

雪氷作業における遠隔遮断器システムによるランプ横断作業の安全性向上について

河原木孝典＊1、芦生雅人＊1

1. はじめに

冬季の高速道路では、お客さまの安全確保のため除雪作業や凍結防止剤散布作業等の雪氷対策作業を行い冬季路面の安全確保を行っている。当管理区間は東北自動車道の白石インターチェンジから一関インターチェンジ、山形自動車道の村田ジャンクションから宮城川崎インターチェンジまでの延長131.2kmの管理区間となっており、インターチェンジ数12インターチェンジ、スマートインターチェンジ4インターチェンジ、休憩施設数16施設がある。この管理区間を6基地の雪氷対策基地を拠点として冬期間の管理を行っている。各基地では、降雪の状況に合わせて配置されたオペレータが雪氷対策車両を操作し作業に従事している。近年は暖冬傾向であるものの、令和5年度の当管内雪氷対策作業の実績としては、除雪回数224回、凍結防止剤散布回数1,024回行っており、冬期間における高速道路の安全確保のため日々雪氷対策作業に従事している（写真1）。



写真1 雪氷対策作業の状況

この雪氷対策作業において雪氷対策車両が凍結防止剤散布作業や、除雪作業を行う際に、雪氷対策基地から出発する工程でランプウェイ（以下、ランプという。）を横断する場面がある。ランプの中央分離帯には車両反転用開口部が設けられているが、逆走防止対策用のラバーコーンやロープ等にて閉鎖されている。この横断する場面で雪氷対策車両に乗車しているオペレータ助手が車両から降車し、ランプを中央分離帯まで人力で横断した後ロープ等を開放・閉鎖している（写真2）。

この雪氷対策基地から出発するまでの流れについて説明する。①として雪氷対策基地出入口から写真3のように矢印順に移動する。一般車両からの視認性を考慮し、

ランプ中央分離帯まで人力で横断している。当管内は東北地域でも交通量の多い路線で、お客さまの通行状況を確認しての横断は時間を要することもある。

②として中央分離帯まで横断したオペレータ助手が逆走防止対策として閉鎖しているロープ等の開放を行う。

③として雪氷対策基地の出入口で待機していた雪氷対策車両が、お客さまの通行状況を確認しながら開放した車両反転用開口部を通過しランプを横断する。ランプ横断後はお客さまに支障とならない安全な場所に一時停車し、オペレータ助手と合流するため待機する。

④として雪氷対策車両横断後にオペレータ助手は逆走防止対策用のロープ等の閉鎖を行い、待機している雪氷対策車両まで人力で横断し乗車する。この横断を伴った反転を行った後、雪氷対策作業に出発する流れとなっている。

この出発までのランプ横断作業は冬期間の降雪がある路面状況での作業となり、足元も悪く暗い夜間帯での横断作業を行っている状況であることから、全国的にも毎年多く発生している転倒事故につながる作業条件であり、安全性の向上が求められた。

そこで、逆走防止対策も兼ね備え、オペレータ助手が降車せずにリモートで安全性が向上できる仕組みはないか検討した。本論文は、遠隔遮断器システムを導入しオペレータ助手がランプを人力で横断することなく雪氷対策作業に出発できる環境を整備し、安全性向上を目的に実施した取り組みを報告するものである。



