 항 목            | 세부 항목                                   | 성 과      |      |     |     |
|----------------|---|----------|------|-----|-----|
| 사업화 계획         | 사업화<br>소요기간(년)                          | 1년       |      |     |     |
|                | 소요예산(백만원)                               | 50       |      |     |     |
|                | 예상 매출규모<br>(억원)                         | 현재까지     | 3년후  | 5년후 |     |
|                |   | 0        | 10   | 30  |     |
|                | 시장<br>점유율                               | 단위(%)    | 현재까지 | 3년후 | 5년후 |
|                |   | 국내       | 0    | 10  | 20  |
|                |   | 국외       | 0    |     |     |
|                | 향후 관련기술,<br>제품을 응용한 타<br>모델, 제품<br>개발계획 | 고랑제초 복주기 |      |     |     |
| 무역 수지<br>개선 효과 | (단위: 억원)                                | 현재       | 3년후  | 5년후 |     |
|                | 수입대체(내수)                                |          |      |     |     |
|                | 수 출                                     |          |      |     |     |

#### 4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

##### 4-1. 목표

○ 평가의 착안점 및 기준

(단위 : 건수, 백만원, 명)

| 성과목표    | 사업화지표  |      |      |            |     |     |     |     |      |      | 연구기반지표 |      |      |      |      |      |       |      |                |
|---------|--------|------|------|------------|-----|-----|-----|-----|------|------|--------|------|------|------|------|------|-------|------|----------------|
|         | 지식 재산권 |      |      | 기술 실시 (이전) |     | 사업화 |     |     |      |      | 기술인증   | 학술성과 |      |      | 교육지도 | 인력양성 | 정책 활용 |      | 기타 (타 연구 활용 등) |
|         | 특허출원   | 특허등록 | 품종등록 | 건수         | 기술료 | 제품화 | 매출액 | 수출액 | 고용창출 | 투자유치 |        | 논문   |      | 학술발표 |      |      | 정책 활용 | 홍보전시 |                |
|         |        |      |      |            |     |     |     |     |      |      |        | SCI  | 비SCI |      |      |      |       |      |                |
| 단위      | 건      | 건    | 건    | 건          | 백만원 | 건   | 백만원 | 백만원 | 명    | 백만원  | 건      | 건    | 건    | 명    | 건    | 건    |       |      |                |
| 가중치     | 20     | 10   |      |            |     | 30  | 20  |     | 10   |      |        |      | 10   |      |      |      | 10    |      |                |
| 최종목표    | 2      | 2    |      | 1          |     | 2   | 200 |     | 6    |      |        | 1    | 1    | 1    |      |      | 6     |      |                |
| 1차년도    | 1      |      |      |            |     |     |     |     |      |      |        |      |      |      |      |      |       |      |                |
| 2차년도    |        | 1    |      |            |     | 1   | 10  |     | 1    |      |        | 1    | 1    | 1    |      |      | 1     |      |                |
| 소 계     | 1      |      |      |            |     | 1   | 10  |     | 1    |      |        | 1    | 1    | 1    |      |      | 1     |      |                |
| 종료 1차년도 | 1      | 1    |      | 1          |     | 1   | 20  |     | 1    |      |        |      | 1    |      |      |      | 1     |      |                |
| 종료 2차년도 |        |      |      |            |     |     | 30  |     | 1    |      |        |      | 1    |      |      |      | 1     |      |                |
| 종료 3차년도 |        |      |      |            |     |     | 40  |     | 1    |      |        |      |      |      |      |      | 1     |      |                |
| 종료 4차년도 |        |      |      |            |     |     | 50  |     | 1    |      |        |      |      |      |      |      | 1     |      |                |
| 종료 5차년도 |        |      |      |            |     |     | 60  |     | 1    |      |        |      |      |      |      |      | 1     |      |                |
| 소 계     | 1      | 1    |      | 1          |     | 2   | 200 |     | 5    |      |        |      | 2    |      |      |      | 5     |      |                |
| 합 계     | 2      | 2    |      | 1          |     | 2   | 210 |     | 6    |      |        | 1    | 1    | 3    | 1    |      | 6     |      |                |

