

トンネル建設現場における粉じん濃度測定への簡易粉じん濃度測定器の適用性の検討

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が、浮遊粉じんは作業効率の低下を招くだけでなく、肺機能障害の原因のひとつも言われている。そのため、トンネル建設時の粉じん飛散を低減する坑内換気が重要で、換気効果を確認するための定期的な粉じん濃度測定が義務化されている¹⁾。通常、濃度測定にはデジタル粉じん計が用いられる。しかし、近年、施工方法や換気方式の変化により粉じんの発生・飛散状態が多様化していることから、トンネル坑内の粉じんの飛散状況を坑内全域で把握する必要性が提言されている²⁾。しかし、現在トンネル建設時の粉じん測定で用いられているデジタル粉じん計は高価であり、かつ大型であることから複数機による同時多点測定や作業者が携帯して随時坑内の換気状況を把握するといった計測システムはない。

本研究では、光散乱方式を測定原理とした空気清浄機のセンサ部分を用いて簡易粉じん濃度測定器（以下、「簡易測定器」と称す）を製作し、トンネル坑内の粉じん濃度測定器としての適用性を検討する。そのために、デジタル粉じん計との比較実験を行い、簡易測定器がデジタル粉じん計と同等な測定が行えるのか、また簡易測定器の測定値のばらつきを抑制するための手法について検討する。

2. トンネル粉じん測定のための簡易測定器の改良

簡易測定器は元来室内の粉じん濃度測定を目的としているためきわめて感度が高く、トンネル坑内の粉じん濃度目標レベル³⁾の $3\text{mg}/\text{m}^3$ まで測定ができないことが明らかになった。そこで、電気回路を検証して、 $22\text{k}\Omega$ の抵抗を回路に追加し、センサの発光部から照射される赤外発光ダイオードの光量を低下させることにより、測定器の感度を下げる改良を行った。これにより、 $3\text{mg}/\text{m}^3$ の測定が可能となったが、出力

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

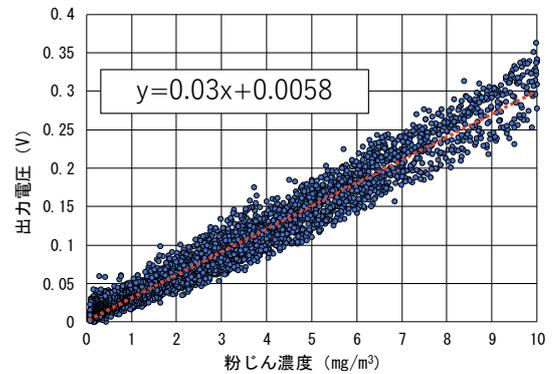


図-1 出力電圧と粉じん濃度の関係

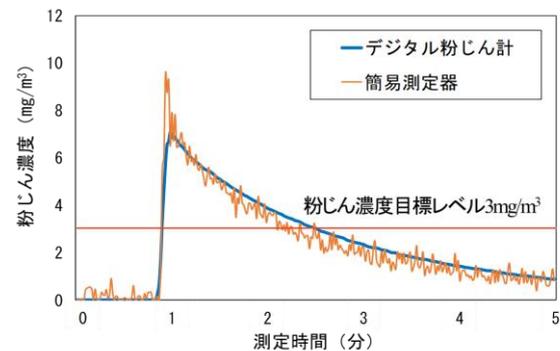


図-2 測定値の時間経過

される電圧値を対応する粉じん濃度に換算する校正を行う必要が生じた。校正は模擬粉じんに線香を用いて行った。図-1に、簡易測定器から出力される電圧とデジタル粉じん計から出力される粉じん濃度の関係図を示す。この校正より得られた近似式を用いて、粉じん濃度を算定する式(1)を求めた。

$$y = 0.03x + 0.0058 \dots (1)$$

y: 出力電圧 (V) x: 粉じん濃度 (mg/m^3)

3. 粉じん測定比較実験の概要

簡易測定器とデジタル粉じん計を同時に模擬粉じん発生箱内に設置し、模擬粉じんを発生させ、測定値を比較する。模擬粉じんとして線香およびセメントを用いて実験を行った。

4. データのばらつきの低減

校正後の簡易測定器とデジタル粉じん計の線香を

用いた場合の測定値の時間経過を図-2に示す。簡易測定器はデジタル粉じん計に比べ、測定値が安定せず、データのばらつきがみられた。そのため、統計処理で用いられることがある移動平均の考え方を採用し、測定値を5秒毎に移動平均で再整理した。

