

817040-03

농기계 성능 검증 위탁연구조직(CRO) 육성

2021

농림축산식품부

농림식품기술기획평가원

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

기술사업화지원사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003439-01

농기계 성능 검증 위탁연구조직(CRO) 육성

2021.4.9.

주관연구기관 / 농업기술실용화재단

농림축산식품부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “농기계 성능 검증 위탁연구조직(CRO) 육성”(개발기간 : 2017.11.15.
~ 2021.11.14)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 4. 9.

주관연구기관명 : 농업기술실용화재단 (대표자) 박 철 용 (인)

참여기관명 : LS 엠트론(주) (대표자) 김 연 수 (인)

대동공업(주) (대표자) 김준식 원유현 (인)

동양물산기업(주) (대표자) 김 희 용 (인)

국제종합기계(주) (대표자) 진 영 균 (인)

위탁연구기관명 : 충남대학교 산학협력단 (대표자) 손 영 아 (인)

주관연구책임자 : 한 태 호

참여연구책임자 : 유 지 훈 외 3명

위탁연구책임자 : 김 용 주

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	817040-3	해 당 단 계 연 구 기 간	19.11.15~ 20.11.14	단 계 구 분	3/3
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	기술사업화지원사업			
연구과제명	대 과 제 명	농기계 성능 검증 위탁연구조직(CRO) 육성			
	세부 과제명	농기계 성능 검증 위탁연구조직(CRO) 육성			
연구책임자	한태호	해당단계 참여연구원 수	해당단계: 3단계 총: 34명 내부: 12명 외부: 22명	해당단계 연구개발비	정부:201,000천원 민간:139,600천원 계:340,600천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총 연구기간: 3년 총: 37명 내부: 13명 외부: 24명	총 연구 개발비	정부:903,000천원 민간:627,000천원 계:1,530,000천원
연구기관명 및 소속부서명	농업기술실용화재단			참여기업명 LS엠트론(주), 대동공업(주), 동양물산기업(주), 국제종합기계(주), 충남대학교	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명: 충남대학교			연구책임자: 김용주	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반 (시험방법 등을 농산업체에서 활용해야 하므로 일반등급으로 분류함)
-------------------------	--

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	2									

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

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

요약

- 국내 주요 농업기계인 트랙터, 콤팩트, 이앙기 총 3개 기종의 주요 유압부품
각 5종에 대한 내구성 평가시스템 구축
 - 유압 부품 : 유압 펌프(이앙기 제외), On/Off 밸브, 비례제어밸브, HST, 유압호스
 - 해당유압 부품(유압 펌프, On/Off 밸브, 정유압변속기, 비례제어밸브, 유압 호스)에 대한 내구성 평가방법 공표로 농산업체의 유압 부품에 대한 품질 개선 활동에 직간접적 지원
- 농작업 시 신뢰성 시험기준 개발을 위해 주요 농작업에 따른 농작업 부하
계측 실시
 - 농업기계의 주요 농작업(쟁기,로타리, 베일러, 수확 등)에 따른 유압 부품 부하 계측 수행 및 계측 데이터 처리를 통해 신뢰성 시험기준 개발에 적용
- 국내 농업 환경 및 사이클을 고려한 시험 매뉴얼 적용
 - 국내 통계를 통해 농업기계 사용시간, 작업환경, 작업방법 등에 따른 주요 유압 부품의 신뢰성 시험 매뉴얼 개발 수행

보고서 면수 : 158면

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구 최종 목표 : 농기계 주요 부품 제조 기술향상과 국산화 지원을 위한 농기계 성능 검증 위탁연구조직(CRO) 육성 - 농기계의 주요 부품 제조 기술 향상과 국산화 지원을 위한 신뢰성 평가매뉴얼·측정 시스템 구축 * 농기계 현행 성능평가 위주 탈피 핵심 부품의 품질(신뢰성) 평가 기반구축 * 농기계의 주요 부품의 신뢰성 평가를 통한 국산 제품 품질강화 지원 * 주요 부품별 신뢰성 평가를 위한 매뉴얼 개발 및 측정 시스템 구축 * 주요 부품 제조 기술 고도화로 국산화 개발을 위한 신뢰성 시험 실시
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 과제의 목표 성과 <ul style="list-style-type: none"> - 농업기계 핵심부품 신뢰성 평가 매뉴얼 및 측정시스템 구축 - 농기계 유압 시스템 주요 부품의 신뢰성 시험 각 14여건 / 3년차 이상 수행 - 과제 기간 중 KCI급 논문 3건 이상 투고 국내외 전문 학술지에 게재 ○ 기술적 측면 <ul style="list-style-type: none"> - 최근 국내 농업기계의 점유율이 수입산 농기계로 대체되고 있는 상황에서 고품질 국산 농기계 개발을 통한 국가경쟁력 제고에 기여 - 국내 농업기계 업체의 적극적인 신뢰성 평가 시험을 유도하여, 국산 농기계의 고효율, 안전성, 친환경성, 고신뢰성 등을 갖춘 고품질 농업기계 생산에 기여 - 향후 개발 예정인 농업기계의 기반 기술로서 역할이 가능하며, 각 주요 부품에 대한 신기술 확보를 통한 국내 농업기계 자체 기술 개발의 활성화 도모 가능 - 또한, 유압 시스템뿐만 아니라 전장 시스템, 엔진, 변속기 등에도 신뢰성 평가 기준을 활용할 수 있어 이후 농업기계 분야 신뢰성 평가 기준 및 시스템 구축 시 활용 가능 - 국내 농업기계 생산 및 부품 제조하는 중소기업의 신뢰성 평가 참여 유도를 통하여 대기업뿐만 아니라 중소기업의 기술력을 제고 기대 ○ 경제적·산업적 측면 <ul style="list-style-type: none"> - 수입산 농기계에 비하여 고장이 자주 발생하는 국산 농기계의 주요 부품에 대한 신뢰성 평가를 통하여 고내구성의 국산 농기계 제조 및 개발에 기여 - 국내 농업기계 제조업체의 경영을 안정화시켜 국내 농업에 필요한 주요 농기계의 지속적인 공급과 신기종 개발에 도움을 통한 농업발전에 기여 - 전 세계적으로 고품질 농업기계 생산이 많은 선진국 대상으로 한 고품질 국산 농기계 수출을 통하여 수출 강국으로 진입 기대 - 고품질 농업기계 생산을 통하여 농업인의 노동력 효율이 상승되어 인력 투자 대비 먹거리 재배 생산성 기대 (국가적 식량 증대 및 식량 안보 연계 가능)

- 국내 벼농사뿐만 아니라 밭작물 기계화가 가능한 다양한 농업기계에 대하여 고품질 농기계 개발 및 신제품 개발에 기여함으로써 국내 농업의 기계화율 향상
- 농업기계의 주요 부품의 신뢰성 평가 기준 및 시스템 구축을 통한 국산 농기계의 고성능, 고신뢰성 등을 갖춘 고품질 농업기계 개발에 기여함으로써 농업기계 산업 기술 발전에 이바지 기대
- 국내 농업기계 제조 업체 및 부품 제조 업체 등 기업체들의 추가적인 매출 기여 예상되며, 이런 수익성 향상은 기업체의 기술 투자의 여력이 발생하여 수익을 재투자함으로써 해외 수입 농기계 제품들과의 경쟁력 제고에 기여
- 농업기계의 주요 부품의 신뢰성 평가 기준 및 시스템 구축 관련 특허 출원과 국내외 전문 학술지에 게재하여 홍보효과 누릴 수 있음.
- 매스컴 홍보를 이용하여 국내 농작업기계의 우수성을 전파하고 이를 통해 농업 이미지 향상 및 인식 전환 가능

연구개발성과의 활용계획 (기대효과)

- 국내 주요 농업기계의 취약한 유압 시스템의 핵심 부품에 대한 신뢰성 평가 기준 제시 및 신뢰성 평가 시험을 통하여 고품질 부품 생산 지원
- 주요 농업기계(트랙터, 콤파인, 이앙기)인 3개 기종의 유압 시스템 주요 부품 총 30개에 대한 신뢰성 평가를 통하여 국내외 농가에 고성능·고내구성 등의 고품질 제품 제공에 기여
- 신뢰성 평가를 통하여 국산 농기계의 품질 향상으로 갈수록 성장하고 있는 세계 농기계 시장에서 경쟁력 있는 농기계 제품을 통한 국가경쟁력 상승에 기여
- 정격 출력, 정격 토크, 정격 회전 속도 등을 이용한 기존 농업기계의 신뢰성 평가를 실제 농작업 시 발생하는 작업 부하를 이용한 신뢰성 평가를 통하여 보다 현실적인 신뢰성 평가 기준 마련
- 농업기계 전문 농업기술실용화재단에서 농업기계에 특화된 신뢰성 평가 기준을 제시 및 신뢰성 평가 시험을 통하여 국산 농기계에 대한 신뢰성 향상에 기여
- 건설기계, 자동차 등 다른 분야에 많이 있는 신뢰성 평가 기준을 농업기계에서도 실현하여 농업기계 분야 발전에 기여
- 과제종료 후 자립하기 위하여 농업기계 신뢰성검증 첨단연구 인프라를 구축함과 동시에 세계수준의 국제공인시험인증기관으로 발전

국문핵심어 (5개 이내)	농업기계	품질 진단	품질 고도화	평가	신뢰성
영문핵심어 (5개 이내)	Agricultural machinery	Quality test	Quality advancement	Evaluation	Reliability

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요	7
1-1. 연구개발 목적	7
1-1-1. 농기계 성능 검증 위탁연구조직(CRO) 육성	7
1-1-2. 연구 개발 주요 내용	7
1-2. 연구개발의 필요성	9
1-2-1. 국내외 시장 현황 및 기술 수준	9
1-2-2. 연구개발의 중요성	24
1-2-3. 선행연구의 내용 및 결과	31
1-3. 연구개발 범위	40
1-3-1. 1차년도	40
1-3-2. 2차년도	41
1-3-3. 3차년도	42
2. 연구수행 내용 및 결과	44
2-1. 1차년도 연구 내용 및 결과	44
2-1-1. 주관기관 : 농업기술실용화재단	44
2-1-2. 참여기관 : LS 엠트론, 대동공업, 동양물산, 국제종합기계	48
2-1-3. 위탁기관 : 충남대학교	51
2-2. 2차년도 연구 내용 및 결과	78
2-2-1. 주관기관 : 농업기술실용화재단	78
2-2-2. 참여기관 : LS 엠트론, 대동공업, 동양물산, 국제종합기계	81
2-2-3. 위탁기관 : 충남대학교	86
2-3. 3차년도 연구 내용 및 결과	98
2-3-1. 주관기관 : 농업기술실용화재단	98
2-3-2. 참여기관 : LS 엠트론, 대동공업, 동양물산, 국제종합기계	125
2-3-3. 위탁기관 : 충남대학교	129
2-4. 연구개발성과	134
2-4-1. 1차년도 연구성과	135
2-4-2. 2차년도 연구성과	137
2-4-3. 3차년도 연구성과	140
2-5. 연구결과	144
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	146
3-1. 목표	146
3-2. 목표 달성여부	146
4. 연구결과의 활용 계획 등	146
<붙임> 참고 문헌	148
<별첨 1> 연구개발보고서 초록	151
<별첨 2> 자체평가의견서	152
<별첨 3> 연구성과 활용계획서	156

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 연구개발 목적

1-1-1. 농기계 성능 검증 위탁연구조직(CRO) 육성

- 가. 농기계의 주요 부품 제조 기술 향상과 국산화 지원을 위한 신뢰성 평가(평가 매뉴얼, 측정 시스템) 체계 구축 및 신뢰성 시험
- 농기계의 완제품 성능 위주 평가에서 핵심 부품의 품질(신뢰성) 평가 전환 추진
 - 농기계의 핵심 부품의 신뢰성 평가를 통한 국산 제품 품질 강화 및 국제 경쟁력 강화
 - 주요 부품별 신뢰성 평가를 위한 매뉴얼 개발 및 세계수준의 신뢰성평가 시스템 구축 및 기술지원
 - 주요 부품 제조 기술 고도화로 국산화 개발을 위한 신뢰성 시험 실시

1-1-2. 연구 개발 주요 내용

- 가. 본 과제를 통해 주요 농업기계인 트랙터, 콤팩트, 이앙기 총 3개 기종의 유압 시스템 주요 부품인 유압 펌프, 유압 On/Off 밸브, 비례 제어 밸브, HST , 유압 호스 총 14개에 대한 평가 기준 마련
- 나. 다음 표는 자동차, 산업기계 등의 신뢰성 평가 기준과 다른 농업기계의 특성에 맞는 부품 평가 기준에 객관적이고 체계화된 신뢰성 평가 매뉴얼 및 측정 시설·장비 등 구축이 필요한 항목임

표. 유압 시스템 신뢰성 평가 매뉴얼 및 측정 시설·장비 등 구축 목록

유압 시스템 분류	다른 분야 신뢰성 평가 기준 유무	농업기계 신뢰성 평가 기준 유무	구축 필요성
유압 펌프	○ (6)	○ (1)	☆
유압 On/Off 밸브	○ (1)	X	★
비례 제어 밸브	○ (3)	X	★
HST	X	○ (1)	☆
유압 호스	○ (1)	X	★

a) 지식경제부 기술표준원 발행 유압 관련 신뢰성 평가기준 조사 결과.

()는 신뢰성평가기준 개수

b) ★ : 농업기계 특성에 맞는 신뢰성평가기준 필요

☆ : 농기계 작업 환경을 고려한 입력 부하 수준 구명 및 등가 부하 적용 검토 필요

다. 매뉴얼·시스템에 의한 주요 농기계의 취약한 핵심 부품 신뢰성 시험 및 확보 지원

- 다음 표는 주요 농업기계에서 가장 취약한 부분인 유압시스템의 핵심 부품에 대한 신뢰성 시험이 필요한 부품임
- 농업기계에서 고장이 자주 발생하는 유압시스템 부품에 대한 사양 조사를 통한 부품 신뢰성 시험
- 농업기계 신뢰성 평가 기준이 없는 경우와 기존 평가기준을 농업기계 특성에 적합한 신뢰성 시험 및 매뉴얼·시스템 구축
- 기존 농업기계 신뢰성 평가 기준은 정격 회전속도, 토크, 출력 등을 이용하여 시험을 진행하지만, 본 과제는 농업기계의 실제 부하인 등가 부하를 이용하여 신뢰성 시험 및 매뉴얼·시스템 구축

표. 주요 농업기계 3종(14개 부품)의 유압 시스템 주요 부품 리스트

번호	기종	주요 부품
1	트랙터	유압 펌프, 유압 On/Off 밸브, 유압비례제어밸브, HST, 유압호스
2	콤바인	유압 펌프, 유압 On/Off 밸브, 유압비례제어밸브, HST, 유압호스
3	이앙기	유압 On/Off 밸브, 유압비례제어밸브, HST, 유압호스
합 계		- 유압 펌프(트랙터, 콤바인) - 유압 On/Off 밸브(트랙터, 콤바인, 이앙기) - 유압비례제어밸브(트랙터, 콤바인, 이앙기) - HST (트랙터, 콤바인, 이앙기) - 유압 호스(트랙터, 콤바인, 이앙기)

라. 연구과제 종료 후 농기계 주요 부품 신뢰성 평가 체계 및 시험을 위한 자립화 방안 제시

- 농업기계 신뢰성검증을 위한 첨단연구 인프라를 구축함과 동시에 세계수준의 국제공인시험인증기관으로 발전
- 농업기계 부품 신뢰성 평가 시스템 구축으로 농기계 기자재 검정 및 관련 업체기술 향상, 업체 간 기자재 간 표준규격 적합성 및 호환성 확보로 한국형 농업기계 신뢰성 기술 확립
- 신뢰성 평가 시스템 구축으로 객관적이고 성능이 확보된 기자재 보급으로 농업기계 수출지원
- 국가 R&D기관, ICT 전문기관 등 협력 체계 지속 구축 활용을 통한 세계 초일류 첨단 농업기반 조성

1-2. 연구개발의 필요성

1-2-1 국내외 시장 현황 및 기술 수준

가. 시장 현황

○ 다음 그림은 2015년도 농기계 국내 공급량은 2014년도에 비하여 약 4.8% 증가하였으며, 총 공급 금액은 15.7% 증가(농업기계연감, 2016).

- ① 트랙터 : 2014년 10,548대에서 2015년 11,338대로 7.5% 증가.
- ② 콤바인 : 2014년 2,761대에서 2015년 2,998대로 8.6% 증가.
- ③ 이앙기 : 2014년 3,754대에서 2015년 4,315대로 6.9% 증가.
- ④ 스피드스프레이어 : 2014년 1,940대에서 2015년 2,073대로 14.9% 증가.
- ⑤ 관리기 : 2014년 645대에서 2015년 584대로 9.5% 감소.

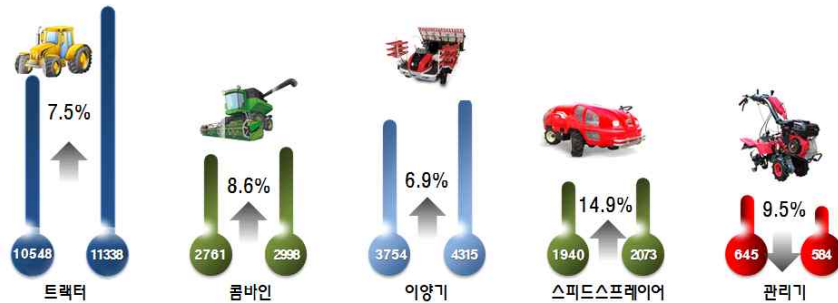


그림. 국내 주요 농업기계 연도별 공급량 추이

○ 농업 기계 매출액의 75% 정도를 차지하는 트랙터, 이앙기, 콤바인, 스피드스프레이어, 관리기의 국내 공급 추이를 보면, 관리기를 제외한 주요 농업기계의 공급량은 꾸준히 증가하고 있음.

○ 하지만, 국내 주요 농업기계 공급은 매년 증가하고 있으나, 미국, 일본 등 선진사의 수입산 농기계의 점유율이 꾸준히 증가하고 있는 실정임.

- ① 2012년 수입산 농기계의 국내시장 점유율은 트랙터 13.2%, 승용이앙기 57.5%, 콤바인 27.3%로 2003년 대비 트랙터는 4.4%p가 감소한 반면, 승용이앙기와 콤바인은 각각 31.5%p, 20.2%p나 큰 폭으로 증가(출처 : 농업기계 유통 및 사후관리에 관한 연구)

○ 그 이유는 정부 연구개발 사업이 주로 첨단농기계 개발에 집중하고 있으며, 품질 개선에 관한 사업은 전무하여, 다음 표와 같이 국산 농기계의 품질이 선진국에 비하여 좋지 않은 상황임.

표. 농기계 대리점의 한·일 농기계 고장빈도수 비교(3년 평균)

단위 : 회

	트랙터			이앙기			콤바인		
	한국산 (A)	일본산 (B)	A/B	한국산 (A)	일본산 (B)	A/B	한국산 (A)	일본산 (B)	A/B
연간 빈도	4.3	2.3	1.9	11.0	3.5	3.1	9.5	3.5	2.7

(출처 : KREI, 2016)

- 또한, 정부 농업기계화 정책으로 주로 완성차 위주의 연구개발을 통하여 고도의 농업기계화는 달성하였으나 농기계의 주요 부품은 아직까지 해외 수입에 의존함.
- 농기계 부품은 제품의 기능적 성능 외에 신뢰도·내구성이 중요해 선진국과의 기술·시장 점유 격차를 단기간 내 좁히기 어려워 중·장기적인 연구개발이 필요함.
- 농기계 부품 품질고도화를 통하여 수출경쟁력 개선 및 일본 수입 의존도를 낮추며 농기계 생산성·가격경쟁력 제고에 기여 가능함.
- 다음 그림과 같이 보면 국내 농기계 품질 수준은 일본에 비해 약 60~80% 수준으로 외국산 농기계의 국내시장 점유율 증가요인으로 작용함.

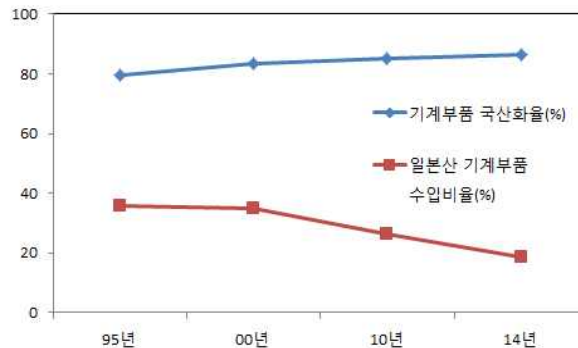


그림. 기계부품 국산화에 따른 일본산 부품 수입 비율(%)

(출처 : 한국기계산업진흥회, 2017)

- 정부와 기업 간의 상호연계를 통하여 농기계 중소·중견 부품업체를 육성하고 완성차부터 핵심부품까지의 품질 고도화 시급함.
- 수입 농기계 중 특히, 일본 제품의 점유율은 2016년 국내 농기계 시장의 (승용)이앙기 64.0%, 콤바인 42.3%, 트랙터 28.5%를 차지함.
 - ① 트랙터, 승용이앙기, 콤바인에 대한 농업인의 품질 만족도는 57.1~62.6%로 나타남. 또한 국산 농기계의 수입산 대비 품질 만족도는 18.1~38.1 %p, 작업성능 만족도는 8.8~19.3 %p, 내구성 만족도는 13.4~27.5 %p 정도 낮았으며, 고장발생이 적다는 응답은 18.8~35.0 %p나 높은 것으로 나타남(출처 : 농업기계 유통 및 사후관리에 관한 연구)

- 국내 시장 규모를 고려할 때, 금액으로는 트랙터 1,540억, 콤바인 570억, (승용)이앙기 374억이 일본 제품에 잠식당함.
- 이와 더불어, 국내 농기계 시장은 2000년 이후 완성 단계에 이른 벼농사의 기계화 수준, 농기계 구입 지원하는 정부 정책 중단 등으로 내수 시장의 성장은 기대하기 어려운 실정임.
- 이러한 국내 농기계 시장의 한계를 극복하기 위하여 국내 농기계 생산 업체들은 농기계 수출 확대가 절실함.
- 국내 농기계 수출은 2000년 1억 달러 달성한 후 2012년까지 연평균 16.4% 증가하여 2012년에는 7억 5천만 달러를 달성하였으며, 2012년 수출액 기준으로 경운정지용 기계가 70.8%로 대부분을 차지하였고 지역별로는 미국이 43.5%, 아시아 18.4%를 차지함.
- 국산 농기계의 수출이 꾸준히 증가함에 따라, 국산 농기계는 수입산 농기계들과 경쟁을 피할 수 없으며, 가격 경쟁력뿐만 아니라 제품의 기능적 성능 외에 신뢰도·내구성도 갈수록 중요한 상황임.
- 따라서, 세계 시장에서 국산 농기계의 경쟁력을 확보하기 위하여 국산 농기계의 가장 취약한 시스템을 구성하는 핵심 부품들의 신뢰성 평가를 통하여 선행 기술 개발, 품질 고도화 성능 시험을 수행이 필요함.
- 다음 그림과 같이 국제 비즈니스 리서치 회사인 프리도니아(Freedonia)에서 2014년에 발표한 자료를 보면, 세계 농기계 산업은 2013년 1,500억 불(한화 약 175조6,500억 원) 시장에서 2018년에는 2,000억 불 시장으로 연평균 5.3%씩 성장할 것” 이라고 내다봄.

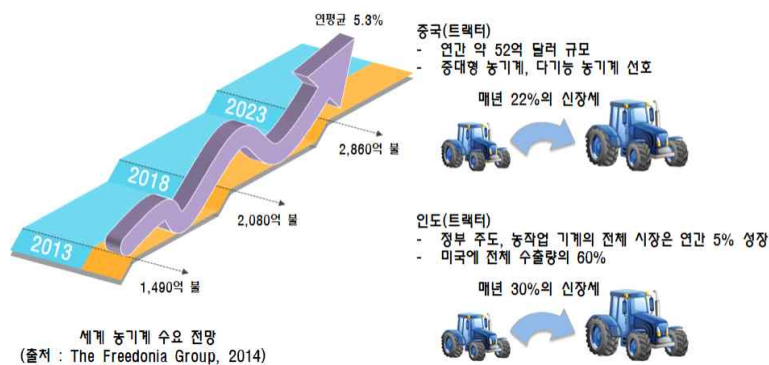


그림. 세계 농기계 수요 전망(출처 : The Freedonia Group, 2014)

- 농업기계의 세계 시장 규모는 지속적으로 증가할 것으로 판단되며, 이에 따른 국산 농기계의 경쟁력 확보가 필요하며, 이에 따른 농기계 분야 선행기술 개발, 품질고도화, 성능시험 등의 수행을 위한 농기계 신뢰성 평가 시스템이 필수적임.

나. 기술 현황

- 농업기계는 농림축산물의 생산 및 생산 후 처리 작업과 생산 시설의 환경 제어 및 자동화 등에 사용되는 기계, 설비 및 그 부속 기자재를 총칭하며, 농업기계의 범위는 다음과 같음.
 - ① 농림축산물의 생산에 사용되는 기계·설비 및 그 부속 기자재
 - ② 농림축산물과 그 부산물의 생산 후 처리작업에 사용되는 기계·설비 및 그 부속 기자재
 - ③ 농림축산물 생산시설의 환경제어와 자동화에 사용되는 기계·설비 및 그 부속 기자재
 - ④ 그 밖에 『농업·농촌 및 식품산업 기본법』 제3조 제1호에 따른 농업과 같은 조 제8호에 따른 식품산업에 사용되는 기계·설비 및 그 부속 기자재임.

- 농기계의 범위 및 연관 산업은 농용 트랙터 및 부속 작업기, 농작업기계, 수확 후 처리 시스템 및 부속기자재, 원예·축산 기계 및 시설, IT/BT 융합 시스템이 있음.

- 농업기계의 핵심 기술은 크게 부품소재 설계 및 생산 기술과 시스템 기술로 구분할 수 있으며 원천 핵심 및 부품소재의 기술 수준이 낮아 설계, 부품, 제조기술 수준이 선진국 대비 70% 이하 수준임.

- 부품, 시작 기계/시스템 개발 중 성능 및 신뢰성 시험평가 기술이 매우 부족하여 수출시장에서 국내 제품의 신뢰도 저하 원인이 됨.

- 신뢰성 평가 기술 중 성능 예측 기술 및 내구성 평가기술의 부족으로 미국, 유럽 등 선진국 대비 사용 가능 연한이 떨어져 품질 경쟁력 열세임.

- 특히, 농업기계의 특성 상 다양한 유압 시스템을 활용하며, 트랙터의 경우 승강시스템, 수평제어시스템, 조향시스템 등 다양한 곳에 사용됨.

- 유압 시스템을 사용하는 주요 농업기계는 트랙터, 콤파인, 이앙기가 있으며, 주요 유압 부품은 다음 표와 같다.

표. 주요 농업기계의 유압 부품

기종	유압 부품
트랙터	유압 펌프, 유압 On/Off 밸브, 유압비례제어밸브, HST, 유압호스
콤파인	유압 펌프, 유압 On/Off 밸브, 유압비례제어밸브, HST, 유압호스
이앙기	유압 On/Off 밸브, 유압비례제어밸브, HST, 유압호스

- 다음 그림과 같이 트랙터 유압 시스템으로 조향 장치, 위치 제어, 견인 제어, 작업기 하강 조정, 프론트 로더, 수평 제어 장치 등이 있음.

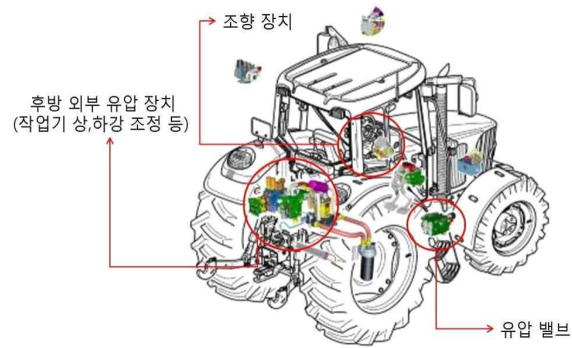


그림. 농업용 트랙터의 유압 시스템

- 다음 그림과 같이 콤바인 유압 시스템으로 조향 장치, 주행부, 변속부, 예취부, 탈곡부, 수평 제어 장치(지면 기울기에 따라 차체 수평 유지 장치) 등이 있음.



그림. 콤바인의 유압 시스템

- 다음 그림과 같이 이앙기 유압 시스템으로 조향 장치, 식부 장치, 차륜 위치 조절, 수평 제어, 묘 탐제대 등이 있음.

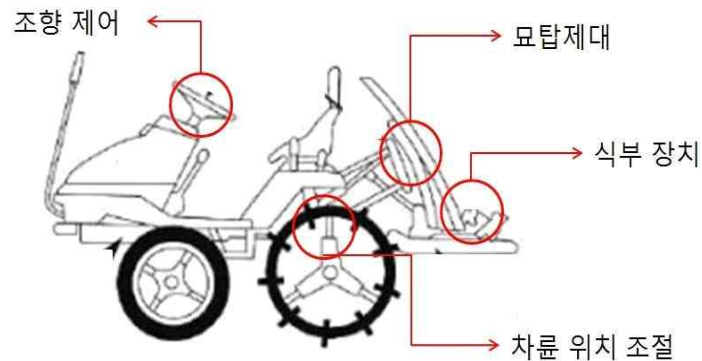


그림. 이앙기의 유압 시스템

○ 주요 농기계 제조업체의 트랙터 유압 부품의 고장 특성 조사 (출처 : 사후봉사용 주요 농기계 부품의 적정 수요 및 재고 산정, 농림부 농림기술개발사업)

- ① 4개 업체에서 생산한 트랙터의 주요 부품에 대한 고장 형태(β), 특성 수명(θ , hour), 평균 고장 시간(MTBF, hour), 평균 고장시간까지의 신뢰도(R(t), %), 100대당 평균 교체 수요(μ)를 산출하여 그중 유압계통을 산출하여 표 3, 4, 5, 6에서와 같이 나타냄
- ㉠ 고장 형태(β) : $\beta > 1$ 초기 고장, $\beta = 1$ 우발 고장, $\beta < 1$ 마모 고장

② 다음 표와 같이 트랙터의 100대당 평균 교체 수요에서 유압계통을 제외한 주요 부품(동력전달계통, 부속품, 엔진, 전장계통, 조정장치, 차축 및 브레이크, 프레임) 총 204개의 평균과 유압계통 평균을 비교 결과 유압계통 고장으로 인한 교체 수요가 A사는 129% 높게 나타남.

표. A사 트랙터 유압 부품의 고장 특성

분류	부품명	β	θ	MTBF	R(t)	μ
부속품	유압잭	1.8	2163.7	1924.7	44.4	13.6
부속품	유압피스톤	1.7	1641.2	1466.3	43.7	19.5
엔진	유압필터	1.9	229.4	203.7	44.9	147.3
유압계통	공기 빼기	0.8	6724.9	7526.7	33.4	52
유압계통	브리더 2	0.8	6724.9	7526.7	33.4	52
유압계통	스냅링	4.6	3366.9	3078.3	51.7	1.6
유압계통	유압암	2.6	3610.7	3205.6	47.8	4.3
유압계통	유압오일필터조합	1.3	952.9	878.9	40.7	33.5
유압계통	유압오일휠타	1.5	680.3	614.74	42.3	48.8
유압계통	유압필터조합	1.8	302.3	269.1	44.3	111.5

③ 다음 표와 같이 트랙터의 100대당 평균 교체 수요에서 유압계통을 제외한 주요 부품(동력전달계통, 부속품, 엔진, 전장계통, 조정장치, 차축 및 브레이크, 프레임) 총 180개의 평균과 유압계통 평균을 비교 결과 유압계통 고장으로 인한 교체 수요가 B사는 3% 높게 나타남.

표. B사 트랙터 유압 부품의 고장 특성

분류	부품명	β	θ	MTBF	R(t)	μ
유압계통	리프터암 핀	1.5	2164.5	1948.9	42.7	13.7
유압계통	베어링	3.4	2544.9	2285.9	49.8	7.9
유압계통	실린더헤드조합	3.5	2886.0	2595.3	50.0	5.3
유압계통	유압펌프14AX조합	5.5	1625.8	1501.2	52.5	29.9
유압계통	유압휠터	1.5	538.4	487.8	42.1	61.5
유압계통	조인트	2.1	1081.8	958.1	46.2	32.2
유압계통	커넥팅로드	3.5	2886.0	2595.3	50.0	5.3
유압계통	콘트롤밸브조합	15.4	1461.4	1412.5	55.4	21.2
유압계통	필터(유압)	1.3	671.3	623.1	40.3	47.3
유압계통	PST오일탱크	1.8	2396.3	2134.9	44.5	11.7
유압계통	PTO PS펌프조합	3.5	2886.0	2595.3	50.0	5.3

④ 다음 표와 같이 트랙터의 100대당 평균 교체 수요에서 유압계통을 제외한 주요 부품(동력전달계통, 부속품, 엔진, 전장계통, 조정장치, 차축 및 브레이크, 프레임) 총 173개의 평균과 유압계통 평균을 비교하여 C사는 51% 높게 나타남.

표. C사 트랙터 유압 부품의 고장 특성

분류	부품명	β	θ	MTBF	R(t)	μ
부속품	유압오일필터	2.7	320.4	284.8	48.1	105.3
부속품	유압카트리지	2.7	320.4	284.8	48.1	105.3
유압계통	기어펌프(유압)ASSY	2.6	1163.3	1032.8	47.9	31.0
유압계통	기어펌프조합	2.6	1163.3	1032.8	47.9	31.0
유압계통	메인콘트롤밸브ASSY	2.6	1099.9	976.7	47.9	32.2
유압계통	섹션휠타(유압)	6.1	361.7	336.0	52.9	89.3
유압계통	오일실(D)	1.8	1136.4	1010.7	44.5	29.9
유압계통	유압엘레먼트	3.8	347.8	314.1	50.5	95.5
유압계통	유압카트리지(20)	3.4	341.0	306.5	50.0	97.9
유압계통	패킹	1.3	1302.9	1201.9	40.7	24.2
유압계통	호스	2.6	1004.4	892.0	47.9	34.0
유압계통	흡입휠터조합	1.2	699.7	665.7	38.9	44.3
유압계통	O링(고정용)	1.7	1000.2	892.2	43.9	33.7

- ⑤ 다음 표와 같이 트랙터의 100대당 평균 교체 수요에서 유압계통을 제외한 주요 부품(동력전달계통, 부속품, 엔진, 전장계통, 조정장치, 차축 및 브레이크, 프레임, 기계요소, 기타) 총 166개의 평균과 유압계통 평균을 비교 결과 유압계통 고장으로 인한 교체 수요가 D사는 32% 높게 나타남.

표. D사 트랙터 유압 부품의 고장 특성

분류	부품명	β	θ	MTBF	R(t)	μ
동력전달장치	마찰판, 클러치(전유압)	3.2	1203.7	1078.6	49.6	31.6
동력전달장치	클러치카바(전유압)	3.7	1686.4	1522.4	50.5	23.6
동력전달장치	클러치총조합(전유압)	3.2	1288.7	1154.8	49.6	31.0
부속품	유압오일휠타-94	3.1	229.3	205.0	49.2	146.4
유압계통	리프트로드조립체(우)	5.1	1478.1	1358.0	52.1	36.7
유압계통	리프트로드조합(우)	5.1	1478.1	1358.0	52.1	36.7
유압계통	스톱퍼	4.1	1589.3	1443.3	51.1	28.1
유압계통	오일플러그	6.0	1921.1	1782.3	52.9	14.4
유압계통	유압펌프(94신)	5.7	1499.8	1387.9	52.7	38.8
유압계통	유압필터	2.8	272.6	242.8	48.5	123.6
유압계통	유압호스 연결기	5.1	1613.5	1483.2	52.2	30.0
유압계통	GRIP, VALVE LEVER	2.9	1790.4	1597.4	48.9	19.4

○ 주요 농기계 제조업체의 콤바인 유압 부품의 고장 특성

- ① 3개 업체에서 생산한 콤바인의 주요 부품에 대한 고장 형태(β), 특성 수명(θ , hour), 평균 고장 시간(MTBF, hour), 평균 고장시간까지의 신뢰도(R(t), %), 100대당 평균 교체 수요(μ)를 산출하여 그중 유압계통을 산출하여 표 7, 8, 9에서와 같이 나타냄.

㉔ 고장 형태(β) : $\beta > 1$ 초기 고장, $\beta = 1$ 우발 고장, $\beta < 1$ 마모 고장

- ② 다음 표와 같이 콤바인의 100대당 평균 교체 수요에서 유압계통을 제외한 주요 부품(동력전달, 부속품, 엔진부, 예취부, 전기장치, 주행부, 탈곡부) 총 247개의 평균과 유압계통 평균을 비교 결과 유압계통 고장으로 인한 교체 수요가 A사는 195% 높게 나타남.

표. A사 콤바인 유압 부품의 고장 특성

분류	부품명	β	θ	MTBF	R(t)	μ
엔진	유압오일필터	3.2	159.4	142.7	49.4	126.2

- ③ 다음 표와 같이 콤바인의 100대당 평균 교체 수요에서 유압계통을 제외한 주요 부품(동력전달, 부착품, 엔진부, 예취부, 전기장치, 주행부, 탈곡부) 총 249개의 평균과 유압계통 평균을 비교결과 유압계통 고장으로 인한 교체 수요가 B사는 38% 낮게 나타남.

표. B사 콤바인 유압 부품의 고장 특성

분류	부품명	β	θ	MTBF	R(t)	μ
동력전달	유압실린더40X239	4.2	1123.1	1021.1	51.3	18.3
동력전달	유압탱크	4.3	1374.9	1251.2	51.3	8.6
주행부	유압휠터	4.4	475.1	433.3	51.5	42.0

- ④ 다음 표와 같이 콤바인의 100대당 평균 교체 수요에서 유압계통을 제외한 주요 부품(동력전달, 부착품, 양곡부, 엔진부, 예취부, 전기장치, 주행부, 탈곡부) 총 256개의 평균과 유압계통 평균을 비교 결과 유압계통 고장으로 인한 교체 수요가 C사는 91% 높게 나타남.

표. C사 콤바인 유압 부품의 고장 특성

분류	부품명	β	θ	MTBF	R(t)	μ
동력전달	유압카트리지(HL)	5.3	198.9	183.2	52.3	98.2
예취부	유압 클러치 스프링	2.4	1090.5	966.4	47.2	18.0

○ 주요 농기계 제조업체의 이양기 유압 부품의 고장 특성

- ① 4개 업체에서 생산한 이양기의 주요 부품에 대한 고장 형태(β), 특성 수명(θ , hour), 평균 고장 시간(MTBF, hour), 평균 고장시간까지의 신뢰도(R(t), %), 100대당 평균 교체 수요(μ)를 산출하여 그중 유압계통을 산출하여 표 10, 11, 12, 13에서와 같이 나타냄

㉞ 고장 형태(β) : $\beta > 1$ 초기 고장, $\beta = 1$ 우발 고장, $\beta < 1$ 마모 고장

- ② 다음 표와 같이 이양기의 100대당 평균 교체 수요에서 유압계통을 제외한 주요 부품(동력전달, 묘탑채대부, 식부장치, 엔진, 전기장치, 조정장치, 주행부, 프레임) 총 184개의 평균과 유압계통 평균을 비교결과 유압계통 고장으로 인한 교체 수요가 A사는 19% 낮게 나타남.

표. A사 이양기 유압 부품의 고장 특성

분류	부품명	β	Θ	MTBF	R(t)	μ
유압계통	펌프조합	19.1	699.4	680.1	55.7	19.1
조정장치	유압와이어	2.9	499.0	445.0	48.9	31.6

③ 다음 표와 같이 이양기의 100대당 평균 교체 수요에서 유압계통을 제외한 주요 부품(동력전달, 묘탑재대부, 부속품, 식부장치, 엔진, 조정장치, 주행부, 프레임) 총 170개의 평균과 유압계통 평균을 비교 결과 유압계통 고장으로 인한 교체 수요가 B사는 55% 낮게 나타남.

표. B사 이양기 유압 부품의 고장 특성

분류	부품명	β	Θ	MTBF	R(t)	μ
식부장치	유압레버스프링	1.7	1258.8	1124.6	43.7	9.0
유압계통	승강실린더조합	3.7	1449.1	1306.8	50.4	2.9
유압계통	파워스티어링관계	3.7	1449.1	1306.8	50.4	2.9
주행부	유압실린더조합	15.7	764.4	739.2	55.4	17.6

④ 다음 표와 같이 이양기의 100대당 평균 교체 수요에서 유압계통을 제외한 주요 부품(동력전달, 묘탑재대부, 식부장치, 엔진, 전기장치, 조정장치, 주행부, 프레임) 총 201개의 평균과 유압계통 평균을 비교 결과 유압계통 고장으로 인한 교체 수요가 C사는 8% 높게 나타남.

표. C사 이양기 유압 부품의 고장 특성

분류	부품명	β	Θ	MTBF	R(t)	μ
식부장치	유압작동로드 (하) 조합	3.6	498.8	449.3	50.2	31.6
엔진	유압 지지고무	16.2	493.3	477.5	55.4	27.2
유압계통	스윙스프링홀더	4.2	666.3	605.9	51.2	30.3
유압계통	스윙연동암	4.2	494.6	449.3	51.1	31.0
유압계통	스윙연동암받침	4.2	713.9	648.5	51.1	26.0
유압계통	스윙연동암조합	4.2	713.9	648.5	51.1	26.0
유압계통	유압밸브암조합	4.2	713.9	648.5	51.1	26.0
유압계통	유압연결로드	9.5	647.3	614.5	54.4	52.5
조정장치	유압클러치와이어	3.1	461.7	413.1	49.4	31.9

⑤ 다음 표와 같이 이양기의 100대당 평균 교체 수요에서 유압계통을 제외한 주요 부품(기계요소, 동력전달, 묘탑재대부, 부속품, 식부장치, 엔진, 전기장치, 조정장치, 주행부, 프레임) 총 107개의 평균과 유압계통 평균을 비교 결과 유압계통 고장으로 인한 교체 수요가 D사는 28% 높게 나타남.

표. C사 이양기 유압 부품의 고장 특성

분류	부품명	β	Θ	MTBF	R(t)	μ
식부장치	유압작동로드 (하) 조합	3.6	498.8	449.3	50.2	31.6
엔진	유압 지지고무	16.2	493.3	477.5	55.4	27.2
유압계통	스윙스프링홀더	4.2	666.3	605.9	51.2	30.3
유압계통	스윙연동암	4.2	494.6	449.3	51.1	31.0
유압계통	스윙연동암받침	4.2	713.9	648.5	51.1	26.0
유압계통	스윙연동암조합	4.2	713.9	648.5	51.1	26.0
유압계통	유압벨브암조합	4.2	713.9	648.5	51.1	26.0
유압계통	유압연결로드	9.5	647.3	614.5	54.4	52.5
조정장치	유압클러치와이어	3.1	461.7	413.1	49.4	31.9

표. D사 이양기 유압 부품의 고장 특성

분류	부품명	β	Θ	MTBF	R(t)	μ
기계요소	벨트(M22.5)(유압벨트)	1.4	311.1	282.4	41.9	45.8
기계요소	와이어(유압센서)	1.7	421.3	376.0	43.8	34.6
엔진	유압벨트-LB46-	2.5	244.9	217.3	47.7	59.8
유압계통	로드	8.2	659.8	622.0	53.9	44.7
유압계통	링크(A)	91.1	643.1	639.1	56.7	20.3
유압계통	식부크러치와이어790L	1.7	324.8	289.8	43.9	44.7
유압계통	유압조정와이어925L	1.5	344.5	310.3	42.6	41.9

다. 표준화 현황

(1) 기타 산업분야

- 자동차, 건설기계 등 산업은 설계 및 평가 기술력에 의해 부가가치 수준이 결정되고, 오랜 개발기간이 필요한 고부가가치 산업임.
- 이러한 기계 산업의 선두주자인 미국, 유럽, 일본 등은 핵심 부품을 중심으로 고효율, 안전성, 높은 신뢰성에 대한 소비자의 요구 조건을 충족시켜 고품질의 경쟁력을 높이고 있는 실정임.
- 선진국들은 축적된 핵심 설계 기술, 평가 기술 등 기반으로 세계 기계 산업 시장의 약 65%를 장악하고 있으며, 세계기계류 핵심 부품의 공급기지 역할을 담당하고 있음(국내 기계류 부품 신뢰성 평가 현황, 한국기계연구원).

- 고품질의 핵심 부품 개발을 위해서는 설계 기술과 신뢰성 평가 기술의 접목을 통하여 부품의 성능 및 수명을 신속하고 정확히 평가할 수 있는 시스템이 구축이 필요함.

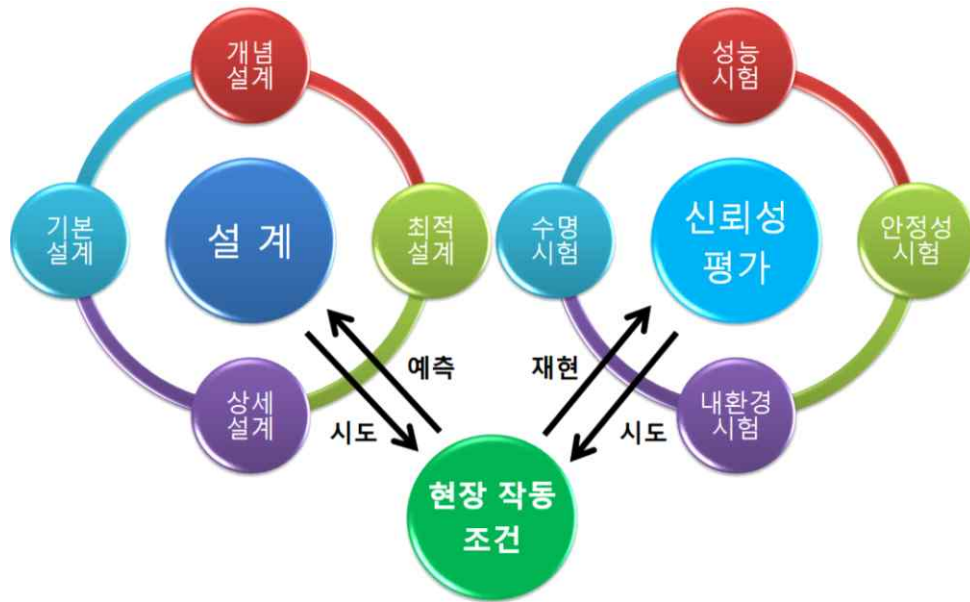


그림. 핵심부품의 설계 및 신뢰성 평가

- 산업 기술의 고도화 등으로 인하여 기계류 핵심 부품의 개발 및 수명 주기는 줄어들고 있으며, 고기능·다기능화로 인하여 구조 및 성능이 점점 복잡하고 다양해지고 있음.
- 따라서, 시스템 및 주요 부품의 품질 보증과 규정된 사용 조건에서 사용 가능 연한 동안 고장 없이 기능을 수행하기 위한 신뢰성에 관한 중요성이 증대되고 있는 실정임.
- ① 신뢰성이란 요소 단품, 부품, 제품 또는 시스템이 요구하는 기간 동안 주어진 사용 환경 조건에서 정해진 신뢰 수준을 만족하며 기능을 고장 없이 유지하는 것이 특징임.
- 하지만 국내 기계류 부품 생산 업체는 경제·기술적으로 열악한 중소기업들이 대부분을 차지하고 있어 신뢰성에 대한 인식과 신뢰성을 평가할 수 있는 신뢰성 평가 인프라(평가 장비, 전문 기술인력 등)가 매우 취약한 실정임.
- 따라서, 선진국의 선계기술에 의존이 커 신뢰성 평가에서 획득 가능한 부품 수명, 고장 원인 등의 신뢰성 관련 정보가 거의 없음.
- 국내 기계류 부품은 제조 과정의 단순한 품질 확인 시험만 수행하므로, 부품의 신뢰성을 확보하지 못하여 잔 고장, 짧은 수명 등과 같은 신뢰성 관련 문제가 계속 야기됨.
- 기계류의 시스템을 구성하는 핵심 부품의 개발 기간 단축에 따른 미지의 고장 발생 요소의 해결, 수요자의 신뢰성 데이터 요구, 선진국의 신뢰성 보증 시스템에 대응이 가능한 신뢰성 평가가 필요함.

- 시장 진입 시 중요한 주요 부품의 신뢰성 확보 문제를 해결하기 위하여 2000년부터 산업자원부 주관으로 수행됨.
- 현재 기술표준원을 총괄기관으로 기계류 부품, 자동차부품, 전기부품, 전자부품, 기초금속 등 8개 분야 18개 신뢰성 평가센터를 설치 운영하고 있고, 다음 표와 같이 기계류 부품 관련 신뢰성 인프라 구축 현황임.

표. 기계류 부품 관련 신뢰성 인프라 구축 현황

사업연도	구분		
	평가 장비	평가 품목	평가 기준
2000('00.5.1~'01.4.30)	14	2	3
2001('01.5.1~'02.4.30)	10	9	10
2002('02.5.1~'03.4.30)	15	10	13
2003('03.5.1~'04.4.30)	20	14	27
2004('04.5.1~'05.4.30)	27	19	29
2005('05.5.1~'06.4.31)	18	40	45
2006('06.5.1~'07.4.31)	21	18	41
합계	125	112	168

- 또한 신뢰성 평가 네트워크 구축, 신뢰성 평가 인증 (R-Mark) 제도 운영, 신뢰성 정보의 실시간 공급 시스템 구축, 신뢰성 전문 인력 양성 등의 신뢰성 평가 기반 시스템 구축을 지원하고 있음.
- 인증 절차는 신뢰성 평가기준 개발 및 시험평가는 한국기계연구원 신뢰성평가센터에서 수행되며, 시험평가결과의 심의 및 신뢰성 인증서(R-Mark) 발급은 산업자원부 기술표준원이 담당하고 있음.
- ① 다음 그림과 같이 신뢰성 평가는 수명, 안정성, 내환경성, 성능 시험을 모두 수행하는 종합 품질보증 시스템임.

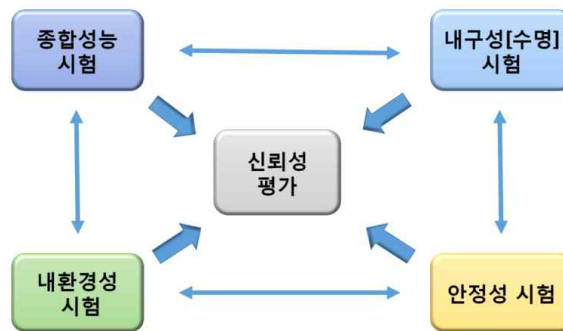


그림. 신뢰성 시험 평가의 정의

- 기계류 부품의 신뢰성 평가는 제정된 신뢰성 평가 매뉴얼에 따라 각각의 시험 항목에 대하여 합격 판정 기준을 모두 만족하여야만 신뢰성 인증을 취득할 수 있음.

