



トラフを利用した風洞式雪山空気冷房の実験報告

メタデータ	言語: jpn 出版者: 北海道開発技術センター 公開日: 2012-09-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 本間, 弘達, 館下, 誠, 川本, 周朗, 媚山, 政良, 金子, 幸江, 新家, 憲 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10258/1640



トラフを利用した風洞式雪山空気冷房の実験報告

Report of research; All-air Tunnel type Snow Mound cooling system using the Trough

本間 弘達¹, 館下 誠², 川本 周朗³, 媚山 政良⁴, 金子 幸江⁵, 新家 憲⁶
 Kota.HOMMA¹, Makoto.TATESHITA², Shuroh.KAWAMOTO³, Masayoshi.KOBIYAMA⁴, Yukie.KANEKO⁵, Ken.ARAYA⁶

¹ 伊藤組土建株式会社, ² 株式会社日新工業, ³ NPO利雪技術協会,
¹ Itogumi Construction Co.,Ltd., ² Nisshinn Kogyo Co.,Ltd., ³ Association of Snow Utilization Technology,
⁴ 室蘭工業大学, ⁵ 美唄市, ⁶ 美唄自然エネルギー研究会
⁴ Muroran Institute of Technology, ⁵ Bibai city office, ⁶ The Bibai Natural Energy Research Association

1. はじめに

本年は、北海道で北海道洞爺湖サミット（G8 先進国首脳会議、以下；サミット）が開催され、日本の環境技術が世界中から注目された。とくに、雪氷冷熱エネルギーを夏季などに冷房、冷蔵利用する利雪技術については、サミットの主要施設となった国際メディアセンターに導入され、あるいは北海道の玄関口である新千歳空港においても利用されるなど、もっとも注目された環境技術のひとつであった。この利雪技術の研究や技術開発にあたっては、室蘭工業大学や美唄自然エネルギー研究会などが、早くから手がけ、技術発展に大きく貢献してきた。とくに同研究会は、国際メディアセンター建設における雪冷房システムの構築や新千歳空港での雪利用などに間接的に関与し、技術的な支援を行ったり、雪中保存した桜を抑制開花し、サミット開催時期に合わせて開花させ“サミット雪中桜”として各国へのもてなしに活用したりするなど、サミット時における環境技術のピーアール面で大きな支援活動を行った。

同研究会では利雪技術の研究を開始して 12 年目となるが、近年は屋外に大規模、低コストで雪を保存可能とする雪山技術に着目し、2005 年より雪山プロジェクトを立ち上げ、雪山貯蔵と雪山の利用について研究を行ってきた。この雪山より冷熱を回収する方法として、雪解け水を利用する冷水式利用と、空気を媒体として冷熱を伝える空気式利用、あるいは、雪そのものの需要先への輸送などがあり、同研究会では、毎年、実験雪山を築造し、これらの技術開発を行ってきた。本論では、

このうち空気式の雪冷房技術のうち、とくに雪山内部に洞穴状の空間を形成しながら冷熱を回収していく風洞式雪山空気冷房の一手法について、本年実施した研究について報告する。

2. 雪山プロジェクト 2008 の概要

本研究のための実験設備部分を含む実験施設として、北海道美唄市茶志内 3 区に雪量約 700ton 規模の四角錘台型の実験雪山を構築した。断熱材として、バーク材（木材樹皮の粉砕物）を厚さ 300mm で被覆した。本研究の実験部分以外としては、フレコンバックを利用し、綺麗な雪を保存し、夏季に容易に搬出する雪保存研究部分、あるいは、鉄道貨物コンテナを雪山中に埋設し、簡易的に雪山内雪室を造り、雪室内部で冷却対象物を雪温保存する雪中保存研究部分などがある。本年、サミットで活躍した桜の雪中開花抑制は、この雪室内で保存していたものである。



Fig.1.1 雪山プロジェクト 2008 実験雪山

連絡先：本間 弘達／伊藤組土建(株) 技術部

〒060-8554 札幌市中央区北 4 条西 4 丁目 1 tel 011-241-8040 fax 011-222-5020 e-mail: k-homma@itogumi.co.jp

