

2016년 CAE 프로젝트

후드 판넬 신소재 적용 시 경량화 및 차음 효과 해석

2016.12.08

한양대학교

미래자동차공학과

FTP 조

김서연, 김정훈, 황인준

I. 주제 선정 배경

II. 후드의 특성

III. COMSOL 해석(1) : 경량화 효과

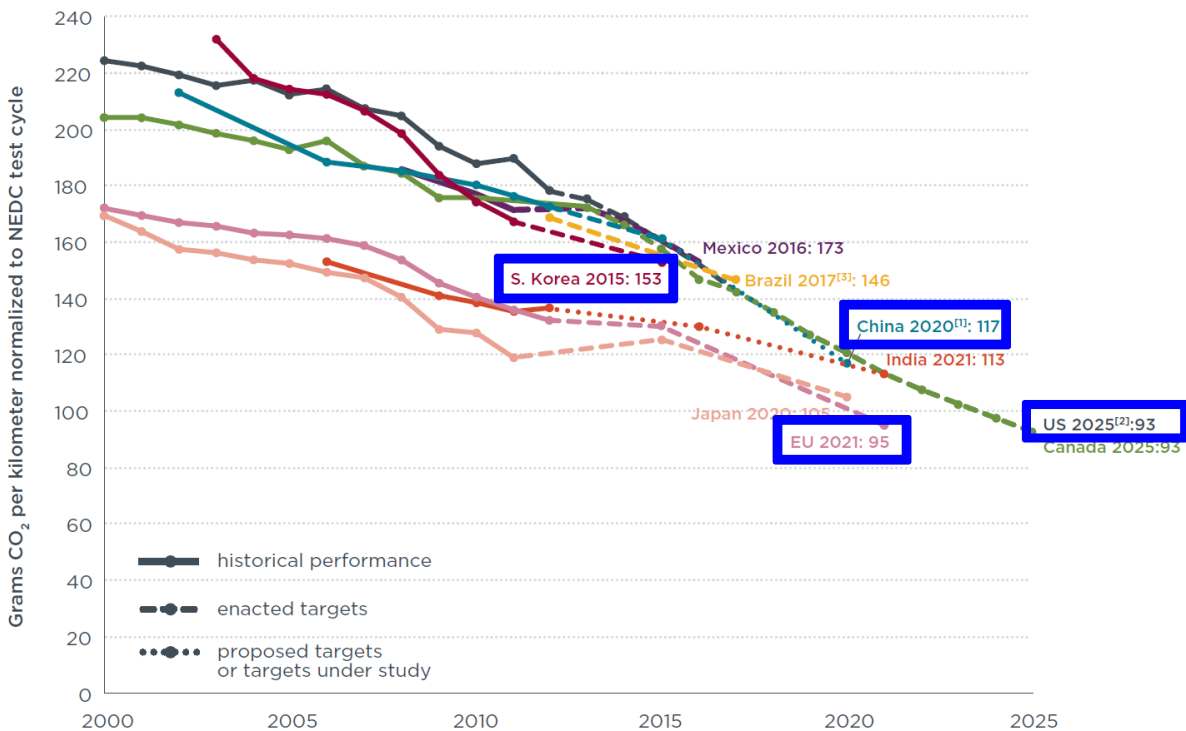
IV. Noise of Hood의 중요성

V. COMSOL 해석(2) : 차음 효과

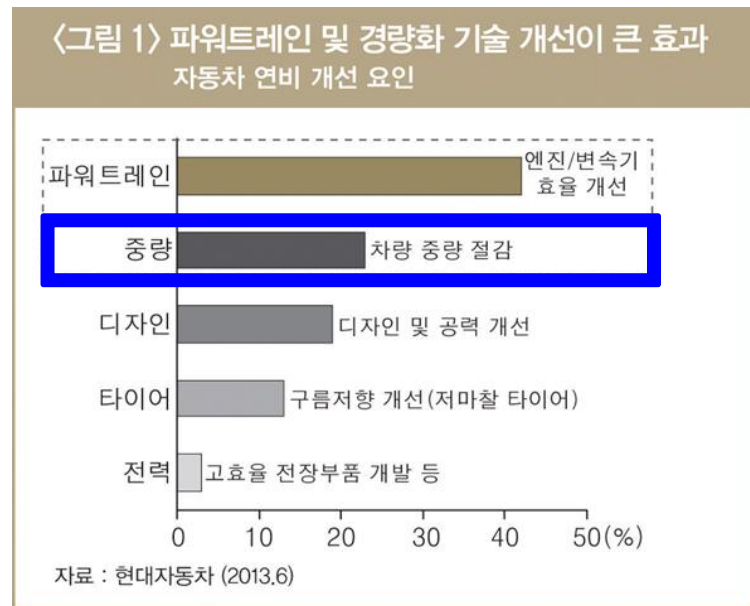
VI. 결론 및 한계

I. 주제 선정 배경 : ① 규제 환경

