

ACE Baja Optimization



차체구조

이동호 2009010257

허준범 2009011034

목차

1. 연구 목표
2. 설계 문제 정식화
3. 초기 디자인
4. 진행 방향 수립
 - 위상 최적화
 - 보강재 추가
 - 치수 최적화
 - 외연적 동해석



5. 결론
6. 고찰
7. 참고 문헌
8. Q&A

연구 목표

- ▶ 고유 진동수를 만족시켜 공진을 발생시키지 않아야 하며, 프레임의 강성을 최대화 할 수 있는 구조물의 형태를 찾아야 한다.
- ▶ 또한 규정을 토대로, 설계 무게를 충족시키는 최적화된 부재의 치수를 찾아야 한다.

설계 문제 정식화 (1 단계)

▶ Problem description(문제 정식화)

1. 재료는 Alloy Steel 을 사용.
2. 공진을 피해야 함.
3. 각 부재의 항복 응력을 넘으면 안됨.
4. 처짐이 사람에게 느껴지지 않도록 해야 함.

설계 문제 정식화 (2단계)

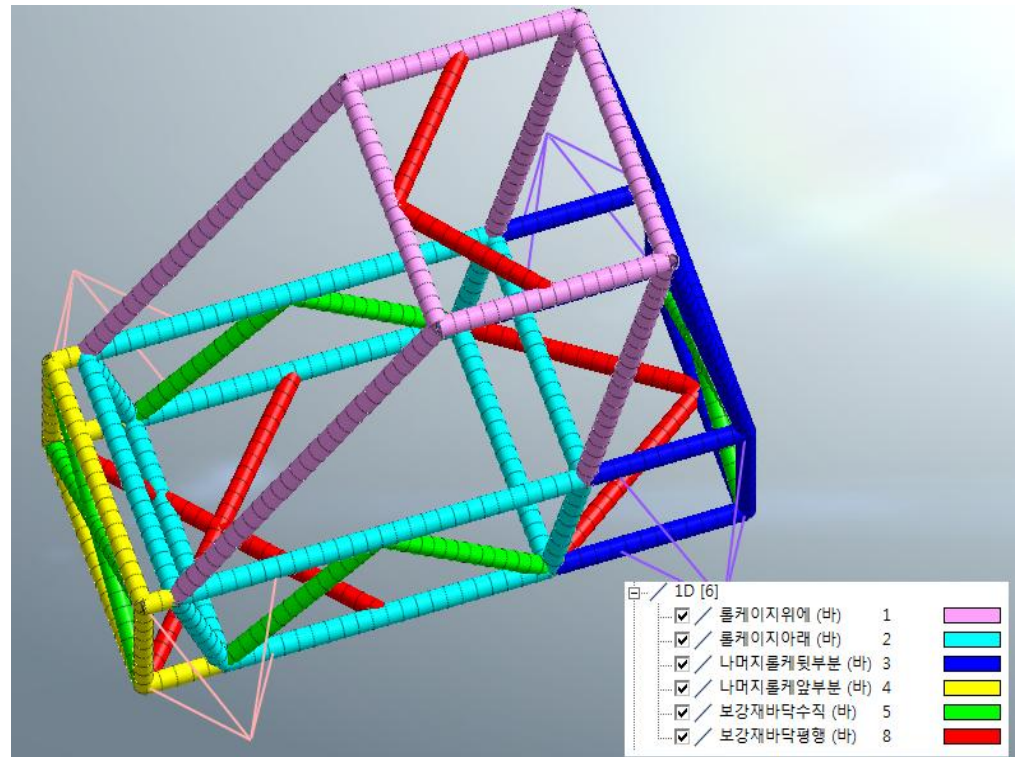
▶ Data and information collection(정보 수집)

1. $\sigma_{\text{Allow}} = 207 \text{ Mpa}$
2. 125 cc 엔진 고유 진동수 : 22~25Hz
 - 125cc 스쿠터 엔진의 경우 정상 상태에서 회전수가 1200~1500rpm
3. 차체 프레임의 무게 : 55 kg 이상 (규정집 참고)
 - 일반 차량의 무게는 연료 탱크에 연료를 가득 채운 상태에서 차량 차체 무게가 230kg을 넘어야 한다.
 - 타이어 무게(4개) = 약 25kg
 - 사람 = 100kg
 - 엔진 + 엔진 외 부품(연료 포함) = 30 + 20 = 50 kg
 - 230 - 25 - 100 - 50 = 55 kg

설계 문제 정식화 (3단계)

▶ Definition of design variables

- 각 부재의 외경
 1. R1(롤케이지 위)
 2. R2(롤케이지 아래)
 3. R3(롤케이지 뒤)
 4. R4(롤케이지 앞)
 5. R5
(보강재 바닥에 수직)
 6. R6
(보강재 바닥에 수평)

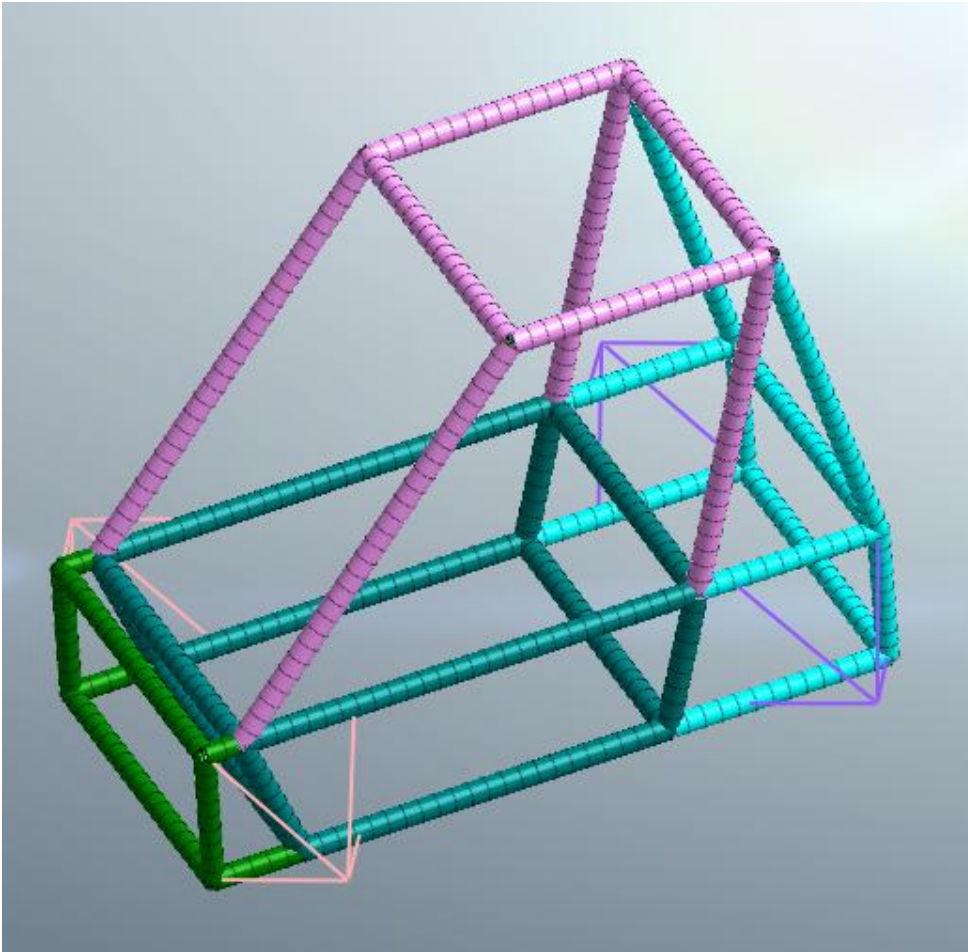


설계 문제 정식화 (4~5단계)

- ▶ Optimization criterion (목적 함수)
 - 부피 최소화

- ▶ Formulation of constraints (구속 조건)
 1. $\sigma_{\text{Allow}} < 207 \text{ Mpa}$
 2. 1차 고유 진동수 $> 35 \text{ Hz}$ (= $25 \text{ Hz} + 10 \text{ Hz}$)

