

# 高速鉄道向け架線検測装置

片田与士春 Yoshiharu Katada  
 田林精二 Seiji Tabayashi

キーワード 高速鉄道, 架線検測, 画像解析

## 概要



架線検測装置を搭載する九州新幹線営業車両（上）  
 と台湾高速鉄道営業車両（下）

電気鉄道の安定運行に欠かせないトロリ線の検測装置として、カメラと画像解析処理技術を応用した非接触で高精度の検測装置 カテナリーアイ CATENARY EYE を製品化し、鉄道事業者に納入している。高速鉄道への適用事例としては、九州旅客鉄道(株) (以下, JR九州) と台湾高鐵 TAIWAN HIGH SPEED RAIL CORPORATION (以下, 台湾高鐵) がある。JR九州へは、CATENARY EYE の1号機を九州新幹線の 新八代～鹿児島中央間の部分開業前の2003年に納入し、2010年にトロリ線の摩耗測定機能を追加した新装置を博多～鹿児島中央の全線開業に合わせ新造された800系営業車両に搭載するために新たに納入した。また台湾高鐵へは、2013年に台北～左榮(高雄市)を結ぶ台湾高速鉄道(いわゆる台湾新幹線)の700T系営業車両(東海道・山陽新幹線の700系車両がベース)搭載向けに納入した。

## 1 まえがき

九州新幹線は、2004年に新八代～鹿児島中央間を部分開業した。部分開業に伴い九州新幹線の電車線設備保守のために検測装置を保有する必要がある。

当時、画像解析技術応用製品を手掛けていた当社は、JR九州から相談を受け、新幹線営業車への搭載を前提とし、カメラと画像解析処理技術を応用した非接触方式の架線検測装置を開発し2003年に納入した。ただし、この時点ではトロリ線の摩耗検測は含まれておらず、架線検測装置の機能は、トロリ線の高さ・偏位・勾配・硬点・支障物検測であった。

その後、2006年に画像解析処理によるトロリ線の摩耗検測の実用化を行い、2011年3月12日の博多～鹿児島中央間の全線開業に合わせるために新

造された営業車両向けに摩耗検測機能を追加した装置を新たに納入した。第1図に九州新幹線の営業車両を示す。

一方、台北～左榮(高雄市)を結ぶ台湾高速鉄道 TAIWAN HIGH SPEED RAIL は2007年に開



第1図 九州新幹線営業車両

当社製架線検測装置を搭載する九州新幹線営業車両を示す。



第2図 台湾高速鉄道営業車両

当社製架線検測装置を搭載する台湾高速鉄道営業車両を示す。

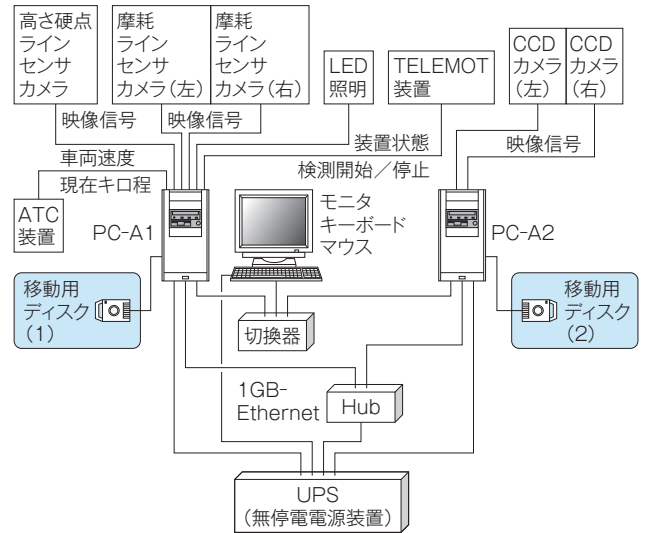
業したが、運行する台湾高鉄 TAIWAN HIGH SPEED RAIL CORPORATION (以下、台湾高鉄) は本格的な架線検測装置を導入していなかった。当社は、2013年に海外向けの1号機となる架線検測装置 カタナリーアイ CATENARY EYEを台湾高鉄に納入した。第2図に台湾高速鉄道の営業車両を示す。本稿では、九州新幹線と台湾高速鉄道向け装置それぞれの特長と違いについて紹介する。