写真2 車両反転用開口部の状況

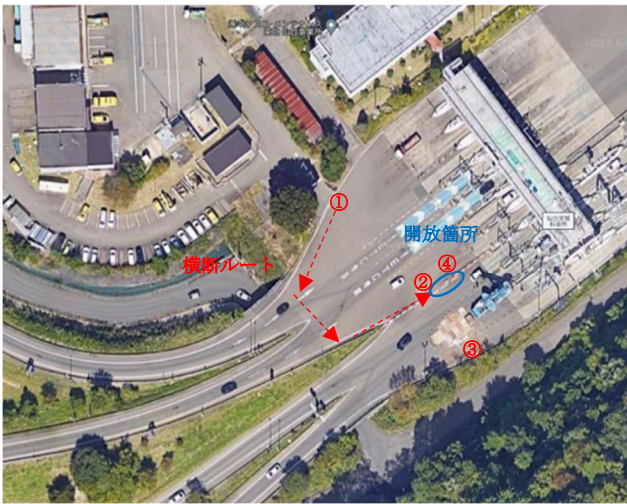


写真3 横断状況（仙台宮城インターチェンジ）

2. 遠隔遮断器設置までのプロセス

遠隔遮断器を当管内の雪氷対策基地6基地全てに単年度で設置はできないため、設置場所の優先順を検討した。設置する場所を検討した結果、令和4年度は仙台宮城インターチェンジに設置を決定した。仙台宮城インターチェンジは、料金所ブースの数が当管内で一番多いため、ランプ横断距離が長いこと、最も料金所を通過する交通量が多いことで、雪氷対策車両が出発までに時間を要しているインターチェンジである。令和5年度は古川インターチェンジに設置を決定した（写真4）。古川インターチェンジは当管内でも雪氷対策作業の出動回数が多いこと、料金所ブースの数も多くランプ横断距離も長いことから設置を決定した。



写真4 古川インターチェンジ

令和6年度は泉インターチェンジに設置を決定した。泉インターチェンジは交通量も多く、料金所ブースの数も多いインターチェンジであり、雪氷対策車両が出発までに時間を要している（写真5）。

このような設置計画で整備を進める検討を行い、仙台宮城インターチェンジと古川インターチェンジについて

は現在運用中となっている。泉インターチェンジについては、今年度の運用ができるように設置工事を進めている最中である。



写真5 泉インターチェンジ

設置場所を決めた後に検討したのは電源確保の方法である。今回は商用電源式又はソーラーパネル式のどちらかで検討することとした。まずは電源設備の工事も少なくすむソーラーパネル式で進められないか検討をしたが、降雪時にソーラーパネル部に堆雪してしまい電源供給が不安定となり、遠隔遮断器の動作不良が考えられた。その対策として蓄電バッテリーを大型の構造にすることで安定した電源供給確保も検討したが、大型蓄電バッテリーにすることにより本体構造が大きくなってしまい、料金所周辺の限られた設置スペースが広く必要となり通行車両への支障が懸念されることから不採用とした。以上のことから、電源工事は必要であるが商用電源式による運用とし、料金所ボックス内のコンセント（100V）から遠隔遮断器本体までエフレックス管（φ50mm）にて配線を行うことで電源を確保することとした。

次に検討を行ったのは遠隔遮断器の幅員である。雪氷対策車両は大型車両のため、可能な限り広くしたいが、遮断器バーの耐久性を考えると単純に長くすればよいものではない。そこで最初に検討したのは両開き式で、幅員も確保しながら遮断器バーにかかる負担も軽減できる構造であるが、両側に商用電源式での配線を伴った電源確保が必要となり、路面埋設での配線となることから今後のメンテナンス等も考え不採用とした。その為遮断器バーの最大延長での片開式の遮断器を採用とし、各インターチェンジ毎に設置位置を、雪氷対策基地出入口から直線的に進入可能で反転の余裕を確保できるように現地調査を行い、設置検討した。

3. 遠隔遮断器の概要

今回設置した遠隔遮断器は遮断器バーの長さが6 m、有効幅員が5.7 mである。遠隔遮断器本体は基礎コンクリートにアンカーボルトで固定している。遮断器バー受台側は舗装路面にアンカーボルトで固定。お客さまへの注意喚起も含め、遮断器本体と遮断器バー受台には蛍光の反射シートを設置している（図1、2、3）。

