

2017학년도 기계종합설계 최종 보고서

과제명 : 4륜형 전기 자동차 설계 및 제작
(2016년 9월 1일 ~ 2017년 6월 15일)

팀명: Red Dot

기계공학 설계프로젝트 최종보고서를
붙임과 같이 제출합니다.

2017. 6.

대구대학교 기계공학부(기계공학전공)

제 출 문

대구대학교 기계공학부 학부장 귀하

본 보고서를 대구대학교 기계공학부 설계프로젝트 과제 ‘4륜형 전기 자동차 설계 및 제작(과제기간 : 2016. 09. 01 ~ 17. 06. 15)’의 결과보고서로 제출합니다.

2017. 6.

지도교수 : 김 홍 석 (인)

대표학생 : 푸 자 치 (인)

참여학생 : 쏜자웨이 (인)

샤위언 (인)

장하오난 (인)

보고서 작성 윤리 서약서

대구대학교 기계공학부 학부장 귀하

본인은 보고서를 작성함에 있어 다음과 같이 연구 윤리 및 보고서 작성 윤리를 준수하였음을 서약합니다.

1. 본인은 다른 학생의 보고서를 복사(copy)하지 않았습니다.
2. 본인은 다른 사람의 보고서 내용 중 전부 또는 일부를 무단으로 도용하거나 인터넷에서 내려받기(download)하여 대체하지 않았습니다.
3. 본인은 보고서에 참고자료를 인용할 경우 원본의 출처를 반드시 표시하였습니다.

2017. 6.15

대표학생 : 푸자치 (인)

참여학생 : 쏜자웨이 (인)

샤위언 (인)

장하오난 (인)

목 차

최종보고 요약문	1
요약1 부품 및 제작비 사용내역	2
요약2 설계구성요소 일람	3
요약3 현실적 제한요소 일람	4
제1장 과제내용 및 목표	5
제1절 목적 및 필요성	5
제2절 과제의 목표	7
제3절 기대효과 및 활용방안	7
제2장 개념설계 및 상세설계	8
제1절 개념설계	8
제2절 해석 및 평가	10
제3절 설계 보완	10
제4절 상세설계	12
제3장 4륜 전기차 제작	17
제1절 부품 발주 및 입수	17
제2절 차체 프레임 제작	18
제3절 부품 조립 및 완성	21
제4장 결론	22
제1절 문제점 분석 및 처리결과	22
제2절 총평	22

최종보고 요약문

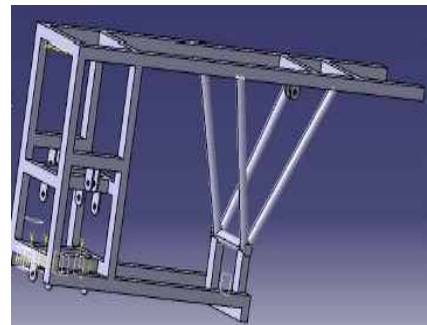
과제명	4륜형전기 자동차 설계 및 제작
팀명	Red Dot
팀원	푸자치 쉰자웨이 사위언 장하오난
과제기간	2016 년 9 월 1 일 ~ 2017 년 6 월 15 일

1. 개발내용 및 목표

본 과제에서 개발을 목표로 하는 것은 ATV이다. ATV란 ‘어떤 지형에서든 주행할 수 있도록 만든이다. 이것은 영문 머리글자를 조합해 만든 용어로, 길이 없는 오프로드(off road)에서도 주행할 수 있는 사륜차를 말한다. 조향장치, 조작방식, 동력전달방식 등이 이륜자동차와 유사한 구조로 되어 있다. 본 연구에서는 삶의 질을 향상시킬 수 있고 에너지를 절약하고 환경을 보호할 수 있다. 또한 사람이나 물건을 운송하고 심악한 환경에서도 좋은 전기형 4륜 만능차의 설계 및 제작을 목표로 한다.

2. 개념설계 및 상세설계

- 1) CAD Modeling을 통한 최적화 구조물 설계
- 2) 재료비 절감, 효율적 동력 전달을 위한 부품
: 자중, 승객 등의 무게와 마찰력을 이길 수 있는 동력 및 토크를 계산하여 효율적인 모터 선정 / 동력을 제공할 수 있는 Battery 선정
- 3) 편안한 탑승 위한 댐퍼의 설계 및 테스트



3. 제작

- 1) 사각 파이프 프레임 사용
 - 사이즈: 25mm x 25mm x 2.4mm
 - 무게 1.766kg/m
 - 항복 강도 235MPa
- 2) 부품 장착 및 사용자 탑승, 조향 기구를 소재 절단 및 용접을 통하여 구현



4. 시험 및 평가

- 1) 구동 시험: 제작된 4륜형 전기 자동차를 구동하여 장착 부품의 안정성을 평가
- 2) 최고 속도, 배터리 최대 충전 시 운전 시간 등 제작된 자동차의 성능을 평가

요약 1. 부품 및 제작비 사용내역

순번	부품 구매 및 제작 내용 상세	수량	소요예산(원)
1	배터리	4	136,000
2	댐퍼	2	52,700
3	DC모터	1	170,000
4	제어기	1	68,000
5	운송비	1	272,000
6	lifting lugs	1	100,000
7	퓨즈, 선, 나사못		10,000
8			
9			
총 액			808,700
예산지원 사업목록	기계공학부 실험실습비 활용		

