

剛体電車線の波状摩耗を抑制するパンタグラフ構造

No. 196

発明の名称：パンタグラフ、その設計方法及び製造方法
 特許番号：特許第5814815号
 出願日：2012年2月6日
 総研発明者：小山達弥、網干光雄
 (共有者：東洋電機製造株式会社)

目的と効果

剛体ちょう架式電車線（以下、剛体電車線という）は一般的に保守が容易とされていますが、しゅう動面に波状摩耗が発生することが少なくありません（図1）。波状摩耗は電車線のしゅう動面が一様に摩耗せず、一定の間隔で波状に摩耗することをいいます。その発生箇所ではパンタグラフが剛体電車線のしゅう動面凹凸に追従できず電車線から離れて（これを離線といいます）アーク放電が連続して発生し、剛体電車線やパンタグラフすり板の急速摩耗が生じることがあります。そのため、波状摩耗の発生を抑制する手法が求められています。本発明は、剛体電車線の波状摩耗の発生を抑制するパンタグラフ側の対策として考案したものです。

技術の概要

剛体電車線の波状摩耗の発生機構の概略は次のとおりです。

剛体電車線はパンタグラフからのしゅう動により摩耗しますが、完全に一様な摩耗というものは存在せず、微小凹凸がしゅう動面に形成されます。

この凹凸の波長は、パンタグラフの反共振現象と列車速度に依存して定まりますが、パンタグラフの反共振現象は複数の周波数で発生するため、それに応じてさまざまな波長の微小凹凸が形成されます。この微小凹凸の振幅が、パンタグラフが離線する程度まで成長し、なおかつその場所が加速区間のような多くの電気を取りこむ区間であるとき、微小凹凸の中からすり板の設置間隔の整数分の1などに一致する波長の微小凹凸が選択的に成長し、波状摩耗として顕在化します。

図2は、波状摩耗が発生する条件を模式的に示したものです。縦軸はすり板間隔を凹凸波長で除した無次元化波数 β を、横軸は列車速度を、それぞれ示しています。また、破線はパンタグラフの反共振周波数を示しています。波状摩耗は $\beta = 0.3, 1, 2, \dots$ の直線と反共振周波数を表す曲線との交点（図中の赤丸）において発生します。なお、 $\beta = 0.3$ の波長はすり板の設置間隔の整数分の1ではありませんが、離線が発生しやすい波長であることがわかっています。

本発明は、この発生機構に着目し、パンタグラフ設計時にすり板間隔とパンタグラフの反共振周波数を調整することによって波状摩耗の発生を抑制する方法に関するものです。

発明余話

本発明は、剛体電車線における波状摩耗の発生機構を理論的に解明する過程で考案されたものです。ここに至るまでには、鉄道事業者のご協力の下で長期間に及ぶ現地調査を多数実施させていただきました。この場を借りて深く感謝申し上げます。

なお、本発明はパンタグラフ側の対策に関するものですが、電車線側の対策や波状摩耗の発生機構の詳細なども含め、より詳しくお知りになりたい方は以下の文献をご参照ください。

(小山達弥/鉄道力学研究部
集電力学研究室)

文献

- 1) 網干光雄, 他3名: 剛体電車線における波状摩耗とその抑制手法, 鉄道総研報告, Vol.26, No.6, pp.17-22, 2012

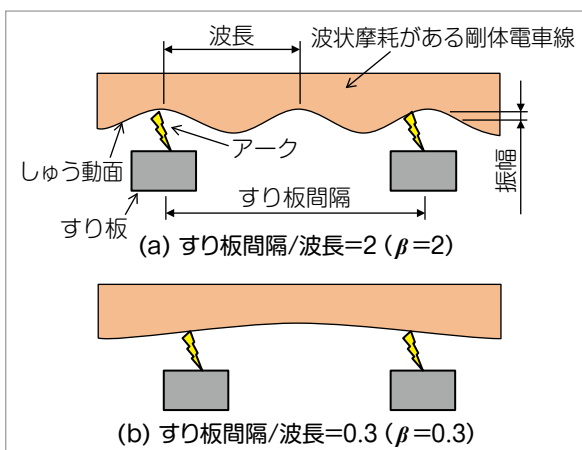


図1 波状摩耗の模式図

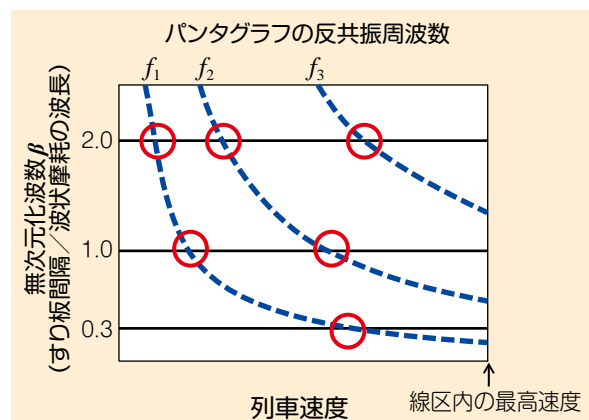


図2 波状摩耗が発生する条件の模式図 (赤丸箇所波状摩耗が発生)