

616 流水冷房に関する基礎研究 (落下シャワー装置での当り実験)

Study on the Dropping Water Type Air-conditioning (A primary experiment with a Falling Shower)

○学 黒住 祐介 (室工大・院) 正 媚山 政良 (室工大)
正 榎 清 (室工大) 学 関根 義也 (室工大・院)
学 佐々木 賢知 (室工大) 学 澤田石 誠 (室工大)

Yusuke KUROZUMI, Dep. of Mechanical Systems Eng. Muroran Institute of Technology, Muroran
Masayoshi KOBIYAMA, do.
Kiyoshi ENOKI, do.
Yoshinari SEKINE, do.
Masanori SASAKI, do.
Makoto SAWADAISI, do.

A large quantity of natural cold energy, that is snow, exists in Hokkaido in winter. In recent years, we have been developing many techniques to use snow as natural cold energy resources. In this paper, the authors suggest a new air-conditioning system to cool the atrium space of a greenhouse. We call this system as the dropping water type air-conditioning system. In this system, the cold water cooled by the snow is fallen down through a shower nozzle into hot air. The hot air is cooled directly by the surfaces of falling cold water droplets. In this paper, the authors investigated the characteristics of direct heat exchange between hot air and falling water droplets in an experimental tower of 10m height which is covered with insulating material. From the experimental results, we can simulate the vertical temperature distribution of an actual atrium air space.

Key Words: Atrium, Dropping Water Type Air-conditioning, Direct Heat Exchange

1. 緒言

枯渇や安全面に不安を持つ化石燃料や核燃料の依存を少なくし、それらの代替エネルギーとして、その地域の特徴を生かしたエネルギーを採取、利用する技術の開発は急務である。北海道には雪という大量の自然エネルギーが存在する。本研究では雪を冷熱源として水を冷却し、その水と空気を直接熱交換させることによって得られる冷風により、密閉空間で太陽の日射など外乱のあるアトリウムなどの施設を冷房することを提案する。本報告では流水冷房システムをアトリウムの冷房に用いることを想定し、落下シャワー装置を用い実験的に熱交換に関する資料の収集を行い、検討、考察したのでその結果を報告する。

2. 実験装置および測定方法

2.1 実験装置

実験装置の概略図を図1に示す。本実験塔は主に、冷房空間、受水部、ポンプ、貯水槽、リフス流量計、送風機、ヒーター、温度計、湿度計、データレコーダにより構成されている。冷房空間の内寸法は、幅1.72m×奥行き1.72m×高さ10.01mの直方体である。また、装置の周りを断熱材、建築用シートで覆い外気温の変動による外乱を軽減させた。送風機より送られた空気はヒーターにより加熱された後、冷房空間に送られる。冷房空間を目標設定温度である約60℃まで加熱させた後、流水を行った。

本報告では実験条件として水の流量を20, 40, 60, 100 l/minとし、バルブをType1として直径140mmの鋼板の中心から42mmの位置に内径5.3mmの穴を36個あけたものを、Type2としてType1と同様に11mmの穴を8個あけたものを、Type3として直径27mmの円管を使用する。また、水の流量はリフス流量計により測定した。冷房空間は1mおきに温湿度センサーを設置

