

⑨ 雪と闘うほくほく線



ほくほく線が走る新潟県の魚沼・頸城地方は、日本でも有数の豪雪地であることは既にご存知かと思います。近年は小雪傾向が続いていますが、それでも例年の積雪は2m程度に達します。特に線区のほぼ中央に位置する「まつだい」駅付近では、年間の累積降雪量は20m以上に及ぶこともあります。

降雪によって多くの鉄道が輸送の乱れを余儀なくされる時でも、ほくほく線の列車はかなりの確度で定時運転を確保しています。

では、ほくほく線の列車はどのようにして安定輸送を確保しているのでしょうか。今回は雪と闘う鉄道の全貌を解説いたします。

(1) ほくほく線は雪に強い？

北越急行(株)の本社所在地である新潟県六日町は豪雪で知られる魚沼地方のど真ん中にあります。また、本社社屋はほくほく線の線路に隣接しているため、当然のことながら自社の列車が動いている状況が手に取るようにわかります。

「今日の雪はかなり激しいなあ」と思う時や、六日町駅構内で合流するJR上越線の列車がかなり遅れて運転されている時でも、ほくほく線の列車はほぼ定時運転を確保しています。

もっとも、JR北陸線や信越線のダイヤが雪の影響で乱れているときは、金沢方面からの特急「はくたか」が大きく遅れてほくほく線に入ってくることとなります。このような場合には、複線ではなく単線で運転していることから普通列車もその影響を受けてしまいます。

しかし、その場合でも『指令設備の紹介』でご説明したとおり、TIDという装置で「はくたか」の遅れを常時監視し、犀潟からの入込みがどの程度の遅れになるかを見極めたうえで、あらかじめ列車の行き違い場所の変更などを計画し、他の列車への影響を極力小さくするように努力しています。

この結果、激しい降雪の中でも線内の列車運転は最小の遅れにとどめています。地元の皆さんも、ほくほく線は雪に強いという実感をお持ちのようで、その気持ちは下図のような新聞記事になって表れたりします。(2000.1.20新潟日報)



ただし、JRさんの名誉のために申し添えると、これは必ずしも平等な評価ではないと言えます。つまり北越急行が約60Kmという比較的短い線路であり、その配線なども単純であること、そしてなによりもトンネル区間が多いことなどに対して、JR線はその守備範囲の広範なこと、あらゆる地形を網羅しているネットワークであること、貨物から特急までさまざまな種類の列車があり、しかも長距離を走るものがあること、線路配線が複雑でポイントの管理数が多いことなど、雪の対策という点では極めて難しい条件が多いため、単純に比較することはできません。

ほくほく線は雪に強いといっても、その最大の理由は全線の70%がトンネルであり、これが最も効果的な雪対策であるとの見方もできます。

しかし、残り30%(延長約18Km)の明かり区間に降る雪の量は大変なものであり、列車の正常運行確保の苦労は他の鉄道会社と同じです。ただし、ほくほく線は比較的新しい鉄道であるため、この豪雪の地で列車の高速運転を確保するべく他には類をみないような雪対策設備を設置しています。

そこで、国内でも有数の豪雪地でどのように雪と闘っているのか、その状況をご説明します。

(2) 基本的な雪対策(線路上の除雪)

①. ラッセル車

鉄道では、線路上の上に降り積もった雪を排除することが必要になり、何らかの手段で除雪作業を行います。最もみなさんに知られているのはラッセル車でしょう。

ラッセル車による除雪を鉄道業界では「機械除雪」と称していますが、このラッセル車にもいろいろな種類があります。大きく分けると、線路上の雪を両側に押しつけていくラッセル式と線路内および線路の両側にたまった雪をかき集めて回転羽根で遠くに飛ばすロータリー式があります。

