

32160-2

농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발

2023

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개() 발간등록번호(O)
첨단농기계산업화 기술개발사업 2023년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004462-01

농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발

2023.12.14

주관연구기관 / (주)그린맥스
협동연구기관 / (주)지능로봇스튜디오
전북대학교산학협력단

농림축산식품부

(전문기관) 농림식품기술기획평가원

최종보고서				보안등급									
				일반[<input checked="" type="checkbox"/> , 보안[<input type="checkbox"/>]									
중앙행정기관명		농림축산식품부		사업명	사업명			첨단농기계산업화 기술개발사업					
전문기관명		농림식품기술기획평가원			내역사업명			농기계산업혁신기술					
공고번호		공고 제 농축2021-26호		총괄연구개발 식별번호			-						
				연구개발과제번호			32160-2						
기술분류	국가과학기술 표준분류		1순위 LB0801	60%	2순위 LB0203	30%	3순위 LB0104	10%					
	농림식품과학기술분류		1순위 RC0101	100%	2순위 -	-%	3순위 -	-%					
총괄연구개발명		국문		-									
		영문		-									
연구개발과제명		국문		농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발									
		영문		Development of compact multipurpose electric vehicle(e-UTV) fo agriculture									
주관연구개발기관		기관명		(주)그린맥스		사업자등록번호		401-85-09439					
		주소		(우)54531 전북 익산시 황등면 후정4길 58-34		법인등록번호		110111-0666854					
연구책임자		성명		-									
		연락처		직장전화		휴대전화							
				전자우편		국가연구자번호							
연구개발기간		전체		2021. 04. 01 - 2023. 06. 30(2년 03개월)									
		단계		1단계		2021. 04. 01 - 2021. 12. 31(-년 09개월)							
				2단계		2022. 01. 01 - 2023. 06. 30(1년 06개월)							
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비		기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금		합계		연구개발비 외 지원금			
		현금		현금		현금		현금					
		현물		현물		현물		현물					
		합계		합계		합계		합계					
총계		910,000	14,100	205,000				924,100	226,900	1,151,000			
1단계		1년차		390,000	-	100,000			390,000	100,000	490,000		
		2년차		520,000	14,100	105,000			534,100	126,900	661,000		
공동연구개발기관 등		기관명		책임자		직위		휴대전화		전자우편		비고	
공동연구개발기관		지능로봇스튜디오										역할	
		전북대학교										기관유형	
												공동연구 중소기업	
												공동연구 대학	
연구개발담당자 실무담당자		성명		-									
		연락처		직장전화		휴대전화							
				전자우편		국가연구자번호							

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

2023년 08월 25일

연구책임자: 김승완 (인)

주관연구개발기관의 장: (주)그린맥스 강 대 식 (직인)

공동연구개발기관의 장: (주)지능로봇스튜디오 백 유 준 (직인)

공동연구개발기관의 장: 전북대학교산학협력단 손 정 민 (직인)

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명		첨단농기계산업화기술개발사업		총괄연구개발 식별번호		-											
내역사업명		농기계산업혁신기술		연구개발과제번호		32160-2											
기술 분류	국가과학기술 표준분류	1순위 LB0801	60%	2순위 LB0203	30%	3순위 LB0104	10%										
	농림식품 과학기술분류	1순위 RC0101	100%	2순위 -	-%	3순위 -	-%										
총괄연구개발명																	
연구개발과제명		농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발															
전체 연구개발기간		2021. 04. 01 - 2023. 06. 30(2년 03개월)															
총 연구개발비		총 1,151,000천원 (정부지원연구개발비: 910,000천원, 기관부담연구개발비 : 241,000천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)															
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[<input checked="" type="checkbox"/>] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준(TRL6) 종료시점 목표(TRL8)											
연구개발과제 유형		-															
연구개발과제 특성		-															
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 전기 동력 장치 시뮬레이션을 통한 최적 설계 및 개발 - 험로주행이 가능한 농업용 전기 이동 장치 개발 - 차체, 구동장치, 충전시스템, 화물 적재·덤프부 개발 - 전복 관련 위험성 방지 및 장치 안전성 확보 - 조향부, 제동부, 통신시스템 설계 및 시제품 개발 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">최고속도</th> <th style="width: 20%;">등판능력</th> <th style="width: 20%;">적재중량</th> <th style="width: 20%;">전복 안전성</th> <th style="width: 20%;">최대출력</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">30km/h 이하</td> <td style="text-align: center;">25%</td> <td style="text-align: center;">500kg</td> <td style="text-align: center;">30°</td> <td style="text-align: center;">18kW</td> </tr> </tbody> </table>						최고속도	등판능력	적재중량	전복 안전성	최대출력	30km/h 이하	25%	500kg	30°	18kW
	최고속도	등판능력	적재중량	전복 안전성	최대출력												
30km/h 이하	25%	500kg	30°	18kW													
전체 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 소형 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 시뮬레이션을 통한 전기 동력 장치 최적 설계 모델 개발 <ul style="list-style-type: none"> • 주행, 운반, 농작업 모드에서 배터리팩 전압(V), 전류(Ah), 총방전전력(W), 부하토크(Nm) 시뮬레이션 • HILS 구축을 통한 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) - 험로 주행 및 농작업 전기 이동 장치 특성 평가 <ul style="list-style-type: none"> • 저속 및 초저속에서 최대토크를 낼 수 있는 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 전용 자동 변속기 개발 • 험로 주행 시 바퀴 접지분리 방지를 위한 주행부 설계기술 개발 • 주행 및 농작업 모드 분리 2차 변속기 개발 • 차체, 구동장치, 충전시스템, 화물 적재·덤프부 개발 • 차체 및 보호 구조물의 경량화·방수·내부식 구조 설계 • UTV 농작업에 최적화된 구조의 새시 및 적재함, 덤프 장치 개발 • 고령자 및 여성 농업인도 쉽게 조작이 가능한 운전 및 작업 장치 • 운전자 친화형 스마트 HMI 개발 - 전복 관련 위험성 방지 및 안전성 확보 <ul style="list-style-type: none"> • 운전자 보호 안전벨트 및 ROPS 기준 안전(보호) 프레임 • 경사지 미끄럼 방지 EM 브레이크 및 경사 경보 장치 																

연구개발 목표 및 내용	전체 내용	<ul style="list-style-type: none"> • 속도 비례 충돌 방지 알고리즘 및 자동 안전 대응 장치 • 액셀레이터에서 발을 떼면 자동으로 작동하는 전자 브레이크 • UTV 안전표지 디자인 및 적재물 낙하 방지용 가이드 - 조향부, 제동부, 통신 시스템 설계 및 시제품 개발 <ul style="list-style-type: none"> • CAN BUS 기반 e-UTV 주행 및 작업 제어 ECU 개발 • e-UTV 전력 제어 시스템 컨트롤러 • e-UTV 전용 조향 및 제동 메커니즘 및 제어 ECU 개발 • 제어 요소별 모듈화 및 시제품 제작 - 운전·정비 지침서 및 예비품 목록 작성 <ul style="list-style-type: none"> • e-UTV 운전자 매뉴얼 개발 • e-UTV 고장 대응 및 정비 지침서 개발 <p>○ 소형 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 실증</p> <ul style="list-style-type: none"> - 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 제작 및 성능 평가 <ul style="list-style-type: none"> • e-UTV 모듈별 성능 및 기능 시험 • e-UTV 완성차 조립 및 주행·운반 작업 성능 평가 - 충방전 시스템 및 전력 계통 관련 성능, 효율, 안전성 시험 <ul style="list-style-type: none"> • 충방전 시스템 및 전력 계통 성능, 시스템 효율 등의 평가를 위한 한국농업기술진흥원 지도 검정 • e-UTV 주요 부품의 안전 인증(한국기계전기전자시험연구원 KC 인증)
--------------	-------	---

연구개발성과	○ 최대 출력 18kW급 4륜구동 소형 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발(특허출원 3건)																																												
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">18kW급 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 설계기술 확보 및 시작기 제작</p> <p>- 18kW급 4륜 구동 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 주요 제원</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>항목</th> <th>제원</th> <th>항목</th> <th>제원</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>길이(mm)</td> <td>3450</td> <td>적재중량(kg)</td> <td>500</td> </tr> <tr> <td>폭(mm)</td> <td>1540</td> <td>등판능력(%)</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>높이(mm)</td> <td>1610</td> <td>횡 전도각(°)</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>중량(kg)</td> <td>619</td> <td>최대속도(km/h)</td> <td>23.1</td> </tr> </tbody> </table> <p>- 기존 농업용 전기 운반차 대비 성능 개선 및 기술적 차별성</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>성능</th> <th>단위</th> <th>기존품</th> <th>개발품</th> <th>비교</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>화물 적재량</td> <td>kg</td> <td>300 이하</td> <td>500</td> <td>67%▲</td> </tr> <tr> <td>경사지 등판능력</td> <td>%</td> <td>15 이하</td> <td>25 이상</td> <td>67%▲</td> </tr> <tr> <td>경사지 전도 안정성</td> <td>°</td> <td>20 이하</td> <td>30 이상</td> <td>50%▲</td> </tr> <tr> <td>바퀴 구동 방식</td> <td>-</td> <td>대부분 2륜 구동</td> <td>차축 독립형 4륜 구동</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ (기존품)의 일부 4륜 구동 차량들은 하나의 모터로 전후 차축을 동시에 구동함으로 에너지 효율 및 제어 성능이 저하되는데 반해 (개발품)에서는 부하에 따라 전후 차축의 모터 속도와 토크를 독립적으로 제어함으로 에너지 효율과 제어 성능을 높임</p>	항목	제원	항목	제원	길이(mm)	3450	적재중량(kg)	500	폭(mm)	1540	등판능력(%)	30	높이(mm)	1610	횡 전도각(°)	30	중량(kg)	619	최대속도(km/h)	23.1	성능	단위	기존품	개발품	비교	화물 적재량	kg	300 이하	500	67%▲	경사지 등판능력	%	15 이하	25 이상	67%▲	경사지 전도 안정성	°	20 이하	30 이상	50%▲	바퀴 구동 방식	-	대부분 2륜 구동	차축 독립형 4륜 구동
항목	제원	항목	제원																																										
길이(mm)	3450	적재중량(kg)	500																																										
폭(mm)	1540	등판능력(%)	30																																										
높이(mm)	1610	횡 전도각(°)	30																																										
중량(kg)	619	최대속도(km/h)	23.1																																										
성능	단위	기존품	개발품	비교																																									
화물 적재량	kg	300 이하	500	67%▲																																									
경사지 등판능력	%	15 이하	25 이상	67%▲																																									
경사지 전도 안정성	°	20 이하	30 이상	50%▲																																									
바퀴 구동 방식	-	대부분 2륜 구동	차축 독립형 4륜 구동	-																																									

○ 최대 출력 18kW급 4륜구동 소형 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 세부 개발 기술

- 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 프레임 구조 설계 및 바디프레임 해석 기술
 - 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)를 3D 설계툴(SolidWorks 2022)을 이용하여 설계하고, Ansys Workbench Mechanical을 사용하여 유한요소 해석에 의한 전산해석을 수행하여, 정적 환경과 동적 환경에서 설계 모델의 안정성과 적정성 검토
 - 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 설계 모델의 전도 안정성 분석
 - ▶ 무게중심 : $x = 635mm, y = 1000mm, z = 650mm$
(x, y : 회전 중심 기준, z : 전방 휠 바닥면 기준)
 - ▶ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)의 전도 시뮬레이션을 수행한 결과 최소 회전반경을 7m, 차체 중량 800kg의 무게에 500kg의 화물을 적재한 상태에서 운전석 캐빈에 80kg 체중의 2인이 탑승하는 조건에도 원심력 대비 복원력은 1.47로 비교적 높은 안전율을 확보할 수 있음
 - 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 설계 모델의 정하중 해석
 - ▶ 물성치 특성은 AISI1020과 AISI1030을 적용하고, 밀도는 7.8g/cm³, 항복강도는 350Mpa, 440Mpa를 각각 적용함
 - ▶ 해석 경계 조건으로는 본체 중량을 700kg, 적재함 중량을 100kg, 운전석 및 조수석 탑승자 각각 80kg, 적재 화물 중량을 500kg으로 하여 총 1460kg의 하중이 인가되는 것으로 가정함
 - ▶ 해석 결과 부분적으로 459.7Mpa 최대응력이 집중되는 것으로 나타났으며, 최대 변형량은 9.2mm로 일부 부재에 대하여 구조적 보강을 실시함
 - 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 프레임의 모달 해석
 - ▶ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 프레임의 고유 진동수와 공진 주파수에 의해 인가되는 응력 파악을 위해 모달 해석을 실시함
 - ▶ pre-stress를 적용한 Static Analysis 모달 해석을 수행함. pre-stress는 PSD random vibration(수송 진동) 국방 분야 시험 규격인 MIL-STD-810 w/CHANGE 1. METHOD 5147.C Category 4 Procedure 1을 적용하여 x, y, z 방향으로 각각 해석을 수행한 결과 하중 지지부 / 프레임 연결부 등에서 350 ~ 850Mpa 수준의 응력이 고유 진동에 의해 발생하는 것으로 나타남
 - 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 프레임의 충격 및 충돌해석
 - ▶ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 프레임의 충격 내성을 평가하기 위하여 response spectrum(충격반응을 위한 스펙트럼 모델)으로 MIL-STD-810G w/CHANGE 1. METHOD 516.7, Procedure 1을 적용하여 시뮬레이션을 수행함
 - ▶ 충격하중에 대하여 x, y, z 방향에서 각각 해석을 수행한 결과 충격하중에 대하여 전체적으로 구조 강성은 높지 않은 것으로 평가됨. 특히 캐빈 전방부와 모터가 조립되는 프레임 구조물 부근의 강성이 취약한 것으로 나타나 리브와 보강 프레임을 추가하여 강성을 확보할 수 있도록 설계를 보완함(vertical : 14.572Mpa, traseverse : 69.145Mpa, Longitudinall : 16.034Mpa)
- 서스펜션 설계 및 평가
 - 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 서스펜션 설계
 - ▶ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)의 서스펜션은 주행과 지형 적응만을 고려할 경우 경운과 같은 견인작업에서 차체의 출력거림으로 인한 현팅이 발생하여 견인 농작업의 효율이 저하되고, 견인작업을 위해 스프링 계수를 크게 하면 오프로드에서의 적응력이 매우 떨어지게 되는 문제점이 있어, 도로 면의 굴곡, 충격하중, 브레이크 작동, 하중 변화 등을 고려한 ATV 서스펜션 설계기술을 개발함
 - ▶ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)를 다양한 견인 및 운반 농작업에 이용하는 것을 가정하여 적절한 댐핑 범위를 갖는 스프링 파라미터를 시뮬레이션을 통해 설계함
 - 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 선정 및 평가를 위한 시뮬레이션
 - ▶ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)는 전후방 히치를 갖추고 있어 농작업기의 장착과 농업용 자재 운반이 가능한 다목적 차량임을 가정하였으며, 공차시 중량은 배터리 중량을 포함하여 약 800kg, 최대 적재 하중은 500kg으로 설계하여 시뮬레이션 적용함

- ▶ 서스펜션 모델은 현재 UTV 차량에 가장 많이 사용되고 있는 모델로서 스프링과 댐퍼로 구성되어, 차량 중량의 경량화와 제작 비용 측면에서 저렴한 맥퍼슨 스트럿 모델을 적용함
- ▶ Matlab의 Simulink를 이용하여 모델을 구성하고, 상용의 서스펜션 스프링을 기준으로 4가지 시험 요인을 설정하고, 시뮬레이션은 차량의 공차중량인 800kg에서와 500kg의 화물을 적재한 상태인 1300kg의 하중 상태로 나누어 수행하였음
- ▶ 설계 하중을 견디며, 오프로드에서의 이동과 운반작업을 수행해야 하는 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)의 서스펜션을 위해서는 스프링 계수 20000 ~ 30000Nm의 범위에 있는 상용제품의 스프링을 선택하는 것이 적절한 것으로 나타남
- ▶ UTV의 서스펜션 스프링의 가동범위가 300mm 내외임을 고려하면 공차 시의 가동은 30% 수준이며, 적재물을 만재한 상태에서도 가동범위가 60% 이내의 수준임

○ 동력 전달 체계 및 제어 알고리즘 개발

- 동력 전달 구동계 설계

- 지금까지의 농업용 전기 운반차에 적용된 구동 시스템은 대부분 하나의 차축에만 구동력을 공급하여 전륜 구동 또는 후륜 구동으로 움직이거나, 4륜 구동을 채택한 기종에서도 하나의 구동 모터를 사용하여 전방 차축과 후방 차축에 동시 동력 공급으로 주행 노면의 환경에 따라 달라지는 각 바퀴의 속도와 토크에 따라 동력 공급을 제어하기 어려운 문제점을 해결함
- 이로 인해 불필요한 동력이 차축에 공급됨으로 배터리의 이용효율을 저하시키고 차량의 주행 안정성을 해치는 주요 원인이 됨
- 농업용 전기 운반차에 주행 동력을 공급하기 위하여 다중 구동 모터를 사용하는 것은 여러 이점에도 불구하고 각 구동 모터의 전력을 속도와 부하에 따라 실시간 제어해야 하는 기술적 문제를 해결하기 위하여 시뮬레이션 모델을 개발하고 검증함
- 별도의 모터를 전방 및 후방 차축에 장착하는 전후방축 독립 구동 방식의 4WD 농업용 전기 운반 차량은 많은 이점을 가질 수 있어 전방 차축과 후방 차축이 독립적인 전기모터로 구동되는 2축 4WD 전기 구동형 모델로 개발함

- 4WD 드라이브 시스템 구성

- 독립적으로 운영되는 브러시리스 DC(BLDC) 모터의 로터 샤프트는 기구적으로 차동 변속기(AMT)와 연결됨
- 모터에서 발생하는 구동 토크를 MT 기어박스를 통한 휠 사이드로 전달되며, VCU(Vehicle Control Unit)는 엑셀 페달 시그널과 전후방축 바퀴의 속도를 센서로 입력받아 전방 및 후방 차축에 연결된 각각의 BLDC 모터를 독립적으로 작동할 수 있도록 BLDC 모터 드라이버를 통해 제어함
- 동력전달 시스템 하드웨어는 크게 5kW π 인verter 모터와 모터 드라이버, 감속 및 차동 기어 TM, 모터 제어 VCU로 구성되며, VCU의 모터 컨트롤러는 주로 BLDC 모터의 회전 속도와 입력 및 MT 변속기의 출력 샤프트, 운전자의 스로틀 페달로 입력부 및 변속레버 신호 및 위치 기어 변경 모터 등의 구성요소를 통해 모터의 속도와 토크를 민감하고 정확하게 전달하고 제어하도록 함

- 4WD 드라이브 시스템 토크 분배 제어 알고리즘

- 차량의 전후륜 타이어가 각각 위치해있는 바퀴 아래의 노면의 상태가 서로 다르기 때문에 전후방 차축의 모터가 생성한 회전동력을 바퀴 구동의 종단부까지 효율적으로 전달하여 수평방향의 추진력으로 발생시키기 위해서는 타이어와 바퀴 사이의 마찰계수 변화에 따라 모터의 출력 제어를 통해 바퀴의 출력 토크를 제어하는 것이 필요함
- 타이어 - 노면 마찰계수의 차이로 발생하는 전단 또는 후단의 각 바퀴에 가해지는 구동력과 토크를 편차에 따라 바퀴의 속도를 제어하고, 휠 슬립을 방지하기 위해 전후방 모터의 토크 배분비를 제어하는 슬라이딩 모드 제어이론을 다음 순서에 따라 4WD EV에 적용함
- 가속 중인 휠 슬립 비율 λ 는 전방 차축과 후방 차축의 속도 차이를 다음 식과 같이 슬리 비율 함수로 계산함

$$e = \omega_f - \omega_r = \frac{\lambda_f - \lambda_r}{(1 - \lambda_f)(1 - \lambda_r)}$$

- ▶ 글로벌 슬라이딩 모드 조건을 만족하기 위하여 슬라이딩 표면을 $e = \omega_f - \omega_r$ 로 정의하면 슬라이딩 표면의 변화는 다음과 같음

$$e = \omega_f - \omega_r = \frac{1}{J} [(2s - 1) T_{req} - (\mu_f(\lambda_f) F_{zf} - \mu_r(\lambda_r) F_{zr}) r_w]$$

- 4WD 드라이브 시스템 토크 분배 시스템 성능 검정

- 제안된 EV 구동 시스템을 위하여 슬라이딩 모드 제어 방식에 의한 토크 분배 제어를 위한 알고리즘 검증을 위해 Matlab Simulink를 이용하여 시뮬레이션 시스템을 구성함
 - ▶ 본 제어 전략은 전후축에 장착된 구동륜의 속도 차이를 고려하여 바퀴의 슬립 비율을 제어하는 것이며, ECE 40 드라이브 패턴은 시뮬레이션 기간 동안 모델이 추종해야 할 속도 프로파일로 범용적으로 이용되는 데이터셋임
 - ▶ 또한 드라이빙 모델(ex: PID 제어기 등)은 시스템이 ECE 40 드라이빙 모드를 추종하는 동안 숙련된 운전자의 가속 페달과 브레이크 페달의 조작을 모사하며, 슬립 비율 계산기에서 토크 분할비는(s)는 전후 차축에 장착된 구동륜의 속도 차이에 의해 계산되며, 최종적으로 토크 분배기는 전방 차축에 대한 토크 지령($T_{mref} = T_{req} * s / g_f$)과 후방 차축의 토크 지령($T_{mref} = T_{req} * (1 - s) / g_r$)을 출력함
- 제안된 슬라이딩 모드 제어 전략을 차량의 ECE 40 주행 성능 시험 속도 프로파일 패턴에 따라 2개의 차축 4WD EV에 적용한 결과를 제안된 알고리즘의 토크 분배 효과를 확인하기 위해 전후방 차축의 토크 분배를 50%로 고정하였을 때와 비교함
- (전후방축의 토크 분배비율을 50%로 고정하였을 때) 2개의 차축 4WD EV에 대한 시뮬레이션 결과로 토크 분배 비율을 50%로 고정하고, ECE 40 주행 패턴을 따라 주행하였을 때, 전륜의 일부 가속 구간에서 슬립 현상이 나타남
 - ▶ ECE 40 주행 모드를 따라 주행할 때 가속 초기 일부 구간에서 0.5 이상의 매우 큰 슬립이 발생함. 그러나 후방 차축에서는 가속 기간 동안 후방 차축에 인가되는 정상 하중의 전이로 인해 다소의 속도 변화는 있으나, 전이된 하중이 정상 범위 안에 있기 때문에 뒷바퀴의 슬립이 앞바퀴의 슬립 양보다 작은 0.1 이하로 유지되었음
- (제안된 알고리즘에 따라 전후방축의 토크 분배 비율을 가변적으로 제어하였을 때) 제안된 알고리즘의 효과를 평가하기 위하여 전후방축의 토크 분배 비율을 고정하였을 때와 동일한 주행 조건에서 제안된 제어 알고리즘을 사용하여 실시한 차량의 동적 응답 특성에 대한 시뮬레이션을 실시함
 - ▶ ECE 40 주행 모드를 따라 주행할 때 가속 시에도 전후륜 모두 각 휠의 슬립 비율이 0.1 이하의 최적값으로 효과적으로 억제됨을 알 수 있음
 - ▶ 따라서 제안된 슬라이딩 모드의 토크 배분 제어 전략이 4WD EV를 안정적으로 움직일 수 있고, 휠 슬립 제어가 가능함을 확인함

- 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 소프트웨어 개발

- 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)의 모터 동력 제어를 위한 DSP 프로세서의 펌웨어를 컴파일하면 여러 가지 섹션들이 정의되며, 이 섹션들은 프로그램 코드나 전역변수들, 지역변수, 임시변수, 상수, 벡터 등의 다양한 정보를 포함하고 있어 각각의 섹션에 따른 섹터 배치가 요구됨
- 각 섹션들 중 .cinit, .print, .tex, .econst, .switch는 반드시 RAM 영역에서 구동해야 빠른 속도를 보장할 수 있기 때문에 DSP 기동 시 해당 섹션을 Flash 에서 RAM 영역으로 복사한 뒤 실행하도록 펌웨어 부트 직후 가장 먼저 시작되는 파일인 Flash에서 RAM으로 복사하는 코드를 생성하여 MOVL(Move)와 LCR(branch) 등을 통하여 섹션 내부 데이터를 복사함
- 모터 제어용 알고리즘은 정해진 제어 타이밍마다 최적의 출력값을 계산하여야 하기 때문에 반복적 타이밍으로 제한된 시간 안에 계산을 종료하여야 함. DSP에서 알고리즘 연산을 위해 이러한 반복적 작업을 수행하기 위하여 조건에 따른 프로그램을 분기시켜 코드를 수행하는 인터럽트 기능을 사용하며 타이머 인터럽트, ADC 인터럽트, PWM 인터럽트 등 다양한 조건에 맞는 인터럽트를 구현함

○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 구동용 부품 개발

- 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 구동 모터의 특성 분석 및 선정 검토
 - 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 구동용 영구 자석 모터의 선정을 위하여 모터의 이론적 특성을 검토함. 브러시리스 영구 자석 모터의 설계 및 선정은 자기학, 역학, 열역학, 전자공학, 음향학 및 재료 과학적 측면에서의 검토가 필요하나, 본 연구에서는 차량 구동에 충분한 토크를 확보하기 위한 모터의 자성 측면에 중점을 두어 검토함

- 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 전후방 차축을 각각 독립 구동하기 위한 모터로 차량의 속도와 부하 토크를 고려하여 전방 차축에 대해서는 정격 출력 3kW, 최대 출력 7.8kW, 72V 56A의 출력 조건에서 1750rpm을 갖는 영구 자석 BLAC 모터를 선정, 후방 차축에 대해서는 정격 출력 7kW, 최대 출력 10.5kW, 정격 출력 조건에서 2100rpm을 갖는 모델을 선정함
- 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 전력 변환기 및 동력제어기 개발
 - 모터에 공급되는 전력 변환을 위한 인버터 제어기는 크게 Digital Control Part부와 Power Stack Part부로 구분하며, 회로의 안정된 동작을 위하여 전기적 절연상태로 설계함
 - Digital Control Part부는 전류 제어 알고리즘을 수행하기 위하여 소수점 연산이 가능한 TI사의 TMS320F23877D 칩을 이용하여 설계하였으며, 안정된 신호 검출을 위하여 기계적 신뢰성 특성이 우수한 Resolver 센서를 적용함
 - TI사의 TMS320F23877D 칩 패키징 타입 중 176-PIN 타입 PTP 칩을 사용한 모듈을 활용하여 구성하였으며, TMS320F23877D 칩에서 지원되는 기능의 리스트에서 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)의 모터 제어보드에 필요한 기능들을 선정하여 제어 보드이 입출력 기능을 정의함
 - 모터 제어 보드의 속도를 제어하기 위해서는 인버터를 구동하여야 하는데, 이 인버터들은 다수의 PWM 채널의 동시 구동으로 제어되고, 2레벨 인버터는 6개의 PWM 신호로 제어되기 때문에 TMS320F23877D 칩은 25개의 PWM 출력을 가지고 있어 4개의 2레벨 인버터가 동시에 구동 가능함
 - 모터 제어를 위해서는 전류 및 회전자 각도 정보를 피드백 받을 필요가 있으며 이를 보조하기 위하여 ADC 및 인코더 회로가 추가되며, 3상 AC의 전류값을 얻어오기 위하여 3개의 전류센서가 사용되며 아날로그 센싱 값을 ADC 회로를 통하여 DSP 칩에 인가하여 값을 읽어오도록 함
 - 차량 내부 프로토콜로는 CAN 통신의 일종인 ISO11783(ISOBUS) 규약의 프로토콜을 사용하였으며, TMS320F23877D의 CAN 통신 모듈은 최대 1Mbps로 송수신이 가능한 2개의 CAN 모듈이 탑재되어 있음
 - Powr Stack Part부에서는 가격 및 시스템의 유연성을 위해 일반 IGBT Stack을 적용하여 구성하였으며, 대전력 소자의 구동 및 보호 동작 특성이 가능한 Gate Driver 칩을 사용하여 회로를 구성함
 - 설계한 전력 변환을 이한 인버터 제어기에 벡터 제어 알고리즘을 적용하여 PSIM 툴을 이용하여 모터 파라미터를 적용하여 구성한 시뮬레이션 회로로 시험함
 - 설계된 회로의 시뮬레이션 결과 파형으로 정격 부하 7.5kW, 5000rpm 조건에서 안정된 속도 제어 특성이 나타남을 확인함

○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 제어용 부품 개발

- 차량 특성을 적용한 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 제어회로 개발
 - 선형연구인 E-WD 기술을 적용한 SUEV 상용화 기술 개발(14GJI332)을 참조하여 설계하였으며, 제어회로의 와이어하네스 배선 설계는 main power로부터 제어 보드 전원 공급 회로, 배터리 전압 측정 및 제어신호 측정 회로, 액셀 입력과 전·후진 제어, 전류와 후륜의 속도 입력 인코더 회로로 나누어 구성함
 - main power로부터의 제어 보드 전원 공급 회로
 - ▶ 외부 배터리 전원을 공급받아 주 제어 보드의 마이크로프로세서와 DC-DC 컨버터에 전원을 공급함(배터리 72V, 제어 보드 12V, 마이크로프로세서 보드 5V, 센서 노드 5V)
 - ▶ 제어 보드의 전원은 키 스위치에 의해 단속되도록 함
 - 배터리 전압 측정 및 제어신호 측정
 - ▶ BATT-sensor는 현재 배터리의 전압을 확인하고, 전류 모터와 후륜 모터의 전류를 측정하여 적절한 제어신호를 생성하는 함수에 전달하도록 함
 - ▶ 배터리 전압은 72V를 공급하도록 함
 - ▶ 션트저항을 통해 200A를 50mV로 측정하여 전달됨
 - 액셀 입력과 전·후진 제어
 - ▶ ACC-sensor는 마이컴에 액셀 신호를 입력받아 전진과 후진에 신호를 전달함
 - ▶ ACC-RL(DB-9p)은 전류와 후륜 모드에서 릴레이 신호를 전달함
 - ▶ RL-F는 제어기에 전류의 전진과 전류의 후진을 설정함
 - ▶ RL_REX는 제어기에 후륜의 전진과 후륜의 후진을 설정함

연구개발성과

- 전륜과 후륜의 속도 입력 인코더 회로
 - ▶ E40H10-1003-N-24는 전륜, 후륜의 모터에 장착된 인코더임
 - ▶ 전진과 후진 속도를 비교하여 속도의 값을 읽어 오토모드에서 단계별 제어서 사용됨
 - ▶ Z 상은 일정 시간 동안의 회전 값을 파악함
 - ▶ A와 B 상은 1회전당 읽어 들이는 펄스 값을 파악하고, 전·후진의 방향에 따라 전진과 후진을 결정함. 즉 A → B는 CCW로의 회전을 의미하고, B → A는 CW로 회전하는 것을 의미함
 - ▶ 제어기의 인코더 신호와 속도 패널 미터 신호를 확장연결이 가능하도록 분배함

○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)의 시험 및 평가

- 주요 성능 목표 달성

연번	성능지표	단위	기술개발 목표수준	기술개발 결과	평가방법
1	최대속도	km/h	30 이내	23.1	농업기계검정기준 제4조 [별표1]농업기계검정기준 농업기술실용화재단
2	적재중량	kg	500	500	
3	전동기 최대 출력	kW	18	18.3	한국자동차연구원 전동모터 정미축 출력시험
4	등판능력	%	25	30	KS R 1137 농업기술실용화재단
5	전복 안전성	°	15	30	KS R 1166 농업기술실용화재단
6	전자파 내성	V/m	Level 3	적합	KS C IEC 61204 한국산업기술시험원
7	전자파 방출	dBuV/m	Class 3	적합	

연구개발성과
활용계획 및
기대 효과

① 기술적 성과

- 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 한국형 모델 확보 및 국내 생산 기반 마련
- 부분 이동·운반에 한정되었던 농업용 전기차의 기능을 다양한 농작업(경운, 정지, 휴립, 비닐피복, 파종 등) 기능까지 확대함으로 영농 활용도 증대
- 주말 영농, 취미농, 가족 자급농 등의 다양한 영농 형태를 가진 국내 소규모 농사환경에 적합한 작업체계 지원
- 농업용 이외에도 산림·축사 관리, 산업용 자재의 험지 이동 및 운반 등 전기동력을 활용하여 다양한 산업 분야에 활용 가능

② 경제적 성과

- 새로운 형태의 이동·운반·농작업이 가능한 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 모델을 통해 국내 소형 농기계 시장에서 수입 대체 및 국산 농기계 시장 점유율 확대
- 국내 연관 사업 및 전후방 산업과의 긴밀한 협력을 통한 상호 시너지 효과, 고용 창출, 비용 절감 등으로 기업의 수익 창출 및 경쟁력 강화
- 대외 기술경쟁력 확보 및 품질경쟁력 향상으로 수출도 가능할 것으로 기대

③ 사회적 성과(일자리 창출 등)

- 화석연료를 사용하지 않아 일산화탄소 등 유해가스의 배출이 없어, 소규모 단동 비닐온실과 동물 사육용 축사와 같은 폐쇄환경에서도 쾌적한 작업환경을 유지하면 장시간 작업 가능
- 여성이나 노약자도 쉽게 운전 조작성이 가능함으로 여성 및 고령 농업인의 농작업 부담을 줄이고, 농작업으로 인한 근골격계 질환 경감에도 기여할 것으로 기대
- 취미농, 치유농업 등의 활성화로 고령자들의 사회적 부담을 줄이고 건강한 사회 실현에 기여하며, 다양한 전후방 산업의 연계로 새로운 일자리의 창출도 기대할 수 있음

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	④ 기술개발 결과 활용 계획 - 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 고유기술 확립과 산업재산권 확보 - 산업체 기술이전을 통한 실용화 개발과 비즈니스 모델 발굴 - 시범 보급을 통한 현장 실증 및 수요자 요구 반영 - 신기술 심의를 통한 신개발 농기계 신기종 등록 - 양산 및 영농 현장 보급 - 인터넷 및 현장 시연을 통한 국내외 홍보 및 수출 박람회 참여											
연구개발성과의 비공개여부 및 사유	해당 없음											
연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 ·장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신제품	
1	3											
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설 ·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)			ZEUS 등록번호	
국문핵심어 (5개 이내)	e-농기계		전동농기계		농업용 UTV		다용도 전동차		전기 구동			
영문핵심어 (5개 이내)	e-Agricultural Machine		Electric Farming Machine		Farming UTV		Multi UTV		Electric drive			

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	11
1.1. 기술개발의 필요성	11
1.2. 연구 목표와 개발 대상 기술	14
1.3. 개발 기술의 중요성과 파급 효과	17
1.4. 관련 제품의 기술 및 시장 현황	19
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용	34
2.1. 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 적정 구조 설계 기술 개발	34
가. 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발 과정	34
나. 골격구조 설계 및 보디 프레임 개발	34
다. 서스펜션 설계 및 평가	42
라. 동력 전달 체계 및 제어 알고리즘 개발	48
2.2. 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 주요 부품 개발	56
가. 전기 차량 구동용 부품 개발	56
나. 전기 운반차용 전력 및 제어용 부품 개발	61
다. 차량 제어용 부품 및 회로 개발	67
라. 기타 액세서리 부품 개발	71
2.3. 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 시험 및 평가	77
가. 주요 성능 목표	77
나. 평가 방법	77
다. 시험 결과	78
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	87
3.1. 연구개발과제 수행 결과	87
3.2. 목표 달성 수준	98
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 없음)	99
5. 연구개발성과 및 관련분야에 대한 기여 정도	100
5.1. 관련분야에 대한 기여 정도	100
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	101
6.1. 연구개발 성과관리 계획	101
6.2. 연구개발 성과 활용 계획	103
7. 별첨 자료(참고 문헌 등)	104
7.1. 출원 특허	104

1. 연구개발과제의 개요

1.1. 기술개발의 필요성

- 지구온난화와 기후변화로 인해 인류는 역사상 어느 때보다 심각한 생존위기에 직면하고 있음
 - 적절한 수준의 온실가스는 지구의 평균기온을 생명체가 살기에 적당한 온도로 유지하는 역할을 하지만, 산업혁명 이후로 화석연료의 사용이 증가하면서 인위적인 온실가스의 배출이 빠르게 증가하였고, 지구의 평균기온을 점점 더 상승시켜 지구온난화와 기후변화를 불러일으킴
 - 최근 100년간 지구의 평균기온 상승은 지난 1,000년 동안의 온도상승 폭을 뛰어넘는 수준임
 - 지구온난화로 인한 지구 표면의 온도상승은 해수와 대기의 흐름에 영향을 미쳐 강수의 양과 패턴을 변화시키고, 이에 따른 기후변화가 지구상에 예상치 못한 기상이변을 촉발하고 있음
 - 기후변화로 인한 기상이변에는 가뭄, 홍수, 태풍, 폭염, 한파 등이 있고 이는 모두 인류의 생존에 큰 영향을 미치는 요인이 됨
 - 기상이변은 인류에게 직접적인 피해를 줄 뿐만 아니라 생물다양성의 감소, 건강 악화, 식량 생산 감소 등을 초래하고, 또한 수온 증가에 따른 바닷물 팽창으로 예상되는 해수면의 상승은 많은 국가들의 생존 기반을 위협하고 있음

- 온실가스 저감과 환경친화적 기술의 확보가 미래산업의 경쟁력이 될 전망이다
 - 더 이상 지구온난화를 유발하지 않으면서, 지속 가능한 발전을 유지하는 길은 온실가스의 배출을 줄이는 것임
 - 세계 주요 국가들이 기후변화에 대응하여 연비 및 온실가스(이산화탄소) 규제를 점차 강화하고 있는 추세임
 - 이는 기존 기술의 green化를 통해서 달성하려는 노력도 있으나, 근본적으로는 탄소제로를 위한 기술혁신과 신기술의 개발에 많은 역량을 집중하고 있음
 - 현재 전세계 산업기술은 고효율화, 친환경화, 디지털화, 스마트화 등이 동시다발적으로 진행되고 있으며, 이에 따라 기술력 선점과 핵심기술 우위 유지력이 향후 모든 사닝브과 시장의 핵심 경쟁력이 될 전망이다

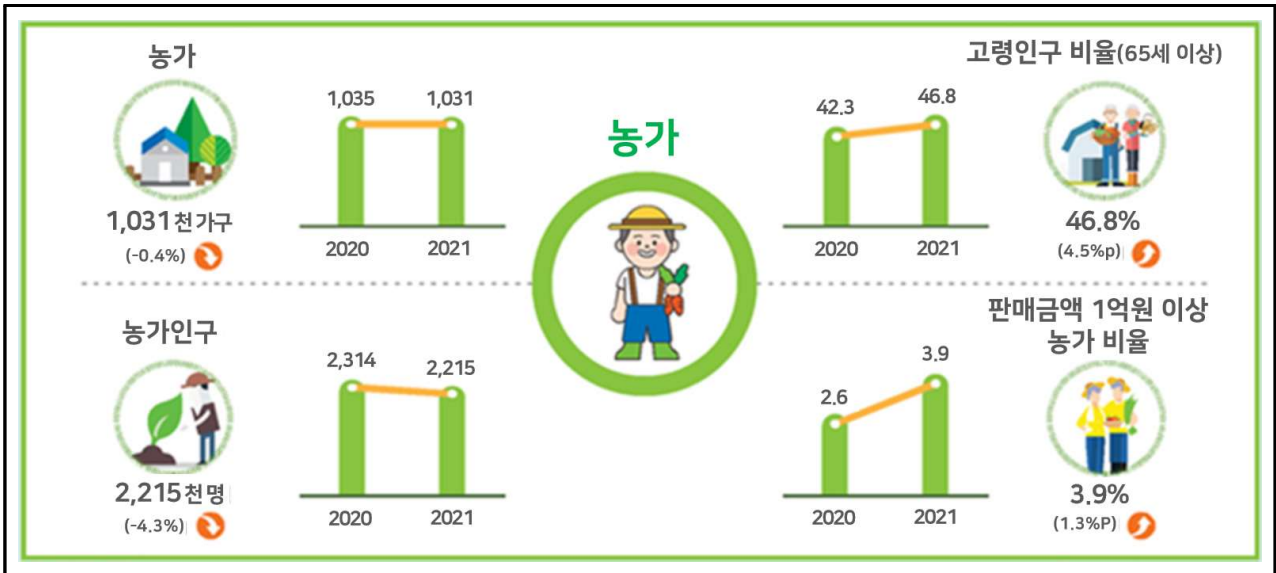
- 농기계 산업도 이러한 친환경적 글로벌 메가트렌드의 흐름에 빠르게 편승하고 있음
 - 온실가스를 배출하는 전통적인 농기계들이 친환경적 기술 적용을 통해 이산화탄소의 배출을 줄이거나 이산화탄소의 배출이 없는 혁신기술로의 전환이 이루어지고 있음
 - 세계 농업용 전기차 시장은 2023년부터 2032년까지 CAGR 9.9%로 빠르게 성장할 것으로 예상(Allied Market Research, 2023)
 - 농업용 운반차는 지금까지 가솔린이나 경유를 연소하여 동력을 발생시키는 내연기관 중심의 제품을 생산하여 왔으나, 미래 시장을 준비하고 선점하기 위해서는 전기동력 기반의 농업용 차량 설계와 동력계통을 효율적으로 제어하기 위한 관련 기술의 확보가 필수적임
 - 농업용 전기 운반차는 battery, 모터, 충방전 제어기, 전력 배분 및 토크제어 등의 기존 내연기관에는 없는 부품의 조합과 이를 이용한 설계 및 제조 기술이 확보되어야 하며, 다양한 주행 환경에서 운전성과 안전성이 시험되고 평가되어야 함
 - 따라서 이러한 글로벌 트렌드에 맞추어 농기계 산업이 발전하기 위해서는 농업용 전기차의 설계와 응용에 필요한 핵심기술의 확보와 산업적 확산이 필요한 상황임
 - 농업용 전기차의 구조적 강도와 설계의 안정성을 확보하기 위한 시뮬레이션 기술, 전기동력의 효율적 분배와 전달을 위한 동력제어기의 설계기술, 전기차의 상태를 모니터링하고, 운전 상태를 변경하기 위한 다양한 입출력 인터페이스와 액세서리 부품 개발이 필요함

- 완성된 농업용 전기차는 조작성과 안전성, 기본 기능과 성능에 대한 평가가 이루어질 수 있도록 시험 방법과 인프라를 개발하고, 이를 시험규격으로 제도화하는 노력이 필요함

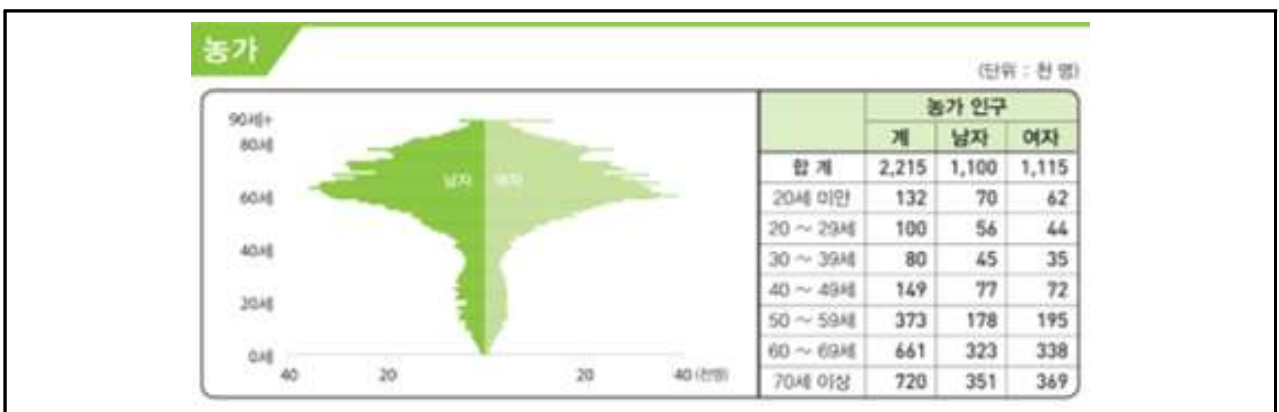
○ **농촌 고령화와 농촌복지대책으로 조작성이 보다 쉽고, 운전이 정숙한 전동 농기계의 공급이 필요함**

- 빠르게 증가하는 농촌 고령인구와 지속적인 농가인구의 감소, 영세한 영농규모 등 농촌 환경 변화에 효과적으로 대응할 수 있는 농촌복지대책으로 국내 농촌 환경에 적합한 농작업 소형 편의 농기계의 개발 및 공급이 필요함

- (농가인구 감소) 2022년 12월 현재 우리나라 농가는 102만 2천 가구로 농가인구는 216만 5천 명으로 지속적인 감소 추세임
- (영세한 경작 규모) 이 중 경지 규모 1.0ha 미만인 농가가 70만 5천 가구로 전체 농가의 70.0%이며, 3.0ha 이상 농가는 7만 7천 가구(전체 농가의 7.7%)에 불과함
- (고령화 심화) 65세 이상 농가 고령인구 비율은 46.6%로 매년 증가하고 있고, 70세 이상의 농가 경영주가 전체 농가의 45.8%(26만 2천 가구)를 차지하고 있음
- (농작업 복지대책 필요) 고령농민의 농업 참여는 지속적으로 증가할 것으로 전망되며, 이들의 안정된 농촌 생활 유지와 삶의 질 향상을 위해서는 운전 조작성이 간편한 농작업을 지원할 수 있는 전동 농기계의 개발 및 공급이 절실함



- 우리나라의 농립어가의 주된 가구 유형은 2인 가구로 농가 55.8%, 어가 58.1%, 임가 61.2%로 전체 2인 가구 비율(27.5%)보다 2 ~ 3배 높은 편으로 농어촌의 농작업 복지를 위해서는 65세 이상의 고령 2인 가구가 효율적인 농자재 운반 및 작업에 이용할 수 있는 안전하고 간편한 수단의 개발 및 제공이 필요함



출처 : 통계청, 2022년 농림어업 조사 결과

○ 농촌 경운기를 대체할 수 있는 농작업 전동 농기계의 개발 및 공급 필요

- 농촌에서 소규모 농가와 고령 농업인들은 농작업 수단으로 대부분 경운기에 의존하고 있으나, 조작이 어렵고 사고의 위험이 상존하고 있음
 - 농업인 재해율이 전체 산업 근로자의 재해율보다 2.5배 높은 것으로 나타났음. 하지만 보험 가입률은 최저 수준을 보여 1차 산업 종사자들에 대한 사회안전망 강화가 시급하다는 지적이 제기됨
 - ▶ 서삼석 더불어민주당 의원실이 공개한 농림축산식품부의 농업인안전재해보험 자료에 의하면, 최근 8년간(2012 ~ 2019) 매년 농업인 278명이 농기계 사고로 사망하고 있음
 - 국제노동기구(ILO)는 농업을 광업, 건설업과 함께 3대 위험 산업으로 분류하고 있으며, 국내 산업재해 통계에서는 농업이 다른 산업보다 재해율이 1.5 ~ 2배 높은 것으로 나타남
 - 2018년 기준 농촌진흥청이 조사한 ‘농업인의 업무상 손상조사’에 따르면 경운기에 의한 손상 비율이 49%로 가장 높고, 농작업으로 인한 질환은 10명 중 8명이 근골격계와 관련된 것으로 나타남
- 우리나라는 연간 약 3,000여 대의 엔진 및 전동 운반차가 공급되고 있으나, 이동 및 운반 수단만을 갖추고 있어 농촌의 범용적인 농작업에 이용하기 어렵고, bike형 운반차는 사실상 여성 및 고령 농업인이 운전 조작하기가 어려움
 - 농촌에서 기본적인 농작업인 농자재 운반 및 농작업 겸용의 농기계 개발이 필요함
 - 운반과 농작업에 있어 현재의 경운기를 대체할 수 있고, 여성이나 고령 농업인도 쉽게 운전 조작할 수 있는 안전성이 강화된 전동 농기계의 개발 및 공급이 필요함

1.2. 연구 목표와 개발 대상 기술

가. 연구개발 과제의 최종 목표

- 이동 - 운반 - 농작업이 가능한 15kW급 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발
 - 친환경적 농업용 소형 다목적 전기 4WD 이동 장치(e-UTV) 차량 개발
 - 농촌 고령 및 여성 농민도 쉽게 조작이 가능한 스마트 HMI 시스템

최고속도	등판능력	적재중량	전복 안전성	최대출력
30km/h 이하	25%	500kg	30°	18kW

- 경제적 유지비용과 안전성이 고려된 수출 가능한 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 차량 기술 확보

- 사용화 목표(TRL9) : 과제 종료 후 매출 120억 창출 / 5년

○ 핵심 연구 기술

- 경량화 구조 및 최적화 설계 기반의 내구성이 우수한 e-UTV 차체, 샤프트, 외장 개발
- 동적 거동 해석 기반 주요 핵심부품(변속/감속 장치, 현가장치, 제동장치) 개발
- e-UTV 전자 4륜 제어 기술(2륜 및 4륜 제어 기술), 작업모드/주행모드 제어 기술
- 고효율 전기 구동 인버터 및 제어 알고리즘(전자기 해석, 제어 로직 시뮬레이션)

○ 농업기계화촉진법 시행규칙의 농업용 동력운반차(승용형) 검정기준에 의한 안전기준 연구

- 농업기계검정기준 제4조 [별표 1]농업기계검정기준의 기술 요구사항 연구

○ 농업기술실용화재단 종합검정 규격 주행속도 30km/h 이하

- 30km/h 이내 농업용 운반차 '농기계공제보험' 가입조건 충족

○ 미끄러짐 방지 고성능 전자(EM) 브레이크 적용

○ 경사지에서의 슬립 현상에 의한 전도 및 전복 사고 방지 기능

○ 안정성 확보를 위한 경사지에서 비상정지 및 알람 기능

○ 500kg의 화물 적재 및 운송 가능한 4WD 구동 시스템


○ 덤핑구조의 적재함 개발

○ 핵심부품인 e-UTV 전용 파워트레인 및 제어 기술 개발



나. 핵심기술 및 주요 부품 기술 개발 목표

연번	구분	기술개발 목표	그림	역할분담												
1	차체	<ul style="list-style-type: none"> 프레임 용접구조 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 공차중량 : 약 850kg ▶ 적차중량 : 약 1350kg ▶ 적재하중 : 약 500kg 레이아웃 벤치마킹 및 설계 반영 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 저중심 설계 		<ul style="list-style-type: none"> 주관기관(자체개발) <ul style="list-style-type: none"> ▶ 컨셉 및 레이아웃 ▶ 강건설계 및 용접구조 ▶ 용접지그 개발 및 제작 공동연구기관 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 경량화 해석 												
2	파워트레인	<ul style="list-style-type: none"> 4WD 구동 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 전륜 : 직결 수평형 ▶ 모터/감속기/차동기어 일체형 		<ul style="list-style-type: none"> 주관기업(자체개발) <ul style="list-style-type: none"> ▶ 차동기어 Locking 개발 ▶ 슬립 방지 방안 적용 공동연구기관 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 파워트레인 검토 												
		<ul style="list-style-type: none"> 4WD 구동 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 후륜 : 직결 수직형 ▶ 모터/감속기/차동기어 일체형 ▶ 주행/정자/복합형 도입 														
3	현가장치	<ul style="list-style-type: none"> 전륜 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 맥퍼슨 방식 		<ul style="list-style-type: none"> 주관기업(자체개발) <ul style="list-style-type: none"> ▶ 최적 CG point 도출 ▶ 좌우편차 : 7% 내외 공동연구기관 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 구조 및 최적화 CAE 해석 												
		<ul style="list-style-type: none"> 후륜 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 듀얼 A arm 구조 														
4	차량 외판	<ul style="list-style-type: none"> 보닛 등 : FRP 		<ul style="list-style-type: none"> 주관기업(자체개발) <ul style="list-style-type: none"> ▶ 레이아웃 설계 및 제작 												
		<ul style="list-style-type: none"> 적재함 등 : 철판 형 														
5	모터	<ul style="list-style-type: none"> 매립형 영구 자석전동기(전후륜) <table border="1"> <tr> <td>용량</td> <td>최대 12kW급</td> </tr> <tr> <td>속도</td> <td>5700rpm급</td> </tr> <tr> <td>토크</td> <td>52Nm급</td> </tr> <tr> <td>효율</td> <td>92% 이상</td> </tr> <tr> <td>IP등급</td> <td>IP67 이상</td> </tr> <tr> <td>냉각방식</td> <td>공랭식</td> </tr> </table>	용량	최대 12kW급	속도	5700rpm급	토크	52Nm급	효율	92% 이상	IP등급	IP67 이상	냉각방식	공랭식		<ul style="list-style-type: none"> 주관기업(부품 선발 적용) <ul style="list-style-type: none"> ▶ 발주 및 제작 ▶ 차량 레이아웃 검토 공동연구기관 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 전자기 유한요소 해석 ▶ 동력 기반 성능 평가
용량	최대 12kW급															
속도	5700rpm급															
토크	52Nm급															
효율	92% 이상															
IP등급	IP67 이상															
냉각방식	공랭식															
6	인버터	<ul style="list-style-type: none"> 벡터 제어 구동 <table border="1"> <tr> <td>용량</td> <td>15kW급 이상</td> </tr> <tr> <td>전원</td> <td>72V 전원 체계 대응</td> </tr> <tr> <td>효율</td> <td>90% 이상</td> </tr> <tr> <td>냉각방식</td> <td>자연 냉각</td> </tr> <tr> <td>통신방식</td> <td>CAN</td> </tr> </table>	용량	15kW급 이상	전원	72V 전원 체계 대응	효율	90% 이상	냉각방식	자연 냉각	통신방식	CAN		<ul style="list-style-type: none"> 주관기업(자체개발) <ul style="list-style-type: none"> ▶ 차량 레이아웃 검토 공동연구기관1 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 고효율 인버터 개발 ▶ 제어 로직 개발 공동연구기관2 <ul style="list-style-type: none"> ▶ 동력계 기반 성능 평가 		
용량	15kW급 이상															
전원	72V 전원 체계 대응															
효율	90% 이상															
냉각방식	자연 냉각															
통신방식	CAN															

