

320027-
3

컴팩트형
콩
콤바인
개발

2022

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

지능형
제어가
가능한

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
첨단농기계산업화기술개발사업 2022년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004319-01

지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 개발

2023. 5. 26

주관연구기관 / 오페주식회사
협동연구기관 / 주식회사 대동
협동연구기관 / 경상국립대학교 산학협력단

농림축산식품부
(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 개발”(개발기간 : 2020.4.29. ~ 2022.12.31.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2023. 5. 26.

주관연구기관명 : 오펜주식회사

함영철



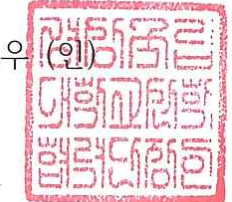
협동연구기관명 : 주식회사 대동

김준식, 원유현



협동연구기관명 : 경상국립대학교 산학협력단

정재우



주관연구책임자 : 이범섭

협동연구책임자 : 허규식

협동연구책임자 : 최경문

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

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명	첨단농기계산업화기술개발사업		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)	농기계산업혁신기술		연구개발과제번호	320027-3		
기술 분류	국가과학기술 표준분류	LB0801	100%			
	농림식품 과학기술분류	RC0101	100%			
총괄연구개발명 (해당 시 작성)						
연구개발과제명	지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 개발					
전체 연구개발기간	2020. 04. 29 - 2022. 12. 31 (33개월)					
총 연구개발비	총 2,590,000천원 (정부지원연구개발비: 1,840,000천원, 기관부담연구개발비: 750,000천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)					
연구개발단계	기초[] 응용[] 개발[<input checked="" type="checkbox"/>] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]	기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준(4) 종료시점 목표(9)		
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)						
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)						
연구개발 목표 및 내용	최종 목표		<ul style="list-style-type: none"> □ Compact 차체에 적용 가능한 DSC(차량자세제어장치 : Dynamic Stability Control) 개발로 경사지 및 산간지역 등에 사용 가능한 콩 수확기 개발 ○ 작업성능 : 25 min 이내/10a □ 우리나라 콩 재배 지형은 중간산지 69% 수준으로 재배하고 있으며 현실적으로 기계화작업에 어려움이 있어, 이를 해결 하고자 경사지 및 중산간지에도 기계화 수확 작업을 할 수 있는 지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 개발 공급으로 밭농업 기계화율의 제고에 목표가 있음. 			
			【 지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 사양 】			
			구 분		목 표 제 원	
			엔진	형식	직립형수냉4사이클디젤엔진	
				출력	86kw/2,500 rpm	
			주행장치	형식	무한궤도형 중심거리×폭×접지길이: 1,185×550×1,950	
				속도	작업 : 1.5 m/s, 주행 : 2.65 m/s	
			전처리장치		디바이더, 릴(좌·우, 전·후 수, 자동 조절) 지상고: 240~640 mm	
			예취장치		왕복동날	
			예취폭		2,100 mm	
			탈곡장치	탈곡드럼	축류식, 외경×길이: 440×740 mm	
				급치	강봉형(작물에 따라 강선형 급치 고려)	
				수망	격자형(간편 정비 및 교체 가능)	
			선별·정선장치	선별·정선체	곡립판+검불+곡립체(조정가능, 교체 가능)	
				요동장치	단축관성식	
				송풍 팬	원심식, 직경×날개 수 : 215mm×4개	
			곡물 이송 및 재처리장치		수평 및 수직 이송 : 스크류 컨베이어	
			곡물 탱크		곡물탱크용량 1,250 l	
			기체 크기		길이×폭×높이(mm) : 4,980 × 2,345 × 2,804	
			기체 중량		4,680 kg	
작업성 등	작업능력	약 25 min 이내/10a				
	총손실률	3% 이하(검정기준 5%)				
	협잡물 비율	2% 이하(검정기준 3%)				
	손상립 비율	1% 이하(검정기준 2%)				
	발아율	95 % 이상(종자 수매기준 85%)				

		<ul style="list-style-type: none"> □ 핵심기술 <ul style="list-style-type: none"> ○ DSC(자동자세제어장치) : 예취, 주행부 DSC제어 통합 컨트롤러 적용기술로 고속응답 솔밸브를 적용하여 제어의 용이성 극대화하여 원가절감은 물론 Compact화 가능 ○ 예취장치 : GPS연동 기술 개발로 수평제어 기능을 제어하여 작업안정성과 조작난이도를 낮추어 작업의 편이성 도모 ○ 탈곡 수량 격자망형 재질 또는 형상 변경(연강판 또는 플라스틱 코팅 등), 곡물이송 형식 버켓식으로 변경(수직각도 30-60°), 탈곡치 타격 및 배열선을 급동속도에 비례 배열 배치하므로 곡물 손상 최소 및 발아능률 극대화
	<p>전체 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> □ 작업 환경에 맞는 예취 및 고능률 탈곡 선별장치 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 경사지나 좁은 지역에서 콩 예취, 이송, 수집 등 일괄 작업이 가능한 고능률 탈곡 선별장치 개발(낙곡율 3% 이내) ○ 신속한 작업이 가능한 제어 메커니즘 개발(작업 제어 속도 0.7 m/s 이상) □ 예취부 및 기체 좌우수평제어 가능한 크롤러 구동 주행시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 릴타입의 대지수평제어기능을 가진 고성능 예취부 개발 ○ 작업안정성 향상을 위한 실시간 수평제어(전후/좌우)시스템 개발 ○ 예취부의 지면형상 추종 및 작업 안정성 향상 기술 개발(안전전도각 전후 2.5°이내, 좌우 5°이내) □ 자율주행 시스템 및 지능형 제어 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 현장 적용성 향상을 위한 선택적 자율주행 시스템(경로 추종 오차 0.1 m 이내) <ul style="list-style-type: none"> * 유, 무선 리모트컨트롤 기능을 포함 ○ 장애물 인식 등 비상상태 대처가 가능한 지능형 주행 기술 개발 □ 작물의 재환경에 따라 경사지 적응을 위한 지상고 조절 및 선회 반경을 최소화 할 수 있는 주행 시스템 개발 <ul style="list-style-type: none"> ○ 유압모터 구동방식 적용을 통한 선회반경 최소화, 가감속 등 주행 및 작업 효율성 향상 <ul style="list-style-type: none"> * 소프트 턴, 브레이크 턴 등(선회반경 1.0 m 이하) ○ 경사지 적응이 가능한 능동형 지상고 제어 시스템 개발
	<p>목 표</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1단계로 지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인의 각 공정별 부품을 개발하고 기능 및 성능 시험을 진행한 다음 공정별 부품 시험 결과를 바탕으로 전체 시작기 제품을 제작하여 현장 실증 시험을 자체적으로 진행 ○ 1차 시작기 제품의 시험 결과를 종합 분석하여 2차 시작품 제작을 위한 설계 완료
	<p>1단계 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 지능형 콩 콤바인 유압식 주행장치 개발 - 지능형 콩 콤바인 유압식 주행장치 시험 - 실증 실험을 위한 예취, 탈곡 및 선별부 등 실험장치 개발 - 일관작업을 위한 전체적인 공정 시스템 개발 - 수확된 콩의 발아율, 탈곡 손실 및 손상, 협잡물 유입 등 최소화에 따른 자료 수집 및 분석 등 조사 - 지능형 콩 콤바인 일관작업 동력계측시스템 레이아웃 설계 - 지능형 콩 콤바인 일관작업 주행 및 작업동력 시뮬레이션 모델 개발 - 지능형 콩 콤바인 일관작업 주행 및 작업에 따른 소요동력 시뮬레이션 - 탈곡 작업 부하 계측 시스템 개발 및 분석 - 예취 및 탈곡부, 선별부, 곡물 배출부, 주행부 개발 - 센서 인터페이스를 통한 전체 모니터링 및 고장 진단 기술 개발 - 주행장치부와 공정별 작업부를 조합하여 1차 시작품 제작 - 1차 시작기 제품 성능 시험 - 지능형 콩 콤바인 일관작업의 탈곡에 따른 손실 및 손상, 발아율 등 최적화 가능하도록 분석 - 센서 시스템을 이용한 지능형 콩 콤바인 일관작업 동력계측시스템 개발 - 필드 성능시험을 통한 지능형 콩 콤바인 일관작업 소요동력 계측 - 필드 작업조건별 지능형 콩 콤바인 일관작업 소요동력 분석

	2단계	목 표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 1차 시작품의 성능 시험 결과를 반영하여 2차 시작품을 개발하고 현장 실증 시험을 진행 ○ 농업기술실용화재단에 기술검정 시험 진행 ○ 상용화를 위한 양산 설계 완료
		내 용	<ul style="list-style-type: none"> - 1차 성능시험 결과를 반영한 공정 시스템 최적화 및 2차 시작기 제품 제작 - 2차 시작기 제품 성능시험 - 공인기관의 실증 인증 - 지능형 콩 콤바인 일관작업의 콩 수확의 품질 평가 - 2차 시제품 주행 및 작업동력 시뮬레이션 모델 개발 및 성능평가 - 2차 시제품을 이용한 필드 작업 성능 평가

연구개발성과	<p>□ “지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 개발” 연구개발은 36개 연구주제에 대해 3차년에 걸쳐 진행되었음. 연구는 계획 대비 100% 수행되었으며, 기술실시/사업화/제품화/시범판매까지 수행하였으며, 세부 내용은 다음과 같음.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 지능형 콩 콤바인 고능률 예취 및 탈곡 선별장치 개발 2. 지능형 콩 콤바인 관련 특허조사 3. 고능률 예취 및 탈곡 선별장치 개발, Lay-out 설계 4. 고능률 예취 및 탈곡 선별장치 시제품 제작 및 개선내용 5. 예취 및 주행 컨트롤러 기능 분석 및 개발 6. 차량 자세제어장치 및 지능형 크롤러 구동 주행 시스템 선행기술조사 및 특허분석 7. 차체 프레임/크롤러 주행 구동부 Lay-out 설계 및 시제품 제작 8. 좌우/전후 수평제어 시스템 개발(1) 9. 선회반경 1.0m 주행 선회제어 시스템 개발 10. 자율주행 시스템 본기 어플리케이션 개발(1) 11. 두류(콩) 대상 콤바인의 연구 및 특허 기초자료 수집 및 분석 12. 두류(콩)의 물리적 특성(물성) 분석을 통한 탈곡성능 향상(1) 13. 두류(콩) 대상 탈곡성능 1차 분석 및 평가 14. 고능률 예취 및 탈곡 선별장치 시제품 제작 15. 곡물 손상 저감 배출 시스템 제작 및 성능평가 16. 시제품 기대 조립 및 성능평가 17. 차체 프레임, 크롤러 주행 구동 및 조작부 시제품 제작 18. 크롤러 구동 주행부 시제품 제작 19. 전후/좌우 수평제어 시스템 개발(2) 20. 선회제어 시스템 개발 21. 차량 자세제어장치 기능 개발 및 성능평가 22. 자율주행 시스템 본기 어플리케이션 개발(2) 23. 두류(콩)의 물리적 특성(물성) 분석을 통한 탈곡성능 향상(2) 24. 두류(콩)용 콤바인 함수율에 따른 탈곡성능 분석 25. 시뮬레이션 프로그램을 사용한 두류(콩)용 콤바인 급치날 힘 분석 26. 시제품 기대 개선 27. 필드 성능시험 28. 형식인증 및 종합평가 29. 전후/좌우 수평제어 시스템 개발(3) 30. 선회반경 1.0m 이하 주행 및 선회제어 시스템 개발 31. 차량 자세제어장치 개발 32. 환경인식을 통한 자율주행 최적화 기술 개발 33. 대두용 콤바인의 급치날 응력분석을 통한 탈곡성능 향상 34. 시뮬레이션을 이용한 대두용 콤바인의 급치날 응력분석 35. 급치날의 각도에 따른 응력 측정실험 36. 대두 파괴빈도 실험 및 발아율 테스트
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<p>□ “지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 개발” 연구개발은 36개 연구주제에 대해 3차년에 걸쳐 진행되었음. 연구는 계획 대비 100% 수행되었으며, 특허출원/고용창출/기술실시/사업화/제품화/시범판매까지 10개 지표에 대해 68건의 정량성과를 창출했는데, 세부 내용은 다음과 같음.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 특허 등록 2건 2. 특허 출원 6건 3. 논문 출판 2편 4. 학술 발표 4편 5. 홍보 전시 14건

	6. 기술 실시 2건(기술료 포함) 7. 고용 창출 32명 8. 사업화 2건(매출액 포함) 9. 정책 활동 1건 10. 기술 인증 3건 <input type="checkbox"/> 관련 지식재산권 등록을 통한 기술보호, 제품에 대한 인증, 보급 확대를 위한 정책 제안 등을 통한 효과적 시장진입 구축 <input type="checkbox"/> 자율 농기계 및 전자제어용 구동 장치 등 핵심기술을 개발하여 일본, 유럽등 농업 선진국 등이 점유하고 있는 수출시장 대응과 해외시장에서 기술 경쟁력 확보. <input type="checkbox"/> 최근 농가 인구감소와 고령화 문제를 해결할 수 있는 자동화와 첨단 기술이 접목된 기술 개발로 스마트 농업시장 확보 <input type="checkbox"/> 첨단 농기계 기술 개발로 농업인 소득증대, 농가 노동력 및 농업경영비 절감 도모 <input type="checkbox"/> 세계 농기계 시장의 급격한 변화에 대응하여 국내첨단농기계 기술 발전으로 해외 시장 개척에 따른 농기계 수출 증대 도모 <input type="checkbox"/> 외국산 농기계 국내잠식을 대응하여 기술 경쟁력이 확보된 농기계 산업 발전 구축
--	--

연구개발성과의 비공개여부 및 사유

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

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

국문핵심어 (5개 이내)	콩 수확기	자율주행	지상고 제어	자세제어	크롤러
영문핵심어 (5개 이내)	Soybean Harvester	Autonomous Traveling	Leveling Control	Clearance Control	Crawler

최종보고서										보안등급		
										일반[√], 보안[]		
중앙행정기관명		농림축산식품부			사업명		사업명		첨단농기계산업화 기술개발사업			
전문기관명 (해당 시 작성)		농림식품기술기획평가원			내역사업명 (해당 시 작성)		농기계산업혁신기술					
공고번호		농림축산식품부 공고 제 농축2020-63호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)							
					연구개발과제번호		320027-3					
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB0801	100%									
	농림식품과학기술 분류	RC0101	100%									
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문										
		영문										
연구개발과제명		국문		지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 개발								
		영문		Development of Compact-type soybean Combine with intelligent control								
주관연구개발기관		기관명		오폐(주)			사업자등록번호		609-81-79905			
		주소		(52007)경남 함안군 칠북면 화천길 289-1			법인등록번호		194211-0088246			
연구책임자		성명		이범섭			직위		연구소장			
		연락처		직장전화		055-586-9456		휴대전화		010-6336-0386		
				전자우편		sbl6510@hanmail.net		국가연구자번호		11076756		
연구개발기간		전체		2020. 04. 29 - 2022. 12. 31 (2년 9개월)								
		단계 (해당 시 작성)		1단계		2020. 04. 29 - 2021. 12. 31 (1년 9개월)						
				2단계		2022. 01. 01 - 2022. 12. 31 (1년 개월)						
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금		합계			연구개발비 외 지원금	
		현금		현금		현물		현금		현물		합계
총계		1,840,000		21,000		729,000		1,861,000		729,000		2,590,000
1단계		1년차		500,000		6,000		182,000		506,000		182,000
		2년차		670,000		-		281,000		670,000		281,000
2단계		1년차		670,000		15,000		266,000		685,000		266,000
		n년차										
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편		비고
												역할
												기관유형
공동연구개발기관		(주)대동		허규식		차장		010-3558-9192		heogs@ daedong.co.kr		공동
		경상국립대학교 산학협력단		최경문		산학협력 중점교수		010-3871-9529		gmchoi23@ hanmail.net		공동
연구개발담당자 실무담당자		성명		이정훈			직위		차장			
		연락처		직장전화		055-586-9453		휴대전화		010-8733-7853		
				전자우편		kmco2000@ofe.co.kr		국가연구자번호		11547229		

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

2023년 05월 26일

연구책임자: 이범섭

주관연구개발기관의 장: 오폐(주) 대표이사 함영철

공동연구개발기관의 장: (주)대동 대표이사 김준식, 원유현

공동연구개발기관의 장: 경상국립대학교 산학협력단장 정재우

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하



〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요 -----	7
1-1. 연구개발의 개요 -----	7
1-2. 연구개발 대상의 국내·외 현황 -----	8
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용 -----	15
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도 -----	209
3-1. 연구수행 결과 -----	209
3-2. 목표 달성 수준 -----	216
4. 목표 미달 시 원인분석 -----	217
5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도 -----	217
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 -----	218
별첨 자료 (참고 문헌 등) -----	219
1. 자체평가의견서 -----	219
2. 연구성과 활용계획서 -----	223
3. 연구실적 증빙서류 -----	226

1. 연구개발과제의 개요

1) 연구개발의 개요

- Compact 차체에 적용 가능한 DSC(차량자세제어장치 : Dynamic Stability Control) 개발로 경사지 및 산간지역 등에 사용 가능한 콩 수확기 개발
 - 작업성능 : 25 min 이내/10a
- 우리나라 콩 재배 지형은 중간산지 69% 수준으로 재배하고 있으며 현실적으로 기계화작업에 어려움이 있어, 이를 해결 하고자 경사지 및 중산간지에도 기계화 수확 작업을 할 수 있는 지능형 제어가 가능한 Compact형 콤바인 개발 공급으로 밭농업 기계화율의 제고에 목표가 있음.

【 지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 사양 】

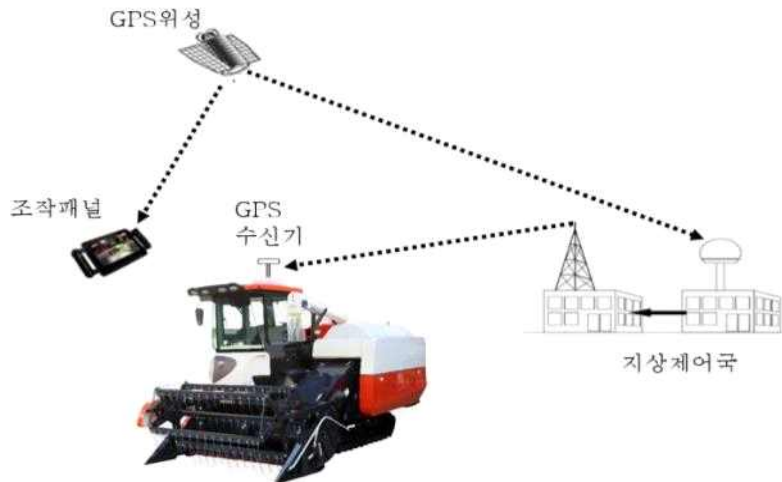
구 분		목 표 제 원
엔진	형식	직립형수냉4사이클디젤엔진
	출력	86w/2,500 rpm
주행장치	형식	무한궤도형 중심거리×폭×접지거리 : 1,185×550×1,950 mm
	속도	작업 : 1.5 m/s, 주행 : 2.65 m/s
전처리장치		디바이더, 릴(좌·우, 전·후 수,자동 조절) 지상고: 240~640 mm
예취장치		앙복동날
예취폭		2,100 mm
탈곡장치	탈곡드럼	축류식, 외경×길이: 440×740 mm
	급치	강봉형(작물에 따라 강선형 급치 고려)
	수망	격자형(간편 정비 및 교체 가능)
선별·정선장치	선별·정선체	곡립판+검불+곡립체(조절가능, 교체 가능)
	요동장치	단축관성식
	송풍 팬	원심식, 직경×날개 수 : 215mm×4개
곡물 이송 및 재처리장치		수평 및 수직 이송 : 스크류 컨베이어
곡물 탱크		곡물탱크용량 1,250 ℓ
기체 크기		길이×폭×높이(mm) : 4,980 × 2,345 × 2,804
기체 중량		4,680 kg
작업성능	작업능률	약 25 min 이내/10a
	총손실률	3% 이하(검정기준 5%)
	협잡물 비율	2% 이하(검정기준 3%)
	손상립 비율	1% 이하(검정기준 2%)
	발아율	95 % 이상(종자 수매기준 85%)

□ 핵심기술

- DSC(자동자세제어장치) : 예취, 주행부 DSC제어 통합 컨트롤러 적용기술로 고속응답 솔밸브를 적용하여 제어의 용이성 극대화하여 원가절감은 물론 Compact화 가능

- 예취장치 : GPS연동 기술 개발로 수평제어 기능을 제어하여 작업안정성과 조작난이도를 낮추어 작업의 편이성 도모
- 탈곡 수망 격자망형 재질 또는 형상 변경(연강판 또는 플라스틱 코팅 등), 곡물이송 형식 버켓식으로 변경(수직각도 30-60°), 탈곡치 타격 및 배열선을 급동속도에 비례 배열 배치하므로 곡물 손상 최소 및 발아능률 극대화

【 개발대상 콤바인의 구조도 】



2) 연구개발 대상의 국내·외 현황

2-1) 농업 현황

- 현재 농업은 농업인구의 감소 및 고령화, 농업경영비 상승 등으로 농업여건 개선이 시급한 실정이며, 이는 밭 작업 뿐 만 아니라 수도작 등 모든 농작업에서 대표적인 문제로 대두됨.
- 2010년도에 65세 이상 고령 농업인구는 31.8%, 2015년도에 38.4%, 2017년도에는 42.5%로 증가함(농림어업조사, 2018, 통계청).
- 농작업 중 밭작업은 노동집약적이며 강도가 모든 작업 중에 최고 노동강도이고, 전정, 퇴비살포, 제초, 시비, 유인, 수확 등 여러 가지 작업이 많고 기계화하기 어려운 작업이 대부분임.
- 특히, 밭작물의 수확 작업은 고도의 기술이 요구됨으로 기계화율이 낮고, 타 작업공정 대비 많은 노동 투하량이 요구 되는것에 반해 기계화율은 낮은 실정임.
- 국내 경지면적은 연간 13.49천 ha씩 감소하는 추세(농림부, 2015)
 - '1970년 2,298천ha → '2014년 1,691천ha
 - 논에서 밭으로 전환률은 1990년부터 매년 0.36%씩 증가하는 추세
- 또한, 벼농사 대비 밭작물 단위 면적당 소득이 높아지는 추세임
 - 국산 콩 가격은 3,017원/kg으로 수입산 대비 7.3배 높은 수준
 - 기타 잡곡의 국내 가격도 수입산 대비 3.1~11.2배 높게 형성됨
- 밭작물이 높은 수익률을 나타내는 반면 논 대비 밭경지는 낮은 경지 정리율로 인해 현재 상용화되고 있는 농기계 도입 한계가 있음. 국내 업체들도 대형영농에 맞추어 대형 콤바인 개발과 라인업에 주력하고 있지만 산간지역, 경사지, 협소지역으로 구성된 밭경지 작업 가능 콤바인에 대한 연구개발은 저조한 실정임.
 - 기계화 부적합한 밭의 비율이 61.6%로 높음.

【 기계화 부적합한 밭의 비율 】

구분	경사도(%)					
	0~2	2~7	7~15	15~30	30~60	60~100
면적(ha)	77,896	259,730	339,585	175,509	23,181	2,600
분포(%)	8.9	29.5	38.7	20	2.6	0.3
기계화(%)	적합(38.4)			부적합(61.6)		

- 또한, 종래에는 기존 작업성과 편의성이 주된 콤바인의 성능으로 평가되었지만 선진국의 고도화된 기술유입으로 인해 작업성/편의성 뿐만 아니라 고능률, 자동화 시스템을 겸비한 기계의 요구가 늘어나는 추세임.
- 일반산업에 비해 투자대비 파급효과가 낮은 농업기계 분야에서 R&D재원 마련이 어려워 고도기술 기반의 선진국(일본)에게 기술 경쟁이 뒤쳐져 국외 뿐만 아니라 국내 시장 점유율도 빼앗기고 있는 실정임.
- 2005년부터 점진적으로 국외업체의 내수시장 점유율이 늘어남에 따라 국내 농기계 업체의 사업 중단까지 진행되고 있음. 한정된 시장에서 국외 업체의 점유율 상승을 방어하기 위해서는 선진업체와 경쟁 할 수 있는 고도기술의 선행개발이 필수적임.
- 본 연구에서는 고령 농민 및 부녀자도 쉽게 조작 할 수 있는 지능형제어 기술을 탑재한 콤팩트 콩 콤바인을 개발을 주된 목표로 함. 추가적으로 자탈형 콤바인의 자율주행 기능을 작업 환경(경사지, 협소지역)에 최적화 적용하고 호환성 및 공용화를 통한 확대 개발 적용하고자 함.

2-1) 국내외 기술과 시장 현황

2-1-1) 국내 · 외 기술 수준

【 국내 · 외 기술 수준 】

구분	보통형 콤바인(A사)	보통형 콤바인(B사)	보통형 콤바인(C사)
외 관			
특 징	- 탈곡부로 곡물, 줄기 등 모두 공급 - 손실이 많고, 선별정도가 낮음 - 기체 크기가 대형	- 탈곡부로 곡물, 줄기 등 모두 공급 - 손실이 많고, 선별정도가 낮음 - 기체 크기가 중소형	- 손실이 많고, 선별정도가 낮음 - 기체 크기가 대형
대상작물	콩, 유채, 보리	콩, 보리	콩, 보리

- 국내 시장은 중·대형급 저가형 위주의 콤바인을 개발 공급하고 있으며, 기술 선진국의 특허제한 및 고비용으로 고속화를 위한 기반이 되는 고능력 지능형 자동화 시스템 장치 및 체계 구성 기술이 부족한 실정임.
- 국내 농기계 제품의 경우 선진업체(일본) 제품을 대부분 Benchmarking하여 접목하는 수준이고 중요 요소부품에 한하여 FEM요소분석 및 R&D개발이 진행되는 실정이나, 전체적인 기계 메커니즘의 근간이 되는 원천기술은 부재가 잔존해 있음.
- 이러한 문제로 종래에는 H/W부, 작업성능 위주의 원천기술확보에 대한 연구개발이 주를 이룸. 하지만 4차 산업의 도입으로 인해 각 산업별 기술융합이 이루어지는 추세에 따라 고능력 자동화 시스템이 탑재되는 선진업체 제품의 출시로 인해 좁혀오던 기술격차가 다시 심화되기 시작하는 추세임.
- 국내 콤바인은 중형급 콤바인 메커니즘을 기반으로 Compact형 콤바인이 연구되었고, 자동화 부분이 미비하고 성능적인 부분에서도 하기와 같은 문제가 있는 실정임.
- 현재 4차산업의 도입과 산업간 융복합을 통해 국내외적으로 농기계 자동화 기술이 발전하고 있는 추세이며, 범세계적으로 스마트 농업과 관련된 자동화 기술인 IOT 기술, 빅데이터, 고속 네트워크, 인공지능, 자율 주행, 드론 등의 기술이 급성장하고 있는 추세임.
- 일본선진업체(구보타,안마,이세키)의 경우 매출액을 기반으로한 R&D자본 활용을 통해 소형에서 대형까지 다양한 콤바인 라인업을 구비하고 있으며 기계 용도에 따른 파생모델까지 세분화하여 개발 공급중에 있음.
- 또한, 각국 농업환경 및 조건 인식을 통해 능동적으로 상황을 판단하여 작업을 수행하는 자동화 시스템도 개발되어 일본, 유럽, 중국 시장에 상용화되어 보급중에 있음.
- 선진업체에서는 최근 자동화 기술의 현재 최신 기술이라 할 수 있는 자율주행콤바인 개발을 통해 상용화가 이루어지고 있는 실정임. 국내의 경우 대학, 연구기관, 업체에서 선행연구를 통해 농업기계의 자율주행의 시도는 많이 있었지만 실용성에서 상용화되지는 못하였음.
- 콤바인의 경우 타 작업기와 달리 경로인식을 통한 지면주행 이외에 작물을 인식/수확/저장작물의 수위판단/배출까지 작업 프로세스가 존재하며 영상을 통한 작물의 인식과 장애물 인식 기능의 탑재가 타 작업기보다 난이함.
- 미국, 일본의 경우 자율조향 단계를 넘어 자율주행 Level 3(주행속도, 작업기 자동제어 등)단계 콤바인을 상용화하고 있으며 Level 4(무인 완전 자율, 주행, 작업)단계 개발 완료 후 실증검증을 검토하고 있는 수준임.

2-1-2)국내·외 시장 현황

- 보통형 콤바인은 국내 수요가 계속 증가하고 있으나 선진업체 대비 고능력 기능 탑재의 부재 및 안정화되어 있지 않아 유럽, 일본 등에서 수입기대가 많은 실정임
- 기존 국산 기계의 경우도 중형급 보통형 콤바인만 상용화되어 점차 보급 확대가 이루어지고 있지만 기존 기계 작업 부적합 밭에서 작업 가능한 소형 콤바인에 대한 상용화되지 못한 실정임.
- 국내 콤바인 공급업체는 총 6개사로 자체개발을 통해 국산화 제품을 공급하는 업체는 3개사에 지나지 않음. 그 중 2개사는 중형급 전투입 콤바인 개발에 주력하고 있으며 소형 수확기 제작 및 공급은 1개사에서만 개발 보급중에 있음.

- 보통형 콤바인은 종래 국내에서 사용되는 자탈형에 비해 작업이 편하고 작물의 자세에 따라 작업성이 결정되는 자탈형보다 대부분의 상황에서 작업이 가능하다는 장점이 있음. 또한 다양한 작물 수확이 가능하다는 범용성으로 인해 국내 수요가 점차 증가하는 추세임.
- 아시아/태평양, 중남미 지역 및 아프리카/중동 지역은 급속한 기계화와 발전된 관개시스템 사용으로 높은 농업 생산성 성장이 전망됨
- 세계 농기계 수요는 매년 7.2% 성장할 전망이며, 특히 아시아/태평양 지역은 2011년 전 세계 농기계 시장의 42% 차지하여 가장 큰 시장으로 성장함.
- 보통형 콤바인 세계 시장은 연간 300,000대로서 연 20% 성장을 지속하고 있어 농기계 수출 품목으로 유망하며 기술개발을 통한 시장경쟁력 확보가 필요
- 보통형 콤바인은 세계시장에서 사용이 가장 많은 콤바인으로서 해외 각국의 농지조건을 분석하여 모든 국가 환경에 적응 가능한 콤바인 개발은 사실상 불가능함. 따라서 자동화 시스템 개발과 탑재를 통해 각지 상황을 스스로 판단하여 작업을 진행 할 수 있는 능동 기술 개발이 필수적임.

【 국내 · 외 공급업체 현황 】

구분	업체	콤바인 개발 기술 인원(명)	콤바인 생산기반	비고
국내	(주)대동	15	있음	자탈형, 보통형(콩,보리)
	오펜	10	있음	보통형(콩)
	국제	6	있음	자탈형, 보통형(콩,보리)
	LS엠트론	3	없음	일본 수입
	아세아	5	없음	-
	동양	없음	없음	일본수입, 국제 OEM
일본	YANMAR	-	있음	자탈형, 보통형(콩,보리)

- * 일본 업체 현황 : 인터넷 업체 홈페이지 기준(2008년 기준 data),
- * 일본의 경우 구보다, 이세끼, 미스비시에서는 안마에서 OEM 공급 받음
- * 국내 업체 현황 : 전자공시시스템 (<http://dart.fss.or.kr>) (2008년 기준)

2-1-3) 국내 · 외 지식재산권 현황

(1) 수확기 전체 국내 · 외 특허 건수

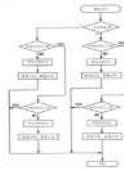

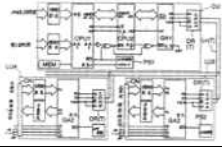
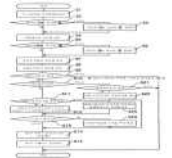
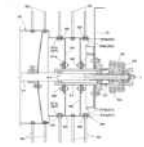
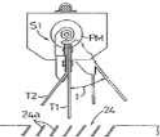


(2) 유효 특허에 대한 기술 분야별 분류

- 자율주행 관련 기술 [241건, 43%]
- 자동화 관련 기술 [143건, 25%]
- 콤바인 관련 기술 [180건, 32%]
- 콤바인(Half feed combine harvest)의 특허 대부분은 원천 기술 보유국인 일본이 대부분을 차지하고 있으며, 일본 내 기술 경쟁도 매우 치열함(구보다, 안마, 이세끼 등)

(3) 콤바인 주요부위 특허 내용

【 콤바인 주요부위 특허 내용 】

부문	특허명	대표도면	출원인	주 특허 내용
주행부	작업차의 자세제어 장치 - 등록No, 0871739 - 등록No, 0654874 - 등록No, 0414418		구보다	전후 좌우 수평제어 장치관련 특허
고속 이송 예취부	예취부 사이드 오픈구조에서 보조 반송장치 - 등록No, 0655342 - 등록No, 0542528		구보다	고속작업시 예취부에서 탈곡부로 벼 이송 자세를 유지하기 위한 장치이며 이와 관련된 구조 특허임
통합 제어부	유선식 통신수단을 통하여 중앙 제어부로 통신하면서 각 기능을 제어하는 장치 - 등록No, 0139898		구보다	중앙제어부와 로컬유닛과 유선식 통신수단을 이용하는 특허
선회 제어부	이동농기의 주행장치 - 등록No, 00138788		이세끼	일정 이상 압력에서 급선회 스위치를 on하여 선회외측의 구동장치에 의해 역정구동하지 않는 장치
고속 탈곡 시스템	탈곡장치 - 등록No, 0694736		구보다	트윈탈곡통 분할구조
선별 제어부	콤바인의 탈곡 선별장치 - 등록No, 012876		구보다	선별제어 장치의 요동과 동일 주기로 곡물층의 두께를 판별하는 장치

* 출처 : WIPS특허 관리 시스템, (주)대동 특허 관리 시스템

(4) 농작업 자동화 관련 국가별 특허 출원 동향

- 농작업 자동화 기술과 관련해서, 특허 동향을 살펴보면, 유효 특허 143건에 대한 국가별 출원 현황을 살펴보면, 한국 20건, 미국 86건, 일본 9건, 유럽 28건으로 조사되어 농작업 자동화 기술과 관련해서 미국에서의 특허 활동이 가장 활발한 것으로 나타났고, 이어서 유럽, 한국, 일본의 순으로 조사되어 농작업 자동화 기술 분야에서 미국에 많이 뒤쳐져 있는 것으로 조사됨.

(5) 농작업 자동화 관련 연도별 특허 출원 동향

- 한국의 경우 2003년도에 출원이 시작되어 2009년부터 출원 빈도가 높아지긴 하였지만 출원의 증가세가 보여지지 않고 유사한 범위에서 유지되고 있는 것으로 조사됨.
- 미국의 경우에도 1970년대 출원이 시작되어 2000년대부터 출원이 유지되고는 있지만 출원의 증가세는 보여지지 않고 유사한 범위에서 유지되고 있는 것으로 조사됨.
- 일본의 경우에도 한국과 마찬가지로 2006년부터 출원 빈도가 높아지긴 하였지만 출원의 증가세가 보여지지 않고 출원수 역시 매우 적은 범위에서 유지되고 있는 것으로 조사됨.
- 유럽의 경우 2000년대 후반 이후 출원의 증가세가 보여지지 않고 유사한 범위에서 유지되고 있는 것으로 조사됨.
- 한국 내 출원된 120건의 농작업 자동화 기술의 기술 분야별 출원분포를 살펴보면, 농작업 자동화 기술은 20건으로 전체의 17%를 차지하여, 이에 관한 출원의 비중이 높은 것으로 조사됨.

(6) 농작업 자동화 관련 기술 분야별 특허 출원 동향

- 미국 내 출원된 127건의 농작업 자동화 기술의 세부 기술 분야별 출원분포를 살펴보면, 농기계 자율주행 기술이 41건, 농작업 자동화 기술이 86건으로 조사되어, 농작업 자동화 기술이 전체의 68% 점유율을 나타내었고, 농기계 자율 주행 기술이 전체의 32%의 점유율을 차지함.
- 235건의 농작업 자동화 기술에 대한 일본에서의 연도별 출원 동향을 살펴보면 1987년도부터 출원이 발견되었고, 1995년 이후로 현재까지 꾸준히 증가하고 있는 추세에 있는 것으로 판단됨. 구체적으로 1995년 이전 3건이었던 출원은 1995년부터 2004년까지 11건, 2005년~2015년 27건, 2016년~2019년 194건으로 조사되어 꾸준한 증가세에 있는 것으로 판단됨
- 일본 내 출원된 235건에 대한 농작업 자동화 기술의 세부 기술 분야별 출원분포를 살펴보면, 농기계 자율 주행 기술이 140건으로 전체의 59%의 점유율을 차지하였고, 작업기 및 부착 기술이 86건으로 전체 37%의 점유율을 차지하였으며, 농작업 자동화 기술이 9건으로 전체의 4%의 점유율을 차지하여 농기계 자율 주행 기술에 대한 출원의 비중이 높은 것으로 조사됨

(7) 농작업 자동화 관련 한국내 출원인 국적 분석

- 국내에서 연도별 출원 동향을 살펴보면 2010년대 중반부터 출원의 수가 증가하고 있는 추세에 있는 것으로 조사됨
- 농기계 자율주행기술은 2015년부터 꾸준히 증가하고 있는 추세에 있으며 농작업 자동화 기술은 2009년을 기점으로 일정 범위내에서 유지되는 수준으로 판단됨.
- 한국내 출원된 120건의 출원인 국적을 살펴보면 대한민국 국적이 92건으로 전체 77%의 점유율을 나타내었고, 그 뒤를 이어 일본이 27건으로 22%의 점유율을, 독일이 1건으로 1% 점유율을 차지함
- 한국에서 내국인에 의한 출원이 77%를 차지하여 외국 출원인에 비해 자국 출원인에 의한 특허 출원이 주를 이루고 있음

- 한국내 출원된 120건의 농작업 자동화 기술에 대한 출원인 랭킹 순위를 살펴보면, 일본 기업인 YANMAR CO., LTD가 17건의 가장 많은 출원을 하였고, 이어서 일본 KUBOTA CORPORATION이 8건, 이어서 한국 기업인 Livemac CO., LTD가 4건, 충남대학 산학협력단이 3건, 주식회사 헬셀이 3건의 순으로 조사되어 한국 기업에 의해 주도되고 있는 것으로 나타남

(8) 농작업 자동화 관련 기술의 핵심 특허 리스트

- 일본 업체의 대부분 출원국은 한국, 중국이며 일부 대만, 태국에 출원함
- 대부분 일본이 국제 출원한 특허로 일본 자국 내에서는 특허를 기능적으로 세분화하여 출원하므로 특허 출원 건수가 많고, 한국이나 중국은 주요 특허만을 함축하여 국제 출원하는 방식으로 특허 출원 내용은 한국, 중국, 일본이 거의 동일함

【 농기계 자율주행 기술의 핵심 특허 리스트 】

구분	분야	국가코드	출원번호	출원인	패밀리수	PFS 지수
1	자율주행	US	10/875776	Hemisphere GPS LLC	37	3.461874781
2	자율주행	US	09/157816	Case Corporation	17	1.590591116
3	자율주행	US	10/435068	Deere & Company	15	1.403462749
4	자율주행	KR	10-2016-7024512	YANMAR CO LTD	14	1.309898566
5	자율주행	KR	10-2019-7029847	YANMAR CO LTD	13	1.216334383
6	자율주행	EP	1998-949242	MAASLAND N.V.	12	1.122770199
7	자율주행	KR	10-2018-7032477	KUBOTA CORP	11	1.029206016
8	자율주행	KR	10-2019-7012706	KUBOTA CORP	10	0.935641833
9	자율주행	EP	1997-936882	MAASLAND N.V.	9	0.84207765
10	자율주행	KR	10-2019-7029410	YANMAR CO LTD	8	0.748513466

2-1-3) 국내 · 외 표준화 현황

- 농업 전반에 걸친 표준화가 ISO에서 추진되어 왔음
 - ISO (International Organization for Standardization)에서는 ISO65-시리즈 표준을 통하여 농장 구조물, 농업 기기, 양봉 등 농업의 전반적인 분야에 대한 표준 기술을 확보하고 있음
- ICT와 관련된 스마트농업 분야 국제표준화는 ITU-T를 통해 추진되고 있음
 - 농업과 ICT 기술이 융합된 스마트농업과 관련된 분야의 국제표준화는 ITU-T SG13(Future Network & Cloud)과 SG20(IoT and applications, smart cities)에서 담당하고 있음
 - 스마트농업 프로세스에 따라, 스마트농업을 3단계로 구분된 참조 모델표준이 ITU-T SG13에서 2015년도에 제정되었음
 - 스마트농업의 생산 단계, 생산후 단계에 대한 요구사항 정의와 시설원에 프레임워크에 대한 국제표준을 ITU-T SG20에서 국내 주도로 개발 중에 있음

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

1. 지능형 콩 콤바인 고능률 예취 및 탈곡 선별장치 개발

1) 콩 콤바인 개발 관련 핵심 요소기술 조사 분석

① 국내외 콩 콤바인 자료 조사

- 국내외 콩 등 두류, 잡곡류 관련 논문 및 보고서 약 50 여편 조사를 통한 국내외 개발 콩 콤바인 자료 수집



【 보통형 콤바인 (LS), 보통형 콤바인 (국제) 】



【 보통형 콤바인 (아세아), 보통형 콤바인 (동양) 】



【 보통형 콤바인 (대동), 보통형 콤바인 (오페) 】

- 국내 콤바인 공급업체는 총 6개사로 자체개발을 통해 국산화 제품을 공급하는 업체는 3개사에 지나지 않음. 그 중 2개사는 중형급 전투입 콤바인 개발에 주력하고 있으며 소형 수확기 제작 및 공급은 1개사에서만 개발 보급중에 있음.
- 보통형 콤바인은 종래 국내에서 사용되는 자탈형에 비해 작업이 편하고 작물의 자세에 따라 작업성이 결정되는 자탈형보다 대부분의 상황에서 작업이 가능하다는 장점이 있음. 또한 다양한 작물 수확이 가능하다는 범용성으로 인해 국내 수요가 점차 증가하는 추세임.
- 보통형 콤바인은 세계시장에서 사용이 가장 많은 콤바인으로서 해외 각국의 농지조건을 분석하 여 모든 국가 환경에 적응 가능한 콤바인 개발은 사실상 불가능함. 따라서 자동화 시스템 개발과 탑재를 통해 상황을 스스로 판단하여 작업을 진행할 수 있는 능동기술 개발이 필수적임.

2. 지능형 콤팩바인 관련 특허조사

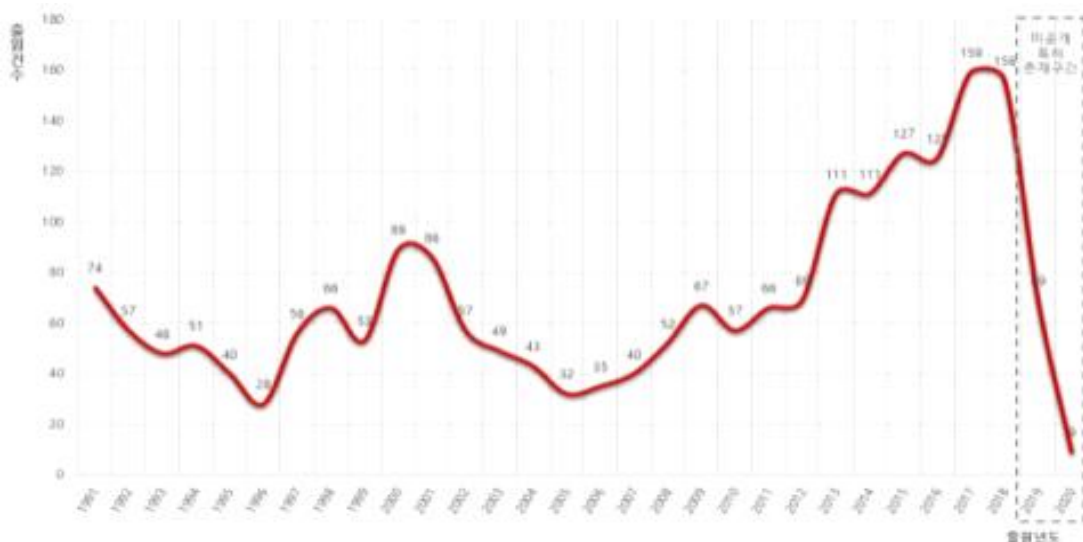
【 기술분류 체계 】

대분류	중분류	소분류	유효데이터 추출/노이즈 제거 기준
A_지능형 제어 Compact형 콤팩바인	AA_선별 장치	AAA_예취	경사지 작업 가능한 예취장치
		AAB_탈곡	고성능 최적화 탈곡장치
		AAC_이송	곡물 손실저감 배출 및 이송장치
	AB_시스템	ABA_수평제어	전후/좌우 수평제어 시스템

2.1 지능형 제어가 가능한 Compact형 콤팩바인 분야 특허의 연도별 동향

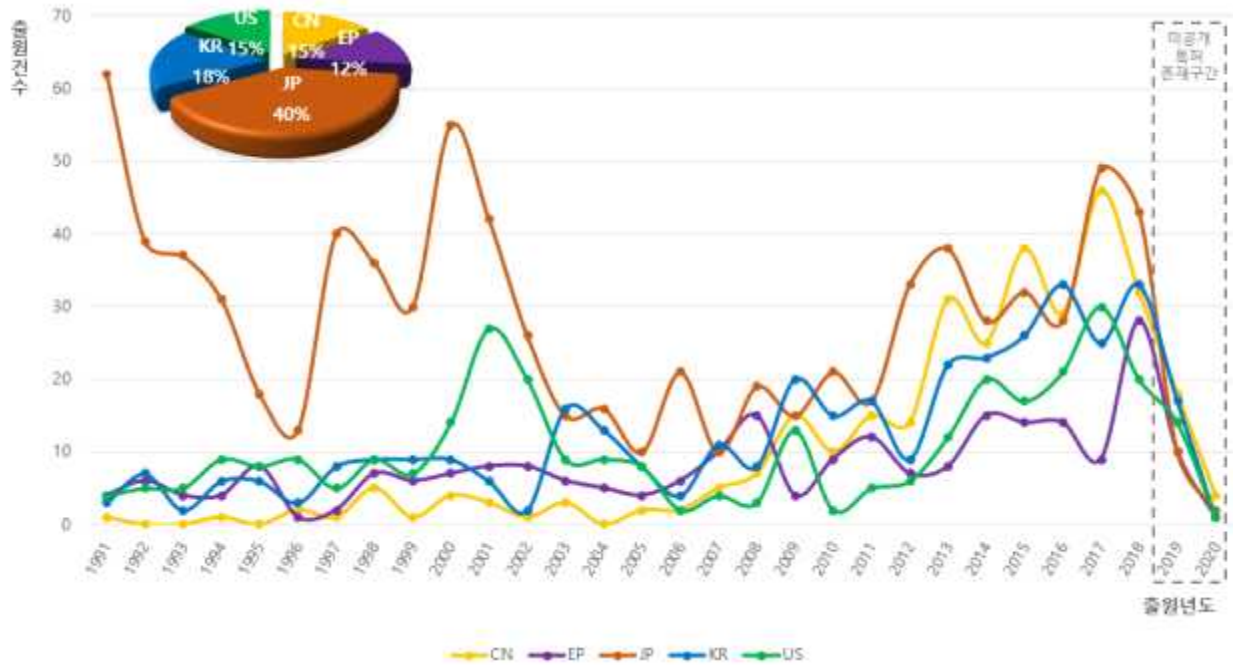
- 지능형 제어가 가능한 Compact형 콤팩바인 기술은 이미 1990년대 초반부터 관련 분야 특허가 일부 출원되기 시작하였음.

【 연도별 특허출원 동향(전체) 】



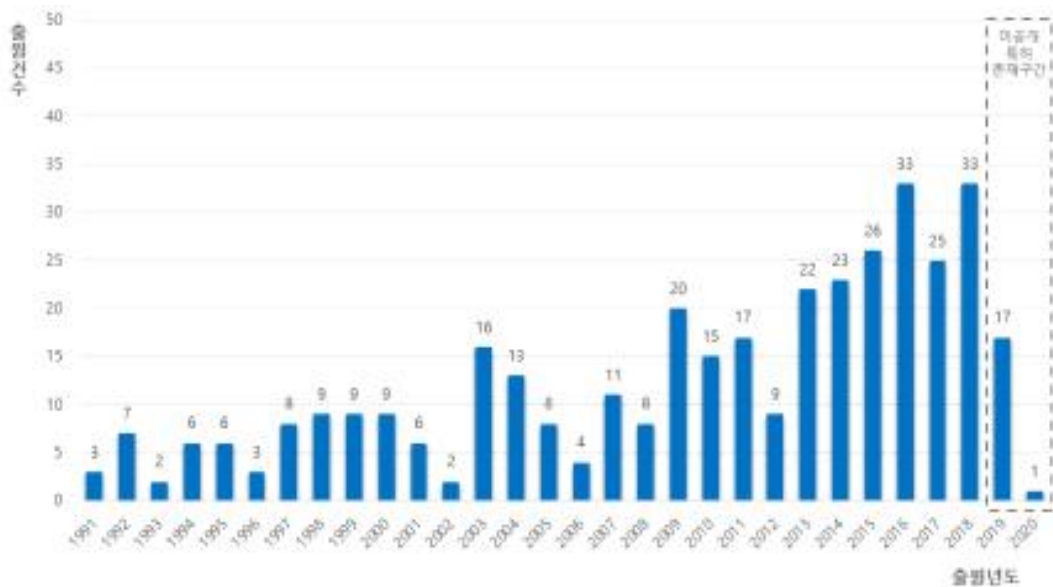
- 1990년대 중반부터 다량의 특허가 출원되면서 기술발전이 시작되었으며, 2017년도에 159건으로 가장 많은 건이 출원된 것으로 조사됨. 이는, 4차산업 혁명시대를 맞이하여 각 국가별 관련 정책에 따라 로봇 자동화 산업과 관련된 지능형 작업물 인식 등의 이슈에 직결되는 환경맞춤형 농업수확장치 자세제어 산업에도 기술발전을 위한 투자가 적용되어, 수요가 늘어나고 있어 관련 기술이 개발되며 특허출원으로 연결되고 있는 것으로 판단됨.
- 2019년 이후 나타난 출원 건수의 감소현상은 출원 후 공개까지의 행정절차가 1년 6개월이 소요되는 특허규정 때문에 이후 출원된 특허가 아직 공개되지 않아 통계 데이터에 포함되지 않았기 때문이며, 일정기간이 경과되어야만 정확한 출원 건수를 파악할 수 있음.

【 연도별 특허출원 동향(국가별) 】



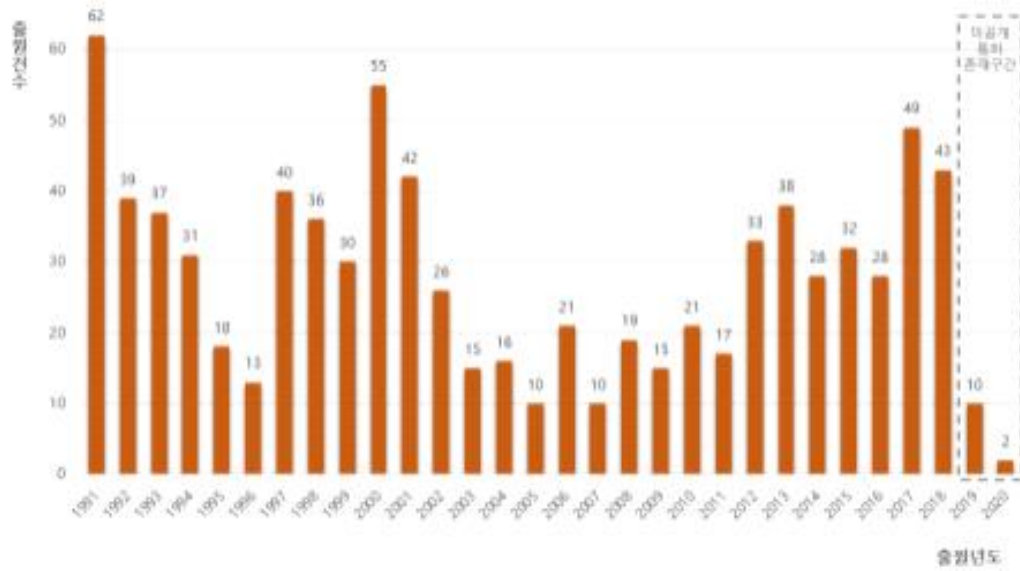
- 지능형 제어가능한 Compact형 콤팩트 분야에 있어서 선별된 특허 중 국가별 출원 동향을 살펴보면, 1990년대 초반부터 최근까지 일본이 다른 국가에 비해 강세를 보이고 있으며,
- 2009년부터 최근까지 중국특허가 급격하게 증가하고 있는 것으로 조사되었는데
- 이는 중국시장의 영향력이 커짐에 따라 다수의 신생기업의 특허출원이 급격히 증가하고 있기 때문인 것으로 파악됨.

【 한국특허의 특허동향 】



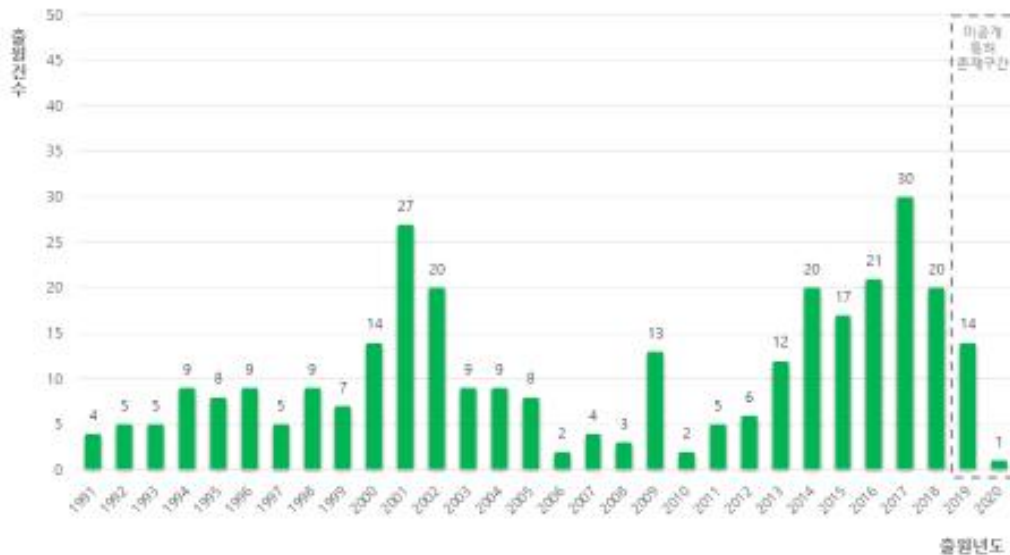
- 한국에 출원된 특허의 연도별 출원 현황을 살펴보면, 1990년대 초반부터 최근까지 출원량이 대체적으로 증가하는 추세를 보이며, 2016년도에 33건으로 가장 많은 건수를 기록함.

【 일본특허의 특허동향 】



- 일본에 출원된 특허의 연도별 출원 현황을 살펴보면, 1990년대 초반부터 1990년대 중반까지 감소하는 추세로 출원이 진행되다가,
- 이후 최근까지 증감을 반복하는 양상을 나타냄. 2019년 이후의 특허출원이 저조한 이유는 특허출원의 미공개로 인한 영향으로 판단됨.

【 미국특허의 특허동향 】



- 미국에 출원된 특허의 연도별 출원 현황을 살펴보면, 1990년대 초반부터 2000년대 초반까지 출원량이 증가하다가 2010년대 초반까지 점차 감소함.
- 이후 2017년도까지 다시금 증가하여 2017년도에 30건으로 최고 출원량을 기록함. 2019년 이후의 특허출원이 저조한 이유는 특허출원의 미공개로 인한 영향으로 판단됨.
- 핵심특허 도출 : 본 과제기술은 ‘컴팩트 차체에 적용가능한 DSC 기반 경사지 및 산간지역용 쿵 수확기’에 관한 기술로서, 선행기술조사 결과 도출된 국내외 선행문헌 중 하기의 표에 개시된 특허를 침해분석을 위한 핵심특허로 도출하였음.

【 침해분석을 위한 핵심특허 리스트 (3건) 】

NO	국가	출원번호 (출원일)	등록/공개번호 (등록/공개일)	발명의 명칭	현재 권리자
1	KR	10-2016-0024827 (2016.03.02)	10-1800112 (2017.11.15)	보통형 콤바인의 예취부 제어장치	동양물산기업 주식회사
2	JP	2016-249935 (2016.12.22)	6728031 B2 (2020.07.03)	収穫機 (수확기)	KUBOTA CORP
3	JP	2002-090672 (2002.03.28)	3685763 B2 (2005.06.10)	刈取収穫機の姿勢制御装置 (예취 수확기의 자세 제어 장치)	ISEKI & CO LTD

- 침해판단 : 상기 핵심특허의 권리범위를 분석하고, 이를 본 과제 기술과 비교하여, 상기 핵심 특허에 대한 침해 여부를 검토함.

1) 한국등록특허 제10-2016-0024827호

발명의 명칭	보통형 콤바인의 예취부 제어장치		
출원인	동양물산기업 주식회사	현재권리자	동양물산기업 주식회사
출원번호 (출원일)	10-2016-0024827 (2016.03.02)	등록번호 (존속기간)	10-1800112 B1 등록유지 (존속기간:2036.03.03)
출원국가	한국(KR)	기술분류	AAA_예취, ABA_자세제어

주요 청구항

【청구항 1】
 구동원을 지지하는 본체프레임과, 상기 본체프레임의 저면에 설치되는 주행부, 좌우 방향의 경사 및 전후 방향의 경사를 측정하기 위한 수평센서, 상기 수평센서의 감지값에 기초하여 본체프레임의 수평도를 조절하기 위한 다수의 유압실린더로 구성되는 본체수평제어장치, 상기 본체프레임의 전방에서 예취부 승하강장치를 통하여 높이 조절 가능하게 설치되고 작물을 예취하는 예취부를 구비하는 보통형 콤바인의 예취부 제어장치에 있어서: 상기 예취부의 저면에 설치되어, 예취부 자체의 좌우 방향의 경사 및 전방 오르막 또는 내리막 경사를 감지할 수 있는 예취부 감지수단; 그리고 상기 감지수단에서의 감지값에 기초하여, 본체프레임의 수평조절 및 예취부의 높이 조절을 제어하는 제어부로 구성되고; 상기 제어부는, 예취부의 좌우 경사에 대하여 본체프레임도 동일한 경사를 가지도록 본체수평제어장치를 제어하고, 예취부의 전방 오르막 또는 내리막 경사에 대하여 예취프레임이 상승 또는 하강하도록 예취부를 제어하고; 상기 예취부 감지수단은, 상단부가 예취부의 저면에 지지축을 통하여 회동 가능하게 설치되고 하단부는 저면에 접촉하는 좌우 한 쌍의 센서플레이트와, 상기 센서플레이트가 저면에 대하여 회동함에 따르는 지지축의 회동 정도를 감지하는 센서로 구성되는 보통형 콤바인의 예취부 제어장치.

구성요소 대비판단	이건 특허 (제1항)	개발대상기술
	○ (예취부)	예취부
	X	탈곡부
	X	이송부

검토

(1) RISK 검토 :
 개발대상기술 및 이건 특허의 구성요소를 분석하면, 예취부, 수평제어장치, 주행부를 필수구성요소로 포함하고 있으므로 개발대상기술의 예취부, 자세제어, 구동주행에 대응하는 구성요소를 완비하고 있으나, 고성능 최적화 탈곡선별장치 및 곡물 손실저감 이송 및 배출장치 구성이 결여되어 개발대상기술을 침해하지 않는 것으로 판단됨.

(2) 활용방안 검토 :
 개발대상기술의 Compact 차체에 적용가능한 DSC를 통한 지능형 콤바인 기술 뿐만 아니라, 이건특허의 예취부 좌우방향 경사 및 전방 오르막 경사를 감지할 수 있는 센서를 통해 수집된 데이터를 기반으로 본체 프레임의 수평조절 및 예취부 높이조절을 제어하는 시스템 기술에 대한 벤치마킹 가능성을 염두하여 향후 기술발전이 가능한 범위를 포함한 특허기술로 판단되며, R&D 방향 설계에 참고할 필요가 있음.

2) 일본등록특허 제2016-249935호

발명의 명칭	收穫機 (수확기)										
출원인	KUBOTA CORP	현재권리자	KUBOTA CORP								
출원번호 (출원일)	2016-249935 (2016.12.22)	등록번호 (존속기간)	6728031 B2 등록유지(존속기간:2036.12.23.)								
출원국가	일본(JP)	기술분류	ABA_자세제어								
주요 청구항	<p>【청구항 1】 작물을 수확하는 수확부와 크롤러식 주행 장치와 상기 수확부 및 상기 주행 장치를 구동하는 엔진과 상기 수확부에서 수확된 작물을 탈곡 처리하는 탈곡 장치와 상기 탈곡 장치에 대해 상기 엔진의 동력을 전달하는 전동 기구와 상기 전동 기구에 의한 동력 전달의 온오프를 전환하는 탈곡 클러치와 상기 탈곡 클러치가 들어간 상태이거나 절단 상태인지를 검출하는 전동 상태 검출 수단과 기체 프레임과 상기 주행 장치의 트럭(트랙) 프레임에 걸쳐 설치되고 상기 기체 프레임에 대한 상기 트럭(트랙) 프레임의 높이를 변경하여 기체의 포장에 대한 자세를 변경하는 자세 변경 기구와 상기 자세 변경 기구의 작동을 제어하는 제어 장치를 구비하고, 상기 제어 장치는 기체의 선회 주행 시에, 상기 탈곡 클러치가 들어간 상태일 때 상기 자세 변경 기구의 작동을 금지하고 상기 탈곡 클러치가 잘라 상태일 때 상기 자세 변경 기구의 작동을 허용하는 수확기.</p>										
구성요소 대비판단	<table border="1"> <tr> <td>이건 특허 (제1항)</td> <td>개발대상기술</td> </tr> <tr> <td>△ (수확부)</td> <td>예취부</td> </tr> <tr> <td>○ (탈곡장치)</td> <td>탈곡부</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>이송부</td> </tr> </table>			이건 특허 (제1항)	개발대상기술	△ (수확부)	예취부	○ (탈곡장치)	탈곡부	X	이송부
이건 특허 (제1항)	개발대상기술										
△ (수확부)	예취부										
○ (탈곡장치)	탈곡부										
X	이송부										
검토	<p>(1) RISK 검토 : 개발대상기술 및 이건 특허의 구성요소를 분석하면, 수확부, 탈곡장치, 자세변경기구 제어장치 및 크롤러식 주행장치를 필수구성요소로 포함하고 있으므로 개발대상기술의 예취부, 탈곡부, 자세제어, 구동주행에 대응하는 구성요소를 완비하고 있으나, 곡물 손실저감 이송 및 배출장치 구성이 결여되어 개발대상기술을 침해하지 않는 것으로 판단됨.</p> <p>(2) 활용방안 검토 : 개발대상기술의 Compact 차체에 적용가능한 DSC를 통한 지능형 콤바인 기술 뿐만 아니라, 이건특허의 예취탈곡장치 프레임에 대한 높이를 변경하여 자세를 변경하는 자세변경기구를 통해 작동을 제어하는 수확장치 기술에 대한 벤치마킹 가능성을 염두하여 향후 기술발전이 가능한 범위를 포함한 특허기술로 판단되며, R&D 방향 설계에 참고할 필요가 있음.</p>										

3) 일본등록특허 제10-2013-0164334호

발명의 명칭	刈取収穫機の姿勢制御装置 (예취 수확기의 자세 제어 장치)		
출원인	ISEKI & CO LTD	현재권리자	KUBOTA CORP
출원번호 (출원일)	2002-090672 (2002.03.28)	등록번호 (존속기간)	3685763 B2 등록유지(존속기간:2022.03.29.)
출원국가	일본(JP)	기술분류	ABA_자세제어

【청구항 1】
주행 장치의 접지부에 대해서 전부에 **예취부**를 승하강 조작 가능하게 구비하는 기체 본체의 전후 경사각을 변경 조작 가능한 **자세 변경 조작 수단**과 상기 기체 본체의 수평 기준면에 대한 전후 경사각을 검출하는 **전후 경사각 검출 수단**과 이 전후 경사각 검출 수단의 검출 정보에 기초하여 기체 본체의 수평 기준면에 대한 전후 경사각이 설정 경사각으로 유지되도록, 상기 자세 변경 조작 수단의 작동을 제어하는 **제어 수단**이 설치되고 상기 자세 변경 조작 수단이 기체 본체의 전단 측에서의 상기 주행 장치의 접지부에 대한 높이를 변경 조절 자재한 전측 구동 수단 및 기체 본체의 후단 측에서의 상기 주행 장치의 접지부에 대한 높이를 변경 조절 자재한 후측 구동 수단을 각각 구비해 구성되고 상기 제어 수단이 기체 본체의 수평 기준면에 대한 전후 경사각이 설정 경사각으로 유지되도록 기체 본체를 앞쪽으로 기울 측 및 후경(後傾) 측으로 자세 변경할 때는 상기 전측 구동 수단 및 상기 후측 구동 수단 중 자세 변경 측과는 반대 측에 위치하는 구동 수단의 구동을 정지시킨 상태에서 자세 변경 측의 구동 수단을 작동시키고 기체 본체의 자세 변경 측에서의 상기 주행 장치의 접지부에 대한 높이가 최하한 위치가 된 후에 전후 경사각이 설정 경사각에 도달하지 않으면 자세 변경 측의 구동 수단 구동을 정지한 상태에서 자세 변경과 반대 측의 구동 수단을 작동시키는 편 구동형 피칭 작동을 실행하도록 구성되어 있는 예취 수확기의 자세 제어 장치로서, 기체 본체의 주행 상태를 검출하는 주행 상태 검출 수단이 구비되어 상기 제어 수단이 상기 기체 본체의 주행 상태가 전진 상태, 후진 상태 및 주행 정지 상태 중 어느 상태에서도 상기 편 구동형 피칭 작동만을 실행하는 편 구동형 제어 모드와 상기 기체 본체의 주행 상태가 전진 상태 및 주행 정지 상태 중 하나이면 상기 편 구동형 피칭 작동을 실행하고 상기 기체 본체의 주행 상태가 후진 상태일 때는 강제 후경(後傾) 작동을 실행해 그 강제 후경(後傾) 작동을 종료한 후에 상기 편 구동형 피칭 작동을 실행하는 강제 후경(後傾) 제어 모드에 변경 자재하게 구성되고 상기 강제 후경(後傾) 제어 모드에서는 상기 강제 후경(後傾) 작동으로서 상기 기체 본체의 후단 측에서의 상기 주행 장치의 접지부에 대한 높이가 최하한 위치가 되도록 상기 후측 구동 수단을 작동시키는 후하강처리와 기체 본체의 수평 기준면에 대한 전후 경사각이 상기 설정 경사각이 되도록 승강 작동을 하는 형태, 또는 기체 본체의 수평 기준면에 대한 전후 경사각이 앞쪽으로 기울 상태로 있기 전인 상 작동을 하는 형태 중 하나에 의해 상기 전측 구동 수단을 작동시키기 전단 측 자세 수정 처리를 기체 본체의 후단 측에서의 상기 주행 장치의 접지부에 대한 높이가 최하한 위치가 되는 작동 종료 타이밍까지 병행해 실행하도록 구성되어 있는 예취 수확기의 자세 제어 장치.

주요 청구항

구성요소
대비판단

이건 특허 (제1항)	개발대상기술
○ (예취부)	예취부
X	탈곡부
X	이송부
○ (자세변경 조작수단)	자세제어
X	구동주행

검토

(1) RISK 검토 :
개발대상기술 및 이건 특허의 구성요소를 분석하면, 예취부 및 자세변경 조작수단을 필수구성요소로 포함하고 있으므로 개발대상기술의 예취부, 자세제어에 대응하는 구성요소를 완비하고 있으나, 고성능 최적화 탈곡선별장치 및 곡물 손실저감 이송 및 배출장치 구성이 결여되어 개발대상기술을 침해하지 않는 것으로 판단됨.

(2) 활용방안 검토 :
개발대상기술의 Compact 차체에 적용가능한 DSC를 통한 지능형 콤바인 기술 뿐만 아니라, 이건특허의 본체의 전후 경사각을 변경하여 후경 제어모드를 통해 수평기준면에 대한 상하강처리하는 자세변경 제어수단 기술에 대한 벤치마킹 가능성을 염두하여 향후 기술발전이 가능한 범위를 포함한 특허기술로 판단되며, R&D 방향 설계에 참고할 필요가 있음.

4) 대응 전략 검토

1) 자유실시 기술의 항변 :

- 자유실시 기술의 항변은 실시하는 기술이 자유실시의 영역에 존재하는 기술은 자유롭게 실시할 수 있다는 것을 주장하는 것임.
- 침해 주장하는 권리의 출원일 전에 공개된 공지의 자료에 기재된 기술인 경우, 공중이 자유롭게 이용할 수 있는 자유실시 영역에 존재하는 기술에 해당하는 것으로 봄.
- 본 과제기술은 [지능형 제어가 가능한 Compact형 콤팩트]에 관한 것으로서, 콤팩트 차체에 적용가능한 DSC 기반 경사지 및 산간지역용 수확장치 기술은 종래 기술에서도 사용되어 온 소재이므로, 공지의 기술인 바 자유실시 기술에 해당됨을 주장할 수 있음.
- 상기에서 살펴본 핵심특허나 참고특허와 같이 자세제어 및 크롤러 구동주행 시스템 구성이 개시되어 있고, 다수의 문헌에서 경사지 및 좁은지역에서 작업가능한 환경맞춤형 예취 콤팩트 기술이 개시되어 있으므로, 이는 해당 기술분야에서 널리 알려진 기술에 해당되는 것으로서 이른바 ‘자유실시의 영역에 해당되는 기술’로 볼 수 있음.
- 따라서 향후, 발생될 수 있는 분쟁사건에서 자유실시 기술의 항변을 주장할 수 있음.

2) 특허권 무효화 방안

- 상기에서 검토한 핵심특허 외에, 현재 심사 중인 출원으로서 향후 등록된 특허권이 존재하는 경우, 상기에서 검토한 핵심특허와 참고특허에 기한 권리 무효화 방안을 고려해 볼 수 있음.
- 한국을 비롯한 기타 해외국에서는 출원일 전에 공개된 공지의 기술이거나, 공지의 기술로부터 통상의 기술자가 용이하게 도출할 수 있는 기술에 해당된다는 등의 사유를 기초로, 한국 특허법상 무효심판청구 또는 취소신청 절차를 통해 특허권을 무효화할 수 있음.
- 무효심판을 통해 권리가 무효화된 경우, 일반적으로 처음부터 권리가 존재하지 않은 것으로 보기 때문에, 원천적으로 침해를 회피할 수 있는 방안임.
- 따라서, 본 과제기술을 상용화하여 [콤팩트 차체에 적용가능한 DSC(차량자세제어장치) 기반 콤팩트 콤팩트] 기술에 대한 침해주장이 있는 경우에는, 상기에서 검토한 핵심특허와 참고특허를 중심으로 무효화 방안을 검토해 볼 수 있음.

5) 권리남용의 항변

- 상기 항목에 해당됨을 전제로, 무효화가 가능한 특허권임에도 무효심결이 확정되기 전이어서 존속하고 있는 권리인 경우, 이와 같은 권리에 기한 권리행사는 신의칙에 반하는 부당한 권리행사에 해당함을 주장하는 것임.
- 이는 각국의 법제와 판례법에 따라 달리 판단할 여지가 있는 것이나, 한국 법제 상으로는 민법 제2조의 신의성실의 원칙 외에 하기의 대법원 판례에 의해 인정되고 있음.
- 따라서, 본 과제기술에 대해 침해주장 받는다면 무효심판청구 외에 무효사유가 존재하는 특허권에 기한 권리행사로서 권리남용에 해당되는 것임을 침해경고장에 대한 답변서 및 침해소송에서 주장할 수 있음.

6) 특허권 권리범위 회피 설계

- 침해분석을 위한 핵심특허 1~4는 침해가 문제되지 않지만, 예취부 및 기체 전후/좌우 수평제어 기술을 포함하는 고성능 최적화 탈곡 선별장치 및 곡물 손실저감 이송 미 배출장치 기술을 그 기술적 특징으로 강조하며,
- 보다 진보된 기술적 방향으로 권리범위를 회피 설계할 수 있음.

7) 과제기술의 권리화 방안

- 본 과제기술은 [지능형 제어를 위한 Compact형 콩 콤바인]에 관한 것이므로, 자율주행 최적화 크롤러 구동주행 시스템을 통하여 개발된 예취부 및 기체 전후/좌우 지능형 수평제어 시스템에 대해 특허권을 확보하여 해당 기술을 독점실시할 수 있는 권리를 확보하는 것이 바람직함.

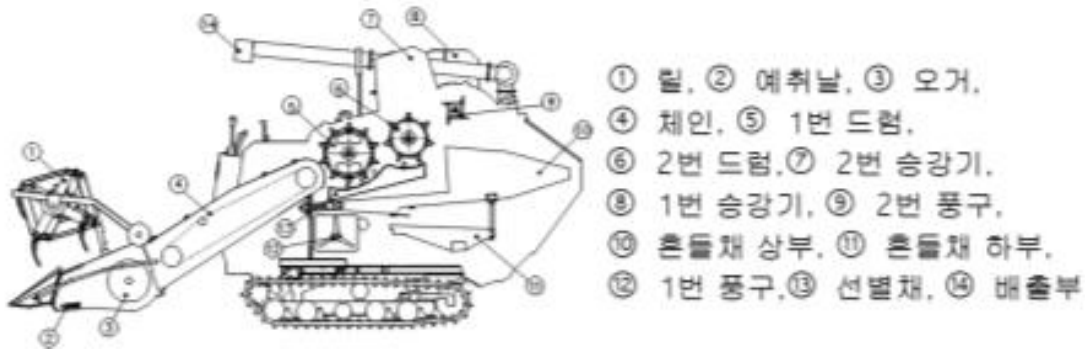
8) 특허관련 정성적 결론

- 특허분쟁 예방전략을 수립하기 위하여 선행기술조사를 통하여 핵심특허 3건을 도출하였으며, 3건 모두 개발예정기술의 권리범위를 침해하지 않는 것으로 판단되어 향후 기술개발시 참고하여 활용 가능함.
- 침해분석을 위한 3건의 핵심특허 분석 결과, 예취부, 탈곡부, 자세제어등 개발대상기술의 일부 구성요소를 포함하였지만, 다른 구성요소들이 결여되거나 개발대상기술의 핵심 구성요소가 결여되어 침해문제는 발생하지 않는 것으로 판단됨.
- 따라서, 작업환경에 맞도록 자세제어가 가능한 컴팩트 차체용 콩 콤바인 지능형 제어 기술을 개발한다면, 해당 시장을 선도할 수 있는 핵심기술을 선점함으로써, 다양한 산업에 적용가능한 사업 모델을 구축하여 신시장을 개척할 수 있을 것으로 판단됨.
- 특허분쟁 대응전략으로 자유실시 기술의 항변, 특허권 무효화 방안, 권리남용의 항변, 회피설계, 독자적 권리화 방안 등 다양한 방법들을 통하여 적절한 대응조치를 취하는 것이 바람직하다고 판단됨.

3. 고능률 예취 및 탈곡 선별 장치 개발 lay-out 설계

3.1 시작기 개념도 및 주요 재원

【 시작기 주요부 구조 개념도 】



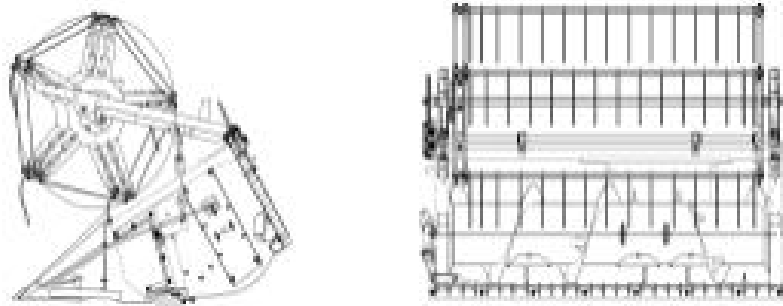
【 시작기 주요 목표 제원 】

구 분		목 표 제 원
엔진	형식	직립형 수냉 4사이클 디젤엔진
	출력	86 kW/2,500 rpm
주행속도	전진 (m/s)	작업 1.5, 주행 2.65
	차륜의 종류	무한궤도형
예취장치	조간예취방식	유압모터구동의 톱니형 원형칼날
	릴예취방식	왕복동칼날
작업 조수 또는 작업 폭	예취폭	2,100 mm
	수집방식	돌기체인식 작업폭 77 cm
탈곡	탈곡드럼방식	축류식, 강봉 급치 바 방식
정선·선별	선별방식	요동선별+송풍팬 방식
곡립배출	양곡 이송방식	스크류+버킷엘리베이터 방식
작업능력		약 25 min 이내/10a
작업 성능	총손실률	5% 이하 (콩 기준)
	손상립비	2% 이하 (콩 기준)
	협잡물비	2% 이하(검정기준 3%)
	발아율	95 % 이상(종자 수매기준 85%)

3.2 시작기 주요부 개념 설계

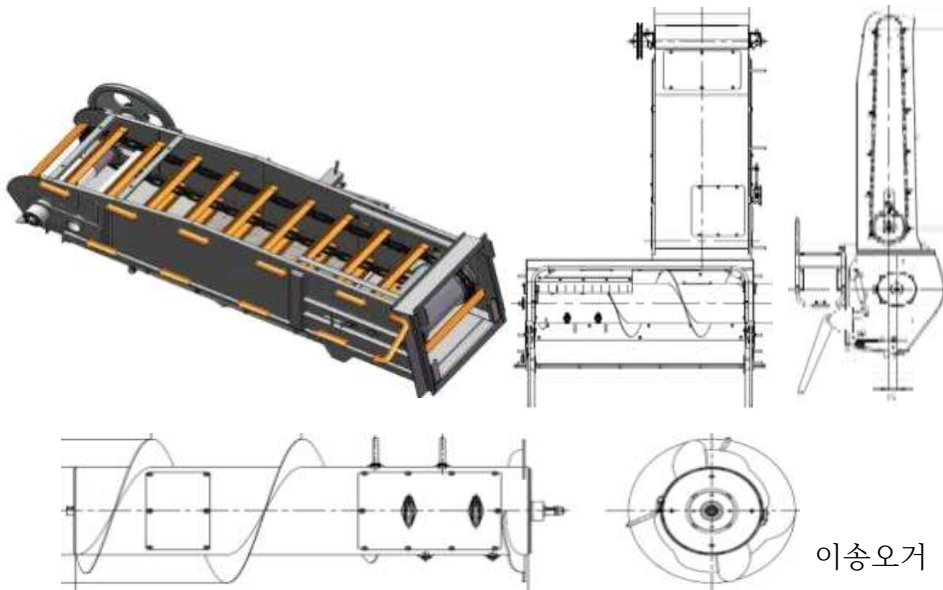
① 릴 예취장치, 수집장치

【 릴 예취장치, 수집장치 설계도 】



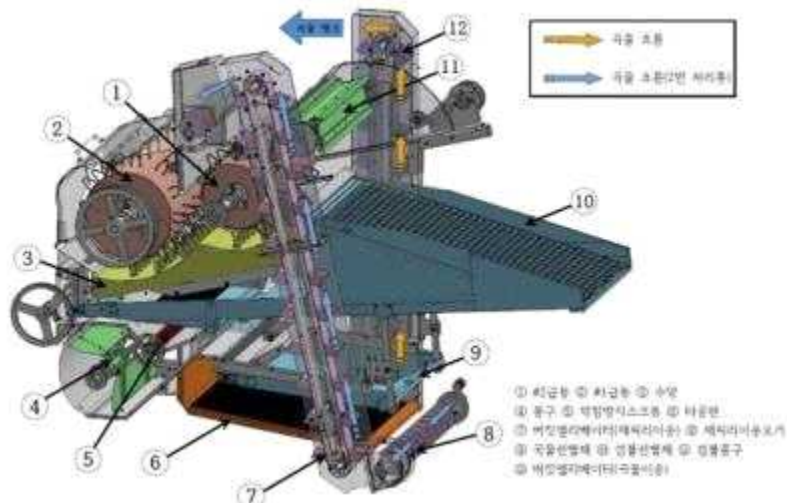
② 이송부

【 작물 이송부 개념도 및 조립도 】



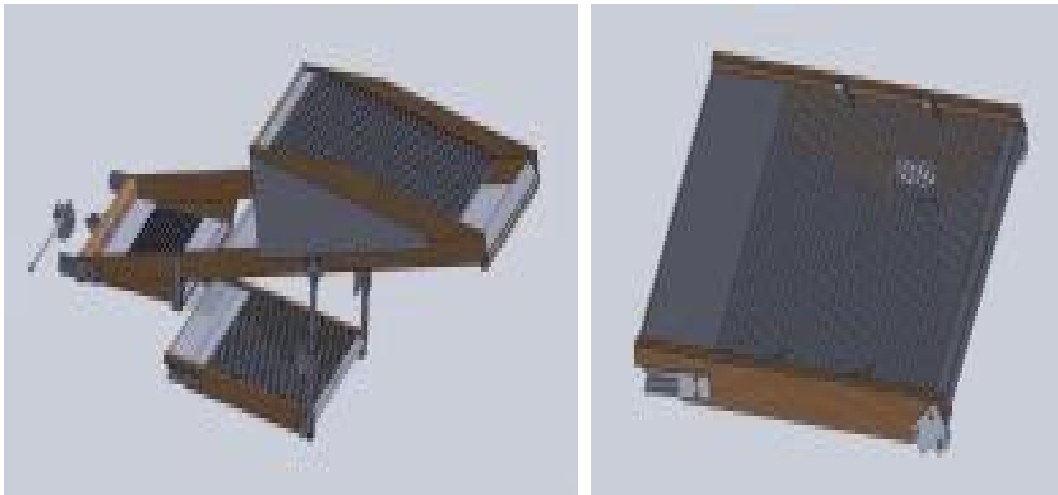
③ 탈곡부

【 탈곡 · 선별 · 정선부 개념도 】



항 목	사 양
제1 탈곡통	급동 직경: 425 mm, 급동 길이: 485 mm, 급동 회전수: 405 rpm, 급치 선단속도 약 11.9 m/s 급치 수: 30 개(10 mm 강선치), 급치 높이: 55 mm
제2 탈곡통	급동 직경: 325 mm, 급동 길이: 485 mm 급동 회전수: 598 rpm, 급치 선단속도 약 10.2 m/s 급치 수: 20 개(10 mm 강선치), 급치 높이: 55 mm
수망	격자형 강선 망, 수망 눈금 크기: 18×18 mm
절단치	형태 삼각형, 높이 25 mm, 두께 3.2 mm, 5 개 × 10 열

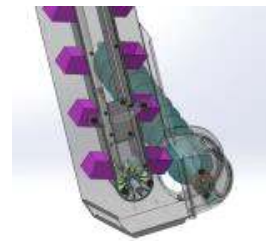
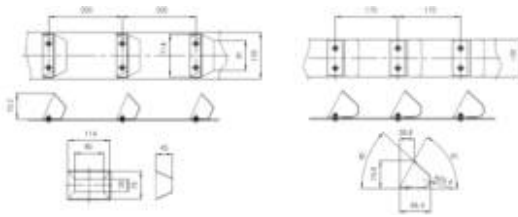
【 짚처리체, 곡립판+선별체, 곡립체의 외관 】



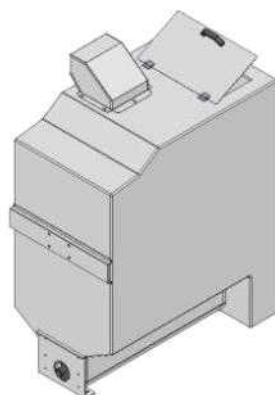
④ 곡립이송부

【 재처리 및 곡립 이송 버킷엘리베이터 】

【 재처리 이송부 개념도 】



⑤ 곡물탱크



【 곡립탱크 조립도 】

4. 고능률 예취 및 탈곡 선별 장치 시제품 제작 및 개선내용

4.1 탈곡/선별/정선부 제작

① 탈곡·선별·정선부 제작



- 개선방안 : 요동선별체 길이 300mm 추가 하여 선별구간을 늘리고 3구간의 선별날을 30mm 연장하여 미탈립을 예방함

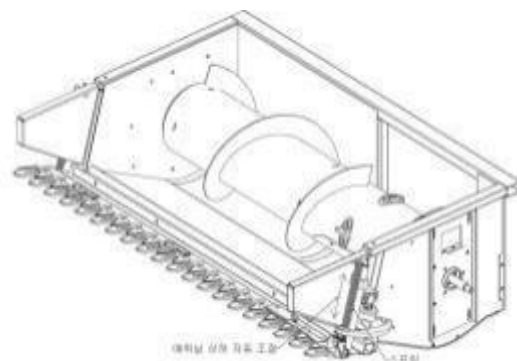
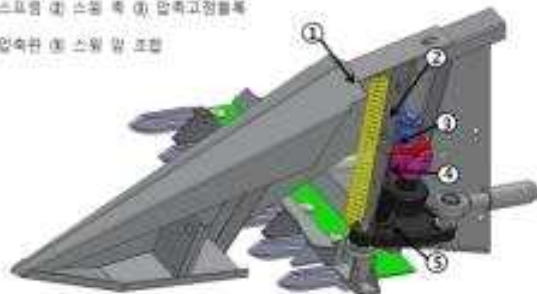
② 예취 및 수집부 제작



- 개선방안 : 스프링과 스윙암 구조로 지면에 대응하여 예취칼날 높이를 최저로 조절하여 작물의 효율적인 예취기능을 위한 수평제어장치를 탑재한 예취부 개발

【 예취칼날 수평제어장치 개념도 】

① 스프링 ② 스윙 암 ③ 압축코일스프링
④ 압축판 ⑤ 스윙 암 조절



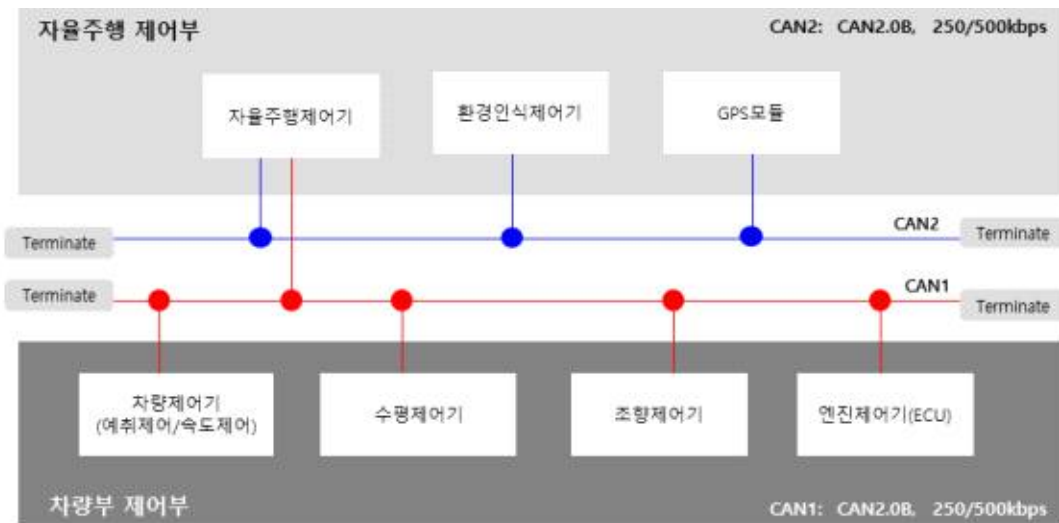
5. 예취 및 주행 컨트롤러 기능 분석 및 개발

① CAN통신 기능

가. CAN통신 제어시스템 구성

- 콤바인 CAN통신 사양은 농기계 CAN통신 규격을 활용하여 CAN2.0B Protocol을 기본으로 설계하였음. CAN통신 부하를 고려하여 차량 제어부 및 엔진을 포함한 채널 1번(CAN1) 과 자율주행제어기 및 GPS등이 포함된 자율주행제어부 채널 2번(CAN2)의 2채널로 통신 라인을 구성하였음.