요약 2. 설계구성요소 일람표

구 분		적용 내용	적용 여부	적용
설 계 구 성 요 소	설계 목표 설정	고객의 수요 파악, 설계 목표 설정과정과 내용을 기술한다.	○	1.2절 pp. 7
	합성	설계 과제에 사용한(적용된, 필요한) 여러 가지의 요소기술들의 합성내용을 기술한다.	○	1.3절 pp. 7
	분석	시장성을 포함한 경제성 분석, 기존제품의 기술과 설계과제에 적용한 기술 분석, 기존제품의 디자인과 설계과제에 적용한 디자인 분석 또는 기존제품의 활용상 편이성과 설계과제에 적용한 제품의 편이성을 비교 분석하여 기술한다.	○	1.3절 pp. 7
	제작	mockup(모형)제작, prototype(시제품) 제작에 관한 내용을 기술한다.	○	3.1절 pp. 17
	시험	시제품 성능시험에 사용한 기술과 방법, 사용 기구 등을 기술한다.	○	3.2절 pp. 18
	평가	시제품의 시험한 결과를 당초 예측대비 평가와 기존제품의 성능, 디자인, 활용성 등을 평가한 내용 기술한다.	○	34.2절 pp. 23

요약 3. 현실적 제한조건 일람표

구 분		적용 내용	적용 여부	적용
현 실 적 제 한 조 건	원가	인터넷을 통하여 가장 저렴한 부품을 구입하였다. 모터, 제어기, 조향장치 등을 기존 시판 완제품에 비해 훨씬 저렴하게 구매할 수 있었다.	○	
	안전성	승객의 무게, 자중 등을 고려하여 3가지 종류의 프레임 설계를 수행하였고, 최종적으로 선정된 사각 파이프의 용접을 통하여 운행 중 파손되지 않는 자동차를 설계, 제작하였다.	○	
	신뢰성	운행 시험 및 평가를 통하여 제품의 신뢰성을 확인하였다.	○	
	윤리성	내연기관을 대체할 수 있는 전기 자동차의 개발을 통하여 탄소 배출을 최소화할 수 있는 이동기기를 개발하였다.	○	
	미학	제작 과정의 어려움 등에 제약을 받았지만 시각적으로 가장 아름다운 형상으로 설계하려고 노력하였다.	○	
	사회에 미치는 영향	전기 자동차는 최근 급부상하고 있는 이동기기의 개발 추세로서 개발 기술은 사회의 긍정적인 발전에 도움이 된다.	○	

제 1 장 과제내용 및 목표

제 1 절 목적 및 필요성

1. 과제개발의 목적

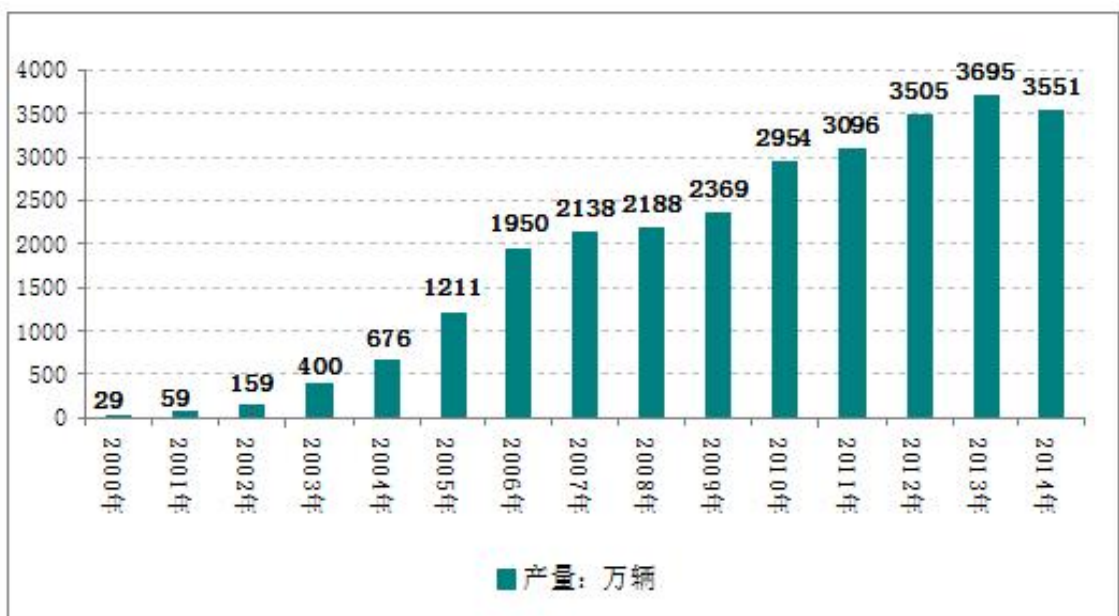
본 과제에서는 다양한 조건하에서 삶의 질을 향상시키는 것과 환경을 보호하는 것이 제일 중요하다. 현대사회가 끊임없이 발전하면서 시민의 문화 생활이 풍족하게 변화하고 있다. 그러므로 전천후 만능 이동장치인 ATV가 요즘 각처에서 많이 사용되고 있다. 그렇지만 지금 시장에서 판매되고 있는 ATV가 대부분 가솔린 에너지를 사용하고 있다. 그래서 이 과제는 삶의 질을 향상시키면서 환경보호를 위해 전기를 사용하는 자동차로 설계하고자 한다.