\* 단계별 연구성과 목표는 향후 중간/최종/추적평가 등의 정량적 평가지표로 활용됨

\*\* 연구성과는 연구개발계획에 맞춰 도출하고 예시와 같이 작성

\*\*\* 가중치 총합 100을 기준으로 성과목표지표별 중요도, 난이도에 따라 배분하되 가중치 총합이 100이 되도록 배분(산업화과제의 경우 사업화지표에 70 이상 배분)

○ 정량적 평가지표

| 구분        | 정량적 목표 (제품 사양)             |
|-----------|----------------------------|
| 동력        | 가솔린 5.5 hp                 |
| 형식        | 왕복동컷팅날 제조방식 or 디스크 모위 제조방식 |
| 기체크기 (mm) | W900*L900*H1100            |
| 기체중량      | 50kg 이내                    |
| 속도        | 4km/h 이내                   |
| 조향        | 핸들 (조향 클러치 없음)             |

|        |        |
|--------|--------|
| 본체예상가  | 145 만원 |
| 제초부예상가 | 75 만원  |

4-2. 목표 달성여부

○ 평가의 착안점 및 기준

| 성과목표 | 사업화지표  |      |      |            |     |     |     |     |      |      | 연구기반지표 |      |          |      |      |      |          |      |                |
|------|--------|------|------|------------|-----|-----|-----|-----|------|------|--------|------|----------|------|------|------|----------|------|----------------|
|      | 지식 재산권 |      |      | 기술 실시 (이전) |     | 사업화 |     |     |      |      | 기술인증   | 학술성과 |          |      | 교육지도 | 인력양성 | 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 | 논문평균 I F |      |      |      |          |      |                |
| 단위   | 건      | 건    | 건    | 건          | 백만원 | 건   | 백만원 | 백만원 | 명    | 백만원  | 건      | 건    |          | 건    | 명    | 건    | 건        |      |                |
| 가중치  | 20     |      |      | 10         |     | 20  | 20  |     | 10   |      |        |      | 10       |      |      |      |          | 10   |                |
| 최종목표 | 1      | 1    |      | 1          |     | 6   | 580 |     | 1    |      |        |      | 1        |      | 1    |      |          | 1    |                |
| 1차년도 | 2      |      |      |            |     |     |     |     |      |      |        |      |          |      |      |      |          |      |                |
| 2차년도 | 1      |      |      | 1          |     | 1   |     |     | 1    |      |        |      | 1        |      | 1    |      |          | 1    |                |
| 달성성과 | 3      |      |      | 1          |     | 1   |     |     | 1    |      |        |      | 1        |      | 1    |      |          | 1    |                |
| 합계   | 3      |      |      | 1          |     | 1   |     |     | 1    |      |        |      | 1        |      | 1    |      |          | 1    |                |

○ 정량적 평가지표

| 구분        | 정량적 목표 (제품 사양)             | 달성 성과           |
|-----------|----------------------------|-----------------|
| 동력        | 가솔린 5.5 hp                 | 가솔린 1.6 hp      |
| 형식        | 왕복동킥팅날 제초방식 or 디스크 모위 제초방식 | 경사 회전 중경제초날     |
| 기체크기 (mm) | W900*L900*H1100            | W300*L900*H1100 |
| 기체중량      | 50kg 이내                    | 30kg            |
| 속도        | 4km/h 이내                   | 2.0km/h 이내      |
| 조향        | 핸들 (조향 클러치 없음)             | 핸들 (조향 클러치 없음)  |
| 본체예상가     | 145 만원                     | 128 만원          |
| 제초부예상가    | 75 만원                      | 25 만원           |

4.3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등) 달성하였음.

## 5. 연구결과의 활용 계획 등

- 발농업 제초기의 기계화
- 기타 발농업 제초관리에 필요한 노동강도 및 피로도 경감 추진
- 기본 모델 이외 주문 사양에 따른 디자인 등 차별화 추진
- 본 과제의 수행으로 제품화까지 완성하였음.

