

簡易粉じん測定器によるトンネル坑内の多点粉じん濃度測定のための基礎研究

山口大学大学院	学生会員	○掛谷	幸士朗
山口大学大学院	正会員	林	久資
山口大学大学院	フェロー会員	進士	正人

1. はじめに

山岳トンネル建設現場では、発破や機械掘削および吹付けコンクリート作業等で坑内に浮遊粉じんが発生する。浮遊粉じんは、じん肺症などの重篤な肺機能障害を引き起こす原因物質と言われている。そこで、厚生労働省では「ずい道等建設工事における粉じん対策に関するガイドライン」を定め、管理者に対し、換気装置等によるトンネル坑内換気の実施や、粉じん濃度の測定を義務づけている¹⁾。ガイドラインに準拠したトンネル坑内の粉じん濃度測定は、切羽から坑口に向かって50m程度離れた断面において半月以内ごとに1回、床上50cm以上150cm以下の水平な高さで、それぞれの側壁から1m以上離れた点および中央の点3点を光散乱方式のデジタル粉じん計を用いて行うこととされている¹⁾。現在、

換気装置による坑内の換気方法には、様々な方法²⁾が提案されており、坑内の粉じん濃度の分布は、各換気方法で異なる可能性が予想される。すなわち、多様化している換気方法に対して、従来の方法のみで評価を行っているのが現状である。

本研究では、多点・多頻度の粉じん濃度測定を行うことで、最適な坑内の粉じん濃度方法を検討する。しかしながら、このために従来のデジタル粉じん計を用いるには、価格・寸法などの理由から多点測定が困難であること、簡易さに欠けることなどがわかっている。そのため、著者らは、一般家庭用空気清浄機向けに開発された安価な光散乱方式のセンサに着目し、安価で小型なトンネル坑内用簡易粉じん濃度測定器（以下、「簡易測定器」と称す）を開発している³⁾。本概要では、複数の簡易測定器をトンネル坑内で粉じん測定で利用する際の、個体差についてとりまとめる。

2. 簡易測定器の概要

簡易測定器は、センサ(GP2Y1010AU0F)とマイクロコントローラー(Arduino Micro 5V)から構成されている。用いたセンサは従来のデジタル粉じん計と同様の測定

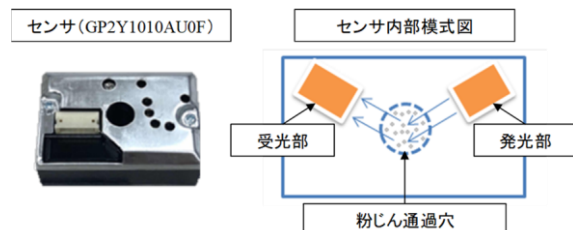


図-1 センサ模式図（エラー！参照元が見つかりません。）

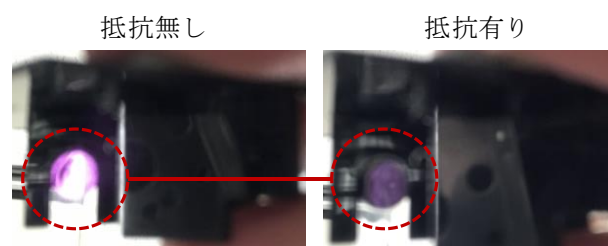


写真-1 感度変化の様子

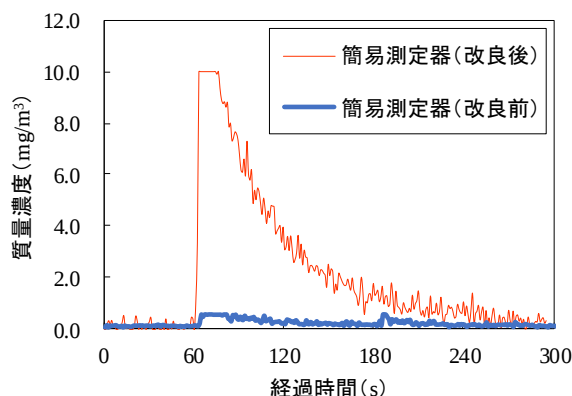


図-2 改良の有効性

原理である。受光部と発光部から構成される（図-1）。赤外発光ダイオードから赤外光が検出領域に照射されることで浮遊粉じんから散乱光が生じ、この散乱光を受光部で受光する。受光した光量に応じた電圧値が出力され、粉じん濃度へ電圧値を換算する。本センサは主に家庭用空気清浄機などに広く使われるため、高濃度の粉じん環境下では低濃度で上限電圧値に達し、そのままではトンネル坑内での測定が不可能であったが、既往の研究³⁾により、センサの回路に抵抗を付加加して感度を変化（写真-1）させることで、高濃度下での測定を可能となるように改良した（図-2）。

キーワード トンネル、粉じん、簡易粉じん濃度測定器

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学大学院創成科学研究科 進士研究室 TEL0836-85-9332

3. トンネル建設現場を模した室内実験の概要

実験は、高さ 1.9m、幅 1.8m、奥行き 3.3m の農業用ビニールハウスで行った。粉じん計測地点は、ハウス奥行きおよび幅の中間地点の奥行き 1.7m 地点、幅方向で中央に設置し、高さは 0.5m とした。計測地点には簡易測定器と従来のデジタル粉じん計を並べて配置し、模擬粉じんに AC ダスト (FINE) を用いて粉じんを発生させ、測定値の比較を行った。

