

High-End



2005006995 김 수 창
2010009161 박 기 서

■ 목 차

- 설계 목표
- 설계 진행 과정
- 결과 비교
- 결론

■ 설계 목표

- '2012 KSAE 대학생 자작자동차대회 Baja 차량기술규정'에 맞는 프레임 설계
- 무게를 최소화 할 수 있는 구조(50kg 이하)
- 목표 수치
 - Bending Stiffness : 5,000 N/mm 이상
 - Torsional Stiffness : 200,000 Nm/rad 이상
 - 고유진동수 : 25Hz 이상

■ 설계 진행 과정

1. 재료 선정
2. 기본 치수 설정
3. 프레임 설계
4. 보강재 설치 및 개선

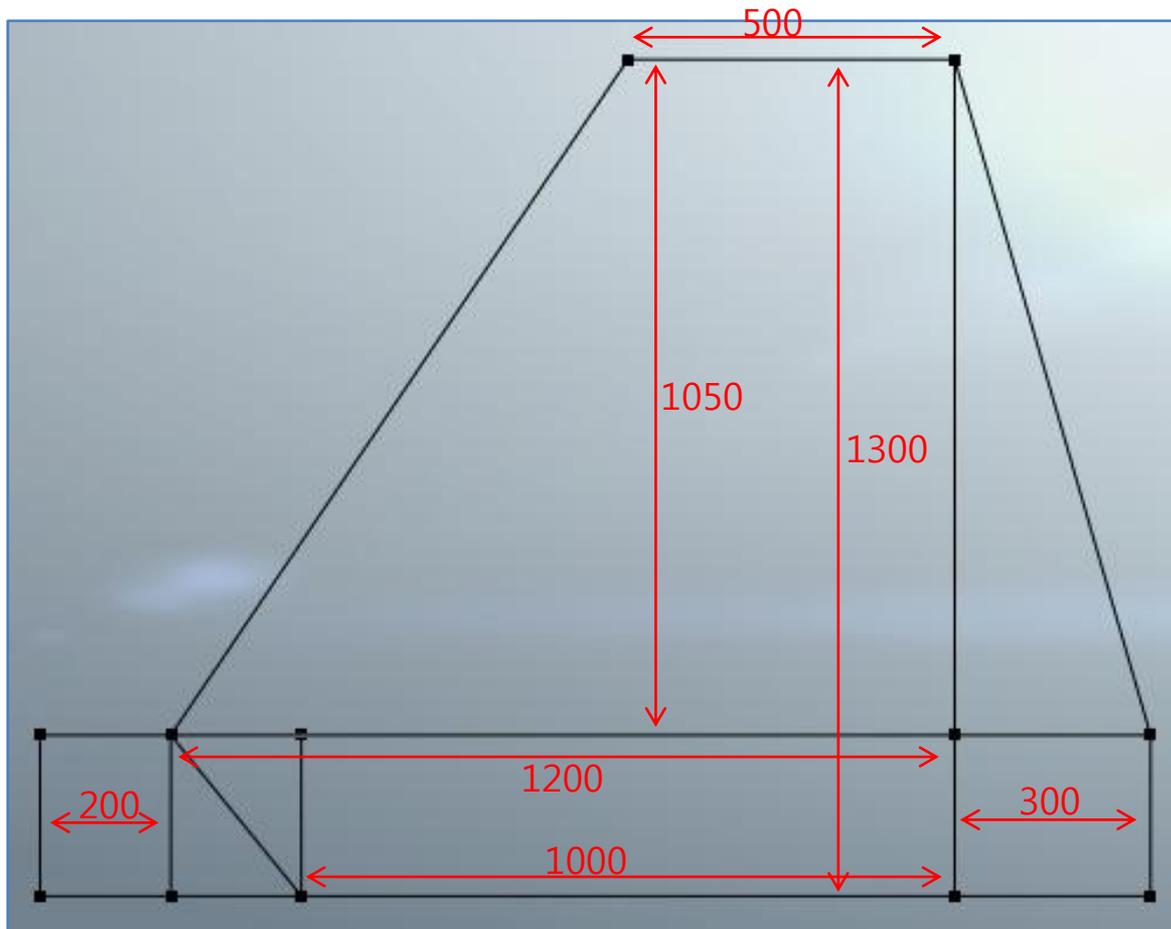
■ 재료 선정

- 재료 물성치 비교

재료	질량 밀도(kg/mm^3)	인장 강도(N/mm^2)
Alloy Steel	7.7e-006	723.83
AISI 1020	7.9e-006	420.51
AISI 1060	7.85e-006	1105
AISI 310 SS	7.9278e-006	517
AISI 410 SS	7.73377e-006	667.8

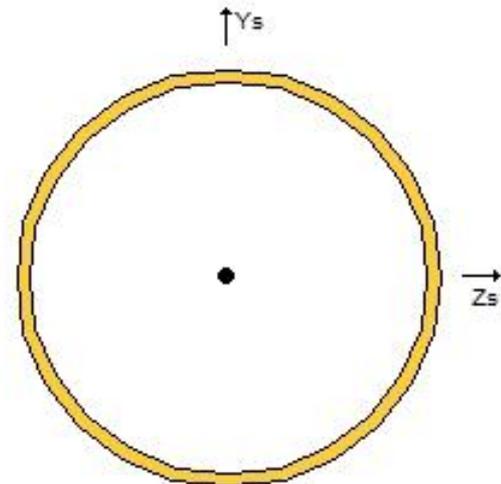
■ 기본 치수 설정

- 운전자의 신체 사이즈와 규정을 고려.



