

4. 雪氷災害の減災技術に関する研究

研究期間：平成 23 年度～27 年度

プロジェクトリーダー：寒地道路研究グループ長 三木 雅之

研究担当グループ：寒地道路研究グループ（雪氷チーム）

土砂管理研究グループ（雪崩・地すべり研究センター）

1. 研究の必要性

自然災害による死者・行方不明者数は、大きな地震災害を除くと風水害、雪害によるものが最も多く、平成18年豪雪では152名、平成23年以降は毎年100名前後の方が亡くなっている現状である。そのような中で、近年、気温の乱高下、局地的な多量降雪や暴風、暖気の流入による異常高温の発生など気象変化が激しくなり、雪氷災害の激甚化や発生形態の変化が発生している。しかし、このような雪氷災害の発生条件等については不明な事項が多い。そこで、豪雪等による国民生活や経済社会活動への影響を緩和するため、雪氷災害対策強化のための研究を行うものである。

2. 研究の範囲と達成目標

本プロジェクト研究では、近年の気候変化などにもより激甚化する多量降雪、吹雪、気温の変動による湿雪雪崩などの災害に対応するため、気象変動による雪氷災害環境の変化を明らかにするとともに、積雪寒冷地での通行止めの多数をしめる吹雪による視程障害の予測及び危険度評価等の対策技術に関する研究及び冬期の降雨時における雪崩対策技術に関する研究に取り組むこととし、以下の達成目標を設定した。

- (1) 気候変化に伴う冬期気象の変化・特徴の解明
- (2) 吹雪・視程障害の予測及び危険度評価等の対策技術の開発
- (3) 冬期の降雨等に伴う雪崩災害の危険度評価技術の開発

3. 個別課題の構成

本重点プロジェクト研究では、上記の目標を達成するため、以下に示す研究課題を設定した。

- (1) 気候変動の影響による雪氷環境の変化に関する研究（平成 23～25 年度）
- (2) 暴風雪による吹雪視程障害予測技術の開発に関する研究（平成 23～27 年度）
- (3) 路線を通した連続的な吹雪の危険度評価技術に関する研究（平成 23～27 年度）
- (4) 冬期の降雨等に伴う雪崩災害の危険度評価技術に関する研究（平成 23～26 年度）

このうち、平成 27 年度は(2)、(3)の 2 課題を実施している。

4. 研究の成果

本プロジェクト研究の個別課題の成果に関して、「2. 研究の範囲と達成目標」に示した達成目標を踏まえて、平成 23～27 年度に実施した研究内容を要約すると以下のとおりである。

(1) 気候変動の影響による雪氷環境の変化に関する研究（平成 23～25 年度）

変動が増大する雪氷気候値や雪氷災害の変化・特徴を解明し、将来の雪氷災害対策の計画、設計等に資するハザードマップを提示するため、以下の調査等に取り組んだ。

- ・将来の雪氷気候値の分布図の作成

北海道・東北地方・新潟県を対象として、気候モデル（気象研究所 NHRCM 解像度 5km）の将来気候予測値を用いて、「(1) 雪氷気候値を補正した近未来・将来の雪氷気候推定技術」と「(2) 雪氷気候値の変化量を用いた近未来・将来の雪氷気候推定技術」の 2 つの方法により、将来の雪氷気候値の分布図を作成した。そ

の結果、雪氷気候値の平均値は減少傾向であるが、本州・北海道の内陸部、北海道の東部では増加する傾向が見られた。

(2) 暴風雪による吹雪視程障害予測技術の開発に関する研究

道路管理者と道路利用者の判断支援のための視程障害予測技術を開発し、適時適切な情報提供により道路の信頼性向上に資するため、以下の調査等に取り組んだ。

- ・気象等の履歴データを考慮した吹雪発生条件の解明

北海道内の道央（石狩市）1 箇所と道北（初山別村・猿払村）2 箇所において取得した風速、気温などの気象データと動画映像を基に、無降雪時の地吹雪発生有無について降雪終了後の経過時間が 12 時間未満と 12 時間以上の場合に分類しそれぞれ判別分析を実施し、無降雪時の地吹雪発生を判別する 2 つの判別式を明らかとした。得られた 2 つの判別式の無降雪時の地吹雪判別精度を確認し、適中率が 92.3% であることなどを確認した。

- ・吹雪視程障害の予測技術の開発

過年度までに開発した吹雪時の視程予測技術について、積雪深の変化を考慮に入れたドライバー目線高での視程演算が行えるよう改良を加えたほか、視程演算フローに用いている無降雪時の地吹雪発生条件の改良を行った。観測したデータを入力値とした視程推定値と視程計で実測した視程を比較し精度検証を行った結果、吹雪視程演算の完全的中率は 84% 以上と高い精度で予測できることを確認した。

- ・吹雪視程障害予測に関する情報提供技術の開発

本研究では「吹雪の視界情報ポータルサイト」を開発し、コンテンツの一つとして、視界の予測情報の提供を平成 24 年度から行った。平成 25 年度からはスマートフォン版サイトを構築し、さらに「メール配信サービス」を開始した。演算フローに無降雪時の地吹雪発生条件を追加し吹雪視程障害の予測精度の向上を図った。さらに平成 27 年度は、暴風雪警報発表中の情報の使われ方を分析し、利用する頻度の高いリンク先をトップ画面に配置する改良を行った。これらの改良の結果、ホームページの日平均アクセス数は約 3,000 件を記録し、気象庁が「数年に一度の猛吹雪のおそれ」と発表した平成 28 年 2 月 29 日には、23,000 件近いアクセス数となるなど、利用者が「吹雪の視界情報」を行動判断に活用していることが伺える。

