

## 道路雪堤の特性と雪堤体積の推定について

北海道工業大学大学院	学生会員	浅田 拓海
北海道工業大学	正 会 員	川端伸一郎
北海道工業大学	正 会 員	亀山 修一
北海道工業大学	正 会 員	石田 眞二

## 1. はじめに

札幌市内には、約 60 箇所の雪堆積場が配置されており、市内から排雪作業によって運搬される雪を受け入れている。しかし、平成 16 年度は、記録的な降雪量（確率年数で 11 年）となり、多くの雪堆積場が年度途中で閉鎖に追い込まれた。

雪堆積場に搬入される雪の大部分は、道路除雪によるものであり、除排雪方法は、一定の基準によって管理されている<sup>1)</sup>。これらの管理基準を基に道路排雪モデルの構築が可能となれば、今後に雪堆積場の配置計画や管理などの一助になると考えられる。

そこで本研究では、実測調査を中心に道路雪堤の特性を明らかにし、気象データから路肩部に形成される雪堤体積の推定を試みた。

## 2. 調査方法と検証データ

路肩部の雪堤は、車道部の積雪が機械除雪により移動することで形成される。図 - 1 は道路雪堤の形成過程を概念的に示したものである。現在、積雪量のような気象データは、AMeDAS から容易に入手が可能である。厳密な道路上の積雪量を把握することは困難であるが、道路上の積雪量も AMeDAS で観測されている積雪量（自然積雪量）に近似したものと考えられる。そこで本研究では、自然積雪が除雪により密度変化をしながら雪堤になると仮定した。ここで重要となるのは、自然積雪および道路雪堤の密度設定である。

雪の密度は、気温の影響を大きく受けることが予想されるため、雪密度の実測調査は、札幌市内において平成 17 年 3 月～平成 18 年 1 月の期間で 2 回実施した。なお、調査は複数のポイントを定め実施した。

つぎに、札幌市手稲区内の国道 5 号線において、雪堤の体積を実測によって計測した。計測は、測定工区を延長約 100m で 2 地点定め、雪堤の高さおよび幅を計

測した。なお、測定期間は平成 17 年 12 月～平成 18 年 2 月である。

道路排雪量を推定するためには、積雪量から推定される雪堤体積の妥当性を検証する必要がある。本研究では、北海道開発局の管理する札幌市内の国道の運搬排雪実績データ（平成 16 年度）を解析に用いた。このデータには排雪作業日、排雪延長、排雪方法、排雪量が明確に記されている。

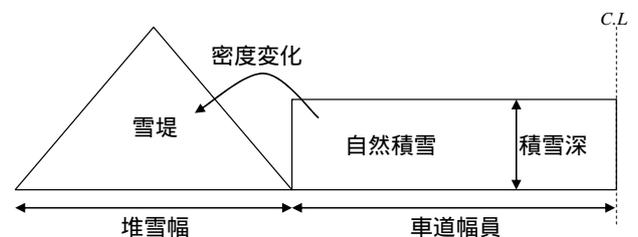


図 - 1 道路雪堤の形成過程の概念図

## 3. 結果と考察

自然積雪および雪堤の雪密度を表 - 1 に示す。1 月は厳寒期であり、3 月は融雪期のデータである。雪密度は、3 月の値が 1 月よりも大きくなっており、気温上昇の影響を受けて変化することが分かる。この結果から、1 月の密度を用いると自然積雪の体積 1 が雪堤の体積で 0.64 倍に変化することとなり、3 月では同様に 0.80、両時期の平均では、0.72 となる。いずれの体積比を用いることが妥当であるかは、実績データなどからの検証によって判断する必要がある。

表 - 1 自然積雪および雪堤の雪密度

雪密度	1月	3月	平均
自然積雪 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	0.23	0.37	0.30
データ数	30	15	
雪堤 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	0.36	0.46	0.41
データ数	87	54	
体積比	0.64	0.80	0.72

KEYWORD 道路除雪 排雪量 道路雪堤 雪密度

連絡先 北海道工業大学 〒006 - 8585 札幌市手稲区前田 7 条 15 丁目 4-1 TEL 011-681-2161

図-2は、国道の運搬排雪実績データによる実年間排雪量と表-1で得られた時期ごとの体積比から推定した年間排雪量の関係である。ここで、推定年間排雪量の算出は、実績データに記載されている作業内容を基に、拡幅排雪では推定雪堤体積の50%、巻出排雪で100%が排雪されるとし、作業日の積雪データから求めている。図-2の関係から、 $R^2$ 値は0.97と非常に高い値を示しており、本研究で仮定した排雪量モデル（道路延長、幅員、積雪量、体積比の関数）が実作業からの排雪量を高い精度で表現できることが明らかとなった。なお、時期ごとの関係は、体積比のみを変化させたものであるため、 $R^2$ 値は同値となる。

