

# 505 鉄道貨物用コンテナを用いた雪冷房装置の研究

～全空気式雪冷房の開発～

## The Study on Snow Air-Conditioning Device with Container for Rail Cargo —Development of All Air System of Snow Air-Conditioning—

○学 伊藤 健 (室工大) 正 媚山 政良 (室工大)  
学 本間 弘達 (室工大) 学 白川 晃 (室工大)

ITO Takeshi, Muroran Institute of Technology, 27-1 Mizumoto, Muroran  
KOBAYAMA Masayoshi, do  
HONMA Kouta, do  
SHIRAKAWA Akira, do

Keywords : Snow, Snow shelf, All air type, Heat exchange, Air conditioning ability

### 1. 緒言

快適性を追求し過ぎている現代社会において、エアコン、クーラーなどは必需品となってきた。そのため、夏の冷房による電力消費は年々増加している。

従って、自然界に存在する冷熱として「雪」に着目する。雪を冷熱エネルギーとして用いる雪冷房施設の全国での導入例は100を超えている。しかしながら、雪のエネルギー密度が氷の約半分の167.5MJ/m<sup>3</sup>と低いため、貯雪庫と呼ばれる大型の雪の保存庫を有している施設が多い。

雪冷房の更なる普及のためには、低コストかつ省スペースの装置の開発が必要である。家庭や事務所、およびイベントなどに夏季のみ仮設冷房装置として設置し使用できるように、本実験では既製の鉄道貨物コンテナを用いた可搬式<sup>1) 2)</sup>で、送風機や送風ダクトなどを取り込み一本化したパッケージ型の全空気方式の装置の試作・性能試験を行った。

### 2. 実験装置及び実験方法

#### 2.1 実験装置

本実験で用いた貯雪及び熱交換装置をFig1とFig2に示す。この装置は鉄道貨物用12フィート冷凍コンテナを使用したものである。コンテナ奥には機械室を設け、排気用ファンおよび給気用ファンを設置し、排気用ダクトは冷房対象室から暖気を得て、給気用ダクトは冷房対象室に冷気を給気する仕組みである。

全空気式雪冷房における課題は、雪と空気との熱交換する面積が少なくなるほど熱交換の効率が悪いことである。本研究では、表面積を増やすために、雪を詰める棚を製作し、設置した。棚1段の寸法は幅465mm、奥行き465mm、高さ400mmである。これを縦に4段積み上げたものを20個配置した。空気の流れは水平に折り返し流れる仕組みとなっている。

#### 2.2 実験方法

本実験では、Fig.1 および Fig.2 に示す様に、コンテナ内部に雪(雪密度0.4t/m<sup>3</sup>, 搬入雪重量約2.2t)を敷き詰めて、外部より取り入れた空気を冷却した。この時、取り入れ空気の温度は30℃とする。本装置における冷房能力を評価するため、

温度および湿度の測定が必要である。従って、給気および排気に使用されるダクトには温湿度計を設置し、またコンテナ内部の各箇所には熱電対を設置した。そして、各々の経時変化を10分ごとに測定した。また、空気が上部から下部へ、下部から上部へと流れる空気の流れの違いについても検証を行った。

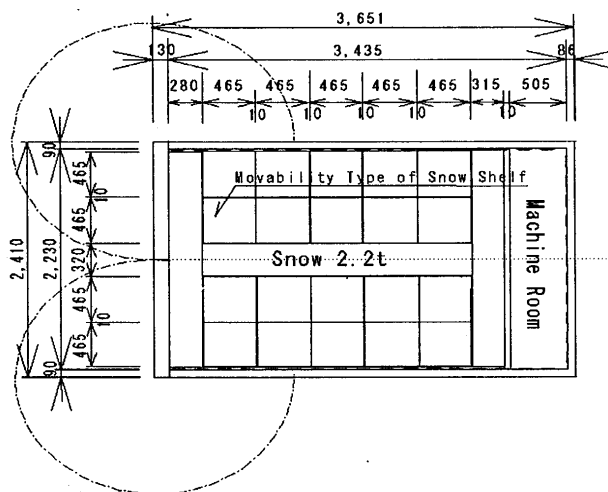


Fig.1 The plan of experiment of device

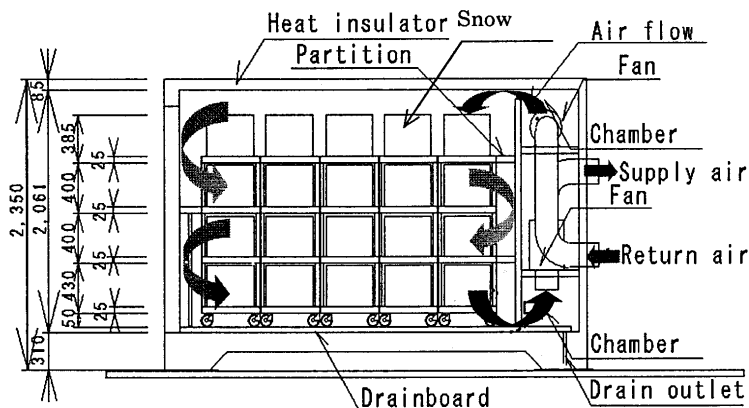


Fig.2. Cross section of experimental equipment

### 3. 実験結果および考察

実験は2月に行われた。

#### 3-1 温度について

Fig3 に経過時間と雪残存率の関係を示す。

雪残存率20%まではほぼ直線的に変化していることがわかる。一方、雪残存率が20%より低下すると雪残存率の勾配は緩やかになっている。これは、残っている雪の表面積が極端に小さくなり、熱交換が十分に行われなくなっているためであると考えられる。

