

# 高速道路管理時の雪氷障害対応を軽減する建設時の雪害対策計画

西村 徹\*1, 山田 光雄\*1, 土橋 博文\*2

## 1. はじめに

東北中央自動車道は、福島県相馬市を起点に山形県を經由し、秋田県横手市で秋田自動車道に接続する全長約268kmの自動車専用道路であり、福島県県北地域、山形県内陸部、秋田県県南地域相互の高規格道路網を形成するものである。

本道路によって、福島県、山形県、秋田県、さらには関東圏等との連携を強化する新たな広域ネットワークが構築される。

NEXCO 山形工事事務所では、図1に示す東北中央自動車道の南陽高島IC～山形上山IC間の約24kmの建設を行っている。



図1 NEXCO 山形工事事務所 所掌範囲

本報文は、当該建設区間における管理段階での雪氷障害の対応を最小化すべく、建設段階で実施した雪害対策計画について報告するものである。

## 2. 雪害計画検討の手法

建設段階での雪害計画検討にあたっては、すでに開通し

ている区間での雪害発生状況やその対応方法を把握し、管理段階での対応を最小化する方策を計画する必要がある。

そこで、当該区間の気象観測・雪氷状況調査を実施して、発生する可能性のある雪害を把握した。これと並行し、山形自動車道の雪害やその対策を熟知する有識者や管理サイドも含めたワーキングを実施しながら、東北中央自動車道建設時の雪害対応を計画する方針とした(表1)。

表1 雪害計画検討スケジュール

年度	気象雪氷調査	ワーキング	雪害対策計画
平成27年度	調査計画 気象雪氷調査	第1回WG 冬期現地確認 第2回WG	対策方針検討
平成28年度	気象雪氷調査 気象特性把握 雪害状況把握	冬期現地確認 第3回WG	対策要否判定 対策方針決定
平成29年度	気象雪氷調査 気象特性把握 雪害状況把握	冬期現地確認	対策要否判定 対策計画策定 対策施設設計
平成30年度	—	—	対策要否判定 対策施設施工

## 3. 雪害状況の把握

定点気象観測や移動観測等により、対象範囲の気象状況や雪害状況の把握を行った。気象雪氷調査の観測項目・内容は表2の通りである

表2 気象雪氷調査実施内容

番号	観測項目	内容	求める成果
①	定点気象観測	風向風速・気温・積雪深の観測	気象概要の把握
②	視程観測	視程計・インターバルカメラによる観測	視程低下状況の把握
③	移動気象観測	風向風速・気温・積雪深の観測	気象状況の詳細や特異点の把握
④	雪害発生状況調査	積雪変状・雪害状況の確認	自然斜面・人工法面の積雪変状の把握、吹きだまりや視程障害の発生状況の把握
⑤	斜面の空中写真撮影	ドローンを使用した斜め空中写真の撮影	自然斜面・人工法面の斜面状況・積雪や雪崩状況の把握

\*1 東日本高速道路株式会社東北支社山形工事事務所, \*2 株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北

