

曲線引金具のひずみ計測による すり板段付摩耗の検知手法

鉄道力学研究部 集電力学研究室

副主任研究員 小山 達弥



Railway Technical Research Institute

1

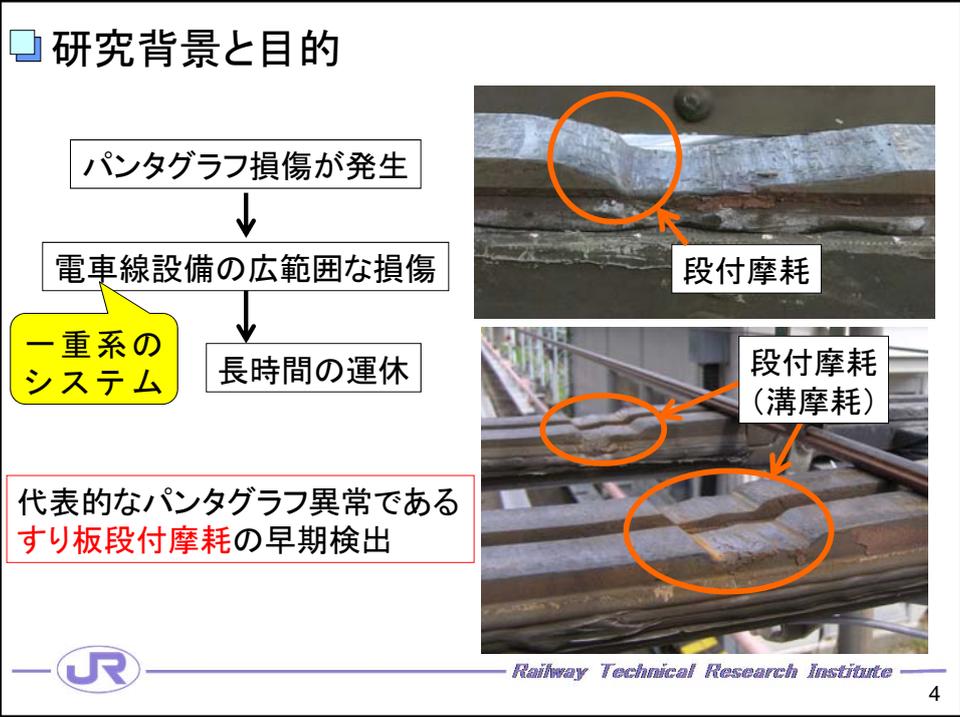
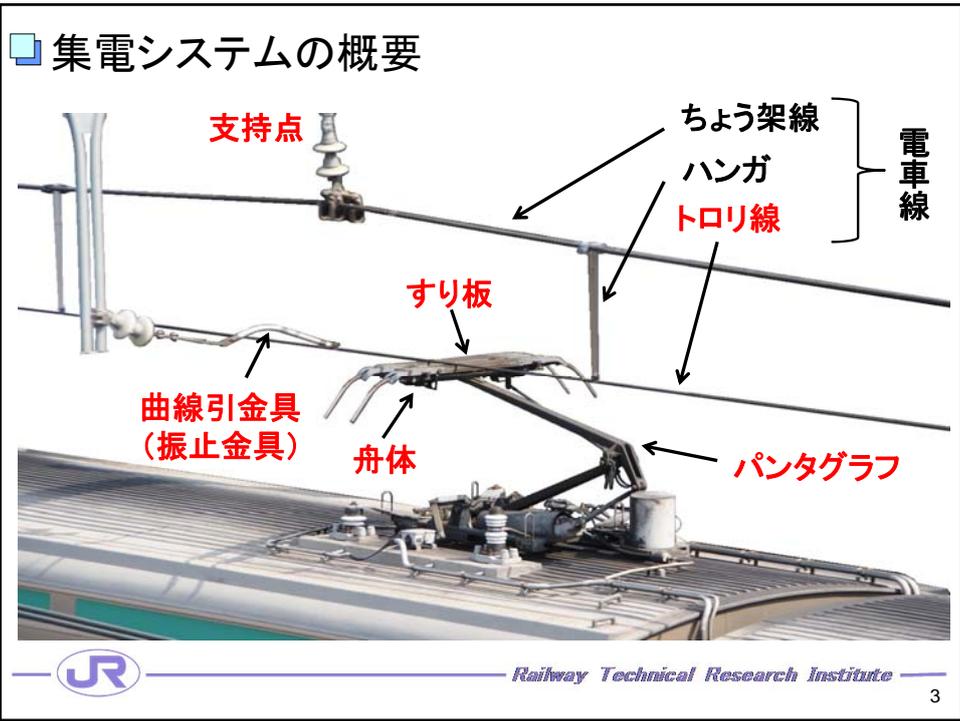
本日の発表