국가별 환경 규제 심화에 따른 경량화 중요성 증대



전세계적인 이산화탄소 배출량 규제 강화



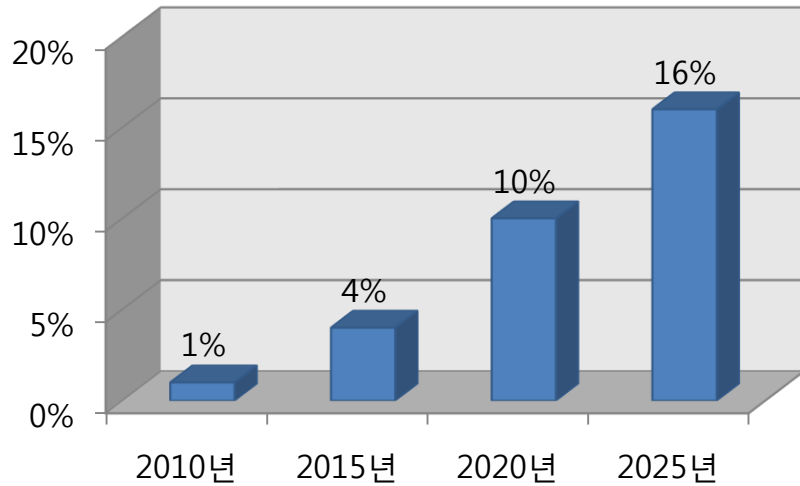
각 부분의 연비 절감 노력

바디 부문 -> 경량화

I. 주제 선정 배경 : ② 경쟁 환경

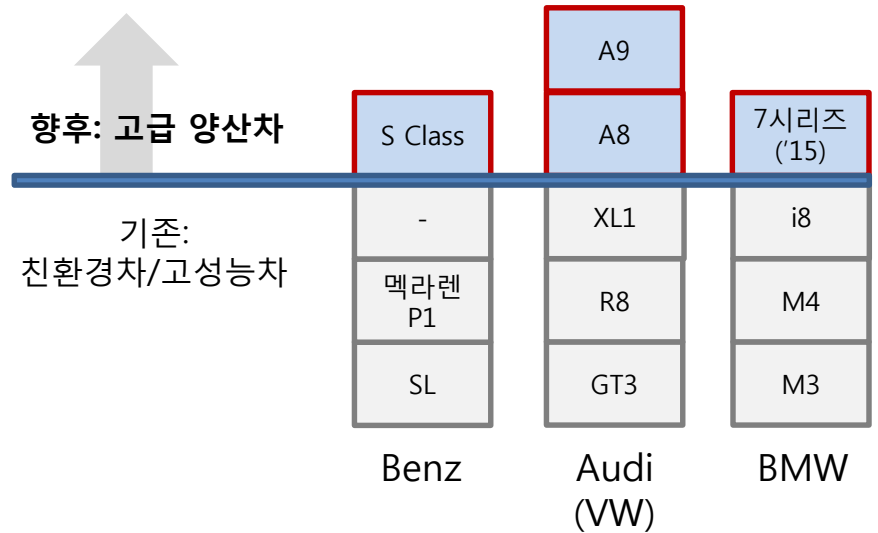
주요 기술 선도 자동차 기업들의 경량화 向 신소재 적용 확대 추세

1 (산업 평균) AL 적용 비율 지속 확대



'20년 이후 AL 적용 비율 10% 돌파

2 CFRP 양산차 적용 본격화



친환경차, 고성능차 -> 고급차 (양산차)

