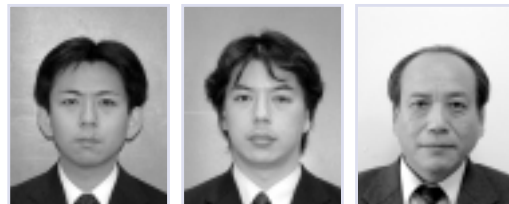


新しい交直架線電流検知装置の開発



杉本 純至* 真貝 忠明** 本橋 幸二*

東北本線は黒磯駅を境に東京方は直流、青森方は交流の電化方式であるため、駅構内に設置した切替器により電車線電源の切替を行っている。交直架線電流検知装置は、架線に流れている電流が交流であるか直流であるかを検知するもので、車両がパンタグラフを上げた状態で、駅社員が誤って架線を異電源に切替えてしまう事象を防止している。しかし、近年導入された交流軽車両（701系）は、消費電流が小さく、現在の交直架線電流検知装置では、電流を検知できないことがある。そこで、消費電流の小さい交流軽車両に対しても検知ができる新たな装置を開発した。現地試験では、現在の検知装置と性能比較試験を実施し、交流軽負荷車両に対しても確実に電流が検知できることを確認した。

●キーワード：交直架線電流検知装置、非接触クランプ、電流検知、回生ブレーキ

1 はじめに

交直架線電流検知装置は、東北線黒磯駅構内に設置された保安設備であり、架線電流が交流か直流かを検知する装置である。この装置により、車両を検知し電源切換条件に連動させることで、車両がパンタグラフを上げた状態で、架線が異電源加圧になることを防止している。しかし現在、装置の老朽化が顕著であり、さらに車両の消費電力が低減されている事により、正確に電流を検知できないという問題が発生している。そのため駅社員は目視にて現車を確認した後に、電源切替を行っているのが現状である。そこで本研究開発では、消費電流の小さい交流軽車両に対しても検知ができる装置を開発した。

2 電流検知装置の概要と問題点

黒磯駅構内における架線電源の切替は、交直架線電源切換器によって行われている。図1に交直架線電源切替器の写真を示す。

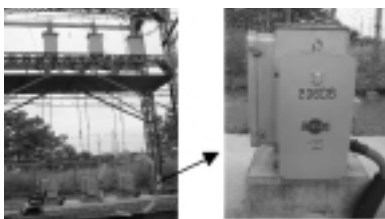


図1 交直架線電源切替器

また黒磯駅構内には、架線の異電源加圧防止の為、交直架線電流検知装置が設けられている。交直架線電流検知装置は、当該の電化セクションに車両が在線している際に流れる、交流または直流電流を検知する。現在の交直架線電流検知装置は、電源切換器傍らに設置された「検知部」と、信号器具箱内の「電源部」とに分かれており、検知部と電源部は3Pのケーブルにて結ばれている。図2、図3に交直架線電流検知装置の写真を示す。



図2 交直架線電流検知装置（検知部）



図3 交直架線電流検知装置（電源部）

2.1 直流の検知方法

図4に、現在の検知装置の直流検知方法に関する概略図を示す。DCiRは架線に直流電流が流れた際に落下するリレーである。架線に直流電流が流れていない時、電圧はAC電源から直流1次コイルに印加され、直流2次コイルに電圧が誘起し、DCiRは動作している。以下に架線に直流電流が流れた場合の動作概要について説明する。

- (a) 直流電流が、検知部の入力コイルに流れると、変圧器の鉄心が飽和し、直流2次コイルに電圧が誘起しなくなる。
- (b) DCiRに加圧する電圧が低くなり、リレーが落下し、直流検知となる。

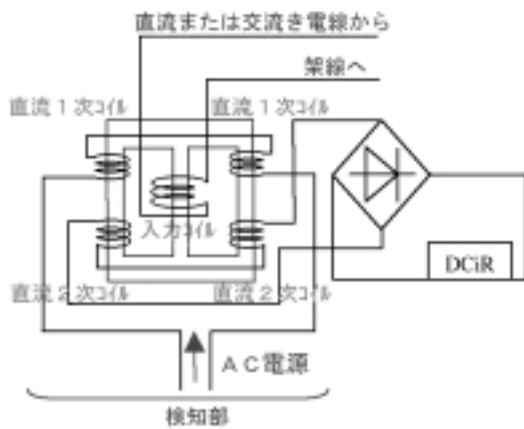


図4 直流検知方法の概略図

2.2 交流の検知方法

図5に、現在の検知装置の交流検知方法に関する概略図を示す。ACiRは架線に交流電流が流れている時に落下するリレーである。架線に交流電流が流れていない時、電圧はAC電源からNa1,2に印加され、Na3,4に電圧が誘起し、ACiRは動作している。以下に架線に交流電流が流れた場合の動作概要について説明する。

