

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

1113102 青山 憧香 1113353 林 このみ
指導教員 成田 健一

1. 研究目的 微細水ミストとは、微粒子化し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。これまでの研究では、冷却効果の大きさや広がりが見事に明らかになっていない。それらを明らかにするために気温低下領域を実測し、実用時に微細水ミスト噴霧による気温低下効果を得るための条件を検討する。従来の測定方法では、温度計による乾球温度の測定が主流であった。しかし、微細水ミスト噴霧時、水滴が温度計に付着することが予想される。このことにより、本来、乾球温度の測定を行うはずが、湿球温度の測定を行っているおそれがあるため、データとしての信頼性に欠ける。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、微細水ミストの気温低下領域を実測する。ミストによる気温低下効果は、気流性状に強く影響される。微細なミストは微風でも容易に流されるため、ノズル周辺の気流性状で気化冷却が起こる領域が変化する。このことが、瞬時的な気温変動と気流性状を同時に測定できる超音波風速温度計を用いる理由である。

2. 実験概要 本研究では、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を測定する。まず、本学建築棟南側に実験サイトを作成した。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、直射日射の影響を考慮するために、白地に薄い模様の入った布製の遮蔽材を取り付けた。実験サイトの東側に乾・湿球温度、湿度、を測定するために、アスマン式通風乾湿計と温度データロガー（おんどとり Jr）を設置した。超音波風速温度計とアスマン式通風乾湿計の乾湿球感温部に熱電対を貼り付け、データロガーに温度、3成分風速の変化を0.5秒毎に自動記録した。超音波風速温度計の高さは3つにわけた。配置は、ミスト噴霧による気温変動を把握するための中心配置と、気温低下領域を検討するための広域配置にした。ミストノズルは16個取り付け、また、実験中にミスト数は、4度変更した。ノズル数16個では、各ノズル2回、噴霧量を測定し噴霧量に差がないか確認した。噴霧量は、ノズルに乾燥させた500ml ペットボトルを被せた状態で噴霧し、電子天秤にて測定した。今回の噴霧量は噴霧時間3分で、平均134gであった。8個では、16個と比較し、ノズルの数は気温低下量に影響するかを検証した。2個、4個では、風によるミストの到達領域の変化を検証した。測定条件は、雨天中止、気温25℃以上とした。実験の流れは、記録を開始し、30分後にミストを噴霧、2時間のミスト噴霧30分間のミスト停止を夕方まで繰り返し、ミスト停止から30分後に記録を終了する。

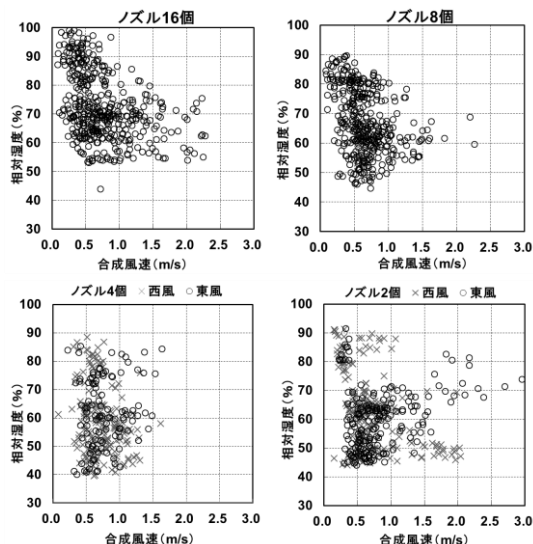
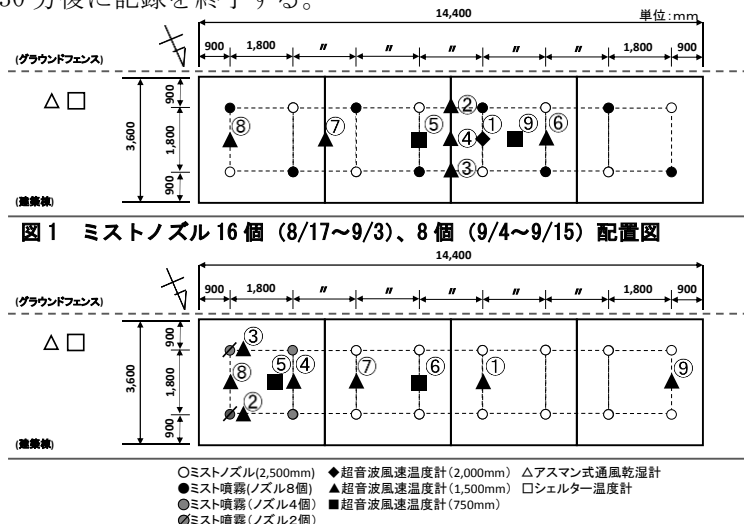


