

光切断法による剛体電車線摩耗計測

電力技術研究部

集電管理研究室 薄 広歩



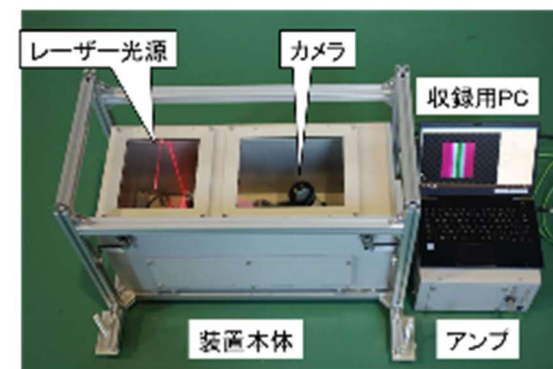
光切断法による剛体電車線摩耗計測 概要

(1)用途

- 地下鉄やトンネル区間等で採用されている剛体電車線の摩耗を、高精度かつ非接触で連続的に計測できます
- 摩耗だけでなく、高さ、偏位、支持点位置等も同時に計測可能です

(2)特長

- 光切断法により、剛体電車線の摩耗を、最高速度30km/h、計測間隔20mm、摩耗計測精度 $\pm 0.5\text{mm}$ 以内で非接触計測できます
- 導電鋼レール、トロリ線把持式(T型架台、 Π 型架台等)に対応しています



光切断法による剛体電車線摩耗計測 概要

(3)適用事例

- 東京都交通局大江戸線にて、4回の夜間作業で全線（営業キロ40.7km、計測総路線長約80km）を計測
- その他複数事業者にて試測定を実施
いずれも良好な計測性能を確認



(4)価格とお問合せ先

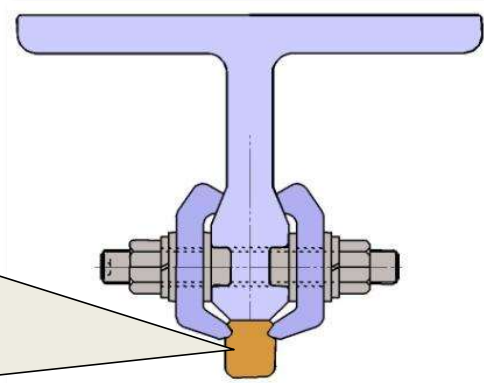
- 価格： 案件ごとにお見積り
- お問い合わせ先： 事業推進部（営業） 042-573-7380

目次

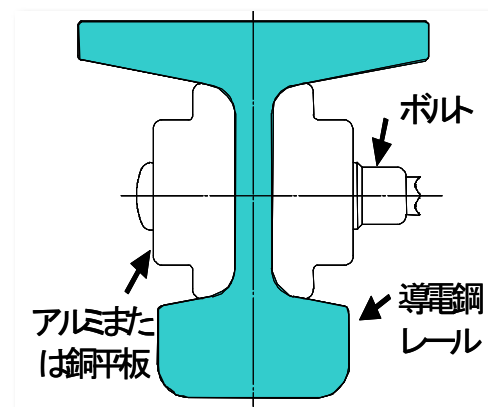
1. はじめに
2. 摩耗計測方法
3. 摩耗計測装置
4. 適用事例
5. まとめ

1. はじめに

- 地下・トンネル区間やモノレールでは多くの事業者で剛体電車線を採用
- 剛体電車線の主な種類
 - ・トロリ線をイヤーで架台に把持する方式(以下、トロリ線把持式)
 - ・導電鋼レール



