

동특성 및 피로수명을 고려한 서브프레임 경량화에 관한 연구

Study for Weight Reduction of Subframe

Considering Vibration and Fatigue Life

이승우* · 김문영** · 임홍재†

Seung Woo Lee, Moon Young Kim and Hong Jae Yim

1. 서 론

자동차의 서브 프레임은 노면과 엔진 등으로 부터 진동을 많이 받는 부분이므로 수명이 중요한 파트 중 하나이다. 때문에 이러한 서브프레임은 피로 수명을 늘리기 위해 매우 두꺼우게 설계 되므로 두께에 대한 최적화가 필요하다고 할 수 있다. 선행연구로는 자동차의 각 파트의 피로수명을 향상시키기 위하여 점용접 위치를 최적화 하는 연구가 진행되었다.⁽¹⁾⁽²⁾ 그러나 이러한 방법은 피로수명은 증가하지만 두께와 점용접의 수는 변하지 않는다는 한계가 있다 할 수 있다. 본 연구에서는 동하중의 영향을 받는 서브프레임을 피로 수명을 유지한 채 두께 최적화를 진행하도록 한다. 설계변수는 하중이 작용하는 곳 주변을 8부분으로 나누어 그 부분의 두께로 선정하고 실험계획법을수행한다. 해석 결과를 이용하여 서브프레임의 피로수명을 유지하고 질량을 최소화 하는 두께의 최적 조합을 찾는다.

2. 본 론

2.1 기본 모델 구성 및 해석

Fig. 1은 본 연구에서 사용된 서브프레임의 유한요소모델을 나타내고 있고 Table 1은 서브프레임의 물성치를 나타내고 있다.

차체와 고정되는 지점인 A, B, E, F 부분을 6자유도 구속하였고 차량이 이동할 때 노면에서 들어오는 가진이 1차로 들어오는 C, D 지점에 단위하중을 가하여 해석을 진행하였다. 그 결과 Fig. 2에서와 같이 취약한 부분을 확인할 수 있다. C,D 지점에 Fig. 3의 하중을 적용하고 피로해석을 진행하였다. 기본모델의 해석결과 피로수명의 척도인 log of damage가 -7.88로 확인되었고 질량은 15.1 kg으로 확인되었다.

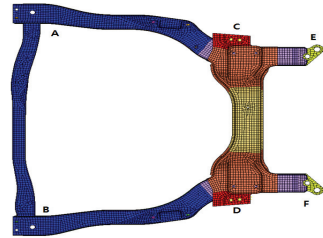


Fig. 1 FE model of the subframe

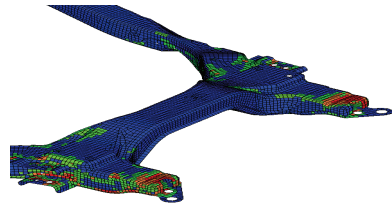


Fig. 2 Linear analysis of the subframe

Table 1 Material of sub frame

Properties	Values
Young's Modulus [GPa]	210
Poisson Ratio	0.3
Density [kg/m ³]	7.8e-6
Mass [kg]	15.1

† 국민대학교 자동차공학과
E-mail : hjyim@kookmin.ac.kr
Tel : 02-910-5145, Fax : 02-910-5037
* 국민대학교 자동차공학 전문대학원
** 국민대학교 자동차공학 전문대학원

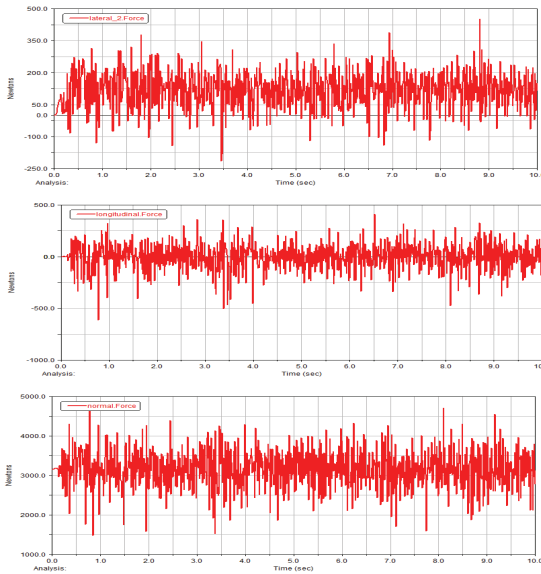


Fig. 3 3-Channel load history of the subframe

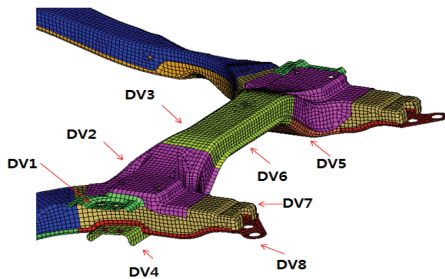


Fig. 4 Design variables for shape control

2.2 서브프레임 설계변경

본 연구에서는 앞서 진행한 단위하중 해석 결과를 이용하여 Fig. 4와 같이 서브프레임의 하중이 들어오는 부분 주위 8부분을 지정하고 각 부분의 두께를 설계변수로 설정하였다. 설계변수의 상/하한치는 기본모델의 두께의 +20% 와 -20%로 설정하였다. 목적함수는 질량을 최소화 하는 것이며 경계조건은 피로수명은 기본모델과 같거나 크도록 설정하였다. 8개의 설계변수에 대해 다구찌법을 이용하여 실험계획표를 작성하여 해석을 수행하였다. 해석을 수행한 결과 DV1, DV4, DV5는 두께가 20%증가하였고 DV2, DV6는 두께가 20%감소하면서 피로수명 log of

damage는 -7.88로 유지되었고 목적함수로 설정한 질량은 기본모델에 비해 약 5.03% 감소하였다.

3. 결 론

본 연구에서는 자동차의 서브프레임의 피로수명을 유지하면서 질량을 줄이기 위한 두께의 최적조합을 찾는 연구를 진행하였다. 먼저 기본모델을 구성하고 단위 하중 해석을 진행하여 하중에 대한 취약한 부분을 확인하였다. 단위하중 해석결과를 이용하여 서브프레임을 8부분으로 나누고 그 부분의 두께를 설계변수로 설정하여 실험계획법을 수행하였다. 그 결과 피로 수명은 유지하였고 질량은 기본모델 대비 5.03%가 감소하였다. 향후 연구에서는 서브프레임의 형상을 변경하여 서브프레임의 질량을 감소시키고 피로수명을 향상시킬 수 있는 연구를 진행하겠다.

참 고 문 헌

- (1) Jeon. S. h., 2003, A Study on the Spot Weld Pitch Optimization for the Thin-walled Structures Considering Fatigue Life, KSNVE, pp. 1453~1458.
- (2) Lee. S. Y., 2010, A Study on Optimal Spot-weld Layout Design of the Shock Tower Structure Considering Fatigue Life, Master's thesis, Kookmin University.
- (3) Nam. J. S., 2012, Durability Design of a Passenger Car Front Aluminum Sub-frame using Virtual Testing Method, KCI, pp. 368~375.