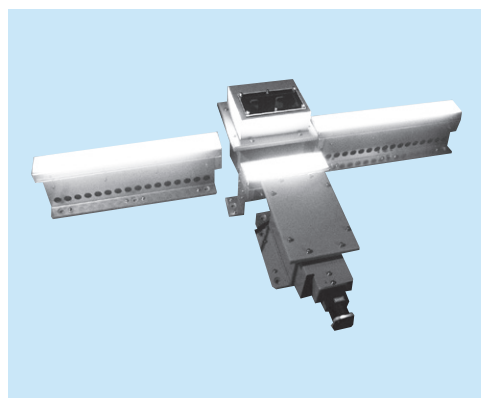


# 簡易形架線検測装置

田林精二 Seiji Tabayashi

キーワード 電気鉄道, 静的架線検測装置, 画像処理, ラインカメラ, OBC

## 概要



簡易形検測装置 屋根上装置

本装置は<sup>カタナリーアイ</sup>CATENARY EYEをベースにした簡易形架線検測装置で、パンタグラフを使用しない静的検測を行うための装置である。そのため活線での計測ができ、大形検測装置が入れない線路の架線計測や架線の交換工事後の測定、新線の架線設置後の測定に適用することができる。装置は移設運用を基本コンセプトにしており、短時間で設置と撤去ができ、鉄道事業者の保有する車両に適合した運用が可能である。測定項目は、高さ・偏位・摩耗・勾配の架線設置上の基本項目を車両限界内で計測する。

## 1 まえがき

電気鉄道の安定輸送にとって架線はライフラインである。ひとたび架線障害が発生すると大きな輸送障害を起こしかねないため、架線の健全性を維持するための保全装置として架線検測装置がある。また、架線設備は鉄道の中で動的に変化する電気設備で、架線の測定データはそれを示すもので、車両の走行条件や新線路線の地盤の変化などの環境によって左右されるため、現場の状態と対応させて確認をする必要がある。したがって、架線の状態監視として営業車両運行時と同等の動的な状態を検査・測定する装置と、架線施工した時の状態やその後の変化を検査・測定する静的な測定装置の使い分けによって、より高いレベルでの維持・管理に寄与できるものとする。本稿では、後者の静的測定を目的とした「簡易形架

線検測装置」のコンセプト・技術開発の取り組み・適用範囲・実適用（北海道旅客鉄道(株)〈以下、JR北海道〉納入）した結果について紹介する。

## 2 簡易形架線検測装置の基本コンセプト

- (1) パンタグラフを使用しない測定 パンタグラフを使用しない静的測定で、パンタグラフの架線押上による高さ・偏位への影響がない状態で測定が可能。架線への非接触測定で、活線での測定や大形検測装置が入れない側線の測定が可能
- (2) 新線での測定 新線建設時や架線のドラム交換、修復後の高さ・偏位測定が可能
- (3) オーバラップ箇所の測定 オーバラップ箇所の相互の高さ・偏位の測定が可能
- (4) 移設可能 複数の車両への適用を目的に移設可能な装置構成とし、容易に設置・撤去作業が可能