【 자율주행 무인 콤바인 CAN통신 구성 】



- CAN통신 제어 기능에 따라 CAN1, CAN2 용 CAN Protocol을 정의하였음. CAN Protocol은 기대 제작후 제어기 튜닝 진행에 따라 추가할 예정임.

【 콤바인 CAN Protocol 】

COMBINE CAN PROTOCOL
CAN Version : 2.0B
Baud Rate : 500KBPS

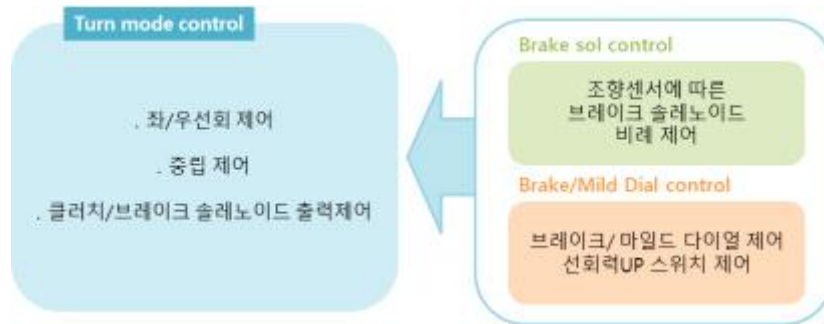
Source	ID Name	CAN ID	Signal Name	Description	Start Bit	End Bit	Length Bit	DATA TYPE	Value	Resolution	Offset	Unit	Transmission Repetition Rate	Timeout (ms)
VCU (0119a)	S1M1	0x100	AUTONOMOUS_MODE_1	AUTONOMOUS MODE 1	8	7	8	int	0~19a	1	0	-	100ms	500ms
			AUTONOMOUS_MODE_2	AUTONOMOUS MODE 2	8	15	8	int	0~250	1	0	-	100ms	
			AUTONOMOUS_MODE_3	AUTONOMOUS MODE 3	18	23	6	int	0~25a	1	0	-	100ms	
			DIGITAL_OUT_1	DIGITAL_OUT_1	24	31	8	int	0~25a	1	0	ON/OFF	100ms	
			DIGITAL_OUT_2	DIGITAL_OUT_2	32	38	7	int	0~25a	1	0	ON/OFF	100ms	
			ANALOGUE_OUT_1	ANALOGUE_OUT_1	40	47	8	int	0~25a	1	0	%	100ms	
Steering Control Unit (0119a)	S1M1	0x101	SNR_1_PRESSURE	SENSOR 1 PRESSURE INPUT	8	7	8	int	0~250	1	0	0.1 kg/cm2	100ms	500ms
			SNR_2_PRESSURE	SENSOR 2 PRESSURE INPUT	8	15	8	int	0~25a	1	0	0.1 kg/cm2	100ms	
			SNR_3_PRESSURE	SENSOR 3 PRESSURE INPUT	18	23	6	int	0~250	1	0	0.1 kg/cm2	100ms	
			SNR_4_PRESSURE	SENSOR 4 PRESSURE INPUT	24	27	4	int	0~25a	1	0	0.1 kg/cm2	100ms	
			SNR_5_PRESSURE	SENSOR 5 PRESSURE INPUT	32	38	7	int	0~25a	1	0	0.1 kg/cm2	100ms	
			SNR_1_SPEED	SENSOR 1 SPEED INPUT	40	47	8	int	0~200	1	-100	km/h	100ms	
Autonomous Control Unit (0119a)	S1M1	0x102	AUTONOMOUS_MODE_1	AUTONOMOUS MODE 1	8	7	8	int	0~200	1	-100	°C	100ms	500ms
			AUTONOMOUS_MODE_2	AUTONOMOUS MODE 2	8	15	8	int	0~200	1	-100	°C	100ms	
			AUTONOMOUS_MODE_3	AUTONOMOUS MODE 3	18	23	6	int	0~200	1	-100	°C	100ms	
			ANALOGUE_IN_1	ANALOGUE_IN_1	24	31	8	int	0~200	1	-100	°C	100ms	
			ANALOGUE_IN_2	ANALOGUE_IN_2	32	38	7	int	0~200	1	-100	°C	100ms	
			TARGET_TEMP_SNR	TARGET TEMPERATURE INPUT (TEST)	40	47	8	int	0~100	1	0	%	100ms	
			SW1	SW 1 ON/OFF INPUT (TEST)	48	48	1	int	0~1	1	0	ON/OFF 1 ON	100ms	
			SW2	SW 2 ON/OFF INPUT (TEST)	48	48	1	int	0~1	1	0	ON/OFF 1 ON	100ms	
			SPEED1	SLOWER MOTOR SPEED 1 ON/OFF (TEST)	50	50	1	int	0~1	1	0	ON/OFF 1 ON	100ms	
			SPEED2	SLOWER MOTOR SPEED 2 ON/OFF (TEST)	51	51	1	int	0~1	1	0	ON/OFF 1 ON	100ms	
			SPEED3	SLOWER MOTOR SPEED 3 ON/OFF (TEST)	52	52	1	int	0~1	1	0	ON/OFF 1 ON	100ms	
			FAH	RADIATOR FAN ON/OFF (TEST)	53	53	1	int	0~1	1	0	ON/OFF 1 ON	100ms	

② 조향 제어 기능

가. 조향제어 제어로직

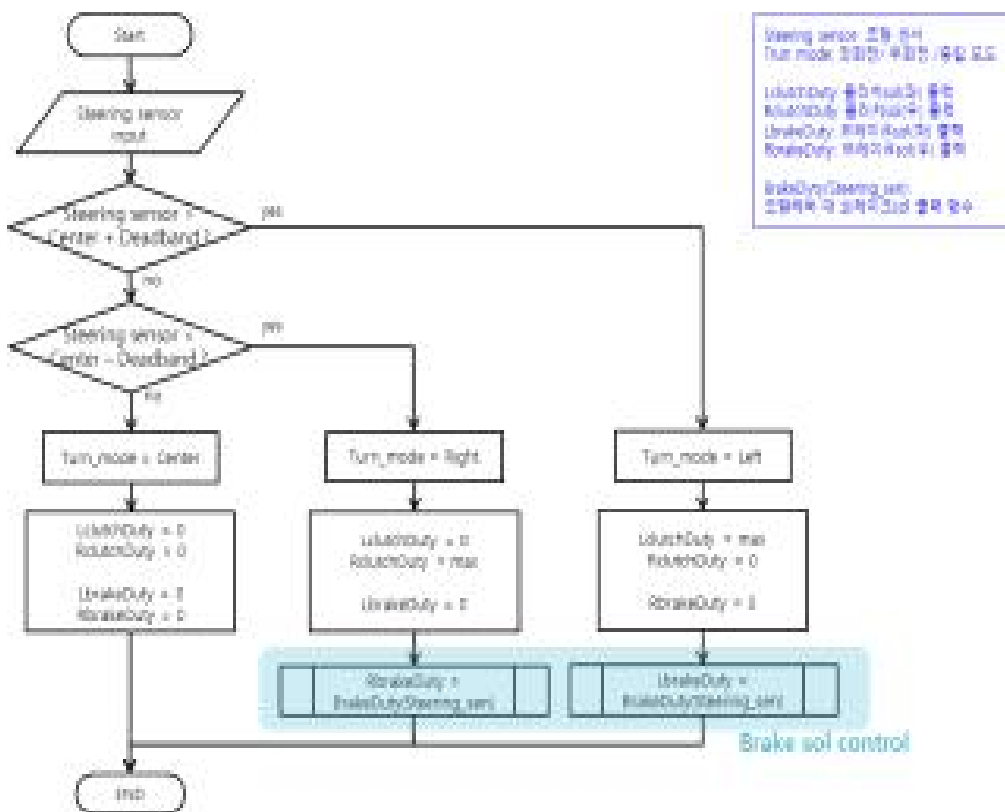
- 조향제어는 조향레버 조작에 따라 유압밸브(좌/우)를 비례제어하여 콤바인의 좌우 크롤러 회전수를 제어하는 기능임. 제어기능은 조향센서에 따른 밸브 솔레노이드 비례제어 기능과 선회 조절 스위치/센서에 따른 제어 출력 보상 기능 2가지 기능으로 크게 구성됨.

【 조향제어 제어블록도 】

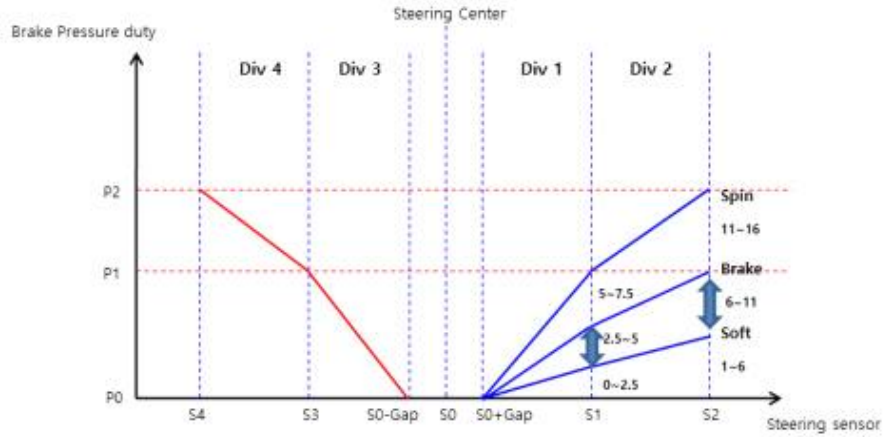


- 조향레버 센터값을 기준으로 불감대를 가지고 좌우 센서값에 따라 좌선회, 우선회 판정. 조향레버 조작량에 비례하여 밸브 비례제어 출력함. 선회 조절 기능에 따라 2~3개의 모듈레이팅 커브를 그리도록 구성하였으며 커브별로 2~3개의 튜닝 제어포인트 구성.

【 조향제어 제어로직 】



【조향센서에 따른 밸브 출력 제어포인트 설계】



2. 부하 감응 속도 제어 기능

1) 부하감응형 차속제어 전장부 제어시스템 개발

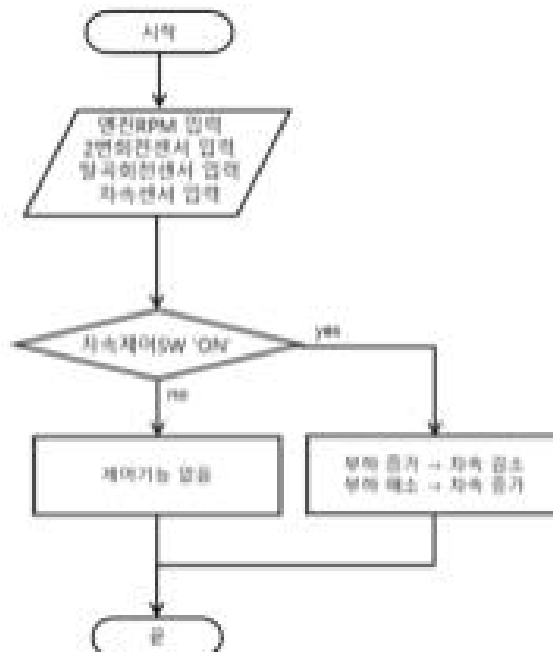
가. 엔진 RPM, 회전센서, 탈곡 회전센서 등의 정보를 받아 현재 부하를 확인

나. 작업부하에 따라 주행 HST를 제어하여 차속을 제어하고 부하가 해소되면 차속 제어를 통해 다시 증속하는 지능형 시스템 개발

【 부하감응형 차속제어 전장부 제어시스템 적용부 조사】



【 부하감응형 차속제어 Flow】



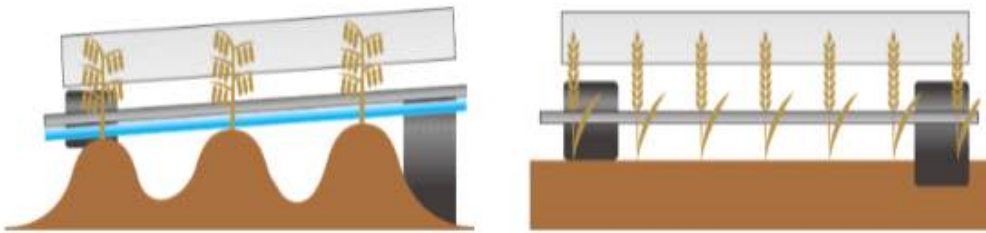
6. 차량 자세제어장치 및 지능형 크롤러 구동 주행 시스템 선행 기술 조사 및 특허분석

① 경쟁사 기술 적용 사례 및 수준 조사

ㄱ. 경쟁사 기술 적용 사례

a. 차량 자세제어 장치

【 선진 K사 차량 자세제어시스템 】



- 경쟁사 기대 벤치마킹 및 전시회, 마케팅 자료 분석을 통한 차량 자세제어 및 크롤러 주행 시스템 적용 사례 및 수준 조사
- 경쟁사 출시 제품의 경우 밭작업, 논작업 및 산간지역 다양하게 작업기 활용이 가능하도록 기대 차체수평기능(먼로기능)을 로얄 먼로와 먼로기능으로 구성하여 예취부에서 발생하는 작업손실을 최소화 할 수 있는 기능이 탑재되어 출시되는 추세.
- 기능을 활용하여 불규칙, 불균형한 지면에 대비하여 차체를 수평으로 유지하며, 작물을 감지하여 수평자세를 유지가 가능.

b. 크롤러 주행 시스템

【 선진 I사 차량 자세제어시스템 】



- 크롤러 주행 시스템의 경우 선진사 기대 스펙에 따라 다양한 크롤러 사양을 탑재하여 출시되고 있지만 기대 중량 대비하여 안정성 있는 하부 시스템을 구성하여 출시되는 추세임.
- 습전지 작업을 용이하게 하기 위해서 접지력을 높은 크롤러가 장착되고 있으며, 크롤러 전방 및선의 동력을 전달하여 기대 주행을 가능하게 하는 스프로킷은 이중 분할 구조를 채택하여 정비성 향상도 고려하는 추세임.

② **선진사 특허 및 기술동향 조사**

- 차량 자세제어장치 및 크롤러 주행 구동 시스템 관련 선진사 출원 및 등록 특허를 조사하여 기술동향을 파악하고 추후 개발 시 발생 가능한 특허 문제에 대한 회피를 위한 선행 분석 진행.

ㄱ. **선진사 선행 특허 조사 방법**

- a. **대동 IPMS 와 WIPS 특허 DB 연계 온라인 키워드 특허 검색 및 분석**
- b. **대상 국가 : 한국, 일본, 중국, 인도 등 사업 전략 지역**

ㄴ. **차량 자세제어 장치 / 크롤러 구동 시스템 특허 및 기술 동향**

a. **지식재산권현황**

(1) **관련 기술/제품의 국내외 지식재산권(특허 등) 현황**

- 해당 기술개발 관련, 국내외 출원 특허의 정량적 분석은 대동 IPMS와 WIPS 특허 DB를 연계하여 기술 현황을 파악하고, 해당 기술과의 유사도를 정성적으로 비교분석함으로써 핵심 특허를 추출하고, 추출한 핵심 특허로부터 세부적인 유사성 및 차이점 분석을 통한 회피 대응 안을 검토함
- 한국, 일본, 미국 및 유럽 공개 및 등록 특허를 대상으로 함

국가	검색 DB	구간	검색범위	검색키워드
한국	1. 특허조사 전문DB (WIPS) 2. 대동 경쟁사 특허DB (IMPS)	~2020.10 (공개 등록일 기준)	공개 및 등록 특허	① 콤팩트 ② 자세제어 ③ 주행 구동
일본				
미국				
유럽				

b. **특허 유효 데이터 현황**

키워드	한국	일본	미국	유럽	계
자세 제어	97	1260	230	99	1702
크롤러 주행 구동	80	1517	175	124	1896

- 관련 특허는 일본 주도로 출원이 이뤄지고 있음

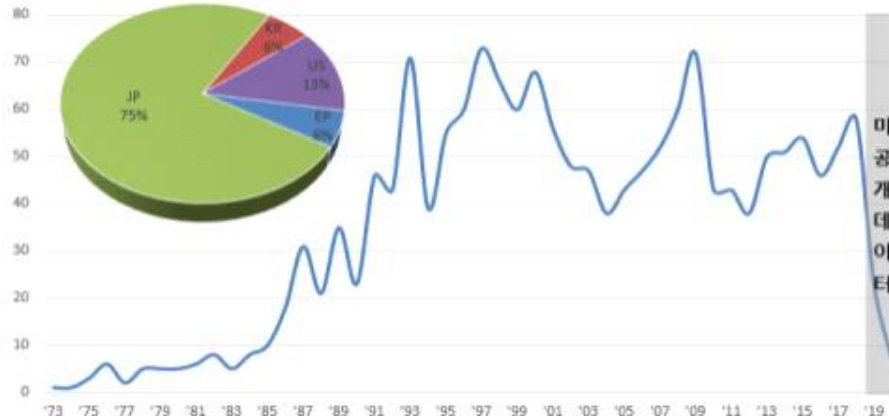
① **정량 분석**

㉠ **자세제어**

a. **연도별 출원 동향**

- 연도별 출원 동향을 살펴보면, 70년대 초반부터 출원되기 시작하였으며, 80년대 중반부터 출원이 증가하고, 90년대 후반부터는 출원수가 감소세를 보이다 2000년대 후반 및 2010년대 후반에 증가세를 보이고 있음
- 출원의 75%이상이 일본 출원으로 나타나고 있어, 일본이 주도적으로 기술개발을 하는 것으로 추정되며, 다음으로는 미국, 한국, 유럽 순으로 출원이 이뤄지고 있음

【 연도별 출원 현황 】



- 출원인 현황은 ISEKI, KUBOTA, YANMAR, MITSUBISHI, CNH, DEERE 순으로 나타나며, 일본 업체 주도로 출원이 이뤄지고 있음

b. 국가별 출원 동향

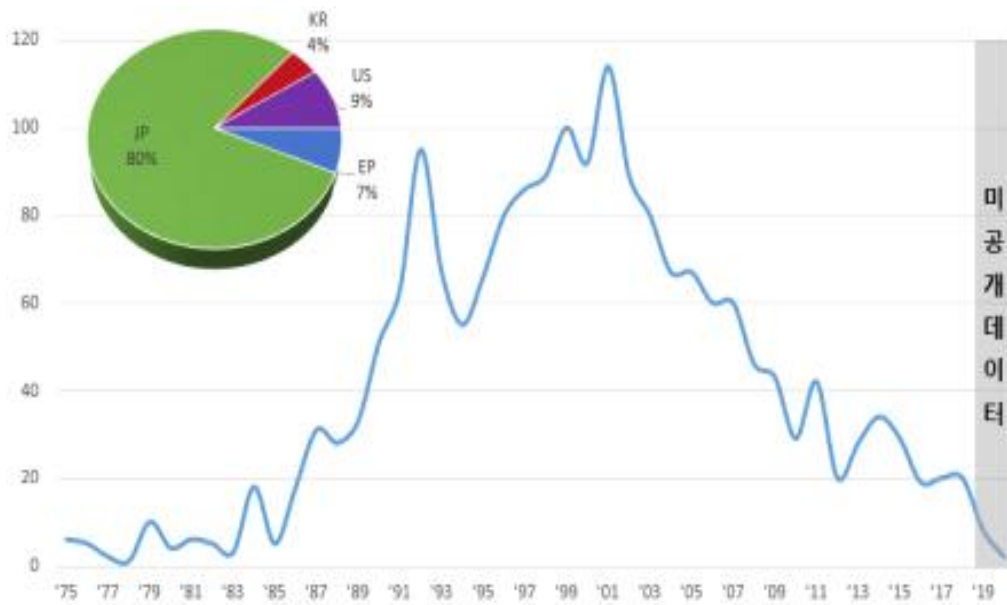
- 한국은 70년대 후반부터 출원이 이뤄지고 있으며, 2000년대 후반부터 증가세를 보이고 있으나, 연간 출원수가 10건 미만으로 적은 수의 출원이 이뤄지고 있음
- 출원인으로는 KUBOTA가 가장 많은 출원을 하고 있으며, ISEKI, 동양물산, LS MTRON 순으로 나타남
- 일본은 80년대 초반부터 출원이 시작되어 90년대 중반까지 꾸준한 증가세를 보이다 이 후부터 감소세를 보임
- 연평균 약 40여건의 출원으로, 타 국가 대비 가장 많은 출원을 하고 있음
- 출원인으로는 ISEKI가 가장 많은 출원을 하고 있으며, KUBOTA, YANMAR, MITSUBISHI 순으로 나타남
- 미국은 70년대 초반부터 출원이 시작되며, 2000년 중반부터 출원이 증되고 있음
- 출원인으로는 CNH가 가장 많은 출원을 하고 있으며, Deer, NEW HOLLAND 순으로 나타남
- 유럽은 80년대 초반부터 출원이 시작되며, 2000년 중반부터 현재까지 출원이 증가하고 있음
- 출원인으로는 CNH가 가장 많은 출원을 하고 있으며, DEERE, NEW HOLLAND, CLAAS 순으로 나타남

㉔ 크롤러 주행 구동

a. 연도별 출원 동향

- 연도별 출원 동향을 살펴보면, 70년대 중반부터 출원되기 시작하였으며, 80년대 중후반 부터 출원이 증가하여 2000년 초반에 가장 많을 출원이 이뤄졌으나, 이후 지속적으로 출 원이 감소하는 경향을 보임
- 출원의 80%가 일본 출원으로 나타나고 있으며, 다음으로는 미국, 유럽, 한국 순으로 나 타나고 있음

【 크롤러 주행 구동 연도별 출원 현황 】



- 출원인 현황은 ISEKI, YANMAR, KUBOTA, MITSUBISHI, CATERPILLAR 순으로 나타나며, 일본 업체 주도로 출원이 이뤄지고 있음

b. 국가별 출원 동향

- 한국은 70년대 후반부터 출원이 이뤄지고 있으며, 2010년대 중반까지 증가세를 보이고 있으나, 연간 출원수가 10건 미만으로 적은 수의 출원이 이뤄지고 있음
- 출원인으로는 KUBOTA가 가장 많은 출원을 하고 있으며, ISEKI, YANMAR 순으로 나타남
- 일본은 80년대 초반부터 출원이 시작되어 2000년대 초반까지 꾸준한 증가세를 보이다 이후부터 감소세를 보임
- 연평균 약 40여건의 출원으로, 타 국가 대비 가장 많은 출원을 하고 있음
- 출원인으로는 ISEKI가 가장 많은 출원을 하고 있으며, YANMAR, KUBOTA, MITSUBISHI 순으로 나타남
- 미국은 70년대 중반부터 출원이 시작되어, 2000년 초반에 출원이 증가되는 경향을 보이고 있는 것으로 나타났음
- 출원인으로는 CATERPILLAR가 가장 많은 출원을 하고 있으며, INT, YANMAR 순으로 나타남
- 유럽은 70년대 중반부터 출원이 시작되며, 90년 초반, 2000년 초반, 2010년 초반에는 출원이 증가한 경향을 보이고 있음
- 출원인으로는 CATERPILLAR가 가장 많은 출원을 하고 있으며, YANMAR, CLAAS 순으로 나타남

7. 차체프레임/크롤러 주행 구동부 Lay-out 설계 및 시제품 제작

- FULL-FEED(전투입) 콤바인은 일반 농가에서 논작업에 많이 활용되는 반투입 콤바인과 달리 논/밭에서 생육되는 다양한 작물에 범용성을 가지는 콤바인임.
- 콩의 경우 작물의 생육 특성으로 인해 이랑의 크기가 크고 두둑의 높이가 높기 때문에 좌/우 수평제어기능을 통한 작업이 필수적임.
- 또한, 작업 중 높낮이 고도가 조성된 지면에서 주행하며 작업되기 때문에 차체프레임의 강성 보강을 통해 내구성 확보가 필수적임.

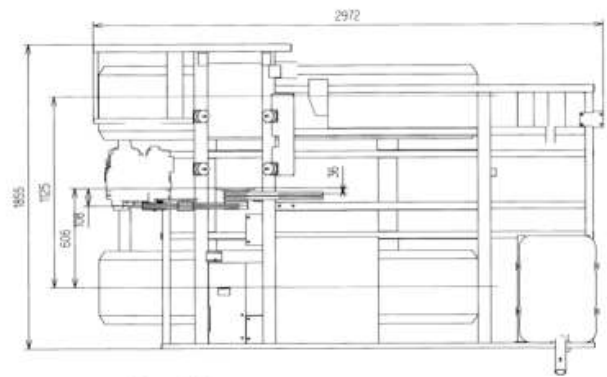
【 국내 콩 재배 양식 】

방식	두둑	파종 방식	이랑크기 (cm)	조간 (cm)	주간 (cm)	두둑
표준	1휴1열	점파 (1주2본)	30	60~70	15~20	有
	1휴2열	점파 (1주2본)	75	110	20~30	有
농가	1휴1열	점파 (1주2~4본)	30	60~90	15~30	有
	1휴2열	점파 (1주2~3본)	75	110	20~30	有

① 차체프레임 Lay-out 설계 및 시제품 제작

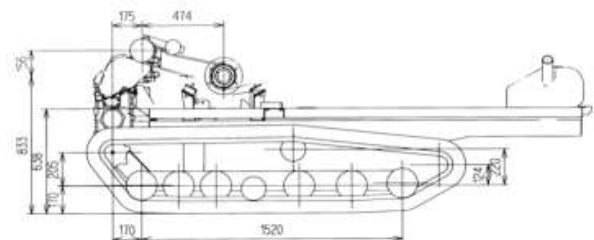
ㄱ. 차체프레임 Lay-out 설계

- 차체프레임은 콤바인의 작업이 이루어지는 대부분의 행정 모듈이 안착되는 시스템으로 Lay-out 구성을 위해 전체 외형치수와 주요 모듈 탑재 위치(예취부, T/M, 엔진 등)의 상대 관계를 고려하여 전체 위치를 구성하였음.



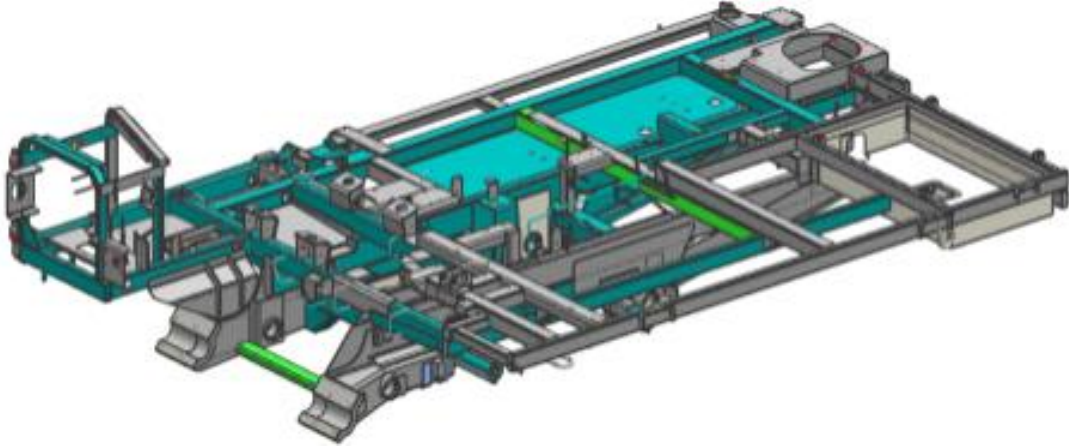
ㄴ. 차체프레임 3D설계 및 구조해석

- 차체프레임 3D설계 차체프레임 Lay-out 기준으로 탑재부 지지면 및 보강을 구성하고 수평제어 시스템 적용 시 발생하는 유압부품(벨브유닛 및 유압라인)과 기본 전장품 경로를 확보하여 3D 모델링을 구성함.



【 차체프레임 Lay-out 설계 】

【 차체프레임 3D 모델링 】



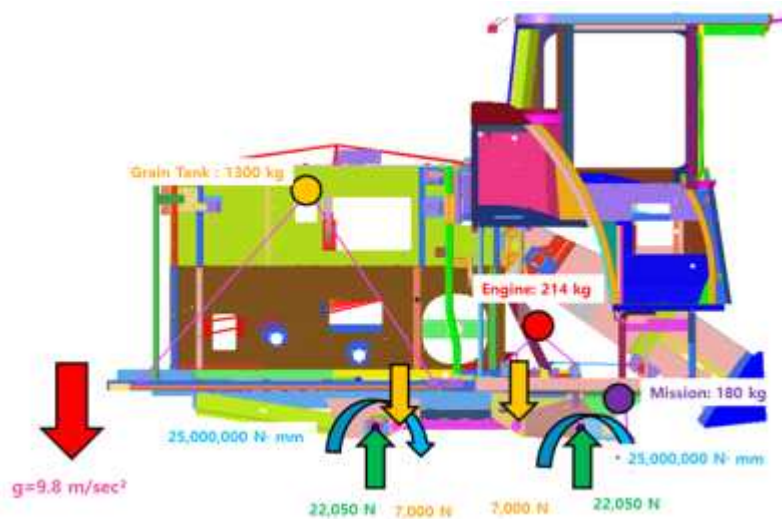
- 차체프레임 구조해석 : 차체프레임 모듈 안착 시 프레임에 가해지는 하중을 안전을 고려하여 Boundary condition 설정

1-1 주행 조건

기대 전체 무게 및 위치별 무게 발란스를 통한 경계 조건 선정

- 1) 하부 4 Point moment : 각 25,000,000 N-mm
- 2) 하부 4 Point 수직하중 : 각 22,050 N (Z Direction)
- 3) 궤도 지지부 4 Point 수직하중 : 각 -7,000 N (Z방향)

【 구조해석 경계조건 】



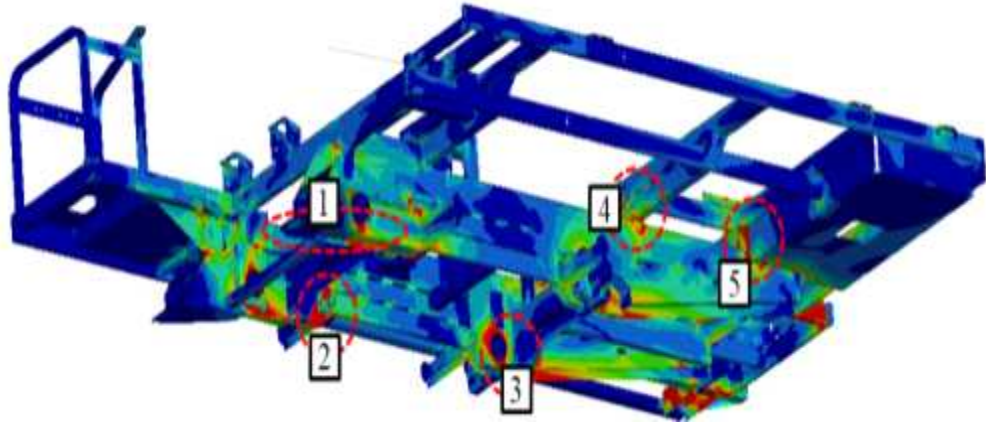
1-2 해석 결과

- 엔진부 및 탈곡시스템 안착 5 Point 파손 우려
- 해석 결과를 바탕으로 내부 응력 개선을 20% 향상을 목표로 개선 진행

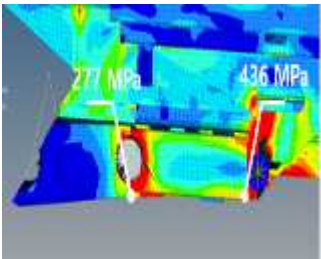
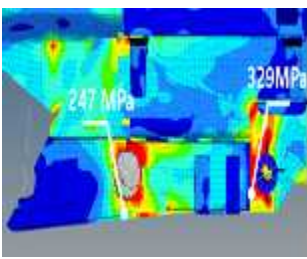
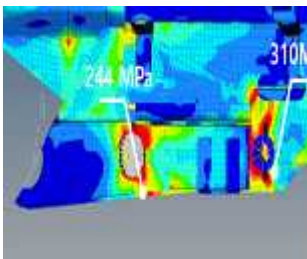
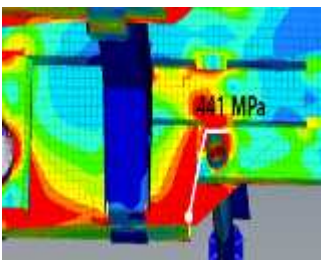
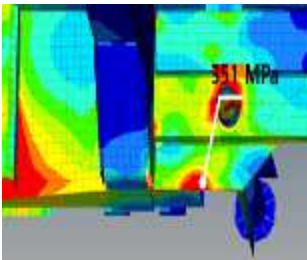
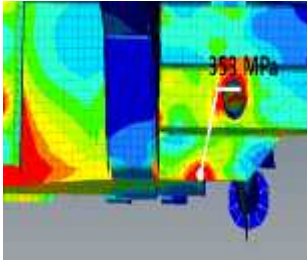
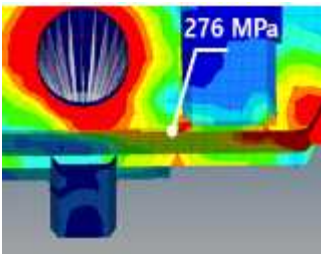
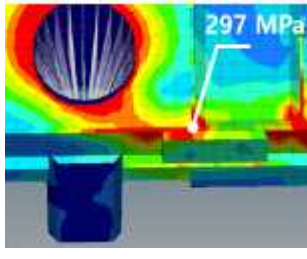
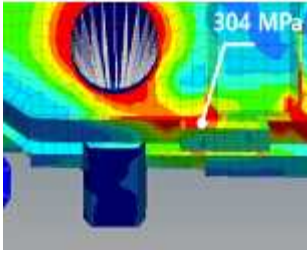
1-3 보강 위치별 응력 분포 개선결과

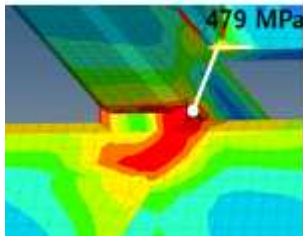
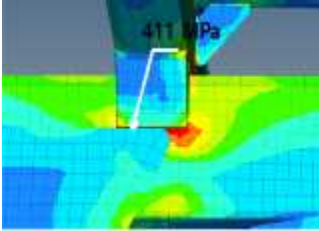
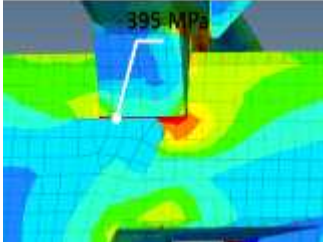
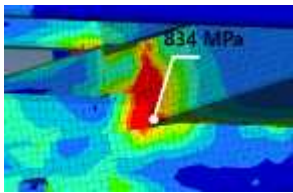
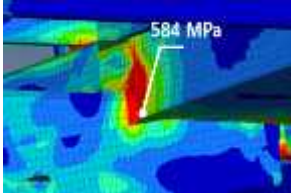
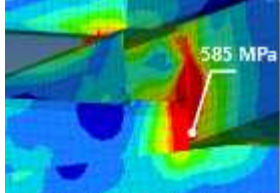
- 엔진부 및 탈곡시스템 안착 5 Point 파손 우려
- 해석 결과를 바탕으로 내부 응력 개선을 20% 향상을 목표로 개선 진행

【 차체프레임 해석 결과 】



*** 개선안을 근거하여 차체프레임 보강 및 구조 변경 진행

	기존안	개선안 1	개선안 2
Part 1			
	436 Mpa	329 Mpa (24.5% ↓)	310 Mpa (28.9% ↓)
	277 Mpa	247 Mpa (10.8 ↓)	244 Mpa (11.9 ↓)
Part 2			
	441 Mpa	351 Mpa (20.4% ↓)	353 Mpa (19.9% ↓)
	기존안	개선안 1	개선안 2
Part 3			
	276 Mpa	297 Mpa (7.6% ↑)	304 Mpa (10.1% ↑)
	기존안	개선안 1	개선안 2

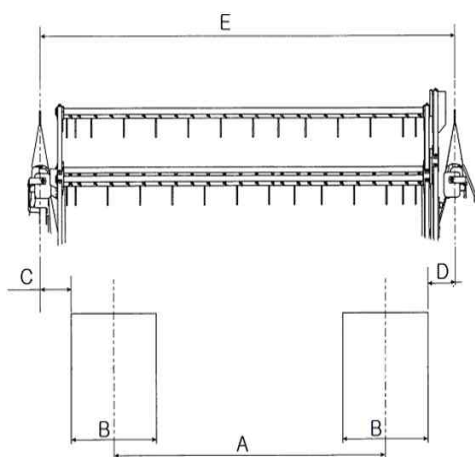
	기존안	개선안 1	개선안 2
Part 4			
	479 Mpa	411 Mpa (14.1% ↓)	395 Mpa (17.5% ↓)
	기존안	개선안 1	개선안 2
Part 5			
	834 Mpa	584 Mpa (29.9% ↓)	585 Mpa (29.8% ↓)

② 크롤러 구동 주행부 Lay-out 설계 및 요소품 상세설계 및 시제품 제작

ㄱ. 크롤러 구동 주행부 Lay-out 설계

- 콤바인의 작업지는 노반이 연약하거나 수분이 많은 습지에서 작업하기 때문에 주행부 크롤러형이 지배적으로 이용되고 있음. 습전 및 산지 비탈에서 작업 적응성 향상의 목적에 맞게 높은 주행 구조를 채택하였으며 접지면적과 최저 지상고 확보를 통해 다양한 노지환경 대응이 가능하도록 구성하였음.

【 주행부 크롤러 담대 관계 검토 】



		크롤러 담대 관계				
		A	B	C	D	E
B/M 기대	Kubota (PRO688)	1,150mm	450mm	376.5mm	23.5mm	2,000mm
	Mitsubishi (VCH650)	1,080mm	450mm	260mm	-90mm	1,700mm
특표차	Fullfeed Combine	1,125mm	450mm	436.3mm	-11.3mm	2,000mm

- HALF FEED 콤바인과 같이 중소형의 콤바인에는 고무제 트랙이 사용되고 FULL FEED 콤바인에서 예취폭 2m 이상의 대형 콤바인에는 강철제 트랙이 사용됨. 과제의 개발기대에는 예취폭 2m 이하의 소형 FULL FEED 콤바인이므로 고무제 트랙이 사용됨.

- 고무제 트랙은 STEEL CODED 위에 돌기가 붙은 평판형상의 심금에 고무로 피복한 것임. 트랙의 접지쪽은 돌기가 붙어 있고 안쪽은 탈륜을 방지하기 위하여 홈이 설치되어 있음. 지면의 요철이나 논두렁 진입 시 정속한 주행이 가능하고 트랙의 승/하차 시 요동이 적어 안전하게 이동 할 수 있도록 이퀄라이저를 설치함.

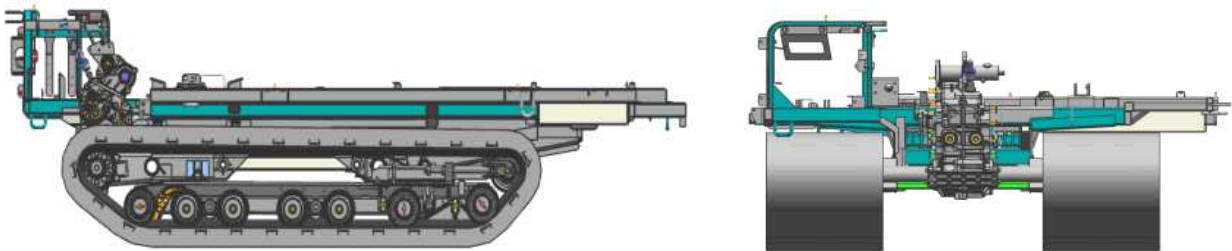
【 주행부 크롤러 담대 관계 검토 】

주행, 트랙 로울러 프레임

터널구조 및 높은 지상고



【 크롤러 주행부 Lay-out 설계 】



- 주행부의 구동은 엔진에서 나오는 동력을 T/M에서 수신하여 T/M모듈 차축에 연결된 크롤러 전방의 스프로킷이 구동하여 전체 구동이 이루어지는 방식을 채택함. 상기 내용을 종합하여 하기와 같은 크롤러 구동 주행부의 Lay-out 설계를 진행함.

ㄴ. 크롤러 구동 주행부 요소품 상세설계 및 시제품 제작

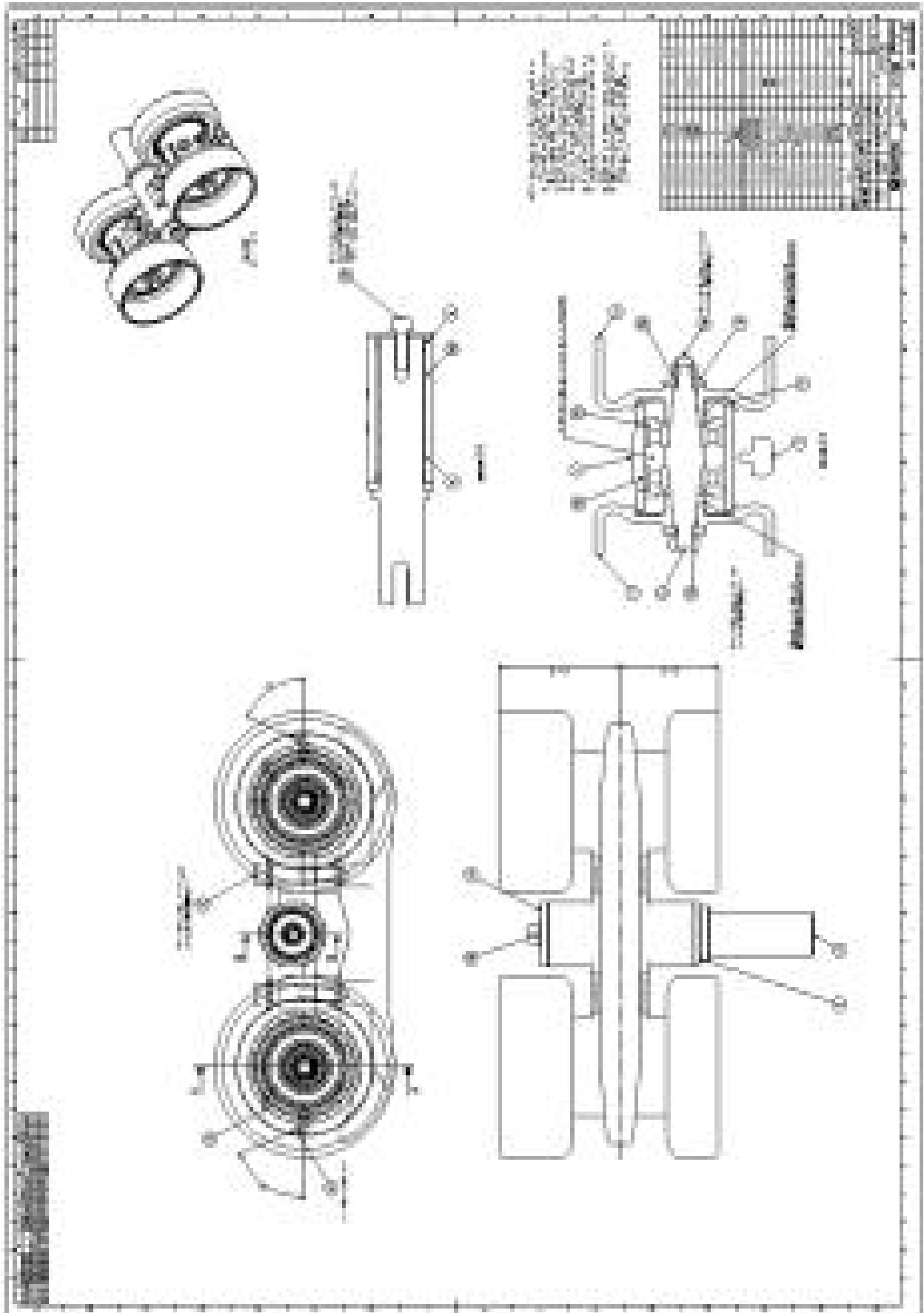
- 크롤러 구동 주행부 요소품(이퀄라이저) 3D 모델링
- 도랑의 높이가 높은 발작업에서 차체프레임과 크롤러 주행부의 뼈대가 되는 트랙프레임의 충격을 최소화 하기 위해서는 굴곡성 있는 지면에 따라 유연하게 위치 요동이 가능한 이퀄라이저 적용이 필수적임.
- 이퀄라이저의 경우 좌우 트랙프레임에 각 2개씩 구성함.

【 이퀄라이저 기대 구성 】



- 크롤러 구동 주행부 요소품(이퀄라이저) 상세설계(조합도 1종, 하위부품 9종) 및 시제품 제작

【 이퀄라이저 조합도 】

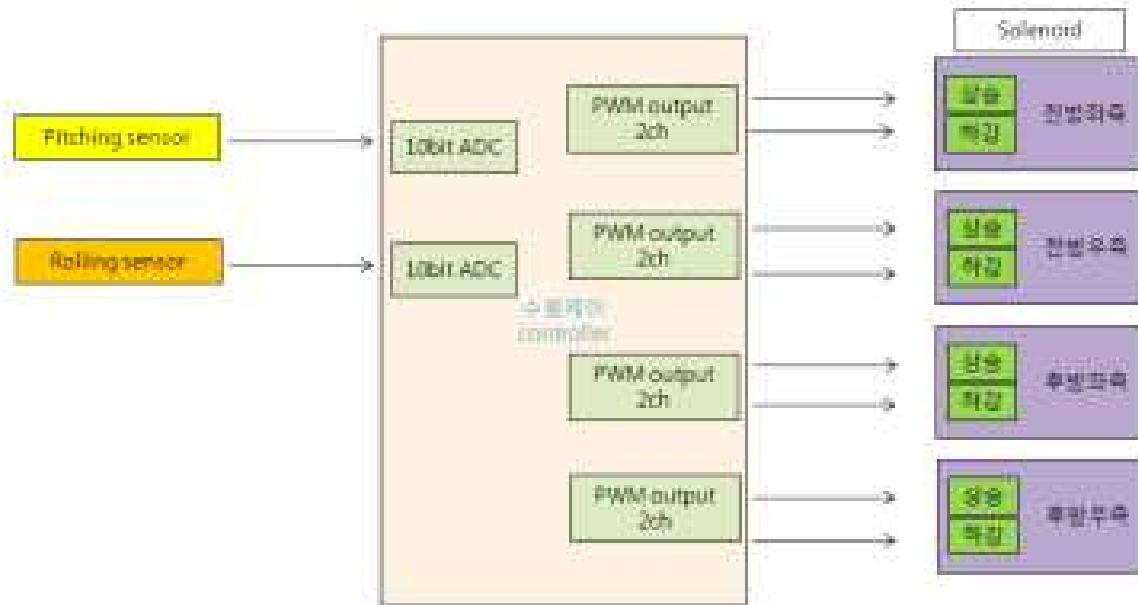


8. 좌우/전후 수평제어시스템 개발

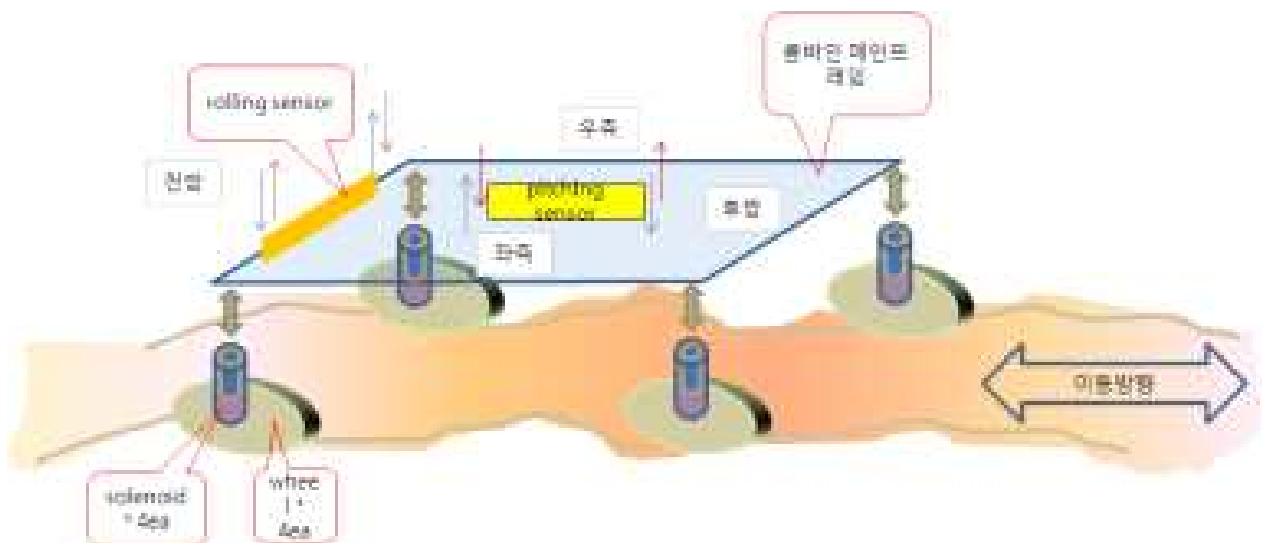
- 콩 재배조건은 위 언급한바와 같이 일반 반투입이 작업되는 논과 달리 두둑이 높게 형성된 노지를 대상으로 재배가 이루어지기 때문에 지면의 굴곡성에 대응하여 작물을 놓치지 않고 작업할 수 있는 수평제어시스템의 도입이 필수적임.
- 수평제어는 메인(차체)프레임에 스윙암을 구성하여 유압실 린더를 통해 차체의 승하강이 진행되는 방식을 채택하였음.

① 수평제어시스템 Lay-out설계 및 유압회로 구성

【 수평제어 시스템 구성도 】



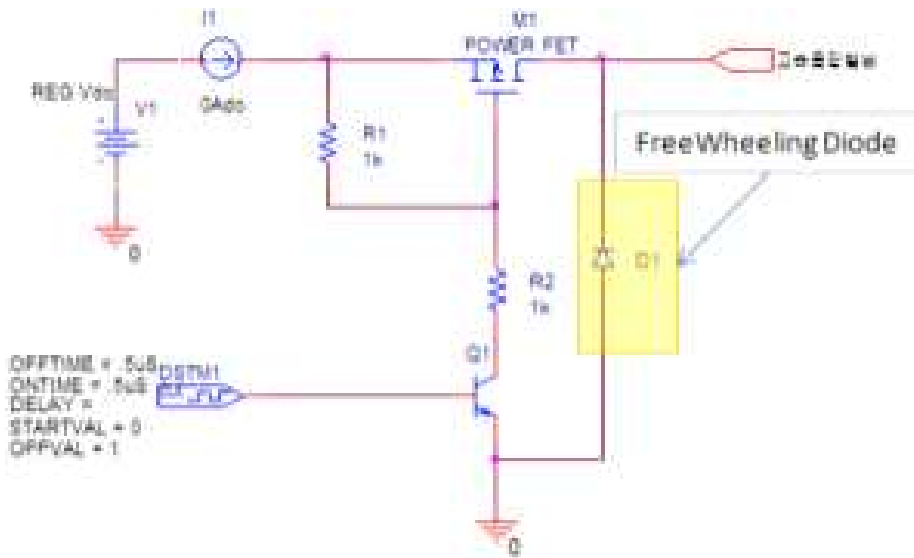
【 수평제어 시스템 블록다이어그램 】



7. 수평 승강용 제어 벨브 목표 수립

- 반응 속도 및 제어 정밀도 향상을 위해 PWM 제어가 가능하도록 설계함. 국외 선진사 PWM, DUTY 시험 분석을 통해 제어 주파수, PWM DUTY범위, 수동 제어 DUTY, 수평 제어 수렴 시간, 전후, 솔레노이드 특성, 상하 솔레노이드 특성 목표치를 수립함.

【 수평제어 시스템 블록다이어그램 】



【 PWM DUTY 시험 분석을 통한 개발 목표 】

	벤치마킹 기대	개발 CONCEPT	비 고
제어 주파수	50Hz(20ms)	100Hz(10ms)	
PWM DUTY 범위	43 ~ 83.5 %	가변 제어(최적화)	반응 가능한 최대치
수동 제어 DUTY	75% 고정	가변 제어(최적화)	충격 발생되지 않는 최대치 적용
수평제어 수렴 시간	4.1 sec이내	4.0sec 이내	

9. 선회반경 1.0m 주행 선회제어시스템 개발

- 발작물 재배지의 경우 논 경작지보다 경지 정리가 낮은 수준이고 산비탈과 같은 경사지 및 협소한 장소에서 재배되는 경우가 많음. 따라서 좁은 구간에서도 선회가 가능한 콤바인의 요구가 높으며, 신호에 따른 빠르고 정확한 선회능력이 콤바인의 작업능률과 직계되기 때문에 선회제어를 통한 작업 실현이 불가피함. 따라서 본 연구에서는 선회능력 향상을 위해 유압밧션과 주행 구동부 적용을 진행하였음.

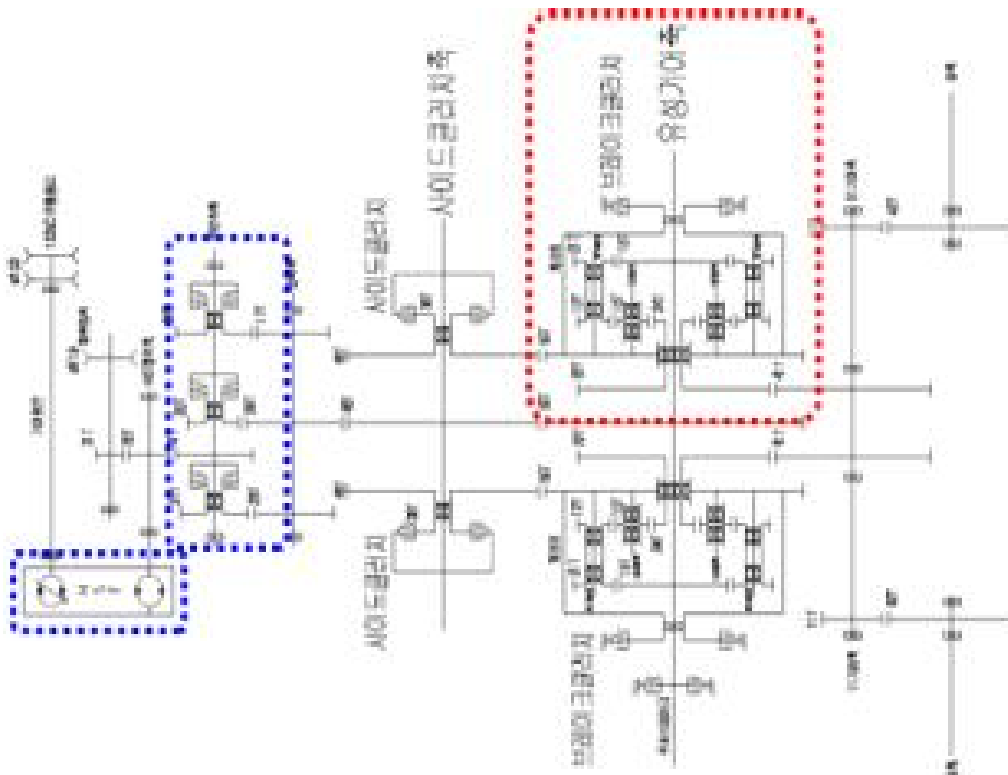
① 동력전달(밧션)장치 및 유압회로 Lay-out설계

ㄱ. 유압밧션조합 Lay-out구성도

- 기존 콤바인에 적용되던 브레이크턴, 브레이크+소프트턴 방식에서 브레이크+소프트+스핀턴 기능을 추가 적용하여 유압밧션 조합 Lay-out 구성

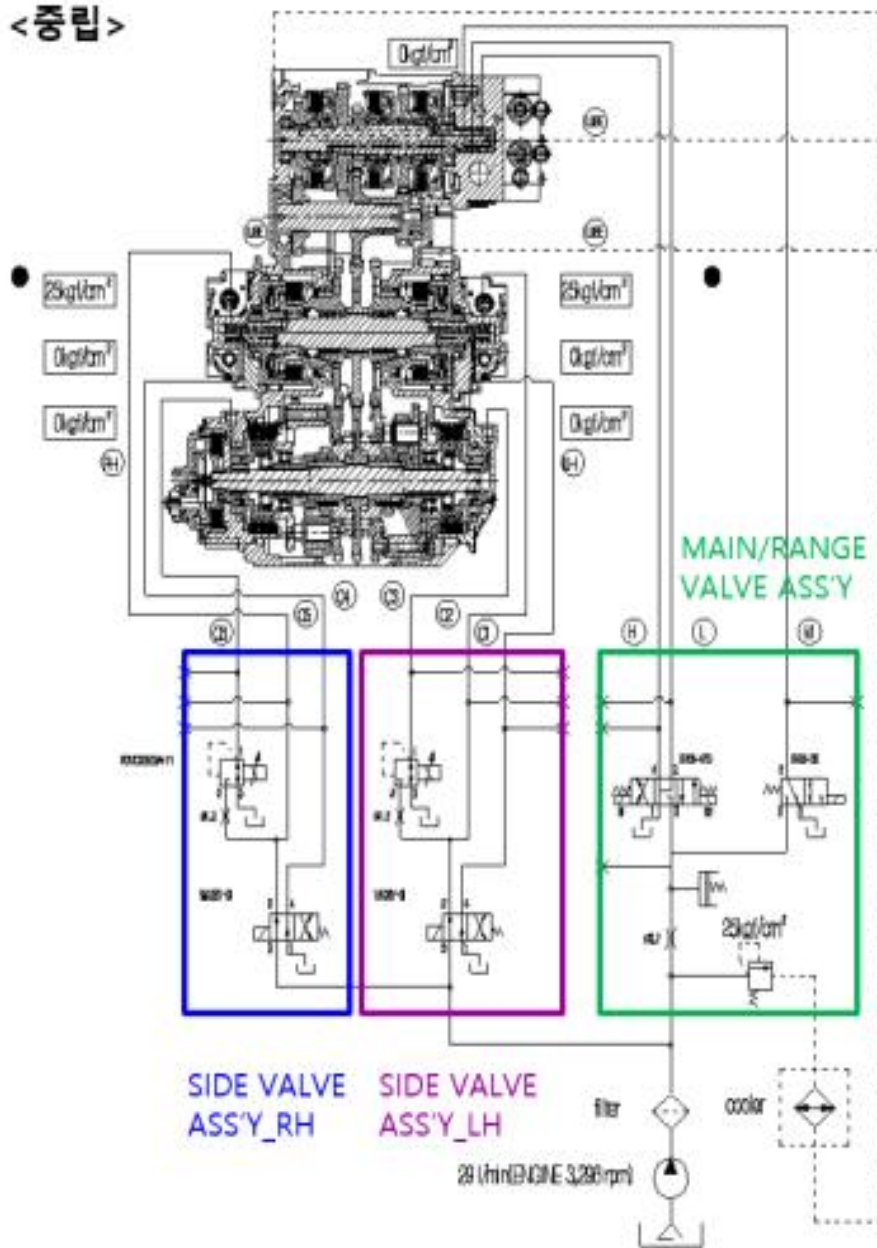
【 유압밧션조합 Lay-out구성도 】

항목	내용
선회구조	유성기어의 캐리어를 브레이크 클러치로 전자제어 Soft, Brake, Spin Turn으로 선회 반경 제어
변속단수 및 방식	기계식 3단(Constant-mesh) + HST
제어방식	조향 레버 각도에 따른 차축 회전수 제어



ㄴ. 유압회로 Lay-out구성

【 유압및션조합 유압회로 Lay-out구성 】



밸브명	구분	SOL. NO	허용유량 (L/MIN)	타입
MAIN/RANGE VALVE ASSY	M단 SOL.	SV-08-30 (HYDRAFOTCE)	15.1	ON/OFF
	L, H단 SOL.	SV-08-47D (HYDRAFOCE)	11.4	ON/OFF
SIDE VALVE ASSY (RH/LH)	SIDE CLUTCH SOL.	WK08Y-01 (HYDAC)	19	ON/OFF
	BRAKE CLUCH SOL.	PDMC05S30A-11 (HYDAC)	12	PROPORTIONAL

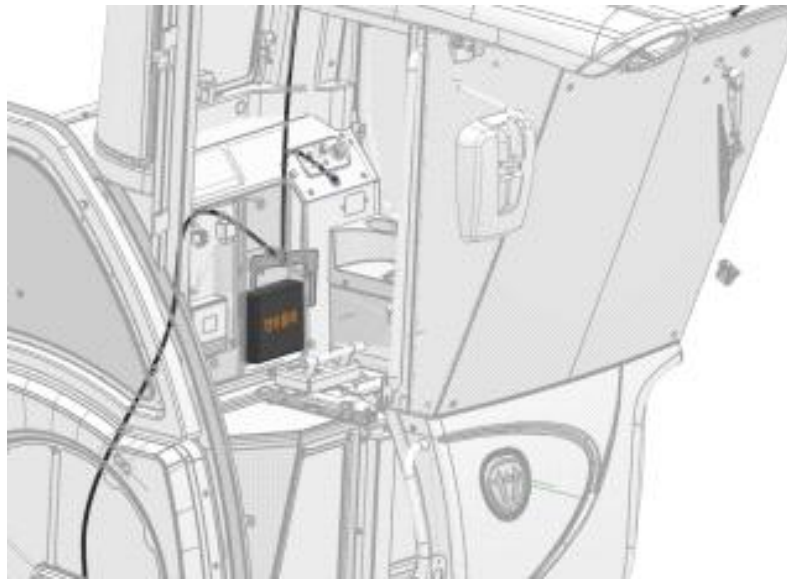
10. 자율주행시스템 본기 어플리케이션 개발

① 자율주행 모듈 본기 탑재부 Lay-out 설계

(1) 자율주행, 환경인식 컨트롤러 장착부 레이아웃 설계

- 컨트롤러 volume Lay-out Spec : LxWxH = 180x160x50 mm
- 컨트롤러 장착부 캐빈 내부

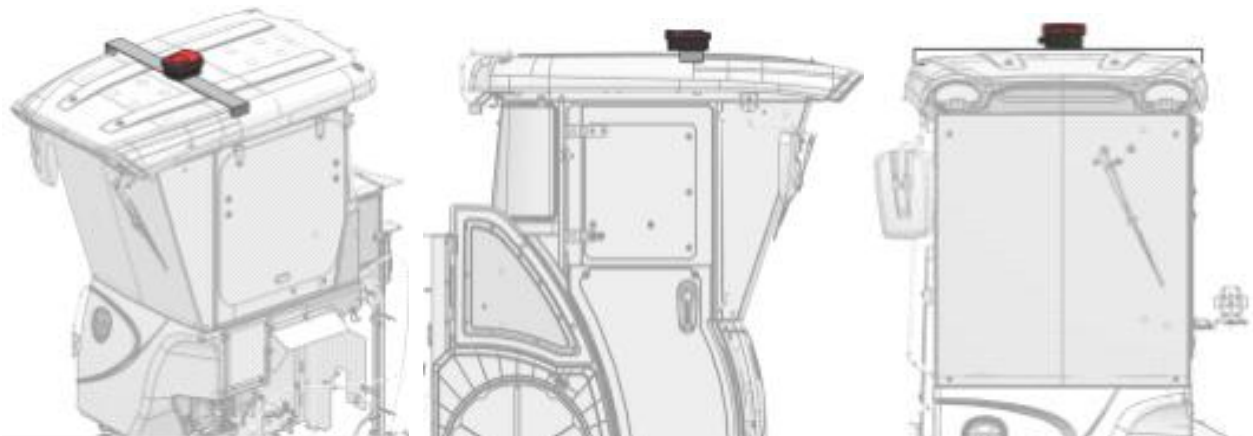
【 캐빈 내부 컨트롤러 Lay-out 배치 】



(2) GPS모듈 레이아웃 설계

- 캐빈 지붕부 GPS 장착

【 캐빈 지붕 GPS Lay-out 배치 】



11. 두류(콩) 대상 콤바인의 연구 및 특허 기초 자료 수집 및 분석

- 두류(콩) 대상 콤바인의 탈곡 및 수확 등 성능에 관한 주요 국내논문을 분석함
 - 주요 국내논문은 색인어(콤바인; 탈곡; 탈곡기; 탈곡부; 수확; 수확기; 수확부; 선별; 선별기; 선별부; 콩; 두류)를 통해 검색, 수집하였으며 핵심내용 구분을 위주로 각 논문의 실험 목적 및 방법, 결과를 분석함
 - 두류(콩) 대상 콤바인의 주요 국내논문은 탈곡 및 예취, 선별 등 작업 성능 및 효율에 관한 내용과 대상 작물의 주요 물리적 특성을 분석하는 내용이 대부분을 차지함

【 두류(콩) 대상 콤바인의 주요 국내논문 】

구분	핵심내용	논문명 (저자 및 게재년도)
1	탈곡부	콤바인 탈곡치 배열의 설계이론 (정창주 외, 1992)
2	탈곡부	줄봉형 탈곡기의 탈곡장치에 관한 연구 (박금주 외, 1993)
3	탈곡부	콩 탈곡손상 절감을 위한 콩 탈곡 개발 (조용진 외, 2010)
4	탈곡부	저비용 고효율 소형 콩 수확·탈곡기 개발 (이규승 외, 2011)
5	탈곡부	독립구동방식의 콩 탈곡기 시스템 개발 (장봉춘 외, 2013)
6	예취부/탈곡부	콤바인 예취부의 고장요인이 예취날의 평균 속도, 반송 두께, 탈곡통의 회전 속도에 미치는 영향 (김용주 외, 2007)
7	작업성능	시험용 수집형 두류 수확기의 나물 콩 수확성능 (최영수 외, 2017)
8	작물 특성	콩 꼬투리 제거비율에 따른 생육 및 건물중 특성의 변이 (배진우 외, 2018))

○ (국내논문 1) 시험용 수집형 두류 수확기의 나물 콩 수확성능 (최영수 외, 2017)

- 시험용 수집형 자주식 두류 수확기를 설계·제작하여 예취·건조된 나물 콩을 대상으로 수확작업 성능을 파악함
- 수확시험은 수확기의 엔진 회전속도 2,000, 2,400, 2,800 rpm, 작업속도 0.6, 1.0, 1.4 m/s의 설정에 따라 수집 손실비율, 배진 손실비율 등 수확손실과 수확된 곡물 품질로서 완전립비율, 손상립 비율, 미탈곡립 비율, 이물질 비율을 분석하였으며, 그 외 수확된 나물 콩의 발아세와 발아율, 작물 재배 폭과 작업속도를 고려한 작업능률을 조사·분석함
- 시험기는 운전조건이 엔진 회전속도 2,800 rpm, 작업속도 1.0 m/s일 때 가장 좋은 작업 성능을 보인 것으로 판단됨, 이 때 수집 손실비율 약 2.7%, 배진 손실비율 약 0.5%, 총 손실비율 약 3.1%, 완전립 비율 약 99.3%, 손상립 비율 약 0.2%, 미탈곡립 비율 약 0.0%, 이물질 비율 약 0.2%의 작업 성능과 수확된 나물 콩의 발아세, 발아율은 약 100%, 71.7%를 보여 국외 보통형 콤바인 보다 곡물 손실이 적고, 수확 곡물의 품질도 높아 우수한 작업 성능을 보인 것으로 나타남. 또한 시험기는 나물 콩의 수확시험 조건이 불량한 상태에서도 재배 폭이 약 2 m인 3조 예취·건조 나물 콩을 약 1.0 m/s의 작업속도로 수집·탈곡할 수 있어서 유효포장작업능률은 약 50 a/h 정도일 것으로 판단됨

○ (국내논문 2) 독립구동방식의 콩 탈곡기 시스템 개발 (장봉춘 외, 2013)

- 본 연구는 무한궤도와 엔진 및 유압장치를 두어서 독립적으로 구동할 수 있는 탈곡기를 3차원 설계 후 시제품을 제작하는 데 목적을 둠
- 탈곡기의 기능을 충실히 수행하기 위해서 탈곡통에 칼날을 나선형으로 배치하여 탈곡성능이 향상되게 함. 또한 뒤쪽에 배출구를 두어서 잔여 부산물들이 적재되는 기존의 탈곡기 문제를 해결함
- 부산물들이 콩과 섞여서 배출되지 않게 하려고 경사진 벨트를 내부에 두어 부산물들만 직접 송풍하도록 설계함
- 완전히 정선된 콩만이 스크류 축을 통해서 통에 적재되면 송풍 팬을 통해 배출관 파이프를 따라 이동하여 최종적으로 포장자루에 바로 담을 수 있도록 편의성을 고려하여 설계함

○ (국내논문 3) 콤바인 탈곡치 배열의 설계이론 (정창주 외, 1992)

- 본 연구의 목적은 지탈형 콤바인의 예취줄수와 작업속도의 상승적으로 표현되는 작업능률의 다양한 변화를 수용할 수 있는 탈곡부의 설계이론을 개발하는데 있음
- 탈곡부의 주요 설계요인으로는 탈곡통의 치수, 탈곡치 배열선의 진입각, 배열 선상에서의 탈곡치 간의 거리, 공급체인의 속도, 배열선의 수, 탈곡치의 총수 등을 고려하였음
- 이들 변수 상호 간의 유도된 이론식을 적용하여 탈곡통과 탈곡치 배열의 설계를 위한 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램을 개발하였으며, 기존의 상이한 용량의 콤바인을 대상으로 분석한 여러 설계치를 적용하여 설계 시뮬레이션을 한 결과를 예시하였음
- 여기에서 개발한 설계이론은 기존 콤바인에 대한 설계와 잘 부합되었으며, 따라서 여러 가지 능률이 다른 콤바인의 설계에 대한 기본 자료로 이용할 수 있을 것임

○ (국내논문 4) 콩 탈곡손상 절감을 위한 콩 탈곡 개발 (조용진 외, 2010)

- 본 연구는 재래식 타작에 비해 콩 타작 피해를 줄일 수 있는 콩 타작기를 개발하기 위해 실시됨. 지름 480 mm와 384 mm의 타작 실린더와 반지름 60 mm의 1/4 디스크 펙을 가진 타작 실린더를 개발하여 시제품 타작기에 부착함. II형 타작용 페그와 같은 직경이 양끝에 480 mm인 타작 실린더를 가지고 있는 재래식 타작기를 비교시험에 이용함
- 선유공과 청자공을 이용한 비교 성능 테스트가 잇따라 실시됨. 흰색이어서 주로 된장과 간장에 쓰이는 선유공의 경우 제조사가 권장하는 실린더 속도를 330~360 rpm으로 시제품의 손상 콩 비율이 2~3%에 달함
- 기존 탈곡기의 손상된 콩의 비율은 같은 범위의 실린더 속도에 대해 3~4%로 나타남
- 검정색 청자공은 보통 흰콩에 비해 손상비율이 높기 때문에 제조사가 250~300 rpm의 원통속도를 권장해 손상비율을 낮춤. 이 정도의 실린더 속도의 경우 시제품의 손상비율은 1.3~1.4%로 기존 타작기의 손상비율은 2.7~6.1%로 나타남. 따라서 프로토타입은 기존의 타작기에 비해 파손비 1.5~5.0%를 줄일 수 있음

- 시제품은 원통속도의 최적범위에서 선유콩의 불순콩비율이 0.4%로 기존 탈곡기의 경우 0.87%로 나타남. 청자콩의 경우 원형과 재래식 탈곡기 모두 껍질 없는 콩의 비율이 4.0%로 거의 같음. 청자콩에 비해 선유콩에 대한 미건조 콩비율이 높은 것은 권장량보다 훨씬 높은 29.11%의 높은 종자수분 함량 때문임

○ (국내논문 5) 콤바인 예취부의 고장요인이 예취날의 평균 속도, 반송 두께, 탈곡통의 회전 속도에 미치는 영향 (김용주 외, 2007)

- 본 연구의 목적은 수확작업 시 콤바인 주요 부위인 칼날의 평균 절단속도, 반송 두께, 탈곡통의 회전속도를 감지할 수 있는 계측 시스템을 개발하여 예취부 작업속도, 인기러그의 상태, 칼날부의 상태가 각각의 주요 부위에 미치는 영향을 구명하는데 있음
- 칼날의 평균 절단속도는 0.81~0.85 m/s의 범위를 보이고 있으며, 평균 0.84 m/s, 표준편차 0.03 m/s로 측정되어 수확작업 중 칼날의 평균 절단속도의 측정이 가능함을 알 수 있음
- 반송 두께는 4.95~5.21 cm로 나타났으며, 평균 5.12cm 표준편차 0.14로 수확작업 시 반송 두께가 일정한 범위를 유지하고 있음을 알 수 있음
- 탈곡부 투입 두께를 이용하여 반송 두께를 환산한 결과, 실제 반송 두께와 유사한 변화를 보이고 있어 탈곡부 투입 두께로 반송 두께의 실시간 측정이 가능함을 알 수 있음
- 탈곡통의 회전속도는 501~508 rpm의 범위를 보이고 있으며, 평균 509 rpm, 표준편차 4.51 rpm 으로 수확작업 시 투입되는 벼에 의한 부하증가로 실험 시 설정한 520 rpm 보다 다소 낮게 측정되고 있음을 알 수 있음

○ (국내논문 6) 콩 꼬투리 제거비율에 따른 생육 및 건물중 특성의 변이 (배진우 외, 2018)

- 대원콩과 풍산나물콩 모두 종실비대시 콩 꼬투리 제거가 생육특성에 영향을 미치지 않는 않지만, 제거 비율이 높아질수록 성숙기가 지연됨
- 콩 꼬투리 제거 비율이 높아짐에 따라 종실 무게도 증가하였는데 꼬투리의 제거비율이 대원콩은 20%, 풍산나물콩은 30% 이상일 경우에는 차이가 없음
- 꼬투리 제거비율이 높아질수록 잎과 줄기의 건물중이 증가하였는데, 이는 종자에 축적되어야 할 잉여 동화 산물이 잎과 줄기에 축적된 결과로 보여짐
- Sink/source 감소폭은 대원콩 20% 제거 시 0.18, 풍산나물콩 30% 제거 시 0.42로 이전 처리구에 비해 크게 감소하였기 때문에 잎과 줄기의 성숙이 불리할 것으로 판단됨

○ (국내논문 7) 저비용 고효율 소형 콩 수확·탈곡기 개발 (이규승 외, 2011)

- 본 연구의 목적은 콩 생산 경쟁력 향상과 국산 콩 생산성 제고 및 수확 후 처리과정에서의 손상을 경감하기 위한 저비용 고효율 소형 콩 수확 탈곡기 개발임
- 시작기의 콩 예취율은 콩의 자세가 직립에 가까울수록 예취 및 이송상태가 양호한 것으로 낮으며, 콩의 도복 상태가 콩을 예취하는데 큰 영향을 미치는 것으로 나타남
- 콩의 도복각이 30°에서는 예취작업이 안되었고 45°에서는 예취는 가능하나, 이송 중 콩 줄기가 이송벨트에 걸림

- 또한 이송벨트에서 이송된 콩은 배출 시 줄기가 이송벨트의 회전축에 감기는 현상이 발생하여 이송벨트 배출 부분의 구조적 개선이 요구되었으며 예취날의 동력축이 콩 줄기의 이송을 막아 이송이 원활하지 못하였고 일부 정체되어 이송이 안됨

○ (국내논문 8) **줄봉형 탈곡기의 탈곡장치에 관한 연구 (박금주 외, 1993)**

- 본 연구는 줄봉형 탈곡기 내에서 탈곡작용이 수행되는 동안의 과정을 역학적으로 해석하기 위하여 수행됨, 이를 위하여 실험용 줄봉형 탈곡기를 제작하고 탈곡이 진행되는 동안 탈곡실 내에서 작물의 탈곡과정을 역학적으로 분석함
- 탈곡작업 중 작물에 작용하는 힘들을 측정하기 위한 변환기를 제작하고 계측 시스템을 구성함, 줄봉 및 탈곡망 변환기의 측정센터를 축도 설정함
- 탈곡작업 중 탈곡실 내에서 작물에 작용하는 충격력, 압축력, 마찰력 및 작물의 이동 가속도, 출구 속도 등을 측정 분석함
- 줄봉 변환기와 탈곡망 변환기의 축도설정을 하기 위하여 만능재료 시험기를 사용하여 힘을 단계별로 가하였으며, 스트레인 게이지 센서회로의 출력은 데이터 수집장치를 통하여 컴퓨터에 입력함. 줄봉 변환기의 축도설정 결과는 $R^2=0.999$ 의 선형 직선으로 나타남
- 탈곡망 변환기의 축도설정은 변환기에 원주력 및 압축력을 각각 가하여 스트레인 게이지 센서회로의 출력을 얻음, 탈곡망 변환기에 작용하는 힘의 원주력과 압축력 성분은 변환기의 출력과 축도설정 결과를 이용하여 연립방정식을 유도하고 그 해를 구하여 각 성분의 값을 산출함
- 탈곡작업 시 줄봉 변환기와 탈곡망 변화기를 통하여 충격력 원주방향 마찰력, 압축력을 측정 하였으나 변환기가 가지고 있는 탄성의 특성 때문에 순간의 정확한 하중을 측정할 수는 없었으나 최대 작용력 및 시간에 따른 하중의 분포상태 등을 측정할 수 있었음
- 탈곡실 입구 측에서 탈곡망과 작물 사이의 마찰계수는 0.61의 값을 갖는 것으로 나타났으며, 탈곡실 내에서 작물의 평균 이송 가속도는 $70.6\sim 140.8 \text{ m/s}^2$ 이고 출구 측의 속도는 $10.7\sim 15.0 \text{ m/s}$ 이었으며, 압축비가 클수록 속도와 가속도가 증가하는 것으로 나타남

□ **두류(콩) 대상 콤바인의 탈곡 및 수확 등 성능에 관한 주요 국외논문을 분석함**

- 주요 국외논문은 색인어(Combine; Combine harvester; Harvester; Threshing; Thresher; Threshing unit; Harvest; Harvesting; Harvesting unit; Sort; Sorter; Sorting unit; Soybean; Legume)를 통해 검색, 수집하였으며 핵심내용 구분을 위주로 주요 이론적 배경 및 해석 방법 등을 분석함
- 두류(콩) 대상 콤바인 관련 논문의 경우, 대상 작물인 콩의 물리적 특성 분석 뿐만 아니라, 이를 대상으로 한 기계 시스템의 이론적 해석과 이를 통한 시뮬레이션 결과 간 비교 논문이 다수를 차지함

【 두류(콩) 대상 콤바인의 주요 국외논문 】

구분	핵심내용	논문명 (저자 및 게재년도)
1	탈곡부	A Modified Threshing Unit for Soya Beans (A.C. Ukatu, 2006)
2	탈곡부	Evaluation of a soybean threshing machine for small scale farmers (T. A. Adekanye et al., 2016)
3	작물특성	Mass Volume Area Related and Mechanical Properties of Soybean as a Function of Moisture and Variety (T.Y. Tunde-Akintunde et al., 2007)
4	작물특성	Physical and mechanical properties of soybean (H. Kibar & T. Ozturk, 2008)
5	작물특성	Mechanical properties of soybean pod as a function of moisture content and energy (M. Azadbakht et al., 2012)
6	작물특성	Determination of some physical and mechanical properties of soybean and maize in relation to planter design (B. O. Soyoye et al., 2018)

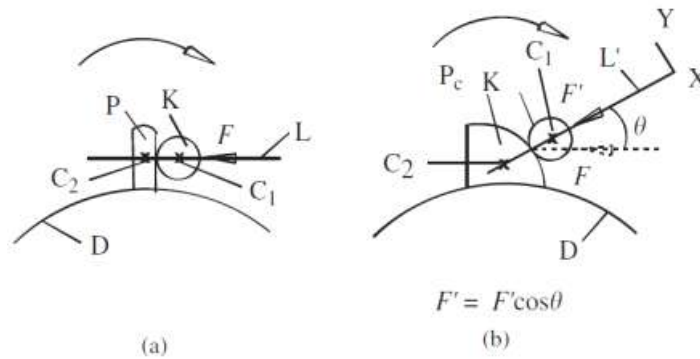
○ (국외논문 1) A Modified Threshing Unit for Soya Beans (A.C. Ukatu, 2006)

(2.1. Literature review)

- 대두는 8.7-25.0% d.b.의 수분 범위에서 타작 할 수 있음, Deshpande et al. (1993)은 이 수분 범위에서 콩의 길이는 6.32-6.75 mm, 너비는 5.33-5.55 mm, 두께는 3.99-4.45 mm 범위라고 보고함
- 탈곡기는 콤바인 수확기의 성능을 결정하는 데 중요한 역할을 함(Vejasit & Salokhe, 2005), 안정적인 작동을 위해 Peg-tooth 드럼 탈곡기에 대해 수분 함량이 14.3-22.8%인 대두에 대해 600-700 min⁻¹의 로터 속도 범위를 권장함, 그리고 그러한 탈곡기에 대해 141.8-214.2 kg/h의 출력 용량을 보고함
- UACES (2004)는 많은 tooth-peg 탈곡기에서 곡물 손상이 약 4% 정도로 높았으며 작물 수분 함량에 따라 600-750 min⁻¹의 속도 범위를 권장한다고 보고함
- Mesquita & Hanna (1995)는 대부분의 탈곡부가 전체 작물이 접선으로 공급되는 실린더와 선별망(Concave) 시스템을 사용한다고 보고함, 이전 연구들에 의해 전체 작물을 처리하는 드럼 및 선별망(Concave) 탈곡 시스템(spiked drum과 rasp bar types)이 유리한 것으로 입증됨(Majumdar, 1985; Bartsch et al., 1986; Khan, 1990)

(3.1. The theories of direct, oblique and eccentric impacts)

- 두 물체가 충돌하면서 접촉하는 지점의 공통 법선을 접촉선이라고 함 (Hughes, 1985), 충돌체의 질량 중심 C₁과 C₂가 접촉 선에 있다고 가정함, 기존(직선) 탈곡기 급치 P가 콩 알갱이 K에 미치는 영향을 보여줌, 급치가 수직으로 배치되면 접촉선 L은 수평이 되고 충격력 F가 이 선을 따라 작용함, 이것은 직접적인 중앙 충격의 경우임



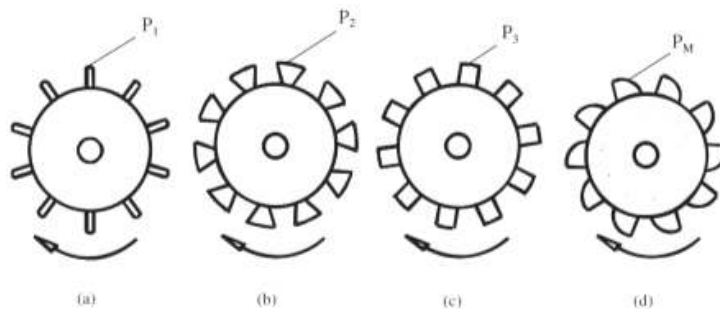
(a) 직접 및 (b) 사선 충격의 원리 (F , impact force of straight peg P on soya bean kernel K ; L , L_0 , lines of impact; F' , impact force of curved peg P_c on soya bean kernel; θ , angle of deviation of F' ; C_1 , C_2 , mass centres of impacting bodies; D , thresher drum)

- 곡면의 급치 P_c 또한 수직으로 배치됨, 곡률로 인해 접촉선 L' 은 각도 θ 에서 수평으로 기울어짐, 수평력 F 가 곡면 상태에 대한 충격력은 L' 을 따라 F' 로 구성됨, 이것은 사선 중심 충격의 경우임, 충격선이 X 방향으로 선택되면, 충격력은 다음과 같음

$$F' = F \cos \theta \quad (1)$$

where, F' is the force of impact of the curved surface.

