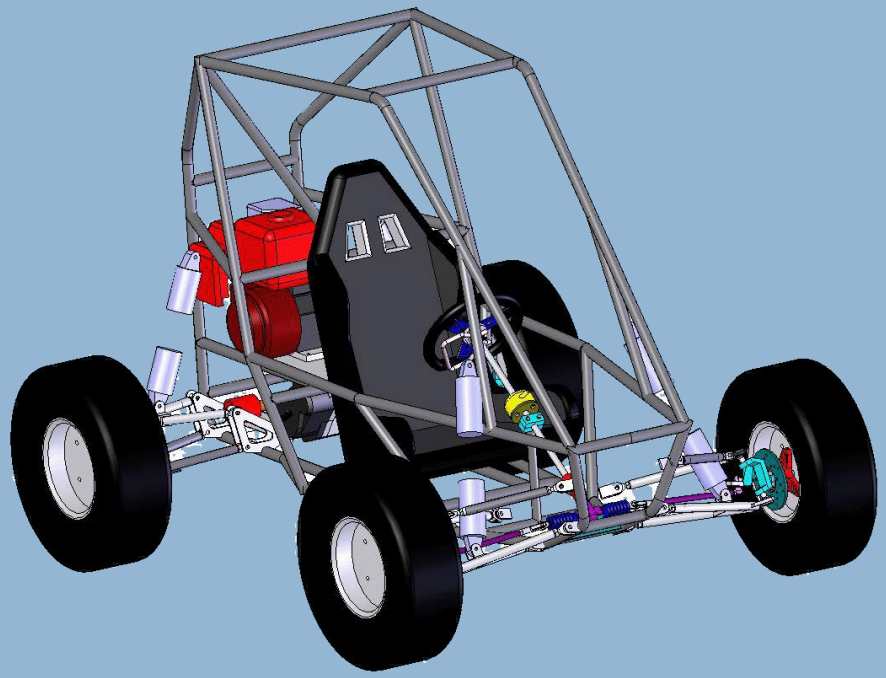
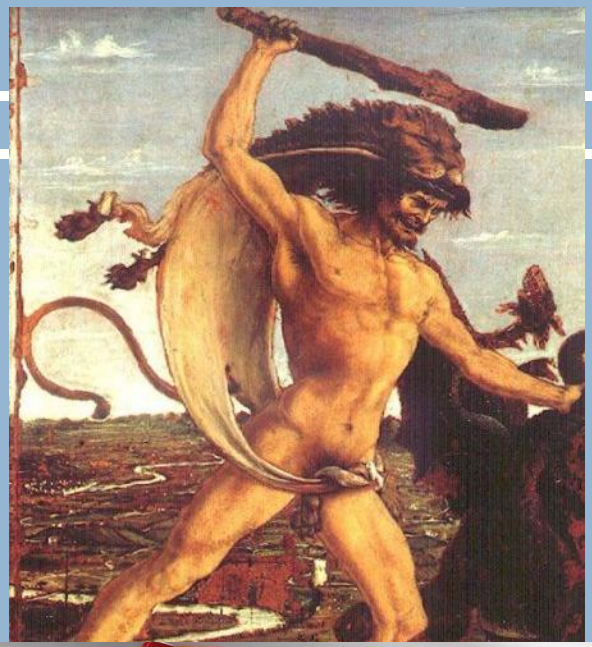
차체구조 baja 프레임 설계



Herrari조
2009010978 최대한
2009010729 송명준

목차

1. 규격
2. 기본프레임
3. 위상최적화
4. 치수최적화
5. 결과
6. 고찰 및 느낀점
7. Q&A 및 참고자료



1. 규격

재료 : Cast carbon steel

탄성계수 : 200000N/mm^2

프와송비 : 0.32

질량 밀도 : 7.8e-006kg/mm^3

굽힘 강성 K = $\frac{2000N}{\delta}$

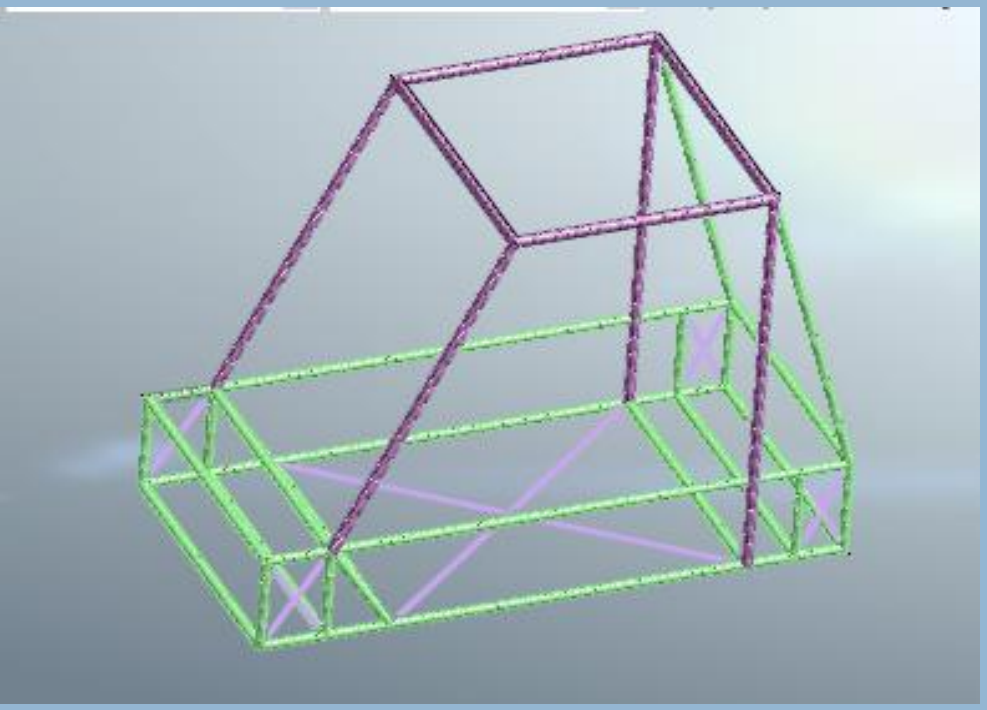
(사람무게 100kg, 프레임 엔진 무게 100kg)