トロリ線把持式



導電鋼レール

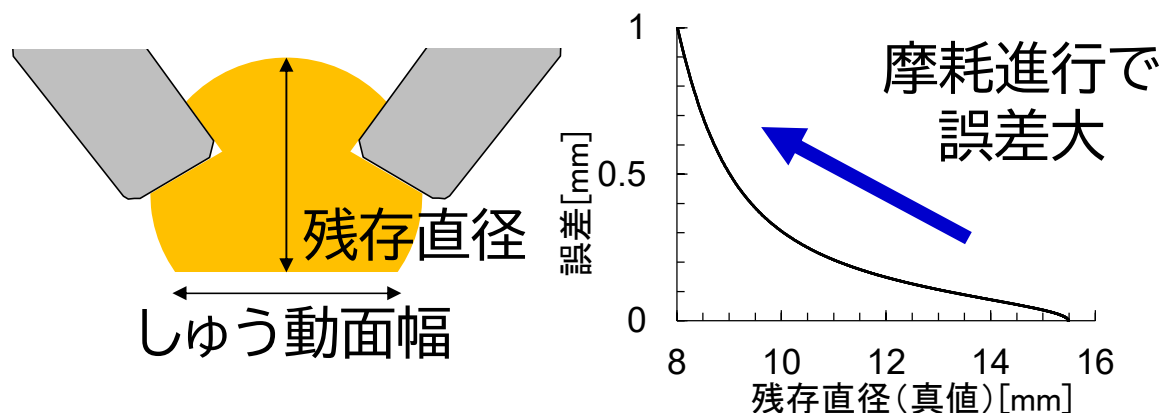
1. はじめに ～剛体電車線の得失～

保全の観点からみたメリット, デメリット

	トロリ線把持式	導電鋼レール
メリット	● 敷設スペースが小さい ● 張力を負荷しないため摩耗による破断の恐れがない ⇒ 保安性が高い ● パンタグラフが金具等に支障しない限り使用可能 ⇒ 長寿命 ● 導電鋼レールよりも交換が容易	● トロリ線よりも摩耗率が小さい
デメリット	● パンタグラフ追随性が低い ⇒ 波状摩耗が進行しやすい ● しゅう動面幅から残存直径に変換する従来の摩耗計測方式では、摩耗進行やしゅう動面の傾き等で精度低下	● パンタグラフ追随性が低い ⇒ 波状摩耗が進行しやすい ● 摩耗計測が機械化されていない

1. はじめに ～精度低下の要因～

従来の摩耗計測手法(しゅう動面幅測定方式)の精度低下要因



しゅう動面幅→残存直径
の変換による誤差の増大



しゅう動面の傾きによる誤差

1. はじめに ～剛体電車線の使用状況～

剛体電車線の採用状況

(2022年12月 鉄道総研調べ)

架空式	アルミ架台 銅架台 鉄架台	JR東日本、JR西日本 東京メトロ、大阪メトロ、仙台市交 東京都交、横浜市交、名古屋市交 京都市交、神戸市交、福岡市交 西武、東急、相鉄、小田急 名鉄、近鉄、京阪、阪神 東葉高速、TX、箱根登山 など
	導電鋼レール	札幌市交、仙台市交、東京都交 福岡市交
	カテナリ剛体式	近鉄
第三軌条		東京メトロ、大阪メトロ、札幌市交 横浜市交、名古屋市交 近鉄、北大阪急行

