

차체구조 Project

구조용 사다리차의 사다리 최적화

2011012250 김 학 수

2011012465 정 상 우

목차

- 설계 목적
- 위상 최적화
- 치수 최적화
- 결론

설계 목적

- 고가 사다리차의 안정성 검토와 경량화



설계 조건

- 총 길이: 25m
(7m 4개 연결, 1m씩 겹치게)
- 너비: 1m
- 높이: 70cm
- 최대 하중 : 200N (사람 2명 + 장비)
- 최대 변위 조건: 5cm ($\pm 10\%$)

설계 조건

고장력 알루미늄 합금 색상

선형

구조

탄성계수	<input type="text" value="71700"/> N/mm ²	열팽창	
프아송비	<input type="text" value="0.33"/>	열팽창계수	<input type="text" value="0"/>
질량밀도	<input type="text" value="2.83e-006"/> kg/mm ³	참조온도	<input type="text" value="0"/> [T]

열전도도

전도율	<input type="text" value="0"/> W/(mm·[T])
비열	<input type="text" value="0"/> J/(kg·[T])
발열계수	<input type="text" value="1"/>

안전율계산방법

파손이론

인장 N/mm² 압축 N/mm²

감쇠 지수

질량 비례 감쇠 계수	<input type="text" value="0"/> 1/sec
강성 비례 감쇠 계수	<input type="text" value="0"/> sec
구조 감쇠 계수	<input type="text" value="0"/>

크리프 ...

