

融雪ヒータ付台車端部カバーの改良

Improvement of Bogie end Covers with Heater System for Shinkansen



齋藤 寿彦*



藤井 義博*



川上 修*

Snow that accumulates on side and end covers of bogies can damage wayside signal equipment and train cars as it falls from high-speed Shinkansen trains. Therefore, a thermal heater system for bogie end covers was developed to prevent snow accumulation. These newly-developed heater systems are currently being used on commercial series E6 trains with a running speed of 320 km/h. However, snow can still accumulate on bogie end covers. Therefore, we redesigned the cover.

●キーワード：新幹線車両、着雪、ヒータシステム、台車端部カバー

1. はじめに

新幹線車両の台車端部カバーや台車側カバー部に付着した雪が高速走行時に落下し、地上信号設備や車体を損傷させる事象が冬期に見受けられる。この事象を防ぐために、人手による雪落とし作業を行っているが、雪落とし作業は列車運行の遅延につながるとともに、多額のコストが必要になることなどが課題となっている。

落雪による影響や列車遅延等を未然に防ぐため、これまでに営業用車両や試験用車両を用いた研究開発¹⁾や検証を進めてきた。その成果として、着雪量が最も多くなる台車端部カバーへ搭載可能なヒータシステムを開発することができた。このヒータシステムは他の開発品と比較して、融雪性能、コストや耐久性等で優位性があることを確認した。現在は320km/hで走行する現行E6系量産車全編成の台車端部カバーに、開発したヒータシステムを採用している。

しかし、降積雪が多い場合は依然として台車端部カバーや台車周辺部への着雪は発生しており、人手による雪落とし作業を必要としている。

このような背景から本開発では、E6系量産車に搭載しているヒータシステムを活用した新たな台車端部カバーの構成を考案し、さらなる融雪性能向上を図ることとした。

十分に昇温されず、降積雪が多くなるとヒータの融雪能力以上の着雪が発生してしまう。この場合、十分に昇温されていない周縁部から雪が付着し、これがきっかけとなって端部カバー全面に着雪すると推定される。図1に台車部における端部カバーの位置、図2にE6系の端部カバーの構成、図3に端部カバーへの着雪の様子を示す。

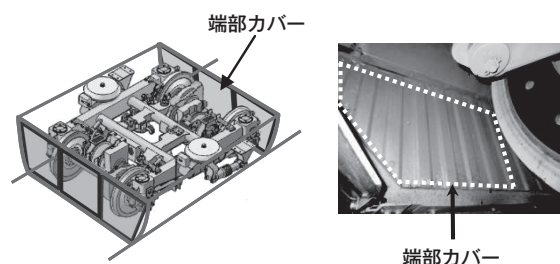


図1 台車部における端部カバーの位置

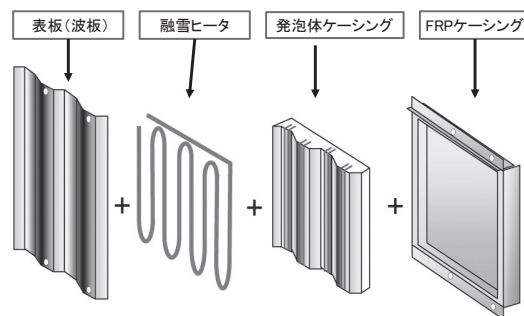
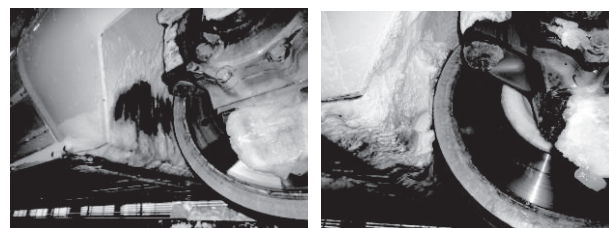