摩耗計測の機械化による、剛体電車線のより効率的な保守管理が必要



2. 摩耗計測方法 ～要求性能～

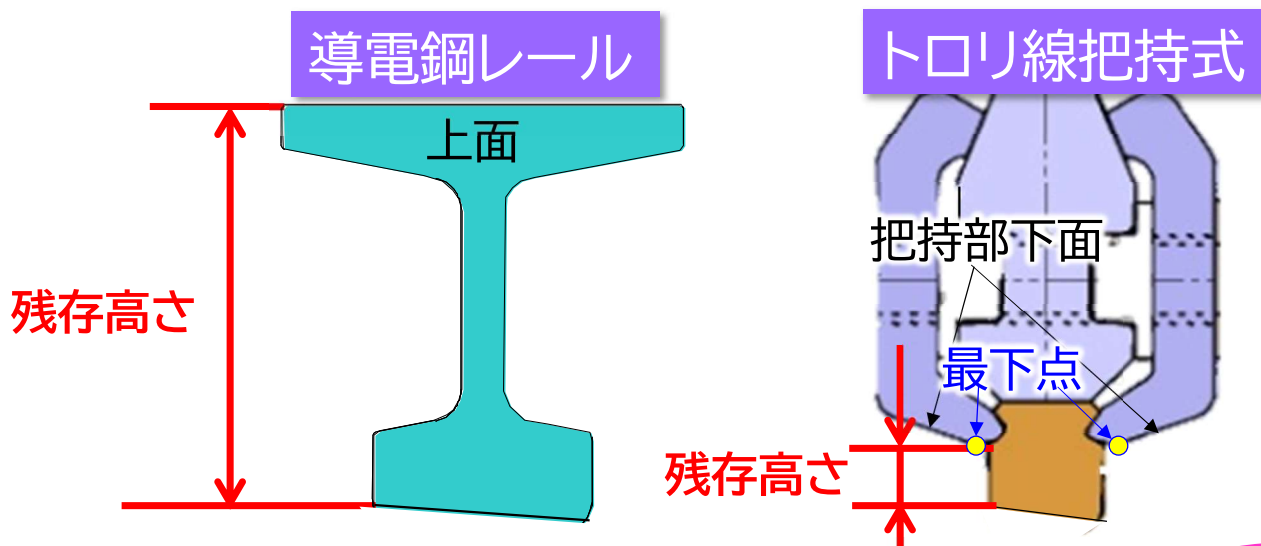
- 非接触計測が可能
- 連続計測(計測間隔20mm)が可能
- 保守用車速度(30km/h程度)での計測が可能
- 剛体電車線の種類は、主に「トロリ線把持式」と「導電鋼レール」に対応
- 計測精度は剛体電車線の種類によらず $\pm 0.5\text{mm}$ 以内
- 摩耗が進行しても高精度な計測が可能
- 取付、取り外しが容易な装置構成
(保守用車に設置可能、可搬型)

2. 摩耗計測方法 ～剛体電車線に適した摩耗計測指標～

【導電鋼レール】 しゅう動面～レール上面の残存高さを計測指標に設定

【トロリ線把持式】 パンタグラフとトロリ線把持部の離隔を計測

→しゅう動面～把持部最下点の残存高さを計測指標に設定



- ✓ 摩耗が進行しても計測精度への影響なし
- ✓ しゅう動面が傾いていても計測精度への影響なし
(最短の残存高さを計算)

