

대학생 자작자동차대회 설계 비교 보고서



학교명	한국기술교육대학교	팀명	자.연.인EV			
팀장	박지원	지도교수	조완기			
전년도 수상 실적	금상					
차량 내용						
구분	명칭	길이(mm)	폭(mm)	높이(mm)	무게(kg)	비고
전년도	B.T.G-3	2219.17	1587.36	1408.85	412	
올해	B.T.G-4	2269.35	1555.00	1430.75	380	

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

2025년 06월 14일

대학생 자작자동차대회 조직위원회 귀중

■ Summary

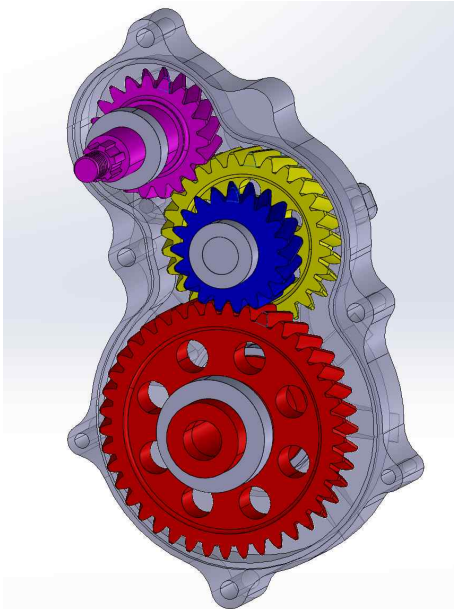
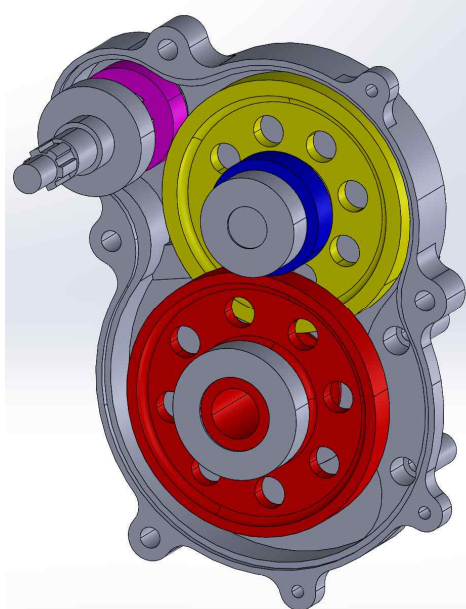
2025년 출전 차량 B.T.G-4는 주행 성능과 운전자의 조작 안정성을 극대화하기 위해 다방면의 설계 개선을 목표로 설계되었다. 특히, 구동 계통의 출력 한계를 개선하고 전장품의 배치 최적화, 서스펜션 지오메트리의 정밀 보정을 통해 전체 차량 성능의 균형을 도모하였다. 이전 차량인 B.T.G-3의 데이터를 기반으로 다양한 실주행 피드백과 구조 해석 결과를 반영하여 차량의 토크 전달력, 핸들링 응답성, 유지보수 효율성 등 전반적인 기능 향상을 추구하였다.

■ Preliminary Design

윤거(mm)	Front 1355.00
	Rear 1385
축거(mm)	1634.35
하중 배분(with driver)	5 : 5
Scrub Radius(mm)	42.76mm
Caster Angle(°)	7°
Roll Center(mm)	Front 213.92
	Rear 162.07
Powertrain	Front QS260 5000W (48V 5kW BLDC) X2
	Rear HPM-10kW (48V 10kW BLDC)
기어비	5.4545
Battery(Ah)	150Ah, 120Ah X2
Tire	25X8-12

