

# 圧電素子を用いた無電源装置の開発について

## A Development of Non-Power Supply Equipment using Piezoelectric Element

岩田地崎建設(株)技術部 ○正会員 河村 巧 (Takumi Kawamura)

岩田地崎建設(株)技術部 正会員 須藤 敦史 (Atsushi Sutoh)

大建産業(株) 荒井 洋 (Hiroshi Arai)

(株)セラテックエンジニアリング 岡本 正昭 (Masaaki Okamoto)

### 1. はじめに

近年、「環境に優しい」「環境に配慮した」「環境負荷が少ない」というキーワードが多く聞かれ、エコ（省資源・省エネルギーなど）に対する気運が高まっている<sup>1)</sup>。

さらに昨今の電力不足を背景として、土木・建築の分野においても省電力・省エネルギーとともに地球温暖化ガスの排出軽減対策などが急がれているのが現状である。

そこで本報告では、積極的な省電力・省エネルギーを目的として圧電（セラミックス）素子を使用した無電力・省電力装置（簡易振動計や安全装置・避難誘導マットなど）の研究・開発状況を紹介する。

### 2. 圧電（セラミックス）素子

#### (1) 圧電（素子）体<sup>2)</sup>など

圧電（素子）体とは、結晶の表面に圧（応）力を加えると表面の圧力に比例した電荷（表面電荷）を生じる物質である。圧電（素子）体として一般的に有名なものは水晶やセラミックスなどがある。水晶はクォーツ時計の振動子、セラミックはライターの着火装置として広く利用されており、水晶に代表される単結晶とチタン酸ジルコン酸鉛に代表されるセラミックスに大別される。

#### (2) 圧電素子の特徴

セラミックの圧電素子はa.環境にやさしい、b.小型・軽量、c.水に強いなどの特徴を有しており、様々な分野への応用が可能な材料である。

#### (3) 圧電素子を利用した装置

##### 1) 簡易振動計

開発している簡易振動計において圧電（セラミック）素子は、外部から与えられた振動を電気的に検出するものであり、一般的には電気楽器のブリッジ（駒）に利用されている。これを土木・建築工事などで発生する各種振動を微弱な電気信号として検出するものである。

##### 2) トンネル坑内の安全装置

トンネル坑内の安全装置は、人が歩いたり車が通過した際に生じる圧力を圧電（セラミック）素子で電気エネルギーに変換して、トンネル坑口部や坑内（セントル通過時等）における安全装置の警報や警告灯のスイッチ信号として作動させるものである。

##### 3) 避難誘導LEDマット（床）

避難誘導マット（床）は、歩行圧力による電気エネル



写真-1 簡易振動計（トンネルの発破振動観測）

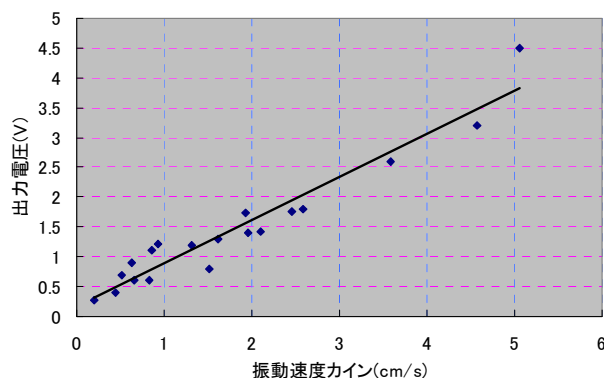


図-1 簡易振動計における振動と電圧の関係

ギーを避難誘導マット（床）に設置したLEDランプの電源とするものである。この圧電LEDマット（床）装置は設置するだけでどこでも発電が可能であるため、応用分野を特定することなく多方面で様々な研究開発が行なわれており、床発電や災害時などの緊急補助電源としての活用も検討されている<sup>3)</sup>など

