

# Optimization of Air taxi pod



**Team BACON**

2013020604 정종현  
2013020615 정희용  
2013020637 차창준



# Content



01

주제 및 팀명 선정

Selection of the topic and team name

03

**Aerodynamic Optimization**

Optimize the pod aerodynamically to minimize the air drag.

05

**Mode, frequency Optimization**

Avoid frequency range sensitive to human.



**Goal**

Selecting the base model and setting goals of optimization.

**Stress Optimization**

Minimize material usage while minimizing deflection and stress.

02

04

# 👥 주제 및 팀명 선정



**Best And CONvenience**

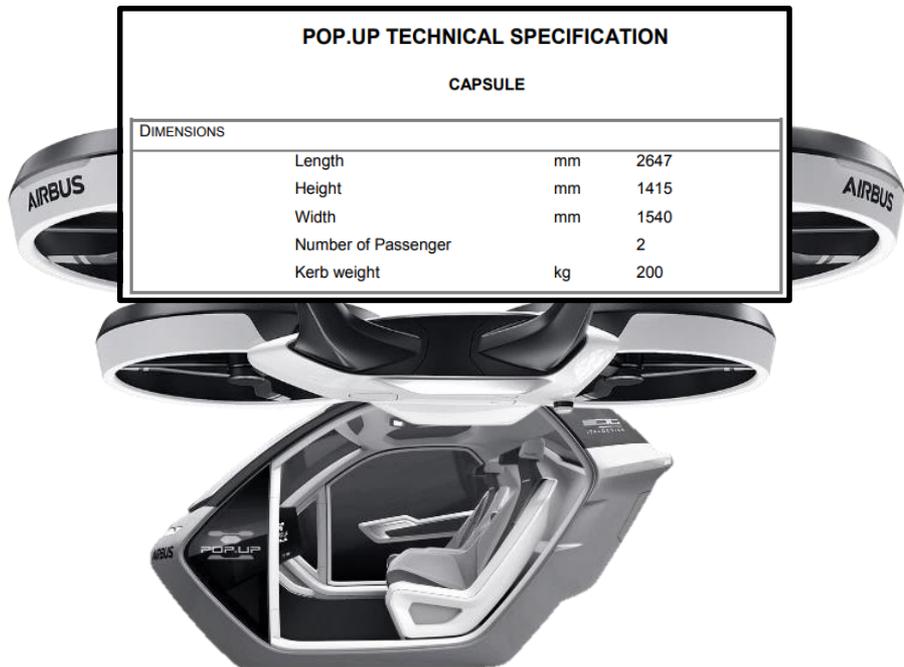


**BACON**



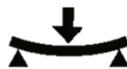
# Goal





유체 해석

공기저항에 대한 항력 최소화



응력 해석

주어진 하중에 대한 재료 변형 최소화

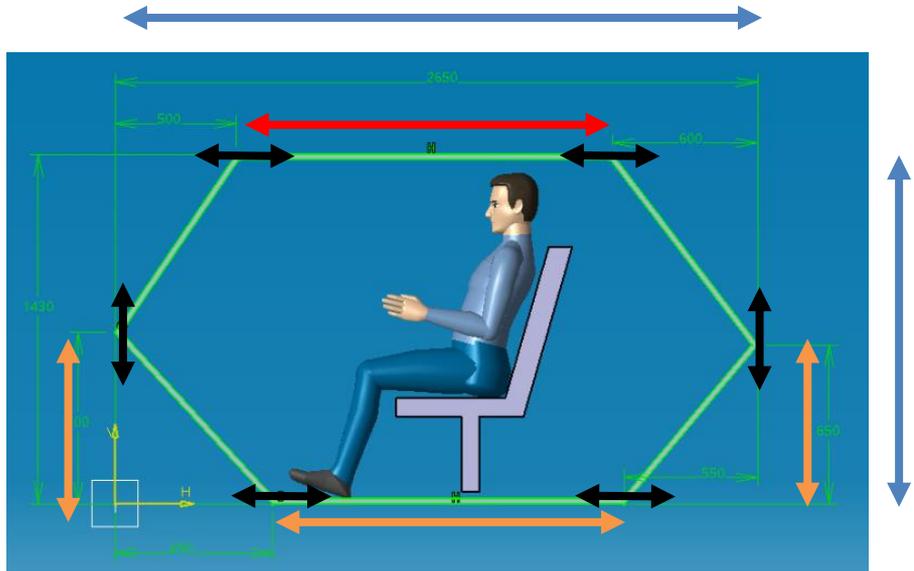


모드, 주파수 해석

승객 및 pod에 대한 주파수

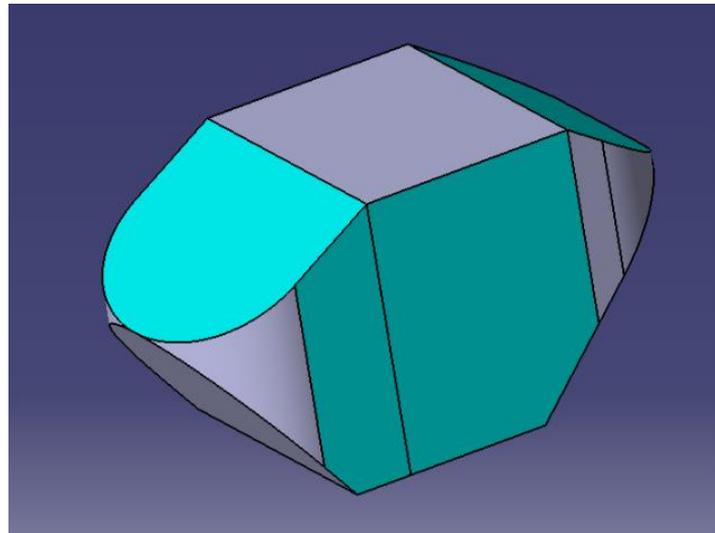
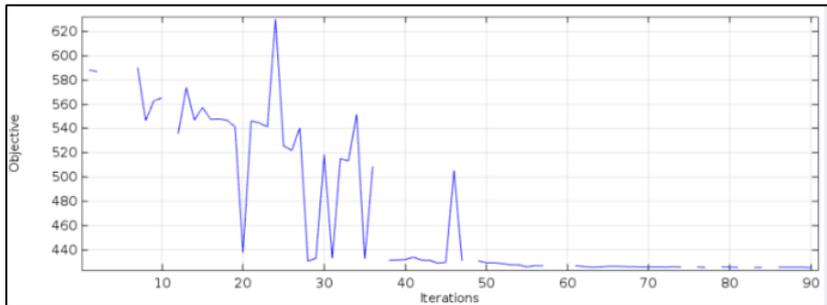
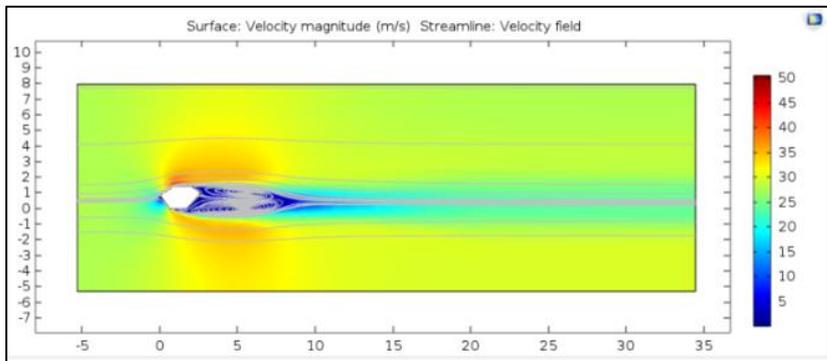
3 조건을 모두 만족하는 최종 형상 제안