확인 취소 적용

고장력 알루미늄 합금

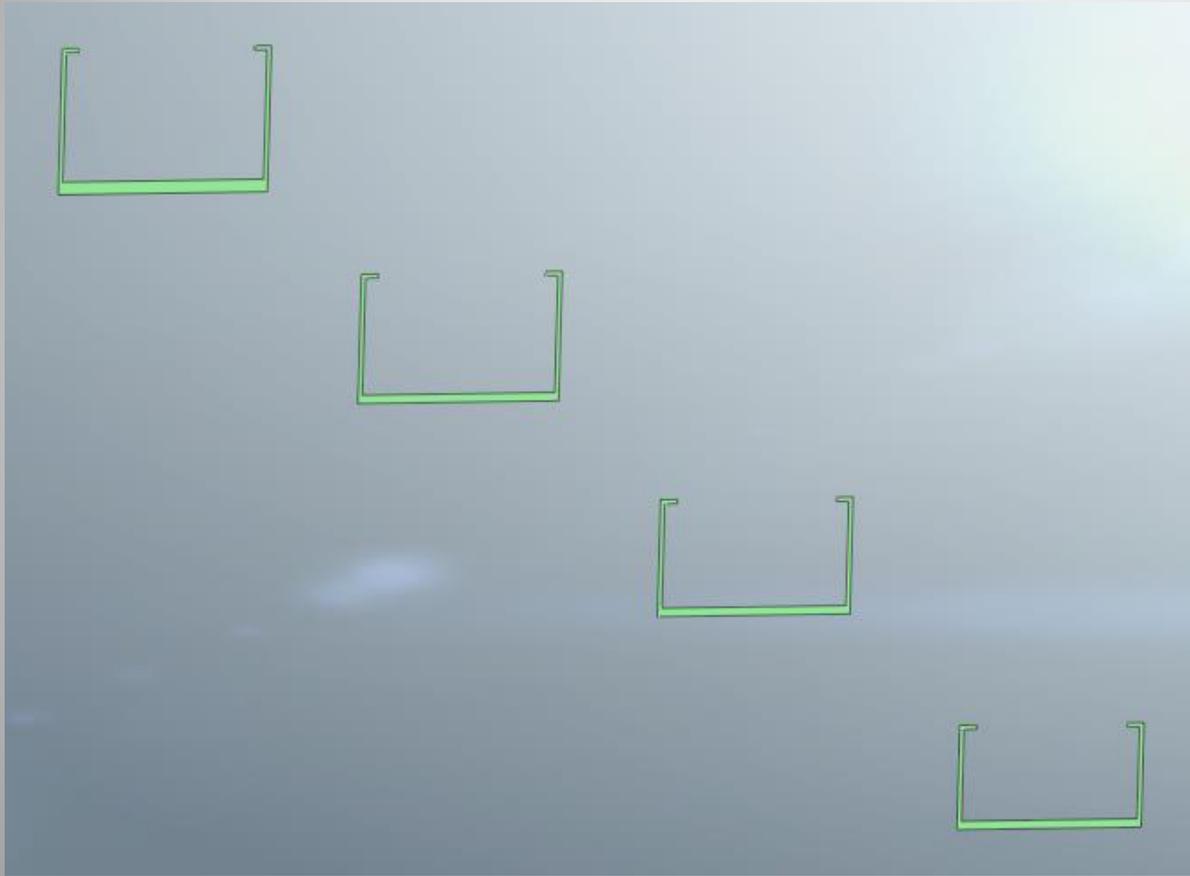
탄성계수: 71700N/mm²

프아송비: 0.33

질량 밀도: $2.83 \times 10^{(-6)}$ kg/mm²

위상최적화

위상최적화

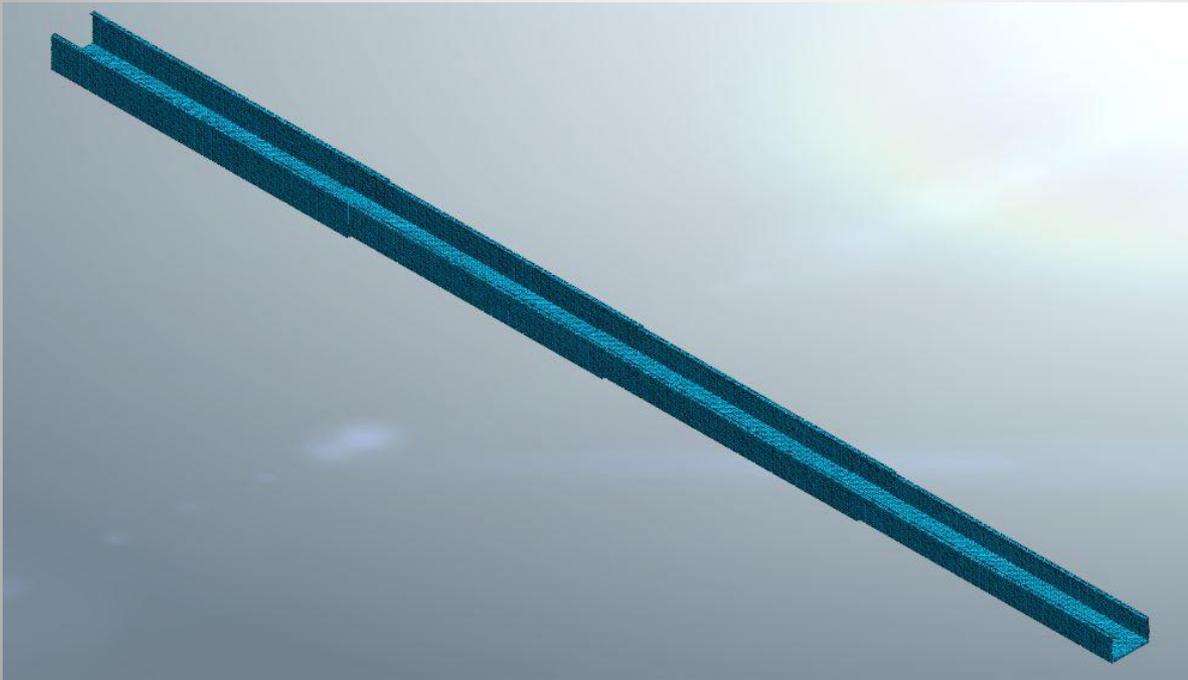


가로: 1000mm

세로: 700mm

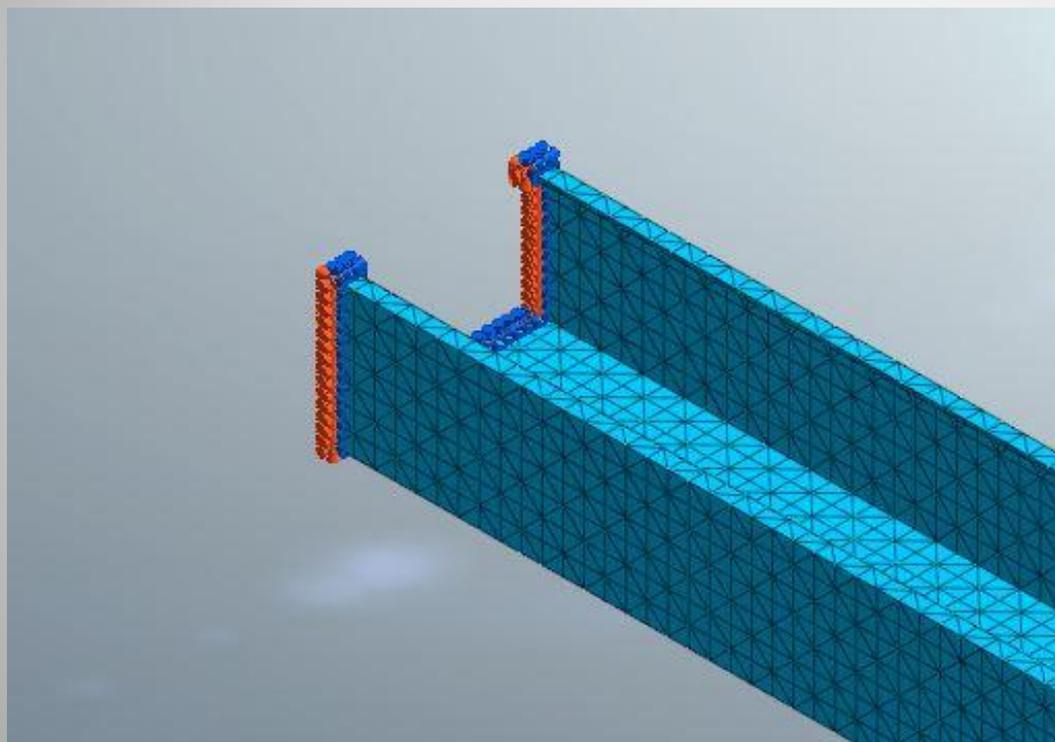
두께: 20mm

위상최적화



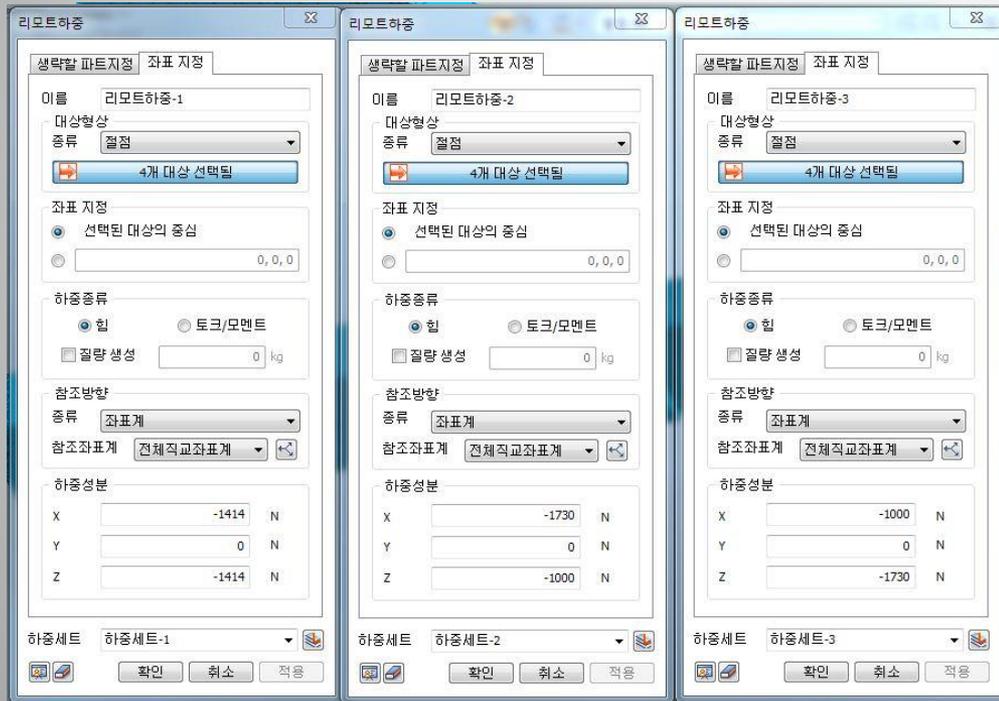
직선추출: 7000mm
요소 크기: 100

