한국소음진동공학회 창립 20주년 기념 2010년 춘계학술대회논문집, pp.421~422

다물체 동역학 기법을 이용한 차량용 차양장치 특성 해석

Dynamic Characteristics Analysis of Automotive Sunshade System Based on Multi-body Dynamics

배철용*·김규식†·권성진*·김찬중*·이봉현*

Chul-Yong Bae*, Kyu-Sik Kim†, Seong-Jin Kwon*, Chan-Jung Kim*, Bong-Hyun Lee*

1. 서 론

차양 장치는 높은 소비자의 요구 수준을 만족하기 위해 고급 자동차 사양에 포함되는 편의 장치로써 차량의 안락함을 부각시키는 주요한 요소로 작용하고 있다. 차량 장치는 4절 링크 구조로 이루어진 부분에서 차양의 역할을 수행하여 자동차 내부로 투과되는 직사광선을 회피시킴으로써, 운전자 및 탑승자의 시야를 확보하고 운전 안정성을 확보하게 된다. 링크 구조는 기본적으로 매우 긴 빔 구조를 가지고 있기 때문에 유연체 운동을 하게 된다. 이에 따라 단순한 4절 링크 구조가 상호 연관을 주는 유연체 운동을 함으로써 서로간의 간섭이나 자체에서 발생하는 진동 등에 의해 기어박스 내부의 회전 메커니즘에 영향을 주는 외력을 일으킬 가능성이 존재한다. 또한 기구학적 메커니즘에서 기어박스는 실제 차양 장치의 운동을 발생시키는 동력원인 모터가 내장되어 있으며, 회전운동을 웜기어 및 다수의 평기어를 통해 각 링크를 직선 운동으로 바꾸기 때문에 매우 중요한 역할을 수행하게 된다. 기어박스의 내부 구조는 기어들의 복잡한 회전 메커니즘에 의한 기어 트레인 구조를 가지기 때문에 소음이나 진동이 발생할 가능성이 존재하며, 내구 성능에 중대한 영향을 줄 수 있다.

본 연구에서는 차양 장치의 유연체 모델이 고려된 다물체 동역학 해석 모델을 구성한 뒤 기어박스 모듈내의 모터에서 발생하는 회전 운동을 입력원으로 준 뒤, 동역학 해석을 수행하였다. 또한 일반적인 조인트 구조특성 아래에서 링크들의 구조 취약성을 살펴봄으로써 링크 모델의 개선안을 도출하기 위한 특성 예측을 수행하였다. 또한, 스프링 단독 모델에 대한 내구해석을 수행하기 위해 스프링 양단의 연결 부분을 내구해석을 위한 경계 조건으로 활용하였으며, 단일 변위에 대한 구조해석을 통해 실제 주기 변위에 대한 스프링의 내구성능을 예측하였다.

† 교신저자; 자동차부품연구원
E-mail : kimks@katech.re.kr
Tel : (041) 559-3346, Fax : (041) 559-3340

* 자동차부품연구원

2. 다물체 동역학 해석

본 연구에서는 상용 다물체 동역학 해석 소프트웨어인 LMS 사의 Virtual.Lab의 Motion Tool을 이용하여 차양 장치 모듈의 동특성 해석을 수행하였다. 각각의 링크 구조물은 강체 혹은 유연성 구조로 구성되고 각 링크와 링크를 결합하는 조인트 모델은 revolute, cylindrical, spherical 조인트 들로 구성되며, 차양 장치 위쪽 링크 내부에는 실제 차양 장치 모델에 적용되어진 스프링 모델을 적용하였다. Fig. 1은 차양 장치 링크 구조의 강체 다물체 동역학 모델이다. 기어 박스 좌, 우측에 수평으로 구성되어진 링크 연결 구조물(Fig. 1.(a)의 붉은 점선 부분)은 FE 해석 결과를 활용한 유연성 구조로 구성되어져 있으며, 그 외 링크 구조물은 강체로 구성되어져 있다. Fig. 1(b)는 강체 모델로 구성되어진 기어 모듈을 나타낸다.

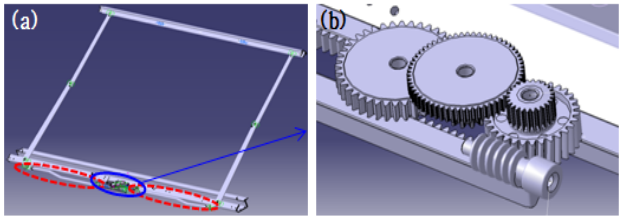

Fig. 1 Flexible and rigid multi-body model of automotive sunshade

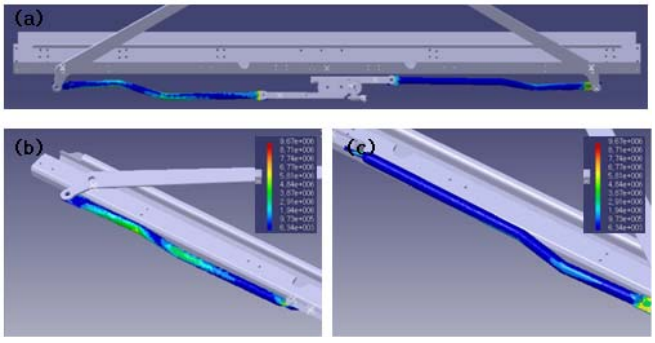

Fig. 2 Analysis results of flexible multi-body dynamics (stress contour map)

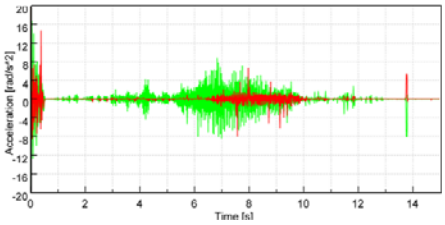

Fig. 3 Analysis results (angular acceleration)

