

선형 공진 진동자를 사용한 스마트폰의 진동 특성 향상

Vibration Characteristics Improvement of Smart Phone Using Linear Resonant Actuator

박종범* · 고병한* · 박영필* · 박노철* · 박경수† · 서형원**

Jong-beom Park, Byung-Han Ko, Young-Pil Park, No-Cheol Park, Kyoung-Su Park, Hyong-Won Seo

1. 서 론

최근 통신기기의 발달에 따라 다양한 기능을 갖춘 단말기에 대한 관심이 커지고 있다. 기능의 다양화에 따라 단말기 내부에 이와 관련된 기기들을 포함시켜야 하며, 따라서 단말기의 크기 또한 커질 수밖에 없다. 기능에 대한 소비자의 요구뿐 아니라, 화면 크기에 대한 요구 또한 늘어나고 있다. 이로 인해, 단말기의 크기가 커짐에 따라 기존의 진동 모터로는 이전의 소형 단말기에서의 진동효과와 같은 진동 효과를 발생시키는 것이 어렵게 되었다. 하지만, 제품의 두께와 무게를 줄이는 요구 조건으로 인해 제품에 소형 진동 모터를 추가하거나 용량이 큰 모터를 사용하는 것은 제품 개발 추세에 부합하지 않는다.

따라서, 현재의 소형 진동 모터를 이용하여 소비자가 느끼는 진동력을 증가시킬 수 있는 방법을 모색하는 것이 중요하다. 이를 위해, 단말기의 진동 특성을 파악한 뒤, 이에 부합하는 해석 모델을 구축하였고, 이 해석 모델을 바탕으로 단말기의 진동 특성을 개선시킬 방안에 대한 연구를 진행하였다.

2. 유한 요소 해석 모델 구축

2.1 단품별 해석 모델 구축

단말기는 수많은 부품들로 구성되어 있다. 하지만, 유한 요소 해석 모델을 구축하는데 있어 모든 부품을 모델링하는 것은 기술적으로 어려울 뿐만

아니라, 해석 시간의 증가로 인해 비효율적인 해석을 진행하게 된다. 따라서, 전체적인 단말기의 모드 형상에 영향을 끼치는 부품 -Battery cover, Rear Cover, PCB 기판, Frame, Front cover- 만 모델링을 진행하였다.

부품 별로 자유단 상태에서 모드 시험을 진행하여 고유 진동수와 모드 형상을 알아낸 뒤, 이를 반영하는 부품 별 해석 모델을 구축하였다.

2.2 조립품의 해석 모델 구축

구축한 단품별 해석 모델의 조립하여 전체 단말기의 해석 모델을 구축하는 사용하였다. 조립품의 해석 모델 구축은 a) Front cover + Frame + PCB, b) Front cover + Frame + PCB + Rear Cover + Battery Cover + Battery 의 두 가지 경우를 거쳐 경계조건을 실제와 가깝게 설정하였으며, 이를 통해 전체 단말기의 고유 진동수와 모드 형상을 반영하는 유한 요소 해석 모델을 구축하였다.

2.3 조화 해석 모델 구축

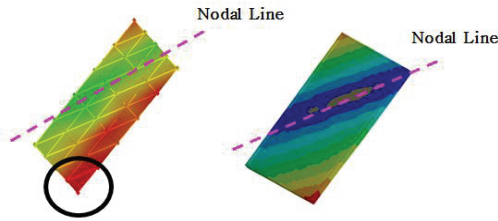
소형 모터의 가진을 통한 단말기 모서리 네 점의 응답을 받기 위해 조화해석(Harmonic Analysis)를 진행하였다. 조화해석은 앞에서 완성된 모드 해석 모델을 바탕으로 진행되었으며, 소형모터의 유한요소 모델에 힘을 가해, 230Hz(모터 가진 주파수)에서 각 모서리 점들의 가속도 응답을 받는 방법으로 진행되었으며, 이 실험 결과를 반영하는 조화 해석 모델을 구축하였다.