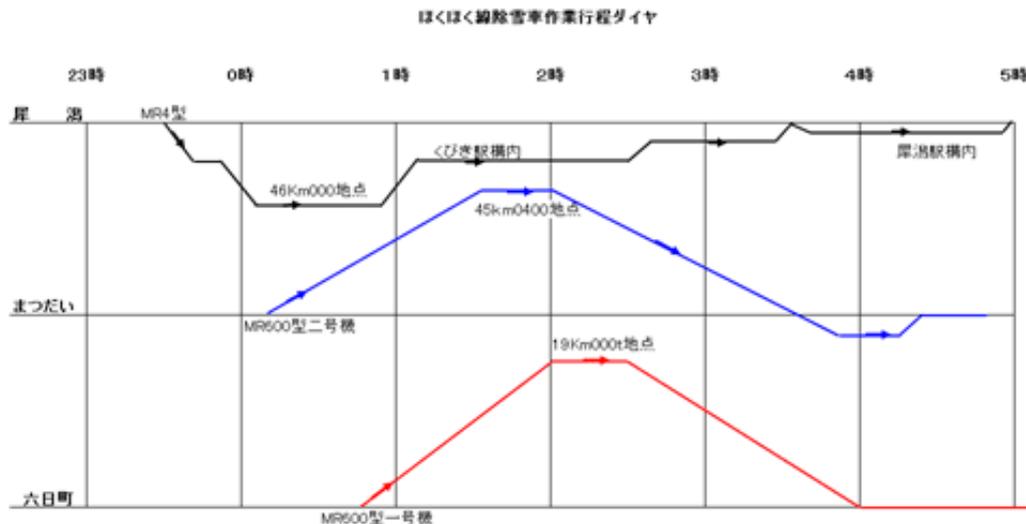
また、JRさんのように長い区間の除雪作業を行うために大型の機関車を使用した「除雪機関車」を用いたり、除雪翼を設置した貨車を他の機関車で押して作業を行うものまで、さまざまな除雪用車両が見られます。

最近では大型機関車ではなく、小回りの効く線路保守用のモーターカーに、除雪設備を取り付けられるようにしたものが多くなってきました。もっとも工事用といっても最新のものはその重量が30トンもあり、小型ディーゼル機関車そのものですから除雪作業用として

は全く問題なく、大型機関車との違いは除雪能力からくる作業時間程度と言えます。

北越急行ではモーターカー除雪車3台を保有し、降雪予報を参考にして列車運行の無い深夜時間帯に「機械除雪」を行います。ほくほく線の起点側である六日町は降雪量が多いのに対して、終点側である犀潟は日本海に面しているため、風は強いものの降雪量が少ないなど、線内でも気象状況が異なるため、降雪状況見極めながら除雪作業を行っています。

3台のモーターカーの作業状況を、ある一日の例で見ると下図のようになります。



昼間は最高速度160Km/hで運転される特急「はくたか」11往復とローカル電車20往復のダイヤが単線の中でひしめきあっていますので、先にも述べたように除雪作業は終電車後の深夜時間帯に行います。

もちろん除雪は本線だけではなく、駅の側線や車両基地構内も行いますので、夜中の0時前後から作業を開始しても終わるころには初電車の時刻との競争になります。

雪国の風物詩とも言えるラッセル車も、皆が寝しなかった深夜時間帯での作業が中心となるため、あまり目にする事ができないのです。

さて、雪が降らない地域にお住まいの方からすると、「雪で列車が運転できなくなるのは線路上にたくさんの雪がたまってしまいうからであり、ラッセル車はその雪を除雪するために出動するのだ」とお考えのようです。

実際に長時間列車が走らない時には線路上に降り積もった雪が物理的に列車の運転を阻害することになりますが、これは一度ラッセル車により除雪をしておけば、ある程度の頻度で線路上を列車が通過している限り、それほど深刻な状況にはなりません。特に、単線鉄道では同じ線路のうえを上り・下りの列車が走ることになるため、一度除雪をしておけば後は列車自身が除雪しながら走ることにより、運転に支障がでるようなことにはならないのです。

確かに、激しい降雪になると列車が走らない僅かな時間でも線路上の積雪が大きくなるため、列車を運休してでもラッセル車を運転しなければならないこともあります。しかし、豪雪地の魚沼においてもこのようなことは滅多にないことです。

北越急行が保有するモーターカー除雪車は3両あり、そのうち2両が最新式のMR600型で1両がMR4型です。このうち、MR4型は通常雪の比較的少ない犀潟方の除雪にあたります。下にMR600型除雪活動中の写真を掲げます。



MR600型 自重 23.0トン、雪装備(段切翼なし)31.0トン
雪装備(段切翼あり)32.2トン

②. スプリンクラー

線路に降り積もった雪は前述のようにラッセル車で除雪しますが、線路に雪が積もらないように出来ればこれにこしたことはありません。このため、豊富な地下水が確保できる所では、これを使用してスプリンクラーによる散水を行い、無雪状態にします。

ほくほく線の場合、長大トンネルのうち赤倉トンネル(魚沼丘陵～しんざ間)、薬師峠トンネル(十日町～まつだい間)内から比較的豊富な湧水が確保できるので、これをパイプで十日町方に導き十日町駅構内と前後の高架橋区間を完全無雪化しています。融雪のためには一定の水温が必要なため、外気温の変化などによって凍ることのある水道水などは使用できないのです。