(5) 現場での解析 車上に搭載するOBC (On Board Computer) は解析処理機能も実装し、車上で検測結果を出すことが可能

(6) 基本測定項目 高さ・偏位・摩耗・勾配を基本測定項目とし、オプションとして曲引き金具の検出や架線モニタなどがある。

### 3 適用条件

本装置が適用できる架線条件は、以下のとおりである。

#### (1) 架線種類

カテナリ架線／剛体架線で円形丸型架線  
測定架線数 4本／最大、ダブルイヤ箇所

#### (2) 測定条件

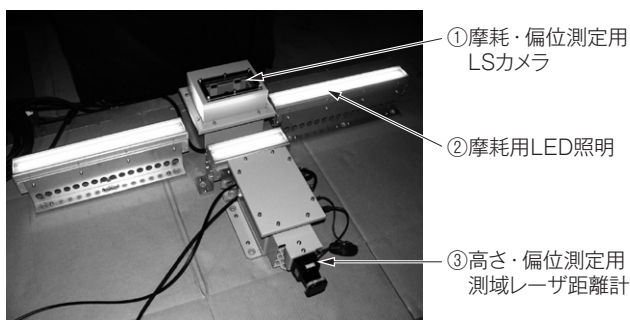
夜間測定 (雨天・降雪は不可)  
測定速度 40km／最大

### 4 装置デザインコンセプト

本装置のデザインコンセプトは、以下のとおりである。

#### 4.1 屋根上装置

第1図に外観を示す。屋根上装置は、摩耗・偏位を測定するLS (ラインセンサ) カメラ (①) 及び摩耗用LED照明 (②) と高さ・偏位を測定する測域レーザ (③) で構成する。屋根上装置は、簡



第1図 屋根上装置

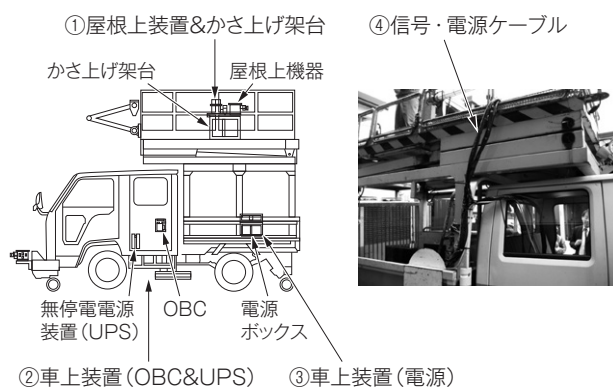
易設置ができるようにあらかじめ設置個所を定めておき、納入時にカメラのキャリブレーションを実施する。またカメラ・測域レーザから架線までの高さが車両間で異なる場合には、かさ上げ架台 (第2図①) を用意して同一高さになるように準備する。設置方式は、車両の架台の状況に応じてボルト止め又は作業架台の手摺りなどへ固定する。

摩耗・偏位測定用LSカメラは、架線高さが高い位置を測定するカメラ1と架線高さが低い位置を測定するカメラ2の2台を併用する。

標準的には、高さ範囲1mの架線に対し摩耗残存直径精度0.1mm基準になるようにレンズの設計を行う。屋根上への設置は、重機を使わずに手持ちで設置できるよう分割構造とし、作業台の上で組立する方式とする。また屋根上から車上までのケーブル配線数が多いことから、電源ケーブルと信号ケーブルの2束にまとめておき、接続作業を容易にする (第2図④)。

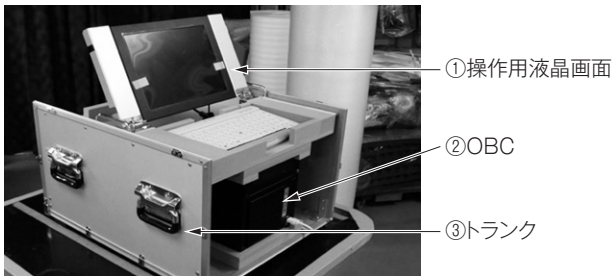
4.2 車上装置

第3図に外観を示す。車上装置は、LSカメラ・測域レーザからの架線データや車両位置を補足する速度信号の生データを収集するOBC 1台 (②) と生データを保管する移動用外部DISK及び電源 (第2図②, ③) で構成する。狭いキャビン内に仮置きして運用できるように、使用する車両に合わせて個別に設置できる構成とした。設置スペースがある場合は、トランク (③) に一括収納する。



第2図 車両搭載事例 (JR北海道納入事例)

JR北海道に納入した事例を示す。ケーブルは作業架台から敷設し、簡易に取り付けて測定する。電源 (③) は発電機から入力する。



第3図 車上装置

OBC装置(②)で屋根上からの画像・レーザ距離データを受信して外部DISKに保管し、測定終了後にOBC装置を事務所に移動して解析する。概重量は20kg(電源除く)である。形状は車上装置一体形の例で、車両スペースでカスタマイズする。

### 4.3 車両速度検出

検測位置を捕捉するために、車両の速度を測定する速度検出器(近接センサ)を用意する。本検出器は、車両の車輪形状に合わせてあらかじめ設置しておき、装置の据え付け時にケーブルを接続する。同一車両の場合には測定時に取り付けることができるが、車輪との近接設置なので事前に設置金具などを用意しておく必要がある。

