

# 압전 에너지 하베스팅 시스템에서 타격발전에 대한 소음 분석

성태현† · 김정훈\* · 김세빈\* · 홍성광\* · 양찬호\*

## 1. 서 론

현재 압전 에너지 하베스팅을 하기 위해서는 타격과 진동을 이용하는 방법이 있다. 이 논문에서는 압전 에너지 하베스팅을 하기 위해서 타격발전 시스템을 사용하고 있는데, 타격발전은 진동발전보다 수확되는 전압이 높아 발전량도 높다. 하지만 타격발전은 발전을 할 때 소음이 발생한다.

일반적으로 구입할 수 있는 볼트를 타격막대로 사용하여 타격발전을 하였고 소음을 분석하였다.

실험을 계속하게 되면서 압전 세라믹이 부착된 스테인리스 판의 스트레스로 인한 판의 변형 및 압전 세라믹의 파손으로 수확되는 에너지의 발전량에 영향을 주는 것을 실험을 통해 알 수 있었다.

또한 타격발전 시스템은 소음을 동반하게 된다. 이 소음은 타격막대로 스테인리스 판을 타격할 때 타격하는 속도에 따라 소음의 차이가 생기는 것을 확인 할 수 있었다.

소음의 차이를 더 연구하기 위해 타격막대의 재질을 바꿔가면서 연구를 수행하였다.

다양한 재료적 특성을 가진 타격막대를 사용함으로써 압전 발전 시스템의 손상을 줄이고 소음을 분석한다.

## 2. 실험장치

### 2.1 타격막대

#### (1) 타격막대의 종류

타격막대의 종류로는 기존에 실험을 했던 알루미늄 볼트와 우레탄고무, 테프론, MC, 아세탈을 준비하여 실험하였다

#### (2) 타격막대의 물질에 특성

Table 1을 보면 마찰계수, 무게, 경도가 있는데 마찰계수는 ASTM standards 에서 기준으로 한 것이다. 무게는 이번 실험에서 사용하는 타격막대의 무게를 측정 한 것이다.

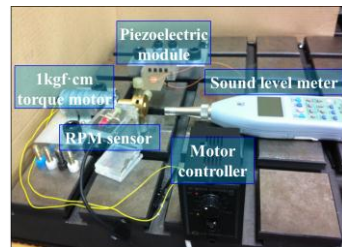
**Table 1** Materials of hitting sticks

ASTM standard	Urethane	Teflon	MC	Acetal	Aluminum
Friction	0.4~0.6	0.1	0.35	0.18	0.2~0.4
Weight	10 g	11g	10 g	10 g	14 g
Hardness	95	50~55	95~120	118	167
	Shore A	Shore D	Rockwell	Rockwell	Vickers

경도는 재질에 따라 정도 측정방법이 다르다. Table 1과 같이 우레탄고무에서 알루미늄으로 갈수록 경도는 더 커진다.

### 2.2 실험장비

실험장비는 Figure 1과 같이 모터, 모터컨트롤러, rpm 센서, 타격막대가 소음을 측정하는 사운드 레벨 미터, 오실로스코프, 타격막대가 있다.

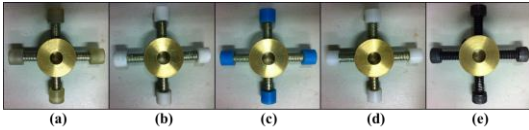


**Figure 1.** Experiment set up

타격막대는 Figure 2와 같이 다섯 종류의 타격막대가 있다. 우레탄고무, 테프론, MC, 아세탈, 마지막으로 알루미늄 재질의 타격막대로 실험하였다.

† 교신저자; 한양대학교 전기공학과  
E-mail : sungth@hanyang.ac.kr  
Tel : 02-2220-2317

\* 한양대학교 대학원 전기공학과



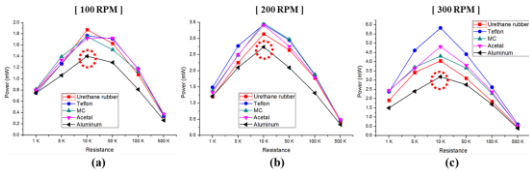
**Figure 2.** Experiment equipment (a)Urethane rubber, (b)Teflon, (c)MC, (d)Acetal, and (e)Aluminum

다양한 타격막대를 타입 별로 발전량 및 소음을 측정하였다. 타격막대의 rpm은 100에서 800까지 측정하였고 동시에 소음을 측정하였다.