환경 오염중에서 배기가스가 가장 큰 비율에 속한다. 20세기에 들어 석탄 대신에 휘발유가 가장 큰 에너지원으로 사용되고 있으며, 이로 인해 환경오염도 심해지고 있다. 따라서 환경을 개선하기 위해 배기가스 없는 전기 ATV를 설계하는 것이 목적이다.

2. 과제개발의 필요성

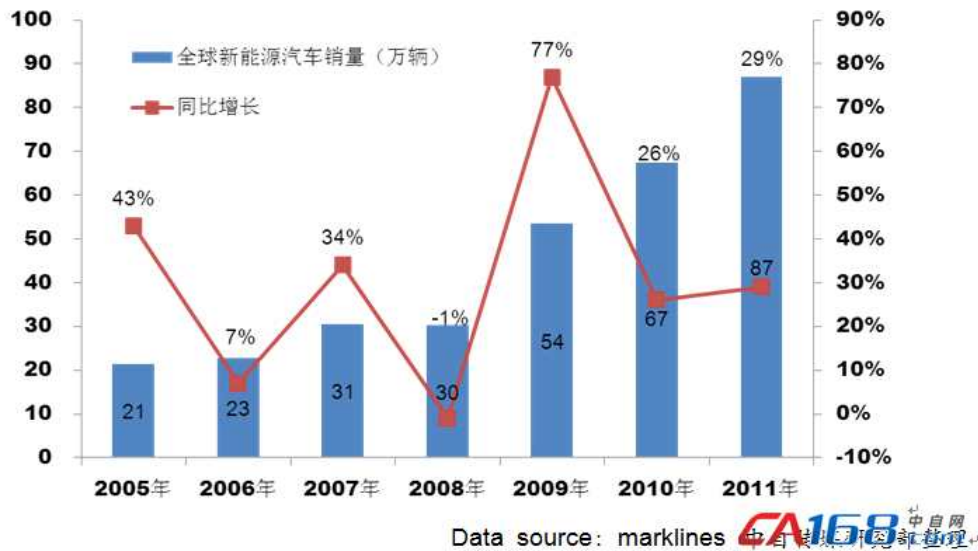
1) 전기 자전거를 사용하는 사람이 많아지고 있다.

21세기초부터, 특히 중국의 경우에는 환경 오염이 심해져 도시에서 오토바이 사용을 금지하고 있다. 따라서 [그림 1-1]에 나타난 바와 같이 중국에서는 전기로 움직이는 자전거를 생산하는 회사 많아지고 있는 추세이다. 2016년 중국의 전기 자전거 보유량은 2억대 가량되며, 향후 전기를 이용한 이동수단의 개발이 더욱 촉진될 전망이다.



[그림 1-1] 전기 자전거 생산량(중국)

2) 환경 보호 인식이 높아짐에 따라 전기차를 사용한 사람이 많아지고 있으며, 앞으로 전기차를 구매하는 사람이 더 많아질 전망이다.



[그림 1-2] 전기차 소비량



[그림 1-3] 전기차 개발 추세 예상치

3) 실용성이 좋다

- ❶ 실제 작업: ATV는 산지, 농장, 광산등 다양한 지형에서 다 사용할 수 있기 때문에 사람들이 많이 구매한다. 눈밭에서 사용할 때에는 체인만 결합하면 된다. 차 뒤에 트레일러도 추가할 수 있고 근무능률을 크게 증가할 수 있다.
- ❷ 레저 스포츠: 레저형 ATV는 가정과 놀이터에서 사용하기에 좋다. 이런 차는 사람들을 만족시킬 수 있고 조작 기술도 쉽기 때문에 남녀노소 누구나 다 탈 수 있다.

- ③ 걸음을 대신한 공구: 사람들은 가까운 곳에 갈 때 자동차 대신 사용할 수 있고 물건을 차에 적재할 수 있다. 그리고 ATV는 자동차보다 가격이 저렴하지 때문에 만약 가까운 곳에 가면 ATV가 더욱 효율적이다.

제 2 절 과제의 목표

간단하기는 하지만 배터리를 에너지원으로 하여 모터를 동력발생 장치로 이용하고, 각종 동력전달 기구와 조향장치를 가지고 있는 전기 자동차의 설계는 학부과정에서 습득한 기술을 집약적으로 표현할 수 있는 종합 기술이라고 생각한다. 따라서, CAD, CATIA 등의 실무 기술과 고체역학 등의 역학지식, 배터리 및 모터, 제어기를 사용하는 전기 기술을 총 망라하여 실제로 사람이 타고 다닐 수 있는 전기 자동차의 개발을 목표로 한다.