### 4.4 オプション装置

(1) 曲引き金具検出装置 測定位置を正確に捕捉するための装置で、架線曲引き金具位置をセンサで検出し、測定データとともに物理的なロケーションとして記録する。

(2) 架線モニタ装置 測定中の架線設備全体をモニタするカメラ装置で、測定結果に連動してその位置の架線状態を視認することができる。

### 4.5 電源設備

- (1) 電源容量 1.4kVA (AC100V対応)
- (2) 入力電源 車両の発電機からAC100V入力
- (3) UPS電源 1.4kVAのUPSを用意

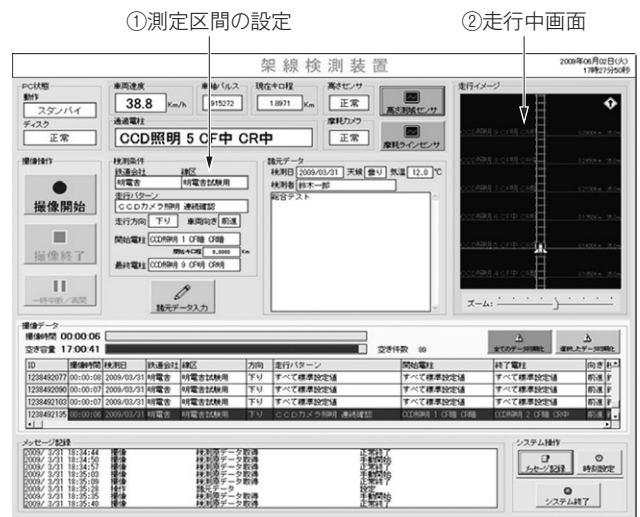
### 4.6 地上装置

第4図に外観を示す。地上装置は測定した結果を解析する装置で、解析用のCPUは車上のOBCを事務所に移動して使用する。解析結果を表示・記録する液晶装置・外部DISK装置・プリン



第4図 地上装置

OBC装置(①)を事務所に移動後、移動用DISKに格納されている検測データを画像解析し、解析結果を外部DISKに保管して液晶画面で確認する。



第5図 操作画面

検測を行う際の操作画面を示す。測定区間(開始電柱/終了電柱)を入力後(①)、検測を開始する。検測開始後の走行位置は、走行中画面(②)の通過電柱を見て確認する。

タで構成する。検測を行う場合は、OBCと移動用DISKを取り外して車両に移設する。

## 5 測定機能と精度

### 5.1 車上装置 検測操作

第5図に操作画面を示す。測定する際は車上装置を起動し、操作画面(①)から必要事項を入力し、車両位置を測定開始地点(電柱位置)に合わせてスタートする。

**第 1 表 測定精度**

測定精度を示す。

検測項目	摩耗残存直径0.1mm基準 3cm以内ピッチ 高さ±(5mm/10mm)*1 25~50H*1 偏位±(5mm/10mm)*1
検測速度	0~40km/h (車両速度)
検測位置	車両速度信号精度による曲引き金具位置
路線モニタ	エリアカメラ, 30フレーム/秒

注. ※1. 使用するレーザによって精度が異なる。

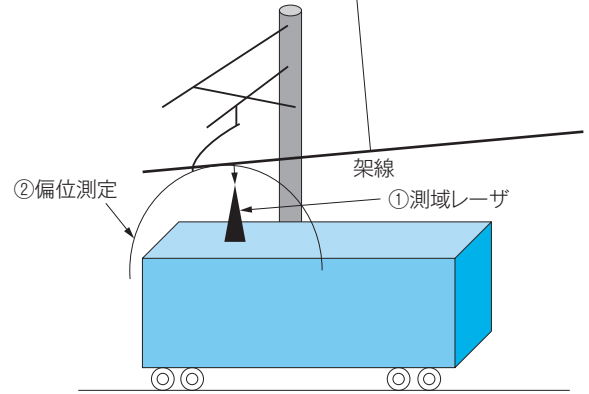
(1) 入力項目

- (a) 鉄道会社, 線区
- (b) 走行パターン (事前に用意された測定区間を表すデータ)
- (c) 車両向き (車両の進行方向 前進/後進)
- (d) 開始駅区間 (駅名から選択し該当する電柱を絞り込む)
- (e) 開始電柱 (測定開始する電柱で車両先頭位置をこの電柱に合わせる)
- (f) 終了電柱 (測定する最終の電柱)

