

## 雪堆積場の雪冷熱利用技術に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 26

担当チーム：寒地機械技術チーム

研究担当者：片野 浩司、山口 和哉、永長 哲也、  
五十嵐 匡、田中 隆夫

### 【要旨】

再生可能エネルギーである雪冷熱の利用は、一部で実用化されているものの、大規模な雪冷熱需要施設での利用については技術的に体系化されていない。また、札幌市などの都市部では雪堆積場の確保が年々困難となり、遠隔地化しているため、雪を積んだダンプトラックの輸送距離が長くなることで、運搬排雪コストが増大している。

このことから、道路排雪を有効利用することに着目し、運搬排雪コストを削減するとともに、未利用であった雪堆積場の雪冷熱利用技術について検討するため、美唄市茶志内（空知工業団地）に実験用雪山を造成し、基礎実験を行った。

基礎実験により、道路排雪の雪でも十分な冷熱エネルギー量を取得することができたこと、及び全空気式と冷水循環式の各々の採熱方法の特徴を把握できたことから、雪堆積場に適した冷熱採取方法を検討の上、平成 25 年度に向けた実験用雪山を設計し、美唄市東明（美唄人材開発センター内）に造成した。

キーワード：雪堆積場、雪冷熱、再生可能エネルギー、運搬排雪

### 1. はじめに

再生可能エネルギーである雪冷熱の利用はこれまで検討されてきたが集雪にかかるコストが課題であった。そのため、冬期に除排雪で集めた雪を夏期の冷房に使用するという雪冷熱の利用は、一部で実用化されているものの、大規模な雪冷熱需要施設での利用については技術的に体系化されていない状況である。また、札幌市などの都市部では雪堆積場の確保が年々困難となり、遠隔地化しているため、雪を積んだダンプトラックの輸送距離が長くなることによって、運搬排雪コストが増大している。

雪冷熱エネルギーは、新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法において、新エネルギーに位置づけられ、東日本大震災以降、再生可能エネルギー導入を推進する取組は活発化している。更に平成 24 年 3 月には豪雪地帯特別措置法が改正され、雪冷熱エネルギーの活用促進に係る規定が追加されたところである。

以上のことから、道路排雪を有効利用することに着目し、運搬排雪コストを削減するとともに、未利用であった雪堆積場の雪冷熱利用技術について検討するため、美唄市茶志内（空知工業団地）に実験用雪山を造成し、基礎実験を行った。

そして、基礎実験から得られた結果から、雪堆積場

に適した冷熱採取方法を検討の上、平成 25 年度に向けた実験用雪山を設計し、美唄市東明（美唄人材開発センター内）に造成した。

### 2. 基礎実験

雪堆積場での冷熱取得の可能性について確認するため、平成 23 年度末に造成した実験用雪山を用いて冷熱採取実験を行った。

#### 2.1 実験用雪山の概要

美唄市茶志内（空知工業団地）に造成した 4 基の実験用雪山を表 1 に示す。

表 1 実験用雪山の種類

名称	実験種類	雪の種類	雪山規模
雪山A	全空気式	道路排雪	底辺×高さ 12.0×3.5m
雪山B	冷水循環式		勾 配 比 1.3 : 1.0
雪山C	自然融解		体積(重量) 218m <sup>3</sup> (142t)
雪山D	(比較用)	新 雪	雪 密 度 0.65t/m <sup>3</sup>

実験用雪山の内、道路排雪を利用した雪山Aは、雪山で冷却された冷風を直接実験庫に送風して利用する直接熱交換冷風方式の「全空気式」とした。また、雪山Bは、雪山で融解した冷水を実験庫に送水して利用する熱交換冷水循環方式の「冷水循環式」とした<sup>1)</sup>。

残りの雪山2基(雪山C、D)は、道路排雪と新雪(融雪剤等を含まない)を利用して造成し、比較対照用として冷熱エネルギーを採取せずに自然融解させ、雪山の形状や体積の変化を測定した。

実験庫には、外気や日射の影響を受けないよう100mmの断熱材付の12ft 冷蔵コンテナを採用した。

また、雪山の断熱材としてはバーク材を使用した(写真-1)。バーク材は、伐採小木などを粉砕したものであり、既往研究においてバーク材を30cmの厚さで雪山に被覆した場合、外気や日射による融解量は一夏を通じて約1.5mにとどまることが報告されている<sup>2)</sup>。雪山造成を写真-2に、雪山配置を図-1に示す。



写真-1 バーク材 (左: 粉碎前、右: 粉碎後)



写真-2 雪山造成(左:バーク材被覆前、右:被覆後)