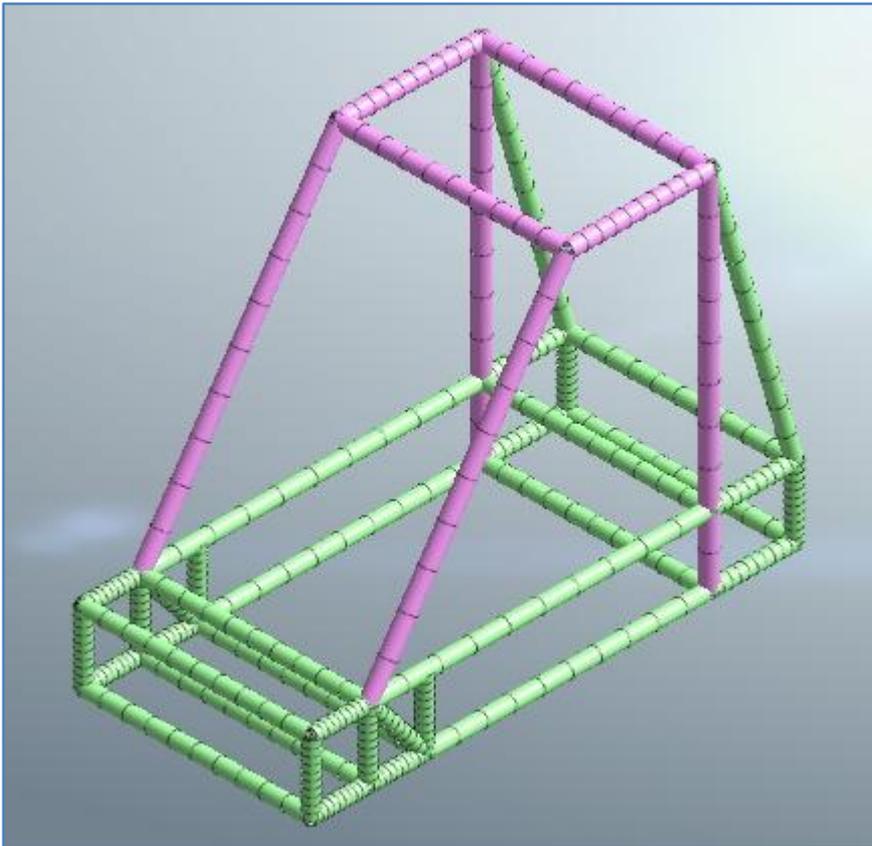
■ 기본 치수 설정

- 단면 설정
 - BBH, BHO, FBM, LC
 - 외경 27mm, 두께 1.6mm (Alloy Steel의 경우)
 - 그 외에 모든 부재
 - 외경 25mm, 두께 0.9mm
 - 무게 최소화를 위한 단면 설정.



