

S2-4-1 高圧配電線路における励磁突入電流による 過電流保護継電器の不要動作防止対策

Measurement against the Phenomenon of Stopping Power Interruption due to Unnecessary Operation of
Over Current Relay Caused with Inrush Current on Distribution Line

○岡 大輔 (西日本旅客鉄道) 早野 治 (西日本旅客鉄道) 松永 基樹 (西日本旅客鉄道)

吉原 俊治 (西日本旅客鉄道) [電] 川原 敬治 (西日本旅客鉄道) 工藤 幸一 (西日本旅客鉄道)

Daisuke OKA, Osamu HAYANO, Motoki MATSUNAGA, Shunji YOSHIHARA, Keiji KAWAHARA, Koichi KUDO
West Japan Railway Company, 1-5-2, Kita Tennoji-cho, Abeno-ku, Osaka City

1. はじめに

近年、線路の高架改良工事を推進・施工しているが、これに伴い、お客様のニーズに応えるためにサービス電源に関わる電気設備も新設・増設がされ、高圧配電系統においても負荷が増加傾向にある。当社のある区間の高架改良工事の際、高圧配電線路において、配電系統の変更に伴って、過電流継電器（以下、#50 とする）の不要動作が発生した。そこで、高圧配電線路において、電流波形を測定した結果、この現象は、#50 が多大な励磁突入電流を故障電流と錯誤して検出していることが分かった。今回、高圧配電系統における#50 の不要動作の対策として、第2高調波の含有率により、励磁突入電流と故障電流を判別する機能を有した継電器の採用について検討したので報告する。

2. 励磁突入電流の測定

図1に、不要動作が発生した配電系統を示す。図1から従来負荷（地上駅）に、新設負荷（高架駅）が増設され、回線の負荷（電気室内の高圧変圧器等）が増えていることが分かる。励磁突入電流は、送電開始時に発生し、配電線路の長さや線種、変圧器によって変化するとともに、変圧器鉄心の残留磁束によっても変化するので、計算によって算出することが困難である。そこで、実設備において電流測定を実施し、具体的な対策を検討することにした。励磁突入電

流は、一様ではなく、投入のタイミング等で変化するため、数多くの測定を実施したが、測定結果の一例を図2に示す。T変電所～K変電所間の#50の整定値は1次側電流で、600Aであったが、図2の測定結果によると、励磁突入電流が800A程度流れているため、#50が不要動作することになる。なお、図2の測定時には不必要な停電を回避するため、#50の動作時限を長く設定していたので、遮断器動作はない。

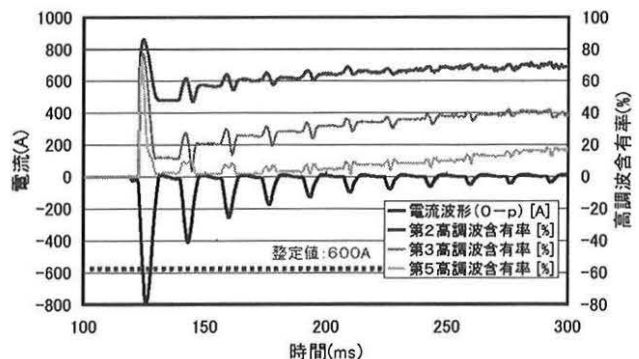


図2 励磁突入電流測定結果例

3. 第2高調波抑止機能付き保護継電器の適用

励磁突入電流による過電流継電器の不要動作の対策として、保護継電器の整定値を再度検討することにした。まず、最初に#50の整定値を、励磁突入電流よりも大きい最大タップとすることや#50に時限を設定することを検討したが、励磁突入電流は、一般に定格（負荷）電流の、十数倍程度なので、これを回避しようと整定すると、#50が本来の故障電流を検出出来なくなる可能性が懸念される。そこで、励磁突入電流に多く含まれる第2高調波を検出し、故障電流と励磁突入電流を判別する保護継電器（以下、第2高調波抑止機能付き保護継電器とする）を使用することを検討した。

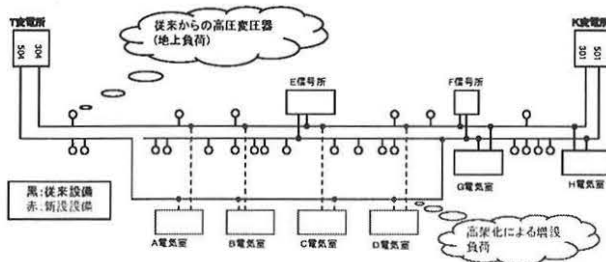


図1 障害のあった高圧配電系統

第2高調波抑止機能付き保護継電器は、高調波含有率（基本波に対する第2高調波の百分率（ $2f/1f$ ））により遮断信号を抑止する機能（ $2f$ ロック機能）があり、最近、様々な箇所において使用されているが、その整定根拠を明確に示したものが無い。そこで、故障電流と励磁突入電流を判別する高調波含有率の値（整定値）の根拠を明らかにするため、実際の配電系統において、励磁突入電流に含まれる第2高調波の測定をき電流アナライザ（昭和電子（株）製）を用いて測定を実施した。図3に測定結果を示す。図3から、励磁突入電流に、第2高調波成分が多く含まれていることが分かる。また、今回測定した配電系統では、第2高調波の含有率が全て30%を超えていることが分かる。つまり、第2高調波の含有率が30%以上の場合は励磁突入電流であると判別することができると考えられる。今回、検討した第2高調波抑止機能付き保護継電器の設定可能な高調波含有率の最大タップが25%であったため、より確実に励磁突入電流と故障電流の判別が可能な最大タップを使用することにした。

