

自動粉じん低減システムの開発

東亜建設工業(株)	正会員	○田中 ゆう子
東亜建設工業(株)	正会員	五十嵐 学
(株) テクノコア		替場 信一
(株) テクノコア		石川 和夫

1. 開発の背景および目的

建設工事に伴い発生する粉じんが、工事区域外へ飛散して周辺環境へ悪影響を及ぼさないよう、さまざまな粉じん対策がなされている。粉じん対策技術としてこれまでに、さまざまな散水装置が開発されているが、工事現場の風向が急変して粉じんの拡散方向が変わった場合にも、粉じん低減効果を維持でき、また、少ない水で効率よく粉じんを低減させる節水型が求められている。

そこで本開発では、1基あたりの散水範囲を広くすることで、多様な方向へ変化する粉じんの拡散に対応し、また、あらかじめ現場の粉じん特性を基に、散水を開始させる風向・風速および粉じん濃度の条件を設定することで、散水が必要なタイミングを自動的に選定する節水型の「自動粉じん低減システム」の開発を目指した。

2. 自動粉じん低減システムの概要

自動粉じん低減システムの構成を図-1に示す。本システムは、現地の粉じん拡散状況を風向風速計、粉じん計により常に監視し、設定した風向・風速や粉じん濃度（管理基準値）に応じて自動的に散水するものである。散水が必要な状況になると自動制御boxから分流バルブboxに指示が流れ、予め水タンクから供給される水が、分流バルブからフレームまで固定されたチューブ内を流れ、ノズルから散布される。ノズルを写真-1に、ノズルからの散水状況を写真-2、ノズル付きフレームを写真-3にそれぞれ示す。ノズルはシリコン製で、大きさは90mm程度である。ノズルの上部の細い部分が高速で左右に繰り返し振動し、面状に水滴のカーテンを形成してその面を透過する粉じんを低減する。ノズルから散水される水量は、最大0.5ℓ/minで、水滴はφ約1～2mmである。

