

11
-1543000
-002108
-01

다조식

수직전단형

논·밭

제초기

개발

최종보고서

2018

농림축산식품부

첨단생산기술개발사업

R & D
R e p o r t

발간등록번호

11-1543000-002108-01

다조식 수직전단형 논·밭 제초기 개발 최종보고서

2018. 02. 28.

주관연구기관 / (주)성진텍

협동연구기관/ (재)대구기계부품연구원

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “첨단생산기술개발사업” (개발기간 : 2016.11.29 ~ 2017.11.28) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 02. 28.

주관연구기관명 : (주)성진텍

(대표자) 박성준 (인)

협동연구기관명 : (재)대구기계부품연구원

(대표자) 김정태 (인)



주관연구책임자 : 박 성 준

협동연구책임자 : 김 진 록

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제고유번호	116109-01	해 당 단 계 연구 기 간	2016.11.29. ~ 2017.11.28	단 계 구 분	1/1
연구 사업 명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	첨단생산기술개발사업			
연구 과 제 명	대 과 제 명				
	세 부 과 제 명	다조식 수직전단형 논밭 제초기 개발			
연구 책임자	박 성 준	해당단계 참 여 연구원 수	총: 9 명 내부: 명 외부: 명	해당단계 연구 개발비	정부: 200,000천원 민간: 67,000 천원 계: 267,000천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 9 명 내부: 명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 200,000천원 민간: 67,000 천원 계: 267,000천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)성진텍			참여기업명 (주)성진텍	
위탁 연구	연구기관명: (재)대구기계부품연구원			연구책임자: 김진록	
요약	<p>본 과제에서는 기존 중경제초기의 로터리형 구조에 대한 문제점을 해결하고, 논농사 및 밭농사, 배토, 벌초가 가능한 다조식 수직전단형 논·밭 제초기 개발을 목적으로 수행하였다.</p> <p>제초 기능부의 제초 날, 브라켓, 안전커버와 구동부의 동력장치, 동력전달시스템, 새시부 등 주요 핵심부품을 설계 및 제작하여 최종 제초기 시제품을 완성하였다. 현재 기술인증과 디자인 고급화를 통한 제초 기능부의 제초 날과 안전커버, 브라켓의 개별 모듈을 개량 제작 후 농업현장에 판매를 하고 있으며 일본으로도 수출을 전개하였다.</p>			보고서 면수 106 Page	

〈 요약 문 〉

		코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 중경제초기의 로터리형 구조에 대한 문제점을 해결하고 논농사 및 밭농사, 배토, 별초가 가능한 다조식 수직전단형 논·밭 제초기를 개발함으로써 제초 효율을 향상시키고, 농작업의 기계화율과 확장성을 높이고자 함. 					
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다조식 수직전단날 및 평지용 제초 날 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 제초 날의 적정 소재선정 및 최적의 열처리 조건을 도출하여 내구성을 향상시켰으며, 제초 날의 마모 및 부하를 분산시킬 수 있는 형상을 도출함. ○ 제초부 안전커버 및 브라켓 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 안전커버, 플로우팅, 브라켓의 최적형상 설계를 통한 제초 효율 및 작업 편의성을 향상시키고, 안전커버와 플로우팅의 소재를 변경하여 내충격성과 강성을 높임으로써 제품의 신뢰성을 확보함. ○ 동력장치 및 동력전달시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 동력전달시스템의 핵심부품인 기어박스의 내구성 및 제초 날의 회전력에 요구되는 구동 토크 선정을 위한 동역학 해석을 수행하였으며, 주행과 제초 날 구동에 주 동력원인 엔진 사양은 다조식 제초 날의 개수, 제초 날의 회전력, 최대토크 및 최대출력을 고려하여 설계 제작함. ○ 주행부 / 새시부 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 주요부품의 구조 안정성을 고려한 최적 구조형상을 도출하여 설계 제작함. ○ 최종 시제품 제작 및 성능평가 <ul style="list-style-type: none"> - 동력장치부, 주행부, 새시부, 기어박스 등 핵심부품을 제작하여 최종 시제품을 조립 완성하였고, 제초부 핵심부품의 시험평가와 최종 완성품에 대한 현장 성능평가를 실시함. 					
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제품 상용화 전략 수립을 통해 양산화 일정을 단축시켜 농가의 기계 보급률을 높임으로서 노동력 절감 효과가 예상됨. ○ 본 연구과제의 수행을 통해 구축된 인프라를 적극 활용하여 제초기와 유사한 농기계 개발에 적극 참여함. ○ 기존 로터리 방식과 차별화 된 수직전단형 제초방식으로 제초 효율성을 높이고 제초 날 및 안전커버의 내구성 향상으로 제초 유지비용이 감소됨. ○ 선진사의 수입품 대체 효과와 일본으로의 역수출로 확대시킴. ○ 상용화 가능한 제초 날, 안전커버의 제품홍보를 위한 박람회 및 전시회 참가 					
중심어 (5개 이내)	농기계	제초기	예초기용 칼날	제초기용 안전커버	배토	

〈 SUMMARY 〉

		코드번호	D-02			
Purpose& Contents	It is possible to solve the problems of the rotary type structure of conventional mowers and to improve the weeding efficiency by developing vertical shear blades.					
Results	<ul style="list-style-type: none"> ○ Development of multi type vertical shear blades and flats blades <ul style="list-style-type: none"> - The optimum material selection and optimal heat treatment conditions for the weed blades are derived to improve the durability, and the shapes are modified to disperse the abrasion and load of the weed blades. ○ Development of Safety Cover and Bracket in Weeding part <ul style="list-style-type: none"> - Weeding efficiency and operation convenience are improved by designing optimum features for safety covers, plowing, and brackets. The materials of the safety covers and plows are changed to improve product reliability and rigidity ○ Development of power unit and power transmission system. <ul style="list-style-type: none"> - The dynamics analysis was performed for the selection of the drive torque required for the durability of the gearbox and the rotational force of the weed blades. The specifications of the engine was selected in consideration of the number of blades, turning force, the maximum torque and the maximum output. ○ Development of driving part / chassis part <ul style="list-style-type: none"> - The optimum structural shape considering the structural stability of major parts was derived. ○ Final product manufacturing and performance evaluation <ul style="list-style-type: none"> - The core parts such as the power unit, the driving unit, the chassis and the gear box were fabricated and final prototypes were assembled. Test evaluation of the core parts and on-site performance evaluation of the finished parts were carried out. 					
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> ○ By establishing a product commercialization strategy, it is expected to reduce labor costs by shortening the mass production schedule. ○ It is expected that the weeding efficiency will be increased by vertical shear weeding method, and the cost of maintenance will be reduced by improving the durability of the weeding blade and safety covers. ○ It is expected to replace imported products and export them back to Japan. ○ Participating in exhibition to promote the products of the weed blade and safety covers. 					
Keywords	Farm machinery	weeder	Blades for lawn mowers	Safety cover for lawn mowers	ridging	

< CONTENTS >

Chapter1. Research general	7
Section1. Research necessary	7
Section2. Research necessary	8
Section3. Research scope	10
Chapter2. R&D status in domestic and abroad	12
Section1. Domestic R&D	12
Section2. Abroad R&D	14
Section3. Domestic and abroad Market Statu	15
Chapter3. Research contents and result	17
Section1. Promotion strategy and methode of research	17
Section2. Promotion system of research	18
Section3. Promotion schedule of research	19
Section4. Content of research	20
Chapter4. Goal achievment and contribution to related fields	82
Section1. Goal attainment	82
Section2. Contribution of related field	84
Chapter5. Application plan of Research result	85
Chapter6. Foreign technology information obtained during research progress	86
Chapter7. Security level of research performance	87
Chapter8. Present equipments of research facilities	88
Chapter9. The result of safety perform at laboratory on during research progress	89
Chapter10. The typical point of research result on research progress	90
Chapter11. The others	91
Chapter12. Reference	92

〈 목 차 〉

제 1 장. 연구개발과제의 개요	7
제1절 연구개발 목적	7
제2절 연구개발의 필요성	8
제3절 연구개발 범위	10
제 2 장. 국내외 기술개발 현황	12
제1절 국내 연구 현황	12
제2절 국외 연구 현황	14
제3절 국내·외 시장현황	15
제 3 장. 연구수행 내용 및 결과	17
제1절 연구개발 추진체계	17
제2절 연구개발 추진전략·방법	18
제3절 연구개발 추진일정	19
제4절 연구개발 내용	20
제 4 장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	82
제1절 목표달성도	82
제2절 관련분야 기여도	84
제 5 장. 연구결과의 활용계획 등	85
제 6 장. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	86
제 7 장. 연구개발성과의 보안등급	87
제 8 장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황	88
제 9 장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	89
제 10 장. 연구개발과제의 대표적 연구실적	90
제 11 장. 기타사항	91
제 12 장. 참고문헌	92

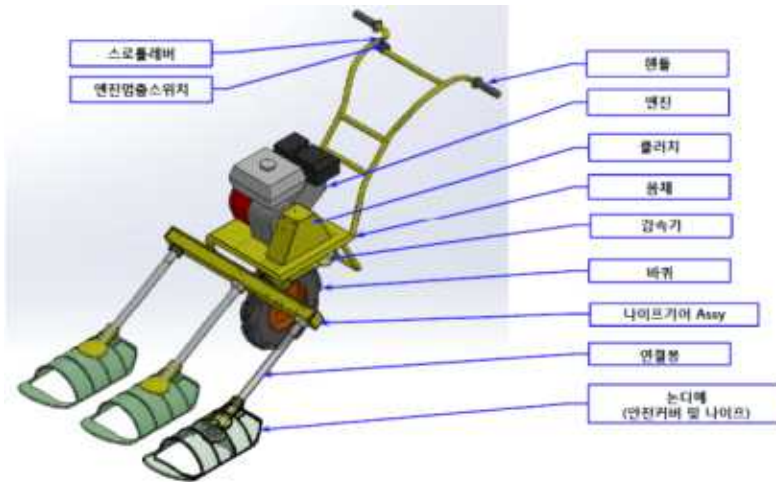
〈별첨〉 자체평가의견서

제 1 장 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
------	------

제 1 절 연구개발의 목적

기존 중경제초기의 로터리형 구조의 중경 및 제초에 대한 문제점을 해결하고, 중경제초기의 용도를 다양화함으로써 논농사 뿐 아니라 밭농사, 배토, 별초가 가능한 다조식 수직전단형 논·밭 제초기를 개발하고자 한다. 다목적 경량형 농기계를 개발함으로써 기존 대비 제초 효율을 향상시키고, 농작업의 기계화율 및 확장성을 높이고자 한다.



[그림 1. 다조형 수직전단형 논·밭 제초 가능한 농기계 구상도]

농업용 중경제초기는 파종 또는 이식한 후 이랑 사이의 잡초를 제거하고 흙을 갈아 간접적으로 발육을 돕기 위하여 작물의 포기부분에 흙을 넣어 주는 농기계로서, 잡초 방제에 있어서는 제초제 살포와 같은 잡초제거 효과를 가진다. 현재 시행되고 있는 잡초 방제 방법 중에서 가장 친환경적이고 방제효과 및 제초 결과가 가장 확실한 방법이다.



- 제초제 살포: 토양 및 환경오염 문제 심각
- 친환경 농법인 유기자원(오리, 왕우렁이, 쌀겨) 활용 → 생태계 교란/수질오염
- 로터리 방식의 중경제초기: 축감김 현상으로 제초효율 낮음

논·밭 겸용 수직전단형 제초기 개발

제 2 절 연구개발의 필요성

농산물 시장의 자유화 확대로 경쟁이 더욱 치열해지고 있으며, 농작물 작업의 대부분이 기계화가 되면서 농가의 경쟁력이 비교적 높은 편이다. 하지만 기후변화와 환경오염으로 인한 저항성 잡초의 기승으로 논이나 밭의 제초작업이 매년 증가하고 있으며 토양의 상태에 따라 제초작업의 효율성이 크게 떨어지며, 나아가 농산물 생산량에 큰 영향을 미치고 있다.

최근 소비자들의 친환경 고품질 농산물에 대한 관심과 소비가 증가함으로써 저농약과 유기농 재배가 각광을 받고 있다. 이에 잡초관리를 위한 오리, 왕우렁이, 쌀겨 등 생물 및 유기자원을 활용하고 있으나, 생태계 교란 등으로 환경영향 우려가 대두되고 있다.

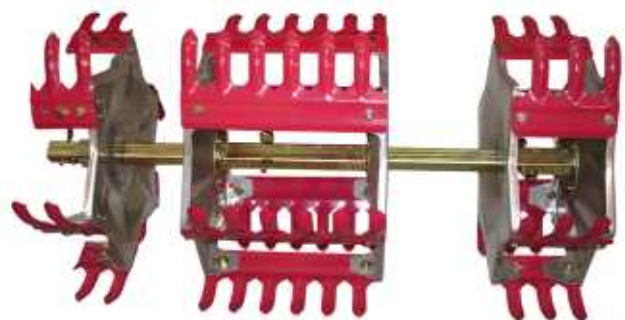
현재 농업에서의 논농사는 경리정리가 대부분 완성단계에 있으며, 트랙터, 이앙기 등 벼농사를 중심으로 농작업 기계화율이 92%에 이르고 있다. 이에 반해 밭농사는 구릉지가 많고 경리정리가 어려워 농업의 기계화가 늦어지고 있다.

기존 대부분 중경제초기는 로터리방식으로 일본에서 개발되어 현재 일본기업이 세계시장의 대부분을 차지하고 있으며, 로터리방식의 중경제초기는 논바닥을 누르면서 제초하는 방식으로 제초가 잘 이뤄지지 않으며, 제초된 잡초가 로터리 축에 감기어 작업진행 속도가 떨어지고 논농사와 토양상태 및 지형이 다른 밭작물 제초작업엔 적합하지 않다. 또한 평지의 제초에도 작업한계를 가지고 있다.

현재 가장 많이 사용되고 있는 로터리타입의 중경제초기는 로터에 날이 연결되어 회전하면서 잡초를 제거하는 방식이다. 이 방식의 중경제초기는 토양을 뒤집는 구조로 지지대가 외발형태로 지지하기 때문에 제초 작업 시 중심 잡기가 매우 어렵고, 지지대가 동력원을 가지고 있지 않기 때문에 작업자가 전진 시 무리한 힘을 주어 진행해야 하며 전진 시 고랑을 따라 작업하기 힘들어 작물에 손상을 줄 수 있는 문제점이 있다.



[그림 2. 로터리타입 중경제초기]



[그림 3. 로터리타입 제초 날]

이러한 로터리 방식이 제초작업에 적용된 것은 토양의 경운방식에서 로터리형이 사용되었기 때문이며, 잡초를 제거하는 데 뿌리와 줄기를 모두 뒤집는 방식(경운방식)으로 토양의 저항이 커 아래와 같은 단점으로 작업자에게 애로를 주고 있다.

- 날의 마모 및 소용동력이 큼
- 날의 수가 많아 유지비용이 높음
- 회전 날과 축의 중심에 잡초가 감겨 작업효과가 떨어짐
- 로터리 날의 회전은 토양을 뒤집는 구조로써 경운에 적합하나 제초에는 부적합 함
- 제초 시 축 감김 현상으로 제초 작업의 효율성이 약 30%로 낮음
- 소요동력이 높으며, 날 마모율도 매우 높은 편임
- 제초 폭은 날의 수직 폭으로 결정되므로 제초용 날의 소모가 많은 구조적인 문제점이 있음

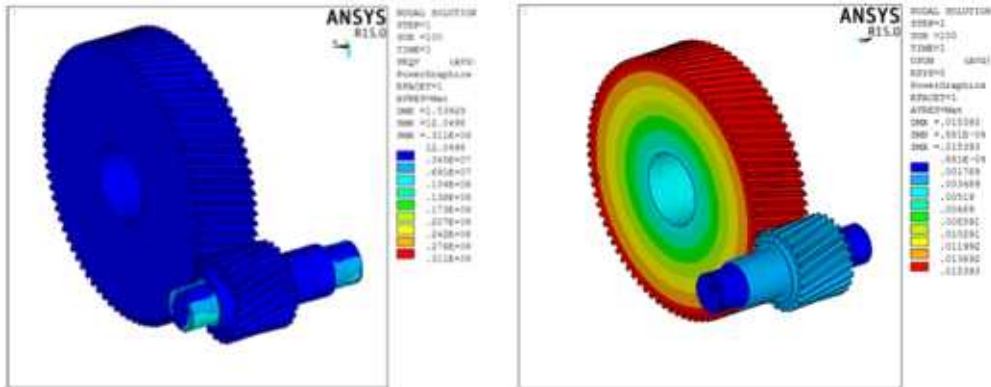


[그림 4. 로터리 방식의 축감김 현상]

반면, 수직전단 제초 방식은 토양을 전단하는 구조로 로터리 타입의 중경제초기에 비해 날의 수명이 2배 이상 높으며 축 감김 현상이 거의 나타나지 않아 생육시기와 무관하게 제초 작업이 가능하다.

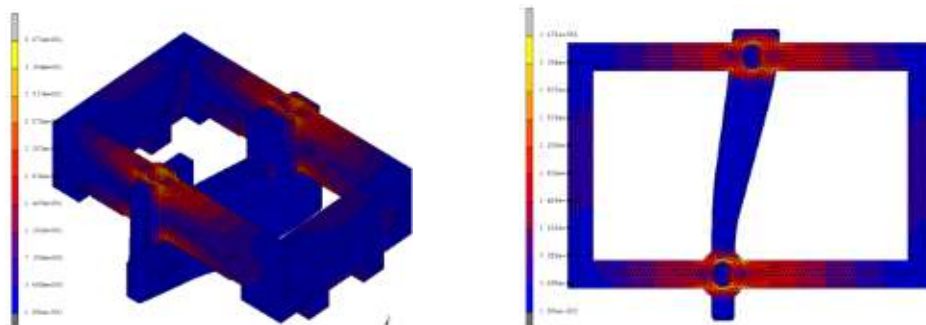
또한 수직전단 제초 방식은 넓은 제초 폭으로 효율성이 매우 높고, 제초 날의 변경과 제초부의 탈부착이 가능한 구조로써 논농사 뿐 아니라 밭농사의 제초 및 평지의 벌초작업, 배토작업 등 다양한 용도로 사용이 가능하다.

- 동력장치부 개발
 - 제조 날의 회전력, 최대토크 및 최대출력을 고려한 엔진 사양 선정
- 동력 전달시스템 개발
 - 기어 및 샤프트의 내구성 확보를 위한 최적설계 인자 도출(소재 및 열처리)
 - 정적 안정성 및 동적 안정성을 고려한 전산해석
 - 해석을 통한 회전체의 최대 RPM 선정
 - 주요부품의 간섭확인 및 구조안정성 확보



[그림 7. Gear 비선형 접촉해석 예]

- 주행부, 새시부 개발
 - 주요부품의 구조 안정성을 고려한 최적 구조형상 도출
 - 주행부 / 새시부 프레임 설계
 - 주행부 및 새시부의 전산해석을 통한 경량 소재 선정
 - 주행부 휠 구동 시 최적화 된 모터 선정



[그림 8. 하중에 따른 구조해석의 예]

- 최종 시제품 제작 및 성능평가
 - 동력장치부, 주행부, 새시부, 동력연결부의 시제품 제작
 - 시제품 현장 성능평가(작업속도, 제조효율성, 제조 깊이, 연료소모율 등)
 - 시제품의 운전성, 제조효율 평가를 통한 개선안 도출 및 반영
 - 수직전단형 제초기 제작조건 표준화

제 2 장 국내외 기술개발 현황

코드번호

D-04

제 1 절 국내 연구 현황

1. 국내 기술 현황

국내에서 판매되고 있는 제초기 타입은 대부분 로터리형(표 1)이다. 로터리형 방식 제초작업에 적용된 것은 토양의 경운방식에서 사용되었기 때문이다. 하지만 잡초를 제거하는데 뿌리와 줄기를 모두 뒤집는 방식(경운방식)은 토양의 저항이 커지면서 날의 마모와 소요동력이 높아지게 되므로 비효율적이다. 또한 잡초의 줄기가 회전날과 축 중심에 감김 현상이 발생함으로써 작업능률을 저하시킨다.

명칭	관리형로터리제초기	동력로터리제초기	동력로터리제초기
구조			
명칭	동력로터리제초기	핸디용로터리제초기	관리형로터리제초기
구조			

[그림 9. 시판되고 있는 기존 로터리형(경운형) 제초기]

제초 방제 방법으로 동력중경제초기를 사용하게 되면, 약 50~65% 정도의 낮은 제초 효과를 보였으며, 3회 이상 제초 작업시 최대 90% 정도의 제초 효과가 나타났다. 하지만 골에 발생한 잡초는 동력중경제초기로 방제가 가능하지만 벼 포기 사이의 잡초는 동력중경제초기로 제초가 어려운 문제점이 있다.

2. 국내 연구 현황

○ 논 중경제초기 개발 (농업공학연구소)

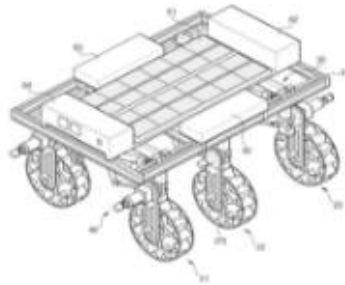
- 조건과 주간(벼의 포기 사이와 줄 사이)의 잡초를 한꺼번에 제거가 가능하며, 벼의 생육 상태에 따라 제초 폭을 3단계로 조절이 가능하다. 제초용 로터에 일정한 간격으로 달려 있는 날이 돌면서 줄 사이의 잡초를 파헤치거나 끊어서 땅속에 묻어버리며, 줄 사이에서 파헤쳐진 흙을 날개바퀴가 회전하면서 포기와 포기 사이로 옮겨 덮어버려 포기 사이의 잡초가 더 이상 자라지 못하도록 하는 기능을 가진다. 또한 벼가 다치는 것을 최소화 하기 위해 동력 없이 로터의 추진력에 의해 바퀴가 회전하는 논 중경제초기 개발되었다.



[그림 10. 농 중경제초기] [그림 11. 로터 및 날개커버]

○ 무인중경제초기 개발(경북대학교)

- 태양에너지를 동력원으로 사용할 수 있고, 무인으로 조작성이 가능하며 논물에서 무인주행이 용이하다. 바퀴의 승하강 및 좌우 슬라이딩 이동에 의해 논 줄 사이로 수평이동이 가능하도록 무인중경제초기 개발되었다.



[그림 12. 중경 제초기]

3. 국내 동향

현 국내는 농촌 이탈 인구가 많아짐으로써 매년 농촌의 노동인구가 지속적으로 감소되며, 농가의 고령화 속도가 점차 빨라지면서 농업기계 없이는 농업을 할 수 없다. 또한 농촌 인력의 고령화 및 부녀화에 따라 인건비 및 생산비를 감소할 수 있는 효율적인 기계화 영농을 실현하기 위하여 기계화가 시급하다. 특히 농작업 중심으로 우량 농업기계를 개발하여 보급해야 한다.

국내 농기계 시장에서는 일본의 농기계 생산업체인 Kubota, YANMAR 등의 현지법인이 공급하는 트랙터, 콤파인, 이앙기와 세계적인 생산업체인 John Deere, CNH, AGCO의 중대형 트랙터의 점유율이 점점 높아지고 있는 실정이며, 중국의 값싼 트랙터가 공격적인 마케팅을 시도하고 있다. 또한, 농가의 기계화를 실현하기 위해 ‘대한민국 국제농기계자재박람회(KIEMSTA)’를 개최하고 있으며 이를 통해 농기계를 소개하고 있다.

국내 벼농사의 기계화율은 90% 이상으로 매우 높으나, 밭농사는 47%로 매우 미흡하며, 특히 축산기계 및 설비, 원예기계 및 설비 등은 국내 자체기술이 초보적인 단계로 대부분 수입에 의존하고 있고 선진국과의 기술 격차를 줄이는데 오랜 기간이 소요되어 향후 국산화 및 수출 전략화 노력이 절실하다.

제 2 절 국외 연구 현황

1. 해외 기술 현황

일본의 중경제초기계의 형태는 보행형부터 트랙터 부착형 까지 다양하게 있다. 최근 들어 승용형 예취기의 급속한 보급이 이루어지고 있는 것이 특징이다. 예취기의 전고를 낮게 하여 수관 아래로의 진입을 용이하게 하고, 유압식 무단변속기를 채택하여 속도조절과 전·후진 전환조작을 간단히 할 수 있게 하여 제한된 이동공간에서의 기동성을 향상 시킬 수 있다. 동시에 이러한 조작성 향상이 여성과 고령자 층에게 인기를 끌면서 급속한 보급 확산으로 이어지고 있다.

아래 사진은 읍셋형의 트랙터용 작업기로 작업부의 전고를 낮게 해 나무 아래로의 진입이 용이한 과수용 중경제초기를 개발 하였다. 프레일(flail)날을 사용하는 모어 또는 로터리 중경기를 선택해 공구를 사용하지 않고 간단하게 교환 가능한 방식이다.



[그림 13. 읍셋형의 트랙터용 작업기]

2. 해외 연구 현황

- 수도 작용 동력중경제초기 개발(미쯔비시/일본)
 - 로터리형의 제초형 로터에 일정한 간격으로 달려있는 날이 회전하면서 잡초를 제거하는 수도 작용 동력중경제초기 개발하여 현재 국내업체가 수입하여 농가에 가장 많이 보급 된 기종이다.

3. 해외동향

세계 농기계시장은 2000년대 중반 이후 발현된 애그플레이션(Agflation)과 2008년과 2011년 곡물가격 급등으로 최근 곡물가격이 10년 전에 비해 2~3배 수준을 유지하고 있으며 주요 곡물 수출국을 중심으로 농가소득이 개선되면서 농기계시장이 호황 국면을 보이고 있다.

동유럽, 중국, 동남아(인도, 베트남, 인도네시아) 등의 국가들은 경제 성장의 수단으로 공업 발전을 추진 중이며 신흥 농업기계 수요국으로 급부상 중이다.

전 세계적으로 지난 10여 년간 연평균 농업 산출량이 2.6% 성장해 왔고, 향후 10년간은 연평균 1.7%로 완만한 성장세를 나타내고 있다. 이에 반해 인구성장률은 이에 못 미칠 것으로 예상되며 농업에 있어서 농업기계화의 역할이 보다 증대되고 있는 실정이다.

제 3 절 국내·외 시장현황

1. 국내·외 시장 규모

단위: 억 원

	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
계	4,627	9,393	12,259	10,114	15,276	18,440

주: 내수는 정부 용자를 받는 기종을 기준한 수치임.
 자료: 강창용 외, 「농기계산업의 발전 및 수출확대 방안 토론회 자료집」, D383, 2014. 10, p.7.

[표 1. 국내 농기계 시장 규모]

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 예상 하고 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.

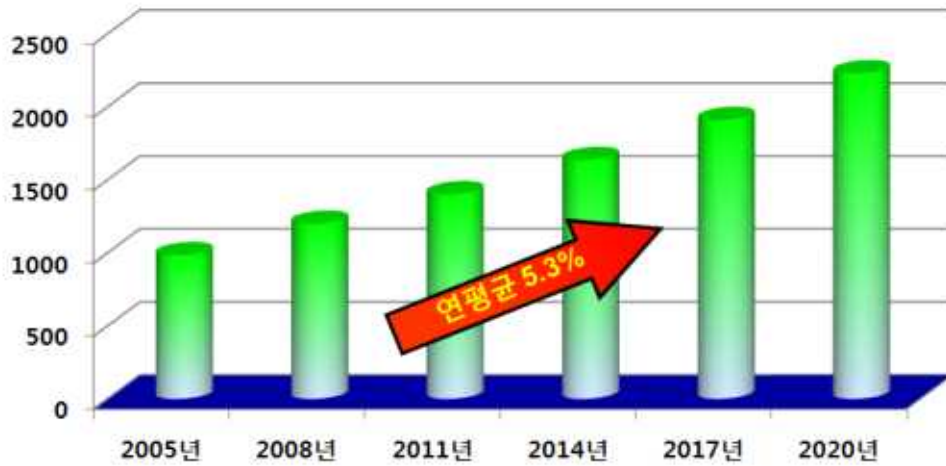
친환경 시대에 맞춰 수요자의 농산물 기호 변화에 맞춰 새로운 분야의 농기계를 개발하고 그에 따른 수요를 창출할 수 있을 때 농기계 산업의 전망은 밝을 것으로 예상된다.

예) 과수, 축산, 원예, 친환경분야의 새로운 농기계 개발

농림수산식품부는 2015년까지 농기계 수출액 10억달러 달성 목표를 세우고 내구산업 위주의 농기계 산업을 수출산업으로 중점 육성하기 위해 농기계 수출 활성화 방안을 2012년에 수립 및 발표 하였다. 연도별 수출 목표는 ('11)608백만달러→(' 12)700백만달러→(' 13)800백만달러→(' 14)900백만달러→(' 15)1,000백만달러이며, 2010년 기준 한국산 농기계 세계시장 점유율 1%를 2015년 2%로 증가시키는 것으로 목표로 하고 있다.

2. 세계 농기계 산업의 수요 전망

- 1단계('09~ '13년) : 년 1,500억\$, 2단계('14~ '18년) : 년 2,000억\$
- 중국의 농업기계화율 : 약 46%('10년) → 70%('20년 달성목표)



[표 2. 세계 농기계시장 규모 전망(FAO통계)]

3. 국내외 관련지식재산권 현황

대부분의 국내외 특허들은 대부분 동력을 이용한 구동에 대한 메커니즘 개선에 관한 관련 사항이 주류를 이루고 있으며, 최근에는 소형화 되어 작업의 편의성을 개선하려는 시도가 많이 되고 있다.

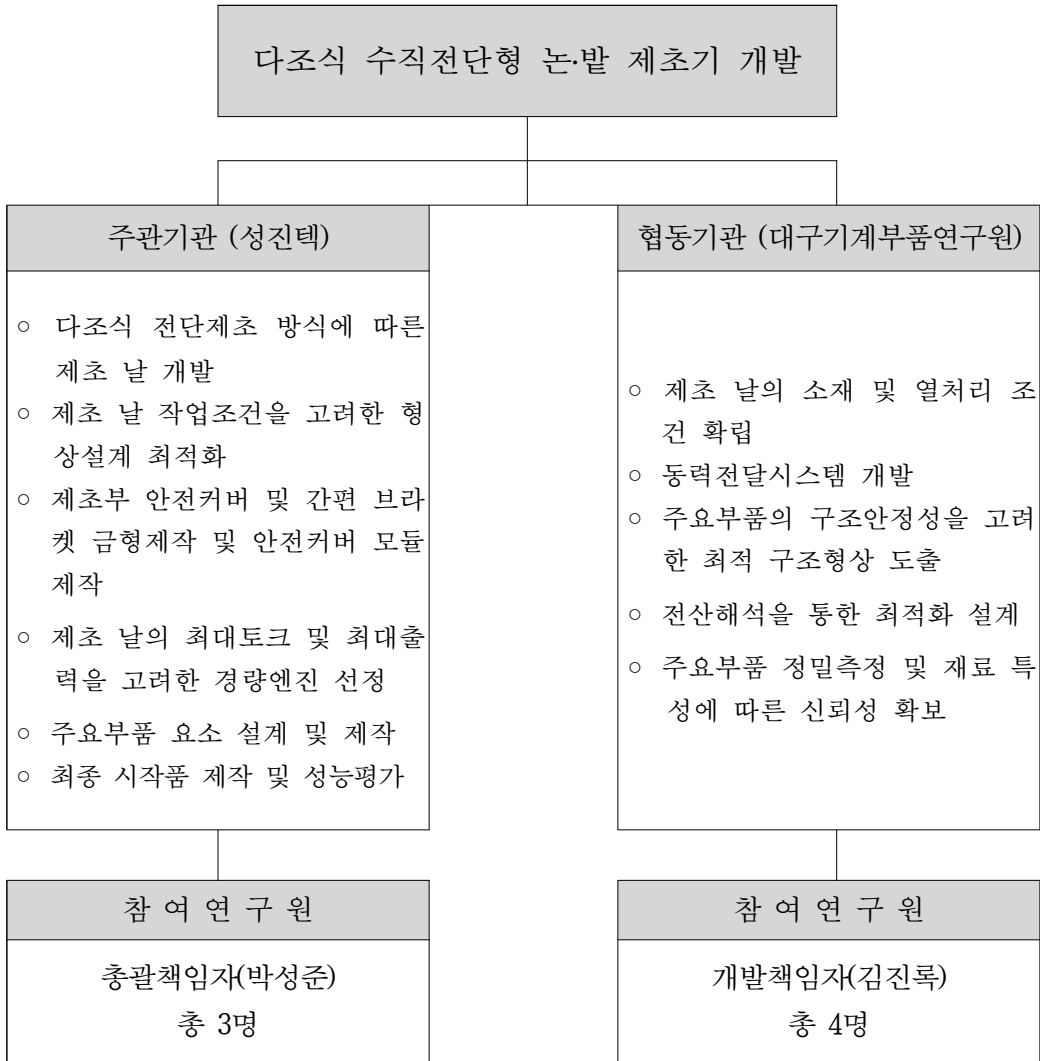
지식재산권명	지식재산권출원인	출원국/출원번호
① 보행용 조,주간 제초기	(주)죽암기계	한국/2020050014058
② 동력중경제초기	(주)파루	한국/1020050094592
③ 동력 중경 제초기	중앙그린텍(주)	한국/2020030020110
④ 다목적 제초장치	(주)광풍	한국/2020040026111
⑤ 작물수확기 및 제초기 안전커버	Hokoku Komuten	일본/1999-124484
⑥ 작물수확기 및 제초기 칼날	Naruko Sakuzo	일본/2004-163449
⑦ 승용식 제초기용 측면 제초장치	(주)한성티앤아이	한국/1020080041582
⑧ 안전성이 향상된 무인 제초기	제니스테크(주)	한국/1020160060233
⑨ 제초 성능이 향상된 제초기	제니스테크(주)	한국/1020140137438
⑩ 다목적 제초장치	명성테크 주식회사	한국/1020140138008
⑪ 제초기용 칼날	이왕복	한국/3020100001126
⑫ 제초기용 안전커버	주식회사 코리아메탈	한국/ 3020060036587
⑬ 제초기	(주)한성티앤아이	한국/3020100001126
⑭ 동력제초기	주식회사 아세아텍	한국/1020130021304

[표 3. 국내외 관련지식재산권 현황]

제 3 장 연구수행 내용 및 결과

코드번호 D-05

제 1 절 연구개발 추진체계



제 2 절 연구개발 추진전략 · 방법

기관명	주요 추진 내용
(주)성진텍	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다조형 수직 전단 제초 날 및 일반 평지용 제초 날의 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 다조식 전단제초방식에 따른 제초 날 개발 - 작업조건을 고려한 날의 형상 설계 ○ 제초부 안전커버 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 제초부 안전커버 및 간편 브라켓의 금형제작 및 안전커버 모듈 제작 ○ 동력장치부 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 제초 날의 최대토크, 최대출력을 고려한 경량 엔진 선정 ○ 부품 요소 설계 및 제작 ○ 최종 시제품 제작 및 성능평가
대구기계부품연구원	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제초 날의 내구성 확보를 위한 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 소재 및 열처리 조건 확립 - 수명향상을 위한 최적 형상 설계 ○ 부품 요소/통합 최적화 설계 및 구조해석 <ul style="list-style-type: none"> - 부품요소들 간의 하중을 고려한 주행부 설계 및 구조해석 - 동력전달시스템 개발 ○ 주요 부품의 시험평가 <ul style="list-style-type: none"> - 주요부품 정밀측정 및 재료 특성에 따른 신뢰성 확보

제 3 절 연구개발 추진일정

□ 주관기관(성진텍)

1차년도																
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정												연구 개발비 (단위:천원)	책임자 (소속 기관)	
		11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	계획수립 및 자료조사														-	박성준 (성진텍)
2	다조형 수직전단형 제조 날 및 일반평지용 제조 날 개발														38,000	박성준 (성진텍)/ DMI (김진륙)
3	제조부 안전커버 및 체결브라켓 개발														46,000	박성준 (성진텍)
4	동력장치부 개발														8,000	박성준 (성진텍)
5	시제품 제작 및 성능평가														15,000	박성준 (성진텍)/ DMI (김진륙)

□ 협동기관(대구기계부품연구원)

1차년도																
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정												연구 개발비 (단위:천원)	책임자 (소속 기관)	
		11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	다조형 수직전단형 제조 날 및 일반평지용 제조 날 개발														38,000	박성준 (성진텍)/ DMI (김진륙)
2	동력연결부 개발														25,000	DMI (김진륙)
3	주행부, 새시부 설계														5,000	DMI (김진륙)
4	주행부, 새시부 구조해석 및 형상 최적화														5,000	DMI (김진륙)
5	시제품 제작 및 성능평가														15,000	박성준 (성진텍)/ DMI (김진륙)

제 4 절 연구개발 내용

1. 제초 날의 내구성 확보를 위한 기술 개발

가. 제초 날 소재 및 열·표면처리 검토

제초 날의 소재는 일반적으로 공구강이 사용되며, 공구강은 용도에 따라 탄소공구강, 합금공구강, 고속도공구강으로 분류된다. 합금공구강은 SKD11, SKD61 등 냉간금형용강이나 열간공구강으로 일반적으로 C함량이 높고 이것에 Cr, W 또는 Mo를 첨가하고 소량의 V를 첨가한 것이 있다.