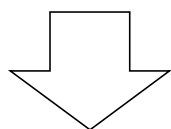
上記残存高さを剛体電車線の断面形状に基づき計測

→光切断法を適用

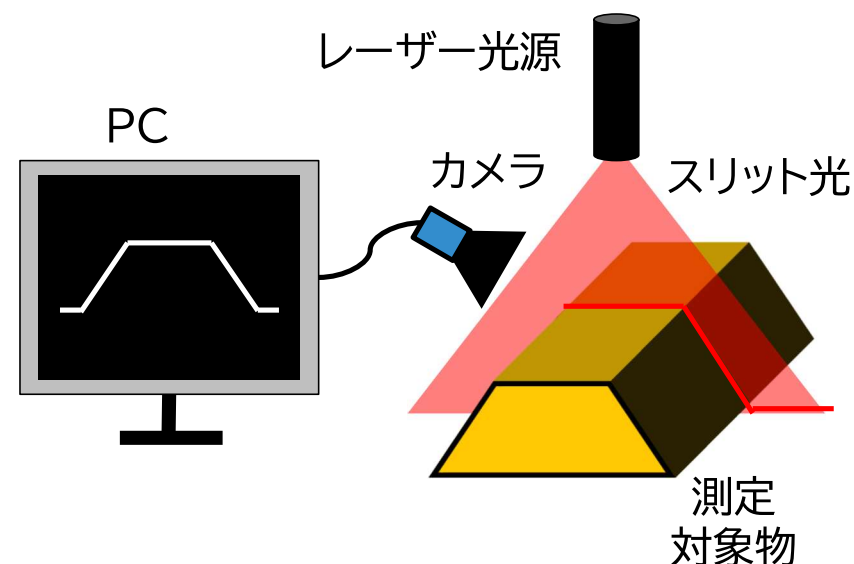
Railway Technical Research Institute

2. 摩耗計測方法 ～光切断法～

スリットレーザーとカメラにより対象物の断面形状データを出力



アルゴリズム次第で様々な情報を取得可能



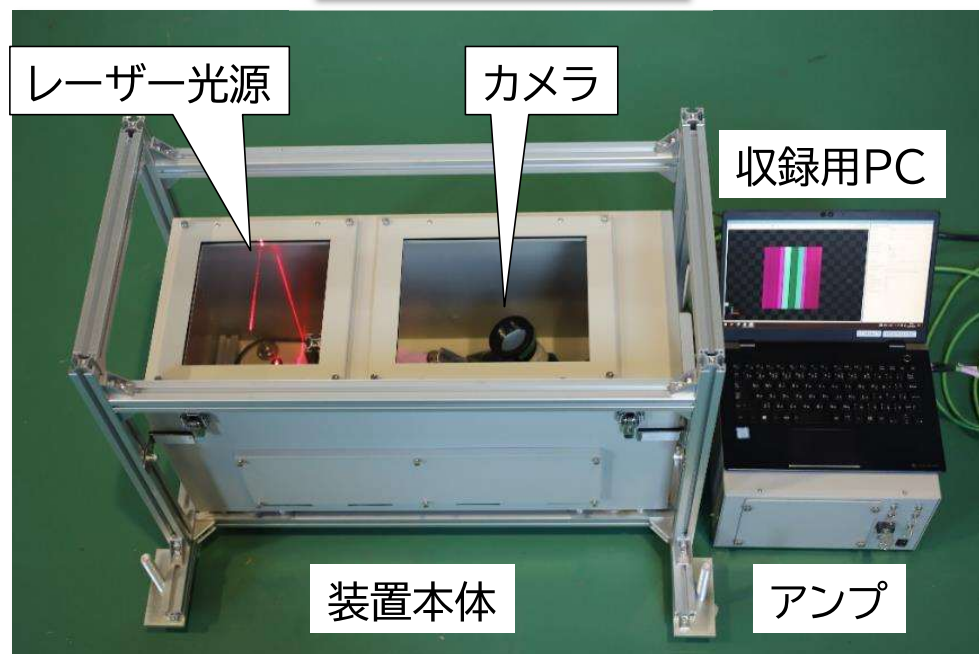
鉄道総研では・・・