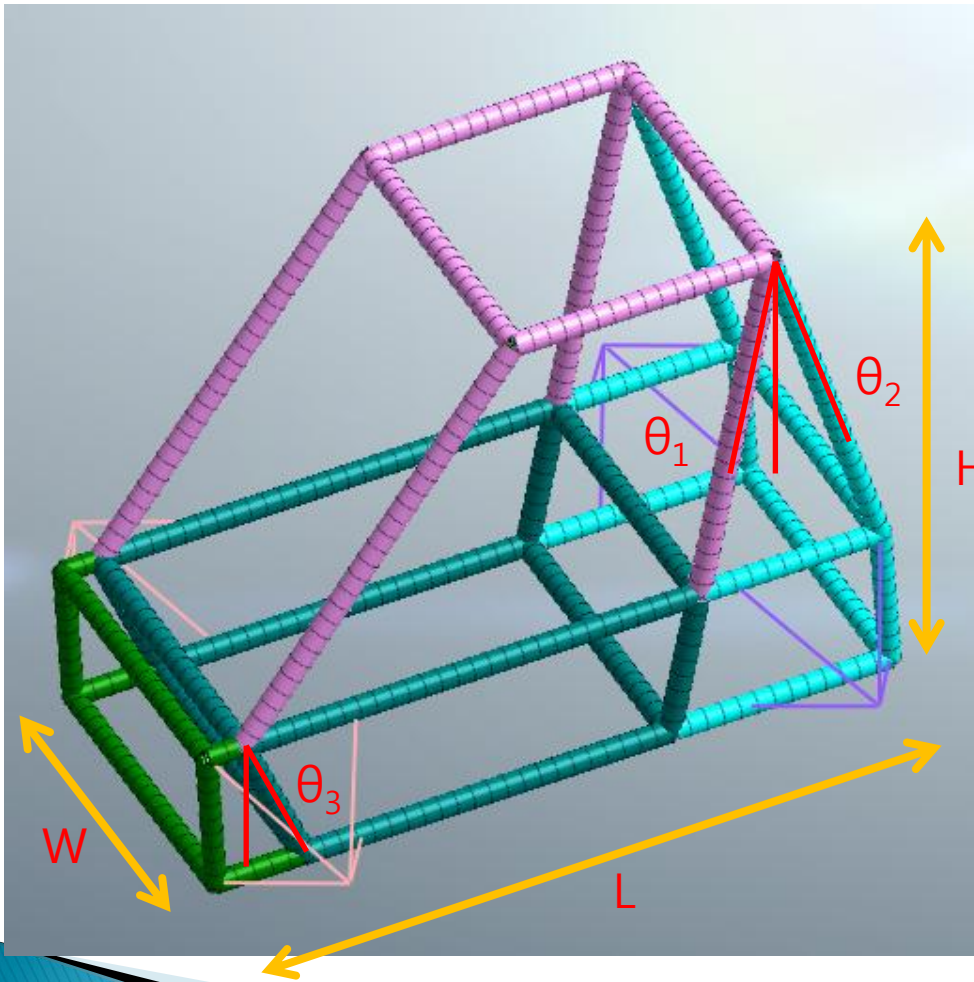
초기 디자인



각 부재의 외경 (내경)

1. R1(롤케이지 위)
 - 27 mm (25.4mm)
2. R2(롤케이지 아래)
 - 27 mm (25.4mm)
3. R3(롤케이지 뒤)
 - 25 mm (24.1mm)
4. R4(롤케이지 앞)
 - 25 mm (24.1mm)
5. R5
(보강재 바닥에 수직)
 - 25 mm (24.1mm)
6. R6
(보강재 바닥에 평행)
 - 25 mm (24.1mm)

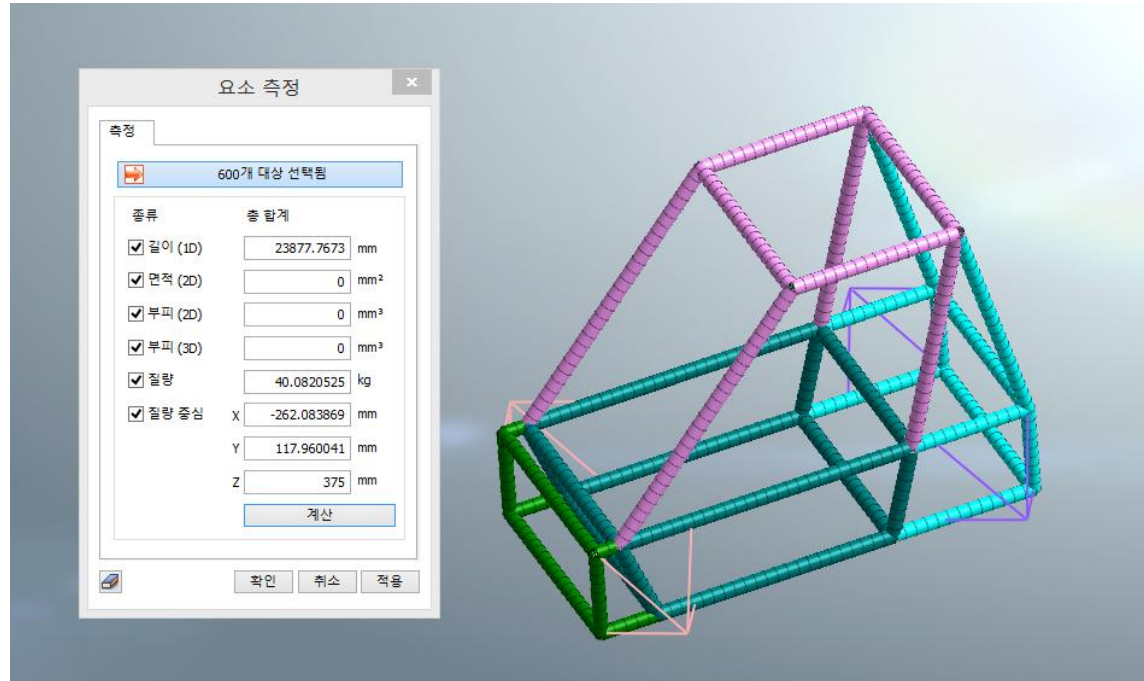
초기 디자인



차체

1. 길이(L)
 - 1633.47 mm
2. 너비(W)
 - 750 mm
3. 높이(H)
 - 1200 mm
4. $\theta_1 = 15^\circ$
 $\theta_2 = 14^\circ$
 $\theta_3 = 20^\circ$

초기 디자인



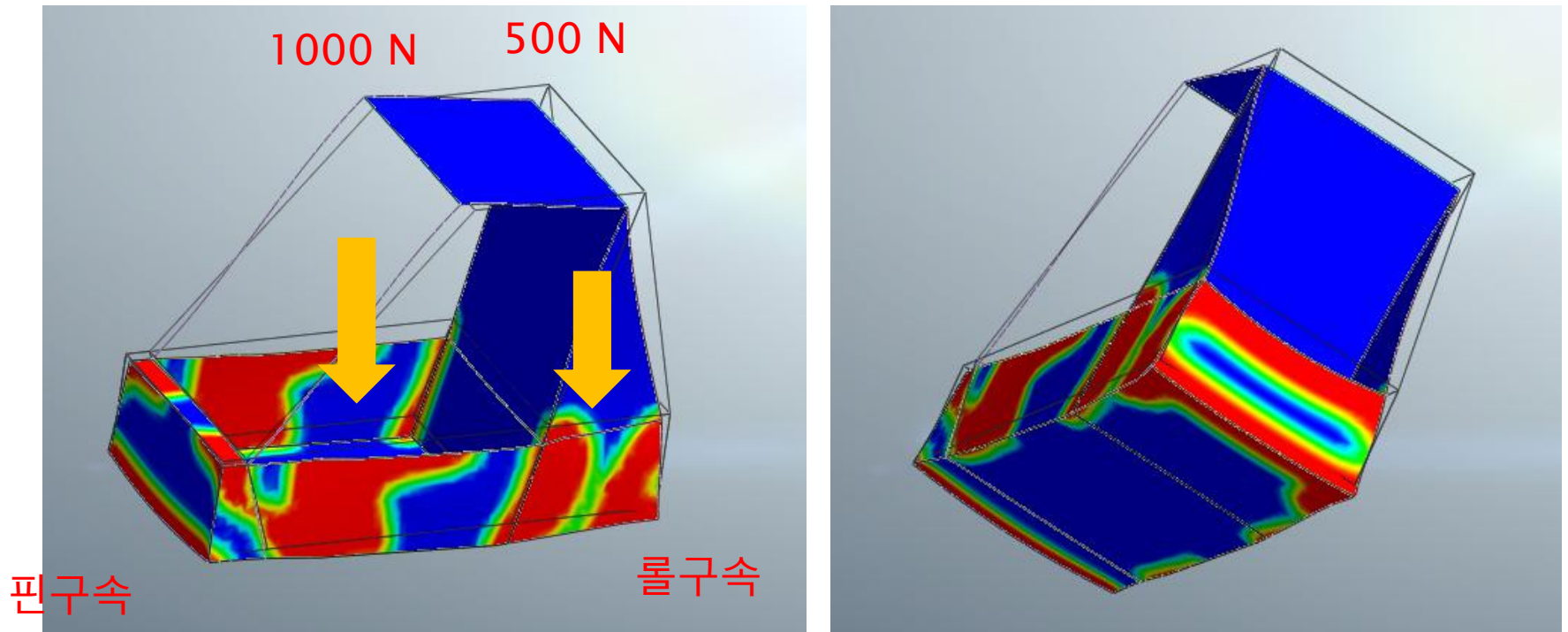
1. 초기 디자인의 무게
 - 40.08 kg

진행 방향 수립

- ▶ 위상 최적화
 1. Topology in Bending
 2. Topology in Torsion
 3. Topology in Multi-load
- ▶ 보강재 추가
- ▶ 치수 최적화
 1. 선형 해석
 2. 모드 해석
 3. 에너지 밀도
- ▶ 외연적 동해석