연번	구분	기술개발 목표	그림	역할분담												
8	배터리 팩	<ul style="list-style-type: none"> 리튬 이온 배터리 적용 <table border="1"> <tr> <td>용량</td> <td>64V 140모</td> </tr> <tr> <td>전압</td> <td>72Vdc</td> </tr> <tr> <td>인터락</td> <td>적용</td> </tr> <tr> <td>냉각방식</td> <td>자연 냉각</td> </tr> <tr> <td>구조</td> <td>pre-charging relay</td> </tr> <tr> <td>사용조건</td> <td>-20°C ~ 40°C</td> </tr> </table> 	용량	64V 140모	전압	72Vdc	인터락	적용	냉각방식	자연 냉각	구조	pre-charging relay	사용조건	-20°C ~ 40°C		<ul style="list-style-type: none"> 주관기업(자체개발) <ul style="list-style-type: none"> 외주 개발 공동연구기관2 <ul style="list-style-type: none"> 충방전 시뮬레이션 개발 용량 선정
용량	64V 140모															
전압	72Vdc															
인터락	적용															
냉각방식	자연 냉각															
구조	pre-charging relay															
사용조건	-20°C ~ 40°C															
9	BMS	<ul style="list-style-type: none"> 배터리 관리 시스템 <ul style="list-style-type: none"> 배터리 셀 관리 전류 적산 및 충전 전원 관리 사용 전원 관리 및 모니터링 안전 지락 감지 등 		<ul style="list-style-type: none"> 주관기업(자체개발) <ul style="list-style-type: none"> 외주 개발 공동연구기관2 <ul style="list-style-type: none"> 용량 및 제어 성능 평가 												
10	OBC	<ul style="list-style-type: none"> 차량 탑재형 충전기 <table border="1"> <tr> <td>충전</td> <td>완속 충전</td> </tr> <tr> <td>입력전압</td> <td>22Vac</td> </tr> <tr> <td>충전 시간</td> <td>12HR 이내</td> </tr> </table> 	충전	완속 충전	입력전압	22Vac	충전 시간	12HR 이내		<ul style="list-style-type: none"> 주관기업(자체개발) <ul style="list-style-type: none"> 외주 개발 공동연구기관2 <ul style="list-style-type: none"> 용량 및 제어 성능 평가 커넥터 선정 						
충전	완속 충전															
입력전압	22Vac															
충전 시간	12HR 이내															
11	LDC	<ul style="list-style-type: none"> 제어 전원/보조 배터리 충전용 <table border="1"> <tr> <td>입력전압</td> <td>54 ~ 90V</td> </tr> <tr> <td>출력전압</td> <td>18.3V</td> </tr> <tr> <td>정격출력</td> <td>500W 25°C</td> </tr> </table> 	입력전압	54 ~ 90V	출력전압	18.3V	정격출력	500W 25°C		<ul style="list-style-type: none"> 공동연구기관2(자체개발) <ul style="list-style-type: none"> 회로설계 및 제작 전력 변환 알고리즘 적용 						
입력전압	54 ~ 90V															
출력전압	18.3V															
정격출력	500W 25°C															
12	BCU	<ul style="list-style-type: none"> 차량 입출력 신호 처리 <ul style="list-style-type: none"> 램프류 제어 입력스위치(P, R, N, D) 제어 가감속 및 브레이크 통신방식 : CAN 		<ul style="list-style-type: none"> 공동연구기관2(자체개발) <ul style="list-style-type: none"> 회로설계 및 제작 제어 알고리즘 개발 적용 												
13	브레이크	<ul style="list-style-type: none"> 디스크 마찰 형식 <table border="1"> <tr> <td>형태</td> <td>레버식</td> </tr> <tr> <td>크기</td> <td>53φ급 내외</td> </tr> <tr> <td>형태</td> <td>전기 or wire 선택</td> </tr> <tr> <td>공차/적차</td> <td>2 point 셋업</td> </tr> <tr> <td>e-boost</td> <td>적용</td> </tr> </table> 	형태	레버식	크기	53φ급 내외	형태	전기 or wire 선택	공차/적차	2 point 셋업	e-boost	적용		<ul style="list-style-type: none"> 주관기업(자체개발) <ul style="list-style-type: none"> 차량 레이아웃 유입라인 검토 외주 개발 공동연구기관1 <ul style="list-style-type: none"> 용량 및 작동성 평가 		
형태	레버식															
크기	53φ급 내외															
형태	전기 or wire 선택															
공차/적차	2 point 셋업															
e-boost	적용															
14	클러스터	<ul style="list-style-type: none"> 디스플레이 <ul style="list-style-type: none"> 차량 속도 확인 배터리(SOC, 전압, 회생 등) 지시등(방향, 알람 등) 		<ul style="list-style-type: none"> 공동연구기관1(자체개발) <ul style="list-style-type: none"> 회로설계 및 제작 제어 알고리즘 개발 적용 												
15	하네스 및 커넥터	<ul style="list-style-type: none"> 12Vdc <ul style="list-style-type: none"> 제어, 통신, 알람 등 72Vdc <ul style="list-style-type: none"> EV 파워트레인 구동 EMC 대응 고려 설계 	 	<ul style="list-style-type: none"> 주관기업(자체개발) <ul style="list-style-type: none"> 차량 레이아웃 외주 개발 공동연구기관1 <ul style="list-style-type: none"> 커넥터 선정 												
16	등화	<ul style="list-style-type: none"> 헤드라이트 방향지시등 브레이크등 		<ul style="list-style-type: none"> 공동연구기관2(공용부품 선발 적용) <ul style="list-style-type: none"> 양산제품 변경 적용 제어 알고리즘 개발 적용 												

연번	구분	기술개발 목표	그림	역할분담
17	스위치류	<ul style="list-style-type: none"> • 각종 조작반 • 비상등 스위치 		<ul style="list-style-type: none"> • 공동연구기관2(공용부품 선발 적용) <ul style="list-style-type: none"> ▶ 양산제품 변경 적용
18	기어 변속	<ul style="list-style-type: none"> • 수동 레버(매뉴얼) <ul style="list-style-type: none"> ▶ F, N, R단 		<ul style="list-style-type: none"> • 주관기업(자체개발) <ul style="list-style-type: none"> ▶ 차량 레이아웃 ▶ 외주 개발
19	의장	<ul style="list-style-type: none"> • 2인승 시트 • 대시보드 등 		<ul style="list-style-type: none"> • 주관기업(자체개발) <ul style="list-style-type: none"> ▶ 차량 레이아웃 ▶ 외주 개발

1.3. 개발 기술의 중요성과 파급 효과

가. 개발 대상 기술 제품의 중요성

○ 온실가스 저감과 환경친화적 기술을 통한 농기계 산업의 미래 경쟁력 확보

- 더 이상 지구온난화를 유발하지 않으면서 지속 가능한 발전을 하기 위하여 세계 주요 국가들은 기후변화에 대응하여 연비 및 온실가스(이산화탄소) 규제를 점차 강화하고 있음
 - 기존 기술의 green化를 통하여 달성하려는 노력도 있으나, 근본적으로는 전기동력을 통한 혁신 기술과 탄소제로를 위한 신기술 개발이 이루어져야 함
 - 이를 위해 세계의 모든 산업은 고효율화, 친환경화, 디지털화, 스마트화 등이 동시다발적으로 진행되고 있으며, 친환경 기술 능력이 향후 모든 산업과 시작의 핵심 경쟁력이 될 전망이다
- 온실가스를 배출하는 전통적인 농기계들이 친환경적 기술 적용을 통해 이산화탄소의 배출을 줄이거나 이산화탄소의 배출이 없는 혁신 기술로의 전환이 이루어지고 있음
 - 세계 농업용 전기차 시장은 2023년부터 2032년까지 CAGR 9.9%로 빠르게 성장할 것으로 예상(Allied Market Research, 2023)
- 이러한 사회적 추세에 따라 일본, 미국 등에서는 최근 전기식 UTV 개발에 많은 노력을 기울이고 있으며, Jhon Deer, Polaris 등에서 전기식 작업차가 시장진입을 위한 마무리 단계이나, 국내의 경우 본 분야의 연구개발은 매우 미비한 수준임
- 국외 기술과 차별되며 보다 높은 성능을 구현하기 위한 전기동력 기반 농업용 차량의 설계 제작 기술은 현대사회의 급격한 변화에 능동적으로 대응하여 관련 시장의 주도권을 확보하기 위하여 시급히 기술 확보가 필요한 분야임

○ 국내 농기계 산업이 글로벌 트렌드를 따라 지속적으로 발전하기 위해서는 농업용 전기차의 설계와 응용에 필요한 핵심기술이 확보되어야 함

- 사회 전반의 green化 요구, 농업인구의 노령화, 전원생활 등으로 인하여 전기동력 기반의 green UTV는 기존 엔진 구동 UTV 시장을 빠르게 대체할 것이며, 신규 시장이 지속적으로 확대될 전망이다
- 농업기계의 미래 시장을 준비하고 선점하기 위해서는 전기동력 기반의 농업용 차량 설계와 동력계통을 효율적으로 제어하기 위한 관련 기술의 확보가 필수적임

- 농업용 전기차는 battery, 모터, 충방전 제어기, 전력 배분 및 토크 제어 등의 기존 내연기관에는 없는 부품의 조합으로 이루어지므로 이들 부품을 이용한 설계 및 제조 기술이 확보되어야 함
- 농업용 전기차의 구조적 rkddeh와 설계의 안정성을 확보하기 위한 시뮬레이션 기술, 전기동력의 효율적 분배와 전달을 위한 동력 제어기 설계기술, 전기차의 상태를 모니터링하고, 운전 상태를 변경하기 위한 다양한 입출력 인터페이스와 액세서리 부품 개발이 필요함
- 완성된 농업용 전기차는 조작성과 안정성, 기본 기능과 성능에 대한 평가가 이루어질 수 있도록 시험 방법과 인프라를 개발하고, 이를 시험 규격으로 제도화하는 노력이 필요함

○ **농촌 고령화와 농촌복지대책으로 조작이 보다 쉽고, 운전이 정숙한 전동 농기계의 공급 필요**

- 빠르게 증가하는 농촌 고령인구와 지속적인 농가인구의 감소, 영세한 영농규모 등 농촌 환경 변화에 효과적으로 대응할 수 있는 농촌복지대책으로 국내 농촌 환경에 적합한 농작업 소형편의 농기계의 개발 및 공급이 필요함
- 고령 농민의 농업 참여는 지속적으로 증가할 것으로 전망되며, 이들의 안정된 농촌 생활 유지와 삶의 질 향상을 위해서는 운전 조작이 간편한 농작업을 지원할 수 있는 전동 농기계의 개발 및 공급이 절실함
- 우리나라 농가는 2인 가구가 55.8%로 우리나라 전체 2인 가구 비율(27.5%)보다 2 ~ 3배 높은 편으로 농촌의 농작업과 이동복지를 위해서는 65세 이상의 고령 2인 가구가 쉽게 농자재 운반 및 작업에 이용할 수 있는 안전하고 간편한 이동 수단의 제공이 필요함

○ **농촌 경운기를 대체할 수 있는 농작업 전동 농기계의 개발 및 공급 필요**

- 농촌에서 소규모 농가와 고령 농업인들은 농작업 수단으로 대부분 경운기에 의존하고 있으나, 조작이 어렵고 사고의 위험이 상존하고 있음
 - 농업인 재해율이 전체 산업 근로자의 재해율보다 2.5배 높은 것으로 나타났음. 하지만 보험 가입률은 최저 수준을 보여 1차 산업 종사자들에 대한 사회안전망 강화가 시급하다는 지적이 제기됨
 - 국제노동기구(ILO)는 농업을 광업, 건설업과 함께 3대 위험 산업으로 분류하고 있으며, 국내 산업재해 통계에서는 농업이 다른 산업보다 재해율이 1.5 ~ 2배 높은 것으로 나타남
 - 2018년 기준 농촌진흥청이 조사한 ‘농업인의 업무상 손상조사’에 따르면 경운기에 의한 손상 비율이 49%로 가장 높고, 농작업으로 인한 질환은 10명 중 8명이 근골격계와 관련된 것으로 나타남
- 우리나라는 연간 약 3,000여 대의 엔진 및 전동 운반차가 공급되고 있으나, 이동 및 운반 수단만을 갖추고 있어 농촌의 범용적인 농작업에 이용하기 어렵고, bike형 운반차는 사실상 여성 및 고령 농업인이 운전 조작하기가 어려움
 - 농촌에서 기본적인 농작업인 농자재 운반 및 농작업 겸용의 농기계 개발이 필요함
 - 운반과 농작업에 있어 현재의 경운기를 대체할 수 있고, 여성이나 고령 농업인도 쉽게 운전 조작할 수 있는 안전성이 강화된 전동 농기계의 개발 및 공급이 필요함

나. 파급 효과

- 농업용 전기 운반차는 전기 구동 방식을 채택하는 소형 오프로드 차량을 개발하는 경우에 필요한 설계 data를 확보함으로써 향후 유사차량 개발에 활용될 수 있음
- 아울러 농업용 전기차의 내구시험 및 신뢰성 시험방법을 정립함으로써 유사 차량의 개발과 산업화에도 기여하는 바가 클 것으로 예상됨

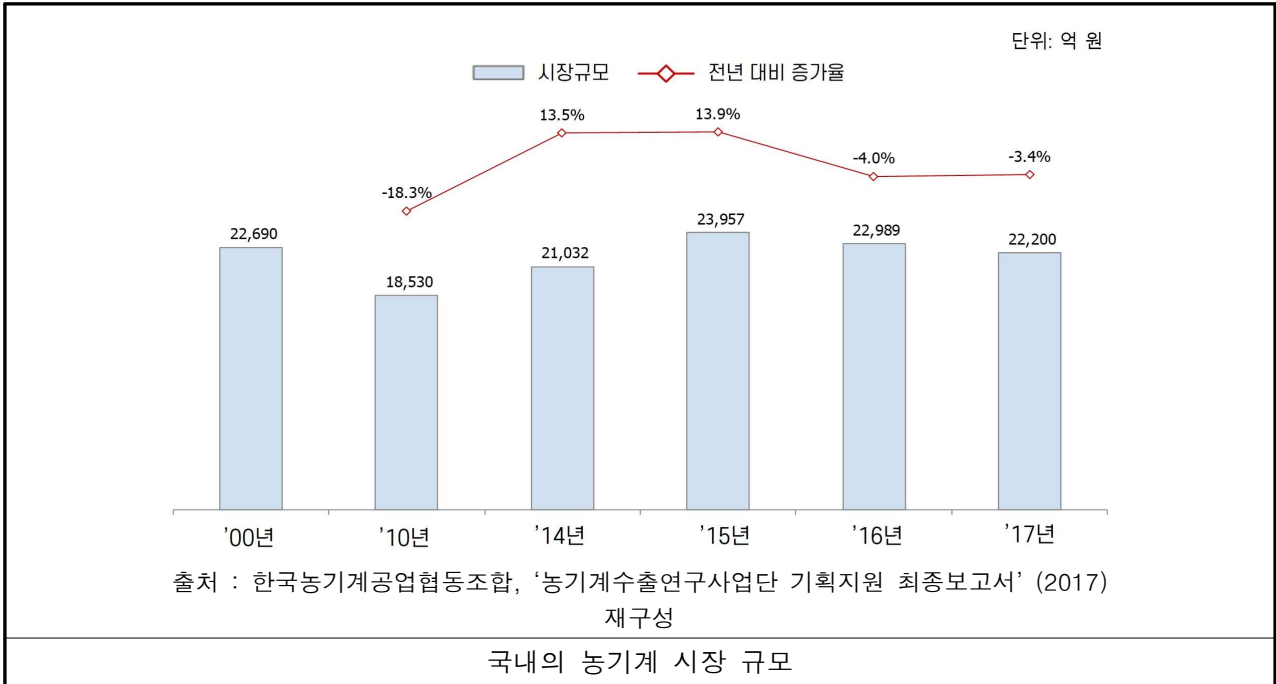
1.4. 관련 제품의 기술 및 시장 현황

가. 국내외 시장 동향

○ 국내외 시장 규모 및 수출입 현황

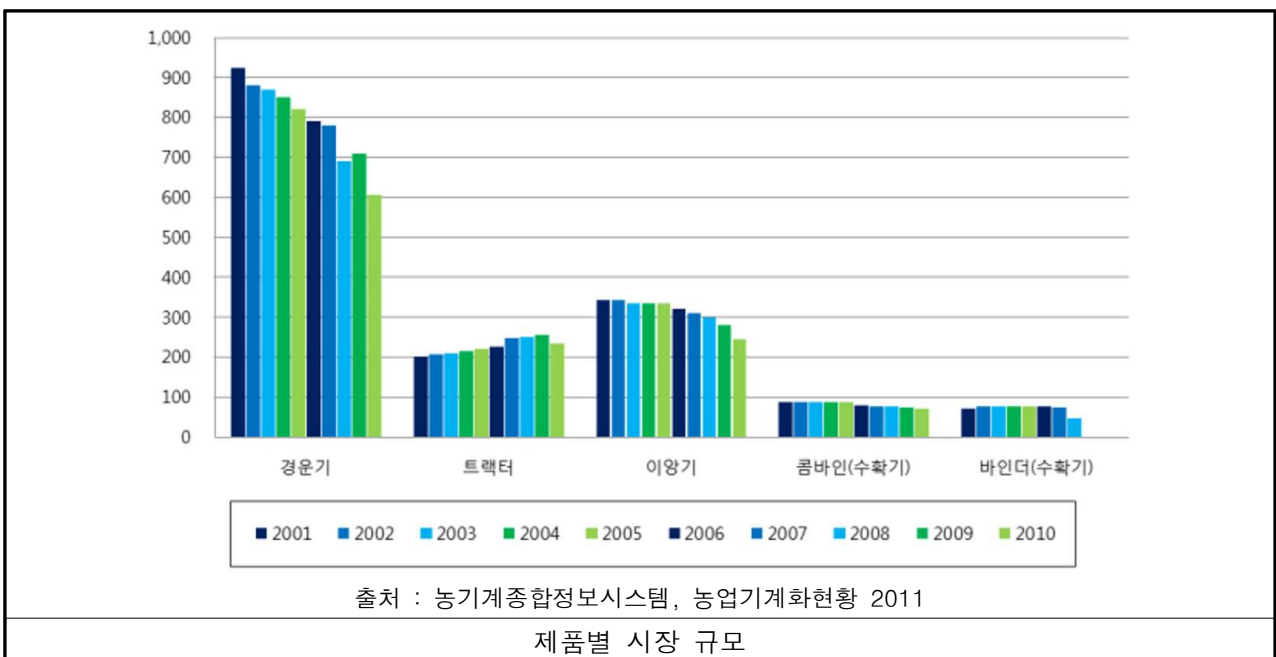
- 국내 시장 규모 및 전망

- 국내의 농기계 시장 규모는 2016년 4% 감소하여 22,899억 원, 2017년에는 농기계 시장 규모가 3.4% 감소하여 약 22,000억 원으로 감소



○ 제품별 국내 농기계 보유 현황

- 경운기의 시장 규모(판매 대수)는 감소 폭이 크나, 다른 농기계 제품 시장 규모는 일정 수준으로 유지되고 있음
- 농촌에서는 경운기를 대체하는 농기계사 사용되고 있는 것으로 추측되고, 농업용 전기 자동차가 경운기를 대체하는 수단으로 진입 간오할 것으로 예상

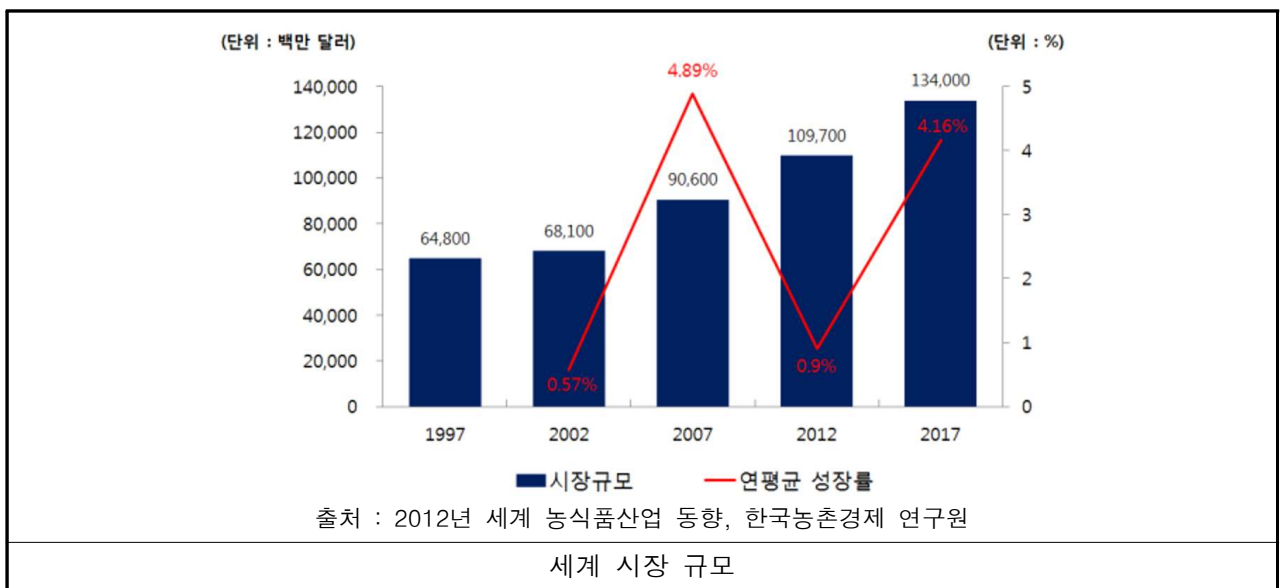


○ 국내 전기 운반차 시장 분석

- 소규모 기업의 개발 가속화로 인하여 소형 전기차를 중심으로 시장이 형성되어 2009년부터 국내 출하 시장 규모는 생산 대수 기준으로 약 4,000대임
- 2010년 출하 시장 규모는 생산 대수 기준으로 전년 대비 225.0%, 9,000대로 2010년에는 국내 대기업 이륜차 메이커의 신제품 발매를 기점으로 시장 인지도도 향상되어 새로움을 추구하는 사용자를 중심으로 수요 확대
- 기업의 개발 사업의 본격화, 양산체제 확립 등으로 제품 개량 및 저가격화 등을 통해 시장 확대가 계속될 것으로 전망

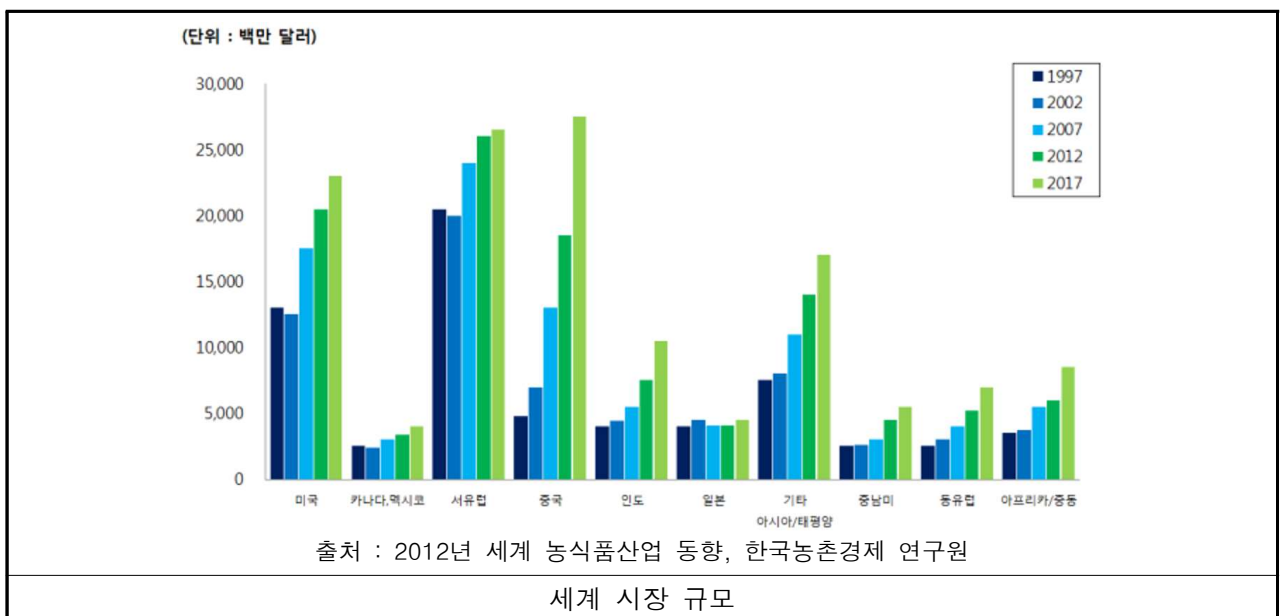
○ 세계 시장 규모 및 전망

- 2012년 세계 시장 규모는 1,098억 달러로 2017년까지 연평균 4%씩 증가하여, 1,340억 달러 규모로 조사됨



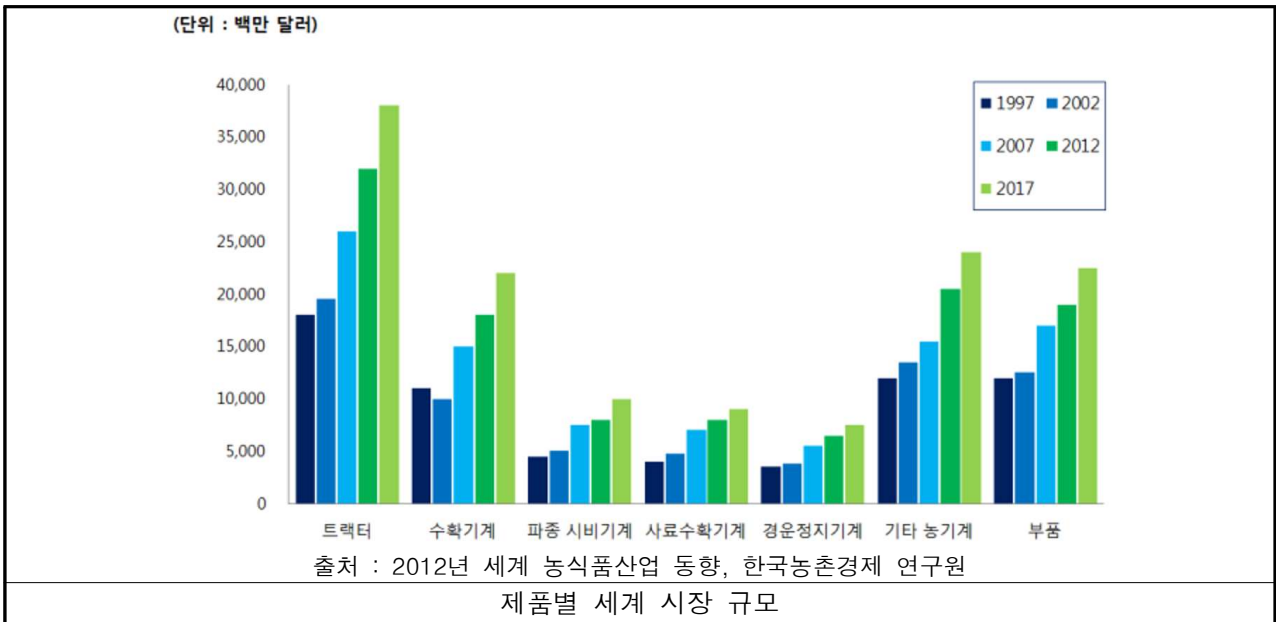
○ 지역별 세계 시장 규모 및 전망

- 2012년 기준 지역별 세계 시장 규모는 유럽지역이 가장 큰 260억 달러 규모이고, 중국은 가파른 성장세가 예상되며, 2017년 기준 최대시장으로 조사됨



○ 제품별 세계 시장 규모 및 전망

- 농기계 시장 중 트랙터의 시장 규모가 가장 크고 2017년에는 380억 달러까지 조사되었으며, 농업용 전기자동차가 대체하거나 보완할 수 있는 경운기 시장은 2017년 80억 달러 규모임



나. 국내외 주요 수요처 현황

○ 수요처 현황

농업용	산업용	레저용	기타
<ul style="list-style-type: none"> • 농자재 운반용 • 농작업 보조용 • 고소작업 과일수확 • 비료, 농약살포, 제설 	<ul style="list-style-type: none"> • 산업용 기자재 운반용 • 대규모 공장 내 수송용 • 건설 및 토목공사 현장 • 하천 관리용 	<ul style="list-style-type: none"> • 오프로드 취미용 • 휴양지 근거리 이동 • 사냥, 낚시 • 험로 레이싱용 	<ul style="list-style-type: none"> • 임업 관리, 산악용 • 산물관리 • 군사 정찰용 • 방목, 측산 관리용

○ 국내 농기계 시장의 주요 수요 분석

순위	주요 요인	향후 1~2년간	향후 3~4년간	향후 5~7년간
1	정부의 보조금 제도	높음	높음	높음
2	정밀 농업에 대한 관심이 높아지면서 최신기종에 대한 수요 증대	높음	높음	높음
3	경운기 대체 수요	높음	높음	보통
4	농업인구의 고령화	높음	높음	보통
5	주말농장 등 소규모 농업에 대한 사회적 관심	높음	보통	낮음

- 정부의 보조금 제도, 정밀 농업에 대한 관심 증가에 따른 최신기종에 대한 수요, 경운기의 대체 수요, 농업인구의 고령화, 주말농장 등 소규모 농업에 대한 사회적 관심으로 인하여 국내 농기계 산업이 앞으로 성장하게 될 것으로 예측
- 정부의 보조금 제도는 농촌경제 활성화 지원책 등에 힘입어 꾸준히 유지될 것으로 예상되며 정밀 농업 발달에 따라 최신기종의 수요는 계속 증가될 것으로 예상
- 경운기의 대체 수요는 경운기 사용의 불편함과 노령화 인구 증가로 계속하여 증가 될 것으로 예상
- 주말농장 등 소규모 농업에 대한 사회적 관심이 증가되고 있어 농기계에 대한 수요가 증가 될 것으로 예상되나, 보급이 일정 수준에 이르게 되면 성장에 한계 요인이 될 것으로 예상

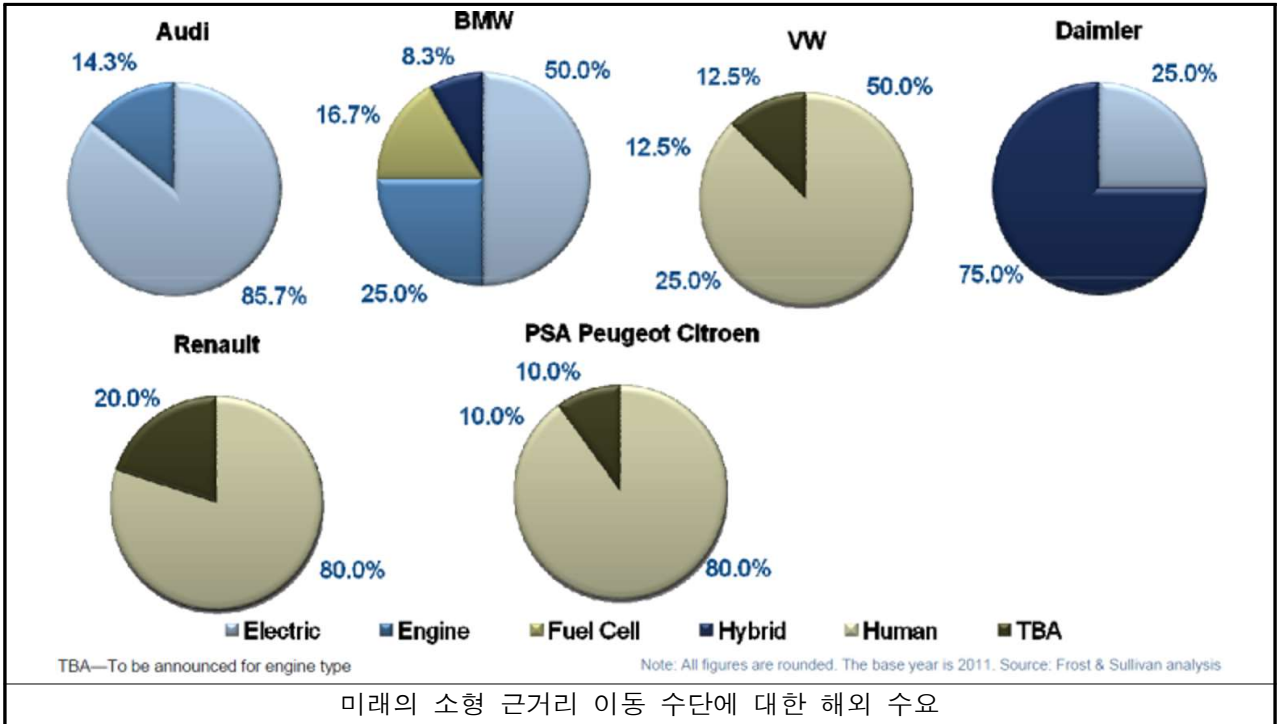
순위	주요 제약	향후	향후	향후
		1~2년간	3~4년간	5~7년간
1	국내시장 포화	높음	높음	높음
2	다양한 영농기계의 개발이 충실히 진행되지 못함	높음	높음	보통
3	정부의 장기적인 시장개입에 의한 독과점 구조	높음	보통	보통

- 현재는 국내 농기계 시장이 포화 상태이고, 다양한 영농기계의 개발이 충실히 진행되지 못하고 있으며, 정부의 장기적인 시장개입에 의한 독과점 구조가 형성되어 있어 국내 농기계 시장의 성장을 막는 장애물이 되고 있음
- 국내시장이 포화상태로 국내 농기계 성장에 장애요인이 될 것으로 예측되며, 다양한 영농기계의 개발이 이루어지고 있지 않지만 추후 개선될 여지는 있으며, 독과점 구조로 인해 시장 진입 장벽에 대한 애로가 있으나 다양한 농기계 개발로 추후 일정 수준 이상으로 개선될 것으로 판단됨
- 제한요인을 극복하기 위해서는 국내 농기계 시장의 포화에 따른 새로운 농기계 제품의 개발과 이에 따른 다양한 영농기계의 개발이 이루어지는 것이 필수적임

○ 세계 농기계 시장의 주요 수요 동향

순위	주요 동향	향후	향후	향후
		1~2년간	3~4년간	5~7년간
1	신흥국에서의 기계화 진행	높음	높음	높음
2	정밀농업 발달에 따른 최신기종 수요	보통	높음	높음
3	고령화 추세 및 여성의 농업 참여	높음	높음	높음
4	농가 소득 증가로 인한 구매 여건 개선	보통	높음	높음

- 신흥국에서의 기계화가 가속되고 있으며 정밀농업 발달에 따른 최신기종의 수요, 농촌의 고령화 추세 및 여성의 농업 참여, 농가 소득 증가로 인한 구매 여건의 증가 등에 의해 농기계 시장의 성장이 예상
- 신흥국은 농기계 보급률이 낮아 농기계 공급이 꾸준히 증가될 것으로 판단되며, 농업 발달에 정밀성이 요구되는 최신기종의 수요는 계속 증가될 것으로 예상
- 농업에 종사하는 인구 현황은 국내 실정과 비슷할 것으로 판단되며, 해외 또한 고령화가 빠르게 진행되고 있고, 여성의 농업 참여도 계속 증가되고 있어 농기계 산업 성장이 높을 것으로 예상
- 이웃 나라 일본의 경우 아베 정권의 ‘아름다운 우리별 50’ 정책으로 인하여 Zero Emission 추구에 따른 각종 보급사업 및 국가적 장려 정책을 통해 고령화 대응 사회복지사업의 한 분야로 노인층에 대한 스마트자동차를 일부 보급
- 이는 장애인 및 노약자들의 사회활동 증대와 풍요로운 삶의 질 향상을 통한 함께하는 사회를 만들기 위한 노력으로 전동운반차 구매 시 다양한 혜택을 제공
- 중국의 경우 내연기관 중심의 이동 수단에서 하이브리드화를 거치지 않고 국가적으로 전기 구동 시스템을 10여 년 전부터 장려하여 다수의 관련 시스템 기업이 포진하고 있으며 자동차의 막대한 세금으로 인하여 소형 전기 이동 수단으로 시장이 이미 자리를 차지하고 있음
- 유럽은 환경문제 대두로 인하여 화석에너지를 대신할 수 있는 신에너지 개발에 힘쓰고 있으며, 각종 배출가스 문제로 인하여 전기 구동원에 대한 활성화 인식이 높으며, 소형 이동시스템에 대한 인지도가 아주 높은 시장임



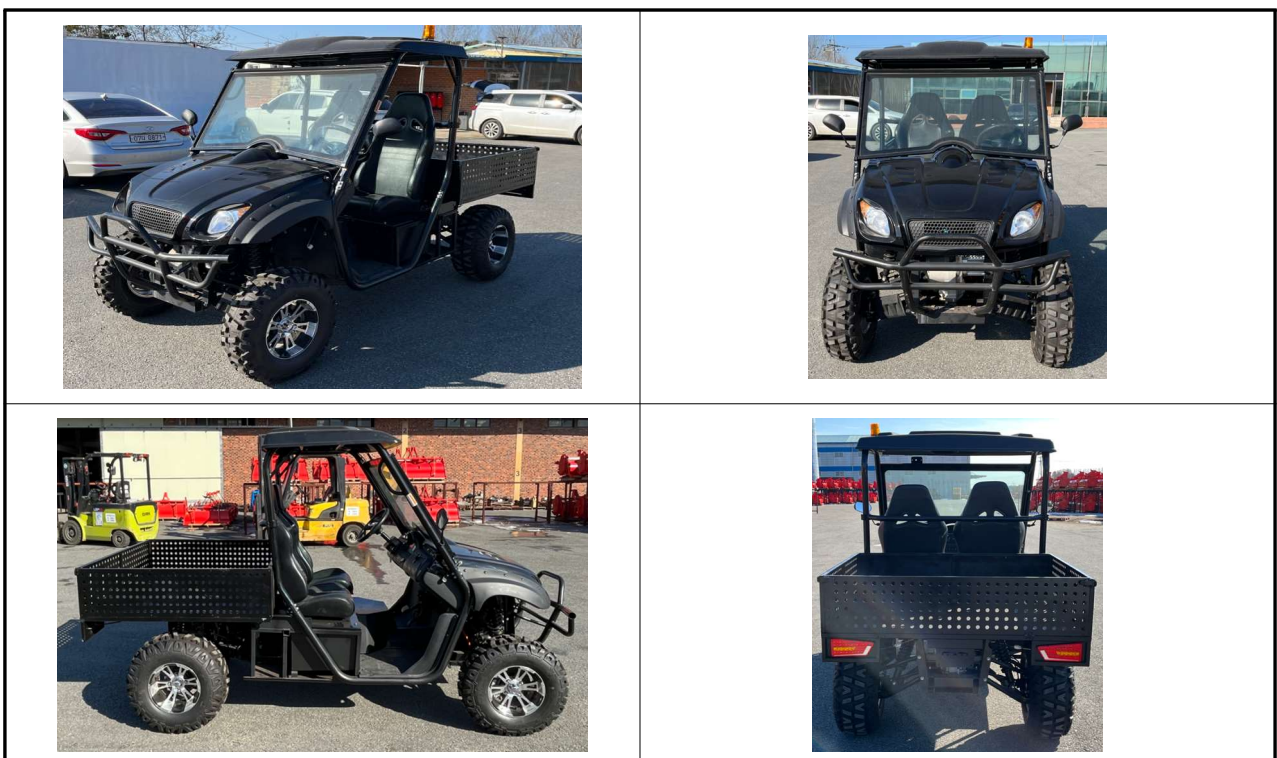
미래의 소형 근거리 이동 수단에 대한 해외 수요

- 미주지역은 오바마 정부가 '뉴 아폴로 프로젝트' 일환으로 2018년까지 청정에너지, 그린카, 그린홈 등에 1,500억 달러를 투자하여 제조업 기반의 500만 개 일자리 창출과 녹색경제와 관련된 R&D 투자 규모를 확대하고 기간을 장기화, 탄소세 도입 등 환경규제 강화, 미국의 녹색경제로의 전환을 새로운 시장 창출의 기회로 활용 및 녹색경제에 대한 RD 분야에서의 국제공조를 확대함에 따라 전기 구동 관련 투자가 지속적으로 확장되고 있음

다. 국내외 경쟁 기관 및 기술 현황

○ 국내외 경쟁 기관

- 국내외 경쟁사 대비 개발 기술의 우수성






연번	개발기술명	경쟁사 기술 수준		개발제품의 평가 결과
		해외	국내	
1	최대속도 (km/h)	120	30	23.1 km/h
2	2.적재중량 (kg)	400	300	500kg
3	전동기최대출력 (kW)	4~8kW	1.5~7.5kW	18.3kW
4	등판능력 (%)	20	15	30%
5	전복안전성 (°)	15	10	30°
6	1회 충전후 주행 거리(km)	65~120	50~70	91.4
7	충전 소요 시간(h)	4~9	4~9	7
8	4 Wheel Drive 방식	1 Motor	1 Motor	2 Motor (전후차축 독립구동)
9	전자파 내성 (V/m)	Level 3	-	Level 3
10	전자파 방출 (dBuV/m)	Class 3	-	Class 3

- 국내 생산 제품 및 시장 현황

회사	대동	성지기업	CT&T
모델			
적용 분야	농업, 산업현장, 환경	농업, 산업현장, 환경	농업, 레저, 산업현장, 환경
동력원	모터	모터	모터
구동 방식	2WD	2WD	2WD
가격(만원)	1,500	1,200	900

- major player들은 현재 농업용 전기자동차를 생산하거나 생산을 위한 개발을 진행 중에 있으며 이외의 다른 기업들도 농업용 전기자동차를 생산하고 있거나 농업용으로 사용할 수 있는 전기자동차를 생산하고 있음
- 농업용 전기자동차의 개발이 농기계 산업에 중요한 분야로 대두되고 있음
- 4개의 바퀴를 가진 2인승 운반용 전기차 제품이 가장 많음
- DC 모터를 포함하고, 납축배터리를 사용하며, 덤핑 기능이 있고, 20~30km/h의 속도로 50km를 주행할 수 있고, 6~10시간 정도의 충전 시간을 요구하는 제품이 가장 많음




구분	KW-BH200	KW-CAD300	KW-B4D300 COLD
모델			
회사	근우테크	근우테크	근우테크
전장×전폭×전고(mm)	1560×620×1000	1380×840×1020	1760×770×1100
최고 속도(km/h)	4	4	3.6
적재중량(kg)	150	200	-
특징	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 경사지 자동 주차 ▶ 일정 속도 제어 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 차체 조향 방식으로 제자리 회전 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 차체 조향 방식으로 제자리 회전 가능






구분	KSU-MDS701	KSU-MDS1	DK-MD3000
모델			
회사	공성전동운반차	공성전동운반차	동광테크
전장×전폭×전고(mm)	1600×900×1050	1400×430×790	1695×800×1100
최고 속도(km/h)	-	-	-
적재중량(kg)	200	120	180
특징	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 서스펜션 ▶ 속도제어장치 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 자동 브레이크 ▶ 바퀴 폭 조절 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 자동 브레이크 ▶ 경사지 일정 속도 유지
구분	DK-MD7000		
모델			
회사	동광테크	대동공업	대동공업
전장×전폭×전고(mm)	1560×620×1000	3338×1645×2012	1280×1427×2930
최고 속도(km/h)	-	20	30
적재중량(kg)	180	300	300
특징	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 후륜 조향 ▶ 자동 전자브레이크 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 저소음, 저진동, 무매연 ▶ 4륜 유압브레이크 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 등판능력 40% ▶ 정격출력 10마력, 30마력(최고)
구분	DH-220	DE-303	SIE-300
모델			
회사	대한모터스	대풍	성지기업
전장×전폭×전고(mm)	1980×950×1150	2910×1400×1930	2350×1100×1120
최고 속도(km/h)	-	30	25
적재중량(kg)	-	300	-
특징	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 최소회전반경 : 3.6 ▶ DC모터 48V 1000W 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 등판능력 12% ▶ 충전시간 :8시간 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 등판능력 15%
구분	M-501 자동덤프	P-200	P-250
모델			
회사	그린농기계	파루	파루
전장×전폭×전고(mm)	1685×955×955	1550×825×955	1550×825×1375
최고 속도(km/h)	-	7	4
적재중량(kg)	200	200	200
특징	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 경사지 자동브레이크 ▶ 차동장치 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 등판능력 15% 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 등판능력 15%

구분	전기3륜차	SU-7000	CH400
모델			
회사	평안모터스	신일	그린농기계
전장×전폭×전고(mm)	2850×1000×1350	2480×850×1100	2700×950×1280
최고 속도(km/h)	25	28	20
적재중량(kg)	220	200	300
특징	▶ 모터 출력 : 1800W	▶ 충전시간 : 8시간	▶ 등판능력 35% ▶ 충전시간 : 5시간

- 국외 생산 제품 및 시장 현황

구분	USA	Japan	Cina
모델			
회사	Jhon Deere, Polaris,	Kawasaki, Honda, Kuboda.	Shanghai, Ningbo Lizhong Motorcycle
적용분야	농업, 레저, 군용, 산업현장, 환경	농업, 레저, 군용, 산업현장, 환경	농업, 레저, 군용, 산업현장, 환경
동력원	엔진	엔진	엔진
구동방식	4WD	4WD	4WD
가격(\$)	1000~3000	1000~3000	300~700

구분	ATX230E	eLXD	Gator™ TE 4x2 Electric
모델			
회사	ATX230E	GEM	JOHN DEERE
국가	이탈리아	영국	미국
사양	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 적재중량: 1000kg ▶ 견인력: 3000kg ▶ 8kW의 전기 모터(피크 14kW) ▶ 등판능력: 35° ▶ 트럭 베드 길이 : 130~180cm. ▶ 오프로드에서 사용 가능 ▶ 고강도 강철 구조 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전장×전폭×높이(mm): 3,658×1,780×1,401 ▶ 적재중량: 630kg ▶ 7.0 마력 ▶ 이동거리: 50마일 ▶ 차량 카테고리 : 전기 4 사이클 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 최고 속도 : 24.1 km/h (15 mph) ▶ 모터 : 별도로 제공되는 DC 모터 ▶ 전기 시스템 : 48 V ▶ HP : 4.6 kW (6.0 hp) ▶ 하루 종일 충전이 가능하며 하루 최대 272kg (500 lb) 까지 운반이 가능함 ▶ 완전히 충전 후 자동으로 꺼지는 UL 인증 충전기

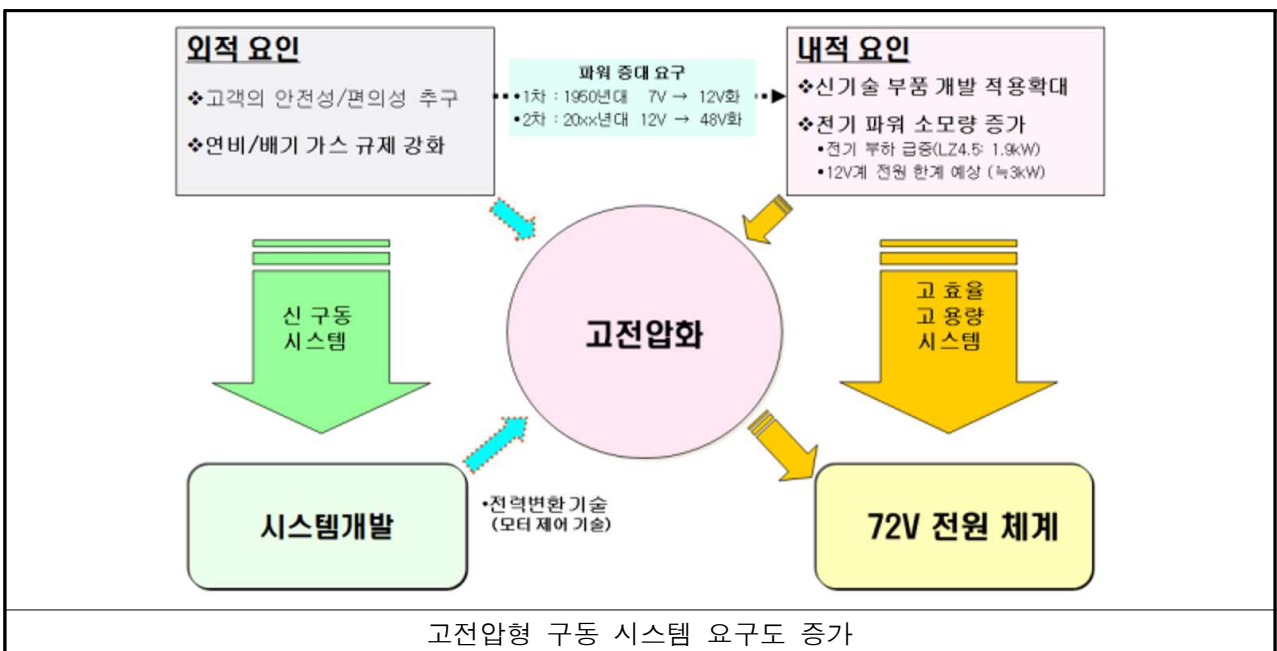
구분	GM5000E	City Fort	Ik1500
모델			
회사	YATIAN	FORT	GOOD LUCK
국가	중국	이탈리아	중국
사양	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전장×전폭×높이(mm): 2,750×1,550× 1,185 ▶ 휠베이스 : 1980 mm ▶ 무게 : 550 kg ▶ 최대 무게 : 1200 kg ▶ 최대 적재량 : 650 kg ▶ 마력 : 15 HP (11.2 kw) ▶ 냉각 시스템 : 공기 냉각 ▶ 전진 속도 : 0~25 kph ▶ 후진 속도 : 0~20 kph ▶ 배터리 : 12Volt 36AH ▶ 지상고 : 190mm 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 최대 출력 : 4 kW / 5, 4 CV ▶ 전기 엔진 : 비동기 3상, 48 V ▶ 드라이브 시스템 : 전원을 후방 휠에 연결 ▶ 변속기 속도 : 인버터 48 V 350 A ▶ 최대 속도 : 40 km/h, 10 RPM ▶ 전기 브레이크 : 자동 에너지 회수 장치 ▶ 형식 건인 배터리 N: 8 배터리, 240 Ah ▶ 충전 시간 : 8시간 ▶ 단일 충전으로 최대 120km 까지 운행 가능. ▶ 최대 운행 가능 경사 : 비 적재 시 30%, 최대 적재 시 20% ▶ 순 중량 : 420 kg ▶ 최대 적재량 : 530 kg ▶ 크기 : 2100 x 1330 x 350 mm ▶ 비람막이와 전기 타이머 포함 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전장×전폭×높이(mm): 2,950×1,000×1,300 ▶ 화물칸 크기 : 1500×1000 mm ▶ 모터 파워 : 800 W / 48 V ▶ 적재량 : 350~400 kg ▶ 배터리 : 유지 보수가 필요 없는 실리콘 젤 배터리로 20 ah / 4 (표준), 단일 충전으로 약 40~50 km 운행 가능. ▶ 충전 시간 : 처음은 12시간, 그 다음부터는 8시간 ▶ 최대 속도 : 45 km/h (속도 제어 스위치가 3단계로 구성) ▶ 순 중량 : 220 kg (간전지 포함) ▶ 총 중량 : 230 kg (패키지 포함) ▶ 전/후면 타이어 : 300-12 타이어 ▶ 전/후방 브레이크 : 드럼 브레이크
구분	iGO Cargo Electric Tricycle	Eco Pick-UP	
모델			
회사	iGrowOrganic	FORT	
국가	미국	이탈리아	
사양	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전기 삼륜화물 자전거로 큰 농촌 및 농업, 상업, 산업 등에 특화된 전송 솔루션이며, 도로용으로는 적합하지 않음. ▶ 최대 적재량 : 600~700 kg (1300~1500 lbs) ▶ 최대 35마일 (55km) 의 범위 ▶ 배기가스가 없으며, 구매 후 유지 보수가 경제적임. ▶ 화물 상자 크기 : 1500 x 1000 mm ▶ 최대 속도 : 30 km/h (18.64 mph) ▶ 배터리 : 20 Ah, 60 V ▶ 컨트롤러 : 18/24 튜브 브러시리스 컨트롤러 ▶ 충격 흡수 장치 : 유압식 전방 쇼크 업소버 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전장×전폭×높이(mm): 3,200×1,000×1,860 mm ▶ 최대 500 kg 을 전달하는 전기 자동차로, 1,400 W 의 힘으로 1.9 m 까지 선회 반경을 조율할 수 있어 작은 공간에서도 쉽게 움직임. ▶ 도시 거리, 시정촌 청소 및 보육원, 농장 등에도 적합함. ▶ 최대 출력 : 1400 W / 3000 rpm ▶ 전압 전원 공급 장치 : 36 Vdc. ▶ 총 높이 : 585 mm ▶ 순 중량 : 460 kg ▶ 최대 중량 : 960 kg ▶ 적재량 : 500 kg ▶ 속도 : 8 km/h ▶ 적재 시 속도 : 7 km/h ▶ 최대 기울기 : 15~20 % 	

○ 국내 기술 현황

- 전동운반차의 경우 국내에서는 농기계 제조사를 중심으로 농업용 전동 운반차량에서 시작하여 중소기업까지 관련 제품개발에 주안점을 두고 시장 선점을 위한 다양한 사업화를 위해 기술개발을 진행하고 있음
- 일반적으로 최고시속이 30km/h 이내로 **농업기계화촉진법검정규정**에 부합하는 농업용 운반 작업이 가능하도록 cargo box가 장착된 형태로 양산

제품명	HEV-600	M300E	HEV-400	Green300	ST-260	SJE3000	SJE VITO	
이미지								
사 양	전장 (mm)	2,570	3,205	2,220	1,500	2,480	2,350	
	전폭 (mm)	950	1,540	950	950	1,130	1,200	
	전고 (mm)	1,770 (캐노피 장착시)	1,960	1,770 (캐노피 장착시)	1,019	1,250	1,520 (캐노피 장착시)	1,120 (캐노피 장착시)
	적재함 (mm)	950*1160*200	1280*1427*293	580*800*150	950*1160*200	670*1150*190	1200*1200*280	1200*1200*280
	최저지상고 (mm)	100	260	100	128	150	-	-
	차량 중량 (kg)	230	910	200	160	587	-	-
	최대적재중량 (kg)	최대 200	최대 300	최대 50	최대 200	최대 340	최대 300	최대 300
	최고속도 (km/h)	15	30	13	4.8	-	25	25
	브레이크	유압다스크	유압다스크	유압다스크	드럼 브레이크	전륜다스크 후륜드럼	-	-
	모터출력 (V/kW)	36V/1.5kW	72V/7kW	24V/1.2kW	24V/0.6kW	48V/4kW	48V/1.2kW	48V/1.2kW

- 국내의 경우 현재 48Vdc에서 72Vdc로 승압을 하고 있는 추세이며, 전동기의 용량을 7kW급 이상으로 증대화가 이루어지고 있고, 그에 따른 각종 제어시스템은 완성사에 따라 다양하게 개발 중

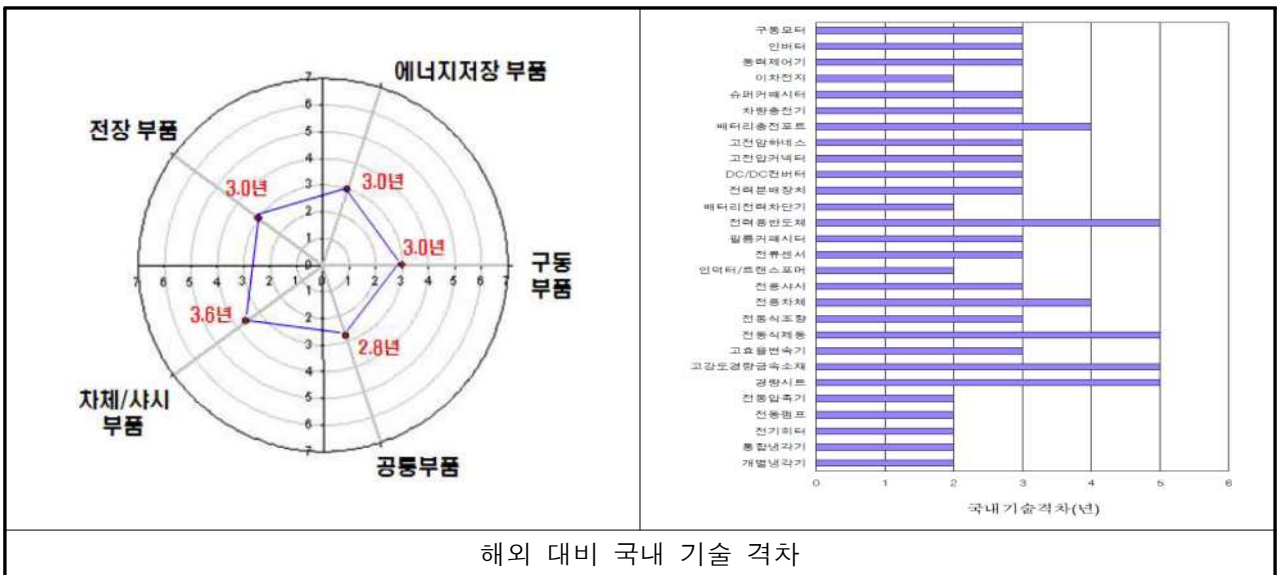


- 전동운반차의 전력전자 기술에 있어 이슈 사항으로 거론되는 문제는 단위 면적당 전력 밀도, 부품 통합화, 열적 문제 개선, 모듈 패키지화 등의 문제가 따르며, 이를 당면과제로 인식하고 해결방안을 모색하고자 연구개발 추진 중임

[구동 드라이버 모듈 업계 주요 이슈 사항]

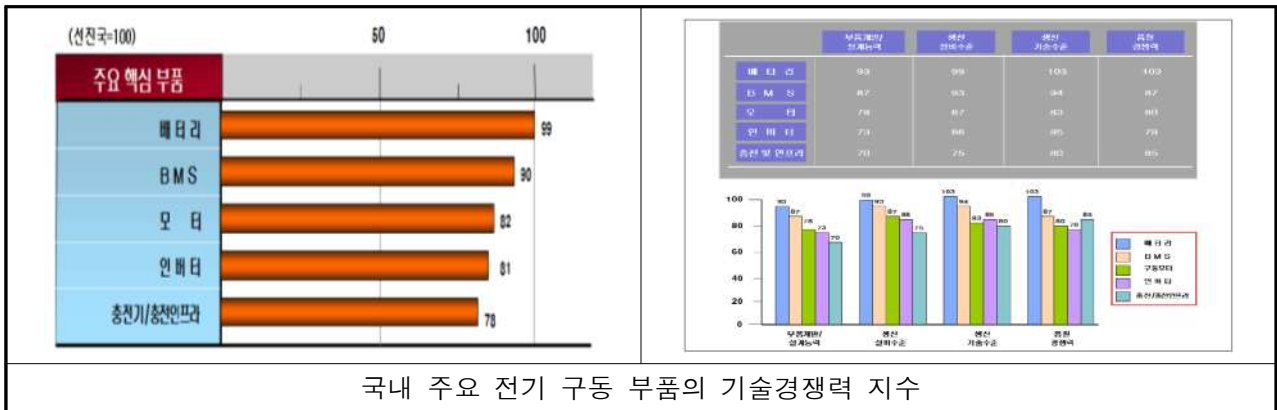
항 목	내 용	비 고
전력 밀도 향상	▶ 소형화, 경량화	크기, 중량, 동일 조건
부품 통합	▶ 성능(사이즈, 중량, 출력)	
열저항 개선	▶ 저온/고온 신뢰성 향상	내한성 대두
모듈화	▶ 확장성, 모듈성 ▶ 맞춤 제작, 유연성 확보	
고전압 반도체	▶ 고출력화 ▶ 고전압화	