## 6. 사업화 추진 계획

### 가. 생산

설계, 조립, 가공 : 일진기계

일부 부품 : 외주 가공

생산 방식 : 발주처의 주문사양 제작

### 나. 영업

- 전국 대리점, 온라인

- 고랑제초 복주기 1,280,000원

추후 공급실적 향상에 따라 가격인하



## 붙임. 참고문헌

농촌진흥청. 2017. 농업기계이용실태조사.

박보용, 허승진. 2001. 차량 동역학. 문운당.

이중용, 박원규, 김만수, 윤진하, 김상헌, 이채식, 유수남, 이승기, 김현태, 김학진, 최규홍, 최용, 김경수. 2014. 밭농업 경쟁력 제고를 위한 밭농업기계화 촉진방안 및 주요 작목별 기계회전략 도출. 농림축산식품부.

정학균, 성재훈, 이현정. 2019. 2019 국내외 친환경농산물 생산 및 소비 실태와 향후 과제. 한국농촌경제연구원 현안분석.

Choi. J. H. 2015. A Study on Analysis Method of Fatigue Behavior using Strain Gauge & S-N Curve in Car-Manufacturing System. MS thesis. Busan, Rep. Korea

Gim. G. -M. and W. -M. Koh. 2005. A Study on the Current Situation of Decision Making in Farming Activities by Role Types of Woman Farmers. Journal of Agricultural Education and Human Resource Development 37(3):47-64.

Han. J. W., E. K. Kim., H. H. Jung and Y. J. Park. 2018. Study on Working Load Analysis of Composite Working Implements for Agricultural Machines. The Korean Society of Mechanical Engineers-A 42(4): 371-378

Jeong. M., J. -H. Kim, K. -H. Park, H. -D. Lee, A. -S. You, B. S. Kim, J. -H. Choi and O. -K. Kwon. 2008. Examination of Pesticide Poisoning Deaths Statistics in Korea and Precautionary Measures Against Pesticide-Poisoning. The Korean Journal of Pesticide Science Vol. 12 No.2 : 134-140.

KATS. 2015. Research of Women's Body Size. Korea Agency for Technology and Standard. Seongnam, Gyeonggi:KATS Korea Agency for Technology and Standard Database. Available at: [www.sizekorea.kr](http://www.sizekorea.kr)

Kim. G. -H., S. -C. Kim and Y. -K. Hong. 2014. Traveling Performance of a Robot Platform for Unmanned Weeding in a Dry Field. Journal of the Korean Society for Precision Engineering 31(1): 43-50.

Kwon. T. H. 2014. A Study on Rotary Weeding Blade Installation Angle for Reduction of Hand Vibration in Working Type Cultivator. MS thesis. Seoul, Rep. Korea: Department of Biosystems

Engineering, Seoul National University.

Lee. K. S., H. C. Kim., H. S. Chae., K. R. Kim., S. J. Lee. and D. S. Lim., 2010. A Study on Agricultural Safety Technology for Ergonomic Intervention inf Farm-work. Journal of the Ergonomics Society of Korea 29(2): 225-239.

Lee. K. -S. 2013. Study of Correlation between Gait Velocity and Angle of Pelvic of Elderly Women. The Journal of Korean Society for Neurotherapy 17(1): 15-23.

Ock, H. -S. and J. Y. Pyon. 2011. Trend and Perspective of Weed Control Techniques in Organic Farming. The Korean Society of Weed Science 31(1): 8-23.

Han. J. W., E. K. Kim., H. H. Jung and Y. J. Park. 2018. Study on Working Load Analysis of Composite Working Implements for Agricultural Machines. The Korean Society of Mechanical Engineers-A 42(4): 371-378.

## 연구개발보고서 초록

|                       |  |         |                  |                                |    |
|-----------------------|--|---------|------------------|--------------------------------|----|
| 과 제 명                 | 여성친화형 소형 제초기 개발<br>Development of a compact-sized weed machine for the women |         |                  |                                |    |
| 주관연구기관                | 일진기계   |         | 주 관 연 구<br>책 임 자 | (소속) 일진기계                      |    |
| 참 여 기 업               |  |         |                  | (성명) 박 재 경                     |    |
| 총연구개발비<br>(300,000천원) | 계  | 534,000 | 총 연구 기간          | 2019 04.16 - 2020.12.31 (21개월) |    |
|                       | 정부출연<br>연구개발비  | 400,000 | 총 참 여            | 총 인 원                          | 10 |
|                       | 기업부담금  | 134,000 | 연 구 원 수          | 내부인원                           | 10 |
|                       | 연구기관부담금  |         |                  | 외부인원                           |    |

