

3409 新幹線車両への着落雪に関する研究

○安田 馨観 [機] 横山 信行 [電] 市原 良和 松本 隆 (東日本旅客鉄道㈱)

鎌田 慈 穴戸 真也 栗原 靖 (鉄道総合技術研究所)

Research of snow accretion and drop of Shinkansen Trains

○ Kiyomi Yasuda, Nobuyuki Yokoyama, Yoshikazu Ichihara, Takashi Matsumoto
(East Japan Railway Company)
Yasushi Kamata, Masaya Shishido, Yasushi Kurihara
(Railway Technical Research Institute)

Measures against snow adhering to and dropping from Shinkansen trains are important.

Then, measuring system of snow volume around the bogie was set up at Morioka and Sendai Station, and the amount of the snow adhesion at the bogie and the closed plates of the E2 and E3 Shinkansen Trains was measured quantitatively possible.

Moreover, the watching device that was able to measure the situation of an upper bogie snow adhesion to and drop was produced. And a Monitoring camera was installed near the body skirt under the floor of the E3 Shinkansen trains. The snow adhesion to and drop in the upper part of the bogie under running was recorded in the conventional line section and the Shinkansen section where the E3 Shinkansen train ran.

The relation to the meteorological data of the amount of snow adhesion and place along railway-tracks is clarified by accumulating the data.

Keywords : Shinkansen Trains, Snow accretion and drop, Weather, Camera

1. はじめに

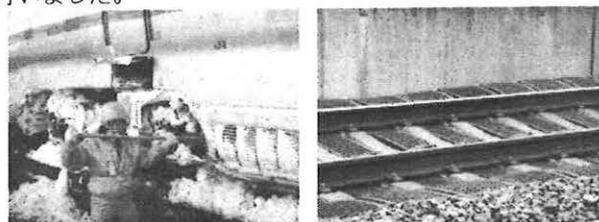
冬期間に積雪地域を走行する新幹線車両は、台車付近に付着した雪や氷が高速走行中に落下し、車両の窓ガラス破損やポイント不転換などの被害をもたらすことがあります。これらに対する現在の対策として、停車駅での雪落とし作業やバラストスクリーンの設置などがありますが、十分ではありません(図1)。

今後の新幹線高速化を考えると、ますます新幹線車両への着落雪対策が重要になると考えられますが、このための適切な対策を講じるには、車両の着落雪の実態を正しく把握し、そのメカニズムを解明することが必要です。しかし、現在は十分なデータが取得できていません。

そこで、盛岡駅と仙台駅に台車着雪量計測装置を設置し、冬期の「はやて」と「こまち」の全上り列車の台車の着雪状況のデータを取得しました。

さらに、E3系新幹線電車(以下、E3系と呼ぶ)1編成中1両の台車付近1ヶ所に、走行中の台車上部の着落雪状況を把握するためのカメラを設置し、走行全区間の着落雪状況を把握しました。この2つの方法で取得したデータを

もとに、車両の着落雪と気象条件等の関係について分析を行いました。



雪落とし作業

バラストスクリーン

図1 落雪対策の例

2. 台車着雪量計測システムの概要

鉄道総合技術研究所で開発された本システムは、光切断法により車両の着雪量を測定し、関係機関に配信するものです。光切断法は、スリット状の光を被写体に照射した時に生じる被写体の形状に対応した反射光(光切断線像)の変形を2次元カメラで撮像することにより、三角測量の原理で被写体形状を捉える手法です。今回はこれを活用して、駅ホーム下にレーザー光源と高速度カメラを設置し、

駅から車両が入出する際に、台車側面及び床下フサギ板部の着雪量を光切断法により測定しました(図2)。

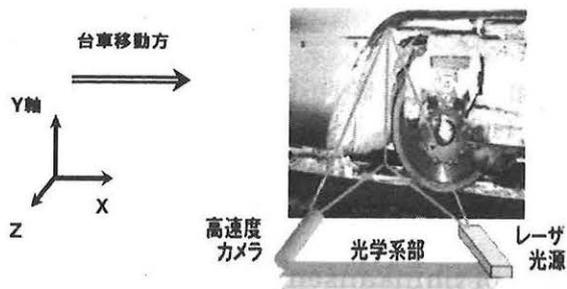


図2 測定原理 (資料提供：鉄道総合技術研究所)

3. 台車着雪量計測システムの構成 及び各機器の機能と特徴

3.1 システム構成

台車着雪量計測システムは、台車着雪量計測装置、ID 読取装置、車輪検知器、着雪画像収録装置、データサーバーで構成されています。得られた着雪データは、着雪状態を撮影したカメラ画像とともに、インターネットを介して必要箇所に配信します (図3)。

(システム設置例)

