

領域 7 : 災害時における対応をスピーディかつ的確に支援する

雪に強い道路構造・施設等に関する調査

Study of snow-resistant road structures and facilities

(研究期間 平成 29～令和元年度)

道路交通研究部 道路交通安全研究室
Road Traffic Department
Road Safety Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher
研究員
Research Engineer
交流研究員
Guest Research Engineer

小林 寛
KOBAYASHI Hiroshi
池原 圭一
IKEHARA Keiichi
川瀬 晴香
KAWASE Haruka
高橋 歩夢
TAKAHASHI Ayumu

This study investigates the incidence of stuck vehicles in order to set out the causes, challenges, and the like that should be shared nationwide and to summarize the trends in finding solutions through road structure in particular.

【研究目的及び経緯】

近年、異常降雪に伴う交通障害として、大規模な車両滞留や長時間の通行止めが発生している。国土交通省では「冬期道路交通確保対策検討委員会」を設置し、集中的な大雪に対する道路交通への障害を減らすための対策等の提言をとりまとめた（2018年5月「大雪時の道路交通確保対策 中間とりまとめ」）。

本研究では、立ち往生車の発生に関し、全国で共有すべき原因、課題等を整理し、特に道路構造上の工夫によって解決する方向性をまとめるための研究を行っている。

30年度は北海道開発局、東北地方整備局、北陸地方整備局（以下「北海道、東北、北陸」という。）を対象に、立ち往生車の発生状況の特徴と予防的対策の適用条件・効果について整理した。

【研究内容】

北海道、東北、北陸における立ち往生車の発生は毎年のように多く、これらの地域で行われている対策を調査、整理することで、その他の地域において立ち往生車発生の予防的対策を検討する際の参考情報になると考えられる。

平成 23～28 年度に発生した立ち往生車発生箇所から北海道、東北、北陸それぞれで発生が多い箇所を抽出した。そのうち北海道で 10 箇所（9 事務所）、東北で 20 箇所（8 出張所）、北陸で 20 箇所（10 出張所）を抽出し、アンケート調査により各箇所の発生要因と対策の実施状況について調査を行った。

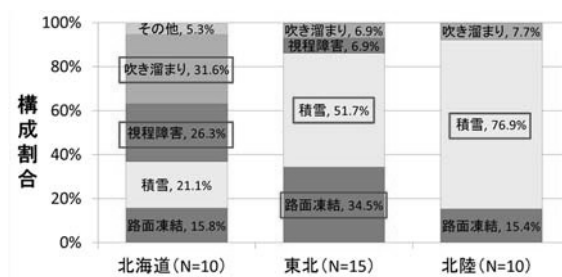


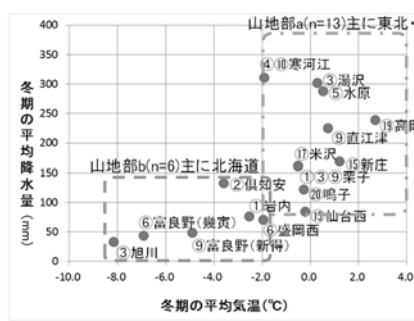
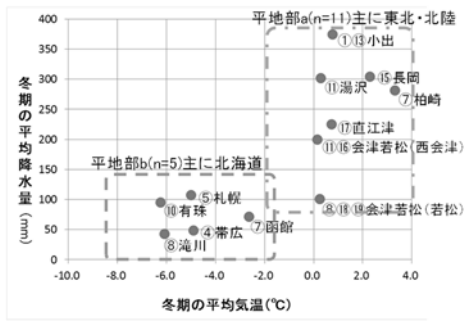
図-1 立ち往生車発生の主な要因

【研究成果】

北海道10箇所、東北20箇所、北陸20箇所を対象にアンケート調査を行った。各箇所について、立ち往生車の発生要因、発生につながる道路特性、対策状況、新たな対策の必要性等について調査した。

図-1に立ち往生車発生の主な要因の回答結果を示す。図より、それぞれの地域で立ち往生車発生につながる主な要因は異なることがわかる。特に北海道については、積雪や路面凍結の他に、雪質が軽いことで発生する地吹雪などによる視程障害等が要因となっている。それぞれの地域の対策は、発生要因に応じた対策が実施されていると考えられる。

北海道、東北、北陸における調査結果を整理するにあたり、図-2のとおり調査箇所を降水量と気温の分布によりaとbの2つのグループに分けた。さらに平地部と山地部に分けて4つのグループに分類した。平地部と山地部では、速度が低下する要因が異なり対策も異なると考えられる。ETC2.0プローブ情報で速度を確認すると、現状データが少ない状況ではあるが、山地部では主に急カーブ区間、平地部では主に信号交差点付近で



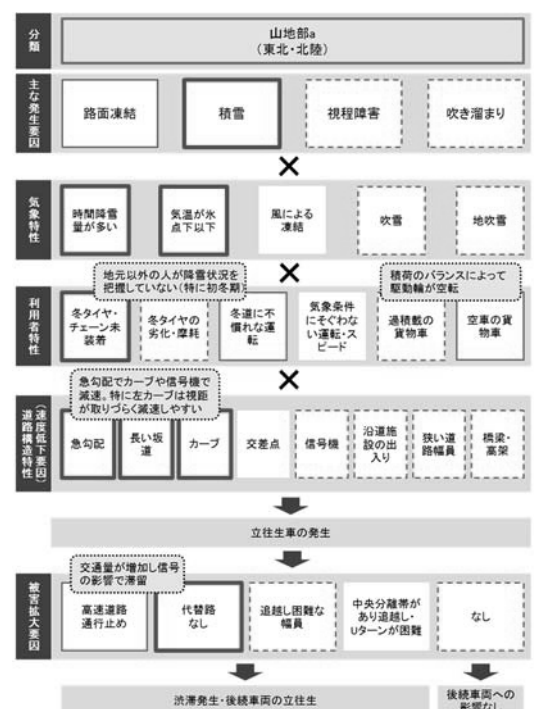
- a は平均気温が 0°C前後でかつ平均降水量が多い地域
- b は平均気温が -5°C前後でかつ平均降水量が比較的少ない地域