○ 연구개발 목표 및 성과

| 구 분       | 정량적 목표 (제품 사양)                | 달성 성과           |
|-----------|-------------------------------|-----------------|
| 동력        | 가솔린 5.5 hp                    | 가솔린 1.6 hp      |
| 형식        | 왕복동컷팅날 제초방식 or<br>디스크 모위 제초방식 | 경사 회전 중경제초날     |
| 기체크기 (mm) | W900*L900*H1100               | W300*L900*H1100 |
| 기체중량      | 50kg 이내                       | 30kg            |
| 속도        | 4km/h 이내                      | 2.0km/h 이내      |
| 조향        | 핸들 (조향 클러치 없음)                | 핸들 (조향 클러치 없음)  |
| 본체예산가     | 145 만원                        | 126 만원          |
| 제초부예산가    | 75 만원                         | 25 만원           |

○ 연구내용 및 결과

밭작물의 잡초제거를 위한 제초기는 트랙터부착형, 자주형, 경운기/관리기 부착형의 형태로 공급되고 있음. 여성친화형 소형 제초기는 소규모 영농이나 밭고랑의 제초 등 여성이나 고령자가 제초작업을 할 수 있는 제초기의 개발 공급을 위하여 기획하였음. 본 과제에서 개발한 여성용 소형 제초기는 소형 가솔린 엔진을 사용하고 이동이나 운전이 용이하고, 밭고랑의 잡초를 중경방식으로 제거하고 복주기 기능을 갖는 제초기이며, 제품화 개발을 완성하여 농업신기술(NET)를 획득하였으며 유튜브 등 다양한 영업활동을 추진하고 있음.

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 농작업 편이용 작업기계 개발로 관련 분야 및 타 산업 분야 적용가능
- 시범보조사업 및 정부지원대상 품목 선정으로 보급률 확대
- 여성친화형으로 고령자 여성 농업인에 대한 작업의 편리성 제공
- 사업화 방안

# 자체평가의견서

## 1. 과제현황

|                     |                 |                   |         |           |            |
|---------------------|-----------------|-------------------|---------|-----------|------------|
|                     |                 | 과제번호              |         | 119001-02 |            |
| 사업구분                |                 |                   |         |           |            |
| 연구분야                | 농업기계            |                   |         | 과제구분      | 단위         |
| 사업명                 | 첨단생산기술개발사업      |                   |         |           | 주관         |
| 총괄과제                | 기재하지 않음         |                   |         | 총괄책임자     | 기재하지 않음    |
| 과제명                 | 여성친화형 소형 제초기 개발 |                   |         | 과제유형      | (기초,응용,개발) |
| 연구기관                | 일진기계            |                   |         | 연구책임자     | 박재경        |
| 연구기간<br>연구비<br>(천원) | 연차              | 기간                | 정부      | 민간        | 계          |
|                     | 1차연도            | 19.04.16~19.12.31 | 170,000 | 57,000    | 227,000    |
|                     | 2차연도            | 20.01.01~20.12.31 | 230,000 | 77,000    | 307,000    |
|                     | 3차연도            |                   |         |           |            |
|                     | 4차연도            |                   |         |           |            |
|                     | 5차연도            |                   |         |           |            |
|                     | 계               | 19.04.16~20.12.31 | 400,000 | 134,000   | 534,000    |
| 참여기업                |                 |                   |         |           |            |
| 상대국                 | 상대국연구기관         |                   |         |           |            |