しかし、雪国では道路などの融雪のためにも地下水の使用しているため、その使用量が莫大なものとなり、結果として起こる地盤沈下が深刻になっている地域があります。その地域では新たな井戸の掘削は厳に禁止されているため、どうしても地下水を確保出来ない場合もあり、そのような地域では川の水をくみ上げボイラーで加熱して散水しています。



スプリンクラー稼動状況 (十日町駅構内)

③. パネル融雪装置

たくさんの雪が降るとラッセル車や列車の運転による除雪によって線路上の雪は運転に支障がないようになりますが、その両側にはだんだんと雪の壁ができていきます。

これを鉄道業界では「側雪:がわゆき」と呼びます。この側雪が高くなるとどんなに除雪をしても雪がまた線路内に崩れてきたり、すり鉢状の断面となった線路にどんどん雪が溜まったりします。更に複線区間では上下線の列車がお互いの線路の雪を反対側に投げ合って、ますます線路上の積雪が深刻な状態になります。

このため、側雪がある程度高くなるとJRさんなどでは大型のロータリー除雪機関車を出動させて側雪を線路外へ飛ばすこととなります。ほくほく線も基本的には同じで、モーターカーの一方側にはロータリー除雪装置を取り付けており、これによって雪を軌道の外へ飛ばします。しかし、線路に近接して住居があったり、高速道路と交差していたりすると雪を軌道外に飛ばせない所があります。

そこで、そのような箇所には他社では設置されていない『消雪パネル』を線路両側に設置しています。これは、簡単にいえばパネル(鋼板)の中に不凍液を循環させ、これを地下水と熱交換して雪を融かす仕組みになっています。これにより線路の両側に降った雪や電車が跳ね飛ばした雪を融かし、側雪ができないようにしています。



写真 ほくほく線の軌道両側に設置された消雪パネル。見事に融雪されています。

④. 線間流水 流雪溝

大量の水を確保できる所では、線路脇に流雪溝を設けておきここに除雪します。また、地下水の豊富な所ではこれに地下水を流して流雪溝とし、併せて側雪処理を行います。



線路横の流雪溝(六日町構内)



線路両側の流水溝(しんざ・十日町間)

(3) 分岐器の除雪

雪国の鉄道で本線の除雪と並んで深刻な問題となるのは、分岐器(ポイント)に雪が挟まって転換しなくなることです。本線は多少の積雪があっても列車の運転は可能なので

すが、分岐器が転換しなくなると列車の進路を確保できなくなるので厄介です。しかも、雪による鉄道の運転支障のなかでも最も深刻な問題を含んでいます。

なぜなら、分岐器はかなり精巧に組み立てられたもので、僅かの雪の介在でも不転換になります。さらに機械的には転換していても、極めて薄い和紙のような雪が転換部分にはさまっても「列車の進路が確保された」という電気信号が送られてこないことがあります。これは分岐器上を列車が安全に運転するための厳密な仕組みによるためのもので、避けることのできないやむを得ないことなのです。

一方、採算性の悪化している地方鉄道では無人駅が多くなり、分岐器の不転換が発生しても以前のように駅係員がすぐに現地へ行き、竹箒で雪を払うという対処ができなくなっています。このため、遠くの有人駅などから人を派遣することになり、僅か1箇所の分岐器の不転換のために列車を長時間止めてしまう場合もあります。

そのため、ほくほく線のような豪雪地を走る鉄道にとっては深刻な問題であり、ましては、線内の有人駅が十日町1駅のみで他はすべて無人駅である当線では、ポイントの不転換は大変大きな障害となるのです。加えて当線の分岐器は160Km/hの高速運転用として他の在来線では例のないノーズ可動式という分岐のクロッシング部分も動く構造となっているため、ここに雪が挟まっても転換しなくなるという二重の苦労があるのです。

一般的に分岐器の雪対策としては、地下水の散水による方法が全国的に用いられています。鉄道業界では通称「ちよろ散水方式」と呼ばれるこの方法は、簡単にして確実なのですが、地下水の確保が難しい地域ではこの方法による雪対策ができません。このため、熱量の大きな温風ヒーターにより熱気を吹きつけるのですが、大雪の時や気温の低下した時、あるいは、列車の持ち込み雪があるときなどは融雪能力が追いつかず、不転換になることがしばしばあります。

