

대학생 자작자동차대회 설계 비교 보고서



학교명	전남대학교	팀명	SEM			
팀장	윤서우	지도교수	이영달			
전년도 수상 실적	대상					
차량 내용						
구분	명칭	길이(mm)	폭(mm)	높이(mm)	무게(kg)	비고
전년도	썸썸이	2160	1170	1250	185	
올해	뉴썸썸이	2110	1150	1250	175	

상기 참가팀은 전년도 KSAE 대학생 자작자동차대회에서 상위 입상한바 다음과 같이 설계 비교 보고서를 제출합니다.

2025년 06월 15일

대학생 자작자동차대회 조직위원회 귀중

■ Summary

처음으로 대회에 출전한 차량인 만큼 차량의 구조적인 한계가 다수 발견되었고, 주행 시 드라이버의 불편함 또한 확인되었다. 이를 개선하기 위해 차량의 무게 중심과 구동 방식을 변경하였으며, 올해 새롭게 적용된 규정을 반영하여 프레임 소재 및 부품의 경량화에 중점을 두고 차량의 설계 및 제작을 진행하였다.

■ Preliminary Design

- 기존 차량 대비 휠베이스 길이를 50mm 감소
- 프레임 소재 및 모터 교체를 통한 경량화 추진
- 휠 및 타이어는 외경 10인치 규격의 부품으로 교체하여 차량 전폭 축소

구분	제원
전장 / 전폭 / 전고	2110 mm / 1150 mm / 1250 mm
윤거 / 축거 / 최저 지상고	104 mm / 135 mm / 9 mm
공차 중량	175 kg
모터 사양	5000W 165 35H V2 Mid Drive Motor
배터리 사양	51.8 V 78 Ah 14S30P
컨트롤러 사양	FarDriver 48 V 150 A BLDC

