

KSAE 대학생 자작자동차대회 설계 비교 보고서



학교명	국민대학교	팀명	KOOKMIN RACING KEF-21			
팀장	오 상 원	지도교수	최 응 철 교수님			
전년도 수상 실적	2020 KSAE Formula 최우수상					
차량 내용						
구분	명칭	길이(mm)	폭(mm)	높이(mm)	무게(kg)	비고
전년도	KOOKMIN RACING F-20	2996	1372	1173	210	600cc 급 C-formula
올해	KOOKMIN RACING KEF-21	1382	2754	1137	214	80kW 급 E-formula

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

2021 년 05 월 31 일

대학생 자작자동차대회 조직위원회 귀중

- 주의사항 : 보고서를 미제출하였을 경우 총점의 20%가 감점됩니다.
보고서는 최대 5장을 넘지 않도록 작성하시고, 증빙자료 (사진, 설계도 등)를 첨부하시기 바랍니다.
- 작성포맷 : 글씨체 맑은고딕 11pt, 글자색 검정, 줄 간격 160%, 좌우여백 18mm로 작성
(작성 시 위의 주의사항과 작성포맷은 삭제)

■ Summary

금년도 KOOKMIN RACING KEF-21 차량은 80kW급 E-formula 차량입니다. 작년도 KOOKMIN RACING F-20 차량은 600cc 급 내연기관 차량이었지만 올해 설계, 제작된 KOOKMIN RACING KEF-21 차량은 작년 출전하였던 KOOKMIN RACING KEF-20 차량을 기반으로 새로운 전기 차량을 설계, 제작하였습니다.

이번 KOOKMIN RACING KEF-21 차량은 [E-formula 차량의 안정성 확보]를 공동 목표로 설계, 제작되었습니다. 작년 KOOKMIN RACING F-20 차량은 C-formula로의 정점을 찍은 차량이었고 KOOKMIN RACING KEF-20 차량은 E-formula로의 성공적인 데뷔였습니다. 이번 우리의 목표는 C-formula 만큼의 안정성을 확보한 차량을 설계, 제작하는 것을 목표로 하였습니다.

처음 설계를 진행하면서 새로운 Chassis system에 대한 논의도 많이 하였지만 동력원이 바뀐 상황에서 Chassis system에 대한 투자를 줄이고 변화된 Powertrain에 더욱 많은 투자를 통하여 차량의 안정성을 확보하는 것이 급선무라고 생각하였습니다.

■ Preliminary Design

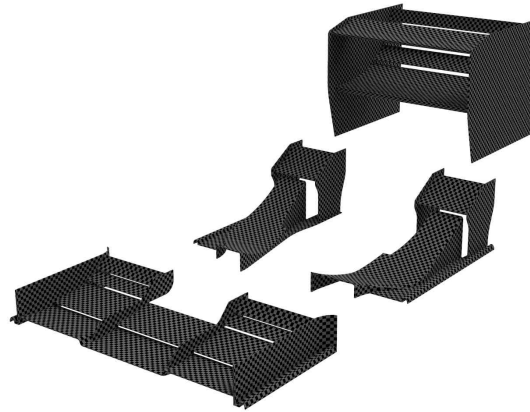
F-20 차량 제원	앞 (전륜)	뒤 (후륜)
전장 / 전폭 / 전고 (mm)	2996 mm / 1372 mm / 1173 mm	
축거 : 휠베이스 (mm)	1530 mm	
윤거 : 트레드 (mm)	1170 mm	1150 mm
공차중량(실측) (kg) (드라이버 미포함)	총 중량 : 210 Kg	
무게배분 비율 (%) (드라이버 포함)	48.1%	51.9%

KEF-21 차량 제원	앞 (전륜)	뒤 (후륜)
전장 / 전폭 / 전고 (mm)	2754 mm / 1382 mm / 1137 mm	
축거 : 휠베이스 (mm)	1,555 mm	
윤거 : 트레드 (mm)	1,180	1,170
공차중량(설계) (kg) (드라이버 미포함)	총 중량 : 214.01 kg	
무게배분 비율 (%) (드라이버 포함)	48.6%	51.4%

