

## 道路構造による吹きだまり対策効果の定量化に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 24～平 27

担当チーム：寒地道路研究グループ（雪氷）

研究担当者：松澤勝、金子学、木部正一、

國分徹哉、渡邊崇史

### 【要旨】

積雪寒冷地の冬期道路では、吹雪に伴う吹きだまりにより交通障害が発生する。道路構造による吹雪対策として防雪盛土等が用いられているが、防雪効果については十分に明らかとはなっていない。このため本研究では、現地観測や数値シミュレーションにより、道路構造による吹きだまり対策の効果の定量化に向けた検討を行うこととした。平成 25 年度は、実験場や現道における吹きだまり観測と、数値シミュレーションプログラムの開発を行った。また、これまでに収集した吹きだまり観測データを用い、切土・盛土道路における冬期間を通じた吹きだまり形状の変化について整理したほか、吹きだまりに関する基礎的なシミュレーションを行い、盛土道路については現地観測結果と概ね整合する結果が得られることを確認した。

キーワード：暴風雪、吹雪、吹きだまり、道路構造、シミュレーション

### 1. 研究の背景

近年、厳冬期に爆弾低気圧や強い冬型の気圧配置に起因する暴風雪により、短時間のうちに道路上で大規模な吹きだまりが発生し、交通障害を引き起こすケースがしばしば発生している。道路構造を変えることで吹きだまりの発達を抑制することが可能であり、道路構造による吹雪対策として、防雪盛土や防雪切土という工法が用いられる。しかし、既往研究事例が少ないため防雪効果が定量的に明らかとはなっていない。また、一度の暴風雪に対して、どの程度の吹きだまり抑制効果が期待できるか等についても不明な点が多い。道路構造による吹雪対策の設計法を確立するために、道路構造ごとの吹きだまり量と積雪深や気象条件との関係を明らかにし、防雪効果を定量化することが極めて重要である。

このため、本研究では当研究所が札幌市近郊に所有する実験観測施設（石狩吹雪実験場）や現道にて、吹きだまりの発達状況について現地観測を行う（図-1）。また、現地観測と同様の気象条件と地形条件において数値シミュレーション結果の妥当性を検証した上で、道路構造ごとの吹きだまり対策効果を定量的に評価する。平成25年度は、切土・盛土道路における冬期間を通じた吹きだまり形状の変化について整理した。さらに、平成 24 年度に文献調査により取りまとめた吹雪シミュレーションの条件（気流のモデル、浮遊層のモデル、跳躍層のモデル、格子形状、吹雪対策施設の取扱い等）に基づき吹雪シミュレーション



図-1 観測実施箇所位置図

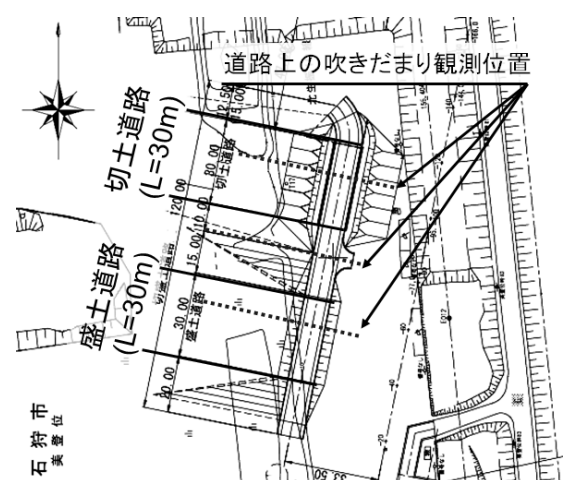


図-2 吹きだまり形状観測箇所配置図

プログラムを作成し、道路構造や風速条件を変えて演算を行い、現地観測結果と比較した。

## 2. 研究概要と成果

### 2.1 道路構造と吹きだまりとの関係に関する野外調査

道路構造による吹きだまり対策の効果を検証するにあたっては、道路周辺の地形条件を正しく把握することが重要である。積雪寒冷地域では、積雪や吹きだまりによって、道路周辺の地形条件が冬期間を通じて大きく変化する。

このため、平成25年度は、冬期間を通じた道路周辺の地形の積雪や吹きだまりによる変化に着目し、石狩吹雪実験場内に造成した切土道路（切土深さ約2.0m）と盛土道路（盛土高さ約1.5m）周辺において吹きだまり形状の観測を実施した（図-2）。また、実際の切土道路、盛土道路についても、石狩市内の一般国道231号において、降雪前と積雪期の1～3月に、吹きだまり形状の観測を行った。一般国道でこれまでに観測した吹きだまり形状の冬期間の変化事例を図-3、図-4にそれぞれ示す。