Topology optimization

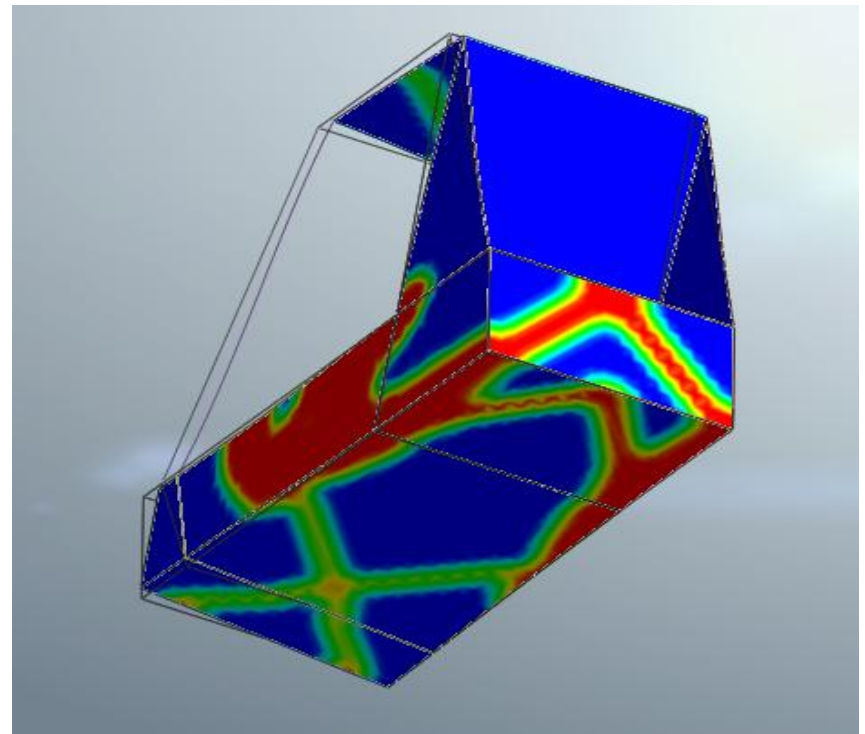
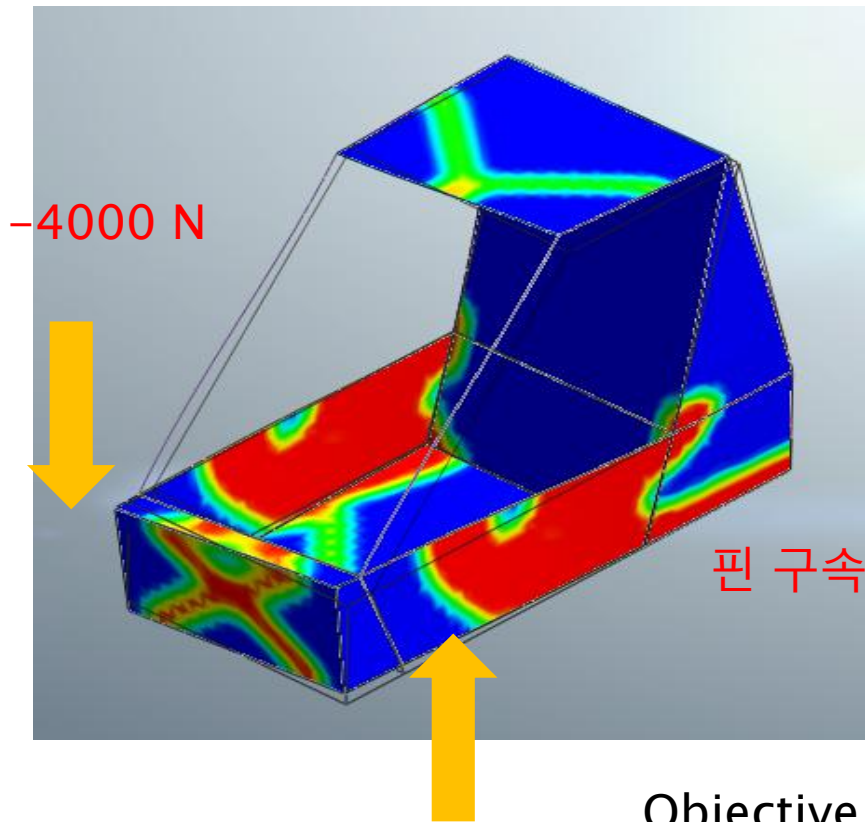
▶ Topology in Bending



Objective volume : 30%

Topology optimization

▶ Topology in Torsion

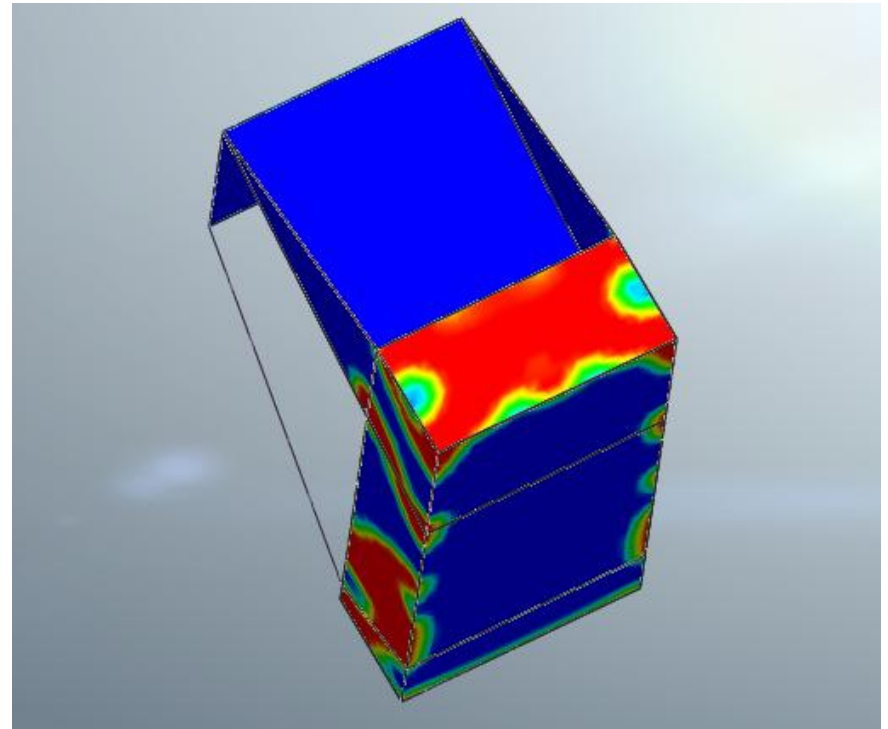
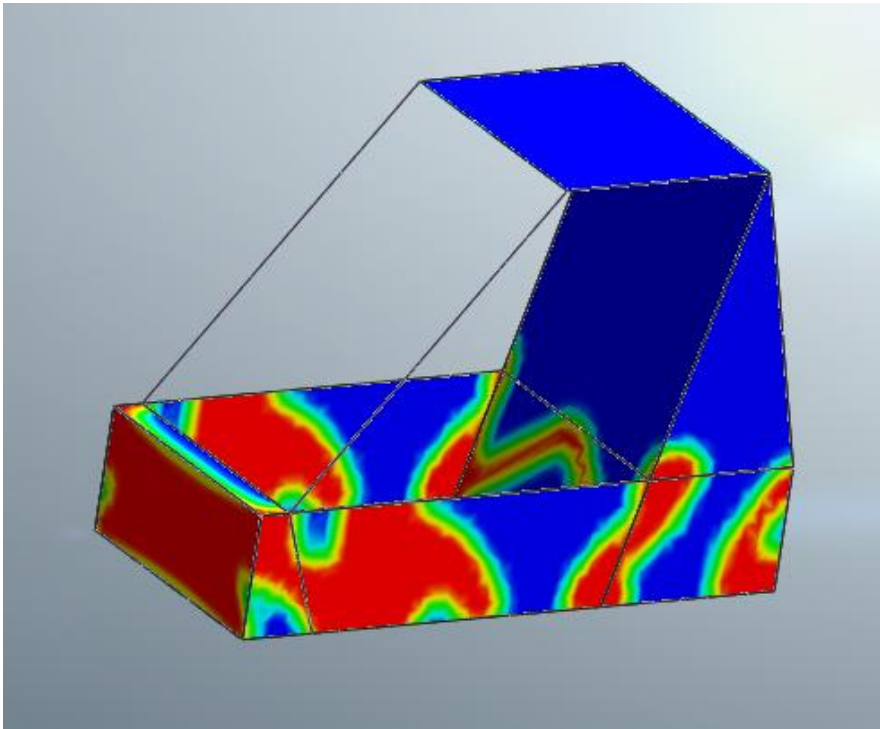


