

平成22年度

防雪柵前後の吹きだまり量等に関する現地観測

独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所 雪氷チーム ○金子 学
松澤 勝
渡邊崇史

防雪柵の設計にあたっては、最大吹きだまり量が必要である。その際、最寄りの気象観測施設の観測データを用いて、吹雪量と風速の経験式により累計の吹雪量を推定し、これを吹きだまり量とみなす事例も多い。しかし、経験式の推定精度や、吹雪量と吹きだまり量との関係は、十分に明らかとはなっていない。このため、石狩市郊外の実験場において、防雪柵周辺に生じた吹きだまりを観測し、経験式による推定吹雪量との比較を行なった。その結果、推定吹雪量は実際の吹きだまり量を下回る傾向にあることや、経験式毎の推定吹雪量が大きく異なること等がわかった。

キーワード：防雪柵、吹きだまり、吹雪量、吹き止め柵

1. はじめに

北海道の冬期道路では、吹雪による視程障害や吹きだまり対策として、防雪柵の整備が行なわれてきている。防雪柵の設計にあたっては、現地の最大吹きだまり量が必要となるが、吹きだまり量の計測は容易ではないため、吹きだまり量は吹雪量の累計と等しいとみなし、累計吹雪量を用いる事例も少なくない。この場合、多くの研究者により提案された吹雪量と風速との経験式が用いられている¹⁾。しかし、研究者ごとに数式が異なるため、採用する式により吹雪量の推定結果に違いが生じる等、課題が残されている。さらに、必ずしも現地で風速を観測していないため、一般的に近傍のアメダス等のデータを用いることも多いが、この場合の推定結果の妥当性については、十分に検証されていない。



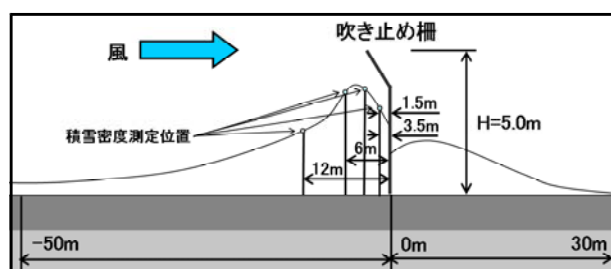
図－1 石狩吹雪実験場位置図

本研究では、吹雪量と吹きだまり量との関係を調べるため、石狩市郊外の実験施設(石狩吹雪実験場、図－1)において、平成22年1月から2月の吹雪時に、吹き止め柵前後に生じた吹きだまり量を観測し、経験式による推定吹雪量との比較を行なった。

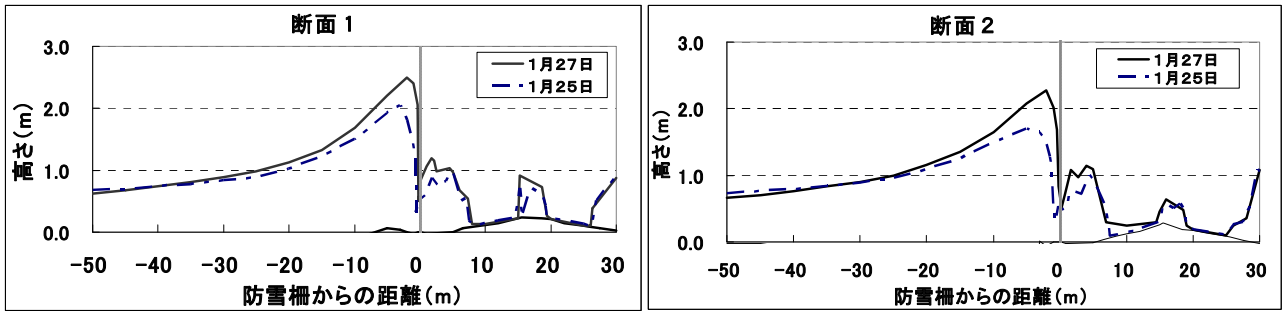
2. 観測方法

石狩吹雪実験場において、2010年1月26日と2月6～7日の吹雪発生時(以降、1月の吹雪、2月の吹雪と呼ぶ)に、高さ5mの吹き止め柵の風上側50mから風下30mの範囲について、吹きだまり形状及び積雪密度の計測を、それぞれ2断面について行なった(図－2)。計測は、1月の吹雪では1月25日16:00と1月27日11:30、2月の吹雪では2月2日11:00と2月8日11:00に実施した。