비틀림 강성 K = $\frac{T}{\theta}$ (F=4000N)

무게 제한 < 50Kg

최소 고유진동수 = 25Hz

2. 기본프레임



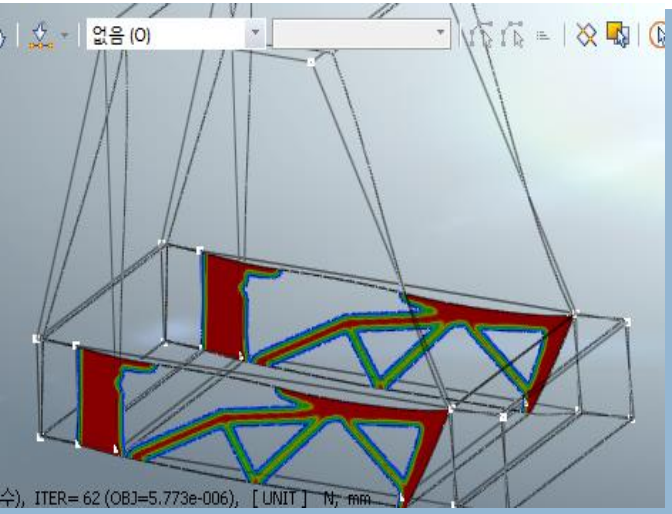
굽힘 강성 : 13157.89N/mm

비틀림 강성 : 1182481Nm/rad

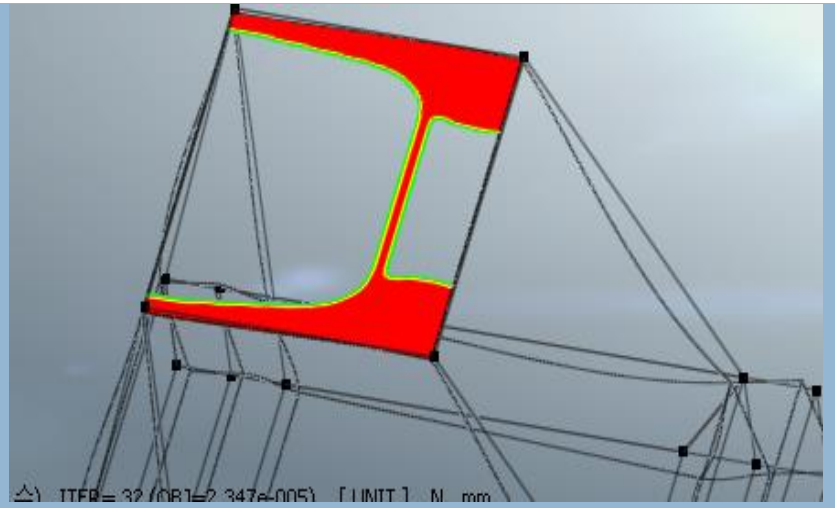
진동수 : 15.215Hz

무게 : 25.01kg

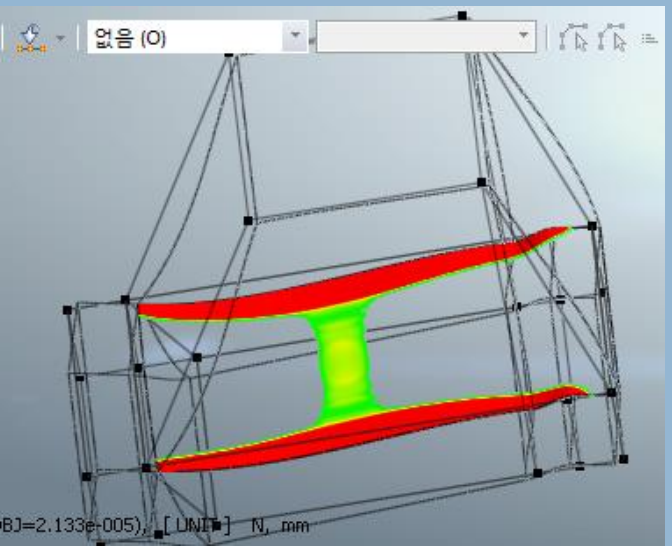