탄소공구강은 가격이 싸므로 가장 널리 이용되며, Quenching-Tempering 열처리로 높은 표면경도를 얻을 수 있고, 제초 날에 적합한 소재 선정을 위해 기본적으로 경도와 내마모성을 만족하면서 사용수명과 제조원가, 공정비용 등을 감안할 때 탄소공구강 중 SK5가 가장 적합한 소재로 판단하여 제초 날의 소재로 선정하였다.

기존 제초 날의 제조공정은 일반적으로 판재 상태의 원소재를 Quenching-Tempering 후 절곡 성형을 하거나 절곡 성형 후 Quenching-Tempering하는 공정이었으나 전자의 경우는 경질소재의 성형으로 균열 발생의 위험이 크며, 후자의 경우는 열처리 변형이 발생하여 추가 수정이 필요한 단점이 있다.

따라서 본 과제에서는 절곡 성형이 용이하게 구상화 어닐링 된 판재 상태의 원소재를 오스텨퍼링(Austempering) 처리하여 제초 날의 기본 요건인 고경도와 내마모성을 만족하고, 열처리 변형 발생을 최소화 할 수 있는 제조공정을 적용하였다.

오스텨퍼링(Austempering)은 보통탄소강에서 베이나이트(bainite)조직을 생성하는 등온열처리방법이다. 이 방법은 적절한 온도 수준으로 강의 강도와 인성을 갖도록 퀴칭과 템퍼링하는 방법에 대신할 수 있다. 오스텨퍼링은 강을 오스테나이트화 하고 Ms 온도 바로 위 온도로 유지된 염욕(salt bath)에 퀴칭한 다음 등온변태를 시키고 서서히 공기 중에서 상온으로 냉각한다.

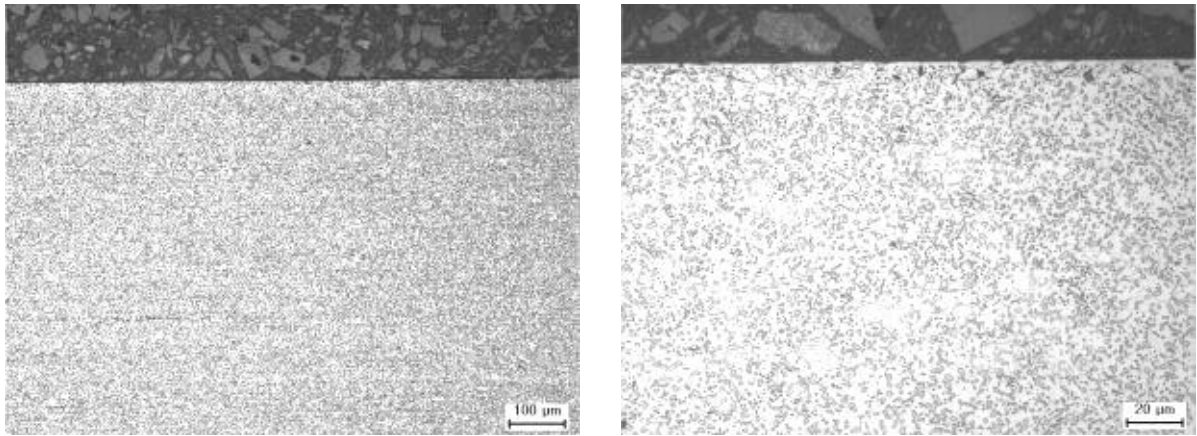
일반적인 퀴칭 및 템퍼링 열처리에 대신하여 오스텨퍼링을 적용하는 경우는 첫 번째로 특정한 경도로 인성과 충격강도를 향상시키고자 할 때, 두 번째로 퀴칭에서 오는 균열 및 뒤틀림을 감소시키고자 할 때이다. 오스텨퍼링은 특히 박판 탄소강의 열처리에 좋으며 본 과제를 통해 개발한 제초 날에 적용하여 목표로 하고 있는 로크웰경도 50 HRC 이상의 경도를 확보하였으며, 마찰마모 특성 또한 우수한 것을 확인할 수 있었다.

나. 제초 날의 원소재 성분분석 및 미세조직 관찰

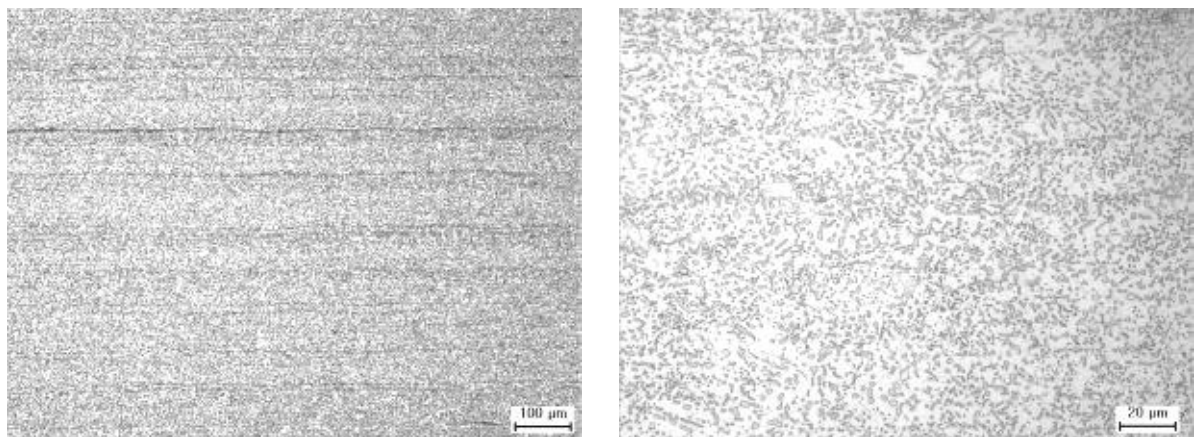
제초 날의 원소재인 구상화어닐링 처리된 SK5의 화학 성분분석과 미세조직 관찰 결과 화학성분은 KS D 3751 규격에 만족함을 확인 하였으며, 미세조직은 페라이트 기지에 구상화된 시멘타이트가 고루 분포되어 있음을 확인할 수 있었다.

[표 4. SK5 화학조성 및 시제품 성분분석 결과] (wt%)

구분	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
SK5	0.80 ~	0.10 ~	0.10 ~	0.030	0.030	0.30	0.25	0.25
SPEC.	0.90	0.35	0.50	max	max	max	max	max
제초 날 시제품	0.861	0.218	0.408	0.015	0.004	0.104	0.010	0.007



CASE (관찰배율 x100, x500)

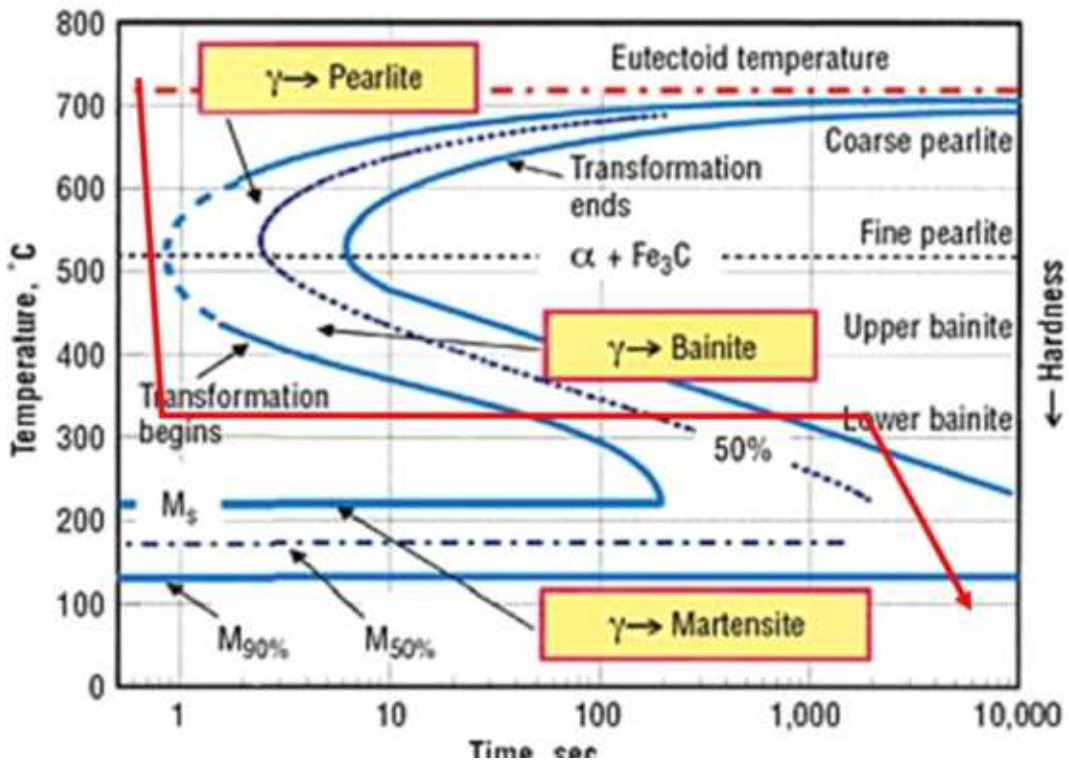


CORE (관찰배율 x100, x500)

[그림 14. SK5 원소재의 미세조직관찰]

다. 열처리 조건별 미세조직 관찰결과

열처리 조건별 특성평가를 위하여 원소재를 오스텨퍼링(Austempering)열처리, 질화처리, Quenching-Tempering 열처리를 각각 적용하여 시제품을 제작하였으며, 상대비교를 위하여 저탄소합금강을 침탄열처리 하여 제작된 시제품과 각각 미세조직 및 경도시험, 내마모성 평가를 진행하여 상호 비교 분석하였다. 각 공정별 열처리 조건을 살펴보면, 먼저 오스텨퍼링 열처리 조건은 그림 15와 같이 850°C에서 오스테나이트화 후 310°C로 유지된 염욕로에서 오스텨퍼링 후 공냉 하였으며, 퀴칭/템퍼링 열처리의 경우 870°C에서 오스테나이트화 후 Oil-Quenching 하였고, 400°C에서 Tempering 하였다. 질화처리 제품의 경우 560°C에서 진공 플라즈마질화를 실시하였다.



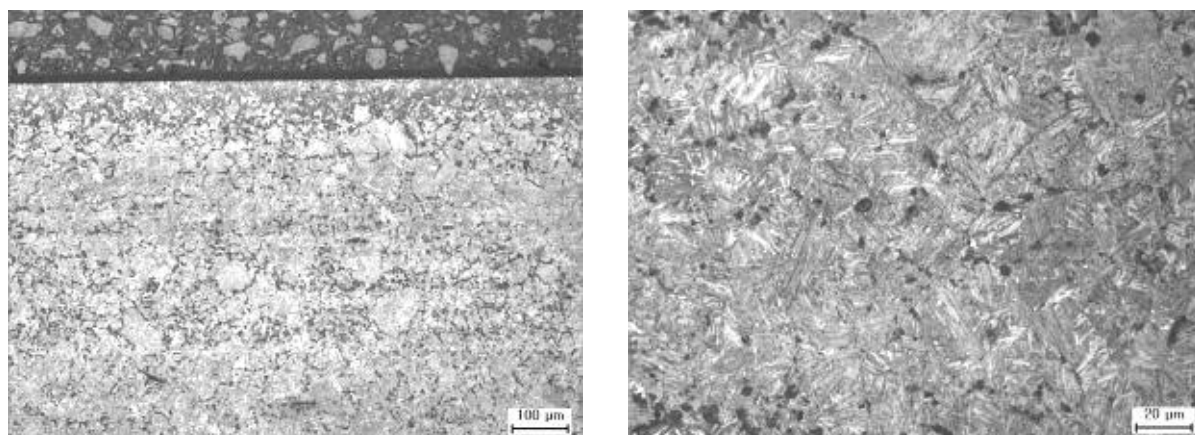
[그림 15. 공석강의 등온변태곡선의 예]

오스템퍼링 처리한 시제품의 미세조직 관찰결과 그림 16에서 보는 바와 같이 전체적으로 베이나이트 조직에 부분적으로 미세펄라이트가 분포하고 있는 것을 확인할 수 있었다. 표면 직하부에 펄라이트 조직이 집중되어 있으며, 내부는 베이나이트 기지에 입계를 따라 미세펄라이트가 관찰되었다. 이는 원소재의 표면부의 부분 탈탄이나, 냉각속도 저하(장입량, 적재방법, 오스테나이트화 후 오스템퍼링시 냉각 지연) 등이 원인인 것으로 판단되었다.

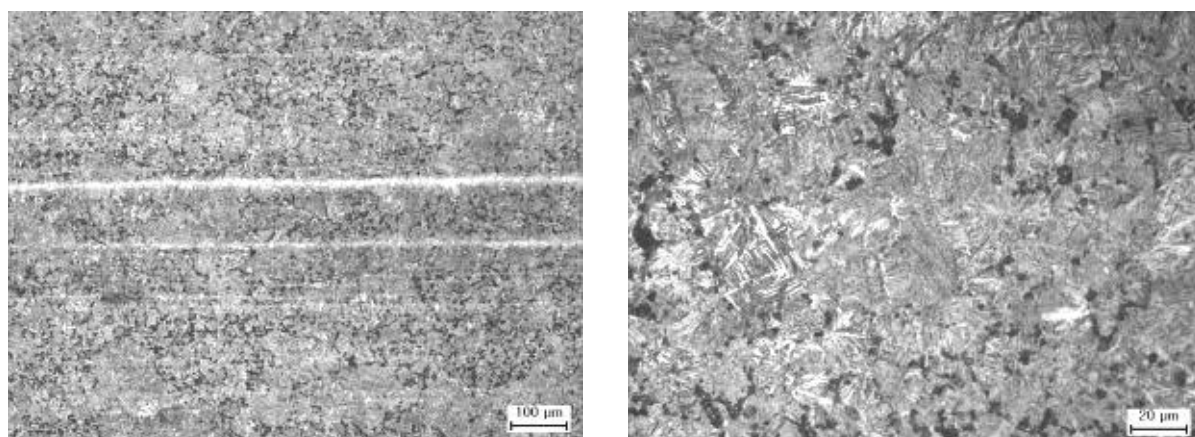
그림 17은 원소재 상태에서 질화처리 후 미세조직관찰 결과 표면에 약 5 μm ~ 8 μm의 화합물층이 형성되어 있으며, 내부는 페라이트 기지에 구상화된 탄화물들이 분포하고 있음을 확인할 수 있었고, 그림 18에서 같이 오스템퍼링 처리 후 질화처리 한 제품에 대한 미세조직 관찰결과는 표면에 약 10μm의 화합물층이 형성되어 있으며, 내부는 질화처리 온도(오스템퍼링 온도 보다 높음)에 의해서 베이나이트 조직이 연화된 형태로 관찰되었다.

그림19와 그림20은 퀴칭-템퍼링과 침탄열처리 제품의 미세조직 관찰결과이며, 대체로 템퍼드 마르텐사이트(Tempered Martensite) 조직이 관찰됨을 확인 하였다.

마지막 그림19와 그림20은 퀴칭-템퍼링과 침탄열처리 제품의 미세조직 관찰결과이며, 대체로 템퍼드 마르텐사이트(Tempered Martensite) 조직이 관찰됨을 확인 하였다.

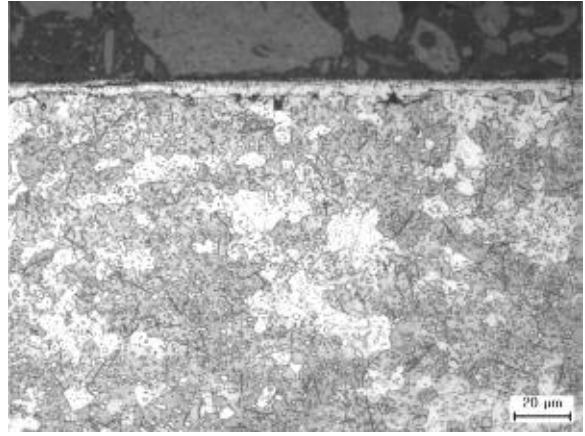
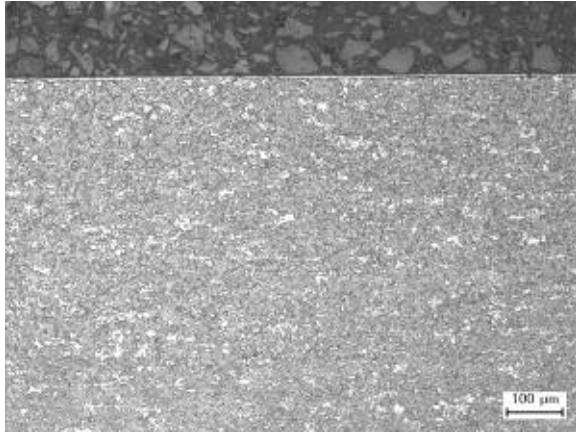


CASE (관찰배율 x100, x500)

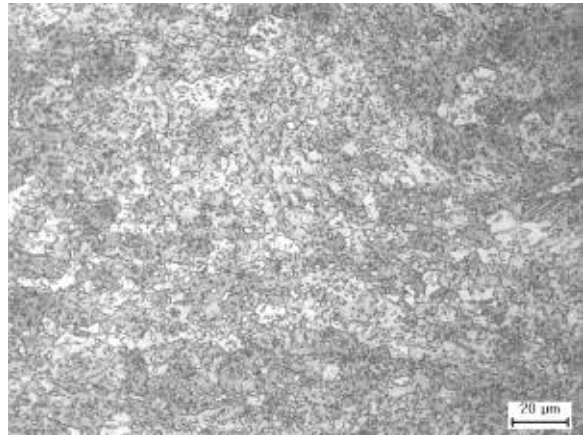
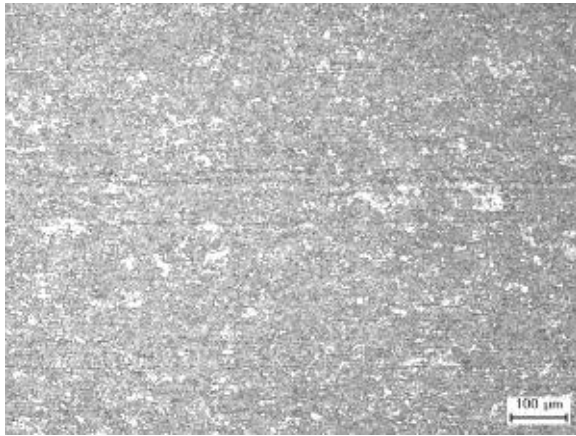


CORE (관찰배율 x100, x500)

[그림 16. SK5 오스템퍼링 후 미세조직관찰]

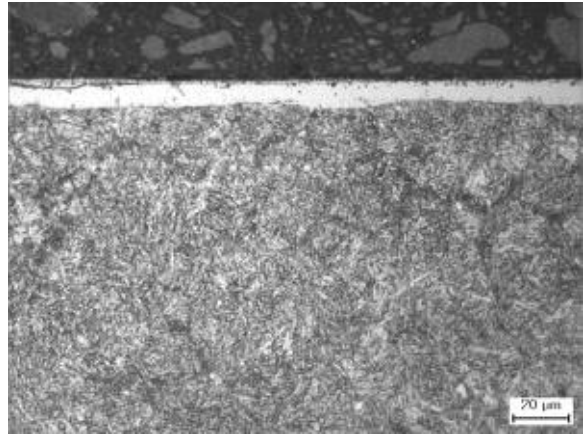
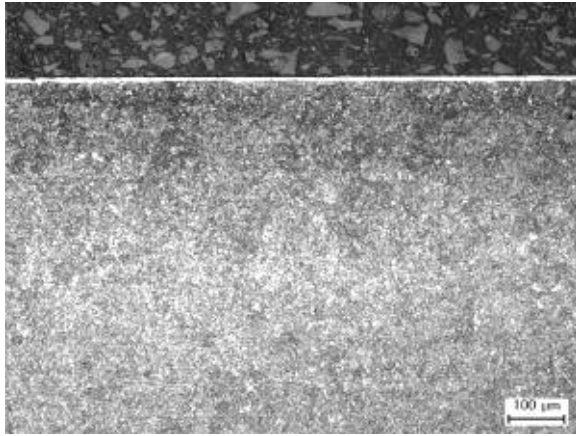


CASE (관찰배율 x100, x500)

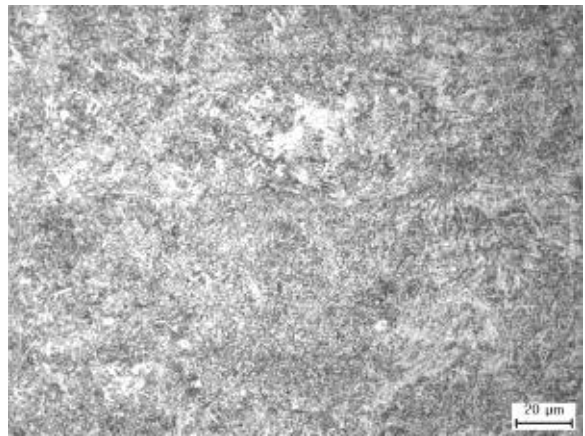
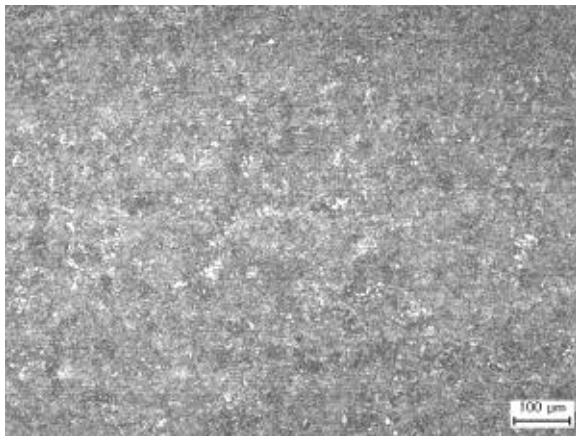


CORE (관찰배율 x100, x500)

[그림 17. SK5 원소재의 질화처리 후 미세조직관찰]

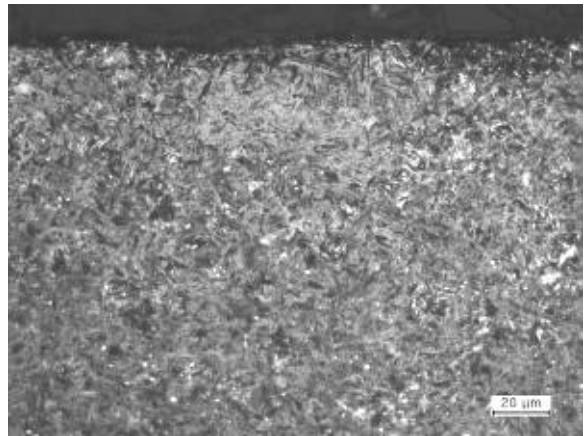
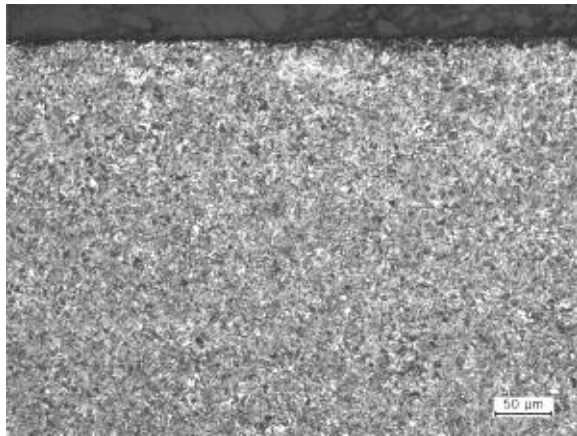


CASE (관찰배율 x100, x500)

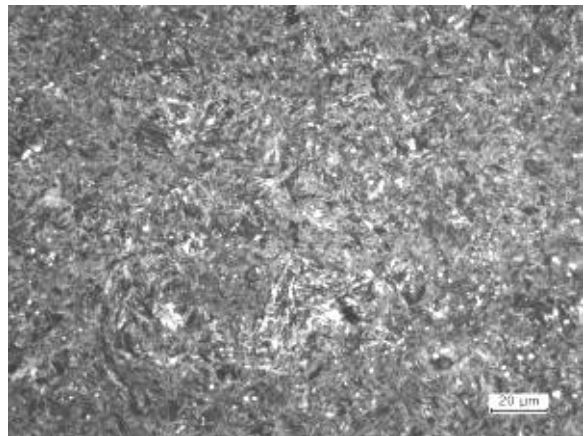
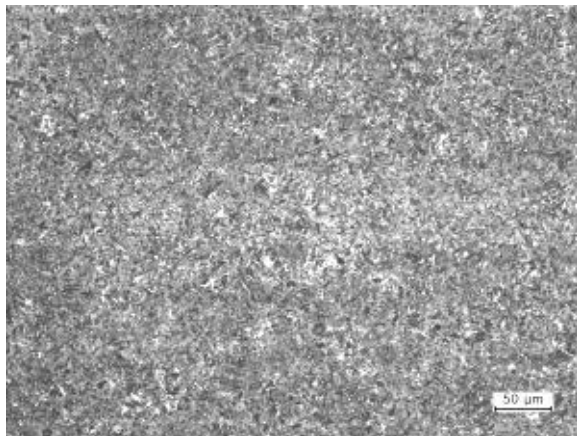


CORE (관찰배율 x100, x500)

[그림 18. SK5 오스템퍼링 처리 후 질화처리 제품의 미세조직관찰]

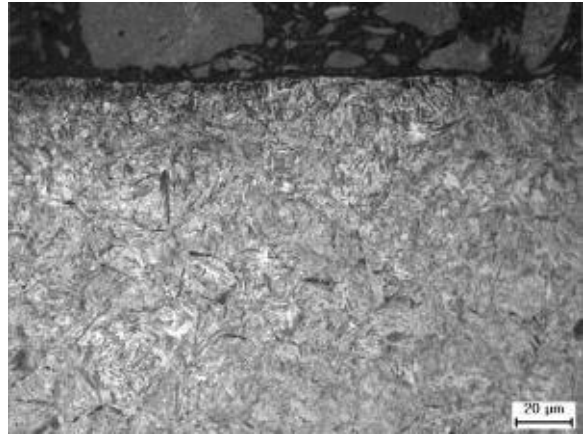


CASE (관찰배율 x200, x500)

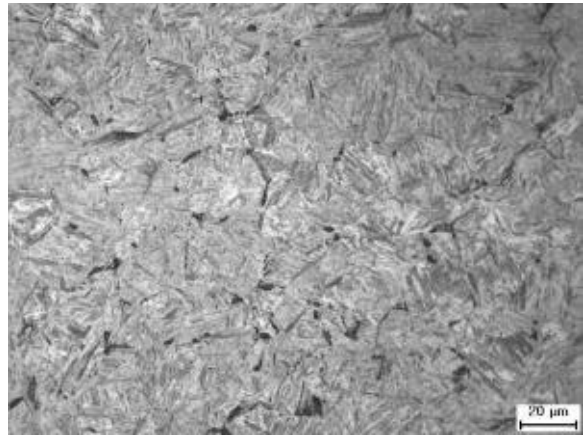
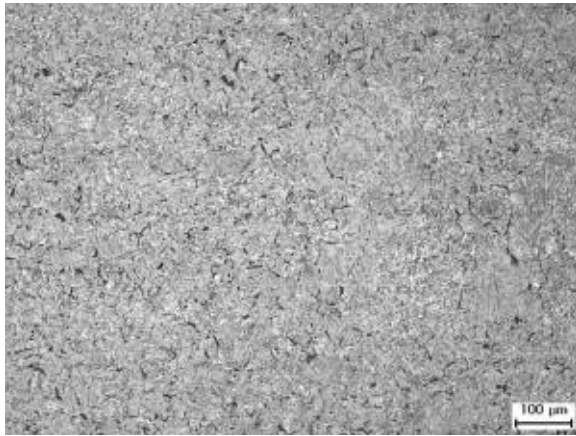


CORE (관찰배율 x200, x500)

[그림 19. SK5 Quenching-Tempering 후 미세조직관찰]



CASE (관찰배율 x100, x500)



CORE (관찰배율 x100, x500)

[그림 20. 침탄열처리 후 미세조직관찰]

라. 열처리 조건별 경도 및 내마모 특성평가 결과

열처리 조건별 경도특성을 확인하기 위하여, 로크웰경도기를 이용하여 표면경도를 측정하였으며, 비커스경도기를 이용하여 단면에 대한 경도를 측정하여 상호 비교하였다. 표면경도 측정결과 침탄열처리 제품이 가장 높았으며, 오스템퍼링 제품의 경우 53 HRC로 개발 목표치에 만족함을 확인할 수 있었다.