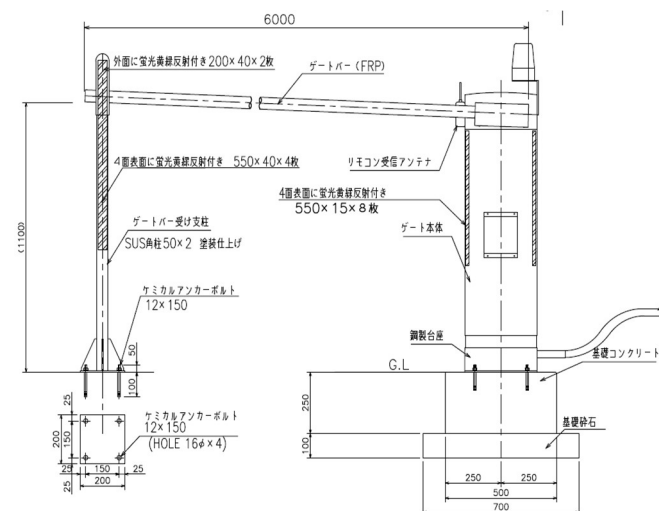


図1 遠隔遮断器（正面図）

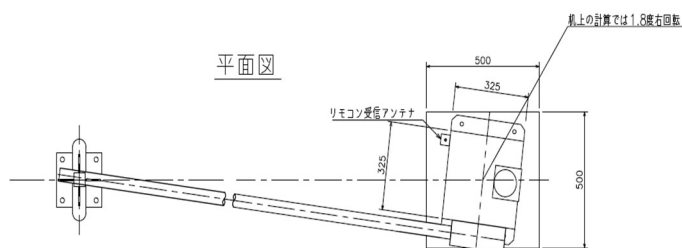


図2 遠隔遮断器（平面図）

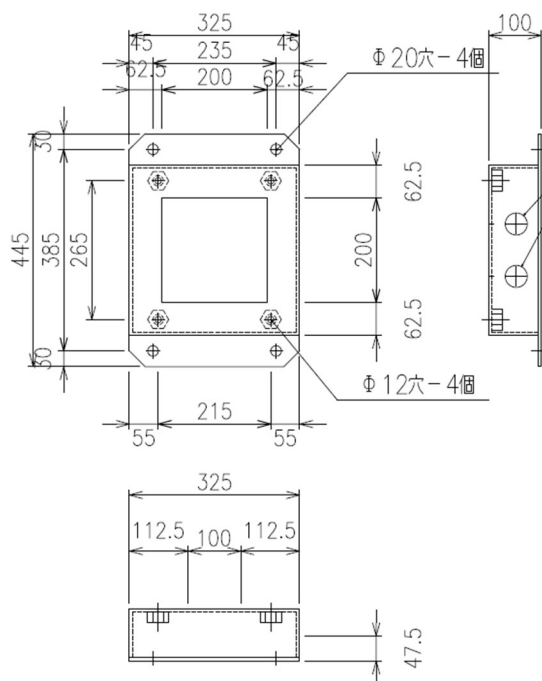


図3 遠隔遮断器（架台構造図）

離れた場所からリモコン（作動電波距離50 m程度）により遮断器バーの開閉ができるため、雪氷対策車両に乗車しながら使用が可能である。リモコンは電波信号を統一することにより、仙台宮城インターチェンジや、古川インターチェンジ、泉インターチェンジのどこでも同一のリモコンで遮断器開閉が可能になるように設定している。リモコンは雪氷対策車両用だけでなく、高速道路管理の他関係部署にも配布し利用できるようにしており緊急で使用する場合も想定している（写真6）。

開放時には回転灯（黄色）と警告音でお客さまへ注意喚起ができるようになっており、より安全な横断作業につなげられる。また閉め忘れの対策としても回転灯と警告音が機能しており、万が一閉め忘れがあった場合には、雪氷対策基地や料金所なども確認が可能となっている。



