

유한요소해석 기반 프론트 언더바의 형상에 따른 구조적 거동 분석

박규태*, 우승원*, 한승원*, 김정진**
*대구 미래형자동차산업 혁신아카데미
**계명대학교 기계자동차공학부
e-mail: kjj4537@gmail.com

Finite element analysis-based structural behavior according to the shape of front underbar

Gyu-Tae Park*, Seung-Won-Woo*, Seung-Won-Han*, Jung Jin Kim**
*Daegu Future Automobile Industry Innovation Academy
**Dept. of Mechanical Engineering, Keimyung University

요약

국내 튜닝 승인 건수의 증가와 함께 자동차 튜닝 시장의 규모의 성장세가 가파르다. 다만, 성능 향상 튜닝 제품인 프론트 언더바의 급격한 확산과 함께 다양한 문제점들이 발생하고 있다. 그중 튜닝 부품 장착 후 기능 향상에 대한 수치적 정보가 제공되지 않아 소비자들의 합리적인 선택의 어려움이 문제점으로 제기되고 있는 상황이다. 본 논문에서는 조향시 프론트 언더바가 하중이 가해져 변형이 발생하는 상황 가정하에 형상에 따른 강성 비교를 목적으로 한다.

1. 서론

통해 형상별 강성을 비교하여 수치화하였다.

자동차의 성능 향상 등을 목적으로 한 자동차 튜닝 시장의 규모는 승인 건수 증가와 더불어 지속해서 성장하고 있고, 앞으로도 시장이 확대될 것으로 전망된다.[1] 특히, 자동차의 성능 향상 튜닝 제품인 언더바 등의 제품이 많이 사용되고 있다. 하지만, 튜닝 시장에 대한 소비자의 불신이 문제점으로 나타나고 있다. 실제 소비자들이 제품의 정보에 대한 접근이나 비교에 있어 어려움을 느껴 신뢰하기 어렵다는 인식이 가장 큰 시장으로 조사된다.[2]

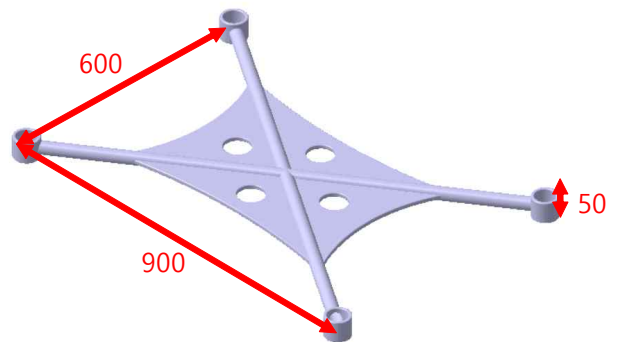
일반적으로 차량 하부에 장착하는 언더바는 장착 위치에 따라 프론트 언더바, 미들 언더바, 리어 언더바 등으로 분류할 수 있다. 언더바를 장착하면 차체의 비틀림 강성을 향상시켜 주행 안정성, 제동, 고속 안정성 등을 향상시키며 서스펜션의 불필요한 움직임이 줄어들어 승차감이 좋아진다. 이에 따라 언더바를 장착하는 차량이 늘어나고 있지만, 언더바의 성능에 대한 정보가 제공되지 않아 소비자의 합리적인 선택이 어렵다는 문제가 발생하고 있다.

본 연구에서는 프론트 언더바의 형상에 따른 구조해석을 통해 형상별 강성 비교 및 수치화를 목표로 한다. 이를 위해 대표적인 세 가지 형상의 프론트 언더바를 선정하였고, CATIA를 이용해 모델링하여 구조해석을 수행하였다. 이를

2. 본론

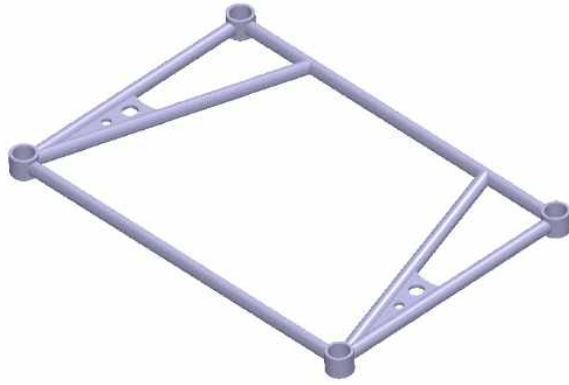
2.1 유한요소모델링

본 연구에서는 동일한 조건을 주기 위해 각 프론트 언더바의 결합 위치와 치수를 동일하게 모델링 하였다. 상세 치수는 차량 악센트에 적용되는 프론트 언더바의 치수를 참고하였다. 각 프론트 언더바는 가로 900 mm, 세로 600 mm, 높이 50 mm의 크기를 가진다. (그림 1)

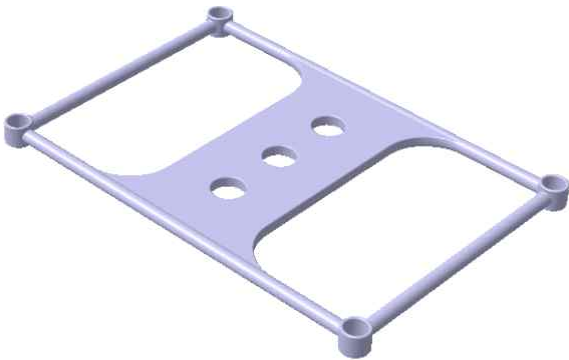


(a) Type1

2.2 유한요소해석



(b) Type2



(c) Type3

[그림 1] 프론트 언더바 형상 모델

본 연구에서는 시중에서 흔히 볼 수 있는 프론트 언더바 중 3가지 대표적인 형상을 채택하였다.

