

Underride Side Guard 최적설계

Bodyguard

2015012879 임소연

2016033790 장윤희

Introduction

● Subject

- ▶ 측면 Underride 현상을 막기 위한 Side Guard 최적 설계

● Motivation

- ▶ Underride 현상이란? 트럭 밑으로 승용차가 깔려 들어가버리는 현상



Underride사고는 중상이나 사망으로 이어지므로 매우 위험

2012년 IIHS 연구에 따르면,
강력한 측면보호대는 대형트럭 측면 충돌 사고의
약 75% 부상 위험 감소시킬 잠재력을 지님

트럭의 후면에 대한 규제는 많은 나라에서 의무화하는
반면에 측면은 유럽의 경우에만 필수적임.

● Objective

- ▶ 안전성 및 경제성을 고려하여, 차량 충돌에 강한 Side Guard 최적 설계

● 수행흐름도

Model선정

Underride side guard를 설치할 트럭과 충돌하는 차량



선형정적해석

Side guard 형상을 결정 (충돌에너지 → 힘)



위상최적화

Side guard를 지지하는 brace의 위상최적화



외연적 비선형 동해석

Brace 의 간격을 조절하여 충돌에 가장 강한 형상을 찾는 것

● 차량 모델 선정

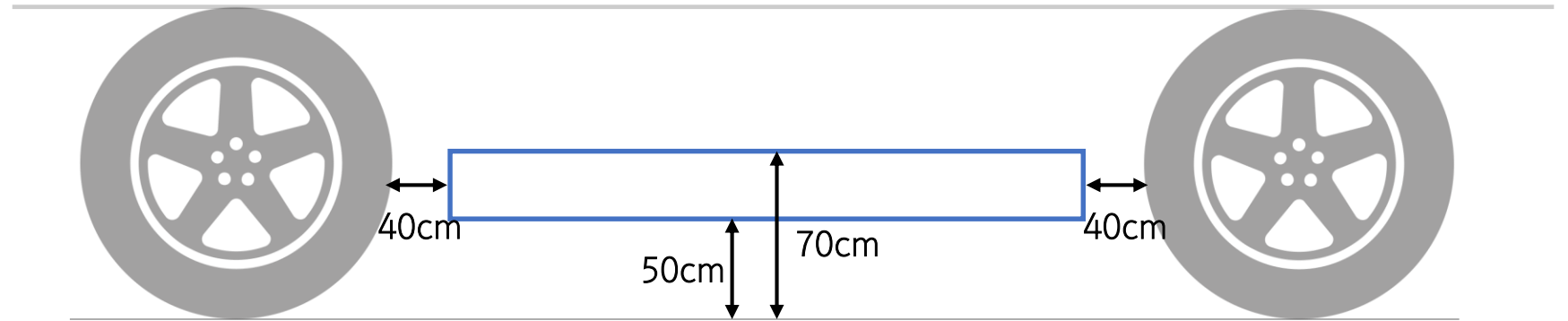


메가트럭 스펙	
전폭	2260mm
축간 거리	3845mm
타이어 외경	838.3mm



아반떼 스펙	
프런트 오버항	860mm
축간 거리	2700mm
타이어 외경	631.9mm

- **측면보호대 설계기준** [건설기계 안전기준에 관한 규칙 - 국토교통부]



- **차량의 충돌 안전성** [정면충돌 안전성 안전도 평가방법 - Kncap]

충돌속도 56Km/h 고정벽 정면충돌 시 탑승객 충돌안정성 평가

* IIHS에서도 35mph을 충돌 속도로 명시

● Side guard

▶ Material : Steel Alloy

자동차 bumper Over/under ride 규정 및 해석을 통한 성능 개선 연구 사례에 따르면,

차량이 충돌하는 bumper-barrier의 재료 : steel

▶ Shape

호칭치수 Designation	단위무게 Unit Weight (kg/m)	표준단면치수 Standard Sectional Dimension (mm)			
		W	H	B	t ₁
75 x 40	6,92	*75	40	5	7
100 x 50	9,36	*100	50	5	7,5
125 x 65	13,4	125	65	6	8
150 x 75	18,6	150	75	6,5	10
200 x 80	24,6	200	80	7,5	11
200 x 90	30,3	200	90	8	13,5
250 x 90	34,6	250	90	9	13

[현대제철 판매 브로셔]