[표 4. 열처리 조건별 경도측정 결과]

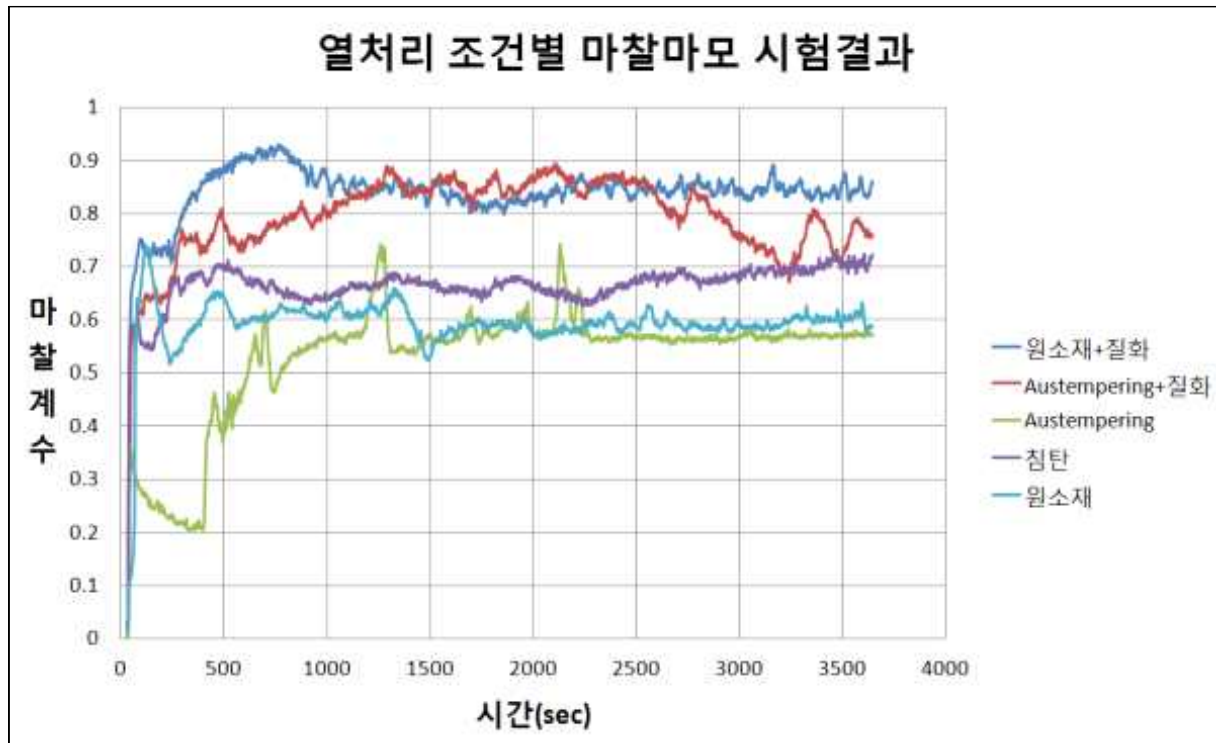
시험항목	시험품 구분	시험결과
로크웰경도	원소재	84.9 HRBW
	오스템퍼링	53.0 HRC
	원소재+질화처리	93.7 HRBW
	오스템퍼링+질화처리	40.2 HRC
	침탄열처리	61.0 HRC
비커스경도	원소재	202 HV0.1
	오스템퍼링	570 HV0.1
	원소재+질화처리	226 HV0.1
	오스템퍼링+질화처리	441 HV0.1
	침탄열처리	803 HV0.1

열처리 조건별 마찰마모 특성을 확인하기 위하여 마찰마모시험을 수행하였다. 마모시험은 Ball on Plate 타입의 PLINT사의 TE77 AUTO 장비를 사용하여 분석하였으며, 마모시험 조건은 표 5와 같다. 마모시험결과 침탄열처리 한 제품이 중량감소량이 가장 적었으며, 다음으로 오스템퍼링 후 질화처리, 오스템퍼링처리, 원소재, 원소재 질화처리 순으로 확인되었다. 그림 21에서 나타난 바와 같이 시간에 따른 마찰계수 측정 결과에서는 오스템퍼링 처리 제품이 상대적으로 가장 낮은 값을 보이고 있는 것으로 확인 되었다.

[표 5. 열처리 조건별 마모시험 조건 및 무게감량 결과]

Load	50 N	Frequency	2 Hz
Stroke	± 15mm	Test Time	3600 sec

시험항목	시험품 구분	시험결과	시험장비
중량감소량 (Plate)	원소재	0.0083 g	High Frequency Friction/Wear Tester (TE77 AUTO)
	오스템퍼링	0.0037 g	
	원소재+질화처리	0.0401 g	
	오스템퍼링+질화처리	0.0011 g	
	침탄열처리	0.0003 g	

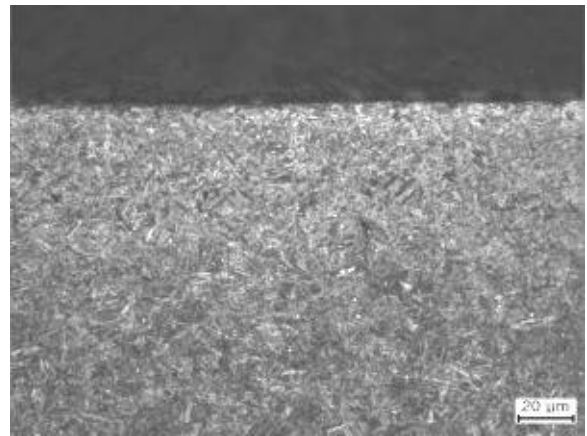
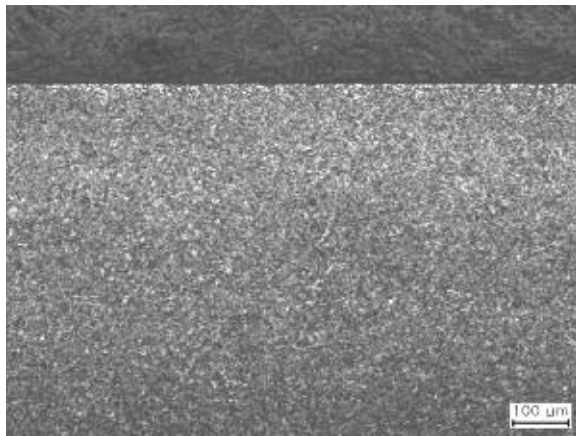


[그림 21. 열처리 조건별 마찰계수 비교]

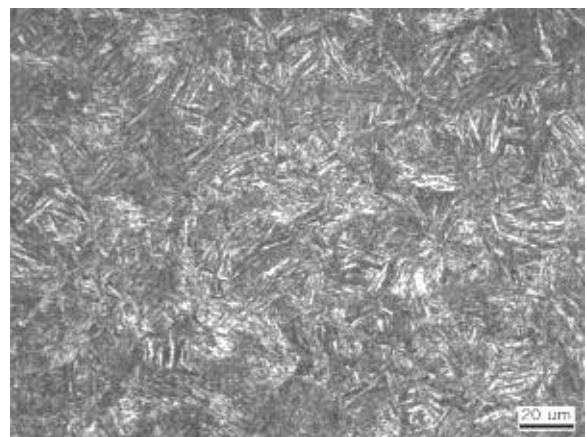
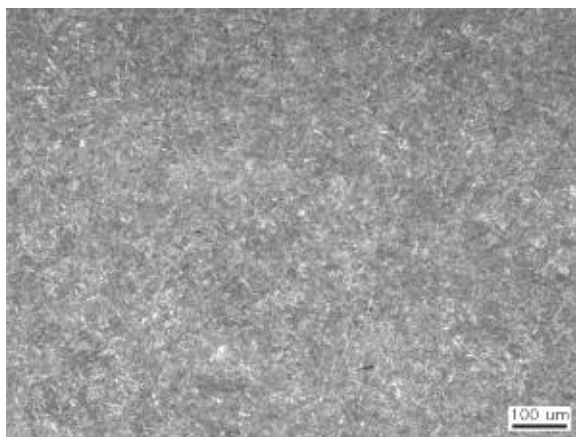
마. 제조 날의 소재 및 열·표면처리 공정 최적화 결과

오스템퍼링 공정시 오스테나이트화 후 염욕 냉각 시 냉각 지연으로 등온변태곡선 상의 펄라이트 구간을 지나면서 미세펄라이트가 생성된 것으로 판단되어 적재량과 적재 방법을 개선하여 오스템퍼링 처리한 결과 그림 22와 같이 전체적으로 균질한 베이나이트 조직을 확인 할 수 있었다.

내마모성 평가에서는 침탄열처리 제품이 중량 감소량이 가장 적었으나 열처리 변형 측면에서는 가장 취약할 것으로 판단되며, 오스템퍼링 또는 퀴칭/템퍼링 후 질화처리의 경우 공정 추가로 인한 생산성 저하와 원가 상승이 예상되므로, 본 과제에서 목표로 한 결과 값을 만족하면서 열처리 후 변형이 적으며, 경도와 내마모성이 우수한 오스템퍼링 처리가 가장 적합한 것으로 확인 하였다. 또한 향후 양산 시에는 원소재의 탈탄, 열처리 냉각 방법의 최적화 등을 지속적으로 관리해야 할 것으로 판단되었다.



CASE (관찰배율 x100, x500)



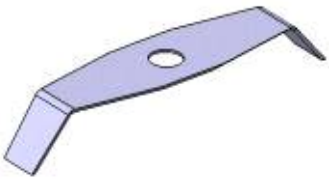
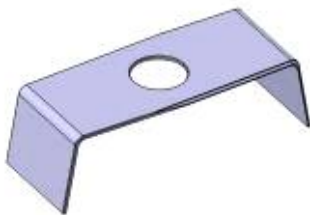
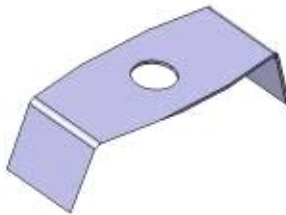
CORE (관찰배율 x100, x500)

[그림 22. 최종시제품의 오스템퍼링 처리 후 미세조직관찰]

2. 다조식 수직 전단 제초 날 개발

가. 형상 설계 검토

- 다조식 전단형 방식으로 골폭, 제초환경에 따른 작업 조건 고려
- 안전커버 사이즈 변경에 최적화 된 제초 날 사이즈 고려
- 각도 및 접지 면적에 따른 마모 및 부하발생 최소화
- 제초 날의 무게감량을 위한 소재 두께 변경

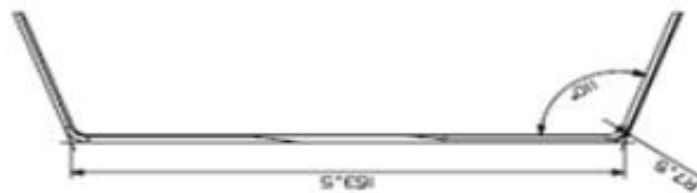
1조식 전단제초날	1차 개발품	2차 개발품
		
소재 SK5	소재 SK5	소재 SK5
각도 130도	각도 100도	각도 110도
소재두께 2.3mm	소재두께 2.3mm	소재두께 2mm
268 mm	157 mm	152 mm

[표 6. 전단 제초 날 형상 설계]

나. 성형해석을 통한 정밀금형 설계

(1) 해석 대상 및 목적

수직전단형 제초 날의 최종 성형 형상에 대한 치수정밀도 확보를 위해 성형해석을 수행하였다.



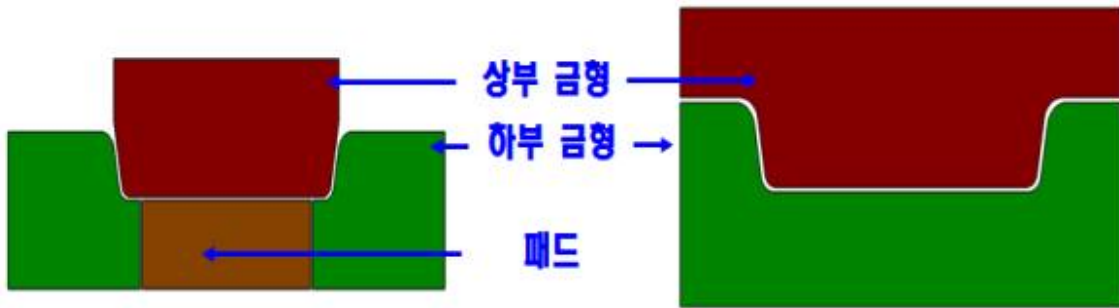
[그림 28. 수직전단 제초 날 초도 설계(안)]

(2) 해석 내용

상부 금형을 일정한 속도로 지정된 거리만큼 이동시키며 소재의 형상 변화를 살펴보았으며, 패드의 유무에 따른 변화를 검토하였다. 해석은 평면 변형(Plane strain)상태로 가정 하였으며, 또한 소재는 완전한 대칭이라 가정하여 대칭 모델(Half)을 적용 하였다.

(3) 해석 조건

- 소재특성 : Deform S/W Database SK5 적용 (소재두께 : 2mm)
- 경계조건
 - Contact 조건은 아래의 그림과 같이 상부금형, 하부금형, 패드, 소재로 설정
 - 상부금형, 하부금형, 패드는 강체로 가정 / 하부금형 위치고정, 상부금형 이송



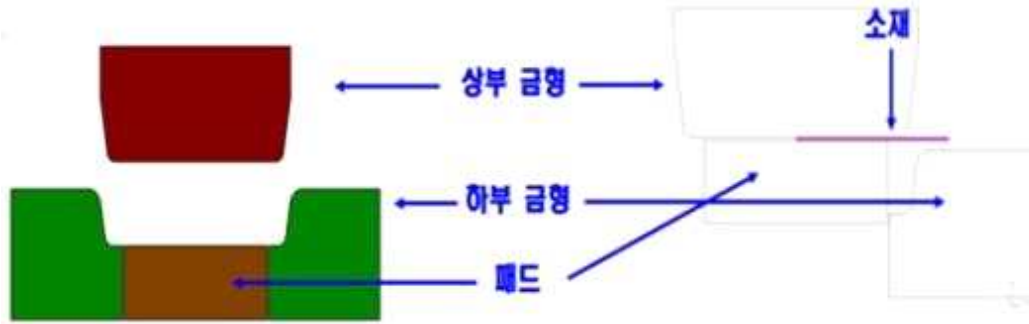
[그림 29. 금형 모델 조건]

(4) 모델 조건

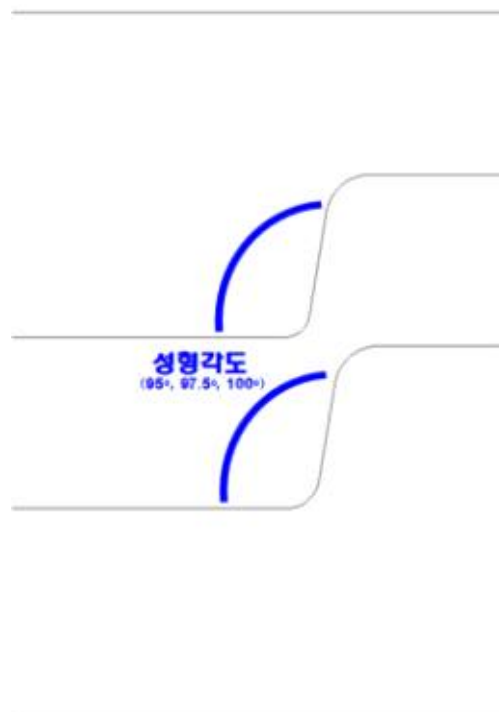
Case	금형 설계 각도	금형 조건
Case 1	100°	상형 / 하형
Case 2	97.5°	상형 / 하형
Case 3	90°	상형 / 하형
Case 4	100°	상형 / 하형 / 패드
Case 5	97.5°	상형 / 하형 / 패드
Case 6	90°	상형 / 하형 / 패드



[그림 30. 해석모델 조건_1 (상부금형, 하부금형)]



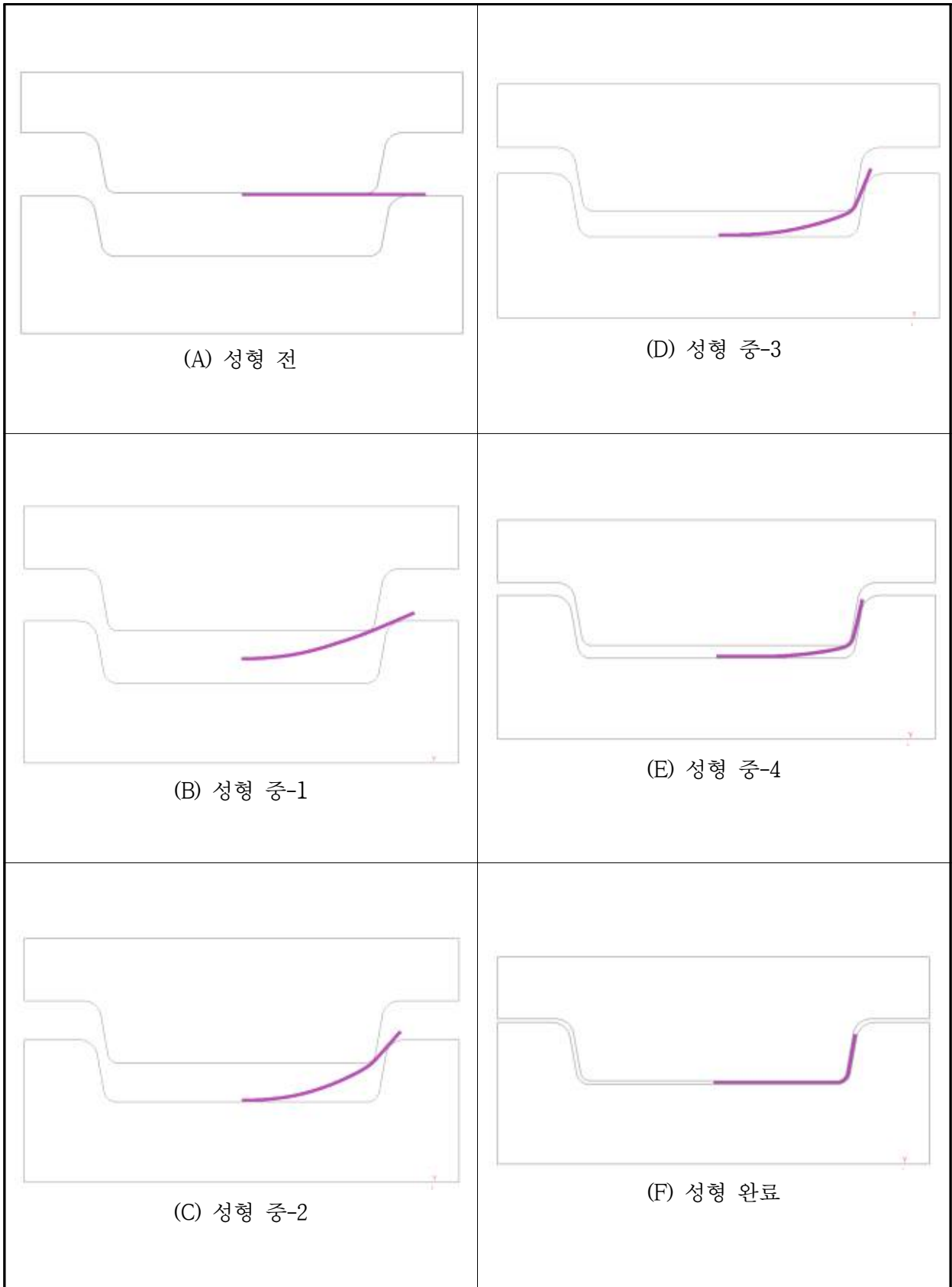
[그림 31. 해석모델 조건_2 (상부금형, 하부금형, 패드)]



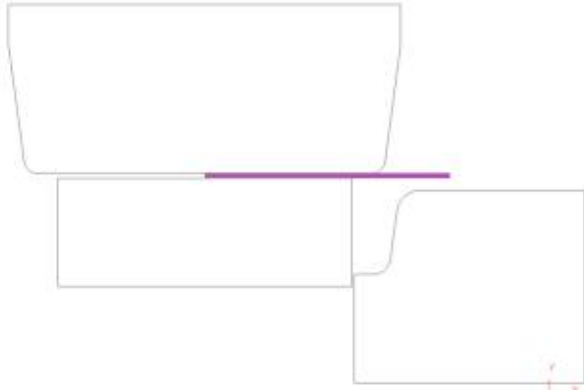
[그림 32. 해석모델 조건_3 (성형 각도)]

(5) 해석 결과

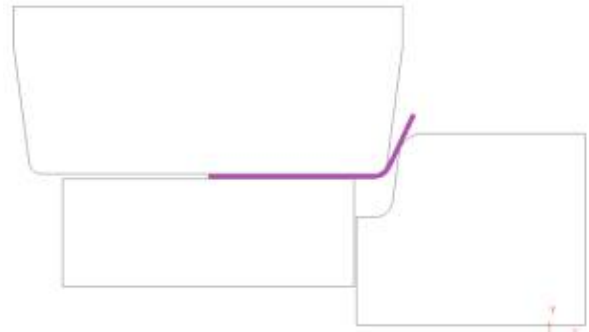
○ 금형 이송에 따른 소재 성형 형상 (Case 1, 2, 3)



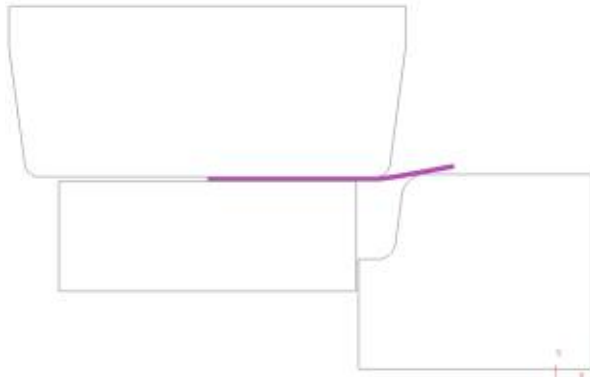
○ 금형 이송에 따른 소재 성형 형상 (Case 4, 5, 6)



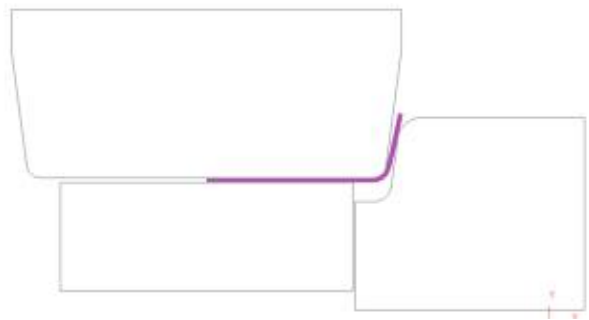
(A) 성형 전



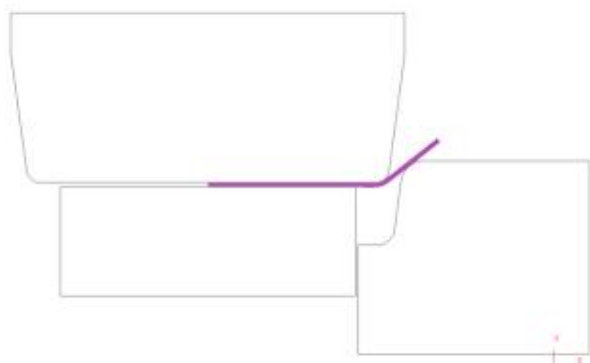
(D) 성형 중-3



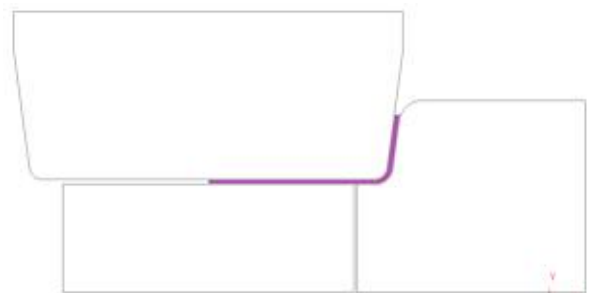
(B) 성형 중-1



(E) 성형 중-4



(C) 성형 중-2



(F) 성형 완료

○ 성형 후 소재의 탄성회복에 의한 스프링백 검토 (Case 1, 2, 3)



[그림 33. 해석결과 (스프링백 검토_1)]

○ 성형 후 소재의 탄성회복에 의한 스프링백 검토 (Case 4, 5, 6)



[그림 34. 해석결과 (스프링백 검토_2)]

(6) 결과정리

해석 조건			해석 결과
Case	금형 설계 각도	금형 조건	스프링백 후 최종형상 각도
Case 1	100°	상형 / 하형	104°
Case 2	97.5°	상형 / 하형	102°
Case 3	90°	상형 / 하형	97°
Case 4	100°	상형 / 하형 / 패드	105°
Case 5	97.5°	상형 / 하형 / 패드	103°
Case 6	90°	상형 / 하형 / 패드	99°

수직전단 제초 날의 밴딩 성형 후 소재의 탄성회복에 의한 스프링백을 제어하여 최종 제품의 치수정밀도를 향상시키기 위해 성형해석을 수행 하였다.

해석 모델은 금형설계 각도 및 금형 조건을 변수로 하여 총 6가지 모델에 대해 해석을 수행하여 결과를 검토 하였으며, 모든 조건의 성형 단계에서는 특이점이 발생하지 않았다.

모든 조건의 성형 후 스프링백은 성형 완료 후 각도보다 더 크게 벌어지는 것으로 나타났다.

상형 및 하형만 적용한 Case 1, 2, 3 조건은 금형 설계 각도와 성형 완료 후 각도가 미세하게 차이가 발생하며, 금형 설계 각도가 클수록 스프링백 후 최종형상 각도가 비례적으로 크게 나타나고 있다.

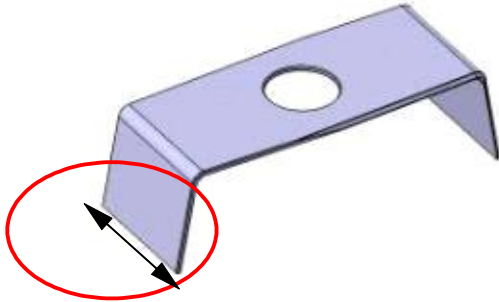
패드를 적용한 Case 4, 5, 6 조건은 금형 설계 각도와 성형 완료 후 각도가 거의 유사하게 나타났다, 금형 설계 각도와 스프링백 후 최종 형상각도가 거의 일정하게 증가하는 것으로 나타났다.

본 해석 결과에서 나타난 최종 성형 형상에 대한 각도는 약 97°~105° 로 나타났으며 이는 초도 설계(안)의 제초 날 각도의 치수정밀도 오차 범위를 거의 만족하고 있으며 최종 금형 제작 시 약간의 금형 보정을 통해 최종 치수정밀도 달성을 무리 없이 만족 할 것으로 사료된다.

성형 초기 단계에 소재의 변형을 저감시킬 수 있는 패드를 적용하면 스프링백 제어를 용이하게 할 수 있는 장점이 있지만 금형의 구조변경 및 제작비용 증가 등의 여러 가지 사항을 추가로 고려하여 결정해야 할 것으로 사료된다.

(7) 1차 금형을 이용한 시제품 제작 및 현장 검증

초기 1조식 전단제초날은 제조 날의 각도로 인해 마모 및 부하가 심하고, 전장 길이로 인해 안전커버 옆면의 마찰을 발생시켰다. 이를 개선하기 위해 제조 날의 사이즈 및 각도를 변경할 수 있는 1차 금형 제작 후 설계변경을 통한 시제품을 제작하였다.



[그림 23. 전단 제조 날 부하발생 부위]



[그림 24. 전단제초날 1차 금형]

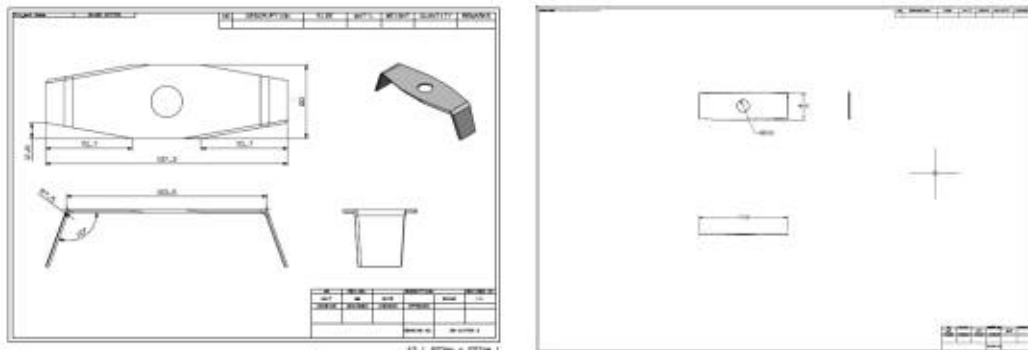
제조 날의 마모 및 부하, 잡초 제거능력을 확인하기 위해 1조식 제조 구동방식을 활용하여 동일한 조건으로 현장 테스트를 실시하였으며, 현장 테스트 결과 기존 제품보다 제조능력은 향상되었으나 접지면적이 넓어 마찰 및 부하가 증가하여 제조 날의 마모가 심하고 제조날이 파손되는 현상이 발생되었다.

현장 테스트 결과를 토대로 접지부 면적 및 각도 변경, 소재 두께 변경을 통해 2차 최종 제조 날 시제품을 제작한 후 동일한 조건으로 현장 테스트를 진행하여 제조 날의 최적형을 도출하였다.



[그림 25. 개발품 현장테스트]

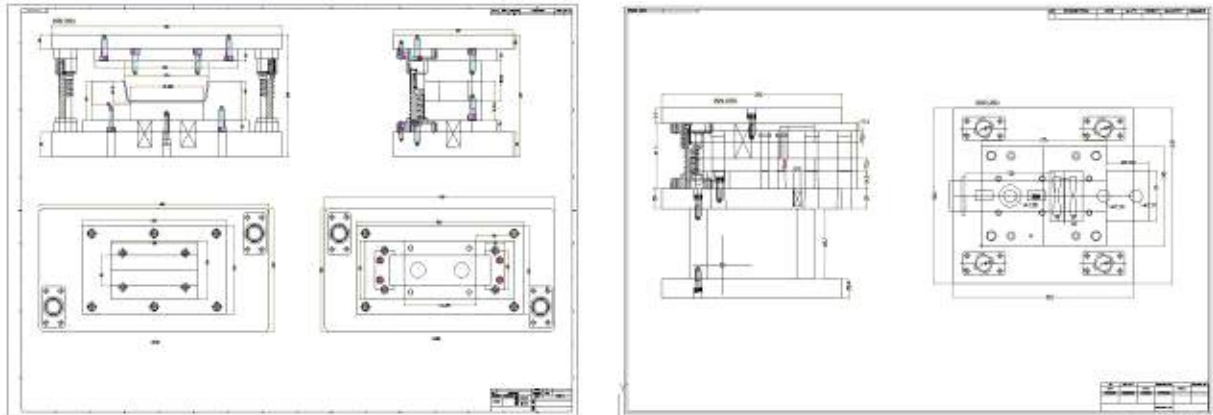
(8) 수직전단 제조 날 최종설계 및 일반 평지용 제조 날 설계



[그림 26. 수직전단 제조 날 및 일반평지용 제조 날 최종 설계도]

(9) 금형설계 및 시금형 제작

- 스프링백을 고려한 최적 금형설계와 시금형을 아래와 같이 제작하였다.



[그림 35. 제조 날 금형 설계도]



1차 개발품	2차 개발품

[그림 36. 제조 날 금형제작 및 시제품 제작]

4. 제초부 안전커버 및 브라켓 개발

가. 제초부 안전커버 개발

(1) 1차 시제품 형상 설계 및 시금형 제작

- 기존 1조식 안전커버에서 다운사이징 하여 다조형 수직전단방식의 제초기에 적용함.

1조식 안전커버	1차 개발품
	
<p>1200g / 530mm / 250mm / 160mm (중량 / 길이 / 폭 / 높이)</p>	<p>1200g / 480mm / 220mm / 160mm (중량 / 길이 / 폭 / 높이)</p>

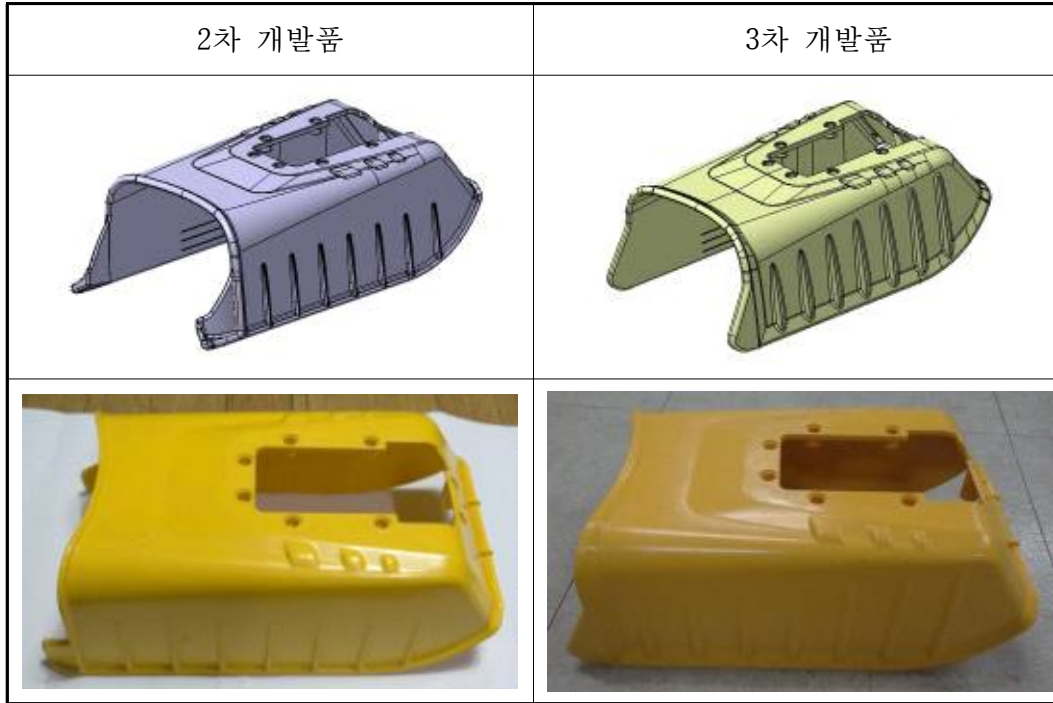
1차 시사출된 개발품을 사용하여 1조식 제초기에 장착한 후 현장 테스트를 실시하였다. 안전커버 앞단에 설치된 누름부로 인하여 작물 또는 긴 풀의 제초작업 효율이 떨어지고, 또한 제초작업 시 발생하는 제초 잔여물의 배출이 원활하지 않아 안전커버 내에 남아 있으므로 장시간 제초 작업이 어려우며, 제초기 동력에 대한 안전커버의 떨림 현상이 발생되었다.