제 3 절 기대효과 및 활용방안

1} 기대효과

간단한 구조로 되어 있어서 이륜 오토바이처럼 남녀노소 누구나 손쉽게 조작이 가능하고, 어떤 지형에서도 주행 할 수 있다. 스포츠 레저 활동용으로도 쓸 수 있고 산림 지구에서 목재를 옮길 수 있고 아이의 장난감으로 사용할 수 있다.

2) 활용방안

기존 제품과 동일한 성능과 작동에 필요한 간단한 요소들을 이용해 구조적인 메커니즘을 구현 하였기 때문에 간단하고 비싸지 않게 제작되어 수요가 늘어날 것이다. 또한 간단한 조작으로도 쉽게 조작이 가능하기 때문에 관광지나 자기집에 배치되어 쉽게 활용될 수 있다.

제 2 장 개념설계 및 상세설계

제 1 절 개념설계

1. 이론적 배경

1) ATV의 기원

- 전기형 자동차가 최초로 1950년 미국 남부캘리포니아에 나왔다. 어떤 사람이 폐기된 차를 뜯어서 off-road 타이어를 설치해서 만든 제품이었다.

2) ATV의 발전

- ❶ 1970년- HONDA사가 US90이라는3륜ATV 출시했다.



- ❷ 1979년 - YAMAHA사가 설계한 ATV를 출시했다.



- ③ 1981년 - HONDA사가 고성능 2행정 3륜 ATV를 출시했다.



- ④ 20세기말~21세기초 - ATV의 대부분이 4행정 5단 변속을 사용하였다.

- ⑤ 2006년 - 봄바디어는 전기식 ATV 출시했다.



- ⑥ 2007년 - Racing용 ATV에 뒤차축 배치되었다.



3) ATV의 현황

- ATV는 ‘어떤 지형에서든 주행할 수 있도록 만든 자동차’로서 영문 머리 글자를 조합해 만든 용어이다. 길이 없는 오프로드(off road)에서도 주행할 수 있는 사륜차를 말한다. 조향장치, 조작방식, 동력전달방식 등이 이륜자동차와 유사한 구조로 되어 있다.
- ATV의 용도는 광범위하다. 스포츠 레저 활동용으로 쓸 수 있고, 산림 지역에서 목재를 옮길 수 있고 국방지역에서 순찰할 수 있다.
- ATV는 효율적인 제품이다. 그리고 시장 전망이 좋다.

제 2 절 해석 및 평가

1) 전기형 만능차(ATV)는 안전성이 우선되어야 한다.

- ❶ 제품의 구조는 합리하고 운행과 조작 시 안전 사고의 위험성이 없어야 한다.
- ❷ 제품의 부품을 안정하게 배치하고 내진성이 있게 설계해야 한다.
- ❸ 제품 원재료가 사람과 환경에게 위협과 손해를 주지 말아야 한다.

2) 전문적은 ATV 디자인때에 특정한 수요이다.

- 사용자의 수요, 사용 환경, 사용 시간, 사용 빈도와 소모 정도 등에 따라 맞춤형 방안을 설계해야 한다.

3) 좋은 공예성은 너무 중요하다.

- 차는 좋은 공예성을 있으면 사람이 사고 싶을 뿐만아니라 차에 대한 새로운 디자인 발전 방향에게 좋은 도움도 있다.

제 3 절 설계 보완

1) 현재 ATV디자인의 단점

- ❶ 현재 ATV는 성능이 모두 강하지만 모양도 크고 가격도 비싸다.
- ❷ ATV는 대부분모양이 비슷하게 생겼는데 아이덴티티와 구분 정도가 크지않다.
- ❸ 국내 사용자는 모두 중년인인데 사용하는 사람이 많지 않다.

2) 기존 제품의 분석

	- ATV의 디자인은 심플하게 되어있다. - 충돌 방지받침대가 있지만 안전하지 않아보인다.
	- 등받이가 있기 때문에 더 편하게 쓸 수 있다. - 색상도 매우 화려하다. - 모서리형의 라이트가 좋다. - 하지만 전체적으로 보면 중량감이 넘쳐난다.
	- 디자인은 더욱 섬세하다. - 부드럽고 매끄러운 곡면, 속도감 있는 가림막과 날카로운 앞부분을 있기 때문에 사람들에게 일종의 관성의 힘이 느낄 수 있다.
	- 기존 ATV의 모델과는 조금 다른 형태이다. - 모양, 색깔과 타이어 등 디자인이 좋다.
	- 기존 ATV와 다르게 생겼는데 빠른 속도, 붉은 색깔, 패기의 헤드 라이트와 삼각형의 차체 등 디자인이 매우 좋다.

제 4 절 상세 설계

1) 자체 설계

우리는 처음에 [그림 2-1]과 같은 모양을 설계하였으나 ATV의 새시가 너무낮아 안전하지 않았고, 물건을 싣을 수 없어 실용성이 떨어졌다. 따라서 실용성과 안전성을 높이기 위해 [그림 2-1]과 같은 모양으로 바꾸었다.



[그림 2-1] 초기 설계



[그림 2-2] 수정 설계

2) 부품 선정

① 모터 선정

- 큰 토크로 ATV의 좋은 가동과 가속 성능이 확보한다.
- 모터 외형이 작고 질량을 가볍게 한다.
- 모터의 신뢰성이 좋고 열악한 환경에서 사용할 수 있다.
- 운행할 때 소음이 작아야 한다.

