

대학생 자작자동차대회 설계 비교 보고서



학교명	영남대학교	팀명	천마DM (CMDM)			
팀장	정도현	지도교수	유기수, 남강현			
전년도 수상 실적	e-Formula 은상					
차량 내용						
구분	명칭	길이(mm)	폭(mm)	높이(mm)	무게(kg)	비고
전년도	ZE-08	2943mm	1357mm	1280mm	260kg	
올해	ZE-09	2890mm	1390mm	1228mm	245kg	

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

2025년 06월 03일

대학생 자작자동차대회 조직위원회 귀중

■ Summary

2025년 천마DM ZE-09차량은 기존의 EMRAX 208 모터 대신 고성능 EMRAX 228모터를 채택하고, 기존 Side Diffuser 중심의 공력 설계에서 벗어나 Front wing, Side Diffuser, Rear Wing를 포함한 Full-areodynamics 패키지를 적용한다.

올해 차량의 목표는 EMRAX 228 모터와 Full-Areo패키징 최적화를 통해 차량 운동성능을 극대화 하는 것 이다.

이를 위해 각 파트별로 경량화, 차량 강성 증대, 냉각 성능 안정화, 파워트레인 및 모터 제어 최적화를 세부적인 목표로 정했다.

■ Preliminary Design

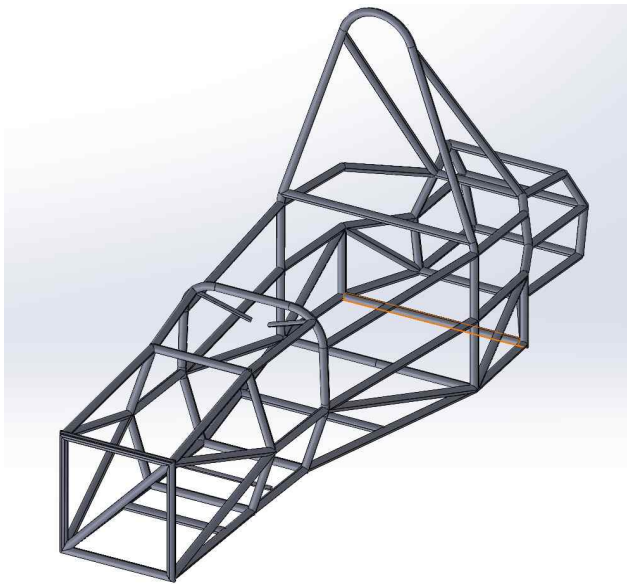
ZE-08 차량 제원	전륜	후륜
전장 / 전폭 / 전고	2943mm / 1357mm / 1280mm	
축거	1550mm	
윤거	1170mm	1160mm
공차 중량(실측) (드라이버 미포함)	260kg	
무게배분 비율 (드라이버 포함)	48%	52%

ZE-09 차량 제원	전륜	후륜
전장 / 전폭 / 전고	2890mm / 1390mm / 1228mm	
축거	1550mm	
윤거	1200mm	1190mm
공차 중량(설계) (드라이버 미포함)	245kg	
무게배분 비율 (드라이버 포함)	49%	51%

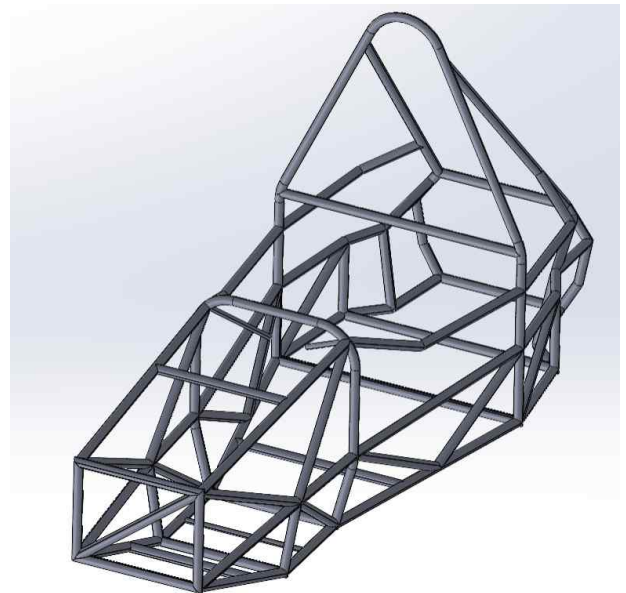
윤거(휠 트레드)는 30mm 증가시켜 롤에 의한 하중 이동을 줄이도록 설계했다. 각각의 파트에서 경량화를 통해 전체 중량은 약 15kg 감소했으며, 무게 배분은 미세하게 조정했다.