● Brace

▶ Material : Al 6061 Alloy

NATSA의 선행 연구에 따르면 brace를 steel설계 강도를 기준으로 Al을 분석

두께는 증가하나, 강철시스템보다 상당히 가벼워짐을 확인

중량 절감 효과를 위해 Al 6061 Alloy 선택

[Computer modeling and Evaluation Of Side underride Protective Device Design – 미국 도로교통안전국(NATSA)]

Linear static analysis

● 형상에 따른 강성

모델 차량인 아반떼의 전륜을 넘지 않는 **기준 두께** 찾기



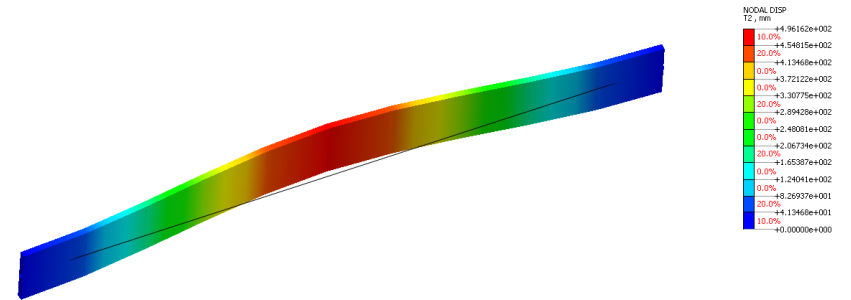
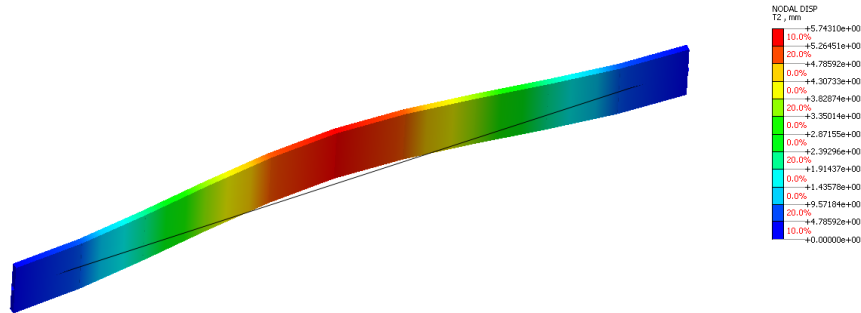
$$\text{충돌하는 차량의 운동에너지 } E_v = \frac{1}{2}mv^2$$

($m = 1300\text{kg}, v = 15.64\text{m/s}$)

$$F = 292245.6\text{N} \text{ 의 하중이 가해졌을 때 } d_{allowable} < 544.05\text{mm}$$

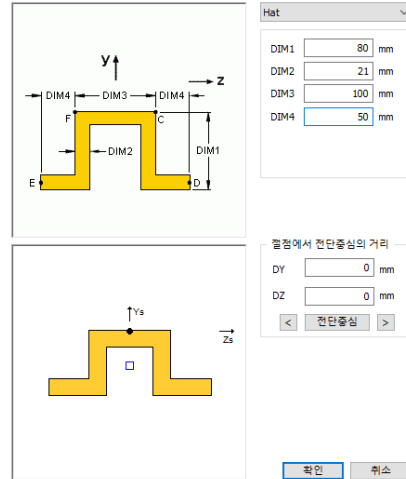
두께 20mm 일 때 $d = 574.31\text{mm}$

✓ 두께 21mm 일 때 $d = 496.162\text{mm}$

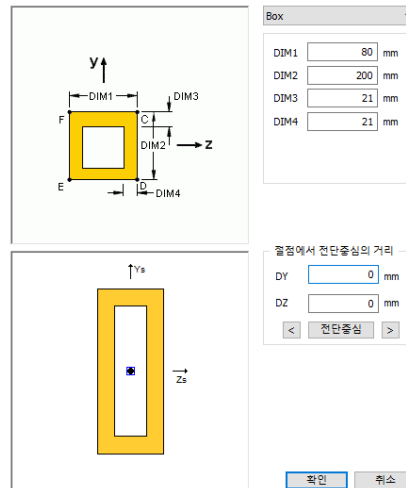
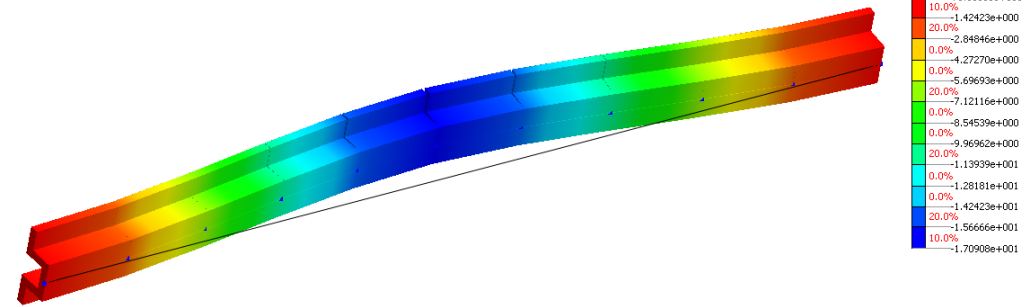