이상의 내용을 종합해서 다음과 같은 사양의 모터를 선정하였다.

- 출력:60V/1000W
- 회전 속도:3000rpm/min
- 뒤차축 길이:78cm

2) 배터리 선정

- 사용 수명이 길어야 한다.
- 안전해야 한다.
- 높은 전류로 빠르게 충전할 수 있어야 한다.
- 고온이 견딜 수 있고 전기 용량이 커야 한다.
- 친환경적이어야 한다.

	일반 리튬 이온 배터리	리튬 이온 동력 배터리	인산철 리튬 배터리	니켈수소 배터리	단위 or test condition
표준 전압	3.6 or 3.7	3.6 or 3.7	3.2	1.2	V
작업 전압 범위	3.0-4.2	3.0-4.2	3.0-3.3	1.0-1.4	V
단위질량용량	180	130	130	80	mAh/g
단위중량 에너지	90-110	60-75	60-75	50-60	Wh/kg
단위부피 에너지	280-300	220-240	220-240	200-220	Wh/l
최고의충전율	0.2-0.5	0.5-1.0	0.5-1.5	0.2-0.5	C
근무 방전율	1	2	2	0.5	C m A
최고의방전율	1.5	5	10	2	C m A
순간 대전류 펄스	2	10	20	3	C m A (10s)
순환 수명	60% 100번	85% 300번	>95% 500번	<50% 50번	1 CnA 충전 2 CnA 방전
방전 전류가 클 때 순환 수명		60% 300번	>80% 300번	<50% 10번	1 CnA 충전 5 CnA 방전
안전	대폭발과 불타는것을 가능하다	폭발과 불타는것을 가능하다	불타지 않고 폭발하지 않다	불타는것을 가능하다	
전압은 0때에 30일동안 저장하는경우	손상과 유출하는것을 가능하다	손상과 유출하는것을 가능하다	손상되지 않다	손상과 유출하는것을 가능하다	

[그림 2-8] 배터리의 종류와 성능평가표

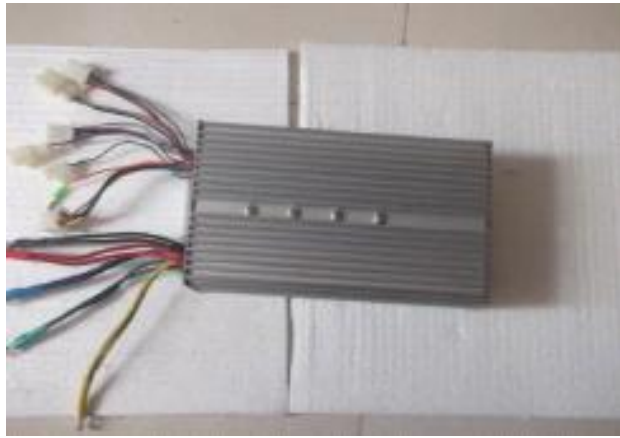
[그림 2-8]에 나타난 여러 가지 배터리 중에서 본 연구의 목적에 맞는 배터리로 일반 리튬 이온 배터리를 선택하였다. 12V, 18A의 배터리로서 본 제품에는 4개를 직렬 연결한다.



[그림 2-9] 최종 선정된 배터리

3) 제어기 선정

- 모터 회전의 제어: 전류를 컨트롤해서 모터의 회전 속도를 제어한다
- 선정된 제어기는 [그림 2-10]에 나타난 바와 같다.
- Rated Voltage :48v / Maximum Current: 28A ±1A



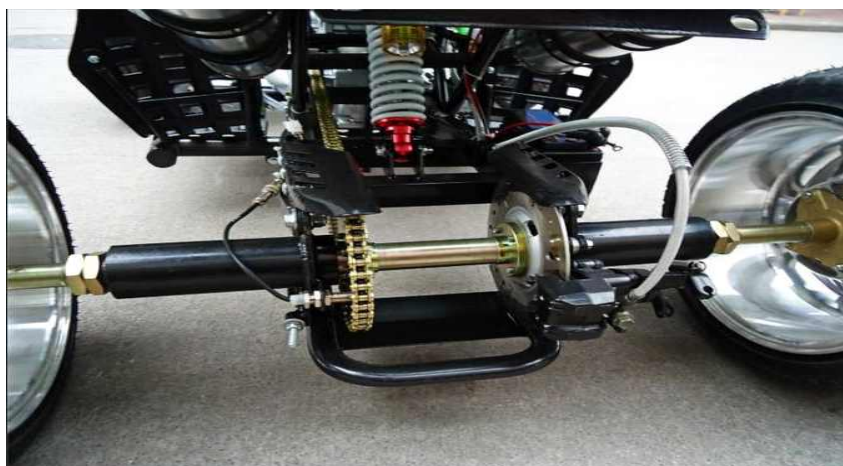
[그림 2-10] 지능형 브러쉬리스 제어기

4) 현가 장치

- 주행 중 지면에 의해 가해지는 충격의 완화를 위하여 스프링과 댐퍼로 이루어진 현가장치가 필요 / 전륜 측에서는 바퀴 당 각 1개씩의 현가장치를 구성하였고, 후륜측에는 중앙에 1개의 현가장치를 부착



