活線シース絶縁不良点測定装置の紹介

正　員　富澤　拓也*†　　非会員　常陰　照嗣*
非会員　浅木　竜也*　　非会員　太田　健**

Introduction of live-line locator for insulation failure of cable sheath

Takuya Tomizawa*†, Member, Terutsugu Tsunekage*, Non-Member,
Ryuya Asagi*, Non-member, Ken Ohta**, Non-member

キーワード：活線，マレーループブリッジ，絶縁不良点測定
Keywords：Live line, Murray loop bridge , Locating insulation failure

1.　まえがき

高圧 CV ケーブルの地絡による突発的な停電事故は需要先に多大な影響を及ぼす。高圧 CV ケーブルは製造技術の向上に伴い、内因的な劣化は少なくなっているが、防食層であるシースが不良となった場合、外因的な事由により停電事故につながるケースは少なくない。また、ケーブル主絶縁の代表的な劣化形態である水トリーは絶縁欠陥部の存在と水の侵入により生じるため、日頃からシースを適正に保守することは極めて重要である。

近年、シースの絶縁抵抗を活線で計測できる診断装置はあるが、絶縁不良個所を特定する測定器はケーブルの停電事故を想定しており、停止線路にしか適用できない。シース絶縁不良は主絶縁不良と異なり、不良個所を特定すれば、部分補修を行なってケーブル寿命を延ばすことが可能である。しかし、高稼働な工場などでは停止時間の確保も難しく、シースの絶縁抵抗の状態は湿度など環境条件により変化するため、限られた時間内でシース絶縁抵抗不良点の特定まで至らないケースがある。

今回、被測定ケーブルのシース絶縁不良個所を活線状態で特定できる装置を開発したので紹介する。

2.　ケーブルシースの絶縁抵抗

高圧 CV ケーブルのシースに使用されているポリ塩化ビニルの一般的な判定基準は 1MΩ であるが[1]、図 1 に示すように実際の線路では使用状況や環境によって大きく変動している。そのため、絶縁不良個所を特定する際、線路を停止する必要があるが、線路停止日に特定が可能なレベルの不良状態になるとは限らないという問題がある。

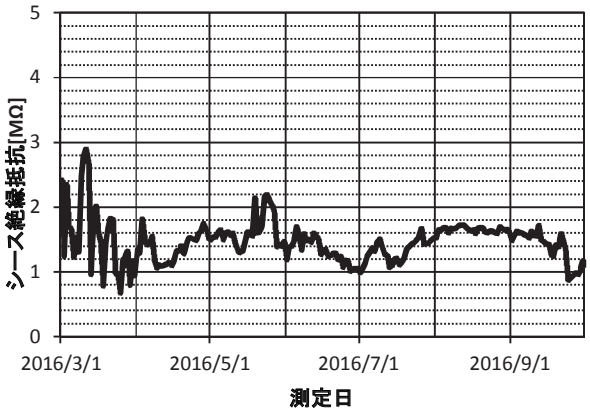

図 1 シース絶縁抵抗　実線路測定例

3.　活線下での測定検討

活線下でもシースの絶縁不良点が特定できれば、シースの絶縁抵抗が不良状態となるタイミングに合わせて計測が可能である。活線下のシースの絶縁不良点測定について検討試験を実施した。測定手法は事故点測定として十分な実績のあるマレーループブリッジを採用する。ブリッジ回路の平衡条件により、線路抵抗の比率で事故点を算出する。

活線で測定する場合、高圧ケーブルの遮蔽層は端末で接地されているため、コンデンサによる交流接地に切り替える。150μF の大静電容量コンデンサを選定して遮蔽層に流れる循環電流を極力低減するとともに、誘導対策型高圧ブリッジ I018(フジクラ・ダイヤケーブル製)の機能により、ローパスフィルタおよび CPU 処理を行ない、検流計への入力信号を安定化させる[2]。ケーブルは、活線下において負荷

*†　株式会社フジクラ・ダイヤケーブル
〒360-8912　埼玉県熊谷市新堀 1008
Fujikura Dia Cable Ltd.
1008 Nibori, Kumagaya, Saitama 360-8912
**　トヨタ自動車株式会社
〒471-8573　愛知県豊田市元町 1 番地
Toyota Motor Corporation
1 Motomachi, Toyota, Aichi 471-8573

