

불평형 Motor 가진에 의한 박스 구조물에서의 Magnetorheological Elastomer 의 전단계수 규명

Identification of Shear Modulus of Magnetorheological Elastomer in The Box Structure due to Unbalance Motor Excitation

윤정민* · 정운창* · 김지형* · 이선훈* · 이유엽** · 오재웅†
Jung-Min Yoon ,Un-chang Jeong , Ji-Hyung Kim, Sun-Hun Lee ,You-Yub Lee, Jae-Eung Oh

1. 서 론

특정주파수의 공진을 저감 시키는 연구는 많이 이루어졌지만, 가변하는 입력의 넓은 주파수대역의 공진을 저감시킬 필요성이 대두된다. 특히 가변하는 불평형 가진에 의해서 넓은 혹은 여러 개의 주파수 대역에서 공진이 발생한다. 일반적으로 특정주파수에 대한 공진은 기존의 점탄성 동흡진기로 진동저감을 할 수 있지만, 가변하는 입력의 넓은 주파수대역에서의 진동 저감은 주파수를 변화시키며 진동을 저감 할 수 있는 가변형 동흡진기가 필요하다. 가변형 동흡진기는 일반적으로 질량을 변화시키기는 어려우므로 강성을 변화시켜서 가변하는 입력에 따른 공진을 저감 시킨다.

Magnetorheological Elastomer(이하 MRE)는 자기장 인가 시 강성이 변하는 특성을 갖고 있기 때문에 가변형 동흡진기의 강성부 재료로 적합하다.

따라서 본 연구에서는 MRE 를 가변형 동흡진기에 적용하기 위해 실험적 방법을 통한 MRE 의 가변성능에 영향을 미치는 주파수를 규명하고, 자기장 인가에 따른 전단계수 변화 확인을 통해 MRE 시편의 성능을 평가 하는 연구를 진행하였다.

2. MRE 의 가변강성에 관한 주파수 규명 및 전단계수 성능 평가

2.1 실험내용 및 방법

† 교신저자 ; 한양대학교 기계공학부
 E-mail : jeoh@hanyang.ac.kr
 Tel : 02-2294-8294 , Fax : 02-2299-3153
 * 한양대학교 기계공학과
 ** 호원대학교 자동차기계공학과

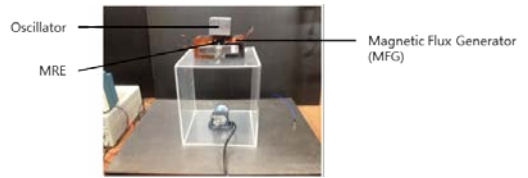


Fig.1 전단계수측정장치

MRE의 가변강성에 관한 주파수를 규명하기 위해 Fig.1의 Component를 하나씩 결합하며 밑의 Fig.2와 같이 case 별 시스템의 주파수 특성을 비교한다. 최종적으로 MRE시편을 결합시켰을 때의 주파수 특성을 확인하여 MRE의 가변강성에 관한 주파수를 규명한다.

Fig.1의 자기장인가장치(MFG)에 전류를 0A~3A까지 1A씩 전류를 인가하여 MRE시편의 전단계수 변화를 확인하여 성능을 평가 한다.

결합단계	구성 (가속도계 +)
case 1	박스구조물 'c'자보
case 2	MFG 박스구조물 'c'자보
case 3	Oscillator +MRE MFG 박스구조물 'c'자보

Fig.2 결합단계 별 case 구성

2.2 MRE와 Oscillator의 수학적 모델링을 통한 전단계수의 수식유도

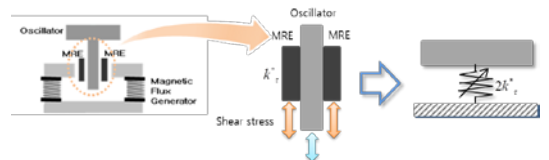


Fig.3 MRE와 Oscillator의 수학적 모델링

Fig.1의 시스템에서 모터 가진 시 상하방향의 진동에 의해서 MRE와 Oscillator의 상대적 변위 차가 생기기 때문에 동흡진기 역할을 할 수 있다. 이러한 메커니즘에 근거하여 MRE와 Oscillator를 Single degree of freedom으로 모델링 하였다. 이를 통해 $2\pi f = \sqrt{k/m}$ 라는 기본 식을 적용 할 수 있다.

