

微細水ミスト噴霧による気温低下領域の実測
超音波風速温度計の多点計測による検討

正会員 ○成田健一*1 正会員 三坂育正 *2
正会員 河野俊樹*3

音仮温度 蒸発冷却 ヒートアイランド
ミスト 暑熱緩和 体感温度

はじめに

微細水ミストとは、微粒化された水を霧状にして噴射し、蒸発する際の気化熱の吸収を利用して周囲の気温を低下させる気化冷却装置である。これまでの熱電対等を使用した検討では、湿球温度を測定している可能性があり、冷却効果の大きさや広がりには明らかになっていないと、言い難い。そこで、本研究では音速の気温依存性を利用している超音波風速温度計を利用し、水滴の影響を受けずに乾球温度を測定することで、微細水ミストによる気温低下領域を実測する。ミスト噴霧による暑熱緩和効果は、実際の気温低下と皮膚が濡れる効果が複合していると思われ、その詳細はまだ不明である。効果的なノズル配置等の設計手法を確立するためには、体感される涼しさのメカニズムを明らかにすること、とりわけ瞬時的な気温変動を計測することが不可欠であると思われる。

実験方法

今回は、超音波風速温度計を9台用いて、微細水ミスト噴霧による気温低下領域と気温変動(1秒毎)を測定した。まず、本学建築棟南側に実験サイトを作成した(図1)。実験サイトは幹線道路の歩道空間に見立て、単管を用いて幅3.6m、長さ方向14.0m、高さ2.5mとした。風の影響を考慮するために、建築棟側にプラスチック製の

透明な波板を組み合わせて取り付け、屋根面には、布製の遮蔽材を取り付けた。ミストノズルは2.5m高さに1.8m間隔で2列、計16個取り付け。今回の噴霧量はノズル1個当たり約45g/minである。ノズルにビニールチューブをかぶせることで、圧力と噴霧量を変えずに、ノズルの数を変化させながら実験を行った。ノズル数はfullの16個、半分の8個、以上は面的に噴霧した状態で主に高さ別の影響範囲を検討(図1上段のセンサ配置)。それに加え、風による気温低下領域の広がりを把握する目的で、東端のノズル2個あるいは4個のみとした検討(図1下段のセンサ配置)も行った。

結果と考察

図2は4つのケースで取得されたデータを風速と湿度条件でプロットしたものである(10分平均値)。ノズル2個と4個については東風のみが有効となるため風向分けして表示したが、いずれの配置でも幅広い条件でデータが取得できたことが確認できる。

図3は中央付近の3高度における気温低下量(バックグラウンド気温との温度差)を3次元合成風速に対してプロットした結果の一例である。バックグラウンドの湿度条件は約50%である。1秒毎のデータでは、弱風時に最大5℃程度の気温低下が起こっている。しかしながら