し、空気の温度、湿度を測定した。また、水の入口、出口温度はT型熱電対により測定し、データレコーダにより記録した。

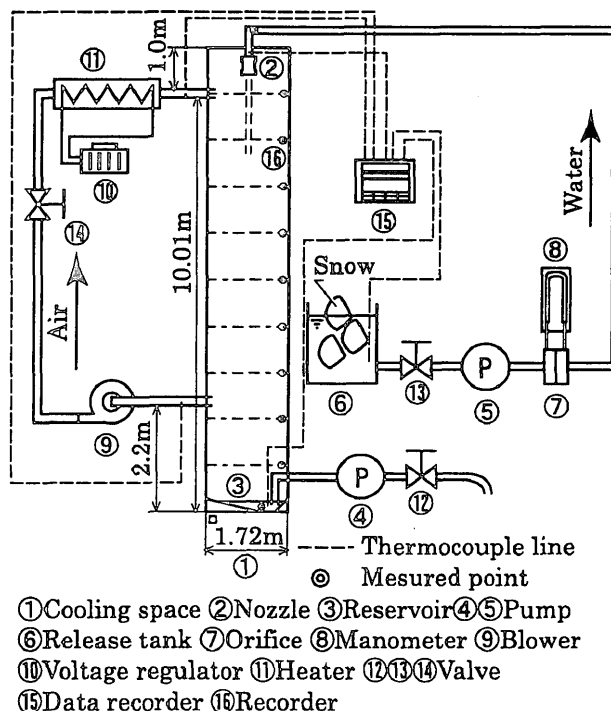


Fig.1 Schematic diagram of experimental tower

3. 実験結果および考察

3.1 垂直温度・湿度分布の変化 (平均給水温度 17.3℃の場合)

図2(a)に流水中の垂直温度分布の時間変化を示す。ここで条

件として、流量 20 l/min, ノズルを Type3 とした。同図より、高さが 1m の位置では流水直後は上部の熱溜り空間の空気を押し下げるために、一時的に温度が上昇し、その後徐々に下降している事がわかる。また、このとき壁近傍における水平方向には、最大 0.6m/s の風速も確認された。

次に図 2(b)として垂直湿度分布の時間変化を示す。湿度は時間とともに増加しているが、流水温度が内部空気の露点温度以下であったため、絶対湿度は減少した。そのため、水滴表面で結露が生じ冷却減湿となっていることがわかる。

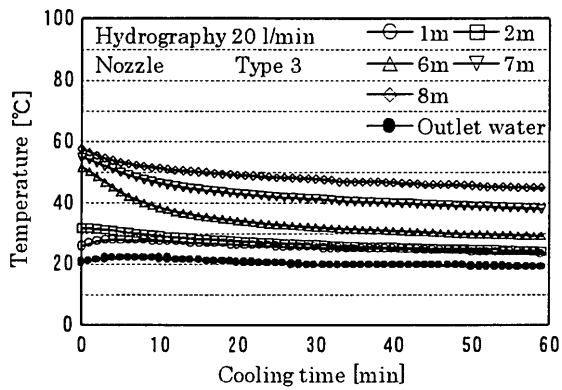


Fig.2(a) Temperature

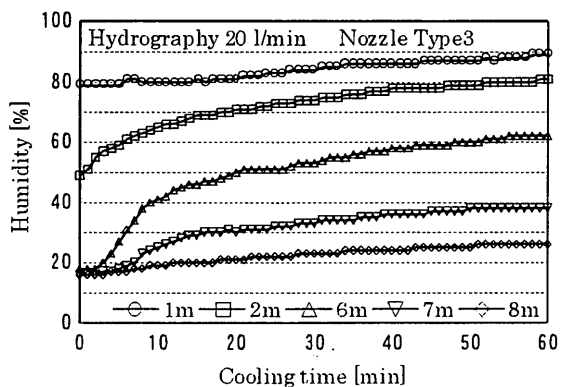


Fig.2(b) Humidity

3.2 垂直温度・湿度分布の変化 (平均給水温度 11.4°C の場合)

図 3(a)として貯水槽に雪を投入したときの、垂直温度分布の時間変化を示す。図 2(a)と比較すると、流水温度がより低いほうが温度の減少幅が大きいことがわかる。これは流水と空気との温度差であるアプローチが大きいためである。また、図 3(b)として、湿度分布を示したが、図 2(b)の顕熱比を求め比較すると、潜熱の占める割合が多く、水蒸気の凝縮による除湿効果がより顕著であることが確かめられた。