(3) 路線を通した連続的な吹雪の危険度評価技術に関する研究

吹雪障害の路線としての危険度評価技術を開発し、要対策重点区間の抽出により多重事故、通行止めの減少に資するため、以下の調査等に取り組んだ。

- ・吹雪に対する危険要因の定量的な影響度の解明

吹雪視程障害の危険要因に想定される気象条件や道路構造など沿道環境の諸条件に着目し、北海道内の国道で吹雪時に移動気象観測を実施しデータの蓄積を行った。それらの移動気象観測結果を活用し、視程障害発生状況や運転危険度と沿道環境条件との関係について数量化 I 類による多変量解析を実施し、視程障害発生に影響を及ぼしている風上平坦地の長さなど沿道環境条件の影響度を定量的に明らかとした。

- ・風向を考慮した吹雪危険度の評価

吹雪の風向が視程障害発生に及ぼす影響について把握するため、移動気象観測事例を基に分析を実施した。その結果、道路の両側より吹雪が発生する場合にはそれぞれ風上側の沿道環境条件が異なるため、視程障害の発生する箇所が一致せず、風向に応じた沿道環境条件を考慮することが吹雪の危険箇所を評価する上では重要であることを確認した。さらに、道路に対する吹雪風向の交差角が小さい箇所では視程障害が発生しやすい傾向が見られることを把握した。これらを踏まえて、吹雪危険度評価における風向の考慮方法を取りまとめた。

- ・路線を通した連続的な吹雪危険度評価技術の提案

移動気象観測結果を活用した吹雪危険箇所の評価手法の検討に向け、移動気象観測事例より視程と走行速度などの運転挙動との関係について分析を実施した。その結果、吹雪の危険箇所を評価する上では運転挙動との相関性が高い平均視程に着目することが重要であることを把握した。さらに、平均視程が 200m 未満に

なるとブレーキを伴った走行速度の低下が見られるなど運転の危険性が高くなることを明らかとした。これらの結果を基に吹雪危険度の評価項目や評点の見直し案、移動気象観測を活用した連続的な危険度評価手法の提案を行った。

(4) 冬期の降雨等に伴う雪崩災害の危険度評価技術に関する研究

気温の上昇や冬期の降雨による湿雪雪崩の危険度評価技術を開発し、事前の警戒避難や通行規制の実施に資するため、以下の検討・解析等に取り組んだ。

- ・水の浸透や帯水層の形成を再現することが可能な積雪モデルの開発

積雪モデルとは、気象データ(気温、降水量、日射、湿度、放射収支、風速等)を入力値として積雪層構造、雪質、密度、含水率等を出力するもので、積雪層構造の推定には有用となる。本研究では、冬期の降雨等に伴う雪崩災害の危険度評価に適する積雪モデルとして積雪への水の浸透や帯水層の形成を再現することが可能な積雪モデルの開発を行い、水の浸透や帯水層の形成を再現することが可能な積雪モデルの開発を行った。特に3冬期分の斜面積雪の観測結果を基に積雪モデルにおいて水みちが形成される空隙含水率の閾値を検討した。これにより、積雪モデルによる斜面積雪の層構造などの再現性が向上した。

- ・冬期の降雨等に伴う雪崩災害の危険度評価技術の提案と事例解析

これまでの研究によって得られた各成果を統合し、冬期の降雨等に伴う雪崩災害の危険度評価技術を提案した。さらに事例解析を行うことによって提案した危険度評価技術の有用性の検証を行った。結果として安定度の変化と雪崩の発生状況が良く一致しており、湿雪雪崩発生に関する評価が可能と考えられる。

RESEARCH ON PREVENTION TECHNOLOGY FOR SNOW AND ICE DISASTER

Research Period : FY 2011-2015

Project Leader : Director of Cold-Region Road Engineering Research Group
MIKI Masayuki

Research Group : Cold-Region Road Engineering Research Group
(Snow and Ice Research Team),
Erosion and Sediment Control Research Group
(Snow Avalanche and Landslide Research Center)

Abstract : The death toll number suffered from wind, flood or snow and ice disaster is largest compared with death toll caused by other kind of natural disaster except for the large scale earth quake disasters. The death toll number of snow and ice disasters in FY 2006 is 152 people, and is around 100 people on or after 2011 every year. In recent years, the snow and ice disasters have been more seriously and the configuration of snow and ice disasters have been changed along with the meteorological variations such as the fluctuation of the air temperature, large amount of snowfall or stormy wind in local areas and occurrences of abnormal warm temperature caused by warm air inflow. However, there are many unsolved matter relating occurrence factors of such snow and ice disasters. In order to mitigate the influences to the citizens daily life and the socioeconomic activities, the research teams perform researches in FY 2015 as below.

- Research on the technology for poor visibility estimation in severe snow storms
- Research on the technology for risk assessment of snow storms along continuous road side

Key words : climatic change, snow storm, poor visibility, snow avalanche