図2 ミストノズル2個(9/16~9/23)、4個(9/26~10/3)配置図

図3 取得したデータの10分平均の風速と相対湿度の散布図

1113353 林 このみ 1113102 青山 憧香

3. 測定結果・考察 10分間での気温標準偏差と相対湿度及び風速との関係を図4に示す。湿度70%以上のとき気温標準偏差は小さくなる。これは湿度が高いと噴霧されたミストが蒸発せずに、気化熱が周囲の熱を吸収できないためである。また、①、④、⑤の湿度70%未満で風速が1m/s以下の環境では、気温標準偏差が1℃以上に集中した。これはどの高さでもミストがその場に停滞することで、気温低下が起こると考えられる。

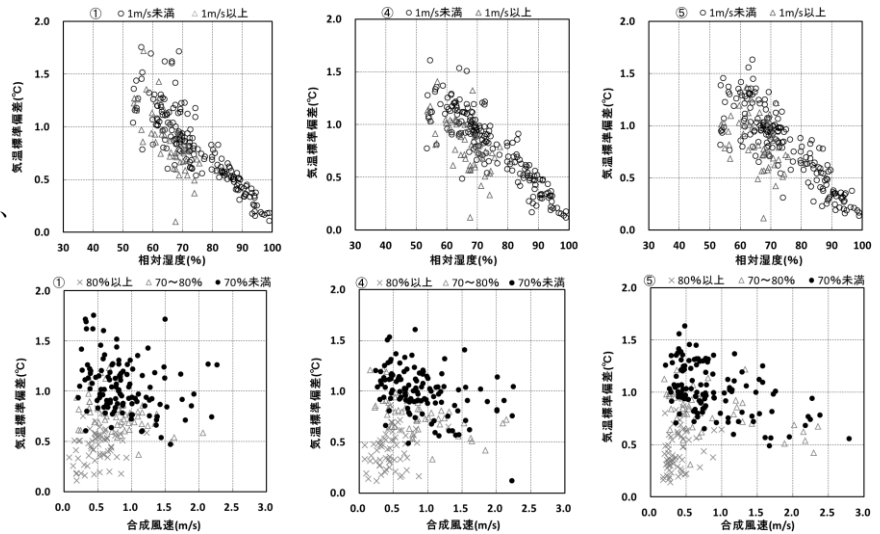


図4 10分平均での気温標準偏差と相対湿度及び風速との関係

(左:高さ2m、中:高さ1.5m、右:0.75m)

ミスト噴霧による気温低下を図5に示す。気温低下量、気温低下持続時間とも一番大きかった場所は⑥であり、約3℃の気温低下が生じた。低い位置は冷気がたまりやすく、逃げにくいからだと考えられる。気温低下量と気温標準偏差の関係と典型事例を図6に示す。左2つの点は気温低下量が大きい、左上の点では持続時間が短く瞬時的な気温低下だといえる。右上の点を左上の点と比較するとさらに持続時間が短く、気温低下量が小さくなる。右下の点では低下量が小さくミストの影響をあまり受けていないと考えられる。