Linear static analysis

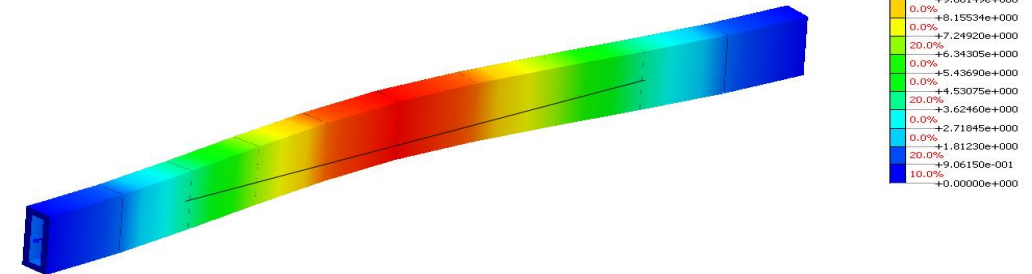
● 형상에 따른 강성



Hat
d : 17.09 mm



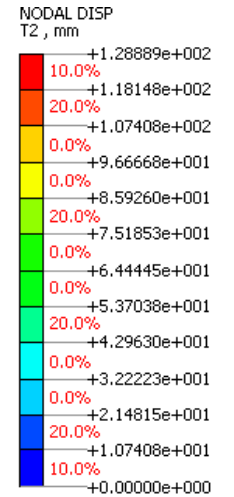
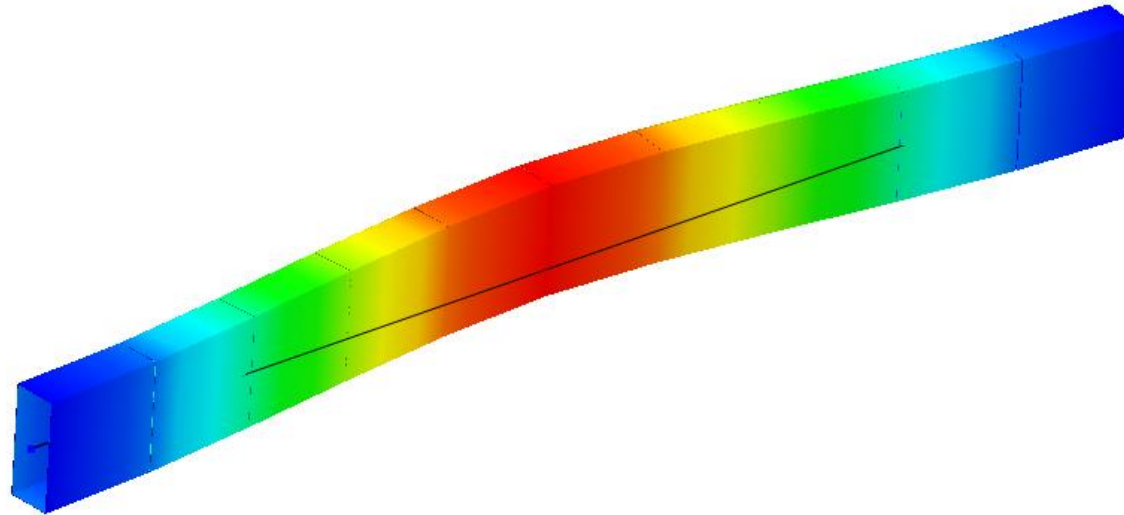
✓ Box
d : 10.87 mm



Linear static analysis

● Underride side guard 형상

$t_{min} = 1mm$ 일 때, $d = 128.89mm$
($d_{allowable} < 544.05mm$ 만족)