(2) 농업기계 분야

- 국내에서 생산되는 농기계의 내수 판매에 비해 수출이 높아지고 있는 추세로써, 고성능 및 고효율 농기계를 생산을 통한 고품질 제품 개발이 필요한 상황임.
- 선진국에서 생산되는 농기계와 경쟁하기 위해서는 국산 농기계를 구성하는 핵심 부품들의 높은 보증 수명과 신뢰성 확보가 요구되고 있음.
- 농업기계의 특성상 다양한 기후 조건과 환경 조건에서 사용되며, 포장 및 작업 조건이 다양할 뿐만 아니라 다양한 작물과 물, 진흙, 자갈 등에 영향이 있어 이러한 조건을 고려한 제품 개발이 필요함.
- 또한, 농업기계는 사용하는 시기가 제한적으로 집중되기 때문에 높은 신뢰성 및 정비성이 요구됨.
- 국산 농업기계는 세계 각국으로 많이 수출되는 제품이기 때문에 국내 농기계 업체에서는 이에 대한 신뢰성 향상에 지속적으로 관심을 가지고 있는 실정임.
- 국내 농기계는 농업기술실용화재단에서 형식검사를 통하여 검정되고 있음.
- 형식검사는 완성차의 기능 위주로 검정되며, 농기계에 대한 신뢰성 시험 및 평가는 별도로 이뤄지고 있지 않음.
- 한국생산기술연구원과 한국기계연구원은 농기계 핵심부품에 대하여 일부 시험 및 평가를 진행하고 있으나 농기계 신뢰성을 전문적으로 평가하고 연구하는 기관은 전무함.
- 시장 규모 및 산업이 유사한 건설기계의 경우 건설기계품질연구원이 선행기술 개발, 품질 고도화, 성능시험 수행함.
- 농기계 신뢰성 평가에 대한 연구는 일부 진행하고 있으나 선진국 대비 부족하여 선진국가의 기술격차는 지속적으로 증가함.
- 일본은 생연기구, 중국은 NERCITA (National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture)를 중심으로 농기계 시험 및 평가를 집중적으로 연구

○ 농업기계의 신뢰성 평가 기준 관련 본격적인 활동은 국내 농기계가 세계 각국으로 수출이 급격하게 늘어나면서 수행하였음.

① 2003년 : 트랙터의 트랜스 액슬 관련 신뢰성 인증 획득

② 2006년과 2007년 : 트랙터 변속기용 HST의 20마력급 및 40마력급 신뢰성 인증 획득

○ 다음 표는 트랙터용 유압식 무단변속기의 신뢰성 평가 기준으로 크게 종합 성능 시험, 내환경성 시험, 수명 시험이 있으며 각 시험 조건에 따라 평가 기준을 만족해야 함.

표. 트랙터용 유압식 무단변속기 종합 성능 시험 평가 기준

시험 항목	시험 조건	평가 기준
작동 시험	· 정격입력속도와 무부하 상태에서 전진방향 및 후진방향으로 출력속도를 30초 간격으로 상승 및 하강을 반복하여 각각 10분간 작동한다.	· 누유가 없고 측정값이 정상범위이어야 한다.
중립 시험	· 정격입력속도와 무부하 상태로 한다.	· 변속레버를 중립에 두었을 때 출력축은 회전하지 않아야 한다
히스테리시스 시험	· 정격입력속도와 무부하 상태로 전진 각단과 후진 각단에서 각각 진행한다. · 출력속도 최소에서 최대까지 30초 간격으로 상승 및 하강시킨다.	· 각단에서 상승과 하강의 속도편차가 $\pm 7\%$ 이하이어야 한다.
변속 응답 특성 시험	· 정격입력속도와 무부하 상태를 유지한다. · 전진 각단과 후진 각단으로 변속한다.	· 각단에서 변속응답은 200 ms 이내 이어야 한다.
과속 시험	· 무부하 상태에서 전진방향 및 후진방향으로 최대입력속도의 120 %를 10초간 인가한다.	· 누유가 없고 측정값이 정상범위이어야 한다.
최대 출력 토크 시험	· 정격입력속도에서 전진 1단으로 출력속도를 최저로 조성한 후 출력속도가 정지할 때까지 부하를 인가한다.	· 출력토크는 최대 출력 토크의 95% 이상이어야 한다.
동력 전달 효율 시험	· 정격입력속도로 전진 각단에서 진행한다. · HST의 출력속도가 최소와 최대에서 각각 진행한다. · 출력속도가 감소하기 직전까지 부하를 인가한다.	· HST의 출력속도가 최소일 때 동력 전달효율이 93 % 이상, HST의 출력속도가 최대일 때 동력전달효율이 80 % 이상이어야 한다.

○ 내환경성 시험은 운용 가진, 저온, 습도, 날림 먼지 시험이 있으며, 각 시험 조건에 따라 평가 기준은 만족해야 함.

○ 수명 시험은 정격 입력 속도를 정해진 사이클에 따라 시험 장비를 이용하여 수행함.

- 2008년 : 농기계를 조향 토크 발생기 신뢰성 평가 기준 수립

- 2009년 : 콤바인용 유압 동력 발생 장치 신뢰성 평가 기준 수립

- 2009년 : 트랙터 작업기용 수평 제어 유압 실린더 신뢰성 평가 기준 수립, 트랙터 작업기용 상승 하강 유압 실린더 신뢰성 평가 기준 수립

- 농업기계의 신뢰성 평가는 다른 분야의 신뢰성 평가 기준에 비해 매우 적은 상황이며, 기존에 있는 농업기계 평가 기준도 정격 토크 및 회전속도 등에 따른 평가임.
- 농업기계의 특징인 다양한 조건에 따라 변화가 많은 작업 부하를 고려하지 않아 신뢰성의 정확성 확보가 아직 미흡한 단계로 판단됨.
- 국내 트랙터 제조업체는 각 주요 부품을 협력 업체로부터 수급을 받아 조립하므로, 주요 부품에 대한 신뢰성 시험은 부품 제조 기업에서 실시를 해야 하는 상황임.
- 하지만, 일부 업체를 제외하고 대부분의 농업기계 부품 제조 업체는 영세한 중소기업으로써, 신뢰성 시험에 필요한 장비 및 시스템을 구축하기 어려운 실정임.
- 주요 부품 제조업체에서는 기능 위주의 시험만 실시한 후 납품하므로, 완제품 조립 업체에서 완제품 또는 제품 상태에서 단품에 대한 신뢰성을 확인하기 어려움.
- 따라서, 농업기계용 주요 부품 신뢰성 평가 매뉴얼뿐만 아니라 신뢰성 평가 장치 및 시스템 구축 필요함.
- 선 품목선정에 의한 신뢰성인증 중심에서 산업체 요구에 능동적 대처를 위하여 평가기관의 평가·분석기능 강화하여 신개발제품 등 시장수요에 맞는 품목을 년중 수시로 발굴·평가하여 신규시장진입을 촉진하고, 제품개발 시 신뢰성향상 지표로 활용할 수 있도록 신뢰성 평가·분석지원 확대하고 평가품목과 인증품목을 구분하여 발굴하여 신뢰성평가 실시
- 특히, 최근 해외바이어의 신뢰성 data 요구에 적극 대응하고 신규 해외시장개척을 위하여 수출제품에 대한 평가지원 강화
- 신뢰성 종합기술지원센터 설립 검토하여 신뢰성평가기반을 종합조정·지원하기 위한 센터 설립을 부품·소재 클러스터사업과 연계하여 추진 검토

1-2-2 연구개발의 중요성

가. 연구개발의 중요성

- 국내 시장에서 수입산 농기계 (수입 완제품·조립품·엔진 장착) 점유율(2012)은 트랙터 60.0%, 승용이앙기 99.5%, 콤바인 80.9%로 2003년 대비 각각 33.1, 42.0, 53.6%p나 증가하였음(2015, 농기계 산업 수출 확대 지원 방안에 관한 연구, 농촌진흥청).
- 국내 농기계 시장에서 수입산 농기계 점유율이 높아지는 이유는 국산 농기계의 잦은 고장과 설계 변경, 가격 경쟁력 약화 등으로 나타남.

- 국산 농기계 품질 향상이 필요한 부위로는 트랙터는 주행미션, 유압장치, 전자장치, 엔진, 승용이앙기는 식부케이스 및 식부암, 전자장치, 유압 및 수평제어장치 등 유압 장치와 전자장치가 대부분 포함되어 있음.
- 국산 농기계의 품질 강화를 위하여 취약한 유압 장치와 전자 장치의 부품 신뢰성을 시험하고 보증해줄 기관이 필요할 것으로 판단됨(2015, 농기계 산업 수출 확대 지원 방안에 관한 연구, 농촌진흥청).
- 다음 표와 같이 국내 농기계 제조업체 4개 사의 국산농기계 품질에 대한 의견으로, 수입 농기계 대비 국산농기계의 주요 부위의 품질수준은 트랙터, 승용이앙기, 콤바인 모두 낮다고 응답하였음.
- 특히 트랙터, 이앙기, 콤바인 모두 유압부가 취약한 것으로 나타남.

표. 수입농기계 대비 국산농기계의 주요부위 품질수준

(단위 : 개사)

구분	트랙터			이앙기			콤바인		
	상	중	하	상	중	하	상	중	하
엔진부		3			1	2		2	1
미션부		1	2					2	1
유압부			3						3
식부부	-	-	-		1	3	-	-	-
예취부	-	-	-	-	-	-		2	1
탈곡부	-	-	-	-	-	-			3
전장부		1	2		2	2		1	2

- 농기계 사후관리업소 20개의 수리 정비 전문가와 중고 농기계 판매업소 14개를 대상으로 농기계의 주요 부위별 품질 수준을 조사한 결과, 국내 농기계는 수입 농기계에 비해 품질 수준이 크게 낮은 것으로 조사됨(2015, 농기계 산업 수출 확대 지원 방안에 관한 연구, 농촌진흥청).
- ① 국내 농기계가 수입산 농기계에 비해 품질 수준이 높다는 응답률은 7.1~24.0%인 반면에 낮다는 응답률은 36.0~79.2%로 매우 큰 차이가 나타남.
- ② 다음 그림과 같이 국산 트랙터, 콤바인, 이앙기 모두 유압부에서 품질이 가장 낮게 나타남.

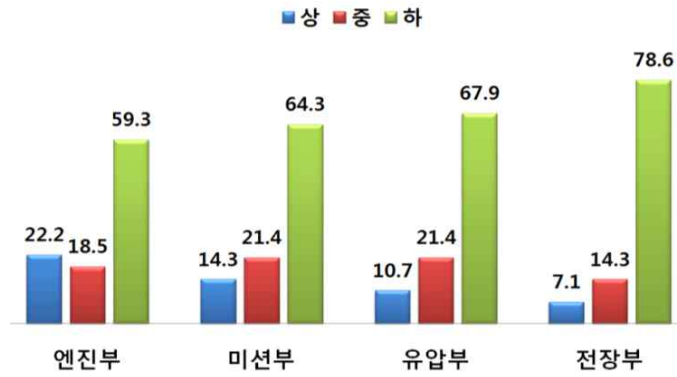


그림. 국산 트랙터의 수입산 대비 품질 수준 조사 결과



그림. 국산 콤바인의 수입산 대비 품질 수준 조사 결과

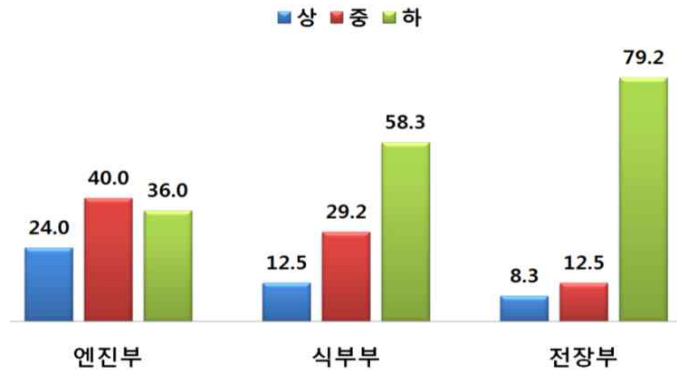


그림. 국산 이양기의 수입산 대비 품질 수준 조사 결과

- 다음 표와 같이 국산 농기계와 수입 농기계 비교 결과로 작업 성능, 본체 및 부품 가격에 대해서는 강점을 가졌으나, 품질 등에 있어서는 약한 것으로 나타남(2015, 농기계 산업 수출 확대 지원 방안에 관한 연구, 농촌진흥청).

표. 국산 농기계의 수입 농기계 비교 결과

(단위 : 개사)			
구분	약점	강점	계
작업 성능	1	3	4
내구성	1	2	3
품질 (잔고장 포함)	3	-	3
부품 수급	2	1	3
본체 가격	1	3	4
부품 가격	-	2	2

○ 다음 표와 같이 국산 농기계의 품질 향상이 시급한 부위는 식부 장치, 전자 장치, 유압 장치순서로 나타남(2015, 농기계 산업 수출 확대 지원 방안에 관한 연구, 농촌진흥청).

표. 국산 농기계의 수입 농기계 비교 결과

(단위 : 개사)			
구분	트랙터	이앙기	콤바인
엔진	6	-	1
주행 미션	9(1)	1	3
전자 장치	6(1)	7(2)	11(1)
유압 장치	8(2)	4(1)	3
파워 셔틀	5	-	-
수평 제어 장치	-	3(1)	1
식부케이스 및 식부암	-	16(3)	-
벨트류	-	-	1(1)
예취부	-	-	11
탈곡부	-	-	1(1)
궤도바퀴	-	-	1

a) 제조사(4개사) 및 사후관리업소(20개소) 조사 결과. ()는 제조업체 4개사의 응답 수

나. 본 과제의 차별성

○ 다음 표는 현재 국내 농업기계의 유압 시스템 주요 부품(유압 펌프, 유압 On/Off 밸브, 비례 제어 밸브, HST, 유압 호스)을 신뢰성 평가하는 기준(RS)으로 2개 농기계 제품(트랙터, 콤바인)에 대하여 2개(HST, 유압 펌프) 있음.

표. 현재 구축된 유압 시스템 신뢰성 평가 기준 및 측정 시설·장비

유압 시스템 분류	다른 분야 신뢰성 평가 기준 유무	농업기계 신뢰성 평가 기준 유무	구축 필요성
유압 펌프	O (6)	O (1)	☆
유압 On/Off 밸브	O (1)	X	★
비례 제어 밸브	O (3)	X	★
HST	X	O (1)	☆
유압 호스	O (1)	X	★

a) 지식경제부 기술표준원 발행 유압 관련 신뢰성 평가 기준 조사 결과. ()는 신뢰성평가기준 개수

b) ★ : 농업기계 특성에 맞는 신뢰성 평가 기준 필요

☆ : 농기계 작업 환경을 고려한 입력 부하 수준 구명 및 등가 부하 적용 검토 필요

○ 이외 국내 농업기계의 유압 시스템 주요 부품인 유압비례제어밸브, 유압 On/Off 밸브, 유압 호스 총 3개에 대한 농기계용 신뢰성 평가 기준은 현재 없으므로, 농업기계 특성에 적합한 신뢰성 평가 기준을 만들고 시험을 수행해야함.

○ 현재 농업기계의 유압 시스템의 주요 부품을 신뢰성 평가 기준은 모두 정격 입력 속도, 정격 토크, 정격 출력 혹은 최대/최소 출력을 이용하여 신뢰성 평가를 수행하므로, 실제 농작업 시 발생하는 작업 부하와 다르므로 작업 부하를 고려해야 함.

○ 따라서, 본 과제는 농기계의 유압 시스템 주요 부품 신뢰성 평가 기준이 없을 경우 작업 부하를 이용한 신뢰성 평가 기준 제시 및 시험을 수행하며, 기준에 있는 농업기계 신뢰성 평가 기준은 작업 부하를 고려하는 신뢰성 평가 기준으로 비교 및 개선할 예정임.

① 트랙터용 기계(유압식 무단 변속기)

㉓ 기존 신뢰성 평가는 모두 정격 입력 속도, 최대 출력 토크를 이용하여 시험하였으나, 이는 실제 필드 시험에서 작용하는 트랙터의 작업 부하와 다를 것으로 판단됨.

㉔ 기존 신뢰성 평가 기준은 실제 필드 조건 고려한 평가 기준에 비하여 신뢰도가 낮을 것으로 판단되며, 본 과제에서는 다음 표와 같이 정격 입력 속도와 최대 출력 토크에 따른 신뢰성 평가와 필드 시험을 통해 계측된 평균 입력 속도 및 작업 부하를 이용하여 만든 등가 부하에 따른 신뢰성 평가 및 비교 수행함.

표. 기존 트랙터용 유압식 무단변속기 신뢰성 시험 평가 기준과의 차별점

시험 항목	시험 조건	차별점
작동 시험	<ul style="list-style-type: none"> 정격입력속도와 무부하 상태에서 전진 방향 및 후진 방향으로 출력속도를 30초 간격으로 상승 및 하강을 반복하여 각각 10분간 작동한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 정격 입력 속도에 따른 신뢰성 평가를 다양한 마력급 트랙터의 필드 시험을 통해 측정된 평균 입력 속도에 따른 시험으로 진행한다.
중립 시험	<ul style="list-style-type: none"> 정격입력속도와 무부하 상태로 한다. 	
히스테리시스 시험	<ul style="list-style-type: none"> 정격입력속도와 무부하 상태로 전진 각단과 후진 각단에서 각각 진행한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 정격 입력 속도와 작업 시 발생하는 평균 입력 속도의 신뢰성 평가를 비교한다.
변속 응답 특성 시험	<ul style="list-style-type: none"> 정격입력속도와 무부하 상태를 유지한다. 	
동력 전달 효율 시험	<ul style="list-style-type: none"> 정격입력속도로 전진 각단에서 진행한다. HST의 출력속도가 최소와 최대에서 각각 진행한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 정격 입력 속도에 따른 신뢰성 평가를 다양한 마력급 트랙터의 필드 시험을 통해 측정된 평균 입력 속도에 따른 시험으로 진행한다. 정격 입력 속도와 작업 시 발생하는 평균 입력 속도의 신뢰성 평가를 비교한다. HST의 출력 속도가 최소와 최대뿐만 아니라 등가 부하에서의 시험 추가 진행한다.
수명 시험	<ul style="list-style-type: none"> 정격입력속도에서 최대 출력토크 5초, 무부하 5초로 전진 19 사이클, 후진 1 사이클로 640시간을 수행한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 다양한 마력급 트랙터의 필드 시험을 통해 측정된 평균 입력 속도와 작업 부하를 이용하여 등가 부하를 만든 후, 기존 정격 입력 속도와 최대 출력 토크에 따른 신뢰성 평가를 평균 입력 속도와 등가 부하에 따른 신뢰성 평가로 진행한다. 정격 입력 속도 및 최대 출력 토크에 따른 신뢰성 평가와 작업 시 발생하는 평균 입력 속도와 등가 토크에 따른 신뢰성 평가를 비교한다.

㉔ 기존 트랙터용 유압식 무단변속기 신뢰성 평가 기준에서는 고온 시험이 없으므로, 본 과제에서는 고온 시험을 추가적으로 진행함.

㉕ 기존 평가 기준은 정격 동력 60~120 kW급과 정격회전속도 3,000 rpm 이하에 대해서만 가능하였으므로, 소형 트랙터 및 소형 농업기계의 HST에 대한 신뢰성 평가 기준 추가 진행함.

② 콤바인용 유압 동력 발생 장치

- ㉠ 기존 신뢰성 평가 기준은 정격 압력, 정격 입력 속도, 정격 회전 속도, 부하 작동을 이용하여 시험하였으나, 이는 실제 필드 시험에서 작용하는 농기계의 작업 압력, 입력 속도 및 회전 속도, 부하와 다를 것으로 판단됨.
- ㉡ 기존 신뢰성 평가 기준은 실제 필드 조건 고려한 평가 기준에 비하여 신뢰도가 낮을 것으로 판단되며, 본 과제에서는 다음 표와 같이 기존 정격 압력, 정격 입력 속도, 정격 회전 속도, 부하 작동에 따른 신뢰성 평가와 작업 시 발생하는 압력, 입력 속도, 회전 속도 및 작업 부하를 이용하여 만든 등가 부하에 따른 신뢰성 평가 및 비교 수행함.
- ㉢ 기존 신뢰성 평가 기준은 적용 가능한 엔진 동력 50~75 kW급과 정격회전속도 3,000 rpm 이하에 대해서만 가능하였으므로, 소형 트랙터 및 소형 농업기계뿐만 아니라 대형 농업기계의 유압 동력 발생 장치에 대한 신뢰성 평가 기준 추가 진행함.

표. 기존 콤바인용 유압 동력 발생 장치 신뢰성 시험 평가 기준과의 차별점

시험 항목	시험 조건	차별점
맥동 시험	· 정격 압력, 정격 입력 속도 상태로 유지한다.	· 기존 정격 압력과 정격 입력속도에 따른 신뢰성 평가를 본 과제에서 선정된 농업기계의 필드 시험을 통해 계측된 평균 압력과 평균 입력 속도에 따른 신뢰성 평가 시험으로 진행한다. · 정격 압력 및 정격 입력속도와 작업 시 발생하는 평균 압력 및 평균 입력 속도의 신뢰성 평가를 비교한다.
유압 펌프 효율 시험	· 정격 회전 속도 및 정격 압력의 25 %, 50 %, 75 %, 100 %인 16가지 조건에서 시험한다.	
누유 시험	· 부하 작동 상태에서 외부 누유가 있는지 육안으로 확인한다.	· 본 과제에서 선정된 농업기계의 필드 시험을 통해 계측된 작업 부하를 이용하여 등가 부하를 구한 후, 기존 부하 작동에 따른 신뢰성 평가를 등가 부하에 따른 신뢰성 평가 시험으로 진행한다. · 기존 부하 작동에 따른 신뢰성 평가와 등가 부하에 따른 신뢰성 평가를 비교한다.
초과 속도 시험	· 무부하 상태에서 정격 입력 속도의 120 %까지 올린 상태에서 10초간 유지한다.	· 기존 정격 입력속도에 따른 신뢰성 평가를 본 과제에서 선정된 농업기계의 필드 시험을 통해 계측된 평균 입력 속도에 따른 신뢰성 평가 시험으로 진행한다. · 정격 입력속도와 작업 시 발생하는 평균 입력 속도의 신뢰성 평가를 비교한다.
수명 시험	· 정격 회전 속도의 10 %, 50 %, 100%로 상승하면서 부하와 무부하를 5초 간격으로 반복한다. · 정격 회전 속도의 100 %, 50 %, 10%로 하강하면서 정격 압력의 부하 조건과 무부하로 5초 간격으로 반복을 1사이클로 하여 1 300시간 수명 시험을 수행한다.	· 본 과제에서 선정된 농업기계의 필드 시험을 통해 계측된 평균 회전 속도 및 평균 압력과 작업 부하를 이용하여 등가 부하를 구한 후, 기존 신뢰성 평가를 평균 회전 속도 및 평균 압력과 등가 부하에 따른 시험으로 진행한다. · 기존 신뢰성 평가와 본 과제를 통해 개정된 신뢰성 평가 비교한다.

- 농업기계 유압 시스템의 주요 부품 중 HST와 유압 실린더를 제외한 유압 펌프, 비례 제어 밸브, On/Off 밸브, 유압 호스, 유압모터 총 6개에 대한 신뢰성 평가 기준은 현재 전무한 상황임.
- 따라서, 유압 펌프, 비례 제어 밸브, On/Off 밸브, 유압 호스, 유압모터에 대한 농업기계 특성에 맞는 신뢰성 시험조건 및 평가 기준 개발 및 측정 시스템 구축 수행함.
- 농업기계의 유압 펌프, 비례 제어 밸브, On/Off 밸브, 유압 호스, 유압모터에 대한 신뢰성 시험조건 및 평가 기준 개발 시 정격 출력, 정격 회전속도, 정격 토크뿐만 아니라 본 과제에서 선정한 농업기계 필드 시험을 통해 계측된 작업 부하를 이용하여 신뢰성 평가 시험 및 비교 수행함.

1-2-3. 선행연구의 내용 및 결과

가. [주관기관] 농업기술실용화재단 선행연구

(1) 주요 활동

- 농업 R&D 성과 사업화를 통한 농업기술 선진화 방안
- 농업 R&D 성과 사업화 추진 전략
- 정부 연구성과 사업화 지원 계획
 - ① R&D 전주기에 걸친 「연구성과 목표 관리제」 도입하여 단계별로 성과목표를 모니터링하고 후속연구 및 기술이전·사업화와 연계하는 체계수립
 - ② 이전사업화의 인프라 확충을 위한 성과관리자 전문성 강화 및 연구자 인식제고, 연구성과 활용·확산 전담조직 역량 강화 추진
 - ㉠ 농업분야 연구성과 사업화 지원 계획
 - (가) 농림수산업의 GDP 기여도를 높이기 위해 정부 재정 2배 확대, 민간 R&D 기반 확충과 투자 촉진 정책을 추진하여 민간의 비중도 35%까지 점진적 확대 목표

표. 산업별 민간 R&D 투자 추이

(단위, 억 원)

구분	2004	2005	2006	2007	연평균 증가율
농업	113	85	119	119	1.8%
식품업	1,891	2,339	2,625	2,866	14.9%
전산업	170,198	185,642	211,268	238,389	11.9%
제조업	149,811	164,637	190,258	213,389	12.5%

- ③ 사업화 성공가능성이 높은 아이템을 발굴, 산업화 단계 연구 집중 지원
- ④ 기술과 수요자의 연계를 활성화할 수 있는 선진형 기술 유통채널 구축
- ⑤ R&D 성과 확산 통합관리·지원 전담기관

- R&D 개발기술 성과를 극대화하기 위하여 ‘성과활용 조직 및 인프라 선진화’, ‘성과 지향적 평가 및 환류 시스템 구축’, ‘성과를 고려한 연구사업 및 사업화 지원 프로그램 추진’ 등의 전략 수립

표. 농식품 분야 민간투자 및 기술이전·사업화 촉진 추진 전략 및 과제

추진 전략	추진 과제
기업 연구 활동 촉진하는 연구 환경 조성	기업연구비 현금부담 최소화 방안
	지식재산권 관리 강화
	녹색인증제 및 기술신용보증제 도입
실용·산업화 촉진 프로그램 도입	산업화 단계 연구지원 확대
	연구개발 포상 지원 확대
	공공기관 우선구매제 도입
기술거래 및 유통 선진화	기술정보 환류 및 거래기반 구축
	기술거래 전문기관 육성

○ 농업기술실용화재단 주요 사업

- ① 다음 표는 농업기술실용화재단에서 기술이전 사업화 지원 주요 추진 사업으로 농식품 지식재산권의 기술거래 활성화를 위한 특허 창출 지원, 거래시스템 구축, 기술거래에 따른 사후관리로 기술거래를 활성화하여 민간부분에 연구개발 성과가 사업화로 연계되도록 지원
- ② 농산업체의 매출액 증대를 위한 비즈니스모델 개발, 신 시장 창출 등 사업화 지원에 필요한 다양한 사업 추진 중

표. 농업기술실용화재단 기술이전·사업화 지원 주요 추진 사업

주요 추진 과제	사업명
기술금융을 위한 기술평가 인증	기술금융을 위한 농식품업체 기술평가
강한 지식재산권 창출 지원	농식품 지식 재산권 창출 지원
	농식품 산업동향 조사 분석
농식품 우수연구성과 기술평가 활성화	농식품 우수연구성과 기술평가 활성화
농식품 기술이전 및 거래 활성화	식량원에 기술이전 및 거래 활성화
	식품바이오 기술이전 및 거래 활성화
	환경축산 기술이전 및 거래 활성화
	기술신탁기관 지정 및 민간기술거래 기반 구축
우수기술사업화 지원	연구개발성과 실용화지원사업
	농식품 산업체 R&D 기획 지원사업
	농업산물 부가가치 증대 및 신 시장 창출사업
	제품 유통 및 현장 활용확대 사업
	축산농가 경영비 절감 및 친환경 지원화 사업
농산업 창업교육 지원	현장맞춤형 창업지원
	농식품 벤처창업 교육
해외수출 사업화 촉진	우수농업기술 해외수출 사업화 촉진사업

○ 기술사업화 성공률 제고를 위한 강한 특허 창출

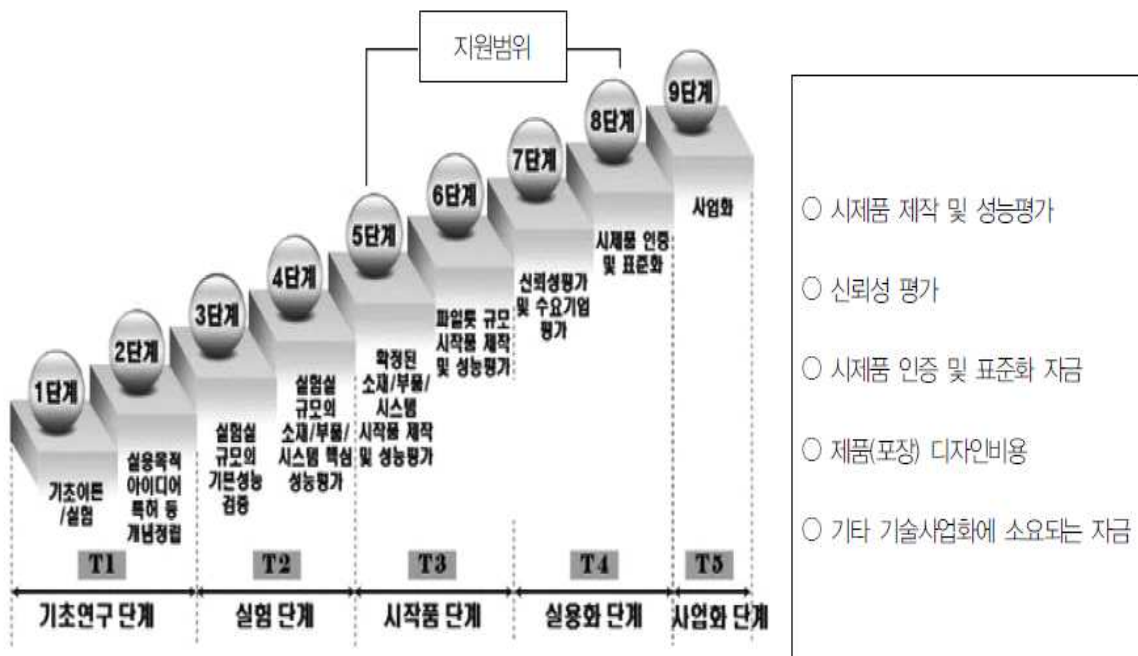
- ① 연구실별로 전담 변리사를 지정하여 IP 관점에서의 연구방향 설정과 IP 창출과 관련한 제반사항을 밀착 지원하여 실용성 높은 우수 지식재산권을 창출 가능한 ‘1실 1변리사’ 지원체계수립
- ② 다음 표와 같이 특허 출원 건수는 2011년에 348건에서 2012년 445건으로 증가, 기술 이전 건수는 305건에서 425건으로 크게 증가함

표. 농촌진흥청 출원건수 및 이전건수 추이

구분	2007	2008	2009	2010	2011	2012
출원건수	168	252	330	379	348	445
이전건수	275	227	244	193	305	425

○ 이전기술의 전주기적 사업화 지원 전략

- ① 다음 그림은 연구개발성과 실용화 지원사업 개념으로 농촌진흥청의 특허 기술을 중심으로 민간으로 기술거래와 현장실용화 사후관리까지 전주기 기술이전 시스템 구축
- ② 농산업체에 우수기술전시회 및 해외 바이어 기술이전 상담 등의 기술마케팅 활동을 활발하게 전개하고 국내외 기술수요자, 공급자, 금융기관 등과의 협력 네트워크를 구축



※ TRL 개념 상 5~8단계 과정에서 소요되는 실용화 자금지원

그림. 연구개발성과 실용화 지원사업 개념

○ 농업기술 융합을 통한 신사업 모델 개발

① ‘핵심기술 융합 사업화’ 를 통해 농업 R&D 개발기술의 활용도 증진과 새로운 가치 창출을 위하여 연계 가능한 기술, 제품·서비스, 공정, 비즈니스모델 등과의 융합을 통한 신상품 및 신사업 모델 개발을 촉진과 같은 다음 그림은 식량원예분야 기술 융합 사업화 개념과 식량원예분야 기술 융합 사업화 사례임.

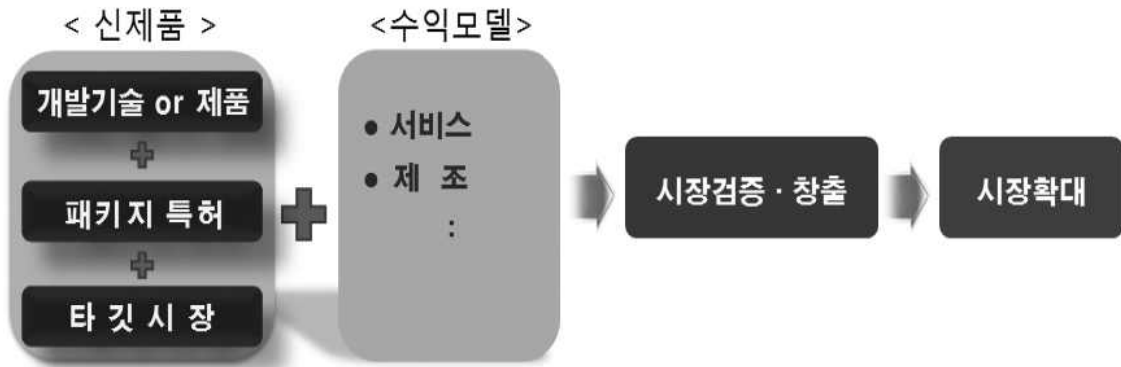


그림. 식량원예분야 기술 융합 사업화 개념

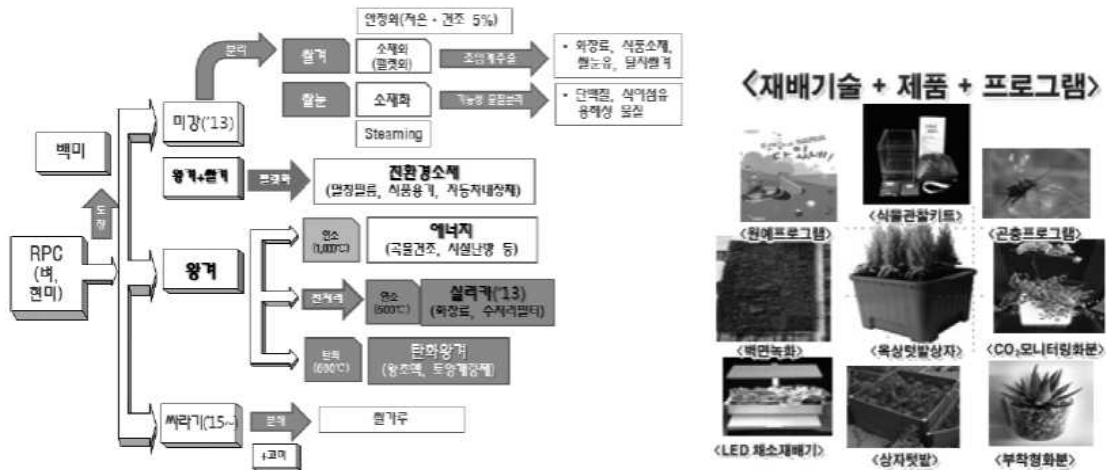


그림. 식량원예분야 기술 융합 사업화 사례

나. [위탁연구기관] 충남대학교 선행 연구

○ 연구목표 : 트랙터 부하 계측 시스템 개발 및 작업 부하 분석

○ 연구내용

- ① 다음 그림은 일반적인 트랙터 부하 측정 방법으로 본 과제는 트랙터 작업에 따른 주요 동력 소요원의 동력 분석을 위해 로타리, 쟁기, 베일러, 랩핑 작업을 대상으로 부하 계측 시스템 개발
- ② 엔진, PTO, 구동축의 텔레 메트리(tele-metry) 방식으로 토크 및 회전속도를 측정
- ③ 앞/뒤 차축 주 유압, 보조 유압의 토크와 회전속도 및 유압 장치의 압력 측정
- ④ 이외 연료, 속도, 온도 측정

- ⑤ Analog: 19.2 kHz, 24 bit / Digital : 1M pulses로 데이터 수집
- ⑥ 측정된 작업 부하 분석 수행 : 포장 작업에 따른 소요 동력, 정격 출력 대비 소요 동력, 트랙터 주요 요소의 평균 동력 사용률, PTO 단수별 소요 동력 분석, 가속도 5가지 항목에 대한 분석 진행



그림. 트랙터 주요부 부하 계측 시스템

○ 연구결과

- ① 각 작업에 따른 주요 동력전달장치의 소요 동력 분석 결과는 다음 표와 같으며, 작업별 동력 분석 결과 총 소요 동력은 로타리, 베일러, 쟁기, 랩핑 순으로 로타리 작업에서 가장 크게 나타났다.

표. 트랙터 주요 작업별 소요 동력 분석

작업	구동축 입력	PTO축	주 유압	보조유압	(단위: kW)
					엔진 (정격대비)
플라우경운	25.6±4.7A1)	0.4±0.3A	5.8±1.3A	3.5±0.7A	35.4±5.1A (47 %)
로타리경운	8.6±3.6B	33.1±2.2B	3.8±0.9B	3.0±0.6B	48.5±4.2B (65 %)
베일러작업	7.3±2.9B	27.4±3.0C	7.4±2.6A	4.2±2.1A	46.3±3.8B (62 %)
랩핑작업	6.0±3.1B	3.6±1.7D	7.7±3.1A	3.4±1.6A	20.7±3.7C (27 %)

¹⁾Averages with different superscript (A, B, C, D) in each row are significantly different at p<0.05 by Duncan' s multiple range test.

- ② 주요 작업별 효율 분석 결과 다음 표와 같으며, 차축 평균 소요 동력은 대부분 뒤 차축에 사용 되었다(플라우 경운 작업 제외). 또한, 평균 슬립률이 높을수록 변속기 효율이 낮게 나타났으며, 연료 소비율은 베일러 작업 > 플라우 경운 > 로터리 경운 > 랩핑 작업 순으로 나타났다.

표. 트랙터 주요 작업별 소요 동력 분석

(단위: kW)

작업	구동축 입력	PTO축	주 유압	보조유압	엔진 (정격대비)
플라우경운	42.0±3.1A1)	72.8±3.1A	25.0±3.1A	25.0±3.1A	0.59±0.03A
로타리경운	18.9±2.5B	75.9±2.2A	75.9±2.2A	19.1±2.5B	0.40±0.02B
베일러작업	20.0±2.2B	74.3±1.8A	74.3±1.8A	21.0±1.9B	0.65±0.03C
랩핑작업	21.1±2.0B	76.8±3.5A	76.8±3.5A	17.0±2.4B	0.43±0.01D

¹⁾Averages with different superscript (A, B, C, D) in each row are significantly different at p<0.05 by Duncan' s multiple range test.

③ 작업별 동력 사용 비율 분석 결과 다음 그림과 같으며, 엔진 정격 출력 대비 최대 동력 사용율은 베일러 작업이 가장 높게 나타났으며, 대부분 엔진 정격 출력 대비 50~100% 동력이 사용됨(랩핑 작업 제외).

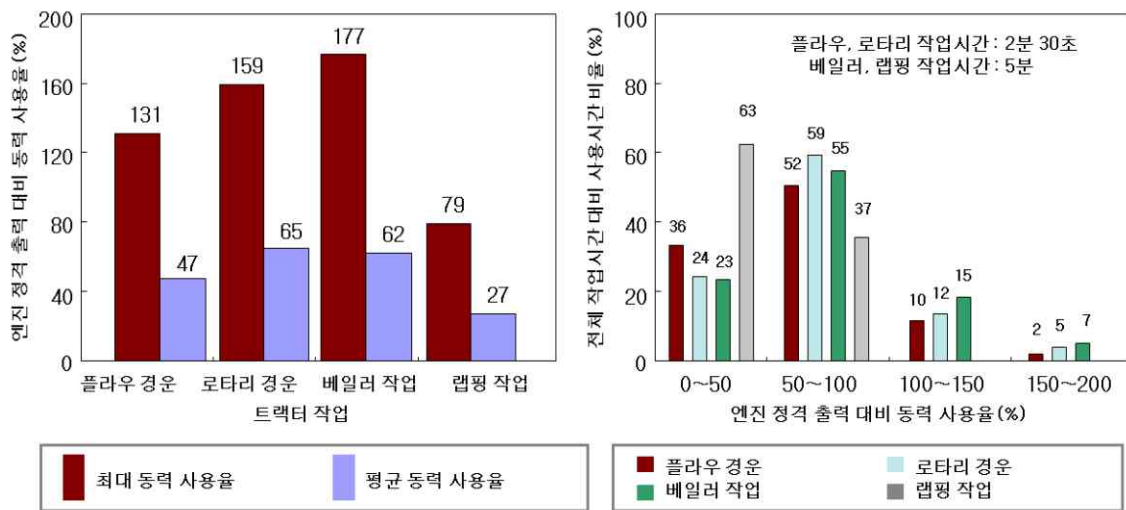


그림. 트랙터 작업별 동력 사용 비율 분석

④ 주요 작업의 연간 사용 비율을 고려한 주요 요소별 부하 분석 결과 다음 그림과 같으며,, 평균 엔진 소요 동력은 정격의 54%이며 구동 입력축과 PTO축에서 각각 39%로 가장 크게 나타남.

포장작업	연간 사용 비율	소요동력 측정 결과	연간 평균 소요동력
플라우 경운작업	45 %	35.4 kW	15.7 kW
모타리 작업	30 %	48.5 kW	15.7 kW
베일러 작업	4 %	46.3 kW	5.4 kW
랩핑 작업	2 %	20.7 kW	3.4 kW

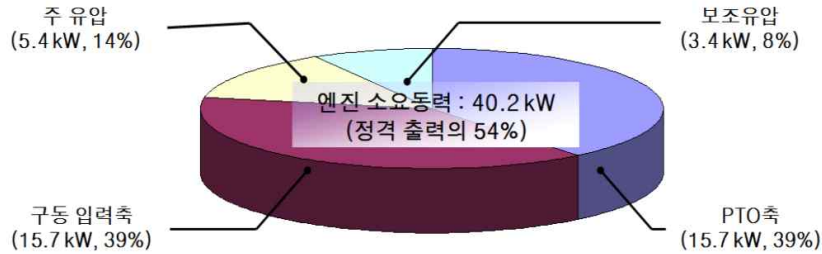


그림. 트랙터 주요 요소별 부하 분석

⑤ PTO 단수별 부하 분석 결과 다음 그림과 같으며, 베일러 작업 시 대부분의 소요 동력이 정격 출력 대비 50~75%에 집중되었다. 또한, 50~75% 구간에서 PTO 2단이 PTO 1단에 비해 더 높게 나타났다.

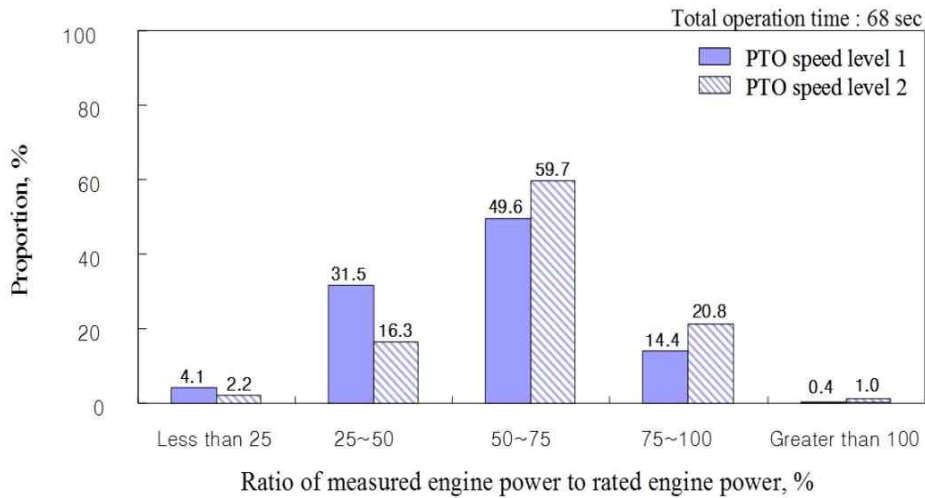


그림. 트랙터 PTO 단수별 부하 분석

⑥ 측정된 작업 부하를 이용하여 가속도(작업에 따른 부하가 기계 및 부품의 수명에 미치는 영향)를 분석 그 방법은 다음 그림과 같다. 로터리 경운과 베일러 작업 시 PTO 축을 대상으로 수행하였다.

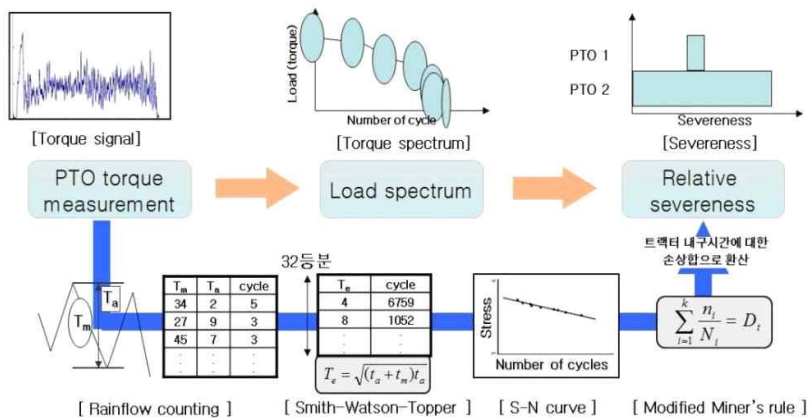


그림. PTO 축 가속도 분석 방법

⑦ PTO 축 가혹도 분석 결과는 다음 그림과 같으며, 주행 속도 및 PTO 회전속도가 빠를 수록 가혹도 증가하였으며, PTO 속도 증가가 가혹도에 더 큰 영향을 미쳤다. 또한, 전체적으로 로터리 작업이 PTO 축에 미치는 부하 가혹도가 크게 나타났다.

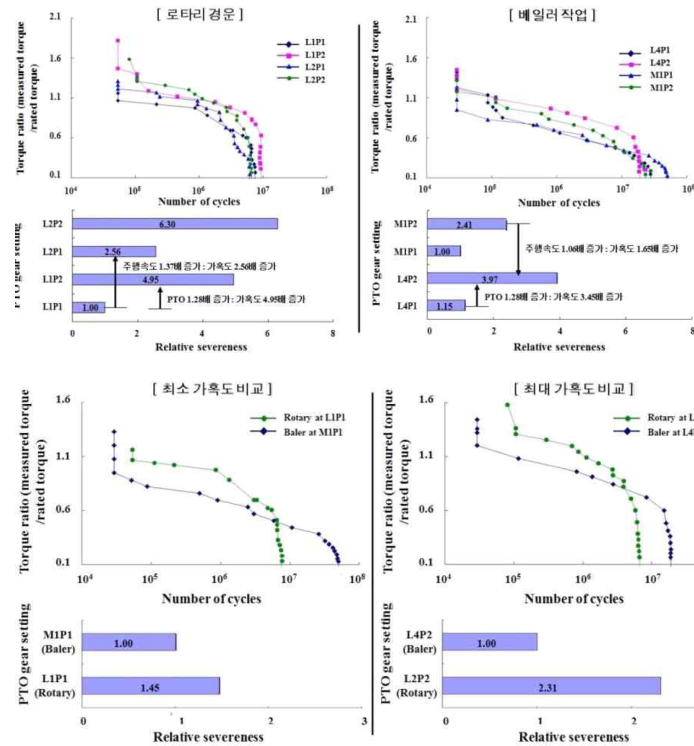


그림. PTO 축 가혹도 분석 결과

- 다음 표는 국내 대표 농업기계 제조업체로부터 조사한 주요 농기계의 유압 시스템 주요 부품 사양임.
- 국내 주요 농업기계인 농업용 트랙터, 콤파인, 이앙기로 총 3개 기종에 대하여 유압 시스템의 주요 부품 14개 평가 기준 마련을 위하여 국내 대표적인 농업기계제조 업체로부터 주요 부품의 사양 조사 진행하였음.

