

자기장과 CIP 성분비 변화에 따른 MRE의 전단탄성계수에 대한 실험적 조사

Experimental Investigation for Shear Modulus of MRE due to Magnetic Field and Volume Percent of CIP

윤지현*(한양대 대학원 기계공학과), 파와지*, 윤규서**(수원대
신소재공학과), 정경호**, 오재응† (한양대 기계공학부)
Ji-Hyun Yoon, N.Fawazi, K.Yoon, K.Chung and Jae-Eung Oh

Key Words : Magneto-rheological Elastomer(자기 유동학적 엘라스토머), Shear modulus(전단탄성계수)

ABSTRACT

Magneto-rheological elastomers(MRE) are similar to magnetorheological fluids. Thus, rheological properties of MRE can be also controlled by an applied magnetic field. The MRE in this experiment is a mixture of natural rubber(NR), carbonyl iron powder(CIP), ZnO, and sulfur. Three specimens were prepared and tested by using the vibration testing instruments. The magnetic field was generated by the electromagnets. Natural frequencies of the oscillator were changed by the applied magnetic field. The properties of the MRE were increased due to magnetic field strength.

1. 서론

자기유동학적 엘라스토머 (Magneto-rheological Elastomer, MRE)는 smart material의 한 종류로서 자기유동학적 유체(Magneto-rheological Fluid, MRF)의 한 지류로 간주될 수 있다.[1] MRF의 경우, 자기력에 의해 극성을 가질 수 있는 입자들이 점성유체 안에 불규칙적으로 분포하고 있으나 외부 자기력의 방향에 따라 입자들이 체인 형태로 정렬하여 기계적 성질이 변화하게 된다. 이런 성질을 이용하여 브레이크와 클러치[2,3], 엔진마운트[4] 등에 적용되고 있다. 하지만 MRF는 액체 누출 등의 환경 오염 문제가 나타날 수 있으며 입자의 잔류물은 시스템의 성능을 저하시킬 수 있다. 이와 같은 MRF의 단점을 보완하기 위해 자기유동학적 재료이며 고체인 MRE에 대한 연구가 이루어지고 있다.

MRE는 MRF와 마찬가지로 NR(Natural Rubber), Silicon Rubber와 같은 폴리머에 CIP(Carbonyl Iron Powder) 등의 자기력에 의해 극성을 가지는 입자를 첨가한 고체이다. MRE의 거동은 MRF와 유사하며 MRE는 복합재 안에 포함된 입자들이 항복 전 상태에서 작동하는 반면에 MRF는 항복 후 연속 전단이나 유동 형태로 작동한다.[5]

최근 이와 같은 성질을 가지는 MRE에 대해 다양한 연구가 이루어지고 있다. 토요타 R&D 연구실에서는 1992년에 철입자가 포함된 실리콘 젤을 엔진 마운트에 적용하기 위해 개발하였고[6], Ford 연구소

에서는 Ginder[7] 등이 NR과 합성고무를 이용하여 MRE를 제작하였다. Watson은 MRE를 이용한 자동차 부싱을 개발하였다.[8]

자기력에 의해 기계적 물성을 컨트롤 할 수 있는 MRE는 현재 MRF에 비해 여러 분야에서 적용되고 있는 못하지만 MRF의 단점을 보완할 재료로써 주목을 받고 있으며, 자동차 서스펜션, 강성조절이 가능한 마운트 등의 분야에서 응용될 가능성이 크다.[9]

본 연구에서는 MRE의 전단탄성계수를 측정하기 위한 초기실험을 수행하였다. MRE의 전단탄성계수 측정을 위해 NR을 기본 매트릭스로 한 MRE에 CIP와 첨가제를 배합하여 제작한 후 시스템에 자기력을 가하기 위한 진동실험장치를 구성하였다. 자기장 변화와 기본매트릭스인 NR에 첨가되는 CIP 볼륨비 따른 전단탄성계수의 변화를 파악하기 위해 mass-stiffness 시스템으로 모델링하여 간접적으로 MRE의 전단탄성계수를 측정하였다.

† 교신저자; 한양대학교 기계공학부

E-mail : jeoh@hanyang.ac.kr

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

* 한양대학교 기계공학과

** 수원대학교 신소재공학과