■ Detail Design

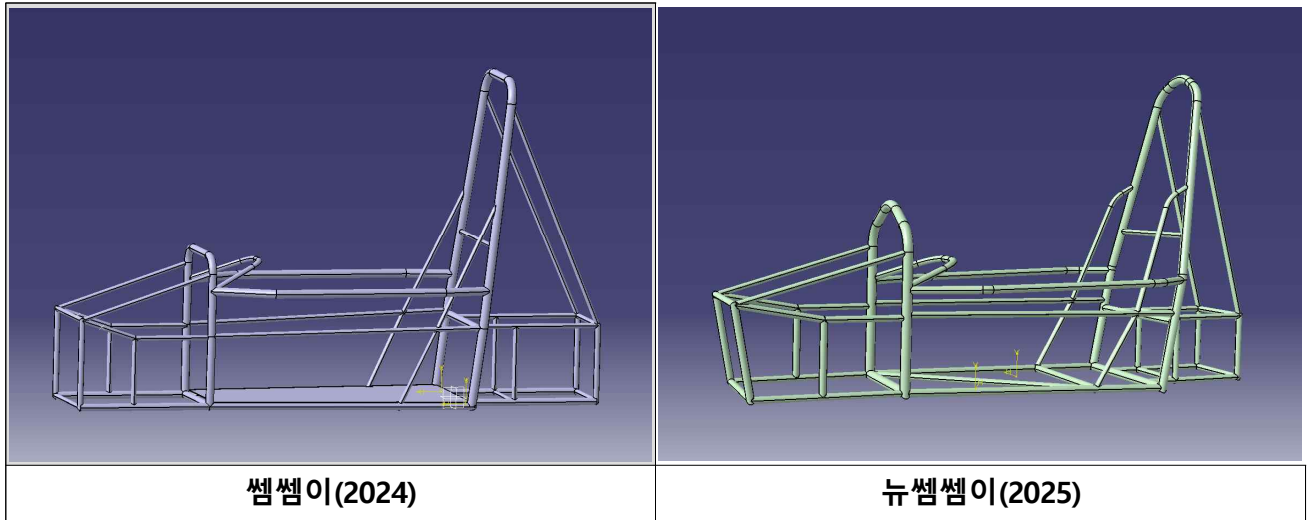
차량 프레임 재료 변경

올해 차량 설계에서 가장 중점적으로 개선한 부분 중 하나는 프레임의 경량화이다. 구조적 설계 변경만으로는 경량화 효과가 제한적이라 판단하여, 프레임 재료 자체를 변경하는 방향으로 설계를 진행하였다. 기존 차량에 적용된 BS흑관은 무게 및 강성 측면에서 불리했다고 판단하여 외경은 약간 증가하지만, 두께를 절반 수준으로 줄일 수 있는 냉각 압연 강관을 적용하였다. 이를 통해 차량의 구조적 강성은 확보하면서 프레임 무게를 효과적으로 절감할 수 있었다. 다만, 재료 특성상 냉간 압연 강관의 밴딩 가공성이 낮으므로 복잡한 곡률 가공이 요구되는 롤 후프 등 일부 구조에는 기존의 구조용 강관을 병행하여 사용하였다.

차량 프레임 구조 변경

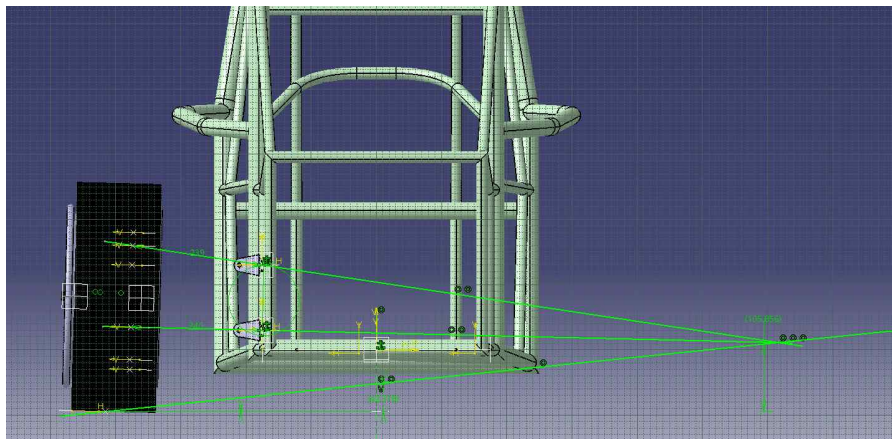
차량 구조 측면에서는 올해 추가된 규정 제5조 5항에 따라, 전방 롤 후프(FRH)의 최상단부보다 조향 휠이 낮게 위치해야 한다는 조건을 만족하기 위해 FRH의 높이를 상향 조정하였으며, 드라이버의 팔 움직임과 조작성 향상을 위해 사이드 임팩트바의 간격을 좌우로 각각 30mm 확장하였다. 추가로, 배터리를 드라이버 하체 공간 하부에 수직 방향 배치함으로써 배터리 무게가 차량 중심과

가깝게 분포되도록 하였다. 승차 공간의 전면부 가로 폭을 확장하여 배터리가 안정적으로 장착되도록 하였으며, 이를 통해 기존 차량에서 뒤쪽으로 치우쳐 있던 무게중심을 보다 전방으로 두어 코너링 시의 접지력 향상과 전반적인 차량의 주행 안정성 확보에 기여하였다.



서스펜션 구조 변경

코너링 시 발생하는 언더스티어 현상을 개선하기 위해, 음의 캠버 게인(Negative Camber Gain)을 확보할 수 있는 지오메트리를 적용하였다. 이에 따라, 기존의 구조에서 SLA(Short Long Arm) 방식의 더블 위시본 서스펜션으로 변경하여 차량의 선회 성능을 개선하였다.



이번 설계에서는 롤 센터(Roll Center)를 반영한 지오메트리 최적화를 통해, 42.578mm의 롤 센터 높이를 확보하였다. 이는 작년 차량에서 고려되지 않았던 항목으로, 기존 차량의 경우 상·하위 암의 연장선이 교차하지 않아 롤 센터가 정의되지 않는 구조적 문제가 존재하였다. 올해 차량은 이러한 기하학적 미비점을 해결하고, 모델 기반 설계를 통해 롤 센터 제어가 가능하도록 개선하였다. 또한, 최종 설계 결과 캠버 게인은 0.0574 deg/mm로 도출되었으며, 이는 주행 중 차체의 롤(Roll)에 따른 타이어의 접지면 유지에 효과적으로 작용한다.