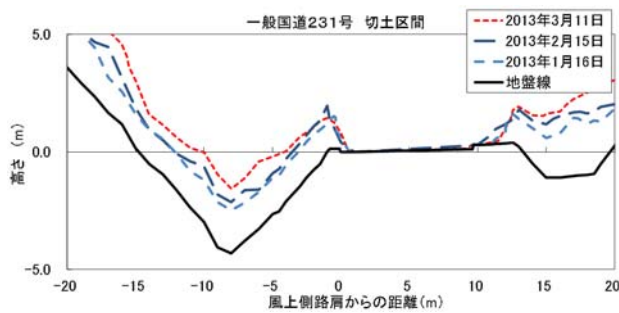


図-3 冬期を通じた切土道路の吹きだまり形状

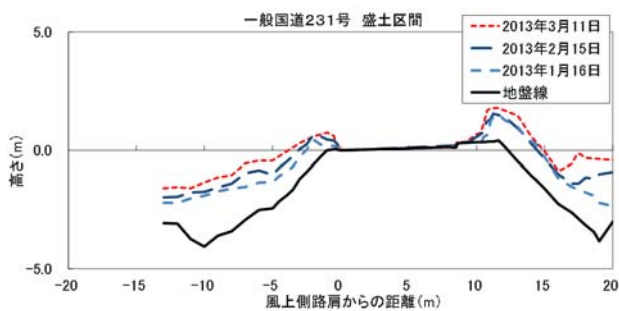


図-4 冬期を通じた盛土道路の吹きだまり形状

道路構造による吹きだまり対策効果を、吹雪シミュレーションを用いて評価するには、これと対比可能な観測データを取得し、一回の吹雪における吹きだまりの発達状況について把握し、シミュレーション結果の妥当性を検証することが必要となる。平成25年度は、シミュレーション結果と対比できるよう、石狩吹雪実験場におけるこれまでの現地観測データを用い、切土・盛土道路での一回の吹雪に

おける吹きだまり形状の変化過程を整理した。切土・盛土道路における吹きだまり形状変化の例を図-5、図-6にそれぞれ示す。また、吹雪シミュレーションに用いるため、観測時の気象条件を以下のとおり整理した。

気象条件

(2011年2月7日6時～8日12時、31時間)

- 1) 卓越風向：277°（道路直角方向に対し5°）
- 2) 平均風速：高さ1mにおいて8.7m/s
- 3) 降雪強度：0.4mm/h
- 4) 積雪密度：150kg/m<sup>3</sup>

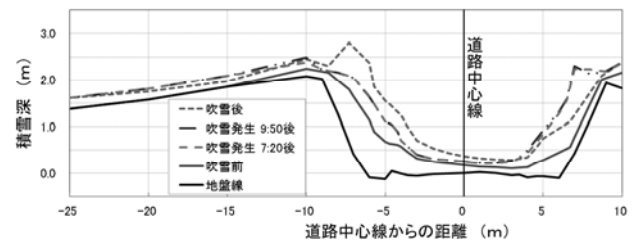


図-5 一回の吹雪による切土道路の吹きだまり形状

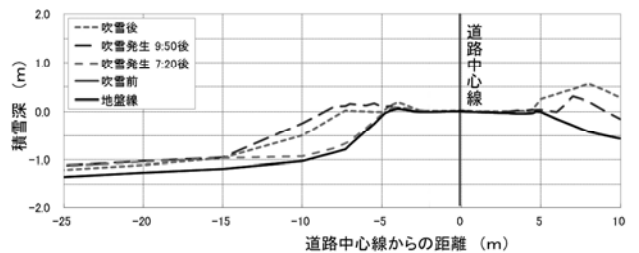


図-6 一回の吹雪による盛土道路の吹きだまり形状

### 2.2 吹雪シミュレーションに関する調査

道路構造による吹きだまり対策効果の定量化に向けては、現地観測が不可欠であるが、観測回数や観測対象が限られることから、多様な気象条件や地形条件に対する十分な観測データを得ることは難しい。このような場合には、模擬実験や数値解析等により現地観測結果を補う手法が効果的と考えられる。近年、数値シミュレーションにより吹雪対策の効果評価を行う事例が増加しつつあることから、本研究では吹雪シミュレーションプログラムを作成し、吹きだまり対策効果の定量的な評価に取り組むこととした。

平成25年度は、前年度に文献調査により取りまとめた吹雪シミュレーションに必要な諸条件（気流のモデル、浮遊層のモデル、跳躍層のモデル、格子形状、吹雪対策施設の取扱い等）を整理した基本設計（表-1）を踏まえ、具体的なプログラムの作成を行った。