■ Detail Design

① 프레임



< ZE-08-Frame >

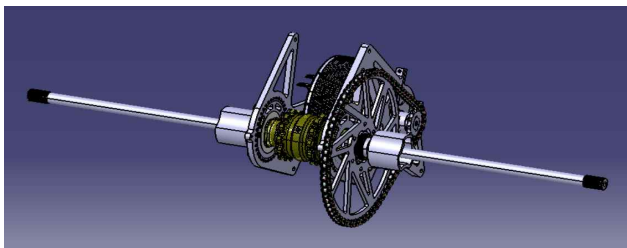


< ZE-09-Frame >

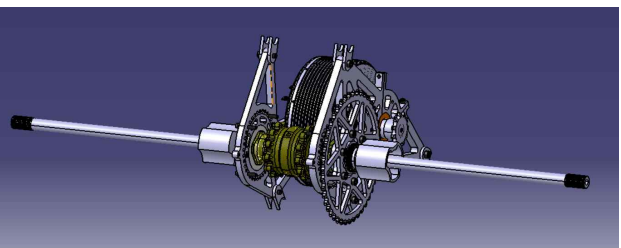
이전 차량인 ZE-08의 프레임은 높은 비틀림 강성을 목표로 설계하여 높은 비틀림 강성은 확보하였지만 경량화에는 실패하였다. ZE-09 프레임 설계의 목표는 Ansys static structural을 사용한 해석을 통해 높은 비틀림 강성을 확보하며 경량화를 목표로 하였다.

기존 차량의 프레임 무게인 45kg에서 34.7kg으로 약 23% 경량화하였으며, 기존 차량의 비틀림 강성인 $2500Nm/deg$ 에 비해 작은 수치이지만 $2400Nm/deg$ 을 달성하며 목표 비틀림 강성을 달성하였다.

② 파워트레인



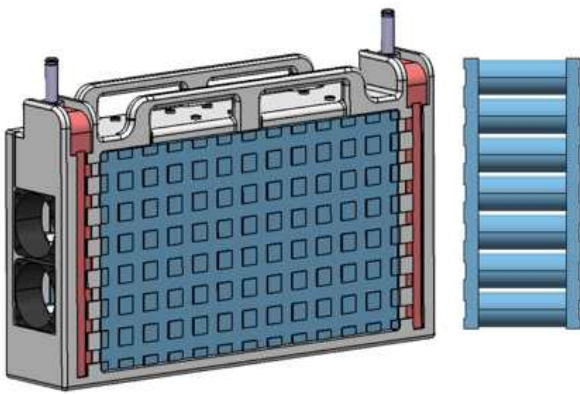
<ZE-08 Powertrain>



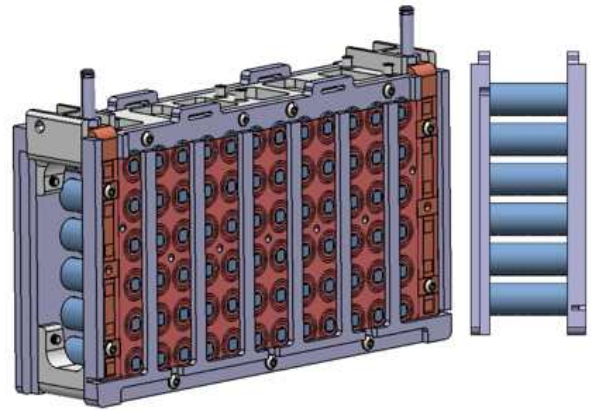
<ZE-09 Powertrain>

작년 ZE-08차량 대비 ZE-09차량의 가장 큰 변화 중 하나는 모터의 변화이다. 기존 EMRAX 208 MV 대신 EMRAX 228 MV를 사용하였다. EMRAX 228은 EMRAX 208에 비해 더 높은 출력과 동일 전류에서 더 높은 토크를 제공한다. 이로 인해 기존의 5.18의 기어비에서 4.09로 기어비를 축소하였다. 또 이번 ZE-09차량에는 구동축으로 기존의 중실 축 대신 중공축을 채택하고 기어비의 감소로 스프라켓을 경량화하여 최종적인 Drive Train Assembly의 경량화를 이뤄낼 수 있었다.