위상최적화



고정구속

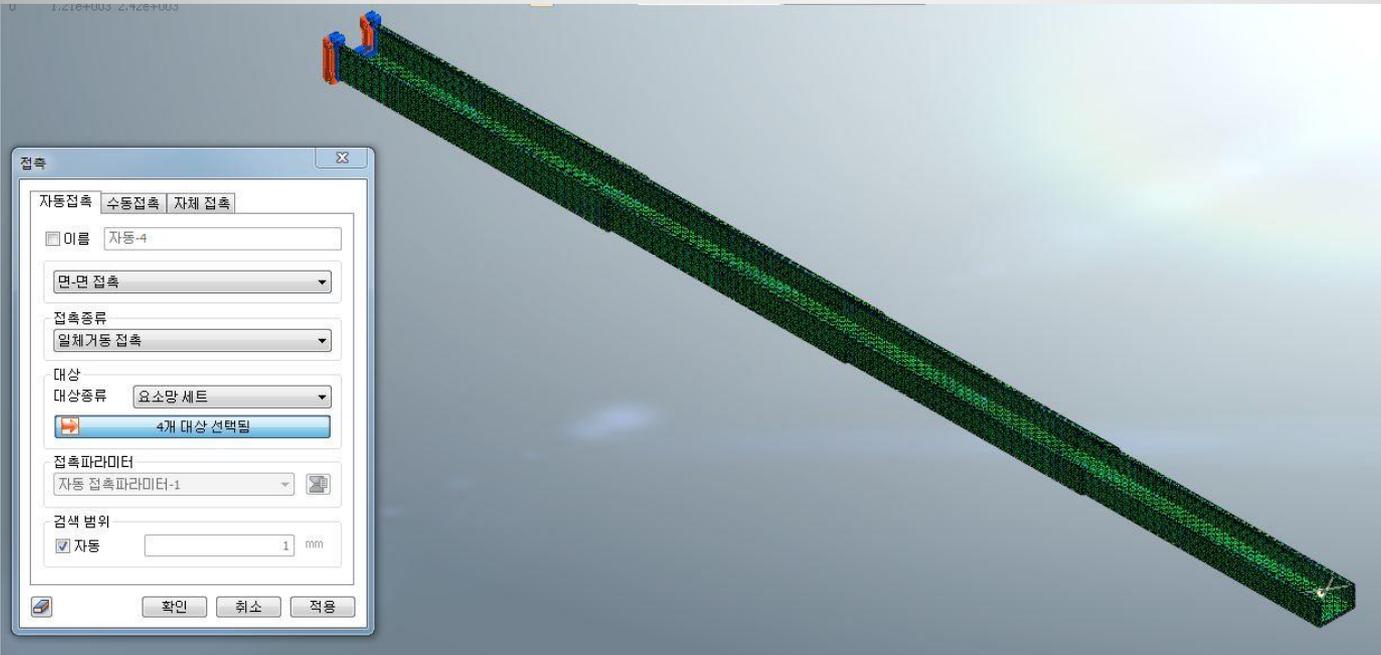
위상최적화



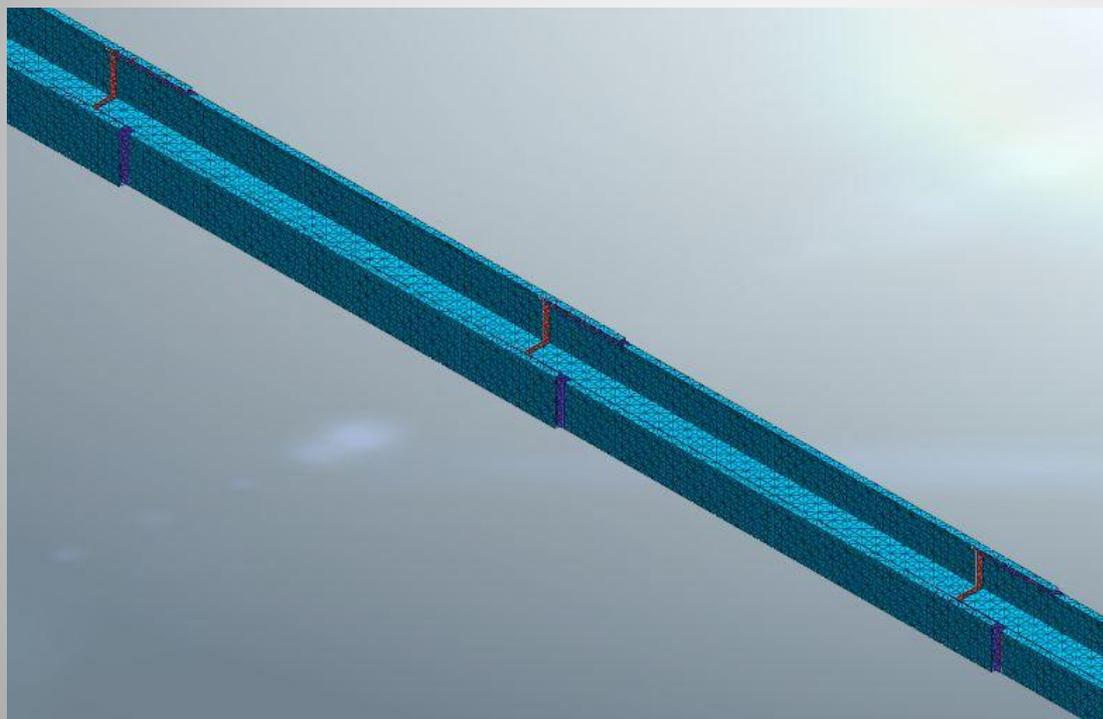
운반구 크기와 위치를 고려하여 리모트하중 적용

위상최적화

일체거동 접촉

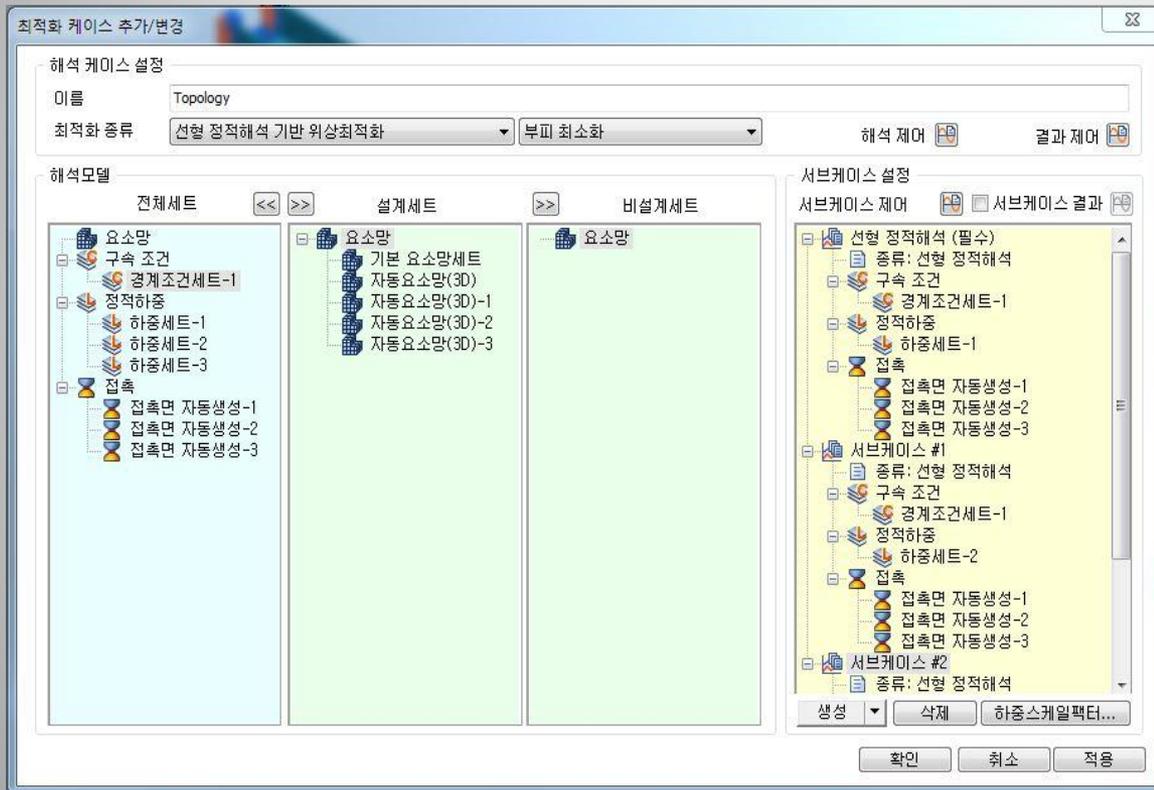


위상최적화



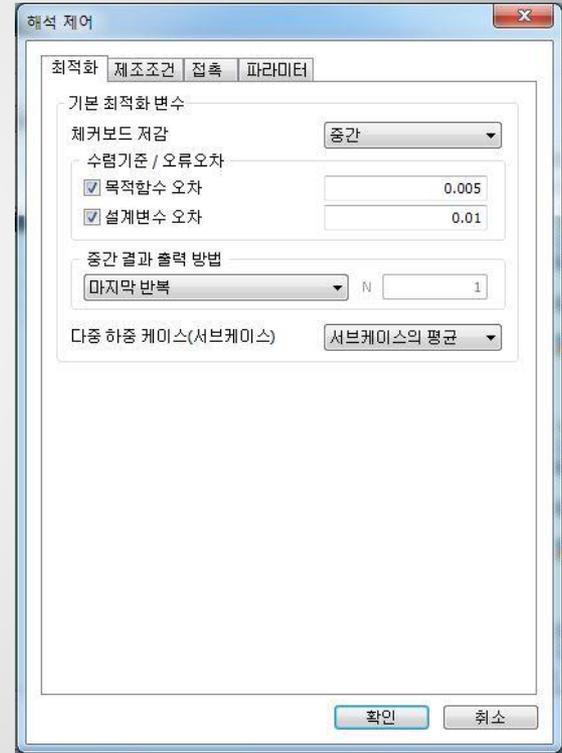
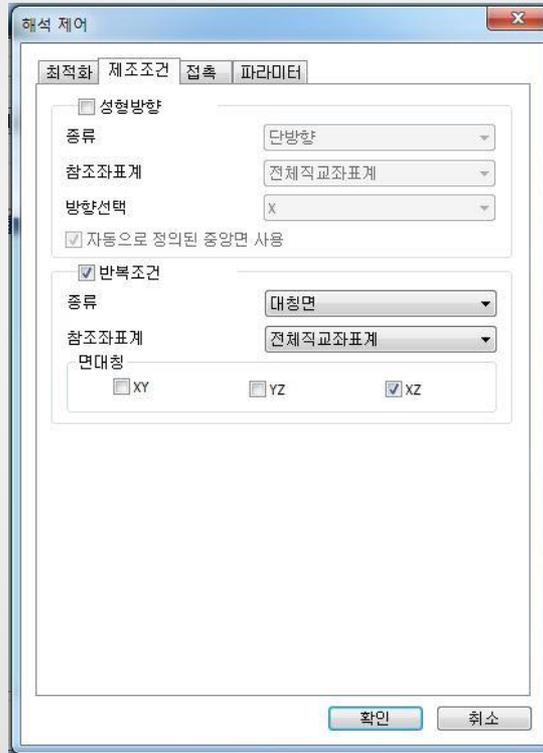
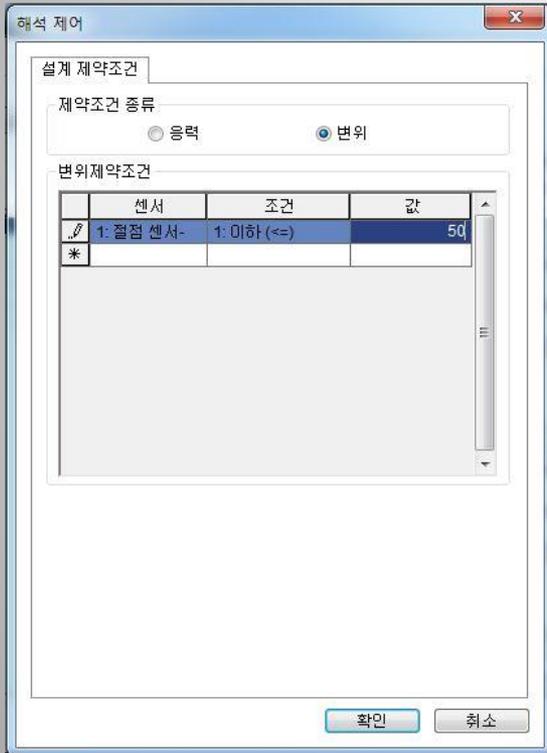
접촉면 생성