3. 위상최적화



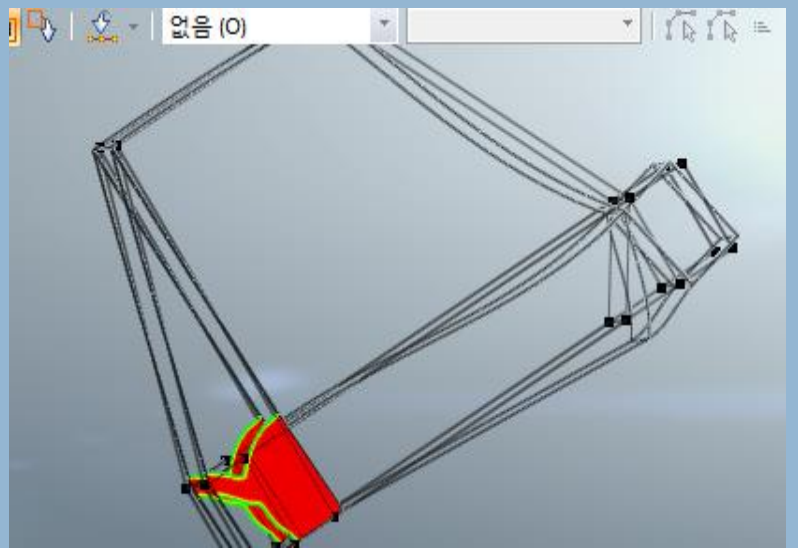
옆면



윗면



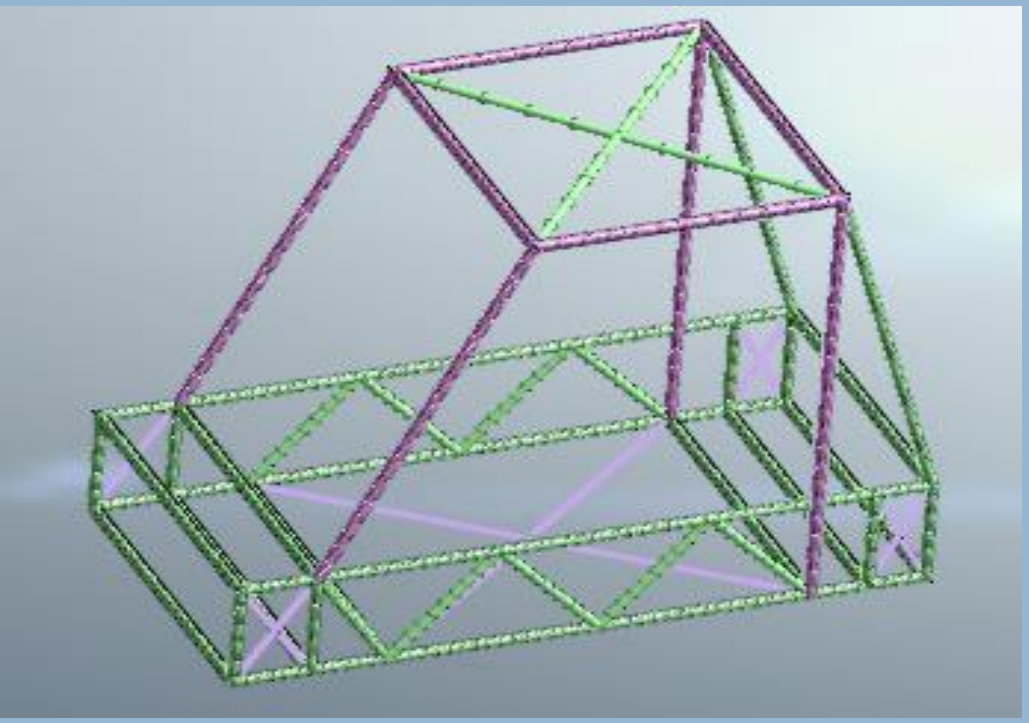
밑면



옆 밑면

3. 위상최적화

- (1) 옆면, 윗면 보강



굽힘 강성 : 13157.89N/mm

비틀림 강성 : 1217129Nm/rad

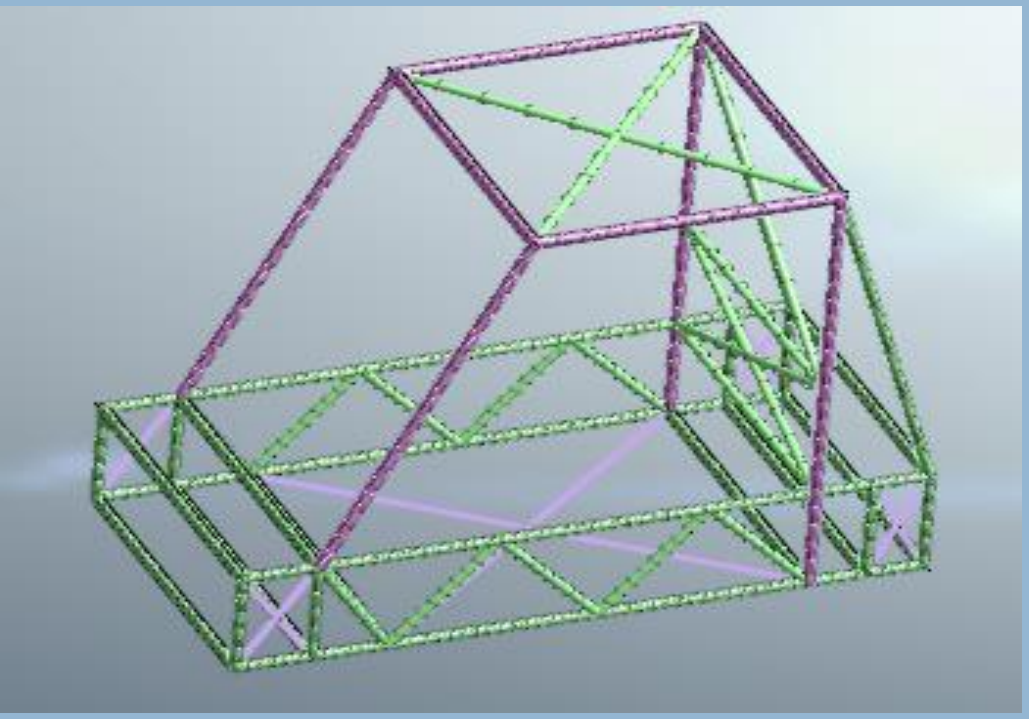
(2.9% 증가)