- 현재 전기 구동 관련 시스템 및 부품에서 전동 구동 모듈을 나타내는 부품의 경우, 해외 선진국 대비 3년 정도의 격차가 있는 것으로 자동차부품연구원에서 조사된 바 있음

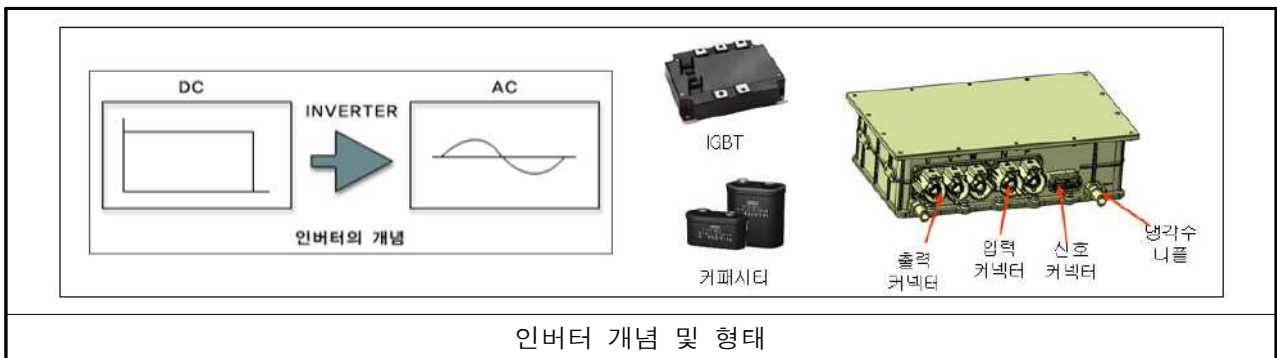


- 국내 주요 전기 구동 부품의 기술경쟁력 수준을 살펴보면 국내 전기자동차의 주요 핵심부품의 기술경쟁력은 일본·미국·유럽 등 선진국(=100%) 대비 배터리와 BMS는 동등하거나 다소 낮은 수준인데 반해 구동 모터, 인버터, 충전기 등은 상당한 기술격차를 보이고 있음
- 배터리는 선진국 대비 99%를 기록하여, 동등한 기술경쟁력을 확보하고 있고, 이는 우리나라가 이미 리튬계 배터리 분야에서 선진국 대비 동등 또는 동등 이상의 기술력을 확보하고 있으며, 자동차용의 경우도 선진국의 완성차 업체에 제품을 납품하고 있는 등 제품 분야에서 경쟁력 우위를 확보하기 있기 때문(다만, 부품과 일부 설비에서 기술력이 다소 떨어지고 있는 것으로 분석됨)
- BMS는 우리나라 제어 기술의 발달로 제품의 생산 면에서는 선진국 대비 크게 뒤지고 있지 않으나, 부품과 최종품질에서 경쟁력이 다소 떨어지는 것으로 분석되어 선진국 대비 90%를 기록
- 구동 모터의 경우 선진국 대비 82%로 우리나라가 유도 모터에서 기술경쟁력이 강한 반면 선진국에서는 주로 사용하는 영구 자석 모터에서는 기술경쟁력이 떨어지기 때문
- 인버터의 경우도 주요 부품인 파워 소자에 대한 기술력의 한계와 임베디드 소프트웨어 기술, 정밀 다이캐스팅 기술 등 주요 부분에서 기술력 차이를 보이고 있어 선진국 대비 81% 수준
- 충전기/충전 인프라는 기술경쟁력 및 기술 난이도에서 떨어지는 충전기는 큰 기술경쟁력 차

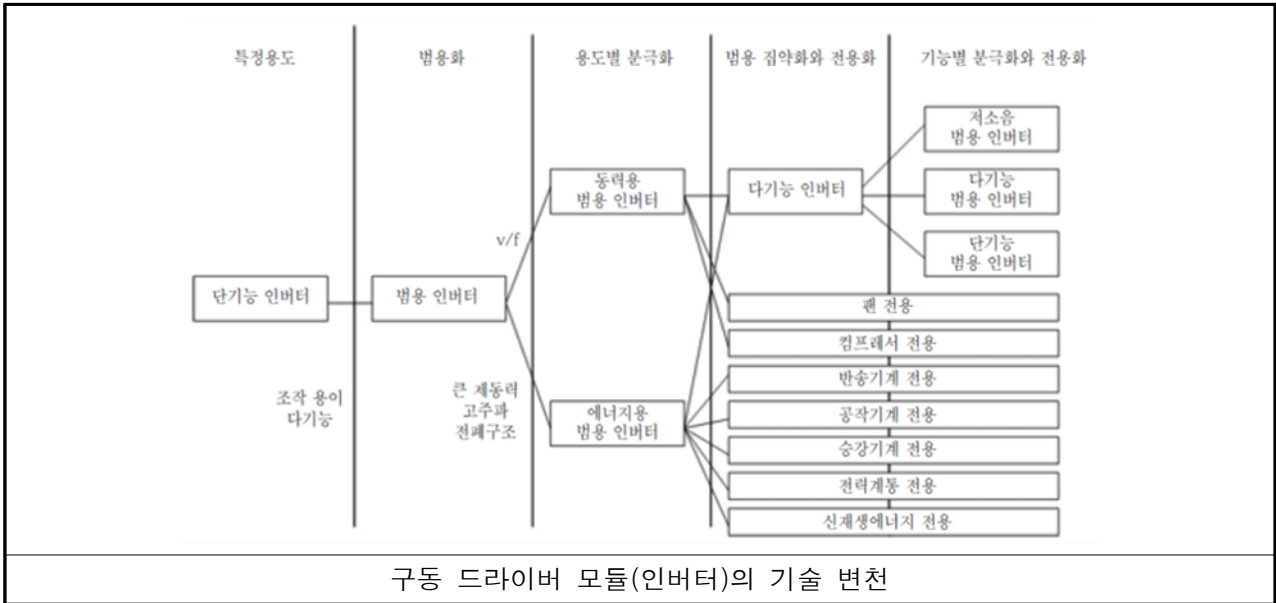
이를 보이고 있지 않으나, 충전 인프라의 경우 일본·미국·유럽 등에서 전기자동차의 보급을 위해 보다 적극적으로 추진하고 있어, 국내 기술경쟁력이 선진국에 비해 낮은 수준인 78%로 분석됨



- 부품 설계 능력은 기술경쟁력 4가지 요소 가운데 가장 낮게 평가된 기술 요소로, 경쟁력을 확보하기 위해서는 주요 부품의 자급도를 높이고 다양한 설계 능력을 확보하기 위한 연구개발 활동이 보다 집중되어야 할 것임
- 생산설비 및 생산기술 수준은 가장 높은 지수를 보이는 분야로서 이는 우리나라 전기전자 분야 및 기존 자동차(부품) 분야의 생산 관련 기술 수준이 높기 때문임. 품질경쟁력으로는 인버터가 선진국 대비 78% 수준으로 분석 대상 부품 중 가장 낮은 지수를 보이고 있음



- 인버터는 DC를 AC로 변환하여 부하 측의 상황에 맞게 운영하는 시스템으로 주로 전동기 구동 및 전력 변환 시스템으로 이용
- 인버터 관련 업체와 기술 인력 등이 부족한 요인으로 이에 대한 집중적인 기술개발 투자를 통해 전기 구동화 시대 도래 이전에 품질경쟁력을 확보해야 함
- 국내 인버터 기술경쟁력 지수는 81%로 주요 부품(전력 소자 등)에 대한 기술적 열세와 최종 제품에 대한 품질경쟁력 열위로 선진국 대비 기술력 차이가 존재하고 있는 것으로 나타남. 기술 요소의 가중치(중요도)에서 가장 높게 나타난 부품 개발/설계 능력 요소에서 선진국과 기술적 차이가 현저하게 낮고, 기타 기술 요소에서도 전반적으로 기술이 열위한 것으로 나타남
- 종래의 유도 전동기와 동 기기로부터 최근 제어용 전동기라 일컫는 BLDC 및 스위치드 릴럭턴스 전동기(SRM) 등의 교류 전동기를 가변속 제어하기 위해 인버터가 다양하게 사용되고 인버터 기술은 약 30년 전부터 시장에 등장했으나 적용되는 전동기 종류의 미 시장 수요의 변화에 따라 끊임없이 발전하고 있음



- 구동용 전동기로 주로 적용되었던 DC 모터는 가장 보편적으로 사용되는 방식으로 전력을 공급하는 브러시가 있어 마찰열이 발생하여 내구성 및 효율이 낮으나 순간 출력이 높고 간단한 구조와 가격이 저렴한 것이 특징
- 전동기 구동 비중이 증대되면서 전동기에 대한 출력의 다양화 필요성이 대두되고 있으며, 소형화, 경량화, 고효율화를 목표로 기술이 진전되고 있음

[영구 자석형 전동기의 특징]

종 류	공급 전기	특 징
DC 모터	DC	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 브러시로 인해 내구성 낮음 ▶ 제어 간편(전류로 토크 제어)
브러시리스 DC 모터 (BLDC)		<ul style="list-style-type: none"> ▶ 브러시가 없어 내구성 높음 ▶ 순간 출력이 낮음
영구 자석 동기 모터 (PMSM)	AC	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 회전자는 영구 자석, 3상 AC를 이용하여 동기화 ▶ 브러시가 없어 내구성 우수 ▶ 토크의 직접제어가 가능 ▶ 순간 출력이 높음 ▶ 고가의 인버터

- 제어기 내부에 들어가는 구동 알고리즘 자체는 산업용에서 지속 발전해 온 부분으로 특별히 기술 개발된 부분은 없으나, 현재 전기 구동용으로 요구하고 있는 회전력(torque) 대비 실제 출력 회전력이 최대한 근접할 수 있는 방향으로 연구개발이 진행되고 있음
- 일본의 경우 power density(적은 체적으로 많은 출력을 내는 것) 향상을 위해 중요 소자인 전력 소자와 capacitor 등 부품 단위 개발에 많은 노력을 기울이고 있음
- 또한 고효율화 및 고성능화를 위해 적용 시스템의 주행 패턴을 분석하여, 가장 빈번하게 운전되는 속도 및 부하 영역을 산출하여, 효율을 향상시키고 전동기의 경우 효율을 향상시키기 위하여 철손 및 동손을 저감시키는 자석 형상의 최적화, 코일 및 코어의 최적화 기술이 핵심이 되며, 인버터의 경우 효율 향상을 위해 과변조 기법, 전압변동 보상 및 모터 온도보상 등을 최적화하여 개발 진행
- 고주파와 고주파 저감을 위해 built-in EMC와 DC choke를 내장하는 경우가 많으며, 한-EU 환경규제를 위해 도입된 RoHS 기준을 만족하고 운전 조건에 따라 손쉽게 변경이 가능한 운전으로 사용자들이 쉽게 익히고 사용할 수 있도록 조작의 편의성 제공

- 전기 운반차의 주 기술 목적은 한정적인 배터리 전원을 다양한 부하 변동에 능동적으로 대처하고 배터리 전원을 효율적으로 관리하여 배터리 사용 시간을 연장하는 것이며, 최근 주변의 온도, 열, 진동, 압전 등 환경에서 발생하는 애로사항들에 대응하는 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음

○ 국외 기술 현황

- 선진국의 major player들은 현재 농업용 전동 운반차량을 생산하고 있으며, 이외의 다른 기업들도 생산하고 있거나 농업으로 사용할 수 있는 형태의 차량을 개발 중임
- 선진국인 미국, 일본의 경우 우리에게 잘 알려진 메이커로 Jhon Deere, kawasaki, Honda, Kubota 등이 UTV를 생산하고 있으며, 차량의 가격은 최소 1,000만 원에서 최대 7,000만 원까지 다양하고 고가인 상황이며, 이는 배터리, 모터, 인버터에 대한 가격 부분이 큰 것으로 판단
- 중국의 경우 대량생산에 유리한 점을 통해 저가의 제품을 생산하고 있으며, 300만 원에서 700만 원까지 다양하게 UTV를 생산하고 있지만 품질 및 기술 면에서 매우 뒤쳐지고 있음

제품명	HEV-600	M300E	HEV-400	Green300	ST-260	SJE3000	SJE VITO	
이미지								
사 양	전장 (mm)	2,790	3,415	3,527	1,931	3,759	2,515	2,720
	전폭 (mm)	1,470	1,390	1,079	737	1,397	1,109	1,280
	전고 (mm)	1,850	1,200	1,752	1,143	1,829	1,346	1,780
	적재함 (mm)	810*1070*290	2110*1370*260	1079*813*635	-	1676*1066*254	1092*762*762	1130*770*190
	최저지상고 (mm)	254	-	-	-	-	140	110
	차량 중량 (kg)	602.4	1000	656	386	396	623	339
	최대적재중량 (kg)	453.6	1000	552	227	739	396	360
	최고속도 (km/h)	-	35	24.1	6	32	29	23
	브레이크	유압디스크	유압디스크	유압디스크	드럼 브레이크	유압디스크	드럼 브레이크	유압디스크
	모터출력 (V/kW)	48V/22kW	48V/3kW	48V	24V/22kW	48V/4.4kW	48V/11kW	48V/22kW

- 또한 모든 산업에서의 석유 의존도를 최소화하기 위해 지속적인 지원정책을 시도, 1970년 77%에 달하던 석유 의존도를 31%(2005년)까지 낮추었고 현재 최종 에너지의 1/4이 재생가능 에너지를 사용하고 있으며 2020년 석유 의존도 0%를 목표로 탈 화석에너지에 주안점을 두고 개발이 이루어지고 있으며, 그 대안으로 전기 구동화를 진행하고 있음

Reduce Dependence on Oil

Via Electrification of Vehicle Drives

Requirements: 55 kW peak for 18 sec; 30 kW continuous; 15-year life

Technology Targets

Year	Traction Drive System				Power Electronics			Motors		
	(\$/kW)	(kW/kg)	(kW/l)	Efficiency	(\$/kW)	(kW/kg)	(kW/l)	(\$/kW)	(kW/kg)	(kW/l)
2010	19	1.06	2.6	>90%	7.9	10.8	8.7	11.1	1.2	3.7
2015	12	1.2	3.5	>93%	5	12	12	7	1.3	5
2020	8	1.4	4	>94%	3.3	14.1	13.4	4.7	1.6	5.7

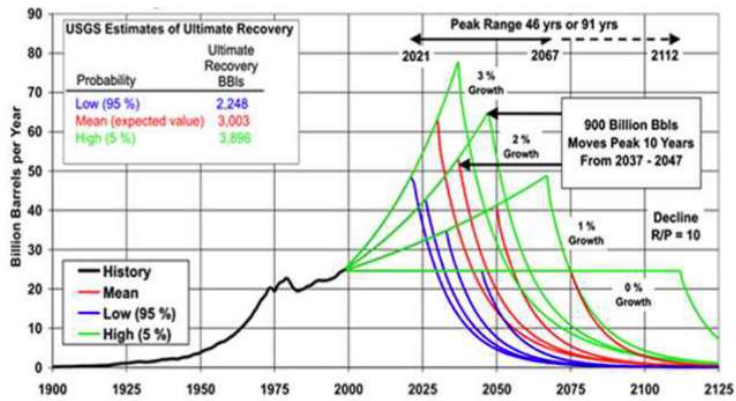
Challenges

size cost weight

Research Areas



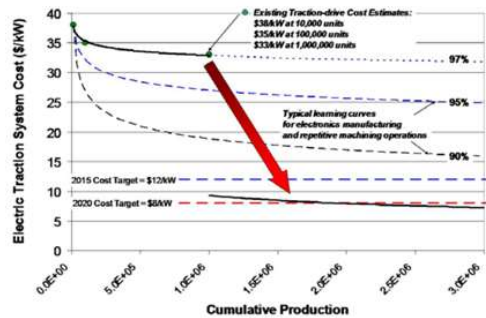
APPEM R&D overview



미국 DOE Oil Peak 시나리오

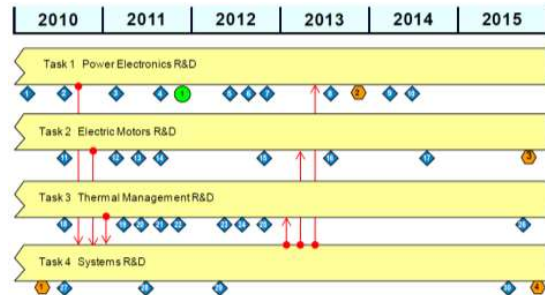
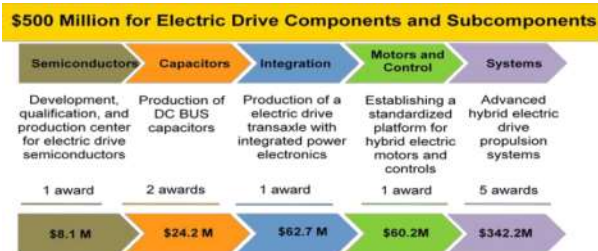
	2010 ^a	2015 ^b	2020 ^c
Cost, \$/kW	<19	<12	<8
Specific power, kW/kg	>1.06	>1.2	>1.4
Power density, kW/L	>2.6	>3.5	>4.0
Efficiency (10%-100% speed at 20% rated torque)	>90%	>93%	>94%

^a Based on a coolant with a maximum temperature of 90°C.
^b Based on air or a coolant with a maximum temperature of 105°C.
^c A cost target for an on-board charger will be developed and is expected to be available in 2010



DOE Technical Targets for Electric Traction System

Required technology shift to achieve the cost target for electric drive technology



ARRA grants distributed for Electric Drive Component and Sub-component manufacture Facilities

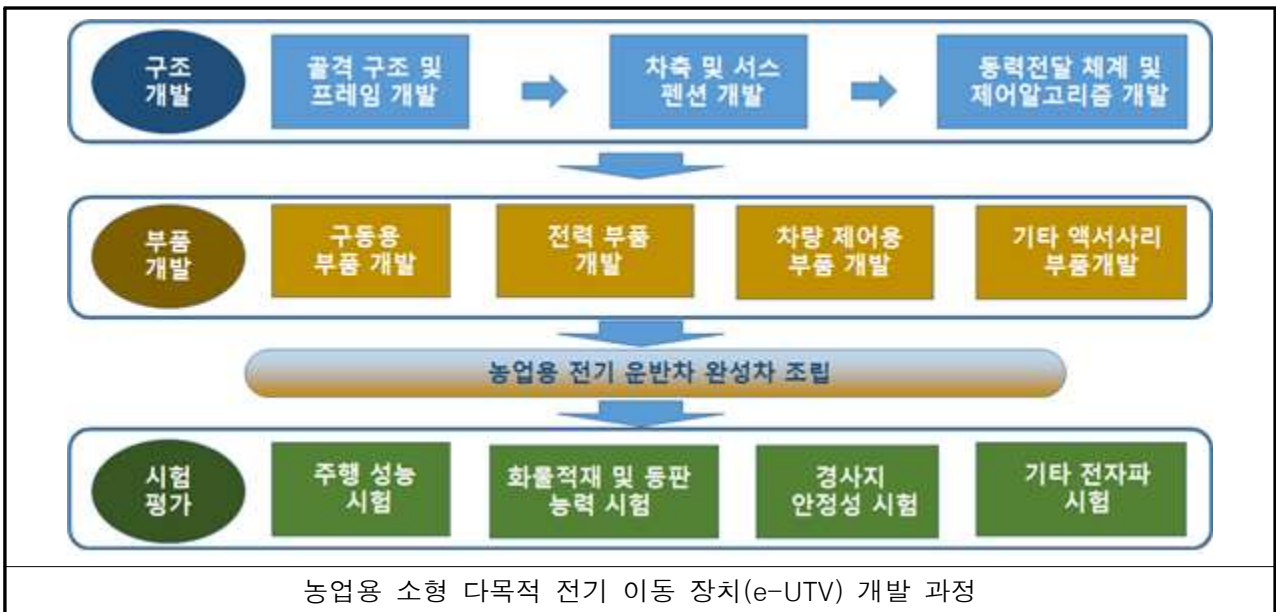
Advanced Power Electronics and Electric R&D

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용

2.1. 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 적정 구조 설계 기술 개발

가. 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발 과정

- 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발을 위해 연구개발 과정을 구조 개발, 부품 개발, 시험평가의 3개 카테고리로 구분하고 다음과 같은 전략을 수립하여 추진함
 - 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)의 구조 개발 단계에서는 골격구조 및 프레임을 설계, 차축 및 서스펜션 개발, 전후방 차축에 대하여 구동 모터에서부터 바퀴까지의 동력 전달 라인을 설계하고 전후방 독립형 차축 구동 구조와 토크 분배 알고리즘을 개발함
 - 부품 개발 단계에서는 동력 발생 및 전달을 위한 구동용 부품의 선발 및 개발, 전력 에너지의 저장, 분배, 제어를 위한 전력 부품의 선발 및 개발, 기계적 메커니즘과 전력 시스템의 연계 운용을 위한 차량제어용 부품 개발, 기타 전기차에 필요한 액세서리 부품의 개발을 진행함
 - 개발한 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)의 프레임 위에 구동용 부품과 에너지 공급 시스템, 차량제어용 부품들을 탑재하여 참여기관이 공동으로 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)를 완성 및 조립하고, 농업기계화촉진법 상의 농업용 운반차 시험규정을 적용하여 주행성능시험, 화물 적재 및 등판능력시험, 경사지 안정성 시험, 전자파 적합성 시험을 실시함



나. 골격구조 설계 및 보디 프레임 개발

○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 설계 방향

- 농촌 고령화에 따라 기존 경운기보다 안전하고 친환경적이며, 고령 농민도 쉽게 조작이 가능한 전기 구동식 농업용 운반차량으로 개발
 - 4륜 구동(4WD) 탑승형 전기 구동 시스템 채용 및 전동식 파워스티어링(EPS) 적용으로 운전 핸들 조작 토크를 경감하고, 편의성 증대를 통한 조향 및 차량제어 능력을 높일 수 있도록 차량 구조 개발
- 비포장 오프로드에서도 높은 접지력과 안정성을 유지하며, 이동성과 안정성을 확보할 수 있

는 차량 프레임의 설계와 저중심 무게 배분 전략을 이용

- 설계 모델을 이용한 시뮬레이션을 통해 모델의 정적 안정성을 평가하기 위한 정하중 해석, 이동 및 화물 운반 간의 안정성을 평가하기 위한 전도 해석, 모달 해석, 진동해석, 충돌해석 등을 수행함
- 기존 UTV에 적용되었던 에너지 저장 장치인 납산 배터리나 리튬 인산철 배터리에 비한 사용 전력 용량 확대를 위하여 AMG 배터리 또는 리튬 배터리를 적용하고, 견인 구동 측면에서 기존 유도전동기 및 VVF형 인버터에 비해 에너지 효율 및 회생률이 높은 영구 자석 동기 모터(고효율 모터) 및 벡터 제어형 인버터를 적용하여 경량화에 유리하도록 개발에 반영
- 전류 차축 및 후륜 차축에 각각 독립적인 모터를 채용한 Dual Drive System으로 견인 구동 동력원의 전력 배분에 따른 전류 최적화로 배터리의 부담감을 감소시키고, 효율적인 운전 영역 도출 및 매핑을 통한 차량 탑재 배터리의 에너지 소비를 최소화하도록 설계
- 오프로드 타이어 적용을 통하여 접지력을 향상시키고, 차량 하부 배터리 팩 적용을 통하여 저중심 설계를 통한 시스템 안정도 높임

○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 설계 제원

형 식		승용 2축 독립 4륜 구동형
기체의 크기	길이	3450mm(전방 범퍼에서 적재함 끝단까지)
	폭	1540mm(좌측 차륜 외측에서 우측 차륜 외측까지)
	높이	1610mm(지면에서 캐빈 최상단까지)
중량		800kg
축간 거리		2320mm
적재함	적재 중량	500kg
	길이 × 폭 × 높이	1560mm, 1130mm, 300mm
	형상 및 재질	철판 및 사각형강, SC30
	두께	옆판 65mm, 밑판 27mm
최저 지상고		275mm(부위 : 전차축 하부)

○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 설계 모델(전북대학교 산학협력단)



○ 유한요소 해석을 이용한 설계 모델 전산 해석 수행

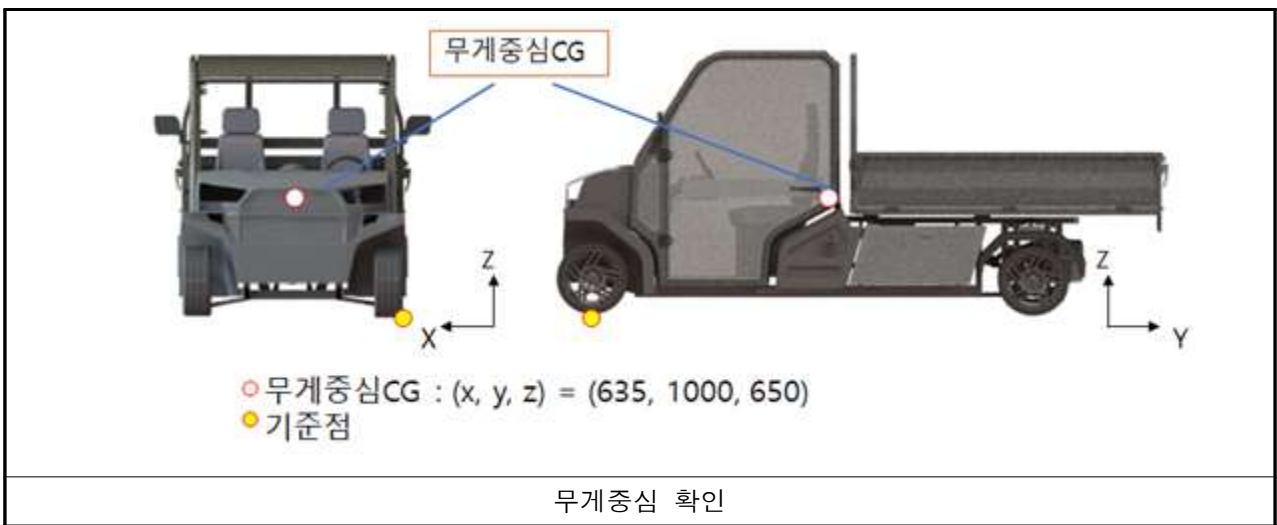
- 해석 도구 : Ansys Workbench Mechanical
- 전도성 검토 : 바퀴 간 하중 분석(centrifugal force)
- 차량 프레임 FEM(Finite Element Model) 형성
- 진동해석/충격해석/충돌해석 수행



○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 설계 모델의 전도 안정성 분석

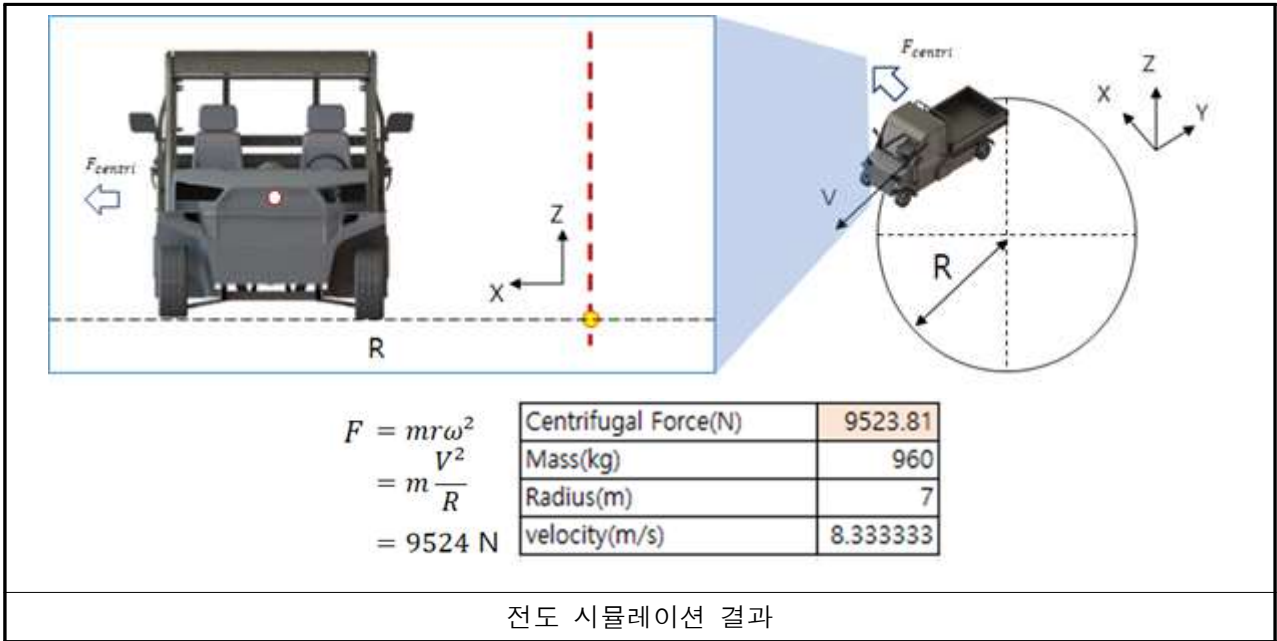
- 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)의 무게중심을 기준으로 원심력, 풍하중에 의한 전도 모멘트를 계산함

- 무게중심 : $x = 635mm, y = 1000mm, z = 650mm$ (x, y : 회전중심 기준, z : 전방 휠 바닥면 기준)

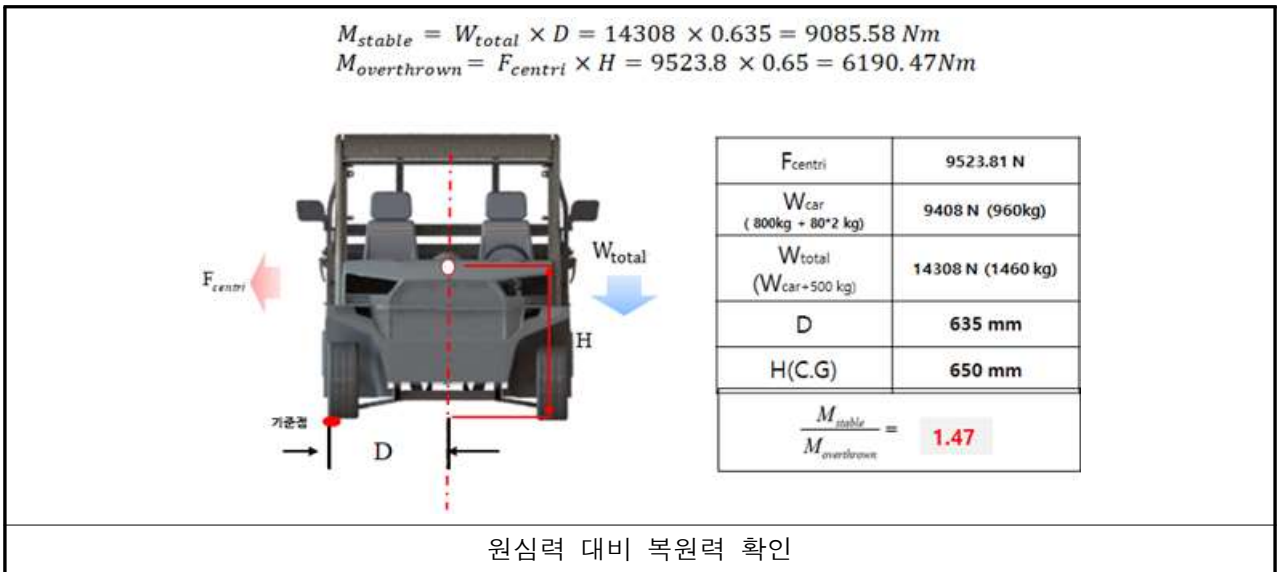


○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 최소 회전반경을 7m, 차중 800kg의 무게에 화물을 적재하지 않은 상태에서 운전석 캐빈에 80kg 체중의 2인이 탑승하는 조건에서 전도 시뮬레이션을 수행함

- 평지에서 가속도의 변화없이 초속 8.3m/s의 속도로 곡률반경 7m의 커브를 주행하더라도 전도되지 않는 것으로 나타남



- 차량이 전도되는 방향으로 작용하는 원심력보다 차량의 무게에 의한 복원력이 커 비교적 안정된 상태에서 주행할 수 있는 것으로 나타남
- 원심력 대비 복원력은 1.47로 비교적 높은 안전율을 확보할 수 있음




○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 정하중 해석

- 설계 모델의 프레임 구조물에 대하여 정하중 해석을 수행함
 - 물성치 특성은 AISI1020과 AISI1030을 적용하고, 밀도는 7.8 g/cm³, 항복강도는 350Mpa, 440 Mpa을 각각 적용함

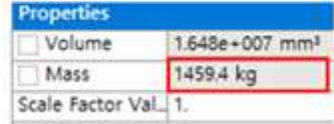
	Material Property		
	Material Property	AISI1020	AISI1030
	Density	7.8 g/cm ³	7.8 g/cm ³
	Tensile Strength, Ultimate	420 Mpa	525 Mpa
	Tensile Strength, Yield	350 Mpa	440 Mpa
	Young's Modulus	186 Gpa	206 Gpa
Poisson's Ratio	0.29	0.29	
Geometry	Material Property		

설계 모델 정하중 해석

- 해석 경계 조건으로는 본체 무게를 700kg, 적재함 무게를 100kg, 운전석 및 조수석 탑승자 80kg*2인, 적재 화물 중량을 500kg으로 하여 총 1460kg의 하중이 인가되는 것으로 가정함



FEA Model
(Mesh : Tetra)

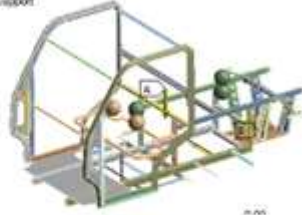


Properties

Volume 1.648e+007 mm³

Mass 1459.4 kg

Scale Factor Val. 1.



중력 적용
Fixed Support


해석 경계 조건 설정

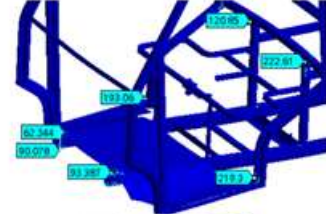
- 해석 결과 부분적으로 459.7Mpa 최대 응력이 집중되는 것으로 나타났으며, 최대 변형량은 9.2mm로 일부 부재에 대하여 구조적 보강이 필요한 것으로 나타남

Stress : 459.7 MPa

C: Static Structural
Equivalent Stress S

Unit: MPa
Time: 1
2022-07-27 오전 6:57

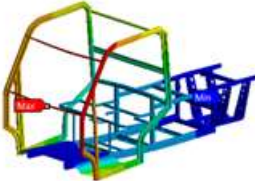


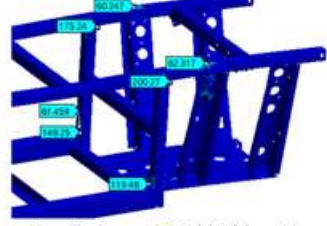


Deformation : 9.2218 mm

C: Static Structural
Total Deformation

Unit: mm
Time: 1
2022-07-27 오전 6:57





• Tensile Strength(Yield/Ultimate)
- AISI 1020(350/420Mpa)
- AISI 1030(440/525Mpa)

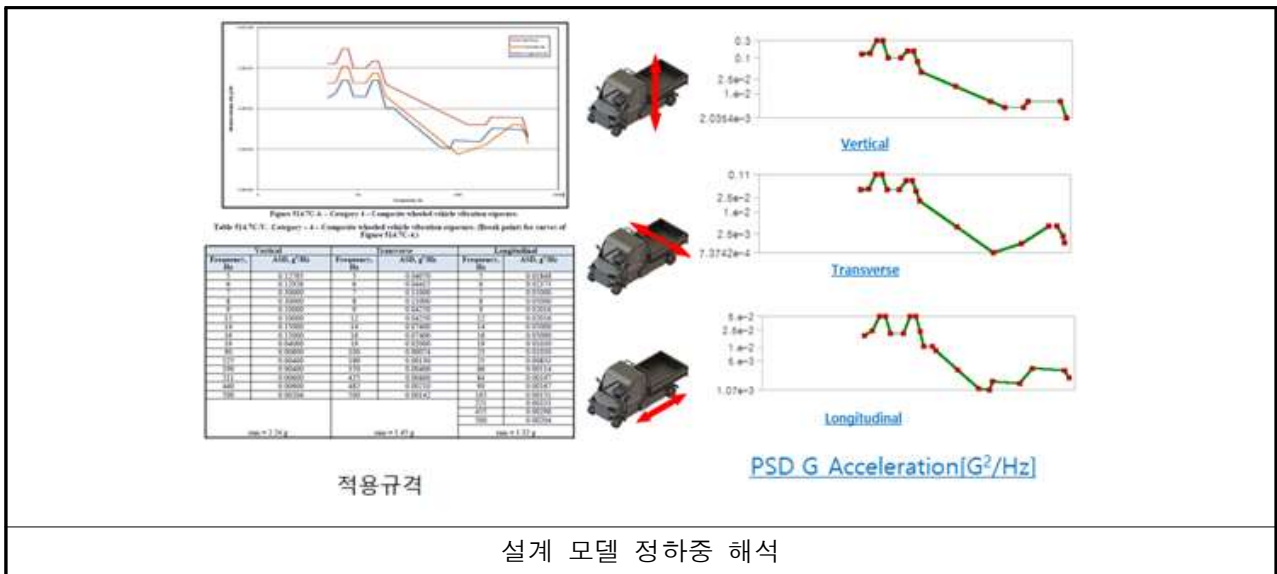
정하중 해석 결과 및 상세 응력 분포

○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 모달 해석

- 모달 해석은 유한요소 해석 기반 시뮬레이션을 바탕으로 한 선형 구조의 동적 특성에 대하여 고찰하기 위한 것이며, 이러한 동적 특성에는 공진 주파수('고유 주파수'라고도 함), 구조

모델(또는 '고유 모드') 등이 포함됨

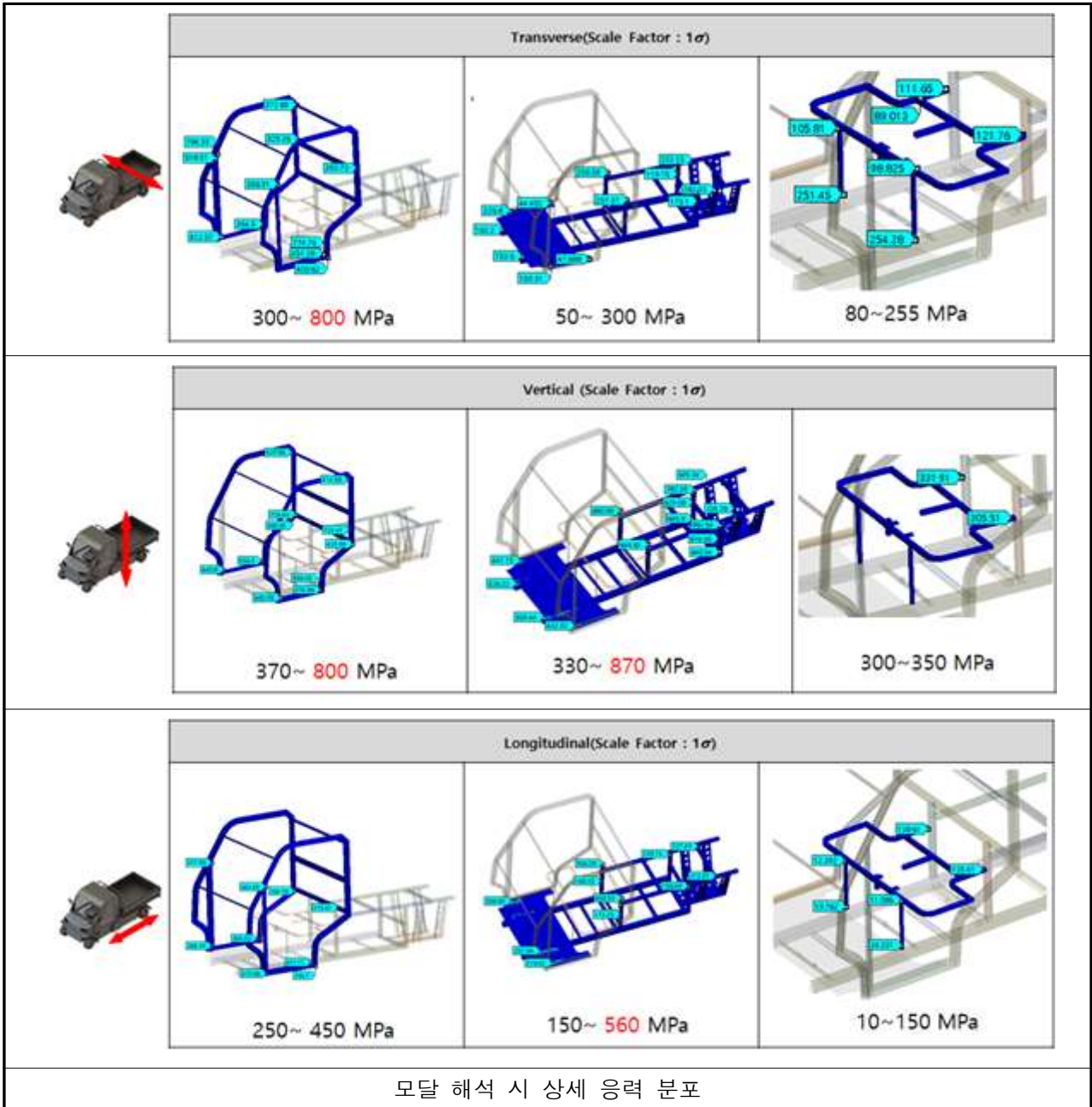
- 동적 특성은 구조상의 질량, 강성 및 댐핑 분포에 따라 다르며, 운용 하중에 노출되었을 때의 구조 진동 동작을 결정함
- 선형구조 시스템의 모든 변형은 구조모드를 선형 조합하여 표현할 수 있으며, 정규 벡터 기준을 형성함
- 모달 테스트와 해석의 결과는 진동 응답 계산, 진동 문제와 손상 감지에 대한 근본 원인을 파악하고 개선하는데 매우 효과적임
- pre-stress를 적용한 static analysis 모달 해석을 수행함. pre-stress는 PSD Random Vibration(수송진동) 국방 분야 시험 규격인 MIL-STD-810G w/CHANGE 1, METHOD 514.7C, Category 4 Procedure I 적용함



- 해석 조건을 PSD Random Vibration (수송진동) 규격인 MIL-STD-810G w/CHANGE 1, METHOD 514.7C, Category 4 Procedure I을 적용하여, X, Y, Z방향으로 각각 해석을 수행한 결과 하중 지지부 / 프레임 연결부 등에서 350~850 Mpa 수준의 응력이 발생하는 것으로 나타남

- X, Y, Z 방향 각각 모달 해석을 수행한 결과

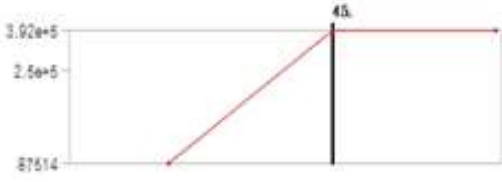
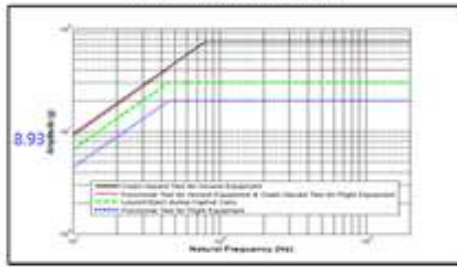
항목	상세내역	비고
기준	<ul style="list-style-type: none"> • MIL-STD-810G w/Change 1 • METHOD 514.7C Category 4 Procedure I 	<ul style="list-style-type: none"> • Tensile Strength(Yield/Ultimate) - AISI 1020(350/420Mpa) - AISI 1030(440/525Mpa)
분석 결과	<ul style="list-style-type: none"> • 하중 지지부 / 프레임 연결부 350~850 Mpa 수준 (국소부위 특이해 제외) 	<ul style="list-style-type: none"> • Vertical : 2884.3 MPa • Transverse : 12405.0 MPa • Longitudinal : 2165.2 Mpa



○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 프레임의 충격 및 충돌해석

- 충돌 해석(Explicit Dynamics)은 해석하고자 하는 구조물이 외부와의 빠른 충돌, 폭파 그리고 자유낙하 시 그 구조물의 물리적 거동을 규명함
 - 구조해석을 위하여 일반적인 과도해석 기법인 'Implicit'와는 다른 'Explicit' 해석 기법이 적용되어 매우 짧은 시간 동안 발생하는 충돌에 대한 Explicit 시간 적분법을 통하여 정확하고 효율적으로 해석 결과를 도출해 낼 수 있음
 - 해석이 가능한 분야로는 충격과 전파, 대변형, 재료의 파손 및 비선형 거동 분석, 복잡한 접촉 문제, 분열, 비선형 좌굴 등을 파악할 수 있음
- 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 프레임의 충격 내성을 평가하기 위해 Reponse Spectrum(충격반응을 위한 스펙트럼 모델)으로서 MIL-STD-810G w/CHANGE 1, METHOD 516.7, Procedure I을 적용하여 시뮬레이션을 수행함

Figure 516.7.8. Test SRS for use if measured data are not available (the Procedure I - Functional Shock, and Procedure Y - Crash Hazard Shock Tests).



	Frequency [Hz]	Acceleration [(mm/s ²)]
1	10.	87514
2	45.	3.92e+005
3	2000.	3.92e+005
*		



Table 516.7.8B. Test shock response spectra for use if measured data are not available.

Test Category	Peak Acceleration (g)	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	Corner and Frequency (Hz)
Functional Shock for Flight Equipment	10	10	45	45
Crash Hazard Shock for Flight Equipment	10	10	2000	2000
Flight Equipment Shock	10	10	2000	2000

Note 1: The default values for f_1 and f_2 are shown in Figure 516.7.8. Refer to paragraphs 2.2.1.1 and 2.2.1.2 to determine the bandwidth of the SRS and corresponding values of f_1 and f_2 .

Note 2: Also refer to paragraph 2.2.1.1 for Functional Shock for Flight Equipment Peak Acceleration.

RS Acceleration[mm/s²]

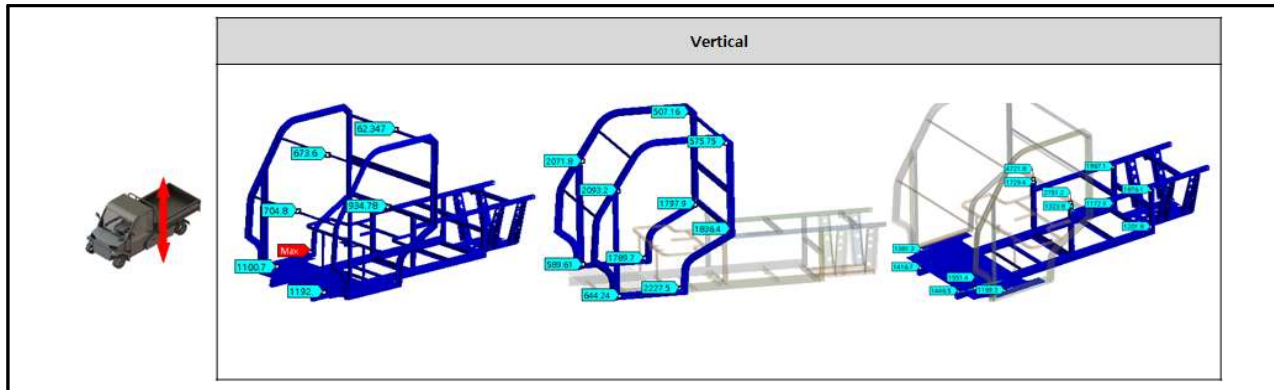
적용규격

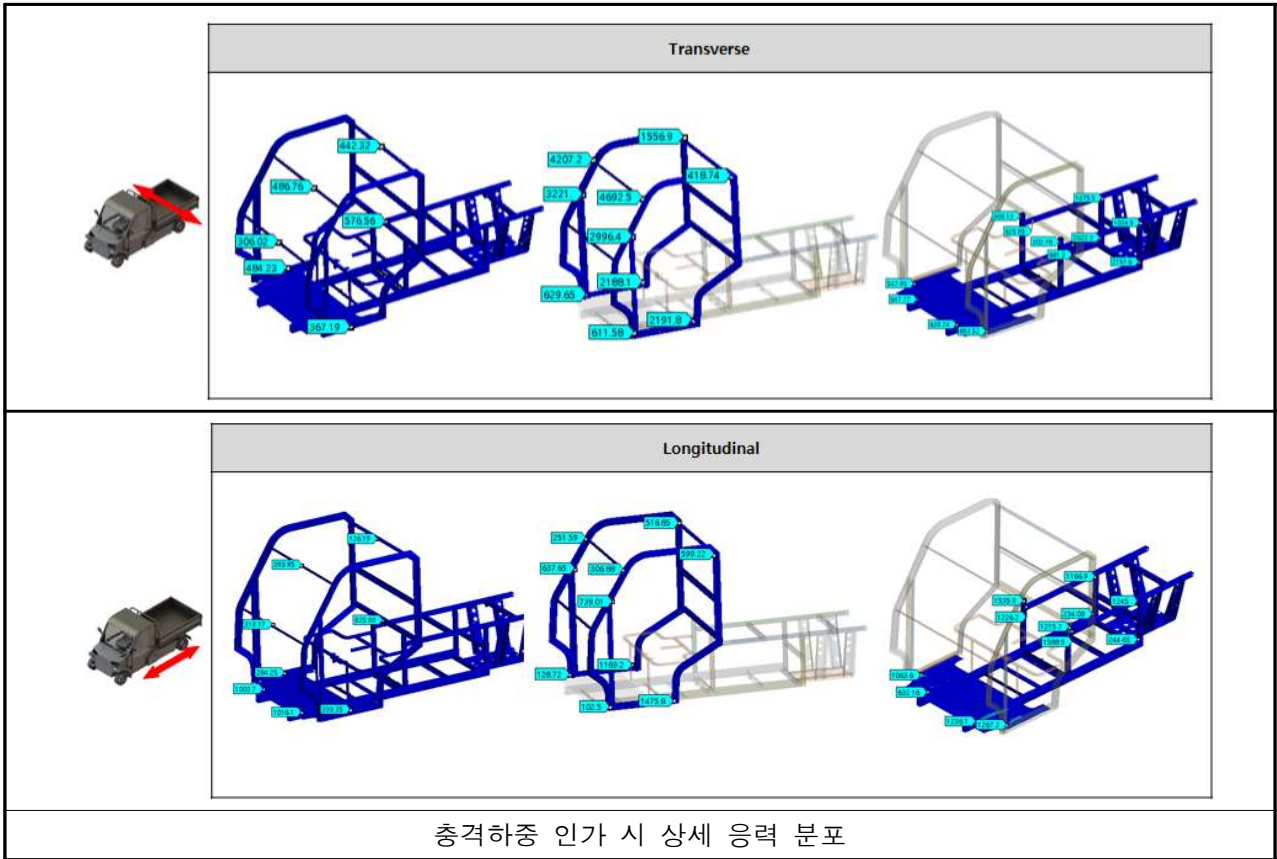
MIL-STD-810G w/CHANGE 1, METHOD 516.7, Procedure I 하중 인가

- 충격하중에 대해 X, Y, Z 방향에서 각각 해석을 수행한 결과 충격하중에 대해 전체적으로 구조 강성은 높지 않은 것으로 평가됨. 특히 캐빈 전방부와 모터가 조립되는 프레임 구조물 부근의 강성이 취약한 것으로 나타나 리브와 보강 프레임을 추가하여 강성을 확보하도록 설계를 보완함

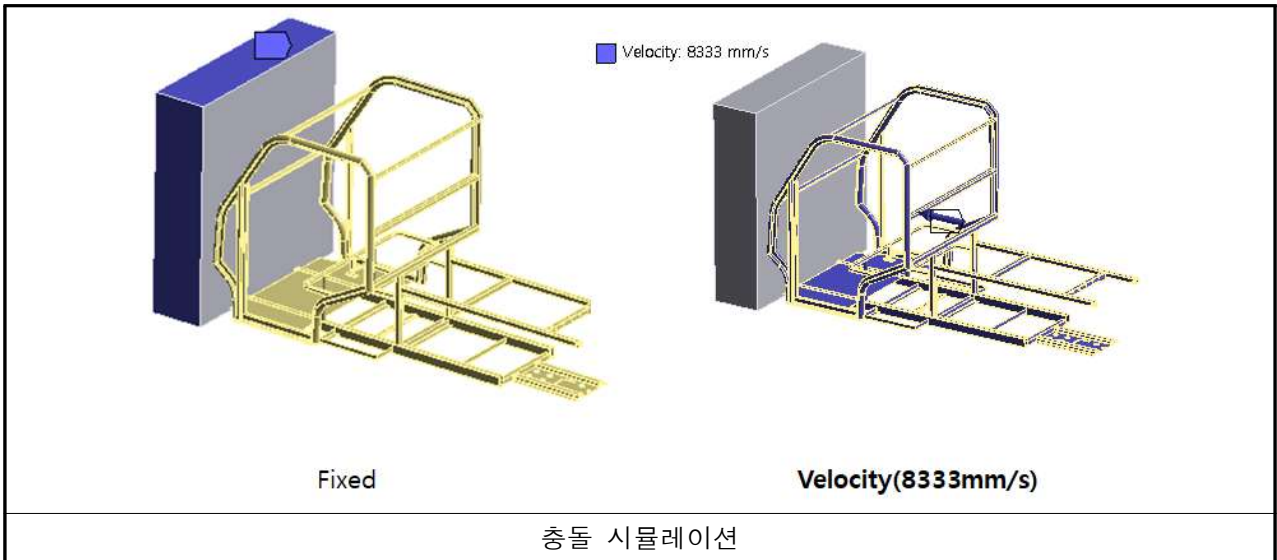
- MIL-STD-810G w/CHANGE 1, METHOD 516.7, Procedure I 하중조건에서 해석을 수행한 결과

항목	상세내역	비고
기준	<ul style="list-style-type: none"> MIL-STD-810G w/Change 1 METHOD 516.7C, Procedure I 	<ul style="list-style-type: none"> Tensile Strength(Yield/Ultimate) - AISI 1020(350/420Mpa) - AISI 1030(440/525Mpa)
분석 결과	<ul style="list-style-type: none"> 충격 하중에 대해 전체적으로 구조강성이 높지 않음 (전방부 강성증가, 모터조립체 부근 프레임 보강) 	<ul style="list-style-type: none"> Vertical : 14572 MPa Transverse : 69145 MPa Longitudinal : 16034 Mpa

