

散水自動制御システムの開発・粉じん飛散低減効果の検証

Development of Automatic Watering Control System and Verification of Dust Scattering Reduction Effect

小林 真人^{*1} 岩根 康之^{*1} 佐藤 考浩^{*1} 内田 季延^{*1}
Masahito Kobayashi Yasuyuki Iwane Takahiro Sato Hidenobu Uchida

兼松 亮^{*2} 金子 伸^{*2} 澤井 茂^{*2}
Kiyoshi Kanematsu Shin Kaneko Shigeru Sawai

【キーワード】 散水 自動制御 粉じん 抑制

1. はじめに

建設工事における施工ヤードなどへの散水は、粉じん低減、熱中症対策などに欠かせない。これまで、粉じん対策としての散水は、粉じん発生状況を職員が判断し手動で行うのが一般的であった。しかし、手動であるため夜間や休日の対応が難しく、粉じん低減効果や散水状況データの逐次記録に手間がかかり、作業環境を定量的に管理することが困難であった。そこで、粉じん発生量、風向風速、温湿度、気象予報などを自動で取得し、必要に応じた散水を行うとともに各種データをクラウドへ保存して、現場の作業環境実証データとして活用できる散水自動制御システムを開発した。

本報では、トンネル工事におけるコンクリート吹付作業時のセメント系粉じんを対象とした本システムの実施例と帯電ミストによる粉じん低減効果の実験例を示す。

2. 散水自動制御システムの概要

図-1に散水自動制御システム(以下、散水システム)のフローを示す。散水システムはスプリンクラーによる散水とミスト噴霧に対応している。スプリンクラーによる散水は粉じん発生の予防的な措置として、気象予報データを取得し数日先までの降水確率を判断して定期的な散水を行う(ミスト噴霧も可能)。ミスト噴霧は粉じん濃度のモニタリングデータが閾値を超えた場合に行われる。

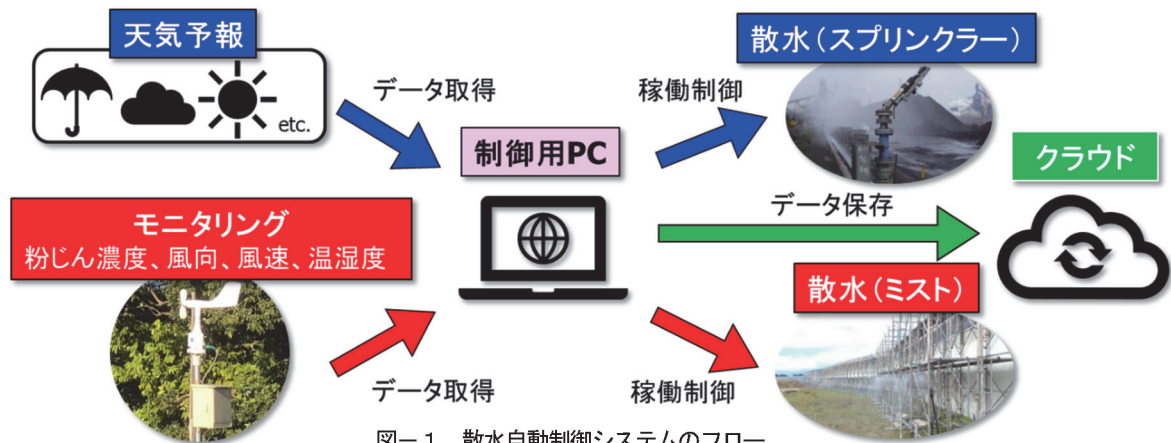
この際、風向風速、温湿度のデータも取得してより効率のよいミスト噴霧を行うことができる(スプリンクラー散水も可能)。

3. トンネル工事での実施例

3.1 実験概要

平成30年度赤嶺トンネル(北側)工事(以下、赤嶺トンネル北工事)は沖縄都市モノレール線および県道332号線に近接して道路トンネルを建設するものであり、特に坑口から漏出するコンクリート吹付作業時の粉じん低減が求められた。そこで、トンネル坑内へ電気集塵機を設置するまでの期間、散水システムを設置して坑口から漏出する粉じんを抑制した。前述のとおり散水システムは様々なデータをセンシングして散水を自動化できるが、トンネル坑内への適用であったため粉じん量のみをセンシングした。

図-2に実験システムの概要を示す。ここで、散水ON-OFFの閾値を坑内粉じんの管理値(厚生労働省、ずい道等建設工事における粉じん対策ガイドラインに示された $3\text{mg}/\text{m}^3$)の1/5にあたる $0.6\text{mg}/\text{m}^3$ に設定し、散水装置より切羽側へ13.5mに設置した粉じん計(坑内)の値が閾値を超えた場合にミストを噴霧させた。ミスト噴霧後の粉じん濃度は坑口から坑内へ1.5mに設置した粉じん計(坑口)で計測した。



