

新ガイドラインに準拠したトンネル粉じん測定システムの開発

マック株式会社 正会員 ○秋葉 匠平 宮原 宏史
株式会社東宏 正会員 小林 雅彦
東急建設株式会社 正会員 前村 優仁 三浦 雅也

1. はじめに

厚生労働省は、ずい道等建設工事における粉じん対策をより一層推進するため、令和2年7月20日に「ずい道建設工事における粉じん対策に関するガイドライン」(以下、「新ガイドライン」)を改正し、令和3年4月1日より段階的な施行を義務付けた。新ガイドラインに定められた粉じん濃度の測定方法は、①定点測定、②個人サンプリングによる測定、③車両系機械を用いた測定、④複数の測定方法の組合せの4方法があり、このうちのいずれかを選択する必要がある。

本システムは、測定方法を①定点測定と想定し、粉じん濃度計、バッテリーと無線装置を収めた専用粉じん測定BOXを製作した。このBOXを切羽から10m、30m、50m地点の左右両側で合計6点に配置して粉じん濃度測定を行い、無線を利用した遠隔でのリアルタイム計測を実現した。また、測定データから結果のグラフ表示・評価、呼吸用保護具に対する要求防護係数の算出、記録帳票作成までを専用ソフトで行うことで大幅な業務効率化の実現を想定している。本稿では、開発したシステムの概要、および施工中のトンネル工事で行った実証実験結果について報告する。

2. 測定装置とシステムの概要

粉じん測定BOXは、デジタル粉じん計(LD-5R, PM4サイクロン装着)、I/Oモジュール(I/Oタイプ:8AI/2DO)、無線子機(データ転送速度:最大300Mbps)、バッテリー(容量:4050mAh)で構成する。測定データは無線により無線子機から、中継器、計測用PCと接続されている親機APへ送信する。粉じん測定BOX、および坑内通信機器の基本構成を図-1に示す。

システムの稼働イメージを図-2に示す。測定者は粉じん測定BOXを設置した後にタブレットPC、または大型タッチPCを用いて通信状況を確認する。その後、トンネル掘削作業の1サイクル(約4~6時間)、6台分の粉じん濃度データをリアルタイムで自動取得する。取得データは専用ソフトを用いて評価値・要求防護係数の算出、記録帳票作成までを自動化している。測定結果の労働者への周知方法は、坑内の大型タッチPCに表示させることとした。

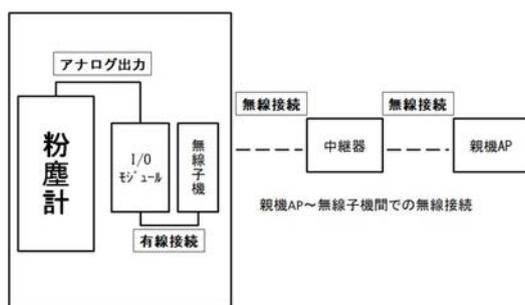


図-1 測定BOXと通信の基本構成

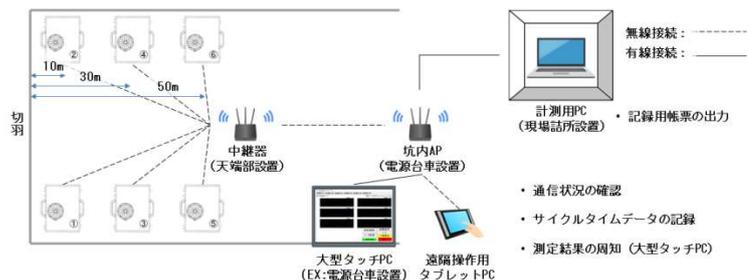


図-2 システム稼働イメージ

3. 実証実験の内容

実証実験は、貫通済みのトンネル坑内で実施し、新ガイドラインに準拠した測定機器配置で実施した。実証実験での確認項目は、無線中継器の有無による通信状況の確認と、坑内での視認性・操作性の確認、連続測定後のバッテリー残量の確認とした。実証実験時の坑内概略平面図を図-3に示す。