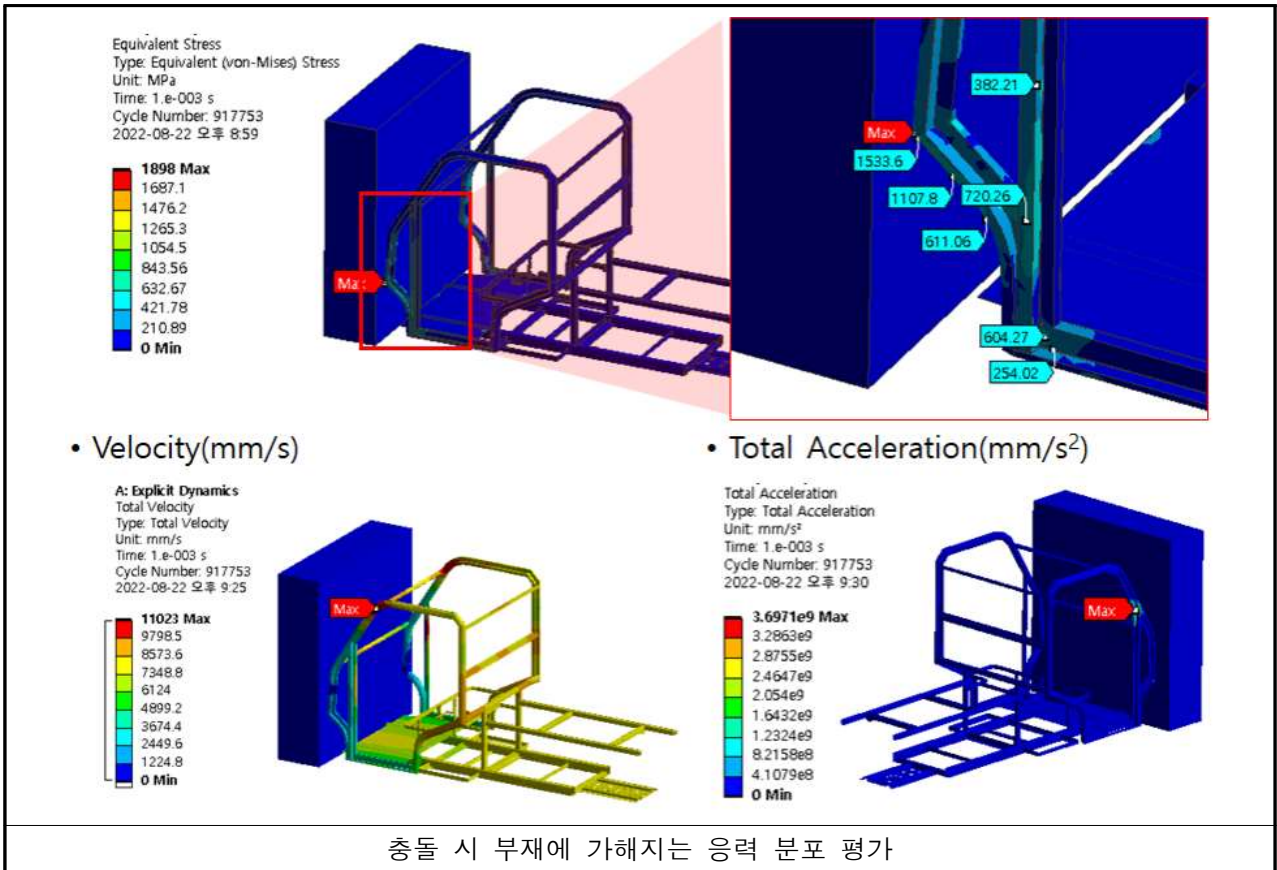
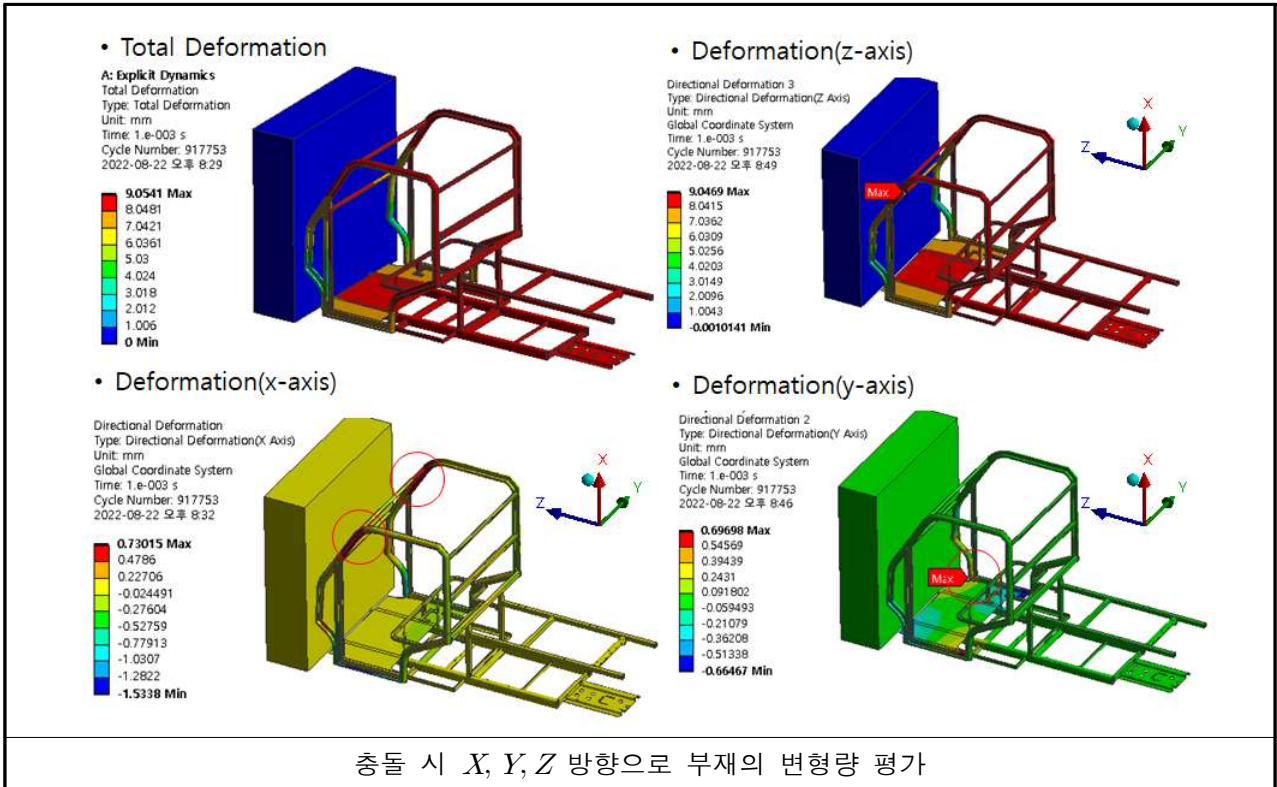




- 충돌하중에 대한 응력 및 변위에 대한 분석은 농업용 전기차량의 법정 규정 속도인 시속 30km/h로 주행하는 동안 벽면과 충돌하는 상황을 가정하여 시험함
- 충돌해석을 위한 *Boundary Condition* : $V = 30\text{km/h}$ (8333mm/s)로 벽면 충돌 시점에서의 Frame의 Stress 및 변위 분석



- 충돌해석 시험 결과 충돌 방향인 Z축 상의 전방부 프레임 부재에서 9.17mm의 최대 변형 변위가 발생하는 것으로 나타났으며, X, Y 축 방향의 최대 변형은 1mm 이하로 크지 않으나 전방 프레임 상단부와 시트 하단 배터리 수납부의 프레임 플랜지부에서 최대 응력이 발생하는 것으로 나타남
- 충돌 시 응력의 분포는 벽과 직접 접촉하는 캐빈 전방부 하측 프레임에서 1536Mpa의 최대 응력 집중이 나타났으며, 충돌 시 속도와 가속도의 변화도 캐빈 전방 보호구조물과 연결된 프레임 부에서 가장 큰 것으로 관측됨



다. 서스펜션 설계 및 평가

○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 서스펜션 설계의 필요성

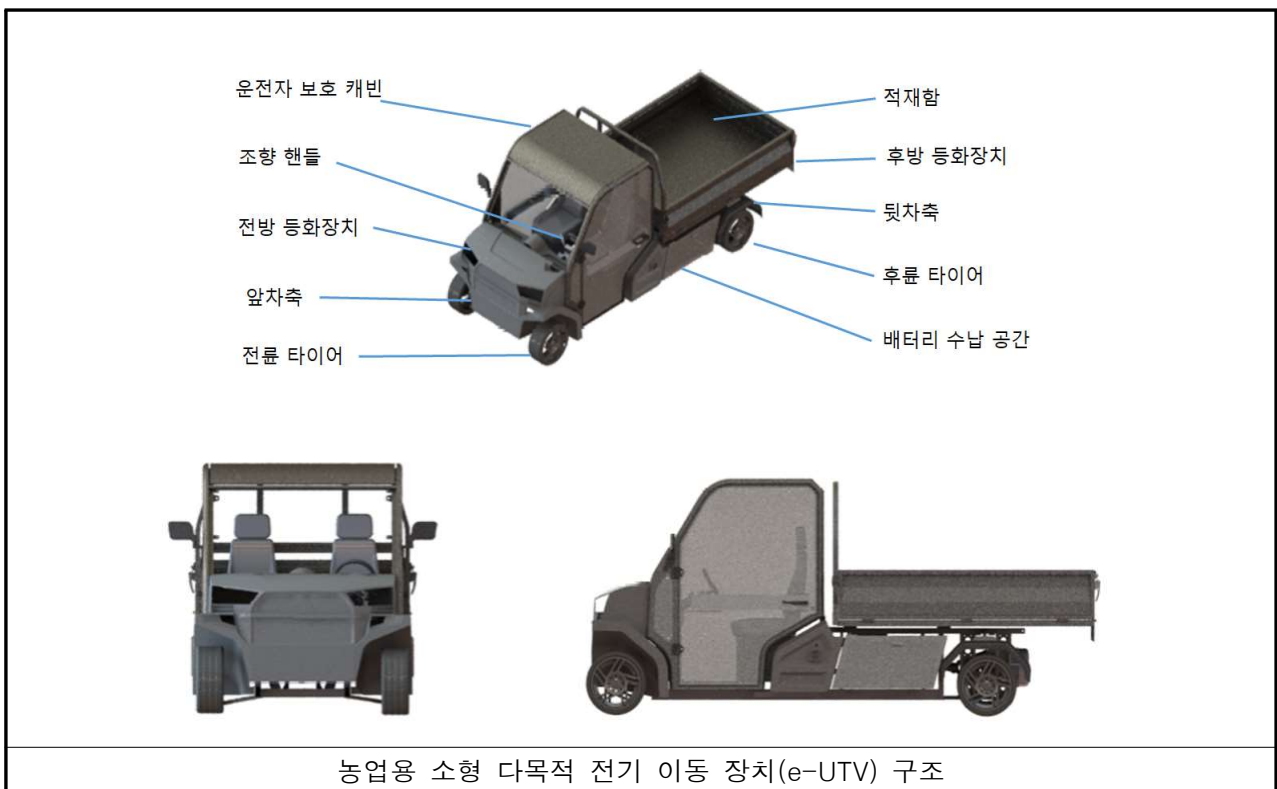
- 비포장도로와 웅덩이가 많은 농로 환경에서 쉽게 운행할 수 있고, 농작물 운반 시 피로 강도를 줄일 수 있으며, 사고 시에도 저렴한 비용으로 간단하게 부품을 교체할 수 있는 구조의

농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 모델에 대한 서스펜션 구조의 설계가 필요함

- 미국 국가표준인 ANSI(American National Standards Institute)의 ANSI/OPEI B71.9-2016에서는 UTV에 대해 사람과 화물을 운송하기 위한 용도로 특별히 제작된 다목적 오프 하이웨이 유틸리티 차량 (MOHUV)으로 정의하여 표준을 설정하고 있으며, UTV의 성능은 고출력 경량화, 낮은 무게 중심과 서스펜션의 성능에 따라 좌우 됨
- UTV 차량의 현가장치(suspension)는 지면으로부터 발생하는 진동이나 충격 등이 차체나 운전자에게 전달되는 것을 감소시키기 위하여 댐퍼(damper), 스프링, 스테빌라이저(stabilizer) 등에 의해 진동과 충격을 저감시키고, 타이어를 노면에 확실하게 접지시키는 등 차량의 주행 안정성과 조종성능의 향상을 위하여 노면의 굴곡, 충격하중, 브레이크 작동, 하중변화 등을 고려한 ATV 서스펜션 설계방안이 Shijil P 등에 의해 제시한 바 있음
- 특히 다목적 농작업을 위한 전동 UTV의 서스펜션은 주행과 지형 적응만을 고려할 경우 경운과 같은 견인작업에서 차체의 출력거림으로 인한 헛팅이 발생하여 견인 농작업의 효율이 저하되고, 견인 작업을 위해 스프링 계수를 크게 하면 오프로드에서의 적응력이 매우 떨어지게 되는 문제점이 있음
- 노지 스마트 팜의 주요 수단인 농작업 기계의 전동화와 디지털화를 위해 기존 엔진 기반의 산업용 UTV를 전동 기반의 농업용 UTV로 이용할 때 고려해야 하는 여러 문제 중의 하나인 서스펜션 설계에 도움을 줄 수 있도록 전동 UTV를 다양한 견인 및 운반 농작업에 이용하는 것을 가정하여 적절한 댐핑 범위를 갖는 스프링 파라미터를 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 설계할 필요가 있음

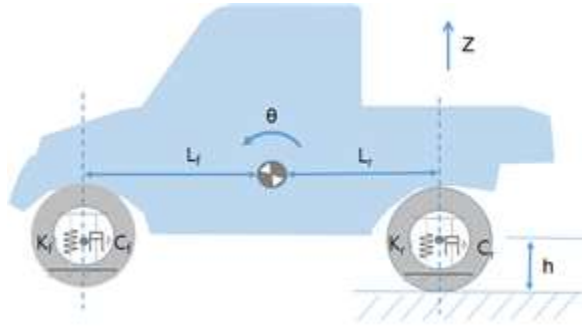
○ 농업용 전기 운반차의 서스펜션 설계를 위한 시뮬레이션 구성

- 시험 차량에 대한 정의
 - (공시 기대) 시뮬레이션을 통해 시험하고자 하는 농업용 전동 UTV 공시 차량의 구조 및 제원은 다음과 같고, 전동 UTV는 전후방 히치를 갖추고 있어 농작업기의 장착과 농업용 자재 운반이 가능한 다목적 차량임을 가정하였으며, 공차시의 중량은 배터리의 무게를 포함해 약 800kg, 최대 적재하중은 500kg으로 설계했다. 설계된 차량 구조는 다음 그림과 같음



농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 구조

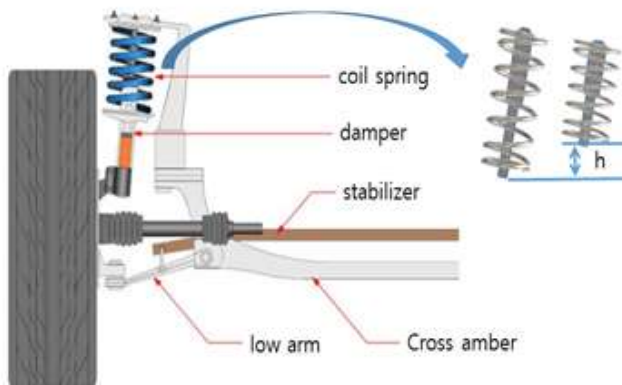
- (무게중심과 차축 간의 거리)차축 사이의 거리는 2.2m이며, 무게중심은 앞차축에서부터 1m, 뒷차축에서부터 1.2m 지점에 있는 것으로 가정하였음



구분	값
공차중량	800kg
적재 중량	500kg
최대 하중	1300kg
무게중심에서 앞차축까지의 거리(Lf)	1.0m
무게중심에서 뒷차축까지의 거리(Lr)	1.2m

무게중심과 차축 간의 거리

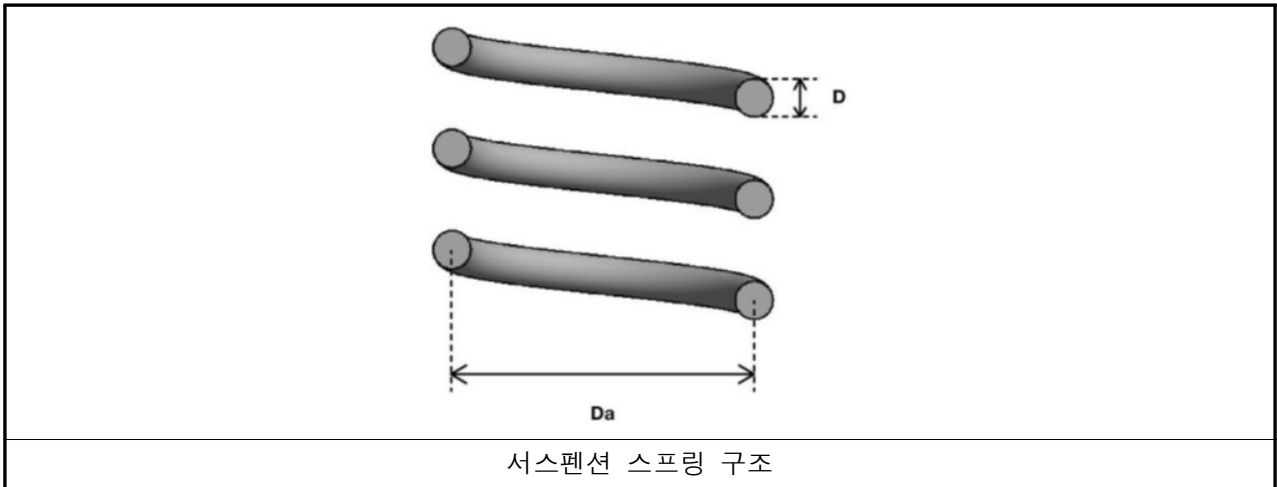
- (서스펜션 모델)UTV 실제 차량에 쓰이는 현가장치의 대표적인 모델로는 맥퍼슨 스트럿, 멀티링크, 더블 위시본 등이 있으나 그중 현재 UTV 차량에 가장 많이 쓰이고 있는 모델은 차량 무게의 경량화와 제작 비용 측면에서 저렴한 맥퍼슨 스트럿 모델로서 서스펜션은 스프링과 댐퍼로 구성되며, 차체의 하중을 지지하는 상부 암 연결부와 크로스암 어셈블리에 의해 지지되는 하부 암 연결부 사이에 위치하여 주행 중 지면의 변화로부터 오는 충격하중과 무게중심의 변화에 따른 하중 전이에 의한 차체의 가속도 변화를 저감하는 구조임



농업용 전동 UTV 서스펜션 구조

- (시뮬레이션 조건) 이와 같은 구조와 제원을 가진 농업용 UTV가 5cm 정도의 단차를 가진 오프로드를 약 7km/h의 속도로 주행하면서 4 수준에서 스프링 계수를 변화시켰을 때, 전후륜 서스펜션의 동적 거동으로 스프링 길이의 변화와 댐핑 속도에 대하여 Matlab (Mathwork社)의 Simulink를 이용해 시뮬레이션을 수행함
- 적용한 스프링은 일반적으로 UTV에 사용하는 댐퍼와 결합된 일자형 스프링이며, 구조와 치수가 아래 그림과 같고 스프링의 치수는 D(선경) 15mm, Da(중심경) 120mm, N(유효 권수)은 9, H(Free Height)는 400일 때 스프링 상수를 계산하면 다음과 같이 표현될 수 있음

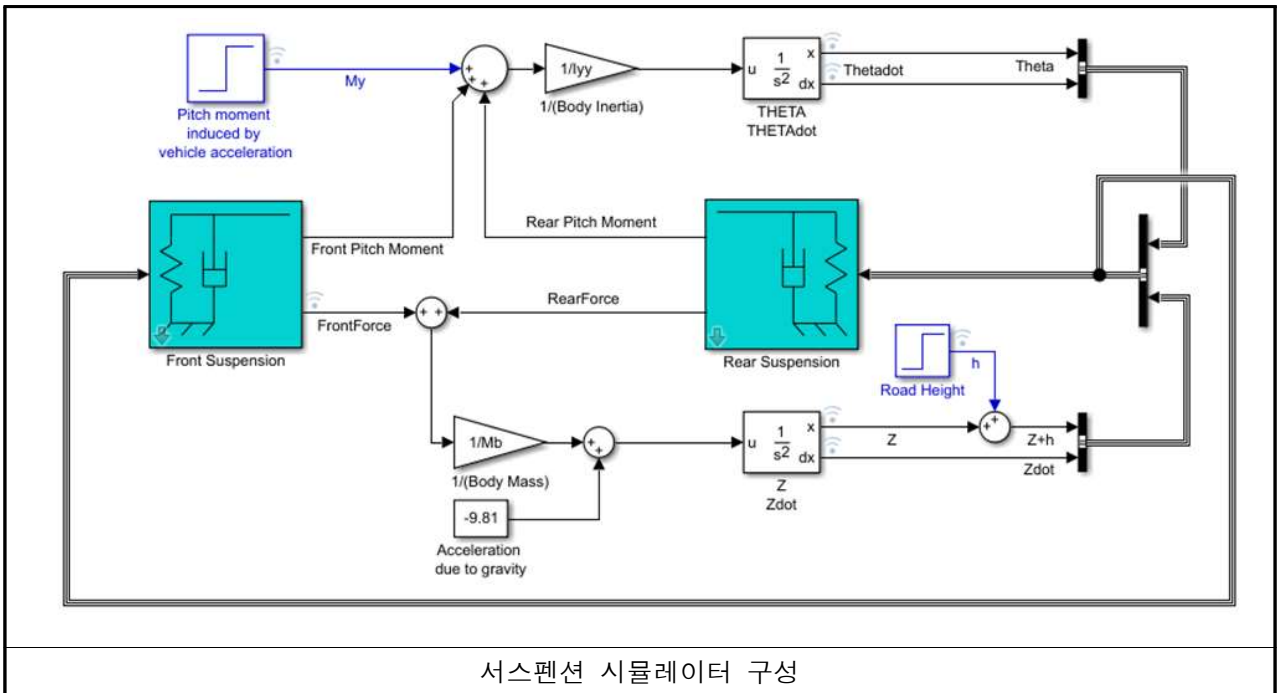
$$K = \frac{8050 \times 15^4}{8 \times 9 \times 120^3} = 3.27 \text{ kg/mm} (G = 8050 \text{ kg/mm}^2)$$



- 이는 UTV 차량의 현가장치에 사용되는 일반적인 스프링의 스프링 상수의 범위인 3~5kg/mm 에 부합하는 범위이며, 이에 따라 앞서 가정한 무게 조건과 스프링 상수를 통해 스프링의 압축 변위량을 구할 수 있는데 이 값을 초기 실험에 대입하여 진행함. 압축 변위량의 값은 다음과 같음

공차중량 800kg 시	적재 후 중량 1300kg 시
$\delta_1 = \frac{800}{3.27 \times 4} = 61.16 \text{ mm}$	$\delta_2 = \frac{1300}{3.27 \times 4} = 99.39 \text{ mm}$

- (시뮬레이션 구성) Matlab(Mathwork사)의 Simulink를 이용한 모델은 지면 단차 입력함수로 5cm 스텝 입력을 적용했으며, 가감속 시의 무게중심 변화에 의한 하중과 자중에 의한 서스펜션 스프링의 변위를 고려하여 시뮬레이터를 설계함



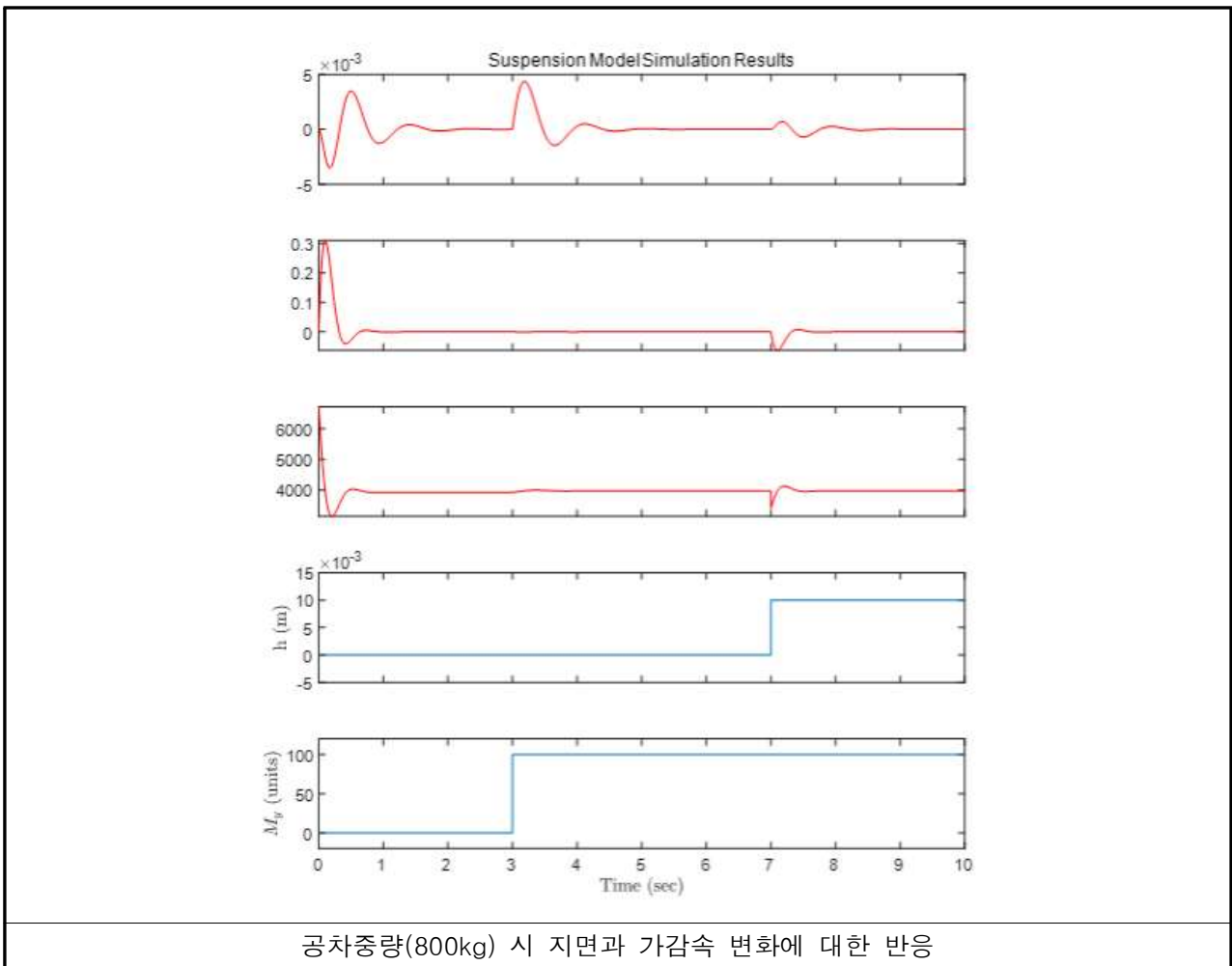
- 서스펜션 스프링은 통상 UTV에 사용되는 조절이 가능한 상용의 서스펜션 스프링의 제원을 적용하여 시뮬레이션을 실시하였으며, 4종의 서스펜션의 제원은 아래와 같으며, 시뮬레이션은 차량 서스펜션 설계 도구로 출시된 Matlab 2021a(Mathwork사) 버전의 Simulink와 Suspension Tool Box를 사용함

• 서스펜션 시뮬레이션을 위한 경계 조건

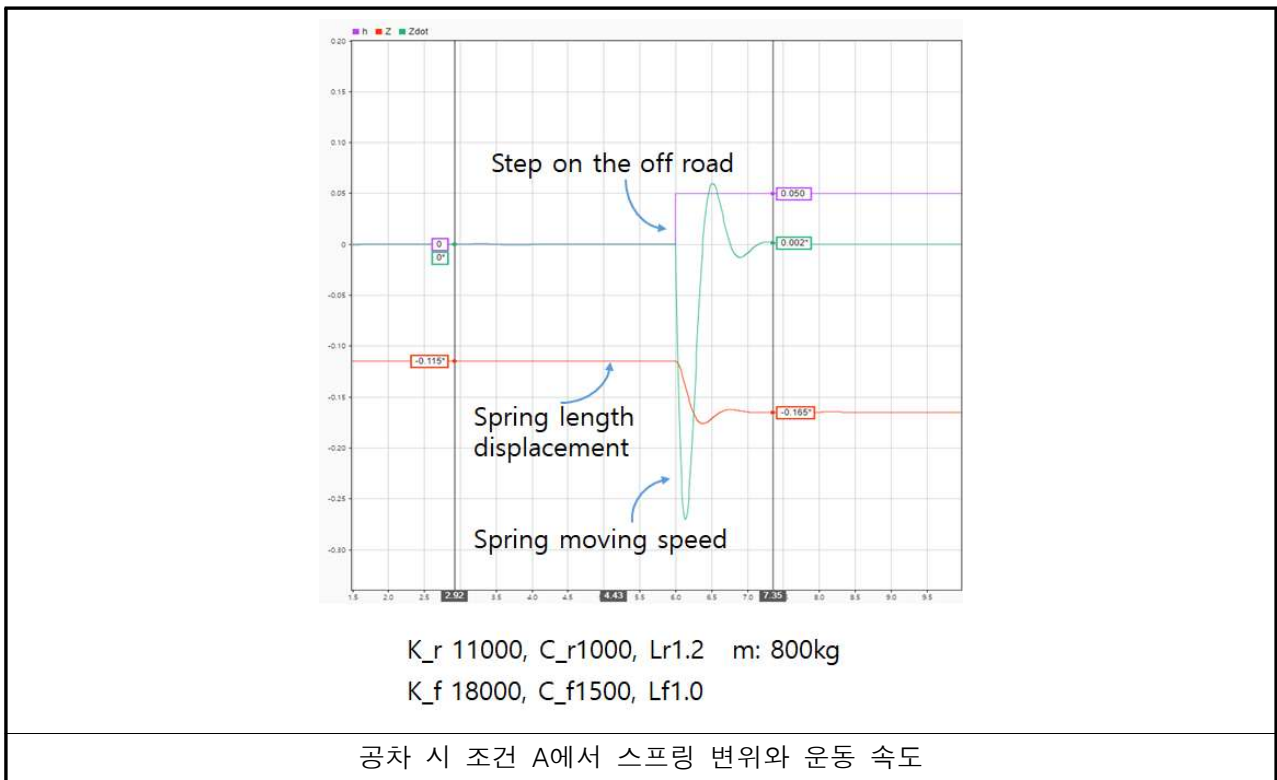
Type of Suspensions		A	B	C	D
Spring Constant (N/m)	Front	11,000	21,000	31,000	41,000
	Rear	18,000	28,000	38,000	48,000
Damping Constant (Ns/m)	Front	1,000	2,000	3,000	4,000
	Rear	1,500	2,500	35000	4,500

- (공차 시 시뮬레이션 결과) 공차 시 서스펜션 스프링 변위 거동에 대하여 공차 중량이 800kg인 UTV 차량이 화물을 적재하지 않고 시험 조건의 노면(5cm 높이의 단차)을 주행하는 동안 서스펜션의 상태가 A 조건으로서 다음의 경계 조건을 설정하여 시뮬레이션을 수행한 결과임

- ▶ 후차축 서스펜션 스프링 계수(K_r) 11000N/m
 - ▶ 후차축 서스펜션 댐퍼 계수(C_r) 1000N·s/m
 - ▶ 무게중심에서 후차축까지 거리(L_r)1.2m
 - ▶ 전차축 서스펜션 스프링 계수(K_f) 18000N/m
 - ▶ 전차축 서스펜션 댐퍼 계수(C_f)1500N·s/m
 - ▶ 무게중심에서 전차축까지 거리(L_f) 1.0m
 - ▶ UTV의 공차 중량(m) 800kg 일 때,
- 화물을 적재하지 않은 시험 조건에서의 서스펜션의 거동은 아래 그림에서 보여진 바와 같이 차체의 수직 중량 보다 차량의 가속도에 의한 가속도의 변화에 따른 수직하중의 변화에 더 큰 영향을 받는 모습을 나타내고 있음

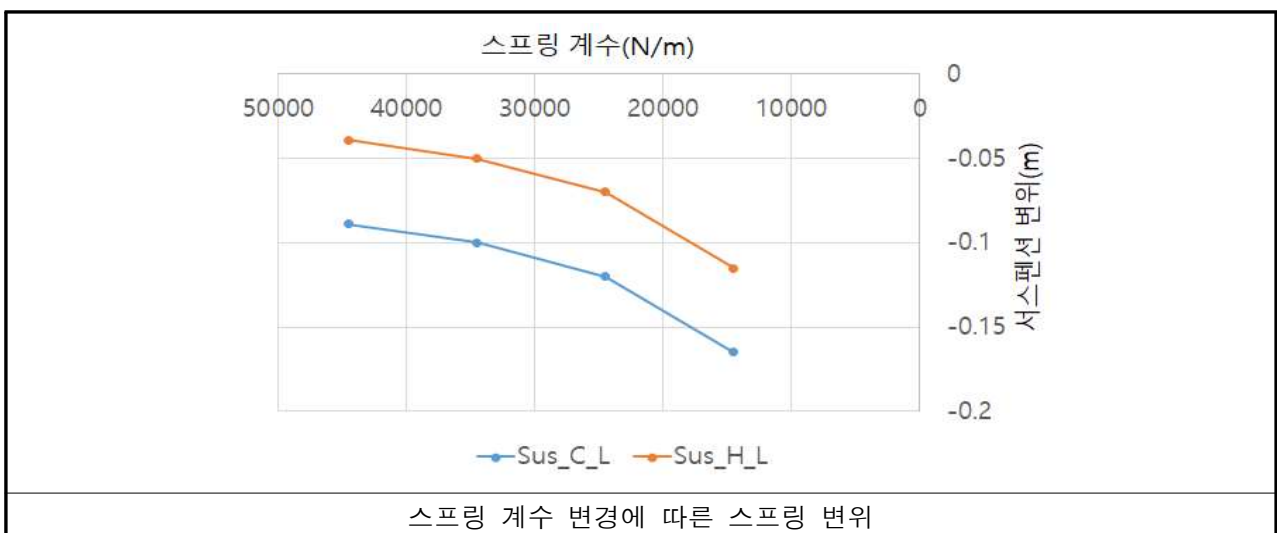


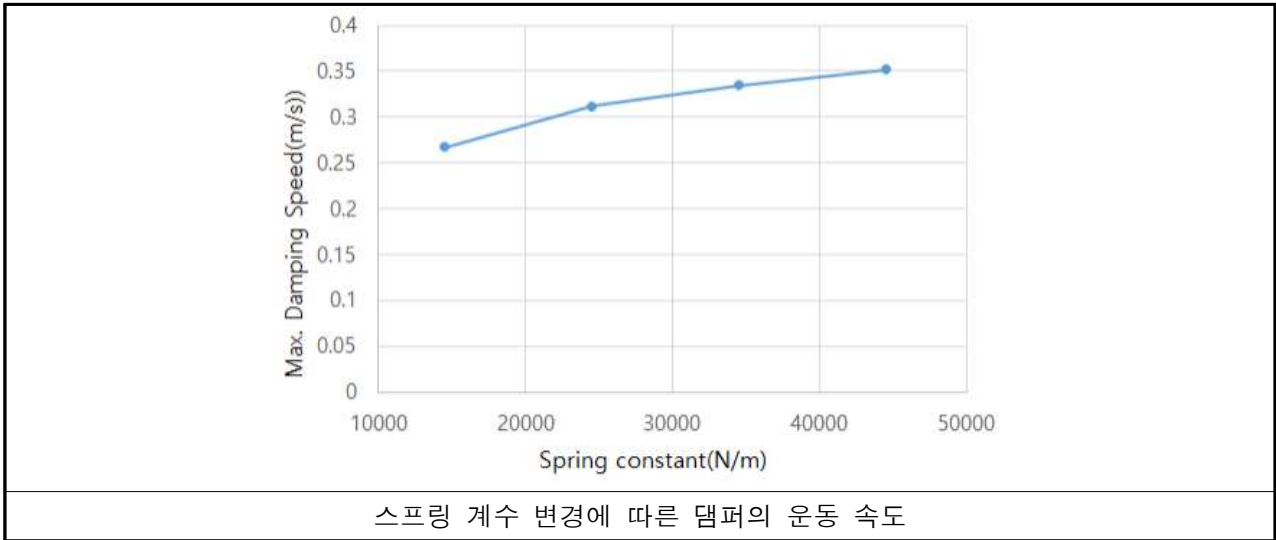
- 조건 A에서 스프링 변위와 운동 속도를 살펴보면 스프링의 압축변위는 평균 165mm(최대 변위 174mm), 댐핑속도는 최대 0.272m/s로 나타났음.



- 서스펜션의 스프링 상수와 댐핑 계수가 커질수록(조건 A→D) 스프링 변위는 165mm→89mm로 작아지고, 댐핑 속도는 비례적으로 커지는 것으로 나타났으며, UTV의 서스펜션 스프링의 가동 범위가 300mm 정도임을 고려하면 공차 시의 가동은 30% 수준이 적합함. 따라서 스프링 계수 20,000~30,000N/m의 범위에서 상용품의 스프링을 선택하는 것이 적절함을 알 수 있음
- 공차 시 서스펜션 스프링 변위 및 속도

	H_L	C_L	K	C	H_dot_max
A	-0.115	-0.165	14500	1250	0.267
B	-0.07	-0.12	24500	2250	0.312
C	-0.05	-0.1	34500	3250	0.335
D	-0.039	-0.089	44500	4500	0.352





- 서스펜션 설계 및 시뮬레이션 결론) 농업용 전기 운반차의 진동과 충격을 저감시키고, 타이어를 노면에 확실하게 접지시킴으로 차량의 주행 안정성과 조종성능을 향상하기 위하여 서스펜션 설계를 위한 시뮬레이션을 수행하였음

- Matlab(Mathwork사)의 Simulink를 이용하여 모델을 구성하고, 상용의 서스펜션 스프링을 기준으로 4가지의 시험 요인을 설정하고, 시뮬레이션은 차체의 공차 하중인 800kg에서와 500kg의 화물을 적재한 상태인 1,300kg의 하중 상태로 나누어 수행하였음
- 공차와 적재 중량을 만재한 상태의 UTV 서스펜션 변위와 댐핑 속도는 스프링 상수와 댐핑 계수가 커질수록(조건 A→D) 스프링 변위는 작아지고, 댐핑 속도는 비례적으로 커지는 것으로 나타났음
- UTV의 서스펜션 스프링의 가동범위는 조건 B가 공차상태에서 가동범위 30% 이내의 수준을 나타내고, 적재물을 만재한 상태에서도 가동범위 60% 이내의 수준에 있음을 알 수 있었음
- 따라서 설계 하중을 견디며, 오프로드에서의 이동과 운반 작업을 수행해야 하는 농업용 전기 운반차의 서스펜션을 위해서는 스프링 계수 20,000~30,000N/m의 범위에 있는 B조건인 상용품의 스프링을 선택하는 것이 적절함.

라. 동력 전달 체계 및 제어 알고리즘 개발

○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 동력 전달 구동계 설계 및 시뮬레이션의 필요성

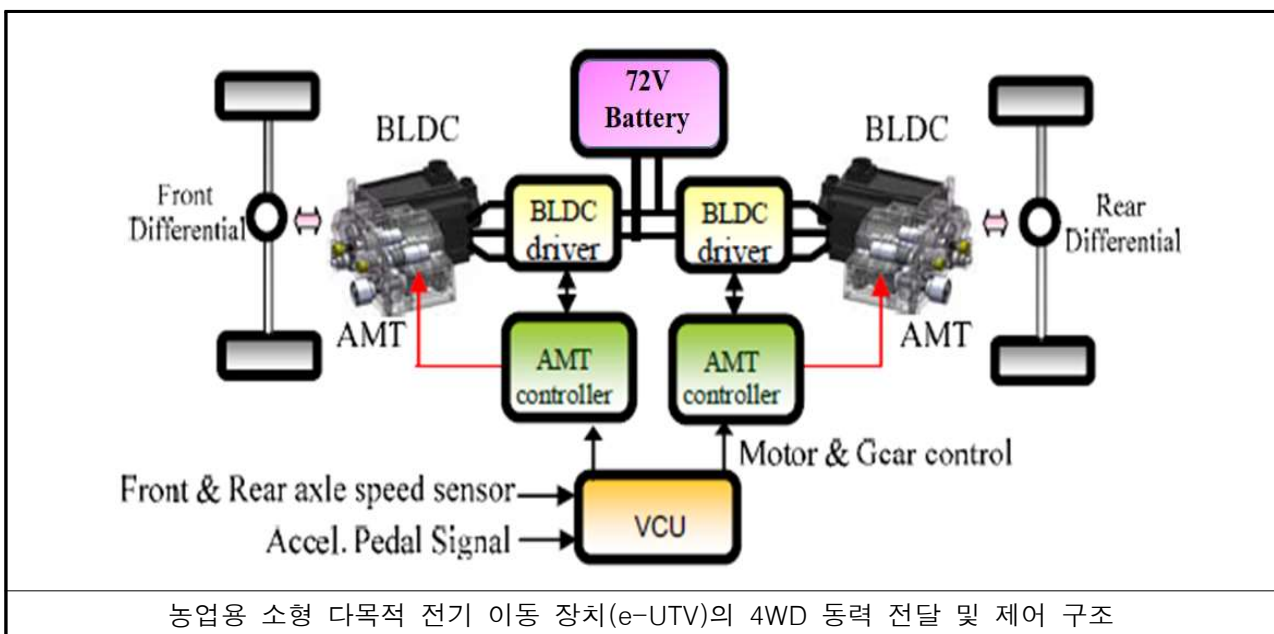
- 지금까지 농업용 전기 운반차에 적용된 구동 시스템은 대부분 하나의 차축에만 구동력을 공급하여 전륜 구동 또는 후륜 구동으로 움직이거나, 4륜 구동을 채택한 기종에서도 하나의 구동모터를 사용해 전차축과 뒷차축에 동시에 동력을 공급함으로써 주행노면의 환경에 따라 달라지는 각 바퀴의 속도와 토크에 따라 동력공급을 제어하기 어려운 문제점이 있음

- 이로 인해 불필요한 동력이 차축에 공급됨으로 배터리의 이용효율을 떨어뜨리고 차량의 주행 안정성을 해치는 주요 원인이 됨.
- 이러한 문제 해결을 위해 각각의 전후륜 구동축에 독립적인 구동모터를 장착하면 각 바퀴가 접촉하게 되는 다양한 주행 환경에 따른 속도와 토크의 변화에 적절히 대응하여 전력을 제어함으로써 배터리의 이용효율을 높여 동일한 용량의 배터리로 더 많은 주행거리를 확보할 수 있을 뿐 아니라 미끄러운 노면이나 요철이 심한 노면에서도 주행 안정성을 확보하는 것이 가능함
- 일반 산업용 EV 시스템에서도 다중 구동 모터의 전력을 효율적으로 제어하기 위하여 지금까지 다중 구동 전력제어 알고리즘에 대해 많은 연구가 진행되어 왔으며, 이러한 선행 연구문헌에서 제안한 제어 알고리즘은 사용되는 제어 방법론에 따라 규칙 기반 제어, 글로벌 최적화 제어 및 로컬 최적화 제어 접근법[6]의 세 가지 범주로 분류될 수 있음

- 다중 구동 모터의 전력제어 애플리케이션에 있어 주요 문제는 불필요한 에너지를 최소화하고 차량의 주행 안정성을 높이기 위해 변화하는 주행 환경에서 다중 구동 모터 사이의 적절한 토크 분할점을 찾고 전력 공급 비율을 제어해야 하는 것임
- 차량이 주행하는 환경(특히 다양한 마찰저항의 변화에 따른 토크 환경의 변화)에 따라 발생하는 다른 속도 특성으로 인해 바퀴축에 공급되는 동력 요구량은 일정치 않으며, 속도와 토크를 모니터링하여 공급 전력을 제어할 필요가 있음
- 전기 운반차에 주행 동력을 공급하기 위해 다중 구동 모터를 사용하는 것은 여러 잇점에도 불구하고 각 구동 모터의 전력을 속도와 부하에 따라 실시간 제어해야 하는 기술적 문제를 해결하기 위해 시뮬레이션 모델을 개발하고 검증하는 것이 필요함

○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)의 4WD EV 드라이브 시스템 구성 및 역학적 분석

- 별도의 모터를 전방 및 후방 차축에 장착하는 전·후축 독립구동 방식의 4WD 농업용 전기 운반 차량은 많은 이점을 가질 수 있음
- 첫째, 전방 또는 후방 구동 시스템중 하나가 고장 나서 작동 불능상태에 빠지더라도 EV는 갑자기 정지하지 않고 제한된 영역에서 지속적으로 운전이 가능하도록 더 안전한 구조의 설계가 가능함
- 둘째, EV는 우수한 주행 안정성을 가질 수 있음. 주행과 정지가 자주 반복되는 상황에서도 앞바퀴와 뒷바퀴를 효율적으로 구동함으로 EV가 빠르게 가감속할 수 있도록 함
- 셋째, EV는 스티어링을 향상시킬 수 있음. 과속 포장, 요철이 심한 비포장 주행로, 젖은 노면, 빙판길, 눈길과 같은 주행여건이 나쁜 포장이나 도로에서의 주행 능력과 안정성을 높일 수 있음
- 이 연구에서 제안된 하이브리드 형태의 전후방 차축 독립 구동 개념은 앞차축과 뒤차축이 독립적인 전기모터로 구동되는 2축 4WD 전기 구동형 모델임
- 독립적으로 운용되는 브러시리스 DC(BLDC) 모터의 로터 샤프트는 아래 그림과 같이 기구적으로 차동변속기(AMT)와 연결됨. 모터에서 발생하는 구동토크를 MT 기어박스를 통한 휠 사이드 쪽으로 전달되며, VCU(Vehicle Control Unit)는 엑셀 페달 시그널과 전후방축 바퀴의 속도를 센서로 입력받아 전방 및 후방 차축에 연결된 각각의 BLDC 모터를 독립적으로 작동할 수 있도록 BLDC 모터 드라이버를 통해 제어함



- 동력 전달 시스템 하드웨어는 그림과 같이 크게 5kW BLDC 모터와 모터 드라이버, 감속 및 차동 기어 TM, 모터제어 VCU로 구성되며, VCU의 모터 컨트롤러는 주로 BLDC 모터의 회전 속도와 입력 및 MT 변속기의 출력 샤프트, 운전자의 스로틀 페달 입력부 및 변속 레버 신호 및 위치 기어 변경 모터 등의 구성요소를 통해 모터의 속도와 토크를 민감하고 정확하게 전

달하고 제어하도록 함

- 타이어에 작용하는 운동 역학 분석

- 수평 방향으로 타이어에 작용하는 힘 F_{xi} 는 수평 방향 슬립 비율의 함수로 다음과 같이 주어질 수 있음

$$F_{xi} = \mu_i(\lambda_i) F_{zi}$$

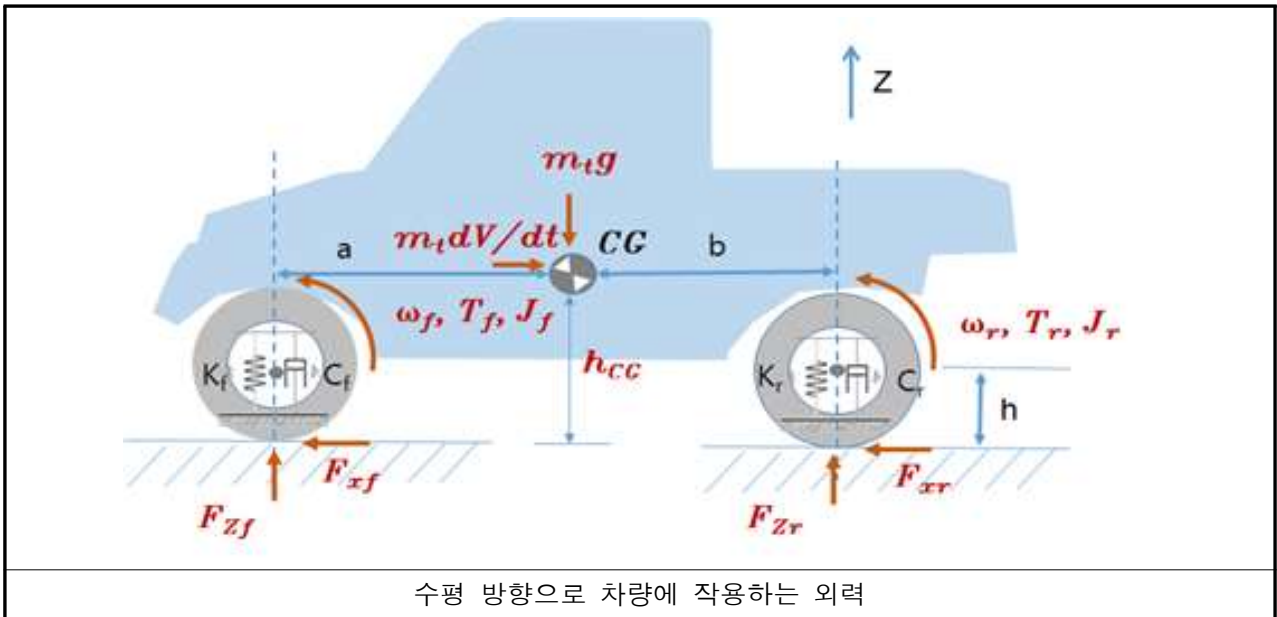
- ▶ 여기서 아래첨자 i 는 전후방측 휠의 변수를 함께 표현하는 식별자로 사용하였으며, F_z 는 수직 방향으로 타이어에 가해지는 하중이고, μ 는 주행 노면의 마찰계수를, λ 는 타이어의 슬립 비율을 나타내는 식별자이며, 여기서 슬립 비율 λ 는 다음 식으로 표현될 수 있음

$$\lambda_i = \begin{cases} \frac{r_w \omega_i - v}{r_w \omega_i} & (\text{braking}) \\ \frac{r_w \omega_i - v}{v} & (\text{driving}) \end{cases}$$

- ▶ 여기서 r_w 는 바퀴의 직경이고, v 는 수평방향의 차속, w 는 바퀴의 회전 각속도

- 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)의 수평 방향의 운동 역학 분석

- 수평 방향으로 차량에 작용하는 외력은 타이어가 수평 방향으로 받는 힘, 공기 저항에 의한 힘, 구름저항력 등이 있으며 아래 그림과 같이 표시될 수 있음



- 이 연구에서 제시한 2축 분리형 4륜 구동 전기 운반차는 전방 및 후방 차축이 독립적으로 전기 신호에 의해 연장되기 때문에 수 평방향 동역학을 2축 모델로 단순화하는 것이 가능함. 차량에 작용하는 동역학적 힘들을 위 그림과 같이 나타낼 수 있음
- 또한 차량 동역학의 중요한 매개변수로서 전방 및 후방 타이어에 대한 수직 방향의 부하 변동과 가속 또는 감속으로 인해 발생하는 수평 방향의 하중 전이가 고려되어야 함. 따라서 수평 방향의 차량 운동은 다음과 같이 표현할 수 있음.

$$v = \frac{1}{m_t} (\mu_f F_{zf} + \mu_r F_{zr} - F_A - f_r F_{zr} - f_f F_{zf}), F_A = 0.5 \times C_D A \rho v^2$$

$$\omega_f = \frac{1}{J_f} [T_f = F_{zf} \mu_f r_w] - \frac{1}{J_f} \beta_f \omega_f, \omega_r = \frac{1}{J_r} [T_r = F_{zr} \mu_r r_w] - \frac{1}{J_r} \beta_r \omega_r$$

$$F_{zf} = \frac{m_t}{a+b} (gb - v h_{CG}) - \frac{h_A}{a+b} F_A, F_{zr} = \frac{m_t}{a+b} (gb - v h_{CG}) - \frac{h_A}{a+b} F_A$$

- ▶ 여기서 a 와 b 는 차량의 무게중심에서 전차축과 후차축까지의 거리이고, J_f 와 J_r 은 전륜과 후

륜의 관성 모멘트, F_f 와 F_r 은 바퀴의 구름 저항 계수, m_t 는 차량의 총질량, F_A 는 차량의 공기 저항, ρ 는 공기의 질량 밀도, CD 는 공기저항계수, A 는 차량이 받는 저항 면적, h_A 는 지면에서 공기 저항 중심점까지의 높이

○ 농업용 전기 운반차의 4WD EV 드라이브 시스템의 토크 분배 제어 알고리즘

- 일반적으로 차량의 앞바퀴와 뒷바퀴가 각각 위치해 있는 바퀴 아래의 노면의 상태가 서로 다르기 때문에 전후방 차축의 모터가 생성한 회전 동력을 바퀴 구동의 종단부까지 효율적으로 전달하여 수평 방향의 추진력으로 발생시키기 위해서는 타이어와 바퀴 사이의 마찰계수 변화에 따라 모터의 출력 제어를 통해 바퀴의 출력 토크를 생성하는 것이 필요함
- 타이어-노면 마찰계수의 차이 때문에 발생하는 전단 또는 후단의 각 바퀴에 가해지는 구동력과 토크를 편차에 따라 바퀴의 속도를 제어하고, 휠 슬립을 방지하기 위해 전후방 모터의 토크 배분비를 제어하는 슬라이딩 모드 제어 이론을 다음 순서에 따라 4WD EV에 적용함
 - 가속 중인 휠의 슬립 비율 λ 는 식(2)와 같이 정의 될 수 있기 때문에 전차축과 후차축의 속도 차이는 다음의 식(6)과 같이 슬립비 함수로 계산함

$$e = \omega_f - \omega_r = \frac{\lambda_f - \lambda_r}{(1 - \lambda_f)(1 - \lambda_r)}$$

- 제안된 토크 배분 제어 알고리즘은 슬라이딩 모드제어를 기반으로 하여, 현재 시점에서 토크 배분비는 s_0 , 다음 기간 동안의 토크 배분비는 $s = s_0 + \Delta_s$ 로 정의함
- 그리고 식(4)에서 점성 마찰에 관련된 항을 무시하면 동일한 파라미터를 이용하여 다음식과 같이 표현될 수 있음

$$\omega_r = \frac{1}{J}((1-s)T_{req} - r_w \mu_r(\lambda_r)F_{zr}), \omega_f = \frac{1}{J}(sT_{req} - r_w \mu_f(\lambda_f)F_{zf})$$

- 글로벌 슬라이딩 모드 조건을 만족시키기 위해 슬라이딩 표면을 $e = \omega_f - \omega_r$ 로 정의하면 슬라이딩 표면의 변화는 식(8)과 같이 표현될 수 있음

$$F_{zf} = \frac{m_t}{a+b}(gb - vh_{CG}) - \frac{h_A}{a+b}F_A, F_{zr} = \frac{m_t}{a+b}(gb - vh_{CG}) - \frac{h_A}{a+b}F_A$$

- 슬라이딩 모드의 제어 규칙은 다음과 같음

$$s = s_0 + k_1 \sin(e)$$

- ▶ k_1 은 $0.5 > k_1 > k_{1min}$ 을 만족하며, 여기서

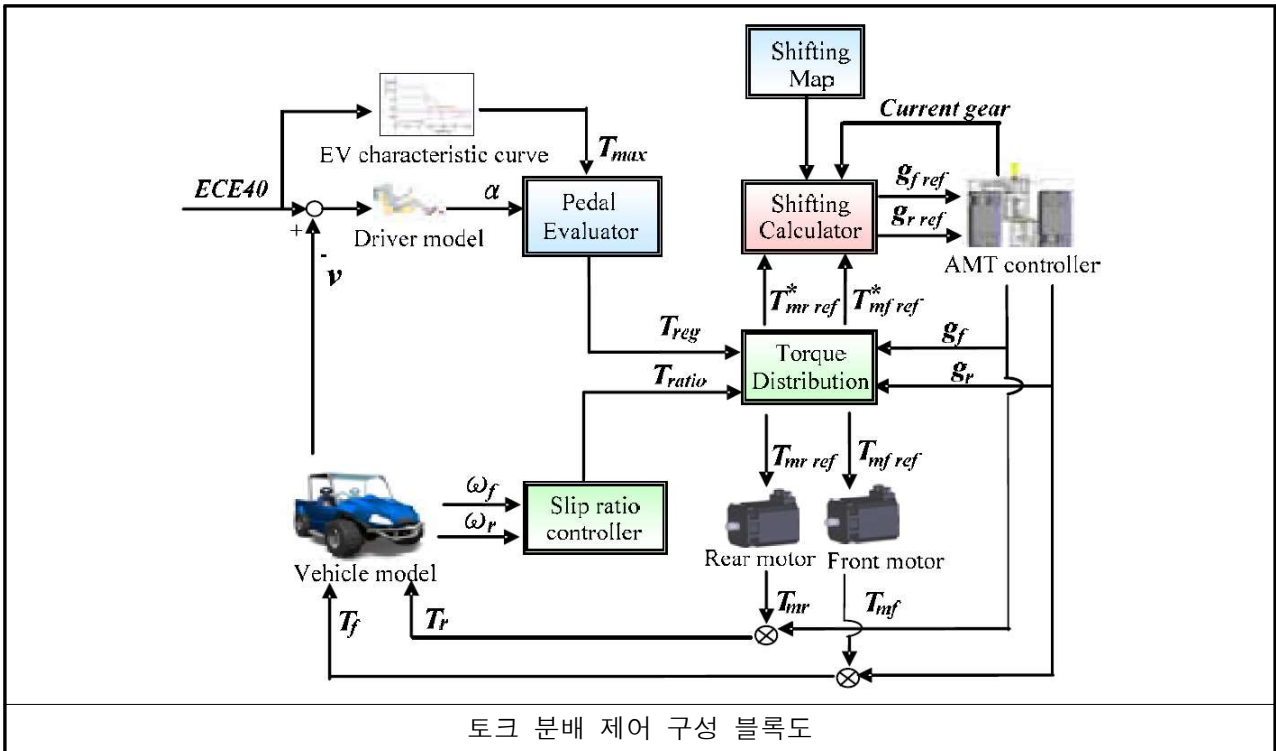
$$k_{1min} = \left| \frac{(\mu_f(\lambda_f)F_{zf} - \mu_r(\lambda_r)F_{zr})r_w - (2s_0 - 1)T_{req}}{2T_{req}} \right|$$

- 토크 배분비 s 가 위 식에 의하여 제어될 때, 슬라이딩 조건 $e\dot{e} < 0$ 을 만족하게 되며, 슬라이딩 표면 $e = 0$ 은 안정된 값을 유지할 수 있게 됨.