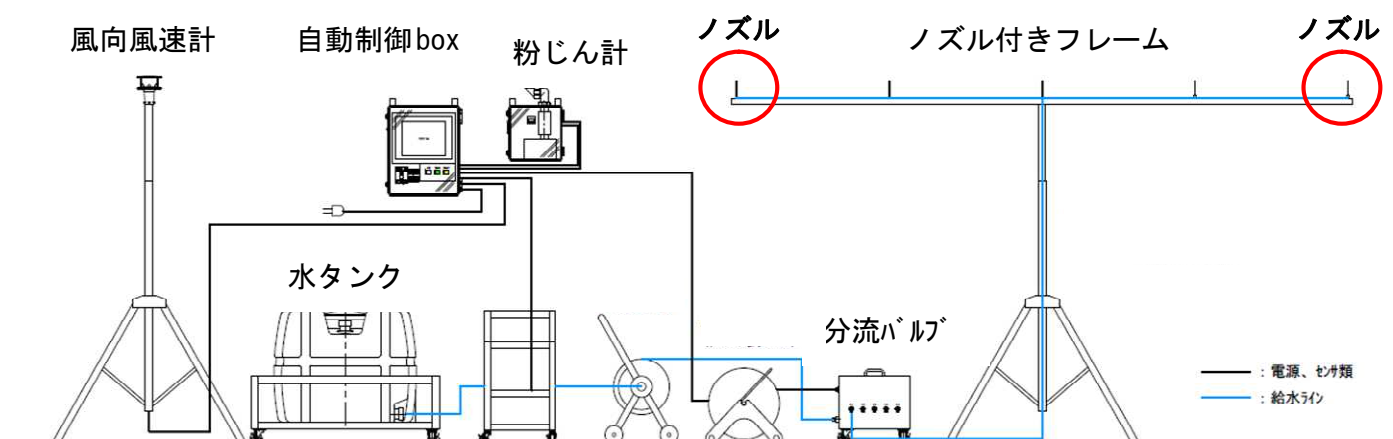


図-1 自動粉じん低減システムの構成

キーワード：粉じん，散水，建設工事，人工降雨システム，周辺環境配慮

連絡先 〒245-0053 横浜市鶴見区安善町 1-3 東亜建設工業（株）技術研究開発センター TEL 045-503-3741



写真-1 ノズル



写真-2 ノズルからの散水状況



写真-3 ノズル付きフレーム

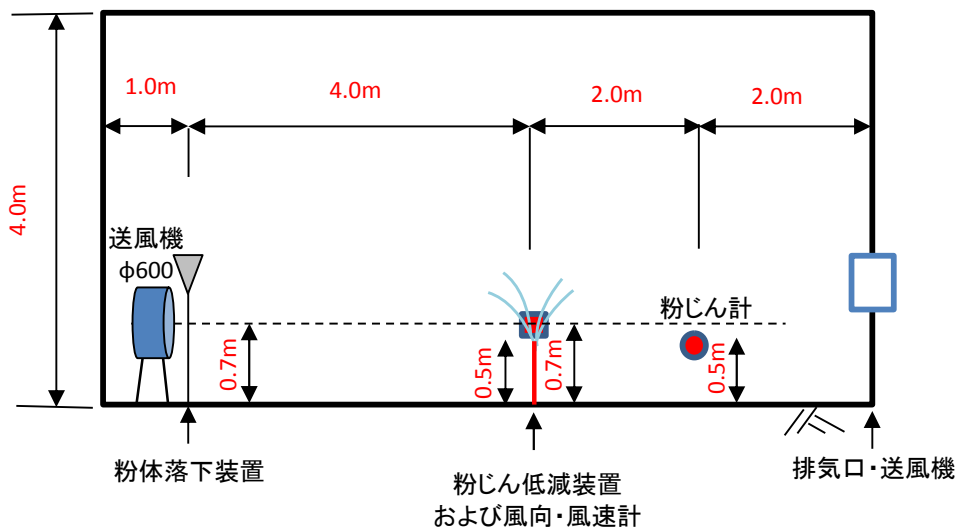


図-2 実験装置の配置断面図

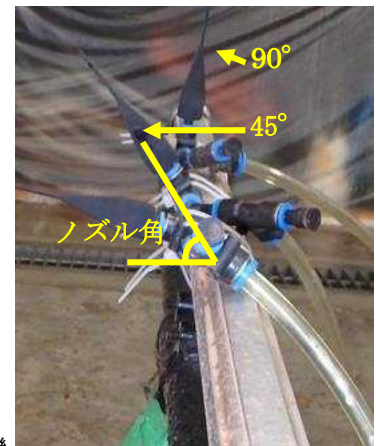


写真-4 ノズル設置状況

3. 室内実験によるシステムの最適化

本システムにより最も効率よく粉じんを低減させるノズルの設置条件を確立するため、室内実験を行った。室内実験の装置配置を図-2に示す。図-2の送風機の前面に試験粉体として、関東ローム7種を定量落下させ、風速5m/sおよび7m/sの風を当てて粉じんを発生させた。中央の粉じん低減システムにおいて写真-4のように、ここでは水平方向に対してノズルを傾ける角度をノズル角と定義する。ノズル角45°および90°に固定した場合のそれぞれの散水による粉じん低減率を比較した(表-1)。本システムよりも風下に粉じん計(柴田科学製LD-3K2)を設置し、粉じん濃度を計測した。図-3に粉じん濃度の時系列変化(風速5m/s)を示す。