測定中は, 走行中画面 (②) に車両位置及び通過電柱を表示する。

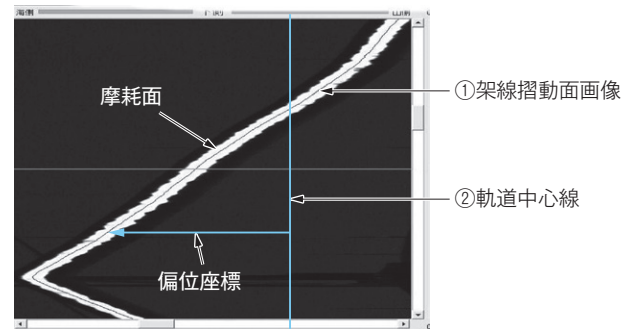
**5.2 測定機能**

- (1) 測定精度 **第 1 表** に測定精度を示す。
- (2) 高さ測定 測域レーザを架線方向に照射し, 架線が存在する範囲内の物体から選別してその距離を測定する。最大4CHまでの架線を抽出し, オーバラップ箇所やツイン架線の高さを同時に測定する (**第 6 図**)。
- (3) 摩耗・偏位測定 摩耗用の直線照明を架線方向に照射すると架線の摺動面が金属光沢によって強く反射し, 白濁した色の画像として撮像される (**第 7 図**①)。非摺動面の画像は黒色画像として撮像されるため, その色調解析から摺動面幅を求め架線の残存直径を算出する。また摺動面画像から中心座標を抽出することで, 軌道中心線からの偏位位置を求める (**第 7 図**②)。この画像は, 架線高さによって摺動面幅の見え方が変動するため, (2) で求めた高さから補正して正確な幅を求める。



**第 6 図 高さ・偏位測定**

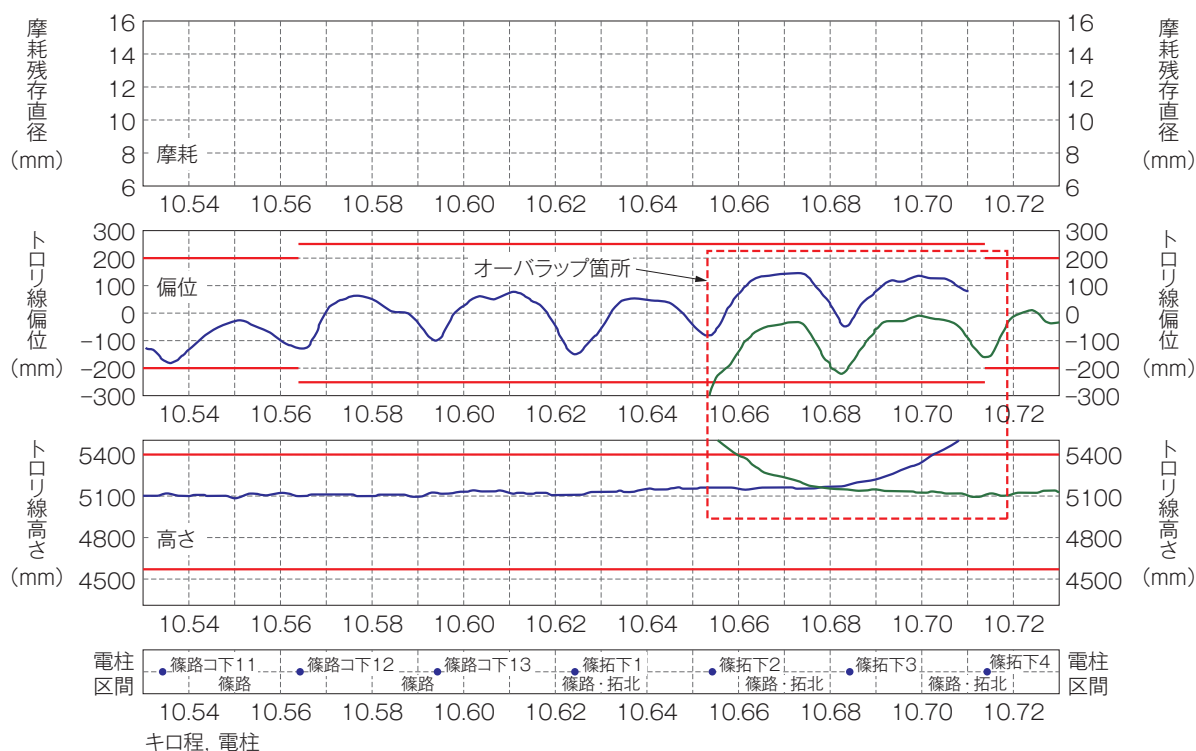
測域レーザ (①) での測定方法を示す。枕木方向に照射されたレーザの反射を捉え, 架線を選別して測定する。