■ 프레임 설계

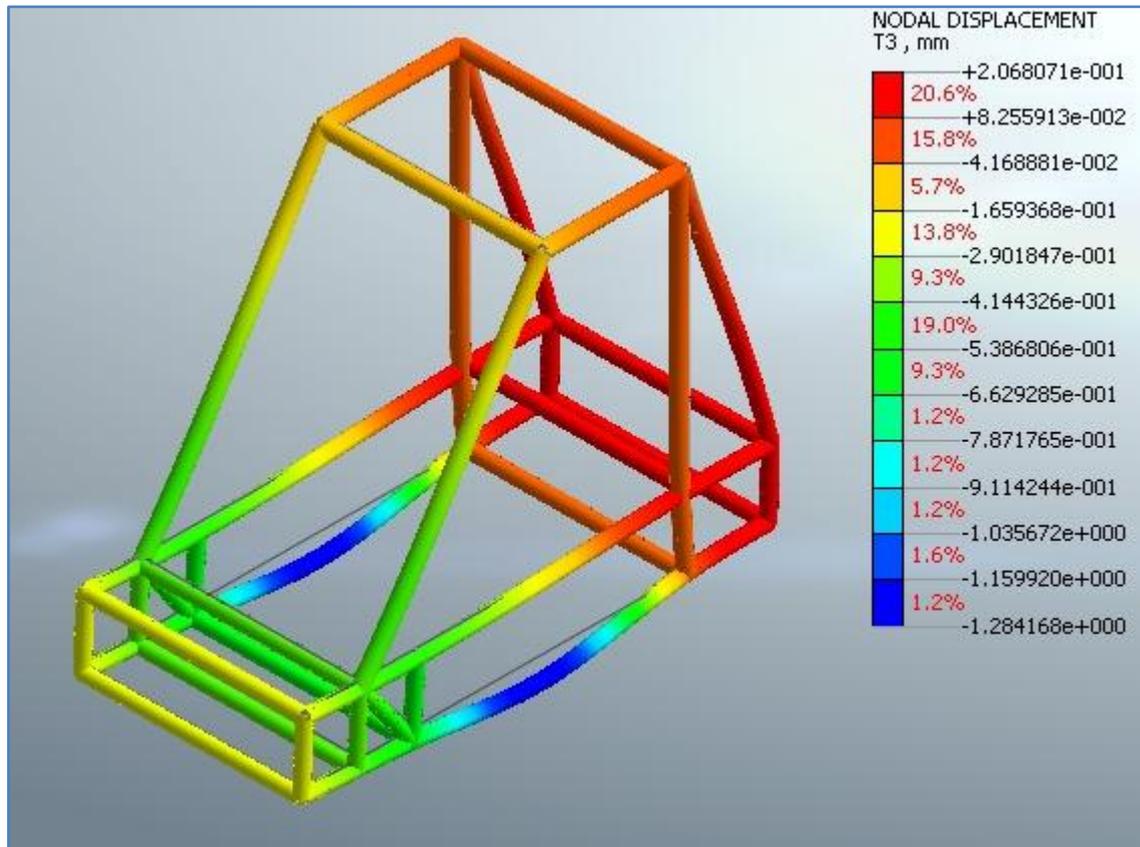
- Frame-1



- 첫 번째 기본 프레임
- 보강재 없음.
- 질량 : 35.79 kg

■ 프레임 설계

- Frame-1 굽힘 해석



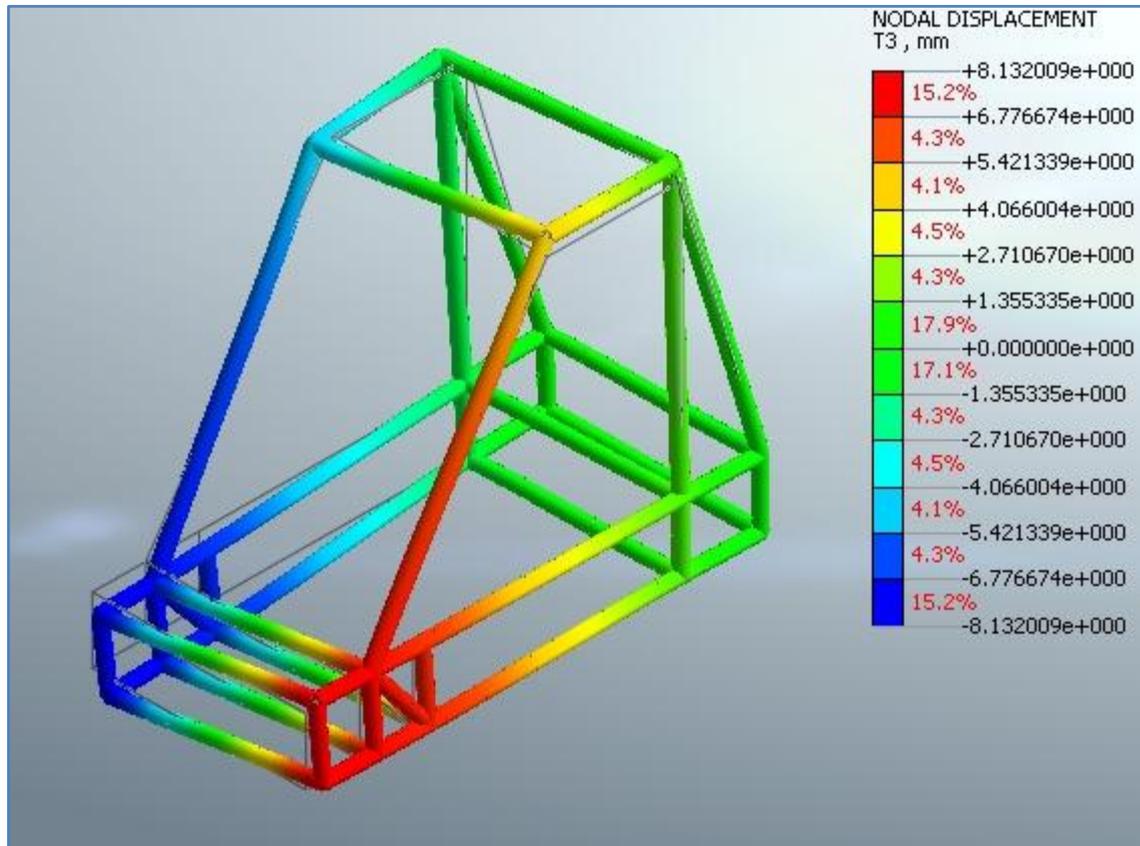
- 하중 : 1000 N
- 변위 : 1.284 mm

- 굽힘 강성

- $$K_B = \frac{F}{\delta}$$
$$= 778.714 \text{ N/mm}$$