# Aerodynamic Optimization



- ←→ 설계 변수
- ←→ 스펙 표 상의 길이 유지
- ←→ 드론 모듈과의 결합
- ←→ 탑승자 공간, 시야 확보

# Aerodynamic Optimization

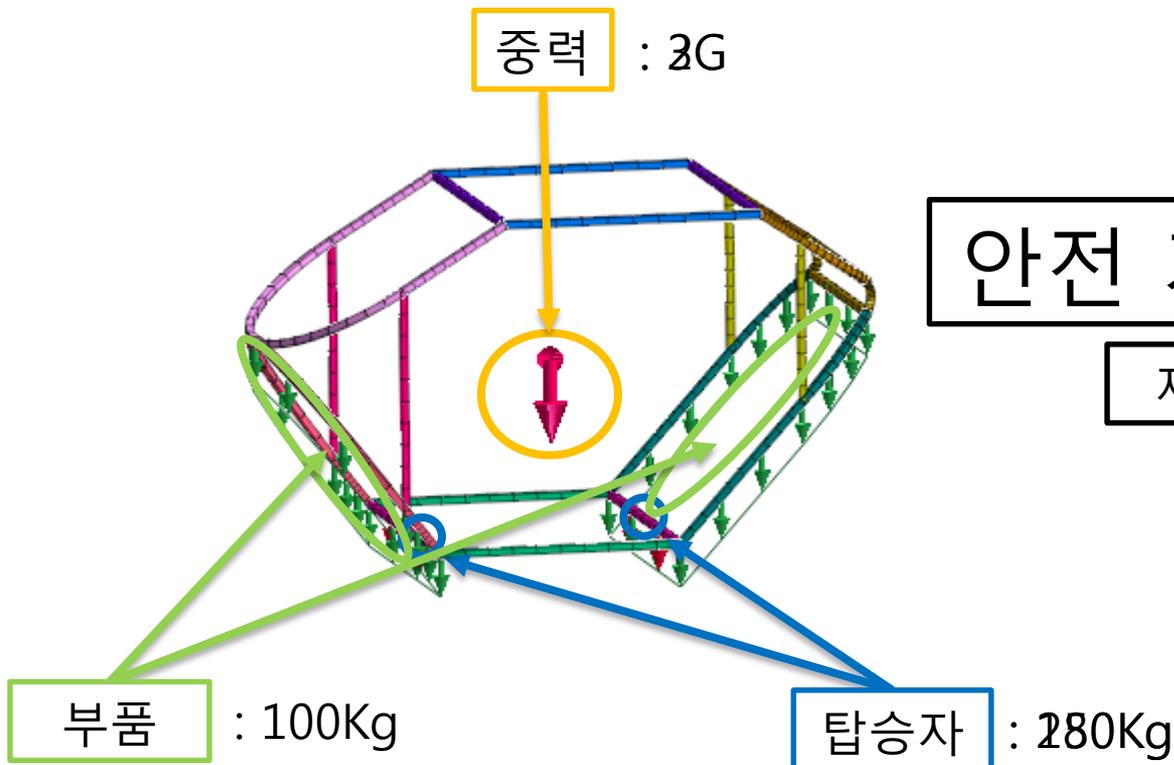


최적화 전:  $C_D=1.0264$   
최적화 후:  $C_D=0.7419$   