表-1 室内実験の条件

試験粉体	風速	ノズル角
関東ローム	①5m/s	①45°
	②7m/s	②90°

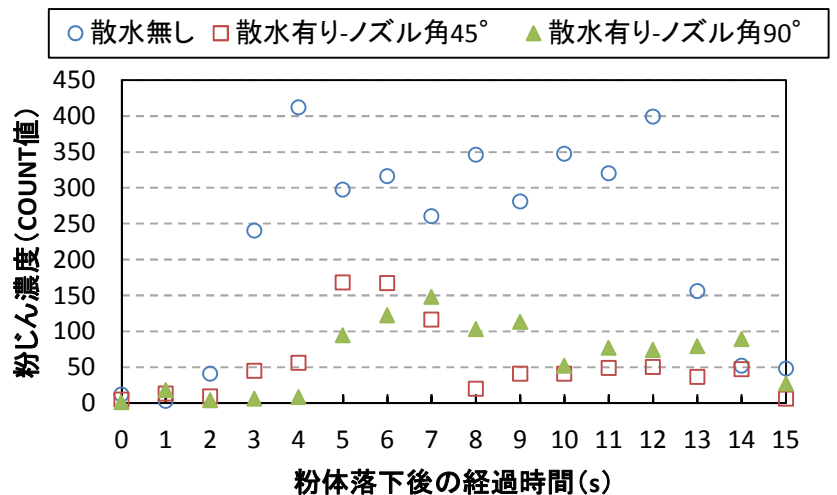


図-3 ノズル角別粉じん濃度の時系列変化

実験結果から、散水有りの場合は、散水無しの場合と比べて、明らかな粉じん濃度の低下が確認された。風速別に比較をすると、粉じん低減率は風速 5m/s で 70.4～76.6%、風速 7m/s で 61.0～62.6%となった。また、ノズルの角度別に比較をすると、粉じん低減率がノズル角 45°で 62.6～76.6%、ノズル角 90°で 61.0～70.4%となった。さらに、ノズル角 45°はノズル角 90°に比べて散水高さはやや低下するものの、水滴のカーテンが風上側へ形成され、ノズル角 90°に比べより風上側で粉じんと接する様子が確認された。以上から風速が大きいほど粉じん低減率が低下するものの、いずれの風速においても 60%以上の低減効果があることが捉えられた。また、ノズル角 45°ケースの方がノズル角 90°のケースよりも若干ではあるが、粉じん低減率が大きくなる傾向がみられたのは、ノズル角 45°ではノズル角 90°に比べて水滴のカーテンがより風上側に形成されることから、相対的に粉じんが拡散する早い段階で粉じん低減効果が発揮されたことが要因の 1 つと考えられる。

4. 現地実験

続いて現地実験により、ノズル 1 基あたりの散水範囲とその効果を確認した。図-4 に現地実験の平面図を示す。土砂仮置き場から発生する粉じんを発生源として、その風下に本システムを設置し、発生源側の風向風速計および粉じん濃度の値に反応して自動的に散水を行い、本システムの風下に位置する粉じん計の値により粉じん低減効果を評価した。とくに、散水フレームのノズル相互の距離を①6m、②7m、③8m にした場合で、散水の範囲と低減効果を比較した。なお、ノズル角は室内実験の結果を受けて、いずれのケースも 45°に設定した。