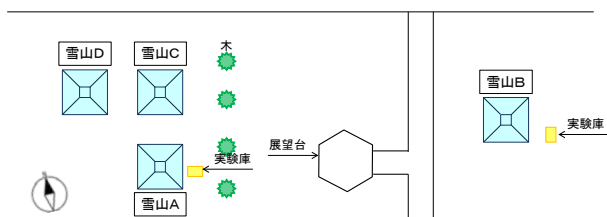


図-1 雪山配置

## 2.2 雪山A (全空気式) の概要

全空気式の雪山Aでは、雪山下面にグレーチングで蓋をしたトラフを地面上に設置することで空気の通り道を確認し、トラフに接続したダクトを経由させ、雪山内部で直接熱交換し冷却された空気を送風ファンで実験庫に供給した。トラフ設置状況を写真-3、実験庫ダクト接続状況を写真-4、全体図を図-2、使用資材を表-2に示す。



写真-3 トラフ設置 写真-4 実験庫ダクト接続

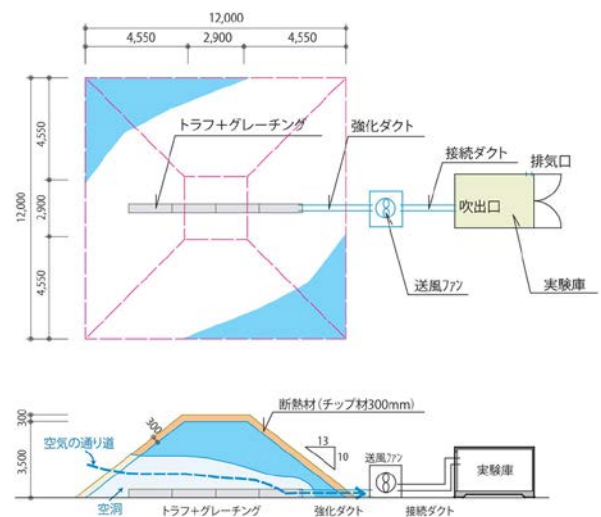


図-2 全体図 (全空気式)

表-2 使用資材 (全空気式)

名称	仕様	数量
U字トラフ	450型	8m
グレーチング	450型	8m
強化ダクト	補強パイプダクト 350φ 50mm 断熱付	4m
接続ダクト	350φ 50mm 断熱付	5.5m
送風ファン	35m <sup>3</sup> /min	1台

### 2.1.3 雪山B (冷水循環式) の概要

冷水循環式の雪山Bでは、雪山下面に設置した集水桝に融雪水を集め、地中埋設管を経由させ、採水桝より冷水を水中ポンプで実験庫内の送風機(FCU:ファンコイルユニット)に送水した。なお、送風機(FCU)に供給する水の不足がないよう、送風機に供給した冷水は戻り配管によって雪山下面に戻し、穴あき塩ビ管から散水を行って冷水を循環させることで融雪を促した。

本実験では、熱交換器を介さない冷水循環式を試験的に採用した。しかし、道路排雪の融解水には泥やゴミが混入しており、これらが送風機(FCU)のコイル内に付着することが懸念されるため、採水桝にフィルターを採用した。塩ビ管設置状況を写真-5、実験庫内状況を写真-6、全体図を図-3、使用資材を表-3

に示す。



写真-5 塩ビ管設置

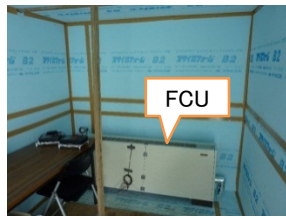


写真-6 実験庫内

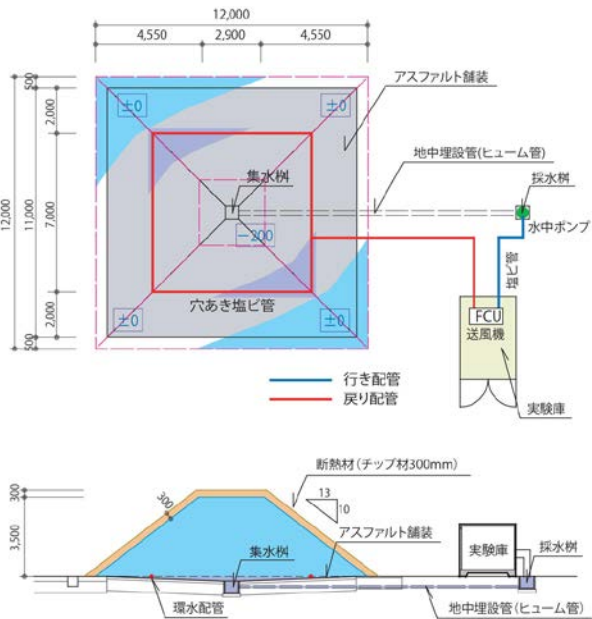


図-3 配置図 (冷水循環式)

表-3 使用資材 (冷水循環式)