**27.7% 개선**

# Stress Optimization



하중 조건



안전 계수 : 1.5

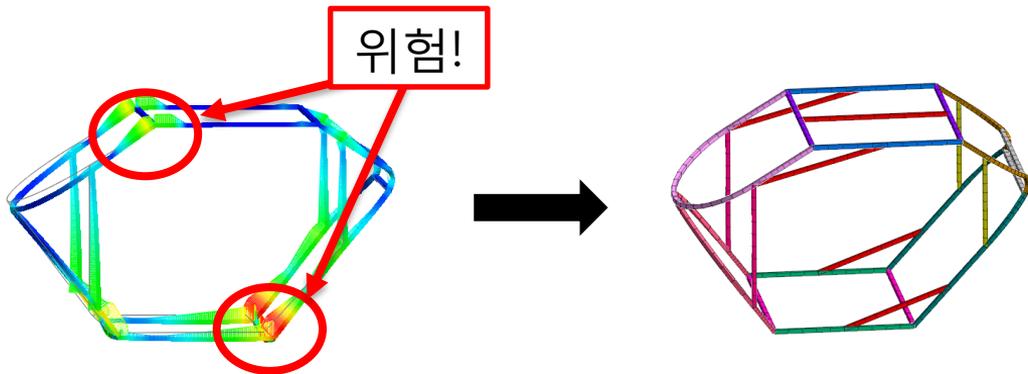
재료 AL 6061

# Stress Optimization

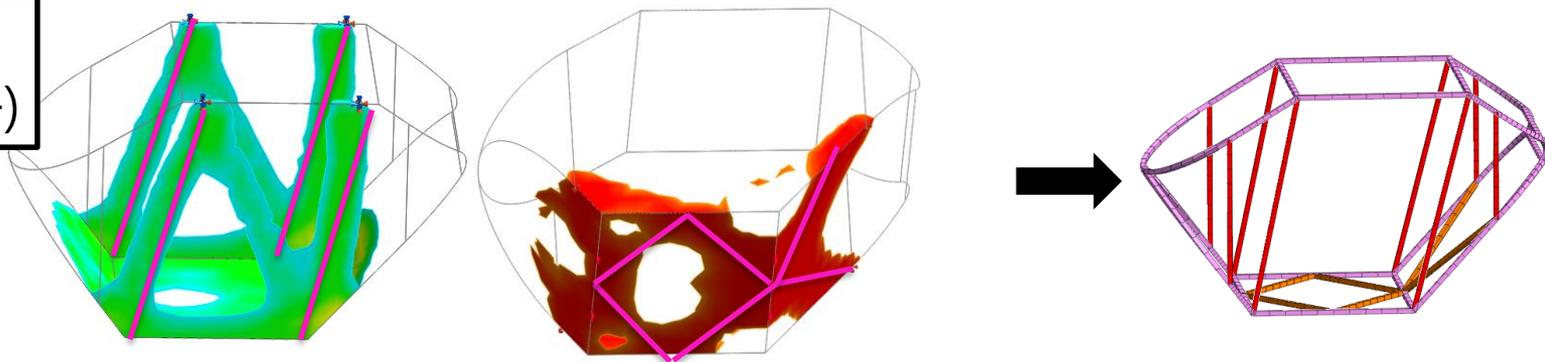


보강재 설치

초기 모델  
(직관)



최종 모델  
(위상 최적화)