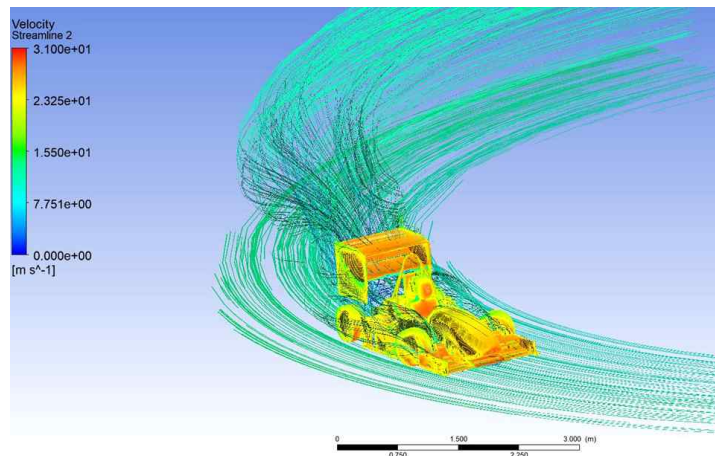
이번 KOOKMIN RACING KEF-21 차량의 경우 KOOKMIN RACING F-19와 CFRP Monocoque body를 공유하기 때문에 전반적인 Chassis system의 레이아웃은 거의 동일합니다. 또한 KOOKMIN RACING KEF-20 차량과는 최소한의 Chassis 수정이 있었습니다. 가장 큰 차이점이 있다면 KOOKMIN RACING KEF-20 차량과 동일한 Powertrain을 사용하지만 높은 출력을 커버하기 위해서 Aerodynamic parts를 다량 적용하였습니다.

■ Detail Design

앞서 서술한 바와 같이 이번 KOOKMIN RACING KEF-21 차량의 경우에는 Full Aerodynamics Car입니다. KOOKMIN RACING KEF-20 차량과 동일한 샤시, 동일한 Powertrain을 사용하지만 KEF-20 차량에서 Powertrain에 대한 어느정도 검증을 끝냈기 때문에 본 Powertrain에 맞는 Aerodynamic parts들을 설계하였습니다.



하지만 기존 KOOKMIN RACING에서는 직진 상황에 대한 해석만을 진행하였습니다. 하지만 이번 KOOKMIN RACING KEF-21 차량의 경우 Ground Effect를 최대한 활용한 설계를 진행하였고 KSAE 코스 특성상 직진 상황보다 선회 상황이 더 많은 것을 고려하여, SKID Pad 상황과, 여러 선회 상황을 고려한 설계를 진행하였습니다.



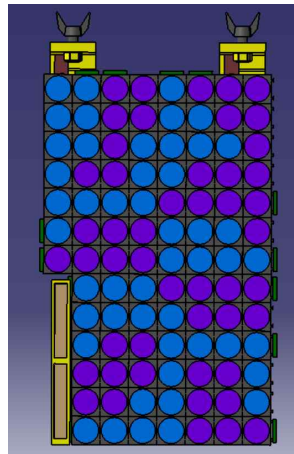
이에 따라 KOOKMIN RACING KEF-21 차량은 높은 다운포스를 확보하고 Downforce가 향상되었음에도 불구하고 Drag는 더욱 감소하였습니다.

@80kph	Downforce	Drag
KEF-21	1,256N	518N
F-19	1,128N	565N
KEF-20	154.4N	212N

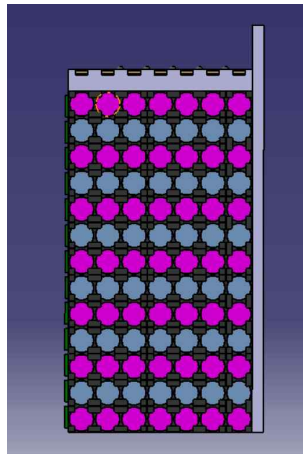
11.3% 증가 (KEF-21 vs F-19)
713% 증가 (KEF-21 vs KEF-20)
8.3% 감소 (KEF-21 vs F-19)

또한 이번 작년 E-formula 차량의 가장 큰 문제 중 하나가 Battery System의 안정성이 매우 떨어진다는 것이었습니다. 실제로 대회 중 계속 문제가 발생하였기 때문에 모든 이벤트를 진행하는데 문제가 없는 Battery를 설계하는 것을 주 목표로 삼았습니다.

1차적으로 KEF-20 차량의 불규칙한 Battery Cell 구조를 규칙적으로 변화시켰습니다.