- 이는 기존 급치와 동일한 속도에서 충격력이 적고 알맹이의 손상이 적다는 것을 의미함, 급치 표면의 곡률은 사분면 호의 곡률임, 따라서 다른 물체와 충돌하는 동안 접촉 선은 질량 중심을 통과함, 편심충격(질량 중심이 충격 선에 있지 않을 때)의 가능성은 배제함
- 탈곡기 로터의 가장 일반적인 형상은 P_1 , P_2 및 P_3 의 급치와 같으며, 모두 직접 충격 원리를 사용함, 곡면 표면이 있는 수정된 급치 P_M 의 로터임



로터 급치의 형상 : (a) rod pegs (P_1); (b) dovetail pegs (P_2); (c) rectangular pegs (P_3); and (d) disc (modified) pegs (P_M)

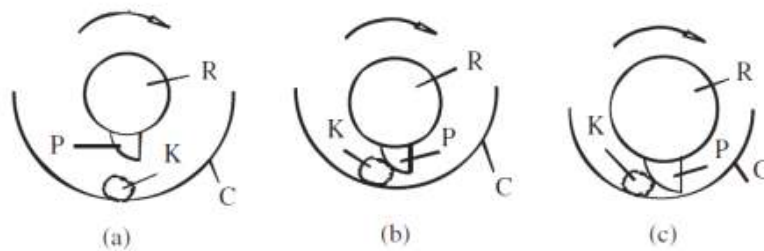
(3.2. The effects of thresher rotor velocity)

- 콩 탈곡 중 꼬투리는 주로 탈곡기 로터 pegs 혹은 beater의 충격력에 의해 쪼개짐, 탈곡부의 총 에너지의 일부인 충격에 필요한 운동 에너지는 다음 관계식으로 주어짐

$$E = mv^2/2 \quad (2)$$

where, E is the kinetic energy in J; m is the mass of the impacting device in kg; and v is the velocity of the impacting device in m/s.

- 높은 속도는 높은 K 값의 결과로 어느 시점에서 콩이 깨짐, Baruah and Panesar (2005b)에 의하면 탈곡은 주요 에너지 소비 과정 중 하나이기 때문에 기존 탈곡부의 충격속도 감소는 콩 손상 뿐만 아니라 에너지 입력도 감소시킴
- (3.3. Clearance between the peg tip and the concave)
- 로터가 회전할 때를 고려하면, 선별망(Concave)를 따라 바깥쪽으로 원심력이 발생하며, 이 힘은 다음 식에 의해 주어짐



급치(Peg tip)와 선별망(Concave) 간격의 효과; P, peg; K, soya bean kernel; R, thresher rotor; C, concave: (a) excess clearance; (b) clearance condition; (c) appropriate for kernel crushing clearance

$$F = mr\omega^2$$

(3) where: F_c is the centrifugal force in N; m is the mass of rotor in kg; r is the radius of the circle formed by the tip of the peg at rotor rotation in m; and ω is the angular velocity of the rotor in rad/s.

- 힘 F_c 는 급치가 선별망(Concave) 내부에서 작물을 끌기 때문에 급치 끝을 통해 작물을 압축시킴
- 로터가 작동 중일 때 콩 K에 대한 급치 P의 작용을 보여줌, 급치의 끝과 선별망 사이의 간격은 급치와 선별망 사이의 콩이 급치에 의한 압축 효과가 뚜렷하지 않을 정도임, 이는 일부 작물이 충격력을 받지 못하여 타작되지 않을 수 있다는 것임
- 더 많은 작물이 충격력에 노출되기 때문에 탈곡 효율이 높음, 간격은 아주 작은 콩만 통과하고 큰 콩은 통과하지 않음, 중간 크기의 콩은 부서지거나 깨짐
- 간격은 Deshpande et al. (1993)에 의해 보고된 바와 같이 8.7-25.0% d.b의 콩 함수율 범위에서 약 3.99 mm인 최소 콩 낱알 두께보다 작음
- 이 구성은 작물을 급치의 충격력에 최대한 노출시켜 급치 끝으로 콩을 분쇄할 공간이 거의 없거나 전혀 없음을 통해 더 많은 탈곡 효율성을 달성함

(3.4. Expressions for some of the terms used for threshers)

(i) Throughput capacity C_t in kg/h, is given by

$$C_t = Q_{mf} / T \quad (4)$$

where: Q_{mf} is the quantity of crop materials fed into the machine in kg; and T is the feed time, in h.

(ii) Output capacity O_c in kg/h is expressed as

$$O_c = (Q_b + Q_c + Q_{nd}) / t \quad (5)$$

where: Q_b is the quantity of seeds broken in kg; Q_c is the quantity of seeds cracked in kg; and Q_{nd} is the quantity of seeds not dented in kg.

(iii) Seed damage S_d in %, is calculated as

$$S_d = [(Q_b + Q_c)] / [Q_b + Q_c + Q_{nd}] \quad (6)$$

(iv) Threshing efficiency η_t in %, is given by

$$\eta_t = 100 Q_t / (Q_t + Q_{nt}) \quad (7)$$

where: Q_t is the quantity of seeds threshed in kg; and Q_{nt} is the quantity of seeds not threshed in kg.

○ (국외논문 2) Evaluation of a soybean threshing machine for small scale farmers (T. A. Adekanye et al., 2016)

(2.2.1. Threshing drum diameter)

- 콩 탈곡기의 용량을 결정하기 위해 탈곡 드럼의 직경이 필요함, 실린더의 부피를 계산하기 위한 표준 공식을 사용하여 결정함

$$V = \frac{\pi d^2}{4} L \quad (1)$$

$$d = \sqrt{\frac{4V}{\pi L}} \quad (2)$$

Where: V = volume of the threshing drum, d = diameter of the cylinder (m), L = length of the cylinder (m)

(2.2.2. Determination of pulley dimensions)

- 풀리의 치수는 다음 식을 이용하여 결정함

$$N_1 D_1 = N_2 D_2 \quad (3)$$

Where: $N1$ = speed of drive pulley, r/min; $D1$ = diameter of drive pulley, m; $N2$ = speed of thresher pulley, r/min; $D2$ = diameter of thresher pulley, m.

(2.2.3. Cylinder length)

- 실린더 길이는 Kepner et al. (1978)이 보고한 식을 이용하여 결정함

$$q = q_0 LM \quad (4)$$

Where: L = Drum length (m); q = Feed rate of thresher (kg/s); q_0 = Permissible feed rate (kg/s); M = Number of (rows of) beaters.

(2.2.4. Threshing velocity)

- 탈곡 속도는 콩 꼬투리의 끝부분을 타격하는 급치의 속도를 말함
- 탈곡 속도가 너무 높으면 콩이 깨지거나 부서짐, 속도가 너무 낮으면 꼬투리에서 콩이 완전히 탈곡되지 않음

$$V_t = \frac{2\pi Nr}{60} \quad (5)$$

Where: V_t = Threshing velocity; r = radius of threshing drum; N = Speed of shaft in r/min.

(2.2.5. Force required for threshing soybean grain from the panicle)

- 샤프트에 부착된 탈곡 드럼은 샤프트와 함께 회전하여 구심력 (F)을 발생시킴

$$F = m\omega^2 r \quad (6)$$

Where: F = Centripetal force; m = mass of threshing bars; ω = angular velocity; r = radius of the arm of the threshing drum.

- 탈곡 바(Threshing bars)의 질량 m은 다음 식에 의해 결정됨

$$Mass (m) = density (\rho) \times volume (V)$$

Where: Volume (V) = length (L) \times breadth (B) \times thickness (t).

- 각속도(Angular velocity) ω 은 다음 식과 같이 결정됨

$$\omega = \frac{2\pi N}{60} \quad (7)$$

Where: N = Speed of shaft in r/min.

(2.2.6. Shaft design)

- 샤프트 설계는 주로 샤프트가 다양한 작동 및 부하 조건에서 동력을 전달할 때 적절한 강도와 강성을 보장하기 위해 올바른 샤프트 직경을 결정하는 것으로 구성됨
- 강도에 기반한 연성재료의 샤프트 설계는 최대 전단 이론에 의해 결정됨
- 축 방향 하중이 거의 없거나 전혀 없는 솔리드 샤프트(Solid shaft)의 경우 ASME (1995) code equation은 다음과 같이 주어짐

$$d^3 = \left(\frac{16}{\pi S_s}\right) \times [(K_b M_b)^2 + (K_t M_t)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

Where: d = diameter of the shaft; M_t = torsional moment; M_b = bending moment; K_b = combined shock and fatigue factor applied to bending moment; K_t = combined shock and fatigue factor applied to torsional moment; S_s = Allowable Stress.

(2.2.7. Belt and pulley design)

- 벨트의 전체 길이는 원동기에서 탈곡 드럼으로 동력을 전달하는 데 필요한 실제 벨트 크기를 알고 있는 것으로 추정됨, 공칭 피치 길이 (L)는 다음과 같이 주어짐

$$L = 2c + 1.57(D-d) + \frac{(D-d)^2}{4C} \quad (9)$$

Where: D = outside diameter of drive pulley (m), d = diameter of driven pulley (m),
C = distance between the centers of two pulleys

- 벨트 속도는 다음과 같이 주어짐

$$N = \frac{v}{\pi D} \quad (10)$$

Where: v = belt speed (m/s), N = drive speed (rpm), D = diameter of drive pulley (m).

(2.3.1. Performance indicators)

- 탈곡 효율(Threshing efficiency), 세척 효율(Cleaning efficiency), 손상 종자 비율(Percentage of damage seed), 날린 종자 비율(Percentage of blown seed), 종자 손실 비율 및 처리량(Percentage of seed loss and throughput capacity)은 다음과 같이 주어짐 (Mehta et al., 1995; Sharma and Devnani, 1980; Bhutta et al., 1997; Sessiz, 1998)

- 탈곡 효율(Threshing efficiency)

$$\eta_{Thr} = 100 - \left(\frac{W_{us}}{W_{ts}} \times 100 \right) \quad (11)$$

Where: η_{Thr} = threshing efficiency, W_{us} = weight of unthreshed seeds (g), W_{ts} = weight of total seeds (g).

- 세척 효율(Cleaning efficiency)

$$\eta_{cl} = \frac{K}{W_G} \times 100 \quad (12)$$

Where: η_{cl} = cleaning efficiency (%), K = weight of clean seed at seed outlet per unit time (g), W_G = weight of clean seed at all outlet (g).

- 손상 종자 비율(Percentage of damage seed)

$$D_s = \frac{W_{ds}}{W_{ts}} \times 100 \quad (13)$$

Where: W_{ds} = weight of damage seed at all outlets (g), W_{ts} = weight of total seeds (g).

- 날린 종자 비율(Percentage of blown seed)

$$B_s = \frac{G}{A} \times 100 \quad (14)$$

Where: G = weight of clean seed collected at chaff outlet per unit time (g), A = weight of clean seed collected at seed outlet per unit time (g).

- 종자 손실 비율(Percentage of seed loss)

$$\text{Percentage of seed loss} = \left(\frac{W_{ds} + W_{us}}{W_{ts}} \right) \times 100 \quad (15)$$

Where: W_{ds} = weight of damage seeds, W_{us} = weight of unthreshed seeds, W_{ts} = weight of total seeds.

○ (국외논문 3) Physical and mechanical properties of soybean (H. Kibar & T. Ozturk, 2008)

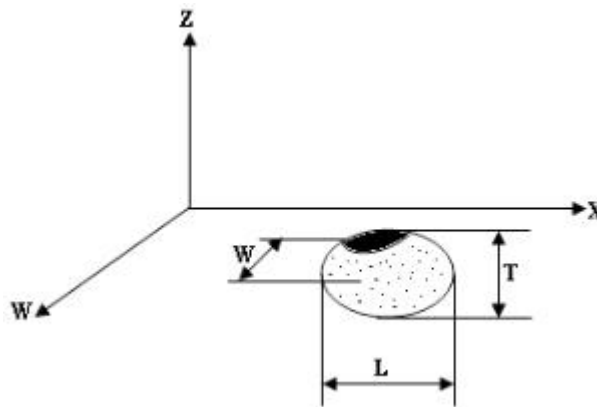
(2. Materials and Methods)

- 콩 곡물의 기하학적 평균 직경(D_g)은 다음과 같이 계산함

$$D_g = (LWT)^{0.333} \quad (1)$$

Where: L = length, W = Width, T = Thickness.

【 콩의 치수 특성 】



- 입자의 모양에 따라 샘플의 구형도(ϕ), 입자의 부피(V) 및 입자의 표면적(S)은 Jain and Bal (1997)이 설명하는 식을 사용하여 결정함

$$\phi = \left[\frac{B(2L - B)}{L^2} \right]^{1/3} \quad (2)$$

$$V = \frac{\pi BL^2}{6(2L - B)} \quad (3)$$

$$S = \frac{\pi BL^2}{2L - B} \quad (4)$$

Where: $B = (WT)^{0.5}$

- 다양한 수분 수준에서 실험 샘플의 부피 밀도(Bulk density)를 결정하기 위해 Mohsenin (1980)과 Singh and Goswami (1996)가 정의한 방법이 사용됨, 부피 밀도를 측정하기 위해 부피가 1,000 ml이고 높이가 108 mm인 부피 밀도 용기의 무게를 사용함, 부피 밀도 용기는 상단에서 5 cm 까지 채워짐, 그리고 콩을 용기에 담고 부피 밀도를 다음 식과 같이 계산함

$$\gamma = \frac{G_2 - G_1}{V} \quad (5)$$

Where; γ = bulk density ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$), G_1 = Free weight of bulk density bucket (kg), G_2 = weight of bulk density bucket with hazelnuts (kg)

- Liquid displacement methods는 Baryeh (2001) 및 Abalone et al. (2004)이 콩 샘플의 실제 밀도를 결정하는 데 사용됨, 이 방법에서는 물 대신 톨루엔(C_7H_8)을 사용했는데, 이는 콩에 덜 흡수되고 표면 장력이 낮기 때문임, 실제 밀도를 계산하기 위해 먼저 샘플의 공기 건조 중량을 결정함, 다음 샘플을 톨루엔에 담그고 변위 부피를 결정함, 두 번째 단계에서는 샘플의 실제 밀도를 계산함

$$\rho = \frac{m_s + m_w}{V_s + V_w} \quad (6)$$

Where; m_s = weight of liquid (kg), m_w = weight of air dry sample (kg), V_s = volume of liquid (m^3), V_w = volume of sample (m^3)

- 다양한 수분 함량에서 콩 샘플의 내부 마찰 각도를 결정하기 위해 Uzuner (1996), Zou and Brusewitz (2001), Molenda et al. (2002) 및 Mani et al. (2004)은 직접 전단 방법을 사용함, 실험에 사용된 속도는 $0.7 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$ 이고 샘플의 내부 마찰 각도는 다음 식에 의해 계산됨

$$\sigma = \frac{N}{A}100 \quad (7)$$

Where; σ = normal stress (kPa), N = load applied over sample (kg), A = cellular area (cm^2)

$$\tau = \frac{T_s}{A}100 \quad (8)$$

Where; τ = stretch of cutting (kPa), T_s = strength of cutting (kg)

$$\tau = (C + \sigma \tan \phi) \quad (9)$$

Where; C = cohesion

- 샘플의 정적 마찰계수는 다음 식과 같이 계산됨

$$\mu_s = \frac{F_s}{W_n} \quad (10)$$

Where; μ_s = static coefficient of friction, F_s = strength of friction (N), W_n = normal strength (N)

- (국외논문 4) Determination of some physical and mechanical properties of soybean and maize in relation to planter design (B. O. Soyoye et al., 2018)

(3.2.1. Size)

- 길이, 너비 및 두께의 치수를 결정하기 위해 디지털 버니어 캘리퍼스를 사용함

(3.2.2. Geometric mean diameter)

- Tarighi et al. (2011)을 인용하여 기하 평균 직경은 다음 식을 사용함

$$D_g = (LWT)^{1/3} \quad (1)$$

where, D_g is the geometric mean diameter, cm; L is the length, cm; W is the width, cm; T is the thickness, cm.

(3.2.3. Surface area)

- 표면적은 다음 식을 사용함

$$S = \pi D_g^2 \quad (2)$$

where, S is the surface area, cm²; D_g is geometric mean diameter, cm.

(3.2.4. Roundness)

- 진원도(Roundness)는 다음 식을 사용함 (Jouki and Khazaei, 2012);

$$Roundness = \frac{A_p}{A_c} \quad (3)$$

where, A_p is the largest projected area of the object in its natural rest position, cm²; A_c is the area of the smallest circumscribing circle, cm².

(3.2.5. Sphericity)

- 구형도(Sphericity)는 다음 식을 사용함 (Jouki and Khazaei, 2012);

$$\phi = \frac{(LWT)^{1/3}}{L} \quad (4)$$

where, Φ is the sphericity; L is the length, cm; W is the width cm; T is the thickness, cm.

(3.2.6. Bulk mass)

- 총체 질량(Bulk mass)은 칭량 저울(weighing balance)과 칭량 컵(weighing can)을 사용하여 계산함, 질량은 수백 단위로 측정되었으며 10회 반복 후 평균을 구함

(3.2.7. Bulk volume)

- 총체 부피(Bulk volume)는 변위방법을 사용함, 톨루엔(C₇H₈)은 기록된 일정 수준까지 측정 실린더에 부은 후, 총체 질량을 톨루엔(C₇H₈)과 함께 실린더에 부음, 실린더의 톨루엔 양이 증가하며, 10회 반복함

(3.2.8. Bulk density)

- 총체 밀도(Bulk density)는 총체 질량을 총체 부피로 나누어 계산함, 마찬가지로 10회 반복함

$$\text{Bulk density} = \frac{\text{Bulk mass}}{\text{Bulk volume}} \quad (5)$$

(3.2.9. True density)

- 실제 밀도는 100개의 대용량에서 무작위 샘플 10개의 개별 밀도를 찾아 결정함, 10개 샘플의 질량과 부피는 총체 밀도 결정에서 수행된 변위 방법을 사용하여 결정함, 질량을 부피로 나누어 10개의 샘플에 대한 밀도를 계산함, 밀도를 10으로 나누어 단위 밀도를 계산하였으며, 평균을 계산하기 위해 대용량 100에 대해 3회 반복하고 전체 절차를 10회 반복함

(3.2.10. Porosity)

- 공극을 계산은 다음 식을 사용함 (Mohammad, 2010);

$$\text{Porosity} = 100 \times \left(1 - \frac{\text{bulk density}}{\text{true density}}\right) \quad (6)$$

(3.2.11. Angle of repose)

- 안식각(Angle of repose)은 슬라이딩 박스(Sliding box)를 사용하여 결정함, 슬라이딩 박스의 치수는 0.3×0.6 m, 콩을 상자에 무작위로 그 위치대로 놓아둠, 각도는 콩이 미끄러지거나 굴러갈 때까지 점차적으로 증가함, 100개의 샘플에 대해 그리고 다른 표면에 걸쳐 반복함, 연강, 스테인리스 강 및 아연 도금 강 모두 마찰계수 측정에 사용됨

(3.2.12. Coefficient of friction)

- 4개의 표면(합판, 연강, 스테인리스 강 및 아연 도금 강)에 대한 마찰계수는 다음 식을 사용하여 계산함 (Tavakoli et al., 2009)

$$\mu = \tan \alpha \quad (7)$$

where, μ is the coefficient of friction and α is the angle of tilt, $^{\circ}$.

(3.2.13. Compression test)

- 압축시험은 장축, 단축 및 중간 축의 세 축에서 수행됨, 각 축의 치수는 시험 전 측정을 통해 결정함, 5 kN의 로드셀, $5 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ 의 속도를 적용함, 각 축에 대해 5회 반복함

(3.3. Rupture energy)

- 파열 에너지는 다음 식을 사용하여 계산함 (Tavakoli et al., 2009);

$$E = \frac{F_r D_r}{2} \tag{8}$$

where, E is the rupture energy, J; F_r is the rupture force, N; D_r is the deflection at rupture point, mm.

□ 두류(콩) 대상 콤바인의 탈곡 및 수확 등 성능에 관한 주요 특허자료를 수집, 분석함

- 주요 특허는 색인어(콤바인; 탈곡; 탈곡기; 탈곡부; 수확; 수확기; 수확부; 선별; 선별기; 선별부; 콩; 두류)를 통해 검색, 수집하였으며 핵심내용 구분을 위주로 특허의 주요 목적 및 방법 등을 분석함

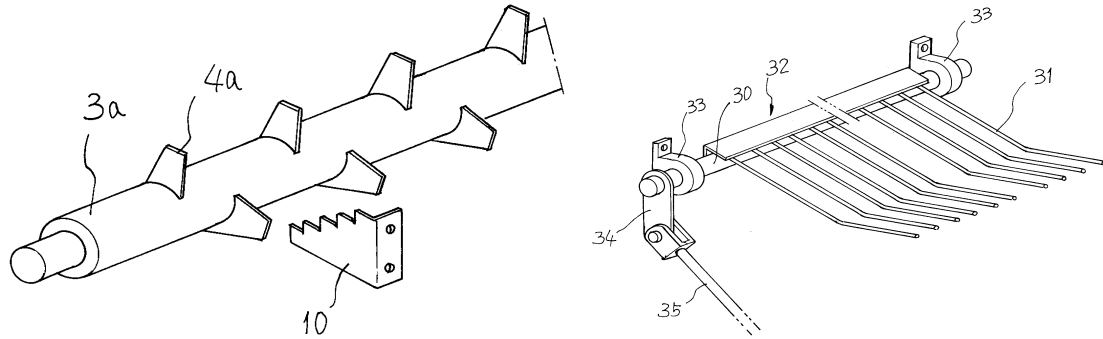
【 두류(콩) 대상 콤바인의 주요 특허 】

구분	핵심내용	특허명 (출원인 및 출원년도)
1	탈곡부	콩 탈곡기 (구진섭, 2005)
2	탈곡부	콩 수확용 보통형 콤바인 탈곡드럼 (대한민국(농촌진흥청장), 2010)
3	탈곡부	콤바인의 탈곡부 (안마 가부시킴이가이샤, 2011)
4	탈곡부	탈곡장치의 급치 및 이를 포함하는 콤바인의 탈곡장치, 그리고 콤바인 탈곡 장치의 급치 조립방법 ((주)대동, 2015)
5	탈곡부	콩 수확 및 탈곡장치 (이동철, 2017)
6	선별부	선별 장치 및 이를 갖는 콤바인 (대한민국(농촌진흥청장), 2020)

○ (특허 1) 콩 탈곡기 (구진섭, 2005)

- 본 발명은 콩 탈곡기에 관한 것이며, 콩을 탈곡할 때 무거리에 콩알이 잔존되지 않도록 효율적인 탈곡을 수행하고, 콩의 정선 효율을 증대시킬수 있도록 함에 목적이 있음
- 본 발명은 본체의 타공판 위에 분쇄날이 구비된 1차 회전축을, 후방에는 분쇄날이 구비된 2차 회전축을 구비하고, 전방에는 콩대 투입구를, 2차 회전축 하방에는 이송판과 정선망을 구비하는 통상의 콩탈곡기에서 2차 회전축이 구비되는 본체의 후방 내벽에는 무거리 절단날을, 그 하방에는 개폐문을, 2차회전축 하방에는 흔들체를, 흔들체 하방의 이송판에 연결된 정선망에는 경사조절이 가능한 바닥판을 구비하여서 구성됨.
- 이와 같은 본 발명은 1차 회전축에서 탈곡된 무거리를 2차 회전축에 전달하여 무거리가 멩치지 않도록 절단하고, 흔들체에서 흔들어서 콩알과 무거리를 분리하므로 콩의 탈곡효율이 높고, 탈곡된 콩알을 효율적으로 정선 할 수 있는 특징이 있음

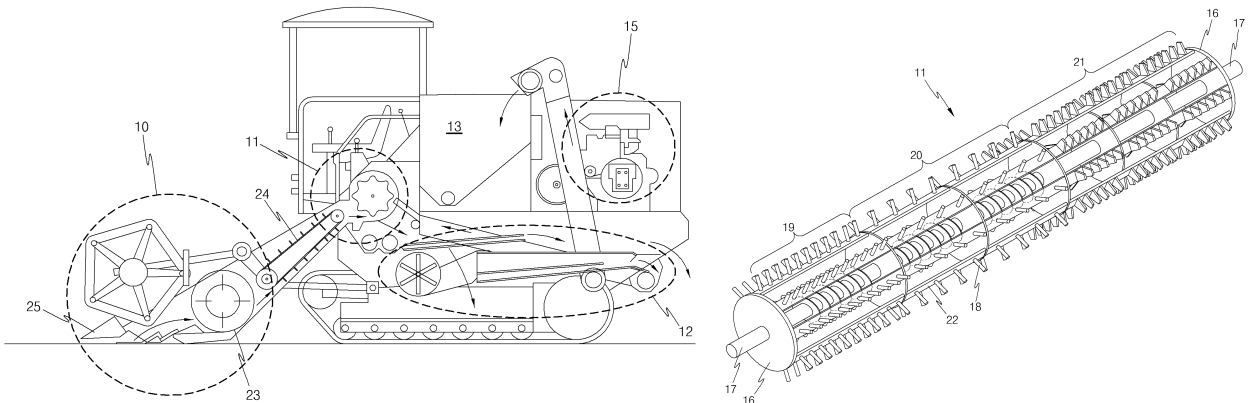
【 콩 탈곡기 주요 특허 도면 (구진섭, 2005) 】



○ (특허 2) 콩 수확용 보통형 콤바인 탈곡드럼 (대한민국(농촌진흥청장), 2010)

- 본 발명은 콩 수확용 보통형 콤바인 탈곡드럼에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 기존의 콤바인 구조를 개량하여 콩을 보다 효율적으로 수확할 수 있는 보통형 콤바인용 콩 탈곡드럼에 관한 것임
- 이를 위해, 본 발명은 예취부를 통해 절단된 곡물을 공급받아 탈곡하는 콩 수확용 보통형 콤바인 탈곡드럼에 있어서, 구동모터와 연결되어 회전하는 회전축; 상기 회전축의 양단부에 결합되어 회전하는 회전체; 상기 회전체의 가장 자리부에 원주방향을 따라 축방향으로 설치된 지지대; 및 상기 지지대에 반경방향으로 돌출 형성된 다수의 급치를 포함하고, 상기 회전축을 통해 회전되는 급치가 예취부로부터 공급된 곡물을 타격하여 탈곡하는 것을 특징으로 하는 콩 수확용 보통형 콤바인 탈곡드럼을 제공함

【 탈곡드럼 주요 도면 (대한민국(농촌진흥청장), 2010) 】

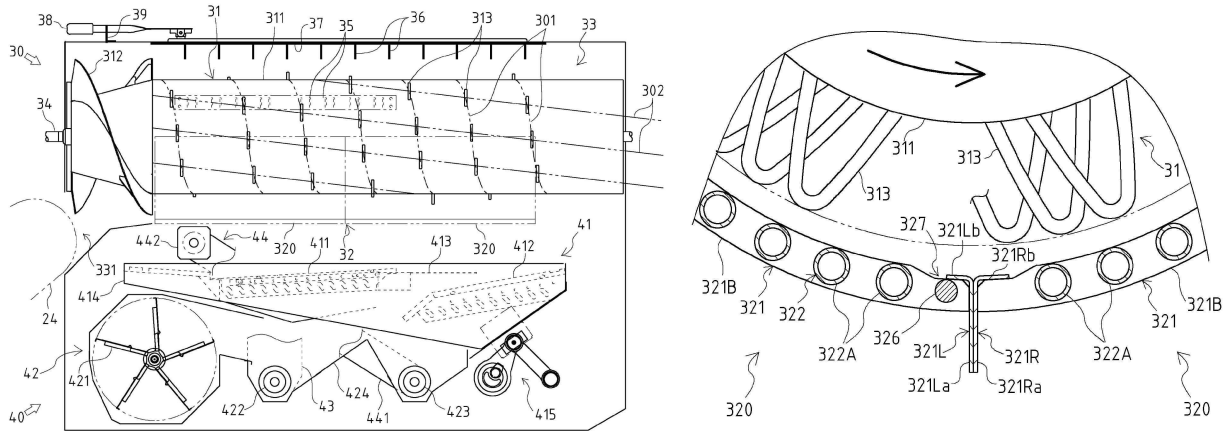


○ (특허 3) 콤바인의 탈곡부 (얀마 가부시키가이샤, 2011)

- 곡간을 로프 형상으로 서로 얽히기 어렵게 함으로써, 원활한 탈곡 작업을 가능하게 하여 탈곡 성능의 향상을 도모할 수 있는, 콤바인의 탈곡부를 제공함
- 콤바인의 탈곡부(30)에 있어서, 급동(31)에서는, 급치(313)를, 상기 급동과 축선이 일치하고 또한 감는 방향이 일치하며 나선 피치가 서로 다른 제1 나선(301)과 제2 나선(302)의 교점에 위치하도록 배치함과 함께, 상기급치와 이 급치에 대하여 상기 제2 나선보다 나선 피치를 작게 설정하는 상기 제1 나선의 대략 1주기 전 또는 후에 전후 방향에서 서로 이웃하는 급치를 상기 급동의 정면에서 보았을 때 서로의 일부만 중복되도록 배치함,

- 그리고, 콘케이브(32)에서는, 시빙 바디(322)의 각 시빙 바디 형성편(322A)을 통 형상으로서 프레임 바디(321)에 마련함

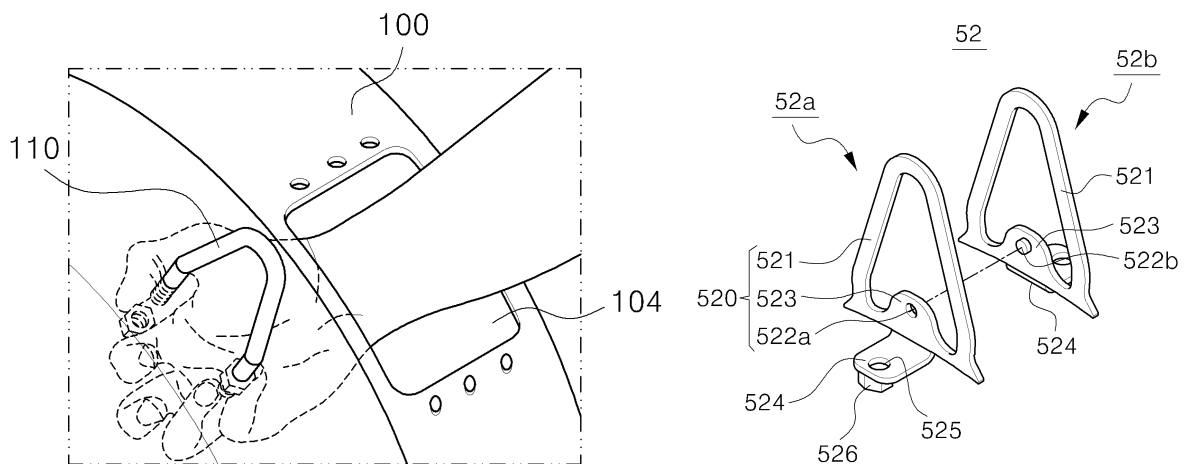
【 탈곡부 주요 도면 (안마 가부시키가이샤, 2011) 】



○ (특허 4) 탈곡장치의 급치 및 이를 포함하는 콤바인의 탈곡장치, 그리고 콤바인 탈곡장치의 급치 조립방법 ((주)대동, 2015)

- 탈곡장치의 급치 및 이를 포함하는 콤바인의 탈곡장치, 그리고 콤바인 탈곡장치의 급치 조립 방법이 개시됨,
- 본 발명의 실시 예에 따른 탈곡장치의 급치는, 급치부 하단에 상기 급치부에 대해 직각으로 일체화된 조립단 부를 형성한 제1 급치부재 및 제1 급치부재와 접하는 형태로 쌍을 이뤄 하나의 급치를 구성하는 제1 급치부재와 대칭인 제2 급치부재를 포함하여 구성되며, 제1 급치부재와 제2 급치부재의 조립단부에는 볼트구멍이 있고 볼트 구멍 저부에 너트가 일체로 구비된 것을 구성의 요지로 함

【 탈곡장치의 급치 주요 도면 ((주)대동, 2015) 】

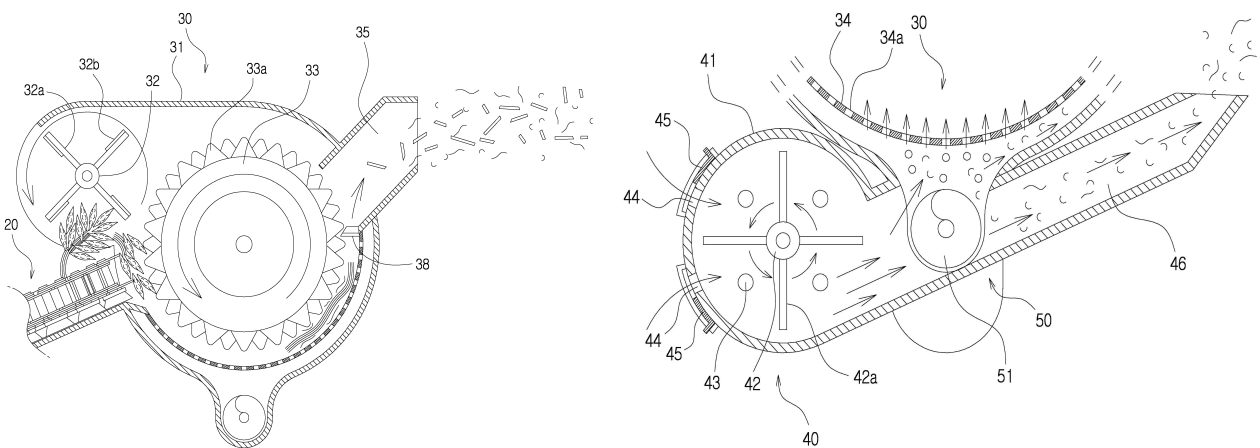


○ (특허 5) 콩 수확 및 탈곡장치 (이동철, 2017)

- 본 발명은 콩 재배현장에서 작업자가 탑승하여 운행하는 차량에 구성되는 콩 수확 및 탈곡장치에 있어서,

- * 콩대의 하부를 절단하는 예취날;
- * 상기 예취날의 상부에 후방측방향으로 갈수록 상향경사지게 구성되어 예취날에 의해 절단된 콩대를 세워진 상태로 후방측 방향으로 이송 및 콩대가 이송중 콩대로부터 떨어진 콩을 수집함과 동시에 옆으로 쓰러져 있거나, 서로 엉켜 이송되지 못하던 콩대를 수집하여 후방측 방향으로 이송 시키는 콩대 이송수단;
- * 상기 이송수단의 후방측에 박스 형태로 제1몸체가 형성되고, 이송수단의 후방측 상부 제1몸체의 전방측에 이송 수단에 의해 이송되는 콩대의 상부 부분부터 제1몸체 내부로 투입시키는 투입체가 회전가능하게 설치되며, 투입체에 의해 제1몸체 내부로 투입되는 콩대를 가격하여 콩대와 콩을 분리시키도록 원통 형태로 형성되어 외주연을 따라 다수의 탈곡날이 형성되는 탈곡드럼이 제1몸체 내부에 회전가능하게 구비되고, 탈곡드럼 하부에 콩이 통과 할 수 있는 크기의 다수의 관통공이 형성되는 탈곡망이 설치되며, 제1몸체의 후방측에 탈곡드럼에 의해 콩이 분리된 콩대를 외부로 배출시키는 제1배출구가 형성되는 탈곡수단;
- * 상기 탈곡수단의 하부에 구성되어 탈곡수단의 제1몸체 내부로 바람을 주입시켜 바람으로 검불 및 이물질을 콩으로부터 선별하여 탈곡수단의 제1배출구로 날려 보내 외부로 배출시키는 송풍수단;
- * 상기 탈곡수단의 제1몸체 내측 하부에 탈곡망을 통과하여 낙하되는 콩을 일측 수평방향으로 이송시키는 이송스크류가 구비되고, 이송스크류에 의해 이송되는 재차 콩을 상부 수직방향으로 이동시키는 상부이송부재가 탈곡수단의 일측에 상부 수직방향으로 설치되는 콩 이송수단
- * 상기 콩 이송수단의 상부이송부재에 의해 상부 수직방향으로 이송되어 배출되는 콩이 한 곳으로 모여 저장되도록 탈곡수단의 후방측에 형성되는 콩 저장부를 포함하여 이루어짐을 특징으로 함

【 콩 수확 및 탈곡 장치 주요 도면 (이동철, 2017) 】

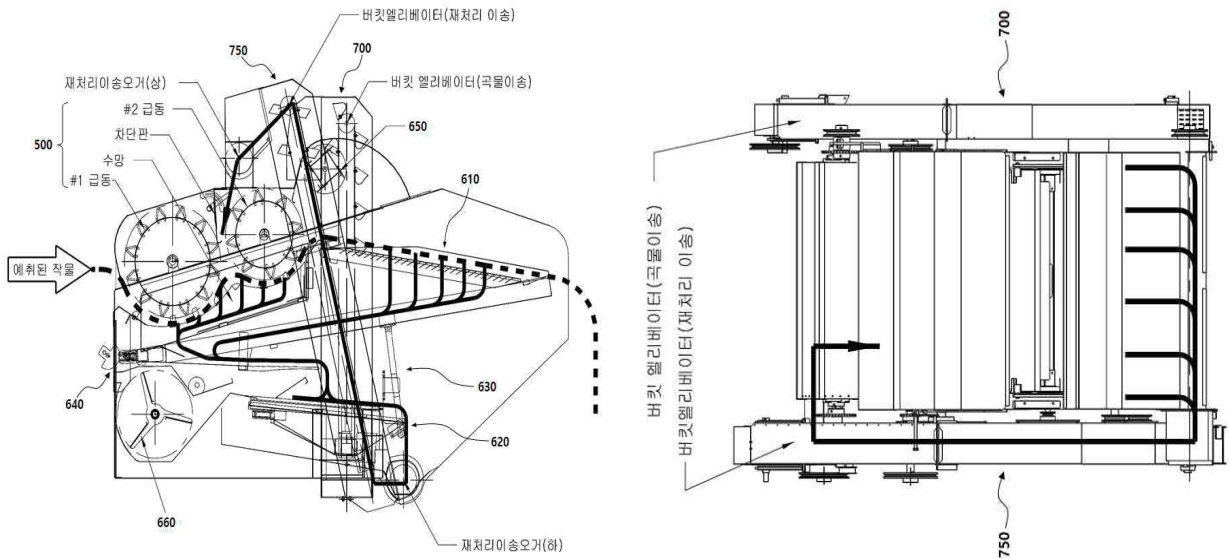


○ (특허 6) 선별 장치 및 이를 갖는 콤바인 (대한민국(농촌진흥청장), 2020)

- 지형의 경사도에 관계없이 선별 작업을 효율적으로 수행할 수 있는 선별 장치 및 이를 갖는 콤바인, 이러한 선별 장치는 콤바인의 탈곡 장치와 연계되어 상기 탈곡 장치에 의해 탈곡된 작물에서 낱알을 선별하는 장치에 관한 것으로, 상부 선별부, 하부 선별부 및 중간 연결부를 포함함

- 상부 선별부는 콤바인의 수평 기준면에 대한 경사 각도가 변경 가능하도록 콤바인의 기체에 장착되고, 탈곡 장치에 의해 탈곡된 곡물에서 낱알을 1차적으로 선별함, 하부 선별부는 상부 선별부의 하부로 이격되어 콤바인의 기체에 장착되고, 상부 선별부에서 선별된 낱알을 2차적으로 선별하여 배출함,
- 중간 연결부는 상부 선별부 및 하부 선별부 사이를 연결시키고, 콤바인의 제어 장치에 의해 제어되어 상부 선별부 및 하부 선별부 사이의 이격 거리를 변경시킬 수 있음,
- 이때, 상부 선별부의 수평 기준면에 대한 경사 각도는 상부 선별부 및 하부 선별부 사이의 이격 거리에 의해 결정됨,
- 이로써, 제어 장치가 중간 연결부를 제어하여 상부 선별부의 수평 기준면에 대한 경사 각도를 변경함으로써, 상부 선별부의 수평 지표면에 대한 경사 각도를 일정하게 유지시킬 수 있음

【 콤바인 주요 도면 (대한민국(농촌진흥청장), 2020) 】



12. 두류(콩)의 물리적 특성(물성) 분석을 통한 탈곡성능 향상

□ 두류(콩)의 물리적 특성(물성) 분석 및 탈곡 시험기 테스트를 위한 실험재료 수집

- 실험재료인 콩은 경남농업기술원 내 재배 중인 작물을 대상으로 수집하였으며, 품종은 대풍, 수확일자는 2020년 10월 21일임
- 콩 수집은 재배면적 기준, 약 10 m × 10 m, 약 100 m²의 면적을 기준으로 수집하였으며, 1휴 1열 재배규격으로 총 14열(14 그룹)의 콩 작물을 수집함
- 콩 재배규격 및 방법 재배면적 내 모두 동일하며, 실험재료의 수집을 위해 바닥으로부터 약 5 cm 높이의 콩 줄기부분을 손으로 베어 수집함 (그림 11)

【 공시재료 수집 위치 (경남농업기술원) 】

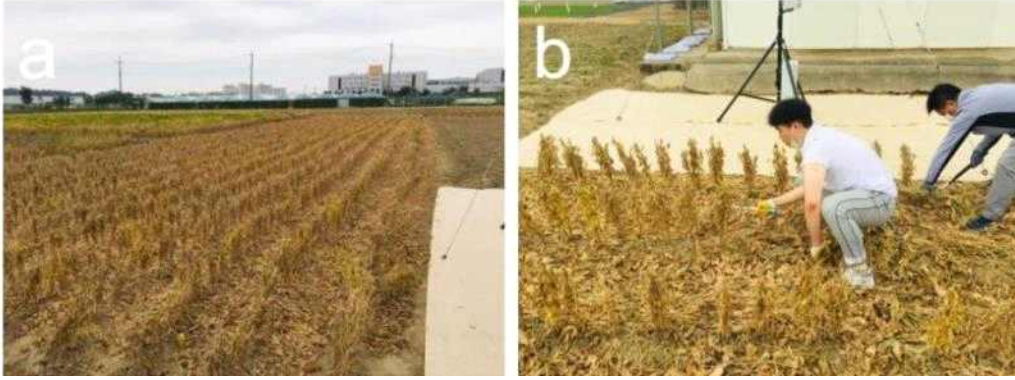


【 경남농업기술원 콩 재배 (수확 1주 전) 】



- 총 14열의 콩 재배규격을 기준으로 총 14그룹의 콩 작물을 수집하였으며, 수집 후 그룹별 분리된 망에 보관, 건조시킴

【 (a) 경남농업기술원 내 콩 재배지; (b) 콩 작물 수집 】



【 (a) 콩 작물 수집 후 그룹별 분리, 보관; (b) 그룹 1의 샘플 】



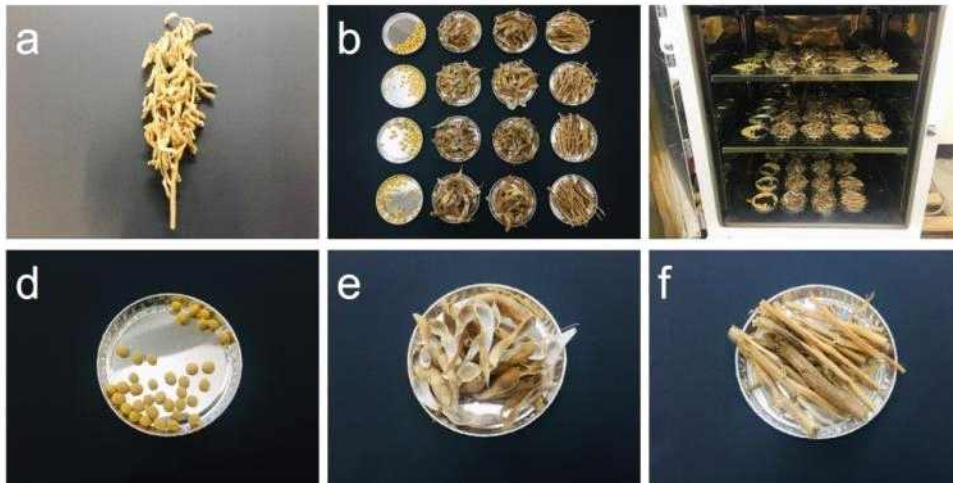
- 콩 작물 수집 후 14그룹의 각 그룹별 초기 무게를 표 4와 같이 측정함, 평균 무게는 약 4.63 kg으로 측정되었으며, 그룹 12가 약 4.00 kg으로 가장 적은 양, 그룹 9가 약 6.00 kg으로 가장 많은 작물을 수집함

【 콩 작물 수집 후 그룹별 초기 무게 (kg) 】

구분	그룹 1	그룹 2	그룹 3	그룹 4	그룹 5	그룹 6	그룹 7
무게(kg)	4.36	4.58	4.70	4.74	4.62	4.66	4.28
구분	그룹 8	그룹 9	그룹 10	그룹 11	그룹 12	그룹 13	그룹 14
무게(kg)	5.00	6.00	4.56	4.86	4.00	4.14	4.32
평균 값 (kg)							4.63

- 각 그룹별 전체 무게 측정 후, 콩 작물을 대상으로 수분함량을 측정함
- 수분함량 측정을 위해 콩 작물 중 콩 낱알 및 콩깍지, 줄기를 대상으로 건조 전 무게를 측정하였으며, 수분함량 측정은 ASAE S352.2 DEC 92의 Standard Method (1983)를 기준으로 콩 낱알은 10 g, 130°C, 4시간, 콩깍지 및 줄기는 각각 5g 및 10 g, 건조 온도는 80°C, 24시간 건조 후 각각 무게를 측정함
- 수분함량 측정을 위한 콩 낱알 및 콩깍지, 줄기의 샘플은 그룹 당 무작위로 수집함

【 (a) 실험재료(콩 작물, 대풍); (b) 수분함량 측정을 위한 시료별 분리; (c) 수분함량 측정을 위한 열풍 건조; (d) 콩; (e) 콩깍지; (f) 콩 대(줄기) 】



- 콩의 수분함량 측정 결과, 건조 전 약 10 g의 시료 샘플은 건조 후 평균 약 8.90 g, 습량 기준 함수율은 평균 약 11.01%로 측정되었으며, 최저 함수율은 8.84%, 최고 함수율은 14.69%로 각각 측정됨

【 콩 수분함량 측정 결과 (그림 15-d) 】

구분	건조 전 (g)	건조 후 (g)	함수율 (wb%)
Sample 1	10.00	8.82	11.80
Sample 2	10.00	8.84	11.60
Sample 3	10.00	9.08	9.20
Sample 4	10.00	8.94	10.60
Sample 5	10.02	8.86	11.58
Sample 6	10.02	9.02	9.98
Sample 7	9.94	8.48	14.69
Sample 8	9.98	8.68	13.03
Sample 9	10.02	8.72	12.97
Sample 10	10.02	9.02	9.98
Sample 11	10.04	8.90	11.35
Sample 12	9.96	9.08	8.84
Sample 13	10.00	9.08	9.20
Sample 14	10.02	9.08	9.38
평균 값 (Avg.)	10.00	8.90	11.01

- 콩깍지는 시료 특성상, 총 5 g의 무게를 두 구로 분리하여 무게를 측정, 합한 후 계산함, 건조 전 평균 약 5.04 g의 시료를 80°C, 24시간 건조시킴
- 건조 후 평균 무게는 약 4.65 g으로 측정되었으며, 이에 따른 습량기준 수분함량은 약 7.72%로 측정됨

【 콩깍지 함수율 측정 결과 】

구분	건조 전 (g)			건조 후 (g)			함수율 wb(%)
	1	2	합계	1	2	합계	
Sample 1	2.50	2.48	4.98	2.22	2.26	4.48	10.04
Sample 2	2.52	2.52	5.04	2.44	2.34	4.78	5.16
Sample 3	2.52	2.50	5.02	2.34	2.38	4.72	5.98
Sample 4	2.56	2.58	5.14	2.38	2.40	4.78	7.00
Sample 5	2.56	2.52	5.08	2.30	2.30	4.60	9.45
Sample 6	2.54	2.52	5.06	2.34	2.30	4.64	8.30
Sample 7	2.52	2.56	5.08	2.34	2.34	4.68	7.87
Sample 8	2.54	2.52	5.06	2.34	2.32	4.66	7.91
Sample 9	2.52	2.52	5.04	2.32	2.32	4.64	7.94
Sample 10	2.48	2.50	4.98	2.30	2.32	4.62	7.23
Sample 11	2.54	2.50	5.04	2.36	2.32	4.68	7.14
Sample 12	2.54	2.48	5.02	2.32	2.36	4.68	6.77
Sample 13	2.48	2.48	4.96	2.26	2.34	4.60	7.26
Sample 14	2.50	2.50	5.00	2.30	2.20	4.50	10.00
평균 값 (Avg.)	2.52	2.51	5.04	2.33	2.32	4.65	7.72

○ 콩 줄기의 건조 전 평균 무게는 약 10.04 g, 건조 후 평균 무게는 약 8.95 g으로 약 1.09 g의 차이가 발생하였으며, 이에 따른 습량기준 함수율은 약 10.83%로 측정됨

【 콩 줄기 함수율 】

구분	건조 전 (g)	건조 후 (g)	함수율 (wb%)
Sample 1	10.08	8.90	11.71
Sample 2	10.06	8.88	11.73
Sample 3	10.06	9.14	9.15
Sample 4	10.06	9.00	10.54
Sample 5	9.94	8.74	12.07
Sample 6	9.94	8.58	13.68
Sample 7	10.12	8.88	12.25
Sample 8	9.98	8.68	13.03
Sample 9	10.02	9.48	5.39
Sample 10	10.08	8.98	10.91
Sample 11	10.06	9.06	9.94
Sample 12	10.06	8.90	11.53
Sample 13	10.08	9.10	9.72
Sample 14	10.02	9.02	9.98
평균 값 (Avg.)	10.04	8.95	10.83

□ 두류(콩)의 물리적 특성(물성) 분석을 위한 압축하중 측정 및 분석

- 콩 낱알의 물리적 특성 분석을 위해 콩 낱알의 최대압축하중(Load at Maximum load) 및 파괴하중(Load at Break)을 측정, 분석함
- 실험을 위해 수집된 콩 작물의 총 14개의 그룹(1~14) 중 무작위로 그룹 당 20개의 콩 낱알을 대상으로 측정을 실시함
- 압축하중 측정에 사용된 실험장치는 만능재료시험기(EZ20, Lloyd instruments Ltd., AMETEK, Inc., USA) 및 압축지그로 주요 사양은 다음과 같음
- 콩 낱알의 압축하중 측정을 위한 조건 설정 및 결과 분석은 전용 소프트웨어(NEXYGEN Plus 3.0, Lloyd instruments Ltd., AMETEK, Inc., USA)를 사용하였음

【 만능재료시험기(EZ20) 및 압축지그 제원 】

구분	제원	구분	제원
Force Capacity	20 kN	Minimum Load Resolution	0.0001 N
Crosshead Speed Range	0.001 to 508 mm/min 0.01 to 1,016 mm/min	Load Cell Accuracy	< 0.5%
Speed Accuracy	< 0.2% at steady state	Extension Resolution	< 0.1 microns
Travel	870 mm	Data Sampling Rate	8 kHz
With Between Columns	404 mm	Weight	148 kg
Compression Jig	56 mm dia.		

【 콩 압축하중 시험 전 함수율 측정 】

구분	건조 전 (g)	건조 후 (g)	함수율 (wb%)
Sample 1	10.08	8.76	13.10
Sample 2	10.00	8.88	11.20
Sample 3	10.10	9.02	10.69
Sample 4	10.14	9.02	11.05
Sample 5	10.30	9.02	12.43
Sample 6	10.18	8.94	12.18
Sample 7	10.08	8.78	12.90
Sample 8	10.16	8.96	11.81
Sample 9	10.18	8.90	12.57
Sample 10	10.12	9.02	10.87
Sample 11	10.06	8.90	11.53
Sample 12	10.14	9.02++	11.05
Sample 13	10.04	9.04	9.96
Sample 14	10.20	9.00	11.76
평균 값 (Avg.)	10.13	8.95	11.65

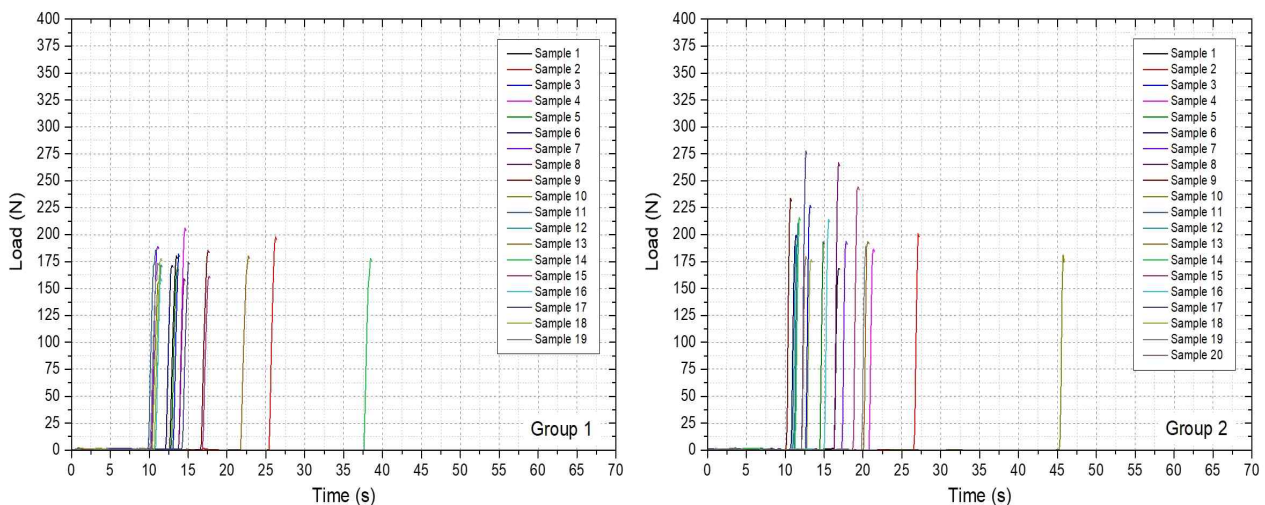
- 콩 낱알의 압축하중 측정 전 수분함량 조건을 확인하기 위해 각 그룹별 콩 낱알 10 g의 샘플을 무작위로 채취, 건조 전후의 무게를 측정함, 마찬가지로 수분함량 측정은 ASAE S352.2 DEC 92(1983)를 기준으로 10 g, 130°C, 4시간 건조 방법을 따름. 각 그룹별 콩 낱알 10 g의 습량기준 함수율은 평균 약 11.65%로 측정됨
- 측정 시료는 각 그룹별 20개의 콩 낱알을 무작위로 수집, 이를 대상으로 압축하중 측정 시험을 실시함. 측정 조건은 최대압축하중 및 파괴하중으로 설정하여 결과를 수집, 분석함, 즉 결과 값은 압축지그를 통해 콩 낱알을 압축하면서 콩 낱알이 깨질 때까지의 하중 값을 누적적으로 시간-하중 그래프로 저장하며 설정값인 100 N의 99% 기준으로 깨짐을 판단함

【 압축하중 측정 시험, (a) 각 그룹별 측정 시료; (b) 압축지그 내 콩 낱알 시료 배치; (c) 만능재료시험기; (d) 만능재료시험기 내 로드셀 및 압축지그 】



- 각 그룹별 최대압축하중 및 파괴하중의 측정 결과, 최대압축하중의 경우, 최대값 약 372.84 N, 최소값 125.47 N, 평균값 206.19 N으로 측정되었으며, 파괴하중의 경우, 최대값 약 360.75 N, 최소값 120.88 N, 평균값 203.83 N으로 측정됨, 따라서 콩 낱알이 하중에 의해 깨짐이 발생하는 평균 하중 값은 약 203.83 N으로 판단됨

【 그룹 1, 2의 최대압축하중 및 파괴하중 측정 결과 】



【 그룹 1, 2의 최대압축하중 및 파괴하중 결과값 (최소, 최대, 평균값) 】

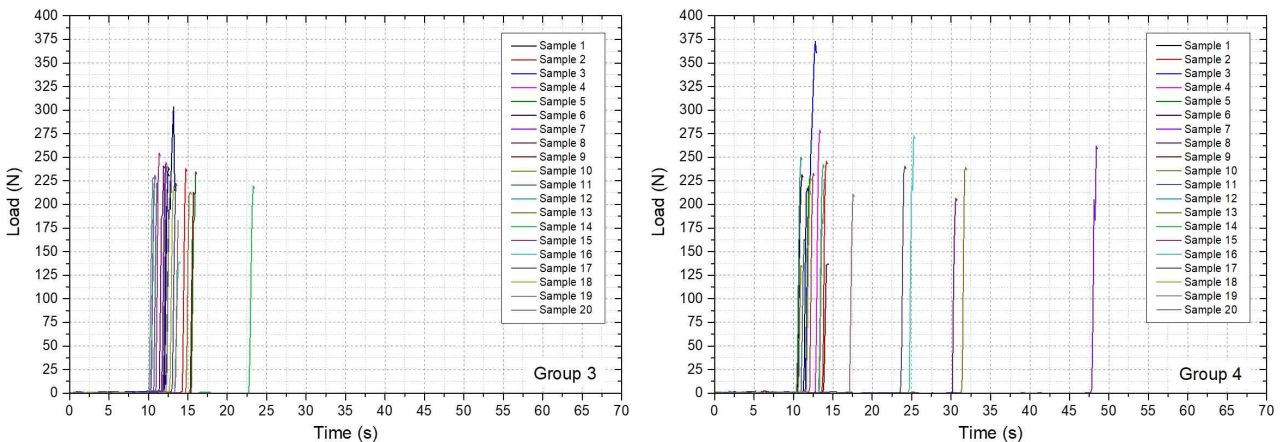
그룹 1

구분	Maximum (N)	Minimum (N)	Mean (N)	Median (N)
Load at Maximum Load	206.04	156.28	176.64	177.63
Load at Break	203.98	154.72	176.87	175.86
구분	Coefficient of Variance (%)		Standard Deviation (N)	
Load at Maximum Load	7.18		12.689	
Load at Break	7.18		12.562	

그룹 2

구분	Maximum (N)	Minimum (N)	Mean (N)	Median (N)
Load at Maximum Load	277.67	168.40	207.06	196.47
Load at Break	274.89	168.12	204.81	194.50
구분	Coefficient of Variance (%)		Standard Deviation (N)	
Load at Maximum Load	13.96		28.896	
Load at Break	14.04		28.758	

【 그룹 3, 4의 최대압축하중 및 파괴하중 측정 결과 】



【 그룹 3, 4의 최대압축하중 및 파괴하중 결과값 (최소, 최대, 평균값) 】

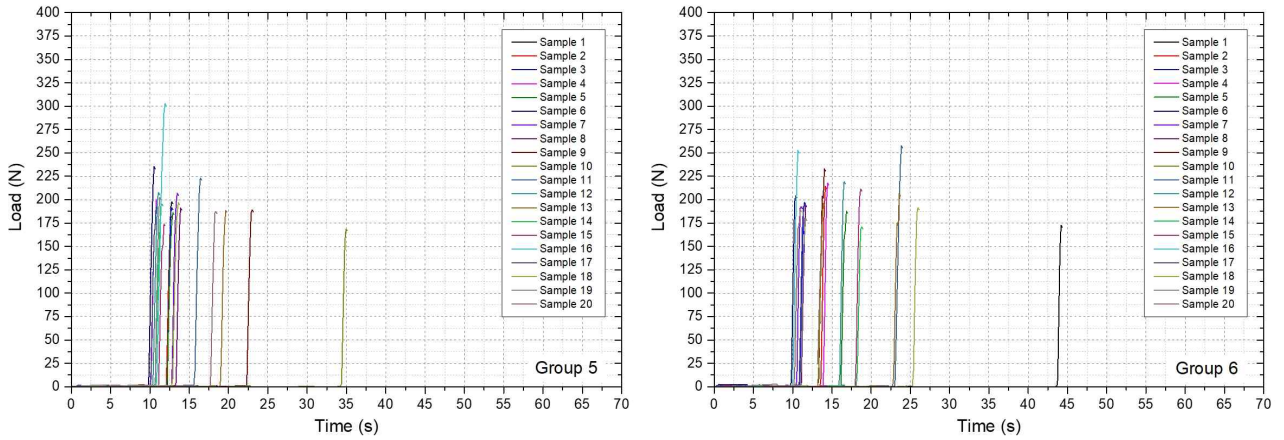
그룹 3

구분	Maximum (N)	Minimum (N)	Mean (N)	Median (N)
Load at Maximum Load	303.37	139.12	229.75	229.76
Load at Break	251.75	137.72	223.17	226.53
구분	Coefficient of Variance (%)		Standard Deviation (N)	
Load at Maximum Load	12.23		28.098	
Load at Break	10.00		22.136	

그룹 4

구분	Maximum (N)	Minimum (N)	Mean (N)	Median (N)
Load at Maximum Load	372.84	135.37	231.07	232.36
Load at Break	360.75	134.02	228.41	230.04
구분	Coefficient of Variance (%)		Standard Deviation (N)	
Load at Maximum Load	21.61		49.930	
Load at Break	21.07		48.133	

【 그룹 5, 6의 최대압축하중 및 파괴하중 측정 결과 】



【 그룹 5, 6의 최대압축하중 및 파괴하중 결과값 (최소, 최대, 평균값) 】

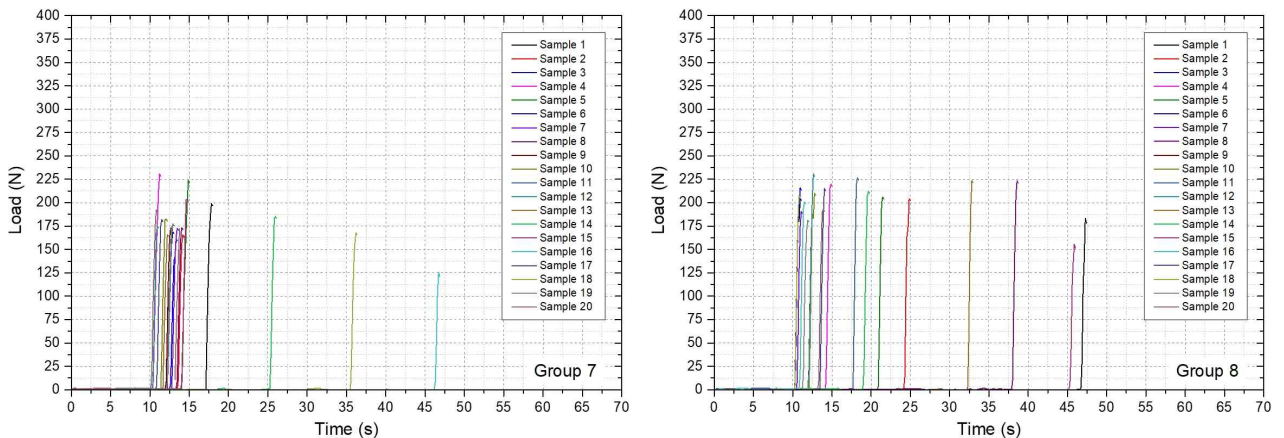
그룹 5

구분	Maximum (N)	Minimum (N)	Mean (N)	Median (N)
Load at Maximum Load	303.00	146.95	198.43	192.37
Load at Break	299.97	133.83	195.89	190.45
구분	Coefficient of Variance (%)		Standard Deviation (N)	
Load at Maximum Load	14.79		29.340	
Load at Break	15.37		30.106	

그룹 6

구분	Maximum (N)	Minimum (N)	Mean (N)	Median (N)
Load at Maximum Load	257.73	170.85	204.04	196.56
Load at Break	255.15	169.14	202.10	194.60
구분	Coefficient of Variance (%)		Standard Deviation (N)	
Load at Maximum Load	11.21		22.881	
Load at Break	11.19		22.610	

【 그룹 7, 8의 최대압축하중 및 파괴하중 측정 결과 】



【 그룹 7, 8의 최대압축하중 및 파괴하중 결과값 (최소, 최대, 평균값) 】

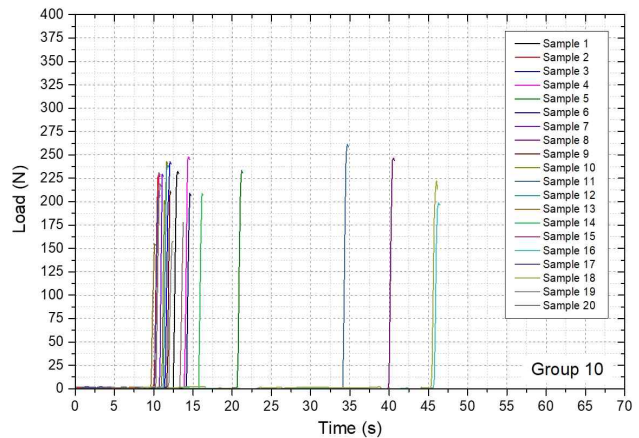
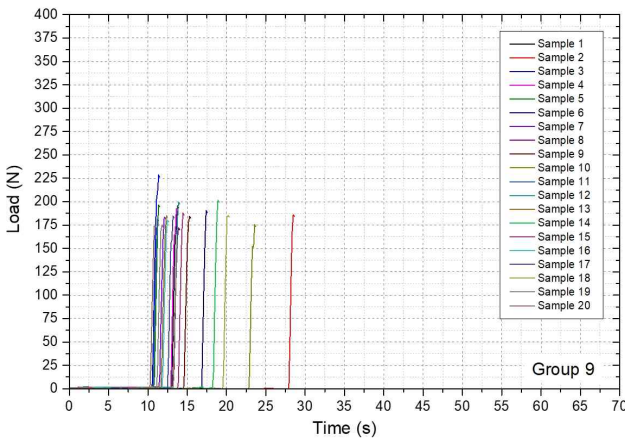
그룹 7

구분	Maximum (N)	Minimum (N)	Mean (N)	Median (N)
Load at Maximum Load	230.75	125.47	179.92	174.99
Load at Break	228.44	120.88	177.95	173.24
구분	Coefficient of Variance (%)		Standard Deviation (N)	
Load at Maximum Load	12.31		22.143	
Load at Break	12.55		22.340	

그룹 8

구분	Maximum (N)	Minimum (N)	Mean (N)	Median (N)
Load at Maximum Load	230.72	155.65	204.53	206.80
Load at Break	228.41	151.23	202.18	204.73
구분	Coefficient of Variance (%)		Standard Deviation (N)	
Load at Maximum Load	8.82		18.032	
Load at Break	9.12		18.446	

【 그룹 9, 10의 최대압축하중 및 파괴하중 측정 결과 】



【 그룹 9, 10의 최대압축하중 및 파괴하중 결과값 (최소, 최대, 평균값) 】

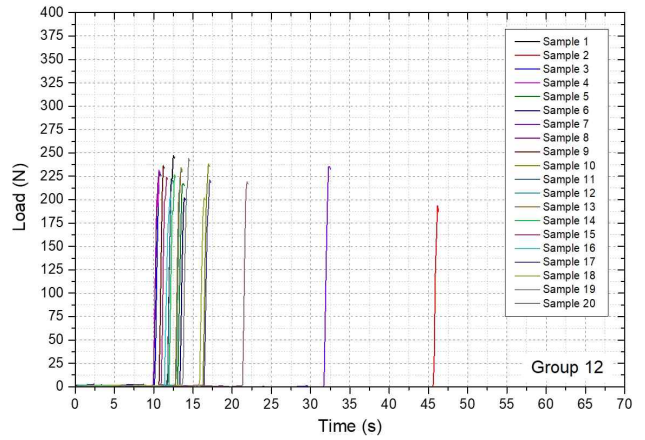
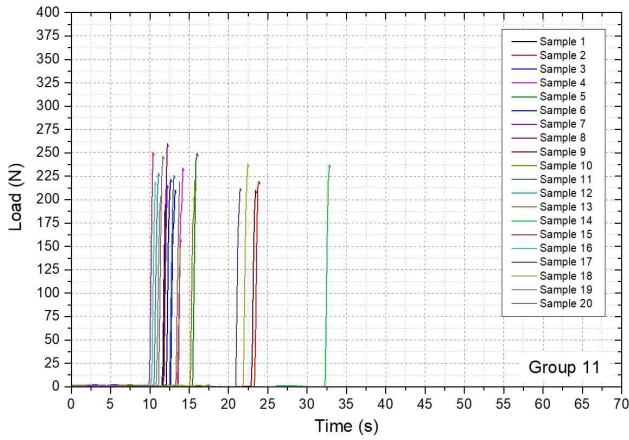
그룹 9

구분	Maximum (N)	Minimum (N)	Mean (N)	Median (N)
Load at Maximum Load	228.55	171.95	188.00	185.10
Load at Break	226.26	170.23	186.12	183.25
구분	Coefficient of Variance (%)		Standard Deviation (N)	
Load at Maximum Load	6.59		12.390	
Load at Break	6.59		12.266	

그룹 10

구분	Maximum (N)	Minimum (N)	Mean (N)	Median (N)
Load at Maximum Load	261.14	155.11	221.29	229.40
Load at Break	258.53	153.56	218.83	227.11
구분	Coefficient of Variance (%)		Standard Deviation (N)	
Load at Maximum Load	12.06		26.680	
Load at Break	12.00		26.259	

【 그룹 11, 12의 최대압축하중 및 파괴하중 측정 결과 】



【 그룹 11, 12의 최대압축하중 및 파괴하중 결과값 (최소, 최대, 평균값) 】

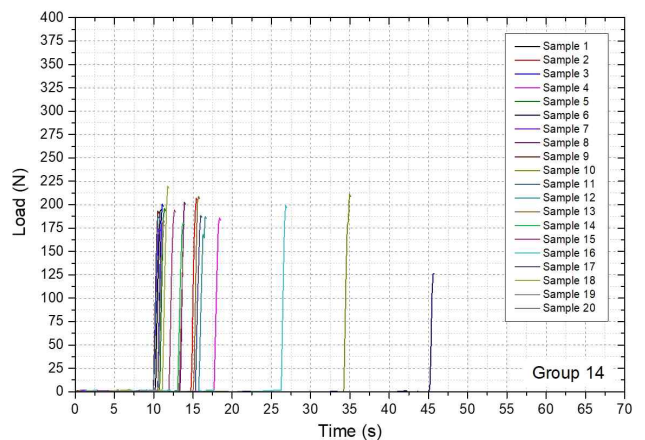
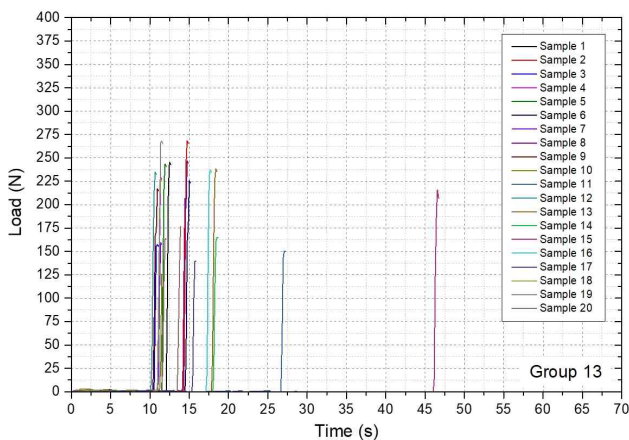
그룹 11

구 분	Maximum (N)	Minimum (N)	Mean (N)	Median (N)
Load at Maximum Load	259.96	157.17	222.94	220.98
Load at Break	257.36	155.60	220.71	218.77
구 분	Coefficient of Variance (%)		Standard Deviation (N)	
Load at Maximum Load	9.83		21.918	
Load at Break	9.83		21.699	

그룹 12

구 분	Maximum (N)	Minimum (N)	Mean (N)	Median (N)
Load at Maximum Load	247.07	193.55	224.27	227.28
Load at Break	244.60	187.10	221.80	225.01
구 분	Coefficient of Variance (%)		Standard Deviation (N)	
Load at Maximum Load	6.42		14.390	
Load at Break	6.65		14.752	

【 그룹 13, 14의 최대압축하중 및 파괴하중 측정 결과 】



【 그룹 13, 14의 최대압축하중 및 파괴하중 결과값 (최소, 최대, 평균값) 】

그룹 13

구 분	Maximum (N)	Minimum (N)	Mean (N)	Median (N)
Load at Maximum Load	268.40	125.84	207.89	226.43
Load at Break	265.71	124.58	205.75	224.17
구 분	Coefficient of Variance (%)		Standard Deviation (N)	
Load at Maximum Load	21.16		43.999	
Load at Break	20.99		43.191	

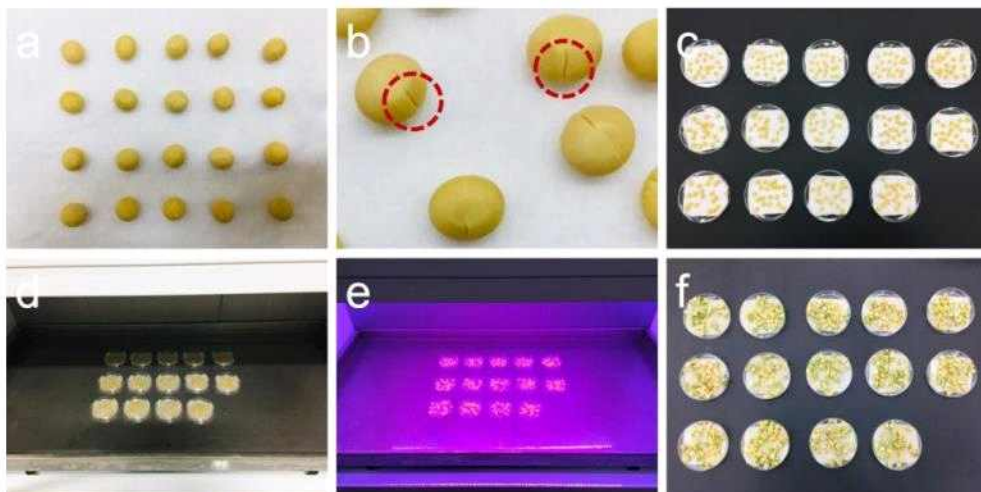
그룹 14

구 분	Maximum (N)	Minimum (N)	Mean (N)	Median (N)
Load at Maximum Load	219.97	126.23	190.88	193.60
Load at Break	217.77	126.23	189.03	191.66
구 분	Coefficient of Variance (%)		Standard Deviation (N)	
Load at Maximum Load	9.80		18.706	
Load at Break	9.68		18.302	

【 각 그룹별 파괴하중(Load at Break)의 최고값, 최저값, 평균값 】

구 분	그룹 1	그룹 2	그룹 3	그룹 4	그룹 5	그룹 6	그룹 7
최대값 (N)	203.98	274.89	251.75	360.75	299.97	255.15	228.44
최소값 (N)	154.72	168.12	137.72	134.02	133.83	169.14	120.88
평균값 (N)	176.87	204.81	223.17	228.41	195.89	202.10	177.95
구 분	그룹 8	그룹 9	그룹 10	그룹 11	그룹 12	그룹 13	그룹 14
최대값 (N)	228.41	226.26	258.53	257.36	244.60	265.71	217.77
최소값 (N)	151.23	170.23	153.56	155.60	187.10	124.58	126.23
평균값 (N)	202.18	186.12	218.83	220.71	221.80	205.75	189.03

【 압축하중 측정 후 콩 발아율 시험; (a) 압축하중 측정에 사용된 콩 낱알 시료; (b) 압축하중 측정 후 깨지거나 갈라진 콩 낱알; (c~f) 발아율 시험 과정 】



- 각 그룹별 20개의 콩 낱알을 대상으로 최대압축하중(Load at Maximum load) 및 파괴 하중(Load at Break)을 측정 후, 동일한 콩 낱알 시료를 대상으로 발아율 시험을 수행함
- 발아율 시험은 압축하중 측정에 사용된 콩 시료 전체를 대상으로 페트리디쉬에서 탈지면을 이용하여 그룹별로 발아시킴, 시료의 보관은 온도 약 25.0°C, 상대습도 약 30%를 일정하게 유지하였으며, LED 광은 RBW로 약 2,100 lux를 유지함, 매 12시간 주기로 약 25 mL의 물을 공급, 약 80시간 경과 후 발아 여부를 검사함
- 각 그룹별 압축하중 측정 후 실시한 발아율 시험 결과, 그림 25~31과 같이 전반적으로 모든 콩이 발아되는 것으로 나타남, 그룹 2, 5, 6, 10의 발아율은 약 95%로 나타남, 이를 통해 콩 낱알을 대상으로 측정한 파괴하중(Load at Break)의 결과값은 콩의 발아에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 판단되었고, 추후 콩의 부피 및 단면, 하중 작용 위치 등을 고려하여 추가적인 강도 측정 실험이 필요할 것으로 판단됨

【 압축하중 측정 후 발아율 시험 】

구분	그룹 1		그룹 2		그룹 3		그룹 4		그룹 5		그룹 6		그룹 7	
	발아	전체	발아	전체	발아	전체	발아	전체	발아	전체	발아	전체	발아	전체
개수	19	19	19	20	20	20	20	20	19	20	19	20	20	20
발아율(%)	100		95		100		100		95		95		100	
구분	그룹 8		그룹 9		그룹 10		그룹 11		그룹 12		그룹 13		그룹 14	
	발아	전체	발아	전체	발아	전체	발아	전체	발아	전체	발아	전체	발아	전체
개수	20	20	20	20	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20
발아율(%)	100		100		95		100		100		100		100	