名称	仕様	数量
塩ビ管	32A	28m
穴あき塩ビ管	32A 散水孔@1000mm	25m
水中ポンプ	32A×30L/min	1基
送風機 (FCU)	冷房能力 5.21kW	1基
フィルター	300×300×500h 帆立貝殻製	1基

## 2.4 全空気式の融解量、雪山形状の変化

全空気式の雪山Aの体積は、表-4に示すとおり、実験開始直近の雪山測量日 (5/23) は 198m<sup>3</sup>であったが、実験終了直近の雪山測量日 (7/5) に計測したところ 34m<sup>3</sup>であった。

表-4 全空気式の融解量

	体積 (m <sup>3</sup> )	冷熱エネルギー量 (MJ)
5月23日	198	43,099
7月5日	34	7,401
融解量	164	35,698

また、雪山が有する全体の冷熱エネルギー量は、雪密度 (0.65t/m<sup>3</sup>)、融解潜熱 (334.88MJ/t) を用いて計算すると 35,698MJとなった。雪山は、5/28 (開始から4日目) からトラフ周辺の融解が進行し始め、法面開口部から雪が崩壊し、6/5 (12日目) に完全に空洞となった。これは、地面上に設置したトラフに熱が伝達し、周囲の雪を融解させることで空気の通り道ができ、融解を促進させたためと思われる。また、雪山の形状変化が大きくなると、パーク材に亀裂が入り、雪が露出してしまふことから頻繁な補修が必要となった。

空洞発生後も冷熱エネルギーを取得できたため、雪山を補修するなどして実験を継続した。しかし、6/24に外気温度とファン吸込側温度が同等になった時点で冷熱エネルギーが取得できないと判断し、実験を終了した。雪山状況を写真-7、8に示す。



写真-7 全空気式 (5/28) 雪山状況



写真-8 全空気式 (6/5) 雪山状況

## 2.5 全空気式の冷房特性

全空気式は、外気温の影響で冷房温度が大きく変動した。実験庫の吹出口温度と外気温の差は、実験当初は 10℃あったが、時間の経過とともに、雪山内部の空洞の成長拡大、雪山の崩壊が進行し、外気温度と差がなくなった段階 (6/24) で実験を終了するに至った。実験期間 (5/25~6/24) 中の温度差は平均 3.5℃となった。

また、実験庫の吹出口温度と排気口温度の差は平均 0.3℃であった (図-4)。これは、実験庫の断熱性能が高く、外気温度の影響を受けにくかったことから、実験庫内の熱負荷を受けずに低い温度のまま実験庫外に放出したためと思われる。

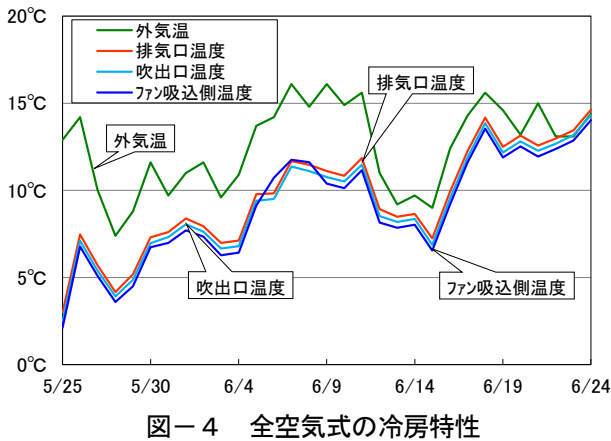


図-4 全空気式の冷房特性

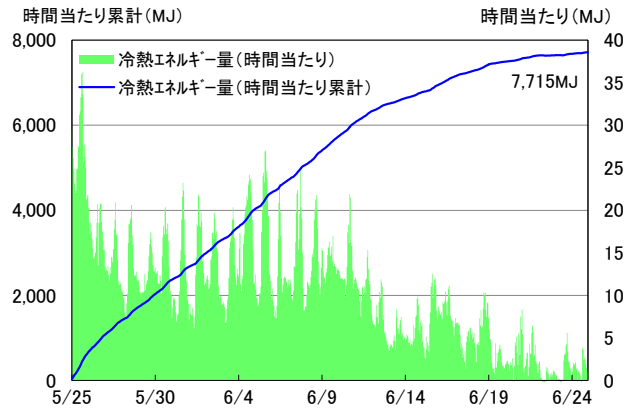


図-5 全空気式の冷熱エネルギー量

## 2.6 全空気式の冷熱エネルギー量

5/25～6/24の実験期間(31日間)の全空気式の冷熱エネルギー量の推移を図-5、6/25時点の雪山状況を写真-9に示す。

雪山から得られた冷熱エネルギー量は、外気温度とファン吸込側温度の差とファン風量(2,100m<sup>3</sup>/h)から累計すると7,715MJとなった。また、冷房対象となる実験庫内の冷熱エネルギー量は、吹出口温度と排気口温度の差とファン風量から累計すると635MJとなった。

