圧電素子を用いた簡易振動計とトンネル坑内の安全装置などの開発について

○岩田地崎建設㈱技術部 正会員 河村 巧 岩田地崎建設㈱技術部 正会員 須藤敦史 大建産業㈱ 荒井 洋 ㈱セラテックエンジニアリング 岡本正昭 岩田地崎建設㈱土木部 伊藤 篤

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(省エネルギー・省資源)に対する気運が高まっている¹⁾.

一方、土木・建設の現場においても建設機械における 地球温暖化ガスの排出軽減対策など実施されているが、 積極的な省エネルギー・省資源的な目標として、本研究 では、圧電(セラミックス)素子を使用した簡易振動計 やトンネル坑内の安全装置の研究・開発を行なっている.

2. 圧電(セラミックス)素子

(1) 圧電体2)など

圧電体とは、結晶の表面に応力を加えると結晶の表面 に正負の電荷を生じる現象(力が電気エネルギーに変換 する圧電性・圧電性の正効果)を示す物質である.

一般的な圧電体として有名なものは水晶で、クオーツ時計の振動子として広く利用されており、水晶やPZN-PTに代表される単結晶とPZT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

圧電(セラミック)素子は以下に示される特徴を有している.

a.環境にやさしい,b.小型・軽量,c.水に強い

したがって、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

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.

これは、土木工事などに起因する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、それをスイッチの信号とするものであり、トンネル坑内(セントル通過時等)における警戒ブザーや警報を作動させるものである.



写真.1 簡易振動計(トンネル掘削の発破振動観測)

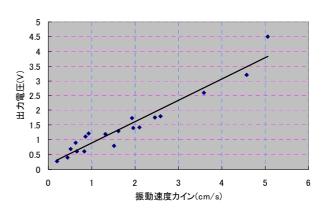


図.1 簡易振動計における振動と電圧の関係

この圧電(セラミック)素子における発電方式は床型の装置を設置するだけでどこでも発電可能であるため、 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^{3)など}.

3. 簡易振動計(トンネル発破振動の観測)

簡易振動計は圧電(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ものである.

ここで,振動計の概観を写真.1示す.また変換された

キーワード:圧電(セラミック)素子,省エネルギー,振動計,安全装置

連絡先 〒060-0011 札幌市中央区北 2 条東 17 丁目 2 番地 TEL011-221-8831 FAX 011-219-7714 E-mail tkawamura@iwata-gr.co.jp

振動(速度)の電気信号 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 なされていることが分か る.現在,山岳トンネルの 近接施工における旧トン ネル壁面の発破振動観測 を実施しており,安定した 観測結果が得られている.

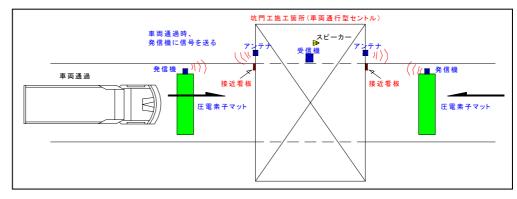


図.2 車両感知警報システム概略図

4. トンネル坑内の安全装置(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一車線通行箇所の安全を確保するために設置した車両感知警報システムに現在開発中の圧電素子マットを組込み、適用性について検証した. 図.2 にシステム概要図、写真、2~写真、4 に現場状況を示す.

従来の車両感知警報システムでは,車両接近時に各車両に設置した発信機から信号を発信し,作業箇所に設置した受信部より車両の接近を知らせていた.この場合,全ての車両に発信機を持たせる必要があった.

しかし、今回開発した圧電素子マットは、無電源で任意の場所に手間が掛らず移動設置でき、マットに発信機を接続・固定することで、全ての車両通過時の圧力により信号を発信することができる.

圧電素子マットは耐久性も考慮して2タイプを制作し、 通過車両を限定せずに普通乗用車から大型車両までを対 象に1ヶ月程度使用した.

その結果、この期間であれば簡易な圧電素子マットでも耐久性に問題はなく、マットに接続した2個の発信機だけで特に故障もなく対応できた。また通過車両を限定せず使用したが、全ての通過車両で信号の発信と車両感知センサーの稼動を確認できた。

5. まとめ

実証試験結果より、無電力で簡易な振動計や圧電素子マットの適用性について確認ができた。今後は、簡易振動計の更なる開発と共に、圧電素子マットの性状や設置場所の不陸状況による受発信可能距離の違いの解消や各種車両の車幅等を考慮した圧電素子マット形状の検討、発信電波の種別による識別管理方法等を検討していき、各種工事現場において種々の安全看板と組合わせて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.



写真.2 圧電素子マット設置状況



写真.3 圧電素子マット



写真. 4 LED 看板 (接近時点滅)

- 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.