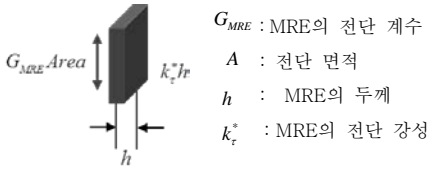


Fig.4 MRE의 전단변형

전단방향의 힘 $G_{MRE} \times A$ 와 $k_r \times h$ 가 같다고 가정하면 식(2.1)이 됨

$$G_{MRE} A = k_r^* h \quad (2.1)$$

전단강성에 대해 정리하면 다음과 같음

$$k_r^* = \frac{G_{MRE} A}{h} \quad (2.2)$$

주파수와 강성과의 관계는,

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_r^*}{m}} \quad (2.3)$$

식(2.2)를 식(2.3)에 대입하여 정리하면 다음과 같음.

$$\therefore G_{MRE} = \frac{2\pi^2 f^2 m h}{A} \quad (2.4)$$

2.3 MRE의 가변강성에 관한 주파수 규명 및 전단계수 성능 평가

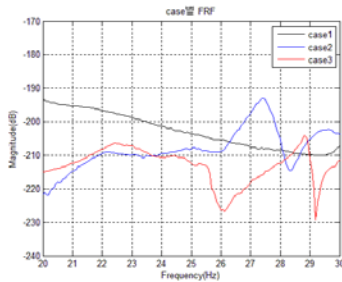


Fig.5 Case1,2,3의 전달함수 비교

Case1에서 26Hz~28Hz대역에서 peak가 발생 하지 않았지만 Case2에서는 27.4Hz에서 peak가 발생하였다. Case3에서는 26Hz에서 anti-peak가 발생 하였고 Case2의 27.4Hz에서 발생했던 peak가 저감되었다. 그러므로 MRE의 가변강성에 관한 주파수를 26Hz로 판단하였다.

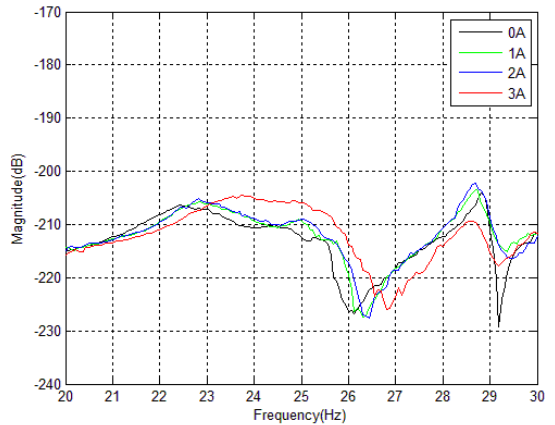


Fig.6 자기장 인가에 따른 Case3 전달함수(0,1,2,3A)

MFG장치에 전류를 0~3A까지 1A단위로 인가하면 MRE의 강성 변화로 인해 MRE의 효과에 관한 주파수의 변화를 밑의 Fig.7과 같이 확인 할 수 있다. 2.2에서 유도했던 수식을 이용하여 전류인가 단계별 전단계수를 구하여 최대 6.06% 변화됨을 확인 하였다.

3. 결 론

본 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

- (1) MRE의 전단계수를 측정하기 위한 수식을 유도 함.
- (2) MRE의 가변강성에 관한 주파수를 규명 함.
- (3) MFG에 자기장 인가에 따른 MRE의 전단계수 변화를 확인 함.

후 기

본 연구 논문을 읽어 주셔서 감사합니다.