実験終了直近の雪山測量日(7/5)までの融解減少分の体積は表-4から164m<sup>3</sup>であり、35,698MJの冷熱エネルギー量を最大で取得することが可能である。

また、雪山から得られた冷熱エネルギー量に対する最大取得可能エネルギー量の比である有効率は、7,715/35,698=21.6%となった。

このことから、冷熱エネルギーの有効率を向上させるには、雪山の空洞の発生を遅らせるような施工又は構造物の設置方法を検討する必要がある。また、本実験では実験開始から連続運転させたが、温度制御による断続運転方法も併せて検討が必要である。

なお、冷熱エネルギー量(時間当たり)は以下の計算式で算出した。

$$Q = q \times \Delta T \times c \times \rho$$

ここで、Q：全空気式の冷熱エネルギー量(MJ/h)

q：ファン風量(m<sup>3</sup>/h)

ΔT：温度差(°C)

c：空気の比熱(=0.24×4.186MJ/kg°C)

ρ：空気の密度(=1.293kg/m<sup>3</sup>)



写真-9 全空気式(6/25)雪山状況

## 2.7 冷水循環式の融解量、雪山形状の変化

冷水循環式の雪山Bの体積は、表-5に示すとおり、実験開始直近の雪山測量日(5/23)は183m<sup>3</sup>であったが、実験終了後(9/26)に確認したところ0m<sup>3</sup>であった。

また、雪山が有する全体の冷熱エネルギー量は、雪密度(0.65t/m<sup>3</sup>)、融解潜熱(334.88MJ/t)を用いて計算すると39,834MJとなった。

表-5 冷水循環式の融解量

	体積 (m <sup>3</sup> )	冷熱エネルギー量 (MJ)
5月23日	183	39,834
9月26日	0	0
融解量	183	39,834

雪山Bは、実験庫から戻ってきた融解水を雪山下面に戻しているため、雪山下面から順に全体的に融雪が進み、大きな形状変化はなかった。

## 2.8 冷水循環式の冷房特性

冷水循環式は、外気温の影響をほとんど受けず冷房温度が概ね一定であり、平均1.6°Cの冷水を実験庫に供給した。そして、行き配管温度が上昇し始めた段階で実験を終了した。

実験期間(5/25～9/26)を通しての実験庫のFCU吹出口温度と外気温の差は平均16.7°Cとなった。また、

実験庫の行き配管温度と戻り配管温度の差は平均0.1℃であった(図-6)。これは、全空気式と同様に実験庫の断熱性能が高く、外気温の影響を受けにくかったこと、及び実験庫が密閉され、熱負荷がそれほどかからない状態で、実験庫内で冷水が循環していたことから温度差が小さかったためと思われる。

また、本実験では熱交換器を介さなかったことから、送風機コイル内にゴミなどが付着する影響を懸念し、採水樹に帆立貝殻を利用したフィルターを設置した。しかし、7月下旬ころからフィルターの目詰まりの症状が現れたことから、8/1に高圧洗浄機により採水樹フィルターの洗浄を行った。1ヶ月後には再度目詰まりの症状が現れたので9/6に再度洗浄を行った。そのため、8/17~9/6の間は採水樹フィルターの詰まりにより、FCUに供給する冷水が不足したため、ポンプを停止し、冷熱採取を行わなかった。

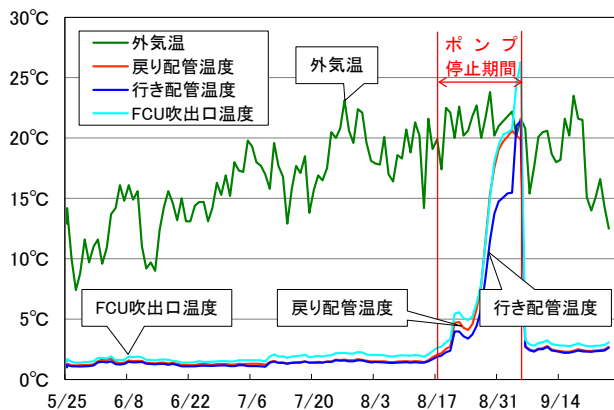


図-6 冷水循環式の冷房特性

## 2.9 冷水循環式の冷熱エネルギー量

5/25~9/26の実験期間(125日間)の冷水循環式の冷熱エネルギー量の推移を図-7、8/21時点の雪山状況を写真-10に示す。

雪山から得られた冷熱エネルギー量は、外気温と雪山下面集水樹温度の差とポンプ流量(1,800L/h)から累計すると16,218MJとなった。また、冷房対象となる実験庫内の冷熱エネルギー量は、送風機の行き温度と戻り温度の差とポンプ流量から累計すると2,682MJとなった。

