

(옆면)

(앞면)

과제 번호

317014-03
(과제명)

농
업
기
계

전
자
제
어

장
치

품
질
고
도
화

기
술
개
발

최
종
보
고
서

(견고덕14p)

2019

(견고덕13p)

농
림
축
산
식
품
부
농
림
식
품
기
술
기
획
평
가
원

(견고덕17p)

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(), 비공개(), 발간등록번호(○)

발간등록번호

11-1543000-003114-01

(견고덕31p)

농업기계 전자제어 장치 품질고도화 기술개발

최종보고서

2020.07.03.

(견고덕15p)

주관연구기관 / 대동공업(주)

참여기관 / 대성나찌(주)

참여기관 / 네이스코(주)

참여기관 / 충남대학교

위탁연구기관 / 한국기계연구원

(견고덕 15.5p)

농림축산식품부

(전문기관) 농림식품기술기획평가원

(견고덕 20p)

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “농업기계(트랙터, 이앙기)전자제어 장치 품질고도화 기술개발”(개발기간 : 2017. 04 . ~ 2019. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 02 . 15 .

주관연구기관명 : 대동공업(주) (대표자) 김준식·하창욱

참여기관명 : 대성나찌유압공업(주)(대표자) 김 영 대

참여기관명 : (주)네이스코 (대표자) 강 인 순

참여기관명 : 충남대학교 (대표자) 이 영 석

위탁연구기관명 : 한국기계연구원 (대표자) 박 천 흥

주관연구책임자 : 서보근

참여기관책임자 : 박종우

참여기관책임자 : 이홍록

참여기관책임자 : 이승현

위탁연구기관책임자 : 김수철



국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “농업기계(트랙터, 이앙기)전자제어 장치 품질고도화 기술개발”(개발기간 : 2017. 04 . ~ 2019. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2020. 02 . 15 .

주관연구기관명 : 대동공업(주)	(대표자) 김준식·하창욱	(인)
참여기관명 : 대성나찌(주)	(대표자) 김 영 대	(인)
참여기관명 : 네이스코(주)	(대표자) 강 인 순	(인)
참여기관명 : 충남대학교	(대표자) 이 영 석	(인)
위탁연구기관명 : 한국기계연구원	(대표자) 박 천 홍	(인)

주관연구책임자 : 서보근
참여기관책임자 : 박종우
참여기관책임자 : 이홍록
참여기관책임자 : 이승현
위탁연구기관책임자 : 김수철

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	317014-03	해 당 단 계 연 구 기 간	3차년도	단 계 구 분	3차년도/ 3차년도
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	침단생산기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	농업기계(트랙터, 이앙기)전자제어 장치 품질고도화 기술 개발			
연구책임자	서 보 근	해당단계 참여연구원 수	총: 39명 내부: 39명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 700,000천원 민간: 300,000천원 계: 1,000,000 천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 39명 내부: 39명 외부: 명	총 연구 개발비	정부:2,000,000천원 민간:860,000천원 계:2,860,000천원
연구기관명 및 소속부서명				참여기업명	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:한국기계연구원			연구책임자:김수철 연구원	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

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

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	3	4									

<논문_3건>

No	논문명	학술지명	주저 자명	호	국명	발행 기관	SCI여부 (SCI/비SCI)	게재 일	등록번 호
1	AMESim을 이용한 농업용 트랙터의 변속충격 시뮬레이션	정밀농업기 술지	김상욱	5월	대한 민국	(사)한국 정밀농 업학회	비SCI	'17.11. 24	2383- 9880
2	Hydraulic system simulation of rice transplanter	정밀농업 기술지	서보근	6월	대한 민국	(사)한국 정밀농 업학회	비SCI	'18.06. 24	2383- 9880
3	PID Control Algorithm Based on Hydraulic Oil Viscosity for the Proportional Valve of the Planting Depth Control System	Agriculture	Md Abu Ayub Siddique	-	Switzer land	MDPI AG	SCI	Under review	2077- 0472

<특허 출원_4건>

NO	특허명칭	출원 번호	출원일	비고
1	이식부의 위치 조절이 가능한 모종 이식기	10-2018- 0024306	'18.02.28	
2	승용이앙기의 시동제어장치 및 방법, 그리고 시동제어 장치를 포함하는 승용이앙기	10-2018- 0044624	'18.04.17	
3	승용이앙기의 엔진 자동제어 장치 및 이를 포함하는 승용이앙기	10-2018- 0044623	'18.04.17	
4	아크방지 기능이 있는 농기계용 회전식 스위치	10-2017-0048480	'17.04.14	

<특허 등록_4건>

NO	특허명칭	등록 번호	등록일	비고
1	자율주행 트랙터의 경심제어 장치	10-2016819	'19.09.16	
2	아크방지 기능이 있는 농기계용 회전식 스위치	10-2038519	'19.10.24	
3	승용이앙기의 엔진 자동제어 장치 및 이를 포함하는 승용이앙기	10-2040214	'19.10.29	
4	이식부의 위치 조절이 가능한 모종 이식기	10-1869462-0000	'18.06.14	

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

<p>요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)</p> <ul style="list-style-type: none"> -.전자제어시스템과 전자비례제어밸브를 적용한 농업기계 개발 -.전자비례제어밸브 개발 -.전자제어 시스템 개발 -.전자유압 제어 시뮬레이션 모델 개발 및 성능평가 -.전자비례제어밸브 	<p>보고서 면수</p>
---	---------------

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p><연구 목적> ○전자비례제어밸브와 전자제어 시스템을 적용한 농업기계 개발</p> <p><연구 내용> ○작업부 전자제어 기술 개발 -.제어로직 및 알고리즘 S/W와H/W 개발 -.전자비례제어밸브 개발 ○작업부 전자제어 장치 품질 고도화 -.전자비례제어밸브의 해석 모델과 신뢰성 평가 기술 개발 ○상기 제어 장치를 적용한 농업기계 개발</p>				
<p>연구개발성과</p>	<p>○전자제어 장치의 품질고도화된 농업기계의 제품화(승용이앙기, 트랙터) ○관련 특허 출원 4건 및 특허 등록4건, 기술이전 2건, 학회 논문3건 발표, 학술발표 6건 ○전자제어 시스템 및 전자비례제어밸브의 원천기술 확보를 통한 농업기계의 국내 자체 기술 개발 활성화 도모 가능 ○해외선진업체와의 기술격차 해소를 통한 국내 농업기계 산업의 경쟁력 강화</p>				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<p><활용 계획> ○ 작업부 전자제어 장치의 승용이앙기, 트랙터 등 농업기계 적용 기술 개발 -.국내외 시장에서 품질 및 기술 경쟁력 우위로 시장 점유율과 매출 증대 효과 ○ 전자제어 장치와의 연동을 통한 경심, 작업기 위치등 고속, 고정밀 작업부 전자제어 기술 개발</p> <p><기대 효과> ○ 기술적 측면 -.전자제어 시스템 공용 적용으로 cost down 및 품질의 신뢰성 확보 예상 -.기술경쟁력 확보로 다양한 제품 개발 가능 ○ 경제적·산업적 측면 -.전자제어 장치 품질 고도화 기술 개발로 수입농기계와의 경쟁력 제고로 시장 점유율 확대 기대 -.국산품 공급 확대로 국내시장 잠식대응 및 저렴한 기대 및 보용품 공급으로 농가부담 경감 기대 -.해외선진 업체와의 기술 격차 해소를 통해 국내 농기계 산업의 대외 경쟁력 강화와 수출 경쟁력 증대 가능</p>				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>작업부 전자제어</p>	<p>경심제어</p>	<p>품질고도화</p>	<p>승용이앙기</p>	<p>트랙터</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>					

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

<본문목차>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	9
2. 연구수행 내용 및 결과	12
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	237
4. 연구결과의 활용 계획 등	252
붙임. 참고 문헌	

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

- ㄱ)고도화된 수입 농기계의 국산 시장 잠식으로 인한 국내 농기계의 입지가 점차 약화됨
- ㄴ)침단화된 수입 농기계에 대한 경쟁력 강화
- ㄷ)국내 농기계 산업의 전자제어시스템 연구 개발에 대한 도약
- ㄹ)농업기계의 자동화, 편의성 향상을 위해 최근 기술 적용이 확대되고 있는 전자제어 장치의 품질 고도화를 통한 농업기계 작업 효율 및 농업 생산성을 증대
- ㅁ)핵심부품의 수입으로 막대한 외화 낭비와 농업기계 기술 침체등을 초래하고 있어 핵심부품의 국산화 및 기술 개발 필요함
- ㅂ)국내 포장 환경을 고려한 경심, 수평 제어 등 작업부 전자제어 기술 고도화 개발 필요
- ㅅ)기존의 전자유압 시스템은 단독으로 시스템을 구성하여 동작하였으나 통합제어 시스템에서는 작업부하에 따른 최적 동력제어를 수행하므로 고효율 작업이 가능함
- ㅇ)본 과제 완료 후에 관련된 기술은 타산업/타업체로의 확대 적용으로 주관 기업 및 참여기관(대성나찌, 네이스코)의 회사 매출 극대화

1-2. 연구개발의 필요성

(1)국내 농업기계 시장의 현실적 측면

- ㄱ)전자제어 장치 관련 기술은 고객의 구매를 결정하는 가장 큰 요소로 미국, 일본 등 수입산 제품과의 큰 격차를 보임
- ㄴ)농업기계 분야에서도 자동차와 같이 점차 전자제어 응용 분야가 확산되어 가고 있으나 선진사 대비 기술 수준의 차이로 적용이 쉽지 않음
- ㄷ)작업부의 전자제어 기술은 다양한 농업기계에 활용이 가능한 기술로 고도화 기술 개발을 통한 품질향상 시급함
- ㄹ)국내업체의 승용이앙기 분야에서 비례제어 밸브 적용 사례는 전무한 상태이며, 트랙터의 경우 비례제어밸브가 적용 중이나 고객의 불만사항이 많아 개선 필요
- ㅁ)승용이앙기의 경우 첨단 기술 및 자동화 기술을 적용한 수입이앙기가 60%가량이 점유하고 있다.
- ㅂ)일본 제품의 점유율이 높고, 시장잠식이 큰(승용)이앙기와 트랙터의 기술 및 제품경쟁력 강화 시급
- ㅅ)수입농기계에 대한 대처 방안으로 국산 농기계의 기술 및 품질 향상과 원가 절감만이 최선이라 판단되며, 이를 위해선 국내업체의 국산화에 대한 자구 노력과 함께 연구개발(R&D)에 대한 정부 차원의 적극적인 지원 필요.



<수입 농업기계의 국내 점유율>

(2) 연구개발의 기술적 측면

- ㄱ) 작업부 전자제어는 승용이앙기, 트랙터 등 다양한 농업기계에 활용이 가능한 기술로 고도 화기술 개발을 통한 품질향상 시급함
- ㄴ) 전자제어 및 비례밸브의 원천 기술 확보로 다양한 농업기계 응용 가능
- ㄷ) 산.학.연구기관과의 유기적인 관계로 기술개발과 기술이전, 개선업무를 통해 국내 작업부 전자제어 시스템 업그레이드 시킬 수 있고, 선진국과의 기술격차 완화 가능
- ㄹ) 현재의 On/Off Solenoid 밸브보다 전자유압비례제어밸브는 더 높은 수준의 제어를 제공 함과 동시에 포장지의 요철, 다양한 토질에 대응하여 작업부의 작업(로타리, 썬레, 이앙 등) 을 더 정밀하게 수행 할 수 있다
- ㅁ) 본 과제를 통하여 참여기관(대성나찌, 네이스코)의 전자비례제어밸브와 전자제어 시스템의 원천 기술 확보로 선진사와의 기술 격차 완화 및 타산업으로 확대 전개 가능

(3) 연구개발의 경제 산업적 측면

- ㄱ) 기술력 경쟁력 제고 국내 시장 점유율 확대 및 수출 경쟁력 증대 예상
- ㄴ) 국산 보용품 공급 및 품질 경쟁력으로 농가부담 경감
- ㄷ) 국내 기업의 기술력 인정으로 국가 Brand 이미지 제고
- ㄹ) 작업의 효율과 작업환경 개선으로 농가 수익 증대 기대
- ㅁ) 전자비례제어밸브와 전자제어 시스템의 부품 공용화 및 기술 향상으로 참여기관 (대성나찌, 네이스코)의 회사 매출 극대화 및 경쟁력 증대 예상

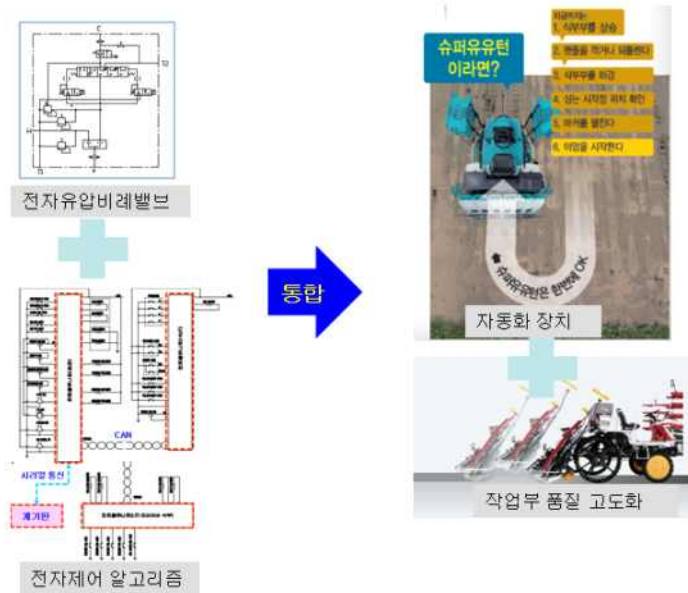
(4) 연구개발의 사회적 측면

- ㄱ) 농업기계의 기술적 진보로 작업의 편리성 기대
- ㄴ) 고령의 농민에게는 편리성, 젊은 귀농인에게는 국산 Brand의 자부심 고취

1-3. 연구개발 범위

○ 전자제어시스템과 전자비례제어밸브를 적용한 농업기계 개발

- ㄱ) 경심제어 장치와 전자제어 시스템장치를 장착한 농업기계 개발
- ㄴ) 일관적인 경심제어 가능한 전자비례제어밸브 장치 개발
- ㄷ) 전자제어를 컨트롤할 수 있는 제어기 개발
- ㄹ) 전자유압 시스템 해석 모델 개발
- ㅁ) 전자비례제어밸브의 신뢰성 평가 및 표준화 기술 개발



<그림 전자유압비례밸브와 전자제어 알고리즘의 통합 예시>

2. 연구수행 내용 및 결과

2-1. 1차년도 연구개발 목표 및 결과

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	달성도	연구결과
1차 년도 (2017)	전자제어장 치 농업기계 (승용이앙기)Application 적용 기술 개발	핵심기술 벤치마킹 및 타사 특허분석	• 선진사 기대 분석	100%	• 전자제어 시스템에 대한 선진사 성능분석 완료
			• 전자제어 시스템에 대한 타사 특허 분석	100%	• 전자제어 시스템에 대한 타사 특허 분석 완료
		각 기능별 시스템 조사 및 lay-out 설계	• 각 센서별 기능 분석 및 Application 부 설계	100%	• 조향각센서, 차속센서, 플로트 센서, 링크 센서의 기능 분석 완료 • 센서류 application부 설계
			• 전자식 경심제어 시스템에 대한 기능 모델링 전개	100%	• 각 시스템별 기능 및 자동경심제어 lay-out 완료
		핵심 기술 적용 관련한 작업부 및 본기부 System 설계 및 개발	• 작업부 프레임부 및 링크 연결부 설계	100%	• 작업부 프레임 및 링크 연결부 설계 완료 • 경심제어 링크부 설계 및 플로트 센서 작동부 설계 완료
			• 본기부 프레임부 및 변속 링크류 설계	100%	• 프레임 시작품 제작 • NASTRAN을 이용한 구조 해석 완료 • 변속 링크류 설계 완료
	전자비례제 어밸브 개발	선진 해외제품 확보 및 분석	• System의 압력, 유량, 전원 사양과 밸브의 사양 매칭 검토 • 선진 해외제품 시험 및 분석	100%	• System사양 검토 완료 (최대 압력 110 bar, 최대 유량 13LPM, 전원 사양 전류 800mA 확인) • 선진제품 시험 및 시험결과 분석 검토 완료
		전자비례제어 밸브 Concept 설계	• Concept 설계 (2D/3D설계)	100%	• 2D/3D설계 완료

구분 (연도)	세부과제 명	세부연구목표	연구개발 수행내용	달성도	연구결과
1차 년도 (2017)	전자제어 시스템 기술 개발	핵심기술 적용 관련한 전자제어 시스템 설계 제작	<ul style="list-style-type: none"> • 해외선진 제품H/SW분석 및 핵심 개발 기술 벤치 마킹 • 제어기 입출력 기능전개 • 입출력 개발용 시뮬레이터 제작 • 시작품 설계,제작 및 제어기 입출력 회로 시험 	100%	<ul style="list-style-type: none"> • 이양기 해외선진 제품H/SW분석 및 핵심 개발 • 기술 벤치 마킹 • 제어기 입출력 기능전개완료(이양기, 트랙터) • 입출력 개발용 시뮬레이터 제작 • 시작품 설계 및 제작, 시험완료 • 제어기 입출력 회로 설계 및 회로 시험분석 완료
	전자유압 제어 시뮬레이 션 모델 개발 및 성능 평가	전자유압 시스템 해석 관련 자료 및 문헌조사	<ul style="list-style-type: none"> • 전자유압 시스템 관련자료 및 문헌조사 	100%	<ul style="list-style-type: none"> • 전자유압시스템 관련 선형 연구 자료 및 문헌 조사를 통한 시스템 분석 자료
		이양기 및 트랙터의 부품/기술 공용화가 가능한 작업부의 전자유압 layout 설계	<ul style="list-style-type: none"> • 선진사 제품 유압시스템 분석 • 선진사 제품기반 시뮬레이션 모델 개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> • 선진사 제품 유압회로도 분석 결과 • AME Sim소프트 웨어를 이용한 전자유압 시스템 lay-out구성도
		유압밸브 단품 시뮬레이션 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 유압밸브 시뮬레이션 모델 개발 • 유압밸브 모델 성능 테스트 	100%	<ul style="list-style-type: none"> • 유압밸브 단품 시뮬레이션 모델 • 유압밸브 단품 성능 테스트 결과
	전자유압 비례밸브 신뢰성 평가 기준 개발	벤치마킹을 통한 신뢰성 자료 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 선진사 유압시스템 분석 • 선진사 유압밸브 분석 	100%	<ul style="list-style-type: none"> • 선진사 제품 유압시스템 구조 분석 • 선진사 제품 비례제어 밸브 분석
		선진자료 분석을 통한 전자유압 비례밸브 신뢰성 평가 기준 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 작업패턴 조사 • 신뢰성 평가 기준 개발(성능, 수명) • 시험 조건 및 측정 허용차 	100%	<ul style="list-style-type: none"> • 설문조사를 통한 이양기 작업현황 조사 • 조사자료를 활용한 이양기 작업패턴 추출 • 신뢰성평가 기준 개발

2-2. 당해연도(2차년도) 연구개발 목표 및 결과

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	달성도	연구결과
2차 년도 (2018)	전자제어장 치 농업기계 (승용이앙기) Application 적용 기술 개발	1차 pilot기대 제작	<ul style="list-style-type: none"> 프레임부 시작품 개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 본기부 프레임류 개발 엔진마운팅부 개발 이앙작업부 프레임 개발
			<ul style="list-style-type: none"> 이앙부 자동경심제어 시스템부 개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 경심작동부 시작품 개발 묘탐재대 시스템부 개발
			<ul style="list-style-type: none"> 스마트틴 기능 시스템 개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 스위치 조작부 개발 제어 알고리즘 개발 각 기능별 센서 작동부 개발 라인마카암 좌,우 개발
			<ul style="list-style-type: none"> 타기종(트랙터) 자동 경심 제어 장치 개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 경심시스템 기능 모델링 전개 경심센싱 시스템의 셋팅 방법 정의 경심제어 로직 개발 경심브라켓/케이블 셋팅 구조 개발
		성능 시험	<ul style="list-style-type: none"> 정치 시험 (벤치 테스트) 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 엔진 방열성 테스트 플로트 기본 사양 및 특성 분석 경심 성능(이앙부 반응속도 분석)
			<ul style="list-style-type: none"> 필드 실증 시험 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 필드 실증 이앙작업 실작업 시 data분석 플로트 전압값(실측 data) 분포도 확인
	전자비례제 어밸브 개발	상세 설계 및 보완 설계	<ul style="list-style-type: none"> System 적용 유량, 압력 사양에 준한 설계 전자비례제어밸브 사양에 준한 설계 이앙기장착성 고려한 설계 	100%	<ul style="list-style-type: none"> system 요구 사양 정의 (압력:110±5kgf/cm², 최대유량:11.775LPM) 전원 사양:DC12V) 전자비례제어밸브 전류대비 압력 설계 (전원사양:DC12V, Normal Current:0~800mA, Coil 사양:7.5Ω) 이앙기 장착성 검토

	전자비례제어 밸브 1차 pilot 제작	<ul style="list-style-type: none"> 전자비례제어밸브 단품 개발 및 제작 전자비례제어밸브 부품 제작 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 밸브 Block 및 그 외 단품 개발 전자비례제어밸브 ass'y부품 개발
	성능 분석 및 개선 보완	<ul style="list-style-type: none"> 전류대비 압력 특성 Test 전류대비 유량 특성 Test 정량적 목표 실적 타기종 공용 적용 검토 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 제어유량 및 제어 압력 범위 분석 제어압력 Hysteresis 분석 Spool 상승/하강 개도 면적 선도 대비 유량 특성 분석 제어 응답성 Test
	전자제어 시스템 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 핵심 기술 적용 관련한 전자제어 시스템 보완 설계 및 제작 H/W 및 S/W 개선 설계 및 제작 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 제어로직 구현을 위한 인터페이스 수정 제어기 회로 보완 설계 및 PCB ARTWORK 및 CASE 보완 설계 및 제작 제어 정보 입력을 위한 입력 스위치 개발
	성능 분석 및 개선 보완	<ul style="list-style-type: none"> 제어기 단품 시험 분석 및 개선 1차 pilot 성능 평가 시험 결과 및 기능별 제어로직 보완 타기종 공용 적용 검토 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 과전압 및 전원역접촉 시험 및 개선 보완 필드 실증 성능평가 진행 기능별 제어로직 보완
전자유압 제어 시뮬레이션 모델 개발 및 성능 평가	시뮬레이션 소프트웨어를 이용한 요소부품에 대한 모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> 유압 시스템 동력 흐름도를 기반으로 한 요소부품 모델 개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 전자비례제어밸브 모델 개발 및 실제 제원 입력을 통한 요소부품 모델 개발 이양기 유압시스템 전자비례제어밸브 모델 개발 승하강부 밸브 사양 최적화 및 타기관과의 협력을 통한 시뮬레이션 활용

	<ul style="list-style-type: none"> 요소부품 SI를 통한 전자유압 시스템 해석 시뮬레이션 모델 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 개발한 요소부품에 대한 전체 SI(System Integration) SI를 통한 전자유압 시스템 해석 시뮬레이션 모델 개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 이양기 승하강 제어 모델 개발 및 수평제어 모델과의 SI 전체 모델과의 결합을 통한 시뮬레이션 결과 분석
	<ul style="list-style-type: none"> 작업부 핵심 부품 제어로직 및 알고리즘에 따른 해석 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 전자비례제어밸브 모델에 작업부 핵심 부품 제어로직 적용 핵심 부품 알고리즘 적용을 통한 시뮬레이션 해석 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 전자유압밸브 PID계수 선정 및 계수 적용 PID제어를 통한 전자비례제어밸브 신뢰성 평가 및 최적화
전자비례제어밸브 신뢰성 평가 기술 개발	핵심부품의 신뢰성 평가를 위한 시험장치 구성 및 B/M 성능평가	<ul style="list-style-type: none"> EPPR밸브 시험 장치 구성 실시간 계측시스템 구성 B/M밸브 성능 평가 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 전자비례제어밸브 시험장치 구성 시험 장치 구동용 S/W 구성 B/M밸브 성능 평가 및 비교
	신뢰성 평가 기준 개발	<ul style="list-style-type: none"> 개발 대상 밸브 성능 및 신뢰성 평가 신뢰성 코드 개발 신뢰성 시험 수행 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 개발 대상 밸브 성능 평가 신뢰성 코드 개발 관련 필드 실증 작업 개발 대상 밸브 신뢰성 시험 수행

2-3. 3차년도 연구개발 목표 및 결과

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	달성도	연구결과
3차 년도 (2019)	전자제어장치 농업기계 (승용이앙기) 개발	2차 pilot기대 제작	<ul style="list-style-type: none"> 2차 pilot기대 제작 추진 및 조립 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 2차 pilot기대 조립
			<ul style="list-style-type: none"> 작업부 및 본기부 자동화 시스템 개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 전자식 각조 클러치 개발 균평 자동화 개발 소식사양 개발 이앙작업부 프레임지지 및 접촉판지지대 수정 작업부 연결부 개발
			<ul style="list-style-type: none"> 타기종(트랙터) 자동 경심 제어 장치 최적화 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 경심제어 부품개발 경심시스템의 고장모드 영향 분석에 따른 2차 시작품 제작 및 테스트 검증 트랙터 공용화 적용
		성능 시험	<ul style="list-style-type: none"> 정치 시험 (벤치 테스트) 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 조향내구 시험 작업부 내구시험 저온시동성 시험 소음/진동 시험 유압성능 시험 소식 사양 점프클러치 시험 전도각 시험 Grong시험
			<ul style="list-style-type: none"> 필드 실증 시험 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 정도 시험 및 경심제어 개선 필드 실증 작업
			연구성과 결과	<ul style="list-style-type: none"> 기술적 성과 경제적 성과 	100%
	전자비례제어 밸브 개발	설계 확정	<ul style="list-style-type: none"> 사양 확정 	100%	<ul style="list-style-type: none"> Relief Valve 사양 확정 Flow Divider Valve 사양 확정 전자비례제어유량 사양

					<ul style="list-style-type: none"> 확정 Filter Mesh 사양 확정
			<ul style="list-style-type: none"> 도면 확정 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 전자비례제어 밸브 단품 도면 확정 전자비례제어 밸브 조합 도면 확정 부품 도면 확정
		2차 pilot 제작	<ul style="list-style-type: none"> 개선 적용 전자비례밸브 단품 개발 및 제작 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 개선 부품 제작
			<ul style="list-style-type: none"> 개선 적용 전자비례밸브 부품 개발 및 제작 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 개선 전자비례밸브 Assy 부품 개발
			<ul style="list-style-type: none"> 성능 시험 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 성능 시험 결과 공인기관 시험 결과
	<ul style="list-style-type: none"> 타 기종(트랙터) 공용 적용 검토 		100%	<ul style="list-style-type: none"> 타 기종 제어 사양 확인 부품 제작을 통한 시험 및 비교 	
	<ul style="list-style-type: none"> 적용을 위한 전자비례밸브 부품 개발 및 제작 		100%	<ul style="list-style-type: none"> 부품제작을 통한 시험 및 비교 	
	전자제어 시스템 기술 개발	제어기 개선 및 최적화	<ul style="list-style-type: none"> 개선 시제품 제작 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 신규 MCU 선정 제어기 회로 보완 설계 PCB ARTWORK 케이스 보완 설계 및 개선 시제품 제작 제어기 입력 스위치 개발
			<ul style="list-style-type: none"> 2차pilot 기대 포장 시험, 제어기능 튜닝 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 프로그램 보완(포장 시험/제어기능 튜닝)
			<ul style="list-style-type: none"> 제어기 단품 시험 및 공인 시험 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 기능시험 신뢰성 시험(내부) 제어기 공인시험

전자유압 제어 시뮬레이션 모델 개발 및 성능 평가	포장시험을 통한 전자유압시스템 해석 모델 최적화	<ul style="list-style-type: none"> 현장 실증을 통한 작업성능 평가 및 작업부 전자제어 기술 최적화 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 시뮬레이션 모델 - 시뮬레이션 모델 개발 - 시뮬레이션 조건 워크벤치를 통한 테스트 - 워크벤치 - 워크벤치 테스트결과 - 시뮬레이션 및 워크벤치 데이터 비교를 통한 전자제어기술 최적화
		<ul style="list-style-type: none"> 다양한 작업에 대한 분석 결과를 토대로 최적의 전자유압시스템 모델 개발 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 시뮬레이션 모델을 이용한 밸브 개선 - 댐핑 계수 튜닝 - 모델 개선에 따른
전자비례제어 밸브 신뢰성 평가	신뢰성 평가 방법	<ul style="list-style-type: none"> 성능평가 방법 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 작동 입력 시작 전류 범위 시험 방법 제어유량 범위, 제어입력 범위 시험 방법 제어입력 Hysteresis 시험 방법 제어 응답성 시험 방법
		<ul style="list-style-type: none"> 신뢰성 평가 방법 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 신뢰성 평가 방법
	B/M제품 신뢰성 평가	<ul style="list-style-type: none"> B/M제품 신뢰성 시험 결과 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 시험결과
	개발 제품 평가	<ul style="list-style-type: none"> 성능시험 결과 	100%	<ul style="list-style-type: none"> 작동입력시작 전류범위 시험 결과 제어유량, 제어압력 범위 시험 결과 제어압력 Hysteresis 시험 결과 제어 응답성 시험 결과
<ul style="list-style-type: none"> 신뢰성 시험 결과 		100%	<ul style="list-style-type: none"> 시험 결과 	

■ 세부 연구수행 결과

I. 1차년도(2017) 연구수행 결과

1. 전자제어장치 농업기계(승용이앙기) Application 적용 기술 개발

가. 핵심 기술 벤치 마킹 및 타사 특허 분석

1) 선진사 기대 분석

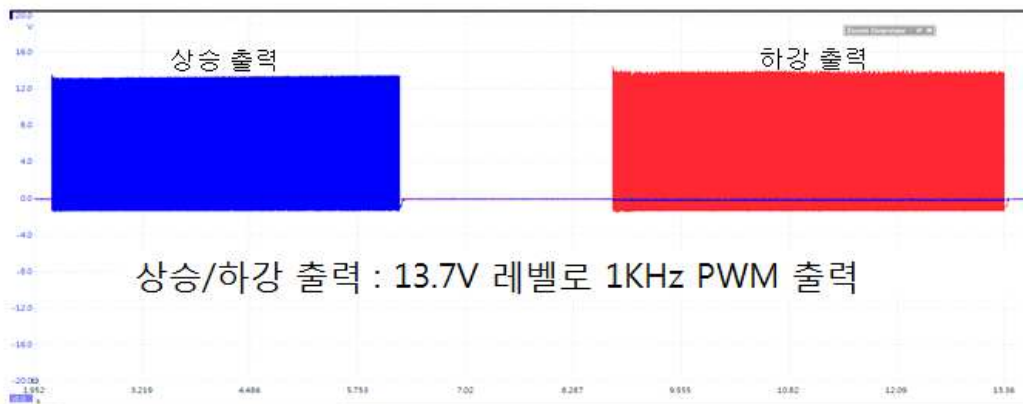
가) 선진사 기대 모델



<선진사 YR6D모델>

나) 전자비례제어밸브 출력파형 측정

구분	상승출력	하강출력	비고
정전압 사용 유무	무(13.7V)	무(13.7V)	IG전원과 0.4V 차이
출력주파수	1KHz	1KHz	
승강수동 출력 DUTY	30~50%	30~50%	
경심 자동 출력 DUTY	20~40%	20~40%	



<전자비례제어밸브의 출력 파형 분석(10KHz 샘플링 Raw data)>

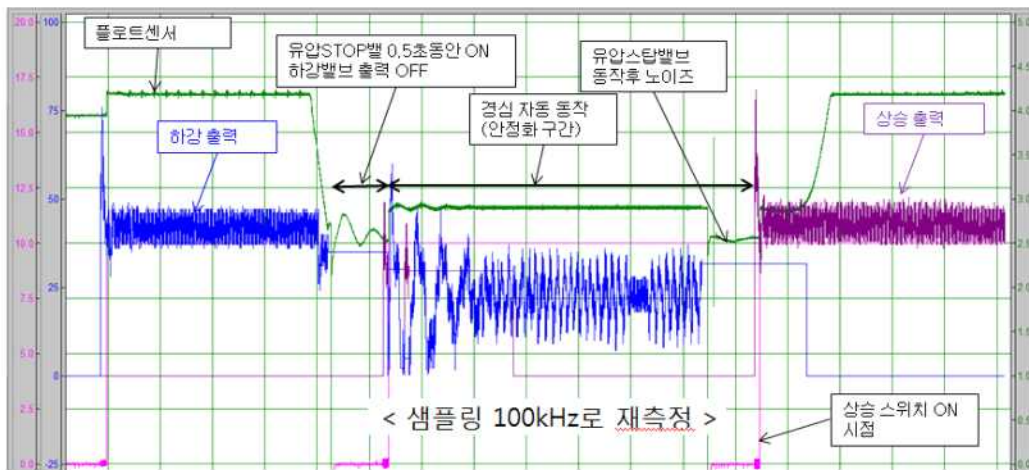
다) 원터치 레버로 상승/하강 시 전자비례제어밸브 파형 분석

- (1) DUTY로 변환 하였을 때 초기 0.04초 동안 70~80%높은 값 출력
- (2) 상승/하강 시 40%기준으로 상하 10% 진동
- (3) 안정화 구간에서 상승 20%, 하강 10%값이 짧은 시간 동안 변갈아 출력
- (4) 신호 작동 순서

순서	하강	상승
1	하강 S/W ON	상승 S/W ON
2	0.07초	0.05초
3	하강 출력 시작	상승 출력 시작
4	0.05초	0.05초
5	유압스톱 밸브 OFF	유압스톱 밸브 OFF
6	2.1초 동안 하강	4~4.4초 상승(엔진 RPM따라 변동)
7	플로트 센서 타겟값 도달	상한 스위치 동작
8	유압 STOP 밸브 ON	유압 STOP 밸브 ON
9	0.5초	
10	안정화 구간	

라) 경심자동 모드 출력 분석

- (1) 승강상승/하강 출력을 짧은 시간 변갈아 출력하여 타겟으로 수렴
- (2) 상승 출력 시점, 하강 출력 시점의 플로트 센서값 최대 0.03V 차이
- (3) 약 0.2초 구간으로 상승/하강 출력이 변갈아 ON, OFF 되나 정확한 타이밍 규칙성이 없음

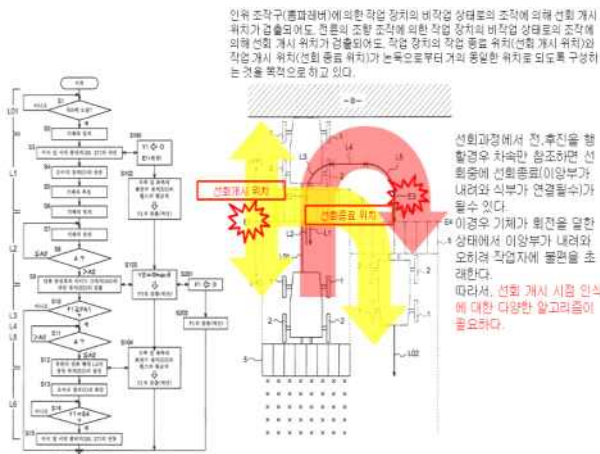


<전자비례제어밸브의 출력 파형 분석(100KHz 샘플링→DUTY로 변환)>

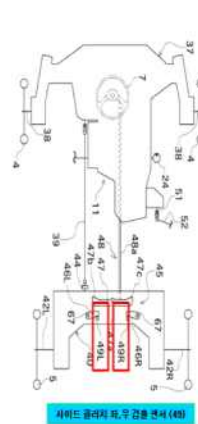
마) 유압절환 모드별 비교

- (1) 표준모드:플로트 센서 3.0V를 타겟으로 상승, 하강 동작(통상의 이양 작업 시 사용)
- (2) 물많음 모드:플로트 센서 2.5V를 타겟으로 상승, 하강 동작→표준모드 보다 이양부 높게 제어됨
(협잡물이나 물이 많은 지역에서 이양 심음 깊이를 깊게 심기 위한 목적)

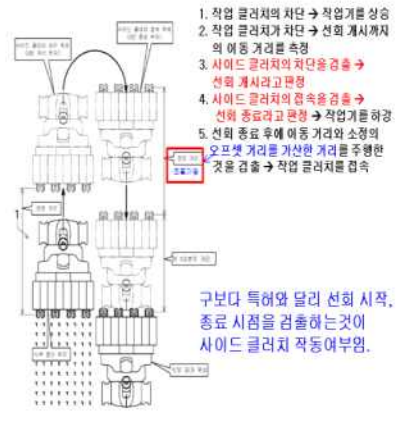
나) 국내, 중국 주요 특허 분석 결과



<일본K사 특허 검토>



<일본 Y사 특허 검토>



다) 특허 우회 방안

항목	일본K 사	일본Y 사	우회 방안	비고
기체 위치 검출 수단	후륜차속+조향각 센서를 참조한 좌표값(삼각함수)	X	알고리즘 사용 안함	
작동부 조작 수단	링크센서(이양부 높이 검출로 이양클러치 ON, OFF 시점 판단)	X		용 검출 의 적용)
차속 검출 수단	좌,우 후륜 차속 센서 2개(좌,우 차속 편차로 회전반경을 알수 있음)	차속센서 1개(이동거리만 센싱)		개) 안함
주행거리 검출 수단	좌,우 바퀴 회전수 동일	전동축 회전 검출		
조향 각도 검출 수단	조향각 센서(스트로크 센서)	좌,우 사이드 클러치 스위치	(선	용이)
선회개시 위치 검출 수단	조작레버 상승또는 핸들 선회	사이드 클러치 ON(핸들선회)	(수)N)
선회 종료 위치 검출 수단	선회 적산치가 제1또는 제2 설정 도달된 위치(볼륨으로 조절 가능)	사이드 클러치 OFF	(볼	가능)
조작 수단	선회 종료 위치 조절 볼륨	주행거리 변경 볼륨	2.<	종료 능 가능
변경 수단	주행거리 설정 변경			

Confidence

나. 각 기능별 시스템 조사 및 lay-out 설계

1) 각 센서별 기능 분석 및 application부 설계

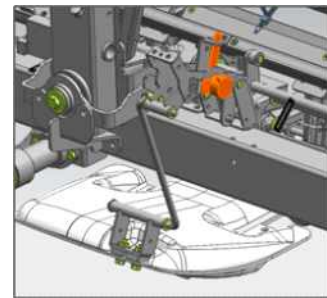
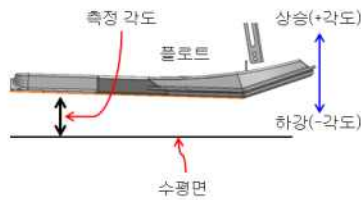
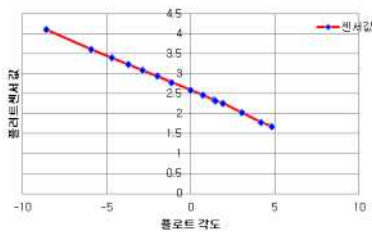
가) 플로트 각센서 시험:플로트 변위각 검출(경심 입력값 센싱)

(1) 동작 원리 : 지반 부하에 따라 플로트 각도변동하고 그변동에 따라 전자비례제어밸브를 제어함으로써 경심제어 수행

(2) 제어로직

: 플로트 변위(지반 부하에 따라 변동)→센싱(저항값 변동)→컨트롤러 입력 및 출력→전자비례제어밸브→승강 실린더→이양부 상승, 하강 또는 정지

(가) 플로트 전구간 각도별 센서값 측정



<플로트 각도 대비 센서값>

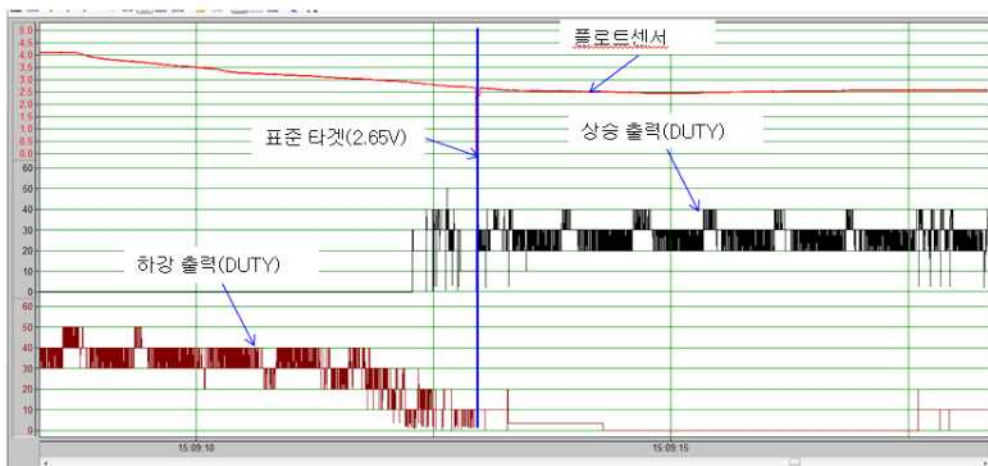
<플로트 센서 측정값 방법>

<플로트 센서 application설계 검토 안>

(나) 플로트 각도별 비례제어 밸브 출력 분석

: 플로트에 줄을 달아 10초 동안 천천히 당겨 출력을 측정→완만한 굴곡을 만났을 때 경심 반응을 재현하기 위함

: 목표지점과 차이가 클수록 출력이 커지고 타겟 전후로 상승/하강 번갈아 출력됨

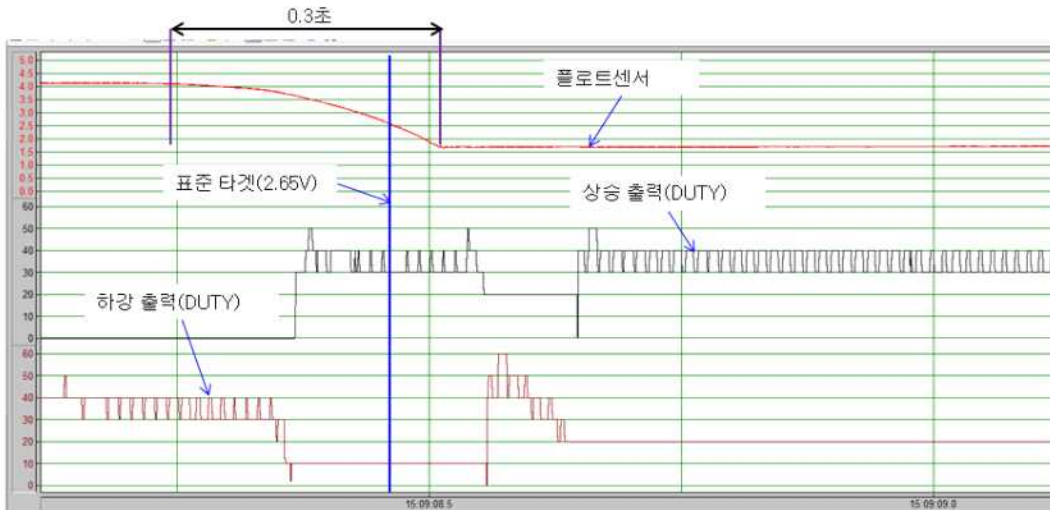


<플로트 각도별 전자비례제어 밸브 출력 분석 data>

(다) 플로트 각도 변화량에 따른 전자비례제어밸브의 출력 분석

: 플로트에 줄을 달아 빠르게 당겨 1초 동안 출력을 측정→급격한 굴곡을 만났을 때 경심 반응을 재현하기 위함

: 센서 순간 변화량에 따라 출력값의 크기 및 시점이 달라짐(급격한 변화는 모자세에 악영향을 미칠것으로 판단됨)



<플로트 각도 변화량에 따른 전자비례제어밸브 출력 분석 data>

나) 차속센서 시험 : 슈퍼유턴 기능 시 주행거리 측정으로 일정거리에서 이양부 자동하강 및 이양부 동력 연결을 함

(1) 플로트 앞단을 줄로 묶어 이양기에 고정하여 플로트 센서 2.6V를 타겟으로 동작

(2) 속도 설정볼륨을 이용하여 정지, 중속, 고속으로 주행하며 측정

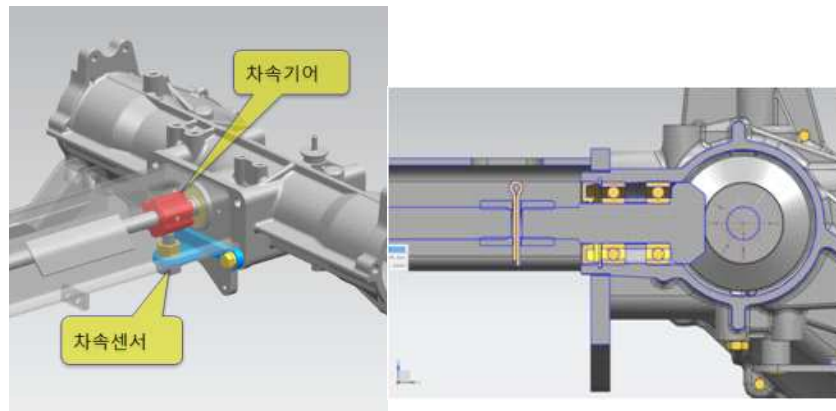
→ 속도에 따른 타겟 및 상승/하강 출력 변화 없음



<플로트센서 전단부 고정>

<속도 설정 블룸>

(a)차속 센서값 시험 측정 방법

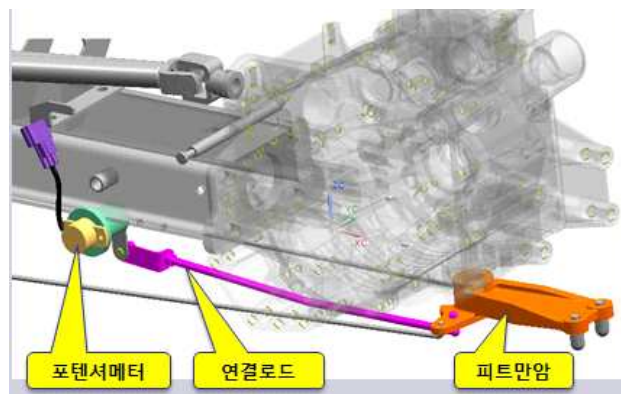


(b)차속센서 application
<차속센서의 측정 및 설계 검토 안>

다) 조향각 센서

(1) 조향각도 검출

(2) 조향 회전각도를 포텐션 메터를 통해 검출하여 이양부 승,하강 및 이양클러치 작동 시점을 결정

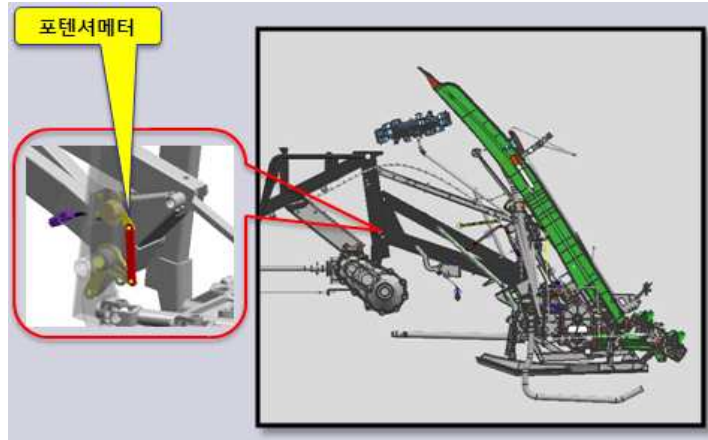


<조향각 센서의 application 설계 검토 안>

라) 링크 센서

(1) 이양부 높이 검출

(2) 포텐션 메터 각도 변화로 이양부 높이를 검출



<링크 센서의 application 설계 검토 안>

2) 전자식 경심제어 시스템에 대한 기능 모델링 전개

:기능 모델 전개를 함으로 각 부품별 상호 작용을 이해함

가)시스템:경심제어 시스템(기계식)

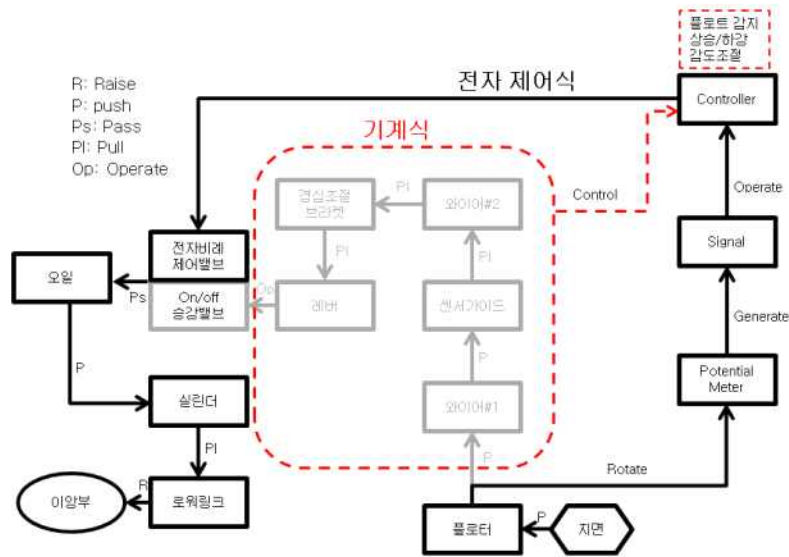
나)기능(Function) : 이양부 승하강 동작

Engineering System Component	Super System Component
플로터 와이어1,2 센서가이드 경심조절 브라켓 레버 On/off 승강밸브 실린더 로워링크 오일(oil)	이양부 지면 물(water)



<경심제어 시스템(기계식) 도식도>

다) 전자식/기계식 경심제어 기능 모델링



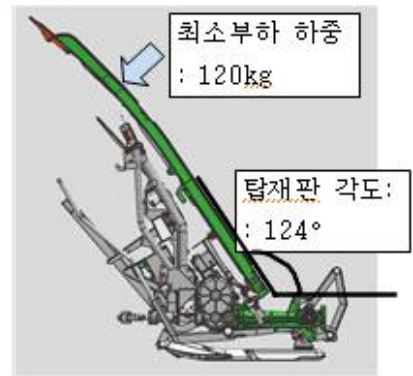
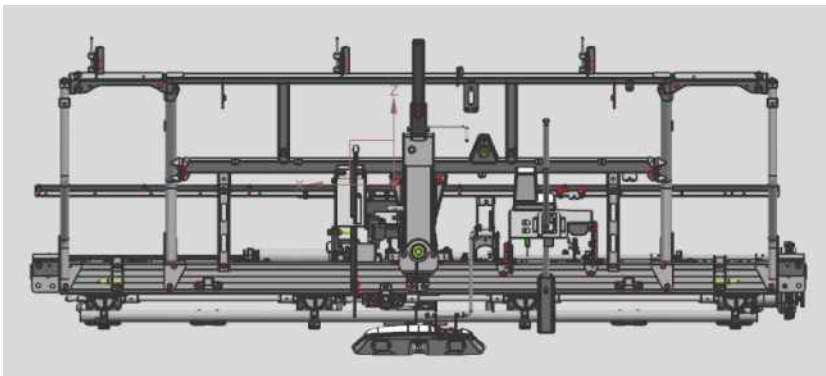
<전자식/기계식 경심제어 기능 모델링>

다. 핵심 기술 적용 관련한 작업부 및 본기부 system설계 및 개발

1) 작업부 프레임부 및 링크 연결부 설계

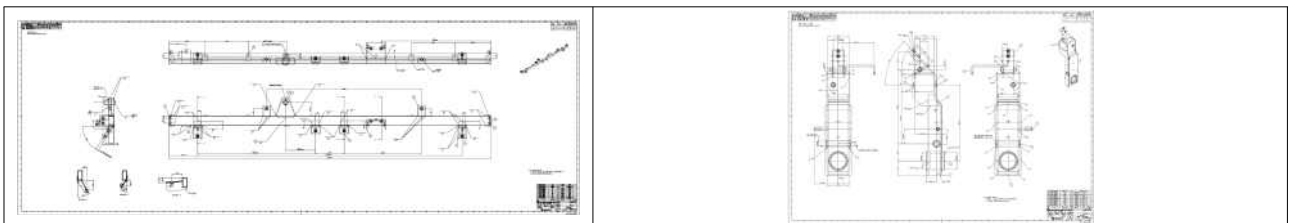
가) 작업부 프레임부 및 경심제어 링크 연결부 설계

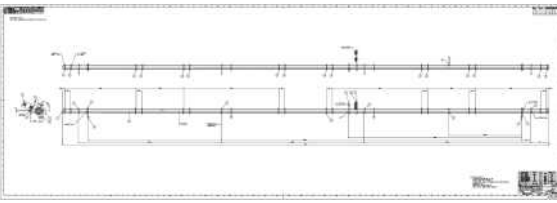
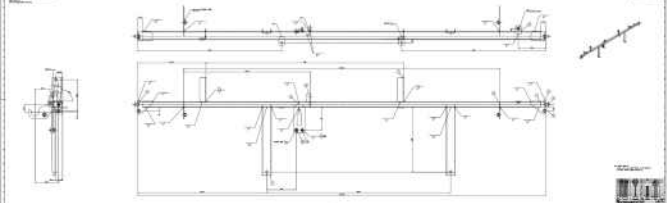
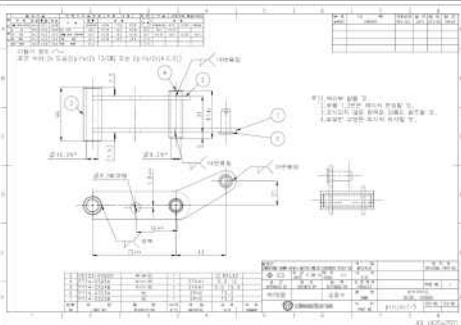
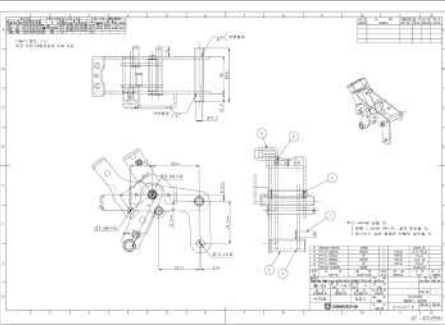
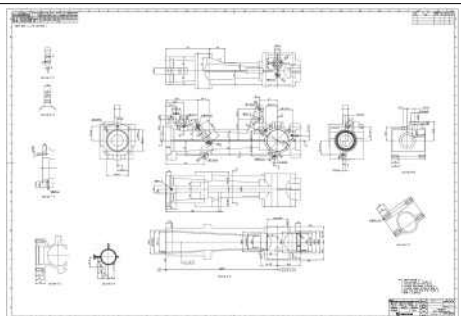
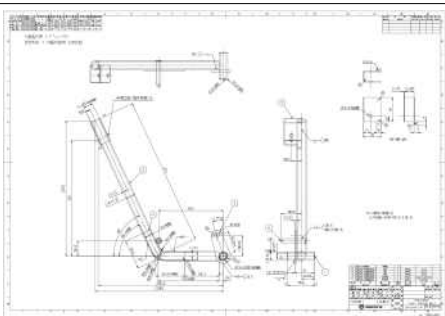
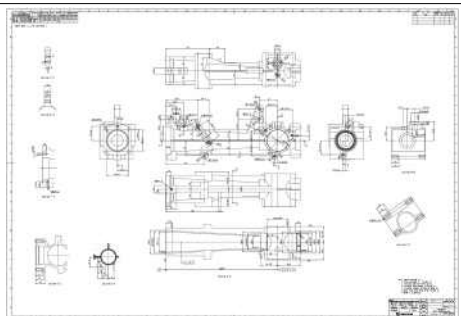
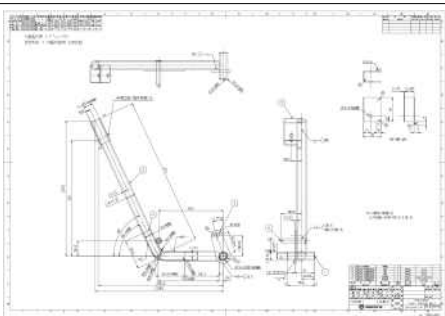
- (1) 탑재판 각도 : 124°, 조간 거리:30cm, 부하 하중 최소 120kg에 견딜 수 있는 강건성
- (2) 경심제어 링크 연결부:플로트로부터 지면 감지→스트로크 센서값 입력
→컨트롤러 제어-->전자비례제어 밸브로 응답



<작업부 프레임부 설계 검토 안>

나) 작업부 2D 도면 예시



<p style="text-align: center;">연결파이프 도면</p> 	<p style="text-align: center;">링크지점 도면</p> 
<p style="text-align: center;">조절로드 도면</p> 	<p style="text-align: center;">파이프 프레임 도면</p> 
<p style="text-align: center;">경심제어 센서 브라켓 도면</p> 	<p style="text-align: center;">경심센서 가이드 도면</p> 
<p style="text-align: center;">이앙케이스 도면</p> 	<p style="text-align: center;">묘떼기 레버 도면</p> 

2) 본기부 프레임부 및 변속링크류 설계

가) 프레임부 설계(메인프레임, 연결프레임, 조향지지대 등)

(1) 메인프레임:센싱부 정확도 증대를 위해 강건성 확보 필요

→ 프레임부 구조해석을 통하여 강건성 확보

(최대 600kg의 무게를 견딜수 있도록 설계)

(2) 연결프레임:센싱부 정확도 증대를 위해 강건성 확보 필요

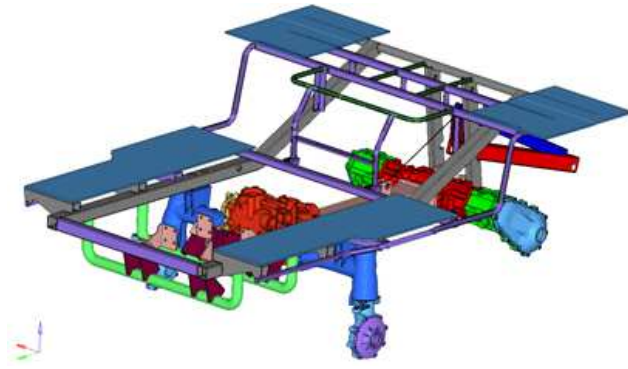
→ 메인프레임과 밧선~뒷차축조합을 연결하는 프레임 구조

(3) 조향지지대 조합:대쉬보드와 연계하여 각종 전자 제어장치를 구성할수 있는 프레임 구조

(4) NASTRAN을 이용한 프레임부 구조해석

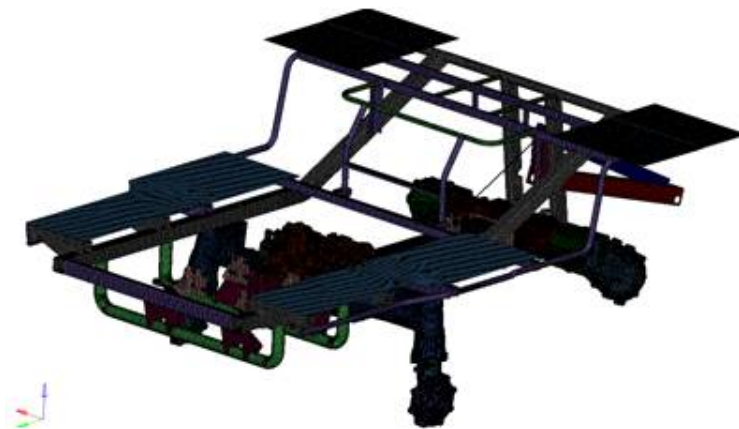
(가) 메인프레임 구조 해석 결과

① 1단계 : 3D CAD NX를 이용한 형상 모델링



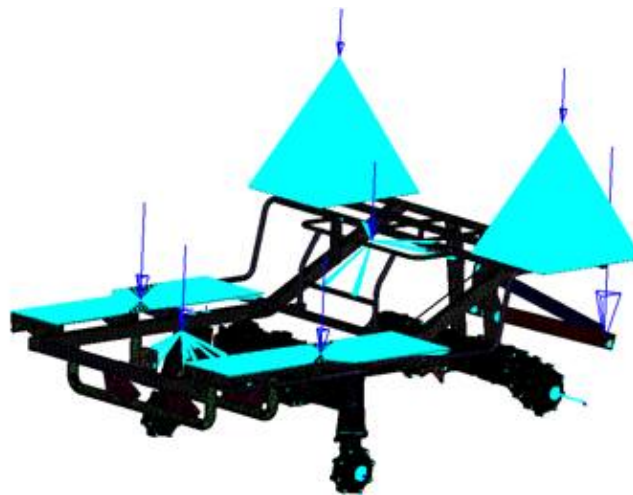
<3D 모델링 작업>

② 2단계 : Mesh작업으로 구조 해석의 선처리 작업



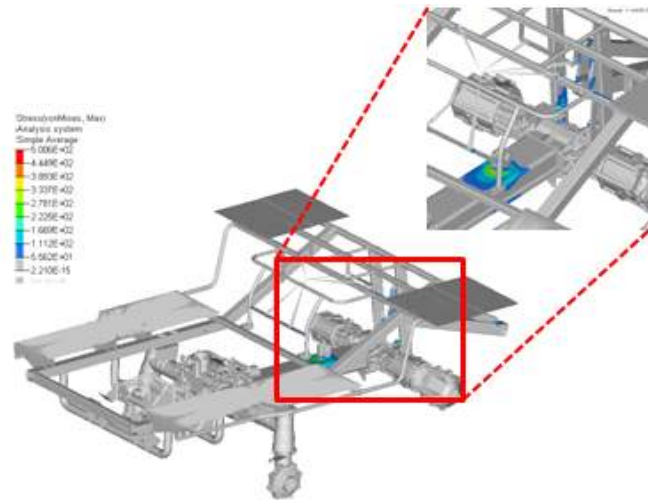
<Mesh 모델링 작업>

③ 3단계 : Mesh모델링을 이용한 하중 조건 및 경계 조건을 선정

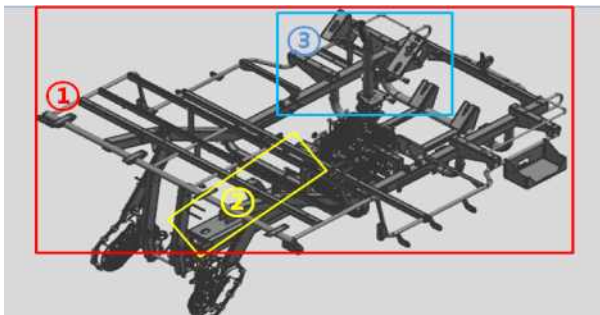


<해석을 위한 경계 조건 선정>

- ④ 4단계 : 해석 결과를 이용하여 집중 응력이 발생하는 부위를 선별→개선 설계를 진행 후 1단계~4단계 과정 반복함



<구조해석결과 확인>

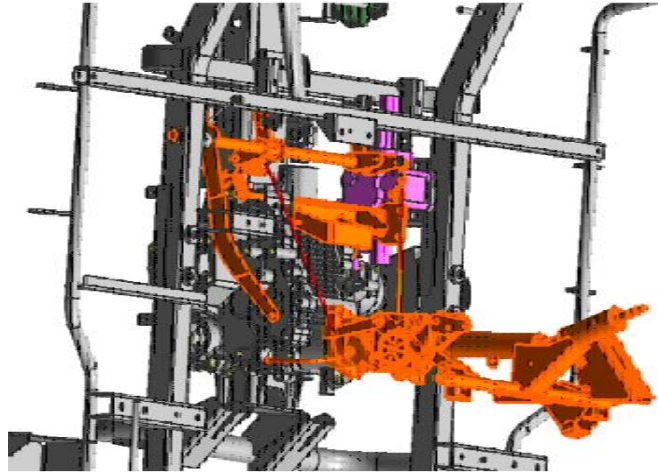


- ① 메인프레임 ASS'Y지그 ② 연결프레임 ASS'Y지그 ③ 조향지지대 ASS'Y지그

<본기프레임부 설계 검토 안 및 메인프레임 현품>

나) 변속링크류 설계

- (1) 전자 제어 장치를 수행할 수 있는 링크 구조 (원터치 레버-->컨트롤러-->센서 부 작동)
- (2) 페달 변속링크부:기대의 이동(페달-->HST변속)



<본기부 변속 링크류 설계 검토안>

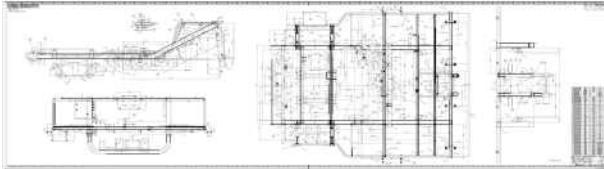
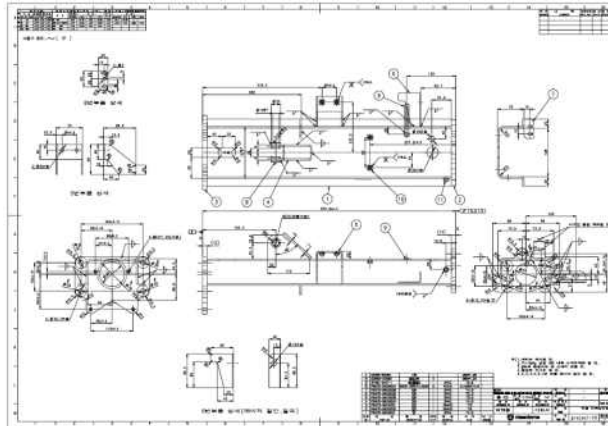
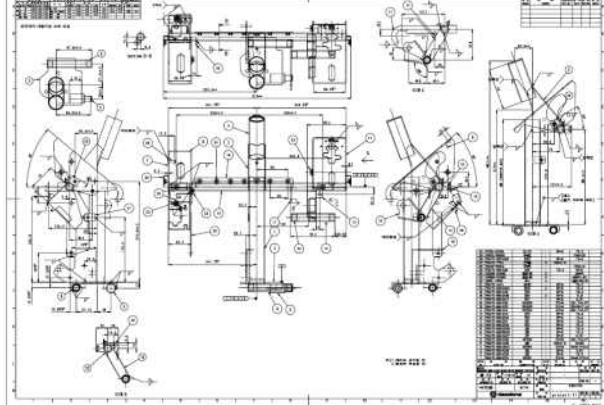
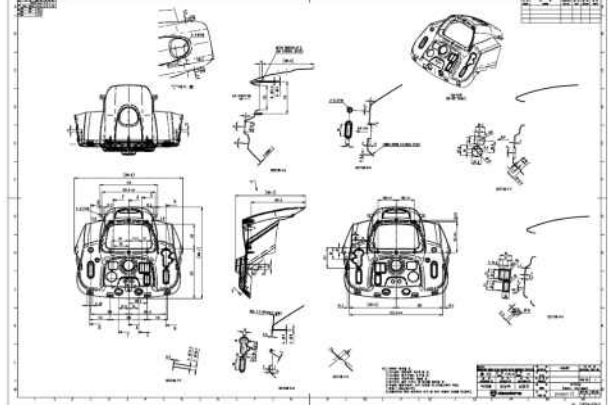
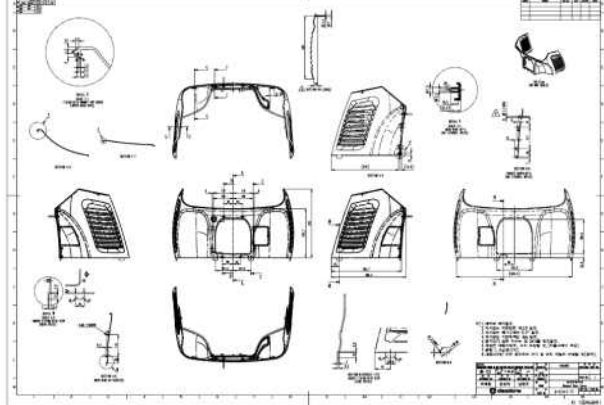
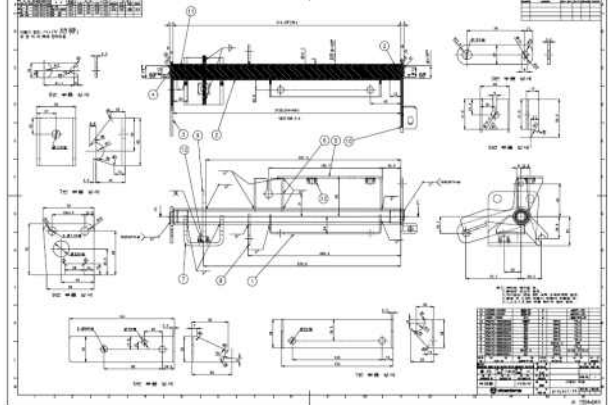
다) 스위치 조작부 설계

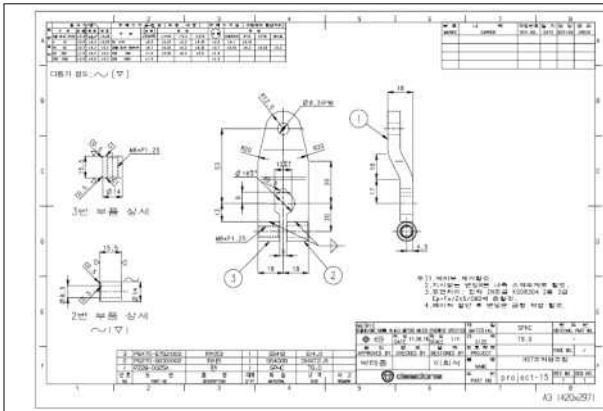
- (1) 대쉬보드: 각종 스위치 및 전자제어 기능을 수행할 수 있는 기능 탑재(원터치 레버, 전자각조 스위치, 수평 볼륨 다이얼, 속도깊이 연동 스위치, 슈퍼유턴 기능 ON/OFF기능)



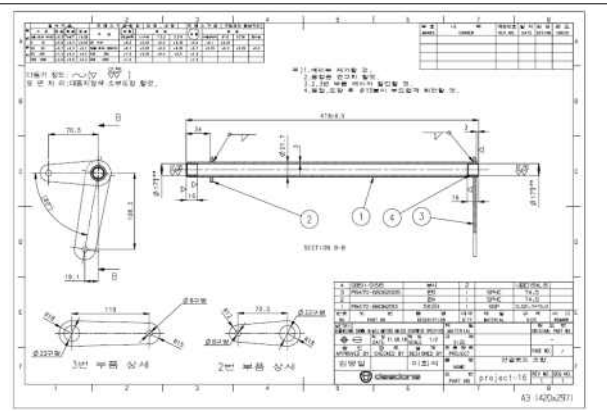
<대쉬보드 설계 검토 안>

라) 본기부 2D 도면 예시

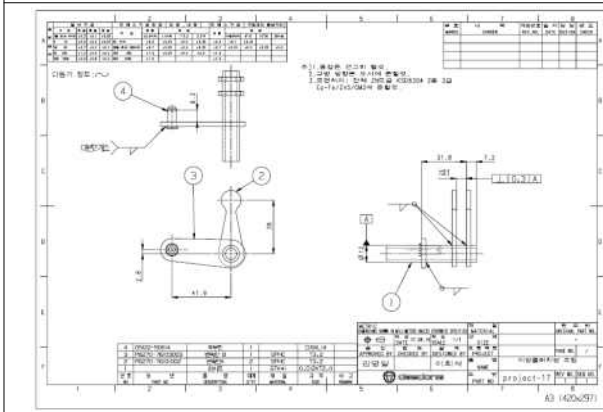
	
<p>메인프레임 도면</p>	<p>연결프레임 도면</p>
	
<p>조향지지대 조합</p>	<p>대쉬보드 도면</p>
	
<p>본넷트 뒷카바 도면</p>	<p>고정판 링크 도면</p>



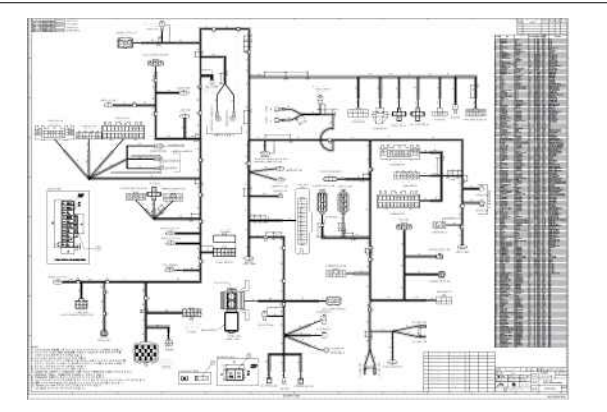
HST조작압 도면



연결로드 조합 도면



이양클러치 연결압 도면



배선류 도면

2. 전자비례제어밸브 개발

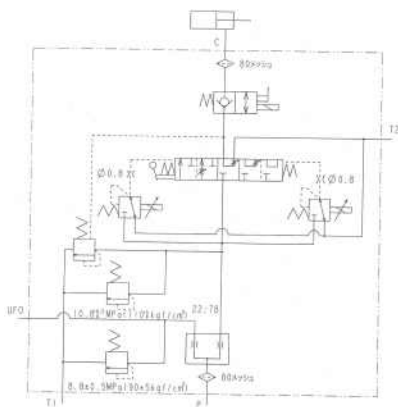
가. 선진 해외제품 확보 및 분석

1) System의 압력, 유량, 전원 사양과 밸브의 사양 매칭 검토

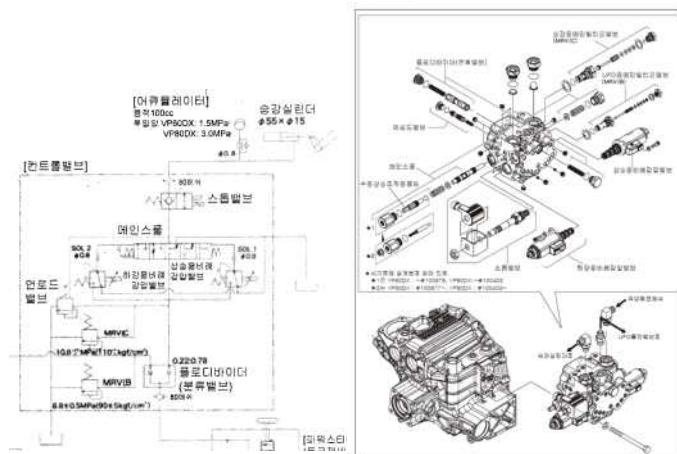
가) 작동유 : TF500, 작동유 온도 : 0~100°C, 주변 온도 : 0~80°C,

P포트 공급유량 : 7~13.1 l/min, 수평밸브 릴리프 압력 : 8.8±0.5MPa(90±5kgf/cm²),

승하강 설정 압력 : 10.8MPa(110kgf/cm²)



<적용 system 회로>



<적용 system 회로의 구성 요소>


나) 구성 요소 기능 분석

- (1) 분류밸브 : 유압펌프에서 토크제네레이터밸브를 경유하여 보내어지는 오일을 수평제어(UFO) 및 이양식부 승강회로에 일정 비율로 분배한다.
- (2) 승강용 메인릴리프밸브 : 유압회로내의 압력이 과대 압력이 되면 밸브가 열려서 오일을 탱크로 보낸다. 설정압력 : 110bar
- (3) UFO용 메인릴리프밸브 : 유압회로내의 압력이 과대 압력이 되면 밸브가 열려서 오일을 탱크로 보낸다. 설정압력 : 90bar
- (4) 상승용 비례감압밸브, 하강용 비례감압밸브 : 컨트롤러에 의해서 솔레노이드에 통 전하면 전자스풀이 눌러 파이롯트압유가 상승스풀, 하강스풀에 작용하여 스템을 움직인다.
- (5) 메인스풀 : 엔진 시동시 이양 식부[상승] 또는 [하강] 조작하면, 2차압에 의해 메인 스템이 작동되고 식부를 상승 또는 하강한다.
- (6) 스템밸브 : 키스위치 [ON]에서 식부[하강] 조작하면 승강실린더에서 메인스풀 쪽으로 움직이지 않으므로 식부부는 하강하지 않는다.



<선진사 비례제어밸브 제품>

<연구장비 내역(TEST JIG)>

연구장비 내역	사양	실적	비고
단품 및 조립체 TEST JIG	1. 단품 TEST JIG : 80x80x75 3PORT(PT 3/8) 2. 조립체 TEST JIG : 129x100x50		

▶ 선진 해외 제품 성능 분석을 위한 단품 및 조립체 TEST JIG 활용

▶ 선진 해외 제품은 가스켓 타입으로 성능 TEST를 위해선 별도의 JIG가 필요하며 그에 상응하는 JIG를 제작하여 성능 TEST를 실시함

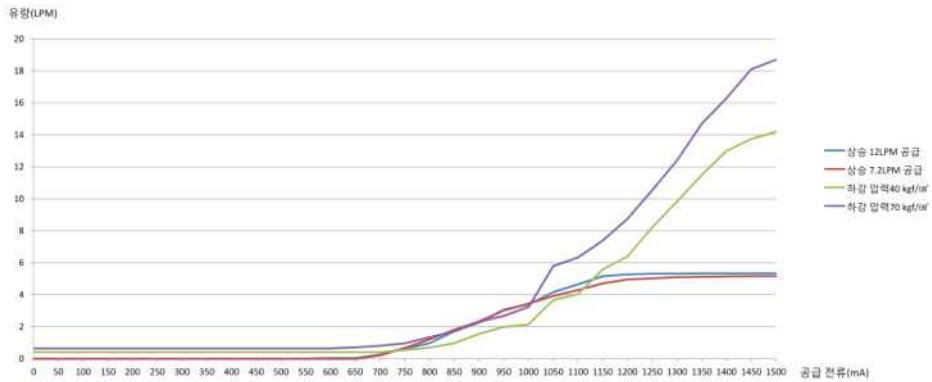
2) 선진 해외제품 시험 및 분석

가) 승하강 PORT Pressure : 110 bar, Flow : 9.06 LPM,

나) 수평제어 PORT Pressure : 90 bar, Flow : 2.94 LPM

다) 상승 비례제어밸브에 전류(0~1500mA) 인가 통과유량 확인

라) 하강 비례제어밸브에 전류(0~1500mA) 인가 통과유량 확인



<선진사 제품 성능 곡선 분석>





<연구장비 내역(계측 센서류)>

연구장비 내역	사양	실적	비고
계측 센서류	<p>◎유량계</p> <ol style="list-style-type: none"> max. Pressure : 210bar Size : 3/4" Port Flow : 2~60lpm Housing Material : Stainless Display : LED Digits <p>◎압력 센서</p> <ol style="list-style-type: none"> Output signal HSI (HYDAC Sensor Interface) Automatic sensor recognition Accuracy to DIN 16086 $\leq \pm 0.25$ % FS typ. Max. setting $\leq \pm 0.5$ % FS max. Accuracy at min. setting $\leq \pm 0.15$ % FS typ. (B.F.S.L.) $\leq \pm 0.25$ % FS max. Temperature compensation $\leq \pm 0.008$ % FS / °C typ. Zero point $\leq \pm 0.015$ % FS / °C max. 		

