

# ETC 車両検知器用着雪除去装置

Snow Accretion Removal Device for Vehicle Detectors of ETC Systems

長島 淳\* NAGASHIMA, Jun

久間 裕文\* HISAMA, Hiroto

高比良 功\*\* TAKAHIRA, Isao

ETC 車両検知器は、ETC 料金所レーンを構成する路側機器群の一つで、車両の通過を検知する役目を担う主要装置である。富士電機は ETC システムの黎明（れいめい）期から車両検知器を数多く納入しており、2019 年現在の全国シェアは約 40% を占める。

昨今の働き方改革や人手不足のため、高速道路各社は料金所の無人化対策を進めている。このような背景の下、ETC 車両検知器についても省メンテナンス化が求められている。しかし、降雪地域では雪氷の付着を原因とした障害もあり、省力化を図る上で大きな課題となっていた。この課題を解決するため、東日本高速道路株式会社（NEXCO 東日本）のグループ会社である株式会社ネクスコ東日本エンジニアリングと共同で、ETC 車両検知器用着雪除去装置を開発した。

## 1 降雪地域における車両検知器の課題

ETC レーンの構成を図 1 に示す。車両検知器は複数の赤外線発光素子と受光素子から構成される透過型のセンサである。発光素子と受光素子を車両進入方向の左右に配置し、各検知領域における車両の通過を検知する。装置は屋外に設置されているため、雨水や通過車両が跳ねた泥、さらには降雪地においては氷雪が光学窓部分にしばしば付着する。通常、このような光学窓への異物の付着による受光量の低下が車両の通過を誤検知しないように、受光量が低下した部分を検知機能からソフトウェアを使って除外する処理（切離し処理）を行う。しかし、吹雪などのときには、筐体（きょうたい）の温度が低下して雪氷が光学窓部全面に付着するためソフトウェアによる処理では対応しきれなくなる。車両検知が不可能になると、ETC による課金処理ができなくなるためレーン閉鎖に至る。

既にラインアップしている寒冷地仕様の車両検知器においても、大吹雪などの過酷な気象条件ではセンサ部のヒータによる融雪が間に合わなくなることもある。また、

\* 富士電機株式会社パワエレシステム インダストリー事業本部 社会ソリューション事業部船舶・交通システム部

\*\* 富士電機株式会社パワエレシステム インダストリー事業本部制御機器部

\*\*\* 富士電機株式会社営業本部社会ソリューション統括部営業第一部

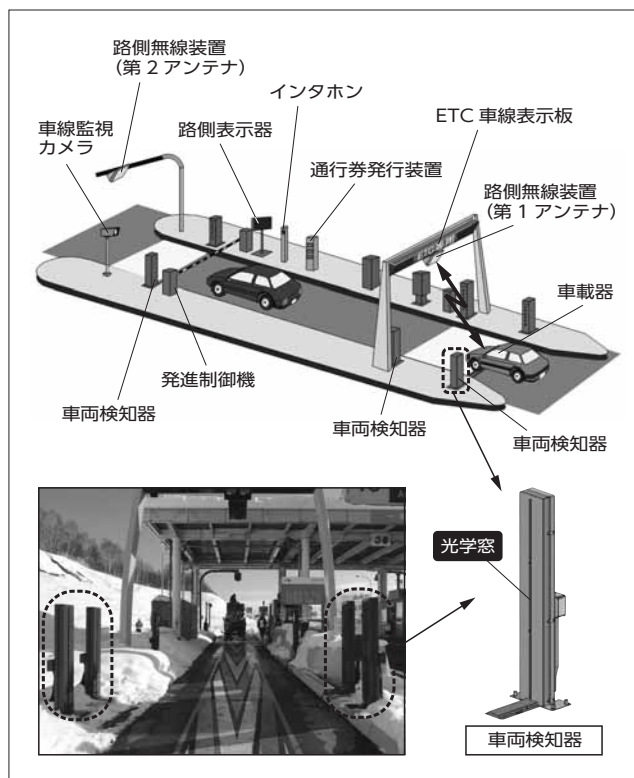


図 1 ETC 車両検知器のレーン構成と車両検知器

検知器の足元部分に積雪を防ぐために設置している足元ヒータを避けて覆うような形状（かまくら状）に積雪が成長し、光路が阻害される事象もある。対策として、単純にヒータ容量を増やしてもよいが、消費電力が増えてしまい、顧客の受変電設備からの電力が逼迫（ひっぱく）するという問題が生じる。こうした背景から、遠隔地の料金所やスマートインターチェンジを省力化する上で“省エネルギーで雪に強い”車両検知器が現場から望まれていた。

