

表面に付着する結露水量の計測手法の開発

金沢工業大学大学院 学生会員 宮村 壽
 金沢工業大学工学部 正会員 安田 正志
 同 垂水 弘夫
 同 久保 猛志

1. はじめに

上下水道における屋内処理施設などの高湿度な空間では、設備や壁体の表面の結露水が付着し、腐食やカビの原因になる可能性があるため、何らかの対策が必要である。しかし従来は、結露の程度や対策後の結露軽減の度合いを表す指数がなく、曖昧な言葉でしか表現できなかった。そこで本研究は、表面結露の発生状況を目視に頼ること無く判別し、結露水量を一定の尺度の下に推定する結露計の開発を目的として、マルチスペクトルスキャナ(MSS)の応用を提案するものである。

これまで、アルミ材とガラス材各々について、MSSで計測したデータと結露水量の関係を明らかにしたが、2つの材料間で関係が異なっていた¹⁾²⁾³⁾。そこで本報は付着状態に着目し、結露水形状を考慮した検討を行う。

2. 実験概要

1) 計測器 MSSは(株)オプトリサーチ製の MSR-4250 型で、可視域から中間赤外線域にわたる波長 400 nm~2500nm の分光放射輝度を計測可能である。材料に付着した水分量の重量測定は電子天秤を、結露水の形態画像取得(20倍・100倍)は表面観察装置を用いた。

2) 測定材料 150mm 四方のアルミ材(2mm 厚)とガラス材(3mm 厚)をそれぞれ3枚使用した。

3) 計測条件 氷と水を一杯に入れた水槽に測定材料を取り付けて冷却し、温度 25℃、湿度 80%以上を保った実験箱内で結露させた。光源はスポットライト(60W)で、実験箱とMSSには暗幕をかけた。

4) 計測方法 測定材料を乾燥した状態から、結露水が成長し流下するまで 10 分間隔で計測した。MSSによる計測は、水槽に測定材料を固定した状態で行ったが、結露水量の計測及び結露水形態画像の取得は、測定材料を実験箱から取り出して行った。

3. 結露粒径の推移

粒径別にみる結露面積率の変化を図2に示す。アルミ材の結露面積率は130分の0.83まで増加するが、140分や210分には値の減少が見られる。これは、粒が成長していく過程でお互いに結合し、結露していない隙間の部分ができるためで、その後は新たに粒径 0.1mm 以下の粒が小さい結露が見られる。

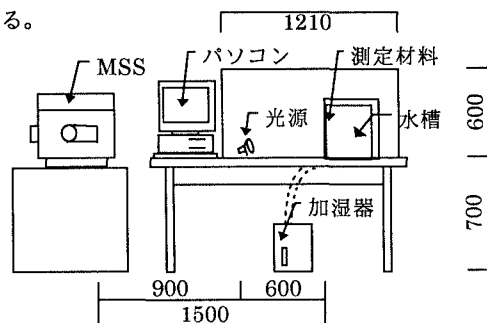


図1 実験装置(垂直面結露)の構成

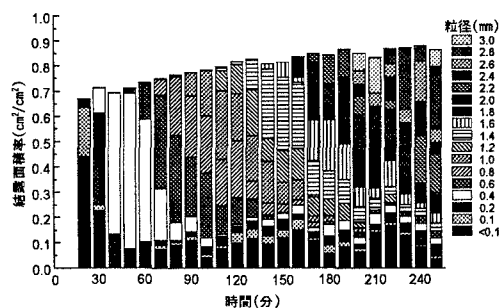


図2 粒径別面積率分布の推移(アルミA)

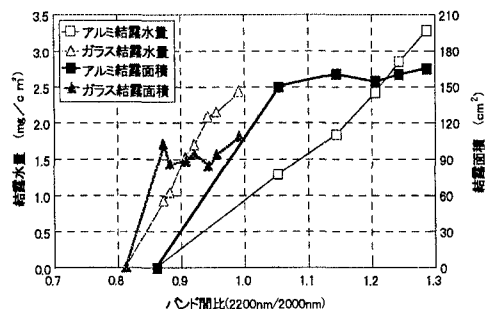


図3 バンド間比と結露水量・面積との関係

表面結露 水分量 マルチスペクトルスキャナ

〒921 石川県石川郡野々市町扇が丘 7-1 TEL 076-248-1100(内 2352) FAX 076-294-6707

4. MSSデータと結露水量との対応関係

4. 1 バンド間比と結露面積の関係 MSSで計測した分光放射輝度のバンド間比(2200nm/2000nm)と、結露水量・面積の関係を図3に示す。(1700nm/1500nm)を用いる方がアルミ材の結露水量の推定に有効だが¹⁾²⁾、ガラス材との比較のため(2200nm/2000nm)を用いた。