■ 프레임 설계

• Frame-1 비틀림 해석



- 하중 : 4000 N
- 변위 : 8.132 mm

$$- T = 3200 \text{ Nm}$$

$$- \theta = \tan^{-1} \frac{8.132}{400} \\ = 0.02033 \text{ rad}$$

- 비틀림 강성

$$\bullet K_T = \frac{T}{\theta} \\ = 157,425.362$$

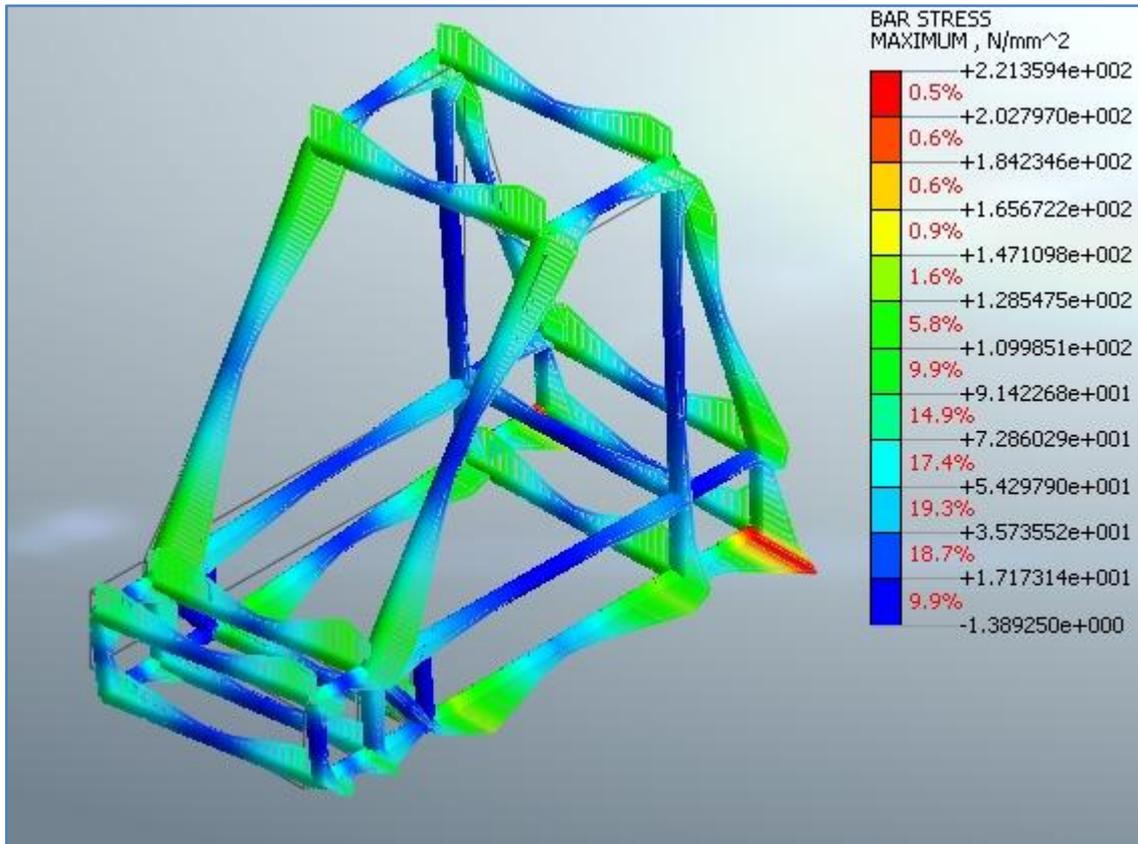
(Nm/rad)

