

TC型軸箱温度検知システムの寒冷地への適用に関する研究



三島 潤一郎*



黒崎 由紀夫*



千葉 智**



石井 圭介***



横倉 晃*



杉浦 芳光*

2008年度までにTC型軸箱温度検知システムの開発を完了し、首都圏の主要線区に整備されつつある。一方、降雪地域においても軸箱温度検知システム設置のニーズがあることから、耐寒、耐雪に関する機能の検討を行い、寒冷地仕様のシステムを開発した。耐寒、耐雪性能についてベンチ試験および現地試験による検証を実施し、2010年度冬期の積雪程度であればシステムが正常に動作し、軸箱の温度を測定することが可能であることを確認した。

●キーワード：車軸軸受、軸箱、温度検知、温度センサ、積雪、降雪

1. はじめに

TC型軸箱温度検知システムは、鉄道車両の重要部品である走行装置の車軸軸受部品の異常時の発熱を早期に発見し、重大な事故を未然に防ぐことを目的に開発した^{1) 2) 3)}。そして現在、首都圏の主要線区に整備されつつある。一方、軸受の異常を早期に発見することは、降雪地域においてもニーズがあることから、首都圏向けのシステムを寒冷地向けに応用し、その耐寒、耐雪に関する検討を行った。また、検討した内容を反映した試作機を羽越本線羽後牛島駅(秋田市)に2010年12月から2011年9月までの期間で設置し、低温、積雪および降雪による性能への影響を検証した。

2. 寒冷地向けの開発

本装置は、軸受を固定している軸箱部品の温度を測定するためのものである。詳細は、図1に示すように走行中の車両の軸箱に向けて設置した赤外線方式の温度センサ(放射温度計)で、軸箱表面の温度を斜め下方から測定し、指定した温度を超過した場合に警報を発生するものである。軸箱の位置はレールに取り付けた車輪検知器で判定する。また、車輪検知器を片側で3個使用することで列車の速度も算出し、車軸の位置を把握する。

この装置の温度センサを安定的に動作させるためには周囲温度を5℃以上に保つ必要があり、内部にヒーターを装備している。また、赤外線を使用する方式であるため、装置と測定対象となる軸箱との間に障害物がないことが必要となる。また、寒冷地用に現行のシステムを適用するには、寒さと雪に対しての対策を強化する必要がある。そこで、設置箇所を日本海縦貫線(羽越本線、奥羽本線)と想定し、新津、秋田、大館、弘前の過去5年間の気象データを参考に以下

の値を寒冷地向けの仕様として設定した。

- ・耐寒機能 : 最低気温 -20℃
- ・耐雪機能(積雪): 最大積雪量 75cm
- ・耐雪機能(降雪): 最大降雪量 40cm/日

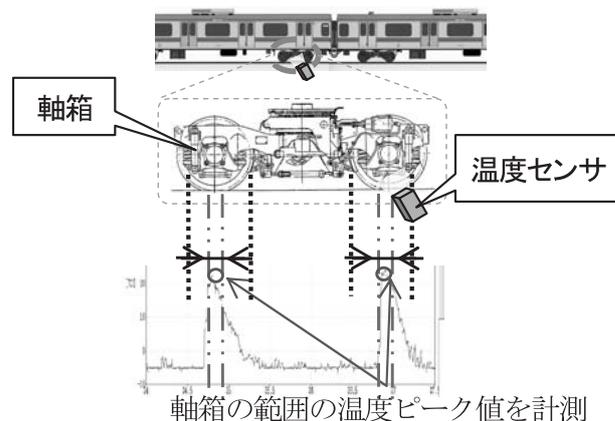


図1 TC型軸箱温度検知システムの概要

2.1 耐雪試験(降雪)

降雪に対する影響を見るために、実際の積雪とふるいを用いて再現した模擬雪による降雪試験を実施した(図2)。その結果、温度センサで測定した温度波形には、模擬雪が赤外線の光路をさえぎるために発生した波形の乱れが見られた。そのために、今回の模擬雪では10~30%程度の赤外線が遮断されるため正確な測定は困難であるが、その場合でも高温側に誤った検知をしないことが確認できた(図3)。



