

TC型軸箱温度検知装置の開発



千葉 智*

車軸軸箱の異常発熱は列車脱線など大きな事故に結びつくことから、走行中の車軸軸箱の温度を地上から赤外線温度センサを用いて非接触で精度良く検知し、異常が検知された時は警報を発する装置の開発に取り組んだ。温度センサを車両の真横から当てた場合、速度発電機が支障するため、斜め下からピンポイントで測定をする方法とした。温度センサについては特殊な防塵構造にするなど装置のメンテナンス性を考慮した。また、検知した異常発熱を指令室や車両センターへ速やかに通報することにより、安全の確保に加えて輸送障害を最小限に食い止めることのできるシステムを開発し、システムの動作と温度データ信頼性の検証を行った。

●キーワード：センサ 通信技術 温度検知

1. はじめに

鉄道車両の車軸を回転させながら車体重量を支える軸受は異物混入等により異常発熱することがあり、放っておくと車軸折損等の重大な事故につながる可能性がある。

現在、車軸軸箱の異常発熱の確認は、サーモラベルを貼り付けて温度上昇に伴う変色を確認する方式を実施している。しかし、この方法では車両入区時しか確認ができないため、地上側に設置した温度センサを用いて軸箱温度の状態監視を行うTC（Technical Center）型軸箱温度検知装置の開発を行った。

2005年度にはオフラインで本線上に装置を設置して温度センサ単体としての検証を行った。

今回はオンラインシステムとしての確認検証試験を行

い、システムの動作確認と温度測定データについて検証を行ったので、その結果について紹介する。

2. 開発の概要

2.1 全体構成

線路周辺には車軸軸箱温度を検知するための温度センサ、測定部位を認識させるための車輪検知器、測定データの処理を行う処理装置、車両側面のIDプレートから列車編成データを読み取るIDアンテナを設置した。また、指令室と関係する車両センターに端末と警告表示装置を設置し、処理装置とはJR回線により通信を行う（図1）。

各機器の構成と特徴は次の通りである。

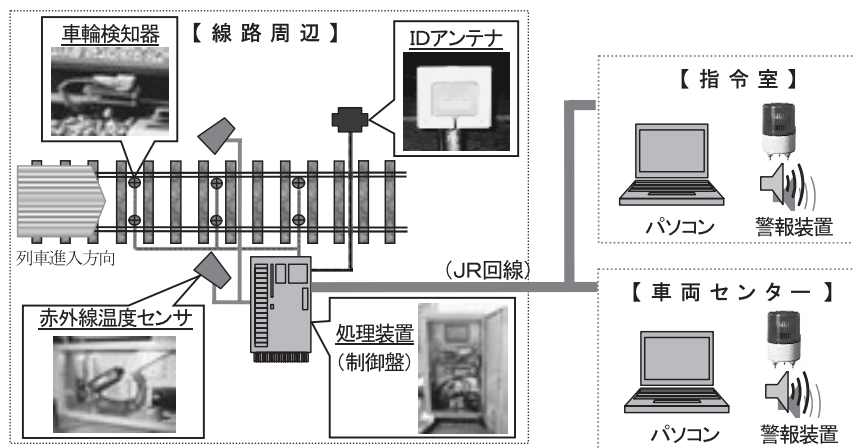


図1 軸箱検知装置の全体構成

2.1.1 赤外線温度センサ

本装置の大きな特徴として、速度発電機を避け斜め下から軸箱の温度を測定する。軸箱下面と温度センサレンズ面との測定距離を1000mmとした時に測定径として約24mmを確保できるため、軸箱下面という限られた範囲の測定が可能である（図2）。

飛来物から温度センサを保護するため、箱に収納した。また、防塵構造（ラビリンス構造）とエアパージ（送風）機構により大気中のゴミや粉塵からセンサレンズ面を保護するとともに、清掃等のメンテナンスの省力化を可能とした（図3）。



図2 赤外線温度センサ

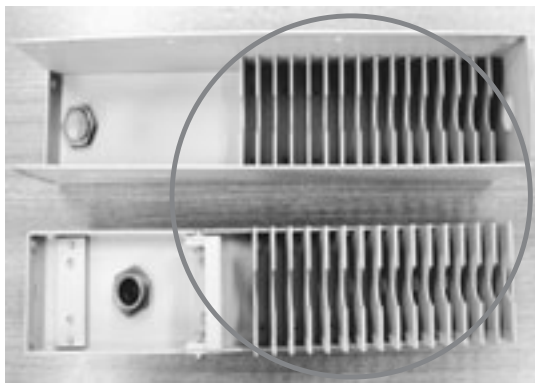


図3 ラビリンス構造

2.1.2 車輪検知器

車輪検知器はレール両側に約3mの間隔で3組設置した。各車輪検知器を車輪が通過する時刻の差から通過速度を算出し、列車通過中だけ温度を検出するためのスイッチの役割を担っている（図4）。