▶ 선진 해외 제품 성능 분석을 위한 계측 장비 계측 센서류

▶ 선진 해외 제품 성능 분석 및 개발 제품 비교를 위한 Parameter 압력, 유량 계측을 위한 센서

<전자비례제어밸브의 응답성 계측을 위한 장비 구입 >

연구장비 내역	사양	실적	비고
응답성 계측 장비 본체	1. 압력 Digital 계측 : 5MPa, 20MPa, 50MPa 2. 유량 Digital 계측 장치 포함 3. 온도 Digital 계측 장치 포함 4. 변위 Digital 계측 장치 포함		
응답성 계측 컨트롤러	1. Max. 16 analog channels (Max. 60 channels when using the MR8902) + standard 8 logic channels + 2 pulse channels 2. Note: For analog units, channels are isolated from each other and from the MR8875's GND. For CAN unit ports or standard logic terminals or standard pulse terminals, all channels have common GND.		
비례제어 응답성 계측 프로그램 일체형	1. 비례제어 측정 Stroke : 40mm 2. Load 측정 범위 : 20kgf 3. 프로그램 작동 사양 1) Zero Setting 후 자동 측정 2) 비례특성 상승 및 하강 자동 측정 3) 수동 측정 가능		
히스테리시스 계측 장비 일체	1. 구성 1) 비례제어 밸브 Guide(Plunger 포함) 취부 구조 2) PC에서 비례특성(히스테리시스 포함) 확인 가능 3) Stroke 및 Force 디지털 계측 가능 구조 4) Stroke : max. 40mm 이상 5) Load Force 측정 범위 : max. 20kg 이상 2. 비례제어 응답성 계측 프로그램에 의하여 구동 되는 구조		

▶ 밸브 ASS'Y 및 비례제어밸브 단품의 응답성 계측을 장비를 통한 신뢰성있는 DATA를 확보하여 선진 해외 제품과 개발 제품을 비교 분석

나. 전자비례제어밸브 Concept 설계

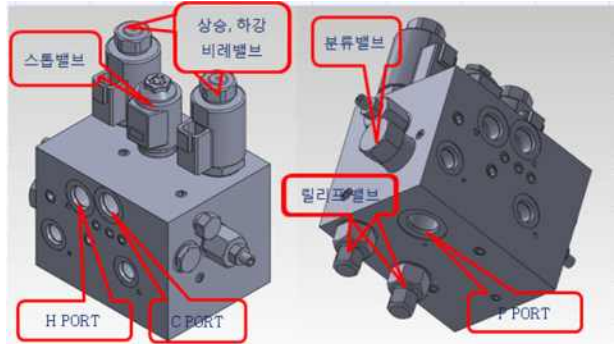
1) Concept 설계(2D/3D설계)

가) 선진 해외 제품의 구성을 기반으로 개발 제품으로 Concept 설정

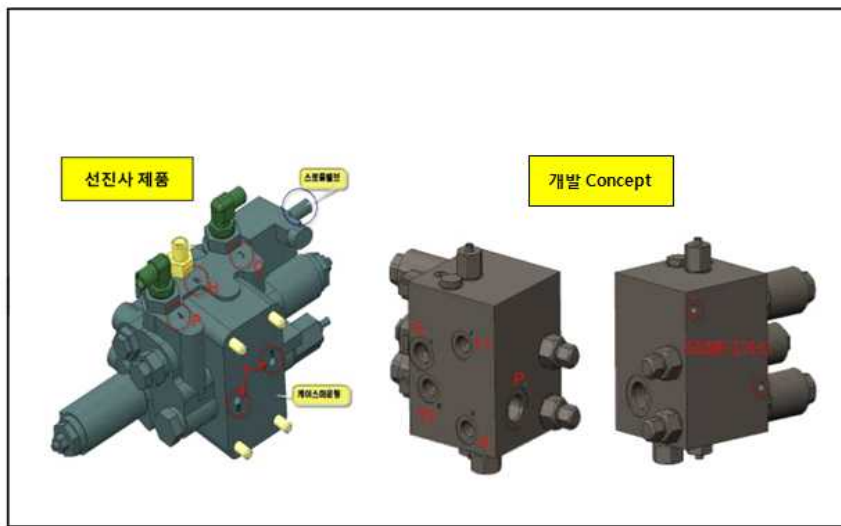
나) 각 구성이 모두 포함될 수 있는 Concept으로 진행하며 향후 타기종 확대적용 고려한 Concept 으로 개발 추진



<선진사 제품 구성>

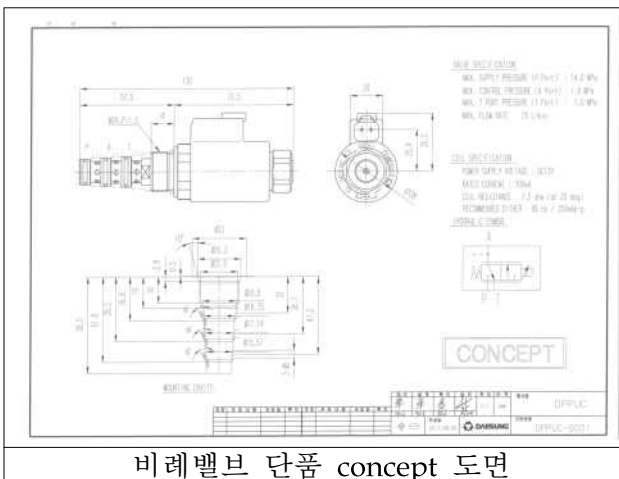


<개발 Concept설계 구성도>

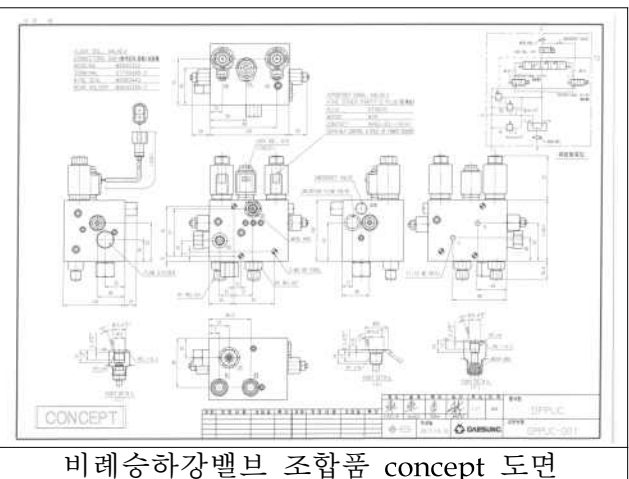


<선진사 제품과 개발 CONCEPT제품 외형 비교>

3) 2D 도면 예시



비례밸브 단품 concept 도면



비례승하강밸브 조합품 concept 도면

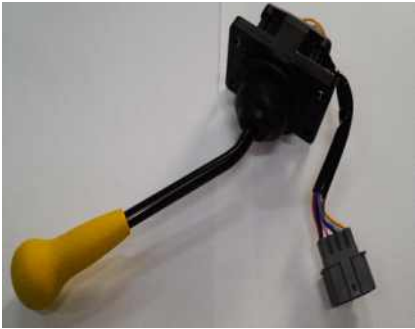
3. 전자제어시스템 기술 개발

가. 핵심기술 적용 관련한 전자제어 시스템 설계 제작

1) 해외선진 제품H/SW분석 및 핵심 개발 기술 벤치 마킹

가) 해외 선진제품 조작부 입력 스위치 분석(전기적 특성 및 구조 분석)

나) 제어기의 프로그램 설계에 반영



<레버 스위치 형상>

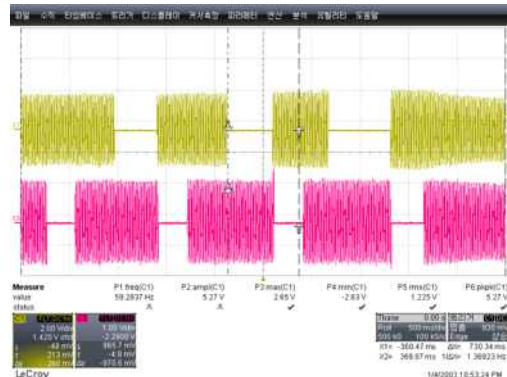


<레버 스위치 내부>

다) 조작부 입력 스위치 전기적 특성 분석



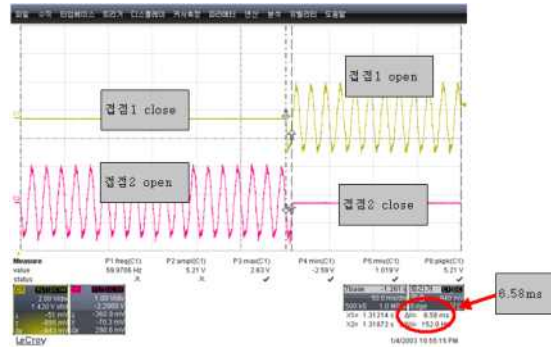
<레버 스위치 타이밍 테스트>



<레버 스위치 타이밍 시험 DATA>



<레버 스위치 타이밍 시험 DATA2>



<레버 스위치 타이밍 시험 DATA3>

- ▶ 접점 1과 접점2의 연속 동작 시 타이밍을 파악해서 스위치 입력관련 프로그램 코딩 시 DATA로 활용함.

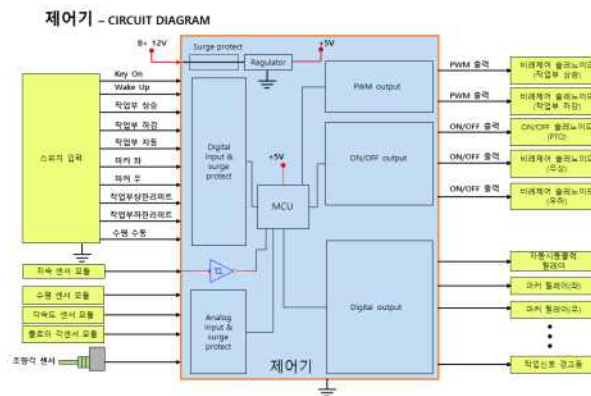
2) 제어기 입출력 기능전개

가) 기능블록 다이어그램(CIRCUIT DIAGRAM)으로 주관기관 요청 사항을 반영한 제어기의 하드웨어 기능블록을 정의함

나) 제어기 입출력 기능전개를 위하여 입출력 인터페이스 리스트를 작성함

다) 수평센서, 플로터 각센서, 차속센서 및 조작부 스위치 등 입력을 받아 비례제어 슬레노이드 및 ON/OFF 슬레노이드 밸브 제어, 마커릴레이 제어, 계기관 램프 제어 등을 수행

(1) 제어기 기능블록 다이어그램



<제어기 기능블록 다이어그램>

(2) 제어기 입출력 인터페이스 리스트

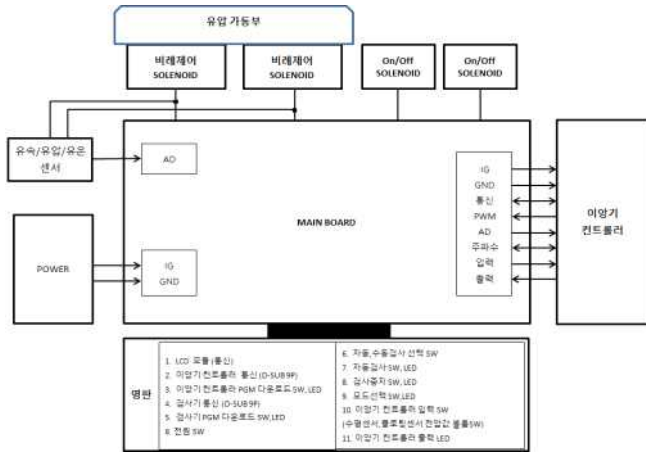
<제어기 입출력 인터페이스 리스트>

기능	입력	제어	출력	제어	비고
수평	수평센서	AD	수평슬레노이드(우) 출력	-	
	각속도센서	AD	수평슬레노이드(좌) 출력	-	
	평행복귀 스위치	-			
	수평조절다이얼	AD			
	엔진RPM 신호		주파수		
마커 자동	마커 자동 스위치	-	마카(좌) 모터 상승 출력(릴레이)	-	
	마커(좌) 스위치 입력	-	마카(좌) 모터 하강 출력(릴레이)	-	
	마커(우) 스위치 입력	-	마카(우) 모터 상승 출력(릴레이)	-	
	마커(좌) 상승 리미트스위치	-	마카(우) 모터 하강 출력(릴레이)	-	
	마커(좌) 하강 리미트스위치	-			
	마커(우) 상승 리미트스위치	-			

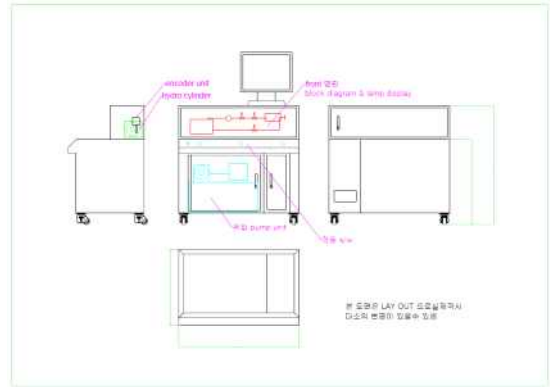
	치				
	마커(우) 하강 리미트스위치	-			
계기판	표시절환/부저정지스위치 입력	-	부저출력	-	
	경보OFF/진단 스위치 입력	-	이양클러치램프 출력 (12V/3.4W)	-	
			수평자동 램프 출력 (14V/1.4W)	-	
			점검 램프 출력 (12V/3.4W)	-	
수퍼 유턴	수퍼유턴 ON/OFF 스위치	-	상승 비례밸브	PWM	
	이양시작설정볼륨	AD	하강 비례밸브	PWM	
	상승 상한 스위치	-	이양클러치 정 전 릴레이	-	
	차속센서	주파수	이양클러치 역 전 릴레이	-	
	이양클러치 모터 및 위치 센서	AD			
	조향각 센서	AD			
	링크센서	AD			
경심제어	유압감도 조정 볼륨	AD	유압 스톱 밸브	-	
	유압절환 스위치	-	상승 비례밸브	중복	
	플로터 각센서	AD	하강 비례밸브	중복	
	승강 레버 상승 스위치	-			
	승강 레버 하강 스위치	-			
	링크센서	중복			
통신	RXD(To 계기판)				
	TXD(To 계기판)				
	RxD (To 진단커넥터)				
	TxD(To 진단커넥터)				
	CAN H				
	CAN L				
전원단	12V (IG)				
	강전 GND				
	약전 GND				
	5V (정전압)				
	B+ (12V)				
ISG	엔진RPM 신호	중복	자동 시동 출력	+	
	B+ (12V)	중복	홀드코일 출력	-	
	이양클러치 모터 및 위치 센서	중복	풀코일 출력	-	
	ISG 스위치	-	전원 출력 차단	+	
	조속레버 스위치	-			
	자동시동스위치	-			

3) 입출력 개발용 시뮬레이터 제작

- 가) 제어기의 입출력 인터페이스를 검증하기 위한 시뮬레이터를 설계 제작
- 나) 비례제어 밸브의 실제 제어 특성을 파악하기 위해 유압가동부를 시뮬레이터에 추가하여 구현
- 다) 조작부 스위치 및 센서류 입력을 이양기 컨트롤러에 입력하는 기능 구현
- 라) 시뮬레이터 메인 컨트롤러보드의 PCB 설계제작/조립 및 프로그래밍



<시뮬레이터 기능블록 다이어그램>

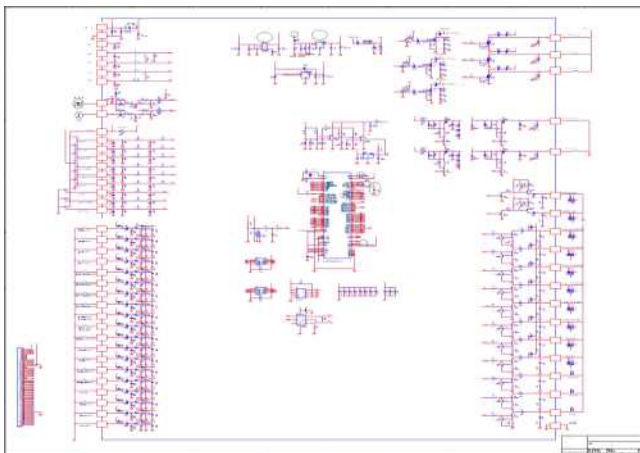


<시뮬레이터 설계 lay-out>

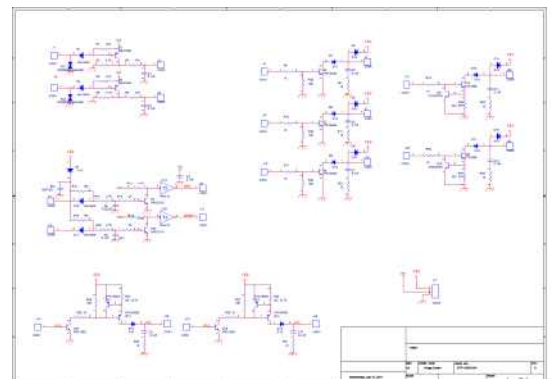
4) 시작품 설계, 제작 및 제어기 입출력 회로 시험

- 가) 제어기 입출력 기능전개를 바탕으로 회로설계와 PCB 설계를 수행
- 나) 수평센서, 플로터 각센서, 차속센서 및 조작부 스위치 등 입력을 받아 비례제어 솔레노이드 및 ON/OFF 솔레노이드 밸브 제어, 마커릴레이 제어, 계기판 램프 제어 등을 수행할 수 있도록 제어기를 설계함
- 다) ISG(Idle Stop & Go)기능 신규 적용하기 위하여 전원회로에 반영하였음
- 라) Main 보드에 sub 보드를 올려서 시제품을 제작하였음

(1) 제어기 회로설계(Or-CAD를 이용해서 제어기 회로를 설계)



<제어기 main PCB회로도>



<제어기 sub PCB회로도>

마) 적외선 카메라 구입:적외선 카메라를 통하여 컨트롤러 H/W 및 주요 부품의 열분포 및 안정성 확보를 위한 확인용



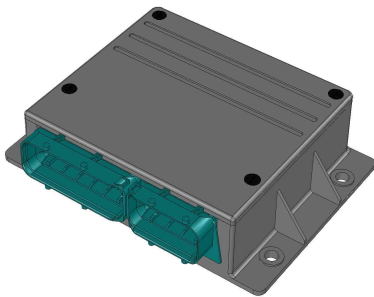
<적외선 카메라>



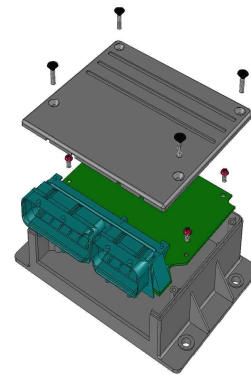
<I2C 에뮬레이터>

바) I2C에뮬레이터 구입 : 컨트롤러의 S/W 개발을 위한 I2C 통신 시험 장비용
사) 제어기 3D 모델링

(1) IRON CAD를 이용한 제어기 3D 모델링 설계



<제어기 외부 3D모델링 설계도>



<제어기 3D 모델링 조립도>

아) 시제품 제작 입출력 확인 시험



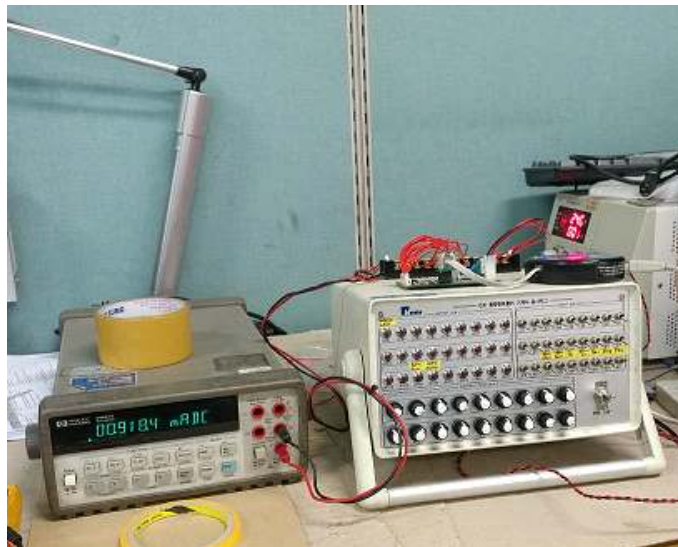
<제어기 제작 및 입출력 기능 시험>

- (1) 네트워크 아날라이저 구입:이양기 콘트롤러의 EMC 특성(전기적 노이즈 내성 및 방해 특성) 개선을 위한 EMI필터 특성 측정용



<네트워크 아날라이저>

- (2) 제어기 입출력 회로를 설계해서 시작품 회로설계에 반영
(3) 제어기 입출력에 부하 인가 및 소모전류 측정 시험



<제어기 입출력 부하 인가 및 소모전력 측정 시험>

4. 유압전자제어 시뮬레이션 모델 개발 및 성능 평가

가. 전자 유압 시스템 해석 관련 자료 및 문헌조사

1) 전자유압 시스템 관련자료 및 문헌조사

<전자유압 시스템 해석 관련 문헌>

문헌 제목	문헌 정보	연구 목적
대유량 솔레노이드 밸브 개발에 관한 연구	정찬세 외 1명 드라이브, 컨트롤 2013년	솔레노이드 밸브의 기초이론을 기본으로 설계 및 제작
추진제탱크 가압용 솔레노이드밸브의 작동특성 분석 및 해석	장제선 외 2명 한국추진공학회지 2013년	솔레노이드 밸브의 설계 검증 및 작동성능, 동특성 분석 및 해석
군용차량 변속기에 적용할 수 있는 솔레노이드밸브 해석기술에 관한 연구	최윤용 외 1명 2015년 한국시뮬레이션학회	솔레노이드 밸브에 대해 ATF 온도변화에 의한 영향(성능변화)을 정량적으로 예측
전기 유압식 동력 조향시스템의 모델링 및 시뮬레이션에 관한 연구	김지혜 외 1명 2012년 한국산학기술학회논문지	AMESim 시뮬레이션을 통하여 차량속도에 따른, BLDC 모터 각 상에서의 전류와 기어펌프의 회전속도 및 토출유량의 관계를 검토
다이어프램형 밸브의 유량특성과 동적성능에 관한 연구	정찬세 외 1명 2013년 드라이브, 컨트롤	AMESim을 이용하여 시뮬레이션 수행, 각 파라미터에 따른 유량특성과 동적성능 검증
3D 프린팅을 이용한 고온용 솔레노이드 밸브의 시제품 제작 및 유량과 동적특성 평가	이형욱 외 4명 2016년 한국정밀공학회지	밸브몸체 내부의 오리피스 크기 변경을 통한 솔레노이드 밸브의 동적 특성을 평가

가) 대유량 솔레노이드 밸브 개발에 관한 연구

정 등(2013)은 대유량 솔레노이드밸브 시뮬레이션 모델을 개발하여 상하부 밸브의 오리피스 직경에 따른 압력변화를 연구하였다. 개발한 솔레노이드밸브 모델을 검증하기 위하여 성능시험기를 개발하였고, 특성 및 성능 검증결과 제품으로 실용화 가능하다고 보고하였다.

나) 추진제탱크 가압용 솔레노이드밸브의 작동특성 분석 및 해석

장 등(2013)은 밸브의 기본설계 자료를 바탕으로 AMESim 상용 tool을 사용하여 솔레노이드 밸브의 모델을 구성하였으며, 캐비티의 부피 및 형상을 정확히 모사하면 밸브의 작동성 해석이 가능함을 증명함. 또한 검증된 모델을 이용한 기본밸브 시트의 형상해석을 수행하여 설계 치수를 얻을 수 있음을 보고하였다.

다) 군용차량 변속기에 적용할 수 있는 솔레노이드밸브 해석기술에 관한 연구

최 등(2015)은 군용차량 변속기의 전자화를 위해 Maxwell과 AMESim을 기반으로 유압부분과 솔레노이드부분을 연계하여 해석프로세스를 개발하였고, 시뮬레이션을 통해 ATF온도와 인가전류에 따른 제어압력을 측정하고 실험데이터와 비교하여 검증하였다. 검증 결과로 고온(120℃이상)과 극저온(-20℃이하)을 제외한 온도영역에서 실험결과와 거의 일치함을 보인다고 보고하였다.

라) 전기 유압식 동력 조향시스템의 모델링 및 시뮬레이션에 관한 연구

김 등(2012)은 기존의 유압식 동력 조향 시스템이 저속주행 또는 정차 시에 발생하는 낮은 응답성과 조향 조작이 없는 상태에서도 구동되는 비효율적인 동력 사용을 보완하기 위한 전기 유압식 동력 조향 시스템 개발을 목적으로 하며, EHPS 시스템에서 사용되는 각 부품의 수학적 모델링과 AMESim을 이용한 시뮬레이션 모델을 제시하여 차량속도에 따른 BLDC 모터 각 상에서의 전류와 기어펌프의 회전 속도 및 토출 유량의 관계를 검토하였다.

마) 다이어프램형 밸브의 유량특성과 동적성능에 관한 연구

정 등(2013)은 다이어프램형 파일럿 밸브의 유량 특성과 동적성능에 대하여 그 성능에 영향을 미치는 파라미터들에 대하여 AMESim을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였으며, 성능 시험을 통하여 각 파라미터에 따른 유량특성과 동적성능을 검증하였다.

바) 3D 프린팅을 이용한 고온용 솔레노이드 밸브의 시제품 제작 및 유량과 동적특성 평가
이 등(2016)은 국산화가 잘 이루어지지 않은 고온용 솔레노이드 밸브의 개발을 위해, 솔레노이드 코일의 설계 변경 없이 밸브 몸체 내부의 오리피스 크기 변경을 통해서 솔레노이드 밸브의 유량과 밸브가 열리는 성능을 나타내는 지표인 동적 특성을 평가하였다. AMESim 시뮬레이션을 통하여 오리피스 면적이 넓을수록 방출시간이 짧고 방출유량이 많은 것을 검증하였다.

2) 전자비례제어밸브관련 특허 분석

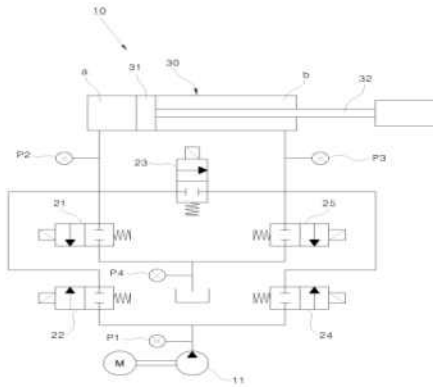
가) 굴삭기의 전자비례제어밸브시스템

굴삭기의 전자비례제어밸브시스템은 공급된 유량을 이용하여 대용량 전자비례제어밸브에 입력하고, 비례제어밸브의 제어에 의해서 유압실린더의 움직임을 제어한다. 이때, 전자비례제어밸브시스템은 4~5개의 대용량 전자 비례밸브를 사용하는 IMV(Independent Metering Valve)시스템으로 되어 붐, 암, 버킷 등의 작업장치에 대한 유량을 제어하고, 사용된 유량을 재생하여 에너지를 절감하도록 구성된다. 주요 유압회로도는 모터가 유압펌프에 동력을 입력하고, 유압펌프에서 토출된 유량 및 유압이 각 전자유압밸브시스템을 거쳐, 유압실린더를 작동시키는 구조이다.

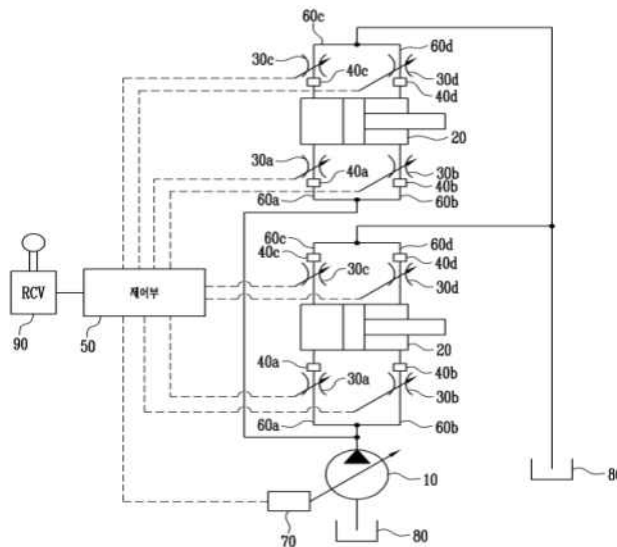
나) 건설장비용 전자비례제어밸브의 유량제어 시스템

건설장비용 전자비례제어밸브의 유량제어 시스템은 대용량 IMV밸브 시스템에 Hardware 압력 보상기를 적용하여 외부 부하와 유량변화에 무관하게 작동하도록 구성하였다. 해당 시스템에는 압력제어 타입의 펌프 대신 전자식 유량제어 타입의

펌프를 적용함으로써 유량제어 및 분배성능, 연비성능 그리고 조작성능을 향상시켰다.



<굴삭기의 전자비례제어밸브 시스템 구성도>



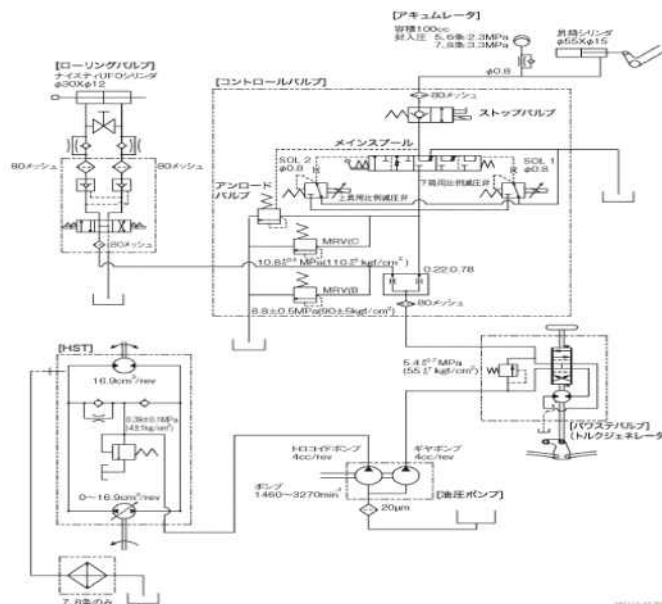
<건설장비용 전자비례제어밸브의 유량제어 시스템 구성도>

나. 이앙기 및 트랙터의 부품/기술 공용화가 가능한 작업부의 전자유압 layout 설계

1) 선진사 제품 유압시스템 분석

본 연구에서 벤치마킹을 수행한 모델은 YANMAR 社の YR6D 모델이다. 해당 모델의 유압회로도를 기반으로 유압시스템을 분석하였다. 아래 그림과 같이 유압시스템은 엔진 동력이 정유압식 무단변속기(HST, Hydrostatic Transmission)와 기어펌프에 입력되고, 압유는 유압 펌프를 거쳐, 작업부 제어를 위한 유압밸브로 입력되는 구조이다. 정유압식 무단변속기(HST)는 원동축에 따라 피스톤펌프를 구동하여 고압유를 발생시킨 후 회전식 유압모터로 유도하여 피동축을 회전시켜 무단 변속이 이루어지는 동력전달 장치이다. 일반적으로 HST는 기관에서 발생하는 기계적 에너지를 유압에너지로 바꾸

는 유압펌프와 유압에너지를 다시 기계적 에너지로 바꾸는 유압모터로 구성된다. HST의 유압펌프와 유압모터는 사용 용도 및 목적에 따라 고정형인지 가변 형인지에 따라 다르게 구성할 수 있다. 선진사 HST는 가변형 유압펌프와 가변형 유압모터를 이용하여 구성되어 있다. YR6D 모델의 전자유압밸브는 유압펌프를 통해 공급된 유량이 토크제네레이터를 거친 후 컨트롤밸브로 이송되며, 컨트롤밸브의 플로우 디바이더 밸브에서 수평 제어 밸브로의 유량을 분배하고, 메인 스플의 양단에 해당하는 솔레노이드 비례감압밸브를 통하여 메인밸브가 유량을 조절함에 따라 작동하게 된다. 그 이후 정지밸브와 필터를 거쳐 승강 유압실린더를 제어한다. 또한 비례 제어 밸브와 승하강을 위한 실린더 사이에 100cc 용량의 어큐물레이터가 설치되어 있는 구조이다.



<YANMAR社의 YR6D 모델 유압회로도>

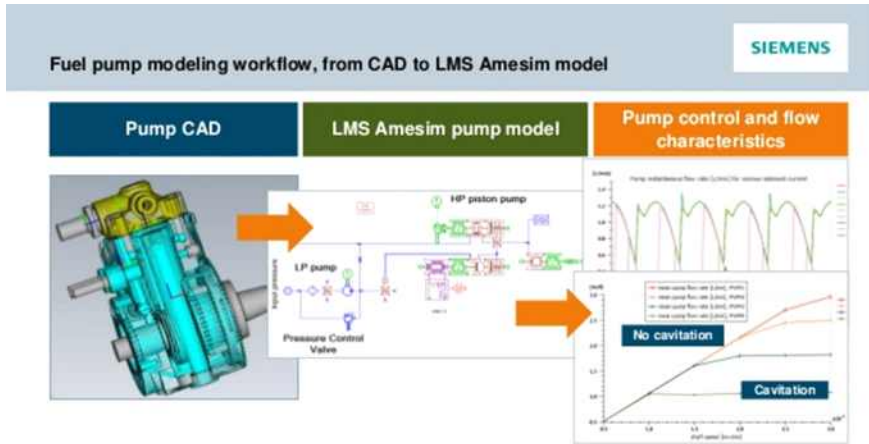
2) 선진사 제품 기반 시뮬레이션 모델 개발

가) 시뮬레이션 소프트웨어

최근 다양한 산업분야에서 제품 개발 시 CAE(Computer Aided Engineering) 기술을 활용한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 CAE 기술은 비용 절감 및 개발 기간의 단축이라는 점에서 매우 유용하다. 선진사 제품 기반 전자유압 시스템의 시뮬레이션 모델 개발을 위하여 시뮬레이션 프로그램은 1D-domain 해석 소프트웨어인 AMESim을 이용 하였다.

AMESim은 기계, 유압, 공압, 열, 전기, 전자 분야로 구성된 시스템의 성능을 정확하게 예측할 수 있는 통합 시뮬레이션 플랫폼을 제공하는 소프트웨어로 자동차, 건설기계, 농업기계 등 다양한 산업분야에서 유압시스템 해석을 위해 사용되고 있다.

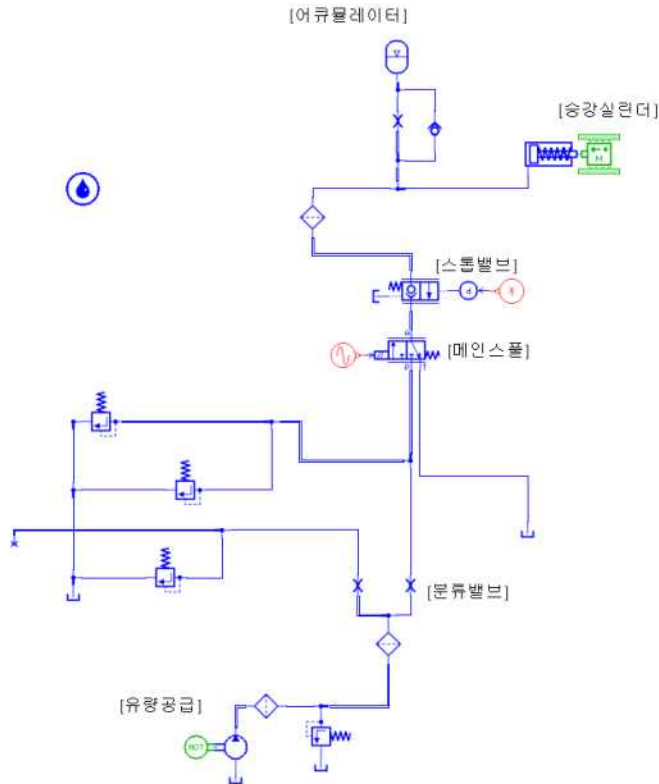
따라서, 본 연구에서의 활용가치가 충분하다고 판단하여 본 시뮬레이션 소프트웨어를 선정하여 시뮬레이션 모델의 설계 및 단품 모델 개발에 활용하였다.



<유압시스템 해석을 위한 LMS AMESim 소프트웨어>

나) 전자유압 lay-out

(1) 전자유압 layout 설계는 선진사 전자유압시스템의 layout 분석결과를 기준으로 주요 요소 컴포넌트에 대해 시뮬레이션 소프트웨어를 이용하여 설계하였다. layout 설계는 전자비례제어밸브를 핵심으로 두고 진행하였으며, 선진사 유압회로도에서 구성한 정유압식 무단변속기 (HST, Hydrostatic Transmission) 부분은 제외하고, 유압 펌프 모델을 이용하여 전체 유압 시스템에 유량을 공급하는 방식으로 구성하였다. 유압펌프로부터 출력된 유량은 플로디바이더(분류밸브)에 공급된다. 유체는 좌측의 1개의 언로드 밸브, 2개의 릴리프밸브가 구성된 회로와 감압밸브가 포함된 메인 스플로 구성된 회로로 흘러 들어간다. 언로드 밸브 에서는 메인스플의 미작동 시 시스템 내에 발생 할 수 있는 부하를 해소하여 출력 손실을 최소화 하기 위해서 열리도록 구성하였다. 그리고 메인 스플로 구성된 회로에서는 양단의 비례 감압밸브인 솔레노이드 밸브의 작용을 통하여 메인 밸브가 작동에 따라 유체가 이동하게 된다. AMESim 에서는 위와 동일한 기능의 단품 모델이 존재하지 않으며, YANMAR 社 의 전자비례제어밸브 시스템 구성도에서는 메인 밸브가 5개의 챔버로 이루어져 있는 차이가 있다. 하지만 메인 밸브는 크게 중립일 때 체크밸브의 역할을 하고, 전기적 신호를 입력 받으면 유체를 흐르게 하는 두 가지 상태로 구성할 수 있는 점을 이용하여 2개의 상태와 3개의 포트, 그리고 솔레노이드로 구성된 모델을 사용하였다. 또한 솔레노이드 부분에 전기적 신호를 입력함으로써 양단의 비례 감압밸브의 기능을 구현함으로써 선진사 제품과 유사한 시스템이 되도록 설계하였다.



<AMESim을 이용한 전자유압 layout>

- (2) 분류밸브, 메인스풀밸브, 스톱밸브는 전체 시스템을 구성할 수 있도록 각각 flowcontrol, HSV23_02, presscontrol03b[CV0015] 모델을 이용하여 구성하였다. 밸브 구성의 핵심은 메인 스푼 밸브는 전기적 신호를 입력받아 하강용 비례감압밸브와 상승용비례감압밸브를 작동시킬 수 있어야하는 것이다. 메인 스푼에 전기적 신호를 입력할 수 있도록 구성하였으며, 각각의 밸브들의 상세 모델링은 2차년도에 전체 시스템 시뮬레이션 모델을 개발할 시에 본 연구의 유압 시스템의 상세 설계도를 반영하여 개발할 예정이다.
- (3) 핵심 메인 밸브들을 제외한 나머지 요소부품들은 아래와 같이 Submodel 설정 및 Parameter 들을 입력해주었다. 유체의 특성을 정의하는 elementary hydraulic props 모델은 작동유의 온도인 50도씨로 설정해주었다. 어큐물레이터는 선진사 유압시스템 회로도를 기반으로 어큐물레이터 volume인 100 cc, 압력 1.5 MPa를 입력해주었다. 또한, 모터의 회전속도는 3000 rpm, 유압펌프의 displacement는 4cc/rev, 회전속도는 1000 rpm으로 설정하였다.

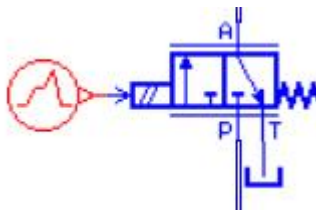


<요소별 Submodel 및 입력 Parameters>

다. 유압밸브 단품 시뮬레이션 모델 개발

1) 유압밸브 시뮬레이션 모델 개발

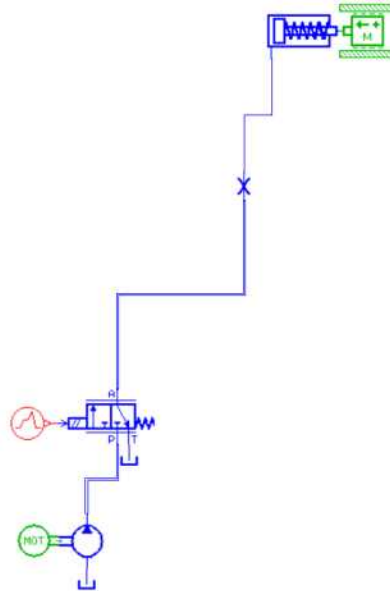
가) 유압밸브 단품 모델은 위의 선진사 시뮬레이션 모델 설계도에서 사용한 것과 동일한 모델(hsv_2pos3port[HSV23_02])을 이용하였다. 밸브의 왼쪽에 전기적 신호를 입력할 수 있도록 piecewiselinear [UD00) 모델을 구성하였으며 단품 모델은 선진사 밸브 사양을 반영하여 실제 성능 표와 비교를 위해 개발되었다.



<유압밸브 단품 시뮬레이션 모델>

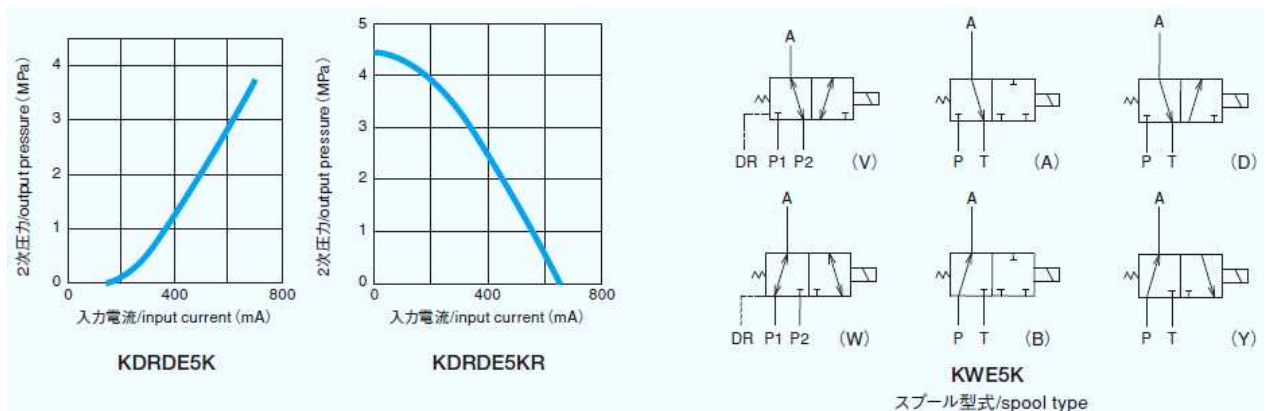
2) 유압밸브 모델 성능 테스트

가) 유압밸브 모델은 단품 자체로는 시뮬레이션이 불가능하기 때문에 기계식 모터와 유압펌프를 이용하여 전체 유로에 유량을 공급해주었고, 유압밸브의 출력단에 오리피스와 실린더-Mass를 구성해주어, 유압밸브를 통해 토출된 유량이 실린더를 밀어주고, 그에 따라 Mass의 displacement가 움직이는 시스템을 구성하였다. 유압밸브의 주요 제원은 선진사 모델과 동일하게 구성하였으며, max pressure는 8.8 MPa, max flow는 10 LPM으로 설정하였다.



<유압밸브 단품 시뮬레이션을 위한 모델 구성도>

나) 선진사 유압밸브의 성능표는 아래 좌측 그림과 같으며, 본 연구에서 개발한 유압밸브 단품 시뮬레이션 모델의 성능 검증을 위하여 선진사 성능과 비교를 수행하였다. 또한, 선진사 유압밸브의 spool type은 아래 우측 그림과 같다.



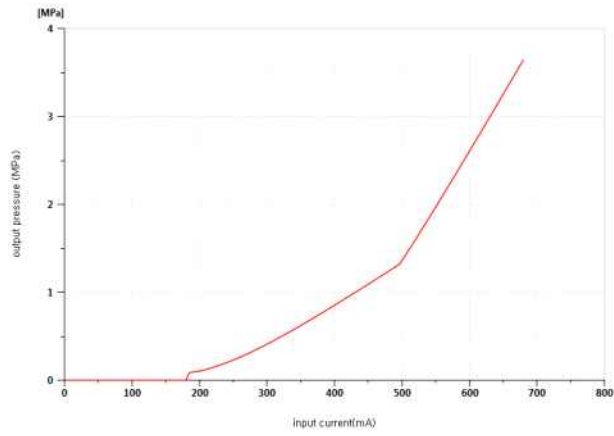
<선진사 유압밸브 성능표 및 spool type>

다) 개발한 유압밸브의 단품 시뮬레이션 모델의 성능 테스트 결과는 아래 그림과 같으며, 위의 선진사 유압밸브 성능표와 비교해보았을 때, 시작부분과 약 500sec에서 일부 차이가 있는 것으로 나타났지만 비교적 유사한 결과를 보이는 것을 알 수 있었다.

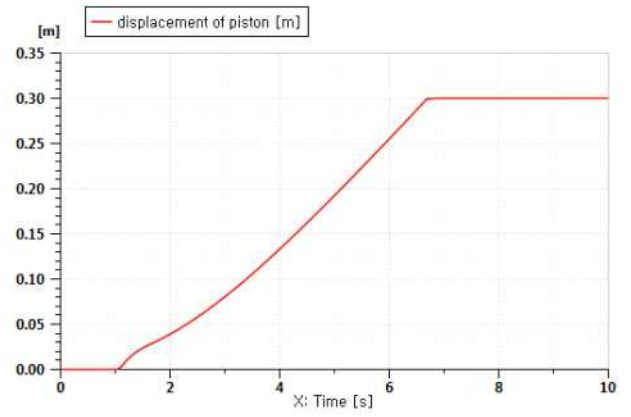
라) 유압밸브에서 토출된 유량이 실린더로 입력되고, 그에 따라 피스톤의 displacement는 우측 그림과 같이 움직인 것을 알 수 있었다. 이 것은 전체 유압 시스템에서 볼 때 승강실린더 부분을 움직이는 것으로, 전자 유압밸브를 통해 토출된 유량을 이용하여 승강실린더를 제어할 수 있다는 것을 보여준다.

마) 유압밸브 단품 시뮬레이션 모델의 개발 및 성능평가를 토대로 볼 때, 2차년도에 보다 상세한 모델 보완 설계를 한다면, 본 유압밸브 단품 시뮬레이션 모델을 충분

히 활용할 수 있을 것으로 판단된다.



<유압밸브 성능표>



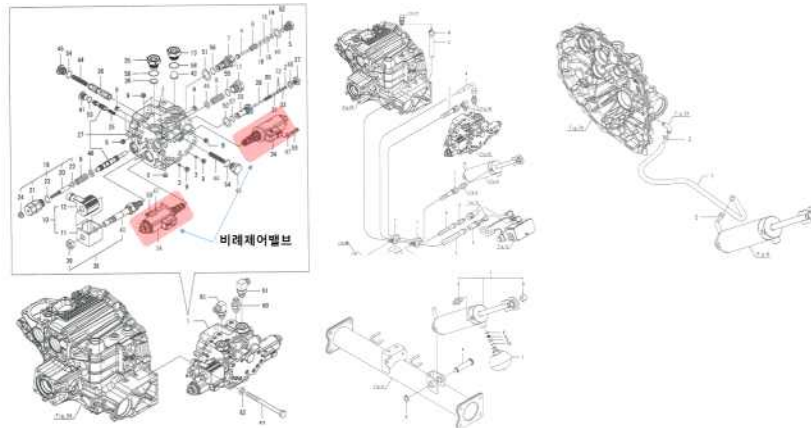
<피스톤의 displacement>

5. 전자유압 비례밸브 신뢰성 평가 기준 개발

가. 벤치마킹을 통한 신뢰성 자료 분석

1) 선진사 유압시스템 분석

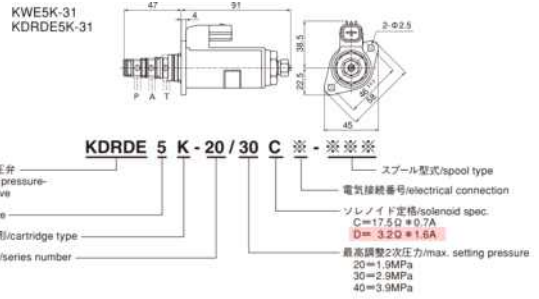
- 가) 이앙기 모델 중 벤치마킹을 위해 선정된 모델은 Y사 이앙기 YR6D로 분석 대상 시스템은 이앙 작업부의 승하강 제어를 위한 유압시스템임
- 나) 해당 모델의 작업기 유압시스템은 이앙기 부품리스트의 부품 구성을 분석하여 시스템을 분석하였으며, 주요 구성은 아래 그림과 같음
- 다) 작업기 승강 유압시스템은 승하강 유압실린더와 비례제어밸브의 연결부에 어큐뮬레이터가 장착되고 비례제어밸브가 장착된 밸브블록과 연결되어 유압실린더를 제어함. 또한 실린더에 직결되어 있지 않고 파일럿 방식으로 구성되어 유압실린더 압력 대비 낮은 압력으로 시스템 제어가 가능한 구조임
- 라) 따라서 동일 시스템으로 밸브 신뢰성 평가를 위한 시스템을 구축하여 비례제어밸브 신뢰성 평가를 수행할 예정임



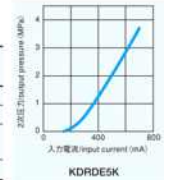
<이앙기 승강용 비례제어시스템 구성>

2) 선진사 유압밸브 분석

- 가) Y사 YR6D의 작업기 승하강 유압제어용 밸브블록에 장착된 비례제어밸브를 아래 그림과 같이 확인하였음
- 나) Y사 YR6D의 승강용 비례제어밸브 모델은 가와사키 社の KDRDE5K - 31 / 20D 로 주요 사양은 최대 설정압력 20 bar, 최대 유량 10 lpm이며, 제어 환경은 전압 12 V, 전류 1.6 A임
- 다) 해당 비례밸브는 본 연구과제의 개발 대상 밸브 시험을 위한 테스트 벤치 구성 및 제어 환경 구축을 위해 활용할 예정이며, 사전 시험을 통해 시험 시스템이 제대로 구성되었는지 검증할 예정임



型式/type	比例減圧弁 KDRDE5K/KDRDE5KR	切換弁 KWE5K
最高圧力/max. pressure (MPa)	選定	
最高流量/max. flow (L/min)	10	16
ソレノイド定格/solenoid rating	0.7A for DC24V 1.6A for DC12V	DC24V DC12V
コイル抵抗/coil resistance (Ω)	17.5	3.2



<벤치마킹 비례제어 밸브 >

<벤치마킹 비례제어밸브 사양>

나. 선진자료 분석을 통한 전자유압 비례밸브 신뢰성 평가 기준 개발

1) 작업패턴 조사

가) 이양기 사용자 설문조사를 통한 작업패턴 분석

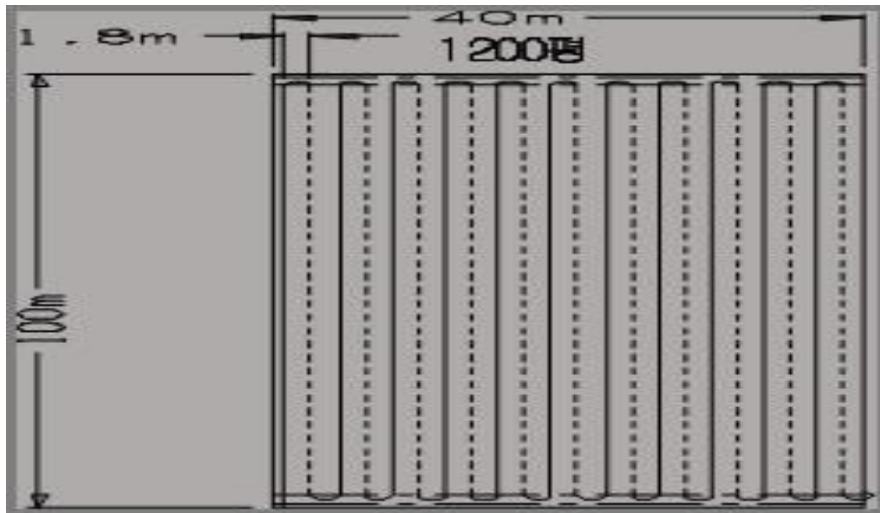
- (1) 경북 예천의 이양기 사용 농민을 대상으로 사용자 설문조사를 수행하였음
- (2) 해당 지역의 사용자 작업면적은 대부분 20,000 평 수준이었으며 평균 작업속도는 약 6km/h로 판단됨
- (3) 이양기 승하강용 전자밸브의 수동 조작은 실 작업 시 거의 조작하지 않는 것으로 조사되었음

<이양기 사용자 설문조사 결과>

No.	이양기 브랜드	모델명	지역	작업면적 [평]	세로길이 [m]	작업속도 [km/h]	전자밸브 수동 사용빈도
1	대동	ERP60D	예천	20000	-	5-7	사용안함
2	대동	ERP60D	예천	20000	100m	5-7	사용안함
3	대동	ERP60D	예천	40000	-	5-7	사용안함
4	대동	ERP60D	예천	22000	-	5-7	사용안함
5	대동	ERP60D	예천	20000	-	5-7	사용안함
6	대동	ERP60D	예천	20000	-	5-7	사용안함

나) 내구 시험을 위한 작업 사이클 분석

- (1) 비례제어밸브 신뢰성 평가를 위한 작업 사이클은 설문조사 결과에 따라 승하강 비례제어밸브의 사용빈도 수를 작업 선회 조건만 고려하여 결정하였음
- (2) 이양기 연간 작업면적은 설문조사 결과를 기반으로 20000 평을 기준으로, 총 사용시간은 비례제어밸브 신뢰성 평가 목표 시간인 1000 시간으로 하였음
- (3) 사용 사이클 선정을 위한 기준 면적, 시간, 사이클은 다음과 같음
 - (가) 기준 작업면적 : 1필지 (1200 평(100 m × 40 m), 작업 폭 1.8m)



<기준 작업 면적>

(나) 기준 면적 작업 시 비례밸브 작동 사이클

: 세로 100m 기준 1필지 선회 작동 수 = $40 / 1.8 = 22.2 \text{ cycle} \approx 23 \text{ cycle}$

(다) 기준 면적 작업 시 비례밸브 작동 시간

: 1200평의 전체 이양 작업거리는 2340 m에 해당되며, 총 소요시간은 약 1시간임

<이양 작업거리에 따른 작업시간>

거리	이양(주행)시간	모 공급 시간	Cycle
m	Min	Min	(좌+우 조향)
200	2	3	1
400	2	3	2
...
2200	2	3	11
2400	2	-	12
총 소요시간(min)	24	33	-

(라) 목표 작업 사이클

: 목표 작업 사이클은 조사된 내용을 바탕으로 아래와 같이 총 23,000 cycle 을 기준으로 결정하였음

ㄱ) 연간 사용 시간 = 20000평 / 1200평 × 1 hr = 16.67 hr

ㄴ) 연간 사용 사이클 = 16.67 hr × 23 cycle/hr = 383.3 cycle

ㄷ) 목표 사용 사이클 = 1000 hr × 383.3 cycle / 16.67 hr ≒ 23,000 cycle

2) 신뢰성 평가 기준 개발(성능, 수명)

가) 신뢰성(Reliability)은 어떤 소재, 부품, 제품이 사용되는 환경에서 고객이 기대하는 시간동안 고장 없이 기능을 수행하는 능력으로 정의되며 핵심 기능별 성능, 내구 시험기준에 따른 시험을 통하여 확보된다. 신뢰성 시험 항목은 유압 밸브의 종류, 성격, 사용 및 환경 조건, 제품의 보증기간과 고장메커니즘 등을 고려하여 시험절차, 시험조건, 측정항목, 시험장비, 부하시간 등 시험방법과 시험 후 제품의 성능을 평가하는 평가방법이 규정되어짐. 본 과제의 목표 중 하나인 비례제어밸브의 내구 수명 신뢰성 평가는 MIL-STD-690C의 심사기준에 따라 아래 표의 수명 평가 시험을 실시하여 신뢰수준 90 %에서 해당 작업차량의 요구 작업시간인 1000 hr 상당의 작동 cycle(B10수명)인 23,000 cycle을 보장하여야 함.

(MIL-STD-690C : Failure rate sampling plans and procedures)

<수명시험의 시험항목별 평가기준>

No.	시험항목	시험 방법	시험조건	평가기준
1	수명 시험	7.5.1	· 최대제어압력 신호의 50%를 중심으로 ±25%의 진폭과 5Hz주파수의 정현파를 반복 인가	2개의 시료를 시험하여 2개 모두 목표 작동 수명 cycle까지 고장없이 작동하고 성능시험 2.2.4의 평가기준을 만족하여야 한다

3) 시험조건 및 측정허용차

가) 시험조건

(1) 작동유의 종류 : KS M 2120(터빈유)의 2종 ISO VG 46 상당으로 한다.

(2) 기름온도 : 50±5 °C

(3) 오염도 : 작동유 0.1ℓ 중 오염물질 입자의 크기 및 수를 표 6과 같이 구분하여 급분류 하였을 때 9~11 급(NAS 1638 등급과 동일)의 범위로 한다.

<오염물질 입자의 크기 및 수>

오염도		4급	5급	6급	7급	8급	9급	10급	11급	12급
입자의 크기 (μm) 및 개수	5~15 μm	4000	8000	16000	32000	64000	128000	256000	512000	1024000
	15~25 μm	712	1425	2850	5700	11400	22800	45600	91200	182400
	25~50 μm	126	253	506	1012	2025	4050	8100	16200	32400
	50~100 μm	22	45	90	180	360	720	1440	2880	5760
	100 μm 이상	4	8	16	32	64	128	256	512	1024

(4) 부착 방법 : 특별히 사용상 지정하는 경우는 인수·인도 당사자간의 협의에 따라 정해진 조건에 따름

(가) 시험장치 기본구성은 아래 그림에 따른다.

(나) 스톱밸브(압력원)에서 상부압력 측정부까지는 파이프를 사용하고 길이는 파이프내부 직경의 10배~50배 사이로 한다.

(다) 상부압력 측정부에서 시험대상 밸브까지는 점퍼를 사용하고, 길이는 사용점퍼 직경의 5배로 한다.

(라) 시험대상 밸브에서 하부 압력 측정부까지는 파이프를 사용하고, 길이는 사용파이프 직경의 10배로 한다.

(마) 온도는 하부 압력 측정부에서 사용점퍼 직경의 5배에 해당하는 거리에서 측정한다.

(바) 유량은 온도측정부에서 사용점퍼 직경의 5배에 해당하는 거리에서 측정한다.

(사) 사용되는 파이프들은 직선으로 배관하고, 일정한 직경의 파이프이어야 한다.

(아) 사용되는 파이프나 피팅은 밸브포트 직경과 일치하여야 한다.

(자) 가능한 한 수평배관을 원칙으로 한다.

(차) 압력 계측용으로 사용되는 센서는 사용 파이프의 중심부에 위치시키고, 상부 방향으로 설치하며 탭의 직경은 파이프나 튜브직경의 0.1배보다 작거나 같아야 하며, 1~6mm 범위이어야 한다.

(카) 탭의 파이프내에 장착되는 깊이는 탭 직경의 2배로 한다.

(타) 차압용으로 사용되는 관의 단면적은 탭 단면적의 0.5배로 한다.

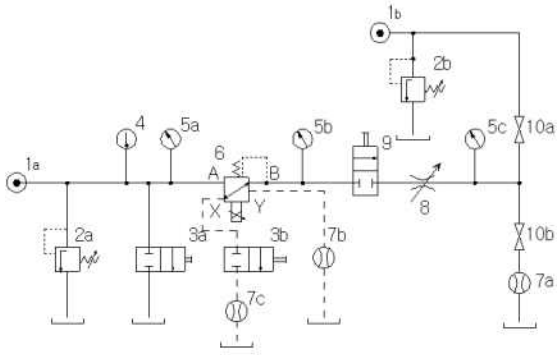
(5) 입력 신호 : 입력신호(수동 혹은 외부제어 신호)는 시험대상밸브마다 정해진 조건에 따른다.

(6) 시험 압력, 시험유량 및 입력신호의 허용차

(가) 시험 압력 $\pm 2.5\%$ 다만, 최소치는 0.1MPa{1kgf/cm²}로 한다.

(나) 시험 유량 $\pm 5\%$

(다) 입력 신호 $\pm 1\%$ 다만, 최소치는 최고 사용압력에 대한 입력 신호의 0.1%로 한다.



호	부품 명칭	번호	부품 명칭
1a,1b	유압 원	6	시험대상 밸브
2a, 2b	릴리프 밸브	7a, 7b, 7c	유량 계
3a, 3b	바이패스 밸브	8	스로틀 밸브
4	온도 계	9	2way 밸브
5a, 5b, 5c	압력 계	10a, 10b	섯 오프 밸브

<비례 감압 밸브 시험장치의 기본유압 회로도 (예시)>

나) 측정 허용차

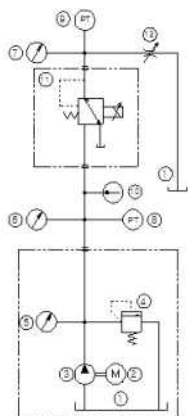
- (1) 압력 : ± 2.5 % 절대 정밀도, 다만, 최소치는 0.1MPa로 한다.
- (2) 유량 : ± 2.5 % 정적 절대 정밀도. 다만, 최소치는 최대 제어유량의 1 %로 한다.
- (3) 온도 : ± 2 °C

다) 성능 시험 방법 (히스테리시스 성능 시험)

시험회로에서 유압원의 설정압력은 시험대상밸브 최고 사용압력으로 하고 시험대상밸브의 정격유량으로 유량을 설정한 후, 시험대상밸브 및 계측장치가 동적인 영향을 받지 않는 속도로 시험대상밸브 제어압력을 0에서 최대제어압력까지 1왕복 조절하여 설정 입력값과 제어압력을 측정한다. 시험결과에서 히스테리시스는 다음과 같이 정의 한다.

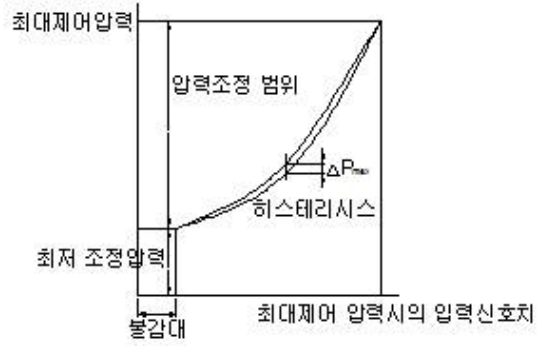
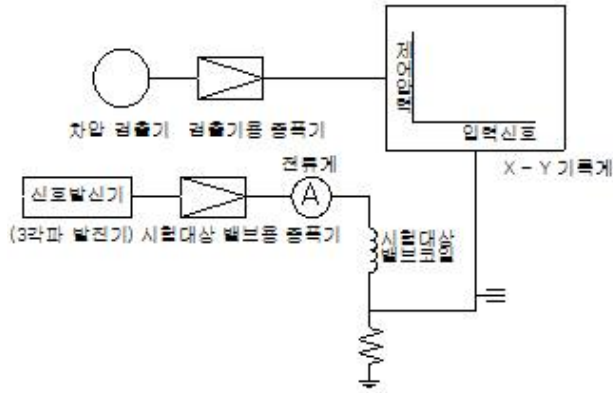
$$\text{히스테리시스}(\%) = \frac{\Delta P_{\max}}{\text{최대제어압력}} \times 100$$

여기서, ΔP_{\max} : 시험대상밸브 입력신호의 1왕복 중에서 동일 입력신호에 대한 제어압력 차이의 최대값



<입력신호에 대한 제어압력 특성 시험 유압회로도>

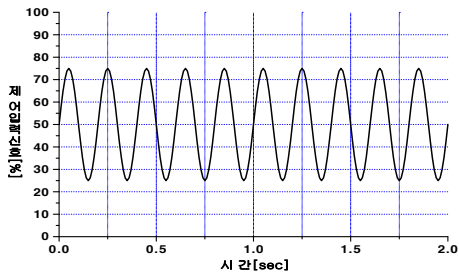
번호	부품 명칭	번호	부품 명칭
1	탱크	7	압력 계
2	전 동 기	8	압력 변환기
3	유압 펌프	9	압력 변환기
4	릴리프 밸브	10	온도계
5	압력 계	11	시험대상 밸브
6	압력 계	12	스로틀 밸브



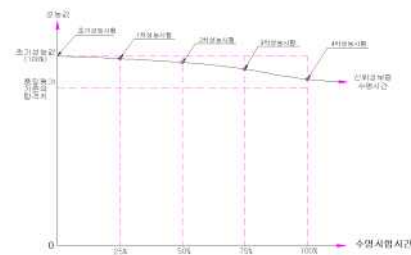
<입력신호에 대한 제어압력 특성 계측회로>

라) 수명 시험방법

신뢰수준 90 %, 무고장(C=70%) 시험작동을 기준으로 하여 수명등급을 부여한다. 시험대상 밸브의 수량은 2개로 하고, 2개 모두 목표 cycle까지 고장 없이 작동하고 성능시험의 평가기준을 만족하여야 한다. 수명 시험은 최대제어압력 신호의 50%를 중심으로 $\pm 25\%$ 의 진폭과 5Hz주파수의 정현파를 반복 인가하여 시험을 수행한다. 수명시험에 사용될 수 있는 제어입력신호의 예를 그림 8에 나타내었다. 수명시험에서 성능체크는 전체 시험 회수의 25, 50, 75, 100%에 해당하는 회수마다 4회에 걸쳐 실시한다.