[그림 37. 안전커버 1차 개발품 형상설계 및 금형 제작]

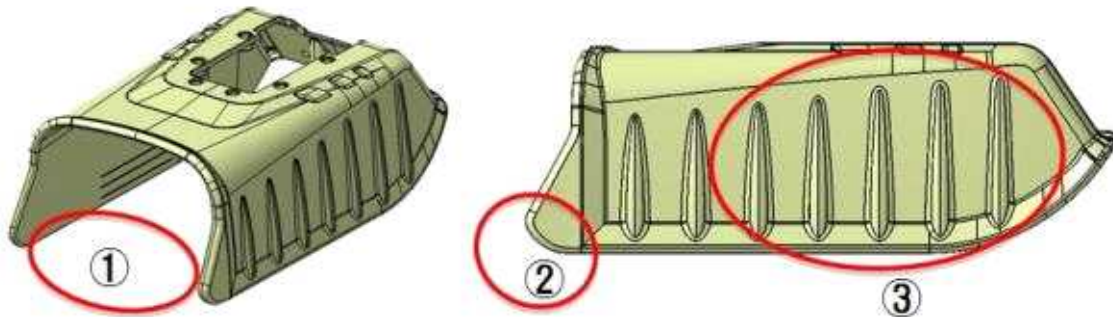
(2) 안전커버의 수정 및 보완 설계

1차 사출된 개발품의 현장 테스트 결과를 반영하여 최적 형상을 도출하고자 2번의 설계 변경 후 최종 시제품을 제작하였다.



(3) 주요 설계 변경 내용

- ① 안전커버 앞단에 설치된 앞누름부 제거로 긴 풀(25cm이상의 잡초)이나 작물의 절단이 용이하며 개방된 구조의 안전커버와 수직전단날을 적용하여 잡초의 근경까지 절단하면서 비산물이 쉽게 배출되도록 함.
- ② 제조시 진행 방향으로 마찰을 감소시키기 위해 미끄럼 형상 변경 및 구조적 안정성을 높이기 위해 두께를 보강함.
- ③ 측면 덧살 형상의 크기와 높이를 수정하여 제조 날 부하시 떨림 현상이 감소되도록 함.



[그림 38. 안전커버 주요 설계 변경부]

나. 체결용 브라켓 개발

(1) 체결 브라켓이 역할 및 문제점

체결 브라켓은 안전커버와 동력전달 샤프트를 고정하는 역할을 하며, 제초 날 구동 시 발생하는 부하로 샤프트에 진동이 전달되고 이로 인해 체결부 샤프트 축의 뒤틀림 현상이 나타났다. 또한 샤프트 축 뒤틀림으로 제초 날의 수평 위치가 틀어져 안전커버 내부에 충격을 가함으로써 커버를 손상시키는 문제점이 발생되었다.

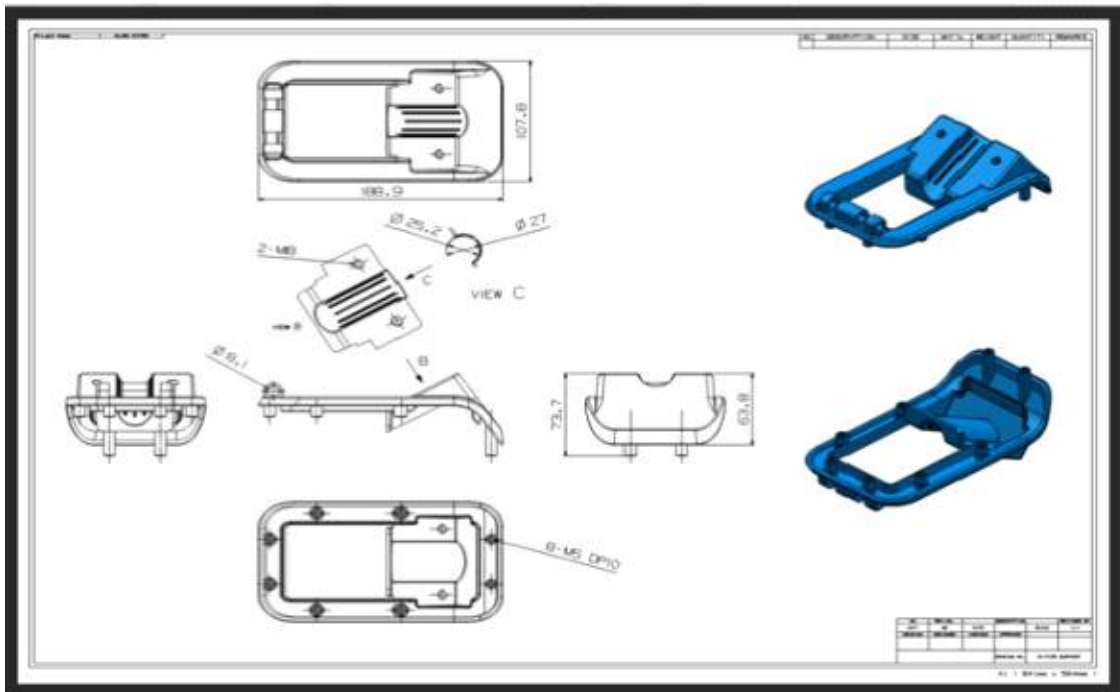


[그림 39. 체결 브라켓 구조]

[그림 40. 플라스틱 브라켓 파손부]

(2) 브라켓 형상 설계

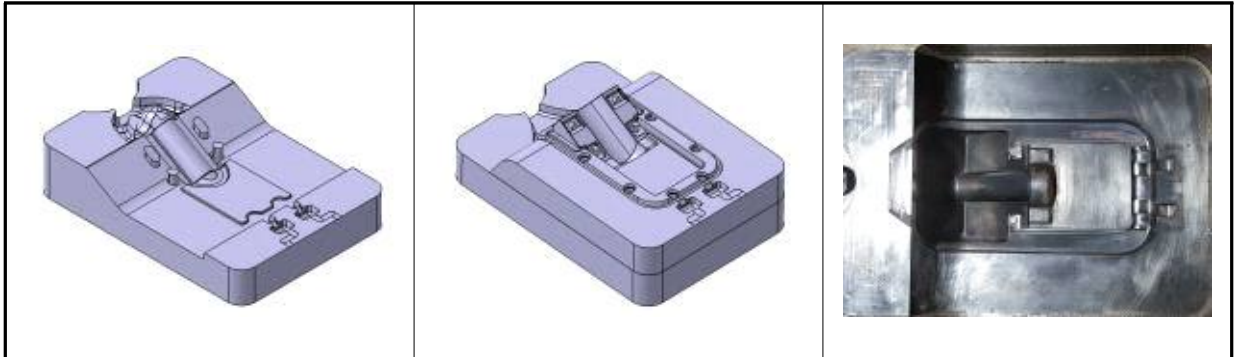
상하 개폐방식의 체결 구조로 동력전달 샤프트 외경에는 3T의 고무판을 함께 고정할 수 있는 형상으로 설계하여 제초 날 구동시 뒤틀림을 최소화 하였으며, 기존 플라스틱을 사용한 브라켓의 파손을 줄이고자 알루미늄 소재로 변경하여 구조 안정성을 향상시켰다.



[그림 41. 브라켓 설계도]

(3) 브라켓 금형설계 및 시제품 제작

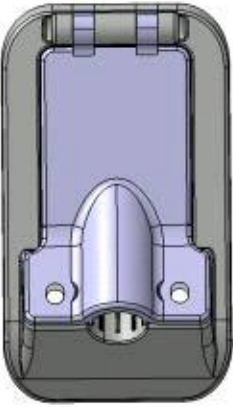
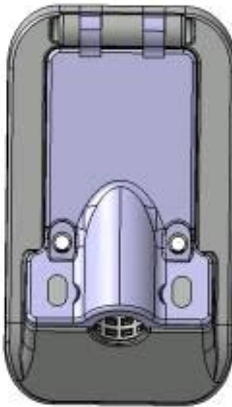
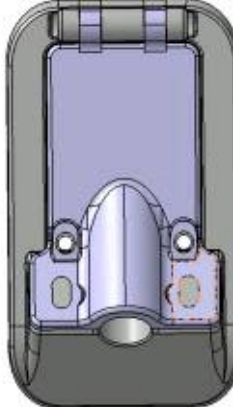



브라켓의 구조적 강성과 무게 감량을 위한 다이캐스팅 금형 설계를 하였다.



[그림 42. 브라켓 금형(다이캐스팅 적용)]

1차 시제품의 현장 테스트를 제초 날 현장 테스트와 동일하게 1조식 제초기에 장착하여 일정시간을 구동 하였으며, 동력기의 순간적인 회전력과 제초작업 시 부하로 인해 샤프트 고정 축이 뒤틀리는 현상이 발생하였다.

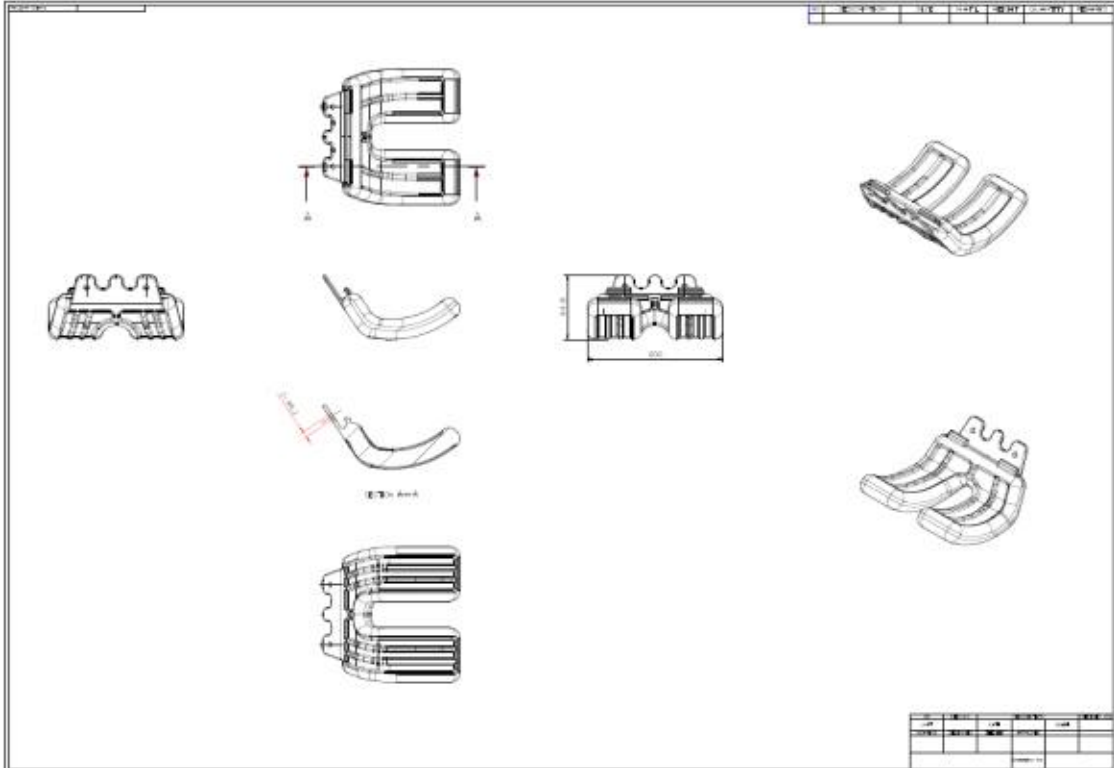
(4) 브라켓 형상설계 변경

1차	2차	3차
		
		
<ul style="list-style-type: none"> - 체결부 2 hole - 줄무늬형 고무체결 구조 	<ul style="list-style-type: none"> - 체결부 4 hole - 바둑판형 고무체결 구조 	<ul style="list-style-type: none"> - 체결부 4 hole - 샤프트 체결부 각도 및 치수 변경

다. 플로우팅 형상 개발

(1) 플로우팅 형상 설계

플로우팅은 안전커버 후미에 장착되어 제조작업 시 빠짐을 방지하고 슬라이딩이 용이한 구조로 작업자의 노동력을 감소시키는 역할을 함.



[그림 43. 플로우팅 설계도]

(2) 시금형 설계 및 시제품 제작

안전커버 및 플로우팅은 기존 ABS수지 사용 시 품질문제로 제기되었던 Crack발생을 보완하고, 충격강도 및 유연성을 향상시키기 위해 PC-ABS 복합수지로 소재를 변경하여 시사출 하였음.

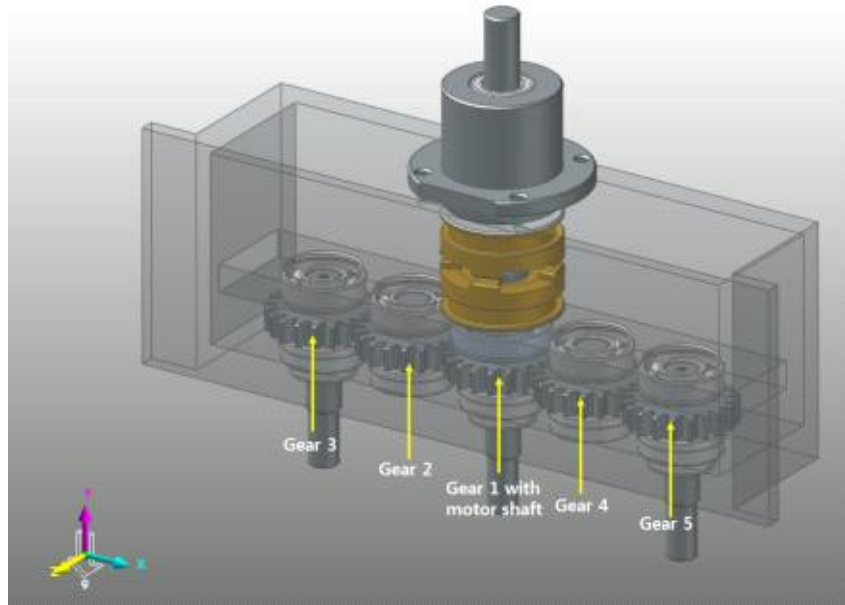


[그림 44. 플로우팅 시금형 제작 및 시제품 제작]

5. 동력전달시스템 개발

가. 평기어 동역학 해석

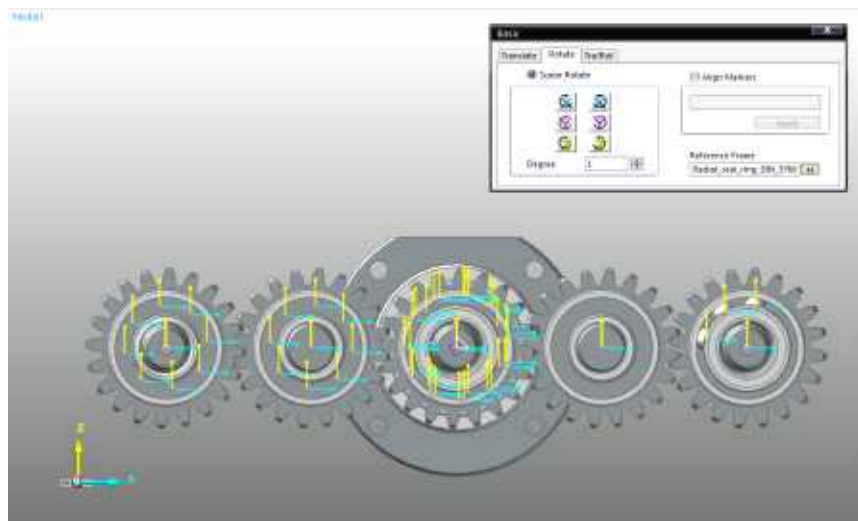
(1) 해석 모델



[그림 45.기어 박스 동역학 해석을 위한 해석 모델 정의]

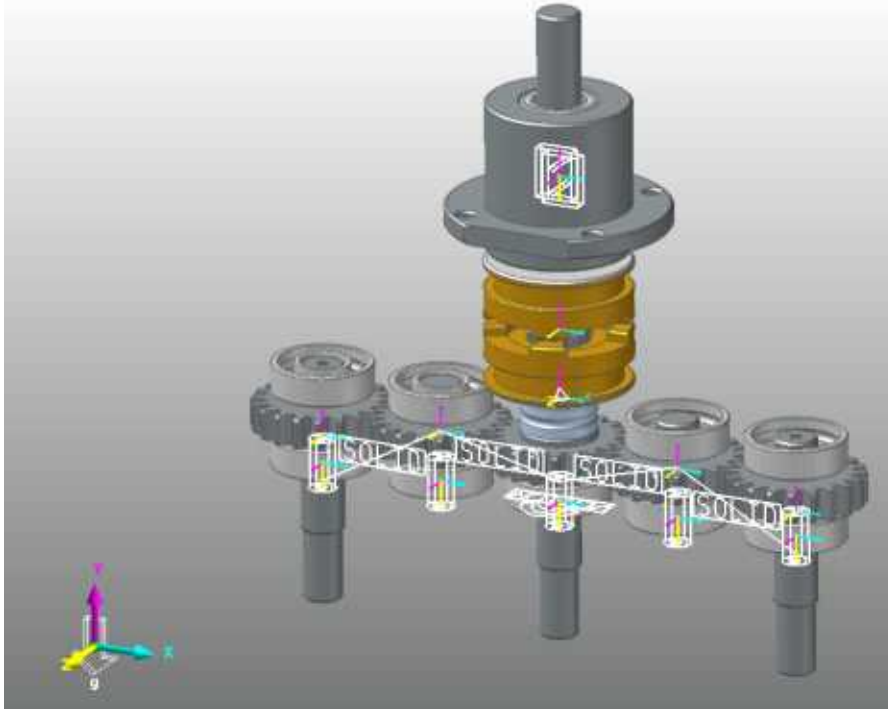
동력제초기의 주요핵심 구동부에 대한 동역학 해석으로 기어박스에 적용되는 구동부의 사양 및 기어 물성에 따른 구조적인 안전성을 분석하고자 한다. 해석을 위해서 먼저 해석 모델을 위에 그림과 같이 생성한다. 핵심 구동부 기어 박스는 메인 모터의 출력을 받아서 5개의 평기어로 출력이 전달되며 5개의 기어에서 3개의 기어로 최종 출력축에 전달되는 메커니즘으로 구성된다.

해석을 위해 구동부와 비구동부를 구분하고 기어의 정상적인 구동을 위해 기어 간의 공차를 move object로 미세 회전시켜 자리를 맞춘다.



[그림 46. 기어 접촉을 위한 세부 미세 공차 조정]

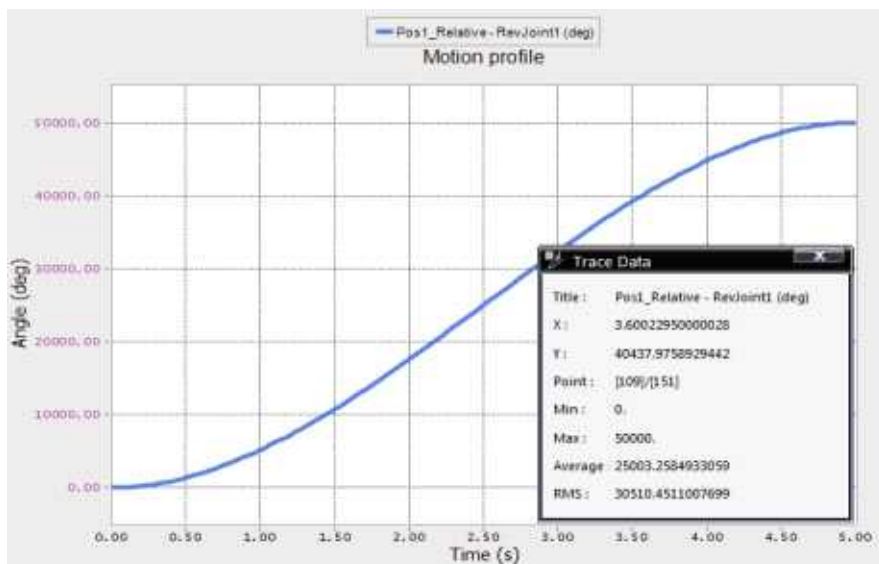
(2) 해석 구속 조건



[그림 47. 해석 구속 조건 정의]

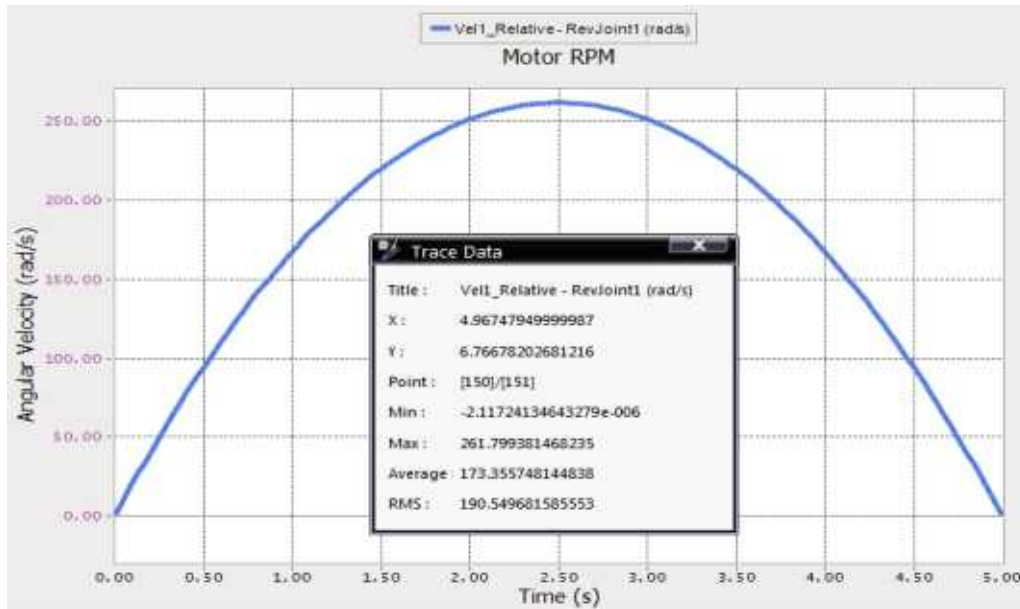
해석의 필요 없는 요소를 제거하고 해석을 모델을 단순화 후 구동 조건에 맞는 입력 및 출력축에 대한 revolution joint 5개와 solid to solid contact 조건으로 기어 사이에 구속 조건을 정의한다.

(3) 해석 결과



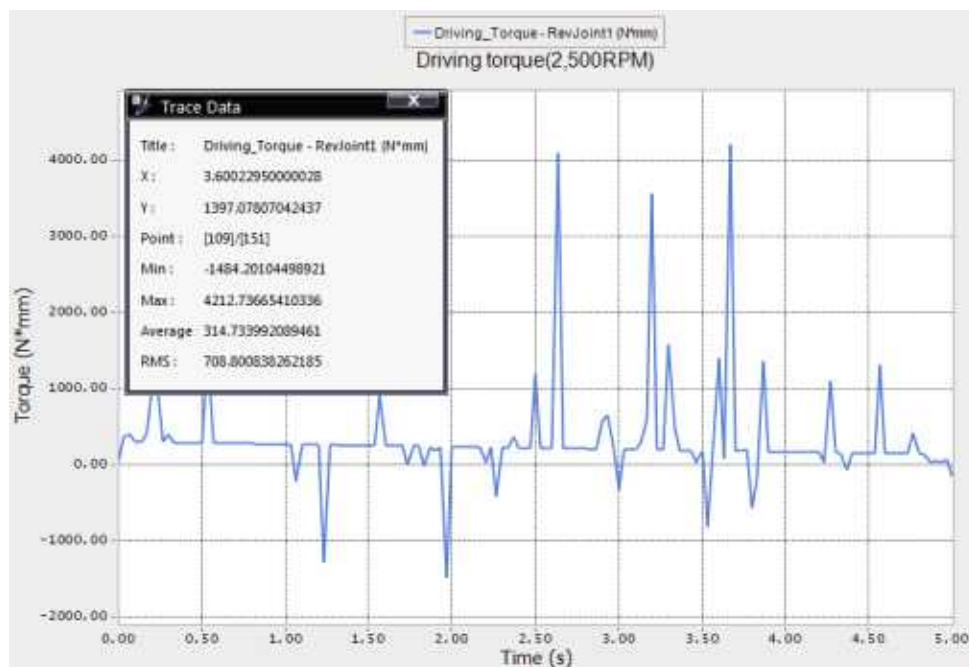
[그림 48. Motion profile of main motor]

메인 구동 모터에서 입력되는 motion profile은 위에 그래프와 같으며 5초 동안 약 50,000도 회전하는 S-curve 형태로 step 함수를 입력한다.



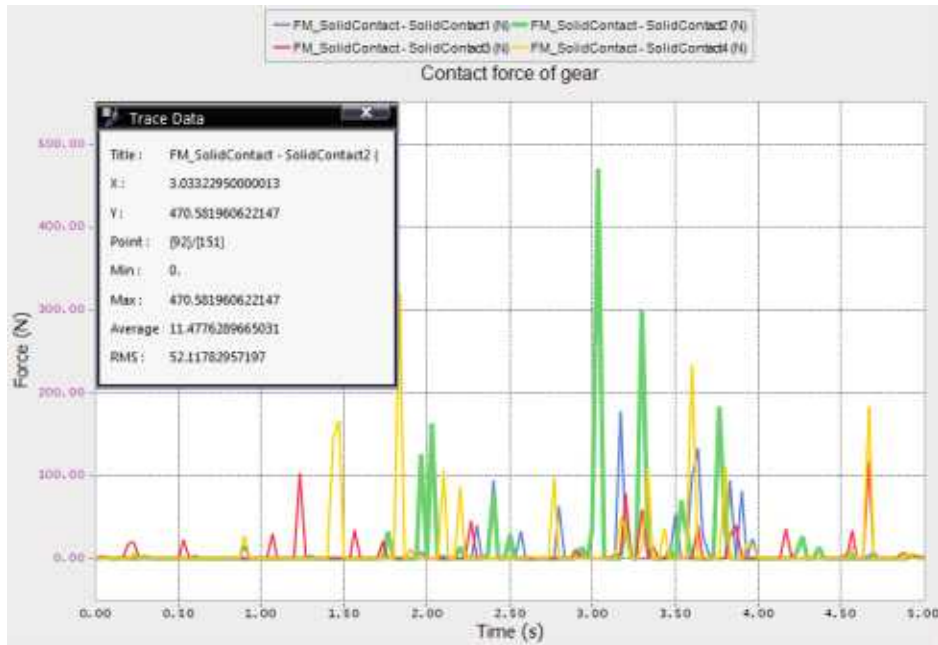
[그림 49. Angular velocity profile]

5초 동안 약 50,000도 회전하는 S-curve 형태의 motion profile을 적용 하였을 때 모터 부의 회전 각속도 프로파일을 위에 그래프와 같으며 최대 회전 속도는 261.8 rad/sec이며, 이는 각도로 환산하면 15,000 degree/sec 로 약 2500rpm 이다.



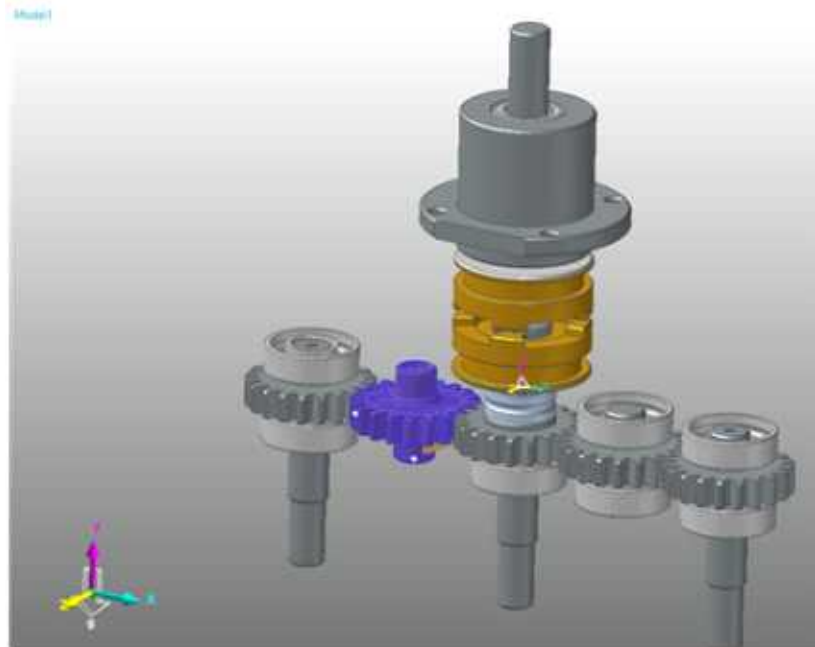
[그림 50. Driving torque of dynamic analysis result]

모터가 약 2500 rpm으로 회전하기 위해서 요구되는 구동 토크는 최대 4,212 Nmm이고, 평균값은 314 Nmm로 해석 결과에서 분석되었다.



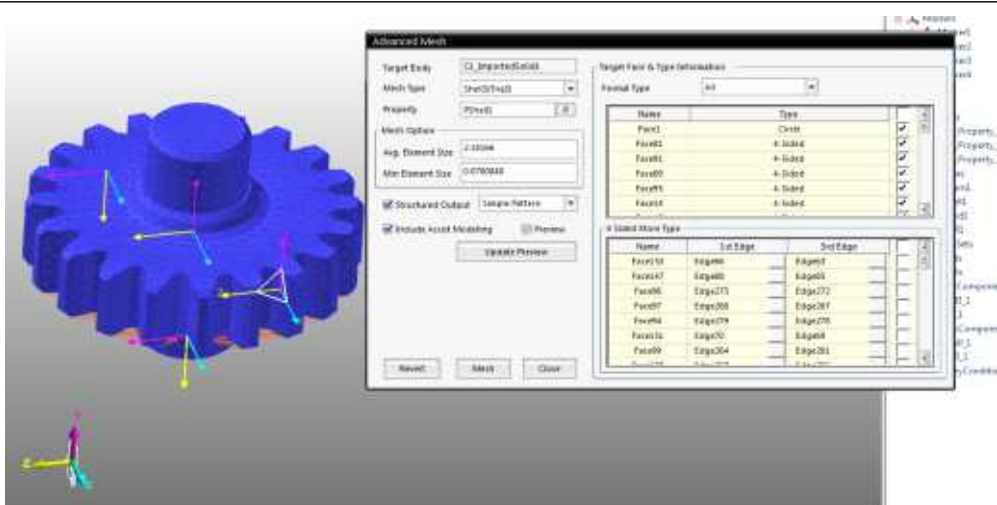
[그림 51. Contact force of gear]

다단 기어로 연결된 구동메커니즘의 경우의 기어 간의 간격이나 공차가 매우 중요한 요소로 본 해석 모델의 경우 기어 사이에 발생하는 구동 반발력은 최대 470 N으로 해석 결과에서 산출 되었으며 이는 바탕으로 추후 유연체(FFLEX) 해석을 통해 기어에 대한 안전성을 분석 할 수 있었다.



[그림 52. 기어 박스 모듈의 핵심 기어부 구조 해석]

기어 박스 모듈의 핵심 기어부 메커니즘에 대한 구조해석을 위해서 기어파트에 대한 mesh 작업 후 전체적인 해석 모델을 생성한다.



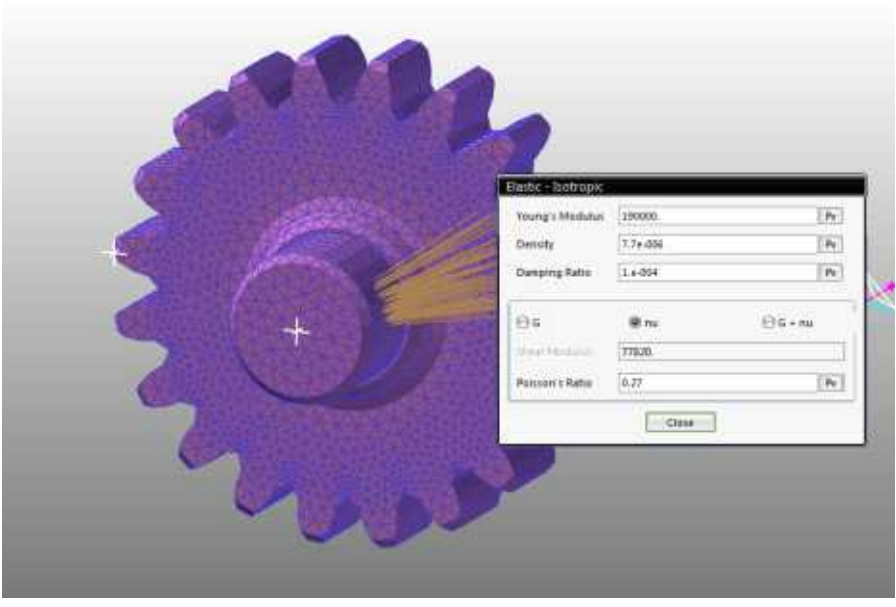
[그림 53. 핵심 기어 파트에 대한 mesh 작업]

Mechanical Properties

Properties		Conditions	
		T (°C)	Treatment
Density ($\times 1000$ kg/m ³)	7.7-8.03	25	
Poisson's Ratio	0.27-0.30	25	
Elastic Modulus (GPa)	190-210	25	
Tensile Strength (Mpa)	1158		
Yield Strength (Mpa)	1034		
Elongation (%)	15		oil quenched, fine grained, tempered at 425°C
Reduction in Area (%)	53		
Hardness (HB)	335	25	oil quenched, fine grained, tempered at 425°C

[그림 54. 기어 파트에 대한 재료 물성치 자료]

기어 파트 소재는 SCM415(침탄소재)로 위에 표에서 세부적인 재료 물성치 정보를 바탕으로 해석 모델에 동일하게 적용하였다.