図2 降雪模擬試験

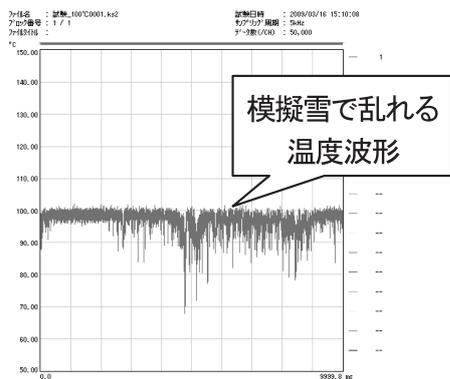
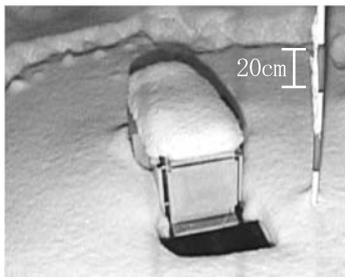


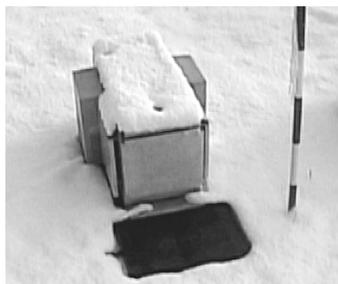
図3 降雪模擬試験で測定した温度波形

2.2 耐雪試験（積雪）

積雪に対する影響を検証するために、大館運輸区構内（秋田県大館市）に首都圏向けの温度センサ筐体を設置した（図4）。また、電気式の融雪マットを設置し、試験を行った。その結果、積雪量20cm程度の場合でも前面側の雪を融解できることを確認した。



2010.3.10（積雪約20cm）



2010.3.18（積雪約10cm）

図4 屋外積雪試験（大館運輸区）

赤外線センサ用の窓を首都圏用では上部に設けていたが、本試験により、雪により覆われることが判明したため、センサ用の窓を線路側の側面に移動することにした（図5）。また、低温に対する対策のために、冷暖房装置を強化した。

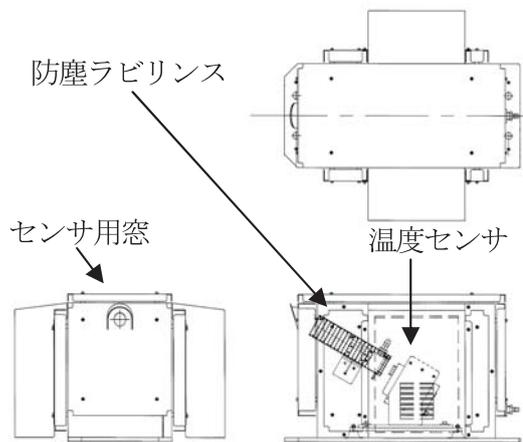


図5 寒冷地用に設計した温度センサ筐体

2.3 耐寒試験

耐寒性能に対する検証として、 -20°C に設定した恒温槽内にそれぞれヒーターを装備した制御装置本体と温度センサ筐体を入れて、25時間の連続稼働試験を行った。その結果、それぞれの装置内の温度は 5°C 以上に保たれ、連続で動作していることを確認した。また、制御装置に必要なヒーターの電力容量は、400W程度が必要であった（図6）。



図6 恒温槽試験

2.4 耐雪試験（降雪）

2.1項の降雪模擬試験結果を定量化するために、鉄道総合技術研究所の塩沢雪害防止実験所において、降雪試験を行った（図7）。その結果、今回の試験条件（降雪強度「強い雪」： 3cm/h 以上）では波形の乱れは観察されなかった。ただし、雪質は場所によって異なるため、現地での検証試験を行うこととした。