※降水量・気温は最寄り観測所における冬期（12月～2月）の平均値（対象年：H22～H28）

図-2 調査箇所のカテゴリ

積雪時に速度が低下していることが確認できた。この4つのグループに分類することで、他の地域において参考となるグループを選びやすくなると考えられる。例えば、北関東や山陰地方はaグループに該当することから、平地部aと山地部aの調査結果が参考になると考えられる。

一例として、山地部aについて、図-3に発生状況の特徴をツリー形式で整理した結果を示す。この地域の主な発生要因は積雪であり、気象特性は、時間降雪量が多い大雪時や気温が氷点下以下のときに発生している。利用者特性は冬タイヤ・チェーン未装着による発生が多くなっている。道路構造特性としては、急勾配や長い坂道、カーブがある道路で速度が低下することにより発生している。また、代替路がないといった箇所が多く、立ち往生が発生した際に被害の拡大につながる恐れがある。



※アンケートの回答が50%以上の選択肢を太枠、25～50%を細枠、25%未満を破線枠、ヒアリングで把握したことを点線枠で表示。

図-3 山地部 a の発生状況の特徴

図-4に予防的対策の実施状況を示す。立ち往生を発生させないため、凍結防止の強化や冬タイヤ・チェーン着用の指導といった対策が実施されていた。冬タイヤ・チェーン未装着の車に対し、指導や着脱場の整備等を実施しているが、装着率は低く、対策の効果が低いといった回答が多くなっている。

また、関係機関との連携についても多くの箇所で行われていた。これにより、早急に周囲の高速道路等の通行止め情報を把握し、それによる影響への迅速な対応が可能となる。

今回は主にハード的な対策に関して調査を行った。今後はハード的な対策に加えて行っているソフト的な対応や工夫に関して調査を行う必要がある。

【成果の活用】

本成果に加え、防災や減災の観点からソフト的な対応や工夫に関する調査を引き続き行っていく予定である。

また、ETC2.0 プローブ情報を利用した効果計測といった新技術の活用について検討を行っていく。

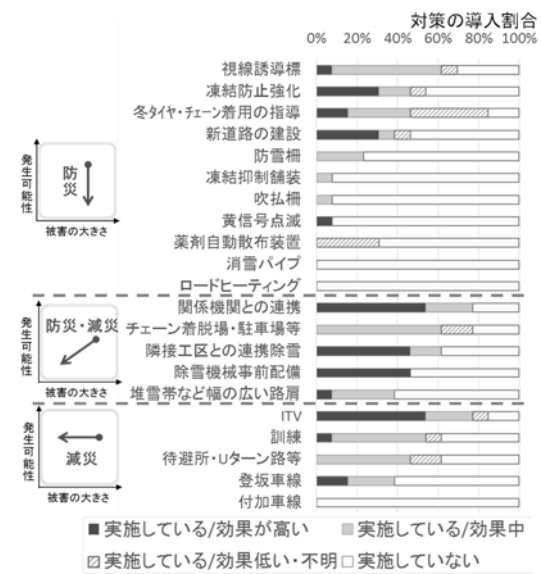


図-4 山地部 a の対策の実施状況

道路橋の耐震補強効果の評価に関する調査

Study on effectiveness of seismic retrofit for highway bridges

(研究期間 平成 28～30 年度)

道路構造物研究部 道路地震防災研究室
Road Structures Department
Earthquake Disaster Management Division

室長
Head
研究官
Researcher

片岡 正次郎
KATAOKA Shojiro
猿渡 基樹
SARUWATARI Motoki

Damage to highway bridges caused by the 2016 Kumamoto earthquake has occurred in a wide range and various investigations have been carried out. There are highway bridges that are estimated to have been alleviated damages by seismic retrofit. In this study, in order to effectively carry out seismic retrofit of highway bridges, the effect of seismic retrofit that has been promoted mainly by directly controlled national highway is analyzed quantitatively and statistically.

【研究目的及び経緯】

本研究は、道路橋の耐震補強を効果的に進めていくため、これまでに直轄国道等を中心に進められてきた耐震補強の効果を定量的、統計的に確認し、未補強橋梁に対する今後の耐震補強の進め方を検討するものである。

平成 28 年度は、熊本地震を対象に、道路橋の被害情報を、国土交通省、NEXCO 西日本、熊本県及び大分県から収集した上で、道路橋被害の分析を行った。

平成 29 年度は、平成 28 年度に収集した情報のほか、震度 6 弱以上の市町村から収集した道路橋の被害情報を基に、道路橋被害の分析を行った。また、道路橋被害が緊急活動に及ぼした影響の分析を行った。