[표 1] SM45C 물성치

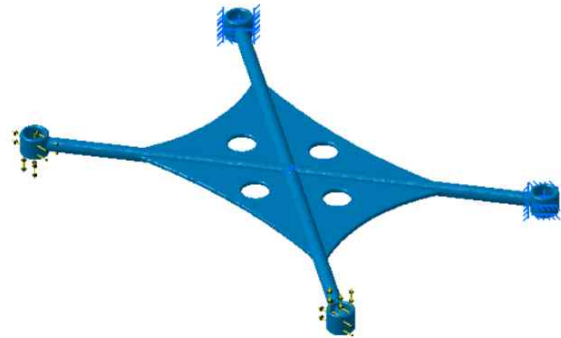
Young Modulus [GPa]	207
Shear modulus [GPa]	80
Poisson ratio	0.3
Density [kg/m ³]	7,600
Yield Strength [MPa]	370

정량적 안전성을 평가하기 위해 해당 모델들은 유한 요소 모델로 변환하였다. 이는 CATIA V5 Generative structural analysis를 통해 수행하였다. 프론트 언더바의 요소의 크기는 5 mm로 생성하였다. 다만 구조적 거동의 중요성을 가지는 접합부 요소의 크기는 3 mm로 세분화하였다.

본 연구에서는 차량의 좌회전 주행 상황을 가정하여, 프론트 언더바의 구조적 거동을 분석하였다. 이를 위해 수평 방향과 수직 방향의 동일한 크기의 하중에 대한 거동을 가정하여 분석하였다. 각 형상에 동일한 하중을 부여하여 구조해석을 통한 형상에 따른 강성 비교를 수행하였다. 모든 유한 요소 모델은 일반적으로 프론트 언더바에 사용되는 SM45C를 적용하였다. SM45C의 물성치는 표 1에 나타내었다.

본 연구에서는 자동차가 시속 108km로 주행 시 0.05초 동안 충돌이 발생할 때 충격력이 15,000N 발생한다고 가정[3]하여, 조향 시 언더바에 가해지는 하중은 충격 시의 1/20이라고 가정하였다. 따라서, 각 모델에 각 방향으로 750N의 하중을 받는 조건에서 시험을 진행하였다.

본 연구에서는 조향 시 프론트 언더바에 발생하는 하중이 언더바 좌측 결착부에서 아래 방향으로, 우측에서 윗 방향으로 작용한다고 가정하고, 하중을 후면 접합부에 수직 방향으로 부여하였다. 또한, 프론트 언더바에 발생하는 하중이 언더바 결착부에서 동일한 방향으로 작용한다고 가정하고, 하중을 후면 접합부에 수평 방향으로 동시에 부여하였다. 그리고 프론트 언더바의 전면 나사 부분과 자동차가 결착되는 부분에 고정 조건을 적용하였다. (그림 2)



[그림 2] 하중조건, 구속조건 그림

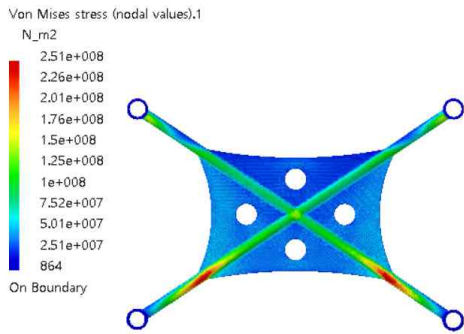
[표 2] 분석 결과

	Maximum Von-Mises stress (Mpa)	Displacement (mm)
Type 1	251	10.3
Type 2	216.82	4.96
Type 3	87.8	2.34

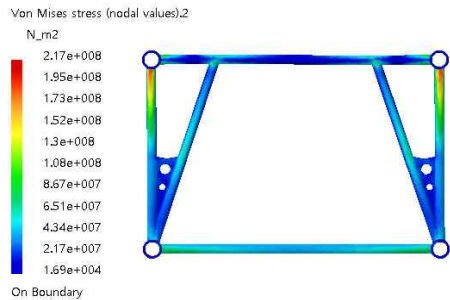
2.3 해석 결과

그림 3은 본 실험에 대한 Von Mises Stress 결과를 보여준다. Type 1, Type 2, Type 3를 비교하였을 때 각각 251 MPa, 216.82 MPa, 87.8 MPa이다. 따라서 모델링한 형상에 각 방향으로 750N을 가했을 때 Type 3가 가장 작은 응력이 발생한다.