そこで、当線では重要な分岐器の転換部に挟まった雪を融かすために、ジェット噴射装置を装備しております。これは分岐器の不転換を指令室で感知すると指令室からの遠隔操作で熱湯を転換部に吹きかけ転換させるものです。これにより線内では分岐器の不転換による大きな列車遅れをほとんど発生させておりません。

この装置は、一般の方はあまり見たことがないと思いますので、噴射時の写真をお見せいたしましょう。なお、ほくほく線には長いトンネルの中に列車行き違いのための信号場が3箇所(赤倉・薬師峠・儀明)ありますが、この信号場の分岐器にもジェット噴射装置が装備されています。

雪の降らないトンネルの中に装備している理由は、トンネル外で車両の床下にビッシリと雪を抱いてきた列車が、通年気温が15～18℃もあるトンネル内を進行することにより雪が緩んでしまい、信号場の分岐器を通過する振動によって大量の雪を落とすことがあるのです。このような事象によるトンネル内分岐器の不転換は結構発生しており、その都度ジェット噴射装置を用いることにより、列車の遅れを最低限に抑えています。



分岐器ジェット噴射装置の稼働状況
(ノーズ非可動の一般分岐器:六日町構内)

(4)その他の雪対策設備

前項までに、ほくほく線の基本的な雪対策について述べましたが、列車の正常運行のために他にもいくつかの対策がとられています。

①. 架線の氷結防止策

除雪によって線路や分岐器の問題は解消できますが、電化鉄道であるほくほく線では気温低下により架線に着いた雪や水分が氷結し、パンタグラフからの電気の取り入れが出来なくなる事象が生じます。このような状態になると、断続的に激しいスパークを発生させるようになり、最悪の場合にはパンタグラフの破損や架線の切断にいたる恐れがあります。

そこで、一定期間ごとで架線に油を塗ることにより、氷結した氷が剥離しやすくしています。この塗油作業は従来人手によって行っていました。現在で当社で開発した自動塗油装置を使用し作業の効率化を図っています。

しかし、このような作業を定期的に行っても、低温注意報や霜注意報が発令されるような時には架線氷結の恐れがあるため、除雪用のモーターカーに搭載したパンタグラフを上昇させ、氷のカッター車として初電前に運転します。北越急行の除雪用モーターカーがパンタグラフを搭載しているのはそのためで、あくまでも動力はディーゼルです。

北越急行のモーターカーは電気機関車なのかとのお問い合わせを受けることがありますが、このような理由でパンタグラフを後から装備したのです。



MR600型モーターカーのパンタグラフを上昇した姿
(除雪装置を取り外した夏の状態)

②. 信号機の視認性向上

吹雪の時などには信号機に雪が付着し、列車の運転台から信号が見えにくくなる場合があります。もとより線内の信号機には前面にヒーターの入ったカバーを取り付けておりますが、気温の低下や激しい吹雪の下ではどうしても雪の付着が避けられません。この対策として、特に風が強く、雪による信号機の視認不良がおきやすい場所にある信号機には、ヒーターを強化した特殊なカバーを装着しています。



信号機に装着された着雪防止カバー（くびき駅場内信号機）

③. 落雪防止

雪の降り方や気温にもよりますが、架線や架線ビームなどに多くの雪が付着し、これが突然落下してきて走行中の列車のガラスを破損したり、屋根上機器の破壊を発生させたりすることがあります。特にほくほく線の列車は運転速度が高いため、深刻な問題となります。なかでも、鉄橋のトラス上は大量の雪が付着すると雪塊が大きく、落下速度も速いので列車に衝突すると被害も大きくなります。実際に信濃川橋梁で落下してきた雪塊が485特急電車の運転台後部窓（パンタグラフ目視用）のガラスを破損したこともあります。このため、鉄橋トラスへの雪の付着を防止するために、いくつかの方法を試行してきましたが、△型の雪庇防止金具を最頂部に取り付け特殊塗料を塗ることによりその効果が認められたため、全面的に採用しています。

これはトラス頭部の雪庇が増大しない前にすべり落としてしまう構造です。



架線構造物に付着した雪 これが増大して落下する。

④. 車両の対策

さまざまな落雪防止策を施しても全てを防ぐことはできません。特に架線を吊るための構造物は無数にあるわけですから、すべてに落雪防止の対策を打つことは不可能といえます。そこで、落雪が列車に衝撃した場合に生ずるガラス破損などの万が一の被害を防ぐため、北越急行の車両には、運転台付で列車の前頭になる可能性のある車両の前面