## 2 装置構成

高速鉄道の営業車に装置を搭載する際、最も検討を要するのが屋根上装置の搭載方法である。九州新幹線及び台湾高速鉄道はともに超高速で運行するため、屋根上の構造は、パンタグラフの揚力や線路周辺への騒音の影響を最小限にするようにそれぞれ工夫して作られている。

九州新幹線は最高時速260km、台湾高速鉄道は最高時速300kmで運行されており、空力特性や騒音が変わるような車両改造や屋根上への装置搭載は許されない。したがって、鉄道事業者及び車両改造を担当する業者と何度も打ち合わせを実施し、ミリ単位で搭載位置を修正する作業を繰り返しながら搭載方法を決定する。

一方、当社の装置は、軌陸車<sup>(注1)</sup>から高速鉄道営業車まで屋根上に搭載する装置はカメラ、照明装置、それらに電力を供給するケーブル類、カメ



第3図 概略構成

九州新幹線営業車両に搭載している装置の概略構成を示す。



第4図 屋根上装置

装置を搭載した九州新幹線の屋根上を示す。全ての機器は屋根下に格納されているため、カメラ用の窓・照明用の窓以外は装置を搭載していない車両と同様となる。

ラの画像を車両内に設置したコンピュータに取り込むための信号ケーブル、及びそれらを収納するボックス類が中心となるため、従来から高速鉄道の検測に使用されているレーザを使用した装置に比べて装置構成は非常にシンプルかつ軽量で、営業車へ大きな改造を施したり乗客定員を減らすことなく搭載できる。

第3図に九州新幹線に納入した装置の概略構成を、第4図に屋根上装置を、第5図に車両内

装置を示す。

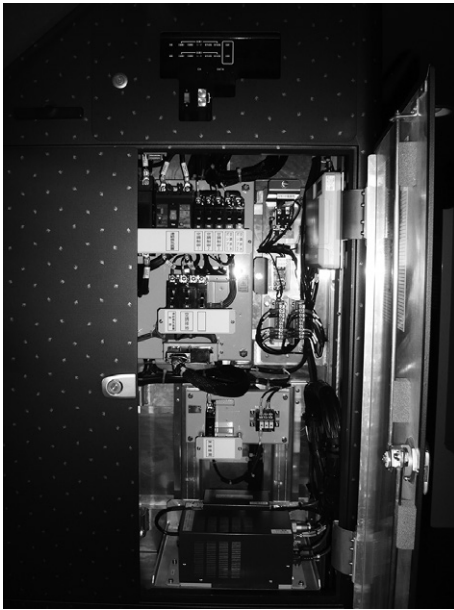
また、第6図に台湾高速鉄道に納入した装置構成を、第7図に屋根上装置を、第8図に車両内装置を示す。