진동수 : 14.675Hz (3.6% 감소)

무게 : 28.016kg (12% 증가)

3. 위상최적화

- (2) 등받이 보강



굽힘 강성 : 13157.89N/mm

비틀림 강성 : 1217129Nm/rad

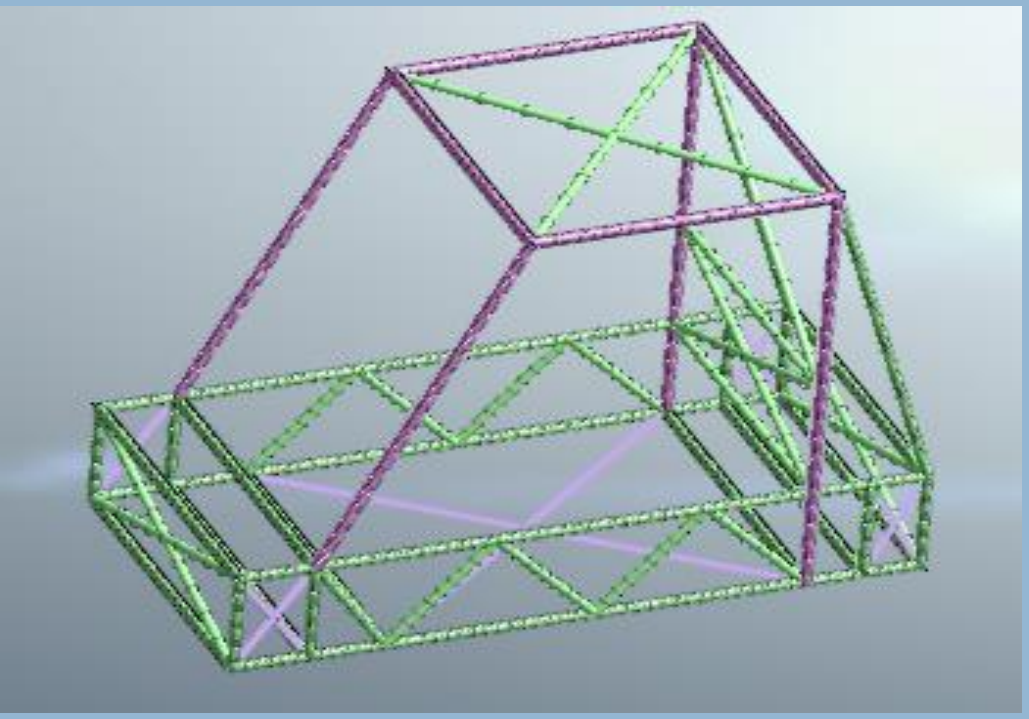
(2.3%증가)

진동수 : 38.87Hz (165% 증가)

무게 : 31.285kg (11.6% 증가)

3. 위상최적화

- (3) 앞면, 뒷면 보강



굽힘 강성 : 13157.89N/mm

비틀림 강성 : 1321370Nm/rad

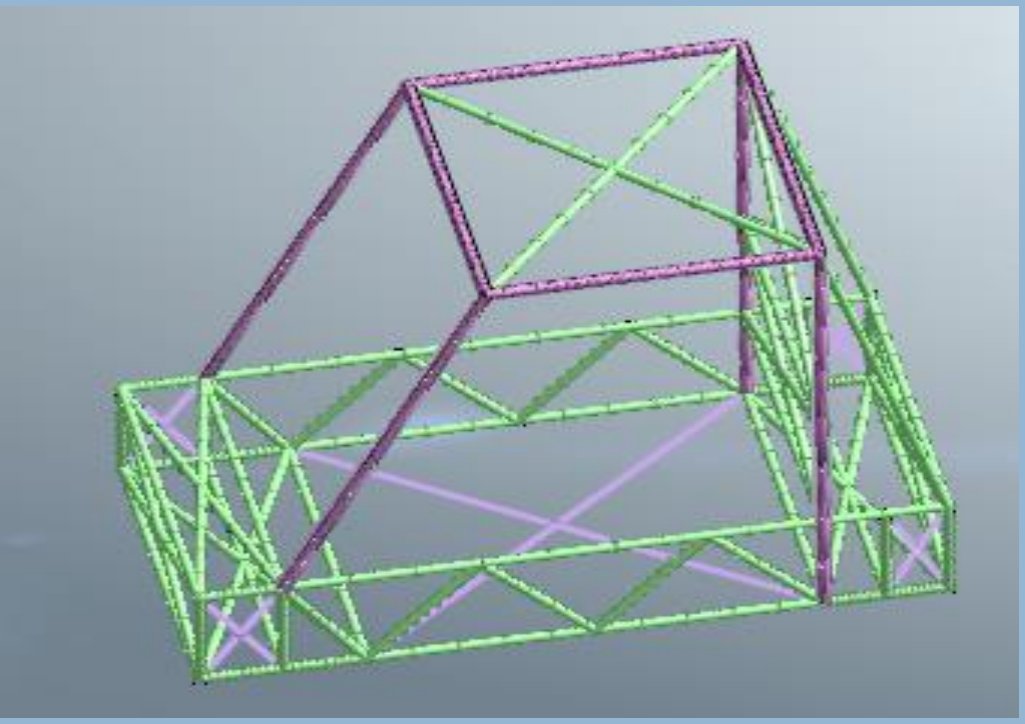
(6.0% 증가)