II. 후드의 특성



■ 해석 목적 : 후드 신소재 적용 시 중량 이득을 신뢰도 있게 예상

1) 후드 Inner, Outer Panel CATIA 모델링

2) 후드 모델 Steel 재질 Lateral, Transverse, Torsional Stiffness 기준 시험 선정

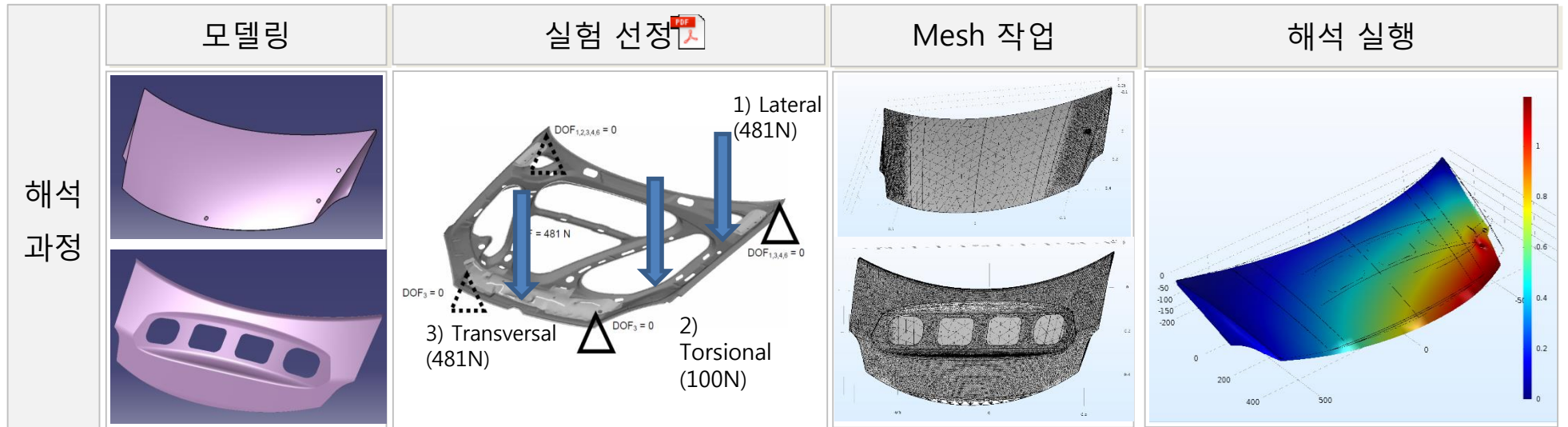
3) 신소재 (Aluminum, CFRP) 적용 후 기준 값을 만족하는 Thickness 값 산정

4) 1차 결과 분석, 고찰 및 개선 사항 도출

5) 시뮬레이션 단순화(2차 해석)

6) 2차 결과 분석(1차 시뮬레이션과 결과 비교 및 고찰)

Ⅲ. COMSOL 해석 (1) : 경량화 효과



재질 특성	재질	Young's Modulus(<i>Gpa</i>)	Poisson Ratio	Density (<i>g/cm³</i>)	결과	Steel 대비 동일 강성을 갖는 두께 및 중량 산출			
	STEEL	210	0.3	7.8		HOOD OTR 두께	중량 (<i>Kg</i>)	Steel 대비 두께	Steel 대비 중량
	AL	70	0.33	2.7		1mm	5.733	100%	100%
	CFRP	135	0.3	1.47		1.51mm	3.002	151%	52.4%
					1.27mm	1.373	127%	23.8%	

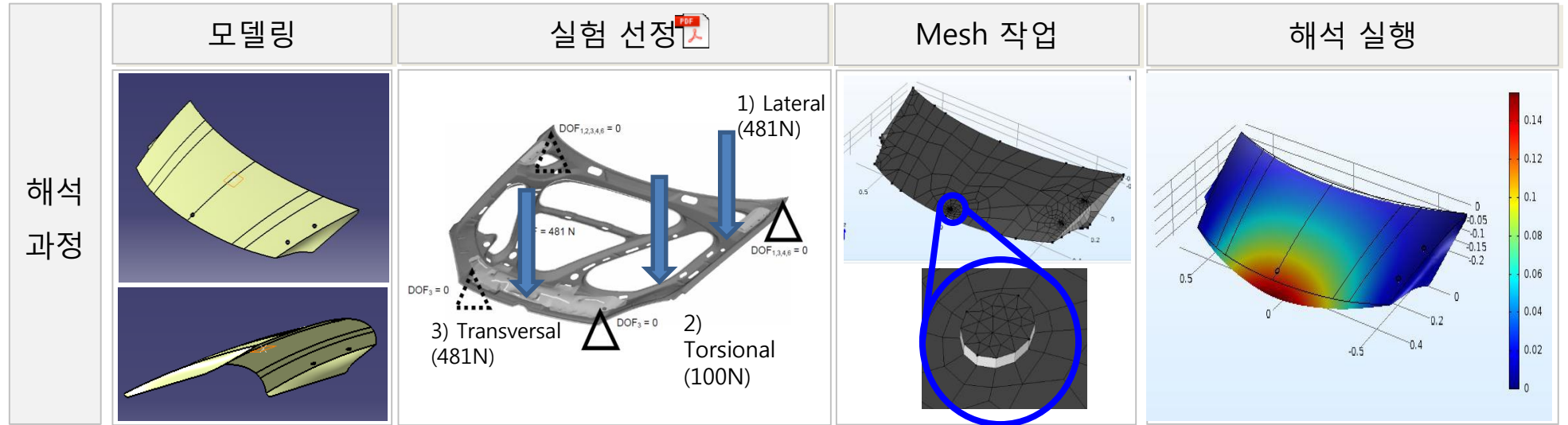
출처 : 1) Simulation of a Vehicle Hood in Aluminum and Steel, M. Hamacher, R. Wohlecker and L. Ickert