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2021.01.31

3. 평가자(연구책임자) :

|      |    |     |
|------|----|-----|
| 소속   | 직위 | 성명  |
| 일진기계 | 대표 | 박재경 |

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 |  |
|----|--|

## I. 연구개발실적

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

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

우수

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

우수

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

우수

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

우수

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

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

우수

## II. 연구목표 달성도

| 세부연구목표<br>(연구계획서상의 목표) | 비중<br>(%) | 달성도<br>(%) | 자체평가 |
|------------------------|-----------|------------|------|
| 동력                     | 10        | 10         | 달성함  |
| 형식                     | 10        | 10         | "    |
| 기체크기 (mm)              | 10        | 10         | "    |
| 기체중량                   | 20        | 20         | "    |
| 속도                     | 20        | 20         | "    |
| 조향                     | 10        | 10         | "    |
| 본체예상가                  | 10        | 10         |      |
| 제초부예상가                 | 10        | 10         |      |
| 합계                     | 100       | 100        | "    |

## III. 종합의견

### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

성실하게 목표 달성함

### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

국내 사업화 완성, 사업화 추진  
트랙터 부착형 등 업그레이드 연구 진행

#### IV. 보안성 검토

o 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

2. 연구기관 자체의 검토결과

## 연구성과 활용계획서

### 1. 연구과제 개요

|        |   |  |  |  |                               |  |                                |  |
|--------|---|--|--|--|-------------------------------|--|--------------------------------|--|
| 사업추진형태 | <input type="checkbox"/> 자유응모과제           |  | <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제 |  | 분 야                           |  |                                |  |
| 연구과제명  | 여성친화형 소형 제초기 개발                           |  |  |  |                               |  |                                |  |
| 주관연구기관 | 일진기계                                      |  |  |  | 주관연구책임자                       |  | 박 재 경                          |  |
| 연구개발비  | 정부출연<br>연구개발비                             |  | 기업부담금                                      |  | 연구기관부담금                       |  | 총연구개발비                         |  |
|        | 400,000                                   |  | 134,000                                    |  |                               |  | 534,000                        |  |
| 연구개발기간 | 2019. 04. 16 - 2020. 12. 31 (21개월)        |  |  |  |                               |  |                                |  |
| 주요활용유형 | <input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 |  | <input type="checkbox"/> 교육 및 지도           |  | <input type="checkbox"/> 정책자료 |  | <input type="checkbox"/> 기타( ) |  |
|        | <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:         |  |  |  |                               |  |                                |  |

### 2. 연구목표 대비 결과

| 구 분       | 정량적 목표 (제품 사양)                | 달성 성과           |
|-----------|-------------------------------|-----------------|
| 동력        | 가솔린 5.5 hp                    | 가솔린 1.6 hp      |
| 형식        | 왕복동키팅날 제조방식 or<br>디스크 모워 제조방식 | 경사 회전 중경제초날     |
| 기체크기 (mm) | W900*L900*H1100               | W300*L900*H1100 |
| 기체중량      | 50kg 이내                       | 30kg            |
| 속도        | 4km/h 이내                      | 2.0km/h 이내      |
| 조향        | 핸들 (조향 클러치 없음)                | 핸들 (조향 클러치 없음)  |
| 본체예산가     | 145 만원                        | 126 만원          |
| 제조부예산가    | 75 만원                         | 25 만원           |

\* 결과에 대한 의견 첨부 가능

### 3. 연구목표 대비 성과

| 성과목표 | 사업화지표     |      |      |                  |         |     |         |         |      |         | 연구기반지표 |            |           |                 |      |      |                 |          |                    |
|------|-----------|------|------|------------------|---------|-----|---------|---------|------|---------|--------|------------|-----------|-----------------|------|------|-----------------|----------|--------------------|
|      | 지식<br>재산권 |      |      | 기술<br>실시<br>(이전) |         | 사업화 |         |         |      |         | 기술인증   | 학술성과       |           |                 | 교육지도 | 인력양성 | 정책<br>활용·홍<br>보 |          | 기타<br>(타연구<br>활용등) |
|      | 특허출원      | 특허등록 | 품종등록 | 건수               | 기술료     | 제품화 | 매출액     | 수출액     | 고용창출 | 투자유치    |        | 논문<br>SC I | 비<br>SC I | 논문<br>평균<br>I F |      |      | 학술<br>발표        | 정책<br>활용 |                    |
| 단위   | 건         | 건    | 건    | 건                | 백만<br>원 | 건   | 백만<br>원 | 백만<br>원 | 명    | 백만<br>원 | 건      | 건          | 건         | 건               | 명    | 건    | 건               |          |                    |
| 가중치  | 20        |      |      | 10               |         | 20  | 20      |         | 10   |         |        |            | 10        |                 |      |      | 10              |          |                    |