なお、参考として今回対象とした配電系統とは全く異なる変電所・配電系統において励磁突入電流の高調波測定を実施したので、その結果を図4に示す。図4においても励磁突入電流が減衰してしまう200ms程度までは第2高調波の含有率が殆ど30%を超えていることが分かる。

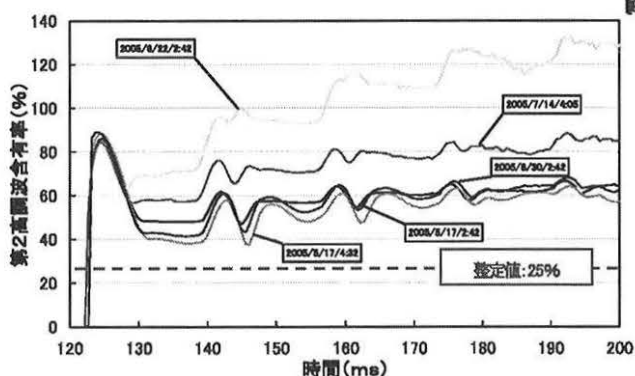


図3 励磁突入電流の第2高調波含有率測定結果

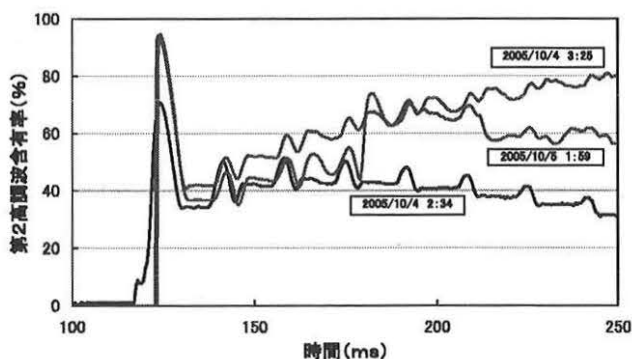
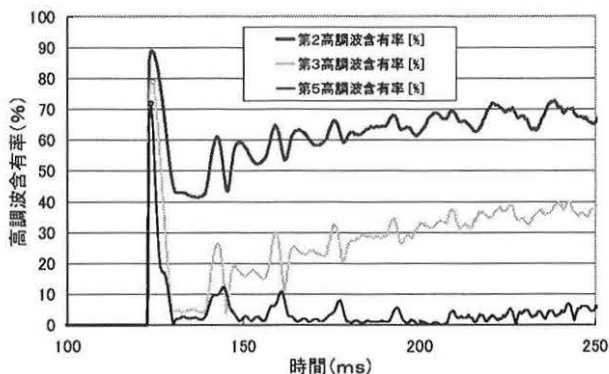


図4 他系統における励磁突入電流の第2高調波含有率測定結果

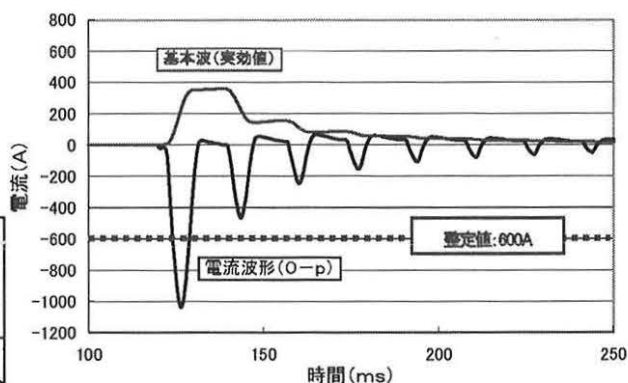
4. 効果の確認

第2高調波抑止機能付き保護継電器の導入後、励磁突入電流の測定を行い、不要動作が発生していないことを検証した。図5に測定

結果例を示す。整定値を超える励磁突入電流が発生しているにもかかわらず、第2高調波成分が25%以上保持されているので、 $2f$ ロック機能が働いて、不要遮断動作を抑止していることが分かる。



(a) 励磁突入電流の高調波解析結果



(b) 電流波形および基本波実効値

図5 新保護継電器導入後の励磁突入電流測定結果

5. まとめ

高圧配電系統の励磁突入電流に対する保護継電器の不要動作防止対策として、第2高調波抑止機能付き保護継電器を採用することが有効であることを確認した。また、励磁突入電流と故障電流の判別に用いる第2高調波含有率の整定値を検討するため、実際の配電系統において励磁突入電流の高調波解析を行った結果、今回の配電系統においては、第2高調波の含有率が30%以上の場合、励磁突入電流であると判別しても問題ないことを確認した。

今後、高圧配電系統において、励磁突入電流による不要動作を軽減するために、第2高調波抑止機能付き保護継電器の採用を展開する予定であるが、励磁突入電流は、配電線路の長さや線種、変圧器によって変化するため、採用系統毎に励磁突入電流の高調波測定を実施し、安全性について検討したうえで導入したいと考えている。