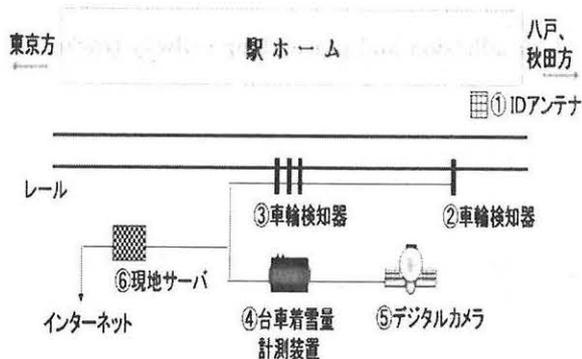


図3 台車着雪量計測システムの全体構成

3.2 台車着雪量計測装置

台車着雪量計測装置は、E2系新幹線電車(以下、E2系と呼ぶ)及びE3系の台車側面周囲にライン状レーザー光を照射し、高速ビデオカメラによりその形状を読み取ります。計測範囲は台車着雪量計測装置側の軌間外である、横4,200mm×縦1,100mm×奥行き1,000mmの範囲で、計測地点の列車通過速度は50km/h以下です。

着雪量データは着雪時の台車部側面凹凸量から、無着雪時の台車部側面凹凸量(基礎情報)を差し引いて算出します。基礎情報を取得するため、無着雪時のE2系とE3系の台車側面データを測定しました。また、E3系の台車については車体側ヨーダンパー受けも計測範囲に入るため、

同一形状の模型を製作し試供台車に取り付けて測定しました。

3-3 ID 読取装置

ID 読取装置はIDアンテナ及び制御装置で構成され、通過する列車の編成番号、車両形式等の情報を取得します。

3-4 車輪検知器

車輪検知器をレール側面に4台設置し、車輪数カウントによる編成種別の判定、列車速度の検出及び着雪量計測開始・終了を指示します。

3-5 着雪画像収録装置

台車周囲着雪状況を目視確認できるようにしました。E3系15号車(海側)の前位台車及び後位台車を撮影できるように、38万画素のカラーCCDカメラを駅に2台設置しました。台車着雪量計測装置制御部からの画像取り込み信号により撮影を行い、サーバーにJPEG画像を収録する他、ホームページトップ画面からのリンクで、直接Webカメラにアクセスすることで、連続監視ができるようにしました。

3-6 画像データ転送・表示システム

本システムはWebカメラからの画像データ、及び台車着雪量計測装置からの各種データを蓄積保存します。さらに、光回線を使用し必要なデータを提供し、所定のホームページに必要データを再転送します。また、光回線を通してWebカメラの単独常時監視も可能なシステムとしました(図4)。

測定場所:盛岡		2009年01月15日				列車番号:30028/M			
計測台車	7号車 後位 ->	<- 8号車 前位	9号車 後位 ->	<- 10号車 前位	計測台車	11号車 後位 ->	<- 12号車 前位	12号車 後位 ->	<- 14号車 前位
走行速度/台車	0.002 / 0.013	0.001 / 0.013	0.003 / 0.013	0.002 / 0	走行速度/台車	0.076 / 0.527	0.079 / 0.527	0.045 / 0.517	0.025 / 0
台車	状態	検差	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
着雪状態画像					着雪状態画像				
計測台車	14号車 前位 1	15号車 前位 2	15号車 前位 3		計測台車	14号車 前位 1	15号車 前位 2	15号車 前位 3	
撮影カメラ	1台設置	1台設置	1台設置		撮影カメラ	1台設置	1台設置	1台設置	

図4 台車着雪量データ表示画面

4. 新幹線台車上部監視装置概要及びシステム構成

4.1 台車上部監視装置概要

台車上部監視装置設置対象編成を、積雪区間を走行し新幹線区間を最高速度275km/hで走行するE3系としました。E3系の中間付随車である、14号車の東京方端部フサギ板内にCCDデイトカメラを1台設置しました。さらに、14号車室内の運転用配電盤内に画像記録装置等を設置し、走行全区間の台車上部の雪の挙動の画像を取得、保存できるシステムとしました(図5)。

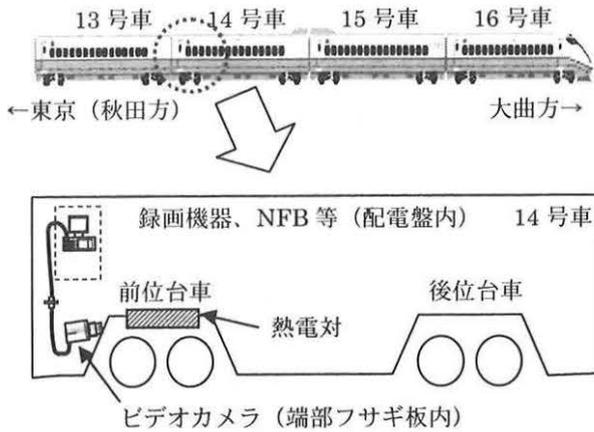


図5 台車上部監視システム

4.2 床下システム構成

台車上部を撮影するために監視カメラを車両床下に設置しますが、走行中の監視カメラに付く着雪及び汚損への対策が必要です。このため、監視カメラをカメラハウジングに納めることで、床下汚損対策としました。