선형정적해석의 결과

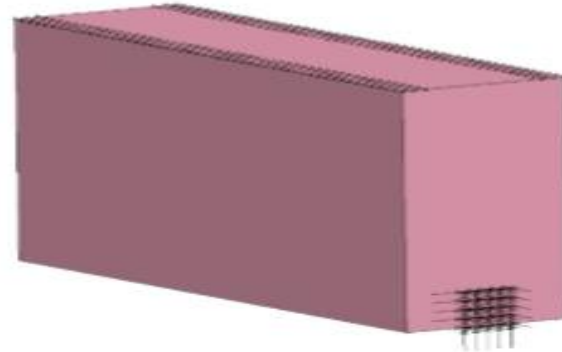
$L = 2206.7mm$, $t = 1mm$, $h = 200mm$, $w = 80mm$ 인 underride side guard 형상 결정

● Brace 하나가 차지하는 공간

Brace의 설계 공간 : 트럭의 크로스멤버 아래의 3차원 공간

선택된 메가트럭의 brace설계 공간은 $376.67 \times 200 \times 338.3 \text{ mm}$

▶ Case1



▶ Case2



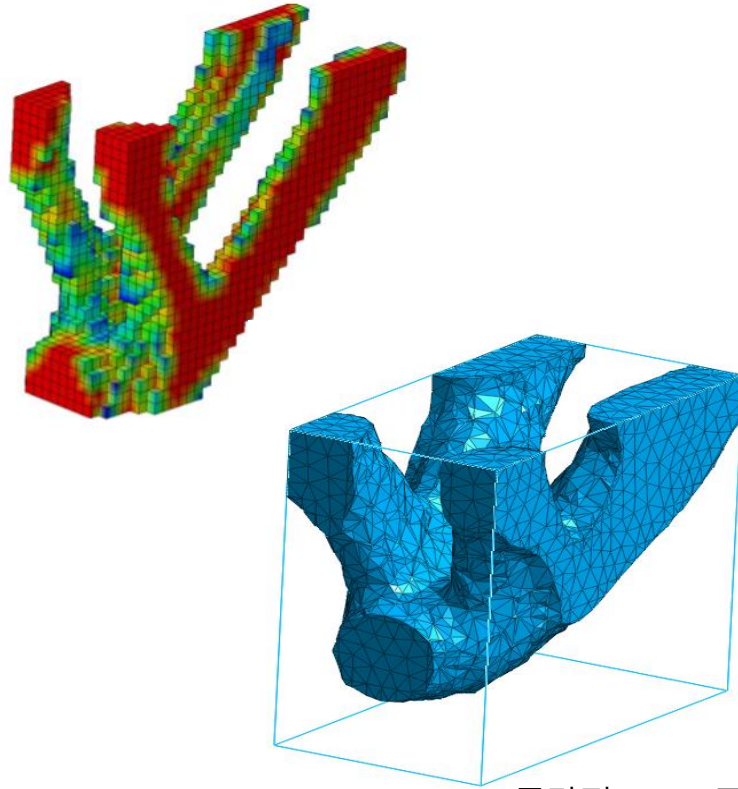
Lateral load : 185365N

Longitudinal load : 12002N

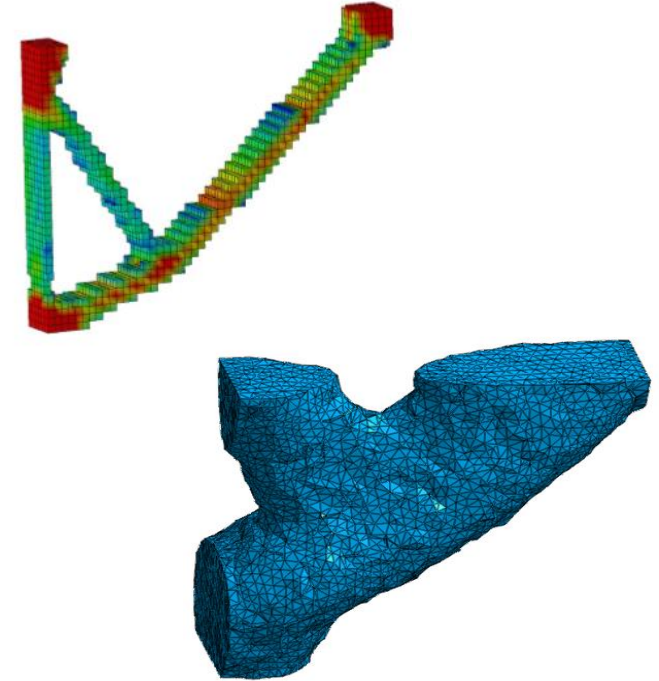
Vertical load : 25782N

● Brace 위상최적화 결과

▶ Case1



✓▶ Case2



두가지 case 모두 모양이 비슷한 결과

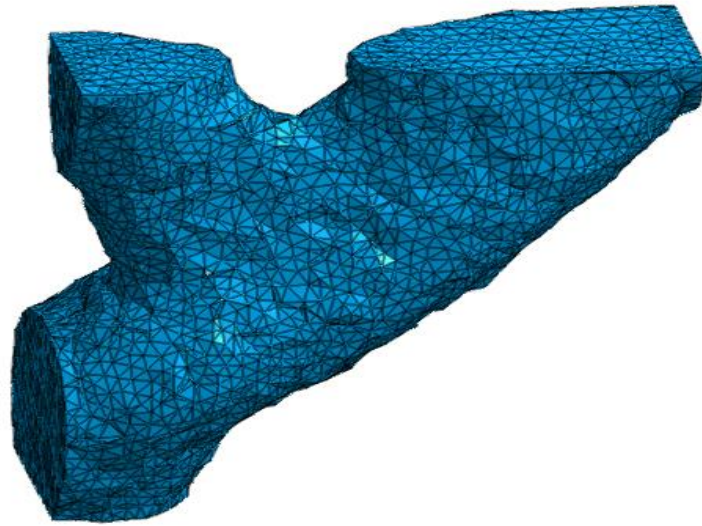
Case1의 병렬 연결된 이중부재는 Case2에 비해 대체 형상을 제공하지 않음