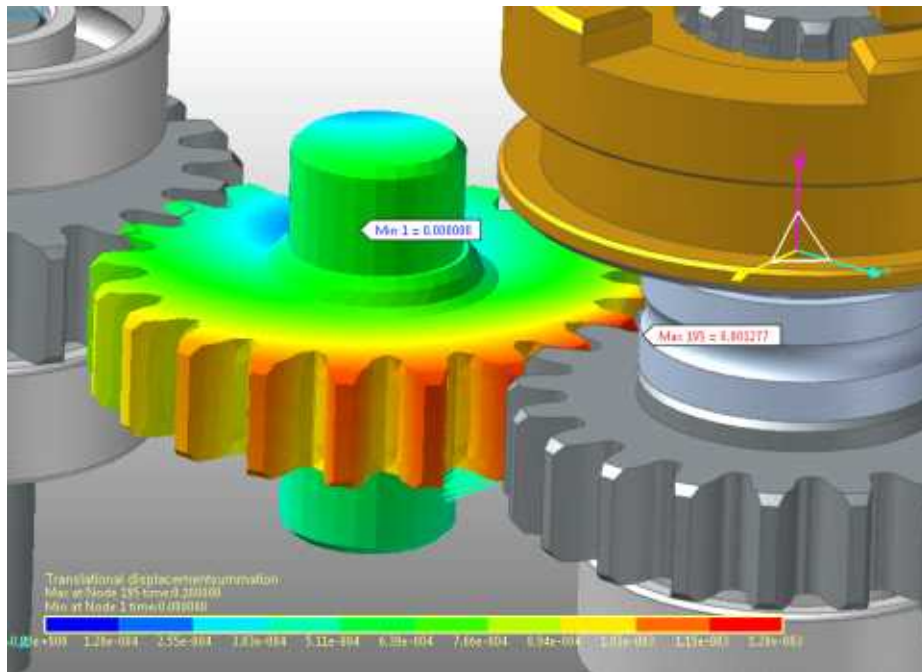


[그림 55. 기어 파트에 대한 재료 물성치 부여]

Elastic isotropic에서 기어 파트에 대한 재료 물성은 young' s modulus는 190,000 N/mm², density는 7.7e⁻⁶ kg/mm³, damping ratio는 1.0e⁻⁴ 으로 poisson 's ratio 0.27을 입력하면 응력과 변형률의 비율인 shear modulus는 77,820 N/mm²이다.

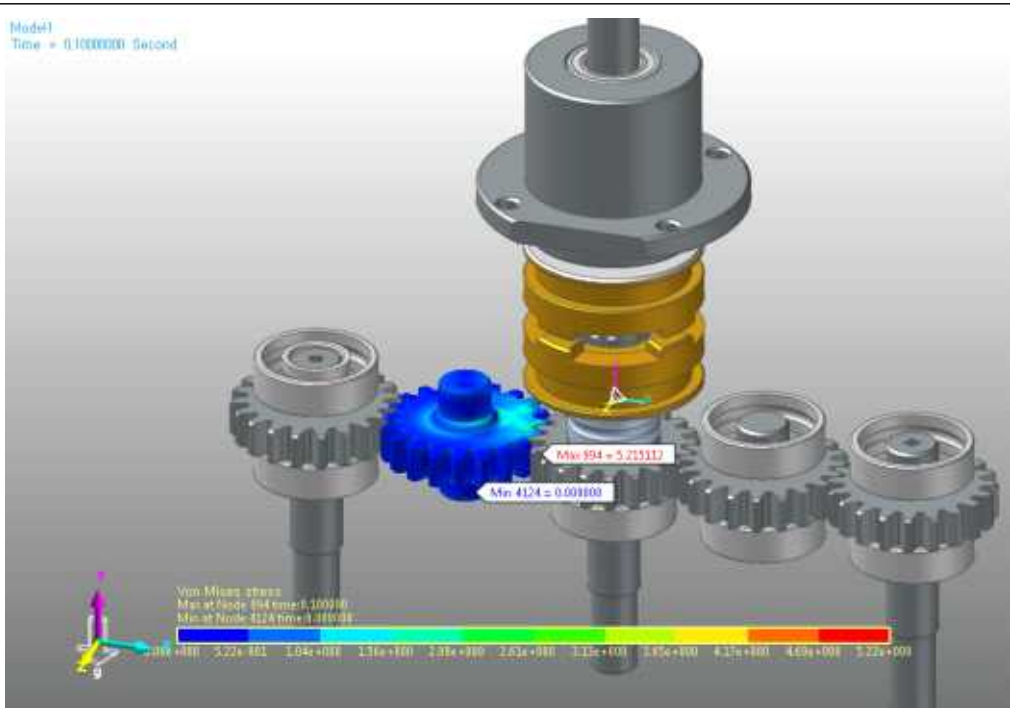


[그림 56. 기어 파트 FFLEX 해석 결과(최대 변형)]

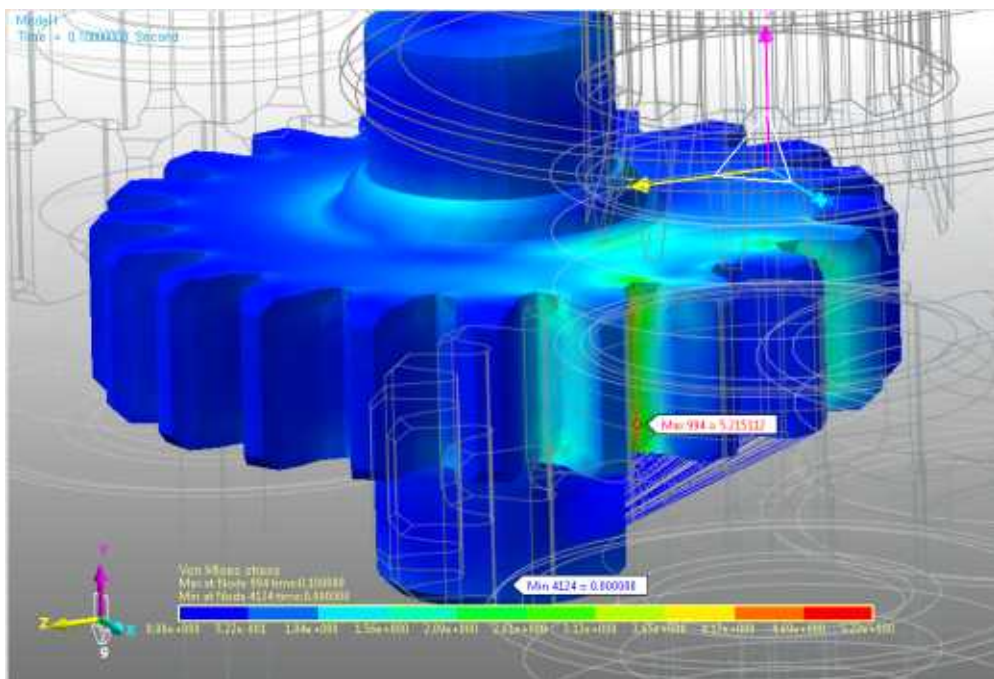


[그림 57. 기어 파트 FFLEX 해석 결과(최대 변형)]

FFLEX 해석 후 기어 파트에 대한 최대 변형결과 기어 이의 끝단에서 발생하였으며 0.0012 mm로 해석 결과에서 산출 되었다. 최대 변형은 기어 간의 접촉 시 발생하였다.



[그림 58. 기어 파트 FFLEX 해석 결과(최대 응력)]

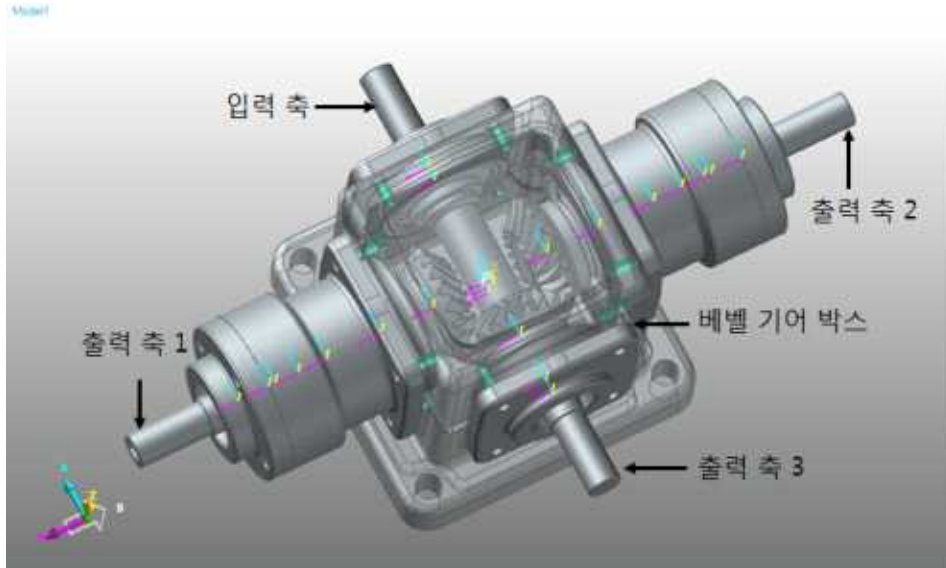


[그림 59. 기어 파트 FFLEX 해석 결과(최대 응력)]

기어가 접촉 시 발생하는 컨택 조건에서 약 300 N으로 반발력이 작용 할 때 발생하는 최대 응력은 5.215 Mpa로 SCM415(침탄소재) 허용 응력 보다 작아 기어 파트에 대한 구조적인 안전성에는 문제가 없을 것으로 예상된다.

나. 베벨기어 동역학 해석

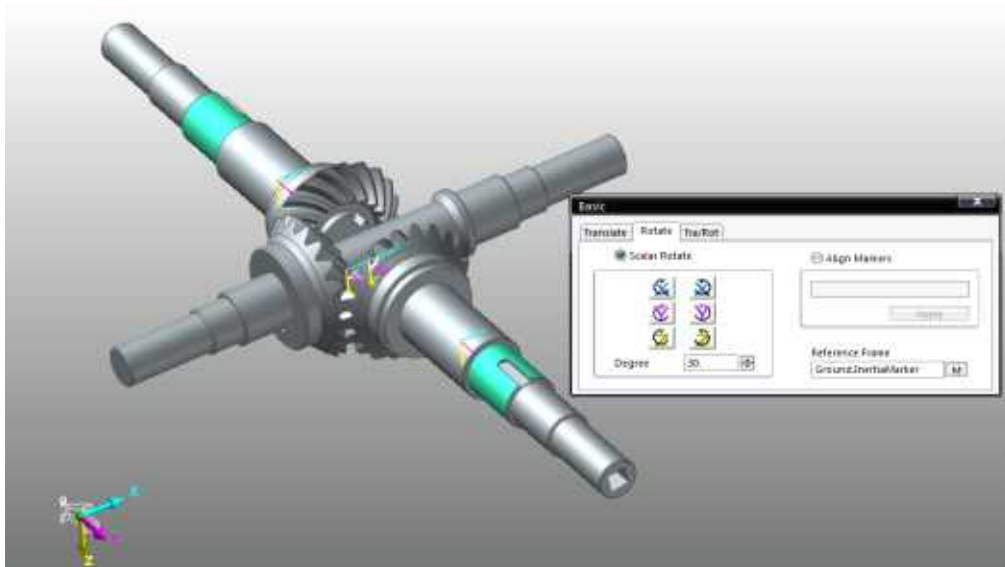
(1) 해석 모델



[그림 60. 베벨 기어 박스 동역학 해석을 위한 해석 모델 정의]

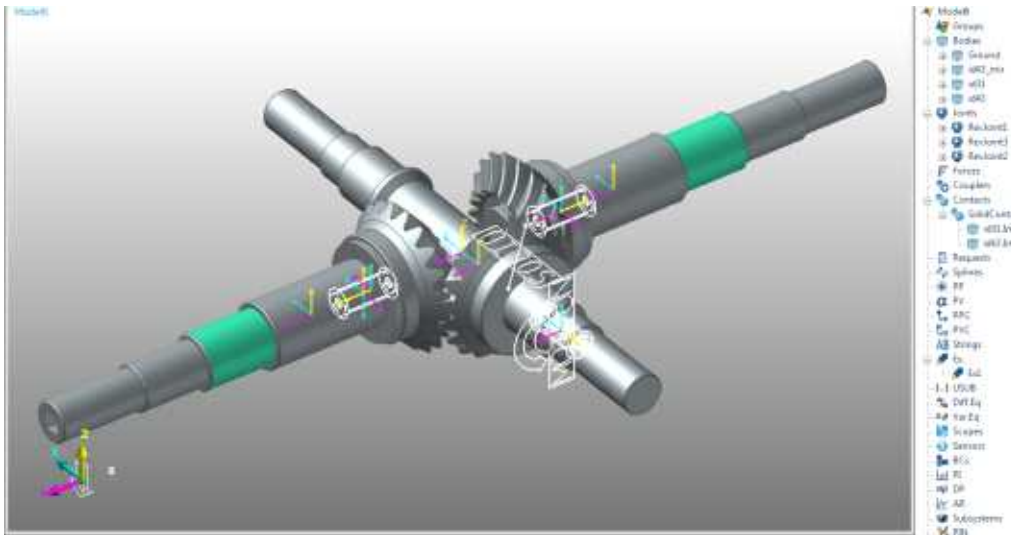
동역학 해석으로 베벨 기어박스에 적용되는 구동부의 사양 및 기어 물성에 따른 구조적인 안전성을 분석하고자 한다. 해석을 위해서 먼저 해석 모델을 위에 그림과 같이 생성한다. 핵심 구동부 베벨 기어 박스는 메인 모터의 출력을 받아서 2개의 베벨 기어로 출력이 전달되며 3축이 최종 출력축에 전달되는 메커니즘으로 구성된다.

해석을 위해 베벨 기어가 연결된 구동부와 베벨 기어 박스 비구동부를 구분하고 베벨 기어의 정상적인 구동을 위해 기어 간의 공차를 move object로 미세 회전시켜 자리를 맞춘다.



[그림 61. 베벨 기어 접촉을 위한 세부 미세 공차 조정]

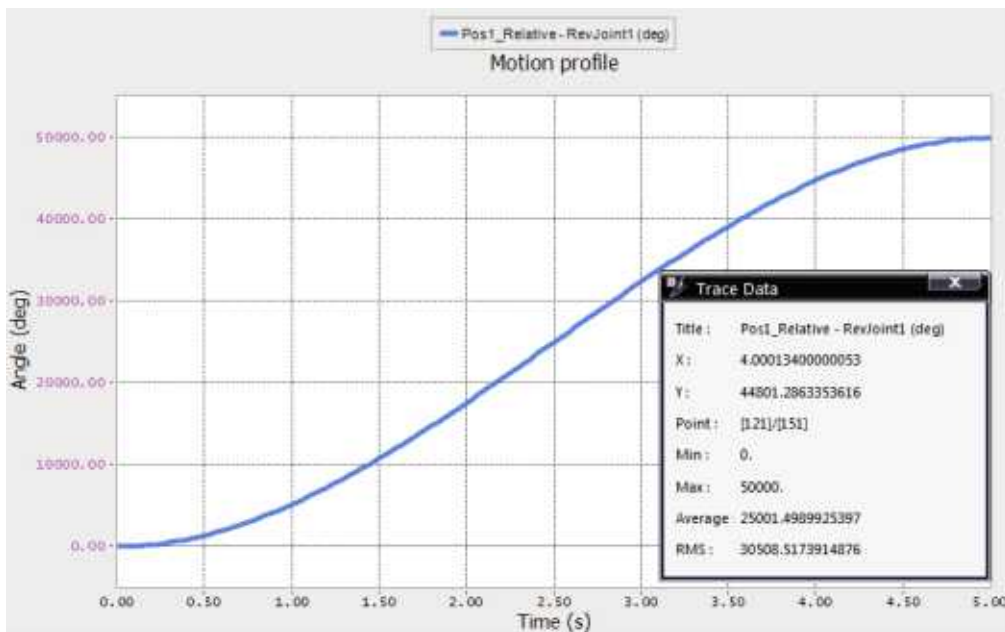
(2) 해석 구속 조건



[그림 62. 해석 구속 조건 정의]

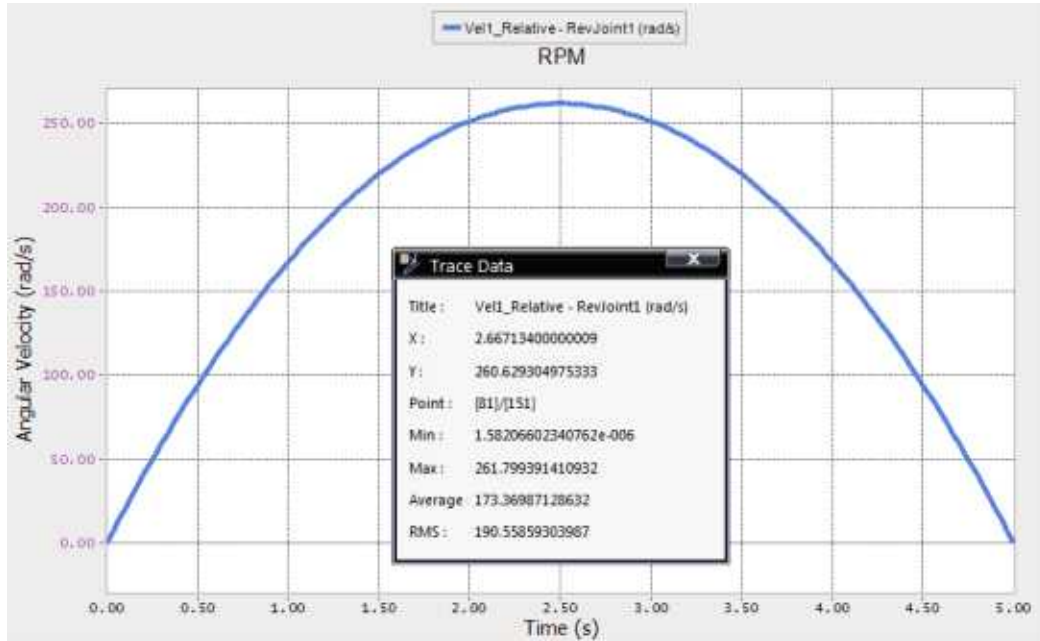
해석의 필요 없는 요소를 제거하고 해석을 모델을 단순화 후 구동 조건에 맞는 입력 및 출력축에 대한 revolution joint 5개와 solid to solid contact 조건으로 기어 사이에 구속 조건을 정의한다.

(3) 해석 결과



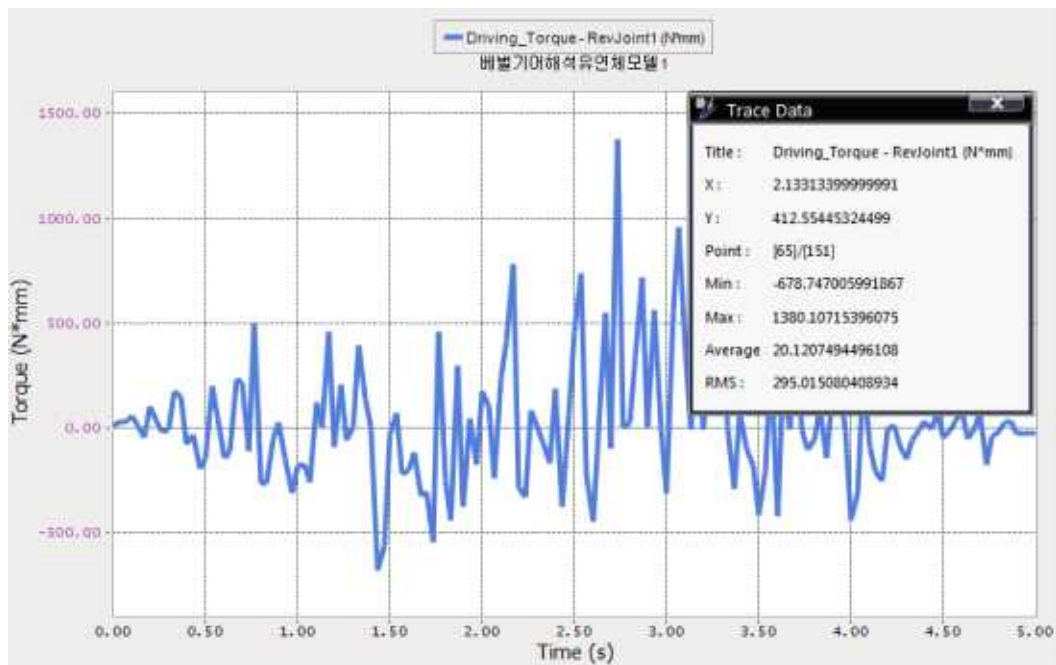
[그림 63. 베벨 기어박스 입력축의 모션 프로파일]

메인 구동 모터에서 입력축에 전달되는 motion profile은 위에 그래프와 같으며 5초 동안 약 50,000도 회전하는 S-curve 형태로 step 함수를 입력한다.



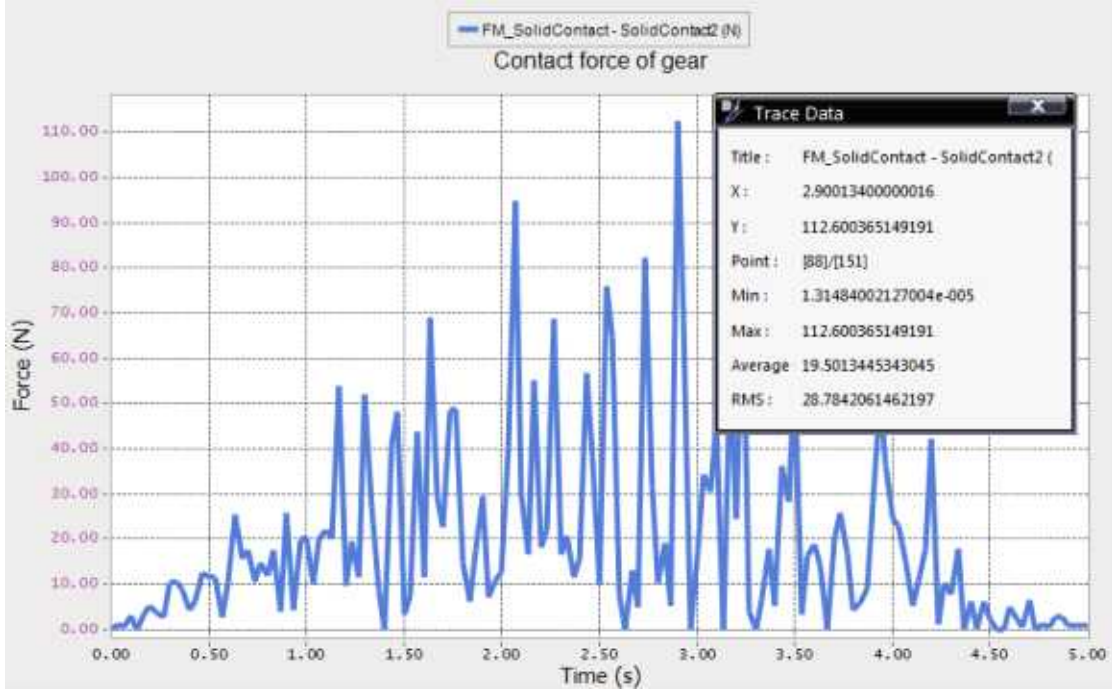
[그림 64. Angular velocity profile]

5초 동안 약 50,000도 회전하는 S-curve 형태의 motion profile을 적용 하였을 때 모터부의 회전 각속도 프로파일을 그림 64의 그래프와 같으며 최대 회전 속도는 261.8 rad/sec이다. 이는 각도로 환산하면 15,000 degree/sec 로 약 2,500 rpm 이다.



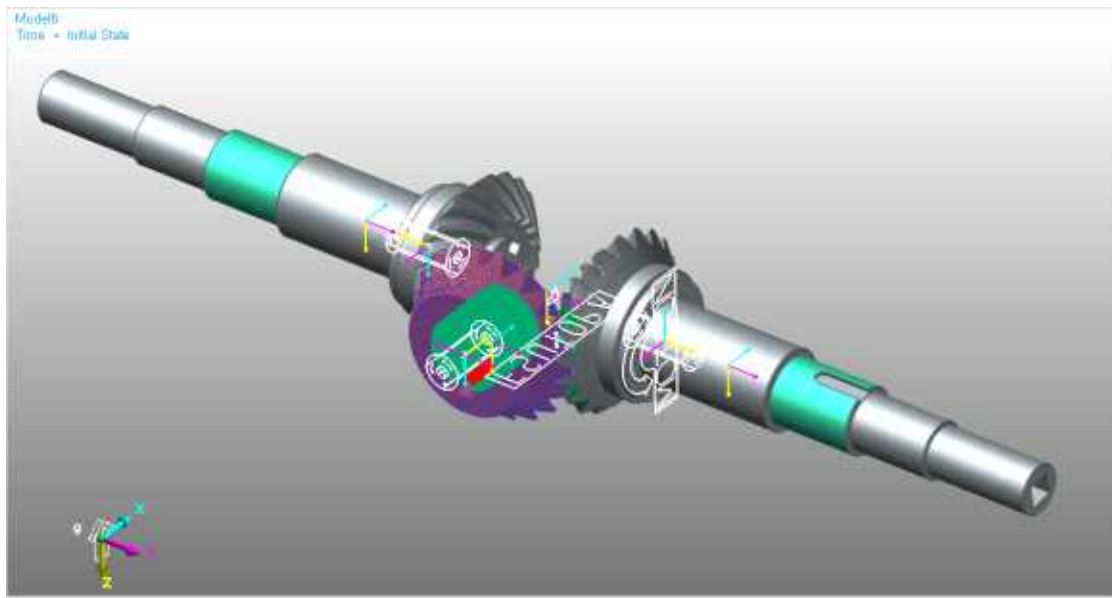
[그림 65. Driving torque of dynamic analysis result]

베벨 기어 박스의 구동 모터가 약 2,500 rpm으로 회전하기 위해서 요구되는 구동 토크는 최대 1,380 Nmm이고, 평균값은 295 Nmm로 해석 결과에서 분석되었다.



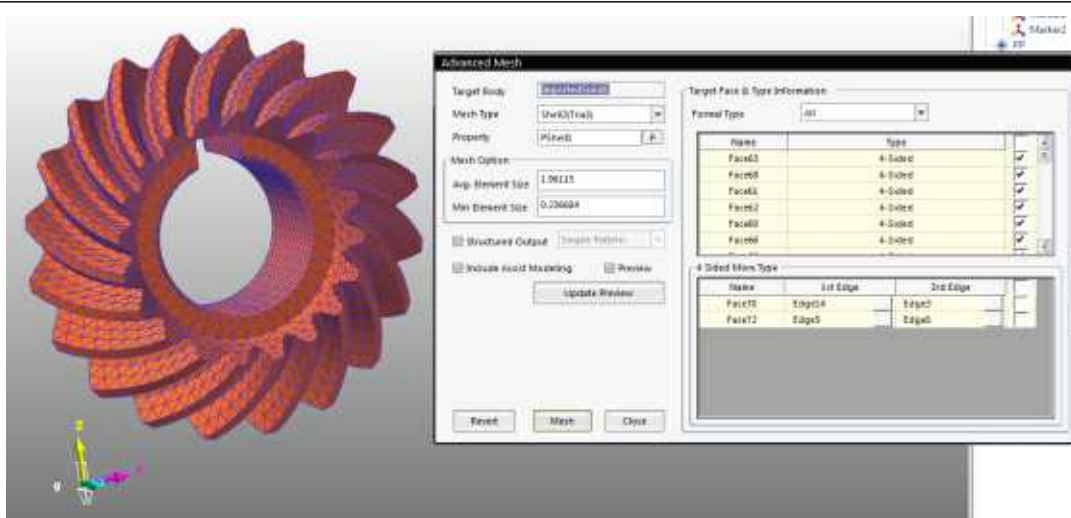
[그림 66. Contact force of gear]

베벨 기어로 연결된 구동메커니즘의 경우의 베벨 기어 간의 간격이나 공차가 매우 중요한 요소로 본 해석 모델의 경우 베벨 기어 사이에 발생하는 구동 반발력은 최대 112 N으로 해석 결과에서 산출 되었으며 이는 바탕으로 추후 유연체(FELX) 해석을 통해 베벨기어에 대한 안전성을 분석 할 수 있었다.



[그림 67. 베벨 기어 박스 모듈의 핵심 기어부 구조 해석]

베벨 기어 박스 모듈의 핵심 기어부 메커니즘에 대한 구조해석을 위해서 베벨 기어파트에 대한 mesh 작업 후 전체적인 해석 모델을 생성한다.

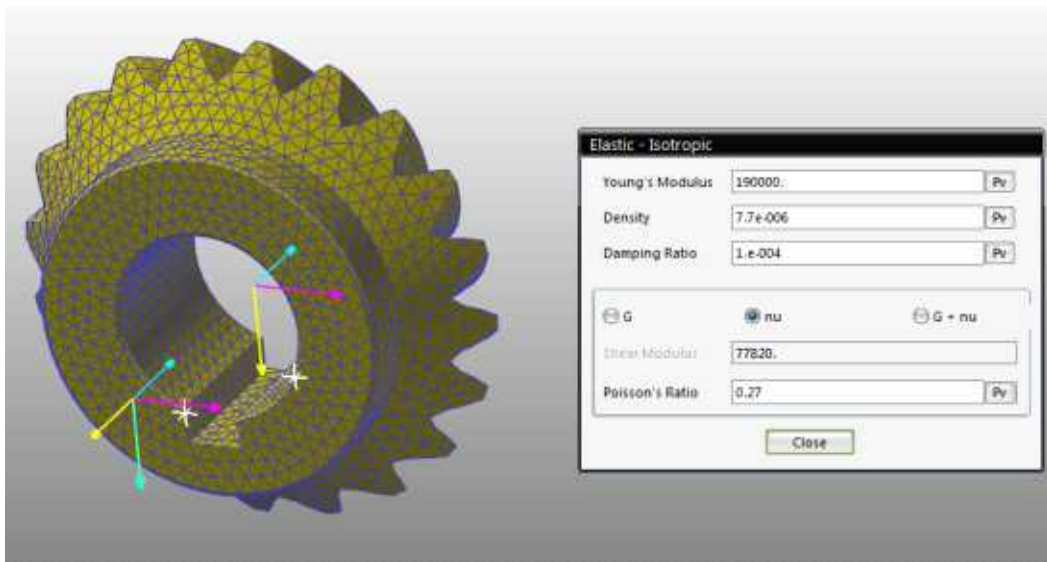


[그림 68. 핵심 기어 파트에 대한 mesh 작업]

속성	값	단위
탄성계수	2.1e+011	N/m ²
포아송비	0.28	해당 없음
전단계수	7.9e+010	N/m ²
질량 밀도	7700	kg/m ³
인장 강도	723825600	N/m ²
압축 강도		N/m ²
항복 강도	620422000	N/m ²
열팽창 계수	1.3e-005	/K
열전도율	50	W/(m-K)

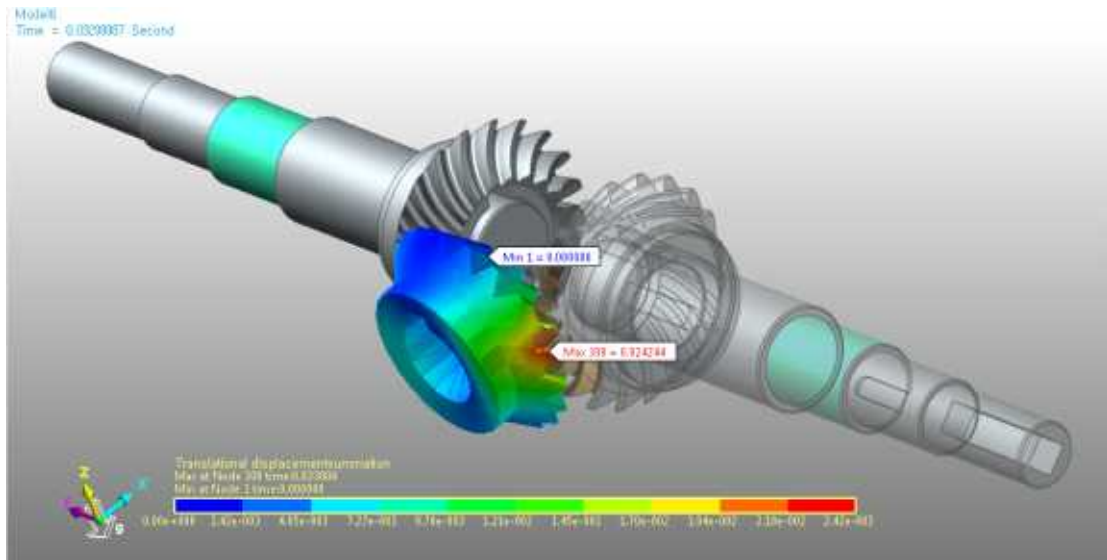
[그림 69. 베벨 기어 파트에 대한 재료 물성치 자료]

베벨 기어 파트 소재는 SCM415(침탄소재)로 위에 표에서 세부적인 재료 물성치 정보를 바탕으로 해석 모델에 동일하게 적용한다.