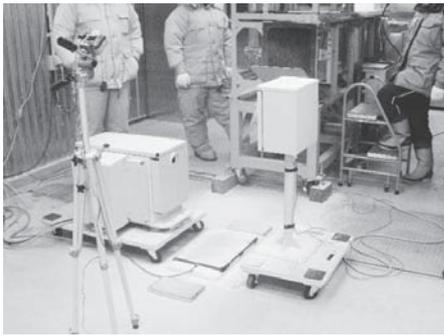


図7 降雪模擬試験

3. 現地試験

3.1 試作機の設置

事前の試験の検証結果からセンサ窓の位置やヒーター容量を変更した試験装置を試作し、羽後牛島駅構内に設置して現地試験を実施することにした。システムの構成および実際に設置した現地の写真を図8に示す。今回設置して試験する場所は単線区間のため、首都圏向けではレールに対して45度で設置していた温度センサを、90度でも設置し、進行方向による違いの有無も確認することにした。また、首都圏向けではレール内側（フランジ側）に設置して車輪検知装置を、積雪による影響が少ないと考えられるレール外側（リ

ム側）に変更し、ヒーターを内蔵しているものにした。

なお、2010年度冬期の秋田市の気象データは以下であった。（気象庁HPより）

- ・最低気温 -7.1℃（2011年1月16日および27日）
- ・最深積雪 43cm（2011年2月11日）
- ・最高降雪 19cm/日（2011年2月10日）

また、現地で試験装置付近を実際に走行している列車が通過した様子を図9に示す。首都圏用では停車する駅の進入時に測定するが、今回の試験では通過する列車でも安定した測定が可能なのことが確認できた。また、進行方向による測定温度の差は、ほとんど度見られなかった。