【 그룹 1, 2의 발아율 시험 결과 】



【 그룹 3, 4의 발아율 시험 결과 】



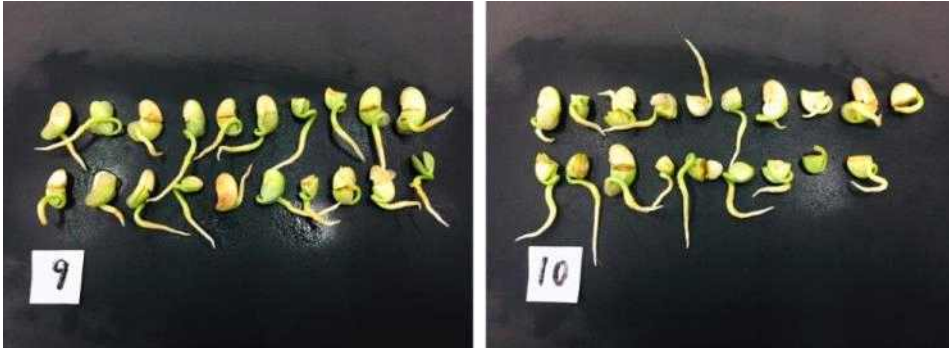
【 그룹 5, 6의 발아율 시험 결과 】



【 그룹 7, 8의 발아율 시험 결과 】



【 그룹 9, 10의 발아율 시험 결과 】



【 그룹 11, 12의 발아율 시험 결과 】



【 그룹 13, 14의 발아율 시험 결과 】

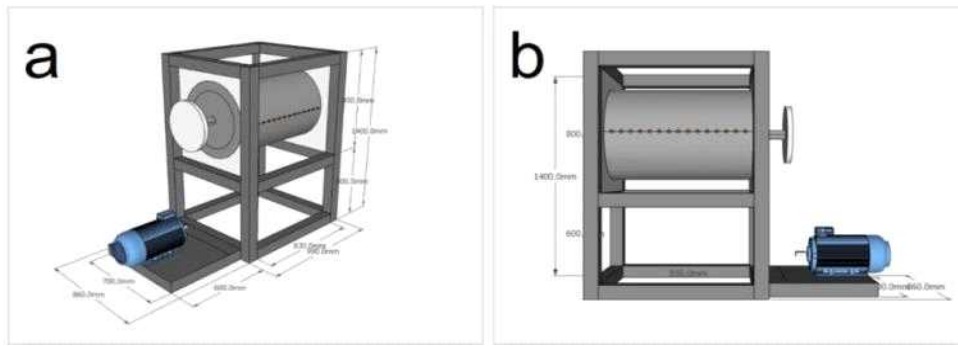


13. 두류(콩)대상 탈곡성능 1차 분석 및 평가

□ 콩 콤바인 탈곡부 시험기 설계 및 제작

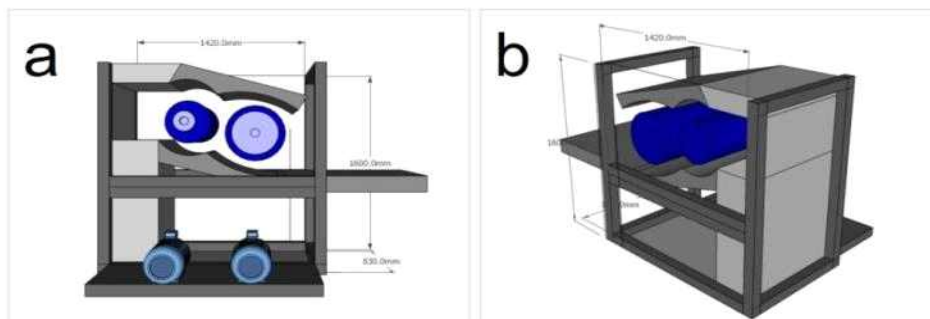
- 콩 작물의 탈곡성능 평가를 위해 콩 콤바인 탈곡부 시험기를 설계, 제작함
- 콩 탈곡 실험은 탈곡부 내 탈곡통의 분당 회전수(r/min) 조절에 따른 회전속도의 변경 및 급치의 수량 및 간격 조절이 가능하도록 설계, 제작함
- 초기 탈곡부 시험기의 개념도는 동력제어부, 탈곡부로 구분하여 콩 작물에 대한 탈곡통의 회전속도 및 급치 구조의 영향을 핵심 목표로 설정, 설계함

【 콩 콤바인 탈곡부 시험기 1차 개념도 】



- 콩 콤바인 탈곡부 시험기 2차 개념도는 주관연구기관인 오펜주식회사의 콩 콤바인 ABC 270 모델을 대상으로 탈곡부 형상 및 위치를 선정, 개념도 설계를 진행함, 작물 투입 시 투입 속도를 조절할 수 있는 투입부 및 동력제어부, 탈곡부, 그리고 하단의 탈곡성능을 판단할 수 있도록 선별부로 구분하여 설계함

【 콩 콤바인 탈곡부 시험기 2차 개념도 】



- 콩 콤바인 탈곡부 개념도를 바탕으로 탈곡성능 시험 장치를 최종 제작함, 탈곡부 시험기는 콩 콤바인 모델(ABC 270, 오펜주식회사)의 탈곡부를 대상으로 형상 및 성능을 동일하게 제작함, 동력제어부의 모터를 통해 1번 탈곡통의 회전수를 조절할 수 있으며, 1번 탈곡통이 회전함에 따라 연결된 2번 탈곡통 또한 회전하는 구조로 제작됨, 탈곡부는 2단 복통형 방식으로 직경은 각각 1번 탈곡통 425 mm, 2번 탈곡통 325 mm와 같음

【 콩 콤바인 탈곡성능 시험 장치 (ABC 270, 오펜주식회사); (a) 측면도; (b) 정면도; (c) 탈곡통 및 급치, 선별부; (d) 탈곡부 측면; (e) 후면부; (f) 동력제어부 】

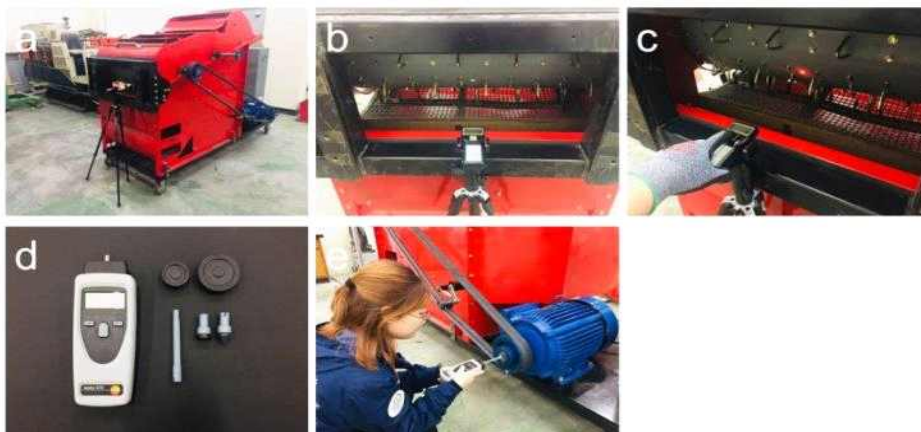


- 탈곡통 급치의 수량 및 간격 등에 따른 실험 조건 설정을 위해 그림 35와 같이 1, 2번 탈곡통의 급치 배열 간격을 설계, 제작함
- 1번 탈곡통은 830 × 1,312 mm, 2번 탈곡통은 830 × 998 mm, 급치 간 간격은 80 mm로 동일하게 설계, 제작하였으며, 1번 탈곡통의 총 급치는 126개, 2번 탈곡통은 총 84개의 급치 설치가 가능함

□ 콩 콤바인 탈곡부 시험기를 통한 탈곡 실험

- 제작된 콩 콤바인 탈곡부 시험기의 RPM 조절에 따른 실제 회전수를 측정하기 위해 타코미터를 통해 분당 회전수를 측정함, 측정에 사용된 타코미터 모델은 testo 470 (Testo SE & Co. KGaA, Germany)로 모터부(M1), 1번 탈곡통(T1), 2번 탈곡통(T2)에 접촉식으로 측정을 실시함

【 분당 회전수 측정(r/min); (a~c) 1차 비접촉식 측정; (d) testo 470 모델; (e) 접촉식 측정 】



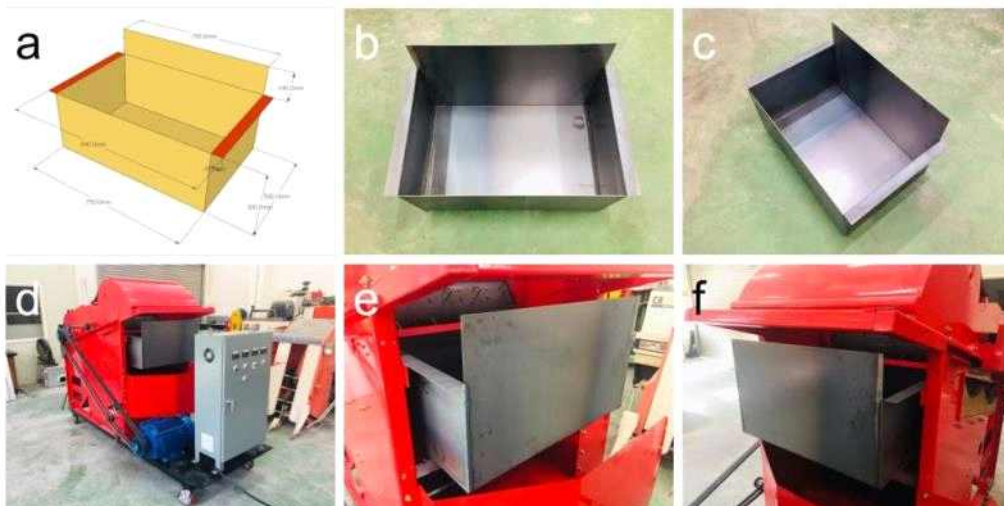
- 분당 회전수 측정은 동력제어부의 모터(M1), 1번 탈곡통(T1), 2번 탈곡통(T2) 각각 측정하였으며, 약 10초 간 누적 측정 후 평균값을 사용하였음, 모터 및 1번 탈곡통은 400 r/min 미만에서는 10 r/min 내의 오차가 발생하였으나, 400 r/min 이상부터는 약 10 r/min 이상 오차가 발생함

【 콩 콤바인 탈곡부 시험기 분당 회전수(r/min) 측정 결과 】

설정값 (r/min)	측정값 (r/min)				
	모터 (M1)		1번 탈곡통 (T1)		2번 탈곡통 (T2)
	측정값	오차	측정값	오차	
50	41.49	-8.51	41.59	-8.41	60.31
100	93.03	-6.97	92.89	-7.11	135.5
150	150.1	0.1	150.1	0.1	209.6
200	201.3	1.3	201.4	1.4	279.7
250	257.7	7.7	257.7	7.7	354.3
300	308.1	8.1	307.9	7.9	431.5
350	359.1	9.1	358.8	8.8	492.3
400	413.8	13.8	413.4	13.4	555.8
450	466.3	16.3	466.4	16.4	687.6

- 콩 콤바인 탈곡부 시험 시, 탈곡되는 콩을 제외한 배출되는 콩대 및 검불을 저장할 수 있는 검불받이를 제작, 설치함
- 탈곡부 내 콩 투입 시, 탈곡된 콩은 선별부를 거쳐 바닥으로 떨어지게 되며, 나머지 콩대 및 검불 등은 그림 37-(d~f)와 같이 설치된 검불받이 내 저장됨

【 콩 콤바인 탈곡부 시험기 내 콩대 및 검불받이 설치; (a~c) 설계 및 제작; (d~f) 탈곡부 시험기 내 설치 】



- 콩 콤바인 탈곡부 실험을 위해 표 20과 같이 탈곡통의 분당 회전수(r/min) 조건에 따른 실험을 설계함, 상용 콤바인 탈곡부의 분당 회전수 320~380 r/min을 고려하여, 200~450 r/min, 50 r/min 간격으로 설정하였으며, 1회 실험 시 6 그룹, 2회 반복함

【 콩 콤바인 탈곡 실험 설계* 】

구분 (r/min)	Test 1	Test 2
200	Group 3	Group 9
250	Group 4	Group 10
300	Group 5	Group 11
350	Group 6	Group 12
400	Group 7	Group 13
450	Group 8	Group 14

* 그룹 1, 2는 탈곡부 테스트 위한 예비 실험으로 사용함

【 콩 콤바인 탈곡 실험 시 그룹별 무게 측정 결과 】

구분 (Test 1)	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7	Group 8
	200 r/min	250 r/min	300 r/min	350 r/min	400 r/min	450 r/min
무게 (kg)	4.44	4.20	4.10	4.22	3.80	4.56
구분 (Test 2)	Group 9	Group 10	Group 11	Group 12	Group 13	Group 14
	200 r/min	250 r/min	300 r/min	350 r/min	400 r/min	450 r/min
무게 (kg)	5.40	4.20	4.22	3.78	3.84	3.92
평균 값 (kg)						4.22

【 콩 콤바인 탈곡 실험 시 콩 샘플별 함수율 측정 결과 】

구분	건조 전 (g)	건조 후 (g)	함수율 (wb%)
Sample 3	10.06	9.06	9.94
Sample 4	10.02	9.00	10.18
Sample 5	10.22	9.14	10.57
Sample 6	10.02	9.04	9.78
Sample 7	10.12	9.12	9.88
Sample 8	10.08	9.00	10.71
Sample 9	10.20	9.22	9.61
Sample 10	10.10	9.10	9.90
Sample 11	10.14	9.08	10.45
Sample 12	10.00	9.02	9.80
Sample 13	10.16	9.16	9.84
Sample 14	10.00	9.04	9.60
평균 값 (Avg.)	10.09	9.08	10.02

○ 콩 콤바인 탈곡 실험 시, 그룹별 무게는 표 21과 같음, 평균 약 4.22 kg, 최저 약 3.78 kg (그룹 12), 최고 약 5.40 kg (그룹 9)로 측정됨

- 콩 콤바인 탈곡 실험 시, 각 그룹별 무작위로 수집한 콩 낱알 샘플을 대상으로 수분함량을 측정함, 마찬가지로 수분함량 측정은 ASAE S352.2 DEC 92의 Standard Method (1983)를 기준으로 10 g, 130°C, 4시간 건조 방법을 따름
- 함수율 측정 결과, 습량기준 평균 10.02%의 함수율 조건으로 측정됨
- 콩 콤바인 탈곡부 시험기 내 콩 작물의 투입은 그림 38-(a)와 같이, 투입부 내 약 10주 가량의 콩을 배열 후 투입함, 탈곡 후 탈곡된 콩을 제외한 콩대 및 검불 등은 그림 38-(b), 탈곡 및 선별된 콩은 그림 38-(c)와 같이 저장됨
- 탈곡 및 선별된 콩은 그림 38-(e~f)와 같이 각 그룹별 무게를 측정함 (표 23)

【 (a) 콩 콤바인 탈곡부 시험기 내 대상 작물 투입 방법; (b) 탈곡과정 후 검불받이 내 분리된 콩 대 및 검불; (c) 탈곡과정 후 분리된 콩 및 이물질; (d~e) 탈곡과정 후 분리된 샘플의 보관; (f) 탈곡과정 후 분리된 콩 및 이물질 무게 측정 】



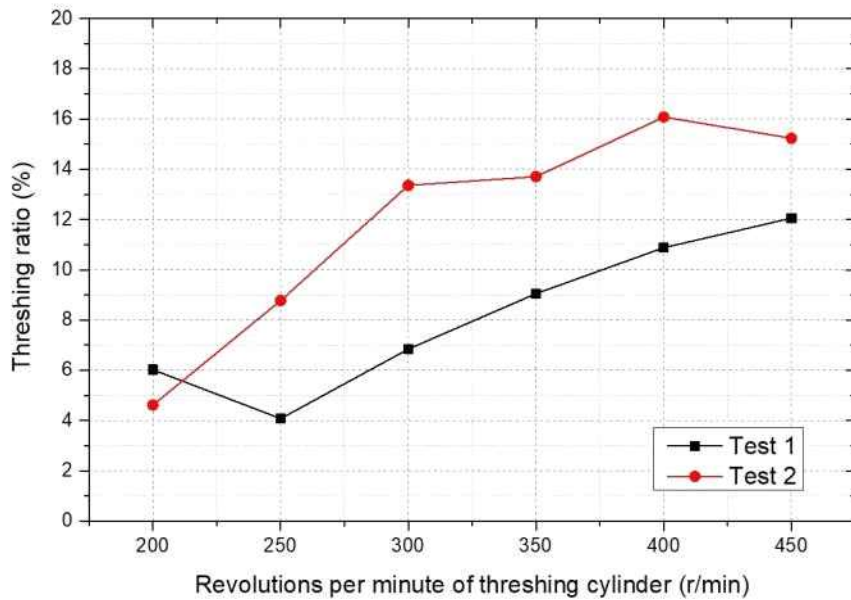
- 탈곡 및 선별된 콩의 무게(A) 및 탈곡 후 배출된 콩대 및 검불 등의 무게(B), 탈곡 후의 그룹별 총 무게(C), 탈곡 후 총 무게 대비 선별된 콩의 비율을 표 23과 같이 측정, 계산함
- 탈곡통 분당 회전 수의 증가에 따라 탈곡, 선별된 콩의 무게 및 탈곡된 비율은 전반적으로 증가하는 것으로 나타남(표 23; 그림 39), 1차 탈곡 및 선별된 콩의 무게는 그룹 13(400 r/min)에서 약 0.590 kg으로 가장 많은 양이 탈곡, 선별된 것으로 측정되었으며, 그룹 4(250 r/min)는 약 0.165 kg으로 가장 적은 양이 탈곡된 것으로 측정됨, 일반적으로 콤바인 탈곡 시 탈곡되는 양보다 적는데 이는 탈곡부 시험기의 구조상 1회 탈곡과정을 거친 후 바로 배출되기 때문으로 판단됨
- 탈곡과정 후 1차 탈곡되는 콩(콩+이물질)의 총 무게 대비 비율은 최저 4.079%에서 최고 16.076%로 측정됨, 이 비율을 통해 투입되는 콩 작물의 총 무게의 차이가 아닌 분당 회전수의 증가에 따라 탈곡, 선별된 콩이 증가하는 것을 알 수 있음
- 탈곡과정 후 1차 탈곡, 선별된 콩은 콩 및 콩깍지 등 이물질이 섞여있음, 따라서 탈곡 후 순수 콩의 무게를 측정하기 위해 콩과 이물질을 분리 후, 순수 콩의 무게를 측정함

【 콩 콤바인 탈곡 실험 후 분리된 샘플별 무게 측정 결과* 】

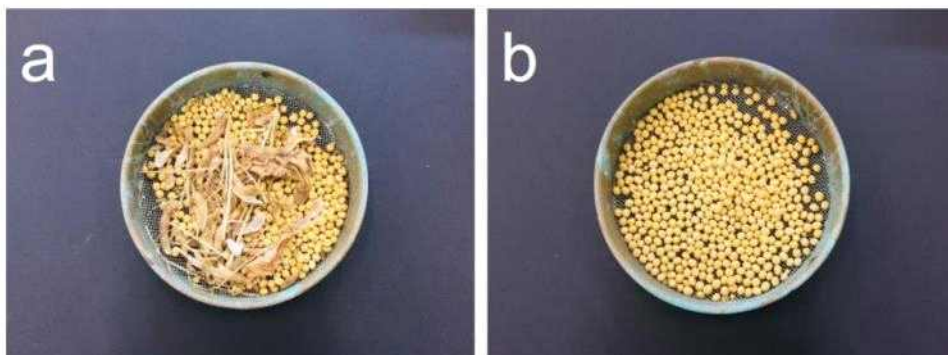
구분 (Test 1)	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7	Group 8
	200 r/min	250 r/min	300 r/min	350 r/min	400 r/min	450 r/min
A: 콩 받이 (kg)	0.250	0.165	0.285	0.390	0.415	0.510
B: 검불받이 (kg)	3.900	3.880	3.880	3.920	3.400	3.720
C=A+B: 합계 (kg)	4.150	4.045	4.165	4.310	3.815	4.230
D=A/C: 비율 (%)	6.024	4.079	6.843	9.049	10.878	12.057
구분 (Test 2)	Group 9	Group 10	Group 11	Group 12	Group 13	Group 14
	200 r/min	250 r/min	300 r/min	350 r/min	400 r/min	450 r/min
A: 콩 받이 (kg)	0.245	0.350	0.555	0.505	0.590	0.575
B: 검불받이 (kg)	5.060	3.640	3.600	3.180	3.080	3.200
C=A+B: 합계 (kg)	5.305	3.990	4.155	3.685	3.670	3.775
D=A/C: 비율 (%)	4.618	8.772	13.357	13.704	16.076	15.232

* A : 탈곡 및 선별된 콩의 무게; B: 콩대 및 검불의 무게

【 탈곡통의 분당 회전수에 따른 1차 탈곡 및 선별된 콩의 비율(%) 】



【 (a) 탈곡된 콩 및 이물질 샘플; (b) 콩 및 이물질 샘플 중 이물질 제거 후 순수 콩 】

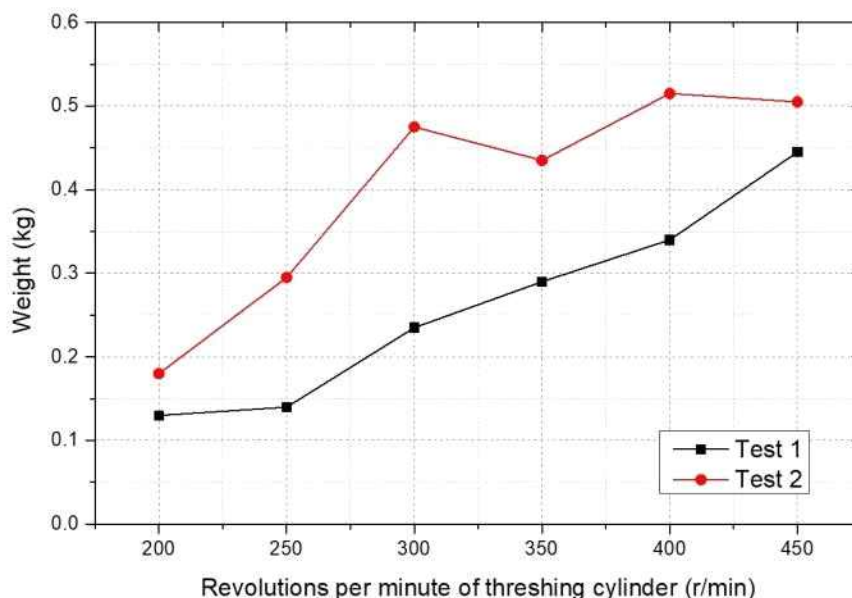


- 분리 후 측정된 순수 콩 무게는 표 24 및 그림 41과 같이, 탈곡통 회전수 증가에 따라 증가하는 것으로 나타남, Test 2의 그룹 12의 경우 순수 콩 무게가 0.435 kg으로 그룹 11보다 작은 것으로 나타났으며, 전반적으로 증가하는 경향을 보임
- 1차 탈곡과정 후 콩을 제외한 이물질 무게 및 비율은 표 24와 같으며, Test 1, 2의 200 r/min 회전수에서 이물질 비율이 높게 측정되었음, 200 r/min 및 그룹 6의 350 r/min 을 제외 시 평균 14.71%의 이물질이 섞여 있는 것으로 측정됨

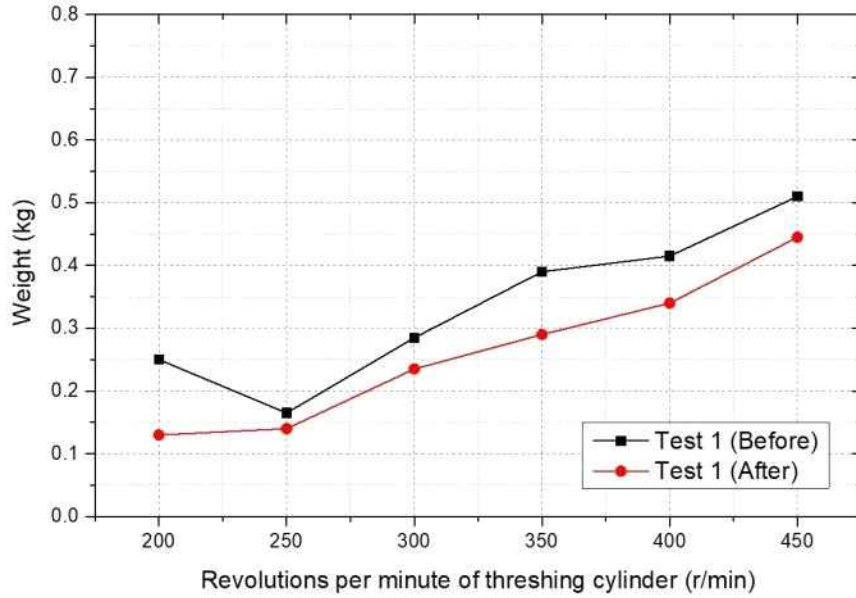
【 탈곡 시험 후 탈곡된 순수 콩 무게 측정 결과 】

구 분 (Test 1)	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7	Group 8
	200 r/min	250 r/min	300 r/min	350 r/min	400 r/min	450 r/min
A: 분리 전 (kg)	0.250	0.165	0.285	0.390	0.415	0.510
B: 분리 후 (kg)	0.130	0.140	0.235	0.290	0.340	0.445
C=A-B: 이물질 무게 (kg)	0.120	0.025	0.050	0.100	0.075	0.065
D=C/A: 이물질 비율 (%)	48.00	15.15	17.54	25.64	18.07	12.75
구 분 (Test 2)	Group 9	Group 10	Group 11	Group 12	Group 13	Group 14
	200 r/min	250 r/min	300 r/min	350 r/min	400 r/min	450 r/min
A: 분리 전 (kg)	0.245	0.350	0.555	0.505	0.590	0.575
B: 분리 후 (kg)	0.180	0.295	0.475	0.435	0.515	0.505
C=A-B: 이물질 무게 (kg)	0.065	0.055	0.080	0.070	0.075	0.070
D=C/A: 이물질 비율 (%)	26.53	15.71	14.41	13.86	12.71	12.17

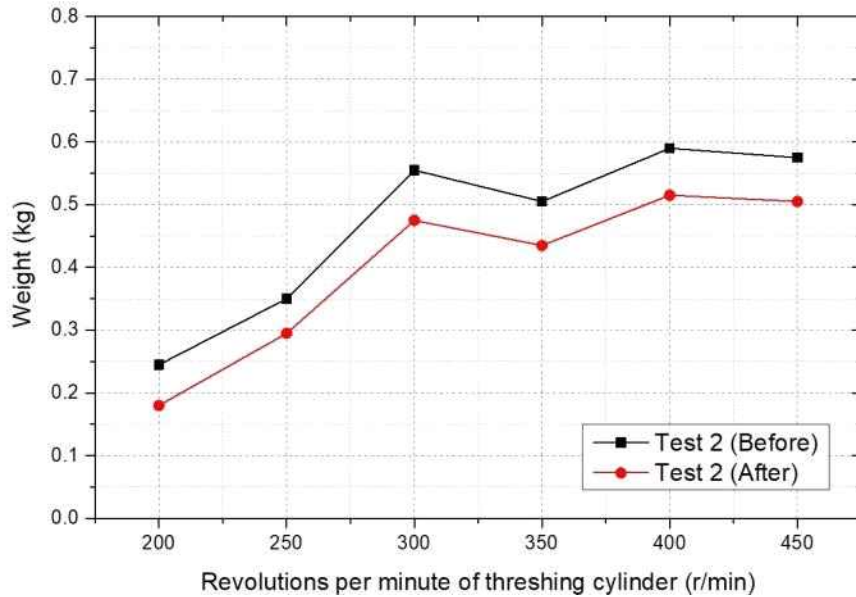
【 탈곡통의 분당 회전수에 따른 탈곡된 순수 콩의 무게 변화 (Test 1 : 그룹 3~8; Test 2 : 그룹 9~14) 】



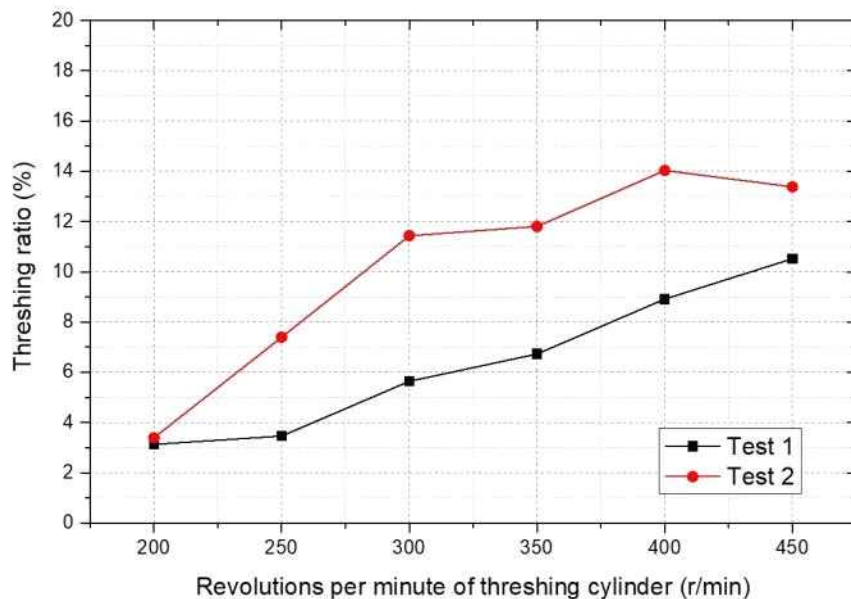
【 탈곡 후 콩과 이물질의 분리 전후의 무게 변화 (Test 1 : 그룹 3~8) 】



【 탈곡 후 콩과 이물질의 분리 전후의 무게 변화 (Test 2 : 그룹 9~14) 】



【 탈곡 후 회전수에 따른 순수 콩 탈곡 비율의 변화 (순수 콩 무게 / 총 무게) 】



□ 고속 카메라를 통한 콩 탈곡과정 경향 분석

- 콩 콤바인 탈곡부 시험기를 통한 탈곡 시험 시, 콩 탈곡 경향을 분석하기 위해 고속 카메라를 이용, 탈곡과정을 녹화, 분석함. 고속 카메라(Chronos 1.4 High Speed Camera, Kron Technologies Inc., Canada)의 사양은 다음과 같음
- 보광을 위한 할로겐 램프는 500W, 2개의 할로겐 램프를 설치함, 고속 카메라의 촬영 해상도는 1,280×1,024, 1069 fps로 설정하여 촬영함
- 탈곡부 시험기 구조 상 촬영 시작 후 작물을 투입하지 않고, 선별부 및 탈곡통의 급치 날 사이에 콩 작물을 미리 설치 후 탈곡통을 회전시켜 탈곡 경향을 판단함
- 고속 카메라를 통한 탈곡경향은 탈곡통의 회전수가 증가함에 따라 콩 작물이 급치와 선별부 사이에서 이탈하며 균일하게 탈곡되지 않았으며, 실험장치 구조 상 탈곡 시 가장 중요한 부분으로 판단되는 급치 날의 콩깍지 타격을 관찰하기 어려웠음, 이는 실험장치의 구조 특성 및 카메라의 해상도 문제로 판단되며, 추후 보완을 통해 탈곡 시 회전수에 따른 타격 및 탈곡경향을 판단하기 위한 실험을 추가 진행할 예정임

【 고속 카메라 사양 (Chronos 1.4) 】

Camera		Image Sensor	
구분	사양	구분	사양
Imaging	1280×1024, 1069 FPS	Resolution	1280×1024, 1069 FPS
Memory	32 GB	Speed	1.4 Gpx/s
Record Time	16 Sec	Dimensions	8.45 mm × 6.76 mm
Lens Mount	CS Mount	Pixel Pitch	6.6μm
IR Filter	650 nm	Sensitivity (ISO)	Color ISO 320 to 5120
Display	5" 800×480	Shutter	Electronic global shutter, 1/fps to 1μs (1/1,000,000 s)

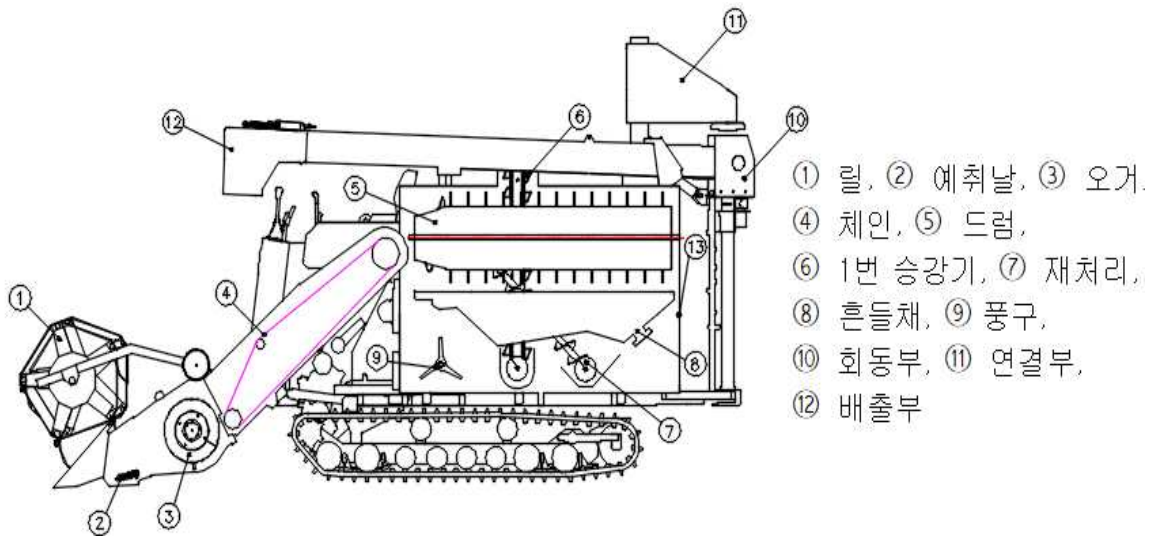
【 콩 콤바인 탈곡부 시험기 탈곡과정 분석; (a~c) 탈곡과정 촬영을 위한 고속카메라 및 할로겐 램프(보광) 설치; (d) 시험기 내 투입구 근접 촬영 】



14 고능률 예취 및 탈곡 선별 장치 시제품 제작

- 고능률 예취 및 탈곡 선별 장치 시제품 제작

【 시작기 주요부 구조 개념도 】

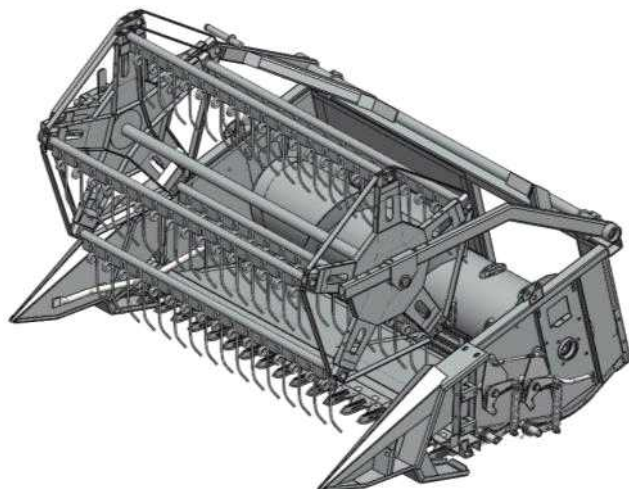


(1) 예취장치: 대지 수평 제어 장치를 탑재한 시제품 제작 및 조립

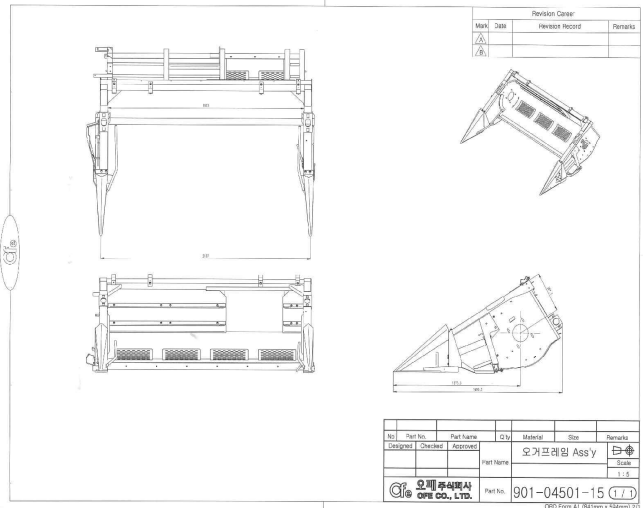
구 분	제 원
예취폭(mm) / 유입량(kg/s)	2,075 / 2.5
회전직경 X 폭(mm)	Φ900X1,903

· 상세 설계 및 시제품 제작

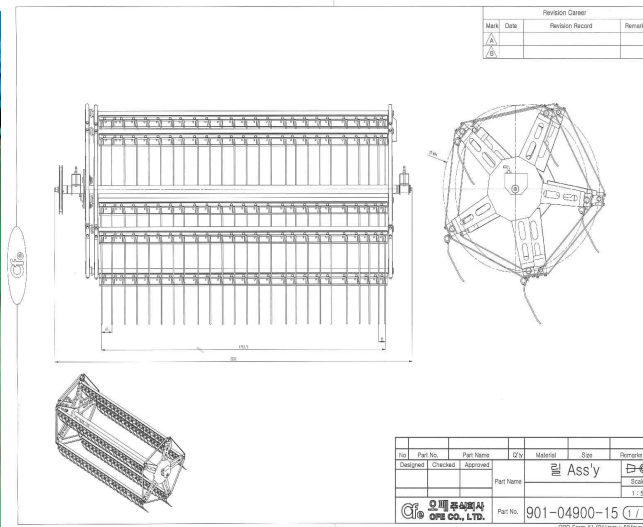
【 예취부 설계도 】



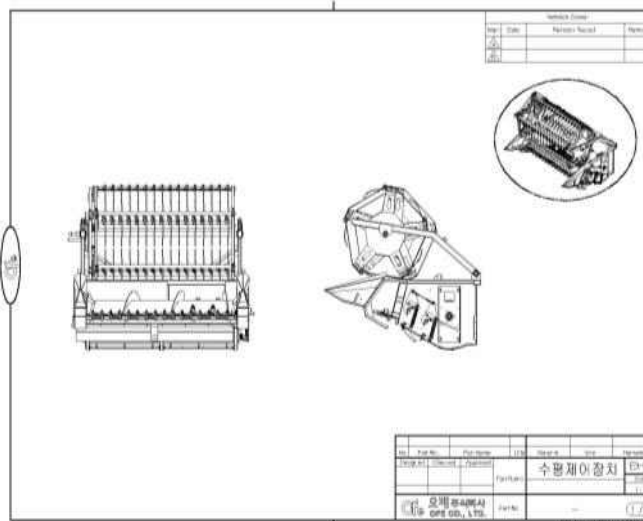
【 예취부-오거 프레임& 오거 파이프 】



【 예취부-릴 】



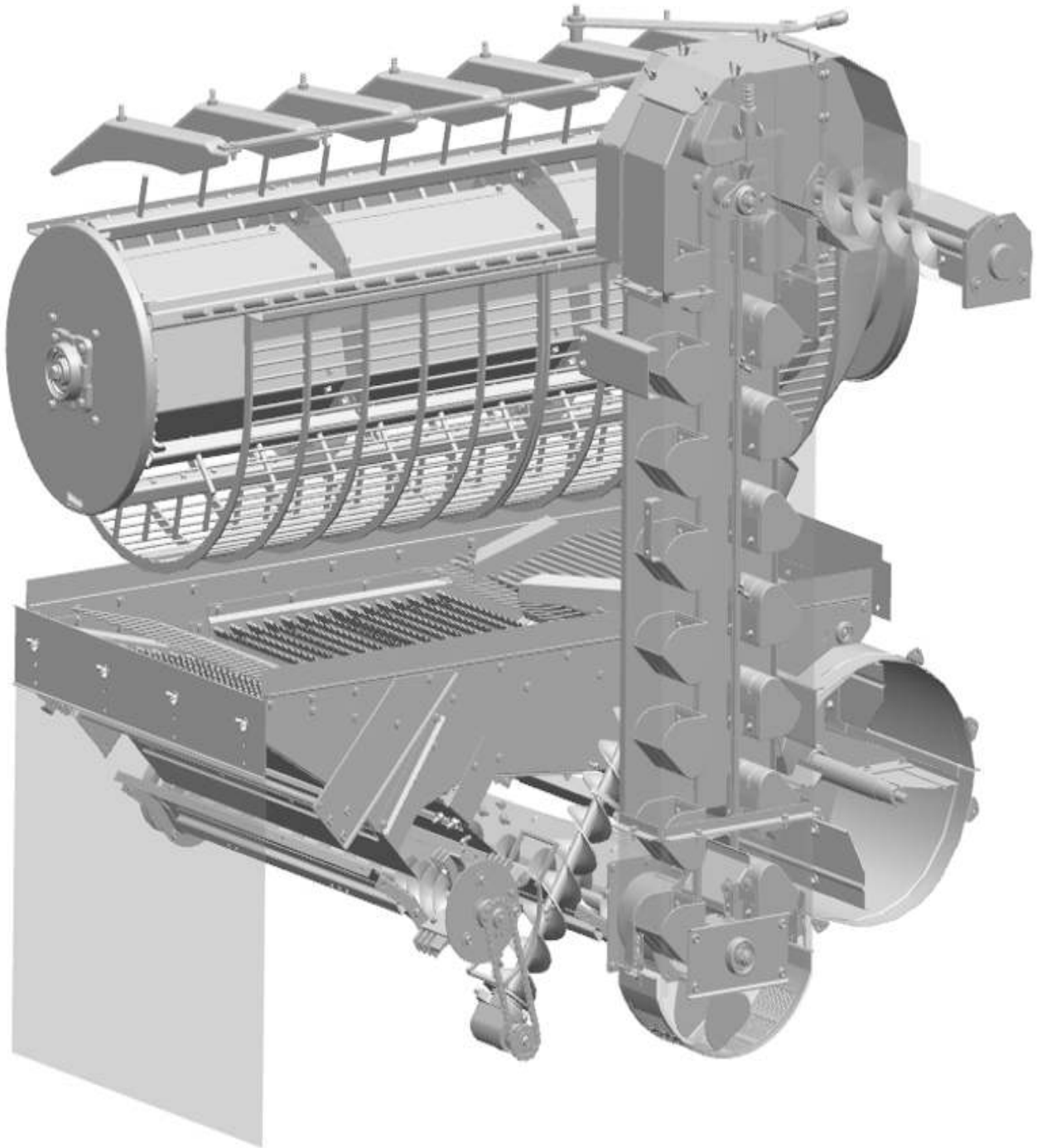
【 예취부-대지 수평제어장치 】



(2) 탈곡장치: 고능률 탈곡 장치시제품 제작 및 조립

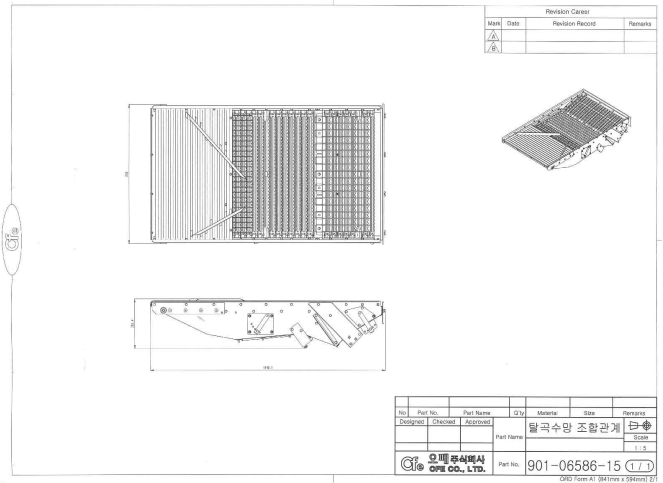
- 고능률 탈곡 선별 성능을 구현하기 위하여 1차년 설계·제작 진행 하였던 복동 직류식 탈곡 장치를 설계·제작 하여 수행한 결과 기체의 크기 변경으로 인하여 효율적인 성능 구현을 위하여 종 축류식 탈곡 장치로 변경하여 재설계·제작 진행 함.

【 탈곡부 구조도 】

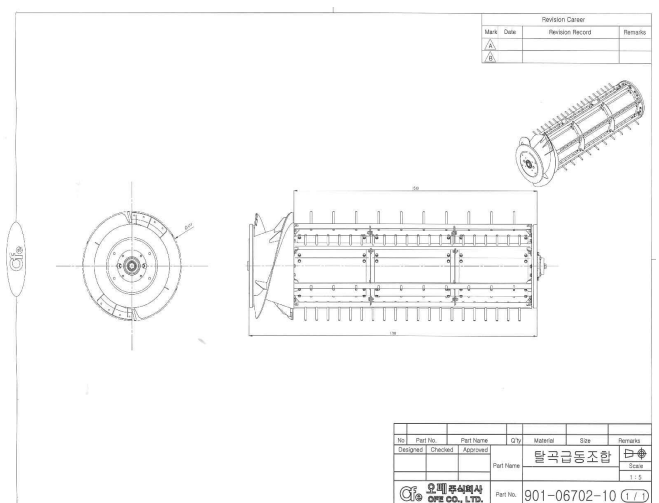


· 상세 설계 및 시제품 제작

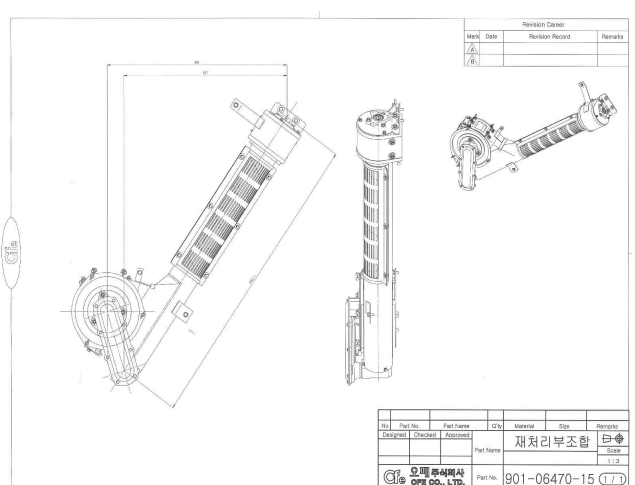
【 탈곡부-선별장치 】



【 탈곡부-프레임 & 탈곡급동 】



【 탈곡부-재처리장치 】

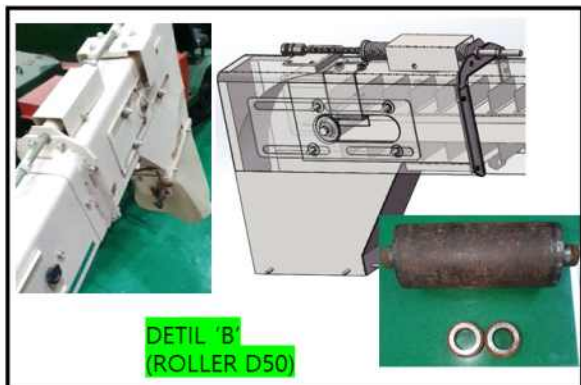
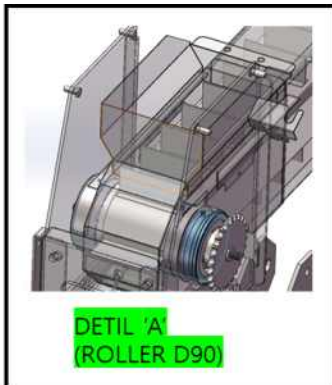
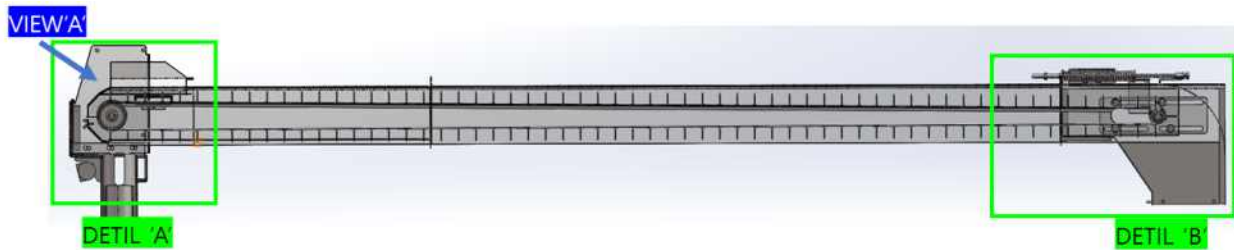


15 곡물 손상 저감 배출 시스템 제작 및 성능 평가

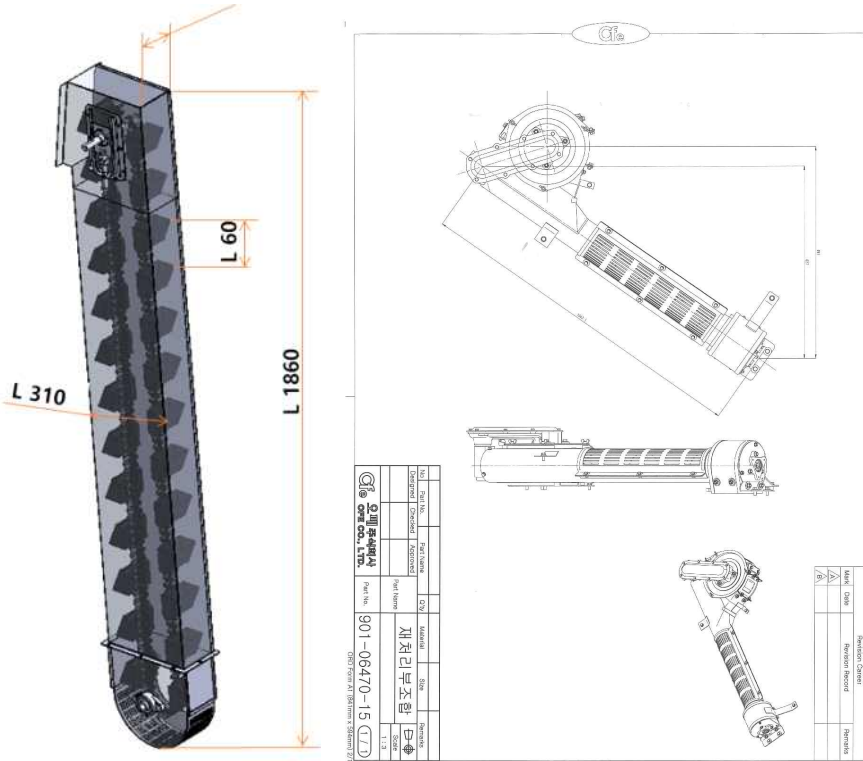
· 상세 설계 및 시제품 제작



【 배출장치-수평이송부 】

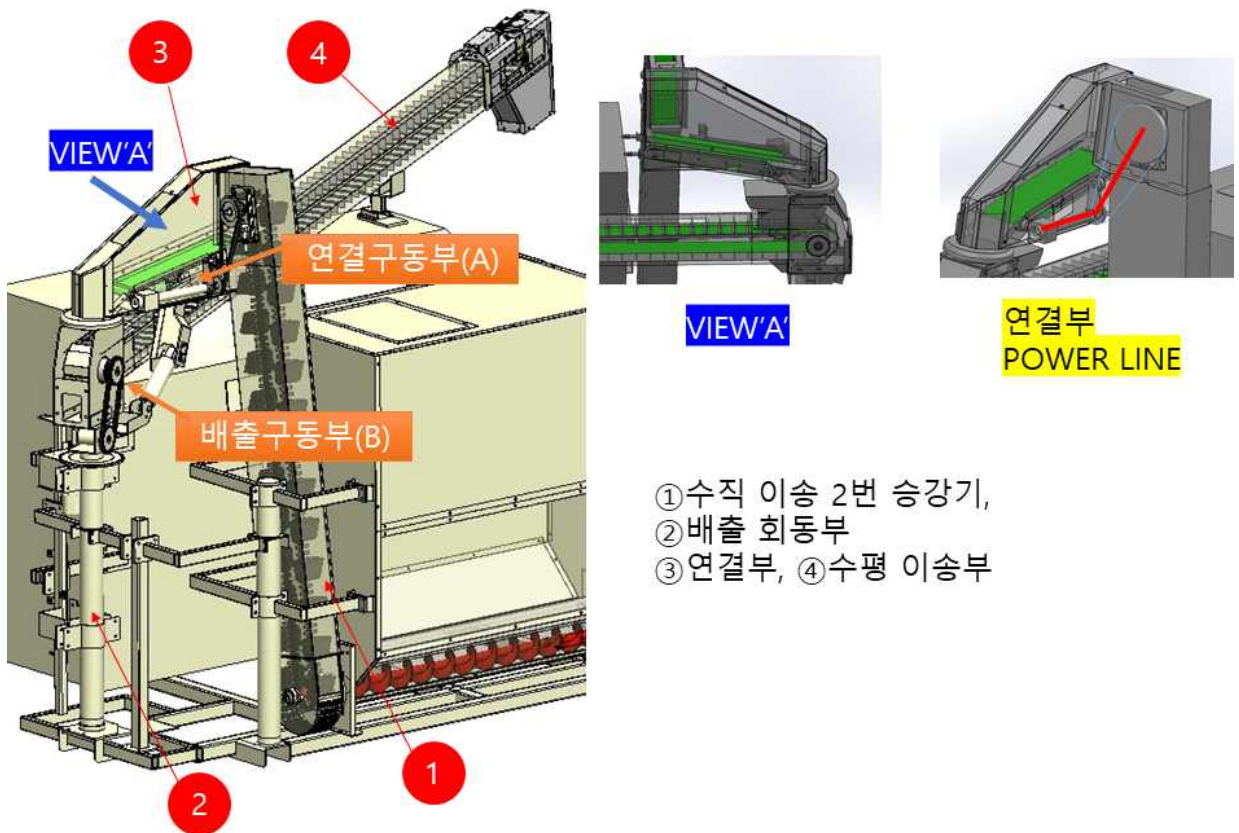


【 배출장치-수직 이송부 】



· 배출시스템 성능평가

① 배출 시스템 구조



② 배출시스템 성능평가

- 평가방법 : 배출구동 RPM 별 손실률 및 작동 시험
- 시험조건 : 시료 200g당 손실률

손실률 \ RPM	600(A)/200.9(B)	800(A)/470(B)	1,000(A)/608.6(B)
1차	0.4	0.9	배출불가
2차	0.4	1.2	배출불가
3차	0.3	1.2	배출불가



500(A)/200.9(B)

저속



800(A)/410.4(B)

중속



900(A)/608.6(B)

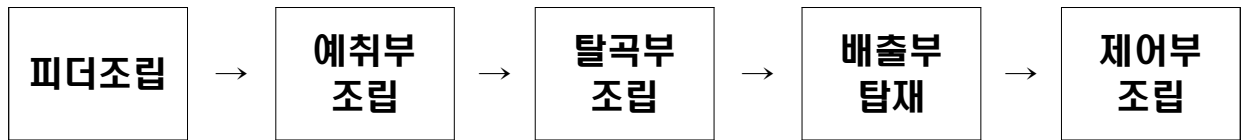
고속

- 결과 : 시험 결과 중속에서 최적 성능을 보이며 고속의 높은 RPM 에서는 연결부의 병목 현상으로 배출이 불가 하였음. 최적 성능 구현을 위하여 연결부의 용량을 상향하여 설계 변경이 필요함.

16 시제품 기대 조립 및 성능 평가

· 개발 모듈 기대 탑재 및 조립

【 시제품 조립 과정 】



【 피더 조립완료 】



【 예취부& 피더 조립 완료 】





【 탈곡부 조립 완료 】



【 배출부 탑재 전경 】



【 기대 조립 완료 】

② 벤치 성능 확인 및 검증

- 평가 방법 : 농업 기계 검정
- 평가 기관 : 농업 기술 실용화 재단
- 시험조건
 - 시험 시기 및 장소 : 2021년 11월05일, 경남 창원 동읍 농가 포장
 - 시험작물 : 대풍콩
 - 시험요인: 수확 예취폭-2,100mm, 작업속도-저속, 고속



- 포장시험 전경



- 작업성능

작업정도시험											
		저속 (0.46 m/s)				고속 (0.57 m/s)					
		1차	2차	Average	%	1차	2차	Average	%		
작업속도, m/s		0.45	0.47	0.46	-	0.57	0.57	0.57	-		
㉔ 20m 곡립구 수확량, g		11,600	11,400	11,500	-	10,900	9,100	10,000	-		
예취높이, cm		13,15,13	12,8,11	12.0	-	14,12,12	13,16,12	13.2	-		
300g 샘플 중, g	협잡물(지경, 쪽정어, 검불)		0.87	0.41	0.64	0.21	0.92	1.34	1.13	0.38	
	㉕ 손상립	쪼개진 콩알	0.41	0.77	0.59	0.20	0.81	1.30	1.06	0.35	
	㉖ 미손상립	미탈곡된 것	0.52	1.36	0.94	0.31	0.69	0.24	0.47	0.16	
		탈곡된 것	298.7	298.82	298.77	-	298.27	297.36	297.82	-	
손실, g	㉗ 예취손실	전처리부와 절단부 등에서 낙하립		84.00	96.00	90.00	0.77	181.00	222.00	201.50	1.97
	㉘ 탈곡선별손실	배진구(배진구에서 배출된 검불속)		55.00	38.00	46.50	0.40	37.00	33.00	35.00	0.34
20 m 환산 손실곡 포함 알곡량(㉗*(㉕+㉖)/300 +㉘),g				-		11,673	-		-	10,252	-

-성능 시험 결과 :

구분	2차년 개발목표	저속	고속	2차년 개발목표
곡립손실립비(%)	4%이하	1.17	2.31	5%이하
곡립구중의 손상립비(%)	2%이하	0.20	0.35	2%이하
곡립구중의 이물질비(%)	3%이하	0.21	0.38	3%이하

※ 농업기계 검정 성적서 (21.11.24, 농업실용화재단)

2차년도 작업성능 개발목표를 손실립비 4%, 협잡물비 3%, 손상립비 2%이하로 설정 추진 하였으나 농업기술 실용화재단 잡업성능 시험결과 손실립비 2.31%, 협잡물비 0.38%, 손상립비

0.35%로 연구개발 목표에 상회 하지만 고능률 예취 및 탈곡선별장치의 개발을 목표로 설정하고 있어 현지 검정시험시 나타난 문제점을 수정보완하여 결과값을 도출, 선진농업기계의 동등 수준 이상 되도록 하는 성능개선 방안 계획임.

- 발아율 테스트

조 건 : 25±0.5℃

발아세 : 5일 후 조사

발아율 : 8일 후 조사

시험장비 및 조건 : 온도와 재배용수 조절이 가능하도록 제작된 나물재배기(항온기 상단에 재배용수의 온도와 공급시간 조절이 가능한 시스템 부착)를 이용하여 암 조건에서 재배용수를 시간당 12회(각 1분)씩 공급



발아율 테스트
(2021.11.06~2021.11.13)

처리	반목	발아세	정상	비정상
1	A	86	62	38
	B	91	78	25
	C	96	69	26
	M	91	70	30
2	A	87	69	23
	B	91	30	18
	C	97	65	36
	M	92	55	26
3	A	89	65	22
	B	93	60	36
	C	97	78	29
	M	93	68	29
4	A	94	82	14
	B	85	65	28
	C	89	68	32
	M	89	72	25
5	A	99	63	21
	B	91	69	32
	C	94	62	32
	M	95	65	28
6	A	100	70	30
	B	92	72	28
	C	96	58	42
	M	96	67	33
7	A	100	69	31
	B	98	71	29
	C	100	79	21
	M	99	73	27
8	A	100	63	37
	B	100	66	34
	C	100	68	32
	M	100	66	34
9	A	100	66	34
	B	100	62	38
	C	100	70	30
	M	100	66	34
10	A	100	73	27
	B	100	63	37
	C	100	69	31
	M	100	68	32
11	A	100	70	30
	B	100	62	38
	C	100	68	32
	M	100	67	33
12	A	100	68	32
	B	100	69	31
	C	100	70	30
	M	100	69	31
평균	A	96	68	285
	B	95	64	31
	C	97	69	31
	M	96	67	29

제 M-21-01181호

농업기계 기술지도검정 성적서

1. 신청인

가. 성명 : 함영철

나. 사업자 등록번호 : 609-81-79905

다. 주소 :

라. 상호 : 오페주식회사

2. 검정 용도의 제품

가. 기종명 : 콤파인

나. 형식명 : OBC 210

다. 형식 및 규격 : 보통형, 예취폭 210 cm

3. 검정번호 : 21-MT-084

4. 검정성적 : 불임

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

2021년 11월 24일

농업기술실용화재단 이사장



검정성적

1. 기종명: 콤바인
2. 검정번호: 21-MT-084
3. 형식명: OBC 210
4. 형식: 보통형
5. 규격: 예취폭 210 cm
6. 검정성적:



6.1. 구조

6.1.1. 기체의 크기

- | | |
|------|----------|
| · 길이 | 4 980 mm |
| · 폭 | 2 345 mm |
| · 높이 | 2 805 mm |

6.1.2. 동력전달장치

- | | |
|-----------|------------|
| · 주클러치 형식 | 없는구조임 |
| · 주변속기 | |
| 변속방식 | 유압식(HST) |
| 변속단수 | 무단(전진, 후진) |
| · 부변속기 | |
| 변속방식 | 기계식(상시물림식) |
| 변속단수 | 2단(저속, 고속) |

6.1.3. 조향장치

- | | |
|------|--------|
| · 형식 | 조향클러치식 |
|------|--------|

6.1.4. 주행장치

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| · 차륜의종류 | 무한궤도 |
| · 무한궤도의 규격(폭×피치, 피치수) | (550 × 90) mm, 58 개 |
| · 무한궤도 접지길이 | 1 950 mm |

6.2. 성능시험

6.2.1. 작업정도시험

시험조건

- 포장조건

품종

진풍콩

식재방법

조간 70 cm, 주간 20 cm

시험성적

- 평균작업속도 (저속) 0.46 m/s, (고속) 0.57 m/s
- 정도시험결과

구분	저속	고속
곡립손실률비(%)	1.17	2.31
곡립구중의 손상률비(%)	0.20	0.35
곡립구중의 이물질비(%)	0.21	0.38
곡립구중의 미탈부률비(%)	0.31	0.16

7. 검정제품 개요

본 기대는 보통형 콤바인으로 예취폭은 210 cm이며 주변속방식은 유압식(HST)임

8. 검정결과

본 검정성적은 농업기술실용화재단 「농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령」 제4조의 규정에 따라 실시한 기술지도검정 성적으로 보통형 콤바인 검정방법에 따라 실시되었음

선임연구원
조태경

조태경

선임연구원
박성민

박성민

(양식 QP-T10-1 VER04)

17 차체프레임, 크롤러 주행 구동 및 조작부 시제품 제작

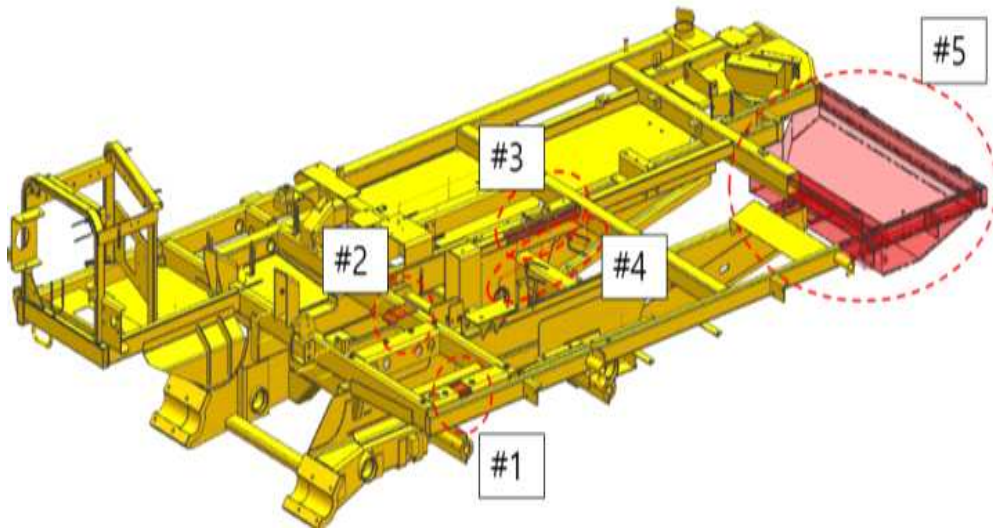
가) 차체프레임 시제품 제작

차체프레임은 1차년도 Lay-out 및 상세설계를 기준으로 시제품 제작을 진행하였음. 차체프레임의 경우 전후, 좌우, ASSY 등 다량의 간이지그 및 목형이 요구되는 Assembly 모델로 개발비 최소화를 위해 일부는 타 기종 지그를 공용 검토하여 본판 제작을 완료 제작을 진행하였음. 추가적으로 탈곡 프레임을 안착하기 위한 상판 제작은 차체프레임 본판 재생작업을 진행하여 추가 수정 제작을 진행함.

ㄱ. 차체프레임 재생작업

A. 차체프레임 1차 재생작업

【 차체프레임 1차 재생작업부 】



차체프레임 시제품 Lay-out 최종사양에서 탈곡프레임 안착 상판은 (주)대동 창녕개발본부에서 진행하였으며, 탑재관계 부품의 변경, 추가 보강 필요부분을 포함하여 재생작업을 진행함. 진행 작업은 1차 간섭부 및 변경사항 수정을 위한 재생작업을 진행하였고, 재생부위는 총 5개 Part로 구성되어 있고, 재생 상세 내용은 하기와 같음.

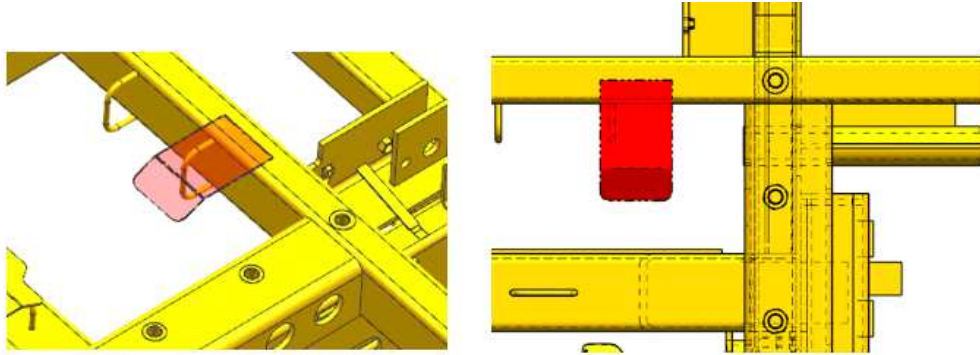
a. 차체프레임 1차 재생 : #1 오일탱크지지부 재생

오일탱크지지부 상단으로 탈곡부 안착 상부프레임안착을 위해 표기부 제거.

b. 차체프레임 1차 재생 : #2 폴리 가이드판 재생

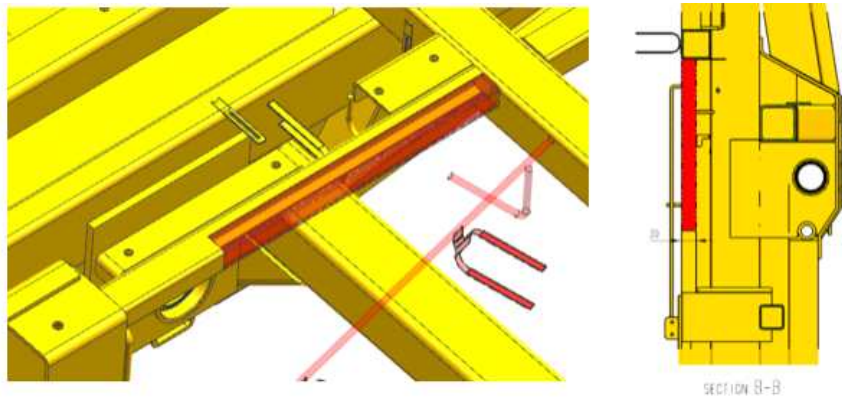
폴리 가이드판 불요부품 및 상단 탈곡부 안착 상부프레임 경로 간섭으로 인한 삭제

【 플리가이드판 재생 】



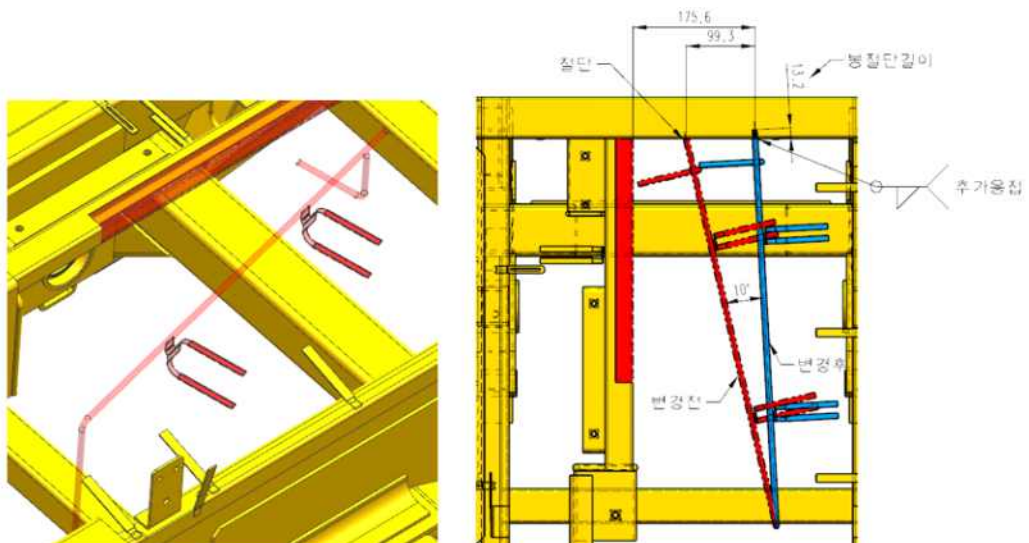
c. 차체프레임 1차 재생 : #3 버킷 컨베이어 간섭부 재생
탈곡부 1번구 하단 버킷컨베이어 간섭발생 예상부 삭제

【 버킷 컨베이어 간섭부 제거 】



d. 차체프레임 1차 재생 : #4 유압호스 간섭부 재생
수평제어를 위한 밸브유닛 위치변경 및 블록 추가로 인한 유압호스 경로변경, 호스 가이드 위치 변경을 위한 재생 작업 진행

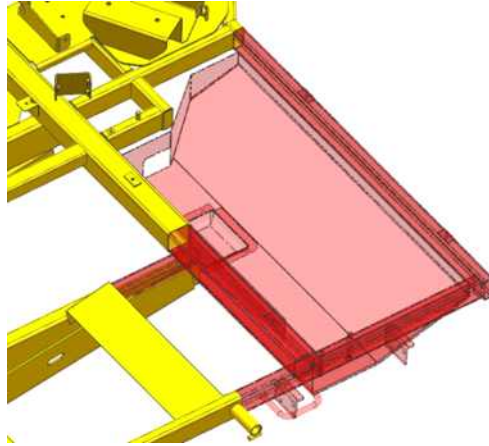
【 버킷 컨베이어 간섭부 제거 】



e. 차체프레임 1차 재생 : #4 연료탱크 안착부 재생

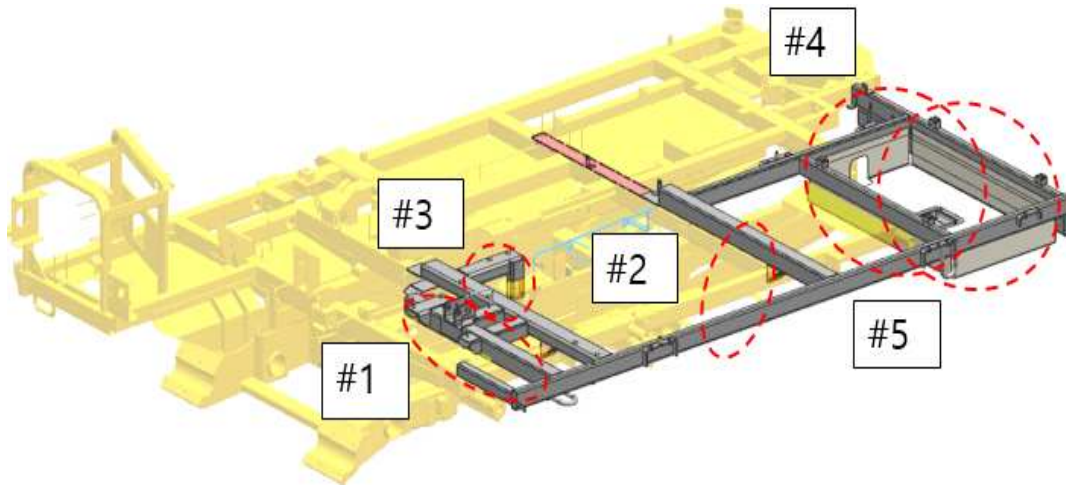
연료탱크 크기 및 탈곡프레임 안착으로 인한 연료탱크 Lay-out 위치 변경 수정

【 연료탱크 안착부 재생 】



B. 차체프레임 2차 재생작업

【 차체프레임 2차 재생작업부 】

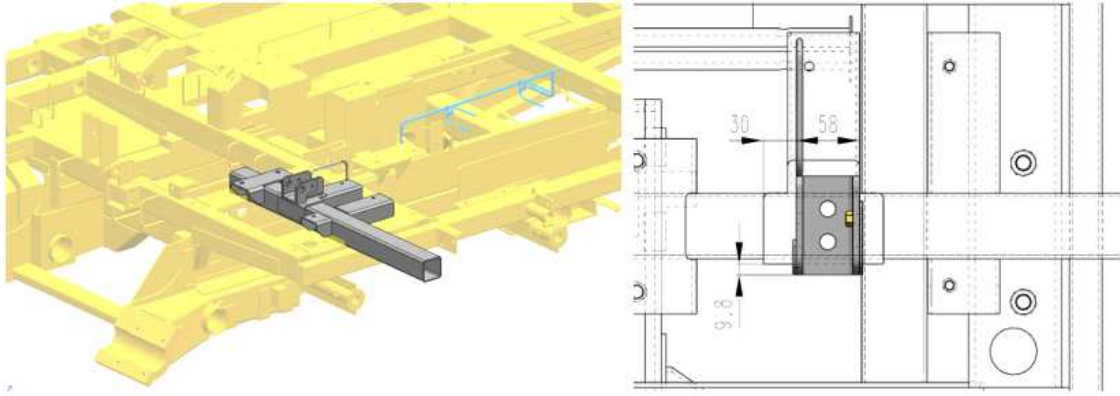


차체프레임 시제품 Lay-out 최종사양 제작을 위해서 1차년도 검토 내용에 따라 제작 설계한 차체프레임의 본판에서 재생이 필요한 5개 Part에서 1차 수정 진행을 완료하였음. 2차 차체프레임의 수정은 추가적인 부품 및 ASSY 간이지그 제작으로 인한 개발비 소요를 절감하기 위해 탑재관계에서 변경 부분, 추가 보강부분을 포함하여 탈곡프레임의 안착부 재생작업을 (주)대동 창녕개발본부에서 자체적으로 최종 진행하였음.

a. 차체프레임 2차 재생 : #1 프레임지지-앞 부착 및 예취 실린더 지점 부착

탈곡시스템 안착 프레임 전방부 프레임지지-앞 및 예취 승하강 실린더 고정부 지점 용접부착 진행 (단품제작 : 업체, ASSY용접 : 대동)

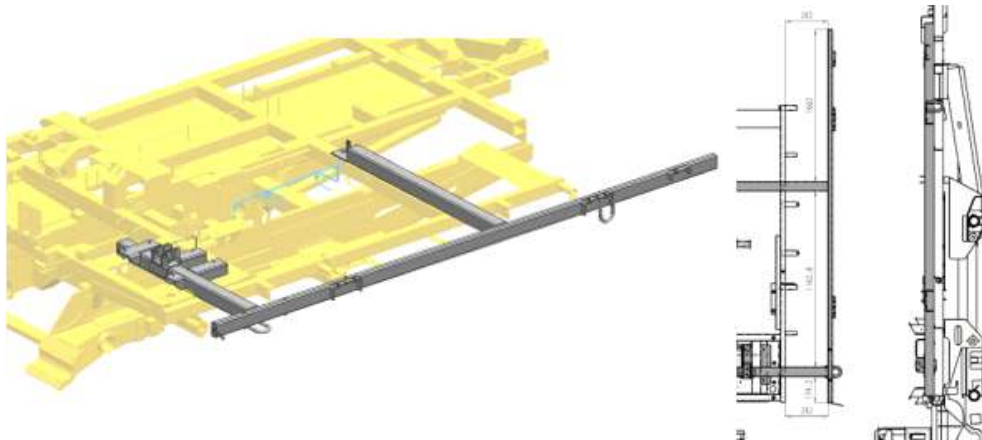
【 프레임지지-앞 및 예취 실린더 지점 부착 】



b. 차체프레임 2차 재생 : #2 보강파이프 및 탈곡지지프레임-좌 부착

탈곡시스템 안착 프레임 중앙 보강 파이프 및 탈곡시스템 좌측 안착부인 탈곡지지프레임-좌 용접 부착 진행 (단품제작 : 업체, ASSY용접 : 대동)

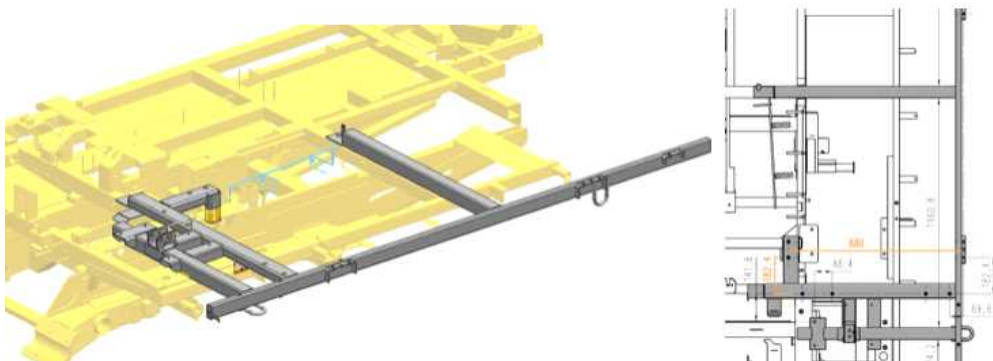
【 보강파이프 및 탈곡지지프레임-좌 부착 】



c. 차체프레임 2차 재생 : #3 탈곡지지프레임-앞 및 탈곡프레임-우 부착

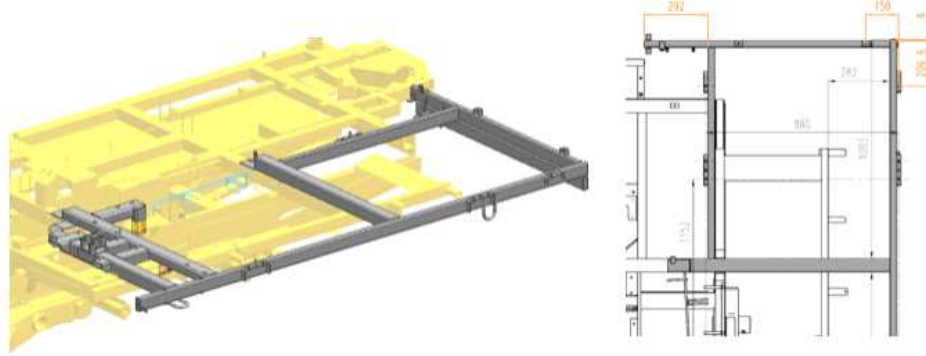
탈곡시스템 전방 안착부인 탈곡지지프레임 및 탈곡프레임-우 용접 부착 (단품제작 : 업체, ASSY용접 : 대동)

【 탈곡지지프레임-앞 및 탈곡프레임-우 부착 】



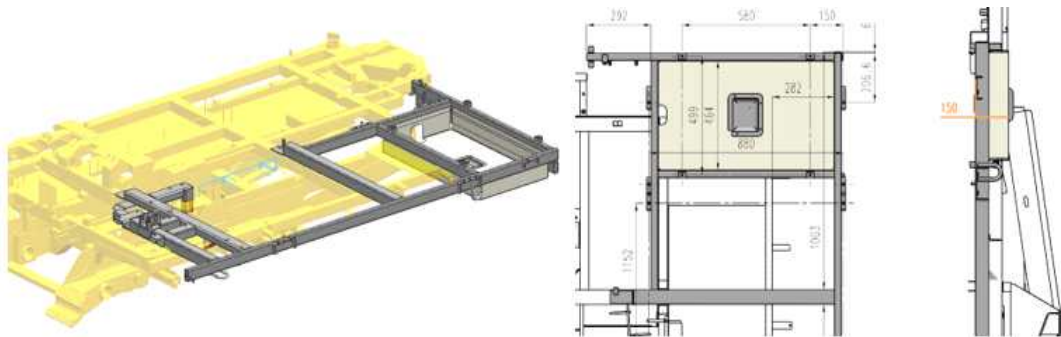
d. 차체프레임 2차 재생 : #4 탈곡지지프레임 및 연료탱크지지대-뒤 부착
탈곡시스템 우측 후방 지지부인 탈곡지지프레임 및 연료탱크지지대 용접 부착
(단품제작 : 업체, ASSY용접 : 대동)

【 탈곡지지프레임 및 연료탱크지지대 부착 】



e. 차체프레임 2차 재생 : #5 연료탱크지지-앞 및 연료탱크 받침판 용접
연료탱크 지지부 및 받침판 부착으로 연료탱크 탑재부 제작 진행
(단품제작 : 업체, ASSY용접 : 대동)

【 연료탱크지지-앞 및 연료탱크 받침판 제작 】



ㄴ. 차체프레임 시제품 제작

【 차체프레임 시제품 제작 】

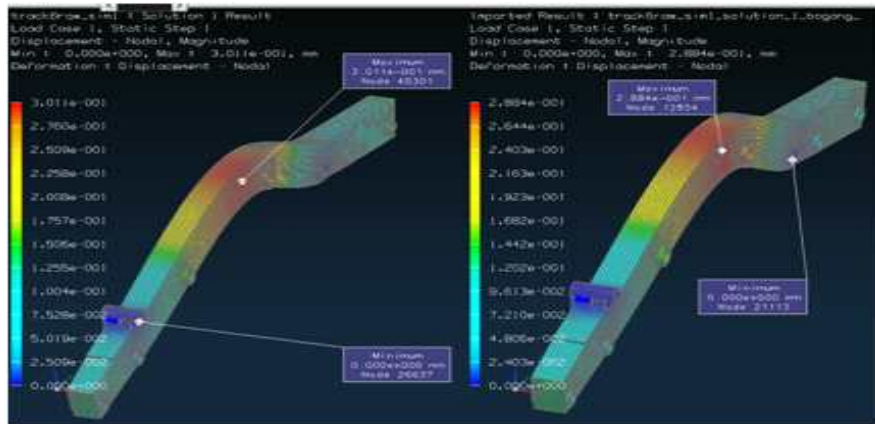


18 크롤러 구동 주행부 시제품 제작

ㄱ. 트랙프레임 안전성 검증

- 주행부는 콤바인의 하중을 지면에 고루 분포 할 수 있도록 제작 되어야하며 이를 토대로 1차년도 이퀄라이저 구조를 채택하여 시제품 제작을 진행하였음. 이퀄라이저 구조는 굴곡진 경사지에서 힌지 기준으로 좌우 요동범위를 두어 주행부에서 받는 부담을 저감하는 효과가 있음. 하지만 콤바인의 자체 중량도 상당한데다 포장진입 및 논두렁을 넘기 위한 주행이 연속 될 경우 주행부의 과도한 하중이 입력되게 됨. 따라서 주행부의 뼈대가 되는 트랙프레임에 Lay-out 최종사양을 기준으로 충분한 안전성 검토를 위한 FEM 유한요소해석을 진행하였음.
- 기체에 안전성을 위해 안전율 1.8을 부가하여 단일 프레임에 가해지는 변형량(Displacement)와 응력(Stress)를 검증하였음. 결과 변형량 0.3mm, 최대응력 190N/mm² 수준으로 재질 SS400 허용인장응력 대비 2배 이상 확인되어 안전하다고 판단되었음.