■ 프레임 설계

- Frame-1 비틀림 해석

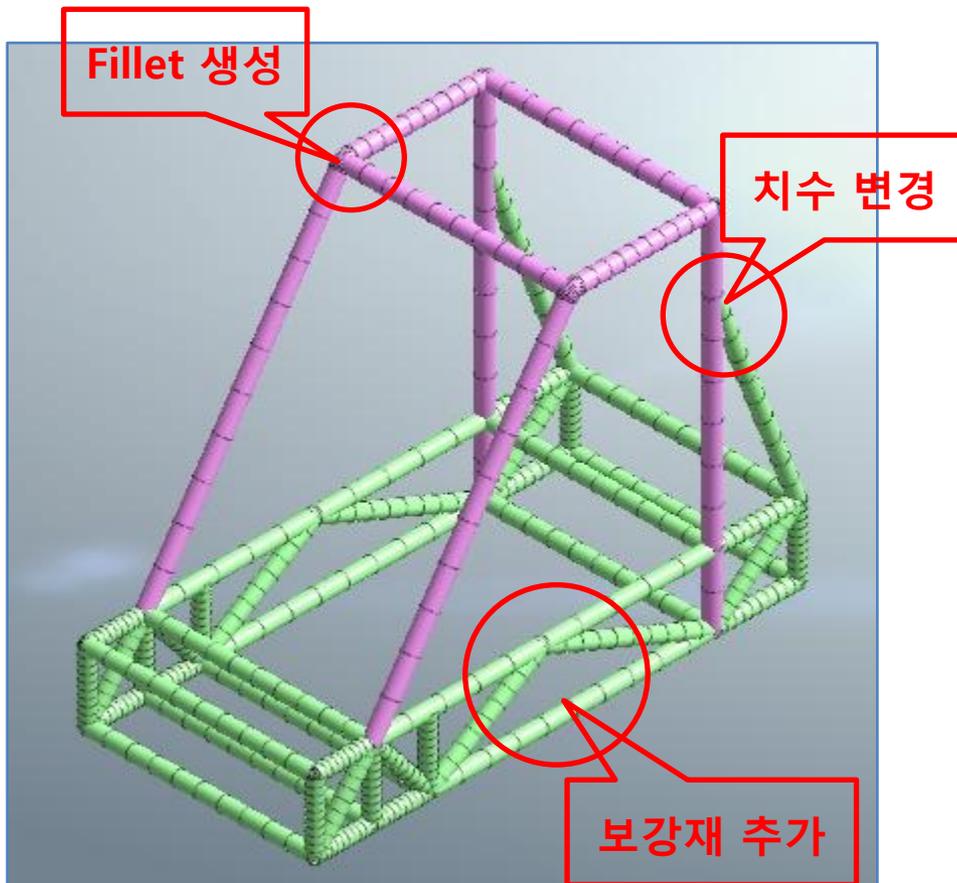
- 최대 응력

- 221.359 MPa



■ 보강재 설치 및 개선

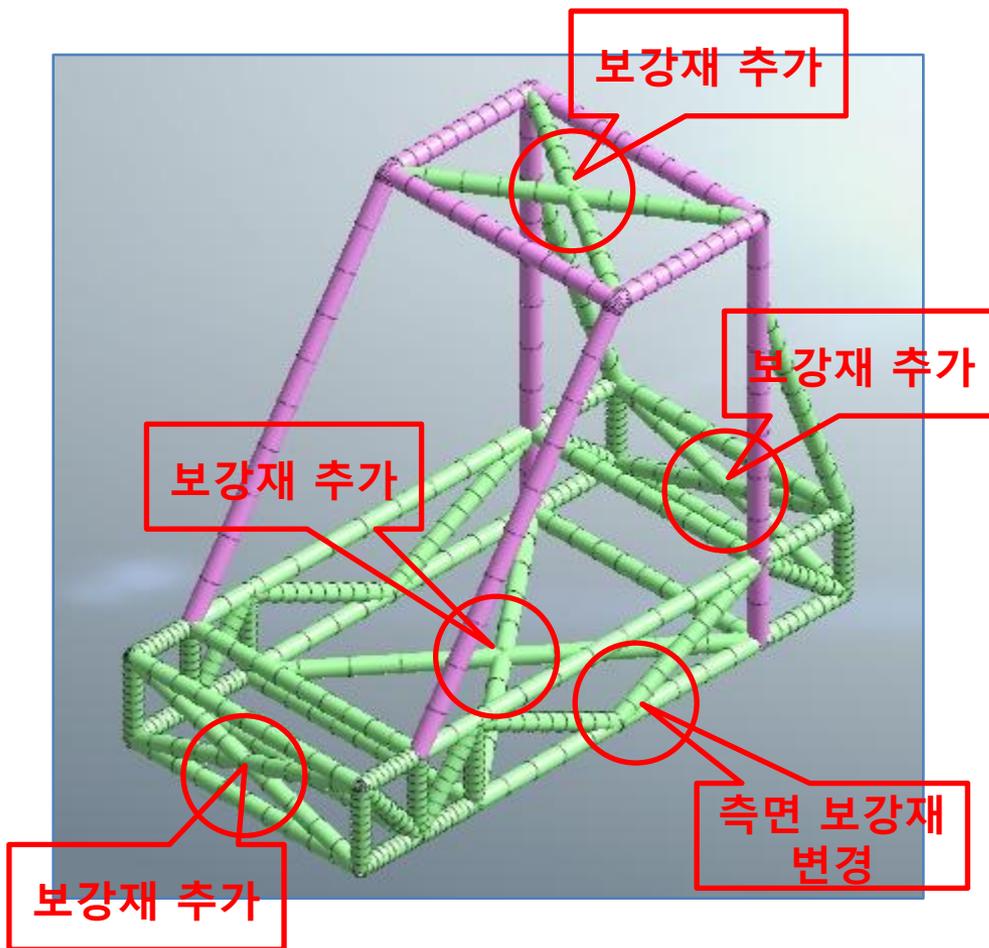
• Frame-2



- 질량 : 39.16 kg
- 굽힘 강성
 - $K_B = 1119.736 \text{ N/mm}$
(43.79% 상승 ↑)
- 비틀림 강성
 - $K_T = 180,778.133$
(Nm/rad)
(14.83% 상승 ↑)
- 최대 응력
: 235.457 MPa

■ 보강재 설치 및 개선

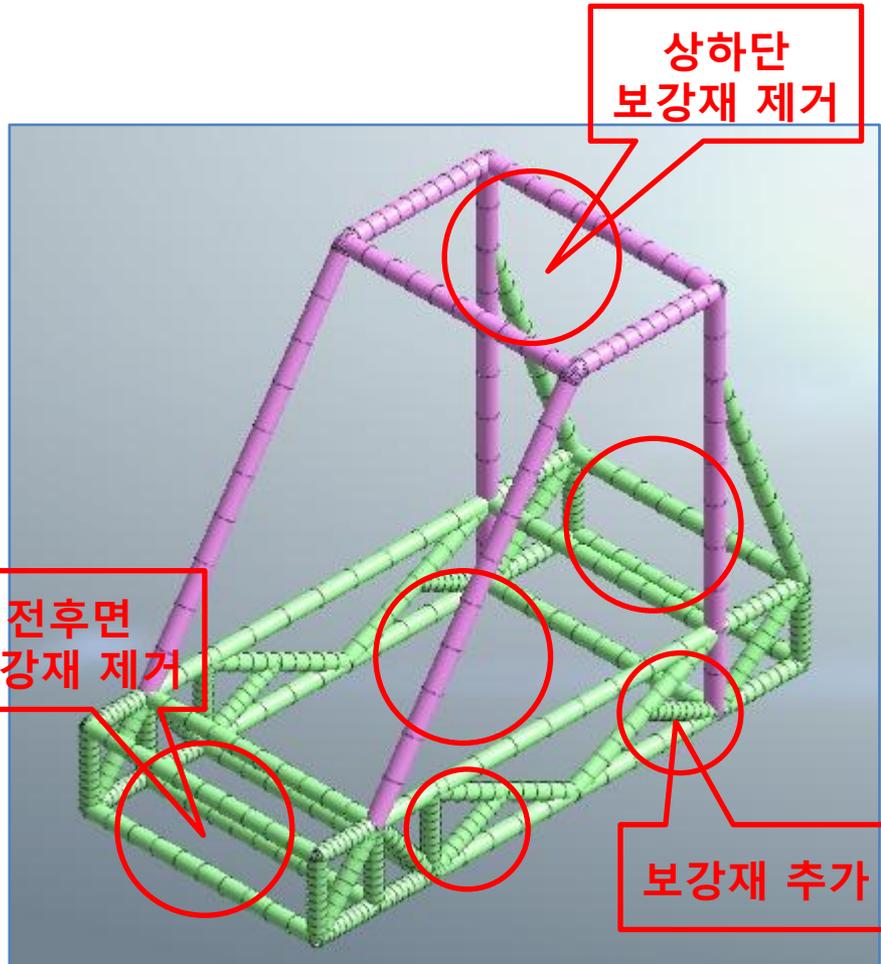
• Frame-3



- 질량 : 47.49 kg
- 굽힘 강성
 - $K_B = 1949.218 \text{ N/mm}$
(74.08% 상승 ↑)
- 비틀림 강성
 - $K_T = 299,787.725$
(Nm/rad)
(65.83% 상승 ↑)
- 최대 응력 : 136.825 MPa