■ Detail Design

1. 기어박스

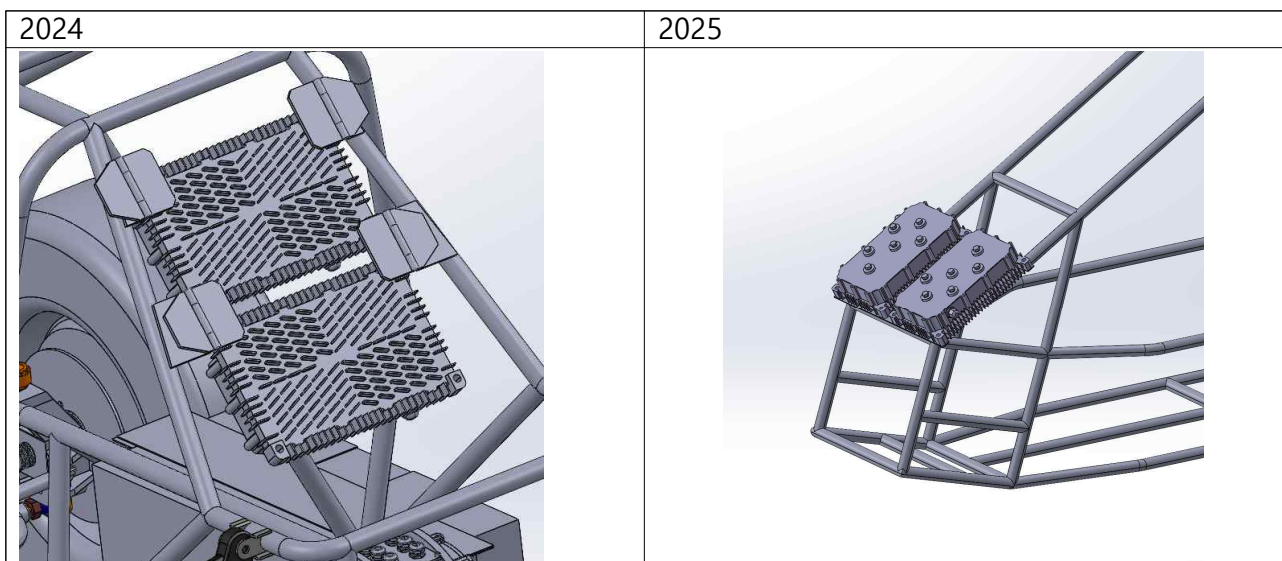
B.T.G-3 Gearbox	B.T.G-4 Gearbox
	

2024년 차량(B.T.G 3)에서는 종감속비 3.1799의 기어박스를 사용하였다. 그러나 기어비가 낮아 구동 시 후륜에 전달되는 토크가 부족하다는 문제가 발생하였다. 실제 대회 주행 중 언덕 및 저속 출발 시 원활한 가속이 어려워, 구동 성능의 한계가 확인되었다.

2025년 차량에서는 이러한 문제점을 개선하기 위하여 기어비를 5.4545로 증가시킨 새로운 기어박스를 설계 및 제작하였다. 기어비를 증가시킴으로써 후륜에 전달되는 토크를 증대시켜 언덕 구간이나 코너 탈출 시 보다 안정적인 가속이 가능하도록 하였다.

변경된 기어박스는 내부 강성 해석을 통해 기어 간 간섭을 최소화하였으며, 기어 이빨 형상을 재설계하여 동력 전달 효율 향상에 중점을 두었다. 또한, 기어의 이나비를 20mm에서 10mm로 줄여 경량화를 실현하였다. 이번 설계를 통해 차량의 구동 성능이 전년도 대비 실질적으로 향상될 것으로 기대된다.

2. 컨트롤러 위치

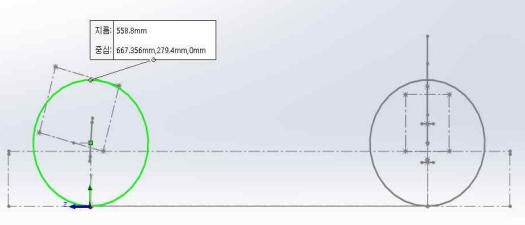
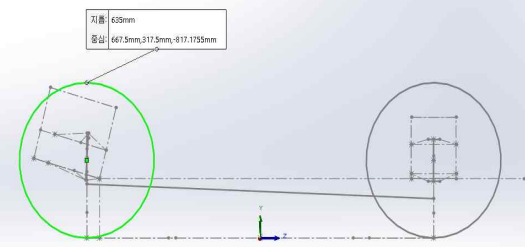


2024년도 차량 B.T.G 3에서는 자동차 컨트롤러가 차량의 후방, 후륜 BLDC 모터 인근에 위치해 있었다. 이와 같은 설계는 구조상 공간 활용에는 유리할 수 있으나, 컨트롤러의 냉각 성능이 떨어지는 문제가 있었다. 또한, 계기류와 전륜의 인휠 모터 등 주요 전장 부품들과의 거리가 멀어 배선이 길어지고 복잡해지는 단점이 존재했다. 이러한 배선 구조는 전기적 손실 증가, 신호 간섭 가능성, 정비성 저하 등의 문제를 야기할 수 있었다.