- ◆集電システムの概要
- ◆研究背景と目的
- ◆すり板段付摩耗の特徴と検知手法への要求
- ◆検知手法とその検証
- ◆計測システム
- ◆実用化のイメージ
- ◆まとめ



Railway Technical Research Institute

2



■ 段付摩耗の特徴

- 検査周期よりも短い期間で発生、成長することがある
 - ⇒ 検査の高頻度化
- 直流区間における発生が多いが、交流区間でも発生することがある
 - ⇒ 線区に依存しない検知手法
- 段付摩耗の判定は作業者の主観に委ねられている
 - ⇒ 客観的な検知手法



■ 従来の検知手法

【従来の検査装置】

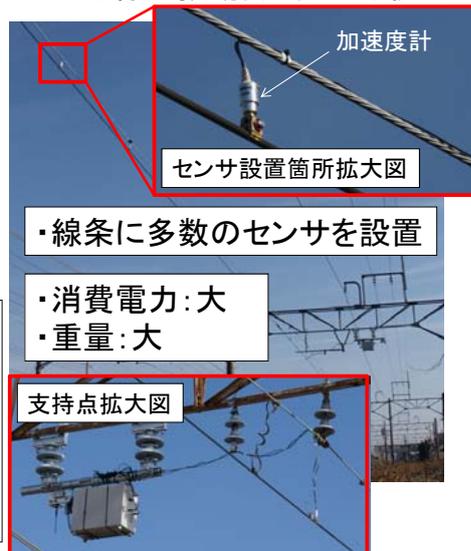


超音波式パンタグラフすり板測定装置

- 大規模な設備
 - ⇒ 限られた場所にものみ設置可
- 形状データの取得
 - ⇒ 電車線故障を引き起す可能性のある摩耗形状であるかは判別できない

【先行テーマで開発した手法】

トロリ線の振動計測により検知



開発のコンセプト

・適用箇所を選ばない(簡素なシステム)