진동수 : 38.87Hz (1% 증가)

무게 : 33.2kg (6.1% 증가)

3. 위상최적화

- (4) 나머지 프레임 보강



굽힘 강성 : 13157.89N/mm

비틀림 강성 : 1408695Nm/rad

(6.6%증가)

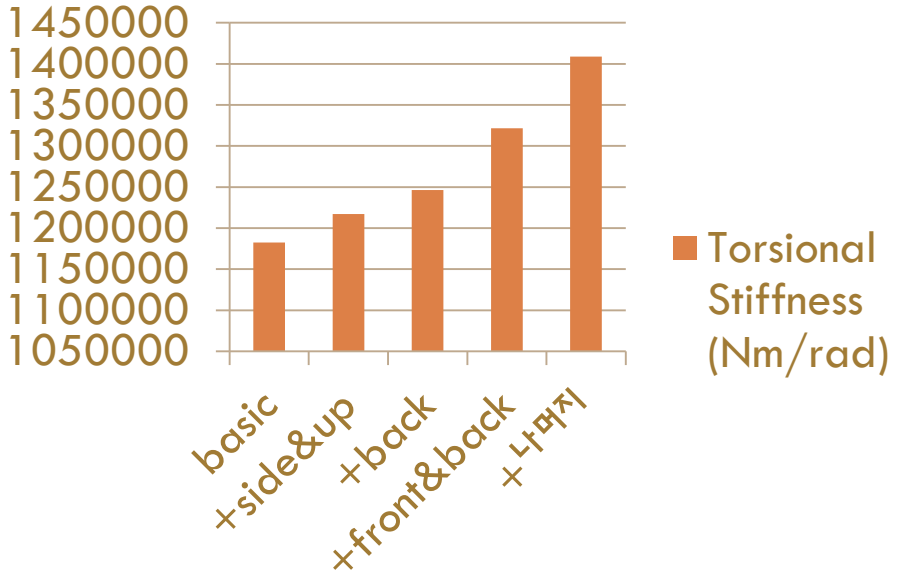
진동수 : 38.97Hz (0.25%증가)

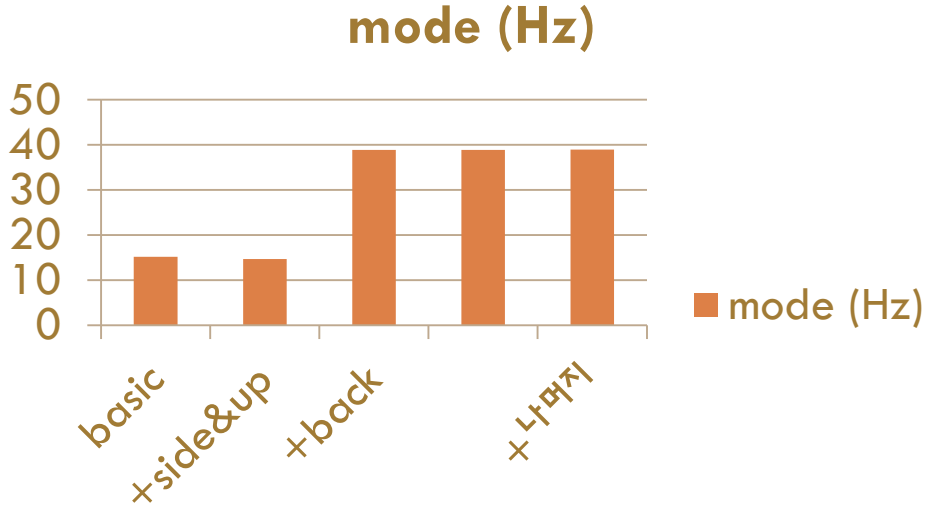
무게 : 36.23kg (9.1%증가)