カメラハウジング内には結露対策としてファン・デフロスタ、低温対策としてヒーターを内蔵させました。また、カメラ前部への着雪防止のため、ハウジング周囲(ハウジング取付金部)にテープヒーターを設置しました。さらに、カメラハウジング周囲の端部フサギ板に棒状ヒーターを設置し、カメラ前部の着雪対策を強化しました。

ハウジングカバーガラス表面の汚損対策として、ハウジング外部には小型ワイパーを設置しました。ワイパーは電源ラインにタイマーを設け、間欠動作させました。また、小型ワイパーの脱落防止対策として、動作に支障が無いよう、カメラハウジングと小型ワイパーをチェーンで繋ぐ構造としました(図6)。

監視カメラは広角レンズを用いることにより、明り区間においてはカメラに左右方向 90° 、上下方向 70° の画角を持たせました。暗闇区間においては赤外線照射により、上下左右方向に 30° の画角を持たせました。画像範囲はカメラ取付部において前後方向に移動させて調整できる構造としました(図7)。

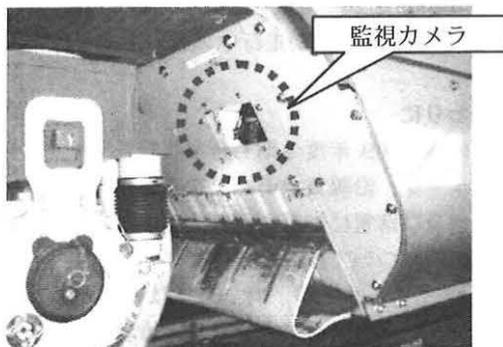


図6 台車上部監視装置(端部フサギ板部)

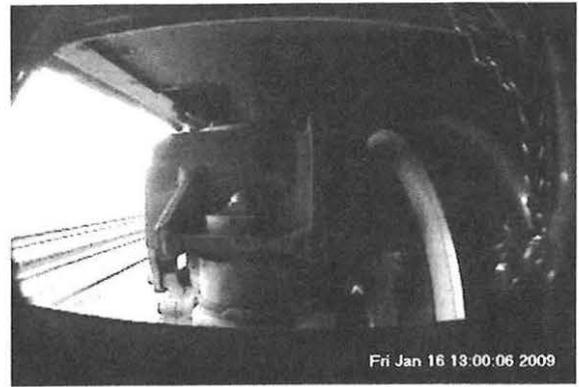


図7 台車上部映像

4.3 客室内システム構成

画像記録装置等については、客室内運転用配電盤の中に設置しました。走行中に瞬停が発生した場合は、映像記録媒体に問題が発生する可能性があるため、瞬停対策として無停電電源装置(UPS)を設置しました。

画像記録装置は耐震性、耐衝撃性、温度耐久性に優れ、バス、列車でも実績があるものを使用しました。本品は車両の加圧と同時に自動で録画を開始(復電時録画機能)することで、走行全区間の台車上部の状況を記録できるようにしました。また、記録媒体に外付ハードディスクを用い、パソコンを接続することなくハードディスクを交換することで、録画した画像データを短時間で収集できるようにしました(図8)。

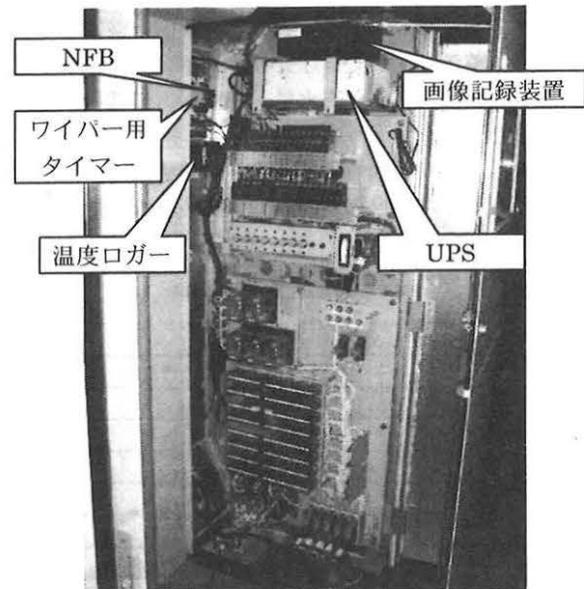


図8 運転用配電盤内機器仮設状況

5. 測定試験

5.1 台車着雪量測定試験

盛岡駅においては八戸から到着する「はやて」と、在来線区間から乗り入れる「こまち」の台車着雪量と着雪状況を把握しました。仙台駅においては盛岡駅から新幹線区間を高速走行してきた、「はやて」と「こまち」の台車着雪量と着雪状況を把握しました。「はやて」は盛岡駅と仙台駅到着時ともに、台車への着雪はほとんどありませんでした。

