

## 高効率新幹線温風融雪器の開発



須崎 哲哉\*<sup>1</sup>



中村 岳彦\*<sup>2</sup>



齊藤 里香\*<sup>3</sup>



西 健太郎\*<sup>4</sup>

### Development of high efficient hot air snow melting device on the Shinkansen

Tetsuya SUSAKI\*<sup>1</sup>, Takehiko NAKAMURA\*<sup>2</sup>, Rika SAITO\*<sup>3</sup>, and Kentaro NISHI\*<sup>4</sup>

\*<sup>1</sup> Assistant Chief Researcher, Environmental Engineering Research Laboratory, Research and Development Center of JR EAST Group

\*<sup>2</sup> Chief Researcher, Environmental Engineering Research Laboratory, Research and Development Center of JR East Group

\*<sup>3</sup> Assistant Chief Researcher, Environmental Engineering Research Laboratory, Research and Development Center of JR EAST Group

\*<sup>4</sup> Chief Researcher, Environmental Engineering Research Laboratory, Research and Development Center of JR East Group

#### Abstract

On the Shinkansen, hot air snow melting device warms air by heating wires inside the device, and the warmed air is blown to melt snow around rails, so power consumption and heat loss is huge. In this study, based on the results of the previous research, we developed hot air snow melting device, which reduced power consumption by 30% by transferring the heater closer to the rail. We report the results of verification tests of snow melting performance.

●**Keywords:** Hot air snow melting device, Improvement of thermal efficiency, Shinkansen

\*<sup>1</sup>JR東日本研究開発センター 環境技術研究所 副主幹研究員  
\*<sup>2</sup>JR東日本研究開発センター 環境技術研究所 主幹研究員  
\*<sup>3</sup>JR東日本研究開発センター 環境技術研究所 副主幹研究員 (現:電気システムインテグレーションオフィス)  
\*<sup>4</sup>JR東日本研究開発センター 環境技術研究所 主幹研究員 (現:千葉電力設備技術センター)

## 1. 緒言

新幹線の温風融雪器は、融雪器筐体内のヒーターにより空気を温めて、その温めた空気を送風することで、レール部や軌道間の融雪を行う。温風融雪器は、レールに対して非接触で温風を送風する構造となっているため、熱損失が大きいという課題があった。そこで、ヒーター位置を従来よりレール近傍に移設した温風融雪器を開発し、30%程度消費電力を削減しても同程度の融雪能力があることを確認した<sup>1)</sup>。本稿では、長期使用や耐水性を考慮して実使用に耐えうる融雪器を開発して検証試験を実施したので報告する。

## 2. 新幹線温風融雪器

### 2・1 温風融雪器の構成

新幹線の本線における分岐器は、分岐箇所レールの長いため、在来線と比べレールを融雪する範囲が広い。なお、新幹線の融雪器は図1に示すようにポイント部に設置する方式とクロッシング部に設置する2つの方式がある。クロッシング部は設備数が少なく全体のエネルギーへの影響が小さいため、ポイント部に絞って検討を行った。ポイント部の融雪器は図2に示すように、筐体内にヒーターと送風機があり、暖めた空気をレール部まで送風する構造である。一般的にレールまでダクトが設置されている「基本型」が設備されている。なお、融雪器とレールの間に転てつ器などほかの設備がある場合には、レールまでのダクトを有さない「切断型」が設備されている。本稿では、基本型の省エネルギー化に取り組んだ。

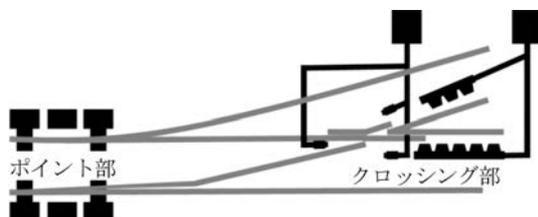


図1 新幹線分岐器と融雪器の構成

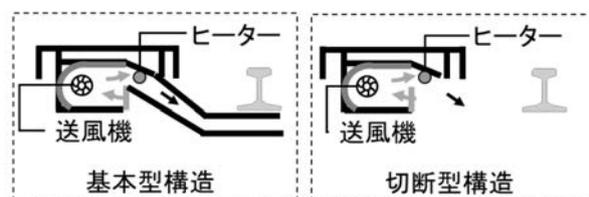


図2 温風融雪器の構造 (左 基本型、右 切断型)

