

エアセクション箇所の溶断事故防止対策

○近藤 真吾¹・[電] 延原 隆良² (西日本旅客鉄道株式会社)
[電] 清水 正利³ (鉄道総合技術研究所)

BREAKING ACCIDENT PREVENTIVE MEASURES AT INSULATED OVERLAP

¹Shingo Kondo, ²Takayoshi Nobuhara (West Japan Railway Company)
³Masatoshi Shimizu (Railway Technical Research Institute)

Contact lines have insulated overlap air section in its each 10 km, to make dead-line area narrow at maintenance and accident. This equipment consists of two wires fed from different power supplies. When a pantograph passes the air section, current collection system transfers from one to the other. In accidental case that rolling stock stops in air section with contacting two wires and arc occur continuously at one point, trolley wire breaks because of arc heat.

In result of arc character test, arc lasting depends on potential difference at the section. So we make the system which lessen potential difference and start to report the result that let you really run a train

キーワード: トロリ線溶断、エアセクション、アーク熱、セクション電位差

Key Words: Trolley Wire Breaking, Insulated Overlap, Heat of Arc, Potential Difference at Section

1. はじめに

直流区間の電車線にはおよそ 10km ごとにエアセクションと呼ばれる電氣的区分装置を設けている。このエアセクション内に列車が停止すると、トロリ線が溶断する事故が発生し、非常に大きな輸送障害をもたらす。

エアセクションをパンタグラフが通過すると、列車が集電するき電系統が最初いき電系統から他のき電系統へ切り替わる。このとき、パンタグラフは最初の系統と強制的に引き離されることとなるため、アークが非常に発生しやすい。アークは数千°C とトロリ線の融点を大きく越える高温の性質を持つが、列車が高速で移動すれば、トロリ線のある 1 点に与えられるアークの熱量はトロリ線の熱容量に比べて小さいため、断線には至らない。しかし、アークが継続するような箇所で列車が停止し、トロリ線のある 1 点でアークが継続すると、アークの熱によりトロリ線が溶断してしまう。

本件では、設備的にアークによるトロリ線溶断を防ぐため、アークが発生しない条件について検証試験を実施した。そして、その条件を満たすための装置を試作し、その効果について検証した。

2. セクション電位差

セクション電位差とはエアセクションを構成する 2 本のトロリ線間の電位差を表すが、エアセクションを列車が通過する際に発生する電位差は、片方のトロリ線とパンタグラフが接触している状況であるため、今回の試験においては、トロリ線(A線)とすり板間の電圧がセクション電位差に相当する。セクション電位差とアーク継続時間の関係を図 1 に示す。セクション電位差が 20V 以上のときは、数 100ms 以上アークが継続することがあるのに対し、11V 以下ではアークが数 ms しか継続しないことが分かった。

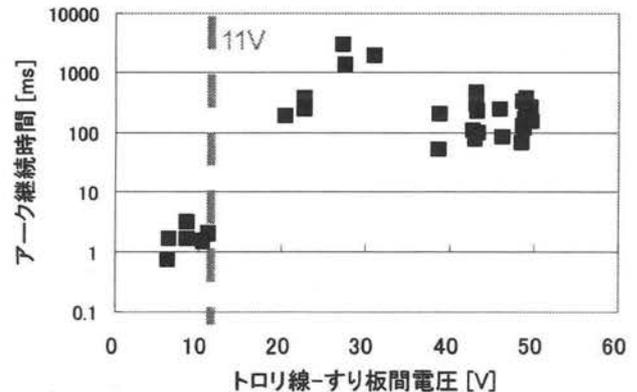


図 1.セクション電位差とアーク継続時間

Fig. 1. potential difference at section and arc duration

2.1. 検討・考察

アークにより断線する指標として、アーク電流と継続時間の積が 750A・s を越えたときに断線する¹⁾可能性がある。一方で、列車の 1 パンタグラフあたりの最大集電電流は 1000A 程度である。この 2 点を考慮すると、アークが 100ms 程度継続すると、750A/s の指標に達する可能性があり、逆に継続時間が 10ms 以下のアークでは、トロリ線溶断には至らないといえる。つまり、アークを抑制してトロリ線の溶断を防ぐための十分条件として、セクション電位差を 11V 以下にすることが挙げられる。

3. エアセクション溶断防止装置の試作

3.1. アークを抑制する対策

アークを抑制するには、セクション電位差を 11V 以下にする必要がある。そのためには、変電所またはエアセクションを移設して空間的に近づけることが最も単純な方法であるが、地理的制約や信号機とエアセクションの位置関係等の運用上の制約が多いため、実現が難しい。何らかの機構でエアセクション付

近で2つの電線を接続することができれば、電氣的にエアセクションと変電所を近づけることができる。そこで異常時のみ2線を短絡する手法が最も良い対策であると考え、装置を開発することとした。