4. 実験結果

4-1. 簡易測定器とデジタル粉じん計の比較

粉じんを発生させた時の各測定値の比較を行った結果を図-3に示す。図-3は横軸を経過時間とし、縦軸の第1軸にデジタル粉じん計の測定値（相対濃度）を、縦軸の第2軸に簡易測定器の電圧値としている。この図から明らかなように、簡易測定器はデジタル粉じん計とほぼ同傾向の測定結果を得ることができていることがわかる。すなわち、開発した簡易測定器はデジタル粉じん計とほぼ同等の性能を有することがわかった。

4-2. 簡易測定器の個体差に関する考察

トンネル坑内での粉じんの多点測定を実施し、適切な評価するためには、粉じん測定に用いる簡易測定器の個体差の把握が重要である。そこで、無塵時に出力される電圧値を比較することで、本研究で開発した簡易測定器の個体差について考察した。その結果を図-4に、各測定器が測定した電圧値の平均値を図-5に示す。これらの結果から、簡易測定器は、無塵時の平均電圧値が最大で約30mVの差が生じていることがわかった。これは、測定器に使用しているセンサの個々の性能に依存していることが要因である。しかし、簡易測定器の最大出力電圧は約3750mVであるため、30mV差はあまり顕著なものとはならないと現状は考えている。しかし多点測定を実施する際には、各測定器の持つ個体差に注意して、丁寧なキャリブレーションが重要であることが改めて明らかになった。今後は、実際のトンネルでの校正係数などへの影響を明らかにしていく予定である。

5. まとめ

家庭用空気清浄機向けに開発された安価な光散乱方式のセンサを用いて開発した簡易測定器の適用性をデジタル粉じん計と比較し検討した。その結果、簡易測定器によりトンネル坑内での粉じん濃度測定は十分可能であることが分かった。さらに、個体差も評価を行う必要性が確認できた。今後は、適切な粉じん濃度評価に向

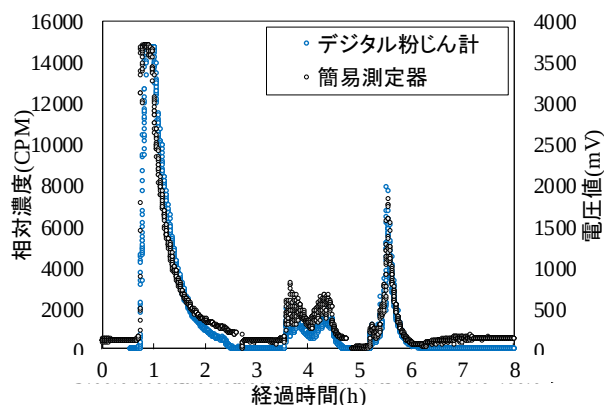


図-3 簡易測定器の粉じん濃度結果比較

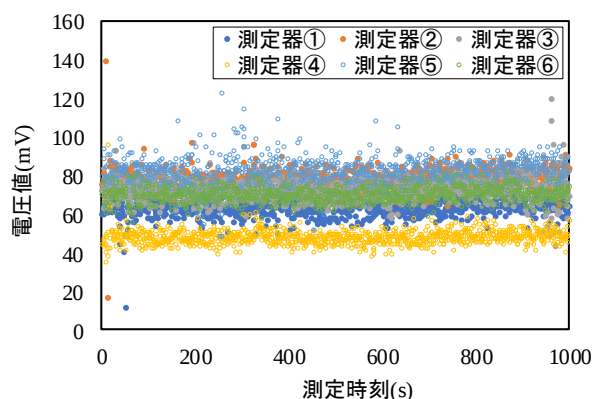


図-4 無塵時に測定した電圧値の比較

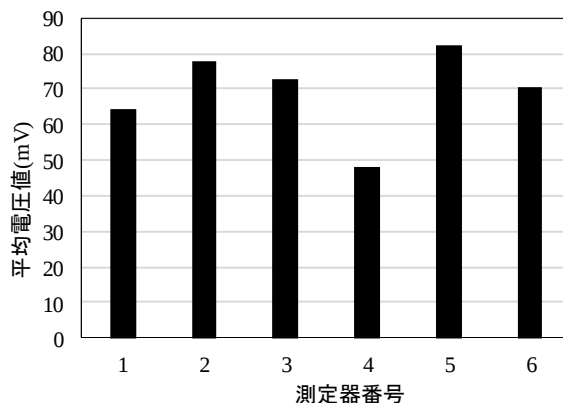


図-5 無塵時に測定した電圧値の平均値

けて、トンネル実現場における多点測定を実施したい。

参考文献

- 1) 建設労働災害防止協会：ずい道等建設工事におけるガイドライン，pp.8-15，2008。
- 2) 建設業労働災害防止協会：新版ずい道等建設工事における換気技術指針（換気技術の設計及び粉じん等の測定），pp.64-71，2012。
- 3) 掛谷幸士朗，林久資，大塚輝人，中村憲司，進士正人：簡易粉じん測定器のトンネル建設現場への適用に関する研究，土木学会論文集 F1(トンネル)特集号，掲載予定