### ① 定点気象観測

定点気象観測は、冬期間の風向風速・気温・積雪深の連続観測を行った。周辺の気象庁アメダス観測地点との関連性を検討し、対象範囲の気象概要を把握した（図2）。



図2 強風時の風向分布

### ② 視程観測

定点気象観測実施箇所では、視程計やインターバルカメラによる視程観測も実施した。この結果より、視程低下日数を客観的に把握することができた（写真1, 図3）。

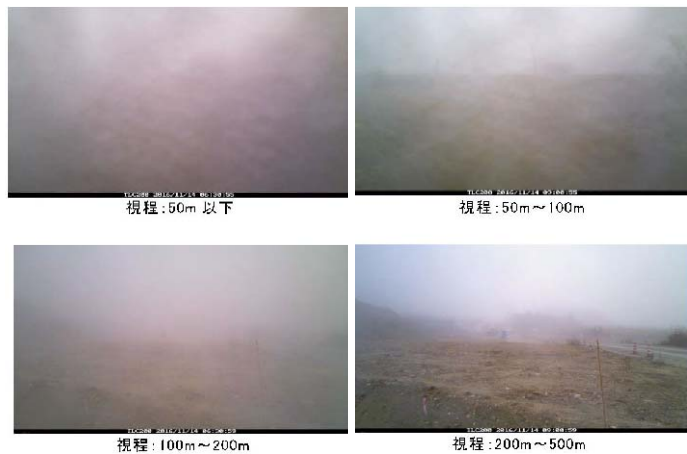


写真1 視程低下状況

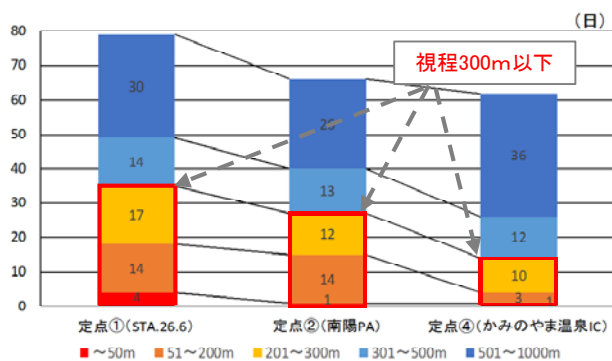


図3 ランク別視程低下日数

### ③ 移動気象観測

移動気象観測は、定点気象観測を補う目的で、定点間の気象状況を把握するために実施した。定点気象観測と移動気象観測により対象範囲の細部の気象状況を把握し

た。

道路設計時には、設計積雪深を規定し、道路設計に反映する。また、雪崩対策施設等の設計にも設計積雪深が使用される。定点気象観測と移動気象観測により、当初規定していた設計積雪深の妥当性について確認することができた。

### ④ 雪害発生状況調査

雪害発生状況調査では、自然斜面や人工法面の積雪変状の把握を行った。また、吹きだまりや視程障害の発生状況の確認も行った。これにより、高速道路開通後、気象・雪氷を起因とする障害の可能性ある箇所を把握することができた（写真2）。



写真2 カルバートボックス部の雪底

### ⑤ 斜面の空中写真撮影

ドローンを使用して自然斜面・人工法面の斜め空中写真撮影を行った。これにより、斜面の雪崩・崩落雪や吹きだまり等の積雪変状を把握することができた（写真3,4）。



写真3 人工法面の崩落雪



写真4 ドローンと斜面撮影写真

#### 4. ワーキングでの検討と対策要否の判断

##### ①ワーキング実施概要

平成27～29年度にかけて表3のとおり3回のWGと冬期WG（現地確認）を実施してきた。

表3 WG実施概要

年度	項目	実施内容
平成27年度	第1回WG	気象雪氷調査計画の討議
	冬期現地確認WG	主要箇所での冬期現地状況確認
	第2回WG	気象雪氷特性から雪氷障害の抽出・次年度調査計画の討議
平成28年度	冬期現地確認WG	主要箇所での冬期現地状況確認 雪氷対策方針の討議
	第3回WG	気象雪氷特性・雪氷障害状況をもとにした雪氷対策方法の討議
平成29年度	冬期現地確認WG	気象雪氷特性・雪氷障害状況の把握と雪崩対策施設設計資料をもとにした対策施設の適合性の討議

##### ②雪害対策要否判断

気象調査及び雪害発生状況調査を踏まえて雪害対策の要否判定・対策施設の計画を行った。雪害対策要否判断の目安は表4の通りとした。

表4 雪害対策要否判断の目安

種別	対策要否判断の目安
雪崩 (自然斜面)	雪崩危険度評価によるAランク <sup>※1)</sup> 、または、斜面観察により雪崩発生につながる斜面変状が確認された斜面を対象とする。 なお、近年多発している表層雪崩に対しては、斜面に雪崩の発生域と想定される急傾斜部を有し、雪崩が発生した場合に本線到達の可能性が高い斜面を対象とする。急傾斜部の勾配は40° <sup>※2)</sup> 、到達可能性の判断基準となる仰角は30° <sup>※3)</sup> を目安とする。
崩落雪 (人工法面)	・5段程度以上の人工法面を対象とする。 ・日照条件が悪く、消雪が期待できない法面。 なお、強風時の主風向から吹きだまりの発生が予想される箇所や本線との斜面の位置関係より堆雪ポケットが不足すると想定される箇所は、上記条件に当てはまらなくとも、法面ごとに判断する。
トンネル坑口	トンネル坑口の形状と気象条件、周辺環境を考慮して、雪庇防止対策、吹き込み雪対策、凍結防止対策や本線への崩落雪対策を坑口ごとに検討する。 なお、建設中に雪庇発達を確認されたトンネル坑口には当初から雪庇防止板を設置することとした。 設置範囲は、積雪期の堆雪形状を考慮して必要に応じて範囲を決定する。
視程障害	視程障害の発生が予想され、その発生頻度が大きい範囲 <sup>※4)</sup> については、視程障害対策を検討する。なお、要否判断には、既存対策施設の状況や周辺環境(風上側の雪原の有無)も考慮する。

- ※1) 「積雪寒冷地における道路構造・附帯施設設計要領（昭和53年7月）日本道路公団」に基づき算定
- ※2) 「2014年2月の南岸低気圧による降雪による雪崩被害」上石勲他、防災科学技術研究所主要災害調査第49号2016年2月、『雪崩は、勾配が40～45度で樹木が生えている斜面でも発生している』ことを参考にして40度を設定。
- ※3) 「平成26年2月関東甲信地方の大雪災害を考える～特に雪崩災害に着目して～」秋山一弥、平成26年度土木研究所講演会講演集、P.60の雪崩事例の記載において、『見通し角が29～39度であった』ことより30度を目安とした。
- ※4) 視程障害多発区間とは、過去3年間の平均で霧等による通行止が5日/年以上、または視程障害が300m以下となり50km/h速度規制が20日/年以上ある、あるいは、発生が予想される区間とする。