車両屋根上の大きな違いとして、九州新幹線の800系車両にはパンタグラフ前後に空気整流用の

カバーがないのに対し、台湾高速鉄道の700T系には、それがある。

よって九州新幹線では、空力特性に影響が出ないようにするために全ての機器を屋根内に搭載している。

一方、台湾高速鉄道では一部の照明機材とケー



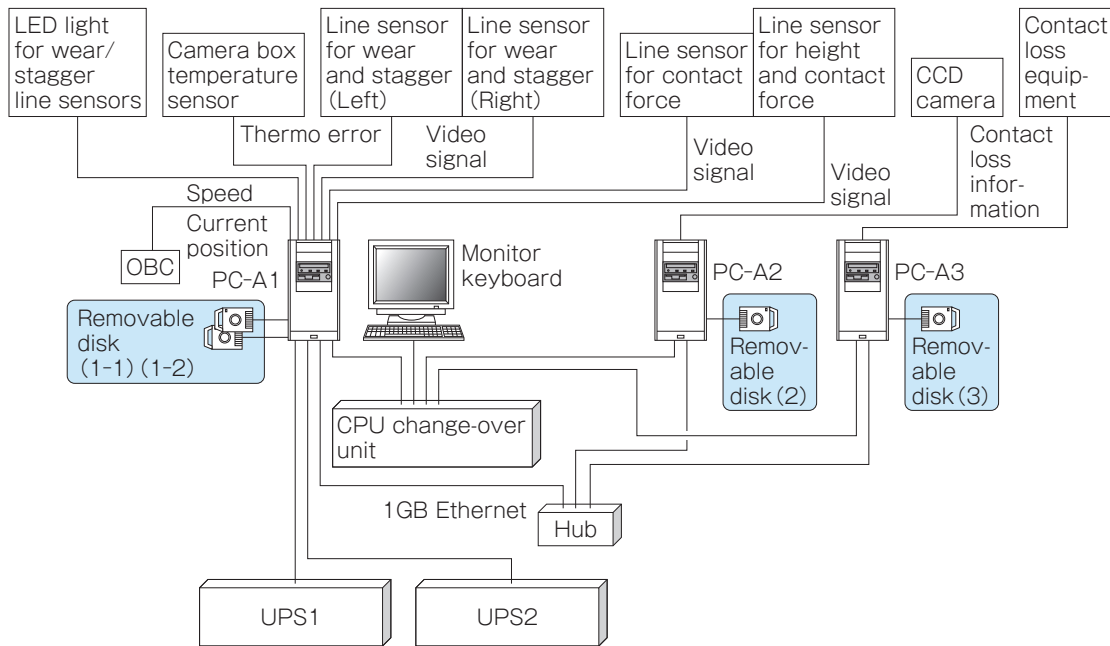
第5図 車両内装置

営業車両内の専用スペースに装置を常設している。



第7図 屋根上装置

装置を搭載した台湾高速鉄道の屋根上を示す。ほとんどの装置は空気整流用のカバー内に格納されているため、カメラ、センサー、照明用の窓以外は装置を搭載していない車両と同様となる。



第6図 装置概略

台湾高速鉄道営業車両に搭載している装置の概略構成を示す。



第 8 図 車両内装置

営業車両内の専用スペースに装置を常設している。

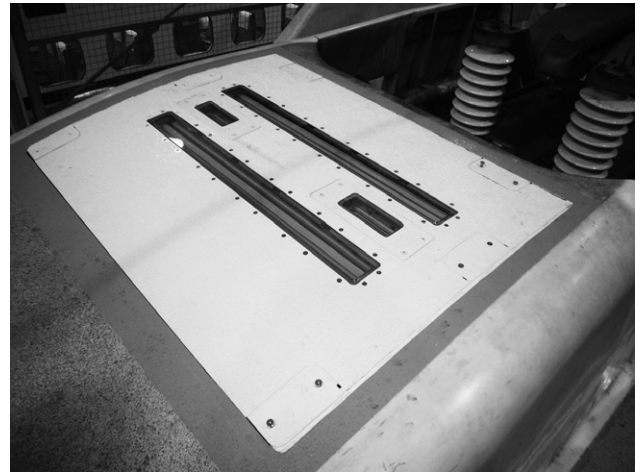


第 9 図 非検測時の状態

検測を実施しないときは、カメラ窓や照明用の窓の汚れを保護するためのカバーと交換する。

ブル類を除いて、カバー内（屋根上）に搭載した。また、九州新幹線は検測時・非検測時にかかわらず、常に第 4 図の状態になっているのに対し、台湾高速鉄道では、非検測時はカメラ及びセンサの視野窓の汚れを防止する目的でカバーを交換している。第 9 図は非検測時用のカバーが取りついた状態であり、第 10 図は検測時の状態である。