5. 移動平均を用いた比較実験結果と考察

図-3に線香、図-4にセメントを用いた場合の実験結果をしめす。両図から粉じんを発生させた直後から粉じん濃度が増加し、徐々に減少していく傾向が見られる。また、どちらの測定器でも $3\text{mg}/\text{m}^3$ 以上の値を取得できており、簡易測定器でも $3\text{mg}/\text{m}^3$ を超えるか否かの測定が可能であることがわかる。さらに、図-2で示した測定値のばらつきについても、測定値を5秒毎に移動平均で処理することで、値が安定することが分かった。図-5に線香、図-6にセメントを用いた場合の簡易測定器とデジタル粉じん計の粉じん濃度の相関図を示す。どちらも高い相関があり、両場合とも相関係数は0.99となった。一方で、移動平均を用いない場合の線香及びセメントの相関係数はそれぞれ0.97、0.99であったことから、平均化することで、デジタル粉じん計とより同等な測定が行えることが確認できた。これらのことから、簡易測定器によってトンネル坑内での粉じん濃度測定を行うことは十分可能であるといえる。

6. まとめ

回路内に抵抗を追加し、測定感度を下げることで簡易測定器がデジタル粉じん計とほぼ同等な測定が行えることが分かった。さらに、測定値を一定時間で平均する移動平均を用いることで測定値が安定することも示すことができた。今後は、簡易測定器をトンネル建設現場に導入し比較実験を行う予定であるので、さらなる精度向上や耐久性についても検討していきたい。また、簡易測定器を用いたトンネル坑内での全域測定等、用途についても検討したい

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.8-14，2008。
- 2) 労働安全衛生総合研究所：「トンネル建設工事の切羽付近における粉じん濃度測定に関する研究」報告書，p.1，2018。
- 3) 建設労働災害防止協会：新版 ずい道等建設工事における換気技術指針，pp.7-10，2012。

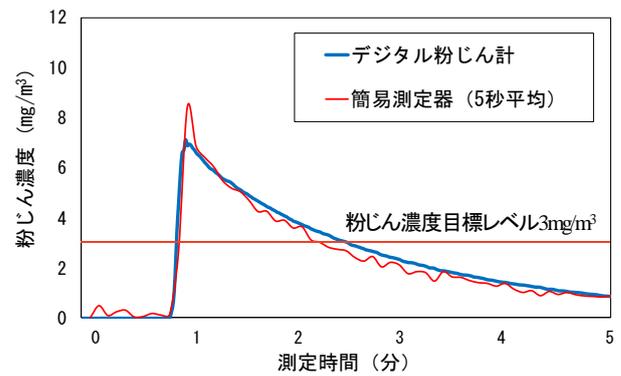


図-3 線香を用いた場合の測定結果

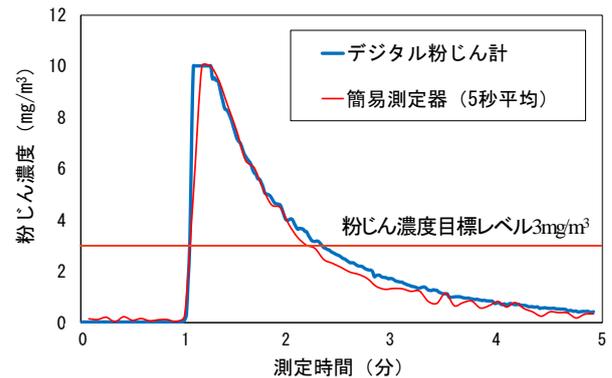


図-4 セメントを用いた場合の測定結果

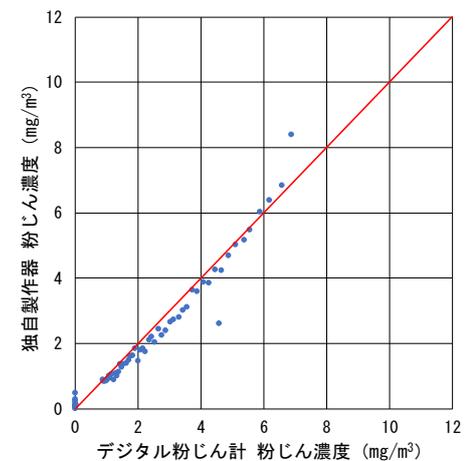


図-5 線香を用いた場合の相関図

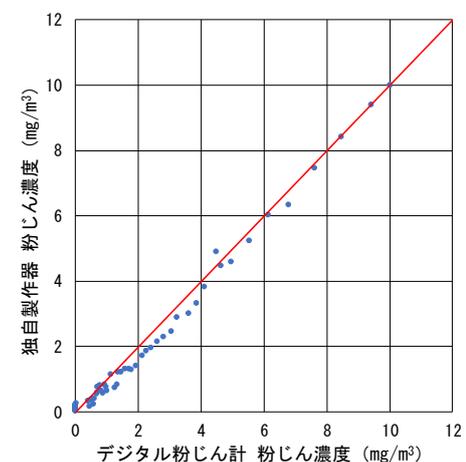


図-6 セメントを用いた場合の相関図