<수명시험 제어입력신호>



<비례 감압 밸브의 수명시험 평가방법>

II. 2차년도(2018) 연구수행 결과

1. 전자제어장치 농업기계(승용이앙기) Application 적용 기술 개발

가. 1차 pilot기대 제작

- 1) pilot기대 제작(디젤 기대 1대, 가솔린 기대 1대)



<1차 pilot기대>

가)기대 제원

구분		1차 Pilot기대	
		디젤	가솔린
제원	길이x폭x높이(mm)	3,250 x 2,200 x 1,940	3,180 x 2,200 x 1,920
	최저지상고(mm)	440	415
	중량(kg, 무부하)	770	720
	기체 전,후 밸런스(%),균평 미장작/장작	55 / 52 (전륜)	52 / 48 (전륜)
엔진	형식	3C100LWR (수냉3기통 디젤)	FD620D (수냉2기통OHV 가솔린)
	출력/최대 회전수 (ps/rpm)	22/2,800	19/3,600
	배기량(cc)	1,007	617
	연료탱크용량(ℓ)	40	←
본기부	변속단수	전진 2단, 후진 1단	←
		HST 무단변속	←
	전륜x후륜 직경(mm)	650 x 950	650 x 900
	작업속도(㎞/h)	0~1.75	←
이앙부	조간거리(cm)	30	←
	식부주수(주/3.3m ²)	45,50,60,70,80,90	←
	휠 이송량(회수)	18, 20, 26(3단)	←
	경심제어	전자식 센서	←
작업능력(분/10a)		9분~	←

2) 프레임부 시작품 개발

가) 본기부 프레임류 개발

(1)기능별 센서류 부착(차속, 조향, 링크, 경심 센서 등)

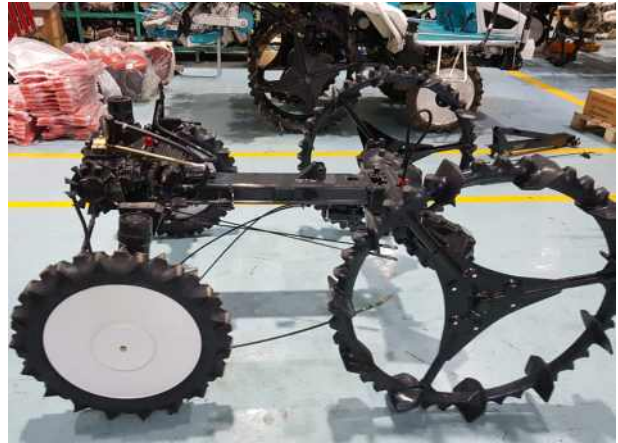
(2)센싱부 정확도 증대를 위한 강건성 확보

:NASTRAN을 이용한 프레임부 구조해석 적용 완료

(3)전자제어 장치를 수행할 수 있는 링크 구조 제작(스마트 턴, 자동 경심제어 기능)



<본기부 조립>



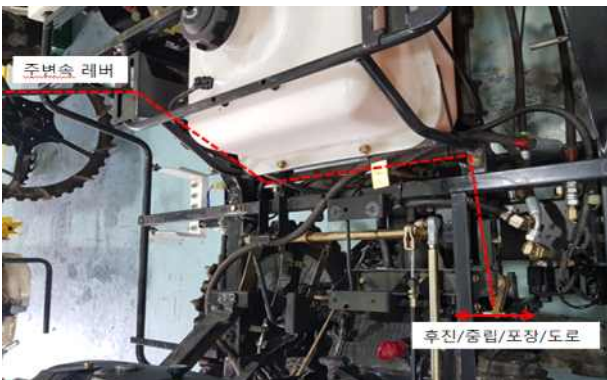
<밋선~뒷차축조합 조립>



<엔진 탑재 및 주요 프레임조합>



<전자비례제어밸브 기대 조립>



<주변속 시스템>



<이양클러치 동력 전달 장치>



<페달 변속 시스템>



<앞프레임>



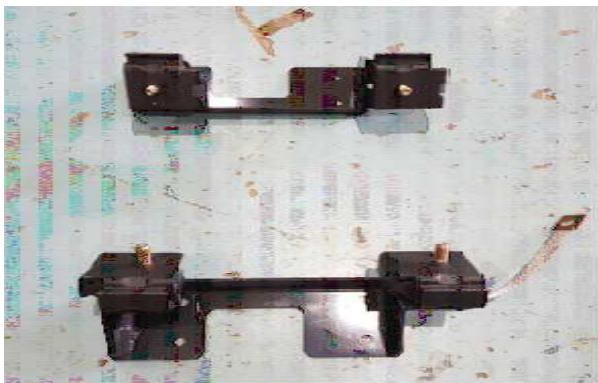
<의자지지프레임>



<로워링크>

나) 엔진마운팅부 제작

(1) 엔진 방열 및 소음/진동 개선



<엔진지지대 앞,뒤>



<쉬라우드>



<엔진 탑재>

다) 프레임 개발

- (1) 120kg 이상의 하중에 견딜수 있는 내구성 확보
- (2) 안정적인 경심제어 반응을 위한 플로트의 지면 감지 민감도 증대
- (3) 이앙부의 좌,우 수평제어 기능의 최적화



<이앙부 프레임 조립>



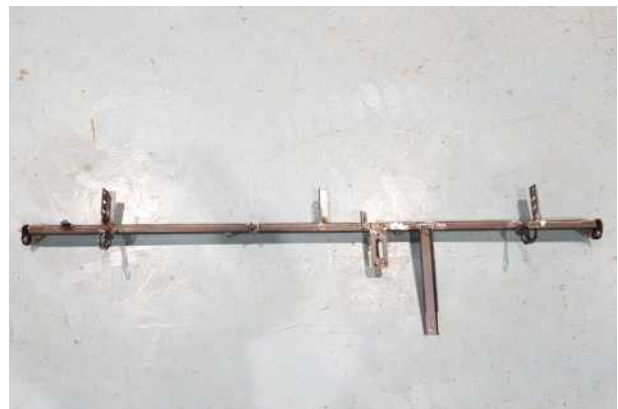
<이앙부 프레임 본기 조립>



<링크지점>



<연결파이프>



<파이프 프레임>

3) 이양부 자동경심제어 시스템부 개발

가) 시작품 개발

(1)경심센서 부착 및 지면 감도 검출



<플로트 금구 앞, 뒤>



<경심제어 센서 브라켓 및 가이드>

나)묘탑재대 시스템 개발

(1)탑재대 강건성 및 묘 걸림 해소

:탑재판 각도:124°, 조간거리 30cm, 최소 129kg하중에 견딜 수 있는 강건성 확보



<묘탑재대부>

4)스마트턴 기능 시스템 개발

가)스위치 조작부 개발

(1)각 기능의 스위치 배치를 위한 대쉬보드 개발



<대쉬보드>

나) 알고리즘 개발

(1) 경심제어 로직

:플로트 변위(지반 부하에 따라 변동)→경심 센싱(저항값 변동)→컨트롤러 입력 및 출력→전자비례제어밸브→승강 실린더→이양부 상승, 하강 또는 정지

(2) 스마트 턴 기본 제어 로직

:링크 센서(이양부 높이 검출)→이양클러치 ON/OFF 싯점 판단→차속 검출(차속센서)→주행거리 검출→조향각도 검출(조향각 센서)→선회개시 위치 검출→선회 종료 위치 검출

다) 각 기능별 센서 작동부 개발

(1) 경심센서(플로트 센서)

:지면의 굴곡을 감지하여 그 변동에 따라 전자비례제어밸브를 제어함으로 경심제어 기능 수행함

(2) 차속센서

:기체의 주행 거리를 측정하여 일정 거리에서 이양부 자동하강 및 이양부 동력의 연결/끊음 동작 시점을 결정

(3) 조향각 센서

:기체의 조향 회전 각도를 검출하여 이양부 승,하강 및 이양부 동력 작동 시점을 결정

(4) 링크 센서

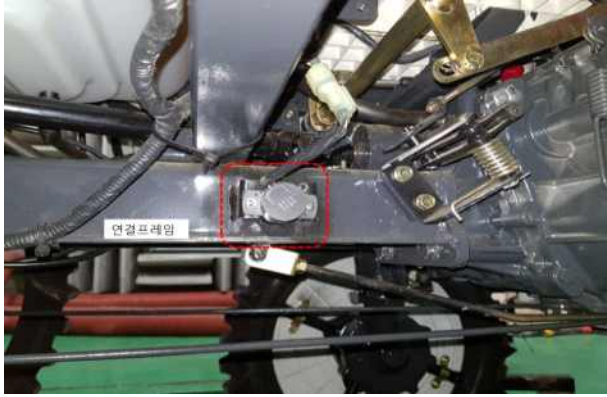
:이양부 높이 검출하여 작업자가 편한 위치에 이양부를 위치 시킴



<경심센서>



<차속센서>



<조향각 센서>



<링크 센서>

라) 좌,우 개발

- (1) 스마트 턴과 연계하여 논머리 선회시 작업자의 별도 조작 없이도 자동으로 라인 마카 좌,우가 작동되는 구조





<라인마크암 좌,우 작동부>

마) 스마트턴 시스템 성능 효과 분석

- (1) 논머리 선회 작업 시 일반 기계식의 경우 이양부 상승, 하강 및 마카 작동 등 일련의 논머리 작업을 작업자가 수동으로 레버를 조작해야 하나 스마트턴 시스템의 경우 별도 조작없이 핸들 선회만으로 모든 동작이 이뤄어짐
:작업자가 선회 조작 시 별도 신경 써야하는 부분이 없음
(보통 1필지(1,200평) 기준 23회의 선회 작동을 함)
- (2) 이로 인한 작업자 피로도는 수치적 측정은 어려우나, 작업후 작업자 면담 조사 시 만족도는 높음 편임

<일반기계식 시스템과 스마트턴식 시스템의 주요 특징>

	일반 기계식 시스템	스마트턴식 시스템
장단점	-.수동식으로 조작성이 번거롭다 -.작업자의 작업 피로도 증대 -.작업 시간 지연	-.자동식으로 운전자 편의성 증대 -.작업 피로도 경감 -.작업 시간 단축(1필지당 5~10분 단축 예상)
구조특징	이양레버를 조작하여 ①이양부 상승→②이양부 동력 끊음→③마카접음→④핸들 선회 후→⑤이양부 하강→⑥이양부 동력 입력→⑦마카 펼치고 작업을 진행 	스마트턴 스위치 on 후 핸들 선회만으로 일반기계식 시스템의 ①~⑦번의 작업을 자동으로 수행 

바) 자동 높이 설정 장치

- (1) 링크 센서에 연계하여 이양부 자동 높이 설정하면 이양부가 원하는 높이까지만 상승됨 --> 타사에는 없는 기능으로 모 공급 시 작업자 편의성 증대

	수입 K사	수입 Y사	대동 개발품	비고
이양부 자동 높이 장치	X	X	O	

5)타기종(트랙터) 자동경심 제어 장치 개발

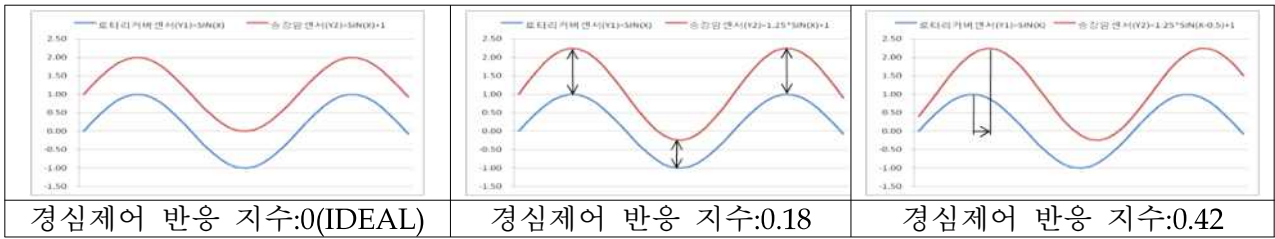
가)경심 제어 반응 지수 현 수준 정의

- (1)경심제어 반응 지수 정의

:로터리 커버와 승강암 센서의 시간당 변화량(미분)의 차에 대한 RMS값

$$(y) = RMS \left(\frac{d(ROT_COVER)}{dt} - \frac{d(LIFT_ARM)}{dt} \right)$$

(2)경심반응 지수 그래프



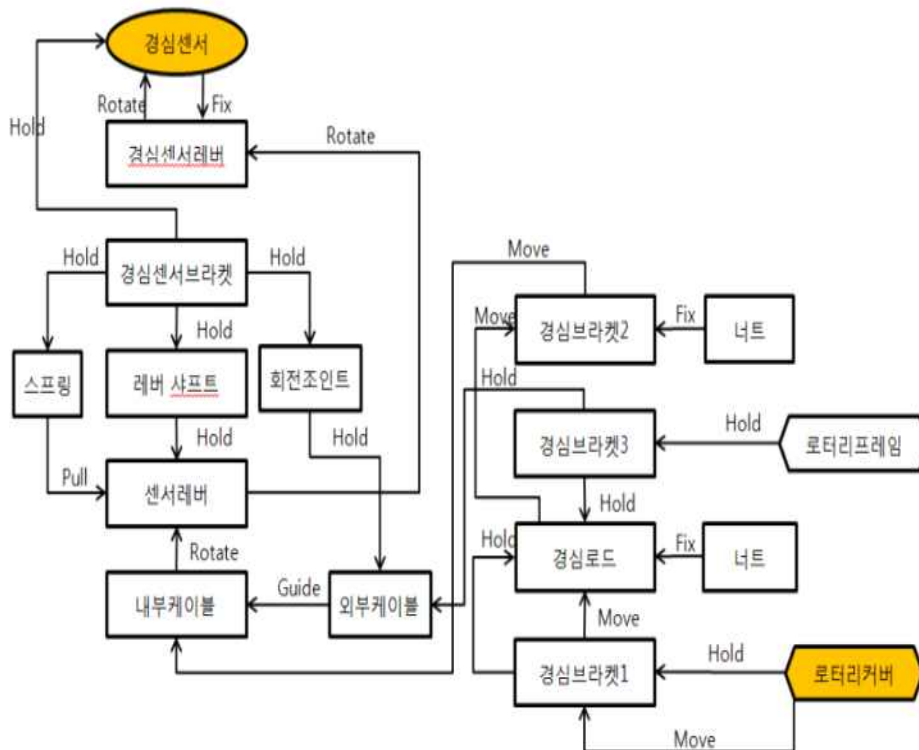
(3)대동 트랙터의 경심제어 현수준 및 목표 값

조건	평균	표준편차	SN비(dB)	
			현수준	목표
대동 트랙터	0.771	0.454	0.978	8이상
수입 K사	0.513	0.101	5.636	-

나) 제어 시스템 하드웨어 개발

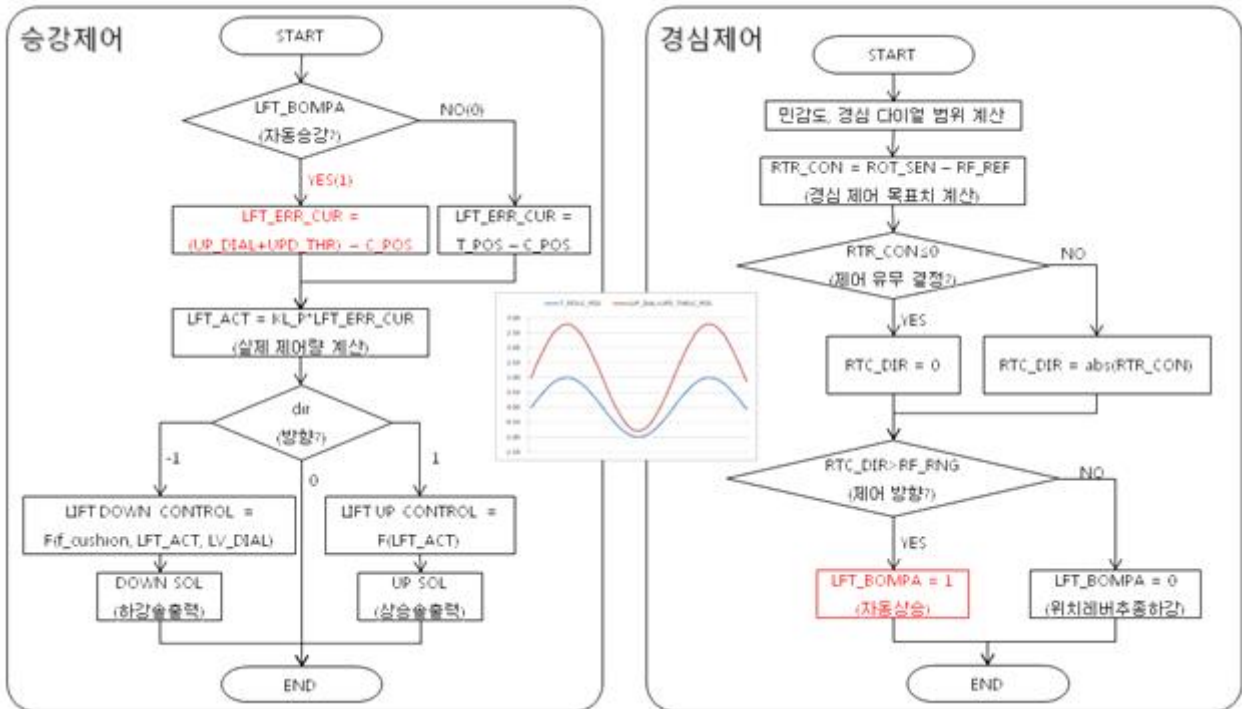
(1)경심제어 시스템 기능 모델링 전개

(가)현 구조 경심제어 시스템 기능 모델링 전개

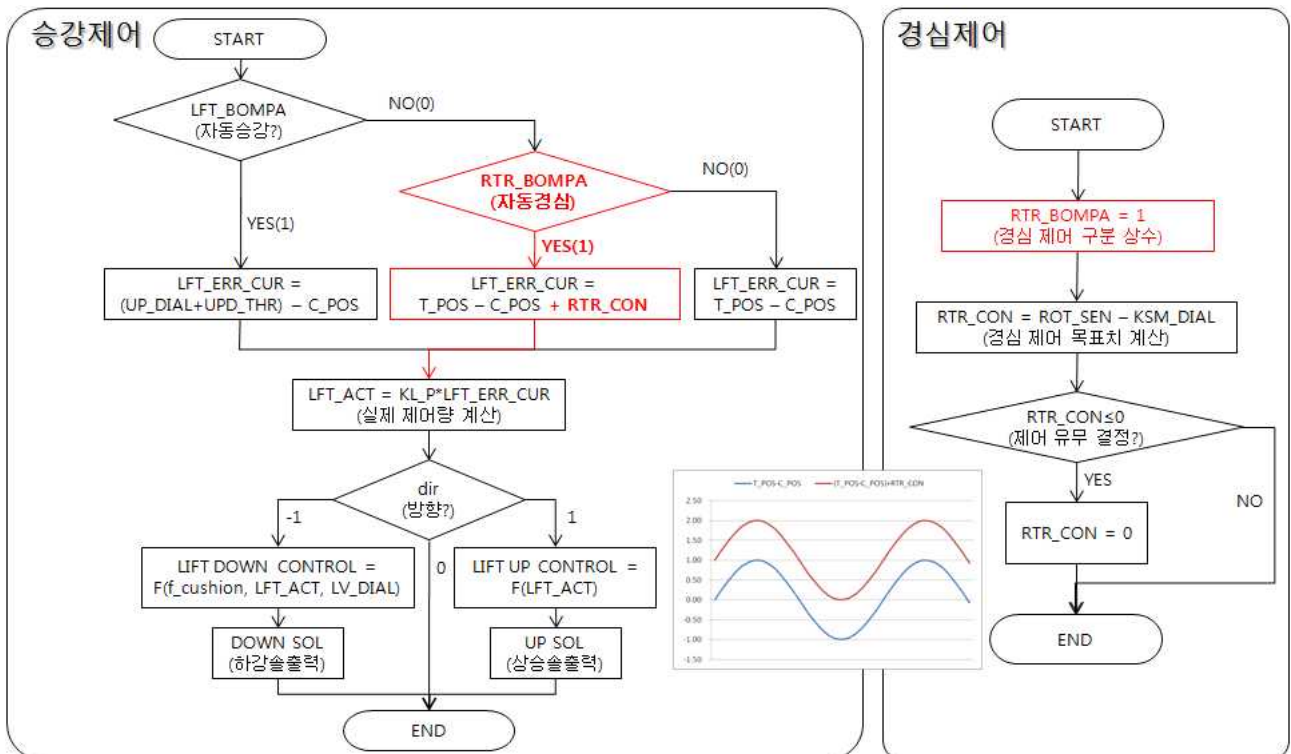


다) 제어 로직 개발

(1) 경심제어 로직(기존 로직)

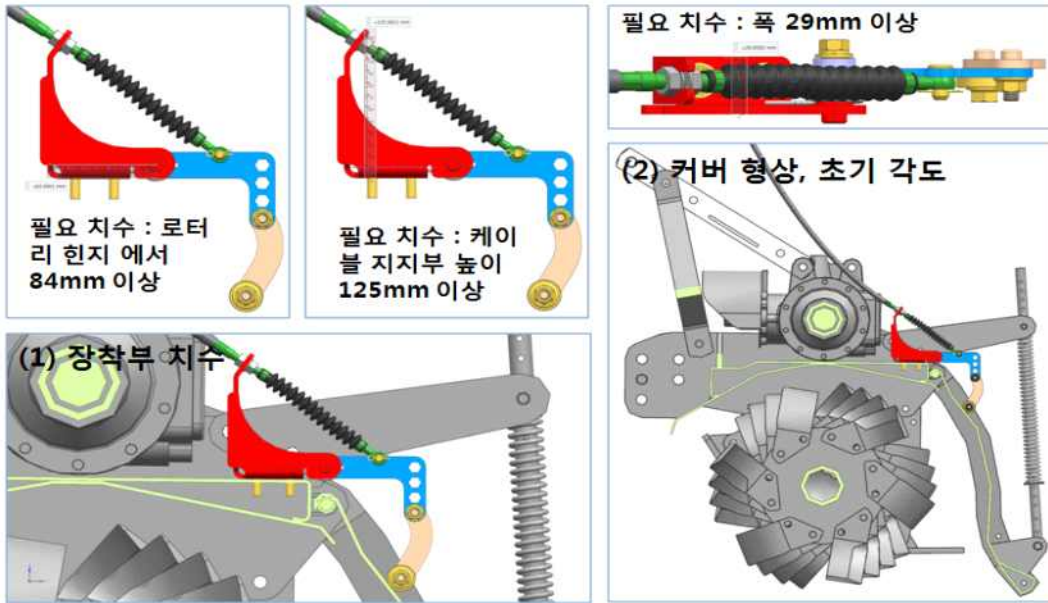


(2) 경심제어 로직(개선 로직)



라) 제어 시스템 로터리 장착 방법 정의

(1) 로터리 장착성 관련 필요 치수, 각도 및 형상



<로터리 장착 관련 치수, 각도 및 형상>

(2) 경심센서 장착 및 실물 장착 상태



<경심센서 및 로터리 조립 상태>

나. 성능 시험

1) 시험(벤치 테스트)

가)엔진 방열성 테스트

(1)방열성 테스트 결과

:ACT_WATER 45.1℃로 기준 만족(기준:40℃이상)

방열성시험 평가표										
시험내용: P2300디젤_방열성시험										
시험일자: 2019. 9. 12										
시험자: 김성욱										
시험장비: 사시디아노										
기종명		P2300 디젤		PTOP(어비)						
연료		사발		90100LWW		9%		1 dia Min: 1587 rpm, 1 dia Max: 2882 rpm		
배기량		1 L		출력(gross) :		22HP / 2800rpm				
분기 사양	그룹		부품		사양					
	냉각시스템		라디에이터	팬모터	nr	방열량	lcal/hr (전체중속: m/a)	핀마디:	핀폭: / mm	
			냉각팬	사이클	90	팬속비	1.04			
			압그릴	구멍경	90	Pitch	mm	개공률:		
흡입기 시스템		에어프린터	유량	4 인치	사양	건설			용량지 기준	
		패시시스템	사양	발판소용기	사양	터보차저	일용	Emission		
평가항목		단위	기준	실측가치 100%부하	실측가치 100%부하	기준가치 90%부하 (실측90%)	기준가치 90%부하 (실측90%)	비고		
PTO 성능 (방열성 시험시)	엔진 Speed	rpm	2828	2788		2818	2780	엔진 회전수		
	최속 LH Speed	rpm	70.8	87.7		71	68			
	최속 RH Speed	rpm	71	87.7		71	68			
	Speed Avg	rpm	41.2	48		42.6	56			
	LH Torque	kg.m	42.8	60.3		42.5	56			
	RH Torque	kg.m	41.9	49.9		42.5	56			
냉각 시스템 (A O T)	최속 흡입	hp	8.2	8.5		8.3	8.8	최속 LH+RH 흡입		
	T_Air	°C	33.9	33.8		21.8	23.2	그릴 1m원할, 그릴중심		
	T_Int Air	°C	38.7	38.6		41.8	42.7	에어프린터 입구 온도		
	T_Rin_Top	°C	37.8	39.1		-	-	라디에이터 전 온도 상단		
	T_Rin_Bottom	°C	48.6	48.8		-	-	라디에이터 전 온도 하단		
	T_Rin_Ave	°C	42.2	43.8		44.2	46.7	라디에이터 전 평균온도		
	T_Rin_Ave-회기	°C	8.3	10.1		22.3	22.6	라디에이터 전 평균온도 - 회기온도		
	T_Rout	°C	61.8	64		66.3	67.1	라디에이터 후 온도		
	T_Win	°C	83.2	87.0		83.7	86.6	엔진기중(냉각수 입구)		
	T_Wout	°C	88.8	103.1		88.8	80.7	엔진기중(냉각수 출구)		
	ΔTR	°C	6.8	6.8		6.2	6.2	TW_out-TW_in		
	에어프린터입구-회기	°C	6.1	4.8	4.7	18.7	19.6			
	T_E_Oil	°C	111.7	118.6		102	103.7	오일팬 온도		
	T_TM	°C	107.7	118.6		114.3	117	및연오일팬온도		
	T_Fuel_In	°C	36.8	37		38.5	44.4	연료입구 온도		
	ACT_WATER	°C	40.7	46.1	40.8	43.0	42.6	T10-T_wout+T_Air		
ACT_OIL	°C	40.7	48.2	38.4	40.9	40.6	T21-T_Eoil +T_Air			

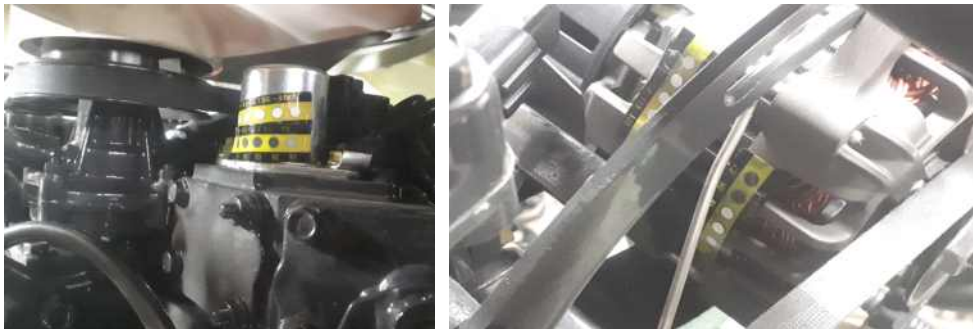


<방열성 테스트 사진>

(2)엔진룸 내부 전장부품 표면 온도 측정

:기준 온도 만족함

기종명		PZ300 디젤		PTO기어비			
엔진	사양	3C100LWW		SN	Idle Min: 1367 rpm, Idle Max: 2982 rpm		
	배기량	1 L		출력(gross) :	22HP / 2800rpm		
본기 사양	그룹	부품		사양			
	냉각시스템	라디에이터	전면면적	mm	방열량	kcal/hr (전열속도: m/s)	핀피치: / mm
		냉각팬	사이즈	Ø	팬속비	1.04	
		알그릴	구경경	Ø	Pitch	mm	개공율:
	흡배기 시스템	배열순서	RD				윤점차 기준
에어크리너		용량	4 인치	사양	건식		
	배기시스템	사양	일반소음기	티브차저	없음	Emission	
평가항목	단위	기준	pilot기대 차속5HP	pilot기대 100%부하	기준기대 80%부하 (차속5HP)	기준기대 장래부하 100%부하	비고
전장품 표면 온도	발전기	℃	110↓	86.1		95	회기온도 40도 보장
	스타터모터	℃	110↓	86.1		95	
	정지슬레노이드	℃	110↓	86.3		90	
	전조등	℃		76.1		90	
	계기판	℃	80↓	76.1		85	
	클래쉬 릴레이	℃	80↓	76.1		85	
	퓨즈박스	℃		76.1		85	
발전(소음기 근접부위)	℃		58.9		80		
흡배기 SYSTEM	흡기 부압	Kpa					
	배기 배압	Kpa					
Hot shut down	Overflow량/ 전체 냉각수량	%	10↓				



<전장부품 표면 온도 측정>

나) 기본 사양 및 특성 분석

(1)조건별 플로트 각도 측정 방법

(가)이양부 하강 시 지면에 닿지 않을 만큼 플로트를 줄로 고정함.

플로트 하단부에 디지털 각도계 설치하고 감도(민감, 표준, 둔감) 및 차속(정차, 중속, 고속)별로 플로트의 실제 각도와 플로트의 센서값, 이양부 높이를 측정.

(나)차속 조건별 속도(정차:Idle min, 고속:Max rpm)

구분		대동 (pilot기대)	수입 Y사 기대	비고
속도(m/s)	중속	0.7	0.9	대동 중속:크루즈 레버 3단 수입 Y사 중속:속도조절레버 4단
	고속	1.64	1.64	

(2)조건별 플로트 각도 및 전압값 측정결과

(가)수입 Y사는 차속이 빠를수록 깊게 심기는 경향을 보임

(나)수입 Y사는 고속, 둔감으로 갈수록 심음깊이가 깊어지는 경향을 보임

구분	수입Y사			대동 pilot		
	민감	표준	둔감	민감	표준	둔감
정차	-2.9°	-0.35°	+1.3°	-2.9°	-0.98°	+1.01°
중속	-1.9°	+0.3°	+2.1°	-2.51°	-0.34°	+1.62°
고속	-1.6°	+0.8°	+2.5°	-1.83°	+0.21°	+2.27°



<플로트 각도별 명칭>



<플로트 기본 사양 테스트 장면>

다) 성능(이양부 반응 속도) 분석

(1)주파수 입력 신호

:필드에서 플롯으로 들어오는 입력 신호 대비 처리 속도가 얼마나 차이 나는지 확인하기 위하여 가상의 필드 입력신호(주파수)를 주어서 성능 확인.

(수입 Y사 시험 시 진폭 1V, 대동은 같은 각도로 환산한 값인 1.38V로 시험)

(2)시험 항목:주파수(Hz)별 위상차 및 진폭 확인

(3)측정방법

(가)이양부 높이를 지면으로부터 70cm 정도 올림(지면과 닿지 않게)

(나)플롯 센서에 function generator를 연결하여 지면과 비슷한 주파수(1~4Hz)의 신호를 이양부 컨트롤러에 전달

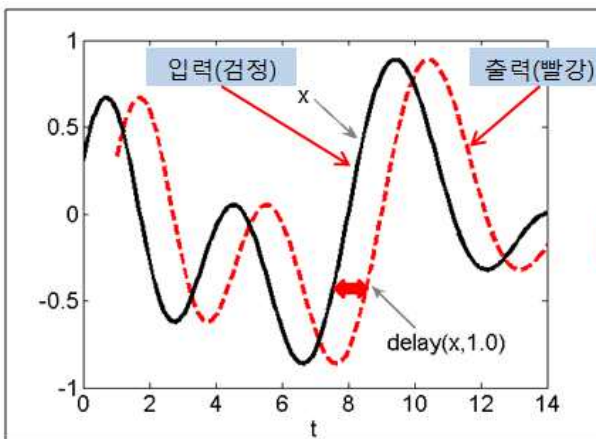
(다)이양부가 입력신호 대비 출력 신호의 파형을 분석

(4)시험 조건

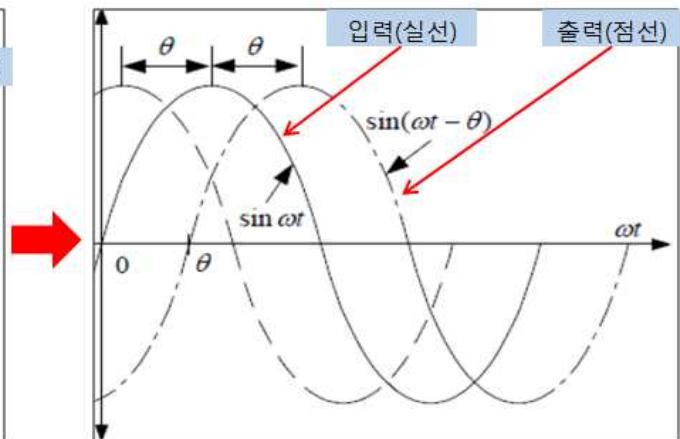
구분	시험 조건
입력신호	약 5°에 해당하는 진폭 신호 입력
주파수	0.1, 0.5, 1, 2, 4, 10Hz
차속	정차, 중속, 고속
감도	민감, 표준, 고속
기타	이양부 무게(공차), 유온 50℃

(5)주파수 반응 지연 시간과 출력 값 환산

:신호입력(플롯 전압값) →출력(이양부 높이 움직임)확인→입력/출력 간 Delay time확인→위상차(θ) 환산(위상차 높을수록 반응 지연)



※ X축 : 시간



※ X축 : 위상(각도)으로 환산

2) 필드 실증 시험

가) 실증 이양작업

(1) 정량적 목표

항목	목표	실적	비고
전결주율(%이하)	5	4.5%	필드 가혹 조건
작업능률(m/10a)	10	9	
작업부 자동상승 시점(°)	25±5	24	
이양클러치 자동연결 시점(m)	3	2.8	

(2) 정도 시험

(가) 시험 조건: 묘떼기량: 표준(6/10단), 심음깊이: 표준(4/6단), 이양주수: 50주,



<정도시험 측정 장면>
황이송떼기: 20회, 경심민감도: 표준

(나) 시험 결과

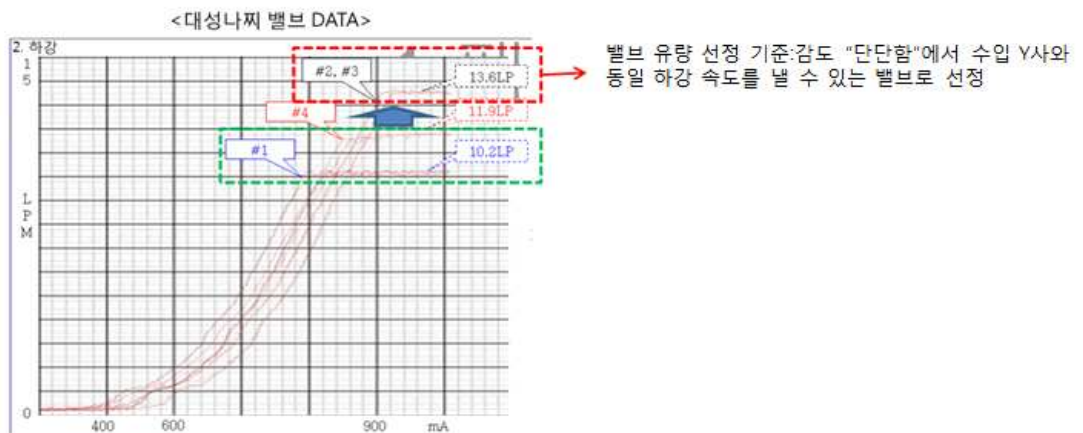
	주수 (10m/1회)	(1)매물주 (율)	(2)뜯모주 (율)	(3)결주 (율)	전결주(율) [=(1)+(2)+(3)]	비고	2차년도 목표기준
1차 시험	264	0 (0%)	10(3.7%)	5 (1.9%)	15 (5.6%)	FAIL	5%이내
2차 시험	264	0 (0%)	8 (3%)	4 (1.5%)	12 (4.5%)	PASS	

(다)경심튜닝 개선 내용

	전결주율	작업 사진	비고
개선 튜닝 전	5.6%		
개선 튜닝 후	4.5%		

- ▶ 1차 전결주율 시험 결과 5.5%로 Fail → 2차 경심 튜닝 개선하여 2차년도 정량적 목표 합격
- ▶ 경심튜닝 내용은 아래의 4가지 항목 참조<ㄱ), ㄴ), ㄷ), ㄹ)>항목 참조>
- ▶ 3차년도 최종 전결주율 목표는 3%이내(국정검사 합격 기준)이나 수입 승용이양기 대비 경쟁력 제고 차원에서 최종 목표는 2% 이내로 진행 예정임

ㄱ) 하강 속도 증대를 위한 승강밸브 사양 변경



ㄴ)승,하강 속도 셋팅(이양부 60kg하중 시, 정지 상태)

구분	수입Y사	대동 pilot기대
상승(rpm max)	4.1초	3.5초
하강(rpm max)	1.7초	1.9초

ㄷ)경심제어 구간(부드러움, 표준, 단단함)에서 승,하강 속도 셋팅

민감도	수입 Y사			대동 pilot기대		
	부드러움	표준	단단함	부드러움	표준	단단함
상승(rpm max)	3.5초	4.2초	5.3초	3.5초	4.4초	5.6초
하강(rpm max)	3.3초	2.6초	2.2초	3.4초	2.7초	2.1초

ㄹ)민감도별 플로트 센서 값 설정

민감도	수입 Y사			대동 pilot기대		
	부드러움	표준	단단함	부드러움	표준	단단함
플로트 센서값(V)	2.6	2.3	2.0	1.6	1.95	2.3
Dead band(V)	±0.17	±0.16	±0.16	±0.15	±0.15	±0.15

(3)수입 Y사 대비 작업 사진

(가)필드 조건 양호(물 적음, 지면 평탄함)

:수입 Y사 기대 대비 모자세 , 심음깊이 유사 수준



<수입 Y사 작업 장면>



<대동 pilot기대 작업 장면>

(나)필드 조건 가혹(물 많음, 지면이 고르지 못함)

:수입 Y사 대비 이양부가 지면에서 높이 뜨는 경향이 있고, 뜬모 발생율도 높음



<수입 Y사 작업 장면>

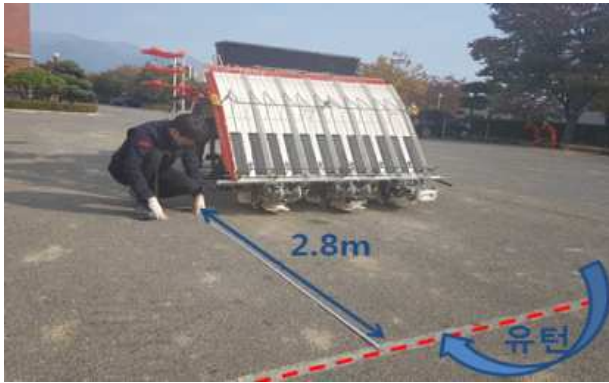


<대동 pilot기대 작업 장면>

(4)스마트 턴 기능 관련 시험

(가)이앙클러치 연결 시점과 자동상승 시점은 스마트 턴 작동 시 작업자 편의 장치와 관계된 기능으로 BMT결과와 실수요자 작업 시 의견을 고려하여 목표값을 지정하였음

		이앙클러치 연결 시점	자동상승 시점	비고
BMT결과값		2.5m	25°	
대동 개발품	목표값	3m이내	25°±5	
	실측값	2.8m	24°	



<이앙클러치 연결 시점 측정 장면>



<자동 상승 시점 측정 장면>

나) 작업 시 data분석

(1)시험 관련 사항

(가)시험 시 차속 확인 결과

구분		대동 pilot기대	수입 Y사 기대	비고
속도(m/s)	중속	0.7	0.9	-.대동 중속:크루즈 3단 -.수입 Y사 중속:크루즈 4단
	고속	1.64	1.64	

(나)플로트 전압값 및 각도 확인 결과

구분	대동 pilot기대			수입 Y사 기대		
	실측 각도(°)	전압값(V)	플로트 수평 기준 각도(°)	실측 각도(°)	전압값(V)	플로트 수평 기준 각도(°)
플로트 최대 지점	전방 7.5° 상승	3.86	7.5	전방 4.3° 상승	1.54	4.3
플로트 최저 지점	전방 4.4° 상승	0.43	-4.4	전방 6.9° 하강	3.86	-6.9
총 변화량	11.9°	3.4	11.9	11.2°	2.3	11.2

(2)작업 조건별 시험 결과

[단위:각도(°)]

① 중속, 물 많음												
작업중 플로트 각도 변화범위(Peak to Peak)							작업중 플로트 각도 평균값					
구분	민감		표준		둔감		민감		표준		둔감	
	중속	고속	중속	고속	중속	고속	중속	고속	중속	고속	중속	고속
수입 Y사	4	6.4	3.3	5.4	3.2	5.3	-2.1	-0.4	-0.3	0.6	0.5	1.2
대동 pilot	6.3	10.1	4.5	10.7	6.5	8.8	-0.5	-0.6	1.2	1.4	3.2	3.7
② 중속, 물 적음												
작업중 플로트 각도 변화범위(Peak to Peak)							작업중 플로트 각도 평균값					
구분	민감		표준		둔감		민감		표준		둔감	
	중속	고속	중속	고속	중속	고속	중속	고속	중속	고속	중속	고속
수입 Y사	3	5.1	3.1	4.7	3.3	3.1	-1.5	-2.1	-0.5	-0.5	0.4	-0.2
대동 pilot	9.7	11.9	4.2	11.9	5.8	11.9	0.3	0.3	1.7	2.1	3.5	3.8
③ 고속, 물 적음												
작업중 플로트 각도 변화범위(Peak to Peak)							작업중 플로트 각도 평균값					
구분	민감		표준		둔감		민감		표준		둔감	
	중속	고속	중속	고속	중속	고속	중속	고속	중속	고속	중속	고속
수입 Y사	8	11.2	6.7	11.2	5.9	11.2	-1.4	-0.3	0.5	0.9	2.4	2.7
대동 pilot	11.2	11.9	11.8	11.9	10.4	11.9	0.7	0.5	2.4	2.3	4.4	4.3

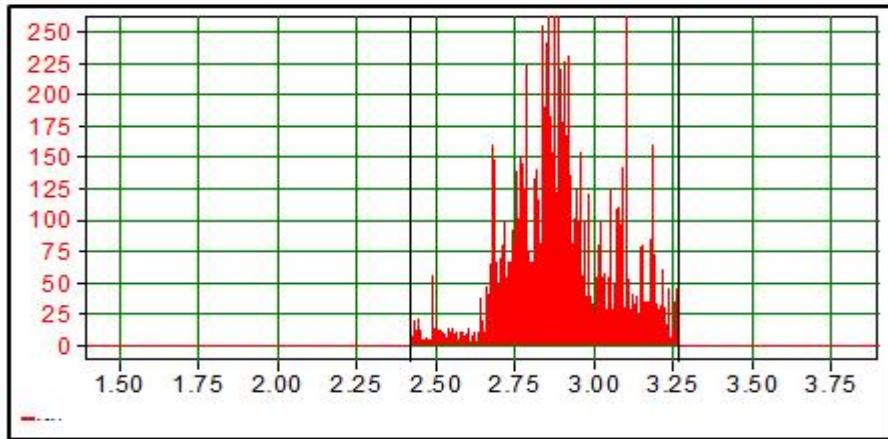
(3)시험 결과 검토

구분	수입 Y사	대동 pilot 기대	비고
속도에 따른 비교(중속, 고속)	<ul style="list-style-type: none"> ● 속도가 빠를수록 이양부가 내려가는 경향 ● 속도가 빠를수록 플로트의 변화량이 커지나 대동 보다는 전반적으로 작은 수준임 	<ul style="list-style-type: none"> ● 속도에 따른 이양부 변화가 없다고 판단 ● 속도가 빠를수록 플로트의 변화량이 커지나 수입 기대 보다 전반적으로 크게 변함 	
감도에 따른 비교 (민감, 표준, 둔감)	<ul style="list-style-type: none"> ● 둔감할수록 이양부가 내려감 ● 둔감할수록 플로트의 변화량이 작아짐 ● 민감~둔감 사이의 플로트 각도 변화가 2.1° 로 대동대비 작음 ● 민감조건에서는 플로트가(-) 각도임.(이양부가 지면보다 높다고 추정) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 둔감할수록 이양부가 내려 감 ● 둔감할수록 플로트의 변화량이 작아진다는 경향을 찾기가 어려움 ● 민감~둔감 사이의 플로트 각도 변화가 3.6°으로 수입 기대 대비 큼 ● 민감조건에서는 플로트가(0°) (이양부가 지면과 수평임) 	실작업 시 data 분석
가혹 조건비교 (지면 조건 차이)	<ul style="list-style-type: none"> ● 중속, 가혹조건에서는 일반작업 조건 보다 플로트 변화가 조금 크나 대동 대비 양호함 ● 고속에서는 플로트의 Peak to peak값은 대동과 유사하나 제어는 되고 있는 것으로 판단 	<ul style="list-style-type: none"> ● 가혹조건에서는 속도에 상관없이 플로트 값이 max로 치우쳐 있음 	
제어패턴	<ul style="list-style-type: none"> ● 주파수:1kHz ● 상승보다 하강의 튜티비가 높음(이양부의 하강 속도가 빠름) ● 민감도가 둔감으로 갈수록 상승은 튜티비가 줄어 들고 하강쪽은 튜티비가 높아짐 	<ul style="list-style-type: none"> ● 주파수 : 100Hz ● 향후 정치 시험 후 분석 예정임 	정치 상태 분석

다) 전압값(실측 data) 분포도 확인

(1)플로트 전압값의 분포도 그래프

:막대 그래프가 가로 방향으로 좁을수록 플로트가 기준값을 따라 반응하는 성능이 좋은 것으로 판단됨



※ X축 : 플로트 전압값 범위

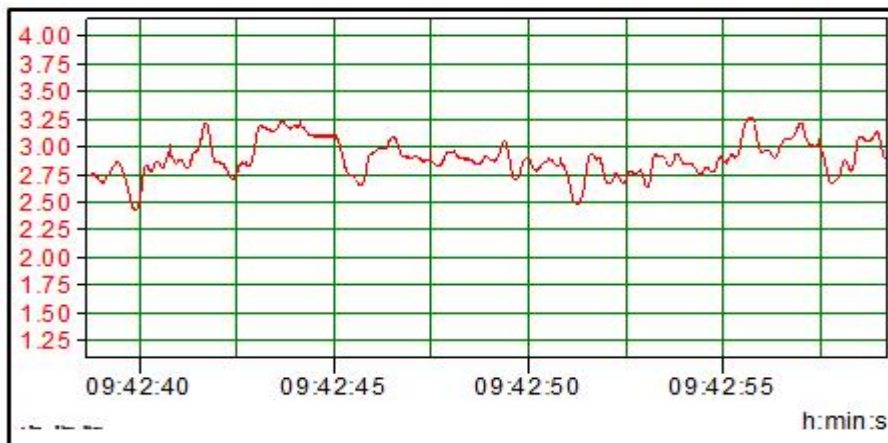
→수입 Y사(1.5~3.8V), 대동(0.43~3.86V)

※ Y축 : 플로트 전압값 횟수 산출

→X축의 전압값이 data계측 시간동안 몇 회 산출되는가를 나타냄

(2)플로트 전압값의 분포도 그래프

:플로트 전압값이 중심선에서 크게 벗어나지 않을수록 지면에 반응하는 성능이 좋은 것으로 판단됨



※ X축 : 측정시간(hr : min : sec)

※ Y축 : 플로트 전압값

→Y축의 범위는 플로트의 실측각도(수입 Y사:11.2도, 대동:11.9도)를 고려하여 동등 수준에서 비교가 될수 있도록 선정함

2. 전자비례제어밸브 개발

가. 상세 설계 및 보완설계

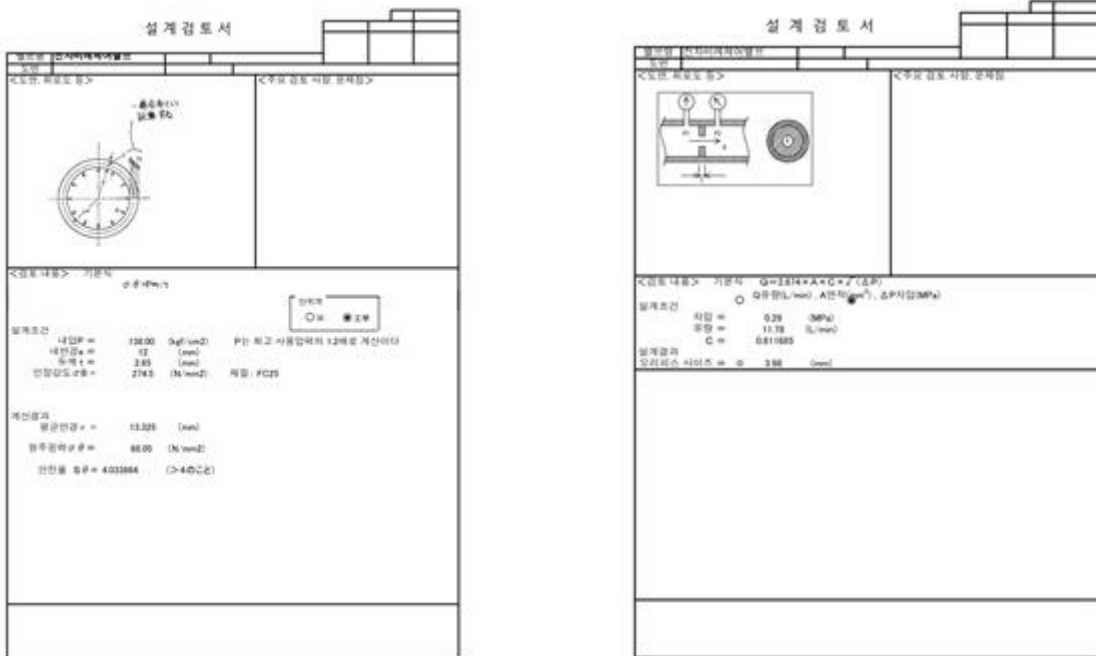
1) System 적용 유량, 압력 사양에 준한 설계

가) System 요구 압력 사양 : $110 \pm 5 \text{ kgf/cm}^2$

(1) 압력 사양 120% 기준으로 BLOCK과 MAIN SPOOL HOLE사이의 내압 강도 안전을 감안 설계

나) System 요구 최대 유량 사양 : 11.775LPM

(1) 요구 유량에 대한 BLOCK의 유로 연결 HOLE 크기 결정 설계

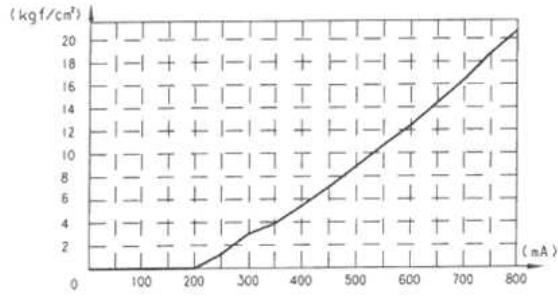


<설계 검토서>

다) 전자비례제어밸브 전류대비 압력 설계

(1) 적용 설계 입력 사양 자료 바탕으로 설계 적용

- ① 전원 사양 : DC12V
- ② Normal Current : 0~800mA
- ③ Coil 사양 : 7.5Ω

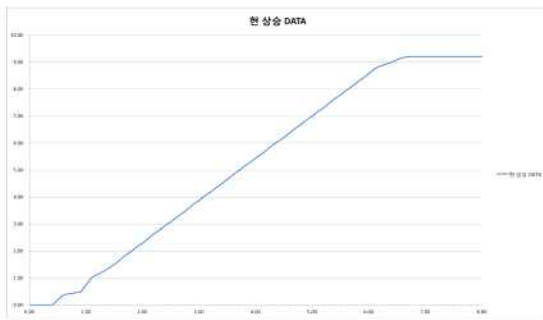


mA	0	100	200	300	400	500	600	700	800	REMARKS
kgf/cm ²	0	0	0	2.4	5.4	8.8	12.6	16.7	20.9	

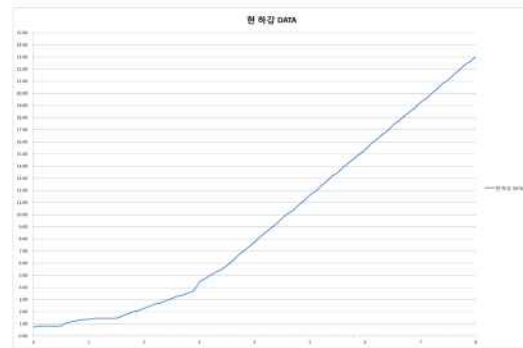
<전류-압력 특성 그래프 >

라) 전자비례제어밸브 전류대비 유량 설계

(1) SPOOL STROKE 대비 MAIN SPOOL 개도 면적 상응한 유량 설계



<상승 제어 설계 DATA>

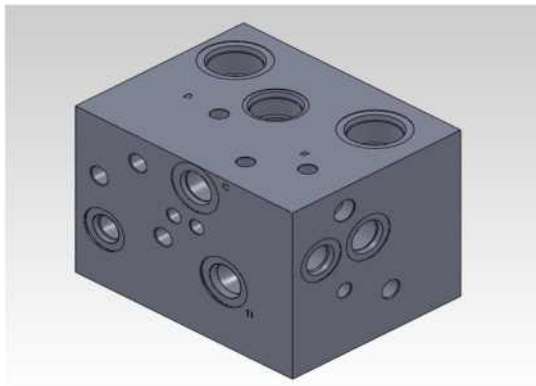


<하강 제어 설계 DATA>

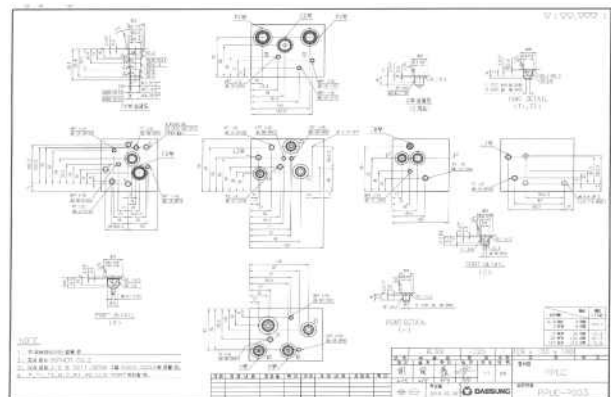
2) 전자비례제어밸브 사양에 준한 부품 설계

가) 상세 및 보완 설계에 준한 부품 설계

(1) BLOCK 설계 및 도면

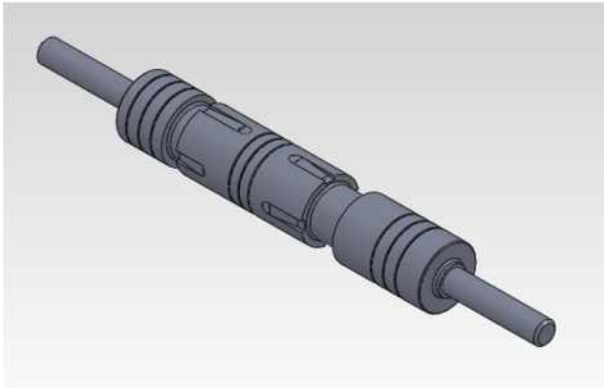


<3D 모델링 설계>

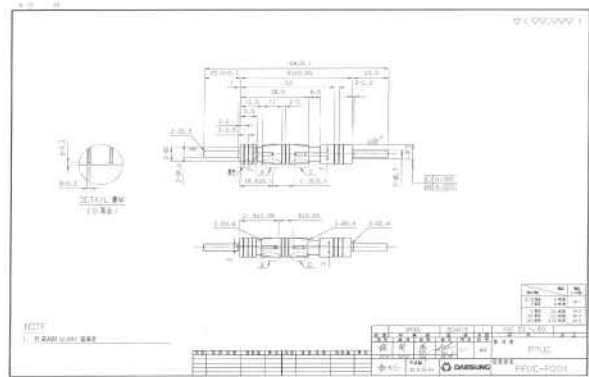


<2D 설계 도면>

나) SPOOL 설계 및 도면



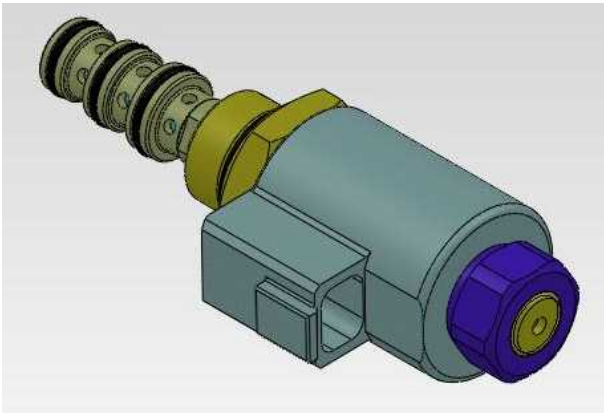
<3D 모델링 설계>



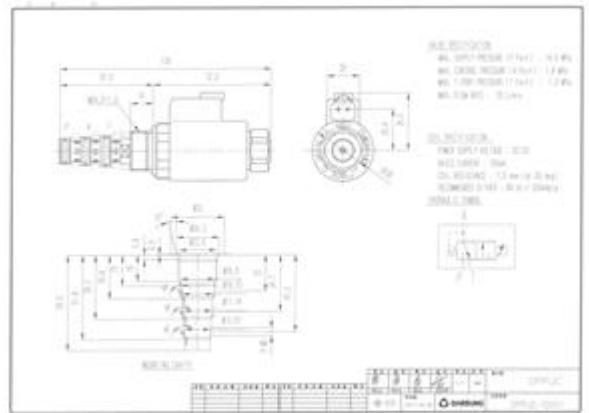
<2D 설계 도면>

다) 전자비례밸브 설계 및 도면

(1) 단품 도면

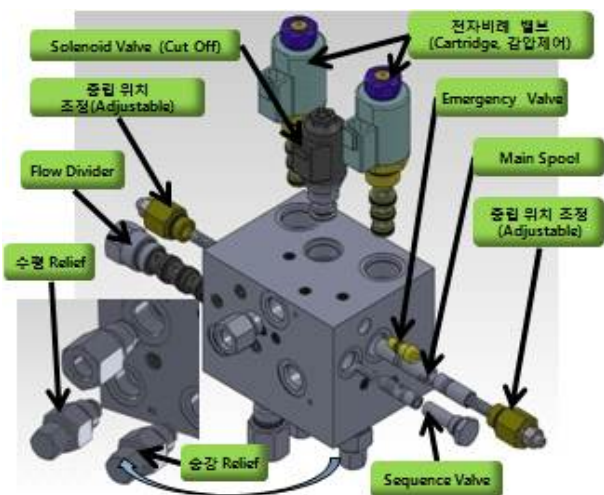


<3D 단품 도면>

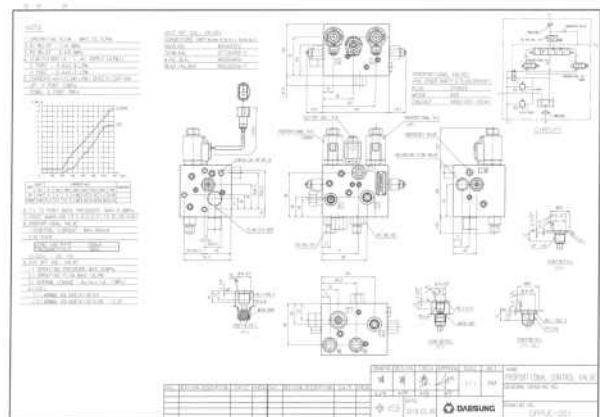


<2D 단품 도면>

(2) 조립품 도면



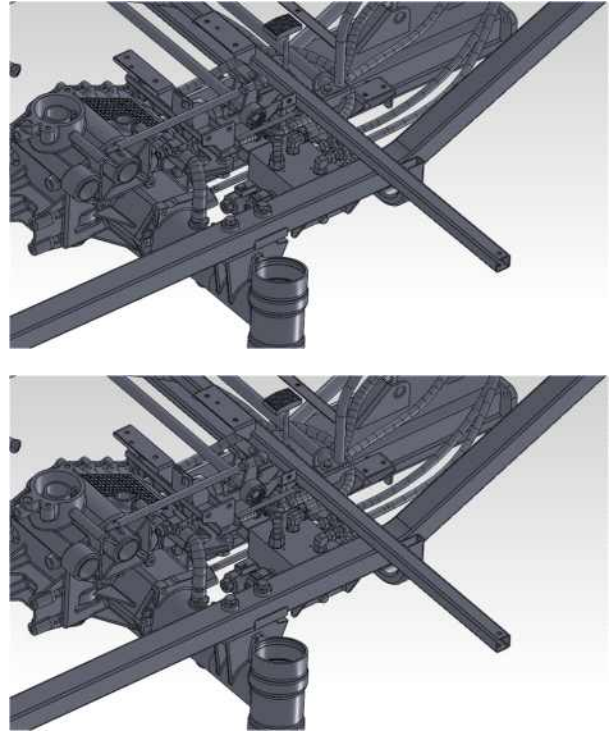
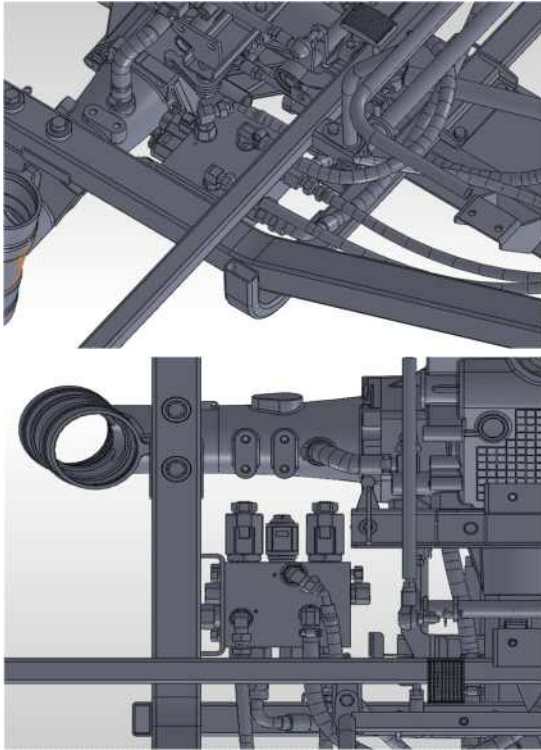
<3D 조합 도면>



<2D 조합 도면>

3) 이양기 장착성 고려한 설계

가) 이양기 장착 검토 확인



<전자비례제어밸브 장착성 검토>





















나) 이양기 장착 사진



<전자비례제어밸브 기대 장착 사진>

나. 전자비례제어밸브 1차 pilot제작

1) 전자비례제어밸브 단품 개발 및 제작

				
BLOCK	조정용 PLUG	Sequence Valve	Emergency Valve	S o l e n o i d Valve(Cut Off)
				
카트리지가용 감압밸브	Main Spool	Main Spool Assy	중립위치 조절 plug	Filter Assy
				
Relief Valve	Flow Divider Valve	Coil	Guide Assy	Plunger Assy
				
Stopper	Spool	Spring	Sleeve	Cap Nut

2) 전자비례제어밸브 부품 제작



<부품 전개>

다. 성능 분석 및 개선 보완

1) 전류 대비 압력 특성 TEST

- 작동입력 시작 전류 범위 확인
- 제어유량 범위 확인
- 제어압력 범위 확인
- 제어압력 Hysteresis 확인



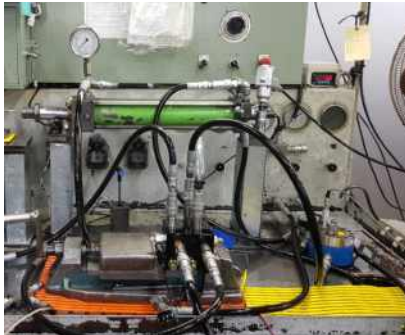
<성능 TEST>



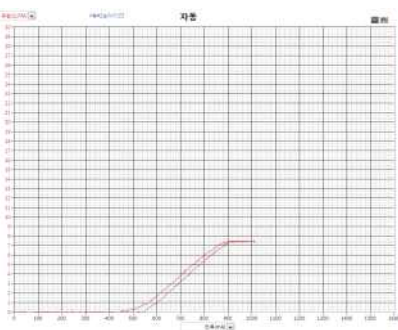
<전류대비 압력특성 TEST DATA>

2) 전류대비 유량 특성 TEST

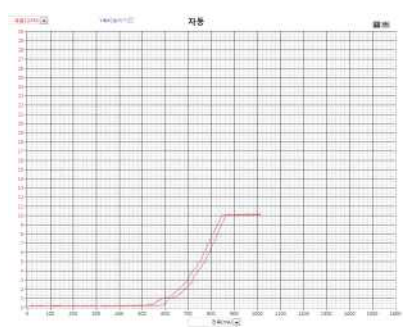
- Spool 상승 개도 면적 선도 대비 Test data 확인
- Spool 하강 개도 면적 선도 대비 Test data 확인



<성능 TEST>



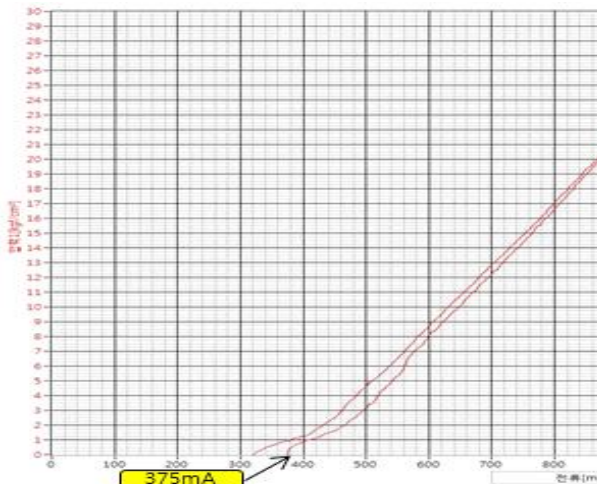
<상승 전류-유량 DATA>



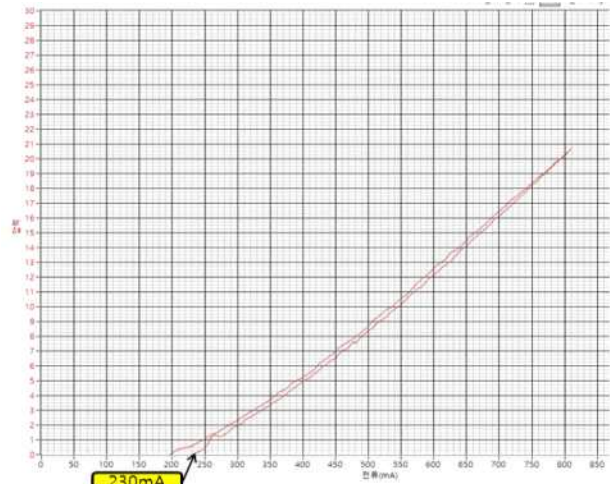
<하강 전류-유량 DATA>

3) 정량적 목표 실적

가) 작동입력 시작전류 범위



< 1차 시험 결과_fail >



< 2차 시험 결과_pass >

(1) 결과 : 375mA(2차년도 정략적 목표 150~250mA) 부적합 판정

(2) 개선 활동

ㄱ) 충남대와의 협업을 통한 정보 공유 및 개선 Point 확인

① AMESim 시뮬레이션 프로그램을 이용한 작동입력시작 전류범위 수정

- 본 연구에서 개발한 비례제어밸브는 기존 375 mA의 입력전류에서 밸브의 개구면적의 변화가 일어났으며, 이 때 압력이 발생하여 메인스풀을 물리적으로 밀어 작동시켰다.

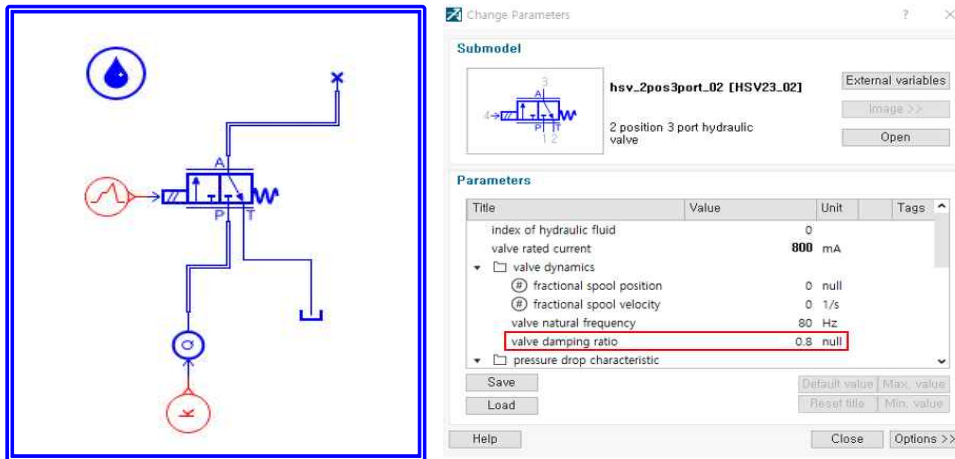
- 밸브의 작동입력시작 전류범위를 개발목표치인 150 ~ 250 mA의 범위로 조정하기 위하여, 1D 해석 소프트웨어인 AMESim을 통해 개발한 밸브모델을 이용하였다.

- 밸브에 입력되는 최대 전류는 Valve rated current에 800 mA를 입력함으로

써 초기 밸브의 최대 허용 전류값을 설정하였다.

- 작동입력시작 전류값을 낮추기 위하여, 밸브모델의 제원인 Damping ratio를 통하여 스프링의 반력을 조정하였다. 이 때 조정된 반력을 바탕으로 밸브 개구면적 변화에 영향을 미치는 전류 값의 제어 시작 범위를 375mA에서 230 mA까지 개선할 수 있었다.

- 본 시뮬레이션을 통해 얻은 주요 결과는 참여기관인 대성나찌에 제공하여 전자비례제어밸브의 성능 개선을 위한 기초자료로 활용할 수 있도록 하였다.

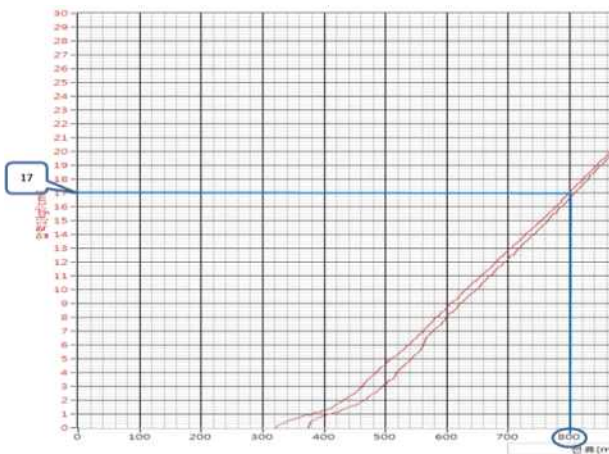


<밸브 단품 시뮬레이션 모델(좌) 및 밸브 세부 제원 입력 파라미터(우)>

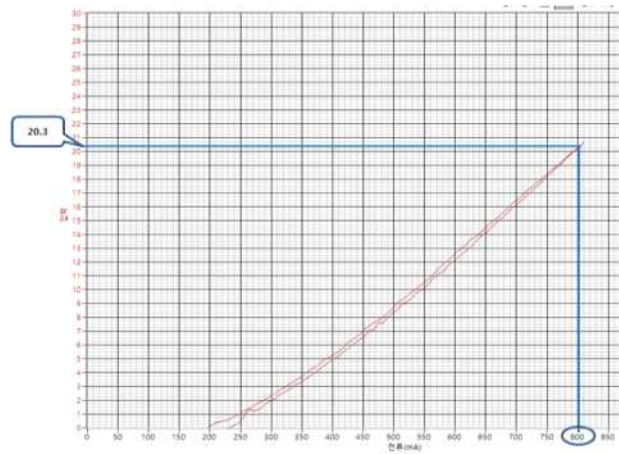
- ㄴ) 전류치에 상응한 흡인력 대비 spring 반력 확인
- ㄷ) spring 하중 변경을 통한 제어 시작 범위 선정 및 spring 제작
- ㄹ) 성능 TEST를 통한 내용 확인

(3) 결과 :230mA(2차년도 정략적 목표 150~250mA) 적합 판정

나) 제어압력 범위



<1차 시험 결과_fail>



< 2차 시험 결과_pass>

(1) 결과 : 17kgf/cm²(2차년도 정략적 목표 18kgf/cm²이상) 부적합 판정

(2) 개선 활동

ㄱ) 충남대와의 협업을 통한 정보 공유 및 개선 Point 확인

㉠ AMESim을 이용한 비례제어밸브 작동입력시작 전류 범위 비교

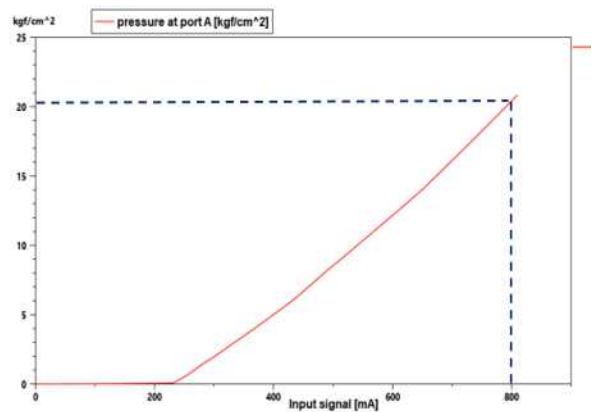
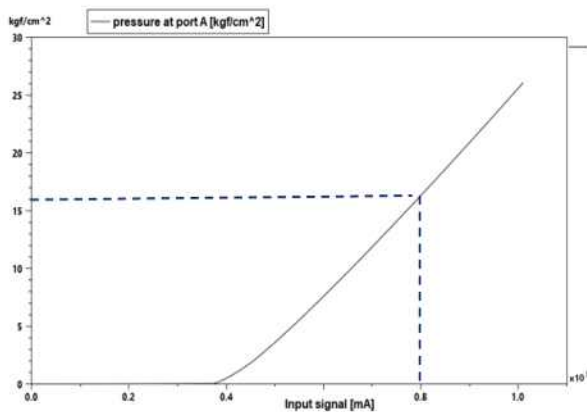
- 기존 개발한 비례제어밸브 모델을 AMESim 상에서 구성하고, 개발 시 반영한 실제 제원들을 각각의 단품모델에 입력하였다.
- 기존 비례제어밸브의 제원을 반영한 모델을 시뮬레이션 진행한 결과, 전류가 375 mA가 되기 전까지 밸브의 개구 면적은 변화가 없었으며, 비례제어밸브의 출력단에서 나타나는 압력은 0 kgf/cm²로 일정하게 유지되었다.
- 입력 전류를 최대 전류치인 800 mA까지 증가하였을 때, 출력단인 Port A에서 스프링을 제어하기 위한 압력은 약 15 kgf/cm²로 나타났다.
- 비례제어밸브를 구성하고 있는 스프링에 대한 계수를 튜닝한 뒤 시뮬레이션을 진행한 결과, 전류가 230 mA가 되기 전까지 비례제어밸브의 출력단에서 나타나는 압력은 0 kgf/cm²로 일정하게 유지되었고, 230mA초과의 전류값에서 압력이 형성되도록 하였음
- 입력 전류를 최대 전류치인 800 mA까지 증가하였을 때, Port A에서의 제어 압력은 선형적으로 증가하여 약 19 kgf/cm²로 나타났다.
- 따라서, 시뮬레이션 결과 당해연도 전자비례밸브의 제어압력 범위인 18 kgf/cm² 이상을 만족하는 것으로 나타났으며, 이를 실제 비례제어밸브 설계에 반영할 수 있도록 대성나찌에 기초 자료를 제공하였다.

ㄴ) 전류치에 상응한 흡인력, spool stroke와 spring 반력의 관계를 확인

ㄷ) spring 하중 변경을 통한 800mA에서의 제어압력 선정, spring 제작

ㄹ) 성능 TEST를 통한 결과 확인

(3) 결과 : 20.3kgf/cm²(2차년도 정략적 목표 18kgf/cm²이상) 적합 판정

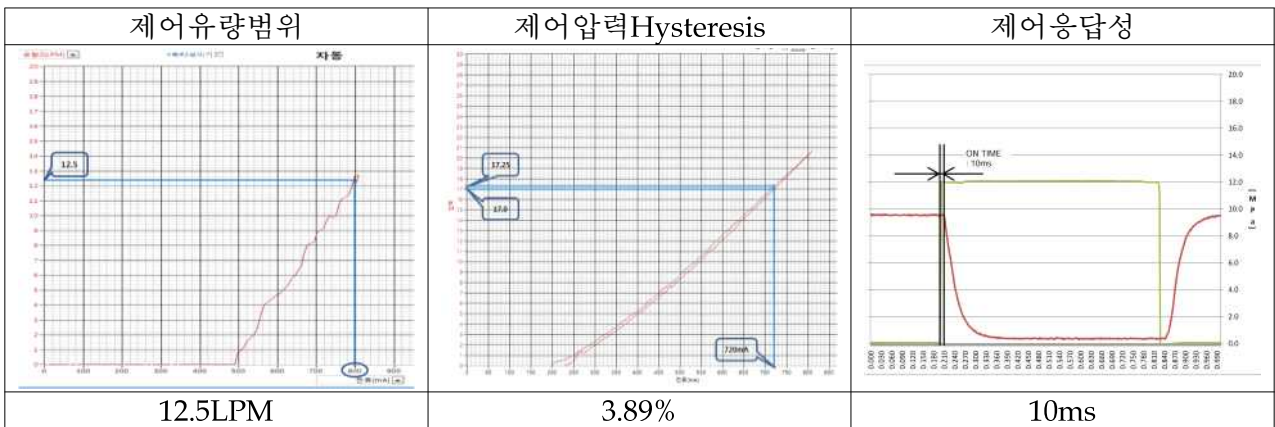


<초기 시뮬레이션 결과(좌) 및 Damping ratio를 적용한 시뮬레이션 결과(우)>



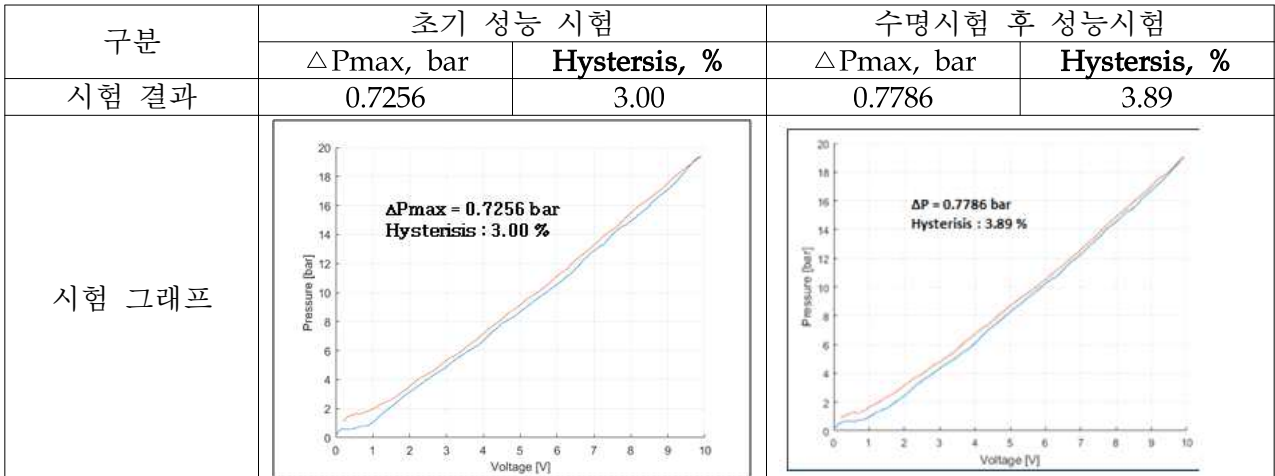
<충남대학교와 대성나찌 社 협업 프로세스>

다) 제어유량범위, 제어압력Hysteresis, 제어응답성 TEST 결과



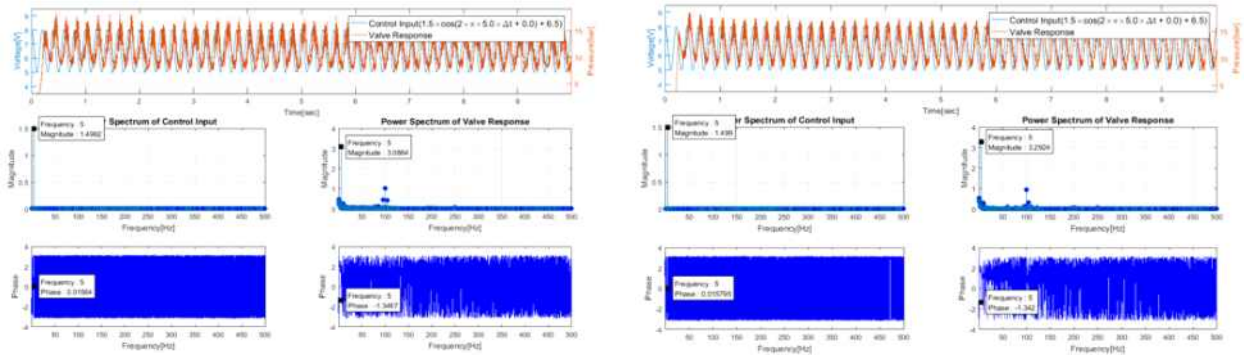
라) 신뢰성평가: 한국기계연구원과 협업을 통해 평가 진행함

- (1) 수명시험(~4,753,750cycle) 후 밸브 성능
- 히스테리시스(제어입력특성) 시험 결과



(2) 주파수 응답 시험

- 내구 시험 밸브 작동 조건인 5Hz 신호인가 시 밸브 작동 응답성 확인



<내구 시험 전>

<내구 시험 후>

4) 타기종 적용 검토

가) 트랙터 전, 후진 및 PTO제어용 전자비례제어밸브 적용

(1) 과제 진행중인 전자비례밸브 활용을 통한 트랙터 전,후진(또는 변속클러치류) 및 PTO 클러치 제어용 전자비례밸브 개발

(가) 트랙터용 유압클러치 제어용 밸브 개발

ㄱ) 각 클러치별(변속클러치) Modulating Curve 구현이 가능한 전자비례밸브 사양 적용

-차량 변속을 위한 필요 시스템 압력 및 유량 확인

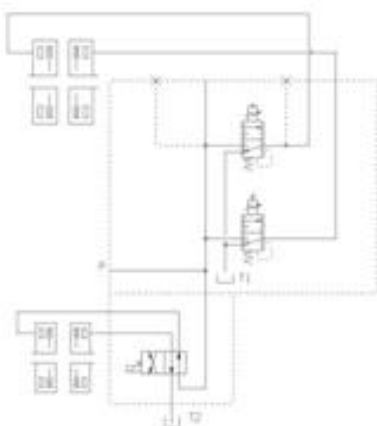
-제어밸브 적용을 위한 전자비례밸브 사양 검증

(SOL. 밸브 전류, 유량, 압력 사양 등)

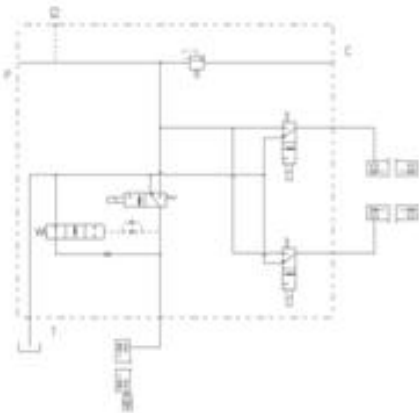
ㄴ) 기존 제어로직에 적합한 사양으로의 적용 가능성 평가 필요

ㄷ) 기존 일반 스펴형 PTO 밸브의 전자비례밸브 적용 개발 가능성 평가 필요

(나) 트랙터용 유압클러치 적용 밸브 회로도 (예시)



<변속클러치용 밸브>



<트랙터용 PTO 밸브>

가) 트랙터 3점링크 승강실린더 제어 밸브 개발

(1) 과제 진행중인 전자비례제어밸브를 활용을 통한 트랙터 후방 3점부 승강 실린더 제어용 밸브 개발

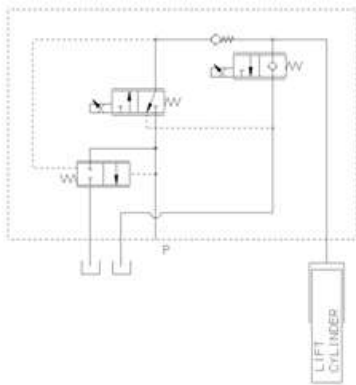
(가) 전자제어밸브를 활용한 3점부 승강제어밸브의 개발

ㄱ) 승강제어밸브의 최대 사용 유량(Max Control Flow) 및 승강실린더 제어속도 (응답성능 포함)에 적합한 전자비례밸브 사양 선정

ㄴ) 개발된 전자비례밸브를 적용한 승강제어밸브 개발 및 작동성능 평가 필요

ㄷ) 기존 제어로직에 적합한 사양으로의 적용 가능성 평가 필요

(나) 트랙터용 승강제어밸브 회로도(예시)



<승강제어 밸브 회로도 예시>



<작동기구 예시>

3. 전자제어 시스템 기술 개발

가. 핵심 기술 적용 관련한 전자제어 시스템 보완 설계 및 제작

1) H/W 및 S/W 개선 설계 및 제작

가) 구현을 위한 인터페이스 수정

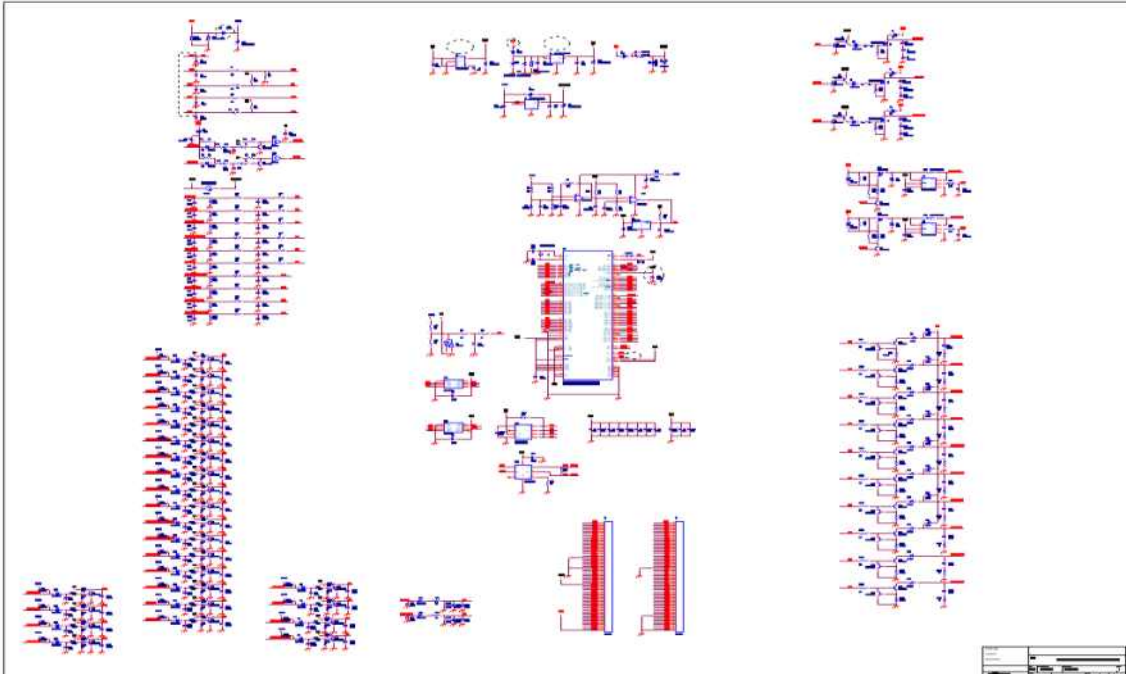
- 추가 보완기능(엔진 ECHO,전자식 각조클러치)을 구현하기 위해 인터페이스 추가

기능	입력	제어	핀 NO. (참고용)	출력	제어	비고	핀 NO. (참고용)
전원단	12V (IG)	12V	1				
	강전 GND		2				
	약전 GND		3				
	5V (정전압)		4				
	B+ (12V)		-				
통신	RxD (To 진단커넥터)		5				
	TxD(To 진단커넥터)		6				
	MD2(To 진단커넥터)		7				
	FEW(To 진단커넥터)		8				
	RES(To 진단커넥터)		9				
	CAN H CAN L		10 11				
수평 자동	수평센서	AD	12	수평솔레노이드 (우) 출력	-	솔레노이드 (-), 2A	1
	각속도센서	AD	13	수평솔레노이드 (좌) 출력	-	솔레노이드 (-), 2A	2
	평행복귀 스위치	-	14				
	수평조절다이얼	AD	15				
	엔진RPM 신호	주파수	16				
	표시질환/부저정지 스위치 입력		17				
	경보OFF/진단 스위 치 입력		18				
마커 자동	마커(좌) 스위치 입력	-	19	마카(좌) 모터 하 강 출력(릴레이)	-	릴레이 코일(-)	4
	마커(우) 스위치 입력	-	20	마카(우) 모터 상 승 출력(릴레이)	-	릴레이 코일(-)	5
	마커(좌) 상승 리미트스위치	-	21	마카(우) 모터 하 강 출력(릴레이)	-	릴레이 코일(-)	6
	마커(좌) 하강 리미트스위치	-	22				
	마커(우) 상승 리미트스위치	-	23				
	마커(우) 하강 리미트스위치	-	24				
수퍼 유턴	수퍼유턴 ON/OFF 스위치	-	25	상승 비레벨브	PW M	1KHz 제어	7
	이양시작설정볼륨	AD	26	하강 비레벨브	PW M	1KHz 제어	8
	상승 상한 스위치	-	-	이양클러치 정 전 릴레이	-	릴레이 코일(-)	9
	차속센서	주파수 - 입력	27	이양클러치 역 전 릴레이	-	릴레이 코일(-)	10
28							

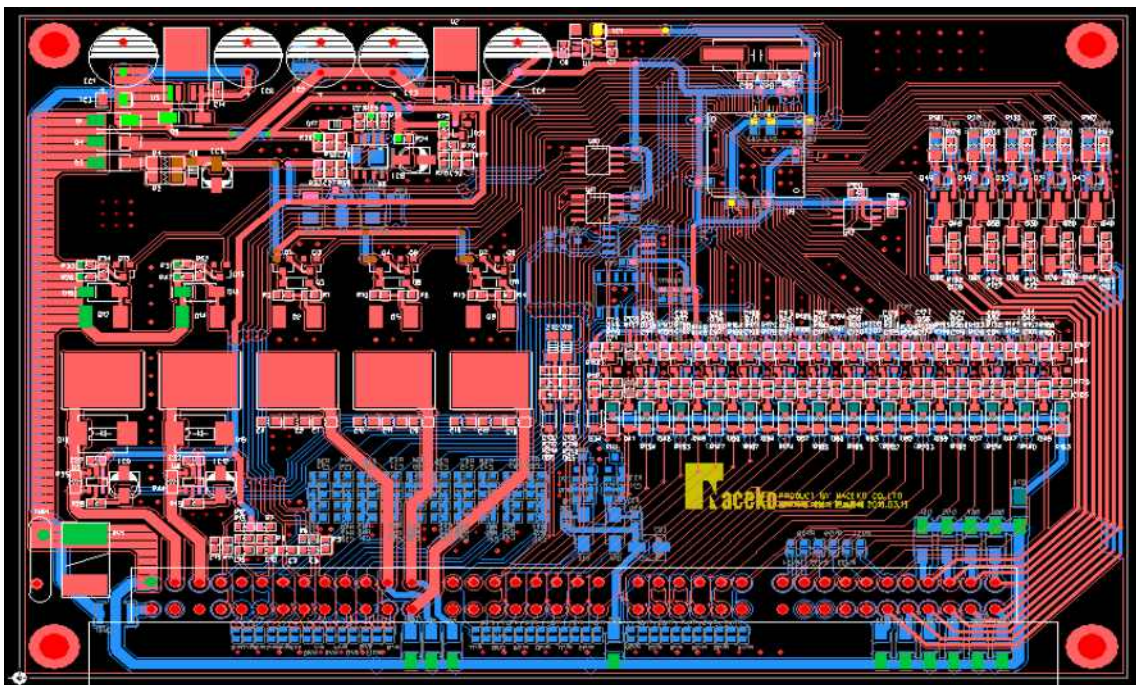
	이양클러치 모터 및 위치 센서	AD	-				
	조향각 센서	AD	29				
	링크센서	AD	30				
	이양클러치 정전 리미트 스위치	-	31				
	이양클러치 역전 리미트 스위치	-	32				
경심제어/원터치승하강/유압잠금	유압감도 조정 볼륨	AD	33	유압 스톱 밸브	-	솔레노이드 (-), 2A	11
	유압절환 스위치	-	34	상승 비례밸브			
	플로터 각센서	AD	35	하강 비례밸브			
	승강 레버 상승 스위치	-	36				
	승강 레버 하강 스위치	-	37				
	링크센서	AD	-				
	상한리미트 볼륨	AD	38				
	후진스위치(추가)	-	39				
	엔진 ECO	IG (12V)	12V	-	자동 시동 출력	-	릴레이 코일(-)
엔진RPM 신호		주파수	-	홀드코일 출력	-	릴레이 코일(-)	
B+ (12V)		12V	-	풀코일 출력	-	릴레이 코일(-)	
ISG 스위치 -->ECO 스위치		+	40				
조속레버 스위치		-	41				
자동시동스위치		+	42				
차속센서		주파수	-				
링크센서		AD	-				
전자식 각조클러치	각조1,2 스위치	-	43	각조 클러치 정전 릴레이	-	릴레이 코일(-)	14
	각조3,4 스위치	-	44	각조 클러치 역전 릴레이	-	릴레이 코일(-)	15
	각조5,6 스위치	-	45				
	각조7,8 스위치	-	46				
	각조클러치 위치 센서	AD	47				
직진 유지기능	A 스위치	-	48				
	B 스위치	-	49				
	GS 시작/종료 스위치	-	50				
	기능 OFF 스위치	-	51				

나) 회로 PCB 설계, 케이스 설계 및 제작

- 추가된 인터페이스 및 전원 역접속 성능 개선을 위하여 회로 및 PCB를 재설계



<제어기 회로도>



<제어기 PCB>

다) PCB와 케이스를 조립하여 개선된 시작품을 제작



<제어기 PCB조립체>



<제어기 케이스>

라) 입력스위치 개발: 제어 정보를 제어기에 입력하기 위한 스위치 제작



2단 스위치



램프스위치



노브
ASS Y



레버스위치

<제어기 입력 스위치>

마) 제어로직을 구현하기 위하여 제어기의 프로그램 코딩

- 인터페이스 수정 반영
- 원터치 승하강, 스마트턴, 수평제어, 직진주행 기능 구현

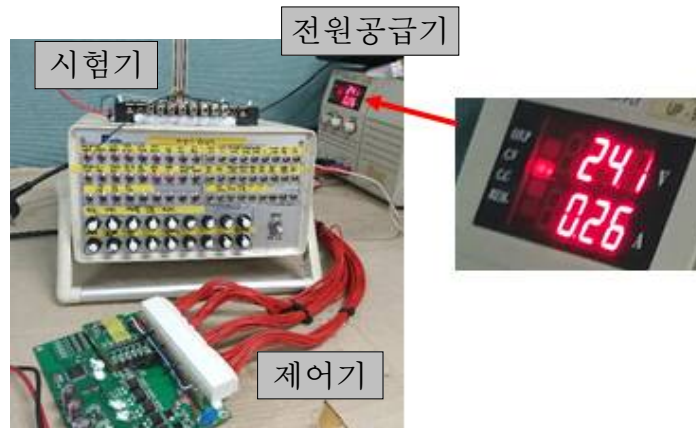
```

Line S: Source
1 // H8S/2825 Setup Header of Control Program
2 //
3
4
5 #ifndef MAIN_
6 #define EXTRN
7 #else
8 #define EXTRN extern
9 #endif
10
11 //----- Analog Data Processing -----//
12 #define SEN(x) ((x>0) ? (1):-1)
13 #define DEAD_BIT 2 (abs(x)< DEAD_BIT ? 0:x)
14 #define AD_GAIN (5.1/1024.f) // 10bit ADC : 4.88mV/dio //
15
16 //----- Data Protocol Mode -----//
17 #define ID_PRT 0x10 // Alpha : Protocol between PC & Micro //
18 #define PROT_LEN 1000 // Max. No. of Protocol Data Length //
19 #define PCH 20 // CH. No. of Protocol Data Length //
20 #define ID_CODE1 0x11 // Protocol 1st ID Code //
21 #define ID_CODE2 0x12 // Protocol 2nd ID Code //
22
23 #define TX_LEN 65 // Length of Transmit Data //
24
25 #define TORF0 srr0.b.47 // Tx data register empty //
26 #define ORF0 srr0.b.46 // Rx data register full //
27 #define FER0 srr0.b.45 // Overrun error //
28 #define FERR srr0.b.44 // Frame error //
29 #define PRF0 srr0.b.43 // Parity error //
30 #define TEND0 srr0.b.42 // Tx end //
31
32 #define TORF1 srr1.b.47 // Tx data register empty //
33 #define ORF1 srr1.b.46 // Rx data register full //
34 #define FER1 srr1.b.45 // Overrun error //
35 #define FERR1 srr1.b.44 // Frame error //
36 #define PRF1 srr1.b.43 // Parity error //
37 #define TEND1 srr1.b.42 // Tx end //
38
39 #define TORF2 srr2.b.47 // Tx data register empty //
40 #define ORF2 srr2.b.46 // Rx data register full //
41 #define FER2 srr2.b.45 // Overrun error //
42 #define FERR2 srr2.b.44 // Frame error //
43 #define PRF2 srr2.b.43 // Parity error //
44 #define TEND2 srr2.b.42 // Tx end //
45
46 #define PERI000 tcr0b
47 #define PERI001 tcr1b
48 #define PERI002 tcr2b
49 #define PERI003 tcr3b
50 #define PERI004 tcr4b
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2
```

나. 성능 분석 및 개선 보완

1) 제어기 단품 시험 분석 및 개선

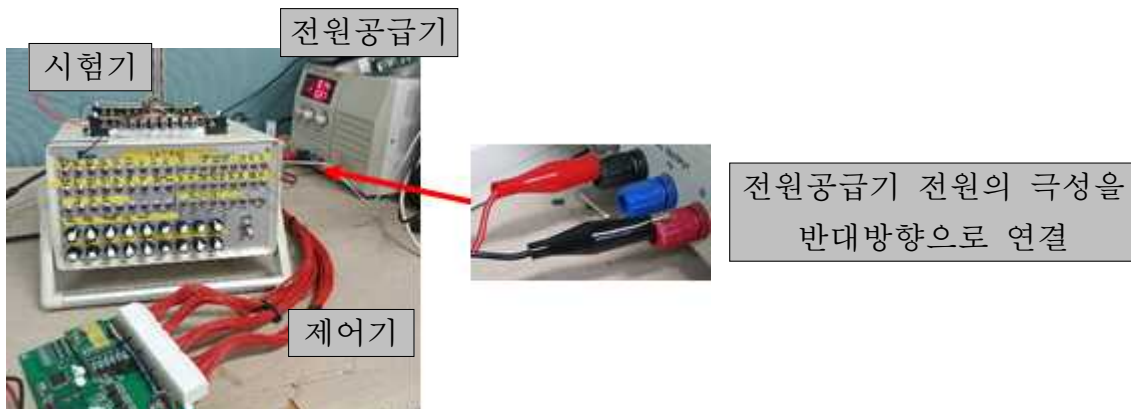
가) 과전압 시험 : 전원 입력단에 과전압을 인가하여 이상이 없는지를 확인
(2차년도 개발 목표치 : 24V)



<과전압 시험>

<시험 결과> 제어기를 시험기에 연결하고 24.1V의 전원을 제어기에 공급한 후 제어기의 정상 동작을 확인 하였음.