【 트랙프레임 FEM해석결과 】



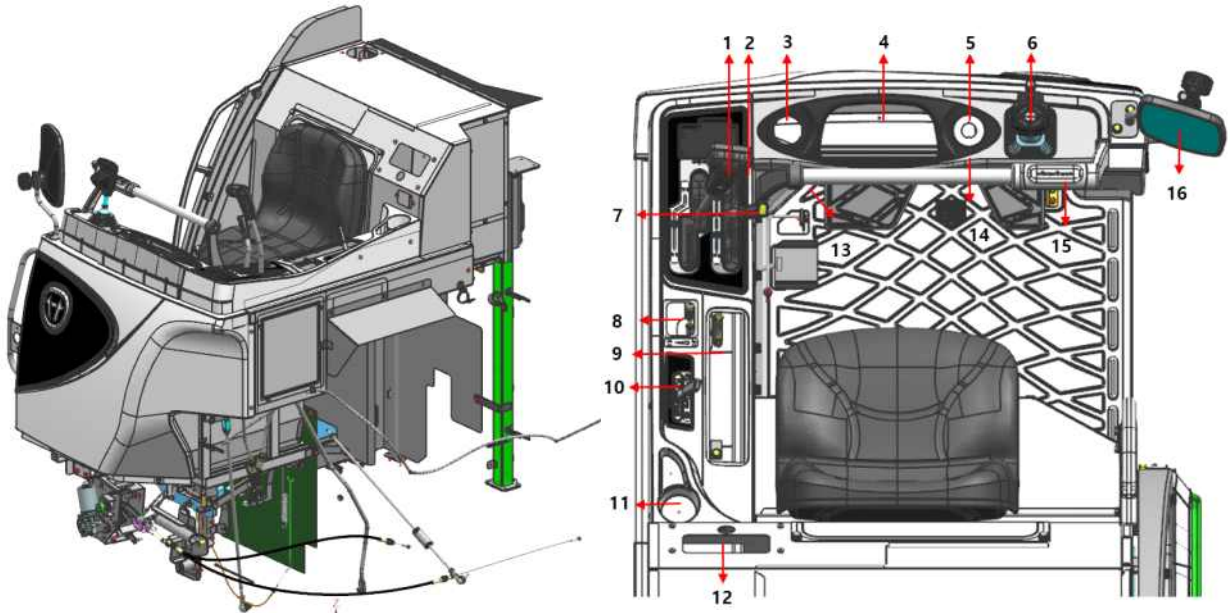
ㄴ. 트랙프레임 시제품 제작

【 조립대차를 활용한 트랙프레임 시제품 조립 】



조작부는 Non-cabin타입으로 적용하였고, 시동, 주행, 변속, 예취승하강 등 기본 작업기능 조작레버 및 조작장치를 각각 구성하였음. 또한 기체 수평 및 주차브레이크 등 옵션, 안전기능도 구성하였음. 상세 구성내용은 하기와 같음.

【 조작부 Lay-out 】



【 조작부 기능 구성 】

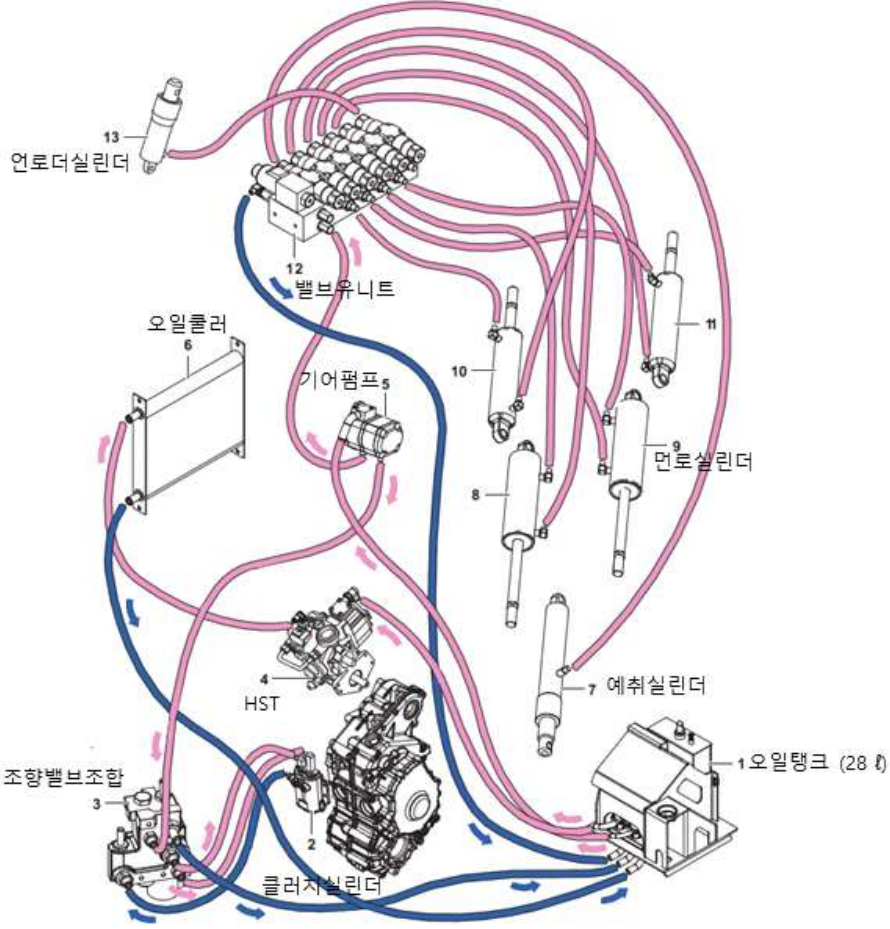
항목	기능	항목	기능
1	주변속레버	9	자동화장기 조작컨트롤러
2	수동깊이스위치	10	예취 탈곡 클러치레버
3	콤비네이션스위치	11	컵홀더
4	계기판	12	언로더 조작 컨트롤러
5	메인스위치	13	주차브레이크 패달
6	파워스티어링 레버	14	클러치 정지패달
7	부변속레버	15	손잡이
8	ECU경고등	16	백미러

19 전후/좌우 수평제어 시스템 개발

- 가) 수평제어 시스템 Lay-out
 - ㄱ. 전후/좌우 수평제어 본기부 Lay-out
 - A. 밸브유닛 사양

수평제어는 콤팩트의 자세를 좌/우 전/후 방향으로 지면과 평행이 되도록 자동으로 조절하는 기능으로 입력장치로는 좌우 경사각센서(롤링), 전후 경사각 센서(피칭)가 구성되어 있고, 이에 따른 출력장치는 전,후,좌,우 유압 실린더로 인해 기체 승하강이 이루어짐.

【 유압시스템 Lay-out 】



수평제어 관련 유압시스템의 경우 오일탱크 내부오일이 기어펌프로 토출되고 펌프에서 밸브유닛으로 유압이 입력되면 밸브유닛에서 신호값에 따라 사용유량으로 각각 유압작동부로 유압을 송출하는 방식으로 수평제어가 구동되게 됨. 결국 수평제어를 관장하는 수평실린더로 유압을 송출하는 밸브유닛의 사양과 제어방식에 따라 수평제어의 성능이 결정나게 됨. 본 연구개발에서는 밸브유닛 사양을 하기와 같이 결정하여 제작하였음.

【 밸브유니트 사양 】

항목	내용	Value
1	사용압력	예취-155±3 kgf/cm ²
		수평-165~170 kgf/cm ²
2	사용유량	30l/min
3	DIVIDER V/V사양	분배비 1:1
4	SOL. V/V 사양 (V1)	정격전압 DC 12V
		사용전압 DC 12V-14.4V
		정격전류 2.1A
	SOL. V/V 사양 (V2~V6)	정격전압 DC 12V
		사용전압 DC 12V-14.4V
		정격전류 2.3A
	SOL. V/V 사양 (V7)	정격전압 DC 12V
		사용전압 DC 12V-14.4V
		정격전류 1.6A
5	FILTER 사양	FILTER TUBE - #80
		INNER TUBE - #40
6	중량	26kg

B. 밸브유니트 1차 pilot 기대 탑재

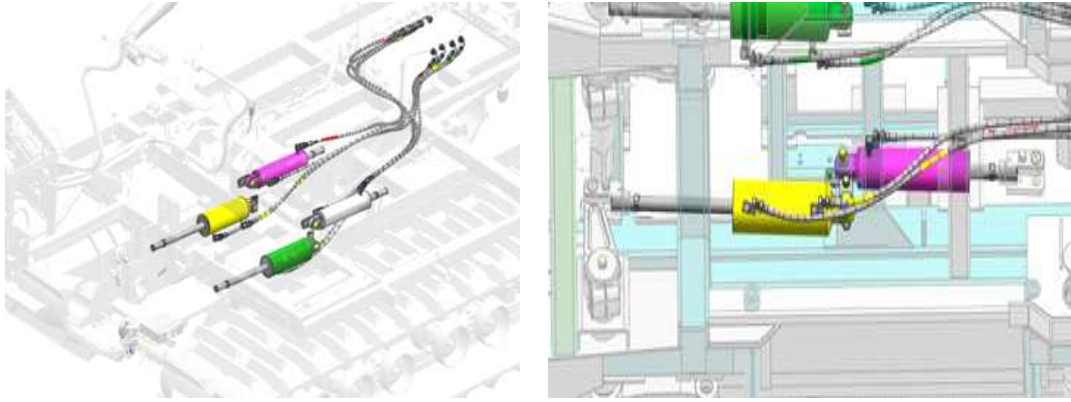
【 밸브유니트 시제품 탑재 】



C. 수평 유압실린더 사양

수평실린더로 유압을 송출하는 밸브유니트의 사양과 제어방식에 따라 수평제어의 성능이 결정나게 됨. 본 연구개발에서는 밸브유니트 사양을 하기와 같이 결정하여 제작하였음. 수평실린더는 수평제어를 행하는 직접적인 유압작동부로 그림과 같이 제작되어 구성되어 있음. 실린더의 한쪽 부분은 메인프레임에 고정되고 반대측은 스윙암, 스윙레버에 각각 고정되어있음. 또한 스윙암과 스윙레버는 트랙프레임 상부 링크방식으로 고정되어 수평제어를 구현함. 실린더의 작동부분에는 센서암이 고정되어 있고 센서암과 연결되어 메인 프레임에 고정된 스트로크센서가 실린더의 스트로크를 측정하여 현재 실린더의 위치를 컨트롤러로 회신하는 방식으로 수평제어가 이루어짐. 이에 따라 수평 상, 하한 수준은 실린더에 의해 결정됨. 실린더의 사양은 하기와 같음.

【 수평실린더 Lay-out 】



【 유압수평실린더 사양 】

항목	좌측전방실린더	우측전방실린더	좌측후방실린더	우측후방실린더
사용압력	170 kgf/cm ²	170 kgf/cm ²	170 kgf/cm ²	170 kgf/cm ²
내 압 력	250 kgf/cm ²	250 kgf/cm ²	250 kgf/cm ²	250 kgf/cm ²
스트로크	118.9±1.5mm	118.9±1.5mm	148.9±1.5mm	148.9±1.5mm
인장부하	5.2 TON	5.2 TON	4.0 TON	4.0 TON
압축부하	4.5 TON	4.5 TON	3.2 TON	3.2 TON
작 동 유	대동 UTF55	대동 UTF55	대동 UTF55	대동 UTF55
유온범위	-5°C~90°C	-5°C~90°C	-5°C~90°C	-5°C~90°C
외부누유	0.2cc미만/100mm(stroke)	0.2cc미만/100mm(stroke)	0.2cc미만/100mm(stroke)	0.2cc미만/100mm(stroke)
내부누유	0.5cc미만/10min	0.5cc미만/10min	0.5cc미만/10min	0.5cc미만/10min
표면처리	흑색 도장	흑색 도장	흑색 도장	흑색 도장

D. 수평 제어 방식

a. 수평관련 센서값

- 롤링센서 : 2.5±0.05V(AD값 : AD512±16)/ 피칭센서 : 2.5±0.15V(AD값 : AD512±25)

b. 제어방법

솔레노이드 ON-OFF제어를 통한 출력 (통합컨트롤러에서 제어)

스위치명 (조작부 컨트롤러)	우선순위	작동제어	
		LED출력	솔레노이드 출력
상한자동스위치	1	스위치를 ON시 킬때마다 LED" 점등", "소등" 교 대로 제어	LED"점등"시에는 좌전,좌후,우전,우후 상승 솔레노이드를 수평위치센서의 상한 리티트값 60%위치까지 상승출력 LED"소등"시에는 좌전,좌후,우전,우후 하강 솔레노이드를 수평위치센서의 하한 리티트값 까지 하강출력
좌우자동스위치	2		LED"점등"시에는 좌전,좌후,우전,우후 상승 및 하강 솔레노이드를 롤링센서 수평값이 될 때까지 출력
전후자동스위치	3		LED"점등"시에는 좌전,좌후,우전,우후 상승 및 하강 솔레노이드를 피칭센서 수평값이 될 때까지 출력

E. 정상 작동 시 성능 시나리오

구분	정의	형상
하한	전후방 스톱퍼 닿음 위치	
상한	전후방 실린더 Stroke 최대/압축시	
하한수평	1)전방 스톱퍼 닿음. 2)기체 지면과 수평	
상한수평	1)후방실린더 압축 2)기체 지면과 수평	
전방상승	1)전방실린더 압축 2)후방실린더 압축	
후방상승	1)전방 스톱퍼 닿음 2)후방 실린더 Stroke 최대	

나) 수평제어 시스템 시험평가

【 수평제어 구현 시험 】

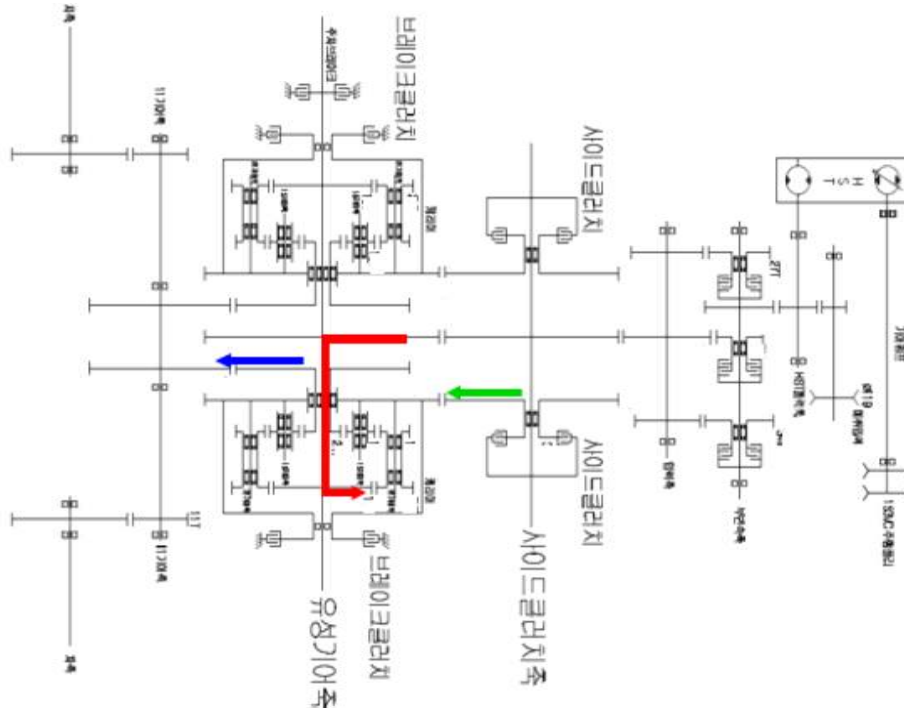


수평제어 기능 탑재후 수평기능의 정상 작동유무를 실차 평가 진행하였음. 수평제어 기능은 원하는 동작별 요구사항에 만족하여 작동하는 것을 확인 할 수 있었으며, 수평 조작간에 간섭부는 확인되지 않았음. 추후 경사지에서 수평조작을 통한 차체 지면 간섭여부를 확인 할 예정이며, 수평 입력 시 상한 목표치 도달 시간 및 입력에 의한 응답성을 검토하여 제어 튜닝 작업을 추가적으로 진행 예정임.

20 선회제어시스템 개발

가) 선회제어 구동사양

【 유압 및선 동력전달계통도 】



ㄱ. 동력전달계통도

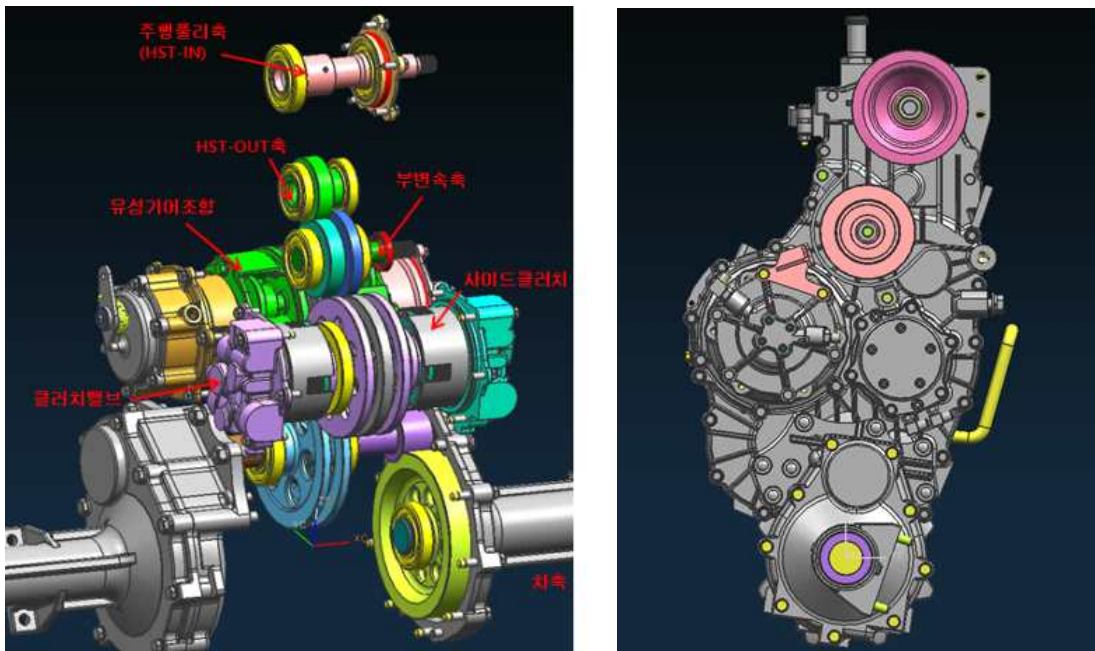
- 선회기능을 조장하는 밋선은 유압밋선의 구조로 엔진에서 최초 전달되는 동력이 유압 HST 펌프측으로 전달되어 모터측에서 밋선으로 동력전달이 이루어져 최종적으로 기어물림에 따라 차축으로 동력전달이 이루어지는 구조임.
- 직진 주행에서는 HST입력을 제외하고 기어물림에 의해 주행이 이루어지고 조향은 전기 신호에 의해 유압이 사이드클러치, 브레이크 클러치에 입력되며 선회가 이루어지게 됨.
- 레버에 의해 조향신호가 입력되면 사이드클러치에 유압이 입력되어 사이드클러치 내부 클러치가 빠지게 되며 브레이크 클러치로 전달되던 동력이 절속되어 좌우 속비 및 유압으로 인한 압력차이로 인해 선회가 이루어지게 됨.
- 사이드클러치의 클러치 물림과 브레이크 유압클러치의 물림, 회전속비에 의해 차량의 주행은 직진, 소프트턴, 브레이크턴, 스펀턴 총 4가지의 주행방식 포퍼먼스를 나타냄.
- 해당 선회방식에 따른 사이드클러치, 브레이크유압클러치에서 조건은 아래와 같음.

항목	직진	소프트턴	브레이크턴	스핀턴	비고
사이드유압클러치	ON	OFF(slip)	OFF(slip)	OFF(slip)	ON-OFF제어
브레이크 클러치	OFF	ON	OFF(slip)	OFF(slip)	비례제어
회전속비(좌/우)	1:1	1:(0.3~0.4)	1:0	1:-(0.3~0.4)	-

ㄴ.유압 및션 3D lay-out

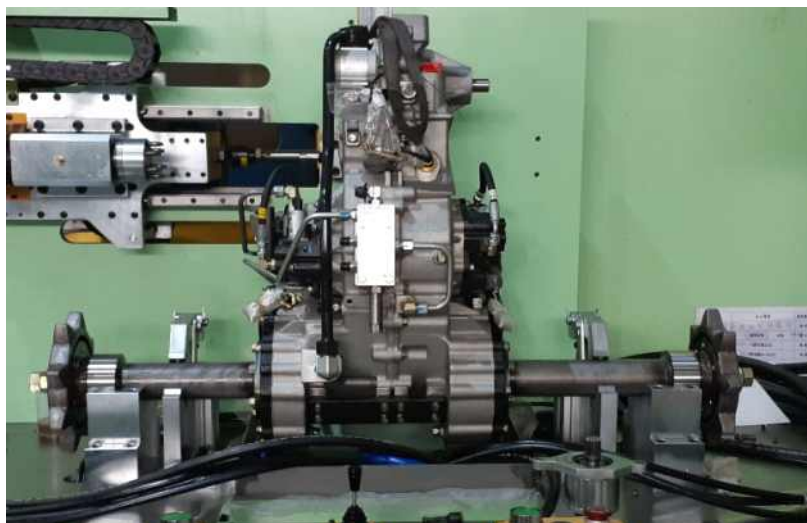
- 상기 사양에 맞추어 3D모델링 최종 사양 완료하였고, 유압및션 시스템 및 제어로직 등 관련 시스템 Lay-out 확정을 진행하였음.

【 유압및션 3D Lay-out 】



ㄷ.유압 및션 시제품 제작

【 유압및션 시제품 제작 】



나) 선회제어시스템 시험평가

ㄱ. 레버 동작에 따른 밸브 반복성 및 응답성 시험

레버의 동작에 따라 브레이크 클러치 신호가 전달되고 압력조성에 따른 선회방식이 결정됨. 따라서 레버 동작에 따른 밸브의 응답성이 정확하게 좌우 조향 신호 시 발생하는지 확인하고자 function generator로 레버 포텐서미터에 해당하는 신호를 micom으로 입력하여, 밸브 응답성 및 반복성 확인

A. 시험방법

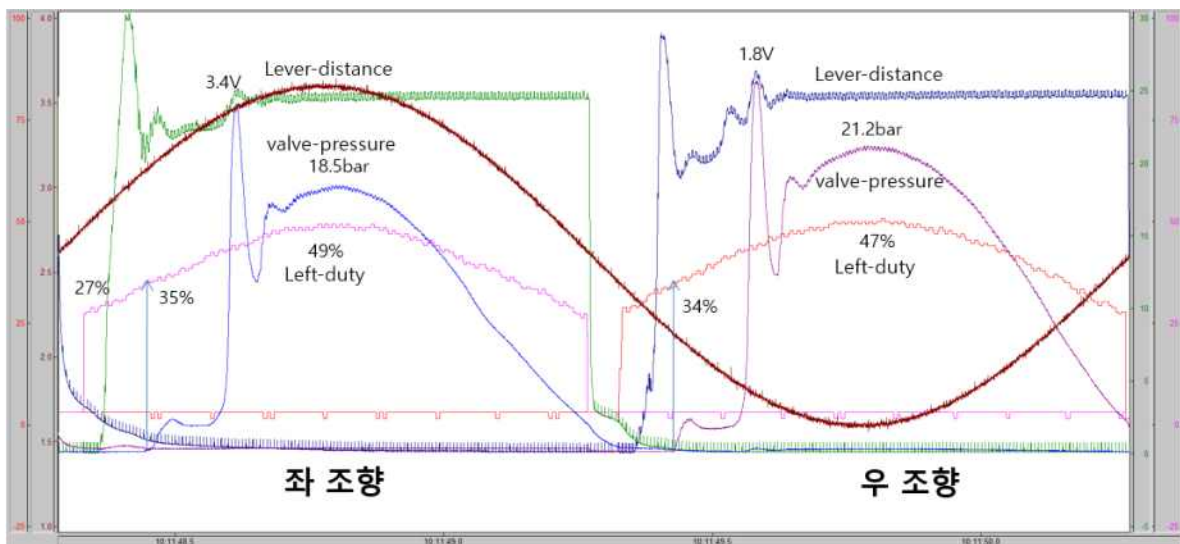
a. 측정조건

- 반복 주파수 0.5hz, 0.125hz
- 레버 중립값(v) 2.6V
- Amp : $\pm 1V$
- 유온 : 50°C

b. 측정항목 : 밸브 duty, 밸브압력, 레버신호

B. 시험결과

【 밸브 반복성 및 응답성 시험 결과 】

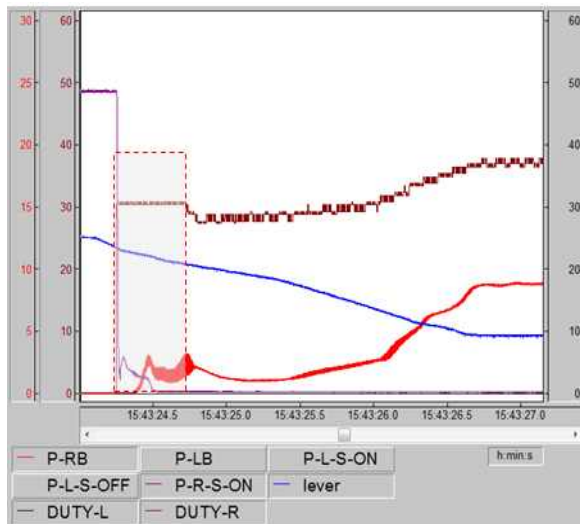


레버동작에 따라서 밸브압력과 레버 위치값을 확인하였음. 좌선회 출력 시 레버 출력 duty는 27~47%구간에서 확인이 되며, 27%~35%레버 duty구간에서는 압력 무반응 기간으로 확인됨. 따라서 선회는 레버 35%이후 압력발생으로 인한 선회 행위가 발생하는 것을 확인함. 또한 레버 duty 최고치에서 밸브압력은 좌 조향 시 18.5bar 확인됨. 우조향의 경우 우선회 출력 duty 27%~47%구간 확인되며 27%~34%구간에서는 압력 무반응구간으로 확인됨. 밸브 최대 압력은 좌조향보다 높은 21.2bar로 측정됨.

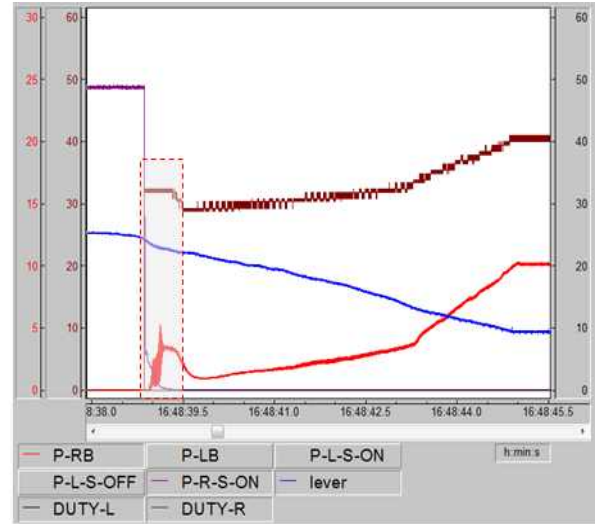
ㄴ.레버 데드밴드 변경

레버의 경우 좌, 우, 중립구간 크게 3가지 section으로 나누어지며 각 지점 별 최대 조향지점 및 출력 시작 지점과 전,후진 안전성을 위한 일정구간의 중립구간이 존재함. 초기 데드밴드 위치에 따라 반응성 개선을 위해 추가적인 시험을 진행하였음.

【 데드밴드 AD 20 】



【 데드밴드 AD 15 】



A.초기 데드밴드 (AD 20)

구분	최대 우조향 시점	우조향 출력 시작 시점	중립구간	좌조향 출력 시작 시점	최대 좌조향
레버 신호	1.46 (V) AD 165.8	2.17 (V) AD 20.5	2.27 (V) ~ 2.31 (V) AD 8.2	2.44 (V) AD 26.6	3.14 (V) AD 169.9

B.개선 데드밴드 (AD 15)

구분	최대 우조향 시점	우조향 출력 시작 시점	중립구간	좌조향 출력 시작 시점	최대 좌조향
레버 신호	1.46 (V) AD 163.8	2.22 (V) AD 10.2	2.27 (V) ~ 2.31 (V) AD 8.2	2.38 (V) AD 14.3	3.14 (V) AD 169.9

조향레버 데드밴드 축소 시 출력 초기값이 커지면서 브레이크 초기 압력도 상승되어 조향 시 간헐적 충격이 발생되었음. 레버 유격 축소 및 데드밴드 축소 시 미세조향 반응성은 개선효과가 나타나는 것을 확인 할 수 있음. 추가 연속적인 시험평가를 통해 추가 튜닝이 필요 할 것으로 판단됨.

㉔. 선회 성능 확인

A. 선회 속비 측정

차량 튜닝 작업 이후 선회방식에 따른 좌, 우 조향 시 선회 속비를 실측하였음.

조건		소프트 턴	브레이크 턴	스핀 턴
좌조향	rpm	L : 52, R : 97	L : 5, R : 94	L : 32, R : 93
	속비(평균)	0.54	0.05	0.34
우조향	선회반경	L : 97, R : 54	L : 95, R : 3	L : 93, R : 32
	속비(평균)	0.56	0.03	0.34

B. 선회 압력 측정

조건 (EGrpm_MAX)		소프트 턴	브레이크 턴	스핀 턴	비고
좌조향	peak(bar)	10.00	12.98	16.67	무부하 조건 EG_rpm Max, 부변속 표준임.
	mean(bar)	5.89	10.28	14.13	
우조향	peak(bar)	9.44	14.96	20.17	
	mean(bar)	6.35	9.52	14.47	

조건 (EGrpm_MAX)		소프트 턴	브레이크 턴	스핀 턴	비고
좌조향	peak(bar)	8.15	16.59	22.77	부하 조건 EG_rpm Max, 부변속 표준임.
	mean(bar)	6.16	10.73	14.01	
우조향	peak(bar)	12.42	16.47	19.65	
	mean(bar)	5.81	11.45	15.23	

C. 선회 반경 측정

조건		볼룸약 (Soft)	볼룸 중 (Brake)	볼룸 강 (Spin)	비고
좌조향	선회반경	2.9m	2.53m	1.48m	시험 단수_표준 살수시험장옆 논
우조향	선회반경	2.73m	2.15m	1.53m	

선회압력은 선회방식에 따라 편차가 발생하는 것을 확인하였음. 이는 추가적인 제어 튜닝을 통해 품질 안정화 진행이 추가적으로 필요하며, 선회감도 조절 다이얼과 같은 백업 시스템을 활용하여 노면 상태에 따른 사용자 조절을 통한 기능 구현이 가능 할 것으로 판단됨.

선회반경은 회전속비에 따라 슬립은 발생하지만 현재 목표 수준에는 만족하는 것을 확인하였지만 브레이크턴의 경우 추가 데이터 수집을 통해 편차 축소가 필요 할 것으로 판단됨.

종합적으로 기본 기능 구현은 확인되었고, 추후 제어 튜닝을 통해 기능 구현을 안정화 시키고 추가적인 성능 향상 진행이 필요 할 것으로 판단됨.

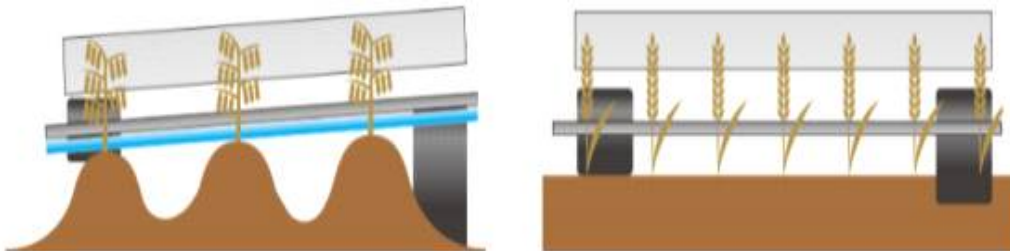
21 차량 자세제어장치 기능 개발 및 성능평가

가) 차량 자세제어장치 Lay-out

ㄱ. 차량 자세제어장치 개발 컨셉

차량 자세제어장치는 종래에 판매중인 콤바인에 장착된 수평제어장치와는 상이한 구조임. 종래 판매 차량 옵션기능인 수평 제어기능은 기체가 지면에의해 기울어짐이 발생하면 기체 자체를 수평으로 전환하여 작업에 임하도록 하는 장치이며, 본 연구내용의 차량 자세제어장치는 지면에 대응하여 기체의 자세를 잡아주는 장치로 그림과 같이 경사 지면에 도달하였을 때 지면과 동일 기울기로 차량의 자세를 제어하는 기능을 말함. 이는 산비탈 및 골 작업에서 유용하게 사용되는 기술로 특히 타겟작물인 콩 수확은 작물의 키가 작고 하단부까지 작물이 위치하고 있기 때문에 필수적인 기능으로 판단됨.

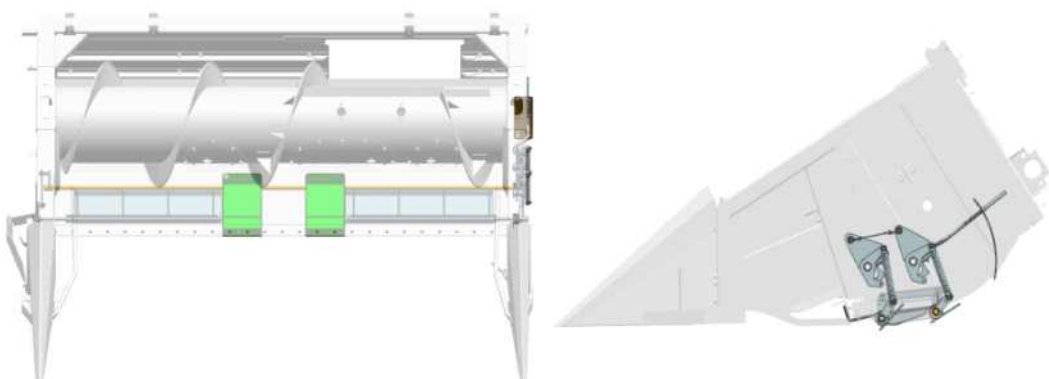
【 차량 자세제어장치 컨셉 】



ㄴ. 차량 자세제어장치 Lay-out

차량 자세제어장치 Lay-out은 선진사 구조 특히회피하여 구성하였고, 예취부 하단에서 지면 높이에 따라 경사판이 터치되어 스트로크센서에서 센서값을 기준으로 수평을 지면 높이 만큼 이루어지도록 구성하였음. 경사판은 좌우로 구성하여 링크 구조물에 의해 스트로크센서의 요동이 발생하도록 Lay-out 구성하였으며, 경사판의 좌우 움직임에 따라 기대 수평제어 기능이 작동하여 연계 동작하도록 구성함.

【 차량 자세제어장치 Lay-out-1 】



ㄷ. 차량 자세제어장치 제어

개발된 수평제어 장치의 기본원리는 지면 경사각을 예취부의 스트로크센서로 검출하고, 이 경사각의 반대방향으로 콤바인을 회전시키는 방식임. 전원은 콤바인 배터리의 DC12V를 사용하였고 전압이 변동하거나, 출력 전압을 일정하게 유지하기 위하여 레귤레이터를 이용하여 5V로 전압을 강하하였음.

예취부 좌,우 에 장착된 스트로크 센서로 부터 입력된 경사각은 출력 전압(0~5v)의 형태로 전환되어 컨트롤러에서 10bit A/D변환됨. 실차 측정한 예취부 수평,좌한,우한 DATA기준의 기울기로 현재 상태의 위치전압과 설정된 불감대의 크기와 수평상태의 기준전압 비교하여 솔레노이드밸브를 ON/OFF 제어하며, 제어신호에 따라 수평실린더가 작동하게 됨.

A. 센서값 데이터 측정

【 예취높이 센서 AD값 측정 내용-1 】

AD : 10bit (0~1023), 0~5V

예취높이센서		예취최하AD	예취최상AD
운전석 기준 좌측	AD6	3	669
운전석 기준 우측	AD2	109	463

【 예취높이 센서 AD값 측정 내용-2 】

좌측(AD6)	396	564
우측(AD2)	221	221
각도	2.83	4.24

B. 프로그램 계산식

【 차량 자세제어장치 프로그래밍 내용 】

getLowSide

float slope = (float)(rMax - rMin) / (float)(lMax - lMin);

float intercept = (float)rMin - (float)(slope * lMin);

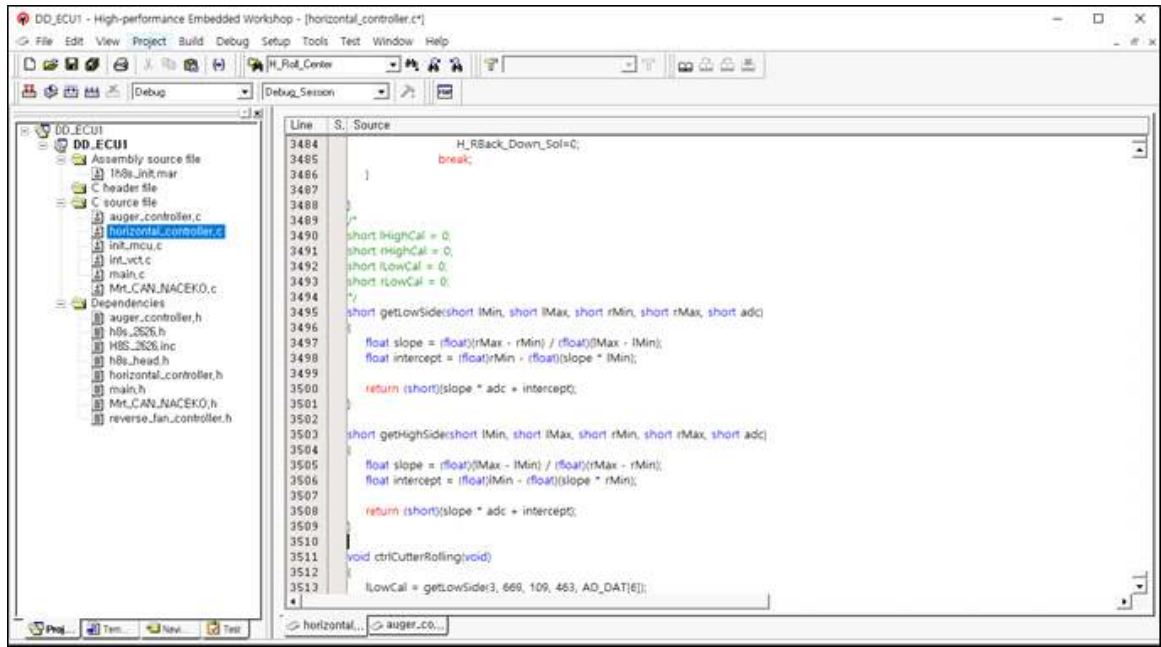
return = slope * ad6 + intercept

getHighSide

slope = (float)(lMax - lMin) / (float)(rMax - rMin);

intercept = (float)lMin - (float)(slope * rMin);

return (short)(slope * adc + intercept);



ㄷ. 차량 자세제어장치 시험 평가

개발 차량 자세제어장치 실차평가는 차량 경사판 터치부 하단에 장애물을 구성하여 벤치 테스트를 진행하였으며, 자세제어장치의 반응성은 감성평가를 통해 진행하였음. 예취부 하단 경사판에 장애물이 터치되고 상승지점까지 도달하는 시간은 초기 지연시간이 발생하여 제어수준 변경을 통해 반응성이 신속하게 나타나는 것을 확인하였음. 이는 추후 정량적인 데이터 확인을 위해 장애물 도달로 인한 센서값 변경에 따라 위치센서의 반응 시기를 시간당 데이터로 추출하여 확인하고자 함. 장애물에 도달하고 좌우 경사판 위치에 따라 수평 상한위치를 확인하였음. 확인 결과는 아래와 같이 확인되었음.

장애물높이 위치	50mm	100mm	150mm	비고
예취 좌측부	41.5mm	80.3mm	138.5mm	5회 평균
예취 우측부	55.3mm	115.1mm	155.7mm	

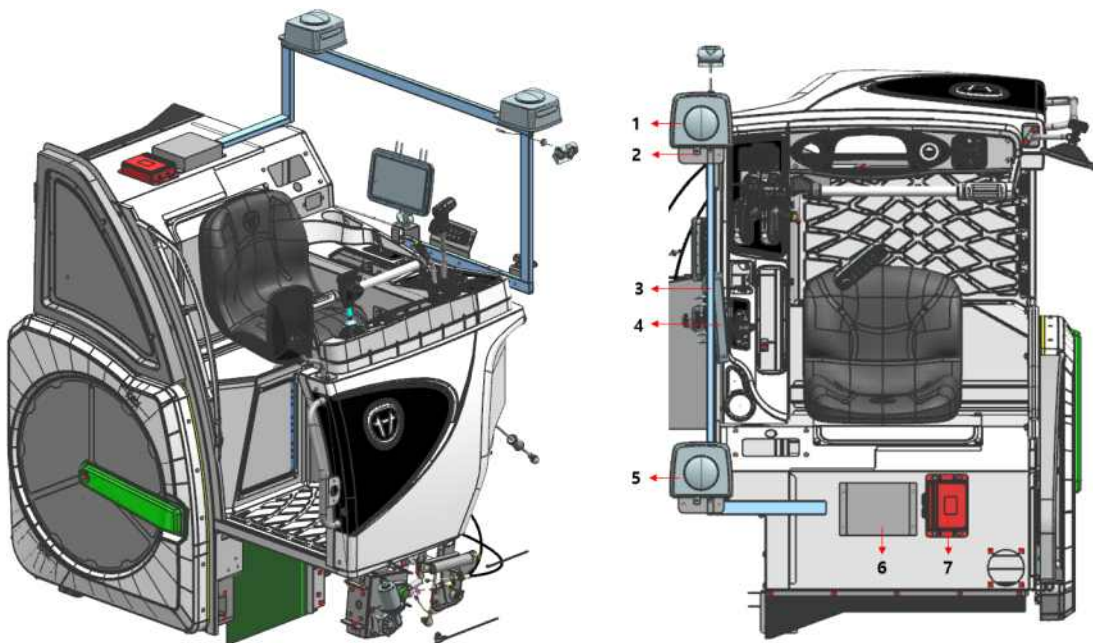
장애물높이에 따라 수평 상한값이 예취 좌측부는 예취부 무게가 우측부보다 기체 기준에서는 하중이 많이 부담되는 부분이기 때문에 수평 실린더에서 밀어주는 높이 대비 실측 높이가 낮은 수준으로 확인되며 우측부는 상반대가 결과가 확인됨. 우선적으로 초기 제어를 통해 동작 구현 확인 수준으로 해당연도 시험은 완료하였고, 추가적으로 기체의 무게 밸런스, 기체 수평 실린더의 스트로크, 솔레노이드 Duty값에 따른 실린더 개방 테이블에 대한 데이터 수립이 추가적으로 필요하며 최종적으로는 주행 상황에서 좌우 실린더의 반응속도를 최적화하여 기능 테스트가 필요 할 것으로 판단됨. 현재 개발 콤바인의 경우 유량 제어가 아닌 밸브유니트에서 수평실린더에 유압을 보내는 방식이 솔레노이드 신호에 따라 유압을 보내기 때문에 좌우 동시 유압을 작동하더라도 압력이 낮은 부분의 유로로 우선 유압이 작동되는 방식임. 따라서 현재 구조에서 기능 구현을 위한 추가적인 제어 방안 모색도 필요함.

22 자율주행시스템 본기 어플리케이션 개발

가) 자율주행시스템 본기 어플리케이션 Lay-out

기능은 반투입 콤팩트의 기 개발된 내용에서 컨트롤러의 일부 프로그램 수정과 기대 차이로 인해 발생하는 특성에 관한 부분을 캘리브레이션하여 기술 확대적용을 목표로 함. 이를 수행하기 위해서 본기부의 자율주행 모듈 탑재부를 그림과 같이 GPS, 모니터, 컨트롤러 구성하여 제작하였음. 각 센서 및 주요부품의 위치는 하기 사양에 의거하여 진행하였음.

【 자율주행 본기 탑재부 Lay-out 】



【 자율주행 모듈 센서 부착 조건 】

번호	센서명	수량	설치조건
1,5	GPS 모듈	2	조작부 전방과 후방에 1m 이격거리로 2개 장착. 상단부는 구조물이 없는 오픈 구조. 2개 높이는 같도록 설치.
3	IMU센서	1	lh 사이드커버 내부에 장착 가능하면 사출부품에 장착(마그네틱센서) 조립부 기준 수평 장착 커넥터 기대 후방 장착
7	컨트롤러조합	1	조작부 내부
4	모니터조합	1	작업자 시야 방해 없는 위치, 운전석 확인 가능 위치
6	자율주행컨트롤러	1	조작부 내부
4	모듈 지지대	1	조작부 상단 고정

나) 자율주행시스템 제어부 어플리케이션 Lay-out

당해연도 자율주행 기능의 개발범위는 시스템 Lay-out 및 본기부 장착을 주 범위로 설정하고 자율주행 기능은 경로생성을 기반으로한 직진자율주행을 주된 업무로 진행하였음. 자율주행 모듈이 접목되며 기존 컨트롤러(마이콤,ECU)와 연계 제어 관련한 Lay-out은 하기와 같으며 향후 반투입 콤바인의 자율주행 기술 개발 진행에 맞추어 환경인식 기능도 추가 탑재하여 연구개발 진행 예정임.

ㄱ. 최상위제어

A. 통합제어기 : 모든 제어기 모니터링 및 제어 프로토콜 관리

ㄴ. 상위제어

B. GPS모듈 및 자율주행/작업 제어기 : 경로 생성 및 경로 추종 주요 기술

ㄷ. 하위제어

A. 각종 차량 제어기 (마이콤, 선회제어기 등) : 차량 작업 제어 기술

【 자율주행 무인 콤바인 제어기 구성도 】



23 두류(콩)의 물리적 특성(물성) 분석을 통한 탈곡성능 향상

- 두류(콩)의 물리적 특성(물성) 분석 및 탈곡 시험기 테스트를 위한 실험재료 수집
 - 실험재료인 콩은 경남농업기술원 내 재배 중인 작물을 대상으로 수집하였으며 위치 (35°.21'N, 128°.11'E), 품종 대풍, 수확 일자 2020년 10월 13일(1차), 2020년 10월 28일(2차)로 2회 진행하였다. 함수율을 변수로 두기 위하여 두류(콩)가 함수율이 급격히 떨어지기 직전 그림 3과 같은 상태에서 1차 수집을 진행하였고, 급격히 떨어진 후 2차 수집을 진행하였다.
 - 콩 수집은 재배면적 기준, 약 10 m × 10 m, 약 100 m²의 면적을 기준으로 수집하였으며, 1차 수집의 경우 총 15열중 7열을 수집, 2차 수집의 경우 총 15열중 남은 8열을 수집하였다. 콩의 재배 규격은 재배 면적 내 모두 동일하며 그림 3과 같이 실험재료의 수집을 위해 바닥으로부터 약 5 cm 높이의 콩 줄기 부분을 손으로 베어 수집하였다.

【 경남농업기술원 콩 수확 장소 】



【 경남농업기술원 콩 재배 (1차) 】



【 경남농업기술원 콩 재배 (2차) 】



【 경남농업기술원 콩 재배 현장 및 수송 】



- 두류(콩)의 물리적 특성(물성) 분석을 위한 압축하중 측정 및 분석
 - 전년도 물리적 특성(물성) 분석을 위한 압축하중 측정 실험의 추가 연구로써 두류(콩)의 함수율별 극한강도(Ultimate strength) 측정 및 분석을 실시하였다.
 - 실험을 위해 두류(콩)를 4°C 증류수에 담가 총 6그룹(각 상온, 10분, 20분, 30분, 40분, 50분)으로 분류하였다.
 - 50분 가수한 두류(콩)의 경우 시료의 깨짐을 만능재료시험기(EZ20, Lloyd instruments Ltd., AMETEK, Inc., USA)를 통해 측정이 불가능 한 수준으로 불어 총 그룹에서 제외 하였다.
 - 분류된 총 5그룹 중 무작위로 그룹당 10g을 추출하여 함수율을 측정하였다.
 - 함수율 측정은 곡물수분측정기 기술기준(기술표준, 2010)에서 제시한 온도(105 ~ 107)°C에서 (300±5)분간 건조하였다.
 - 식(1) 공식을 사용하여 함수율을 측정하였다(KASTO, 2016).

$$\Psi = \frac{m_w}{m_d + m_w} \times 100 [\%]$$

m_d = the mass of dry material (kg)

m_w = the mass of water (kg)

Ψ = water rate (%)

(1)

【 그룹별 함수율 】

구분	건조 전 (g)	건조 후 (g)	함수율 (%)
그룹 1	10.40	9.36	6.70
그룹 2	10.02	9.30	7.10
그룹 3	10.00	9.02	9.80
그룹 4	10.04	8.96	10.70
그룹 5	10.00	8.68	13.20
평균	10.09	9.06	9.5

【 가수후 콩의 상태(a: 상온 b: 10분 c: 20분 d: 30분 e:40분) 】



- 두류(콩)의 극한강도 값을 측정하기 위해 필요한 시료의 단면적을 디지털 버니어캘리퍼스 (CD-AX/C, Mitutoyo Co., Ltd, Japan)를 사용하여 측정하였다.
- 모든 시료는 가수과정을 거친 그룹에서 무작위로 낱알 15개를 선별하였다.
- 두류(콩)의 면적은 짧은 반경을 'b' 긴 반경을 'a'로 식(2)와 같이 구하였다.
- 그룹별 두류(콩)의 면적은 다음과 같다.

$$S = \Pi ab$$

$$\begin{aligned}
 S &= \text{area of ellips (mm}^2\text{)} \\
 a &= \text{long radius (mm)} \\
 b &= \text{short radius (mm)}
 \end{aligned}$$

(2)

【 그룹 1(상온)의 콩 넓이 】

그룹1 (상온)							
구분	가로(mm)	세로(mm)	넓이(mm ²)	구분	가로(mm)	세로(mm)	넓이(mm ²)
1	8.62	7.54	51.02	9	8.64	8.27	56.09
2	7.54	8.35	49.42	10	8.25	7.37	47.73
3	8.35	7.65	50.14	11	7.83	7.20	44.26
4	7.65	7.65	45.94	12	8.11	7.67	48.83
5	7.65	8.52	51.16	13	8.60	7.46	50.36
6	8.52	8.64	57.79	14	7.12	7.07	39.52
7	8.64	7.73	52.43	15	7.62	7.06	42.23
8	7.82	7.4	45.43	Avg.	8.06	7.70	48.82

【 그룹 2(10분)의 콩 넓이 】

그룹2 (10 분)							
구분	가로(mm)	세로(mm)	넓이(mm ²)	구분	가로(mm)	세로(mm)	넓이(mm ²)
1	9.12	8.26	59.13	9	8.96	8.08	56.83
2	8.46	7.71	51.20	10	8.45	7.90	52.40
3	8.94	8.19	57.48	11	8.45	7.82	51.87
4	8.87	7.93	55.22	12	8.62	7.72	52.24
5	8.54	8.00	53.63	13	8.64	7.99	54.19
6	8.89	8.20	57.22	14	8.31	7.65	49.90
7	8.94	7.66	53.76	15	7.14	6.95	38.95
8	8.84	7.71	53.50	Avg.	8.61	7.85	53.16

【 그룹 3(20분)의 콩 넓이 】

그룹3 (20 분)							
구분	가로(mm)	세로(mm)	넓이(mm ²)	구분	가로(mm)	세로(mm)	넓이(mm ²)
1	8.63	7.71	52.23	9	8.18	7.83	50.28
2	8.72	8.07	55.24	10	7.66	7.49	45.04
3	8.77	8.11	55.83	11	8.69	7.90	53.89
4	8.97	8.20	57.74	12	8.62	7.97	53.93
5	8.12	7.41	47.23	13	8.42	7.77	51.36
6	7.49	7.11	41.80	14	8.01	7.85	49.36
7	8.15	7.50	47.98	15	8.9	7.98	55.75
8	8.42	7.68	50.76	Avg.	8.38	7.77	51.22

【 그룹 4(30분)의 콩 넓이 】

그룹4 (30 분)							
구분	가로(mm)	세로(mm)	넓이(mm ²)	구분	가로(mm)	세로(mm)	넓이(mm ²)
1	8.53	8.10	54.24	9	8.27	7.61	49.40
2	8.65	7.60	51.61	10	8.46	7.96	52.86
3	7.85	7.18	44.24	11	8.57	7.68	51.67
4	9.70	8.14	61.98	12	7.89	7.74	47.94
5	8.03	7.75	48.85	13	8.94	8.08	56.70
6	8.55	7.78	52.22	14	8.40	8.01	52.82
7	8.27	7.55	49.01	15	9.21	8.28	59.86
8	9.35	8.15	59.82	Avg.	8.57	7.84	52.88

【 그룹 5(40분)의 콩 넓이 】

그룹5 (40 분)							
구분	가로(mm)	세로(mm)	넓이(mm ²)	구분	가로(mm)	세로(mm)	넓이(mm ²)
1	8.15	7.50	47.98	9	8.82	8.23	56.98
2	8.34	7.68	50.28	10	8.29	7.89	51.35
3	8.26	7.81	50.64	11	8.42	7.93	52.41
4	8.57	8.16	54.90	12	9.31	8.38	61.24
5	8.58	8.15	54.89	13	8.28	7.48	48.62
6	8.55	7.76	52.08	14	8.83	8.25	57.19
7	8.73	7.56	51.81	15	8.93	8.08	56.64
8	8.89	7.94	55.41	Avg.	8.59	7.92	53.49

- 압축하중 측정에 사용된 실험장치는 만능재료시험기(EZ20, Lloyd instruments Ltd., AMETEK, Inc., USA) 및 압축지그로 주요 사양은 표 11과 같다.

【 만능재료시험기(EZ20) 및 압축지그 제원 】

구분	제원	구분	제원
Force Capacity	20 kN	Minimum Load Resolution	0.0001 N
Crosshead Speed Range	0.001 to 508 mm/min 0.01 to 1,016 mm/min	Load Cell Accuracy	< 0.5%
Speed Accuracy	< 0.2% at steady state	Extension Resolution	< 0.1 microns
Travel	870 mm	Data Sampling Rate	8 kHz
With Between Columns	404 mm	Weight	148 kg
Compression Jig	56 mm dia.		

- 콩 낱알의 압축하중 측정을 위한 조건 설정 및 결과 분석은 전용 소프트웨어(NEXYGEN Plus 3.0, Lloyd instruments Ltd., AMETEK, Inc., USA)를 사용하였다.
- 측정 시료는 각 그룹별 15개의 콩 낱알을 무작위로 추출, 이를 대상으로 그림 7과 같이 압축하중 측정 시험을 실시하였다.



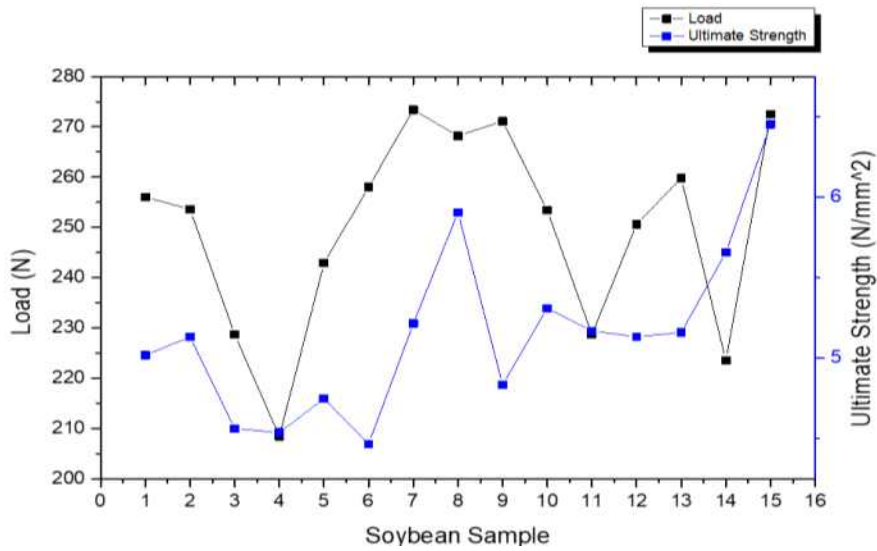
- 측정 조건은 최대압축하중(Load at

【 만능재료시험기 】

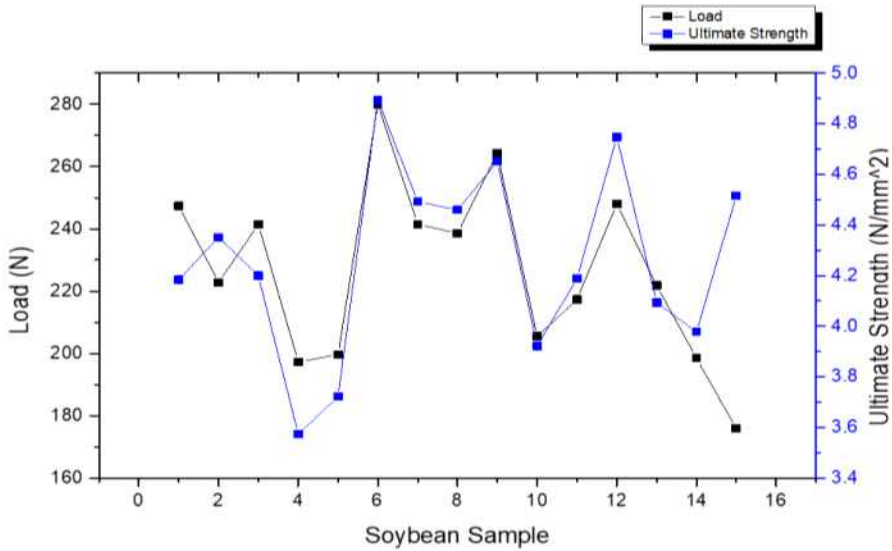
Maximum load) 및 파괴하중(Load at Break)으로 설정하여 결과를 수집, 분석함, 즉 결과값은 압축지그를 통해 콩 낱알을 압축하면서 콩 낱알이 깨질 때까지의 하중 값을 누적으로 시간-하중 그래프로 저장하며 설정값인 300 N의 99% 기준으로 깨짐을 판단하였다.

○ 각 그룹별 하중 측정 결과, 최대압축하중의 경우, 최댓값 약 296.2 N, 최솟값 139.23 N, 평균값 228.87 N으로 측정되었다. 각 그룹별 극한강도 값은 다음과 같다.

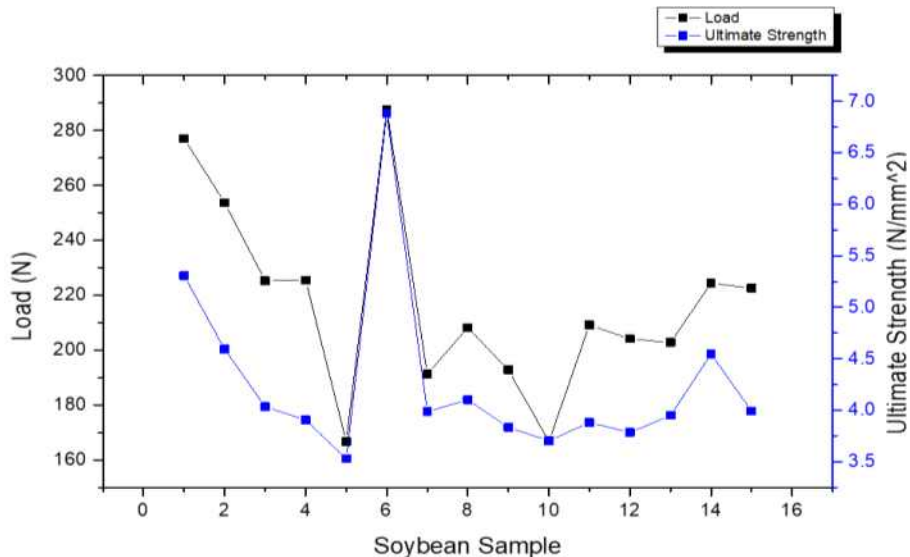
【 그룹별 두류(콩) 하중 및 극한강도 측정 결과 (상온) 】



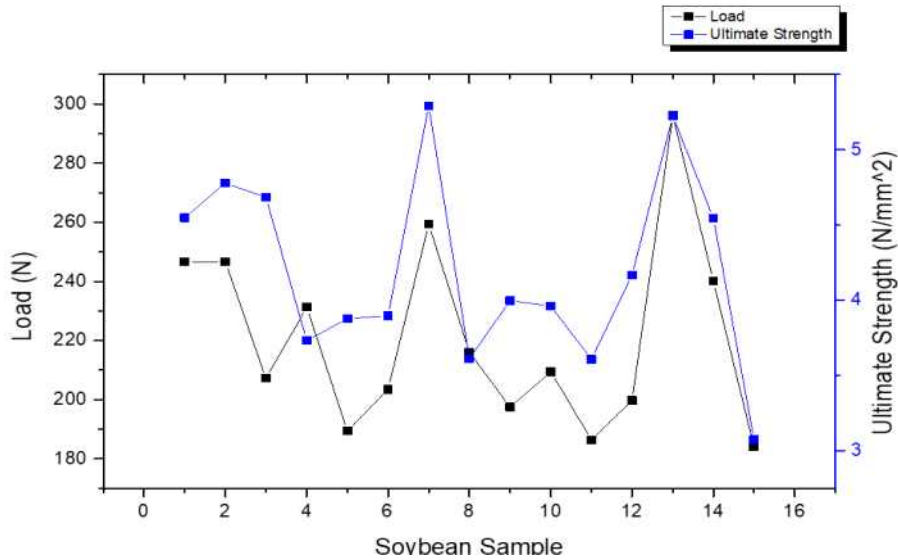
【 그룹별 두류(콩) 하중 및 극한강도 측정 결과 (10분) 】



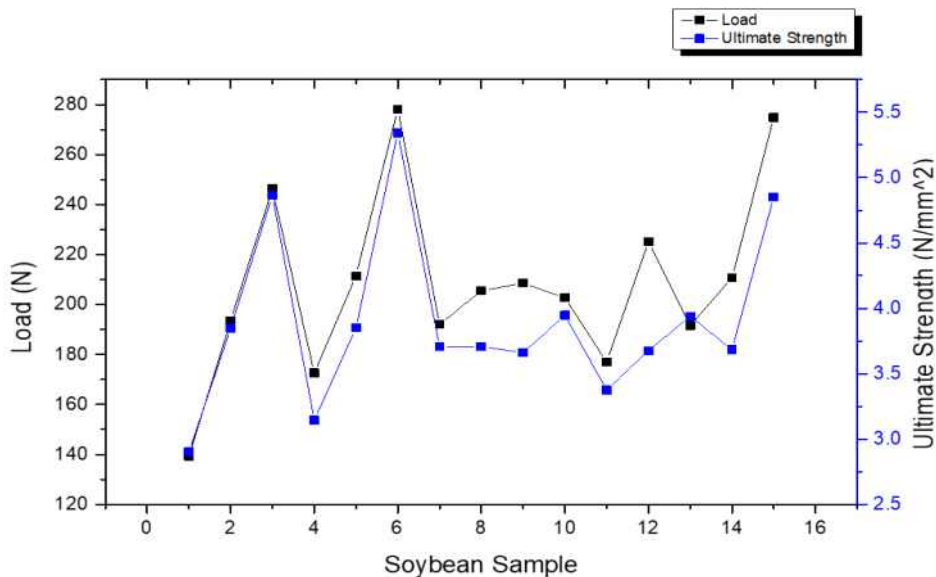
【 그룹별 두류(콩) 하중 및 극한강도 측정 결과 (20분) 】



【 그룹별 두류(콩) 하중 및 극한강도 측정 결과 (30분) 】



【 그룹별 두류(콩) 하중 및 극한강도 측정 결과 (40분) 】



- 결과의 사후검증을 분석하기 위해 집단들에 대한 평균을 비교하는 일원배치 분산 분석 방법을 사용하였다.
- 등분산의 가정을 검토하기 위해 Levene 값을 확인한 결과 표 13와 같이 평균을 기준으로 0.446으로 유의수준 0.05보다 높다.
- 표 14에서 ANOVA 결과값을 보면 유의수준을 0.05로 가정했을 때 표 14의 F 값이 9.866으로 나타났다. 집단-간의 유의확률이 0.001보다 작은 값으로 통계적으로 유의미한 모델임을 확인할 수 있다.
- 이에 따른 사후검증으로 등분산을 가정하였으며 변인의 수가 다르기 때문에 Scheffe 방법을 사용하여 결과를 구하였다.
- 해석 결과 그룹 1의 평균극한강도 값이 그룹 2, 3, 4, 5 그룹보다 극한강도값이 높다는 것을 확인할 수 있다.

【 두류(콩) 하중 및 극한강도 측정 결과 (최소, 최대, 평균값) 】

(unit. N/mm²)

그룹1 (상온)

구분	Average Area (mm ²)	Average Load (N)	Maximum Ultimate-strength	Minimum Ultimate-strength	Average ultimate-strength	Average Load / Average Area
	48.82	249.92	6.45	4.46	5.15	5.11

그룹2 (10 분)

구분	Average Area	Average Load	Maximum Ultimate-strength	Minimum Ultimate-strength	average ultimate-strength	Average Load / Average Area
	53.16	226.66	4.89	3.57	4.26	4.26

그룹3 (20 분)

구분	Average Area (mm ²)	Average Load (N)	Maximum Ultimate-strength	Minimum Ultimate-strength	average ultimate-strength	Average Load / Average Area
	51.22	217.21	6.88	3.52	4.26	4.24

그룹4 (30 분)

구분	Average Area (mm ²)	Average Load (N)	Maximum Ultimate-strength	Minimum Ultimate-strength	average ultimate-strength	Average Load / Average Area
	52.88	220.89	5.29	3.07	4.19	4.17

그룹5 (40 분)

구분	Average Area (mm ²)	Average Load (N)	Maximum Ultimate-strength	Minimum Ultimate-strength	average ultimate-strength	Average Load / Average Area
	53.49	208.59	5.34	2.90	3.89	3.89

【 분산의 동질성 검정 】

극한강도	구분	Levene 통계량	자유도 1	자유도 2	유의확률
	평균 기준	.941	4	70	.446
	중위수 기준	.367	4	70	.831
	중위수 기준(자유도 수정후)	.367	4	43.865	.831
	절삭평균 기준	.666	4	70	.618

【 극한강도의 분산 분석표 】

극한강도	ANOVA				
	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
집단-간	15.529	4	3.882	9.866	.000
집단-내	27.545	70	.393		
전체	43.073	74			

【 그룹 사이의 극한강도 】

	그룹	평균차이	표준화 오류	유의확률	95% 신뢰구간	
					하한	상한
Scheffe ^a	그룹 5	.979416	.229054	.002	.25470	1.70413
		.975369	.229054	.003	.25065	1.70009
		1.044383	.229054	.001	.31966	1.76910
		1.344207	.229054	.000	.61949	2.06892
	그룹 4	-.979416	.229054	.002	-1.7041	-.25470
		-.004047	.229054	1.000	-.72877	.72067
		.064967	.229054	.999	-.65975	.78969
		.364791	.229054	.640	-.35993	1.08951
	그룹 2	-.975369	.229054	.003	-1.7000	-.25065
		.004047	.229054	1.000	-.72067	.72877
		.069014	.229054	.999	-.65570	.79373
		.368837	.229054	.630	-.35588	1.09356
	그룹 3	-1.04438	.229054	.001	-1.7691	-.31966
		-.064967	.229054	.999	-.78969	.65975
		-.069014	.229054	.999	-.79373	.65570
		.299823	.229054	.788	-.42489	1.02454
	그룹 1	-1.34420	.229054	.000	-2.0689	-.61949
		-.364791	.229054	.640	-1.0895	.35993
		-.368837	.229054	.630	-1.0935	.35588
		-.299823	.229054	.788	-1.0245	.42489

24 두류(콩)용 콤바인 함수율에 따른 탈곡 성능 분석

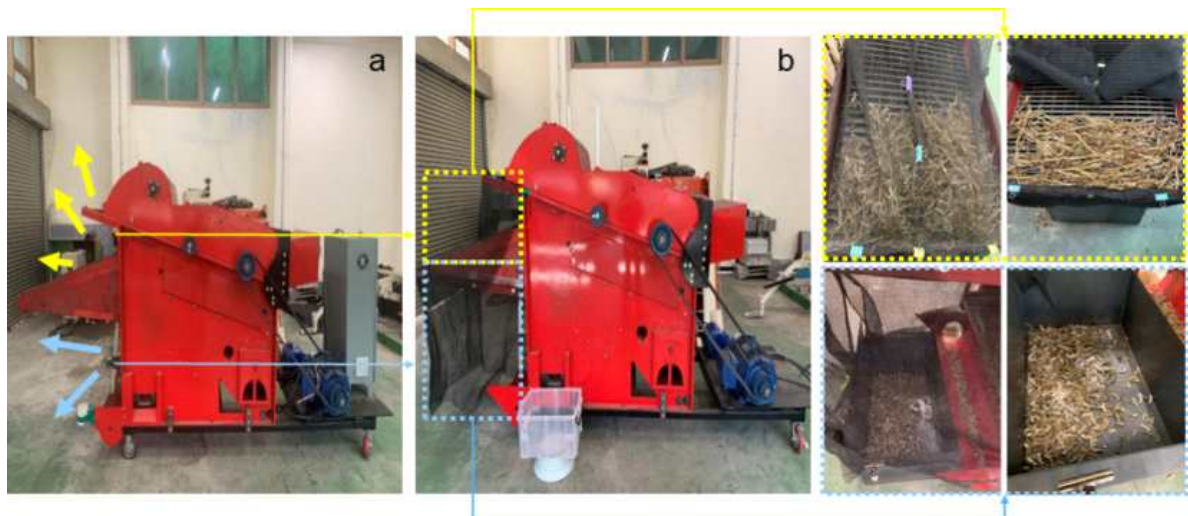
□ 콩 콤바인 탈곡부 시험기를 통한 탈곡 실험

- 기존의 1차년도 콤바인 탈곡성능 실험에서 추가적으로 두류의 함수율을 변수로 설정하여 두류의 함수율별 탈곡성능을 테스트하였다. 콩 콤바인 탈곡부 시험 시 부족했던 환풍구 및 도출부를 그림 13-(d)처럼 추가 제작 및 검증 실험을 실시하였다. 이때 환풍구에 의해 콩대 및 검불 등이 퍼지는 현상을 막기 위해 망을 설치하였다. 탈곡부 내 콩 투입 시, 탈곡된 콩은 선별부를 거쳐 바닥으로 떨어지게 되며, 나머지 콩대 및 검불 등은 설치된 도출부로 배출된다.

【 (a) 탈곡기 작동 컨트롤 박스; (b) 두류(콩) 투입구; (c) 두류(콩) 탈곡 작동부; (d) 탈곡기 외관; (e) 탈곡기 도출부; (f) 두류(콩) 덩불 받이 철판 】



【 (a) 탈곡망 설치 전 탈곡; (b) 탈곡망 설치 후 탈곡기 형상과 두류(콩)의 콩대 및 콩깍지 수집도 】

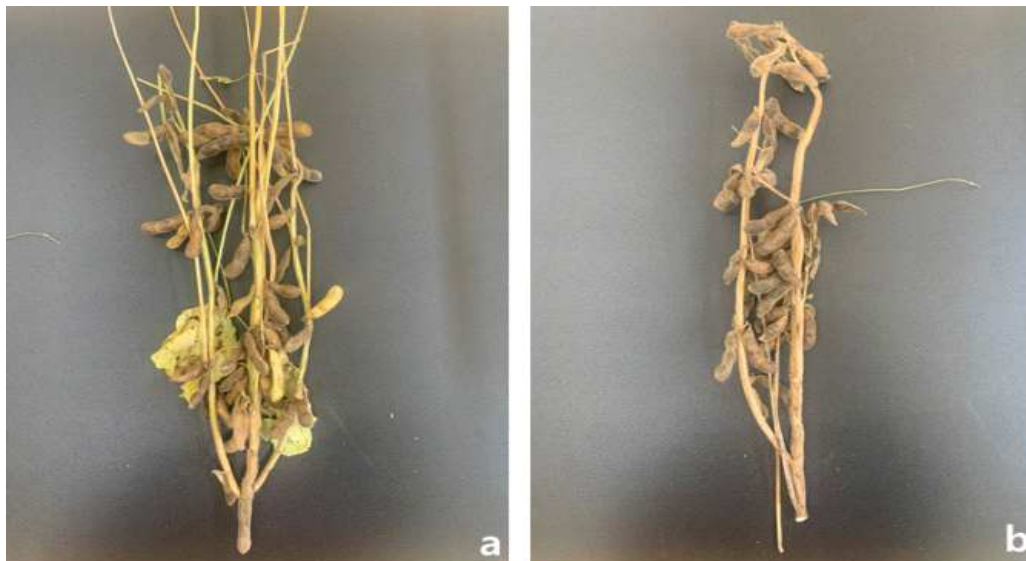


- 수확한 두류(콩)의 경우 함수율에 차이를 주기 위하여 그림 15와 같이 그룹을 분류하였다. 그룹별 콩의 상태는 다음과 같다.

【 (a) 그룹 1로 높은 함수율(20-30%) 유지하기위해 1차 수확 후 상온(10℃)의 그늘진 곳에 보관; (b) 그룹 2로 2차 수확 후 적당한 함수율(10-20%) 유지하기위해 상온(10℃)의 그늘진 곳에 보관 】



【 (a) 그룹 1의 두류(콩) 상태; (b) 그룹 2의 두류(콩) 상태 】



- 두류(콩)의 함수율별 탈곡성능을 테스트하기 위해 다음과 같이 계획하였다.

【 함수율별 두류(콩)의 탈곡성능 실험 설계 】

RPM(r/min) \ 함수율(%)	그룹1 (20-30%)		그룹2 (10-20%)	
	Test. 1	Test. 2	Test. 1	Test. 2
250	Test. 1	Test. 2	Test. 1	Test. 2
300	Test. 1	Test. 2	Test. 1	Test. 2
350	Test. 1	Test. 2	Test. 1	Test. 2
400	Test. 1	Test. 2	Test. 1	Test. 2

○ 콩 콤팩인 탈곡 실험 시, 그룹별 무게는 평균 약 2kg으로 설정하여 실험을 계획하였다.

【 함수율 별 두류(콩)의 탈곡성능 실험 설계 】

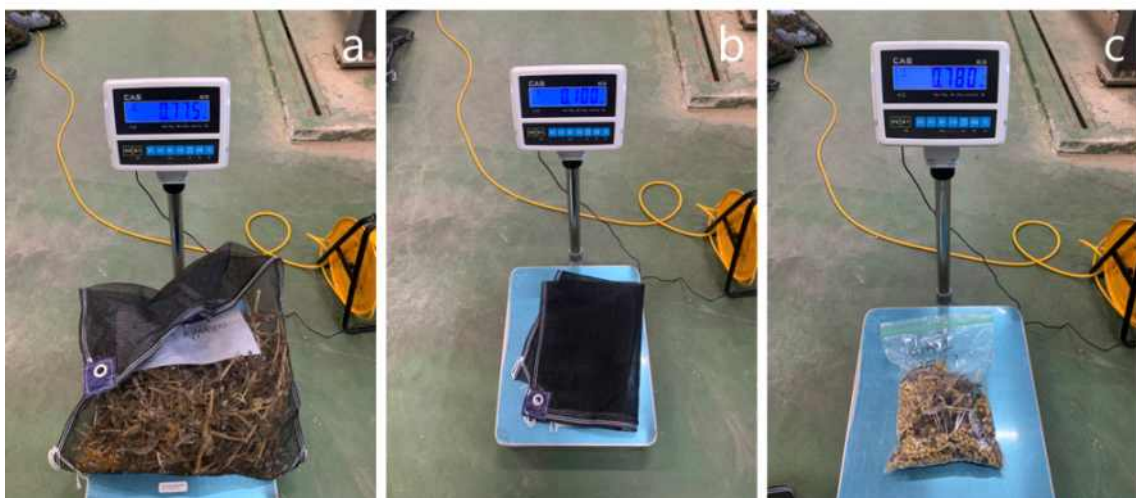
구분(r/min)	그룹 별 무게	그룹1 (kg)		그룹2 (kg)	
	250		2.03	2.05	2.02
300		2.05	2.11	2.05	2.06
350		2.02	2.14	2.06	2
400		2.03	2.01	2.05	2.06

- 실험의 결과는 콩대 및 검불 무게, 두류 및 검불 무게, 순수 두류(콩) 무게를 측정하였다.
- 탈곡실험 후 도출부로 나오는 콩대 및 검불, 두류 및 검불, 콩망 무게를 측정하였다.
- 콩망의 경우 평균 0.1kg으로 측정되었으며, 콩대 및 검불 무게에서 제외하였다.

【 (a),(b) 콩대 및 검불의 무게; (c) 검불 및 두류의 무게 】



【 (a) 탈곡 후 콩대 및 검불의 전체 무게 측정; (b) 콩망의 무게 측정; (c) 두류 및 검불의 무게 측정 】



- 검불 및 두류의 무게는 에어팬을 통해 설진 및 검불을 제거하였다.
- 탈곡효율의 경우 아래 식3과 같다.
- 탈곡실험의 경우 350 RPM에서 높게 나타났다.
- 그룹별 탈곡효율 그래프는 다음과 같다.

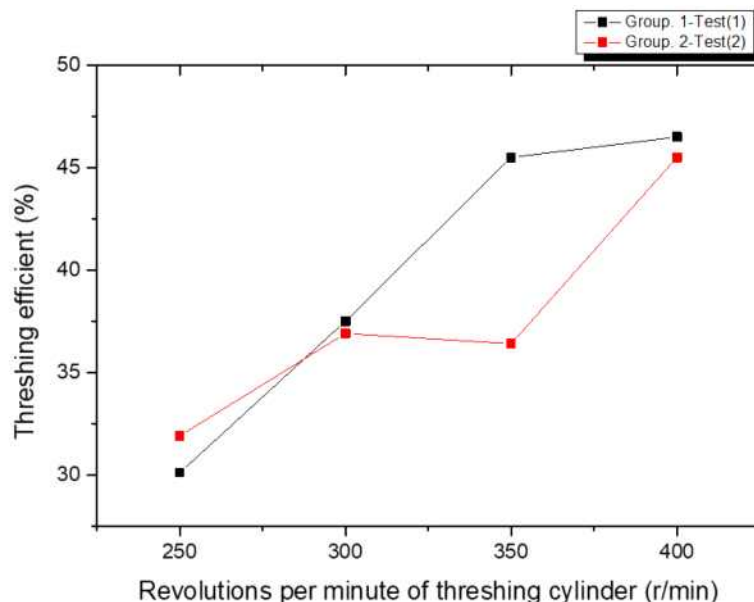
$$\text{Threshing efficiency} = \frac{S}{T} \times 100 \quad (3)$$

S = The kg of grain that fell off (kg)
 T = The total weight of the grain (kg)

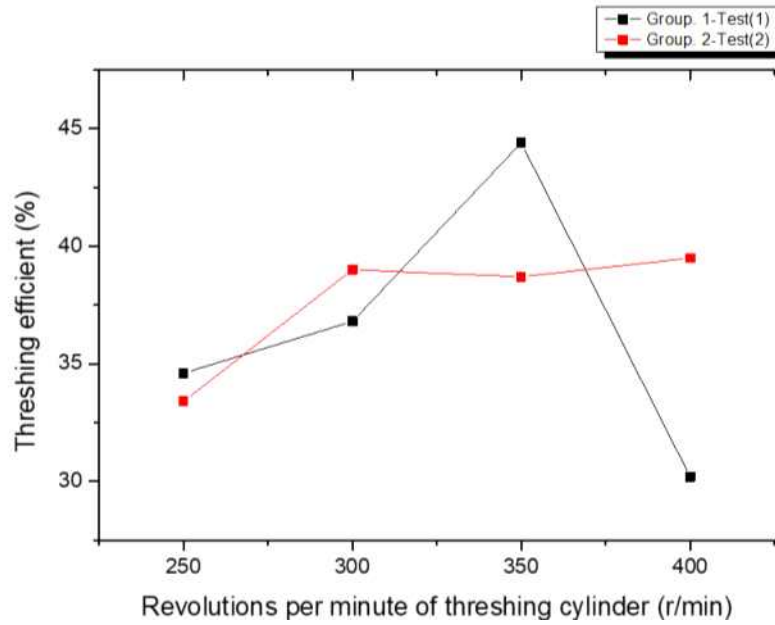
【 그룹별 테스트 결과 】

그룹1 (20 - 30%)											
구분	전체 무게 (kg)	검불 무게 (kg)	검불 및 두류 무게 (kg)	순수 두류 무게 (kg)	탈곡효율 (%)	구분	전체 무게 (kg)	검불 무게 (kg)	검불 및 두류 무게 (kg)	순수 두류 무게 (kg)	탈곡효율 (%)
250(1)	2.03	0.68	0.78	0.62	30.1	250(2)	2.05	0.81	0.91	0.66	31.9
300(1)	2.05	0.64	1.06	0.77	37.5	300(2)	2.11	0.63	1.01	0.78	36.9
350(1)	2.02	0.76	1.15	0.92	45.5	350(2)	2.14	0.68	0.93	0.78	36.4
400(1)	2.03	0.86	1.15	0.95	46.5	400(2)	2.01	0.63	1.13	0.92	45.5
그룹2 (20 - 30%)											
구분	전체 무게 (kg)	검불 무게 (kg)	검불 및 두류 무게 (kg)	순수 두류 무게 (kg)	탈곡효율 (%)	구분	전체 무게 (kg)	검불 무게 (kg)	검불 및 두류 무게 (kg)	순수 두류 무게 (kg)	탈곡효율 (%)
250(1)	2.02	0.93	0.89	0.70	34.6	250(2)	2.06	0.96	0.83	0.69	33.4
300(1)	2.05	0.95	0.89	0.76	36.8	300(2)	2.06	0.97	0.97	0.81	39.0
350(1)	2.06	0.89	1.05	0.92	44.4	350(2)	2.00	0.86	0.94	0.78	38.7
400(1)	2.05	1.10	0.79	0.62	30.2	400(2)	2.06	9.95	0.98	0.82	39.5

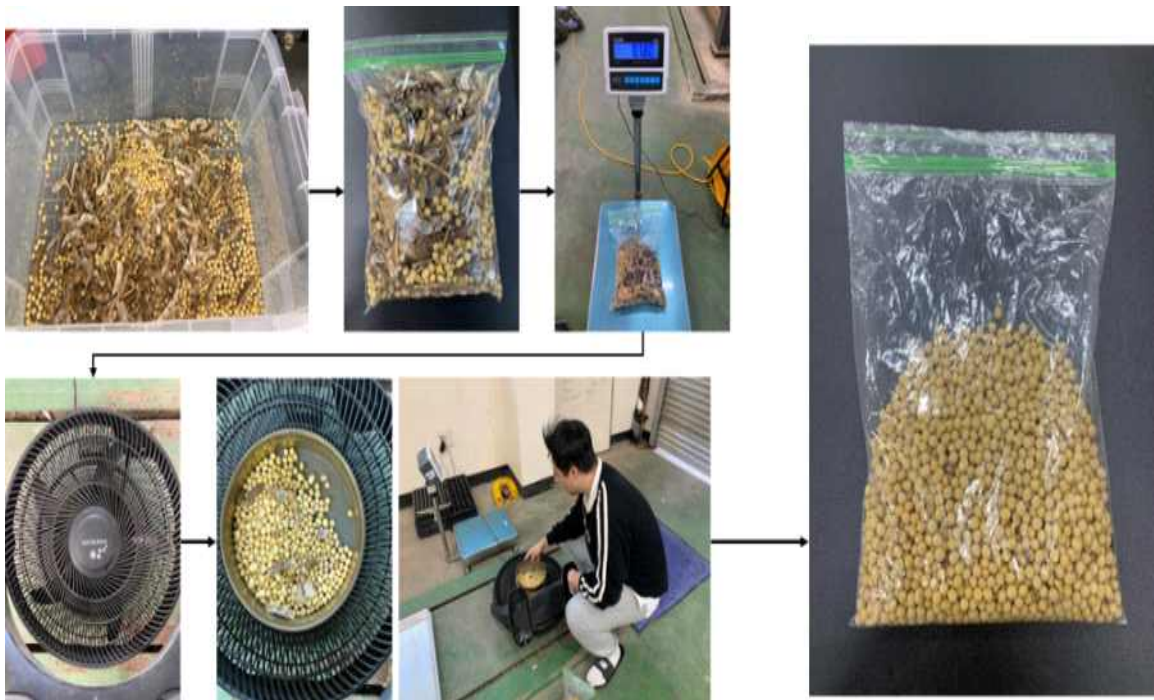
【 그룹1 탈곡효율 그래프 】



【 그룹2 탈곡효율 그래프 】



【 검불 및 설진 제거 】



- 콩 콤바인 탈곡 실험 시 각 그룹별 무작위로 수집한 콩 낱알 샘플을 대상으로 수분함량을 측정하였다. 마찬가지로 수분함량 측정은 ASAE S352.2 DEC 92의 Standard Method (1983)를 기준으로 5 g, 130°C, 72시간 건조 방법을 통해 측정하였다.
- 순수 두류에서 테스트별로 각 5 g씩 무작위로 두류 추출 3회 총 24회 두류의 함수율을 측정하였다.

