

Peptizer 첨가에 따른 Magnetorheological Elastomer 의 전단계수 규명 Identification of Shear Modulus of Magnetorheological Elastomer according to Peptizer addition

윤정민* · 정운창* · 최진영** · 이유엽*** · 오재응†
Jung-Min Yoon , Un-chang Jeong , Jin-Young Choi, You-Yub Lee, Jae-Eung Oh

성능 평가를 실시 하였다.

1. 서 론

MR 재료는 기본 매트릭스에 MRP (Magnetic Reactive Powder) 등을 첨가하여 강성이 인가 자기장 세기에 의해 증가할 수 있는 자기유변 재료이다. 기본 매트릭스에 따라 크게 MR 유체 (Magnetorheological Fluid, MRF)와 MR 엘라스토머 (Magnetorheological Elastomer, MRE)로 분류할 수 있다. MRF의 경우, 인가전류에 의한 자기력에 의해 극성을 가질 수 있는 입자들이 점성유체 내부에 불규칙적으로 분포하게 되어 있으나, 외부 자기력의 방향에 따라 입자들이 체인 형태로 정렬하여 기계적 성질이 변하게 된다. 이런 성질을 이용하여 브레이크와 클러치, 엔진 마운트, 댐퍼 등에 적용되고 있다. 그러나, MRF는 유체의 봉입을 위해 시스템을 소형화시키기 어렵고, 유체 누출 등의 환경오염 문제가 발생할 수 있으며, MRP 입자의 잔류물은 시스템의 성능을 저하시킬 수 있다. 이와 같은 MRF의 단점을 보완하기 위해 고체 상의 엘라스토머인 MRE에 대한 연구가 주목을 받고 있다. MRE의 가변 성능 발현 메커니즘은 MRF와 유사하며, 차이점은 MRE는 매트릭스 안에 분포된 입자들이 항복 전 상태에서 작동하는 반면에 MRF는 항복 후 연속전단이나 유동 형태로 작동한다.

본 연구에서는 MRE를 실제 시스템 응용 전 단계의 기초 연구로서 실험적 방법을 통한 자기장 인가에 따른 전단계수를 규명한다.

그리고 연료 고무를 연화 시켜 각종 첨가제의 혼합을 용이하게 하는 Peptizer의 첨가에 따른 전단계수

2. 전단계수 측정 시스템을 이용한 Peptizer 첨가에 따른 MRE의 전단계수 성능 평가

2.1 실험내용 및 방법

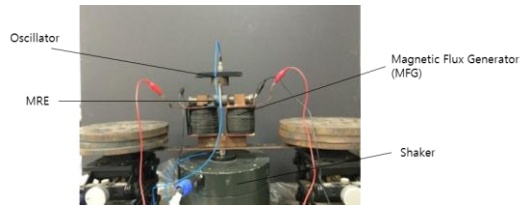


Fig.1 전단계수 측정장치

MRE의 가변강성에 관한 주파수를 규명하기 위해 Fig.1과 같이 장치를 구성한다. Shaker로 white noise 가진 했을 때, 입력에 대한 Oscillator에서의 응답을 이용하여 시스템의 전달함수를 측정하고 MRE의 전단계수를 계산한다. Fig.1의 자기장인가장치(MFG)에 전류를 0A~3A까지 1A씩 전류를 인가하여 MRE시편의 전단계수 변화를 확인하여 성능을 평가 한다.

MRE의 첨가제 중 하나인 Peptizer 첨가에 따른 전단계수 성능 평가를 실시하여 가변 성능 향상에 적합한 Peptizer양에 대한 연구를 진행 한다.

Table 1 이방성 MRE의 peptizer 첨가 양

배향성	Peptizer 양			
이방성	0 phr	0.2 phr	0.6 phr	1 phr

† 교신저자 ; 한양대학교 융합기계공학과

E-mail : jeoh@hanyang.ac.kr

Tel : 02-2294-8294 , Fax : 02-2299-3153

* 한양대학교 융합기계공학과

** 수원대학교 신소재공학과

*** 호원대학교 자동차기계공학과

2.2 MRE와 Oscillator의 수학적 모델링을 통한 전단 계수의 수식유도



Fig.2 MRE와 Oscillator의 수학적 모델링

Fig.1의 시스템에서 shaker의 white noise 가진 시 상하방향의 진동에 의한 MRE와 Oscillator의 상대적 변위 차를 이용하여 MRE의 전단계수 측정 시스템을 구성하였다. 이러한 메커니즘에 근거하여 MRE와 Oscillator를 Single degree of freedom으로 모델링하였다. 이를 통해 주파수와 강성에 대한 식인 $2\pi f = \sqrt{k/m}$ 을 적용하여 MRE의 전단계수에 대한 수식을 유도 할 수 있다.

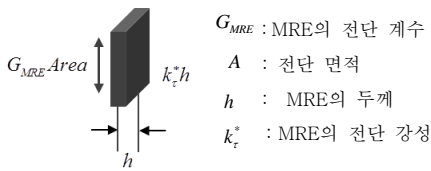


Fig.3 MRE의 전단변형

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 Peptizer 첨가에 따른 MRE의 전단계수 성능 평가

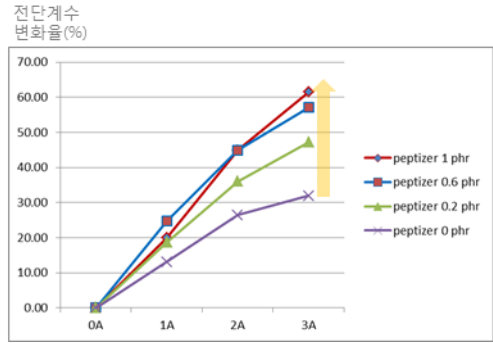


Fig.5 전류인가에 따른 전단계수 변화율

Peptizer양을 0phr에서 1phr까지 변화 시켰을 때 전단계수 변화율이 증가하는 경향을 보인다.

MFG장치에 전류를 0~3A까지 1A단위로 인가하면 MRE의 강성 변화로 인해 MRE의 효과에 관한 주파수의 변화를 Fig.5와 같이 확인 할 수 있다. 2.2장에서 유도했던 수식을 이용하여 전류인가 단계별 전단계수를 구하여 Peptizer 1 phr 일 때 최대 61.44% 변화됨을 확인 하였다.

향 후 연구로는 Peptizer를 1 phr 이상을 첨가하여 MRE의 전단계수에 대한 성능평가를 할 필요성이 있다.

3. 결 론

본 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

- (1) MRE의 전단계수를 측정하기 위한 장치를 구성하고 전단계수 수식을 유도 함
- (2) Peptizer 첨가에 따른 MRE의 전단계수 성능 평가를 실시함

후 기

" 이 논문은 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. NRF-2013R1A2A2A04014315)."