|            |     |   |  |     |  |     |   |  |     |  |  |     |     |     |
|------------|-----|---|--|-----|--|-----|---|--|-----|--|--|-----|-----|-----|
| 최종목표       | 1   | 1 |  | 1   |  | 1   |   |  | 1   |  |  | 1   | 1   | 1   |
| 연구기간내 달성실적 | 3   |   |  | 1   |  | 1   |   |  | 1   |  |  | 1   | 1   | 1   |
| 달성율(%)     | 300 |   |  | 100 |  | 100 | 0 |  | 100 |  |  | 100 | 100 | 100 |

4. 핵심기술

| 구분 | 핵심기술명  |
|----|--------|
| ①  | 고량 제조기 |
| ②  |        |

5. 연구결과별 기술적 수준

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

\* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

| 핵심기술명 | 핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과  |
|-------|------------------------|
| ①의 기술 | 국내상품화, 타 연구 활용, 사업화 추진 |
| ②의 기술 |                        |
| ③의 기술 |                        |
| .     |                        |
| .     |                        |

7. 연구종료 후 성과창출 계획

| 성과목표 | 사업화지표  |     |     |           |     |     |     |     |     |     | 연구기반지표 |      |     |     |      |      |          |     |             |
|------|--------|-----|-----|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|------|-----|-----|------|------|----------|-----|-------------|
|      | 지식 재산권 |     |     | 기술실시 (이전) |     | 사업화 |     |     |     |     | 기술인증   | 학술성과 |     |     | 교육지도 | 인력양성 | 정책 활용·홍보 |     | 기타 (타연구활용등) |
|      | 특허출    | 특허등 | 품종등 | 건수        | 기술료 | 제품화 | 매출액 | 수출액 | 고용창 | 투자유 |        | 논문   |     | 학술발 |      |      | 정책활      | 홍보전 |             |
|      |        |     |     |           |     |     |     |     |     |     | SC     | 비SC  | 논문평 |     |      |      |          |     |             |
|      |        |     |     |           |     |     |     |     |     |     |        |      |     |     |      |      |          |     |             |

|                 |    |   |   |    |     |    |     |     |    |     |   |   |   |    |   |   |   |    |
|-----------------|----|---|---|----|-----|----|-----|-----|----|-----|---|---|---|----|---|---|---|----|
|                 | 원  | 록 | 록 |    |     |    |     | 출   | 치  |     |   | I | 균 | 표  |   |   | 용 | 시  |
| 단위              | 건  | 건 | 건 | 건  | 백만원 | 건  | 백만원 | 백만원 | 명  | 백만원 | 건 | 건 | 건 |    | 건 |   | 명 |    |
| 가중치             | 20 |   |   | 10 |     | 20 | 20  |     | 10 |     |   |   |   | 10 |   |   |   | 10 |
| 최종목표            | 1  | 1 |   | 1  |     | 1  |     |     | 1  |     |   |   |   | 1  |   | 1 |   | 1  |
| 연구기간 내 달성실적     | 3  |   |   | 1  |     | 1  |     |     | 1  |     |   |   |   | 1  |   | 1 |   | 1  |
| 연구 종료 후 성과창출 계획 |    | 2 |   |    |     |    | 200 |     |    |     |   |   |   |    |   |   |   |    |

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

|                          |  |                       |    |
|--------------------------|--|-----------------------|----|
| 핵심기술명 <sup>1)</sup>      |  |                       |    |
| 이전형태                     | <input type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상  | 기술료 예정액               | 천원 |
| 이전방식 <sup>2)</sup>       | <input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정<br><input type="checkbox"/> 기타( ) |                       |    |
| 이전소요기간                   |  | 실용화예상시기 <sup>3)</sup> |    |
| 기술이전시 선행조건 <sup>4)</sup> |  |                       |    |

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리  
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술이전시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 첨단생산기술개발사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.