▶ 두개의 병렬 brace를 사용하는 것보다 단일 brace부재를 사용하는 것이 더 간단하고 직접적

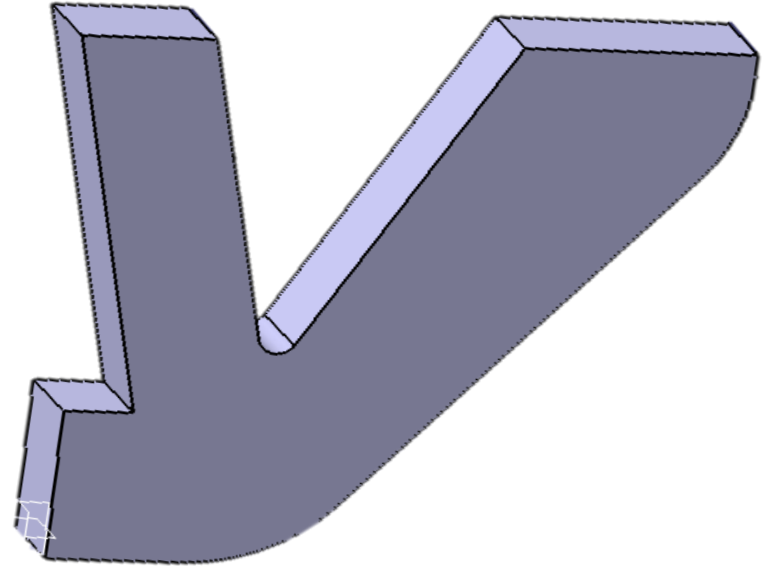
Topology Optimization

- Brace modeling

▶ Topology optimization

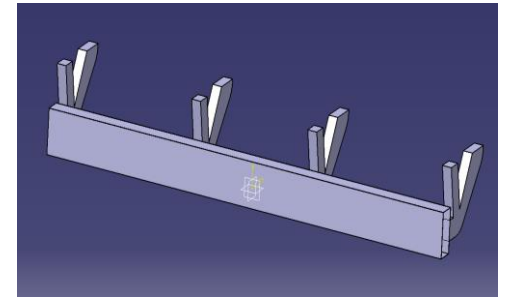
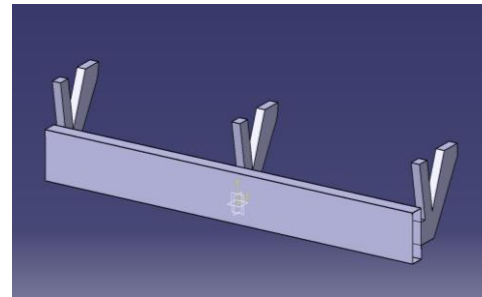
