

S2-4-7. 交流き電変電所の保護継電器機能確認手法

正 [電] 金子 利美 (鉄道建設・運輸施設整備支援機構)
 正 [電] ○兎束 哲夫 (鉄道総合技術研究所)
 正 [電] 箕輪 俊裕 (JR 総研電気システム)

Low voltage artificial fault test method for the feeding substation

Toshimi KANEKO, Member, (Japan Railway Construction, Transport and Technology Agency)

Tetsuo UZUKA, Member (Railway Technical Research Institute)

Toshihiro MINOWA, Member (JR Soken Electric Consulting Co. Ltd.)

For final examination of the protection relays at AC feeding substations, we use an artificial fault test method with very high voltage (feeding voltage, such as 20,000V). But in some case, the artificial fault current would rise so larger, that would cause bad influence for a power grid. We propose a low voltage artificial fault method for such a case. This paper reports an outline for the low voltage artificial fault test method and the test result at Tsukuba express line.

キーワード：人工故障試験、交流き電、つくばエクスプレス

Keywords: Artificial fault method, AC traction, Tsukuba express

1. はじめに

新幹線等交流き電回路では、変電所等の各変電ポストにおいてき電電圧およびき電電流を保護継電器で監視しており、電車線路の事故を検出して保護動作している。また複数ポスト間では、連動遮断や故障点標定等、複雑な連動が組み込まれている。単独の変電ポストでも距離継電器(44F)の方向性や AT き電回路の T 相・F 相の CT(計器用変流器)結線等、確認事項が多いうえ、複数ポスト間での連動も確認が必要である。

そのため、一連の保護関係の配線確認・動作の最終確認としては、き電回路に短絡点を設けて実加圧する人工故障試験が行われてきた。

しかし、2005 年秋に開業予定のつくばエクスプレスみどりの変電所では、き電距離が短く事故電流が大きくなりすぎる。そのため、低圧での保護継電器機能確認試験を考案し、実施した結果を報告する。

2. 人工故障試験

〈2.1〉試験方法

あらかじめ、き電回路の一部に短絡経路を設けておき、変電所からき電用遮断器を投入し、実き電電圧を加圧する。これによって、電力系統から変電所とき電回路を経由して短絡点に至る故障電流が発生する。この際、各変電ポストでは保護継電器が動作して保護遮断が行われ、連動遮断装置も動作して他ポストに保護信号を伝送する。同時に故障点標定装置が動作する。

この故障電流は電力系統の短絡容量、変電所のき電用変圧器容量およびインピーダンス、き電回路インピーダ

ンスからあらかじめ推定することが出来る。そこで、近年ではき電系統を引き回すことによって線路インピーダンスを稼ぎ、故障電流を最小化して電力系統への影響を限定している。

図 1 の例では、隣接変電所への延長き電によって、インピーダンスを倍増している。

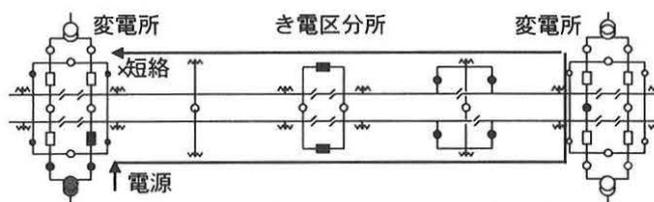


図 1 実加圧人工故障試験回路例

〈2.2〉確認項目

このような実加圧人工故障試験によって確認可能な項目を表 1 に示す。

新しい交流き電方式を開発した際には、人工故障試験を行って、地絡事故電流による大地電圧上昇の測定やギャップ放電の確認、周辺通信線での誘導電圧の測定等、

表 1 人工故障試験確認項目例

対象	確認項目
保護継電器	各変電ポスト保護継電器動作, 動作時間, CT・PT 極性確認
故障点標定装置	装置動作, 標定値
連動遮断装置	装置動作, 伝送時間
周辺	大地電位, 保護ギャップ動作, 通信線誘導電圧等

多岐にわたる測定と確認を行ってきた歴史がある。

しかし、このような測定には多大な人工と時間を要するだけでなく、電力系統への影響を避けるために試験を深夜帯に行う等の調整が必要である。そのため、1970年代までに AT き電方式が確立して故障時の各現象が一通り把握された以降は、人工故障試験の主目的を保護継電器の機能確認に絞っている⁽¹⁾。具体的には、各変電ポストの計器用変圧器(略称 PT)・計器用変流器(略称 CT)の極性確認、保護継電器動作時間、故障点標定装置動作、連動遮断装置の伝送時間等を確認している。