위상최적화

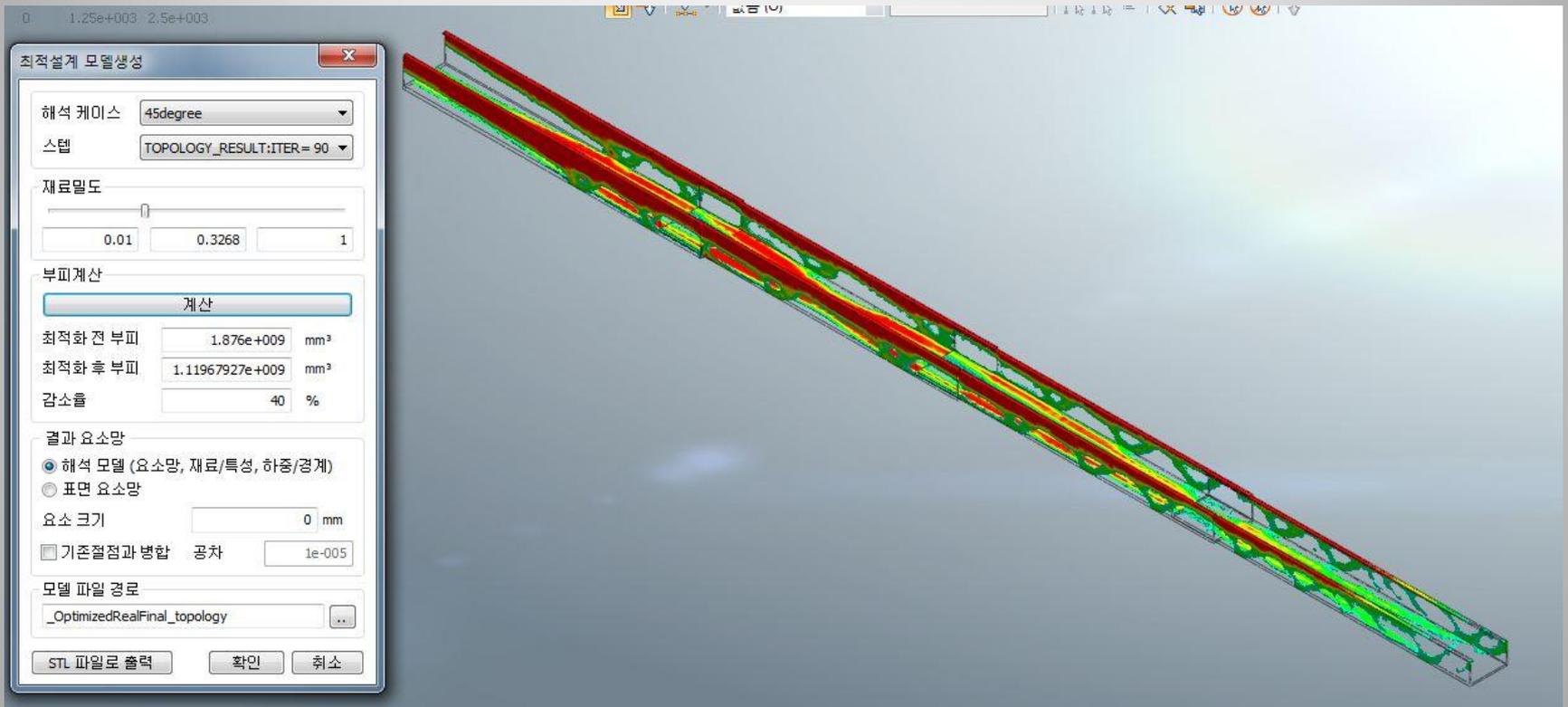


다중 하중 케이스 적용
(30도 45도 60도)

위상최적화

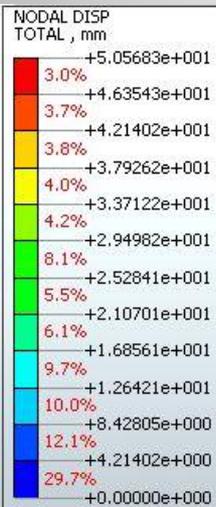
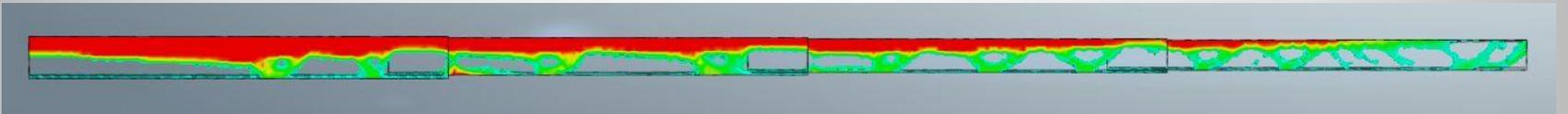
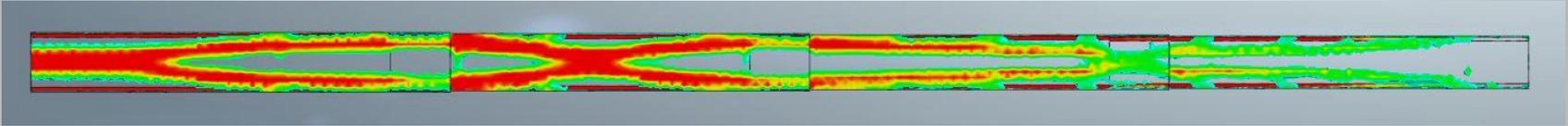


위상최적화



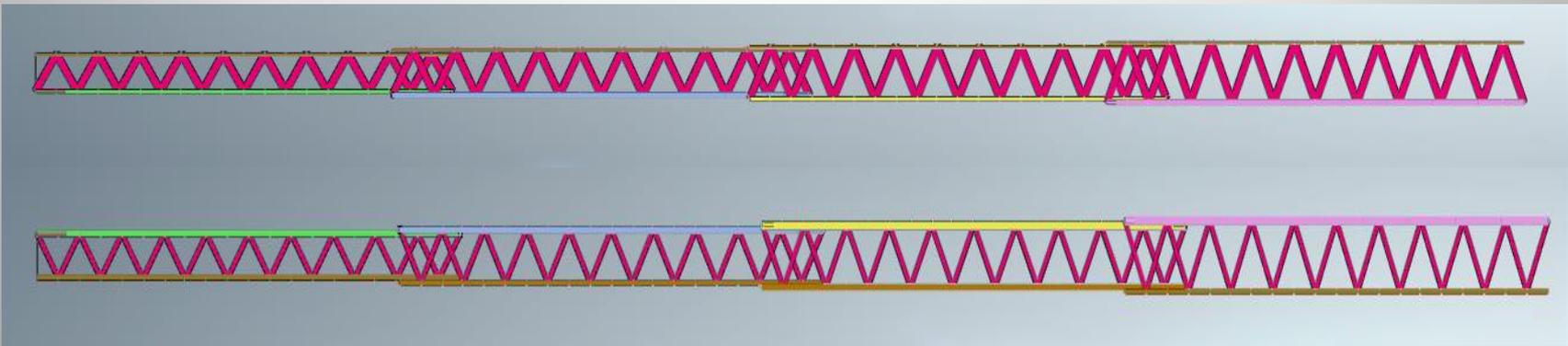
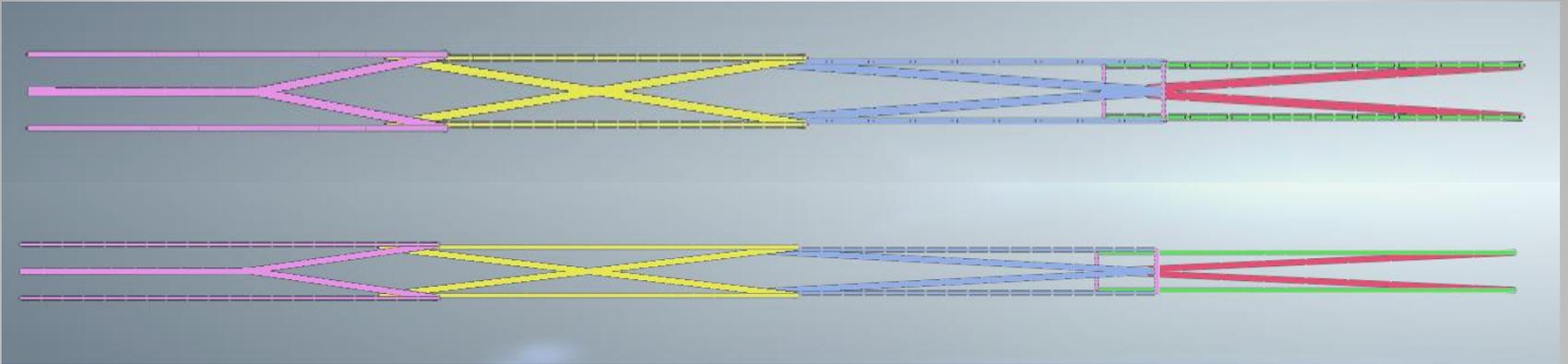
최적화 후 부피: 1.12 e+9 mm³