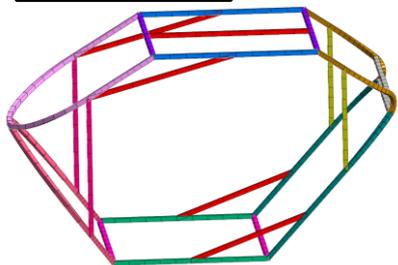


# Stress Optimization



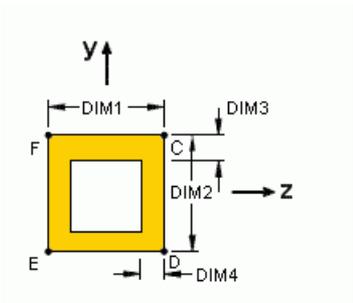
## 초기 모델 특성 및 설계 변수

**BOX**



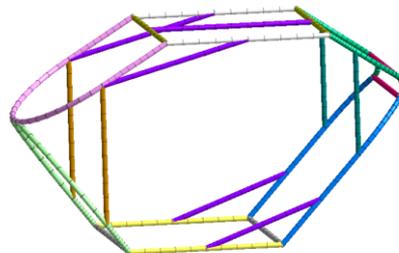
설계 변수

DIM1  
DIM2  
DIM3  
DIM4  
x11



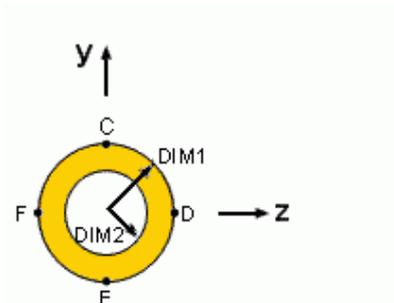
DIM1	<input type="text" value="30"/>	mm
DIM2	<input type="text" value="30"/>	mm
DIM3	<input type="text" value="1"/>	mm
DIM4	<input type="text" value="1"/>	mm

**TUBE**



설계 변수

DIM1 Or DIM2 x11



DIM1	<input type="text" value="18"/>	mm
DIM2	<input type="text" value="17"/>	mm

# Stress Optimization



치수 최적화 준비

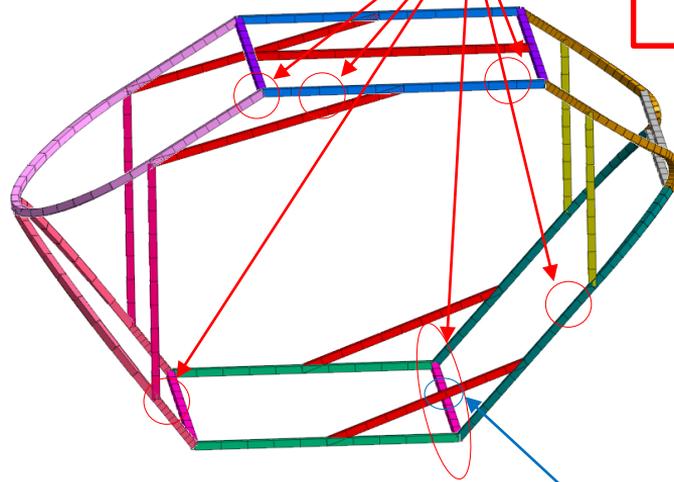
**목적 함수**

= 부피 최소

**제약 조건**

응력 : 200MPa 이하

재료 최대 응력  
350MPa



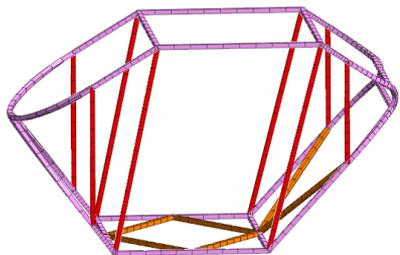
변위 : 15mm 이하

# Stress Optimization



특성 및 설계 변수

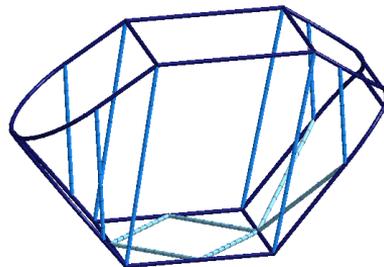
**BOX**



설계 변수

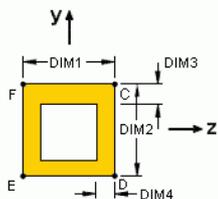
보강재의 두께(4개)

**TUBE**

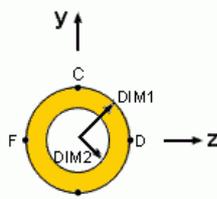


설계 변수

보강재의 두께(2개)