本年度は、熊本地震を対象に、緊急輸送道路の道路橋の耐震補強の実施状況による社会経済活動に対する影響の分析を行った。

【研究内容】

1. 社会経済活動に対する影響の分析

緊急輸送道路が被災すると、緊急車両の走行距離の増加や速度の低下により移動時間が長くなるため、様々な活動に与える影響は大きい。そこで、熊本地震を対象に、緊急輸送道路の道路橋の耐震補強の実施状況により、旅行時間にどのような影響を及ぼすか分析した。分析するパターンは、i) から iii) とした。

出発地点及び到着地点は、社会経済活動に対する影響を分析するため、緊急物資の輸送ルートに着目した地点とした。そのため、出発地点及び到着地点は、熊本地震の際に民間物資拠点及び一次物資拠点として活用された場所とし、a) から d) とした。

分析するパターン

i) 熊本地震前の最適路線(パターン 1)

- ii) 熊本地震本震発生後 24 時間、24 時間後から 3 日目、4 日目から 7 日目、8 日目から 14 日目ごとに実際に使用された路線 (パターン 2～5)
- iii) 耐震補強の効果を評価するための路線 (パターン 6、7)

出発地点及び到着地点 (図-1)

- a) 福岡県久山町から KK ウイング
- b) 福岡県久山町からグランメッセ熊本
- c) 佐賀県鳥栖市から KK ウイング
- d) 佐賀県鳥栖市からグランメッセ熊本

道路橋の耐震補強の実施状況による被災度は、道路橋の被災度推定手法 (国総研資料第 485 号、平成 20 年 7 月) を用いて判定した。

【研究成果】

1. 社会経済活動に対する影響の分析



図-1 出発地点及び到着地点

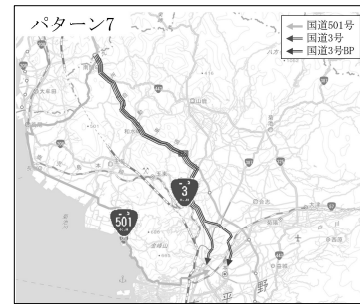


図-2 耐震補強の効果を評価するための路線

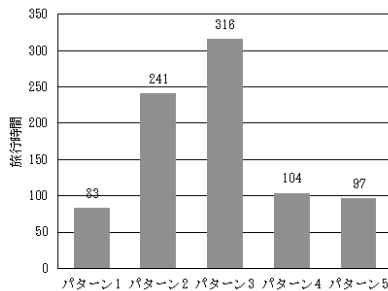


図-3 パターン別旅行時間
(福岡県久山町から KK ウイング)

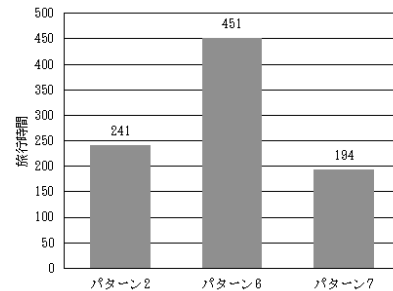


図-4 パターン別旅行時間（地震発生後 24 時間）
(福岡県久山町から KK ウイング)

分析するパターンのうち、耐震補強の効果を評価するためのパターン 6、7 (図-2) の考え方を以下に示す。

パターン 6：「緊急輸送道路の橋梁耐震補強 3 箇年プログラム (平成 17～19 年度)」(以下、3 プロ) を基に耐震補強を実施した場合の通行可能ルート

パターン 7：現在の耐震補強の状況に加えて、段差防止対策が実施済みだった場合の通行可能ルート

所要時間は、熊本地震本震発生後 24 時間のプローブデータを用い、ルート毎に時間帯別旅行時間を算出した。なお、プローブデータが欠測している時間帯は、道路交通センサスの時間帯別交通量を用いて、隣接区間の交通容量及び旅行時間から推定できる BPR 関数で算出した値とした。

九州自動車道は、熊本地震により橋梁のほか盛土も損傷し長時間通行止めとなっていたため、パターン 6、7 では通行不可能とする。また、パターン 6 に関して、地震発生前に 3 プロにより耐震補強されていた道路橋は、実被害を反映させることとした。

出発地点及び到着地点に対するパターンごとの分析結果のうち、福岡県久山町から KK ウイングに対するパターンごとの分析結果を整理した。なお、耐震補強未実施の場合は、全てのルートに通行不可能な被災度と評価される道路橋があり、通行可能ルートがなくなるため分析対象からはずしている。

図-3 に、地震発生後から 14 日目までに実際に使用されたルートのパターン別旅行時間を示す。旅行距離は、パターン 1、5 は同ルートで 111km であり、パターン 2～4 は同ルートで 113km である。地震発生後、道路施設の被災により九州自動車道の一部が通行止めとなったため、緊急車両のほか、一般車が国道 3 号などに集中して大規模な渋滞が生じ、地震発生後から 3 日目まで (パターン 2、3) の実旅行時間は地震前 (パターン 1) の 3～4 倍も増加している。なお、4 日目以降 (パターン 4、5) は地震前と同程度まで低下している。

図-4 に、地震発生後 24 時間の旅行時間を耐震補強別に示す。旅行距離は、3 パターンとも同ルートで 113km である。耐震補強が未実施だった場合、通行可能ルートがないため旅行時間はとてつもない長さとなるが、3 プロによる耐震補強を実施すると、通行可能なルートができるため、パターン 6 (3 プロ) の旅行時間はパターン 7 (現況+段差防止対策) の 2.3 倍に収まっている。このため、未補強橋梁をもつ路線は、少なくとも 3 プロによる耐震補強を実施することで、通行可能な路線を確保する必要がある。パターン 2 (実績) では、パターン 6 の 6 割弱まで減少しており、3 プロ以上の耐震補強を進めてきた効果も見られる。