나) 전원역접촉 시험 : 전원 입력단에 역전압을 인가하여 이상이 없는지를 확인
(2차년도 개발 목표치 : -18V)



<전원역접촉 시험>

<시험 결과> 1차 시험 fail (-5V) → 2차 시험 PASS(-18V)

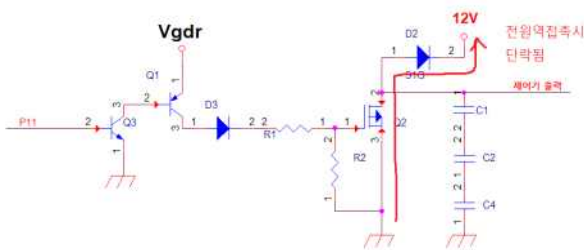
제어기를 시험기에 연결하고 -18V의 역전압을 제어기에 인가한 후 정상 전압을 재인가 하여 제어기가 정상동작 함을 확인하였음.

<전원역접촉 시험 개선 사항> 전원 역접촉시 제어기 부하 출력단에 단락이 발생하여 출력 회로 개선

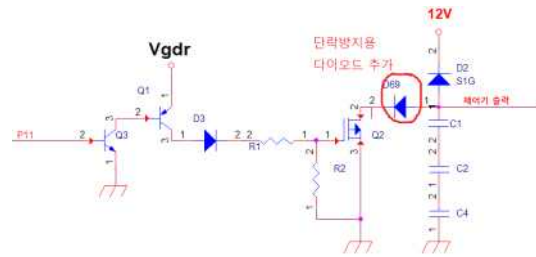
<회로 설명> 전원 역접촉 개선전 회로 : 역전압 인가시 접지에 +전압이, 12V에 -전압

이 인가되어 FET(Q2)의 기생 다이오드와 다이오드(D2)를 거쳐 전류가 흐르게 되어 회로가 단락됨. 전원 역접측 개선후 회로 : 역전압이 인가되

어도 회로가 단락되지 않도록 FET와 다이오드 사이에 단락방지용 다이오드(D69)를 추가함.



<전원역접측 개선 전>



<전원 역접측 개선 후>

2) 1차 pilot성능 평가 시험 결과 및 기능별 제어로직 보완

가) 1 pilot 성능평가 시험 결과 내용

- (1) 제어기를 장착하여 성능 테스트 진행
- (2) 주관사로부터 보완사항 포함된 사양 접수(엔진 echo, 전자식 각조클러치 기능의 추가)
- (3) 보완 사양대로 로직 구현



<1차 pilot성능평가 시험 장면>

나) 제어로직 보완

- (1) 이양기의 제어에 필요한 로직을 주관사와 협의하여 보완
- (2) 기능별 내용

기능	상세사양
유압 잠금 기능	<ol style="list-style-type: none"> 1. 상승 비례밸브 또는 하강비례밸브 출력이 있을때는 유압 스톱 밸브 출력을 ON 하고 그 외는 OFF 한다. 2. 단, 유압절환 스위치 ON일 경우는 항상 유압 스톱 밸브 출력을 OFF 한다. -> 추가 설명 : 유압 스톱 밸브를 이용해 자중에 의한 이양부 자연하강을 막기 위함.
원터치 승하강	<ol style="list-style-type: none"> 1. 각 센서 셋팅 아래 센서값 또는 상수는 실차 시험 시 달라질 수 있다. <ol style="list-style-type: none"> 1) 링크센서 설명 : 이양부 높이를 감지한다. --> 0(최하단)~5V(최상단) , 2) 상한리미트 볼륨 : 이양부 최상단 높이를 설정 할수 있다. --> 0(최상 셋팅)~5V(최하 셋팅) 3) 최상 높이 설정 --> $(5V - \text{상한리미트 볼륨 값} * 0.5) - 0.25V$ 2. 이양부 동작 모드 설정 : 중립, 상승, 하강, 상한, 경심 식부 모드 추가 <ul style="list-style-type: none"> - 키온 후 초기 셋팅은 중립모드 - 중립모드에서 상승 스위치 또는 후진스위치 ON 시 상승모드 - 중립모드에서 하강스위치 ON 시 하강모드 - 상승모드에서 하강스위치 ON 시 중립 모드 - 상승모드에서 링크센서 값이 최상높이설정 값 보다 높을 시 상한모드 - 하강모드에서 상승 또는 후진스위치 ON 시 중립모드 - 하강모드에서 상승스위치 ON시 중립모드 - 하강모드에서 플로트센서 1.5V 이상 감지시 경심모드 - 경심모드에서 상승 또는 후진스위치 ON 시 상승모드 - 경심모드에서 상승스위치 ON시 중립모드 - 경심모드에서 하강스위치 ON시 식부모드 - 식부모드에서 상승스위치 ON시 경심모드 - 상한모드에서 하강스위치 ON 시 하강 모드 - 상승 / 상한 모드가 아닌 위치에서 후진 스위치 ON 시 상승 모드 3. 모드별 출력 사양 <ul style="list-style-type: none"> - 중립모드 : 상승, 하강 출력 OFF한다. - 상한모드 : 링크센서 값이 (최상 높이 설정 값 + 0.25V) 보다 높을 경우 하강 30% 출력하고 링크센서 값이 (최상 높이 설정 값 - 0.25V) 보다 낮을 경우

- 상승 40% 출력한다. 그외는 상승, 하강 출력 OFF한다.
- 상승 모드 : 상승 70% 출력한다.
 - 하강 모드 : 하강 90% 출력한다.
 - 경심 제어모드 : 실차 튜닝에서 결정한다. (제어 함수 별도 튜닝)

표. 입력조건에 따른 모드변환

현재 모드	입력 조건					모드 변환
	상승 SW	하강 SW	후진 SW	링크센서	플로트센서	
중립	O	X	X	-	-	상승
중립	X	O	X	-	-	하강
중립	X	X	O	-	-	상승
상승	O	X	X	X	-	-
상승	X	O	X	X	-	중립
상승	X	X	O	X	-	-
상승	X	X	X	최상높이	-	상한
하강	O	X	X	-	X	중립
하강	X	O	X	-	X	-
하강	X	X	O	-	X	상승
하강	X	X	X	-	1.5V 이상	경심
경심	O	X	X	-	-	상승
경심	X	O	X	-	-	식부
경심	X	X	O	-	-	상승
식부	O	X	X	-	-	경심
식부	X	O	X	-	-	-
식부	X	X	O	-	-	상승
상한	O	X	X	-	-	-
상한	X	O	X	-	-	하강
상한	X	X	O	-	-	-

슈퍼유턴

1. 각 센서 셋팅

1)이양시작설정볼륨 : 볼륨값에 따라 이양시작 거리를 설정한다.

슈퍼유턴 ON 시 : 0(1.5m)~5V(3.5m)

슈퍼유턴 OFF 시 : 0m

2)조향각센서로 모드를 설정 : 직진, 우회전, 좌회전

슈퍼유턴 ON 시 : 1V 이상 -> 우회전 모드, 4V 이상 -> 좌회전 모드, 그 외는 직진모드 슈퍼유턴 OFF 시 : 항상 직진모드

3) 차속센서 계산

가. 직진 거리 계산 : 슈퍼유턴 ON 조건에서 하강모드 시작 시점부터 직진 거리를 적산한다. 그외 모드 에서 리셋한다.

나. 차속센서를 주파수입력, 스위치 입력 동시 입력 받아야 한다.

다. 주파수 입력 시 별도의 계산 식으로 차속을 계산한다.

	<p>라. 스위치 입력 : ON 입력 시 마다 적산 카운터를 하여 거리를 계산하는데 활용한다.</p> <p>마. 카운트동작 사양</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수평유턴 ON시 : 하강 또는 경심 모드에서 4m 까지 카운트하고, 그 외 모드에서 0으로 리셋한다. (1펄스 = 0.96cm)
수평 제어	<p>1. 수평센서, 수평조절다이얼 셋팅</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 모드 입력 : 시동OFF 조건(RPM 감지)에서 표시절환/부저 정지스위치, 경보 OFF/진단스위치, 후진스위치가KEY ON후 5초 이내 2초동안 모두 ON시 세팅 모드로 진입하고 타기능은 정지한다. 2) 수평조절다이얼과 수평센서의 값이 모두 세팅범위값 이내에 있을 경우 10초 이내에 표시절환/부저정지스위치를ON-->OFF 입력시 현재 수평볼륨과 수평센서값을 EEP-ROM에 저장하고 수평세팅 완료 변수를 계기판으로 통신 출력한다. 만약, 수평볼륨이나 수평센서가 세팅범위 이외의 값일 경우 세팅모드를 유지한다. <ul style="list-style-type: none"> - 수평볼륨 세팅범위값: 2.5V±0.25V - 수평센서 세팅범위값: 3.25V±0.25V 3) 10초 동안 표시절환/부저정지스위치 또는 경보OFF/진단스위치가 ON되지 않으면 본기능을 해제한다. 4) 수평조절다이얼, 수평센서의 값이 모두 정상적으로 저장되면 2초후에 본 기능을 해제한다. 5) 통신 출력은 다음과 같이 한다.--> CAN 통신 사양 추후 결정 <ul style="list-style-type: none"> - 세팅모드진입->세팅모드변수 출력(0 -> 1) - 포지션센서 세팅 완료 ->포지션세팅 완료 변수 출력 - 수평볼륨, 수평센서 세팅 완료 ->수평세팅 완료 변수 출력 - 기능 해제 ->세팅모드변수 출력(1 -> 0) <p>2. 수동 수평 기능</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 자동 수평 조건 : 경심모드, 시동 ON 조건에서 다음 제어와 같이 동작한다. 2) 수평볼륨의 Target 값을 기준으로 이양부 각도가 ±0.7도 (수평센서값: ±0.1V) 범위내에 있도록 프로그램에 따라 해당 솔레노이드로 출력한다. 3) 한쪽 방향의 출력이 10초간 계속될 경우 해당 솔레노이드 출력을 OFF 한다. 단, 반대방향의 출력시 해제된다. 4) 각속도 센서값이 수평 센서값 보다 우선 참조하여 출력한다. 5) 각속도 센서값이5초동안에러값이 입력될 경우 2.5V로 인식시키고, 에러를 출

	<p>력한다.</p> <p>6) 수평블룸이 10초동안에러값이 입력될 경우 2.5V로 인식시키고 에러를 출력한다.</p> <p>7) 수평센서가 10초동안에러값이 입력될 경우 솔레노이드 출력을 모두 OFF시키고 수평자동제어 기능을 OFF 한다.</p> <p style="padding-left: 40px;">-->출력값 및 상세 동작 사양 별도 P/G 전달</p> <p>3. 평행 복귀</p> <p>1) 상승모드 또는 상한모드에서 평행복귀 스위치가 이전의 값과 반대가 되도록 해당 솔레노이드에9Hz, DUTY 40% 로 출력을 행한다.-->별도 통보 : ON-> OFF, OFF -> ON</p> <p>2) 한쪽 방향의 출력이 3초간 계속되고 평행복귀 스위치 값이 변경되지 않을 경우 해당 솔레노이드 출력을 OFF한다.</p> <p>3) 수평램프의 출력을 OFF 한다.</p>
--	--

(3) 추가 보완 기능

기능	상세사양
엔진 ECO기능	<p>1. 엔진정지 신호 출력 제어</p> <p>1) 엔진 정지 조건 정의 : 조속레버 스위치 ON (엔진 IDLE), 링크 센서 최하단 (1V 이하), 차속센서 신호 없을 것.</p> <p>2) ECO 스위치 ON 상태에서 엔진 정지 조건을 5초 이상 만족하고 , 엔진온도 센서 60도 이상 일때 전원 릴레이 출력을 OFF하고 ECO 스위치, IG 스위치 신호 변화 없을 경우 계속 유지한다.</p> <p>2. 시동 신호 출력 제어</p> <p>1) 엔진정지 신호(-) 출력 ON + 엔진 정지 조건 만족 + 엔진온도센서 30도 이상 일때 자동 시동 스위치 ON 이면 엔진정지 신호(-) 출력을 ON OFF로 전환한다.</p> <p style="padding-left: 40px;">동시에 자동 시동 출력을 ON하고 엔진 RPM 500 이상 또는 5초 이상일 경우 OFF한다.</p>
전자식 각조클러치	<p>1. 각조클러치 위치 센서 설정</p> <p style="padding-left: 40px;">-> 4개의 구간을 나누어 클러치 끝김 위치를 감지하는데 사용</p> <p>2. 각조클러치 동작</p> <p style="padding-left: 40px;">각조 스위치 입력 조건과 각조클러치 위치 센서가 매칭이 되도록 각조 클러치 역전 또는 정전 릴레이 출력을 한다.</p>

3) 타기종 공용 적용 검토

가)타기종 입출력 사양 확정

- 공용 적용할 타기종의 전기적 입출력 사양 명확히 정의(출력전류 상한 및 입력 방식 등)
- 공유할 인터페이스에 맞춰서 입력 센서 및 출력 부하 선정

나)입출력 인터페이스 공유

- 입출력 인터페이스를 공유할 수 있도록 하드웨어 인터페이스 회로설계

다) 커넥터 표준화 및 입출력핀 위치 등 규격화

- 프로그램 변경만으로 하드웨어를 공유할 수 있도록 커넥터를 공용화

라) 프로그램 다운로드로 타기종 프로그램 적용

4. 전자유압제어 시뮬레이션 모델 개발 및 성능 평가

가. 시뮬레이션 소프트웨어를 이용한 요소부품 모델 개발

1) 유압시스템 동력 흐름도를 기반으로 한 요소부품 모델 개발

가) 전자비례밸브 모델 개발 및 실제 제원 입력을 통한 요소부품 모델 개발

(1) 유압시스템 동력흐름도 분석

(가) 본 연구에서 전자비례밸브의 요소부품모델을 개발하기 위하여, 유압회로도들을 통한 유압시스템의 동력 흐름도를 분석하였다. 유압펌프에서 토출된 유량은 메인 스플과 비례제어밸브로 구성된 전자밸브를 통해 액추에이터로 전달되며, 비례제어밸브는 인가된 전류값에 따른 압력을 메인 스플에 전달하여 밸브의 개폐량을 결정한다.

(나) 전류값의 크기에 따라서 비례제어밸브를 통해 공급되는 유량과 유압이 정해지며, 전류값의 미세한 차이를 통하여 정밀한 제어를 가능하게 한다. 비례제어밸브로부터 제공된 유압으로 작동되는 메인 스플은 총 3가지 상태를 가진다.

:실린더 안에 유체를 전달하고, 이를 통해 액추에이터를 작동시켜 이양기의 승하강부의 승강을 할 수 있는 상태

:실린더 내부의 유압을 탱크로 전달하여 이양기 승하강부의 하강을 할 수 있는 상태

:승하강부의 작동이 이루어지지 않는 중립상태

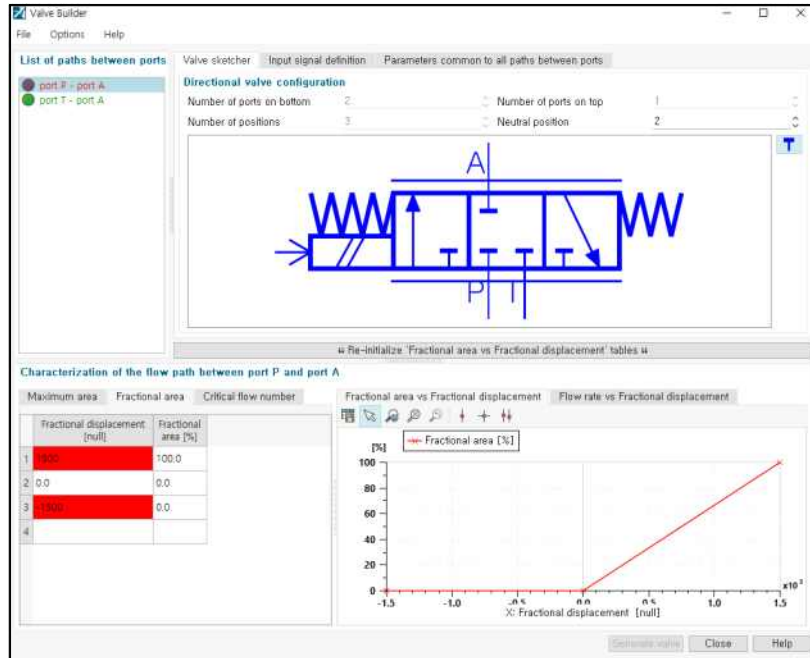
(다)메인 스플은 3가지 상태의 가변적인 변경을 통하여 밸브 개폐량의 조절에 따라 이양기 승하강부의 정밀도를 높이고, 작업에 따른 조작을 가능하게 한다.

(2) 메인 스플 및 비례제어밸브 모델 개발 및 제원 입력

(가) AMESim Valve builder를 이용한 메인 스플 모델 개발

:메인스플 및 비례제어밸브 모델을 구현하기 위하여, 입력 최대 전류값은 1,500 mA로 설정하였다.

:승하강부의 작동을 위하여 Ports on bottom와 Ports on top의 개수를 각각 2개와 1개로 설정하였으며, 입력 전류 값에 따라 3가지 Position을 가변적으로 사용할 수 있도록 메인 스플 모델을 구성하였다.



<AMESim Valve Builder를 통한 밸브 모델링>

(나) 시뮬레이션 모델 해석을 위한 세부 제원 입력

:전자비례밸브의 P port로 입력되는 최대 유량은 15.7 LPM으로, 입력 부의 펌프의 배제용적을 동일하게 15.7 LPM으로 입력하였다.

:실제 차량에서의 실린더로 송출가능한 설계유량을 반영하여 시뮬레이션 모델에 Flow divider를 구성하여 오리피스 면적의 비를 1 : 4로 입력 하였다.

:H port와 메인 스플로 전달되는 유량을 설정하기 위해서, 밸브 설계에서는 3.1±0.3 LPM의 유량이 H port로 전달되고 나머지 유량이 메인 스플로 전달되도록 구성하였다.

:H port로 전달되는 유량을 고려한 유로 내의 허용 압력 값을 설정하기 위하여, 시뮬레이션 모델에 압력센서를 설치하여 해석 결과 발생하는 압력 값을 추정하였으며, 해당 허용 압력 값의 제원인 11.6 MPa, 9.3 MPa을 릴리프 밸브에 입력하였다.

(다) 인가 전류에 따른 승하강부 액추에이터 작동 모델 개발

ㄱ) 승하강부 상승 시뮬레이션

:전자비례밸브에 시간(sec)에 따른 인가 전류(mA) 값을 입력하여, 그에 따른 이양기 승강 시 액추에이터에 공급되는 유량을 판단하였다.

:전자비례 밸브에 공급되는 검사조건의 압유는 P port에 위와 같이 15.7 LPM으로 입력하였으며, 인가 전류 값은 0 mA에서 1500 mA까지 전자비례밸브 모델과 연결된 Signal Component에 입력하였다.

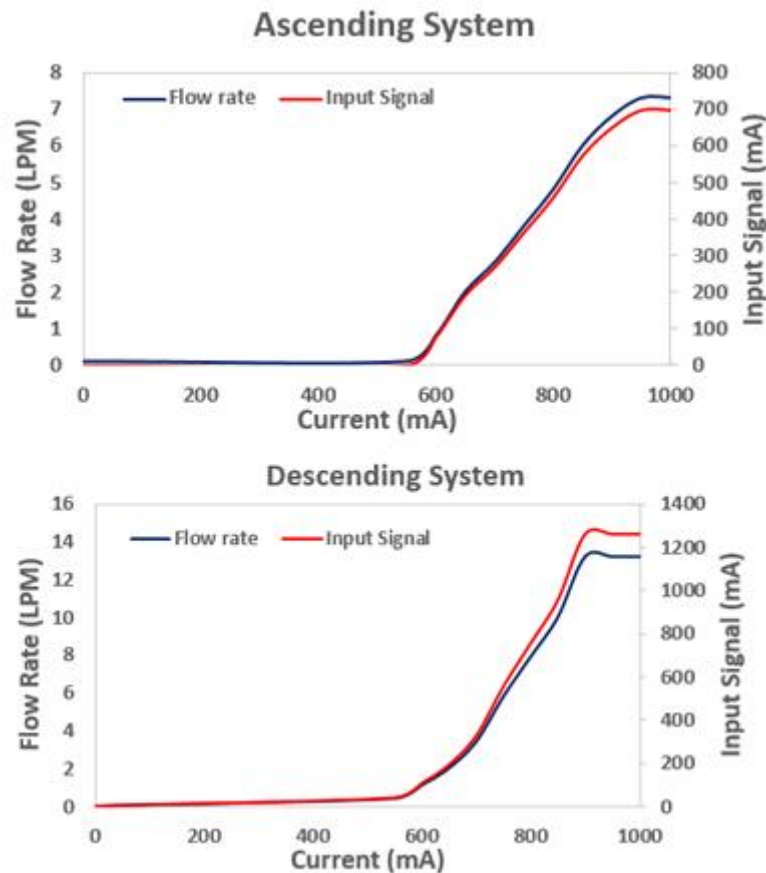
:인가 전류 값에 대한 정확한 사양이 없었기 때문에, 입력 신호에 따른 밸브의 토출유량 비교를 경험적인 방법을 통해 진행하였다.

:이를 통해, 인가 전류별 C port로 토출되는 유량 측정을 통해 승강부 액추에이터 작동 및 인가 전류 값에 따른 토출 유량의 선형성을 확인하였다.

ㄴ) 승하강부 하강 시뮬레이션

:승하강부의 하강을 시뮬레이션하기 위하여 P port에 액추에이터의 하강 시 작용하는 압력과 동일한 압유(70kgf/cm²)를 공급하였으며, 전자비례밸브에서 시간에 따른 인가 전류 값을 입력하여 탱크로 드레인되는 유량과의 선형성을 확인하였다.

:본 연구에서 이양기 모델에 적용된 실린더는 단동실린더로, 승하강부는 실린더 내부의 유량을 비례밸브의 작동을 통해 탱크로 드레인시킴으로써 하강한다.

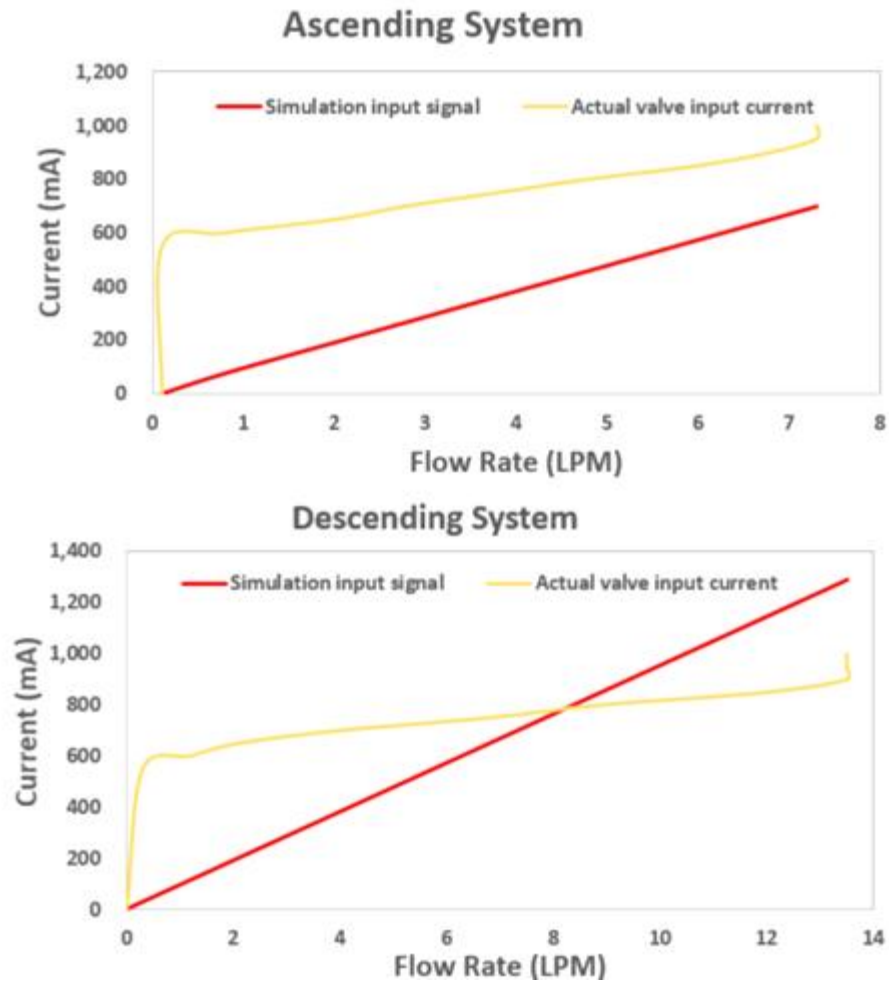


<전류와 유량-입력신호 관계그래프>

:본 과제에서 개발한 전자비례밸브는 비례 제어밸브에 신호를 입력하며, 해당 밸브에서 발생하는 압력을 제어하여 메인 스펴을 작동시킨다. 시뮬레이션 모델은 솔레노이드 밸브 단품 모델을 사용하기 때문에 입력 전류 값에 차이를 가진다.

:토출유량에 따른 시뮬레이션 모델의 입력 신호와 실제 밸브 모델의 입력 전류

값을 비교하였으며, 두 전류값의 관계식을 통해 입력 전류를 일정하게 하여 밸브의 제원을 최적화 할 경우 시뮬레이션 모델을 활용할 수 있도록 구성하였다.



<토출유량에 따른 시뮬레이션 모델과 실제 밸브의 인가 전류 비교 결과>

나) 이양기 유압시스템 전자비례제어밸브 모델 개발

(1) 관계식을 이용한 유압시스템 모델 기초 설계

(가) 액추에이터 기초 모델 설계

:이양기 유압시스템에 중요 부품인 액추에이터의 정밀 설계를 위하여, 관련 방정식을 분석하고 최적의 실린더 모델을 적용하였다.

:액추에이터의 유량은 헤드 끝의 실린더 면적, 실린더 체적 그리고 유체 체적 탄성률에 의해 정의된다.

:또한 이양기에 사용되는 단동 액추에이터의 거동을 파악하기 위하여, 스프링 속도와 스트로크의 길이, 액추에이터의 무게, 그리고 실린더에 작용하는 힘 간의 관계식과, 실린더 제원 입력을 통하여 최적의 액추에이터 모델을 계산하였다.

$$Ay' + \frac{V}{\beta} P$$

where, $Q_a = \text{flow rate}(m^3/s)$

$A = \text{Cylinder Area}(m^2)$

$P = \text{Cylinder pressure}(N/m^2)$

$V = \text{Volume of the Cylinder}(m^3)$

$\beta = \text{fluid bulk modulus}(N/m^2)$

$$PA - K_{spring} X_{act} = my'' + F$$

where, $K_{spring} = \text{Springrate}(N/m)$

$X_{act} = \text{length of stroke}(m)$

$m = \text{mass}(kg)$

$F = \text{external force}(N)$

(나) Flow divider 기초 모델 설계

:Flow divider는 단면적이 다른 오리피스로 구성되며, 유량은 오리피스의 비를 통해 계산 되었다.

:오리피스는 유량과 펌프의 압력에 영향을 받으며, 같은 조건의 펌프 압력 및 동일한 유체에서는 단면적을 통해 유량 제어가 가능하다.

:단면적을 유량에 대하여 일정한 비율로 설정해주면, 전체 시뮬레이션 시스템이 사용할 수 있는 한정된 유량을 위치에 맞게 분배할 수 있다.

:실제 사용하는 펌프의 압력과 시뮬레이션을 통해 발생하는 유량을 식에 대입하여 오리피스의 단면적을 도출하였으며, 이를 이용하여 수평제어부와 작업기승하강부의 유량을 정하고, 보다 많은 양의 유량이 사용되는 승하강부의 오차 제어를 가능하게 하였다.

$$C_d A_o \sqrt{2/\rho(P_s - P)}$$

where, $Q_o = \text{flowrate of the cylinder}(m^3/s)$

$C_d = \text{Orifice coefficient}$

$A_o = \text{valve orifice area}(m^2)$

$P_s = \text{pressure of pump}(N/m^2)$

(다) 전자밸브를 이용한 이양기 승하강부 모델링

:이양기 승하강부 모델은 크게 펌프, 전자비례승강제어밸브, 액추에이터로 구성 되었다.

:펌프는 최대 15.7 LPM의 유량을 공급하며, 오리피스의 단면적에 따라 유량을 일정한 비율로 나눠주는 Flow divider를 통해 연결된 유압 장치와 메인 스플로 유량이 공급된다.

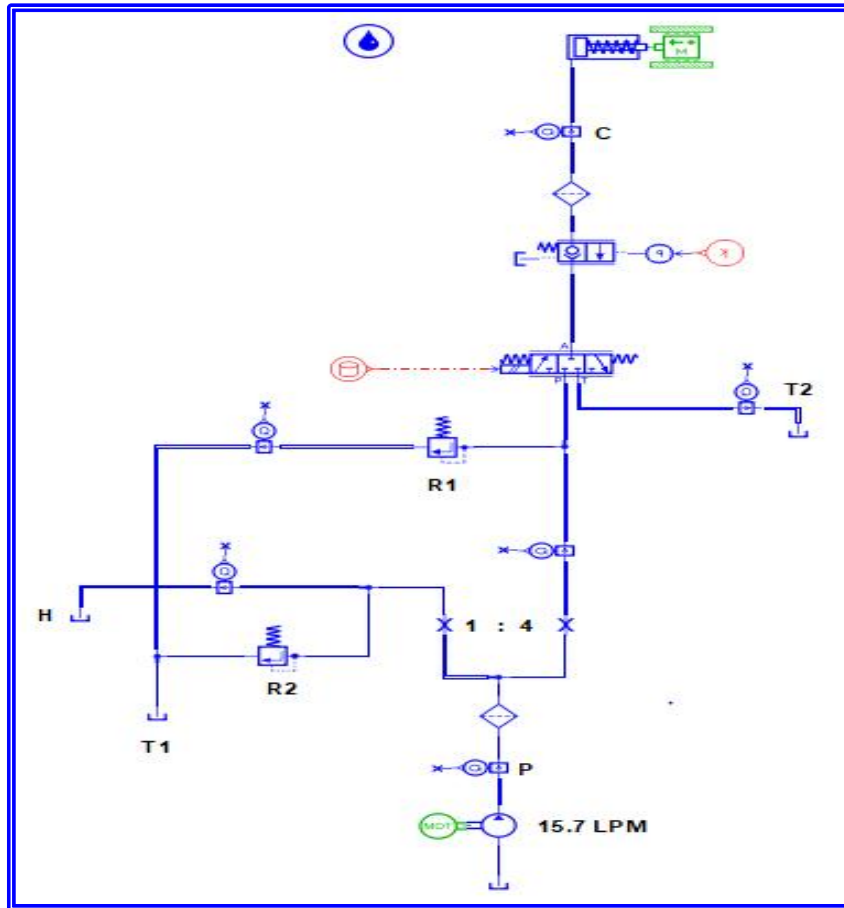
:유량이 전달되는 유로에는 릴리프 밸브를 설치하여 내부의 고압에 의한 손상과 밸브의 오작동을 방지하였다.

:전자비례승강제어밸브의 메인 스플은 입력되는 비례밸브의 신호에 따라 개폐량을 조절하게 되며, 입력 신호 값은 액추에이터의 움직임을 통해 승하강부의 작

동을 구현한다.

:입력 신호는 AMESim에서 구성한 솔레노이드 밸브에 입력되는 인가 전류를 의미하며, 전류값이 양수일 경우 실린더 내부에 유량을 공급하여 액추에이터를 작동시키고 음수일 경우 실린더 내부의 유량을 탱크로 드레인시킴으로써 액추에이터를 원위치로 이동시킨다.

:Flow divider와 메인 스플 모델을 구성한 뒤 출력단에 유량계 모델을 구성함으로써, 유량, 누유 및 전달오차를 확인하였다.



<전자비례밸브를 이용한 이양기 승하강부 모델링>

다) 전자비례밸브 사양 최적화

(1) 승하강부 밸브 사양 최적화

(가) 상승비례밸브 사양 최적화

: 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 전자비례밸브에 전기 신호값을 입력하면 해당 값만큼 비례하여 밸브를 개폐할 수 있도록 구성하였다.

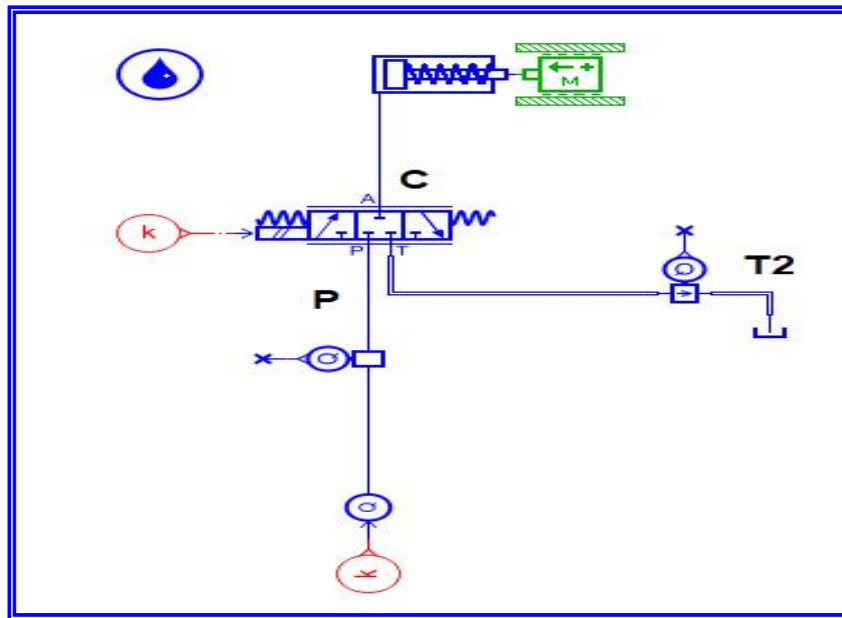
: 시뮬레이션 모델은 신호에 따른 밸브의 개폐량을 테스트하기 위해 단순화하여 구성하였으며, 전 포트가 열린 상태에서 전류 값의 변화를 통해 발생하는

C port에서의 유량을 확인하였다.

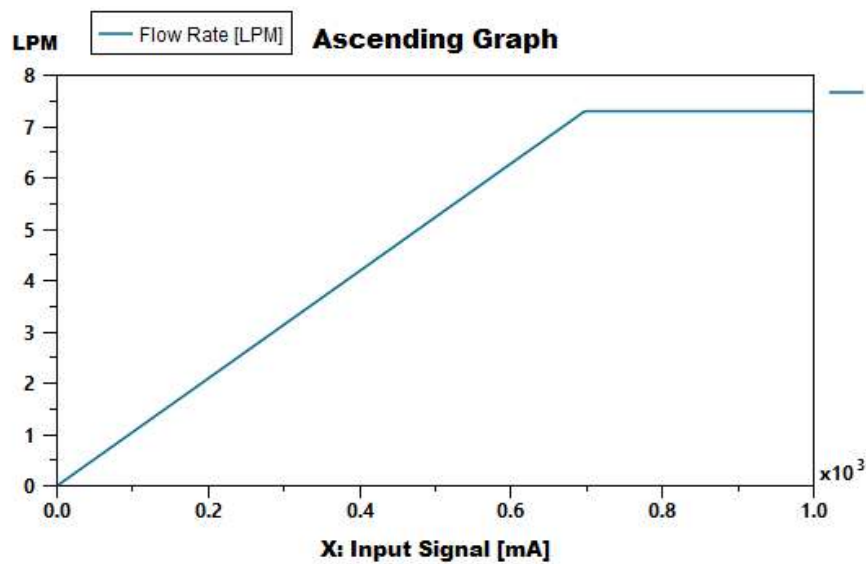
:전자비례밸브의 Valve rated current는 1,500 mA로 적용하였으며, 230 mA부터 1,000 mA까지의 전류 값을 입력에 따라 토출되는 유량 데이터를 그래프로 나타내었다.

: 230 mA에서부터 유량은 약 1.7 LPM으로 나타났으며, 900 mA까지 선형적으로 증가 후 약 7 LPM에서 유지되었다.

: 상승비례밸브의 시뮬레이션 결과를 반영하여 전자비례밸브 설계에 적용하였으며, 전류 값에 따른 유량의 적정 값 선정을 통해 전자비례밸브 성능검사를 실시하였다.



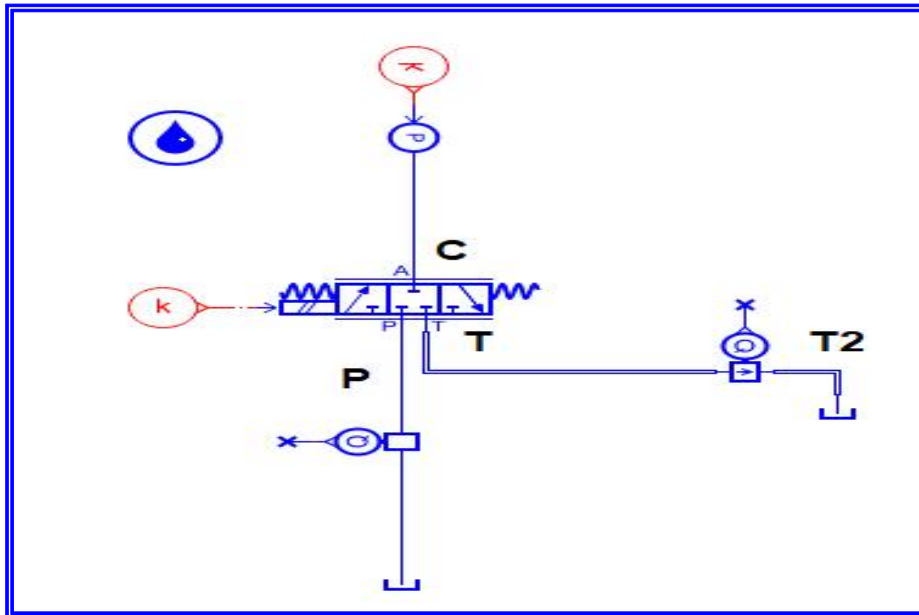
<AMESim을 이용한 작업기 승강부 설계 모델>



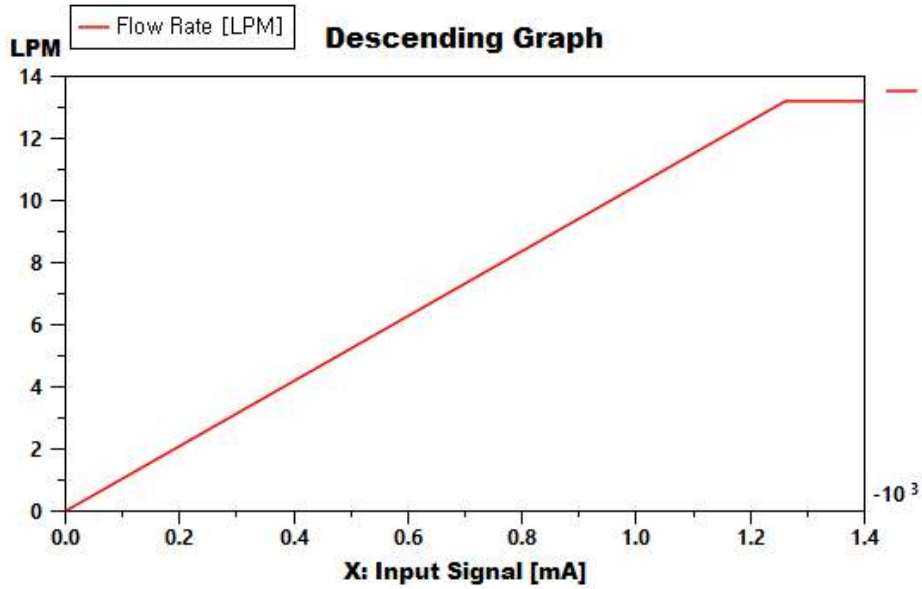
<인가 전류 값에 대한 Port C의 유량>

(2) 하강비례밸브 사양 최적화

- (가) 시뮬레이션 모델은 작업기의 하강을 구현하기 위하여, 작업 기 하강 시 작용하는 압력인 70kgf/cm^2 를 Port C에 입력하였다.
- (나) Port C에서 Port T로 전달되는 유량을 확인하기 위하여 입력 전류 값은 -230mA부터 -1,000 mA의 값을 입력하였으며, 그에 따라 Port T에서 토출되는 유량을 측정하여 각각의 전류값에 따라 토출되는 유량 데이터를 그래프로 나타내었다.
- (다) -230 mA에서부터 유량은 약 0.5 LPM으로 나타났으며, -900 mA까지 선형적으로 증가 후 약 13.8 LPM에서 유지되었다.
- (라) 하강비례밸브의 시뮬레이션 결과 또한 전자비례밸브 설계에 반영하였으며, 전류 값에 따른 메인 스플에서 토출되는 유량 분석을 통해 최적의 밸브 개폐량을 판단하였다.



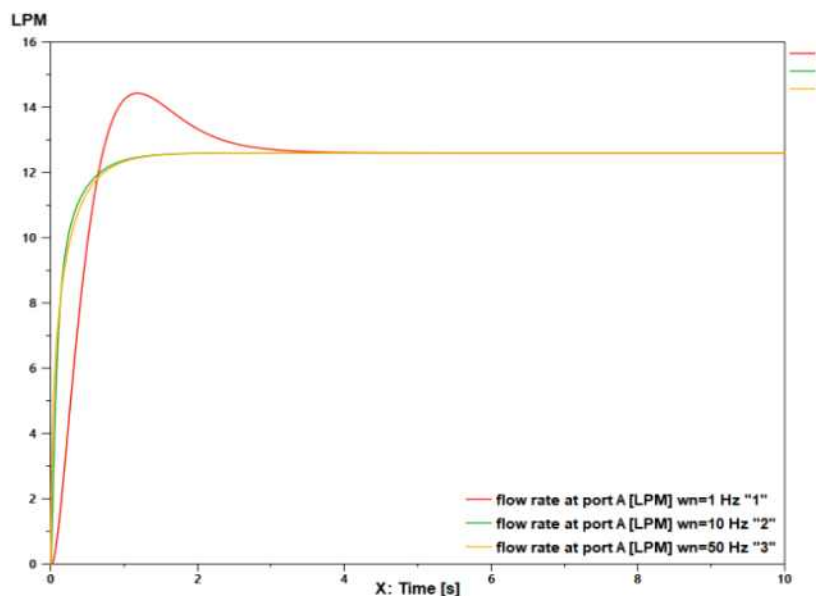
<AMESim을 이용한 작업기 하강부 설계 모델>



<인가 전류 값에 대한 Port T의 유량>

(3) 솔레노이드 밸브 최적화

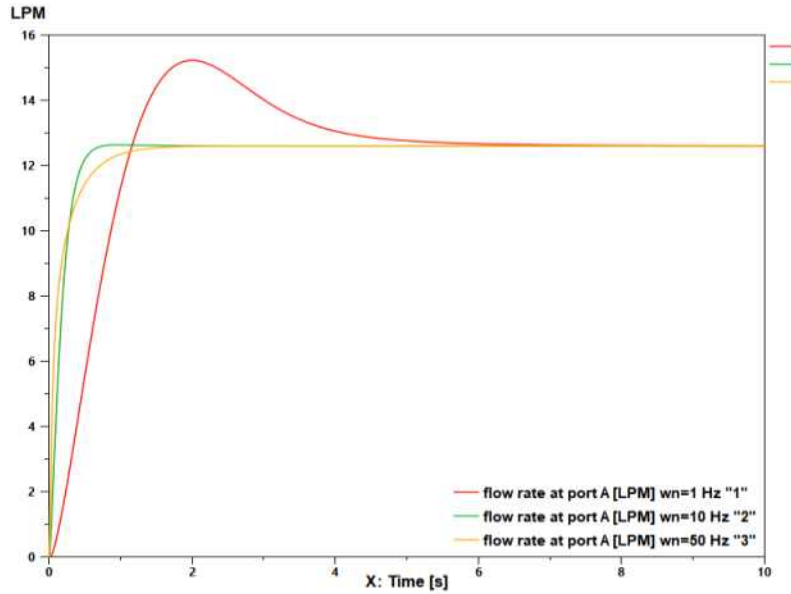
- (가) 솔레노이드 밸브의 Settling time 및 안정된 유량을 토출하기 위하여, 시뮬레이션 모델에서 구성한 솔레노이드 밸브의 최적화를 진행하였다.
- (나) 솔레노이드 밸브 입력 제원인 Natural frequency의 최적값을 찾기 위하여 한 가지 제원만을 변경하여 동시에 시뮬레이션이 가능한 Batch parameter 기능을 이용하였으며, 1 Hz부터 50 Hz 까지의 값을 변수로 입력하였다.
- (다) 1 Hz 값에서 유량은 순간적으로 Overshoot되어 불안정한 값을 가지는 것으로 나타났으며, 20 Hz 이상의 Natural frequency에서 안정되는 것으로 나타났다.



< Natural frequency에 따른 유량 그래프>

(라) 동일한 Natural frequency에서 솔레노이드 밸브 입력 제원인 damping ratio의 최적값을 결정하기 위하여 입력 제원에 따른 유량의 변화를 확인하였다.

:damping ratio가 4.5 이상일 때, 1 Hz에서는 높은 Settling time과 Overshoot를 보이지만 20 Hz의 이상의 Natural frequency에서는 기존보다 약 0.1 sec 정도 짧아진 Settling time이 나타났으며, Overshoot 또한 개선되었다.



<Damping ratio에 따른 유량 그래프>

(4) 전자비례밸브 설계 값 최적화를 위한 시뮬레이션

(가) 전류 input 값에 따른 토출 유량 그래프를 통한 시뮬레이션 활용

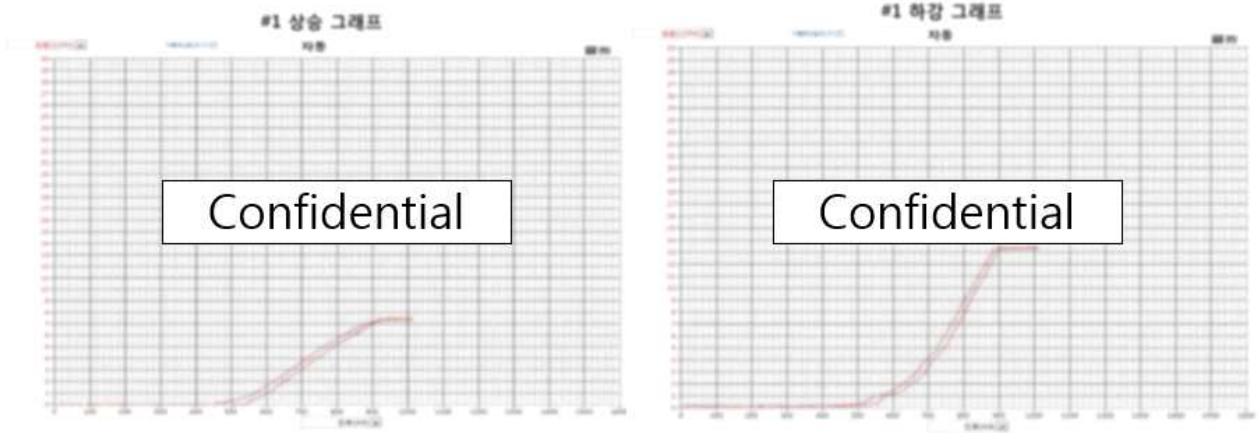
:본 연구를 통해 참여기관인 대성나찌 社에서 개발한 전자비례제어밸브의 기초 설계 결과는 자체 중간 평가 결과 작동입력 시작 전류범위 및 제어압력 범위 등에서 목표치 보다 낮게 나타났다.

:밸브 개발 목표치를 만족하기 위하여 전자비례제어밸브의 핵심 파라미터의 최적 설계 값을 찾고, 이를 위하여 유압 해석 시뮬레이션을 수행하였다.

:유압실린더의 실제 제원을 반영하여, 작업기 승강에 필요한 유량을 계산하였으며, 계산된 유량은 약 8 LPM으로, 이를 밸브 설계에 반영하여 출력단에서 필요 이상의 유량이 토출되지 않도록 밸브의 개폐량을 조정하였다.

:대동공업 社에서 제공된 실린더 도면의 제원을 바탕으로 하강 시 실린더에서 작용하는 압력 값을 계산하였으며, 시뮬레이션 모델에 input 값으로 입력하여 작업부의 하강 작업에 대한 성능평가를 실시하였다.

:작용 압력에 따른 입력 신호 값의 상관관계를 계산하였으며, 시뮬레이션 해석 결과를 통하여 하강 작업에 필요한 최적의 시간과 토출 유량을 계산결과 밸브의 작동은 -1,300 mA 이상에서 14 L로 일정한 유량을 토출하는 것으로 나타났다.



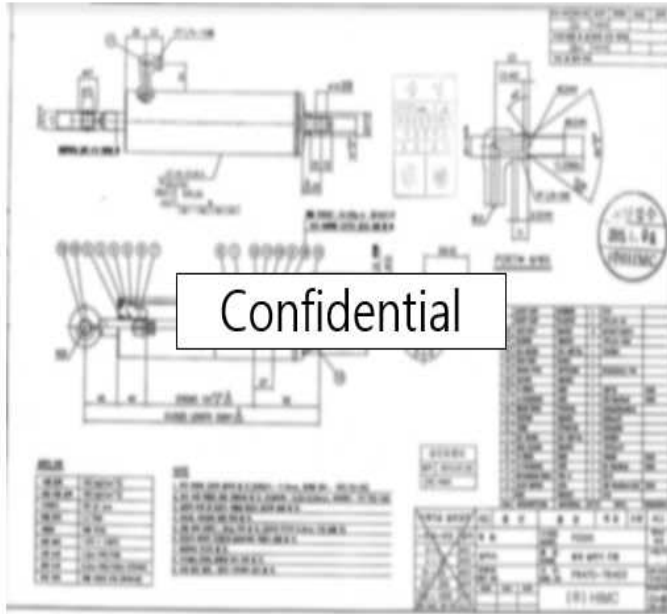
<시뮬레이션 해석 결과 반영 전류 input 값에 따른 토출 유량 그래프>


(나) 전자밸브 부품 및 관련 제원을 통한 시뮬레이션 활용

:전자비례밸브 내부의 릴리프 밸브의 압력을 11.5 MPa 이하로 낮췄을 때, 모든 유량은 릴리프 밸브를 통하여 탱크로 드레인되어 메인 스플에 작용하는 유량이 부족하여 액추에이터의 작동이 제대로 되지 않음을 확인하였다.

:작업기 승하강부에 사용되는 실린더 내부의 부피 및 액추에이터 spring rate를 낮췄을 때, 실린더 내부에 입력 가능한 유량 제한이 원인이 되어 메인 스플로 유입되는 유량에 Variation이 발생하는 것으로 나타남에 따라 릴리프 밸브와 실린더 내부의 넓이 및 spring rate의 적정 값을 통하여 신뢰성 있는 시뮬레이션 전체 모델을 구성하였다.

:시뮬레이션 프로그램을 활용하여 전자밸브의 부품 및 관련 제원 변경 시 전체 유압시스템에 발생하는 오류를 판단하기 위하여 해석을 진행하였으며, 과제 개발 목표인 전자비례밸브의 개발을 위하여 밸브 성능과의 비교를 통해 상세 제원 설계 및 성능 평가를 실시하였다.



actuator004 [HJ0023]		
 single hydraulic chamber single rod jack with spring assistance		
Parameters		
Title	Value	Unit
# pressure at port 1	0	bar
index of hydraulic fluid	0	
use initial displacement	yes	
#displacement of piston	0	m
piston diameter	55	mm
rod diameter	18	mm
length of stroke	0.146	m
dead volume at port 1 end	50	cm ³
viscous friction coefficient	0	N/(m/s)

<대동공업 社의 실린더 도면 및 시뮬레이션 모델 적용>

(5) 전자비례제어밸브 단품 성능평가 및 개선안 도출

(가) AMESim 시뮬레이션 프로그램을 이용한 작동입력시작 전류범위 수정

:본 연구에서 개발한 비례제어밸브는 기존 375 mA의 입력전류에서 밸브의 개구면적의 변화가 일어났으며, 이 때 압력이 발생하여 메인스플을 물리적으로 밀어 작동시켰다.

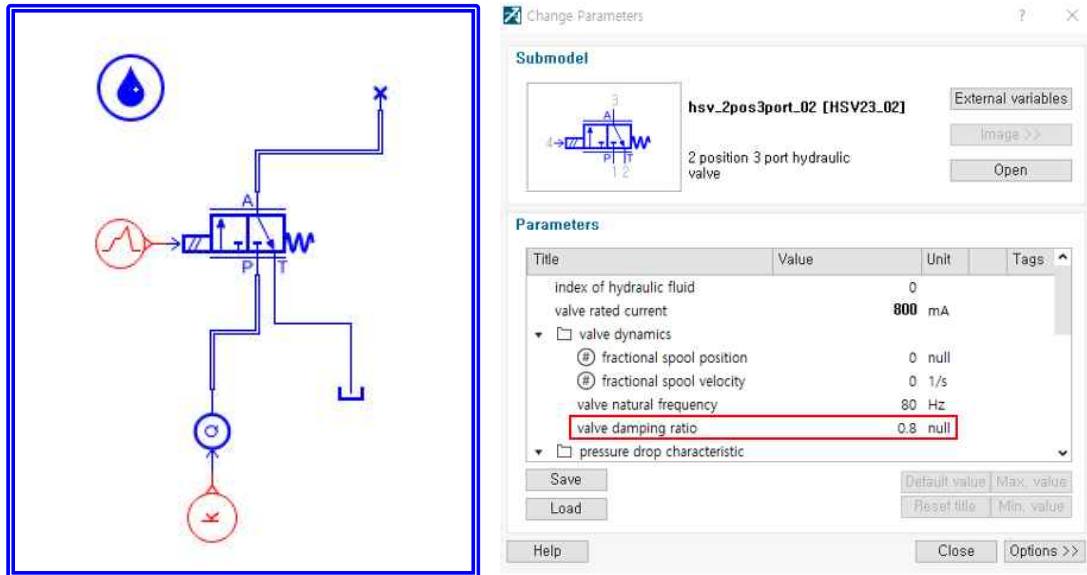
:밸브의 작동입력시작 전류범위를 개발목표치인 150 ~ 250 mA의 범위로 조정하기 위하여, 1D 해석 소프트웨어인 AMESim을 통해 개발한 밸브모델을 이용하였다.

:밸브에 입력되는 최대 전류는 Valve rated current에 800 mA를 입력함으로써 초기 밸브의 최대 허용 전류값을 설정하였다.

:작동입력시작 전류값을 낮추기 위하여, 밸브모델의 제원인 Damping ratio를 통하여 스프링의 반력을 조정하였다. 이 때 조정된 반력을 바탕으로 밸브 개구면적 변화에 영향을 미치는 전류 값의 제어 시작 범위를 375mA에서 230 mA까지 개선할 수 있었다.

:기존 스프링 취부 시 하중은 0.43 kgf로 나타났으나, 본 시뮬레이션을 통해 개선된 Damping ratio를 적용한 결과 0.15 kgf까지 감소된 결과를 나타냈다.

:본 시뮬레이션을 통해 얻은 주요 결과는 참여기관인 대성나찌에 제공하여 전자비례제어밸브의 성능 개선을 위한 기초자료로 활용할 수 있도록 하였다.



<밸브 단품 시뮬레이션 모델(좌) 및 밸브 세부 제원 입력 파라미터(우)>

(나) AMESim을 이용한 비례제어밸브 작동입력시작 전류 범위 비교

: 기존 개발한 비례제어밸브 모델을 AMESim 상에서 구성하고, 개발 시 반영한 실제 제원들을 각각의 단품모델에 입력하였다.

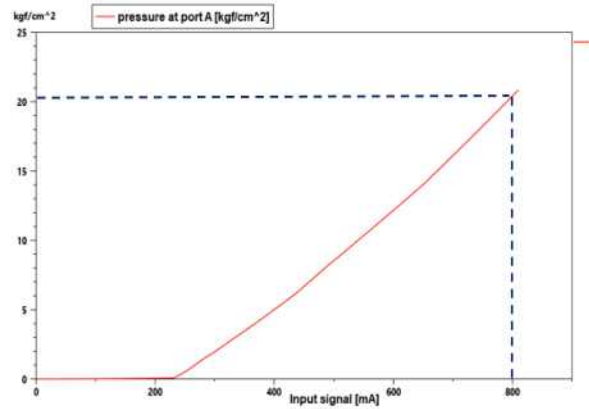
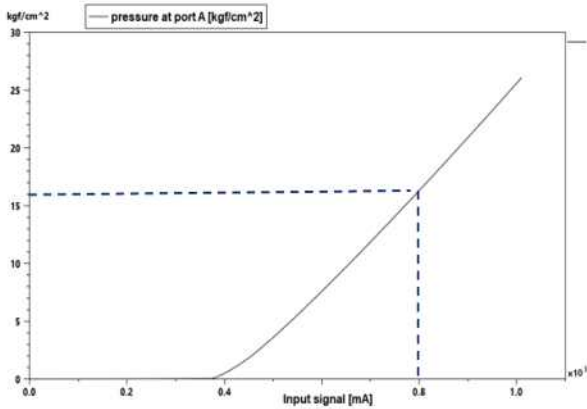
: 기존 비례제어밸브의 제원을 반영한 모델을 시뮬레이션 진행한 결과, 전류가 375 mA가 되기 전까지 밸브의 개구 면적은 변화가 없었으며, 비례제어밸브의 출력단에서 나타나는 압력은 0 kgf/cm²로 일정하게 유지되었다.

: 입력 전류를 최대 전류치인 800 mA까지 증가하였을 때, 출력단인 Port A에서 스프링을 제어하기 위한 압력은 약 15 kgf/cm²로 나타났다.

: 비례제어밸브를 구성하고 있는 스프링에 대한 계수를 튜닝한 뒤 시뮬레이션을 진행한 결과, 전류가 230 mA가 되기 전까지 비례제어밸브의 출력단에서 나타나는 압력은 0 kgf/cm²로 일정하게 유지되었다.

: 입력 전류를 최대 전류치인 800 mA까지 증가하였을 때, Port A에서의 제어압력은 선형적으로 증가하여 약 19 kgf/cm²로 나타났다.

: 따라서, 시뮬레이션 결과 당해연도 전자비례밸브의 제어압력 범위인 18 kgf/cm² 이상을 만족하는 것으로 나타났으며, 이를 실제 비례제어밸브 설계에 반영할 수 있도록 대성나찌에 기초 자료를 제공하였다.



<초기 시뮬레이션 결과(좌) 및 Damping ratio를 적용한 시뮬레이션 결과(우)>

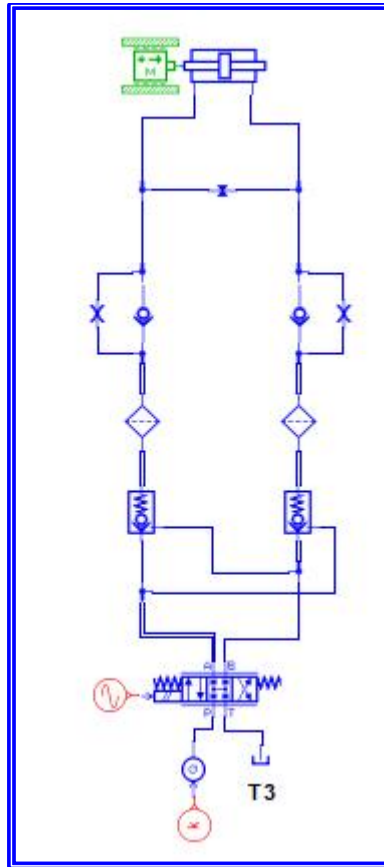
나. 요소부품 SI를 통한 전자유압 시스템 해석 시뮬레이션 모델 개발

1) 개발한 요소 부품에 대한 전체 SI(System Integration)

가) 이양기 승하강 제어 모델 개발 및 수평제어 모델과의 SI

(1) 이양기 수평제어부 모델링

- (가) 승하강부 입력유량은 Flow divider에 의해 일부가 분기되어 이양기의 수평제어부로 전달된다. 수평제어부로 입력된 유량은 메인 솔레노이드 밸브, 파일럿 밸브, 체크밸브를 거쳐 복동실린더 내부에 유압을 발생시켜 액추에이터 모델을 작동시킨다.
- (나) 메인솔레노이드 밸브에는 작업부의 기울기에 따른 수평제어를 위하여, 작업부에 부착된 센서를 통하여 기울기 및 수평제어 여부를 판단하고, 솔레노이드 밸브에 센서로부터 출력된 전기 신호가 입력되어 방향을 결정한다.
- (다) 밸브에서 방향이 결정됨에 따라, 유량은 파일럿 체크밸브와 체크밸브를 거쳐 복동실린더 내부의 액추에이터를 작동시키며, 액추에이터의 작동을 통해 작업부의 수평제어를 구현함과 동시에 유량은 복동실린더의 출력단과 파일럿 체크밸브를 거쳐 다시 탱크로 드레인된다.
- (라) 유량이 메인 솔레노이드 밸브를 거쳐 파일럿 밸브를 지날 때, 파일럿 압력이 발생하여 반대쪽 파일럿 체크밸브의 유로를 연결해준다. 그로인하여, 유량은 일정한 방향으로 순환하며 수평제어를 가능하게 모델링하였다.

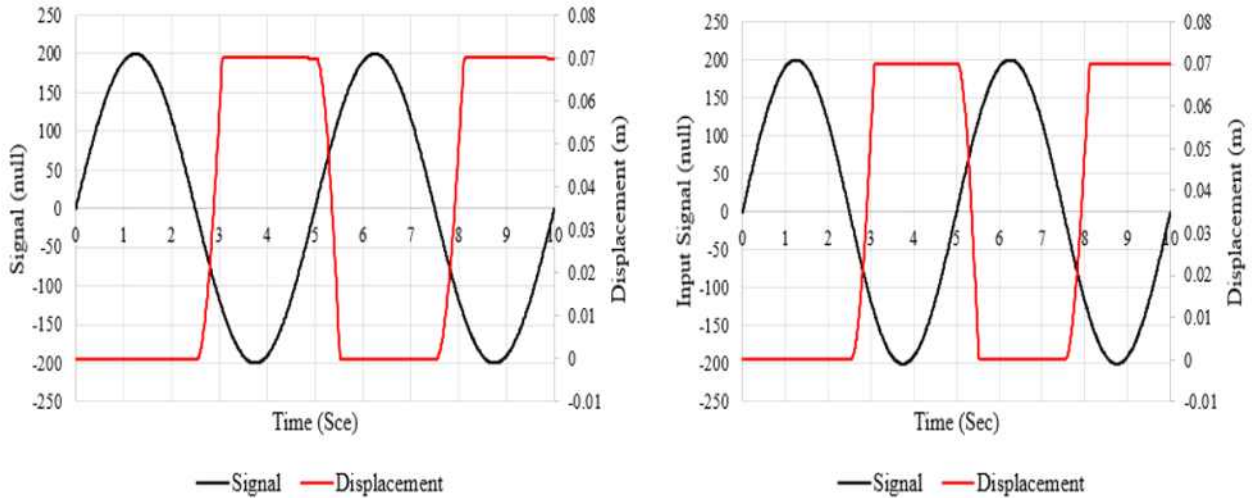


<AMESim을 이용한 이앙기 수평제어부 모델링>

2) SI를 통한 전자유압 시스템 해석 시뮬레이션 모델 개발

가) SI를 통한 수평제어부 시뮬레이션 해석

- (1) 수평제어부 시뮬레이션은 펌프의 최저 속도(1,800 rpm)와 최고 속도(3,500 rpm)에서 수행되었으며, 입력 신호에 따른 액추에이터의 변위를 통해 수평제어에 소요되는 시간 및 작동 여부의 정확성을 판단하였다.
- (2) 오리피스를 구성하여 일정한 유량이 액추에이터에 유지될 수 있도록 하였으며, 파일럿 밸브를 통하여 유량의 일정한 방향을 유지하도록 모델링하였다.
- (3) 수평제어 모델을 시뮬레이션 하기 위하여 솔레노이드 밸브에 Sine Signal을 입력하였으며, 해당 신호에 따라 액추에이터의 변위를 측정하였다.
- (4) 액추에이터의 변위는 0.07 m 까지 입력 신호에 따라 일정하게 나타났으며, 모든 펌프 입력 속도에서 동일하게 측정되었다. 이는, 오리피스를 통하여 액추에이터에 전달되는 유량을 조절하였기 때문인 것으로 판단된다.
- (5) 아래 그래프는 최저 속도와 최고 속도에서의 입력 신호와 액추에이터의 변위간의 관계 그래프이다. 신호가 최대값을 가진 후, 약 1초 뒤 액추에이터에 의하여 수평제어가 이루어지는 것으로 나타났으며, 이앙기의 작업 속도를 고려하였을 때 수평제어를 충분히 활용할 수 있을 것으로 판단된다.



<펌프 속도 및 입력 신호에 따른 액추에이터의 변위>

다. 작업부 핵심부품 제어로직 및 알고리즘에 따른 해석 기술 개발

1) 전자비례제어밸브 모델에 작업부 핵심부품 제어로직 적용

가) 전자유압밸브 PID 제어기술

(1) 작업기 승하강부 유압 액추에이터 제어를 위한 PID 제어

(가) PID 제어기는 Z-N methods를 사용하여 개발되었으며, 액추에이터의 정밀성 및 안정성을 높이기 위하여 선형 PID 제어 알고리즘을 개발하고, 승강시스템에 최적의 PID 계수를 선정하였다.

(나) 알고리즘을 통한 액추에이터와 비례 밸브 제어는 피드백 제어 시스템의 전달 함수를 기반으로 개발되었다.