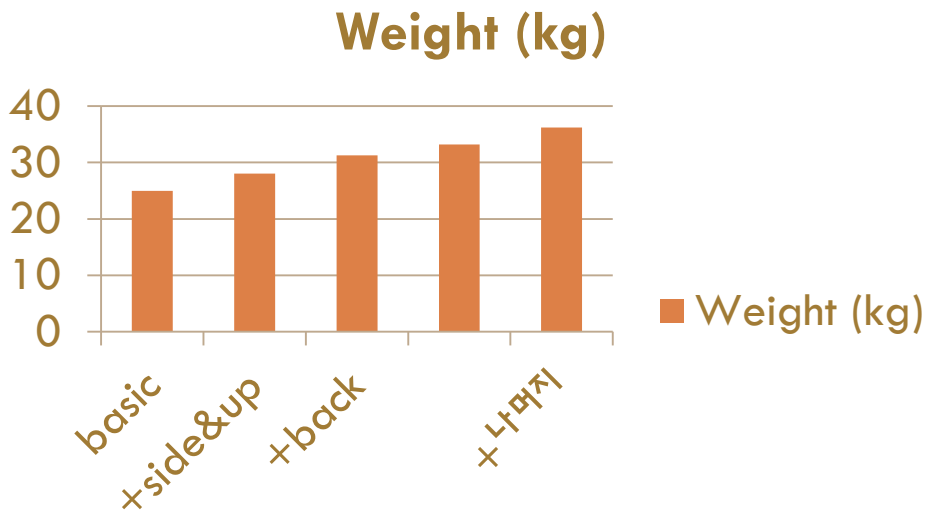
위상 최적화 결과

	Bending(N/mm)		Torsion(Nm/rad)		Mode(Hz)	Weight(Kg)
Basic frame	변위	0.152	변위	1.370	15.215	25.010
	K	13157.89	K	1182481		
+Side+Top	변위	0.152	변위	1.331	14.67	28.016
	K	13157.89	K	1217129		
+back	변위	0.152	변위	1.300	38.87	31.285
	K	13157.89	K	1246153		
+front, rear	변위	0.152	변위	1.226	38.86	33.200
	K	13157.89	K	1321370		
+나머지	변위	0.152	변위	1.15	38.97	36.235
	K	13157.89	K	1408695		

도표화

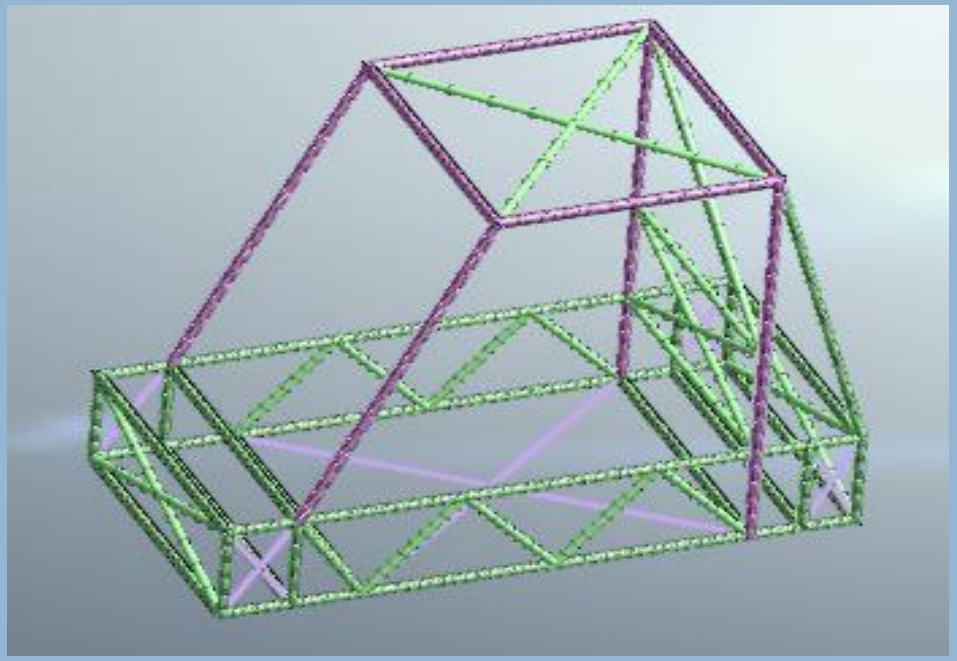

Torsional Stiffness (Nm/rad)
1450000
1400000
1350000
1300000
1250000
1200000
1150000
1100000
1050000
basic
+side&up
+back
+front&back
+나머지
Torsional Stiffness (Nm/rad)


mode (Hz)
50
40
30
20
10
0
basic
+side&up
+back
+나머지
mode (Hz)


Weight (kg)
40
30
20
10
0
basic
+side&up
+back
+나머지
Weight (kg)

3. 위상최적화

- (1),(2),(3),(4)를 비교해 본 결과 (3)->(4)로 갈 경우 무게 증가에 비하여 강도와 강성, 진동수의 결과가 미비하였으므로 (3)을 최종 설계 프레임으로 선정