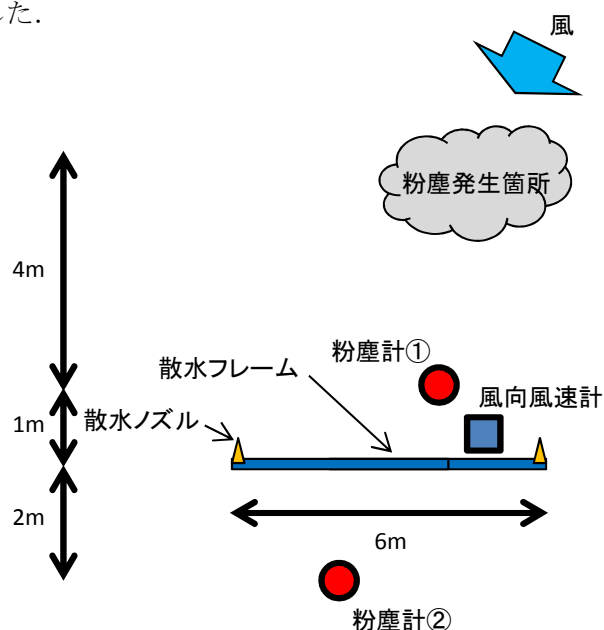


図-4 現地実験平面図

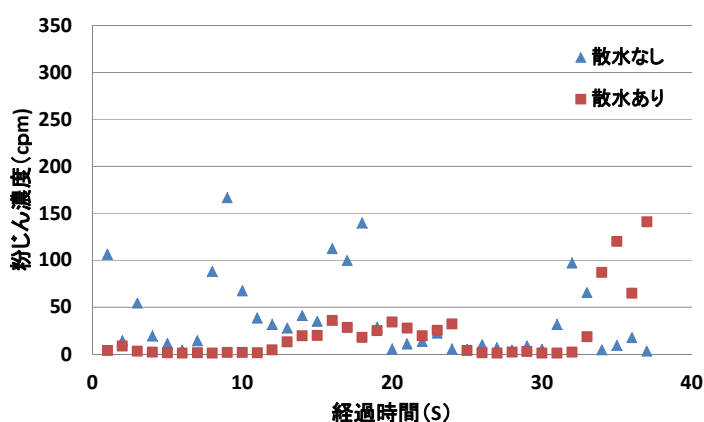


図-5 ノズル間隔 6m の粉じん濃度の変化

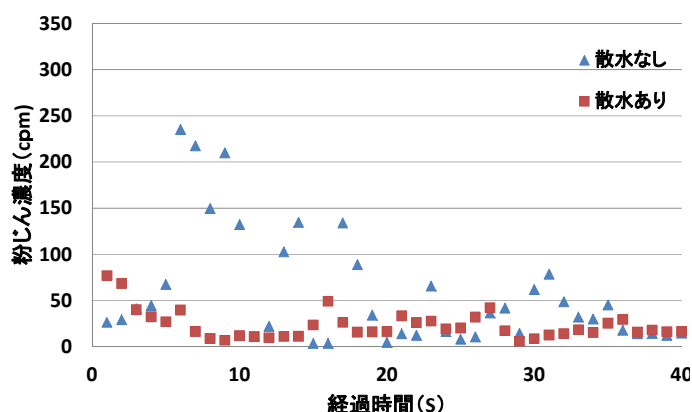


図-6 ノズル間隔 7m の粉じん濃度の変化

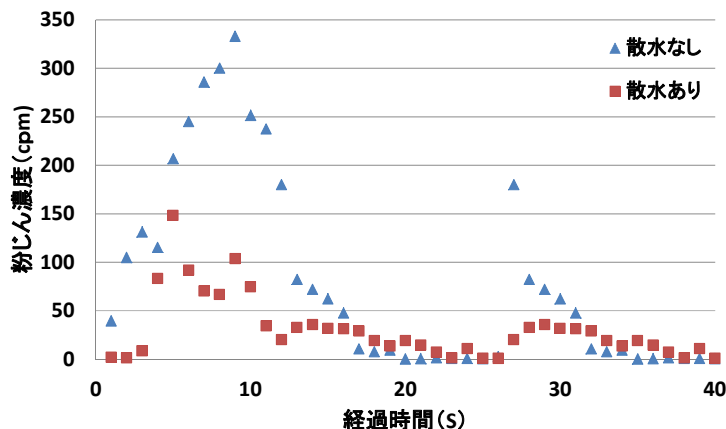


図-7 ノズル間隔 8m の粉じん濃度の変化

ノズル間隔を①6m、②7m、③8m に設定した場合の実験結果を図-5～図-7 に示す。平均粉じん低減率は、ノズル間隔 6m で約 45%、7m で約 84%、8m で約 65%という結果となった。現地の風速が 1～2m/s と比較的小さかったが、ノズルを中心として水平方向に約 8m の幅で低減効果が及ぶと推察される。

次に車両走行に伴う粉じんを発生源として本システムの粉じん低減効果を計測した。図-8 に現地実験の平面図を示す。図-8 に示すように車両走行路の風下に本システムを設置し、発生源側の風向風速計および粉じん濃度の値に反応して自動的に散水を行い、本システムの風下に位置する粉じん計の値により粉じん低減効果を評価した。その結果の 1 例を図-9 に示す。計測の結果、37～56%の粉じん低減率が得られ、平均約 50%の粉じん低減が確認された。なお、現地の風速は 5～7m/s、ノズル間隔は 6m に固定して計測を行った。

