

事例2

強風による波しぶきを受けパンタグラフの絶縁抵抗が低下したため、アーク放電の熱により火災が発生

概要：3両編成下り普通列車の運転士は、平成24年4月4日9時55分ごろ、A駅～B駅間を強風による速度規制のため速度約20km/hで運転中、トンネルを出た後に異音及び架線停電を2回繰り返したのに気付いた。同乗していた運転士らが後方を確認したところ、2両目前寄りパンタグラフ付近から火炎を認めたため、運転士は非常ブレーキを使用して列車を停止させた。

2両目車両は、パンタグラフ付近の屋根及び天井が燃焼していたため、消火器を使用して消火活動を行ったが消えなかった。その後、消防が消火活動をして鎮火した。

列車には、乗客41名及び乗務員等6名が乗車していたが、死傷者はいなかった。

事故現場略図



事故発生に至る経過

事故当日は、始発列車から強風による運転規制による運転中止により、当該線区を走行する初列車であった

A駅を出発し、レールが錆びていたことから、海塩の影響によると思われる車輪の空転が生じていた

トンネル入口の手前で三相表示灯(※1)が点灯し、トンネルを出る頃に消灯した

トンネルを出た辺りで「ボン」という異音を感知し、三相表示灯が再度点灯して架線電圧が0Vとなり、後方を確認したが異常はなかった

架線電圧が1,000V程度に戻ったが、再度「ボン」という異音を感知して三相表示灯が点灯し、架線電圧が0Vとなった

9時55分ごろ

後方を確認したところ火花を認め、B駅に進入する直前で非常ブレーキを使用して、列車を停止させた

事故要因の解析

低気圧から延びる寒冷前線が3日夕方から夜にかけて西日本から北日本を通過したため、西日本から北日本の広い範囲で記録的な暴風となり、海上では大しけとなった

飛来塩分及び波しぶきがレール表面に付着していたことが考えられ、飛来塩分及び波しぶきの量は多かったものと考えられる

地絡(※2)発生時に何らかの原因で一時的に架線からの給電が中断された可能性があると考えられる

パンタグラフ側の取付台の四隅を絶縁するための碍子(パンタグラフ支持碍子)及びパンタグラフ受台の絶縁抵抗が低下し、徐々に漏電が進行した後にアーク(※3)放電に移行したことで地絡時に発生した過大な電流の急激な増大を和らげたことから、瞬間的に電流値が増大することなく地絡を生じさせた可能性があると考えられる。アーク放電が発生した際には、アークの熱が周囲の空気を瞬時に加熱膨張させることで「ボン」という異音が生じるものと考えられるが、トンネルを出た後の2回しか異音を感知していなかった。これについては、フラッシュオーバー(※4)のような火花放電から徐々に大きなアーク放電に成長していったことなどが可能性として考えられる

※1「三相表示灯」とは、室内灯や空調装置などの機器の電源となっている三相交流が、編成の各車両に給電されていないことを示す表示灯をいう。補助電源装置が停止状態の時に点灯する。

※2「地絡」とは、大地に対して電位を持っている電気回路の一部が、異常状態として大地に電氣的につながることをいう。電車は、車体が接地されていることから、電気回路と車体が短絡し、電氣的につながった場合にも地絡という。

※3「アーク」とは、気体中に設けた二つの電極間に電圧をかけた場合に発生する強い光のことをアークという。

※4「フラッシュオーバー」とは、気体または液体で絶縁されたギャップ中の、または、碍子などの固体絶縁物の表面に沿った絶縁破壊をいう。

火災が発生したことについて

天井付近にオレンジ色の火炎を認め、車両内には黒煙が充満していた。また、天井からポタポタと溶融物が落下し、床面に溶損した部品の破片が散乱していた

本件車両の屋根及び天井に使用されている主な材料は、いずれも鉄道に関する技術上の基準を定める省令に適合したものであったが、アークの熱が極めて高温であることから、これらの材料が燃焼及び溶融し、火災に至ったものと考えられる

地絡したことについて

4月3日の仕業検査後に屋外留置されていた間及び運行されていた間とも、西寄り（海から）の強風が断続的に吹いていた

4月4日3時以降は、1時間当たり0.5mm以上の降水量が観測されていない

波しぶきが上がっていたこと、霧状の波しぶきが風で吹き付けられていたこと

パンタグラフ支持碍子及びパンタグラフ受台の表面は、飛来塩分による海塩汚損が急速に進行し、降水量が少なかったことから、降雨により洗浄されることなく海塩汚損が保たれたままとなり、波しぶきが付着したことで湿潤状態になったことが考えられ、塩害による地絡事故が発生しやすい条件に至った可能性があると考えられる

塩害により地絡事故が発生する条件

塩水（海水）は溶け込んでいる塩が塩化ナトリウムなどの電解質であり、電気を流せる性質（導電性）を持つ。碍子表面に塩水があると、その塩水を伝わって電気が流ることがある



パンタグラフの損傷状況

塩害により地絡事故が発生しやすい条件は、強風により飛来塩分が多く付着した後に、少雨等により汚損が保たれた状態で湿潤した状態である

飛来塩分の付着後にまとまった量の降雨がある場合は、碍子表面が洗浄されるため絶縁抵抗が回復し、地絡事故は発生しにくい

原因：本事故は、本件車両のパンタグラフ支持碍子及びパンタグラフ受台において、地絡によりパンタグラフあるいはパンタグラフ取付台から屋根外板へアーク放電が発生した可能性が考えられ、これにより、火災が発生したものと考えられる。

地絡が発生した原因については、海からの断続的な強風により飛来塩分及び波しぶきがパンタグラフ支持碍子及びパンタグラフ受台等に付着し、海塩汚損が保たれたまま湿潤状態になったことから、絶縁抵抗が低下し、パンタグラフ取付台と屋根外板の間に電流経路が形成された可能性があると考えられる。

再発防止に向けて

○必要と考えられる再発防止策

沿岸部を走行する塩害対策が必要な線区で使用される車両については、定期的な保守のほか、強風等による気象状況を勘案して、必要に応じてパンタグラフ支持碍子等の清掃を実施することを含め、絶縁抵抗の低下を防止する対策を実施することが望ましい。

○事故後に同社が講じた措置

本事故に鑑み、同形式車両を対象として、以下のような対策を実施することとした。

- (1) 緊急的な措置として、パンタグラフ支持碍子の清掃を実施した。
- (2) パンタグラフ支持碍子の清掃の周期を180日から90日に短縮した。
- (3) (2)の後、パンタグラフ支持碍子表面にシリコングリスを塗布することとした。これにより、パンタグラフ支持碍子の清掃の周期を180日に変更した。

本事例の調査報告書は当委員会ホームページで公表しております。(2013年7月26日公表)

<http://www.mlit.go.jp/jtsb/railway/rep-acc/RA2013-6-2.pdf>