

舗装用発電床の適用性評価

日本道路（株）技術研究所

正会員

○常松 直志

〃

正会員

中原 大磯

〃

正会員

美馬 孝之

（株）音力発電

正会員

速水 浩平

1. はじめに

近年、低炭素社会への転換が求められており、省エネルギーや新エネルギーの需要が高まっている。このような状況下、日常生活や都市部において発生する振動エネルギーを電気エネルギーに変換する発電技術¹⁾が開発され、今後の展開が期待されている。この技術の一つとして、発電装置(以下：発電床)に繰り返し変位を与えること(以下：振動)で電気を発生させ、LED を点灯させるなどの技術があるが、現在のところ主に室内施設の歩行者を対象としており、安定的な電力を得るためには、より大きなエネルギーが発生する箇所への適用が必要と言える。

以上のことを踏まえ、本検討では効率的で安定的な発電量を確保するための方策として、車両が道路を走行するときに発生する振動エネルギーに着目し、発電床を舗装へ適用した場合の発電状況について室内評価試験を実施した。本文は、その検討結果について報告する。

2. 発電床の概要

発電床のイメージを図-1に示す。発電床はスピーカーなどに使用されている圧電素子(ピエゾ素子)を格子状に繋いだものを積層に重ね、その上に振動板を設置した構造(発電ユニット)となっている。

圧電素子は振動や圧力が加わると歪みが生じて、その変化分を電圧に変換する圧電効果の性質を持っており、発電床に荷重を与えることで振動板が振動し、圧電素子に変形することで電力が発生するものである。

3. 室内試験

3. 1 室内試験の概要

本検討では、ホイールトラッキング試験機を用いた走行試験により舗装用発電床(写真-1)の発電状況の確認を行った。

3. 2 試験条件

表-1に試験水準および測定条件を示す。本検討では、走行荷重および発電床の設置位置、走行方向に対して発電床の設置方向を変えて発電量について評価を行った。

発電量は、発電床に抵抗器(200kΩ)を取りつけて、データロガーにより試験中の電圧値を0.3秒ごとに測定し、抵抗値と60秒間の走行により発生した電圧値の平均値を用いて式-1より算出した。また、発電床の設置位置は表-1に示すとおり、供試体の中央部に設置し、端部拘束にはコンクリート版を用いた。なお、発電床を下層に配置する場合も同様に中央部に発電床を

キーワード：舗装用発電床、振動発電、圧電素子、振動エネルギー

連絡先：〒146-0095 東京都大田区多摩川 2-11-20 TEL:03(3759)4872 FAX:03(3759)2250

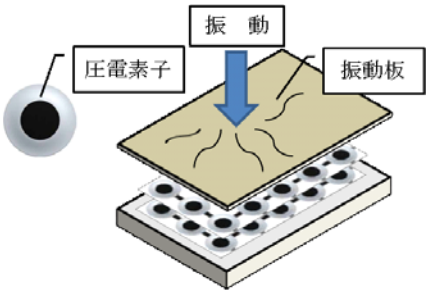


図-1 発電床のイメージ図

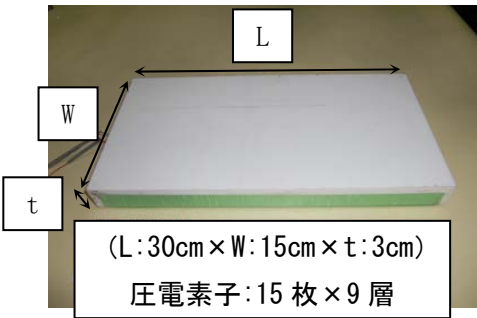


写真-1 舗装用発電床

表-1 試験水準および測定条件

試験水準	走行荷重	小型車相当 (0.31MPa)	大型車相当 (0.59MPa)
	設置位置	表層 発電床 3cm 5cm	下層 発電床 15cm 3cm
振動条件	振幅：大	発電床 走行方向	振幅：小 発電床 走行方向
	測定条件	試験温度 20℃ 走行回数 42回/分 走行時間 60秒	

型枠 アスファルト混合物 コンクリート版

設置し、表層にはアスファルト混合物を用いて試験を実施した。

発電量[mWs]=(平均電圧値[V])²÷抵抗値(200)[kΩ]×測定時間(60)[s]・・・・・・・・・・(1)

4. 室内試験結果

試験結果を表-2に示す。結果から以下のことが確認された。

4. 1 条件別における発電量の比較

(1) 走行荷重

走行荷重の比較結果から、同一条件下においては、大型車を想定した場合の方が約1.6倍の発電量を示した(図-2)。また、同一条件下での走行荷重と発電量との間には比例関係が確認された。