### 3. 실험결과 및 분석

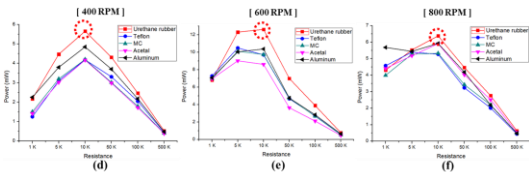
#### 3.1 발전량 분석

Figure 3를 보면 100 rpm 에서 300 rpm 의 범위에서는 알루미늄 재료의 타격막대가 부드러운 재료의 타격막대 보다 낮은 전력이 측정되었다. Table 1을 참고하여 알루미늄의 특성을 보면 경도는 높고 마찰계수는 다른 타격막대와 비교하여 상대적으로 작은 값을 나타냈다.



**Figure 3.** Power generation measurement (a)100 rpm, (b)200 rpm, (c)300 rpm

그러나 Figure 4를 보면 400 rpm 에서 800 rpm 의 범위에서는 우레탄고무 재료의 타격막대가 높은 전력이 측정 되었다. 이 범위도 Table 1을 참고하여 우레탄고무의 특성을 보면 경도는 낮고 마찰계수는 큰 값을 나타냈다.



**Figure 4.** Power generation measurement (d)400 rpm, (e)600 rpm, (f)800 rpm

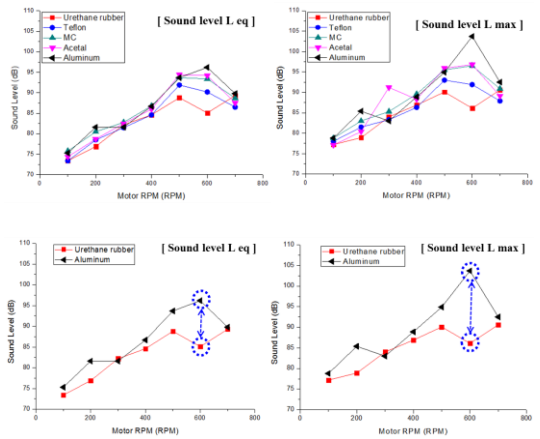
저속으로 타격발전을 할 때는 알루미늄처럼 경도가 크고 마찰계수가 작은 타격막대가 높은 발전량

을 얻을 수 있고, 고속으로 타격발전을 할 때는 저속과 반대로 우레탄고무처럼 경도가 작고 마찰계수가 큰 타격막대가 높은 발전량을 얻을 수 있었다.

또한, 최고 발전량은 우레탄고무가 600 rpm 에서 가장 높은 전력이 측정되었다. 발전량은 12.6 mW, 단위체적당으로 환산하면 32.9 mW/cm<sup>3</sup> 로 알루미늄 보다 높은 발전량이 측정되었다.

#### 3.2 소음분석

Figure 5와 같이 100 rpm 에서 300 rpm 의 범위에서는 소음 측정결과 평균값은 모든 타격막대가 비슷했다. 그리고 우레탄고무 타격막대의 소음은 알루미늄 타격막대의 소음보다 낮았다.



**Figure 6.** Measured noise level (L eq: average value, L max: peak value)

경도특성이 가장 작고 가장 큰 것의 비교를 위해 우레탄고무와 알루미늄 타격막대의 결과만 비교 하였을 때 확인한 소음의 차이가 측정되었다.

특히 600 rpm에서 최고의 발전량이 측정된 우레탄고무 타격막대로 타격발전을 할 때 소음은 85.1 dB로 가장 낮은 소음이 측정되었다. 반면 소음의 평균값만 비교하면 기준에 사용하였던 알루미늄 타격막대는 발전량은 낮게 측정 되었고 소음은 96.2 dB로 가장 높게 측정되었다.

### 4. 결론

압전 에너지 하베스팅 시스템에서 타격발전을 하는 경우 저속으로 압전 세라믹을 타격하는 막대는 경도가 높고 마찰계수가 작은 것이 발전량은 낮아 지며 소음 또한 높게 측정되었다. 반면 고속으로 타

격하는 막대는 경도가 낮고 마찰계수는 큰 값이 발전량은 높아진다. 그리고 소음은 가장 낮게 측정되었다.

타격막대의 재질적인 특성에 따라 발전량뿐만 아니라 타격발전에서 소음의 발생을 줄일 수 있는 것을 알 수 있었다.

## 후 기

압전과 소음에 대해서 더 많은 연구가 이루어진다면 요즘 아파트 등 공동주택의 골칫거리인 층간 소음을 억제하는 기술을 개발할 수 있을 것이라고 생각된다.