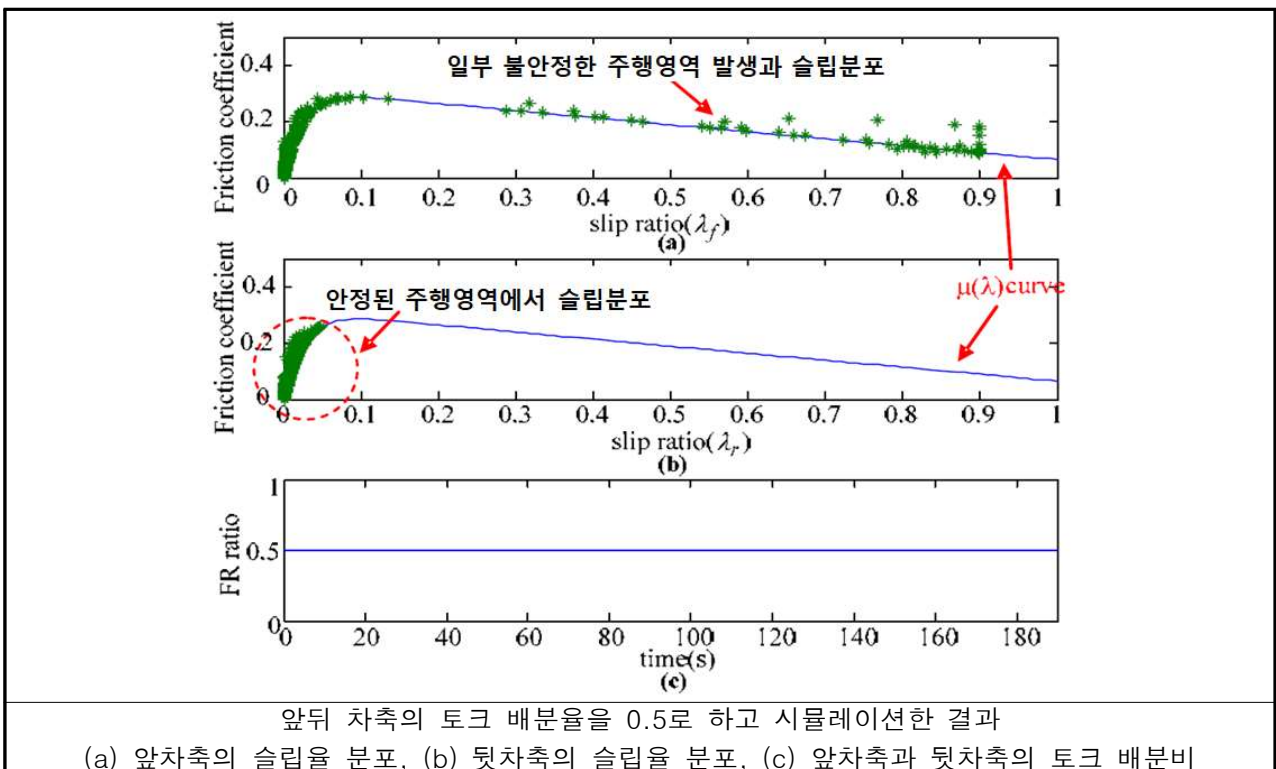
○ 시뮬레이션을 통한 농업용 전기 운반차의 4WD EV 드라이브 토크 분배 시스템의 성능 검정

- 제안된 EV 구동 시스템을 위해 슬라이딩 모드 제어 방식에 의한 토크 분배 제어를 위해 구성한 Matlab Simulink의 블록도는 다음 그림과 같음.
 - 이 제어 전략은 전후축에 장착된 구동륜의 속도 차이를 고려하여 바퀴의 슬립율을 제어하는 것이며, 아래 그림에서 ECE 40 드라이브 패턴은 시뮬레이션 기간 동안 모델이 추종해야 할 속도 프로파일로서 범용적으로 이용되는 데이터셋임.
 - 또한 드라이빙 모델(예: PID 제어기 등)은 시스템이 ECE 40 드라이빙 모드를 추종하는 동안 숙련된 운전자의 가속페달과 브레이크 페달의 조작을 모사하며, 슬립율 계산기에서 토크 분할비(s)는 전후 차축에 장착된 구동륜의 속도 차이에 의해 계산하게 되며, 최종적으로 토크

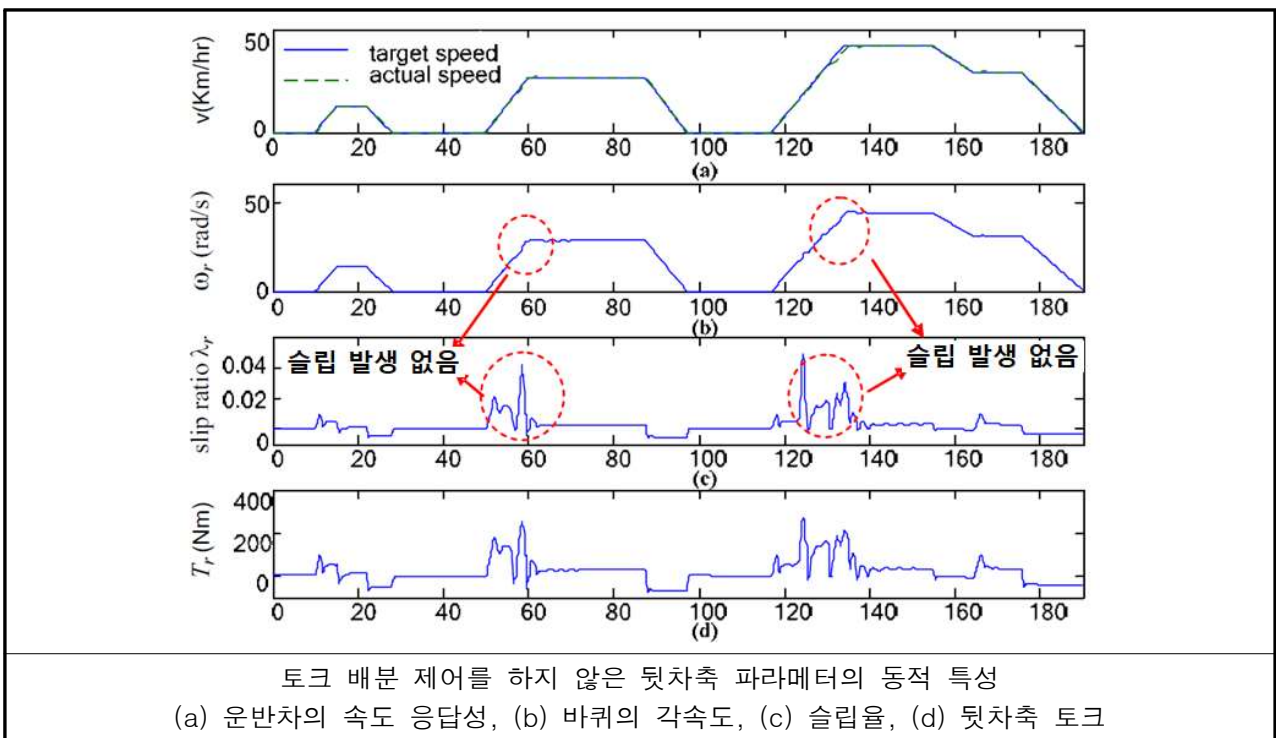
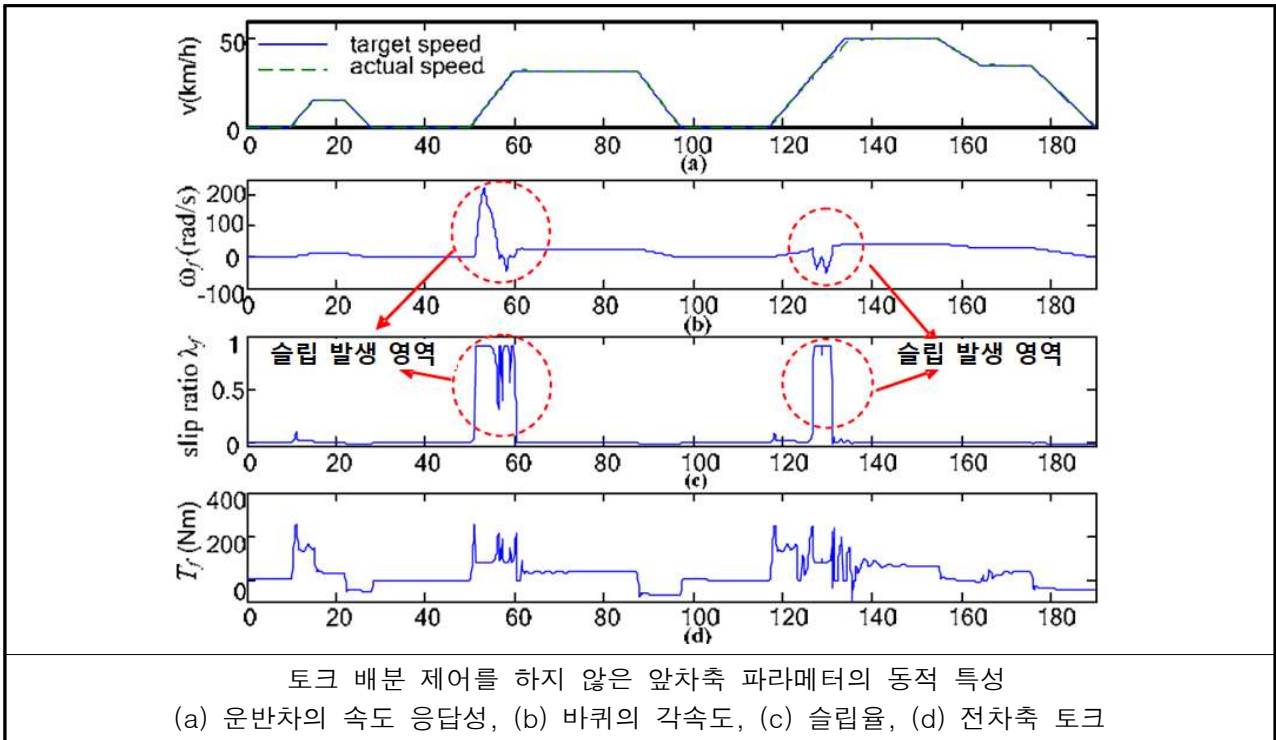
분배기는 앞차축에 대한 토크 지령($T_{mfref} = T_{req} * s/g_t$ 과 뒷차축의 토크 지령($T_{mrref} = T_{req} * (1 - s)/g_t$)을 출력하게 됨.



- 제안된 슬라이딩 모드 제어 전략을 차량의 ECE40 주행 성능시험 속도 프로파일 패턴에 따라 2개의 차축 4WD EV에 적용한 결과를 제안된 알고리즘의 토크 분배 효과 비교를 위해 앞뒤차축의 토크 분배를 50%로 고정했을 때와 비교함
- (전후축의 토크 분배 비율을 50%로 고정하였을 때) 2개의 차축 4WD EV에 대한 시뮬레이션 결과로서 아래 그림의 (a)와 (b)는 토크 분배 비율을 50%로 고정하고 ECE40 주행 패턴을 따라 주행하였을 때 전륜과 후륜 각각의 슬립 분포를 *표식으로 나타낸 것임. 전륜의 일부 가속 구간에서 슬립 현상이 나타남을 알 수 있음



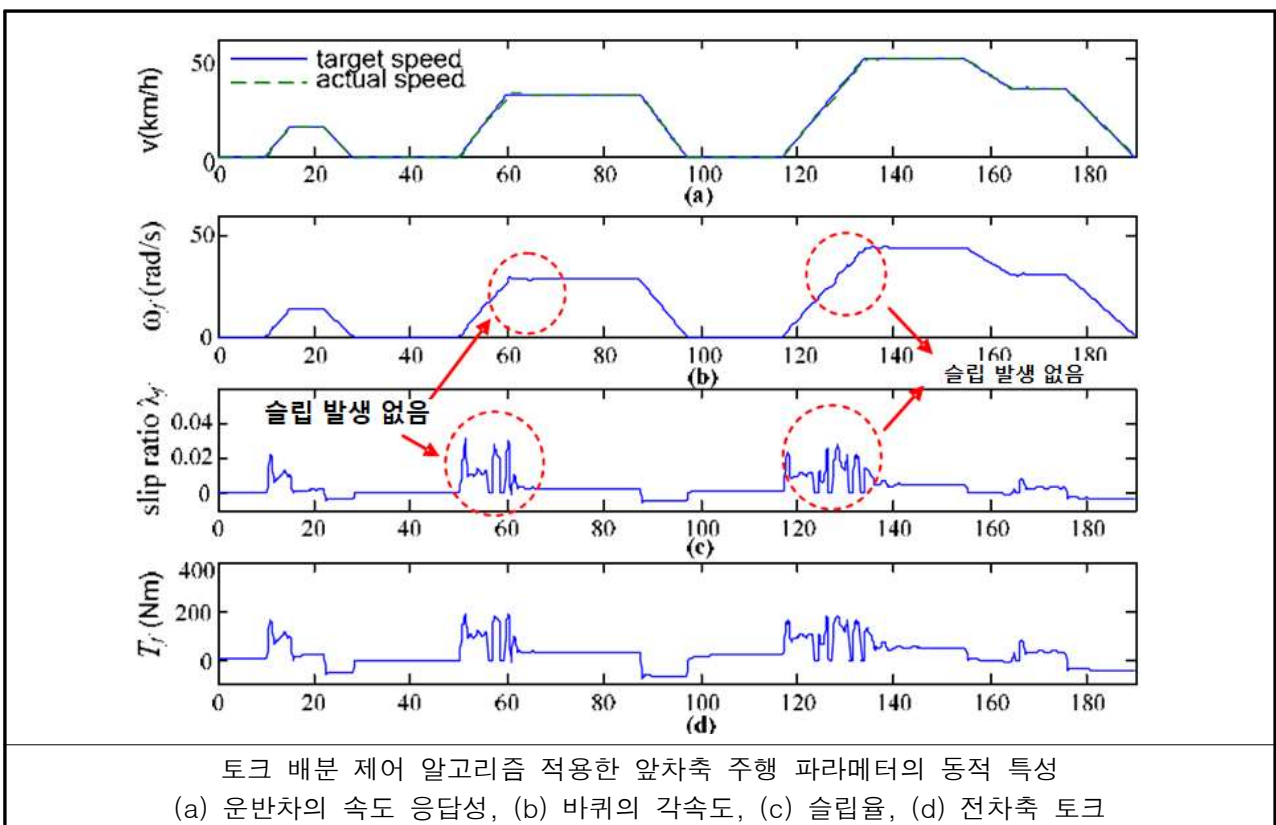
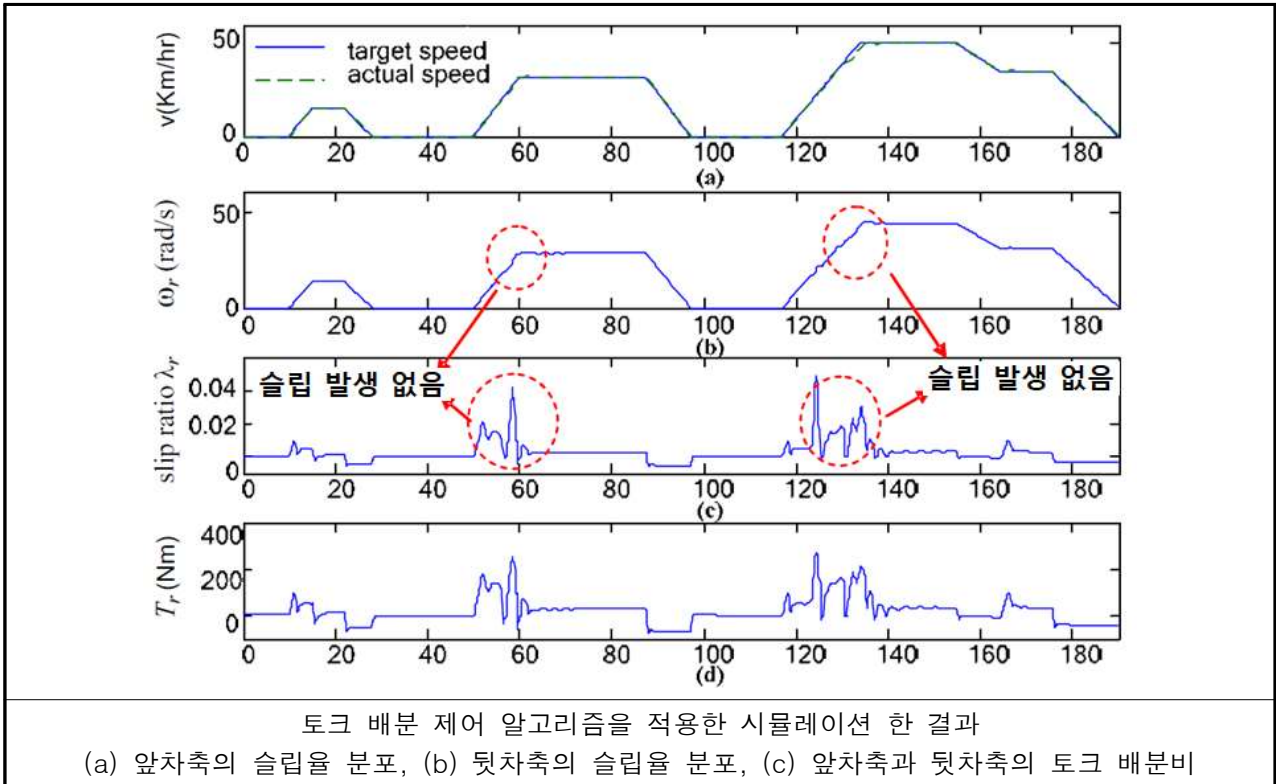
- 아래 그림은 토크 배분 제어를 하지 않은 전륜과 후륜 각각의 바퀴 각속도, 슬립율, 토크와 같은 주행 파라미터의 중요한 응답성을 나타낸 것임. 앞차축 동적 파라미터를 표시한 그림의 (b)와 (c)에서는 가속 기간 동안 하중 전이로 인한 프론트 타이어-노면 사이의 마찰이 감소함에 따라 슬립현상이 발생 하고 있음
- ECE40 주행모드를 따라 주행할 때 가속 초기 일부 구간에서 0.5 이상의 매우 큰 슬립이 발생하고 있음. 그러나 후방 차축에서는 가속 기간 동안 후방 차축 인가되는 정상 하중의 전이로 인해 다소 속도 변화는 있지만, 전이된 하중이 정상 범위 안에 있기 때문에 뒷바퀴의 미끄러짐이 앞바퀴의 슬립량보다 작은 0.1 이하로 유지됨을 알 수 있음



- (제안된 알고리즘에 따라 전후축의 토크 분배 비율을 가변적으로 제어했을 때) 제안된 알고리즘의 효과를 평가하기 위해 전후축의 토크 분배 비율을 고정했을 때와 동일한 주행 조건에서

제안된 제어 알고리즘을 사용하여 실시한 차량의 동적 응답 특성에 대해 시뮬레이션함

- 아래 그림은 전륜과 후륜의 토크 분배 제어 성능을 개별적으로 나타낸 것임
- ECE40 주행 모드를 따라 주행할 때 가감속 시에도 전 후륜 모두에서 각 휠의 슬립율이 0.1 이하의 최적값으로 효과적으로 억제됨을 알 수 있음
- 따라서 제안된 슬라이딩 모드 토크 배분 제어 전략이 4WD EV를 안정적으로 움직일 수 있고 휠 슬립 제어가 가능함을 확인함
- 토크 배분 제어 알고리즘을 적용해 앞차축 전륜의 슬립을 시뮬레이션 한 결과



○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)의 4WD EV 드라이브 시스템의 구동계 설계 및 제어 전략 시뮬레이션 결과

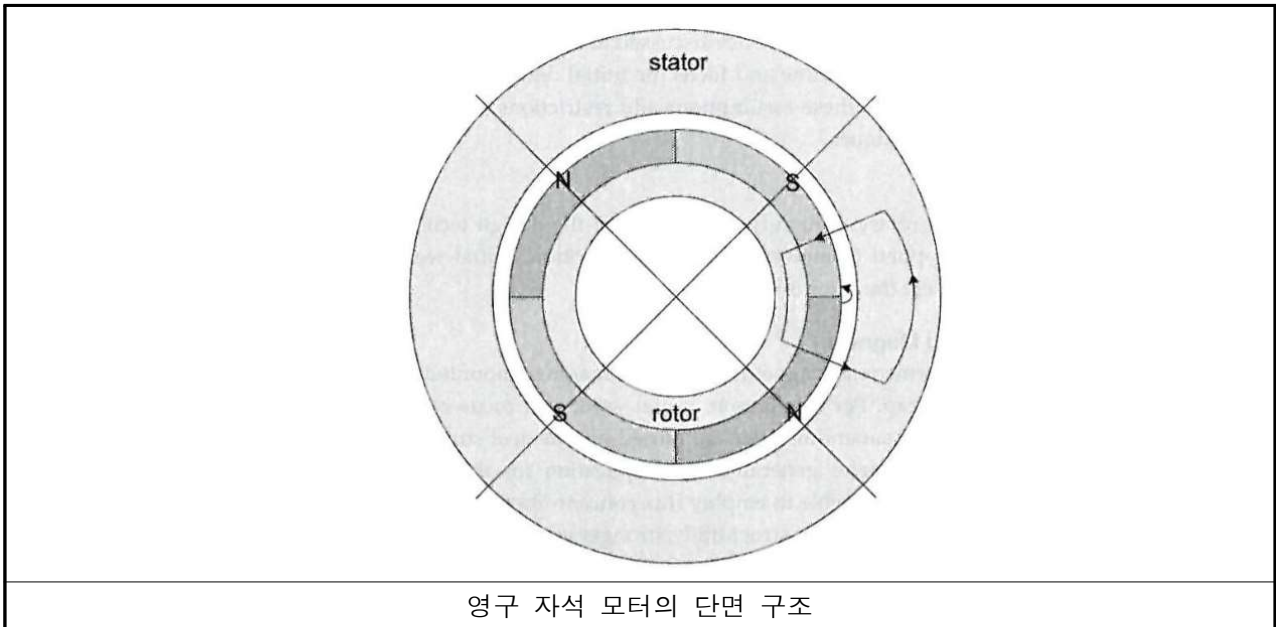
- 주행 환경의 변화가 심한 비포장도로를 주행하는 농업용 전기 운반차에서 주행성과 안전성을 동시에 향상시킬 수 있도록 전륜과 후륜을 독립적으로 구동하는 EV 시스템을 설계하고 슬라이딩 모드 제어를 통해 토크 분배를 제어하는 시스템을 개발하고 시뮬레이션을 통해 검증함
- 제안된 슬라이딩 모드 제어 전략을 차량의 ECE40 주행 성능시험 속도 프로파일 패턴에 따라 2개의 차축 4WD EV에 적용한 결과를 제안된 알고리즘의 토크 분배 효과 비교를 위해 앞뒤차축의 토크 분배를 50%로 고정했을 때와 비교함
 - 전후축의 토크 분배 비율을 50%로 고정하고 ECE40 주행 패턴을 따라 주행하였을 때는 전륜의 일부 가속 구간에서 슬립 현상이 관측되었으나
 - 제안된 알고리즘에 따라 전후축의 토크 분배 비율을 가변적으로 제어하면서 동일한 주행 조건에서 실시한 차량의 동적 응답 특성 시뮬레이션 결과는 ECE40 주행모드를 따라 주행하는 동안 가감속 시에도 전 후륜 모두에서 각 휠의 슬립율이 0.1 이하의 최적값으로 효과적으로 억제되었음
 - 따라서 제안된 슬라이딩 모드 토크 배분 제어 전략이 4WD EV를 안정적으로 움직일 수 있고 휠 슬립 제어가 가능함을 확인함
- 슬라이딩 모드 제어 방법에 기초한 토크 분배 제어기는 농업용 전기 운반차의 4WD 시스템에서 휠 슬립 제어를 통해 프론트 휠 토크와 리어 휠 토크 간의 밸런스를 효율적으로 조정함으로써 주행 과정에서 차량의 안정성을 확보하고, 에너지의 사용 효율을 높일 수 있는 것으로 평가되었음

2.2. 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 주요 부품 개발

가. 전기 차량 구동용 부품 개발

○ 농업용 전기차 구동용 모터의 특성 분석 및 선정 검토

- 농업용 전기차 구동용 영구자석 모터의 선정을 위해 모터의 이론적 특성을 검토함. 브러시리스 영구 자석 모터의 설계 및 선정은 자기학, 역학, 열역학, 전자 공학, 음향학 및 재료 과학적 측면에서의 검토가 필요하지만 본 연구에서는 차량 구동에 충분한 토크를 확보하기 위한 모터의 자성 측면에 중점을 두어 검토함
- (자기회로 분석) 모터의 단면에서 보면 회전자는 $4N_m = 4$ 개의 자석 자극이 계자와 마주보며 공극에 면하고 있고. 공극에서 N극을 벗어나는 자석 자속은 고정자로 넘어가서 두 개의 동일한 섹션으로 나뉘며, 각각은 반대 방향으로 진행하고 공극에서 S극으로 공극을 교차하게 되는데, N극과 S극의 한쪽 절반이 공극을 사이에 두고 계자와 마주 보게 되면 이때 자속 흐름은 그림의 오른쪽에 있는 자속 경로로 표시되며 다른 인접한 반 극 쌍들 각각 사이에도 동일한 자속이 형성되는 구조임



- 표시된 1차 자속 경로 외에도 일부 자석 자속은 그림 오른쪽의 공극 경로로 나타낸 것처럼 고정자로 전달하지 않고 공극의 한 자석에서 인접한 다른 자석으로 점프하기도 하는데, 이 경로를 따르는 자속을 누설 자속으로 표현함
- 그림에 표시된 자속 경로는 모든 인접한 반 극 쌍마다 반복되기 때문에 한 쌍만 모델링하면 전체의 자속 흐름을 파악할 수 있음. 회전자 및 고정자 강철 영역은 단순히 자기저항 R_r , R_s 로, 두 개의 반쪽 자석은 자속 소스 ϕ_r 및 관련 자석 자기저항 R_m 으로 모델링되며, 공극을 통해 영구 자석에서 고정자로 R_g 로 표시된 공극 자기저항을 통해 1차 자속이 흐르게 됨. 따라서 영구 자석 모터의 자기회로에서 발생하는 자속은

$$\phi = \frac{2R_m}{2R_m + 2K_r R_g} \phi_r = \frac{1}{1 + K_r \frac{R_g}{R_m}} \phi_r$$

- 자석과 공극 사이에서 발생하는 자기저항은

$$R_m = \frac{l_m}{\mu_R \mu_o A_m}, R_g = \frac{g}{\mu_o A_g}$$

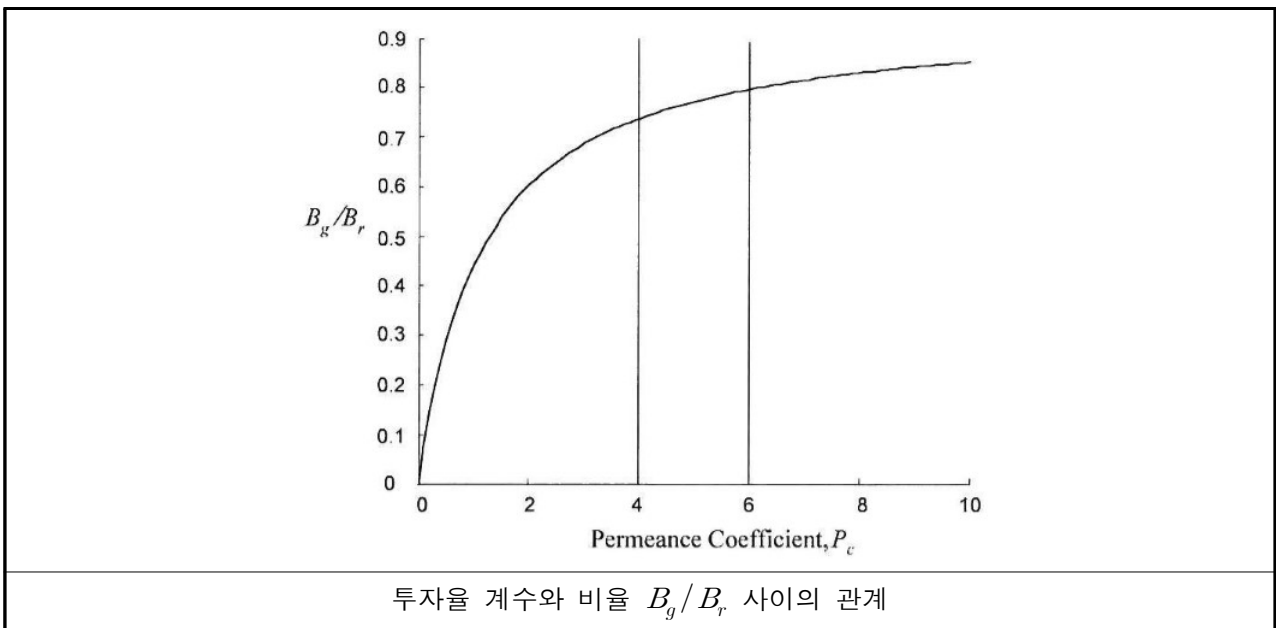
• 공극 자속은

$$\phi_g = K_l \phi = \frac{K_l}{1 + K_r \frac{\mu R g A_m}{l_m A_g}}$$

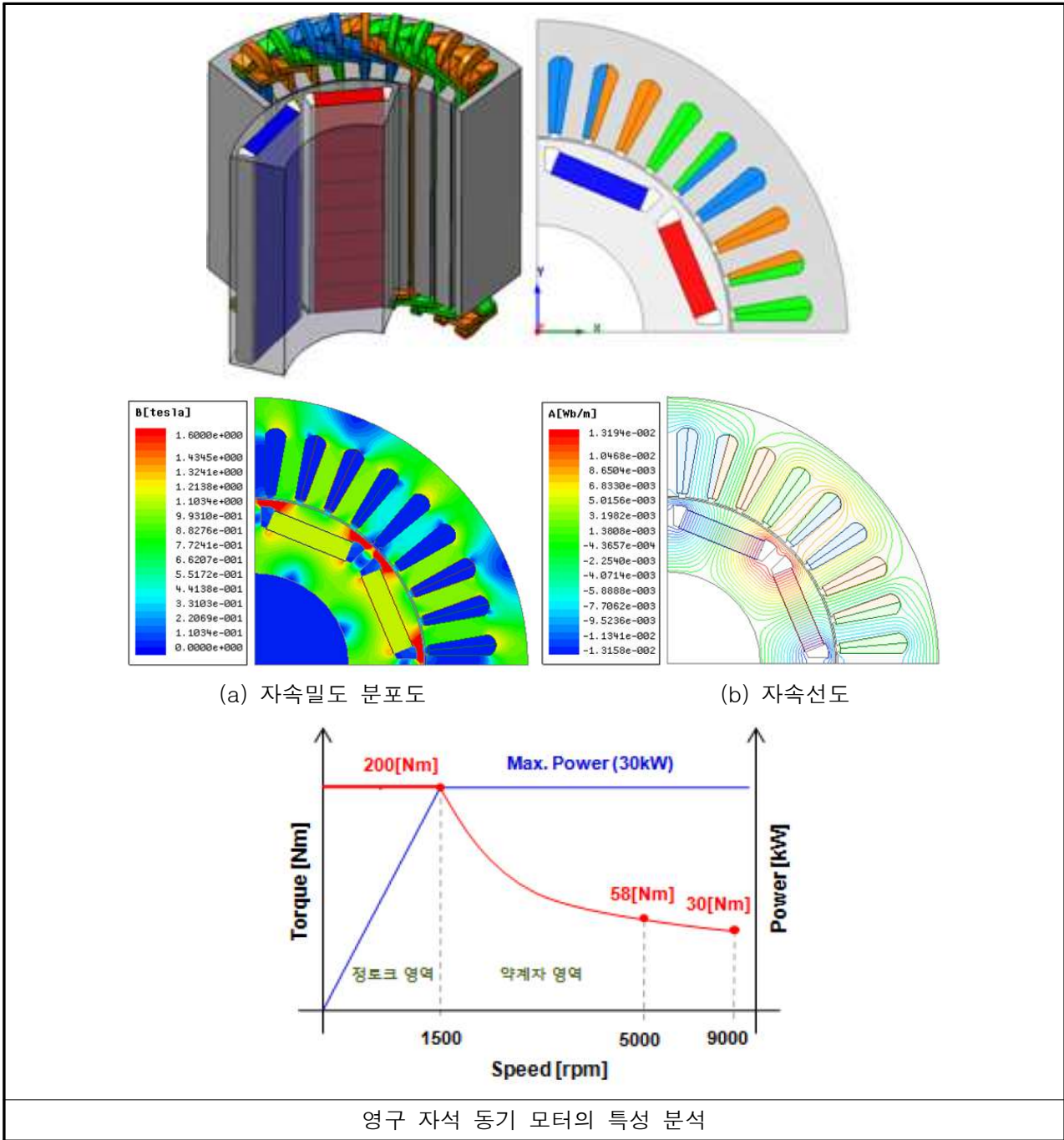
- ▶ 여기서 누설 계수는 K_l , 자기저항 계수는 K_r , 한 자석에서 인접 자석으로의 누설 자속은 누설 자기저항 R_l 을 통해 흐르며, 여기서 회로 자속은 자석 자속 ϕ , 공극 자속 ϕ_g 및 누설 자속 ϕ_l 으로 표시함
- ▶ l_m 과 A_m 은 각각 자석 길이와 단면적이며, g 와 A_g 는 공극 길이와 단면적이다. 자속 집중 계수 $C_\phi = A_m/A_g$, 자속밀도 관계식 $B_g = \phi_g/A_g$ 와 $B_r = \phi_r/A_m$, 투자율 계수 $P_c = l_m/gC_\phi$ 를 공극자속의 식에 대입하면공극 자속 밀도는

$$B_g = \frac{K_l C_\phi}{1 + K_r \frac{MR}{P_c}} B_r$$



- ▶ 여기서 표면 자석으로 고려되는 모터의 누설 계수는 일반적으로 $0.9 \leq K_l \leq 1.0$, 자기저항 계수는 $1.0 \leq K_r \leq 1.2$ 이고, 자속 집중 계수는 1.0, 이들 값이 고정되고 잔류자속 B_r 이 자석 선택에 의해 고정된다고 고려하면, 투자율 계수 P_c 는 공극 자속 밀도의 진폭을 결정하며, 일반적인 매개 변수값의 경우 투자율 계수와 비율 B_g/B_r 사이의 관계는 그림과 같으며, 여기서 수직선 방향의 값은 대부분의 전기차 모터 설계에 사용되는 4~6 투자율 계수의 범위를 나타냄.



- 농업용 전기차 구동용 모터의 선정을 위해 4.5 KW 매입형 영구자석 동기모터의 특성 분석
 - 전기차 구동용으로 사용되는 영구자석형 동기전동기는 일반적으로 공간 벡터 PWM을 이용한 전류 벡터 제어 인버터에 의해 구동
 - 정토크 영역에서는 최대토크 제어(MTPA : Max Torque Per Ampere)를 수행하고 정출력 영역에서는 약계자 제어(Field Weakening)를 수행함



- 농업용 전기 운반차 전후 차축을 각각 독립 구동하기 위한 모터로 차량의 속도와 부하 토크를 고려하여 정격 출력이 4kW이고, 최대 출력이 8kW이며, 72V 56A의 출력 조건에서 3000rpm을 갖는 영구 자석 BLAC 모터를 선정함

전륜모터		후륜모터	
최대출력 : 7.8kW rpm : 1750 정격출력 : 3kW		최대출력 : 7.8kW rpm : 1750 정격출력 : 3kW	

- 전기 운반차에 적용할 전동 모터를 선정하고, 성능 평가 및 검증을 위해 간이 다이내모 시스템을 구성함. 시험용 모터를 장착할 수 있는 얼라인먼트 구조와 모터에 부하를 인가하기 위한 브레이크 시스템, 모터의 속도와 부하전류, 동력을 측정할 수 있는 센서 시스템, 센서로부터 측정된 데이터를 수집하는 데이터 저장장치로 구성함

- 전후 차축의 통합 출력량을 고려하여 15kW PM 모터(IPMSM : Interior Permanent Magnet Synchronous Motors)를 사용하여 모터의 출력 특성, T-N 특성 등의 시험 부하 대응 능력을 평가하고자 하였음
- 본 시험에서 사용한 15kW급 IPMSM 모터와 부하 인가를 위한 POWDER BRAKE의 제원은 아래와 같음

항 목	사 양
Motor	15kW, 3500rpm, 15Nm
Load Brake	100Nm, 전류 3.5A, 전력 88.4W

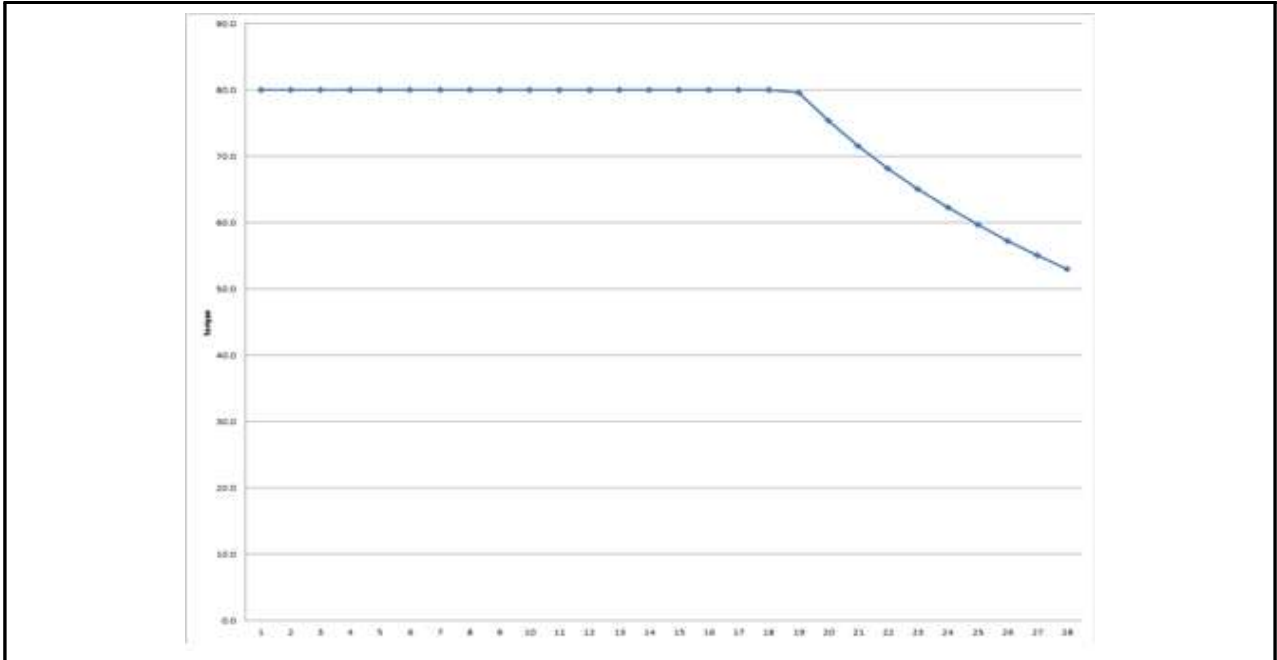
Block diagram of motor dynamometer	motor dynamometer
DWG of Motor	DWG of Load Brake

- 본 시험에서는 농업용 운반 차량의 설계 기준에 맞추어 최고속도 30kph를 기준으로 하여 시험을 실시하였으며, 차량 총감속비, 총중량에 대하여 등판성능을 계산하였으며, 등판성능은 농작업의 특성상 비포장 off load 및 경사지가 많은 작업환경을 고려해야 함

등판능력값(예상등판능력 %)	30
저속기어의 전동계수	0.900
엔진 토크	97.653
최저감속단에서의 총감속비	4.000
차량총중량	750.000
타이어 반지름	1.583
구름저항계수	0.015

- 본 시험에서는 농업용 차량 특성상 최고속도 30kph를 시험을 실시하였으며, 30kph시 motor의 max rpm을 계산하여 각 구간별 rpm을 계산하여 motor의 torque 특성을 측정

MOTOR RPM	2,700	타이어 분당 회전수	319.15	RPM
타이어	145/60 R13	타이어지름	504.20	mm
기어비	8.46	타이어 원둘레 길이	1.58	m
		주행속도	30.32	KPH



부하 인가 시 모터 rpm에 따른 torque 특성 그래프

kg.m	15	0	0	0		N.m	15	0	0	0	
	15	100	957	7.98			15	100	9549.3	80.0	
	15	200	957	7.98			15	200	9549.3	80.0	
	15	300	957	7.98			15	300	9549.3	80.0	
	15	400	957	7.98			15	400	9549.3	80.0	
	15	500	957	7.98			15	500	9549.3	80.0	
	15	600	957	7.98			15	600	9549.3	80.0	
	15	700	957	7.98			15	700	9549.3	80.0	
	15	800	957	7.98			15	800	9549.3	80.0	
	15	900	957	7.98			15	900	9549.3	80.0	
	15	1000	957	7.98			15	1000	9549.3	80.0	
	15	1100	957	7.98			15	1100	9549.3	80.0	
	15	1200	957	7.98			15	1200	9549.3	80.0	
	15	1300	957	7.98			15	1300	9549.3	80.0	
	15	1400	957	7.98			15	1400	9549.3	80.0	
	15	1500	957	7.98			15	1500	9549.3	80.0	
	15	1600	957	7.98			15	1600	9549.3	80.0	
	15	1700	957	7.98			15	1700	9549.3	80.0	
	15	1800	957	7.98			15	1800	9549.3	79.6	
	15	1900	957	7.56			15	1900	9549.3	75.4	
	15	2000	957	7.18			15	2000	9549.3	71.6	
	15	2100	957	6.84			15	2100	9549.3	68.2	
	15	2200	957	6.53			15	2200	9549.3	65.1	
	15	2300	957	6.24			15	2300	9549.3	62.3	
	15	2400	957	5.98			15	2400	9549.3	59.7	
	15	2500	957	5.74			15	2500	9549.3	57.3	
	15	2600	957	5.52			15	2600	9549.3	55.1	
	15	2700	957	5.32			15	2700	9549.3	53.1	

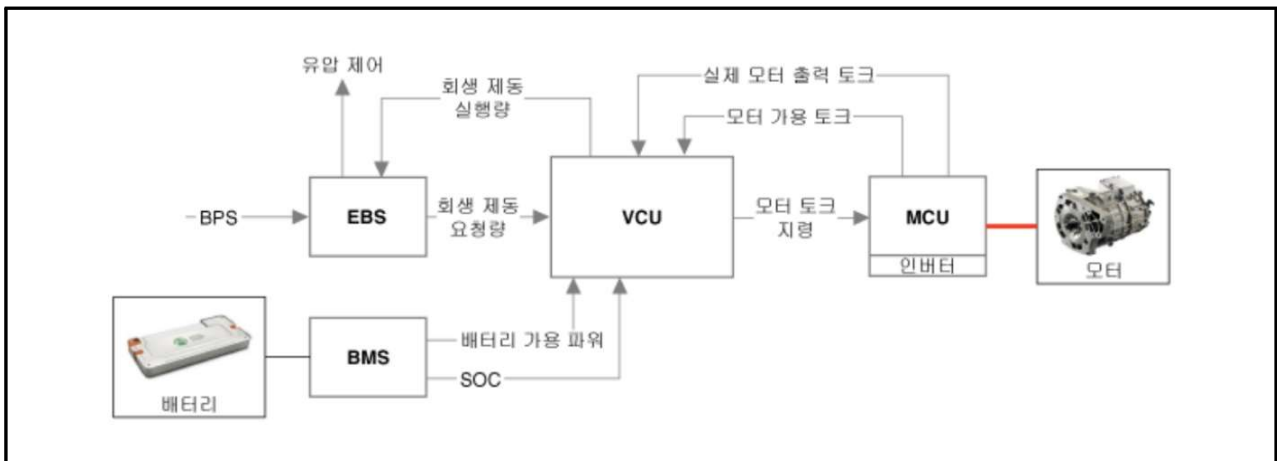
- 본 연구에서 농업용 차량에 사용 될 전기모터로서 저속 rpm에서 torque 가 flat하게 나타나 농업용으로써 적합한 전기 모터로 판단됨
- 본 간이 다이ना모는 매우 간단하게 torque를 측정할 수 있어 향후 모터 기반의 다른 농업용 장치 개발 시, 차량에 직접 설치하여 실 차량의 주행 환경과 유사 조건으로 시험이 가능함. 특히 일반적인 실차 roll test 시 많은 비용이 소요되고, 시험 장비를 위한 공간이 많이 필요로 하나, 본 간이 다이나모는 구조와 적용이 간단하여 시험에 매우 편리하게 이용할 수 있음

나. 전기 운반차용 전력 및 제어용 부품 개발

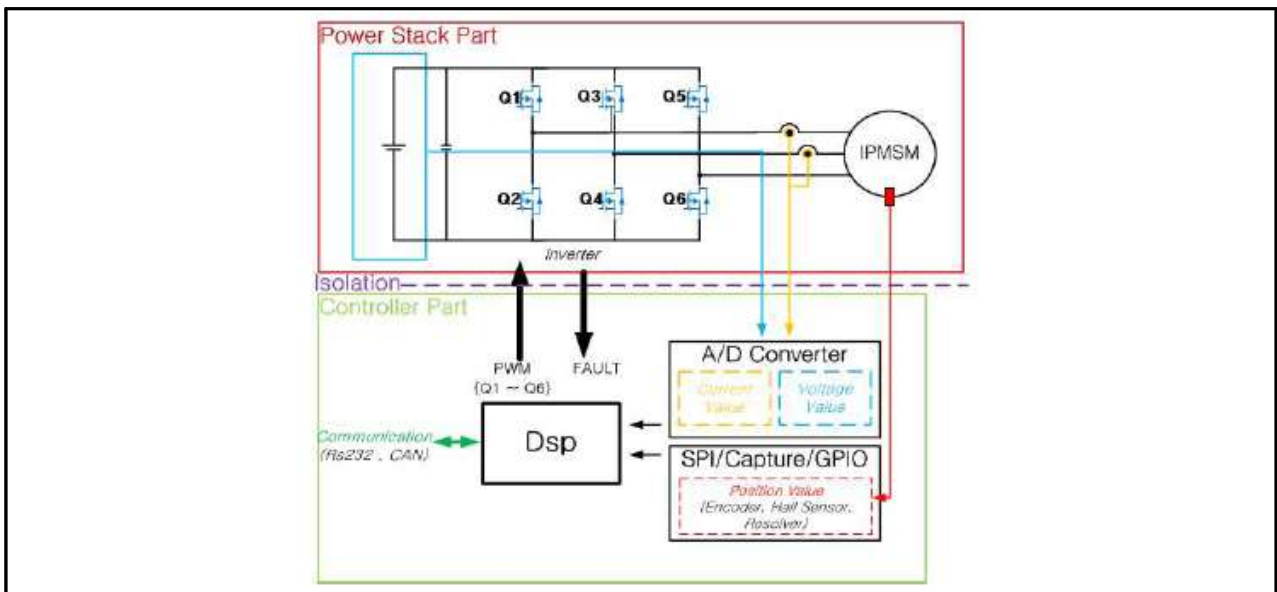
○ 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 전력 변환기 및 파워 인버터 설계

- 농업용 전기 이동장치의 전력 변환기 제어기 개발

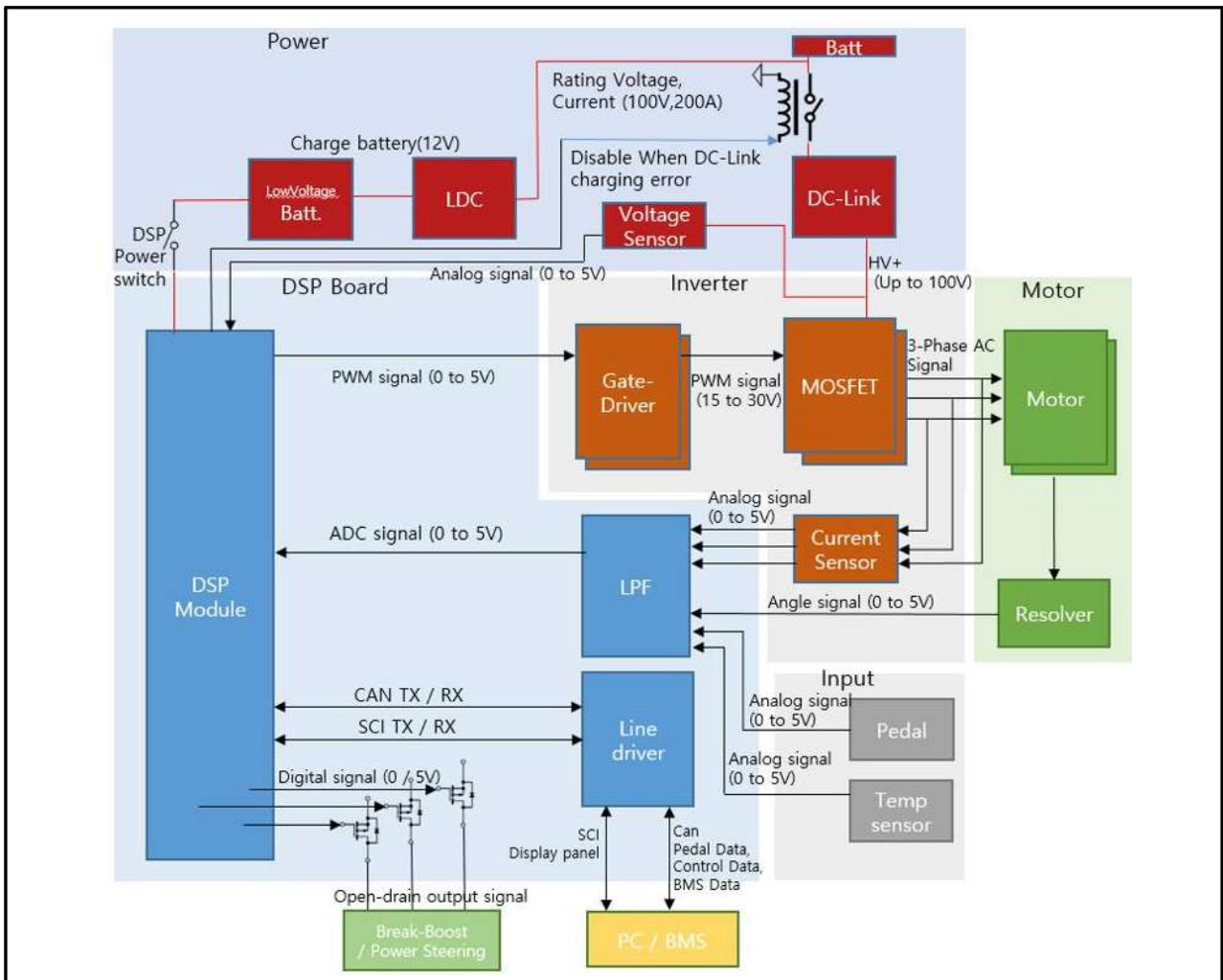
- 모터 구동 제어는 VCU((Vehicle Control Unit), BMS(Battery Management System), MCU(Motor Control Unit) 등으로 이루어짐
- VCU는 배터리 가용 파워 모터 가용 토크 운전자의 요구(APS, BRAKE SW, SHIFT LEVER)를 고려한 모터 토크 지령을 계산하며 BMS는 VCU의 모터 토크 지령 계산을 위한 배터리 가용 파워, SOC(Stat Of Charge-배터리 충전상태) 정보를 제공하며, MCU는 VCU의 모터 토크 지령 계산을 위한 모터 가용 토크를 제공하고 VCU로부터 수신한 모터 토크 지령을 구현하기 위해 Inverter PWM(Pulse Width Modulation) 신호를 생성함



- 모터에 공급되는 전력 변환을 위한 인버터 제어기는 크게 Digital Control Part부와 Power Stack Part부로 나누며, 회로의 안정된 동작을 위해 전기적인 절연상태로 설계함



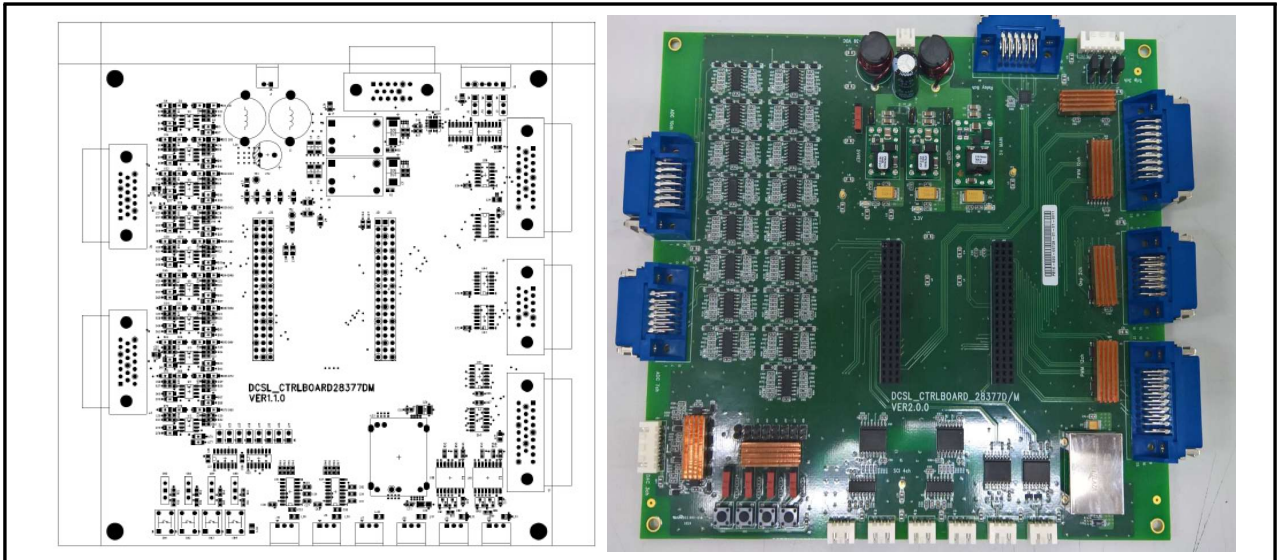
- 모터제 어기 시스템은 농업용 전기 이동장치에 알맞은 범위를 모터제어기로 설계하여 PCB 보드로 만들고자 했으며, 아래 블록 다이어그램의 좌측 하단에 위치한 DSP Module, Low-Pass Filter (LPF), Line Driver까지 포함하며 각 블록들의 구동을 보조하기 위하여 다양한 아날로그 회로들이 포함됨