キーワード 粉じん測定, 坑内無線通信, 粉じん対策ガイドライン, ネットワーク

連絡先 〒272-0832 千葉県市川市曾谷 8-16-3 マック株式会社 TEL 047-371-3191

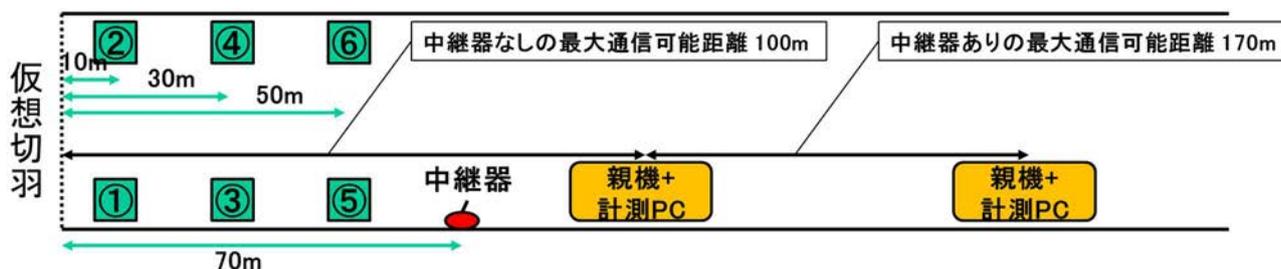


図-3 実証実験時の坑内平面図

3. 1 通信状況の確認

通信状況の確認方法は、2秒間隔でデータ送受信を行う設定下において中継器の有無による通信可能距離を確認することとし、リアルタイムデータの取得が可能な通信速度として、PING値（送受信の速度を示す数値）が100ms以下となることを条件とした。

実験の結果、PING値100ms以下となる通信可能距離は、中継器が無い場合は切羽から100m、中継器がある場合は170mであった。また、粉じん測定BOXと中継器、親機計測PCとの間に遮蔽物となる重機等がある場合はPING値が大きくなり、データ欠落が確認されたことから、測定条件に応じて中継器を高所に設置、複数台設置する等の配慮が必要となる。

3. 2 坑内での視認性・操作性の確認

測定中の粉じん測定BOXの視認性を高める目的として側部に大型LED（橙色）を取り付け、坑内の遠方からも十分に視認できることを確認した。また、粉じん測定BOXの設置方法は、高さGL+1.5mの側壁にカットアンカー、アイボルトを事前に取り付け、BOX背面の取付プレートとバインド線で簡易に設置できる仕様とした。6基の設置時間は5～10分程度で、切羽付近の作業が短時間になることを確認した。

3. 3 連続測定後のバッテリー残量確認

本実証実験では、合計4時間の連続測定を実施し、測定終了後のバッテリー残量は全容量の3/4程度であった。事前に実施した室内実験において10時間以上駆動することが確認できており、トンネル掘削の1サイクル（4～6時間）の測定に適したバッテリー容量で、測定データの欠落がないことを確認した。



写真-1 実証実験の全景



写真-2 粉じん測定BOXと中継器

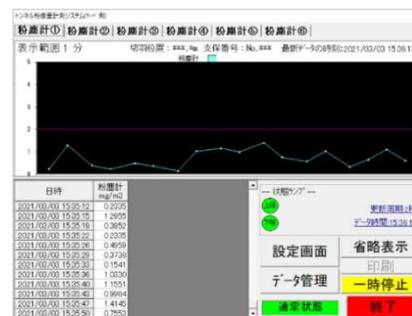


写真-3 計測用PC画面

4. まとめ

新ガイドラインに準拠した粉じん濃度測定に係る、測定結果の評価・周知の効率化を目的としたシステムの開発を行った。実証実験の結果、安定的にデータを取得するための機器、システムの仕様を確認した。本システムを導入することで、測定および結果の評価・周知の効率化、測定作業における安全性の向上が期待される。

今後は、既に開発済の技術である「山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止に係るガイドライン」に則した「切羽監視責任者支援システム」、「入坑管理システム」等のデータを統合し、坑内作業全般の安全管理を一元化したシステムへ発展させる予定である。

参考文献

- 1) 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，厚生労働省，令和2年7月20日