Objective volume : 30%

4000 N

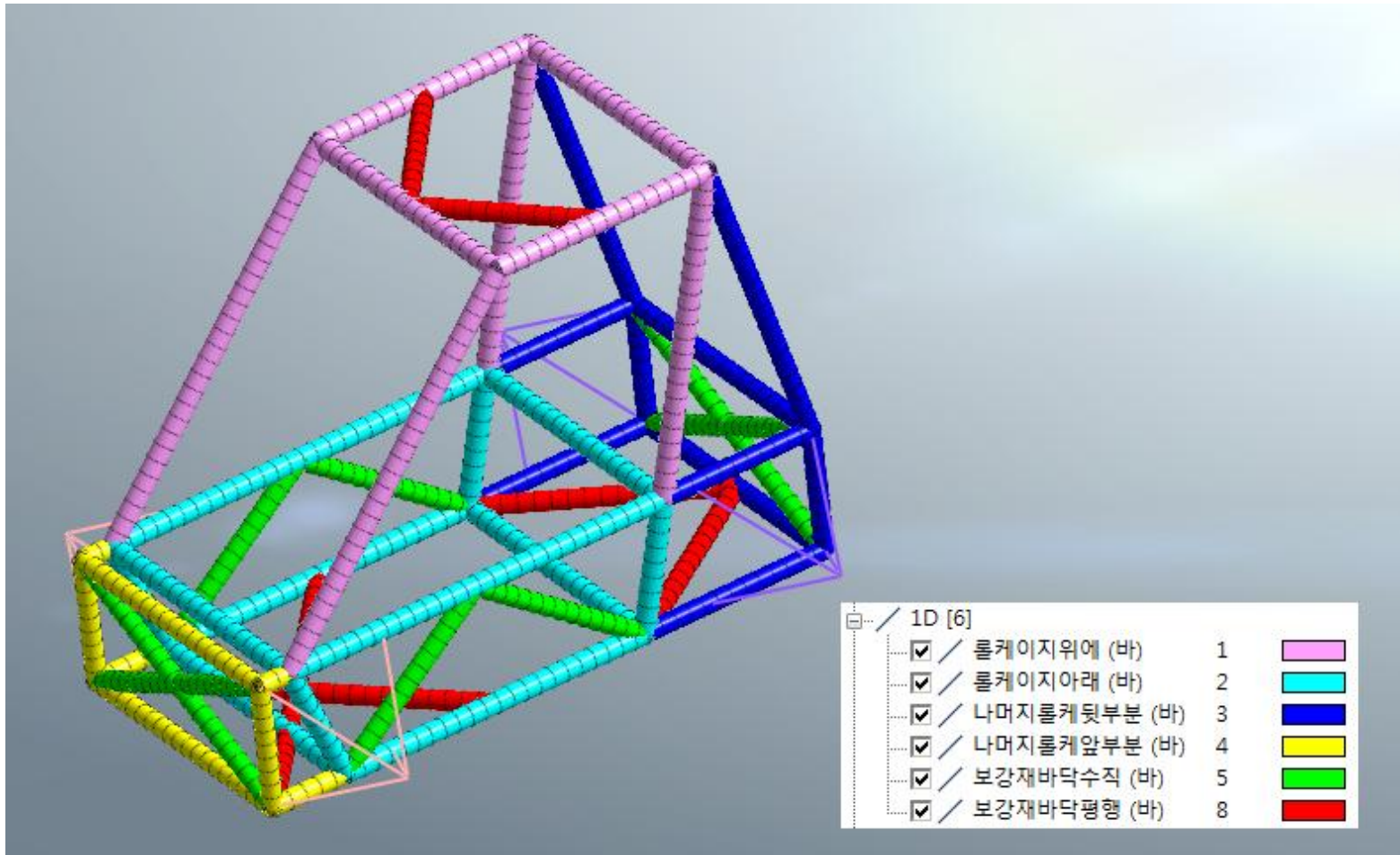
Topology optimization

- ▶ Topology in Multi-load



Objective volume : 30%

보강재 추가



보강재 추가 - 무게

요소 측정

측정

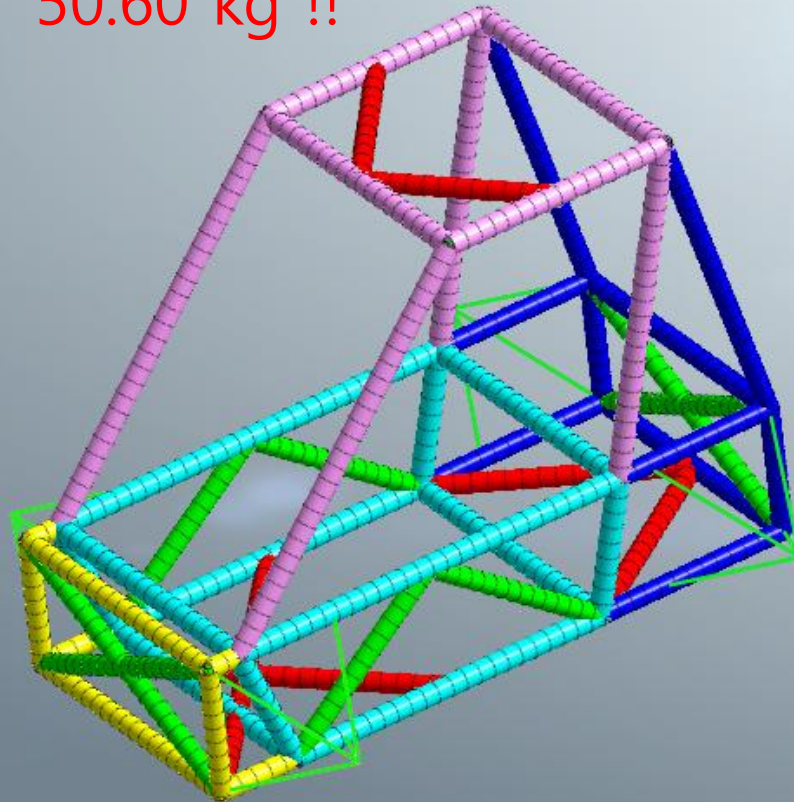
850개 대상 선택됨

종류	총 합계
<input checked="" type="checkbox"/> 길이 (1D)	33719.2887 mm
<input checked="" type="checkbox"/> 면적 (2D)	0 mm ²
<input checked="" type="checkbox"/> 부피 (2D)	0 mm ³
<input checked="" type="checkbox"/> 부피 (3D)	0 mm ³
<input checked="" type="checkbox"/> 질량	50.6023214 kg
<input checked="" type="checkbox"/> 질량 중심	X: -276.820112 mm
	Y: 65.9511867 mm
	Z: 375 mm

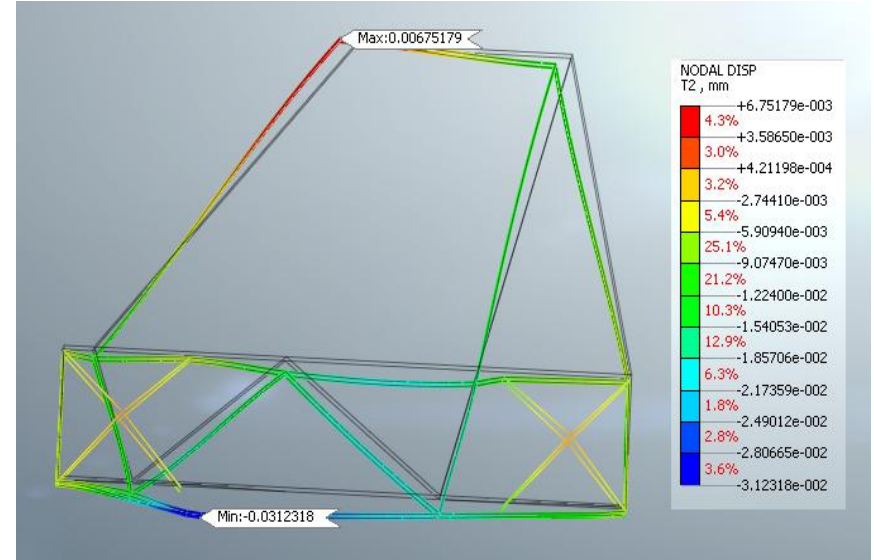
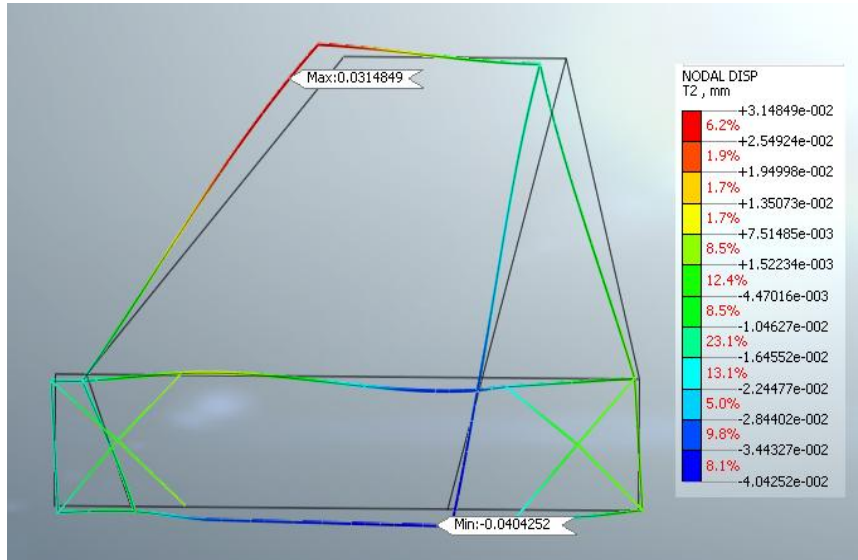
계산

확인 취소 적용

50.60 kg !!