차양 장치 구동을 위해 Fig. 1(b)의 웜기어 부분에 차양 장치가 접히고 열릴 때 까지 총 30 초의 시간이 소요되도록 모터의 정현 신호를 입력신호로 설정하였다. 유연성 모델 해석결과 각각 모델 부의 응력분포는 Fig. 2와 같다. 여기서 Fig. 2(a)는 차양 장치의 위쪽 방향에서 기어 모듈 측을 향한 평면도이며 Fig. 2(b), (c)는 각각 기어모듈 좌측부 그리고 우측부의 유연성 모델을 뒷면에서 바라본 응력분포도를 나타낸다. 차양장치 기어 모듈의 힘이 좌, 우측 연결 바(유연체 모델)를 통해 각각의 링크로 힘을 전달할 때 기어 모듈 및 링크 모델의 특성상 좌, 우측 연결 바의 형상에 차이가 나며 이로 인해 그 응력 분포 또한 다른 형상을 갖음을 본 해석 결과를 통해 확인할 수 있다. 차양 장치가 접힐 수 록 링크 좌측부의 응력 분포가 좌측보다 높았으며, 응력 집중 부위도 좌측이 좌측보다 넓은 분포를 띄고 있음을 확인할 수 있다. Fig. 3 은 차양 장치가 접히는 시간(15 초) 동안 좌우측 연결 구조물의 시간에 따른 가속도 응답의 크기를 나타낸다. 응력 현상과 같이 좌측 연결부의 가속도 신호가 우측 연결부보다 낮음을 확인할 수 있다.

3. 기어박스 스프링 내구해석

차량용 차양장치 기어박스 스프링의 내구해석을 통해 차양장치 스프링의 내구성을 평가하는 기법을 개발하고, 개발된 해석 기법을 통해 현재 개발 중인 차양 장치 해석 모델 중 최적의 사양을 도출하기 위해 fatigue 모듈을 추가적으로 사용하였다. 비선형적 연결 구조는 동적 강성이나 감쇠 값 또한 입력 가진에 따라 선형적이지 않는 응답 값을 보여주기 때문에 특히 소음진동 측면에서 매우 중요한 파라미터가 된다. 본 연구에서는 작동 최대 변위를 알아내기 위해 차양장치 모듈이 접히고 펴지는 2가지 경우에 대해 스프링의 변위를 측정한 다음 최대 피크간의 연결은 그림 4 와 같이 주기함수를 활용하여 근사화 함으로써 처리하였다.

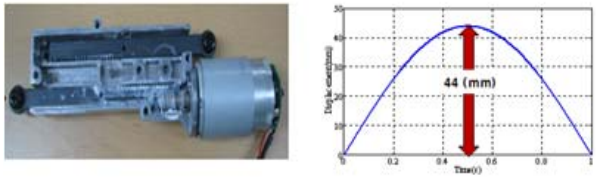

Fig. 4 Photography of sunshade gear box and displacement input signal

주기함수의 주기 값은 정적 내구해석에서 큰 영향을 주지 않기 때문에 0.5 Hz의 낮은 주파수 값을 사용하였으며, 변위의 최대 크기는 측정에 의한 최대 피크값인 44 mm로 결정하였다. 스프링은 좌우 대칭 구조이기 때문에 클램프된 양쪽 어느 방향에서 가진을 주더라도 동일한 내구효과가 나타나기 때문에 서로 다른 2개의 RBE 요소 중 하나의 부분은 고정한 다음 다른 부분은 자유도를 풀어서 가진이 실제의 경우를 모사할 수 있도록 하였다.

도출된 주기 변위 데이터를 활용하여 서로 다른 3개의 스프링 모델에 대해 내구해석을 수행하였으며 내구해석 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 동일 변위 조건에 대해 '타입 III'이 내구수명이 86,200(회)로 가장 뛰어난 것으로 나타났으며, '타입 II'의 경우에는 3,830(회)라는 매우 취약한 내구수명이 예측되었다. 기준이 되는 기존의 '타입 I'의 경우는 30,300(회)로 3가지 모델 중 중간정도의 내구수명이 예측되었다. '타입 II'의 경우에는 내부적으로 존재하는 볼조인트 부분의 연결 부분의 모델링이 내구수명에 취약하게 설계된 것이 원인인 것으로 판단되며, '타입 III'의 모델은 볼트 조임 부분에서 나타나는 굽힘 응력이 분산되는 형태로 모델링이 진행되었기 때문에 '타입 I'보다 높은 내구수명이 나타난 것으로 분석이 된다.

(a) type 1 (a) type 2 (a) type 3

Fig. 5 Analysis results of fatigue in springs.

4. 결 론

본 연구에서는 차량용 차양 장치의 특성 및 진동 내구해석을 위해 작동 모터의 동력 전달 부분인 좌, 우측 링크 연결 구조물의 모드 해석을 통한 유연 다물체 해석 모델을 구성하였다. 또한, 기어 박스내의 주요 부품인 차양장치 스프링의 최적 사양을 도출하기 위해 내구 해석 모델을 구축하였다. 이를 바탕으로 위 내용과 같이 차양 장치의 링크 연결 구조물의 진동 및 응력 분포 특성을 해석하였다. 또한, 기어 박스 내 스프링 종류 별 내구 특성을 확인하여 최적의 스프링 타입을 확인할 수 있었다.

후 기

본 연구는 중소기업청이 주관하는 중소기업기술개발지원사업(자동차용 차양장치 국산화 개발)의 성과물로써 관계자 여러분께 감사드립니다.