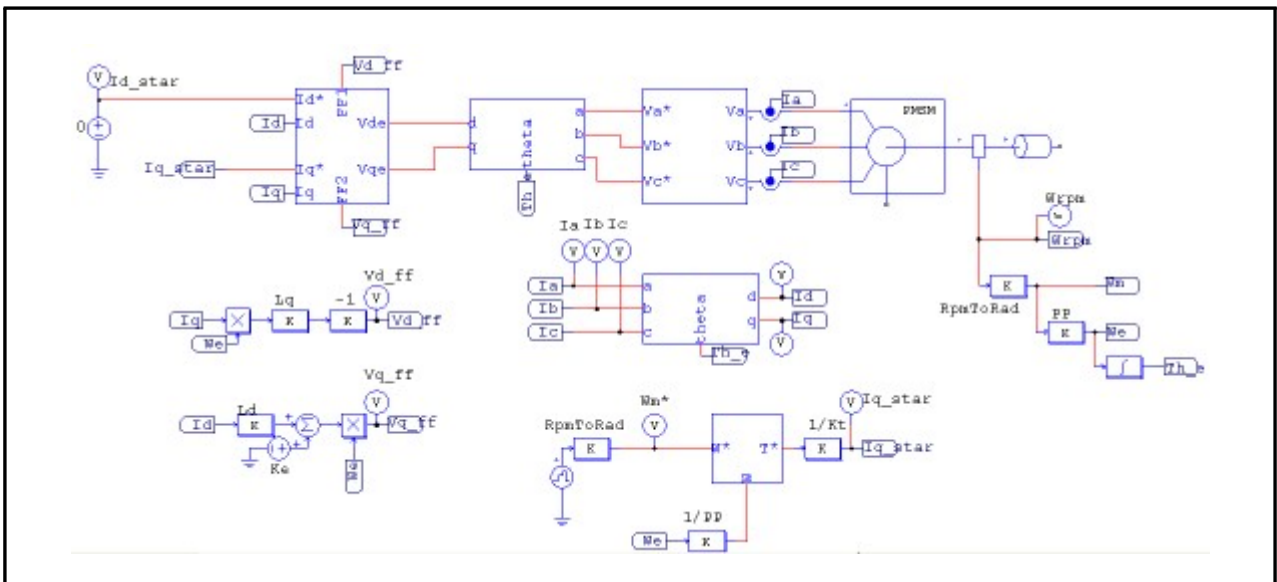
- 우선 Digital Control Part부는 전류제어 알고리즘을 수행하기 위하여 소수점 연산이 가능한 TI사의 TMS320F23877D 칩을 이용하여 설계하였으며, 안정된 신호 검출을 위해 절연형의 전류센서, 전압센서를 적용함. 또한 매입형 영구자석 전동기의 초기 위치 검출을 위해 기계적 신뢰성 특성이 우수한 Resolver 센서를 적용함
- TI 사의 TMS320F23877D 칩 패키징 타입 중 176-Pin 타입의 PTP 칩을 사용한 모듈을 활용하여 구성하였으며, TMS320F23877D 칩에서 지원하는 기능의 리스트에서 농업용 전기 이동장치의 모터제어보드에 필요한 기능들을 선정하여 제어보드의 입출력 기능을 정의 함
- 모터 제어보드의 속도를 제어하기 위해선 인버터를 구동해야 하는데, 이 인버터들은 다수의 PWM채널의 동시 구동으로써 제어되고, 2레벨 인버터는 6개의 PWM 신호로써 제어되기 때문에 TMS320F23877D 칩은 24개의 PWM 출력을 가지고 있어서 4개의 2레벨 인버터를 동시에 구동 가능함
- 모터의 제어를 위해서는 전류 및 회전자의 각도 정보를 피드백 받을 필요가 있으며 이를 보조하기 위해 ADC 및 Encoder 회로가 추가되며. 3상 AC의 전류값을 읽어오기 위해 3개의 전류센서가 사용되며 이 아날로그 센싱 값을 ADC회로를 통해 DSP칩에 인가하여 값을 읽어 오도록 함
- 모터 제어 보드의 입출력 기능

기능명	신호종류	구분	신호레벨	갯수
ADC	Analog	Input	0V ~ 5V	17
DAC	Analog	Output	0V ~ 5V	3
Switch	Digital	Input	0V ~ 3.3V	8
Trip	Digital	Input	0V ~ 3.3V	3
PWM	Digital	Output	0V ~ 5V	24
Encoder	Digital	Input	0V ~ 3.3V	2
Relay	Communication	In/Out	0V ~ 3.3V	8
CAN	Communication	In/Out	1.5V ~ 3.5V	2
Serial	Communication	In/Out	0V ~ 5V	4

- 차량 내부의 통신 프로토콜로는 CAN 통신의 일종인 ISO 11783(ISOBUS)규약의 프로토콜을 사용했으며, TMS320F28377D의 CAN통신 모듈은 최대 1Mbps로 송수신할 수 있는 2개의 CAN모듈이 탑재되어 있음
- Power Stack Part부에서는 가격 및 시스템의 유연성을 위해 일반 IGBT Stack을 적용하여 구성을 하였으며, 대전력 소자의 구동 및 보호동작 특성이 가능한 Gate Driver 칩을 사용하여 회로를 구성함



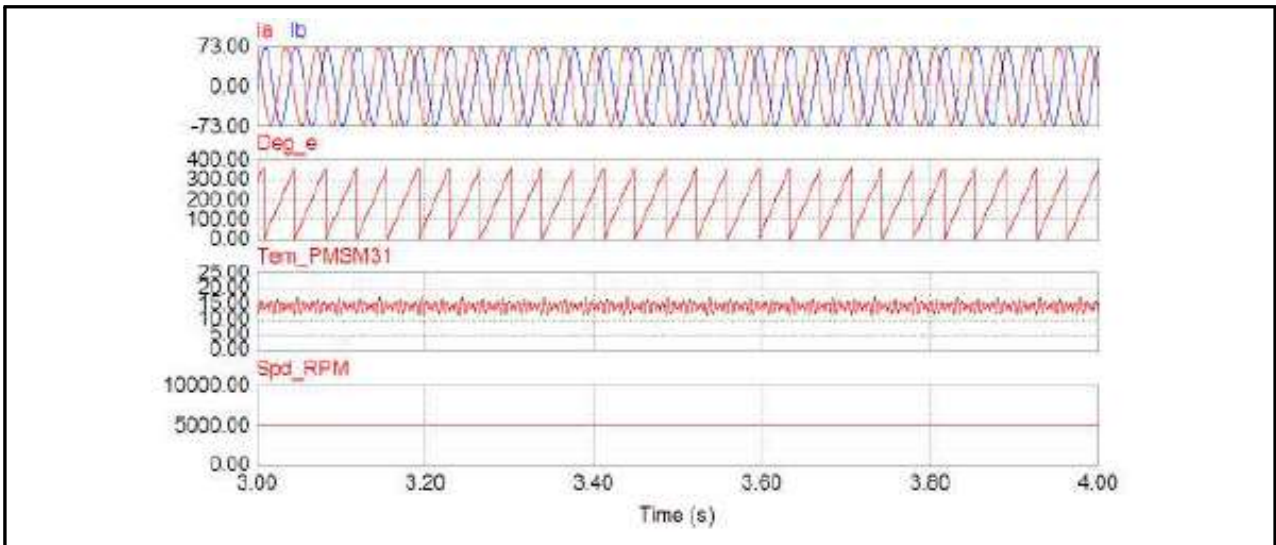
- 설계한 전력 변환을 위한 인버터 제어기에 벡터제어 알고리즘을 적용하여 PSIM Tool을 이용하여 아래의 모터 파라미터를 적용해 시뮬레이션 회로를 구성하여 시험함



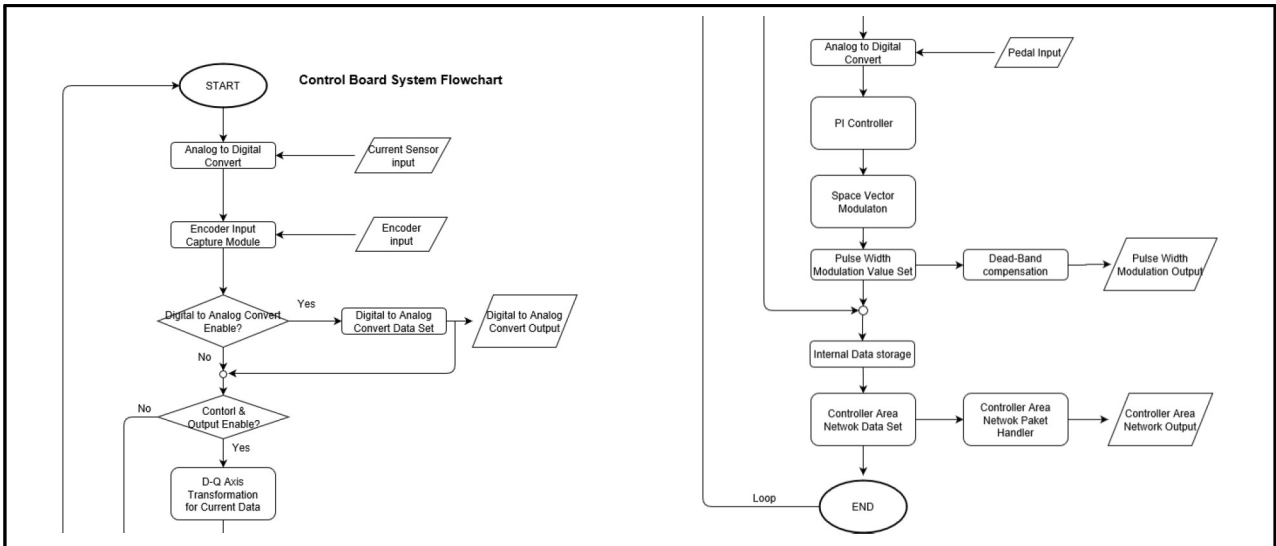
• 모터 파라미터 특성값

상/극수	3상 / 12극
상저항	9.62mΩ
상인덕턴스 (Ld / Lq)	0.289m / 0.410m
역기전력 상수	16
정격 속도	5000 rpm
정격 출력	7.5kW

- 설계된 회로의 시뮬레이션 결과 파형으로 정격부하 7.5kW, 5,000rpm 조건에서 안정된 속도 제어 특성이 나타남을 확인함

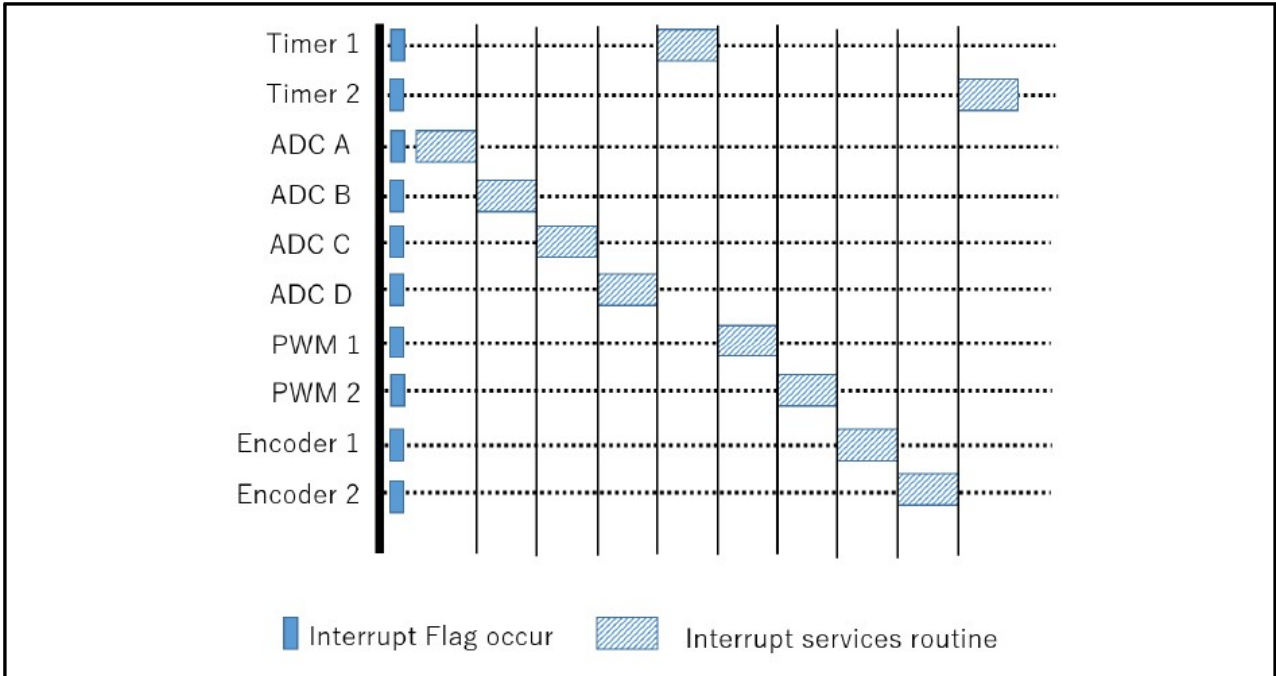


- 모터 제어기 소프트웨어 개발

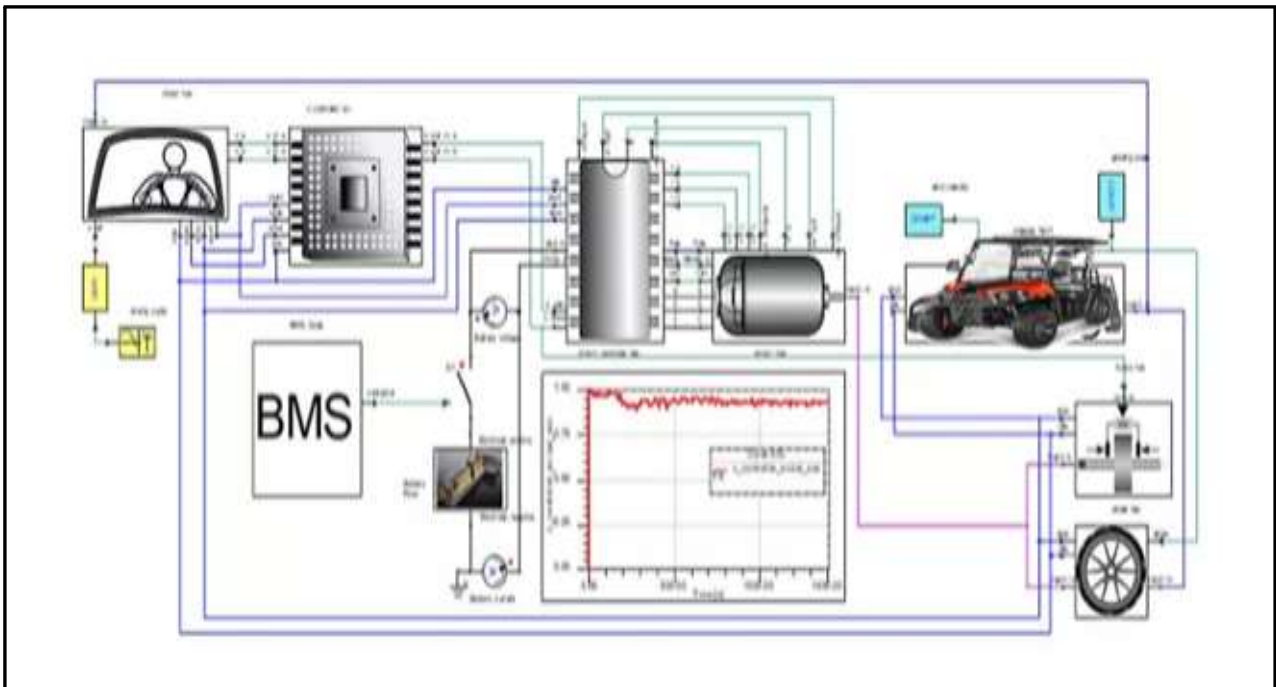


- DSP프로세서의 펌웨어를 컴파일하게 되면 여러 가지 섹션들이 정의되며, 이 섹션들은 프로그램 코드나 전역변수들, 지역 및 임시변수들이나 상수, 벡터 등의 다양한 정보를 포함하고 있기 때문에 섹션의 종류에 따른 섹터 배치가 요구됨
- 각 섹션들 중 .cinit, .print, .text, .econst, .switch는 반드시 RAM 영역에서 구동해야 빠른 속도를 보장 할 수 있기 때문에 DSP 기동 시 해당 섹션을 Flash에서 RAM 영역으로 복사 해 온 뒤 실행하도록 펌웨어를 부트 직후 가장 먼저 시작되는 파일로써 Flash에서 RAM으로 복사하는 코드를 작성하여 MOVL(Move명령)와 LCR (branch명령) 등을 통해 섹션 내부 데이터를 복사함

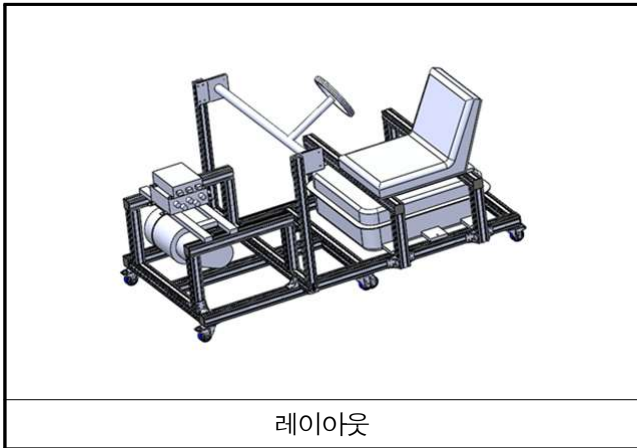
- 모터제어용 알고리즘은 정해진 제어 타이밍 마다 최적의 출력값을 계산해야 하기 때문에 반복적인 타이밍으로 제한된 시간 안에 계산을 끝마쳐야 한다. DSP에서 알고리즘 연산을 위해 이러한 반복적인 작업을 해 줄 수 있는 기능을 사용해야 하기 때문에 조건에 따라 프로그램을 분기시켜 코드를 수행하는 인터럽트 기능을 사용하며 타이머 인터럽트, ADC 인터럽트, PWM 인터럽트 등 다양한 조건에 맞는 인터럽트를 구현
- 인터럽트에 의한 제어 타이밍 주기



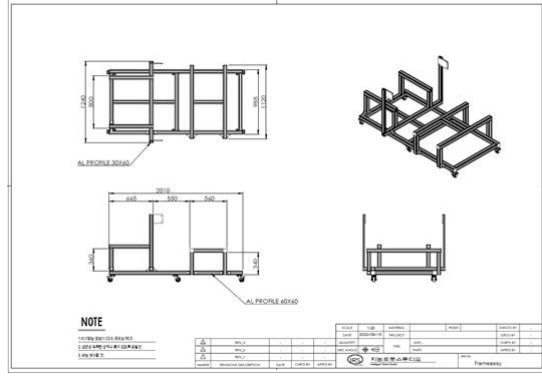
- 전기 이동장치 제어 시뮬레이션을 위한 HILS 시스템 설계 및 구축



- 전기이동장치 제어 시뮬레이션을 위한 HILS 시스템 설계 및 구축
 - ▶ 전동차의 부품 구성 및 배선, 제어 계통도를 인지하기 위해서 테스트베드를 구축함



레이아웃



frame 제작도

• 주요 부품 및 테스트베드 구축



MCU



Invertor 15kW



OBC 3.3kW



리튬 이온 배터리 BMS



대시보드



테스트베드 구축

- 테스트베드로 구축된 전장부품의 시험을 위한 시스템 구축

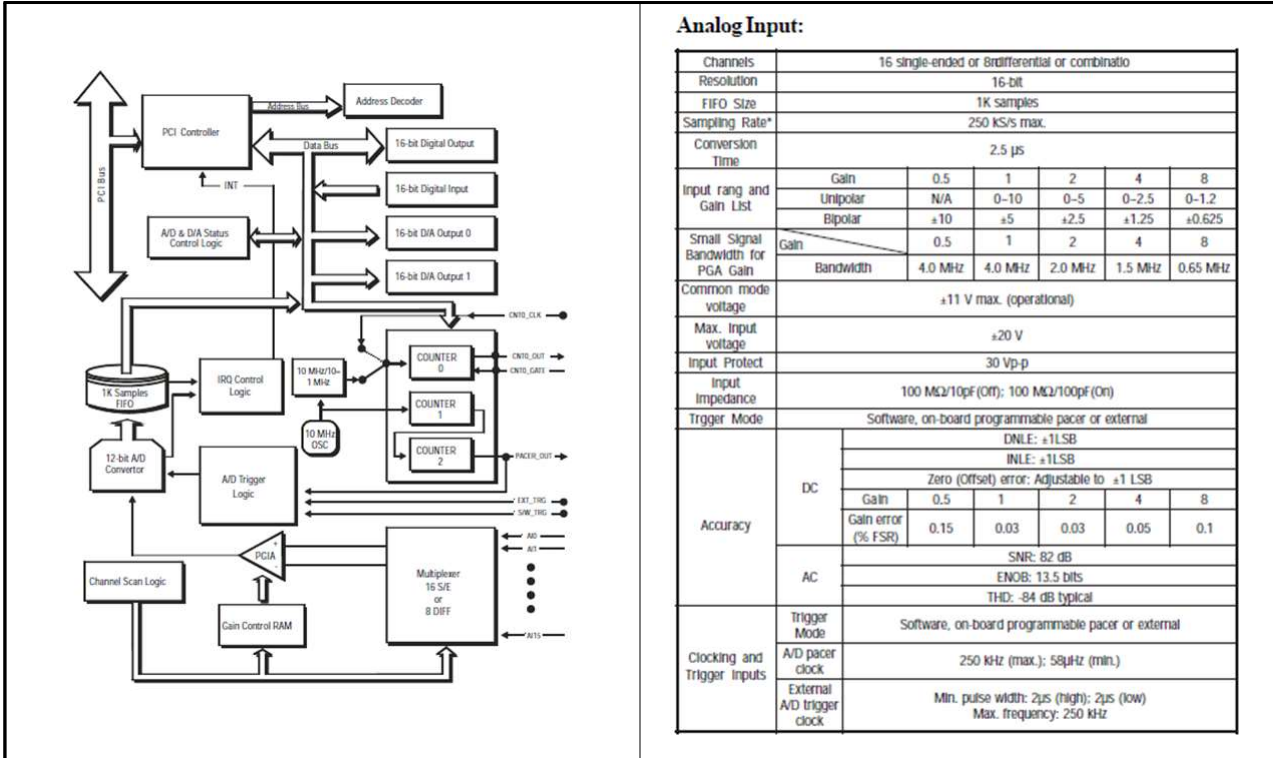


시스템 구축



Test application

• 블록 다이어그램 및 시스템 사양



블록 다이어그램

Analog Input:

Channels	16 single-ended or 8 differential or combination					
Resolution	16-bit					
FIFO Size	1K samples					
Sampling Rate*	250 kS/s max.					
Conversion Time	2.5 μ s					
Input range and Gain List	Gain	0.5	1	2	4	8
	Unipolar	N/A	0-10	0-5	0-2.5	0-1.2
Small Signal Bandwidth for PGA Gain	Bipolar	+10	+5	+2.5	+1.25	+0.625
	Gain	0.5	1	2	4	8
Bandwidth	4.0 MHz	4.0 MHz	2.0 MHz	1.5 MHz	0.65 MHz	
	Common mode voltage: ± 11 V max. (operational)					
Max. Input voltage: ± 20 V						
Input Protect: 30 Vp-p						
Input Impedance: 100 M Ω /10pF (On); 100 M Ω /100pF (Off)						
Trigger Mode: Software, on-board programmable pacer or external						
Accuracy	DC	DNLE: ± 1 LSB				
		INLE: ± 1 LSB				
		Zero (Offset) error: Adjustable to ± 1 LSB				
	Gain error (% FSR)	0.5	1	2	4	8
		0.15	0.03	0.03	0.05	0.1
		AC: SNR: 82 dB				
ENOB: 13.5 bits						
THD: -84 dB typical						
Clocking and Trigger inputs	Trigger Mode	Software, on-board programmable pacer or external				
	A/D pacer clock	250 kHz (max.); 58 μ Hz (min.)				
	External A/D trigger clock	Min. pulse width: 2 μ s (high); 2 μ s (low) Max. frequency: 250 kHz				

시스템 사양

Analog Output: (Only for PCI-1716)

Channels	2	
Resolution	16-bit	
Operation mode	Single output	
Throughput*	200 kS/s max. per channel (FSR)	
Output Range (Internal & External Reference)	Using Internal Reference	0 \rightarrow 5V ₀ \rightarrow 10 V, -5 \rightarrow -5V, -10 \rightarrow -10
	Using External Reference	0 \rightarrow +x V @ +x V (-10 \leq x \leq 10) x \rightarrow -x V @ +x V (-10 \leq x \leq 10)
Accuracy	DC	DNLE: ± 1 LSB (monotonic)
		INLE: ± 1 LSB Zero (Offset) error: Adjustable to ± 1 LSB Gain (Full-scale) error: Adjustable to ± 1 LSB
Dynamic Performance	Settling Time	5 μ s (to 4 LSB of FSR)
	Slew Rate	20 V/ μ s
Drift	10 ppm/ $^{\circ}$ C	
Driving Capability	± 20 mA	
Output Impedance	0.1 Ω max.	

Digital Input/Output:

Input Channels	16	
Input Voltage	Low	0.4V max.
	High	2.4 V min.
Input Load	Low	0.4 V max. @ -0.2mA
	High	2.7 V min. @ 20 μ A
Output Channels	16	
Output Voltage	Low	0.4 V max. @ +8.0mA (sink)
	High	2.4 V min. @ -0.4mA (source)

시스템 사양

Counter/Timer:

Channels	3 channels, 2 channels are permanently configured as programmable pacers; 1 channel is free for user application	
Resolution	16-bit	
Compatibility	TTL level	
Base Clock	Channel 2: Takes input from output of channel 1	
	Channel 1: 10 MHz	
	Channel 0: Internal 1MHz or external clock (10 MHz) max Selected by software	
Max. Input Frequency	1 MHz	
Clock Input	Low	0.8 V max.
	High	2.0 V min.
Gate Input	Low	0.8 V max.
	High	2.0 V min.
Counter Output	Low	0.5 V max. @ +24 mA
	High	2.4 V min. @ -15 mA

General:

I/O Connector Type	68-pin SCSI-II female	
Dimensions	175 mm x 100 mm (6.9" x 3.9")	
Power Consumption	Typical	+5 V @ 850 mA +12 V @ 600 mA
	Max.	+5 V @ 1 A +12 V @ 700 mA
Temperature	Operation	0 \rightarrow 60 $^{\circ}$ C (32-158 $^{\circ}$ F) (refer to IEC 68-1,-2,-3)
	Storage	-20 \rightarrow +85 $^{\circ}$ C (-4 \rightarrow 158 $^{\circ}$ F)
Relative Humidity	Operation	5-85%RH non-condensing (refer to IEC 68-1,-2,-3)
	Storage	5-95%RH non-condensing (refer to IEC 68-1,-2,-3)
Certification	CE certified	

시스템 사양

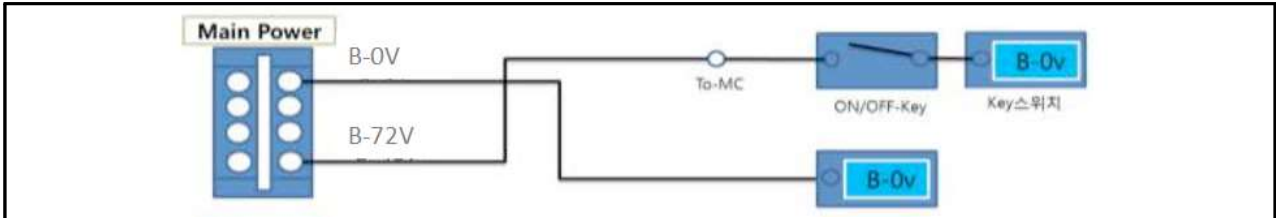
다. 차량 제어용 부품 및 회로 개발

○ 차량 특성 적용한 전기 운반차 제어회로 개발

- 선행 연구인 E-4WD 기술을 적용한 SUEV 상용화 기술개발(14GJI332)을 참조하여 설계함
- 전동 운반차 제어 회로 하네스 배선 설계

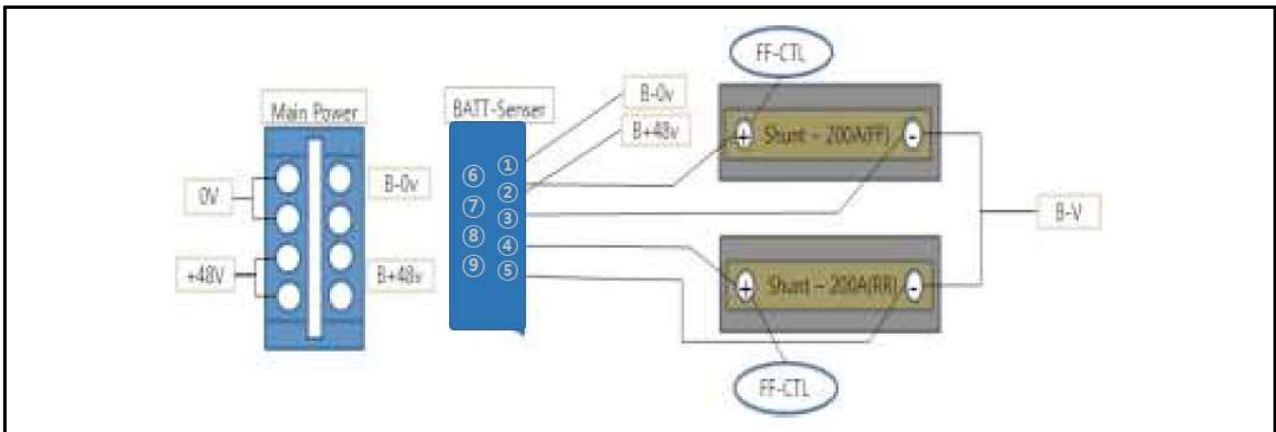
- Main Power로부터 제어보드 전원 공급 회로

- ▶ 외부 배터리 전원을 받아 주 제어보드의 마이크로프로세서와 DC-DC컨버터에 전원을 공급함. (배터리 72V, 제어보드 12V, 마이크로프로세서 보드 5V, 센서 노드 5V)
- ▶ 제어보드의 전원은 키 스위치에 의해 단속되도록 함



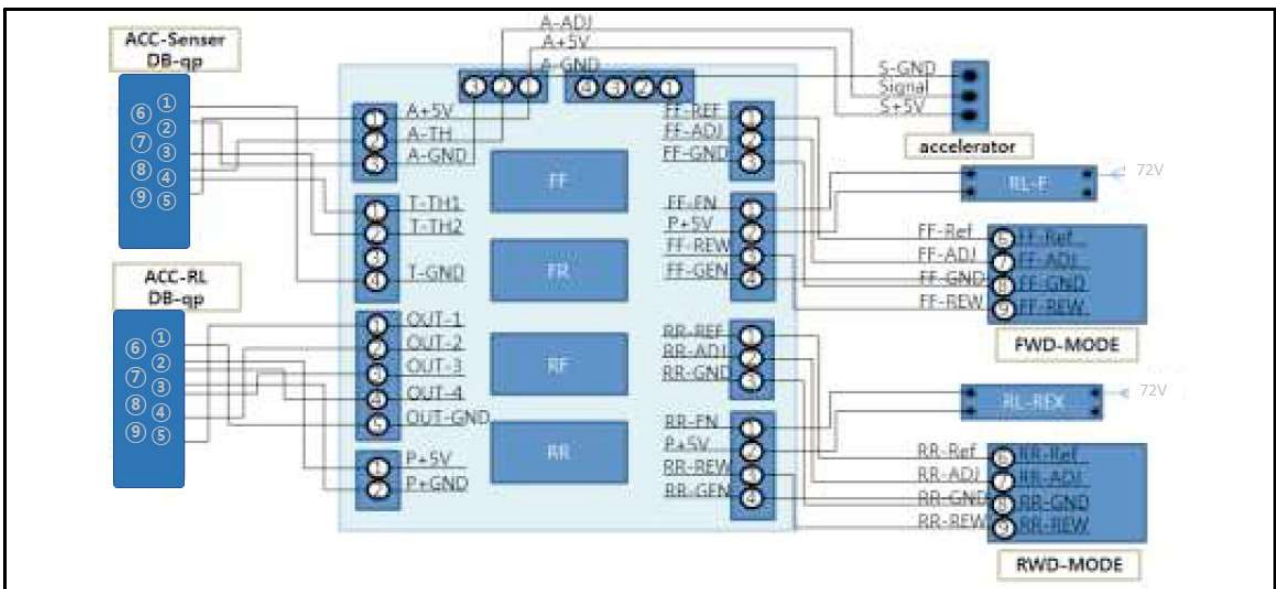
- 배터리 전압 측정 및 제어신호 측정

- ▶ BATT-Sensor는 현재의 배터리의 전압을 확인하고, 전륜모터와 후륜 모터의 전류를 측정하여 적절한 제어신호를 생성하는 함수에 전달하도록 함
- ▶ 배터리 전압은 72V를 공급하도록 함
- ▶ 션트 저항을 통해 200A를 50mV로 측정하여 전달되어짐

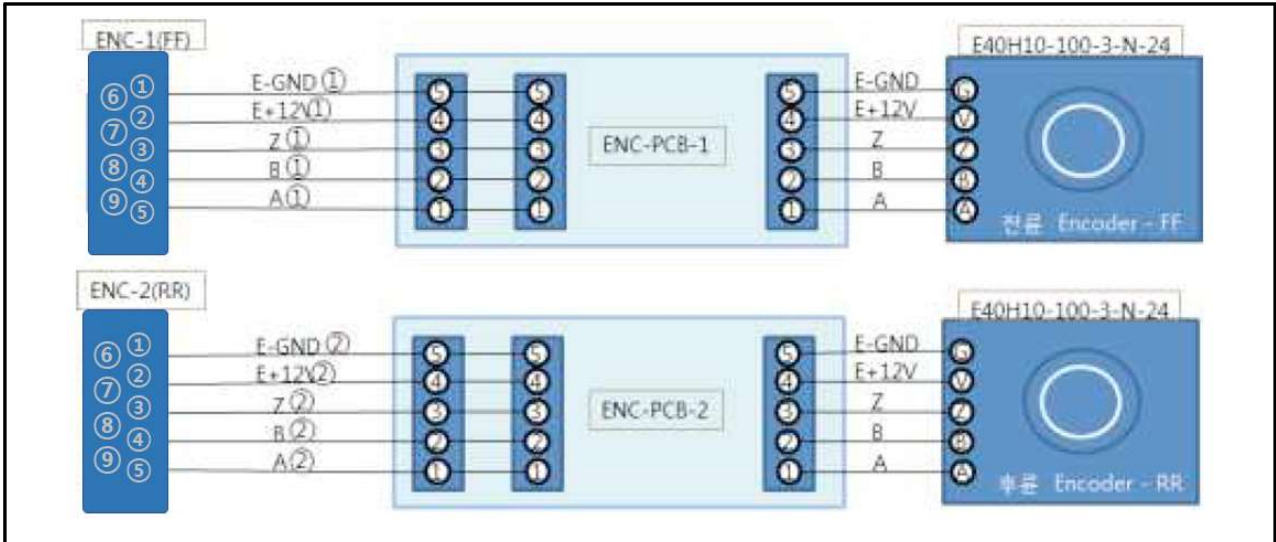


- 액셀 입력과 전후진 제어

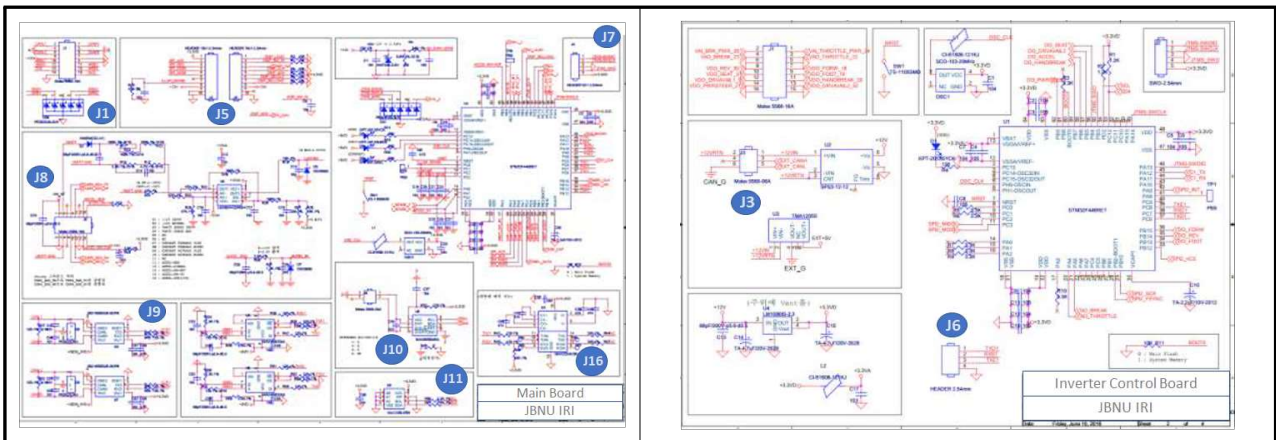
- ▶ ACC-Sensor는 마이컴에 액셀 신호를 입력 받아 전진과 후진에 신호를 전달함.
- ▶ ACC-RL(DB-9p)는 전륜과 후륜모드에서 릴레이 신호를 전달함.
- ▶ RL-F는 제어기에 전륜 전진과 전륜 후진을 설정함
- ▶ RL-REX는 제어기에 후륜 전진과 후륜 후진을 설정함



- 전륜과 후륜의 속도 입력 엔코더 회로
 - ▶ E40H10-100-3-N-24는 전륜, 후륜의 모터에 장착된 엔코더임.
 - ▶ 전진과 후진 속도를 비교하여 속도의 값을 읽어 오토모드에서 단계별 제어 시 사용되어짐.
 - ▶ Z상은 일정 시간에 몇 회전을 하는지 값을 파악함
 - ▶ A와B상은 1회전당 몇 펄스를 읽어 들이는 지를 파악하고, 전후진의 방향에 따라 전진과 후진을 결정한다. 즉 A→B는 CCW로 회전을 의미하고 B→A는 CW로 회전하는 것을 의미함
 - ▶ 제어기 엔코더 신호와 속도 판넬 미터 신호를 확장 연결 할 수 있도록 분배함

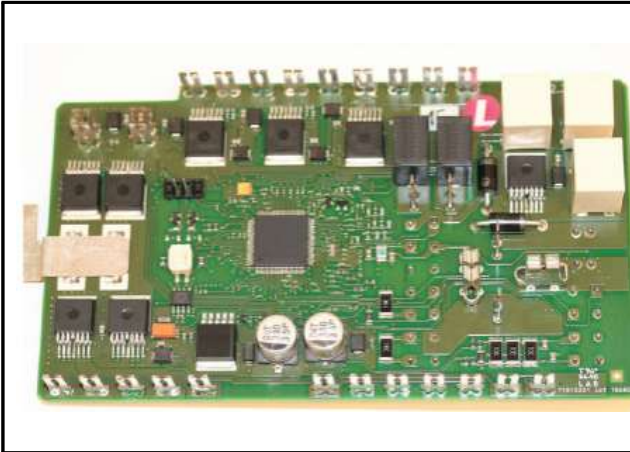


- 전동운반차 제어보드 개발



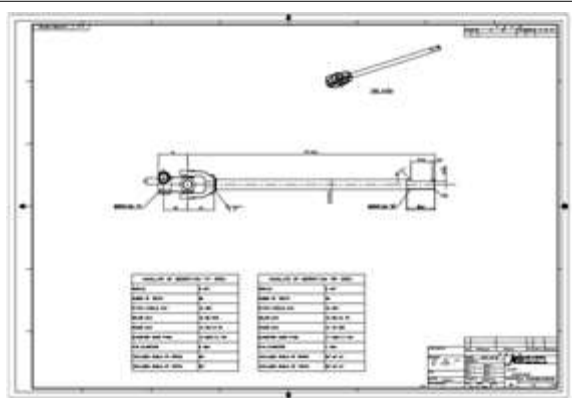
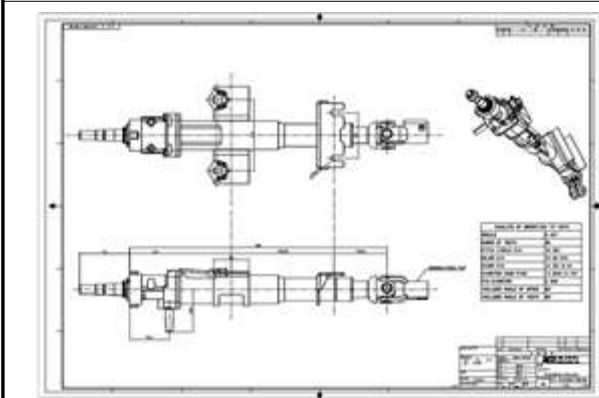
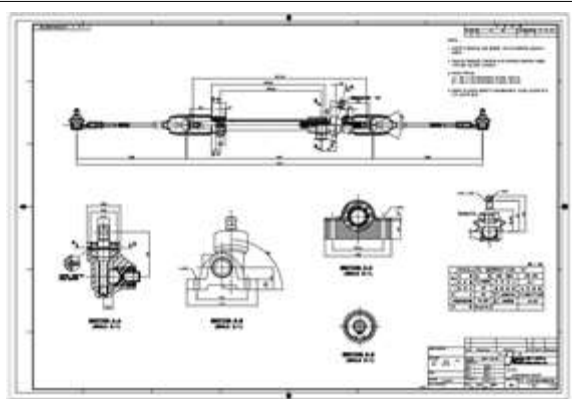
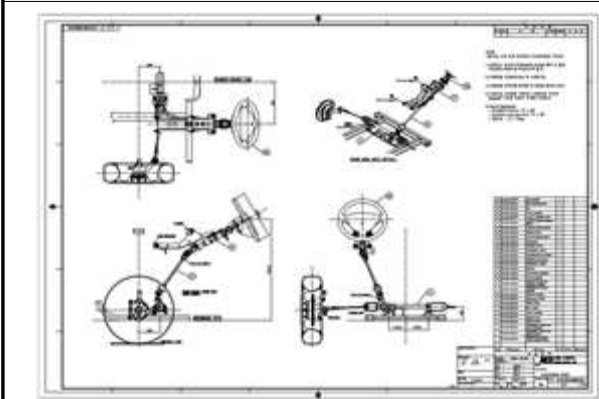
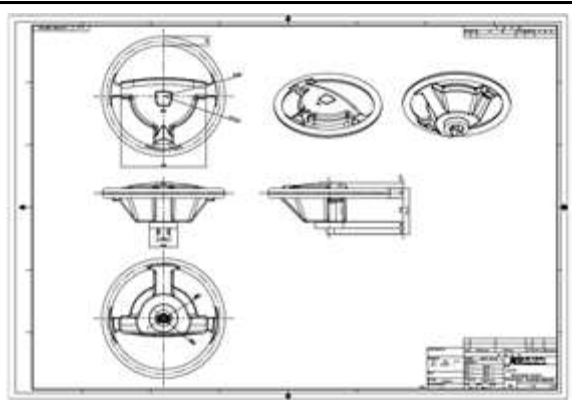
- J1
 - ▶ CAN1, CAN2 는 U3(ISO111783), U7(ISO111783) 절연된 CAN 송신기를 통해 U1(STM32F446RET)에 전달될 수 있도록 구성하였음
 - ▶ RS-485-1, RS-485-2 는 U5(MAX485EESA), U8(MAX485EESA) 회전율이 제한된 RS-485 송신기를 통해 U1(STM32F446RET)에 전달될 수 있도록 구성하였음
 - ▶ RS-232 는 U4(MAX232ACSE) 다중 채널 RS-232 드라이버/수신기를 통하여 U1(STM32F446RET)에 전달될 수 있도록 구성하였음
- J3
 - ▶ MCU가 탑재된 EMS BOARD의 모든 명령은 CAN 통신으로 이루어진다.
 - ▶ U9(ISO1050DUB) 절연된 CAN 송신기를 통해 U1(STM32F446RET)에 전달될 수 있도록 구성하였음
 - ▶ RS-232 U11(MAX232ACSE) 다중 채널 RS-232 드라이버/수신기를 통하여 U1(STM32F446RET)에 전달될 수 있도록 구성하였음
- J5

- ▶ CBATTERY 전압은 U2(LM2904VQDRG4) 이중 증폭기를 증폭되어 U1 (STM32F446RET)에 전달될 수 있도록 구성하였음
- ▶ CURRENT는 앞/뒷쪽에 SHUNT RESISTOR(50mV 200A)에서 검출되어 U(INA193AIDBVT), U21(INA193AIDBVT) SHUNT 전류 모니터를 걸치고 U20(LM2904VQDRG4) 이중 증폭기를 증폭되어 U1(STM32F446RET)에 전달될 수 있도록 구성하였음
- ▶ ACCEL PEDAL에서 가변된 전압은 R30(3.3K)지나고 D7(DDZ9685) 감소시켜서 U1(STM32F446RET)에 전달될 수 있도록 구성하였음
- J6
 - ▶ 전진, 후진, FOOT BRAKE, 안전벨트, 핸드 브레이크, ACCEL 신호는 U8(74HC165PW) 8 비트 병렬 입력/직렬 출력 시프트 레지스터를 걸쳐서 U1(STM32F446RET)에 전달되고, 각종 기능 출력은 U1(STM32F446RET)에서 Q1~Q3, Q5~Q25 를 통해 MOTOR INVERTOR에 전달되어 모터가 구동된다. 조작이 이루어지면 MOTOR INVERTOR에서 작동될 수 있도록 하였음.
 - ▶ 속도, 브레이크 신호는 U1(STM32F446RET)에서 출력되어 다시 U10(LM2904VQDRG4) 증폭되어 MOTOR INVERTOR에 전달되어 모터가 구동/정지기능이 작동될 수 있도록 구성하였음.
- J7
 - ▶ 앞/뒷쪽 모터에 부착된 엔코더, 홀센서, 차속센서 신호는 U23(PS9113-AX)~U28 인텔리전트 파워 모듈 내장된 포토커플러 변환되어 U1(STM32F446RET)에 전달될 수 있도록 구성하였음
- J8
 - ▶ 왼쪽 방향신호, 하향전조등 신호, 브레이크 신호, 상향전조등 신호, 비상등 신호, 핸드브레이크 신호는 IOS1~ISO9(TLP185) 포토커플러를 통하고 U15(74HC165PW) ~U18(74HC165PW) 8 비트 병렬 입력/직렬 출력 시프트 레지스터를 걸쳐서 U1(STM32F446RET)에 전달될 수 있도록 구성하였음
- J9
 - ▶ E4WD, E2WD, 4S-ACTIVE, 4S-SMART, 2S, FOOT BRAKE 신호는 U15(74HC165PW) ~ U18(74HC165PW) 8 비트 병렬 입력/직렬 출력 시프트 레지스터를 걸쳐서 U1(STM32F446RET)에 전달될 수 있도록 구성하였음
- J10
 - ▶ SEAT-BELT, PARK-BRAKE, FORWARD, BACKWARD, BRAKE-OIL 신호는 U15(74HC165PW) ~ U18(74HC165PW) 8 비트 병렬 입력/직렬 출력 시프트 레지스터를 걸쳐서 U1(STM32F446RET)에 전달될 수 있도록 구성하였음
- J11
 - ▶ U1(STM32F446RET)에서 출력된 MOTOR INVERTOR POWER ON/OFF, BACK BUZZER, BACK LIGHT, PARK BRAKE LAMP 신호는 U22(74HC595)를 걸치고 Q2, Q3, Q5,Q7(MMBT2222A) 드라이브 되고 Q1, Q4, Q6, Q8(2SK3813-Z-AZ)에서 출력되어 R86, R211, R91, R87 자리에 RELAY를 구동시켜 전등을 점등/소등 작동을 할 수 있도록 하였음
- J16
 - ▶ 2N3906 은 U6(MAX6658MSA) 로컬 온도 과온 경보가 있는 센서회로를 걸쳐 U1(STM32F446RET)에 전달될 수 있도록 구성하였음

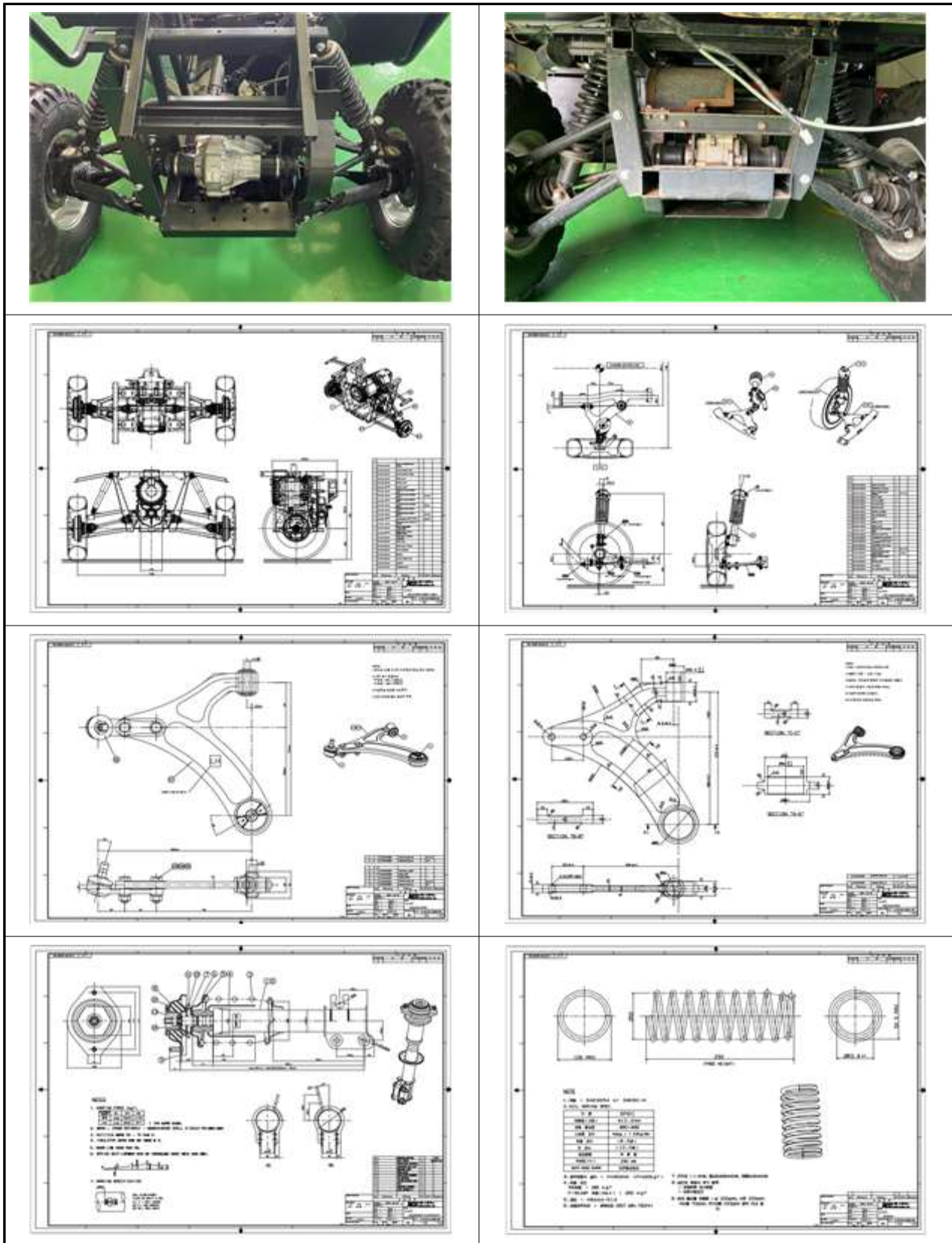


라. 기타 액세서리 부품 개발

- 전기 조향 시스템 개발
 - 조향 시스템 2D 도면



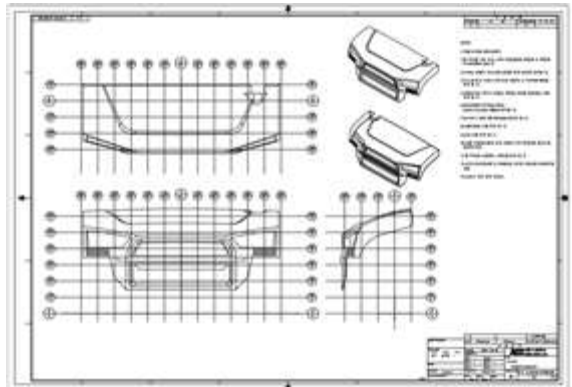
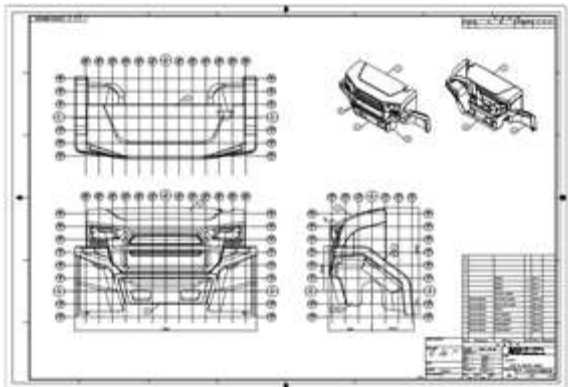
○ 독립적 서스펜션 메커니즘 최적화 설계 및 개발
 - 서스펜션 및 서스펜션 2D 도면



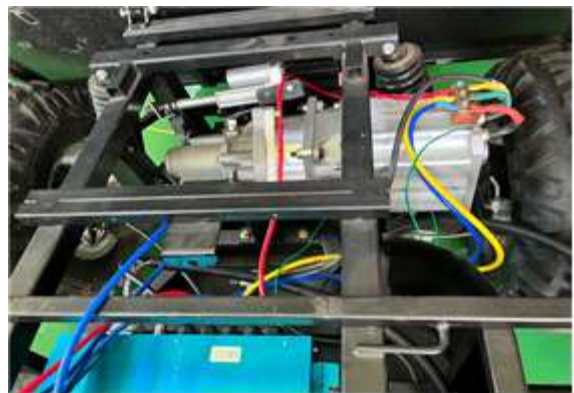
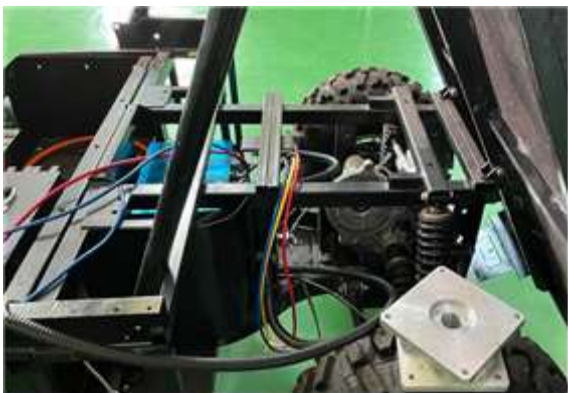
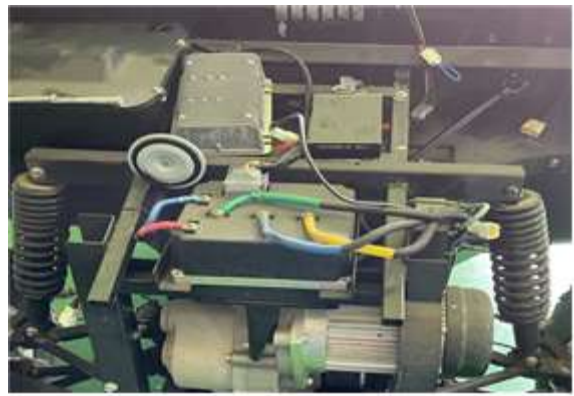
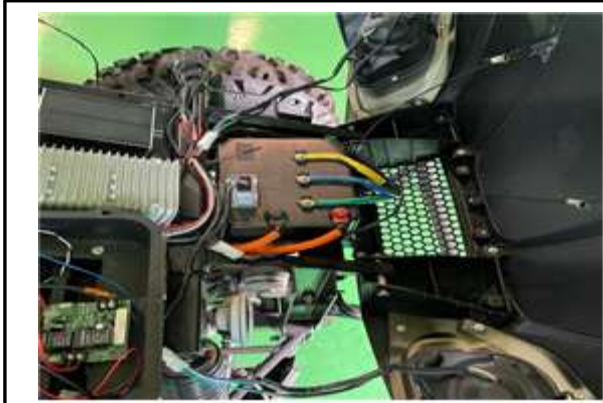
○ 외장 부품 개발

- 외장부품 및 외장부품 2D 도면





○ 와이어하네스 및 커넥터 개발



2.3. 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 시험 및 평가

가. 주요 성능 목표

연번	개발기술명	경쟁사 기술 수준		기술개발 목표 수준	평가방법
		해외	국내		
1	최대속도 (km/h)	120	30	30 이내	농업기계검정기준 제4조 [별표 1] 농업기계검정기준 농업기술진흥원
2	적재중량 (kg)	400	300	500kg 이내	
3	전동기최대출력 (kW)	97	70	18 이하	
4	등판능력 (%)	20	15	25%	KS R 1137 농업기술진흥원
5	전복안전성 (°)	15	10	15°	KS R 1166 농업기술진흥원
6	전자파 내성 (V/m)	Level 3	-	Level 3	KS C IEC 61204 한국산업기술시험원
7	전자파 방출 (dBuV/m)	Class 3	-	Class 3	