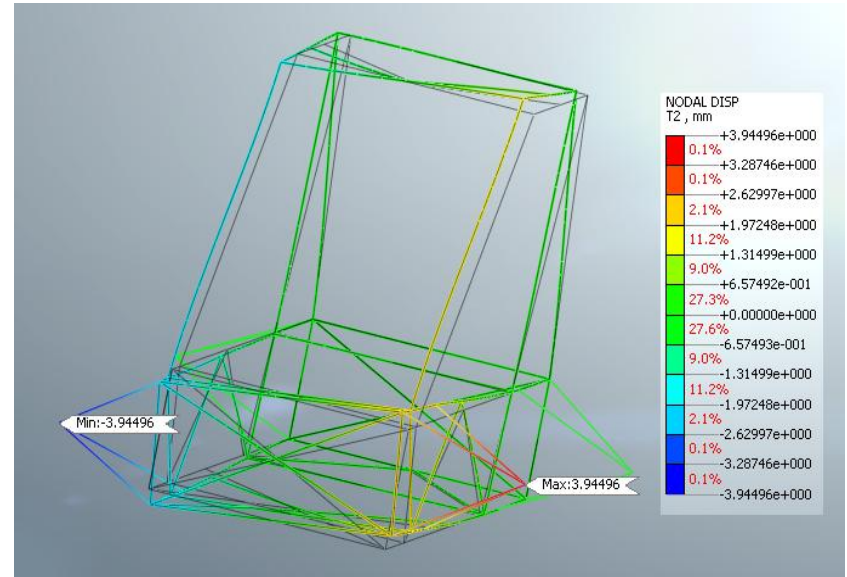
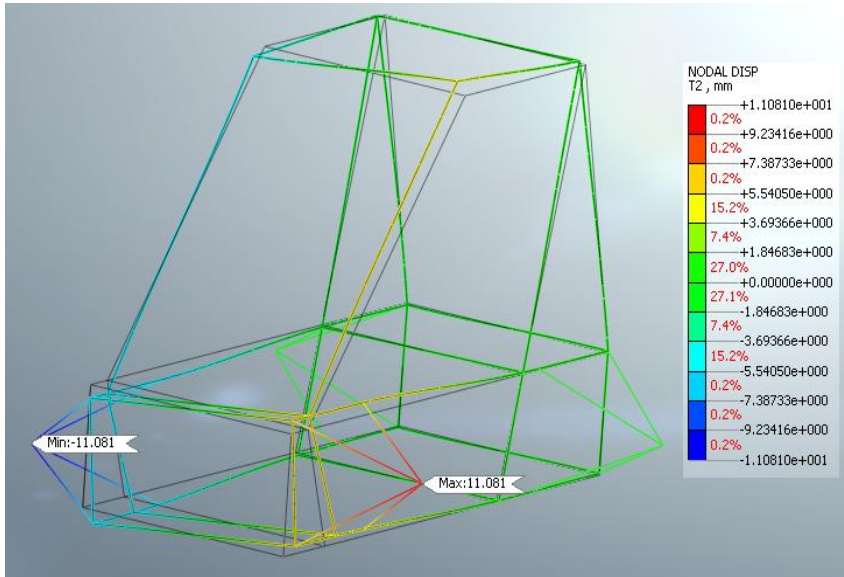
선형 해석 - 굽힘 변위



	초기 디자인	보강재 추가 된 디자인
MAX	0.0314849 mm	0.00675179 mm
MIN	-0.0404252 mm	-0.0312318 mm

개선!!

선형 해석 - 비틀림 변위

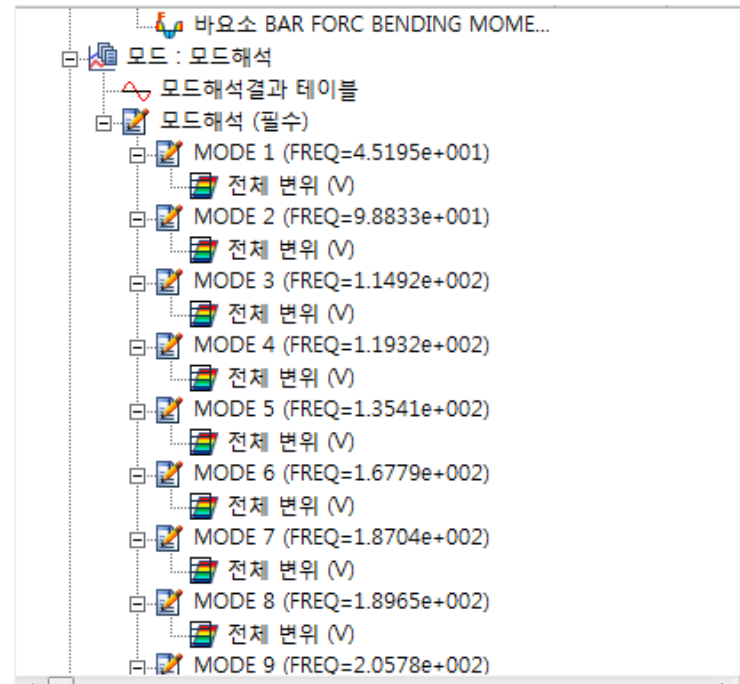
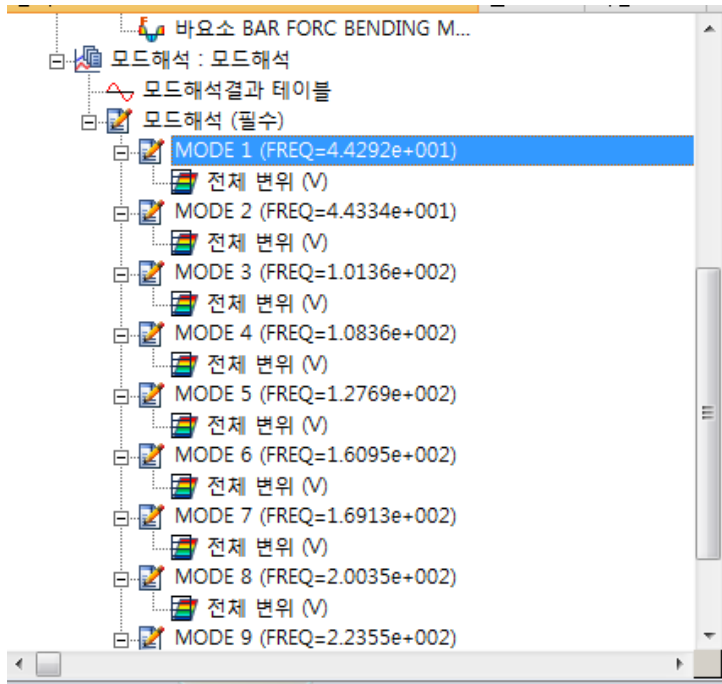


	초기 디자인	보강재 추가 된 디자인
MAX	11.081 mm	3.94496 mm
MIN	-11.081 mm	-3.94496 mm

개선!!

모드 해석

앞바퀴에만 고정 구속



	초기 디자인	보강재 추가 된 디자인
MODE 1	44.292 Hz	45.195 Hz
MODE 2	44.334 Hz	98.833 Hz

35 Hz 이상!!

치수 최적화

최적설계 모델생성

최적설계 결과 요약

최적화 케이스

Optima

설계 변수 이름	초기값	최소값	최대값	설계안 1	설계안 2	설계안 3	사용자 설계안		
입 력									
▶ 룰케이지위	27	27	35	27	27	27	27		
룰케이지아래	27	27	35	27	27	27	27		
나머지룰케 뒷부분	25	25	35	25	25	25	25		
나머지룰케 앞부분	25	25	35	25	25	25	25		
보강재바닥수직	25	25	35	25	25	25	25		
보강재재바닥평행	25	25	35	25	25	25	25		
출 력 (예상값 / 해석값)									
목적함수 변화율 (%)	0	0		-14	0	-14	0	-14	0
제약조건 최대위배율 (%)	0	27		0	27	0	27	0	27
부피(곱힘)	5.7e+006	6.6e+006		5.7e+006	6.6e+006	5.7e+006	6.6e+006	5.7e+006	6.6e+006
부피(비틀림)	5.7e+006	6.6e+006		5.7e+006	6.6e+006	5.7e+006	6.6e+006	5.7e+006	6.6e+006
변위1(곱힘)	0.019	0.031	0.025	0.019	0.031	0.019	0.031	0.019	0.031
변위2(곱힘)	0.003	0.0045	0.007	0.003	0.0045	0.003	0.0045	0.003	0.0045
회전변위(비틀림)	0.81	1.5	1.2	0.81	1.5	0.81	1.5	0.81	1.5
응력(곱힘)	7.2	10	2.1e+002	7.2	10	7.2	10	7.2	10
응력(비틀림)	1.2e+002	1.9e+002	2.1e+002	1.2e+002	1.9e+002	1.2e+002	1.9e+002	1.2e+002	1.9e+002