이에 반해, 2025년도 차량에서는 컨트롤러의 위치를 차량 전방으로 변경하였다. 이 같은 설계 변경을 통해 여러 기술적 이점을 확보할 수 있었다. 전방에 위치한 컨트롤러는 주행 중 외부 주행 풍을 직접적으로 받을 수 있어, 별도의 냉각 장치 없이도 효과적인 발열 냉각이 가능해졌다. 또한, 컨트롤러가 전방에 위치함으로써 계기류와 인휠 모터 등과의 물리적 거리가 가까워졌고, 그 결과 배선이 간결하고 최적화되었다. 이는 전기적 효율을 높이는 동시에 제작 및 정비 과정의 편의성을 크게 향상시켰다.

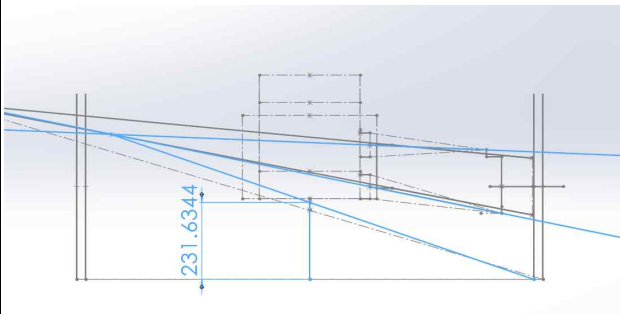
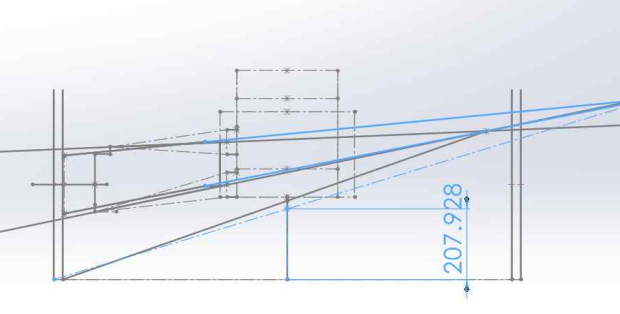
결과적으로 2025년도 차량의 컨트롤러 위치 변경은 냉각 성능 개선과 배선 최적화라는 두 가지 핵심 이점을 실현하였으며, 이는 전체 차량의 전기 시스템 효율 및 주행 안정성을 높이는 데 중요한 역할을 하였다.

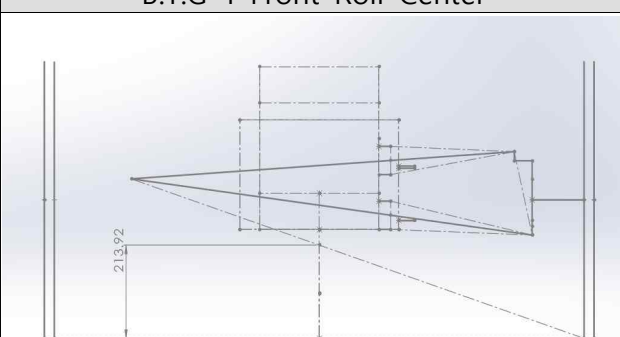
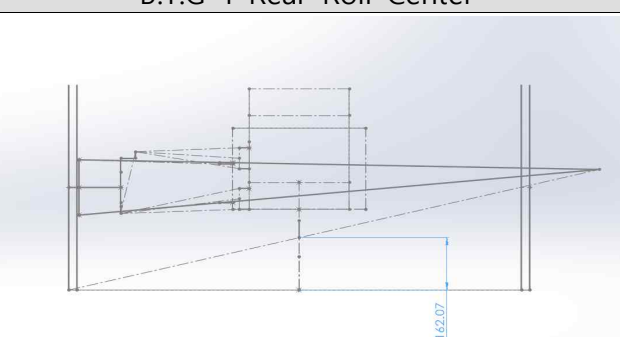
3. Geometry

B.T.G-3 Geometry side view	B.T.G-4 Geometry side view
	
22inch tire	25inch tire

본 차량은 오프로드 환경에 보다 나은 주행 안정성을 확보하기 위해, 기존의 22인치 타이어를 25인치 타이어로 변경하였다. 이로 인해 지상고가 소폭 상승하며 차량 하부 손상 방지와 벨지언 로드와 같이 경사면 장애물을 통과할 때 발생하는 충격 및 주행 저항을 최소화하기 위해 큰 직경의 타이어를 채택하였다.