3. 実験装置

風洞式雪山空気冷房について、これまで風洞の成長のきっかけとなる初期の空気道確保のために、あらかじめ塩ビ製ダクト配管を敷設する方法で研究を行ってきた¹⁾²⁾が、本年は排水用の既製品建設資材であるトラフを利用し、初期の空気道を確保した。本実験装置の概略を Fig.3.1 に示す。雪山下部の基盤をアスファルト舗装とし、その上にトラフをコの字状に置き並べ、空気の通り道の入り口と出口がそれぞれ雪山の外部へ繋がりが、空洞が雪山下部でコの字状に折り返して戻ってくるような配置 (Fig.3.2) を行った。この際、空洞が成長していきやすいよう、空気の通り道が雪と直接接触するように、トラフを 90 度倒した状態で並べた。トラフは、内寸 300mm、長さ 2m のコンクリート製既製品を用いた。空気道と雪山外部との取り合い部分 (空気道が断熱材を貫通する部分) については、直径 300mm のスパイラルダクトをトラフ内側に差し込んで空洞を延長し、吸気管、排気管の 2 本をそれぞれ外部に貫通した。断熱補強材として、パーク材をスパイラルダクト周囲に充填した。Fig.3.3 に示すように、吸気管、排気管端部に、送風機を接続した。送風機は吸気部が 20m³/min、排気部が 30m³/min の風量の単相 100V 用ダクトファンである。排気側のファン能力を吸気側よりも大きくしたのは、雪山表面に穴が開き、洞穴が外気と直接繋がった際に、洞穴内が負圧となり、冷房効果が維持できるように配慮したためである。



Fig.3.2 雪下の実験装置設置状況



Fig.3.3 雪山端部の排気部 (手前) と吸気部 (奥)

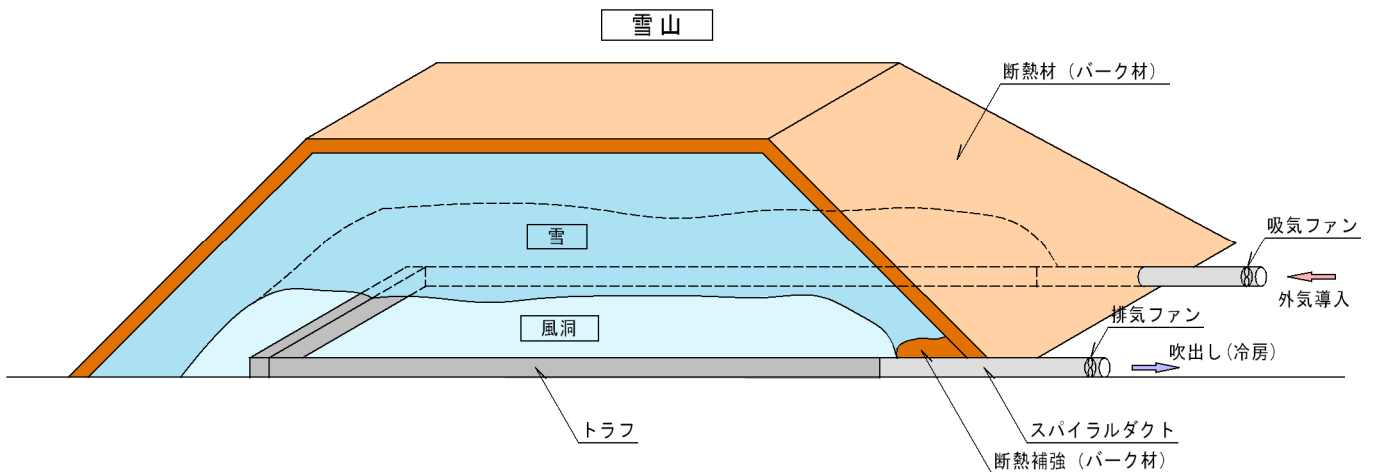


Fig.3.1 実験装置概略図

4. 実験概要

2008年8月9日から8月18日までの10日間装置を稼働させ、温度などの10分間隔自動計測を行うとともに、風洞形成、あるいは、雪山の崩壊の様子を観察した。なお、温度と相対湿度の計測器として、T&DおんどりRTR-53を使用した。

