

ミストの粒径分布測定とアンケートによる温冷感

辻本研究室

4106083 水野 吉崇

<ミスト噴霧の心理量に関するアンケート調査>

1. 調査概要

東京理科大学九段校舎北館6階屋上にてオープンキャンパス来場者に対し、A社製ノズルとB社製ノズル（粒径値、共に $16\mu\text{m}$ ）の二種類のノズルの心理量による差をアンケートにより調査した。



図 - 1 調査の様子

2. 調査結果

体感温度の点からみると、図2の様に両日共にA社の方が快適であるという結果が得られた。また、気温測定においてもA社側のテントの方が気温低下が大きくみられた。

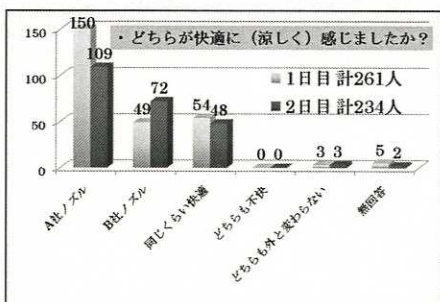


図 - 2 アンケート結果

詳しい内容は第二部建築学科辻本研究室 廣重 崇の卒業論文¹⁾を参照ください。

<ミストの粒径分布測定実験>

3. 実験目的

ミストノズルの平均粒径値は製品公称値で $16\mu\text{m}$ と与えられているが、実際には粒径を測定する位置によって値は異なる。したがって、実際にミストから噴射される液滴の大きさを幾つかの条件下で計測し、得られたデータから比較検討する。

4. 実験概要

4.1 計測方法

- ・実験場所：兵庫県丹波市B社ノズル工場
- ・実験日時：2009年10月1日・10月2日

計測にはPDPA(位相ドップラー) 粒径解析法²⁾ (図3、6)を用いて実験を行う。

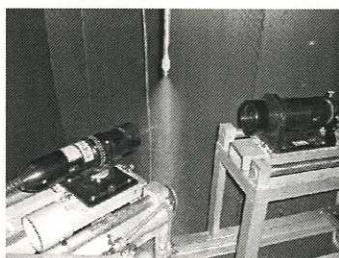


図 - 3 実験装置

4.2 ノズルについて

測定に用いるノズルは2種類。これらは、共に $16\mu\text{m}$ と平均粒径値が与えられているが、表1の様には性質の異なるノズルである。

表 - 1 使用ノズルの比較

	A社	B社
噴霧角度		
主な相違点	要知万博での使用目的で設計されており、テントから遠くまでいきわたらせるために角度が狭く噴霧するように設計。	家庭用に改良されており、周囲を均等に冷却させるために比較的角度が広く噴霧するように設計。

4.3 測定項目

図4の測定点における平均粒径（ザウター平均）^{注1)} (μm)、最大粒径 (μm)、平均粒径速度 (m/s)、最大粒径速度 (m/s)、測定時間 (s)、粒径分布。

4.4 測定点及び測定条件

それぞれのノズルについてポンプ圧力をA社ノズルが6MPa、B社ノズルが6MPa、5MPa、4MPaと変化をさせて図4に記す測定点において測定。また、各圧力において図5のように 0° を基準に 60° 、 120° と三次元的にも測定点を移動させた。