표. 농업용 트랙터 유압 시스템의 주요 부품 사양

농기계 업체	구분	주요 부품명	사양
국제 종합기계	트랙터 A	유압 펌프	최대 유량 : 18 L, 최대 압력 : 180 bar
		유압 호스	최대 압력 : 840 bar
		HST	최대 유량 : 48 L, 최대 압력 : 343 bar
		유압 On/Off 밸브	최대 압력 : 160 bar, 최대 유량 : 16 L/min
	트랙터 B	유압 펌프	최대 유량 : 34 L, 최대 압력 : 180 bar
		유압 호스	최대 압력 : 1120 bar
		HST	최대 유량 : 74L, 최대 압력 : 350 bar
		유압 On/Off 밸브	최대 압력 : 175 bar, 최대 유량 : 45 L/min

	트랙터 C	유압 펌프	최대 유량 : 42 L, 최대 압력 : 210 bar
		유압 호스	최대 압력 : 1120 bar
		HST	최대 유량 : 106 L, 최대 압력 : 350 bar
		유압 On/Off 밸브	최대 압력 : 175 bar, 최대 유량 : 45 L/min
	트랙터 D	유압 펌프	최대 유량 : 53 L, 최대 압력 : 230 bar
		유압 호스	최대 압력 : 1120 bar
		HST	-
		유압 On/Off 밸브	최대 압력 : 230 bar, 최대 유량 : 70 L/min
	트랙터 E	유압 펌프	최대 유량 : 68 L, 최대 압력 : 250 bar
		유압 호스	최대 압력 : 1120 bar
		HST	-
		유압 On/Off 밸브	최대 압력 : 315 bar, 최대 유량 : 90 L/min
LS 엠트론	트랙터 (90마력급)	유압비례제어밸브	2~30 bar, 내열 -20~120도
		유압 펌프(기어식)	10~20 cc/rev, 내열 -20~120도
		유압 펌프(Axial 피스톤)	45 cc/rev, 내열 -20~120도
		유압 호스	50~250 bar, 내열 200도 이하
		HST	~45 cc/rev, 내열 -20~120도, 효율 : 70~80%
대동공업	트랙터	유압 펌프	최대 유량 : 34 cc/rev * 21 cc/rev 최대 압력 : 210 kgf/cm ²
		유압 호스	최대 압력 : 840 kgf/cm ²
		HST	최대 유량 : 42.4 cc/rev 최대 압력 : 380±10 kgf/cm ²
		유압비례제어밸브	최대 압력 : 80 LPM 최대 유량 : 195±10 kgf/cm ²

표. 콤바인의 유압 시스템 주요 부품 사양

농기계 업체	구분	주요 부품명	사양
국제 종합 기계	콤바인	유압 펌프	최대 유량 : 19.5 L, 최대 압력 : 225 bar
		유압 호스	최대 압력 : 1120 bar
		HST	최대 유량 : 126 L, 최대 압력 : 372 bar
		밸브	최대 압력 : 176 bar, 최대 유량 : 20 L/min
LS 엠트론	콤바인	유압 ON/OFF 밸브	최대 사용 압력 210 bar, 내열 -20~120도
대동공업	콤바인	유압 펌프	최대 유량 : 5 cc/rev * 3 cc/rev 최대 압력 : 230 kgf/cm ²
		HST	최대 유량 : 45 cc/rev 최대 압력 : 380±10 kgf/cm ²
		유압비례제어밸브	최대 압력 : 12.5 LPM 최대 유량 : 155±10 kgf/cm ²

표. 이양기의 유압 시스템 주요 부품 사양

농기계 업체	구분	주요 부품명	사양
국제 종합 기계	이양기	유압 펌프	최대 유량 : 13.6 L, 최대 압력 : 210 bar
		유압 호스	최대 압력 : 260 bar
		HST	최대 유량 : 21.5 cc/rev, 최대 압력 : 180 bar
		유압 ON/OFF 밸브	최대 압력 : 110 bar, 최대 유량 : 12 L/min
LS 엠트론	이양기	유압 ON/OFF 밸브	최대 사용 압력 210 bar, 내열 -20~120도
대동공업	이양기	유압 펌프	최대 유량 : 4.5 cc/rev 최대 압력 : 210 kgf/cm ²
		유압 호스	시험 작동 최대 압력 : 242 kgf/cm ² 최소 파열 압력 : 772 kgf/cm ²
		HST	최대 유량 : 23 cc/rev 최대 압력 : 200 kgf/cm ² (릴리프 압력)
아세아텍	이양기	유압 펌프	[Double type] 1 pump 최대 유량 : 3.46 cm ³ /rev 최대 압력 : 20.6 Mpa 2 pump 최대 유량 : 1.66 cm ³ /rev 최대 압력 : 20.6 Mpa
		유압 호스	사용 압력 : 22.5 Mpa
		HST	최대 유량 : 21.5 cm ³ /rev 최대 압력 : 17.7 Mpa, 릴리프 : 18 Mpa

1-3. 연구개발 범위

1-3-1. 1차년도

가. 주관연구기관(농업기술실용화재단)

- (1) 농업기계 3종(트랙터, 콤파인, 이양기)의 각 유압 펌프, 유압 On/Off 밸브 총 4개 유압 부품에 대한 신뢰성 평가를 위한 시험 시설 및 장비 구축
- (2) 농업기계 3종(트랙터, 콤파인, 이양기)의 각 유압 펌프, 유압 On/Off 밸브 총 4개 유압 부품에 대한 신뢰성 시험 수행 및 신뢰성 확보 지원
- (3) 과제 종료 후 1차년도 신뢰성 시험을 진행한 유압 시스템의 핵심 부품 총 4개에 대하여 자립화 방안 제시
- (4) 기존 농업기계 신뢰성 평가 기준과 작업 부하에 따른 신뢰성 평가 기준과 비교 시험

나. 참여 기업(LS 엠트론, 대동공업, 동양물산, 국제종합기계)

- (1) 등가 부하를 이용하여 신뢰성 평가 기준을 만들 수 있도록 국내 주요 농업기계 3종(트랙터, 콤파인, 이양기)이 작업 시 발생하는 작업 부하 제공

다. 위탁연구기관(충남대학교)

- (1) 참여 기업(LS 엠트론, 대동공업, 국제종합기계, 동양물산)에서 생산하는 주요 농업기계 현황 및 고장과 소비자 불만이 많은 유압 시스템 핵심 부품 조사
- (2) 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)에 대한 각 유압 펌프, 유압 On/Off 밸브 총 4개의 핵심 부품 선정 및 신뢰성 시험 방향 등 체계 구축
- (3) 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)에 대한 각 유압 펌프, 유압 On/Off 밸브 총 4개에 대한 신뢰성 평가의 이론적 방법론 확립 수행
- (4) 참여 기업으로부터 받은 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)별 작업 부하를 이용하여 등가 부하 계산 및 주관기관에 등가 부하 제공

표. 1차년도 4개 유압시스템 핵심 부품 목록

기종	부품명	사양	비고
트랙터 (90 마력급)	유압 펌프 (Axial 피스톤)	45 cc/rev, 내열-20~120도	LS 엠트론
콤바인	유압 펌프	최대 유량 : 5 cc/rev * 3 cc/rev, 최대 압력 : 230 kgf/cm ²	대동공업
트랙터 (30~60 마력급)	유압 On/Off 밸브	최대 압력 : 175 bar, 최대 유량 : 45 L/min	국제 종합기계
콤바인, 이앙기	유압 On/Off 밸브	최대 사용 압력 210 bar, 내열 -20~120도	LS 엠트론

1-3-2. 2차년도

가. 주관연구기관(농업기술실용화재단)

- (1) 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)의 각 비례제어밸브, HST 총 5개 유압 부품에 대한 신뢰성 평가를 위한 시험 시설 및 장비 구축
- (2) 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)의 각 비례제어밸브, HST 총 5개 유압 부품에 대한 신뢰성 시험 수행 및 신뢰성 확보 지원
- (3) 과제 종료 후 2차년도 신뢰성 시험을 진행한 유압 시스템의 핵심 부품 총 5개에 대하여 자립화 방안 제시
- (4) 기존 농업기계 신뢰성 평가 기준과 작업 부하에 따른 신뢰성 평가 기준과 비교 시험

나. 참여 기업(LS 엠트론, 대동공업, 동양물산, 국제종합기계)

- (1) 등가 부하를 이용하여 신뢰성 평가 기준을 만들 수 있도록 국내 주요 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)이 작업 시 발생하는 작업 부하 제공

다. 위탁연구기관(충남대학교)

- (1) 참여 기업(LS 엠트론, 대동공업, 국제종합기계, 동양물산)에서 생산하는 주요 농업기계 현황 및 고장과 소비자 불만이 많은 유압 시스템 핵심 부품 조사

- (2) 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)에 대한 각 비례제어밸브, HST 총 5개의 핵심 부품 선정 및 신뢰성 시험 방향 등 체계 구축
- (3) 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)에 대한 각 비례제어밸브, HST 총 5개에 대한 신뢰성 평가의 이론적 방법론 확립 수행
- (4) 참여 기업으로부터 받은 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)별 작업 부하를 이용하여 등가 부하 계산 및 주관기관에 등가 부하 제공

표. 2차년도 5개 유압시스템 핵심 부품 목록

기종	부품명	사양	비고
트랙터 (90 마력급)	유압비례 제어밸브	2~30 bar, 내열 -20~120도	LS 엠트론
콤바인	유압비례 제어밸브	최대 압력 : 12.5 LPM, 최대 유량 : 155±10 kgf/cm ²	대동공업
트랙터 (40~60 마력급)	HST	최대 유량 : 106 L, 최대 압력 : 350 bar	국제 종합기계
콤바인	HST	최대 유량 : 45 cc/rev, 최대 압력 : 380±10 kgf/cm ²	대동공업
이앙기	HST	최대 유량 : 23 cc/rev, 최대 압력 : 200 kgf/cm ² (릴리프 압력)	

1-3-3. 3차년도

가. 주관연구기관(농업기술실용화재단)

- (1) 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)의 각 유압 호스 총 5개 유압 부품에 대한 신뢰성 평가를 위한 시험 시설 및 장비 구축
- (2) 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)의 각 유압 호스 총 5개 유압 부품에 대한 신뢰성 시험 수행 및 신뢰성 확보 지원
- (3) 과제 종료 후 3차년도 신뢰성 시험을 진행한 유압 시스템의 핵심 부품 총 5개에 대하여 자립화 방안 제시
- (4) 기존 농업기계 신뢰성 평가 기준과 작업 부하에 따른 신뢰성 평가 기준과 비교 시험

가. 참여 기업(LS 엠트론, 대동공업, 동양물산, 국제종합기계)

- (1) 등가 부하를 이용하여 신뢰성 평가 기준을 만들 수 있도록 국내 주요 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)이 작업 시 발생하는 작업 부하 제공

가. 위탁연구기관(충남대학교)

- (1) 참여 기업(LS 엠트론, 대동공업, 국제종합기계, 동양물산)에서 생산하는 주요 농업기계 현황 및 고장과 소비자 불만이 많은 유압 시스템 핵심 부품 조사
- (2) 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)에 대한 각 유압 호스 총 5개의 핵심 부품 선정 및 신뢰성 시험 방향 등 체계 구축
- (3) 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)에 대한 각 유압 호스 총 5개에 대한 신뢰성 평가의 이론적 방법론 확립 수행
- (4) 참여 기업으로부터 받은 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)별 작업 부하를 이용하여 등가 부하 계산 및 주관기관에 등가 부하 제공

표. 3차년도 5개 유압시스템 핵심 부품 목록

기종	부품명	사양	비고
트랙터 (20 마력급)	유압 호스	최대 압력 840 bar	국제 종합기계
트랙터 (30 마력 이상), 콤바인		최대 압력 : 1120 bar	국제 종합기계
트랙터		작동 압력 : 50~250 bar	LS 엠트론
트랙터		최대 압력 : 823 bar	대동공업
이앙기		시험 작 동 최대 압력 : 237 bar, 최소 파열 압력 : 757 bar	대동공업

2. 연구수행 내용 및 결과

2-1 1차년도 연구 내용 및 결과

2-1-1. 주관기관 : 농업기술실용화재단

(1) 연구목표

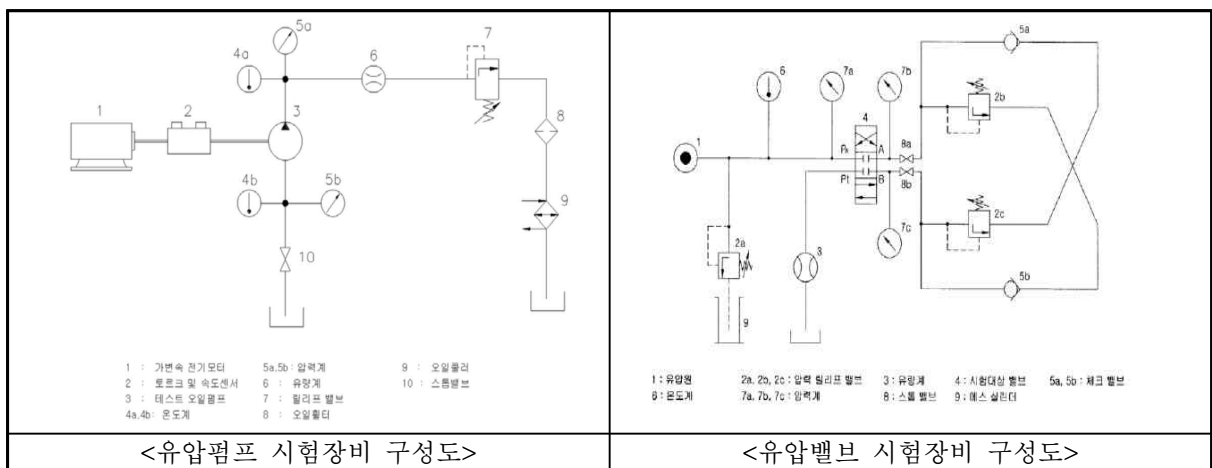
- 트랙터, 콤바인 농업기계 2종의 유압 핵심 부품인 유압 펌프와 트랙터, 콤바인, 이앙기 농업기계 3종의 유압 핵심 부품인 유압 On/Off 밸브로 총 2개의 부품 종류에 대한 신뢰성 평가를 위한 시험 시설 및 장비 구축
- 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)의 각 유압 펌프, 유압 On/Off 밸브 총 4개 유압 부품에 대한 신뢰성 시험 진행
- 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)의 각 유압 펌프, 유압 On/Off 밸브 총 4개 유압 부품에 대한 신뢰성 확보 지원
- 과제 종료 후 1차년도 신뢰성 시험을 진행한 유압 시스템의 핵심 부품 총 4개에 대하여 자립화 방안 제시
- 기존 농업기계 신뢰성 평가 기준과 작업 부하에 따른 신뢰성 평가 기준과 비교 시험

(2) 연구결과

가. 시험장비의 구성

- 본 과제 1차년도 시험대상 품목인 유압펌프와 밸브시험을 위하여 시험장비 구성은 다음 그림의 구성과 같으며, 크게 파워팩, 계측센서, 제어용 밸브류 및 기타 유틸리티 등 3가지로 구성하여 구축할 수 있으며, 전체적인 구성은 기존 타 산업분야 펌프, 밸브의 신뢰성평가 시험장비와 유사하게 구성할 수 있다.
- 단, 유압밸브 시험장비의 경우 국내에서 유통되고 있는 유압밸브에 대하여 범용적인 시험이 가능하도록 유압라인을 대용량, 소용량을 구분하여 필요에 따라 선택적인 라인을 활용하여 시험이 가능하도록 장비를 구성하였다.

그림. 유압펌프 밸브 시험장비 구성도



나. 시험장비 사양

- 본 연구 1차년도의 시험대상 유압부품 대상품목은 트랙터, 콤바인의 유압펌프 각 1종과 트

랙터, 콤바인 및 이앙기의 유압 On/Off 밸브 각1종이며, 세부적인 사양은 다음 표와 같다.
 표. 1차년도 4개 유압시스템 핵심 부품 목록

기종	부품명	사양	비고
트랙터 (90 마력급)	유압 펌프	45 cc/rev, 내열-20~120도	LS 엠트론
콤바인	유압 펌프	최대 유량 : 5 cc/rev * 3 cc/rev, 최대 압력 : 230 kgf/cm ²	대동공업
트랙터 (30~60 마력급)	유압 On/Off 밸브	최대 압력 : 175 bar, 최대 유량 : 45 L/min	국제 종합기계
콤바인, 이앙기	유압 On/Off 밸브	최대 사용 압력 210 bar, 내열 -20~120도	LS 엠트론

- 단, 실용화재단은 국내 유일의 농업기계 검정기관으로 구축되는 시험장비는 범용성을 확보하여 향후 농업기계 각제조사의 트랙터, 콤바인, 이앙기 등에 대한 신뢰성 시험을 지원하여 신뢰성확보를 지원하고 장비의 활용가치를 높일 필요가 있다.
- 유압부품 2종(펌프, 밸브)에 대한 시험장비를 각 1개씩 구성하여 각 두 가지 펌프, 밸브의 사양에 대한 시험과 더불어 범용적인 농업기계 유압부품의 시험을 위하여, 실용화재단에서 시험 평가한 국내제작 농기계의 유압시험 데이터를 조사한 결과 최대압력이 30 MPa를 넘지 않도록 릴리프밸브압력이 설정되어 있는 것으로 조사됐다.
- 파워팩은 엔진으로부터 발생하는 출력 중 일부가 펌프로 전달이 되는 동력을 모사해 주는 파워소스로 트랙터 펌프의 출력이 엔진출력의 40%이상을 초과하지 않음으로 펌프 시험장비의 모터는 75PS급의 마력을 선정하여 연구목적의 트랙터용 펌프와 국내에서 제작하는 트랙터의 펌프는 모두 시험이 가능하도록 하였다. 또한 해당모터의 최대회전속도는 3600 rpm으로 국내제작 트랙터 및 콤바인 엔진의 최대회전수를 상회하는 사양으로 본 과제의 수행과 향후의 자립화를 위한 충분한 파워팩을 선정하였다.
- 밸브시험장치의 파워팩은 시험대상품이 밸브인 관계로 펌프를 포함하여 파워팩을 구성하는 것이 중요하다. 또한 범용적인 활용을 위하여 펌프의 유량과 회전속도 압력을 조절할 수 있도록 장비를 구성하는 것이 중요하기 때문에 유량조정이 가능 할 수 있도록 사판형 피스톤펌프를 설치하여 시험대상 밸브의 요구사양을 맞출 수 있도록 구성하였다.

표. 1차년도 4개 유압시스템 핵심 부품 목록

구분	유압펌프 시험장비	on/off 밸브 시험장비
파워팩	55kW[75PS]	35kW[47PS]
	최대회전수 : 3600 rpm	최대회전수 : 3600 rpm
최대시험 가능압력	35 MPa	35 MPa
유압펌프	-	최대유량 : 76 L/min (가변)
	-	최대압력 : 35 MPa (가변)

그림. 유압펌프 및 밸브 시험장치 구성

<p><펌프시험장비, 55kW급></p>	<p><밸브시험장비, 35kW급></p>

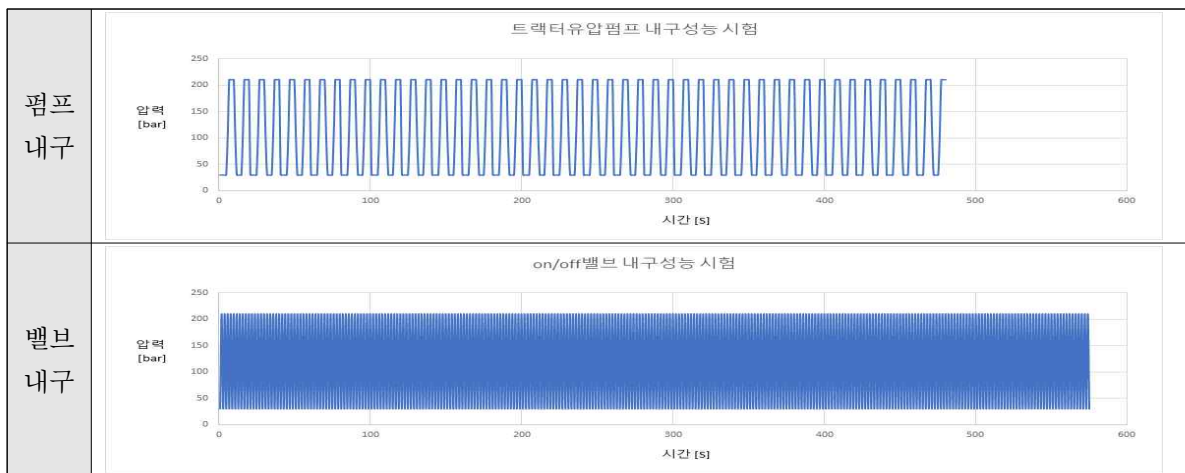
- ① 신뢰성 평가는 시험대상 물품의 품질평가를 위하여 최초 해당제품의 종합적인 성능확인을 필요로 하며, 정해진 기간 동안 부하를 작용하는 내구수명시험을 시행하는 중간 및 종료 시기에 최초로 수행한 종합성능시험을 수행하여 수명 및 품질 등에 대한 신뢰성을 확인하는 절차로 구성되어 있다.

표. 유압펌프 배제용적시험

배제용적시험				펌프출력시험				배제용적시험 그래프
회전속도 [RPM]	측정유량 [L/min]	이론유량 [L/min]	배제용적 [%]	회전속도 [RPM]	압력 [MPa]	유량 [L/min]	출력 [kW]	
796	23.0	23.9	96.3	525	3.47	12.86	0.74	
896	26.0	26.9	96.7	1050	4.77	27.57	2.19	
991	29.0	29.7	97.5	1575	4.87	42.71	3.47	
1099	32.0	33.0	97.1	2100	4.83	65.57	5.28	
1200	35.0	36.0	97.2	525	9.37	10.00	1.56	
1297	37.3	38.9	95.9	1050	9.49	26.29	4.16	
1402	40.8	42.1	96.9	1575	9.30	38.86	6.02	
1505	43.0	45.2	95.2	2100	8.46	62.14	8.76	
1602	45.8	48.1	95.2	525	13.36	12.43	2.77	
1701	47.7	51.0	93.4	1050	14.40	25.29	6.07	
1804	52.0	54.1	96.1	1575	14.21	39.86	9.44	
1906	58.0	57.2	101.4	2100	14.59	59.71	14.52	
2006	64.0	60.2	106.3	525	19.01	9.14	2.90	
2100	69.5	63.2	110.0	1050	18.91	25.29	7.97	
				1575	18.81	40.00	12.54	
				2100	18.19	58.57	17.75	

② 현재 구축한 장비는 사용자가 정한 작동순서 및 로직을 설정하여 자동 및 수동으로 시험을 수행하고 저장할 수 있도록 구축하였고, 시험대상품의 종합적인 성능 시험을 수행하는데 이상이 없었다. 현재는 시간이 장기간 소요되는 내구수명시험은 진행 중에 있으며, 시험이 완료되면 종합 성능시험이 수행 될 예정이다.

그림. 유압펌프, 밸브 내구 성능 시험 그래프



○ 유압펌프 및 on/ff밸브 신뢰성 확보 지원 및 자립화 방안

- ① 실용화재단은 농업기계 분야 국내유일의 검정기관으로 재단이사장이 관련 법령에 따라 농업기계의 검정방법, 기준 등에 대한 공표를 할 수 있도록 규정되어 있다.
- ② 과제참여 기업의 연구소장급 협의에서 개발된 유압펌프, on/off밸브에 대한 신뢰성 평가 방법 및 기준을 공표함으로써 농업기계 제조사가 자유롭게 해당 평가방법 등을 활용할 수 있도록 공표할 것을 협의

- ③ 아울러, 유압펌프, on/off밸브에 대하여 구축된 시험장비를 활용하여 농기계 제조사가 목표로 하는 보증수명과 보증작동횟수 등의 평가를 위한 시험업무를 맞춤형으로 지원하여, 국내제작 농기계 부품의 품질 향상을 지원할 예정
그림. 신뢰성평가 제도 운영방안 협의



- 기존 농업기계 신뢰성 평가 기준과 작업 부하에 따른 신뢰성 평가 기준과 비교 시험
 - ① 당초 RS평가기준에서는 농업기계의 사용기간 동안의 유압펌프와 밸브에 대한 기준부하가 최대사용압력(19MPa)으로 설정되어 신뢰성평가 중 내구시험 항목에 많은 소요시간을 필요로 하였음. 기존의 방법에 따르면 시험기준인 보증수명 B10 수명 1,900시간 보증을 위하여 10개의 시료로 총 1,000시간의 충격시험을 수행해야 하지만,
 - ② 본 연구를 통하여 분석한 결과에 따르면 농업기계의 유압펌프의 경우 농업기계가 수명을 다하는 동안의 등가부하는 최대압력의 절반 수준임을 알 수 있었음. 해당 결과는 신뢰성평가 시험 중 내구수명시험을 위한 시험시간과 시료의 수량을 줄일 수 있는 요소로 분석되었음
 - ㉔ 기존 방법 : B10 수명 1,900시간 보증을 위하여 10개의 시료로 총 1,000시간을 시험
 - ㉕ 작업부하 기준 방법 : B20 보증수명 3,112시간을 보증을 위하여 1개의 시료로 총 44시간을 시험 진행

2-1-2. 참여기관 : LS 엠트론, 대동공업, 동양물산, 국제종합기계

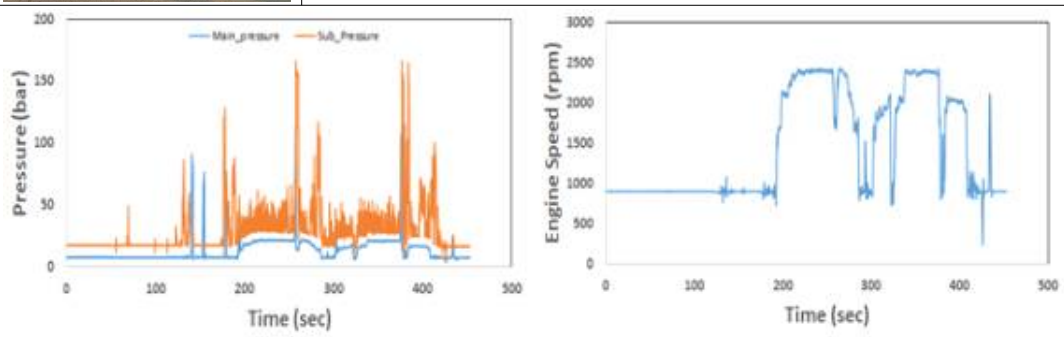
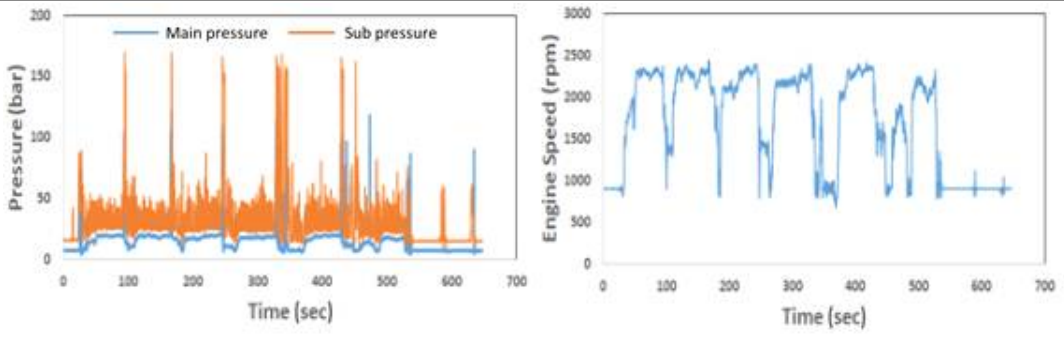
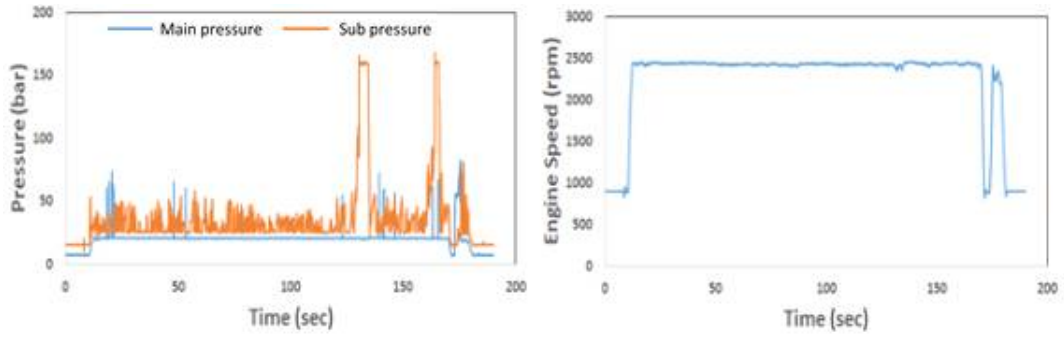
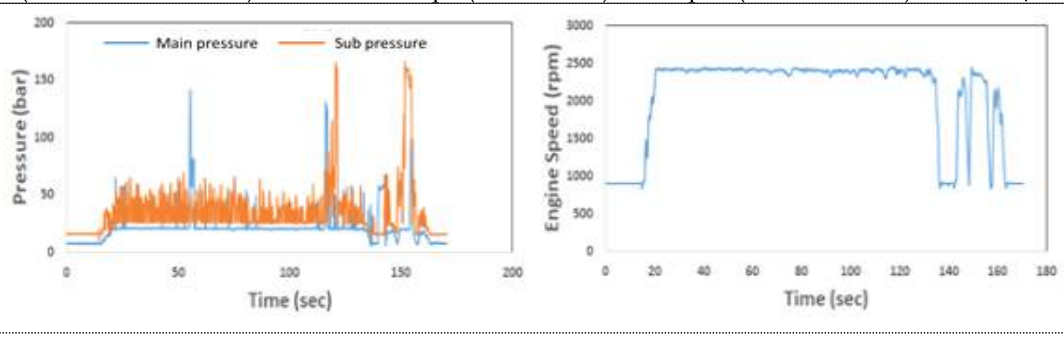
(1) 연구목표

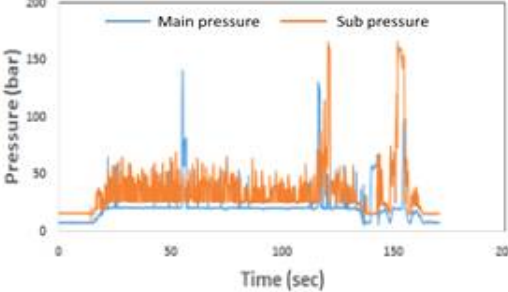
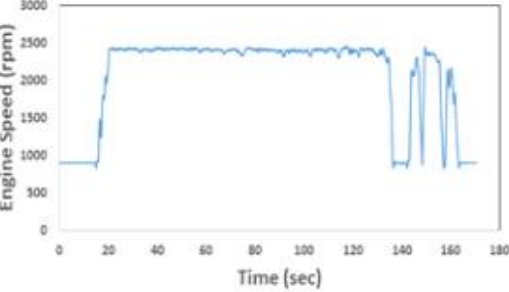
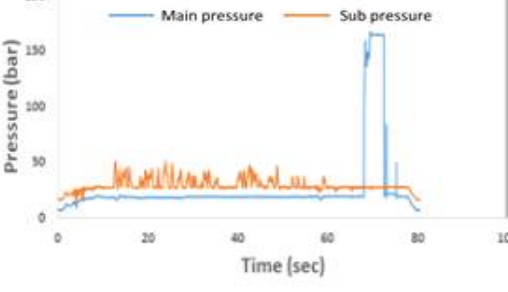
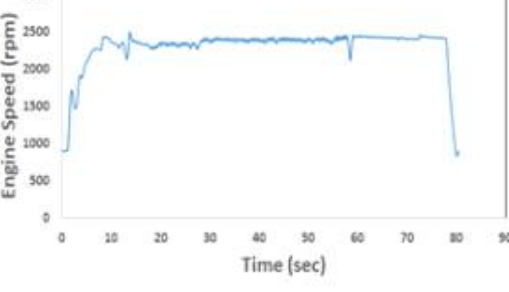

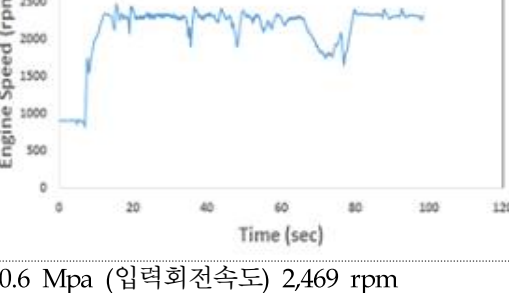
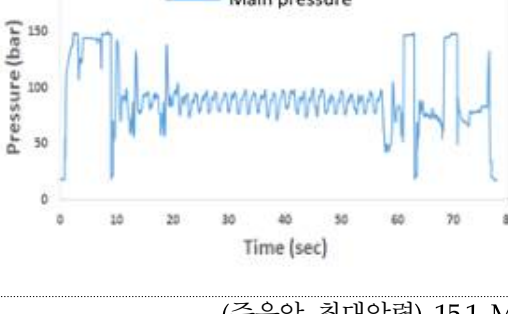
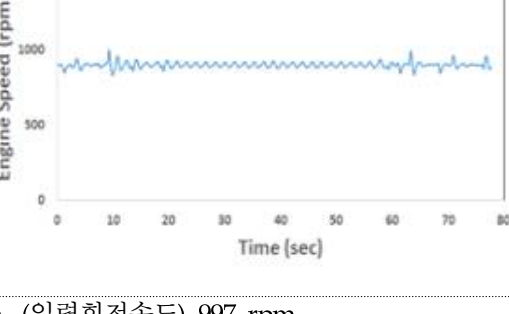
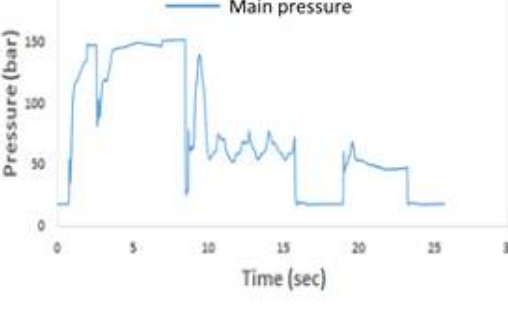
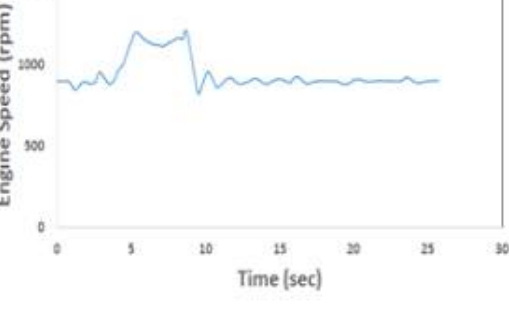
- 등가 부하를 이용하여 신뢰성 평가 기준을 만들 수 있도록 국내 주요 농업기계 3종(트랙터, 콤팩트, 이앙기)이 작업 시 발생하는 작업 부하 제공

(2) 연구결과

- 트랙터 펌프 부하측정은 다음 표와 같이 수행함.

표. 트랙터 유압 주·보조 유압 펌프 농작업 부하 측정


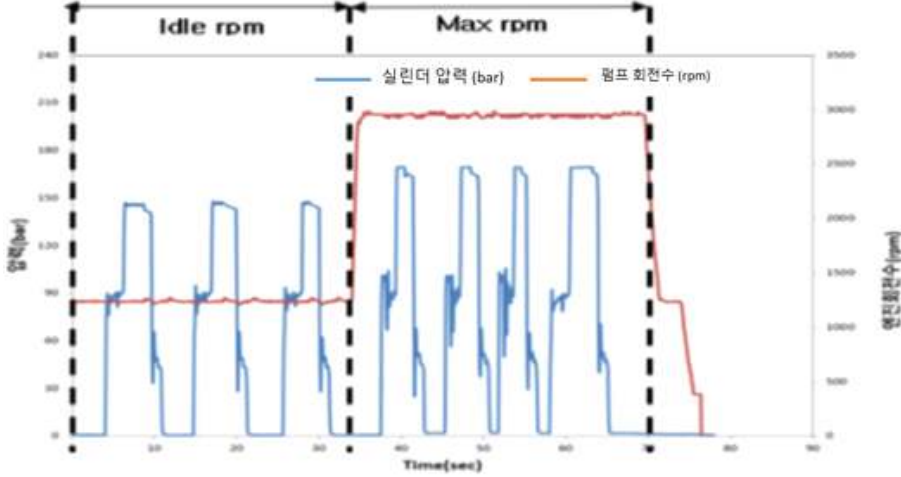
측정제품 및 제원	
제품명	S07
제조사	동양물산기업(주)
규격	PTO최대출력 (디젤68kW)
쟁기 작업단수 1 (M2 High)	 <p>(주, 보조유압 최대압력) 11.3 MPa, 11.7 Mpa (입력회전속도) 2,432 rpm, (주행간 평균속도) 약 5.5 km/h</p>
쟁기 작업단수 2 (M3 Low)	 <p>(주, 보조유압 최대압력) 12.1 MPa, 17.0 Mpa (입력회전속도) 2,444 rpm, (주행간 평균속도) 약 6.8 km/h</p>
로타리 작업단수 1 (L3 Low PTO 1)	 <p>(주, 보조유압 최대압력) 8.3 MPa, 16.8 Mpa (입력회전속도) 2,465 rpm, (주행간 평균속도) 약 2.2 km/h</p>
로타리 작업단수 2 (L3 High PTO 1)	 <p>(주, 보조유압 최대압력) 8.3 MPa, 16.8 Mpa (입력회전속도) 2,465 rpm, (주행간 평균속도) 약 2.2 km/h</p>

<p>로타리 작업단수 3 (L3 High PTO 2)</p>		
<p>(주, 보조유압 최대압력) 13.7 MPa, 16.5 Mpa (입력회전속도) 2472 rpm, (주행간 평균속도) 약 22 km/h</p>		
<p>베일러 작업 1단 압력</p>		
<p>(주, 보조유압 최대압력) 16.8 MPa, 5.2 Mpa (입력회전속도) 2498 rpm</p>		
<p>베일러 작업 2단 압력</p>		
<p>(주, 보조유압 최대압력) 16.7 MPa, 10.6 Mpa (입력회전속도) 2469 rpm</p>		
<p>랩핑 작업 Test 1</p>		
<p>(주유압 최대압력) 15.1 MPa, (입력회전속도) 997 rpm</p>		
<p>랩핑 작업 Test 2</p>		
<p>(주유압 최대압력) 15.3 MPa, (입력회전속도) 1,214 rpm</p>		

○ 콤바인 작업부하 측정

- ① 콤바인 작업 시 유압 펌프 데이터는 아이들 및 최대회전수 조건에서 예취부를 대상으로 수집함.

표. 콤바인 예취부 펌프 농작업 부하 측정

측정제품 및 제원		
제품명		DXM120GS
제조사		대동공업(주)
규격		자탈형 6조
예취부 측정 결과	 <p>(실린더 최대압력) 16.7 MPa, (입력회전속도) 2,987 rpm</p>	

2-1-3. 위탁기관 : 충남대학교

(1) 연구목표

- 트랙터, 콤바인 농업기계 2종의 유압 핵심 부품인 유압 펌프와 트랙터, 콤바인, 이앙기 농업기계 3종의 유압 핵심 부품인 유압 On/Off 밸브로 총 2개의 부품 종류에 대한 신뢰성 평가 매뉴얼(방법 및 기준) 개발
- 참여 기업으로부터 받은 주요 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)의 작업 부하를 이용하여 등가 부하 계산 및 주관기관에 등가 부하 제공

(2) 연구결과

- 유압 펌프 및 밸브에 대한 신뢰성 평가 매뉴얼 개발
 - ① 유압펌프 및 On/Off 밸브의 신뢰성 평가 매뉴얼 개발을 위해 다음 표와 같이 KS 규격 뿐만 아니라, JIS, ISO, SAE 등 관련 국제 표준 규격에 대한 선행 기술 자료 조사를 수행함

표. 유압 펌프 및 On/Off 밸브 신뢰성 평가 매뉴얼 개발을 위한 선행 기술 자료 조사 수행

유압펌프	On/Off 밸브
RS B 0035 산업용 초고압 펌프	RS-KIMM-2013-0171 유압용 고압 볼 밸브
KS B 6340 유압용 베인 펌프	KS B 6346 유압용 서브플레이트 붙이 4포트 솔레노이드 밸브
KS B 6341 유압용 기어 펌프	JIS C 4553 DC solenoids for general purpose
KS B 6362 유압 펌프 및 유압 모터의 소음레벨 측정 방법	JIS C 4554 AC solenoids for general purpose
KS R 6506 유압 플린저 펌프	NFPA/T3.5.28 Hydraulic fluid power - Valves - Pressure differential-Flow characteristic - Method of measuring and recording
ISO 4412-1 Measurement of airborne noise from hydraulic fluid power systems and components	SAE J 747 Control valve test procedure
JIS B 8350 Methods of Noise Level Measurement for Oil Hydraulic Pumps and Motors	SAE J 1117 Method of measuring and reporting the pressure differential-Flow characteristics of a hydraulic fluid power valve
JIS B 8351 Vane Pumps for Hydraulic Use	ISO 4412-1 Hydraulic fluid power - Test code for determination of airborne noise levels
JIS B 8352 Gear Pumps for Hydraulic Use	ISO 6403 Hydraulic fluid power - Valves controlling flow and pressure - Test methods
JIS B 8661 Test Methods for Electronically Controlled Oil Hydraulic Pumps	
SAE J745 Hydraulic power pump test procedure	
SAE J2311 Automatic transmission hydraulic pump test procedure	
ISO 6263 Hydraulic fluid power - Compensated flow-control valves - Mounting surfaces	
JIS B 8351 Vane pumps for hydraulic use	

- ② 기존에 농업기계용 유압 펌프 및 유압 On/Off 밸브의 신뢰성 평가 기준 및 방법이 없기 때문에, 신뢰성 평가 매뉴얼 개발을 위하여 조사한 국제 표준 규격 및 한국기계연구원 신뢰성평가센터의 RS 기준을 이용하여 농업기계 실정에 맞도록 변경하여 적용을 진행함
- ③ RS 기준을 이용하여 신뢰성 평가를 수행하되, 이때 입력 부하조건을 유압 펌프의 경우 등가부하를, On/Off 밸브의 경우 사양서에 제시된 정격 데이터를 기준으로 수행함
- ④ 농업기계에서 가장 많이 사용되는 트랙터를 기준으로 유압 펌프는 작업기 승/하강을 위한 3점 히치 제어에 사용되는 메인 펌프와 트랙터 작업 시 조향을 위한 보조 펌프로 구성되어 있기 때문에, 실제 농작업 시 작업기 승/하강, 조향에 사용되는 실시간 부하를 측정하여 반영하여야한다. 이때, 작업부하는 운전자 습관, 토양조건, 작업기 종류 등과 같은 다양한 변수에 영향을 받기 때문에, 한 가지 조건에서 측정한 데이터를 이용할 경우 신뢰성 확보가 어려운 단점이 있다. 따라서, 다양한 조건에서의 필드 부하 데이터를 수집하고, 이를 이용하여 등가부하 계산 방법에 의하여 등가부하로 환산하였으며, 이를 신뢰성 평가의 기준 조건으로 설정함

㉔ On/Off 밸브는 트랙터를 기준으로 볼 때, 작업기에 동력을 전달하는 PTO(Power take off) 스위치의 작동 유무에 따라서 가동된다. 따라서, On/Off 농작업 조건에 의하여 부하 변동이 크지 않아 별도로 측정하지 않고, 기존의 평가방법대로 평가를 진행함

④ 농업기계 주요 작업 실태 자료 분석

㉕ 농업기계 중 가장 많이 사용되는 트랙터를 기준으로 평가 기준을 개발함

㉔ 작업 실태 자료 분석은 한국농업기계학회에서 발행하는 농업기계연감 및 선행연구 논문 자료를 참고함

㉕ 트랙터의 연간 작업 면적은 57172.5 평¹⁾으로 나타났으며, 내구 수명 10년 사용 기준 571,725평으로 나타남

㉕ 보증 수명 시간은 약 3,112 시간으로 나타나, 본 과제에서는 3,000 시간으로 설정함

㉕ 트랙터 연간 사용 일 수는 38.9일¹⁾ x 내구 수명 10년 x 8 시간

㉕ 또한, On/Off 밸브를 구동하는 비율은 아래 표와 같이 트랙터 전체 작업 중 PTO를 사용하는 작업의 비율인 48.5%²⁾를 적용함으로써 277,287 평으로 계산됨

㉕ 본 과제의 평가 대상인 유압 펌프 및 On/Off 밸브는 각기 사용되는 용도가 다르기 때문에, 작업 면적을 각각 산출함

㉕ 유압펌프는 전체 트랙터 작업에 대하여 선회 및 작업기 승강에 사용하며, On/Off 밸브는 PTO를 구동하는 작업기를 사용할 때만 작동하기 때문에, 전체 트랙터 작업 중 PTO 구동 작업기의 해당 비율만큼 곱하여 산출함

표. 트랙터 농작업 시간에 대한 사용자 실태 조사 결과

Field operations	Averaged annual usage		PTO 작동 비율 (%)
	time	ratio (%)	
Plow tillage	86	25	
Rotary tillage	102	30	○
Trailer	17	5	
Loader	24	7	
Baler operation	55	16	○
Wrapping operation	41	12	
Others	17	5	△(50%만 적용)
Total	342	100	48.5

⑤ 유압펌프 신뢰성 평가 기준 수립

㉕ 유압 펌프의 신뢰성 평가는 유압 펌프의 사용 시간에 따라 수행됨

㉔ 유압 펌프의 경우 트랙터 동력원의 구동과 동시에 항상 가동되기 때문에, 한국농업기계학회에서 발행한 농업기계연감의 통계 자료를 이용하여 트랙터 연간 사용 시간인 38.9

1) 농업기계연감, 2017

2) 이대현, 트랙터의 포장작업에 따른 소요동력 분석, 2011

일과 내구 수명인 10년을 이용하여 트랙터 수명 동안의 사용 시간을 계산하였고, 그 결과 3,112 시간으로 나타남 ($38.9 \text{ day} \times 10 \text{ year} \times 8 \text{ hour/day} = 3,112 \text{ hour}$)

⑥ On/Off 밸브 신뢰성 평가 기준 수립

- ㉠ On/Off 밸브의 신뢰성 평가는 밸브의 사용 사이클에 의하여 수행됨
- ㉡ 따라서, 트랙터 연간 작업 면적 및 트랙터 폭 등을 고려하여 사이클 계산을 수행함
- ㉢ On/Off 밸브 사용에 관한 작업 면적(10년 기준)은 571,725 평의 48.5%인 277,286 기준임
- ㉣ 사용 사이클 선정을 위한 기준 작업면적 : 1필지 (1200 평(100 m×40 m), 트랙터 폭은 2.14 m 기준)

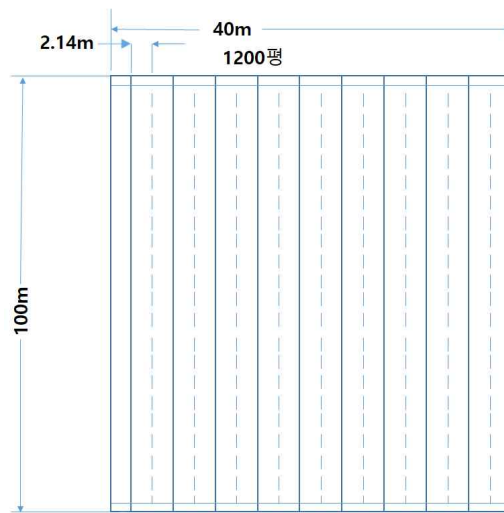


그림. 기준 작업 면적

- ㉤ On/Off 밸브의 경우 작업 속도는 PTO 구동 작업기 중 비율이 가장 높은 로타리 작업(PTO 구동 작업기 비율의 62% 차지)의 일반적인 사용 속도인 3 km/h를 기준으로 설정함
- ㉥ 1필지 기준 작업거리는 필지 가로 크기 40m, 트랙터 폭 2.14m, 필지 세로 크기 100m를 고려할 때, 약 1,869m로 나타남
- ㉦ $40m(\text{가로 길이}) \div 2.14m(\text{트랙터 폭}) \times 100m(\text{세로 길이})$
- ㉧ On/Off 밸브는 PTO의 On과 Off를 결정하는 스위치에 따라 작동여부가 결정됨. On/Off 밸브는 직진작업 시 On되어있으며 직진작업 후 선회작업 전, PTO의 구동을 중단하고 작업기를 상승하여야함. 이때, 밸브는 Off 상태가 되기 때문에, On/Off 밸브의 작동 주기는 트랙터 선회 사이클 수에 영향을 받음
- ㉨ 일반적으로 트랙터 작업 사이클은 직진작업+선회작업으로 구성됨. 1개의 사이클에 선회작업이 1회 포함되어있고, 이때 On/Off 밸브가 1회 작동하기 때문에 결과적으로 선회 사이클 수와 On/Off 밸브의 작동 사이클 수는 동일한 것으로 간주함
- ㉩ 필지의 가로 크기 40 m와 트랙터 폭 2.14 m을 이용하여 선회 사이클 수는 1필지에서 약 19 cycle로 나타남

- ㉔ 트랙터의 경우 앞서 언급한 On/Off 밸브 사용에 관한 작업면적인 277,286평과 일반적인 국내 1필지의 크기인 1200평을 계산한 결과, 총 10년간 작업 가능한 필지 수는 231 필지로 나타났으며, 1필지 당 19회의 선회 사이클 수를 곱한 결과 4,389 cycle로 나타남
 - ㉕ 이앙기의 경우 앞서 언급한 On/Off 밸브 사용에 내용연수 총 5년간 작업 가능한 필지 수는 40 필지로 나타났으며, 1필지 당 23회의 선회 사이클 수를 곱한 결과 935 cycle로 나타남
- ⑦ 유압펌프 및 On/Off 밸브 신뢰성 평가 기준 개발
- ㉔ 신뢰성(Reliability)은 소재, 부품, 제품이 사용되는 환경에서 고객이 기대하는 시간동안 고장 없이 기능을 수행하는 능력으로 정의되며 핵심 기능별 성능, 내구 시험기준에 따른 시험을 통하여 확보됨
 - ㉕ 평가는 유압펌프 및 On/Off 밸브의 종류, 성격, 사용 및 환경 조건, 제품의 보증기간과 고장메커니즘 등을 고려하여 수행됨
 - ㉖ 유압펌프의 내구 수명 신뢰성 평가는 RS-B-0063의 시험 평가 방법에 따라 아래 표의 수명 평가 시험을 실시하여 신뢰수준 90 %에서 내구 수명 보증 시간인 3,112 시간을 보장하여야 함
 - ㉗ On/Off 밸브의 내구 수명 신뢰성 평가는 RS-B-0165의 심사기준에 따라 아래 표의 수명 평가 시험을 실시하여 신뢰수준 90 %에서 작동 cycle인 4,389 cycle을 보장하여야 함
 - ㉘ 수명 시험 시 유압 펌프의 경우 일반적으로 수행되는 최고 회전수 및 최고 압력 조건이 아니라, 참여 기업에서 받은 유압 데이터를 이용하여 계산된 등가부하 조건을 이용하여 시험 조건을 구성함. 이때, 등가 부하는 각 작업에서 측정된 등가 회전속도 및 등가 압력의 평균값을 적용할 계획임
 - ㉙ 또한, 수명 시험 시 On/Off 밸브의 경우 등가 부하 데이터의 측정이 필요가 없었으므로, 정격 유량 및 정격 압력 조건에서 분석된 사이클 수에 대한 반복 시험을 진행하는 것으로 시험 조건을 수립함

표. 수명시험의 시험항목별 평가기준

유압 부품	시험 조건	평가 기준
유압펌프	- 무 부하 조건 및 정격 압력 조건을 1 cycle로 하여 충격 연속시험을 수행	- 1개의 시료를 시험하여 모두 44 시간까지 고장 없고 종합 성능 시험 및 대표성능 시험의 평가 기준을 모두 만족해야 함 - 1개의 시료를 시험하여 모두 13 시간까지 고장 없고 종합 성능 시험 및 대표성능 시험의 평가 기준을 모두 만족해야 함
On/Off 밸브	- 밸브를 실제 장착위치와 동일하게 시험장치에 설치한 후 사양서에 제시된 정격 유량, 정격 압력을 인가함 - 밸브가 완전 닫힘 상태에서 시작하여 완전 열림, 1초 유지, 완전 닫힘, 1초 유지를 1사이클로 트랙터 4,319 cycle, 이앙기 935cycle 까지 반복	- 시료 2개를 4,319 cycle 까지 수명 시험 한 후, 2개 모두 고장 없고 종합 성능 시험 및 대표성능 시험의 평가 기준을 모두 만족해야 함 - 시료 2개를 935 cycle 까지 수명 시험 한 후, 2개 모두 고장 없고 종합 성능 시험 및 대표성능 시험의 평가 기준을 모두 만족해야 함

⑦ 유압 펌프의 시험 조건

- i) 작동유의 종류 : ISO VG 32 또는 ISO VG 46 상당으로 함
- ii) 사용온도 : $-20 \sim 100$ ° C
- iii) 시험조건 : 달리 규정하지 않는 한, 55 ± 5 ° C 에서 시험

· 유압 펌프의 시험 장치 및 설치 방법

- i) 시험장치 기본구성은 아래 그림에 따름
- ii) 축의 중심이 엇갈려서는 안 된다. 설치시에 축에 이상한 힘이 가해지지 않도록 축 이음의 각 부분을 진동의 허용치 이내로 고정
- iii) 축 하중 및 레이디얼(radial) 하중은 펌프 제조업자가 지정하는 수치 이하로 함
- iv) 모든 구동축 및 축 이음은 부분은 위험 방지용 보호덮개를 사용
- v) 시험펌프와 압력 측정부 사이는 강관을 사용하고, 사용 강관의 길이는 직경의 10 배 이상으로 해야 함
- vi) 온도는 시험펌프에서 사용 강관 직경의 5 배 이내에 해당하는 거리에서 측정
- vii) 유량은 시험펌프에서 사용 강관 직경의 5 배에 해당하는 거리에서 측정
- viii) 사용되는 강관들은 직선으로 배관하고, 일정한 직경의 강관이여야 함
- ix) 사용되는 강관이나 피팅은 흡입 및 토출 포트 직경과 일치해야 함
- x) 배관은 가능한 수평이 원칙
- xi) 압력센서는 사용 강관의 중심부에 위치시키고, 상부 방향을 향하도록 설치

㉞ 유압 펌프의 측정 허용차

- i) 압력 : ± 0.5 % F.S 이내
- ii) 온도 : ± 2.0 ° C 이내
- iii) 유량 : ± 1.0 % F.S 이내
- iv) 입력속도 : ± 2 r/min 이내
- v) 입력토크 : 1.0 % F.S

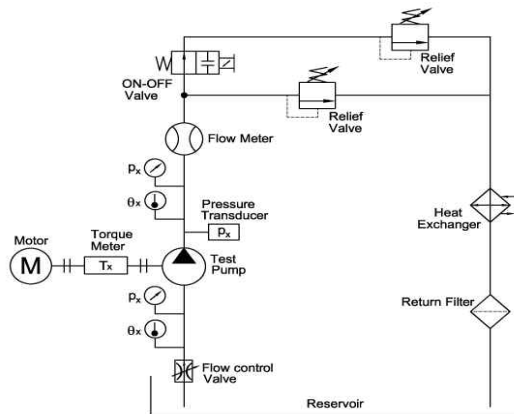


그림. 유압 펌프의 시험장치 구성 (예시)

○ 유압펌프 종합 성능 시험 방법

- ① 배제용적 시험 : 무부하 상태에서 최저 입력속도에서 최대 입력속도까지 작동하였을 때 토출유량은 이론 토출 유량의 95% 이상이어야 함

$$Q_{th} = \frac{V_{th} \times w_{\epsilon}}{1,000}$$

여기에서 V_{th} : 배제용적 (mL/r)

w_{ϵ} : (r/min)

Q_{th} : (L/min)

- ② 유량특성 시험 : 펌프 토출구에 설치되어 있는 릴리프 밸브를 조정하여 최대부하압력의 50 %로 부하압력을 설정한다. 펌프입력속도를 최저입력속도에서 최대입력 속도로 가변시키면서 토출유량을 측정한다. 이때 토출유량은 이론 토출유량의 90 % 이상이어야 한다. 그리고 최대부하압력의 90 %로 부하압력 설정한다. 펌프의 입력회전수를 최저 입력속도에서 최대 입력속도로 가변시키면서 토출유량을 측정한다. 이론 토출유량의 80 % 이상이어야 한다.
- ③ 맥동 시험 : 펌프 토출구에 설치되어 있는 릴리프 밸브를 조정하여 최대부하압력의 50%로 부하압력을 설정한다. 펌프입력속도를 최대속도의 50 %로 구동하면서 토출압력을 측정한다. 이때 압력 맥동율은 ± 5 % 이내 이어야 한다. 그리고 밸브를 조정하여 부하압력을 최대부하압력의 90 %로 재설정 한다. 펌프를 최대속도로 구동하면서 토출압력을 측정한다. 이때 압력 맥동율은 ± 10 % 이내 이어야 한다.

$$P_p = \frac{\text{최대토출압력} - \text{최소토출압력}}{\text{설정압력}} \times 100(\%)$$

여기에서 P_p : 압력 맥동율 (%)

- ④ 케비테이션 시험 : 펌프 토출구를 개방하여 무부하 상태를 유지한다. 펌프의 입력회전수를 최저속도 및 최대속도로 구동한다. 각각의 속도에서 조정유량의 97 %가 될 때까지 흡입부 밸브를 막는다. 조정유량의 97 %가 되었을 때 흡입압력을 측정한다. 이때 흡입압력은 0.07 MPa(절대 압력) 이하이어야 되며 이상소음 및 진동이 발생하지 않아야 한다.
- ⑤ 초과속도 : 시험 무부하 상태에서 최대회전속도의 120 %까지 10초간 유지하였을 때 파손, 진동, 그리고 이상 소음 등이 없어야 한다.
- ⑥ 최대압력 시험 : 무부하 상태에서 최대회전속도로 회전시킨 후 부하압력을 최대부하압력으로 상승시킨다. 이때 부하압력은 최대 토출압력의 90 % 이상이어야 한다.
- ⑦ 효율 시험 : 작동유의 온도는 (40 ± 5) °C 하고, 시험압력과 회전수를 그림 4에 나타낸 바와 같이 최고압력과 최고회전수의 각각 25 %, 50 %, 75 %, 100 %로 분할하는 16 포인트 지점에서 용적 효율, 기계 효율 및 전효율 시험을 행한다.