図2 E6系端部カバーの構成



着雪の初期

全面に着雪

図3 端部カバーへの着雪状況

2. 新たな台車端部カバーの開発

2.1 E6系台車端部カバーの着雪

E6系量産車に搭載している台車端部カバー（以下：端部カバーという）の構造において、端部カバーの中央部はヒータにより昇温されるため融雪されやすい。しかし、ボルト取付け穴等がある周縁部にはヒータを敷設できない構造であるため

2.2 E6系台車端部カバーの課題

端部カバー全面に着雪した後、ヒータにより端部カバー中央部のみが融雪され、端部カバーと着雪の間に空隙が生成される。この状態を「かまくら状態」と呼んでいる。かまくら状態の外観は、端部カバーにヒータが無い場合の着雪と同等であるため、雪落とし作業が必要になる。したがって、ヒータが敷設されていない端部カバー周縁部を、いかに昇温させられるかが課題であると考えた。

図4にE6系端部カバー内部の写真、図5に「かまくら状態」時の着雪のイメージ(端部カバー部の断面)を示す。

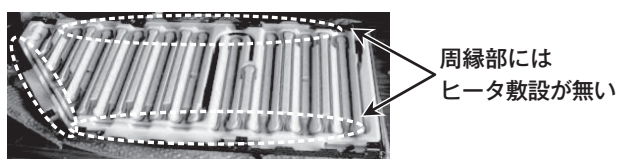


図4 E6系端部カバー内部(台車側視)

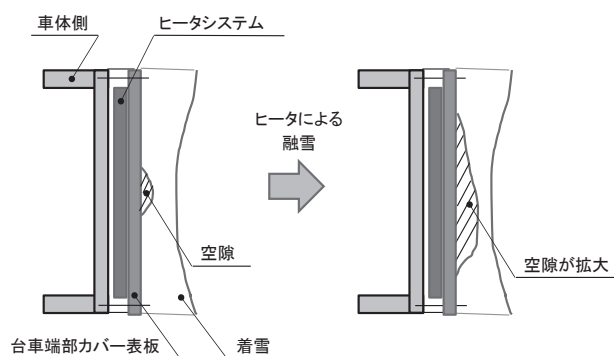


図5 「かまくら状態」のイメージ図(端部カバー断面)

2.3 台車端部カバーの改良開発の方向性

現状の端部カバー表板と着雪の間に生成される空隙はヒータの融雪により拡大し、やがて列車の走行による振動や着雪の自重により落下に至ると考えられる。一方、端部カバー表板の周縁部を十分に昇温できれば、着雪の拡大を防止することが可能であると推定した。そこで、E6系の端部カバーと比較して、周縁部も十分に昇温可能な端部カバーを開発することとした。

2.4 台車端部カバーの改良開発

E6系の端部カバーと比較して性能向上を図るため、端部カバー周縁部も効率的に昇温できる構成または構造を考案するとともに、試作品を製作した。考案した3案を次に示す。なお、本開発では現時点においてE6系に使用しているヒータが持つ特性(自己温度制御機能)、耐久性、コスト等において他のヒータよりも優位性があると判断し、いずれの試作品においてもE6系と同一品を用いることとした。

2.4.1 ヒータ追加敷設型の台車端部カバー

E6系の端部カバーをベースとして周縁部にヒータを追加で敷設し、周縁部(ボルト部等)も十分に昇温させる(以下:a型という)。図6に内部構成を示す。

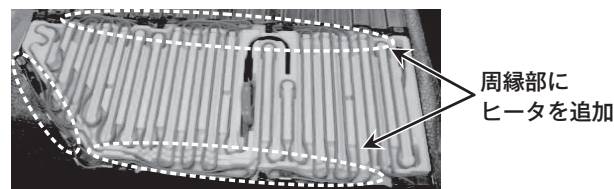


図6 a型の端部カバー(ヒータ追加)の内部構成

2.4.2 熱伝導性向上型の台車端部カバー

a型同様にE6系の端部カバーをベースに、ヒータの発熱をより効率的に端部カバー表面に伝えるため、熱伝導性グリスをヒータの一部に塗布する(以下:b型という)。図7にグリス塗布部分を示す。