## 2 着雪除去装置の仕様と特徴

### 2.1 仕様と特徴

着雪除去装置の機器構成を図 2 に、着雪除去装置の仕様を表 1 に示す。

着雪除去装置は、センサ前面を覆い平らで大型の耐熱強化ガラス上に形成した“パネルヒータ部”と、従来品よりも面積を拡大した“足元ヒータ部”により構成される。モジュール構造なので、既設の車両検知器「FVS-5

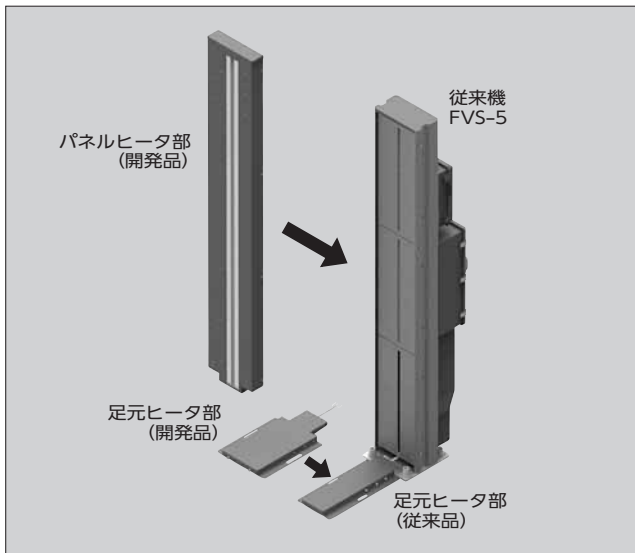


図2 着雪除去装置の機器構成

表1 着雪除去装置の仕様

項目	仕様
パネルヒータ電力	160VA
環境仕様	-30 ~ +50℃
足元ヒータ長さ	400mm (標準)
足元ヒータ幅	200mm
足元ヒータ電力 (ワット密度)	120VA (0.16W/cm <sup>2</sup> )