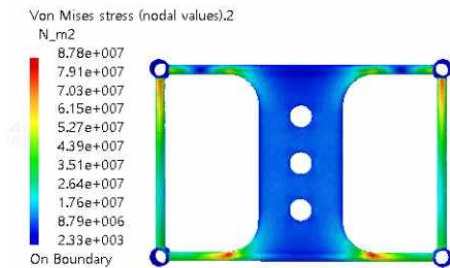
그림 4는 본 실험에 대한 Displacement 결과를 보여준다. Type 1, Type 2, Type 3를 비교하였을 때 각각 10.3 mm, 4.96 mm, 2.34 mm이다. 따라서 모델링한 형상에 각 방향으로 750N을 가했을 때 Type 3가 가장 작은 변형이 발생한다.



(a) Type1

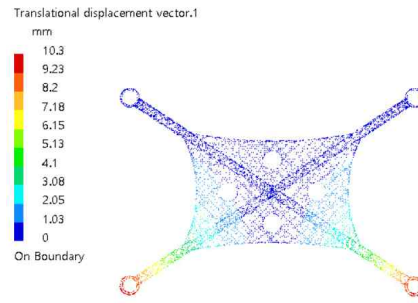


(b) Type2

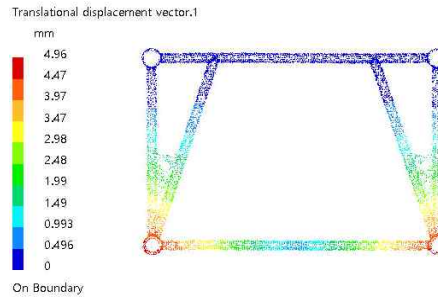


(c) Type3

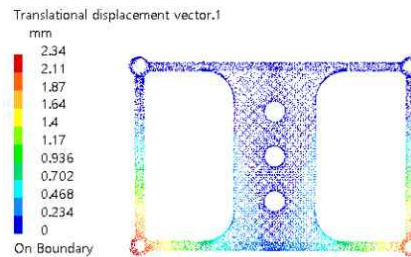
[그림 3] 각 타입 별 Von-Misses Stress 해석 결과



(a) Type1



(b) Type2



(c) Type3

[그림 4] 각 타입 별 Displacement 해석 결과

3. 결론

본 연구는 차량이 조향 시 프론트 언더바 3가지 형상에 대하여 수평 방향과 수직 방향으로 동시에 하중을 주고 유한요소해석을 진행하였다. 그리고 유한요소해석을 통해 나온 결과를 바탕으로 3가지 형상 중 최적의 형상을 선정하였다. 연구를 통해 나온 결론은 다음과 같다.

수직, 수평 방향으로 750 N의 하중을 가했을 경우 Type 3이 87.8 MPa로 가장 작은 Von Mises Stress와 2.34mm의 가장 작은 Displacement가 발생하였다. 따라서, Type3가 하중에 대한 응력과 변형이 가장 작은 것으로 나타나게 되었다. 결론적으로 Type3가 세 가지 Type 중 수평, 수직 방향 변형에 대해 강성이 가장 큰 것을 확인할 수 있었다.

본 연구를 통해서 프론트 언더바의 형상 별 강성에 대한 정량적인 수치를 얻을 수 있었다. 프론트 언더바의 형상으로 나사 부분과 자동차가 결착되는 부분을 직접 지지하는 형상 (Type2, 3)과 중심부를 지지해주는 형상 (Type1)을 비교할 수 있었다. 이 중 결착부를 직접 지지하는 형상이 하중이 작용하는 부위를 지탱할 수 있기 때문에 더 작은 Displacement가 발생하며, 이와 더불어 더 작은 Von Mises Stress가 발생하여 강성이 더 큰 것을 확인할 수 있었다. 또한, Type2와 Type3의 비교를 통해 가운데를 보강하는 것이 더 효과적임을 확인할 수 있었다. 따라서 소비자들이 프론트 언더바를 선택 시 형상을 통한 강성의 대략적인 비교가 가능할 것으로 예상된다.

본 연구는 수평, 수직 방향으로 동일한 하중이 가해진다고 가정하였고 3가지 형상에 대한 비교를 수행하였다. 따라서 실제 차량 조향 시 발생하는 외력 및 모멘트 고려와 다른 형상에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

참고문헌

- [1] 강병도, “튜닝산업 현황분석 및 전망”, 교통안전공단, pp. 479-480, 4월, 2016년.
- [2] 허민영, 김재영 “자동차 튜닝 시장과 소비자 이슈”, 한국 소비자원, pp. 9-14, 9월, 2016년.
- [3] Mu Shick Han , Jae-Woong JO, keimyung University Mechanical and Automotive Engineering Dept. Kongju National University Mechanical and Automotive Engineering Div. 한국기계공학회지, 제14권, 제2호, pp. 44~50(2015.4) ISSN 1598~6721