3. 低圧人工故障試験

〈3.1〉みどりの変電所

(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構が建設中のつくばエクスプレス線秋葉原駅～つくば駅間 58.2km は、2005 年秋の開業を目指している。本線起点方約 40km は直流き電であり、終点方の小貝川付近～つくば駅間 17.5km は AT 交流き電方式とされ、ほぼ中央にみどりの変電所が設置される(略称 SS, 図 2 参照)。この交流き電区間両端は、故障点標定装置有り、保護継電器無しの変圧ポスト(略称 ATP)となっている。

さらに交流き電区間のうち、秋葉原方の約 8km 区間が先行して建設され、2004 年春から交直切替機能の確認を開始した。しかし、この先行区間交流き電回路の保護機能を確認する場合、回路が短く延長も不可能であるため、実加圧人工故障試験では故障電流が大きくなりすぎてしまうことがわかった。

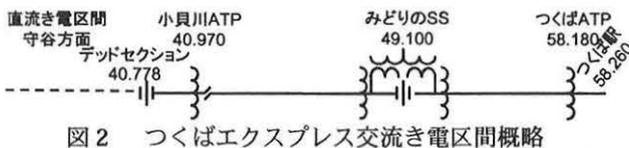


図2 つくばエクスプレス交流き電区間概略

〈3.2〉低圧人工故障試験

実電圧での人工故障試験が困難な場合において、保護継電器の機能確認だけを目的とするならば、電車線路側の電圧・電流に対して変電ポストの保護継電器が動作することを確認すればよい。そこで、き電定数を測定すると同様に⁽²⁾⁽³⁾、回路上の人工短絡点に対して変電所から低圧電源を送り出し、低圧での機能確認を行う方法を考案した。

変電所の CT の二次側端子を短絡し、PT 二次側端子を開放する。次に、CT・PT 二次側の配線に低圧人工故障試験装置を接続する。この低圧人工故障試験装置は入出力回路を絶縁し、リレー系回路(100V・5A 系)で故障を模擬するものである。T 相・F 相電流極性と電圧極性の関係および回路インピーダンスの自由な設定を目的に、今回自作した。

これによって、CT・PT 二次側での故障検出動作および逆位相等での不動作、連動遮断装置動作、故障点標定装置動作等を確認できる。

さらに、この方法を応用して、複数ポスト間の保護連動を確認することも可能である。すなわち、実加圧人工故障試験と同様に主回路上に人工的な短絡点を設け、主

回路と CT・PT 二次側回路を直接結ぶ。ここで低圧人工故障試験装置を電源として 200V・5A 系電流を主回路に加えることにより、複数ポスト間のリレー系が動作する。

〈3.3〉低圧人工故障試験適用例

以上の検討から、みどりの SS 起点方において低圧人工故障試験を実施した。試験回路を図 3 に示す。

CT・PT 二次側回路に低圧人工故障試験装置から位相角・電流値を設定した故障電流を通流し、保護継電器の整定値動作および電流逆位相での不動作、故障点標定装置動作を確認することができた。

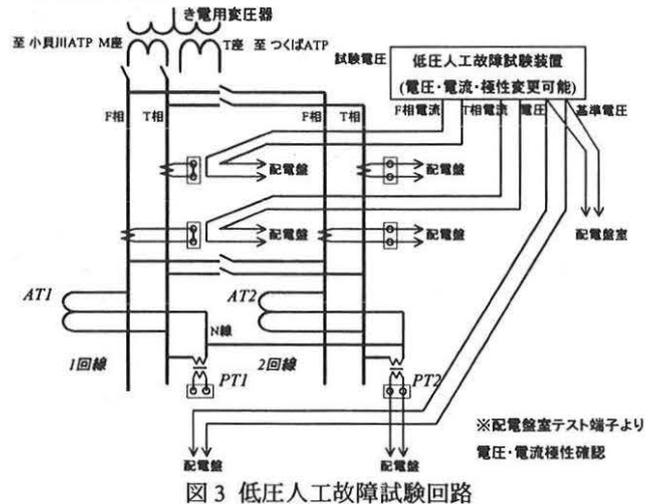


図3 低圧人工故障試験回路

4. まとめ

実加圧人工故障試験が困難な変電所において、保護継電器関係の諸機能を確認するための低圧人工故障試験を提案し、つくばエクスプレスの交流き電変電所において所定の結果を得た。

なお、現在建設が進んでいる台湾高速鉄道においても、このような低圧人工故障試験を行う予定となっている。

参考文献

- 1) 渡辺寛:「新幹線変電所竣工試験法 - 保護継電器系確認試験 -」, 鉄道技術研究所速報, No. 80-1018, 1980
- 2) 安田, 兎束, 箕輪:「九州新幹線のき電回路定数測定結果について」, 平成 16 年電気学会全国大会, 2004
- 3) 渡辺宗義, 岡井, 小森, 小林:「複数の上下タイを有する交流き電回路における地絡点標定の検討と試験」, 平成 16 年電気学会産業応用部門大会, 3-49, 2004