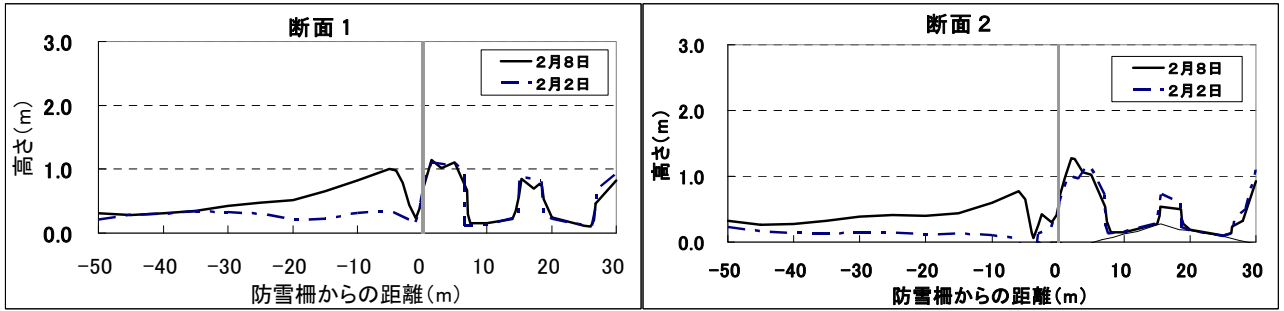
なお、吹きだまり形状の測定は5m間隔を基本とし、これに雪丘形状変化点を加え、レベルを用いて測定した。また、積雪密度については、図－2に示す吹き止め柵風上側の4点で、スノーサンプラーを用いて全層の積雪密度を計測した。



図－2 吹きだまり測定範囲と積雪密度測定位置



図－3 1月の吹雪時の吹きだまり状況



図－4 2月の吹雪時の吹きだまり状況

1月の吹雪時の吹きだまり形状を図－3に、2月の吹雪時の例を図－4にそれぞれ示す。ただし、実験場内の除雪の影響により、風下側の吹きだまり形状は、正確に把握できていない。

3. 研究結果

吹雪前後の吹きだまり断面積の差分をとり、吹雪後に測定した風上側4点の積雪密度の平均値を掛け、吹きだまり量を求めた。なお、防雪柵の風下側の吹きだまり形状は正しく測定できていないが、吹き止め柵では風下側の吹きだまり量が全吹きだまり量の30%となる²⁾とみなし、風上側の吹きだまり断面積の10/7倍を、吹きだまりの全断面積とした。

実測した吹きだまり量と、経験式による推定吹雪量とを比較するため、実験場内及び実験場の南西約2 kmにある石狩アメダス(図－1)で観測された風速データを高さ1 mの値に換算し、以下の吹雪量Qと風速Uの経験式^{3) 4)}に代入して吹雪量を求めた。計算には10分平均の風速を用い、10分毎に算出した吹雪量の観測対象期間分の合計を、推定吹雪量とした。

- 小林他³⁾ $Q=0.03U^3$ …… 小林他の式
 - Takeuchi⁴⁾ $Q=0.2U^{2.7}$ …… 竹内の(1)式
 - Takeuchi⁴⁾ $Q=0.0029U^{4.16}$ …… 竹内の(2)式
- ※ ここでUは高さ1mにおける風速

なお、竹内の(1)式は、積雪表面がざらめ雪の、(2)式はしまり雪の場合の計算式となっている。

吹雪量の経験式の適用にあたり、吹雪発生臨界風速を設定する必要があるが、ここでは既往文献⁵⁾を参考に、吹雪の発生条件を以下のように定めた(表－1)。なお、降雪の有無については、実験場内の観測データが無かったため、石狩アメダスの降雪量(1時間データ)から降雪の有無を判断した。

表－1 吹雪の発生条件の設定

風速	降雪の有無
$U \geq 5\text{m/s}$	降雪時
$U \geq 10\text{m/s}$	非降雪時

実測した吹きだまり量と、経験式により求めた推定吹雪量について表－2に示す。

表－2より、1月の吹雪時の吹きだまり量の実測値は、実験場内の風速を用いて小林他の式により求めた推定吹雪量よりやや大きく、竹内の(1)式の約3割、竹内の(2)式の約6割となっていた。