- ⇒ 線条へのセンサを設置しない
- ⇒ センサ数削減
- ⇒ 軽量の計測システム

多数箇所への設置による
高頻度化が可能

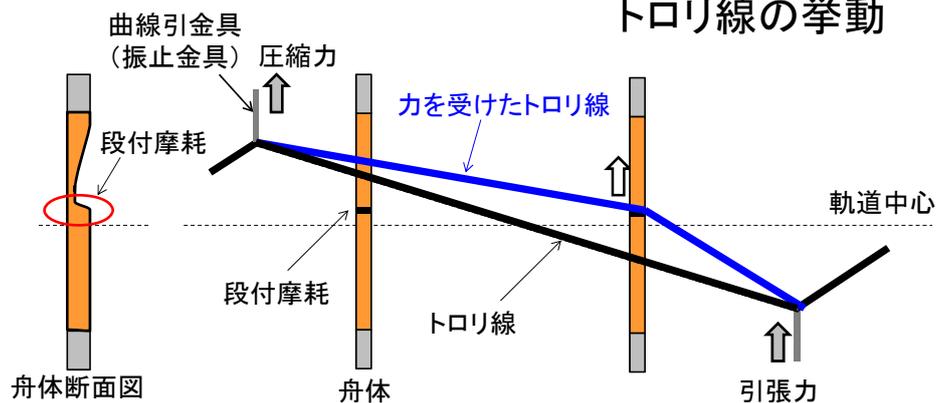
・高精度

- ⇒ 電車線故障を引き起す可能性のある摩耗形状を有するすり板(パンタグラフ)を確実に検知



段付摩耗があるすり板が通過したときの

トロリ線の挙動

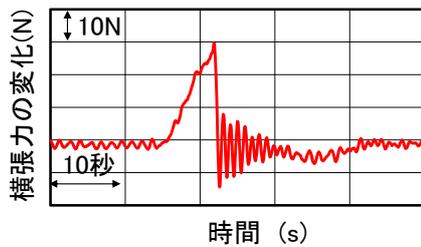


段付摩耗すり板通過に伴い曲線引金具に横張力変化が生じる
⇒曲線引金具に作用する横張力変化を観測することにより
段付摩耗を検知



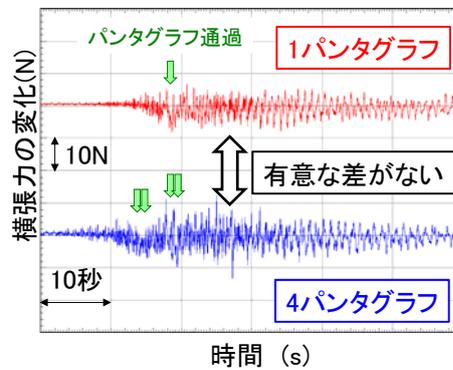
■ 営業線における測定結果

保守用車の接地用パンタグラフに
段付摩耗があるすり板を設置、約5km/h



段付摩耗すり板の通過による
横張力変化を確認

営業列車、段付摩耗なし、約60km/h



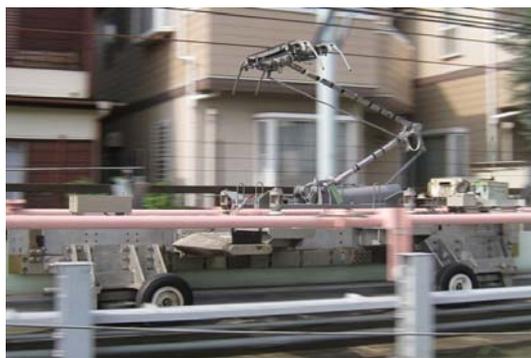
パンタグラフ種別・搭載基数による
有意な差はない
→集電試験装置での検証可能



Railway Technical Research Institute

9

■ 集電試験装置



集電試験装置

●実架線、実パンタグラフ
による試験が可能

●全長約500m

(惰行区間:約70m)

●最高速度200km/h



●在来線用シンプル架線

●在来線用パンタグラフ



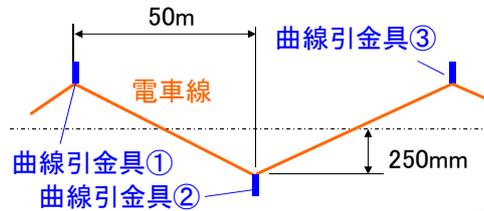
Railway Technical Research Institute

10

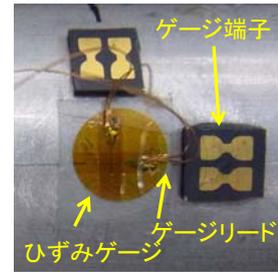
すり板段付摩耗の検知手法

【センサ設置】

3支持点にセンサ付き曲線引金具を設置



ひずみゲージ貼付け部



- ・線条へのセンサ設置不要
- ・少ないセンサ数



営業線へ容易に適用可能



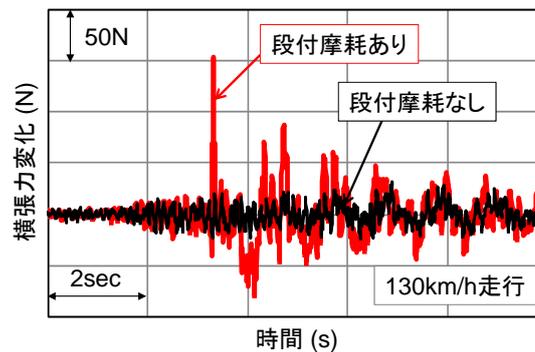
Railway Technical Research Institute

11

すり板段付摩耗の検知手法

隣接する3箇所の曲線引金具
に作用する横張力変化の測定

著大値による判定
(判定①)