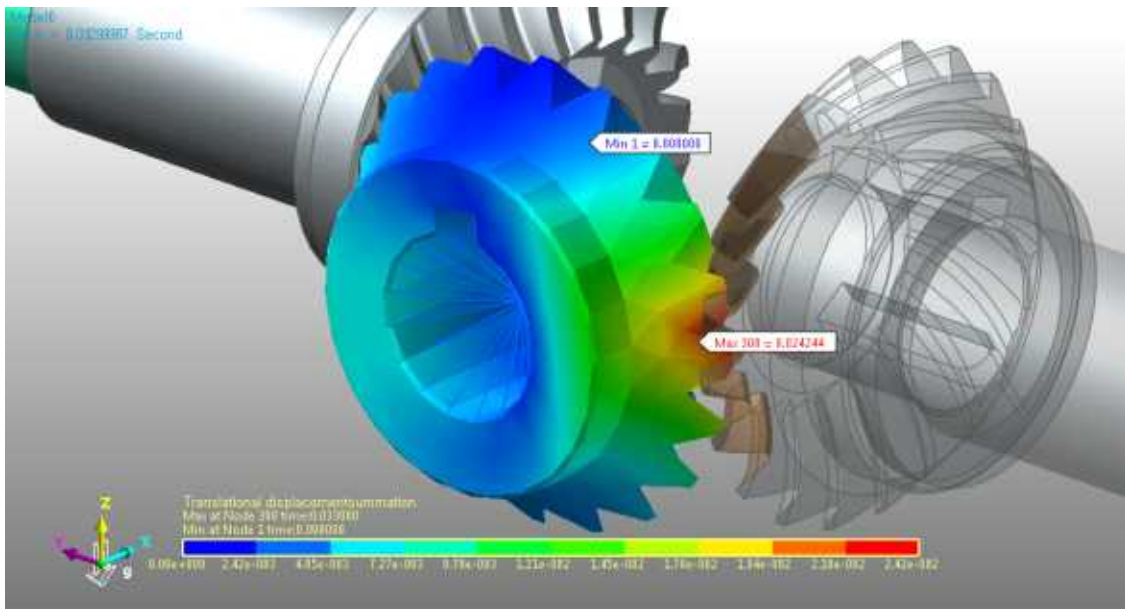
[그림 70. 베벨 기어 파트에 대한 재료 물성치 부여]

Elastic isotropic에서 기어 파트에 대한 재료 물성은 young' s modulus는 190,000 N/mm², density는 7.7e⁻⁶ kg/mm³, damping ratio는 1.0e⁻⁴ 으로 poisson 's ratio 0.27을 입력하면 응력과 변형률의 비율인 shear modulus는 77,820 N/mm²이다.

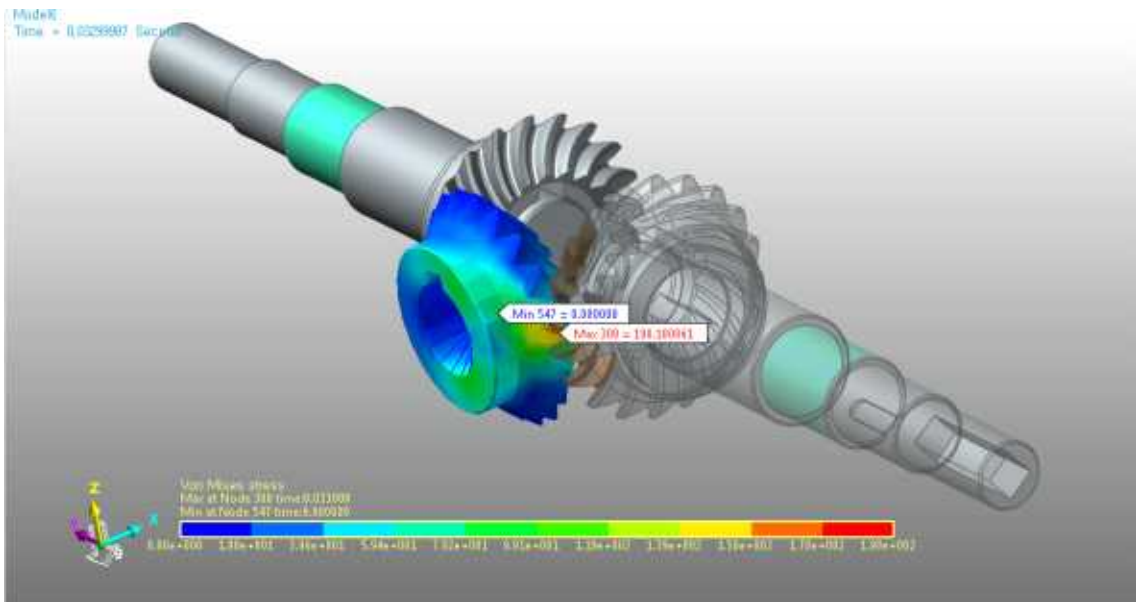


[그림 71. 베벨 기어 파트 FFLEX 해석 결과(최대 변형)]

FFLEX 해석 후 베벨 기어 파트에 대한 최대 변형결과 베벨 기어 이의 끝단에서 발생하였으며 0.0242 mm로 해석 결과에서 산출 되었다. 최대 변형은 기어 간의 접촉 시 발생하였다.

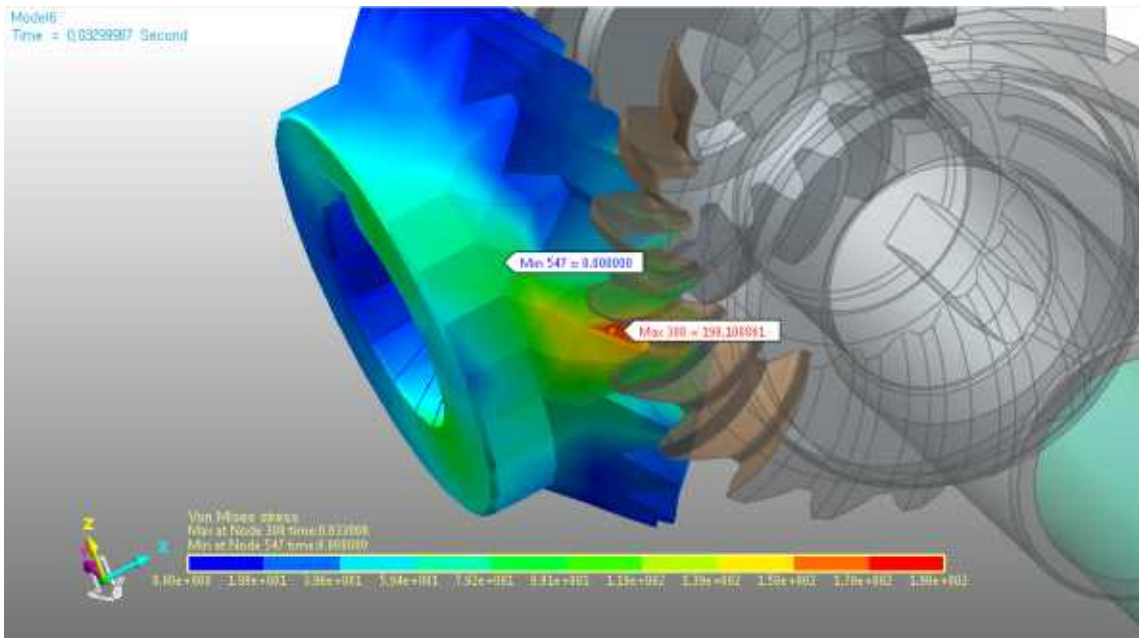


[그림 72. 베벨 기어 파트 FFLEX 해석 결과(최대 변형)]



[그림 73. 베벨 기어 파트 FFLEX 해석 결과(최대 응력)]

베벨 기어가 접촉 시 발생하는 컨택 조건에서 약 69 N으로 반발력이 작용 할 때 발생하는 최대 응력은 198 Mpa로 SCM415(침탄소재) 허용 응력 보다 작아 베벨 기어 파트에 대한 구조적인 안전성에는 문제가 없을 것으로 예상된다.



[그림 74. 베벨 기어 파트 FFLEX 해석 결과(최대 응력)]

다. 해석 결론

평기어와 베벨기어 모델에 대해 같은 조건으로 동역학 해석을 진행 하였으며, 그 결과 구동 모터가 2,500RPM을 회전하기 위해서는 평기어 4,212 Nmm , 베벨기어 1,380 Nmm의 구동토크가 요구된다. 또한 기어 접촉 시 발생하는 최대응력은 평기어 5.215 Mpa, 베벨기어 198 Mpa이 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

해석 결과에서 두 조건은 구동토크와 최대응력이 반비례함을 알 수 있었고, 최대응력과 구동토크의 결과 값은 두 조건 모두 동력전달시스템 적용에 무리 없이 만족할 것으로 판단되며, 주 엔진에서 제초구동과 주행구동에 필요한 2가지 동력전달시스템에 적용하기 위해서는 사이즈 및 무게, 제작비용, 동력전달 축의 방향등을 고려하였을 때 베벨기어 타입의 동력전달시스템이 더 효율적인 것으로 사료된다.

6. 동력장치부 개발

최초 개발 시 제초기의 동력은 제초 날의 구동 동력인 엔진과 주행부 바퀴의 구동 동력인 모터로 나누어 진행하려고 하였으나, 주행부 구동의 모터 방식은 논농사 제초작업 시 모터부의 물에 잠김 현상이 나타날 수 있고 또한 무게에 대한 부담으로 인해 하나의 엔진을 사용한 동력 방식으로 두 가지 동력을 모두 수용할 수 있는 엔진사양을 선정하게 되었다.

또한 동력전달시스템의 동력해석 결과를 반영하여 실제 시스템에 적용하였으며, 다조식 제초 날의 부하와 주행부 구동에 대한 엔진 출력을 고려하여 아래 그림과 같은 HONDA사의 GX160 모델을 사용하였다. 본 엔진은 최대출력 5.5 / 3600(PS/rpm), 최대토크 10.3 / 2500(N.m/rpm)의 토크 구현이 가능하기 때문에 동역학 해석 결과인 최대토크 1,380Nmm 보다 높은 성능을 가지고 있어 구동 시 문제가 없을 것으로 예상된다.



[그림 75. HONDA GX160 엔진]

HONDA GX160 엔진의 사양은 아래 표6.과 같다.

사양	GX160
엔진 타입	공랭식 단기통 4행정, OHV
실린더 직경×행정거리(mm)	68×45
배기량(cc)	163
압축비	9 : 1
최대 출력(PS/rpm)	5.5 / 3600
권장최대 작동출력(PS/rpm)	4.8 / 3600
연속정격 출력((PS/rpm)	4.0 / 3600
최대토크(N.m/rpm)	10.3 / 2500
회전방향	반시계방향(P.T.O축에서 볼 때)
사용연료	자동차용 무연휘발유
연료탱크 용량(l)	3.6
연료소비율(g/PS-hr)	230
윤활유 용량(l)	0.6
카뷰레터	수평형 버터플라이 밸브
점화 방식	트랜지스터 마그네트 방식
시동 방식	리코일 / 전자식
윤활 방식	비산식
건조 중량(kg)	15.0
총 중량	18.5
치수(길이×폭×높이-mm)	304×362×335

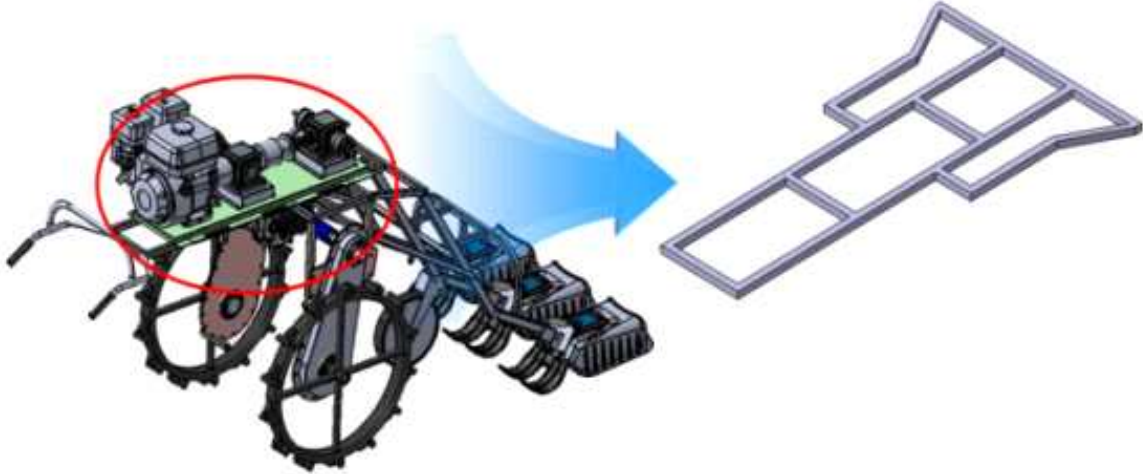
[표6. HONDA GX160 사양표]

7. 부품요소/통합 최적화 설계 및 구조해석

가. 구조해석을 통한 엔진/기어박스 프레임부 최적 설계

(1) 해석 대상 및 목적

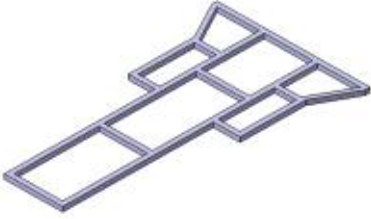
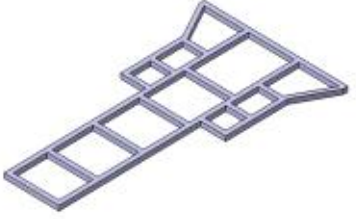
수직전단형 제초기를 구동하는 엔진 및 기어박스 프레임 Part의 변형을 최소화하여, 강건한 제품을 제작하기 위해 모드해석을 수행하였다.



[그림 76. 엔진부 프레임 Part 초기 설계(안)]

(2) 해석 내용

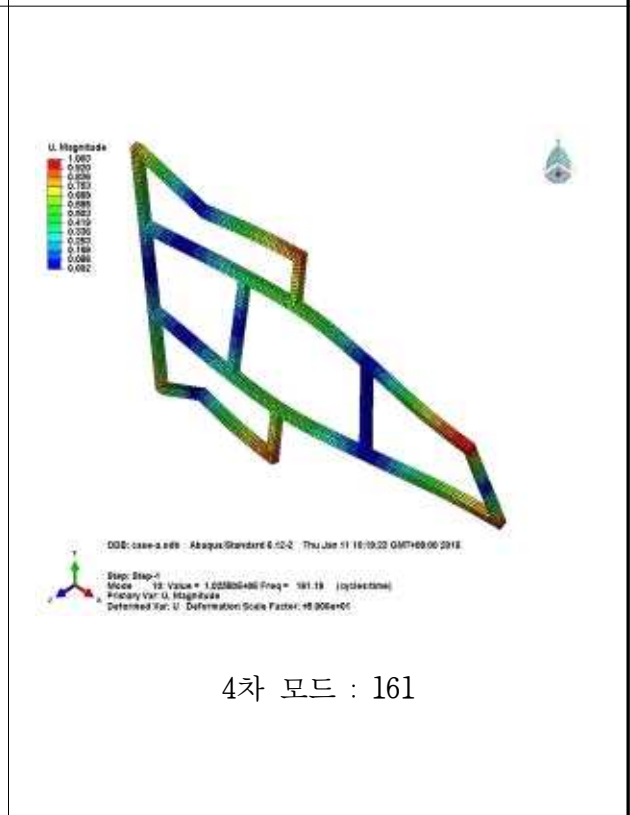
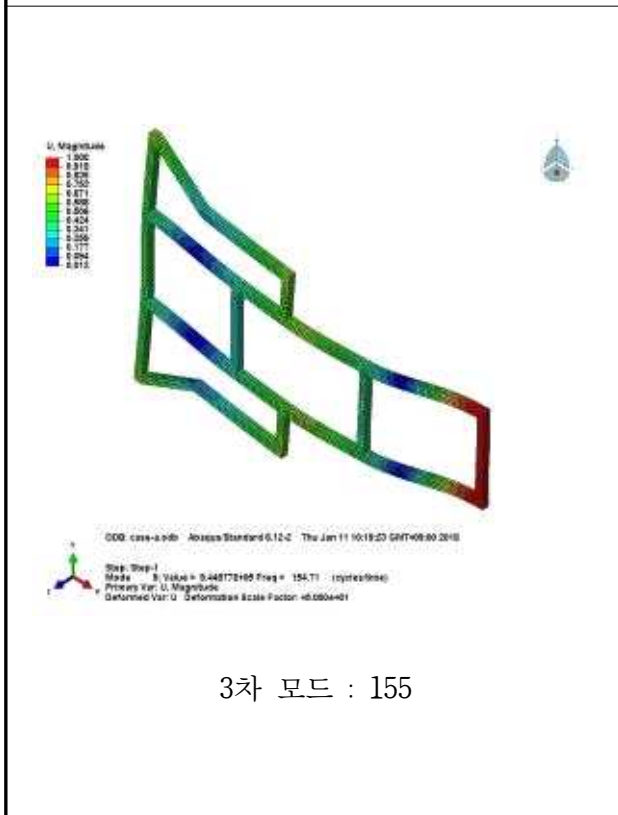
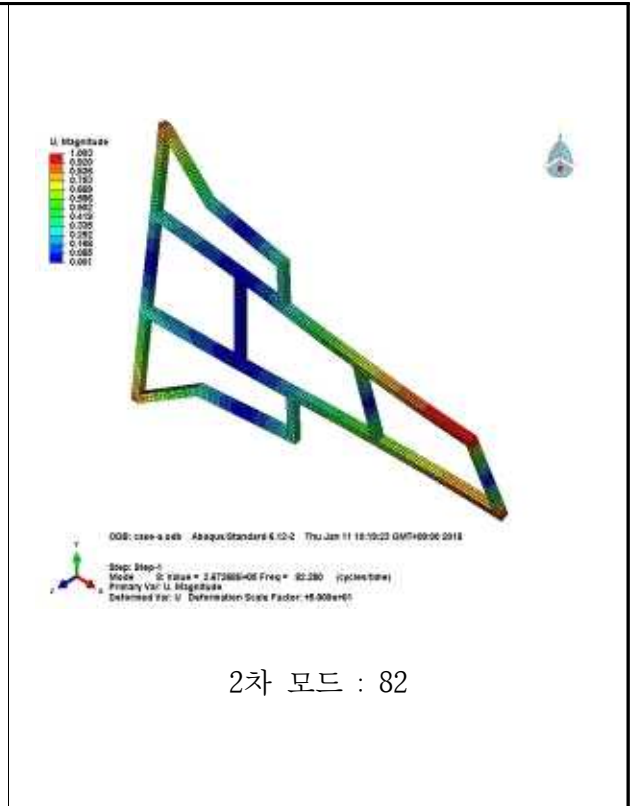
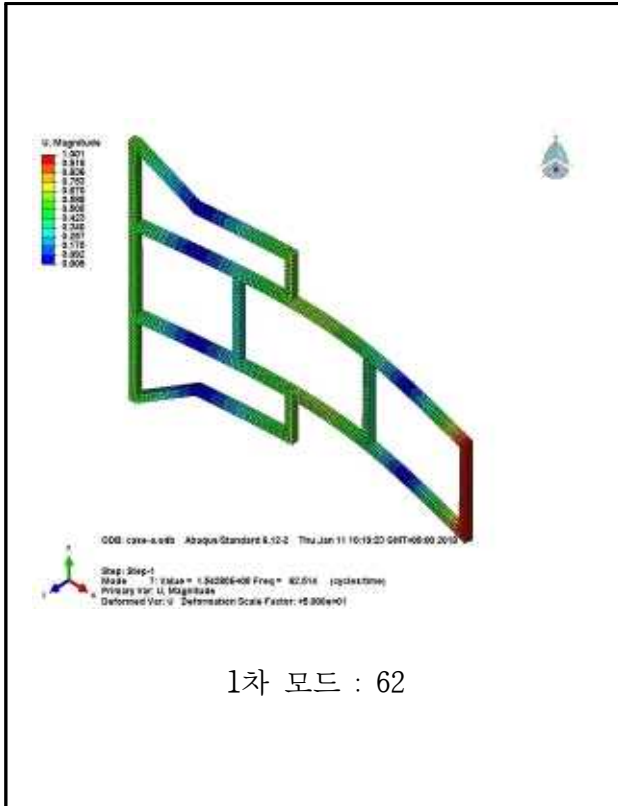
초기 설계안 및 개선안 2가지에 대해 고유진동수 해석을 수행하였다.

개선 1안	개선 2안
	

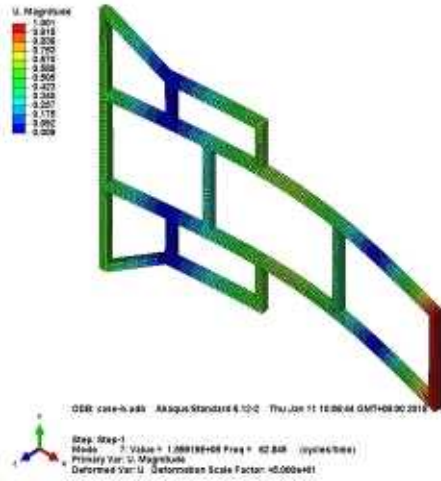
(3) 해석 조건

- 소재 특성
 - Elastic Modulus : 200,000 N/mm²
 - Poisson's Ration : 0.3
- 요소 조건
 - Solid 요소인 육면체 요소(Hexa Elements)가 사용 되었으며 요소의 평균크기는 약 5mm
- 사용 소프트웨어
 - 해석용 : HYPERMESH / ABAQUS CAE

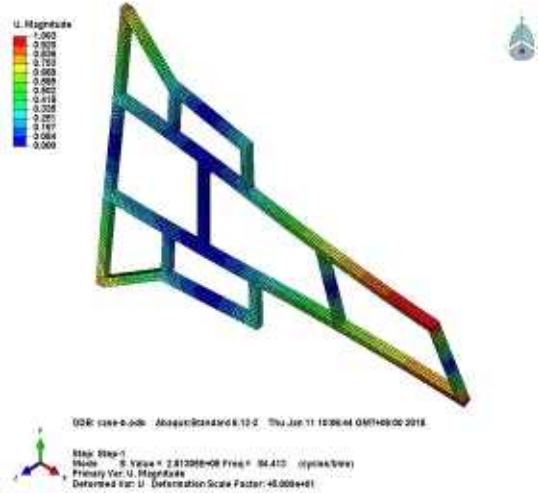
(4) 해석 결과
 ○ 초기 설계(안)



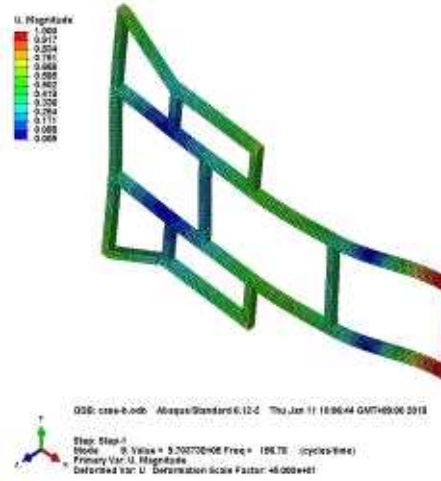
○ 개선 1안



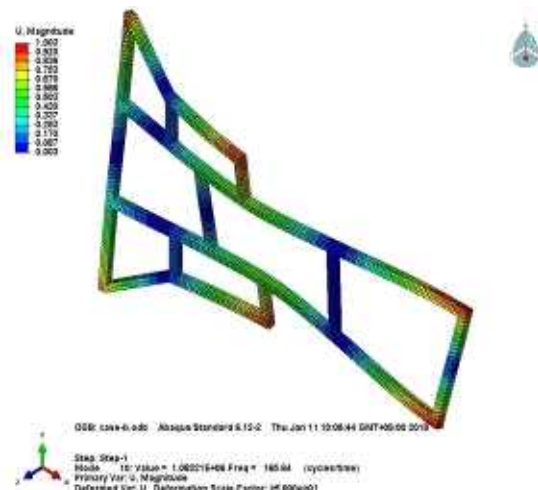
1차 모드 : 63



2차 모드 : 84

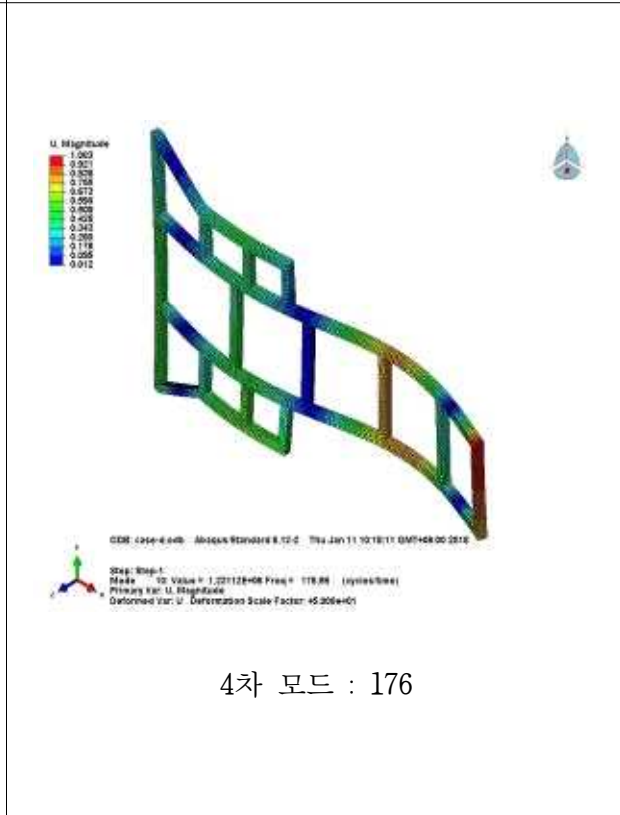
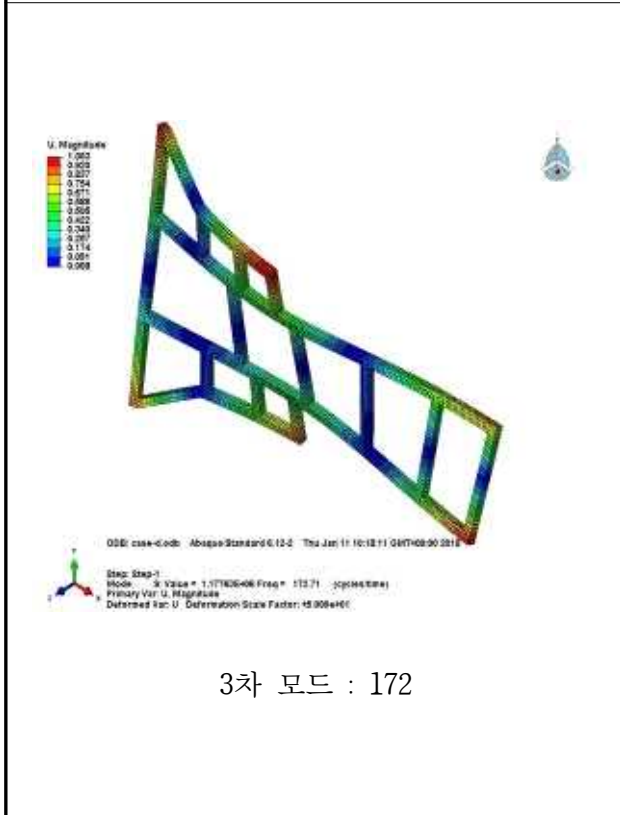
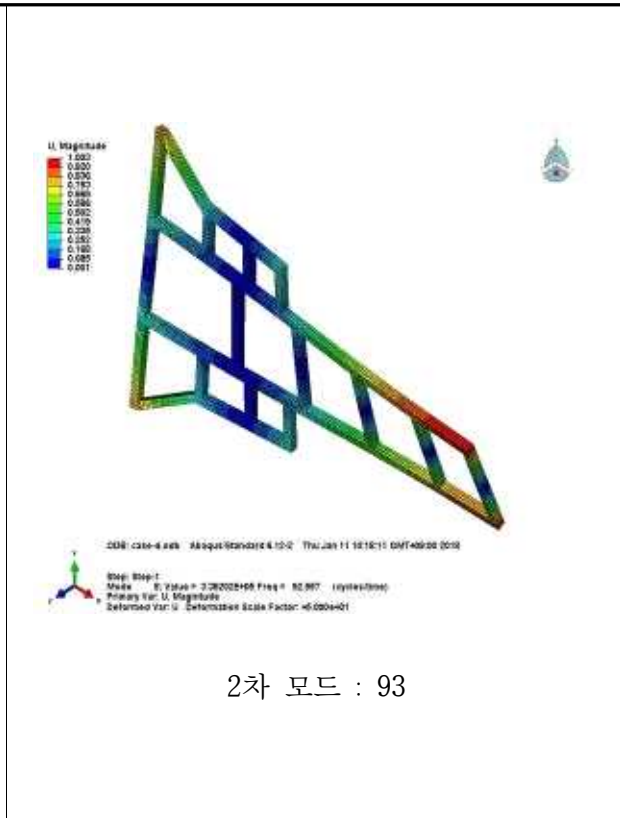
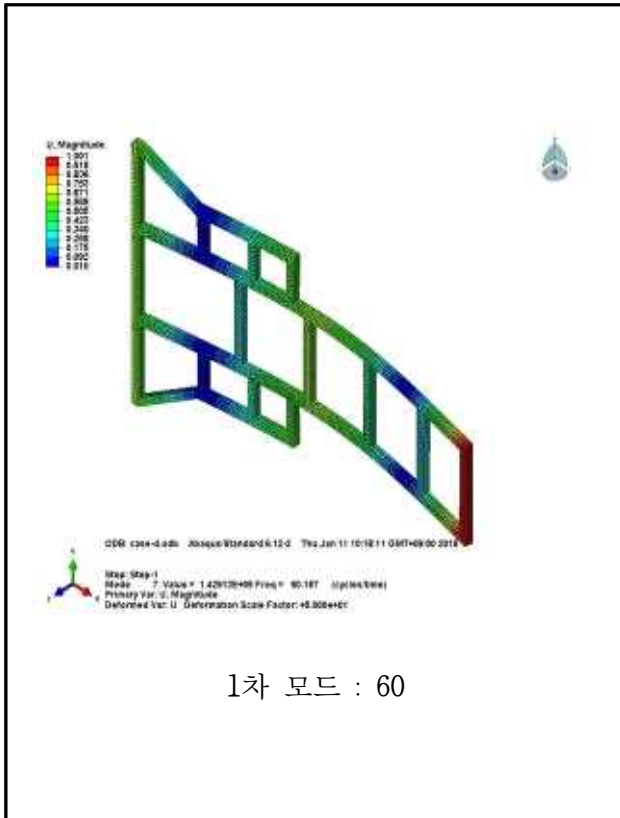


3차 모드 : 157



4차 모드 : 166

○ 개선 2안



(5) 결과정리

모델 조건	고유진동수			
	1차모드	2차모드	3차모드	4차모드
기존 설계(안)	62 Hz	82 Hz	154 Hz	161 Hz
개선 1안	63 Hz	84 Hz	157 Hz	166 Hz
개선 2안	61 Hz	93 Hz	172 Hz	176 Hz

프레임 양 끝단에 고중량의 엔진과 제초부가 위치해 있는 엔진 프레임을 대상으로 모드해석을 진행하였고, 프레임의 강성이 전체 제품의 강성 향상과 비례하는 결과를 가져오므로 변형모드별 고유진동수를 나타냄으로써 구조체의 강성을 예측할 수 있었다.

농기계 작업 시 외부에서 불규칙한 가진이 들어오기 때문에 구조체의 고유주파수는 높은 것이 유리할 것으로 판단되며, 일반적으로 작업 시에 들어오는 진동은 저주파수의 진동으로 구조체의 고유주파수가 낮은 경우는 외부에서 들어오는 저주파수에 공진을 일으켜 농기계의 파손이 발생할 수 있기 때문에 해석에서는 높은 고유주파수를 가지는 구조체를 설계하는 것에 중점을 두고 진행하였다.

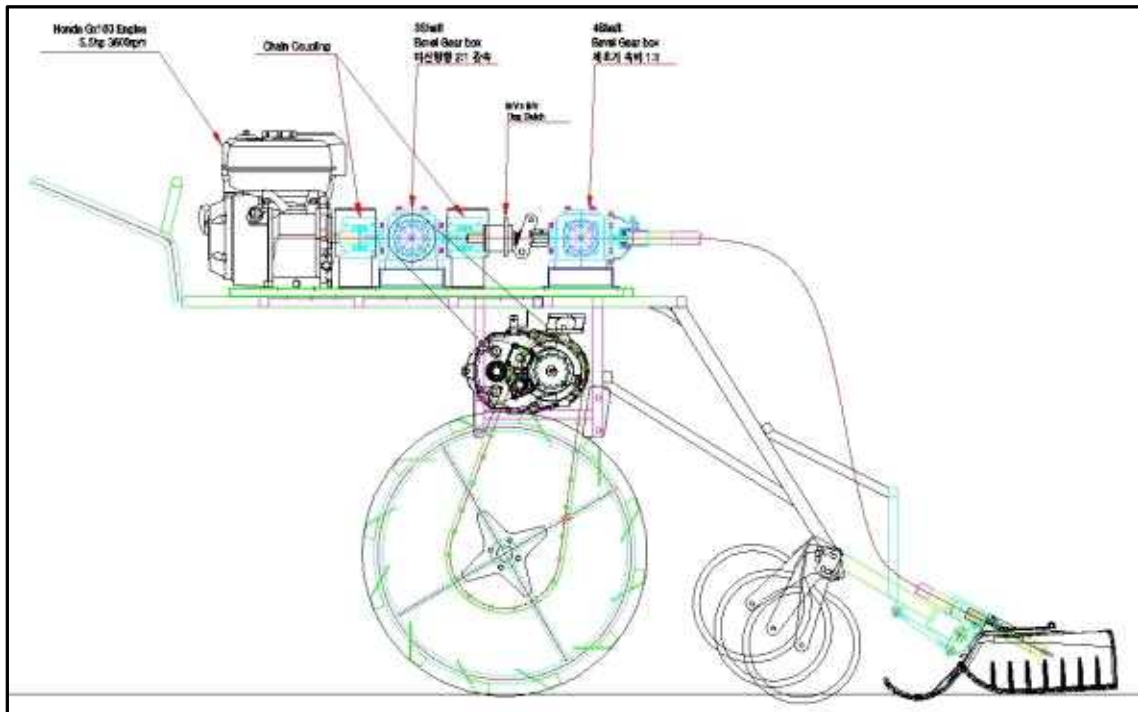
따라서 그러한 목적에 맞추어 구조체의 모드해석을 진행하여 높은 고유주파수를 가지는 구조체의 형상을 제안하였으며, 개선 1, 2안 모두 기존 설계(안) 대비 고유진동수가 높게 나타나고 모든 조건에서 거의 동일한 변형 모드가 나타남을 알 수 있었다. 개선 1안은 기존 설계(안)대비 큰 효과가 나타나지 않고 거의 유사한 수준이며, 개선 2안 모델은 2차 이상의 모드에서 고유진동수가 높게 나타나고 있으므로 강성이 향상될 것으로 예측하고 이를 최종 설계안으로 적용하였다.

