T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	電気鉄道における離線アークの影響とその計測ならびに評価指標に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	早坂高雅
Author(English)	Takamasa Hayasaka
出典(和文)	学位:博士（工学）, 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9974号, 授与年月日:2015年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:赤木　泰文,安岡　康一,七原　俊也,千葉　明,藤田　英明
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9974号, Conferred date:2015/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	電気電子工学　　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士　（　工学　） Doctor of
学生氏名： Student's Name	早坂 高雅	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	教授　赤木泰文
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	

要旨（和文 2000 字程度）
Thesis Summary（approx.2000 Japanese Characters ）

電気鉄道の誕生以降，トロリ線とすり板間の機械的な離れにより生じる離線ならびに離線アーク現象は，材料の摩耗抑制，戦時中の灯火管制，騒音ならびに電波雑音抑制などのために研究が進められてきた。特に離線対策として進められたパンタグラフ数の削減やパンタグラフ間の母線接続は大きな効果を収めてきた。そのため，現在の新幹線では，1 つの編成で 2 つのパンタグラフを使用し，それらを母線で接続する方法が一般的に用いられている。ただし，東北新幹線では，320m/h 走行にともなう集電系騒音低減のために，1 パンタグラフ走行が行われている。一方で，走行に必要となる電流（パンタグラフを介して得る電流を集電電流と呼ぶ）は，それほど劇的に減っていないため，パンタグラフ当たりの集電電流が増加する傾向にある。これは離線アーク発生時のトロリ線やすり板の摩耗を増加させることがわかっている。

電気鉄道では，トロリ線やすり板の摩耗をある想定以内に収めるために評価指標ならびに目安値を設定して離線測定が行われている。離線の評価指標である離線率は，ある区間の離線時間の総和とその区間を走行した時間の比で表わされる。また，その目安値は，1964 年の東海道新幹線開業前後から策定が始まった。現在使用されている交流区間での目安値は 1986 年頃から 1993 年頃で確立しており，8 個パンタグラフを使用した 0 系新幹線の集電電流をベースにして策定されている。したがって，現在の集電電流が増加する傾向においても同じ値が適用できるかはわかっていない。他方，パンタグラフの母線接続を行わない欧州においても離線率が使用されているものの，アーク継続時間が 5ms 以上のものについてのみ計算対象としている。

これら離線の計測手法に光学式離線測定が用いられている。離線時に発生する離線アーク光は広い波長域を有する電磁波であり，特に紫外線領域では太陽光よりも強いスペクトルを有する特徴を持つ。日本の光学式離線測定装置では，離線アーク光の伝送路に，安価で取り扱い易いプラスチック光ファイバが用いられている。しかし，プラスチックが紫外線の透過を遮断する特性を有することから，この測定装置は可視光線領域の光を検出し，外乱光の影響を受けやすい特徴がある。一方，欧州においては伝送路に，高価で取扱い難い石英光ファイバが用いられている。これは石英光ファイバの持つ広い波長域の透過特性を利用して，離線アーク光の紫外線領域を検出するために用いられている。

アーク放電による材料の損耗は，通過電気量に応じて変化することがわかっており，近年の集電電流の増加傾向を反映するために，離線率に代わって通過電気量で評価する考え方が以前からあった。一方，これまでの研究や開発では，主としてトロリ線とすり板のしゅう動試験が行われていたため，離線アーク自体がすり板やトロリ線に及ぼす影響を明らかにしてきたとは言えず，通過電気量をベースとした目安値を設定するためには，十分な実験結果が得られていなかった。また，通過電気量を評価指標として電気鉄道に応用することを考えると，その測定にはアーク継続時間の測定と集電電流の測定が必要となる。したがって，光学式離線測定のみの場合より測定がやや煩雑となるため，通過電気量の簡便な測定もしくは推定が必要となる。加えて，光学式離線測定には，光ファイバの価格面および取扱い面での課題があり，これらの解決も必要である。