○ 그룹별 함수율 측정결과는 다음과 같다.

【 그룹별 함수율 결과 】

그룹1 (10 - 20%)									
구분		건조 전 (g)	건조 후 (g)	함수율 (%)	구분		건조 전 (g)	건조 후 (g)	함수율 (%)
250-(1)	1	4.96	3.64	26.60	250-(2)	4	5.02	3.82	23.9
	2	4.94	3.88	21.40		5	4.92	3.5	28.9
	3	4.98	3.88	22.10		6	4.96	3.14	36.7
300-(1)	7	4.92	3.74	23.90	300-(2)	10	5.04	3.88	22.6
	8	5.08	3.74	26.40		11	5.12	4.18	18.3
	9	5.12	3.82	25.30		12	5.02	3.88	22.7
350-(1)	13	5.12	3.64	28.90	350-(2)	16	5.02	3.56	29.0
	14	4.94	3.42	30.70		17	4.96	3.86	22.0
	15	4.98	3.56	28.50		18	5.08	3.54	29.1
400-(1)	19	5.08	3.48	31.40	400-(2)	22	5.04	3.64	27.7
	20	5.20	3.82	26.50		23	5.04	3.72	26.1
	21	5.26	3.98	24.30		24	5.06	3.56	29.6
그룹2 (20 - 30%)									
구분		건조 전 (g)	건조 후 (g)	함수율 (%)	구분		건조 전 (g)	건조 후 (g)	함수율 (%)
250-(1)	1	5.08	4.24	16.5	250-(2)	4	5.08	4.24	16.5
	2	5.06	4.22	16.6		5	5.02	4.06	19.1
	3	5.02	4.20	16.3		6	5.18	4.4	15.0
300-(1)	7	5.00	4.14	17.2	300-(2)	10	5.02	4.28	14.7
	8	4.98	3.98	20.0		11	5.10	4.32	15.2
	9	5.14	4.14	19.4		12	4.98	4.06	18.4
350-(1)	13	5.02	4.20	16.3	350-(2)	16	4.88	3.98	18.4
	14	5.00	4.22	15.6		17	5.12	4.2	17.9
	15	4.96	4.10	17.3		18	4.96	4	19.3
400-(1)	19	4.98	3.82	23.2	400-(2)	22	4.98	4.1	14.6
	20	5.16	3.86	25.1		23	5.06	4.14	18.1
	21	4.98	3.96	20.4		24	4.98	3.8	23.6

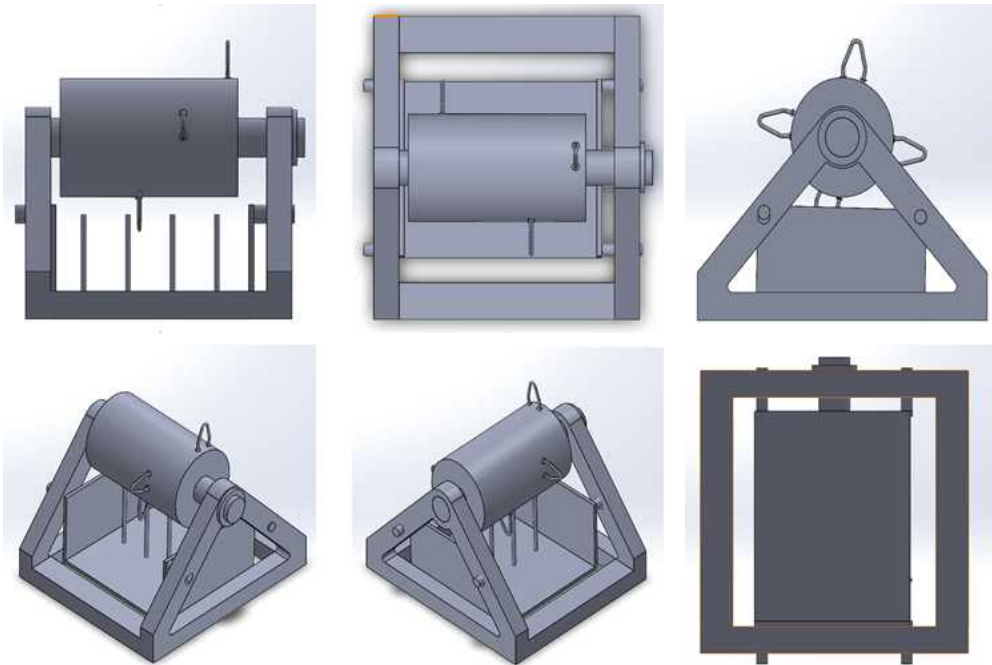
- 탈곡통 분당 회전 수의 증가에 따라 탈곡, 선별된 콩의 무게 및 탈곡된 비율은 전반적으로 증가하는 것으로 나타난다. 그룹 1의 테스트 250-(1)에서 가장 낮은 탈곡효율이 나타났고, 테스트 400-(1)에서 가장 높은 탈곡효율이 나타났다.
- 반면 그룹 2의 테스트에서는 400-(1)이 가장 낮은 탈곡효율이 측정되었다. 실험의 반복이 더 필요해 보인다.
- 작년 실험 대비(2020년) 환풍구 및 도출부 설치는 탈곡효율 면에서 크게 증가한 것을 알 수 있다.

25 시뮬레이션 프로그램을 사용한 두류(콩)용 콤바인 급치날 힘 분석

□ 소형탈곡 시험기 설계 및 제작

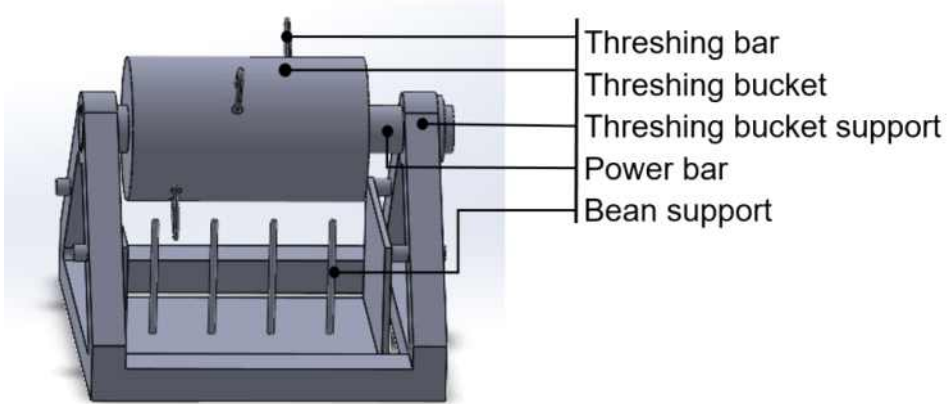
- 탈곡시 생기는 응력을 측정하기 위해 소형탈곡 시험기를 설계, 제작하였다.
- 급치날 힘 분석 시뮬레이션 실험은 회전수(r/min) 조절에 따른 응력을 측정한다.
- 소형탈곡 시험기의 개념도는 그림과 같이 탈곡부, 시료 고정부로 구분하여 시료가 급치날에 타격 당할 시 응력 측정을 핵심 목표로 설정, 설계하였다.
- 시험기의 탈곡통 직경은 425 mm으로 콩 콤바인 모델(ABC 270, Ofe Co.,Ltd.)의 첫 번째 탈곡통의 직경과 같다.
- 급치날의 형상 또한 기존의 콩 콤바인 모델(ABC 270, Ofe Co.,Ltd.)에서 사용하는 형상과 똑같이 설계하였다.
- 소형탈곡 시험기 개념도는 프로그램 Solidworks(Solidworks 2020, version 2020, Dassault Systemes, USA)를 사용하여 작성하였다.

【 소형탈곡 시험기 개념도 】

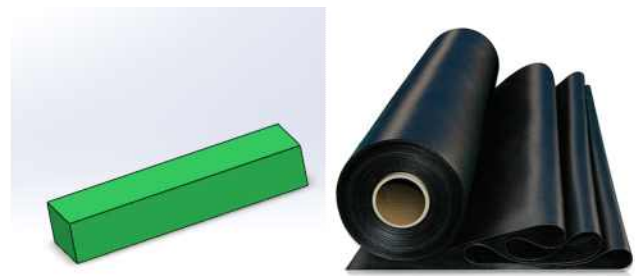
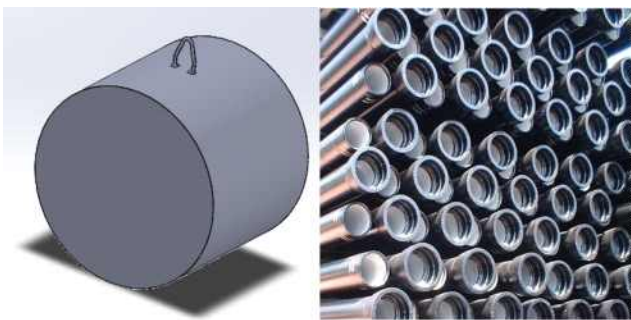


- 소형탈곡기 구성도는 급치날, 탈곡통, 탈곡통 지지대, 동력바, 콩 지지대로 구성되어 있다.
- 소형탈곡기는 다음의 재질로 제작하였다.
- 콩 재질의 경우 프로그램에서 구현하기 어려움을 느껴 콩 재질은 천연고무로 대신하여 실험하였고 재질은 다음과 같다.

【 소형탈곡기 구성도 】



【 탈곡통 및 천연고무 재질설정 】

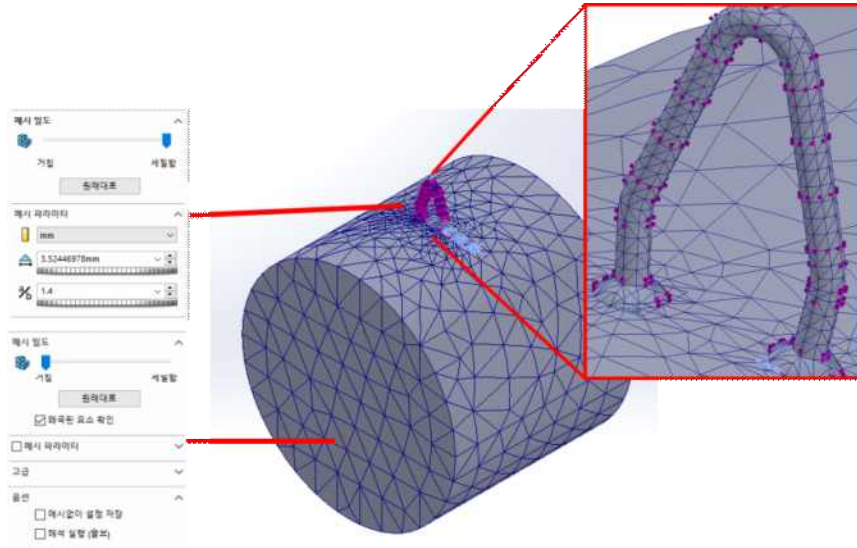


속성	값	단위
탄성계수	2.1e+11	N/m ²
포아송비	0.28	해당 없음
전단계수	7.9e+10	N/m ²
질량 밀도	7700	kg/m ³
인장 강도	723825600	N/m ²
압축강도		N/m ²
항복강도	620422000	N/m ²
열 팽창 계수	1.3e-05	/K
열 전도율	50	W/(m-K)
비열	460	J/(kg-K)

속성	값	단위
탄성계수	10000	N/m ²
포아송비	0.45	해당 없음
전단계수		N/m ²
질량 밀도	960	kg/m ³
인장 강도	20000000	N/m ²
압축 강도		N/m ²
항복 강도		N/m ²
열 팽창 계수		/K
열 전도율		W/(m-K)
비열		J/(kg-K)

- 소형탈곡기는 메쉬는 다음과 같이 작성하였다.
- 급치날의 경우 격자당 3.52 mm 간격으로 설정하였다.
- 탈곡통의 경우 면적을 전부 거침으로 설정하였다.
- 이 시뮬레이션의 경우 급치날의 응력분포가 중요하기 때문에 급치날의 격자를 세밀하게 작성하였고, 탈곡통의 경우 실험의 비중이 높지 않아 거칠게 작성하였다.
- 급치날 형상, 규격, 치수는 그림과 같다.
- 급치날의 세부적 치수는 다음과 같이 (전체 가로 '52.1 mm', 전체 높이 '84.81 mm', 고정 원판 윗부분 두께 '7 mm', 고정원판 아랫부분 두께 '8mm', 원판 원주 '15 mm')으로 제작하였다.
- 원통의 세부적 치수는 다음과 같이 (원통 지름 '425 mm', 원통 길이 '350 mm', 원통 두께 '15mm')으로 제작하였다.
- 원통의 내부는 실제 탈곡 통과같이 비어있는 구조로 제작하였다.

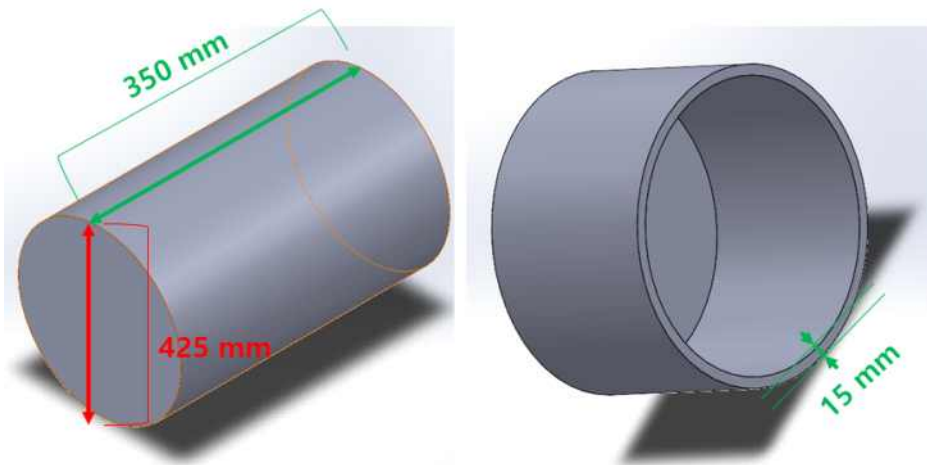
【 메쉬 설정 】



【 급치날 형상, 규격 및 치수 】



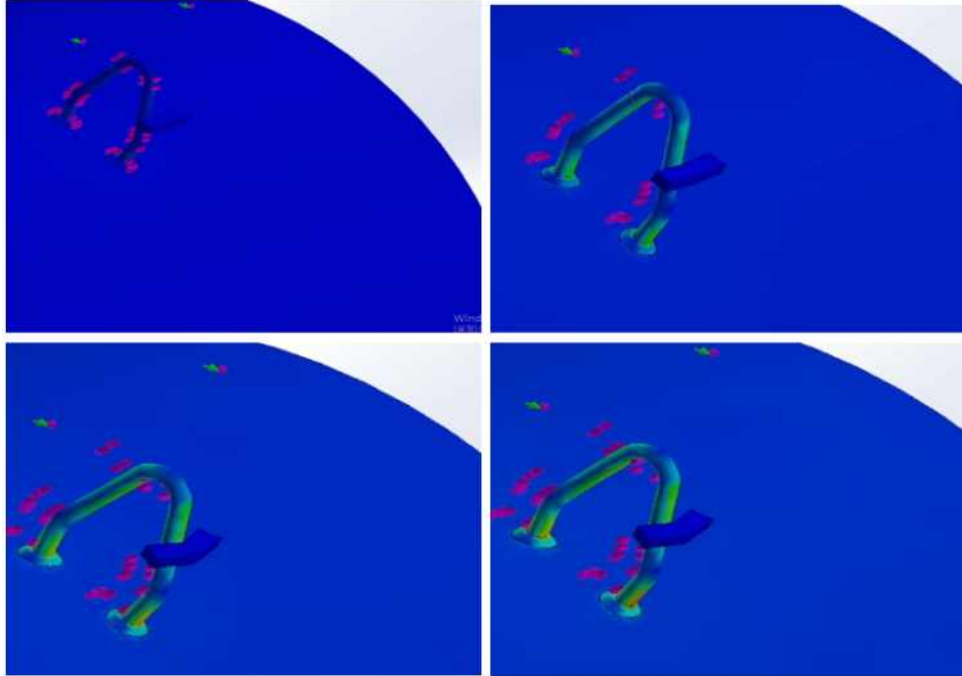
【 원통 형상, 규격 및 치수 】



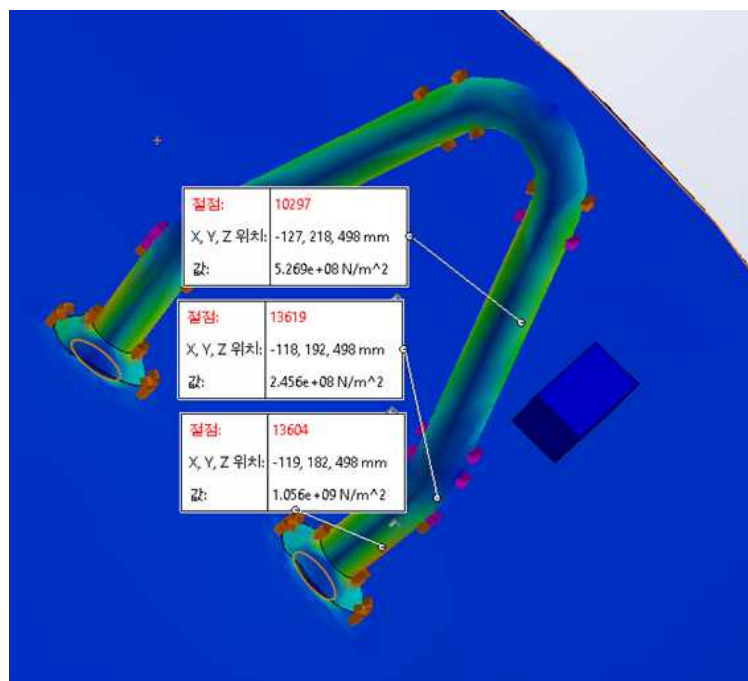
- 시뮬레이션 결과는 다음과 같다.
- 시간에 따라 급치날의 응력분포도의 차이를 알 수 있다.

- 소형탈곡기의 결과는 급치날의 상부, 중부, 하부로 측정하였다.
- 소형탈곡기의 급치날 응력 실험은 총 4단계의 회전속도(250, 300, 350, 400 RPM)로 실험을 진행하였다.

【 급치날 타격 시뮬레이션 결과 】

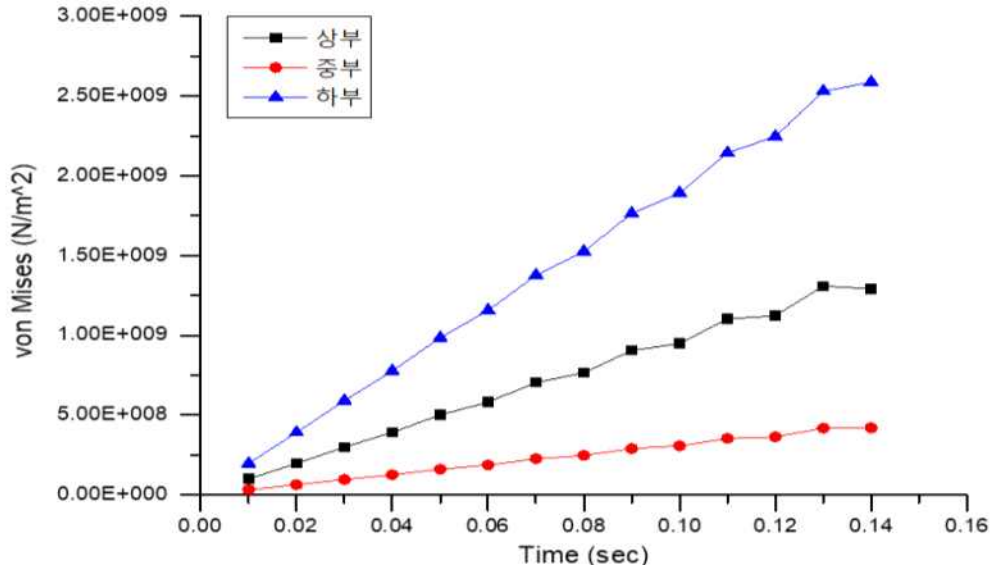


【 급치날 응력 측정 위치(상부, 중부, 하부) 】

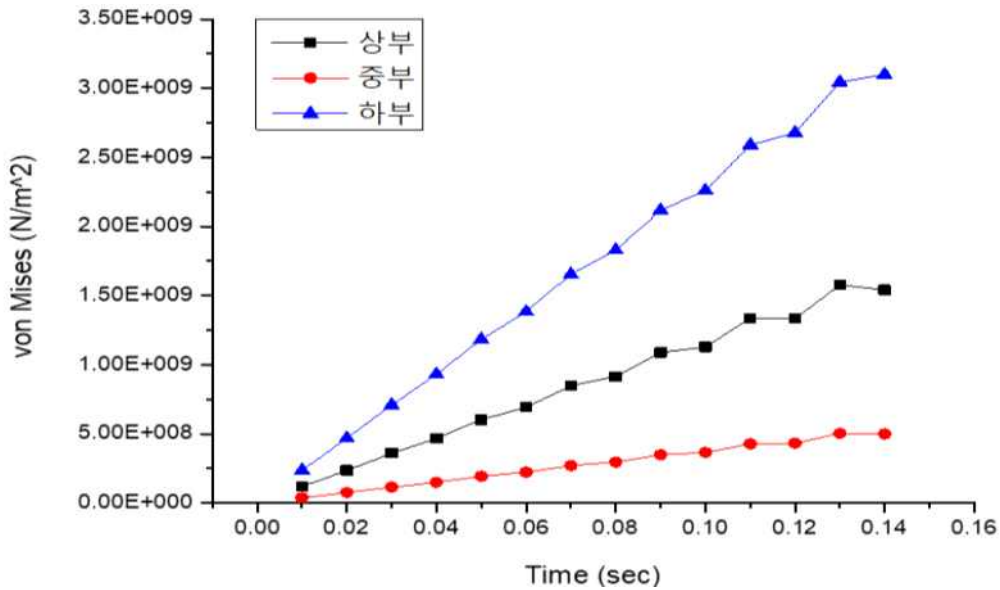


- 시뮬레이션 결과 그래프는 다음 그림과 같다.
- 급치날 하부에서 가장 큰 응력이 발생하였고, 다음으로는 상부, 중부 순으로 응력이 발생하였다.

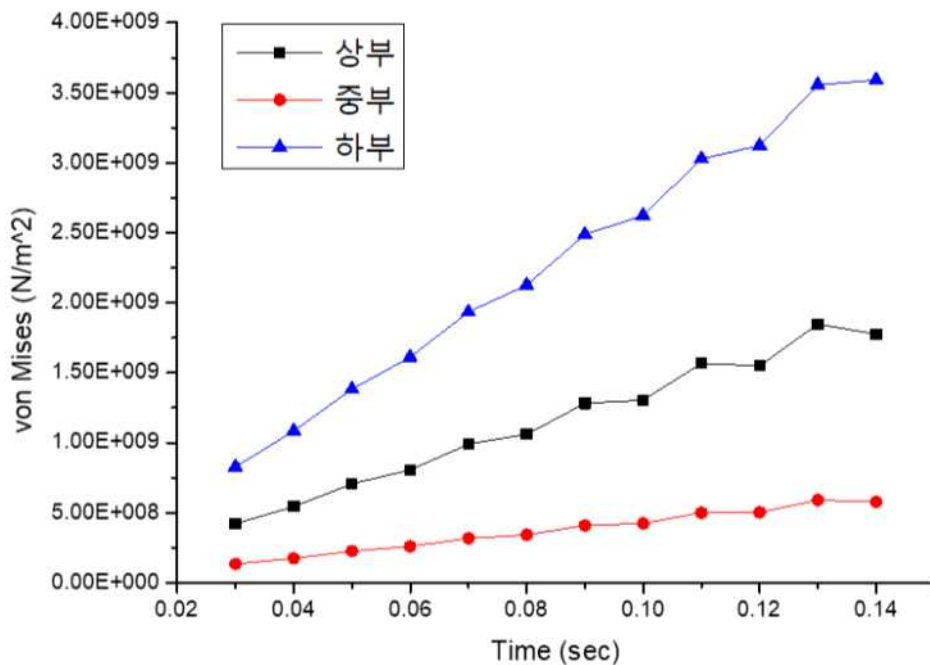
【 250RPM 급치날 응력 그래프 】



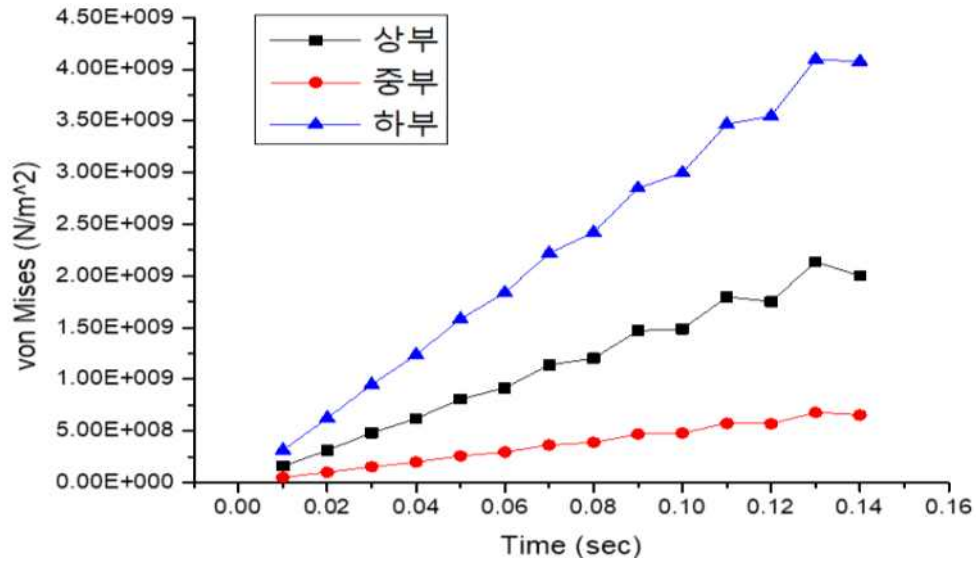
【 300RPM 급치날 응력 그래프 】



【 350RPM 급치날 응력 그래프 】



【 400RPM 급치날 응력 그래프 】



- 회전율(RPM)에 따른 급치날의 응력은 RPM이 증가할수록 급치날 응력 또한 증가함을 시뮬레이션을 통해 알 수 있다.
- 시뮬레이션의 결과를 통하여 정리하였다.

【 회전율(RPM)에 따른 급치날의 응력 결과값 】

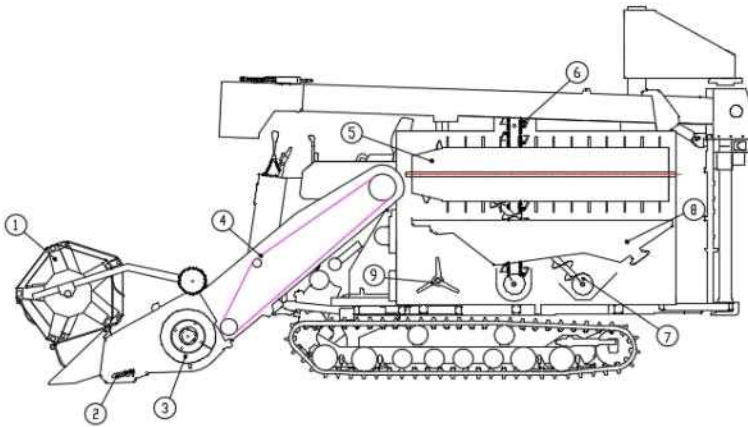
(unit. N/m²)

구분	250	300	350	400
합계	4.297e+09	5.140e+09	5.947e+09	6.732e+09
평균	1.433e+09	1.713e+09	1.982e+09	2.244e+09
최대	2.588e+09	3.099e+09	3.592e+09	4.074e+09
최소	4.188e+08	4.997e+08	5.777e+08	6.537e+08

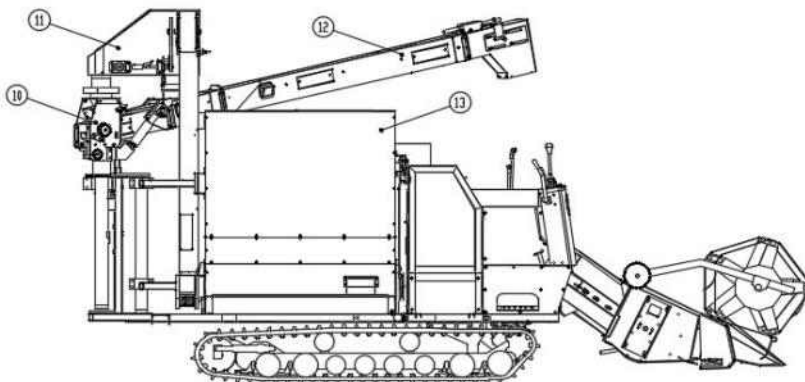
26 시제품 기대 개선

- 고능률 예취 및 탈곡 선별 장치 시제품 제작

【 시작기 주요부 구조 개념도 】



(1) 릴, (2) 예취날, (3) 오거
(4) 체인, (5) 드럼, (6) 1번 승강기
(7) 2번 승강기, (8) 흔들채, (9) 풍구



(10) 회동부, (11) 연결부
(12) 배출부, (13) 그레인 탱크

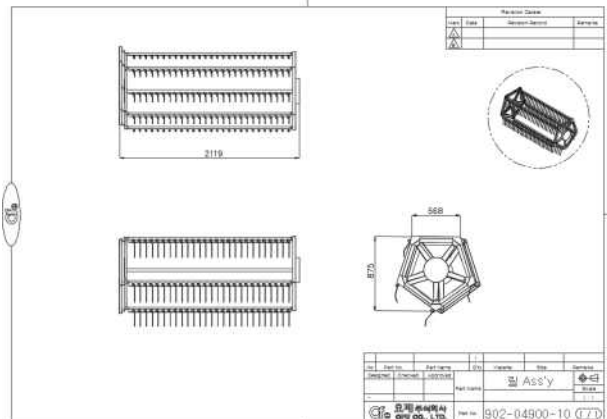
(1) 2차년도 문제점 개선 부품 적용

【 예취부-릴 】

사진



도면

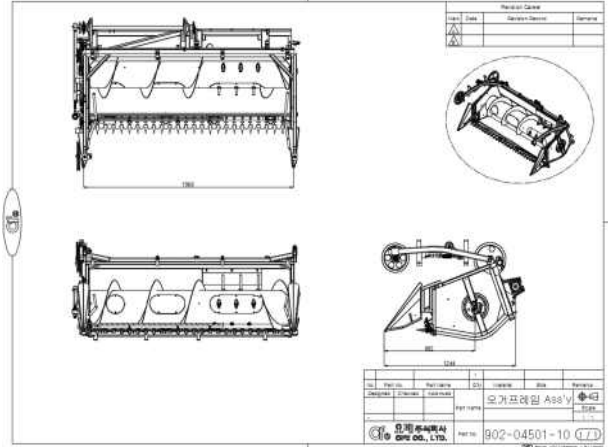


【 예취부-오거 프레임& 오거 파이프 】

사진



도면

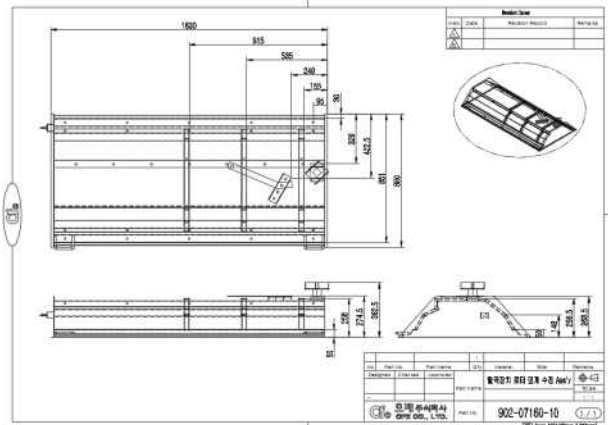


【 탈곡부-탈곡장치 로터 덮개 】

사진



도면

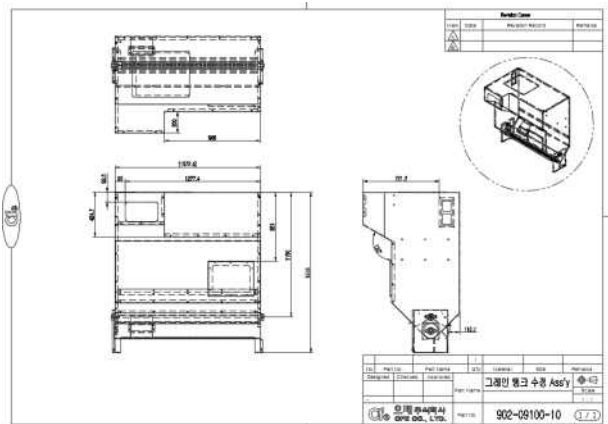


【 배출부-그레인 बैं크 】

사진



도면

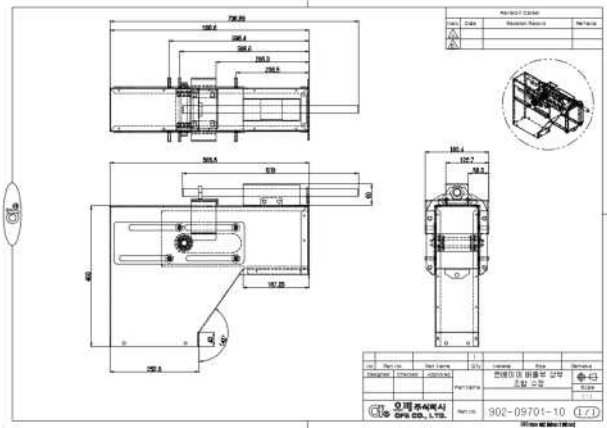
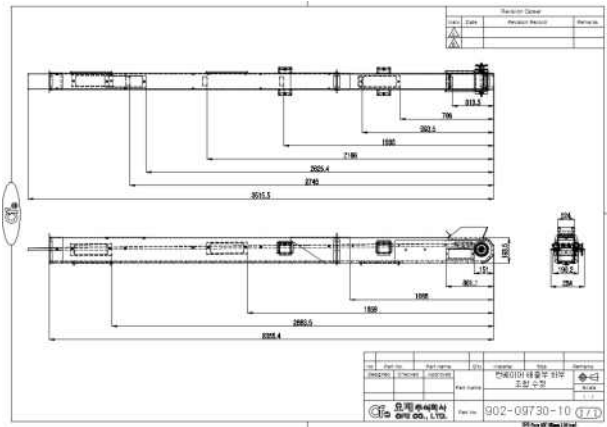


【 배출부-수평 이송부 】

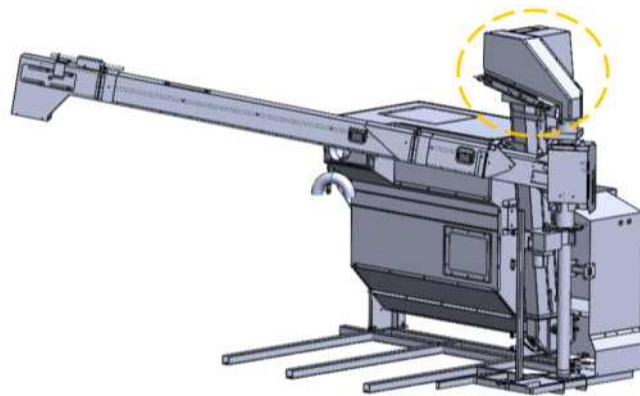
사진



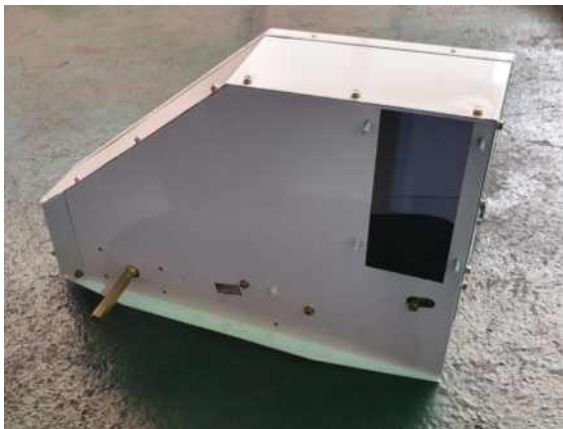
도면



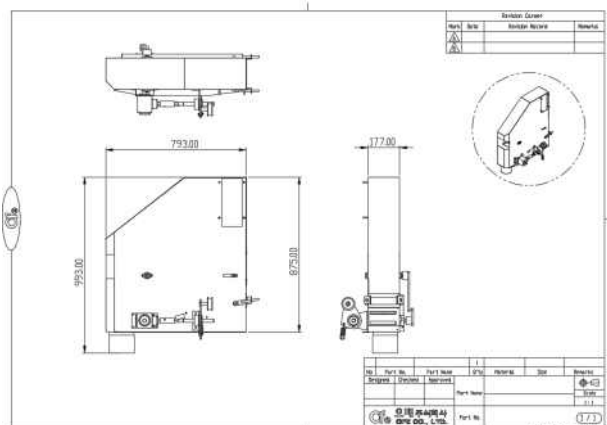
(2) 1,2차년도 특허개선 설계 개선부품적용



제품사진



설계도면



3) 성능개선 반영 기대 구성



예취부 장착



탈곡통 장착



그레인 탱크 및 배출 승강기 장착



컨베이어 배출부 장착



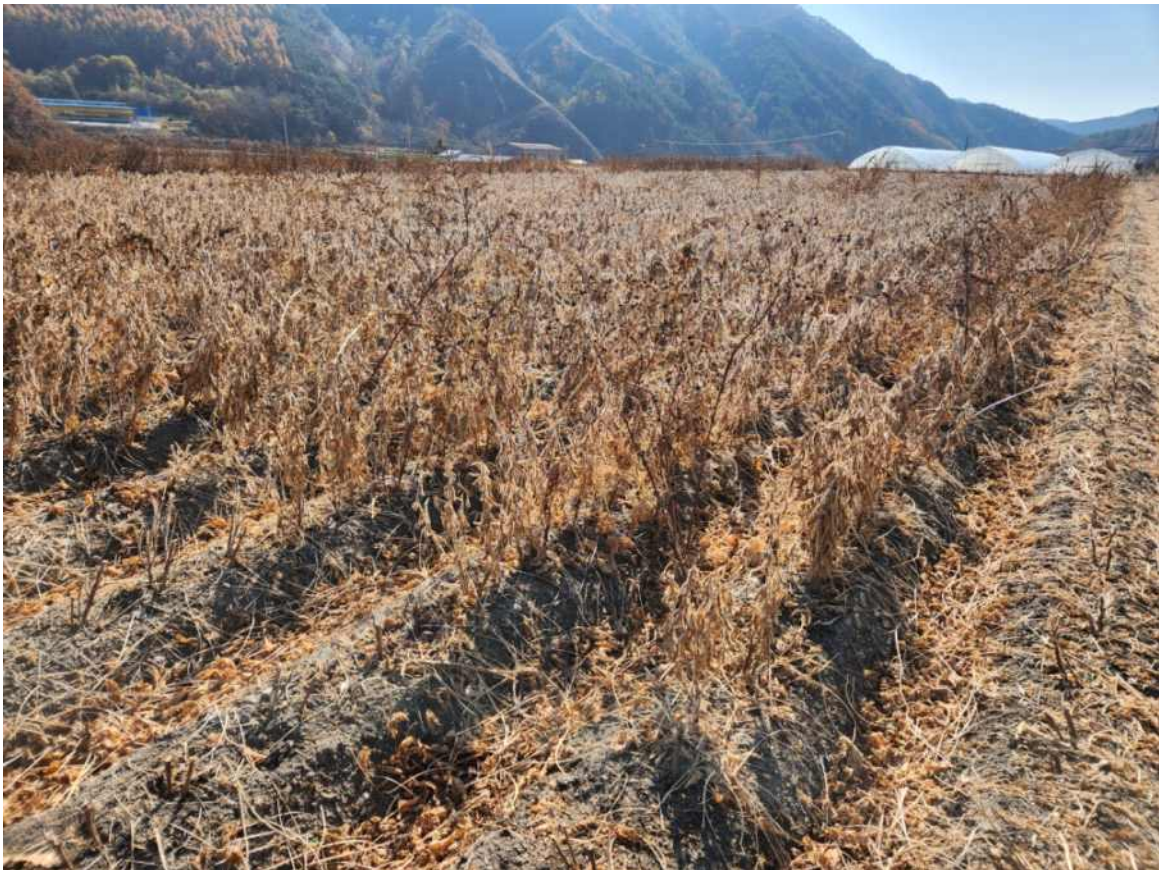
배출연결부 장착



커버류 장착

27 필드 성능시험

- 평가 방법 : 농업 기계 검정
- 평가 기관 : 한국 농업 기술진흥원
- 시험조건
 - 시험 시기 및 장소: 2022년 11월08일, 경남 거창군 가북면 우혜리1836 농가포장
 - 시험작물 : 선풍콩
 - 시험내용 : 작업 능률시험, 선회시험



작업 능률시험



선회시험



- 평가 방법 : 농업 기계 검정
- 평가 기관 : 한국 농업 기술 진흥원
- 시험조건
 - 시험 시기 및 장소: 2022년 11월21일, 전북 익산시 평동로457 한국농업기술진흥원
 - 시험내용 : 수평제어시험

수평제어시험



제 M-22-01258호

농업기계 기술지도검정 성적서

1. 신청인

- 가. 성명 : 함영철
- 나. 사업자 등록번호 : 609-81-79905
- 다. 주소 :
- 라. 상호 : 오폐주식회사

2. 검정 용도의 제품

- 가. 기종명 : 콤파인
- 나. 형식명 : OBC 210
- 다. 형식 및 규격 : 보통형, 예취폭 210 cm

3. 검정번호 : 22-MT-087

4. 검정성적 : 붙임



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

2022년 12월 02일

한국농업기술진흥원장



검정성적

1. 기종명: 콤바인
2. 시험번호: 22-MT-087
3. 형식명: OBC 210
4. 형식: 보통형
5. 규격: 예취폭 210 cm
6. 시험성적



6.1. 구조

6.1.1. 동력전달장치

· 주클러치 형식

없는구조임

· 주변속기

변속방식

유압식(HST)

변속단수

무단(전진, 후진)

· 부변속기

변속방식

기계식(상시물림식)

변속단수

2단(저속, 고속)

6.1.2. 조향장치

· 형식

조향클러치식

6.1.3. 주행장치

· 차륜의 종류

무한궤도

· 무한궤도의 규격(폭×피치, 피치수)

(550 × 90) mm, 58 개

· 무한궤도 접지길이

1 950 mm

6.2. 성능시험

6.2.1. 작업능률시험

시험조건

· 포장조건

품종

선풍콩

식재방법

조간 70 cm, 주간 20 cm

시험성적

· 최고주행속도	0.71 m/s
· 포장작업능률	18.9 min/10a

7. 시험제품 개요

본 기대는 보통형 콤바인으로 예취폭은 210 cm이며 주변속방식은 유압식(HST)입

8. 시험결과

본 검정성적은 한국농업기술진흥원 「농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령」 제4조의 규정에 따라 실시한 기술지도검정 성적으로 보통형 콤바인 검정방법에 따라 실시되었음

선임연구원
조태경

조태경

연구원
정진우

정진우



농업기계 기술지도검정 성적서

1. 신청인

- 가. 성명 : 함영철
나. 사업자 등록번호 : 609-81-79905
다. 주소 :
라. 상호 : 오펜주식회사

2. 검정 용도의 제품

- 가. 기종명 : 콤바인
나. 형식명 : OBC 210
다. 형식 및 규격 : 보통형, 예취폭 210 cm

3. 검정번호 : 22-MT-088

4. 검정성적 : 불임

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

2022년 12월 02일

한국농업기술진흥원장



검정성적

1. 기종명: 콤바인
2. 시험번호: 22-MT-088
3. 형식명: OBC 210
4. 형식: 보통형
5. 규격: 예취폭 210 cm
6. 시험성적



6.1. 구조

6.1.1. 동력전달장치

· 주클러치 형식	없는구조임
· 주변속기	
변속방식	유압식(HST)
변속단수	무단(전진, 후진)
· 부변속기	
변속방식	기계식(상시물림식)
변속단수	2단(저속, 고속)

6.1.2. 조향장치

· 형식	조향클러치식
------	--------

6.1.3. 주행장치

· 차륜의 종류	무한궤도
· 무한궤도의 규격(폭×피치, 피치수)	(550 × 90) mm, 58 개
· 무한궤도 접지길이	1 950 mm

6.2. 성능시험

6.2.1. 선회시험

시험조건	
· 시험노면	아스팔트
시험성적	
· 최소선회반경	(좌) 0.7 m, (우) 0.7 m

7. 시험제품 개요

본 기대는 보통형 콤바인으로 예취폭은 210 cm이며 주변속방식은 유압식(HST)임

8. 시험결과

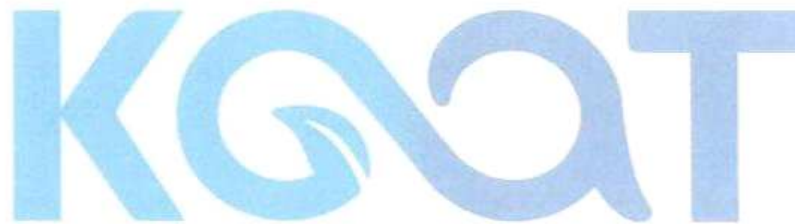
본 검정성적은 한국농업기술진흥원 「농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령」 제4조의 규정에 따라 실시한 기술지도검정 성적으로 신청자와 협의하여 정한 성능시험 방법에 따라 실시되었음

선임연구원
조태경

조태경

연구원
정진우

정진우

The logo for KQAT is displayed in a light blue color. It features the letters 'KQAT' in a stylized, rounded font. The 'Q' is particularly large and has a decorative swirl at its bottom right. The 'A' is also stylized with a small loop at its top right. The 'T' is a simple, blocky letter.

농업기계 기술지도검정 성적서

1. 신청인

- 가. 성명 : 함영철
나. 사업자 등록번호 : 609-81-79905
다. 주소 :
라. 상호 : 오페주식회사

2. 검정 용도의 제품

- 가. 기종명 : 콤파인
나. 형식명 : OBC 210
다. 형식 및 규격 : 보통형, 예취폭 210 cm

3. 검정번호 : 22-MT-089

4. 검정성적 : 불입

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

2022년 12월 02일

한국농업기술진흥원장



검정성적

1. 기종명: 콤바인
2. 시험번호: 22-MT-089
3. 형식명: OBC 210
4. 형식: 보통형
5. 규격: 예취폭 210 cm
6. 시험성적



6.1. 구조

6.1.1. 동력전달장치

· 주클러치 형식

없음구조임

· 주변속기

변속방식

유압식(HST)

변속단수

무단(전진, 후진)

· 부변속기

변속방식

기계식(상시물림식)

변속단수

2단(저속, 고속)

6.1.2. 조향장치

· 형식

조향클러치식

6.1.3. 주행장치

· 차륜의 종류

무한궤도

· 무한궤도의 규격(폭×피치, 피치수)

(550 × 90) mm, 58 개

· 무한궤도 접지길이

1 950 mm

6.2. 성능시험

6.2.1. 수평제어시험

시험조건

· 기체상태

수평제어기능 활성화 상태에서
전·후·좌·우 방향으로 전도

시험성적

· 수평제어각도

(전방) 2.3°, (후방) 2.3°,
(좌측) 4.7°, (우측) 4.8°

7. 시험제품 개요

본 기대는 보통형 콤팩트인으로 예취폭은 210 cm이며 주변속방식은 유압식(HST)임

8. 시험결과

본 검정성적은 한국농업기술진흥원 「농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령」 제4조의 규정에 따라 실시한 기술지도검정 성적으로 신청자와 협의하여 정한 성능시험 방법에 따라 실시되었음

선임연구원
조태경

조태경

연구원
정진우

정진우

The logo for KQAT is displayed in a light blue color. It features the letters 'KQAT' in a bold, sans-serif font. The 'Q' is stylized with a circular element that resembles a gear or a leaf, and the 'A' has a similar circular element. The 'T' is a simple, blocky letter.

농업기계 성능시험 성적서

1. 신청인

- 가. 성명 : 김준식, 원유현
- 나. 사업자 등록번호 : 514-81-06690
- 다. 주소 :
- 라. 상호 : (주)대동

2. 시험 용도의 제품

- 가. 기종명 : 콤바인
- 나. 형식명 : OBC210
- 다. 형식 및 규격 : 보통형, 예취폭 210 cm

3. 시험번호 : 22-KOATMP-526

4. 시험성적 : 붙임



「농업기술실용화재단 분석시험 의뢰 및 처리규칙」 제4조 제2항에 따라 시험 신청한
기대에 대한 성능시험 성적입니다.

2022년 12월 14일

농업기술실용화재단 이사장



시 험 성 적

1. 기 종 명: 콤바인
2. 시험번호: 22-KOATMP-526
3. 형 식 명: OBC210
4. 형 식: 보통형
5. 규 격: 예취폭 210 cm
6. 시험성적



6.1 구조

6.1.1. 주행장치

· 차륜의종류	무한궤도
· 무한궤도의 규격(폭×피치, 피치수)	(550 × 90)m, 58개
· 무한궤도 접지길이	1 950 mm
· 무한궤도 중심간 거리	1 185 mm
· 무한궤도 접지압	21.5 kPa

6.1.2. 조향장치

· 조향방식	조향클러치식
--------	--------

6.1.3. 자동유도장치

· 형식명	CZ25-0009/GPS모듈조합
· 제조사	㈜대동, 제이에이치케이(JHK)
· 위치인식장치 종류	GNSS(GPS L1/L2, GLONASS L1/L2, BDB B1,B2,B3)
· 위치인식장치 위치	기체 전방 운전석 좌측 상단
· 위치인식장치 개수	2 개(전/후방 1m간격 배치)

6.1.5. 자동조향장치

· 자동조향장치 형식	전자식
· 자동조향장치 형식명	CZ25-0047/자율주행제어장치
· 제조사	㈜대동

6.2 성능시험

6.2.1. 직진자동조향 성능시험

시험조건

- | | |
|----------|------------------------------------|
| · 시험장소 | 주대동 주행시험장
(경남 창원군 창녕읍 창녕공단길 39) |
| · 시험시작일시 | 2022.11.14. 14시 00분 |
| · 시험종료일시 | 2022.11.14. 15시 20분 |
| · 자동조향거리 | 50 m |
| · 차량 대표점 | 운전석 좌측 전방 GNSS 상단 |
| · 설정 속도 | (저속) 0.5 m/s |

시험결과

- 평균 주행속도 및 이탈거리

구분	1회	2회	3회	평균
평균 주행속도(m/s)	0.5	0.5	0.5	0.5
이탈거리 누적분포 95%(mm)	65	74	60	66.3
평균이탈 거리(mm)	31	21	25	25.7
최대이탈 거리(mm)	73	95	99	99(최대)

7. 시험제품 개요

본 기대는 직진자동조향장치가 설치된 콤바인으로 직진경로를 50 m 주행한 결과 최대 이탈거리 누적분포 95% 값은 74 mm 이고 최대 이탈거리는 99 mm 임

8. 시험결과

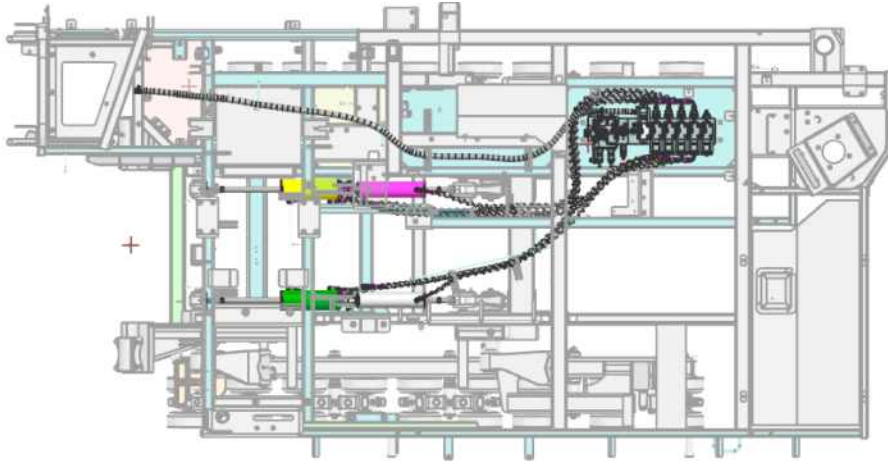
본 시험은 농업기술실용화재단 「분석시험 의뢰 및 처리규칙」 제5조에 따라 신청자가 요구한 항목에 대한 성능시험 성적으로 신청자와 협의한 시험방법으로 실시하였음

연구원 김은국	김은국	선임연구원 조태경	조태경
------------	-----	--------------	-----

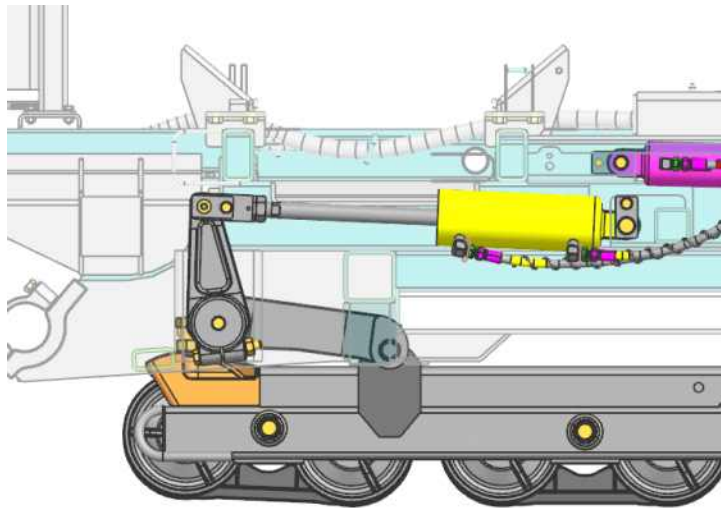
29 전후/좌우 수평제어시스템 개발

- 수평제어 시스템 작동성 성능평가 및 개선시험
 - 수평제어 시스템 작동성 성능평가

【 수평제어시스템 Lay-out 】



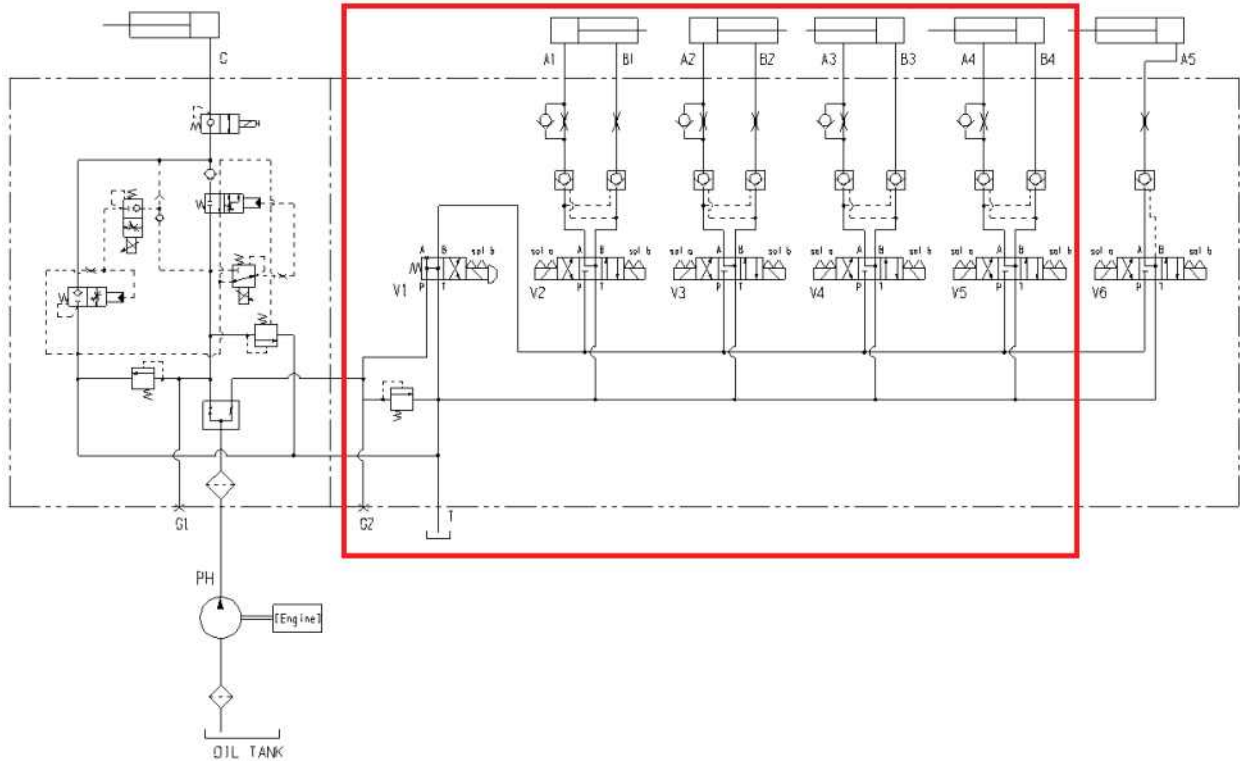
【 수평제어부 링크구조시스템 】



수평제어시스템 사양 및 Lay-out을 2차년도 결정하였고, 최종적으로 수평제어 작동성 평가를 진행하였음. 수평제어 작동성은 수평자세제어가 목표 각도만큼 기능구현이 되는지 1차적으로 성능평가를 진행하였으며,

목표 각도에서 처짐이 발생하지 않고 유지 가능한지에 대한 평가를 진행하였음. 수평각도는 수평실린더의 작동범위를 제어하기 위해 구성된 포텐션미터를 활용하여 실린더의 작동량을 센서값으로 확인하여 수평각도를 산출하였음.

【 수평제어부 유압시스템 】



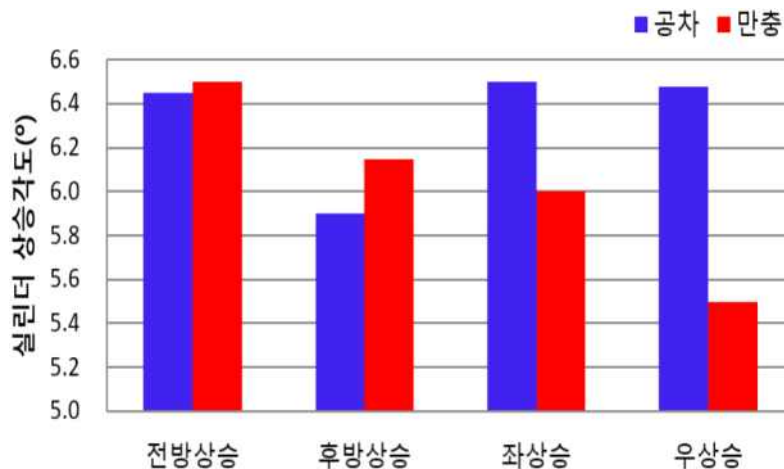
전, 후, 좌, 우 수평자세제어를 위해 방향전환밸브 4개와 4개의 실린더로 구성되어 있어 각 자세별 차체의 수평을 제어하게 된다.

수평각도 측정 및 시험평가를 통해 성능목표사양에 부합하는지 확인하고 2차적으로 수평자세제어의 목표값에 도달하는 시간을 측정하여 상승속도 시험평가를 진행하였음.

경쟁사 기대 수준을 벤치마킹하여 상승각도와 상승시간은 각각 $6^\circ \pm 0.5^\circ$, $3.5 \pm 0.5 \text{sec}$ 로 정하여 시험평가 진행하였음.

- 수평 상승각도 및 유지성능 평가

【 수평 상승각도 및 유지성능 시험결과 】

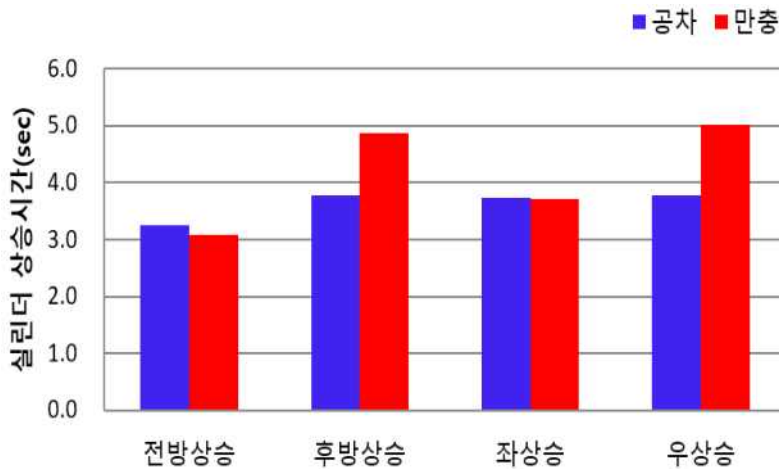


부하조건	전방상승	후방상승	좌상승	우상승	작동 시 수평 유지
공차	6.45°	5.9°	6.5°	6.48°	○
만충	6.5°	6.15°	6°	5.5°	○

차체 수평제어는 차량의 점검에 가장 많이 사용되는 부분으로 목표 상승각도 및 수평상태 유지성능이 주요한 성능 평가 대상임. 따라서 수평제어 기능 확인하기 위해 실린더 포텐셜 메터의 AD센서값을 측정하여 전/후/좌/우 상승 시 기체 상승수준을 평가함.

콤바인의 경우 곡물탱크에 작물 만충 시 탱크부에서 800kg에 달하는 무게 변화가 발생하기 때문에 평가는 공차상태와 만충상태 수평기능 평가를 진행함. (만충 시 탱크 곡물중량 : 830kg) 해당조건에서 목표수준은 $6^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ 으로 경쟁사 기대 참조하여 설정하였고, 측정 결과 상승 각도는 목표수준을 만족함. 작동 후 수평각 유지성능도 양호하게 나타남.

【 수평 상승시간 측정결과 】



- 수평 상승시간 측정 결과

기종	전방상승	후방상승	좌상승	우상승
공차	3.26	3.78	3.73	3.79
만충	3.10	4.88	3.71	5.02

수평각도에서 수평기능의 성능 확인을 진행하였고, 2차적으로 수평기능이 목표 상승각도에 도달하는데 소요되는 상승시간을 측정하여 성능평가를 진행하였음. 상승시간은 위 언급한 것과 같이 경쟁사 수준으로 $3.5 \pm 0.5 \text{sec}$ 선정하였고, 상승각도 측정과 같은 모드로 공차 및 만충 상태 시험을 진행하였으며, 곡물 만충 중량도 830kg 동일 수준으로 구성하였음.

시험결과 우상승 및 후방상승 시 상승시간이 지연되는 현상이 발생 하였으며, 만충 시 우측 후방의 차체 무게가 증가하여 시간지연이 발생한 것으로 확인함. 목표성능을 만족하기 위해 추가적인 개선업무 및 시험평가를 진행하였음.

○ 수평제어 시스템 개선 및 시험평가

만충 시 차체 승강력이 부족한 것으로 판단하여 수평부 릴리프세팅압력을 승압하였고, 이를 통해 우측 상승속도 지연을 해소하고자 하였으며, 개선효과 확인을 위해 하기와 같이 시험 평가 진행함.

가. 시험개요

A. 시험목적 : 기대 우측 상승시 속도저하 관련 각 조건별 승하강 압력 개선 시험평가

B. 시험방법 및 조건:

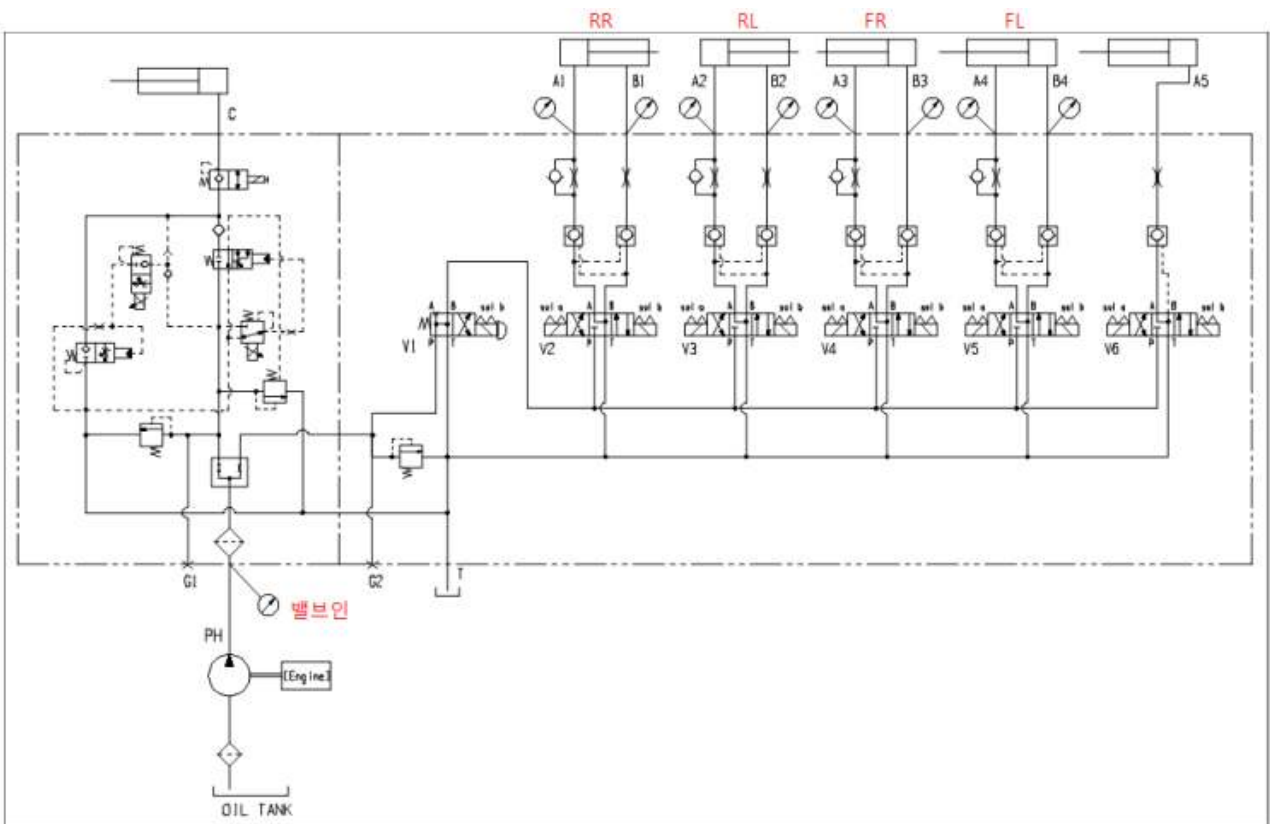
- a. 기대 수평 최대 상승 → 상승 상태 유지 → 기대 수평 하강 → 하강상태 유지
- b. 엔진회전수 Max조건 전/후/좌/우/전체 승하강 시간 및 압력데이터 측정

C. 시험조건 :

- a. 곡물탱크 무부하 / 부하(만충 830kg) 조건
- b. 엔진회전수 max, 유온 60±5°C

D. 압력 TEST 회로

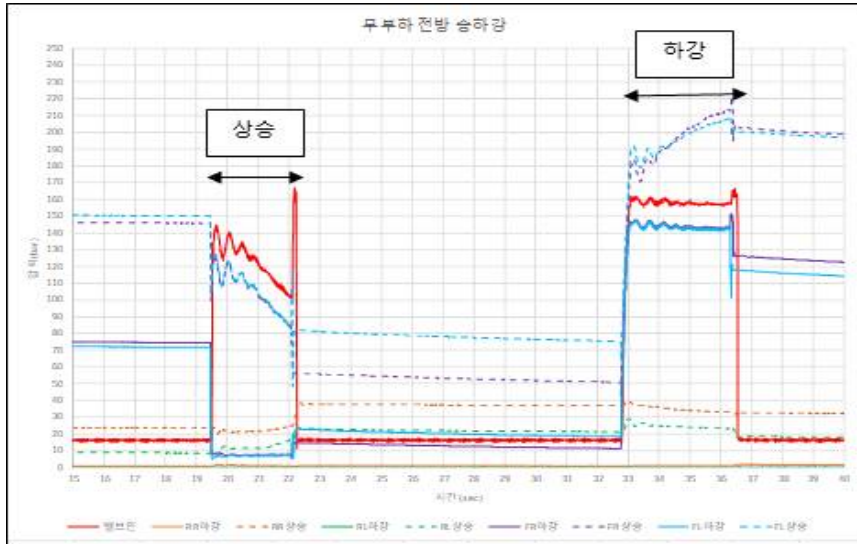
【 압력 TEST 회로 】



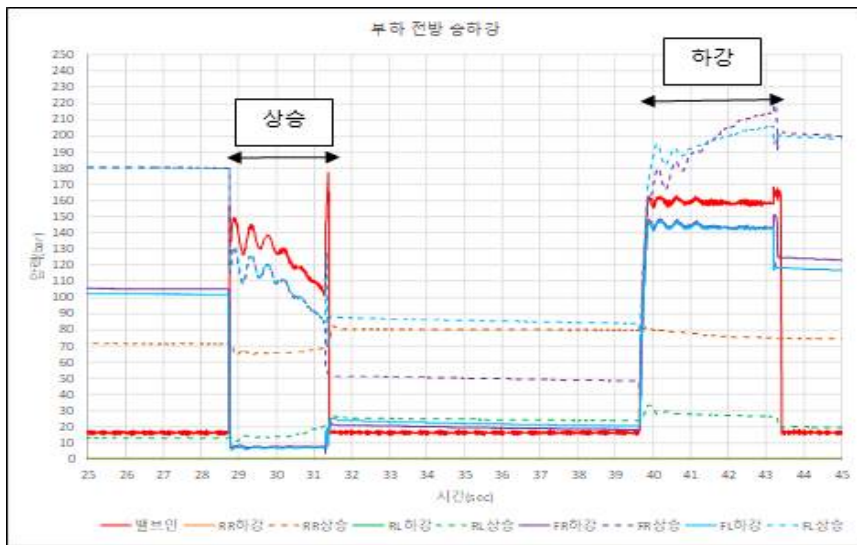
나. 시험결과

A. 전방 승강 시험결과

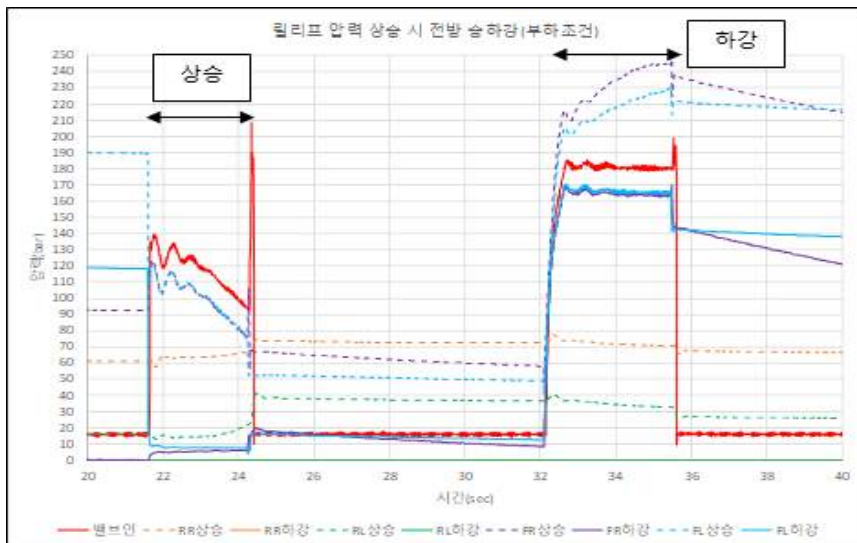
【 무부하 전방 승강시 압력측정 데이터 】



【 부하 전방 승강시 압력측정 데이터 】



【 릴리프세팅압력 승압 시 압력측정 데이터(부하조건) 】

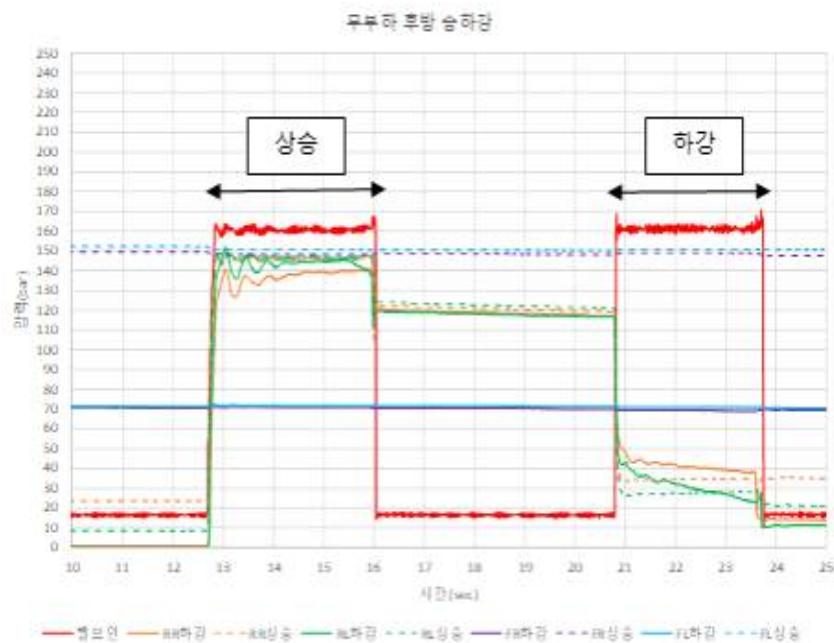


릴리프세팅압력 20bar 승압하여 상승 시 전방상승에서 밸브인 피크압력이 약 210bar까지 도달하였고, 3회 승하강 반복 측정에서도 상승 피크압력이 200~210bar 유사한 수준으로 확인되었음. 또한 릴리프 세팅압력 상승 후 승하강 시간이 릴리프세팅압력 개선전 이전 무부하 조건 대비하여 감소하거나 동등수준을 유지하는 경향을 확인하였음.

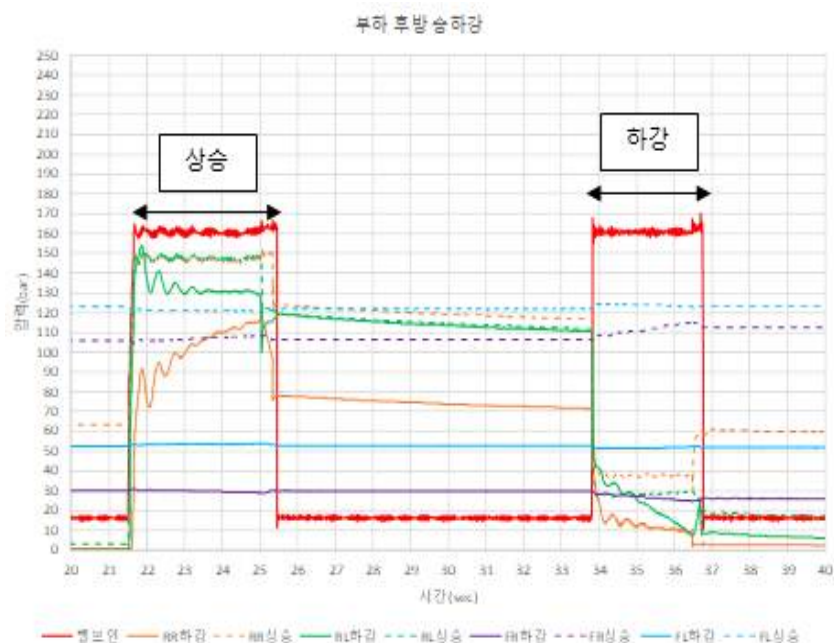
하강 시에는 전방좌측, 전방우측 압력이 220~240bar까지 상승하여 릴리프 압력보다 10~20bar정도 높은 압력이 형성되는 것을 확인하였음.

B. 후방 승하강 시험결과

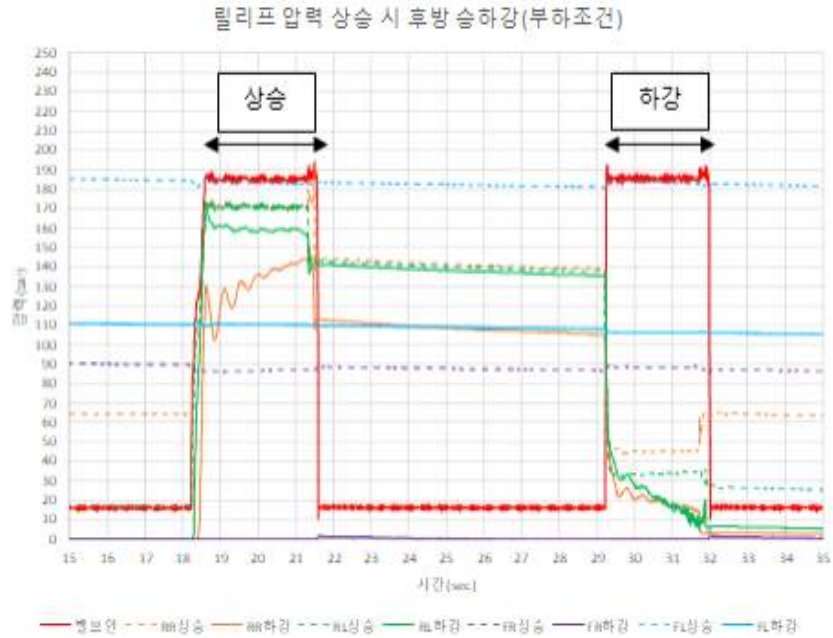
【 무부하 후방 승강 시 압력측정 데이터 】



【 부하 후방 승강 시 압력측정 데이터 】



【 릴리프세팅압력 상승 시 후방 승강 압력측정 데이터(부하조건) 】

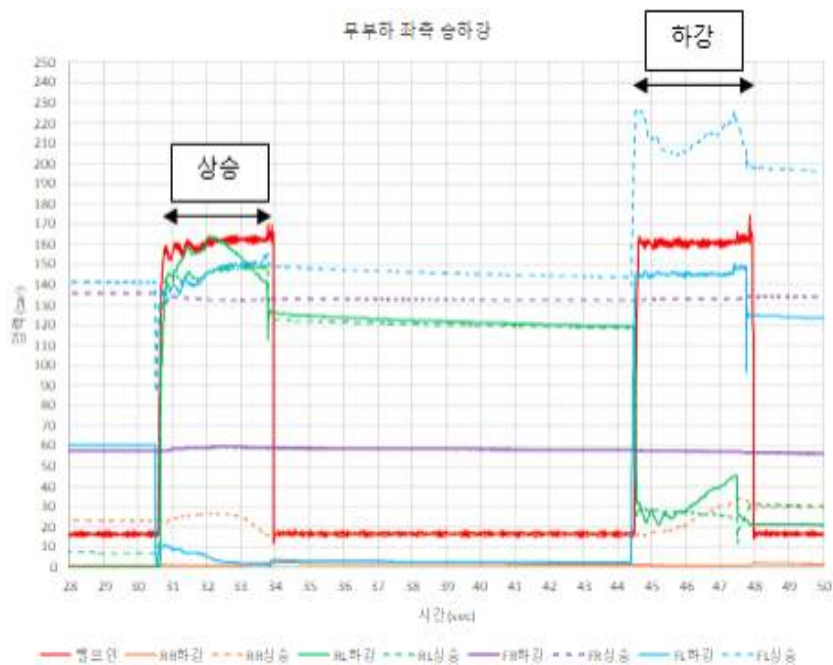


릴리프세팅압력 변경 후, 후방상승 시 후방좌측, 후방우측 상승압력이 약 23~25bar 상승되는 것을 확인하였음. 릴리프 압력 상승후 전방상승과 동일하게 승하강 시간이 변경 전 무부하 조건대비 감소하거나 동등수준으로 확인되었음.