위상최적화



최대 변위: 5.06cm

위상최적화



위상최적화 모델을 바탕으로 치수최적화를 수행함(아래가 치수최적화 결과)

위상최적화

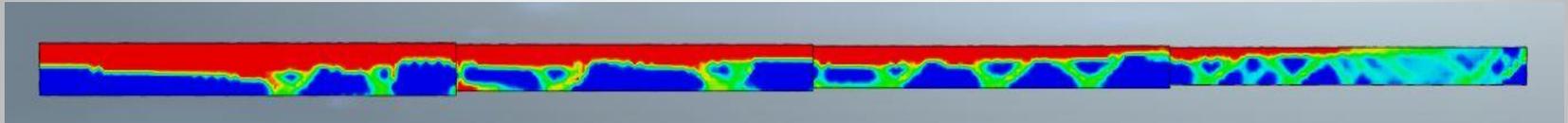
설계변수 이름	초기값	최소값	최대값	설계안 1	설계안 2	설계안 3	사용자 설계안
밀트러스1 세로	30	27	33	30	29	30	30
밀트러스2 가로	1e+002	90	1.1e+002	99	92	93	99
밀트러스2 세로	30	27	33	27	27	27	27
밀트러스3 가로	1e+002	90	1.1e+002	92	97	95	92
밀트러스3 세로	20	18	22	19	19	18	19
밀트러스4 가로	1e+002	90	1.1e+002	1e+002	93	95	1e+002
밀트러스4 세로	20	18	22	18	19	18	18
출 력 (예상값 / 해석값)							
목적함수 변화율 (%)	0			3.6	5.7	7.3	3.6
제약조건 최대위배율 (%)	22			0	0	0	0
부피	4.5e+008			4.6e+008	4.7e+008	4.8e+008	4.6e+008
▶ 변위	61	0	50	50	50	49	50
*							