(2) 設置位置

表層および下層に発電床を設置した場合を比較すると、発電床を表層に設置した場合の発電量の方が大きい傾向を示し、同一条件下では約26倍の発電量となった(図-3)。これは、下層に発電床を設置した場合、表面からの振動が伝わりにくくなり、圧電素子の変位量が小さくなったためと考えられる。

(3) 振動方法

振動方法についての結果を比較すると、同一条件下においては、振幅を大きく与えた場合の発電量の方が大きい傾向になった。これは、振幅を小さく与えたことで圧電素子の変位量が小さくなり、その結果発電量に違いが出たと考えられる。

4. 2 道路に適用した場合の発電量の試算

今回の室内試験結果から、発電床を舗装の表面へ適用した場合について発電量の試算を行った。

試算条件として、本検討で用いたサイズの発電床を表-3に示すようにタイヤ走行位置へ設置し、設置延長を100mと仮定した。また、交通量は10,000(台/日)とし、大型車の混入率を10%とした。表-3に試算条件および試算結果を示す。

試算結果から、1日当たりの発電量は約63,000Wsとなった。これは消費電力量の小さいLEDランプで約7分、消費電力量の大きい水銀ランプで2分間点灯できる試算結果となった。

5. おわりに

舗装用の発電床はまだ開発段階であり、発電量や耐久性の向上、耐水性の改善などの課題があるが、本検討より発電床を車道舗装へ適用した場合の有用性を見出すことができたと考えられる。今後は車両を用いた屋外での検討を実施し、発電床の耐久性や耐水性についても評価を進めていく予定である。

【参考文献】

- 1) 速水 浩平：振動力発電のすべて、日本実業出版社
- 2) 道路・トンネル照明器材仕様書(平成20年度改訂)、(社)建設電気技術協会

表-2 試験結果

※発電量は60秒間での値

No.	走行荷重	設置位置	振動条件	最大電圧値	平均電圧値	発電量 [※] (mWs)
1	小型車相当	表層	大	33.9	17.7	93.7
2			小	26.5	16.4	81.0
3		下層	大	3.7×10 ⁻¹	1.3×10 ⁻¹	5.1×10 ⁻³
4			小	2.8	1.1	3.9×10 ⁻¹
5	大型車相当	表層	大	40.0	23.1	160.4
6			小	31.9	20.0	120.2
7		下層	大	6.5	3.1	2.8
8			小	5.2	2.3	1.6

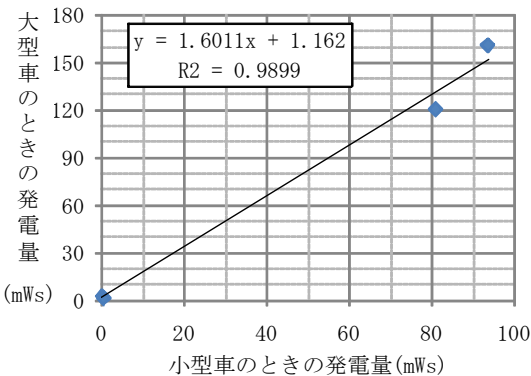


図-2 走行荷重と発電量との関係

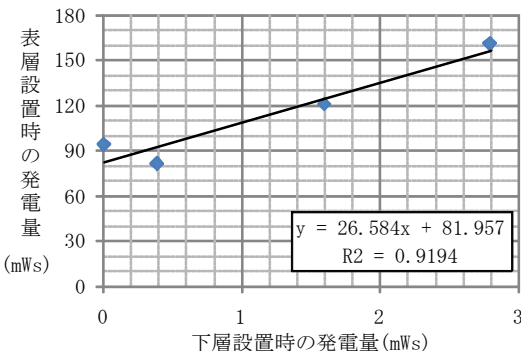
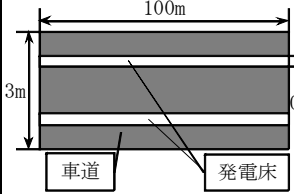


図-3 設置位置と発電量との関係

表-3 発電量の試算条件と結果

試算条件	交通量 (台/日)	普通車	9,000	
		大型車	1,000	
	発電床設置位置			
	照明の種類	水銀ランプ	高圧Na ランプ	LEDランプ
	消費電力※ (W)	470	285	158
	点灯時間 (分)	2	4	7

※3種類が同じ明るさと仮定した場合の消費電力²⁾