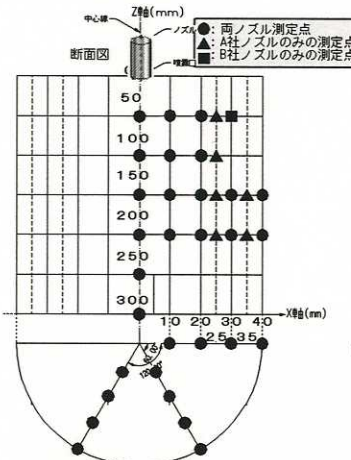


図 - 4 測定点図1

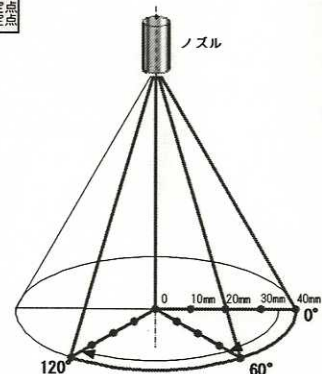


図 - 5 測定点図2

4.5 実験方法

粒径・速度平均、分布の各点での測定は、測定開始から測定点（図6）を通過した粒子の総個数が1万個に達した時点で終了にし、その間に通過した1万個の粒子の粒径・速度の平均及び分布を測った。また、この際にかかった時間を測定時間とする。

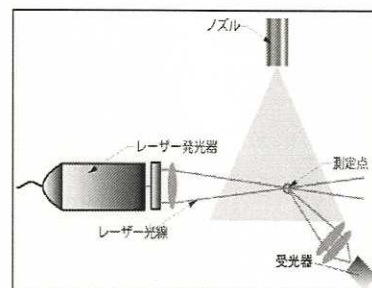


図 - 6 測定方法図

5. 実験結果及び考察

5.1 A社・B社ノズルの粒径・分布比較

図7はA、B両社(6MPa, 0°)の平均粒径の比較図である(濃い○印がB社)。これをみると外側、つまりX軸20、30、40mmの各点においては、A社に比べB社の方が平均粒径が小さい。

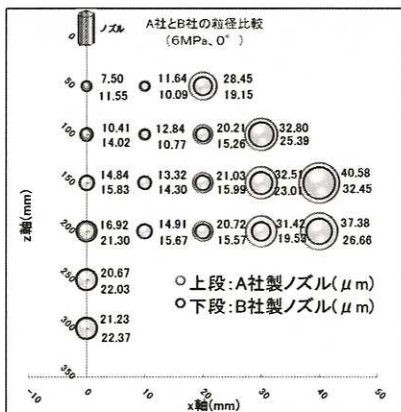


図-7 A社・B社による粒径比較

この結果は、4.2で述べたようなノズルの性質の違いによる。A社に比べ、B社の方が噴霧角度が広いと、より広範囲に小さい粒子が噴霧されることになる。結果として、外側(X軸方向)の各測定点でB社の方が平均粒径が小さいという結果が得られた。

5.2 B社ノズルの圧力差による粒径比較

B社ノズルを用い、圧力を6MPa, 5MPa, 4MPaと変化させて測定を行った。

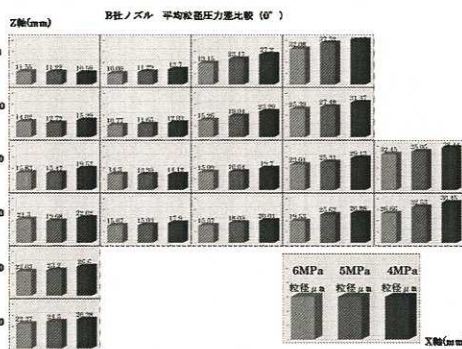


図-8 B社の圧力差による粒径比較

図8を見ると、ほとんどの測定点において圧力が下がるにつれて平均粒径が大きくなる。さらにこの結果は、噴霧口からの距離が遠い測定点の方が安定して得られた。粒子は小さい方が蒸散しやすくなり温度低下が起こりやすくなるため、粒径が一番小さい結果が得られた圧力6MPaで噴霧することがこの測定条件では最適である。

5.3 A社・B社ノズルの角度差による粒径値比較

表-2 測定点0°, 60°, 120°での粒径値の差(μm)