(다) PID 제어기는 간단한 피드백 알고리즘을 사용하여 시스템을 안정화하고 시뮬레이션 모델을 최적화시키도록 구성하였다. PID제어 알고리즘과 액추에이터의 작동 방정식은 아래와 같다.

$$s) = (K + \frac{K_i}{s} + K_{ds})$$

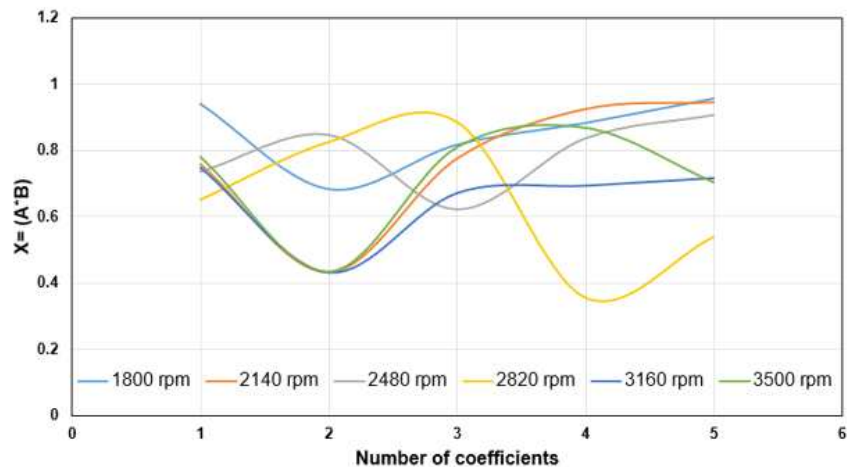
$$S)/u(s) = \frac{K_{input} * \omega_n^2}{A (s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2)}$$

where, ζ = valve dampingratio
 ω_n = valvenaturalfrequency

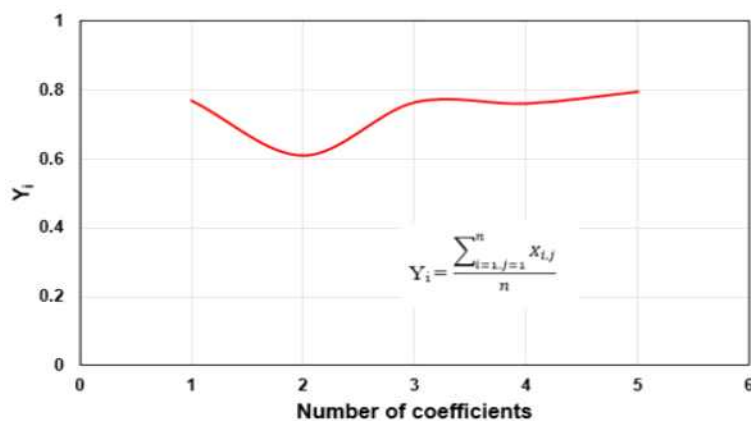
(2) PID 제어기 계수 선정

(가) PID 제어기의 성능을 평가하기 위하여 Kp, Ki, Kd, Overshoot, Settling time 을 포함한 5가지 값에 대한 계수의 비교를 통하여 최적의 계수를 선정하였다.

- (나) 각 계수는 펌프의 최저속도, 정격속도, 최고속도를 포함한 6개의 속도에 대한 시뮬레이션을 통해 추정되었으며, 시뮬레이션 결과, 모든 값에서 정상 상태에서 서의 오차를 0%로 만족하였다.
- (다) 계산된 결과 값 중, Overshoot는 5% 미만을 만족하며, Settling time은 0.2초를 초과하지 않는 값을 계수를 대상으로 선정하였다.
- (라) 펌프 입력 속도가 2,820 rpm일 때, Settling time은 0.165초로 가장 짧게 나타났으며, 같은 조건의 펌프 입력속도에서 Overshoot는 2.15%로 가장 작게 나타났다.
- (마) 최적의 계수를 선택하기 위하여 x축은 입력속도 마다 생성된 5개의 계수로, y축은 Overshoot와 Settling time의 곱으로 나타내었다.
- (바) 가장 적합한 PID 제어기 계수는 펌프 입력 속도가 2,820 rpm일 때 가장 낮은값의 Overshoot와 최단시간의 Settling time을 가지는 계수이며, 이 계수를 입력한 Overshoot 및 Settling time은 각각 2.15 %, 0.165초로 나타났다.



<Overshoot와 Settling time의 값을 통한 PID 계수 선정 >



<최적 PID 계수 선정>

(사) PID 제어기 계수 선정

RPM	Kp	Ki	Kd	Max. Overshoot (%)	Settling Time (sec)	Steady state error (%)
1,800	3.45	2.05	1.10	5.00	0.188	0
	3.39	2.14	1.02	3.84	0.178	0
	1.45	1.16	0.03	4.75	0.172	0
	1.65	1.05	0.07	4.85	0.182	0
	2.80	2.10	0.10	4.98	0.192	0
2,140	3.45	2.05	1.10	4.10	0.185	0
	3.39	2.14	1.02	2.50	0.173	0
	1.45	1.16	0.03	4.59	0.169	0
	1.65	1.05	0.07	4.97	0.186	0
	2.80	2.10	0.10	5.00	0.189	0
2,480	3.45	2.05	1.10	3.85	0.191	0
	3.39	2.14	1.02	4.55	0.186	0
	1.45	1.16	0.03	3.65	0.170	0
	1.65	1.05	0.07	4.75	0.176	0
	2.80	2.10	0.10	4.85	0.187	0
2,820	3.45	2.05	1.10	3.56	0.183	0
	3.39	2.14	1.02	4.72	0.175	0
	1.45	1.16	0.03	4.98	0.178	0
	1.65	1.05	0.07	2.15	0.165	0
	2.80	2.10	0.10	3.15	0.171	0
3,160	3.45	2.05	1.10	4.15	0.180	0
	3.39	2.14	1.02	2.50	0.173	0
	1.45	1.16	0.03	3.55	0.189	0
	1.65	1.05	0.07	3.85	0.180	0
	2.80	2.10	0.10	3.87	0.185	0
3,500	3.45	2.05	1.10	4.05	0.193	0
	3.39	2.14	1.02	2.50	0.173	0
	1.45	1.16	0.03	4.48	0.181	0
	1.65	1.05	0.07	4.86	0.179	0
	2.80	2.10	0.10	3.98	0.177	0

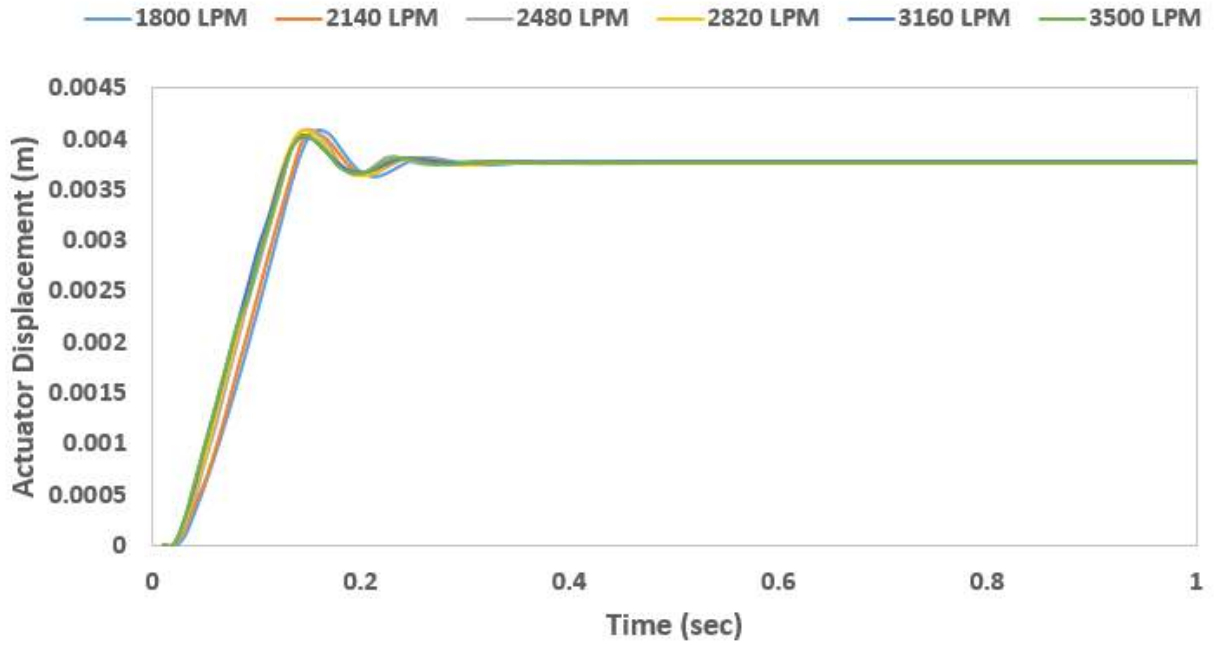
2) 핵심부품 알고리즘 적용을 통한 시뮬레이션 해석

가) PID 제어를 통한 전자유압밸브 신뢰성 평가 및 최적화

(1) 액추에이터 모델 PID 제어 적용을 통한 시뮬레이션 결과

- ㄱ) 펌프의 속도와 전자유압밸브에 입력되는 신호의 PID 제어를 통해서 액추에이터 변위의 움직임을 나타내었다.
- ㄴ) 전자유압밸브에 PID제어 모델을 추가하여 구성함으로써 보다 신속하고 정확한 작업기 승하강부 모델을 개발하였다.
- ㄷ) 모든 속도에서, 액추에이터 변위는 약 0.0038 m로 나타났으며, Overshoot와 Settling time은 각각 5%와 0.2초 미만으로 나타났다. 최적 PID 제어기 계수를

선정하고 전자유압밸브에 적용함으로써 작업기 승하강부 작동의 정확성을 높이고 정밀한 제어가 가능할 것으로 판단된다.



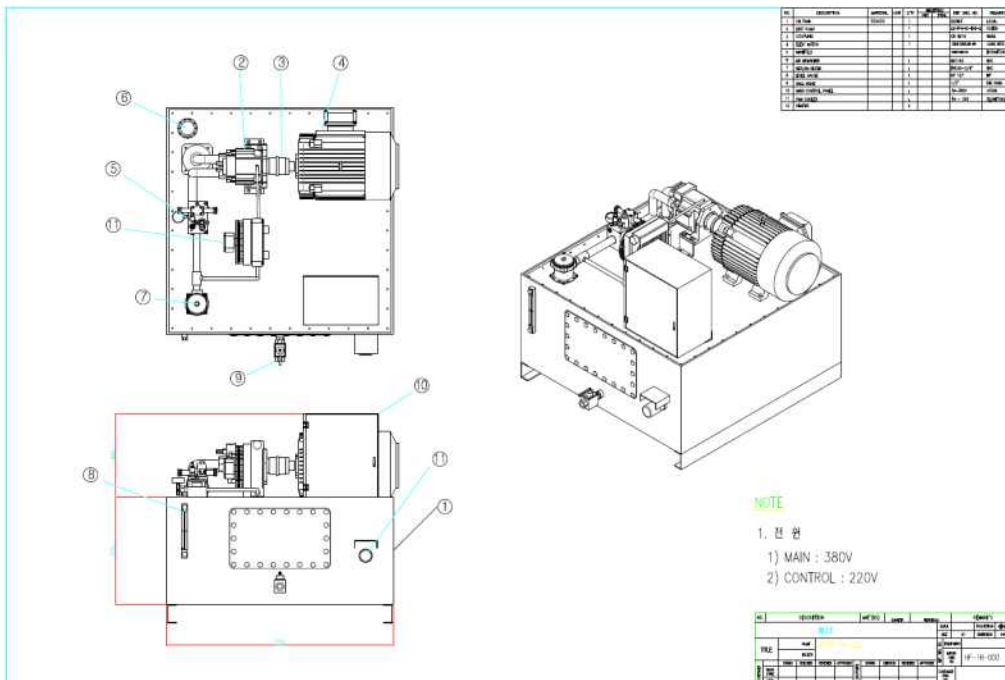
<PID 제어기 계수를 활용한 펌프 속도별 액추에이터의 변위>

5. 전자유압 비례밸브 신뢰성 평가 기술 개발

가. 핵심 부품 신뢰성 평가를 위한 시험 장치 구성 및 B/M 성능 평가

1) EPPR밸브 시험 장치 구성

- 전자비례제어밸브 시험 장치는 전기모터 구동 방식으로 유압펌프 및 압력/유량 조절밸브 등으로 구성되어 있음
- 시험 장치의 구성도와 사양은 아래 그림과 표와 같음



<밸브 시험장치 도면>



<밸브 시험장치 사진>

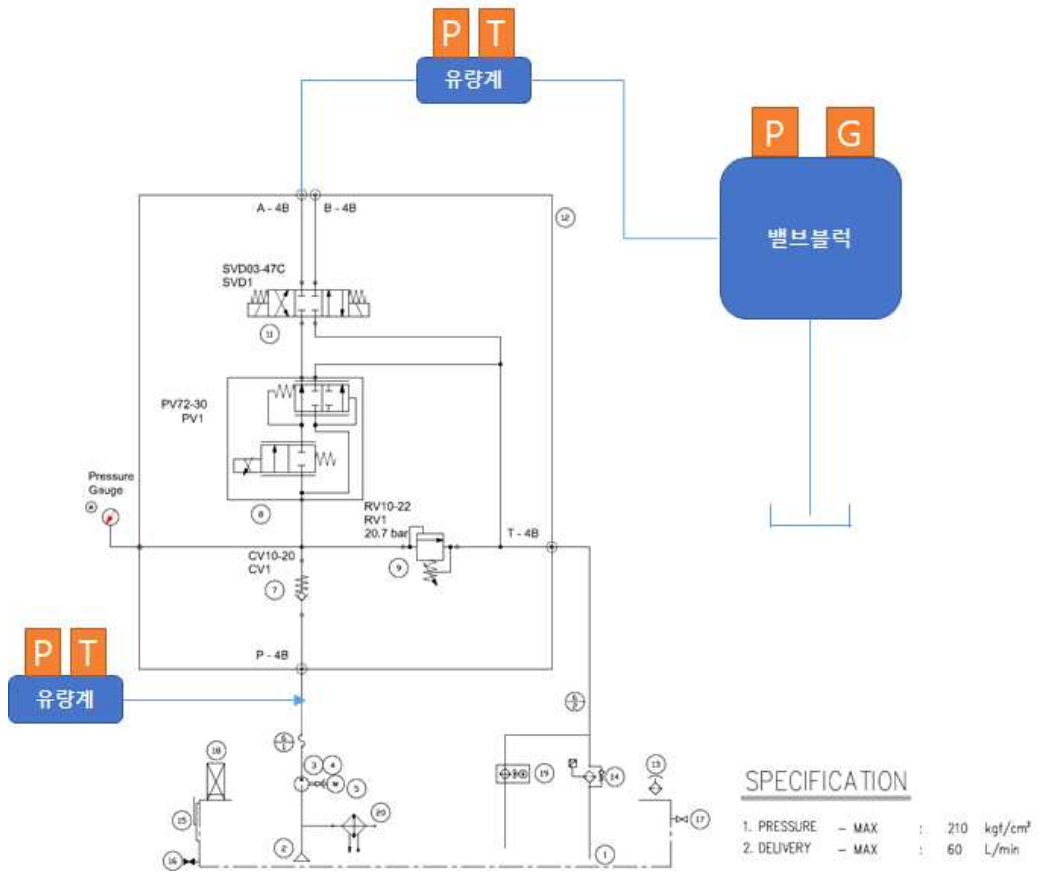
<시험장치 사양>

	사양	비고
Valve Tester	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 시험장치 정격 동력 : 22 kW 최대 입력 압력 : 250 bar 최대 입력 유량 : 60 lpm 작동 온도 : 5 °C ~ 70 °C ▪ DAQ 최대 측정 채널 : 36 채널 	

2) 실시간 계측시스템 구성

가) 계측시스템 구성

- 시험장치의 계측시스템은 시험장치의 메인압력, 유량, 온도 및 대상 밸브의 압력, 유량, 온도를 측정하기 위해 구성됨
- 각 센서는 메인 펌프 후단과 밸브 입력단에 설치되어 압력/유량/온도를 측정함
- 측정 센서의 위치 및 사진은 아래와 같음



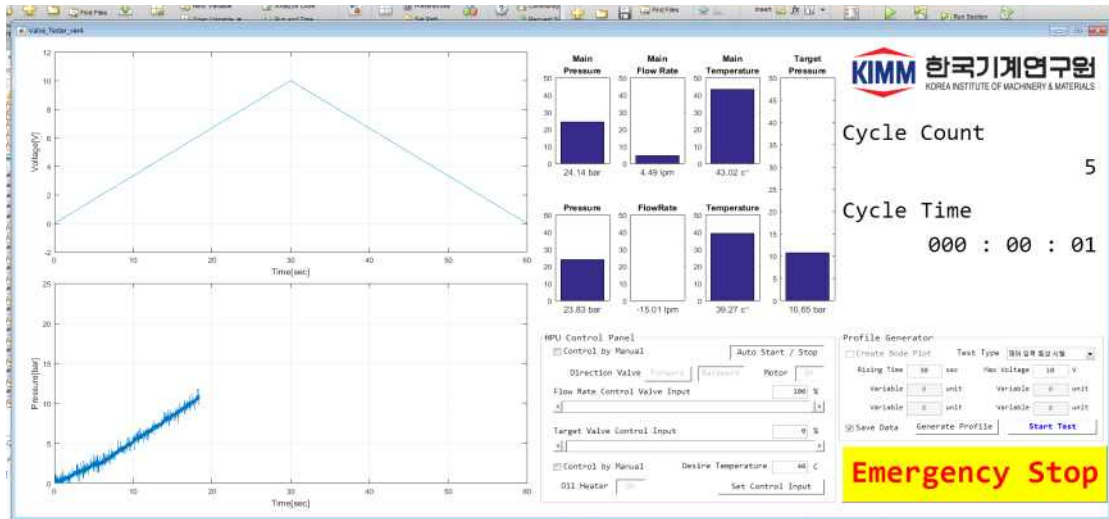
<시험장비 회로도 및 계측 센서 구성>

<측정 센서 사양>

위치	센서명	사양	비고
메인 입력	압력 센서	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PR400 - Max. pressure : 400 bar -Ouptut : 4 ~ 20 mA 	
	유량 센서	<ul style="list-style-type: none"> ▪ QT500 -Max. flow : 75 LPM -response time : < 0.05 s -viscosity range : 5 ~ 100 cSt -Standard Calibration viscosity : 30 cSt -Ouptut signal : 4 ~ 20 mA 	
	온도 센서	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TE380 -Range : -50 °C ~ 200 °C -Ouptut : 4 ~ 20 mA 	
밸브	압력 센서	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CT60 - Max. pressure : 400 bar 	
	유량 센서	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CT60 -Max. flow : 60 LPM -response time : < 0.05 s -viscosity range : 5 ~ 100 cSt -Standard Calibration viscosity : 30 cSt 	
	온도 센서	<ul style="list-style-type: none"> -Range : -50 °C ~ 200 °C -Ouptut : 4 ~ 20 mA 	
시험 밸브	압력 센서	<ul style="list-style-type: none"> -Max. pressure : 250 bar -Accuracy : < 0.1 % of span -Ouptut signal : 4 ~ 20 mA 	
오일 탱크	온도 센서	<ul style="list-style-type: none"> -Range : -50 °C ~ 200 °C -Ouptut : 4 ~ 20 mA 	

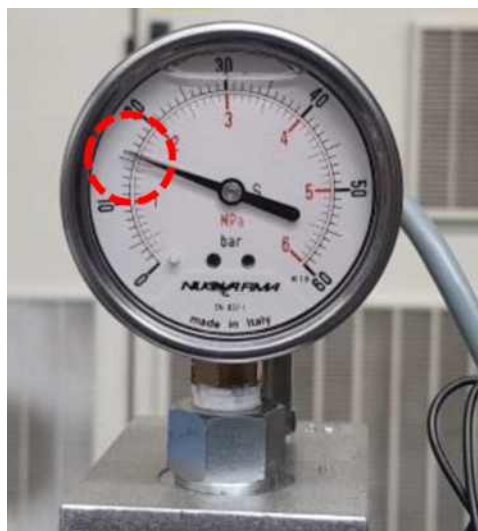
나) 계측 S/W 구성

- 시험장치 SW는 비례감압밸브의 성능 및 수명시험을 수행할 수 있도록 개발되었음
- 본 연구과제에서 필요한 성능 시험은 제어입력특성(히스테리시스), 스텝 응답 시험, 주파수 응답 시험이며, 수명 시험은 주파수 응답시험을 지속 반복하여 수행함

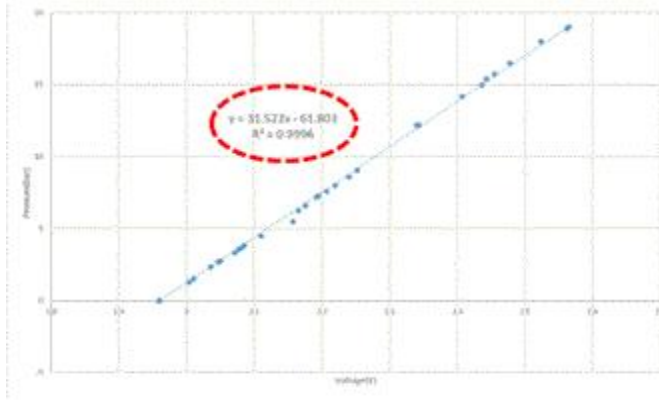


<시험장치 SW 구성>

- 압력센서의 경우 게이지를 이용하여 캘리브레이션을 아래 그림과 같이 수행함
 - * 측정한 30개의 데이터에 초기값 85개를 추가하여 근사
 - * X축 : 압력 센서 출력 전압, V
 - * Y축 : 시험 장비 게이지 압력, bar



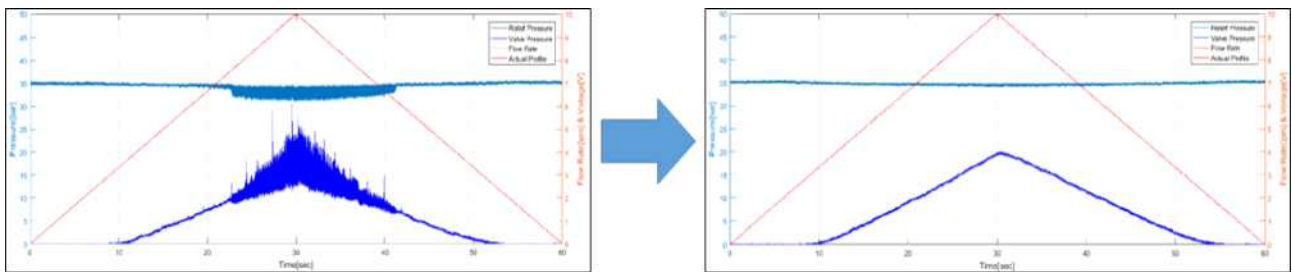
<압력게이지>



No.	압력 센서 출력 전압 (V)	계이지 압력 (bar)	계이지 압력 근사값(bar)	오차율(%)
1	1.96	0	-0.02	
2	2.004	1.3	1.37	5.38
3	2.011	1.56	1.59	2.58
4	2.036	2.36	2.38	1.28
5	2.047	2.7	2.72	0.74
6	2.05	2.75	2.82	2.55
7	2.072	3.36	3.51	4.78
8	2.078	3.6	3.70	2.78
9	2.082	3.7	3.83	3.51
10	2.086	3.85	3.95	2.60
11	2.11	4.5	4.71	4.67
12	2.157	5.5	6.19	12.55
13	2.165	6.25	6.44	3.04
14	2.176	6.6	6.79	2.88
15	2.192	7.2	7.29	1.25

<압력센서 캘리브레이션>

- B/M 전자비례제어밸브 및 개발 밸브의 PWM 및 Dither 주파수는 시험을 통해 최적의 주파수를 선정하였으며, B/M 밸브의 경우 작동조건은 PWM 120 Hz, 전류 0 ~ 1700 mA 으로 하였고, 개발 대상 밸브의 경우는 PWM 100 Hz, 전류는 200 ~ 800 mA 로 설정하였음



<PWM 최적화 프로세스>

3) B/M 밸브 성능 평가

가) B/M용 전자비례제어밸브는 Y社의 이양기에 부착된 승하강 제어용 밸브로 주요 사양은 최대 설정압력 20 bar, 최대 유량 10 lpm이며, 제어 환경은 전압 12 V, 전류 1.6 A임

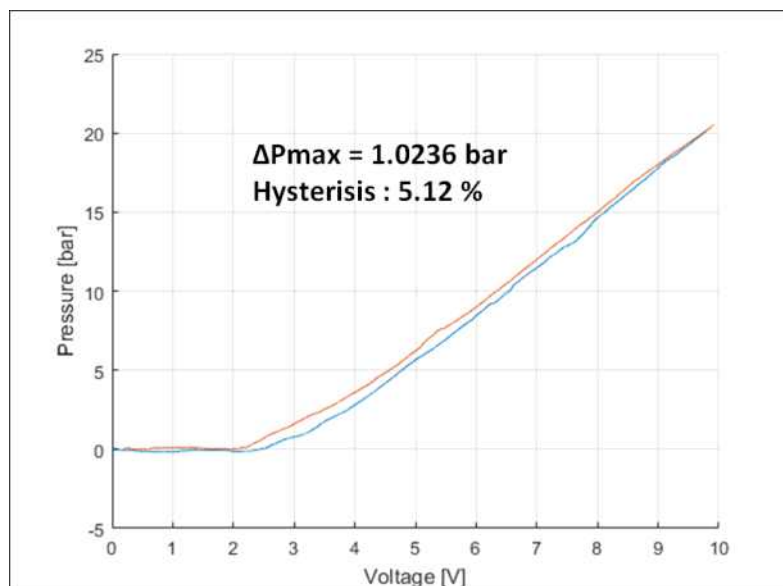


<벤치마킹 비례제어밸브>

- 나) B/M 전자비례제어밸브의 성능을 평가하기 위해 제어입력특성(히스테리시스), 스텝 응답 시험, 주파수 응답 시험을 반복성을 확인하기 위해 각 3회씩 수행하였음
- 다) 제어압력특성 시험 결과는 아래와 같이 평균 5.3 %로 나타났음

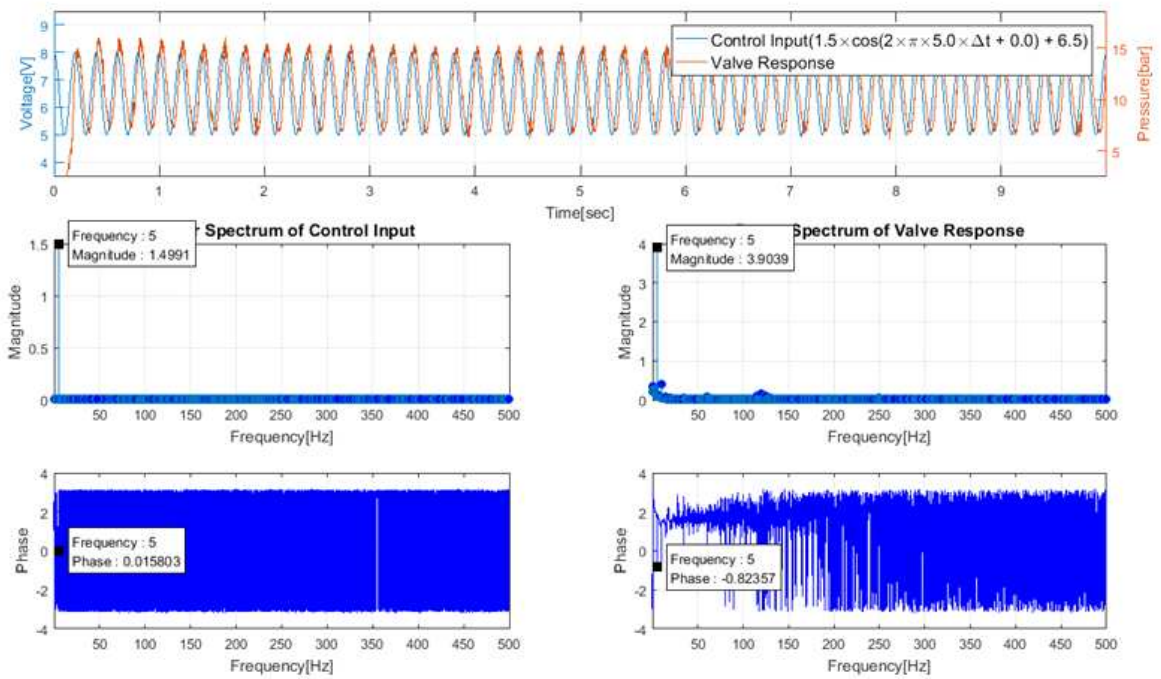
<B/M 밸브 히스테리시스 성능 시험 결과>

	ΔP_{max} , bar	Hysteresis, %
1 시험	1.0236	5.12
2차 시험	1.2037	6.02
3차 시험	0.9526	4.76
평균 Hysteresis		5.3



<B/M 밸브 히스테리시스 성능 시험 결과(1차)>

라) 주파수응답 시험은 내구 시험 밸브 작동 조건인 5 Hz 신호인가 시 밸브 작동 응답성 확인하였고 결과는 아래와 같이 나타났음



<B/M 주파수 응답 시험 결과(1차)>

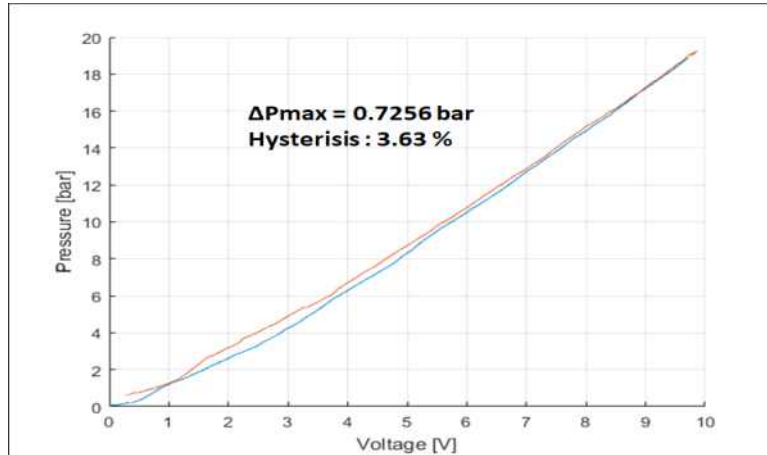
나. 신뢰성 평가 기준 개발

1) 개발 대상 밸브 성능 및 신뢰성 평가

가) 성능 평가 및 비교

- (1) 개발 밸브의 성능 시험 방법은 B/M 밸브와 동일한 방법으로 수행하고 비교함
- (2) 제어압력특성 시험 결과는 아래와 같이 평균 3.42 %로 B/M 밸브 대비 성능이 우수한 것으로 나타남
- (3) 개발 밸브 제어압력특성 시험 결과

	ΔP_{max} , bar	Hystersis, %
1 시험	0.7256	3.63
2차 시험	0.7260	3.63
3차 시험	0.7256	3.00
평균 Hystersis		3.42



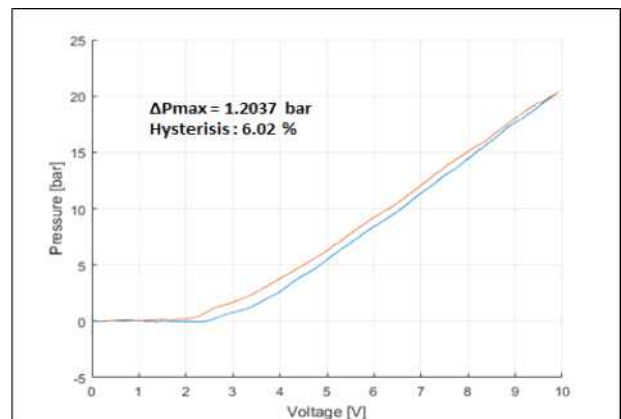
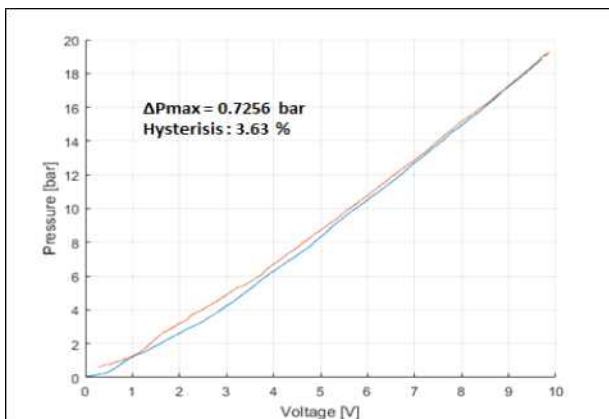
<개발 밸브 히스테리시스 성능 시험 결과(1차)>

(4) 개발 밸브와 B/M 밸브 제어압력특성 시험 결과 비교

	밸브	B/M 밸브
ΔP_{max} , bar	0.7256	1.2037
Hysteresis, %	3.63	6.02
Hysteresis 차이		2.39

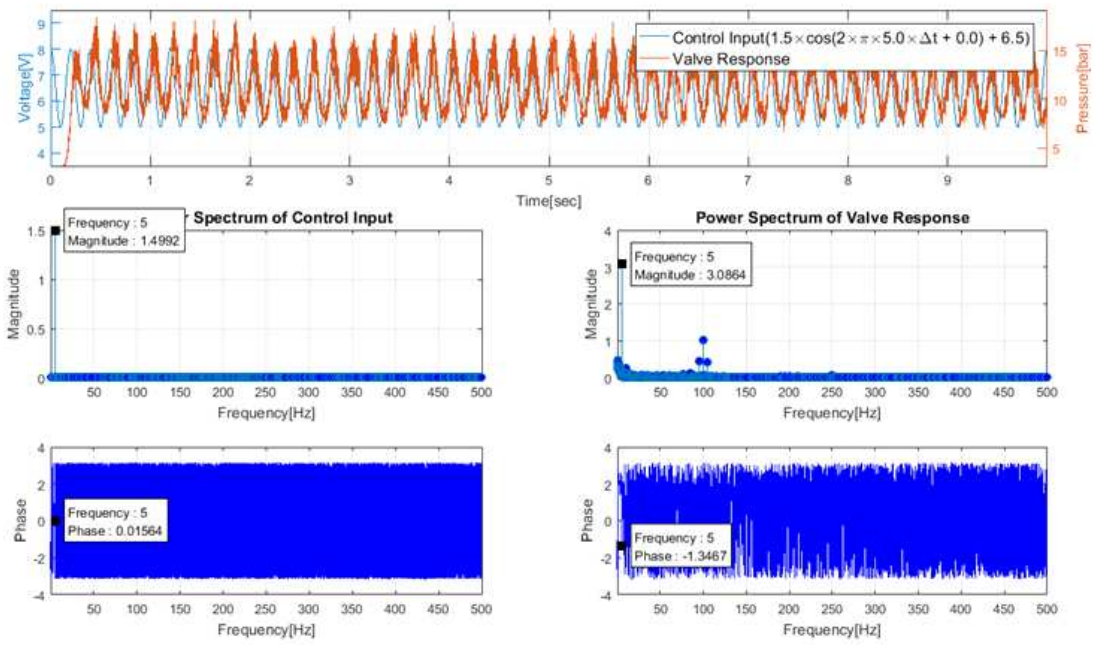
▶ 제어 편차를 줄여 안정적인 밸브 성능 발휘 가능 → 최종 3차년도에 타사와 이양성능 비교평가 예정

(5) 개발 밸브와 B/M 밸브의 히스테리시스가 가장 큰 결과는 아래와 같음



<개발 밸브(좌)와 B/M 밸브(우)의 제어압력특성 시험 결과>

(6) 주파수응답 시험을 수행하여 내구 시험 밸브 작동 조건인 5 Hz 신호가 인가되었을 때 밸브가 원활하게 작동하는지 확인하였음



<개발 밸브 주파수응답 시험 결과>

2) 신뢰성 코드 개발

가) 필드 작동 조건

- 필드시험 데이터 분석 결과, 작업차속은 중속 0.7 m/s, 고속 1.64 m/s로 측정됨.
- 1차년도 이양기 사용자 설문조사 결과를 인용하여 고속 1.64 m/s → 5.9 km/h로 주요 작업속도로 선정함



<승용이양기 필드 시험 장면>



<이양작업 후 모종 상태>

- 10초동안 고속 작업 시 승하강 밸브 작동 횟수는 11 ~ 12회로 측정되었으며, 초당 1.2회 작동하는 것으로 확인됨



<10초동안 작업 시 승하강 밸브 작동 횟수 측정 결과>

- 신뢰성 코드 개발을 위한 작동 횟수 산정을 위해 기준 작업면적 1필지

(1200 평(100 m * 40 m))를 기준으로 작동 횟수를 아래와 같이 계산하였음

(1) 작업시간 : 1200평 기준 약 1시간

(2) 수동 선회작업 승강 횟수 : 23 cycle (40 m / 1.8 m = 22.2 cycle)=23회

(3) 수동 작업 승강 횟수 : 31 cycle (대동공업 승하강밸브 내구시험코드 기준)

: 세로 작업 11회 (100m 기준)

: 가로 작업 4회 (20m 기준)

: 모 적재 6회 (600평 기준)

$1200\text{평 기준 작동횟수} : 11 + 4 * 2 + 6 * 2 = 31\text{회}$

(4) 자동작업 밸브작동 횟수

(가) 작업 시 100 m 작업 시간 : $100 / 1.64 = 61\text{초}$

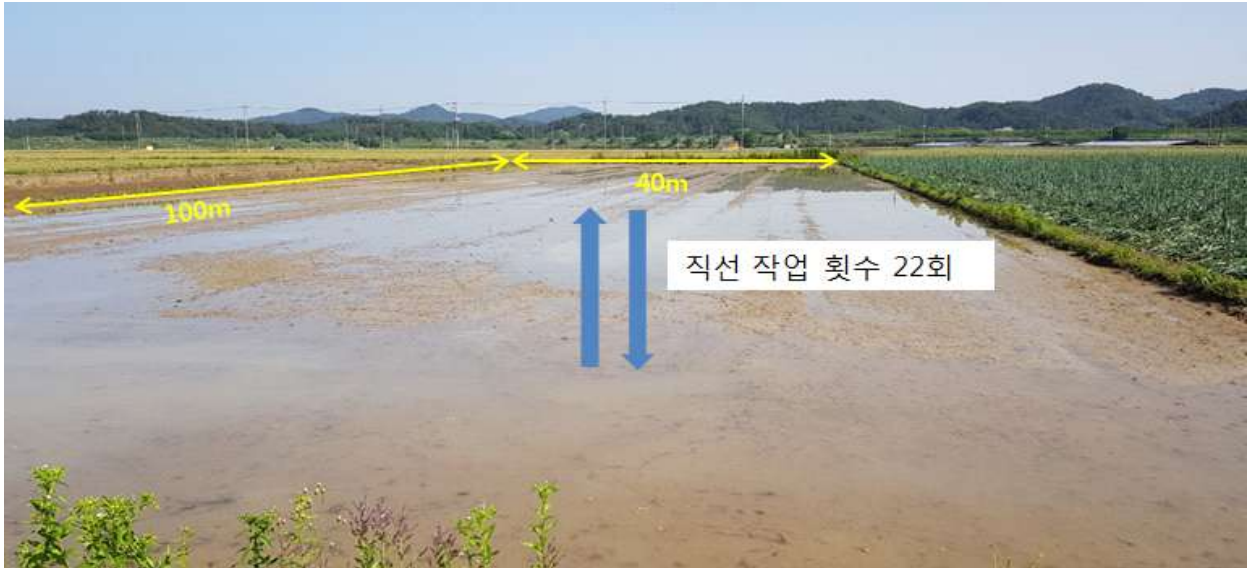
(나) 100 m 작업 시 승하강 밸브 작동 횟수 = $1.2 * 61 = 73.2\text{회}$

(다) 1200 평 작업 시 승하강 밸브 작동 횟수 = $73.2 * 22$

(1200평의 100m 작업 횟수) = 약 1610회

(5) 1200평 작업 시 총 밸브 작동 횟수 : 23회 + 31회 + 1610회 = 1664회

※1차년도는 수동 선회작업 승강 횟수(23회/1hr)는 1000hr기준으로 23,000cycle로 계산하였고 , 2차년도에는 수동작업 승강횟수(31회)와 자동작업 밸브작동 횟수 (1610회)를 추가적으로 고려하여 무고장 시험 시간 코드에 준하여 밸브내구 시험 요구 횟수를 4,753,750cycle으로 수정 보완하였음



<작업 시 이양기 직선 작업 횟수 예시>

나) 시험 코드 개발

- (1) 내구 시험을 위한 무고장 시험시간을 산출함
- (2) 형상 모수는 비례제어밸브에 사용되는 1.4를 사용하였고, 신뢰수준은 농기계 분야에서 적용되는 신뢰수준인 60 %를 사용함

Shape Parameter(β) for Mechanical Components

Type	β	No	Component	No	Reliability Assessment Standards
Hydraulic Components	1.4	1	Hydraulic Valve	1	Hydraulic Relief Valve
		2	Hydraulic Valve	2	Hydraulic Directional Control Valves
		3	Hydraulic Valve	3	Shifting Valve for Forklift
		4	Hydraulic Filter	4	Filter for Hydraulic Circulation
		5	Agricultural Machine Filter	5	Spin-On Type Hydraulic Filter for Agricultural Machine
		6	Oil Cooler	6	Oil Coolers for Machine Tool
		7	Shell & Tube Type Oil Coolers for Industrial	7	Shell & Tube Type Oil Coolers for Industrial
		8	Multiple Control Valve for Excavator	8	Multiple Control Valve for Excavator
		9	Multiple Control Valve for Forklift	9	Multiple Control Valve for Forklift
		10	Swash Plate Type Axial Piston Hydraulic Motors for Tractor Drive Unit of Excavator	10	Swash Plate Type Axial Piston Hydraulic Motors for Tractor Drive Unit of Excavator
		11	Industrial High Pressure Relief Valve	11	Industrial High Pressure Relief Valve
		12	Spool-in Valve for Cranes	12	Spool-in Valve for Cranes
		13	Electro-Hydraulic Proportional Pressure Relief Valve for Press Machine	13	Electro-Hydraulic Proportional Pressure Relief Valve for Press Machine
		14	Electro-Hydraulic Proportional Pressure Backing Valve	14	Electro-Hydraulic Proportional Pressure Backing Valve
		15	Spool-in Valve	15	Spool-in Valve
		16	Spool-in Valve	16	Spool-in Valve
		17	Spool-in Valve	17	Spool-in Valve
		18	Spool-in Valve	18	Spool-in Valve
		19	Spool-in Valve	19	Spool-in Valve
		20	Spool-in Valve	20	Spool-in Valve
		21	Spool-in Valve	21	Spool-in Valve
		22	Spool-in Valve	22	Spool-in Valve
		23	Spool-in Valve	23	Spool-in Valve
		24	Spool-in Valve	24	Spool-in Valve
		25	Spool-in Valve	25	Spool-in Valve

No	분야	보증 척도	신뢰 수준
1	농기계 분야	B ₂₀	60 %
2	건설중장비 분야	B ₂₀	70 %
3	공작기계 분야	B ₁₀	70 %
4	군용장비 분야	B ₁₀	80 %
5	제철 생산설비 분야	B ₅	95 %
6	자동차 분야	B ₅	90 %
7	원자력 발전설비 분야	B ₁	95 %
8	철도차량 분야	B ₁	95 %
9	항공기 분야	B ₁	95 %

- (3) 목표 수명 1000 시간을 보장하기 위한 무고장 합격 기준을 만족하는 시험 시간은 아래와 같음

(가) 목표 수명 1000시간 기준

: 농업기계연감에 의하면 국내 이양기 연가 사용일수는 6일로 하루 8시간 작업을 가정 하면 연간 사용시간은 48시간임. 그러나 본 연구과제에서는 가혹조건을 기준으로 보증기간을 결정하였기 때문에 중국 및 동남아의 자체 사용자 환경 조사 시 하루 최대 10시간 연속으로 25일 작업 기준으로 2모작 작업 시 연간 500시간으로 보증기간 2년의 1000시간을 기준으로 하였음

표 2-3. 농기계 이용

연도	농기계 대당 이용면적과 일수(ha)					
	트랙터		이앙기		콤 바 인	
	면적	일수	면적	일수	면적	일수
1990	19.6	-	4.4	-	11.3	-
1995	16.6	45	3.5	6	9.7	13
2000	13.0	36	2.6	5	9.1	11
2006	13.5	35	3.0	5	11.4	12
2010	18.5	39	4.3	6	10.8	14
2011	19.3	39	4.3	6	10.8	14
2012	19.3	39	4.3	6	10.8	14

자료: 한국농기계공업협동조합, 『농업기계연감』, 각년도

▶ 무고장 시험시간 및 벨브 시험 사이클

보증 수명 (B_{100p})	1,000 hr
신뢰성 척도	B10
형상모수 (β)	1.4
시험 샘플 수	2
신뢰수준 결정	60%

$$(\text{무고장 시험 시간}) t_n = B_{100p} \cdot \left[\frac{\ln(1 - CL)}{n \cdot \ln(1 - p)} \right]^{\frac{1}{\beta}} = 2857.2 \text{ hr}$$

$$\text{벨브 내구시험 요구사이클} = 2857.2 * 1664 = \mathbf{4,753,750 \text{ cycle}}$$

T_n : 무고장 시험 시간

Bp : 보증 수명

CL : 신뢰 수준(confidence level)

n : 시험 중인 전체 아이템의 개수(시료수)

p : 불신뢰도 (B_{10} 수명이면 $p = 0.1$)

β : 형상 모수

(4) 무고장가속수명 시험 코드 개발은 제어용 밸브임을 고려하여 Frequency만을 가속 인자로 선정하여 개발함

(5) 무고장 가속수명 시험 시간 산출표

작동 속도	5.0 Hz
시간당 작동사이클	18,000 Cycle/hr
요구 사이클	4,753,750 Cycle
가속시험 시간	264.1 hr
총 시험 시간 (가속시험시간 x 샘플 수)	528.2 hr

(6) 전자비례제어밸브 신뢰성 시험 방법과 평가방법은 아래와 같음

* 시험대상 밸브의 수량 = 2개

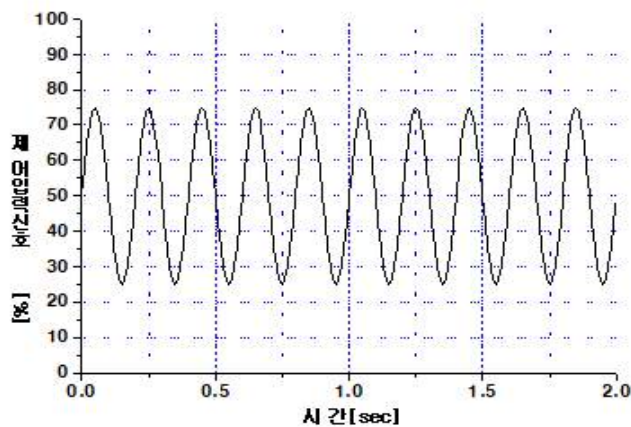
* 작동조건 : ㉠ 작동유 : ISO VG 46 상당 ㉡ 오일온도 : 50±2℃

* 시험방법 :

㉠ 수명 시험은 최대제어압력 신호의 50%를 중심으로 ±25%의 진폭과 5Hz주파수의 정현파를 반복 인가하여 시험을 수행

㉡ 수명시험에서 성능체크는 성능시험의 전체 시험 회수의 25, 50, 75, 100%에 해당하는 회수마다 4회에 걸쳐 실시함

* Pass/Fail 판단기준 : 2개 모두 목표 cycle까지 고장 없이 작동하고 성능시험 평가기준을 만족해야함



<신뢰성 시험 제어입력신호>

3) 신뢰성 시험 수행

가) 신뢰성 시험은 총 가속내구시험 264.1hr으로 신뢰성 평가 방법에 따라 25%, 50%, 75%, 100%에서 밸브 히스테리시스 시험을 통해 성능 확인



<개발 밸브 신뢰성 시험 장면>

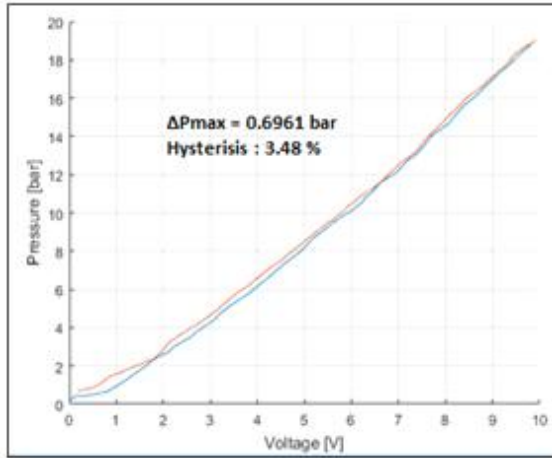
나) 신뢰성 시험 판단 기준

	cycle	time	Pass/Fail
25%	1,188,438	66.0	4% 이내
50%	2,376,875	132.1	
75%	3,565,313	198.1	
100%	4,753,750	264.1	

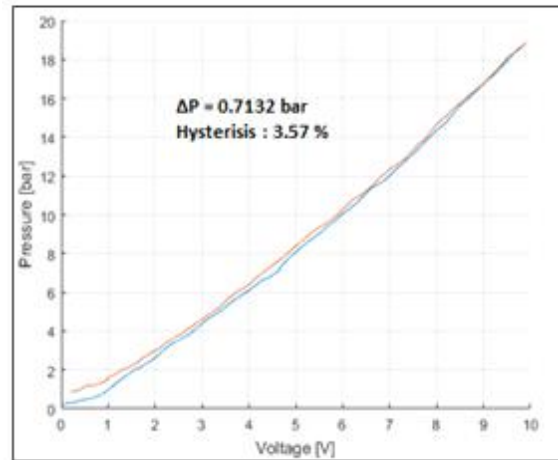
다) 신뢰성 시험 결과 초기 성능 시험 대비 히스테리시스가 커진 것을 확인하였지만, 과제 정량적 목표인 4%이내 조건을 만족하는 것을 확인하였음

라) 개발 밸브 신뢰성시험 시험 결과

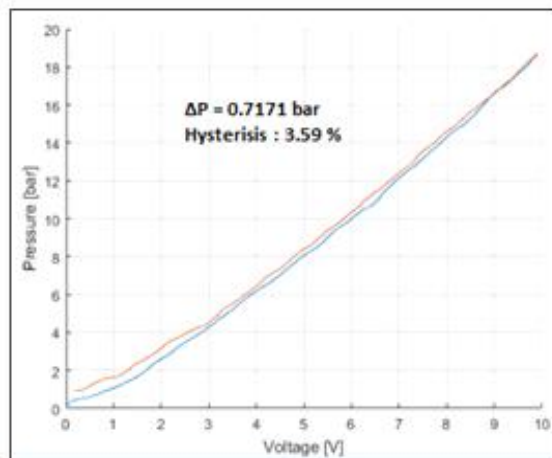
	ΔP_{max} , bar	Hystersis, %
25%	0.6961	3.48
50%	0.7132	3.57
75%	0.7171	3.59
100%	0.7786	3.89



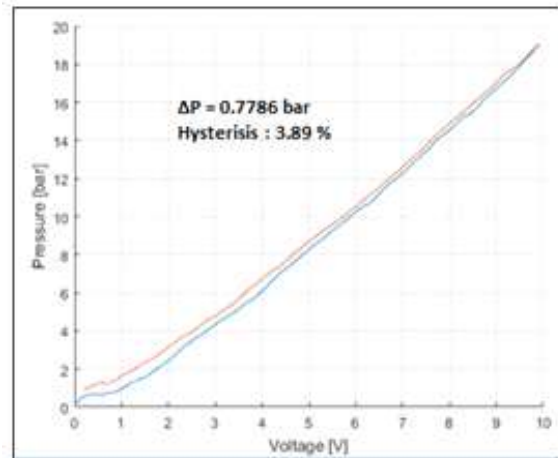
<신뢰성 시험 25% 이후 히스테리시스 시험 결과>



<신뢰성 시험 55% 이후 히스테리시스 시험 결과>



<신뢰성 시험 75% 이후 히스테리시스 시험 결과>



<신뢰성 시험 100% 이후 히스테리시스 시험 결과>

Ⅲ. 3차년도(2019) 연구수행 내용 및 결과

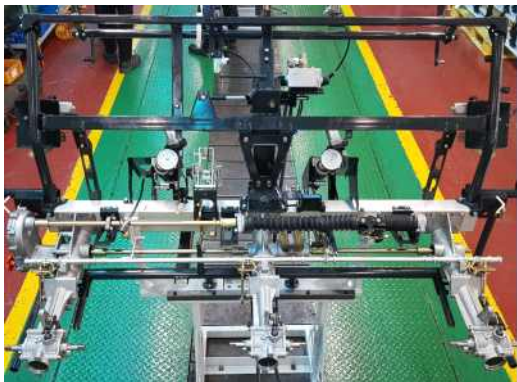
1. 전자제어장치 농업기계(승용이앙기) 개발

가. 2차 pilot기대 제작

1) 2차 pilot기대 부품 추진 및 조립



<본기부 조립>



<작업부 조립>



<완성차 기대>

가)기대 제원

구분		2차 pilot기대
		디젤
제원	길이x폭x높이(mm)	3250X2200X1940
	최저지상고(mm)	440
	중량(kg. 무부하)	780
탑재엔진	명칭	3C100
	형식	수냉3기통 디젤
	출력/회전수(최대) (ps/rpm)	22/2800
	배기량(cc)	1007
	연료탱크용량(ℓ)	40
분기부	변속단수	전진:2단, 후진:1단 무단 HST부변속
	전륜x후륜경(mm)	650X950
	작업속도(m/s)	1.75
이양부	조간거리(cm)	30
	주간거리(cm)	30,25,22,18,16,14
	식부주수(주/3.3m³)	37,43,50,60,70,80
	1주 분수 조절량 휠이송(mm/회수)	18,20,26,30회 (4단)
	경심제어	전자식 센서
	작업능률(분/10a)	9분~

2) 작업부 및 분기부 자동화 시스템 개발 및 보완

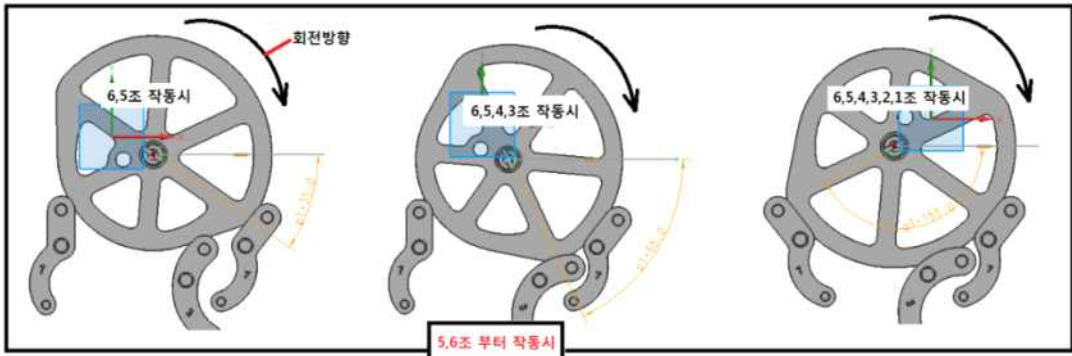
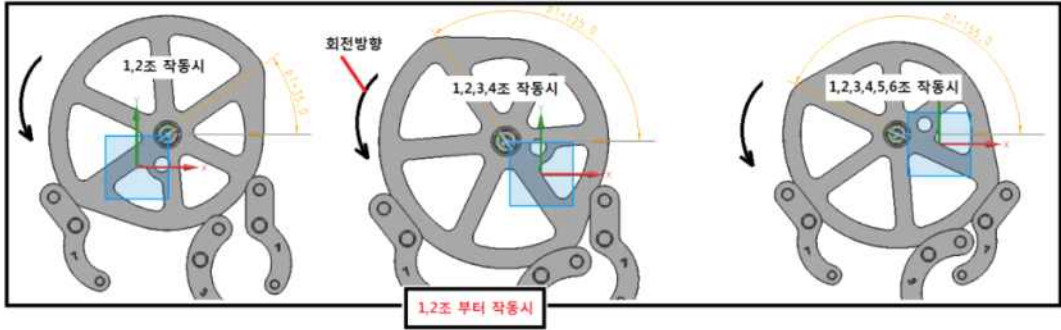
가) 전자식 각조 클러치 개발

(1)이양작업 시 원하는 조수 선택하여 작업

(2)전자 모터방식의 각조 작동 및 각조 스위치 on/off 구조



<각조 클러치 시스템 조립 상태 및 작동 스위치>



각조클러치 작동 원리

나) 균평자동화 개발

- (1)지면의 불균형을 정리하여 모의 자세, 발육 그리고 잡초 발생 억제
- (2)이양 작업 시 작업지를 재정리하기 때문에 고능률 및 작업 성능 향상 효과
- (3)균평 동작 및 높낮이 조절을 전기 모터 방식 채택



<섹터기어>



<모터베이스>



<조절레버>



<커버>



<균형 자동 시스템 조립 >

다) 소식사양 개발

(1) 일반 사양과 소식 사양 비교

일반사양	주간거리(cm)	22	20	18	16	14	12
	이양주수(주/3.3㎡)	50	55	60	70	80	90
소식사양	주간거리(cm)	30	25	22	18	16	14
	이양주수(주/3.3㎡)	37	43	50	60	70	80



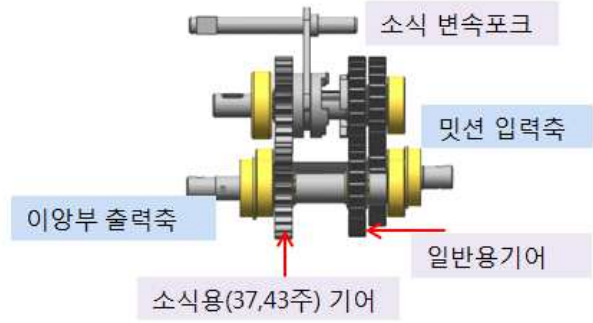
<소식재배 예시>

(2) 소식사양 장점

- 평당 이양주수를 줄여서 사용 묘상자 수와 모 공급 노동 절감
- 이양 간격이 넓어 햇빛이 잘 들어가고, 뿌리내림이 좋아 병충해에 강함



<중간케이스조합>



<중간케이스내부 기어 배열>



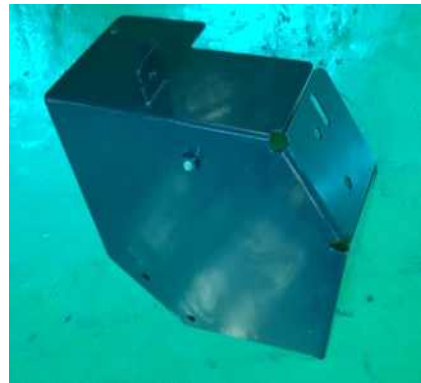
<케이스조합>



<캠기어조합>



<작동암조합>



<커버>



<고정판 조합>



<변속암조합>



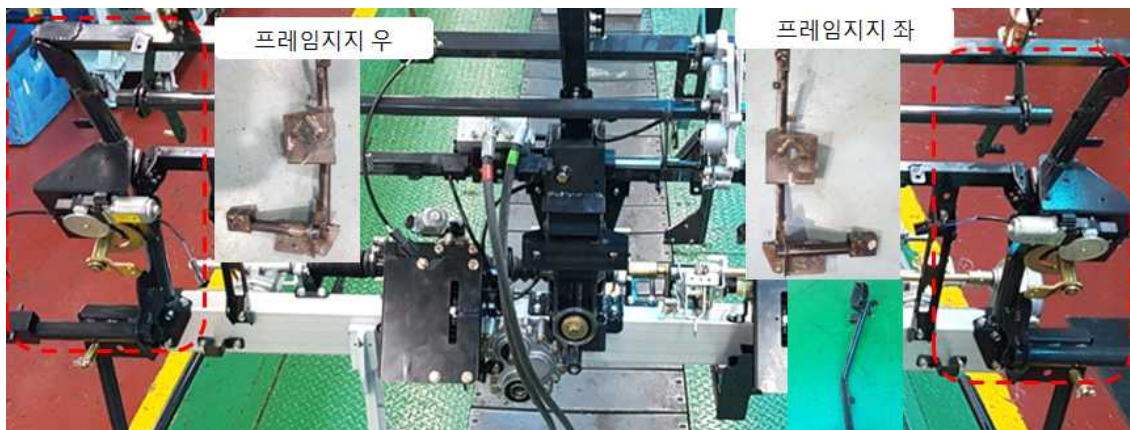
<소식사양 시스템 조립>

라) 이양 작업부 프레임지지 및 접촉판지지대 수정

(1)120kg이상의 하중에 견딜수 있는 내구성 확보

(2)묘탐재대 정렬 기능 추가 관련 작업부 접촉판지지대 수정

-->버튼 하나로 묘탐재대를 가장 자리로 자동 이동 시킴(작업 시작 전 준비 단계)



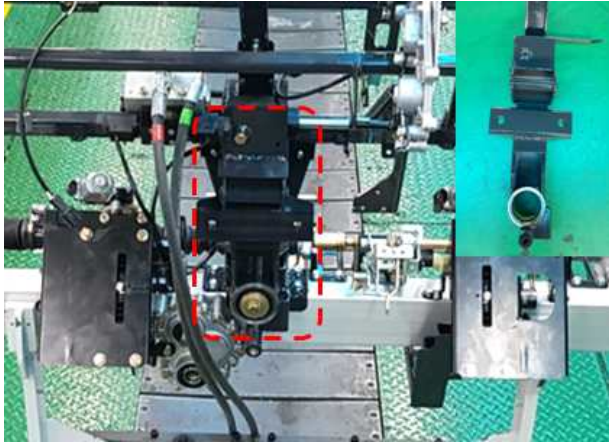
<이양부 프레임 좌,우>



<접촉판 지지대>

마) 작업부 연결부위 개발

- (1) 작업기의 조립성을 쉽게하여 정비성 향상
- (2) 작업기의 탈부착이 쉽게하여 다양한 작업기 부착 가능
- (3) 작업기와 본기부와의 조립을 확실히 하여 작업성능 극대화



<히치조합 및 작업부 조립 상태>



<링크지점 및 본기부 조립 상태>



<로워링크, 탑링크 및 조립 상태>

(2) SFMEA 대책 보완

SFMEA 고장모드	SFMEA근본원인	SFMEA대책 설계 검토	1차 시작품	2차 시작품
Hitch controller가 작동하지 않음	2-2-2-1-1. 체결 토크 부족	토크 관리가 필요 없는 구조로 변경		
	1-3-1-1. 경심제어 브라켓-상의케이 블 조립부의 실링 성능 부족	드레인 홀 추가		
로터리 커버 도장을 벗겨 냄		베어링 추가(조립 구조)		

다) 검증

(1) 실차 작업성 시험

:실차 작업 결과 특이 사항없음. 성능 만족함

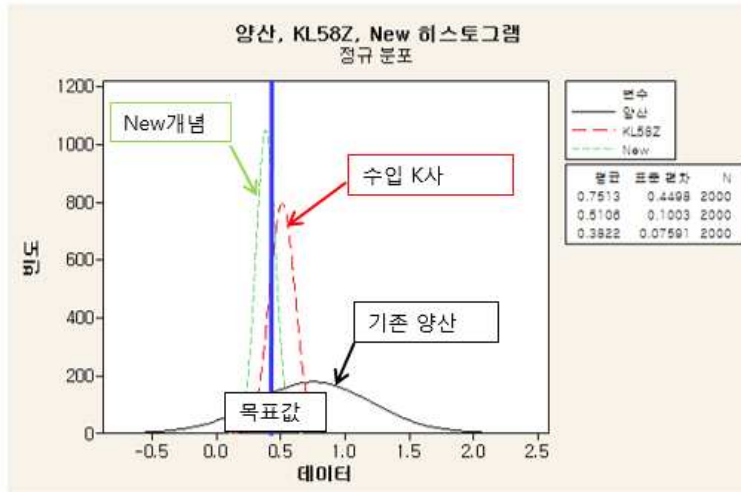


<실차 작업성 검증>

(2) 경심제어 반응지수 평가

:개선 후 제품이 CM(S/N : 8dB이상) 항목 만족함

조건	평균	표준편차	S/N
개선 전	0.771	0.454	0.978
개선 후	0.382	0.075	8.193
BM기대	0.513	0.101	5.636



<경심제어 반응지수>

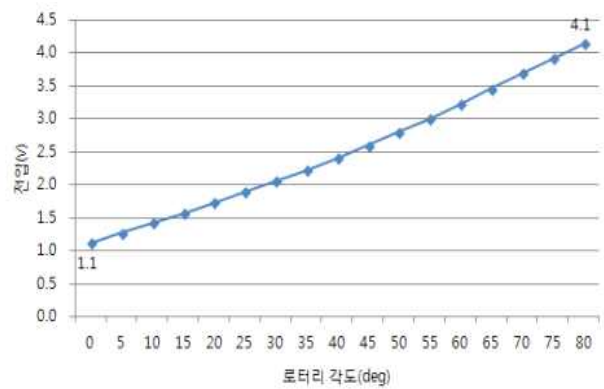
(3) 경심센싱 시스템 로터리 각도 대 전압 측정

:경심센서 작동 전압 범위가 3.02V로 CM목표 3V이상 만족함

전압	기존 제품	신규 2차 시작품	BM기대
경심센서 작동 전압 범위	1.56V	3.02V (CM 목표:3V이상 항목 만족)	2.92V



<전압 측정>



<로터리 각도 대 전압값>

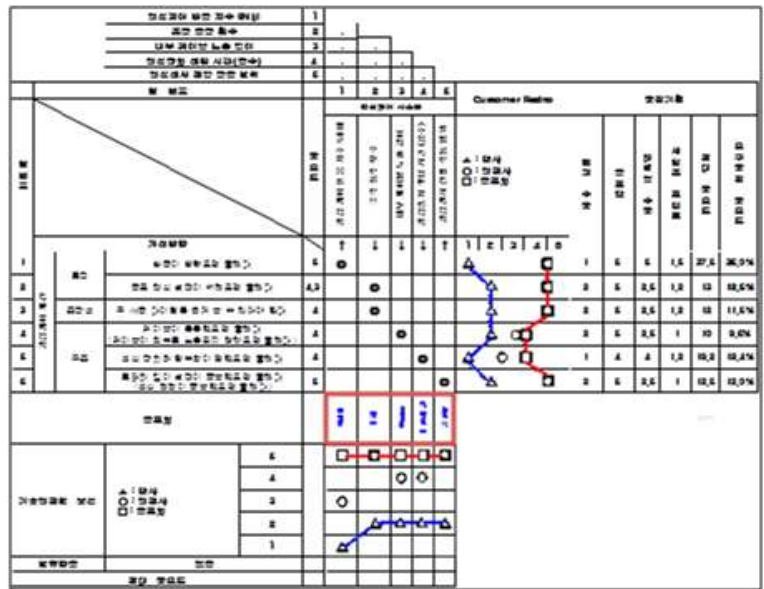
(4) 경심센싱 시스템 장착 시간 측정

:장착 시간 0.8hr으로 CM목표 1.0hr이하 만족함

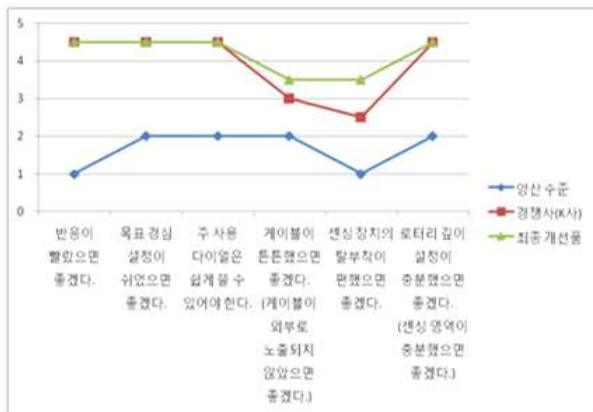
항목	기존 제품	신규 2차 시작품	BM기대
볼팅/용접(hr)	1.4	0.7	1.4
조립(hr)	0.4	0	0
셋팅(hr)	0.2	0.1	0.1
합계(hr)	2.0	0.8	1.5

(5) QFD 검증 및 고객/기술 경쟁력 평가

- 최종 제품에 대한 QFD검증을 통한 고객 및 기술경쟁력 평가 결과
선진BM기대의 성능 동등 이상 수준을 확보 하였음
- 최종 제



<QFD검증>



<고객 경쟁력 평가>

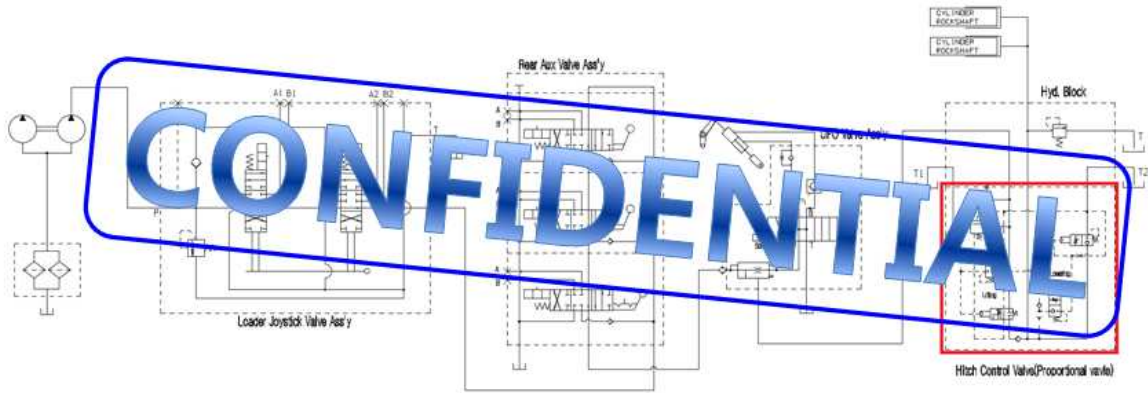


<기술 경쟁력 평가>

라) 트랙터 공용화 적용

(1) 전자비례제어밸브 공용화 개발

(가) 유압회로 형성 및 부품 개발



[해외 선진사 제품]



[국산화 개발 제품]

(나) 성능시험 : 기존 선진 수입사 제품 대비 국산 개발품의 승강부 처짐에 대한 영향성 비교결과, 선진사 대비 유사수준임이 확인됨.

