

IV-378

鉄道の雪害の広域性と気象条件の相関性

東日本旅客鉄道(株) 正会員 関 嶺幸
 北海道旅客鉄道(株) 秋庭賢二
 北海道大学大学院 正会員 尾関俊浩
 北海道大学大学院 正会員 北川弘光
 北海道大学大学院 請川克之

1. はじめに

寒冷地の鉄道では、冬期間にさまざまな雪害に見舞われる(図 1.)。「豪雪地帯対策特別措置法」で指定された豪雪地帯は国土の約 52%を占めており、JR 東日本の営業エリアの約 8 割、JR 北海道の全域がこれに相当している。

これまで、主として分岐器融雪機等の地上設備側の整備により列車の運行を確保してきた。車両側からも着雪を制御する試みが行われているが、現状では十分な効果をあげるには至っていない。そこで、着雪と気象条件の相関性を確認することを主目的に、北大雪氷工学講座(JR 東日本、JR 北海道の寄附講座)による観測結果の概略について報告する。

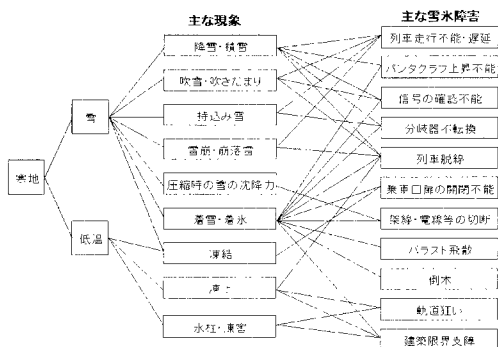


図 1. 鉄道に発生する雪害

2. 列車着雪による災害とその広域性

降雪・積雪地域を走行してきた列車の床下機器には、大量の雪が付着し生長している様子が観察できる(図 2.)。落雪の原因となるこれら着雪は、軌道近傍の積雪が列車自身により舞い上げられ、付着したものであると考えられる。舞い上がる雪は、軌道内ないし軌道

近傍への積雪、あるいは列車走行や風により運搬され堆積したものである。

走行中の列車から落下した雪は、道床碎石に衝撃し碎石を跳ね上げ、落雪を生じた列車自身や対向列車の機器類、あるいは沿線の鉄道設備や家屋等を破損することがある。また、落下した雪が分岐器の狭隘な可動部に挟まり、列車の進路を構成することができなくなることがあるため大きな輸送障害となる。

雪害の発生地帯をみると、関東地方をはじめ寒冷・積雪地ではない地域においても雪に起因する分岐器不転換が発生するなど、発生の広域性が伺える。これは、床下等に多くの着雪をかかえながら走行している列車からの落雪は、その場所で降り積もった雪がすぐさま影響を与えるとは限らず、雪が列車に付着・運搬された後に発生することから、沿線のどこで発生するか特定することは現状では困難である。

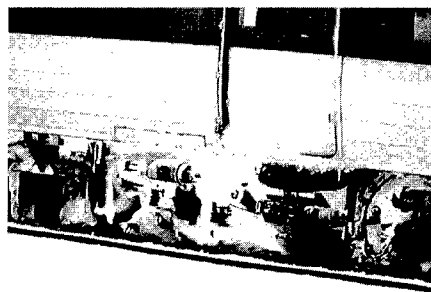


図 2. 列車床下への着雪状況

3. 着雪の発達する気象条件と軌道内積雪の観測

1) 観測概要

軌道内及び軌道近傍の積雪観測は、1997-98 年の冬期に、JR 北海道の函館本線幌向・上幌向間において実施した。当該地域は線形が直線であり、130km/h の

Keyword: 列車着雪、積雪観測

連絡先: 〒140-0005 東京都品川区広町 2-1-19 JR 東日本 テクニカルセンター TEL 03-5709-3665

観測は、①軌道内積雪の温度勾配測定、②軌道近傍における温湿度及び風向風速測定、③軌道内及び軌道近傍における積雪断面観測を行った。また、列車着雪の発生状況を把握するため、札幌駅構内において列車前頭部をデジタルカメラにより連続撮影を行った。