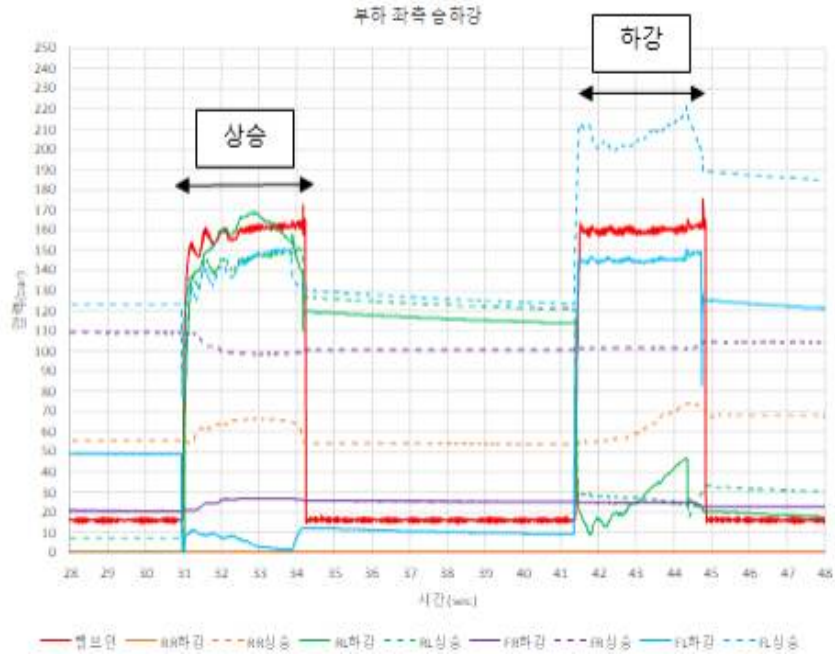
릴리프세팅압력 20bar 상승을 통해 실린더 상승압력이 유지되어 변경전보다 시스템 압력이 상승하는 경향성이 확인됨.

C. 좌측 승강 시험결과

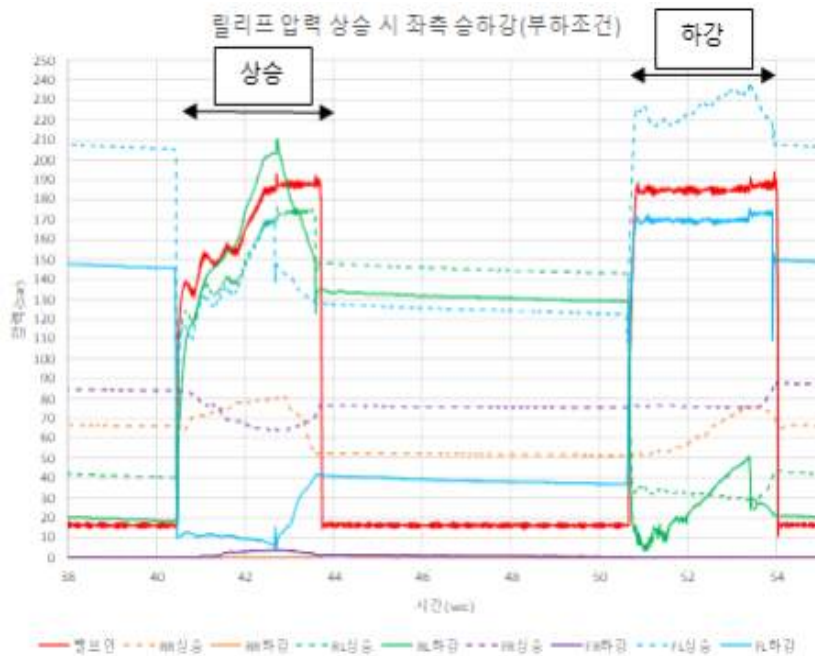
【 무부하 좌측 승강시 압력측정데이터 】



【 부하 좌측 승강 압력측정데이터 】



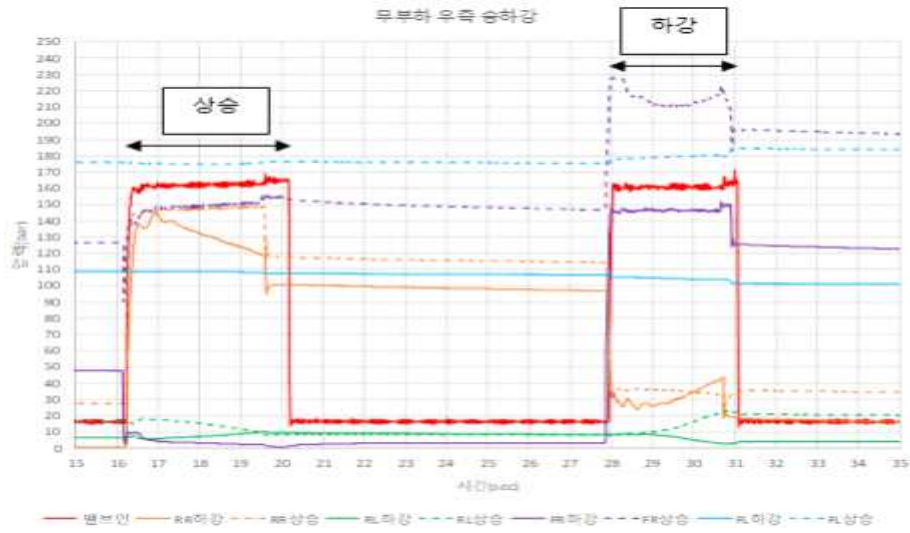
【 릴리프세팅압력 상승 시 좌측 승강 압력측정데이터(부하조건) 】



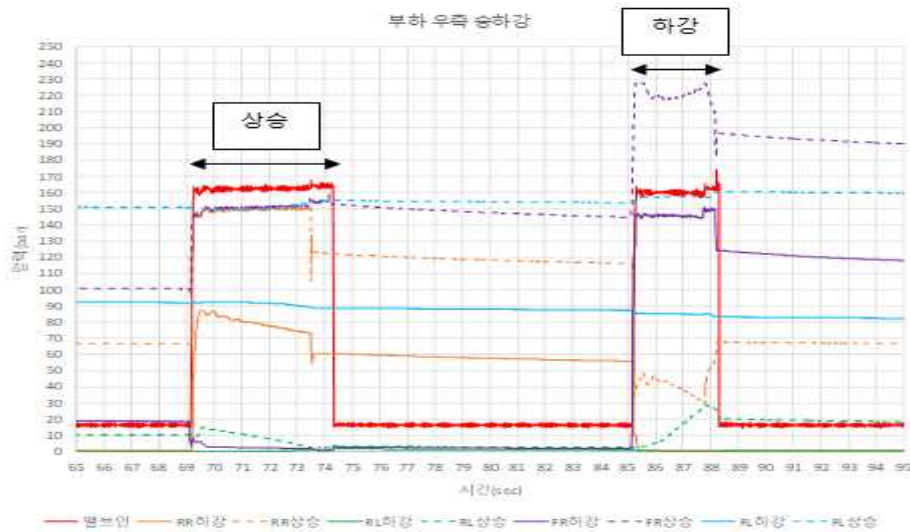
릴리프세팅압력 상승 후 승하강 시 밸브 IN측 압력이 최대 25bar까지 상승되는 것을 좌측 승강 시 확인하였음. 릴리프 압력 개선후 승하강 시간은 전/후방상승과 동일하게 릴리프압력 상승전 무부하 조건대비 감소 및 동등수준의 경향이 유지되는 것을 확인함.

D. 우측 승하강 시험결과

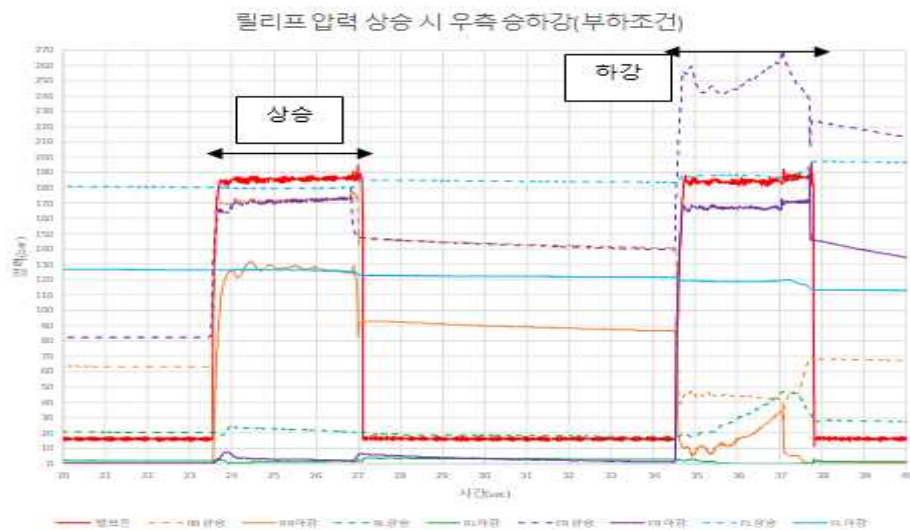
【 무부하 우측 승강 시 압력측정데이터 】



【 부하 우측 승강 시 압력측정데이터 】



【 릴리프세팅압력 상승 후 우측 승강 시 압력측정데이터(부하조건) 】



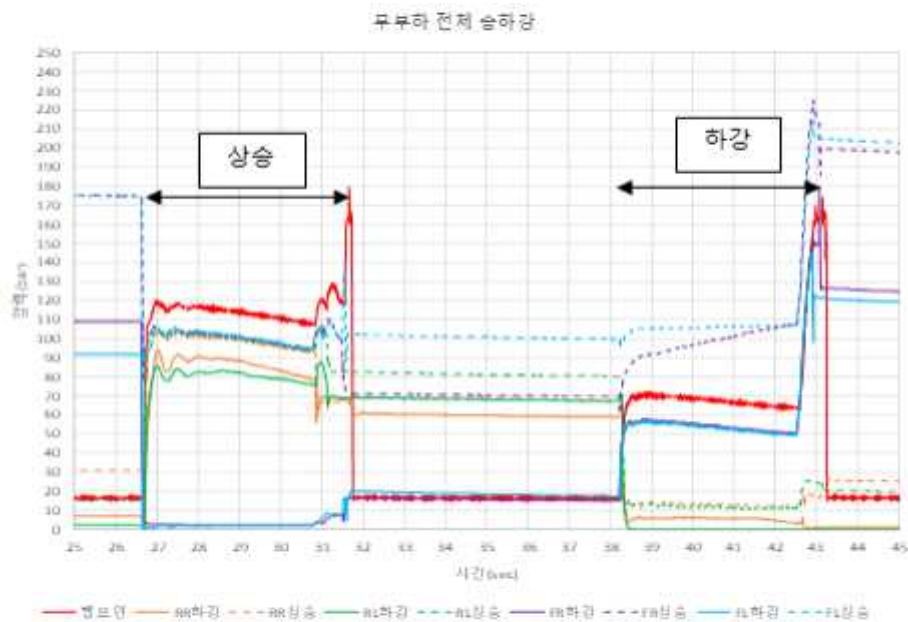
릴리프세팅압력 상승 시, 부하조건 우측상승 시간이 4.77sec에서 3.8sec로 약 1sec 단축되는 효과가 있음을 확인하였으며, 무부하 시 상승시간과 동등수준으로 확인되었음.

또한 릴리프세팅압력 상승 후 승하강 시 밸브 IN측 압력이 약 23bar 상승되고, 릴리프 세팅압력 상승 변경 후 우측 상승 시 우측후방 및 우측전방 상승압력이 약 20~23bar 상승하는 것을 확인함.

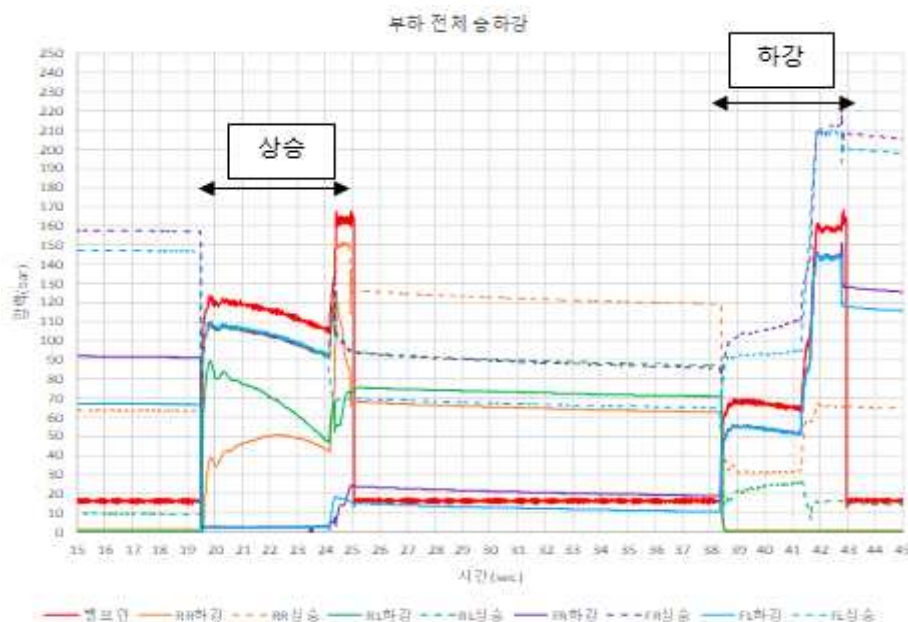
하강 시 우측전방 압력이 약 240~270bar까지 상승하여 릴리프 압력 개선전보다 20~40bar 정도 압력이 추가적으로 생성되는 것을 확인함.

E. 전체 승강 시험결과

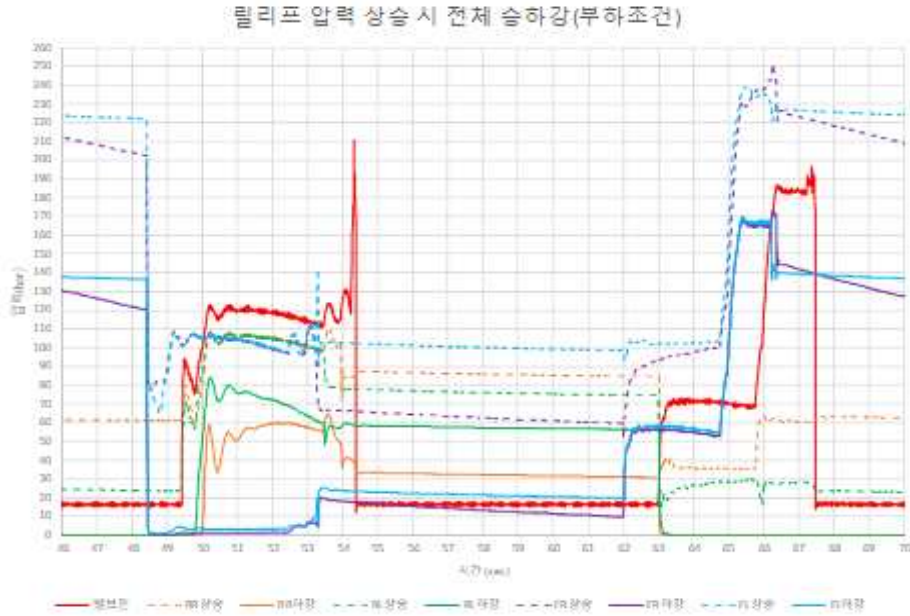
【 무부하 전체 승강 시 압력측정데이터 】



【 부하 전체 승강 시 압력측정데이터 】



【 릴리프세팅압력 상승 후 전체 승강 시 압력측정데이터(부하조건) 】



전체 기대 하강 시 전방우측, 전방좌측 압력이 약 220~250bar까지 상승되어 변경전 대비 20~30bar 수준의 추가적인 압력이 형성되며, 릴리프세팅압력 상승 후 승강 시간이 변경전 대비 감소하거나 동등수준의 경향을 나타냈음. 또한 전방상승과 동일하게 밸브 IN측 피크압력에 200~210bar까지 상승하는 것을 확인하였음.

- 릴리프세팅 상승 후 수평 상승시간 측정 결과

조건(만충)	전방상승	후방상승	좌상승	우상승
릴리프세팅 상승 전	3.26	4.88	3.71	5.02
릴리프세팅 상승 후	3.25	3.55	3.59	3.84

결론적으로 수평제어 기능 구현 시 우측 상승에서 시간이 지연되는 문제를 릴리프세팅 압력 증대(20bar)를 통해 실린더의 추가압력이 구성될 수 있도록 개선안을 수립하였고, 시험 평가를 통해 약 1sec 가량 지연시간을 단축함으로써 목표수준인 $3.5 \pm 0.5 \text{sec}$ 도달하는 것을 확인하였고, 릴리프압력을 통한 개선방향에 대한 적합성을 확인하였음.

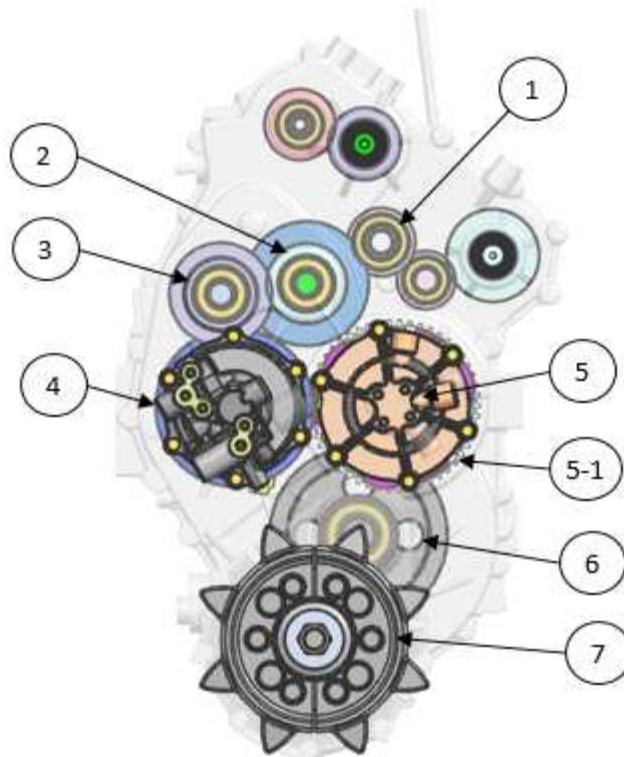
30 선회 반경 1.0m이하 주행 및 선회제어시 시스템 개발

□ 선회제어시스템 제어 튜닝 및 보정

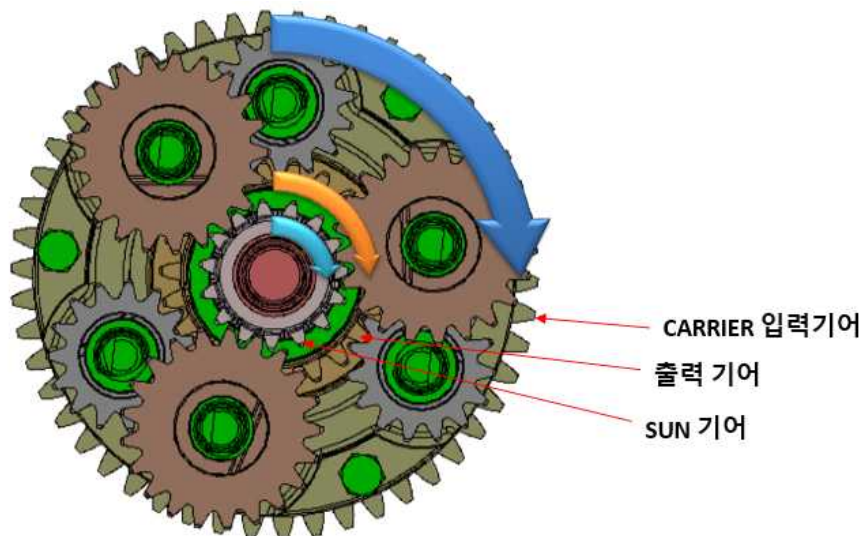
○ 회전속비 개선을 통한 선회 성능 개선

유압밧션의 경우 유성기어의 기어비와 유압클러치의 압력에 의해 회전속비가 결정됨. 현재까지 선회 반경을 고려하여, 최종적인 유성기어의 내부기어의 변경을 통한 좌우 회전 속비를 변경하여, 최대 선회 반경을 축소하고자 하였음.

【 미션 동력 측면 Lay-out 】



【 유성기어 Lay-out 】



유성기어는 2개의 입력속도의 차를 이용하여, 출력기어의 속도를 낮게 조절하거나, 정지하거나, 역회전으로 구현 할수 있음. 선회 반경을 축소하기 위해 역회전(spin turn)을 구현하였으나, 회전반경을 만족시키기 위해, 회전속비를 더 크게 함으로서 역회전 속도를 증가하여, 기체가 회전하는 반경을 축소하였음.

미션 동력 측면도를 보면, ④는 사이드 클러치 축으로 직진 신호시에는 클러치가 연결이 되어 유성기어의 sun기어와 동일 속비로 구동되며 직진을 수행함. 선회시에는 사이드 클러치가 끊기며, ⑤의 유성기어축의 브레이크 클러치가 작동하여 작동 압력에 따라 soft, bake, spin으로 나뉘 선회가 구현됨.

최종적으로 유성기어축의 기어를 25기어에서 22기어로 변경함으로서 회전속도비를 -0.34에서 -0.39로 변경함.

【 변경전 기어비 및 차속비 】

기어비				차속비						
축		구동기어	중동기어	기어비 (중동/구동)		구분				
HST		22	38	1.73		FWD	Brake turn	Soft turn	Spin turn	
부변속축	Low (도복)	22	29	1.32		HST ①	1500	1500	1500	1500
	Middle (표준)	29	23	0.79		부변속축 ②	868	868	868	868
	High (주행)	37	16	0.43		카운터 ③	2008	2008	2008	2008
카운터		23	46	2.00		사이드클러치축 ④	1004	1004	1004	1004
사이드클러치축		46	50	1.09		유성기어축 (유성기어 In) ⑤	924	924	924	924
유성기어축		15	21			유성기어축 (유성기어 Out) ⑤-1	924	924	317	317
		12	15			11기어축 ⑥	495.7	495.7	170.0	170.0
		15	25	2.92		자축 ⑦	129.8	129.8	44.5	44.5
11기어축		22	41	1.86						
자축		11	42	3.82						
자속비						1	1	0.34	0.34	

【 개선된 기어비 및 차속비 】

기어비				모터링 테스트						
축		구동기어	중동기어	기어비 (중동/구동)		H (주행)				
HST		22	38	1.73		FWD	Brake turn	Soft turn	Spin turn	
부변속축	Low (도복)	22	29	1.32		HST ①	1500	1500	1500	1500
	Middle (표준)	29	23	0.79		부변속축 ②	868	868	868	868
	High (주행)	37	16	0.43		카운터 ③	2008	2008	2008	2008
카운터		23	46	2.00		사이드클러치축 ④	1004	1004	1004	1004
사이드클러치축		46	50	1.09		유성기어축 (유성기어 In) ⑤	924	924	924	924
유성기어축		15	21			유성기어축 (유성기어 Out) ⑤-1	924	924	360	360
		12	15			11기어축 ⑥	495.7	495.7	193.1	193.1
		15	22	2.57		자축 ⑦	129.8	129.8	50.6	50.6
11기어축		22	41	1.86						
자축		11	42	3.82						
자속비						1	1	0.39	0.39	

유성기어의 최종 출력기어인 25기어를 22기어로 변경하여 차속비를 -0.39로 변경하고, 변경된 차속비를 바탕으로 부품을 제작하였음.

○ 선회 감도 조절을 통한 선회 성능 개선

선회감도 볼륨의 튜닝을 통해, 브레이크 최대 압력을 조절하여, 선회 성능을 개선 시키고자 하였음. 작업지의 특성상 지면이 젖어 있을때도 있고, 딱딱한 경우 등 다양한 작업환경이 존재함. 그러한 작업환경에서도 최적의 선회 시스템을 구현하기 위해, 선회 감도 볼륨 스위치를 장착/제어하여, 작업환경에 따른 선회 제어 시스템을 구현하였음.

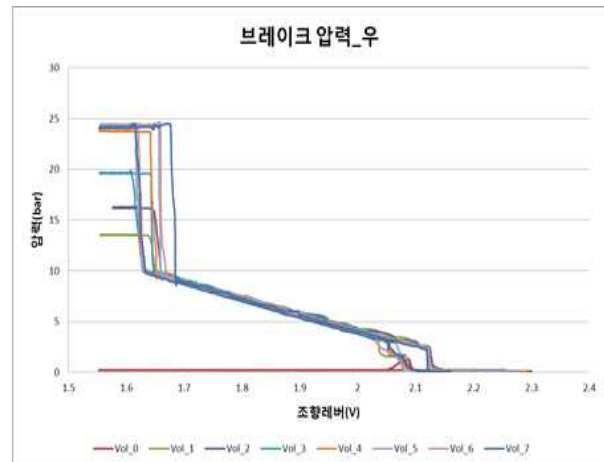
【 유성기어 조합 개선품 】



【 선회 감도 볼륨 】



【 볼륨값에 따른 브레이크 압력 측정 】



		볼륨 0	볼륨 1	볼륨 2	볼륨 3	볼륨 4	볼륨 5	볼륨 6	볼륨 7
좌측	시작압력	1.4	3.2	3.2	3.3	3.1	3.0	2.8	3.1
	P1 압력	0.2	7.4	7.5	7.5	7.4	7.2	7.2	7.2
	최대압력	0.2	9.9	12.4	15.4	19.0	21.0	24.1	24.3
우측		볼륨 0	볼륨 1	볼륨 2	볼륨 3	볼륨 4	볼륨 5	볼륨 6	볼륨 7
	시작압력	1.4	3.7	3.3	3.3	3.2	2.9	3.6	3.1
	P1 압력	0.2	10.2	10.0	10.1	10.0	9.9	9.9	9.8
	최대압력	0.2	13.6	16.3	19.6	23.8	24.4	24.3	24.2

유압및선의 구조 특성상 유성기어로 4가지의 선회 모드를 구현함, 지면의 마찰력(노면상태)에 따른 선회 압력의 차이 및 선회 방식 구현의 차이가 발생하였음. 선회 감도 볼륨의 튜닝을 통해, 노면상태에 따른 4가지의 선회 모드를 구현 할 수 있도록 개선함. 초기 선회 모드가 급선회(Spin Turn)모드로 진입하지 못하거나 지연되어 진입함으로서 선회 반경이 길어지는 현상

을 발견하였고, 이를 개선하기 위해 선회 감도의 압력 조절값 제어를 통해 개선함.

기체에 작물이 포함되어 있지 않은 경우나, 바닥의 경도가 높은 경우 압력값이 높게 되면 기대가 충격이 심하고 튀는 헌팅 현상이 발생하여, 작업에 어려움을 겪을 수 있음. 이를 해결하기 위해 작업환경에 따라 선회 감도 볼륨 조절을 통해 사이드클러치로 전해지는 유압을 제어함으로서 보다 편안한 선회 시스템을 구현할 수 있음.

볼륨 단계별 압력을 측정하여, 레버의 꺾힘 각도에 따라 전체 구간에서 소프트, 브레이크, 스피너를 가능하도록 측정하고, 제어 튜닝을 진행함.

○ 브레이크 매수 변경을 통한 선회 성능 개선

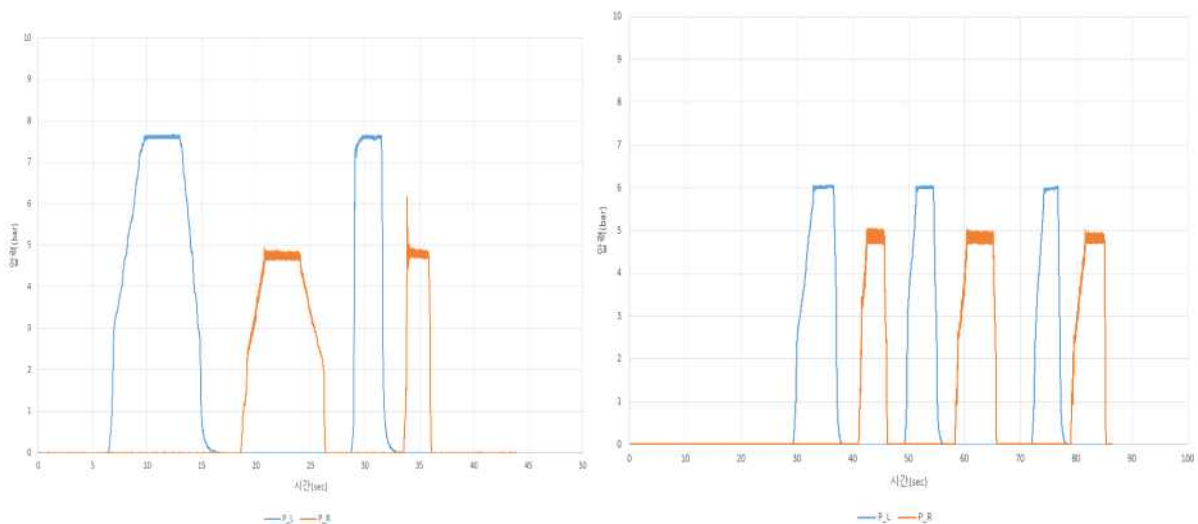
기존에 선회 반경을 축소하기 위해 회전반경을 축소 하였으나, 급선회로 인한 기대 충격 발생, 흠파임 발생등의 문제 발생으로 회전반경 증대에 따른 최적화된 선회를 하기 위해 레버의 꺾힘 각에 따른 각 구간별 선회가 구현될 수 있도록 브레이크 디스크 매수 변경을 통한 선회 시스템을 개선함.

우선 브레이크 디스크의 매수에 따른 영향성 평가를 실시하고, 영향이 있는 요소를 파악한후, 부품 제작을 통한 개선작업을 진행함.

【 브레이크 디스크 매수별 압력 측정 】

브레이크 디스크 매수	좌 클러치 압력(bar)	우 클러치 압력(bar)	비고
8장	7.6	4.7	
9장	6.4	6.3	
10장	4.1	6.1	

【 마찰판 변경에 따른 압력 측정 데이터 】



Spin Turn 디스크 2장 축소하여, 브레이크 압력 3.5(bar) 증대됨. 낮은 압력에서 브레이크가 작동이 되면, soft나 brake turn의 제어할 수 있는 구간이 짧아, 선회 충격 및 거친 선회가 발생됨. 작동 압력을 높임으로서 제어가 가능한 수준으로 개선이 되고, 제어를 통해 선회시 부드러운 선회가 되도록 최종 튜닝을 진행하였음.

○ 선회시 충격 개선

브레이크 선회 가능 압력이 2bar로 선회시 충격 발생구간에서 사이드 클러치 직진쪽 압력과 브레이크 클러치 압력이 overlap되면서 충격이 발생하는 것으로 추정하여 개선 진행. 선회 레버 중립시 제어 출력 삭제 후 선회 연속 조작시 충격 발생이 사라짐. 기존 제어 출력 발생시 조향 peak 압력 발생 및 drain time 과다한 현상이 발생하였으나, 제어 출력 삭제후 충격이 사라지고, drain time 짧아짐을 확인함.

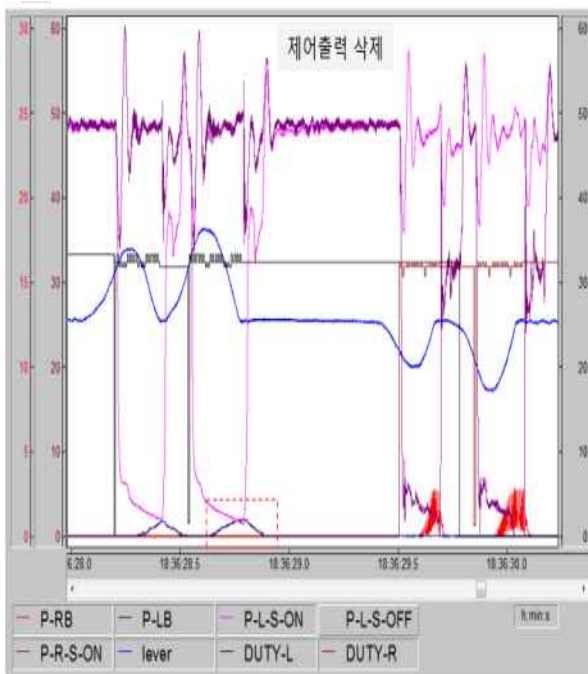
【 스피링 측정 】



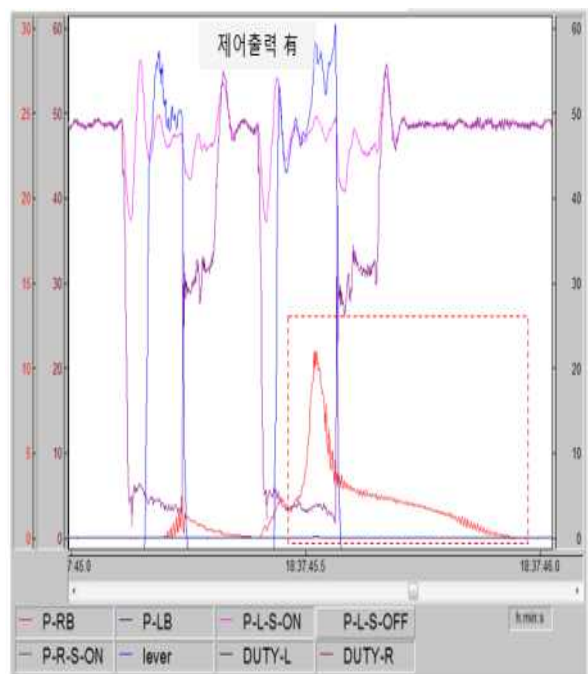
【 압력 측정 】



【 제어 출력 삭제전 충격 DATA 】



【 제어출력 삭제 후 】



□ 선회제어 시스템 필드 평가

○ 포장 상태에 따른 선회반경 측정

(시험단수 : 표준)

【 필드 조건 시험장- 아스팔트,건답, 습전 】

번호	조건(장소)	선회감도 다이얼		
		약(Soft)	중(Brake)	강(Spin)
1	아스팔트	2.75m	1.9m	0.95m
2	필드(건답)	2.9m	2.2m	1.0m
3	필드(습전)	3.5m	2.5m	1.5m



최종으로 개선된 선회시스템을 평가하기위해 다양한 조건의 필드 환경에서 선회 반경을 측정하였고, 바닥의 마찰력에 의한 선회 반경 차이를 보기 위해 아스팔트 포장지도 확인함.

일반적인 기대의 승하차 및 기대 보관장소등은 아스팔트 포장지와 유사하고, 작물이 있는 작업지는 필드(건답)상태와 유사하다고 볼 수 있음.

대부분의 콩 작업지는 배수가 원활 하기에 건답 조건이 대부분임. 건답 시 선회반경이 평균 1.0m 이내에 측정되는 것을 확인 완료함.

또한 일부 논 콩 작업지의 경우 배수가 되지 않아 습전인 상태도 있어서 습전에서의 선회 반경을 측정하였고, 최대 1.5m의 선회반경으로 다소 흠파임은 있었으나, 좁은 논에서도 선회가 가능한 수준으로 평가됨.

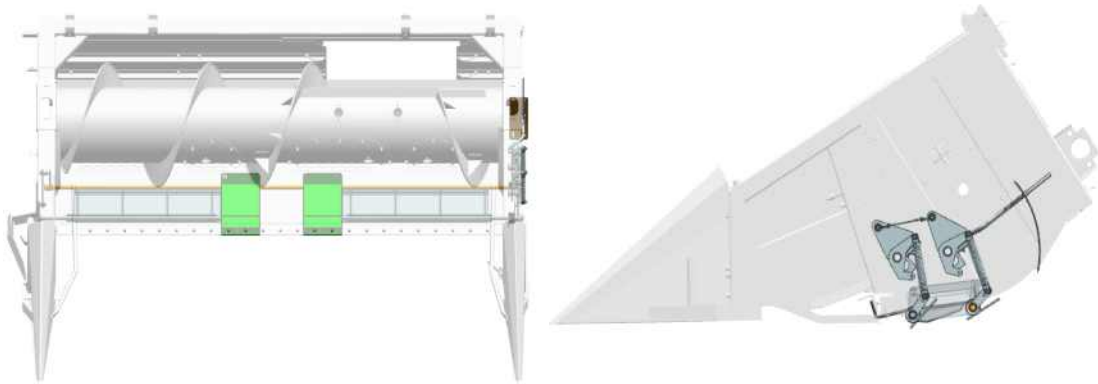
31 차량 자세제어장치 개발

□ 차량 자세제어장치 제어 튜닝 및 보정을 통한 성능 최적화

○ 차량 자세제어장치 최종사양 구성

차량 자세제어장치는 전후/좌우 수평제어시스템과는 상이한 기술로 수평제어는 좌우측 주행단에 구성된 전후방 4개의 실린더의 유압에 따른 기체 전체의 수평을 수행하는 기술임. 이는 경사지에서 기체를 기울여 수확작업 및 주행부 정비 시 효율성 있는 기술이 지만 콩 수확 시 손실을 야기 할 수 있음. 콩은 일반 벼 및 보리와 다르게 지면에 가깝게 작물이 형성되어 있기 때문에 경사에 따라 수평기능을 이용하여 기체를 기울여 작업하게되면 예취부도 동시에 좌우 구배가 발생하기 때문에 구배가 높은 부분에서 작물의 손실이 발생함. 해당 기술은 예취부 하단에 지면에 터지되는 센서를 구비하여 지면에 의해 센서가 눌러지는 값만큼 보상하여 좌우 수평실린더를 승하강 시켜 지면 대비 차량자세제어를 통한 수확 손실을 저감 할 수 있는 기술임.

【 차량자세제어장치 Lay-out Modeling 확정 】



【 차량자세제어장치 관련 센서류 현물구성 1 】



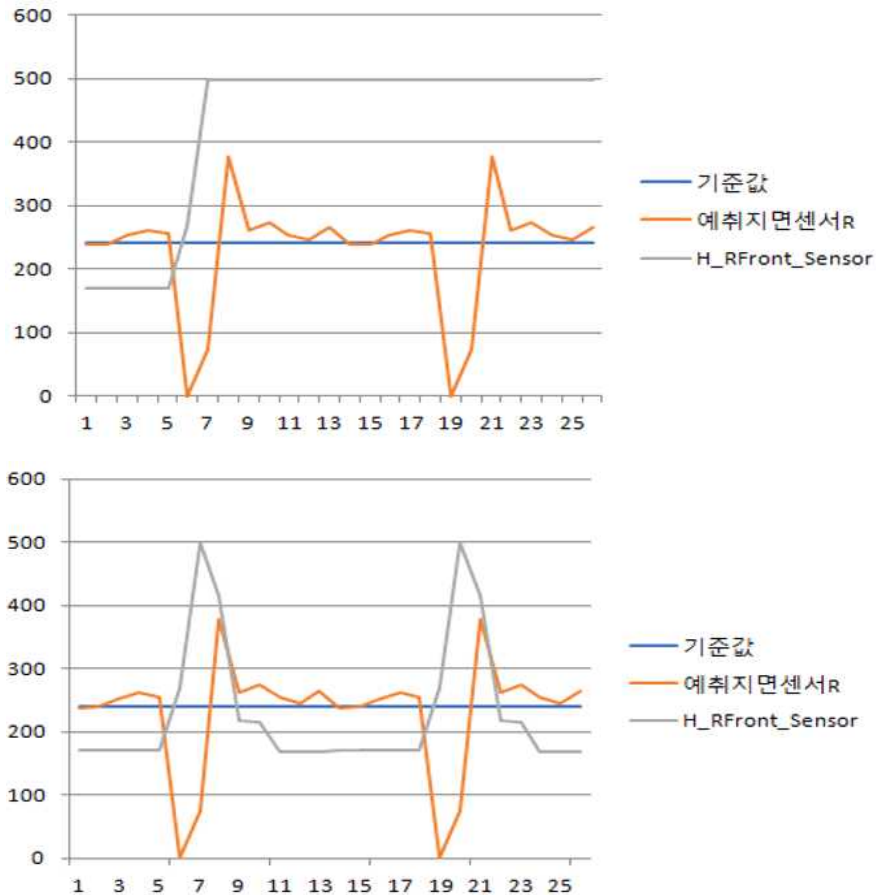
【 차량자세제어장치 관련 센서류 현물구성 2 】



차량 자세제어장치의 현물 장착은 상기 그림과 같이 구성하였으며, 모델링 레이아웃과 동일하게 예취부 하단 좌우 전반에 걸쳐 지면을 인식하는 센서판을 구성하고 센서판이 링크 구조에 의해 힌지점 기점으로 상하 운동 될 수 있도록 좌우측에 링크 구조물을 구성함. 링크된 구조물이 동작하는 량을 감지하기 위해 좌측부 포텐셜미터(센서)를 통해 센서값을 측정함. 컨트롤러는 입력된 지면 대응 센서신호로 지면 형상을 감지하고, 지면과 차체가 수평이 되도록 밸브에 출력 신호를 전달하는 구조임.

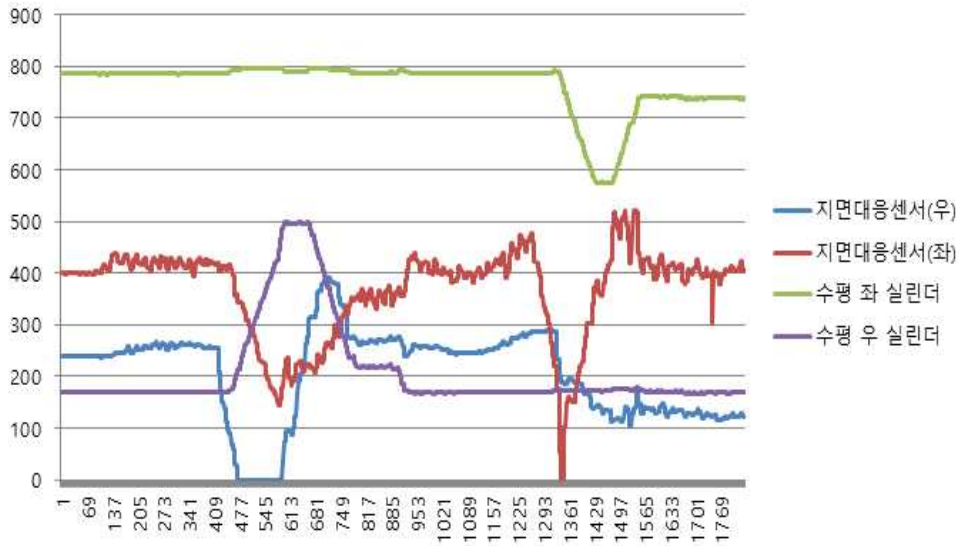
○ 차량 자세제어장치 제어구조 및 개선로직

【 알고리즘 수정전(상), 수정후(하) DATA 비교 】



○ 차량 자세제어장치 성능 시험 평가

【 차량자세제어장치 실증 성능시험평가 】



차량 자세제어장치 주행시험평가를 진행하였음. 시험은 필드시험환경과 유사하게 조성된 (주) 대동 창녕개발본부 주행시험장에서 시험평가를 진행하였음. 수평 자동 모드에서 저속으로 일정높이(약 100mm) 장애물에 반응하여 예취 지면 대응 시스템이 동작하고, 그에 따라 약 1sec의 반응시간을 두고 수평실린더에서 신호를 받아 기능구현이 이루어지는 것을 확인하였음.

시험결과 그래프와 같이 지면대응센서에 장애물이 터치되면 터치된량 만큼 해당 위치 차체 실린더가 동작하여 기체를 기울임. 상기 그래프와 같이 지면대응센서 우측에 신호가 입력되면 수평 우 실린더가 동작하게 됨. 동작 도중 우측상승으로 인해 지면대응센서 좌측이 눌러지면서 입력되는 신호는 무시되며 입력되었던 지면대응센서 좌측이 원래 위치로 복귀하면 실린더가 수평상태로 복귀되는 것을 확인 할 수 있었음.

향후, 실차 튜닝을 통해 동작의 반응성 구간을 좁히고 응답성을 추가적으로 검토하여 시험이 진행되면 응답성능 부분에서 효과적인 작업구현 적용 될 수 있을 것으로 판단됨.

□ 자율주행 작업 시나리오 수립

○ 수동 작업 경로 분석

작업 차량에 GNSS를 탑재한 상태로 수동 작업 시 경로를 기준으로 최적화된 자율주행 경로를 생성함. 탑재된 GNSS모듈의 사양 및 데이터 측정 결과는 아래와 같음.

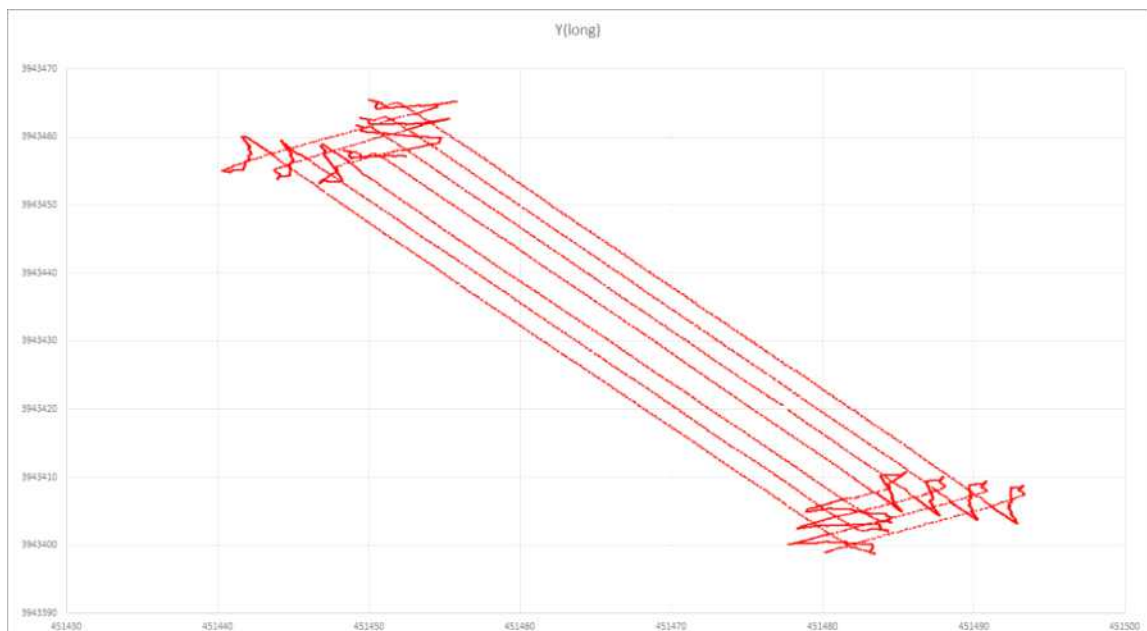
실제 주행 시 보리작업 기준으로 측정하였으며, 작업지 특성 상 1.5~2m 간격 배수골이 있어 데이터 상 수평상태가 평지조건과 다르며 GNSS 측정 데이터와 실제 주행경로간의 오차가 있는 것으로 판단됨.

전체적인 작업 특성을 파악하고 작업 순서를 정형화 하여 자율주행 경로 생성 시 최단거리 이동경로를 파악하여 생성함.

【 수동주행 시 위치 데이터 수집 결과 】

탑재된 GNSS 모듈의 사양

- 위치 오차 : 2cm 이내
- 출력 : 10Hz
- 측정 데이터 : 위도, 경도, 속도, 방향각



- 작업 순서

- ① 가베기 작업 실시 약 3회, 선회 동작이 일정치 않으며 논두렁에 따라 다름
- ② 내측 작업 경로 주행 직진구간-선회구간-직진구간 반복하며 주행
- ③ 외곽지부터 반시계방향으로 작업 실시
- ④ 곡물탱크 만충 시 논두렁 측면으로 이동
- ⑤ 2~4번과정 반복
- ⑥ 작업 종료 후 이탈

○ 직진 자율주행 작업 시나리오

직진구간 자율주행 작업을 수행하기 위하여 두가지 방안으로 경로 생성을 수행

① 직선구간 1회 시작점-종료점 등록

최초 1회 직선구간에 대하여 시작점-종료점을 등록하여 작업거리 및 방향을 인식하는 방식. 시작점-종료점의 위도/경도값을 취득하여 방위각을 환산하고, 주행 거리를 파악하여 작업 면적을 유추함. 첫줄 등록 후 다음 작업경로에 대하여 방위각을 기준으로 생성 가능.

【 직진구간 경로생성 】



② 주행방향(방위각 등록)

직사각형의 논이 아닌 경우, 마름모꼴의 작업지를 작업할 경우에 주행방향을 1차 등록하고, 다음 경로에 대한 상대적인 주행방향을 등록하여 경로 생성하는 방식. GNSS모듈 및 IMU 센서에서 주행 방향각(Heading)을 취득할 수 있으며, 목표 방위각으로 주행 후 다음 작업 경로에 대하여 상대적인 위치를 추출하고 주행함

【 방위각 등록 】

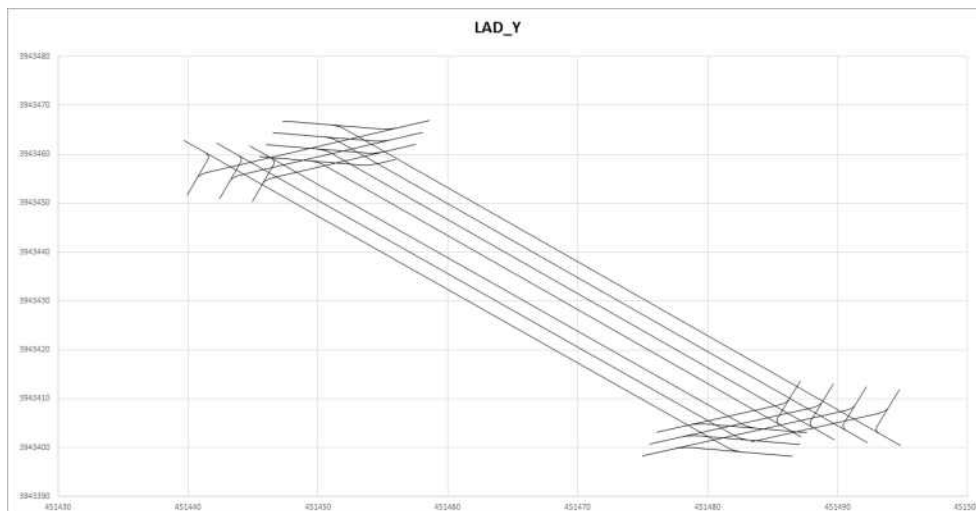


○ 선회구간을 포함한 자율주행 작업 시나리오

선회를 포함한 자율주행을 위하여 작업지 전체구간에 대한 자율작업 경로를 생성함. 아래 그림은 이전 수동 작업 정보에 대비하여 목표 주행경로를 생성한 예시임.

선회 방식은 α 턴 방식, U턴 방식을 구현할 수 있으며, 국내에서 일반적으로 주행하는 방식인 α 턴 작업 방식을 채택하여 경로 생성에 대한 알고리즘을 구현함.

【 선회구간 포함한 자율주행 작업 시나리오 궤적 】



□ 전투입 콤바인 특성에 따른 환경인식 모듈 탑재

○ 장애물 감지를 위한 센서 탑재 및 테스트

- ① 초음파 센서 : 전/후방에 부착하여 장애물/사람 등 근접하는 물체에 대하여 인지하도록 부착함.
 - ② 라이다센서 : 라이다센서를 활용하여 주변 사물을 인식하고 처리가 장애물 분류가 가능한지 테스트
 - ③ 카메라 : 이미지를 기반으로 논두렁, 장애물 등을 인식하고 처리하는 방법
- 환경인식에 대한 기술개발을 위하여 위 센서를 탑재하여 데이터를 취득하고 기초분석 시행함.
(주)대동 주행시험장에서 주변 사물에 대한 인식을 테스트하였으며, 이를 기반으로 자율주행 시 안전제어, 추종제어 시 보정 기능 등 활용가능할 것으로 판단됨.

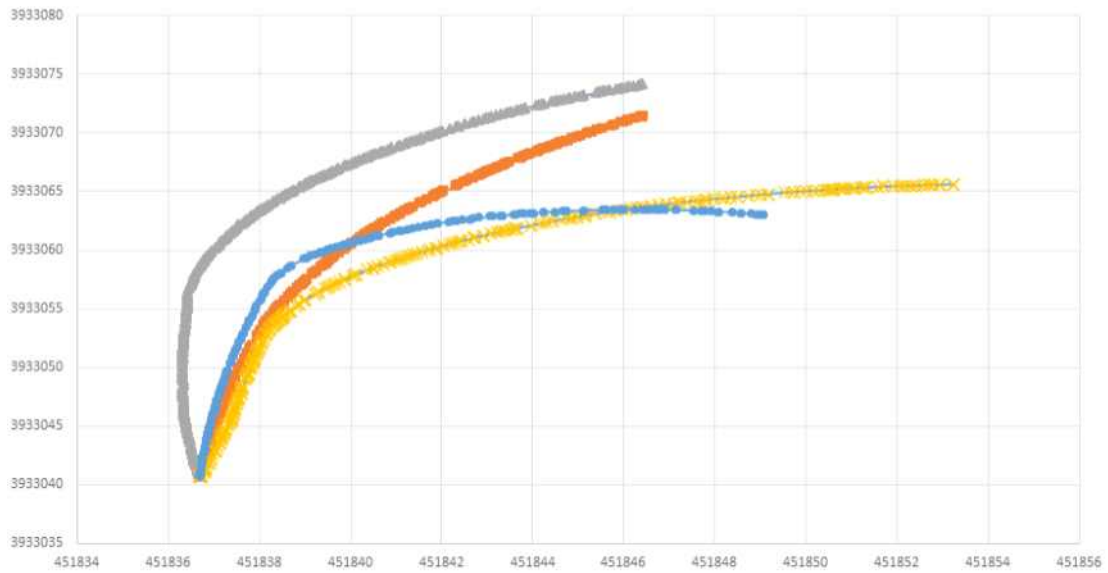
분류	세부 화면
<p>(주)대동 주행시험장 환경인식센서 측정 결과</p>	

□ 기대 선회반경 측정 및 제어 알고리즘 반영

- 콤바인에 GNSS모듈 탑재상태에서 조향 출력별 위치데이터 기반으로 선회 반경을 측정함실제 주행 테스트 시 선회 반경이 일정한 곡선 형태가 아닌 일정 시간 선회에 대한 반동 발생 후 완전 선회가 시행됨.
- 콤바인의 선회방식의 경우 유압출력에 의하여 브레이크를 제어하는 방식으로 출력대비 유압 발생 시간 및 궤도바퀴 구조의 마찰력에 의한 반발력으로 인해 일반적인 4륜 차량과는 다른 형태를 보임. 이에 직진자율주행 구동을 위하여 단계별 제어 동작 관계를 구현함
 - ① 1~5단계 고정 출력값 사용 시 동작 관계 확인
 - ② 최대 조향각 50%이내에서 1%단위 유동적 출력 사용
 - ③ 목표 위치 대비 비례제어 수행하여 목표 오차 15cm이내 동작하도록 실차 테스트 조정

【 선회반경 측정데이터 】

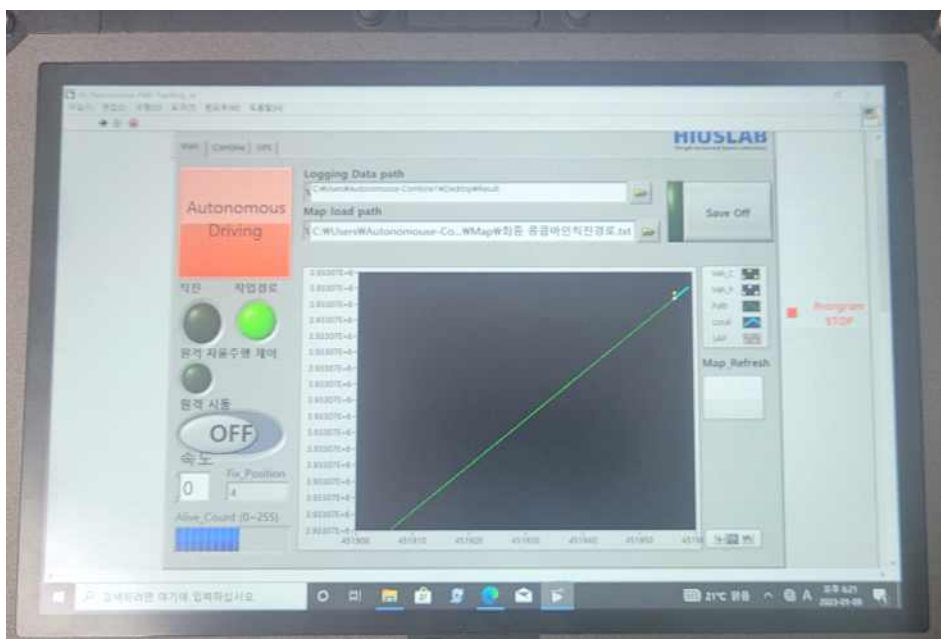
선회 반경 측정(3%~12% 조향 출력)



□ PC기반 직진자율주행 경로생성 및 경로추종 기술 실차 구현(자율주행 Level 2)

- PC기반 경로생성 및 경로 추종 기술 실차 구현용 프로그램 개발 진행함. 자율주행 시작/정지 동작 및 각 기능별 상태정보, 현재 위치 등을 표기함.
- 현재 구현된 방법은 시작점-종료점 등록 후 경로가 생성되어 자율주행을 시행하며, PC에서 CAN통신 모듈을 통해 차량을 제어하도록 구성됨. 실제 주행 후의 결과데이터를 별도로 저장 관리하도록 구성하였으며, 이는 양산화 제품 제작 시 작업데이터로 활용할 수 있으며, 양산성을 높이는 기반 자료가 될 것임.

【 PC기반 인터페이스 】



□ 자율주행 기능 직진성 공인인증시험평가

○ 직진주행 시 평균 이탈거리 측정 시험

직진자동조향 장치가 설치된 콤바인으로 직진경로를 50m주행한 결과 최대 이탈거리 누적 분포 95% 값은 74mm이고 최대 이탈거리는 99mm임

- 시험장소 : (주)대동 주행시험장
- 시험 일시 : 2022.11.14.
- 자동 조향 거리 : 50m
- 차량 대표점 : 운전석 좌측 전방 GNSS 상단
- 설정 속도 : (저속) 0.5m/s

구분	1회	2회	3회	평균
평균 주행 속도(m/s)	0.5	0.5	0.5	0.5
이탈거리 누적분포 95%(mm)	65	74	60	66.3
평균이탈 거리(mm)	31	21	25	25.7
최대이탈 거리(mm)	73	95	99	99(최대)

【 공인인증시험성적서(KOAT) 】

농업기계 성능시험 성적서

1. 신청인
가. 신청 : 김문석, 원주현
나. 사업장 등록번호 : 534-81-00000
다. 주소 :
라. 상호 : (주)대동

2. 시험 용도/비율
가. 기종명 : 콤바인
나. 용도명 : HEC210
다. 용기 및 용기 : 보충용, 세척용 210 cm

3. 시험번호 : 22-40411P-200

4. 시험성적 : 통행

2022년 11월 14일

농업기술실용화재단 이사장

시험성적

1. 기종명: 콤바인
2. 시험번호: 22-40411P-200
3. 용기명: HEC210
4. 용기 용량: 보충용
5. 용기 개수: 세척용 210 cm

6. 시험성적

6.1 구조

6.1.1 주행장치

- 차량이종종
- 무한속도의 굴림축 x 피리, 피리주
- 무한속도, 접지압력
- 무한속도, 조향장 거리
- 무한속도, 회전속

6.1.2 조향장치

- 교향장치
- 조향장치

6.1.3 자동조향장치

- 용기명
- 제조사
- 위치인식장치 종류
- 위치인식장치 위치
- 위치인식장치 개수
- 자동조향장치
- 자동조향장치 방식
- 자동조향장치 특징명
- 제조사

무한속도
(500 ~ 900) mm
1,000 mm
1,100 mm
21.0 km/h
교향장치
교향장치거리
E220-1000(250)동조향
R4대동, 제이아이씨(제이)JRC
0003 GPS 1.172, 0.00033 1.172,
0003 00.00321
기계, 영상, 윤곽선, 좌측, 앞단
2 개(전/후방 1개씩 배치)
원주현
E220-01077/자동조향장치
제이대동

6.2 성능시험

6.2.1. 직진자동조향 성능시험

시험조건

- 시험장소
- 시험차량명
- 시험용도명
- 자동조향거리
- 차량 대표점
- 설정 속도

시험결과

- 평균 주행속도 및 이탈거리

구분	1회	2회	3회	평균
평균 주행속도(m/s)	0.5	0.5	0.5	0.5
이탈거리 누적분포 95%(mm)	65	74	60	66.3
평균이탈 거리(mm)	31	21	25	25.7
최대이탈 거리(mm)	73	95	99	99(최대)

7. 시험제출 개요

본 시험은 농업기술실용화재단 「농기계 시험 및 평가규칙」 제4조에 따라 신청자가 요구한 항목에 대한 성능시험 목적으로 신청하여 별첨한 시험방법으로 실시하였음

평가 일자 : 2022.11.14
평가장 : 원주현

33 대두용 콤바인의 급치날 응력 분석을 통한 탈곡성능 향상

□ 실험을 위한 대두 샘플 수집

- 실험재료인 콩은 경남농업기술원 내 재배 중인 작물을 대상으로 수집하였다
- 위치(35° .21'N, 128° .11'E)는 그림에 나타내었으며, 대풍 품종을 사용하였다.
- 품종은 대풍을 사용하였으며, 2021년 10월 13일 수확하였다.
- 콩 수집은 재배면적 기준, 약 10 m×10 m, 약 100 m²의 면적을 기준으로 수집하였으며, 1차 수집의 경우 총 15열중 7열을 수집, 2차 수집의 경우 총 15열중 남은 8열을 수집하였다.
- 콩의 재배 규격은 재배 면적 내 모두 동일하며 그림 3과 같이 실험재료의 수집을 위해 바닥 으로부터 약 5 cm 높이의 콩 줄기 부분을 손으로 베어 수집하였다.

【 경남농업기술원 콩 수확 장소 】



□ 대두의 물리적 특성 분석을 위한 시료의 함수율 측정

- 급치날 응력 분석, 급치날 각도에 따른 대두 파괴 및 발아율 테스트를 위해 시료의 함수율을 측정하였다.
- 수분함량 측정은 ASAE S352.2 DEC 92의 Standard Method (1983)를 기준으로 5 g, 130°C, 72시간 건조 방법을 통해 측정하였다.
- 식을 사용하여 함수율을 측정하였다(KASTO, 2016).
- 함수율 측정은 15회 반복되었다.
- 대두 함수율의 경우 평균 9.16%으로 측정되었다.

$$\Psi = \frac{m_w}{m_d + m_w} \times 100[\%]$$

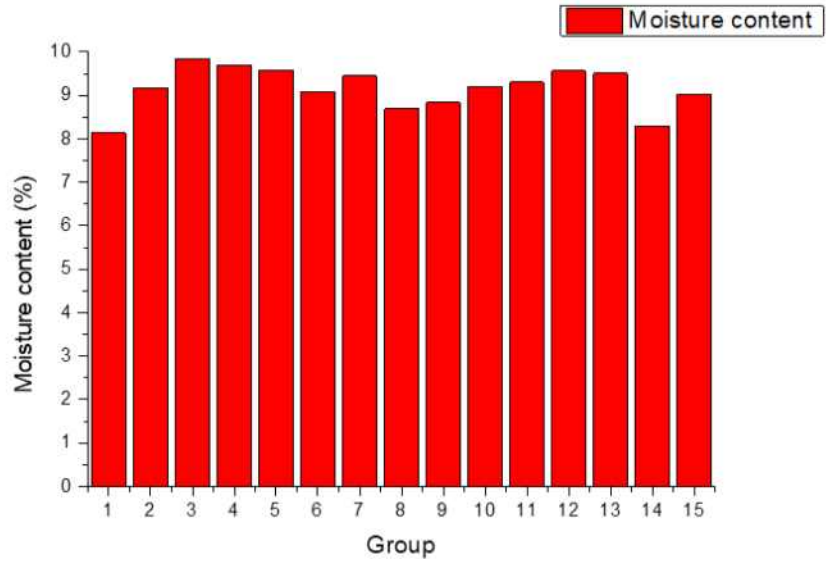
m_d = the mass of dry material (kg)

m_w = the mass of water (kg)

Ψ = water rate (%)

(1)

【 대두의 함수율 】



【 대두의 함수율 측정 】

Div	Before drying (g)	After drying (g)	Moisture content(%)
1	5.16	4.74	8.14
2	5.02	4.56	9.16
3	5.08	4.58	9.84
4	5.16	4.66	9.69
5	5.22	4.72	9.58
6	5.06	4.60	9.09
7	5.08	4.60	9.45
8	5.06	4.62	8.70
9	4.98	4.54	8.84
10	5.22	4.74	9.20
11	5.16	4.68	9.30
12	5.02	4.54	9.56
13	5.26	4.76	9.51
14	5.06	4.64	8.30
15	5.32	4.84	9.02

【 함수율 측정에 사용한 시료 】



□ 대두용 콤바인의 급치날 응력 분석

- 본 실험은 급치날 과 날개의 콩각지가 부딪힐 때 발생하는 응력을 측정하기 위해 자체적으로 제작된 ‘소형 탈곡기’를 제작하였다.
- ‘소형 탈곡기’의 제원은 기존에 사용하였던 탈고부 시험기 콩 콤바인 모델(ABC 270, 오펜주식회사)를 참고하여 동일하게 제작하였다.
- 동력 제어부의 모터를 통해 탈곡통의 회전수를 조절할 수 있으며, 실험에 사용된 회전수는 각 250, 300, 350, 400 rpm을 사용하였다.
- 제작된 ‘소형 탈곡기’의 사진은 아래 그림과 같다.

【 소형 탈곡기 전면도 및 측면도 】

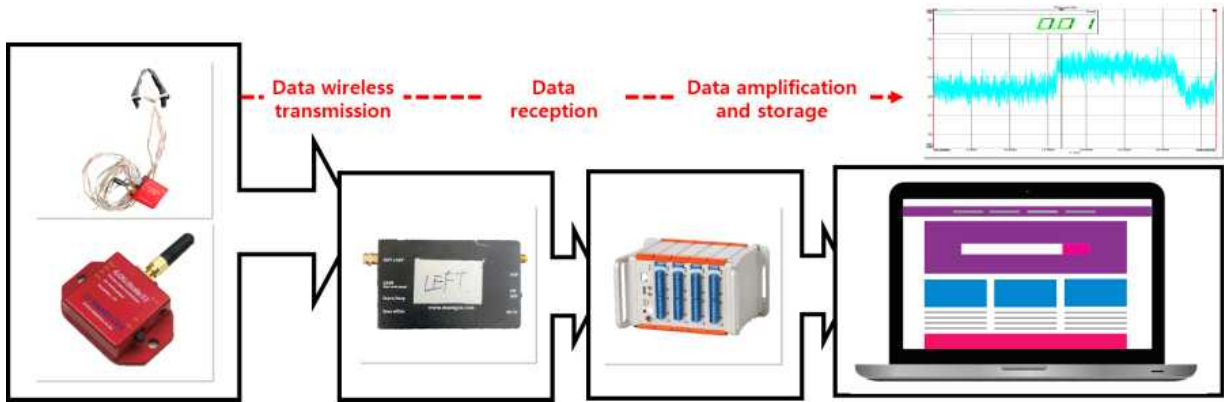


- 급치날에서 발생하는 응력을 측정하기 위해 급치날에 스트레인 게이지를 부착하였다.
- iLog-STRAIN-V3-BNN-1CH는 급치날에 연결되어 무선으로 응력 데이터를 발신한다.
- 발신된 데이터는 ILOG-Reveiver를 통해 수신되며, 수신된 데이터는 전용 소프트웨어 (Dewesoft X, DEWesoft, Slovenia)에 의해 데이터를 확인할 수 있다.
- 실험에 사용된 iLog-STRAIN-V3-BNN-1CH, ILOG-Reveiver는 다음과 같다.

【 급치날과 함께 탈곡통에 부착되어 있는 iLog-STRAIN-V3-BNN-1CH 】

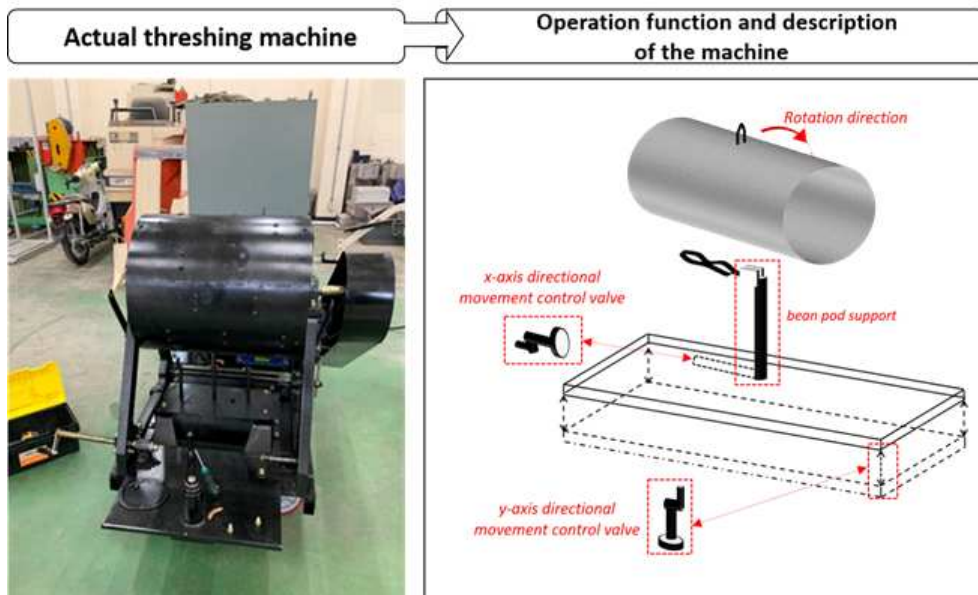


【 스트레인 게이지 계략도 】

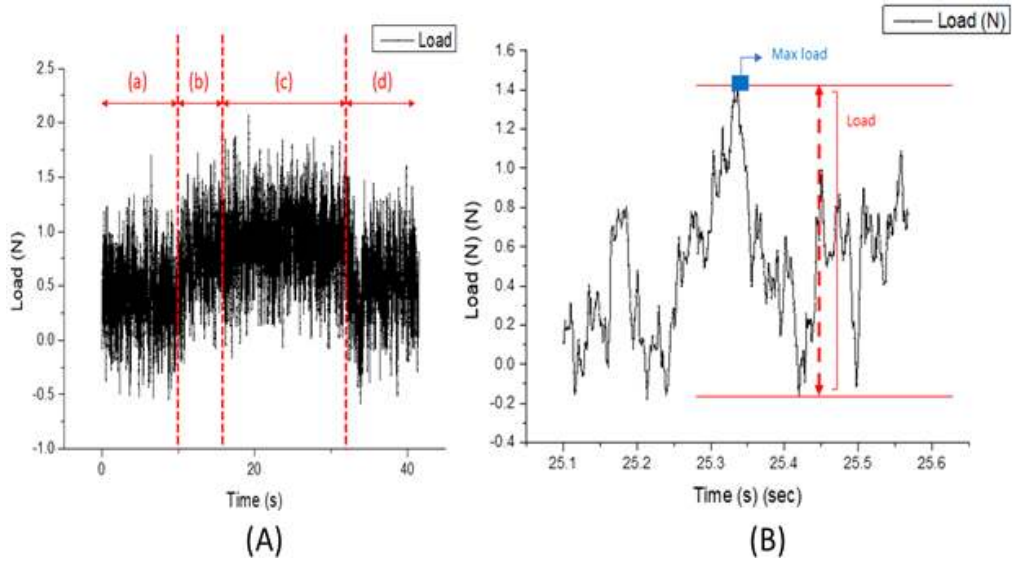


- 스트레인 게이지가 부착된 소형탈곡기는 목표했던 회전속도 (250, 300, 350, 400 rpm)에 도달한 후 콩깍지 타격 시험이 진행되었다. <소형 탈곡기 원리> 그림에서 콩깍지 지지대는 콩깍지를 고정시키며, 이후 목표로 한 회전속도로 기계를 작동시켰다.
- 회전속도에 도달한 후 y축 조절 레버를 사용하여 콩깍지를 상승시켰으며, 이후 콩알이 콩깍지로부터 분리되었을 때 급치날 응력실험을 종료하였다. 실험은 각 회전 속도별로 15회 진행하였으며, 결과는 아래 표와 같이 나타났다.
- 응력 실험 결과는 아래 그림(A)와 같이 나타났으며, 그림(A)-a는 기계는 작동 중이나 회전을 하지 않는 구간이며, 그림(A)-b는 기계가 회전하며 급치날에 회전편심을 받아 응력이 증가하는 구간이며, 그림(A)-c는 목표 회전속도에 도달한 후 급치날 응력이 안전화된 시점이며, 실험 종료 후 기계의 작동을 멈춘 뒤 그림(A)-d와 같이 나타났다.
- 그림(A)-c 구간에서 가장 높게 측정된 부분을 기준으로 기계가 1회전할 때를 그래프로 그림과 같이 나타내었다. 실험에서 탈곡기의 회전속도 간 급치날의 응력을 분석하기 위해 최대응력, 최대응력 및 최소응력의 차이를 사용하였다. 최대응력 및 최소응력차이는 아래 표와 같이 정리하였다.

【 소형 탈곡기 작동 메커니즘 】



【 전용 소프트웨어를 사용한 급치날 응력 데이터 】



【 회전수 250의 최대응력 및 응력차이 】

Div	Maximum load(N)	Load gap(N)
1	1.68469	2.82554
2	1.66228	1.95449
3	1.79022	1.88042
4	1.75332	1.41509
5	1.59821	1.4223
6	2.00795	2.14732
7	1.75313	1.61361
8	2.00795	2.14732
9	1.75313	1.32792
10	1.98774	1.69086
11	2.06659	1.6509
12	2.56611	1.72291
13	2.36921	1.41141
14	1.55024	2.0637
15	1.60008	2.29432

【 회전수 300의 최대응력 및 응력차이 】

Div	Maximum load(N)	Load gap(N)
1	1.92451	1.76734
2	1.93216	1.75577
3	1.80332	1.35696
4	2.00784	1.75452
5	1.73755	1.68734
6	2.15039	1.69782
7	2.15551	1.8424
8	2.1516	1.90569
9	1.89409	1.78123
10	1.94638	1.81939
11	2.2152	1.87919
12	2.0605	1.8101
13	1.947	1.71356
14	2.04841	2.14355
15	2.25701	1.98731

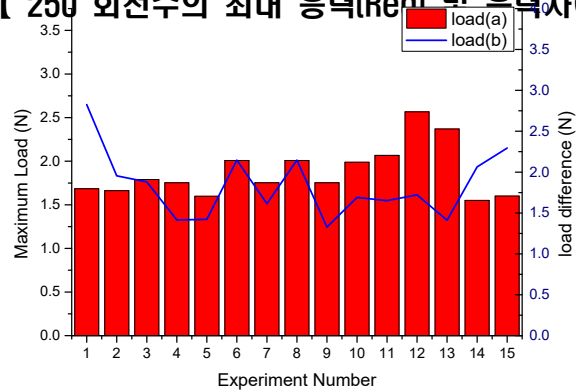
【 회전수 350의 최대응력 및 응력차이 】

Div	Maximum load(N)	Load gap(N)
1	2.59185	1.8854
2	2.73731	1.55756
3	2.92694	1.55881
4	3.04935	1.73254
5	3.11554	1.97727
6	3.21386	1.69432
7	3.03812	1.96966
8	3.42194	1.72973
9	3.18341	1.78697
10	2.40178	1.58227
11	2.6011	1.85823
12	2.51623	2.26586
13	2.50243	1.70467
14	2.39184	2.03205
15	2.39845	1.69941

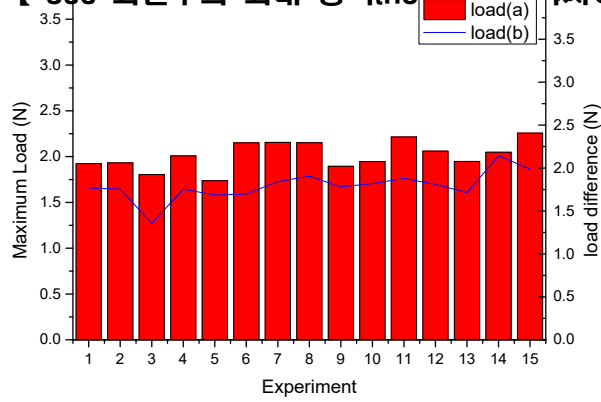
【 회전수 400의 최대응력 및 응력차이 】

Div	Maximum load(N)	Load gap(N)
1	2.99437	1.87322
2	3.18579	1.48875
3	3.17715	1.76259
4	3.20278	1.49574
5	3.07564	2.40955
6	3.4484	2.50932
7	3.27384	1.93025
8	3.19217	1.59171
9	3.05489	1.6671
10	3.03315	1.75267
11	3.00165	1.34882
12	3.10758	1.94001
13	3.09989	1.66879
14	3.17355	1.9755
15	3.16705	1.99719

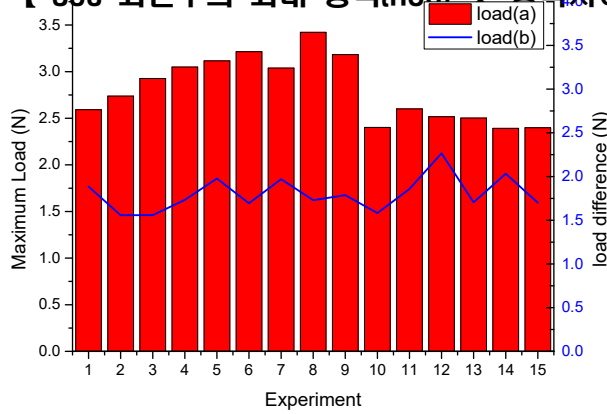
【 250 회전수의 최대 응력(Red) 및 응력차이(Blue) 】



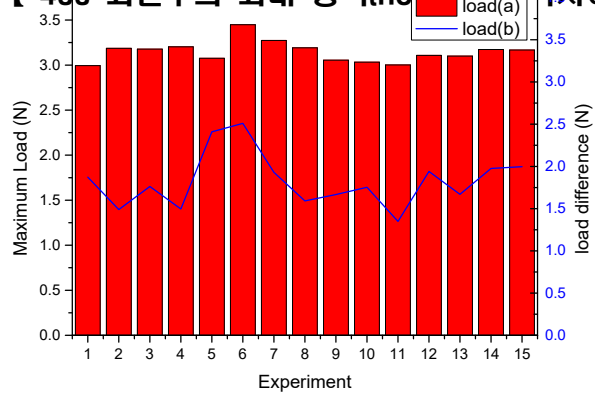
【 300 회전수의 최대 응력(Red) 및 응력차이(Blue) 】



【 350 회전수의 최대 응력(Red) 및 응력차이(Blue) 】



【 400 회전수의 최대 응력(Red) 및 응력차이(Blue) 】

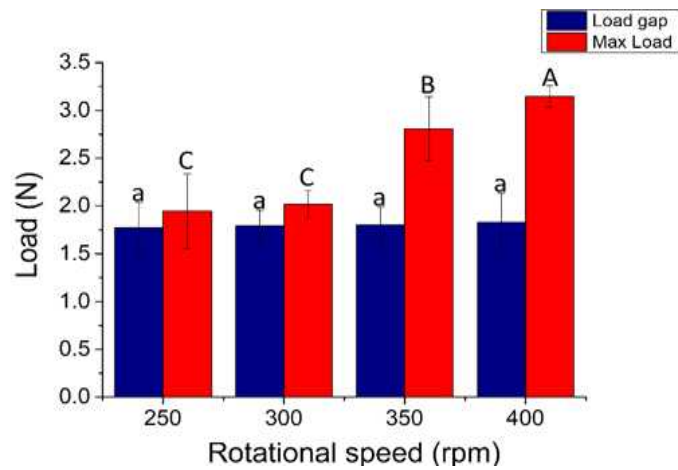


- 모든 회전수에서 측정된 평균 값의 요약은 아래 테이블과 같다.
- 회전수의 증가에 따른 최대응력 및 응력차이의 값은 증가하는 것으로 나타났다.
- 본 실험에서는 최대응력 및 응력차이의 값을 학술적으로 분석하기 위해 statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v.26 (IBM corporation, Armonk, New York, USA)프로그램에서 Oneway ANOVA를 사용하였다.
- 그룹 간의 차이를 확인하기 위해 Scheffe multiple test를 사용하였으며, 이때 유의 확률은 0.05 이하로 설정하였다.
- 분석 결과 최대응력 값은 250, 300 rpm과 비교하여 350, 400rpm 각각이 차이가 있는 것으

로 판단되었다.

○ 하지만 응력차이의 값은 그룹 간 차이가 없는 것으로 판단된다.

【 회전수에 따른 최대응력 및 응력차이 Scheffe multiple test 비교 】



【 회전수에 따른 최대응력 및 응력차이 요약 】

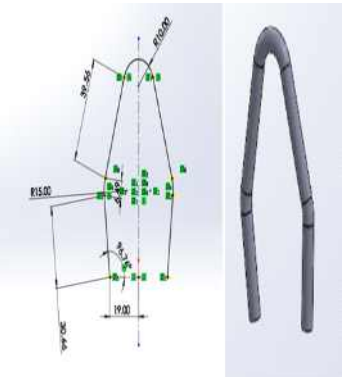

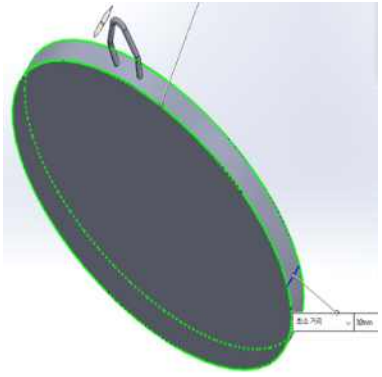
Rotational speed (rpm)	Maximum Load (N)	Load Gap (N)
250	1.944	1.771
300	2.051	1.793
350	2.806	1.802
400	3.145	1.827

34 시뮬레이션을 이용한 대두용 콤바인의 급치날 응력 분석

□ 대두용 콤바인의 급치날 응력 분석 시뮬레이션

- 실제 제작된 소형탈곡기에서 발생하는 응력을 이론적인 수치로 계산하기 위하여 상용 프로그램 Solidworks 2020 (Dassault Systems, France)을 사용하였다.
- 2차년도 시뮬레이션에서 부족했던 부분을 수정하여 시뮬레이션을 제작하였다.
- 분석에 필요한 급치날, 탈곡통 및 콩깍지를 아래 제원과 같이 제작하였다.

【 시뮬레이션에 사용된 급치날, 탈곡통 및 콩깍지 재원 】

Div	급치날	콩깍지	탈곡통
형상			
제원	가로 52mm 세로 75mm 두께 7mm 재질 Alloly Steal	가로 45mm 세로 10mm 두께 40mm 재질 광택너도밤나무	반경 225mm 두께 30mm 재질 Alloly Steal

- 콩깍지 재질의 경우 아래 그림과 같이 작성하였다.

