

トンネル坑内の作業環境を改善 —帯電ミストを用いた粉じん除去工法を開発—

戸田建設(株)(社長:今井 雅則)と有光工業(株)(社長:有光 幸紀)は、建設工事現場で発生する浮遊粉じんを効率的、効果的に除去する「帯電ミストを用いた粉じん除去工法」を開発しました。

本工法は、建設工事現場で発生する粉じんが、正(+)または負(-)に帯電している性質に着目し、粉じんとは逆の電荷を帯びたミストを噴霧するものです。粉じん粒子の捕集を促進し、空気中に漂う粉じんを速やかに落下させることで作業環境を改善します。



写真1 トンネル坑内の視界比較(左:帯電ミスト噴霧前 右:噴霧後)

1. 開発の背景

トンネル工事や解体工事等の建設工事現場では、施工中に大量の粉じんが発生します。このような粉じんから作業員の健康や安全を守るためには、空気中に漂う粉じんの濃度を速やかに低下させることが重要です。一般的な粉じん抑制対策としては、発生源近くに集じん装置を設置する方法がありますが、工事の進捗とともに粉じんの発生場所が移動するトンネル工事現場では、設置や盛り替えにかかる労力やコストの負担が大きく、より効率的、効果的な除去方法が求められていました。

2. 本工法の概要

(1) 粉じん除去効果

本工法では、粉じんの発生場所近傍に設置したノズルからミストを発生させ、同時に誘導帯電方式によりミストに電荷を与えることで帯電ミストを生成します。本工法の有効性を確認するため、帯電ミストと帯電させていないミスト(通常ミスト)を噴霧した場合、および、ミストを噴霧しない場合の粉じん残存率を室内試験にて比較しました。その結果、帯電ミストの噴霧は、ミストを噴霧しない場合と比較して約2.5倍、帯電させていない通常ミストと比較して約1.5倍の粉じん除去効果を有することを確認しました(写真2、図1参照)。



写真2 室内試験のミスト噴霧状況

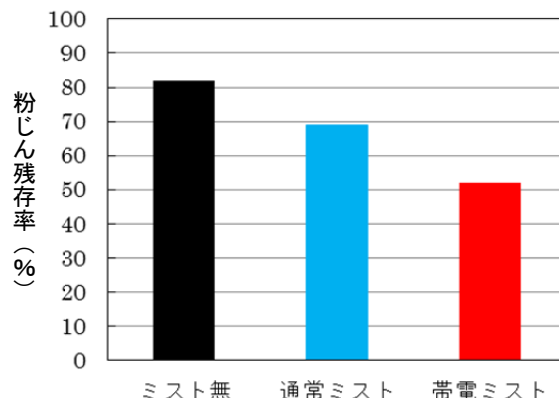


図1 粉じん除去効果の比較

(粉じん発生から180秒後の測定結果)

(2) 粉じん除去のメカニズム

- ①建設工事で発生する粉じんは、その化学成分や含有水分、粒度等の材料条件、粒子噴出圧力等の施工条件、環境条件等により正（+）または負（-）の電荷を帯びています。
- ②ここに、粉じんとは逆の電荷を帯電させた直径 50~100 μm のミストを噴霧すると、帯電ミストと粉じん間に静電気力が作用し、粉じんとミストが一体化します。
- ③粉じんの落下速度は、粒子直径の 2 乗に比例します。浮遊粉じんを静電気力により凝集させ粒子径を大きくさせることで、落下速度を速め、粉じん濃度を効率よく低下させることが出来ます。

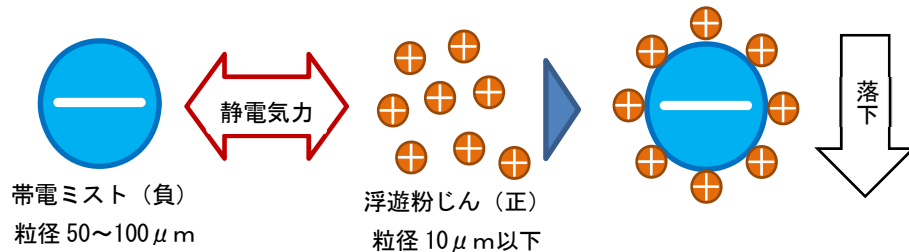


図2 粉じん除去のイメージ

3. トンネル工事現場への適用と利点

本工法を施工中のトンネル工事現場に適用し、その効果を検証しました。現場適用の際は、予め坑内作業で発生する粉じんの電荷を簡易電荷測定装置で測定したうえで、粉じんの電荷とは逆の電荷を与えた帯電ミストを噴霧しました。

発破直後から掘削土砂の運搬、コンクリート吹付作業に至る各作業において、坑内粉じん濃度を測定した結果、切羽から 50m の位置での平均粉じん濃度が厚生労働省の定める目標値※（3.0 mg/m³ 以下）を満足することを確認しました。

電気集じん機を使用した場合にも上述の目標値を満足することができますが、装置の盛り替えが容易な本工法は、工事の進捗とともに変化する粉じんの発生場所に柔軟に対応することが可能であり、電気集じん機と比較して設置にかかる労力やコストを削減できます。

※厚生労働省「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」における粉じん濃度の目標値

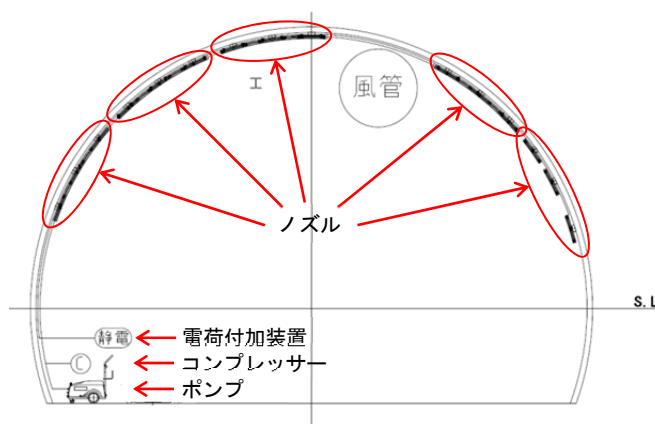


図3 トンネル内のミスト噴霧イメージ



写真3 トンネル内のミスト噴霧状況

4. 今後の展開

当社は建設工事現場で生じる大量の粉じんから作業員の健康や安全を守るため、本工法をトンネル工事だけでなく建築や土木の解体工事に対しても積極的に展開していく予定です。