

小型除雪ロボットにおける雪ブロック成形装置の開発

Development of the snow block compacting unit of the SnowEater robot

○阿部智尚*, 斎藤大*, 中村久一郎*, 水戸部和久*

○Tomohisa Abe*, Dai Saito*, Kyuichiro Nakamura*, Kazuhisa Mitobe*

*山形大学

*Yamagata University

キーワード : 除雪ロボット(Snow Removing Robot), 移動ロボット(Mobile Robot), 屋外ロボット(Outdoor Robot)

連絡先 : 〒992-8510 山形県米沢市城南 4-3-16

山形大学工学部機械システム工学科 6-501 水戸部研究室

水戸部和久, Tel.:0238-26-3230, Fax.:0238-26-3205, E-mail:mitobe@yz.yamagata-u.ac.jp

1. 緒言

雪国に住む人々にとって、冬の除雪作業は大きな負担となっている。スノーショベルやスノーダンプを用いた人力での作業は、高齢者や女性には特に大きな負担であり、危険も伴う。また、ロードヒーティング、市販の除雪機、融雪パイプ等もあるが、初期費用やランニングコストがかかり、気軽に使用することは難しい状況である。このように、雪国に住む人々にとって雪を処理することが大きな負担となっている。

そこで本研究では、小型軽量、安全、自律稼働、安価をコンセプトとした小型除雪ロボットの開発を目的とする。本論文では小型除雪ロボットの雪処理装置である、雪ブロック成形装置について述べる。

2. 小型除雪ロボット概要

研究中の小型除雪ロボットの試作機の外観写真を Fig.1 に、簡単な仕様表を Table.1 に示す。研究中の小型除雪ロボットは、左右のクローラ

機構で走行する。また、雪を前方にあるスクリュで取り込み、前方中央に集める。そして、中央の内部に縦方向に設置された内部スクリュにて後方に雪を持っていく。

除雪作業の手順として以下に示すような方法を考案した。

- ①前方の雪を取り込む。
- ②雪ブロックを成形、後方に置く。
- ③別のロボット(除雪補助ロボット)が雪ブロックを回収し、任意に設定した雪捨て場に捨てる。

Table.1

Specifications of the SnowEater robot

The SnowEater	Specifications
weight	21.5[kg]
length	675[mm]
width	512[mm]
height	223[mm]



Fig.1 SnowEater robot prototype

3.雪ブロック成形装置

3.1 雪ブロック成形装置

研究中の除雪ロボットは、前方にあるスクリュと内部に通るスクリュを通り、雪を Fig.2 に示すロボット内部のスペースへ送る。この取り込んだ雪を除雪補助ロボットが運びやすいうにしくはならない。

そこで、持ち運んでも崩れなく、持ちやすい四角柱のようなブロック状の雪の塊が運びやすい条件であると考え、これを目標とし、内部に送られた雪をブロック状に成形する装置の開発を行った。

3.2 雪ブロック成形の方法

雪をブロック状に成形するためには、輸送するパイプの断面に十分に充填させることや、崩れることを防ぐために、ある程度の圧縮が必要と考えた。

そこで、排出された雪を一定以上の力がかからないことの出来る、Fig.3 に示すような機構を試作した。この機構を雪の輸送パイプの出口に取り付ける。雪が排出される際にばねによる反発力により、雪に対して、圧力がかかる構造になっている。そして、一定以上の力がかかると、スイッチが押され、すべりねじに取り付けられている板 B が後退する。これにより、常にある

帯域の力を雪にかけることが出来る機構になっている。

装置を後退させていくと、四角柱状の雪が排出口から排出される。その後、Fig.4 に示すように板 B が雪を折る板と接触し板が回転することによって雪が排出口の位置で切断され、雪ブロックが生成される仕組みを考案した。

Fig.5 は試作機を小型除雪ロボットに取り付け、上から見た画像である。モータを駆動させるとベルト・プーリを介してすべりねじ軸が回転する。すべりねじ軸が回転すると、ナットがスライドし、装置が前後に動くようになっている。