- (a) 交流電流が、検知部の入力コイルに流れると、交流コイルに電圧が発生する。
- (b) 発生した電圧は、3Pケーブルを通り電源部内に到達する。まずフィルタ (LPF) にて100Hz以上の高周波がカットされ、50Hz分だけがシリコン整流体 (Se1) で整流される。
- (c) 直流電流は変圧器のNc巻線に流れ、変圧器の鉄心が飽和する。これにより、Na1,2のインピーダンスが低

下し、電圧も下がる。ここでNa3, 4巻線に誘起する電圧も低下するため、ACiRに加圧される電圧が低くなり、ACiRが落下する。

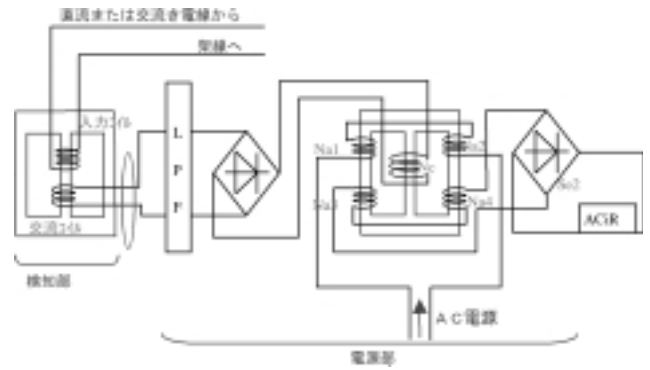


図5 交流検知方法の概略図

2.3 現在の電流検知装置の問題点

黒磯駅を発着する交流軽負荷車両 (701系: 図6) は、消費電流が少ないため、入力コイルに十分な交流電流が流れない。そのため検知装置内の変圧器の鉄心が十分に飽和しないので、ACiRのリレーが落下しない。このため、交流車両が在線しているにも関わらず、検知装置は不検知となることがある。実態を調査した結果、特に春・秋といったエアコンを使用しない季節に、電流負荷が極めて少なくなるため、このような不検知が多発している。また、検知が不安定になるのは、701系などの交流車両であり、直流車両に関しては問題無く検知していることがわかった。



図6 701系車両

3 不安定要因の調査

検知状態が不安定となる、701系車両の消費電流について測定を行った。701系車両において最も電流負荷の少ない状態というのは、エアコンが入っていない状態で、

VCB (Vacuum Circuit Breaker : 真空遮断機) のみがオンの時である。このときの701系車両の交流出力電流値は13.8mAであった。これに対し、現在の検知器が検知可能な電流値は、30mA以上である。よって701系車両がVCBのみオンとなる確率の高い季節 (主に春や秋) においては、現在の検知器では701系車両を検知できないという事がわかった。

以上により本研究開発では、交流電流値13.8mAでも検知可能な、新しい交流電流検知装置を開発する事とした。なお、直流検知に関してはこれまで問題が生じていないため、今回は既設のままとした。

4 新しい交直架線電流検知装置の開発

交流車両を検知するためのセンサーとして、非接触型のクランプセンサを使用することとした。クランプメータにより測定された電流は、コンパレータにより設定された電流値と比較される。電流が設定値を超えていた場合のみ、フォトモスリレー接点を出力し、検知リレー (検知R) を打上させる。なお、電流測定値との比較対照

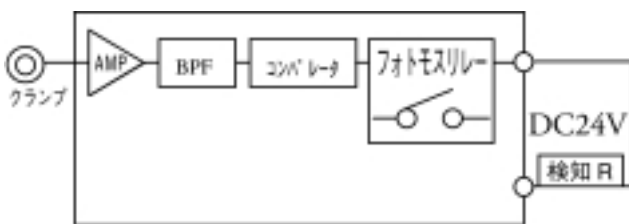


図7 非接触クランプセンサ内部ブロック図



図8 クランプメータ



図9 電流検知器

となる、設定値については5mA~50mAまで設定可能とした。図7に装置内部のブロック図を、新検知装置の外観を図8、図9に示す。

5 現地試験

5.1 試験装置

開発した交流電流検知装置を黒磯駅に試験的に設置して、現在の検知装置との動作状況の比較を行うことで、性能を評価することとした。信号器具箱内に検知装置を設置し、交流電流のレベル測定を行い、また、新検知装置の出力リレー検知Rを設けた。なお、検知Rは交流電流を検知した際に打上するリレーである。この検知Rと、現在の検知装置の交流検知リレーであるACiRの条件を踏切メモリー (VAM: Very Accurate Memory) に取り込み、新検知装置と現検知装置の検知状況を記録することとした。なお試験装置は、701系車両が発着する、黒磯駅の4番線ホームを含む203番のセクションに設置した。新しい交流電流検知装置の試験装置を使用する際の測定箇所を図10に示す。また、検知状況記録回路の概略を図11、試験データ収集装置の外観を図12に示す。