4. Roll Center

B.T.G-3 Front Roll Center	B.T.G-3 Rear Roll Center
	
롤센터 [mm] 231.63	롤센터 [mm] 207.93

B.T.G-4 Front Roll Center	B.T.G-4 Rear Roll Center
	
롤센터 [mm] 213.92	롤센터 [mm] 162.07

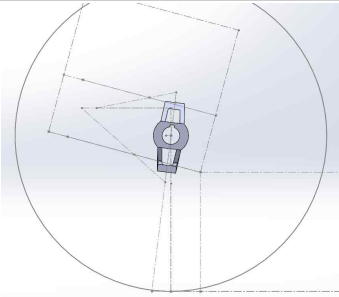
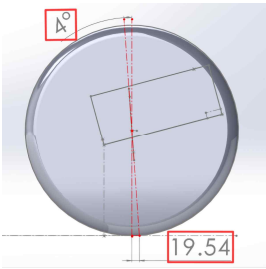
작년 차량은 선회 시 언더스티어 성향을 보이며 코너 진입 시 회전 응답성이 둔한 특징을 나타

났다. 이에 따라, 올해 차량은 보다 민첩한 조향 반응과 회전 특성 확보를 목표로 하여 롤센터를 재설계하였다. 프론트 롤센터는 231.63mm에서 213.92mm로, 리어 롤센터는 207.93mm에서 162.07mm로 변경하였다. 특히 전·후륜 롤센터 간의 높이 차이를 조정함으로써 롤축(Roll Axis)의 기울기를 변화시켰고, 이를 통해 차량의 선회 시점에서 후륜에 더 큰 롤을 유도하여 오버스티어 성향을 유발하도록 설계하였다.

5. 캐스터 트레일

B.T.G-3은 팀 최초로 전륜 인휠모터를 도입한 모델로, 기존 플랫폼과는 차별화된 설계를 요구했다. 그러나 과거 설계 데이터의 부재 속에서 캐스터 각을 과도하게 축소한 결과, 조향 복원력의 저하로 인해 핸들 조작 안정성이 떨어지는 문제가 발생했다. 특히, 인휠모터의 적용으로 전륜 현가하 질량이 증가하여 드라이버 피드백에 따르면 조향 응답성이 저하되고, 주행 중 피로감이 유의미하게 증가하였다.

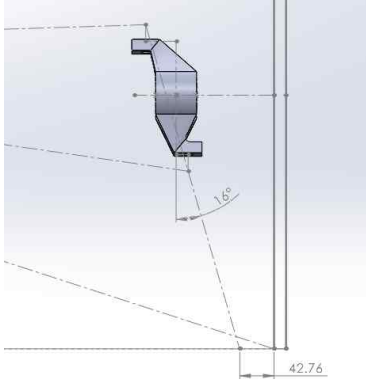
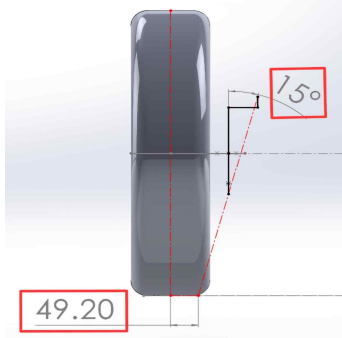
이에 따라 B.T.G-4에서는 캐스터 각을 기존 4°에서 7°로 증가시켜, 조향 시 복원력 강화를 통해 안정적인 핸들링을 확보하였다. 이로써 고속 주행 및 연속 코너링 상황에서 드라이버의 조작 피로를 경감하고 차량의 직진 안정성을 향상시키는 방향으로 설계를 수정하였다.

	B.T.G-4	B.T.G-3
캐스터 각	7°	4°
캐스터 트레일	38.986mm	19.54mm
Geometry		

6. Kingpin Offset(Scrub radius)

캐스터 트레일의 증가로 인해 조향 복원력이 강화되었으나, 이는 킹핀 오프셋과의 복합 작용으로 드라이버에게 과도한 조향 저항을 유발할 수 있다. 이를 고려하여 B.T.G-4에서는 킹핀 각을 기존 15°에서 16°로 소폭 조정하되, 킹핀 오프셋은 49.20mm에서 42.76mm로 감소시켜 전체 시스템 밸런스를 맞추었다.

