

2020 대학생 자작자동차대회 설계 비교 보고서



학교명	국민대학교	팀명	KOOKMIN RACING F-20			
팀장	황태원	지도교수	최웅철			
2019년도 수상 실적	2019 KSAE Formula 부문 최우수상					
차량 내용						
구분	명칭	길이(mm)	폭(mm)	높이(mm)	무게(kg)	비고
2019년	KOOKMIN RACING F-19	2996	1372	1173	217	
2020년	KOOKMIN RACING F-20	2855	1340	1158	221	

상기 참가팀은 2019년 대학생 자작자동차대회에서 상위 입상한 바 다음과 같이 2020년 참가차량과의 설계 비교 보고서를 제출합니다.

2020년 5 월 27 일

대학생 자작자동차대회 조직위원회 귀중

■ Summary

‘2019 KSAE 대학생자작자동차대회’ 이후 지도교수님을 필두로 대회 총평 및 피드백에 관한 총회에서 ‘Brake system의 안정성 확보’ 안건이 많은 동의를 얻었다. 이를 근거로 이번 ‘2020 KSAE 대학생자작자동차대회’에서 Brake system의 안정성을 확보하기 위한 프로젝트를 진행하였다. 먼저 차량의 DAQ system을 활용하여 축적된 DATA를 분석하였다. ‘설계-해석-제작-테스트-피드백’이라는 프로젝트 기본 틀에 DATA를 바탕으로 개선할 사항들을 찾아내었고, 개선안을 완성시켰다.

■ Preliminary Design



<브레이크 압력 측정>

Case	Average pedal force(N)	Maximum pedal force(N)
1	695	963
2	784	896
3	672	986
4	739	1008
5	695	874
Average	717	945

