

技術紹介

ミストによる冷却効果

～セミドライフォグの噴霧による冷却効果の確認～

Cooling Effect of Spraying Mist

石下 誠治^{*1}
Seiji ISHIOROSHI

佐藤 義則^{*2}
Yoshinori SATO

越後 滋^{*3}
Shigeru ECHIGO

はじめに

都市部のヒートアイランド現象や気温上昇に関する話題の多い中、2010年の夏には猛暑日の日数が過去最多を記録しました。環境意識の高まりと相まって市街地やイベント会場などでは、ミストによる冷却装置を目にする機会が多くなりました。ミストとは微細な霧を散布し、空气中で蒸発する際の気化熱を利用して外気冷却を行う装置であり、ここではセミドライフォグと呼ぶこととします。セミドライフォグはほとんどが屋外冷却に利用されており、3～3.5mの高さに設置したノズルから噴霧して周囲の気温を引き下げ、真夏の日中の暑さを緩和します。

工場等の大空間建築物では、生産活動による発熱や換気による空調負荷が大きく、コストが増大することから空調しないか、もしくは局所空調で対処することが一般的となっており、熱中症対策をも視野に入れた有効な作業環境の改善方法が求められています。

このようなことから今回、工場や倉庫といった大空間での冷房設備あるいは熱暑対策として、粒子径20～30ミクロンのセミドライフォグが適用できるか検討するため、噴霧試験による冷却効果の確認を行いましたので結果を報告します。

1. 実験概要

噴霧試験は、川田工業技術研究所内にある間口15m×桁行16.6m×高さ8mの作業用ヤードにて行いました。セミドライフォグは加圧した水道水を、専用ノズル（いけうち社製）から噴霧することで発生させますので、室外機などの冷却装置は一切使用しません。図1に示すように、3.8mの高さからセミドライフォグを噴霧し、作業環境の変化を評価するため、A～Gの位置に7個の測点を配置して、温度と湿度の測定を行いました。測点BおよびD～Fは、作業する人の高さを考慮し、床から1.5mの高さに設置してあります。また測点Gは外気の温湿度を測定するために、戸外の日影に設置しました。

試験は2010年7月下旬～8月末までの比較的気温の高い日を選んで17日間実施し、通常業務の時間帯である午前9時から午後6時までを対象として測定しました。噴霧ノズルの個数や噴霧時間の間隔などを変化させ、表1に示すパラメータの組み合わせにより試験を行いました。写真1に試験ヤードでの噴霧試験の状況を示します。以下では、複数に渡るパラメータの組み合わせで実験した中から、表1で下線を施した試験データについて整理し、結果を紹介します。

2. 結果

図2は60分間隔で噴霧と間欠を繰り返した試験での、測点BDF及びGの温度変化を示したものです。10時、12時、14時の噴霧開始直後から急速に温度が降下し、噴霧開始から30分程度で低下温度はほぼピークとなり

表1 セミドライフォグ噴霧条件

ノズル個数(間隔)	8個(1m)
	<u>16個(0.5m)</u>
噴霧-間欠時間	30min-30min
	<u>60min-60min</u>
	連続
噴霧圧力(MPa)	3.0, 4.0
	<u>5.8, 6.0</u>
シャッター開閉	開, 閉

※本文では____(下線)の条件について結果を整理している。

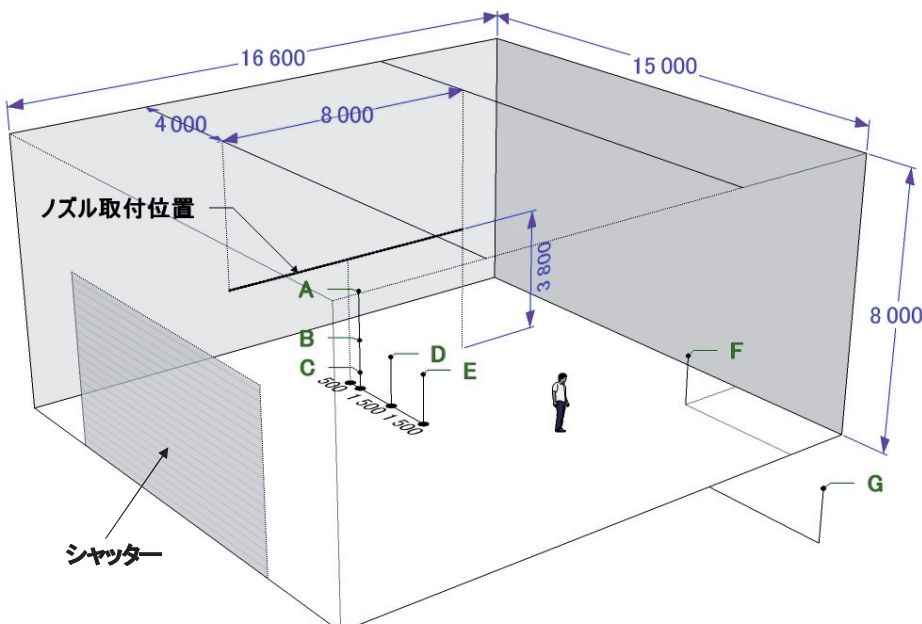


図1 配置図

*1 川田工業株式会社 主幹
*2 川田工業株式会社 主幹
*3 川田工業株式会社 所長

ます。図2において、14～15時には、1時間に渡って温度低下が継続していますが、これは外気温の低下に伴った変化だと判断されます。ここで興味深いのは、測点Fの温度挙動です。図1に示したように、測点Fは噴霧ノズルから比較的離れた位置(約7m)にあり、セミドライフォグの水滴は完全に気化しているにも関わらず、ノズル直近の測点Dより著しい温度低下が見られる点です。このように、室内に適切な気流循環が伴うことにより、噴霧位置から離れた場所でも高い冷房効果が得られる場合があることが判ります。