本装置の風量は16.9m³/minであった。風量測定については、風速計(テストー社製 testo425)を用い、ダクトの断面風速の5点平均値をダクト風速とし、ダクト断面積を積したものを風量とした。

5. 実験結果

実験期間中の外気温度と冷房温度(雪冷房後の吹き出し温度)、冷熱出力の推移をFig.5.1に示す。期間中の平均気温(現地測定による)は20.6℃であった。冷房温度の平均は12.5℃であり、冷房の効果が確認されたとともに、冷房利用に適した温度であることが確認された。冷熱出力の安定した実験開始3日目の8月11日(最高気温30.4℃、最低気温12.1℃)の一般的な冷房稼働時間として9時から17時の8時間を例にとると、冷房温度は9.7~12.4℃、平均で11.4℃であった。また、この時の冷房による温度差は、12.0~18.6℃、平均で16.6℃であり、冷熱出力は5.26~8.16kW、平均で7.29kWであった。ただし、冷熱出力算出に当たっては、空気の比熱を0.24kcal/kg℃、空気の比重を0.00129kg/kg、空気の密度を1.2kg/m³とした。実験期間中、9時から17時の冷熱出力は2.11~



Fig.5.2 風洞内部



Fig.5.3 風洞の崩壊状況

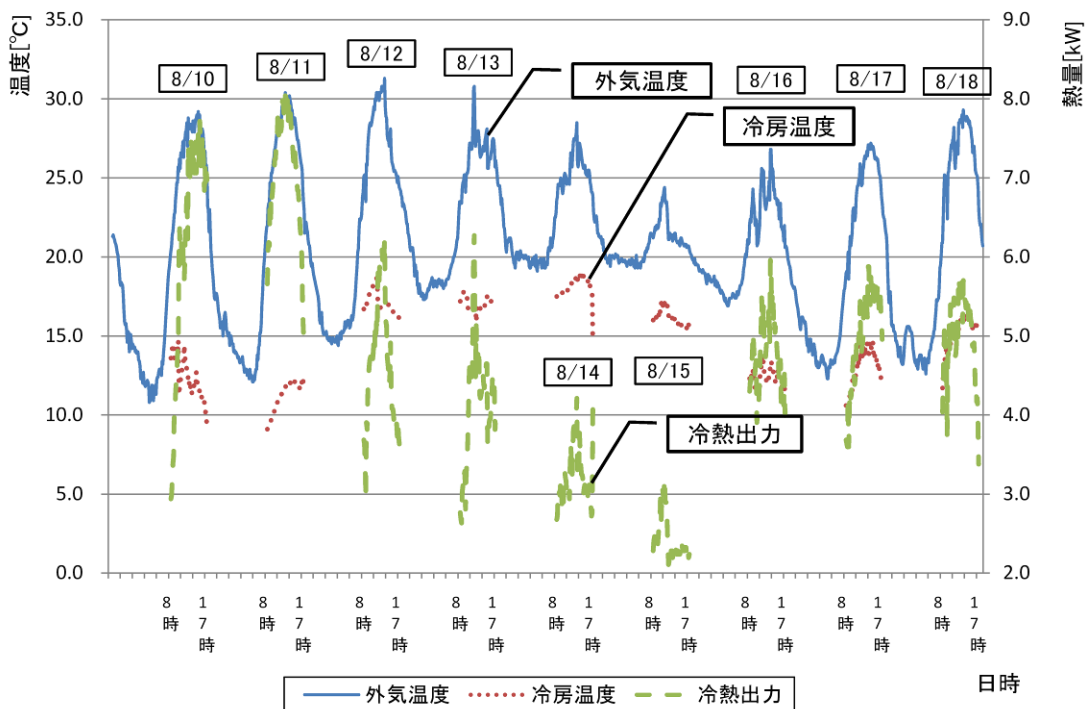


Fig.5.1 実験結果 (2008.08.09~2008.08.18)

8.16kW, 平均 4.87kW であった。天候が悪く外気温度が低い日は, 冷熱出力も小さい結果となった。

実験期間中の総出力は 2787MJ (665.8Mcal) であり, 雪の潜熱のみを利用したとして雪重量に換算すると 8.32ton である。雪密度を 0.65t/m^3 とし、体積換算すると, 期間中に利用した雪の総体積は 12.8m^3 で, 1 日あたりとしては, 約 $1.4\text{m}^3/\text{day}$ であった。