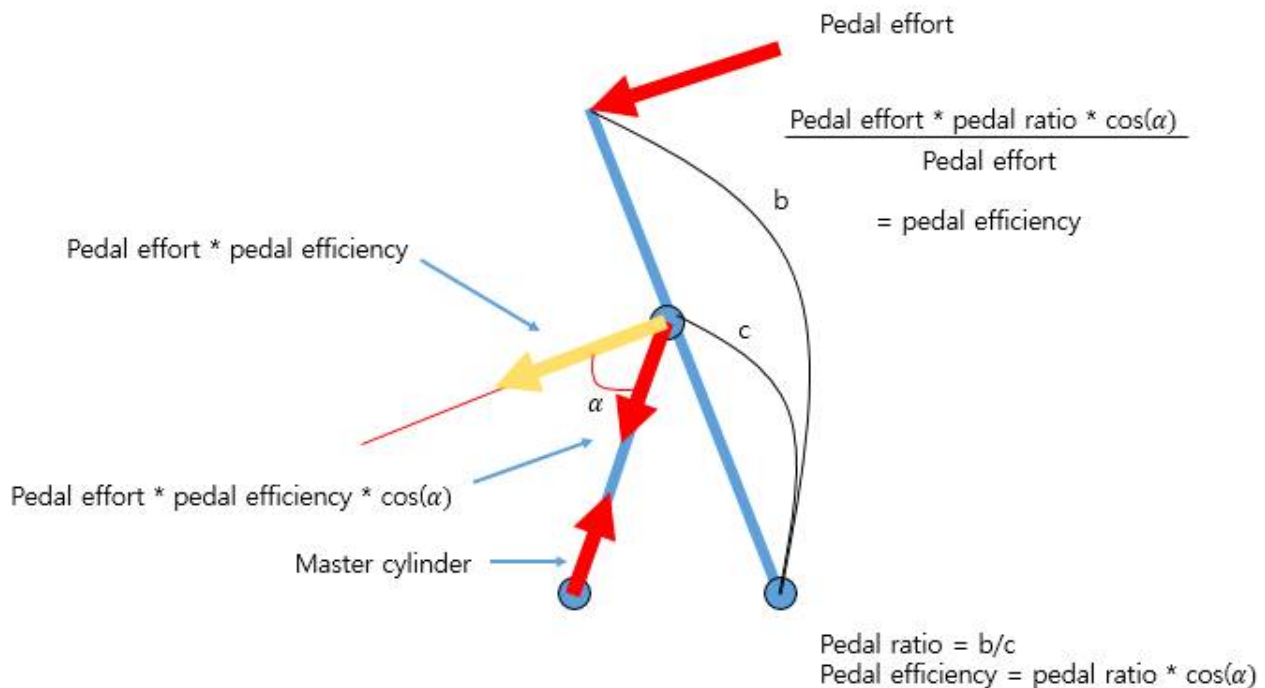
<드라이버 평균, 최대 답력>

Caliper에 장착된 압력게이지를 이용하여 드라이버의 답력 측정 과정에서 첫 개선 요소를 파악하였다. 실 주행 간 발생한 답력이 아닌 것이다. Dynamic 한 주행을 이어가야하는 Formula 특성상 드라이버의 체력은 떨어지고, 정적인 상태에서의 측정은 동적인 상태와 크게 다르다. 실 주행 간 발생한 답력과 감가속도를 확인하기 위해 DAQ system을 활용하였다.

Rap	Pedal Force(N)	Real deceleration(g)	Ideal deceleration(g)	Error rate(%)
1	789.25	1.23	1.30	5.52
2	725.20	1.10	1.22	9.83
3	576.99	0.98	1.02	4.29
4	566.99	0.99	1.01	1.98
5	659.99	1.05	1.14	7.89
6	657.19	1.18	1.13	-3.96
7	715.20	1.19	1.21	1.65
8	818.99	1.30	1.34	2.98
9	595.70	1.05	1.05	0
10	663.99	1.15	1.14	-0.87
11	524.80	0.98	0.95	-3.15
12	595.29	1.08	1.05	-2.85
13	721.19	1.17	1.21	3.70

<내구레이스 동일 선회구간의 감가속도 Table>

드라이버의 답력 측정결과를 토대로 설계된 차량은 735N의 답력으로 1.4g에 달하는 감가속도가 발생하여야 한다. 하지만, 위의 Table상 1LAP 그리고 8LAP의 735N이 넘는 답력 에서도 1.4g에 해당하는 감가속도가 발생하지 않는 것을 확인할 수 있다. 이때 두 번째 개선사항을 확인 할 수 있었다. 실제 적용한 Brake system numerical sheet가 정확하지 않은 것이다. 검토결과 마스터 실린더에 직접적으로 작용하는 힘을 계산하는 과정 간 페달의 변위가 변함에 따라 변화하는 α 의 초기 값을 고려한 것을 개선해야 했다.



<Brake system 간략 구성도>

이러한 과정을 통하여 수정된 Brake system numerical sheet를 이용하여 1.4g의 감가속도를 위해 실제 필요 답력을 브레이크 라인의 내부 압력을 역산하여 구할 수 있었고, 약 1050N에 달하는 답력이 필요하다는 결과를 도출 할 수 있었다. 이는 우리가 실측한 드라이버의 최대 답력보다도 높은 수치이며, 드라이버의 피드백을 통해 적당한 답력의 범위를 설정하고자 하였다.

■ Detail Design

드라이버가 내구 이벤트 간 꾸준히 발생시킬 수 있는 답력의 범위 내에서 목표 감가속도인 1.4g 값을 구현 할 수 있으며, 드라이버의 피드백에 따라 Adjustable pedal ratio를 구현할 수 있는 Brake system을 설계하고자 하였다. 따라서 다음과 같은 밸런스 바를 이용하기로 결정하였으며 브레이크의 기본적인 기능을 유지 할 수 있는 것을 전제로 하였다.