【 시뮬레이션에 사용된 콩깍지 물성치 】

속성	값	단위
탄성계수	35933	N/m ²
포아송비	0.025	해당 없음
전단계수	4287	N/m ²
질량 밀도	453.4	kg/m ³
인장 강도		N/m ²
압축 강도		N/m ²
항복 강도		N/m ²
열 팽창 계수		/K
열 전도율	0	W/(m·K)
비열	0	J/(kg·K)

- 프로그램 내 시뮬레이션을 제작하기 위해 최소한의 물성치를 입력하였으며, 각 탄성계수 3.5933 N/m², 포아송비 0.025, 전단계수 4287 N/m²를 참고문헌(Chang & Yang, 2009)을 통해 작성하였다.
- 질량밀도의 경우 453.4 kg/m³의를 3D scanner(FlexScan3D, Polyga Inc, Canada)를 사용하여 부피를 측정하였으며, 아래의 표와 같이 10개 샘플의 무게를 측정한 후 계산하여 사용하였다.

【 콩깍지 3D 스캔 및 무게 측정 】

Polyga Compact S1 wide(Polyga)		Rotary Table Light Weight	
			
Company name and country : Ployga Inc / Canada			
Specifications			
Object size	10 ~ 60 cm	Diameter	31cm
Scan size	0.5 sec/scan	<ul style="list-style-type: none"> • link with the software, FlexScan3D • Auto-rotation scanning • Automatic occlusion data 	
Clearance distance	170mm		



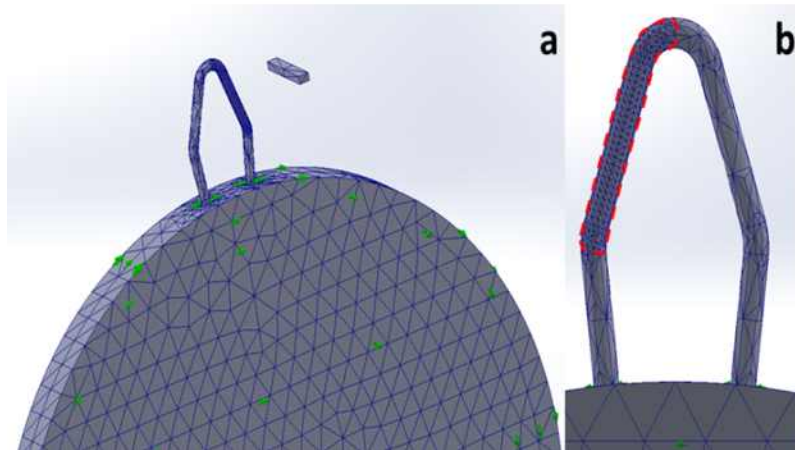

- 콩깍지 부피 및 무게 측정은 아래 표와 같이 측정되었다.
- 이때 콩깍지 내의 씨앗은 분리되지 않고 부피와 무게가 측정되었다.

【 콩깍지의 질량밀도 】

Div	Volume(mm ³)	Weight(g)	Density(kg/m ³)
1	2529.02	1.14	450.76
2	2172.79	1.10	506.26
3	2133.41	1.03	482.79
4	2038.67	0.94	461.08
5	2852.31	1.26	441.74
6	2633.07	1.20	455.74
7	2368.25	1.06	447.58
8	2588.77	1.18	455.81
9	1926.01	0.88	456.90
10	1544.59	0.58	375.50

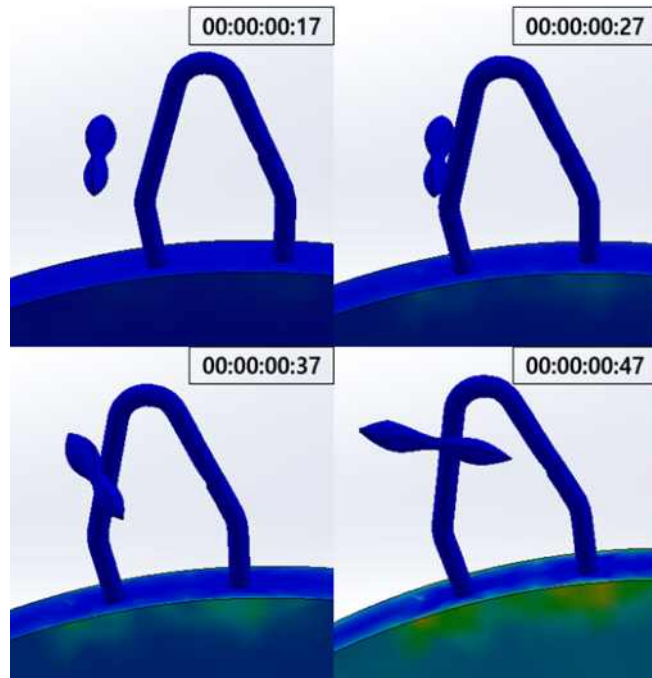
- 시뮬레이션 내 동작 조건은 스트레인 게이지 실험과 동일하게 설정하였다.
- 시뮬레이션 내 급치날, 탈곡통 및 콩깍지의 경우 메시 격자를 다르게 작성하였으며, 급치날의 경우 아래 사진 b와 같이 응력에 예민한 부분을 1.7mm로 작성하였으며, 그 이외의 급치날 및 탈곡통의 경우 16mm로 작성하였다.

【 시뮬레이션 내의 메쉬격자 크기 조절 】



- 시뮬레이션의 경우 아래 사진과 같이 진행되었다.
- 급치날의 경우 색이 바뀌지 않는 것으로 확인되며, 이는 다른 파트 부분과 비교하여 응력의 발생이 적은 것으로 확인된다.
- 급치날과 콩깍지의 충돌 이후 자유 물체인 콩깍지는 날아가며, 이후 급치날의 응력이 안정화 되었을 때 시뮬레이션을 종료하였다.

【 급치날 응력측정 시뮬레이션 】

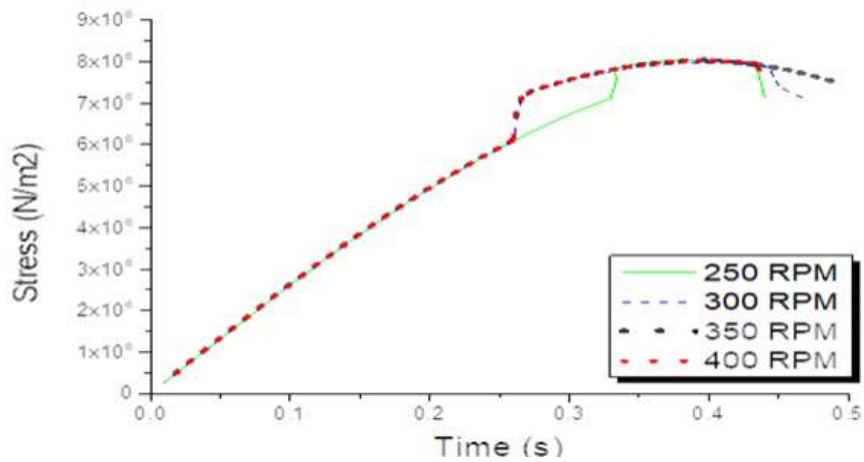


- 급치날의 응력 결과는 아래와 같이 나타났다.
- 회전속도가 증가할수록 응력차이는 더 높게 측정되었다.
- 최대응력의 경우 평균 약 11.5 N으로 회전속도 증가에 따른 차이를 확인할 수 없었다.
- 응력차이의 경우 250 rpm에서 300 rpm으로 증가했을 때 가장 높은 증가율을 보였다.
- 이후 회전속도의 증가에 따른 응력차이는 증가함을 보이지만 약 0.1 N정도로 큰 차이를 확인할 수 없었다.

【 시뮬레이션내 최대응력 및 응력차이 결과 】

Rotational Speed (rpm)	Stress (N/m ²)		Load (N)	
	Maximum	Load gap	Maximum	Load gap
250	8.03E+06	1.04E+01	11.6	1.5
300	7.97E+06	1.89E+01	11.51	2.72
350	8.02E+06	1.92E+01	11.59	2.77
400	8.04E+06	1.95E+01	11.61	2.82

【 시뮬레이션 응력 그래프 】



- 시뮬레이션과 스트레인게이지의 응력 차이는 아래 표와 같이 정리하였다.
- 250 rpm에서 시뮬레이션과 스트레인게이지의 하중 차이는 약 15.3%로 측정되었다.
- 그러나 250 rpm을 제외한 나머지 회전수에서 차이가 약 51.1 ~53.9 %로 높게 측정되었다.

【 시뮬레이션과 스트레인게이지의 응력 차이 】




Rotational speed (rpm)	Simulated Load gap (N)	Field test load gap (N)	Difference (%)
250	1.50	1.77	15.25
300	2.72	1.79	51.95
350	2.77	1.80	53.89
400	2.82	1.83	51.10

35 급치날의 각도에 따른 응력 측정실험

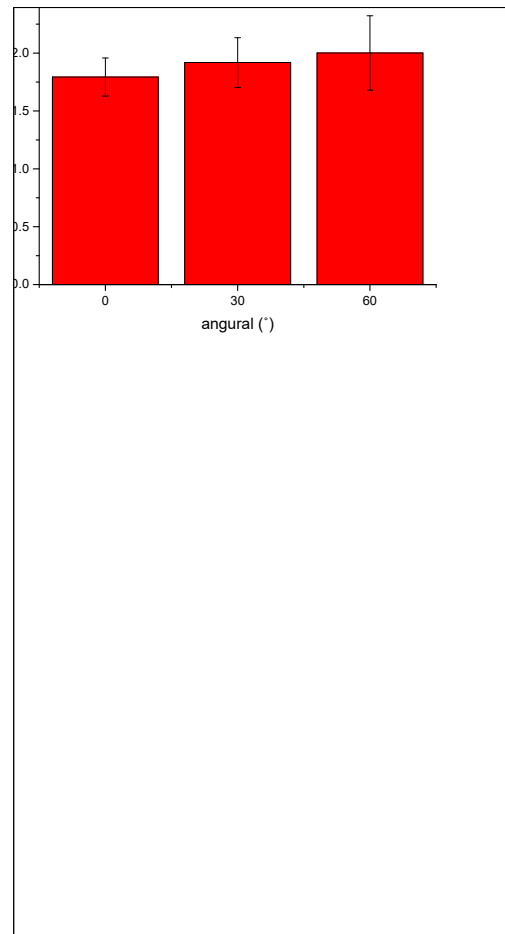
□ 급치날 각도에 따른 응력 측정 실험

- 급치날의 각도에 따른 응력분석을 비교하기 위하여 제작된 소형탈곡기를 사용하였다.
- 실험의 방법의 위의 스트레인 게이지 실험과 같으며, 급치날의 각도를 조절하기 위하여 소형 탈곡기내의 급치날 각도를 조절하였다.
- 급치날의 조절은 아래의 사진과 같다.
- 모든 실험은 15회 반복되었으며, 결과는 아래 표와 같다.

【 각도의 차이에 따른 급치날 】

각도	사진
0	
30	
60	

【 급치날 각도에따른 응력차이 】



【 회전수 350, 0°의 최대응력 및 응력차이 】

Div	Maximum load(N)	Load gap(N)
1	2.59185	1.8854
2	2.73731	1.55756
3	2.92694	1.55881
4	3.04935	1.73254
5	3.11554	1.97727
6	3.21386	1.69432
7	3.03812	1.96966

8	3.42194	1.72973
9	3.18341	1.78697
10	2.40178	1.58227
11	2.6011	1.85823
12	2.51623	2.26586
13	2.50243	1.70467
14	2.39184	2.03205
15	2.39845	1.69941

【 회전수 350, 30° 의 최대응력 및 응력차이 】

Div	Maximum load(N)	Load gap(N)
1	1.107171	1.885029
2	2.867585	1.709246
3	1.263699	1.788593
4	0.111445	1.75408
5	1.764288	2.008475
6	0.79822	2.545321
7	1.846125	2.083739
8	0.953318	1.832058
9	0.495739	2.149223
10	1.362098	1.754858
11	0.68097	1.864607
12	1.323478	1.712097
13	1.369974	1.762589
14	2.112013	1.881027
15	1.740744	2.047241

【 회전수 350, 60° 의 최대응력 및 응력차이 】

Div	Maximum load(N)	Load gap(N)
1	1.561852	1.905442
2	2.029316	1.805761
3	1.989251	1.951769
4	1.954363	2.131188
5	2.077304	2.014065
6	2.098303	1.890391
7	2.691298	2.206442
8	2.154617	1.834232
9	2.866801	2.616151
10	2.494977	1.603134
11	2.553053	1.905076
12	2.391762	2.128041
13	2.815317	2.69496
14	1.991272	1.410741
15	2.451051	1.920469

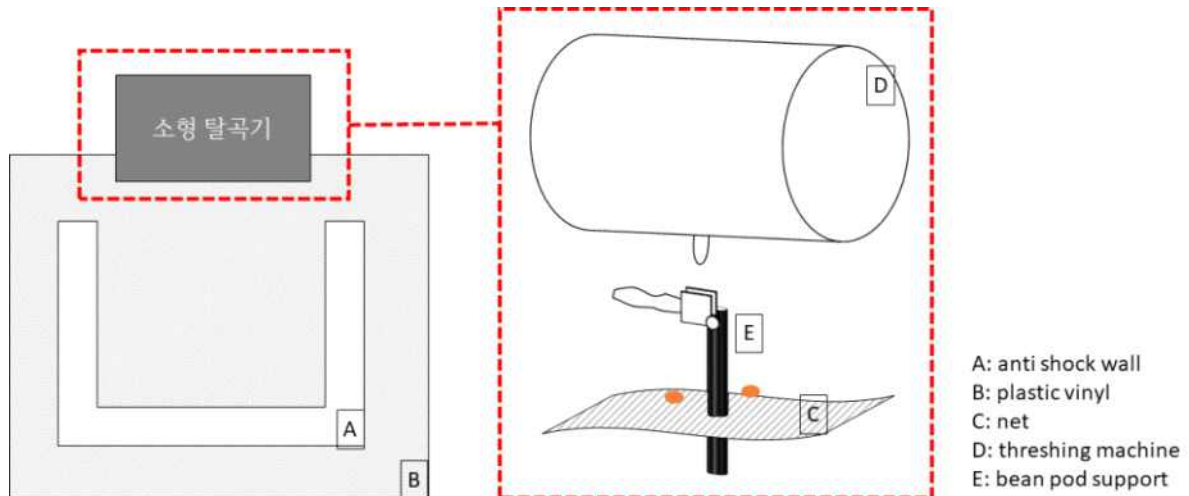
- 급치날 각도가 0° 일 때 평균 응력값은 1.79 N으로 측정되었다.
- 이후 급치날의 각도가 30°, 60°으로 증가하였을 때 각 1.92, 2.00 N으로 증가하였다.
- 급치날의 각도가 증가할수록 급치날에 발생하는 충격응력은 비례함을 보인다.

36 대두 파괴 빈도 실험 및 발아율 테스트

□ 회전속도 및 급치날 각도에 따른 대두 파괴 빈도 실험

- 앞선 실험 검증을 위해 회전속도 및 급치날 각도에 따른 대두 파괴 빈도 실험을 실시하였다.
- 회전속도의 경우 300, 350, 400 rpm으로 설정하였다.
- 급치날의 각도의 경우 0, 30, 60°로 설정하였다.
- 모든 실험의 경우 각 회전속도 및 각도에 따라 20회씩 5반복 총 100회를 실시하였다.
- 실험 시 대두 씨앗의 추가적인 파손을 방지하기 위해 아래 사진과 같이 방진벽을 설치 후 실시하였다.
- 추가적으로 대두의 씨앗을 수집하기 위해 아래와 같이 추가망을 설치 후 실험을 진행하였다.

【 대두 파괴 빈도 실험을 위한 실험 계략도 】



【 실제 설치 및 시행된 대두 파괴 빈도 실험 】

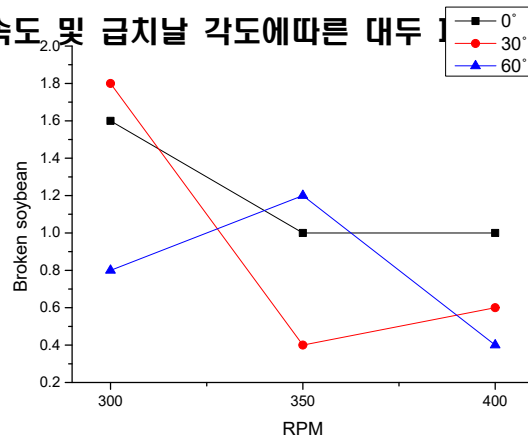


- 실험의 경우 9일에 걸쳐 시행되었으며, 실험 후 대두의 발아율 테스트를 진행하였다.
- 대두 파괴 빈도 실험의 결과는 아래 표와 같이 확인되었다.

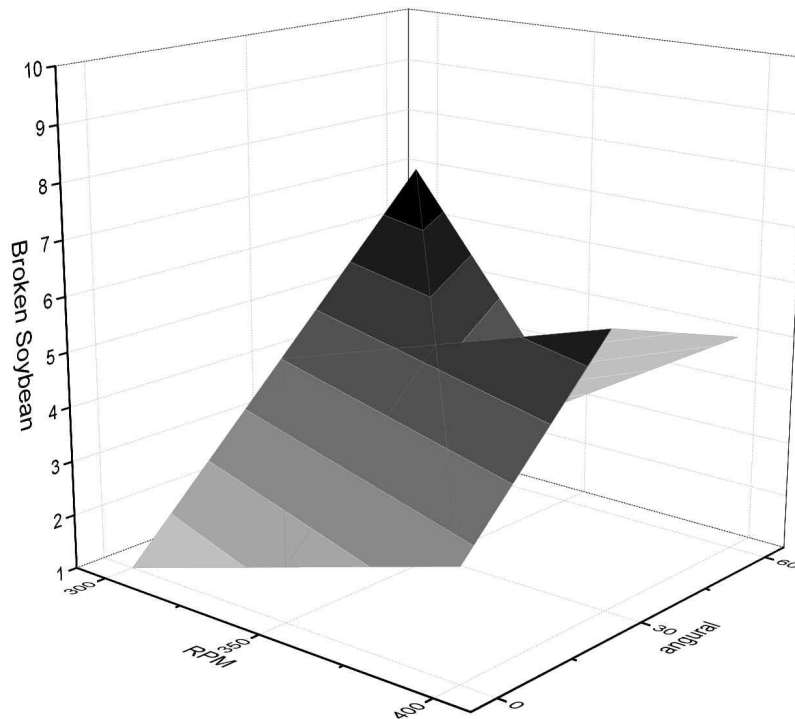
【 대두 파괴 빈도실험 결과 】

Div	Rotational speed and angular								
	300, 0°	350, 0°	400, 0°	300, 30°	350, 30°	400, 30°	300, 60°	350, 60°	400, 60°
Pod	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Seed	225	231	250	227	220	240	230	235	230
Nomal seed	202	219	239	209	214	228	217	216	209
Broken seed	8	5	5	9	2	3	4	6	2
Missing seed	15	7	6	9	4	9	9	12	19

【 회전 속도 및 급치날 각도에 따른 대두 파괴 빈도 실험 결과 그래프 】



【 회전 속도 및 급치날 각도에 따른 대두 파괴 빈도 실험 결과 그래프 】



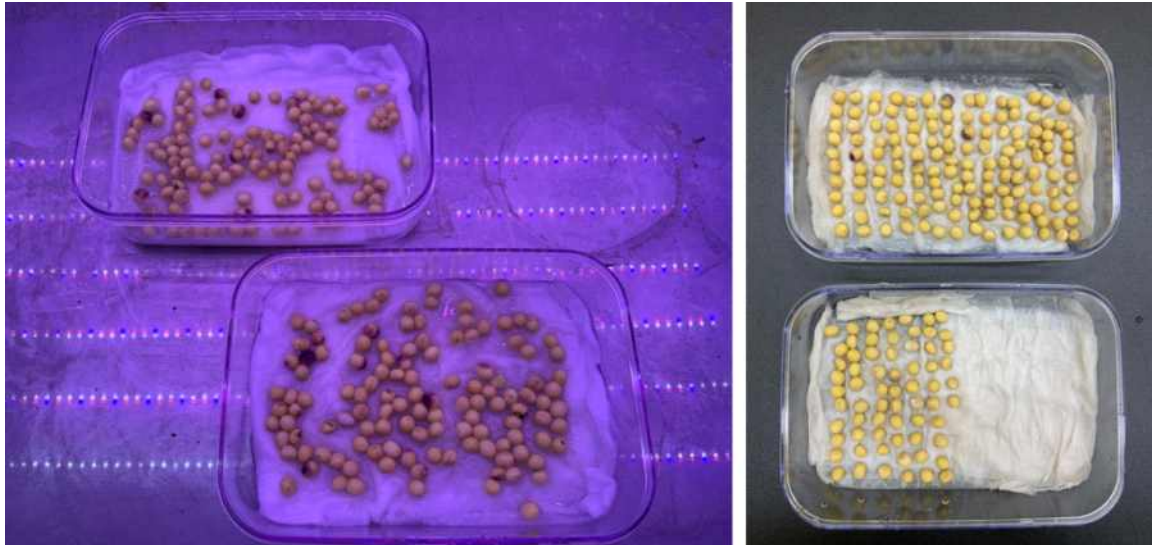
- 위의 그림은 100회의 실험 중 20회를 기준으로 파괴가 발생한 대두를 정리하였다.
- 회전속도의 증가에 따라 대두 파괴빈도는 줄어들었다.

- 300 rpm에서 1.8회로 가장 높은 파괴빈도를 보였다.
- 앞전 실험에서 350 rpm이 가장 높은 효율을 보였으며, 350 rpm에서는 급치날의 각도 30°가 0.4회로 가장 적은 파괴 빈도수가 나타났다.
- 350 rpm 급치날 각도 60°에서 가장 높은 파괴 빈도수 1.2회로 나타났으며, 가장 이상적인 대두용 콤바인의 급치날 및 회전속도는 350 rpm에서 60°로 판단된다.
- 이후 400 rpm에서 파괴 빈도수는 다른 회전수와 비교해 적은 것으로 나타났다.

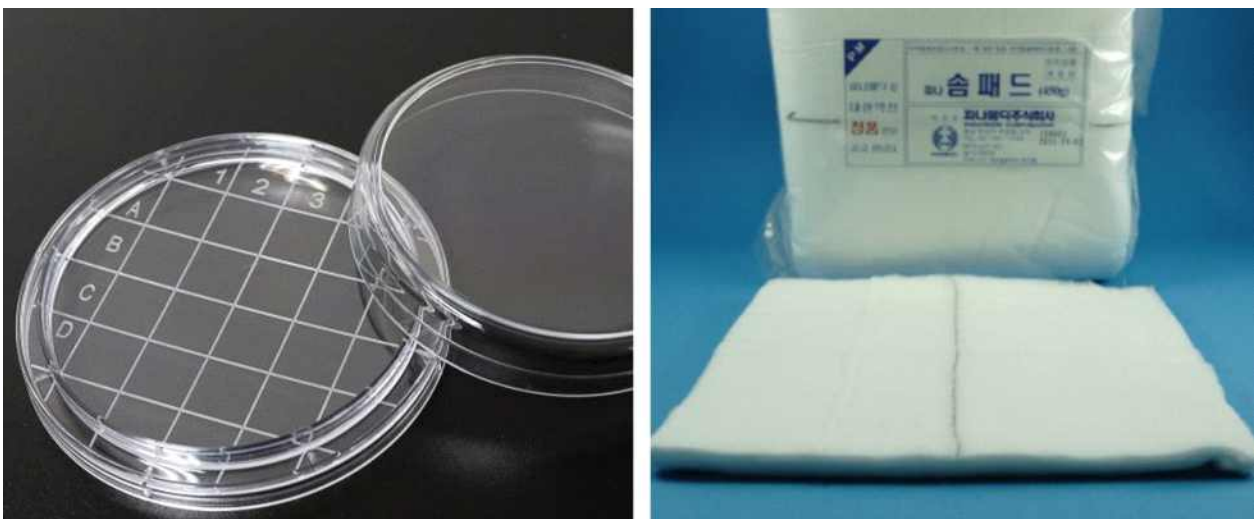
□ 회전속도 및 급치날 각도에 따른 대두 발아율 실험

- 회전속도 및 급치날 각도에 따른 대두 파괴빈도실험 이후 정상콩 및 손상콩을 대상으로 발아율 실험을 진행하였다.
- 대두의 발아는 발아적온 10 ~ 24°C에서 3일간 발아를 진행하였다.
- 발아를 위해 실험용 절단솜을 용기 아래 배치한 후 증류수를 사용하여 가수하였다.

【 대두 발아율 테스트 】



【 실험에 사용된 절단솜 및 용기 】



- 정상 대두의 발아는 아래 예시 사진과 같이 실패한 경우가 발생한다.
- 파손된 대두가 두 쪽으로 갈라지거나, 발아가 전혀 되지 않는 경우가 발생하였다.
- 외에 대두 자체에 자주무늬병, 미라병등이 발생해 발아가 되지 않는 경우 또한 발생하였다.
- 발아 테스트 결과는 아래 표와 같다.
- 정상 대두의 발아율 평균 98.39%으로 나타났다.
- 정상 대두의 회전속도에 따른 발아 성공률은 350 rpm에서 98.36%로 가장 높게 나타났으며, 400 rpm에서 가장 낮은 98.13%로 비교적 낮게 측정되었다.
- 정상 대두의 급치날 각도에 따른 발아 성공률은 0°에서 가장 높은 98.9%로 가장 높게 측정되었으며, 60°에서 비교적 낮은 97.47%으로 측정되었다.
- 파손 대두의 발아율은 400 rpm, 30°에서 83.33%로 가장 낮은 발아 성공률을 보였다.

【 대두 파손 예시 】



【 대두 발아 실패 예시(물리적 손상) 】



【 대두 발아 실패 예시(내부적 손상) 】



【 대두 발아 시험 결과 】



【 발아 테스트 결과 】

Div	Rotaional speed, Angular								
	300			350			400		
	0°	30°	60°	0°	30°	60°	0°	30°	60°
Nomal seed germination	200	214	235	208	212	220	213	213	204
Nomal seed germination failure	2	5	4	1	2	8	4	3	5
Nola seed germination rate	99.01	97.72	98.32	99.52	99.06	96.49	98.16	98.61	97.61
Broken seed germination	8	5	5	8	2	3	4	5	2
Broken seed germination failure	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Broken seed germination rate	100	100	100	88.89	100	100	100	83.33	100

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

“지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 개발” 연구개발은 36개 연구주제에 대해 3차년에 걸쳐 진행되었음. 연구는 계획 대비 100% 수행되었으며, 기술실시/사업화/제품화/시범판매까지 수행하였으며, 세부 내용은 다음과 같음.

1. 지능형 콩 콤바인 고능률 예취 및 탈곡 선별장치 개발
2. 지능형 콩 콤바인 관련 특허조사
3. 고능률 예취 및 탈곡 선별장치 개발, Lay-out 설계
4. 고능률 예취 및 탈곡 선별장치 시제품 제작 및 개선내용
5. 예취 및 주행 컨트롤러 기능 분석 및 개발
6. 차량 자세제어장치 및 지능형 크롤러 구동 주행 시스템 선행기술조사 및 특허분석
7. 차체 프레임/크롤러 주행 구동부 Lay-out 설계 및 시제품 제작
8. 좌우/전후 수평제어 시스템 개발(1)
9. 선회반경 1.0m 주행 선회제어 시스템 개발
10. 자율주행 시스템 본기 어플리케이션 개발(1)
11. 두류(콩) 대상 콤바인의 연구 및 특허 기초자료 수집 및 분석
12. 두류(콩)의 물리적 특성(물성) 분석을 통한 탈곡성능 향상(1)
13. 두류(콩) 대상 탈곡성능 1차 분석 및 평가
14. 고능률 예취 및 탈곡 선별장치 시제품 제작
15. 곡물 손상 저감 배출 시스템 제작 및 성능평가
16. 시제품 기대 조립 및 성능평가
17. 차체 프레임, 크롤러 주행 구동 및 조작부 시제품 제작
18. 크롤러 구동 주행부 시제품 제작
19. 전후/좌우 수평제어 시스템 개발(2)
20. 선회제어 시스템 개발
21. 차량 자세제어장치 기능 개발 및 성능평가
22. 자율주행 시스템 본기 어플리케이션 개발(2)
23. 두류(콩)의 물리적 특성(물성) 분석을 통한 탈곡성능 향상(2)
24. 두류(콩)용 콤바인 함수율에 따른 탈곡성능 분석
25. 시뮬레이션 프로그램을 사용한 두류(콩)용 콤바인 급치날 힘 분석
26. 시제품 기대 개선
27. 필드 성능시험
28. 형식인증 및 종합평가
29. 전후/좌우 수평제어 시스템 개발(3)
30. 선회반경 1.0m 이하 주행 및 선회제어 시스템 개발
31. 차량 자세제어장치 개발
32. 환경인식을 통한 자율주행 최적화 기술 개발
33. 대두용 콤바인의 급치날 응력분석을 통한 탈곡성능 향상
34. 시뮬레이션을 이용한 대두용 콤바인의 급치날 응력분석
35. 급치날의 각도에 따른 응력 측정실험
36. 대두 파괴빈도 실험 및 발아율 테스트

(2) 정량적 연구개발성과

“지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 개발” 연구개발은 36개 연구주제에 대해 3차년에 걸쳐 진행되었음. 연구는 계획 대비 100% 수행했으며, 특허출원/고용창출/사업화/제품화/시범 판매까지 10개 지표에 대해 68건의 정량성과를 창출하였으며, 세부 내용은 다음과 같음.

1. 특허 등록 2건
2. 특허 출원 6건
3. 논문 출판 2편
4. 학술 발표 4편
5. 홍보 전시 14건
6. 기술 실시 2건(기술료 포함)
7. 고용 창출 32명
8. 사업화 2건(매출액 포함)
9. 정책 활동 1건
10. 기술 인증 3건

<정량적 연구개발성과표>

성과지표명		연도	1단계 (2020~2021)	2단계 (2022~2022)	계	가중치 (%)	
전담기관 등록·기탁 지표 ¹⁾	특허출원	목표(단계별)	1	1	2		
		실적(누적)	5	1	6	10	
	특허등록	목표(단계별)	1	1	2		
		실적(누적)	1	1	2	15	
	논문 (비SCI)	목표(단계별)	1	2	3		
		실적(누적)	1	1	2		
	학술	목표(단계별)	2	1	3		
		실적(누적)	3	1	4	10	
	연구개발과제 특성 반영 지표 ²⁾	기술실시	목표(단계별)		1	1	
			실적(누적)		2	2	10
기술료 (백만원)		목표(단계별)		20	20		
		실적(누적)		43	43		
제품화		목표(단계별)		1	1		
		실적(누적)		2	2	15	
매출액 (백만원)		목표(단계별)		50	50		
		실적(누적)		60	60		
고용창출		목표(단계별)	2	1	3		
		실적(누적)	16	16	32	10	
기술인증		목표(단계별)		1	1		
		실적(누적)	1	2	3	10	
정책활용		목표(단계별)		1	1		
		실적(누적)		1	1	10	
홍보전시		목표(단계별)	1	3	4		
		실적(누적)	3	11	14	10	
계	목표(단계별)	9	11	20			
	실적(누적)	30	38	68			

<연구개발성과 성능지표>

평가 항목 (주요성능 ¹⁾)			단위	전체 항목에서 차지하는 비중(%)	세계 최고		연구개발 전 국내 성능수준	연구개발 목표치		목표설정 근거
					보유국/보유 기관	성능수준		1단계 (2020~2021)	2단계 (2022~2022)	
1. 작업 성능	정도 시험	총 손실비	%	15	일본, Yanmar	콩≤5%	콩≤5%	콩≤4%	콩≤2.31%	공인시험 성적
		협잡물비	%	5	일본, Yanmar	콩≤3%	콩≤3%	콩≤3%	콩≤0.38%	공인시험 성적
		손상립비	%	5	일본, Yanmar	콩≤2%	콩≤2%	콩≤2%	콩≤0.35%	공인시험 성적
		발아율	%	5	-	-	85% 이상	90%	96%	공인시험 성적
	능력 시험	작업 속도	m/s	5	일본, Yanmar	1.5	1.5	1.0	1.5	공인시험 성적
	성능 시험	작업 성능	min/10a	10	일본, Yanmar	≤25	≤25	14.5	18.9	공인시험 성적
2. 최저 지상고			mm	5	일본, Kubota	≤260	180	≤260	180	공인시험 성적
3. 예취부 사양	예취부	예취폭	mm	10	일본, Kubota	2100	-	2100	2100	공인시험 성적
	릴부	릴 회전수	rpm	5	-	0 ~ 35	-	0 ~ 36	0 ~ 32	공인시험 성적
4. 주행부 성능	선회	선회반경	m	10	일본, Yanmar	1.5	2	1.5	0.7	공인시험 성적
	크롤러	평균 접지압력	kPa	5	일본, Yanmar	21	23	21	21.5	공인시험 성적
	자율 주행	직진성	m	10	-	-	-	1.5	0.03	공인시험 성적
5. 안전성 시험	안전 전도각		°	10	-	-	-	5/5	2.3/4.7~4.8	공인시험 성적

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Analysis of Physical and Biodegradable Characteristics of Biodegradable pot for Mechanical Transplanter	Precision Agriculture Science and Technology	Jun-Hyeon Lee	2(3)	대한민국	Precision Agriculture Science and Technology	비 SCIE	2020.09	2672-0086	100
2	콩의 함수율이 극한 강도에 미치는 영향	농업생명과학연구	이건호	56(3)	대한민국	국립경상대	비 SCIE	2022.06	1598-5504	100

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	2020 한국농업기계학회 추계학술대회	문병은	2020.10.30	전북대학교	대한민국
2	2021 한국농업기계학회 추계학술대회	이건호	2021.10.27	소노빌제주	대한민국
3	2021 한국농업기계학회 춘계학술대회	이건호	2021.04.30	농촌진흥청	대한민국
4	2022 한국농업기계학회 춘계학술대회	이건호	2022.04.29	농촌진흥청	대한민국

기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식

보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	이중예취칼날장치	대한민국	오펜주식회사	2020.10.13	10-2020-0131850	10-2224192	오펜주식회사	2021.03.02	10-2224192	100%	활용
2	콩 콤바인 탈곡통 급치 이동형 장치	대한민국	경상대산학협력단	2020.11.05	10-2020-0146635					100%	활용
3	형상 변경이 가능한 콩 콤바인 탈곡부	대한민국	경상대산학협력단	2020.11.05	10-2020-0146644					100%	활용
4	2차 선별장치를 구비한 배출부가 적용된 콤바인	대한민국	오펜주식회사	2021.10.21	10-2021-0140691	10-2421445	오펜주식회사	2022.07.12	10-2421445	100%	활용
5	두류작물 타격강도 측정기	대한민국	경상대산학협력단	2021.10.25	10-2021-0142439					100%	활용
6	다중 선별장치를 구비한 배출부가 적용된 콤바인	대한민국	오펜주식회사	2022.05.04	10-2022-0055250					100%	활용

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타
1	√		√		√					
2	√		√		√					
3	√		√		√					
4	√		√		√					
5	√		√		√					
6	√		√		√					

√

저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		

□ 표준화

○ 국내 표준

번호	인증구분 ¹	인증여부 ²	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 ³	제안/인증일자

- * 1」 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2」 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3」 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

○ 국제 표준

번호	표준화단계구분 ¹	표준명	표준기구명 ²	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 ³	제안자	표준화 번호	제안일자

- * 1」 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 2」 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.
- * 3」 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	콩 콤바인	2022.09	오펜(주)	오펜(주)	콩 수확	3	농진원	2022.09

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	기술실시	지능형제어 콩 콤바인	IPET	2022.09		
2	기술실시	지능형제어 콩 콤바인	IPET	2022.09	20백만원	

- * 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹	사업화 형태 ²	지역 ³	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자가실시	신제품 개발	국내	콩 콤바인	개발	오펜(주)	60,000		2022	15
2	자가실시	신제품 개발	국내	콩 콤바인	개발	(주)대동				15

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

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
지능형제어 콩 콤바인	2022	60,000		60,000	세금계산서
합계					

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과				
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	5		
	소요예산(천원)	12,060,000		
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후
		60,000	4,000,000	8,000,000
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후
국내		-	10	30
	국외	-	-	-
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획			
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후
		-	4,000,000	8,000,000
	수출	-	-	-

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)			합계
			2020년	2021년	2022년	
1	지능형제어 콩 콤바인 (직접 고용인원)	오펜(주)	3	2	2	7
2	지능형제어 콩 콤바인 (간접 고용인원)	오펜(주)	3	8	14	25
합계			6	10	16	32

□ 고용 효과

구분		고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력	9
		생산인력	10
	개발 후	연구인력	15 (직접인력 7, 간접인력 8)
		생산인력	17 (생산인력 13, 기타인력 4)

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도							
기대 목표							

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

□ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/수입

[사회적 성과]

□ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

□ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용
1	채택	지능형제어 콩 콤바인 존기가격집 및 용자기종 반영	한국농기계공업협동조합 정책지원팀	2023	농업기계 투용자 기종으로 반영

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황														
			학위별				성별		지역별								
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타				

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	콩 콤바인 전문지 홍보	농축산기계신문사	파종 수확은 오페	2021.11.10
2	콩 콤바인 전문지 홍보	한국농기계신문	경사지 산간지역 콩 콤바인	2021.11.15
3	콩 콤바인 전문지 홍보	한국농기계신문	콩 재배 일관기계화	2021.11.15
4	콩 콤바인 전문지 홍보	월간 시농초월	파종 수확은 오페	2022.8월호
5	콩 콤바인 전문지 홍보	농축산기계신문사	지능형 콤팩트 콩 콤바인	2022.08.25
6	콩 콤바인 전문지 홍보	농축산기계신문사	파종 수확은 오페	2022.08.25
7	콩 콤바인 전문지 홍보	농축산기계신문사	콩 재배 일관기계화	200.08.25

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관

[인프라 성과]

□ 연구시설·장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

* 「과학기술기초법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 없음)

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 없음)

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
○ 작업환경에 맞는 예취 및 고성능 탈곡 선별장치 개발	○ 낙곡률 3% 이내, 작업저어속도 0.7 m/sec 이상의 탈곡선별장치 개발	○ 100%
○ 수평제어 가능한 크롤러 주행 시스템 개발	○ 실시간 전후/좌우 수평제어 시스템 개발(전후 2.5° 이내, 좌우 5° 이내)	○ 100%
○ 자율주행 시스템 및 지능형 제어기술 개발	○ 선택적 자율주행 시스템 개발(경로추종오차 0.1m 이내)	○ 100%
○ 지상고 조절 및 선회반경 최소화 주행시스템 개발	○ 지상고 조절 및 선회반경 1.0m 이내 주행시스템 개발	○ 100%

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 없음)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

2) 자체 보완활동

3) 연구개발 과정의 성실성

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

(단위 : 백만원, %)

총괄과제명	세부과제명	기관명	유형	총 연구개발비(A)	정부지원 연구개발비(B)	정부지원 연구개발비 비율(C=B/A)	성과 유형	기술기여도	
								산정 근거	비율
지능형 제어 가능한 Compact형 공 콤바인 개발	지능형 공 콤바인 고능률 예취 및 탈곡·선별장치 개발	오펜(주)	중소기업	1,561	1,080	69	제품	특허	100%
	지능형 공 콤바인 자세저어장치 및 지능형 크롤러 구동 주행시스템 개발	(주)대동	중견기업	669	400	60	제품	특허	100%
	지능형 공 콤바인 예취 및 탈곡성능 검증 및 기술고도화	경상대학교 산학협력단	대학	360	360	100	제품	특허	100%
	계			2,590	1,840	-	-	-	-

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내				
		2023	2024	2025	2026	2027
국외논문	SCIE					
	비SCIE					
국내논문	SCIE					
	비SCIE					
특허출원	국내					
	국외					
특허등록	국내					
	국외					
인력양성	학사					
	석사					
	박사					
사업화	시제품개발					
	상품출시	1	5	10	15	20
	기술이전					
	공정개발					
	매출액(단위 : 백만원)	50	250	500	750	1,000
	기술료(단위 : 백만원)					
비임상시험 실시						
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상				
		2상				
		3상				
	의료기기					
진료지침개발						
신의료기술개발						
성과홍보		2	3	4	3	3
포상 및 수상실적						
정성적 성과 주요 내용						

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		320027-3	
사업구분	첨단농기계산업화기술개발사업				
연구분야	농기계 개발			과제구분	단위
사업명	첨단농기계산업화기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 개발			과제유형	(기초,응용,개발)
연구개발기관	오펜(주)			연구책임자	이 범 섭
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	9개월	500,000	188,000	688,000
	2차년도	12개월	670,000	281,000	951,000
	3차년도	12개월	670,000	281,000	951,000
	4차년도				
	5차년도				
	계	33개월	1,840,000	750,000	2,590,000
참여기업	오펜(주), (주)대동				
상대국	상대국연구개발기관				

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2023년 02월 15일

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
기술연구소	연구소장	이 범 섭

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

연구개발 과정에서 개발된 지능형제어 콩 콤바인은 국내 최초로 개발된 것으로 특허출원 6건 등 총 36건의 정량적 성과를 등록하였으며, 제품화를 추진하여 시범판매를 수행하였고, 제품화 과정으로 재배농가와 관련 연구자들의 큰 호응을 얻었음

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수

연구개발 과정 중에 개발된 요소기술을 응용하여 기존 양산기종 적용, 다용도 콤바인 및 콩 수확 콤바인 및 휠형 적용을 검토하고, 발작물 일반에 광범위하게 적용을 위해 지속적인 연구개발을 진행할 계획임

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수

인력에 의존하는 콩 수확작업 노동력절감 기여하고, 향후 임대사업소 등 공동이용 정책에 부합하게 농가 활용성 극대화 및 보급확대를 도모하여 농가 노동력 절감, 인건비 절감, 소득증대에 기여하며, 콩 재배의 성력화 및 내수시장 방어 및 전략적 수출을 도모함

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수

연구개발은 자주식 크롤러형 콩 콤바인의 개발을 위해 지능형 콩 콤바인 고능률 예취 및 탈곡 선별장치 개발 등 36단계의 과정을 통해 계획 대비 만족스런 결과를 도출하여 시범판매까지 달성하였음

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수

연구개발 과정에서 6건의 특허(이중예취칼날장치/콩 콤바인 탈곡통 급치 이동형 장치/형상 변경이 가능한 콩 콤바인/탈곡부 2차 선별장치를 구비한 배출부가 적용된 콤바인/두류작물 타격강도 측정기/다중 선별장치를 구비한 배출부가 적용된 콤바인) 및 2건의 논문, 4건의 학술발표를 수행하였음

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
○ 작업환경에 맞는 예취 및 고성능 탈곡 선별장치 개발	25	100	○ 원만하게 수행(낙곡률 3% 이내 작업제어속도 0.7m/sec 이상의 탈곡선별장치 개발)
○ 수평제어 가능한 크롤러 주행 시스템 개발	25	100	○ 원만하게 수행(실시간 전후/좌우 수평제어 시스템 개발(전후 2.5° 이내, 좌우 5° 이내))
○ 자율주행 시스템 및 지능형 제어 기술 개발	25	100	○ 원만하게 수행(선택적 자율주행 시스템 개발(경로 추종오차 0.1m 이내))
○ 지상고 조절 및 선회반경 최소화 주행시스템 개발	25	100	○ 원만하게 수행(지상고 조절 및 선회반경 1.0m 이내 주행시스템 개발)
합계	100%	100%	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

전체적으로 연구개발은 계획 대비 목표를 달성하였고, 농기검정, 사업화(기술실시/제품화), 시범판 매까지 달성하여 만족스런 결과를 도출하였음

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 해당사항 없음 -

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

개발품은 콩 콤바인 기술인데, 정책당국의 발작물 기계화추진 정책에 부응하여 다양한 품목에 적용할 수 있는 추가적인 응용연구가 필요함, 개발된 요소기술을 응용하여 기존 양산기종 적용을 검토하고 지속적인 연구개발을 진행할 계획임.

IV. 보안성 검토

- 해당사항 없음 -

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

- 해당사항 없음 -

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

- 해당사항 없음 -

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	
연구과제명	지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 개발		
주관연구개발기관	오펜(주)	주관연구책임자	이 범 섭
연구개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타
	1,840,000천원	750,000천원	2,590,000천원
연구개발기간	2020.04.29. ~ 2022.12.31.(33개월)		
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

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
①DSC(자동자세제어장치) : 예취, 주행부 DSC제어 통합 컨트롤러 적용기술로 고속응답 솔밸브를 적용하여 제어의 용이성 극대화하여 원가절감은 물론 Compact화	당초연구목표 달성
②예취장치 : GPS연동 기술 개발로 수평제어 기능을 제어하여 작업안정성과 조작성이도를 낮추어 작업의 편이성 도모	당초연구목표 달성
③탈곡 수량 격자망형 재질 또는 형상 변경(연강판 또는 플라스틱 코팅 등), 곡물이송 형식 버켓식으로 변경(수직각도 30-60°), 탈곡치 타격 및 배열선을 급동속도에 비례 배열 배치	당초연구목표 달성

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용액) (명)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T P R O T O C O L	건 수	기술 료	제품 화	매출 액	수출 액	고용 창출		투자 유치	논문 SCI	논문 비SCI			논문 평판 I-F	학술 발표	
											건				건	건			건
가중치	10	15			10		15		10		10			10			10	10	
최종 목표	2	2			1	20	1	50		3	1	1	2	3			1	4	
당해 년도	목표	1	1		1	20	1	50		1	1	1	0	1			1	3	
	실적	1	1		2	43	1	60		16	2	0	1	1			1	11	
달성률(%)	100	100			200	215	100	120		1600	200	0	+100	100			100	367	

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	이중예취칼날장치
②	콩 콤바인 탈곡통 급치 이동형 장치
③	형상 변경이 가능한 콩 콤바인 탈곡부
④	2차 선별장치를 구비한 배출부가 적용된 콤바인
⑤	두류작물 타격강도 측정기
⑥	다중 선별장치를 구비한 배출부가 적용된 콤바인

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술복제	외국기술소화·흡수	외국기술개선·개량	특허출원	산업체이전(상품화)	현장애로결해	정책자료	기타
①의 기술		√				√	√			
②의 기술		√				√	√			
③의 기술		√				√	√			
④의 기술		√				√	√			
⑤의 기술		√				√				
⑥의 기술		√				√	√			

* 각 해당란에 √ 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	지능형 제어 콤팩트형 콩 콤바인에 기술을 적용하여 상품화
②의 기술	지능형 제어 콤팩트형 콩 콤바인에 기술을 적용하여 상품화
③의 기술	지능형 제어 콤팩트형 콩 콤바인에 기술을 적용하여 상품화
④의 기술	지능형 제어 콤팩트형 콩 콤바인에 기술을 적용하여 상품화
⑤의 기술	추후 타 두류작물 전반에 적용할 수 있는 측정기 개발에 기술확산 및 활용
⑥의 기술	지능형 제어 콤팩트형 콩 콤바인에 기술을 적용하여 상품화

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식재산권				기술실시(이전)		사업화				기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책활용·홍보		기타(타연구활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	SMART	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출		투자유치	논문SCI	비SCI			논문평균IF	학술발표	
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	명	건	건	
가중치	10	15			10		15			10				10			10	10	
최종목표	2	2			1	20	1	50		3	1	1	2	3			1	4	
연구기간내 달성실적	6	2			2	43	2	60		32	3	0	2	4			1	14	
연구종료후 성과창출 계획							16	800										9	

붙임**고용창출 증빙**

고용창출 증빙 : 건강보험사업장 가입자 명부 (1)
(주관기관/1차년/국민건강보험공단)

사업장 가입자 명부

발급번호 : JGD0759202012023

Page : 1/1

※「건강보험 사업장 가입자명부」는 발급일 현재까지 가입 신고된 가입자 중 발급대상으로 요청한 가입자의 명부로 「공공기관의 정보공개에 관한 법률 제10조」에 의거 발급 관리되고 있습니다.

※ 본「사업장 가입자명부」는 반드시 국민건강보험업무를 위해서만 사용하여야 하며, 또한「사업장 가입자명부」는 개인정보이므로 외부로 유출되어 개인의 이익이 침해되는 경우 법적인 책임은 공단에 있지 않음을 알려드립니다.

사업장명	오펜주식회사			사업장관리번호 - 단위사업장기호	
단위사업장명				60981799050	- 000
일련 번호	가 입 자			자격취득일	자격상실일
	증번호	주민번호	성명		
1	81042948823		성승민	2020-12-01	

붙임**고용창출 증빙**

고용창출 증빙 : 건강보험사업장 가입자 명부 (2)
(주관기관/1차년/국민건강보험공단)

사업장 가입자 명부

발급번호 : JGD0759202012109

Page : 1/1

※「건강보험 사업장 가입자명부」는 발급일 현재까지 가입 신고된 가입자 중 발급대상으로 요청한 가입자의 명부로 「공공기관의 정보공개에 관한 법률 제10조」에 의거 발급 관리되고 있습니다.

※ 본「사업장 가입자명부」는 반드시 국민건강보험업무를 위해서만 사용하여야 하며, 또한「사업장 가입자명부」는 개인정보이므로 외부로 유출되어 개인의 이익이 침해되는 경우 법적인 책임은 공단에 있지 않음을 알려드립니다.

사업장명	오펜주식회사			사업장관리번호 - 단위사업장기호	
단위사업장명				60981799050	- 000
일련 번호	가 입 자			자격취득일	자격상실일
	증번호	주민번호	성명		
1	81030534283		안기현	2020-10-14	

붙임**고용창출 증빙**

고용창출 증빙 : 건강보험사업장 가입자 명부 (3)
(주관기관/1차년/국민건강보험공단)

사업장 가입자 명부

발급번호 : JGD0759202007073

Page : 1/1

※「건강보험 사업장 가입자명부」는 발급일 현재까지 가입 신고된 가입자 중 발급대상으로 요청한 가입자의 명부로 「공공기관의 정보공개에 관한 법률 제10조」에 의거 발급 관리되고 있습니다.

※ 본「사업장 가입자명부」는 반드시 국민건강보험업무를 위해서만 사용하여야 하며, 또한「사업장 가입자명부」는 개인정보이므로 외부로 유출되어 개인의 이익이 침해되는 경우 법적인 책임은 공단에 있지 않음을 알려드립니다.

사업장명	오페주식회사			사업장관리번호	-	단위사업장기호
단위사업장명				60981799050	-	000
일련 번호	가 입 자			자격취득일	자격상실일	
	증번호	주민번호	성명			
1	80989663949		함지혜	2020-05-01		

붙임**논문출판 증빙**

논문출판 보고 : 전문학술지 출판(2672-0086) (1)
(공동기관/1차년/Analysis of physical~)

Precision Agriculture Science and Technology

pISSN : 2672-0086
eISSN : 0000-0000

RESEARCH ARTICLE

**Analysis of Physical and Biodegradable
Characteristics of Biodegradable pot for
Mechanical Transplanter**

Jun-Hyeon Lee¹, Ung-Kyu Kim², Deog-Hyun Lee¹, Hyeon-Tae Kim^{1*}¹Department of Bio-systems Engineering, Gyeongsang National University (Institute of Smart Farm), Jinju 52828, South Korea²Department of Future Agricultural Education, Gyeongsangnam-do Agricultural Research & Extension Services, Jinju, Republic of Korea

*Corresponding author: bioani@gnu.ac.kr

Abstract

Biodegradable seedling pots can contribute to saving of working hours, and prevent temporary fatigue of plants through a method of planting pots themselves with seedlings unlike synthetic resin pots in the process of replanting from raising seedlings farms. Also, it is possible for the ingredients of pots to act as a feeding source in the process of crop growth

붙임

특허출원 증빙

**특허출원 보고 : 이중 예취 칼날 장치 (1)
[주관기관/1차년/특허청]**

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2020.10.13
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2020-0131850 (접수번호 1-1-2020-1078962-54)
(DAS접근코드 3168)
출원인명칭 오펜주식회사(1-2014-005807-6)
대리인성명 이충한(9-2013-001988-2)
발명자성명 이범섭
발명의명칭 이중 예취 칼날 장치

붙임

특허출원 증빙

**특허출원 보고 : 콩 콤바인 탈곡통 급치 이동형 장치 (2)
[공동기관/1차년/특허청]**

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2020.11.05
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2020-0146635 (접수번호 1-1-2020-1181400-12)
(DAS접근코드8B8D)
출원인명칭 경상대학교산학협력단(2-2004-010719-4)
대리인성명 노대현(9-2016-003321-2)
발명자성명 김현태 최경문 문병은 이덕현 이용진
발명의명칭 콩 콤바인 탈곡통 급치 이동형 장치

붙임

특허출원 증빙

**특허출원 보고 : 형상 변경이 가능한 콩 콤바인 탈곡부 (3)
[공동기관/1차년/특허청]**

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2020.11.05
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2020-0146644 (접수번호 1-1-2020-1181492-91)
(DAS접근코드34A6)
출원인명칭 경상대학교산학협력단(2-2004-010719-4)
대리인성명 노대현(9-2016-003321-2)
발명자성명 김현태 최경문 문병은 이덕현 이용진
발명의명칭 형상 변경이 가능한 콩 콤바인 탈곡부

붙임

학술발표 증빙

**학술발표 보고 : 베일러 초퍼의 절삭 성능 평가 (1)
[공동기관/1차년/KSAM]**

(사)한국농업기계학회/2020년 추계공동학술대회

베일러 초퍼의 절삭 성능 평가

Evaluation of the Cutting Performance of Baler Chopper

문병은² 이덕현¹ 최경문² 쿠마르 바삭 자안타¹ 부젤 아닐¹ 칸 파와드¹ 아를모지 엘란체잔¹
자이후니 무스타파¹ 시할라스 타비사크¹ 김나온¹ 박재성² 김현태^{1*}
Byeong Eun Moon² Deog Hyun Lee¹ Gyeong Mun Choi² Jayanta Kumar Basak¹
Anil Bhujel¹ Fawad Khan¹ Elanchezhian Arulmozhi¹ Mustafa Jaihumi¹ Thavisack Sihalath¹
Na Eun Kim¹ Jae Sung Park² Hyeon Tae Kim^{1*}

¹경상대학교 바이오시스템공학과(스마트팜연구소)

¹Department of Bio-systems Engineering, Gyeongsang National University
(Institute of Smart Farm), Jinju 52828, Republic of Korea

²경상대학교 스마트팜연구소

²Institute of Smart Farm, Jinju 52828, Republic of Korea

붙임**고용창출 증빙**

고용창출 증빙 : 건강보험사업장 가입자 명부 (4)
(주관기관/2차년/국민건강보험공단)

사업장 가입자 명부

발급번호 : JGD0759202106087

Page : 1/1

※「건강보험 사업장 가입자명부」는 발급일 현재까지 가입 신고된 가입자 중 발급대상으로 요청한 가입자의 명부로 「공공기관의 정보공개에 관한 법률 제10조」에 의거 발급 관리되고 있습니다.

※ 본「사업장 가입자명부」는 반드시 국민건강보험업무를 위해서만 사용하여야 하며, 또한「사업장 가입자명부」는 개인정보이므로 외부로 유출되어 개인의 이익이 침해되는 경우 법적인 책임은 공단에 있지 않음을 알려드립니다.

사업장명	오펜주식회사			사업장관리번호 - 단위사업장기호	
단위사업장명				60981799050 - 000	
일련 번호	가 입 자			자격취득일	자격상실일
	증번호	주민번호	성명		
1	81097184731		김민성	2021-06-02	

붙임**고용창출 증빙**

고용창출 증빙 : 건강보험사업장 가입자 명부 (5)
(주관기관/2차년/국민건강보험공단)

사업장 가입자 명부

발급번호 : JGD0759202106045

Page : 1/1

※「건강보험 사업장 가입자명부」는 발급일 현재까지 가입 신고된 가입자 중 발급대상으로 요청한 가입자의 명부로 「공공기관의 정보공개에 관한 법률 제10조」에 의거 발급 관리되고 있습니다.

※ 본「사업장 가입자명부」는 반드시 국민건강보험업무를 위해서만 사용하여야 하며, 또한「사업장 가입자명부」는 개인정보이므로 외부로 유출되어 개인의 이익이 침해되는 경우 법적인 책임은 공단에 있지 않음을 알려드립니다.

사업장명	오펜주식회사			사업장관리번호 - 단위사업장기호	
단위사업장명				60981799050 - 000	
일련 번호	가 입 자			자격취득일	자격상실일
	증번호	주민번호	성명		
1	81059735708		이지웅	2021-01-18	

붙임

기술인증 증빙

**기술인증 증빙 : 농업기계 기술지도검정 (1)
(주관기관/2차년/한국농업기술진흥원)**

제 M-21-01181호

농업기계 기술지도검정 성적서

1. 신청인

가. 성명 : 함영철

나. 사업자 등록번호 : 609-81-79905

다. 주소 :

라. 상호 : 오페주식회사

2. 검정 용도의 제품

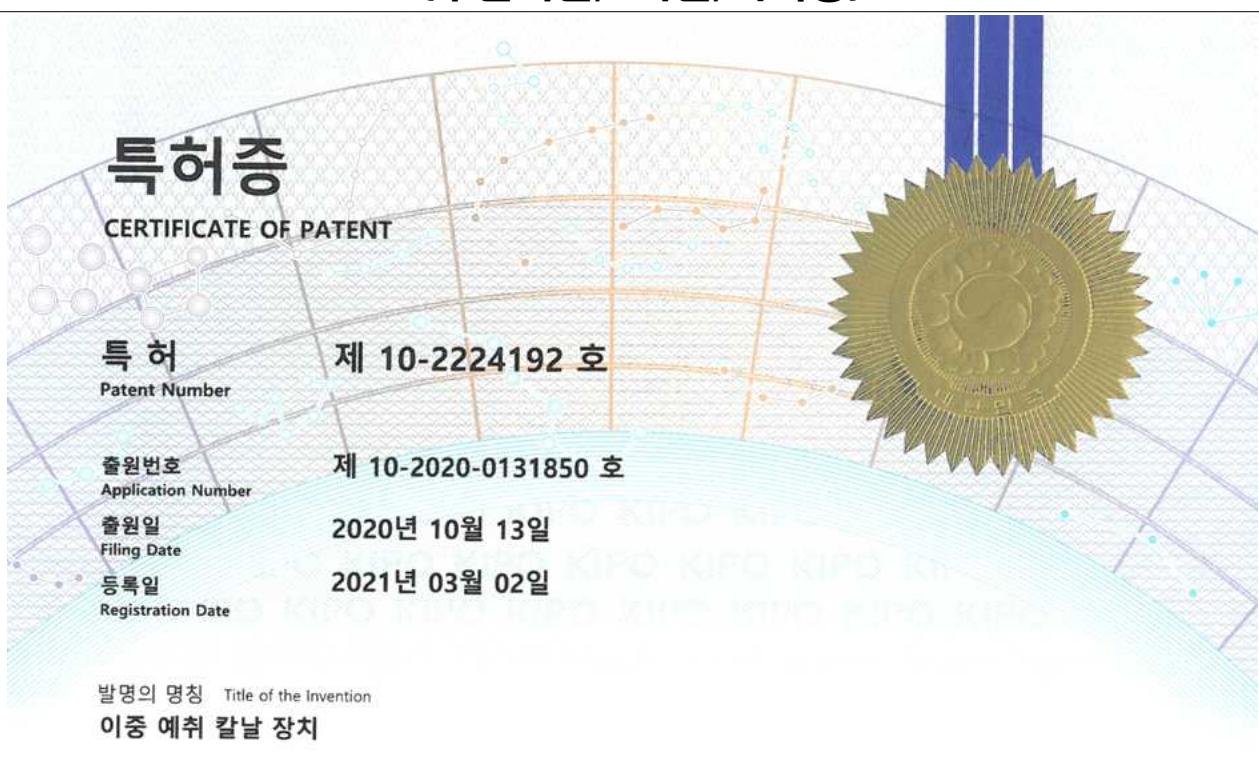
가. 기종명 : 콤바인

나. 형식명 : OBC 210

붙임

특허등록 증빙

**특허등록 보고 : 이중 예취 칼날 장치 특허증(10-2224192) (1)
(주관기관/2차년/특허청)**



붙임

특허출원 증빙

**특허출원 보고 : 2차 선별장치를 구비한 배출부가 적용된 콤바인 (4)
[주관기관/2차년/특허청]**

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2021.10.21
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2021-0140691 (접수번호 1-1-2021-1205362-51)
(DAS접근코드4DEF)
출원인명칭 오펜주식회사(1-2014-005807-6)
대리인성명 이충한(9-2013-001988-2)
발명자성명 이범섭
발명의명칭 2차 선별장치를 구비한 배출부가 적용된 콤바인

붙임

특허출원 증빙

**특허출원 보고 : 두류작물 타격강도 측정기 (5)
[공동기관/2차년/특허청]**

관인생략

출원번호통지서

출원일자 2021.10.25
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2021-0142439 (접수번호 1-1-2021-1218420-16)
(DAS접근코드9F6F)
출원인명칭 경상국립대학교산학협력단(2-2004-010719-4)
대리인성명 특허법인 공룡(9-2021-100101-2)
발명자성명 김현태 문병은 이건호 이호민 최경문
발명의명칭 두류작물 타격강도 측정기

붙임

학술발표 증빙

학술발표 보고 : 회전속도에 따른 급치날 힘 분석 (2)
(공동기관/2차년/KSAM)

(사)한국농업기계학회/2021년 추계공동학술대회

회전속도에 따른 급치날 힘 분석

Analyzing the force produced by threshing bar according to rotational speed

이건호¹, 문병은^{LSUP3}, 최영우¹, 이호민¹, 김나은², 최경문^{LSUP4}, 김현태^{1,2*}

¹경상국립대학교 스마트팜학과(스마트팜 연구소), ²경상국립대학교 바이오시스템공학과(스마트팜 연구소),
^{LSUP3} 경상국립대학교 스마트팜연구소, ^{LSUP4} 경상국립대학교 스마트팜센터

Gun-Ho-Lee¹, Byeong-Eun-Moon^{LSUP3}, Young-Woo-Choi¹, Ho-Min-Lee¹, Na-Eun-Kim²,
Geong-Moon-Choi^{LSUP4}, Hyeon-Tae-Kim^{1,2}

¹Department of Smart Farm, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

²Department of Bio-systems Engineering, Gyeongsang National University (Institute of

붙임

학술발표 증빙

학술발표 보고 : 콩 콤바인 탈곡통 회전수에 따른 탈곡성능 평가 (3)
(공동기관/2차년/KSAM)

(사)한국농업기계학회/2021년 춘계공동학술대회

콩 콤바인 탈곡통 회전수에 따른 탈곡성능 평가

Evaluation of Threshing Performance of Soybean Combine Harvester according to the Threshing Cylinder's Number of Rotations

이건호¹ 문병은¹ 김태민¹ 김나은¹ 이미혜² 이정훈² 이범섭² 김현태^{1*}
Gun ho Lee¹, Byeong Eun Moon¹, Tae Min Kim¹, Na Eun Kim¹, Mi Hye Lee²,
Jeong Hoon Lee², Beom Seob Lee², Hyeon Tae Kim^{1*}

¹경상대학교 바이오시스템공학과(스마트팜연구소)

Department of Bio-systems Engineering, Gyeongsang National University (Institute of Smart Farm), Jinju, Republic of Korea

²오페주식회사

²Ofe Co. Ltd, Haman, Republic of Korea

붙임

홍보 증빙

홍보보고 : 지능형 콩 콤바인(20211110) (1) [주관기관/2차년/농축산기계신문]

www.ofe.co.kr

파종·수확은 오페(Cfe). 발작물은 언제나 오페(Cfe)와 함께합니다

AS45 콩, 팥, 옥수수 등 파종가능 2조식, 4조식 파종기 AS25

2018년 국내 최초 출시 소형 다용도 콤바인 ABC130

지능형 콩 콤바인 OBC-210
경사지 및 산간지역에 일괄 작업 가능한 콩 수확 콤바인

배추 수확기 OKH100

2단 급동, 2단 선별 곡물손상 손실률 최소화 저주식 콩 수확 콤바인 ABC270

지능형 콩 콤바인은 연구비 지원(농림식품기술기획평가원)을 받아 개발된 제품입니다.

Cfe **Cfe** 오페주식회사 ofe.co.,LTD.

본사 및 제1공장 경상남도 함안군 칠북면 화천리 960-4 (화천길 289-1)
제2공장 경상남도 함안군 칠북면 화천리 338 (화천1길 67)
Tel 055-586-9454 Fax 055-586-9457 E-mail kmco2000@hanmail.net

붙임

홍보 증빙

홍보보고 : 지능형 콩 콤바인(20211115) (2) [주관기관/2차년/한국농기계신문]

인트예감 | 오페(주), 지능형 콩 콤바인(OBC-210) 개발

경사지·산간지역도 가능한 '콩 콤바인'

김영태 기자 ytkim@kamnews.co.kr

경사지나 산간지역에서도 콩의 콤바인 수확 작업이 가능해졌다.

오페(주)대표 함영철, 경남 함안군 칠북면 화천길 289-1)는 농작업 환경에 맞는 예취성과 고능률 탈곡 및 선별장치를 갖춘 지능형 콩 콤바인을 선보였다.

콩 콤바인 'OBC-210'은 경사지 및 좁은 지역에서 예취 및 수확 등 일괄 작업이 가능하다. 자체 성능평가에서 작업 제어속도는 0.7m/s 이상 가능한 것으로 나타났다.



붙임

홍보 증빙

홍보보고 : 지능형 콩 콤바인(20211115) (3)
(주관기관/2차년/한국농기계신문)

www.ofe.co.kr

콩 재배 일관기계화 '해법은 오페(Ofe)!'



'농림식품기술기획평가원 연구비 지원으로 개발한 제품'

붙임

고용창출 증빙

고용창출 증빙 : 건강보험사업장 가입자 명부 (6)
(주관기관/3차년/국민건강보험공단)

사업장 가입자 명부

발급번호 : JGD07592022111115

Page : 1/1

※「건강보험 사업장 가입자명부」는 발급일 현재까지 가입 신고된 가입자 중 발급대상으로 요청한 가입자의 명부로 「공공기관의 정보공개에 관한 법률 제10조」에 의거 발급 관리되고 있습니다.

※ 본「사업장 가입자명부」는 반드시 국민건강보험업무를 위해서만 사용하여야 하며, 또한「사업장 가입자명부」는 개인정보이므로 외부로 유출되어 개인의 이익이 침해되는 경우 법적인 책임은 공단에 있지 않음을 알려드립니다.

사업장명	오페주식회사			사업장관리번호 - 단위사업장기호	
단위사업장명				60981799050 - 000	
일련 번호	가 입 자			자격취득일	자격상실일
	증번호	주민번호	성명		
1	81208779301		이중구	2022-06-01	

붙임**고용창출 증빙**

고용창출 증빙 : 건강보험사업장 가입자 명부 (7)
(주관기관/3차년/국민건강보험공단)

사업장 가입자 명부

발급번호 : JGD07592022111114

Page : 1/1

※「건강보험 사업장 가입자명부」는 발급일 현재까지 가입 신고된 가입자 중 발급대상으로 요청한 가입자의 명부로 「공공기관의 정보공개에 관한 법률 제10조」에 의거 발급 관리되고 있습니다.

※ 본「사업장 가입자명부」는 반드시 국민건강보험업무를 위해서만 사용하여야 하며, 또한「사업장 가입자명부」는 개인정보이므로 외부로 유출되어 개인의 이익이 침해되는 경우 법적인 책임은 공단에 있지 않음을 알려드립니다.

사업장명	오펜주식회사			사업장관리번호 - 단위사업장기호	
단위사업장명				60981799050	- 000
일련번호	가 입 자			자격취득일	자격상실일
	증번호	주민번호	성명		
1	81206901796		한상덕	2022-06-03	
2	81186495343		한상덕	2022-03-21	2022-05-15

붙임**기술료납부 증빙**

기술료납부 보고 : 지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 (1)
(주관기관/3차년/IPET)



이체증명서

발급번호 2A05-J3TK-MODG-BZ7N-P7II

출력일시 2022-12-12 17:43:37

일련번호 174337

거래일시: 2022-12-12 13:39:22

출금계좌번호	보내시는분	이체금액	수수료	출금계좌기록사항	처리결과	
	오펜주식회사		0	농기평(IPET)	정상	
입금계좌번호	받으시는분	입금은행	은행코드	입금계좌기록사항	CMS코드	입금기관코드
	농기평 (IPET)	신한은행	088	오펜주식회사		

붙임	기술실시 증빙
-----------	----------------

기술실시 보고 : 지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 (1)
[공동기관/3차년/IPET]

■ 농림축산식품연구개발사업 관리기준 [별지 제27호 서식] <제35조제4항 관련> (2쪽 중 1쪽)

기술실시 보고서						
(단위 : 원)						
연구개발과제 현황	사업명	2020년도 첨단농기계산업화 기술개발사업		연구과 제번 호	320027-03	
	연구과제명	지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 개발				
	연구개발기관명	(주) 대동	연구책임자	허규식	참여기업명	(주) 대동
	연구협약일	20.04.29	연구기간	20.04.29.~22.12.31(3년)		
	연구개발비	정부지원연구개발비	기관부담연구개발비	기타 ()	계	
			0			
기술실시계약 및	계약(활용)명	지능형 콩 콤바인 자세제어장치 및 지능형 크롤러 구동 주행 시스템 개발				
	계약(활용)일	-		실시(활용)기간	연구 협약 종료 후 5년간	
	지재권 종류	노하우, 프로그램		실시권 유형	직접실시	
	* 지재권이 특허(출원, 등록) 인 경우	명 칭	-			
		번호	-		일 자	-

붙임	기술실시 증빙
-----------	----------------

기술실시 보고 : 지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 (2)
[주관기관/3차년/IPET]

■ 농림축산식품연구개발사업 관리기준 [별지 제27호 서식] <제35조제4항 관련>

기술실시 보고서						
(단위 : 원)						
연구개발과제 현황	사업명	첨단농기계산업화기술개발사업		연구과제번호	320027-3	
	연구과제명	지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 개발				
	연구개발 기관명	오페주식회사	연구책임자	이범섭	참여기업명	오페주식회사
	연구협약일	2020.04.29	연구기간	2020.04.29. ~ 2022.12.31		
	연구개발비	정부지원연구개발비	기관부담연구개발비	기타 ()	계	
			-			
기술실시계약 및 성과활용 현황	계약(활용)명	지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 산업화				
	계약(활용)일	2022.12.06	실시(활용)기간	2023.01.01. ~ 2027.12.31		
	지재권 종류	특허 등록		실시권 유형	직접 실시	
	* 지재권이 특허(출원, 등 록)인 경우	명 칭	2차 선별장치를 구비한 배출부가 적용된 콤바인			
		번호	10-2421445-0000		일 자	2022.07.12
	기관명	오페주식회사		기관유형	중소기업	
	주소	경남 하안고 최북면 최북리 290-1		대표자	한영철	

붙임

기술인증 증빙

기술인증 증빙 : 농업기계 기술지도검정 (2)
(주관기관/3차년/한국농업기술진흥원)

제 M-22-01258호

농업기계 기술지도검정 성적서

1. 신청인

- 가. 성명 : 함영철
- 나. 사업자 등록번호 : 609-81-79905
- 다. 주소 :
- 라. 상호 : 오펜주식회사

2. 검정 용도의 제품

붙임

기술인증 증빙

기술인증 증빙 : 농업기계 성능시험 (3)
(공동기관/3차년/한국농업기술진흥원)

제 M-22-01318호

농업기계 성능시험 성적서

1. 신청인

- 가. 성명 : 김준식, 원유현
- 나. 사업자 등록번호 : 514-81-06690
- 다. 주소 :
- 라. 상호 : (주)대동

2. 시험 용도의 제품

붙임

논문출판 증빙

논문출판 보고 : 콩의 함수율이 극한강도에 미치는 영향 (2)
(공동기관/3차년/농업생명과학연구)

농업생명과학연구 56(3) pp.113-118

Journal of Agriculture & Life Science 56(3) pp.113-118

Print ISSN 1598-5504

Online ISSN 2383-8272

<https://doi.org/10.14397/jals.2022.56.3.113>

콩의 함수율이 극한강도에 미치는 영향

이진호¹ · 문병은² · 김나은¹ · 김현태^{3*}

접수일(2021년 11월 28일), 수정일(2022년 6월 9일), 게재확정일(2022년 6월 20일)

The Effect of Soybean's Moisture Content on Ultimate Strength

Gun-Ho Lee¹ · Byeong-Eun Moon² · Na-Eun Kim¹ and Hyeon-Tae Kim^{1,3*}

Received: NOV. 28. 2021, Revised: JUN. 09. 2022, Accepted: JUN. 20. 2022

초록

본 연구는 기능성 건강식품으로 각광받고 있는 콩의 자급률을 올리기 위함이다. 콩의 함수율에 따른 극한강도를 측정하여 콩의 깨짐(파단) 부분을 파악하고 함수율에 따른 극한강도를 찾는 것을 목표로 한다. 현재 수확 과정에서 발생하는 손실은 자연적 손실, 탈곡 과정 손실, 분류 과정 손실, 예취 과정 손실로 크게 4가지로 분류되며, 이중 탈곡 손실은 두류(콩)의 파손 및 손실율에 직접적인 요인으로 판단되어 다른 요인들에 비해 중요한 요인으로 생각된다. 본 연구는 콩의 함수율에 따른 극한강도를 측정하여 콩의 깨짐(파단) 부분을 파악하고 함수율에 따른 극한강도를 찾는 것을 목표로 한다. 현재 수확 과정에서 발생하는 손실은 자연적 손실, 탈곡 과정 손실, 분류 과정 손실, 예취 과정 손실로 크게 4가지로 분류되며, 이중 탈곡 손실은 두류(콩)의 파손 및 손실율에 직접적인 요인으로 판단되어 다른 요인들에 비해 중요한 요인으로 생각된다.

붙임

사업화 증빙

사업화 보고 : 지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 (1)
(주관기관/3차년/IPET)

<첨부3>

농림축산식품 연구개발과제 제품출시 확인서

과 제 명	지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 개발		
주관연구기관	오펜주식회사	참여기관	오펜주식회사, 대동(주), 경상국립대학교
연구책임자	이범섭	연구기간	2020년 04월 ~ 2022년 12월 (총 33개월)
총 정부출연금	1,840,000,000 원		
해당 기술의 제품출시 유형			
시제품(제품출시 예정)	()	기존 제품 공정개선	()
신제품(제품출시 완료)	(○)	기 타	()
제품 출시 실적			

붙임**매출액 증빙**

매출액 보고 : 지능형 콩 콤바인 전자세금계산서 (1)
(주관기관/3차년/관할 세무서)

전자세금계산서				승인번호	20221202-10221214-13759882					
공 급 자	등록번호	609-81-79905		종사업장번호		등록번호	608-81-92356		종사업장번호	
	상호(법인명)	오페주식회사		성명	한영철	상호(법인명)	농부촌영농단합자회사		성명	허우영
	사업장주소					사업장주소				
	업태	제조업	종목	부품		업태	농업	종목	농작업대행	
	이메일					이메일				
작성일자	공급가액		세액		수령사유		비고			
2022-12-02	60,000,000		6,000,000		해당없음					
월	일	품목	규격	수량	단가	공급가액	세액	비고		
12	02	콤바인	OBC210	1						
합계금액		현금	수표	이음	외상미수금	이 금액을 (청구) 함				

본 인쇄물은 국세청 홈택스(www.hometax.go.kr)에서 발급, 또는 홈택스로 전송된 전자(세금)계산서입니다.

붙임**정책활용 증빙**

정책활용 보고 : 지능형 Compact형 콩 콤바인 (1)
(주관기관/3차년/KAMICO)

 **오페주식회사**

우 (52007) 경남 함안군 칠북면 화천길 289-1(화천리 960-4)
 전화 055-586-9454 FAX 055-586-9457

/ <http://www.ofe.co.kr>

문서번호 : 기술개발 제 8 호 ('22.07.08)

수 신 : 한국농기계공업협동조합이사장

참 조 : 정책지원팀장

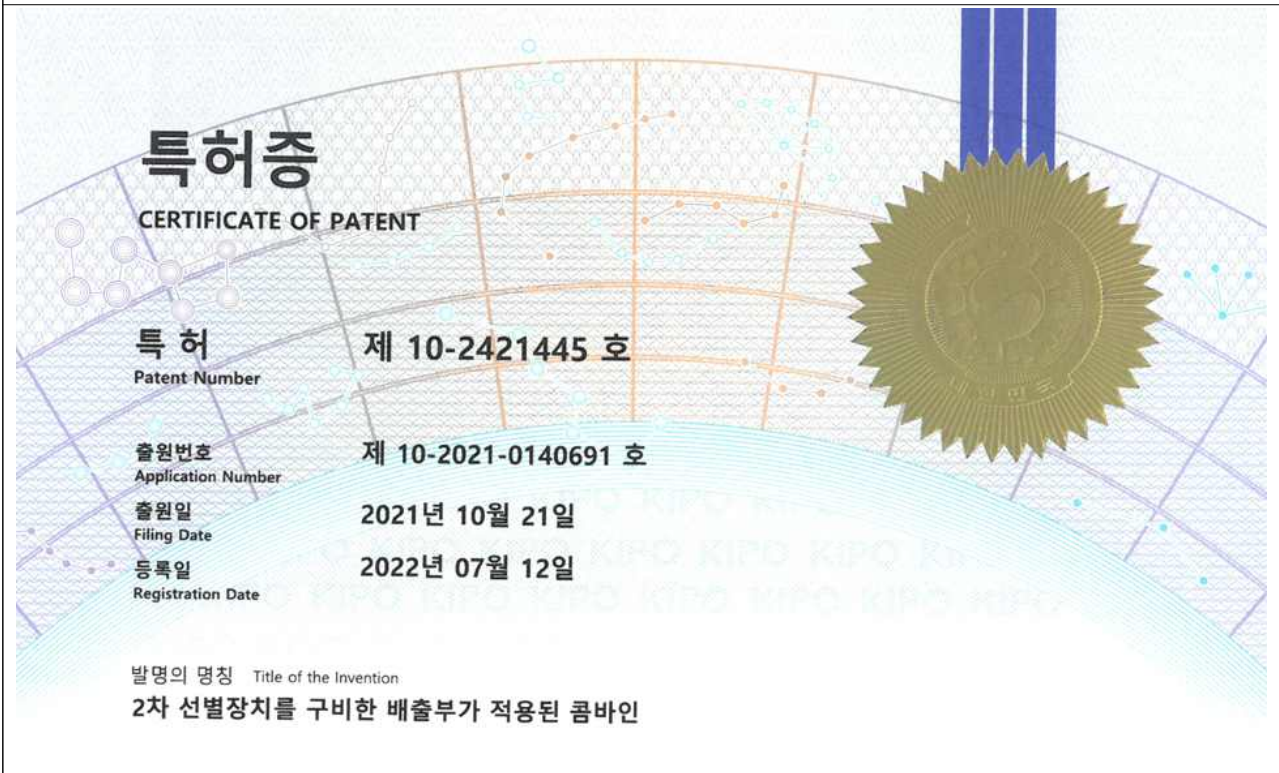
제 목 : 지능형 Compact형 콩 콤바인 정부지원 대상기종 포함 정책활용 건의

1. 귀조합의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 우리사는 발작물 수확기계를 전문으로 생산하는 발농업기계 중심기업으로 농업인의 경영비 절감과 소득 증대를 위해 지능형 Compact형 콩 콤바인을 개발중에 있습니다.

붙임

특허등록 증빙

**특허등록 보고 : 2차 선별장치를 구비한 배출부가 적용된 콤바인 (2)
[주관기관/3차년/특허청]**



붙임

특허출원 증빙

**특허출원 보고 : 다중 선별장치를 구비한 배출부가 적용된 콤바인 (6)
[주관기관/3차년/특허청]**

관인 생략

출원번호통지서

출원일자 2022.05.04
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2022-0055250 (접수번호 1-1-2022-0477906-56)
(DAS접근코드86F2)
출원인명칭 오펜주식회사(1-2014-005807-6)
대리인성명 이충한(9-2013-001988-2)
발명자성명 이범섭
발명의명칭 다중 선별장치를 구비한 배출부가 적용된 콤바인

붙임

학술발표 증빙

학술발표 보고 : 수분함량 및 회전속도에 따른 탈곡효율 분석 (4)
(공동기관/3차년/KSAM)

(사)한국농업기계학회/2022년 춘계학술대회

수분 함량 및 회전 속도에 따른 탈곡 효율 분석
Analysis of threshing Efficiency accordint to Moisture content
and Rotation Speed

이건호¹ 문병은³ 최영우¹ 김나은²
Gun-Ho Lee¹ Byeong-Eun Moon³ Na-Eun Kim² Young Woo Choi¹
볼라 파우델¹ 김현태^{2*}
Bhola Paudel¹ and Hyeon-Tae Kim^{2**}

¹경상대학교 스마트팜학과

Department of Smart Farm, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

²경상대학교 바이오시스템공학과

Department of Engineering, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Republic of Korea

³순천대학교 융합바이오시스템기계공학과

Department of Convergence Biosystem Mechanical Engineering, Suncheon National

붙임

홍보 증빙

홍보보고 : 지능형 콩 콤바인(2022년8월호) (4)
(주관기관/3차년/월간시농초월)

www.ofe.co.kr

파종·수확은 오페Cf_e
발작물은 언제나 오페Cf_e와 함께 합니다

2단 급통2단 선별
곡물손상·손실을 최소화
지주식 콩 수확 콤바인
ABC-270

지능형 콩 콤바인
OBC-210
경사지 및 산간지역에
일괄 작업 가능한 콩 수확 콤바인

소형 다용도 콤바인
ABC-130

AS-45 콩, 팥, 옥수수 등 파종 가능 2조식4조식 파종기 AS-25

배추 수확기
OKH-100

**홍보보고 : 지능형 콩 콤바인(20220825) (5)
[주관기관/3차년/농축산기계신문]**

Cfe 오피(주) 지능형 콤팩트 콩콤바인



중산간지에 탁월...HST 부착으로 안정성 뛰어나

예취폭 2,100mm·HST 적용으로 여성·고령인도 ‘거뜰’

정부지원 연구과제를 통해 새롭게 개발된 지능형 콤팩트형 콩콤바인으로, 콩주산지의 수확작업에 최적화됐다.

디젤 117마력의 고마력 엔진을 탑재해 콤팩트 타입이면서도 예취폭 2,100mm를 실현했으며, HST 무단변속장치를 적용해 여성·고령인도 손쉽게 운전 및 조작할 수 있도록 개발됐다. 예취부 및 기체에는 좌우 수평제어가 가능한 크롤러 구동주행 시스템이 적용돼 농작업 중 발생하는 안전사고를 사전에 예방할 수 있도록 고안 됐다. 특히 농작업 환경에 따라 경사지에서도 적용이 가능하도록 최저 지상고 조절기능 및 구조역학적으로 선회 반경을 최소화 해 농작업의 효율성을 높였다.

이와 함께 중산간지에서의 원활한 농작업이 가능하도록 차체에 적용 가능한 안전장치 및 제어장치를 부착해 작업안전성 및 작업편의성에서도 공을 들였다.

붙임

홍보 증빙

홍보보고 : 지능형 콩 콤바인(20220825) (6)
[주관기관/3차년/농축산기계신문]



붙임 1

홍보 증빙

홍보보고 : 지능형 콩 콤바인(20220915) (7)
[주관기관/3차년/한국농기계신문]



[뒷면지]

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단농기계산업화기술개발사업 지능형 제어가 가능한 Compact형 콩 콤바인 개발 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 첨단농기계산업화개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.