나. 평가 방법

○ 최대속도 (km/h) : KS B ISO 3965

- “농업용 차륜형 트랙터-최대 속도 결정 방법”으로 전동 운반차에 대한 속도 측정방법이 별도로 존재 하지 않아 유사 규격 인용하여 성능평가, 농업용 동력운반차 검정기준 30km/h 이내 평가
- 차속 측정은 정밀 GPS를 차량에 장착하여 주행시험장에서 평가 하거나 주행저항 측정 후 참여기관의 既차구축장비인 차대동력계를 활용하여 최대 속도 도달에 대한 성능평가



GPS 기반 차량 속도 측정계

주행시험장

○ 적재중량 (kg) : 농업기계화 촉진법 시행규칙 별표 6

- “농업기계 구조기준(제4조제3항 관련), 10. 농업용 동력운반차”를 적용하여 평가
- 적재중량 측정은 참여기관에 특장차 자기인증 지원동에 既계구축된 계측시스템을 적용하여 축간 하중 배분 및 적재량 측정에 대한 평가를 수행

○ KS R 1135 : 농업기계화 촉진법 시행규칙 별표 6

- 농업기계 검정기준 제4조 [별표1] 농업기계검정기준의 전동기 출력 18kW 이내로 검정

○ KS R 1137 :

- “전기 자동차 최대 등판 능력 시험 방법”으로 주행저항 측정 후 참여기관의 既차구축장비인 차대동력계를 활용하여 100%, 80%, 60% SOC상태에서 측정된 값으로 등판의 한계를 측정하거나 주행시험장 내 표준 경사로에서 등판력 측정

○ KS R 1137 :

- “전기 자동차 최대 등판 능력 시험 방법”으로 주행저항 측정 후 참여기관의 既차구축장비인 차대동력계를 활용하여 100%, 80%, 60% SOC상태에서 측정된 값으로 등판의 한계를 측정하거나 주행시험장 내 표준 경사로에서 등판력 측정

○ **KS R 1166 :**

- “전기 자동차 주행전복 안전성 시험 방법”으로 자동차 규격 일부를 발취 및 준용하여 평가 예정
 - 시험장비 및 차량 하중을 배치하여 소수하중조건(후열좌석이 없는 차량)으로 실시, 바퀴들림 높이 측정 센서를 설정, 점진증가조향시험 및 주행전복안전성 기본시험을 실시, 전복 안전성 측정

○ **KS C IEC 61204-A :**

- “저전압 직류전원장치—성능 특성”에 관한 것으로 30kW까지와 200 V까지의 직류 전원을 공급하고, 600V까지의 교류 또는 직류 전원 전압에서 동작하는 저전압 전원 장치(스위칭형 포함)에 대한 방법
 - 고전압 DC전원장치(배터리 시뮬레이터 등)를 개발품의 입력 전원으로, 저전압 출력은 LOADER를 적용하며, 그 출력에 대한 성능은 보유 정밀 계측기로 확인

○ **KS C IEC 61204-A :**

- “농림업용 기계—전자파 적합성—시험 방법과 허용 기준”으로 자동차에서 적용되는 시험법을 준용하여 규격이 이루어 졌으며, 실차기반 10m법 전자파적합성 평가시설에서 수행

다. 시험 결과

① **주행 성능 시험**

- 농업기술진흥원 농업기계 주행시험로에서 실시함
- 최고 주행속도: (전진) 47.0km/h, (후진) 16.0km/h
- 1회 충전후 주행 거리: 완전 충전시 84V에서 방전 중지전압 62V 가 될 때까지 주행한 거리를 측정함.
- 2시간 24분 동안 91.4km를 주행함(주행 시작 시 전압: 84.0V, 주행 완료시 전압: 62.1V)

 <p>농업기계 성능시험 성적서</p> <p>1. 신청인 가. 성명 : 송정민 나. 사업자등록번호 : 402-82-15272 다. 주소 : 전라북도 진주시 덕진구 백제대로 567 (금양동) 3층 라. 상호 : 전북대학교산학협력단</p> <p>2. 시험 용도의 제품 가. 기종명 : 동력순환차 나. 품목명 : J1023029001 아. 형식 및 규격 : 중용4륜구동형 인동기차 (기체중량 300 kg)</p> <p>3. 시험번호 : 23-10310P-174</p> <p>4. 시험성적 : 불합</p> <p>한국농업기술진흥원의 정</p>	 <p>시험 성적</p> <p>1. 기 종 명 : 동력순환차 2. 시험번호 : 23-10310P-174 3. 품 목 명 : J1023029001 4. 형 식 규 격 : 중용 4 륜 구 동 형 인 동 기 차 5. 규 격 : 기계중량 300 kg 6. 시험성적</p> <p>6.1 구조 6.1.1 기계의 크기 - 길이 : 3 450 mm - 폭 : 1 540 mm - 높이 : 1 610 mm - 중량 : 319 kg</p> <p>6.2. 성능시험 6.2.1 1회 충전 주행시험 - 시험조건 : 콘크리트(동기계 아외시험장) - 시험노면 : 콘크리트(동기계 아외시험장) - 적재량 : 0 kg 시험성적 - 시작전압 및 종료전압 : 84.0 V, 62.1 V - 주행시간 및 주행거리 : 2시간 24분, 91.4 km</p> <p>7. 시험제출개요 본 기관은 “농림용 트랙터 용기 차량장치(LTI)계량”으로 제작된 동력순환차인</p> <p>8. 시험결과 본 시험장치는 “한국농업기술진흥원 분석시험의뢰 및 의뢰규칙, 제20-2023년 규정”에 따라 실시한 성능시험 결과로 인공자와 협의하여 정한 시험방법으로 실시되었음</p> <p>연구팀 : 조재근</p>
	

② 최대속도 시험

- GPS를 부착하여 최대속도 측정

- 최대속도 23.1km/h로 목표인 농업용 동력운반차 검정기준 30km/h 이내로 확인함

KITECH 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대리교길 89
한국생산기술연구원 Tel: 041-589-8114 | Fax: 041-589-8120 | www.kitech.re.kr

시험 성적서 (Test Report)

1. 성적서 번호 : C2N920015-01-01-00-00
2. 의뢰자 : (주)그린텍스
한국 직산시 황장면 후정4길 58-34 (울산권)
3. 시험기간 : 2023-06-02 ~ 2023-06-02
4. 용도 : 시험분석
5. 용역사명 : LTV 용량성능
* 시험의뢰자가 제공한 시료 및 시료명에만 한정됩니다.
6. 시험방법 : LTV 용량성능
7. 시험결과 : 다음 페이지 참조
8. 시험장소 : 천안북도 일제시 백산면 지왕산삼진3길 119 천북지력연구(유) 시험용 1층

시험자 : 기술책임자
확인인 : 김태경
연락처 : ky@kitech.kr

2023년 06월 26일

한국생산기술연구원

페이지 1 of 3 [QP-17-03A] C2N920015-01-01-00-00

KITECH 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대리교길 89
한국생산기술연구원 Tel: 041-589-8114 | Fax: 041-589-8120 | www.kitech.re.kr

시험 결과 (Test Result)

1. 시험조건
가. 시험대상 : LTV
나. 시험장소 : 천북 일제시 백산면 지왕산삼진3길 119, 한국생산기술연구원 농기계기술지원센터
다. 시험장비 : 리피 영대 계측기




사진 1. 시험 대상기

페이지 2 of 3 [QP-17-03B] C2N920015-01-01-00-00

KITECH 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대리교길 89
한국생산기술연구원 Tel: 041-589-8114 | Fax: 041-589-8120 | www.kitech.re.kr

2. 시험내용
가. 시험준비
1) LTV
2) 600kg 중량물
3) 경사도




사진 2. LTV




사진 3. 600kg 중량물(10kg x 60ea)

페이지 3 of 3 [QP-17-03C] C2N920015-01-01-00-00

KITECH 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대리교길 89
한국생산기술연구원 Tel: 041-589-8114 | Fax: 041-589-8120 | www.kitech.re.kr




사진 4. 경사도(14.8%)

나. 평가 방법 및 방법
1) 평가 방법 : 조일 일직선 하기 시험 방법의 준수함
* 동관성능 : 농업을 동력운반차의 50kg 적재중량(120kg/600kg) 중량물을 적재하여 25%(14.7)이상 경사도에서 동관성능능기계기준이달된다. 경사도

2) 평가 항목에 대한 평가 기준

평가 항목	평가 기준
동관성능 (25%이상 경사도)	동관 용·부

페이지 4 of 5 [QP-17-03D] C2N920015-01-01-00-00


KITECH 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대리교길 89
한국생산기술연구원 Tel: 041-589-8114 | Fax: 041-589-8120 | www.kitech.re.kr

3. 시험 결과

< LTV 성능시험에 대한 결과 >

시험 항목	목표값	측정값
동관성능	동관 용·부 (14% 이상 경사도)	경사차량 (14.8% 경사도)

3. 시험 결과
가. 동관성능










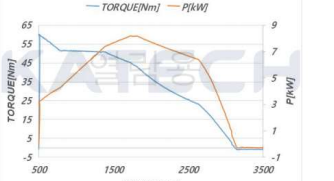



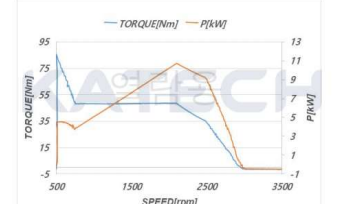

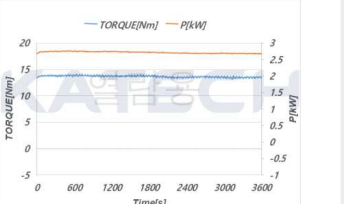
페이지 5 of 5 [QP-17-03E] C2N920015-01-01-00-00

③ 화물 적재 및 등판능력 시험

- 농업기술진흥원 농업기계 등판 시험로에서 실시함
- 화물(모래주머니 500kg(20kg/개*25개)를 적재함에 싣고, 30% 등판 시험용 경사로를 주행함
 - 30% 경사로를 등판 가능하였음

<p>제출번호: 23-00564호</p> <p>농업기계 성능시험 성적서</p> <p>1. 신청인 가. 신청 : 손정민 나. 신청자등록번호 : 402-82-15272 다. 주소 : 전라북도 전주시 덕진구 백제대로 567 (공광동) 3층 라. 상호 : 전라대학교산학협력단</p> <p>2. 시험 용도의 제품 가. 기종명 : 동력운반차 나. 품목명 : JRM20020001 다. 형식 및 규격 : 중형4륜구동형 연동기차, 최대경량 200 kg</p> <p>3. 시험번호 : 23-400100-174</p> <p>4. 시험성적 : 합격</p> <p>「한국농업기술진흥원 분석시험 의뢰 및 처리규칙」 제43 조 제2항에 따라 시험 신청한 기체에 대한 성능시험 성적입니다.</p> <p>2023년 07월 25일</p> <p>한국농업기술진흥원의 장</p> 	<p>시험 성적</p> <p>1. 기종명 : 동력운반차 2. 시험번호 : 23-400100-174 3. 형식명 : JRM20020001 4. 형식 및 규격 : 중형 4륜구동형 연동기차 5. 규격 : 최대경량 200 kg</p> <p>6. 시험성적</p> <p>6.1 구조 6.1.1 기계의 크기 - 길이 : 3 450 mm - 폭 : 1 540 mm - 높이 : 1 610 mm - 중량 : 679 kg</p> <p>6.2. 성능시험 6.2.1 1회 중전 주행시험 시험조건 - 시험노면 : 콘크리트(농기계 아레시험장) - 적재량 : 0 kg - 시험성적 : - 시작전압 및 종료전압 : 84.0 V, 62.1 V - 주행시간 및 주행거리 : 2시간 24분, 91.4 km</p> <p>7. 시험제동 개요 본 기체는 「농업을 타목적 전기 자동차(=ETV)제안」으로 제작된 동력운반차임</p> <p>8. 시험결과 본 시험성적은 「한국농업기술진흥원 분석시험의뢰 및 처리규칙」 제43 조 제2항의 규정에 따라 실시한 성능시험 성적으로 신청자와 협의하여 정한 시험방법으로 실시되었음</p> <p>한국농업기술진흥원 주무관 유지환 (인)</p>
	
	

④ 전동기 최대출력 시험

<div style="text-align: center;">  <h3>시험 성적서</h3> <p>0555 전동장구 2024년 판권지표 199-4 Tel: 011-303-3624 Fax: 011-303-3140 http://www.katech.co.kr</p> </div> <p>발행번호: KT20210072-1 총 10페이지 중 1페이지</p> <p>발주처: 한국자동차연구원 주 소: 충청남도 천안시 동남구 유암면 유암로 203 사 회 명: 충청동력연구원 모터 시험 일자: 2021년 02월 10일 시험 일자 발행일: 2021년 02월 11일 발급처: 천안 시험장소: 온도 20 ± 15°C, 습도 65 ± 20% 이하 시험 장소: 고출력시험실 (대형 장공구 제작실 근처 199-4)</p> <div style="text-align: center;"> <h4>시험 결과</h4> <table border="1"> <tr> <th>시험항목</th> <th>시험결과</th> <th>비고</th> </tr> <tr> <td>전동 모터 정격출력시험</td> <td>후반 종료</td> <td>후반 종료</td> </tr> <tr> <td>전동 모터 최고 1시간 출력시험</td> <td>후반 종료</td> <td>후반 종료</td> </tr> <tr> <td>후반 종료 출력시험</td> <td>후반 종료</td> <td>후반 종료</td> </tr> <tr> <td>후반 종료 최고 1시간 출력시험</td> <td>후반 종료</td> <td>후반 종료</td> </tr> </table> </div> <p style="text-align: right;">한국자동차연구원</p>	시험항목	시험결과	비고	전동 모터 정격출력시험	후반 종료	후반 종료	전동 모터 최고 1시간 출력시험	후반 종료	후반 종료	후반 종료 출력시험	후반 종료	후반 종료	후반 종료 최고 1시간 출력시험	후반 종료	후반 종료	<div style="text-align: center;">  <h3>시험 방법</h3> <p>1.1 시험 장비 1) 전동 모터 정격출력 시험 2) 전동 모터 최고 1시간 출력 시험 3) 후반 종료 정격출력 시험 4) 후반 종료 최고 1시간 출력 시험 1.2 시험 일시: 2021년 02월 09일 ~ 2021년 02월 10일 1.3 시험 장소: 한국자동차연구원 E모터라더(구) 전동 모터센터의 시험장실 1.4 측정 장비: 1) 4축 전력 분석기 1.5 시험 기구: 플러잉커 연구센터 박주성 연구원 1.6 시험 용액: 모터, 인버터 1.7 사양: 모터 2EA, 인버터 2EA 1.8 대상 시험물</p> <div style="text-align: center;">  <p><전동 모터 인버터> <후반 모터 인버터></p> </div> </div>	<div style="text-align: center;">  <h3>시험 장비</h3> <p>2.1 장비 사양</p> <table border="1"> <tr> <th colspan="2">모터 데이터</th> </tr> <tr> <td>E-Motor Dyno 사양</td> <td>E-Storage 사양</td> </tr> <tr> <td>Motor type: DYN</td> <td>Max Torque: 1000[N]</td> </tr> <tr> <td>Max. Power: 500[W]</td> <td>Max. DC Output Voltage: 5-800[V]</td> </tr> <tr> <td>Maximum speed: 2000[rpm]</td> <td>Max. Output Current: ±800[A]</td> </tr> <tr> <td>Max. torque: 0-300[Nm]</td> <td>EMF Switching Frequency: 4.5-15[kHz]</td> </tr> <tr> <td>Maximum speed gradient: 180 [rpm/s]</td> <td>Input Voltage: 3 phase 380 [V]</td> </tr> <tr> <td>Torque sensor resolution: 1 [Nm]</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <th colspan="2">전력 분석기</th> </tr> <tr> <td>HVP-Box 사양</td> <td>CSS-Box 사양</td> </tr> <tr> <td>Channels: 4 (Differential)</td> <td>Channels: 4</td> </tr> <tr> <td>Input Range: up to 1,500 Vrms</td> <td>Input Range of Current Sense: up to 2,000 A rms</td> </tr> <tr> <td>Output: ±10V</td> <td>±10V</td> </tr> <tr> <td>Dimension: 100 x 45 x 100 mm (width x height x depth)</td> <td>Approx. 2 kg</td> </tr> <tr> <td>Accuracy: ±0.01% (Reading ± 0.01% Range, (Inst. secondary current of 200A and less))</td> <td>±0.01% (Reading ± 0.01% Range, (Inst. secondary current of 200A and less))</td> </tr> <tr> <td>Bandwidth: 20 MHz</td> <td>Internal Shunt Resistor: 2.5Ω</td> </tr> <tr> <td>Power Supply: 9.5-36 VDC</td> <td></td> </tr> </table> </div>	모터 데이터		E-Motor Dyno 사양	E-Storage 사양	Motor type: DYN	Max Torque: 1000[N]	Max. Power: 500[W]	Max. DC Output Voltage: 5-800[V]	Maximum speed: 2000[rpm]	Max. Output Current: ±800[A]	Max. torque: 0-300[Nm]	EMF Switching Frequency: 4.5-15[kHz]	Maximum speed gradient: 180 [rpm/s]	Input Voltage: 3 phase 380 [V]	Torque sensor resolution: 1 [Nm]		전력 분석기		HVP-Box 사양	CSS-Box 사양	Channels: 4 (Differential)	Channels: 4	Input Range: up to 1,500 Vrms	Input Range of Current Sense: up to 2,000 A rms	Output: ±10V	±10V	Dimension: 100 x 45 x 100 mm (width x height x depth)	Approx. 2 kg	Accuracy: ±0.01% (Reading ± 0.01% Range, (Inst. secondary current of 200A and less))	±0.01% (Reading ± 0.01% Range, (Inst. secondary current of 200A and less))	Bandwidth: 20 MHz	Internal Shunt Resistor: 2.5Ω	Power Supply: 9.5-36 VDC	
시험항목	시험결과	비고																																																	
전동 모터 정격출력시험	후반 종료	후반 종료																																																	
전동 모터 최고 1시간 출력시험	후반 종료	후반 종료																																																	
후반 종료 출력시험	후반 종료	후반 종료																																																	
후반 종료 최고 1시간 출력시험	후반 종료	후반 종료																																																	
모터 데이터																																																			
E-Motor Dyno 사양	E-Storage 사양																																																		
Motor type: DYN	Max Torque: 1000[N]																																																		
Max. Power: 500[W]	Max. DC Output Voltage: 5-800[V]																																																		
Maximum speed: 2000[rpm]	Max. Output Current: ±800[A]																																																		
Max. torque: 0-300[Nm]	EMF Switching Frequency: 4.5-15[kHz]																																																		
Maximum speed gradient: 180 [rpm/s]	Input Voltage: 3 phase 380 [V]																																																		
Torque sensor resolution: 1 [Nm]																																																			
전력 분석기																																																			
HVP-Box 사양	CSS-Box 사양																																																		
Channels: 4 (Differential)	Channels: 4																																																		
Input Range: up to 1,500 Vrms	Input Range of Current Sense: up to 2,000 A rms																																																		
Output: ±10V	±10V																																																		
Dimension: 100 x 45 x 100 mm (width x height x depth)	Approx. 2 kg																																																		
Accuracy: ±0.01% (Reading ± 0.01% Range, (Inst. secondary current of 200A and less))	±0.01% (Reading ± 0.01% Range, (Inst. secondary current of 200A and less))																																																		
Bandwidth: 20 MHz	Internal Shunt Resistor: 2.5Ω																																																		
Power Supply: 9.5-36 VDC																																																			
<div style="text-align: center;">  <h3>전류 센서</h3> <table border="1"> <tr> <th></th> <th>LEM 1000A 사양</th> <th>LEM 400A 사양</th> </tr> <tr> <td>Measurement</td> <td>Current</td> <td>Current</td> </tr> <tr> <td>Measuring Range</td> <td>1.00kA</td> <td>400A</td> </tr> <tr> <td>Nominal Primary AC Current (Im)</td> <td>1.00kA</td> <td>400A</td> </tr> <tr> <td>Nominal Primary AC Current (Is)</td> <td>30A</td> <td>28A</td> </tr> <tr> <td>Dimension Size</td> <td>11.500</td> <td>11.500</td> </tr> <tr> <td>Inner Diameter</td> <td>30mm</td> <td>30mm</td> </tr> <tr> <td>Primary Signal</td> <td>AC + DC</td> <td>AC + DC</td> </tr> <tr> <td>Accuracy</td> <td>0.0015%</td> <td>0.0015%</td> </tr> </table> </div>		LEM 1000A 사양	LEM 400A 사양	Measurement	Current	Current	Measuring Range	1.00kA	400A	Nominal Primary AC Current (Im)	1.00kA	400A	Nominal Primary AC Current (Is)	30A	28A	Dimension Size	11.500	11.500	Inner Diameter	30mm	30mm	Primary Signal	AC + DC	AC + DC	Accuracy	0.0015%	0.0015%	<div style="text-align: center;">  <h3>시험 방법</h3> <p>3. 시험 방법</p> <p>1) 구동전동기 최고 정격출력 시험 1) 구동전동기는 시간과 전력 역률에 5%이내의 편차(10초 이내의 5%초과 편차(일회성)가 발생하는 경우는 제외한다)를 가진 전동기를 공급하여야 한다. 시험 공급전압은 과전압 채적자가 채적된다. 2) 구동전동기를 그 부속장치는 최소 2시간 동안 25°C ± 5°C의 온도에서 안정화시킨다. 3) 시험은 전방상하에서 실시한다. 4) 시험 개시 전에 구동전동기를 채적자가 채적되는 정전속도에서 최고 정격출력의 80%에 상당하는 출력으로 채적자가 지정하는 온도(정격치 시험대에서 적용)에서 작동시킨다. 다만, 채적자가 지정 온도(정격치)에 도달하지 못할 경우에는 정격치 적용시 온도이다. 5) 출력은 최대속도 이하부터 채적자가 채적한 최대 정전속도 범위에서 측정하며, 출력곡선을 정확하게 얻을 수 있도록 여러 지점의 회전속도에 대하여 실시한다. 전체 시험은 5분 이내로 완료하여야 한다.</p> <p>2) 구동전동기 최고 1시간 출력 시험 1) 구동전동기는 시간과 전력 역률에 5%이내의 편차(10초 이내의 5%초과 편차(일회성)가 발생하는 경우는 제외한다)를 가진 전동기를 공급하여야 한다. 시험 공급전압은 과전압 채적자가 채적된다. 2) 구동전동기를 그 부속장치는 최소 2시간 동안 25°C ± 5°C의 온도에서 안정화 시켜야 한다. 3) 구동전동기를 채적자가 채적한 출력으로 1시간 동안 시험대에서 구동시킨다. 회전속도는 최고 정격출력에 측정된 당해 회전속도의 90% 이상 이하(이하)이며, 이 회전 속도는 채적자가 채적된다. 4) 구동전동기의 회전속도, 출력 및 온도(정격치 또는 냉각기의 온도)를 연속적으로 기록하며, 출력은 시험초기 출력 값의 ±5% 범위내에 있어야 한다. 최고 1시간 출력은 1시간동안 측정된 출력의 평균값으로 정한다. 5) 상기 시험은 다음 식으로 계산한다.</p> $P = \frac{3\sqrt{3}}{100 \times 1.000} \dots$ <p>P: 구동전동기 정격출력(kW) T: 구동전동기 속도(rpm) N: 구동전동기 회전속도(rpm=1)</p> </div>	<div style="text-align: center;">  <h3>시험 결과</h3> <p>[시험 종류] : 전동 모터 정격출력 시험 [시 료 명] : 전동 모터, 인버터</p> <table border="1"> <tr> <th>구분</th> <th>시험조건</th> <th>시험-분석 결과</th> <th>비고</th> </tr> <tr> <td>정격출력</td> <td>500-3.000rpm, 전 부하 조건</td> <td>성능 시험</td> <td>-</td> </tr> </table>  </div>	구분	시험조건	시험-분석 결과	비고	정격출력	500-3.000rpm, 전 부하 조건	성능 시험	-														
	LEM 1000A 사양	LEM 400A 사양																																																	
Measurement	Current	Current																																																	
Measuring Range	1.00kA	400A																																																	
Nominal Primary AC Current (Im)	1.00kA	400A																																																	
Nominal Primary AC Current (Is)	30A	28A																																																	
Dimension Size	11.500	11.500																																																	
Inner Diameter	30mm	30mm																																																	
Primary Signal	AC + DC	AC + DC																																																	
Accuracy	0.0015%	0.0015%																																																	
구분	시험조건	시험-분석 결과	비고																																																
정격출력	500-3.000rpm, 전 부하 조건	성능 시험	-																																																
<div style="text-align: center;">  <h3>시험 결과</h3> <p>[시험 종류] : 전동 모터 최고 1시간 출력 시험(2.1[kW]) [시 료 명] : 전동 모터, 인버터</p> <table border="1"> <tr> <th>구분</th> <th>시험조건</th> <th>시험-분석 결과</th> <th>비고</th> </tr> <tr> <td>최고 1시간 출력시험</td> <td>11.2(Nm), 1.500(rpm) 출력</td> <td>성능 시험</td> <td>-</td> </tr> </table>  </div>	구분	시험조건	시험-분석 결과	비고	최고 1시간 출력시험	11.2(Nm), 1.500(rpm) 출력	성능 시험	-	<div style="text-align: center;">  <h3>시험 결과</h3> <p>[시험 종류] : 후반 모터 정격출력 시험 [시 료 명] : 후반 모터, 인버터</p> <table border="1"> <tr> <th>구분</th> <th>시험조건</th> <th>시험-분석 결과</th> <th>비고</th> </tr> <tr> <td>정격출력</td> <td>500-4.000rpm, 전 부하 조건</td> <td>성능 시험</td> <td>-</td> </tr> </table>  </div>	구분	시험조건	시험-분석 결과	비고	정격출력	500-4.000rpm, 전 부하 조건	성능 시험	-	<div style="text-align: center;">  <h3>시험 결과</h3> <p>[시험 종류] : 후반 모터 최고 1시간 출력 시험(2.7[kW]) [시 료 명] : 후반 모터, 인버터</p> <table border="1"> <tr> <th>구분</th> <th>시험조건</th> <th>시험-분석 결과</th> <th>비고</th> </tr> <tr> <td>최고 1시간 출력시험</td> <td>13.0(Nm), 1.000(rpm) 출력</td> <td>성능 시험</td> <td>-</td> </tr> </table>  </div>	구분	시험조건	시험-분석 결과	비고	최고 1시간 출력시험	13.0(Nm), 1.000(rpm) 출력	성능 시험	-																									
구분	시험조건	시험-분석 결과	비고																																																
최고 1시간 출력시험	11.2(Nm), 1.500(rpm) 출력	성능 시험	-																																																
구분	시험조건	시험-분석 결과	비고																																																
정격출력	500-4.000rpm, 전 부하 조건	성능 시험	-																																																
구분	시험조건	시험-분석 결과	비고																																																
최고 1시간 출력시험	13.0(Nm), 1.000(rpm) 출력	성능 시험	-																																																

⑤ 등판능력 시험

- 적재 중량(500kg)의 120%(600kg) 중량물을 적재하여 25%(14°)이상 경사로에서 등판능력을 평가함
- 14.8° 경사로의 등판의 가능성을 확인함

시험 성적서 (Test Report)

1. 성적서 번호 : C2N920015-01-01-00-00

2. 의뢰자 : (주)기테크
한국생산기술연구원 제4동 58-34 (울산권)

3. 시험기간 : 2023-06-01 ~ 2023-06-22

4. 용도 : 시험분석

5. 용역사유명 : LTV 등판능력
* 시험의뢰자가 제공한 시료 및 시료명에만 한정됩니다.

6. 시험방법 : LTV 등판능력

7. 시험결과 : 다음 페이지 참조

8. 시험장소 : 한국생산기술연구원 제4동 119 실험지원부(동계) 시험동 1층

시험자 : 기술책임자
확인명 : 김태경
연락처 : ky@kitech.kr

2023년 06월 26일

한국생산기술연구원

페이지 1 of 5 [QP-17-03A] C2N920015-01-01-00-00

시험 결과 (Test Result)

1. 시험조건
가. 시험대상 : LTV
나. 시험장소 : 전북 김제시 백산면 거평리안진3길 118, 한국생산기술연구원 농기계기술지원센터
다. 시험장비 : 리프트 및 대장기



사진 1. 시험 대장기

페이지 2 of 5 [QP-17-03B] C2N920015-01-01-00-00

2. 시험내용
가. 시험준비
1) LTV
2) 600kg 중량물
3) 경사로



사진 2. LTV



사진 3. 600kg 중량물(10kg x 60ea)

페이지 3 of 5 [QP-17-03C] C2N920015-01-01-00-00



사진 4. 경사로(14.8°)

나. 평가 규칙 및 방법
1) 평가 방법 : 소정 무게를 하기 시험 장비에 조운함
- 등판능력 : 높이를 도면기준치의 50% 초과중량(120kg/600kg) 중량물을 적재하여 25%(14°)이상 경사로부터 등판가능하게 시제기술된 LTV (경사로)

2) 평가 항목에 대한 평가 기준

평가 항목	평가 기준
등판능력 (25%이상 경사로)	등판 유·무

페이지 4 of 5 [QP-17-03D] C2N920015-01-01-00-00

3. 시험 결과

< LTV 성능시험에 대한 결과 >

시험 항목	목표값	측정값
등판능력	등판 유·무 (14° 이상 경사로)	경사자중 (14.8° 경사로)

3. 시험 결과
가. 등판능력



페이지 5 of 5 [QP-17-03E] C2N920015-01-01-00-00

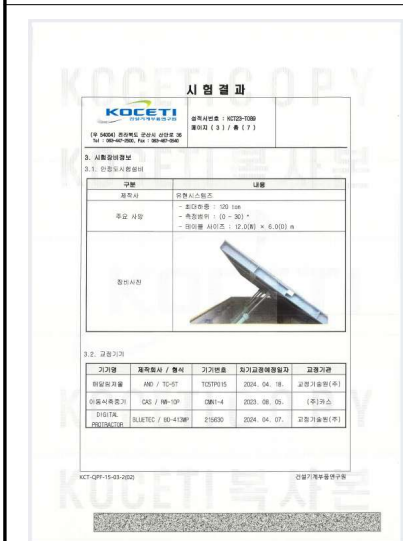
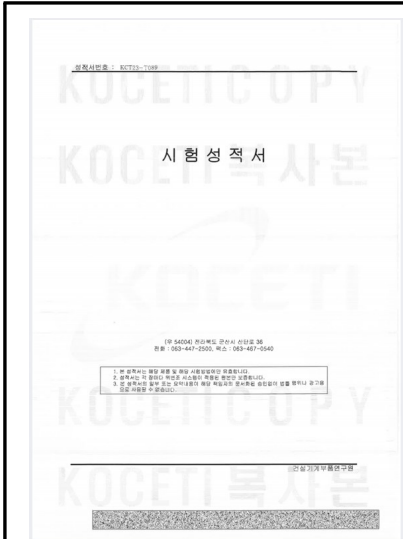
⑥ 경사지 안정성 시험

- 농업기술진흥원 농업기계 경사지 전도 안정성 시험 장치에서 실시함
- 좌측과 우측으로 나누어 30도 경사판에서 전도 안정성을 평가함
 - 좌우 30도 경사에서 전도 되지 않음을 확인 함

<p>제 목: 23-00664호</p> <p>농업기계 성능시험 성적서</p> <p>1. 신청인 가. 성명 : 손정민 나. 신청자등록번호 : 402-82-15272 다. 주소 : 전라북도 전주시 덕진구 백제대로 567 (규광동) 3층 라. 상호 : 전라대학교산학협력단</p> <p>2. 시험 용도의 제품 가. 기종명 : 동력운반차 나. 품목명 : JPM20020001 다. 형식 및 규격 : 중용량(중)동형 전동식, 기계중량 200 kg</p> <p>3. 시험번호 : 23-403100-174</p> <p>4. 시험성적 : 합격</p> <p>「한국농업기술진흥원 분석시험 의뢰 및 처리규칙」 제43조 제2항에 따라 시험 신청한 기대에 대한 성능시험 성적입니다.</p> <p>2023년 07월 25일</p> <p>한국농업기술진흥원의 정 </p>	<p>시험 성적</p> <p>1. 기 종 명 : 동력운반차 2. 시험번호 : 23-403100-174 3. 품 목 명 : JPM20020001 4. 형 식 명 : 중용량 4륜구동형 전동식차 5. 규 격 : 최대중량 200 kg</p> <p>6. 시험성적</p> <p>6.1 구조 6.1.1 기계의 크기 - 길이 : 3 450 mm - 폭 : 1 540 mm - 높이 : 1 610 mm - 중량 : 679 kg</p> <p>6.2. 성능시험 6.2.1 1회 중전 주행시험 시험조건 - 시험노면 : 콘크리트(농기계 아레시험장) - 최대중량 : 0 kg 시험결과 - 시속제한 및 종료전압 : 84.0 V, 62.1 V - 주행시간 및 주행거리 : 2시간 28분, 91.4 km</p> <p>7. 시험비중 개요 본 가래는 「농업용 다목적 전기 작동장치(ETV)개발, 조립, 제어 및 운영관리」</p> <p>8. 시험결과 본 시험성적은 「한국농업기술진흥원 분석시험의뢰 및 처리규칙」 제43조 제2항의 규정에 따라 실시한 성능시험 성적으로 신청자와 협의하여 정한 시험방법으로 실시되었음</p> <p>시험장소 : 유치원 연구동 207호 시험일자 : 2023. 07. 25</p>
	
	

⑦ 적재 중량 및 전복 안정성 시험

- 적재중량 : 적재함에 적재 용량(500kg)의 120%(600kg)과 운전석에 75kg 하중을 탑재한 상태에서 조향차륜의 접지부에 걸리는 하중이 전체 중량의 20% 이상을 평가함
 - 총중량 1,535kg의 약 24.76%에 해당하는 380kg임을 확인함
- 전복 안정성 : 좌측과 우측으로 나누어 15도 경사판에서 전도 안정성을 평가함
 - 좌우 30도 경사에서 전도되지 않음을 확인함



⑧ 전자파 내성 및 방출 시험

- 전자파 방출 : e-utv를 360°회전 시키고, 안테나 높이를(1~4m) 높이로 가변하며, 수평 및 수직편파 각각의 최대 방사점을 측정거리 10m에서 찾음
- 아래의 결과값을 통해 적합함을 확인함

No.	Frequency (P)	Reading QP	c.f	Result QP	Limit QP	Margin QP	Height	Angle
	[MHz]	[dB(μV)]	[dB(1/m)]	[dB(μV/m)]	[dB(μV/m)]	[dB]	[cm]	[deg]
1	69.518	V 40.6	-18.8	21.8	40.0	18.2	100.0	78.0
2	72.052	V 40.0	-18.8	21.2	40.0	18.8	100.0	80.0
3	152.817	H 34.8	-14.5	20.3	40.0	19.7	300.0	135.0
4	178.314	V 37.3	-15.7	21.6	40.0	18.4	400.0	263.0
5	188.491	V 35.7	-15.8	19.9	40.0	20.1	400.0	195.0
6	269.214	H 36.3	-11.7	24.6	47.0	22.4	100.0	218.0

- 전자파 내성 : 탁사용 피시험기기는 0.8m 높이의 비전도성 받침대 위에 배치하고, 바닥설치형 피시험기기는 0.1m 높이의 비전도성 받침대위에 설치하여 평가함
- 아래의 결과값을 통해 적합함을 확인함

○ 80 MHz to 1 GHz, 10 V/m

인가부위	기 준	성능평가결과	
		수평	수직
전면	A	A	A
후면	A	A	A
우측면	A	A	A
좌측면	A	A	A

○ 1.4 GHz to 6 GHz, 3 V/m

인가부위	기 준	성능평가결과	
		수평	수직
전면	A	A	A
후면	A	A	A
우측면	A	A	A
좌측면	A	A	A

<p>verify No.455299973155</p> <h3>시험 성적서</h3> <p>주식회사 유로핀테크이비티엘 경기도 용인시 기흥구 신갈4리1길 52-20 (031)7003-8000 Tel : 031-320-4100 Fax : 0329-299-0311 www.eurofins.co.kr</p> <p>시험자 명칭: KR23-YE20136 시험자 번호: KR23-YE20136 시험자 주소: 8601/87/88163</p> <p>1. 신청자 : (주)그린텍스 * 기관명 : (주)그린텍스 * 주소 : 전라북도 익산시 황등면 후정4길 58-34 주식회사 그린텍스</p> <p>2. 시험일자 : 2023년 06월 29일</p> <p>3. 시험장소 : E-UTV / GM-100</p> <p>4. 제조사 / 제조국 : (주)그린텍스 / 한국</p> <p>5. 시험기간 : 2023년 07월 13일</p> <p>6. 시험항목 : <input checked="" type="checkbox"/> 전자기파 방출 시험 <input type="checkbox"/> 전자기파 내성 시험 (주) 유로핀테크이비티엘 (주) 유로핀테크이비티엘 52-20 (031)7003</p> <p>7. 시험방법 : KS C 9610-6-4:2020 KS C 9610-4-3:2017 KS R 1135</p> <p>8. 시험결과 : 합격 시험성적서 참조</p> <p>시험장 : 이대훈 (대표) (인) / 시험장 : 박재호 (인)</p> <p>2023년 07월 25일</p> <p>주식회사 유로핀테크이비티엘 대표이사 (인)</p> <p>본 시험서의 시험결과에 있어 시험장소에서의 측정된 시험결과를 비롯하여, 주식회사 유로핀테크이비티엘의 시험결과에 있어서는 본 시험서의 전부 혹은 일부를 복사하여 사용할 수 없음.</p> <p>KCTL-T11004-0046 KR23-04100</p>	<p>주식회사 유로핀테크이비티엘 경기도 용인시 기흥구 신갈4리1길 52-20 (031)7003-8000 Tel : 031-320-4100 Fax : 0329-299-0311 www.eurofins.co.kr</p> <p>시험자 명칭: KR23-YE20136 시험자 번호: KR23-YE20136 시험자 주소: 8601/87/88163</p> <h4>2.0 시험기준</h4> <h4>2.1 시험항목</h4> <table border="1"> <thead> <tr> <th>내 용</th> <th>적용 규격</th> <th>시험 방법</th> <th>시험 결과</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>전자파 방출 시험 (수평/수직 편파)</td> <td>KS C 9610-4-3:2020</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 수평 <input type="checkbox"/> 수직</td> <td>합격</td> </tr> <tr> <td>전자파 내성 시험</td> <td>KS C 9610-4-3:2017</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 수평 <input type="checkbox"/> 수직</td> <td>합격</td> </tr> <tr> <td>전자파 내성 시험</td> <td>KS R 1135</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> 수평 <input type="checkbox"/> 수직</td> <td>합격</td> </tr> </tbody> </table> <p>* 표준 편차의 규격을 적용하여 시험함. * 규격의 요건 시험 스펙 및 범위에서 시험함.</p> <p>KCTL-T11004-0046 KR23-04100</p>	내 용	적용 규격	시험 방법	시험 결과	전자파 방출 시험 (수평/수직 편파)	KS C 9610-4-3:2020	<input checked="" type="checkbox"/> 수평 <input type="checkbox"/> 수직	합격	전자파 내성 시험	KS C 9610-4-3:2017	<input checked="" type="checkbox"/> 수평 <input type="checkbox"/> 수직	합격	전자파 내성 시험	KS R 1135	<input checked="" type="checkbox"/> 수평 <input type="checkbox"/> 수직	합격	<p>주식회사 유로핀테크이비티엘 경기도 용인시 기흥구 신갈4리1길 52-20 (031)7003-8000 Tel : 031-320-4100 Fax : 0329-299-0311 www.eurofins.co.kr</p> <p>시험자 명칭: KR23-YE20136 시험자 번호: KR23-YE20136 시험자 주소: 8601/87/88163</p> <h4>2.2 성능평가기준</h4> <p>성능 평가 기준 : A</p> <p>기기는 사용자의 조작 없이 작동할 때에 계속 동작하여야 한다.</p> <p>기기를 반대 용도로 사용하였을 때 제조사가 정한 성능 범위 내에서 동작하거나, 기기를 정상적으로 사용하였을 때 제조사가 정한 성능 범위를 벗어날 수 있다. 성능 범위를 벗어날 경우 기기를 정상적으로 사용할 수 있다.</p> <p>제조사가 정한 성능 범위를 벗어날 경우 성능 범위를 벗어날 경우 제조사가 정한 성능 범위를 벗어날 수 있다. 제조사가 정한 성능 범위를 벗어날 경우 제조사가 정한 성능 범위를 벗어날 수 있다.</p> <p>성능 평가 기준 : B</p> <p>성능 시험 동안에는 성능 저하가 발생한다.</p> <p>성능 시험 후에도 성능 저하가 발생하지 않거나, 성능 저하가 발생하더라도 성능 저하가 발생하지 않거나, 성능 저하가 발생하더라도 성능 저하가 발생하지 않는다.</p> <p>성능 평가 기준 : C</p> <p>기기를 강제 복구할 수 있는 것이거나, 사용자가 복구하지 않으면 제조사가 기기를 복구할 수 있는 것이거나, 사용자가 복구하지 않으면 제조사가 기기를 복구할 수 있는 것이거나, 사용자가 복구하지 않으면 제조사가 기기를 복구할 수 있다.</p> <p>본 시험의 결과에 대해 제조사가 제조사의 책임으로 모든 정보를 제공하는 것임을 명시한다.</p> <h4>2.3 시험기재 및 기타 사항</h4> <p>제출서류 없음.</p> <p>KCTL-T11004-0046 KR23-04100</p>
내 용	적용 규격	시험 방법	시험 결과															
전자파 방출 시험 (수평/수직 편파)	KS C 9610-4-3:2020	<input checked="" type="checkbox"/> 수평 <input type="checkbox"/> 수직	합격															
전자파 내성 시험	KS C 9610-4-3:2017	<input checked="" type="checkbox"/> 수평 <input type="checkbox"/> 수직	합격															
전자파 내성 시험	KS R 1135	<input checked="" type="checkbox"/> 수평 <input type="checkbox"/> 수직	합격															

3.0 시험기재 구성 및 배치

3.1 건축구성

목적용 / 기구명	모델명 / 형식명	제조 번호	제조사	비고
E-UTV	GM-100	-	(주)테크닉스	EUT

3.2 접속케이블

종류	시차 장치	연속 장치	제외 장치	비고
EUT	VO Post	VO Post	VO Post	연속장치

3.3 피시험기구의 특장점

EUT를 배치하고 규격이 구상한 후, 연속으로 동작하는 상태에서 전차와 시험용 전차의 상태를 관찰한다.

3.4 배치도



KCTL-T1004-0048 KP23-04190

4.0 시험방법 및 결과

4.1 방사선 방출 시험 (1GHz 이하 대역)

4.1.1 측정설비

사용장비	모델명	제조사	제조번호	취득일	교정	사용 여부
EMF Test Receiver	ESW	R&S	103121	2024.05.15	1차	☑
Amplifier	S104	SONOMA	353132	2024.07.05	1차	☑
ATTENUATOR	849191508	KEYSIGHT	M190279721	2024.07.05	1차	☑
Shielding Enclosure	Q26-101100	TECSG	49592	2024.03.03	2차	☑

4.1.2 시험장소 : 10 m 대외시험장

4.1.3 환경조건 : 온도 (25.5 ± 0.2) °C, 습도 (55.8 ± 0.2) % R.H.

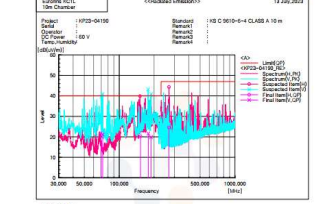
4.1.4 시험방법

- 1) 피시험기기 및 시험장소 측량에서 상의 기술된 상태로 구성함.
 - 2) 피시험기구의 측정장치의 정확도 및 측정 방법의 정확도에 대한 시험장소의 정확도를 확인하고, 측정 방법의 정확도에 대한 시험.
 - 3) 각 측정도구의 정확도를 확인하고, 측정 방법의 정확도에 대한 시험.
 - 4) 피시험기구의 측정장치의 정확도를 확인하고, 측정 방법의 정확도에 대한 시험.
 - 5) 피시험기구의 측정장치의 정확도를 확인하고, 측정 방법의 정확도에 대한 시험.
 - 6) 피시험기구의 측정장치의 정확도를 확인하고, 측정 방법의 정확도에 대한 시험.
 - 7) 피시험기구의 측정장치의 정확도를 확인하고, 측정 방법의 정확도에 대한 시험.
 - 8) 피시험기구의 측정장치의 정확도를 확인하고, 측정 방법의 정확도에 대한 시험.
 - 9) 측정장치는 10 m 이상.
 - 10) 측정장치는 10 m 이상.
- Result CP: $CP = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |CP_i| = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (|CP_i| + C.L.)$ (CP: Connection Factor, C.L: Connection Loss)
 Result CP: 표준편차, Reading CP: 계측기 오차, c.f.: Connection Factor.
 A.F: 전차의 전자기파 손실 (Attenuation), A.S: Amplifier Gain.
 Margin (CP) = Limit (CP) - Results (CP)
 Note 1) CP: Absorption of Coupler-Phase

KCTL-T1004-0048 KP23-04190

4.3.5 시험결과 : ☑ 측정 ☐ 부합 ☐ 해당없음

○ 시험일 : 2023년 07월 13일



KCTL-T1004-0048 KP23-04190

4.2 방사선 RF 전자기장 시험

4.2.1 측정설비

사용장비	모델명	제조사	제조번호	취득일	교정	사용 여부
Signal Generator	SM2008	R&S	100733	2024.07.05	1차	☑
RF POWER METER	N1914A	KEYSIGHT	M199070021	2024.01.18	1차	☑
E-REDS RF POWER SENSOR	E3004A	KEYSIGHT	M199050007	2024.01.18	1차	☑
E-REDS AVG POWER SENSOR	E3004A	KEYSIGHT	M199050009	2024.01.18	1차	☑
Dual Directional Coupler	DC180A	AJR	035983A	2024.04.21	1차	☑
Dual Directional Coupler	DC1200A	AJR	0349155	2024.07.05	1차	☑
Loop Periodic Antenna	H-016	R&S	100010	-	-	☑
Microwave Loop-Per-Antenna	STLP 8149	SCHWARZ BECK	00510	-	-	☑
Power Amplifier	250W1000C	AJR	0352319	-	-	☑
Power Amplifier	130013548	AJR	0349899	-	-	☑
SWITCH CONTROLLER	FSM-02	TDK	44006	-	-	☑
System Interface	SH-300	TDK	TRB-100-00091	-	-	☑

4.2.2 시험장소 : 10 m 대외시험장

4.2.3 환경조건

항목	측정값
온도	(25.5 ± 0.2) °C
습도	(55.8 ± 0.2) % R.H.
기압	(99.9 ± 1) kPa

4.2.4 시험조건

- 1) 전차 위치: 수평 및 수직
- 2) 전차 높이: 3 m
- 3) 전차 속도: 3 V/m, 10 V/m
- 4) 전차 주파수: 80 MHz to 1 GHz, 1.4 GHz to 6 GHz
- 5) 전차 모드: AM, 80 % 1 MHz sine wave
- 6) 전차 주파수: 1.5
- 7) 전차 주파수 스텝: 1 % step
- 8) 전차 주파수: 40
- 9) 전차 주파수: A

KCTL-T1004-0048 KP23-04190

4.2.5 시험방법

- 1) 시험의 시험장 위치와 측정장치는 기준 전차로부터 0.8 m 높이에 정중에서 1.5 m x 1.5 m 크기의 수직 면에 대한 전자기장 강도가 규정치의 0 dB ~ 10 dB 이내의 범위 내에서 측정한다.
- 2) 측정을 실시할 때는 전차의 위치를 0.8 m 높이에 정중에서 1.5 m x 1.5 m 크기의 수직 면에 대한 전자기장 강도가 규정치의 0 dB ~ 10 dB 이내의 범위 내에서 측정한다.
- 3) 각각의 측정장치의 정확도를 확인하고, 측정 방법의 정확도에 대한 시험.

4.2.6 시험결과 : ☑ 측정 ☐ 부합 ☐ 해당없음

○ 시험일 : 2023년 07월 13일

측정부분	기준	양방향기준	
		수평	수직
전면	A	A	A
후면	A	A	A
좌측면	A	A	A
우측면	A	A	A

4.2.7 시험조건

측정부분	기준	양방향기준	
		수평	수직
전면	A	A	A
후면	A	A	A
좌측면	A	A	A
우측면	A	A	A

4.2.8 시험결과

시험 결과의 시험결과가 양의 값을 얻음.

KCTL-T1004-0048 KP23-04190

4.3 전자기파 전도성 시험

4.3.1 측정설비

사용장비	모델명	제조사	제조번호	취득일	교정	사용 여부
전력분할장치	MA 2883	METREL	17004095	2023.03.13	기차	☑

4.3.2 시험장소 : 10 m 대외시험장

항목	측정값
온도	(25.5 ± 0.2) °C
습도	(55.8 ± 0.2) % R.H.
기압	(99.9 ± 1) kPa

4.3.3 시험결과 : ☑ 측정 ☐ 부합 ☐ 해당없음

○ 시험일 : 2023년 07월 13일

측정부분	기준	양방향기준
전면	18 V/m	0.236 V/m



KCTL-T1004-0048 KP23-04190

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

3.1. 연구개발과제 수행 결과

가. 정성적 연구개발 성과

성과목표	사업화지표											연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허 출원	특허 등록	품등 등록	SMART	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문		학술 발표			정책 활용	홍보 전시	
												SCI	비SCI	논문 평균 IF						
단위	건	건	건	평균 등급	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건			
가중치	10	0	0	0	10	0	40	0	0	30	0	0	0	0	10	0	0	0		
최종목표	3	0	0	0	1	0	1	0	0	6	0	0	0	3	0	1	0	0	0	
2021년도	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2022년도	3	0	0	0	1	0	1	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
소 계	3	0	0	0	1	0	1	0	0	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
종료 1차년도	0	0	0	0	0	0	0	50	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
종료 2차년도	0	0	0	0	0	0	0	150	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
종료 3차년도	0	3	0	0	0	0	0	200	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
종료 4차년도	0	0	0	0	0	0	0	300	50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
종료 5차년도	0	0	0	0	0	0	0	500	50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
소 계	0	3	0	0	0	0	0	1,200	100	5	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
합 계	3	3	0	0	1	0	1	1,200	100	11	00	0	0	0	0	1	0	0	3	0

나. 정량적 연구개발 성과

① 정량적 목표

연번	개발기술명	경쟁사 기술 수준		개발제품의 평가 결과
		해외	국내	
1	최대속도 (km/h)	120	30	23.1 km/h
2	적재중량 (kg)	400	300	500kg
3	전동기최대출력 (kW)	4~8kW	1.5~7.5kW	18.3kW
4	등판능력 (%)	20	15	30%
5	전복안전성 (°)	15	10	30°
6	전자파 내성 (V/m)	Level 3	-	Level 3
7	전자파 방출 (dBuV/m)	Class 3	-	Class 3

② 최대속도 시험성적서

시험성적서 (Test Report)

1. 성적서 번호 : C2N920015-01-01-00-00
2. 의뢰자 : (주)그린엑스
한국생산기술연구원 제4동 58-34 (울산권)
3. 시험기간 : 2023-06-01 ~ 2023-06-22
4. 용도 : 시험목적
5. 용역사명 : LTV 용판성능
* 시험장소가 제공한 시료 및 시료명에만 한정됩니다.
6. 시험방법 : LTV 용판성능
7. 시험결과 : 다음 페이지 참조
8. 시험장소 : 전라북도 임제시 백산면 지평산산업로 119 한국생산기술연구원(임제) 시험동 1층

시험자 : 기술책임자
확인명 : 김태경
연락처 : ky@kitech.kr

2023년 06월 26일

한국생산기술연구원

page: 1 of 5 [QP-17-03A] C2N920015-01-01-00-00

시험결과 (Test Result)

1. 시험조건
가. 시험대상 : LTV
나. 시험장소 : 전북 임제시 백산면 지평산산업로 119, 한국생산기술연구원 농기계기술지원센터
다. 시험장비 : 리프 오픈 캐비닛

사진 1. 시험 대상기

page: 2 of 5 [QP-17-03B] C2N920015-01-01-00-00

2. 시험내용
가. 시험 순서
1) LTV
2) 600kg 중량물
3) 경사로

사진 2. LTV

사진 3. 600kg 중량물(10kg x 60ea)

page: 3 of 5 [QP-17-03C] C2N920015-01-01-00-00

사진 4. 경사로(14.8%)

나. 평가 방법 및 방법
1) 평가 방법 : 조일 일체로 하기 시험 방법 제 200항
* 등판성능 : 높이를 도둑운반차의 50kg 적재중량의 120%(60kg) 중량물을 적재하여 25%(4%)이상 경사도에서 등판성능능기계기준을 충족한 경사로

2) 평가 항목에 대한 평가 기준

평가 항목	평가 기준
등판성능 (25%이상 경사도)	도둑 운·부

page: 4 of 5 [QP-17-03D] C2N920015-01-01-00-00

3. 시험 결과

< LTV 성능시험에 대한 결과 >

시험 항목	목표값	측정값
등판성능	도둑 운·부 (14° 이상 경사도)	경사차량 (14.8° 경사도)

3. 시험 결과
가. 등판성능

page: 5 of 5 [QP-17-03E] C2N920015-01-01-00-00

③ 적재중량 및 전복 안정성 시험 성적서

시험 성적서

(주) KOCETI
 (주) KOCETI 본사: 경기도 고양시 일산서구
 일산1동 1024-1번지, Tel: 093-467-0540

건설기계부품연구원

시험 성적서

KOCETI
 (주) KOCETI 본사: 경기도 고양시 일산서구
 일산1동 1024-1번지, Tel: 093-467-0540

1. 품목
 - 품명: (9)그린피스
 - 호수: (5833) 그린피스
 - 모델명: 2023.07.24

2. 시험목적
 - 시험목적: 전복안정성 시험

3. 시험조건
 - 시험조건: E-UTV
 - 시험장: 1
 - 시험방법: -

4. 시험일자: 2023.07.25

5. 시험장소: (주) KOCETI 본사 시험장

6. 시험방법: 시험목적에 따른 시험방법

7. 시험결과: 시험목적에 따른 시험결과

8. 시험비고: 시험목적에 따른 시험비고

시험자	감독자	승인자
김민준	김민준	김민준

건설기계부품연구원

시험 결과

KOCETI
 (주) KOCETI 본사: 경기도 고양시 일산서구
 일산1동 1024-1번지, Tel: 093-467-0540

1. 시험대상 품목

시험대상품	수량	입력값	최종결과
E-UTV	1EA	-	-

2. 시험결과 항목

시험항목	시험조건 및 방법	평가기준
전복안정성	- 시험방법: 시험목적에 따른 시험방법 - 시험장: 시험목적에 따른 시험장	시험목적에 따른 시험결과
전복	- 시험방법: 시험목적에 따른 시험방법 - 시험장: 시험목적에 따른 시험장	시험목적에 따른 시험결과

건설기계부품연구원

시험 결과

KOCETI
 (주) KOCETI 본사: 경기도 고양시 일산서구
 일산1동 1024-1번지, Tel: 093-467-0540

3. 시험대상 품목

구분	시험대상	내용
시험대상	시험대상	- 시험대상: 시험목적에 따른 시험대상 - 시험장: 시험목적에 따른 시험장

4. 시험결과

구분	시험대상	시험결과
시험대상	시험대상	시험목적에 따른 시험결과

건설기계부품연구원

시험 결과

KOCETI
 (주) KOCETI 본사: 경기도 고양시 일산서구
 일산1동 1024-1번지, Tel: 093-467-0540

4. 시험 결과

구분	시험대상	시험결과
시험대상	시험대상	시험목적에 따른 시험결과

5. 시험 결과

구분	시험대상	시험결과
시험대상	시험대상	시험목적에 따른 시험결과

건설기계부품연구원

시험 결과

KOCETI
 (주) KOCETI 본사: 경기도 고양시 일산서구
 일산1동 1024-1번지, Tel: 093-467-0540

5. 시험 결과

구분	시험대상	시험결과
시험대상	시험대상	시험목적에 따른 시험결과

건설기계부품연구원

시험 결과

KOCETI
 (주) KOCETI 본사: 경기도 고양시 일산서구
 일산1동 1024-1번지, Tel: 093-467-0540

5.2. 전복 시험

구분	시험대상	시험결과
시험대상	시험대상	시험목적에 따른 시험결과

건설기계부품연구원

시험 결과

KOCETI
 (주) KOCETI 본사: 경기도 고양시 일산서구
 일산1동 1024-1번지, Tel: 093-467-0540

5.2. 전복 시험

구분	시험대상	시험결과
시험대상	시험대상	시험목적에 따른 시험결과

건설기계부품연구원

④ 등판능력 시험 성적서

KITECH 충청남도 천안시 서북구 입장면 방대리1로5길 99
KITECH(케이티에치) | Tel: 041-589-8114 | Fax: 041-589-8120 | www.kitech.co.kr

시험 성적서 (Test Report)

1. 성적서 번호 : C23N20015-01-01-00-00
2. 의뢰자 : (주)케이텍스
한국 혁신시 품평회 후원(4월 58.34 (출판권))
3. 시험기간 : 2023-06-22 ~ 2023-06-22
4. 용도 : 시험분석
5. 용역사(뢰명) : UTV 용량실험
* 시험요금이후 제공한 시료 및 시료명에만 한정됩니다.
6. 시험방법 : UTV 용량실험
7. 시험결과 : 다용 제외지 통과
8. 시험장소 : 천안북도 입에서 백산면 지평선산(당) 119 전북지적본부(동계) 시험동 1층

시험자 : 기술책임자
확인성명 : 김태경 (인) 김형광 (인)
연락처 : ky@kitech.co.kr 연락처 : kjg14@kitech.co.kr

2023년 06월 26일

한국생산기술연구원

비고: 1. 본 성적서는 고객이 제시한 시료 및 시료명대로 시험한 결과에 한하며, 전체 제품에 대한 통틀을 보충해 주는ものではありません.
2. 본 성적서는 종료, 선전, 광고 및 소송용으로 사용할 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금지합니다.
3. 본 성적서의 인본 확인은 고객으로 확인가능합니다.

page: 1 of 5 [QP-17-034] C23N20015-01-01-00-00

KITECH 충청남도 천안시 서북구 입장면 방대리1로5길 99
KITECH(케이티에치) | Tel: 041-589-8114 | Fax: 041-589-8120 | www.kitech.co.kr

시험 결과 (Test Result)

1. 시험조건
가. 시험 대상 : UTV
나. 시험 장소 : 천북 입에서 백산면 지평선산(당) 119, 한국생산기술연구원 농기계기술지원센터
다. 시험 장비 : 최위 업체 제공기




사진 1. 시험 대상기

page: 2 of 5 [QP-17-034] C23N20015-01-01-00-00

KITECH 충청남도 천안시 서북구 입장면 방대리1로5길 99
KITECH(케이티에치) | Tel: 041-589-8114 | Fax: 041-589-8120 | www.kitech.co.kr

2. 시험내용
가. 시험 준비
1) UTV
2) 600kg 중량물
3) 경사도




사진 2. UTV




사진 3. 600kg 중량물(10kg x 60ca)

page: 3 of 5 [QP-17-034] C23N20015-01-01-00-00

KITECH 충청남도 천안시 서북구 입장면 방대리1로5길 99
KITECH(케이티에치) | Tel: 041-589-8114 | Fax: 041-589-8120 | www.kitech.co.kr




사진 4. 경사도(14.8°)

나. 평가 규정 및 방법
1) 평가 규정 : 요청 전체의 하기 시험 방법에 준수함
* 동판성능 : 농침을 두꺼운인하의 50kg, 최대중량(120kg/600kg) 중량물을 적재하여 25% (47.5kg) 경사도에서 동판성능(농기계기술지원센터, 경사도)

2) 평가 항목에 대한 평가 기준

표 1. 평가 항목에 대한 평가 기준

평가 항목	평가 기준
동판성능 (25% 이상 경사도)	동판 유·무

page: 4 of 5 [QP-17-034] C23N20015-01-01-00-00


KITECH 충청남도 천안시 서북구 입장면 방대리1로5길 99
KITECH(케이티에치) | Tel: 041-589-8114 | Fax: 041-589-8120 | www.kitech.co.kr

3. 시험 결과

< UTV 성능시험에 대한 결과 >

시험 항목	목표값	측정값
동판성능	동판 유·무 (14° 이상 경사도)	정상작동 (14.8° 경사도)

3. 시험 결과
가. 동판성능



page: 5 of 5 [QP-17-034] C23N20015-01-01-00-00

⑤ 전자파 내성 및 방출 시험 성적서

verify No:453299973155

시험 성적서

주식회사 유로핀스(주) (EUROFINS) | 경기도 용인시 기흥구 신원로41번길 52-20 | 대표이사: 이영준

시험 항목: KC-1021(18/18) | 시험 일자: 2023년 07월 25일

1. 시험자: (주)그림텍스 (주)주: 안성현 (주)주: 김민석

2. 시험장소: 경기도 용인시 기흥구 신원로41번길 52-20 (주)그림텍스

3. 시험일자: 2023년 07월 25일

4. 시험목적: E-UTM / GM-100

5. 시험대상: (주)그림텍스 / 품목: 2023년 07월 18일

6. 시험방법: KC C 9610-4-3:2017 | KS R 1135

7. 시험결과: 합격

2023년 07월 25일

주식회사 유로핀스(주) 대표이사

이영준 (인)

주식회사 유로핀스(주) | 경기도 용인시 기흥구 신원로41번길 52-20 | 대표이사: 이영준

시험 항목: KC-1021(18/18) | 시험 일자: 2023년 07월 25일

2.0 시험기준

2.1 시험항목

내 용	적용 규격	적용 범위	시험 결과
방사성 전자기장 (E-UTM)	KC C 9610-4-3:2017	적용	합격
주파수 전자기장 (GM-100)	KC C 9610-4-3:2017	적용	합격
주파수 전자기장 (KS R 1135)	KS R 1135	적용	합격

시험 결과: 합격

2023년 07월 25일

주식회사 유로핀스(주) | 경기도 용인시 기흥구 신원로41번길 52-20 | 대표이사: 이영준

시험 항목: KC-1021(18/18) | 시험 일자: 2023년 07월 25일

2.2 성능평가기준

시험 항목: A

시험 결과: 합격

시험 항목: B

시험 결과: 합격

시험 항목: C

시험 결과: 합격

2023년 07월 25일

주식회사 유로핀스(주) | 경기도 용인시 기흥구 신원로41번길 52-20 | 대표이사: 이영준

시험 항목: KC-1021(18/18) | 시험 일자: 2023년 07월 25일

3.0 시험장비 구성 및 배치

3.1 전자기장

회용 장비	모델명	모형명	제조 번호	제 차 사	비 고
E-UTM	GM-100	-	(주)그림텍스	EU7	

3.2 측정계측기

계측기	모델명	모형명	제조 번호	제 차 사	비 고
안테나	UFD Patch	UFD Patch	UFD Patch	UFD Patch	

3.3 피시험장비의 특적사항

EU7

3.4 배치도

2023년 07월 25일

주식회사 유로핀스(주) | 경기도 용인시 기흥구 신원로41번길 52-20 | 대표이사: 이영준

시험 항목: KC-1021(18/18) | 시험 일자: 2023년 07월 25일

4.0 시험방법 및 결과

4.1 방사성 시험 (1GHz 이하 대역)

4.1.1 측정항목

항목명	모델명	제조사	제호번호	취득일자	검정일자	시험일자
EMF Test Receiver	ES07	ROSS	103121	2024.05.18	114	2023.07.25
Amplifier	310A	BONOMA	353132	2024.07.05	114	2023.07.25
ATTENUATOR	8491B/68B	KEYSIGHT	MY29270721	2024.07.05	114	2023.07.25
Pre-Log Antenna	CEL 61103	TEGEE	45622	2024.03.03	254	2023.07.25

4.1.2 시험장소: 10m 대용시험실

4.1.3 환경조건: 온도 (25±3.0) °C, 습도 (55±5.0) % R.H.