	Dim1	Dim2	Dim3	Dim4
뼈대	50	50	5	5
옆	40	40	3	3
아래	40	40	3	3



	Dim1	Dim2
뼈대	31.8	26.8
옆	20	17
아래	20	17

# Stress Optimization

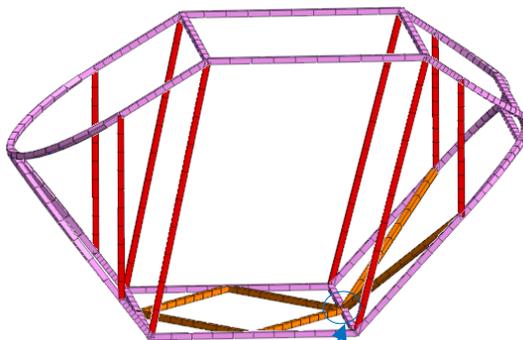


치수 최적화 준비

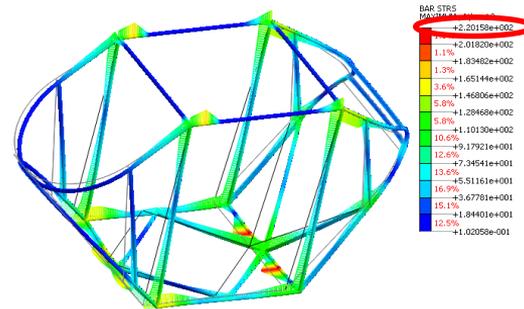
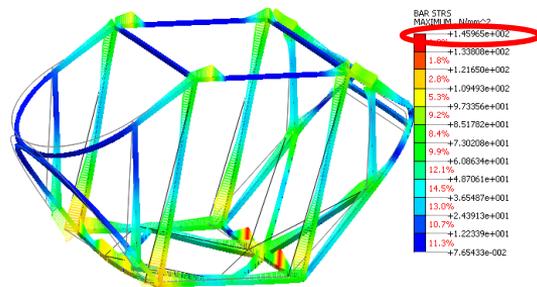
목적 함수

= 부피 최소화

제한 조건



변위 : 10mm 이하



응력 조건 제외

# Stress Optimization



초기모델 어쩔 수 없는 단순화...

설계 변수 44개(11개), 센서 8개

**BOX**

출 력 ( 예상값 / 해석값 )						
목적함수 변화율 (%)	0			-60	-63	-58
제약조건 최대위배율 (%)	0			0	0	0
부피(목적)	3.4e+006			1.3e+006	1.2e+006	1.4e+006
응력(AU)	25	2e+002	29	28	28	28
응력(P)	85	2e+002	94	80	79	79
응력(AB)	1.1e+002	2e+002	1.4e+002	1.4e+002	1.4e+002	1.4e+002
응력(CB)	1e+002	2e+002	1.3e+002	1.3e+002	1.3e+002	1.3e+002
응력(RR1)	1.3e+002	2e+002	1.6e+002	1.6e+002	1.6e+002	1.6e+002
응력(RR2)	61	2e+002	72	72	71	71
변위(P)	-1.2e+002	5	-7.4	1.8	0.76	0.76

**TUBE**

출 력 ( 예상값 / 해석값 )						
목적함수 변화율 (%)	0			-17	-21	-19
제약조건 최대위배율 (%)	15			0	0	0
volume	1.2e+007			9.6e+006	9.1e+006	9.4e+006
disp	5.7	5	5	5	5	5
passenger	31	2e+002	24	23	24	24
Abelow	25	2e+002	36	36	34	34
Cbelow	23	2e+002	21	20	21	21
rooffront	47	2e+002	50	64	56	56
roofback	37	2e+002	39	47	43	43

→ 3Kg?? 신뢰도??

실험점 추출 1000(10^3)개가 한계...



설계 변수 4개가 한계라는 판단

# Stress Optimization



최종모델

설계 변수 4개(2개), 센서 2개

**BOX**

설계변수 이름	초기값	최소값	최대값	설계안 1	설계안 2	설계안 3	사용자 설계안
<b>입 력</b>							
Side_Dim3	3	1	3	1.2	2.6	1.2	1.2
Side_Dim4	3	1	3	2.7	1.6	2.7	2.7
Bottom_Dim3	3	1	3	1.7	1.5	1.9	1.7
Bottom_Dim4	3	1	3	2.3	1.7	2.1	2.3
<b>출 력 ( 예상값 / 해석값 )</b>							
목적함수 변화율 (%)	0			-23	-22	-23	
제약조건 최대위배율 (%)	0			0	0	0	
▶ 부피(목적)	2.8e+007			2.1e+007	2.2e+007	2.2e+007	
변위(제약)	8.5	8	10	8	8	8.1	
*							