3.2. エアセクション溶断防止装置

これまで、列車のエアセクション内停止という表現を用いてきたが、厳密に表現すると、パンタグラフがエアセクション内に停止したときのみ断線事故が発生する。パンタグラフがエアセクション内に停止したことを判別できるのは、エアセクション内向きの流入電流を検出する事で可能である。図2のようにエアセクションの両端の支持点箇所に電分岐装置を設置し、そのすぐ内側に分岐線とCTを設置すると、このCTが電流を検知するのは、パンタグラフがセクション内にあるときのみである。また、列車が通常でエアセクションを通過する場合と、低速で進入しエアセクション内で停車する場合にはCTが電流を検知する時間に差がある。つまり、CTの検知電流と時間を演算し、ある設定時間以上電流を検知すれば列車がエアセクション内に停止したと判断し、それ以下の時間で電流がなくなれば、列車がエアセクションを通過したと判断することができる。

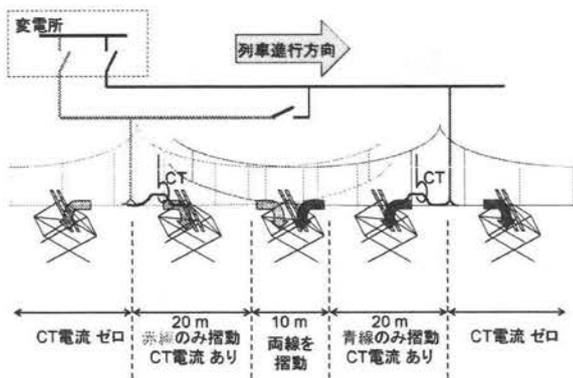


図2.パンタグラフとエアセクション流入電流

Fig. 2.pantographs and insulated overlap inflow electric current

4. エアセクション溶断防止装置の現地試験

4.1. エアセクション内列車停止の検知方法

前述の列車検知方法を組み入れて装置を試作した。システム構成の概要を図3に示す。トロリ線電流、セクション電位差を常時監視し、列車がエアセクション内に停止したと検知する閾値に達したときに、制御装置より負荷断路器を投入させる。

今回、CTの検知電流がA線・B線に各々10A以上を6秒間以上流れたことを検知すると、列車がエアセクション内に滞在していると判断し装置が動作、A線・B線に各々10A以下を10秒間以上流れたことを検知すると、列車がエアセクション内から脱出したと判断し装置が復帰する設定とした。

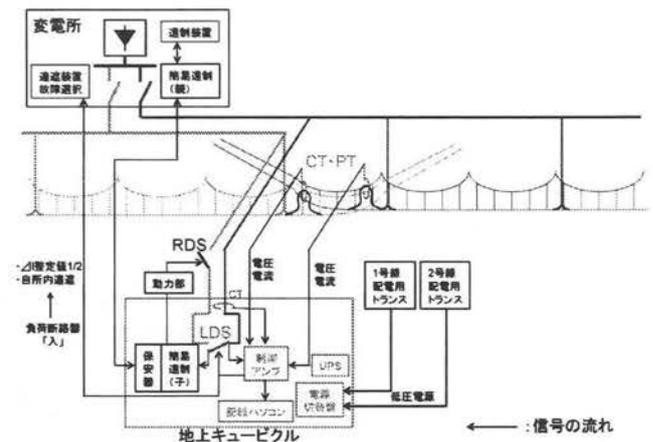


図3.トロリ線溶断防止装置のシステム概要図

Fig. 3.system summary of the trolley wire breaking arrester

4.2. エアセクション溶断防止装置の現地試験

試作したエアセクション溶断防止装置の動作確認試験を実施し、設計通りに列車が停止したことを検知できることが確認できたため、営業線に設置し実際にエアセクション内に列車を停止させる試験を行った。

試験では、エアセクション内に列車を停止させる方法と、注意信号による45 km/hでの通過、誘導信号機による15 km/hでの通過の場合の方法、この3点を実施した。

エアセクション内に停止中、及び15 km/hでは13.5秒で通過したので装置が動作・復帰し、45 km/hでは4.7秒で通過したので装置が動作せず、現地においても設計どおり動作・復帰することが確認できた。しかも動作中は電位差11V以下となり、トロリ線溶断の原因であるアークの発生が抑制できている事も確認できた。

実際の列車走行試験結果が良好であったのを受け、現在は電力指令による常時監視の下、装置を運用させ、装置の動作及び不具合について確認している。

5. 標準化モデルの検討

現在の試作モデルは、試験を実施するための測定器設置スペースなど、実用機とするにはオーバースペックな構造となっている。1機当たりの費用を下げるため、改良機の検討を進めている。

参考文献

1) (財)鉄道総合技術研究所：“電車線とパンタグラフの特性”，研友社, 6-22 (2002)