결과 분석	재질	중량 비교 (중량 절감율)	실 중량 비교 데이터	오차	<오차 분석> - HOOD INR PANEL 부 모델링의 어려움 - HOOD 타 test 미 적용으로 인한 오차 <문제점> - 형상 문제 : 구조((1000x400x1(mm))로 인한 mesh 구성의 어려움 - 긴 Computation Time(30 mins ↑)
	STEEL	100%	100%	-	
	AL	52.4% (47.6 % 절감)	60% (40% 절감)	19%	
	CFRP	23.8% (76.2% 절감)	30% (70% 절감)	9%	

2차 시뮬레이션 고안

1. 문제점 개선 : 솔리드 모델 → 쉘 모델을 통한 문제 단순화
2. 솔리드와 쉘 모델의 결과 비교를 통한 단순화 타당성 확인

Ⅲ. COMSOL 해석 (1) : 경량화 효과



Steel 모델 솔리드, 셸 시뮬레이션 강성 해석 값 비교

강성	솔리드 (N/mm)	셸 (N/mm)	오차
Lateral	295.1	17.36	94.12%
Transversal	284.6	2.24	99.21%
Torsional	83.75	6.29	92.49%

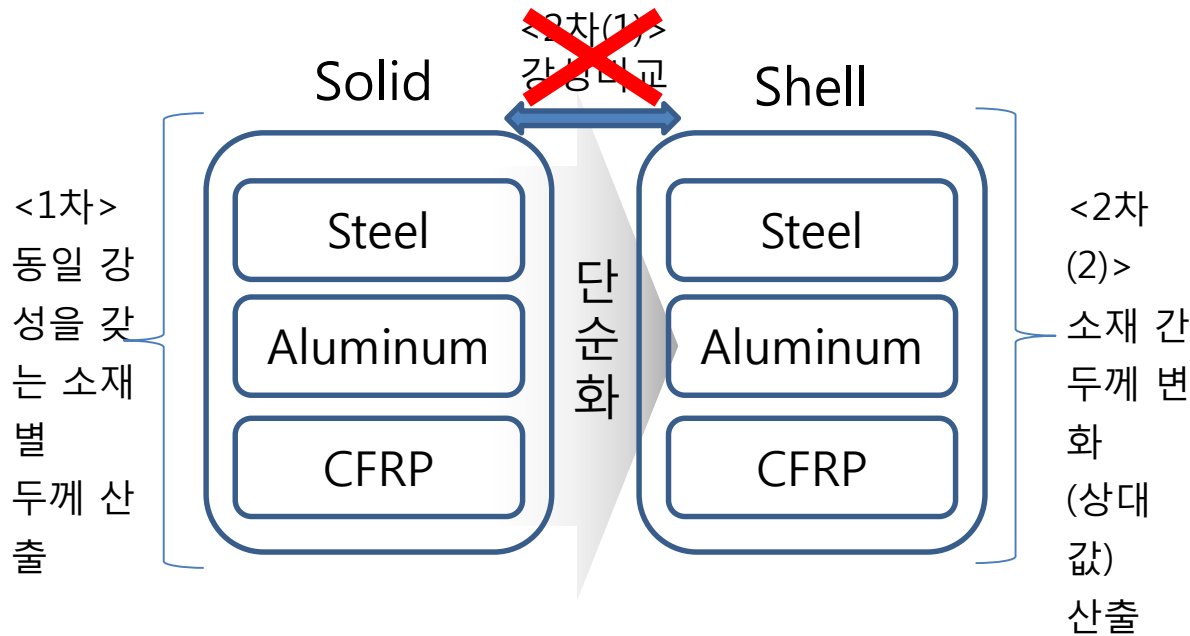
결과 (1)

Shell 모델을 통한 문제 단순화, 실제 강성 해석 값은 **무의미**

III. COMSOL 해석 (1) : 경량화 효과

재질 간 동일 강성을 갖게 하는 두께 산출			
재질	솔리드 (mm)	셸 (mm)	오차
Steel	1	1	-
Aluminum	1.62	1.69	4.32%
CFRP	1.27	1.33	4.72%

Steel 기준 셸모델과 동일한 강성 값을 갖는 신소재 두께 산출 시, 솔리드 모델의 값과 거의 동일한 두께 값이 산출됨
 → Shell 모델을 통한 문제 단순화 시, **실제 해석 값은 차이가 크지만, 소재 간의 상대적인 값을 비교하는 경우 유의미한 결과를 보임**



재질	중량 비교 (중량 절감율)
AL	52.4% (47.6% 절감)
CFRP	23.8% (76.2% 절감)