トロリ線の摩耗計測(断面形状計測)に光切断法が有効であることを実証済み

→ 上記知見を応用して、剛体電車線に対応した摩耗計測装置を開発

3. 摩耗計測装置 ～構成～

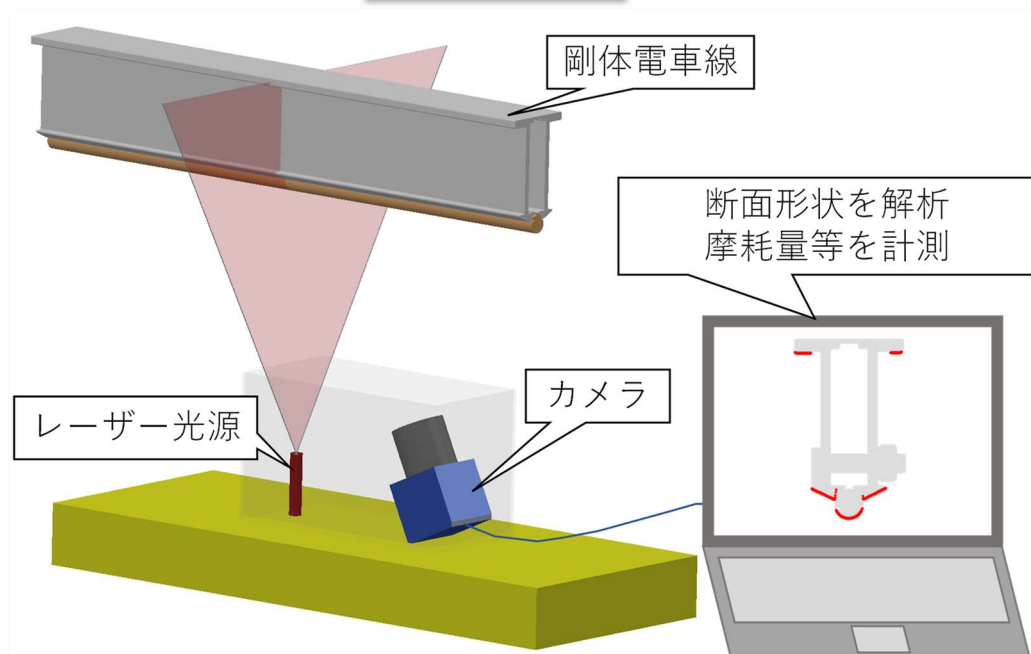
摩耗計測装置



幅:600mm、奥行き:800mm、高さ:500mm
本体重量:約25kg

※本装置は日本電設工業(株)との共同研究成果です

計測概要

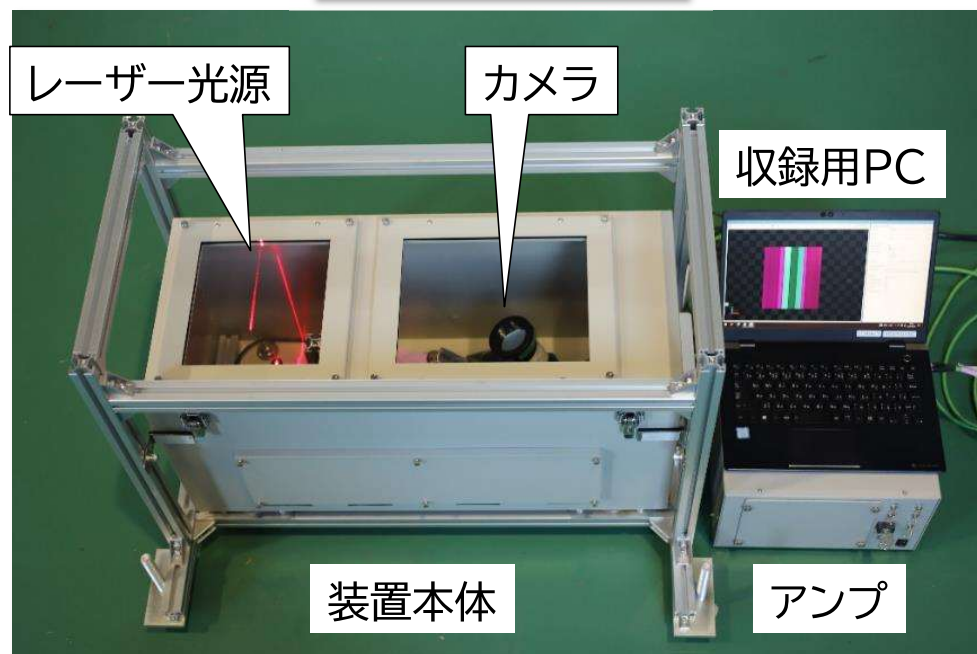


測定範囲:高さ幅300mm、偏位幅500mm
(カメラ1台の場合)