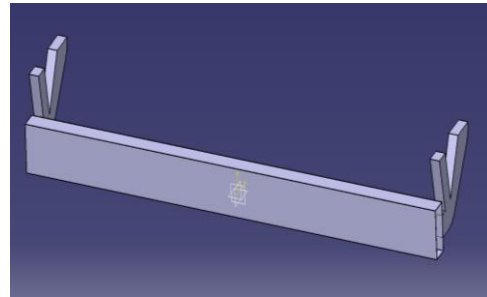
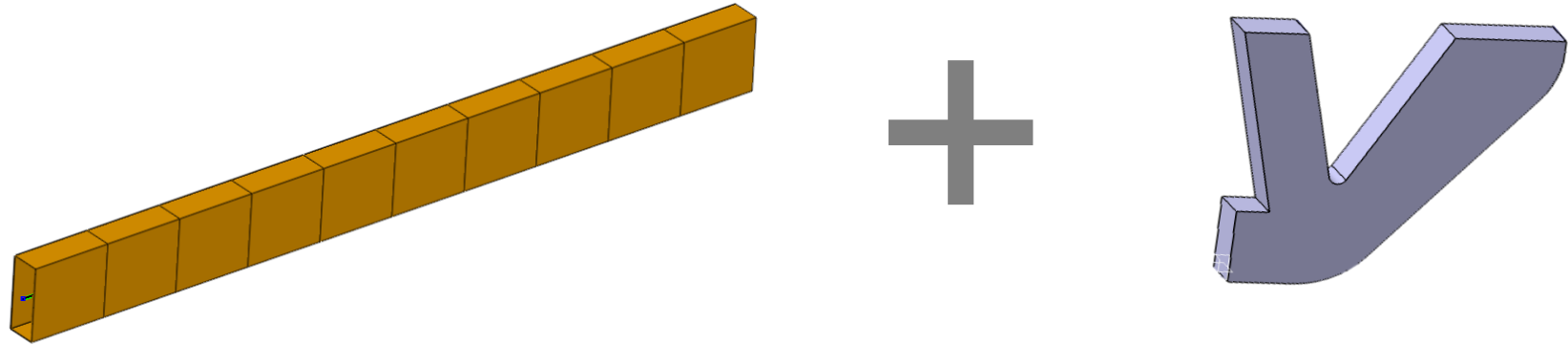


▶ CATIA modeling



Explicit dynamic analysis

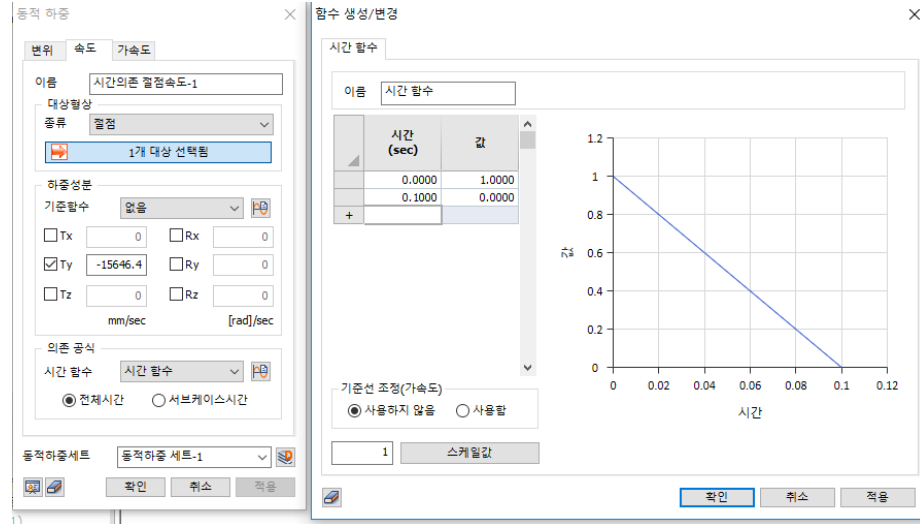
- CATIA로 Underride side guard와 brace assembly Design