누적처짐량(3점부 높이 변화량_mm)	5분	10분	30분
선진 수입사	4	5	8
국산 개발품	6	8	11

(2) 경심제어 알고리즘 공용

(가) 경심제어의 성능 지표화

-경심제어 반응지수:로터리 커바와 승강암 센서의 시간당 변화량의 차에 대한 RMS값

경심제어시스템 → 경심제어반응지수(y)

$$y = RMS \left(\frac{d(ROT_COVER)}{dt} - \frac{d(LIFT_ARM)}{dt} \right)$$

↑
노이즈(Noise)

땅종류	거친땅(초벌)				고운땅(재벌)			
	표준		민감		표준		민감	
경심다이얼	깊게	중간	깊게	중간	깊게	중간	깊게	중간
	N11	N12	N21	N22	N31	N32	N41	N42

<개요도>

<경심제어 반응지수=0>

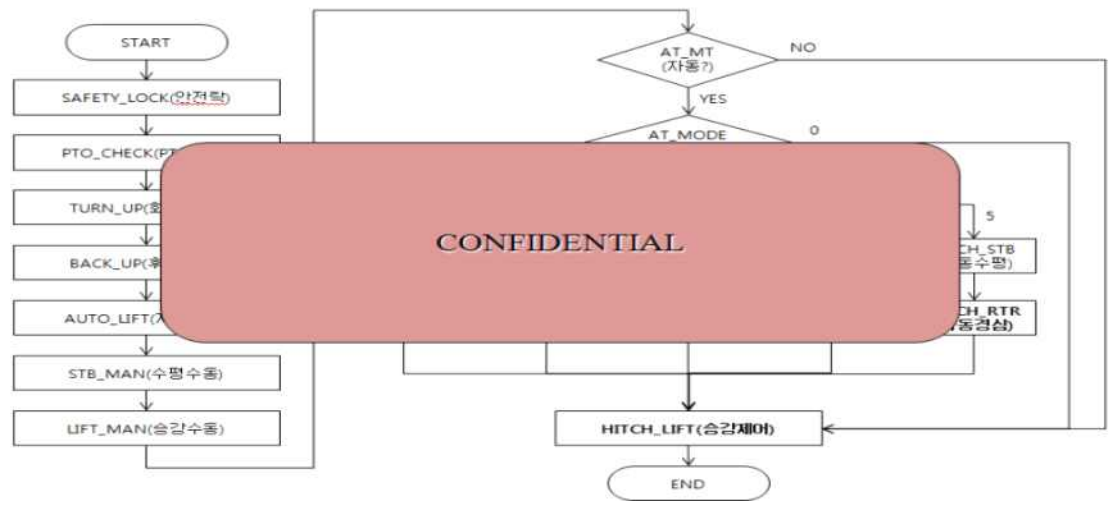
<시험조건>

<경심제어 반응지수=0.18>

<시험관련 사진>

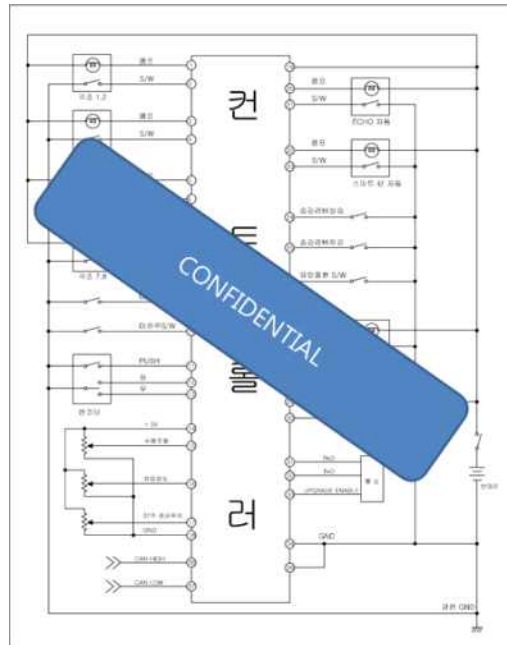
(나) 경심제어 알고리즘 공용화 설계

- 승하강 구조에서 경심제어를 수행하기 위한 전체 동작 개요도 설계
- 성능 지표의 기준으로 알고리즘 개선 사항 반영
- 주요 인자 : 승하강 속도, 벨브 반응성, 유압 온도 등
- 동작 기능 : 윈터치 승하강, 높이 추종 제어



(다) 컨트롤러 하드웨어 공용화

- 경심제어 주요 인자에 대한 변경으로 알고리즘 설계
- 경심제어 센서 구성의 단순화로 공용 입/출력 제어가 가능한 컨트롤러 설계
- 트랙터(경심 브라켓 센서 입력) - 이앙기(플로트센서 입력)
- 트랙터(승강 실린더 출력밸브) - 이앙기(승하강 출력밸브)
- 트랙터(히치 구조) - 이앙기(이앙부 승하강 링크센서 구조)



나. 성능 시험

1) 정치 시험(벤치 테스트)

가) 조향 내구 시험

(1)조향 내구 시험 방법:정치 상태(타이어에 스톱퍼 설치)에서 핸들에 1.5kgf의 힘을 반복적으로 가함



<타이어 설치 상태>



<핸들조작 상태>

(2)조향 내구 시험 결과

목표 조향 횟수	시험 조향 횟수	달성율	비고
24,000회	24,443	101.8%	특이 사항 없음

나) 작업부 내구 시험

(1)작업부 내구 시험방법

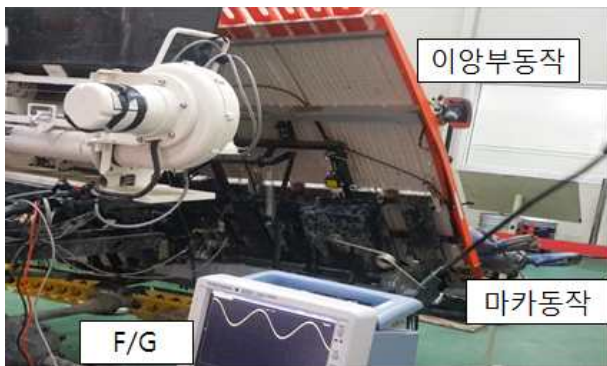
(가)스마트턴 내구:작업부 최대/최소 높이 전체구간을 왕복 동작(48,000회)

마카 동작(좌,우 각24,000회)

▶작업부 경심동작 및 스마트턴 상태에서 조향센서 값을 Function Generator로 대체하여 자동으로 좌/우 조향을 하는 상황으로 만들어 주어 작업부와 마카가 동작하도록 셋팅함

(나)미세상승하강 내구:1.5초를 한 주기로 짧은 거리를 상승/하강 반복 동작

▶작업부 경시동작 상태에서 외부 실린더와 플로트를 연결하여 실린더 동작 시 작업부 상승 및 하강동작 하도록 셋팅함



<스마트턴 내구>



<미세상승하강 내구>

(2)작업부 내구 시험 결과

구분	내구 목표	시험 횟수	달성율	비고
스마트턴	48,000회	47,172회	100.4%	3점 링크류, 밸브 검증
미세상승/하강	527hr	532.9hr	101.1%	밸브 및 슐 검증

▶내구시험 후 확인 결과:특이 사항없으며, 작동 상태 양호함

다) 저온시동성 시험

(1)시험방법

(가)key on후 예열이 끝난다음 시동을 20초 동안 걸어서 시동이 걸리는지 확인

(나)시동이 걸리지 않을 경우 key off에서 5분가 대기 후 재시동, 총3회 실시

(2)시험조건

(가)외기온도(-10°C), 엔진오일(-10°C), 밧션오일(-10°C) 이하

(3)평가 방법

(가)저온시동성(DG-VT-005-00 Low temperature start 기준)

구분	저온(외기 -20°C 이하)	비고
시동횟수	3번 이내 ON	
크랭킹 시간	Key on, 예열 후 20초 이내	
감성평가	RPM헌팅 여부 확인	
ECU Reset 확인	6V이상이면 양호	

(3)시험 결과

(가)시험 시 파트별 온도

	외기온도 (°C)	엔진오일 온도(°C)	밧션오일 온도(°C)	Bttery전압 (V)	비고
측정값	-12	-11.8	-10.8	12.83	

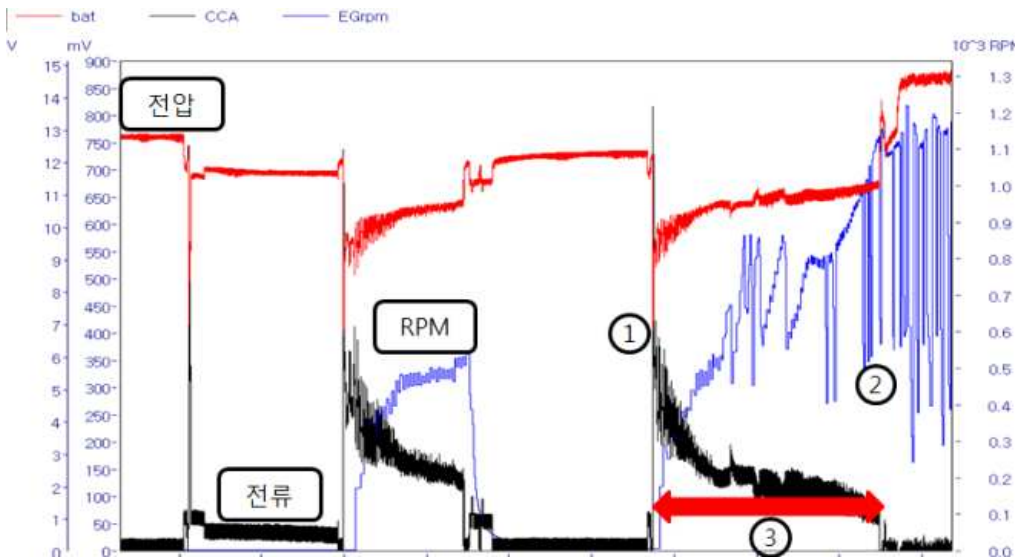
(나)시동 결과:저온 시동성 시험 기준을 만족함

구분	횟수			비고
	1차	2차	3차	
시동여부	OK	-	-	
초기 크랭킹 시 전압(V)	6.7	-	-	
초기 크랭킹 시 CCA(A)	828	-	-	
예열 시간(sec)	9.7	-	-	
크랭킹 시간(sec)	14.8	-	-	
헌팅 여부	-	-	-	



<저온 시동성 시험 장면>

(다)Test graph



- ▶ 크랭킹 시점 전압 drop 값 확인 완료 ①
- ▶ 시동이 걸린 후 엔진 헌팅 여부 확인 완료 ②
- ▶ 시동 걸리는 시간 확인 완료 ③

다) 소음/진동 시험

(1) 측정방법

(가) 무부하 엔진 run up(디젤 모델:1450~2970rpm) 방식으로 무향실에서 측정

(2) 시험 결과: 운전자소음 및 진동 Target 만족하며 이상소음 및 공진 없음

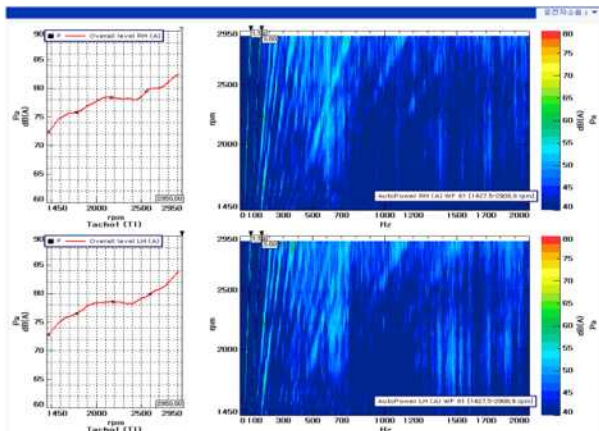
구분			Target	측정값	비고
소음	운전자 소음 dB(A)/rpm	RH	84	83.5 / 2926	
		LH		82.7 / 2926	
진동	발판 진동 m/s ² / rpm	RH	3	1.7 / 1780	
		LH		1.2 / 1458	
	의자밑판진동 m/s ² / rpm	RH	3	1.0 / 1458	
		LH		0.9 / 2536	
	핸들진동 m/s ² / rpm	X(전후)	7	1.4 / 1458	
		Y(좌우)		0.5 / 1458	
Z(상하)		5.3 / 2341			

※ 위의 값은 max값 기준이며, 세부 내용은 아래의 그래프 참조바람

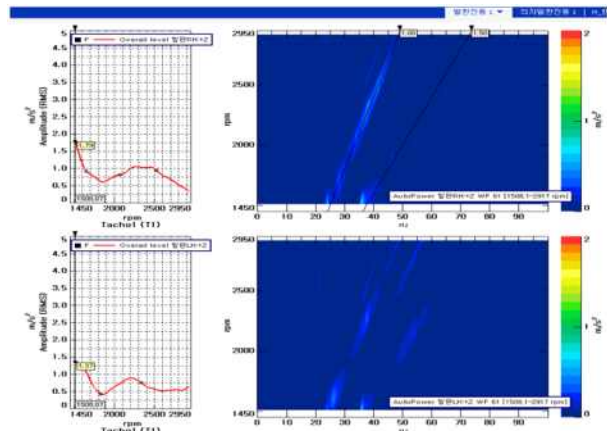


<소음/진동 측정 장면>

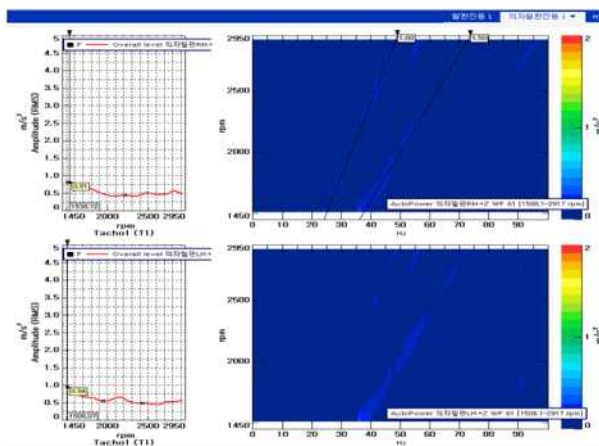
(3)소음/진동 상세 그래프



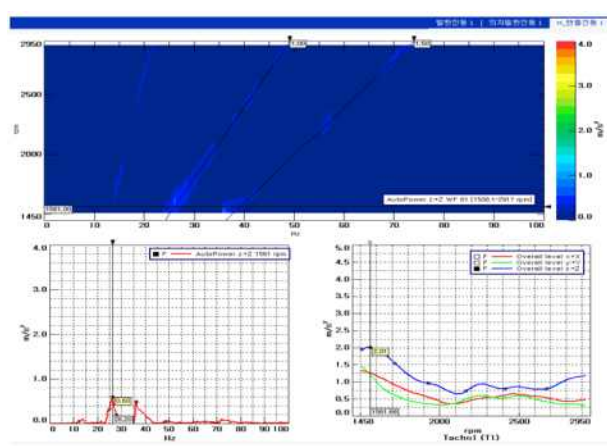
<운전자 소음>



<발판진동>



<의자밑판진동>



<핸들진동>

라) 유압성능 시험

(1)시험 방법

(가)릴리프 압력:조건(승강, 조향, 시스템 압력)별 각 부의 압력 측정

(나)승/하강 시간(원터치 이앙레버동작):이앙부 총 스트로크 작동 시 걸리는 시간 측정

(다)하강량:이앙부 부하(60kg)상태에서 시동on/off

(2)시험 방법:rpm(idle~max),부하(무부하와 60kg 하중 부과)

(3)시험 결과

(가)릴리프 압력:기준 만족하며 특이 사항 없음

구분	압력(kgf/cm ²)			평가	목표
	T/G	승강	시스템		
idle	61.6	109.3	159.6	OK	-.도면 설정 압력 5%이내 일 것 -.T/G:80±3 kgf/cm ² -.승강:110~120 kgf/cm ²
max	75.8	117	196.3		

-.승강압력:밸브 토출부 측정
-.조향 압력:T/G입구(bar)-T/G출구(bar)
-.시스템 압력:펌프 토출부 측정

(나)승/하강 시간(원터치 이앙레버 동작):기준 만족하며 특이 사항 없음

구분		압력(kgf/cm ²)						평가	목표
		유온(60도)		유온(80도)		BM기대			
		상승	하강	상승	하강	상승	하강		
무부하	min	4.4	2.3	4.6	2.2	4.5	2.2	OK	BM기대 수준
	max	3.1	2.2	3.1	2.1	2.8	2.4		
부하(60kg)	min	5.2	2.0	5.4	1.9	4.5	1.8		
	max	3.4	2.0	3.3	1.9	3.0	2.0		

(다)이앙부 하강량:기준 만족하며 특이 사항 없음

구분	하강량(mm)	평가	목표
시동중 10분간 하강량	0	OK	-.시동 중 10분간 하강량:15mm이하 -.12시간 하강량:35mm이하
12시간 하강량	25		

(라)유압부 감성 평가:특이사항 없음

항목	평가 방법	평가
흡입 성능	전/후/좌/우 20% 경사지에서 유압 작동에 대해 평가	OK
	rpm sweep시 흡입호스 변형에 대해 평가	OK
유압펌프	rpm sweep시 이상소음/진동에 대해 평가	OK
	유압펌프 입출구 부위 누유에 대해 평가	OK
오일필터	오일필터의 조립 상태에 대해 평가	OK
	필터와 주위부품의 간섭에 대해 평가	OK
승강/수평밸브	밸브 입출구 부위 누유에 대해 평가	OK
	릴리프 밸브 작동 시 이상소음/진동에 대해 평가	OK
	승강밸브 작동 시 이상소음/진동에 대해 평가	OK
	승강 및 수평밸브 반응속도에 대해 평가	OK
호스/파이프	유압호스/파이프의 간섭 또는 경로에 대해 평가	OK
	오일 온도 고온조건에서 누유에 대해 평가	OK
	상온 및 고온 조건에서 이상소음/진동에 대해 평가	OK
에어브리더	상온 및 고온 조건에서 작업 중 누유에 대해 평가	OK
유압고정레버	부하(60kg)시 고정 원활한지에 대해 평가	OK

마) 소식 사양 점프클러치 시험

(1)시험 목적:소식사양의 신규 기어케이스 적용에 따른 내구 시험을 통하여 점프클러치의 파손 및 이상마모 확인

(2)시험 방법:점프 클러치 작동하여 총 1,200회 시험 진행(각조200회*6조)

(3)시험 결과:소식 사양 관련 점프클러치 시험 결과 파손 및 이상마모 없으며 정상 작동함



<분해 조사 결과>

바) 전도각 시험

(1)시험 결과:시험평가 기준치 만족이며, BM기대 동등 수준

구분	전도각(°)				평가 기준	평가	비고
	전	후	좌	우			
2차 시작품	40.3	40.3	38.4	39.5	30° 이상	OK	3회 측정 후 평균 값임
BM기대	40.1	40.4	37.3	37.9			



<전도각 시험 장면>

사) Ground 시험

(1)시험 목적:Ground시험을 통하여 과도전압, 전류의 유입 및 정전기로부터 보호되는지 확인

(2)시험 방법:Key on, 무부하, 부하 상태에서 배선 Ground 전압값 확인

(3)평가 방법:각 Ground사이에 100mV이하의 전압차이가 형성될 것

(3)시험 결과:전압차이가 기준치 이하이며, 특이 사항 없음

구분	Key on [mV]	Key on [mV] + 전장부하 [mV]	Idle Min [mV]	Idle Max+ 전장부하 [mV]	결과
엔진 GND	-0.01	0	0	0	OK
BAT GND	0	0	0	0	OK
이양컨트롤러	0	0	0	0	OK



<Ground시험 장면>

구분	Key On[mV]	Key On + 전장부하[mV]	Idle Min[mV]	Idle Max + 전장부하[mV]
엔진 GND	0.01	0.00	0.00	0.00
BAT GND	0.00	0.00	0.00	0.00
이양컨트롤러	0.00	0.00	0.00	0.00

<Ground 전압차>

2) 필드 실증 시험

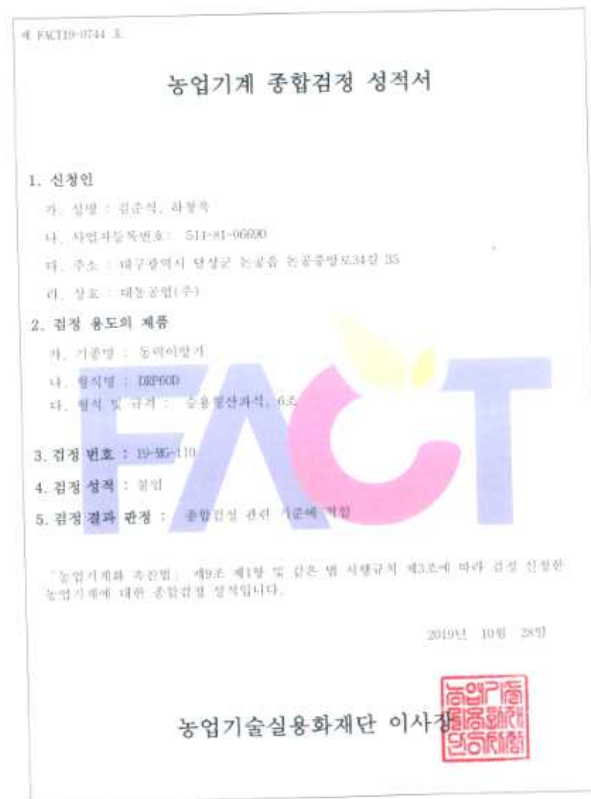
가) 정도 시험 및 경심제어 개선

(1)정량적 목표

항목	최종 목표	실적(3차년도)	실적(2차년도)	비고
전결주율(%)	3이내	1.1	4.5	
작업능률(m/10a)	10이내	9.2	9	
작업부 자동상승시점(°)	25±5	25.7_우/25.5_좌	24	
이앙클러치 자동연결시점(m)	2.5이내	2.5	2.8	
경심제어 반응성(s)	0.1	0.056	-	



<정도 시험 측정 장면_농업기술 실용화 재단>



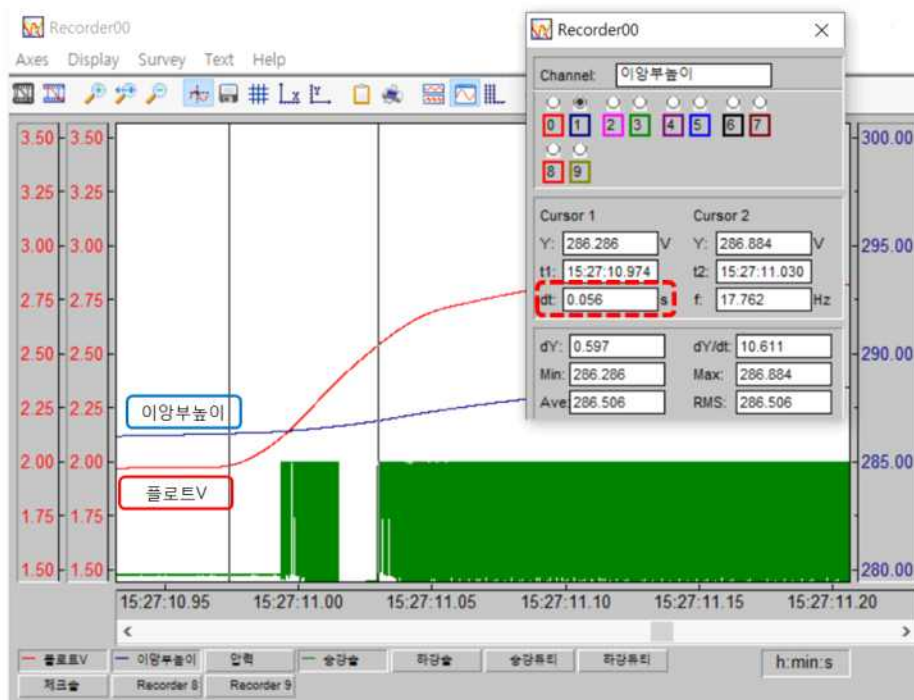
<농업기계 종합검정 성적서>



<이앙클러치 연결시험 측정 장면>



<자동상승 시험 측정 장면>

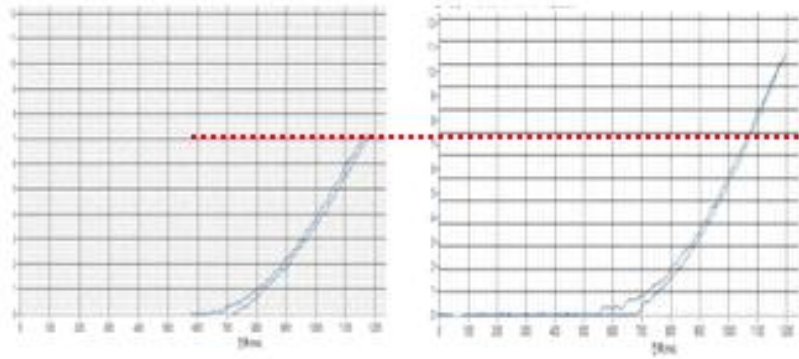


<경심제어 반응성 그래프>

(2)경심 제어 튜닝 개선 내용

(가)전자비례제어밸브 유량 증대(7lpm→10.5lpm)에 따른 프로그램 변경

- ▶상승 출력에 대한 출력곡선 변경
 - 플로트 각도에 대한 승강 출력 10% 감소
- ▶하강 출력에 대한 출력곡선 변경
 - 플로트 각도에 대한 승강 출력 20% 감소



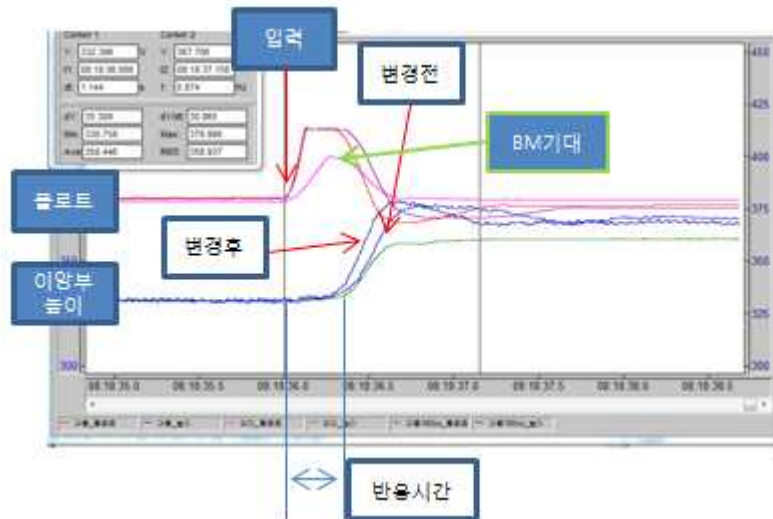
<기존 사양>

<개선 사양>

(나)축압기 용량 변경(160cc → 100cc):경심제어 성능의 승하강 반응 속도 개선

▶상승 출력에 대한 출력 변경

→경심제어 최소 상승 출력 변경(560mA → 600mA)

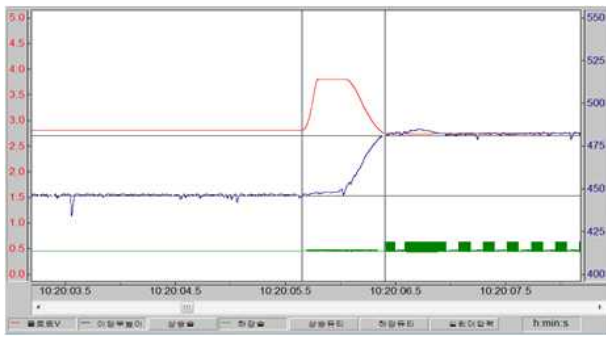


<상승 출력에 대한 출력 그래프>

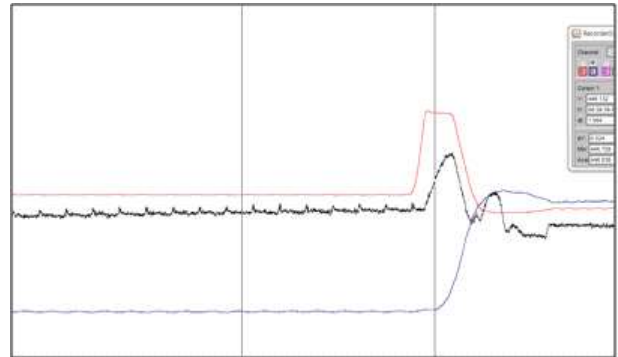
(다)최종 경심제어 튜닝 항목

경심 튜닝 항목	개선 전	개선 후	비고
상승전류factor	0.8	0.7	560~846mA →600~779mA
하강전류factor	0.8	0.7	560~788mA →600~738mA
상승전류 차속factor	0.2	0.1	크루즈 2단 이상 둔감측으로 이동
하강전류 차속 factor	1.5	0.1	

(라)경심제어 튜닝 전후 그래프 비교



<개선 전>



<개선 후>

▶Over shoot 증가, 도달시간 감소, 초기 반응시간 감소

나) 필드 실증 작업

(1)시험 방법:실수요자에게 기대를 대여하여 직접 이양작업 실시

▶경심제어 및 전자제어 성능 양호하며 작업 상태에 만족함

(2)시험 내역

작업 지역명	작업량(평)	작업 사진	수요자 의견
전북 익산	1,500		-경심제어 및 전자제어 성능 양호 -작업 상태 양호 -마카 정렬 불량 → P/G수정 완료
전남 장흥	1,900		-경심제어 및 전자제어 성능 양호 -작업 상태 양호 -식부 "입"상태 계기판 표시 필요 → P/G수정 완료
전남 고흥	600		-경심제어 및 전자제어 성능 양호 -작업 상태 양호 -식부 "입"상태 계기판 표시 필요 → P/G수정 완료
충남 서천	1,200		-경심제어 및 전자제어 성능 양호 -작업 상태 양호 -각조 작동상태 불량 →와이어 경로 재설정

다. 연구성과 결과

1) 기술적 성과

가) 승용이앙기 사양 비교(1)

항 목	대동		수입 기대		
	기존 제품	금차 개발품	Y사	I사	K사
자동식부맞춤기능(스마트 턴)	X	●	●	●	●
선회 상승	●	●	●	●	●
후진 상승	●	●	●	●	●
원터치 자동/수동 기능	X	●	●	●	●
전기식 식부 조정 스위치	X	●	●	●	●
차속식부깊이연동	●	●	●	●	●
차속 비례 승강 스피드 제어	X	●	●	●	●
자동감도 조절기능	X	●	●	●	●
비료 떨어짐(막힘) 각 조별 LCD표시	X	●	●	●	X
엔진 에코(ECO) 기능	X	●	●	●	●
모 공급 편의장치	X	●	X	X	X
묘탐재대 원터치 가장자리 맞춤 기능	X	●	●	●	●
균평 장치 자동 방식 (다이얼 방식+심음깊이 연동)	X	●	●	●	●
심음깊이 전자 다이얼 적용	X	●	●	●	●
모떼기 전자 다이얼 적용	X	●	●	●	●

▶금차 개발로 사양적인 측면에서 수입기대 대비 동등 또는 우월

나) 승용이앙기 사양 비교(2)

경쟁우위 경쟁열위

구분		대동	수입 경쟁사	국내 경쟁사
		개발 제품	Y모델	R모델
제원	길이x폭x높이(mm)	3,250X2,200X1,940	3,300x2,095x1,620	3,410x2,200x1,800
	최저지상고(mm)	440	425	425
	중량(kg, 무부하)	820	785	780
탑재엔진	명칭	3C100	3TNM72	3TNM72-BKK
	형식	수냉 3기통 디젤	수냉 3기통 디젤	수냉3기통 디젤
	출력/회전수(최대) (ps/rpm)	22/2,800	21.3/3,300	21.3/3,100
	배기량(cc)	1,007	903	903
	연료소비율(g/psh)	202	220	220
	연료탱크용량(ℓ)	40	37	40
본기부	변속단수	전진:2단, 후진:1단 무단 HST부변속	전진:2단, 후진:1단 무단 HMT변속	전진:2단, 후진:1단 무단 HST부변속
	듀얼 시프트(HST페달+레버)	●	X	X
	실작업속도(㎞/h)	1.54	1.53	1.55
	전륜x후륜경(mm)	650X950	650X950	650X950
이양부	조간거리(cm)	30	30	30
	주간거리(cm)	30,26,22,18,16,12	30,26,22,18,16,13	24,22,18,16,14
	식부주수(주/3.3m')	37,43,60,70,80,90	37,43,50,60,70,85	45, 50,60, 70, 80
	1주본수 조절량 -휠이송(mm/회수)	9/30, 11/26, 14/20, 16/18 (4단)	9/30, 11/26, 14/20, 16/18 (4단)	9/30, 11/26, 14/20, 16/18 (4단)
	결주율(%)_수검성적서 기준	1.1	1.94	1.78
	스마트 턴 기능	●	●	X
자동화 사양	전자비례제어밸브 적용 경심제어	●	●	X
	모탑재대 가장자리맞춤	●	●	X
	엔진 ECO기능	●	●	X

- ▶ 금차 개발로 사양적인 측면에서 수입기대 대비 경쟁 우위 항목 많음
- ▶ 국산 엔진 탑재로 국산화율 99.3% 달성
- ▶ 고객의 편의성 증대와 경쟁사 대비 차별화를 위하여 듀얼 시프트 적용
(HST페달+레버식 변속)
※타사 수입기대는 HST페달 변속만 적용
- ▶ 전자비례제어밸브의 최적의 튜닝 조건으로 수입 기대 대비 이양성능 향상된 부분이 경쟁사와 차별화됨
(당사 결주율:1.1%, 수입기대:1.94%)
- ▶ 신규 본넷트 디자인 채택으로 방열성능 향상을 위해 전면부 개공면적 증대 및 내부 본기류 배치 구조 최적화로 내구성 부분에서 차별화(방열성능:45.1°C _기준:40°C ↑)
※타사 수입기대의 방열 성능 : 42.4°C

다) 승용이앙기 성능시험 비교

항목	대동 개발품	수입 Y사	비고
이앙작업속도(m/s)	1.54	1.4	
포장작업 능률(min/10a)	9.2	12.6	
전결주율(%)	1.1	1.2	

▶이양성능적인 측면에서 수입 Y사 대비 동등 또는 우월

증빙자료																									
대동 개발품	<div style="background-color: #008000; color: white; padding: 5px; text-align: center;"> 종합검정 성적개요 닫기 </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">기종명</td> <td colspan="2">이앙기</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">  [크게보기] </td> </tr> <tr> <td>신청업체</td> <td colspan="2">대동공업(주)</td> </tr> <tr> <td>형식 및 규격</td> <td>승용형산파식 6조</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">  </td> </tr> <tr> <td>형식명</td> <td>DRP60D</td> </tr> <tr> <td>검정번호</td> <td>19-MG-110</td> </tr> </table> <div style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px; margin-top: 10px;"> ◇ 성능시험 </div> <div style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px; margin-top: 5px;"> ▶ 작업성능 </div> <div style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px; margin-top: 5px;"> 시험조건 </div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 60%;">· 식부주수</td> <td style="text-align: right;">50 주/3.3 m²</td> </tr> <tr> <td>· 이양작업속도</td> <td style="text-align: right;">1.54 m/s</td> </tr> <tr> <td>· 모이송량</td> <td style="text-align: right;">(종이송)10 mm/주, (횡이송)14 mm/주</td> </tr> </table> <div style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px; margin-top: 5px;"> 시험성적 </div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 60%;">· 포장작업능률</td> <td style="text-align: right;">9.2 min/10a</td> </tr> <tr> <td>· 전결주율</td> <td style="text-align: right;">1.1 %</td> </tr> </table>	기종명	이앙기		 [크게보기]	신청업체	대동공업(주)		형식 및 규격	승용형산파식 6조		형식명	DRP60D	검정번호	19-MG-110	· 식부주수	50 주/3.3 m ²	· 이양작업속도	1.54 m/s	· 모이송량	(종이송)10 mm/주, (횡이송)14 mm/주	· 포장작업능률	9.2 min/10a	· 전결주율	1.1 %
	기종명	이앙기		 [크게보기]																					
신청업체	대동공업(주)																								
형식 및 규격	승용형산파식 6조																								
형식명	DRP60D																								
검정번호	19-MG-110																								
· 식부주수	50 주/3.3 m ²																								
· 이양작업속도	1.54 m/s																								
· 모이송량	(종이송)10 mm/주, (횡이송)14 mm/주																								
· 포장작업능률	9.2 min/10a																								
· 전결주율	1.1 %																								
수입 Y사	<div style="background-color: #008000; color: white; padding: 5px; text-align: center;"> 종합검정 성적개요 닫기 </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">기종명</td> <td colspan="2">이앙기</td> <td rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;">  [크게보기] </td> </tr> <tr> <td>신청업체</td> <td colspan="2">안마농기코리아(주)</td> </tr> <tr> <td>형식 및 규격</td> <td>승용형 산파식 6</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">  </td> </tr> <tr> <td>형식명</td> <td>VP60SDX</td> </tr> <tr> <td>검정번호</td> <td>12-M-3-261</td> </tr> </table> <div style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px; margin-top: 10px;"> ◇ 성능시험 </div> <div style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px; margin-top: 5px;"> ▶ 작업성능 </div> <div style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px; margin-top: 5px;"> 시험조건 </div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 60%;">· 식부주수</td> <td style="text-align: right;">61 주/3.3m²</td> </tr> <tr> <td>· 이양작업속도</td> <td style="text-align: right;">1.4 m/s</td> </tr> <tr> <td>· 모이송량</td> <td style="text-align: right;">(종)15 mm/주, (횡)14 mm/주</td> </tr> </table> <div style="background-color: #e0f0ff; padding: 5px; margin-top: 5px;"> 시험성적 </div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 60%;">· 포장작업능률</td> <td style="text-align: right;">12.6 분/10 a</td> </tr> <tr> <td>· 전결주율</td> <td style="text-align: right;">1.2 %</td> </tr> </table>	기종명	이앙기		 [크게보기]	신청업체	안마농기코리아(주)		형식 및 규격	승용형 산파식 6		형식명	VP60SDX	검정번호	12-M-3-261	· 식부주수	61 주/3.3m ²	· 이양작업속도	1.4 m/s	· 모이송량	(종)15 mm/주, (횡)14 mm/주	· 포장작업능률	12.6 분/10 a	· 전결주율	1.2 %
기종명	이앙기		 [크게보기]																						
신청업체	안마농기코리아(주)																								
형식 및 규격	승용형 산파식 6																								
형식명	VP60SDX																								
검정번호	12-M-3-261																								
· 식부주수	61 주/3.3m ²																								
· 이양작업속도	1.4 m/s																								
· 모이송량	(종)15 mm/주, (횡)14 mm/주																								
· 포장작업능률	12.6 분/10 a																								
· 전결주율	1.2 %																								

2) 핵심 요소 부품의 고품질화 성과

가) 전자제어기

- (1) 제어기 단품 기능 시험을 위한 검사기와 제어기 전용 GUI를 이용한 단품 기능 검증 완료
- (2) 포장지 실차 시험을 통한(200Hr) 제어장치의 신뢰성 확보
- (3) 생산 및 제조 공정에서 불량률 최소화를 위해 단품별 검사지그 제작 및 관리
→LOT별, 월별 모니터링(주관부서:네이스코 품질관리팀)

나) 전자비례제어밸브

- (1) 밸브 신뢰성 평가 기준 확립하여 밸브수명에 대한 신뢰성 확보
-.목표 수명 시간:1,000Hr(밸브 내구 최소 보증 기간 확보 : 5년)
-.목표 수명 1,000Hr 보장을 위한 무고장 시험 요구 Cycle : 4,753,750 Cycle
- (2) 무고장 가속 수명시험 Cycle 산출하여 가속 수명시험 완료(528.2Hr)
- (3) 생산 및 제조 공정에서 불량률 최소화를 위해 가공, 조립 지그 제작 및 관리
→LOT별, 월별 모니터링(주관부서:대성나찌 품질관리팀)

다) 완성차(이앙기,트랙터)

- (1) 성능별(경심제어, 스마트 턴, 각종 전자 장치 등) 가속시험을 통한 벤치 내구 테스트 완료
- (2) 각 지역별(익산, 장흥, 고흥, 서천) 필드 이앙 실증작업을 통한 내구성 확보(내구 시험 시간:200hr)
- (3) 트랙터의 경심센싱 시스템 개선으로 소비자 불만 해소 및 고장모드 영향 분석으로 경심제어 시스템의 신뢰성 확보
(경심제어 반응지수 S/N비:8.19 _ CM 8dB 이상 항목 만족)
- (4) 완성차의 조립 품질 확보를 위하여 조립 공정별 공정도 작성 및 중요 관리포인트 지정하여 조립 추진

3) 경제적 성과

가) 사업화 성과

(1)사업화명:전자제어형 동력이앙기 제품화

(2)제품명:동력이앙기(디젤형/가솔린형)

(3)사업화 여부:사업화 진행/2020년 1,100대 생산 반영



<동력이앙기_디젤형>



<동력이앙기_가솔린형>

2. 전자비례제어 밸브 개발

가. 설계 확정

1) 사양 확정

가) Relief 사양 확정

- ① R1 Relief Valve : $11.2 \pm 0.5 \text{MPa} (115 \pm 5 \text{kgf/cm}^2)$
- ② R2 Relief Valve : $9.3 \pm 0.5 \text{MPa} (95 \pm 5 \text{kgf/cm}^2)$

나) Flow Divider 사양 확정 : C(4):H(1)

- ① H Port(Up) max Flow : $3.1 \pm 0.3 \text{LPM}$

다) 전자비례제어 유량 사양 확정

- ① Flow Rate Characteristics(Up)

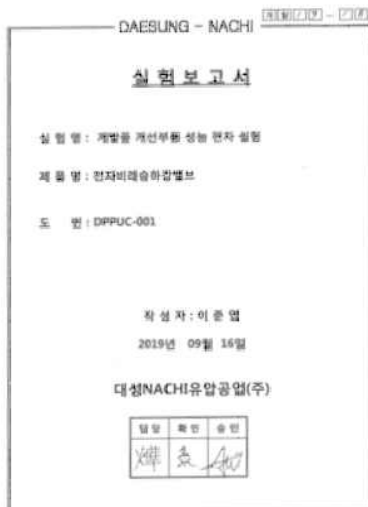
Current(A)	Flow(LPM)	Remarks
0.7	0.5 ± 0.5	
1.0	5.9 ± 0.5	
1.17	10 ± 0.7	

② Flow Rate Characteristics(Down) - at. C Port Supply $6.8 \text{MPa} (70 \text{kgf/cm}^2)$

Current(A)	Flow(LPM)	Remarks
0.65	0.7 ± 0.5	
0.9	5.3 ± 1.0	
1.17	18 ± 1.0	

라) Filter Mesh 사양 확정 : 80, 200 mesh wire screen

① 실험보고서

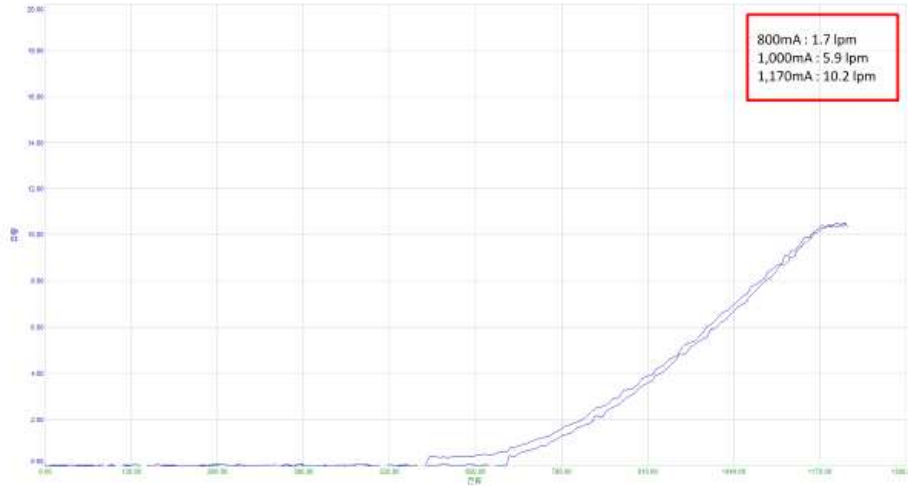


② 1차 Pilot 후 오염 개선의 목적으로 80mesh에서 200mesh로 사양 확정

상승 곡선 그래프

1. 개선 Flow Spool + 기존 Filter(Mesh #80)

- (1) 유량 단위 : lpm
- (2) 전류 단위 : mA

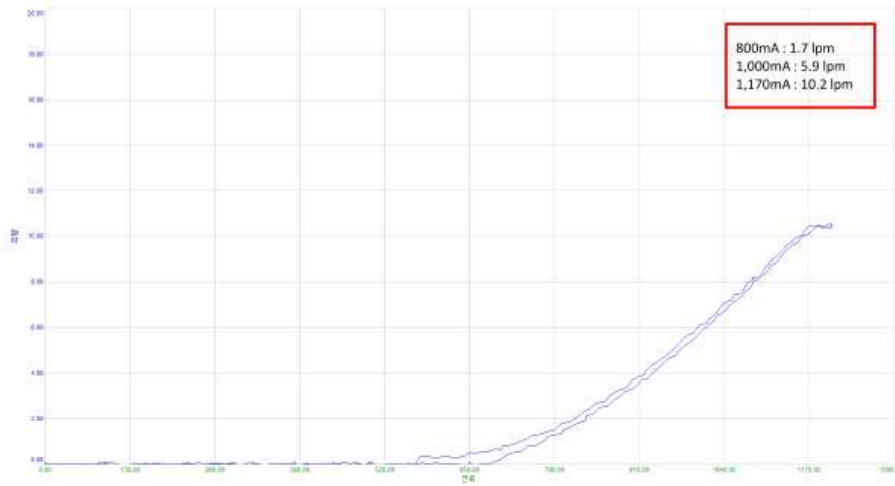


대성나찌유압공업㈜

상승 곡선 그래프

1. 개선 Flow Spool + 개선 Filter(Mesh #200)

- (1) 유량 단위 : lpm
- (2) 전류 단위 : mA



대성나찌유압공업㈜

마) 사양 확정 승인도

NOTE

- Operating Environment Conditions:
 - Oil: ISO VG 46 Equivalent
 - Oil Temperature: 0 ~ 90°C
 - Supply Flow (P Port): 8 ~ 25.7 LPM
 - Max. Flow (P → T): 16 LPM
 - Filter: ϕ 200 Mesh wire screen
 - Cleanliness of Oil: ISO 12 Grade
- Proportional Control Valve Specification (P, D, W):
 - Rated Voltage: DC 12V
 - Driver Load: 500 mA, Frequency: 40Hz
 - Coil Resistance: 7.5 Ω (at 20°C)
 - Control Current: 0 ~ 1.2A
 - Max. Oper. Current: 1.2A
 - Water Resistance: IP 65/67
 - Cut Off Solenoid Valve at 0.0W
 - Max. Voltage: DC 12V
 - Permissible Voltage: DC 10.8 ~ 13.2V
 - Coil Resistance: 8.5 Ω (at 100°C)
 - Rated Current: 1.2A
 - Water Resistance: IP 65/67
- Valve Specifications:
 - Flow Divider: C (4) ~ H (1)
 - W Port up / Max. Flow: 3.10 LPM (at Supply P Port: 15.7 LPM)
 - C Port Max. Flow: 10.6 LPM (at Load Pressure 2.9 MPa, Apply Current 1.17A)
 - RE RELIEF: 9.3 $\bar{5}$ MPa (95 \pm 5kgf/cm $\bar{2}$)
 - C Port Leakage: 1cc/min (at 5 MPa (50kgf/cm $\bar{2}$))
 - T1, T2, T3 Relief Valve Pressure: Max. 0.1 MPa (1kgf/cm $\bar{2}$)
 - Pressure Drop (P → T): Max. 3.0 MPa (30kgf/cm $\bar{2}$) (at 15.7 LPM Supply)
 - Valve Weight: 600g (10.0kg)
 - Oil: The Surface of the Body (Separate Surface Non Treatment)
 - Flow rate characteristics (P, D, W)

OUTLET SOLENOID VALVE

CONNECTOR: SVD (Solenoid Connector)

MODELING: M5640372

ISOM: NAL: S1710400-3

WIRE: SCAL: M56B0448

BEAR: HOLDER: M56-10025-7

PROPORTIONAL VALVE

PLUG: D10626

WEDGE: K12

CONTACT: S662-V01-101A1

CIRCUIT

제출번호: PE236-0013B (1/2)

제품명: 솔레노이드 밸브

제출일자: 2018.10.22

작성: 김민준

검토: 김민준

승인: 김민준

DAESUNG CONFIDENTIAL

2) 도면 확정

가) 전자비례제어 밸브 사양 확정에 따른 단품 사양 및 확정 도면

PROPORTIONAL VALVE (DPV-A-01-12V-DE)

■ DIMENSIONS

■ MODEL CODE

Daesung Proportional Valve

TYPE: A TYPE

NO: 01

COIL VOLTAGE: 12V

COIL CONNECTORS: DEUTSCH? Plug...

■ SPECIFICATIONS

MAX. SUPPLY PRESSURE (P Port): 14.0 MPa

MAX. CONTROL PRESSURE (A Port): 1.0 MPa

MAX. T PORT PRESSURE (T Port): 1.0 MPa

MAX. FLOW: 25 LPM

LEAKAGE: 500cc/min (P-T)

POWER SUPPLY VOLTAGE: DC12V

RATED CURRENT: 700mA

COIL RESISTANCE: 7.5 ohm (at 20 deg)

RECOMMENDED OIL: ISO VG 46/50

■ PERFORMANCE

■ GAVITY

■ FUNCTION

솔레노이드 밸브 (비례제어)

A PORT와 T PORT는 비례제어용 솔레노이드 밸브

P PORT와 A PORT는 비례제어용 솔레노이드 밸브

T PORT는 비례제어용 솔레노이드 밸브

A PORT는 비례제어용 솔레노이드 밸브

DAESUNG NACHI HYDRAULICS CO., LTD.

VALVE SPECIFICATION

MAX. SUPPLY PRESSURE (P Port): 14.0 MPa

MAX. CONTROL PRESSURE (A Port): 1.0 MPa (at 500cc/min)

MAX. T PORT PRESSURE (T Port): 1.0 MPa

PRESSURE DROP: 0.1MPa / 10 LPM

0.1MPa / 20 LPM

0.3MPa / 30 LPM

COIL SPECIFICATION

POWER SUPPLY VOLTAGE: DC12V

RATED CURRENT: 700mA

COIL RESISTANCE: 7.5 ohm (at 20 deg)

RECOMMENDED OIL: ISO VG 46/50

INTERNAL CIRCUIT

DAESUNG CONFIDENTIAL

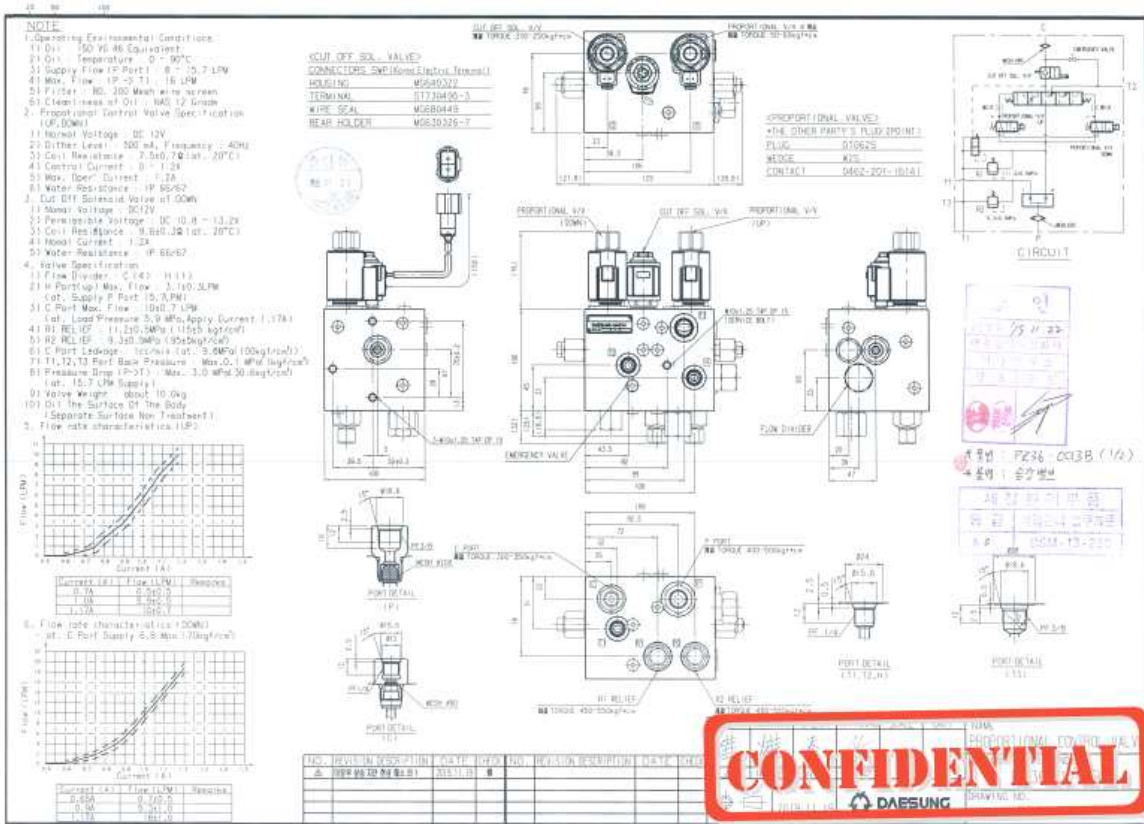
MODEL: DPV-A-01-12V-DE

DATE: 2018.10.22

DAESUNG

DRWG. NO: DPV-1501-2-26A

나) 전자비례제어 밸브 확정 도면

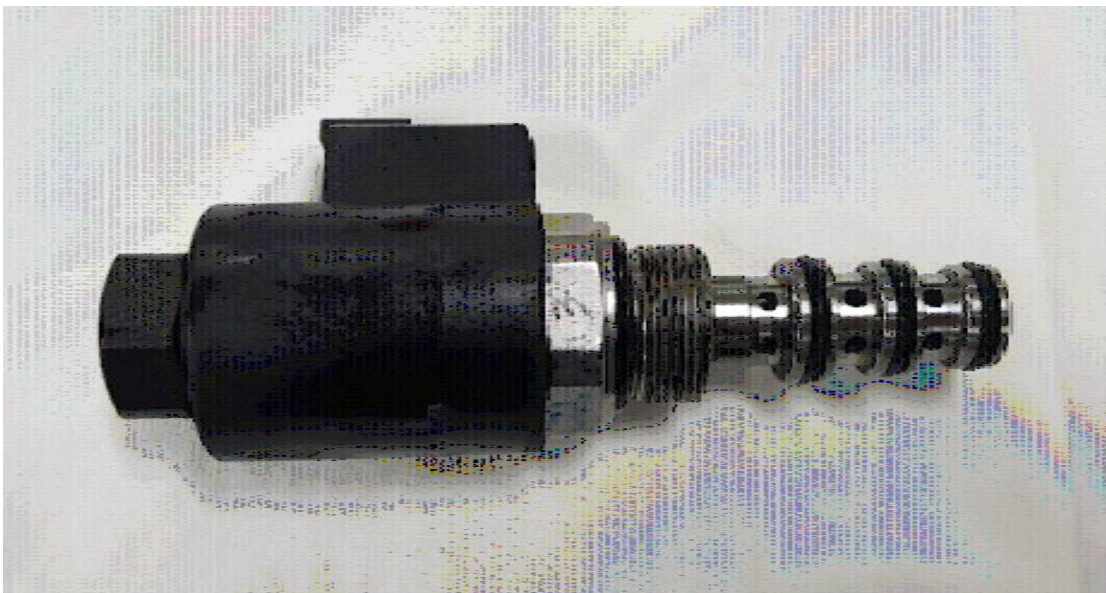


나. 2차 Pilot 제작

1) 개선 적용 전자비례 밸브 단품 개발 및 제작

가) 개선 부품 제작

① 개선 부품 제작에 의한 단품 ASSY(카트리리지 밸브)



2) 개선 적용 전자비례 밸브 부품 개발 및 제작

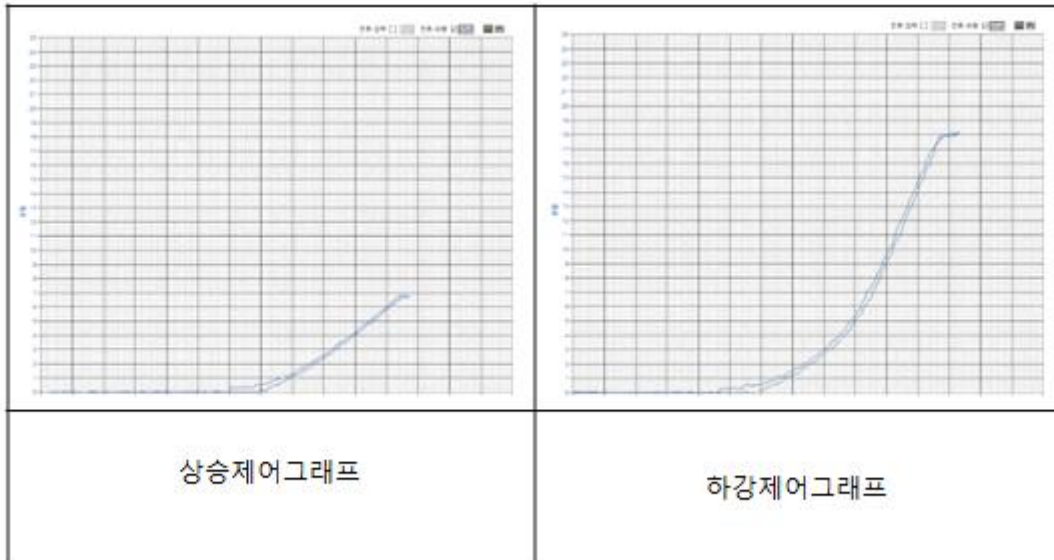
가) 개선 전자비례 밸브 ASSY 부품 개발



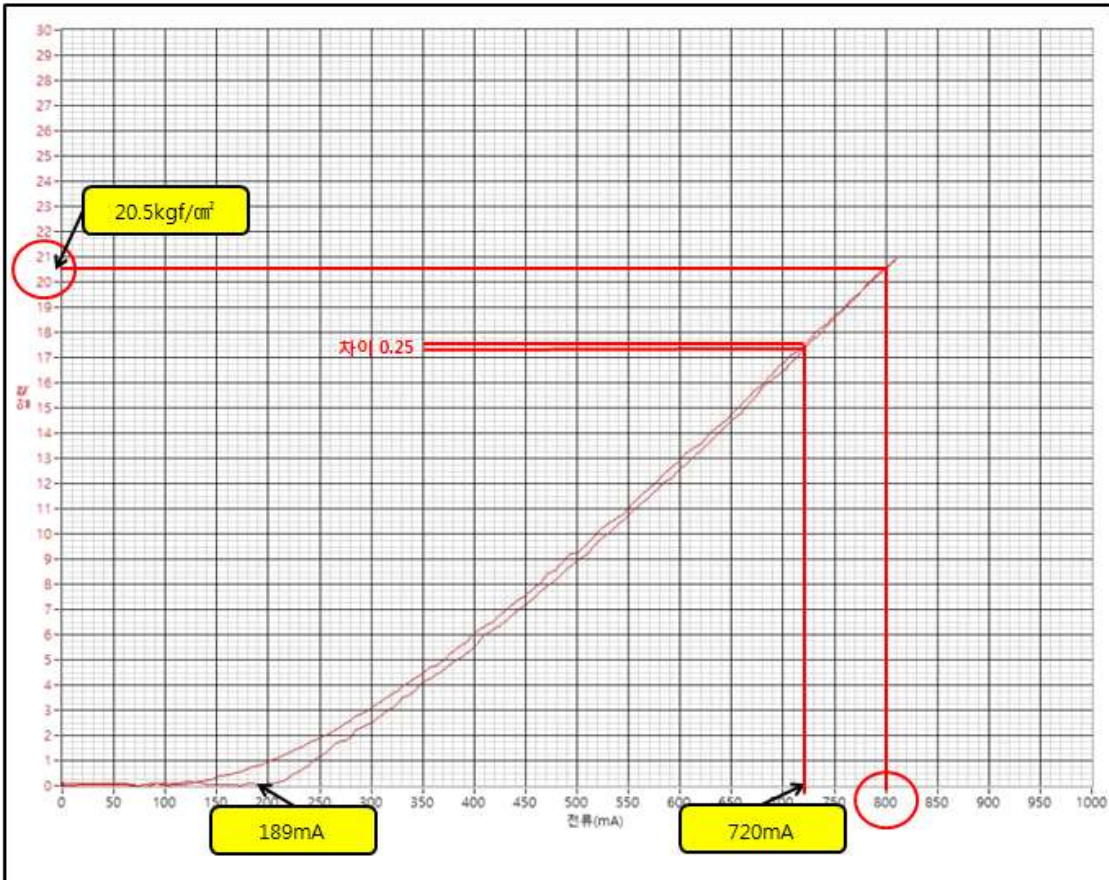
3) 성능 시험

가) 2차 Pilot 제품 성능 시험(전자비례 밸브 ASSY)

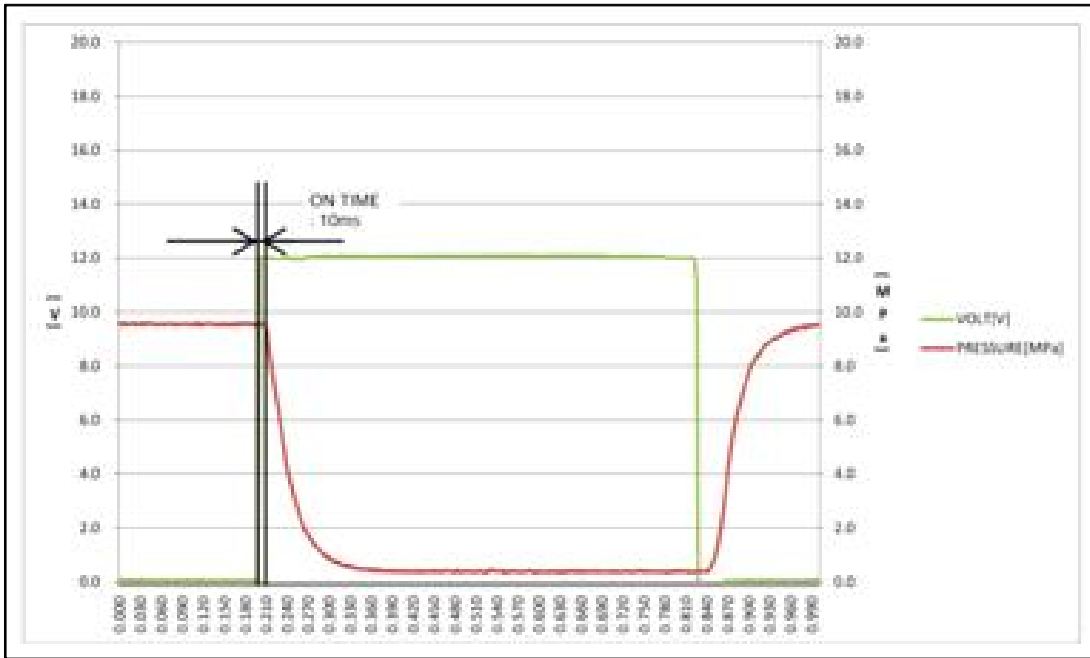
① 상승(Up), 하강(Down) 유량 제어 TEST



나) 2차 Pilot 제품 성능 시험 결과(전자비례 단품 ASSY)



- ① 작동입력 시작 : 189mA 시작 확인
- ② 제어압력 범위 : 800mA에서 20.5kgf/cm²
- ③ 제어 압력 Hysteresis : 720mA에서 0.25kgf/cm²의 Hysteresis 측정 확인
- ④ 제어 압력 응답성 : 10ms 측정 확인



⑤ 성능 시험 수행



전자비례밸브 벤치 시험(NO.1,3,4)



전자비례밸브 벤치 시험(NO.1,3,4)



전자비례밸브 벤치 시험
(NO.6)

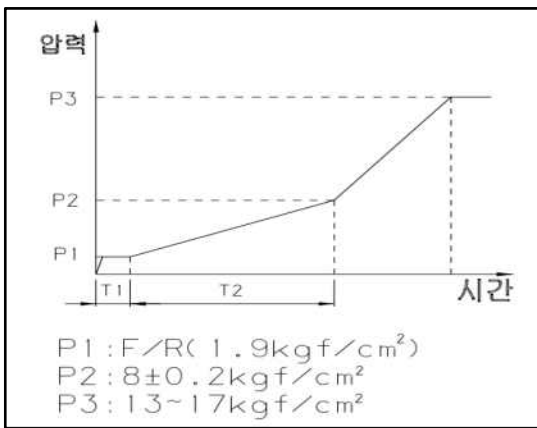
⑥ 성능 시험 결과

항목 (주요성능Spec)	단위	항목에서 차지하는 비중(%)	개발 목표치		평가 방법	
			3차년 목표	3차년 실적		
전자 비례 밸브	작동 입력시작 전류범위	mA	5	170~230	189.2	공공기관 시험
	제어유량 범위	lpm	5	13이상	23.2	공공기관 시험
	제어 압력 범위	kg/cm ²	5	20이상	20.2	공공기관 시험
	제어압력 Hysteresis	%	5	4이내	3.6	공공기관 시험
	신뢰성 평가	hr (cycle)	10	1,000 (4,753,750)	1,000 (4,754,105)	공공기관 시험
	제어 응답성	ms	5	10	1.25	공공기관 시험

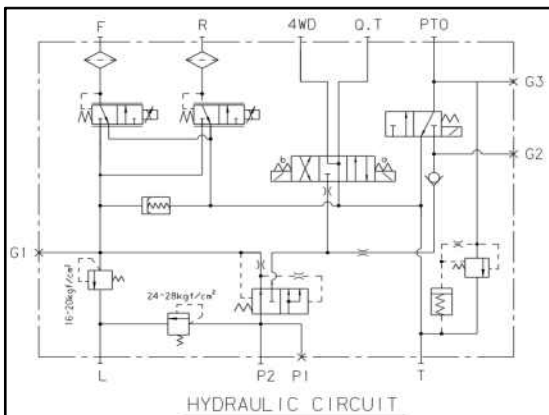
4) 타 기종(트랙터) 공용 적용 검토

가) 타 기종 제어 사양 확인

① 트랙터의 전, 후진 제어 SPEC' 검토



② 트랙터 적용 밸브 유압 회로도



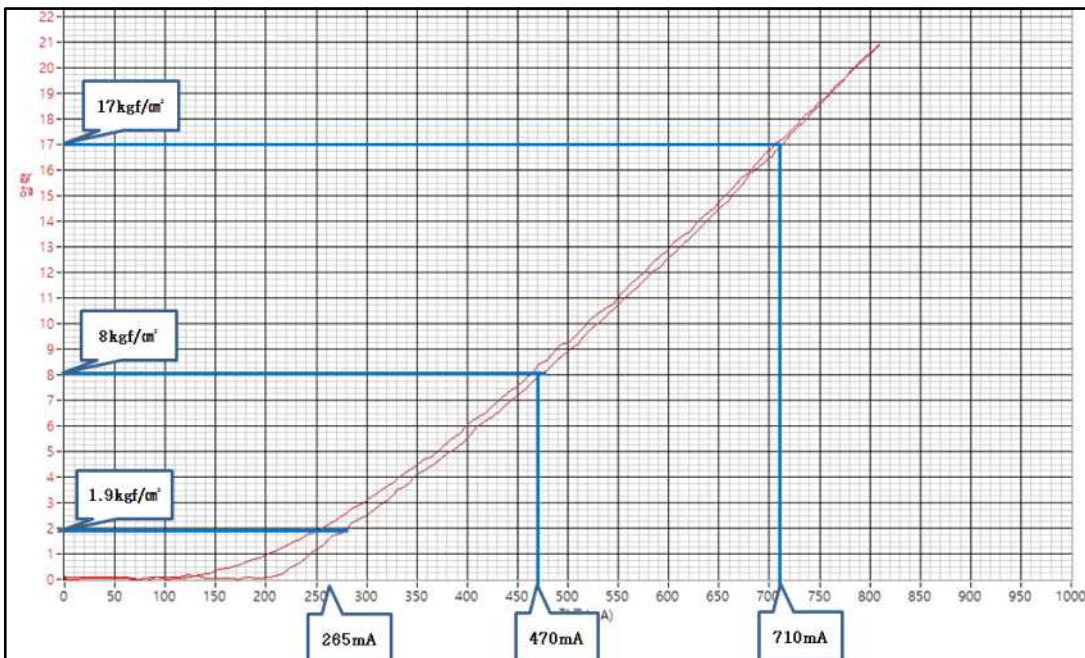
5) 양산 적용을 위한 전자비례밸브 부품 개발 및 제작

가) 부품 제작을 통한 시험 및 비교

① 적용 밸브 제작



② 전자비례밸브 단품 ASSY의 성능 분석



3. 전자제어시스템 기술 개발

가. 제어기 개선 및 최적화

1) 개선 시제품 제작

가) 신규 MCU 선정

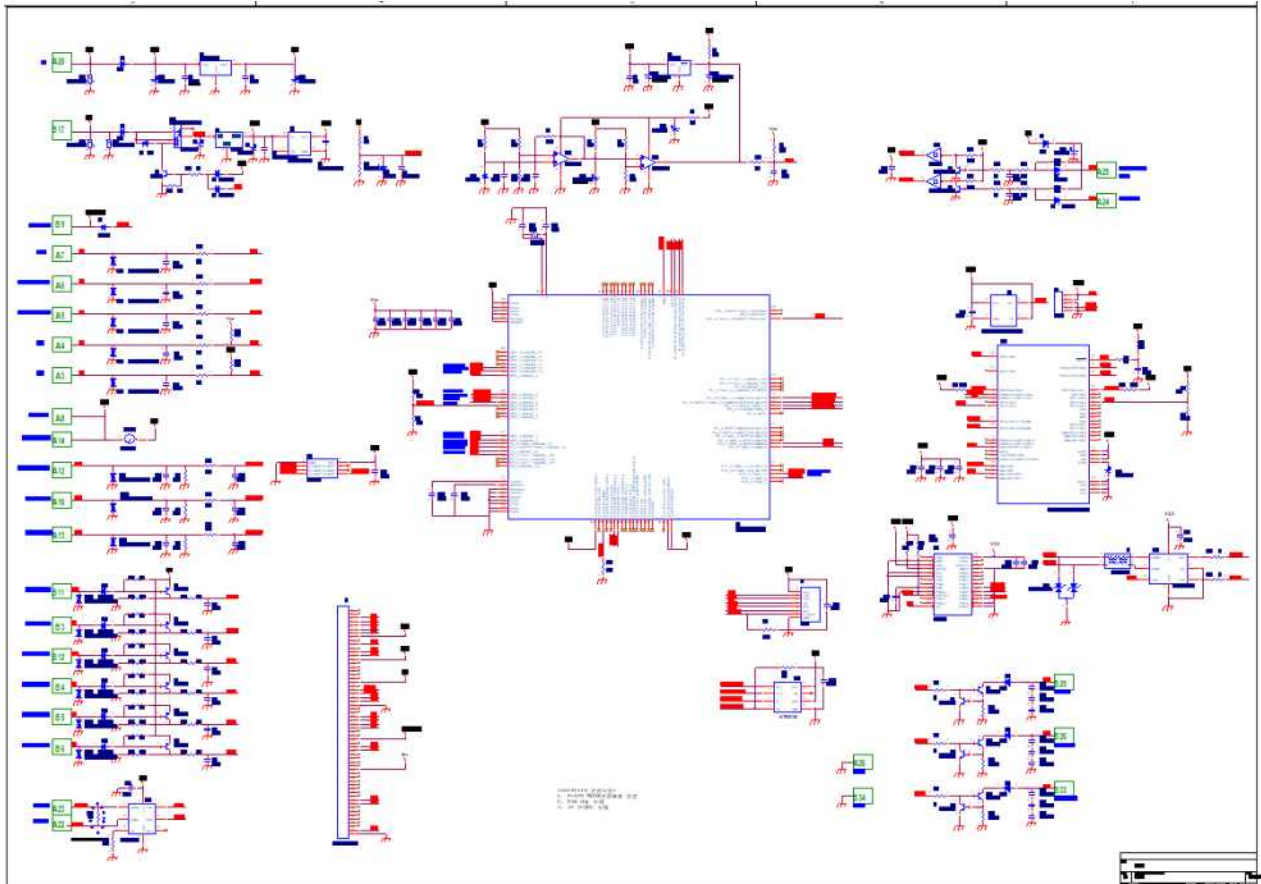
- 사업화를 고려해서 단종된 기존 MCU를 교체하기 위해 신규 MCU 선정

항목별	현재 사용 (단종 MCU)	대체 MCU 사양
Vendor	Renesas	Renesas
Part Number	H8S/2600 - DF2626FA20JV	RH850/F1KM-S1 R7F7016863AFP-C
Core Size	16Bit	32Bit
동작 온도	-40 ~ 85°C	-40 ~ 105°C
CPU Frequency	20Mhz	120Mhz
Code Flash (ROM)	256KB	512KB
Data Flash	X	64KB
RAM	12KB	32KB
SPI (ch)	3	5
CAN (ch)	1	6
UART (ch)	3	4
I2C (ch)	0	2
PWM (ch)	16	48
ADC (ch)	16 (10bit: 16)	36 (12bit: 16, 10bit: 20)
DAC (ch)	2 (8bit: 2)	0
I/O	68	81
CANFD	X	0
FPU	X	0
Package	100 pins, QFP	100 pins, LQFP

표. MCU 비교사양

나) 제어기 회로 보완설계

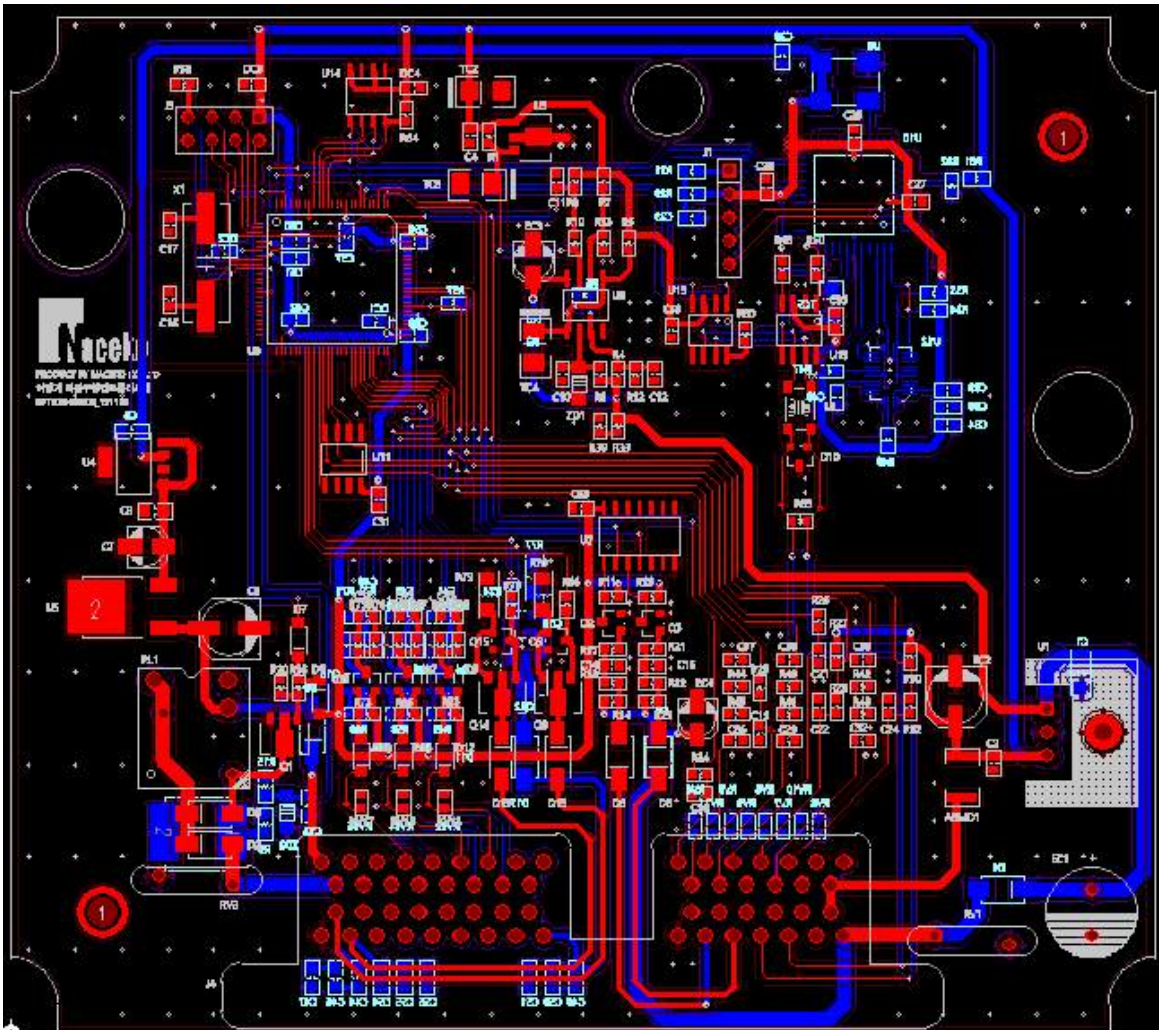
- 신규 MCU 적용을 위한 제어기 회로를 재설계함
- MCU 및 주변회로의 입출력 회로는 기존 검증된 회로 사용
- 농업기계 자동화관련 이앙기 직진주행 위한 IMU 회로 추가설계



<제어기 회로도>

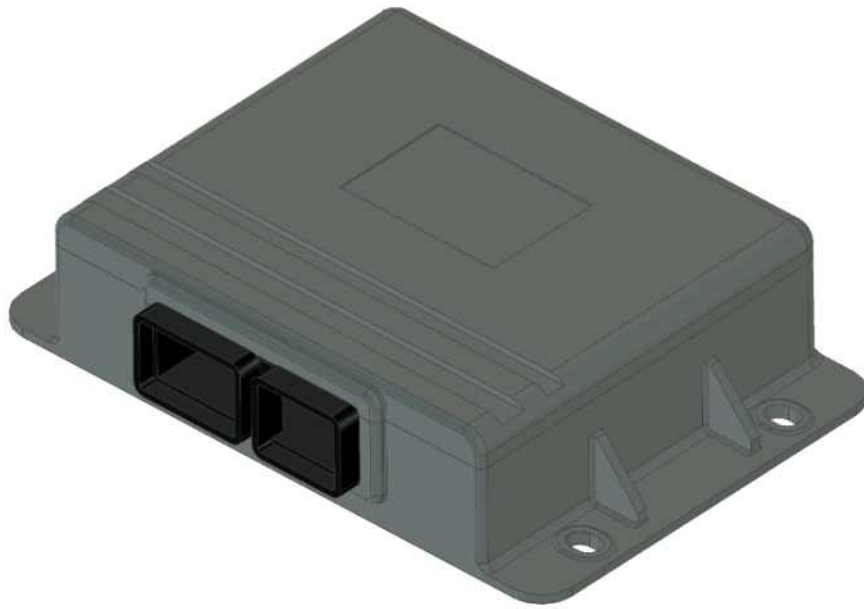
다) PCB ARTWORK

- 제어기 회로를 구현하기 위해 PCB를 설계함.
- PCB 사양 : FR4, 2 Layer, 1.6t

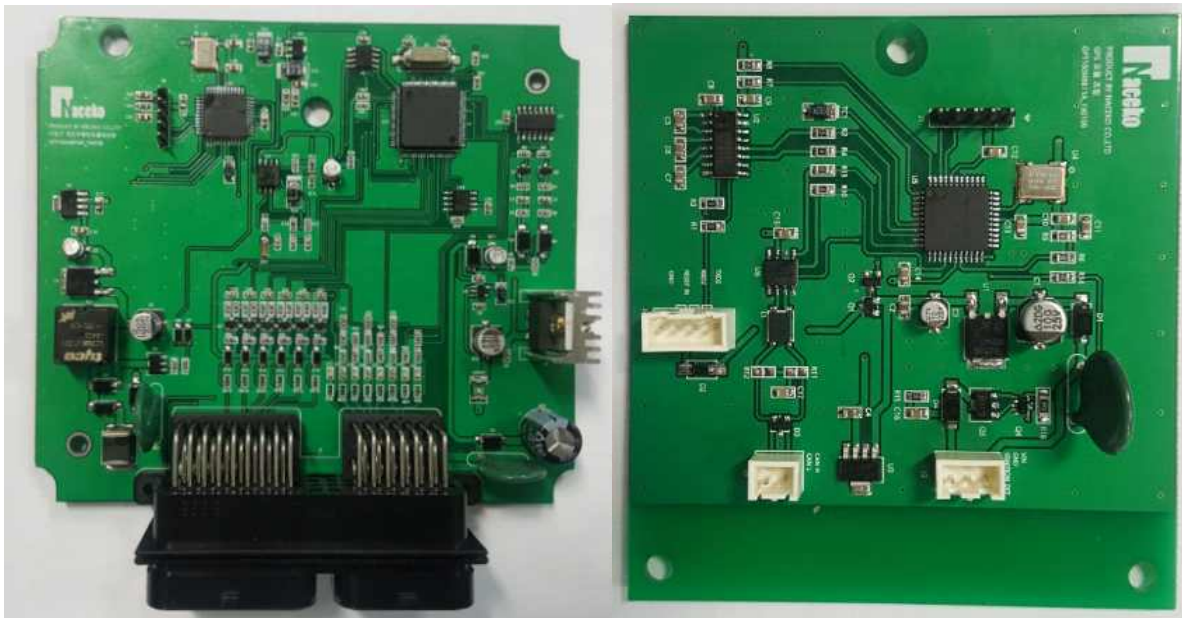


<제어기 PCB>

라) 케이스 보완 설계 및 개선 시제품 제작



<케이스 3D 설계>



<제어기 PCB 조립체>



<제어기 개선 시제품>

마) 제어기 입력스위치 개발 : 제어정보를 제어기에 입력하기 위한 스위치 보완제작



<LED 신호 스위치와 스위치 부품 전개>



<신호 스위치와 스위치 부품 전개>



<레버 신호스위치와 스위치 부품 전개>

2) 2차 Pilot 기대 포장시험, 제어기능 튜닝

가) 프로그램 보완 (포장 시험/제어기능 튜닝)

- 신규 MCU용 개발환경 구축

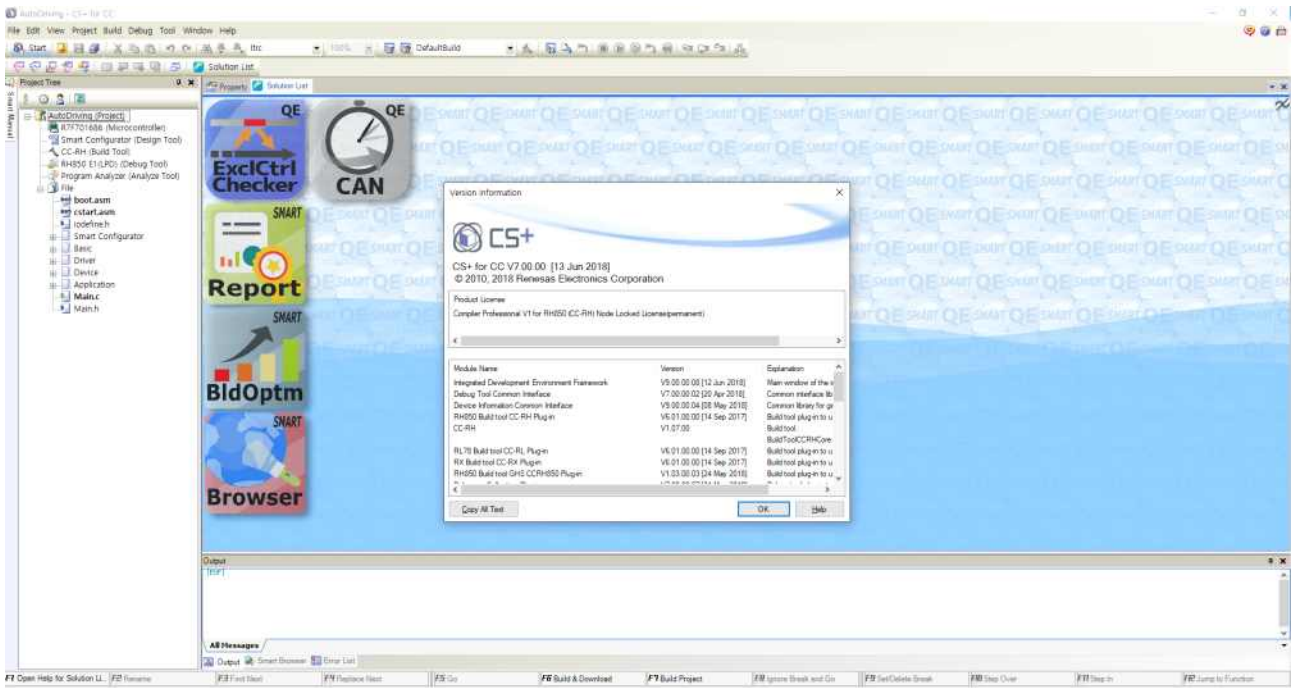
: 프로그램 개발 Tool, EV Board 및 개발자 PC에 개발용 소프트웨어 setup하여 프로그램을 개발하기 위한 환경 구축