実験終了の9/26までの融解減少分の体積は表-5から183m<sup>3</sup>であり、39,384MJの冷熱エネルギー量を最大で取得することが可能である。

また、雪山から得られた冷熱エネルギー量に対する最大取得可能エネルギーの比である有効率は、16,218/39,834=40.7%となり、冷水循環式は雪山を効

率的に使っていると言える。

なお、冷熱エネルギー量(時間当たり)は以下の計算式で算出した。

$$Q = q \times \Delta T \times c \times \rho$$

ここで、Q:冷水循環式の冷熱エネルギー量(MJ/h)

q:ポンプ冷水量(L/h)

$\Delta T$ :温度差(℃)

c:水の比熱(=1.0×4.186MJ/kg℃)

$\rho$ :水の密度(=1.0kg/L)

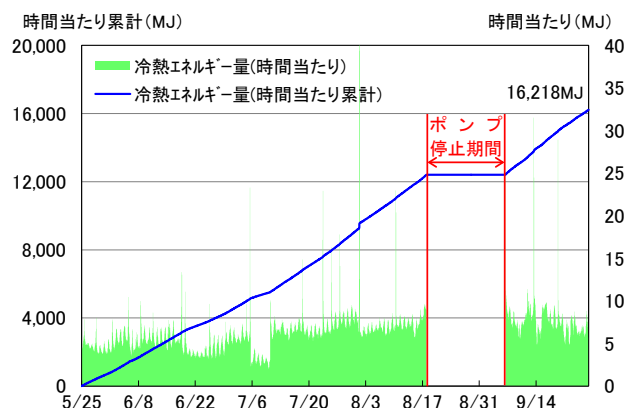


図-7 冷水循環式の冷熱エネルギー量



写真-10 冷水循環式(8/21)雪山状況

## 2.10 各雪山の融解量と融解速度

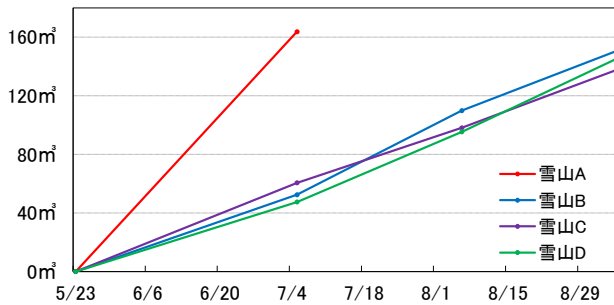
雪山A~Dの融解量を比較するため、雪山の測量を行った。

測量を開始した5/23を基準とした各雪山の融解量を表-6に示す。雪山Aは、急速に融解が進行し、6/25で実験終了したため、7/5以降の計測は行わなかった。雪山B~Dの融解量は、図-8から同じような傾向にあり、融解速度が一定の一次直線の傾向を示した。また、道路排雪を用いた雪山Cと新雪を用いた雪山Dでは、融解速度に大きな違いは見られなかった。

冷熱採取を行った雪山Bと自然融解の雪山C、Dとの融解量のそれほど変わらなかったのは、実験庫に十分な熱負荷がなく実験庫自体が低温になり、供給する冷気とそれほど温度差がない状態が続いたためと考えられる。

表一六 各雪山の融解量

	単位 (m <sup>3</sup> )			
	5月23日	7月5日	8月5日	9月5日
雪山A	198.00	34.28	—	—
雪山B	183.11	130.70	73.21	32.56
雪山C	163.23	102.67	65.08	25.60
雪山D	174.56	127.12	79.18	29.35



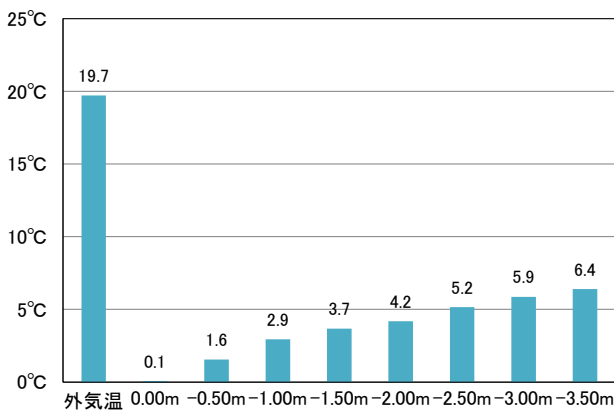
図一八 融雪量の推移

### 2.11 雪山下面の地中温度について

雪山下面の地中部を冷熱採取箇所として利用できるかを検討するため、雪山Cの中央下面の地中温度を計測した。併せて、地表に雪山がない一般部での地中温度も計測した。

#### (1) 雪山中央下面の地中温度

図一九に5/29～9/5（欠測した6/18～8/1の期間は除く）の雪山下面の深度別平均地中温度を示す。地中温度は、概ね安定しており、地表面に近いほど雪山の影響を受け低く、地中深いほど高かった。