[成果の活用]

耐震性の改善効果を取りまとめた上で、道路の震災対策に関する技術基準等に反映する。

災害時における道路通行可否の把握技術に関する調査

Study on technologies to grasp whether the road is passable at the time of slope disaster

(研究期間 平成 30～令和 2 年度)

道路構造物研究部 道路地震防災研究室
Road Structures Department
Earthquake Disaster Management Division

室長
Head
研究官
Researcher

片岡 正次郎
KATAOKA Shojiro
猿渡 基樹
SARUWATARI Motoki

If a large earthquake occurs, road manager carries out elimination of road obstacles that will open up routes where emergency vehicles can move. In this study, in order to avoid secondary damage caused by slope failure and re-failure at the time of survey of affected areas and elimination of road obstacles activity, focusing on Unmanned Aerial Vehicle (UAV), the measurement conditions that can judge danger caused by slope failure and re-failure are investigated.

〔研究目的及び経緯〕

大規模地震が発生した際、道路管理者は、緊急通行車両が移動できるルートを開き道路啓開を実施している。

国土技術政策総合研究所では、道路啓開活動前の被災箇所調査や道路啓開活動時の斜面の崩壊・再崩壊の危険性把握のため、航空機を含めた被災状況の早期把握技術の活用を検討している。本研究は、被災箇所調査時や道路啓開活動時の斜面の崩壊・再崩壊による二次被害を回避するため、無人航空機 (UAV) に着目し、斜面の崩壊・再崩壊の危険性が判断できる計測条件の検討を行い、道路啓開活動前後に UAV がどのように活用可能か検討するものである。

本年度は、段差や陥没などの斜面の状態を、どの程度の精度で計測可能か検討を行った。

〔研究内容〕

1. 検討に使用するカメラ及びレーザの選定

UAV を用いて情報収集する際、最良の結果を生み出すため、市販されているカメラ及びレーザの性能等を整理し、検討に使用する機材を選定した。

2. 計測精度の影響の検証

計測精度は、斜面条件 (斜面勾配、植生密度など) や計測条件 (基準点配置、飛行高度など) により影響される。そのため、計測精度に影響を与える条件を抽出し、条件ごとに検証を行った。

〔研究成果〕

1. 検討に使用するカメラ及びレーザの選定

表-1 及び表-2 に、カメラ及びレーザの重量と解像度の関係を示す。

UAV に搭載可能なカメラ及びレーザは、UAV の最大積載量に依存する。一般的に、最大積載量を大きくす

表-1 重量と解像度の関係 (カメラ)

区分	カメラ					
	A	B	C	D	E	F
有効画素数	775万画素	200万画素	2000万画素	2080万画素	2420万画素	2620万画素
対地50m時地上解像度	約1.7cm	約1.3cm	約1.4cm	約1.0cm	約0.9cm	約0.6cm
重量	116g	251g	—	461g	522g	1055g

※地上解像度は計算値

表-2 重量と解像度の関係 (レーザ)

区分	レーザ	
	G	H
測定ポイント数	30万ポイント/秒	55万ポイント/秒
重量	830g	3600g

るには、推進力を上げる必要があるため、プロペラ数が増え、バッテリーを多く積まなければならない。そうすると、UAV の総重量が大きくなり、飛行時間及び飛行距離が短くなってしまふ。

以上から、UAV を用いて情報収集する際、最良の結果を生み出すためには、情報収集したい範囲、解像度等を事前に計画を立て、カメラ、レーザ及び UAV を選定する必要がある。

本研究では、まずは、市販されているカメラ及びレーザでどの程度の情報が収集できるか把握するため、市販されており、ある程度解像度の良いカメラ及びレーザを使用して各種検証を実施することとした。そのため、本研究で使用するカメラは、表-1 から、対地高度 50m で撮影した際の地上解像度が中程度で、比較的軽量の C 及び D を採用した。ここで、対地高度は、地面から撮影地点 (カメラ) までの高さである。

また、レーザは、表-2 から、高性能型の H を採用し、レーザに搭載する慣性計測装置 (IMU) や、レーザを搭

表-3 検証項目と検証方法

検証項目	検証方法
斜面勾配	縦断測量との較差
植生密度	開空度と地盤到達点の関係
基準点配置	調整用基準点数と誤差の関係
計測方向	スキャン角度とロール角精度の関係
飛行高度	飛行高度と誤差の関係
GNSS測位状況	衛星数と周辺地形の関係

