한국소음진동공학회 2014년 춘계학술대회논문집, pp. 73~74

전자기형 에너지 하베스터의 기계-전기계 변환계수 도출에 대한 해석 및 실험적 고찰

Analysis and Experimental Study of Electro-mechanical transduction factor for Electomagnetic Energy harvester

서종호* · 이한민* · 오재응** · 김영철†

Jongho Seo, Hanmin Lee, Jae-eung Oh and Young-cheol Kim†

1. 서 론

최근 휴대전화, 테블릿PC, 노트북등 사람이 이동 중 필요한 기기의 사용이 증가하고 있다. 또한 실시간 인체 모니터링 장치가 점차 보급되고 있다. 하지만 그에 상응하는 전원 공급은 오랜 시간 유지하기가 힘든 실정이다.

진동형 에너지 하베스터는 이러한 문제점을 해결하기 위한 대체 전원공급의 한 종류로서 최근 많은 연구가 되고 있다. 본 연구에서는 많은 진동에너지원 중 사람이 걷거나 뛸 때 발생하는 수직 진동에너지를 이용한 에너지 하베스터를 연구 하였다. 사람이 걷거나 뛸 때 1~4Hz의 주파수와 10~30mm의 변위는 자연발생적인 좋은 진동에너지이다. 기존 연구에서는 인체의 움직임으로부터 영구자석 스프링을 적용한 AA건전지 크기의 전자기형 에너지하베스터가 많이 연구 되었다. 하지만 사람이 걷거나 뛸 때는 2~4Hz 정도의 주파수가 발생함에도 불구하고 기존 연구되어진 에너지 하베스터는 8~10Hz의 공진 주파수를 갖도록 설계 되었다. 그래서 본 연구에서는 압전, 전자기, 정전기력을 이용한 방식 중에서 상대적으로 저주파인 2~4Hz에서 고유진동수를 갖는 전자기형태의 에너지 하베스터를 연구 하였다.

또한 상대적으로 대변위, 저주파의 전자기형 에너지 하베스터의 기계-전기 변환계수를 실험적으로 검증하고, 구한 변환계수를 이용한 해석값과 실제 실험을 이용한 결과 값을 비교하였다.

† 교신저자; 정회원, 한국기계연구원
E-mail : kyc@kimm.re.kr
Tel : (042)868-7877 , Fax : (042)868-7440
* 한국기계연구원
** 한양대학교 기계공학부

2. 기계-전기 변환계수 해석 및 실험

2.1 기계-전기 변환계수 도출 실험

(1) 설계 및 치수

사람이 걸어 갈 때의 주파수인 2Hz의 공진주파수를 갖는 에너지 하베스터를 설계 하였다.

Fig.1은 본 연구에서 제안하는 에너지 하베스터이다. 하우징 양단에 스프링을 고정하고 스프링에 영구자석을 연결하여 움직일 수 있게 설계하였고 하우징 바깥쪽 가운데에 코일을 감은 형태이다. 그러므로 스프링에 연결된 영구자석이 외부의 진동에 의해 움직이게 되면 코일 내부의 자속밀도가 변화하여 유도 기전력을 발생시켜 전원은 얻어내는 것이다.

전체 하우징의 높이는 210mm, 원통의 경은 25mm이다. 영구자석의 크기는 Φ20 x 25mm, 무게는 143.6g 이다.

Table 1은 에너지 하베스터 내부의 상세 설계 변수이다.