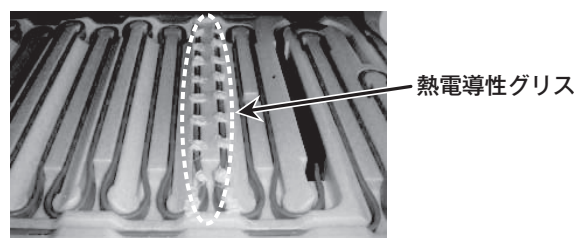


図7 b型の端部カバー(熱伝導性向上)のグリス塗布部分

2.4.3 アルミニウム合金一体型台車端部カバー

E6系の端部カバーを構成している表板(SUS304)、ケーシング(発泡体+FRP)に相当する部分をアルミニウム合金の一体型に変更し、端部カバー全体を昇温させやすくする(以下:c型という)。このため、端部カバー表板から裏面方向にフィンを立て、フィンとフィンの中にヒータを敷設する構造とし、このフィンを周縁部にも設けた。また、E6系端部カバーでは、飛来物に対する強度確保のため表板を波板状としていたが、c型ではより効率良く昇温させるため表板を平板化(表面積を減らす)した。図8にc型の内部構成および外観を示す。

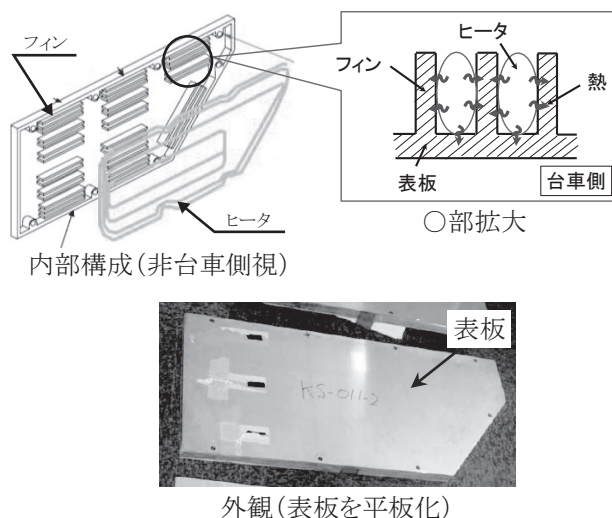


図8 c型の端部カバー（アルミニウム合金一体型）

2.5 設置による性能評価試験の結果

前節で試作した3種類の端部カバーおよびE6系の端部カバーを用いて、低温試験室において端部カバー表面の温度変化を計測、比較を行った。試験条件および調査項目を表1に示す。

表1 設置試験の条件および調査項目

条件	低温試験室温度: -20℃
方法	・端部カバーの表面温度を-20℃近傍まで降下させてからヒータ「入」 ・試験時間はヒータ「入」から1時間程度
調査項目	ヒータ「入」から1時間後まで、端部カバーの表面温度変化を記録

E6系の端部カバーにおいて現状では十分に昇温しない周縁部、および最も高温となる中央部を温度測定対象箇所として、各試作品に熱電対を取付けた。図9に熱電対取付位置を示す。

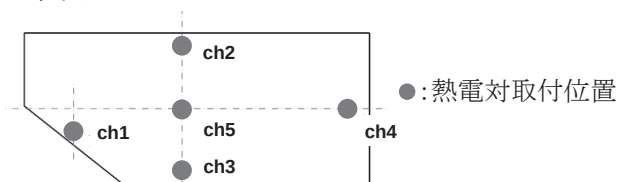


図9 端部カバー表面の温度測定箇所

各試作品の温度測定結果を図10～図13に、結果のまとめを表2に示す。測定の結果、c型の端部カバーがE6系や他の試作品の周縁部と比較し、周縁部を十分に昇温できていることを確認した。