集電試験装置における試験結果



Railway Technical Research Institute

12

すり板段付摩耗の検知手法

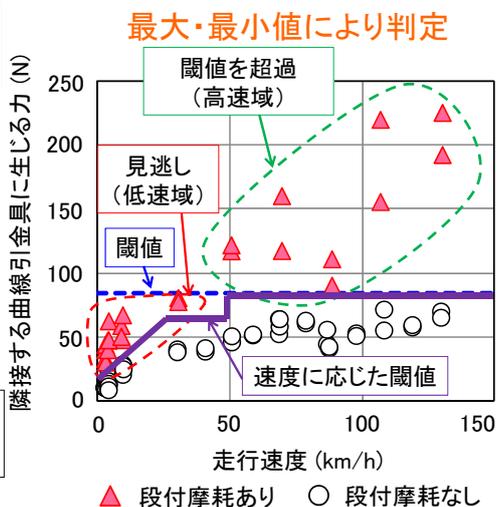
隣接する3箇所の曲線引金具に作用する横張力変化の測定

著大値による判定
(判定①)

速度ごとに閾値を設定
→速度検出の追加

速度検出が不要な
判定アルゴリズム

段付摩耗
あり



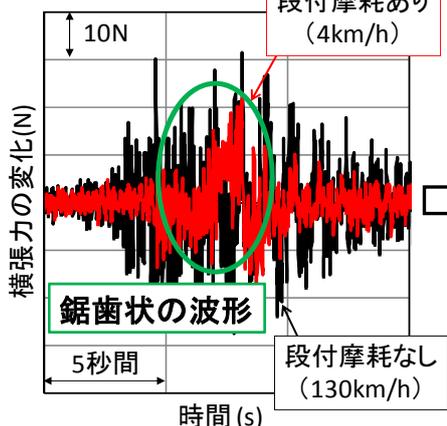
集電試験装置における試験結果



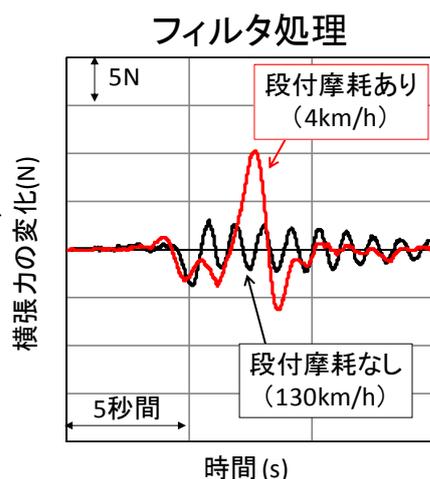
Railway Technical Research Institute

13

すり板段付摩耗の検知手法



集電試験装置における試験結果



段付摩耗がなくとも高速走行時に著大な横張力変化が生じる
⇒フィルタ処理により鋸波状の波形を抽出



Railway Technical Research Institute

14

すり板段付摩耗の検知手法

隣接する3箇所の曲線引金具に作用する横張力変化の測定

著大値による判定
(判定①)

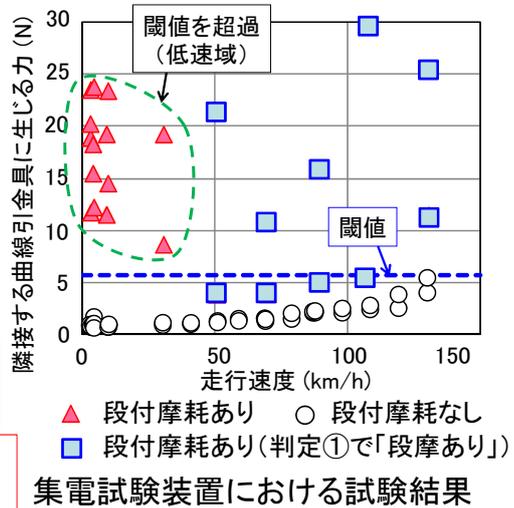
鋸歯状の波形抽出
(判定②)