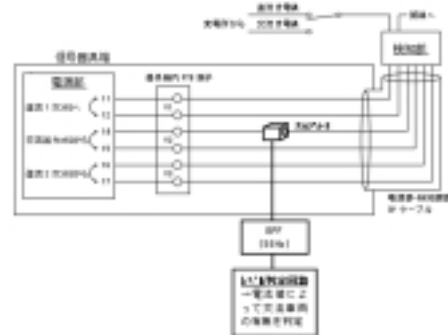


図10 測定箇所

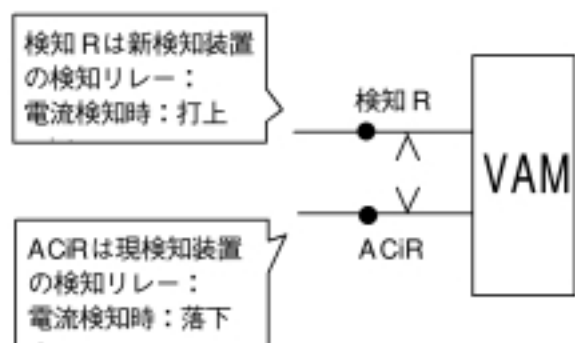


図11 検知状況記録回路



図12 試験データ収集装置

5.2 データ解析

VAMにより収集したデータの解析を行った。なお、VAMチャート図において、入力が「1」（上線）の時は、車両を検知していない場合であり、「0」（下線）の時は、車両を検知した時である。

5.2.1 701系車両停車時

図13は、701系車両が203セクションに、およそ13分間在線していた際のVAMチャート図である。現在の検知装置は、在線していた13分間のうち、11分間を検知できておらず、また列車の進入出時も検知リレーにあおりが発生しており、非常に不安定であることがわかる。これに対して、新しい検知装置の場合、701系車両が在線していた13分間を漏れなく検知できている。

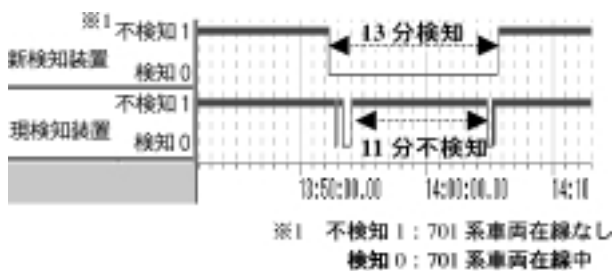


図13 701系車両停車時

5.2.2 701系車両ブレーキ時（ホーム進入時）

図14は、701系車両が黒磯駅4番線ホームに進入する際にブレーキをかけたときの、VAMチャート図である。新検知装置、現検知装置ともに、列車がブレーキをかけた際にあおりが発生し、検知状態が不安定になっているこ

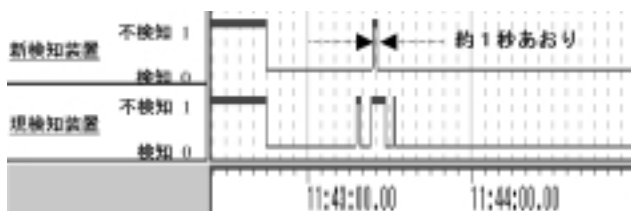


図14 701系車両ブレーキ時

とがわかる。これは列車の回生ブレーキにより、一時的に列車の消費電流が大幅に減少してしまい、この時の電流値が、新しい検知装置の検知可能な設定値をも下回ってしまったためと考えられる。

6 まとめと対策

6.1 回生ブレーキ対策

回生ブレーキによる検知Rのあおりの発生頻度は、現在までの取得データによれば、約1日に1回程度である。また、あおり幅についても全て1秒程度である。これらのあおりの対策として、新しい交流電流検知装置の検知動作に時素を設定することを検討している。回生ブレーキにより発生するあおりは、全て1秒程度であるので、これ以上の時素を検知Rに付加すれば良いことになるため、実用機の段階で配慮することとする。

6.2 まとめ

新しい検知装置は、現在の検知装置と比較して、より確実に交流車両を検知できる事が確認された。新しい検知装置は現在も黒磯駅に設置しており、継続してデータを収集している。今後はデータ収集により、特に車両の負荷が少ない時期に新しい検知装置による検知誤動作が発生しないことを確認して、その結果をもとに、本社設備部、及び大宮支社と打合せを行い、導入についての検討を進めていく。

参考文献

- 1) 小泉章三；黒磯駅の交直接続設備，JREA，第2巻，第8号,p.38～40,1959