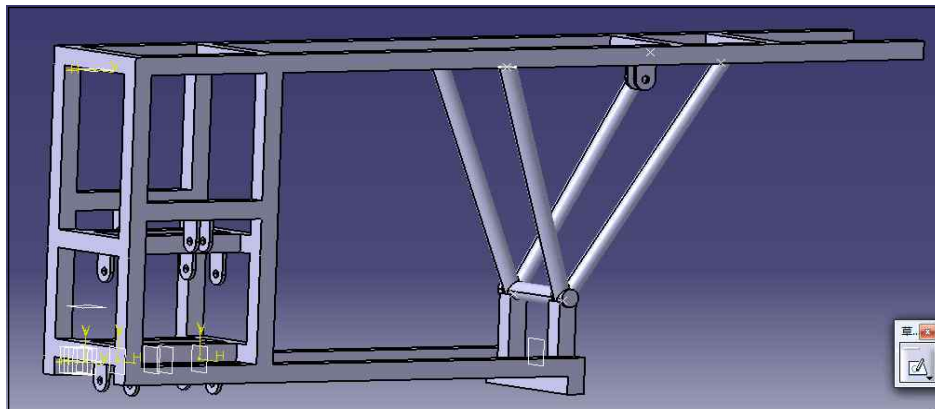
(a) 전륜 현가장치



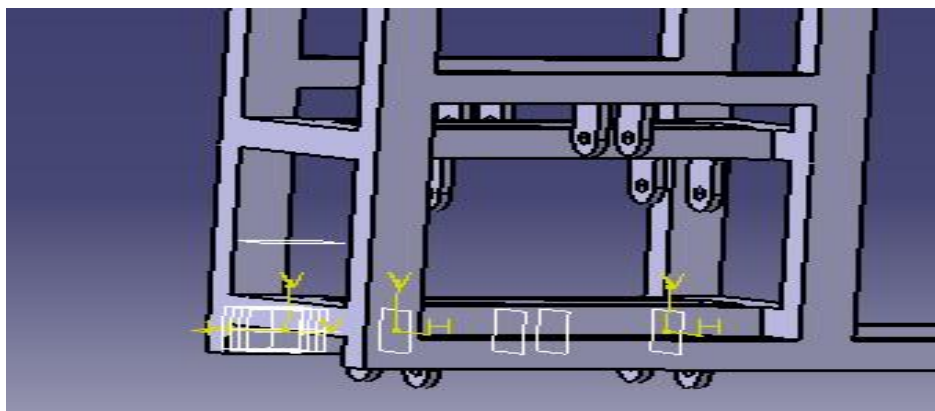
(b) 후륜 현가장치

[그림 2-11] 선정된 현가 장치

- [그림 2-12]에는 자체 프레임 설계도를 나타내었는데, 자체에 Lifting Lug를 사용하여 현가 장치를 조립한다.