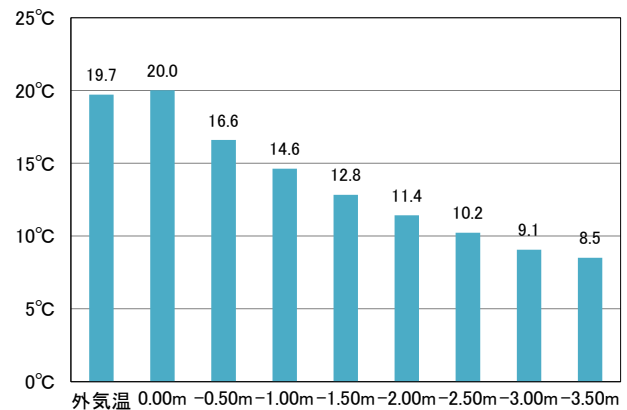


図一九 雪山中央下面の平均地中温度

#### (2) 一般部の地中温度

図一〇に5/29～9/5（欠測した6/18～8/1の期間は除く）までの一般部の深度別平均地中温度を示す。地中温度は、地表面に近いほど日射や外気温の影響を受け、雪山中央下面と比べ地中温度の上昇割合が高かつ

た。また、地中深いほど温度が低下し比較的安定した。



図一〇 一般部の深度別平均地中温度の推移

雪山中央下面（0.00～-0.50m）では低温で安定した温度で推移することから、雪山下面を冷熱採取箇所として利用できることがわかった。

### 3. 平成25年度実験向け雪山の検討

基礎実験で得られた結果を踏まえ、雪堆積場に適した採熱方法を検討の上、平成25年度に向けた実験用雪山を設計し、美唄市東明（美唄人材開発センター内）に造成した。

#### 3.1 基礎実験で得られた結果

##### (1) 雪山A（全空気式）

- ① 雪山内部に設置したトラフ周辺から融解が進行し、空洞の成長が非常に早かった。
- ② 雪山内部に空洞ができることにより、空気の通り道ができ、空洞の成長拡大及び雪山の崩壊を促進させた。
- ③ 雪山内部の空洞の成長により雪山が崩壊し、頻繁に雪山の補修などのメンテナンスが必要であった。

##### (2) 雪山B（冷水循環式）

- ① 雪山下面から雪を融雪させるシステムであることから、雪山の大きな形状変化はなく安定した状態を維持できた。
- ② 熱交換器を設けないため、FCU内コイルへのゴミ付着防止を目的としたフィルターを設置したが、フィルターの目詰まりが生じ、洗浄が必要となった。

##### (3) 融解量

- ① 雪山A（全空気式）は、トラフ周辺からの雪山内空洞の成長が早く、急速に融解が進行した。
- ② 雪山B（冷水循環式）は冷熱採取していたが、負荷が少なかったことから、自然融解の雪山C、Dと

同じような傾向であった。

- ③ 道路排雪を用いた雪山Cと新雪を用いた雪山Dでは融解速度に大きな違いは見られなかった。

#### (4) 地中温度

- ① 深度が浅い場合、一般部では外気温度の影響で地中温度が上昇するのに対して、雪山下面は低温で安定した温度で推移した。

### 3.2 冷熱採取方法の検討

基礎実験の結果を踏まえ、冷熱採取方法について検討した。冷熱採取にあたり、雪山内部に採熱管などを設置することによって、雪山内部からの融解を促進し、雪山自体の形状変化などを生じることがわかったため、雪山内部から冷熱を採取しない2種類の利用方法について検討した。

#### (1) 雪山下面の利用

雪山の下面に配管を設置し、雪及び融雪水から配管を介した冷媒（水、空気）へ熱交換を行い、冷熱を採取する。

これにより、雪堆積場の雪に含まれる不純物の影響を排除し、冷熱だけを得ることが可能である。また、雪山下面から面的に冷熱を採取するため、局部的な融雪が起こりにくく、形状変化が安定したものとなる。更に、配管を介して熱交換を行うため、異物が配管内に混入することはなく、FCUのコイルへの目詰まりなどの故障を防止することができる。

#### (2) 雪山表面の利用

雪山の表面に冷熱を採取する配管を設置し、雪により冷やされた空気を取得することにより冷熱を採取する。

これにより、雪山表面から面的に冷熱を採取することができるほか、雪堆積場の施工性を考慮して雪山造成後に設置することができる。また、雪と空気が直接熱交換するため、湿度の制御効果、空気の清浄効果など、雪冷房の持つ独特の副次効果も見込める。