#### 5. 管理サイドからの雪害対策の提案

管理サイドからは、建設サイドとの合同現地地点検調査で、次の提案があり、建設時に対応可能な事項は施工することとした。

- ①トンネルの雪庇防止板への着雪を防止するため雪庇防止板に傾斜をつけること（写真5）。
- ②トンネルの雪庇防止板の設置範囲は、車線部のみではなく、側帯まで対象とすること。
- ③表層雪崩のすり抜け対策として、二重ネットや板構造による対策を図ること等（写真6）。



写真5 道路側に傾斜をつけた雪庇防止板  
(秋田自動車道 黒沢トンネル坑口)



写真6 表層雪崩すり抜け防止ネット  
(山形自動車道 仁田山トンネル坑口付近)

## 6. 長大切土法面の対策と評価

管内には、12段の長大切土があり、土工工事中に最下段と中段の3m幅広小段法肩にせり出し防止柵（H=1.6m）を施工した（写真7, 図4）。法面は当初コンクリート枠で枠内は植生工で計画したが地質条件・湧水条件によりコンクリート枠内もコンクリート吹付に変更した。この形状が雪崩の抑止に効果があることが判明した。

せり出し防止柵施工後、比較的多雪であった冬期を経過したが、崩落雪は確認されておらず、雪害対策工の効果が確認されている。

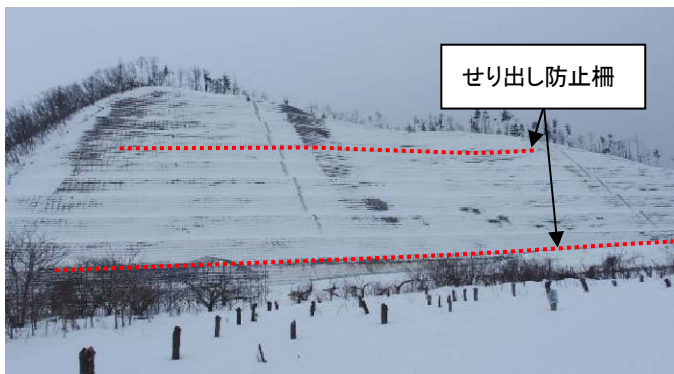


写真7 長大切土の全景



図4 せり出し防止柵計画図

## 7. 今後の課題と対応方針

本業務は、平成27年度より3冬期の気象観測・雪害状況の観察を行ってきた。この間で3回のWGと2回の冬期現地確認WGを実施し、雪害対策の必要箇所抽出・雪害対策方法の提案を行った。この結果を受けて、雪害対策施設の設計は平成29年度に完了し、平成30年度に雪害対策の施工を行うこととした。

3冬期間実施してきた検討において、現状と課題を整理し管理サイドに引き継いでいく（表5）。

表5 今後の課題と対応

項目	内容
現状・課題 (全体)	3冬期間の雪害調査により、平年に近い状態での雪害状況を把握することができた。また、平成29年度はほぼ完成形に近い状態での調査が実施できた。ただし、一部施工中の箇所もあり、雪害状況を十分に把握できていない箇所もある。また、雪害対策施設は今後施工されるため、平成29年度は雪害対策実施前の雪害状況を把握した。
今後の対応 (開通後)	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1)開通後の雪害状況の確認 道路および雪害対策施設の完成後の雪害状況を確認する必要がある。</li> <li>(2)トンネル坑口・内部の雪害状況の確認 トンネル持込雪や除雪による坑口部への堆雪が懸念される。</li> <li>(3)付帯施設の雪害状況の把握 積雪状況は年によって変動する。開通後についても、立入防止柵・標識・交通管理施設等の付帯施設の雪害状況を継続して把握する必要がある。</li> <li>(4)交差道路への影響把握 気象条件や除雪状況により交差道路への落雪が生じる可能性があるため、道路交差部の雪害状況を確認する必要がある。</li> <li>(5)開通後の雪害対策の効果検証 開通後の雪害対策の効果検証を行い、必要に応じてその対応(施設の改修や追加・雪氷作業による対応)を検討する。</li> </ul>

## 8. おわりに

本報文は、平成27年度より3年間気象調査・現地調査をもとにWGを開催して雪害対策工を決定してきたものである。対策工の要否判定や工種選定にあたって、ご指導を頂いた国立研究開発法人防災科学技術研究所と町田建設（株）に厚く御礼申し上げます。

なお、今後このような積雪寒冷地における雪害対策計画に参考になれば幸いです。

〈参考文献〉

[1] (社)日本建設機械化協会・(社)雪センター、2005除雪・防雪ハンドブック（防雪編）