図9 実際の列車が通過した様子の例

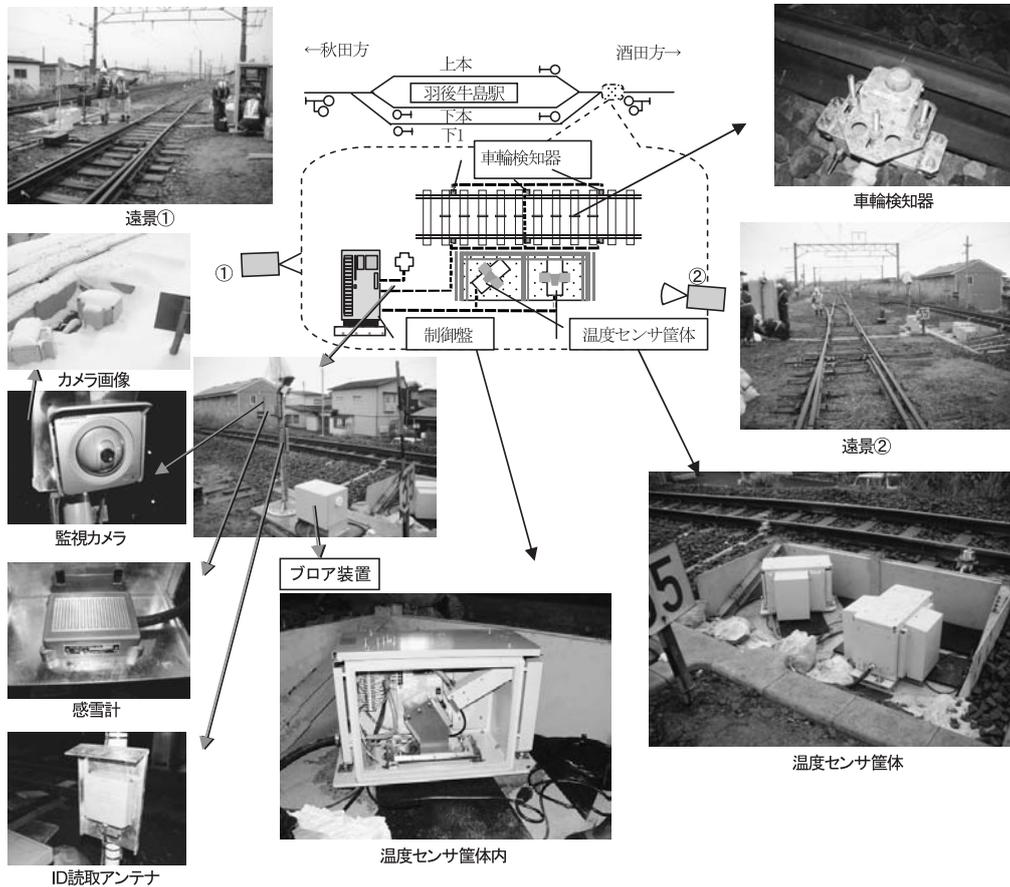


図8 羽後牛島駅に設置した試作機の状況

3.2 積雪に対する結果

図10に最深積雪であった2月11日の現地写真を示す。温度センサ筐体の前面の積雪は融雪マットにより融解され、赤外線的光路が確保されていることを確認した。



図10 試験装置周辺写真 (2011年2月11日7:00)

3.3 降雪に対する結果

降雪による温度測定への影響を確認するため、温度センサの波形データを検証した。最高降雪であった2月10日の現地写真を図11に示す。降雪が多いため、一時的に融雪マットが雪に覆われているが、温度センサに必要な赤外線的光路が確保されていることを確認した。



図11 試験装置周辺写真 (2011年2月10日 12:15)

波形データの例として、同2月10日に通過した列車の、2両目No1台車とNo2台車の温度波形のデータを図12に示す。No4台車の後部の軸箱と比較してNo3台車の後部の軸箱には波形が乱れ、測定温度の落ち込みが観察された。この、数ヶ所の落ち込みは、温度センサと測定対象である軸箱との間に障害物として雪が介在したためと考えられる。ただし、その乱れの幅は、軸箱の幅に対して小さいため、今回の条件では、各軸箱の最高温度を計測することが可能であったと考えられる。

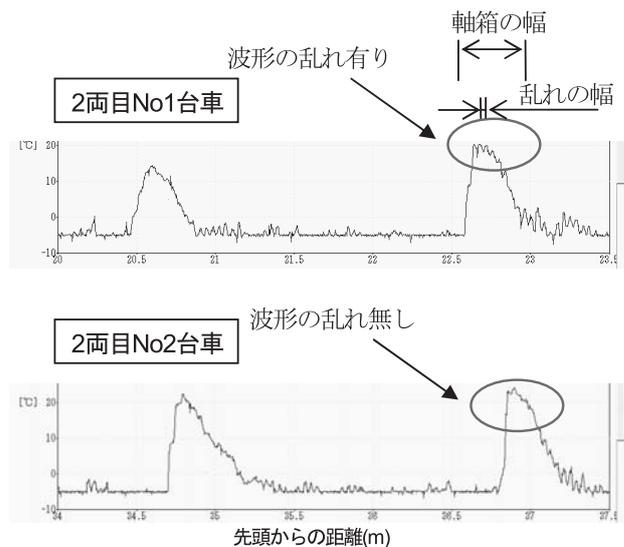


図12 最高降雪日の温度波形の例

3.4 低温に対する結果

低温に対する装置の耐性として、最低気温であった1月16日と27日を含めて、制御装置および温度センサ筐体内の温度を調査した結果、5℃以上に維持できることを確認した。また、試験期間中に低温が原因による試験装置の動作停止は発生しなかった。

4. おわりに

首都圏用軸箱温度検知システムを寒冷地用に改良し、羽後牛島駅構内に設置して冬期間の試験を行った。その結果、2010年度の気象条件では、寒さや雪に対しての対策が想定どおりに機能し、温度センサや制御器を含めたシステムが正常に動作することを確認した。

参考文献

- 1) 千葉 智、石井 圭介、秋元 康克；軸箱温度検知システムの開発、第15回鉄道技術・政策連合シンポジウム (J-Rail2008)、119-S2、P461、2008.12.
- 2) 千葉 智、石井 圭介；TC型軸箱温度検知システムの信頼性の向上および実用化、JREA(社)日本鉄道技術協会、vol.52.No12、P31、2009.12.
- 3) 三島 潤一郎、黒崎 由紀夫、千葉 智、石井 圭介；TC型軸箱温度検知システムの寒冷地への適用に関する研究、第18回鉄道技術・政策連合シンポジウム (J-Rail2011)、S2-5-4、P475、2011.12.