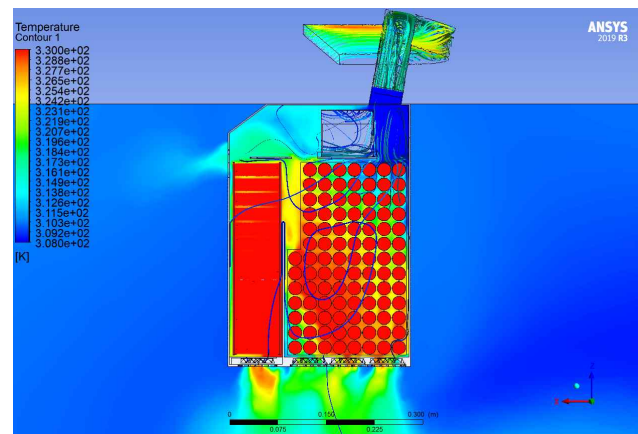
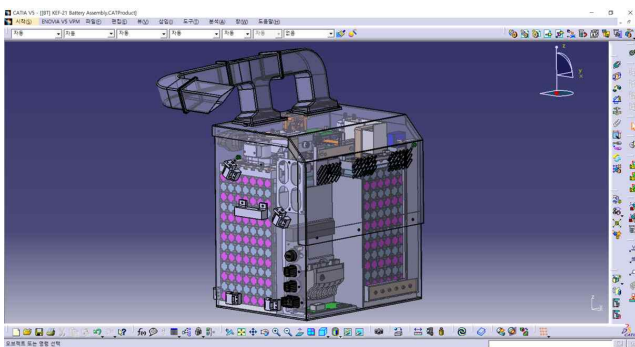


[KOOKMIN RACING KEF-20 Battery Segment]



[KOOKMIN RACING KEF-21 Battery Segment]

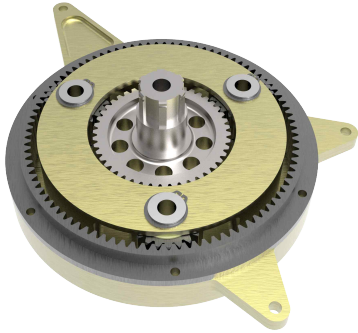
또한 Battery를 안정적으로 운용하기 위해서는 Battery에서 발생되는 열을 잘 관리해줘야 한다고 생각하였습니다. 이를 위해서 기존 내부 팬만을 이용해서 냉각을 했던 Battery Box를 Air Duct를 활용하여 충분한 주행풍을 공급할 수 있도록 설계하였습니다.



■ Manufacturing

이번 차량에서는 Chassis system을 거의 변경시키지 않았기 때문에 제작 과정 또한 대부분 동일하였습니다. 대신 차량 경량화를 주 목적으로 설계를 수정하였고 제작하였습니다.

가장 대표적인 부분이 유성기어 시스템입니다. 기존 저희 유성기어의 Planetary Carrier의 경우 SCM 440 재료를 사용하였지만 여러 해석 과정을 거쳐 안정성을 충분히 확보하고 AL-7075 T6 재료로 변경하여 약 1.2kg의 경량화를 진행 할 수 있었습니다.



[Aluminium Carrier를 적용한 유성기어]

이외에도 Battery Mount 또한 기존 SCM 420 재료에서 AL-7075 T6 로 변경하면서 규정상 만족시켜야 하는 15kN을 견딜 수 있지만 개당 약 80g, 총 800g 정도를 경량화 하였고 여러 부분에서 형상 및 재료를 변경시켜 Aerodynamics parts를 적용하였음에도 약 12kg의 추가 중량만으로 차량의 성능을 끌어올릴 수 있었습니다.

■ Conclusion

이번 KEF-21 차량은 E-formula이지만 C-formula 만큼의 안정성을 확보하는 것을 목표로 개발되었습니다. 작년의 KEF-20 차량 대비 눈에 띄는 변화는 많이 없지만 E-formula 특성상 눈에 보이지 않는 부분에 대한 디테일을 살리는 것이 더 중요하다고 생각하였기 때문에 이에 많은 투자를 하였습니다. 또한 C-formula였던 KOOKMIN RACING F-20 차량과 비교하여도 부족하지 않은 차량의 안정성과 성능을 위하여 노력하였습니다.



[KOOKMIN RACING F-20]



[KOOKMIN RACING KEF-20]



[KOOKMIN RACING KEF-21]