이러한 조정은 조향 중 토크 전달의 효율성을 높이고, 조향 감도를 보다 예측 가능하게 만들어 주행 성능 전반의 향상을 도모하였다.

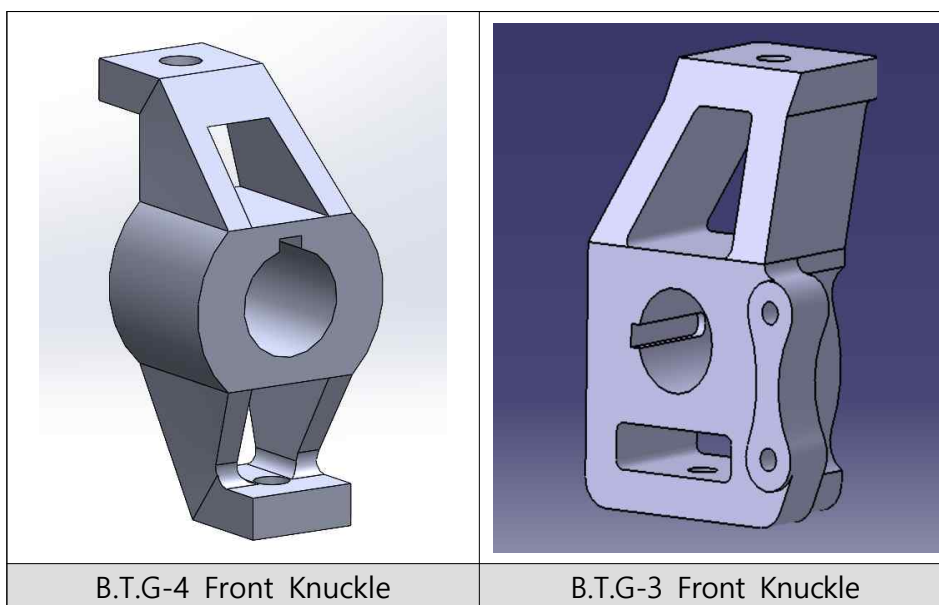
	B.T.G-4	B.T.G-3
킹핀 각	16°	15°
스크럽 반경	42.76mm	49.20mm
Geometry		

■ Manufacturing

B.T.G-4 차량부터는 기존에 외주에 맡기던 전륜 너클을 앞으로는 팀 내부에서 직접 CNC로 가공할 예정이다. 이를 통해 설계 정밀도를 보다 효과적으로 확보하고, 원하는 공차를 안정적으로 맞출 수 있을 것으로 기대된다. 또한 시제품 제작 이후 설계 변경 사항에 대해 빠르게 대응할 수 있어 개발 과정의 유연성과 완성도를 높일 수 있다.

직접 가공을 통해 구조적 강성과 표면 품질 역시 향상될 전망이다. 베어링 삽입면이나 모터 결합부와 같이 정밀도를 요구하는 부위에서 정밀 가공을 통해 조립성과 기능 신뢰성을 높일 수 있으며, 인휠모터 결합부의 협소한 공간을 고려한 형상 최적화도 유리하다.

비용적인 측면에서도 장기적으로는 외주 제작 대비 반복 가공 시 단가 절감 효과가 있고, 납기 지연이나 품질 이슈로 인한 재작업을 줄일 수 있어 전체 제작 일정의 안정성이 향상될 것으로 예상된다. 정비성과 조립성을 고려한 직접 가공은 향후 차량 제작의 자율성과 효율성을 높이는 중요한 기반이 될 것이다.



■ Conclusion

B.T.G-4는 B.T.G-3에서 확인된 한계를 명확히 분석하고 이를 기반으로 구조적, 기계적, 전기적 개선을 종합적으로 반영한 차량이다. 기어비 향상을 통해 구동 토크를 증가시켰으며, 전장품의 최적화된 배치와 냉각 성능 개선으로 신뢰성을 확보하였다. 또한, 서스펜션 지오메트리 및 조향계 재설계를 통해 주행 안정성과 조작 응답성을 대폭 향상시켰다.

이번 차량 개발은 단순한 성능 향상을 넘어 유지보수성과 제작 효율까지 고려한 전방위적 개선의 결과물이며, 대회 성과는 물론 향후 차량 개발의 기초 데이터를 제공하는 데 큰 의미가 있다. 팀원들과 열심히 준비한 만큼 올해도 좋은 성적을 기대한다.