段付摩耗
なし

段付摩耗
あり

速度検出が不要な
判定アルゴリズム

フィルタ処理後の波形により判定



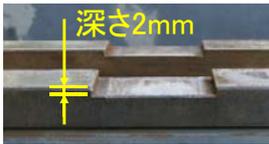
Railway Technical Research Institute

15

検証試験結果



営業線で発生した
段付摩耗すり板



人工段付摩耗すり板

- ・集電試験装置で実施
- ・速度: 4~130km/h
(最大14通り)
- ・偏位: 0~247mm
(最大7通り)

【閾値の決定】

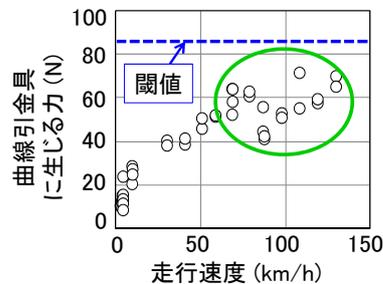
営業線では段付摩耗すり板通過時のデータを取得不可
→正常すり板のデータ

$$\text{閾値} = F_{mean} + 3\sigma$$

F_{mean} : 平均値、 σ : 標準偏差

全86試番

→100%の正答率



Railway Technical Research Institute

16

■ 小型・軽量・省電力の計測システム

【開発した計測システム】



【仕様】

質量: 約17g
 消費電力: 230mW(測定時)
 8.5mW(待機時)
 最大伝送距離: 200m
 測定有効周波数: 1kHz
 免許: 不要

列車からの電波雑音
 → 影響なし



開発した計測システム
 (含、電源)

従来の計測装置

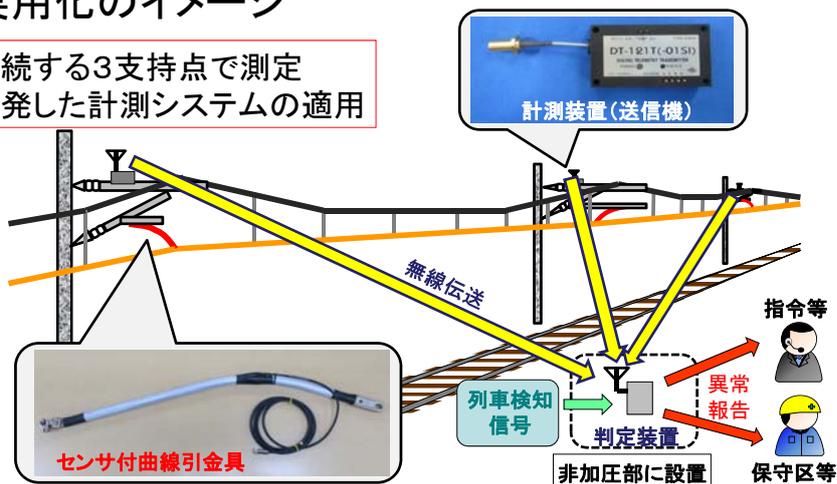


Railway Technical Research Institute

17

■ 実用化のイメージ

- ・連続する3支持点で測定
- ・開発した計測システムの適用



⇒ 営業線への適用が容易な
 高精度・高頻度の手法



Railway Technical Research Institute

18

■まとめ

- ・電車線の広範囲な損傷を引き起すパンタグラフ損傷の1つである**すり板の段付摩耗**を早期・高精度に検出可能な手法を開発した。
- ⇒ 隣接する**3箇所**の曲線引金具にセンサを設置し、**線条へのセンサ架設が不要**
- ⇒ **営業線に容易に適用可能**
- ⇒ 所内試験では**検知精度が100%**(86試番)
- ・本手法に適した、**小型・軽量、省電力**の計測システムを開発した。
- ・開発した手法と計測装置を組み合わせることで、**多数箇所への設置が可能となり、高頻度の検査が可能**