**第 7 図 摩耗・偏位測定**

架線摺動面画像 (①) は, 強い照明を受けた架線からの反射画像で, 白い部分が摩耗面, 両サイドの黒い箇所が非摺動面を示す。この白い部分の幅を解析して「摩耗」を測定する。摺動面の中心線を割り出し軌道中心線 (②) からの距離を測り「偏位」を測定する。

- (a) 新線時の偏位測定 架線が新線で摩耗が進行していない場合には, 摺動面が不定になるため上記の方法では測定できない。そのため, 同時に測定している高さ測定用の測域レーザ距離計の距離と角度から, 計算によって偏位を求める。
- (4) 測定位置の補正機能 測定データは, すべて測定位置 (キロ程と電柱番号) を割り付けて編集する。キロ程は, 車輪からの速度信号を基に車



第8図 測定結果（新線箇所の測定事例）

新線箇所を測定した事例を示す。摩耗面がないため、測定結果はレーザからの「高さ」と「偏位」のみ出力される。装置の測定架線数は最大4chであるが、本事例はシンプル架線のため、最大2ch（ ）としている。赤線（—）は管理値を示す。

輪回転数と円周の計算で移動距離を求め、その積算でキロ程としている。また電柱位置は、路線データに保有している径間長を基に積算して上記のキロ程に割り付けている。

架線検出では、測定結果と測定位置の不一致がよく生じるが、その要因として、車輪の空転やスリップによる誤差と路線データに保有する電柱径間長の誤差の両方が考えられる。そのための補正機能として、解析終了後に測定結果と電柱位置（キロ程）を合致させる径間補正機能を用意し、電柱位置と測定結果の位置を合致させ、その差異値から路線データの電柱径間を訂正する。

オプションの曲引き金具の位置検出によって、正確な電柱位置をチャート上で視認することができる。曲引き金具の位置を電柱位置に合わせることで、電柱径間値を補正することができる。