(a) 전체 프레임

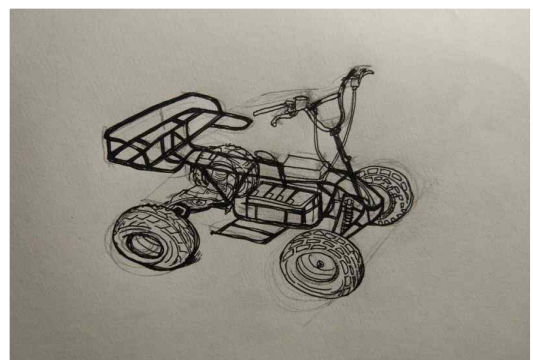


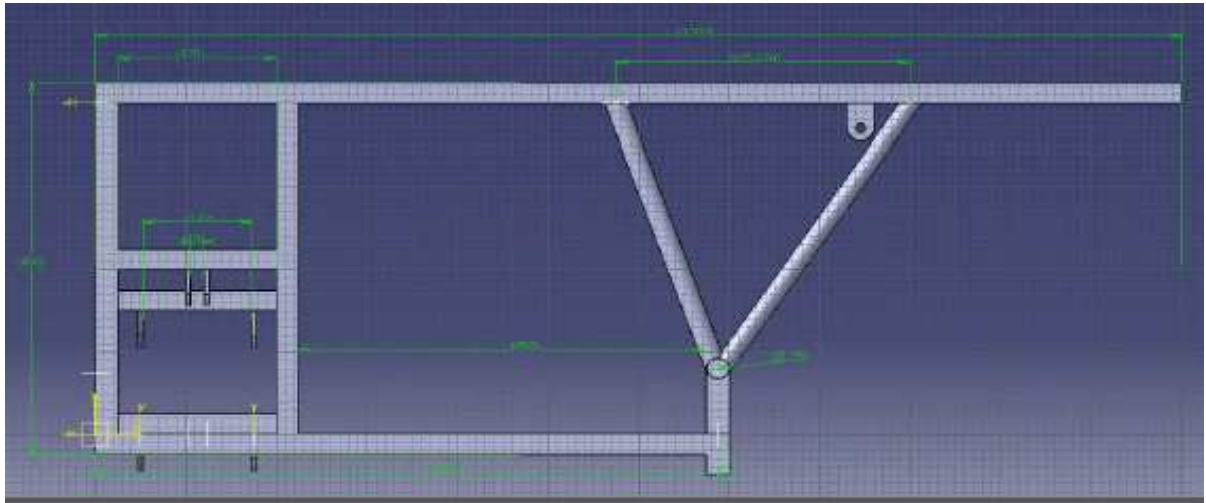
(b) 현가장치 조립부

[그림 2-12] 현가 장치 조립을 위한 자체 설계

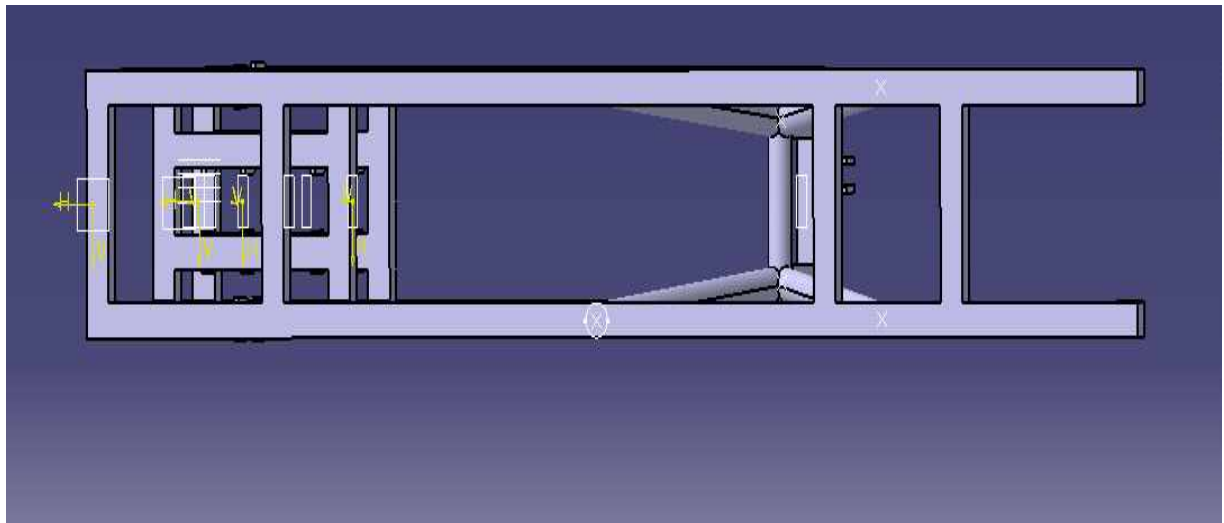
3) 프레임 설계

- 우측에 나타낸 개념도를 구현하기 위해 뼈대가 되는 프레임을 설계
- 모터, 제어기, 조향장치 등 주요 부품의 선정 및 구매는 모두 완료되었고, 이를 조립하기 위한 부착 구조의 설계가 필요

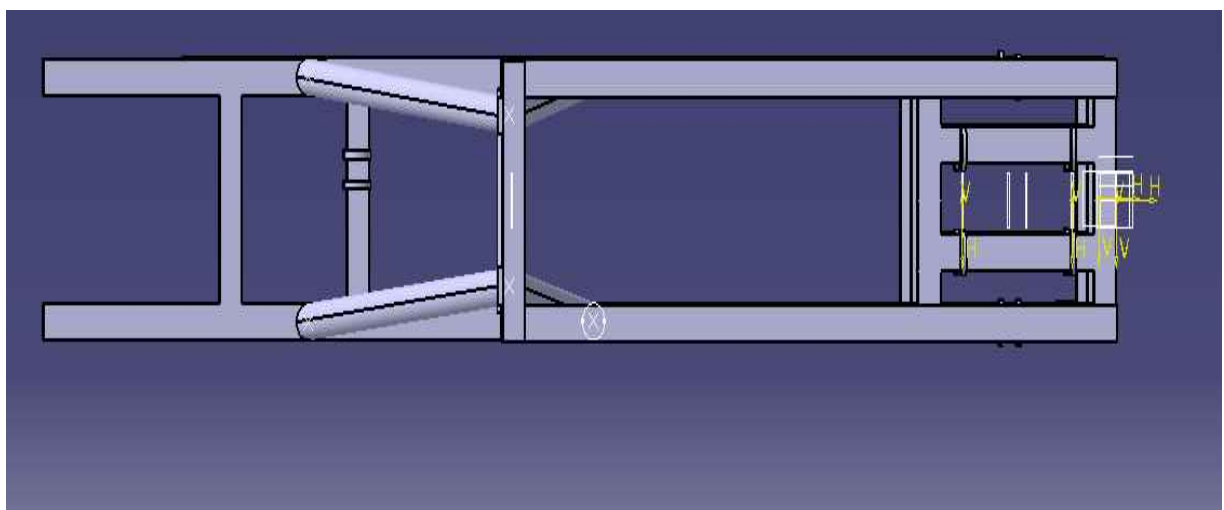




(a) Side View



(b) Top View



(c) Bottom View

[그림 2-13] 프레임 설계 도면(CATIA)

제 3 장 4륜 전기차 제작

제 1 절 부품 발주 및 입수

모터(출력:750w 안전전압:48v),배터리(전압:12Vx4),지능 브러쉬리스제어기(rated voltage :48v, maximum current: 28A $\pm$ 1A),타이어, 사각형파이프, 원형 파이프, 댐퍼, 전선, 나사못 총 9종의 부품을 발주, 입수하였다.