## 2・2 温風融雪器の制御

新幹線の温風融雪器は電圧制御により、50%、75%、100%の段階的に出力制御を行う。降雪検知装置による4段階（S0：無、S1：小雪、S2：中雪、S3：大雪）の降雪条件と、気温による4段階（T0：2℃以上、T1：0～2℃、T2：-5～0℃、T3：-5℃以下）の条件を組み合わせることで電圧を制御している。なお制御値は駅ごとに設定をしている。温風融雪器の出力制御値についての一例を表1に示す。

表1 温風融雪器の出力制御値

		降雪条件			
		S0	S1	S2	S3
気温条件	T0	0	0	50%	75%
	T1	0	50%	75%	100%
	T2	50%	75%	100%	100%
	T3	75%	100%	100%	100%

## 3. 融雪器の開発

### 3・1 開発品の概要

開発した融雪器の概略構造を図3に示す。ヒーターをレール近傍に移動することで約3割の電力が削減できる結果を得ていることから、従来品の電気容量1.0kWに対して、開発品は0.7kWと3割小さく製作した。

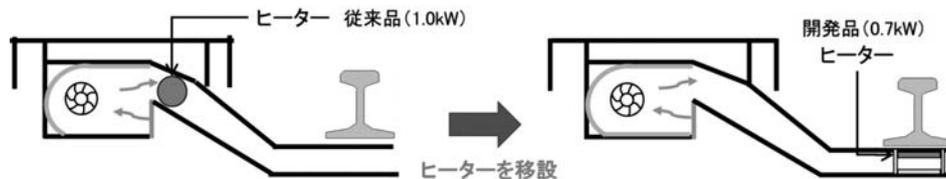


図3 融雪器の概略構造

本ヒーターを用いて温風の温度上昇試験を実施した。図4に当初開発品と最終開発品のヒーターの配置と測定箇所、表2に試験開始から30分経過後の温風温度上昇値を示す。当初開発品は、ダクト内にヒーターを等間隔に配置した。また、最終開発品の写真を図5に示す。表2より、開発当初は十分な温度上昇値（20K）を得られなかったが、融雪性能を最大限発揮するために、ヒーター間の距離、ヒーターの高さ、ヒーターの筐体からの距離を変えて繰り返し試験を実施した。最終開発品ではヒーターを密に配置することにより、どの測定点でも約40K以上の温度上昇値を得ることができた。

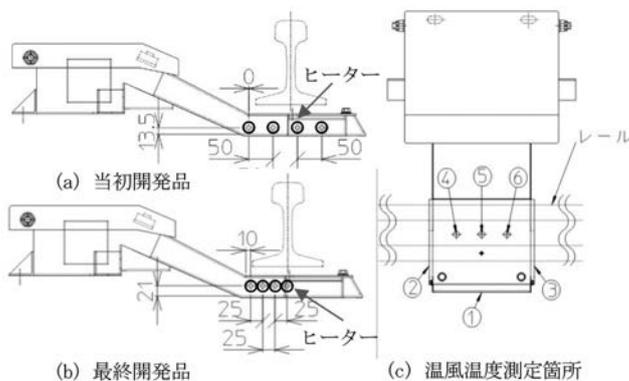


図4 ヒーターの配置と測定箇所



図5 最終開発品のヒーター

表2 各測定箇所の温風温度上昇値

	温風温度上昇値[K]					
	測定箇所 1	測定箇所 2	測定箇所 3	測定箇所 4	測定箇所 5	測定箇所 6
当初開発品	50.2	14.6	5.9	18.2	21.6	16.7
最終開発品	42.3	40.7	39.4	68.8	81.1	52.1

### 3・2 開発品の性能試験

最終開発品の機能仕様と融雪性能を確認することを目的に、工場で試験を行った。本稿では、その一部である防水試験、レール温度上昇試験について示す。最終開発品については、ヒーターのすべてを融雪器のレール下ダクト部分に移動したため、ヒーターの設置高さが低くなり、完全に浸水することも想定されることから、水没させた状態での防水試験を実施した。

防水試験の試験方法は、融雪器内部に組み込むヒーター部に対して、ヒーター部底部が水面から深さ50mmの位置になるようにして、1時間水没させる。水没前後の抵抗値と絶縁抵抗値を測定する。試験結果を表3、防水試験の様子を図6に示す。結果は、試験前後で電気的特性に変化はなく、評価は「良」であった。