また、石狩アメダスの風速から求めた推定吹雪量は、実験場内の風速から求めた値の2割程度と小さく、どの経験式を用いた場合でも、実測の吹きだまり量の7割以下となっていた。

表-2 吹き止め柵前後で観測した吹きだまり量と経験式により算出した吹雪量の比較

観測対象期間	断面	吹きだまり実測値			推定吹雪量(実験場) kg/m			推定吹雪量(AMEDAS) kg/m		
		断面積 (m ²)	積雪密度 (kg/m ³)	吹きだまり量 (kg/m)	小林他	竹内(1)	竹内(2)	小林他	竹内(1)	竹内(2)
2010年 1/25, 16:00 ~ 1/27, 11:30	1	8.95×10/7 =12.8	315	4,030	3,620	11,500	6,190	845	2,850	1,140
	2	9.49×10/7 =13.6	294	4,000						
2010年 2/2, 11:00 ~ 2/8, 11:00	1	6.82×10/7 =9.7	224	2,170	1,890	6,220	2,840	465	1,580	620
	2	8.22×10/7 =11.7	295	3,450						

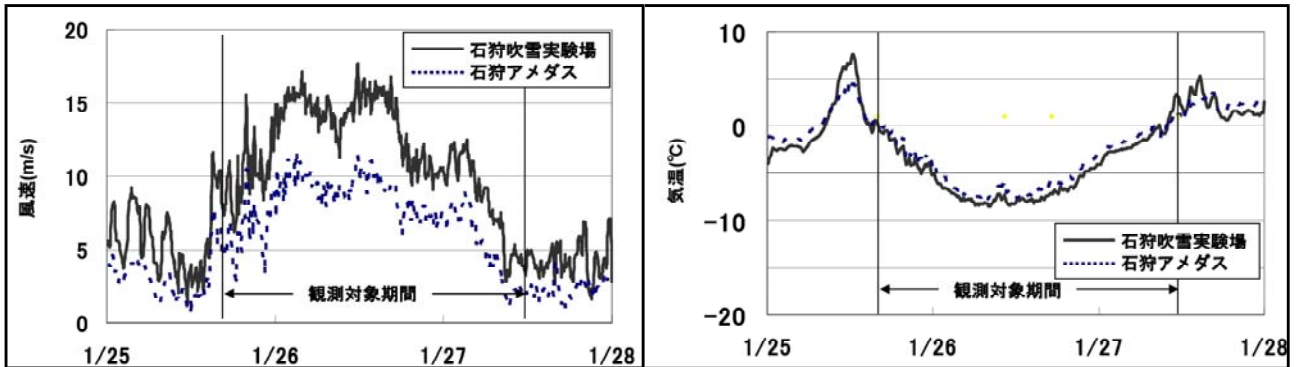


図-5 1月の吹雪時の風速と気温

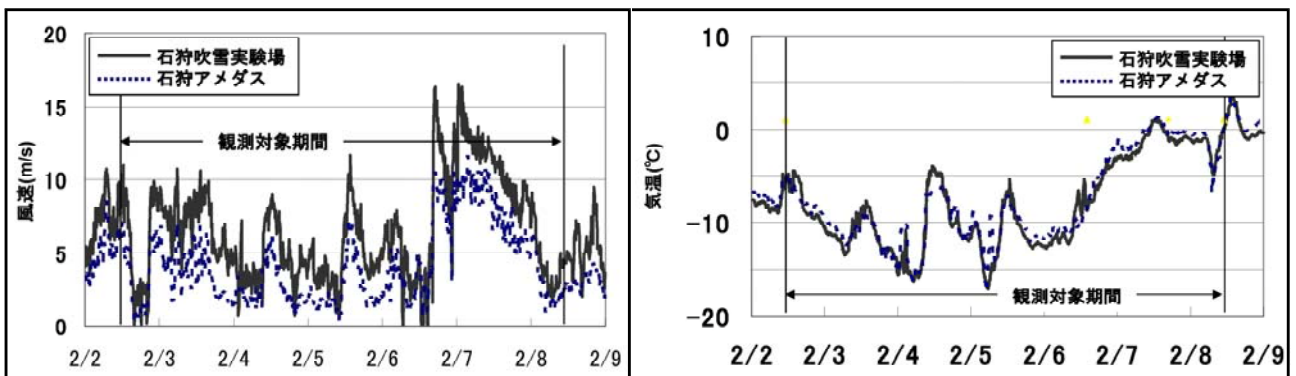


図-6 2月の吹雪時の風速と気温

また、2月の吹雪時の吹きだまり量実測値と、実験場内の風速から推定した吹雪量を比べると次の様になった。

吹きだまり量実測値は、小林他の式により求めた推定吹雪量よりも大きく、竹内の(1)式の0.4~0.6倍程度、竹内の(2)式の0.8~1.2倍程度となっていた。

一方、石狩アメダスの風速を用いた推定吹雪量は、1月の吹雪と同様に、実験場内の風速からの計算値の2割程度で、実測の吹きだまり量と比べて小さい値となっていた。

4. 検討

実験場内と石狩アメダスの風速から求めた推定吹雪量の違いが大きかったため、1月と2月の吹雪時における、実験場内と石狩アメダスの風速と気温のデータを比較した(図-5, 6参照)。その結果、石狩吹雪実験場内の風速が、石狩アメダスの風速より5割程度高かった。このため、推定吹雪量に大きな違いを生じたことが判った。このことは、最寄りの気象観測施設の風速から経験式により吹雪量を推定する際、推定吹雪量が現地と大きく異なる場合があることを示している。すなわち、経験式による吹雪量の推定にあたっては、最寄りの気象観測施設と現地との気象条件等の違いに注意し、極力現地の気

象条件に近い場所の風速の観測値を用いることが必要と考えられる。一方、気温については、石狩吹雪実験場と石狩アメダスとで殆ど違いが見られなかった。