図4 車輪検知器

2.1.3 検知処理装置

送られてきた情報を集計・演算する制御盤である。データ処理は制御盤内に設置したファクトリーコンピュータにより行われる。

2.1.4 IDアンテナ

編成に設置されているIDプレートからデータを読み取ることにより、編成番号、車両配置箇所、形式等の情報を把握している。

2.1.5 端末装置

軸箱温度が閾値である120℃以上の温度を検知した際は、検知した号車及び部位を赤く表示し、異常発生のお知らせと警報が流れ、表示灯が動作する。異常発熱を検知すると、指令室、車両センターに設置した端末装置の初期画面に、日付、時刻、編成番号、列車速度、車両毎の検知部位、軸箱温度が表示される（図5）。



図5 測定結果表示画面（軸箱異常発熱検出時）

測定データとして1両毎における各軸の測定時刻、測定温度、通過速度、外気温等を記録し、テキストデータ（CSV）として出力が可能である。また、号車を選択した場合には、号車毎の温度グラフを表示する（図6）。

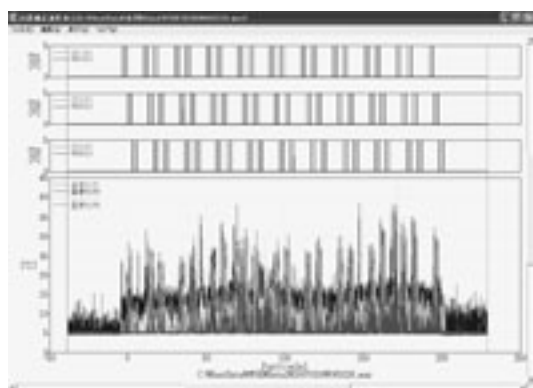


図6 測定温度グラフ画面例

これまでの研究成果を踏まえてプロトタイプを試作し、本線上に設置した。設置箇所の条件として、軸箱の異常発熱が発生した車両を検知後に短時間で車両基地へ入区させることが可能なことを基準として選定した結果、京浜東北線赤羽駅下り線（北行）（図7）と横須賀線東戸塚駅下り線（図8）に設置することとした。また、指令室及びそれぞれの車両基地である浦和電車区及び鎌倉車両センターに端末装置及び警報表示器としてパトライトを設置した（図9）。



図7 赤羽駅温度センサ



図8 東戸塚駅温度センサ



図9 端末設置及び警報表示器（鎌倉車両センター）

2.2 軸箱位置検知ロジック

本システムでは車輪検知器の検知信号から車輪中心の位置を判定することで軸箱位置を割り出し、予め設定した軸箱範囲内で検出される温度データのピーク値を軸箱温度として判定することとした。これにより床下機器の熱等による誤検知を防ぎ、確実な検知が可能となった（図10）。

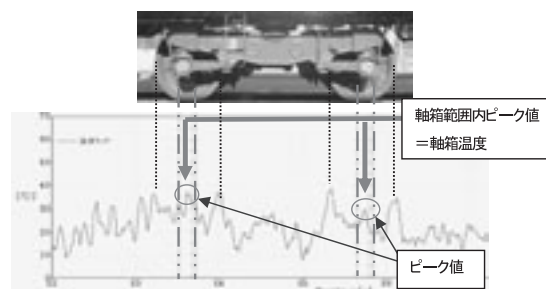


図10 軸箱位置検知ロジック

3. 確認検証試験

本線に設置した装置については2007年7月より試使用扱いとし、データ収集を行っている。一方、今後の本使用に向けて装置の検証試験を実施した。

3.1 試験の目的

試験の目的は以下の通りである。

- (1) 軸箱の異常発熱を検知した際のシステムとしての動作の検証を行う。
- (2) 実際の軸箱温度と温度センサによる測定温度の比較を行い、測定温度の信頼性の検証を行う。