부피: 4.6×10^8

치수최적화

치수 최적화

위상 최적화 옆면

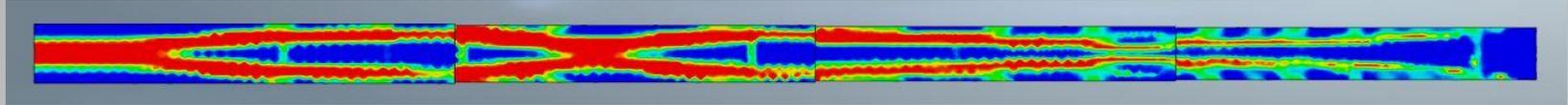


실제 사다리차 옆면



치수 최적화

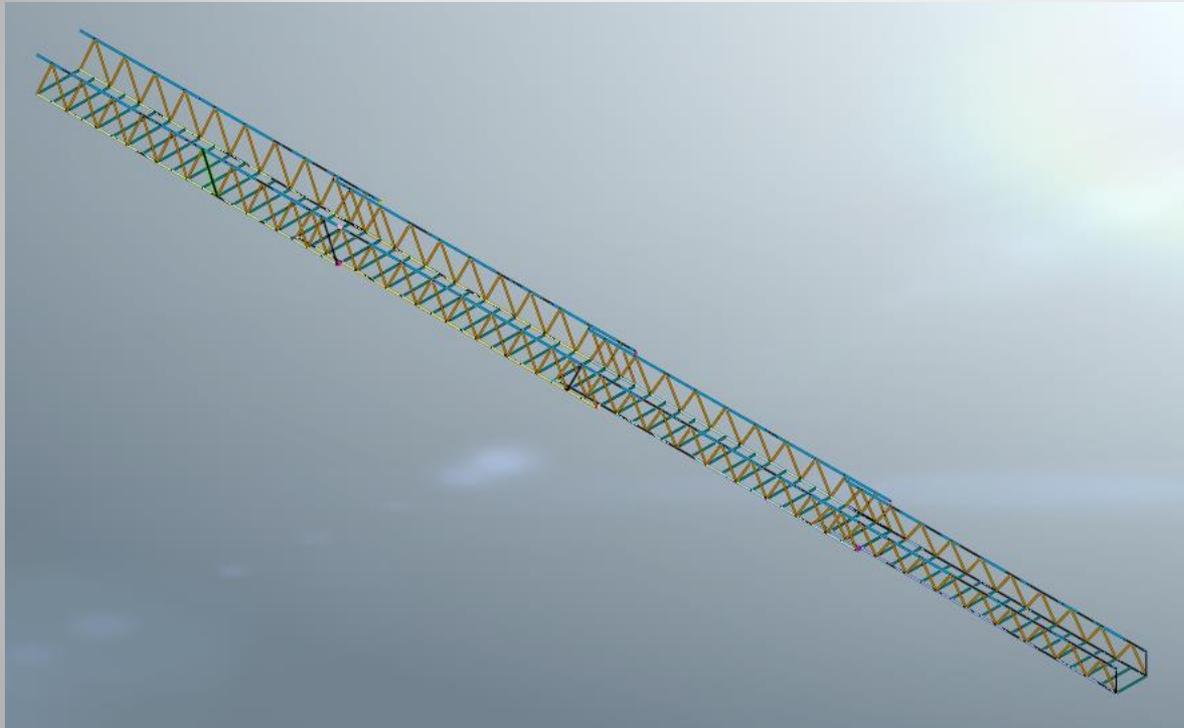
위상 최적화 밀면



실제 사다리차 밀면



치수 최적화



기본 형상 생성

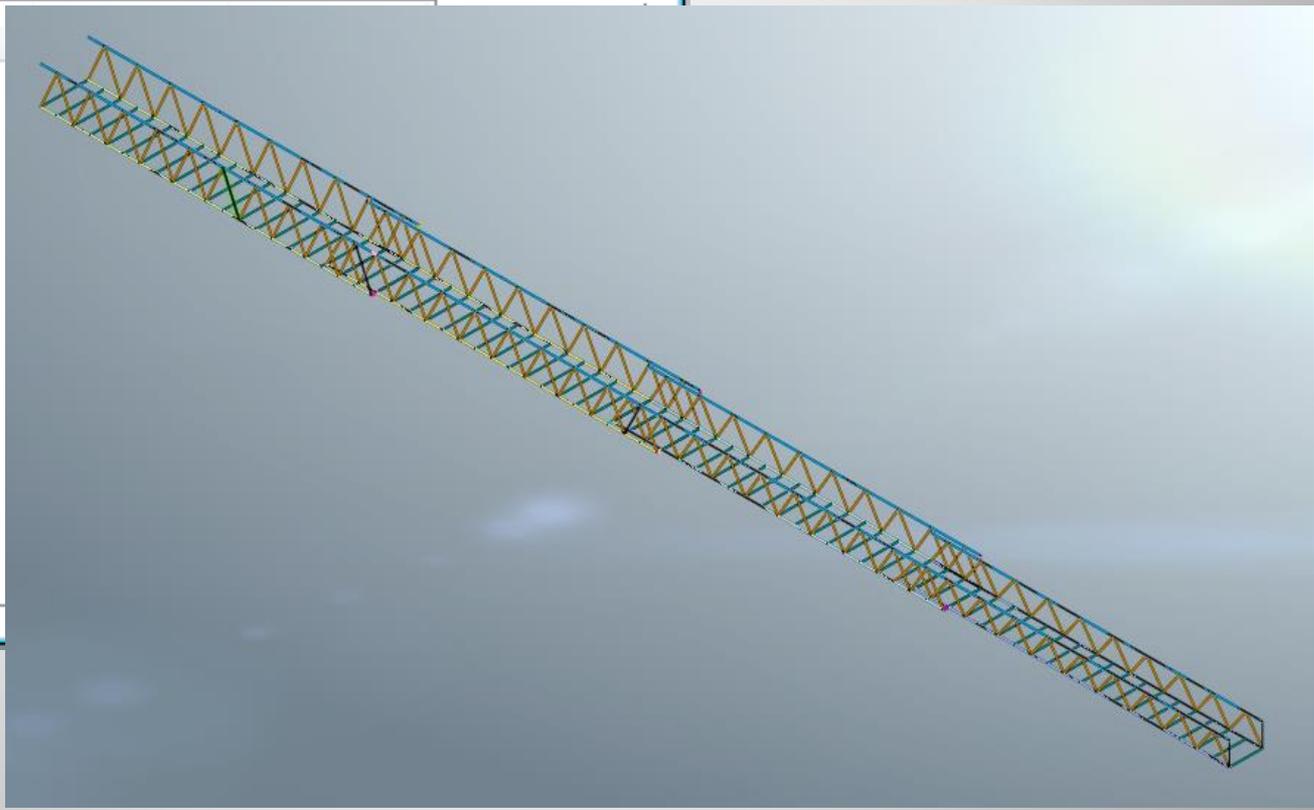
치수 최적화

특성 추가/수정

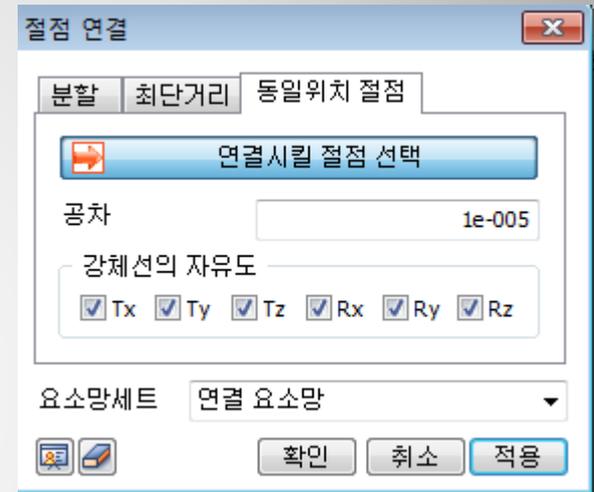
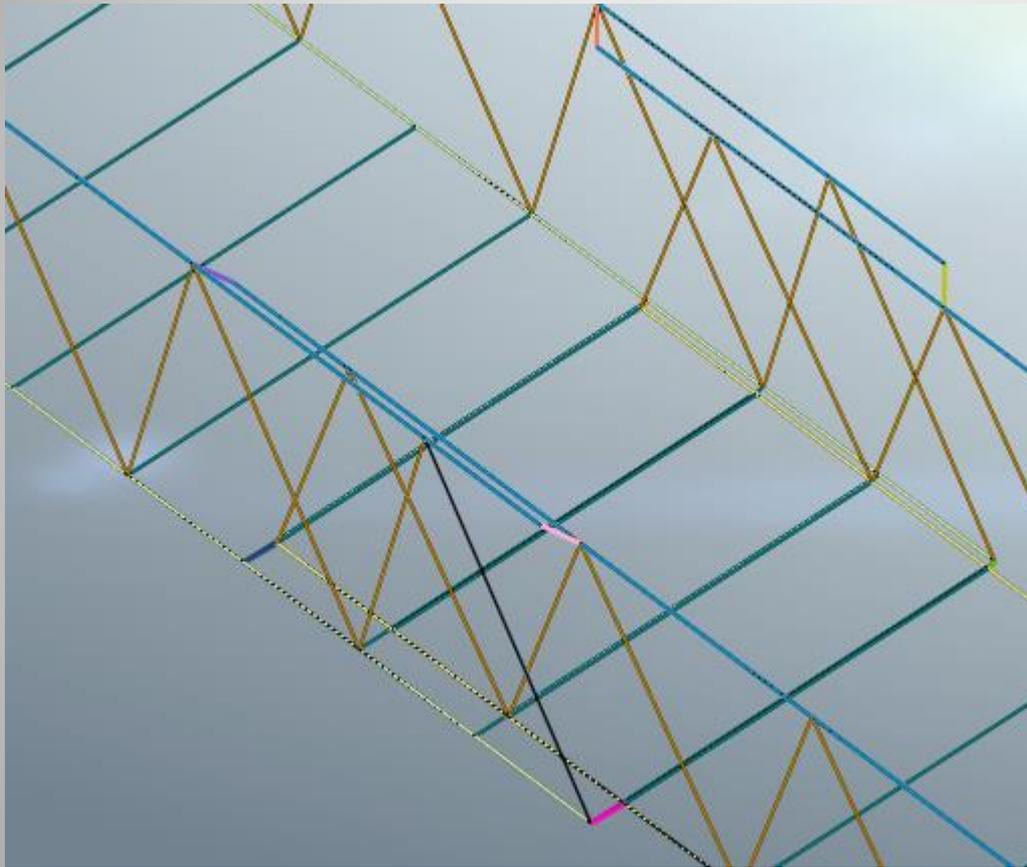