### 3.3 雪山検討

#### 3.3.1 冷熱採取配管

それぞれの雪山に使用する冷熱採取配管について、その種類、規格、径、設置位置（深度、配置間隔）を検討した。

##### (1) 配管種類

施工性、土中における耐圧強度、価格、汎用性を考慮し、配管の種類は冷水循環式には架橋ポリエチレン管、全空気式にはポリエチレン波付管、排水性舗装用

導水管とした。

##### (2) 配管規格

冷水循環式の架橋ポリエチレン管は、汎用性を重視し市場で最も出回っている呼び径 13mm とした。また、全空気式のポリエチレン波付管は、一定の断面積の確保、雪山規模及び埋設深度を考慮して内径 200mm とし、排水性舗装用導水管は、単位管長と流量の確保の観点から内径 15mm とした。

##### (3) 配管間隔

冷水循環式の架橋ポリエチレン管は一般的なピッチである 150mm 間隔での配置とした。また、全空気式のポリエチレン波付管は、径の太さと物理的強度から 625mm 間隔での配置とし、排水性舗装用導水管は十分な冷気空間の確保のため 400mm 間隔での配置とした。

##### (4) 埋設深度

埋設深度は、必要最小限の配管保護用の土被り厚として、各埋設配管の上部に 80mm 程度被覆することとした。

#### 3.3.2 実験用雪山の概要

冷熱採取方法及び冷熱採熱配管の検討の結果、以下の4種類の実験を行うこととした。

##### (1) 実験A（冷水循環式、雪山下面）

実験Aは、実験箇所を 10 cm掘削した地面に架橋ポリエチレン管を敷設し、掘削土砂により埋戻した上に雪山を造成する。

地中への雪山からの温度伝達と融解水の浸透によって、配管周囲の温度を低下させることを利用して熱交換を行う。

##### (2) 実験B（冷水循環式、雪山下面）

実験Bは、実験箇所を 10 cm掘削した地面に防水のための塩化ビニールシートを敷設し、その上に架橋ポリエチレン管を敷設し、碎石にて埋戻した上に雪山を造成する。

雪山Aとの違いは、塩化ビニールシートで防水層を設けることで、融解水を一時的に架橋ポリエチレン管周辺に滞留させることで熱交換を行う。

##### (3) 実験C（全空気式、雪山下面）

実験Cは、実験箇所を 30 cm掘削した地面に波付ポリエチレン管を敷設し、掘削土砂により埋戻した上に雪山を造成する。

融解水の浸透によって、配管周囲の温度を低下させることを利用して熱交換を行う。

##### (4) 実験D（全空気式、雪山表面）

実験Dは、雪山造成後の雪山表面（天端及び法面）に排水性舗装用導水管を敷設し、配管上部に断熱のた

めのシートを敷設する。

雪山表面とシートとの間の冷却された空気を送風機にて送風する。

### 3.3.3 雪山規模

検討した実験用雪山を美唄市東明（美唄人材開発センター内）に、美唄市内の癸巳雪堆積場から道路排雪を運搬して雪山を造成した。

基礎実験の結果、小規模な雪山の場合は補修の頻度が高かったため、平成25年度は、表-7に示す規模の雪山を1基造成することで雪山のスケールメリットによるメンテナンス性に違いがあるか検討する。

実験は4種類行うこととしたことから、実験1区画当たりの面積を幅5.0m、奥行10.0mとし、雪山高さは冷熱採取のための高さを2.0m、自然融解量を2.0mを見込んだ。そして法勾配比が1.3:1.0のため、融解量を考慮し、底辺は幅34.0m奥行22.0mとした。

雪山規模を表-7、配置図を図-11、雪山全景を写真-11、使用資材を表-8に示す。

表-7 実験用雪山の規模

	採熱方法	採熱箇所	採熱材料	雪山規模
実験A	冷水循環式	雪山下面	架橋ポリエチレン管(13A)	底辺 34.0×22.0m 高さ 4.0m 勾配比 1.3:1.0 体積 2,000m <sup>3</sup> 形状 四角錐台
実験B			波付ポリエチレン管(200A)	
実験C	全空気式	雪山表面	排水性舗装用導水管(30A)	
実験D				