㉔ 용적효율 : 용적효율은 펌프의 실제 토출유량과 이론 토출유량의 비율로 다음 식에 의해 산출한다.

$$\text{용적효율}(\eta) = \frac{Q_a}{Q_t} \times 100(\%)$$

여기에서 Q_a : 펌프의 실제 토출유량(L/min)

Q_t : 펌프의 이론 토출유량(L/min)

㉕ 기계효율 : 기계효율은 펌프의 실제 토크와 이론 토크의 비율로 다음 식에 의해 산출한다.

$$\text{기계효율}(\eta) = \frac{T_a}{T_t} \times 100(\%)$$

여기에서 T_a : 펌프 구동축의 실제 토크(Nm)

T_t : 이론 토크(Nm)

㉖ 전효율 : 용적효율과 기계효율의 곱으로 표현되며, 다음 식에 의해 산출한다.

$$\text{전효율}(\eta_t) = \frac{\eta_v \times \eta_m}{100}(\%)$$

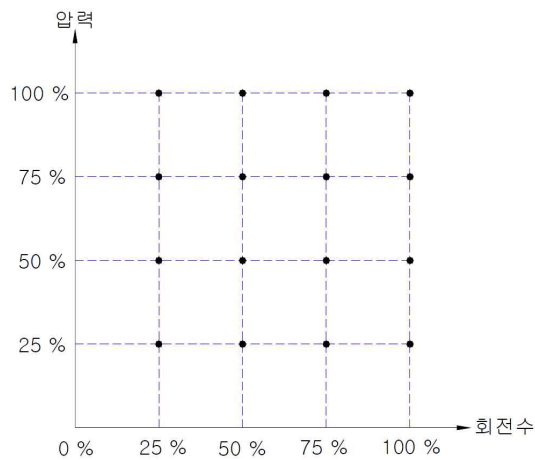


그림. 효율시험 지점(point)

⑧ 소음시험

㉔ 측정값

(가) 음압의 RMS(Root Mean Square) 레벨을 dB 값으로 계측하여, 다음과 같이 계산한다.

$$L_p = 20 \times \log_{10}(P/2 \times 10^{-5})$$

여기에서 L_p : 음압 레벨(dB)

P : 측정 음압(Pa)

(나) A 보정 음압 레벨 (A-weighted sound pressure level)로 측정한다.

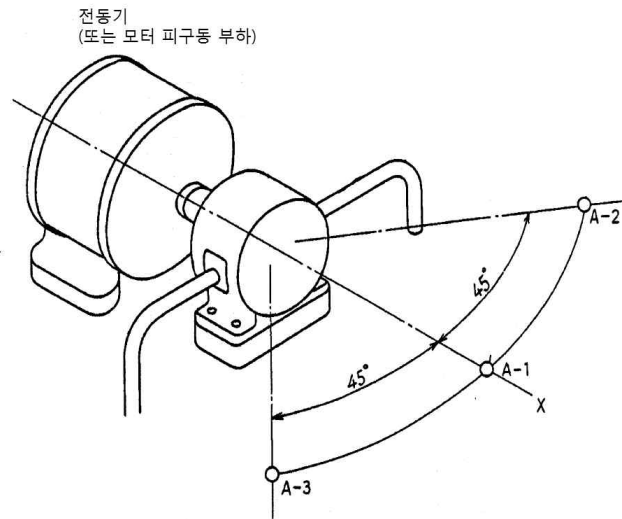
(다) 암 소음과 시험 대상품의 음압 레벨 값의 차이가 10dB(A) 이상이면, 보정이 필요치 않으나 10 dB(A) 미만이면 아래의 표에 따라 보정한다.

표. 압 소음의 영향에 대한 보정

단위 : dB(A)						
측정 소음과 압 소음의 차	4	5	6	7	8	9
보정값		-2			-1	

⑧ 측정위치

- ㉠ 마이크로폰은 단단한 구조물 또는 스탠드 등을 사용하여 측정 위치에 고정한다.
- ㉡ 소음 측정 시험의 높이는 시험대상체의 축 중심으로 하며, 축 중심 높이가 0.5 m 이하인 경우에는 마이크로폰 높이를 0.5 m로 한다.
- ㉢ 측정 지점의 수평면 거리는 시험 대상품 표면에서 1 m로 한다.
- ㉣ 측정 지점의 수평면 거리는 시험 대상품 표면에서 1 m로 한다.
- ㉤ 정격 회전 속도에서 부하 압력을 정격 공급 압력의 100 %로 조절한 후 소음을 측정한다.
- ㉥ 측정된 소음은 90 dB(A) 이하이어야 한다.
- ㉦ 또한 다음과 같은 경우에는 측정 지점을 추가하여야 한다.
- ㉧ 음원이 높은 지향성을 가진 소음을 방출하는 경우 높은 소음이 나오는 지역에 측정 지점을 추가하여야 한다.



A-1, A-2, A-3 : 측정 위치

그림. 소음측정 위치

표. 유압펌프 종합성능시험

시험 항목	시험 조건	평가 기준
배제용적 시험	무부하, 최저속도에서 최대속도로 작동	토출유량은 이론 토출 유량의 95 % 이상
유량특성 시험	최대부하압력의 50 % 및 90 % 부하압력 상태에서, 최저속도에서 최대속도로 작동	50 % 부하압력 상태에서 토출유량은 이론 토출유량의 90 % 이상, 90 % 부하압력 상태에서 토출유량은 이론 토출유량의 80 % 이상
맥동시험	1. 최대부하압력의 50 %, 최대입력속도의 50 % 2. 최대부하압력의 90 %, 최대입력속도	1. 최대부하압력의 50 %, 최대입력속도의 50 % 조건에서 압력 맥동율은 ± 5 % 이내 2. 최대부하압력의 90 %, 최대입력속도 조건에서 압력 맥동 율은 ± 10 % 이내
케비테이션 시험	흡입유량이 조정유량의 97 %	흡입압력은 0.07 MPa(절대압력)이하
초과속도 시험	최대 입력속도의 120 % 까지 10 초간 유지	파손, 진동, 이상소음 등이 없어야 함
최대압력 시험	무부하 상태에서 최대회전속도로 회전시킨 후 부하압력을 최대부하압력으로 상승	부하압력은 최대 토출압력의 90 % 이상
효율시험	시험압력과 회전수를 16 포인트 지점에서 용적 효율, 기계 효율 및 전효율 시험 수행	용적효율 95 % 이상, 기계효율 85 % 이상, 전효율 80 % 이상
소음시험	1. 마이크로폰은 측정위치에 고정 2. 측정 지점의 높이는 시험대상체의 축중심으로 하며, 축 중심 높이가 0.5 m 이 하인 경우 마이크로폰 높이를 0.5 m 3. 측정 지점의 수평면 내의 거리는 시험 대상품 표면에서 1 m로 설정 4. 측정 지점의 수는 원칙적으로 시험 대상품의 중앙 및 중앙의 45도 3개소 5. 정격 회전 속도에서 부하 압력을 정격공급 압력의 100 %로 조절한 후 소음을 측정 6. 소음 방출하는 경우 높은 소음이 나오는 지역에 측정지점 추가	측정된 소음은 90 dB(A) 이하여야함

○ 유압 펌프의 내구수명 시험방법

- ① 시험시료의 크기(시험대상 수량)는 1 개로 하여 신뢰수준 90 %에 3,112 시간 B10수명을 확인하기 위하여, 무 고장 합격기준으로 44 시간의 작동시험을 실시함
- ② 1개의 수명시험 시료에 대해 종합 성능 시험을 거친 후, 정격 입력회전수 상태에서 무 부하조건에서 15초간 유지한 다음 정격 부하조건에서 240초간 유지함. 무 부하조건(15초) 및 부하조건(240초)를 1cycle로 하여 44시간 충격연속시험 수행

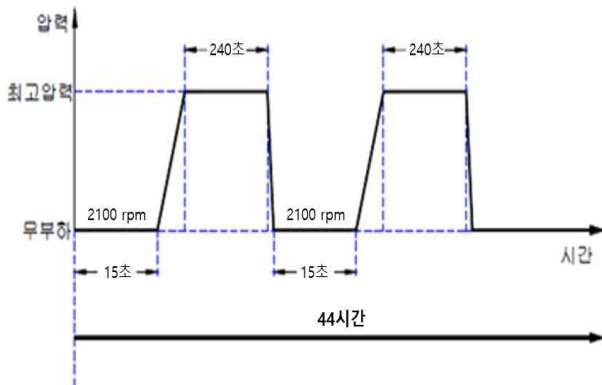


그림. 트랙터 유압펌프 충격인가 패턴
(출처 : 한국신뢰성협회)

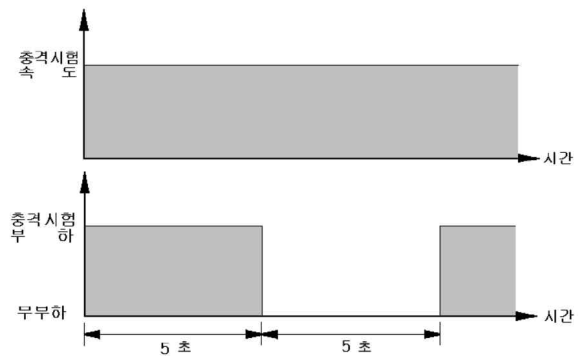


그림. 콤바인 유압펌프 충격인가 패턴
(출처 : 한국신뢰성협회)

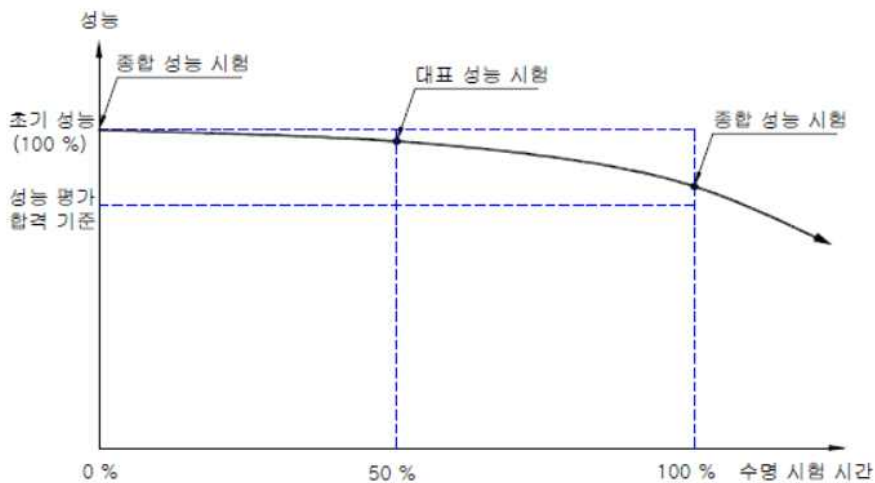


그림. 유압펌프 수명시험 평가방법 (출처 : 한국신뢰성협회)

○ On/Off 밸브의 시험 조건

- ① On/Off 밸브는 농작업 조건에 의하여 부하 변동이 크지 않아 별도로 측정하지 않고 사양서에 제시된 정격 데이터를 기준으로 수행함
- ② 시험 조건에 대한 별도로 규정이 없으면 KS A 0006의 상온·상습 상태에서 시험을 수행
- ③ 작동 토크 및 작동 조작력을 확인할 수 있는 장치를 사용하여 밸브에 압력을 가한 후,

밸브를 완전 열림 상태에서 완전 닫힘 상태로 작동시킨다.

㉔ 상온 : 20 ± 15 °C

㉕ 상대습도 : 65 ± 20 %

○ On/Off 밸브의 시험 장치

① 시험장치 기본구성은 아래 그림에 따름

① : 펌프

② : 릴리프 밸브

③ : 온도 센서

④ : 압력 센서

⑤ : 유량계

⑥ : 수동 전환 밸브

⑦ : 시험 대상 밸브

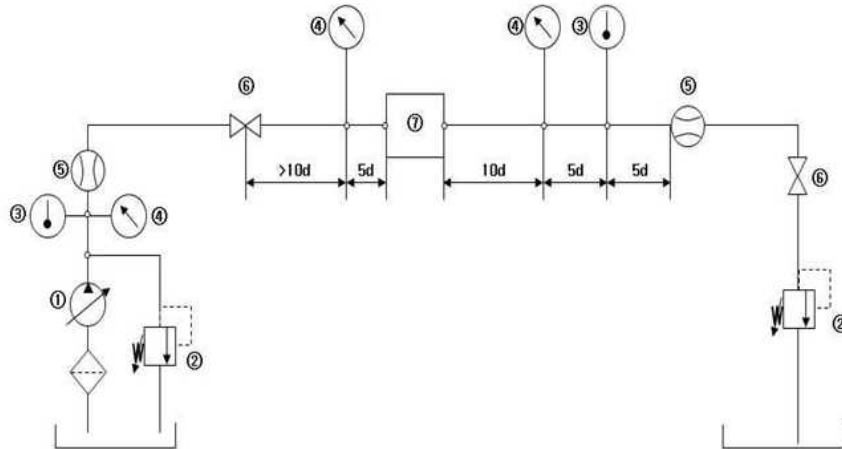


그림. 밸브 수명 및 성능 시험 회로도 예시 (출처 : 한국신뢰성협회)

○ 종합 성능 시험 방법

① 작동시험

㉔ 밸브를 종합성능 시험 장비에 장착한다.

㉕ 밸브를 무부하 상태에서 완전열림 상태에서 완전 닫힘 상태로 작동하는 것을 1회로 하여 3회 작동한다.

㉖ 작동 토크 및 작동 조작력을 확인할 수 있는 장치를 사용하여 밸브에 압력을 가한 후, 밸브를 완전 열림 상태에서 완전 닫힘 상태로 작동시킨다.

② 외부 누유 시험

㉔ 밸브를 그림 2와 같이 구성된 장비에 장착한다.

㉕ 밸브를 완전 열림 상태에서 밸브의 끝단을 밀봉한 후 정격 압력을 가한다.

㉔ 2시간 가압 시간 동안 외부 누유가 없어야 한다.

③ 내부 누유 시험

㉔ 밸브를 그림 2와 같이 구성된 장비에 장착한다.

㉔ 밸브가 완전 닫힘 상태에서 밸브 시트링부에 정격 압력을 가한다.

㉔ 2시간 가압 시간 동안 출구부의 누유가 없어야 한다.

④ 압력 강하 시험

㉔ 밸브를 그림 3과 같은 시험 회로에서 볼 밸브에 정격 유량, 정격 압력을 가한다.

㉔ 이때 배관은 밸브와 호칭경이 동일한 호스 또는 파이프를 사용하여야 한다.

㉔ 압력 측정은 5 d의 거리에서 전단의 압력과 10 d의 거리에서 후단의 압력을 계측하여 압력 강하 값과 이때 통과 유량을 측정한다.(d : 시험 대상 밸브 직경)

㉔ 측정된 압력 강하는 정격 유량에서 0.07 MPa 이하이어야 한다.

※비 고 : 정격 유량에 대해 제조사의 사양 제공이 없을 경우 규정된 값을 참고한다.

⑤ On/Off 밸브의 수명 시험방법

㉔ 밸브를 실제 장착위치와 동일하게 시험 장치에 설치한 후 정격유량, 정격압력을 가함. 밸브가 완전 닫힘 상태에서 시작하여 완전 열림, 1초 유지, 완전 닫힘, 1초 유지를 1사이클로 4,389 cycle까지 반복

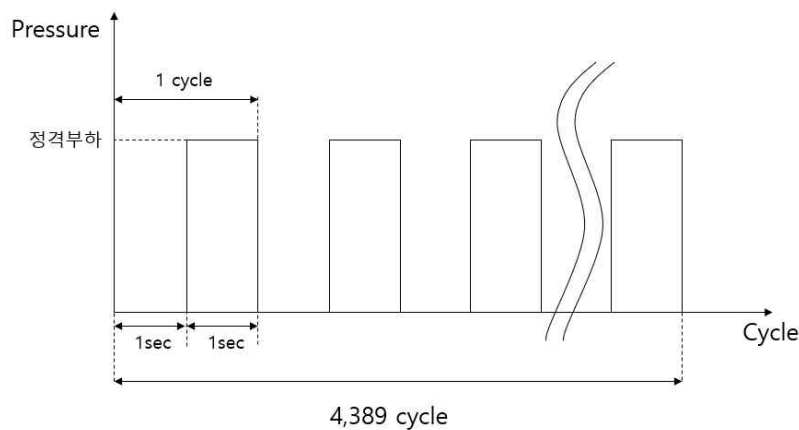


그림. On/Off 밸브 수명시험 cycle (출처 : 한국신뢰성협회)

㉔ 수명 시험 중 성능 열화를 확인하기 위해서 아래 그림과 같이 수명 시험 전과 완료 후에는 종합성능 시험을 실시하여 평가 기준을 모두 만족하여야 하며, 총 수명 시험 사이클의 50% 구간에서는 대표 성능 시험을 실시하여 평가 기준을 만족해야 함

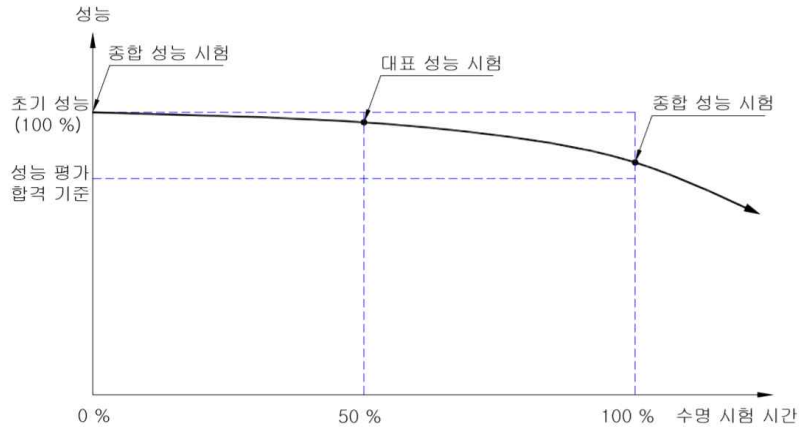


그림. 유압 On/Off 밸브의 수명시험 평가방법 예시
(출처 : 한국신뢰성협회)

- 주요 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기의) 농작업부하를 통한 등가부하 계산
- 계측한 부하가 일정한 부하가 아닌 크기와 속도가 다른 부하가 연속해서 작용하는 경우 일정한 부하가 작용하는 것과 동일한 영향을 미치도록 하기 위하여 하나의 크기와 속도를 가진 부하를 구해야 함.
- 이때의 부하를 등가부하라고 하며, 등가부하의 작용 속도를 등가 속도라고 함.
- 계측한 작업 부하 데이터를 식 (1)를 이용하여 등가부하로 변환 하였으며 일반적인 압력, 하중에 의한 스트레스 모델은 역승모델을 사용하며, 일반적으로 유압펌프처럼 습동부를 갖는 회전체 그룹에서는 역승모델의 지수인 λ 는 8을 사용 (W.Nelson, "Accelerated Testing; Statistical models, test plans, and data analysis", Wiley, 1990)함.
- 본 연구에서는 등가부하 적용을 위하여 포장시험에서 계측한 전체 데이터 범위를 임의의 8개 등 간격으로 나누었고 각 범위 안에 있는 부하와 회전속도의 평균을 각각 P_i , n_i 라 하고 각 전체범위 구간에서 각 8개 범위의 압력발생 빈도의 비율을 h_i 라 하여, 식 (1)에 대입 후 구해진 부하 P_{ei} 를 작업별 등가부하라 함.

$$P_{ei} = \left(\sum h_i P_i^\lambda \right)^{\frac{1}{\lambda}} \dots\dots\dots \text{식 (1)}$$

Where, P_{ei} = equivalent load of each working (bar)
 h_i = ratio of relevant frequency at entire frequency
 P_i = load of each range (bar)
 λ = Exponent of inverse power model (const : 8)

- 식 (2)와 같이 전체회전속도 범위구간에서 각 8개 범위의 회전속도 발생빈도 비율을 f_i 라 하여 식 (2)에 대입 해 구해진 n_{ei} 를 작업별 등가회전 속도라고 함

$$n_{ei} = \frac{1}{P_{ei}^\lambda} \sum f_i n_i P_i^\lambda \quad \dots\dots\dots \text{식 (2)}$$

Where, n_{e_i} = Equivalent rotation speed (rpm)
 P_{ei} = Equivalent load of each working (bar)
 f_i = Ratio of relevant frequency at entire frequency
 n_i = Rotation speed of each range (rpm)
 P_i = Load of each range (bar)
 λ = Exponent of inverse power model (const : 8)

○ 작업별 등가부하 및 등가 회전 속도를 위에 식으로 구한 뒤 최종 등가부하 및 회전속도를 구하기 위해서 식 (3) (4)을 적용함. 작업별로 구한 각 작업별 등가부하 등가회전속도를 각각 P_{ei} , n_{ei} 라 하며, t_i 는 작업별 연간사용 시간이며, t_t 는 작업별 연간사용 시간의 합을 의미한다.

$$P_e = \left(\frac{P_{e1}^\lambda t_1 + P_{e2}^\lambda t_2 + P_{e3}^\lambda t_3 + \dots\dots\dots + P_{ei}^\lambda t_i}{t_1 + t_2 + t_3 + \dots\dots\dots + t_i} \right)^{\frac{1}{\lambda}} \quad \dots\dots\dots \text{식 (3)}$$

Where, P_e = Equivalent load (bar)
 t_i = Annual using time of each working (hour)
 P_{ei} = Equivalent load of each working (bar)
 λ = Exponent of inverse power model (const : 8)

$$n_e = \left(\frac{P_{e1}^\lambda n_{e1} t_1 + P_{e2}^\lambda n_{e2} t_2 + P_{e3}^\lambda n_{e3} t_3 + \dots\dots\dots + P_{ei}^\lambda n_{ei} t_i}{P_e^\lambda t_t} \right) \quad \dots\dots\dots \text{식 (4)}$$

Where, n_e = Equivalent rotation speed (rpm)
 P_{ei} = Equivalent load of each working (bar)
 n_{ei} = Rotation speed of each working (rpm)
 t_i = Annual using time of each working (hour)
 P_e = Equivalent load (bar)
 t_t = Total using time (hour)
 λ = Exponent of inverse power model (const : 8)

① 서산 및 부안필드_등가 부하 계산

㉔ 쟁기 작업 시 M2 High 조건에서 Main pressure의 전체 데이터를 8구간으로 나눈 범위는 아래 표와 같이 나타났으며, 1구간에서 데이터 수가 전체의 72.05%로 가장 많이 몰려 있음을 알 수 있음. 등가부하 및 등가 회전속도를 계산한 결과 아래 표와 같이 등가부하는 53.86 bar, 등가 회전속도는 1418.15 rpm으로 나타났음.

표. 쟁기 M2 High 조건 Main pressure의 구간 별 압력 범위 및 개수

i	압력 범위 (bar)	데이터 수
1	0 ~ 17.24	32617
2	17.24 ~ 30.97	11722
3	30.97 ~ 44.70	129
4	44.70 ~ 58.43	142
5	58.43 ~ 72.16	261
6	72.16 ~ 85.89	173
7	85.89 ~ 99.62	145
8	99.62 ~ 113.36	83

표. 쟁기 M2 High 조건 Main pressure의 등가부하 및 등가 회전 속도 계산 과정 및 결과

i	h_i	P_i	f_i	n_i	$h_i P_i^8$	$f_i n_i P_i^8$
1	0.561	9.24	1118.02	0.721	2.98E+07	4.28E+10
2	0.419	20.73	2324.33	0.259	1.43E+10	2.05E+13
3	0.003	36.48	1402.57	0.003	8.74E+09	1.23E+13
4	0.003	52.11	1379.68	0.003	1.64E+11	2.33E+14
5	0.004	67.14	1059.19	0.006	1.76E+12	2.54E+15
6	0.003	79.14	1182.73	0.004	4.84E+12	6.92E+15
7	0.004	92.03	1807.38	0.003	2.07E+13	2.98E+16
8	0.003	104.82	2326.34	0.002	4.33E+13	6.10E+16
SUM	1			1	7.09E+13	1.01E+17
					P_e	53.86
					n_e	1418.15

㉕ 쟁기 작업 시 M3 Low 조건에서 Main pressure의 전체 데이터를 8구간으로 나눈 범위는 아래 표와 같이 나타났으며, 1구간에서 데이터 수가 전체의 69.23%로 가장 많이 몰려 있음을 알 수 있음. 등가부하 및 등가 회전속도를 계산한 결과 아래 표와 같이 등가부하는 54.98 bar, 등가 회전 속도는 1678.59 rpm으로 나타났음.

표. 쟁기 M3 Low 조건 Main pressure의 구간 별 압력 범위 및 개수

i	압력 범위 (bar)	데이터 수
1	0 ~ 18.25	44793
2	18.25 ~ 32.91	18475
3	32.91 ~ 47.57	216
4	47.57 ~ 62.23	294
5	62.23 ~ 76.89	285
6	76.89 ~ 91.55	334
7	91.55 ~ 106.20	250
8	106.20 ~ 120.86	53

표. 쟁기 M3 Low 조건 Main pressure의 등가부하 및 등가 회전 속도 계산 과정 및 결과

i	h_i	P_i	f_i	n_i	$h_i P_i^8$	$f_i n_i P_i^8$
1	0.588	11.44	0.692	1425.62	1.72E+08	2.90E+11
2	0.390	19.43	0.286	2292.59	7.92E+09	1.33E+13
3	0.003	41.64	0.003	1454.77	2.62E+10	4.34E+13
4	0.003	56.31	0.005	1223.8	3.35E+11	5.57E+14
5	0.004	67.7	0.004	1423.6	1.65E+12	2.76E+15
6	0.006	85.6	0.005	2070.91	1.84E+13	3.10E+16
7	0.005	97.07	0.004	2226.18	4.04E+13	6.84E+16
8	0.001	109.64	0.001	2208.64	2.25E+13	3.69E+16
SUM	1			1	8.33E+13	1.40E+17
					P_e	54.96
					n_e	1678.59

㉔ 로타리 작업 시 L3 Highp1 조건에서 Main pressure의 전체 데이터를 8구간으로 나눈 범위는 아래 표와 같이 나타났으며, 1구간에서 데이터 수가 전체의 92.40%로 가장 많이 몰려 있음을 알 수 있다. 등가부하 및 등가 회전속도를 계산한 결과 아래 표와 같이 등가부하는 70.62 bar, 등가 회전 속도는 2070.55 rpm으로 나타났다.

표. 로타리 L3 Highp1 Main pressure의 구간 별 압력 범위 및 개수

i	압력 범위 (bar)	데이터 수
1	0 ~ 22.06	15751
2	22.06 ~ 39.12	324
3	39.12 ~ 56.17	345
4	56.17 ~ 73.23	293
5	73.23 ~ 90.29	117
6	90.29 ~ 107.34	91
7	107.34 ~ 124.40	44
8	124.40 ~ 141.45	81

표. 로타리 L3 Highp1 Main pressure의 등가부하 및 등가 회전 속도 계산 과정 및 결과

i	h_i	P_i	f_i	n_i	$h_i P_i^8$	$f_i n_i P_i^8$
1	0.929	17.40	0.924	2064.38	7.80E+09	1.60E+13
2	0.020	30.88	0.019	2111.38	1.62E+10	3.32E+13
3	0.017	49.96	0.020	1728.26	6.61E+11	1.36E+15
4	0.012	60.37	0.017	1437.86	2.12E+12	4.36E+15
5	0.008	80.09	0.007	2394.56	1.35E+13	2.80E+16
6	0.006	96.31	0.005	2269.87	4.37E+13	8.91E+16
7	0.003	118.57	0.003	2429.23	1.19E+14	2.47E+17
8	0.006	129.30	0.005	2429.98	4.39E+14	9.11E+17
SUM	1			1	6.19E+14	1.28E+18
					P_e	70.62
					n_e	2070.44

㊤ 로타리 작업 시 L3 Highp2 조건에서 Main pressure의 전체 데이터를 8구간으로 나눈 범위는 아래 표와 같이 나타났으며, 1구간에서 데이터 수가 전체의 97.72%로 가장 많이 몰려 있음을 알 수 있음. 등가부하 및 등가 회전속도를 계산한 결과 아래 표와 같이 등가부하는 61.26 bar, 등가 회전 속도는 1950.52 rpm으로 나타났음.

표. 로타리 L3 Highp2 Main pressure의 구간 별 압력 범위 및 개수

i	압력 범위 (bar)	데이터 수
1	0 ~ 22.38	17716
2	22.38 ~ 38.12	15
3	38.12 ~ 53.87	159
4	53.87 ~ 69.61	159
5	69.61 ~ 85.36	31
6	85.36 ~ 101.11	9
7	101.11 ~ 116.85	5
8	116.85 ~ 132.60	35

표. 로타리 L3 Highp2 Main pressure의 등가부하 및 등가 회전 속도 계산 과정 및 결과

i	h_i	P_i	f_i	n_i	$h_i P_i^8$	$f_i n_i P_i^8$
1	0.985	16.87	0.977	1990.36	6.46E+09	1.28E+13
2	0.001	29.92	0.001	1782.91	4.81E+08	9.16E+11
3	0.004	51.46	0.009	923.19	2.02E+11	4.00E+14
4	0.005	59.83	0.009	1136.57	8.29E+11	1.64E+15
5	0.002	74.76	0.002	2043.19	1.72E+12	3.39E+15
6	0.001	91.36	0.001	2433.44	2.97E+12	5.91E+15
7	0.000	106.29	0.000	2431.60	5.53E+12	1.19E+16
8	0.002	129.40	0.002	2434.54	1.87E+14	3.64E+17
SUM	1			1	1.98E+14	3.87E+17
					P_e	61.26
					n_e	1950.52

㉔ 로타리 작업 시 L3 Lowp1 조건에서 Main pressure의 전체 데이터를 8구간으로 나눈 범위는 아래 표와 같이 나타났으며, 2구간에서 데이터 수가 전체의 89.94%로 가장 많이 몰려 있음을 알 수 있음. 등가부하 및 등가 회전속도를 계산한 결과 아래 표와 같이 등가부하는 39.19 bar, 등가 회전 속도는 2,203.24 rpm으로 나타났음.

표. 로타리 L3 Lowp1 Main pressure의 구간 별 압력 범위 및 개수

i	압력 범위 (bar)	데이터 수
1	0 ~ 16.04	2434
2	16.04 ~ 25.61	16136
3	25.61 ~ 35.18	16
4	35.18 ~ 44.75	24
5	44.75 ~ 54.32	60
6	54.32 ~ 63.88	223
7	63.88 ~ 73.45	70
8	73.45 ~ 83.02	35

표. 로타리 L3 Lowp1 Main pressure의 등가부하 및 등가 회전 속도 계산 과정 및 결과

i	h_i	P_i	f_i	n_i	$h_i P_i^8$	$f_i n_i P_i^8$
1	0.056	7.96	0.128	975.58	9.05E+05	2.01E+09
2	0.926	20.71	0.849	2426.63	3.13E+10	6.98E+13
3	0.001	30.75	0.001	2238.41	6.79E+08	1.43E+12
4	0.001	40.04	0.001	1785.50	6.71E+09	1.53E+13
5	0.002	51.14	0.003	1497.05	9.94E+10	2.24E+14
6	0.009	57.32	0.012	1674.29	1.03E+12	2.28E+15
7	0.003	68.70	0.004	2053.01	1.69E+12	3.77E+15
8	0.002	78.13	0.002	2354.89	2.71E+12	5.89E+15
SUM	1			1	5.56E+12	1.22E+16
					P_e	39.19
					n_e	2203.24

㉕ 베일성형 압력 1단 조건에서 베일러 작업 시 Main pressure의 전체 데이터에서 8구간으로 나눈 범위는 아래 표와 같이 나타났으며, 1구간에서 데이터 수가 전체의 94.40%로 가장 많이 몰려 있음을 알 수 있으며, 1단압력 조건에서 베일러 작업 시 Main pressure의 등가부하와 등가 회전 속도를 계산한 결과 아래 표와 같이 등가부하는 112.15 bar, 등가 회전 속도는 2,286.01 rpm으로 나타났다.

표. 베일성형 압력 1단 Main pressure의 구간 별 압력 범위 및 개수

i	압력 범위 (bar)	데이터 수
1	0 ~ 26.68	7603
2	26.68 ~ 46.85	5
3	46.85 ~ 67.03	1
4	67.03 ~ 87.20	4
5	87.20 ~ 107.38	4
6	107.38 ~ 127.55	11
7	127.55 ~ 147.72	68
8	147.72 ~ 167.90	358

표. 베일성형 압력 1단 Main pressure의 등가부하 및 등가 회전 속도 계산 과정 및 결과

i	h_i	P_i	f_i	n_i	$h_i P_i^8$	$f_i n_i P_i^8$
1	0.941	18.20	0.944	2282.25	1.13E+10	2.59E+13
2	0.001	31.52	0.001	2426.20	6.43E+08	1.42E+12
3	0.000	49.99	0.000	2426.00	5.11E+09	9.46E+12
4	0.001	82.34	0.001	2431.00	1.12E+12	2.57E+15
5	0.001	105.44	0.001	2394.25	7.94E+12	1.83E+16
6	0.001	114.33	0.001	2393.45	4.17E+13	9.78E+16
7	0.009	142.44	0.008	2417.76	1.51E+15	3.44E+18
8	0.047	163.16	0.044	2405.41	2.35E+16	5.36E+19
SUM	1			1	2.50E+16	5.72E+19
					P_e	112.15
					n_e	2286.01

㉞ 베일성형 압력 2단 조건에서 베일러 작업 시 Main pressure의 전체 데이터에서 8구간으로 나눈 범위는 아래 표와 같이 나타났으며, 1구간에서 데이터 수가 전체의 94.74%로 가장 많이 몰려 있음을 알 수 있으며, 2단압력 조건에서 베일러 작업 시 Main pressure의 등가부하와 등가 회전 속도를 계산한 결과 아래 표와 같이 등가부하는 112.31 bar, 등가 회전 속도는 2,120.01 rpm으로 나타남.

표. 베일성형 압력 2단 Main pressure의 구간 별 압력 범위 및 개수

i	압력 범위 (bar)	데이터 수
1	0 ~ 26.51	9322
2	26.51 ~ 46.64	4
3	46.64 ~ 66.77	2
4	66.77 ~ 86.90	2
5	86.90 ~ 107.02	22
6	107.02 ~ 127.15	3
7	127.15 ~ 147.28	15
8	147.28 ~ 167.41	470

표. 베일성형 압력 2단 Main pressure의 등가부하 및 등가 회전 속도 계산 과정 및 결과

i	h_i	P_i	f_i	n_i	$h_i P_i^8$	$f_i n_i P_i^8$
1	0.942	16.46	0.947	2107.97	5.08E+09	1.08E+13
2	0.000	31.74	0.000	2303.50	4.57E+08	9.49E+11
3	0.000	58.01	0.000	2303.50	2.84E+10	5.91E+13
4	0.000	81.81	0.000	2320.00	4.45E+11	9.31E+14
5	0.002	99.41	0.002	2292.27	2.31E+13	4.81E+16
6	0.000	114.09	0.000	2307.00	9.48E+12	1.99E+16
7	0.002	143.57	0.002	2340.00	3.04E+14	6.34E+17
8	0.052	162.22	0.048	2310.84	2.50E+16	5.30E+19
SUM	1			1	2.53E+16	5.37E+19
					P_e	112.31
					n_e	2120.01

㉔ 랩핑 작업은 단수 조건이 없으며 Main pressure의 전체 데이터에서 8구간으로 나눈 범위는 아래 표와 같이 나타났으며, 랩핑 작업 시 Main pressure의 등가부하와 등가 회전 속도를 계산한 결과 아래 표와 같이 등가부하는 115.56 bar, 등가 회전 속도는 898.28 rpm으로 나타났음.

표. 1차 랩핑작업 Main pressure의 구간 별 압력 범위 및 개수

i	압력 범위 (bar)	데이터 수
1	0 ~ 33.72	268
2	33.72 ~ 50.46	155
3	50.46 ~ 67.20	315
4	67.20 ~ 83.94	2530
5	83.94 ~ 100.68	3081
6	100.68 ~ 117.42	129
7	117.42 ~ 134.15	223
8	134.15 ~ 150.89	1076

표. 1차 랩핑작업 Main pressure의 등가부하 및 등가 회전 속도 계산 과정 및 결과

i	h_i	P_i	f_i	n_i	$h_i P_i^8$	$f_i n_i P_i^8$
1	0.035	19.48	0.035	924.25	7.35E+08	6.61E+11
2	0.020	44.94	0.020	905.43	3.34E+11	3.00E+14
3	0.041	59.79	0.041	900.08	6.63E+12	5.95E+15
4	0.329	77.63	0.325	908.48	4.34E+14	3.90E+17
5	0.393	91.40	0.396	891.21	1.91E+15	1.72E+18
6	0.016	108.69	0.017	882.50	3.18E+14	2.85E+17
7	0.028	125.77	0.029	886.50	1.77E+15	1.59E+18
8	0.137	145.35	0.138	891.23	2.74E+16	2.46E+19
SUM	1			1	3.18E+16	2.86E+19
					P_e	115.56
					n_e	898.28

㉔ 2번째 랩핑 작업의 Main pressure의 전체 데이터에서 8구간으로 나눈 범위는 아래 표와 같이 나타났으며, 랩핑 작업 시 Main pressure의 등가부하와 등가 회전 속도를 계산한 결과 아래 표와 같이 등가부하는 126.20 bar, 등가 회전 속도는 944.06 rpm으로 나타남.

표. 2차 랩핑작업 Main pressure의 구간 별 압력 범위 및 개수

i	압력 범위 (bar)	데이터 수
1	0 ~ 34.14	660
2	34.14 ~ 51.05	307
3	51.05 ~ 67.96	598
4	67.96 ~ 84.87	183
5	84.87 ~ 101.78	39
6	101.78 ~ 118.69	67
7	118.69 ~ 135.61	136
8	135.61 ~ 152.52	580

표. 2차 랩핑작업 Main pressure의 등가부하 및 등가 회전 속도 계산 과정 및 결과

i	h_i	P_i	f_i	n_i	$h_i P_i^8$	$f_i n_i P_i^8$
1	0.247	18.41	0.257	908.85	3.26E+09	3.08E+12
2	0.114	47.38	0.120	900.06	2.89E+12	2.73E+15
3	0.226	58.98	0.233	918.13	3.31E+13	3.13E+16
4	0.067	72.03	0.071	892.73	4.88E+13	4.61E+16
5	0.015	93.20	0.015	931.85	8.53E+13	8.06E+16
6	0.025	112.96	0.026	896.97	6.57E+14	6.21E+17
7	0.050	126.11	0.053	887.66	3.18E+15	3.00E+18
8	0.256	148.47	0.226	1069.01	6.03E+16	5.70E+19
SUM	1			1	6.44E+16	6.08E+19
					P_e	126.20
					n_e	944.06

㉕ 3번째 랩핑 작업의 Main pressure의 전체 데이터에서 8구간으로 나눈 범위는 아래 표와 같이 나타났으며, 랩핑 작업 시 Main pressure의 등가부하와 등가 회전 속도를 계산한 결과 아래 표와 같이 등가부하는 113.98 bar, 등가 회전 속도는 898.93 rpm으로 나타났음

표. 3차 랩핑작업 Main pressure의 구간 별 압력 범위 및 개수

i	압력 범위 (bar)	데이터 수
1	0 ~ 33.71	357
2	33.71 ~ 50.26	162
3	50.26 ~ 66.80	369
4	66.80 ~ 83.34	2626
5	83.34 ~ 99.88	3240
6	99.88 ~ 116.43	132
7	116.43 ~ 132.97	154
8	132.97 ~ 149.51	1052

표. 3차 랩핑작업 Main pressure의 등가부하 및 등가 회전 속도 계산 과정 및 결과

i	h_i	P_i	f_i	n_i	$h_i P_i^8$	$f_i n_i P_i^8$
1	0.045	18.79	0.044	918.36	7.00E+08	6.29E+11
2	0.020	45.13	0.020	905.54	3.47E+11	3.12E+14
3	0.045	59.82	0.046	896.01	7.45E+12	6.70E+15
4	0.327	76.59	0.325	906.29	3.87E+14	3.48E+17
5	0.398	90.26	0.400	893.59	1.75E+15	1.58E+18
6	0.016	107.73	0.016	896.57	2.95E+14	2.65E+17
7	0.019	125.08	0.019	876.99	1.11E+15	9.98E+17
8	0.129	144.82	0.130	890.84	2.49E+16	2.24E+19
SUM	1			1	2.85E+16	2.56E+19
					P_e	113.98
					n_e	898.93

- 본 연구에서 사용된 시험용 트랙터로 주요 농작업 단수에 따른 등가부하 및 등가 회전 속도의 분석 결과는 다음과 같이 나타났음.
- 쟁기 작업 시 Main pressure 등가부하의 평균은 각각 53.86, 54.96 bar로 나타났으며, 등가부하 속도는 1418.15, 1678.59 rpm으로 나타났고 로타리 작업 시 Main pressure 등가부하의 평균은 각각 70.62, 61.26, 39.19 bar로 나타났으며, 등가부하 속도는 2070.44, 1950.52, 2203.24 rpm으로 나타났음.
- 베일러 작업 시 Main pressure 등가부하의 평균은 각각 112.15, 112.31 bar로 나타났으며, 등가부하 속도는 2286.01, 2120.01 rpm으로 나타났음.
- 아울러, 랩핑 작업은 유압만을 사용하는 작업으로 속도단수 없이 3회 반복 실시하였으며, 작업 시 Main pressure 등가부하의 평균은 115.56, 126.20, 113.98 bar로 나타났으며, 등가부하 속도는 898.28, 944.06, 898.93 rpm으로 나타났음.
- 본 연구에서 사용된 시험용 트랙터로 주요 농작업 시 Main pressure 등가부하의 아래 표와 같이 평균은 각각 54.41, 57.02, 112.23, 118.58 bar로 나타났으며, 평균속도는 각각 1548.37, 2074.73, 2203.01, 913.76 rpm으로 나타났음.

표. 주요 농작업 별 등가부하 및 등가 회전 속도 평균

작업	단수	P_e	n_e
쟁기	M2 High	53.86	1418.15
	M3 Low	54.96	1678.59
	Average	54.41	1548.37
로타리	L3 Highp1	70.62	2070.44
	L3 Highp2	61.26	1950.52
	L3 Lowp1	39.19	2203.24
	Average	57.02	2074.73
베일러	1단압력	112.15	2286.01
	2단압력	112.31	2120.01
	Average	112.23	2203.01
랩핑	test_1	115.56	898.28
	test_2	126.20	944.06
	test_3	113.98	898.93
	Average	118.58	913.76

○ 최종적으로 필드시험을 수행하여 계산한 농작업 별 등가부하에 주요 농작업 별 농업기계 사용시간(이대현 석사논문, 트랙터의 포장작업에 따른 소요동력 분석, 2011)을 대입하면, 농업용 트랙터에 대한 연간 등가부하를 표와 같이 계산할 수 있다.

표. 주요 농작업의 합성 등가부하 및 등가 회전속도

구분	쟁기		로타리		베일러		랩핑		최종등가 부하
	등가	사용 시간	등가	사용 시간	등가	사용 시간	등가	사용 시간	
압력 [bar]	54.41	86	55.02	102	112.23	55	118.58	41	100.70
회전속도 [rpm]	1548.37		2074.73		2203.01		913.76		1512.93

표. 콤바인 등가부하 및 등가 회전속도

구분	쟁기		로타리		베일러		랩핑		최종등가 부하
	등가	사용 시간	등가	사용 시간	등가	사용 시간	등가	사용 시간	
압력 [bar]	54.41	86	55.02	102	112.23	55	118.58	41	100.70
회전속도 [rpm]	1548.37		2074.73		2203.01		913.76		1512.93

○ 가속시험 전략

① 현장 운용조건하에서 사용자들이 요구하는 보증수명을 시험평가하기 위해서는 많은 시간과 비용이 소요됨. 이를 해결하기 위한 시험기술로써 흔히 가속시험이 운용되며 가속방법에는 연속적으로 사용하지 않는 제품을 연속적으로 가동시킴으로써 고장시간을 단축시키는 사용률 가속과 사용조건보다 높은 스트레스를 부과하여 제품의 수명을 단축시키는 고 스트레스 가속이 있음. 기계류 부품들에서 대부분 채택하고 있는 고 스트레스 가속방법을 적용한 무고장 가속시험의 전략은 크게 현장 운영조건하에서의 등가부하를 산출, 시험 운영조건하에서의 등가부하를 산출 그리고 보증수명에 의한 무고장 시험시간을 산출하는 3가지의 기술로 운영됨. 이러한 가속시험 전략은 기계류에 관련된 대부분의 부품 및 시스템에 적용 및 활용이 가능

② 시험 항목 중 하나인 유압펌프경우는 평가 기준이 3,112시간을 고장 없이 만족해야 하므로 시험평가하기 위해서는 많은 시간이 소요됨. 이를 해결하기 위해 가속시험 전략을 이용해야 하며 본 과제에서는 고 스트레스 가속 방법을 사용하였음

③ 무고장 시험시간

㉔ 신뢰성 공학에서 무고장 시험시간(T)은 보증수명(B_x), 신뢰수준(CL), 신뢰도(R_x), 형상모수(β), 샘플수(N) 등에 의하여 다음과 같이 표현된다.

$$T = B_x \cdot \left[\frac{\ln(1 - CL)}{N \cdot \ln R_x} \right]^{\frac{1}{\beta}}$$

㉕ 유압펌프에 대한 무고장 시험시간을 산출하려면 다음과 같은 정보가 요구됨. 유압펌프에 대한 본 과제가 요구하는 보증수명은 3,112시간임. 주요 고장원인이 마모인 유압펌프의 경우는 형상모수(β)가 2.0인 와이불(Weibull) 분포를 따름. 시험용 샘플 수는 1 대로 하며, 신뢰성 목표는 신뢰도를 90%와 신뢰수준을 90%로 설정함

$$T = 3,112 \cdot \left[\frac{\ln(1 - 0.9)}{1 \cdot \ln 0.9} \right]^{\frac{1}{2.0}} \approx 14,549$$

본 과제의 유압펌프는 신뢰수준을 90%로 B10 3,112시간을 보증하기 위해서는 14,549시간동안 고장이 없어야 함

㉖ 시험 운영조건에서의 등가부하

(가) 시험장비에서는 현장 운용조건에서 야기된 손상효과를 동일하게 부여하면서 스트레스를 크게 부과하여 시험시간을 줄임. 이때 무리한 스트레스는 현장에서 발생하는 이외의 고

장이 야기될 수도 있기 때문에 삼가야 함. 트랙터용 유압펌프의 최대압력은 210 bar이므로 등가 시험압력을 200 bar로 설정하였으며 이때 시험속도는 2,200 rpm으로 일정하게 유지함

㉔ 무고장 가속시험 시간

(가) 수명시험 혹은 내구시험은 사용조건에서 제품의 신뢰도를 평가하는 하나의 시험기술로 사용되지만 많은 시간과 비용이 필요함. 가속 시험은 제품의 신뢰도가 증가할수록 늘어나는 시험시간 문제를 해결하기 위해 인위적으로 제품의 수명을 단축시키는 시험방식임. 그림 와 같이 사용조건보다 가혹한 조건에서 짧은 시간에 제품의 고장을 발생시켜 얻은 수명데이터를 가지고 신뢰성을 평가함

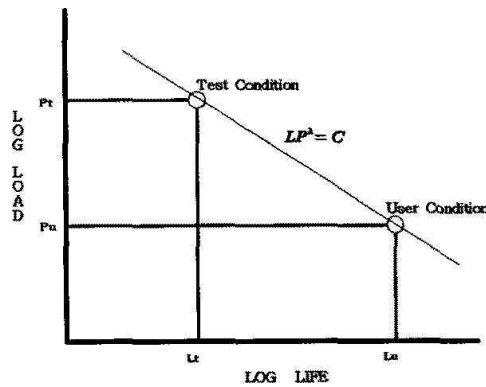


그림. 스트레스-수명 곡선

(나) 다음 식을 이용하여 시험조건과 사용조건으로부터 트랙터용 유압펌프의 가속계수(AF)를 산출. 무고장 가속시험시간은 (무고장 시험시간/가속계수)로 계산됨

$$AF = \left(\frac{P_{et}}{P_{eu}} \right)^\lambda \times \left(\frac{N_{et}}{N_{eu}} \right)$$

- 여기서, P_{et} : 시험 등가압력 [bar]
 P_{eu} : 사용 등가압력 [bar]
 N_{et} : 시험 등가속도 [rpm]
 N_{eu} : 사용 등가속도 [rpm]

㉕ 시험장비 환경조건

(가) 주변 환경 조건을 달리 규정하지 않으면 모든 시험은 다음의 환경조건 하에서 실시

- i) 주변온도 : (23±10)℃
- ii) 상대습도 : (50±30)%

iii) 작동유체 온도 : $(55 \pm 5)^\circ\text{C}$

※ 작동유체는 ISO VG32 또는 ISO VG46 상응하여야 하며 작동유 청정도는 100 mL 단위당 입지수로 NAS(8~9)등급이어야 함.