A社ノズル	X軸0(mm)	10	20	30	40	最大差 6.5 最小差 0.39 平均 2.77
Z軸50(mm)	1.11	3.47	2.15			
100	0.95	2.08	5.57	3.31		
150	2.02	4.45	4.95	1.82	4.83	
200	0.39	6.5	3.81	2.32	1.36	
250	0.98					
300	0.43					
B社ノズル	X軸0(mm)	10	20	30	40	最大差 18.7 最小差 0.17 平均 7.78
Z軸50(mm)	3.01	4.21	5.55	3.09		
100	3.65	7.72	10.32	8.01		
150	0.17	10.03	15.56	13.76	8.57	
200	2.48	9.5	16.63	18.7	13.17	
250	0.6					
300	0.74					

次に、図5のようにノズルを中心軸周りに0°を基準に60°, 120°と回転させ、同じ圧力のもとで粒径の違いが現れるかどうかを実験した。すると表2より、A社においては、各測定点での三つの角度の粒径の差は最大で6.5μm、

最小で0.39μm、平均で2.77μm、B社においては最大で18.7μm、最小で0.17μm、平均で7.78μmという結果が得られた。したがって、粒径はノズルからの距離だけでなく、ノズルの中心軸周りにおいても差が見られ、またこの差は噴霧角度が大きいノズル(B社ノズル)の方が比較的大きく、かつ中心軸付近では小さいことが分かった。

5.4 1分あたりの粒子数による噴霧蒸散効果の検証

ドライミストとは噴霧されたのち小さい粒子から順に熱を奪い蒸散して周りの温度を下げるというものである。実際にミストが蒸散しているかどうかデータを基に検証。

まず図9の様に半径を44.6mm(Z軸50mmの点のみは34.8mm^{注2})とした円をZ軸上に定める。そして、A社ノズルの各測定点で得られた粒径分布を基に、図9の範囲に1分あたりに降り注ぐ粒子の個数を求めたグラフが図10である。このグラフを見るとZ軸方向にノズルから遠ざかるに従って粒子数が減少していることが分かる。したがってこの結果から、鉛直下方にいくにつれてミストが蒸発している、つまりミストの噴霧蒸散効果が起きているということが確認できる。

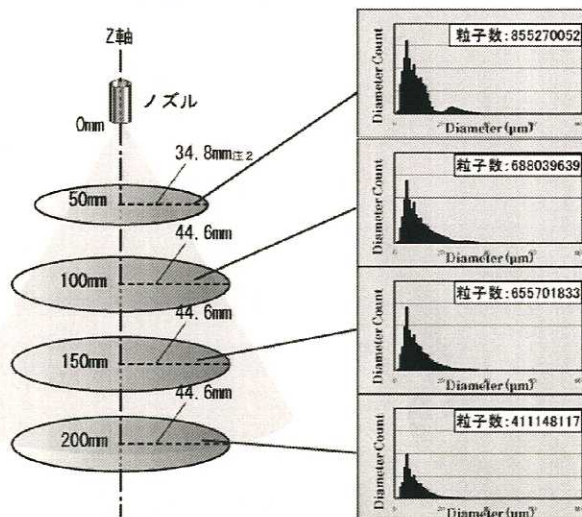


図-9 噴霧面積図

図-10 A社の粒子数グラフ

6. まとめ

- A社とB社のノズルの性質の違いが粒径値分布で確認できた。
- ポンプ圧力が下がるにつれて、各測定点での平均粒径値は大きくなることを確認できた。
- ノズルの中心軸周りにおいても、粒径値・分布の違いが見られた。
- ミストが鉛直下方にいくにつれて蒸散していることが確認できた。

参考文献

- 1) 第二部建築学科本研究室 5106071 廣重 崇
「ミストの粒径分布測定とアンケートによる温冷感」
 - 2) <http://www.everloy-spray-nozzles.com/support/performance.html>
- 脚注
注1 ザウター平均粒径値：体積/表面積比で重みづけした平均粒径値
注2 A社ノズルの測定点(X, Z)=(30mm, 50mm)での粒径値の計測ができなかったため面積・粒子数ともにこの点の分が含まれていない