+ 실제 강성 값이 아닌 **소재 간의 상대적 차이를 비교하는 경우 Shell로 문제 단순화 가능**

IV. Noise of Hood의 중요성

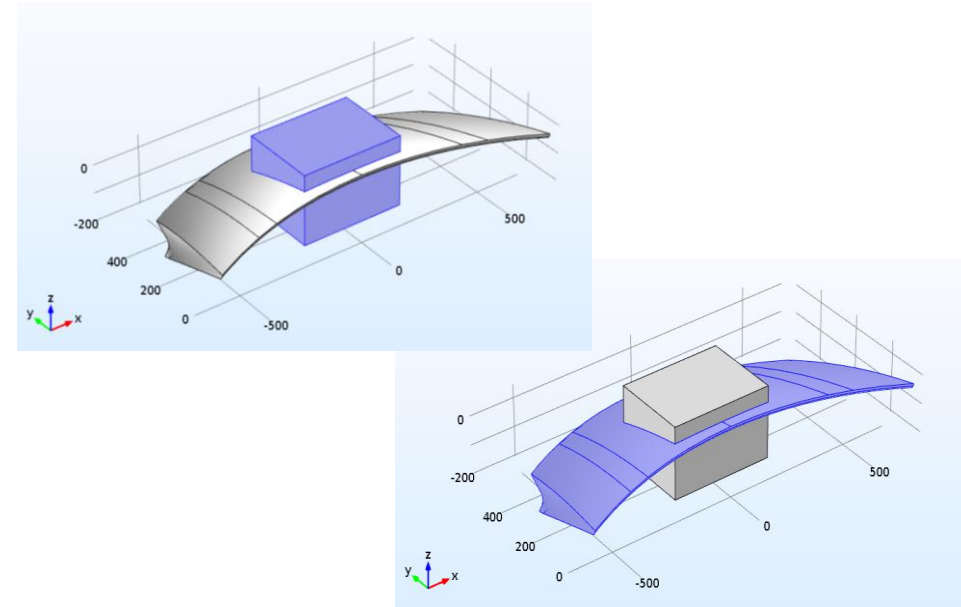
- ✓ **60Hz**에서 자동차의 소음 중 차량 후드에서 발생하는 소음의 영향이 **크다**.
- ✓ 후드에 전달되는 소음 중 엔진 소음이 **61.6dB(가속 시 평균)**로 가장 크다.



휴대용 음향 카메라로 측정한 자동차 소음

1. 소음원과 매개된 구조물질을 변경

재질	Absorption coefficient	Speed of sound(m/s)
Steel	0.21	5900
Aluminum	0.35	5270
CFRP	0.46	14400
air	0.019	-



2. 엔진 자체의 소리 에너지 감소

$$L_I = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0} \quad (\text{dB})$$

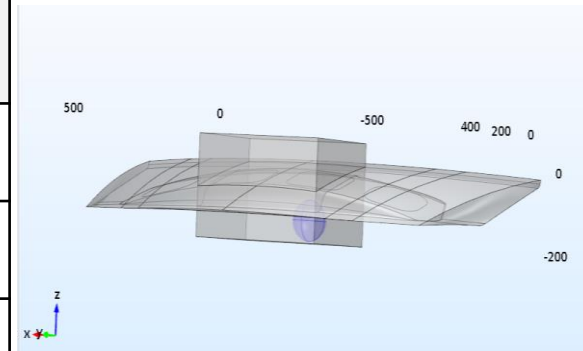
$$\text{기준값} : I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

✓ 소음원

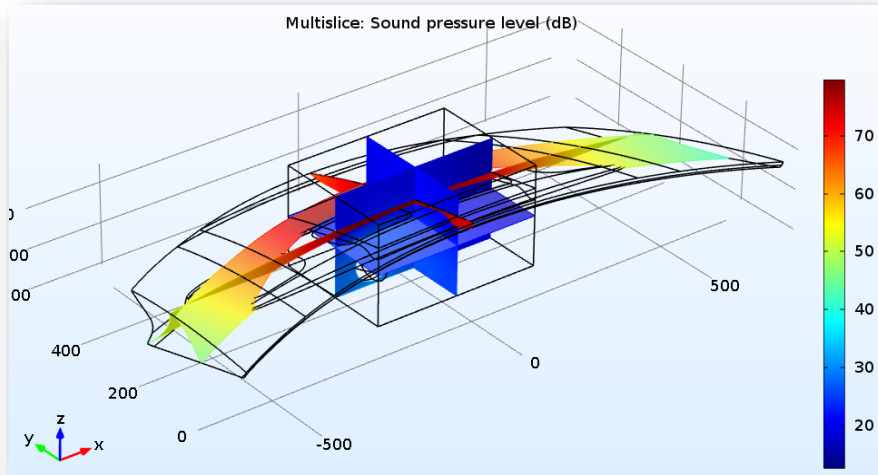
$$61.6\text{dB} \rightarrow 4.73\text{e-}10 \text{ W/m}^2$$