두 부재의 재료가 다르기 때문에 NFX에서 솔리드 분할이 필요함 → 평면으로 분할이 가능하도록 주의

Explicit dynamic analysis

● 외연적 비선형 동해석

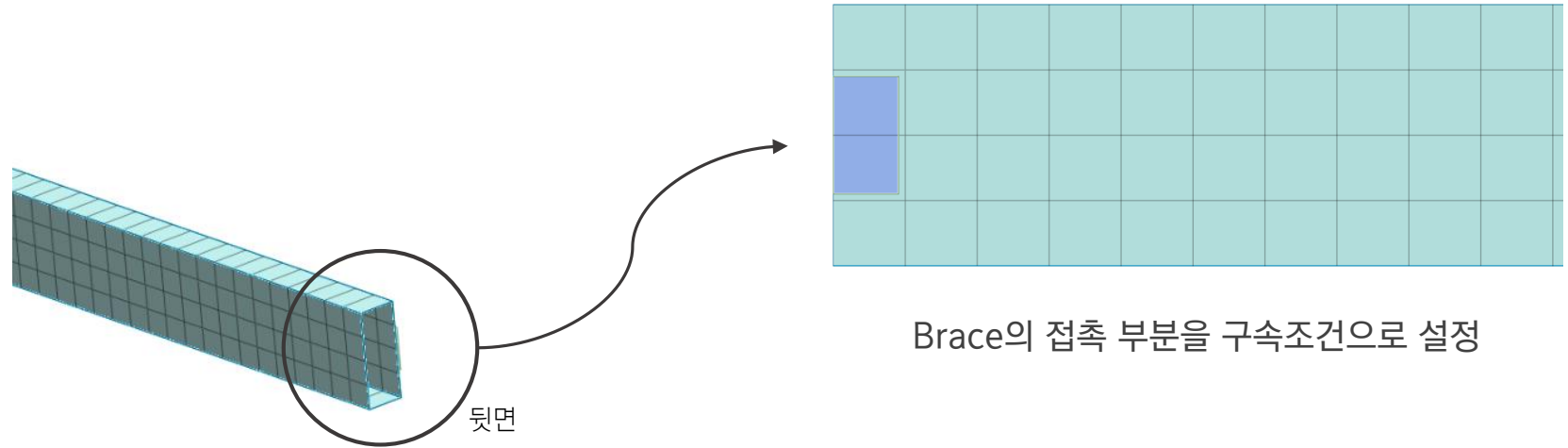


충돌상황을 가정
절점의 위치는 side guard의 중앙
시간의존 절점속도 $v = 15.64m/s$



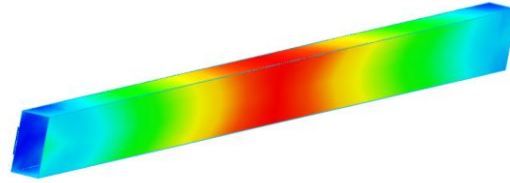
● 외연적 비선형 동해석 : 모델 형상 단순화

Brace가 side guard를 얼마만큼의 힘으로 지지하는지 NFX 구속조건으로 부여할 수 없음



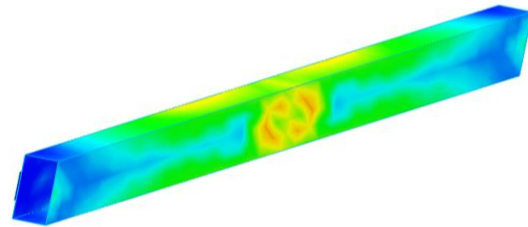
해석 시간이 단축되나, brace와 side guard의 변형 형상을 정확하게 반영하지 못한다는 단점