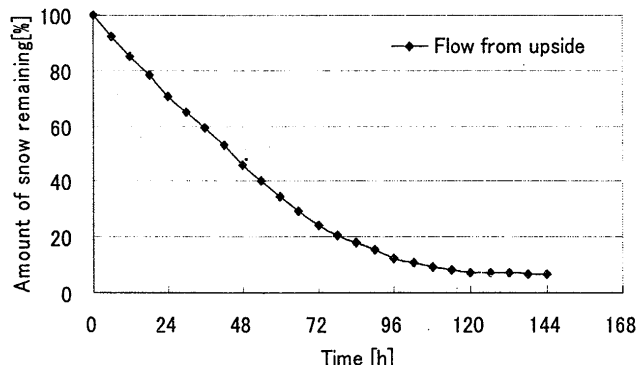


Fig.3 Amount of snow remaining vs. cooling time

#### 3-2 融解水温度について

融解水の水温の変化を Fig4 に示す。

空気が下部より流れているものは、雪残存率 80%からは、風量に依存せず、ほぼ同一値で推移している。これは、最下段の棚にある雪の量がほぼ無くなったためだと考えられる。

空気が上部から下部へと流れた場合に対して、下部から上部へと流れる場合の方が水温は高い。上部から空気が流れた場合、融解水は雪の中をつたい床面に流れるが、下から空気が流れた場合は、雪表面にできた融解水である水滴と暖気が熱交換した後、その水滴は床面に落下する。そのため、上部から空気が流れる場合よりも、下部から空気が流れる場合の方が融解水の温度が上昇していると考えられる。

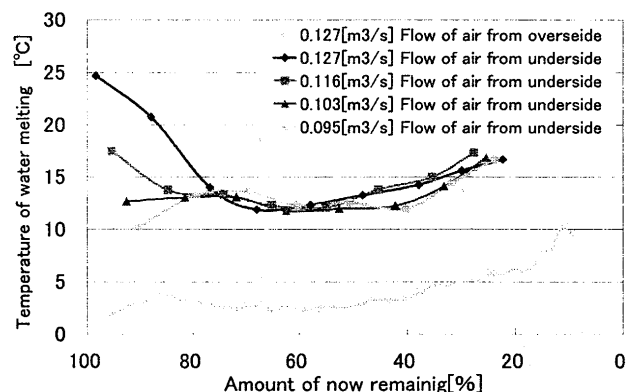


Fig.4 Temperature of water melting vs. amount of snow remaining

#### 3.3 冷房能力について

Fig.5 及び Table1 に風量と冷房能力の関係を示す。

空気が上部から下部へと流れる場合と下部から上部へと流れる場合を、風量が 0.127m³/h の条件下で冷房能力を比較する。上部から下部へと空気が流れる場合よりも、下部から上部へと流れる場合の方が冷房能力は 0.1kW 大きい。このことから、空気は下部から上部へと流れる構造の方が冷房能力は高くなると言える。

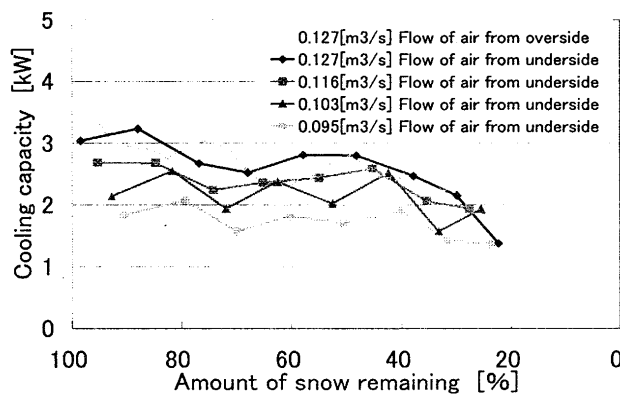


Fig.5 Cooling capacity vs. amount of snow remaining

Table 1 Air volume vs. cooling capacity

Air volume[m³/s]		0.127	0.116	0.103	0.095
Cooling capacity[kW]	Flow of air from overseide	2.61	-	-	-
	Flow of air from underside	2.71	2.37	2.13	1.71

### 4. 結言

本研究において以下の結果を得た。

- 雪残存率 20%以下になると熱交換が十分に行われなくなるため、冷房装置としての使用範囲は残存率 20%までである。
- 空気を下部から上部へと流すことで、融解水の温度が上がり、冷房能力が向上する。
- 融解水の温度を上昇させることは、冷房能力の向上につながる。
- 本実験装置の平均冷房能力は最大 2.71 kW であった。一戸建ての住宅の冷房を考え、冷房負荷を 0.133[kW/m²](0.0318kcal/m²)とすると、20m²(約 12 畳)分の冷房能力がある。

### 5. 参考文献

- 1) 本間弘達, 野田恒, 丸亀力也, 森美津男, 山端廣幸, 雪を利用した移動式冷水循環型冷房装置の提案及び実験報告, 第 17 回寒地技術シンポジウム論文集, 2001, pp458-464.
- 2) 本間弘達, 野田恒, 上田徹, 森美津男, 山端廣幸, 伊藤親臣, 伊東宏城, 媚山政良, パッケージ型浸水式冷水循環雪冷房装置の開発, 及び浸水式雪冷房システムの基礎的実験報告, 第 20 回寒地技術シンポジウム論文集, 2004, pp479-485