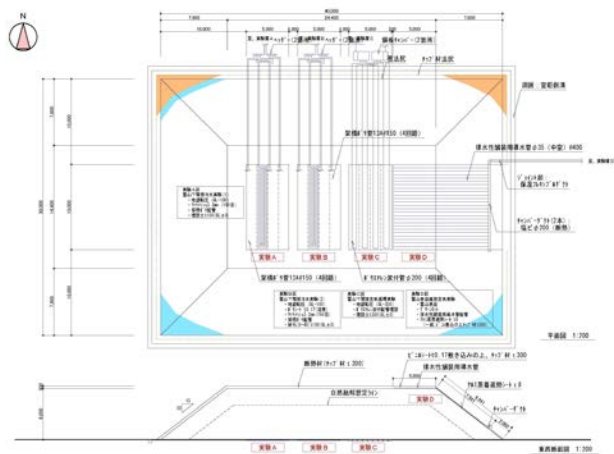


図-11 配置図



写真-11 雪山全景

表-8 使用資材

〔実験A〕

名称	仕様	数量
送風機 (FCU)	780m <sup>3</sup> /h	1台
架橋ポリエチレンパイプ	13A	316m
冷水循環ポンプ	20L/min	1台

〔実験B〕

名称	仕様	数量
送風機 (FCU)	780m <sup>3</sup> /h	1台
架橋ポリエチレンパイプ	13A	316m
冷水循環ポンプ	20L/min	1台
塩化ビニールシート	t=1.5mm	1枚
砕石	0-40	5m <sup>3</sup>

〔実験C〕

名称	仕様	数量
波付ポリエチレン管	200A	80m
送風機	7m <sup>3</sup> /min×300Pa	2台

〔実験D〕

名称	仕様	数量
排水性舗装用導水管	30A	260m
送風機	7m <sup>3</sup> /min×300Pa	2台
ポリエチレンシート	t=0.17mm	1枚
アルミ蒸着遮熱シート	t=8mm	1枚

## 4. まとめ

実験用雪山を造成して行った基礎実験の結果、冷房特性としては、全空気式は、外気温の影響で大きく変動するが、冷水循環式はほぼ一定の状態であることがわかった。

雪山から得られた冷熱エネルギー量は、全空気式で7,715MJ (31日間)、冷水循環式で16,218MJ (125日間)となった。

雪山から得られた冷熱エネルギー量に対する最大取得可能エネルギーの比である有効率は、全空気式で21.6%、冷水循環式で40.7%となった。全空気式は、雪山内部の空洞の成長拡大及び雪山が崩壊したため、途中で実験を終了したが、道路排雪の雪でも、冷熱エネルギーを得られることがわかった。

地中温度を計測した結果、深度が浅い場合、一般部は外気温の影響で地中温度が上昇するのに対して、雪山下面では低温で安定した温度で推移するため、雪



山下面を冷熱採取箇所として利用できることがわかった。また、雪堆積場の施工性を考慮して、冷熱採取箇所を雪山表面とする方式についても検討した。

冷熱採取方法及び冷熱採熱配管の検討の結果から美唄市東明に雪山を造成した。冷熱採取方法は冷水循環式と全空気式とし、冷熱採取方法を雪山下面地中部と雪山表面とした4種類の実験を平成25年5月より実施する。

今後、雪堆積場に適した雪冷熱の採取方法を確立し、雪山造成及び資材等の施工方法、造成後の雪山のメンテナンス、冷熱取得後のゴミ等の処理、コストの検証など、道路排雪を利用する上での課題について解決方法を検討していく。

#### 参考文献

- 1) 北海道経済産業局：雪氷熱エネルギー活用事例集5、平成24年3月
- 2) 本間弘達, 浅川勝貴, 船木淳, 山上重吉, 媚山政良：“雪山”の造り方、第23回寒地技術シンポジウム論文・報告集 pp13-)

## A STUDY ON TECHNOLOGY TO USE COOL ENERGY FROM SNOW OF SNOW DUMPING SITES

**Budgeted** : Grants for operating expenses (general account)

**Research Period** : FY2011 - 2014

**Research Team** : Machinery Technology Research Team

**Author** : KATANO Koji

YAMAGUCHI Kazuya

EINAGA Tetsuya

IGARASHI Tadashi

TANAKA Takao

### **Abstract** :

Use of cool energy from snow which is renewable energy, has been put to practical use in some, but has not been systematized technically for use in large-scale cool energy utilization facilities. Meanwhile, snow hauling costs have increased in Sapporo and other urban areas due to increasing difficulty in securing snow dumping sites and longer transport distances.

Basic experiment on experimental snow mound which was made at Chashinai in Bibai (in the Sorachi industrial park) was conducted to reduce the snow hauling cost by using of the road snow disposal and study cool energy utilization technology.

The basic experiments proved that it is possible to obtain a sufficient cool energy from the road snow disposal and to understand the characteristics of the heat sources extraction method of the cold water circulating system and the all-air system.

By the result of the examination of the cool extraction method suitable for snow dumping sites, an snow experimental snow mound for the 25 fiscal year was designed and made at Tomei in Bibai (in the Bibai Human Resources Development Center).

**Key words** : snow dumping site, cool energy from snow, renewable energy, snow hauling