사용자 설계안 확인

예상값 확인

해석값 확인

모델생성

대상

사용자 설계안

모델파일 경로

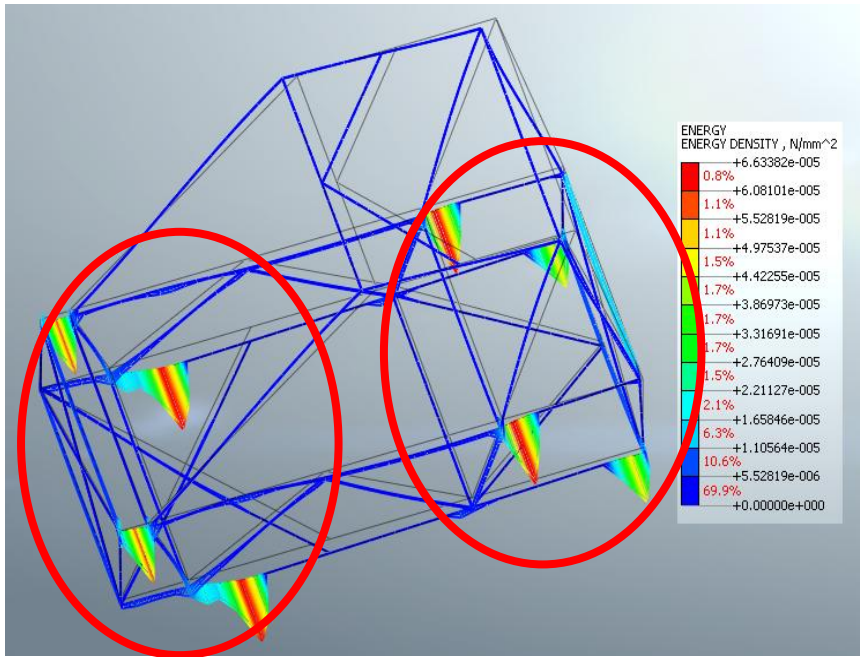
보강재 추가 후 DOE 후 치수최적화_Optimized.nf ...

제약 조건을 27% 위배!!

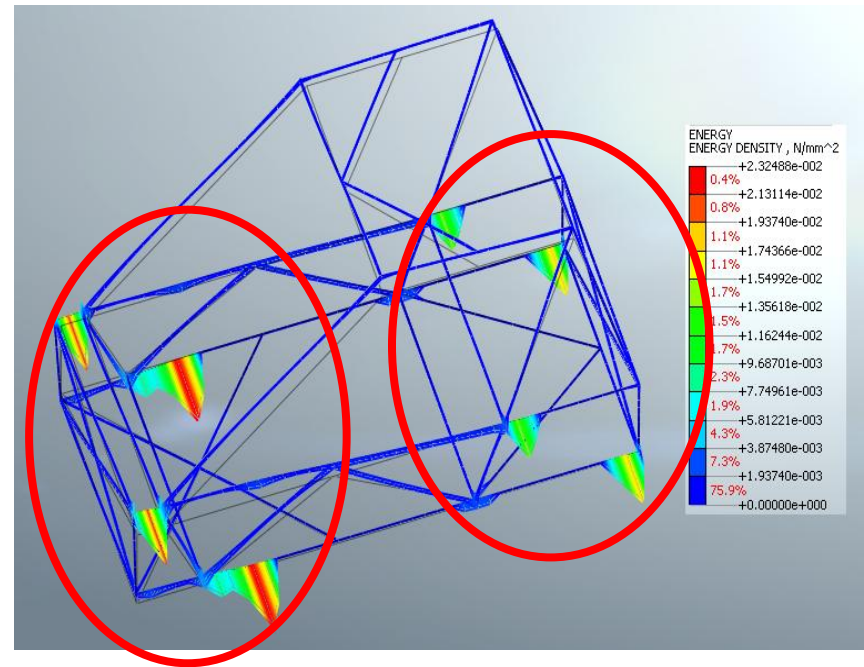
확인

취소

에너지 밀도



<에너지 밀도 (굽힘)>



<에너지 밀도 (비틀림)>

치수 최적화 (에너지 밀도 적용)

최적설계 모델생성

최적설계 결과 요약

최적화 케이스

Optima

설계변수 이름	초기값	최소값	최대값	설계안 1	설계안 2	설계안 3	사용자 설계안				
입 력											
▶ 룰케이지위	27	27	35	27	27	27	27				
룰케이지아래	27	27	35	27	27	27	28				
나머지룰케이뒷부분	25	25	35	25	25	25	26				
나머지룰케이앞부분	25	25	35	25	25	25	26				
보강재바닥수직	25	25	35	25	25	25	25				
보강재재바닥평행	25	25	35	25	25	25	25				
출 력 (예상값 / 해석값)											
목적함수 변화율 (%)	0	0		-14	0	-14	0	-14	0	11	22
제약조건 최대위배율 (%)	0	27		0	27	0	27	0	27	0	0
부피(굽힘)	5.7e+006	6.6e+006		5.7e+006	6.6e+006	5.7e+006	6.6e+006	5.7e+006	6.6e+006	7.3e+006	8e+006
부피(비틀림)	5.7e+006	6.6e+006		5.7e+006	6.6e+006	5.7e+006	6.6e+006	5.7e+006	6.6e+006	7.3e+006	8e+006
변위1(굽힘)	0.019	0.031	0.025	0.019	0.031	0.019	0.031	0.019	0.031	0.018	0.023
변위2(굽힘)	0.003	0.0045	0.007	0.003	0.0045	0.003	0.0045	0.003	0.0045	0.0028	0.0046
회전변위(비틀림)	0.81	1.5	1.2	0.81	1.5	0.81	1.5	0.81	1.5	0.79	1.2
응력(굽힘)	7.2	10	2.1e+002	7.2	10	7.2	10	7.2	10	6.6	7.7
응력(비틀림)	1.2e+002	1.9e+002	2.1e+002	1.2e+002	1.9e+002	1.2e+002	1.9e+002	1.2e+002	1.9e+002	1.1e+002	1.5e+002

27
27.5
25.5
25.5
25
25

사용자 설계안 확인

예상값 확인

해석값 확인

모델생성

대상 사용자 설계안

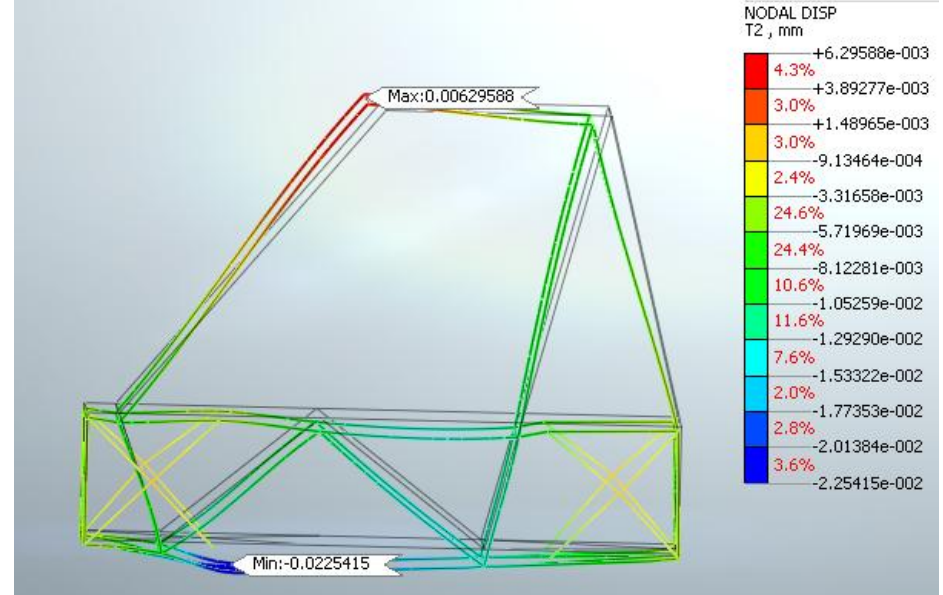
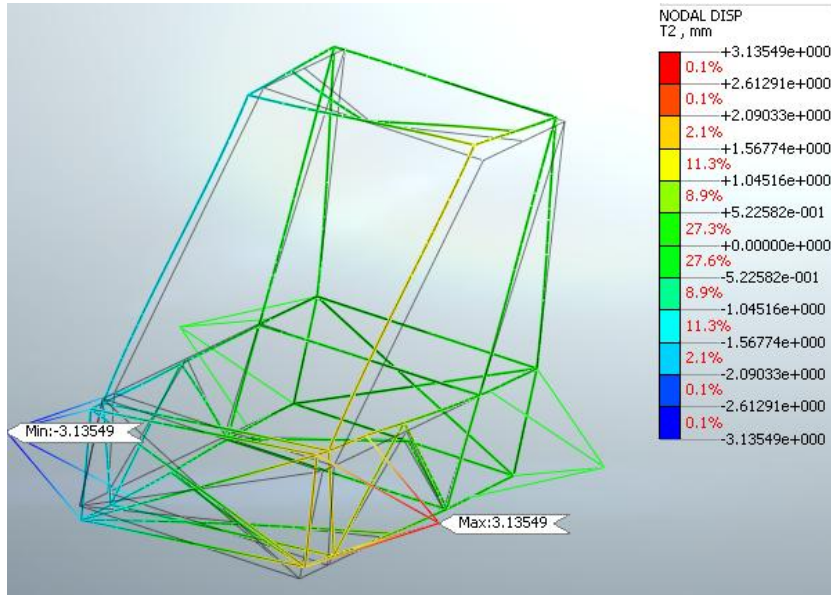
모델파일 경로 보강재 추가 후 DOE 후 치수최적화_Optimized.nf ...

제약 조건을 만족!!