車両内装置は、第 5 図と第 8 図に示すように、九州新幹線・台湾高速鉄道ともに車両内に常設し



第 10 図 検測時の状態

検測を実施するときは、カメラ窓と照明用の窓が開いている状態のカバーと交換する。

第 1 表 機能比較

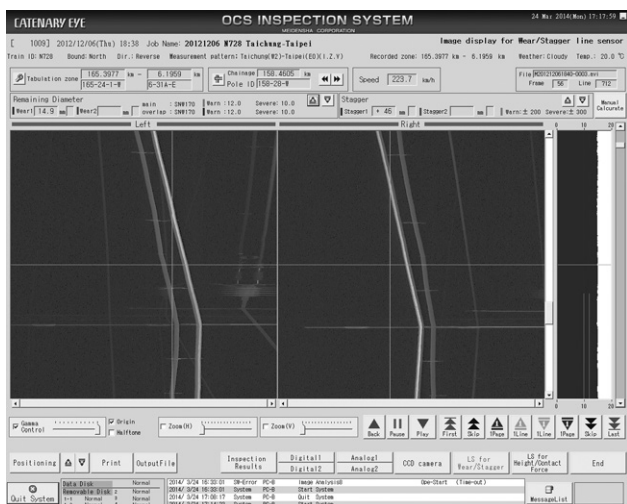
九州新幹線向け装置と台湾高速鉄道向け装置の機能比較を示す。○が実装、空欄は非実装である。

機能	九州	台湾
夜間検測	○	○
昼間検測		○
遠隔検測開始／停止	○	

ている。車両内の設置スペースは、両車両ともに車両設計時に車両内装置を格納するために用意してあったが、台湾高速鉄道ではそれに加え、未使用状態であった公衆電話設置用スペースの一部を利用して装置を常設した。車両内装置は、撮影した画像を蓄積するためのコンピュータ及びハードディスクが中心である。台湾は日本に比べて平均気温が高いこと、装置設置スペースに空調がないことから、扉にルーバを設け、空気の流れを作ることによって温度対策を実施している。

### 3 機能仕様と特長

第 1 表に九州新幹線向けと台湾高速鉄道向けの機能の比較を示す。九州新幹線は夜間検測用の装置であるのに対し、台湾高速鉄道は昼・夜どちらでも検測できる（九州新幹線導入当時には、昼間検測の機能が確立されてなかった。）。



第11図 夜間検測時の摺動面画像例

夜間検測で撮影した画像を示す。ガンマ補正機能で調整しているため、構造物を確認できる、補正なしでは真っ黒な画像となる。

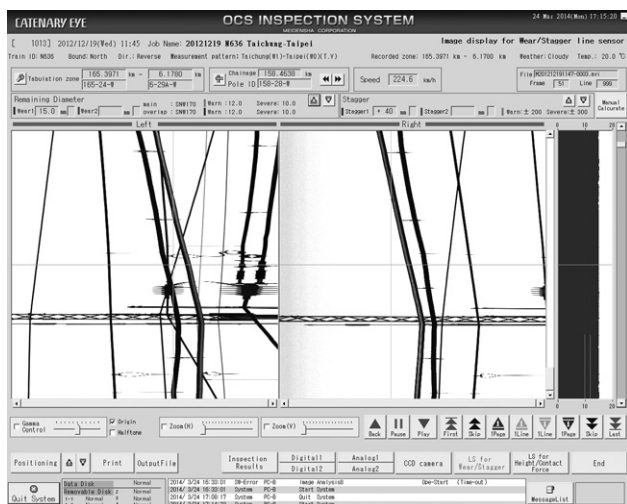
夜間検測と昼間検測の違いは、夜間は解析対象物以外のものが映像に映りこむことが少ないのに対し、昼間は太陽光（直射日光）が画像に影響を及ぼすことがある。また雲の状態によっては、それがトロリ線の摺動面のような画像になることもあるため、解析は非常に難しくなる。

お客様の視点に立つと、昼間検測の場合、検測作業時の労働環境の改善につながることや、解析対象物以外の背景画像も鮮明に確認できることが異常箇所の位置特定に寄与するためニーズが高い。

第11図に夜間検測時の摺動面画像例、第12図に同じ位置における昼間検測時の摺動面画像例を示す。昼間検測に対応するには、夜間検測と比較して大光量の照明設備が必要となること大きな違いとなる。

第2表に検測項目の比較を示す。双方ともに基本機能である摩耗・高さ・偏位・勾配を装備している。両システムの差異は、九州新幹線には硬点・支障物検出があり、台湾高速鉄道向けには、ヨーロッパ仕様であるアーク離線<sup>(注2)</sup>と接触力を用意していることである。

非接触方式で接触力を測定する装置は、(公助)鉄道総合技術研究所との共同研究で、当社が世界で初めて実用化したものである。今後、高速鉄道の営業運転中の接触力データと離線のデータが関連