表-1 構築した吹雪シミュレーションの基本設計

大項目	中項目	小項目	条 件
構成モデル	気流のモデル	アルゴリズム	有限体積法
		基礎方程式	RANSモデル
		乱流モデル	標準k-εモデル RNG k-εモデル 低Re数型k-εモデル
	浮遊層のモデル	基礎方程式	乱流拡散係数による移流拡散方程式
		落下速度	降雪起源と雪面起源の雪粒子の異なる2つを設定
		モデル	オイラーモデル
	跳躍層のモデル	跳躍層の扱い	ある層厚の跳躍層を仮定
		吹きだまり	最下層の沈着量と侵食量のバランスで表現
		吹きだまり密度	自由に変更可能なこと
計算領域等	格子	格子形状	構造格子 非構造格子
		対策施設	防雪柵 植生

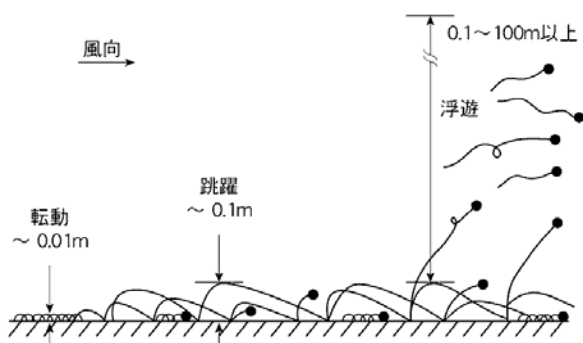


図-7 吹雪中の雪粒子の運動形態

吹雪シミュレーションの内、気流に関しては多様なプログラムが既に開発され、有料または無料で提供されている。吹雪シミュレーションプログラムの開発にあたって、無料で活用可能なプログラムを有効活用することとした。吹雪中の雪粒子の運動には、転動、跳躍、浮遊の3つがあり(図-7)、吹きだまりの計算には、跳躍層と浮遊層の吹雪をそれぞれ再現し、雪面で移動する雪の収支を計算することが必要となる。このような吹雪特有の部分については、既存のプログラムが公開されていないため、新規に作成することとした。

### 2.3 計算結果

作成した吹雪シミュレーションプログラムを用い、切

土道路と盛土道路の基礎的な解析を行った。なお、本プログラムでは均一な地形断面のモデルを用いるが、斜め方向からの風の影響についても考慮できるように、計算は3次元で行うこととした。計算は、図-5、図-6に示した吹きだまりに関する現地観測時と同一の気象条件を想定して行った。

切土道路と盛土道路におけるシミュレーション結果を、図-8と図-9にそれぞれ示す。図中、上段が計算モデルのメッシュ図、中段が風速分布図、下段が吹きだまり分布図となっている。

シミュレーションの結果、盛土道路については風上側、風下側とも、図-6の実測結果と概ね類似した吹きだまり形状の計算結果が得られた。しかし、切土道路については、風上側斜面上に高い吹きだまりが生じる結果となっており、図-5の実測結果と一致しなかった。今後、吹きだまりの計算結果に影響を与える要因について検討し、吹きだまりを精度良く推定できるように、改良を進めることとしたい。

### 2.4 対策の定量的評価方法の検討

本研究では、道路構造による吹きだまり対策について、シミュレーションの結果をもとに、対策効果の定量的な評価法を検討することとしている。シミュレーションは、切土道路と盛土道路の基本形状のほか、2.1で調査した