57.54Kg

**TUBE**

설계변수 이름	초기값	최소값	최대값	설계안 1	설계안 2	설계안 3	사용자 설계안
<b>입 력</b>							
side	22	22	24	24	24	24	24
bottom	22	22	24	24	24	24	24
<b>출 력 ( 예상값 / 해석값 )</b>							
목적함수 변화율 (%)	0			-20	-20	-20	
제약조건 최대위배율 (%)	7			0	0	0	
▶ 부피(목적)	2.9e+007			2.3e+007	2.3e+007	2.3e+007	
변위(제약)	7.4	8	10	8.6	8.6	8.6	
*							

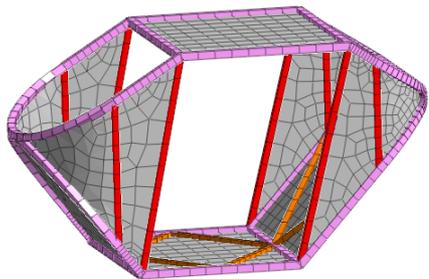
63.12Kg

# Frequency Optimization



## 특성 및 설계 변수

### Aluminum



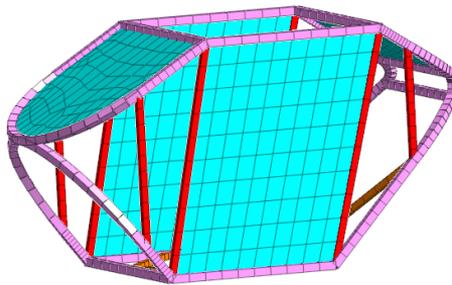
설계 변수

판의 두께(1개)

번호 5 이름 plate 색상 ■

재료	2: 6061 Alloy-1	
재료좌표계	좌표계 전체직교좌표계	
두께	<input checked="" type="checkbox"/> 균일두께 기준함수 없음	
T / T1	10 mm	T2 1 mm
T3	1 mm	T4 1 mm

### Glass



설계 변수

유리의 두께(1개)

번호 4 이름 glass 색상 ■

재료	3: Glass-1	
재료좌표계	좌표계 전체직교좌표계	
두께	<input checked="" type="checkbox"/> 균일두께 기준함수 없음	
T / T1	7 mm	T2 1 mm
T3	1 mm	T4 1 mm

# Frequency Optimization

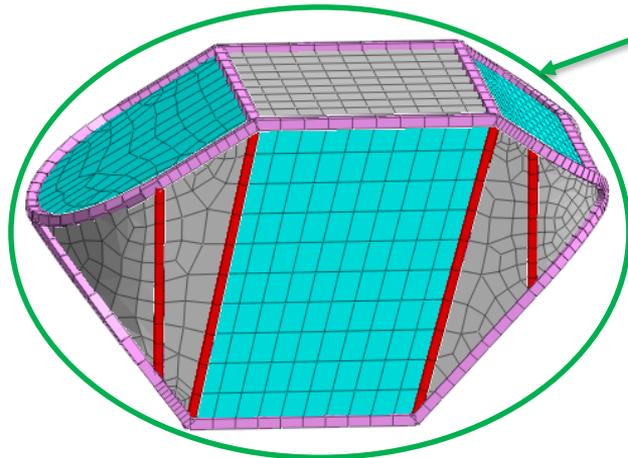


치수 최적화 준비

**목적 함수**

= 부피 최소화

**제약 조건**



**Mode 1 : 40Hz 이상**

**피해야 할 구간**

사람이 취약 : 4~20Hz  
모터 회전수 : 최대 2100RPM(35Hz)