Fig. 1 Design of Energy harvester

Table 1 Parameter of Design

Parameters	Value(Units)
Dimension of housing	*Ø25 x 210 (mm)*
Magnet(NdFeB)	*Ø19 x 25 (mm)*
Coil width	*25 (mm)*
Coil thickness	*5 (mm)*
Coil resistance	*300 (Ω)*
Spring	*25.93 (N/m)*

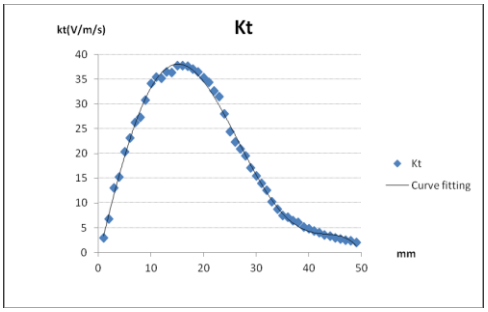

Fig. 2 Result of Experiment for Transduction factor

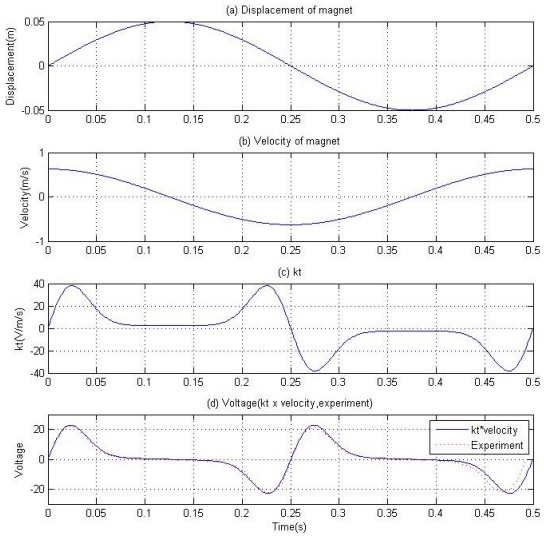

Fig.3 Result of Analysis and Experiment

(2) 기계-전기계 변환계수 측정

기계-전기계 변환계수 측정을 위하여 자석을 가진기에 고정 시키고, 코일은 외부에서 고정한다. 외부 코일을 1mm 간격으로 offset 실시 하며, 각각 가진기에 고정된 자석을 1mm 변위, 2Hz, Sine 가진 실시하여(Fig3. (a)) Voltage를 측정한다. 측정한 Voltage를 (1)식을 이용하여 위치 별 기계-전기 변환계수(k_t)를 구하여 Fig.2와 같이 그래프를 구할 수 있다. 구한 값을 보면 영점에서 시작하여 18mm 지점에서의 기계-전기 변환 계수가 가장 큰 것 알 수 있고, 자석이 더 상승하게 되면 변환계수를 점차 감소하는 경향을 알수 있다.

$$k_t = \frac{V}{f \cdot 2\pi \cdot Y} \qquad (1)$$

가진 위치에 따라 kt 값이 변화하는 추세선을 유도하여 시간에 따른 kt 값으로 변환한 값과(Fig3. (a)) 시간에 따른 자석의 속도 값(Fig.3 (b)) 을 (2)식을 이용하여 Voltage를 구할 수 있다.((Fig.3 (d)실선)

k_t x velocity = Voltage (2)

그리고 실제 에너지 하베스터를 Sine가진 하여 측정한 Voltage(Fig.3 (d) 점선)

2.2 output voltage의 해석 및 실험 결과 비교

실측한 기계-전기 변환계수를 이용하여 시간영역에서의 해석값과 실제 에너지 하베스터를 가진하여 측정한 실험값이 거의 일치하는 것을 확인 하였으며, 에너지 하베스터가 실제 동작 할때, 자석이 하우징의 각 위치에서의 기계-전기 변환계수를 계속 변화하고 있으므로 그것을 고려하여 해석하는 것이 실제 결과와의 오차를 줄일 수 있는 방법이라 판단된다.

3. 결 론

본 연구에서는 사람이 앞으로 걸어 나갈 때 발생하는 수직진동을 이용한 전자기형 에너지 하베스터의 기계-전기 변환계수의 연구를 하였다. 그 결과 변환계수를 이용한 해석 방법과 실제 에너지 하베스터의 Output Voltage가 시간영역에서의 해석값과 실제 측정값이 거의 일치 하는 것을 알 수 있었다.

후 기

본 연구는 한국기계연구원 자체 연구사업에 의해 수행 되었습니다.