以上のことから、簡易な数値モデルで実排雪量の変化傾向を把握することが可能であることが明らかとなったが、いずれの時期の体積比を用いた場合においても、推定量は実量より多くなる問題がある。図-2より、最小の体積比である1月で推定量は実量の約1.3倍、3月で1.6倍となる。

この理由としては、雪堤体積の推定上の問題や排雪率の設定上の問題などが考えられる。排雪率に関しては、現状のデータのみでは、詳細な検討が難しいことから、雪堤体積の推定精度について検証を行った。

図-3は、実測調査による雪堤体積と積雪量から推定した雪堤体積の関係である。なお、同図では、1月と3月の雪の体積比の平均値を用いている。平均体積比を用いた場合においても、推定量は、雪堤の形成過程を精度良く表現していることが分かる。したがって、雪堤体積の推定に関しては、現状での数値設定などに問題は無いといえる。図-2より、自然積雪から雪堤への体積比を平均値（0.72）として定めた場合、推定排雪量と実排雪量の関係は、約1.5倍となる。今後は、モデルにおける排雪率の設定値などについて、実測調査を基に検討を加える予定である。

#### 4.まとめ

本研究は、実測調査を中心に道路雪堤の特性を明らかにし、気象データから路肩部に形成される雪堤体積の推定を試みた。結果は以下の通りである。

- 1) 時期ごとの自然積雪および雪堤の密度を実測調査によって明らかにし、除雪による体積変化率（体積比）を定めた。
- 2) モデルにより求めた推定年間排雪量は、実量を精

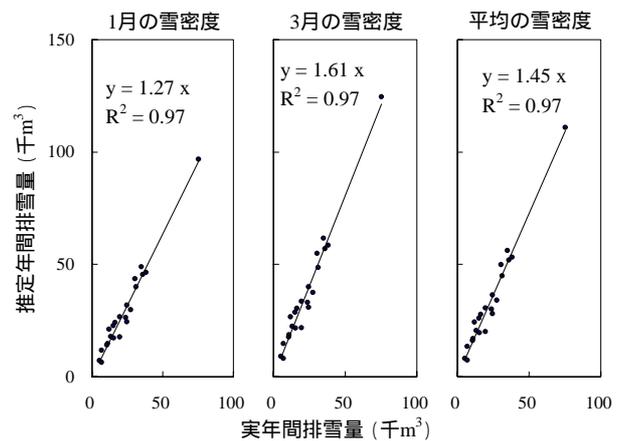


図-2 実年間排雪量と推定量の関係

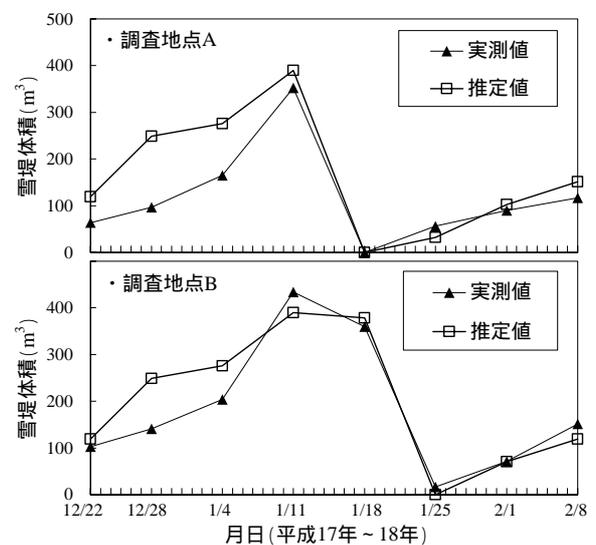


図-3 雪堤体積の実測値と推定値の比較

度良く表現できる。ただし、推定量は実量よりも多く見積もられる問題もあった。

- 3) 積雪量から推定される雪堤体積は、実際の雪堤の形成過程を精度良く表現していた。

最後に、本研究における運搬排雪実績データは、北海道開発局札幌開発建設部より提供頂いた。関係各位に記してお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 札幌市建設局管理部雪対策室：札幌市除雪業務委託等仕様書，2004。