■ 보강재 설치 및 개선

• Frame-4



- 질량 : 40.35 kg

- 굽힘 강성

• $K_B = 2704.849 \text{ N/mm}$
(38.77% 상승 ↑)

- 비틀림 강성

• $K_T = 182,149.104$
(Nm/rad)

(39.24% 하락 ↓)

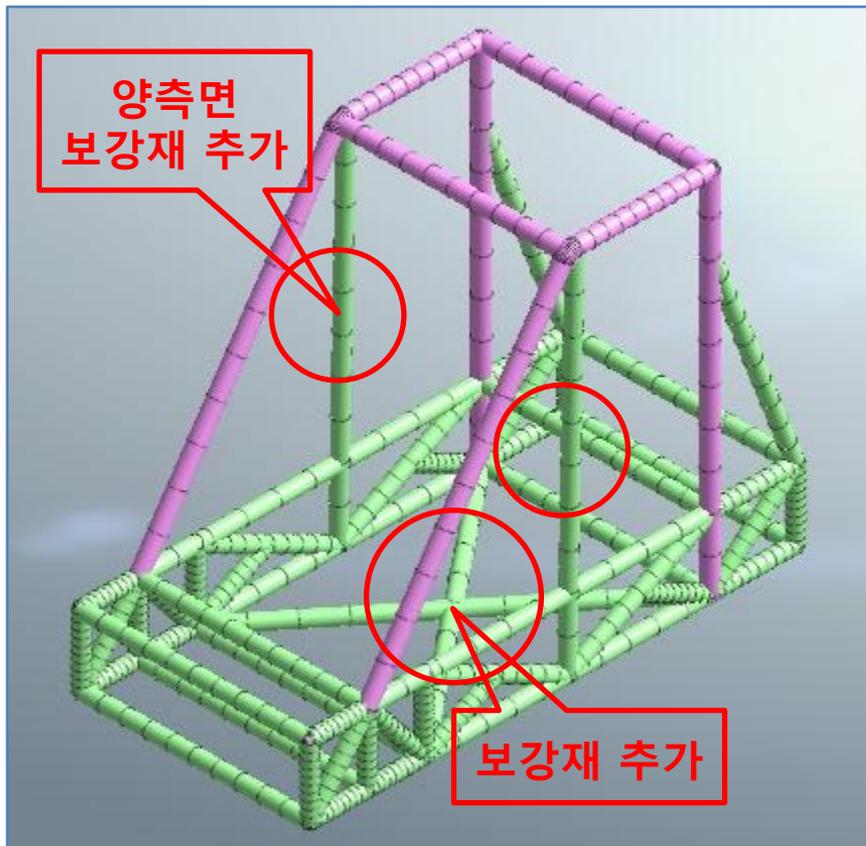
- 최대 응력

: 213.363 MPa

■ 보강재 설치 및 개선

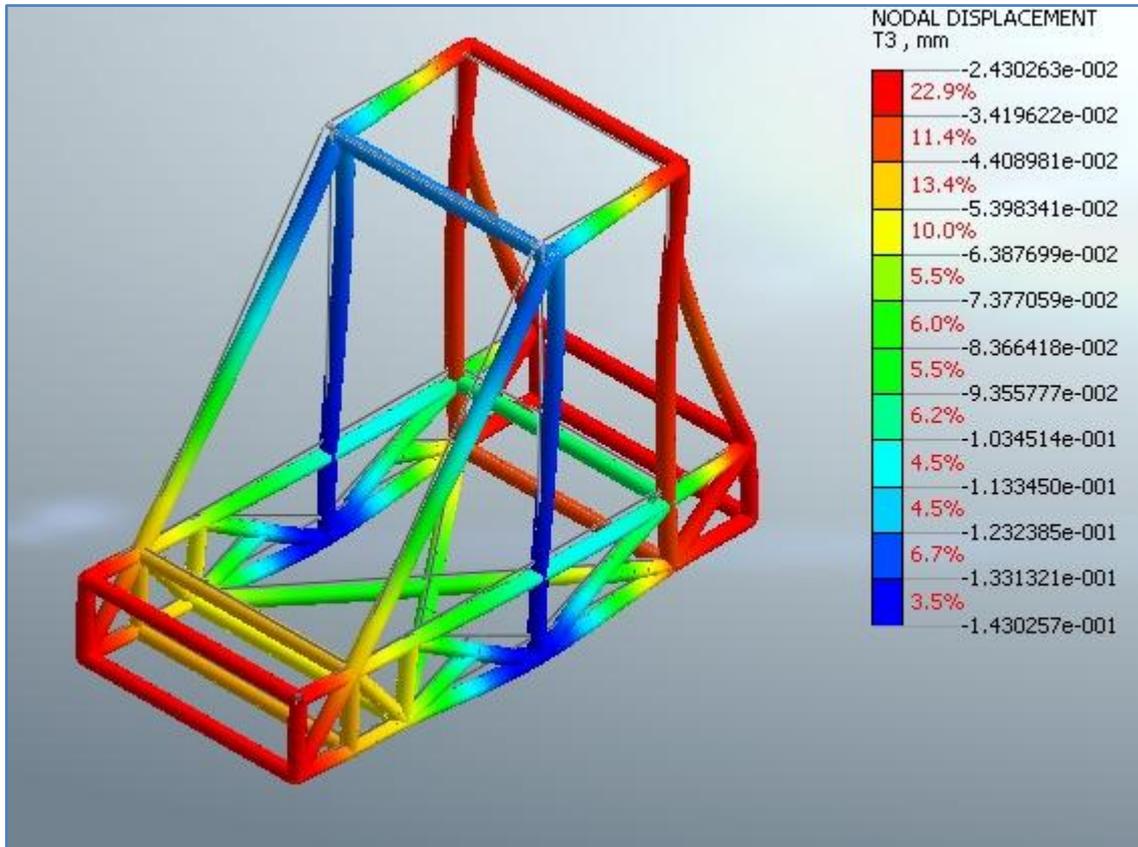
- Frame-5(최종)