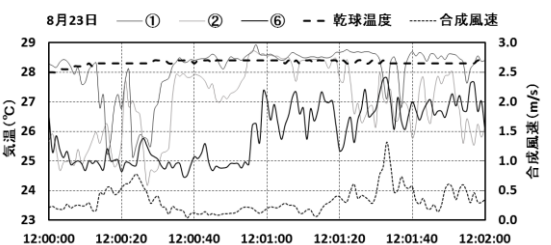


図5 代表的地点の気温の経時変化と風速の関係の一例

各地点の気温低下量と風速の関係を図7に示す。ミストノズルの直下では風速が0m/sに近くなるほど気温低下量が大きくなる。しかし、風速が高くなるとミストが流され、気温低下量は小さくなる。また、ミストノズルから遠ざかるとミストの影響が弱まり、気温低下量も小さくなる。

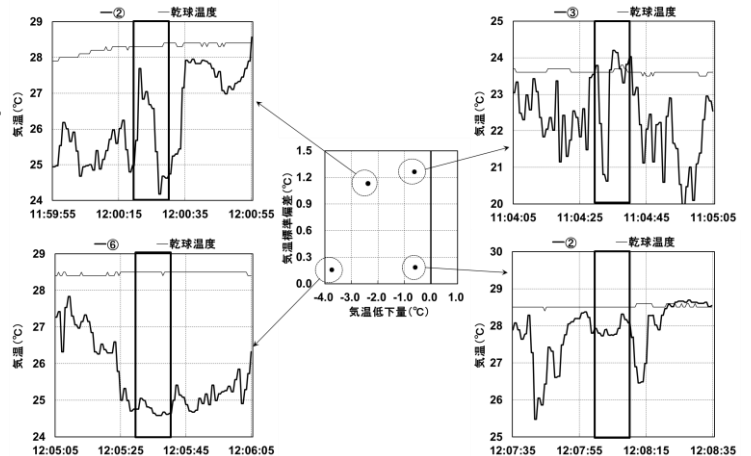


図6 気温低下量と気温標準偏差の関係(10秒間)の典型事例

4. まとめ 今回の実験では、湿度70%以上の環境でのミスト噴霧は有効ではないといえる。また、気流性状によってミストの到達域が変化することがわかった。冷却効果の大きさや広がりについては、気温低下だけを考慮するのであれば無風の方が気温低下量は大きくなるが、ミストノズルから5m離れた下流でミストの冷却効果を得るためには、ミストが流れるだけの風速が必要になることが分かった。

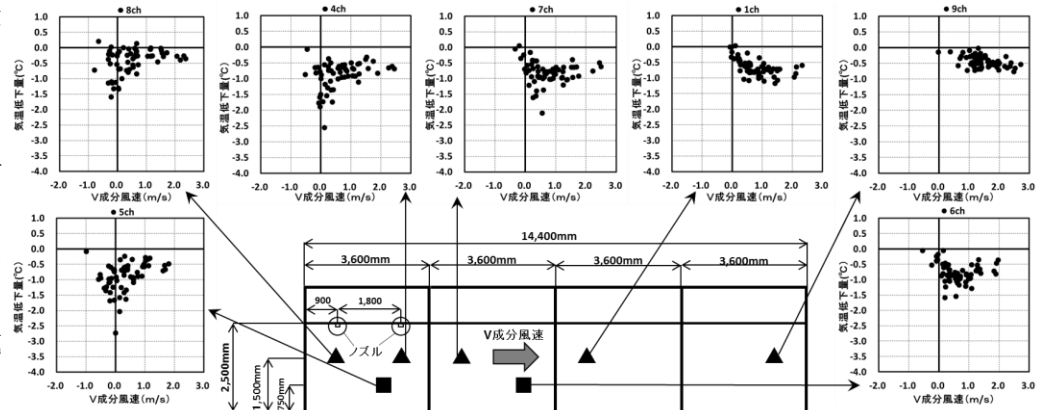


図7 各地点の気温低下量と風速の関係(ノズル4個)