③ 축전지



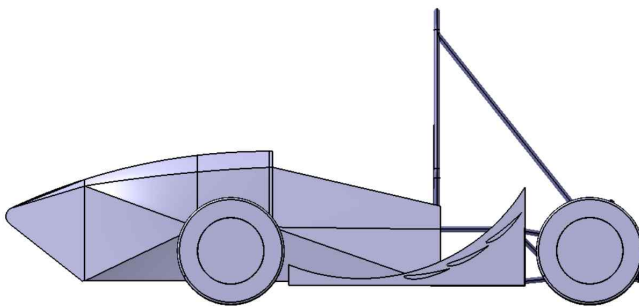
<ZE-08 세그먼트>



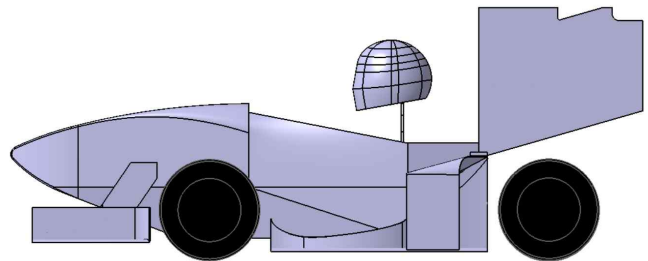
<ZE-09 세그먼트>

ZE09 축전지는 지면으로부터의 수직 높이 최소화와 냉각 효율 향상을 목표로 설계되었다. 이를 위해 기존 Samsung 21700-40T 12S7P 세그먼트 구성을 Molicel 21700-P45B 모델로 변경하고, 1Series 줄인 12S6P 구조로 최적화하였다. 이를 통해 셀 사이 간격을 3.2mm 확대하여 기체 유로를 확보하였으며, 축전지 박스 높이를 47mm 낮추고, 각 세그먼트의 무게를 1kg 경량화할 수 있었다.

④ Aerodynamics



<24년 차량 ZE-08>



<25년 차량 ZE-09>

올해 차량은 2024 Formula Student Korea 내구레이스의 짧은 직선과 중저속 코너 중심의 레이아웃에 대응하기 위해, 높은 다운포스를 주요 컨셉으로 채택하였다. 공격적인 형상의 윙을 적용해 다운포스를 극대화하였고, 사이드 디퓨저는 높은 outlet에서도 박리를 방지하며 강한 업워시를 유도하도록 개선하였다. 또한 라디에이터가 측면으로 이동되어, 이벤트별로 윙 세팅을 조절함으로써 냉각 성능과 차량의 동적 성능 간 균형을 도모하였다.

■ Manufacturing



<ZE-08 Front Upright>



<ZE-09 Front Upright>

ZE-08 차량의 전륜 업라이트는 스틸 소재를 레이저 컷 후 용접을 통해 제작되었다. 이 방식은 비교적 저렴한 비용으로 제작이 가능하다는 장점이 있지만, 용접 과정에서 발생하는 열변형으로 인해 하드포인트의 정밀도가 떨어지고, 전체 무게 또한 알루미늄에 비해 무거워지는 단점이 있다. 특히, 조향 및 서스펜션 관련 부품의 정밀도에 영향을 주기 때문에 차량의 운동 성능 저하에도 치명적이다.

반면, ZE-09 차량의 전륜 업라이트는 알루미늄 7075-T6 소재를 사용하여 CNC 정밀 가공으로 제작되었으며, 무게는 485g으로 ZE-08 대비 약 900g이 경량화를 이루어 냈으며 전년도에 발생한 열변형 문제를 해결할 수 있었다.

■ Conclusion

올해 천마DM의 ZE-09는 E-formula의 새로운 도전을 한다. 기존에 사용하던 EMRAX 208 모터 대신 고성능 EMRAX 228 모터를 적용하고, 배터리 역시 Samsung 21700-40T 12S7P 구성에서 Molicel 21700-P45B 12S6P로 최적화하여 경량화 및 냉각 성능을 동시에 개선하였다. 또한 Full-Aero 패키징을 포함한 모든 시스템을 재설계하여 전반적인 효율 향상에 중점을 두었다. 이러한 구조적 변화에 설계 성능을 검증하고, 최적의 세팅을 도출하기 위한 반복적인 주행 테스트가 필수적이다.

충분한 테스트와 피드백을 통해 미비한 부분을 보완하고 완성도를 높인다면, 대회에서 우수한 성과를 거둘 수 있을 것으로 기대된다.