㉞ 동양물산 트랙터 유압펌프 가속수명 결과

(가) 위에서 계산한 동양물산 트랙터의 등가 부하 및 등가 회전속도의 평균값을 이용하여 무고장 가속시험시간을 산출한 결과 다음과 같이 나타남

$$\text{i) 무고장 시험 시간} = T = B_x \cdot \left[\frac{\ln(1-CL)}{N \cdot \ln R_x} \right]^{\frac{1}{\beta}} = 3,112 \cdot \left[\frac{\ln(1-0.9)}{1 \cdot \ln 0.9} \right]^{\frac{1}{2.0}} \approx 14,549$$

$$\text{ii) 가속계수 산출} = AF = \left(\frac{P_{et}}{P_{eu}} \right)^\lambda \times \left(\frac{N_{et}}{N_{eu}} \right) = \left(\frac{200}{100.70} \right)^8 \times \left(\frac{2100}{1512.93} \right) = 336$$

$$\text{iii) 무고장 가속시험 시간} = 14,549/336 \approx 44 \text{ hr}$$

(나) 따라서 동양물산 트랙터에 적용된 유압펌프를 대상으로 시험시료 1대를 44시간 가속시험을 실시하여 고장이 없으면 신뢰 수준 90%에서 B10 보증수명 3,112시간을 보장함

2-2 2차년도 연구 내용 및 결과

2-2-1. 주관연구기관 : 농업기술실용화재단

(1) HST, 비례제어밸브 시험을 위한 설비 등 도입

가. (HST) 최대 시험압력 38.0MPa, 모터동력 75 kW, 동시 시험가능 시료수 1개

나. (비례제어밸브) 최대 시험압력 25.0MPa, 모터동력 55 kW, 동시 시험가능 시료수 10개

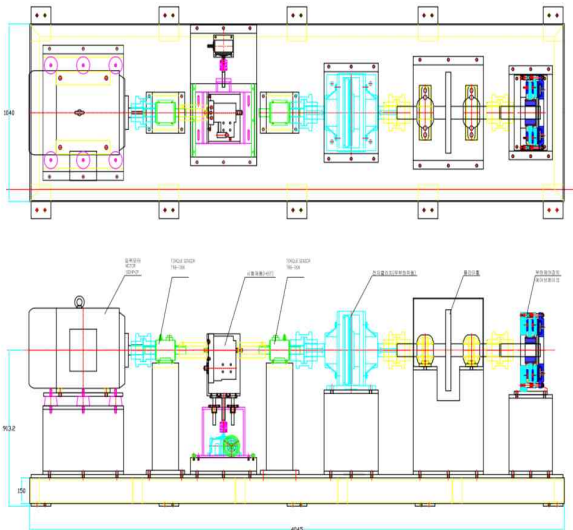


그림. HST 시험설비 도면

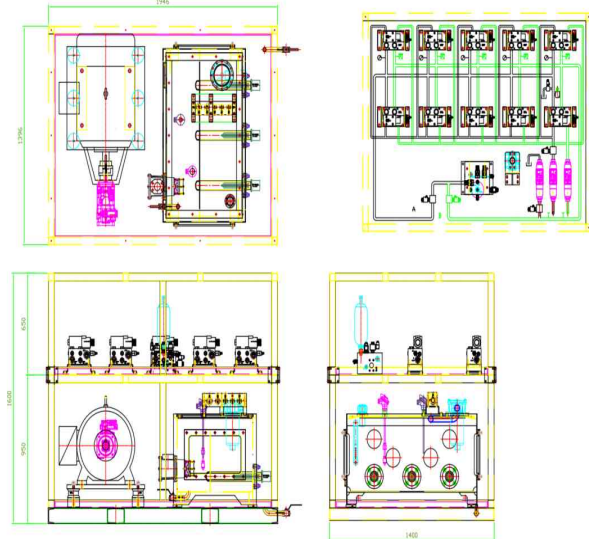


그림. 비례제어밸브 시험설비 도면



그림. HST 시험설비 실물



그림. 비례제어밸브 시험설비 실물

(2) 유압부품 시험성적 14건 발급

○ 유압펌프 : 농업용트랙터 메인 유압펌프에 대한 시험성적 발급 4건

시험성적

1. 기종명 : 유압펌프
2. 시험번호 : 19-FACTMP-103
3. 형식명 : 3P30
4. 용량 : -
5. 용액 : 해당없음
6. 시험장제 :
6.1. 제1회차 시험

회차	유압유량 (L/min)	회전속도 (RPM)	흡입압력 (bar)	배출압력 (bar)
1	30.0	3000	0.0	10.0
2	30.0	3000	0.0	10.0
3	30.0	3000	0.0	10.0
4	30.0	3000	0.0	10.0
5	30.0	3000	0.0	10.0
6	30.0	3000	0.0	10.0
7	30.0	3000	0.0	10.0
8	30.0	3000	0.0	10.0
9	30.0	3000	0.0	10.0
10	30.0	3000	0.0	10.0

7. 시험제품개요
본 시험제품은 농업용 트랙터의 메인 유압장치에 사용되는 유압펌프임

8. 시험결과
본 시험제품은 농업기술종합개발원에서 수행 중인 '농기계 성능 검증 취약연구(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

책임연구원 김 병태 | 연구조원 김지민 | 2020년 06월 26일 | 연구책임자 백선욱

시험성적

1. 기종명 : 유압펌프
2. 시험번호 : 19-FACTMP-106
3. 형식명 : 3P30
4. 용량 : -
5. 용액 : 해당없음
6. 시험장제 :
6.1. 제1회차 시험

회차	유압유량 (L/min)	회전속도 (RPM)	흡입압력 (bar)	배출압력 (bar)
1	30.0	3000	0.0	10.0
2	30.0	3000	0.0	10.0
3	30.0	3000	0.0	10.0
4	30.0	3000	0.0	10.0
5	30.0	3000	0.0	10.0
6	30.0	3000	0.0	10.0
7	30.0	3000	0.0	10.0
8	30.0	3000	0.0	10.0
9	30.0	3000	0.0	10.0
10	30.0	3000	0.0	10.0

7. 시험제품개요
본 시험제품은 농업용 트랙터의 메인 유압장치에 사용되는 유압펌프임

8. 시험결과
본 시험제품은 농업기술종합개발원에서 수행 중인 '농기계 성능 검증 취약연구(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

책임연구원 김 병태 | 연구조원 김지민 | 2020년 06월 26일 | 연구책임자 백선욱

시험성적

1. 기종명 : 유압펌프
2. 시험번호 : 19-FACTMP-105
3. 형식명 : 3P30
4. 용량 : -
5. 용액 : 해당없음
6. 시험장제 :
6.1. 제1회차 시험

회차	유압유량 (L/min)	회전속도 (RPM)	흡입압력 (bar)	배출압력 (bar)
1	30.0	3000	0.0	10.0
2	30.0	3000	0.0	10.0
3	30.0	3000	0.0	10.0
4	30.0	3000	0.0	10.0
5	30.0	3000	0.0	10.0
6	30.0	3000	0.0	10.0
7	30.0	3000	0.0	10.0
8	30.0	3000	0.0	10.0
9	30.0	3000	0.0	10.0
10	30.0	3000	0.0	10.0

7. 시험제품개요
본 시험제품은 농업용 트랙터의 메인 유압장치에 사용되는 유압펌프임

8. 시험결과
본 시험제품은 농업기술종합개발원에서 수행 중인 '농기계 성능 검증 취약연구(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

책임연구원 김 병태 | 연구조원 김지민 | 2020년 06월 26일 | 연구책임자 백선욱

시험성적

1. 기종명 : 유압펌프
2. 시험번호 : 19-FACTMP-104
3. 형식명 : 3P30
4. 용량 : -
5. 용액 : 해당없음
6. 시험장제 :
6.1. 제1회차 시험

회차	유압유량 (L/min)	회전속도 (RPM)	흡입압력 (bar)	배출압력 (bar)
1	30.0	3000	0.0	10.0
2	30.0	3000	0.0	10.0
3	30.0	3000	0.0	10.0
4	30.0	3000	0.0	10.0
5	30.0	3000	0.0	10.0
6	30.0	3000	0.0	10.0
7	30.0	3000	0.0	10.0
8	30.0	3000	0.0	10.0
9	30.0	3000	0.0	10.0
10	30.0	3000	0.0	10.0

7. 시험제품개요
본 시험제품은 농업용 트랙터의 메인 유압장치에 사용되는 유압펌프임

8. 시험결과
본 시험제품은 농업기술종합개발원에서 수행 중인 '농기계 성능 검증 취약연구(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

책임연구원 김 병태 | 연구조원 김지민 | 2020년 06월 26일 | 연구책임자 백선욱

○ On/Off밸브 및 유압호스 : 전차축 구동용 밸브 및 호스 시험성적 발급 각 1건

시험성적

1. 기종명 : 농업용트랙터 열차축
2. 시험번호 : 19-FACTMP-018
3. 형식명 : TG14-0500A
4. 용량 : -
5. 시험장제 :
5.1. 성능시험

종류	시험호스 (mm)	종류	온도(K)	공급압력(bar)	출력(리터/분)	제1회차 시험 유압유량 (L/min)
솔레노이드 밸브	12.7/38	20	51.0	10.2(8.10-14.3)	2.3(4.12-2.8)	7.8(6.0-10.0)

5.1.2. 작동 성능 그래프

출력(리터/분) vs Time(sec)

— B_port
— A_port
— dp

6. 시험제품개요
본 시험제품은 전차축 구동용 밸브인 '온/오프 밸브 및 레귤레이터, 제5호제2항과제(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

7. 시험결과
본 시험제품은 농업기술종합개발원에서 수행 중인 '농기계 성능 검증 취약연구(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

책임연구원 김 병태 | 연구조원 김지민 | 2020년 06월 26일 | 연구책임자 백선욱

5.1.3. 시험장제

시험 장비 소개

시험 장비 소개

6. 시험제품개요
본 시험제품은 전차축 구동용 밸브인 '온/오프 밸브 및 레귤레이터, 제5호제2항과제(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

7. 시험결과
본 시험제품은 농업기술종합개발원에서 수행 중인 '농기계 성능 검증 취약연구(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

책임연구원 김 병태 | 연구조원 김지민 | 2020년 06월 26일 | 연구책임자 백선욱

시험성적

1. 기종명 : 농업용트랙터 열차축
2. 시험번호 : 19-FACTMP-017
3. 형식명 : TG14-0400A
4. 용량 : -
5. 시험장제 :
5.1. 성능시험

종류	호스	직경(mm)	공급압력(bar)	온도(K)	출력(L/min)	이동 유량
호스 1	23X1.62	50	YG 45	90	120	320
호스 2	23X1.62	50	YG 45	90	120	320
호스 3	23X1.62	50	YG 45	90	120	320
호스 4	23X1.62	50	YG 45	90	120	320

5.1.2. 시험장제
내구성 시험

6. 시험제품개요
본 시험제품은 전차축 구동용 밸브인 '온/오프 밸브 및 레귤레이터, 제5호제2항과제(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

7. 시험결과
본 시험제품은 농업기술종합개발원에서 수행 중인 '농기계 성능 검증 취약연구(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

책임연구원 김 병태 | 연구조원 김지민 | 2020년 06월 26일 | 연구책임자 백선욱

내구성 시험

1

2

3

4

6. 시험제품개요
본 시험제품은 전차축 구동용 밸브인 '온/오프 밸브 및 레귤레이터, 제5호제2항과제(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

7. 시험결과
본 시험제품은 농업기술종합개발원에서 수행 중인 '농기계 성능 검증 취약연구(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

책임연구원 김 병태 | 연구조원 김지민 | 2020년 06월 26일 | 연구책임자 백선욱

○ 비례제어밸브 : 트랙터 전·후진 선택장치에 대한 시험성적 발급 8건

시험성적

1. 기종명 : 비례제어밸브
2. 시험번호 : 19-FACTMP-107
3. 형식명 : PDB05020A
4. 용량 : -
5. 용액 : 해당없음
6. 시험장제 :
6.1. 제1회차 시험

회차	유압유량 (L/min)	회전속도 (RPM)	흡입압력 (bar)	배출압력 (bar)
1	10.0	3000	0.0	10.0
2	10.0	3000	0.0	10.0
3	10.0	3000	0.0	10.0
4	10.0	3000	0.0	10.0
5	10.0	3000	0.0	10.0
6	10.0	3000	0.0	10.0
7	10.0	3000	0.0	10.0
8	10.0	3000	0.0	10.0
9	10.0	3000	0.0	10.0
10	10.0	3000	0.0	10.0

7. 시험제품개요
본 시험제품은 농업용 트랙터 전·후진 선택장치에 사용되는 비례제어밸브임

8. 시험결과
본 시험제품은 농업기술종합개발원에서 수행 중인 '농기계 성능 검증 취약연구(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

책임연구원 김 병태 | 연구조원 김지민 | 2020년 06월 26일 | 연구책임자 백선욱

시험성적

1. 기종명 : 비례제어밸브
2. 시험번호 : 19-FACTMP-106
3. 형식명 : PDB05020A
4. 용량 : -
5. 용액 : 해당없음
6. 시험장제 :
6.1. 제1회차 시험

회차	유압유량 (L/min)	회전속도 (RPM)	흡입압력 (bar)	배출압력 (bar)
1	10.0	3000	0.0	10.0
2	10.0	3000	0.0	10.0
3	10.0	3000	0.0	10.0
4	10.0	3000	0.0	10.0
5	10.0	3000	0.0	10.0
6	10.0	3000	0.0	10.0
7	10.0	3000	0.0	10.0
8	10.0	3000	0.0	10.0
9	10.0	3000	0.0	10.0
10	10.0	3000	0.0	10.0

7. 시험제품개요
본 시험제품은 농업용 트랙터 전·후진 선택장치에 사용되는 비례제어밸브임

8. 시험결과
본 시험제품은 농업기술종합개발원에서 수행 중인 '농기계 성능 검증 취약연구(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

책임연구원 김 병태 | 연구조원 김지민 | 2020년 06월 26일 | 연구책임자 백선욱

시험성적

1. 기종명 : 비례제어밸브
2. 시험번호 : 19-FACTMP-107
3. 형식명 : PDB05020A
4. 용량 : -
5. 용액 : 해당없음
6. 시험장제 :
6.1. 제1회차 시험

회차	유압유량 (L/min)	회전속도 (RPM)	흡입압력 (bar)	배출압력 (bar)
1	10.0	3000	0.0	10.0
2	10.0	3000	0.0	10.0
3	10.0	3000	0.0	10.0
4	10.0	3000	0.0	10.0
5	10.0	3000	0.0	10.0
6	10.0	3000	0.0	10.0
7	10.0	3000	0.0	10.0
8	10.0	3000	0.0	10.0
9	10.0	3000	0.0	10.0
10	10.0	3000	0.0	10.0

7. 시험제품개요
본 시험제품은 농업용 트랙터 전·후진 선택장치에 사용되는 비례제어밸브임

8. 시험결과
본 시험제품은 농업기술종합개발원에서 수행 중인 '농기계 성능 검증 취약연구(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

책임연구원 김 병태 | 연구조원 김지민 | 2020년 06월 26일 | 연구책임자 백선욱

시험성적

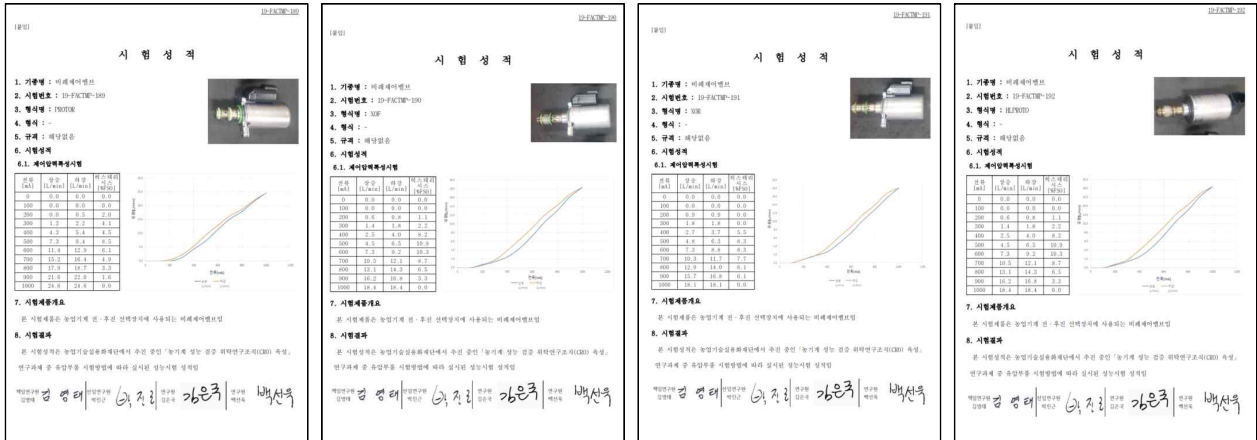
1. 기종명 : 비례제어밸브
2. 시험번호 : 19-FACTMP-108
3. 형식명 : PDB05020A
4. 용량 : -
5. 용액 : 해당없음
6. 시험장제 :
6.1. 제1회차 시험

회차	유압유량 (L/min)	회전속도 (RPM)	흡입압력 (bar)	배출압력 (bar)
1	10.0	3000	0.0	10.0
2	10.0	3000	0.0	10.0
3	10.0	3000	0.0	10.0
4	10.0	3000	0.0	10.0
5	10.0	3000	0.0	10.0
6	10.0	3000	0.0	10.0
7	10.0	3000	0.0	10.0
8	10.0	3000	0.0	10.0
9	10.0	3000	0.0	10.0
10	10.0	3000	0.0	10.0

7. 시험제품개요
본 시험제품은 농업용 트랙터 전·후진 선택장치에 사용되는 비례제어밸브임

8. 시험결과
본 시험제품은 농업기술종합개발원에서 수행 중인 '농기계 성능 검증 취약연구(제100) 과제, 연구과제 중 유압부를 시험할때 따라 실시된 성능시험 성적임

책임연구원 김 병태 | 연구조원 김지민 | 2020년 06월 26일 | 연구책임자 백선욱



가. 부품 자립화를 위한 농산업체(참여기업) 업무협약

- (농업기계 제조사) 농업기계 부품의 품질 확보를 위하여 자체적으로 수행이 가능한 시험은 자체적으로 수행을 하고 있으며, R&D개발품의 경우 요구되는 연구목표(품질수준)를 위하여 일부 유압부품에 대하여는 실용화재단에 공인시험을 의뢰
- ① 다수의 구매사용 부품들에 대하여는 부품제조 협력사에서 인수·구매 조건으로 필요한 시험을 의뢰하고 있으나, 트랙터, 콤파인, 이앙기 등 농업기계 전용 시험코드 부재로 부품제조사(협력사) 및 농기계 제조사간 협의를 통한 검사를 수행하고 있으며, 일부 업체의 주요 유압부품은 선진국의 제품(일본 NACHI, 독일 HYDAC 등)을 사용 중
- (유압부품 제조사) 협력사의 경우 자체규격, 단체표준 등에서 요구하는 품질수준 유지·관리를 위하여 자체 시험장비를 보유하고, 해당 검사를 자발적으로 Lot단위로 수행하고 있음
- ① 단, 국산 중소기업 협력사의 경우 영세성으로 인한 내구품질에 대한 연구개발 투자에 애로



그림. 유압부품 제조사 유압부품 시험



그림. 농업기계 제조사 자체시험 광경

2-2-2. 참여기관 : LS 엠트론, 대동공업, 동양물산, 국제종합기계

가. 연구목표


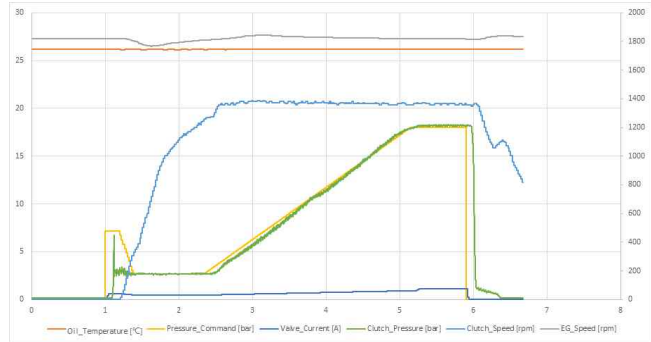
- 등가 부하를 이용하여 신뢰성 평가 기준을 만들 수 있도록 국내 주요 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)이 작업 시 발생하는 작업 부하 제공

나. 연구결과

- 트랙터 비례제어 밸브 및 HST 부하측정 및 제공


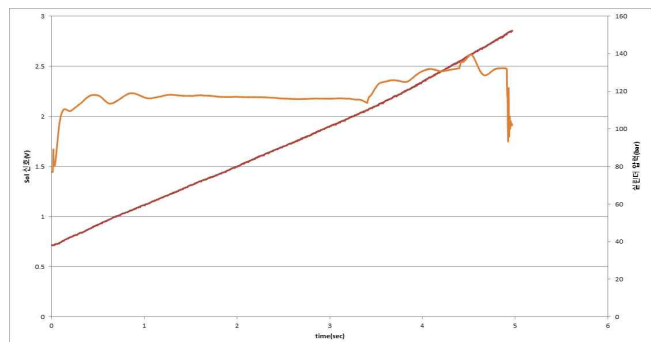
① 트랙터 비례제어 밸브 부하측정 및 제공

표. 트랙터 비례제어밸브 유압 부하 측정

측정제품 및 제원		측정결과	
			
제품명	Prototype	작동위치	전·후진셔틀 제어밸브
제조사	LS엠트론(주)	압력 [MPa]	(최대) 1,827, (최소) 0.013
규 격	PTO최대출력 (디젤76kW)	modulating time	약 4.2초


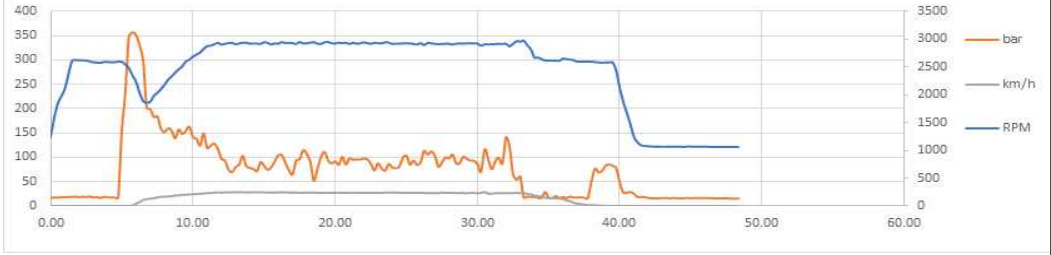
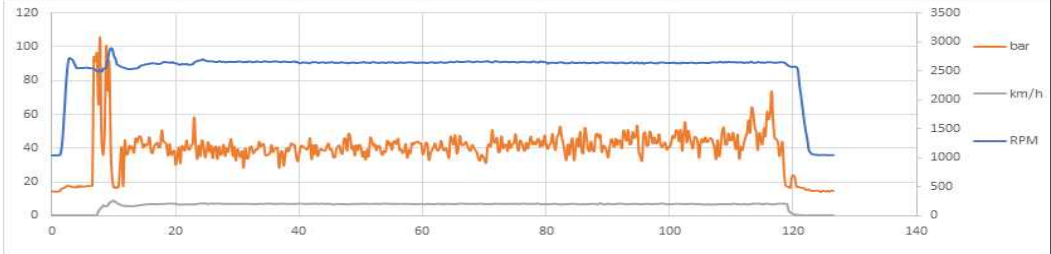
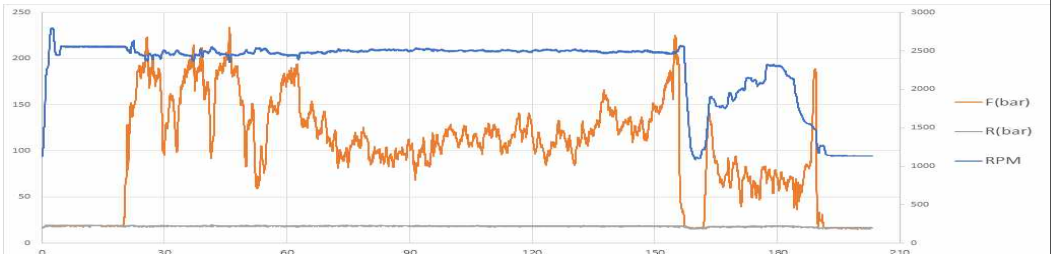
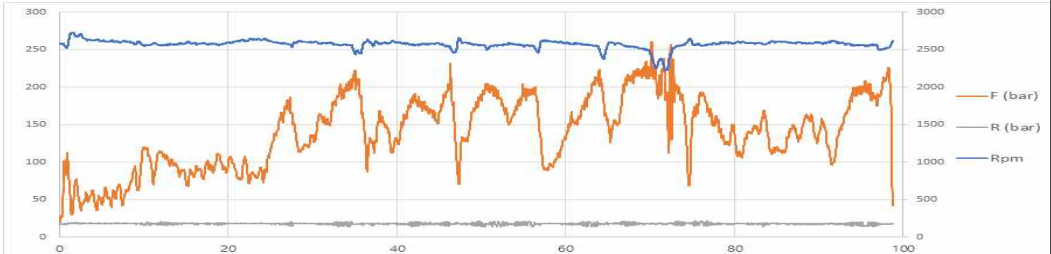
② 콤바인 비례제어 밸브 부하측정 및 제공

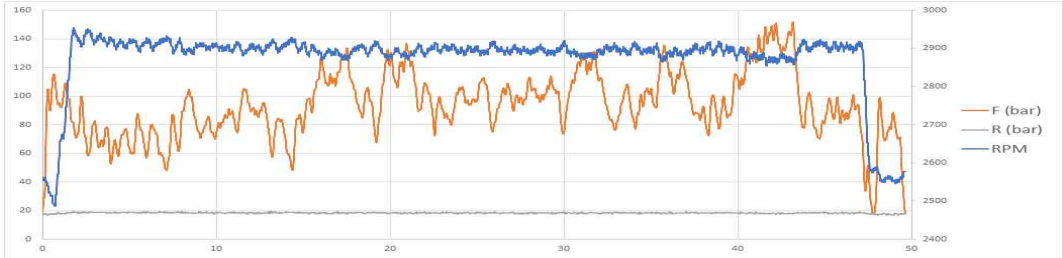
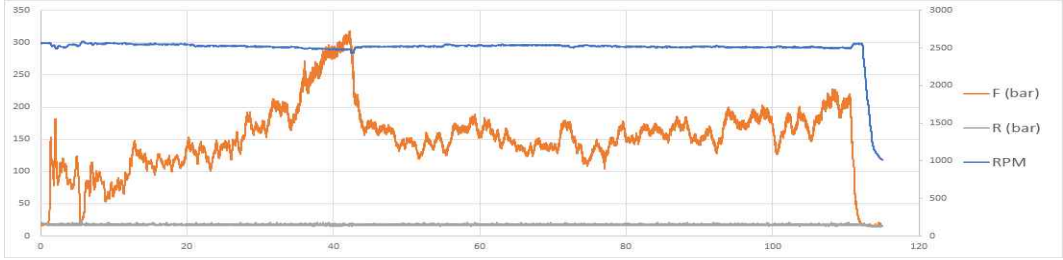
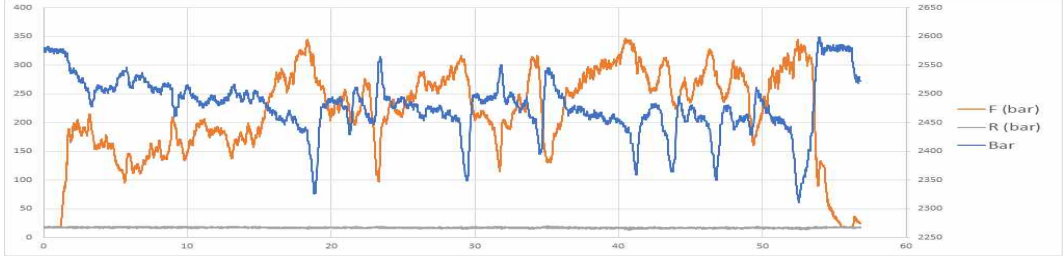
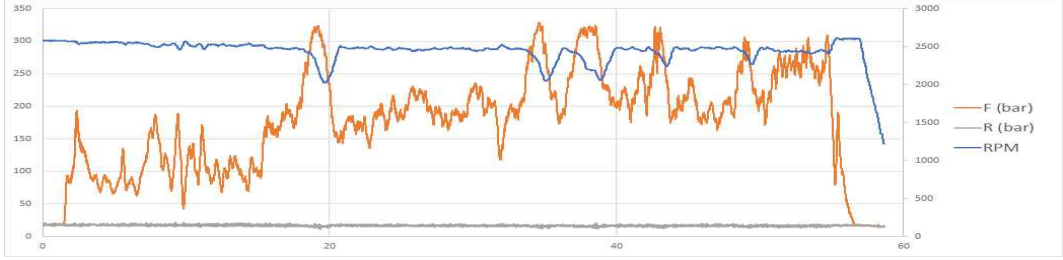
표. 콤바인 비례제어밸브 유압 부하 측정

측정제품 및 제원		측정결과	
			
제품명	DXM110G	작동위치	예취부승하강 제어밸브
제조사	대동공업(주)	압력 [MPa]	(최대) 13.955, (최소) 7.698
규 격	자탈형6조 (예취폭 약 2 m)	modulating time	약 5.0초

③ 트랙터 HST 부하측정

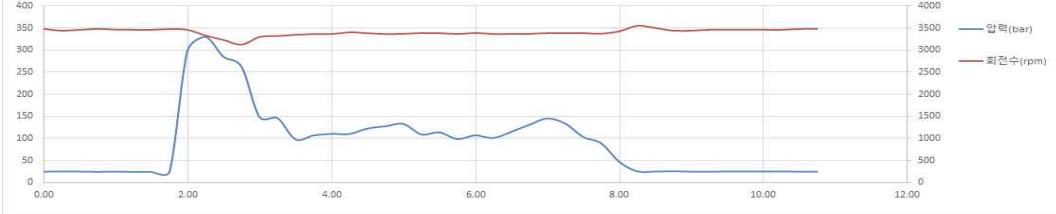
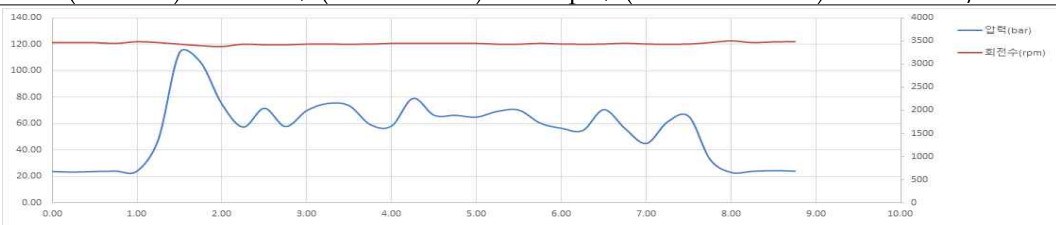
표. 농작업시 트랙터 HST 농작업 부하 측정

측정제품 및 제원		
제품명		T547 (수출모델)
제조사		동양물산기업(주)
규격		PTO최대출력 (디젤34kW)
주행단수	 <p>(최대압력) 36.1 MPa, (입력회전속도) 2975 rpm, (주행간 평균속도) 약 27.0 km/h</p>	
작업단수	 <p>(최대압력) 12.4 MPa, (입력회전속도) 2975 rpm, (주행간 평균속도) 약 7.5 km/h</p>	
작업단수 (L(2 km/h))	 <p>(최대압력) 23.4 MPa, (입력회전속도) 2300 rpm, (주행간 평균속도) 약 2 km/h</p>	
작업단수 (L(4 km/h))	 <p>(최대압력) 26.0 MPa, (입력회전속도) 2573 rpm, (주행간 평균속도) 약 4 km/h</p>	

<p>작업단수 (L(6 km/h))</p>	 <p>(최대압력) 15.2MPa, (입력회전속도) 2873 rpm, (주행간 평균속도) 약 6 km/h</p>
<p>작업단수 (M(2 km/h))</p>	 <p>(최대압력) 31.8MPa, (입력회전속도) 2499 rpm, (주행간 평균속도) 약 2 km/h</p>
<p>작업단수 (M(4 km/h))</p>	 <p>(최대압력) 34.6MPa, (입력회전속도) 2480 rpm, (주행간 평균속도) 약 4 km/h</p>
<p>작업단수 (M(6 km/h))</p>	 <p>(최대압력) 32.9MPa, (입력회전속도) 2439 rpm, (주행간 평균속도) 약 6 km/h</p>

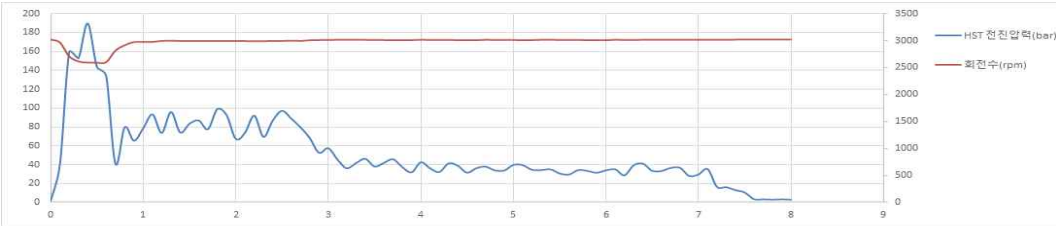
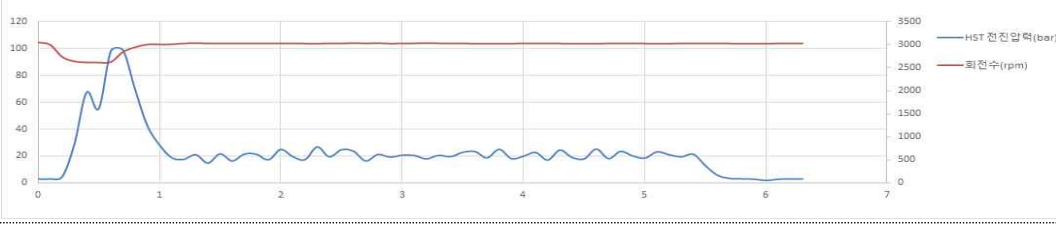
④ 콤바인 HST 부하측정

표. 농작업시 콤바인 HST 부하 측정

측정제품 및 제원	
제품명	DXM110G
제조사	대동공업(주)
규격	자탈형6조 (예취폭 약 2 m)
주행단수	 <p>(최대압력) 35.8 MPa, (입력회전속도) 3667 rpm, (주행간 평균속도) 약 10.2 km/h</p>
작업단수	 <p>(최대압력) 15.2 MPa, (입력회전속도) 3510 rpm, (주행간 평균속도) 약 6.1 km/h</p>

⑤ 이앙기 HST 부하측정

표. 농작업시 이앙기 HST 부하 측정

측정제품 및 제원	
제품명	ERP60D
제조사	대동공업(주)
규격	승용형 산파식 6조 (작업폭 약 2 m)
주행단수	 <p>(최대압력) 18.9 MPa, (입력회전속도) 3028 rpm, (주행간 평균속도) 약 14.9 km/h</p>
작업단수	 <p>(최대압력) 9.9 MPa, (입력회전속도) 3029 rpm, (주행간 평균속도) 약 5.7 km/h</p>

○ HST 트랙터 부하계측

① 유압압력계측 센서

㉔ 그림과 같이 동양물산(주)의 부하 계측용 트랙터의 주/보조 유압 계측에 사용된 센서는 HYDAC사의 HDA 4700이 사용되었으며, 유압을 측정하기 위해 유압계측 센서를 HST 펌프의 전후진 출력 배관에 각각 1개의 유압센서를 설치하였다. 커넥터 케이블을 통해 DAQ 장비에 연결하였으며 압력 타입은 Relative pressure 타입이며 측정범위는 0 ~ 600 bar이다. 입력 동력은 12~30 VDC 이며, 출력 신호는 0~10 VDC (0 VDC : 0 bar ~ 10 VDC : 600 bar)이다. 연결부는 G1/4"이며, 회로연결부는 M12 × 1 을 사용한다. 자세한 제원은 다음 표와 같다.

표. 압력계측에 사용된 센서 제원

Item	Specification
Pressure type	Relative pressure
Measurement Range	0~600 bar
Input power	12~30 VDC
Output signal	0~10 VDC (0 VDC:0bar~10 VDC:600bar)
Connector	G1/4"
Circular connector	M12 ×1



그림 X. 전/후진 유압 계측 센서



그림 X. 트랙터에 설치된 HST의 전/후진 펌프 유압 센서

② 데이터 수집장치

㉔ 데이터 수집장치는 아래 그림과 같이 독일 HBM 社의 Quantum X MX 849B 모델을 사용하였다. 데이터 수집장치의 제원은 최대 모듈 슬롯 8개, 샘플링 속도 40 kS/s, 5~24 V의 직류 전원 공급, 작동 온도 -20~+65℃ 이며 자세한 제원은 아래의 표와 같다. 본 과제에서는 HST의 펌프 토출 압력 및 엔진 회전속도를 측정하기 위하여 사용되었으며 이때 엔진 회전속도는 CAN 데이터를 이용하여 데이터를 수집하였으며 유압 데이터는 설치된 유압센서를 통하여 측정하였다.

표. 데이터 수집장치 제원

Item	Specification
Width × Height × Depth	52.5 mm × 200 mm × 121 mm
Weight	10.5 kg
Max. module slots	8
Max. aggregate sampling rate	40 kS/s
DC power supply	5V to 24 VDC
Operating temperature	-20 to +65°C



그림. 독일 HBM 社의 QuantumX MX840B

2-2-3. 위탁기관 : 충남대학교

가. 연구목표

- 트랙터, 콤바인, 이앙기 농업기계 3종의 핵심부품인 비례제어 밸브와 HST 총 2개의 부품 종류에 대한 신뢰성 평가 매뉴얼(방법 및 기준) 개발
- 참여 기업으로부터 받은 주요 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)의 작업 부하를 이용하여 등가 부하 계산 및 주관기관에 등가 부하 제공

나. 연구결과

- 비례제어 밸브 및 HST에 대한 신뢰성 평가 매뉴얼 개발
 - ① 부품별 성능평가 척도
 - ② (HST) HST의 성능평가는 중립시험, 전효율시험 등 다음 항목으로 선정

표. HST 성능평가 시험 항목, 시험 조건, 평가 기준 (출처 : 한국신뢰성협회)

시험 항목	시험 조건	평가 기준
중립 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 무 부하상태에서 펌프를 정격속도의 50 %로 회전 중, 변속 레버를 중립위로 조작 	<ul style="list-style-type: none"> • 모터 회전속도는 0(zero)일 것
전 효율 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 최대회전수, 최대압력의 25 %, 50 %, 75 %, 100 %로 분할하는 각 지점에서 전효율 시험을 실시. (25 %→100 % →25 % 왕복 1회) 	<ul style="list-style-type: none"> • 전 효율은 65 % 이상일 것 전효율(%) = 출력동력/(입력동력 +보충유공급동력)
최대부하 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 변속레버 조작 각도를 전진 및 후진 상태로 조정후, 펌프를 최대속도의 50%로 회전시키면서, 모터의 출력축의 회전속도가 5 % 감속할 때까지 부하를 인가 	<ul style="list-style-type: none"> • 유압모터의 출력 토크는 최대 출력 토크의 95~105 % 이내일 것
전·후진 변속 시험 (정방향/역방향)	<ul style="list-style-type: none"> • 펌프 속도를 정격회전 속도의 50 %로 하여, 무부하 상태로 변속 각도를 최대로하여 전진(후진) 조작 • 펌프 속도를 정격회전 속도의 50 %로 하여, 펌프의 변속각도를 최대로하여 전진(후진) 조작 후 정격 출력 토크의 50 %를 인가 	<ul style="list-style-type: none"> • 무부하시 모터의 속도는 펌프 속도의 95 % 이상 • 정격출력 50% 부하시 모터의 속도는 펌프 속도의 75 % 이상이어야 한다.
스트로크 제한 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 펌프의 속도를 정격속도의 50 %로 설정 후 변속각도를 최대로 전진(후진) 조작한 상태로 모터의 속도가 펌프 속도의 10 % 이하가 될 때까지 부하를 인가 	<ul style="list-style-type: none"> • 출력 토크 값은 정격출력에 해당하는 토크 값일 것 • 입력 토크 값은 정격출력에 해당하는 토크 값의 50 % 이하일 것
변속 제어 특성 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 펌프를 정격 속도로 설정 후, 모터에 최대부하를 인가하여, 모터의 속도가 동적 영향을 받지 않도록 변속 레버 각도를 서서히 변화시킴 	<ul style="list-style-type: none"> • 모터의 회전속도가 변속 각도 변화에 따라 선형적으로 변화될 것
변속토크 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 펌프를 정격 속도로 설정 후, 모터에 최대부하를 인가하여, 모터의 속도가 동적 영향을 받지 않도록 변속 레버 각도를 서서히 변화시킴 	<ul style="list-style-type: none"> • 모터의 토크가 변속 각도 변화에 따라 선형적으로 변화될 것
변속 응답성 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 출력축을 구속 시킨상태로, 변속레버를 중립으로 한 후 펌프를 정격 속도로 동작한 상태로 변속 레버를 최대 전진 또는 최대 후진으로 조작함 	<ul style="list-style-type: none"> • 0.2초 이내에 정격출력에 해당하는 토크에 도달될 것

㉔ (비례제어밸브) 비례제어밸브의 성능평가는 다음 항목으로 선정
표. 비례제어밸브의 시험 항목, 시험 조건, 평가 기준 (출처 : 한국신뢰성협회)

시험 항목	시험 조건	평가 기준
입력신호에 대한 제어압력 특성 시험	<ul style="list-style-type: none"> 정격유량에서 동적인 영향이 없는 속도로 입력신호를 0에서 최대제어압력 신호까지 1회 왕복 	<ul style="list-style-type: none"> 히스테리시스가 5 % 이내, 불감대를 제외한 제어압력 범위 (유효압력의 10~90 %)에 서의 선형성이 7% 이내일 것 $\text{히스테리시스}(\%) = \frac{\Delta P_{\max}}{\text{최대제어압력}} \times 100$ $\Delta P_{\max}: \text{시험대상밸브 입력신호의 1 왕복 중에서 동일 입력신호에 대한 제어압력 차이의 최대값}$
분해능 시험	<ul style="list-style-type: none"> 입력신호를 0에서 증가시키다가 최대제어압력 신호의 15 %, 50 %, 85 %에서 각각 10 초간정지 후 서서히 증가 	<ul style="list-style-type: none"> 분해능이 2 % 이내일 것 $\text{분해능}(\%) = \frac{I_2 - I_1}{\text{최대제어신호}} \times 100$
유량변화에 대한 제어 압력변화 특성 시험	<ul style="list-style-type: none"> 시험밸브의 정격유량에서 최대제어압력의 100 %, 50 %, 0 %에서 최소 → 정격유량까지 1회 왕복 공급 	<ul style="list-style-type: none"> 제어압력 변화의 최대값이 최대 제어압력의 5 % 이내일 것
공급 압력변화에 대한 제어압력 변화 특성 시험	<ul style="list-style-type: none"> 최대제어압력 신호의 30 %에서 동적인 영향이 없는 속도로 공급압력을 최저 → 최고사용 압력까지 1회 왕복 공급 	<ul style="list-style-type: none"> 제어압력 변화의 최대값이 최대 제어압력의 5 % 이내일 것
반복성 시험	<ul style="list-style-type: none"> 입력신호의 100 % 및 50 %, 50 % 및 0 %의 값을 20회 이상 반복 인가 	<ul style="list-style-type: none"> 제어압력 반복편차율이 5 % 이내일 것
내부 누설 시험	<ul style="list-style-type: none"> 최고사용압력에서 입력신호의 0 %를 인가하고 1분 경과 	<ul style="list-style-type: none"> 내부 누설유량은 정격유량의 2 % 이하일 것
외부 누설 시험	<ul style="list-style-type: none"> 공급압력과 허용배압을 가하고 5 분간 최대제어압력 신호인가 	<ul style="list-style-type: none"> 외부누설이 없어야 한다.
스텝 응답 시험	<ul style="list-style-type: none"> 최대제어압력 신호의 50 %를 중심으로 50 %의 10 % 및 -10%로 제어 	<ul style="list-style-type: none"> 안정화 시간이 300 ms 이내 일 것
주파수 응답시험	<ul style="list-style-type: none"> 최대제어압력 신호의 50 %를 중심으로 ±10 % 및 ±25 %의 진폭과 90° 위상 지연 주파수의 1/20 에서 약 10 배까지의 주파 수 범위에서 정현파 입력신호 인가 	<ul style="list-style-type: none"> 주파수 응답이 -3 dB에서 5 Hz 이상이어야 한다.