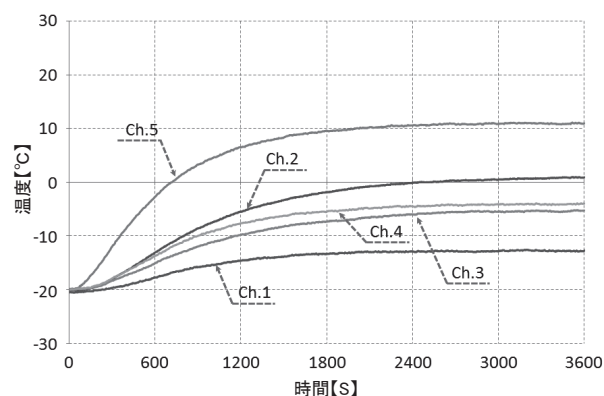


図10 現行E6系端部カバーの測定結果

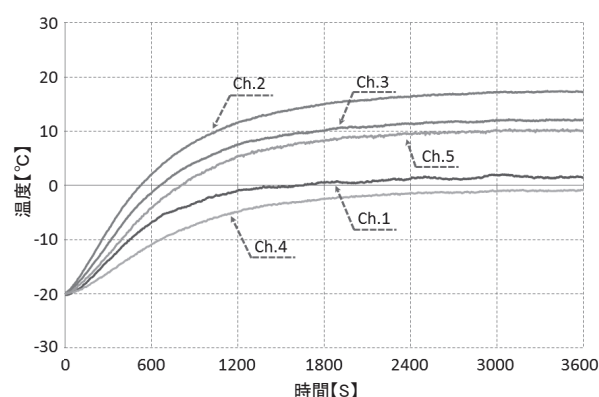


図11 a型の端部カバー（ヒータ追加）の測定結果

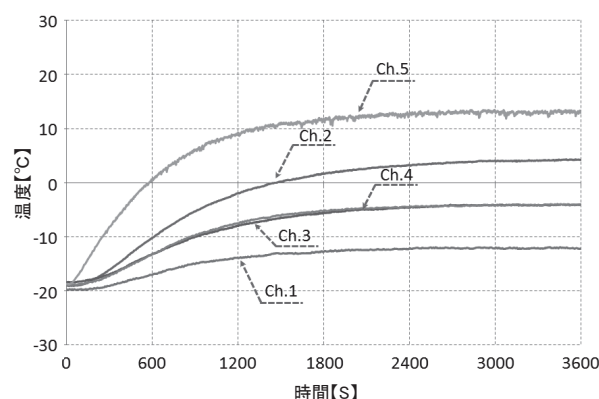


図12 b型の端部カバー（グリス塗布）の測定結果

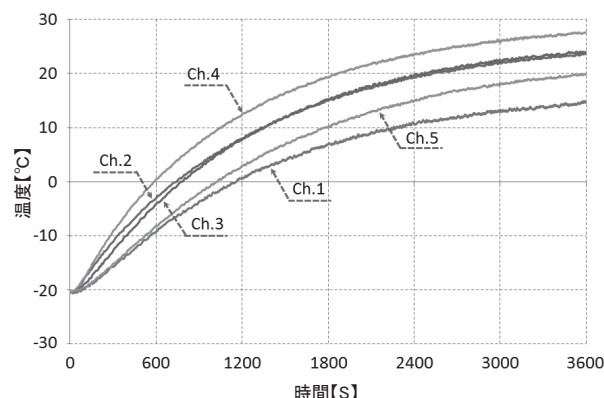


図13 c型の端部カバー（アルミニウム合金一体型）の測定結果

表2 表面温度測定結果のまとめ

	最高[℃]	周縁部[℃]	平均[℃]
E6系	11.3	-12～1	2.9
a型	17.2	-1～12	9.8
b型	13.0	-12～4	4.6
c型	28.5	13～28	22.2