후륜 서스펜션의 경우, 기존 인휠 모터 방식에서 싱글 모터 채용으로 변경됨에 따라 설계 수정이 진행되었다. 기존의 벨크랭크(Bell Crank)를 사용한 풀로드(Pull-Rod) 타입의 서스펜션은 인휠 모터의 배치로 인해 서스펜션 공간이 협소하여, 복잡한 구성의 풀로드 타입을 적용했을 때 구조적 복잡성과 더불어 벨크랭크의 내구성 문제가 지속적으로 발생하였다. 이에 따라, 새로운 설계에서는 싱글 모터 구조를 통해 확보된 후방 공간을 활용하여 전륜과 동일한 방식의 단순화된 풀로드 서스펜션 구조를 적용한 결과, 내구성 향상과 정비 편의성, 부품 호환성까지 함께 고려된 최적의 설계를 구현하였다.

너클(Knuckle) 및 허브(Hub) 구조 변경

휠 규격을 기존 12인치에서 10인치로 변경함에 따라, 너클 및 허브 시스템 전반에 대한 구조적 리디자인이 필요했다. 너클 형상은 기존 차량 대비 축소된 휠 내부 공간과 변경된 암(Arm) 길이 및 각도에 대응하기 위해, 로워암 및 어퍼암 연결부를 브라켓 방식으로 변경하여 설계 유연성을 확보하였다. 기존에는 암과 너클이 직접 연결되는 구조였으나, 브라켓을 사이에 둬으로써 조립 및 정비의 용이성과 설계 변경 대응성이 향상되었다. 추가로, 기존 너클 중앙에 존재하던 회전축 일체형 중심 구조물은 이번 설계에서 허브 쪽으로 기능을 이관하였으며, 휠 고정 방식 또한 볼트 체결 방식에서 센터락 방식으로 변경하였다.

모터 및 구동 방식 변경

지난해 사용한 인휠 모터는 저속과 중속 영역에서 높은 토크를 기반으로 우수한 가속 성능을 제공하였으나, 타 모터 방식 대비 고속 영역에서 성능 저하와 과도한 발열, 모터 중량 증가 등의 문제로 인해 주행 효율이 떨어졌다. 이러한 문제를 극복하고자 인휠 방식이 아닌, 싱글 모터를 사용한 체인 스프로킷 방식으로 변경하여 구동 효율성을 높이고, 중·고속 영역의 성능을 개선하여 발열과 무게 문제를 해결하는 것을 목표로 설정하였다. 올해 선정한 QS사의 165.35H V2 Mid Drive Motor는 기존 인휠 모터 대비 약 40%의 경량화를 달성하였다.



QS260 5kW In-Wheel BLDC Motor (2024)



5000W 165 35H V2 Mid Drive Motor (2025)

■ Manufacturing

프레임 제작 과정에서는 지그를 활용하여 정밀한 치수와 형상을 확보하였으며, (MIG/아크용 용접기)를 사용하여 접합부 간 결속력을 향상시켰다. 서스펜션 시스템은 새롭게 적용한 SLA 방식 더블 위시본 서스펜션을 기반으로, 설계된 캠버 게인과 롤 센터 지오메트리가 유지되도록 지그 기반으로 정밀 제작하였으며, 후륜 서스펜션은 벨크랭크를 제거함으로써 내구성을 높이고 정비성을 개선하는 방향으로 제작 단계에서 고려되었다.

■ Conclusion

올해 차량 개발은 처음 출전한 경험에서 얻은 다양한 피드백을 기반으로, 기존 차량의 구조적 한계와 드라이버 주행 시 불편 요소를 면밀히 분석하고 이를 개선하는 과정이었다. 특히, 차량의 무게 중심 조정과 구동 방식 변경을 통해 주행 안정성을 향상시켰으며, 추가된 규정에 유의하면서 프레임 재료와 주요 부품의 경량화에 집중하였다. 이번 차량 개발 과정은 단순 차량을 완성하는 것을 넘어, 새로운 제약 속에서도 최적의 성능을 구현하기 위한 팀원들의 설계적 고민과 기술적 시도가 어우러진 것이다. 우리 팀은 차량의 성능 향상뿐만 아니라, 완성도 높은 제작과 팀워크를 통해 발전 가능성을 증명하고자 하며, 이번 대회를 통해 실질적인 경험과 함께 유의미한 성과를 거두는 것을 목표로 하고 있다.