### 3. トンネル発破振動の観測

簡易振動計の基本原理は圧電（セラミック）素子を薄い鋼板の片持ち梁に接着させ、鋼板の振動による収縮を圧電素子により電気信号に変換する（写真-1）。

ここで基礎試験で検証された発破振動（速度）の電気信号と振動速度(cm/sec)の関係を図-1に示す。

図-1より、振動（速度）レベルの安定した変換が成さ

れている。また実証試験でもトンネル壁面の発破振動観測を行っており、安定した振動（速度）観測結果が得られている。

#### 4. トンネル坑内の安全設備への応用

トンネル工事において、セントルやシート架台設置箇所等の車両通行時の安全を確保するための車両感知警報システムに圧電素子を組込んだマットを使用して、安定性や耐久性などの適用性を検証した。

図-2 にシステム概要図、写真-2 に設置状況を示す。

従来の車両感知警報システムでは、車両に設置した発信機からの信号を受信部で感知して接近を知らせていたため、全ての車両に発信機を装備させる必要があった。しかし開発したシステムでは、無電源の車両感知マットに発信機を接続・固定することで通過する車両全てを検知することが可能になり、任意の場所に手間を掛けずに無電力の感知装置（マット）が設置できる。本実証試験では通過車両を限定せずに普通乗用車から大型車両まで約1ヶ月間通行させた結果、2個の発信機だけで故障も無く、安全性・耐久性に対する問題は生じなかった。

#### 5. 避難誘導 LED マットへの応用

トンネル坑内などや室内において、夜間緊急時に避難者の足元を明るさを確保するため、圧電素子を組込んだ LED マットを提案して適用性も検証している。

これは歩行圧力を圧電素子により電気エネルギー変換して避難誘導マット（床）の LED ランプを点灯させるものである。

避難誘導 LED マットの構造（図-3）と試作 LED マットの概観を写真-3 に示す。

#### 6. まとめ

実証試験結果より、簡易な振動計や圧電素子を用いた検知・避難誘導 LED マットの適用性について確認ができた。今後は、簡易振動計の精度向上・小型化とともに圧電素子を組込んだ検知装置（マット）を使用した種々の無電力・省電力装置を考案して、建設現場で運用していく予定である。

#### 【参考文献】

- 1) 「平成21年度エネルギーに関する年次報告」, エネルギー白書2010, 環境省。
- 2) トランジスタ技術, CQ技術, 2010, 10。
- 3) 小林三昭, 林寛子, 武藤佳恭, 圧電素子を駆使した床発電システムの開発, 日本工業出版「超音波テクノ」, 2010年4月号。

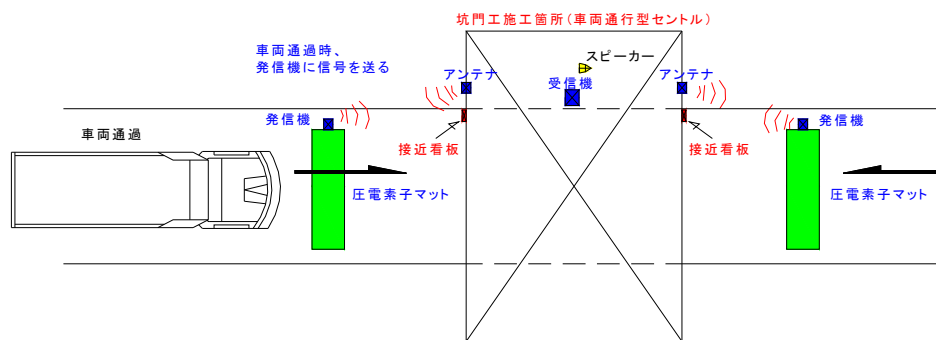


図-2 車両感知警報システム概略図



写真-2 圧電素子マット設置状況

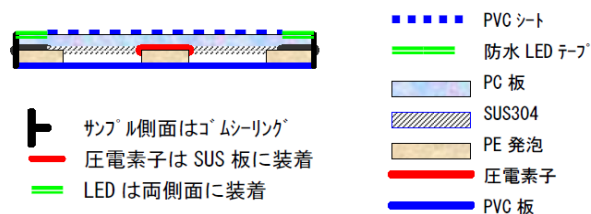


図-3 避難誘導 LED マットの構造図



写真-3 避難誘導（圧電素子）LED マット