2.6 現車による走行試験の結果

定置による性能評価試験の結果から、性能の優れていたc型の端部カバーを4組試作し、実環境下において性能評価を行うこととした。c型の搭載箇所は、E6系において比較的着雪が多く見られる傾向のある、先頭部に近い17号車第1軸前部および16号車第4軸後部とし、1箇所につき3枚ある端部カバーの両側に2組ずつ配置した。図14に搭載箇所を示す。また、表3に走行試験の実施概要を示す。

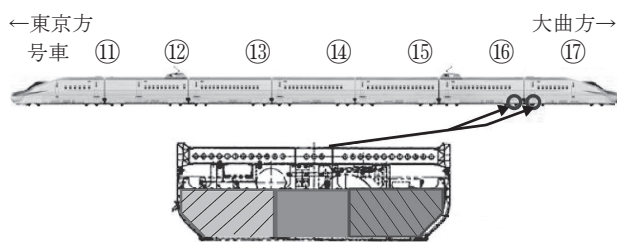


図14 E6系におけるc型端部カバーの搭載箇所

表3 走行試験の実施概要

日程	平成28年2月8日、2月9日、2月10日のいずれも夜間帯
走行区間	秋田～雫石：1往復(最高速度:130km/h)
供試車両	E6系(5M2T)
評価項目	・端部カバーの融雪性能(雫石駅および秋田車両センターにて目視により着雪状況を確認)

走行試験の折り返しである雫石駅および走行試験終了後の秋田車両センターにて、端部カバーへの着雪状況を目視で調査した。その結果、E6系の端部カバーでは全面に着雪がある箇所も散見されたが、c型の端部カバーでは周縁部も含め着雪が少量しか見られなかった。したがって、E6系の端部カバーと比較し性能の向上を図ることができたと考えられる。図15に雫石駅にて確認した着雪状況を示す。

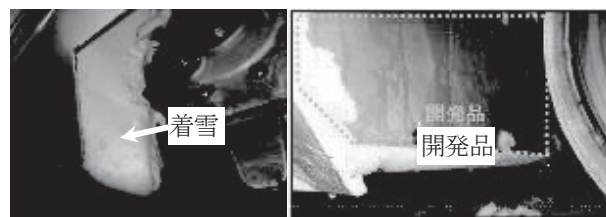


図15 走行試験での着雪状況確認(雫石駅)

定置試験および現車走行試験により、現行E6系よりも周縁部を十分に昇温可能な端部カバーを開発することができた。なお、今回は在来線区間でのみ走行試験を行ったため、試験時の最高速度は130km/hであり、300km/h超の高速走行時には、走行風により端部カバー表面の熱がより多く奪われてしまう懸念がある。よって、営業車への導入にあたっては端部カバーの表面をいかに保温するかという課題解決が必要である。

3. おわりに

E6系新幹線の量産車に搭載しているヒータシステムを活用した新たな台車端部カバーの構成を考案し、さらなる融雪性能向上を図ることを目的として、新型の端部カバーを試作・評価した。定置試験により3種類の端部カバーの比較・評価を行った結果、アルミニウム合金一体型で製作した表板・ケーシング一体の端部カバーの性能に優位性があることを確認した。そのことから、アルミニウム合金一体型の端部カバーを現車に搭載し、実環境下で性能評価を行った。その結果、端部カバー周縁部も十分に昇温可能となり、現行E6系の端部カバーよりも融雪性能を向上させることが確認できた。

参考文献

- 1) 堀川重成, 我妻徹, 藤野謙司: 新幹線着落雪対策の開発, J-RAIL2011, 第18回鉄道技術・政策連合シンポジウム講演論文集, pp.135-138, 2011.