<프로그램 개발 Tool>

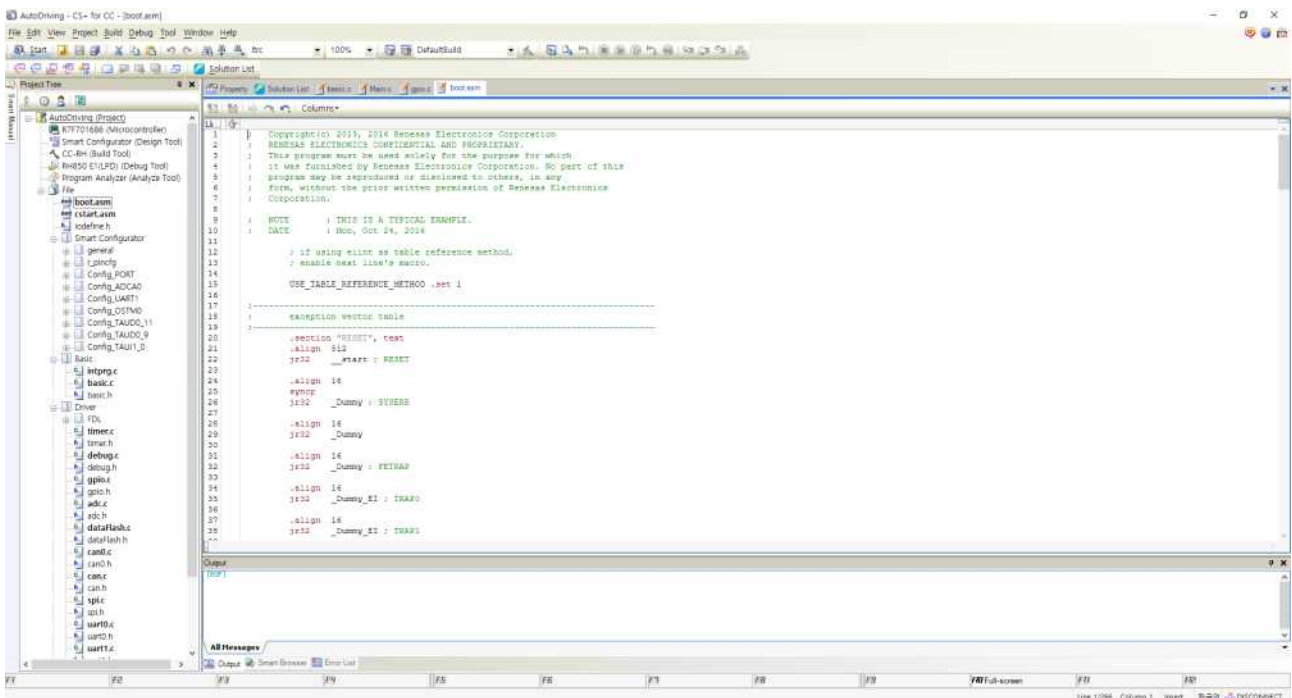


<프로그램 개발용 EV Board>

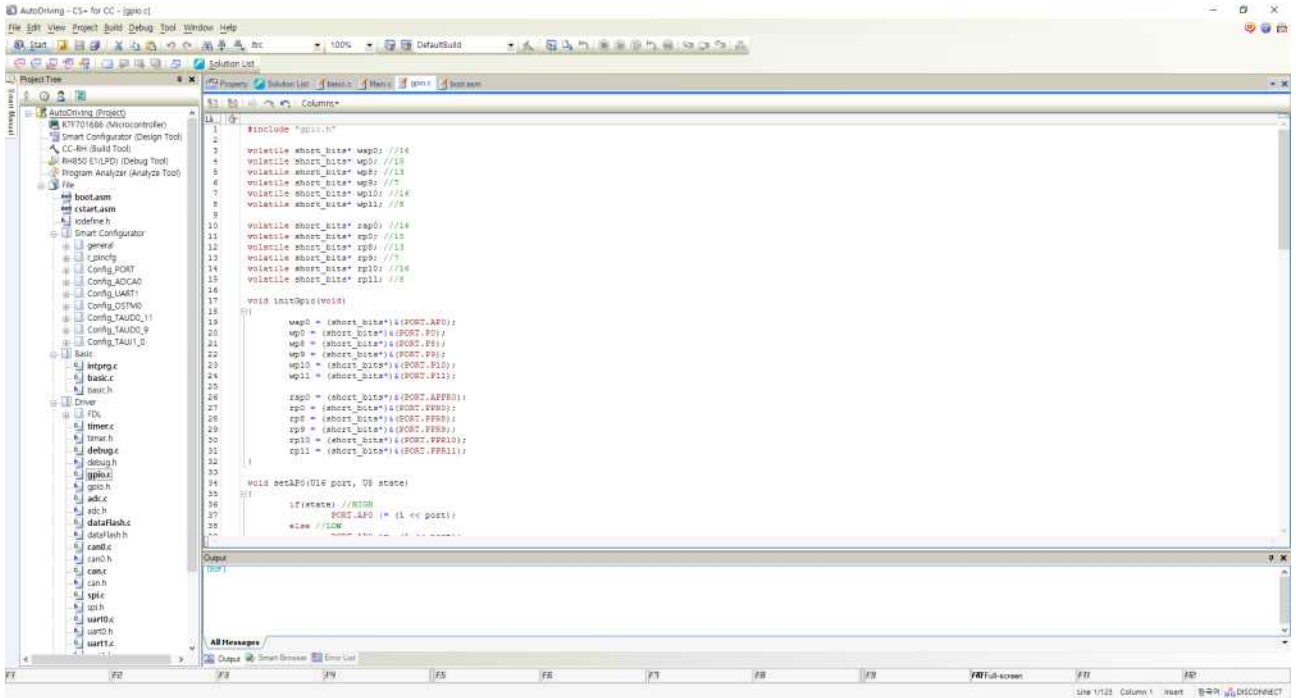


<프로그램 개발용 소프트웨어>

- 신규 MCU용 Boot file 및 드라이버 펌웨어 신규 개발



<신규 MCU용 Boot file>

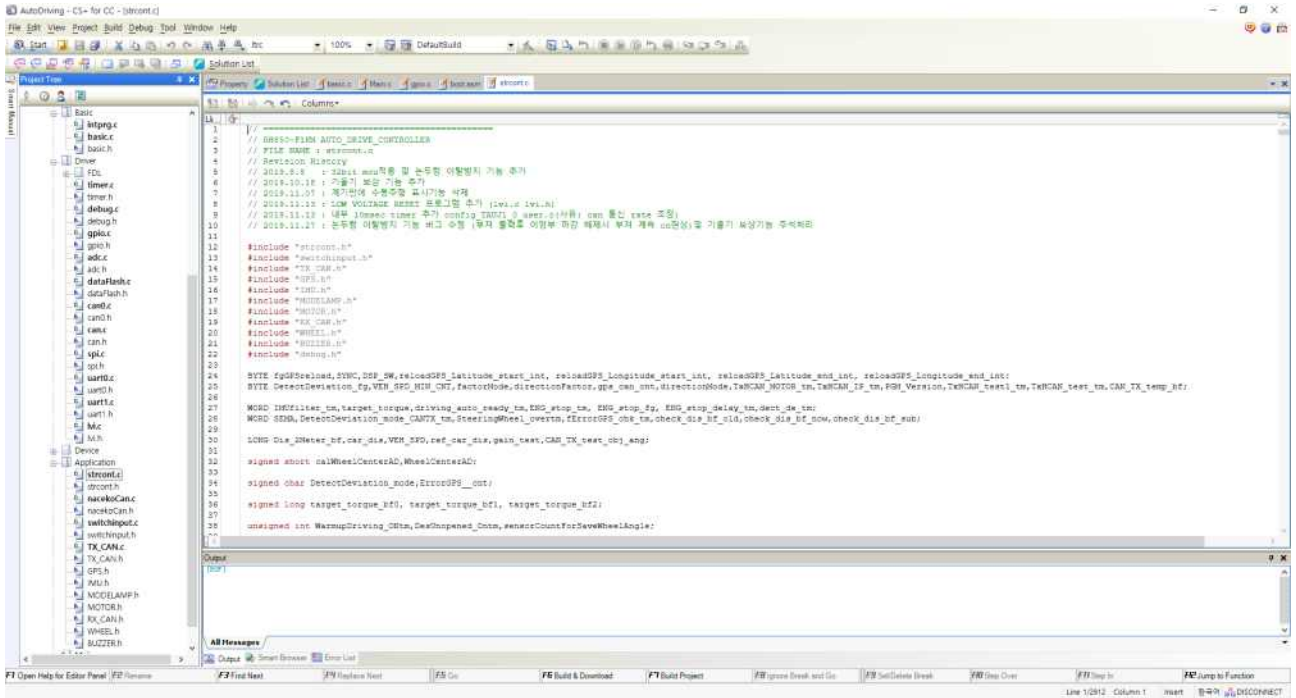


<신규 MCU용 드라이버 펌웨어>

- 포장시험 진행 및 제어기능 튜닝
- : 포장시험 결과를 바탕으로 제어를 최적화하기 위한 튜닝 진행



<포장시험>



<제어기 프로그램>

3) 제어기 단품시험 및 공인시험

가) 기능 시험

- 기능별 상세 사양

기능	상세사양
유압 잠금 기능	<ol style="list-style-type: none"> 1. 상승 비례밸브 또는 하강비례밸브 출력이 있을때는 유압 스톱 밸브 출력을 ON 하고 그 외는 OFF 한다. 2. 단, 유압절환 스위치 ON일 경우는 항상 유압 스톱 밸브 출력을 OFF 한다. -> 추가 설명 : 유압 스톱 밸브를 이용해 자중에 의한 이양부 자연하강을 막기 위함.
원터치 승하강	<ol style="list-style-type: none"> 1. 각 센서 셋팅 아래 센서값 또는 상수는 실차 시험 시 달라질 수 있다. <ol style="list-style-type: none"> 1) 링크센서 설명 : 이양부 높이를 감지한다. --> 0(최하단)~5V(최상단) , 2) 상한리미트 볼륨 : 이양부 최상단 높이를 설정 할수 있다. --> 0(최상 셋팅)~5V(최하 셋팅) 3) 최상 높이 설정 --> (5V - 상한리미트 볼륨 값*0.5) - 0.25V 2. 이양부 동작 모드 설정 : 중립, 상승, 하강, 상한, 경심 식부 모드 추가 <ul style="list-style-type: none"> - 키온 후 초기 셋팅은 중립모드 - 중립모드에서 상승 스위치 또는 후진스위치 ON 시 상승모드

- 중립모드에서 하강스위치 ON 시 하강모드
- 상승모드에서 하강스위치 ON 시 중립 모드
- 상승모드에서 링크센서 값이 최상높이설정 값 보다 높을 시 상한모드
- 하강모드에서 상승 또는 후진스위치 ON 시 중립모드
- 하강모드에서 상승스위치 ON시 중립모드
- 하강모드에서 플로트센서 1.5V 이상 감지시 경심모드
- 경심모드에서 상승 또는 후진스위치 ON 시 상승모드
- 경심모드에서 상승스위치 ON시 중립모드
- 경심모드에서 하강스위치 ON시 식부모드
- 식부모드에서 상승스위치 ON시 경심모드
- 상한모드에서 하강스위치 ON 시 하강 모드
- 상승 / 상한 모드가 아닌 위치에서 후진 스위치 ON 시 상승 모드

3. 모드별 출력 사양

- 중립모드 : 상승, 하강 출력 OFF한다.
- 상한모드 : 링크센서 값이 (최상 높이 설정 값 + 0.25V) 보다 높을 경우 하강 30% 출력하고 링크센서 값이 (최상 높이 설정 값 - 0.25V) 보다 낮을 경우 상승 40% 출력한다. 그외는 상승, 하강 출력 OFF한다.
- 상승 모드 : 상승 70% 출력한다.
- 하강 모드 : 하강 90% 출력한다.
- 경심 제어모드 : 실차 튜닝에서 결정한다. (제어 함수 별도 튜닝)

표. 입력조건에 따른 모드변환

현재 모드	입력 조건					모드 변환
	상승 SW	하강 SW	후진 SW	링크센서	플로트센서	
중립	O	X	X	-	-	상승
중립	X	O	X	-	-	하강
중립	X	X	O	-	-	상승
상승	O	X	X	X	-	-
상승	X	O	X	X	-	중립
상승	X	X	O	X	-	-
상승	X	X	X	최상높이	-	상한
하강	O	X	X	-	X	중립
하강	X	O	X	-	X	-
하강	X	X	O	-	X	상승
하강	X	X	X	-	1.5V 이상	경심
경심	O	X	X	-	-	상승
경심	X	O	X	-	-	식부
경심	X	X	O	-	-	상승
식부	O	X	X	-	-	경심

	<table border="1"> <tr> <td>식부</td> <td>X</td> <td>O</td> <td>X</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>식부</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>O</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>상승</td> </tr> <tr> <td>상한</td> <td>O</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>-</td> <td></td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>상한</td> <td>X</td> <td>O</td> <td>X</td> <td>-</td> <td></td> <td>하강</td> </tr> <tr> <td>상한</td> <td>X</td> <td>X</td> <td>O</td> <td>-</td> <td></td> <td>-</td> </tr> </table>	식부	X	O	X	-	-	-	식부	X	X	O	-	-	상승	상한	O	X	X	-		-	상한	X	O	X	-		하강	상한	X	X	O	-		-
식부	X	O	X	-	-	-																														
식부	X	X	O	-	-	상승																														
상한	O	X	X	-		-																														
상한	X	O	X	-		하강																														
상한	X	X	O	-		-																														
스마트 턴	<p>1. 각 센서 셋팅</p> <p>1)이양시작설정볼륨 : 볼륨값에 따라 이양시작 거리를 설정한다. 수퍼유턴 ON 시 : 0(1.5m)~5V(3.5m) 수퍼유턴 OFF 시 : 0m</p> <p>2)조향각센서로 모드를 설정 : 직진, 우회전, 좌회전 수퍼유턴 ON 시 : 1V 이상 -> 우회전 모드, 4V 이상 -> 좌회전 모드, 그 외는 직진모드 수퍼유턴 OFF 시 : 항상 직진모드</p> <p>3) 차속센서 계산</p> <p>가. 직진 거리 계산 : 수퍼유턴 ON 조건에서 하강모드 시작 시점부터 직진 거리를 적산한다. 그외 모드 에서 리셋한다.</p> <p>나. 차속센서를 주파수입력, 스위치 입력 동시 입력 받아야 한다.</p> <p>다. 주파수 입력 시 별도의 계산 식으로 차속을 계산한다.</p> <p>라. 스위치 입력 : ON 입력 시 마다 적산 카운터를 하여 거리를 계산하는데 활용한다.</p> <p>마. 카운트동작 사양</p> <p>- 수퍼유턴 ON시 : 하강 또는 경심 모드에서 4m 까지 카운트하고, 그 외 모드에서 0으로 리셋한다. (1펄스 = 0.96cm)</p>																																			
수평 제어	<p>1. 수평센서, 수평조절다이얼 셋팅</p> <p>1) 모드 입력 : 시동OFF 조건(RPM 감지)에서 표시절환/부저 정지스위치, 경보 OFF/진단스위치, 후진스위치가KEY ON후 5초 이내 2초동안 모두 ON시 세팅 모드로 진입하고 타기능은 정지한다.</p> <p>2) 수평조절다이얼과 수평센서의 값이 모두 세팅범위값 이내에 있을 경우 10초 이내에 표시절환/부저정지스위치를ON-->OFF 입력시 현재 수평볼륨과 수평센서값을 EEP-ROM에 저장하고 수평세팅 완료 변수를 계기판으로 통신 출력한다. 만약, 수평볼륨이나 수평센서가 세팅범위 이외의 값일 경우 세팅모드를 유지한다.</p> <p>- 수평볼륨 세팅범위값: 2.5V±0.25V - 수평센서 세팅범위값: 3.25V±0.25V</p> <p>3) 10초 동안 표시절환/부저정지스위치 또는 경보OFF/진단스위치가 ON되지 않으면 본기능을 해제한다.</p>																																			

	<p>4) 수평조절다이얼, 수평센서의 값이 모두 정상적으로 저장되면 2초후에 본 기능을 해제한다.</p> <p>5) 통신 출력은 다음과 같이 한다.--> CAN 통신 사양 추후 결정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 세팅모드진입->세팅모드변수 출력(0 -> 1) - 포지션센서 세팅 완료 ->포지션세팅 완료 변수 출력 - 수평볼륨, 수평센서 세팅 완료 ->수평세팅 완료 변수 출력 - 기능 해제 ->세팅모드변수 출력(1 -> 0) <p>2. 수동 수평 기능</p> <p>1) 자동 수평 조건 : 경심모드, 시동 ON 조건에서 다음 제어와 같이 동작한다.</p> <p>2) 수평볼륨의 Target 값을 기준으로 이양부 각도가 ± 0.7도 (수평센서값: $\pm 0.1V$) 범위내에 있도록 프로그램에 따라 해당 솔레노이드로 출력한다.</p> <p>3) 한쪽 방향의 출력이 10초간 계속될 경우 해당 솔레노이드 출력을 OFF 한다. 단, 반대방향의 출력시 해제된다.</p> <p>4) 각속도 센서값이 수평 센서값 보다 우선 참조하여 출력한다.</p> <p>5) 각속도 센서값이 5초동안에러값이 입력될 경우 2.5V로 인식시키고, 에러를 출력한다.</p> <p>6) 수평볼륨이 10초동안에러값이 입력될 경우 2.5V로 인식시키고 에러를 출력한다.</p> <p>7) 수평센서가 10초동안에러값이 입력될 경우 솔레노이드 출력을 모두 OFF 시키고 수평자동제어 기능을 OFF 한다.</p> <p style="padding-left: 40px;">-->출력값 및 상세 동작 사양 별도 P/G 전달</p> <p>3. 평행 복귀</p> <p>1) 상승모드 또는 상한모드에서 평행복귀 스위치가 이전의 값과 반대가 되도록 해당 솔레노이드에 9Hz, DUTY 40% 로 출력을 행한다.-->별도 통보 : ON-> OFF, OFF -> ON</p> <p>2) 한쪽 방향의 출력이 3초간 계속되고 평행복귀 스위치 값이 변경되지 않을 경우 해당 솔레노이드 출력을 OFF한다.</p> <p>3) 수평램프의 출력을 OFF 한다.</p>
엔진 ECO기능	<p>1. 엔진정지 신호 출력 제어</p> <p>1) 엔진 정지 조건 정의 : 조속레버 스위치 ON (엔진 IDLE), 링크 센서 최하단 (1V 이하), 차속센서 신호 없을 것.</p> <p>2) ECO 스위치 ON 상태에서 엔진 정지 조건을 5초 이상 만족하고 , 엔진온도 센서 60도 이상 일때 전원 릴레이 출력을 OFF하고 ECO 스위치, IG 스위치</p>

	<p>신호 변화 없을 경우 계속 유지한다.</p> <p>2. 시동 신호 출력 제어</p> <p>1) 엔진정지 신호(-) 출력 ON + 엔진 정지 조건 만족 + 엔진온도센서 30도 이상 일때 자동 시동 스위치 ON 이면 엔진정지 신호(-) 출력을 ON OFF로 전환한다.</p> <p>동시에 자동 시동 출력을 ON하고 엔진 RPM 500 이상 또는 5초 이상일 경우 OFF한다.</p>
전자식 각조클러치	<p>1. 각조클러치 위치 센서 설정</p> <p>-> 4개의 구간을 나누어 클러치 꺾임 위치를 감지하는데 사용</p> <p>2. 각조클러치 동작</p> <p>각조 스위치 입력 조건과 각조클러치 위치 센서가 매칭이 되도록 각조 클러치 역전 또는 정전 릴레이 출력을 한다.</p>

: 추가 기능

기능	상세사양
직진주행 기능	<p>1. 시작점 등록</p> <p>1)조건: 시작점 또는 종료점 등록이 되지 않은 상태에서 이양부 하강 ON일때 등록 가능</p> <p>2)동작: 시작점 등록 SW ON 입력 시 그때의 위도, 경도 값을 시작점으로 등록 한다.</p> <p>2. 종료점 등록</p> <p>1) 조건: 시작점 등록 되어 있고 이양부 하강 ON일때 등록 가능</p> <p>2) 동작: 종료점 등록 SW ON 입력 시 그때의 위도, 경도 값을 종료점으로 등록 한다.</p> <p>3. 주행 방위각 계산</p> <p>1) 동작: 3m 이동 또는 3초 동안 수평 방위각(IMU) 또는 방위각(NMEA) 신호가 등록된 기준 방위각과 일치(오차 +- 0.5도) 하는지를 계산한다. 일치 하지 않는 경우 3m 또는 3초를 다시 계산한다.</p> <p>4. 직진 동작</p> <p>1) 조건: 이양부 하강 ON이고 직진주행 스위치 1회 ON일 경우 직진 동작 모드 진입</p> <p>(시작점 램프,종료점 램프 점멸)</p> <p>2) 동작 :기준 방위각을 목표 값으로 주행 방위각이 일치 되도록 조향 제어를 한다</p> <p>5. 엔진 정지</p>

	<p>1) 조건 : 직진 동작 모드에서 경로 목표 대비 에러값이 일정 수준 이상 3초 이상 유지 시</p> <p>2) 동작: 3초간 부저 알람 후 엔진정지</p> <p>6. 계기판 램프 출력</p> <p>1) 시작점 램프</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시작점 등록 완료 , 준비 모드 일때 ON - 직진 동작 모드 일때 1초ON , 1초 OFF 반복 - 준비 모드 이고 좌측 경로 이탈 시 0.5초 ON, 0.5초 OFF 반복 3회 <p>2) 종료점 램프</p> <ul style="list-style-type: none"> - 종료점 등록 완료 & 준비 모드 일때 ON - 직진 동작 모드 일때 1초ON , 1초 OFF 반복 - 준비 모드 이고 우측 경로 이탈 시 0.5초 ON, 0.5초 OFF 반복 3회 <p>3) 직진주행 램프</p> <ul style="list-style-type: none"> - 직진 OFF 모드에서 OFF출력, 그 외 모드에서 ON 출력 <p>7. 부저 출력</p> <p>1) 시작점,종료점등록 스위치 입력시</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시작점,종료점등록 완료 시 1초 ON, 1초 OFF 2회 - 시작점,종료점 시 0.5초 ON <p>2) 시작점,종료점 등록 완료 후 직진 주행 스위치 입력 시</p> <ul style="list-style-type: none"> - 직진동작 모드 진입 실패 시 부저 2초 ON - 직진동작 모드 진입 시 부저 1초 ON, 1초 OFF 2회 <p>3) 직진 동작 모드 중 직진주행 스위치 ON 입력으로 종료할 경우 부저 1초 ON,1초 OFF 2회</p> <p>4) 엔진정지 모드 성립 조건에서 부저 3초 ON</p> <p>5) 긴급 정지 스위치 입력 시 부저 3초 ON</p>
--	--

- 제어기 단품 기능시험을 위한 검사기와 제어기 전용 GUI를 이용해서 단품 기능을 검증함



<제어기 GUI>



<제어기 검사기>

나) 신뢰성 시험(내부)

- 과전압 시험 : 전원 입력단에 과전압을 인가하여 이상이 없는지를 확인
(개발 목표치 : 24V)



<과전압 시험>

<시험 결과> 제어기를 시험기에 연결하고 24.2V의 전원을 제어기에 공급한 후 제어기의 정상 동작을 확인 하였음.

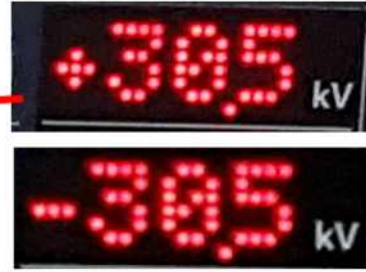
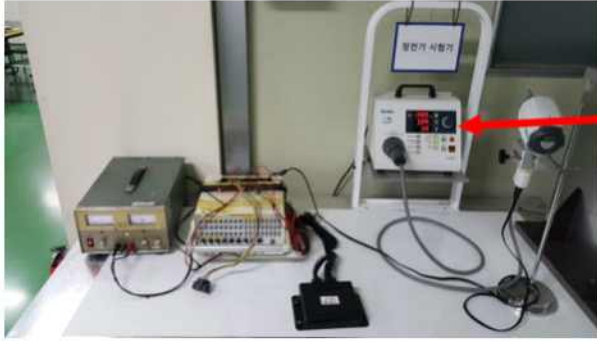
- 전원역접촉 시험 : 전원 입력단에 역전압을 인가하여 이상이 없는지를 확인
(개발 목표치 : -18V)



<전원역접촉 시험>

<시험 결과> 제어기를 시험기에 연결하고 -18.2V의 역전압을 제어기에 인가한 후 정상전압을 재인가 하여 제어기가 정상동작 함을 확인하였음.

- 정전기 시험 : ISO10605 규격에 따라 정전기 시험을 진행 후
제어기가 정상동작하는지 확인(개발 목표치 : 접촉 ±8kV, 기중 ±20kV)



<정전기 시험>

<시험 결과> 제어기를 시험기에 연결하고 정전기 시험을 실시중/후 제어기가 정상동작 함을 확인하였음(규격은 기중 ±20kV 이나 시험기가 허용하는 최대치 30.5kV까지 확인)

다) 제어기 공인시험

- 시험기관 : 자동차 부품 연구원
- 시험규격 및 결과

시험명	규격	결과
전원역접촉시험	JASO D001-94 5.4 (-13V→ -18V 역전압 내성강화)	규격만족
과전압 시험	JASO D001-94 5.4 (18V→ 24V 과전압 내성강화)	규격만족
정전기 시험	ISO 10605 (기중방전±15kV→±20kV 정전기 내성강화)	규격만족
내환경 시험	IEC 60068 시험 규격(진동, 고온, 저온, 열충격,내수)	규격만족



<전원역접촉/과전압/정전기 시험 성적서>



<내환경(고온,저온,열충격,내수) 시험 성적서>



<내환경(진동) 시험 성적서>

4. 전자유압 제어 시뮬레이션 모델 개발 및 성능 평가

가. 포장시험을 통한 전자유압시스템 해석 모델 최적화

1) 현장 실증을 통한 작업성능 평가 및 작업부 전자제어 기술 최적화

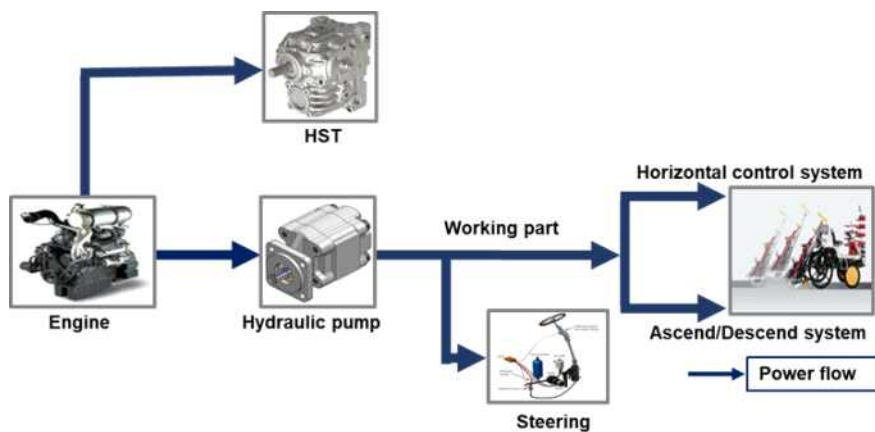
가) 시뮬레이션 모델

(1) 시뮬레이션 모델 개발

(가) 이양기 유압부 동력전달시스템

: 이양기의 유압은 엔진과 직결된 HST 구동용 유압펌프와 기타 유압장치 구동용 유압펌프로부터 생성됨

: HST 구동용 유압펌프를 통해 이양기의 전·후진작업을 수행하며, 추가의 유압 펌프를 통해 조향, 수평제어, 승·하강 작업을 통한 깊이 조절을 수행함

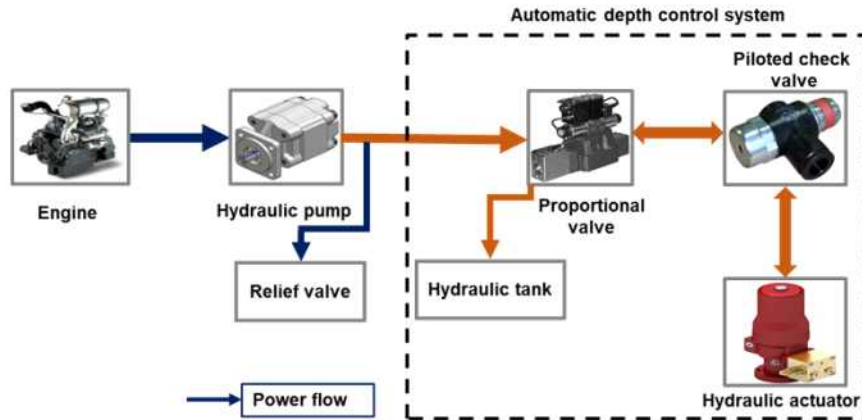


<이양기 유압부 동력전달시스템 구성도>

: 특히, 승·하강 작업을 통한 깊이 조절부의 유압시스템은 비례제어밸브, 파일럿 체크밸브, 릴리프밸브 그리고 유압 액츄에이터로 구성되어 있음

: 비례제어밸브는 입력된 전류 신호에 의해 밸브의 개구면적이 결정되어 유체의 방향 및 압력을 조절하여 액츄에이터의 작동을 가능하게하며, 파일럿 체크밸브는 승·하강 작업 시 작업부의 고정을 위하여 유체를 비례제어밸브 상단부에 유지될 수 있도록함

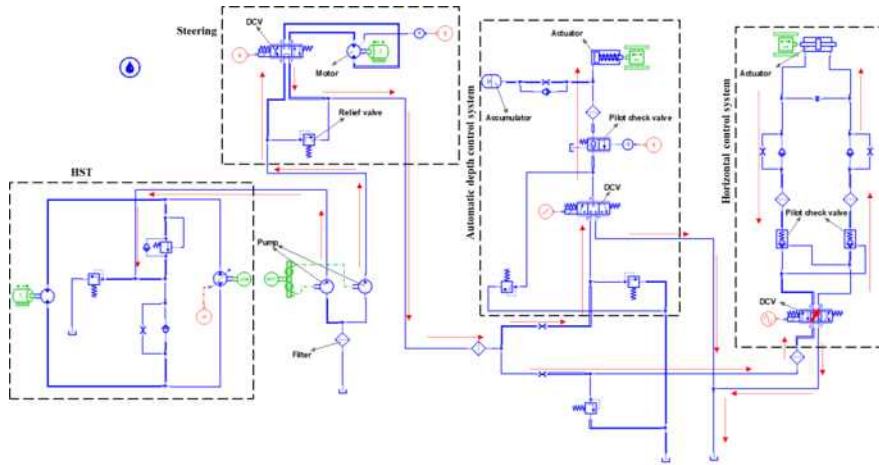
: 릴리프 밸브는 유압시스템 내에 파손이 발생하지 않도록 일정 압력으로 유지할 수 있게 하기위하여 구성함



<이양기 깊이 조절부 유압시스템 구성도>

(나) 이양기 유압부 시뮬레이션 모델

- : 이양기 유압부 시뮬레이션 모델은 1D domain 해석 소프트웨어인 AMESim (Ver 17, SIEMENS, Germany)을 통해 아래와 같이 개발하였음
- : 이양기 유압부 시뮬레이션 모델은 HST, 조향제어부, 깊이 조절부, 수평제어부로 구성하였으며, 엔진과 직결된 유압펌프로부터 유압을 생성하여 전체 시스템에 공급함
- : HST는 유압펌프를 구동시킴으로써 유압을 생성하고 이를 통해 유압모터를 회전시켜 이양기 기대의 전·후진 작업을 가능하게하며, 구동 중 과도한 유압이 생성되어 시스템이 파손되지 않게 릴리프밸브를 구성함
- : 조향제어부는 비례제어밸브를 통해 유체의 흐름을 제어하여 조향 실린더를 작동시키는 원리로 제어되며, 비례제어밸브에 인가되는 신호는 이양기 기대의 핸들을 통해 발생됨
- : 깊이 조절부는 비례제어밸브와 파일럿 체크 밸브를 통해 액추에이터를 작동시킴으로써 제어되며, 입력 신호에 따라 비례적으로 밸브의 개구면적이 결정됨
- : 수평제어부는 비례제어밸브를 통해 유량을 제어하고, 입력 신호에 따라 복동실린더를 제어함으로써 작업부의 수평을 유지하도록함



<이양기 유압부 시뮬레이션 모델>

(다) 단품모델 입력 파라미터

- : 시뮬레이션 모델 해석 결과의 신뢰성을 높이기 위해, 단품 모델은 아래 표와 같이 부품의 제원을 반영하였음
- : 엔진은 22 hp (@2,800 rpm)의 최대 출력을 가지는 대동공업 社의 ERP 60DS 모델의 제원을 참고하여 시뮬레이션 모델에 적용하였음
- : 유압 펌프는 최대 속도 3,500 rpm, 배제용적 4.5 cc/rev을 적용하였으며, 유압 액츄에이터는 피스톤과 로드 지름이 각각 55 mm, 15mm를 적용하였음
- : 비례제어밸브는 작동압력 20 MPa, 작동 유량 15 L/min을 적용하였으며, 입력 전류 범위는 최대 800 mA로 설정하였음

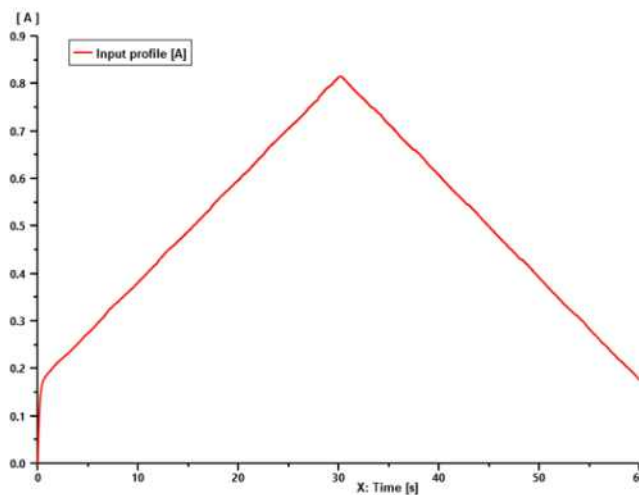
표 244. 시뮬레이션 모델 입력 파라미터

Components	Parameters	Specifications
Engine	Model	ERP 60DS
	Power (HP)	22
	Length×width×height (mm)	3200×2200×1675
	Weight (kg)	750
	Displacement (cc)	1007
	Fuel consumption (g/kWh)	2754
	Fuel tank capacity (l)	40
Drivetrain	Working speed (m/s)	1.7
Hydraulic pump	Displacement (cc/rev)	4.5
	Maximum speed (rpm)	3500
	Minimum speed(rpm)	1800
Proportional valve	Operating pressure (MPa)	20
	Operating flow (L/min)	15
Hydraulic actuator	Piston diameter (mm)	55
	Rod diameter (mm)	15

(2) 시뮬레이션 조건

(가) 입력 신호

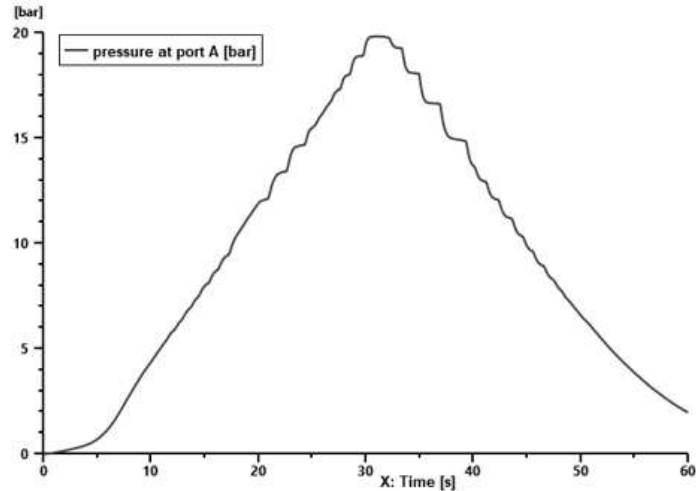
- : 입력 신호에 따른 비례제어밸브의 압력 및 유량 특성을 확인하기 위하여 밸브에 인가되는 신호를 시뮬레이션 조건으로 활용함
- : 시뮬레이션 모델의 비례제어밸브는 설정한 전류 범위에 따라 개구면적이 결정되므로, 전류값을 입력 신호로 사용함
- : 전류값은 실제 밸브가 작동되는 범위인 200 mA부터 800 mA까지 30 sec간 증가된 후 다시 30 sec간 200 mA까지 감소되는 개형을 입력함



<전자비례제어밸브 시뮬레이션 입력 조건>

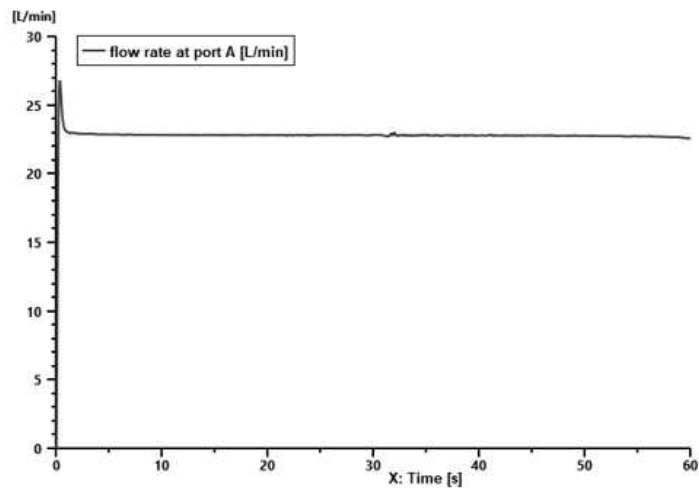
(나) 시뮬레이션 해석 결과

: 시뮬레이션 결과, 전자비례제어밸브의 압력은 입력 조건에 비례하여 증가 및 감소하는 것으로 나타났으며, 압력의 최대값, 평균값(표준편차)은 각각 19.8 bar, 9.4(±6.05) bar로 나타남



<비례제어밸브 압력 시뮬레이션 해석 결과>

: 시뮬레이션 결과, 전자비례제어밸브의 유량은 초기에 26.8 L/min의 최대값이 발생하며 약 1 sec이후 안정되는 것으로 나타났으며, 유량의 평균값(표준편차)은 각각 22.8(±0.94) L/min으로 나타남



<비례제어밸브 유량 시뮬레이션 해석 결과>

나) 워크벤치를 통한 테스트

(1) 워크벤치

(가) 워크벤치 구성

: 워크벤치를 통해 시뮬레이션 모델을 검증하기 위하여 테스트를 수행하였으며, 유압 특성(압력, 유량)을 테스트할 수 있도록 구성하였음



<유압 특성 테스트를 위한 워크벤치 구성>

: 워크벤치는 전류 입력값에 따른 유압 시스템의 유압과 유량 데이터 측정을 위해 압력 센서, 유량 센서를 구성함



<유압 시스템 데이터 측정을 위한 압력센서(좌) 및 유량센서(우)>

: 유압 센서는 SENSYS 社의 PSHH0025BAIG 모델을 사용하였으며, 센서의 측정 유량 범위 및 측정 정확도는 0~25 bar, $\pm 0.15\%$ 이며 상세 제원은 아래 표와 같음

표 245. 워크벤치 구성 유압센서 제원

Sensors	Parameters	Specifications
Pressure sensor	Company, Country	SENSYS, Korea
	Model	PSHH0025BAIG
	Measuring range (bar)	0 to 25
	Measuring accuracy	$\pm 0.15\%FS(RSS)$
	Medium	Hydraulic&Pneumatic
	Medium temperature range($^{\circ}C$)	-20 to 80
	Power supply (mA)	4 to 20 (max.)

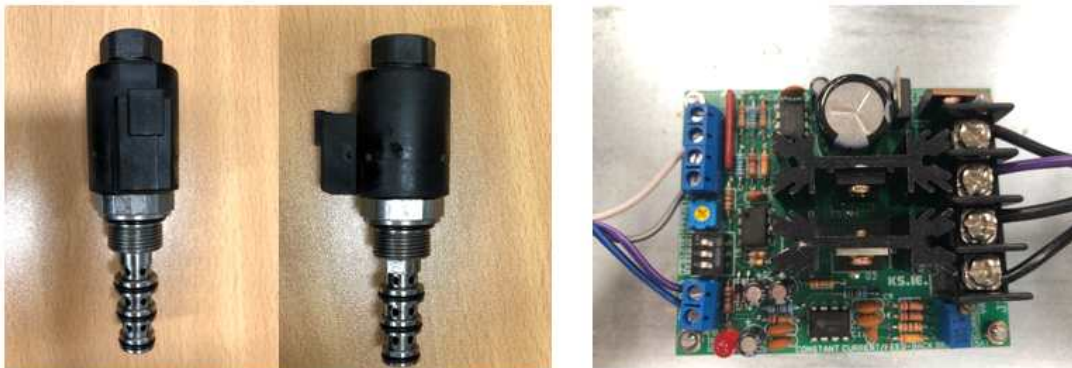
: 유량 센서는 SIKA 社의 VZ040GGV32100S 모델을 사용하였으며, 센서의 측정 유량 범위 및 정확도는 0.2~40 L/min, $\pm 0.3\%$ 이며 상세 제원은 아래 표와 같음

표 246. 워크벤치 구성 유량센서 제원

Sensors	Parameters	Specifications
Pressure sensor	Company, Country	SENSYS, Korea
	Model	PSHH0025BA1G
	Measuring range (bar)	0 to 25
	Measuring accuracy	$\pm 0.15\%FS(RSS)$
	Medium	Hydraulic&Pneumatic
	Medium temperature range($^{\circ}C$)	-20 to 80
	Power supply (mA)	4 to 20 (max.)

: 워크벤치 테스트를 위하여 비례제어밸브는 본 과제에서 개발한 대동공업 社의 감압밸브를 사용하였으며, 비례제어밸브의 유압, 유량 그리고 입력 전류의 최대 값은 각각 15 L/min, 20 MPa 그리고 800 mA의 제원을 가짐

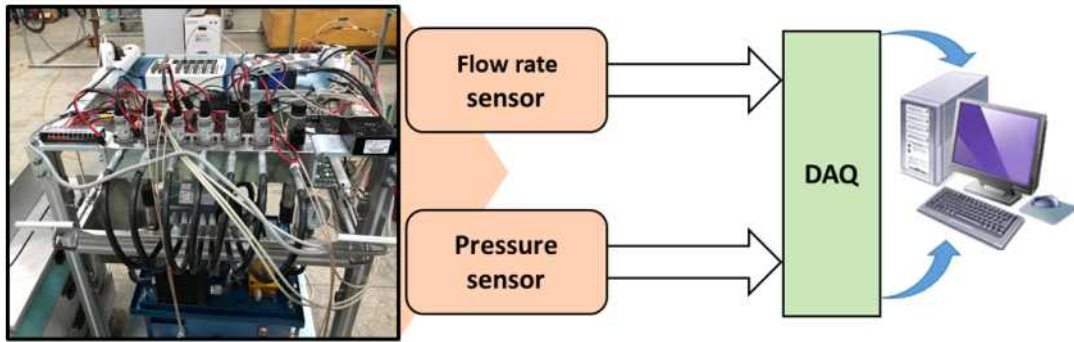
: 워크벤치 테스트의 입력조건으로 전류 신호를 비례제어밸브에 입력할 수 있도록 최대 2,000 mA의 전류 인가가 가능한 컨트롤러를 별도로 구성함



<워크벤치 테스트를 위해 구성한 비례제어밸브(좌) 및 컨트롤러(우)>

(나) 워크벤치 데이터 계측시스템

: 비례제어밸브에 전류 신호를 인가함에 따라 실시간으로 워크벤치의 유압 및 유량 데이터를 측정 및 저장할 수 있도록 계측시스템을 구성함



<워크벤치를 이용한 데이터 계측시스템 구성도>

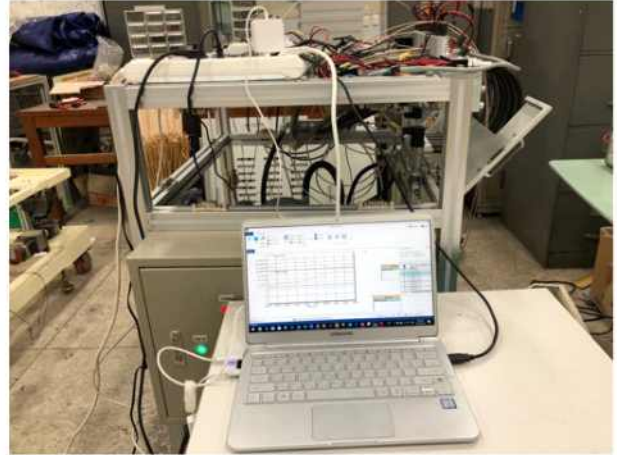
: 압력 및 유량 센서로부터 측정된 데이터는 NI 社의 USB-6259 DAQ(Data acquisition system)를 이용하여 계측하였으며, 상세 제원은 아래와 같음

표 247. 워크벤치 계측시스템 DAQ 제원

Sensors	Parameters	Specifications
DAQ	Company, Country	National Instruments, USA
	Model	USB 6259
	Number of channels	16 differential or 32 single ended
	Sample rate (Single channel)	1.25 MS/s
	Timing resolution	50 ns
	Timingaccuracy	50 ppm of sample rate

: 계측된 데이터는 LabVIEW(Ver2017, National Instrument, USA)를 통해 캘리브레이션 및 로깅할 수 있도록 프로그램을 구성하였음

: 유압 및 유량 데이터는 LabVIEW 프로그램 실행 시 DAQ통해 계측되어 캘리브레이션 결과값이 Excel 파일로 PC에 저장됨

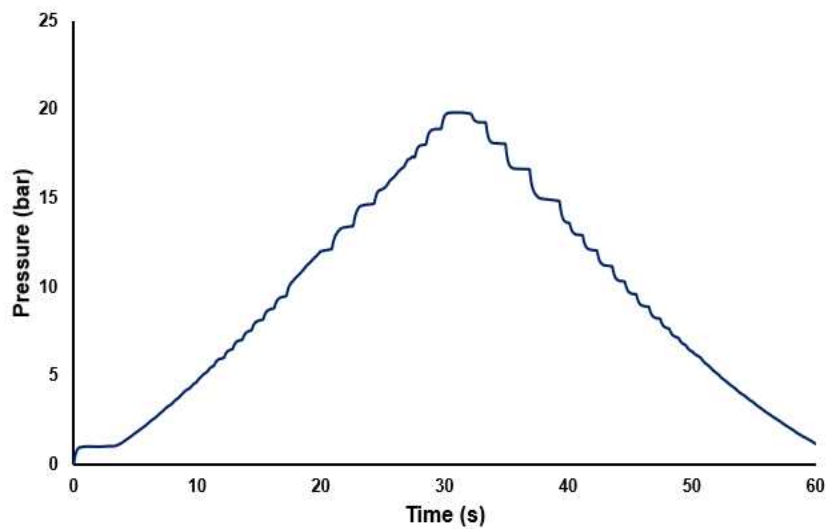


<워크벤치 데이터 계측 시스템(좌) 및 LabVIEW를 이용한 실시간 데이터 계측(우)>

(2) 워크벤치 테스트 결과

(가) 유압 데이터

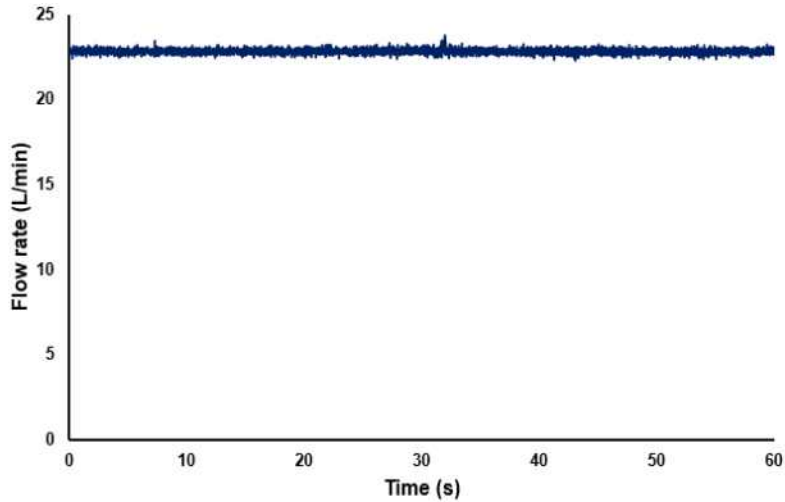
: 워크벤치의 압력 센서를 통해 유압 측정 결과, 시뮬레이션 해석 결과와 유사하게 입력 전류값에 비례하여 증가 및 감소하는 것으로 나타났으며, 압력의 최대값, 평균값(표준편차)은 각각 19.8 bar, 9.5(± 5.93) bar로 나타남



<비례제어밸브 압력 워크벤치 시험 결과>

(나) 유량 데이터

: 워크벤치의 비례제어밸브로 입력되는 유량 측정 결과, 유량은 22~23 L/min의 범위에서 오실레이션하는 것으로 나타났으며, 유량의 최대값, 평균값(표준편차)은 각각 23.8 L/min, 22.8(± 0.05) L/min으로 나타남



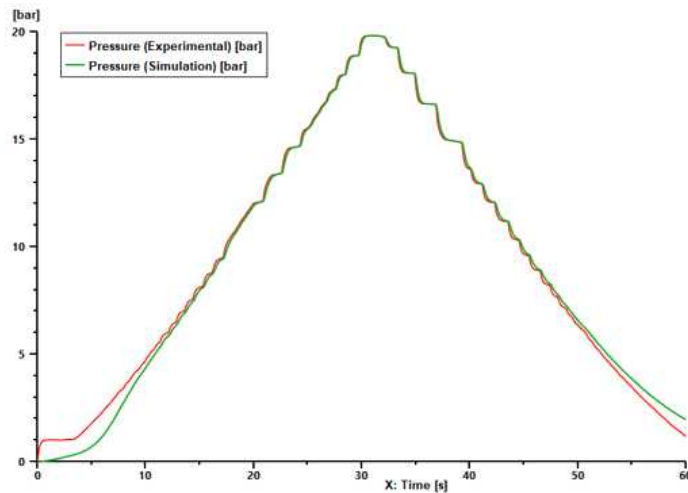
<비례제어밸브 유량 워크벤치 시험 결과>

(3) 시뮬레이션 및 워크벤치 데이터 비교를 통한 전자제어기술 최적화

(가) 전류에 따른 비례제어밸브 압력 데이터

: 비례제어밸브로부터 발생한 압력값의 시뮬레이션 결과와 워크벤치로부터 측정한 데이터를 비교한 결과, 압력의 최대값은 동일하게 19.8 bar로 나타났으며 두 결과 그래프 모두 유사한 개형을 가지는 것으로 나타남

: 압력의 최대값은 비례제어밸브의 제원을 입력하였기 때문에 유사한 결과가 나타난 것으로 판단되며, 두 결과데이터는 약 10 sec부터 50 sec까지 오실레이션이 발생하는 것으로 나타남

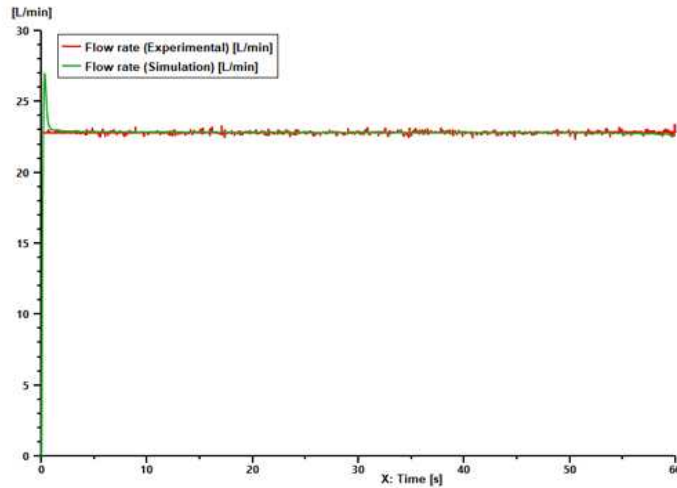


<비례제어밸브 유압 데이터 비교 그래프>

(나) 전류에 따른 비례제어밸브 유량 데이터

: 비례제어밸브로 입력되는 유량값의 시뮬레이션 결과와 워크벤치로부터 측정한 데이터를 비교한 결과, 유량의 최대값은 각각 26.8 L/min, 23.8 L/min으로 나타남

: 유량의 초기값은 시뮬레이션 해석 그래프에서 약 27 L/min으로 나타나며, 이후 두 결과 모두 평균값은 22.8 L/min으로 나타남



<비례제어밸브 유량 데이터 비교 그래프>

(다) 시뮬레이션 및 워크벤치 데이터 분석 결과

: 시뮬레이션 해석 결과와 워크벤치 테스트 데이터를 비교한 결과, 최대 유량은 시뮬레이션과 워크벤치 테스트에서 각각 26.8, 23.8 L/min으로 나타남에 따라 오차율은 약 11.2%로 계산되었으며, 최대 유압은 시뮬레이션과 워크벤치 테스트에서 모두 19.8 bar로 동일하게 나타남

표 248. 시뮬레이션 및 워크벤치 데이터 비교

Methods	Parameters	Flow rate (L/min)	Pressure (bar)
Simulation	Maximum	26.8	19.8
	Avg.±Std.Dev.	22.8±0.94	9.4±6.05
Workbench experiment	Maximum	23.8	19.8
	Avg.±Std.Dev.	22.8±0.05	9.5±5.93

2) 다양한 작업에 대한 분석결과를 토대로 최적의 전자유압 시스템 모델 개발

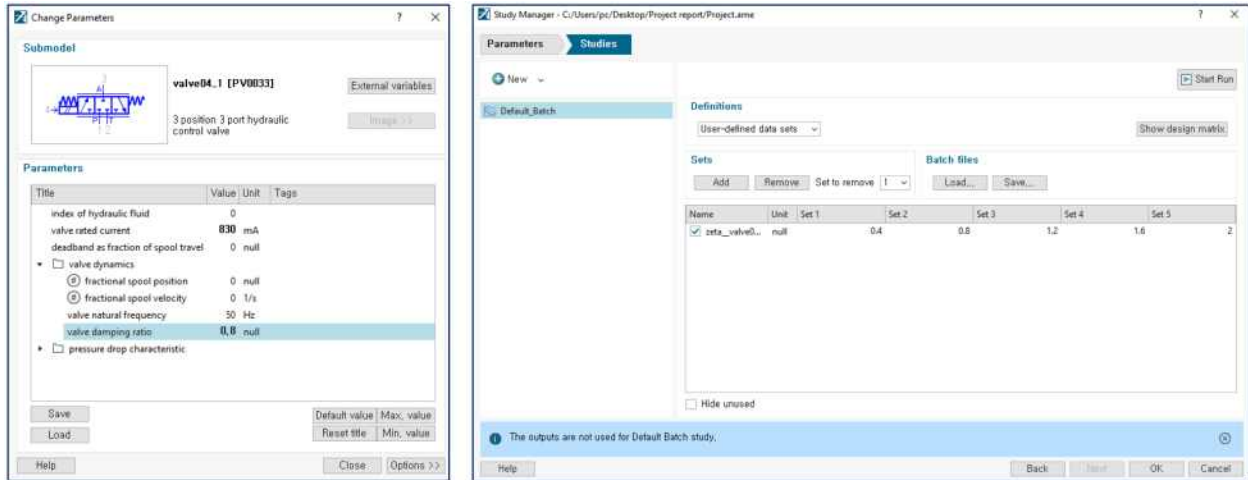
가) 시뮬레이션 모델을 이용한 밸브 개선

(1) 댐핑 계수 튜닝

(가) 다중 조건 해석을 통한 댐핑 계수 최적화

: 시뮬레이션 해석결과, 압력값이 약 10 sec 이후부터 오실레이션이 발생하는 것으로 나타났으며 이를 개선하기 위해 비례제어밸브 모델의 valve damping ratio 값의 최적화를 수행함

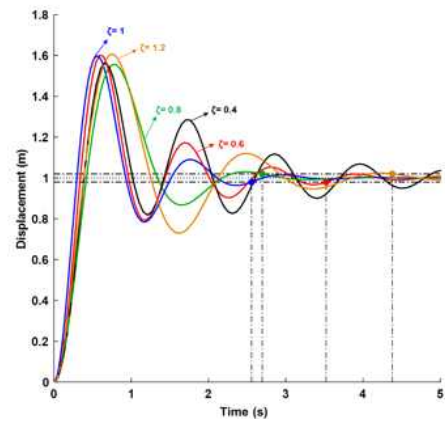
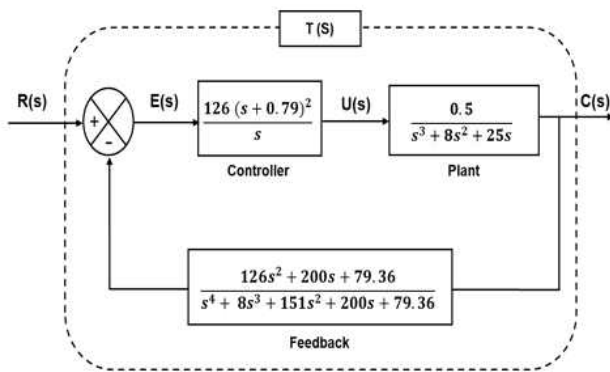
: 시뮬레이션 모델은 Batch 파라미터를 이용해 다중 조건에서 해석하였으며, 밸브 제원의 최적화를 통해 대성나찌 社의 밸브 개발에 활용할 수 있도록 하였음



<비례제어밸브 파라미터(좌) 및 Batch 파라미터를 시뮬레이션 윈도우(우)>

(나) 시뮬레이션 해석을 통한 댐핑 계수 선정

- : Damping ratio의 범위는 제어 알고리즘에 따른 시뮬레이션 결과에 따라 선정되었으며, 시뮬레이션 결과는 overshoot와 settling time를 고려하였음
- : Settling time은 이양 작업을 위해 3 sec 미만이 되는 damping ratio를 기준이 되는 값으로 선정하였으며, 최소의 overshoot를 가지는 값으로 선정하였음
- : Damping ratio가 0.8일 경우 settling time은 약 2.8 sec이며 overshoot는 57%의 최소값을 가지는 것으로 나타남에 따라 밸브 모델의 최적값으로 판단됨



<비례제어밸브 제어 알고리즘(좌) 및 Damping ratio에 따른 응답 곡선(우)>

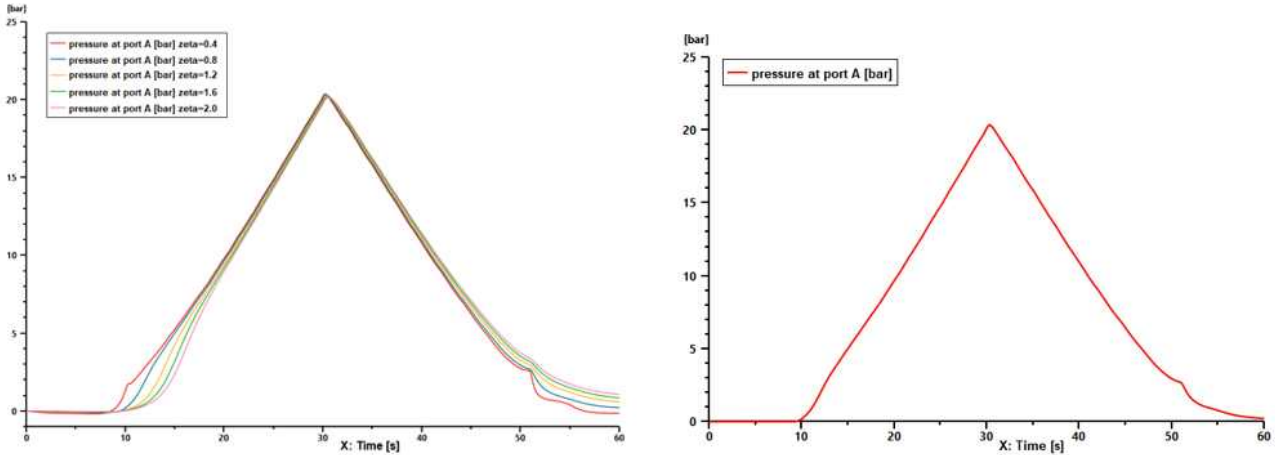
(2) 모델 개선에 따른 압력데이터 안정화

(가) 댐핑 계수 튜닝에 따른 안정화

- : Damping ratio를 비례제어밸브 모델에 반영하여 시뮬레이션을 수행하였으며, batch parameter를 통해 선정한 damping ratio와 비교하였음

: 시뮬레이션 결과, Damping ratio는 1.2 이상으로 커질수록 비례제어밸브의 응답 시간이 늘어났으며, 0.4일 경우 초기에 밸브 압력이 음수로 나타나며 제어가 되지 않는 것으로 나타남

: Damping ratio를 0.8로 선정함에 따라 비례제어밸브 압력 곡선 전 구간에서 오실레이션이 감소하였을 뿐만아니라 밸브의 반응시간 및 압력제어 성능 또한 개선된 것으로 나타남

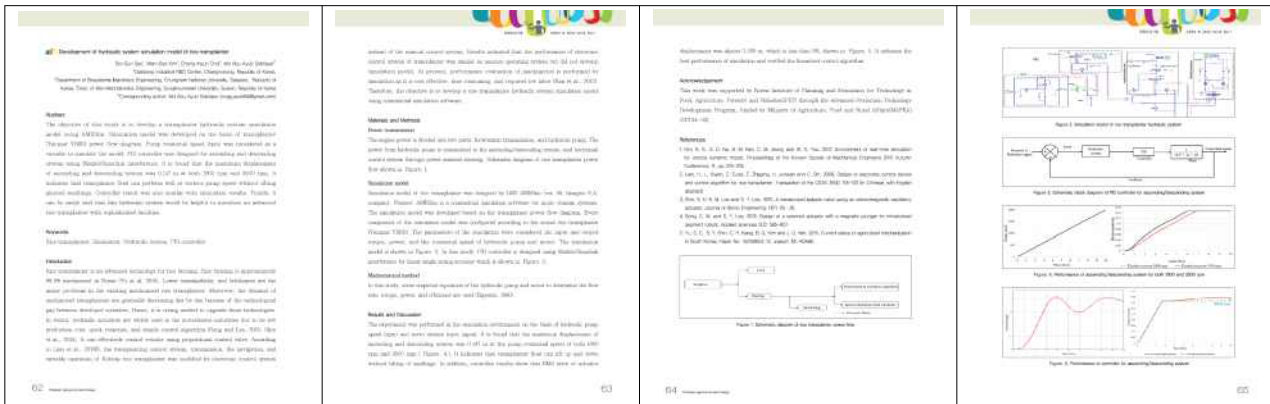


<비례제어밸브 damping ratio 최적화 시뮬레이션(좌) 및 최적화 결과 그래프(우)>

3. 연구성과

3-1. 국내외 논문 게재

No	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)	게재일	등록번호
1	AMESim을 이용한 농업용 트랙터의 변속충격 시뮬레이션	정밀농업기술지	김상욱	5	대한민국	(사)한국정밀농업학회	비SCI	2017. 11. 24	2383-9880
2	Development of hydraulic system model of rice transplanter PID Control	정밀농업기술지	서보근	6	대한민국	(사)한국정밀농업학회	비SCI	2018. 06. 24	2383-9880
3	Algorithm Based on Hydraulic Oil Viscosity for the Proportional Valve of the Planting Depth Control System	Agriculture	Md Abu Ayub Siddique	-	Switzerland	MDPI AG	SCI	Under review	2077-0472



<국내 논문 게재 증빙자료 NO2>

Manuscript Status

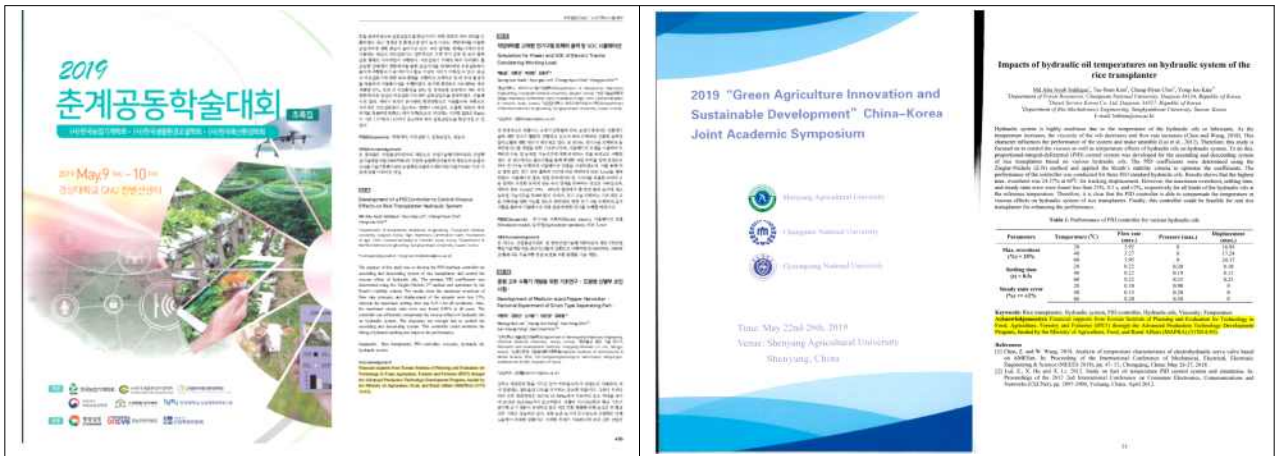
Incomplete submissions (0) | Under processing (1) | Website Online (0) | Rejected / Withdrawn (0)

Manuscript ID	Journal	Section / Special Issue	Title	Status	Submission Date
agriculture-710113	Agriculture		PID Control Algorithm Based on Hydraulic Oil Viscosity for the Proportional Valve of the Planting Depth Control System	Under review	2020-01-17 03:35:50

<국내 논문 게재 증빙자료 NO3>

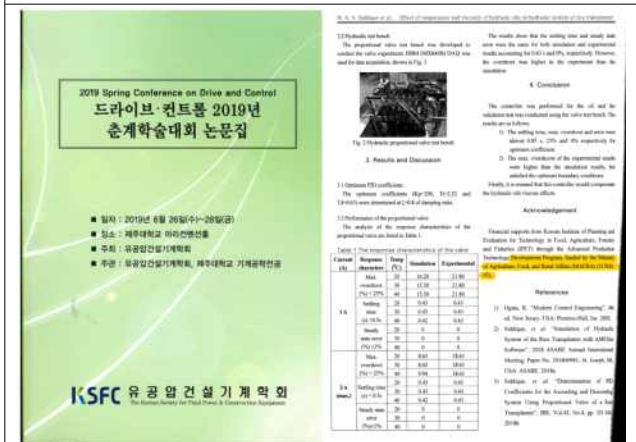
3-2. 국내 및 국제학술회의 발표

No	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	한국농업기계학회 2019년 춘계 학술대회	Md Abu Ayub Sddique	'19.05.09	진주	대한민국
2	2019 "Green Agriculture Innovation and Sustainable Development" China-Korea Joint Academic Symposium	Md Abu Ayub Sddique	'19.05.24	심양농업대학	중국
3	드라이브·컨트롤 2019년 춘계 학술대회 논문집	Md Abu Ayub Sddique	'19.06.26	제주대학교	대한민국



<학술발표 증빙자료 NO1>

<학술발표 증빙자료 NO2>



<학술발표 증빙자료 NO3>

3-3. 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품증, 프로그램)

No	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1	자율주행 트랙터의 경심 제어장치	대한민국	충남대학교산학협력단	'19.09.16	10-2019-0113572	충남대학교산학협력단	'19.11.14	10-2046819-0000	100%

3-4. 국외출장(학술대회 참석)

학회명 : 2019 ASABE Annual International meeting (Boston Marriott Copley Place, Boston, Massachusetts 02116)

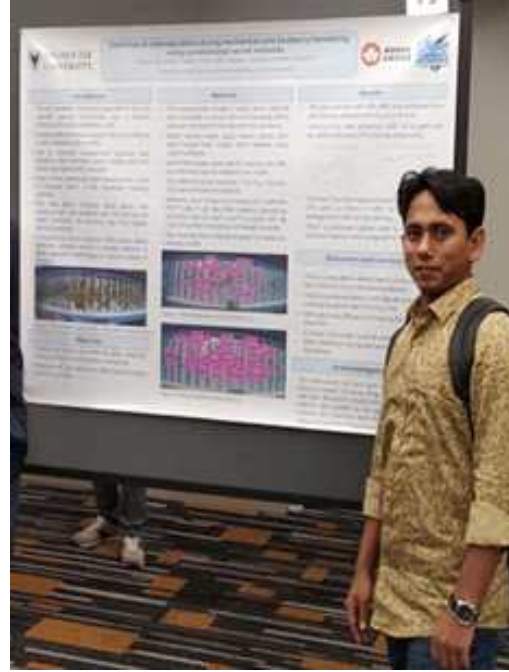
참석기간 : 2019.07.07. ~ 2019.07.14.