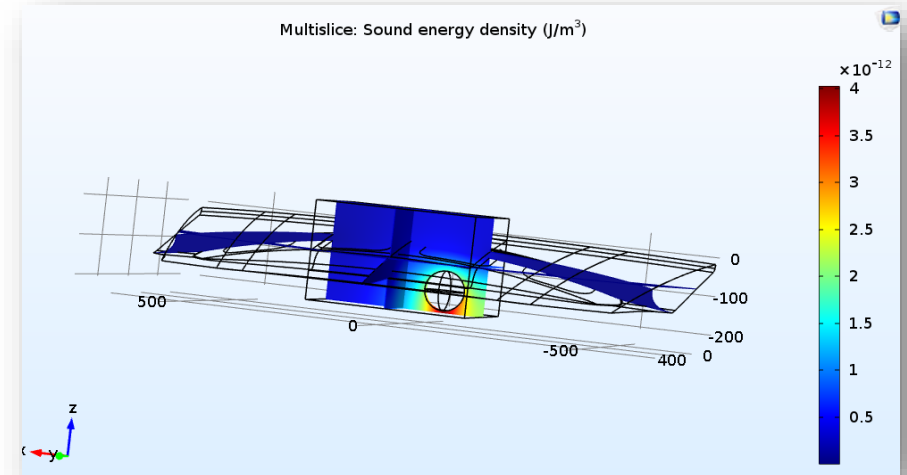
Inward Energy Flux (W/m ²)
4.73E-10
2.35E-10
4.73E-11



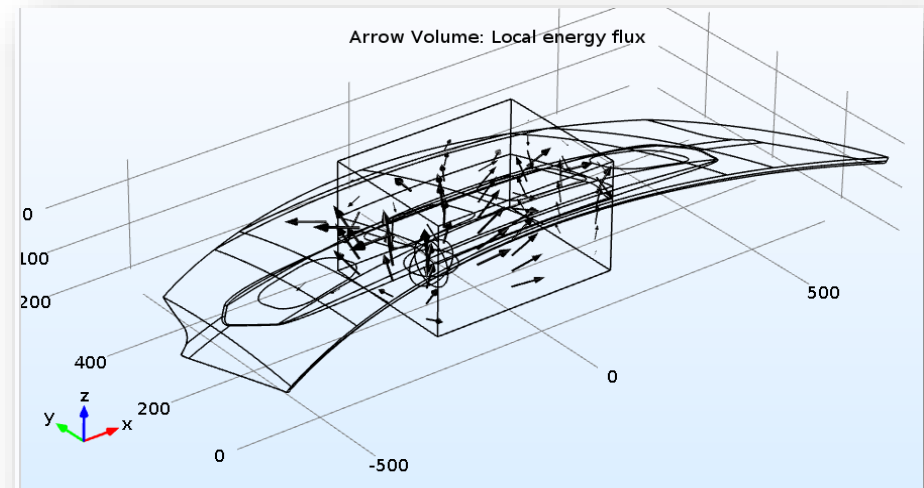
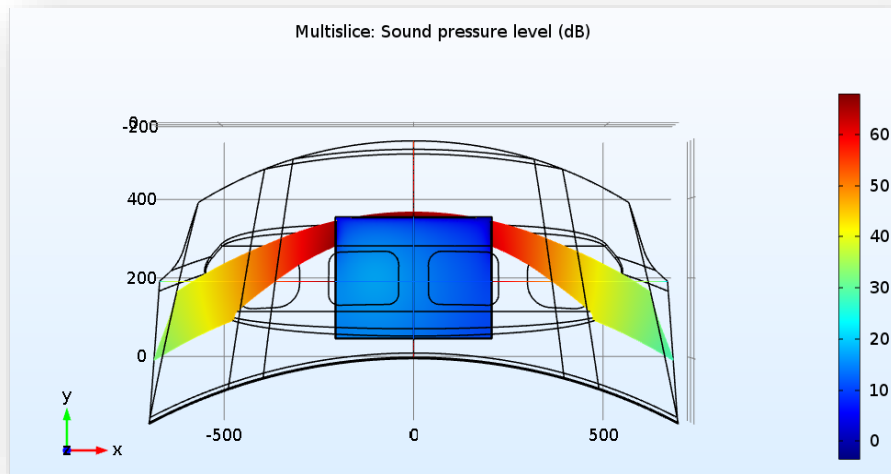
Sound Pressure Level (dB)