Fig.5.2 に風洞内部の形状を示す。トラフを下辺中央とした蒲鉾型に風洞が成長していった。風洞の成長により外気と風洞の内壁とが繋がり雪山法面(斜面)に穴が開いた状況を Fig.5.3 に示す。雪の厚さは 300mm 程度となっているが, 急激に崩れ落ちることはなく, ファンを作動させたままであるため, システムの入気経路が変わるものの冷熱を出力しながら, 穴が成長し続けていった。

6. 考察

経時変化により風洞が成長し, 容積が大きくなっていき, 空気が雪と接触する割合が減っていき, 冷熱出力の低下が懸念させるところであるが, 全体風量はほぼ一定であるため, 風洞断面積が大きくなることで風洞内風速が小さくなり, 空気と雪との接触時間が長くなり, 結果として冷熱出力は安定した。このことは, 先の研究でも確認されている³⁾。

今後の課題として, 本実験では, トラフを横向きに利用したが, 本来, そのような使い方をするように造られたものでないため, トラフの強度不足の問題が考えられる。トラフ上部に雪の荷重が掛かり, さらに, 雪山造成施工時にバックホーなどの建設機械がその上に載ることなどが考えられ, トラフを破損する可能性がある。性質上, 雪山の内部での破損は, 発見が困難であり, また, 空気道確保は風洞形成の必要条件であることから, リスクを回避するためにも構造上の検討は十分に行っておく必要がある。

また, 本実験では, イニシャルコストの低減を目的に, トラフを雪山下基盤の上に直置きとしたが, クレーニングなどの蓋を採用し, トラフを基礎に埋設するなどして, 雪山下部の凹凸を最小限とすることで, 雪山造成作業, あるいは, 撤去時の清掃作業などが行いやすく, トラフ自体の破損防止にも繋がると考える。

7. おわりに

本実験により, 風洞式雪山空気冷房システムにおける雪山からの冷熱取得の手法の 1 つとして, 建設資材であるトラフを使用して空気道を確保する方法が有効であることが実証された。今後, 本システムの実用化に向け, さらに研究を進めていきたいと考える。

雪山から直接, 冷熱を得る方法として, 冷水式と空気式の大きく二つの手法に分けられるが, 需要先が近距離にある場合は, 2 者のうち, システムが簡易であり比較的 low コストである空気式の採用が優位であると考えられる。雪山貯蔵も low コストで雪を貯蔵することが主目的のひとつでもあるので, 本システムも同様に low コストである必要がある。現時点の方法でも十分に low コストな方法であると考えますが, 今後さらなる low コスト化に向け研究を進展させていきたい。

また, 利雪技術の活用は積雪寒冷地の特権であり, そのような地域での主力産業である農業分野などに本システムが展開していけるように希望する。

謝辞

本論執筆にあたり, 多数の方々から多大なる御協力を戴いた。とくに, 雪山造成にご協力をいただいた高桑氏をはじめとする(株)大野小木の皆様, お盆休み直前の時間の無い中, ダクト接続にご協力頂いた(株)中川空調の皆様, 実験場所の提供や, 除雪車の無償協力, 草刈を初めとする現地野維持管理など, 様々なご協力を賜りました美唄市の皆様を初めとする多くの方々から御指導御協力を得た。ここに深く謝意を表す次第である。

参考文献

- 1) 本間弘達, 山上重吉, 媚山政良, 浅川勝貴: 美唄雪山プロジェクトの取り組み ~その 1~, 第 22 回寒地技術シンポジウム論文集 pp531-536, 2006. 11
- 2) 浅川勝貴, 山上重吉, 媚山政良, 本間弘達: 美唄雪山プロジェクトの取り組み ~その 2~, 第 22 回寒地技術シンポジウム論文集 pp537-542, 2006. 11
- 3) 佐々木賢知, 媚山政良, 久保建一: 雪山からの直接冷風採取に関する研究 -イチゴの夜冷短日処理への適用-, 第 21 回寒地技術シンポジウム論文集 pp828-831, 2005. 12