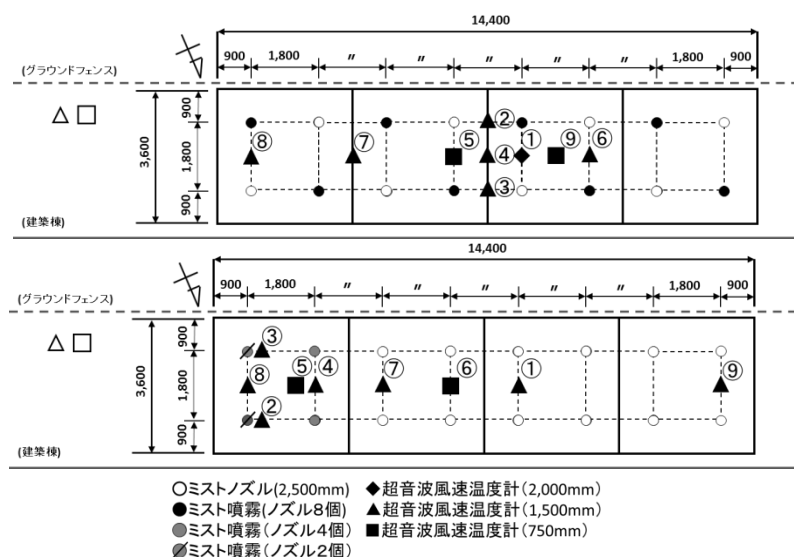


図1. ミストノズルとセンサの配置状況

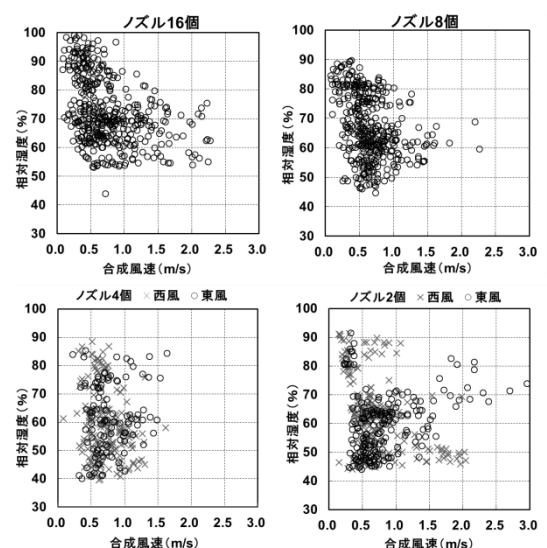


図2. 取得データの相対湿度と風速条件

10 秒平均では最大低下量は 3℃、1 分平均では 2℃となっており、気温低下が非常に瞬時的な現象であることがわかる。経時変化を詳細に検討すると、3℃を超える気温低下は大半が数秒の持続時間となっている。ただし、一時的に静穏となった条件では、高さ 0.75m で数分間 3℃を超える気温低下が持続する現象も見られた。

このような瞬時的な気温低下の大小は、気温変動の大きさとしてとらえられるため、10 分間の気温変動の標準偏差の大きさを湿度条件に対してプロットした(図4)。何れの高さでも、相対湿度が高くなるにつれ気温変動が明確に小さくなっていることがわかる。

図5は、ノズル数4個の条件で水平風速による風下方向への気温低下領域の広がりを検討した結果の一例である。横軸はセンサ配置方向の成分風速(V成分)の値である。ミストを噴霧しているノズルの直下付近では、風速が±0m/s 付近で気温低下量が大きくなるが、風速が大きくなると気温低下はほとんど見られなくなる。一方、風下側の各センサでは、無風時には気温低下が見られないのに対し、V成分風速が大きくなるにしたがって気温低下が現れている。なお、気温低下量の大きさはノズルからの距離とともに小さくなっていることがわかる。

まとめ

音仮温度を用いた気温計測により、微細水ミスト噴霧による気温低下の瞬時変動と、その空間的な広がりを把握した。今後はこのような瞬時的な気温変動と体感される涼しさとの関係を検討していく予定である。