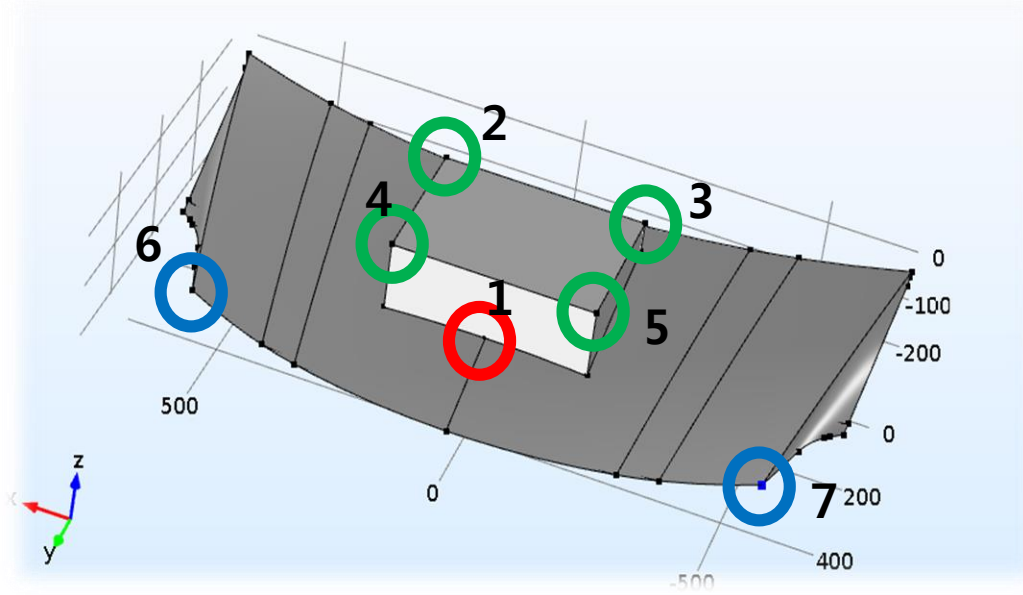


Sound Energy Density (J/m³)



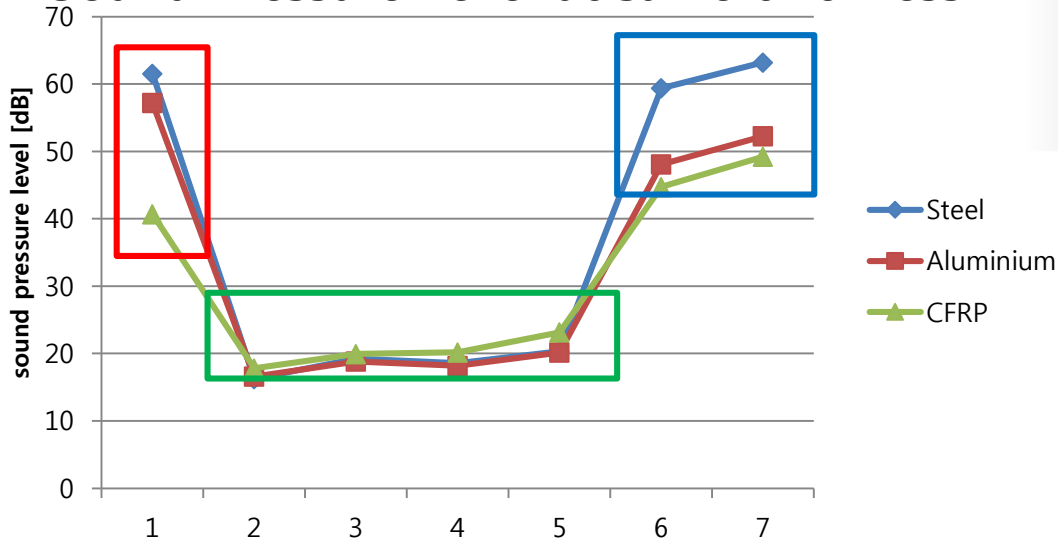
Local Energy Flux (arrow)





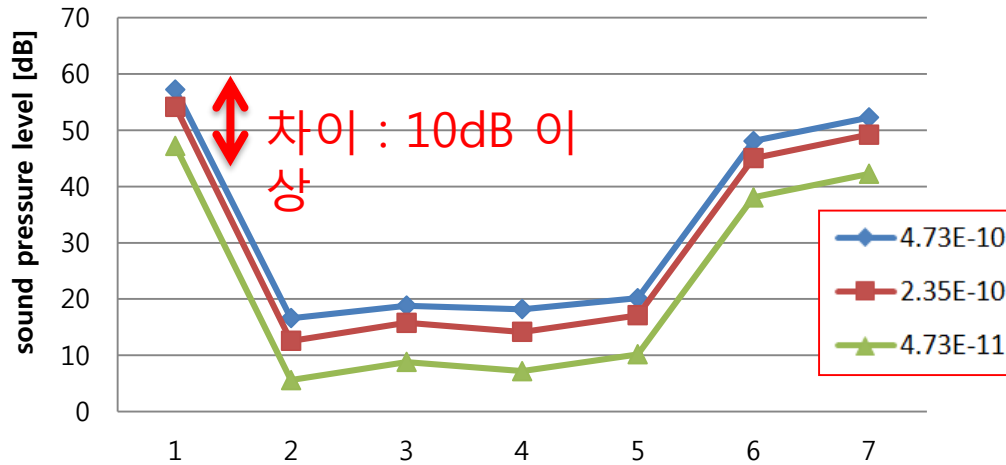
✓ steel과 cfrp의 아우터 후드 바로 윗 부분에서는 사람이 인식할 수 있는 3~4dB 차이를 넘어선 20dB이상의 sound pressure level 차이가 측정된다.