3.2 異常発熱時の動作状態確認試験

システムの動作確認及び検知温度の評価を行うため、車両側面に軸箱の異常発熱を模擬した発熱体を設置し、走行試験を実施した。試験方法として、209系電車車両の

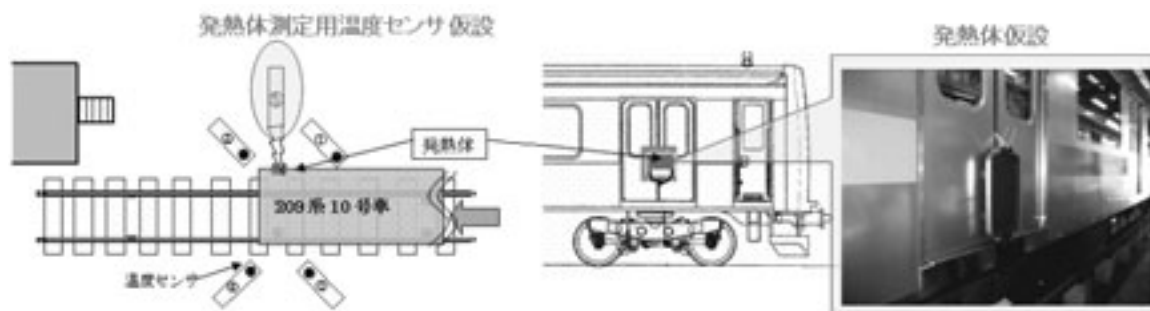


図11 発熱体試験概要

出入口ドア部に発熱体を両先頭車とも1箇所ずつ仮設した。

発熱体温度は異常値検出閾値温度である120℃以上とした。この条件の下で、赤羽駅～東十条駅間に試運転列車を設定し、4種類の速度（20,40,60,80km/h）で装置の設置箇所を走行した。また、発熱体測定用温度センサを仮設し、測定を行った（図11）。

こうして温度異常を検知した場合に、指令室及び車両センターの各端末で警報が動作するか確認を行った。4回行った走行試験結果において、温度センサはいずれも120℃以上を検知した。

また、温度異常を検知してから警報動作に要した時間は、4回の測定において指令室の端末が動作するまでが約2分、浦和電車区の端末が動作するまでが約2分30秒であり、車両走行速度、通信速度による違いはあるが、各速度域において端末への情報伝達が当初計画の時間内で正確に行われていることが確認できた。

その結果、温度センサ測定値が熱電対に比べて、約1～5℃高いことが確認された。温度差が生じた理由として、温度センサは熱電対に比べて温度変化に対する応答速度が速いため、温度測定における時間差によりこの差が生じたと推測する。温度センサの測定誤差自体が±3℃であることを考慮すると、この結果をもって十分な性能を確認できたと考える（図13）。

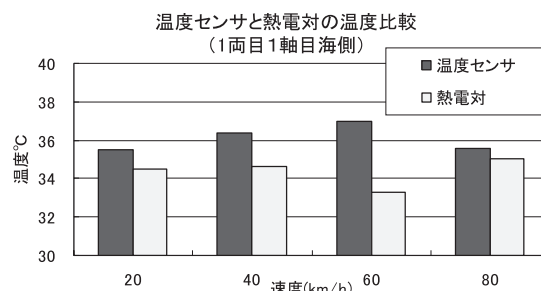


図13 温度センサと熱電対の温度比較

3.3 温度センサ性能確認試験

軸箱温度を熱電対温度センサで測定した場合と、赤外線温度センサで測定した場合の温度の比較のため、温度測定試験を行った（図12）。

試験方法として、209系電車車両の軸箱体側面に熱電対を接着し、走行中の軸箱温度を測定しつつ、今回の装置の設置区間で走行した。

走行速度については3.2項の発熱体走行試験と同様に4種類の試験指定速度（20,40,60,80km/h）で行った。

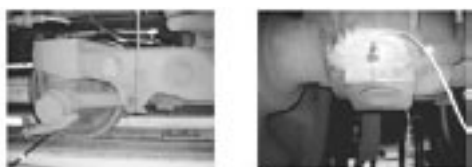


図12 軸箱への熱電対貼付

4. おわりに

本システムは2005年度のアフライン本線試験を経て、2006年度には京浜東北線赤羽駅、総武快速・横須賀線東戸塚駅に試験導入の上オンラインシステムとしての確認検証試験を行い、システムの動作とデータの信頼性の検証を行った。本システムは「TC型軸箱温度検知装置」として、現在も前述2駅において試使用及びデータの蓄積を行っている。

今後は各環境下における耐久性を確認するとともに軌道構造条件（バラスト軌道、省力化軌道等）の異なる場合の最適な設置方法の整理、メンテナンスマニュアルの作成等を行い、主要線区への本導入に向けて準備を進める予定である。