# Frequency Optimization



## 치수 최적화(응력 최적 모델 + Plate)

설계변수 이름	초기값	최소값	최대값	설계안 1	설계안 2	설계안 3	사용자 설계안
입 력							
▶ glass	7	5	10	10	9.5	9.8	10
plate	10	9	20	9.5	10	9.8	9.5
출 력 ( 예상값 / 해석값 )							
목적함수 변화율 (%)	0			7.7	11	8.7	
제약조건 최대위배율 (%)	13			0	0	0	
volume	1.6e+008			1.7e+008	1.7e+008	1.7e+008	
frequency	35	40		40	40	40	
*							



약 442Kg?

# Frequency Optimization



## 치수 최적화(응력 최적 모델 + Plate) 재료 변경

6061 Alloy-1      색상   

선행

구조

탄성계수  N/mm<sup>2</sup>

프와송비

질량밀도  kg/mm<sup>3</sup>

열응력

열팽창계수

기준온도  [T]



CFRP      색상   

선행

구조

탄성계수  N/mm<sup>2</sup>

프와송비

질량밀도  kg/mm<sup>3</sup>

열응력

열팽창계수

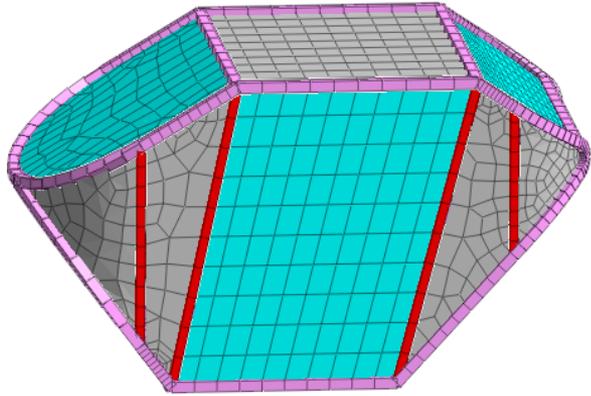
기준온도  [T]

설계변수 이름	초기값	최소값	최대값	설계안 1	설계안 2	설계안 3	사용자 설계안
<b>입 력</b>							
glass	7	5	10	8.4	8.4	8.4	8.4
plate	10	9	20	9	9	9	9
<b>출 력 (예상값 / 해석값)</b>							
목적함수 변화율 (%)	0			-1	-1	-1	
제약조건 최대위배율 (%)	6.6			0	0	0	
▶ volume	1.6e+008			1.53445e+008	1.5e+008	1.5e+008	
frequency	37	40		40	40	40	
※							



약 284Kg

# Frequency Optimization

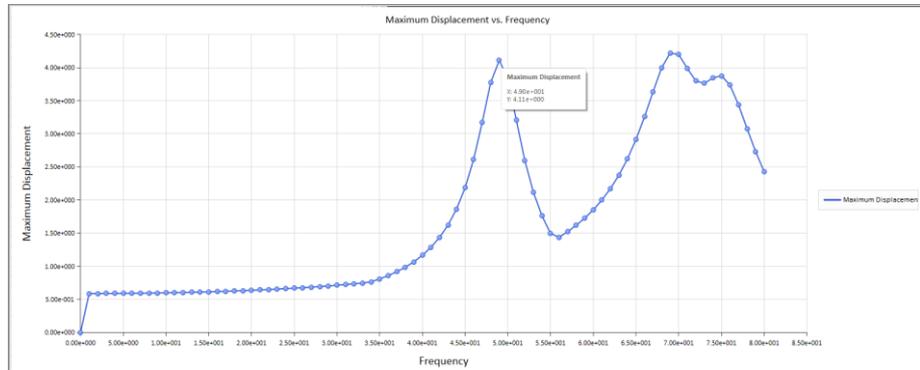


주파수 해석



질량 : 284Kg

안전 계수 1.5 상황 : 변위 10mm 이하,



Mode 1 : 49Hz



# Q & A