写真6 遠隔遮断器リモコン

遠隔遮断器本体の設置についてだが、料金所周辺には逆走対策の樹脂製防護柵（幅50 cm）が設置してあるため、遠隔遮断器本体も通行車両への影響を考え同じ幅となるように50 cm以内に納まる仕様とした。また本体にも開閉スイッチが付いていて、リモコンを持っていない状態で緊急的に開閉が必要な場合にも対応可能な仕様としている（写真7）。



写真7 遠隔遮断器設置状況

設置工事については、料金所周辺での工事となるため料金所レーン一部閉鎖の調整が必要となる。基礎コンクリートの設置工事、受台・架台・本体設置工事、配線工事、合わせて2日間程度で施工が可能である（写真8）。

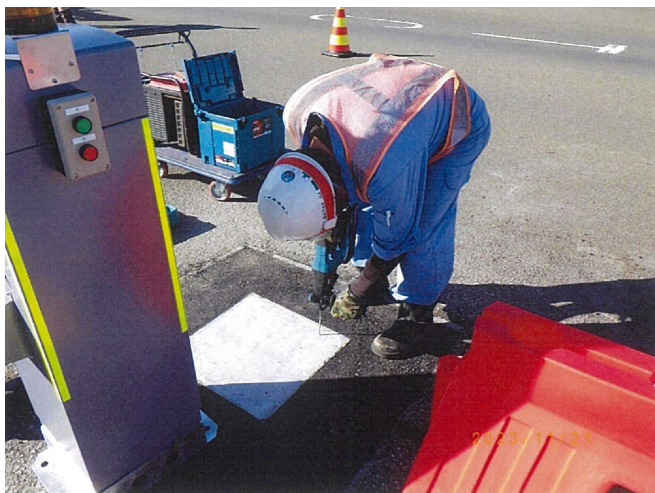


写真8 設置工事状況

4. 効果について

今回の取り組みでの効果についてだが、オペレータ助手が雪氷対策車両から降車してのランプ横断反転作業がなくなり、リスクとして想定される一般車両との接触の危険性や降雪路面での転倒つまずきの危険性がなくなっていることが一番の効果である。実際に使用してのヒアリングを行ったが、「足元が悪い中での横断作業がなくなり安全になった」、「車両の昇降が減って効率と安全性が向上した」などの声を確認できた。

雪氷対策作業は降雪時に出発するのは当然であるが、降雪の中、通行車両の切れ目を待つ時間がなくなったことは作業従事者にとって環境改善にもなり良かったと考えられる（写真9）。



写真9 遠隔遮断器 使用状況

またオペレータ助手が横断しての開閉作業に比べると雪氷対策車両の待機時間も短くなり、出発までの時間が

短縮されているので、迅速な雪氷対策作業につながれているといえる。

その他の効果としては、雪氷対策作業以外の他関係業務での活用もできており、緊急的にその他の車両反転用にも活用されていて利便性向上の効果もあった。

5. まとめ

高速道路の維持管理業務の中でも、冬季の路面確保を行う雪氷対策作業は重要な役割を担っている。特に東北地方は気温の低下による路面凍結の懸念や降雪もまとまって降る地域であり、お客さまの安全・安心・快適な走行を確保する為、この先も必要な作業である。快適な道路環境を提供するためにも、雪氷対策作業に従事する作業者の安全と働きやすさは重要な事項だと考え、この取り組みの報告となった。

今回の取り組みはリモートで逆走対策も兼ねた作業者にも優しい設備を考えながら、各署と協議し整備を進めてきた。現在稼働している仙台宮城インターチェンジと古川インターチェンジでは順調に使用できており、円滑な雪氷対策作業につながられている。

年々この雪氷対策作業の従事者も減少傾向にあり、働きやすい環境の整備を進め高速道路の維持管理に携わる人員が増えることにつながればと思う。また、少ない人員でも作業ができる設備も合わせて整備していかなければと考えている。今後もより良い維持管理業務につながれるよう環境整備を継続して行っていきたい（写真10）。



写真10 遠隔遮断器設置状況