② 부품별 내구수명 시험 방법 결정

- ㉞ HST, 비례제어 밸브의 내구성 평가를 위하여 가속수명시험을 진행함에 있어 다음의 기법을 활용
 - (가) (사용률가속) 사용조건에서 연속적으로 사용하지 않는 아이템을 연속적으로 가동하거나, 사용조건에서 보다 작동 빈도를 높여서 시험시간을 단축시키는 방법
 - (나) (스트레스가속) 아이템의 고장 메커니즘에 영향을 미치는 온도, 습도, 진동, AC·DC 전압, 주파수 등의 스트레스를 사용조건보다 가혹하게 설정하고 시험하면 고장이 빨리 발생한다. 이와 같이 스트레스를 높여서 시험시간을 단축시키는 방법
 - (다) HST의 경우 농업기계를 작동함과 동시에 가동이되어 시동을 정지할 때까지 구동이 되는 부품으로 사용조건에 따라 변동적인 부하를 받는 특징으로 스트레스가속을 적용하여 보증시간 확인이 필요함. 단, HST의 특성상 별도의 리버스 기어 없이 전진과 후진 작동이 가능한 구조로 스트레스 가속 중 전·후진 선택작동에 대한 사용률가속이 반영되어야 함
 - (라) 비례제어밸브의 경우 농업기계가 특정한 작업 또는 동작을 수행 할 경우 작동하는 부품으로 전체의 사용주기간 작동되는 횟수를 산출하여, 유사한 부하인가 조건하에 요구되는 작동횟수를 작동함으로서 보증사용 횟수를 확인

표. 품목별 가속수명시험 방법

HST	비례제어밸브
스트레스가속, 사용률가속(전후진)	사용률가속

표. 수명시험의 시험항목별 평가기준 (출처 : 한국신뢰성협회)

유압 부품	시험 조건	평가 기준
비례제어밸브	밸브와 작동유의 온도를 80 °C 3.5 시간, 30 °C 1.5 시간, 150 °C 4시간, 30 °C 1시간을 반복하여 유지하여 약 800시간의 가속수명 시험을 수행	10개의 시료가 수명 시험 후 고장 없이 작동해야 하며 종합 성능 시험의 및 대표 성능 시험의 평가 기준을 모두 만족해야 함
HST	출력속도는 주행속도 7 km/h에 증가하는 회전속도로 하며 최대출력토크 및 무부하 사이클을 유지하여 약 640시간의 가속수명 시험 수행	2개의 시료가 수명 시험 후 고장 없이 작동해야 하며 종합 성능 시험의 및 대표 성능 시험의 평가 기준을 모두 만족해야 함

③ HST, 비례제어밸브 최소 내구수명 산출

- ㉞ (HST) 농업기계 이용실태 등 현황조사를 통한 최소보증 수명(시간) 산출
- (가) 통계청에서 발표한 연간사용시간 및 평균사용시간 등을 활용

표. 트랙터, 콤바인, 이앙기 농가 이용현황 1

기종명	연간사용시간		평균사용연수 [B], (년)	최소 보증 기간 [A×B], (시간) *1자리 절상
	(일/년) [a]	(시간/년) [a×8], [A]		
트랙터	39.0	312	11.3	3,530
콤바인	9.9	80	8.9	720
이앙기	7.6	60	7.6	460

* 자료출처 통계청 : 농업기계 이용실태조사

사용연수별(1)	사용연수별(2)	2017		
		트랙터	승용이앙기	콤바인
▲ ▼ □	▲ ▼ □	▲ ▼ □	▲ ▼ □	▲ ▼ □
전체	농기계수 (대)	726	261	187
	비율 (%)	100	100	100
2년 이하	농기계수 (대)	80	45	25
	비율 (%)	11.0	17.2	13.4
3~5년	농기계수 (대)	106	53	44
	비율 (%)	14.6	20.3	23.5
6~8년	농기계수 (대)	125	56	28
	비율 (%)	17.2	21.5	15.0
9~10년	농기계수 (대)	62	30	24
	비율 (%)	8.5	11.5	12.8
11~15년	농기계수 (대)	127	50	32
	비율 (%)	17.5	19.2	17.1
16~20년	농기계수 (대)	96	15	19
	비율 (%)	13.2	5.7	10.2
21년 이상	농기계수 (대)	116	6	10
	비율 (%)	16.0	2.3	5.3
모름/무응답	농기계수 (대)	14	6	5
	비율 (%)	1.9	2.3	2.7
평균사용연수 (년)	소계	11.3	7.6	8.9

그림. 통계청 농업기계 이용실태조사

④ (비례제어밸브) 농업기계 이용실태 및 사용패턴 등을 활용한 작동횟수를 산출

표. 트랙터, 콤바인 이앙기 농가 이용현황 2

기종명	연간평균작업면적		연간사용일수 (일/년) [B]	일간 작업면적 (m ³ /일) [A/B]
	(ha/년) [a]	(m ³ /년) [a×10000], [A]		
트랙터	21.0	210,000	39.0	5,385
콤바인	7.5	75,000	9.9	7,576
이앙기	6.2	62,000	7.6	8,158

* 자료출처 통계청 : 농업기계 이용실태조사

** 비례제어밸브가 작동되는 시기 : 선회 시 작업기의 승하강, 전후선택레버 작동시로 구분

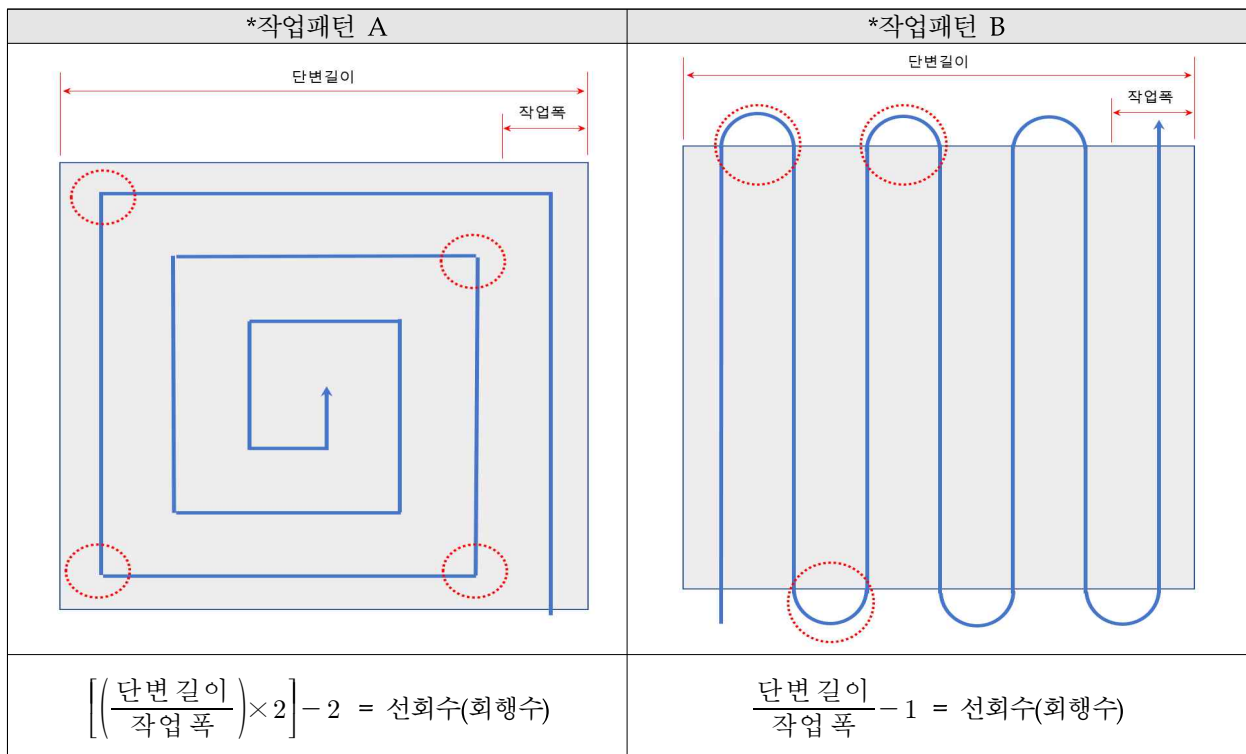
표. 농업기계별 농가 이용현황

트랙터			콤바인			이앙기		
이용실적별(1)	이용실적별(2)	2017 계	이용실적별(1)	이용실적별(2)	2017 계	이용실적별(1)	이용실적별(2)	2017 승용
이용면적 (ha / 년)	계	21.0	이용면적 (ha / 년)	계	7.5	이용면적 (ha / 년)	계	6.2
	자가	18.0		자가	4.3		자가	3.9
	수탁	3.0		수탁	3.1		수탁	2.2
이용일수 (일/년)	소계	39.0	이용일수 (일/년)	소계	9.9	이용일수 (일/년)	소계	7.6

표. 통계자료를 활용한 운용환경에서의 작동횟수 산출

일간 작업면적 (m ³ /일) [C]	농경지 단변길이 (m) [\sqrt{C}]	작업폭 (m)	작업 패턴*	일간 선회횟수 (회/일) [D]	연간사용일수 (일/년) [E]	평균사용연수 (년) [F]	보증작동횟수(회) [D×E×F] *10 자리 절상
5,385	73	2	A	70	39.0	11.3	30,900
7,576	87	2	A	85	9.9	8.9	7,500
8,158	91	2	B	45	7.6	7.6	2,600

표. 주요 농업기계 필드 농작업 패턴



⑤ 무고장 시험시간 및 등가부하 결정

㉔ 무고장수명 시험시간 산출

(가) HST, 비례제어밸브는 고장패턴이 와이블분포를 따르므로 목표수명시간 및 작동횟수 보증을 위한 무고장 수명시험 시간을 산출하기 위하여 불신되도는 B10수명으로, 신뢰수준 95 %로 설정하였다. 또한 HST, 비례제어밸브의 수명은 식1에 따른 와이블 분포를 따르고, 형상모수(β)값은 기 연구된 자료*를 참고하여 적용한다.

$$t_n = B_{100p} \times \left\{ \frac{\ln(1-CL)}{n \times \ln(1-p)} \right\}^{\frac{1}{\beta}} \text{----- (1)}$$

여기서 t_n : 무고장 가속수명 시험시간
 B_{100p} : 목표수명
 n : 시험 시료의 수
 CL : 신뢰수준 (95% → 0.95 적용)
 p : 분신되도 (B₁₀ life → 0.1 적용)
 β : 형상모수*

- * (HST 형상모수) 습동부를 갖는 회전체 → 2.0적용 (정동수 등 3명, 한국기계연구원, 유압펌프의 무고장 가속시험전략, 2010년)
- * (비례제어밸브 형상모수) 선행 벤치 테스트값 → 1.5적용 (박용문 등 3명, 전자밸브 개선품이 출입문 전체에 미치는 신뢰도 지표 특성, 2016년)

(나) 통계청 등의 자료를 통하여 조사한 농업기계 HST, 비례제어밸브의 기준수명에 대한 만족여부 확인을 위하여 각각의 수명을 식1에 대입하면 다음과 같은 가속수명 시험시간을 얻을 수 있음

표. 신뢰수준에 따른 무고장 가속수명시험 기간 산출

구분	기준수명 (시간, 회)	시료수	신뢰수준	불신되도	형상모수	무고장 가속수명시험기간 (시간, 회)
HST	3,530 시간	1	95%	B10 수명	2.0	18,830 시간
	720 시간	1	95%	B10 수명	2.0	3,840 시간
	460 시간	1	95%	B10 수명	2.0	2,460 시간
비례 제어밸브	30,900 회	10	95%	B10 수명	1.5	6.3×10 ⁴ 회
	7,500 회	10	95%	B10 수명	1.5	1.6×10 ⁴ 회
	2,600 회	10	95%	B10 수명	1.5	6.0×10 ³ 회

* 단, 기준수명은 시험의뢰자와 협의하여 조절이 가능

㉕ 현장 운영조건에서의 작동패턴 및 등가부하 등

(가) 확률분포에 무고장 수명시험 기간을 단축하기 위하여, 일반적으로 사용조건보다 가혹한 부하를 인가하는 스트레스가속 또는 작동횟수를 단기간에 반복하는 사용률가속 방법을 사용

* (사용률가속) 사용조건에서 연속적으로 사용하지 않는 아이টে를 연속적으로 가동하거나, 사용조건 에서 보다 동작 빈도를 높여서 시험시간을 단축시키는 방법 → 비례제어 밸브에 적용

* (스트레스 가속) 스트레스를 높여 시험시간을 단축시키는 방법 → HST에 적용

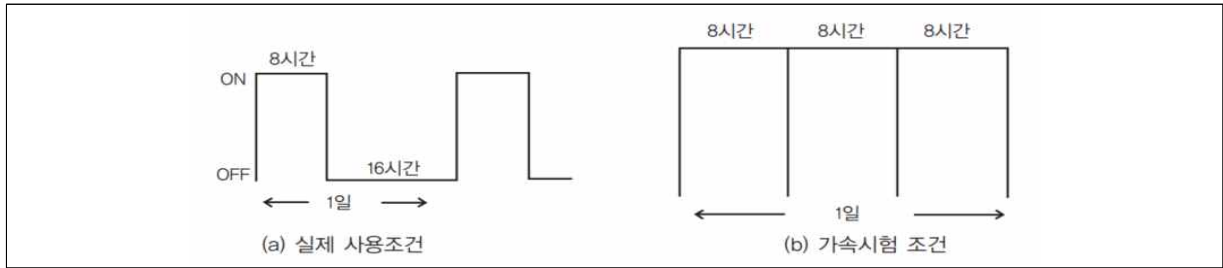


그림. 사용률 가속

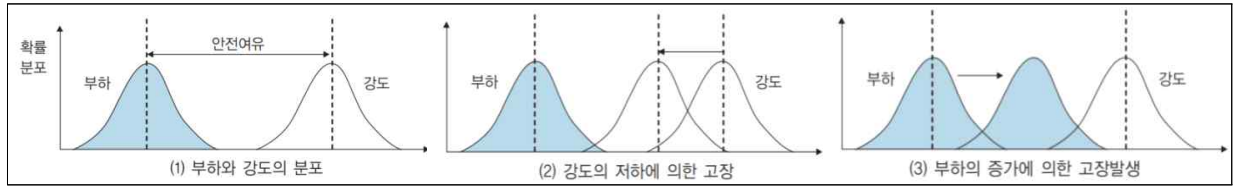


그림. 스트레스 가속

(나) 특히 스트레스 가속에는 가속수명시험 시 현장사용 조건보다 가혹한 조건을 인가하기 위하여, 현장사용조건을 대표하기 위한 등가부하를 계산하여 가속계수를 산출하여 무고장시험 소요기간 단축

(다) 각 제조사에서 측정한 데이터는 다음 식2, 3에 의해서 아래 표 같은 등가부하 및 등가 회전속도로 계산될 수 있다.

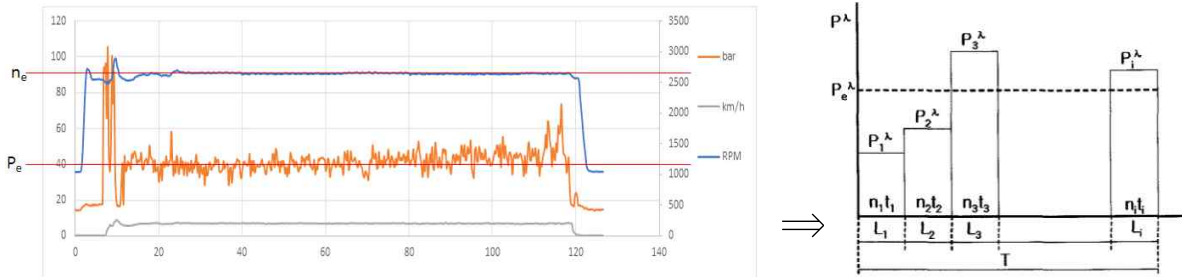


그림. 현장 운용조건 of 등가부하

$$P_e = \left(\sum h_i P_i^\lambda \right)^{\frac{1}{\lambda}} \quad \text{----- (2)}$$

여기서 P_e : 등가부하 {MPa}

h_i : i 그레이드 부하의 출물 비율 { - }

P_i : i 그레이드 부하 {MPa}

λ : 피로계수 {const}

* (HST 피로계수) 습동부를 갖는 회전체 → 8.0적용 (정동수 등 3명, 한국기계연구원, 유압펌프의 무고장 가속시험전략, 2010년)

$$n_e = \frac{1}{P_e^\lambda} \sum f_i n_i P_i^\lambda \quad \text{----- (3)}$$

여기서 n_e : 등가회전속도 {rpm}
 P_e : 등가부하 {MPa}
 f_i : i 그레이드 회전수의 출몰 비율 { - }
 n_i : i 그레이드 회전수 { - }
 P_i : i 그레이드 부하 {MPa}
 λ : 피로계수 {const = 8}

* (HST 피로계수) 습동부를 갖는 회전체 → 8.0적용 (정동수 등 3명, 한국기계연구원, 유압펌프의 무고장 가속시험전략, 2010년)

㉔ 농업기계별 HST 등가부하 및 등가 회전속도

- (가) 트랙터의 HST의 등가 압력을 산출하기 위하여 각 단수에서 산출한 등가부하 및 등가 회전속도를 평균 내어 산출하였으며 결과는 다음 표와 같음
- (나) 콤바인 및 이앙기의 등가 부하를 산출하기 위하여 표준단수와 주행단수에서 비교적 압력이 크게 나타난 주행단수를 선택하여 등가부하를 산출하였으며 결과는 다음 표와 같음

표 농업기계별 HST 등가부하 및 등가 회전속도

구분	기종	압력 [MPa]			회전속도 [rpm]		
		최소값	최대값	등가부하	최소값	최대값	등가부하
HST	트랙터	26.6	10.8	19.4	2873.5	2300.3	2533.7
	콤바인	18.3	35.8	22.5	3108.4	3667.2	3408
	이앙기	0.17	18.9	11.6	2590	3028	3009

(다) 내구시험 시 적용하는 가속조건인 부하와 사용조건인 등가부하의 관계식 4를 통하여 식 1에서 구했던 무고장가속수명시험 기간은 다음과 같이 단축될 수 있음

$$AF = \left(\frac{P_t}{P_e} \right)^\lambda \times \left(\frac{n_t}{n_e} \right) \quad \text{----- (4)}$$

여기서 AF : 가속계수 {const}
 P_t : 시험부하 {MPa}
 P_e : 등가부하 {MPa}
 n_t : 시험회전수 {rpm}
 n_e : 등가회전수 {rpm}
 λ : 피로계수 {const = 8}

표. 농업기계 별 시험부하 및 가속계수 산출

구분 (HST)	무고장 가속수명시험기간 (시간, 회) [A]	시험 시 부하		등가부하		AF 가속계수 [B]	시험시간 [A/B]
		압력	회전속도	압력	회전속도		
트랙터	18,830 시간	30.0	2900	19.4	2533	37.4	503
콤바인	3,840 시간	30.0	3500	10.6	3394	5264.7	0.73
이앙기	2,460 시간	18.0	3000	11.6	3009	33.5	73

* 단, 시험 시 부하와 기준수명은 시험대상품의 사양과 시험의뢰자와 협의하여 조절이 가능

⑥ 무고장시험 패턴 및 평가

- ㉞ HST의 경우 작동 특성상 별도의 리버스기어 없이 전진과 후진 작동이 가능한 구조로 스트레스 가속 중 전·후진 선택작동에 대한 사용률가속이 반영되어야 하므로 정회전, 역회전을 번갈아가며, 아래 그림과 같이 무고장 가속수명시험을 진행함.
- ㉟ 농작업 중 HST의 전진 후진이 역전되어 작동되는 구간은 농작업 패턴의 회행 구간과 동일 함으로 비례제어밸브의 보증작동 횟수와 동일시하여도 무방함. 즉, 요구되는 수명과 작동횟수를 모두 만족해야 하므로 아래와 같은 패턴으로 가속수명시험을 수행

표. HST 시험시간 및 정역회전 인터벌

구분	시험시간		정역회전 작동횟수 [B]	수정 정역회전 작동횟수* [C]	정역회전 인터벌 (s), [A/C]
	(h)	(s) [A]			
트랙터	1,070	3,852,000	30,900	287,856	13
콤바인	380	1,368,000	7,500	69,868	20
이앙기	105	378,000	2,600	24,221	16

* 식 1 와이בל함수에서 동일신뢰수준에 시료 수를 1개로 조정 시 각 작동횟수 B는 C로 조정됨

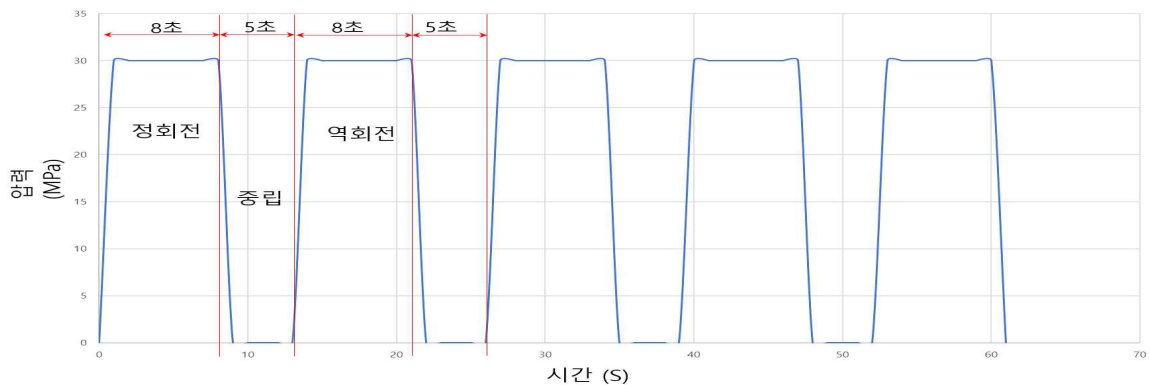


그림. HST 시험패턴

* 시험 중간 파손이 없어야 하며, 시험종료 후 전효율 시험을 실시하여 시험기준을 만족할 것

- ㉞ 농업기계에 적용되는 비례제어밸브의 경우 특성상 modulating time을 1 ~ 5초 사이를 사용하고 있으므로 최대치인 5초를 1 cycle로 설정하여, 아래표의 가속수명시험작동횟

수를 작동시킨다. 단, 1 cycle간 제어는 최대제어압력의 50%지점을 기준으로 $\pm 25\%$ 의 진폭에 해당하는 제어신호를 5 Hz로 인가한다.

표. 비례제어밸브 내구시험 작동부하 및 제어방법

구분	기준수명 (시간, 회)	무고장 작동횟수	인가압력	제어주기	1 cycle
트랙터	30,900 회	6.3×10^4 회	최대제어압력의 $50\% \pm 25\%$	5Hz	5초
콤바인	7,500 회	1.6×10^4 회			

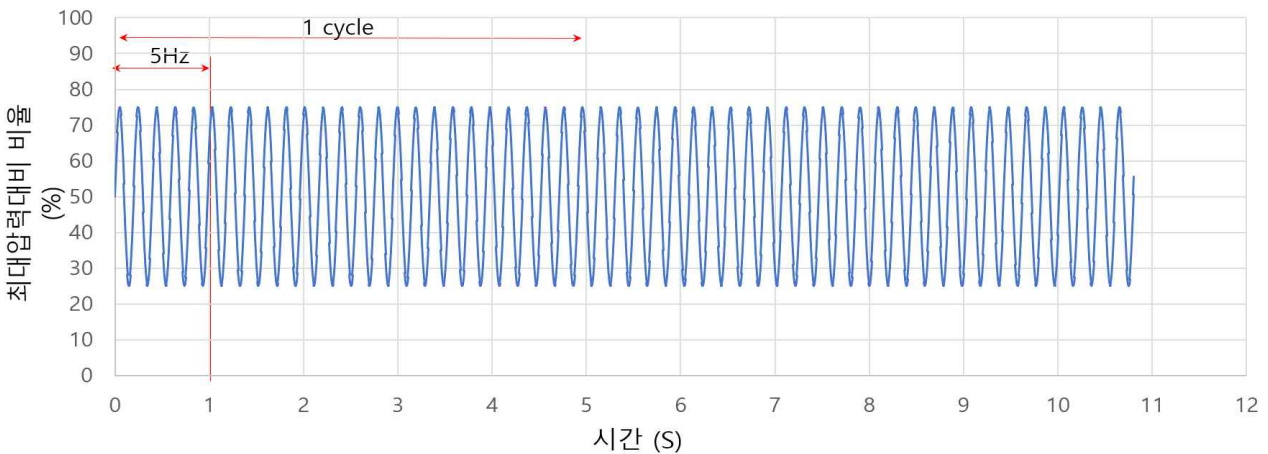


그림. 비례제어밸브 시험패턴

* 시험 중간 파손이 없어야 하며, 시험종료 후 입력신호에 대한 제어압력 특성 시험을 실시하여 시험기준을 만족할 것

⑦ 내구성 평가 기준 수립

㉔ HST의 내구성 수명 평가시험 방법은 다음과 같다.

(가) 무단변속기를 시험장비에 설치한다.

(나) 정격입력속도를 인가한다.

(다) 출력속도는 평균작업 주행속도에 증가하는 회전속도로 한다. 단 특별한 조건이 없으면 주행속도가 7 km/h에 증가하는 회전속도로 한다.

(라) 변속레버를 전진방향에 두고 그림 34와 같이 최대 출력토크를 5초로 유지하고 무부하를 5초로 유지하여 19사이클을 수행한다.

(마) 변속레버를 후진방향에 두고 (다)와 같은 조건에서 1사이클 수행한다.

(바) 640시간 동안 (라)와 (마)를 반복하여 수행한다.

(사) 수명 시험 중 성능 변화를 확인하기 위해서 다음 그림과 같이 수명 시험 전과 완료 후에는 종합성능 시험을 실시하여 종합 성능 시험의 평가 기준을 모두 만족하여야 하며, 총 수명 시험 사이클의 50 % 구간에서는 최대 출력토크 시험 및 동력 전달효율 시험을 실시하여 평가 기준을 만족하여야 한다.

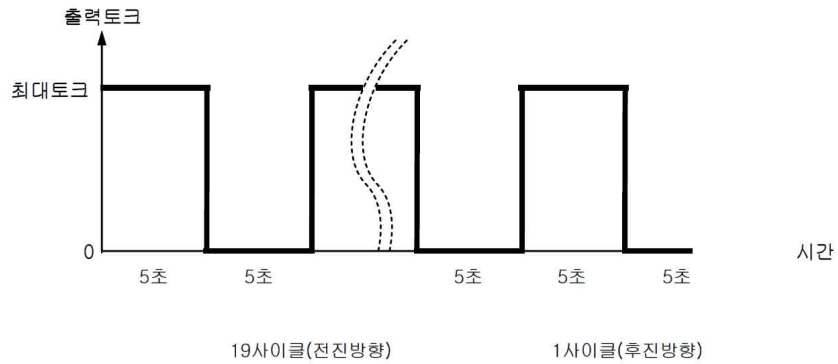


그림. HST의 수명시험 사이클 (출처 : 한국신뢰성협회)

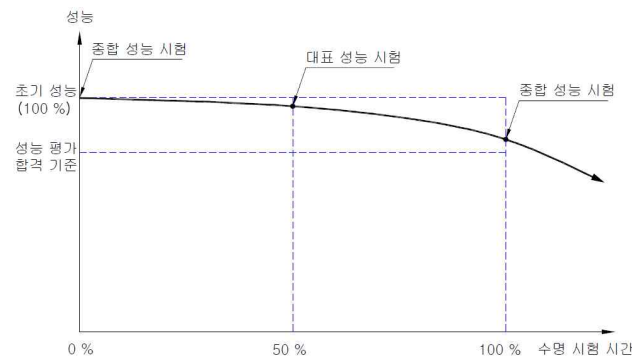


그림. HST의 수명시험 개념도 (출처 : 한국신뢰성협회)

㉞ 비례제어밸브의 내구성 수명 평가시험 방법은 다음과 같다.

- (가) 신뢰수준 95 %, 무고장(C=0) 시험작동을 기준으로 하여 4 000 시간(B10수명)의 수명등급을 부여한다. 시험대상 밸브의 수량은 10 개로 하고, 10 개 모두 시험절차에 따라 800 시간 동안 고장이 없이 작동해야 한다.
- (나) 수명시험에서 성능체크는 각각 0, 200, 400, 600 그리고 800 시간 마다 각각 5 회에 걸쳐 종합성능 평가기준 중 입력신호에 대한 제어압력 특성, 내부 누설시험, 스텝응답특성을 각각 확인하여 성능평가를 실시한다. 가속 시험조건으로 가속시험에 의한 가속계수를 평가하여 시험시간을 단축하고자하는 목적에 적용된다. 수명시험 중 밸브는 5 초 주기로 삼각파형태의 제어신호를 0 에서 100 %범위로 인가되는 조건으로 시험한다.
- (다) 유량을 (8.7 ± 0.2) L/min으로 유지시키고, 밸브와 작동유 온도를 (-40 ± 3) °C로 8 시간 안정시켜시험을 시작한다.
- (라) 60~90 분 내에 밸브와 작동유 온도를 (80 ± 3) °C로 상승시키고 3.5 시간 유지한다.
- (마) 60~90 분 내에 밸브와 작동유 온도를 (30 ± 3) °C로 하강시키며 1.5 시간 유지하여 총 5 시간 1 cycle을 실시한다.

- (바) 밸브와 작동유 온도를 $(30 \pm 3) \text{ }^\circ\text{C}$ 로 안정시킨 상태에서 60~90 분 내에 $(150 \pm 3) \text{ }^\circ\text{C}$ 로 상승시켜 시험을 시작한다.
- (사) 4 시간 후 밸브와 작동유 온도를 $(30 \pm 3) \text{ }^\circ\text{C}$ 로 하강시키며 1 시간 유지하여 총 5 시간 1 사이클시험을 13 회에 걸쳐 실시한다.
- (야) 총 시험시간이 800 시간이 될 때까지 (가)~(바)의 절차를 반복 실시한다.

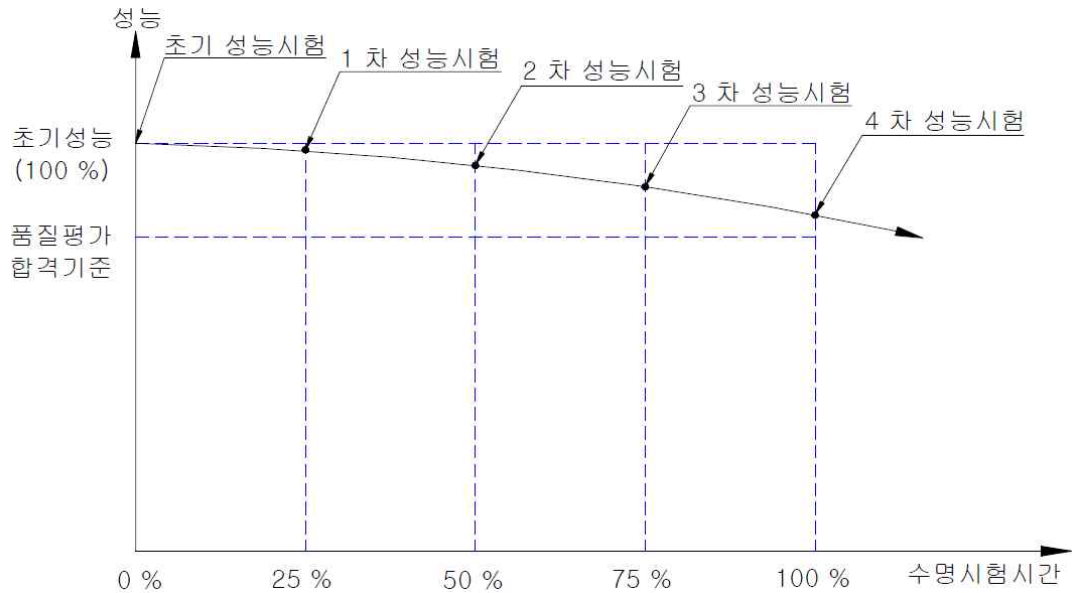


그림. 비례 감압 밸브의 수명 시험 평가 방법 (출처 : 한국신뢰성협회)

2-3 3차년도 연구 내용 및 결과

2-3-1. 주관기관 : 농업기술실용화재단

가. 연구목표

- 국내 주요 농업기계 3종(트랙터, 콤파인, 이앙기)의 유압 핵심 부품인 유압 호스 총 1개 종류에 대한 신뢰성 평가를 위한 시험 시설 및 장비 구축
- 농업기계 3종(트랙터, 콤파인, 이앙기)의 각 유압 호스 총 5개 유압 부품에 대한 신뢰성 시험 진행
- 농업기계 3종(트랙터, 콤파인, 이앙기)의 각 유압 호스 총 5개 유압 부품에 대한 신뢰성 확보 지원
- 과제 종료 후 3차년도 신뢰성 시험을 진행한 유압 시스템의 핵심 부품 총 5개에 대하여 자립화 방안 제시
- 기존 농업기계 신뢰성 평가 기준과 작업 부하에 따른 신뢰성 평가 기준과 비교 시험

나. 연구결과

- 유압호스 내구시험장비 구축 (4개 시료 동시 시험 가능)
- 유압호스 16개 제품에 대한 내구성능시험 성적제공 : 파손 및 신설 기준에 적합
- 유압호스 제조사 자립을 위하여 시험방법을 제정하여 활용정책 제안함으로 농기계 제조사가 유압호스 구매 선택시 해당 검정방법을 활용할 수 있도록 하고 필요시 재단의 시험시설을 활용할 수 있도록 지원
- 기존신뢰성 평가의 경우 정해진 보증수명에 따른 내구시험을 수행하였으나, 본 연구를 통하여 설정한 내구시험의 경우 신청자가 요구하는 보증수명과 작동횟수 등에 따라 시험시간을 산출하여 원하는 기간으로 시험이 가능하며, 일부 절차를 간소화

① 유압호스 내구시험장비 구축

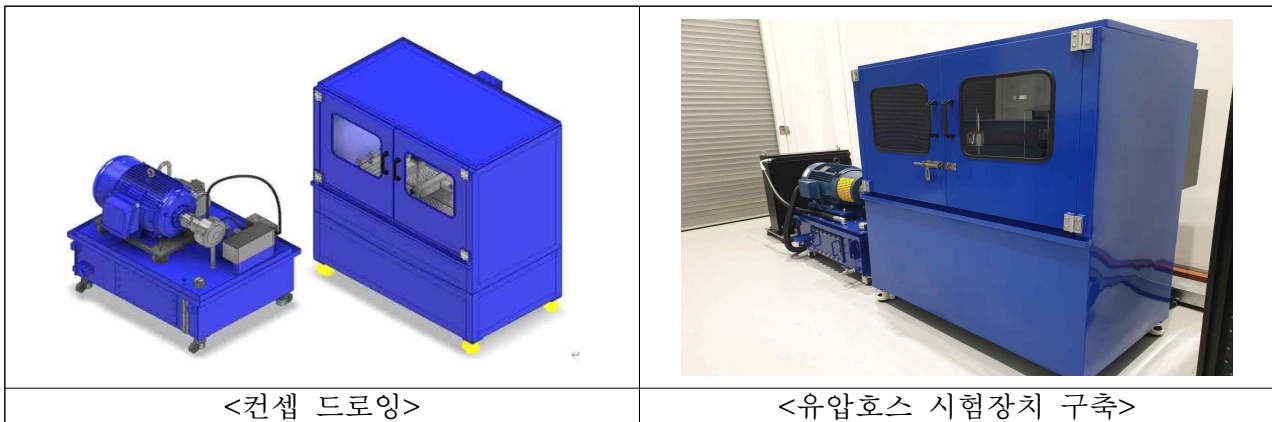


그림 유압호스 내구시험 장비 드로잉 및 설치

② 유압호스 성능시험성적 제공

- ㉠ 와이어보강형 유압호스 16개에 대한 시험성적서 제공(2개규격 : ISO1436, ISO18752)



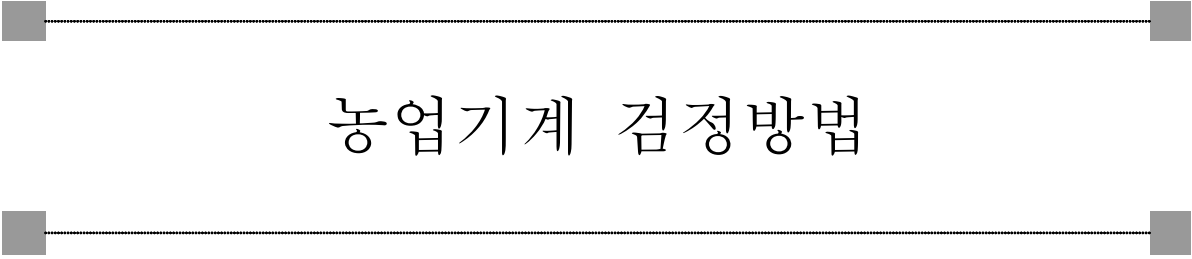


그림 유압호스 내구성능시험 성적서 (16건)

③ 유압부품 검정방법 활용을 위한 정책제안

④ 검정관련 규정(농업기계 검정 및 안전관리 세부 실시요령) 내 유압부품(유압펌프, 밸브, HST, 유압호스) 검정방법 및 기준 신설을 위한 정책제안

<p>농업기계 유압부품 검정방법</p> <p>FACT</p> <p>주식 농림축산식품부장관(농기제작정확회) (과장)</p> <p>계회 농업기계 유압부품 검정방법 문영 강호</p> <p>1. 계회차 농업기계화 기본계획과 관련한다.</p> <p>2. 한차 추진 중인 농업기계화 기본계획 등 효율적 농기계 보급을 위한 검정제도 개선 과제와 관련하여 주요 농기계에 대한 유압부품(유압호스, 밸브)의 유압부품 검정방법을 농업기계화 관련 검정방법 문영 강호와 같이 문영호 합니다.</p> <p>붙임 농업기계 유압부품 검정방법 신설(안) 1부, 끝.</p> <p>농업기술실용화재단 이사장</p>	<p>농업기계 유압부품 검정방법 신설(안)</p> <p>□ 선정사유</p> <p>『제8차 농업기계화 기본계획』중 “고품질 농기계 보급을 위한 검정제도 개선”과 관련하여 농기계 주요부품 검정수준 체계구축을 추진하고 있는 바, 농업기계 검정방법에 유압부품 선설하여 서비스함으로써 농기계 품질 경쟁력을 향상시키기 위한</p> <p>□ 주요내용</p> <p>○ 트랙터, 콤팩트, 이앙기의 구동 또는 전동장치부의 구동을 위하여 장착된 유압부품 4종(밸브, 유압펌프, 유압회전수기, 유압호스)에 대한 검정 방법과 평가기준 등을 신설</p> <p>○ 선정자가 요구하는 사용조건에서 내구성민 민속여부 평가를 위하여 필요한 연속운전 시간을 산출하여 자승여부에 따른 격합성을 평가</p> <p>• 제8차 농업기계화 기본계획 - 5. 농기계산업 경쟁력제고 - (가) 고품질 농기계 보급을 위한 검정제도 개선 -을 위한 추진실적으로 농기계 주요부품 중 유압부품에 대한 검정제도 도입을 추진</p> <p>□ 기대효과</p> <p>○ 국내 농기계 제조사의 유압부품 선별에 대한 평가기준 제시로, 내수 또는 수출시장에서의 국산 농기계 품질경쟁력 제고</p>	<p>Ⅷ. 농업기계 유압부품</p> <p>① 밸브</p> <p>1. 적용범위</p> <p>이 검정방법은 작업부의 작동용 유압밸브(트랙터, 콤팩트 이앙기 등에 부착된 최대 압력 20MPa 이하, 최대회전속도는 3000 rpm 이하인 유압밸브)에 한하여 적용한다. 안전, 조립요령에 관하여 별도 부록에 규정하고 있다.</p> <p>2. 용어의 뜻</p> <p>2-1. 배제대상</p> <p>유압호스나 1회 회전할 때 통과하는 유압호스의 유량</p> <p>2-2. 이온 포함량</p> <p>배제 대상과 회전 속도의 중요도 나타내는 포함량</p> <p>2-3. 작동압력</p> <p>유압호스가 농업기계에 부착된 상태로 승압이 연속적으로 가해지는 제조사 권장 압력</p> <p>2-4. 최대압력</p> <p>공격 회전 속도에서 배제대상이 급한 후의 최대 부하 압력</p> <p>2-5. 최대회전속도</p> <p>공격 압력으로 연속 작동이 가능한 최대 회전 속도</p> <p>2-6. 최대압력속도</p> <p>유압호스와 농업기계 공작기에 부착되어 격동하는 최대 회전속도</p> <p>2-7. 60s 수명</p> <p>공격 또는 규정한 조건으로 작동된 모의된 제품이 의도된 기간 동안 원하는 기능을 수행할 확률이 50% 이상이 보장될 수 있는 시간</p> <p>3. 시험방법</p> <p>이 시험은 다음 시험항목 및 표시사항에 의하여 실시한다</p> <p>3-1. 성능시험</p>
---	---	---



농업기계 검정방법

00. 농업기계 유압부품

가 펌프

1. 적용범위

이 검정방법은 작업부의 작동을 위하여 트랙터, 콤바인, 이앙기 등에 부착된 최대압력 38 MPa이하, 최대회전속도는 3600 r/min 이하인 유압펌프(이하 “공시기”라 한다)에 대하여 적용한다. 다만, 조향장치제어를 위하여 별도 부착된 유압펌프는 제외한다.

2. 용어의 뜻

2-1. 배제체적

유압펌프가 1회 회전할 때 토출되는 규격상의 유량

2-2. 이론 토출량

배제 체적과 회전 속도의 곱으로 나타내는 토출량

2-3. 정격압력

유압펌프가 농업기계에 부착된 상태로 손상 없이 연속 작동이 가능한 제조사가 정한 압력

2-4. 최대압력

정격 회전 속도에서 배제체적이 급변한 후의 최대 부하 압력

2-5. 정격회전속도

정격 압력으로 연속 작동이 가능한 최대 회전 속도

2-6. 최대회전속도

유압펌프가 농업기계 동력원에 부착되어 작동되는 최대 회전속도

2-7. Bx 수명

정격 또는 규정된 조건으로 작동된 모집단의 제품이 의도된 기간 동안 원하는 기능을 수행할 확률로 모집단의 x % 제품이 규정된 기능을 하지 못하게 되는 시간

3. 시험항목

이 시험은 다음 시험항목 및 조사항목에 의하여 실시한다

3-1. 성능시험

3-1-1. 제원성능시험

3-1-1-1. 배제체적시험

3-1-1-2. 유량 및 압력 특성 시험

3-1-2. 내구시험

4. 시험조건

4-1. 공시기의 정비 및 준비운전

시험에 사용되는 공시기는 신품으로 충분히 길들임 운전을 한 것으로 간주하며 시험전에 정상상태로 조정 및 정비를 하고 준비운전은 각 시험 전 30분 이내로 한다.

4-2. 작동유체

시험에 사용하는 작동유체는 신청자가 제시한 것을 원칙으로 하되 일반 시중에서 판매하는 것으로 하고 전 시험항목 종료까지 교환하지 않는다.

5. 시험 및 조사방법

5-1. 구조조사

5-1-1. 조사목적

이 조사는 공시기에 대하여 시험을 위해 알아야 할 제원을 조사하는 것을 목적으로 한다.

5-1-2. 조사항목

(1) 형식

(2) 배제 체적 (mL/r, 신청자가 제공한 값에 따른다)

(3) 정격회전속도 (r/min, 신청자가 제공한 값에 따른다)

(4) 정격압력 (MPa, 신청자가 제공한 값에 따른다)

5-2. 성능시험

5-2-1. 제원성능시험

5-2-1-1. 시험목적

이 시험은 유압펌프의 성능과 관련하여 제조사가 정의한 제원을 확인하

는 것을 목적으로 한다.

5-2-1-2. 시험조건

시험에 사용하는 작동유체는 신청자가 제시한 것을 원칙으로 하되 일반 시중에서 판매하는 것으로 하고 전 시험항목 종료까지 교환하지 않는다. 또한, 작동유의 온도는 신청자의 별도 요구 조건이 없는 한 $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 에서 수행한다.

5-2-1-1-1. 배제체적시험

(1) 시험방법

(가) 무부하 상태에서 최대회전 속도의 50 %, 100 %로 작동할 때 토출 유량을 측정하여 기록한다.

(나) 이론 토출 유량은 다음 식에 의하여 산출한다.

$$\text{이론 토출 유량} : Q_{th} = \frac{V_{th} \times N}{1000}$$

Q_{th} : 이론 토출 유량 (L/min)

V_{th} : 배제체적 (mL/r)

N : 회전속도 (r/min)

(다) 이론 토출 유량 대비 측정유량 비율은 다음식에 의하여 산출한다.

$$\text{이론토출유량 대비 측정유량 비율} : \eta_Q = \frac{Q_m}{Q_{th}}$$

η_Q : 이론토출유량 대비 측정유량 비율 (%)

Q_m : 측정유량 (L/min)

Q_{th} : 이론 토출 유량 (L/min)

(2) 측정 및 조사항목

(가) 배제체적 (mL/r)

(나) 회전속도 (r/min)

(다) 이론 토출량 (L/min)

(라) 토출량 (L/min)

(마) 이론토출유량 대비 측정유량 비율 (%)

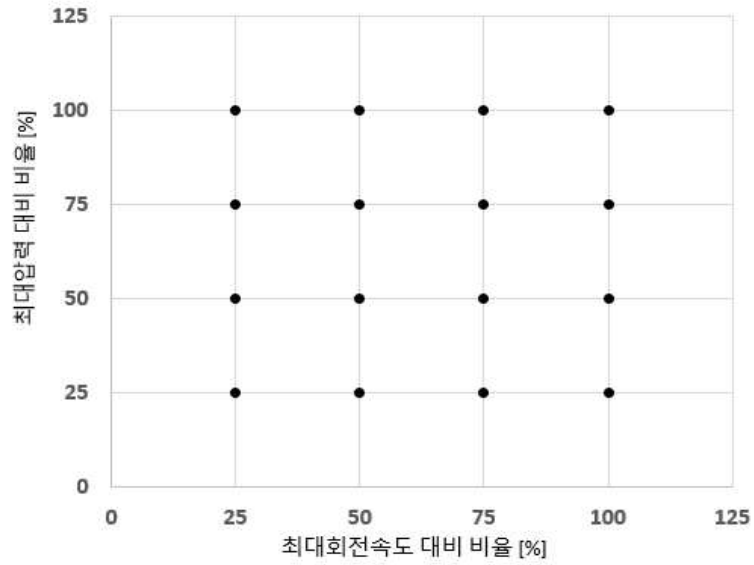
5-2-1-1-2. 유량 및 압력 특성 시험

(1) 시험방법

(가) 무부하 최대회전속도에서 압력을 인가하여 측정되는 최대압력을 기록한다.

(나) 시험압력과 회전수를 그림 1과 같이 16개 지점에서 유압 출력을 측정하여

기록한다.



<그림 141> 유압출력 측정지점

(다) 각 지점에서의 유압출력은 다음 식에 의하여 산출한다.

$$\text{유압출력} : W_n = \frac{Q_n \times P_n}{60}$$

W_n : 측정지점에서의 유압출력 (kW)

Q_n : 측정지점에서의 유량 (L/min)

P_n : 측정지점에서의 압력 (MPa)

(2) 측정 및 조사항목

(가) 압력 (MPa)

(나) 회전속도 (r/min)

(다) 유량 (L/min)

(라) 유압출력 (kW)

5-2-2. 내구시험

5-2-2-1. 시험목적

이 시험은 농업기계에 부착된 유압펌프의 사용조건에 대한 내구성을 평가하는데 그 목적이 있다

5-2-2-2. 시험조건

시험조건은 5-2-1-2와 동일한 조건에서 실시한다.

5-2-2-3. 시험방법

(1) 시험시간

(가) 시험시간은 신청자가 규정하는 목표수명시간과 신뢰수준 등을 반영하여 다음식에 의해 산출한다.

$$\text{요구시험시간} : T_t = T_w \times \left\{ \frac{\ln(1-CL)}{n \times \ln(1-Bx)} \right\}^{\frac{1}{\beta}}$$

T_t : 요구시험시간 (h)

T_w : 목표수명시간 (h, 신청자 제시)

CL : 신뢰수준 (신청자 제시, 표기방법: 95% = 0.95, 80% = 0.8)

n : 시료개수 (개)

Bx : Bx 수명 (신청자 제시, 표기방법: $B_5 = 0.05$, $B_{20} = 0.2$)

β : 형상모수 (신청자가 제시하며 제시하지 않는 경우 3을 적용)

(나) (가)에 의해 결정된 시험시간은 시험조건과 정격조건에 따라 다음과 같이 수정할 수 있다.

$$\text{수정요구시험시간} : T_d = \frac{T_t}{AF}$$

T_d : 수정요구시험시간 (h)

AF : 가속계수

(다) (나)의 AF (가속계수)는 다음식에 의해 산출할 수 있다.

$$\text{가속계수} : AF = \left(\frac{P_t}{P_e} \right)^\lambda \times \frac{n_t}{n_e}$$

P_t : 시험인가압력 (MPa)

P_e : 사용조건등가압력 (MPa)

λ : 피로계수 (신청자가 제시하며 제시하지 않는 경우 8을 적용)

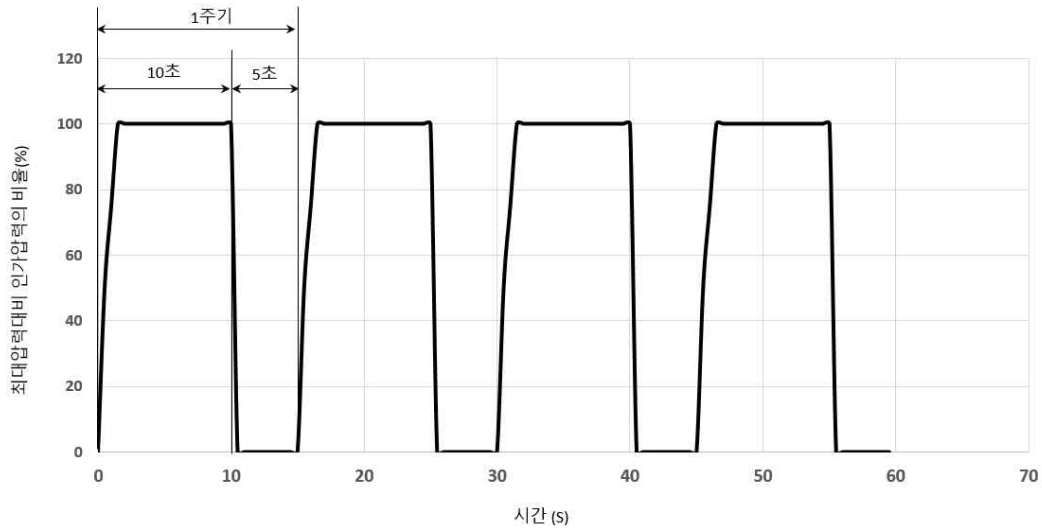
n_t : 시험회전속도 (r/min)

n_e : 사용조건회전속도 (r/min)

단, P_e , n_e 은 신청자가 제시하며, 제시하지 않은 경우 정격 압력 및 정격회전속도를 적용한다.

(2) 부하인가 패턴

(가) 부하인가 패턴은 별도의 요구사항이 없는 한 그림 2의 패턴에 따라 요구시험시간 또는 수정요구시험시간동안 인가한다.



<그림 142> 내구시험 부하인가 패턴

(나) 시험이 종료된 후에는 제원성능시험을 반복하여 다시 실시한다.

(3) 측정 및 조사항목

(가) 시험시간 (h)

(나) 부하인가사이클 (회)

(다) 압력 (MPa)

(라) 누유 및 파손여부

나 제어밸브

1. 적용범위

이 검정방법은 트랙터, 콤바인의 작업(작동)부 제어를 위하여 입력신호에 비례하여 작업(작동)부 측의 압력을 제어하도록 부착된 밸브로 정격압력 5MPa, 정격유량 10 L/min 이하의 밸브(이하 “공시기”라 한다)에 대하여 적용한다.

2. 용어의 뜻

2-1. 정격압력

제어밸브가 농업기계에 부착되어 손상 없이 연속 작동이 가능한 제조사가 정한 압력

2-2. 최저제어압력

제어밸브가 제어 가능한 압력 중 가장 낮은 값

2-3. 최대제어압력

제어밸브가 제어 가능한 압력 중 가장 높은 값

2-4. 입력신호

밸브의 출력변화를 가져오게 하는 실효 신호

2-5. 불감대

입력신호가 0에서 증대할 때 출력이 변화하지 않는 입력신호 범위

3. 시험항목

이 시험은 다음 시험항목 및 조사항목에 의하여 실시한다

3-1. 성능시험

3-1-1. 입력 신호에 따른 제어압력 특성시험

3-1-2. 내구시험

4. 시험조건

4-1. 공시기의 정비 및 준비운전

시험에 사용되는 공시기는 신제품으로 충분히 길들임 운전을 한 것으로 간주하며 시험 전에 정상외 상태로 조정 및 정비를 하고 준비운전은 각 시험 전 30분 이내로 한다.

4-2. 작동유체

시험에 사용하는 작동유체는 신청자가 제시한 것을 원칙으로 하되 일반 시중에서 판매하는 것으로 하고 전 시험항목 종료까지 교환하지 않는다.

5. 시험 및 조사방법

5-1. 구조조사

5-1-1. 조사목적

이 조사는 공시기에 대하여 시험을 위해 알아야 할 제원을 조사하는 것을 목적으로 한다.

5-1-2. 조사항목

(1) 형식

(2) 입력신호 레인지 (신청자가 제공한 값에 따른다)

(3) 정격압력 (MPa, 신청자가 제공한 값에 따른다)

(4) 정격유량 (L/min, 신청자가 제공한 값에 따른다)

5-2. 성능시험

5-2-1. 입력 신호에 따른 제어압력 특성시험

5-2-1-1. 시험목적

이 시험은 제어밸브의 성능과 관련하여 제조사가 정의한 제원 및 성능을 확인하는 것을 목적으로 한다.

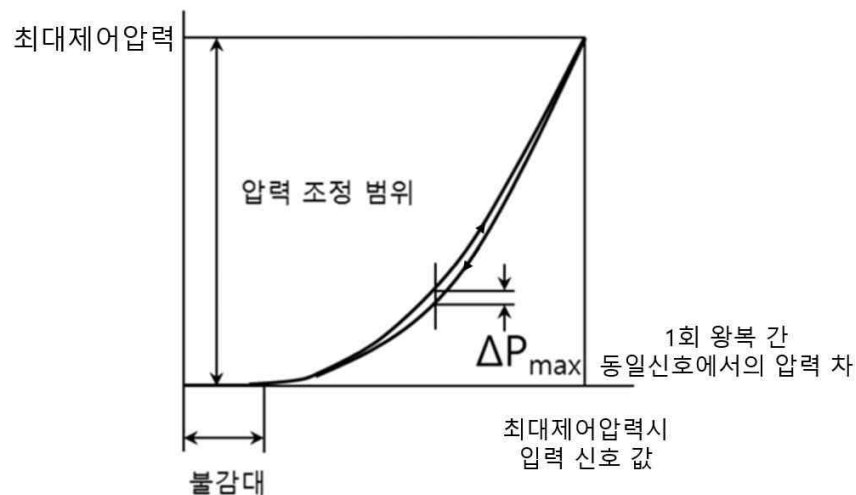
5-2-1-2. 시험조건

시험에 사용하는 작동유체는 신청자가 제시한 것을 원칙으로 하되 일반 시중에서 판매하는 것으로 하고 전 시험항목 종료까지 교환하지 않는다. 또한, 작동유의 온도는 신청자의 별도 요구 조건이 없는 한 $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 에서 수행한다.

(1) 시험방법

(가) 시험장비의 동력원의 설정 압력은 시험대상 밸브를 농기계에 장착할 때 적용되는 최고 사용압력으로 하고, 시험대상 밸브의 정격 유량 이상으로 유량을 설정한다.

(나) 시험대상 밸브 및 계측 장치가 동적인 영향을 받지 않는 속도로 시험대상 밸브 입력 신호를 0에서 시험대상 밸브의 최대제어압력이 되는 입력 신호값 까지 그림 1과 같이 1회 왕복한다.



<그림 1> 입력신호 대비 제어압력 특성 시험

(다) 히스테리시스(%)는 다음 식에 의해 측정한다.

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

E_m : 히스테리시스 (%)

ΔP_{\max} : 1회왕복간 동일신호에서의 압력차의 최대값 (MPa)

$C_{contmax}$: 최대제어압력 (MPa)

(2) 측정 및 조사항목

(가) 최대제어압력에서의 입력신호 대비 불감대 비율 (%)

(나) 최대제어압력 (MPa)

(다) 동일신호에서의 압력차 (MPa)

(라) 최대제어압력 시 입력신호 값 (전압 또는 전류)

(마) 히스테리시스 (%)

5-2-2. 내구시험

5-2-2-1. 시험목적

이 시험은 농업기계에 부착된 제어밸브의 사용조건에 대한 내구성을 평가하는데 그 목적이 있다

5-2-2-2. 시험조건

시험조건은 5-2-1-2.와 동일한 조건에서 실시한다.