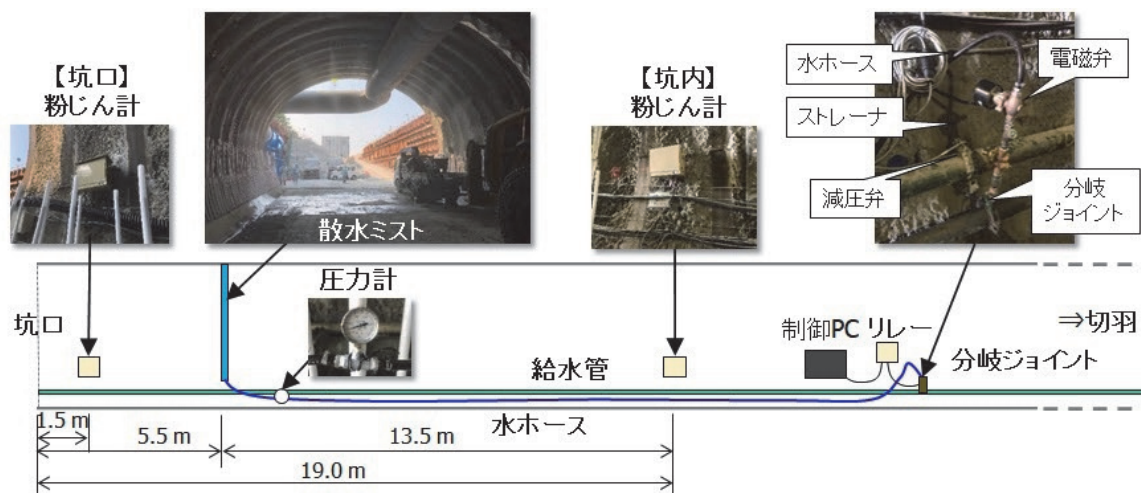


図-2 実験システムの概要

3.2 実験結果

図-3にコンクリート吹付作業開始後の坑内と坑口での粉じん濃度の経時変化を示す。吹付開始 300 秒ほどから急激に粉じん濃度が上昇し、坑内と坑口の粉じん濃度が最大で $2\text{mg}/\text{m}^3$ 程度になっている。図-4は坑内粉じん濃度が $0.6\text{mg}/\text{m}^3$ を超えた時点からミスト噴霧した結果である。ミスト噴霧開始から 600 秒ほどで坑口での粉じん濃度の低下が確認できる。その後、坑口の粉じん濃度が増減を繰り返す様子が確認できるが、坑外からの影響など、原因については明確になっておらず今後の検討課題である。しかしながらミスト噴霧時間に対する粉じん量積算値は坑内 $3,108\text{mg}$ 、坑口 $2,008\text{mg}$ であり、約 35%の低減効果が得られた。

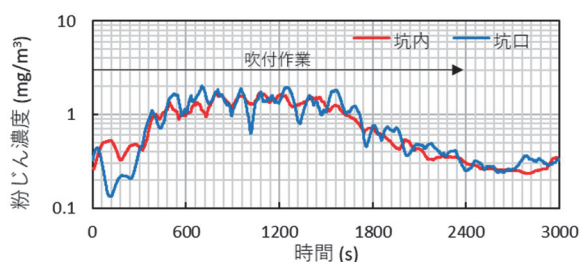


図-3 粉じん濃度の経時変化 (ミスト無し)

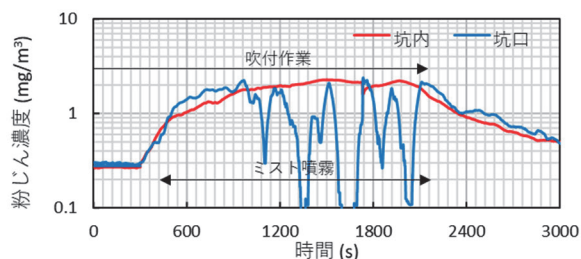


図-4 粉じん濃度の経時変化 (ミスト有り)

4. 帯電ミストによる粉じん抑制効果

赤嶺トンネル北工事での検証でセメント系粉じんの低減効果を確認できた。一方、粒子状物質を帯電させることで捕集効果が向上することは周知であり、電気集塵機等で応用されている。そこで、本研究ではミストを帯電させる効果を併せて検証した。実験は写真-1に示したハウスにセメント粒子を一定濃度充満させ、ミストなし、ミストあり（帯電有無）の条件で効果を確認した。

図-5に実験条件別の粉じん濃度の経時変化を示す。セメント粒子の粉塵濃度は、ミスト噴霧によりミストなしよりも早く減少し、特にミスト（帯電あり）はミスト（帯電なし）よりも濃度の低下速度が早くなることわかる。



写真-1 帯電ミストの効果検証実験の状況

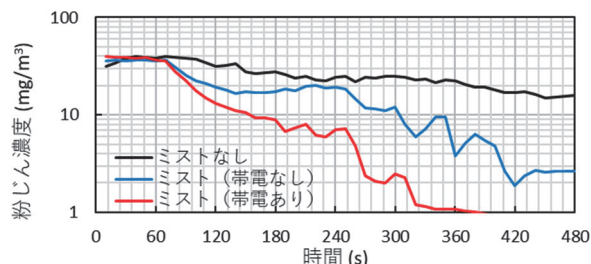


図-5 帯電ミストによる粉じん抑制効果

5. まとめ

本報ではセメント系粉じんを対象とした散水システムの実施例、帯電ミストによる粉じん低減効果の実験例を示した。研究成果は、粉じん対策が必要な社内案件へ展開する。