– 질량 : 45.49 kg



■ 보강재 설치 및 개선

- Frame-5(최종) 굽힘 해석



- 하중 : 1000 N
- 변위 : 0.143 mm

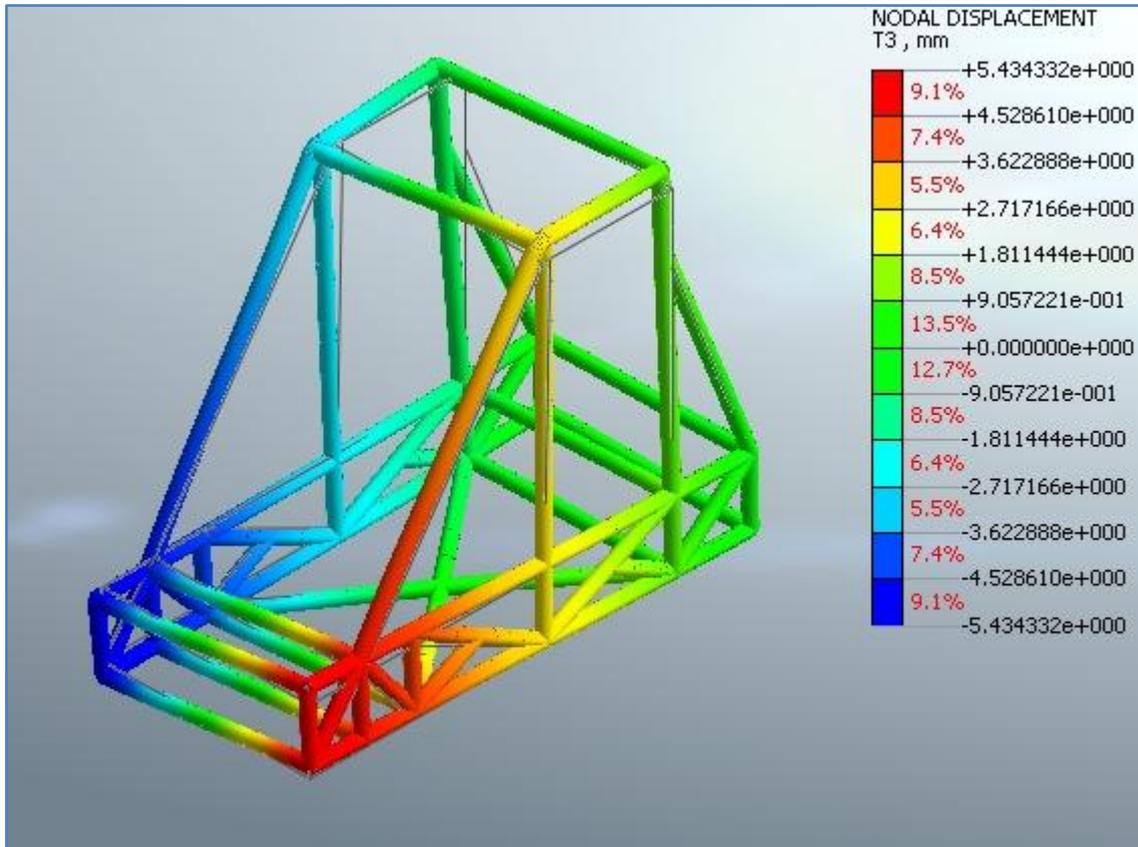
- 굽힘 강성

- $$K_B = \frac{F}{\delta}$$
$$= 6991.75 \text{ N/mm}$$

(158.49% 상승 ↑)

■ 보강재 설치 및 개선

- Frame-5(최종) 비틀림 해석



- 변위 : 5.434 mm

$$\begin{aligned} - \theta &= \tan^{-1} \frac{5.434}{400} \\ &= 0.01358 \text{ rad} \end{aligned}$$

- 비틀림 강성

$$\begin{aligned} \bullet K_T &= \frac{T}{\theta} \\ &= 235,554.02 \end{aligned} \quad (\text{Nm/rad})$$