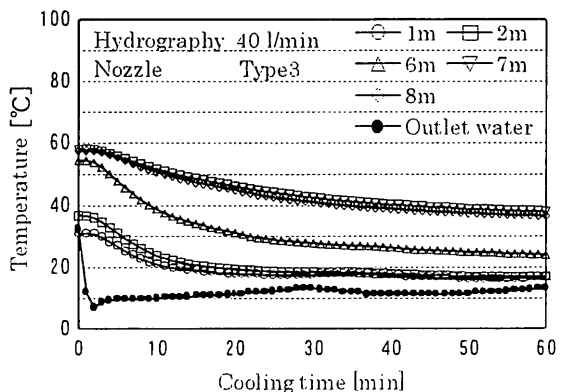


Fig.3(a) Temperature

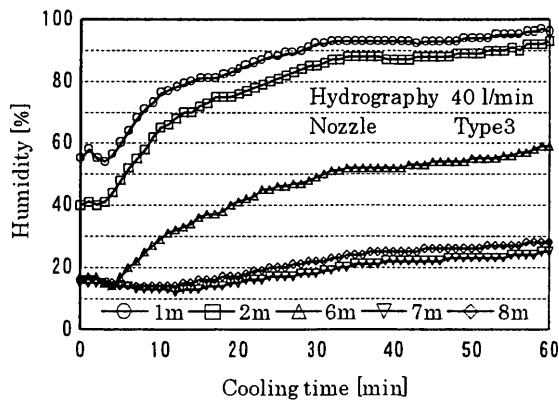


Fig.3(b) Humidity

3.3 流水による除去熱量

図 3 に流水の除去熱量を示す。除去熱量 Q は次の式によって示される。

$$Q = V \cdot \rho \cdot C (T_{out} - T_{in}) \quad (1)$$

Q : 冷却容量 [kW] V : 水の流量 [m^3/s]

ρ : 水の密度 [kg/m^3] C : 水の比熱 [$kW/kg^\circ C$]

T_{in}, T_{out} : 水の出口, 入口温度 [$^\circ C$]

ここで、噴流の空間に占める容積が等しくなるように実験を行っている。同図からわかるように、流量が増えるにしたがって除去熱量が増加している。また、流量が同じ場合は、水滴径がより小さいほうが熱伝達率、表面積の増加により、より多くの空気と熱交換されているために、除去熱量が増加したことが認められた。

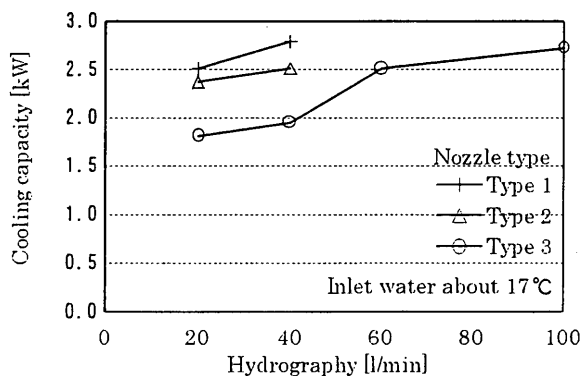


Fig.4 Cooling capacity

4. 結言

以上のことから次のような結論を得た。

- (1) 流水の温度が低いほうが温度の低下幅が大きく、空気がより冷却されやすい。
- (2) 本装置において流水によって、水滴表面において結露が生じ空気の冷却減湿が行われる。
- (3) ノズルが同じであれば流量のより大きい方の潜熱移動が大きい。
- (4) 流水の除去熱量は流量の増加と水滴の径によって変化し、本実験において最大 2.79kW の除去熱量を流量 40 l/min, ノズル Type1 の条件において得ることができた。

参考文献

- 1) 田内・他 5 名. 温室型トリム環境実測解析, 日本建築学会大会学術講演便概集, 1997, 243
- 2) 大木 尚隆・塩崎 義弘. 空調入門, 日知社, 1980, 29