2) 観測結果 1

1997-98 年冬期の特徴として、2 月中旬から 3 月上旬にかけ観測箇所にはほとんど降雪がなかったため、観測環境に恵まれたとは言えなかった。

98 年 1 月 9 日の断面観測では、露場と軌道内積雪を比較すると、露場では 45cm の積雪のうち、8 割程度がしまり雪であったのに対し、軌道内では全層がしもざらめ雪化していた。プッシュプルゲージを用いた貫入硬度は、露場では硬度 (R) 0.4 kg/cm²、密度 (ρ) 240 ~ 300 kg/cm³ であったのに対し、軌道内積雪では 1.9kg/cm²、平均密度 380kg/cm³ と硬度、密度とも大きな値を示した。

軌道内の雪面温度とマクラギ温度をみると、日最大の温度差が約 11℃、平均約 7℃であった。軌道内積雪は、スノープラウ等により厚さ 10cm 程度に保たれることから、軌道内には約 70℃/m と露場の数倍の温度勾配であった。圧密された雪に温度勾配がかかると急速に硬化することから、軌道内の密度の大きな雪が温度勾配により急速硬化したものと考えられる。

1 月 28 日には粒径 2mm、密度 300 kg/cm³ を越えるしもざらめ雪層が観測され、その表面はウィンドバックされてクラスト状になっており、この軌道内の雪は列車風では舞い上がらない程度にまで強固に硬化していた。

観測期間を通じて日降水量が 1~6mm 以上あると列車着雪が確認された。この日降水量は 10cm 以下の積雪量に換算することができる。積雪は道床碎石からスノープラウにまで達するほどではなく、従って軌道内の硬い雪の上に堆積した雪が列車風によって舞い上げられたものが着雪の主体であると考えられる。

3) 観測結果 2 及び考察

列車着雪は、一義的には軌道内積雪の舞い上がりに起因するものと考え、着雪量は舞い上がり高さに比例するものと仮定すれば、この舞い上がり高さや気象条件との相関性を調査することが肝要となる。

そこで前述の 2) 観測結果 1 を参考に、舞い上がり観測を行った。デジタルカメラ及びアメダスデータの

結果から、列車前頭部の着雪高さを舞い上がり高さ (Y) として、一次近似として着雪発現当該日及び前日の降水量と気温に着目して相関関数を求めると、図 3. に示すような結果が得られ、下記 (1) 式の一次相関式が得られた。

$$Y=0.55(S+0.25S'/1.51) \quad \cdots \cdots (1)$$

(S:列車通過時までの 24 時間降水量、S':列車通過時までの 48 時間降水量-S)

ここで、相関係数は 0.729 であった。なお、この傾向は気温 -2℃ 以下のデータのみであり、0℃ を越えると着雪はほとんどみられない。これより列車着雪は、空気力学的、熱力学的な履歴の産物であり、このような簡単なアプローチで解決できるわけではないが、図 3. に見られるように、ここで採用した気象因子との間にはかなり明確な相関が認められることから、このような第一次近似を基として列車着雪を予測、推定するモデルを構築していきたいと考えている。

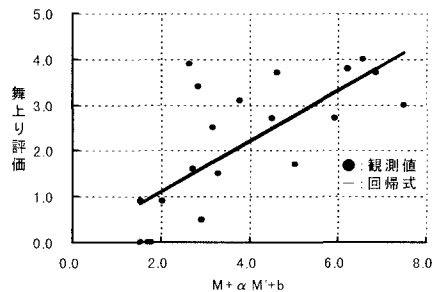


図 3. 気象と舞い上がりの相関

4. おわりに

ここでは、鉄道の雪害の一要因となりうる列車着雪に発生に対する気象条件について検討した。

今回の報告では北海道内の観測のみであり、本州における観測や検討は行っていない。従って、本州においても同様の傾向を示すのか、さらにデータの収集を行いデータの検証並びに信頼性の向上を図ることが必要である。

最後に、本調査研究を進めるにあたり、ご協力をいただきました JR 北海道に感謝いたします。

<参考文献>

- 1) 高橋 博、中村 勉他：「雪氷防災」、白亜書房、1997
- 2) 北海道大学雪氷工学講座：「雪氷工学講座 事業報告」、1997
- 3) 北海道大学雪氷工学講座：「雪氷工学講座 事業報告」、1998