● 결과 : 최종 모델 비교



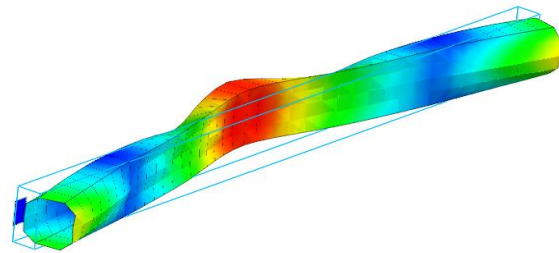
▶ 2개의 braces

$$d = 471.817mm$$



✓ ▶ 3개의 braces

$$d = 44.597mm$$



▶ 4개의 braces

$$d = 153.532mm$$

Conclusion

● 결론 및 고찰

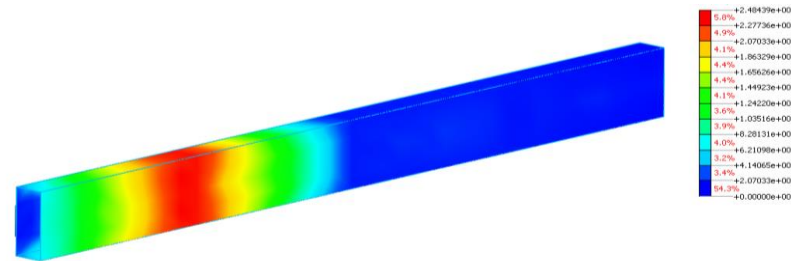
▶ 결론

두께가 1mm인 box beam형상에 3개의 brace가 지지하는 형상이 충돌을 가정한 상황에서 가장 변위가 작은 것을 확인 → 3개의 brace 지지 모델이 underride side guard 최적화 결과 모델로 선정

▶ 고찰

차량이 guard의 중앙에 정면 충돌한 상황을 가정한 것이므로 여러 위치, 여러 각도로 차량이 부딪혀오는 실제상황을 정확히 반영했다고 보기 어려움

최적 모델로 선정된 3개의 brace지지 모델로 중앙이 아닌 좌측에서 충돌한 상황을 가정한 해석 결과



$d = 248.439mm$

중앙 충돌($d = 44.597mm$)의 5.6배의 결과

중앙 충돌을 포함한 다양한 충돌 상황을 고려했을 경우 더 많은 해석 시간이 소요될 것이며, 최적 모델의 결과 또한 달라질 것

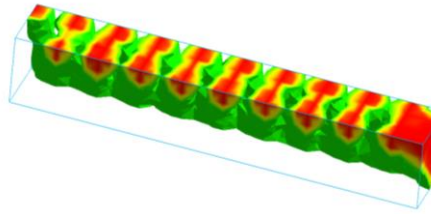
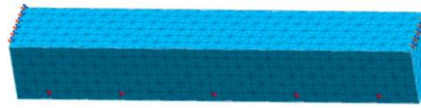
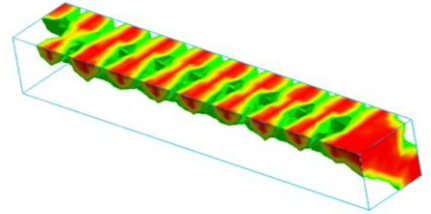
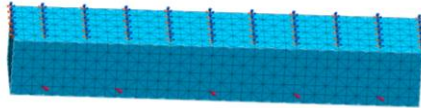
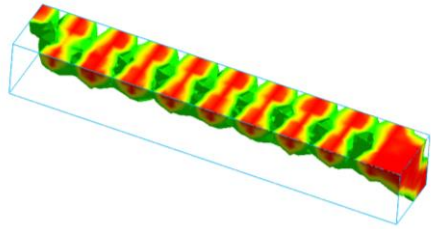
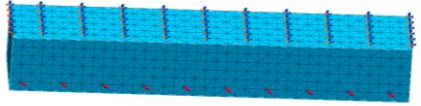
[Topology Optimization]

Brace 설계 공간: 트럭 밑 전체 공간

Lateral load : 185365N

Longitudinal load : 12002N

Vertical load : 25782N

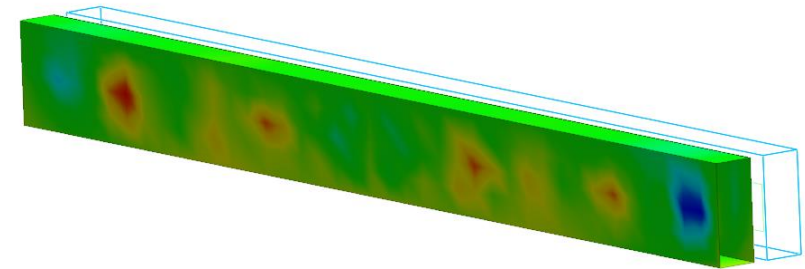


[Explicit dynamic analysis]

다양한 충돌 상황 고려

하중조건과 구속조건을 변경해도
위상최적화 결과는 동일한 형태를 보임

∴ brace의 개수를 10개로 설정하여 외연적 비선형 동해석을 진행



THANK YOU
for Listening