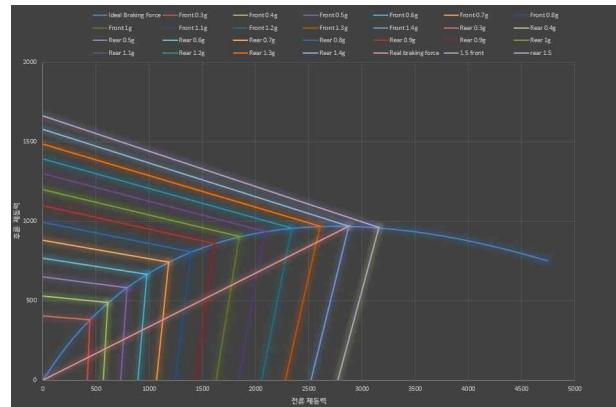


600-Series Balance Bar Assembly



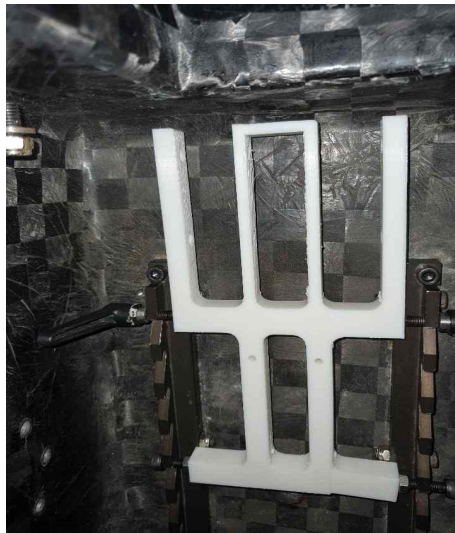
900-Series Balance Bar Assembly

< 결합방식이 다른 두 종류의 밸런스 바 >



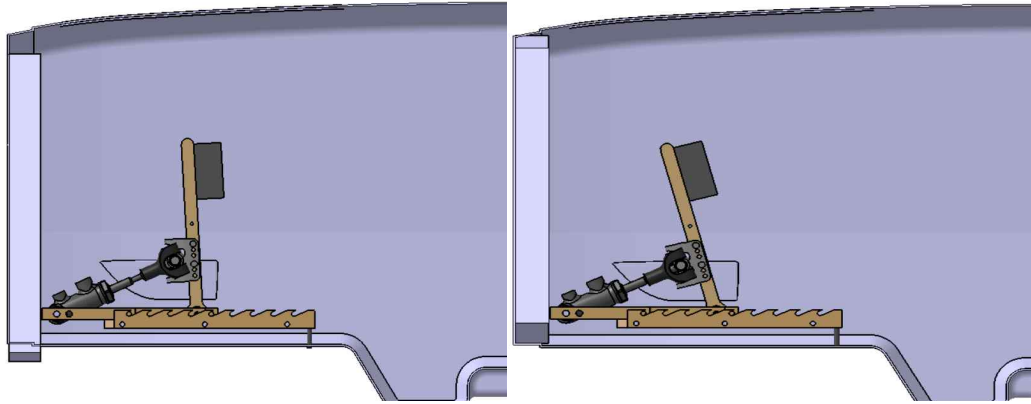
< 이상 제동력과 기존의 실제 제동력 >

Full Monocoque 차량의 특성상 단일 component 조차 수정이 어렵기 때문에 간섭, 규정, 조립 가능 여부를 사전에 판단해야 한다. 다음 단계로 새로운 형상의 Brake plate를 설계하였고, 3D프린터를 이용해 Prototype을 제작하여 사전 검토를 진행하였다.



<기존의 가공품과 결합한 모습>

이를 통하여 브레이크 리저브 탱크의 조립 위치, Pedal ratio 변경 간 Over travel switch의 위치 등 몇 가지 추가적인 문제점을 사전에 파악 할 수 있었고, 실제 Component 제작 시 반영하였다.



<재설계한 페달>

■ Conclusion

이번 Project 간 중점을 둔 것은 축적된 DATA를 이용하여 문제점을 파악하고 개선하는 것이다. 우리의 개선방안으로 선정된 것은 Brake system의 안정성 향상이었고 이를 개선하기 위해 DAQ시스템을 이용하여 얻은 DATA를 활용하였다. 먼저 두 가지 개선사항이 있었다.

첫째. 초기 드라이버 답력 설정 시 정적인 상태에서의 테스트로 인하여 동적인 상황에 대한 부합성이 떨어진다는 것.

둘째. 이론적인 설계 값과 실제 DATA상간의 오차를 줄일 것

라는 점이다 두 사항들의 개선방안으로는 다음과 같았다.

첫째. 동적인 상황에서 Ergonomics design을 위하여 Adjustable pedal ratio 구현 가능한 페달의 재설계.

둘째. 설계오차를 줄이기 위한 Brake system numerical sheet의 개선

위의 결과를 포함하여 재설계된 Brake system 적용 시 Optimum lap 기준 내구 이벤트에서 약 4%의 기록단축을 이뤄 낼 수 있었다.