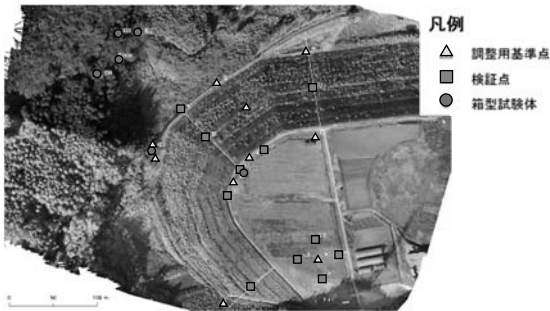


写真-1 試験フィールド

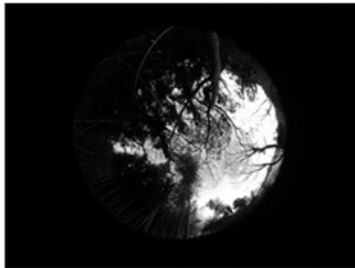


写真-2 全天空写真（開空度 30.6%）

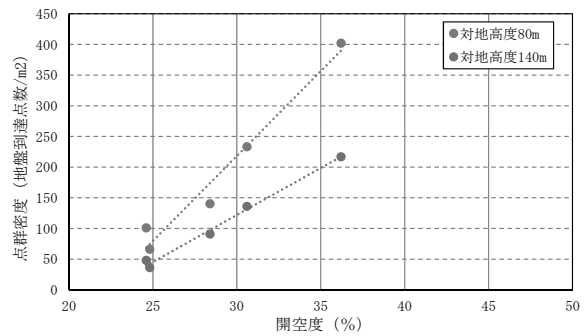


図-1 開空度と点群密度の関係

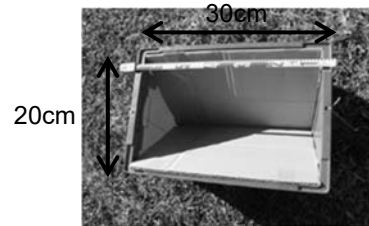


写真-3 地上に設置した試験体（V字型）



写真-4 試験体周辺の点群データ（開空度 30.6%）
（左：対地高度 80m、右：対地高度 140m）

載する UAV を選定した。

2. 計測精度の影響の検証

検証項目による計測精度の影響を検証した結果のうち、植生密度による計測精度の影響の検証結果を示す。計測は、ドローン飛行場の一部を試験フィールド（写真-1）として実施した。また、検証する点群データは、対地高度 80m 及び 140m の 2 パターンで計測したものとした。

植生密度の指標は、魚眼レンズで撮影した全天空写真から算出した樹冠の空隙の割合（開空度）で表現することとし、開空度と 1m² あたり地盤到達点数（点群密度）の関係を整理した。ここで、今回検証した 5 地点の開空度は、20% から 40% の間であった。例として、写真-2 に、開空度 30.6% の全天空写真を示す。

図-1 に、開空度と点群密度の関係を示す。同図から、対地高度 80m、140m とともに点群密度と開空度は相関関係があり、開空度が大きくなると点群密度は大きくなることが分かる。また、開空度の増加による点群密度の変化は、対地高度 140m より 80m の方が増加の傾向が大きいことが分かる。

次に、地盤到達点数の違いにより、地形の再現にど

の程度違いがあるか、5 地点それぞれに、地形の変状（段差・陥没・亀裂）を模した V 字型の試験体を設置して検証した。

写真-3 に、地上に設置した V 字型の試験体を示す。また、例として、写真-4 に、対地高度 80m 及び 140m、開空度 30.6% の場合の試験体周辺の点群データを示す。写真-4 から、対地高度を低くすることにより、試験体をよく再現できていることが分かる。

以上から、対地高度を低くすることにより点群密度が大きくなるため、地形を把握しやすくなる。しかし、点群密度の大きさは、開空度とレーザの性能にも影響される。このように、どの程度詳細に地形を把握できるかは、対地高度、開空度及びレーザの性能に依存するため、この 3 つの関係から、把握できる地形の変状を明確にした上で調査する必要がある。

【成果の活用】

災害時にカメラ及びレーザを搭載した UAV を用いて地形データを取得する際の計測条件を取りまとめた上で、各地方整備局の道路啓開計画に反映させ、道路啓開計画の高度化に貢献する。

災害対応時の管理基準に関する調査

Survey on management standards at the time of disaster response

(研究期間 平成 28~30 年度)

道路構造物研究部 道路地震防災研究室
Road Structures Department
Earthquake Disaster Management Division

室長
Head
主任研究官
Senior Researcher

片岡 正次郎
KATAOKA Shojiro
横田 昭人
YOKOTA Akito

In order to set a timeline and perform snow removal properly, it is required to know the exact snowfall situation on the site. This study aims to investigate snowfall prediction to improve their effectiveness. By organizing the relationship between the occurrence of stuck vehicles and the situation of snowfall at that time, it is examined whether the traffic regulation criteria can be set based on the snowfall prediction.

〔研究目的及び経緯〕

近年豪雪のため大規模に車輛が滞留し、通行再開までに数日間要する事象が多数発生している。道路管理者は、降雪前、降雪時、滞留発生時の各段階で設定したタイムラインに基づいて対応を行う。降雪前では出控え、広域迂回の呼びかけを行うことや、チェーン未装着車輛を通行させないため規制人員の体制構築、通行制限の実施判断を行う。

適切に降雪対応するために、現場では正確な降雪状況の把握が求められ、降雪予測の活用が有効とされている。本研究では降雪予測を用いたタイムラインの実効性を高めるため以下の調査を行った。

平成 29 年度までに XRAIN を活用しリアルタイムで降雪の範囲、降雪の量を把握する方法について研究を行った。

今年度は、雨量規制のような通行の制限を、降雪の予測値(路面の状態を要素としないもの)から設定し、通行規制の実施判断基準の設定が可能であるか調査を行った。

〔研究内容及び成果〕

道路管理者は降雪予測の情報として、気象庁から配信される予測解析情報を用いて、管理区間内の必要な地点毎で時間降雪量を把握している。この情報を活用し、規制実施の判断ができる基準を設定することがよい。そこで過去の走行不能車輛の発生とその時の降雪の状況を整理して、関係性を見ることにより、規制判断基準の設定が可能か検討を行うこととした。

(1) 走行不能車輛の発生時の降雪状況の推定

平成 23 年度から平成 28 年度に大型車輛が直轄道路(北海道を除く)において、スタッドレスタイヤ装着の状態で行き止まりとなった 753 事象について、発生箇所の降雪状況の再現を行う。