<학회참석 증빙자료 NO1>



<학회참석 증빙자료 NO2>



<학회참석 증빙자료 NO3>

5. 전자비례제어밸브 신뢰성 평가

가. 신뢰성 평가 방법

1) 성능 평가 방법

(1) 작동입력시작 전류범위 시험 방법

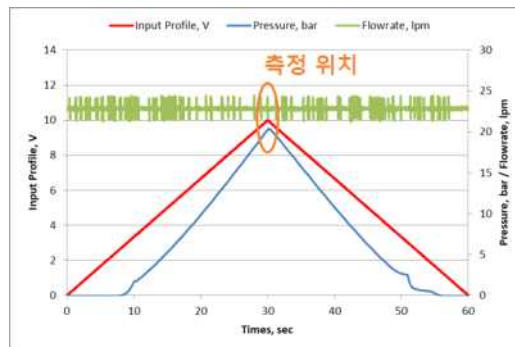
- 입력 전류를 0 ~ 10 V(0 ~ 800 mA)까지 30초 동안 증가
- 제어 압력 변동이 시작되는 시점(0.2 bar)의 전류 값을 측정



<작동입력시작 전류범위 시험 측정 방법 >

(2) 제어유량범위, 제어압력범위 시험 방법

- 최대 입력 전류 800 mA(10 V 기준)에서의 제어 유량과 제어 압력을 측정

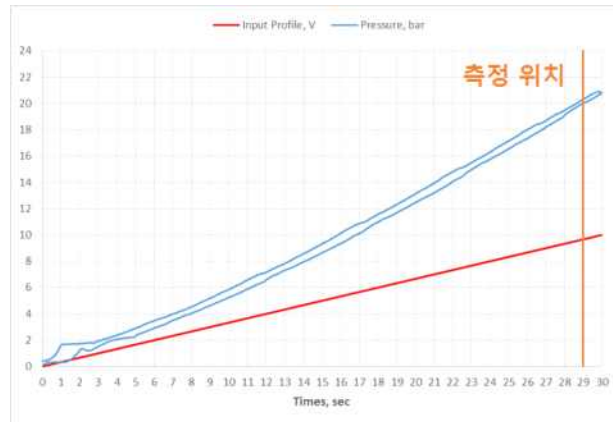


<제어유량범위, 제어압력범위 시험 측정 방법>

(3) 제어압력 Hysteresis 시험 방법

- 최대 입력 전류 800 mA(10 V 기준)까지 증가시키면서 입력 전류의 90%(720 mA)에서 제어압력을 측정
- 최대 입력 전류 800 mA 값까지 도달한 뒤 전류를 감소시키면서 입력 전류의 90%(720 mA)에서 제어압력을 측정

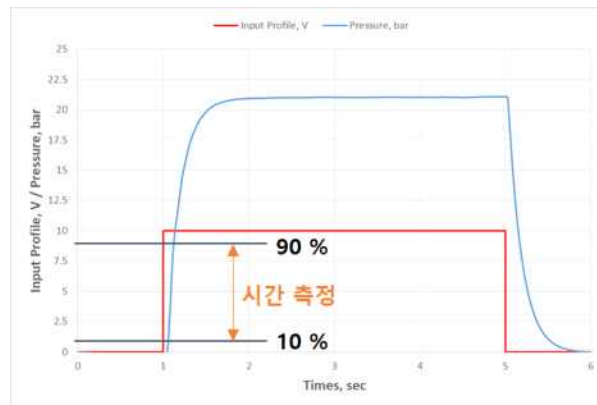
- 입력 전류의 상승과 하강 시 측정한 압력 결과를 이용하여 히스테리시스 계산



<Hysteresis 시험 측정 방법>

(4) 제어응답성 시험 방법

- 시험 압력은 최고 압력으로 하고, Step 신호 인가 후 제어량이 그 최종 변화량의 10~90%로 변화하는 상승시간을 측정



<제어응답성 시험 측정 방법>

2) 신뢰성 평가 방법

- 시험을 위한 무고장시험시간을 산출함
- 형상 모수는 비례제어밸브에 사용되는 1.4를 사용하였고, 신뢰수준은 농기계 분야에서 적용되는 신뢰수준인 60 %를 사용함
- 목표 수명 1000 시간을 보장하기 위한 무고장 합격 기준을 만족하는 시험 시간은 아래와 같음

▶ 무고장 시험시간 및 밸브 시험 사이클

보증 수명 (B_{100p})	1,000 hr
신뢰성 척도	B10
형상모수 (β)	1.4
시험 샘플 수	2
신뢰수준 결정	60%

$$(\text{무고장 시험 시간}) t_n = B_{100p} \cdot \left[\frac{\ln(1 - CL)}{n \cdot \ln(1 - p)} \right]^{\frac{1}{\beta}} = 2857.2 \text{ hr}$$

$$\text{밸브 내구시험 요구사이클} = 2857.2 * 1664 = \mathbf{4,753,750 \text{ cycle}}$$

- T_n : 무고장 시험 시간
- Bp : 보증 수명
- CL : 신뢰 수준(confidence level)
- n : 시험 중인 전체 아이템의 개수(시료수)
- p : 불신뢰도(B_{10} 수명이면 $p = 0.1$)
- β : 형상 모수

- 무고장가속수명 시험 코드 개발은 제어용 밸브임을 고려하여 Frequency만을 가속인자로 선정하여 개발함

표 255 무고장 가속수명 시험 시간 산출표

밸브 작동 속도	5.0 Hz
시간당 작동사이클	18,000 Cycle/hr
요구 사이클	4,753,750 Cycle
가속시험 시간	264.1 hr
총 시험 시간(가속시험시간 x 샘플 수)	528.2 hr

- 전자비례제어밸브 신뢰성 시험 방법과 평가방법은 아래와 같음

* 시험대상 밸브의 수량 = 2개

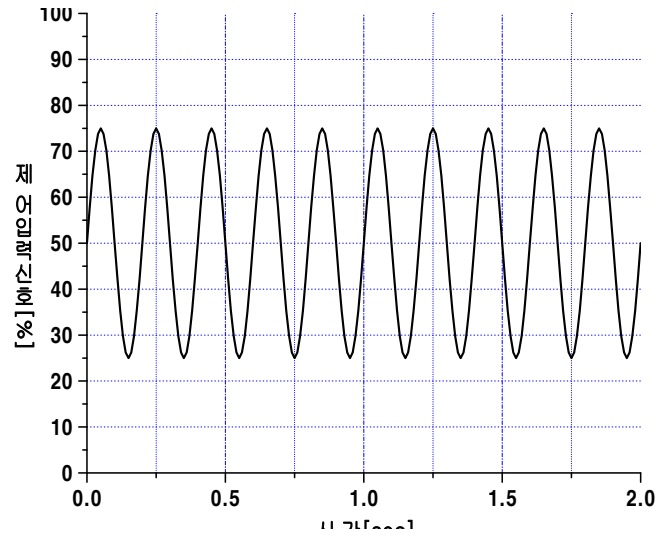
* 작동조건 : ㉠ 작동유 : ISO VG 46 상당 ㉡ 오일온도 : $50 \pm 2^\circ\text{C}$

* 시험방법 :

- ㉠ 수명 시험은 최대제어압력 신호의 50%를 중심으로 $\pm 25\%$ 의 진폭과 5Hz주파수의 정현파를 반복 인가하여 시험을 수행
- ㉡ 수명시험에서 성능체크는 성능시험의 전체 시험 회수의 25, 50, 75, 100%에 해당하는 회수마다 4회에 걸쳐 실시함

* Pass/Fail 판단기준 : 목표 cycle까지 고장 없이 작동하고 성능시험 평가기준을 만족해야함

- 평가 시험은 최대 제어압력 신호의 50 %를 중심으로 ± 25 %의 진폭과 5 Hz 주파수의 정현파로 시험을 수행



<신뢰성 평가 시험 방법>

나. B/M 제품 신뢰성 평가

1) B/M 제품 신뢰성 시험 결과

- B/M 제품의 신뢰성 평가를 수행하기 위하여 개발 제품의 무고장가속수명시험 조건으로 신뢰성 시험을 수행하고 평가함
- B/M 제품의 수명 시험 성공 여부는 밸브 개발 제품과의 밸브 특성 및 작동 조건이 다르므로 수명 시험의 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %에서 제어입력특성 및 제어응답성 시험 결과로 성공여부를 판단함



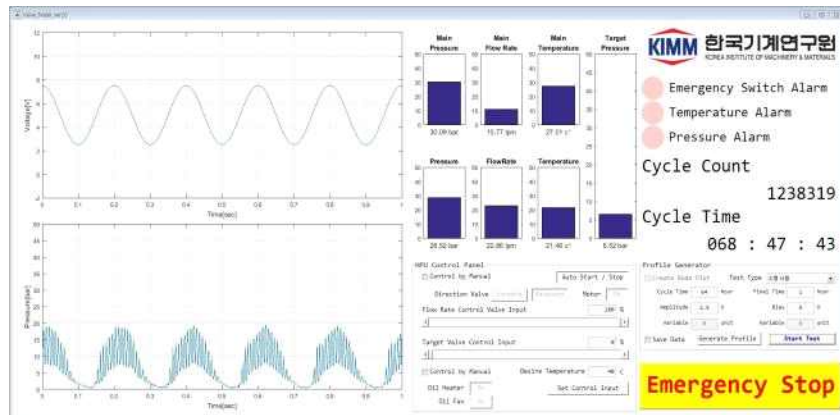
<B/M 전자비례제어밸브>

2) 시험 결과

- 밸브 초기 제어압력 Hysteresis 결과는 1.74 %, 제어응답성은 1.333 ms로 정량적 목표 성능을 모두 만족함
- 수명 시험 약 26% 진행 중 밸브 이상(채터링 현상)으로 밸브 고장으로 판단하여 시험을 종료함

수명시험	Test cycle	실제 시험 cycle	시험	작동압력	제어	제어	제어	제어	시험결과
				시작 범위	유량범위	압력범위	압력 Hysteresis	응답성	
				정량적 목표 170 ~ 230 [mA]	정량적 목표 13 이상 [lpm]	정량적 목표 20 이상 [bar]	정량적 목표 4 이내 [%]	정량적 목표 10 이하 [ms]	
0%	0	0	1차				0.62	2	PASS
			2차	비교불가	비교불가	비교불가	0.85	1	
			3차	비교불가	비교불가	비교불가	3.74	1	
			평균				1.74	1.333	
25%	1,188,437.50	1,188,445	1차				1.71	2	PASS
			2차	비교불가	비교불가	비교불가	2.98	1	
			3차	비교불가	비교불가	비교불가	0.36	1	
			평균				1.74	1.333	
50%	2,376,875		1차						Fail
			2차	비교불가	비교불가	비교불가			
			3차	비교불가	비교불가	비교불가			
			평균						
75%	3,565,312.50		1차						Fail
			2차	비교불가	비교불가	비교불가			
			3차	비교불가	비교불가	비교불가			
			평균				1.74	1.333	
100%	4,753,750		1차						Fail
			2차	비교불가	비교불가	비교불가			
			3차	비교불가	비교불가	비교불가			
			평균				1.74	1.333	

<BM 밸브 신뢰성 평가 결과>



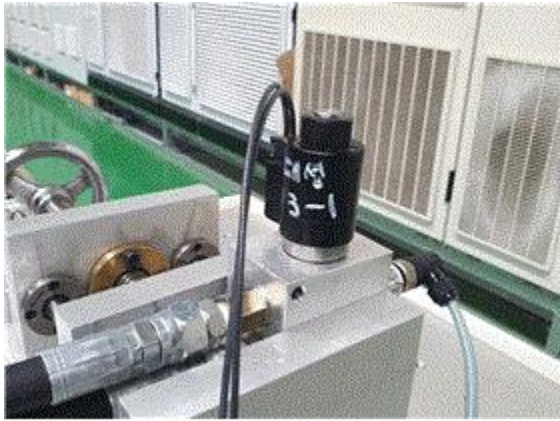
<BM 밸브 수명 시험 중 채터링 발생>



<BM 밸브 성능 시험 채터링 발생>

다. 개발 제품 신뢰성 평가

1) 성능 시험 결과



<전자비례제어밸브 시제품(좌 : 1번 / 우: 2번)>

(1) 작동입력시작 전류범위 시험 결과

- 작동입력시작 범위는 평균 189.216 mA로 목표 범위인 170 mA ~ 230 mA 조건에 만족하는 것을 확인함

표 256 작동입력시작 전류범위 시험 결과

Case No.	Time	입력 전압	전류	전류
	[sec]	[V]	[A]	[mA]
1차	8.696	2.899	0.193	192.753
2차	8.506	2.835	0.188	188.086
3차	8.497	2.832	0.187	186.810
4차	8.758	2.919	0.198	198.446
			평균	189.216

(2) 제어유량범위, 제어압력범위 시험 결과

- 제어유량범위 및 제어압력 범위는 평균 23.184 lpm 및 20.221 bar로 목표인 20 lpm, 20 bar 이상 조건을 만족함

표 257 제어유압범위, 제어압력범위 시험 결과

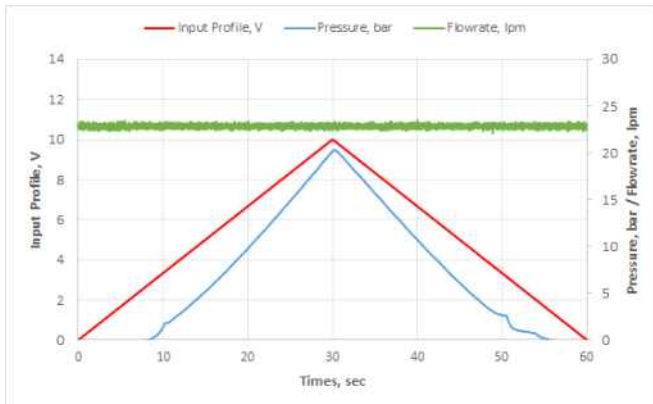
Case No.	Time	입력 전압	실작동 전압	유량	압력	전류	전류
	[sec]	[V]	[V]	[lpm]	[bar]	[A]	[mA]
1차	30.000	10.000	10.005	24.223	20.258	0.793	792.583
2차	30.000	10.000	9.998	22.844	20.254	0.793	793.000
3차	30.000	10.000	9.996	22.834	20.212	0.791	791.355
4차	30.000	10.000	9.981	22.834	20.162	0.794	794.068
평균				23.184	20.221		

(3) 제어압력 Hysteresis 시험 결과

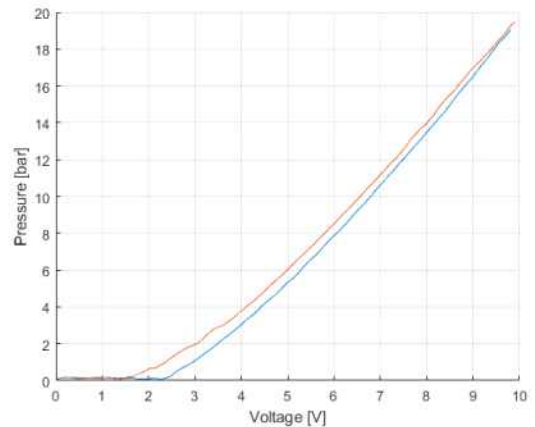
- 제어압력 Hysteresis 결과는 3.556 %로 정량적 목표인 4 % 이내로 만족함

표 258 제어압력 Hysteresis 시험 측정 결과

Case No.		Time	입력 전압	실작동 전압	압력	전류	전류	오차	히스테리시스
		[sec]	[V]	[V]	[bar]	[A]	[mA]	[bar]	[%]
1차	상승 90%	27.000	9.000	8.994	17.044	0.708	707.834	-0.71	3.53
	하강 90%	33.000	9.000	8.997	17.750	0.718	717.766		
2차	상승 90%	27.000	9.000	9.003	17.027	0.709	708.877	-0.76	3.78
	하강 90%	33.000	9.000	8.984	17.783	0.720	720.179		
3차	상승 90%	27.000	9.000	8.998	17.020	0.708	708.099	-0.69	3.43
	하강 90%	33.000	9.000	8.996	17.706	0.718	717.961		
4차	상승 90%	27.000	9.000	8.998	16.963	0.711	710.503	-0.74	3.68
	하강 90%	33.000	9.000	8.987	17.700	0.722	721.524		
평균								3.556	



<초기 성능 시험 (전류범위, 유량, 압력)>



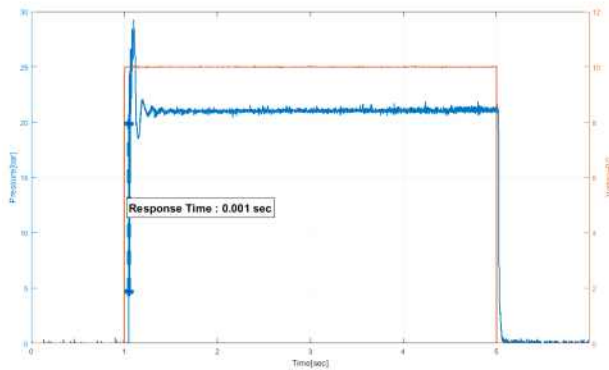
<초기 성능 시험 (Hysteresis)>

(4) 제어응답성 시험 결과

- 제어응답성은 1.25 ms로 정량적 목표인 10 ms 이내의 성능을 만족함

표 259 제어응답성 시험 측정 결과

Case No.	시간
	[ms]
1차	1
2차	2
3차	1
4차	1
평균	1.250



<초기 성능 시험 (제어응답성)>

2) 신뢰성 시험 결과

- 밸브 수명은 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %에서 정량적 항목을 모두 만족하는 것을 확인함

수명시험	Test cycle	실제 시험 cycle	시험	작동일력	제어	제어	제어	제어	시험결과
				시작 범위	유량범위	압력범위	압력 Hysteresis	응답성	
				정량적 목표	정량적 목표	정량적 목표	정량적 목표	정량적 목표	
0%	0	0	1차	192.753	24.223	20.258	3.530	1.000	PASS
			2차	188.086	22.844	20.254	3.780	2.000	
			3차	186.810	22.834	20.212	3.430	1.000	
			4차	198.446	22.834	20.162	3.680	1.000	
			평균	189.216	23.184	20.221	3.556	1.250	
25%	1,188,437.50	1,188,400	1차	179.322	22.832	20.297	3.270	7.000	PASS
			2차	175.339	22.839	20.260	3.570	9.000	
			3차	175.881	22.846	20.269	3.680	6.000	
			4차	174.859	22.890	20.236	3.560	7.000	
			평균	176.847	22.851	20.266	3.619	7.250	
50%	2,376,875	2,394,905	1차	171.875	21.865	20.335	3.320	5.000	PASS
			2차	172.618	24.097	20.304	3.410	6.000	
			3차	172.215	22.819	20.371	3.250	5.000	
			4차	170.859	21.532	20.311	3.490	5.000	
			평균	172.236	22.528	20.330	3.370	5.250	
75%	3,565,312.50	3,565,320	1차	179.237	23.402	20.313	3.880	4.000	PASS
			2차	177.626	24.114	20.202	3.560	5.000	
			3차	178.878	25.431	20.235	3.500	4.000	
			4차	178.728	21.711	20.292	3.910	7.000	
			평균	178.580	23.664	20.261	3.706	5.000	
100%	4,753,750	4,754,105	1차	183.205	22.841	20.242	3.460	4.000	PASS
			2차	182.824	22.822	20.266	3.710	3.000	
			3차	183.172	22.815	20.270	3.710	4.000	
			4차	183.569	22.858	20.231	3.570	4.000	
			평균	183.067	22.834	20.252	3.644	3.750	

<개발 밸브 신뢰성 평가 결과>

2.4. 연구개발 성과 결과


1) 연구 개발 성과(1,2,3차년도 총괄 현황)

가) 기술개발의 평가 방법

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기 타 (타 연구 활용 등)
	특 허 출원	특 허 등록	품 종 등록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표	정 책 활 용			홍 보 전 시		
												SC I	비 SC I						논 문 평 균 IF	
단위	건	건	건	건	만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	15	20		20				15					15	15						
최종목표	3	3		2				2			1	2	6	6						
1 차 연 도	목 표							2				1	2	2						
	실 적							2				1	2	2						
2 차 연 도	목 표	3										1	2	2						
	실 적	3	1									1	2	2						
3 차 연 도	목 표		3	2							1		2	2						
	실 적		3	3							1		2	2						
소 계	목 표	3	3	2				2			1	2	6	6						
	실 적	4	4	3				2			1	2	6	6						

○ 과제 종료 후 기술개발의 평가 방법

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인 력 양 성	정책 활용-홍보		기 타 (타 연 구 활 용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		논 문 평 균 IF	학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SC I	비 SC I							
단위	건	건	건	건	만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	10	15				15	20	10						10	10		10			
최종목표	2	2				2	180,000	120,000			1	1	1	2	2		3			
종료 1차연도 (2020년)	2					2	46,200	29,000			1	1	1	1	1		1			
종료 2차연도 (2021년)		2					62,100	40,000						1	1		1			
종료 3차연도 (2022년)							72,000	51,000									1			
소 계	2	2				2	180,300	120,000			1	1	1	2	2		3			

3	승용이앙기의 엔진 자동제어 장치 및 이를 포함하는 승용이앙기	10-2040214	'19.10.29	
4	이식부의 위치 조절이 가능한 모종 이식기	10-1869462	'18.06.14	

(3) 기술이전 2건:기술료 감면 신청서 통보 완료(기술료 납부 예정:3/10한)

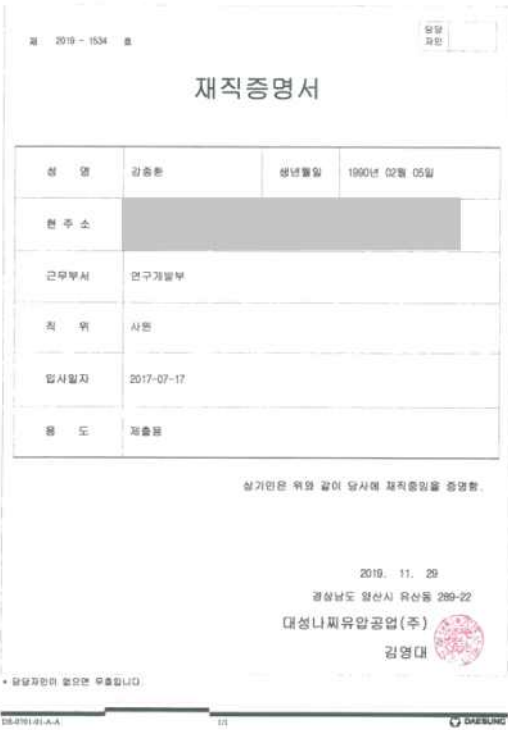

NO	기술실시명	기술 대상 기관	비고
1	농업기계의 전자제어 장치 품질 고도화 기술 개발	대동공업	
2	전자비례제어밸브를 활용을 통한 유량제어 밸브 개발	대성나찌	
3	농업기계의 전자제어 시스템 개발	네이스코	

기술실시보고서_대동공업	기술실시보고서_대성나찌	기술실시보고서_네이스코
<p>[별지 2의2]</p> <p>기술실시보고서</p> <p>(인쇄: 4쪽)</p> <p>국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제22조 제2항에 따라 위와 같이 기술실시계획이 책정되었음을 보고합니다.</p> <p>붙임 1. 기술실시계획서: 1부(14페이지) 기술이전서,</p> <p>2. 실적관리권을 포함하는 기술이전서: 1부, 해당 증명서(복합) 등: 1부, 출원권(복합) 등: 1부 (14페이지) 기술이전서,</p> <p>3. 연구개발과제명서: 1부(14페이지) 기술이전서.</p> <p>2019년 12월 30일 주관연구기관: 대동공업의 대표 [인] 김민호 동립식물기술기획평가원장 귀하</p>	<p>[별지 2의2]</p> <p>기술실시보고서</p> <p>(인쇄: 4쪽)</p> <p>국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제22조 제2항에 따라 위와 같이 기술실시계획이 책정되었음을 보고합니다.</p> <p>붙임 1. 기술실시계획서: 1부(14페이지) 기술이전서,</p> <p>2. 실적관리권을 포함하는 기술이전서: 1부, 해당 증명서(복합) 등: 1부, 출원권(복합) 등: 1부 (14페이지) 기술이전서,</p> <p>3. 연구개발과제명서: 1부(14페이지) 기술이전서.</p> <p>2019년 12월 31일 주관연구기관: 대성공업의 대표 [인] 최영호 동립식물기술기획평가원장 귀하</p>	<p>[별지 2의2]</p> <p>기술실시보고서</p> <p>(인쇄: 4쪽)</p> <p>국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제22조 제2항에 따라 위와 같이 기술실시계획이 책정되었음을 보고합니다.</p> <p>붙임 1. 기술실시계획서: 1부(14페이지) 기술이전서,</p> <p>2. 실적관리권을 포함하는 기술이전서: 1부, 해당 증명서(복합) 등: 1부, 출원권(복합) 등: 1부 (14페이지) 기술이전서,</p> <p>3. 연구개발과제명서: 1부(14페이지) 기술이전서.</p> <p>2019년 12월 30일 주관연구기관: 네이스코의 대표 [인] 김민호 동립식물기술기획평가원장 귀하</p>

(4) 고용창출 2명



NO	고용인력	고용 기관명	고용형태	고용창출일
1	강종환	대성나찌유압공업(주)	정규직	'17.07.17
2	이준엽	대성나찌유압공업(주)	정규직	'18.04.26

<재직증명서>

 <p>재직증명서</p> <table border="1"> <tr> <td>성명</td> <td>강종환</td> <td>생년월일</td> <td>1990년 02월 05일</td> </tr> <tr> <td>현주소</td> <td colspan="3">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>근무부서</td> <td colspan="3">연구개발부</td> </tr> <tr> <td>직위</td> <td colspan="3">사원</td> </tr> <tr> <td>입사일자</td> <td colspan="3">2017-07-17</td> </tr> <tr> <td>품도</td> <td colspan="3">재출품</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">상기인은 위와 같이 당사에 재직증명을 증명함.</p> <p style="text-align: center;">2019. 11. 29 경상남도 양산시 유산동 289-22 대성나찌유압공업(주) 김영대</p>		성명	강종환	생년월일	1990년 02월 05일	현주소	[Redacted]			근무부서	연구개발부			직위	사원			입사일자	2017-07-17			품도	재출품			 <p>재직증명서</p> <table border="1"> <tr> <td>성명</td> <td>이준엽</td> <td>생년월일</td> <td>1992년 08월 26일</td> </tr> <tr> <td>현주소</td> <td colspan="3">[Redacted]</td> </tr> <tr> <td>근무부서</td> <td colspan="3">연구개발부</td> </tr> <tr> <td>직위</td> <td colspan="3">사원</td> </tr> <tr> <td>입사일자</td> <td colspan="3">2018-04-26</td> </tr> <tr> <td>품도</td> <td colspan="3">재출품</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">상기인은 위와 같이 당사에 재직증명을 증명함.</p> <p style="text-align: center;">2019. 11. 29 경상남도 양산시 유산동 289-22 대성나찌유압공업(주) 김영대</p>		성명	이준엽	생년월일	1992년 08월 26일	현주소	[Redacted]			근무부서	연구개발부			직위	사원			입사일자	2018-04-26			품도	재출품		
성명	강종환	생년월일	1990년 02월 05일																																																
현주소	[Redacted]																																																		
근무부서	연구개발부																																																		
직위	사원																																																		
입사일자	2017-07-17																																																		
품도	재출품																																																		
성명	이준엽	생년월일	1992년 08월 26일																																																
현주소	[Redacted]																																																		
근무부서	연구개발부																																																		
직위	사원																																																		
입사일자	2018-04-26																																																		
품도	재출품																																																		



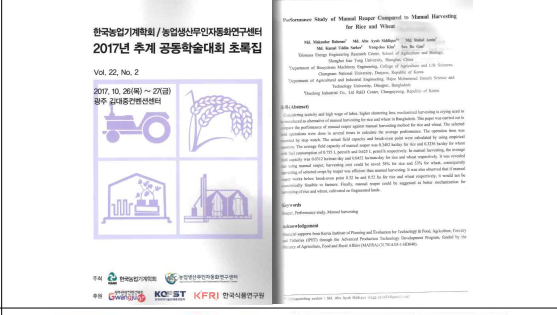



(5) 논문(SCI 1건, 비SCI 2건)

No	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)	게재일	등록번호
1	AMESim을 이용한 농업용 트랙터의 변속충격 시뮬레이션	정밀농업기술지	김상욱	5월	대한민국	(사)한국정밀농업학회	비SCI	'17.11.24	2383-9880
2	Hydraulic system simulation of rice transplanter PID Control	정밀농업기술지	서보근	6월	대한민국	(사)한국정밀농업학회	비SCI	'18.06.24	2383-9880
3	Algorithm Based on Hydraulic Oil Viscosity for the Proportional Valve of the Planting Depth Control System	Agriculture	Md Abu Ayub Siddique	-	Switzerland	MDPI AG	SCI	Under review	2077-0472

NO	논문 증빙자료												
1													
2													
3	<p>Manuscript Status</p> <div data-bbox="359 1124 1332 1288" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Incomplete submissions (0) Under processing (1) Website Online (0) Rejected / Withdrawn (0)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Manuscript ID</th> <th>Journal</th> <th>Section / Special Issue</th> <th>Title</th> <th>Status</th> <th>Submission Date</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>agriculture-710113</td> <td>Agriculture</td> <td></td> <td>PID Control Algorithm Based on Hydraulic Oil Viscosity for the Proportional Valve of the Planting Depth Control System</td> <td>Under review</td> <td>2020-01-17 03:35:50</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p style="text-align: center;"><’20년2월한 등록 예정임></p>	Manuscript ID	Journal	Section / Special Issue	Title	Status	Submission Date	agriculture-710113	Agriculture		PID Control Algorithm Based on Hydraulic Oil Viscosity for the Proportional Valve of the Planting Depth Control System	Under review	2020-01-17 03:35:50
Manuscript ID	Journal	Section / Special Issue	Title	Status	Submission Date								
agriculture-710113	Agriculture		PID Control Algorithm Based on Hydraulic Oil Viscosity for the Proportional Valve of the Planting Depth Control System	Under review	2020-01-17 03:35:50								

(6) 학술발표 6건

NO	회의 명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	AFELISA 2017 International Symposium on Agricultural, Food, Environmental and Life Sciences in Asia, 2017 (The 14th International Joint Symposium between Japan and Korea)	이바울	'17.11.08	Kyusyu	일본
2	한국농업기계학회 2017년 추계학술대회	Ayub Sddique	'17.10.27	광주	대한민국
3	The 9 th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agricultural and Biosystems Engineering (ISMAB 2018)	이바울	'18.05.29	제주도	대한민국
4	한국농업기계학회 2018년 춘계 학술대회	Ayub Sddique	'18.04.12	상주	대한민국
5	한국농업기계학회 2019년 춘계학술대회	Ayub Sddique	'19.05.09	진주	대한민국
6	2019 "Green Agriculture Innovation and Sustainable Development" China-Korea Joint Academic Symposium	Ayub Sddique	'19.05.24	심양농업대학	중국

NO	학술발표 증빙자료	NO	학술발표 증빙자료
1	<p>Sustainable Development of Agriculture in Asia towards the 2020s</p> <p>Abstracts of</p> <p>AFELISA 2017 International Symposium on Agricultural, Food, Environmental and Life Sciences in Asia, 2017 (The 14th International Joint Symposium between Japan and Korea)</p> <p>at Centennial Hall Kyushu University School of Medicine in Fukuoka, Japan</p> <p>November 7-9, 2017</p> <p>Organized by Faculty of Agriculture, Kyushu University (Japan)</p> <p>Co-organized by College of Agriculture & Life Sciences, Daegu National University (Korea)</p> <p>Co-organized by Institute of Agricultural Science, College of Agriculture & Life Sciences, Chonnam National University (Korea)</p> <p>Faculty of Agriculture, Tokai University (Japan)</p> 	4	<p>발표논문: DEVELOPMENT OF REMOTE CONTROL SYSTEM OF THE NEW TRANSPORTATION WITH AMERICAN SOFTWARE</p> <p>2018 발동농기계 동행전시 농업기계 안전사고 2280 대안연구</p> <p>발동농기계 현장 페스티벌</p> <p>(사)한국정밀농업학회 2018년 춘계학술대회 초록집</p> 
2	<p>Proceedings of the ISMA& ASIC 2017 Autumn Conference</p> <p>한국농업기계학회 / 농업생산무인자동화연구센터 2017년 추계 공동학술대회 초록집</p> <p>Vol. 22, No. 2</p> <p>2017. 10. 26(목) ~ 27(금) 광주 김대중컨벤션센터</p> 	5	<p>2019 춘계공동학술대회</p> <p>May 9 ~ 10</p> <p>2019. 5. 9 (목) ~ 10 (금)</p> 
3	<p>The 9th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agricultural and Biosystems Engineering (ISMAB 2018)</p> <p>May 29 - 31, 2018</p> 	6	<p>2019 "Green Agriculture Innovation and Sustainable Development" China-Korea Joint Academic Symposium</p> <p>May 24 - 26, 2019</p> <p>Shenyang, China</p> 

(7) 교육 지도 6건

No	교육과정	교육일정	교육대상	교육 내용	교육 강사	교육 장소	비고
1	농기계 고장 진단 및 구조분석 실무	2017.07.05.~ 07.07	협약업체 직원	-.전기회로 보는 법 -.8조 승용이앙기 회로도 보는 법	최대운	대동공업 훈련원	
2	농기계 고장 진단 및 구조분석 실무	2017.07.24.~ 07.25	협약업체 직원	-.전기회로 보는 법 -.8조 승용이앙기 회로도 보는 법	최대운	대동공업 훈련원	
3	농기계 전장부 교육	2018.07.19	협약업체 직원	-.전기회로 보는 법 -.콤바인 전기 장치	김준업	대동공업 훈련원	
4	농기계 전장부 교육	2018.07.24	협약업체 직원	-.전기회로 보는 법 -.콤바인 전기 장치	김준업	대동공업 훈련원	
5	서비스 교육실시	2019.07.05	협약업체 직원	-.농업기계 유압회로도 보는 법	권용훈	대동공업 훈련원	
6	농기계 고장진단 및 구조분석 실무	2019.07.10	협약업체 직원	-.유압의 기초 -.유압력의 기초	권용훈	대동공업 훈련원	

NO	교육지도 자료	NO	교육지도 자료
1		4	
2		5	
3		6	

나) 국산화율

구 분	계(원)	국 산		수 입	
		가 격 (원)	비 율 (%)	가 격 (원)	비 율 (%)
엔진부	884,174	882,572	99.8	1,536	0.2
본기부	8,876,115	8,806,693	99.2	65,179	0.8
계	9,760,289	9,689,265	99.3	66,715	0.7

※적용환율 : ¥10 = ₩ 98, \$ 1 = ₩1,100, € 1=₩1,280

<수입품 리스트>

구분	NO	품 번	품 명	대개	단가(¥)	금액(¥)	금액(₩)	비고
엔진	1	E5763-13361	TRW AUTOMOT	12	€ 0.1	€ 1.2	1,536	
소 계					0.1(EUR)	1.2(EUR)	1,619	
본	1	P5370-81181	V-BELT(SB40)	1	¥ 655	¥ 655	6,419	
	2	T4144-75952	혼조합	1	€ 2.2	€ 2.2	2,816	
	3	P6470-85731	의자조합	1	\$ 35	\$ 35	38,500	
	4	P6470-23531	더스트 시일	2	¥ 566	¥ 1,132	11,094	
기	5	P6470-23541	U패킹	2	¥ 324	¥ 648	6,350	
소 계							65,179	
합 계							66,715	

다) 사업화 계획

(1) 사업화 성과

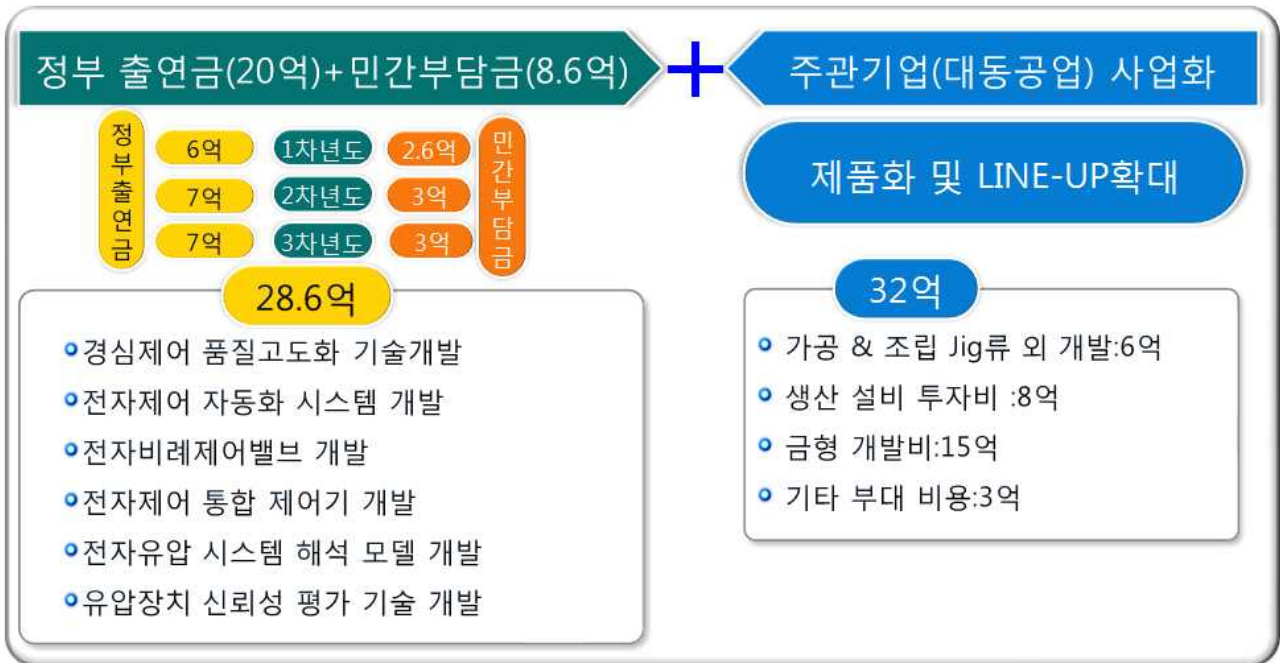
항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	265억원
			향후 3년간 매출(누적)	1,705억원
		관련제품	개발후 현재까지	억원
			향후 3년간 매출	억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 25 % 국외 : - %
			향후 3년간 매출	국내 : 40 % 국외 : 3 %
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 25 % 국외 : - %
			향후 3년간 매출	국내 : 40 % 국외 : 3 %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		2~3위(국내 기준)
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		1위(국내 기준)

(2) 사업화 계획 매출 실적

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	사업화 진행중			
	소요예산(백만원)	2,000			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년 후	5년 후	
		265	765	900	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내	25%	40%	50%
국외		-	3%	5%	
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	-.브레이크 클러치(선회용) 제어용 콤바인 개발 -.파워쉬프트 부변속 클러치 제어 방식 트랙터 개발			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년 후	5년 후	
	수입대체(내수)	-	500	600	
	수 출	-	300	400	

(3) 투자계획

○과제 종료 후 본 과제의 사업화와 제품화를 위해 추가비용 32억원 투입



다) 연구 개발의 산업 기여도

(1) 기술적 성과

○작업부 전자제어는 승용이앙기, 트랙터등 다양한 농업기계에 활용이 가능한 기술로 고도화기술 개발을 통한 품질향상 효과 기대

○전자제어 및 전자비례밸브의 원천 기술 확보로 다양한 농업기계 응용 가능

○산.학.연구기관과의 유기적인 관계로 기술개발과 기술이전, 개선업무를 통해 국내 작업부 전자제어 시스템 업그레이드 시킬 수 있고, 선진국과의 기술격차 완화 가능

○현재의 On/Off Solenoid밸브 대비 전자유압비례제어밸브는 더 높은 수준의 제어를 제공함과 동시에 포장지의 요철, 다양한 토질에 대응하여 작업부의 작업(로타리, 씨레, 이앙 등) 을 더 정밀하게 수행 가능

○본 과제를 통하여 참여기관(대성나찌,네이스코)의 전자비례제어밸브와 전자제어 시스템의 원천 기술 확보로 선진사와의 기술 격차 완화 및 15~25lpm 급의 중유량 제어가 필요한 트랙터, 콤파인 등의 주행제어/위치제어 밸브, 건설장비 등의 제어밸브 및 그 전자제어시스템의 활용과 기타 산업용 Mobility 차량으로의 확대 전개 가능

(2) 경제적, 산업적 성과

○주관기업 대동공업은 수입기대 대체 효과로 연간 300억원 이상의 경제적 효과 발생 예상

- 참여기관인 대성나찌와 네이스코도 핵심부품의 국산화로 연간 약20~30억원의 매출 증대
- 기술력 경쟁력 제고 국내 시장 점유율 확대 및 수출 경쟁력 증대 예상
- 국산 보용품 공급 및 품질 경쟁력으로 농가부담 경감
- 국내 기업의 기술력 인정으로 국가 Brand 이미지 제고
- 작업의 효율과 작업환경 개선으로 농가 수익 증대 기대
- 국내 농기계 제조사의 60마력 ~ 120마력급 트랙터 및 80마력급 이상 콤바인 등의 주행 제어/위치제어밸브의 기본적용이 보편적이며, 각 제어밸브별 최소 2개이상의 단위밸브가 적용되어 제어전자비례제어밸브와 전자제어 시스템의 부품 공용화 및 기술 향상으로 참여기관(대성나찌, 네이스코)의 약 20억원 이상의 매출 증대 및 경쟁력 증대 예상

(3) 사회적 성과

- 농업기계의 기술적 진보로 작업의 편리성 기대
- 고령의 농민에게는 편리성, 젊은 귀농인에게는 국산 Brand의 자부심 고취

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 정량적 목표 항목

항목 (주요성능 Spec ¹⁾)	단위	항목에 서 차지하 는 비중(%)	세계최고 수준 보유국 /보유기업	연구개발 전 국내수준	개발 목표치		평가 방법 ³⁾	
			성능수준	성능수준	3차 년도(최종)			
					목표	실적		
전자비 레벨브	작동 입력시작 전류범위	mA	5	160~240	150~250	170~230	189.2	공공기관 시험
	제어유량 범위	lpm	5	12	12	13이상	23.2	공공기관 시험
	제어 압력 범위	kg/ cm ²	5	20 /HYDRAF ORCE	18	20이상	20.2	공공기관 시험
	제어압력 Hysteresis	%	5	4 /HYDAC	5	4이내	3.6	공공기관 시험
	신뢰성 평가	hr (cycle)	10	-	-	1,000 (4,753,750)	1,000 (4,754,105)	공공기관 시험
	제어 응답성	ms	5	10	15	10	1.25	공공기관 시험
제어기	전원역접촉 시험	V	5	-18V	-18V	-18V 이상	-18V	공공기관 시험
	과전압 시험	V	5	24V	24V	24V	24V	공공기관 시험
	정전기 시험	V	5	±8kV 기중±20kV	접촉 ±8kV 기중 ±20kV	접촉 ±8kV 기중 ±35kV	접촉 ±8kV 기중 ±20kV (규격 만족)	공공기관 시험
	내환경 시험	-	5	IEC60068	IEC60068	IEC60068	규격만족	공공기관 시험
완성차	이양성능 (전결주율)	%	10	1.2	3.1	3	1.1	공인인증시험
	안전성 시험	P/F	5	P	P	O	P	공인인증시험
	작업능률	분/ 10a	5	12.6	10.2	10이내	9.2	공인인증시험
	작업부 자동 상승 식점	°	5	25±5/ 안마	-	25±5	25.6	자체 시험
	이양클러치 자동 연결 식점	m	5	2.5m/ 안마	-	2.5이내	2.5	자체 시험
	경심제어 반응성	초	5	-	-	0.1	0.056	자체 시험
신뢰성 평가	시험코드	-	5	-	-	1 (수명코드)	1 (수명코드)	공공기관 시험

※제어기 정전기 시험의 기중 방전은 ISO 10605기준 ±20kV가 표준 규격임.

3-2. 정량적 목표 항목의 평가 방법

평가항목		평가방법
전자비례밸브	작동시작 전류범위	입력(전류) 증가에 따른 출력(압력) 증가 시작점 확인 1. 입력 전류를 증가시킨다. 2. 제어 압력이 시작되는 시점을 확인한다. 3. 제어 압력이 형성되는 입력 전류 값을 확인한다.
	제어유량범위	입력(전류) 증가에 따른 출력(유량) 확인 1. 입력 전류를 증가시킨다. 2. 입력 전류(max, 800mA)에 따른 유량 값을 확인한다.
	제어압력 범위	입력(전류) 증가에 따른 출력(제어압력) 확인 1. 입력 전류를 증가시킨다. 2. 입력 전류(max, 800mA)에 따른 제어압력 값을 확인한다.
	Hysteresis	공급 전류를 비례적으로 공급하여 선형성(제어압력)에 따른 검증 범위 구간 확인 1. 입력 전류를 증가시킨다. 2. 전류(max, 800mA) 값까지 증가시키면서 전류(max, 800mA) 값의 90% 시점에서의 제어압력을 측정한다. -- ① 3. 입력 전류(max, 800mA) 값까지 도달한 뒤 전류를 감소시킨다. 4. 감소되는 전류 값이 90% 시점일 때 제어압력을 측정한다. -- ② 5. ① - ②를 측정한다. 6. (①-②)/(①+ ②)의 비율을 계산한다.
	신뢰성 평가	전자비례밸브의 Cartridge Proportional Valve의 작동 신뢰성(내구성)을 4,753,750회 실시한다. (기존 1차년도 수동 선회작업모드 23,000회) 1. 신뢰성 시험 전 밸브성능시험 (제어압력 Hysteresis)을 실시한다. 2. 내구성 시험을 실시한다. - 최대제어압력 신호의 50%를 중심으로 ±25%의 진폭과 5Hz주파수의 정현파를 인가 3. 4,753,750회 작동 시험 후 전체 시험 회수의 25, 50, 75, 100%에 해당하는 회수마다 밸브 성능을 확인한다. 4. 내구성 시험 전, 후 결과 값은 모두 개발 목표치 범위에 있는지 확인한다. ※1차년도는 수동 선회작업 승강 횟수와 총시간으로 작성 2차년도는 수동 작업 승강 횟수 및 자동작업 밸브작동 횟수를 추가적으로 고려하여 무고장시험시간 코드에 준하여 신뢰성 코드를 수정 보완 하였음. (1차년도 23,000회 → 2차년도 4,753,750회)
제어 응답성	100Hz(10ms)의 주파수로 입력 조건에서 제어특성(입력대비 압력 및 유량의 비례특성)을 시험하고, 개발의 목표 수준에 있는지 확인한다	
제어기	전원역접촉시험	JASO D001-94 5.4 (-13V→ -18V 역전압 내성강화)
	과전압 시험	JASO D001-94 5.4 (18V→ 24V 과전압 내성강화)
	정전기 시험	ISO 10605 (기중방전±15kV→±20kV 정전기 내성강화)
	내환경 시험	IEC 60068 시험 규격(진동, 고온, 저온, 열충격,내수)
밸브신뢰성 평가	시험코드	<신뢰성 평가 시험 기준> 1. 신뢰성 평가(1,000hr) 설정 기준(8시간/일, 20일/월, 3개월/년 작업 기준, 보증 2년 기준) 2. 신뢰성 평가(4,753,750회) 설정 기준(8시간/일, 20일/월, 6개월/년 작업 기준, 보증 2년 기준) 가. 실제 필드 사용환경에 따라 수동 작업 및 자동 작업의 작동 횟수를 추가 보완함:4,753,750회

밸브 신뢰성 평가

<신뢰성 평가 시험 코드>

1. 수명 평가 기준

종합성능 평가시험에 합격한 제품에 한하여 MIL-STD-690C의 심사기준에 따라 10개의 샘플에 대하여 비례 감압 밸브의 수명 평가 시험을 실시하여 신뢰수준 90 %에서 해당 작업차량의 요구 작업시간인 1000 hr 상당의 작동 cycle(B10수명)을 보장하여야 한다. 목표 작동 cycle은 1차년도 연구 수행 후 확정한다. (MIL-STD-690C: Failure rate sampling plans and procedures)

<수명 시험의 시험 항목별 평가 기준>

No.	시험항목	시험 방법	시험 조건	평가기준
1	수명시험	7.5.1	· 최대제어압력 신호의 50%를 중심으로 $\pm 25\%$ 의 진폭과 5Hz주파수의 정현파를 반복 인가	2개의 시료를 시험하여 2개 모두 목표 작동 수명 cycle까지 고장없이 작동하고 성능시험 2.2.4의 평가기준을 만족하여야 한다.

2. 신뢰성 평가방법

가. 시험조건 및 측정허용차

1) 시험조건

가) 작동유의 종류 : KS M 2120(터빈유)의 2종 ISO VG 46 상 당으로 한다.

나) 기름온도 : 50 ± 2 °C

다) 오염도 : 작동유 0.1 l 중 오염물질 입자의 크기 및 수를 표 6과 같이 구분하여 급분류 하였을 때 9~11 급(NAS 1638 등급과 동일)의 범위로 한다.

라) 부착 방법 : 특별히 사용상 지정하는 경우는 인수·인도 당사자간의 협의에 따라 정해진 조건에 따른다.

마) 입력 신호 : 입력신호(수동 혹은 외부제어 신호)는 시험대상밸브마다 정해진 조건에 따른다.

바) 시험 압력, 시험유량 및 입력신호의 허용차


(1) 시험 압력 $\pm 2.5\%$ 다만, 최소치는 0.1MPa{1kgf/cm²}로 한다.

(2) 시험 유량 $\pm 5\%$

(3) 입력 신호 $\pm 1\%$ 다만, 최소치는 최고 사용압력에 대한 입력 신호의 0.1 %로 한다.

밸브 신뢰성 평가		<p>나. 입력신호에 대한 제어압력 특성 시험 시험회로에서 유압원의 설정압력은 시험대상밸브 최고 사용압력으로 하고 시험대상밸브의 정격유량으로 유량을 설정한 후, 시험대상밸브 및 계측장치가 동적인 영향을 받지 않는 속도로 시험대상밸브 제어압력을 0에서 최대제어압력까지 1왕복 조절하여 설정 입력값과 제어압력을 측정한다.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;"><입력 신호에 대한 제어압력 특성 계측회로></p> <p>다. 수명 시험방법</p> <p>1) 수명 시험 신뢰수준 90 %, 무고장(C=0) 시험작동을 기준으로 하여 수명등급을 부여한다. 시험대상 밸브의 수량은 2개로 하고, 2개 모두 목표 cycle까지 고장 없이 작동하고 성능시험 2.2의 평가기준을 만족하여야 한다. 수명 시험은 최대제어압력 신호의 50%를 중심으로 $\pm 25\%$의 진폭과 5Hz주파수의 정현파를 반복 인가하여 시험을 수행한다. 수명시험에서 성능체크는 성능시험 2.2를 전체 시험 회수의 25, 50, 75, 100%에 해당하는 회수마다 4회에 걸쳐 실시한다.</p>
	완성차	<p>이양성능 (전결주율)</p> <p>작업능률</p> <p>안전성 시험</p> <p>작업부 자동 상승 시점</p> <p>이양클러치 자동 연결 시점</p> <p>경심제어 반응성 평가</p>

시험 성적서

한국생산기술연구원 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기르길 89 (Tel: 041 589 8051, Fax: 041 589 8510)	성적서 번호: C19N920043 페이지 (1)/(총 39)	 KITECH 한국생산기술연구원
---	--------------------------------------	---

1. 의뢰자
 - 기관명 : 한국기계연구원
 - 주소 : 대전광역시 유성구 가정북로 156(장동 171)
 - 의뢰일자 : 2019-10-14

2. 시험성적서의 용도 : 과제 제출용

3. 시험대상품목 : 전자비례제어밸브

4. 시험기간 : 2019.10.17. ~ 2019.11.06.

5. 시험규격 : 의뢰 업체 기준

6. 시험결과 :

시험항목	단위	평가기준	시험결과	비고
작동압력시작 전류범위	mA	170 ~ 230	189,216	제어 압력이 시작되는 지점 (0.2 bar) 의 전류 값을 측정(4장 참고)
제어유량범위	lpm	13 이상	23,184	최대 입력 전류 800 mA (10 V) 에서의 유량 확인(4장 참고)
제어압력범위	kg/cm ² (bar)	20 이상	20,221	최대 입력 전류 800 mA (10 V) 에서의 압력 확인(4장 참고)
제어압력 Hysteresis	%	4 이내	3,556	최대 입력 전류의 90% (720 mA) 에서의 히스테리시스 계산(4장 참고)
제어응답성	ms	10 이내	1,250	스텝 신호 인가 후 제어량이 그 최종 변화량의 10~90 %로 변화하는 상승시간 측정(4장 참고)
신뢰성평가	cycle	4,753,750 이상	4,754,105	0 % 25 % 50 % 75 % 100 % 에서 밸브 실는 동작 여부(4장 참고)

- 자세한 시험 결과는 본 성적서의 7~37페이지 참고

이 시험결과는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명에만 한정됩니다.

확 인	시험자 성 명 : 박 진 선 	기술책임자 성 명 : 김 성 실 
-----	--	--

이 시험성적서는 용도 이외의 사용을 금하며 기타 상품광고, 법정소송 등의 목적으로 사용할 수 없음

2019. 11. 25.

한국생산기술연구원장 (인)





시험 성적서

31214 충남 천안시 동남구 동세면 동세로 303
 Tel.041-559-3342 Fax.041-559-3165
<http://www.katech.re.kr>

성적서번호 : KTS192443-1

의뢰자

기관명 : (주)네이스코
 주소 : 경기도 성남시 중원구 순환로 94(상대원동)

점수일 : 2019년 09월 02일
 시험시작일 : 2019년 10월 23일
 시험종료일 : 2019년 10월 23일
 성적서발행일 : 2019년 11월 07일
 성적서용도 : 제출용

시료명 : 이앙기 컨트롤러

시험방법 : JASO D 001-94 & ISO 10605

시험실환경 : 각항 참조

시험장소 : 고정시험실 (충남 천안시 동남구 동세면 동세로 303)

시험 결과

시험항목	시험결과	비고
Power supply inverse polarity connection test	규격 만족	4.1항 참조
Over voltage test (A method)	규격 만족	4.2항 참조
Over voltage test (B method)	규격 만족	4.3항 참조
Road vehicles - Test method for electrical disturbances from ESD	규격 만족	4.4항 참조

- 비고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 사양으로 시험한 결과로서 관해 제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
 2. 이 성적서는 우리 연구원의 사전 동의없이 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용할 수 없으며, 무단 배포의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인증과 관련하여 적용을 받습니다.
 4. 성적서의 진위확인은 홈페이지(<http://kts.katech.re.kr>) 또는 아래 QR코드로 확인 가능합니다.

확 인	작성자	기술책임자
	성명 : 고호진	



시험 성적서

31214 충남 천안시 동남구 동서면 풍서로 303
 Tel.041-559-3342 Fax.041-559-3165
<http://www.katech.re.kr>

성적서번호 : KTS192445-1

의뢰자

기관명 : (주)네이스코
 주소 : 경기도 성남시 흥원구 순환로 94(상대평동)

검 수 일 : 2019년 09월 18일
 시험 시작일 : 2019년 09월 18일
 시험 종료일 : 2019년 09월 20일
 성적서 발행일 : 2019년 09월 30일
 성적서 용도 : 제출용

시 료 명 : 이양기 콘트롤러

시험 방법 : 신청인이 제시

시험실환경 : 온도 : (23~25) ℃, 습도 : (65~68) % R.H.
 시험 장소 : 고정시험실 (충남 천안시 동남구 동서면 풍서로 303원)

시험 결과

시험항목	시험결과	비고
고온시험	3 Page 참조	2 Page 참조
저온시험	5 Page 참조	4 Page 참조
열충격시험	7 Page 참조	6 Page 참조
내수시험	9 Page 참조	8 Page 참조

- 비고: 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 통증을 보증하지는 않습니다.
 2. 이 성적서는 우리 연구원의 시험 동의없이 복부, 선전, 광고 및 소송용으로 사용할 수 없으며, 원도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인증과 관련한 내용을 말합니다.
 4. 성적서의 진위확인은 홈페이지(<http://kts.katech.re.kr>) 또는 아래 QR코드로 확인 가능합니다.

확 인	작성자	기술책임자
	성명 : 유종근 	성명 : 남익승 



시험 성적서

31214 충남 천안시 동남구 동서면 동서로 303
 Tel.041-559-3342 Fax.041-559-3165
<http://www.katech.co.kr>

성적서번호 : KTS192446-1

의뢰자

기관명 : (주)네이스코
 주소 : 경기도 성남시 중원구 순환로 94(성대원동)

접수일 : 2019년 09월 02일

시험시작일 : 2019년 11월 01일

시험종료일 : 2019년 11월 01일

성적서발행일 : 2019년 11월 14일

성적서용도 : 제출용

시험명 : 이앙기 컨트롤러

시험방법 : 의뢰자 제시



시험실환경 : 온도 (21) ℃, 습도 (45) % R.H.

시험장소 : 고정시험실 (충남 천안시 동남구 동서면 동서로 303)

시험 결과

시험항목	시험결과	비고
진동시험	4 페이지 참조	2~3 페이지 참조

- 비고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시험 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품명 대한 통칭을 포함하지는 않습니다.
 2. 이 성적서는 우리 연구원의 사전 동의없이 홍보, 선전, 광고 및 소송용으로 사용할 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
 3. 이 성적서는 KS Q ISO/IEC 17025 및 KOLAS 인증과 관련하여 적용을 받습니다.
 4. 성적서의 진위확인은 홈페이지(<http://kds.katech.co.kr>) 또는 아래 QR코드로 확인 가능합니다.

확인	작성자		기술책임자	
	성명 : 김희진		성명 : 신현동	

제 FACT19-0744 호

농업기계 종합검정 성적서

1. 신청인

- 가. 성명 : 김준식, 하창욱
- 나. 사업자등록번호 : 514-81-06690
- 다. 주소 : 대구광역시 달성군 논공읍 논공중앙로34길 35
- 라. 상호 : 대동공업(주)

2. 검정 용도의 제품

- 가. 기종명 : 동력이앙기
- 나. 형식명 : DRP60D
- 다. 형식 및 규격 : 증용형산과식, 6조

3. 검정 번호 : 19-MG-110

4. 검정 성적 : 불임

5. 검정 결과 판정 : 종합검정 관련 기준에 적합

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

2019년 10월 28일

농업기술실용화재단 이사장



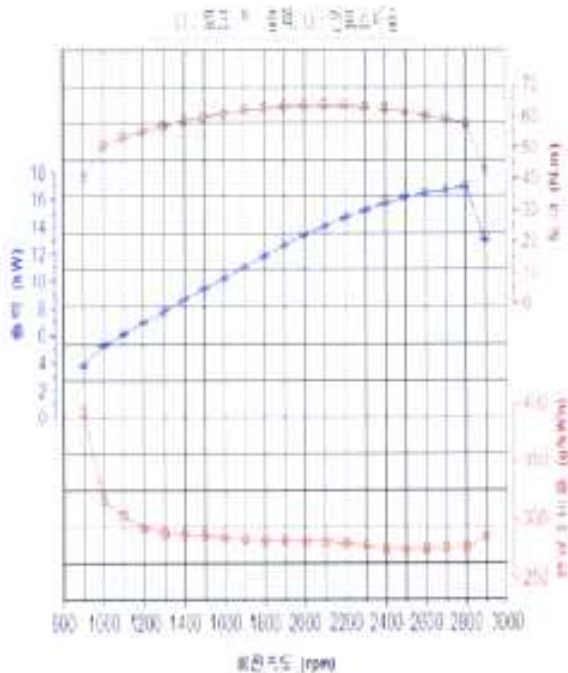
시 험 성 적

1. 작업성능

- 포장작업능률: 9.2 min/10a
- 이앙작업속도: 1.54 ㄱ/분
- 식부주수: 50 주 / 3.3 ㄱ
- 전갈추율: 1.1%

2. 탑재엔진

- 전부하성능시험곡선



3. 연속운전시험·방수시험

- 공사기의 예비모 탑재대 및 모 공급대에는 식부조수 1조당 5.5kg의 중량물을 적재하고 시험수조에서 24시간을 시험한 결과 이상 없었으며 2시간 경과 후 각 부위를 분해 조사한 결과 물의 유입이 없었음

4. 조작의 난이도 시험

- 변속장치, 식부부 승강장치, 식부올러지, 식부분수조절장치, 식부깊이조절장치, 주간조절장치, 제동장치의 조작 및 정비·주유의 난이도시험과 안정성시험을 실시하였으며 특이사항 없었음

5. 안전성시험

- 기동부방호
 - 커버: 전·후륜 연결축
 - 내장: 벨트·폴리, 유압펌프 구동축
- 안전장치
 - 시동 안전장치: 브레이크 페달을 밟을시만 시동되는 구조임
 - 원동기정지장치: 시동·정지 키
 - 승강부 강하방지장치: 유압고정레버
- 제동장치
 - 정차브레이크: 정지거리 3.4 m
 - 주차브레이크: 20% 경사지에서 전·후방향 일림없었음
- 안정성
 - 정적전도각: (좌) 32.2° (우) 34.1°
 - 조향차륜의 분담하중: 49.3%
- 안전표시
 - 주의: 사용설명서 속지 등 5개
 - 경고: 배기가스 경고 등 4개
 - 위험: 주유시 엔진정지

6. 검정제품 개요

- 본 기대는 승용형산과식 동력이앙기로 규격은 6조이고 탑재엔진은 직립형수냉3기통4행정 디젤기관이며 최대출력은 16.4 kW(2 800 r/min)임

제 FACT19-0743 호

농업기계 종합검정 성적서

1. 신청인

- 가. 심명 : 김준식, 하창욱
- 나. 사업자등록번호 : 514-81-06690
- 다. 주소 : 대구광역시 달성군 논공읍 논공중앙로34길 35
- 라. 상호 : 대동공업(주)

2. 검정 용도의 제품

- 가. 기종명 : 동력이앙기
- 나. 형식명 : DRP60
- 다. 형식 및 규격 : 승용형산파식, 6조

3. 검정 번호 : 19-MG-109

4. 검정 성적 : 불인

5. 검정 결과 판정 : 종합검정 관련 기준에 적합

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

2019년 10월 28일

농업기술실용화재단 이사장

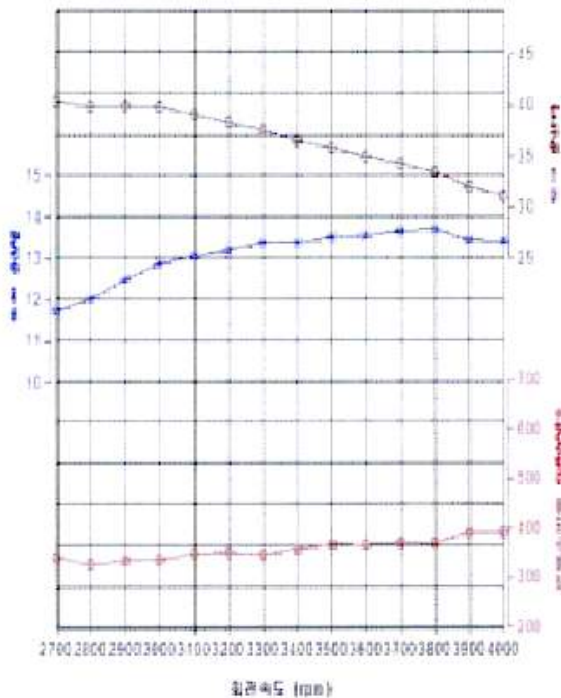


1. 작업성능

- 포장작업능력: 9.4min/10a
- 미망작업속도: 1.50 ㄲ
- 식부주수: 50 주 / 3.3 ㄲ
- 전결주율: 1.22%

2. 탑재엔진

- 전부하성능시험곡선



3. 연속운전시험·방수시험

- 공시기의 예비모 탑재대 및 모 공급대에는 식부조수 1조당 5.5 kg의 중량물을 적재하고 시험수조에서 24시간을 시험한 결과 이상 없었으며 2시간 경과 후 각 부위를 분해 조사한 결과 물의 유입이 없었음

4. 조작성의 난이도 시험

- 변속장치, 식부부 승강장치, 식부클러처, 식부본수조절장치, 식부깊이조절장치, 주간조절장치, 제동장치의 조작 및 정비·주유의 난이도시험과 안정성시험을 실시하였으며 특이사항 없었음

5. 안전성시험

- 가동부방호
 - 커버: 전·후론 연결축
 - 내장: 벨트·풀리, 유압펌프 구동축
- 안전장치
 - 시동 안전장치: 브레이크 페달을 밟을시만 시동되는 구조임
 - 원동기정지장치: 시동·정지 키
 - 승강부 강하방지장치: 유압고정레버
- 제동장치
 - 정차브레이크: 정지거리 3.5 m
 - 주차브레이크: 20% 경사지에서 전·후방향 밀림없었음
- 안정성
 - 정적전도각: (좌) 34.5° (우) 34.7°
 - 조향차륜의 분담하중: 46.4%
- 안전표시
 - 주의: 사용설명서 숙지 등 5 개
 - 경고: 배기가스 경고 등 4 개
 - 위험: 주유시 엔진정지

6. 검정제품 개요

- 본 기대는 승용형산파식 동력이앙기로 규격은 6조이고 탑재엔진은 V형수냉2기통4행정가솔린기관이며 최대출력은 13.7 kW(3 800 r/min)임

전자비례제어밸브 성능 평가 기준

한국기계연구원

	소 속	성 명
평가위원	한국기계연구원	문상근 (서명)
평가위원	한국기계연구원	김수철 (서명)
평가위원	대동공업(주)	김상욱 (서명)
평가위원	서울대학교	박영준 (서명)
평가위원	한국생산기술연구원	김정길 (서명)

전자비례제어밸브 신뢰성 평가 기준

한국기계연구원

	소 속	성 명
평가위원	한국기계연구원	문상근 (서명)
평가위원	한국기계연구원	김수원 (서명)
평가위원	대동공업(주)	김상욱 (서명)
평가위원	서울대학교	박영준 (서명)
평가위원	한국생산기술연구원	김정길 (서명)

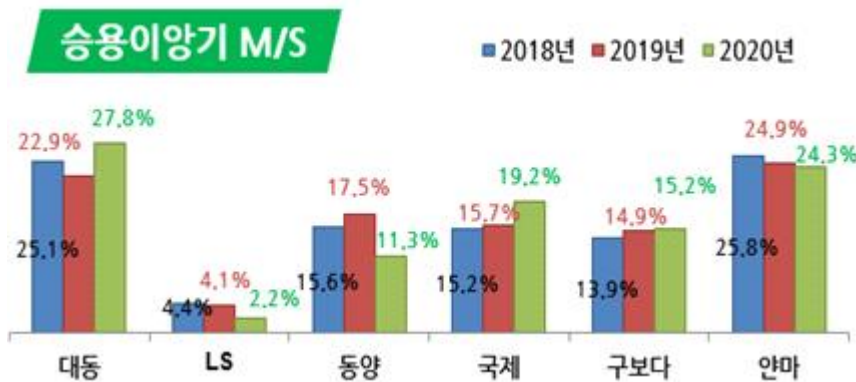
3-3. 관련분야 기여도

가. 산업화 방향(제품의 특징, 대상 등)

- 농업기계의 전자제어 시스템 적용 및 타산업 분야로의 확산 전개 가능
- 비례제어가 요구되는 농기계의 상용 유량범위(15~25lpm)에 적합하여 다수의 농기계에 확대 적용 가능
- 기존 글로벌 전자비례제어밸브 대비 가격 경쟁력 확보로, 60HP급 이하의 농업기계로도 확대 적용 가능성이 높아 저마력 농기계의 편의사양 요구 고객의 니즈에 부합하여 신규 시장 형성 가능
- 건설장비를 포함한 기타 산업용 Mobility 차량으로의 확대 전개 가능

나. 산업화 통한 기대 효과

- 고성능 수입 기대에 대한 대체 효과: '19년 대비 '20년 수입 기대 M/S 7.6% down됨 (2019년 수입 기대 M/S :61.4% → 2020년 수입 기대 M/S : 53%)
- 본 과제를 통한 신제품 출시로 당사 M/S 상승(22.9% → 27.8%)



- 고성능 고품질화로 수출활로 개척 및 내수 시장 매출 증대
- 작업의 편리성 및 효율 극대화로 농민의 노동력 절감
- 핵심요소부품의 타산업으로의 확산전개를 통한 참여기관의 매출 증대



(단위:백만원)

산업화 기준 항 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
직접 경제효과	26,510	67,500	76,500	80,000	90,000	340,510
경제적 파급효과	5,000	5,500	6,000	6,500	7,000	30,000
부가가치 창출액	29,000	40,000	51,000	55,000	60,000	235,000
합 계	60,510	113,000	133,500	141,500	157,000	

- 1) 직접 경제효과 : 본 연구과제를 통한 농업기계 판매 추정치
- 2) 경제적 파급효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통한 농가소득효과, 비용절감효과 등 추정치
- 3) 부가가치 창출액 : 본 연구과제를 통한 농업기계 수출효과, 브랜드가치 등 추정치

4. 연구결과의 활용 계획 등

4-1 양산화 기술 개발

가.동력이앙기의 종합 검증

- 농업기계 제품화를 위해서는 농업기술실용화재단으로부터 판매 할 농업기계의 종합 검정을 수행하여 하므로, 본 과제에서는 제품 개발 후 사업화를 위하여 종합 검정을 수행하였고, 검정 기종은 동력이앙기로써, 디젤형은 DRP60D이며 가솔린형은 DRP60이다.
- 동력이앙기의 성능 평가 및 종합 검정을 위하여 국내 공인인증 기관인 농업기술실용화재단에서 구조조사, 성능시험, 조작의 난이도 시험 및 안정성 시험 등의 종합 검증을 진행하였다.



<종합 검증 포장지 및 검증장면>

나.동력이앙기의 종합 검증 결과

- 농업기계 검정 및 안전관리 세부실시 요령 제4조의 규정에 의하여 실시한 종합검정 성적으로 관련 기준에 적합하였음

4-2 사업화 전략

- 2019년:국내 시장 출시를 위한 양산 설계, 내구시험 및 검정 완료
- 2020년:국내 시장 공급
- 2021년:국내 시장 본격 출시 및 Line-up 확대

- 본 과제로 개발된 승용이앙기 6조 디젤/가솔린 승용이앙기 기반으로 8조 및 10조 승용이앙기로 line-up 확대 전개 예정임]
- 추가 개발비 32억원(가공 & 조립 지그류 외 개발:6억원, 생산설비 추가 투자:8억원, 금형 개발비:15억원, 기타 부대 비용:3억원) 추가 투입하여 제품화 진행 추진
- 최적화된 전자제어시스템과 경심제어 시스템 개발로 작업능률 증대와 기술진보를 통한 수입 업체보다 경쟁력 확보를 하여 국내시장 점유율 증대와 수출영업전략 수립 예정
- 핵심부품의 시스템/요소부품 설계기술과 해석 및 부하분석을 통해 확보한 내구시험 기준 및 최적 제어 알고리즘의 핵심기술을 통해 전반적인 농업기계 설계수준을 향상시키고 관련분야에 적극적으로 활용 예정
- 향후 생산 계획

		(2020년) 개발 종료 후 1년	(2021년) 개발 종료 후 2년	(2022년) 개발 종료 후 3년
내	시장점유율(%)	25%	45%	50%
	판매량(단위:대)	1,100	2,700	3,000
	판매단가(원)	24,100,000	25,000,000	25,500,000
	국내매출액(백만원)	26,510	67,500	76,500
해 외	시장점유율(%)	-	5%	7%
	판매량(단위:대)	-	1,000	1,500
	판매단가(\$)	-	19,600	20,200
	해외매출액(백만\$)	-	20	30
당사 생산능력1)		10,000	10,000	10,000

국내 승용이앙기 판매 기준:대리점 및 영업소를 통한 판매

※ 해외 승용이앙기 판매 기준:중국법인 해외 딜러망을 통한 판매

- 제품홍보, 판로확보, 판매전략 등의 사업화 추진전략

-.제품 홍보

- ㄱ)국제 농기계쇼 적극 참가:세계 최대 농기계 박람회인 CAMF(중국), VIV Asia(태국), AGRO TECH(인도) 전시회에 적극 참여하여 국산 농업기계를 홍보하고 세계 최고 수준의 선진사 농기계와 품질, 가격 측면에서 경쟁 가능성 홍보
- ㄴ)공식수입업체 및 대리점을 통하여 현지 고객에게 신제품 체험등으로 제품의 우수성 홍보
- ㄷ)ODM, OEM사업의 고객이 될 세계적인 회사들에게 세계 최고 수준의 선진사 농기계와 품질, 가격 측면에서 경쟁 가능성을 홍보
- ㄹ) 방송사 및 유튜브 등 온라인 촬영을 통하여 신기술, 신제품에 대한 홍보
- ㅁ) 농촌진흥청 및 농업기술센터 등 농기계 기관과 연계하여 연전시를 통한 신제품 홍보

-.판로 확대

- ㄱ)대동공업(주) 국내 및 해외영업망 활용 판매 확대
- ㄴ)합작회사, 판매법인, 생산기지 설립:현재 중국법인 판매 법인 및 생산기지

-.판매 전략

- ㄱ)제품 전략:수전 농작업에 적합하게 개발되어 특성화된 농기계임을 강조
(농업잡지, 전시회, 지역신문, 카달로그 등)
- ㄴ)마케팅 전략:제품 시연회 개최를 통한 수전 농작업에 최적화된 제품임을 홍보
제품 출시 초기에 지역신문 및 농업잡지에 집중 홍보
- ㄷ)프로모션 전략:제품 출시 초기 가격 할인 프로그램을 통해 시장 진입 및 판매 확대



대구도시농업박람회 농업기계 전시계획안

대구 도시농업박람회는 '13년부터 개최, 120.3만명이 관람하여 농업농촌의 이해도를 높였으며, 추가적인 도시와 농촌이 함께 발전하는 기회제공을 위하여 관내에서 제조하는 농업용기계의 전시가 필요

박람회 개요

- 주 제 : "생속 속 도시농업, 행복한 시민"(관람목표 25만명)
- 기 간 : 2019. 9.26(목) ~ 29(일) / 4일
- 장 소 : 대구농업마이스터고등학교 내
- 주최/주관 : 대구광역시 / EXCO
- 후 원 : 농림축산식품부, 대구광역시교육청, 대구농협 등
- 사업내용 : 도시농업주제관, 홍보관, 텃밭 모델관, 도시농업 세미나, 농기계관, 직거래 장터, 기업관운영 등 운영

농업기계전시(안)

- 전시 품 : 지역에서 제조되는 농업용기계로 도시농업과 전업농업 농업기계
- 전시위치 : 대구농업마이스터고등학교 실습장 내 청단온실 앞
- 전시면적 : 775㎡(400, 375)

요 과

- 농업용 기계 전시로 농업농업을 이해도 제고와 도시와 농촌이 함께 발전
- 지역생산 농업용 기계전시 홍보를 통해 상생추진

협조사항

- 제7회 대구도시농업박람회 기간 중에 농업용 기계 전시 홍보

2019 상주농업기계박람회 참가안내

농업의 성장동력! 농업의 미래!

순 서

I 박람회 개요	1
II 박람회 출품분야 및 부대행사	1
III 박람회 참가안내	
㉠ 참가신청 안내	3
㉡ 부스 형태 및 부스비용	4
㉢ 부스 배정방법	5
㉣ 참가비 납부	6
㉤ 부대시설 사용신청	6
㉥ 기타	6
IV 박람회 주요 추진일정	8
V 자주 묻는 질문과 대답(Q&A)	9
VI 박람회 관련 신청서 양식	11



<국내농업기계박람회>



<전시회 사진 및 수요자 교육 장면>

○ 소식재배 시연회 실시

-시연회 목적:소식 이앙을 작업으로 영농비용 절감 홍보 및 국산 이앙기 시연을 통한 국산제품 홍보

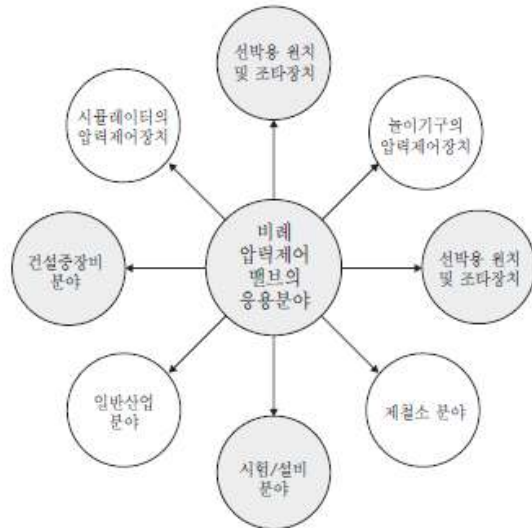
-시연회 참석자:농촌진흥청장, 식량과학원장, 농업과학원장, 김제 농협조합장등



<시연회 장면>

4-3 타농업기계 및 타산업분야 확산 전개

- 전자유압비례밸브는 다양한 산업 분야에서 적용 중이며 이번 과제로 농기계분야에 선 적용하여 농업기계 작업부의 품질 고도화를 달성할 수 있을 것이라 판단



<전자비례제어밸브의 응용 분야>

- 전자유압비례밸브는 더 높은 수준의 경심제어를 실행하고 어떠한 포장의 조건에서도 빠르게 추종하여 고속작업에서도 작업부의 기능을 정밀하게 수행가능하며, 이의 주행 제어 및 작업조건별(상승, 하강, 선회, 유지, 수평, 차단 등) 특수 기능 밸브로의 활용도가 높음
- 개발된 핵심 부품 및 통합제어 시스템 개발 기술의 특허 및 학술적 성과 달성
- 전자제어 시스템에 대한 기술 확보로 향후 다양한 IT기술을 농기계에 접목시켜 기술 발전
- 전자유압비례밸브와 전자제어 장치와 연동을 통한 경심, 작업기 위치등 고속, 고정밀 작업부 전자제어 기술 개발
 - ㄱ)포장지의 요철, 토질의 변화에도 대응하여 로터리의 깊이를 일정하게 제어하고, 이양 심음깊이를 일정하게 제어할 수 있음
 - ㄴ)고속작업에서도 최적의 작업 조건을 추종하여 제어 할 수 있음

<별첨작성 양식>

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 농업기계(트랙터, 이앙기)전자제어 장치 품질고도화 기술 개발					
	(영문)Agricultural machinery electronic control device quality enhancement technology development					
주관연구기관	대동공업(주)		주 관 연 구 책 임 자	(소속)연구소		
참 여 기 업				(성명)서 보 근		
총연구개발비 (2,860,000천원)	계	2,860,000천원	총 연 구 기 간 총 참 여 연 구 원 수	2017.04.~2019.12.(2년8개월)		
	정부출연 연구개발비	2,000,000천원		총 인 원	39명	
	기업부담금	860,000천원		내부인원	39명	
	연구기관부담금			외부인원		
○ 연구개발 목표 및 성과						
연구개발 목표			달성도	비고		
전자제어 장치 농업기계 개발			100%			
전자비례제어밸브 개발			100%			
전자제어 시스템 기술 개발			100%			
전자유압 제어 시뮬레이션 모델 개발 및 성능 평가			100%			
전자비례제어밸브 신뢰성 평가			100%			
○ 연구내용 및 결과						
연구개발 내용		연구 결과		비고		
전자제어 장치 농업 기계 제작		pilot기대 제작 및 성능 평가 및 필드 실증 시험				
전자비례제어밸브 제작		전자비례제어밸브 제작 및 성능시험				
전자제어 시스템 제어기 제작		제어기 제작 및 성능 시험, 제어기능 튜닝				
전자유압시스템 해석 모델 최적화		작업부 전자제어 기술 최적화 및 전자유압 시스템 해석 모델 개발				
전자비례제어밸브 신뢰성 평가 방법 개발		성능평가 및 신뢰성 평가 방법 개발 및 성능시험결과 및 신뢰성 시험 결과 도출				
○ 연구성과 활용실적 및 계획						
-.제품의 양산화 기술 개발						
-.사업화전략 추진 계획						
-.전자시스템 및 전자비례제어밸브에 대하여 타농업기계 및 타산업분야 확산 전개 예정						

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		317014-03	
사업구분	침단생산기술개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	침단생산기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	농업기계(트랙터, 이앙기)전자제어 장치 품질고도화 기술 개발			과제유형	(기초,응용,개발)
연구기관	대동공업			연구책임자	서보근
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	'17.04.21.~'17.12.31	600,000	260,000	860,000
	2차연도	'18.01.01~'18.12.31	700,000	300,000	1,000,000
	3차연도	'19.01.01~'19.12.31	700,000	300,000	1,000,000
	계		2,000,000	860,000	2,860,000
참여기업					
상대국	상대국연구기관				

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020.02.14

3. 평가자(연구책임자) : 서보근

소속	직위	성명
대동공업	연구전략실장	서보근

4. 평가자(연구책임자) 확인 : 서보근

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	---

[별첨 2]

자체평가의견서

1.

	과제번호	317014-03			
사업구분	첨단생산기술개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	첨단생산기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	농업기계(트랙터, 이앙기)전자제어 장치 품질고도화 기술 개발			과제유형	(기초,응용,개발)
연구기관	대동공업			연구책임자	서보근
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	'17.04.21.~'17.12.31	600,000	260,000	860,000
	2차연도	'18.01.01~'18.12.31	700,000	300,000	1,000,000
	3차연도	'19.01.01~'19.12.31	700,000	300,000	1,000,000
	계		2,000,000	860,000	2,860,000
참여기업					
상대국	상대국연구기관				

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020.02.14

3. 평가자(연구책임자) : 서보근

소속	직위	성명
대동공업	연구전략실장	서보근

4. 평가자(연구책임자) 확인 : 서보근

평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	--

I. 연구개발실적

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

아주 우수

-국내최초의 전자비례제어밸브와 전자제어 시스템을 적용한 승용이앙기 개발

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

아주 우수

-농업기계의 수입기대 대체 효과 및 핵심 부품의 국산화로 기술 경쟁력 확보

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

아주 우수

-농업기계의 전자제어 시스템 적용 및 타산업 분야로의 확산 전개 가능

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

아주 우수

-년차별 일정 및 계획에 준하여 목표 달성함

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

아주 우수

-특허 출원 4건, 등록 4건 등록 완료 및 SCI 논문 1건,비SCI논문 2건 등록 완료

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
전자제어장치 농업기계 개발 및 제작	30	100	전자제어장치 농업기계 제작 및 성능평가 완료
전자비례제어밸브 개발 및 제작	25	100	전자비례제어밸브 제작 및 성능평가하여 농업기계 적용 완료
전자제어 시스템 기술 개발 및 적용	25	100	전자제어 시스템 개발 및 신뢰성 시험하여 농업기계 적용 완료
전자유압 시스템 해석 모델 개발	10	100	현장 실증을 통한 작업 성능 평가 및 작업부 전자제어 기술 최적화 완료
전자비례제어밸브 신뢰성 평가 기준 개발	10	100	전자비례제어밸브에 대한 신뢰성 및 성능평가 기준서 작성 완료
합계	100점		

III. 종합의견

1. 대한 종합의견

선진 수입기대와 동등 이상의 성능을 가지는 전자제어 장치 농업기계의 성공적인 개발로 향후 수입기대와의 경쟁력 확보 가능하고 원천 기술력 확보로 다양한 농업기계에 응용 가능하리라 판단됨

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

금차 과제를 통하여 국내최초로 전자제어장치 및 전자비례제어밸브를 장착한 농업기계(승용이앙기) 양산화 성공(2020년 1월)

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

제품의 양산화 적용 및 점차적으로 타농업기계 적용 및 Line-up확대 예정

IV. 보안성 검토

-

※ 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 의견

-

2. 연구기관 자체의 검토결과

-

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	첨단생산기술개발사업	
연구과제명	농업기계(트랙터, 이앙기)전자제어 장치 품질고도화 기술 개발			
주관연구기관	대동공업(주)	주관연구책임자	서 보 근	
연구개발비 (천원)	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	2,000,000	860,000	-	2,860,000
연구개발기간	2017.04.21.~2019.12.31			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(제품화) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유: _____)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
①전자제어 장치 농업기계 개발	전자제어 장치 농업기계 제작 및 성능평가 완료
②전자비례제어밸브 개발	전자비례제어밸브 제작 및 성능 평가하여 농업기계 적용 완료
③전자제어시스템 개발	전자제어 시스템 개발 및 신뢰성 시험하여 농업기계 적용 완료
④전자유압제어 시뮬레이션 해석 모델 개발	현장 실증을 통한 작업 성능 평가 및 작업부 전자제어 기술 최적화 완료
⑤전자비례제어밸브 신뢰성 평가 기술 개발	전자비례제어밸브의 신뢰성 및 성능평가 기준서 작성 완료

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특 허 출원	특 허 등록	품 종 등록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		학 술 발 표	정 책 활 용			홍 보 전 시		
												SC I	비 SC I						논 문 평 균 IF	
단위	건	건	건	건	만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	15	20		20				15					15	15						
최종목표	3	3		2				2			1	2	6	6						
연구기간내 달성실적	4	4		3				2			1	2	6	6						
달성율(%)	133	133		150				100			100	100	100	100						

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	전자제어시스템과 전자비례제어밸브를 연계 적용한 농업기계 개발
②	전자비례제어밸브 개발
③	전자제어 시스템의 개발
④	전자제어 시스템의 농업기계 접목

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복 제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해 결	정책 자료	기타
①의 기술		v		v	v	v	v			
②의 기술		v		v	v		v			
③의 기술		v		v	v		v			
④의 기술		v		v	v		v			

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	수입제품과의 경쟁력 확보로 국내시장 점유율 및 수출 경쟁력 증대 예상
②의 기술	원천기술 확보로 다양한 농업기계 응용 및 타산업 분야 확산 전개 가능
③의 기술	전자제어 시스템 적용으로 향후 미래농업기계 응용 및 타산업 분야 확산 전개 가능
④의 기술	전자제어 장치 장착으로 작업의 효율성, 작업환경 개선 및 작업자의 편리성 증대

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표							
	지식 재산권		기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용-홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출		투자유치	논문 SC I	비 SC I			논문 평균 IF	학술발표	
	건	건	건	건	만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명			
가중치	10	10		10		10	15	10	10					10	5		10	
종료 1차년도 (2020년)	2					2	46,200	29,000			1	1	1	1	1		1	
종료 2차년도 (2021년)		2					62,100	40,000						1	1		1	
종료 3차년도 (2022년)							72,000	51,000									1	
소계	2	2				2	180,000	120,000			1	1	1	2	2		3	

항목	추진 계획	비고
특허 출원/등록	특허 출원(2020_2건), 특허 등록(2021_2건) 예정	
제품화	농업기계(승용이앙기) 제품화 및 양산 (2020년) 트랙터 제품화 양산	
논문	논문(SCI_1건, 비SCI_1건)등록 예정(2020년)	
학술발표	학술발표 추진 예정(2020_1건, 2021_1건)	
교육지도	협업업체 및 수요자 대상으로 농업기계 교육 추진	
홍보전시	제품화된 농업기계의 전시회 추진	

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

8-1. 전자비례제어밸브 개발

핵심기술명 ¹⁾	농업기계의 전자제어 장치 품질고도화 및 기술개발		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	73,360천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(상품화)		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	2020.01~
기술이전시 선행조건 ⁴⁾			

8-2. 전자비례제어밸브 개발

핵심기술명 ¹⁾	전자비례제어밸브 개발		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	15,120천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(상품화)		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	2020.01~
기술이전시 선행조건 ⁴⁾			

8-3. 농업기계의 전자제어 시스템

핵심기술명 ¹⁾	전자제어 시스템		
이전형태	<input checked="" type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	3,780천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(상품화)		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	2020.01~
기술이전시 선행조건 ⁴⁾			

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
 통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리

- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

주 의

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