3. 진동 특성 향상 방안

구조 변경을 통한 진동 증가 방안은 모터의 위치변경을 통해 단말기의 진동을 증가시키는 방안

† 박경수: 연세대학교 기계공학과
E-mail : pks6348@yonsei.ac.kr
Tel : (02) 2123-4677, Fax : (02) 365-8460
* 연세대학교 기계공학과
** LG 전자

이라고 할 수 있다. 앞서 진행한 전체 조립 모델의 모드 시험 결과와 모드 해석 결과를 보면, 1차 모드의 모드 형상이 Fig.1과 같음을 알 수 있다.



휴대폰의 1차 모드 230Hz

Fig.1 전체 조립품의 1차 모드 형상 및 절선

현재 단말기 진동에 사용되는 모터의 가진 주파수는 230Hz이기 때문에, 단말기는 1차 모드의 형상으로 진동을 하게 된다. 1차 모드 형상을 살펴 보면, 대각선의 형태로 절선이 생성되는 것을 확인할 수 있다. 따라서, 절선 근처를 가진시키는 것은 단말기의 진동에 있어 효과적이지 못하다. 절선으로부터의 거리에 따른 진동 효과를 확인하기 위해 모터의 위치를 변경시키며 조화해석을 진행하였다.

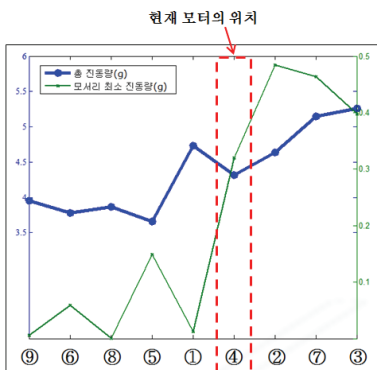
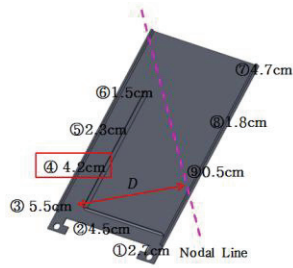
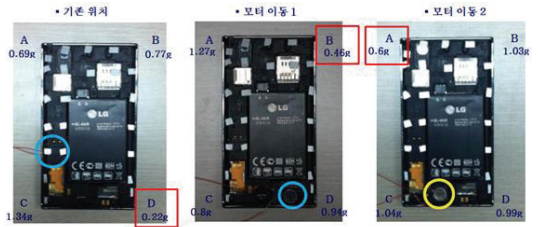


Fig.2 가진 위치 변경에 따른 응답점 가속도 변화

해석 결과를 통해, 절선에서 가장 먼 곳을 가진시켰을 때, 응답점의 가속도가 큰 것을 확인할 수 있었다. 이를 실험을 통해 확인한 결과 또한 해석

결과와 같은 경향을 갖는 것을 확인할 수 있었다.



	A	B	C	D	총 합
기존 모델	0.69	0.77	1.34	0.22	3.02
모터 이동 1	1.27	0.46	0.80	0.94	3.47 (14% 증가)
모터 이동 2	0.60	1.03	1.04	0.99	3.66 (21% 증가)

(단위: g)

Table.1 모터 이동 가능 영역 내 모터 이동에 따른 총 진동량

3. 결 론

본 연구에서는 단말기의 진동 특성 향상을 위해 유한 요소 해석 모델을 구축하였으며, 해석 모델을 이용하여 설계 변수의 변경을 통해 진동 특성이 향상되는 방법을 연구하였다. 결과적으로 모터를 이동시킬 수 있는 영역 내에서 절선으로부터 가장 먼 지점에 모터를 위치시킨 뒤 가진시켰을 때, 기존의 가속도 응답에 비해 21% 향상된 가속도 값을 갖는 것을 확인할 수 있었다. 추후 연구는 해석 모델을 일반화시킬 수 있는 방법에 대한 연구를 진행하게 된다.