表3 防水試験の結果

試験箇所	測定内容	判定基準	試験前	試験後	評価
ヒーター	抵抗値	57.1Ω±10%以内	56.9Ω	57.0Ω	良
充電部-外殻間	絶縁抵抗	5MΩ以上	1000MΩ	1000MΩ	良



図6 防水試験の様子

次に、開発品の融雪性能を確認することを目的に、レール温度上昇試験を行った。試験の様子を図7に示す。この試験は、工場で実際のレール等を用いて実環境に近い状態で温風融雪器を稼働した。試験結果を図8に示す。図8より、試験時間が3時間経過したときのレール温度は、開発品が17.1℃、従来品が16.6℃であり、開発品の性能が従来品と同等以上であることが確認された。また、温風融雪器稼働後の温度上昇については、従来品より開発品の方が高いことがわかる。試験時間30分経過時のレール温度は、開発品が13.6℃、従来品が11.4℃となり、開発品の方が2℃以上高い値となり開発品の即時性が高いことを得られた。



図7 レール温度上昇試験の様子

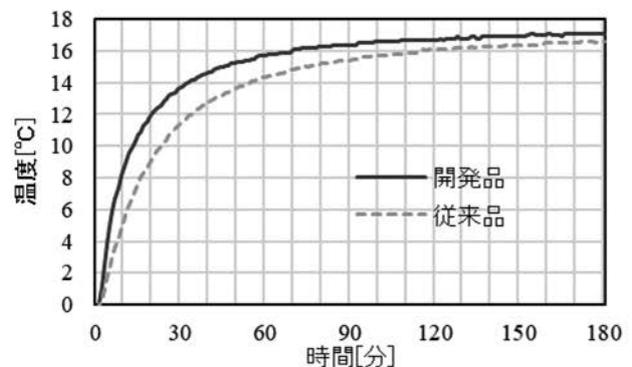


図8 レール温度上昇試験の結果

## 4. フィールド試験

性能試験の結果が良好であったため、開発品のフィールド試験を実施した。2023年12月から2024年3月にかけて、東北新幹線北上保守基地において、従来品と開発品の融雪特性の比較を行った。比較検証方法としては、仮設したカメラによる融雪状況の確認、現場での融雪性能の測定を実施した。

仮設したカメラによる融雪状況の確認は、フィールド試験の全期間で実施した。降雪時の融雪状況を図9に写真を示す。図9は、2024年1月15日17時ごろの写真であり、試験期間の中でも最も積雪が多い時間帯のひとつであったが、融雪には問題がないことが確認され、融雪範囲についても開発品と従来品で同程度であった。現場での融雪性能の測定は、夜間に現場へ立ち入り放射温度計によるレール温度の測定を実施した。放射温度計によるレール温度の測定結果を図10に示す。この結果は2024年2月8日夜に融雪器を強制的に100%運転したときのもので、開発品と従来品ともに複数の測定箇所の平均温度を示している。開発品と従来品を比較すると、各測定時間において開発品の方が0.5から1.0℃レール温度が高いことが確認された。



図9 降雪時の融雪状況

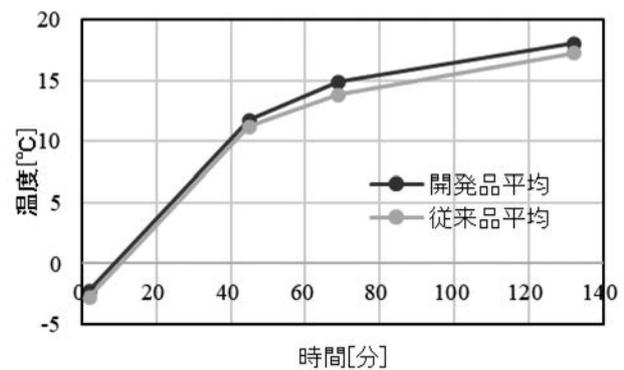


図10 レール温度測定結果 (100%運転時)

## 5. 結言

本研究では、従来品より熱損失低減を図った高効率な温風融雪器を開発し、検証結果について報告した。開発品は従来品と比較して3割消費電力量が小さく従来品と同等以上の融雪効果が得られることを確認した。今後は、実導入に向けて新幹線の本線において開発品のフィールド試験を実施し、耐振動特性の検証に取り組んでいく。

### 参考文献

- 1) 齊藤里香、西健太郎:「高効率新幹線温風融雪器の開発」、JR東日本テクニカルレビュー、pp.32-pp.35、2023.