第12図 昼間検測時の摺動面画像例

第11図と同じ場所を昼間検測で撮影した画像を示す。ガンマ補正をしなくても構造物を確認できる。

第2表 検測項目比較

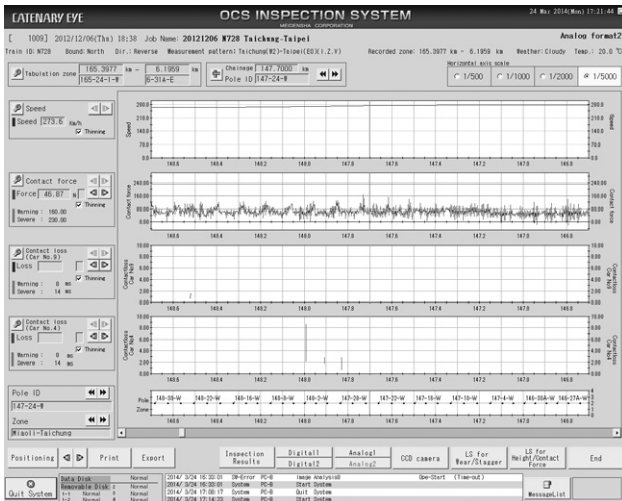
九州新幹線向け装置と台湾高速鉄道向け装置の検測項目比較を示す。○が実装、空欄は非実装である。

検測項目	九州	台湾
トロリ線高さ	○	○
トロリ線偏位	○	○
トロリ線摩耗	○	○
トロリ線勾配	○	○
硬点	○	
接触力		○
アーク離線		○
パンタグラフ周辺画像	○	○
パンタグラフ周辺支障物	○	

性を持って蓄積できることから、接触力と離線の相関関係や、接触力の管理値などが得られることでトロリ線とパンタグラフ間の管理に寄与できるものと考えられる。また、トロリ線の摩耗進行などに与える影響についても研究などが進むことが期待できる。

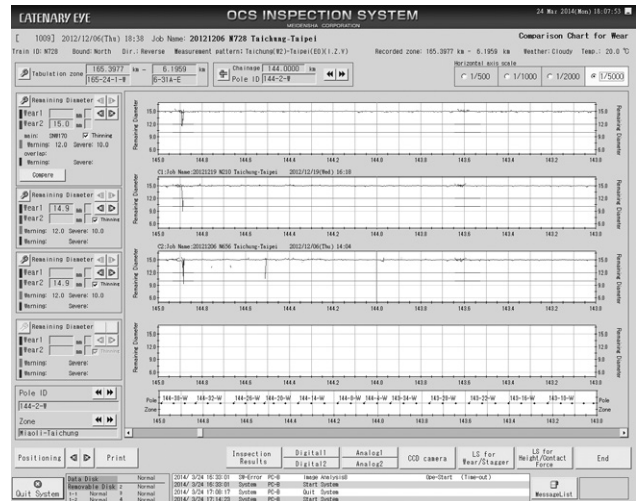
## 4 解析結果

架線検測装置の全ての解析結果が実画像と相互にリンクしているため、管理値を超えたデータなど数値情報やチャート、画像データで気になる箇所をキーにして、全ての関連するデータを容易に