5-2-2-3. 시험방법

(1) 시험시간

(가) 시험시간은 신청자가 규정하는 목표수명시간과 신뢰수준 등을 반영하여 다음식에 의해 산출한다.

$$\text{요구시험시간} : T_t = T_w \times \left\{ \frac{\ln(1-CL)}{n \times \ln(1-Bx)} \right\}^{\frac{1}{\beta}}$$

T_t : 요구시험사이클 (회)

T_w : 목표수명사이클 (회, 신청자 제시)

CL : 신뢰수준 (신청자 제시, 표기방법: 95% = 0.95, 80% = 0.8)

n : 시료개수 (개)

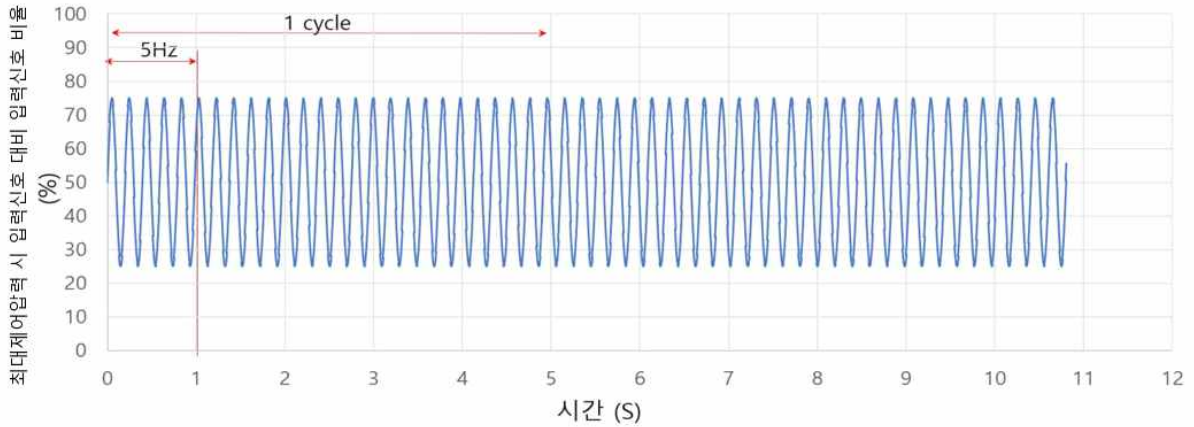
Bx : Bx 수명 (신청자 제시, 표기방법: $B_5 = 0.05$, $B_{20} = 0.2$)

β : 형상모수 (신청자가 제시하며 제시하지 않는 경우 1.4를 적용)

(2) 부하인가 패턴

(가) 부하인가 패턴은 별도의 요구사항이 없는 한 그림2의 패턴에 따라 요구시험시간 또는 수정요구시험시간동안 인가하며, 입력신호 주기(Hz)는 사용조

건에 따라 달리 할 수 있다.



<그림 144> 내구시험 부하인가 패턴

(나) 시험이 종료된 후에는 입력신호에 따른 제어압력 특성시험을 반복하여 다시 실시한다.

(3) 측정 및 조사항목

(가) 시험사이클 (회)

(나) 압력 (MPa)

(다) 누유 및 파손여부

다 유정압변속기

1. 적용범위

이 검정방법은 트랙터, 콤바인, 이앙기의 주행부의 작동을 위하여 설치된 유정압 변속기로 정격압력 40MPa, 정격회전속도 3600 r/min, 배제체적 50 mL/r 이하의 직결식 유정압변속기(이하 “공시기”라 한다)에 대하여 적용한다.

2. 용어의 뜻

2-1. 중립

입력단(펌프)측의 회전속도가 증가하여도 출력단의 회전속도가 변화하지 않는 레버의 위치

2-2. 정격압력

유정압변속기가 농업기계에 부착된 상태로 손상없이 연속 작동이 가능하도록 제조사가 정한 입력부(펌프)와 출력부(모터) 사이의 압력

2-3. 최대압력

유정압변속기가 농업기계에 부착된 상태로 인가할 수 있는 최대회전속도 조건에서 출력부(모터)에 부하 인가 시 입력부(펌프)와 출력부(모터) 사이에서 측정되는 최대 압력

2-4. 정격회전속도

정격압력으로 연속 작동이 가능한 최대 회전속도

2-5. 최대회전속도

유정압변속기가 농업기계 동력원에 부착되어 작동되는 최대 입력 회전속도

2-6. 정격토크

공시기의 입력부(모터)의 정격회전속도, 정격압력 작동 조건으로 출력단(모터)에서 얻을 수 있는 토크로 공시기의 손상없이 연속작동이 가능하도록 제조사가 정한 토크

2-7. 최대토크

공시기의 입력부(모터)의 최대회전속도, 최대압력 작동 조건으로 출력단(모터)에서 얻을 수 있는 최대토크

2-8. Bx 수명

정격 또는 규정된 조건으로 작동된 모집단의 제품이 의도된 기간동안 원하는 기능을 수행할 확률로 모집단의 x % 제품이 규정된 기능을 하지 못하게 되는 시간

3. 시험항목

이 시험은 다음 시험항목 및 조사항목에 의하여 실시한다

3-1. 성능시험

3-1-1. 제원성능시험

3-1-1-1. 중립시험

3-1-1-2. 효율시험

3-1-2. 내구시험

4. 시험조건

4-1. 공시기의 정비 및 준비운전

시험에 사용되는 공시기는 신품으로 충분히 길들임 운전을 한 것으로 간주하며 시험전에 정상의 상태로 조정 및 정비를 하고 준비운전은 각 시험전 30분 이내로 한다.

4-2. 작동유체

시험에 사용하는 작동유체는 신청자가 제시한 것을 원칙으로 하되 일반 시중에서 판매하는 것으로 하고 전 시험항목 종료까지 교환하지 않는다.

5. 시험 및 조사방법

5-1. 구조조사

5-1-1. 조사목적

이 조사는 공시기에 대하여 시험을 위해 알아야 할 제원을 조사하는 것을 목적으로 한다.

5-1-2. 조사항목

- (1) 형식
- (2) 정격회전속도 (r/min, 신청자가 제공한 값에 따른다)
- (3) 최대회전속도 (r/min, 신청자가 제공한 값에 따른다)
- (4) 정격압력 (MPa, 신청자가 제공한 값에 따른다)
- (5) 정격토크 (Nm, 신청자가 제공한 값에 따른다)

5-2. 성능시험

5-2-1. 제원성능시험

5-2-1-1. 시험목적

이 시험은 유정압변속기의 성능과 관련하여 제조사가 정의한 제원을 확

인하는 것을 목적으로 한다.

5-2-1-2. 시험조건

시험에 사용하는 작동유체는 신청자가 제시한 것을 원칙으로 하되 일반 시중에서 판매하는 것으로 하고 전 시험항목 종료까지 교환하지 않는다. 또한, 작동유의 온도는 신청자의 별도 요구 조건이 없는 한 $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 에서 수행한다.

5-2-1-1-1. 중립시험

(1) 시험방법

(가) 출력단(모터)의 무부하 및 변속레버 중립상태에서 입력단(펌프)의 속도를 정격회전속도의 50%까지 인가하며 출력단의 회전수를 확인한다.

(2) 측정 및 조사항목

(가) 입력단(펌프)의 회전속도 (r/min)

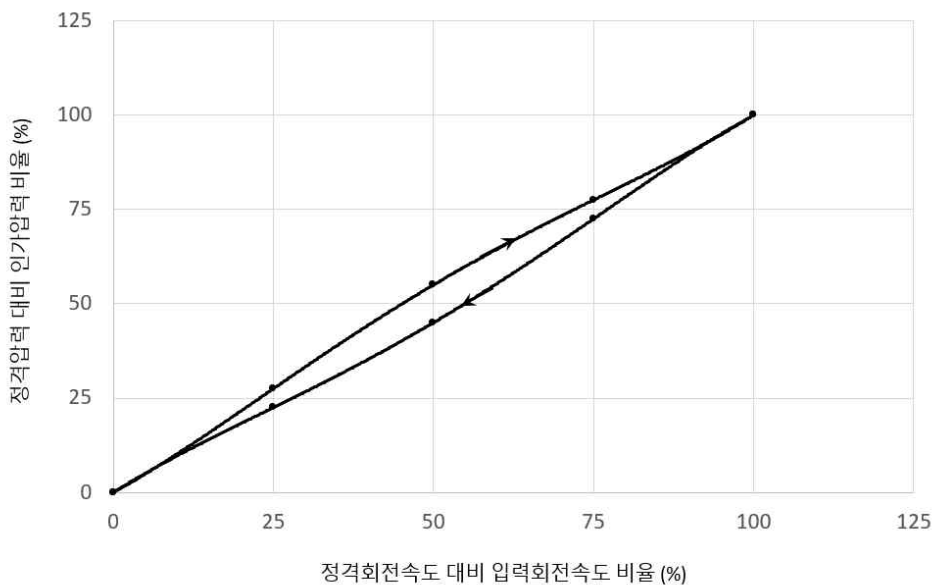
(나) 정격회전속도 대비 인가속도 비율 (%)

(다) 출력단(모터)의 회전속도 (r/min)

5-2-1-1-2. 효율시험

(1) 시험방법

(가) 그림 1과 같이 정격회전속도의 0%, 25 %, 50 %, 75 %, 100 %의 회전속도 구간에서 유정압변속기의 입력단(펌프)과 출력단(모터) 사이의 압력이 정격압력의 0%, 25%, 50%, 75%, 100%가 되는 지점에서의 출력과 입력동력을 측정한다.



<그림 1> 효율시험 측정지점

(나) 각 지점에서의 출력동력은 다음 식에 의하여 산출한다.

$$\text{출력동력} : W_{nout} = \frac{T_{nout} \times 2\pi \times N_{nout}}{60000}$$

W_{nout} : 측정지점에서의 출력 (kW)

T_{nout} : 측정지점에서의 출력토크 (Nm)

N_{nout} : 측정지점에서의 출력단(모터) 회전속도 (r/min)

(다) 각 지점에서의 입력동력은 다음 식에 의하여 산출한다.

$$\text{출력동력} : W_{ns} = \frac{T_{ns} \times 2\pi \times N_{ns}}{60000}$$

W_{ns} : 측정지점에서의 입력동력 (kW)

T_{ns} : 측정지점에서의 입력토크 (Nm)

N_{ns} : 측정지점에서의 입력단(펌프) 회전속도 (r/min)

(라) 각 지점에서의 기계효율은 다음 식에 의하여 산출한다.

$$\text{기계효율} : \eta_m = \frac{W_{nout}}{W_{ns}} \times 100$$

η_m : 기계효율 (%)

(2) 측정 및 조사항목

(가) 입력, 출력단에서의 토크 (Nm)

(나) 입력, 출력단에서의 회전속도 (Nm)

(다) 유정압변속기압력 (MPa)

(라) 입력동력 및 출력 (kW)

(마) 기계효율 (%)

5-2-2. 내구시험

5-2-2-1. 시험목적

이 시험은 농업기계에 부착된 유정압변속기의 사용조건에 대한 내구성을 평가하는데 그 목적이 있다

5-2-2-2. 시험조건

시험조건은 5-2-1-2.와 동일한 조건에서 실시한다.

5-2-2-3. 시험방법

(1) 시험시간

(가) 시험시간은 신청자가 규정하는 목표수명시간과 신뢰수준 등을 반영하여 다음식에 의해 산출한다.

$$\text{요구시험시간} : T_t = T_w \times \left\{ \frac{\ln(1-CL)}{n \times \ln(1-Bx)} \right\}^{\frac{1}{\beta}}$$

T_t : 요구시험시간 (h)

T_w : 목표수명시간 (h, 신청자 제시)

CL : 신뢰수준 (신청자 제시, 표기방법: 95% = 0.95, 80% = 0.8)

n : 시료개수 (개)

Bx : Bx 수명 (신청자 제시, 표기방법: $B_5 = 0.05$, $B_{20} = 0.2$)

β : 형상모수 (신청자가 제시하며 제시하지 않는 경우 2를 적용)

(나) (가)에 의해 결정된 시험시간은 시험조건과 정격조건에 따라 다음과 같이 수정할 수 있다.

$$\text{수정요구시험시간} : T_d = \frac{T_t}{AF}$$

T_d : 수정요구시험시간 (h)

AF : 가속계수

(다) (나)의 AF (가속계수)는 다음식에 의해 산출할 수 있다.

$$\text{가속계수} : AF = \left(\frac{P_t}{P_e} \right)^\lambda \times \frac{n_t}{n_e}$$

P_t : 시험인가압력 (MPa)

P_e : 사용조건등가압력 (MPa)

λ : 피로계수 (신청자가 제시하며 제시하지 않는 경우 8을 적용)

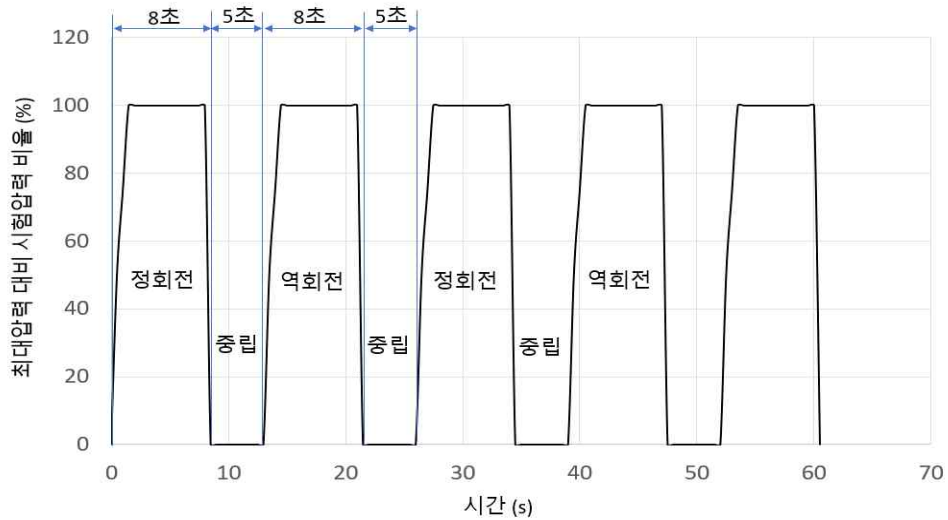
n_t : 시험회전속도 (r/min)

n_e : 사용조건회전속도 (r/min)

단, P_e , n_e 은 신청자가 제시하며, 제시하지 않은 경우 정격 압력 및 정격회전속도를 적용한다.

(2) 부하인가 패턴

(가) 부하인가 패턴은 별도의 요구사항이 없는 한 그림2의 패턴에 따라 요구시험시간 또는 수정요구시험시간동안 인가한다.



<그림 2> 내구시험 부하인가 패턴

(나) 시험이 종료된 후에는 제원성능시험을 반복하여 다시 실시한다.

(3) 측정 및 조사항목

(가) 시험시간 (h)

(나) 부하인가사이클 (회)

(다) 압력 (MPa)

(라) 누유 및 파손여부

다 유압호스

1. 적용범위

이 검정방법은 트랙터, 콤파인, 이앙기의 작업(작동)부 제어를 위하여 설치된 정격압력 25MPa 이하의 유압호스(이하 “공시기”라 한다)에 대하여 적용한다.

2. 용어의 뜻

2-1. 정격압력

제어밸브가 농업기계에 부착되어 손상 없이 연속 작동이 가능한 제조사가 정한압력

3. 시험항목

이 시험은 다음 시험항목 및 조사항목에 의하여 실시한다

3-1. 성능시험

3-1-1. 제원성능시험

3-1-2. 내구시험

4. 시험조건

4-1. 공시기의 정비 및 준비운전

시험에 사용되는 공시기는 신품으로 충분히 길들임 운전을 한 것으로 간주하며 시험전에 정상의 상태로 조정 및 정비를 하고 준비운전은 각 시험전 30분 이내로 한다.

4-2. 작동유체

시험에 사용하는 작동유체는 신청자가 제시한 것을 원칙으로 하되 일반 시중에서 판매하는 것으로 하고 전 시험항목 종료까지 교환하지 않는다.

5. 시험 및 조사방법

5-1. 구조조사

5-1-1. 조사목적

이 조사는 공시기에 대하여 시험을 위해 알아야 할 제원을 조사하는 것을 목적으로 한다.

5-1-2. 조사항목

- (1) 형식
- (2) 호칭지름
- (3) 최대바깥지름
- (4) 정격압력 (MPa, 신청자가 제공한 값에 따른다)
- (5) 정격유량 (L/min, 신청자가 제공한 값에 따른다)

5-2. 성능시험

5-2-1. 제원성능시험

5-2-1-1. 시험목적

이 시험은 공시기의 성능과 관련하여 제조사가 정의한 제원 및 성능을 확인하는 것을 목적으로 한다.

5-2-1-2. 시험조건

시험에 사용하는 작동유체는 신청자가 제시한 것을 원칙으로 하되 일반 시중에서 판매하는 것으로 하고 전 시험항목 종료까지 교환하지 않는다. 또한, 작동유의 온도는 신청자의 별도 요구 조건이 없는 한 $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 에

서 수행한다.

(1) 시험방법

(가) 500 mm간격으로 눈금을 표시한 600mm이상의 유압호스의 한쪽을 밀봉한 상태로 다른 한쪽에 정격압력으로 1분간 압력을 가한 후 눈금 간 길이변화율을 측정한다.

(나) 길이변화율은 다음식에 따라 산출한다.

$$\text{길이 변화율} : L_r = \frac{L_a - 500}{500} \times 100$$

L_r : 길이 변화율 (%)

L_a : 시험 후 눈금 간 거리 (mm)

(2) 측정 및 조사항목

(가) 누유여부

(나) 길이 변화율 (%)

(다) 시험 후 눈금간 거리 (mm)

(라) 인가압력 (MPa)

5-2-2. 내구시험

5-2-2-1. 시험목적

이 시험은 농업기계에 부착된 유압호스의 사용조건에 대한 내구성을 평가하는데 그 목적이 있다

5-2-2-2. 시험조건

시험조건은 5-2-1-2.와 동일한 조건에서 실시한다. 단, 작동유의 온도는 $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 에서 수행한다.

5-2-2-3. 시험방법

(1) 시험시간

(가) 시험시간은 신청자가 규정하는 목표수명시간과 신뢰수준 등을 반영하여 다음식에 의해 산출한다.

$$\text{요구시험시간} : T_t = T_w \times \left\{ \frac{\ln(1-CL)}{n \times \ln(1-Bx)} \right\}^{\frac{1}{\beta}}$$

T_t : 요구시험사이클 (회)

T_w : 목표수명사이클 (회, 신청자 제시)

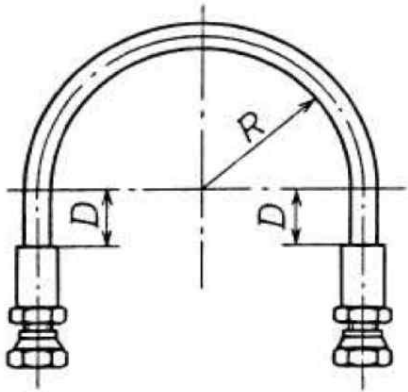
CL : 신뢰수준 (신청자 제시, 표기방법: 95% = 0.95, 80% = 0.8)

n : 시료개수 (개)

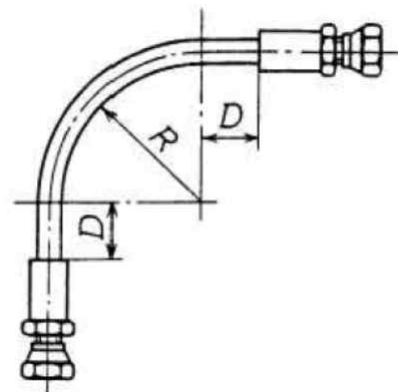
Bx : Bx 수명 (신청자 제시, 표기방법: $B_5 = 0.05$, $B_{20} = 0.2$)

β : 형상모수 (신청자가 제시하며 제시하지 않는 경우 1.4를 적용)

(나) 내구시험용 유압호스 길이는 그림 1의 U자형의 경우 식(1)에 따라 계산하며, 그림 2의 L자형의 경우 식(2)에 따라 정수자리로 끝맺음하여 유압호스의 자유 길이로 한다. 단, 호칭 32 이상의 시료는 그림 2의 L자형으로 한다.



(그림 1) U자형



(그림 2) L자형

$$\text{식(1)} : L = \pi(R + \frac{D}{2}) + 2D$$

$$\text{식(2)} : L = \frac{\pi}{2}(R + \frac{D}{2}) + 2D$$

L : 호스의 자유 길이 (mm)

D : 호스의 최대 바깥지름 (mm, 표1의 최대 바깥지름과 같은 치수로 한다)

R : 호스의 최소 굽힘 반지름 (mm, 표2의 최소 굽힘 반지름 치수로 한다)

단위 : mm

호칭 지름	안지름	안지름 허용차	최대 바깥지름						두께편차 (최대)
			175	210	245	280	315	350	
6	6.4	+0.6	19	22					0.8
9	9.5	-0.2	22				28		1.0
12	12.7	+0.8 -0.4	29			32			
15	15.9		32		35				
19	19.0		40		41				
25	25.4	+1.0	46		50			1.3	
32	31.8	-0.4	57		60				

(표 1) 안지름 및 바깥지름 치수

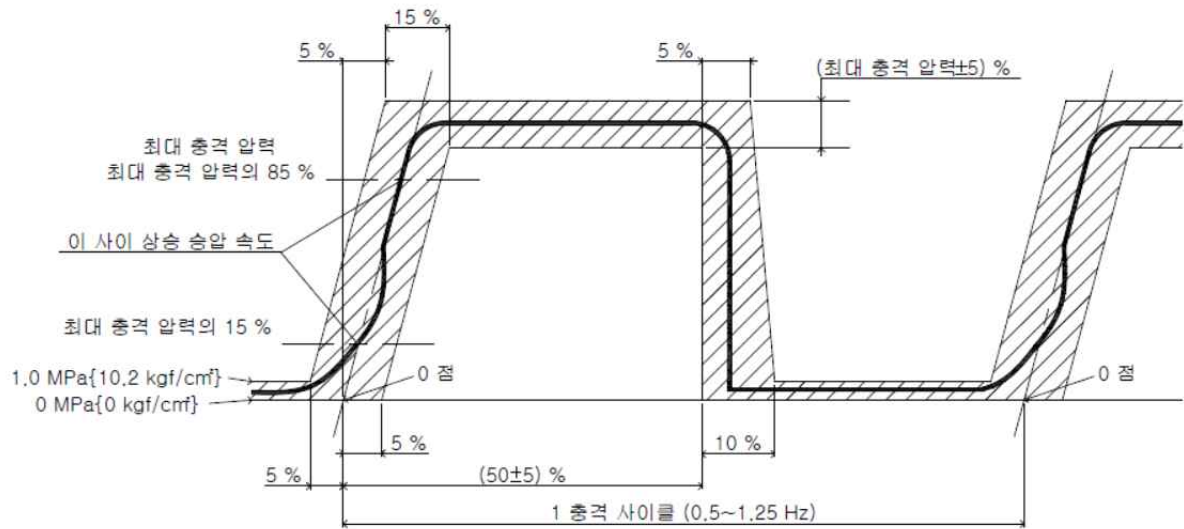
단위 : mm

호칭 지름	최소 굽힘 반지름					
	210	245	280	315	350	420
6	100					
9	130				150	
12	180			205		
15	203					
19	241					
25	305					
32	419					

(표 2) 최소 굽힘 반지름

(2) 부하인가 패턴

(가) 내구성시험 시 인가압력은 정격압력의 133%로 그림 3에 나타난 압력 파형 및 주파수의 충격을 발생하고, 내구성시험용 유압호스의 입구 단에서 압력센서를 사용하여 측정한다. 충격 압력 파형의 처음 승압 속도는 (300 ~600) MPa/s로 하고 최대 충격 압력의 15 %인 점과 최대 충격 압력의 85 %인 점을 직선으로 연결하여 구한다.



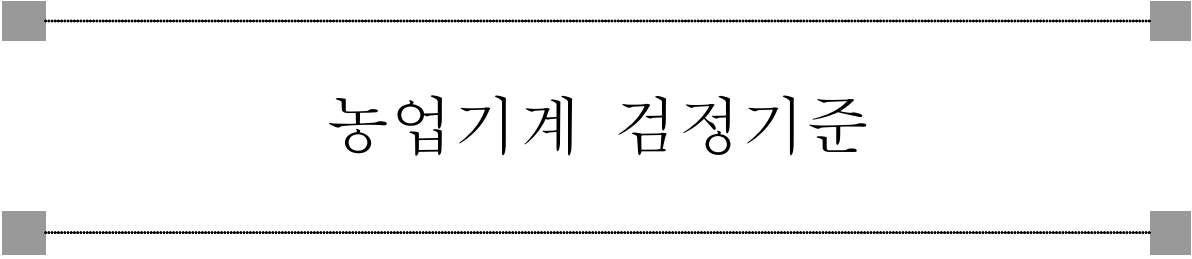
(그림3) 부하인가 패턴

(나) 시험이 종료된 후에는 제원성능시험을 반복하여 다시 실시한다.

(3) 측정 및 조사항목

(가) 시험사이클 (회)

(나) 누유 및 파손여부



농업기계 검정기준

00. 농업기계 유압부품

가 펌프

1. 성능시험

1-1. 제원성능시험

- (1) 최대회전속도의 50%, 100%의 회전속도에서 정격이론 토출유량 대비 측정 유량의 비율이 $\pm 10\%$ 이내 일 것
- (2) 시험 중 누유 및 파손이 없을 것

1-2. 내구시험

- (1) 시험 중 모든 시험대상품에 누유 및 파손, 손상 등이 없을 것
- (2) 내구시험 종료 후 제원성능시험 실시 시 제원성능시험기준을 모두 만족해야 하며, 최대회전속도 대비 50%이상의 회전속도, 최대압력 대비 50% 이상의 압력에 해당하는 9개 지점에서 유압출력 변화가 10% 이내일 것

나 제어밸브

1. 성능시험

1-1. 입력 신호에 따른 제어압력 특성 시험

- (1) 히스테리시스는 10%이내 일 것
- (2) 시험 중 누유 및 파손이 없을 것

1-2. 내구시험

- (1) 시험 중 모든 시험대상품에 누유 및 파손, 손상 등이 없을 것
- (2) 내구시험 종료 후 동일제품으로 입력 신호에 따른 제어압력 특성 시험 실시 시 해당 검정기준을 모두 만족할 것

다 유정압변속기

1. 성능시험

1-1. 제원성능시험

- (1) 변속레버 중립 상태로 입력단(펌프)의 인가속도를 정격회전속도의 50%까지 인가 시 출력단(모터)의 회전이 없을 것
- (2) 최대 기계효율은 60%이상 일 것

1-2. 내구시험

- (1) 시험 중 모든 시험대상품에 누유 및 파손, 손상 등이 없을 것
- (2) 내구시험 종료 후 제원성능시험 실시 시 제원성능시험기준을 모두 만족할 것

라 유압호스

1. 성능시험

1-1. 제원성능시험

- (1) 정격압력을 1분 이상 인가 시 누유 및 파손, 파열이 없을 것
- (2) 길이변화율은 +2% ~ -5%이내 일 것

1-2. 내구시험

- (1) 시험 중 모든 시험대상품에 누유 및 파손, 손상 등이 없을 것
- (2) 내구시험 종료 후 제원성능시험 실시 시 제원성능시험기준을 모두 만족할 것

④ 기존 내구시험 방법간 비교

	기존 타산업 군	신설규정
시험시간	강제로 규정된 보증수명으로부터 정해지는 내구수명 시험시간	자립화 지원을 위하여 제조사가 원하는 보증수명에 따라 계산하여 산출되는 내구수명 시험시간
시험부하	규정된 부하로부터 산출되는 가속계수 → 시험기간 단축 곤란	농기계별로 적용할 수 있는 부하를 결정하고 등가부하 비교를 통한 가속계수 산출 → 시험기간 단축
탄력성	사용조건 및 시험기간 설정 비탄력적	사용조건 및 시험기간 설정 탄력성 제고

표 기존 타 산업군의 내구시험과 신설규정간 특지비교

2-3-2. 참여기관 : LS 엠트론, 대동공업, 동양물산, 국제종합기계

가. 연구목표

- 등가 부하를 이용하여 신뢰성 평가 기준을 만들 수 있도록 국내 주요 농업기계 3종(트랙터, 콤파인, 이앙기)이 작업 시 발생하는 작업 부하 제공

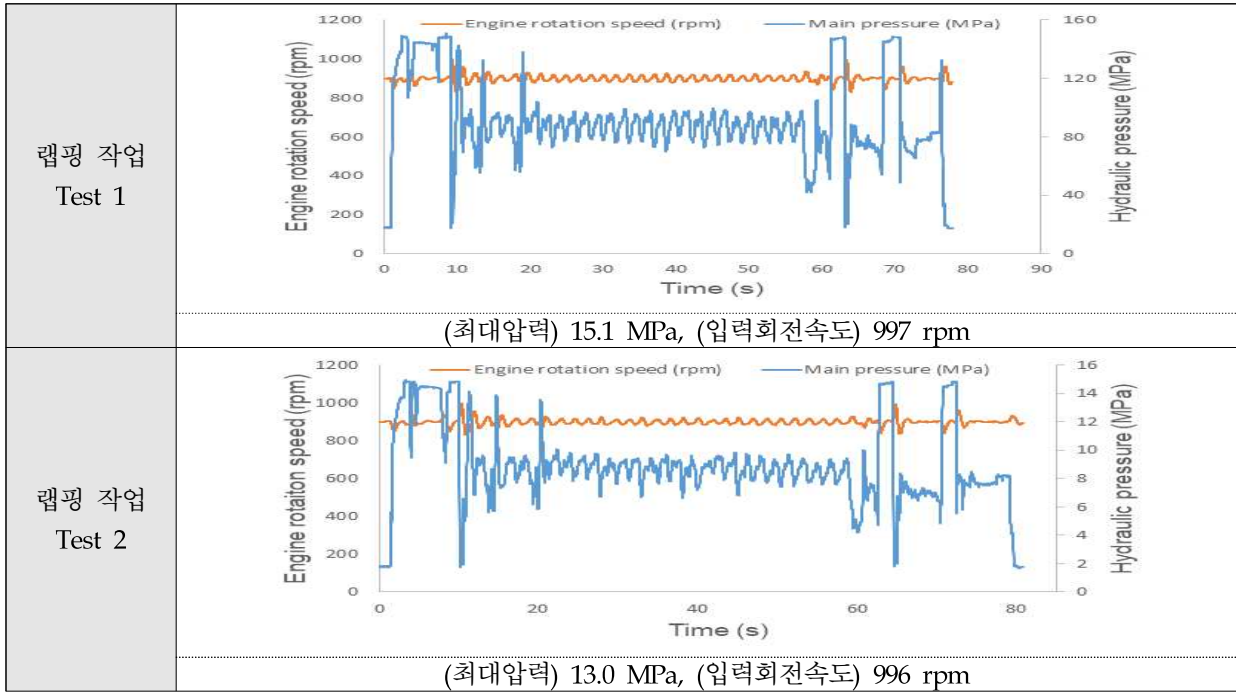
나. 연구결과

- 트랙터 유압호스 부하 데이터 제공
- 유압 호스의 부하 데이터 계측은 트랙터 후방 유압 실린더와 작업기 사이에서 유압을 전달하는 역할을 수행하는 유압 호스에 대해 수행하였음.
- 따라서 유압 호스의 부하 데이터 계측은 후방 유압 실린더를 통해 작업기를 직접 구동하는 베일러 작업과 랩핑작업에 대해 수행하였음.
- 후방 유압 실린더의 유압은 주유압펌프로부터 오일이 전달되기 때문에 주유압펌프의 출력부에 압력센서를 설치하여 부하 데이터 계측을 수행함.
- 유압 부하 데이터 계측은 1차년도 계측 트랙터를 통해 수행하였음.

① 트랙터 유압호스 부하측정 및 제공


표. 농작업시 트랙터 유압호스 농작업 부하 측정

측정제품 및 제원	
제품명	S07
제조사	국제종합기계
규격	PTO 최대출력 69 kW
베일러 1단 압력	<p>(최대압력) 16.8 MPa, (입력회전속도) 2,498 rpm</p>
베일러 2단 압력	<p>(최대압력) 16.8 MPa, (입력회전속도) 2,498 rpm</p>




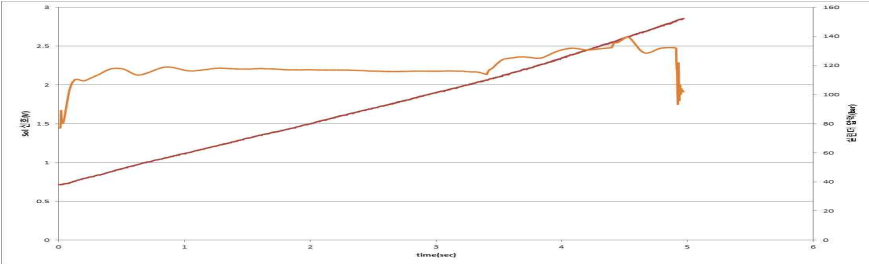
② 이양기 유압호스 부하측정 및 제공

표 이양기 유압호스 작동압력

		측정제품 및 제원							
제품명		TRP60							
제조사		동양물산기업(주)							
규격		승용산파식 6조							
엔진 회전수별 압력	1200 rpm	엔진회전수	유압 (bar)						
		압력	P1	P2	P3	P6	P7	P8	P9
	2500 rpm	Line	-0.08	3.95	3.76	10.93	8.43	0.86	2.79
		작동	미측정			57.06	52.41	38.50	20.96
	3400 rpm	Line	-0.13	10.53	8.92	40.93	8.43	0.86	2.79
		작동	미측정			57.06	52.41	38.50	20.96
	3630 rpm	Line	-0.24	15.14	13.78	77.17	63.86	1.20	7.22
		작동	미측정			131.09	108.84	50.08	86.21
		Line	-0.27	16.53	13.78	79.59	66.21	0.21	7.54
		작동	미측정			135.67	111.51	49.73	87.10
		(최대압력) 11.15 MPa, (입력회전속도) 3,630 rpm							

③ 콤바인 유압호스 부하측정 및 제공

표 콤바인 유압호스 작동압력

측정제품 및 제원		
제품명		DXM110G
제조사		대동공업(주)
규격		자탈형6조
예취부 작동		
(최대) 13.955, (최소) 7.698		

2-3-3. 위탁기관 : 충남대학교

가. 연구목표

- 트랙터, 콤바인, 이앙기 농업기계 3종의 핵심부품인 유압호스에 대한 신뢰성 평가 매뉴얼 (방법 및 기준) 개발
- 참여 기업으로부터 받은 주요 농업기계 3종(트랙터, 콤바인, 이앙기)의 작업 부하를 이용하여 등가 부하 계산 및 주관기관에 등가 부하 제공

나. 연구결과

- 유압호스 검증기준 매뉴얼 개발
 - ① 유압호스 검증기준은 다음과 같이 선정하여 개발함.
 - ② 유압호스의 검증기준은 다음 표의 시험 방법에 따라 제원 성능 시험을 수행해 제원성능 시험 기준을 만족해야 한다.

표. 유압호스 검증기준 (출처 : 한국신뢰성협회)

시험 항목	시험 조건	평가 기준
제원성능시험	<ul style="list-style-type: none"> ● 정격압력을 1분 이상 인가 시 누유 및 파손, 파열이 없을 것 	<ul style="list-style-type: none"> ● 길이변화율이 +2% ~-5%이내 일 것
내구시험	<ul style="list-style-type: none"> ● 시험 중 모든 시험대상품에 누유 및 파손, 손상 등이 없을 것 	<ul style="list-style-type: none"> ● 내구시험 종료 후 제원성능시험 실시 시 제원성능시험기준을 모두 만족할 것

○ 유압호스 검증 매뉴얼 개발

① 적용범위

- ㉞ 이 검정방법은 트랙터, 콤바인, 이앙기의 작업(작동)부 제어를 위하여 설치된 정격압력 25MPa 이하의 유압호스에 대하여 적용함.

② 정격압력은 제어밸브가 농업기계에 부착되어 손상 없이 연속 작동이 가능한 제조사가 정한 압력임.

③ 시험항목은 제원성능 시험과 내구시험에 의하여 수행함.

④ 시험조건

㉠ 유압호스의 정비 및 준비운전

(가) 시험에 사용되는 유압호스는 신제품으로 충분히 길들임 운전을 한 것으로 간주하며 시험 전에 정상의 상태로 조정 및 정비를 하고 준비운전은 각 시험 전 30분 이내로 함.

(나) 시험에 사용하는 작동유체는 신청자가 제시한 것을 원칙으로 하되 일반 시중에서 판매하는 것으로 하고 전 시험항목 종료까지 교환하지 않음.

⑤ 시험 및 조사방법

㉠ 구조조사

(가) 조사목적

i) 유압 호스에 대하여 시험을 위해 알아야 할 제원을 조사하는 것을 목적으로 함.

(나) 조사항목

i) 형식

ii) 호칭지름

iii) 최대바깥지름

iv) 정격압력 (MPa, 신청자가 제공한 값에 따름)

v) 정격유량 (L/min, 신청자가 제공한 값에 따름)

㉡ 제원성능시험

(가) 제원성능시험은 유압호스의 성능과 관련하여 제조사가 정의한 제원 및 성능을 확인하는 것이 목적임.

(나) 시험에 사용하는 작동유체는 신청자가 제시한 것을 원칙으로 하되 일반 시중에서 판매하는 것으로 하며, 전 시험항목 종료까지 교환하지 않음. 작동유의 온도는 신청자의 별도 요구 조건이 없는 한 $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 에서 수행함

(다) 시험방법

i) 500 mm간격으로 눈금을 표시한 600mm이상의 유압호스의 한쪽을 밀봉한 상태로 다른 한쪽에 정격압력으로 1분간 압력을 가한 후 눈금 간 길이변화율을 측정함.

ii) 길이변화율은 다음식에 따라 산출함.

$$\text{길이 변화율} : L_r = \frac{L_a - 500}{500} \times 100$$

L_r : 길이 변화율 (%)

L_a : 시험 후 눈금 간 거리 (mm)

(라) 측정 및 조사항목

i) 누유여부

ii) 길이 변화율 (%)

iii) 시험 후 눈금간 거리 (mm)

iv) 인가압력 (MPa)

㉔ 내구시험

(가) 내구 시험은 농업기계에 부착된 유압호스의 사용조건에 대한 내구성을 평가하는데 목적이 있음.

(나) 시험조건은 제원성능시험과 동일한 조건에서 실시함. 단, 작동유의 온도는 $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 에서 수행함.

(다) 시험방법

i) 시험시간은 신청자가 규정하는 목표수명시간과 신뢰수준 등을 반영하여 다음 식에 의해 산출함.

$$\text{요구시험시간} : T_t = T_w \times \left\{ \frac{\ln(1-CL)}{n \times \ln(1-Bx)} \right\}^{\frac{1}{\beta}}$$

T_t : 요구시험사이클 (회)

T_w : 목표수명사이클 (회, 신청자 제시)

CL : 신뢰수준 (신청자 제시, 표기방법: 95% = 0.95, 80% = 0.8)

n : 시료개수 (개)

Bx : Bx 수명 (신청자 제시, 표기방법: B5 = 0.05, B20 = 0.2)

β : 형상모수 (신청자가 제시하며 제시하지 않는 경우 1.4를 적용)

ii) 내구시험용 유압호스 길이는 그림 1의 U자형의 경우 식(1)에 따라 계산하며, 그림 2의 L자형의 경우 식(2)에 따라 정수 자리로 끝맺음하여 유압호스의 자유 길이로 한다. 단, 호칭 32 이상의 시료는 그림 2의 L자형으로한다.

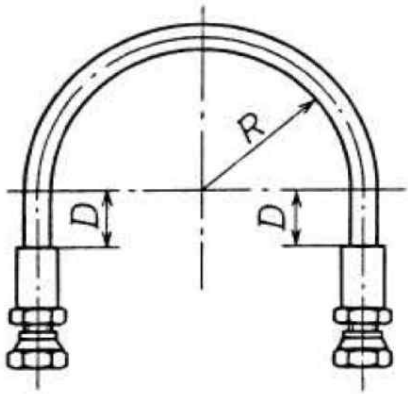


그림. D형 유압 호스 길이

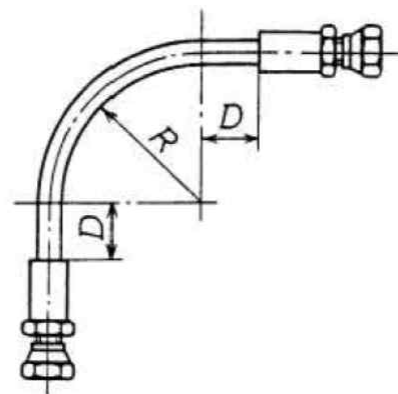


그림. L형 유압 호스 길이

$$\text{식(1)} : L = \pi(R + \frac{D}{2}) + 2D$$

$$\text{식(2)} : L = \frac{\pi}{2}(R + \frac{D}{2}) + 2D$$

L : 호스의 자유 길이 (mm)

D : 호스의 최대 바깥지름 (mm, 표1의 최대 바깥지름과 같은 치수로 한다)

R : 호스의 최소 굽힘 반지름 (mm, 표2의 최소 굽힘 반지름 치수로 한다)

단위 : mm

호칭 지름	안지름	안지름 허용차	최대 바깥지름						두께편차 (최대)
			175	210	245	280	315	350	
6	6.4	+0.6	19	22					0.8
9	9.5	-0.2	22				28		1.0
12	12.7	+0.8 -0.4	29			32			
15	15.9		32	35					
19	19.0		40		41				1.3
25	25.4	+1.0	46		50				
32	31.8	-0.4	57		60				

표. 유압호스의 안지름 및 바깥지름 치수
(출처 : 한국신뢰성협회)

단위 : mm

호칭 지름	최소 굽힘 반지름					
	210	245	280	315	350	420
6	100					
9	130				150	
12	180			205		
15	205					
19	241					
25	305					
32	419					

표. 유압호스의 최소 굽힘 반지름
(출처 : 한국신뢰성협회)

iii) 부하인가 패턴

(a) 내구성시험 시 인가압력은 정격압력의 133%로 그림 3에 나타난 압력 파형 및 주파수의 충격을 발생하고, 내구성 시험용 유압호스의 입구 단에서 압력센서를 사용하여 측정한다. 충격 압력 파형의 처음 승압 속도는 (300~600) MPa/s로 하고 최대 충격 압력의 15 %인 점과 최대 충격 압력의 85 %인 점을 직선으로 연결하여 구한다.

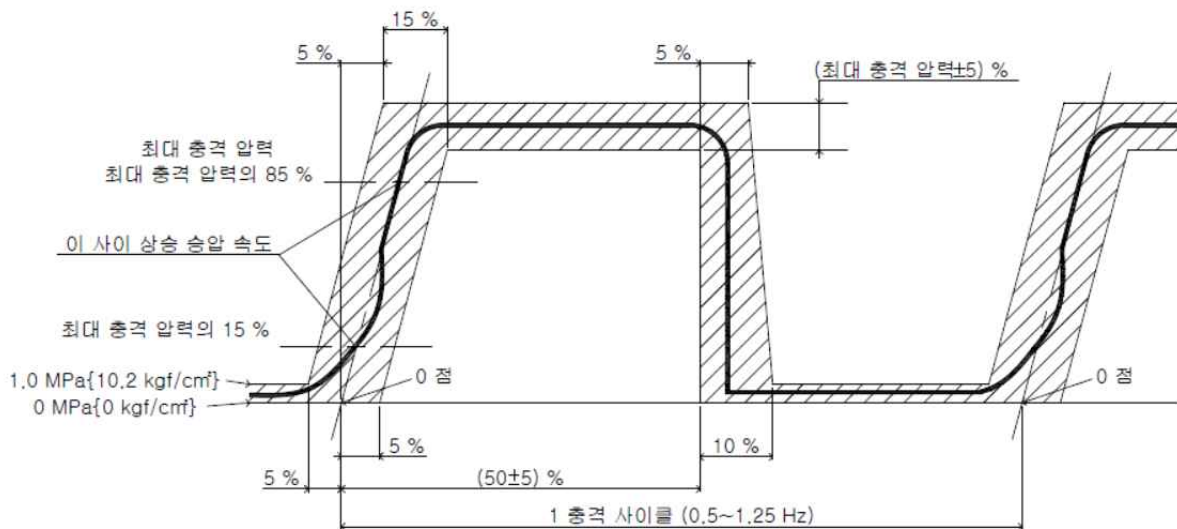


그림. 부하인가 패턴 (출처 : 한국신뢰성협회)

(b) 시험이 종료된 후에는 제원성능시험을 반복하여 다시 실시한다.

- iv) 측정 및 조사항목
 - (a) 시험사이클 (회)
 - (b) 누유 및 파손여부

○ 유압 호스 내구수명 시험 방법 결정

- ① 유압 호스의 내구성 평가를 위해 가속수명시험을 진행하며 다음의 기법을 활용
 - ㉔ (스트레스가속) 아이템의 고장 메커니즘에 영향을 미치는 온도, 습도, 진동, AC·DC 전압, 주파수 등 의 스트레스를 사용조건보다 가혹하게 설정하고 시험하면 고장이 빨리 발생한다. 이와 같이 스트레스를 높여서 시험시간을 단축시키는 방법
 - ㉕ 유압호스는 농업기계를 작동함과 동시에 사용되어 시동을 정지할 때까지 구동이 되는 부품으로 사용조건에 따라 변동적인 부하를 받는 특징으로 스트레스가속을 적용하여 보증시간 확인이 필요함.

○ 유압호스 최소 내구수명 산출

- ① 유압호스의 최소 내구수명 산출은 다음 표와 같이 2차년도 HST 최소 보증 수명(시간) 산출을 위한 농업기계 이용실태 등 현황조사를 통해 수행하였음.
- ㉔ 농업기계 이용실태 등의 현황조사 결과는 통계청에서 발표한 연간사용시간 및 평균사용시간 등을 활용함.
- ㉕ 유압호스의 경우 2차년도에 수행한 농업기계 사용현황 조사와 동일한 메커니즘을 보유하고 있어 트랙터의 경우 작업기 승하강, 이앙기의 경우 식부장치 승하강, 콤바인의 경우 예취부의 승하강에서 유압호스에 압력이 가해짐
- ㉖ 유압호스의 경우 사용률가속에 해당함으로 작동횟수를 기반으로 한 반복시험을 통해 내구 시험을 수행할 수 있음

표 농업기계별 유압호스 작동횟수

기종	일간 작업면적 (m ³ /일) [C]	농경지 단변길이 (m) [\sqrt{C}]	작업폭 (m)	작업패 턴*	일간 선회횟수 (회/일) [D]	연간사용일수 (일/년) [E]	평균사용연수 (년) [F]	보증작동횟수(회) [D×E×F]×2 *10 자리 절상
트랙터	5,385	73	2	A	70	39.0	11.3	30,900
콤바인	7,576	87	2	A	85	9.9	8.9	7,500
이앙기	8,158	91	2	B	45	7.6	7.6	2,600

② 요구시험시간 산출

㉔ 사용률가속 시험시 요구시험시간은 와이블분포식에 대입하여 다음과 같이 산출할 수 있음

$$\text{요구시험시간} : T_t = T_w \times \left\{ \frac{\ln(1-CL)}{n \times \ln(1-Bx)} \right\}^{\frac{1}{\beta}}$$

T_t : 요구시험사이클 (회)

T_w : 목표수명사이클 (회, 신청자 제시)

CL : 신뢰수준 (신청자 제시, 표기방법: 95% = 0.95, 80% = 0.8)

n : 시료개수 (개)

Bx : Bx 수명 (신청자 제시, 표기방법: B5 = 0.05, B20 = 0.2)

β : 형상모수 (신청자가 제시하며 제시하지 않는 경우 1.4를 적용)

표 농업기계별 유압호스 요구시험 회수

기종	목표수명 (회)	신뢰수준 (%)	동시시험 시료개수 (개)	Bx 수명	요구시험 시간 (회)
트랙터	30,900	95	4	10	126,000
콤바인	7,500	95	4	10	31,000
이앙기	2,600	95	4	10	11,000

2-4 연구개발성과

성과 목표	사업화지표											연구기반지표							
	지식 1재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용-홍보		기 타 (타 연구 활용 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		학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SC I	비 SC I						
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	30										10			30			30		
최종목표	2										28		3	3			1		
1차연도	목표	1											1	1			-		
	실적	1											1	2			-		
2차연도	목표										14		1	1			-		
	실적										14		1	1			-		
3차연도	목표	1									14		1	1			1		
	실적	1									16		1	2			1		
소계	목표	2	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	3	3	-	-	1	-	-
	실적	2									30		3	5			1		
종료 1차연도													-	1			-		
종료 2차연도													1	-			-		
종료 3차연도													-	1			-		
종료 4차연도													1	-			-		
종료 5차연도													-	-			1		
소계		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	-	1	-	-
합계		2	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	5	-	5	-	2	-	-

2-4-1. 1차년도 연구성과

(1) 국내외 논문게재

No	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI여부 (SCI/비SCI)	게재일	등록번호
1	인발 작업 시 자주식 무 수확기의 엔진 출력 분석	정밀농업 기술지	한O호	vol.6	대한민국	한국정밀농업학회	비SCI		

ISSN 2383-9880

21세기 새로운 농업전략
정밀농업기술지
Precision agriculture technology

2018
Vol.6, No.1

인발 작업 시 자주식 무 수확기의 엔진 출력 분석
[Analysis of engine power for radish harvester during pulling work]

한O호, 김환수*, 박승윤* (농업기술실용화재단 농기계안전팀, 충남대학교 농업생명과학대학 바이오시스템기체공학과)
*Agr. Machinery Certification Team, Foundation of Agri. Tech, Commercialization & Transfer, Iksan, Republic of Korea, *Department of Biosystems Machinery Engineering, Chungnam National University, Daejeon, Republic of Korea
*교신처: 박승윤(veipse003@gmail.com)

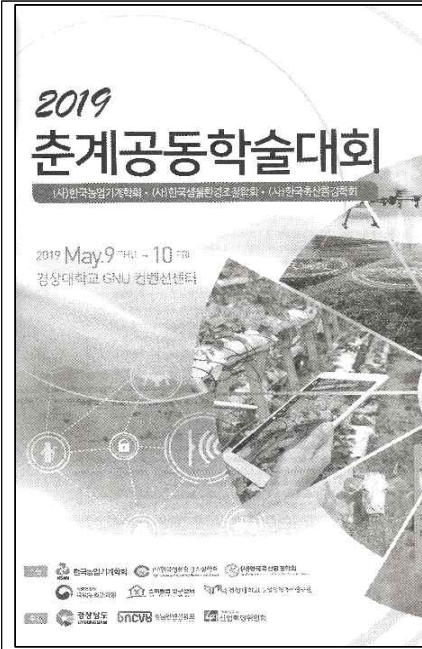
초록(Abstract)
The purpose of this study is to analyze engine power of a radish harvester during pulling work. The engine model of the radish harvester was designed and analyzed using a simulation software. The simulation was conducted using AMESim software. The simulation model was developed using power flow of the radish harvester. Based on power flow of the radish harvester, the simulation component consists of engine, IST model, vehicle model and working part model. Engine map about rotational speed and torque data was applied to engine model. The load data during pulling work was measured by torque meter. Engine power was calculated by torque and rotational speed of harvester. Simulation results showed that power of the engine was maintained about 4.7 kW after 5 sec. Average engine power during pulling work was about 0.9 kW. The field test results showed that the engine power was almost 3.8 kW lower than that of simulation results. Therefore, it showed that the pulling work of the radish harvester is possible through the constructed engine model.