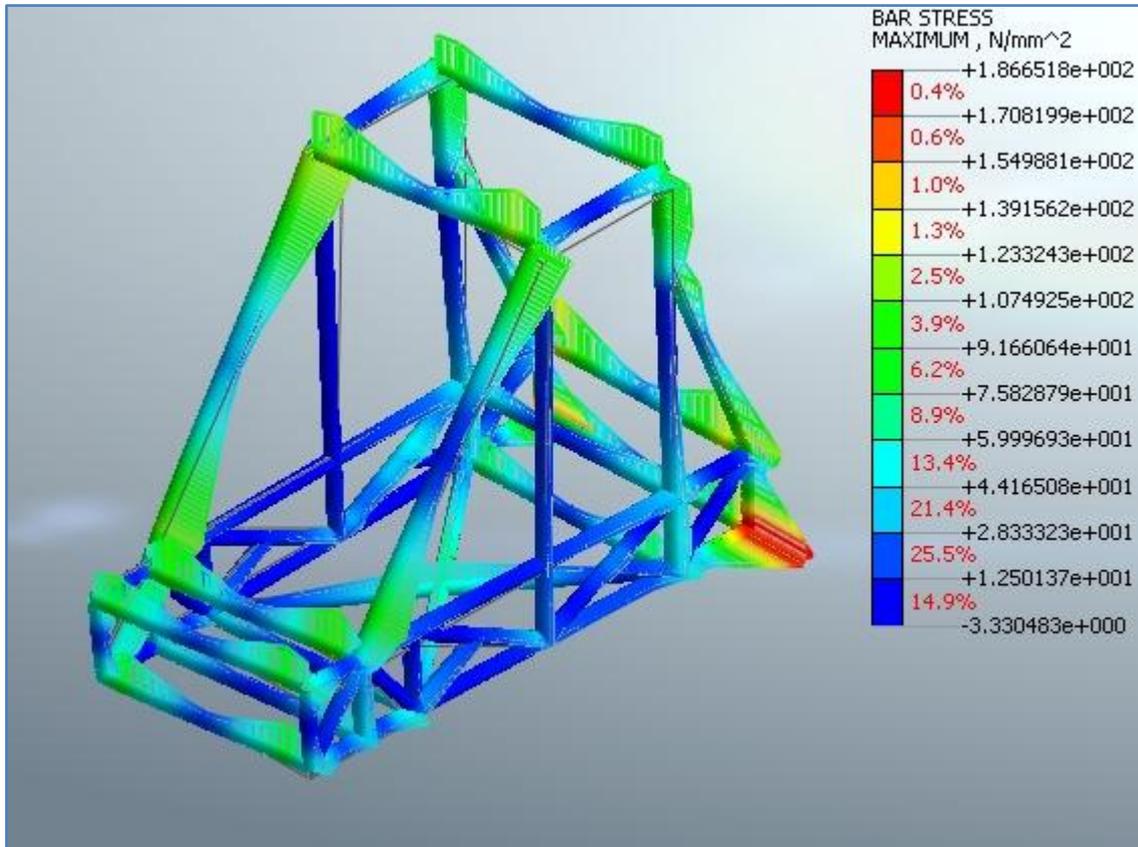
(29.32% 상승 ↑)

■ 보강재 설치 및 개선

- Frame-5(최종) 비틀림 해석

- 최대 응력

• 186.652 MPa



■ 해석 결과 비교

	질량 (kg)	굽힘 강성 (N/mm)	비틀림 강성 (Nm/rad)	최대 응력 (MPa)	고유 주파수 (Hz)
Frame-1	35.79	778.714	157,425.362	221.359	26.37
Frame-2	39.16	1119.736	180,778.133	235.457	27.035
Frame-3	47.49	1949.218	299,787.725	136.825	26.304
Frame-4	40.35	2704.849	182,149.104	213.363	27.064
Frame-5	45.49	6991.75	235,554.02	186.652	26.668

■ 결론

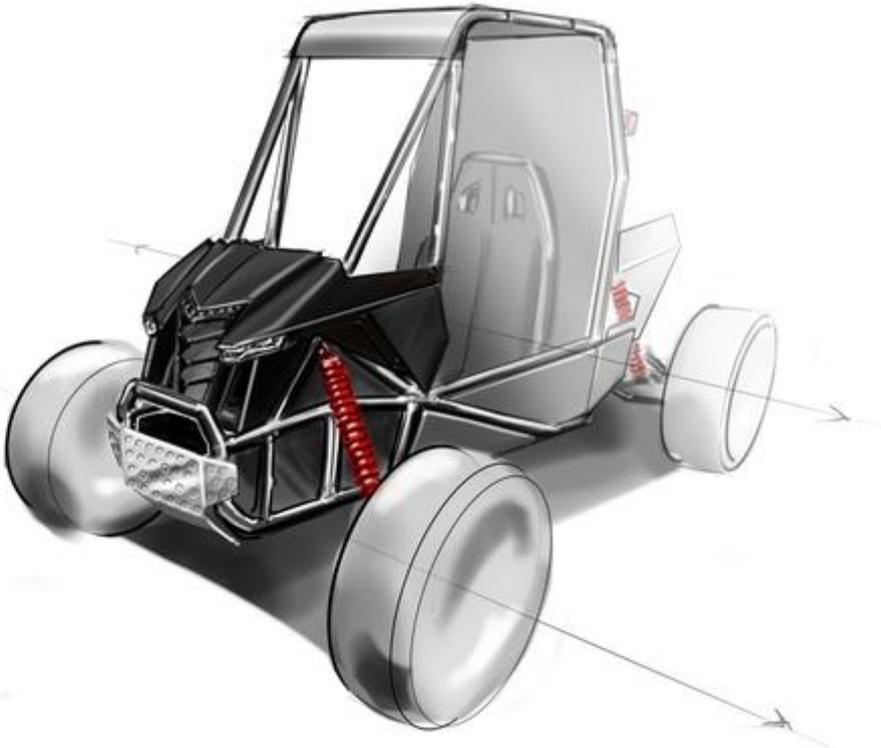
- 하중이 집중되는 곳에 보강재를 추가로 설치하여 굽힘 강성을 높임.
- 하단에 대각선 보강재를 설치하여 비틀림 강성을 높임.
- 비교적 밀도가 작고 강도가 큰 재료인 Alloy Steel을 사용하여 무게를 최소화.

■ 결론

	질량 (kg)	굽힘 강성 (N/mm)	비틀림 강성 (Nm/rad)	고유 주파수 (Hz)
Frame-5	45.49	6991.75	235,554.02	26.668
설계 목표	50 이하	5000 이상	200,000 이상	25 이상
만족도	만족	만족	만족	만족

- 4번의 구조 변경을 통해 목표치 달성.
- 구조해석을 통해 필요 없는 부재는 제거, 응력이 집중되는 곳에 부재를 보강하면서 더 가볍고 좋은 성능의 차체를 설계.

Q & A



Thank you

