

圧電素子を用いた発電の効率化

S.Y.<科①ゼミ>

1. はじめに

近年、火力発電からの二酸化炭素排出による地球温暖化が世界的な問題となっており、日本においてはエネルギー自給率が低いという問題もある。これらの課題を解決するために様々な方法が考えられているが、私は圧電素子を用いた発電について興味を持った。圧電素子とは、加えられた力を電圧に変える、または、電圧を力に変えることができる素子である。JR東日本が先行研究を行っており、先行研究では、東京駅の改札の床に圧電素子と保護材(ゴムマット)を設置し、駅の利用者が歩く時に床に加わる力から発電をすることが試みられた(1)。その結果、主に発電効率と耐久性に関する課題が見られた。そこで私は、保護材の材質、厚さが圧電素子の発電効率にどのような影響を与えるのかに付いて研究した。

2. 仮説と実験方法

2-1. 仮説

圧電素子は圧力を電圧に変えるため、大きな圧力が加えられると発電量も大きくなると考えられる。よって最も硬く力を伝えやすい保護材を用いたとき、発電量が最も大きくなり、最も柔らかい保護材を用いると発電量が最も小さくなるのではないかと考えた。また、同様の理由で厚さが厚いものより、薄い保護材の方が発電量が大きくなるのではないかと考えた。

2-2. 調査方法

ゴム、硬いスポンジ、柔らかいスポンジの3種類の材質をそれぞれ1cm,2cmの厚さに切ったものを圧電素子(直径35mm)の上に置き、加える力を一定にするため、クリップを用いて力を200回加え、コンデンサーに電気を溜め、その後のLEDの点灯時間を調べる。

この操作を10回繰り返し、それぞれの保護材の材質や、厚さごとの平均値を調べる。また、点灯時間の平均値から発電量を求め、比較する。

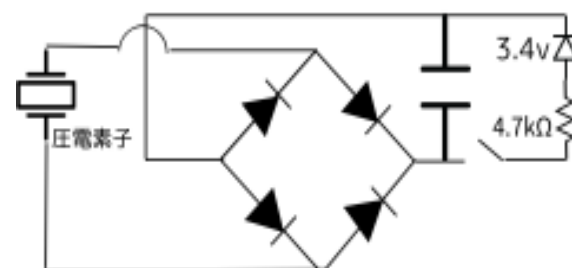


図1 実験で用いた回路 (2)

ダイオードブリッジを用いて圧電素子から生じる交流電流を直流電流に変え、コンデンサーに貯めた。



図2
左からゴム、硬いスポンジ、柔らかいスポンジ。手前が1cm、奥が2cm。

3. 実験結果

材質	厚さ	平均(秒)	電力(mW)
ゴム	1cm	9.45	23.15
ゴム	2cm	6.38	17.10
スポンジ(硬)	1cm	12.45	30.50
スポンジ(硬)	2cm	8.93	21.89
スポンジ(柔)	1cm	10.57	25.92
スポンジ(柔)	2cm	6.44	15.79

表1 保護材の材質、厚さとLEDの点灯時間の関係



図3 材質、厚さと電力のグラフ

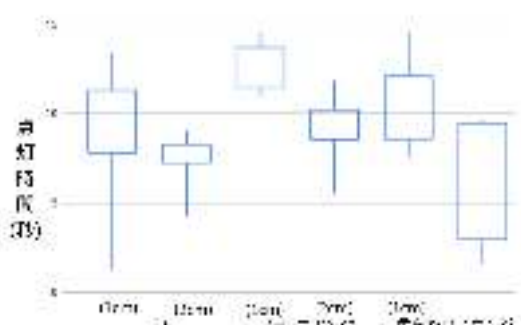


図4 点灯時間の箱ひし図

保護材の厚さとLEDの点灯時間について、表1、図1より、厚さが2cmの保護材より1cmの保護材のほうが点灯時間が長かった。

保護材の材質とLEDの点灯時間について、表1、図1より、硬いスポンジ、ゴム、柔らかいスポンジの順にLEDの点灯時間が長かった。

データの散らばりについて、図2より、硬いスポンジではデータの散らばりが小さかったが、ゴムや柔らかいスポンジではデータの散らばりが大きくなってしまった。

4. 考察

保護材の厚さに関しては仮説と同様の結果を得ることができたが、材質に関しては仮説と異なり、硬いスポンジが最も発電量が大きいという結果になったことから、硬さ以外の弾力などの要素も関係しているのではないかと考えた。

データのばらつきが出た理由は、LEDの点灯時間を目で見て計測していたことによる誤差や回路の接続不良による誤差などが考えられる。

発電された電力は小さく、保護材の差による発電量の差も小さいため、圧電素子を用いた発電を実用化することは難しく、保護材以外の観点からも課題の解決方法を検討しなければならない。

5. 今後の課題

誤差を減らせるような実験方法の模索や、他の発電効率を向上させる要素を検討し、調べるのが今後の課題である。また、更に力を加え続けた際の発電量を調べ、耐久性についても調べたい。

謝辞

本研究を行うにあたり、物理ゼミ担当の指導員の木浦弘哲氏にはたくさんのご指導、ご協力をいただきました。心より感謝いたします。

参考文献

- JR東日本
<https://www.jreast.co.jp/development/theme/pdf/yukahatsuden.pdf>「床発電システム」の実証実験について 最終閲覧日11月25日
- 上橋智恵
https://eneene7.blogspot.com/2015/10/blog-post_37.html「智恵の楽しい実験」最終閲覧日12月1日