나. 주요 부품의 구조 안정성을 고려한 형상 설계

주요 부품들이 장착되는 프레임은 기본 사각파이프 형상의 프레임을 기본 골조로 주 엔진, 기어박스, 체인커플링, 손잡이부, 지지대, 브라켓, 미션 등으로 구성되며, 주요부품의 장착위치와 무게중심을 고려하여 구조적인 안정성을 확보하도록 설계하였다.

프레임 상부 플레이트부에 엔진, 기어박스, 체인커플링이 장착되며 상부플레이트 아래로 미션과 브라켓, 주행바퀴, 보조바퀴의 구조로 이뤄지고 전체 구조형상은 아래 그림77.과 같이 설계하였다.

또한 제초기의 전장길이를 최소화하기 위해 제초구동의 동력전달은 플렉시블 케이블을 이용한 구조로 채택하였다.

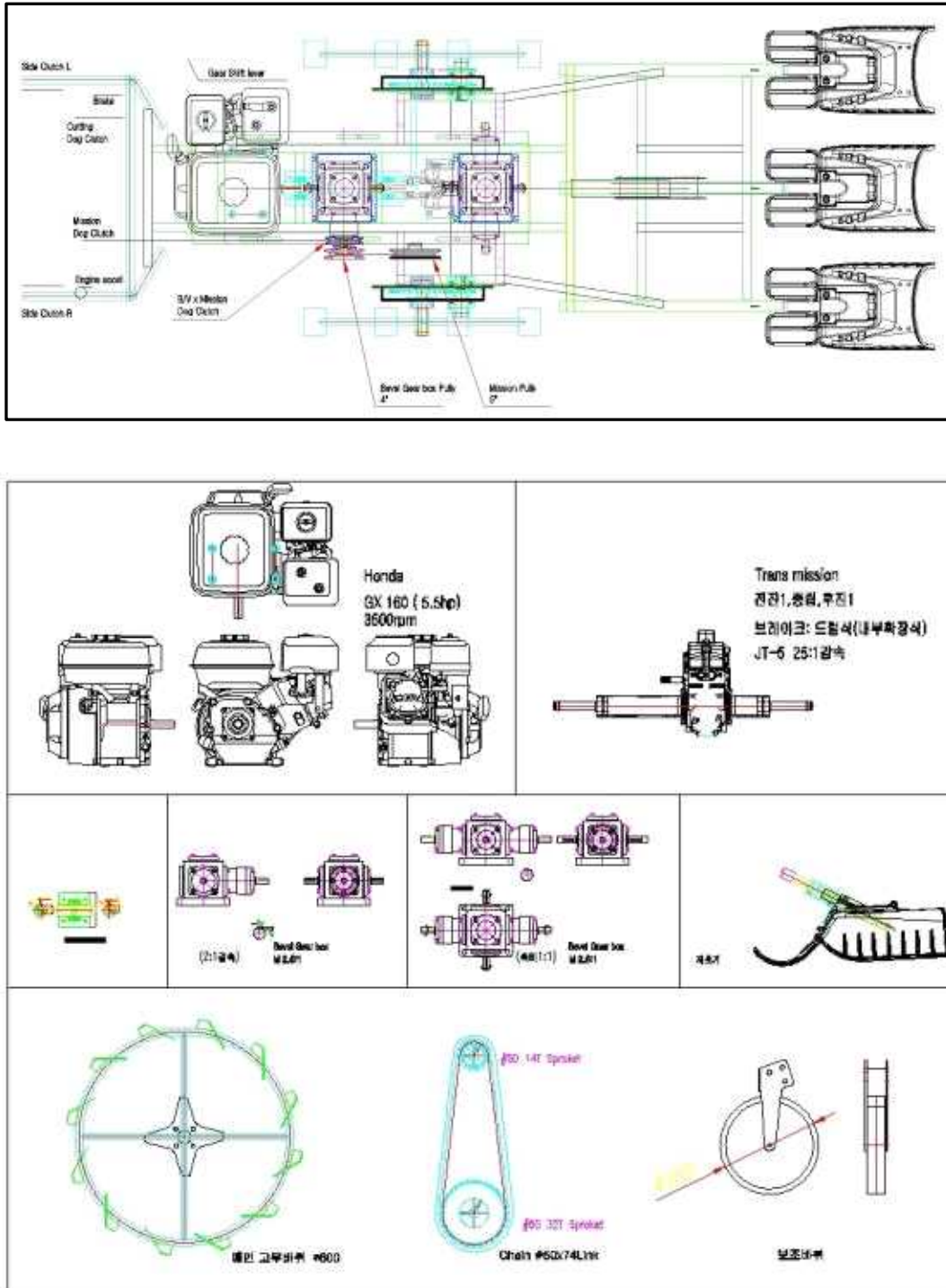


[그림 77. 주요부품 상부 프레임 장착 위치]

8. 최종 시제품 제작

가. 주요 부품의 시제품 제작

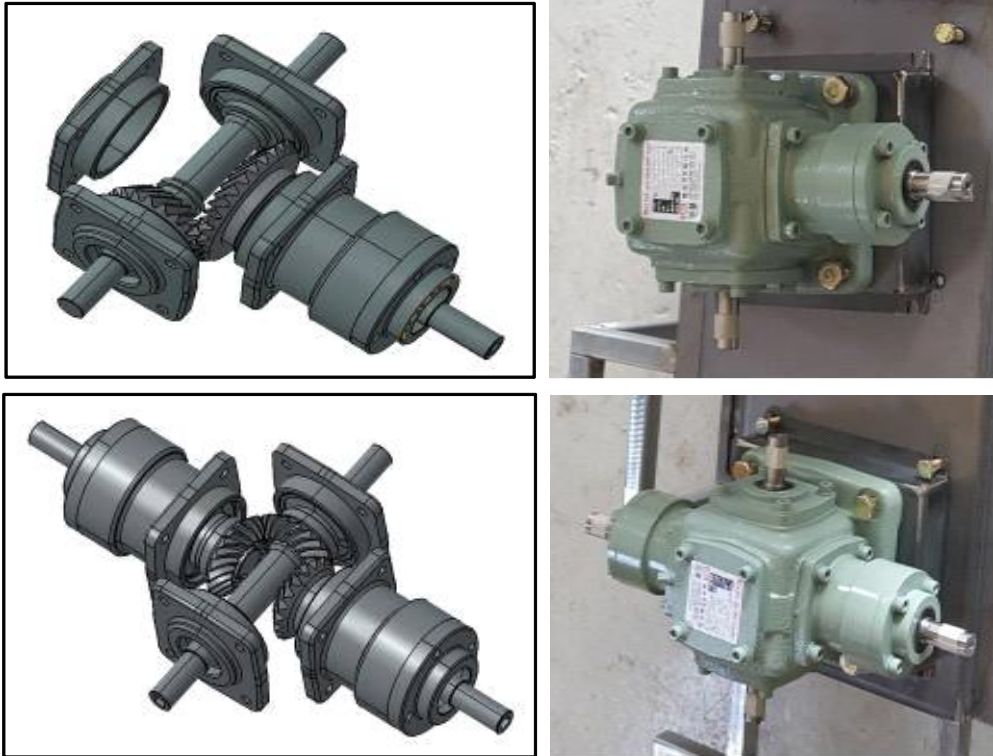
주요 부품들의 설계는 아래 그림과 같으며, 시제품 개발 완료된 제조 기능부를 제외한 주요 부품들의 시제품 제작을 하였다.



[그림 78. 주요 부품의 설계]

(1) 기어박스

베벨기어 타입의 기어박스는 주행 구동부와 제초 날 동력부에 전달되는 2가지 타입으로 제작하였으며, 초기 모터식 주행 구동방식을 변경하여 하나의 엔진을 주동력으로 사용하였으며, 주행부와 제초부의 동력을 동시에 취하기 위해 아래 그림 80과 같은 제원으로 설계하여 기어박스를 제작하였다.



[그림 79. 주행구동부 및 제초동력부 기어 제작]

계산항목	단위	Pinion	Gear
1 축각	degree	90	
2 기어 잇수		20	20
3 모듈		2.50	
4 압력각	degree	20.00	
5 비틀림각	degree		
6 비틀림 방향			
7 치륜	mm	13.50	

계산항목	단위	Pinion	Gear
1 축각	degree	90	
2 기어 잇수		20	40
3 모듈		2.50	
4 압력각	degree	20.00	
5 비틀림각	degree		
6 비틀림 방향			
7 치륜	mm	13.50	

번호	기어 치명	단위	Pinion	Gear
8	피치원 직경	do	50.0000	50.0000
9	외주거리	R	35.3553	
10	유조 치높이	he	4.2500	
11	전치높이	h	4.7200	
12	치발높이	hk	2.1250	2.1250
13	치원높이	hf	2.5950	2.5950
14	분할장크	c	0.4700	
15	치원각	er	4.1979	4.1979
		D,MS	4.1152	4.1152
16	피치원추각	eo	45.0000	45.0000
		D,MS	-45.0000	45.0000
17	치선원추각	ek	49.1979	49.1979
		D,MS	49.1152	49.1152
18	치원원추각	er	40.8021	40.8021
		D,MS	40.4808	40.4808
19	치선원직경(외단)	dk	53.0052	53.0052
20	원주평행에서 치선원치거리	x	23.4974	23.4974
21	치선원직경(내단)	d	32.5263	32.5263
22	피치각과 치선각 교점간 거리	mm	0.6192	0.6192

번호	기어 치명	단위	Pinion	Gear
8	피치원 직경	do	50.0000	100.0000
9	외주거리	R	50.9017	
10	유조 치높이	he	4.2500	
11	전치높이	h	4.7200	
12	치발높이	hk	2.8563	1.3936
13	치원높이	hf	1.8638	3.3263
14	분할장크	c	0.4700	
15	치원각	er	1.9095	3.4052
		D,MS	1.5434	3.2419
16	피치원추각	eo	26.5651	63.4349
		D,MS	26.3354	63.2606
17	치선원추각	ek	29.9702	65.3445
		D,MS	29.5813	65.2040
18	치원원추각	er	24.6555	60.0298
		D,MS	24.3929	60.0147
19	치선원직경(외단)	dk	55.1094	101.2466
20	원주평행에서 치선원치거리	x	48.7226	23.7534
21	치선원직경(내단)	d	41.0999	76.7010
22	피치각과 치선각 교점간 거리	mm	0.8092	0.5169

[그림 80. 주행구동부 및 제초동력부 기어 제원]

(2) 구동체인

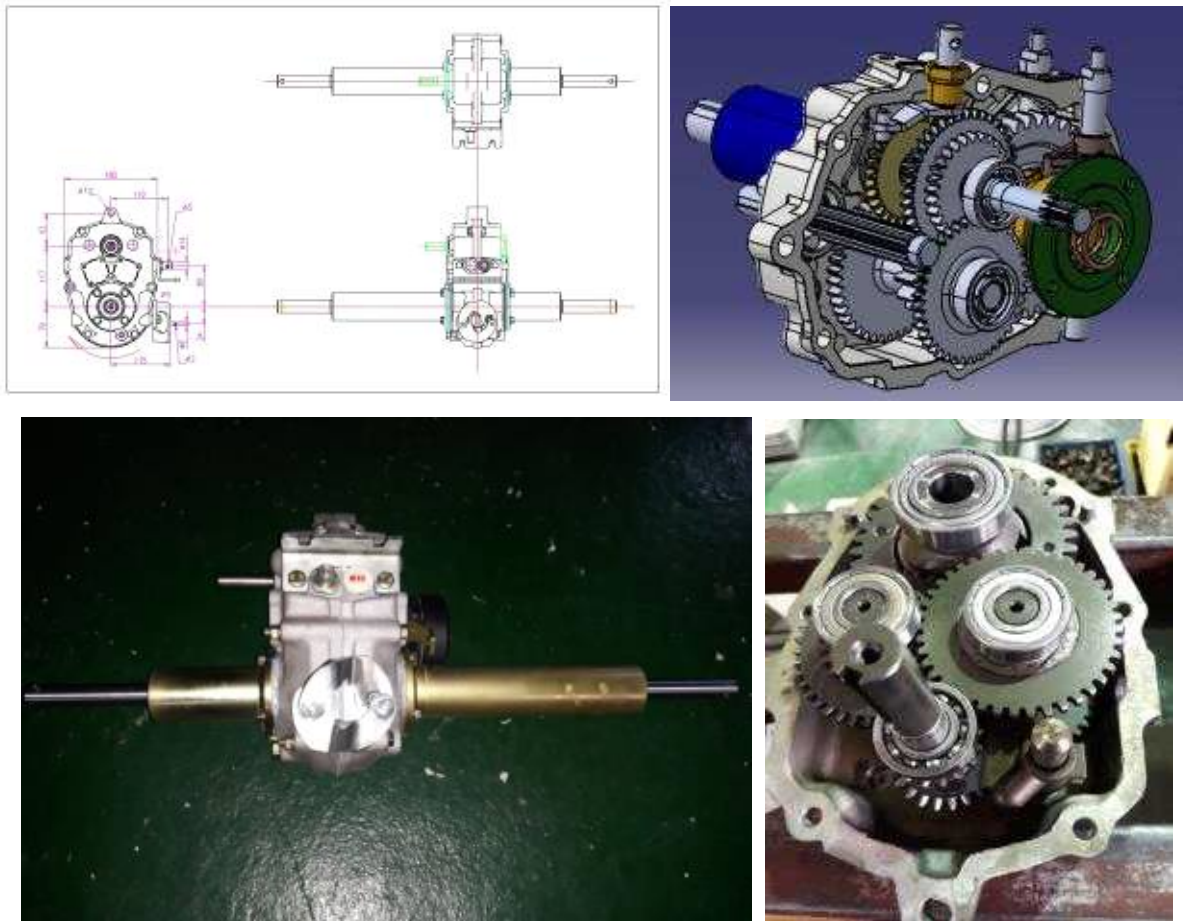
구동체인은 미션의 샤프트 축과 주행부 바퀴를 연결하여 주행부 바퀴의 구동 동력을 전달하는 역할을 하며, 시제작품은 14t Sproket, 32t Sproket, 구동체인, 체인박스로 구성되며 아래의 그림과 같이 제작하였다.



[그림 81. 구동체인 제작]

(3) 미션부

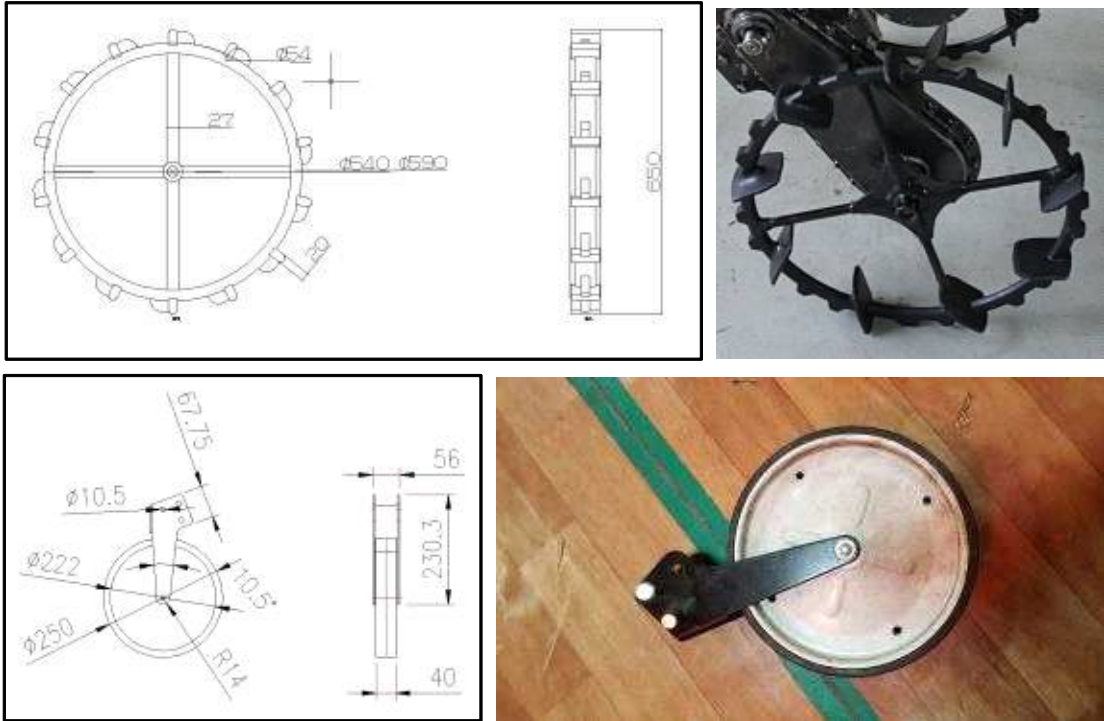
주 엔진에서의 동력을 감속기어비가 2:1인 베벨 기어박스로 전달 받아 폴리과 벨트를 이용해 미션을 구동시킨다. 이 동력을 이용하여 미션에서 25:1 감속을 거쳐 주행 동력을 취하는 방식이고, 사양은 전진1단, 중립, 후진1단으로 브레이크의 드럼이 삽입되어 있는 내부확장형 구조로 제작하였다.



[그림 82. 미션 제작]

(4) 주행부 바퀴 및 보조 바퀴

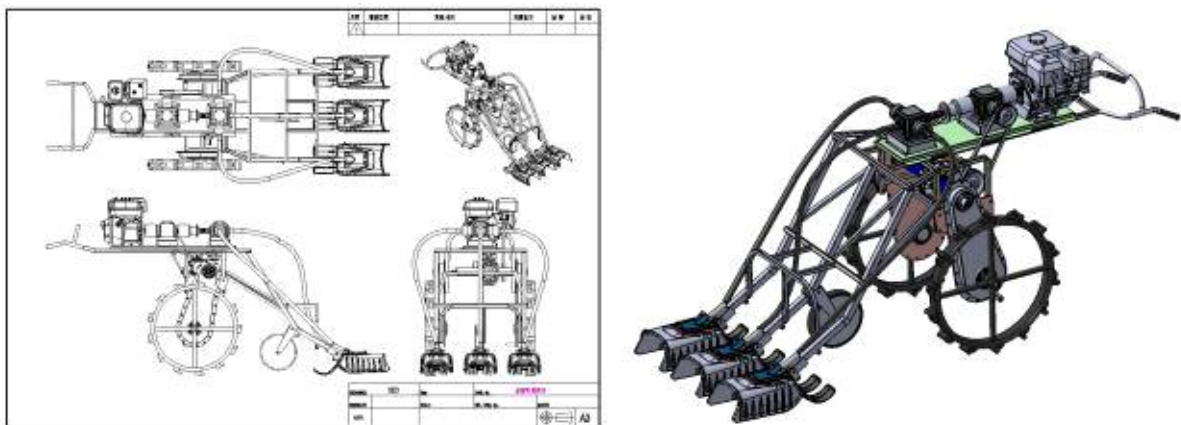
주행부의 바퀴는 작업자의 작성 효율성과 논고랑에 잠기는 깊이를 감안하여 외경 사이즈를 설계하였으며, 바퀴의 끝단은 고무패드의 구조로 노면에 대한 충격을 완화시키고 주행성이 용이하게 제작되었다. 또한 제조작업 현장 이동 간 무게중심 및 주행편의성을 향상시키고자 보조바퀴를 추가하여 제작하였다.



[그림 83. 주행부 메인바퀴 및 보조바퀴]

나. 시제품 조립 및 완성

각 주요 핵심부품에 대한 조립과정을 통해 최종 시제품을 완성하였으며 제작과정은 아래 그림들과 같다.



[그림 84. 3조형 수직전단 제초기 형상]



[그림 85. 프레임 상부 엔진 기어박스의 위치]



[그림 86. 주행구동부와 제초부 기어박스 조립]



[그림 87. 주행 핸들부 제작]



[그림 88. 주행 메인바퀴과 보조바퀴 조립]



[그림 88. 시제품 조립 전경]



[그림 90. 최종 시제품]

9. 주요부품의 시험평가

가. 제초 날의 경도시험

로크웰 경도기를 이용하여 최적 열처리 조건에 대한 제초 날의 경도 값을 분석하였으며 경도시험 측정 결과 정량적 목표를 만족하는 결과 값을 확인하였다.



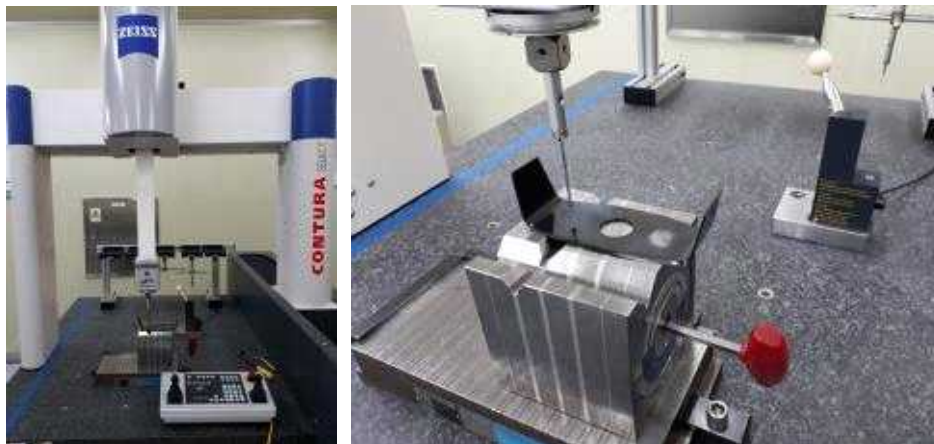
[그림 91. 제초 날 시험 전경]

시험항목	시험품 구분	시험결과	시험방법
로크웰경도	#1	53.1 HRC	KS B 0806:2000
	#2	54.5 HRC	
	#3	53.7 HRC	
	#4	53.5 HRC	
	#5	54.2 HRC	




[표 7. 제초 날 경도시험 결과]

나. 제초 날의 치수정밀도 평가

접촉식 3차원 측정기를 이용하여 제초 날의 전단부 각도 및 평면도를 측정하였으며, 스프링백을 고려한 시제품 제작 후 측정 결과 허용공차에 만족하는 것을 확인하였다.



[그림 92. 제초 날 3차원 측정시험 전경]

	평면도1 0.0674	0.0000	0.2000		0.0674
	요소 사이의 각도1 102.9319	105.0000	5.0000	-5.0000	-2.0681
	요소 사이의 각도2 101.1076	105.0000	5.0000	-5.0000	-3.8924

순 번	측정항목	도면치수	단위	측정값
1	평면도	0.2 이하	mm	0.067
2	각 도	105 (±0.5)	°	101.1 ~ 102.9

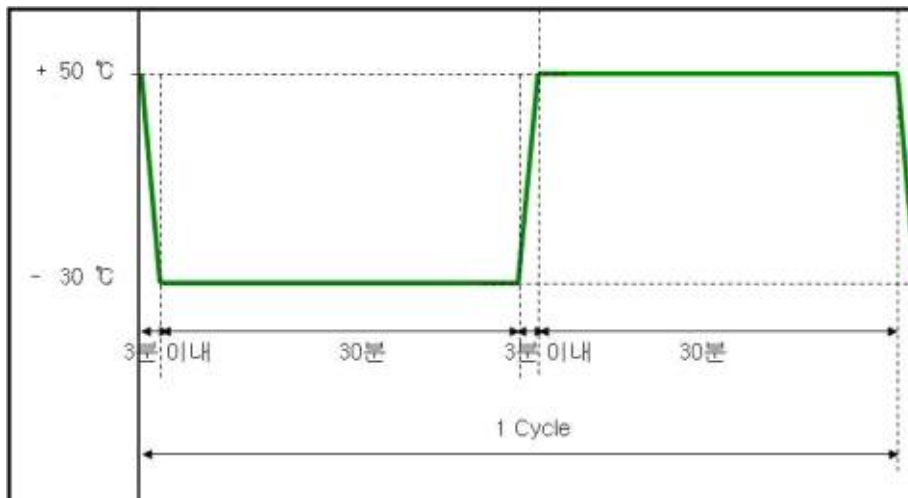
[표 8. 제초 날 각도 측정 결과]

다. 안전커버의 열 충격시험

(1) 시험방법

구분	시험조건	요구 조건
열 충격시험	<ul style="list-style-type: none"> o 1 Cycle 조건 ① (-30 ± 2) °C 에서 30분 유지 ② (+50 ± 2) °C 에서 30분 유지 ** 총 Cycle : 25 Cycle 	시험 조건으로 시험을 수행 후 육안관찰 시 외관의 변형 및 파손 없을 것

(2) 시험 세부 조건






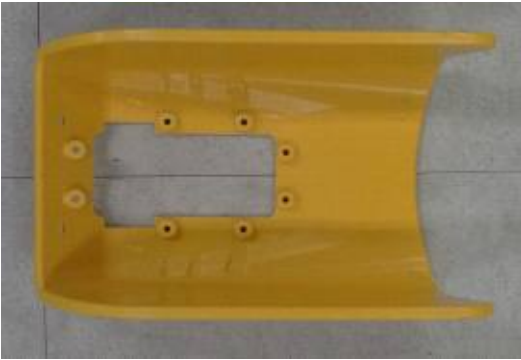
(3) 시험품 Setting 및 시험전경



(4) 시험결과-1

시험 항목	요구 조건	시험결과
열 충격시험	상기 시험조건으로 시험을 수행한 후 시험품의 변형 및 파손 없을 것	변형 및 크랙 없음 (육안관찰)

(5) 시험결과-2

시험 전	시험 후
	
	

라. 안전커버의 고온/저온시험

(1) 시험방법

구분	시험조건	요구 조건
고온시험	(50 ± 2) °C 조건에서 120시간 유지	고온시험을 시험조건으로 시험을 수행 후 시험품의 변형 및 크랙 없을 것
저온시험	(-30 ± 2) °C 조건에서 120시간 유지	저온시험을 시험조건으로 시험을 수행 후 시험품의 변형 및 크랙 없을 것

(2) 시험품 Setting 및 시험전경



(3) 시험결과 Profile_고온시험







(4) 시험결과 Profile_저온시험



(5) 시험결과-1

시험 항목	요구 조건	시험결과
고온시험	고온시험을 상기 시험조건으로 시험을 수행한 후 시험품의 변형 및 파손 없을 것	변형 및 크랙 없음 (육안관찰)
저온시험	저온시험을 상기 시험조건으로 시험을 수행한 후 시험품의 변형 및 파손 없을 것	변형 및 크랙 없음 (육안관찰)

(6) 시험결과-2

	시험 전	시험 후
고온 시험		
저온 시험		

마. 제초기 작동 성능평가

최종 시제품 조립 완성 후 농업기술실용화재단의 기술지도검정을 의뢰하여 현장평가를 실시하였으며 제초기의 작업 폭, 주행성능, 제초부 구동상태, 감속기 성능 등 최종 성능평가를 검증 받았다.



[그림 93. 제초기 작동 성능평가]

10. 시제품의 문제점 및 향후 계획

최종성능 현장평가 시 주요 성능지표의 작업능률에 대한 목표달성이 미흡하여 작업능률에 대한 성능향상 검토가 이뤄졌으며, 주 요인으로 3조식의 평균 작업 폭에 대한 기준 선정이 미흡하고 평균작업속도에 대한 목표치가 다소 낮게 선정되어 이에 따른 작업능률 목표값 달성이 미흡한 것으로 확인 되었다.

최초 3조식 제초방식의 평균 작업 폭 기준 선정 시 논농사 용지의 논둑을 포함한 제초 폭 기준으로 선정하여 약 0.91 m로 산출하였으나, 기술지도검증시 평균 제초 폭은 평지의 실질적인 제초 유효면적인 0.75 m로 산출되어 작업능률 결과 값에 반영된 것을 알 수 있었다. 초기 자체적으로 선정된 평균 작업 폭으로 1000 mm² 면적을 제초 시 작업능률은 회행시간 1.5 sec를 포함하여 0.72 m/s의 작업속도로 진행함에 따라 약 26 min/1000 mm² 결과 값이 산출되었다. 자체 선정된 평균 작업 폭을 반영하더라도 작업능률에 대한 결과 값은 다소 낮은 결과 값을 보여주고 있으며, 이를 개선하기 위해서 작업속도를 0.8 m/s 이상으로 증가시켜야 작업능률을 높일 수 있을 것으로 판단하였다. 이에 따른 개선대책으로 동력전달장치의 폴리비를 변경하여 회전속도를 증가시켜 작업속도 및 작업능률을 높일 예정이다.

또한 작업자의 조향 위치부와 동력전달 장치부의 위치에 따른 안정성, 제초기의 내구성 확보를 위한 현장테스트, 농가 작업자의 고령화에 따른 무게감량 등 시제품의 문제점을 도출할 수 있었고 이에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다. 본 과제에서 도출한 문제점을 파악하여, 상용화 제품의 양산을 위해 충분한 수정보완 및 현장검증을 수행할 것이며 향후 농가의 확대 보급을 위해 지속적으로 개선해 나갈 계획이다.

11. 사업화 계획

- 제품 개선활동을 지속적으로 추진하여 기계의 효율증대와 원가절감을 통한 가격경쟁력 강화
 - 개발된 결과물의 품질 안정성과 상품성 확보를 위한 신뢰성 검증 및 디자인 고급화 추진
 - 연구 개발성과의 인증 / 승인 / 상표등록 추진
- 매출실적 확보를 위한 조기 생산체제 구축
 - 제초 기능부 (전단 제초 날 / 안전커버 / 브라켓)의 기존 생산 체제를 활용한 제초 기능부 모듈단위 양산 계획 수립
 - 인도 (주)C&O와 <중경제초 커버 및 날> MOU 체결을 통한 제초 기능부 현진 테스트 진행
- 생산효율 극대화를 바탕으로 장기 생산계획 수립
 - 제작과 유지보수를 간편화하기 위한 사용 부품수를 최소화하며, 부품공급의 원활성과 원가 절감을 위해 주요 부품별 대량 생산을 계획하여 안정적인 부품 공급선을 확보함으로써 생산효율성을 극대화시킴
- 홍보 전략 수립
 - 국내 판매의 보급사업과 해외의 일본 히라끼소지사를 통한 홍보 마케팅 전략 모색
 - 정확한 시장분석과 그에 따른 방향 설정으로 고객 맞춤 마케팅 전개
 - 중국 흑룡강성에 소재한 농업관리와 중국 시장 진출을 위한 Test-Bed 사업에 참가
 - 대만, 베트남, 방글라데시 등에 현지 전시회 참가를 통한 다각적 수출 전개 모색
- 사업화 매출계획

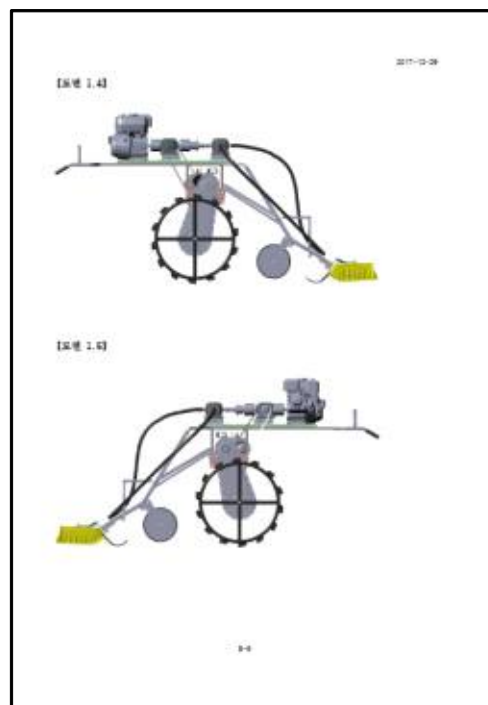
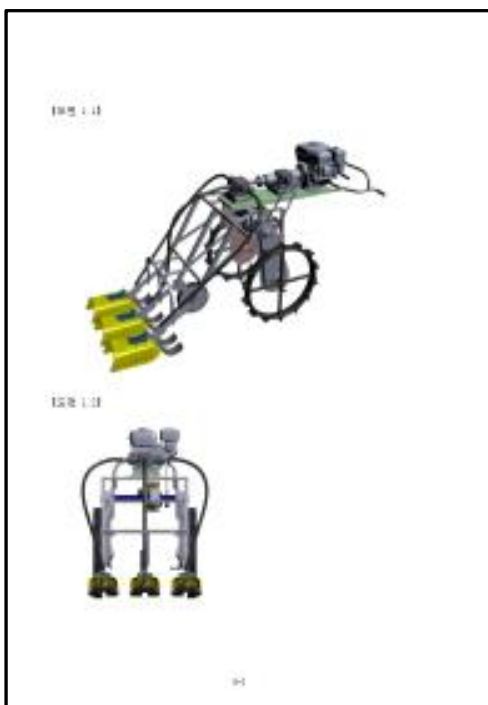
구 분	사업화 년도		
	2019년 (사업종료후 1년)	2021년 (사업종료후 3년)	2023년 (사업종료후 5년)
국내 매출(백만원)	500	800	1,000
수출(백만원)	100	300	1,000
고용증가(명)	2	3	5

12. 연구개발 성과

가. 지식재산권 출원 실적

(1) 디자인 등록 출원서

- 발명의 명칭 : 다조식 제초기
- 출원번호 : 30-2017-0062602
- 주요내용 : 다조식 제초기의 형상과 모양의 결합을 디자인 창작 내용을 요점으로 함.