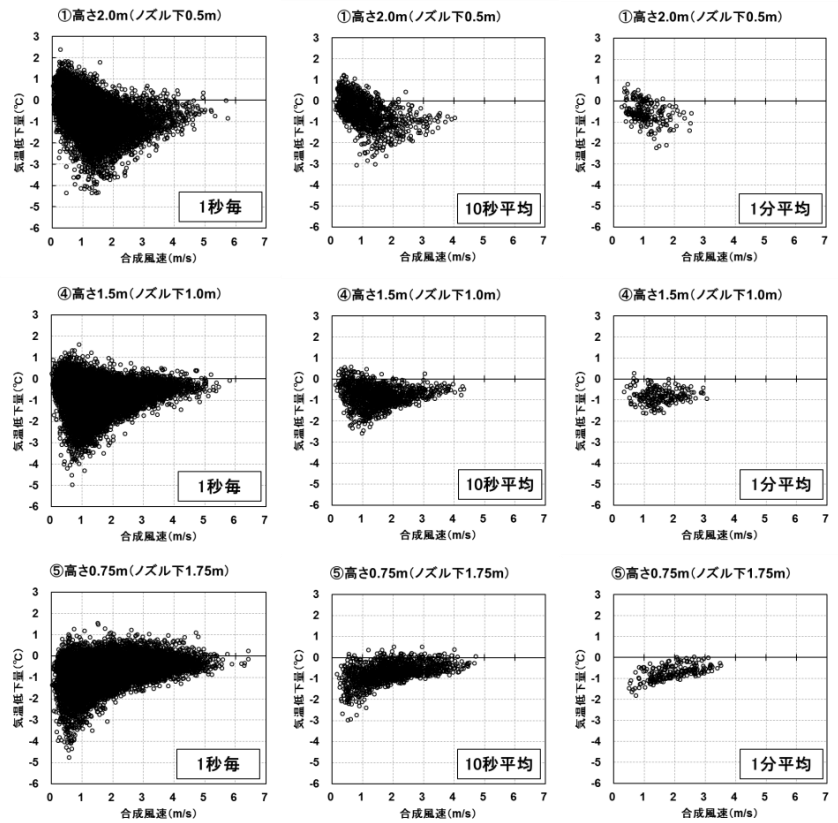


図3. 高度別の気温低下量と風速の関係

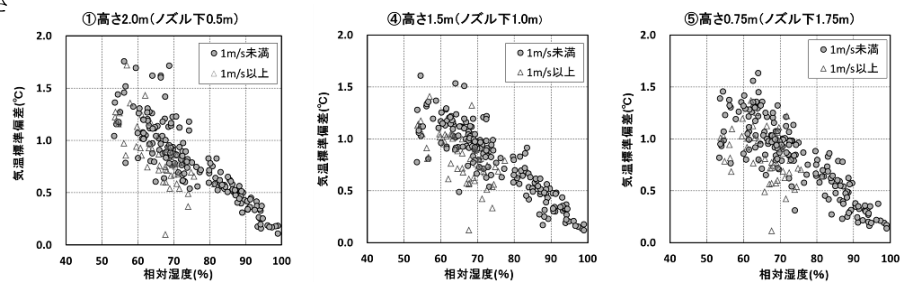


図4. 相対湿度による気温変動の大きさの変化

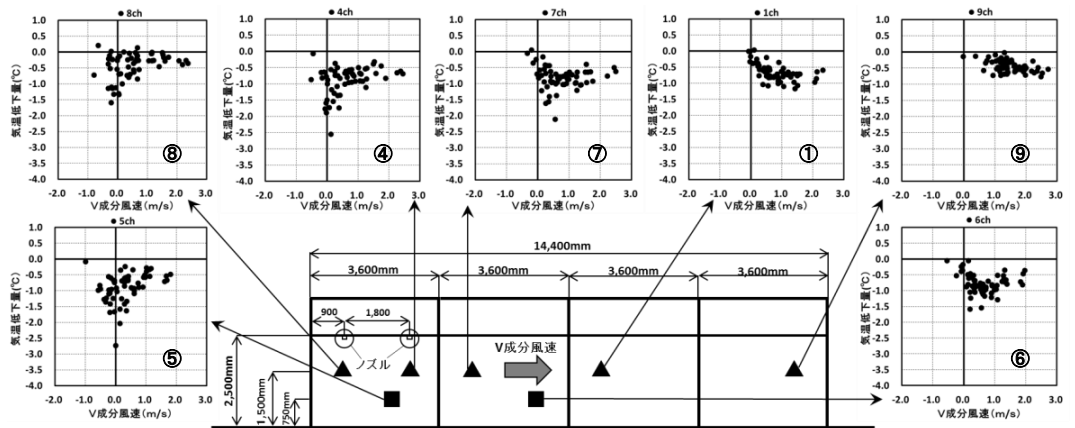


図5. 水平風速による風下方向への気温低下領域の広がり状況

文献：河野俊樹・成田健一：微細水ミスト噴霧時における乾球温度変化量の測定法に関する実験的検証，日本建築学会技術報告集，第40号(2012), pp.973-976.

謝辞：本研究は、科学研究費・基盤研究(C)「水ミスト噴霧による快適空間の創出のための設計手法の構築」(代表・成田健一)によっている。ここに記して感謝の意を表します。

*1*2 日本工業大学工学部建築学科 教授・工博
*3 (株) イマギイレ

*1*2 Professor, Nippon Institute of Technology, Dr. Eng.
*3 Imagiire Corp.