5. 考察

吹きだまり量の実測値は、実験場の風速から小林ほかの式を用いて推定した吹雪量の1.1~1.8倍程度となっていた。その理由としては、この推定式が全層の吹雪ではなく地吹雪（跳躍層の吹雪）を対象としている³⁾ことが考えられる。一方、竹内の式は、高い地吹雪を考慮したものであり、2月の吹きだまり量の実測値と概ね等しい推定値となった。1月の吹雪では推定値の方が1.5倍程度大きかった。竹内の式は飽和吹雪量を与えるが、この吹雪時では飽和状態に達していなかったためと考えられる。しかし、今回の観測では、風下側の吹きだまり量を全吹きだまり量の3割と仮定しているため誤差が考えられること等から、さらに詳細な観測が必要と考えられる。また、飛雪粒子計(Snow particle counter)を用いて飛雪流量を観測し、飛雪流量から吹雪量を推定する方が、風速から吹雪量を推定するよりも、精度良い推定ができる可能性があること⁶⁾が示されている。

6. まとめ

本年1月と2月の2回の吹雪について、実験場にて防雪柵前後の吹きだまり量の現地観測を行ない、経験式による推定吹雪量と比較した。経験式による

推定吹雪量は式毎に大きく異なるため、防雪柵による吹雪の捕捉率は明らかとはならなかった。

また、実験場内と最寄りの石狩アメダスでは風速が大きく異なり、経験式による推定吹雪量に大きな違いが見られた。最寄りの気象観測施設のデータから吹雪量を推定する際には、現地との気象条件等の違いに注意を要することがわかった。

今後の吹きだまり観測では、ネット式吹雪計による吹雪の鉛直分布測定や、SPCによる飛雪流量の連続観測を実施し、吹雪量の定量把握に努め、経験式による推定吹雪量と実際の吹雪量との関係について検討を進めたい。さらに近年、新形式の防雪柵が開発がされてきているが、性能の定量評価が今後重要となると考えられる。そこで、観測を通じて、防雪柵による吹雪の捕捉率について調査し、防雪施設の性能の定量把握に向けた検討を行なっていきたい。

参考文献

- 1) 竹内他(1975);吹雪量と飛雪量垂直分布, 雪氷37, 8-15.
- 2) 北海道開発局(2003);道路吹雪対策マニュアル, 3-4-5.
- 3) 小林大二ほか(1969);みぞによる地吹雪量の測定, 低温科学・物理編, 27, 99-106.
- 4) M.Takeuchi(1980);Vertical Profile and Horizontal Increase of Drift-snow Transport,Journal of Gaciology,26,481-492.
- 5) 日本雪氷学会北海道支部(1991);雪氷調査法, pp19.
- 6) 松澤ほか(2010);高さ1 mの飛雪流量と全吹雪輸送量との関係, 雪氷研究大会, C3-07.