降雪の状況としては、降り始めた時間から走行不能車輛発生までの時間降雪深を推定する。図-1 は国道 18 号新潟県(湯沢)での 2017/2/21 に発生した事象を対象に再現したものである。走行不能車輛発生時の気象庁が配信した 3 種類の解析結果を使用し、発生箇所の降雪状況を再現する。図-2 のフローに示す手順で、再現性が高い推定結果を用いた。

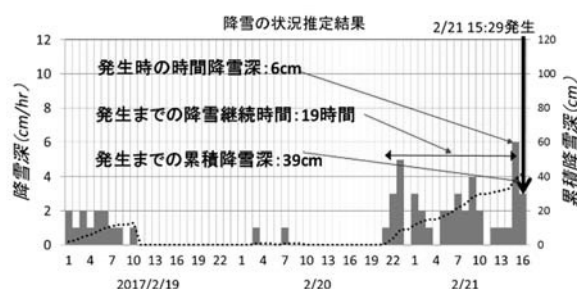
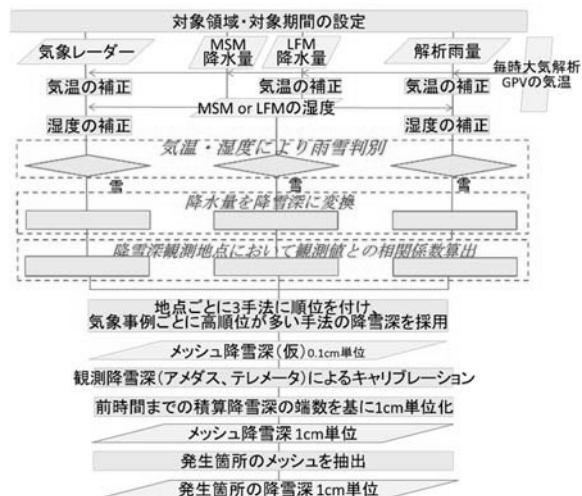


図-1 走行不能車輛発生箇所の降雪の状況推定 (例)



MSM]日本及びその近海の大気を対象とした気象庁の数値予報モデル
LFM]日本領域の大気を対象とした気象庁の数値予報モデル
GPV]大気中もしくは地表などに設定された格子点上の気象要素などの値

図-2 降雪の状況推定のフロー

(2) 推定結果の検証

再現した降雪状況は、北陸地方整備局のテレメータによる降雪観測記録との検証を行い、24 時間降雪深では 0.954、1 時間降雪深で 0.771 の相関を得た。

(3) 降雪状況と走行不能車両発生 の整理

降雪の状況と走行不能車両発生 の関係性を表-1 の①～⑨の要素で整理し、要素毎に相関を確認した。表-1 には降雪の地域性と道路勾配との相関について示している。⑧に示す降雪の地域性は、気象庁の警報基準から雪の多い地域、少ない地域を設定した。

表-1 走行不能車両発生 の各要素との相関関係性

	⑧		⑨	
①発生までの降雪継続時間	A	0.214	B	-0.220
②発生までの累積降雪深	C	0.267	D	-0.267
③発生時の時間降雪深	E	0.113	F	0.115
④発生前3時間累積降雪深		-	G	0.075
⑤発生前6時間累積降雪深		-	H	-0.026
⑥発生前1.2時間累積降雪深		-	I	-0.186
⑦発生前2.4時間累積降雪深		-	J	-0.391
⑧発生箇所 の降雪の地域性			K	0.000
⑨発生箇所 の道路勾配	K	0.000		

(4) 降雪の状況と走行不能車両発生 の関係性分析

降雪継続時間と道路勾配 (B) では、道路勾配が大きい程、降雪初期から発生する傾向は見られたが 0.220 と相関は低い。継続時間が長くなるほど路面状況が悪化し発生すると想定すれば、初期で発生する傾向が強く見られたことから、道路勾配の要素が大きく影響することを示すと考えられる。

累積降雪深と降雪の地域性 (C) では、雪が多い地域ほど、降雪深が大きな値のとき、走行不能車両が発生している傾向はあるが、0.267 と相関は低い。

累積降雪深と道路勾配 (D) では、累積降雪深が少ない場合でも勾配が大きくなれば走行不能車両が発生する傾向が見られたが、この関係性も -0.267 と低い。

時間降雪深と道路勾配 (F) では、道路勾配が大きいほど少ない時間降雪深で発生する傾向があると想定したが、その傾向は見られず、1 時間の降雪量には左右されない結果となった。

降雪の地域性と道路勾配 (K) では、雪が多い少ないの地域性に関係なく、道路勾配が 4 % を越える箇所 で発生する傾向がある。

以上のように、降雪の状況と走行不能車両の発生には強い相関が見られず、降雪の予測結果のみから明確な規制の判断基準値を設定することは、可能性が低いという結果を得た。

(5) 管理基準の設定の方向性

今回の調査では、降雪の予測情報を活用して、チェーン規制の実施を判断する際、道路勾配は要素として取り入れるべきであることは把握できた。

降雪の予測情報として、1 時間降雪深、降雪継続時

間といった要素は有効でないが、表の (G) ~ (J) の相関を見るに、24 時間累積の降雪状況といった大まかな捉えの方が相関は高い。これらを用いて管理基準の設定の方向性を次の様に示す。