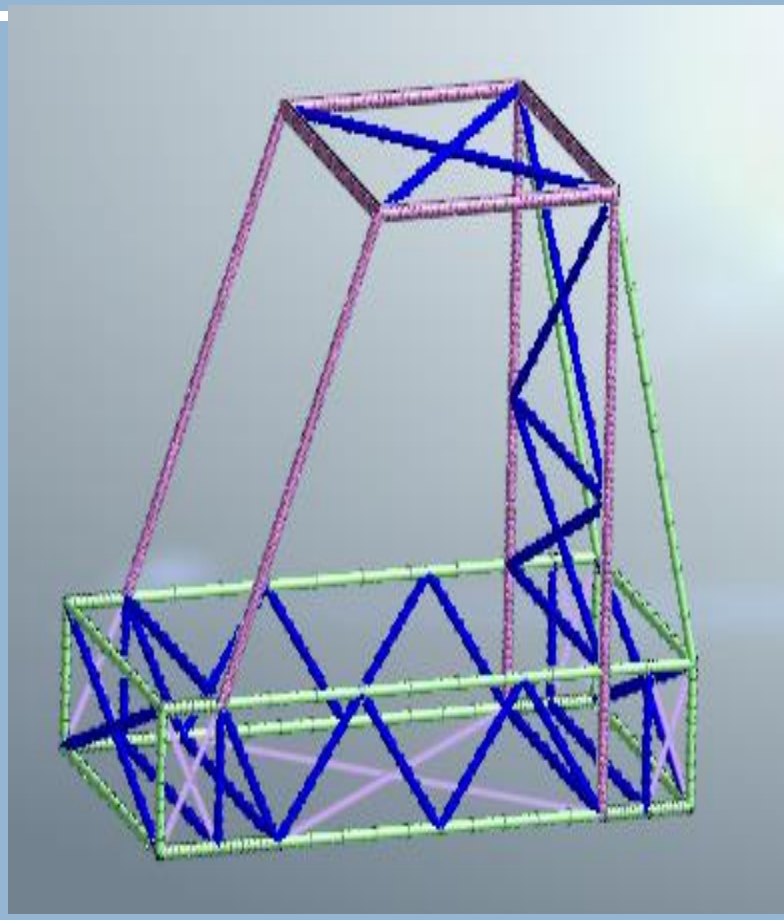
최종 설계안

증가 효과

- 비틀림 강성 : 1182481 -> 1321370 (11.7% 증가)
- 진동수 : 15.215 -> 38.86 (155% 증가)
- 무게 : 25.0->33.2 (32.8% 증가)

4. 치수최적화

- 위상최적화에서 가장 뛰어난 프레임을 상대로 치수최적화 실행
- 목표 설정 : 허용 무게 범위 안에서 굽힘 강성과 비틀림 강성 200% 증가
- 변수 설정 : 롤케이지, 바깥 프레임, 내부 프레임의 외경을 변수로 설정