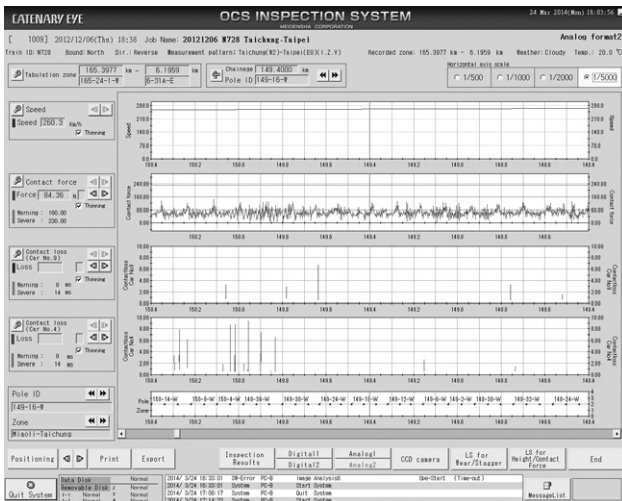
第13図 接触力の検測結果（チャートグラフ）

上から2番目のグラフが接触力（Contact Force）を示す。



第15図 摩耗比較

最新の摩耗残存直径値と過去の検測結果（最大3件）を比較できる。



第14図 離線の検測結果（チャートグラフ）

上から3番目、4番目のグラフが離線（Contact loss）を示す。線の長さは、電圧の大きさを示す。

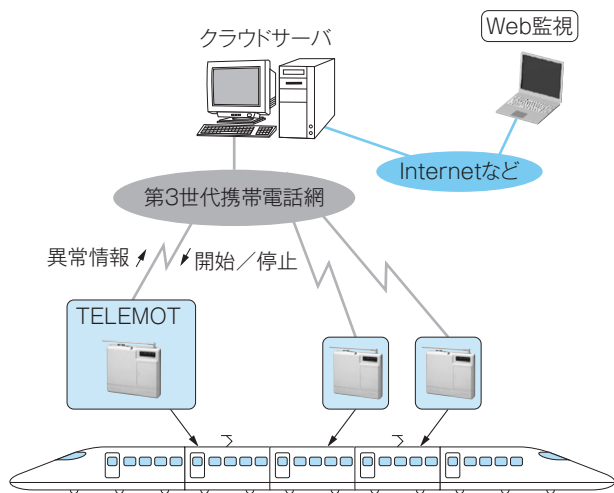
線は、この離線が起きた時にトリ線とパンタグラフ間に空間が生じアーク電流が流れることで発生する。本装置では、アークに含まれる特殊波長をもつ紫外線を検出することで昼間でもこのアーク光を検出することができる。第14図の離線表記は、紫外線を入力して電圧に変換した結果を示しており、アーク光の大きさによって電圧の大きさが変動する。これらのデータと対応するトリ線の摩耗状態や摩耗残存直径を1挙動で確認できる。また、台湾の摩耗残存直径については、任意の過去データとの比較ができるようにしている。第15図に摩耗比較を示す。

## 5 遠隔操作による検測開始と停止

確認することができる。

第13図に接触力の検測結果（チャートグラフ）を、第14図に離線の検測結果（チャートグラフ）を示す。接触力は、パンタグラフを押し上げる上向きの力（静的押し上げ力）とパンタグラフの揚力による押し上げ力が働き、トリ線を一定量押し上げる力として作用するが、一方トリ線からの反力として下向き側の力が作用する。その結果、接触力が「0」以下になることもあり、パンタグラフとトリ線間の離線が発生する。アーク離

九州新幹線では、遠隔による検測開始／装置停止及び装置異常状態の遠隔監視ができる。具体的には、当社で運営しているクラウドサービスとauが提供する第3世代携帯電話無線網を利用した当社製の監視制御端末 <sup>テレモット</sup>TELEMOTによって実現している。第16図に遠隔操作の概略構成を示す。なお、クラウドサービスとTELEMOTに関する詳細記事は、明電時報325号の「TELEMOTを用いたASPサービス事業」を参照願いたい。



第16図 遠隔操作の概略構成

当社が運営しているクラウドサーバとTELEMOTによって、遠隔操作を実現している。

## 6 むすび

高速鉄道の安全・安定運行には、営業車に搭載可能で精度が高い架線検測装置は非常に有効である。営業車から得られる様々なデータは、架線の保守をTBM（Time Based Maintenance）からCBM（Condition Based Maintenance）に変えていくための重要な要素になってくる。今後も絶え

ず検測のロバスト化に取り組み、更に高速鉄道の安全・安定運行に寄与していく所存である。

最後に、高速鉄道向け架線検測装置の開発にご指導とご協力をいただいた事業者の皆様及び関係者の皆様に感謝の意を表する次第である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

### （注記）

注1. 軌陸車：線路などの工事又は作業に使用する機械で、軌道及び一般道路を走行できる車両

注2. 離線：鉄道車両の集電装置がトオリ線から離れる現象。離線する際にアークが生じる。

### 《執筆者紹介》



片田与士春  
Yoshiharu Katada

コンピュータシステム工場  
コンピュータ応用製品の開発・製造に従事



田林精二  
Seiji Tabayashi

電鉄システム事業部技術部  
架線検測装置の製品計画・技術・開発に従事