大規模車両の滞留では以下の流れがある。降雪時に走行不能車両が発生し、除雪作業を中断して、この車両の排除作業に当たる。その作業が頻繁になり除雪ができず、更なる走行不能車両、大量の積雪、全車両が走行不可能となる。よって走行不能車両の排除を除雪作業の中で許容しつつ、車両滞留を発生させないことを前提とした判断基準の設定方法を提案する。

図-3 は道路勾配と 24 時間累積降雪深で見ると走行不能車両の発生分布であり、実線はこれを下回る 24 時間累積降雪深で発生していた走行不能車両の割合を示す。例えば道路勾配 4 % 以上を含む管理区間において、走行不能車両を 40 % まで減少させなければ車両滞留が発生すると想定した場合、24 時間累積降雪深の予測値が 25cm 以上の時はチェーン規制を判断することになる。

しかしながら図-3 のばらつきは非常に大きく、降雪の状況だけでは、走行不能車両発生時の路面状況は表現されない。気温、除雪状況、交通量など、その他の要素で路面状況は変わるため今後降雪と路面状況の関係について把握する必要がある。

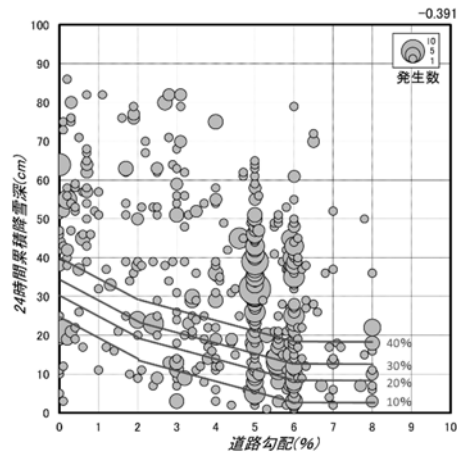


図-3 走行不能車両の発生分布 (管理目安)

[成果の活用]

前年まで行った降雪の範囲、降雪量を広い地域で把握することは、除雪部隊を他の場所へ応援に向かわせる可否判断をする上で必要な情報であり、現場での活用が期待される。降雪の予測結果は体制の構築を判断する上で有効な情報であるが、降雪の予測を基に制限実施の判断を行うタイムラインの設定にはさらに調査を進める必要がある。本研究の成果は、タイムラインの実効性を向上していく上での基礎資料として活用される。

道路の雪対策に係る国際的な比較調査

Study on countermeasures against snowfall on road of other countries

(研究期間 平成 29～30 年度)

社会資本マネジメント研究センター
建設経済研究室
Research Center for Infrastructure Management
Construction Economics Division

室長	小俣 元美
Head	OMATA Motoyoshi
主任研究官	原野 崇
Senior Researcher	HARANO Takashi
課長補佐	大城 秀彰
Deputy Head	OSHIRO Hideaki
研究官	齋藤 貴賢
Researcher	SAITOU Takayoshi

The purpose of this research is to propose useful countermeasures against snowfall on the road. In this fiscal year, the authors surveyed outlines of the legislation and practice of overseas winter road management and applicability to our country. Furthermore, the authors tried calculations of effects when those legislation and practice were applied to our country.

[研究目的及び経緯]

本研究は、海外の冬期道路管理に関する制度・運用について、適用可能性を検証した上で、我が国に有用な雪対策を提案することを目的とする。そのため、海外の冬期道路管理の制度・運用の概要と我が国への適用性を整理し、その結果を踏まえ、我が国への適用が期待される制度・運用を選定し、それらを我が国へ適用した場合の効果を試算するものである。

[研究内容]

1. 海外の冬期道路管理に関する制度・運用の整理

海外の冬期道路管理に関する制度・運用のうち、我が国の幹線交通の確保に資するという観点のもと、10の制度・運用を選定し、制度・運用の概要、及び我が国への適用性について整理を行った。

2. 海外の冬期道路管理に関する制度・運用の我が国への適用による効果の試算

1. で整理した海外の制度・運用から2つを選定し、我が国に適用した場合の効果について試算を行った。選定基準は、冬期幹線交通確保に資する道路管理であること、我が国への適用性が期待されること、効果計測の可能性があること、とした。なお、効果の試算は我が国の実際の冬期道路管理の事例を選定した上で、費用便益分析マニュアル(国土交通省道路局・都市局、平成30年2月)の考え方にに基づき、実際の対策と、海外の制度・運用を適用した場合とを定量的に比較するものとした。

[研究成果]

1. 海外の冬期道路管理に関する制度・運用の整理

海外の冬期道路管理に関する制度・運用の概要と我が国への適用性についての整理結果の一部を示す(表-1)。

オーストリア、フィンランド等ヨーロッパ諸国では、道路の除雪水準にカテゴリを付しており、各国の管理する国道、高速道路等において、交通量、道路種別、車種構成等に応じ、冬期道路管理の水準(除雪頻度、最大許容積雪深等)を変えている。一方、我が国では、同一管理者が管理する道路では、基本的に同一の水準で冬期道路管理が行われているため、上記のカテゴリ分けを導入することで、道路利用者への損失削減の効果や除雪費用削減の効果が考えられる。他にも、カナダでは、定量的な冬の深刻度指標を設定・モニタリングすることで効率的な予算配分のもとで冬期道路管理を行う基盤を整備していたり、アメリカの各州では、天候に応じた段階的な交通規制やチェーン携帯・装着等の義務づけを行っていたり、我が国に適用することで一定の効果が得られると考えられる制度・運用が確認できた。