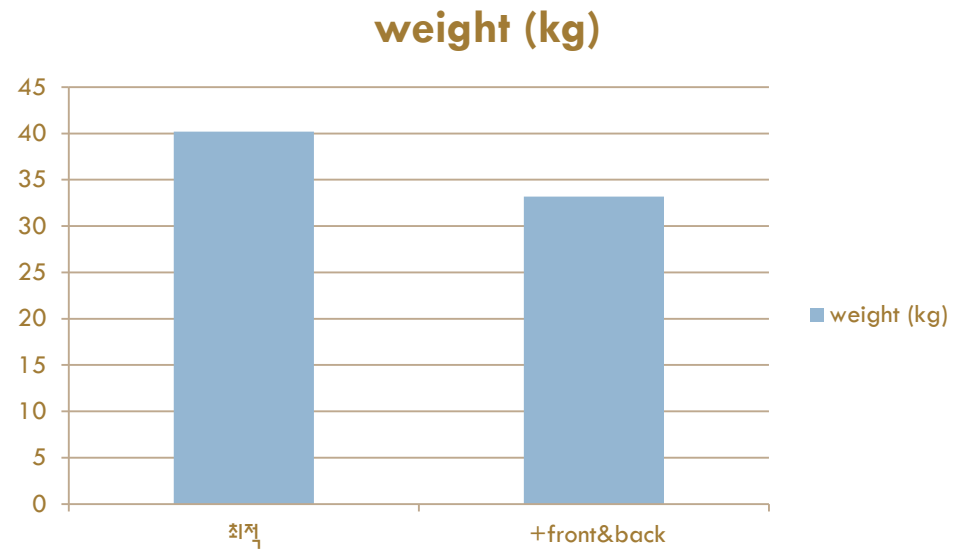


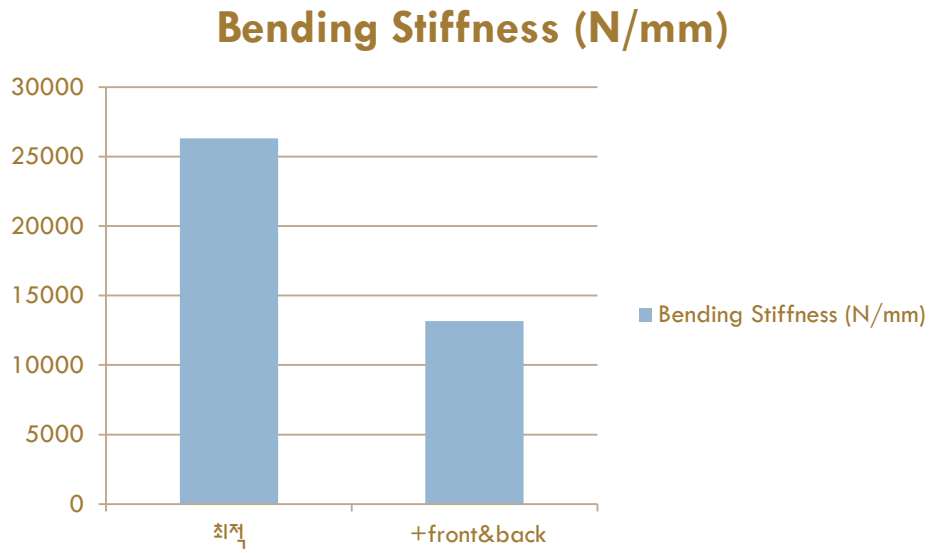
4. 치수최적화

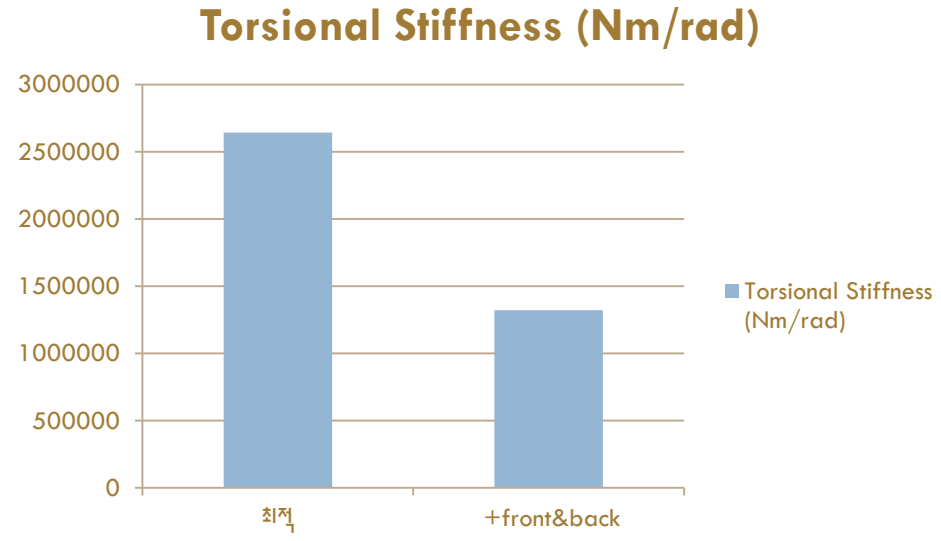
- 결과(외경)

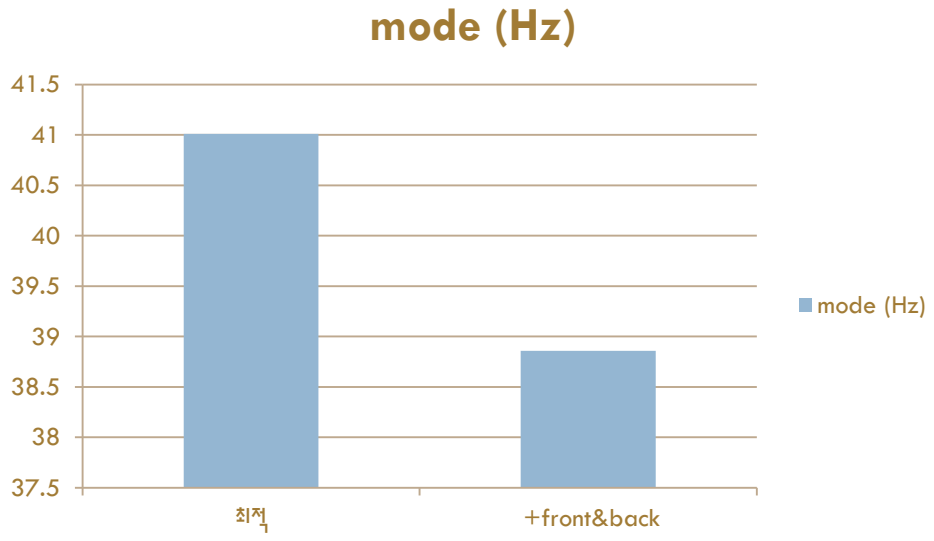
	롤케이지(mm)	외부 프레임(mm)	내부 프레임(mm)
초기값	27	25	25
최적값	27	26.564	25

치수 최적 vs. +front&back









5. 결과

- 목표를 굽힘강성과 비틀림강성을 두배 증가로 잡았으므로 강성이 모두 2배로 증가함과 동시에 진동수도 소폭 증가함.
- 이 경우는 롤케이지와 내부의 프레임 보다는 바깥의 프레임이 더 많은 영향을 미치는 것을 알 수 있었음.
- 무게는 약 20%가량 증가 한 것에 비하여 강도와 강성이 매우 높아졌음을 확인

위상 최적+치수 최적 증가 효과

- 굽힘 강성 : 13157 -> 26315 (100% 증가)
- 비틀림 강성 : 1182481 -> 2642740 (124% 증가)
- 진동수 : 15.215 -> 41.01 (169% 증가)
- 무게 : 25.0->40.19 (61% 증가)

6. 고찰 및 느낀점

- 프레임을 많이 넣는다고 성능이 더 좋아지는 것은 아님
- 굽힘 강성은 프레임의 보강되어도 매우 미비하게 변화함
- 진동수가 대폭 증가 할 수 있는 부분이 있음
- 치수 최적화를 통하여 힘을 많이 받는 부재를 파악할 수 있음(힘이 직접 닿지 않는 부분인 경우도 있음)
- 밑면을 강체로 고정해 놓아서 그런진 모르겠으나 밑면에 프레임을 보강하였을 경우 강성의 증가가 미비함
- 치수 최적화가 무게 증가량에 비하여 강도, 강성을 효율적으로 증가시킴

7. Q&A 및 참고자료

- Q&A
- 참고자료

  - 2012 KSAE 대학생 자작자동차대회 Baja 차량기술규정

  - 참고자료: 이겨레, 황의상, 민승재, 2010, “위상최적화를 이용한 자작자동차의 프레임 설계”

  - KSAE 부문종합 학술대회, KSAE10-B0241 (발표자료)

- THANK YOU for Listening.