結露水量は単調増加を示し、バンド間比が1.0付近の時の結露水量は、ガラス材がアルミ材の2.5倍であった。一方、結露面積は増減を繰り返し、水量の傾向と異なる。

4. 2 バンド間比と光路長の関係 結露による反射光の減衰は、光が結露水内部を通過する距離に依存すると考えられ、図4にバンド間比と光路長の関係を示した。これを見ると、バンド間比の増加に伴う光路長の変化も単調増加であり、光路長自体ではないものの、結露水高さに関するデータが結露水量と対応すると考えられる。

4. 3 濡れ面の最低高さを設定した分析 濡れているという情報だけで一定の光路長に相当する減衰があるとするモデルを設定した(図5)。結露水高さがhより低い部分でもhであるとする①濡れ面の最低高さhを6段階設定して高さを補正し、mm単位では値が小さいために②0.01mmを1とおいて指数化した上で、③結露水高さに1.0乗、2.0乗の重み付けをした10モデルである。

反射光の減衰強度(モデル値)を図6に、バンド間比0.86~0.99におけるガラス材とアルミ材の減衰強度差の平均値 ΔY を表1に示す。この範囲ではアルミ材のデータは直線で表されるが、ガラス材は2次式で近似した。

ΔY がもっとも小さかったのは、濡れ面の最低高さhを0.10mmと置き、Hを1.0乗した時の3.690であった。よって、ガラス材・アルミ材を問わず、バンド間比から反射光の減衰強度を一意に求める条件が得られた。

5. おわりに

本研究をまとめると、以下の通りである。この3点を踏まえた上で、今後は上下水道施設における実際の結露状況を考慮に入れ、MSSによる結露計測の有用性を評価することを予定している。

- (1) 屋内処理施設を想定した空間で表面結露実験を行い、MSSを用いた分光放射輝度の計測や、表面観察装置による結露水形態画像の観察を行い、粒径別結露面積の推移など結露進行に伴う変化を測定した。
- (2) MSSデータと結露面積はあまり関係がなく、結露水の高さデータが対応することがわかった。
- (3) 結露水高さHそのものではなく、濡れ面の最低高さhと、Hの乗数を設定したモデルを検討した結果、ガラス材とアルミ材のMSSデータの差を補正するにはh=0.10mm、Hを1.0乗とするのが最適だった。

(文献)

- 1) 垂水弘夫, 久保猛志, 宮村壽, 岡崎俊春: 表面結露計測へのマルチスペクトルスキャナへの応用, MSSデータと結露水量との対応について, 日本建築学会計画系論文集, 第465号, 1994.11, pp.61~67
- 2) 垂水弘夫, 久保猛志, 宮村壽, 岡崎俊春: 表面結露計測へのマルチスペクトルスキャナへの応用, ガラスおよびアルミ板を対象として, 日本建築学会計画系論文集, 第480号, 1996.2, pp.55~60
- 3) 垂水弘夫, 久保猛志, 宮村壽, 岡崎俊春: 表面結露計測へのマルチスペクトルスキャナへの応用, その7 MSSデータと結露面積・結露水高さとの対応, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2, 1996.9, pp.261~262

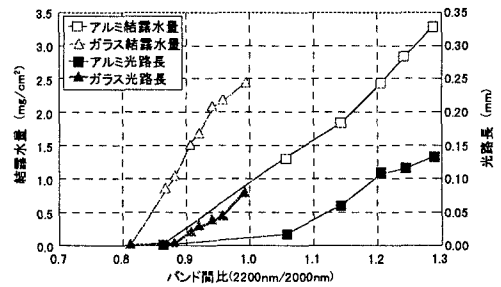


図4 バンド間比と光路長

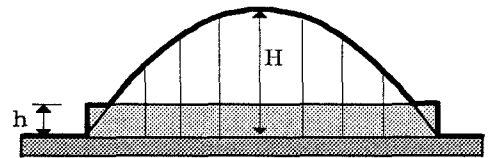


図5 結露水のモデル化

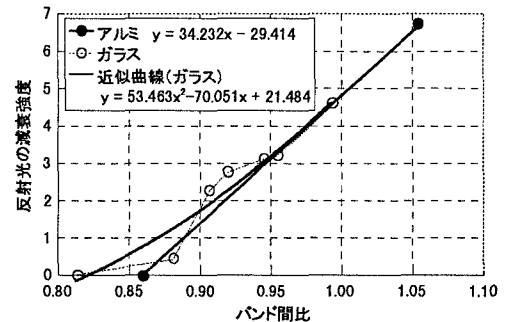


図6 反射光の減衰強度

表1 ΔY 算定結果

	$H^{1.0}$	$H^{2.0}$
h=0.01mm	15.467	133.026
h=0.03mm	9.828	75.287
h=0.05mm	6.325	45.109
h=0.07mm	5.237	31.075
h=0.10mm	3.690	31.813
h=0.13mm	5.372	—