これらの構造によって排出口の雪の充填率の向上も期待でき、より雪がブロック状に近づくと考えられる。

3.3 駆動系の選定

輸送パイプに雪を送っているスクリュは、ピッチ 40mm、回転数 46rpm で稼働している。よって、輸送パイプから出てくる雪の最大速度は 31mm/s である。従って、この値より装置の速度は大きくなければならない。これを踏まえモータ、駆動系を選定することにした。

まず、すべりねじ軸のピッチを 12mm と決定した。これには最低 154rpm 必要である。従って、モータ最大 100rpm、減速比 36:14 で構成されたプーリ・ベルトを選択した。この結果、装置の最大速度は 51mm/s まで対応できるものとなった。

この値は輸送パイプから出る雪の最大速度より十分大きく、圧縮の必要のない雪が送パイプから送られた場合でも雪が詰まることなく処理出来る値である。

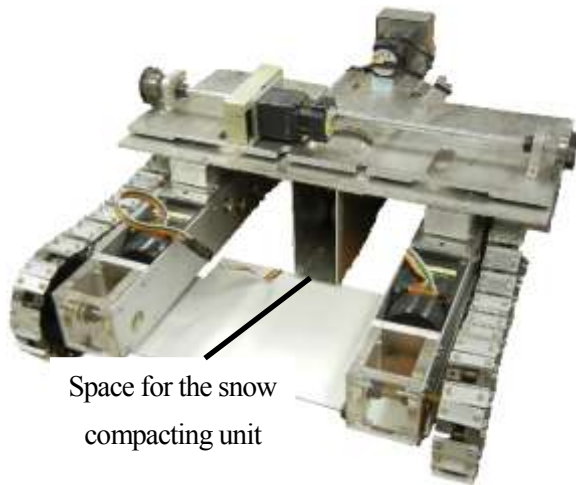


Fig.2 Back view of the SnowEater robot

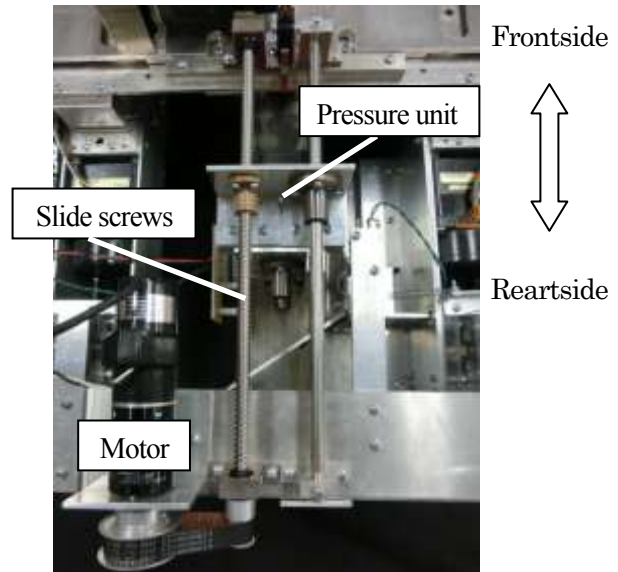


Fig.5 Mounted the pressure unit (Top view)

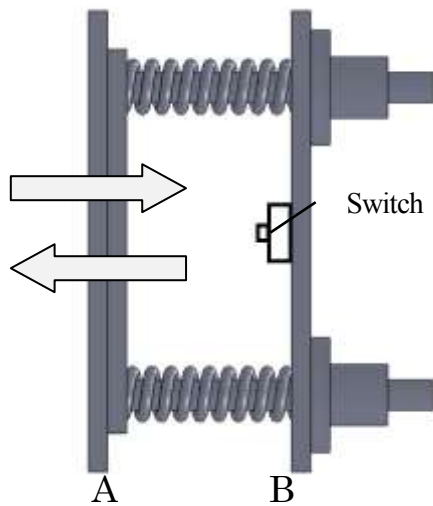


Fig.3 Pressure unit (Side view)