4.1.4 시험방법

- 1) 피시험장비 및 시험장비 특적사항에 기재된 사항에 의거하여 시험을 수행한다.
- 2) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다.
- 3) 각 측정항목에 대한 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.
- 4) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.
- 5) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.
- 6) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.
- 7) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.
- 8) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.
- 9) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.
- 10) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.

2023년 07월 25일

주식회사 유로핀스(주) | 경기도 용인시 기흥구 신원로41번길 52-20 | 대표이사: 이영준

시험 항목: KC-1021(18/18) | 시험 일자: 2023년 07월 25일

4.3.5 시험결과: 합격

시험 일자: 2023년 07월 25일

2023년 07월 25일

주식회사 유로핀스(주) | 경기도 용인시 기흥구 신원로41번길 52-20 | 대표이사: 이영준

시험 항목: KC-1021(18/18) | 시험 일자: 2023년 07월 25일

4.2 방사성 전자기장 시험

4.2.1 측정항목

항목명	모델명	제조사	제호번호	취득일자	검정일자	시험일자
Signal Generator	SMU200B	ROSS	100733	2024.07.05	114	2023.07.25
EMF REVERSE POWER METER	N1914A	KEYSIGHT	MY59070021	2024.01.18	114	2023.07.25
E-SERIES AVG POWER SENSOR	E9304A	KEYSIGHT	MY59050007	2024.01.18	114	2023.07.25
E-BERES AVG POWER SENSOR	E9304A	KEYSIGHT	MY59050009	2024.01.18	114	2023.07.25
Dual Directional Coupler	DC1705A	AJR	0352834	2024.04.21	114	2023.07.25
Dual Directional Coupler	DC1705A	AJR	0341455	2024.07.05	114	2023.07.25
Log Periodic Antenna	14-548	ROSS	100030	-	-	2023.07.25
Microwave Log-Pwr Antenna	STLP-9149	SCWARZ	00510	-	-	2023.07.25
Power Amplifier	250W100C	AJR	0353319	-	-	2023.07.25
Power Amplifier	150W150AS	AJR	0348669	-	-	2023.07.25
SWITCH CONTROLLER	TRM-20	TDK	44026	-	-	2023.07.25
System Interface	SP-300	TDK	TR8-100-00091	-	-	2023.07.25

4.2.2 시험장소: 10m 대용시험실

4.2.3 환경조건

항목	측정치
온도	25.3 ± 3.1 °C
습도	55.8 ± 2.1 % R.H.
기압	1013.1 ± 1.1 kPa

4.2.4 시험방법

시험 일자: 2023년 07월 25일

주식회사 유로핀스(주) | 경기도 용인시 기흥구 신원로41번길 52-20 | 대표이사: 이영준

시험 항목: KC-1021(18/18) | 시험 일자: 2023년 07월 25일

4.2.5 시험방법

- 1) 시험에 사용된 장비 및 측정장비의 특적사항에 의거하여 시험을 수행한다.
- 2) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다.
- 3) 각 측정항목에 대한 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.
- 4) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.
- 5) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.
- 6) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.
- 7) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.
- 8) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.
- 9) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.
- 10) 피시험장비의 측정항목에 따라 시험장비를 배치한다. 시험장비를 배치한다.

4.2.6 시험장소: 10m 대용시험실

4.2.7 시험방법

시험 일자: 2023년 07월 25일

주식회사 유로핀스(주) | 경기도 용인시 기흥구 신원로41번길 52-20 | 대표이사: 이영준

시험 항목: KC-1021(18/18) | 시험 일자: 2023년 07월 25일

4.3 전자기장 측정결과

4.3.1 측정항목

항목명	모델명	제조사	제호번호	취득일자	검정일자	시험일자
전계측량용계측기	M 2883	METREL	17084695	2023.03.13	114	2023.07.25

4.3.2 시험장소: 10m 대용시험실

4.3.3 환경조건

항목	측정치
온도	25.5 ± 2.1 °C
습도	55.8 ± 2.1 % R.H.
기압	1013.1 ± 1.1 kPa

4.3.4 시험결과: 합격

시험 일자: 2023년 07월 25일

2023년 07월 25일

⑥ 전동기 최대출력 시험

시험 성적서

KATECH

0555 전동부품 02000 전자회로 199-4
Tel:01-555-3624 Fax:01-555-3160
http://www.katech.kr

발주처번호 : KT0210072-1

발주처 : 한국자동차연구원
주 소 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시 도 명 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시정명 : 유성구 유성

시험명 : 전동기 최대 출력 시험
시험장소 : 온도 20 ± 1.5°C, 습도 55 ± 20% 이하
시험장소 : 고출력시험실 (대형 차량용 차량시험장 199-4)

시험 결과

시험항목	시험결과	비고
전동기 최대 출력시험	후판 온도	후판 온도
전동기 최대 출력시험	후판 온도	후판 온도
전동기 최대 출력시험	후판 온도	후판 온도
전동기 최대 출력시험	후판 온도	후판 온도
전동기 최대 출력시험	후판 온도	후판 온도

한국자동차연구원

KA-TP-14-039Rev. 00

시험 성적서

KATECH

0555 전동부품 02000 전자회로 199-4
Tel:01-555-3624 Fax:01-555-3160
http://www.katech.kr

발주처번호 : KT0210073-1

발주처 : 한국자동차연구원
주 소 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시 도 명 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시정명 : 유성구 유성

시험명 : 전동기 최대 출력 시험
시험장소 : 온도 20 ± 1.5°C, 습도 55 ± 20% 이하
시험장소 : 고출력시험실 (대형 차량용 차량시험장 199-4)

1. 시험 정보

1.1 시험명
1) 전동기 최대 출력 시험
2) 전동기 최대 출력 시험
3) 전동기 최대 출력 시험
4) 전동기 최대 출력 시험

1.2 시험일시 : 2021년 02월 08일 ~ 2021년 02월 10일
1.3 시험장소 : 한국자동차연구원 전자회로 연구센터 모터테스터 시험장
1.4 약칭 : 전동기 최대 출력 시험
1.5 시험자 : 한국자동차연구원 연구센터 연구원
1.6 시 료 명 : 전동기, 인버터
1.7 사양 : 모터 2EA, 인버터 2EA

1.8 대상 사양

<전동기 인버터>

<후판 온도 인버터>

KA-TP-14-039Rev. 00

시험 성적서

KATECH

0555 전동부품 02000 전자회로 199-4
Tel:01-555-3624 Fax:01-555-3160
http://www.katech.kr

발주처번호 : KT0210072-1

발주처 : 한국자동차연구원
주 소 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시 도 명 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시정명 : 유성구 유성

시험명 : 전동기 최대 출력 시험
시험장소 : 온도 20 ± 1.5°C, 습도 55 ± 20% 이하
시험장소 : 고출력시험실 (대형 차량용 차량시험장 199-4)

2. 시험 장비

2.1 장비 사양

모터 데이터	
E-Motor Dyno 사양	E-Storage 사양
Motor type: 3P4	Max. Torque: 1000[N]
Max. Power: 500[W]	Max. DC Output Voltage: 5-800[V]
Maximum speed: 2000[rpm]	Max. Output Current: ±100[A]
Normal torque: 0-300[Nm]	EMF Switching frequency: 4.5-15[kHz]
Maximum speed gradient: 100[rpm/s]	Input Voltage: 3 phase 380[V]
Torque sensor resolution: ±0.02%	

전력 분석기	
HVP-Box 사양	CSS-Box 사양
Channels: 4 (differential)	Channels: 4
Input Range: up to 1,500 Vrms	Input Range: up to 2,000 Vrms
Output: ±10V	Current Sense: ±10V
Dimension: 100 x 45 x 200 mm (width x height x depth)	Weight: Approx. 2 kg
Accuracy: ±0.01% Reading ±0.01% Range	±0.01% Reading ±0.01% Range (Inst. secondary current of 200A and less)
Bandwidth: 20 MHz	Internal Shunt Resistor: 2.5Ω
Power Supply: 9.5-36 VDC	

KA-TP-14-039Rev. 00

시험 성적서

KATECH

0555 전동부품 02000 전자회로 199-4
Tel:01-555-3624 Fax:01-555-3160
http://www.katech.kr

발주처번호 : KT0210072-1

발주처 : 한국자동차연구원
주 소 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시 도 명 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시정명 : 유성구 유성

시험명 : 전동기 최대 출력 시험
시험장소 : 온도 20 ± 1.5°C, 습도 55 ± 20% 이하
시험장소 : 고출력시험실 (대형 차량용 차량시험장 199-4)

전류 센서

	LEM 1000A 사양	LEM 400A 사양
Measurement	Current	Current
Measuring Range	1.00A	40A
Normal Primary AC Current	1.00A	40A
Normal Primary AC Current	20A	20A
Conversion Ratio	1:1.00	1:1.00
Inner Diameter	30mm	30mm
Primary Signal	AC + DC	AC + DC
Accuracy	0.0015%	0.0015%

KA-TP-14-039Rev. 00

시험 성적서

KATECH

0555 전동부품 02000 전자회로 199-4
Tel:01-555-3624 Fax:01-555-3160
http://www.katech.kr

발주처번호 : KT0210072-1

발주처 : 한국자동차연구원
주 소 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시 도 명 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시정명 : 유성구 유성

시험명 : 전동기 최대 출력 시험
시험장소 : 온도 20 ± 1.5°C, 습도 55 ± 20% 이하
시험장소 : 고출력시험실 (대형 차량용 차량시험장 199-4)

3. 시험 방법

1) 구동전동기 최고 회전속도 시험

1) 구동전동기는 시간과 전류 제한 없이 5%내의 전압강하(10초 이내) 5%초과 전압강하 발생하지 못하는 경우를 제외한다)를 가진 전동기를 공급하여야 한다. 시험 공급전압은 제정된 제정치가 된다.

2) 구동전동기를 그 부속장치는 최소 2시간 동안 25°C ± 5°C의 온도에서 안정화시킨다.

3) 시험은 전압변동률에서 실시한다.

4) 시험 개시 전에 구동전동기를 제정치가 제시하는 회전속도에서 최고 회전속도의 80%에 상당하는 출력으로 제정치가 지정한 온도(냉각) 시험에서 작동시킨다. 다만, 제정치가 지정한 온도(냉각)에 도달하지 못할 경우에는 시험을 중단할 수 있다.

5) 출력은 회전속도 0에서부터 제정치가 제시한 최대 회전속도 범위에서 측정하며, 출력곡선을 정확하게 얻을 수 있도록 여러 지점의 회전속도에 대하여 실시한다. 전체 시험은 5분 이내로 완료하여야 한다.

2) 구동전동기 최고 1시간 출력 시험

1) 구동전동기는 시간과 전류 제한 없이 5%내의 전압강하(10초 이내) 5%초과 전압강하 발생하지 못하는 경우를 제외한다)를 가진 전동기를 공급하여야 한다. 시험 공급전압은 제정된 제정치가 된다.

2) 구동전동기를 그 부속장치는 최소 2시간 동안 25°C ± 5°C의 온도에서 안정화 시켜야 한다.

3) 구동전동기를 제정치가 제시한 출력으로 1시간 동안 시험하여야 구동전동기 출력속도는 최고 회전속도의 90% 이상 유지하여야 한다. 이 회전 속도는 제정치가 제시한다.

4) 구동전동기의 회전속도, 출력 및 온도(냉각) 또는 냉각기의 온도를 연속적으로 기록하며, 출력은 시험초기 출력 값의 ±5% 범위에 있어야 한다. 최고 1시간 출력은 1시간동안 측정된 출력의 평균값으로 정한다.

5) 상기 시험은 다음 식으로 계산한다.

$$P = \frac{3\sqrt{3}}{100 \times 1.000} \times T \times N$$

P : 구동전동기 최대출력(kW)
T : 구동전동기 속도(N/min)
N : 구동전동기 회전속도(rpm=1)

KA-TP-14-039Rev. 00

시험 성적서

KATECH

0555 전동부품 02000 전자회로 199-4
Tel:01-555-3624 Fax:01-555-3160
http://www.katech.kr

발주처번호 : KT0210072-1

발주처 : 한국자동차연구원
주 소 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시 도 명 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시정명 : 유성구 유성

시험명 : 전동기 최대 출력 시험
시험장소 : 온도 20 ± 1.5°C, 습도 55 ± 20% 이하
시험장소 : 고출력시험실 (대형 차량용 차량시험장 199-4)

시험 결과

[시험 종류] : 전동기 최대 출력 시험
[시 료 명] : 전동기, 인버터

구분	시험조건	시험-분석 결과	비고
정리측 출력시험	500-3500rpm, 전 부하 조건	성능 시험	-

KA-TP-14-039Rev. 00

시험 성적서

KATECH

0555 전동부품 02000 전자회로 199-4
Tel:01-555-3624 Fax:01-555-3160
http://www.katech.kr

발주처번호 : KT0210072-1

발주처 : 한국자동차연구원
주 소 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시 도 명 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시정명 : 유성구 유성

시험명 : 전동기 최대 출력 시험
시험장소 : 온도 20 ± 1.5°C, 습도 55 ± 20% 이하
시험장소 : 고출력시험실 (대형 차량용 차량시험장 199-4)

시험 결과

[시험 종류] : 전동기 최대 1시간 출력 시험(2.7[kW])
[시 료 명] : 전동기, 인버터

구분	시험조건	시험-분석 결과	비고
최고 1시간 출력시험	11.2(Nm), 1500(rpm) 출력	성능 시험	-

KA-TP-14-039Rev. 00

시험 성적서

KATECH

0555 전동부품 02000 전자회로 199-4
Tel:01-555-3624 Fax:01-555-3160
http://www.katech.kr

발주처번호 : KT0210072-1

발주처 : 한국자동차연구원
주 소 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시 도 명 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시정명 : 유성구 유성

시험명 : 전동기 최대 출력 시험
시험장소 : 온도 20 ± 1.5°C, 습도 55 ± 20% 이하
시험장소 : 고출력시험실 (대형 차량용 차량시험장 199-4)

시험 결과

[시험 종류] : 후판 온도 최고 1시간 출력 시험
[시 료 명] : 후판 온도, 인버터

구분	시험조건	시험-분석 결과	비고
정리측 출력시험	500-3500rpm, 전 부하 조건	성능 시험	-

KA-TP-14-039Rev. 00

시험 성적서

KATECH

0555 전동부품 02000 전자회로 199-4
Tel:01-555-3624 Fax:01-555-3160
http://www.katech.kr

발주처번호 : KT0210072-1

발주처 : 한국자동차연구원
주 소 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시 도 명 : 충청남도 천안시 동남구 유성구 유성로 203
시정명 : 유성구 유성

시험명 : 전동기 최대 출력 시험
시험장소 : 온도 20 ± 1.5°C, 습도 55 ± 20% 이하
시험장소 : 고출력시험실 (대형 차량용 차량시험장 199-4)

시험 결과

[시험 종류] : 후판 온도 최고 1시간 출력 시험(2.7[kW])
[시 료 명] : 후판 온도, 인버터

구분	시험조건	시험-분석 결과	비고
최고 1시간 출력시험	13(Nm), 1,900(rpm) 출력	성능 시험	-

KA-TP-14-039Rev. 00

다. 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	가상 시뮬레이션을 통한 농업용 전동 UTV의 서스펜션 스프링 계수 설정 연구	스마트미디어저널		12권 6호	대한민국	(사)한국스마트미디어학회		2022년 06월 29일	2287-1322	

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	제37회 제어·로봇·시스템 학회 학술대회 (ICROS2022)		2022. 6.22.(수)~24.(금)	거제 소노캄	대한민국

기술 요약 정보

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

보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

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

[기술적 성과]

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

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	전후륜 이원 구조를 가지는 농업용 다목적 전기 이동 장치	대한민국	(주)그린맥스	2023.05.25	10-2023-0067368						활용
2	전동조향 가능한 농업용 다목적 전기 이동 장치	대한민국	(주)그린맥스	2023.05.25	10-2023-0067374						활용
3	영구자석 동기 전동기 및 벡터 제어형 인버터를 포함하는 농업용 다목적 전기 운반차	대한민국	(주)지능로봇스튜디오	2023.06.15	10-2023-0076494						활용

○ 지식재산권 활용 유형

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

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타

저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율

신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

기술 및 제품 인증

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

표준화

○ 국내표준

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

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

○ 국제표준

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

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

[경제적 성과]

시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	GV-500	2023	(주)그린맥스	보람농기계	농업			

기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	특허	전동조향 가능한 농업용 다목적 전기이동장치	(주)로봇팜	2023.09.22	449,000	

- * 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

사업화 투자실적

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

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내(천원)	국외(달러)		

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

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
합계					

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과					
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		2년 03개월		
	소요예산(천원)		1,115,000천원		
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
			1,600,000	5,000,000	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획					
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)		현재	3년 후	5년 후
	수출				

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2021년	2022년	
1	농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발	(주)그린맥스	4명	2명	6명
합계			4명	2명	6명

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)	
0고용 효과	개발 전	연구인력	0명	
		생산인력	0명	
	개발 후	연구인력	4명	
		생산인력	2명	

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

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

산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

기술 무역

(단위: 천원)

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

[사회적 성과]

법령 반영

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

정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

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

전문 연구 인력 양성

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

산업 기술 인력 양성

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

다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비

국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일

포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관

[인프라 성과]

연구시설·장비

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

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

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

라. 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항

3.2. 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도 (%)
○ 기존 농업용 전기 운반차와 비교해 성능 개선 및 기술적 차별성	○ 화물 적재량: (기존)300kg 이하 -> (개발) 500kg ○ 경사지 등판 능력: (기존)15% 이하 -> (개발) 30% ○ 경사지 전도 안정성: (기존)20° 이하 -> (개발) 30° ○ 바퀴 구동 방식: (기존)대부분 2륜 구동 -> (개발) 차축 독립형 4륜 구동	100
○ 농업용 전기 운반차 프레임 구조 설계 및 보디 프레임 해석 기술 개발	○ 농업용 전기 운반차 모델을 3D 설계도구(SolidWork 2022)를 이용하여 설계 ○ Ansys Workbench Mechanical을 사용하여 유한요소 해석에 의한 전산해석 ○ 적환경과 동적환경에서 설계 모델의 안정성과 적정성을 검토 ○ 농업용 전기 운반차 설계 모델의 정하중 해석 ○ 농업용 전기 운반차 프레임의 모달해석 ○ 농업용 전기 운반차 프레임의 충격 및 충돌해석	100
○ 서스펜션 설계 및 평가	○ 농업용 전기 운반차의 서스펜션 설계 ○ 농업용 전기 운반차의 서스펜션 선정과 평가를 위한 시뮬레이션	100
○ 동력 전달 체계 및 제어 알고리즘 개발	○ 농업용 전기 운반차의 동력 전달 구동계 설계 ○ 농업용 전기 운반차의 4WD EV 드라이브 시스템 구성 ○ 농업용 전기 운반차의 4WD EV 드라이브 시스템의 토크 분배 제어 알고리즘 ○ 시뮬레이션을 통한 농업용 전기 운반차의 4WD EV 드라이브 토크 분배 시스템의 성능 검증 ○ 전기 운반차 제어기 소프트웨어 개발	100
○ 제어용 부품 개발	○ 차량특성 적용한 전기 운반차 제어회로 개발	100
○ 농업용 전기 운반차의 시험 및 평가	○ 주요 성능 목표 달성 <ul style="list-style-type: none"> • 최대속도 : 23.1km/h • 적재중량 : 500kg • 전동기 최대출력 : 18.2kW • 등판능력 : 30% • 전복안정성 : 30° • 전자파 내성 : 적합 • 전자파 방출 : 적합 	100

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 없음)

5. 연구개발성과 및 관련분야에 대한 기여 정도

5.1. 관련분야에 대한 기여 정도

총괄과제명	세부과제명	기관명	유형	총 연구개발비 (A)	정부지원 연구개발비 (B)	정부지원 연구개발비 비율 (C=B/A)	성과 유형	기술기여도	
								산정 근거	비율
농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발	농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발	그린맥스	중소기업 (영리)	694	520	0.749	신규 기술개발	①-①	74.9
	농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발	지능로봇 스튜디오	중소기업 (영리)	267	200	0.749	신규 기술개발	①-①	74.9
	농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발	전북대학교 산학협력단	대학 (비영리)	190	0	0	신규 기술개발	[해당 없음]	-
	계			1,151	720	-	-	-	-

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

6.1. 연구개발 성과관리 계획

○ e-UTV 본체 및 핵심부품 사업화

- 안전성 증대를 위한 고전압 보호구조 및 안전 운전 기능 개발 탑재
- e-UTV 본체 및 작업기 현장 실증 및 산업화 준비
- 시제품 생산 및 홍보
- 소형 전기운반 전용 파워트레인 개발 감속기 수출 예정
- 본체 및 핵심부품 고도화로 국내외 신 수요시장 창출
- 사업화 연도별 생산 및 매출 계획

구 분		사 업 화 년 도				
년 도		2024	2025	2026	2027	2028
사 업 목 표		사업화	사업화	사업화	사업화	사업화
사업화 내용		다목적 농업용 전기 운반차				
투 자 계 획	인 건 비	112,500	270,000	395,000	500,000	500,000
	재료비 및 설비투자비	487,500	1,417,500	2,250,000	3,150,000	4,350,000
	경상운영비	75,000	225,000	375,000	525,000	75,000
	계	675,000	1,912,500	3,020,000	4,175,000	4,925,000
생 산 계 획		60	100	140	200	400
제 품 단 가 (천 원)		15,000	15,000	15,000	15,000	15,000
판 매 계 획 (천 원)	매 출	800,000	1,200,000	1,600,000	2,300,000	5,000,000
	수 출	100,000	300,000	500,000	700,000	1,000,000
	합 계	900,000	1,500,000	2,100,000	3,000,000	6,000,000

○ 전기운반차 고장진단 스캐너 개발 활용

- 커넥티드 디바이스 솔루션 개발
- 전자제어장치 (ECU), 센서 등 현상파악 및 고장유무 실시간 확인
- 운반차 유지관리 및 사전 고장 예측진단
- 유무선으로 S/W 프로그램 업데이트



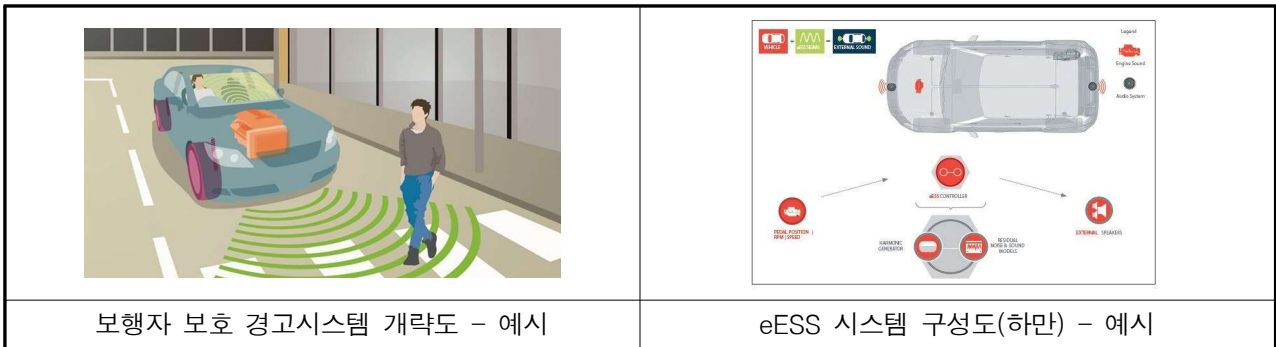
○ 전기운반차 고장진단 스캐너 개발 활용

- 커넥티드 디바이스 솔루션 개발
- 전자제어장치 (ECU), 센서 등 현상파악 및 고장유무 실시간 확인
- 운반차 유지관리 및 사전 고장 예측진단
- 유무선으로 S/W 프로그램 업데이트



○ 보행자 보호 가상 소음 방출 시스템 개발

- 가상엔진음 시스템(VESS: Virtual Engine Sound System) 개발
- 전후방 보행자 접근 시 가상엔진음 발생으로 보행자 보호



보행자 보호 경고시스템 개략도 - 예시

eESS 시스템 구성도(하만) - 예시

6.2. 연구개발 성과 활용 계획


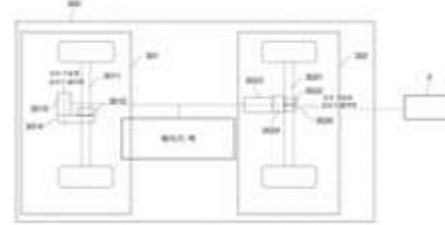
< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내				
		2023	2024	2025	2026	2027
국외논문	SCIE	-	-	-	-	-
	비SCIE	-	-	-	-	-
국내논문	SCIE	-	-	-	-	-
	비SCIE	-	-	-	-	-
특허출원	국내	-	-	-	-	-
	국외	-	-	-	-	-
특허등록	국내	-	-	-	-	-
	국외	-	-	-	-	-
인력양성	학사	4	6	8	10	15
	석사	-	-	-	-	-
	박사	-	-	-	-	-
사업화	시제품개발	1	-	-	-	-
	상품출시	-	-	-	-	-
	기술이전	1	-	-	-	-
	공정개발	-	-	-	-	-
	매출액(단위 : 천원)	15,000	800,000	1,200,000	1,600,000	2,300,000
	기술료(단위 : 천원)	449	23,968	35,952	47,936	68,908
정성적 성과 주요 내용						

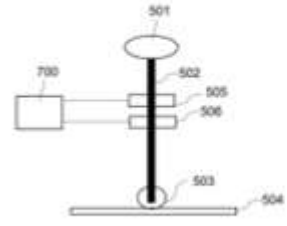

7. 별첨 자료 (참고 문헌 등)

7.1. 출원 특허

[1] 전후륜 이원 구조를 가지는 농업용 다목적 전기 이동 장치(10-2023-0067368)

<p style="text-align: right;">2023-09-25</p> <p style="text-align: center;">【서지사항】</p> <p>【서명명】 전후륜이원 구조를 가지는 농업용 다목적 전기 이동 장치</p> <p>【출원번호】 1020230067368</p> <p>【출원구분】 특허출원</p> <p>【출원인】</p> <p>【명칭】 주식회사 그린맥스</p> <p>【특허고려번호】 1-1999-001060-6</p> <p>【도면】</p> <p>【상영】 [Redacted]</p> <p>【도면인쇄번호】 [Redacted]</p> <p>【발명의 국문명】 전후륜 이원 구조를 가지는 농업용 다목적 전기 이동 장치</p> <p>【발명의 영문명】 The front-rear different structural multipurpose electric vehicle for agriculture</p> <p>【발명자】</p> <p>【상영】 [Redacted]</p> <p>【발명의 명칭표기】 [Redacted]</p> <p>【주원등록번호】 *****</p> <p>【우원번호】 [Redacted]</p> <p>【주소】 [Redacted]</p> <p>【발명자】</p> <p>【상영】 [Redacted]</p> <p>【발명의 명칭표기】 [Redacted]</p> <p style="text-align: center;">20-1</p>	<p style="text-align: right;">2023-09-25</p> <p style="text-align: center;">【발명의 명칭】</p> <p>전후륜 이원 구조를 가지는 농업용 다목적 전기 이동 장치 (The front-rear different structural multipurpose electric vehicle for agriculture)</p> <p>【기술분야】</p> <p>【0001】 본 발명은 전후륜 이원 구조를 가지는 농업용 다목적 전기 이동 장치에 대한 것이다.</p> <p>【0002】 구체적으로, 본 발명은 화물용 적재용 양대차 이동 및 다용 목적성이 가능하도록 설계되고 변속과 후륜에 각각 모터를 포함하여 4륜으로 구동되며 서로 다른 동력 전달 구조를 가지는 농업용 다목적 전기 이동 장치에 대한 것이다.</p> <p>【발명의 배경이 되는 기술】</p> <p>【0003】 빠르게 증가하는 농촌 고령 인구의 지속적인 농작업 인구의 감소, 영세한 영농규모 등 농촌환경 변화에 따라 고령으로 대을할 수 있는 농촌 특이 대역으로 대내 농촌환경에 적합한 농업용 소형 전기 농기계의 개발 요구된다.</p> <p>【0004】 구체적으로, 우리나라 농업 기계의 무인 자가 주행은 2인 가기로 능가 30.9%, 적기 26.1%, 밭기 22.2%로 우리나라 전체 2인 자가 비율(27.26%)보다 2-3배 높은 편으로 농기계의 농업용 목적을 위해서는 4인 이상에 고령 2인 가량이 필요한 농기계의 개발 및 도입에 사용될 수 있는 안전하고 간편한 무인의 개발 및 보급이 필요하다.</p> <p style="text-align: center;">20-1</p>
<p style="text-align: right;">2023-09-25</p> <p>【발명의 효과】</p> <p>【0004】 본 발명에 따른 농업용 다목적 전기 이동 장치는 화물 적재, 이동 및 정역과 같은 작업을 수행할 수 있고, 또한 100-1200 kg에 요구구력에 따라 선택된 농업용 기기를 통한 각종 농업작업 수행이 가능한 이점이 있다.</p> <p>【0005】 본 발명에 따른 농업용 다목적 전기 이동 장치는 동력 모터 기판과 배드라인 일체를 도입하고 변속과 후륜에 서로 다른 동력 전달 구조를 구동함으로써 동력 변환에 용이하고 후속보수가 용이하여 모터 용량 및 제어 효율이 우수하다.</p> <p>【0006】 본 발명에 따른 농업용 다목적 전기 이동 장치는 또한, 선행기술 대비 스티어링 기판 조립부를 구비하여 조립 편의성이 우수하다.</p> <p>【0007】 물론, 본 발명의 효과가 상기 설명한 범위 내로 제한되는 것은 아니다.</p> <p>【도면의 간단한 설명】</p> <p>【0008】 도 1은 본 발명에 따른 농업용 다목적 전기 이동 장치에 대한 일 측면도의 도면이다.</p> <p>도 2는 본 발명에 따른 전기 이동장치의 구조 및 제재함이 표시된 것은 모습을 설명하기 위한 일 도면이다.</p> <p>도 3은 본 발명에 따른 농업용 다목적 전기 이동 장치의 배후에 위치하는 배드라인의 구조를 보여 구체적으로 설명하기 위한 일 도면이다.</p> <p>도 4는 본 발명에 따른 변속 구동부에 포함되는 제 1 입력기 구조에 대한</p> <p style="text-align: center;">20-1</p>	<p style="text-align: right;">2023-09-25</p> <p>【도 1】</p>  <p>【도 2】</p>  <p style="text-align: center;">20-1</p>

[2] 전동조향 가능한 농업용 다목적 전기 이동 장치(10-2023-0067374)

<p style="text-align: right;">2023-06-25</p> <p style="text-align: center;">【서지사항】</p> <p>【서류명】 특허출원서 【출원번호】 DPO0105 【출원구분】 특허출원 【출원인】 【성명】 주식회사 그린텍스 【특허고려번호】 1-1000-003065-6 【대리인】 【성명】 [Redacted] 【대리인번호】 [Redacted] 【발명의 국문명칭】 전동조향 가능한 농업용 다목적 전기 이동 장치 【발명의 영문명칭】 The multiurpose electric vehicle for agriculture 【발명자】 【성명】 [Redacted] 【성명의 영문표기】 [Redacted] 【주민등록번호】 [Redacted] 【우편번호】 [Redacted] 【주소】 [Redacted] 【발명자】 【성명】 [Redacted] 【성명의 영문표기】 [Redacted] 【주민등록번호】 [Redacted]</p> <p style="text-align: center;">20-1</p>	<p style="text-align: right;">2023-06-25</p> <p style="text-align: center;">【발명의 명칭】</p> <p>전동조향 가능한 농업용 다목적 전기 이동 장치 (The multiurpose electric vehicle for agriculture)</p> <p>【기술분야】</p> <p>【0001】 본 발명은 전동조향 가능한 농업용 다목적 전기 이동 장치에 대한 것이다.</p> <p>【0002】 구체적으로, 본 발명은 씨름을 직제할 상태로 이동 및 각종 농작업이 가능하도록 설계되고 전동조향 가능한 농업용 다목적 전기 이동 장치에 대한 것이다.</p> <p>【발명의 배경이 되는 기술】</p> <p>【0003】 씨름에 준거하는 높은 고력 인구가 지속적인 농가 인구의 감소, 영세한 영농규모 등 농촌환경 변화에 따라적으로 대응할 수 있는 높은 저속 대역으로 국내 농촌환경에 적합한 농작업 소형 편의 농기계의 개발 필요한다.</p> <p>【0004】 구체적으로, 우리나라 농업 저가의 수단 가구 유행은 2인 가구로 농가 32.8%, 저가 26.1%, 저속 33.2%로 우리나라 전체 2인 가구 비율(27.3%)보다 2.3배 높은 편으로 농기계의 농작업 목적을 위해서는 40세 이상의 고령 2인 가구가 고출력인 농기계의 도입 및 작업에 이용할 수 있는 안전하고 간편한 수단의 개발 및 보급이 필요하다.</p> <p style="text-align: center;">20-1</p>
<p style="text-align: right;">2023-06-25</p> <p>【0009】 【특허문헌 0001】 대한민국 공개특허공보 10-2022-0124209</p> <p>【발명의 내용】</p> <p>【해결하고자 하는 과제】</p> <p>【0010】 본 발명은 씨름을 직제할 상태로 이동할 수 있고, 직제된 씨름을 저장할 수 있는 구조를 가지며, 후진부에 농작업 기기를 포함하여 다양한 농작업을 수행할 수 있도록 설계된 농업용 다목적 전기 이동 장치를 제공한다.</p> <p>【0011】 본 발명은 또한, 전동조향이 가능하도록 설계된 조향부를 갖는 농업용 다목적 전기 이동 장치를 제공한다.</p> <p>【0012】 본 발명은 또한, 전동부 후면에 각도 조절을 포함하여 4륜으로 구동되는 저속 이동 용이한 구조를 가지는 농업용 다목적 전기 이동 장치를 제공한다.</p> <p>【0013】 본 발명은 또한, 100~120kg 무게 표준양구에 따라 농작업 저속대역 용이한 다양한 농작업을 수행할 수 있는 농업용 다목적 전기 이동 장치를 제공한다.</p> <p>【과제의 해결 수단】</p> <p>【0014】 본 발명은 전기 씨름을 해체하기 위해 만들어졌고, 손잡이가 작거나 수 있는 씨름을 포함하도록 설계된 직제 프레임; 해체면적이 3㎡ 이상인 직제면적 평상으로서 및 측면이 세워져서 내장된 내용물이 탈락할 수 있도록 설계된</p> <p style="text-align: center;">20-1</p>	<p style="text-align: right;">2023-06-25</p> <p>【도 5】</p>  <p>【도 6】</p>  <p style="text-align: center;">20-2</p>

[3] 영구자석 동기 전동기 및 벡터 제어형 인버터를 포함하는 농업용 다목적 전기 운반차 (10-2023-0076494)

<p style="text-align: right;">2023-06-15</p> <p style="text-align: center;">【서지사항】</p> <p>【서류명】 특허출원서 【참조번호】 DP230106 【출원구분】 특허출원 【출원인】 【영칭】 주식회사 지능로봇스튜디오 【특허고객번호】 1-2021-006975-6 【대리인】 【성명】 [REDACTED] 【대리인번호】 [REDACTED] 【발명의 국문영칭】 영구자석 동기 전동기 및 벡터 제어형 인버터를 포함하는 농업용 다목적 전기운반차 【발명의 영문영칭】 The multipurpose electric vehicle for agriculture comprising PMSM and vector-controlled inverter 【발명자】 【성명】 [REDACTED] 【성명의 영문표기】 [REDACTED] 【주민등록번호】 [REDACTED] 【우편번호】 [REDACTED] 【주소】 [REDACTED] 【발명자】 【성명】 [REDACTED] 【성명의 영문표기】 [REDACTED]</p> <p style="text-align: center;">36-1</p>	<p style="text-align: right;">2023-06-15</p> <p style="text-align: center;">【발명의 명칭】</p> <p>영구자석 동기 전동기 및 벡터 제어형 인버터를 포함하는 농업용 다목적 전기운반차 (The multipurpose electric vehicle for agriculture comprising PMSM and vector-controlled inverter)</p> <p>【기술분야】</p> <p>【0001】 본 발명은 영구자석 동기 전동기 및 벡터 제어형 인버터를 포함하는 농업용 다목적 전기운반차에 대한 것이다.</p> <p>【0002】 구체적으로, 본 발명은 하술을 기재한 상태로 이후 및 각종 능력 및 이 가능하도록 설계되고 영구자석 동기 전동기 및 벡터 제어형 인버터를 포함하는 농업용 다목적 전기운반차에 대한 것이다.</p> <p>【발명의 배경이 되는 기술】</p> <p>【0003】 해로운 증가하는 농촌 고령 인구와 지속적인 농작업 수요, 영세한 영농규모 등 농촌환경 변화에 효과적으로 대응할 수 있는 농촌 기계 대체차로 국내 농촌환경에 적합한 농업용 소형 영농 농기계 개발 필요하다.</p> <p>【0004】 구체적으로, 우리나라 농업 영농규모는 2인 가구 22.1%, 3인 가구 22.2%, 4인 가구 22.2%로 우리나라 전체 2인 가구 비율(27.2%)보다 3~4배 높은 권소로 농작업의 농작업 목적을 위해서는 45세 이상의 고령 2인 가구가 효율적인 농작업 고령 및 작업에 이용할 수 있는 영농하고 간편한 구조의 개발 및 세</p> <p style="text-align: center;">36-2</p>
<p style="text-align: right;">2023-06-15</p> <p>【0005】 【특허문헌 001】 대한민국 공개특허번호 10-2022-0124209</p> <p>【발명의 내용】</p> <p>【해결하고자 하는 과제】</p> <p>【0006】 본 발명은 하술을 기재한 상태로 이후 및, 개선된 하술을 설명할 수 있는 구조를 가지며, 후술부에 농업용 기기를 포함하여 다양한 농업용을 수행할 수 있도록 설계된 농업용 다목적 전기운반차를 제공한다.</p> <p>【0007】 본 발명은 또한, 국제 표준규격에 따라 농업용 기기를 변동하여 다양한 농업용을 수행할 수 있는 농업용 다목적 전기운반차를 제공한다.</p> <p>【0008】 본 발명은 또한, 전동조향이 가능하도록 설계된 차량을 구비하는 농업용 다목적 전기운반차를 제공한다.</p> <p>【0009】 본 발명은 또한, 전륜과 후륜에 각각 모터를 포함하여 4륜으로 구동 하되 서로 다른 동력 전달 구조를 가지는 농업용 다목적 전기운반차를 제공한다.</p> <p>【과제의 해결 수단】</p> <p>【0010】 본 발명은 상기 과제를 해결하기 위해, 본출원 개조로서, 운전자가 작지할 수 있는 영역을 포함하도록 설계된 직렬 코어형(1) 모터인척이 3kW 이상일 지 측면에 형성되고 이 측면이 개폐되어 내부의 내용물이 방출 될 수 있도록 설계된 개폐할 및 상기 직렬형용 제어카드 상량 리프팅시키는 직렬형 리프트를 포함하는 개폐 방열부; 리프팅은 벡터링 또는 3D 벡터링을 포함하는 벡터링; 및 열적 온</p> <p style="text-align: center;">36-3</p>	<p style="text-align: center;">36-4</p>

[별첨 자료]

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1.	1) 자체평가의견서
	2) 연구성과 활용계획서
	3)
2.	1)
	2)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 첨단농기계산업화기술개발사업연구개발사업 농기계산업혁신기술 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원 전문기관)에서 시행한 농기계산업혁신기술 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		321060-2	
사업구분	첨단농기계산업화기술개발사업				
연구분야	농기계산업혁신기술		과제구분	단위	
사업명	농기계산업혁신기술사업			주관	
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자	기재하지 않음	
과제명	농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발		과제유형	(기초,응용,개발)	
연구개발기관	㈜그린맥스		연구책임자	김승완	
연구기간 연구개발비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	2021.04.01. - 2021.12.31	390,000	100,000	490,000
	2차년도	2022.01.01. - 2023.06.30	520,000	105,000	625,000
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
	계		910,000	205,000	1,115,000
참여기업	㈜지능로봇스튜디오 / 전북대학교산학협력단				
상대국			상대국연구개발기관		

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2023.08.25

3. 평가자(연구책임자) : 김 승 완

소속	직위	성명
연구소	연구소장	김 승 완

4. 평가자(연구책임자) 확인 : 김 승 완

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

확약	
----	--

I. 연구개발실적

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

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

- 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)개발
 - 전기 동력 장치 시뮬레이션을 통한 최적 설계 개발
 - 험로주행 가능한 농업용 전기이동장치 개발
 - 차체, 구동장치, 충전시스템, 화물 적재·덤핑부 개발
 - 전복 관련 위험성 및 장치 안전성 확보
 - 조향부, 제동부, 통신시스템 설계 및 시제품 개발

최고 속도	등판능력	적재중량	전복안전성	최대출력
30km/h	25%	500kg	30°	18KW

- 농업기계화촉진법 시행규칙의 농업용 동력운반차(승용형) 개발
 - 농업기계 검정기준 제4조 [별표1] 농업기계검정기준의 농업용 e-UTV 개발

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

- 매출 효과
 - 국내 수요시장 규모 400억/2020년까지 년 4~5% 성장 예측
 - 시장현황 근거 : 중소기업기술정보진흥원 발간_중소벤처기업부 2016년 기술로드맵 자료
 - 매출목표 : 2027년까지 관련시장 10% 점유율 확보
 - 매출목표 설정근거 : 전체 농가 1,068천 호 중 채소, 과수농가 447천 호/경운기 등 신규교체 시장규모 약 1%로 예측 670억
- e-UTV 사업화 첨단농기계 생산기업으로 이미지 향상 효과
- 침체된 농업기계 시장에 새로운 마켓 확보 효과

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

- 사회적 성과(일자리 창출 등)
 - 화석연료를 사용하지 않아 일산화탄소 등 유해가스의 배출이 없어, 소규모 단동 비닐 온실과 동물 사육용 축사 같은 폐쇄된 환경에서도 쾌적한 작업환경을 유지하며 장시간 작업 가능
 - 여성이나 노약자도 쉽게 운전 조작이 가능함으로 여성 농업인의 농작업 부담을 줄이고 농작업으로 인한 근골격계 질환 경감에도 기여할 것임.
 - 취미농, 치유농업 등의 활성화로 고령자들의 사회적 부담을 줄이고 건강한 사회 실현에 기여하며, 다양한 전후방 산업의 연계로 새로운 일자리의 창출도 기대할 수 있음
- 기술개발결과 활용계획
 - 농업용 전기차 모델의 고유 기술 확립과 산업재산권 확보
 - 산업체 기술 이전을 통한 실용화 개발과 비즈니스 모델 발굴
 - 시범 보급을 통한 현장 실증 및 수요자 요구 반영
 - 신기술 심의를 통한 신개발 농기계 신기종 등록
 - 양산 및 영농현장 보급
 - 인터넷 및 현장 시연을 통한 국내외 홍보 및 수출 박람회 참여

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

핵심연구기술(경량화 구조 및 최적화 설계 기반의 내구성이 우수한 e-UTV 차체, 새시, 외장 개발, 동적거동 해석 기반 주요 핵심 부품(변속/감속 장치, 헨가장치, 제동 장치) 개발, e-UTV 전자 4륜 제어기술(2륜 및 4륜 제어기술), 작업모드/주행모드 제어 기술, 고효율 전기구동 인버터 및 제어 알고리즘 (전자기해석, 제어로직 시뮬레이션)) 개발 최종목표 및 세부목표 달성

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 우수, 보통, 미흡, 극히불량)

특허
- 전후륜 이원 구조를 가지는 농업용 다목적 전기 이동 장치
- 전동조향 가능한 농업용 다목적 전기 이동 장치
- 영구자석 동기 전동기 및 벡터 제어형 인버터를 포함하는 농업용 다목적 전기 운반차

논문
- 가상 시뮬레이션을 통한 농업용 전동 UTV의 서스펜션 스프링 계수 설정 연구

국내 및 국제 학술회의 발표
- 제37회 제어·로봇·시스템 학회 학술대회(ICROS2022)

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
○ 농업용 운반차 메커니즘 시스템 최적 설계	10%	100%	- 운반차 플랫폼 프레임 제작 완료
○ 차체 개발 및 설계	10%	100%	- 캐빈, 본넷, 앞범퍼, 대쉬보드, 현가시스템 및 주행 동력전달부품 설계 완료 - 조향 메카니즘 설계, 차체 프레임, 적재함 제작 완료 - 브레이크 시스템, 독립 서스펜션 메카니즘 제작, 너클 암 제작 완료
○ 파워트레인 감속기 최적시스템 설계 및 제작	10%	100%	- 전체 동력분배 전달장치 메카니즘 제작완료
○ 외장 부품 개발	10%	100%	- 캐빈, 보닛, 앞범퍼, 대쉬보드 제작완료
○ 시제품제작	10%	100%	- 시제품 1대 제작 완료
○ EMS 제어시스템 설계	10%	100%	- 제어 H/W, S/W 설계 완료 □ 구동 인버터 ▫ EM 브레이크 ▫ 전자 스티어링 제어 시스템
○ 제어보드, DC-Link Cap. 등 회로 설계	10%	100%	- LDC 용량 선정 및 제어 회로 설계 - 제어기 최적화 및 주행성능 극대화 기술개발
○ 농용 전기운반 검정규정 코드 개발	10%	100%	- 전기운반차 구조 검정규기준 연구 - 전기운반차 작업특성 연구 - 종합검정 규정안 검토
○ 차체 경량화 최적화설계 다물체 동역학해석	10%	100%	- 프레임, 적재함 강도해석 - 주요부품 내구성 및 강도 해석 - 적재물 부하 하중시험 설계 - 등판능력 평가 시험 설계 - 서스펜션 모션 진동제어 해석
○ 험로주행 및 농작업 전기이동장치 개발	10%	10%	- 저속 및 초저속에서도 최대 토크를 낼수 있는 농업용 전기차 전용 자동변속기 개발
합계	100점		

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

□ 본 연구과제에서 개발된 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)는 전기 동력 장치 시뮬레이션을 통한 최적 설계 개발, 험로주행 가능한 농업용 전기이동장치 개발, 차체, 구동장치, 충전시스템, 화물 적재·덤핑부 개발, 전복 관련 위험성 및 장치 안전성 확보, 조향부, 제동부, 통신시스템 설계 및 시제품 개발과 같은 친환경적 농업용 전기 e-4WD 고효율 UTV 차량 개발 및 농촌 고령 및 여성농민도 쉽게 조작 가능한 스마트 HMI 시스템을 통해 경제적인 유지비용과 안전성이 고려된 수출 가능한 농업용 e-UTV로 판단됨

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

□ 코로나19로 인해 힘든 상황에서도 과제를 마무리하기 위해 주관 및 공동연구개발기관이 힘을 합쳐 노력했습니다. 다소 성과목표에 미진한 부분이 있을 수 있으나 평가위원님께 너그러운 양해 부탁드립니다.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 본 과제에서 개발된 농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV)는 운반과 농작업에 있어 현재의 경운기를 대체할 수 있고, 여성이나 고령 농업인도 쉽게 운전 조작할 수 있는 안전성이 강화된 전동 농기계로 활용 가능할 것으로 예상 됨
- 65세 이상의 고령 2인 가구가 효율적인 농자재 운반 및 작업에 이용할 수 있는 안전하고 간편한 수단으로 활용 가능

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

IV. 보안성 검토

○ 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구개발기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제	<input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	농기계산업혁신기술
연구과제명	농업용 소형 다목적 전기 이동 장치(e-UTV) 개발			
주관연구개발기관	(주)그린맥스		주관연구책임자	김승완
연구개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타	총연구개발비
	910,000,000	205,000,000		1,115,000,000
연구개발기간	2021. 04. 01 - 2023. 06. 30(2년 03개월)			
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	
②	
③	

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표											연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용액) (이전)
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T 평 가 제 도	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문	S C I	비 S C I			논 문 평 가 I F	학 술 발 표	
												건				건	건			건
단위	건	건	건	건	건	백만원	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	건	명	건	건		
가중치	10	0	0	0	10	0	40	0	0	30	0	0	0	10	0	0	0	0	0	
최종 목표	3	0	0	0	1	0	1	0	0	6	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0
당해 년도	목표	3	0	0	0	1	0	1	0	6	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0
	실적	3	0	0	0	1	0	1	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
달성률 (%)	100	-	-	-	100	-	100	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	
②	
③	

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										
②의 기술										
③의 기술										
·										
·										

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	
②의 기술	
③의 기술	

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용예) (건수)
	특허출원	특허등록	품종등록	S M A R T P R O T E C T I O N	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출		투자유치	논문				학술발표	정책 활용	
											SCI		비SCI	논문	학술발표				
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건		
가중치																			
최종목표																			
연구기간내 달성실적																			
연구종료후 성과창출 계획																			

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

[별첨 2]

(22쪽 중 22쪽)

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

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

1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성

2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리

통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리

3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등

4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)