以上の補正機能で、径間ごとの編集やドラム単位での編集処理の正確性を得ることができる。

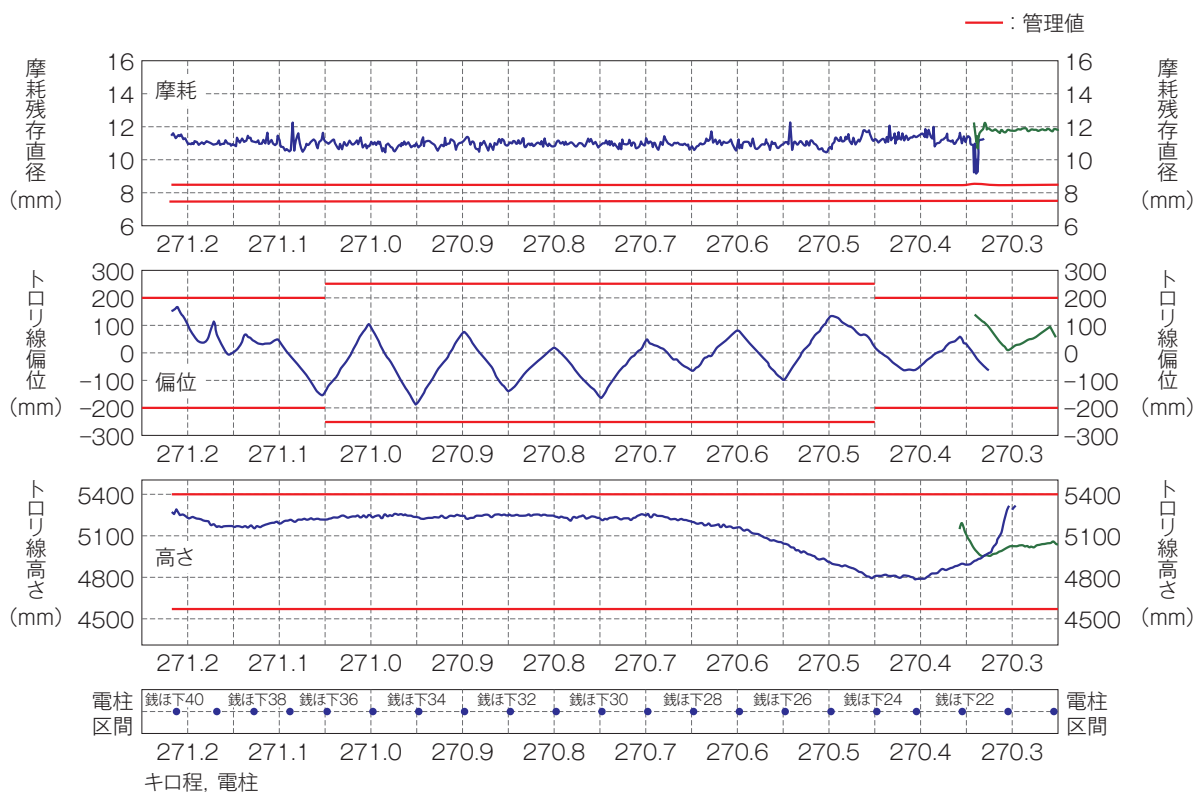
## 6 測定結果（JR北海道事例）

本装置で測定した結果を以下に紹介する。

- (1) 新線路線での測定結果 第8図に新線の測定結果の一部を示す。摩耗測定値がないことと曲線路での偏位状態、オーバーラップ箇所での高さの離隔、偏位の並行区間の状況が見て取れる。また、チャート上の変動は、軌陸車両の振動が影響していることによる。高さ・偏位ともに測域レーザ（第1図③）による測定結果である。
- (2) 既設路線での測定結果 第9図に既設路線の測定結果を示す。摩耗及び偏位はLSカメラ（第1図①）による測定結果で、高さの測定は測域レーザ（第1図③）で測定したものである。

## 7 むすび

本稿では、非接触形「簡易形架線検出装置」について紹介したが、「むすび」として装置の導入効果、今後の展望について考察を述べる。



第9図 測定結果（既設路線の計測事例）

既設路線を計測した事例で「高さ」はレーザーで計測し「偏位」「摩耗」はカメラで計測したものである。

- (1) 装置自体のコンパクト化と機材の汎用化によって安価な製品として導入しやすく、複数の車両への搭載が容易で、導入後の保守費用も非常に安価になり投資効果が期待できる。
- (2) 新線建設時やドラム交換後の測定は、高さと同位偏位のみの測定で解析時間が短時間で済むことから、現場で結果を確認することが求められている。今後の準リアルタイムの実適用に向けて鋭意開発を深度化している。
- (3) 本装置からの応用製品として、新幹線の架設基準を判定するための測定装置である「高精度架線検測装置」の開発が完了し実適用に入ったので、本誌の別稿を参照されたい。

最後に、本装置の実用化にあたり、JR北海道の多大なるご指導とご協力を得たことを紙面を借りて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。

#### 《参考文献》

- (1) 渡部勇介・庭川誠・田林精二・渡邊秀夫、佐藤文雄、菅井直樹：「画像処理を用いたトロリ線摩耗検測装置の開発」、平成18年電気学会全国大会、4-192

#### 《執筆者紹介》



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