5. まとめ

現地の粉じん拡散状況を風向風速計、粉じん計により連続で監視し、設定した風向・風速や粉じん濃度（管理基準値）に応じて自動的に散水する自動粉じん低減システムを開発した。散水は必要な状況にのみ自動的に行われるため、節水型であり、現場の負担は軽減されと考えられる。

室内実験の結果を踏まえてノズル角などを工夫した結果、現地実験で風速 5～7m/s の下、本システムにより約 50%の粉じん低減効果が得られた。また、風速 1～2m/s の下ではノズルを中心に水平方向に幅約 8m にわたる散水が可能であり、広い散水範囲を確保できることが分かった。なお、使用に当たっては、現地の風況や発生源の粉体の質などの影響に十分配慮する必要がある。

さらに、本システムは図-1 のようなスタンドタイプ（写真-3）の散水方法の他、写真-5 のように万能堀に固定することもできるため、たとえばノズル付きフレームの位置を高さ 3m 付近に設置した場合、水がノズルから 1m 以上高い位置に放出されたのち落下するため、高さ 4m 付近から水滴のカーテンが形成され、ノズルの位置よりも高い位置の粉じんの抑制にも対応できる。このため、防塵ネットなどを高く設置できない現場でも、本システムであれば視界を遮ることなく、粉じんの抑制が可能である。

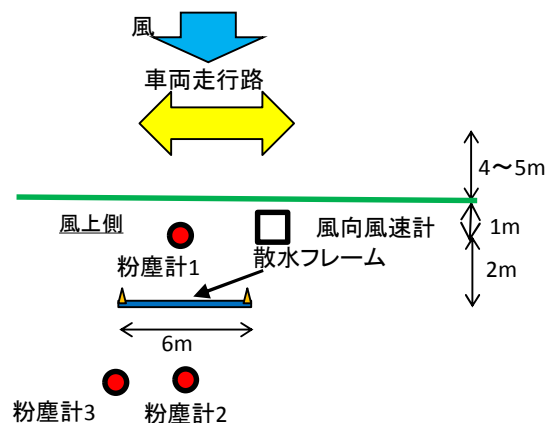


図-8 車両走行に伴う現地実験平面図

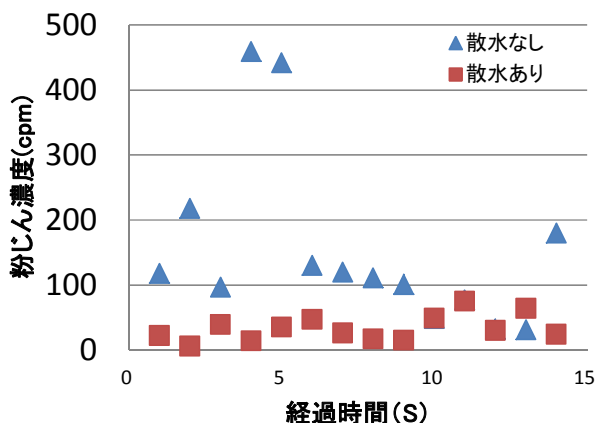


図-9 車両走行に対する粉じん濃度の比較

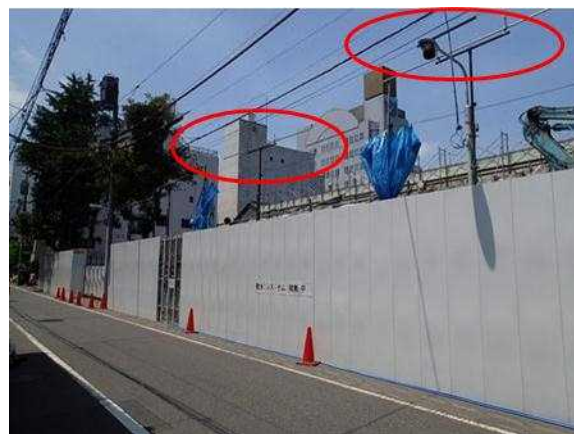


写真-5 万能堀に固定した本システム

参考文献

- 1) 池上布美子：人工降雨システム「レインカーテン」による自然雨の再現とその活用，日本冷凍空調学会「冷凍」，2012年10月号。