(2) 특허출원

- 발명의 명칭 : 다조식 제조기
- 출원번호 : OP170038PCT
- 주요내용 : 본 발명과 관련된 다조식 제조기는 바퀴가 구비되어 주행 가능하게 형성되며, 동력을 발생시킬 수 있게 구성된 본체부, 본체부에 각각 연결되어 유연한 호스부재와, 호스부재 내에서 본체부로 발생하는 동력을 전달할 수 있게 형성된 와이어부재를 갖는 복수의 플렉시블 회전 전달부, 플렉시블 회전 전달부에 각각 연결되어 와이어부재로부터 회전력을 전달받아 지면에 수직한 방향의 회전축을 중심으로 회전될 수 있게 형성된 블레이드 커터와 블레이드 커터를 둘러싸며 블레이드 커터를 보호할 수 있게 형성된 커버, 그리고 복수의 제조유닛 및 복수의 제조유닛 중 인접된 제조유닛을 상호 연결하며 복수의 제조유닛의 간격을 유지시킬 수 있게 형성된 복수의 브릿지부를 포함할 수 있다.

출원인명칭		출원인명칭(한글)
01	대표명칭	
02	대표명칭주소	
03	대표명칭주소	
04	대표명칭 주소 및 FAX 번호	
05	대표명칭전화번호	
06	대표명칭 팩스번호	
07	대표명칭 이메일주소	
08	대표명칭 이메일주소	
09	대표명칭 이메일주소	
10	대표명칭 이메일주소	
11	대표명칭 이메일주소	
12	대표명칭 이메일주소	
13	대표명칭 이메일주소	
14	대표명칭 이메일주소	
15	대표명칭 이메일주소	
16	대표명칭 이메일주소	
17	대표명칭 이메일주소	
18	대표명칭 이메일주소	
19	대표명칭 이메일주소	
20	대표명칭 이메일주소	
21	대표명칭 이메일주소	
22	대표명칭 이메일주소	
23	대표명칭 이메일주소	
24	대표명칭 이메일주소	
25	대표명칭 이메일주소	
26	대표명칭 이메일주소	
27	대표명칭 이메일주소	
28	대표명칭 이메일주소	
29	대표명칭 이메일주소	
30	대표명칭 이메일주소	
31	대표명칭 이메일주소	
32	대표명칭 이메일주소	
33	대표명칭 이메일주소	
34	대표명칭 이메일주소	
35	대표명칭 이메일주소	
36	대표명칭 이메일주소	
37	대표명칭 이메일주소	
38	대표명칭 이메일주소	
39	대표명칭 이메일주소	
40	대표명칭 이메일주소	
41	대표명칭 이메일주소	
42	대표명칭 이메일주소	
43	대표명칭 이메일주소	
44	대표명칭 이메일주소	
45	대표명칭 이메일주소	
46	대표명칭 이메일주소	
47	대표명칭 이메일주소	
48	대표명칭 이메일주소	
49	대표명칭 이메일주소	
50	대표명칭 이메일주소	
51	대표명칭 이메일주소	
52	대표명칭 이메일주소	
53	대표명칭 이메일주소	
54	대표명칭 이메일주소	
55	대표명칭 이메일주소	
56	대표명칭 이메일주소	
57	대표명칭 이메일주소	
58	대표명칭 이메일주소	
59	대표명칭 이메일주소	
60	대표명칭 이메일주소	
61	대표명칭 이메일주소	
62	대표명칭 이메일주소	
63	대표명칭 이메일주소	
64	대표명칭 이메일주소	
65	대표명칭 이메일주소	
66	대표명칭 이메일주소	
67	대표명칭 이메일주소	
68	대표명칭 이메일주소	
69	대표명칭 이메일주소	
70	대표명칭 이메일주소	
71	대표명칭 이메일주소	
72	대표명칭 이메일주소	
73	대표명칭 이메일주소	
74	대표명칭 이메일주소	
75	대표명칭 이메일주소	
76	대표명칭 이메일주소	
77	대표명칭 이메일주소	
78	대표명칭 이메일주소	
79	대표명칭 이메일주소	
80	대표명칭 이메일주소	
81	대표명칭 이메일주소	
82	대표명칭 이메일주소	
83	대표명칭 이메일주소	
84	대표명칭 이메일주소	
85	대표명칭 이메일주소	
86	대표명칭 이메일주소	
87	대표명칭 이메일주소	
88	대표명칭 이메일주소	
89	대표명칭 이메일주소	
90	대표명칭 이메일주소	
91	대표명칭 이메일주소	
92	대표명칭 이메일주소	
93	대표명칭 이메일주소	
94	대표명칭 이메일주소	
95	대표명칭 이메일주소	
96	대표명칭 이메일주소	
97	대표명칭 이메일주소	
98	대표명칭 이메일주소	
99	대표명칭 이메일주소	
100	대표명칭 이메일주소	

【발명의 명칭】
 다조식 제조기

【발명인명】
 박희준

【발명인주소】
 서울특별시 강남구 테헤란로 12길 11, 1101호

【발명인전화번호】
 02-5588-7456

【발명인팩스번호】
 02-5588-7456

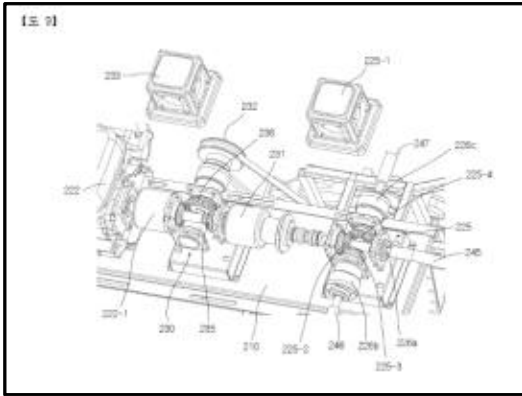
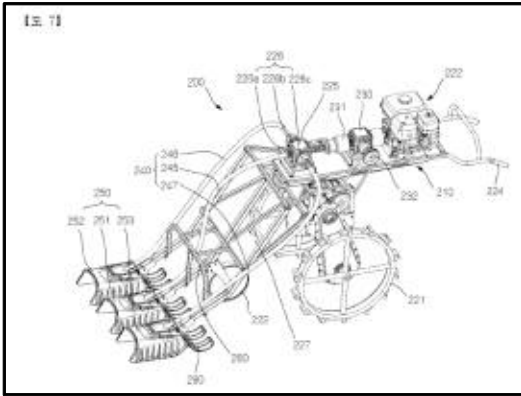
【발명인이메일주소】
 h.j.park@kookmin.ac.kr

【발명인주소】
 서울특별시 강남구 테헤란로 12길 11, 1101호

【발명인전화번호】
 02-5588-7456

【발명인팩스번호】
 02-5588-7456

【발명인이메일주소】
 h.j.park@kookmin.ac.kr



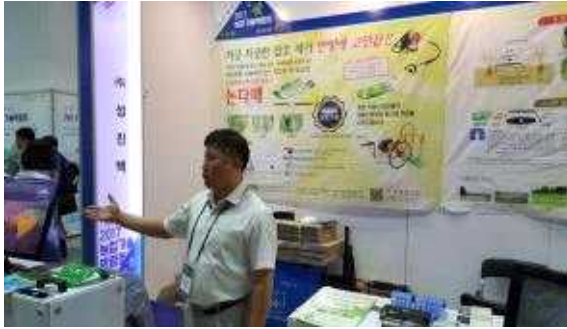
나. 홍보성과

(1) 행사명 : 농업기술박람회(서울 코엑스)

주관 : 농촌진흥청

기간 : 2017.08.14. ~ 08.15

내용 : 제초 날 및 제초커버 제품홍보



(2) 행사명 : 김제농업기계박람회(김제시 벽골제)

주관 : 한국농기계공업 협동조합

기간 : 2017.11.08. ~ 11.10

내용 : 제초 날 및 제초커버 제품홍보



(4) 행사명 : 첨단농축산기자재박람회(킨텍스)

주관 : 농업기술실용화재단

기간 : 2017.11.15. ~ 11.17

내용 : 제초 날 및 제초커버 제품홍보



제 4 장. 목표달성도 및 관련분야 기여도

		코드번호	D-06
제 1 절 목표달성도			
세부연구목표	연구개발의 내용	달성도 (%)	
다조형 수직전단날 및 평지용 제초 날 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 제초 날의 적정 소재선정 및 최적 열처리 조건 도출 - 수직전단 제초 날 및 평지용 제초 날 형상 설계 - 성형해석을 통한 제초 날의 정밀금형 설계 및 제작 	100	
제초부 안전커버 및 브라켓 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 제초 효율성 향상을 위한 안전커버 및 플로우팅 형상 최적화 설계 - 구조 안정성을 고려한 브라켓 형상설계 - 제초 날 안전커버 및 브라켓의 시금형설계 	100	
동력전달시스템 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 정적 / 동적 안정성을 고려한 전산해석 - 최대응력 및 최대토크를 고려한 최적설계 인자 도출 - 주행 구동 및 제초 구동부 베벨 기어박스 제작 	100	
동력장치부 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 제초 날의 회전력, 최대토크 및 최대출력을 고려한 엔진 사양 선정 	100	
부품요소/통합 최적화 설계 및 구조해석	<ul style="list-style-type: none"> - 엔진 / 기어박스 상부 프레임부 구조해석 - 주요부품의 구조 안정성을 고려한 최적형상 설계안 도출 	100	
최종 시제품 제작 및 성능평가	<ul style="list-style-type: none"> - 주요 핵심부품 시제품 제작 - 시제품 조립 및 완성 - 주요부품 시험평가 및 최종시제품 성능평가 	100	
가. 평가의 착안점 및 기준			

평가항목 (주요성능 Spec)	단 위	가중치 (%)	개발목표치	최종달성치	평가방법
1. 최대rpm	m/s	10	3000 이상	3669	공인기관입회시험
2. 날 표면경도	HRC	20	50 이상	53.9	KS B 0806
3. 전달날 평면도	mm	10	0.2 이하	0.11	3차원측정기
4. 전달날 각도	°	20	100~110°	102.6	3차원측정기
5. 평균작업속도	m/s	20	0.7 이상	0.72	공인기관입회시험
6. 포장작업능률	min/10a	20	20 이하	32.8	공인기관입회시험

※ 포장 작업능률 평가방법(6) : 10a면적당 포장작업시간을 측정한다.

$$T = \left(\frac{50}{V} \times t \right) \times \frac{20}{60b}$$

여기서, T : 포장작업능률 (min/10a)

V : 작업속도 (m/s)

t : 회행시간 (s)

b : 평균작업폭 (m)



나. 시험성적서

(1) 시험기관 : 한국생산기술연구원

시험항목 : 날 표면경도, 전달날 평면도, 전달날 각도



(2) 시험기관 : 농업기술실용화재단



시험항목 : 최대RPM, 평균작업속도, 포장작업능률



제 2 절 관련분야 기여도

- 기술적 기대효과
 - 차별화 된 수직전단형 제초기 개발로 제초 효율성 및 제초장비의 기술력 향상
 - 연구개발 핵심기술을 통한 유사 농기계 개발 추진
(핸디형 수직전단 제초기, 이앙기 부착식 제초기)
- 경제적·산업적 기대효과
 - 제초 날의 내구성 향상으로 제초 유지 비용 감소
 - 수입대체 효과와 일본으로의 역수출 확대
 - 제초기 효율 증대와 원가 절감을 통한 가격 경쟁력 강화
 - 선진국 기술에 의존하는 방식에서 벗어난 자체 핵심기술을 통한 농업의 기계 보급률을 높임
- 소비자 측면 기대효과
 - 농업의 기계 보급률을 높임으로 노동력 절감효과
 - 친환경농법의 보급으로 유기농 생산물 생산 증가

※ 로터리 형식과 수직전단 형식의 비교

	로터리 형식	수직전단식 (자사기술)
형식		
날 중량	1000g	200g
단가(원)	75,000	8,000
제초 효율성	30-35%	90-95%
날 마모율(토지저항)	높음	로터리 형에 비해 50% 수준
진동	대	소
제초 폭	작음	로터리 형에 비해 3배 이상
제초특징	축 감김 없음	축 감김
소요동력	높음	로터리 형에 비해 70% 수준
작업용도	논	논, 밭, 벌초 등 다용도
벼 손실률	5%	0%

제 5 장. 연구결과의 활용계획

코드번호

D-07

- 매출 실적 확보를 위한 조기 생산체제 구축
 - 현 주관기업이 보유하고 있는 농업용 제초기계의 생산경험을 바탕으로 양산할 수 있는 제작/생산체제를 구축하여 조기 사업화에 대응
- 생산효율 극대화를 바탕으로 장기 생산계획 수립
 - 제작과 유지보수를 간편화하기 위한 사용 부품수를 최소화하며, 부품공급의 원활성과 원가절감을 위해 주요 부품별 대량 생산을 계획하여 안정적인 부품 공급선을 확보함으로써 생산효율성을 극대화시킴
- 제품의 개선활동을 지속적으로 추진하여 기계의 효율증대와 원가를 절감시켜 가격 경쟁력을 강화시키고 고객의 제품만족도 향상
- 다조식 수직전단제초기의 설계 기술 및 제작 기술로 독자모델 개발을 실현하고 현장 조기 상용화를 성공함에 따라 선진사와 일본 등과 대등한 수준 또는 우위를 차지하여 다양한 농업용 기계 개발의 가속화 추진
- 상용화 가능한 제초 날과 제초커버의 제품홍보를 위한 박람회 및 전시회 참가
- 본 연구과제 수행을 통해 구축된 인프라를 적극 활용하여 농업용 기계 및 제초기 유사 장비 개발에 적극 참여

제 6 장. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호	D-08
○ 해당사항 없음	

제 7 장. 연구개발결과의 보안등급

코드번호	D-09
○ 일반등급	

제 8 장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	코드번호		D-10	
					구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호

제 9 장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

	코드번호	D-11
<p>가. 정기안전점검 시행</p> <p>(1) 정기점검 목적</p> <p>- 연구원의 안전관리 활동 및 연구(실험)실에 대한 안전·보건관리 상태를 진단하여 위험요인을 발견하고 연구실 안전 환경 조성에 관한 법률 및 산업안전보건법, 각종 규정 등과 비교 분석하여 연구(실험)실에 적합한 개선대책을 수립 제시함으로써 각종 재해를 예방하고자 함.</p> <p>(2) 점검대상 : 연구(실험)실 36개소</p> <p>(3) 점검기관 : 대한산업안전협회</p> <p>(4) 관련근거 : 연구실 안전 환경 조성에 관한 법률 제8조 및 동법 시행령 제 7조</p>		
<p>나. 소방시설 종합정밀 점검</p> <p>(1) 정기점검 목적</p> <p>- 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률에 의한 우리연구원 소방시설의 작동기능 점검을 실시하여 화재예방과 소방시설의 기능을 유지하여 각종 재해를 예방하고자 함.</p> <p>(2) 점검대상 : 연구원 소방시설</p> <p>(3) 점검기관 : 우리소방</p> <p>(4) 관련근거 : 소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 제25조 동법 시행규칙 제17조내지 제20조 관련</p>		
<p>다. 보건 작업환경 측정</p> <p>(1) 측정대상 : 법정 유해화학물질 취급 연구(실험)실</p> <p>(2) 측정기관 : 대한산업보건협회</p> <p>(3) 점검기간 : 산업안전보건법 제42조(작업환경측정등)</p>		
<p>라. 정기 특수건강진단 실시</p> <p>(1) 특수건강진단 대상 : 작업환경측정결과 특수건강진단이 필요한 연구원</p> <p>(2) 시행기관 : 대한산업보건협회(특수건강진단기관)</p> <p>(3) 관련근거 : 산업안전보건법 제43조(건강진단)</p>		

제 10 장. 연구개발과제의 대표적 연구실적

번 호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/ 기타	소속 기관명	역할	논문게재지 / 특허등록국 가	코드번호		D-12	
						Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)
1	특허	다조식 제초기	(주)성진텍		대한민국		2017.12.29		
2	디자인	다조식 제초기	(주)성진텍		대한민국		2017.12.29		
3									
4									
5									

제 11 장. 기타사항

코드번호	D-13
○	

제 12 장. 참고문헌

	코드번호	D-14
1. 김찬수 등. 2007. 보행형 관리기 부착형 2조식 부분 중경제초기의 개발. 한국농업기계학회 Vol. 32 No. 4, pp 223~229.		
2. 김태수 등. 2007. 태양전지를 이용한 원격조정 중경제초기 개발. 한국농업기계학회 Vol. 32 No. 2, pp 91~96.		
3. 원종건 등. 2008. 동력중경제초기 처리 시기 및 회수에 따른 논 잡초 방제 효과. 한국잡초학회지 Vol. 28 No. 1, pp 1~7.		
4. 최우영 등. 2004. 콤바인 예취 날의 형상이 벚집절단저항에 미치는 영향. 경북대 석사논문 Vol. 22 pp 41~48.		
5. 전종길 등. 2002. 고주파 열처리기술에 의한 내구성이 증대된 콤바인 예취날 개발. 새농사 제9권 11호 pp 33~39.		
6. 배강열 등. 2010. 차량용 헬리컬기어의 칩탄열처리 변형해석. 한국정밀공학회 제27권 제11호 pp 84~91.		
7. 박성완 등. 2001. 역문제에 의한 스파이럴 베벨기어의 해석. 한국생산제조학회지 pp 85~95.		
8. 김덕희 등. 2005. 자동차용 베벨기어의 랜덤피로해석. 대한기계학회 학술지 pp 176.1		
9. 강태경 등. 2015. 다조식 정식기의 기구식 메커니즘 분석. 한국국제농업개발학회지 pp 455~459		
10. 정병호 등. 2010. 칩탄 및 칩탄질화소입에 의한 변형과 이의 감소 대책. 열처리공학회지 Vol.23 No. 1, pp 34~42.		
11. Shreef Mahmood. "Effect of Weeding Regime on Plant Height and Number of Leaves of Maize Varieties. ICSC 2008 2008.4, pp 20~21.		
12. KEPCO. 2008. Electric Rates Table. Korea Electric Power Corporation, Seoul, Republic of Korea.		
13. Watanabe, Y. 2003. Quenching Distortions after Carburizing or Carbo-nitriding and Methods to Minimize Them. 熱處理. Vol. 43 No. 4, pp 244~251.		
14. MIFAFF. 2008b. Food, Agriculture, Forestry and Fisheries Statistical Yearbook. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Gwacheon, Republic of Korea.		

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 다조식 수직전단형 논·밭 제초기 개발				
	(영문) Development of weeder using rice paddies and fields by the vertical type blade				
주관연구기관	(주)성진텍		주 관 연 구 책 임 자	(소속) (주)성진텍	
참 여 기 업	(재)대구기계부품연구원			(성명) 박성준	
총연구개발비 (267,000 천원)	계	267,000	총 연구 기간	2016.11.29. ~ 2017.11.28. (12개월)	
	정부출연 연구개발비	200,000	총 참 연 구 원 수	총 인원	6
	기업부담금	67,000		내부인원	6
	연구기관부담금			외부인원	

연구개발 목표 및 성과

- 기존 중경제초기의 로터리형 구조에 대한 문제점을 해결하고 논농사 및 밭농사, 배토, 벌초가 가능한 다조식 수직전단형 논·밭 제초기를 개발함으로써 제초 효율을 향상시키고, 농작업의 기계화율과 확장성을 높이고자 한다.

연구내용 및 결과

- 다조형 수직전단날 및 평지용 제초 날 개발
 - 제초 날의 적정 소재선정 및 최적의 열처리 조건을 도출하여 내구성을 향상시켰으며, 제초 날의 마모 및 부하를 분산시킬 수 있는 형상을 도출함.
- 제초부 안전커버 및 브라켓 개발
 - 안전커버, 플로우팅, 브라켓의 최적형상 설계를 통한 제초효율 및 작업편의성을 향상시키고, 안전커버와 플로우팅의 소재를 변경하여 내충격성과 강성을 향상시켜 제품의 신뢰성을 확보함.
- 동력장치 및 동력전달시스템 개발
 - 동력전달시스템의 핵심부품인 기어박스의 내구성 및 제초 날의 회전력에 요구되는 구동 토크 선정을 위한 동역학 해석을 수행하였으며, 주행과 제초 날 구동에 주 동력원인 엔진 사양은 다조식 제초 날의 개수, 제초날의 회전력, 최대토크 및 최대출력을 고려하여 선정하였음.
- 주행부/새시부 개발
 - 주요부품의 구조 안정성을 고려한 최적 구조형상을 도출하였음.
- 최종 시제품 제작 및 성능평가
 - 동력장치부, 주행부, 새시부, 기어박스 등 핵심부품을 제작하여 최종 시제품을 조립 완성하였고, 제초부 핵심부품의 시험평가와 최종 완성품에 대한 현장 성능평가를 실시함.

☑ 연구성과 활용실적 및 계획

- 제품 상용화 전략 수립을 통해 양산화 일정을 단축시켜 농가의 기계 보급률을 높임으로서 노동력 절감 효과가 예상된다.
- 본 연구과제의 수행을 통해 구축된 인프라를 적극 활용하여 제초기와 유사한 농기계 개발에 적극 참여함.
- 기존 로터리 방식과 차별화 된 수직전단형 제초방식으로 제초 효율성을 높이고 제초 날 및 제초커버의 내구성 향상으로 유지비용이 감소됨.
- 선진사의 수입품 대체 효과와 일본 역수출로 확대시킴.
- 상용화 가능한 제초 날, 제초커버의 제품홍보를 위한 박람회 및 전시회 참가

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

			코드번호	D-15	
			과제번호	116109-01	
사업구분	첨단생산기술개발사업				
연구분야			과제구분	단위	
사업명	첨단생산기술개발사업			주관	
총괄과제			총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	다조식 수직전단형 논·밭 제초기 개발		과제유형	(기초,응용,개발)	
연구기관	(주)성진텍		연구책임자	박성준	
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2016.11.29~ 2017.11.28	200,000	67,000	267,000
	2차년도				
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
	계		200,000	67,000	267,000
참여기업	(재)대구기계부품연구원				
상대국		상대국연구기관			

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2018. 01. 30

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
(주)성진텍	대표이사	박성준

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (우수)

본 연구는 로터리형 구조에 대한 문제점을 해결하고 논농사 뿐 아니라 밭농사, 배토, 별초가 가능한 다조식 수직전단형 논·밭 제초기를 개발함으로써 제초효율을 향상시키고, 농작업의 기계화율과 확장성을 높이는 목표로 수행되었음. 수직 전단 날을 이용한 제초방식으로 여러 작업환경에서 제초작업이 가능하고, 제초 날의 변경으로 일반평지의 제초까지도 활용이 가능하여 효율성 측면에서 우수한 성능을 보임

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (우수)

- 기존 로터리 방식과 차별화 된 수직전단형 제초기 개발로 제초 효율성 및 제초장비의 기술력 향상
- 제초부의 제초 날, 안전커버 내구성 향상 및 제조공정 개선으로 활용분야 확대
- 농작업의 기계화율을 높임으로써 농업 노동력 부족 해소
- 제초 날 및 안전커버의 내구성 향상으로 핵심 주요부품의 품질력 향상
- 수입대체 효과와 일본으로의 역수출 확대

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (우수)

- 본 연구과제 수행을 통하여 개발 제품에 대한 기술을 바탕으로 여러 작업용도 및 작업환경 조건에서 활용 가능한 농기계 개발 확대
- 매출 실적 확보를 위한 조기 생산체제구축
 - 현 주관기업이 보유하고 있는 농업용 제초기계의 생산경험을 바탕으로 양산을 할 수 있는 제작/생산체제를 구축하여 조기 사업화에 대응
- 다조형 수직전단제초기의 설계 기술 및 제작 기술로 독자모델 개발을 실현하고 현장 조기 상용화를 앞당겨 일본 등과 대등한 수준 또는 우위의 농업 제초기의 개발 가속화 추진
- 생산의 효율화를 바탕으로 장기 생산계획 수립
 - 제작과 유지보수를 간편하기 위한 사용부품수의 최소화 설계하고 부품공급의 원활성과 원가 절감을 위해서 주요부품별 대량생산을 계획하고 안정적인 부품 공급선을 확보하여 생산의 효율화를 꾀하고 대량 생산계획을 수립
- 제품의 개선활동을 지속적으로 추진하여 기계의 효율증대와 원가를 절감시켜 가격 경쟁력을 강화시키고 고객의 제품만족도도 향상

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (우수)

본 연구에서는 다목적으로 활용이 가능한 농업용 다조식 수직전단 논·밭 제초기를 개발하기 위해 최적의 기계적 효율성 및 내구성을 가지는 주요 핵심 부품들에 대한 설계 및 전산해석 검증, 핵심부품 제작을 수행하였음. 또한 주요 핵심 부품들을 바탕으로 최종 제초기 시제품을 완성하여 주요 성능지표(최대RPM, 전단 날의 표면경도, 평면도, 각도, 평균작업속도, 작업능력)등을 목표로 핵심부품의 시험평가 및 시제품 성능평가를 수행함.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (보통)

본 연구에서는 지식재산권 출원 2건의 개발성과를 가져왔으며, 개발 제품의 주요 핵심 부품들의 계획 대비 개발 일정이 다소 늦어짐에 따라 논문 및 학술발표의 성과 도출은 이루지 못하였음.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
다조형 수직전단날 및 평지용 제초 날 개발	20	100	<ul style="list-style-type: none"> - 제초 날의 적정 소재선정 및 최적 열처리 조건 도출 - 수직전단 제초 날 및 평지용 제초 날 형상 설계 - 성형해석을 통한 제초 날의 정밀금형 설계 및 제작
제초부 안전커버 및 브라켓 개발	20	100	<ul style="list-style-type: none"> - 제초 효율성 향상을 위한 안전커버 및 플로우팅 형상 최적화 설계 - 구조 안정성을 고려한 브라켓 형상설계 - 제초 날 안전커버 및 브라켓의 시금형설계
동력전달시스템 개발	15	100	<ul style="list-style-type: none"> - 정적/동적 안정성을 고려한 전산해석 - 최대응력 및 최대토크를 고려한 최적설계 인자 도출 - 주행 구동 및 제초 구동부 베벨 기어박스 제작
동력장치부 개발	10	100	<ul style="list-style-type: none"> - 제초 날의 회전력, 최대토크 및 최대출력을 고려한 엔진 사양 선정
부품요소/통합 최적화 설계 및 구조해석	20	100	<ul style="list-style-type: none"> - 엔진/기어박스 상부 프레임부 구조해석 - 해석 결과 및 주요부품의 구조 안정성을 고려한 최적형상 설계안 도출
최종 시제품 제작 및 성능평가	15	100	<ul style="list-style-type: none"> - 주요 핵심부품 시제품 제작 - 시제품 조립 및 완성 - 주요부품 시험평가 및 최종시제품 성능평가

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

본 연구는 기존 중경제초기의 로터리형 구조의 중경 및 제초에 대한 문제점을 해결하고, 중경제초기의 용도를 다양화함으로써 논농사 뿐 아니라 밭농사, 배토, 벌초가 가능한 다목적 경량화 농기계를 개발하는 최초의 시도였음. 본 연구는 수직 전단 날을 이용한 다조형 제초방식으로 다양한 작업용도 및 제초 작업이 가능하고, 제초 날 변경으로 일반평지의 제초까지도 활용할 수 있는 차별성을 가지고 있다. 또한, 기존 작업방식 대비 제초 효율을 향상시키고, 농작업의 기계화율 및 확장성을 높이는 핵심기술을 통하여 장치 개발을 수행함.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 다조식 수직전단형 제초기 장치의 기술개발 여부
- 수직전단형 제초방식의 제초 효율성 및 제초 날의 내구성 확보 여부
- 다조식 수직전단형 논·밭 제초기의 최대RPM, 평균작업속도, 포장작업능률 등 주요 성능검증 여부

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

본 연구 과제를 수행하면서 개발된 여러 가지 핵심 기술 중 다조식 수직전단형 논·밭 제초기 장치는 주관연구기관인 (주)성진텍에서 문제점을 보완하여 상용화 할 예정임. 현재 보완이 필요하다고 판단되는 부분은 제초 포장작업능률 향상, 제초기 중량 감소, 제초작업 시 피로 내구성 확보이며, 이 부분에 대해서는 현장맞춤형 작업환경 조건 및 업그레이드를 통해 해결방법을 모색할 계획임. 또한 제품화 전략 수립을 통한 시장 확보를 위해 농업기계 박람회, 무역 박람회 등 다양한 전시회 및 제품 홍보 활동 전개를 진행 할 예정이며, 본 연구과제와 연계하여 인프라 구축에 따른 인력과 장비들을 적극 활용하여 유사 장비 개발에 적극 참여하도록 할 계획임.

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 checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야		
연구과제명	다조식 수직전단형 논·밭 제초기 개발			
주관연구기관	(주)성진텍	주관연구책임자	박성준	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	200,000 천원	67,000 천원		267,000 천원
연구개발기간	2016.11.29. ~ 2017.11.28 (12개월)			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(특허, 논문) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유: _____)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 최대 RPM(3000 이상)	제초 날의 회전력, 최대토크 및 최대출력을 고려한 엔진 사양 선정과 주요 부품간의 내구성 및 안정성 확보를 통해 최대 RPM 시험을 진행한 결과 3669 RPM으로 측정 되었으며 개발목표치에 만족함
② 날 표면경도(HRC 50 이상)	수직전단 제초 날의 내구성 확보를 위한 열처리 시 가열온도, 유지시간, 냉각방법 등 조건에 따른 날 표면경도의 물성평가 시험을 진행한 결과 시료 수 5개에 대한 평균 표면경도는 HRC 53.9로 개발 목표치에 만족함
③ 전단날 평면도(0.2 mm 이하)	제초 날의 제초효율을 향상시키는 요인 중 균일성 및 정확성을 나타내는 전단날 평면도 시험을 진행한 결과 시료 수 5개에 해당 평균 평면도는 0.11mm로 개발목표치에 만족함
④ 전단날 각도(100 ± 5°)	수직전단 제초 날의 마모율과 저항력을 향상을 위하여 전단 날의 형상적인 측면에서 전단날 각도 시험을 진행한 결과 시료 수 5개에 대한 전단 날의 평균 각도는 102.60° 으로 개발목표치에 만족함
⑤ 평균작업속도(0.7 m/s 이상)	일정구간 20m에서 작업속도를 3회 측정하여 산출하였으며 평균작업속도를 평가 한 결과 0.72 m/s로 개발 목표치를 만족함
⑥ 작업능률(20 Min/10a 이하)	단위면적당 포장작업 시간을 측정하여 산출하였으며, 평균 작업속도와 평균 작업 폭, 회행시간 이용하여 포장작업시간 계산한 결과 32.8 min/10a의 결과를 얻었으며 개발목표치인 20 min/10a를 만족시키지 못함.

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍 보		기타 (타 연구 활용 등)
	특 허 출원	특 허 등록	품 종 등록	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		논 문 평 균 IF	학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SCI	비 SCI							
단위	건	건	건	건	백만원	백만원	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	10	10		10	5	15	10	10	5	5					5	5	5	5		
최종목표	1	1		1	10	2	900	900	5	100	2		1		3	3	3	3		
연구기간 내 달성실적	2	0		0	0	2	100	100	2	0	1		0		0	0	4	0		
달성율(%)	200	0		0	0	100	11	11	40	0	50		0		0	0	133	0		

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	다조식 수직전단형 제초기 장치의 실용화 기술
②	수직전단 제초 날 및 제초안전커버 제조 기술

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)					
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복	외국기술 제	외국기술 소화흡수 개선개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해	결	정책 자료	기타
①의 기술		v				v					
②의 기술		v									

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	다조형 전단제초방식을 적용함에 따라 맞춤형 작업조건(골 폭, 제초환경)을 고려하여 작업 소요시간, 비용, 인력을 대폭 감소할 수 있으며, 본 연구개발을 활용하여 고부가가치적인 농업화 산업에 기여할 것으로 기대됨
②의 기술	제초 날 및 안전커버의 제조기술력 확보를 통해 제초기의 효율증대와 원가를 절감시켜 가격 경쟁력을 강화시키고 고객의 만족도를 향상시킴

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (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			정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치	10	10		10	5	15	10	10	5	5					5	5	5	5	
최종목표	1	1	0	1	10	2	900	900	5	100	2	0	1	0	0	3	3	3	3
연구기간내 달성실적	2	0	0	0	0	2	100	100	2	0	1	0	0	0	0	0	4	0	
연구종료후 성과창출 계획	1	2	0	0	0	1	900	900	3	0	1	0	0	0	0	0	4	0	

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

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

- 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) 기술이전 시 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 첨단생산기술개발사업사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.