2. 海外の冬期道路管理に関する制度・運用の我が国への適用による効果の試算

1. で整理した制度・運用のうち、ヨーロッパ諸国の道路ランク付けによる冬期道路管理及びアメリカペンシルベニア州の段階的な交通規制を我が国に適用した場合を想定し、効果を試算した。

表-1 海外の冬期道路管理に関する制度・運用の概要と我が国への適用性の整理結果の一部

制度・運用の概要		我が国への適用性			
制度・運用の概要		国・地域	メリット	デメリット・課題	適用条件
除雪水準のカテゴリ	交通量、道路種別、車種構成等に応じてサービスレベルをクラス分けし、冬期道路管理を実施	オーストリア、フィンランド、アイスランド、ノルウェー	限られた予算内で効率的な維持管理が可能	サービスレベルが低い路線のユーザに対する理解増進が難	交通量や沿道状況の異なる路線を一括で管理する政令市等での効果が期待
サービス水準の指標	冬の深刻度指標等をねらいとして、種々の深刻度指標を開発	カナダ	定量的なモニタリングにより、継続的に適切な予算を確保することが可能	何を従属変数とするかが課題	気象データや交通量データ等の充実した道路交通センサス区間等での適用が想定
交通規制	インターステート・ハイウェイの交通規制	ペンシルベニア州（アメリカ）	悪天候時の通行規制について、意思決定の手順を定めておくことで円滑な対処が期待	米国と異なり道路管理者が交通を規制できないため、警察との情報共有、調整が不可欠	迂回路が充実していることが必要
	チェーン規制	カリフォルニア州（アメリカ）	チェーン装着によりスタック車両の減少が期待	チェーン装着に不慣れな運転手への対応が必要	チェーンの着脱場が整備されていることが必要
管理方法	Clear Roads 除雪ルートの最適な選択	アメリカ	除雪ルートの最適化により、冬期道路管理の費用を削減することが期待	必ずしも利用者の便益を最大化するための最適化とは限らない	管理する道路延長が長い県や市町村が管理する道路

(1) 対象とする適用事例へのシナリオ設定

平成 26 年に発生した福島県の大規模な立ち往生を伴った事例を対象に、ケース①（平成 26 年福島の状態を踏まえたケース）、ケース②（ヨーロッパ諸国の道路ランク付けによる管理ケース）、ケース③（アメリカペンシルベニア州の段階的な交通規制による管理ケース）の 3 ケースを設定した（表-2）。

表-2 ケース別シナリオの概要

ケース	概要
ケース①	平成 26 年福島の状態を踏まえたケース
ケース②	高速道路等で、除雪出動の早期化と除雪車両数の増加を実施
ケース③	まず大型車の規制、次に全車種の通行規制を実施し、集中的な除雪を実施

(2) シナリオ適用による効果の試算

1) 除雪コスト削減の考え方

除雪作業のコストは、除雪機材 1 台あたりの作業時間（稼働時間と他事務所からの移動時間を想定）を除雪機材台数で積算した時間に比例するものと仮定した。平成 26 年福島の事例での作業時間をもとに、各ケースでの削減可能性を想定して、ケース②・③の作業時間を算出し、ケース①と比較するものとした。

2) 道路利用者の損失削減の考え方

費用便益分析マニュアルの考え方に基づき、積雪時の道路利用者の損失額（走行時間、走行経費および交通事故）と平常時の損失額の差を積雪による道路利用者の損失とした。ケース②・③の積雪による道路利用者の損失を算出し、ケース①と比較するものとした。なお、積雪による道路利用者の損失は、通行止め発生及び解除を境とし、段階別・車両走行状況別に、「速度低下」、「迂回」、「立ち往生」及び「移動の取り止め」を考慮して算出した（図-1）。

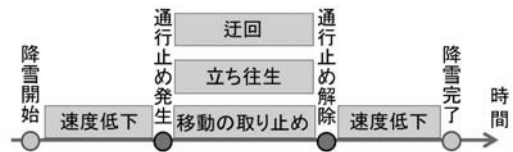


図-1 段階別・車両走行状況別に考慮する被害項目

3) 除雪コスト及び道路利用者の損失の試算結果

除雪コスト及び道路利用者の損失について、ケース②・③について、ケース①に対する比（ケース①の除雪コスト及び道路利用者の損失をそれぞれ 100%とする）で表した（図-2）。

ケース②は現状の約 55%、ケース③は現状の約 12%程度に除雪コストが削減できることが見込まれる。積雪による道路利用者の損失は、移動の取り止めによる損失が大半を占める結果となった。合計の損失については、ケース②が現状の約 56%、ケース③が現状の約 13%程度にまで減少することが見込まれる。

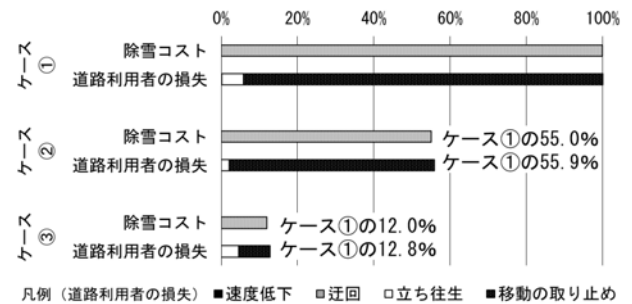


図-2 除雪コスト及び道路利用者の損失の算定結果

【成果の活用】

本研究では、海外の冬期道路管理の制度・運用を調査し、定量的な効果の考え方を示した上で、我が国へ適用した場合の効果を試算した。引き続き、冬期道路管理手法の基礎的知見の拡充に努めてまいりたい。