1차원 특성 생성 후 요소

번호	이름
1	밑면 긴축 1
2	밑면 긴축 2
3	밑면 긴축 3
4	밑면 긴축 4
5	윗면 긴축
6	옆면 트러스
7	밑면 트러스

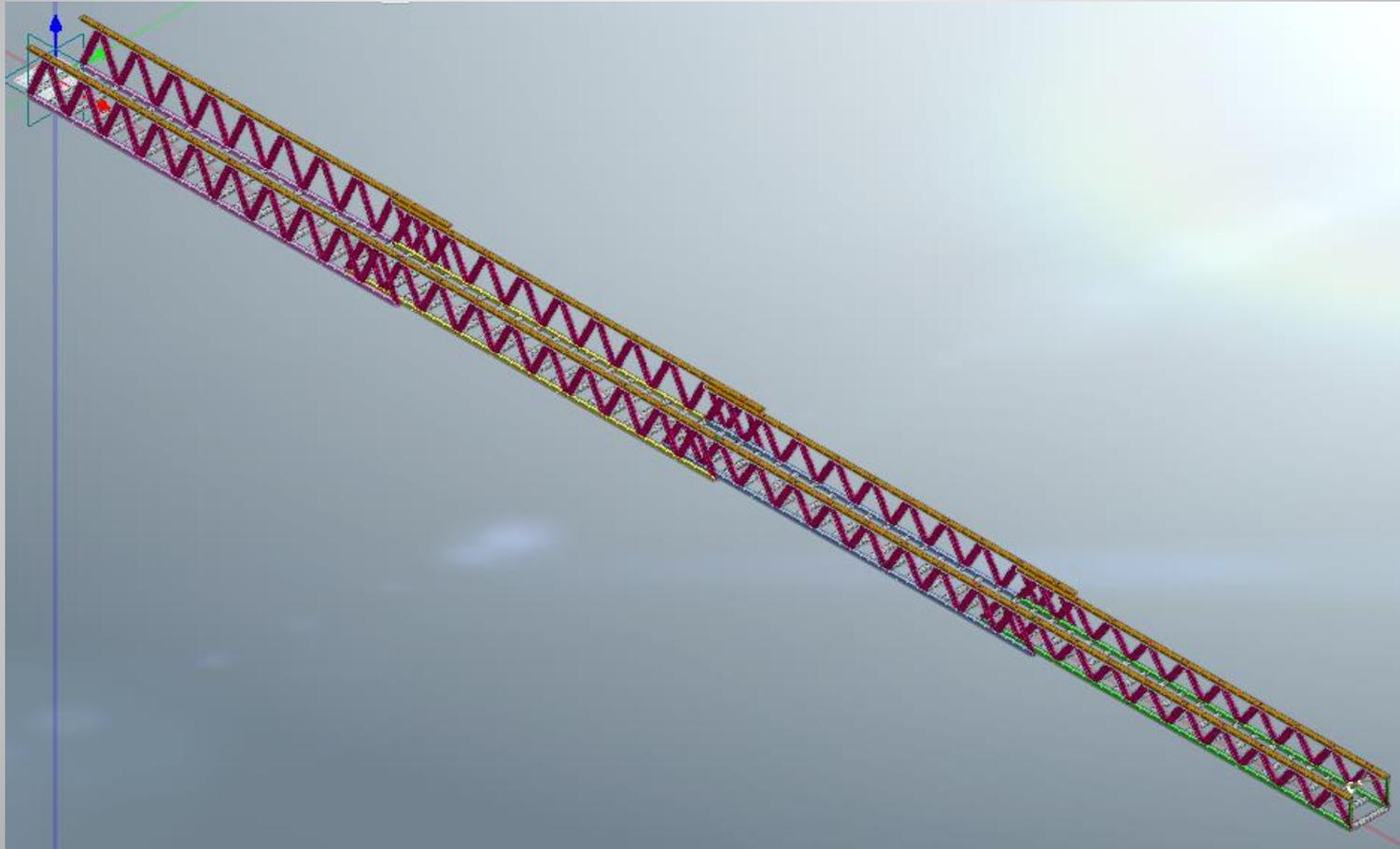


치수 최적화

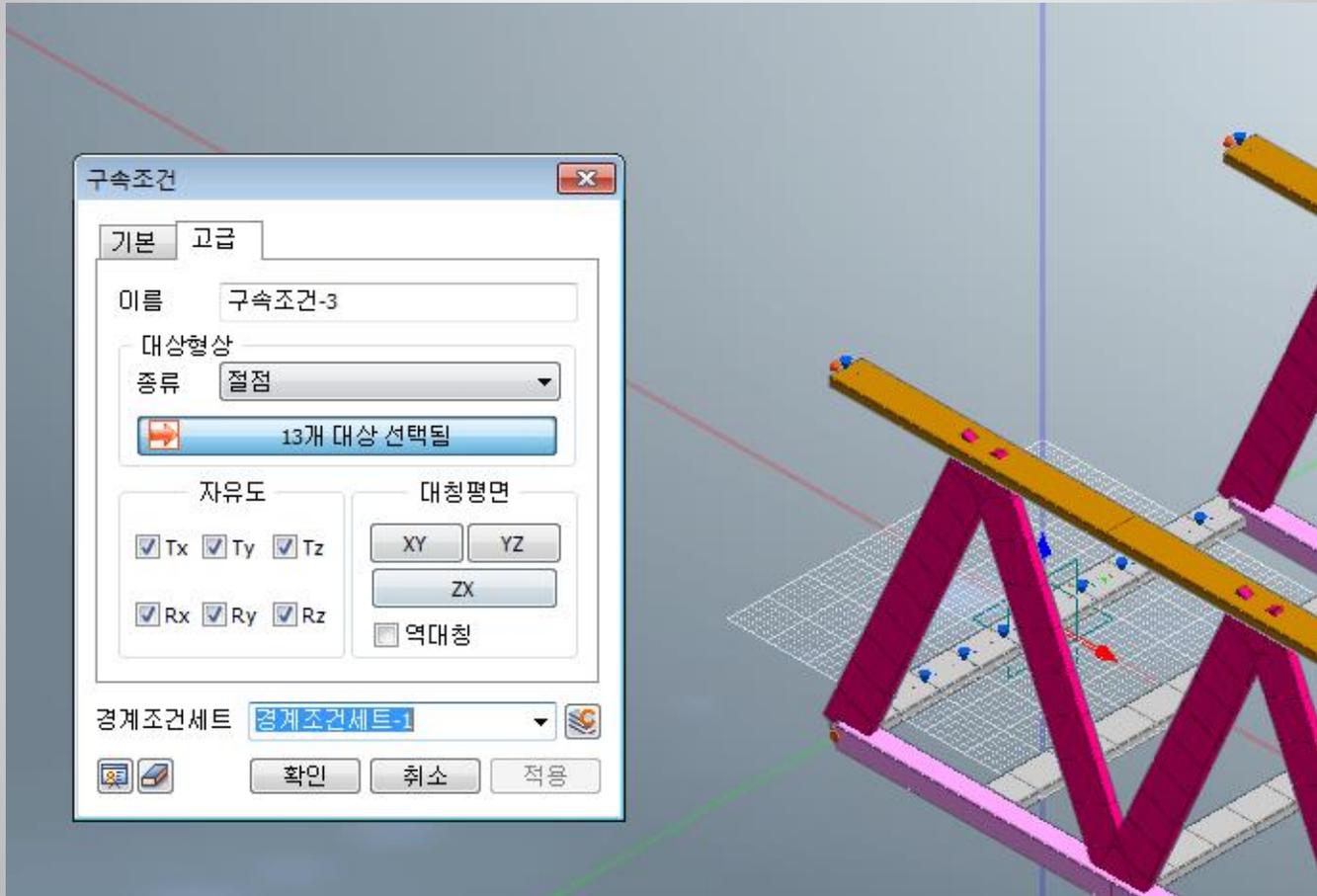


절점 연결(동일위치 절점)

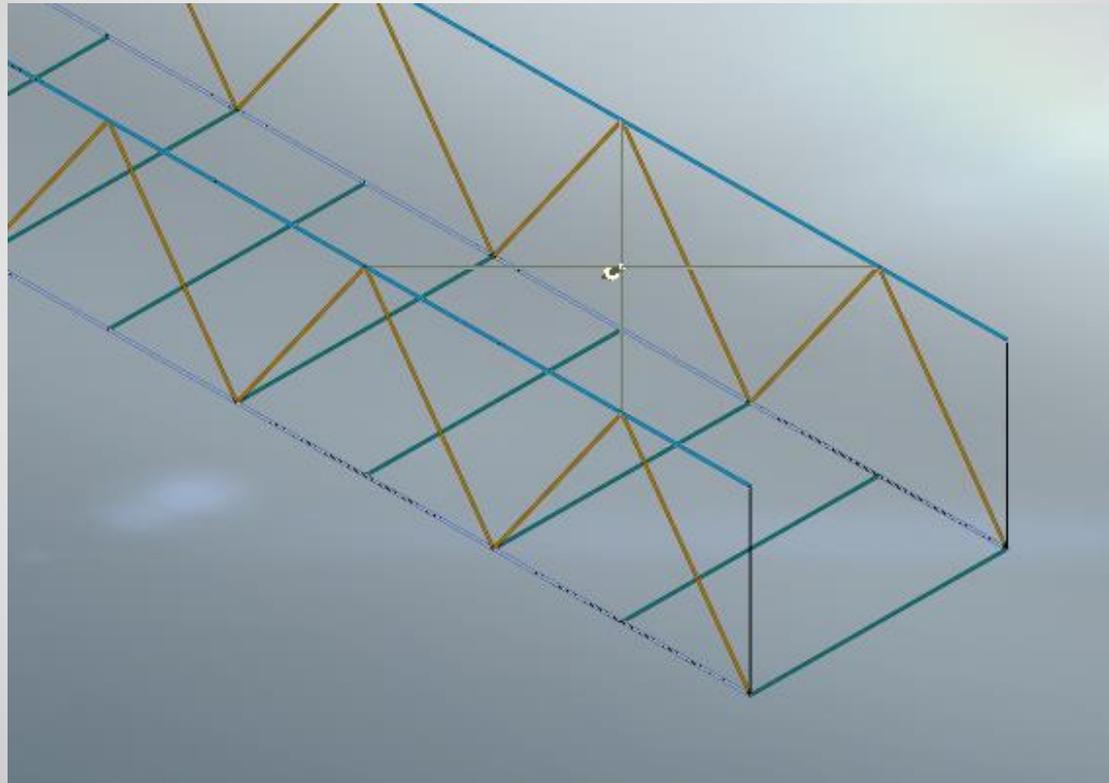
치수 최적화



치수 최적화-구속 조건



치수 최적화-하중 조건



치수 최적화

설계변수 생성

설계세트

번호	이름	최소값	초기값	최대값	변수종류	미산값	설명
▶ 1	밀1 1	45.000000	50.000000	100.000000	연속	X	특성, 밀면 간축 1, DIM 1
2	밀1 2	45.000000	50.000000	150.000000	연속	X	특성, 밀면 간축 1, DIM 2
3	밀2 1	45.000000	50.000000	100.000000	연속	X	특성, 밀면 간축 2, DIM 1
4	밀2 2	45.000000	50.000000	130.000000	연속	X	특성, 밀면 간축 2, DIM 2
5	밀3 1	45.000000	50.000000	100.000000	연속	X	특성, 밀면 간축 3, DIM 1
6	밀3 2	45.000000	50.000000	110.000000	연속	X	특성, 밀면 간축 3, DIM 2
7	밀4 1	45.000000	50.000000	100.000000	연속	X	특성, 밀면 간축 4, DIM 1
8	밀4 2	45.000000	50.000000	100.000000	연속	X	특성, 밀면 간축 4, DIM 2
9	윗 1	72.000000	80.000000	100.000000	연속	X	특성, 윗면 간축, DIM 1
10	윗 2	18.000000	20.000000	100.000000	연속	X	특성, 윗면 간축, DIM 2
11	옆 1	18.000000	20.000000	50.000000	연속	X	특성, 옆면 트러스, DIM 1
12	옆 2	50.000000	100.000000	110.000000	연속	X	특성, 옆면 트러스, DIM 2
13	밀 1	50.000000	80.000000	100.000000	연속	X	특성, 밀면 트러스, DIM 1
14	밀 2	18.000000	20.000000	50.000000	연속	X	특성, 밀면 트러스, DIM 2
*							

치수 최적화

최적화 제어

최적화 목적함수 제약조건

목적함수

번호	이름	설계응답	가중치
▶ 1	목적함수-1	부피	1.0000
*			

추가 삭제

센서 결과조합 SUM

조건 MIN

최적화 제어

최적화 목적함수 제약조건

제약조건

번호	이름	설계응답	하한값
▶ 1	변위	변위	0.0000
*			

추가 삭제

[알림] 단위변환이 지원되지 않습니다.