확인

취소

최적화 모델 결과값



	Bending	Torsion	고유진동수
MAX	0.0225415 mm	3.13549 mm	47.456 Hz
MIN	-0.0225415 mm	-3.13549 mm	

치수 최적화 (에너지 밀도 적용) - 무게

요소 측정

측정

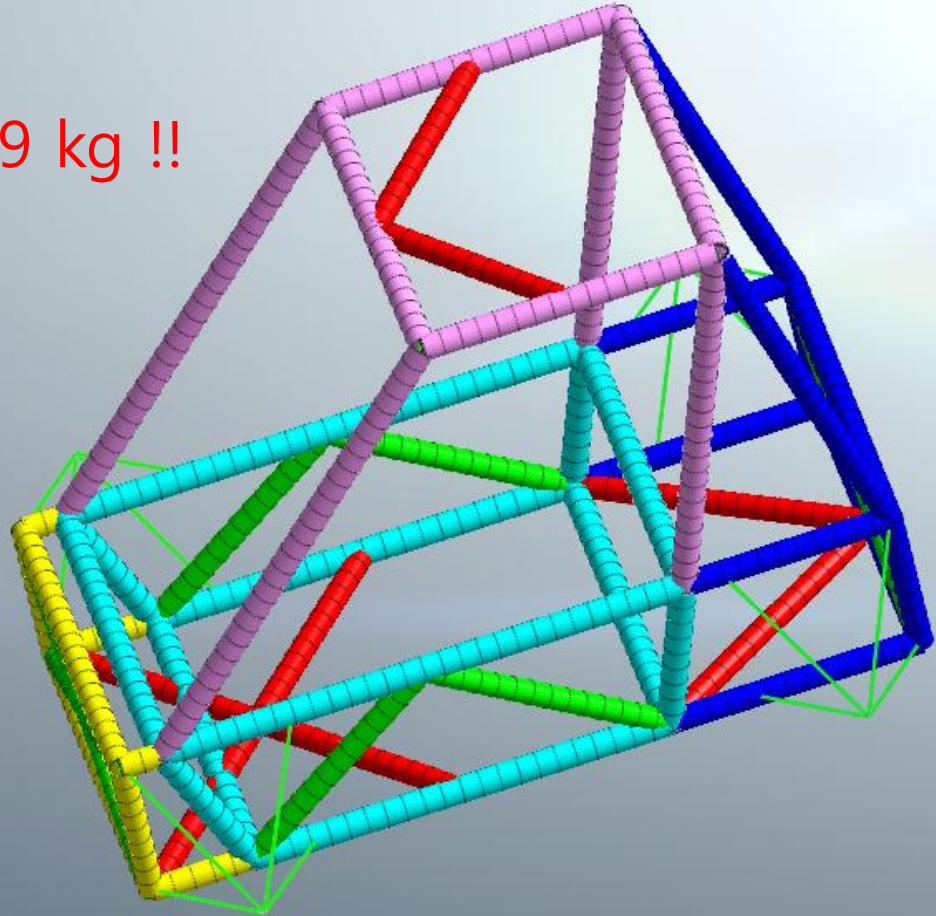
850개 대상 선택됨

종류	총 합계
<input checked="" type="checkbox"/> 길이 (1D)	33719.2887 mm
<input checked="" type="checkbox"/> 면적 (2D)	0 mm ²
<input checked="" type="checkbox"/> 부피 (2D)	0 mm ³
<input checked="" type="checkbox"/> 부피 (3D)	0 mm ³
<input checked="" type="checkbox"/> 질량	61.490061 kg
<input checked="" type="checkbox"/> 질량 중심	X: -274.282087 mm
	Y: 33.7902836 mm
	Z: 375 mm

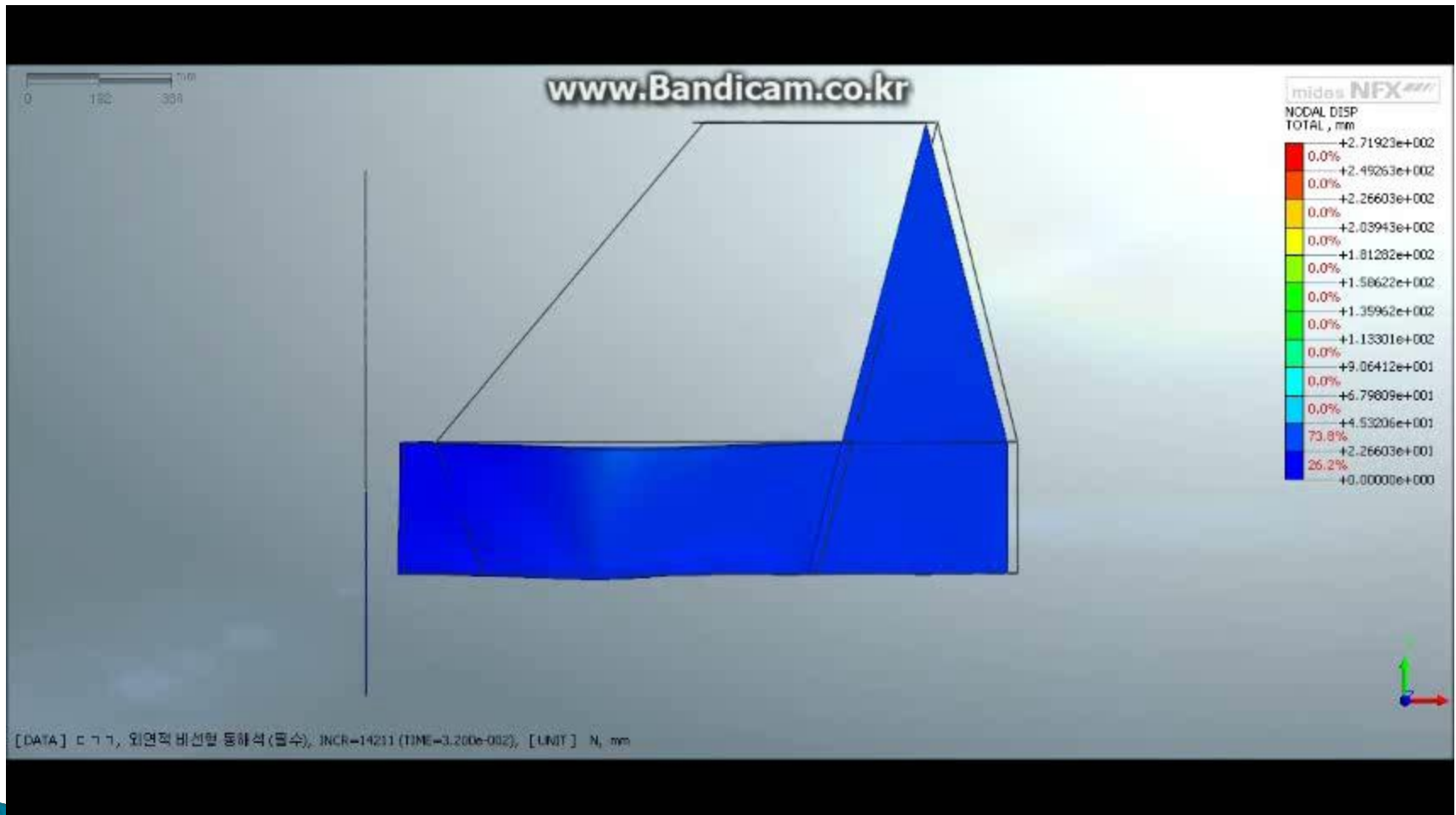
계산

확인 취소 적용

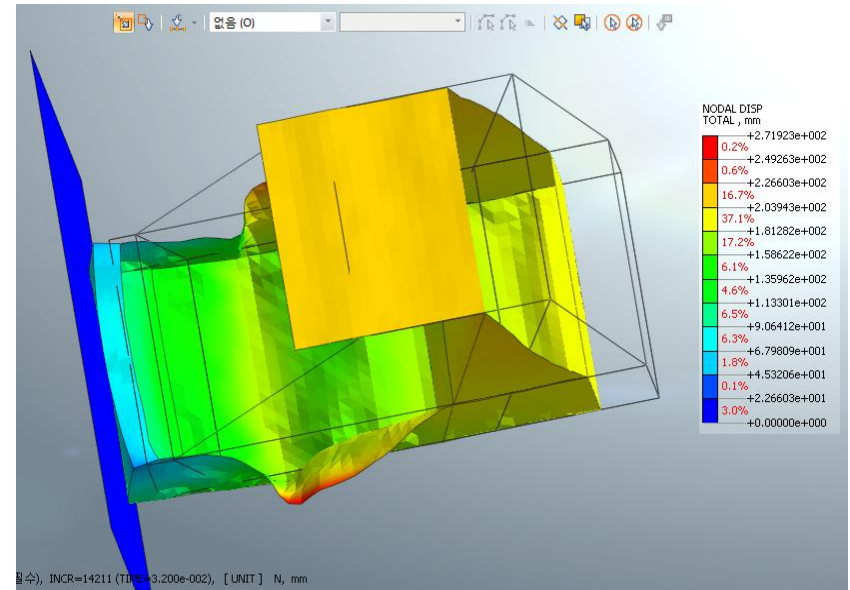
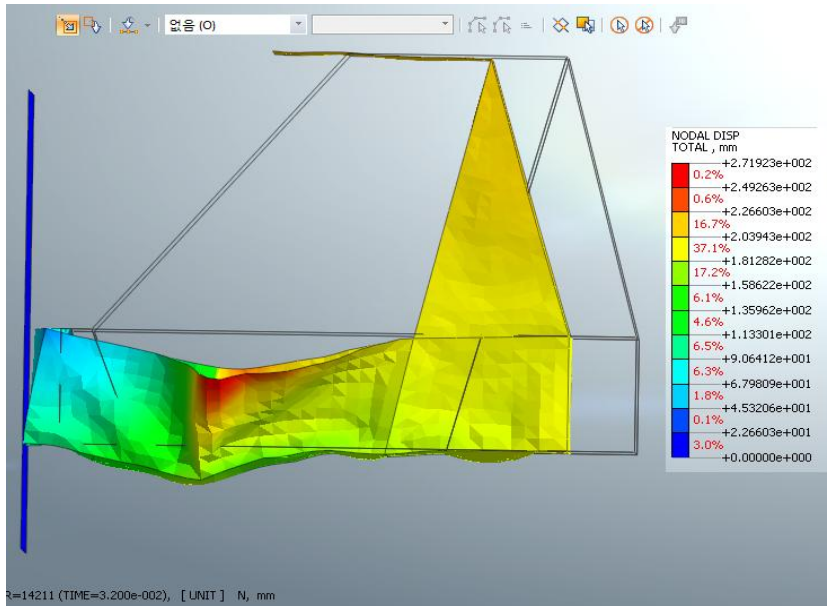
61.49 kg !!