키워드(Keywords)
Radish harvester, Pulling work, Simulation model, Engine power, AMESim

서론
국내에서 생산되는 무는 타 작물에 비하여 무게가 무겁고 부피가 크기 때문에 수확 작업 시 높은 노동력이 요구된다. 하지만 아직까지 국내 무 수확작업은 인력에 의존하고 있어, 무 수확작업의 기계화에 대한 요구가 증대되고 있다. 현재 국내에서 자주식 무 수확기는 아직 상용화 되지 않았으며 개발 단계에 있다. 무 수확기의 개발을 위해서는 설계 사양 및 핵심부품에 대한 평가가 반드시 필요하다. 특히, 엔진 출력은 수확 작업 시에 발생하는 부하의 영향을 받기 때문에, 작업 부하에 따른 엔진 출력의 분석이

(2) 국내 및 국제학술회의 발표

No	회의명칭	발표자	발표일시	장소	국명
1	2019 농업기계학회 춘계공동학술대회	백오민	2019.05.9	경상대학교 GNU컨벤션센터	대한민국



시간	번호	발표 제목	발표자
10:40-10:55	456	농업 트랙터를 위한 기계식 변속기역학적 전달비 해석 The Strength Analysis of Compound Planetary Gear on Hydraulic Mechanical Transmission for Agricultural Tractor *발표: 백오민, 최정호*	백오민
5월 10일 404호 ▶ 노외기계시스템 분야			
* 좌장 : 신창섭 박사 (경남대학교)			
14:00-14:15	456	Metal based Additive Manufacturing for Agricultural Engineering Chang Seep Seol*	백오민
14:15-14:30	456	8kW급 트랙터의 주축축 기어 설계에 관한 연구 A Study on the Main Shaft Gear Design of 8kW Class Tractor 백오민, 최정호, 김원우*	백오민
14:30-14:45	457	탈진 강도 평가를 위한 트랙터 Strength Analysis of Tractor Gear Reducer 백오민, 최정호, 김원우*	백오민
14:45-15:00	457	이동 관측을 고려한 트랙터 변속기 싱크로니저의 동기화 시간 예측 Synchronization Time Estimation of Synchroizer for Tractor Transmission Considering Chaff Rotation Inertia 백오민, 최정호, 김원우*	백오민
15:00-15:15	457	반자동 트랙터의 캠시프 시동장치 특성 분석 Analysis of Cam-type Starting Device for Semi-automatic Transplanator 백오민, 최정호, 김원우*	백오민
* 좌장 : 남주석 교수 (강원대학교)			
15:20-15:40	458	7kW급 트랙터의 동시작업 부하에 대한 기어 강도 분석 Strength Analysis of Gear for 7kW Class Tractor during Pile Tillage Operation 백오민, 최정호, 김원우*	백오민
15:40-15:55	458	트랙터 노외기계역학적 모델의 3D FEM-기반 시뮬레이션 모델 개발 Development of 3D Finite Element Model for 3D FEM-based Agricultural Operation 백오민, 최정호, 김원우*	백오민
15:55-16:10	458	무수축각을 고려한 트랙터 Analysis of Overturning Angle for Radial Harrower 백오민, 최정호, 김원우*	백오민
16:10-16:25	459	중형 곡물 수확기용 변속기 CFD Analysis of Working Mechanism for Medium-sized Pepper Harvester 백오민, 최정호, 김원우, 김진호, 김원우*	백오민

2019 춘계공동학술대회 발표

본 발표 주제가 있어, 조수산업의 발전을 위한 조수수확기역학적 기어 설계 강도 분석에 대해 연구하는 소문으로 농기계학을 학제적으로 연구하는 농업기계학회에서 발표하는 것은 매우 의미 있는 것으로 보인다. 본 발표는 농업기계학회에서 발표하는 연구 논문 중 하나이며, 농업기계학회에서 발표하는 연구 논문 중 하나이다. 본 발표는 농업기계학회에서 발표하는 연구 논문 중 하나이다.

456

농업 트랙터를 위한 기계식 변속기역학적 전달비 해석
The Strength Analysis of Compound Planetary Gear on Hydraulic Mechanical Transmission for Agricultural Tractor
발표: 백오민, 최정호

457

이동 관측을 고려한 트랙터 변속기 싱크로니저의 동기화 시간 예측
Synchronization Time Estimation of Synchroizer for Tractor Transmission Considering Chaff Rotation Inertia
백오민, 최정호, 김원우*

458

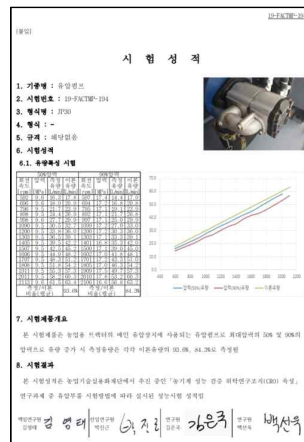
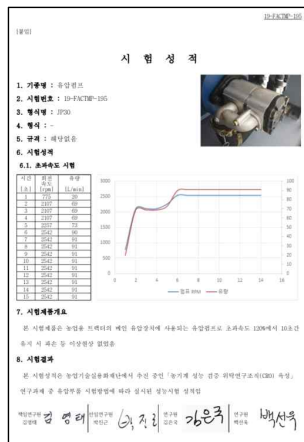
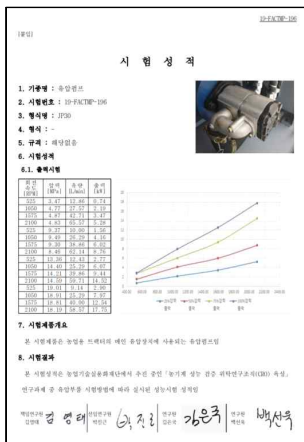
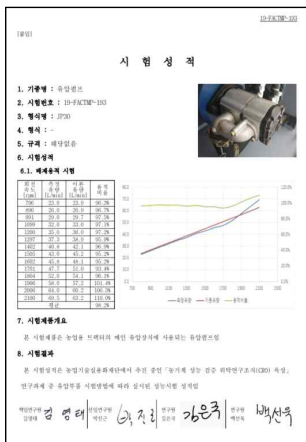
7kW급 트랙터의 동시작업 부하에 대한 기어 강도 분석
Strength Analysis of Gear for 7kW Class Tractor during Pile Tillage Operation
백오민, 최정호, 김원우*

459

중형 곡물 수확기용 변속기
CFD Analysis of Working Mechanism for Medium-sized Pepper Harvester
백오민, 최정호, 김원우, 김진호, 김원우*

(3) 시험성적 (기술인증)

○ 유압펌프 : 농업용트랙터 메인 유압펌프에 대한 시험성적 발급 4건



○ On/Off밸브 및 유압호스 : 전차축 구동용 밸브 및 호스 시험성적 발급 각 1건

19-FACTMP-018

시험성적

1. 기종명 : 농업용트랙터 앞차축
 2. 시험번호 : 19-FACTMP-018
 3. 형식명 : TG14-0500A
 4. 형식 : -
 5. 시험장소 : -

5.1.1 압력축 환과공의 역보, 차압

종류	시험조건	유압	온도(℃)	공급압력(MPa)	정격압력(MPa)	제한
유압호스	UTFS8	20	51.6	10.2(10.43)	2.34(2.38)	7.89(8.05)

5.1.2 차압 성능 그래프

19-FACTMP-016

시험성적

5.1.3 시험조건
 - 시험 전 준비상태

5.1.4 시험결과
 - 시험 중 역보 차압

6. 시험내용 개요
 차, 공 시험내용은 작축 내 습터다관관리시설을 이용해 자동제완장치(LSD)를 개발·제출한 농업용트랙터 앞차축용

7. 시험결과
 본 시험목적은 농업기술개발사업에서 추진 중인 '농기계 성능 향상 위한 연구'에 관한 것으로, 연구과제 중 유압장부 시험결과에 따라 실시된 성능시험 성적임

개발연구 책임자 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우

19-FACTMP-017

시험성적

1. 기종명 : 농업용트랙터 앞차축
 2. 시험번호 : 19-FACTMP-017
 3. 형식명 : TG14-0400A
 4. 형식 : -
 5. 시험장소 : -

5.1.1 압력축 환과공의 역보, 차압

종류	종수	시험조건	공급압력(MPa)	온도(℃)	압력(kg/cm²)	이동 유량
호스 1	233.162	ISO VG 46	90	120	320	
호스 2	233.162	ISO VG 46	90	120	320	비교, 유출 없음
호스 3	233.162	ISO VG 46	90	120	320	
호스 4	233.162	ISO VG 46	90	120	320	

5.1.2 시험조건
 - 내구성 시험 전

19-FACTMP-017

시험성적

5.1.1 압력축 환과공의 역보, 차압

종류	종수	시험조건	공급압력(MPa)	온도(℃)	압력(kg/cm²)	이동 유량
호스 1	233.162	ISO VG 46	90	120	320	
호스 2	233.162	ISO VG 46	90	120	320	비교, 유출 없음
호스 3	233.162	ISO VG 46	90	120	320	
호스 4	233.162	ISO VG 46	90	120	320	

6. 시험내용 개요
 차, 공 시험내용은 작축 내 습터다관관리시설을 이용해 자동제완장치(LSD)를 개발·제출한 농업용트랙터 앞차축용

7. 시험결과
 본 시험목적은 농업기술개발사업에서 추진 중인 '농기계 성능 향상 위한 연구'에 관한 것으로, 연구과제 중 유압장부 시험결과에 따라 실시된 성능시험 성적임

개발연구 책임자 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우

○ 비례제어밸브 : 트랙터 전·후진 선택장치에 대한 시험성적 발급 8건

19-FACTMP-100

시험성적

1. 기종명 : 비례제어밸브
 2. 시험번호 : 19-FACTMP-105
 3. 형식명 : PMS650-1
 4. 형식 : -
 5. 유압 : 비례압축
 6. 시험장소 : -

6.1. 제어압력특성시험

공급 압력 (MPa)	유압 (MPa)	유출 (MPa)	유출 정격 (MPa)
0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	0.0	0.0
200	0.0	0.0	0.0
300	0.0	0.0	0.0
400	0.0	0.0	0.0
500	0.0	0.0	0.0
600	0.0	0.0	0.0
700	0.0	0.0	0.0
800	0.0	0.0	0.0
900	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	0.0	0.0

7. 시험내용 개요
 본 시험내용은 농업기계 전·후진 선택장치에 사용되는 비례제어밸브임

8. 시험결과
 본 시험목적은 농업기술개발사업에서 추진 중인 '농기계 성능 향상 위한 연구'에 관한 것으로, 연구과제 중 유압장부 시험결과에 따라 실시된 성능시험 성적임

개발연구 책임자 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우

19-FACTMP-100

시험성적

1. 기종명 : 비례제어밸브
 2. 시험번호 : 19-FACTMP-106
 3. 형식명 : PMS650-2
 4. 형식 : -
 5. 유압 : 비례압축
 6. 시험장소 : -

6.1. 제어압력특성시험

공급 압력 (MPa)	유압 (MPa)	유출 (MPa)	유출 정격 (MPa)
0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	0.0	0.0
200	0.0	0.0	0.0
300	0.0	0.0	0.0
400	0.0	0.0	0.0
500	0.0	0.0	0.0
600	0.0	0.0	0.0
700	0.0	0.0	0.0
800	0.0	0.0	0.0
900	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	0.0	0.0

7. 시험내용 개요
 본 시험내용은 농업기계 전·후진 선택장치에 사용되는 비례제어밸브임

8. 시험결과
 본 시험목적은 농업기술개발사업에서 추진 중인 '농기계 성능 향상 위한 연구'에 관한 것으로, 연구과제 중 유압장부 시험결과에 따라 실시된 성능시험 성적임

개발연구 책임자 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우

19-FACTMP-107

시험성적

1. 기종명 : 비례제어밸브
 2. 시험번호 : 19-FACTMP-107
 3. 형식명 : PMS650-3
 4. 형식 : -
 5. 유압 : 비례압축
 6. 시험장소 : -

6.1. 제어압력특성시험

공급 압력 (MPa)	유압 (MPa)	유출 (MPa)	유출 정격 (MPa)
0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	0.0	0.0
200	0.0	0.0	0.0
300	0.0	0.0	0.0
400	0.0	0.0	0.0
500	0.0	0.0	0.0
600	0.0	0.0	0.0
700	0.0	0.0	0.0
800	0.0	0.0	0.0
900	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	0.0	0.0

7. 시험내용 개요
 본 시험내용은 농업기계 전·후진 선택장치에 사용되는 비례제어밸브임

8. 시험결과
 본 시험목적은 농업기술개발사업에서 추진 중인 '농기계 성능 향상 위한 연구'에 관한 것으로, 연구과제 중 유압장부 시험결과에 따라 실시된 성능시험 성적임

개발연구 책임자 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우

19-FACTMP-108

시험성적

1. 기종명 : 비례제어밸브
 2. 시험번호 : 19-FACTMP-108
 3. 형식명 : PMS650-4
 4. 형식 : -
 5. 유압 : 비례압축
 6. 시험장소 : -

6.1. 제어압력특성시험

공급 압력 (MPa)	유압 (MPa)	유출 (MPa)	유출 정격 (MPa)
0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	0.0	0.0
200	0.0	0.0	0.0
300	0.0	0.0	0.0
400	0.0	0.0	0.0
500	0.0	0.0	0.0
600	0.0	0.0	0.0
700	0.0	0.0	0.0
800	0.0	0.0	0.0
900	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	0.0	0.0

7. 시험내용 개요
 본 시험내용은 농업기계 전·후진 선택장치에 사용되는 비례제어밸브임

8. 시험결과
 본 시험목적은 농업기술개발사업에서 추진 중인 '농기계 성능 향상 위한 연구'에 관한 것으로, 연구과제 중 유압장부 시험결과에 따라 실시된 성능시험 성적임

개발연구 책임자 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우

19-FACTMP-109

시험성적

1. 기종명 : 비례제어밸브
 2. 시험번호 : 19-FACTMP-109
 3. 형식명 : PMS650-5
 4. 형식 : -
 5. 유압 : 비례압축
 6. 시험장소 : -

6.1. 제어압력특성시험

공급 압력 (MPa)	유압 (MPa)	유출 (MPa)	유출 정격 (MPa)
0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	0.0	0.0
200	0.0	0.0	0.0
300	0.0	0.0	0.0
400	0.0	0.0	0.0
500	0.0	0.0	0.0
600	0.0	0.0	0.0
700	0.0	0.0	0.0
800	0.0	0.0	0.0
900	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	0.0	0.0

7. 시험내용 개요
 본 시험내용은 농업기계 전·후진 선택장치에 사용되는 비례제어밸브임

8. 시험결과
 본 시험목적은 농업기술개발사업에서 추진 중인 '농기계 성능 향상 위한 연구'에 관한 것으로, 연구과제 중 유압장부 시험결과에 따라 실시된 성능시험 성적임

개발연구 책임자 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우

19-FACTMP-110

시험성적

1. 기종명 : 비례제어밸브
 2. 시험번호 : 19-FACTMP-110
 3. 형식명 : PMS650-6
 4. 형식 : -
 5. 유압 : 비례압축
 6. 시험장소 : -

6.1. 제어압력특성시험

공급 압력 (MPa)	유압 (MPa)	유출 (MPa)	유출 정격 (MPa)
0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	0.0	0.0
200	0.0	0.0	0.0
300	0.0	0.0	0.0
400	0.0	0.0	0.0
500	0.0	0.0	0.0
600	0.0	0.0	0.0
700	0.0	0.0	0.0
800	0.0	0.0	0.0
900	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	0.0	0.0

7. 시험내용 개요
 본 시험내용은 농업기계 전·후진 선택장치에 사용되는 비례제어밸브임

8. 시험결과
 본 시험목적은 농업기술개발사업에서 추진 중인 '농기계 성능 향상 위한 연구'에 관한 것으로, 연구과제 중 유압장부 시험결과에 따라 실시된 성능시험 성적임

개발연구 책임자 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우

19-FACTMP-111

시험성적

1. 기종명 : 비례제어밸브
 2. 시험번호 : 19-FACTMP-111
 3. 형식명 : PMS650-7
 4. 형식 : -
 5. 유압 : 비례압축
 6. 시험장소 : -

6.1. 제어압력특성시험

공급 압력 (MPa)	유압 (MPa)	유출 (MPa)	유출 정격 (MPa)
0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	0.0	0.0
200	0.0	0.0	0.0
300	0.0	0.0	0.0
400	0.0	0.0	0.0
500	0.0	0.0	0.0
600	0.0	0.0	0.0
700	0.0	0.0	0.0
800	0.0	0.0	0.0
900	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	0.0	0.0

7. 시험내용 개요
 본 시험내용은 농업기계 전·후진 선택장치에 사용되는 비례제어밸브임

8. 시험결과
 본 시험목적은 농업기술개발사업에서 추진 중인 '농기계 성능 향상 위한 연구'에 관한 것으로, 연구과제 중 유압장부 시험결과에 따라 실시된 성능시험 성적임

개발연구 책임자 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우

19-FACTMP-112

시험성적

1. 기종명 : 비례제어밸브
 2. 시험번호 : 19-FACTMP-112
 3. 형식명 : PMS650-8
 4. 형식 : -
 5. 유압 : 비례압축
 6. 시험장소 : -

6.1. 제어압력특성시험

공급 압력 (MPa)	유압 (MPa)	유출 (MPa)	유출 정격 (MPa)
0	0.0	0.0	0.0
100	0.0	0.0	0.0
200	0.0	0.0	0.0
300	0.0	0.0	0.0
400	0.0	0.0	0.0
500	0.0	0.0	0.0
600	0.0	0.0	0.0
700	0.0	0.0	0.0
800	0.0	0.0	0.0
900	0.0	0.0	0.0
1000	0.0	0.0	0.0

7. 시험내용 개요
 본 시험내용은 농업기계 전·후진 선택장치에 사용되는 비례제어밸브임

8. 시험결과
 본 시험목적은 농업기술개발사업에서 추진 중인 '농기계 성능 향상 위한 연구'에 관한 것으로, 연구과제 중 유압장부 시험결과에 따라 실시된 성능시험 성적임

개발연구 책임자 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우, 연구원 김민우

Strength analysis of 82kW class tractor transmission using simulation model

S.P Moon¹, Y.J Kim^{1*}
¹Dept. of Biosystems Machinery Engineering, Chungnam National University, Daejeon, Korea

INTRODUCTION

- Transmission of agricultural tractor power system is composed of many machinery component from engine to rear wheel shaft.
- Gear is important component to deliver power in many machinery transmission system.
- Power can be increased directly by gear ratio. It is essential element for construction machinery and agricultural machinery that require large power.
- Mesh strength of gear is very important index for transmission life. If gear mesh broken by concentrated power, it cause many problem.
- Gear surface breaker cause pollution problem on lubricant system of transmission system.
- Gear mesh leakage is directly connected life of transmission system.
- It cause failure power transmission system.
- If gear strength is too strong, transmission can be heavy, expensive, bigsize, life of transmission can be longer than expected life.
- Proper gear strength design is necessary for cost reduction and expected life of transmission.
- Proper strength design through practical testing like dynamic test, it consume a lot of time, money and labor.
- Transmission system analysis using simulation software to use of effective method to design and analysis. This method can reduce materials for practical testing.
- Simulation model is effective method to analyze strength and redesign of transmission system. Because practical testing consume a lot of time, money and labor.
- Simulation model is effective method to analyze strength and redesign of transmission system. Because practical testing consume a lot of time, money and labor.
- In this study, gear strength of 82 kw class tractor transmission was analyzed. To analyze the gear strength, simulation model of tractor transmission was developed using simulation program.

MATERIALS & METHODS

- Gears of transmission consist of one input shaft, spur or helical gear. In this study spiral bevel gear was not considered.
- To analyze gear strength, safety factor is used as strength index. And ISO 6336 standard was used to calculate safety factor as follow.
- If the safety factor is lower than 1, spur or helical gear have the risk of leakage within the lifetime, and if larger than 1, the lifetime will be guaranteed.

$$S_F = \frac{F_t}{F_{tlim}} \cdot \frac{K_H}{K_H'} \cdot \frac{K_B}{K_B'} \cdot \frac{K_M}{K_M'}$$

- F_t = Tangential force for wheel crown
- F_{tlim} = Allowable tangential force (N/mm²)
- K_H = Hertz factor for loading stress
- K_H' = Hertz factor for bending stress
- K_B = Tooth loading stress (N/mm²)
- K_B' = Tooth bending stress (N/mm²)
- K_M = Mesh loading stress (N/mm²)
- K_M' = Mesh bending stress (N/mm²)

- To develop the simulation model, SolidWorks version 2017, SolidWorks CAE, Mathematica was used. 82000rpm class tractor machinery component like gear, bearing, shaft and so on. It can analyze efficiency, efficiency, strength, noise and so on.

RESULTS & DISCUSSION

The tractor with transmission

The input power condition of the simulation model was set to the largest power that the gear could involve under all shifting condition.

The input safety factor of all driving gear and driven gear same as follow figure.

Fig. 3. Input safety factor of all driving gear

RESULTS & DISCUSSION

The transmission was used same as follow figure. The tractor is 82 kw class tractor. The transmission can use each 16 forward shifting and 16 backward shifting respectively.

Simulation model was developed as follow figure. The transmission response of driving shift, range shift, planetary gear, rear wheel, crawler, rear side etc.

Fig. 1. Developed simulation model using simulation program

The tractor with transmission

The input power condition of the simulation model was set to the largest power that the gear could involve under all shifting condition.

The input safety factor of all driving gear and driven gear same as follow figure.

Fig. 4. Flank safety factor of all driving gear

The result of analysis, flank safety factor was assumed lower than 1 at Creeper, range shift, planetary gear. However leakage at the crawler will not occur. Because the use time of the creeper shift which is used very small.

Flank safety factor of all driving gear same as follow figure.

Fig. 5. Flank safety factor of all driven gear

The result of analysis, flank safety factor was assumed lower than 1 at Creeper, range shift, planetary gear same with rear safety factor.

In the future, it will be necessary to verify the practical test and supported the weak system.

The result of study, the range shift had weak strength in both the tooth surface and the tooth root. It needs to be supplemented.

CONCLUSION

- To analyze strength, simulation model of tractor transmission was developed using SolidWorks.
- As a result of the strength analysis for all the gears, the weak points could be analyzed.
- In the future, it will be necessary to verify the practical test and supported the weak system.

REFERENCES

- KSAM, 2017. Agriculture machinery standard Republic of Korea

ACKNOWLEDGMENT

- This research was supported by the National Natural Science Foundation of China (grant number 81573009), the National Natural Science Foundation of China (grant number 81573009), the National Natural Science Foundation of China (grant number 81573009).

Dept. of Biosystems Machinery Engineering, Chungnam National University

(3) 특허 출원

No	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호	
1	특허 출원	트랙터 기어펌프의 작동유산화 감지 시스템 및 방법	충남대학교산학협력단	2020.10.07	10-2020-0129197	-	-	-	100%

출원번호통지서

출원일자 2020.10.07
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호 10-2020-0129197 (결수번호 1-1-2020-1058449-85)
(DAS결구코드 9813)
출원인명칭 충남대학교산학협력단(2-2004-008410-4)
대리인성명 이충환(9-2013-001988-2)
발명자성명 김용주 문석표 권현호 이준호 옌디 아부 아잠 시디크 박승문 박승민 이남규 김원수
발명의명칭 트랙터 기어펌프의 작동유산화 감지 시스템 및 방법

특허청장

<< 안내 >>

- 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
- 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동별내 납입일수중에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
 - 납부번호: 0011가결코드 - 결수번호
- 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 (특허고려번호 정보변경(경정), 경정신고서)를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
 - 특허청(patent.go.kr) 접속 - 인터넷으로 - 특허법 시행규칙 별지 제 2호 서식
- 특허 심결심판등 출원은 영세서 또는 도면의 변경이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 영세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
 - 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허 심결심판이나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내 출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국으로 출원하여야 우선권을 인정할 수 있습니다.
 - 제도 안내: http://www.kipo.go.kr/특허/마담/PCT/영도리드
 - 우선권 인정기간: 특허 심결심판은 1개월 상표 디자인은 6개월 이내
 - 미국특허심판등 신청비용: 기종료 후에도 유선출원신청서, 신청번호 미공개상태이면, 우선권일부터 16개월 이내에 미국특허심판등에 (전자제출용서식:PTO/SB39)를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.

【발명자】

【성명의 국문표기】 이남규
【성명의 영문표기】 LEE, Nam Gyu
【주민등록번호】 [REDACTED]
【우편번호】 17882
【주소】 경기도 평택시 평택4로 123 신세게타운 102동 101호

【발명자】

【성명의 국문표기】 김원수
【성명의 영문표기】 KIM, Wan Soo
【주민등록번호】 [REDACTED]
【우편번호】 17850
【주소】 경기도 평택시 경기대로 508 휴먼시아2단지 203동 108호

【출원언어】 국어
【심사청구】 청구

【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】

【과제고유번호】 1545015835
【과제번호】 817640031SB010
【부처명】 농림축산식품부
【과제관리(전문)기관명】 농림축산식품기술기획평가원
【연구사업명】 현장연계고부가가치제품사업화
【연구과제명】 농기계 성능 검증 위탁연구조직(CRO) 육성
【기여율】 1/1
【과제수행기관명】 농림기술실용화재단
【연구기간】 2017.11.15 - 2020.11.14

(4) 정책활용

알 식	정책건의/시행	※ 정부시책, 법령개정, 매뉴얼(지침), 시스템 반영 등	
과제명	농기계 성능검정 위탁연구조직(CRO) 육성		
건의명	농업기계 유압부품 검정방법 운영 검토		
주관부처 (담당자)	농업기술실용화재단 (농기계검정팀장)	건의일자 (제출일)	2020년 11월 12일
시력명	농업기계 검정 및 안전관리 세부 실시요령	시행일 (시행예정일)	- 년 - 월 - 일
주요내용 요약	<ul style="list-style-type: none"> □ 제안사유 『제8차 농업기계화 기본계획』중 ‘고품질 농기계 공급을 위한 검정제도 개선’과 관련하여 농기계 주요부품 검정추진 체계구축을 추진하고 있는 바, 농업기계 검정방법에 유압부품을 신설하여 서비스함으로써 농기계 품질경쟁력을 향상시키기 위한 □ 주요내용 : 농업기계 검정방법 관련 규정 ‘농업기계 검정 및 안전관리 세부 실시요령’ 내 농업기계 유압부품 검정방법을 신설 <ul style="list-style-type: none"> - 트랙터, 콤파인, 이앙기의 구동 또는 전용작업기의 구동을 위하여 장착된 유압부품 4종(필프, 유압밸브, 유정압변속기, 유압호스)에 대한 검정 및 평가방법 등을 신설 - 신청자가 요구하는 사용조건에서 내구수명 만족여부 평가를 위하여 필요한 연속운전 시간을 산출하여 과손여부 등에 따른 적합성을 평가 ※ ‘농업기계 검정 및 안전관리 세부 실시요령’ 별표 4 농업기계 검정방법에 농업기계 유압부품을 신설하여 관리 		
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> □ 국내 농기계 제조사의 유압부품 선택에 대한 평가기준 제시로, 내수 또는 수출시장에서의 국산 농기계 품질경쟁력 제고 □ 농업기계 검정 위탁연구조직인 농업기술실용화재단의 업무범위 및 역량 강화 		
첨방자료 1 (하단별첨)	※ 제출 공문 및 건의내용		
첨방자료 2 (하단별첨)	※ 정부시책 및 법령(개정) 결과물 등		

2-5 연구결과

(1) 기술적 성과

- 최근 국내 농업기계의 점유율이 수입산 농기계로 대체되고 있는 상황에서 고품질 국산 농기계 개발을 통한 국가경쟁력 제고에 기여
- 국내 농업기계 업체의 적극적인 신뢰성 평가 시험을 유도하여, 국산 농기계의 고성능, 고신뢰성 등을 갖춘 고품질 농업기계 생산에 기여
- 향후 개발 예정인 최신 농업기계의 기반 기술로서 역할이 가능하며, 각 주요 부품에 대한 신기술 확보를 통한 국내 농업기계 자체 기술 개발의 활성화 도모 가능
- 또한, 유압 시스템뿐만 아니라 전장 시스템, 엔진, 변속기 등에도 신뢰성 평가 기준을 활용할 수 있어 이후 농업기계 분야 신뢰성 평가 기준 및 시스템 구축 시 활용 가능
- 국내 농업기계 생산 및 부품 제조하는 중소기업의 신뢰성 평가 참여 유도를 통하여 대기업뿐만 아니라 중소기업의 기술력을 제고 기대

(2) 경제적 성과

- 수입산 농기계에 비하여 고장이 자주 발생하는 국산 농기계의 주요 부품에 대한 신뢰성 평가를 통하여 고내구성의 국산 농기계 제조 및 개발에 기여
- 국내 농업기계 제조업체의 경영을 안정화시켜 국내 농업에 필요한 주요 농기계의 지속적인 공급과 신기종 개발에 도움을 통한 농업발전에 기여
- 전 세계적으로 고품질 농업기계 생산이 많은 선진국 대상으로 한 고품질 국산 농기계 수출을 통하여 수출 강국으로 진입 기대
- 고품질 농업기계 생산을 통하여 농업인의 노동력 효율이 상승되어 인력 투자 대비 먹거리 재배 생산성 기대
- 국내 벼농사뿐만 아니라 밭작물 기계화가 가능한 다양한 농업기계에 대하여 고품질 농기

계 개발 및 신제품 개발에 기여함으로써 국내 농업의 기계화율 향상

- 농업기계의 주요 부품의 신뢰성 평가 기준 및 시스템 구축을 통한 국산 농기계의 고성능, 고신뢰성 등을 갖춘 고품질 농업기계 개발에 기여함으로써 농업기계 산업 기술 발전에 이바지 기대
- 국내 농업기계 제조 업체 및 부품 제조 업체 등 기업체들의 추가적인 매출 기여 예상되며, 이런 수익성 향상은 기업체의 기술 투자의 여력이 발생하여 그것을 재투자함으로써 해외 수익 농기계 제품들과의 경쟁력 제고에 기여
- 고품질 농업기계 생산을 통한 국내 먹거리 재배 생산성 향상 기대 (국가적 식량 증대 및 식량 안보 연계 가능)
- 농업기계의 주요 부품의 신뢰성 평가 기준 및 시스템 구축 관련 특허 출원과 국내외 전문 학술지에 게재하여 홍보효과를 누릴 수 있음.
- 매스컴 홍보를 이용하여 국내 농작업기계의 우수성을 전파하고 이를 통해 농업 이미지 향상 및 인식 전환 가능
- 관련기술의 특허출원과 홍보를 위한 국내외 전문 학술지에 게재
- 매스컴 홍보를 통하여 국내 농업기계 기술의 우수성을 두각시킴

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표
1차년도 (2018)	농기계의 주요 유압 부품에 대한 신뢰성 평가 기준 개발	- 펌프, 유압 On/Off 밸브 총 4개 유압 부품에 대한 신뢰성 평가를 위한 시험 시설 및 장비 구축
		- 주요 유압 부품 총 4개에 대한 신뢰성 확보 지원
		- 주요 유압 부품 총 4개에 대하여 자립화 방안 제시
2차년도 (2019)	농기계 작업시 발생하는 작업 부하 제공	- 신뢰성 평가 기준 비교 시험
		- 등가 부하를 이용할 수 있도록 농기계 작업시 발생하는 작업 부하 제공
		- 주요 유압 부품에 대한 신뢰성 평가 매뉴얼 개발
3차년도 (2020)	농기계 작업 부하에 따른 신뢰성 평가 기준 개발	- 작업 부하를 이용하여 등가 부하 계산 및 제공
		- 평가를 위한 시험 시설 및 장비 구축
		- HST 평가를 위한 시험설비 구축
		- 비례제어밸브 평가를 위한 시험설비 구축
2차년도 (2019)	신뢰성 시험 진행 및 신뢰성 확보 지원	- 유압부품 14건 시험 진행
		- 유압부품 신뢰성 확보 지원
		- HST, 비례제어밸브 부하실측 제공
		- 등가부하 계산
3차년도 (2020)	신뢰성 평가 매뉴얼(방법 및 기준) 개발	- HST평가기준 및 내구성평가 방법 개발
		- 비례제어밸브 평가기준 및 내구성평가 방법 개발
		- 평가를 위한 시험 시설 및 장비 구축
		- 유압호스 내구시험 수행을 위한 시험장비구축
3차년도 (2020)	농작업시 유압호스 부하데이터 제공	- 농업기계 유압부품 품질향상을 위한 제도 등 정책제안
		- 농업기계 활용 유압부품 14건 시험성적 발급
		- 유압 호스 신뢰성 평가 매뉴얼 개발
		- 농작업 부하를 이용하여 등가 부하 계산 및 주관기관에 제공

3-2. 목표 달성여부

구분 (연도)	연구목표	연구내용	달성도	
1차년도 (2018)	펌프, 유압 On/Off 밸브 총 4개 유압 부품에 대한 신뢰성 평가를 위한 시험 시설 및 장비 구축	- 파워팩, 계측센서, 제어용 밸브류 및 기타 유틸리티 등 3가지로 구성하여 구축함.	100%	
		- 주요 유압 부품 총 4개에 대한 신뢰성 확보 지원	- 유압 펌프 및 밸브 시험장치를 구성 및 시험 수행	100%
		- 주요 유압 부품 총 4개에 대하여 자립화 방안 제시	- 주요 부품에 대해 신뢰성 평가업무를 수행하고, 업무에 활용하여 주요 부품 품질 향상 지원	100%
		- 신뢰성 평가 기준 비교 시험	- 실사용 시간과 등가부하를 고려, Bx Life 보증을 위한 신뢰 수준과 시험시간 단축	100%

2차년도 (2019)	HST 평가를 위한 시험설비 구축	- 파워팩(100PS), 압력, 토크, 회전속도 등의 센서로 구성된 시험설비 구성	100%
	비례제어밸브 평가를 위한 시험설비 구축	- 파워팩(75PS), 압력, 토크, 회전속도 등의 센서로 구성된 시험설비 구성	100%
	유압부품 14건 시험 진행	- 유압펌프 : 농업용트랙터 메인 유압펌프에 대한 시험성적 발급 4건 - 비례제어밸브 : 트랙터 전·후진 선택장치에 대한 시험성적 발급 8건 - On/Off밸브 및 유압호스 : 전차축 구동용 밸브 및 호스 시험성적 발급 각 1건	100%
	유압부품 신뢰성 확보 지원	- 농업용트랙터 차동제한 앞차축 개발품 신뢰성 확보지원 · 차동제한 앞차축을 구성한 유압부품에 대한 성능 및 내구성 평가 수행	100%
	HST, 비례제어밸브 부하실측 제공	- 참여기업 대동, 동양물산, LS엠트론의 농업기계 별 농작업 부하 제공 · 대동 : 콤팩트 HST, 비례제어밸브, 이양기 HST 부하제공 · LS : 트랙터 비례제어밸브 부하제공 · 동양 : 트랙터 HST 부하제공	100%
	등가부하 계산	- 트랙터, 콤팩트, 이양기의 HST, 비례제어밸브 사용조건상에서 측정된 압력과 속도 등에 대하여 등가 부하를 계산	100%
	HST평가기준 및 내구성평가 방법 개발	- 성능평가 지표선정 · 국내외 단체표준 등을 연구하여 농업기계에 활용될 수 있는 평가기준을 선정	100%
비례제어밸브 평가기준 및 내구성평가 방법 개발	- 내구성 평가를 위한 절차 및 방법, 신뢰성(유효성) 확보를 위한 기준 선정	100%	
3차년도 (2020)	- 신뢰성평가를 위한 시험시설 및 장비 구축	- 유압호스 내구시험 장비구축 1점(4제품 동시수행)	100%
	- 신뢰성 시험 진행 및 신뢰성 확보 지원	- 농업기계 유압부품 검정방법 및 기준 신설 정책제안 - 농업기계 활용 유압호스 16건에 대한 시험성적 발급	100%
	- 농작업시 유압 호스 부하 데이터 제공	- 베일러 및 랩핑작업시 유압 호스 부하 데이터 제공	100%
	- 유압 호스 신뢰성 평가 매뉴얼 개발	- 농업기계용 유압 호스 신뢰성 평가 매뉴얼 개발 수행	100%
	- 농작업 부하를 이용하여 등가 부하 계산 및 주관기관에 제공	- 제공받은 농작업시 유압 호스 부하 데이터를 통해 등가부하 계산을 수행 및 주관기관에 전달완료	100%

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

4. 연구결과의 활용 계획 등

- 국내 주요 농업기계의 취약한 유압 시스템의 핵심 부품에 대한 신뢰성 평가 기준 제시 및 신뢰성 평가 시험을 통하여 고품질 부품 생산을 지원할 계획
 - 시험방법과 절차 (농업기계 검정 및 안전관리 세부실시요령)는 대국민 공표대상으로 누구든 필요에 의해 열람·활용이 가능하며, 시험장비를 필요로 하는 경우 농업기술실용화재단의 시험장비를 활용
- 국내 주요 농업기계의 3기종에 대한 유압 시스템의 주요 부품에 대한 신뢰성 평가를 통하여 국내외 농가에 고성능·고내구성 등의 고품질 제품 제공에 기여
- 정격 출력, 정격 토크, 정격 회전 속도 등을 이용한 기존 농업기계의 신뢰성 평가를 실제 농작업 시 발생하는 작업 부하를 이용한 신뢰성 평가를 통하여 보다 현실적인 신뢰성 평가 기준 마련
- 농업기계 전문 농업기술실용화재단에서 농업기계에 특화된 신뢰성 평가 기준을 제시 및 신뢰성 평가 시험을 통하여 국산 농기계에 대한 신뢰성 향상에 기여
- 향후 수입 농업기계의 유압부품과 국산 농업기계의 유압부품에 대한 비교평가 방법으로 활용하여, 국산 유압부품의 개선보안 점을 도출하는 기초 매뉴얼로 활용
- 건설기계, 자동차 등 다른 분야에 많이 있는 신뢰성 평가 기준을 농업기계에서도 실현을 통하여 농업기계 분야 발전에 기여

붙임. 참고문헌

1. 이대현, 2011, 석사논문, 트랙터의 포장작업에 따른 소요동력 분석, 성균관 대학교.
2. 신뢰성 평가센터, RS B 0035 : 산업용 초고압 펌프.
3. 신뢰성 평가센터, RS B 0063 : 농기계용 기어펌프.
4. 신뢰성 평가센터, KS B 6340 : 유압용 베인 펌프.
5. 신뢰성 평가센터, KS B 6341 : 유압용 기어 펌프.
6. 신뢰성 평가센터, KS B 6362 : 유압 펌프 및 유압 모터의 소음레벨 측정 방법.
7. 신뢰성 평가센터, KS B 6506 : 유압 플런저 펌프.
8. International Organization for Standardization, ISO 4412-1 : Measurement of airborne noise from hydraulic fluid power systems and components.
9. International Organization for Standardization, ISO 6263 : Hydraulic fluid power - Compensated flow-control valves - Mounting surfaces.
10. Japanese Industrial Standards Committee, JIS B 8350 : Methods of Noise Level Measurement for Oil Hydraulic Pumps and Motors.
11. Japanese Industrial Standards Committee, JIS B 8351 : Vane Pumps for Hydraulic Use.
12. Japanese Industrial Standards Committee, JIS B 8352 : Gear Pumps for Hydraulic Use.
13. Japanese Industrial Standards Committee, JIS B 8661 : Test Methods for Electronically Controlled Oil Hydraulic Pumps.
14. Japanese Industrial Standards Committee, JIS B 8351 : Vane pumps for hydraulic use.
15. Society of Automotive Engineers, SAE J745 : Hydraulic power pump test procedure.
16. Society of Automotive Engineers, SAE J2311 : Automatic transmission hydraulic pump test procedure.
17. 한국신뢰성협회, RS-KIMM-2013-0171 : 유압용 고압 볼 밸브.
18. 한국신뢰성협회, KS B 6346 : 유압용 서브플레이트 볼이 4포트 솔레노이드 밸브.
19. International Organization for Standardization, ISO 4412-1 : Hydraulic fluid power - Test code for determination of airborne noise levels.
20. International Organization for Standardization, ISO 6403 : Hydraulic fluid power - Valves controlling flow and pressure - Test methods.
21. Japanese Industrial Standards Committee, JIS C 4553 : DC solenoids for general purpose.
22. Japanese Industrial Standards Committee, JIS C 4554 : AC solenoids for general purpose.

23. Society of Automotive Engineers, SAE J747 : Control valve test procedure.
24. National Fire Protection Association, T3.5.28 : Hydraulic fluid power - Valves - Pressure differential-Flow characteristic - Method of measuring and recording.
25. 한국신뢰성협회, RS-KORAS-KIMM-180 : 트랙터용 기계-유압식 무단 변속기.
26. 한국신뢰성협회, RS B 0021 : 파워스티어링용 비례 릴리프 밸브.
27. 한국신뢰성협회, RS B 0058 : 비례 감압 밸브
28. 한국신뢰성협회, RS B 0165 : 카트리지형 유압 솔레노이드 방향 제어 밸브
29. 한국신뢰성협회, RS R 0059 : 자동 변속기용 솔레노이드 밸브

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 농기계 성능 검증 위탁연구조직(CRO) 육성				
	(영문) Development of Contract Research Organizations(CRO) for agricultural machinery performance verification				
주관연구기관	농업기술실용화재단		주 관 연 구 책 임 자	(소속) 농업기술실용화재단	
참 여 기 업	LS 엠트론, 대동공업, 동양물산, 국제종합기계, 충남대학교			(성명) 한태호	
총연구개발비 (1,530,000 천원)	계	1,530,000	총 연구 기간	2017.11 15. ~ 2020.11.(3년 0월)	
	정부출연 연구개발비	903,000	총 참 연 구 원 수	총 인 원	37
	기업부담금	627,000		내부인원	13
	연구기관부담금	-		외부인원	24
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <p>본 연구는 농업기계의 성능 검증 기술 향상을 위해 수행되었으며, 위탁연구조직 육성을 수행하고자 하였다. 농업기계주요 부품 총 5개(유압 펌프, On/Off 밸브, 정유압변속기, 비례제어밸브, 유압 호스)에 대해 신뢰성 평가기술 향상을 목표로 하였으며, 이를 위해 신뢰성 평가 기준 및 매뉴얼 개발, 평가 시험 시설 및 장비 구축, 신뢰성 시험 수행 및 농작업시 부하를 통한 평가 기준 개발을 수행하였다.</p> <p>○ 연구내용 및 결과</p> <p>주요 농업기계 3종(트랙터, 콤파인, 이앙기)에 사용되는 주요부품 5개에 대해 신뢰성 평가 기준, 매뉴얼 개발, 평가 시험 시설 및 장비구축, 신뢰성 시험 수행 및 농작업시 부하를 통한 평가 기준 개발을 수행하였다. 신뢰성 평가 시험 시설 및 장비를 구축해 참여기관인 농업기계 개발사의 주요 유압 부품의 신뢰성 평가 시험을 수행하였다. 또한 농작업시 유압 부품 부하 계측과 등가부하를 통해 시험 기준 개발을 수행하였다</p> <p>○ 연구성과 활용실적 및 계획</p> <p>본 연구의 결과를 통해 국내·외 학술대회 각각 3, 2건, 국내논문 3건, 특허출원 2건의 실적을 등록하였으며, 농업기계 개발사의 주요 부품 시험 중 유압 펌프 4건, 비례제어밸브 8건, On/Off 밸브 및 호스 각 1건, 유압호스 총 16건의 기술 인증 시험, 1건의 정책활용을 수행하였다. 본 연구 결과를 통해 개발된 신뢰성 평가 기준 및 매뉴얼을 통해 향후 고성능, 고내구성 등의 고품질 유압 시스템 주요 부품 제공 기여가 가능할 것으로 판단된다.</p>					

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		817040-03	
사업구분	기술사업화지원사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	기술사업화지원사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	농기계 성능 검증 위탁연구조직(CRO) 육성			과제유형	개발
연구기관	농업기술실용화재단			연구책임자	한태호
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2017.11.15.-20 18.11.14	301,000	209,000	510,000
	2차연도	2018.11.15.-20 19.11.14	401,000	278,400	679,400
	3차연도	2019.11.15.-20 20.11.14	210,000	139,600	340,600
	계	-	903,000	627,000	1,530,000
참여기업	LS 엠트론(주), 대동공업(주), 동양물산기업(주), 국제종합기계(주)				
상대국			상대국연구기관		

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망


2. 평가일 : 2020.11.14.

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
농업기술실용화재단	책임연구원	한 태 호

4. 평가자(연구책임자) 확인 : 한 태 호

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

확 약	
-----	---

I. 연구개발실적

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (보통)

기존 농업기계용 유압부품의 신뢰성 평가에 사용하던 매뉴얼 및 시험 기준은 유압 부품 제원으로 수행되었으나 본 연구개발결과를 통해 농업기계용 유압부품의 독자적인 매뉴얼과 시험 기준과 방법이 개발되었으며, 시험을 통해 유압 부품의 신뢰성 확보를 지원함.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (보통)

본 연구결과를 통해 농업기계용 유압부품 신뢰성 시험이 수행되며, 향후 고품질의 유압부품이 농업기계에 장착될 수 있을 것으로 판단됨. 또한 농업기계 개발사 및 유압 부품 개발사에서 농업기계에 특화된 유압부품의 생산을 수행 할 것으로 판단됨.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (보통)

본 연구를 통해 개발된 유압부품의 신뢰성 시험 매뉴얼, 기준 등은 향후 국내 농업기계 유압 부품의 신뢰성 시험에 활용이 가능할 것으로 판단되며, 특히 농작업시 유압 부하 계측 기술과 결과를 통해 최적 설계에 활용이 가능할 것으로 판단됨.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

본 연구를 위해 수행된 내용은 전반적으로 수행노력의 성실도가 우수하다고 판단되며, 특히 본 연구의 목적인 고품질 농업기계 주요 유압 부품의 신뢰성 시험을 위한 신뢰성 확보 지원과 신뢰성 평가 기준 개발에 대한 항목의 수행 노력의 성실도가 아주 우수한 것으로 판단됨

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (우수)

본 연구를 통해 수행된 논문 및 학술발표는 농업관련 저널 및 학술대회에서 게재 및 발표였으며, 특히 학술대회의 경우 미국 농공학회의 ASABE에서 주최하는 학술대회에서 발표를 수행하였음. 또한 출원한 특허의 경우 본 과제의 내용과 밀접한 연관성이 있는 것으로 판단됨.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
주요 유압 부품의 평가를 위한 신뢰성 평가를 위한 시험 시설 및 장비 구축	20	100	신뢰성 시험 시설 및 장비 구축 완료
주요 유압 부품 총 4개에 대해 신뢰성 확보 지원	10	100	유압 펌프 및 밸브 시험 장치 및 시험 수행
주요 유압 부품 총 4개에 대해 자립화 방안 제시	10	100	신뢰성 평가 업무 수행 및 활용 후 주요 부품 품질 향상 지원
신뢰성 평가 기준 비교 시험	10	100	실사용 시간, 등가 부하, Bx Life 등을 고려한 신뢰수준과 시험시간 단축
유압부품 14건 시험 진행	20	100	유압 부품 4건, 비례제어밸브 8건, On/Off 밸브 및 호스 1건에 대해 검증 시험 수행
농작업시 유압 부품에 작용하는 부하 계측 및 주관기관에 제공 부하실측 제공	10	100	참여기업을 통해 농작업시 유압 부품에 작용하는 부하 계측 수행
주요 유압 부품의 평가 기준 및 내구성 평가방법 개발	10	100	주요 유압 부품의 평가 기준 및 내구성 평가방법 개발 시행
농작업시 유압 부품에 발생하는 부하를 이용해 등가 부하 계산	10	100	위탁기관을 통해 농작업시 유압 부하에 대해 등가 부하 계산 수행
합계	100점		

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

기존 농업기계용 유압 부품의 시험은 농업기계용 유압 부품의 시험 기준 및 유압 부품의 제원을 통해 시험을 수행하거나, 건설기계용 또는 산업용 유압 부품의 시험 기준을 참고하였기 때문에 농업기계용 유압 부품의 신뢰성 시험에 비교적 적합하지 않을 수 있었음. 그러나 본 연구에서는 농업기계용 유압 부품의 시험 매뉴얼, 기준, 농작업 수행 순서에 따른 시험 방법을 개발하였으며, 이에 따라 농업기계용 유압 부품의 신뢰성 시험을 통한 신뢰성 향상에 기여가 가능할 것임.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

기존 농업용 유압부품의 신뢰성 시험방법의 시험 기준 설정은 농작업시 발생하는 부하를 고려하지 않았으며, 건설기계용 또는 산업용 유압 부품의 신뢰성 시험 방법을 참고함. 그러나 본 연구를 통해 농작업시 유압 부품에 발생하는 부하를 고려한 시험 기준 설정방법을 제시하였으며, 독자적인 농업기계용 유압 부품의 신뢰성 시험 방법을 제시하였음.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

본 연구의 주요 결과인 농업기계용 유압 부품의 신뢰성 시험에 대한 내용으로, 향후 주관기관이 농업기계용 유압 부품의 검증을 위해 신뢰성 시험 방법으로 사용하고자 함. 또한 농업기계 및 유압 부품 개발사는 본 실험 과정 설계를 반영하여 최적 설계를 수행할 수 있을것으로 판단되며, 향후 신뢰성 평가의 항목을 구체화하며, 보완 및 수정이 필요할 것으로 판단됨

IV. 보안성 검토

○ 해당없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

○ 해당없음

2. 연구기관 자체의 검토결과

○ 해당없음

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	농업기계	
연구과제명	농기계 성능 검증 위탁연구조직(CRO) 육성			
주관연구기관	농업기술실용화재단	주관연구책임자	한태호	
연구개발비	정부출연연구	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	903,000,000 원	627,000,000원	- 원	1,530,000,000 원
연구개발기간	2017.11.15. ~ 2020.11.14			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input checked="" type="checkbox"/> 기타(사업화) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 농업기계용 유압 부품 신뢰성 평가 기술 개발	농업기계용 유압 부품 5개 항목(유압 펌프, On/Off 밸브, 정유압 변속기, 비례제어밸브, 유압 호스)에 대해 신뢰성 평가 기술 개발 수행
② 농작업 부하를 반영한 신뢰성 평가 기준 개발	농작업시 유압 부하 계측을 통해 신뢰성 평가 기준 개발

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책 활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	백만원	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건			
가중치	30									10			30			30			
최종목표	2	1								28		3	3			1			
연구기간내 달성실적	2	0								30		3	5			1			
달성율(%)	100	0								107		100	167			100			

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	주요 유압 부품 신뢰성 평가 매뉴얼 개발
②	농작업시 유압 부하 계측 데이터 처리 기술 개발

5. 연구결과별 기술적 수준

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

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	농업기계용 주요 유압 부품의 신뢰성 평가시험에 활용 농업기계 제조사가 유압부품의 자체평가에 활용할 수 있도록 '농업기계 검정방법'으로 제정공표하여, 유압부품 품질 향상에 기여
②의 기술	다양한 농작업 부하 계측 데이터를 통해 신뢰성 평가 기준 개발

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	정책 활용	
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치	30									10				30			30		
최종목표	2	1								28		4		3			1		
연구기간 내 달성실적	2	0								30		3		5			1		
연구종료 후 성과창출 계획												2		2			1		

주의

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