

CVケーブル用プレハブ終端接続箱における地絡検出の高精度化

地絡電流帰路を有する改良型押しパイプの開発

More Accurate Detection of Ground Faults for XLPE Cable

Development of Improved Compression-Pipe with a Ground Fault Current Circuit for Pre-Fabricated Termination

(工務技術センター 技術G)

(Technical Section, Electrical Engineering Technology Center)

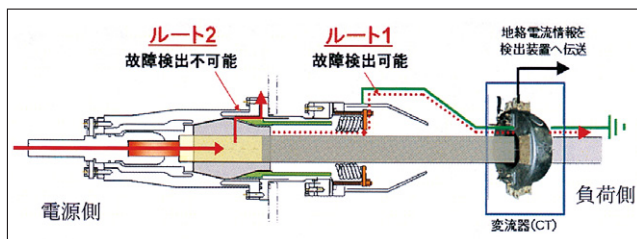
ケーブル故障区間検出装置は、地絡故障が発生した際に流れる地絡電流を検出し故障区間を判定することで、故障箇所の早期発見を図っている。今回、CVケーブル用プレハブ終端接続箱の故障時に、より確実にケーブル故障を判定できるように接続箱の内部構造を改良し、故障区間の検出精度の向上を図った。

At the time of an accident, the Fault Detector at the cable termination is utilized for quick restoration by detecting a ground-fault current and determining the fault section.

The improved structure of the Pre-fabricated Termination for XLPE cable enables a more assured movement of the Fault Detector and a more accurate detection of the fault section.

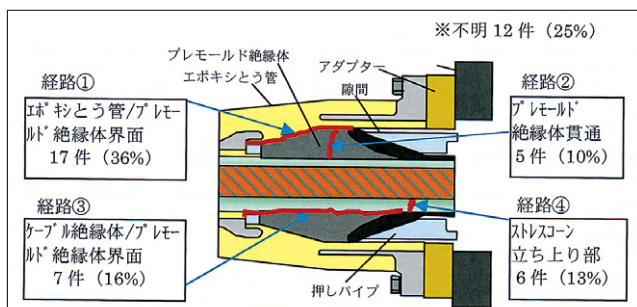
1 研究の背景と目的

CVケーブル用プレハブ終端接続箱(以下、「終端箱」と称す。)内部での地絡故障を確実にケーブル側と判定するためには、地絡電流をケーブル接地線に導かなくてはならない。第1図に、電源側が終端箱先端の場合の地絡経路を示す。通常地絡電流は、ルート1のように、ケーブル遮蔽層を介し、変流器(CT)に貫通させたケーブル接地線に流れる。しかし、地絡電流がルート2のようにGIS機器底板へ流れると変流器に流入しないため、ケーブル故障区間検出装置は、故障箇所が終端箱内部であるにも関わらず、機器側であると判断し動作しない。



第1図 事故時地絡経路

1979年4月から2008年7月までに発生した国内電力会社の66～154kV用終端箱の破壊事例(計47件)の破壊経路集計結果を第2図に示す。このうち、ケーブル故障と判定しない可能性のある地絡経路は、「経路①: エポキシ/プレモールド絶縁体界面」および「経路②: プレモールド絶縁体内貫通」であり、その割合は全事例の約半数(46%)に上る。



第2図 66～154kV用終端箱の破壊経路集計結果(計47件)

2 地絡検出の高精度化案の検討

終端箱内部での地絡故障電流を確実にケーブル接地線へ流すためには、破壊点からケーブル接地線までの地絡経路を、機器底板までの地絡経路よりも流れやすい状態にすればよい。地絡検出高精度化案を第1表に示す。

第1表 地絡検出高精度化案

案1 押しパイプ内面の金属化	
	○
案2 エポキシとう管の内部沿面距離延伸	
	×

案1は押しパイプの内面および両端部を金属製とする構造である。通電容量を確保し、かつ、地絡電流をより確実に誘導するために、押しパイプ先端部まで金属化している。ただし、押しパイプ全体を金属化すると、絶縁筒間(ケーブル遮蔽層縁切り部)の絶縁性能が維持できなくなるため、押しパイプ外面に絶縁材料を施した二重構造とした。なお、現状の押しパイプ内面の銀塗料部を先端まで塗布する方法も検討したが、通電容量を確保した場合、塗装厚が非常に厚くなるため、作業性・コストの面から断念した。

案2はエポキシとう管の絶縁距離を長くすることで、機器底板側の絶縁耐力を上げ、地絡電流を流れにくくする方法である。ただし、この案は、ケーブル終端箱の構造を大きく変更する必要があるためコストが高くなり、また、エポキシとう管の取扱いに一層注意が必要となる。