速度30km/hの場合20mmピッチで測定可能

3. 摩耗計測装置 ～構成～

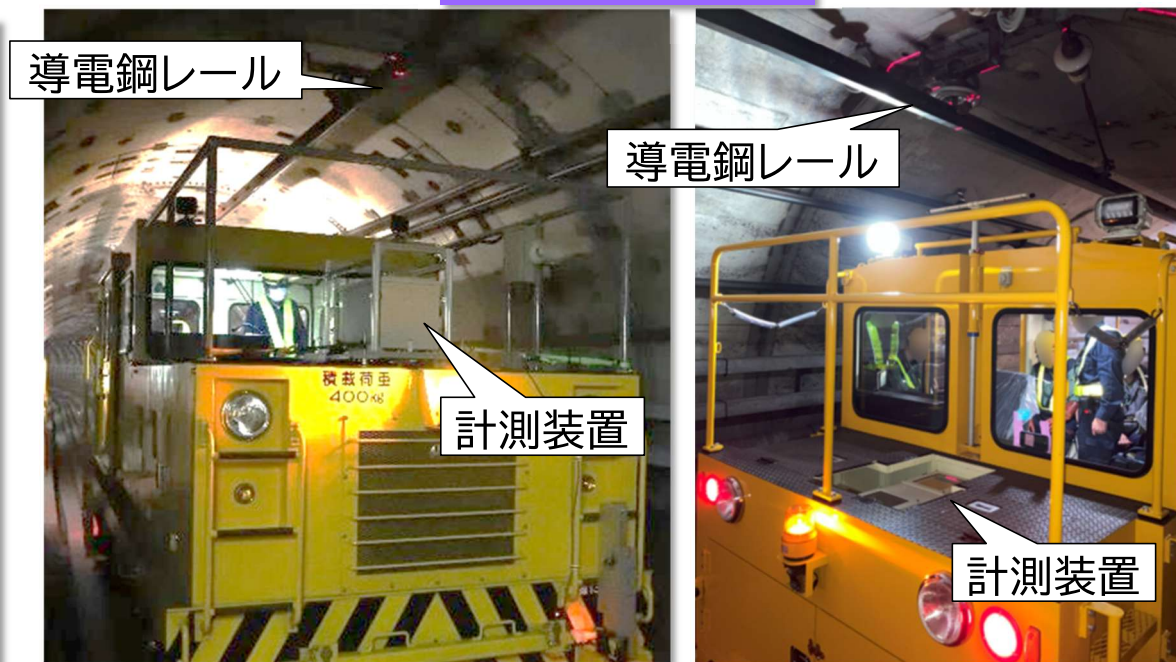
摩耗計測装置



幅:600mm、奥行き:800mm、高さ:500mm
本体重量:約25kg

※本装置は日本電設工業(株)との共同研究成果です

装置の設置例

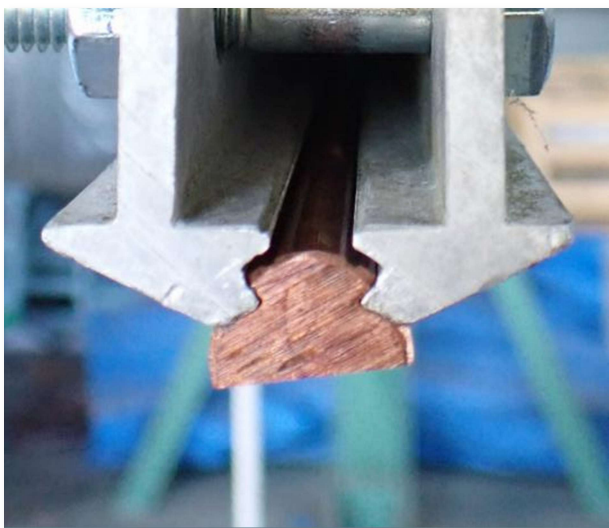


保守用車やトロ台車に搭載可能
設置環境にあわせてカメラやレーザーの
配置をチューニング可能

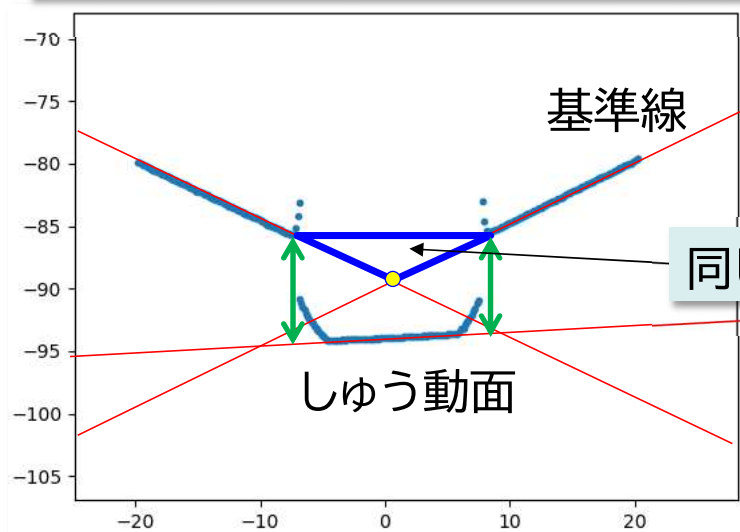


3. 摩耗計測装置 ～残存高さ算出方法～