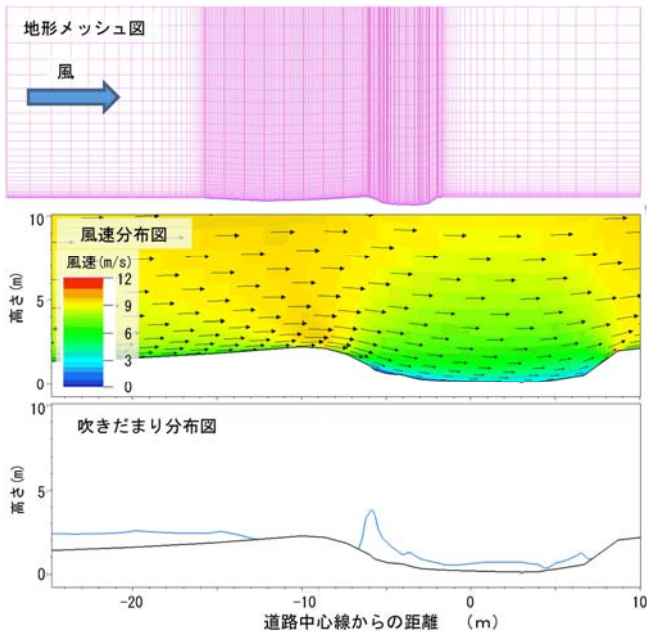


図-8 切土道における吹雪シミュレーション結果

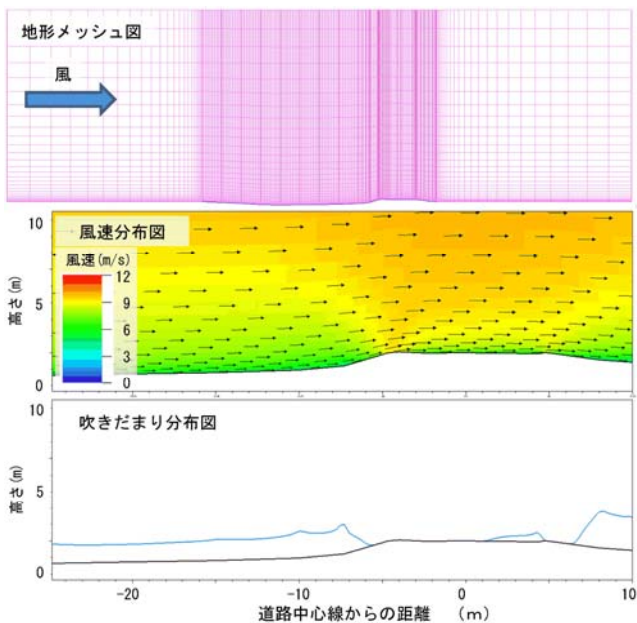


図-9 盛土道路における吹雪シミュレーション結果

冬期間を通じた積雪や吹きだまりによる道路周辺の地形の変化を考慮したパターンや、切土や盛土の高さを変化させたパターンについて行う予定である。盛土道路について想定したシミュレーションパターンの模式図を図-10に示す。

### 3. まとめ

積雪寒冷地の冬期道路では、暴風雪により道路上に吹きだまりが発生し、交通障害を引き起こすケースがしばしば発生している。道路構造による吹雪対策として防雪

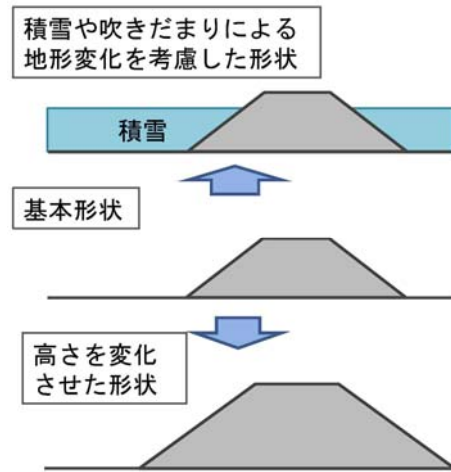


図-10 シミュレーションパターン模式図

盛土等が用いられているが、その防雪効果については十分に明らかとなっていない。本研究では、道路構造による吹きだまり対策の効果の定量化に向けて、本研究では現地観測や数値シミュレーションによる評価を行うこととした。平成25年度は石狩吹雪実験場内に造成された切土・盛土道路と現道において吹きだまり観測を行い、また、シミュレーションプログラムの作成を行った。

今後は、気象条件と吹きだまりに関する現地観測データの蓄積を図るとともに、現地観測結果を十分な精度で再現できるよう、シミュレーションプログラムの改良を行い、道路構造による吹きだまり対策効果の定量化に向けた検討を進めることとしたい。



## STUDY ON QUANTIFICATION OF EFFECTIVENESS OF HIGHWAY STRUCTURES TO MITIGATE SNOWDRIFTS

Budget : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY2012-2015

Research Team: Cold-Region Road Engineering Research  
Group (Snow and Ice Research Team )

Author : MATSUZAWA Masaru

KANEKO Manabu

KIBE Masakazu

KOKUBU Tetsuya

WATANABE Takashi

### Abstract :

Snowdrifts caused by snowstorms bring traffic hindrance at winter roads in snowy cold regions. Drift-control fills of road structure are adopted for drift control to mitigate that hindrance. However, the snow control effectiveness has not been fully confirmed. This study uses onsite investigations and numerical simulations for examinations that aim to quantify the effectiveness of road structures in mitigating snowdrifts. In FY 2013, we surveyed snowdrifts in the laboratory and on roads, and we developed a numerical simulation program. Additionally, we utilized previous survey data on snowdrifts, we summarized the data on change in snowdrift shape during the winter season at roads with cuts and fills. Also, we did basic simulations of snowdrifts, and we confirmed that the results of snowdrift simulations are generally consistent with the results of onsite investigation at roads with fills.

**Keywords :** snowstorm, blowing snow, snowdrift, road structure, simulation