以上から、地絡検出高精度化案として案1の押しパイプ内面の金属化を採用し検証することとした。

3 改良型押しパイプの構造



第3図 改良型押しパイプ構造

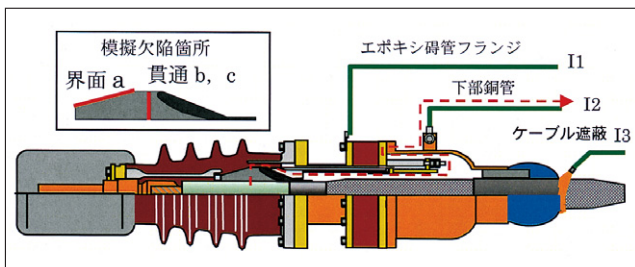
本研究で開発した押しパイプ内面を金属化した改良型押しパイプの構造を第3図に示す(上側が終端部先端)。形状は、現行品FRP製押しパイプと同形状とし、他の部品との取り合いに問題が発生しないようにした。

4 改良型押しパイプの性能

改良型押しパイプを組み込んだ終端箱(以下、「改良型終端箱」と称す。)に、模擬故障を発生させ、地絡電流が確実に押しパイプに流れることを検証した。試験概要を第4図に示す。接地線はI1(エポキシ碍管フランジ)、I2(下部銅管)、I3(ケーブル遮蔽)に接続した。なお、接地線は、通常I2とI3の経路が編組線によって接続されているが、今回は押しパイプへ地絡電流が流れることを確認するため分離した。

地絡経路の起点となる模擬欠陥は、前述の破壊経路となるよう、「経路①: エポキシとう管/プレモールド絶縁体界面(界面a)」と、「経路②: プレモールド絶縁体の貫通方向(貫通b、c)」に約0.3mmの金属線を取り付けることで作成した。

試験結果を第2表に示す。各試験とも地絡電流は、I2で全て検出されたことから、第4図の点線で示す経路により流れたと考えられる。本試験結果から地絡電流の機器底板側への流入を防止できていることが確認できた。



第4図 地絡試験概要

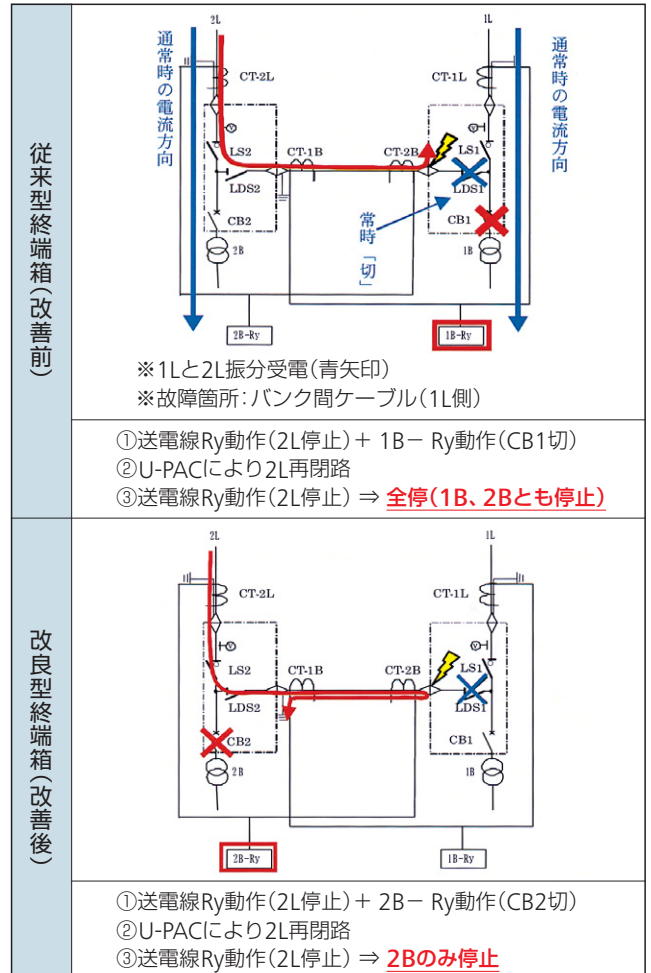
第2表 地絡試験結果

欠陥位置	試験電圧 (kV)	地絡電流 (A)	検出電流		
			I1 (A)	I2 (A)	I3 (A)
界面a	45.1	400	0	400	0
貫通b	44.4	397	0	397	0
貫通c	46.0	408	0	408	0

5 改良型押しパイプの適用範囲の検討

改良型終端箱は従来の終端箱と比較して、ケーブル終端部故障時に、より確実な故障区間の判定が可能であるため、系統保護の精度向上にも寄与する。一例として、差動式保護を採用した配電用変電所に、改良型終端箱を適用した場合の効果を示す。

第3表 配電用変電所に適用した場合の効果の例



上表の通り、改良型終端箱を使用することにより、従来全停していた配電用変電所を、1バンクのみの停止とすることができる。

6 研究成果および今後の展開

終端箱の破壊によって地絡電流が流れる際に、ケーブル故障区間検出装置が不動作となる条件を抽出し、その対策として、十分な通電容量を確保した改良型押しパイプを開発し、故障区間の検出精度の向上を図ることができた。なお本研究成果は、送電ケーブルだけでなく、変電ケーブルの終端箱にも適用可能であり、系統保護の精度を向上させることができるようになる。現在、メーカーと形式化を進めており、形式取得後、順次現場適用を図っていく予定である。



執筆者/ 脇本雄平