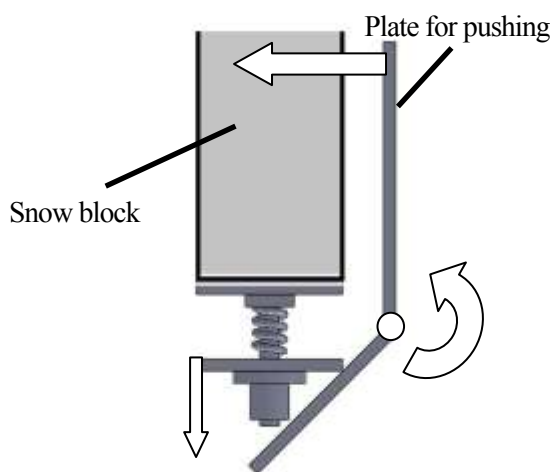


Fig.4 Pressure unit (Top view)

4. 雪ブロック成形実験及び結果

4.1 実験方法

室内にて小型除雪ロボット前方に雪と仮定したかき氷を床に敷き、取り込んだ雪を試作機に送り、雪ブロックの成形実験を行った。

4.2 実験内容

本実験は、Fig.3 に示した試作機の機構で適切な力を雪に与えることと、輸送パイプに十分に雪を充填させることが出来ることを検証するために行った。

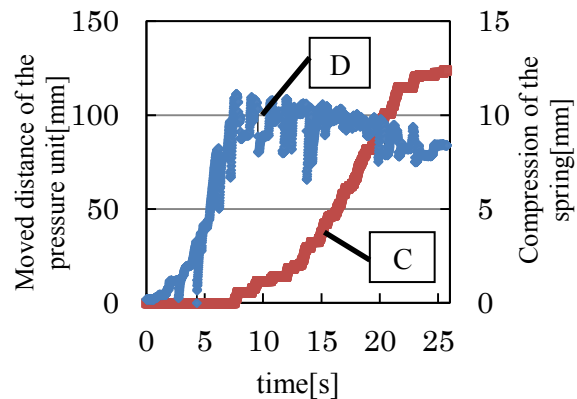
Fig.6 に実験前の小型除雪ロボット前方の図を示す。床に敷き詰めるかき氷は 30mm とした。また、装置の 2 板間にスライド型のポテンシオメータを取り付け、ばねの伸縮を計測できるようにした。同時にモータに取り付けられたロータリーエンコーダを利用し、装置の移動距離を取得する。

4.3 実験結果

Fig.7 に実験中の試作機周辺の図を示す。輸送パイプから四角柱状の雪が出ている事がわかる。Fig.8 にポテンシオメータから取得した電圧値を基に算出した装置の移動距離 (C) とばね

の変位 (D) を示す。また、横軸は実験時間[s]、縦主軸は装置の移動距離[mm]、縦第 2 軸はばねの変位[mm]で示した。

Fig.8 から実験開始とともに、ばねが縮み始め、その後一定の範囲に収まっている様子が読み取れる。これは、実験開始から約 7 秒までに雪にかかる力が少しずつ大きくなっていることを意味する。その後、板 AB 間の距離がほぼ一定のまま、板 B の移動は時間とともに後退している事がわかる。また、この時の実験画像 Fig.7 をみてわかるように、ほぼ四角柱状の雪が排出されていることから排出口に雪が十分に充填されていることがわかる。



C : Moved distance of the pressure unit

D : Compression of the spring

Fig.8 Motion of the pressure unit during the experiment



Fig.6 Compacting experiment using shaved ice



Fig.7 Compacted snow block

5.結言

本研究では、小型除雪ロボットにおける雪ブロック成形装置を試作し、実験を行った。

実験より、パイプから出た雪を、ばねを取り付けた板で受け止め、ばねがある一定以上縮む度に受け止める板を後退させる、という方法を用いた雪ブロック成形装置で雪ブロックの成形が出来た。

装置を用いて成形された雪ブロックは、手に持っても崩れることなく運べることから、除雪補助ロボットが運べる可能性が高いことがわかった。従って、雪ブロック成形装置の試作機において、小型除雪ロボットへの応用が出来ることが明らかになった。

今後の展望として、試作機に使用しているばねのばね定数の変更や後退する際に押されるスイッチの位置等を工夫することで、雪ブロック成形に適している値を検討していく。

また今回の実験では、かき氷を使用しての実験であったため、今後は本物の雪でも同様な結果を得ることが出来ることを実験で検証していく。