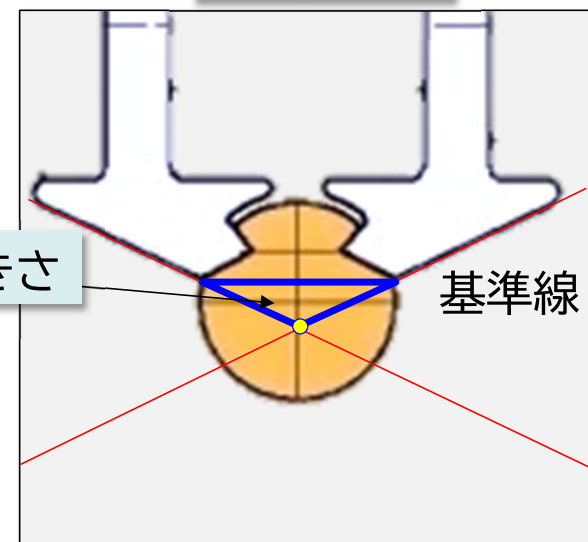
例：トロリ線把持式



光切断法で取得した断面形状



新線図面



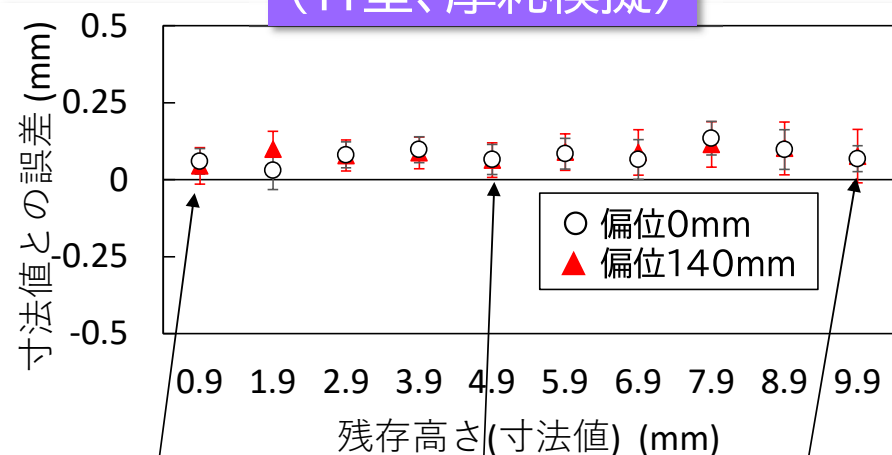
基準線を抽出 ⇒ 把持部下面位置の基準点

把持部最下点の抽出 ⇒ 残存高さの基準点

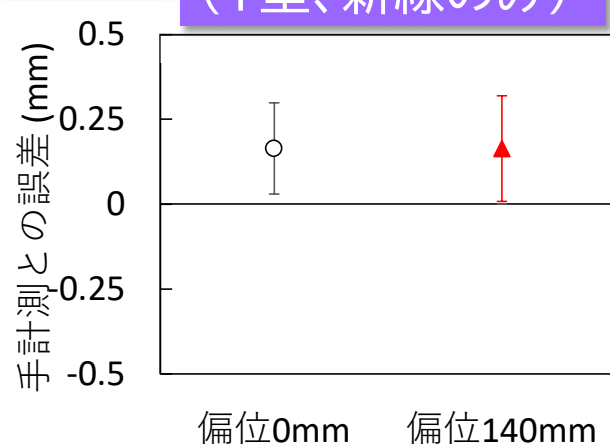
最小残存高さ算出 ⇒ 摩耗評価

3. 摩耗計測装置 ～計測精度(定置試験)～

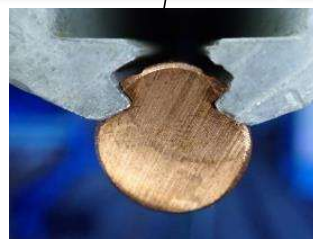
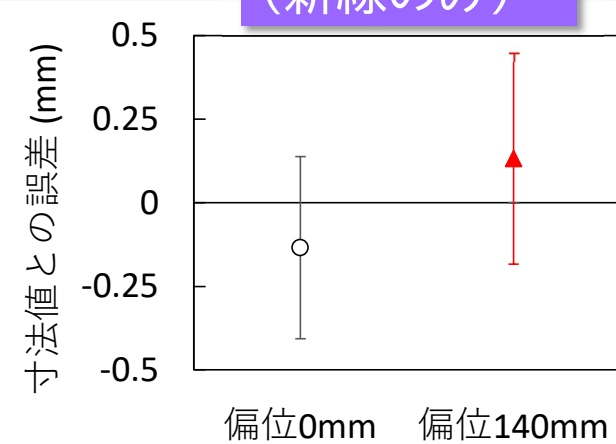
トロリ線把持型①
(Π 型、摩耗模擬)