Sound Pressure Level at same thickness

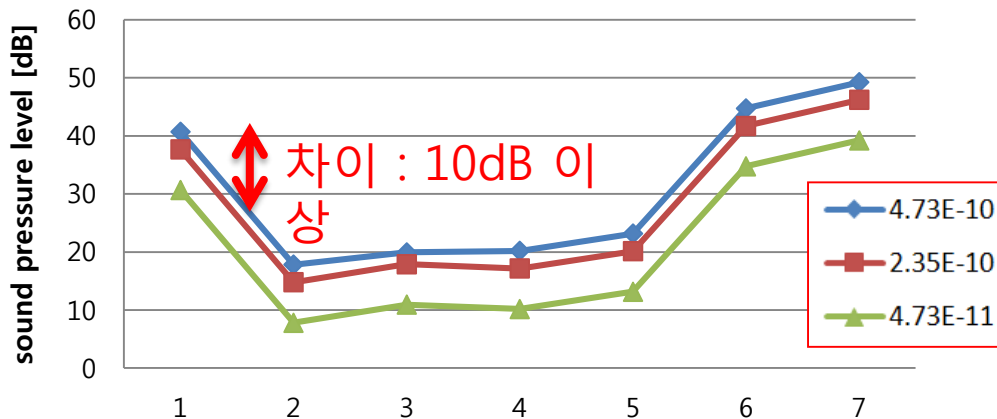


✓ 후드 두께의 3.5배 정도 떨어진 외부 공기 부분에서는 각 재질의 dB과 재질 간 차이가 급격하게 줄어든다.

Change of engine inward energy flux
[Aluminium]



Change of engine inward energy flux
[CFRP]



✓ 같은 소리 에너지에서 재질 간 sound pressure level 차이 비율은 거의 변함 없음.

✓ 같은 재질 안에서 소리 에너지 크기 자체를 변형 시켰을 때, 전체적으로 sound pressure level 이 감소하는 모습을 보임.

경량화 효과			
재질	두께 (mm)	두께 비교	중량 비교
Steel	1	100%	100%
Aluminum	1.62	151%	52.4%
CFRP	1.27	127%	23.8%

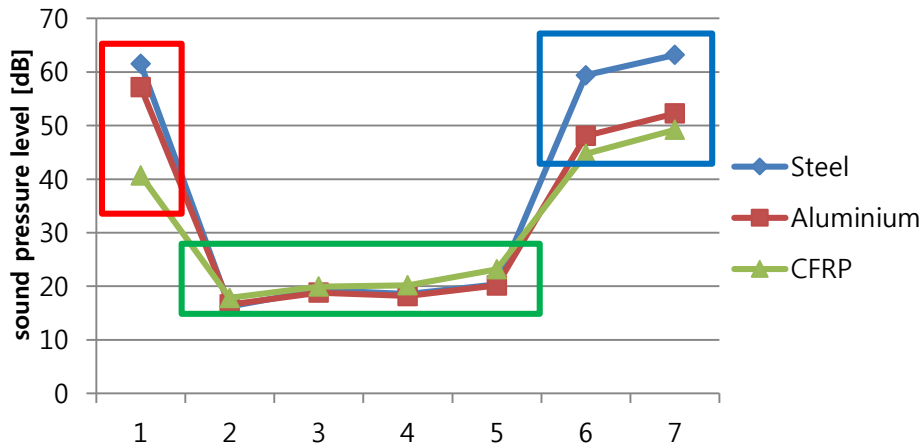
<결론>

- 1) 가격면을 제외할 때 CFRP의 성능이 우수
- 2) 정확한 강성 측정을 위해서는 Solid 모델을 적용해야함, 재질 간의 상대적 비교시 Shell 모델의 결과 또한 유효함

<한계>

- 1) HOOD 모델의 정확성 부족(접합, 형상...)

차음 효과



<결론>

- 1) 소음 해석 시, 매질 설정을 위해서는 모델 내부가 Solid로 채워져 있어야함
- 2) 후드 중심부의 경우 재질 간 dB 차이가 적으나, 후드 외곽부의 경우 신소재가 기존재질보다 뛰어난 차음 성능을 보임

<한계>

- 1) 차량에 적용되는 소재에 대한 매질파크 부족