확인 취소

치수 최적화

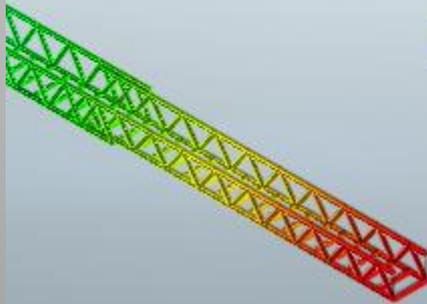
최적설계 모델 생성

최적설계 결과 출력

midas NFX

NODAL DISP
TOTAL, mm

+8.12623e+001
3.5%
+7.44904e+001
5.0%
+6.77186e+001
4.3%
+6.09467e+001
4.4%
+5.41748e+001
5.4%
+4.74030e+001
8.8%
+4.06311e+001
5.4%
+3.38593e+001
4.7%
+2.70874e+001
7.7%
+2.03156e+001
9.6%
+1.35437e+001
11.8%
+6.77186e+000
29.2%
+0.00000e+000



설계안 1	설계안 2	설계안 3	사용자 설계안
48	51	50	48
79	78	76	79
42	41	41	42
18	18	18	18
51	55	51	51
51	51	52	51
18	19	18	18

예상값 / 해석값					
-12	-11	-14	-12	-10	
0	0	0	0	65	
9+008	5.2e+008	5e+008	5.1e+008	5.2e+008	
50	50	49	50	83	

사용자 설계안 확인

예상값 확인

해석값 확인

45real.nfx ...

확인

취소

가 설계안 예상값은 설계조건 만족
값은 불만족

치수 최적화

최적설계 모델생성

최적설계 결과 요약

최적화 케이스 2

설계변수 이름	초기값	최소값	최대값	설계안 1	설계안 2	설계안 3	사용자 설계안	
밀4 2	50	45	1e+002	49	50	52	49	
윈 1	80	72	1e+002	79	75	78	79	
윈 2	20	18	1e+002	34	40	32	34	
열 1	20	18	50	19	18	18	19	
열 2	1e+002	50	1.1e+002	54	53	53	54	
밀 1	80	50	1e+002	53	51	52	53	
밀 2	20	18	50	18	18	18	18	
출 력 (예상값 / 해석값)								
목적함수 변화율 (%)	0			-16	-17	-17	-16	-14
제약조건 최대위배율 (%)	59			0	0	0	0	26
목적함수-1	5.8e+008			4.8e+008	4.8e+008	4.8e+008	4.8e+008	5e+008
변위	80	0	50	50	49	48	50	63
*								

사용자 설계안 확인 예상값 확인 해석값 확인

30도 하중 결과

최적설계 모델생성

최적설계 결과 요약

최적화 케이스 2

설계변수 이름	초기값	최소값	최대값	설계안 1	설계안 2	설계안 3	사용자 설계안	
밀4 2	50	45	1e+002	58	55	51	58	
윈 1	80	72	1e+002	78	81	75	78	
윈 2	20	18	1e+002	44	47	41	44	
열 1	20	18	50	19	18	18	19	
열 2	1e+002	50	1.1e+002	57	51	53	57	
밀 1	80	50	1e+002	52	53	51	52	
밀 2	20	18	50	19	18	18	19	
출 력 (예상값 / 해석값)								
목적함수 변화율 (%)	0			-4.5	-6.6	-7.9	-4.5	-3.1
제약조건 최대위배율 (%)	1.9e+002			0	0	0	0	89
목적함수-1	5.8e+008			5.5e+008	5.4e+008	5.3e+008	5.5e+008	5.6e+008
변위	1.4e+002	0	50	45	41	40	45	94
*								

사용자 설계안 확인 예상값 확인 해석값 확인

60도 하중 결과

치수 최적화

최적설계 모델생성

최적설계 결과 요약

최적화 케이스

2

설계변수 이름	초기값	최소값	최대값	설계안 1	설계안 2	설계안 3	사용자 설계안	
밀4 2	50	45	1e+002	48	51	50	58	
윈 1	80	72	1e+002	79	78	76	79	
윈 2	20	18	1e+002	42	41	41	44	
면 1	20	18	50	18	18	18	19	
면 2	1e+002	50	1.1e+002	51	55	51	57	
밀 1	80	50	1e+002	51	51	52	53	
밀 2	20	18	50	18	19	18	19	
출 력 (예상값 / 해석값)								
목적함수 변화율 (%)	0			-12	-11	-14	-0.41	1.1
제약조건 최대위배율 (%)	1.3e+002			0	0	0	0	42
▶ 목적함수-1	5.8e+008			5.1e+008	5.2e+008	5e+008	5.7e+008	5.8e+008
* 변위	1.2e+002	0	50	50	50	49	29	71

사용자 설계안 확인

예상값 확인

해석값 확인

모델생성

대상

사용자 설계안

모델파일 경로

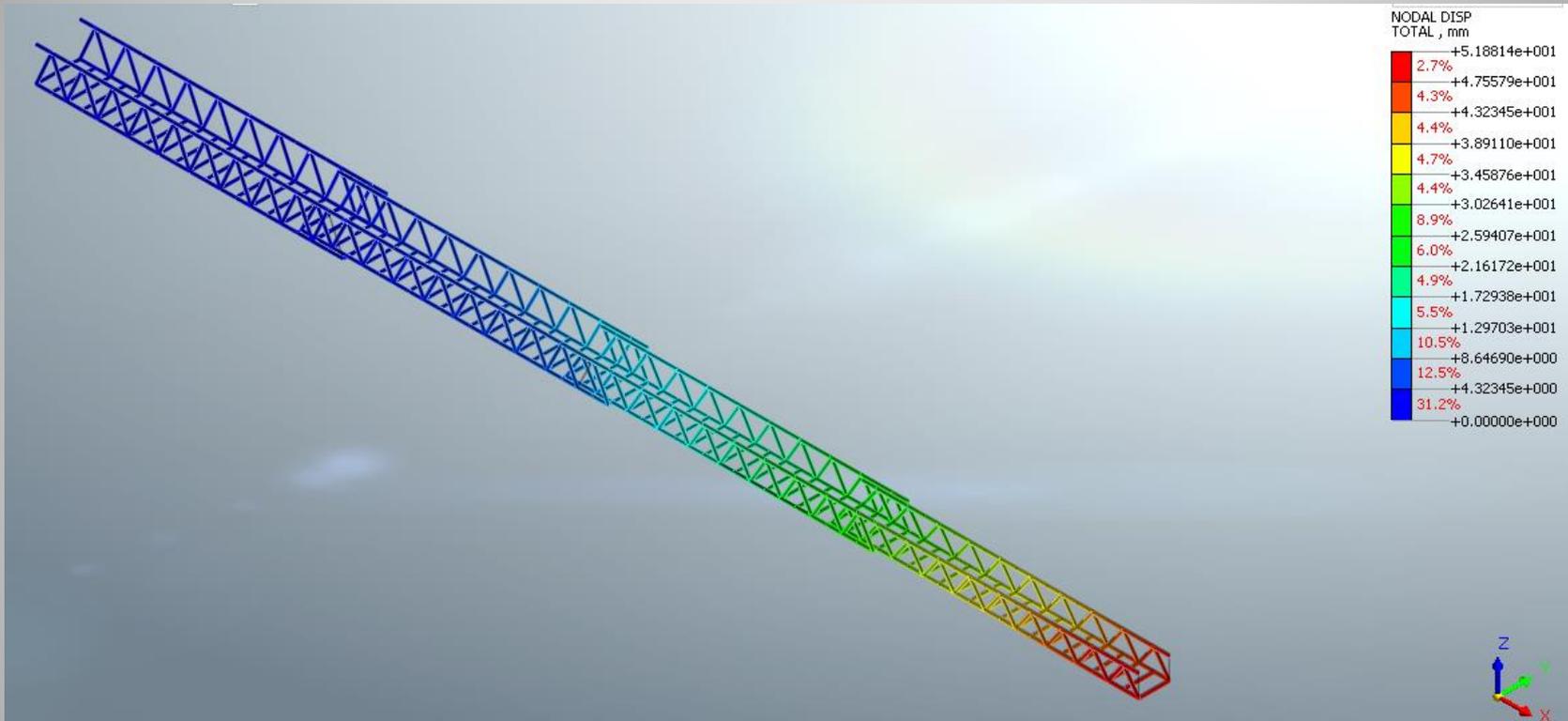
60_Optimized_Optimized.nfx

확인

취소

각도에 따른 3가지 경우에 대한 설계변수 값중 최대값만을 이용
사용자 설계안의 변위값이 설계조건을 만족하지 못함

치수 최적화



최적화 후 부피: $6.8 \text{ e}+8 \text{ mm}^3$

결론

- 위상최적화에 따른 치수최적화 결과 구조를 바꾸면 2배정도 경량화가 가능하다.
- 현재 사용되는 사다리 구조는 합당하지 않다.
- 치수최적화 과정에서 예상값, 해석값이 다르다.
- 공진 주파수 해석을 하지 못 했다.

Q & A