シリーズ」に後付けすることができる。

## 2.2 フィールド試験結果

フィールド試験において、従来機との着雪除去状態を比較した。図3に光学窓を、図4に足元ヒータ部を示す。

図3に示すように、本装置は、パネルヒータ部が平らなので着雪が起りにくく、仮に着雪しても融雪中の雪氷が滑り落ちやすい。

図4に示すように、足元ヒータ部は、消費電力の増大

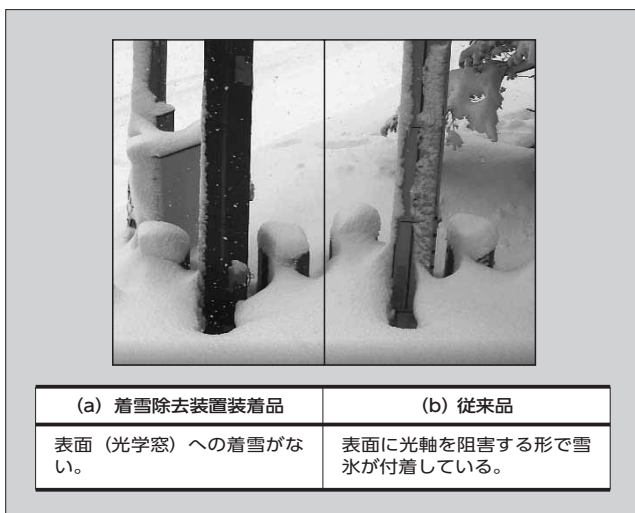


図3 フィールド試験の様子（光学窓）

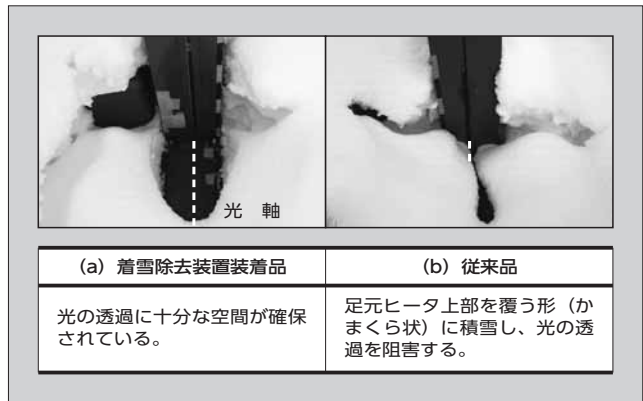


図4 フィールド試験の様子（足元ヒータ部）

を抑えながら加熱面積を拡大したので、かまくら状の積雪を抑制することができる。詳細は3.1節で述べる。

試験期間中、着雪除去装置を装着した車両検知器には、検知機能に影響を及ぼすレベルの着雪は認められず、1週間程度雪かきをしなくても、すなわち無人状態であっても運用が可能であることを確認した。パネルヒータ部、足元ヒータ部ともに着雪除去性能の改善を図りつつも、加熱制御や熱分布の改善、断熱構造により従来機と比較して消費電力を約4割削減した。

## 3 背景となる技術

### 3.1 温度解析技術

着雪除去装置のパネルヒータ部の構造検討には、熱シミュレーション技術を最大限に活用した。パネルヒータを構成する各要素の接合方法や部材の厚さ、ヒータ配置などの条件をパラメータ化し、数十パターンのシミュレーションを行って最適な構造を決定した。また、ヒータの容量についても、同様に既設料金所の気温や風速をパラメータ化することで、目標とする仕様（温度上昇値 $\Delta T=40^\circ\text{C}$ ）に到達可能な最小限のヒータ容量を決定した。

また、足元ヒータも同様の解析を行い、かまくら状に積雪が成長しないように内部の発熱体の配置を工夫することで、消費電力を増やさずに加熱面積を拡大し、積雪防止性能を向上させた。

### 3.2 温度制御技術

大型化したパネル部分を熱電対にて测温し、ヒータをフィードバック制御することで、温度分布を均一化してガラスへの熱ストレスを抑制した（図5）。ヒータの配置や固定方法を工夫することで、パネル部分を選択的に加熱する構造とした。一方で、裏面に断熱材を設けることで保温性を向上させ、従来機と比較して大幅な省電力化（4割減）を実現した。また、山間部や平野部で降雪する気温が異なるので、その地域ごとの特性に応じたヒータの温度を任意に設定し、運用できる。

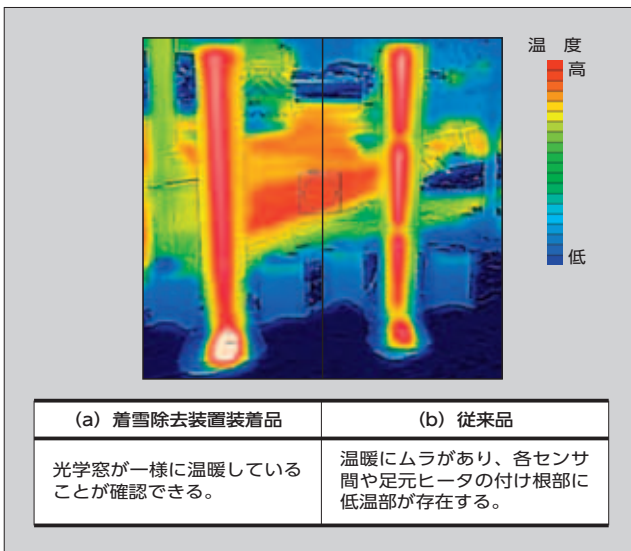


図5 サーマグラフィーでの観察

**発売時期**

2021年4月

**お問い合わせ先**

富士電機株式会社

営業本部社会ソリューション統括部営業第一部

電話 (03) 5435-7025



\*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する  
商標または登録商標である場合があります。