「こまち」については、盛岡駅到着時の台車着雪量が多い日がありますが、仙台駅到着時の台車着雪量はほとんどありませんでした（図9）。

OE2系新幹線「はやて」



OE3系新幹線「こまち」

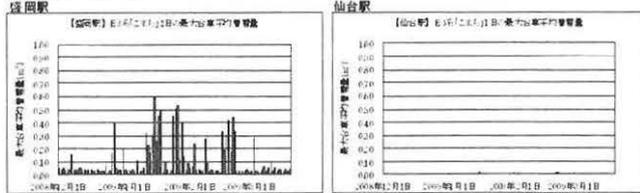


図9 「はやて」及び「こまち」の一日の最大台車平均着雪量（2008年度冬期）

盛岡駅到着時の台車周囲への着雪が多かった「こまち」について、盛岡駅到着までに走行する秋田～盛岡間の在来線区間の気象データ（気象庁発表）を用いて、台車着雪量と沿線気象状況（気温、降水量、降雪量、積雪量）との関連を分析しました。

「こまち」盛岡駅到着時の台車平均着雪量は、田沢湖線沿線の気温との相関が最も高いことが分かりました（図10）。

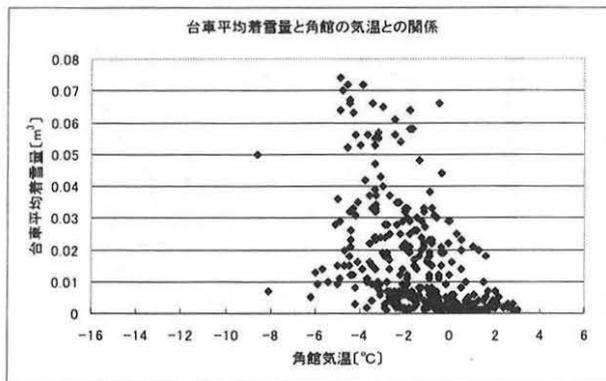


図10 「こまち」の盛岡駅到着時の台車平均着雪量と角館の気温との関係（2008年度冬期）

5.2 台車上部着落雪監視試験

2009年1月6日から3月19日まで測定試験を行い、在来線（秋田～盛岡）及び新幹線（盛岡～東京）区間において、営業走行中の東京行き上り「こまち」の35本の列車について、台車上部の雪の挙動と外気温を測定しました。このうち、盛岡駅到着時に台車上部に着雪を確認したのは、4本の列車でした。

(1) 在来線区間

走行時に少量の降雪がありかつ積雪がある状況下において、車輪に付着した雪が車輪の回転により巻き上げられることにより、台車への着雪が短時間で進行する状況を把握しました。また、在来線区間内で台車に付着する雪は、着雪と落雪を繰り返していることを把握しました（図11）。



秋田観測所の気象データ 天候：雪、気温：0.2【℃】、降水量：1【mm】、降雪量2【mm】、積雪25【cm】（2009.1.26 こまち10号 秋田～大曲間）

図11 在来線区間走行中の台車着雪状況

(2) 新幹線区間

盛岡駅到着時に台車上部への着雪を確認した列車について、高速走行する新幹線区間において台車上部に付着した雪がどのような挙動を示すか観察しました。明り区間を走行中の台車上部の着雪はゆっくりと融けますが、連続する長大トンネル区間通過中においては、台車上部の融雪は急激に進行することを確認しました。また、試験期間中、台車上部からの落雪は観測されませんでした（図12）。



（2009.1.26 こまち10号 盛岡～仙台間）

図12 新幹線区間走行中の台車上部の融雪状況

6. 終わりに

引き続き2009年度冬期も台車着雪量データ、台車上部着落雪データ、沿線気象データを蓄積保存していき、車両への着雪及び落雪に影響を及ぼすものは何か、また、その影響度合いについて検討していきます。

参考文献

- 1) 飯倉茂弘、鎌田慈、宍戸真也、遠藤徹、藤井俊茂、河島克久：R&M, Vol16, pp8～11, 2008 「台車側面の着雪量計測システムの開発」