これらを背景に，本論文では，離線の評価指標として集電電流を加味することができる通過電気量に着目し，その目安値ならびに計測手法について研究を進めた。論文内容をまとめると以下のとおりである。

第 1 章では，本研究の背景と課題ならびに方針を述べる。

第 2 章では，鉄道誕生から電気鉄道へ至る経緯と，電気鉄道誕生後の集電システムの変遷，トロリ線とすり板ならびに離線測定の変遷や従来の研究を述べ，本研究の位置付けを示す。

第 3 章では，本研究で主として使用する実験装置ならびに供試材料を示す。

第 4 章では，通過電気量とすり板損耗量の関係や離線アークがすり板に及ぼす影響を実験で明らかにする。

第 5 章では，アーク継続時間を任意に変えることにより，離線アークがトロリ線に及ぼす影響を実験で明らかにする。

第 6 章では，石英光ファイバを用いることなく，離線アークに含まれる紫外線を検出することのできる手法ならびにその手法を用いた測定装置の基礎特性について述べる。

第 7 章では，第 4 章の結果をベースとして離線評価指標の目安値を策定するとともに，第 6 章で開発した測定装置を用いた評価指標の計測手法を提案する。

第 8 章では本研究の成果と今後の課題をまとめる。

以上

（博士課程）
Doctoral Program

論 文 要 旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	電気電子工学　　専攻	申請学位（専攻分野）： Academic Degree Requested	博士　（　工学　） Doctor of
学生氏名： Student's Name	早坂 高雅	指導教員（主）： Academic Advisor(main)	教授　赤木泰文
		指導教員（副）： Academic Advisor(sub)	

要旨（英文 300 語程度）
Thesis Summary（approx.300 English Words ）

Since electrified railway systems were originated, comprehensive research on the so-called "contact loss" between contact wires and contact strips has been done to reduce their wear and tear, as well as the generation of acoustic and electrical noises. Especially, reducing the number of pantographs and connecting a pantograph to another by bus lines have been considered as an effective way in Japan. The way, however, is accompanied by increasing the current flowing through a pantograph and a contact wire, thus resulting in bringing more wear and tear to current-collecting materials.

Estimation items and their standard values have been set to keep a degree of wear and tear within inferring values. A contact-loss ratio among the estimation items is expressed by the ratio of the whole contact-loss duration to the running duration in a section. The standard values of contact loss in Japanese AC section were based on the data of the oldest Japanese bullet (Shinkansen) train equipped with eight pantographs per 16 cars, which started commercial operation at 1964. Therefore, it has been unclear f or electric-railway engineers whether the standard values are applicable to a condition of a few pantographs per 16 cars with a larger amount of current.

Contact-loss measurement has relied on a photo-detection-based system. The light emitted during the contact loss has a stronger intensity than the sunlight in a range of ultraviolet rays. The Japanese measurement system has been using a plastic optical fiber characterized by low cost and easy handling. However, the system can detect only visible rays because the plastic optical fiber cannot transmit ultraviolet rays. On the other hand, the European measurement system uses a quartz optical fiber which can transmit ultraviolet rays, but with high cost and difficult handling.

A degree of wear and tear, caused by an arc discharge, depends on an amount of electric charge. Therefore, it is better to use the electric charge as an estimation item at low cost but no standard value based on the electric charge has existed. This thesis discusses the followings, intended for solving the above-mentioned issues.

Chapter 1 describes the background and themes of this study.

Chapter 2 provides a historical review of electric railway systems with focus on contact wires, contact strips and contact-loss measurements.

Chapter 3 presents an experimental setup for evaluating contact materials.

Chapter 4 discusses a relation between an electric charge and a degree of wear and tear of contact strips, and an effect of an arc charge on the contact strips.

Chapter 5 describes an effect of an arc charge on the contact wires.

Chapter 6 presents a measurement system capable of detecting ultraviolet rays, using a plastic optical fiber, and its basic performance.

Chapter 7 proposes standard values recommended from the results above.

Chapter 8 summarizes conclusions obtained through this study.

備考 ： 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。
Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。
Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).