トロリ線把持型②
(T型、新線のみ)

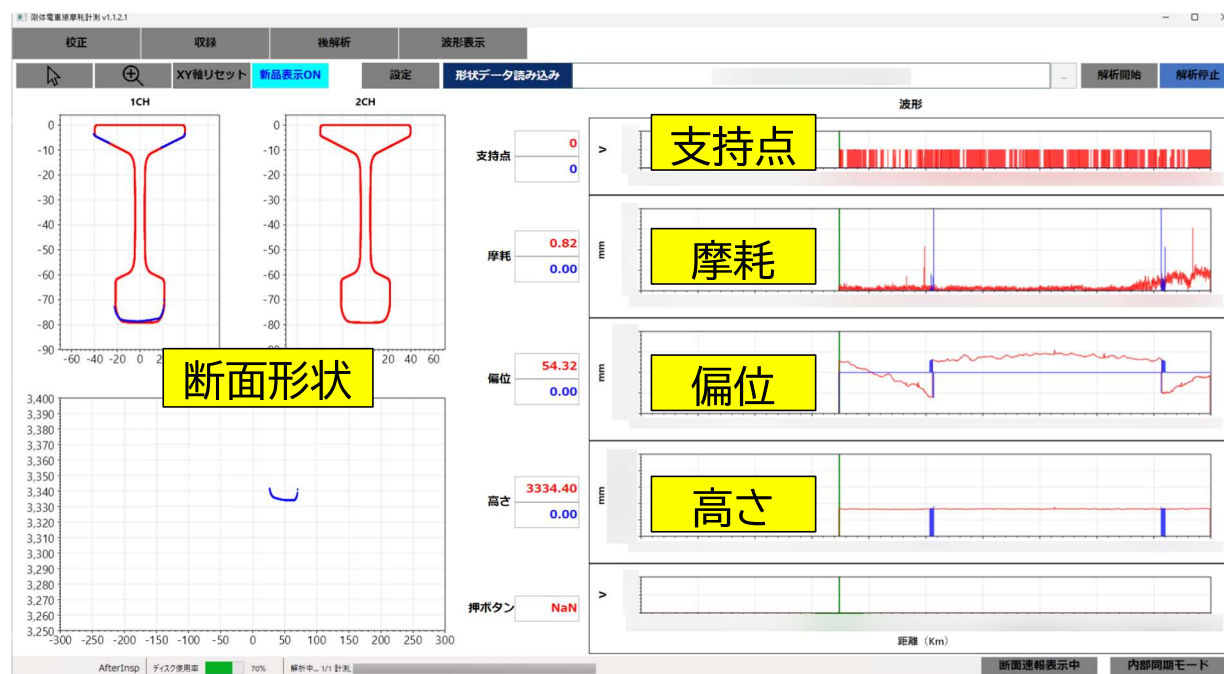


導電鋼レール
(新線のみ)



種類によらず計測精度は $\pm 0.5\text{mm}$ 以内

4. 適用事例 ～東京都交通局大江戸線～



4回の夜間作業で全線
(営業キロ40.7km、計測総路線長約80km)
を計測

専用のアプリケーションにより
リアルタイム計測も可能

手測定に対する摩耗計測精度は $\pm 0.5\text{mm}$ 以内



5. まとめ

- 光切断法により、剛体電車線(トロリ線把持式および導電鋼レール)の摩耗を、高精度($\pm 0.5\text{mm}$ 以内)かつ非接触で連続的に計測できます
- 摩耗だけでなく、高さ、偏位、支持点位置等も同時に計測可能です
- 保守用車等に装置を搭載することにより速度30km/hで20mm間隔の連続計測が可能となり、より信頼性の高い摩耗管理を効率的に実現できます