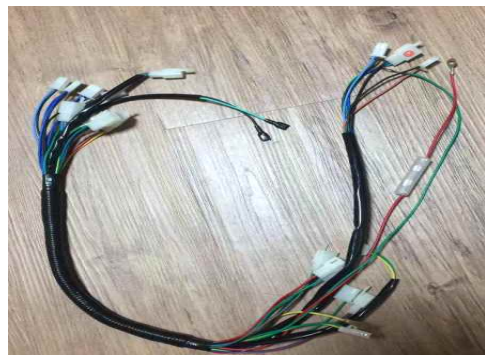
(a) 모터 및 변속기, 차축



(b) 배터리(12V, 4EA)



(c) 브러쉬리스 제어기



(d) 전선, 연결 커넥터



(e) 프레임용 각 파이프

[그림 2-14] 발주 및 입수 부품

제 2 절 차체 프레임 제작

1) 교실 책걸상을 이용한 프레임 제작

- 소재 입수의 편의성 및 창의적 디자인을 위하여 폐기된 책상의 뼈대 파이프를 이용하여 프레임 제작을 시도

-



(a) 폐 책걸상



(b) 소재 절단



(c) 용접

[그림 2-15] 제작(1): 폐 책걸상을 이용한 프레임 제작

- 폐 책걸상에 사용된 파이프는 두께가 너무 얇아 용접 시 구멍 및 균열이 발생하여 제품으로 사용이 불가능하였음



[그림 2-16] 폐 책걸상을 이용한 프레임 제작: 용접 불량

2) 원형 파이프를 이용한 프레임 제작

- 책걸상을 이용한 프레임 제작에서 용접 불량에 발생하였기 때문에 원형 파이프를 이용하여 프레임을 제작하였다.
- 프레임 제작은 가능하였으나 원형 파이프를 용접하다 보니 직각으로 형상을 맞추기가 어려워 최종 조립품은 형상이 뒤틀리게 되어 사용이 불가능하였다.



(a) 원형 파이프



(b) 파이프 절단 및 위치 표시



(c) 용접



(d) 프레임 완성

[그림 2-17] 원형 파이프를 이용한 프레임 제작

3) 사각 파이프를 이용한 프레임 제작

- 두께 2.8mm의 사각 파이프를 사용하였으며, 치수 정밀도 향상을 위하여 외부 전문가의 도움을 받아 용접을 진행하였다.
- 원하는 형상을 얻을 수 있어 최종 제품의 프레임으로 사용하기로 결정하였다.



(a) 사각 파이프



(b) 파이프 절단 및 위치 표시



(c) 용접



(d) 프레임 완성

[그림 2-18] 사각 파이프를 이용한 프레임 제작

제 4 장 결론

제 1 절 문제점 분석 및 처리결과

4륜형 전기 자동차의 설계 및 제작과정에서 다음과 같은 문제점이 발생하였다. 이러한 발생 문제의 해결을 통하여 보다 많은 지식을 얻을 수 있어서 보람이 있었다.

- 1) 제작 전에 재료의 강도를 정하지 않고 제작을 하여 프레임 제작에 소요되는 시간과 비용을 낭비했다. 처음에는 학교 책상의자로 프레임을 만들고 완성된 프레임 옆에 바퀴 지지대를 용접하여 각 부품을 연결하려고 했다. 그러나, 의자 파이프의 두께는 1.4mm로 매우 얇기 때문에 용접이 불가능하였다. 또한, $\phi 25\text{mm}$ 두께 2.4mm의 원형 파이프를 사용해서 프레임을 제작을 시도하였다. 용접은 가능하였으나 원형 파이프끼리 용접할 때 각도 오차가 많이 발생하여 최종 형상이 불안정했다. 이러한 치수 불안정은 사각 파이프를 사용함으로써 해결할 수 있었다.
- 2) 처음에 사용한 배터리 배선이 제어기 배선보다 굵어서 퓨즈가 끊어졌다. 그래서 배선의 굵기로 바꾸어 이 문제를 해결하였다.
- 3) 현가장치에 사용된 댐퍼가 부드럽기 때문에 프레임이 조금 기울었다.

제 2 절 총평

우리 조는 전원이 중국 학생으로 이루어져서 소재의 구입 및 가공, 용접 등에 어려운 점이 아주 많았다. 특히, 아이디어 선정에 있어서 여러 가지 어려운 점이 있었으며, 어떤 제품을 선정하고 그 제품의 목표를 정해 우리의 역량을 키워야 할지 고민이 되었다. 최종적으로 4륜형 전기 자동차 제작으로 방향을 잡아 연구를 수행하였다. 힘들기도 하였지만 최종적으로 제작된 자동차가 움직이는 모습을 보니 보람이 있었다.