외연적 동해석

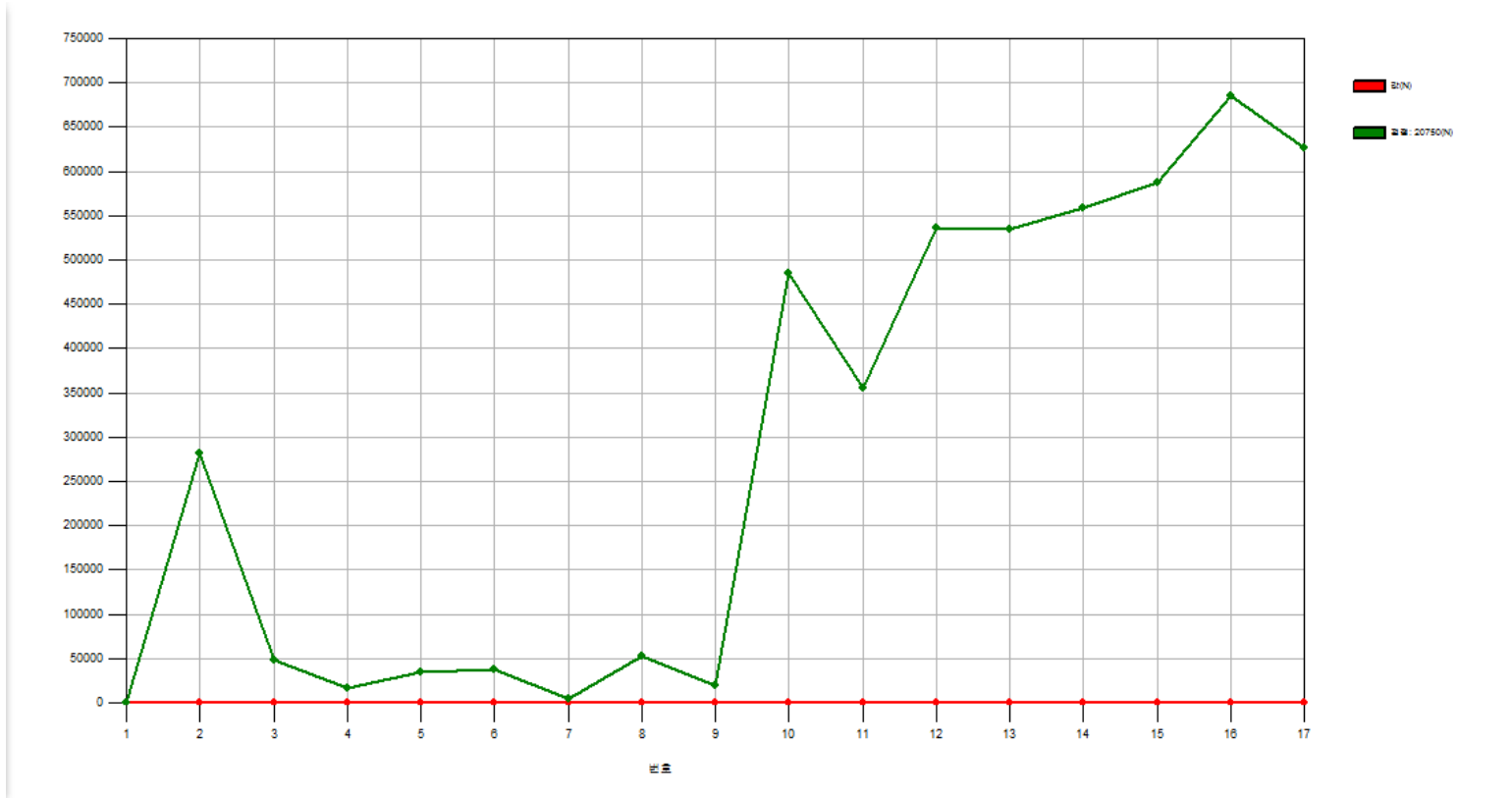


외연적 동해석



▶ 탑승자의 안전 확보

외연적 동해석



평균 정적 충돌 하중 = $P_m = 286002.4 \text{ N}$

결론

	초기 모델	보강재 추가 모델	최적화 모델	허용/ 보강 유무
고유 진동수	44.292 Hz	45.195 Hz	47.456 Hz	≥ 35 Hz
굽힘 강성	37105.57 N/mm	48027.97 N/mm	66548.35 N/mm	보강됨
비틀림 강성	101.525 kNm/rad	285.174 kNm/rad	358.796 kNm/rad	보강됨
무게	40.08 kg	50.60 kg	61.49 kg	≥ 55 kg

결론

▶ 각 부재의 외경 변화

1. R1(롤케이지 위) : 27 mm → 27 mm (25.4mm)
2. R2(롤케이지 아래) : 27 mm → 27.5 mm (25.4mm)
3. R3(롤케이지 뒤) : 25 mm → 25.5 mm (24.1mm)
4. R4(롤케이지 앞) : 25 mm → 25.5 mm (24.1mm)
5. R5(보강재 바닥에 수직) : 25 mm → 25 mm (24.1mm)
6. R6(보강재 바닥에 수평) : 25 mm → 25 mm (24.1mm)

- ▶ 평균 정적 충돌 하중 = $P_m = 286002.4 \text{ N}$
탑승자의 안전 확보

고찰

- ▶ 프레임카의 디자인을 통해서 유한요소해석을 수행하는 과정을 잘 알게 되었습니다.
- ▶ 문제 정식화를 잘할수록 해석이 쉬워진다는 것을 알게 되었습니다.

참고 자료

- ▶ 대학생 자작자동차대회 기술규정집
- ▶ 참고자료: 이겨레, 황의상, 민승재, 2010, "위상최적화를 이용한 자작자동차의 프레임 설계
- ▶ KSAE 부문종합 학술대회, KSAE10-B0241 (발표자료)
- ▶ Fundamentals of Automotive Body Structure Design by D.E. Malen, SAE International, 2011

참고 자료

Chongqing Fine Emperor Motorcycle Manufacturing Co., Ltd. [\[확인됨\]](#)

제품 ▾ 회사 소개 ▾ 연락처 세부정보



[큰 이미지보기](#)

공유하기 [f](#) [t](#) [p](#) [8+1](#) [0](#)

함께 4 행정 오토바이 엔진, 기 냉각 엔진, 125cc 엔진

본선 인도 가격: \$ 100-200 ? (약 KRW 109,170 - 218,341 / 세트)
[최근 가격 확인](#)

재고 소재지: chongqing

최소 주문 수량: 100 세트

공급 능력: 10000 세트 / 월

배송 시간: ~25일 확인 후

지불 조건: L/C,T/T,Western Union

[Ms. Ivy Zheng](#)

[문의하기](#)

검증된 공급자

Chongqing Fine Emperor Motorcycle Manufacturing Co., Ltd.

[Chongqing, 중국 (본토)]



비즈니스 유형: 제조 업체, 무역 회사
 마지막 로그인: 2일 전

[현장 운영 및 법적 상태 확인됨](#)

[연락처 세부정보](#)

제품 검색

검색

관련 제품

EW1(TRICYCLE)/BAJAJ150
 @67mm / 4 - Stroke

제품 상세 정보

간략한 세부 사항

치기: 4 치기
 실린더 No.: 1개의 실린더
 원래 장소: 중국 (본토)
 치수: 430*310*430(l*w*h) mm
 bore*stroke: 56*49.5

찬 작동: 공냉식
 점화 방법: CDI
 유명 상표: jiahong
 순 중량(kg): 30

시작: 곁머차기
 배기량 (ml): 124cc
 모델 번호: 125cc-2d-sv
 압축 비율: 9:1:1

Q&A



Thank you for Listening!!