図3は、60分間隔で噴霧と間欠を繰り返した全ケースの測点Bの測定結果を、噴霧開始から停止後60分経過するまでの温度変化として整理したものです。測定毎に低下する最大温度には1.4～4.5℃の範囲でばらつきが見られるものの、平均で3℃程度の温度低下が期待できると言えます。

また、この図からも噴霧開始から30分程で温度低下はピークに達し、噴霧を止めた後は30分程で元の温度に回復することが確認できます。このような温度変化の特性を把握することによって、連続噴霧より経済的な運転パターンの提案として、例えば最初に30分噴霧して温度を下げた後は10分程度の間隔で間欠噴霧を行うことで、温度が低下した状態を維持すると言った運転が可能となります。

図4は、測点Bでの温度と湿度の変化を示したものです。湿度変化の挙動は、温度の昇降とは全く逆の変動を示していますが、これには2つの要因が重なっています。1つはセミドライフォグの噴霧による水蒸気量の増加によるもので、もう1つは、温度の低下に伴う相対湿度の増加によるものです。図4に示す通り、噴霧中は相対湿度を上昇させますが、同時に起こる温度低下の効果によりセミドライフォグは不快指数を押し上げる要因にはなっていない事を別途計算により確認しました。

おわりに

セミドライフォグを噴霧することにより、室内でも3℃程度の冷房効果が得られることを確認しました。また、室内の気流の条件を整えることで、広い範囲で冷房効果を得られることが示唆されました。

大空間とはいえ野外での噴霧と異なり、換気しないケースでは霧が気化しきれずに床に結露した例も見られたことから、用途によっては換気や室内の空気循環を適切にコントロールする必要がありますが、粉塵防止が求められる木材加工工場のおが屑対策や、加湿効果の求められる農産物ハウスや畜舎・鶏舎等での用途には比較的簡単に導入できると考えられます。



写真1 噴霧状況

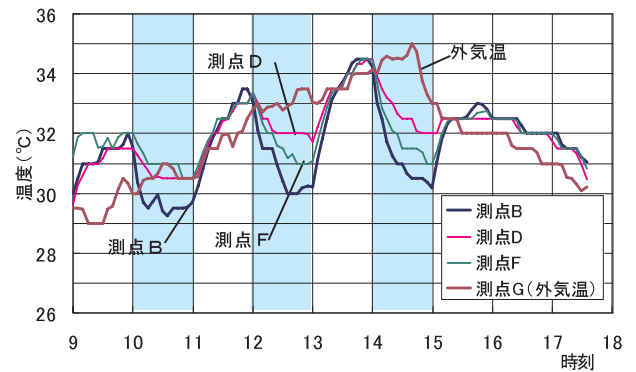


図2 温度変化 (□: 噴霧中を示す)

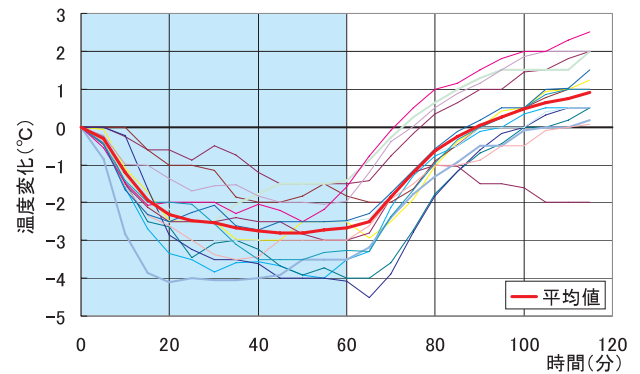


図3 測点Bでの温度変化 (□: 噴霧中を示す)

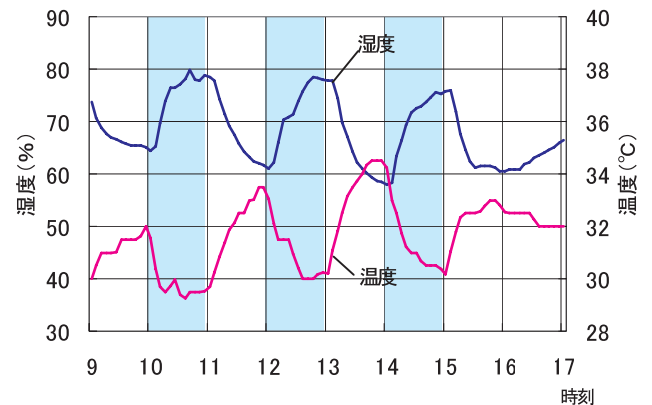


図4 温度と湿度の変化 (□: 噴霧中を示す)