電流や長さに応じた誘導電圧が存在する。線路を模擬した抵抗には絶縁変圧器を接続し、商用周波電圧を重畳した。

活線の模擬試験回路を図 2 に示す。

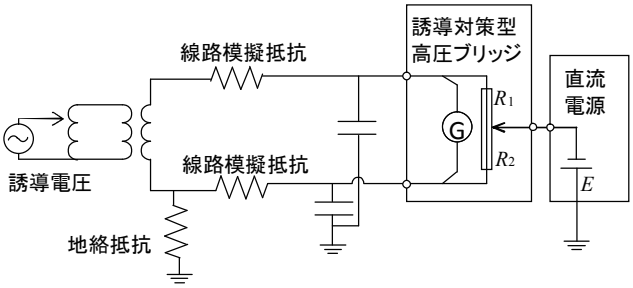

図 2　活線模擬試験回路

試験条件は以下のとおりである。

[模擬抵抗]：7.25Ω　[誘導電圧]：0～10V

[地絡抵抗]：100kΩ～4.7MΩ

試験結果を表 1 に示す。真値 65.2%に対して、1MΩまでの地絡抵抗では 10V までの誘導電圧重畳下でも問題なく特定できた。

表 1　試験結果

誘導電圧＼地絡抵抗	100kΩ	510kΩ	1MΩ	4.7MΩ
0V	65.0%	65.3%	66.1%	66.2%
5V	65.2%	65.8%	66.1%	72.3%
10V	64.7%	64.3%	66.4%	

4.　活線シース絶縁不良点測定装置

〈4･1〉　特長

今回開発した活線シース絶縁不良点測定装置（型式：LILIA-150T）は以下の特長を有した装置であり、外観を図 3 に示す。

①シース絶縁の不良個所を焼損させることなく活線下で特定できる。

②測定器部と試験電源部を一体型とし、可搬式で取扱性に優れる。

装置本体 LILIA-150T

入力切替部 LILIA-151T

図 3　活線シース絶縁不良点測定装置外観

〈4･2〉　回路構成

接続回路を図 4 に示す。高圧ケーブルの片端接地側の遮蔽層にシース絶縁不良点測定装置の接続切替ボックスを接続する。コンデンサによる交流接地機構を備えており、活線時には交流成分は接地されるが、切り替え時に遮蔽が接地から切り離されないように選択スイッチはオーバーラップ式である。高圧ケーブルの反対端の遮蔽はボンディングされているものとし、ブリッジ回路は健全相と絶縁不良相の遮蔽層をループして形成される。直流電源は DC50V であり、短絡時の出力電流は最大 1mA であり、不良個所を焼損させることがない。

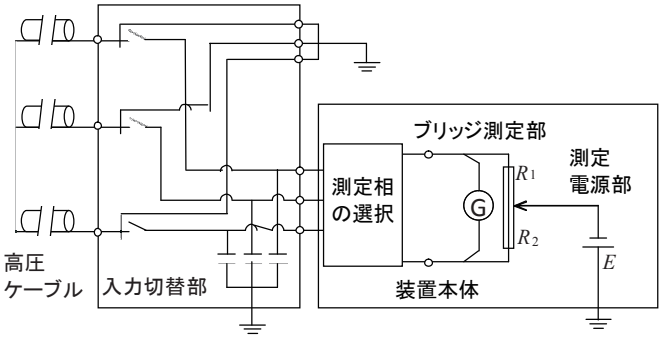

図 4　接続回路

〈4･3〉　仕様

製品仕様を表 2 に示す。

表 2　装置の仕様概要

交流接地部	コンデンサ	150μF × 3
	放電抵抗	1kΩ
測定器部	測定方式	マレーループブリッジ
	測定辺抵抗	1023Ω 120mA，リレー切替型
	測定相切替	R-S, R-T, S-T，3 レンジ
	最小表示	0.1%
	耐誘導電圧	最大 AC100V
	雑音除去方式	LPF，デジタルノイズ除去方式
測定電源部	電圧	DC 50 V
	最大出力電流	1mA，短絡時
装置本体	入力電源	AC 100V，50/60Hz，約 10VA
	寸法・質量	300W×295H×350D，約 15.2kg
入力切替部	スイッチ	オーバーラップ形，3 回路
	寸法・質量	200W×120H×120D，約 2kg

5.　まとめ

活線下で高圧ケーブルのシース絶縁不良個所を特定する測定装置の実験装置を製作し、良好な結果が得られた。

一体型にして軽量化し、操作性を向上させた装置を製作した。今後、実線路での使用経験を重ねて、より優れた装置に発展させたい。

文　　献

(1)　「高圧 CV ケーブルの保守・点検指針」, (一社)日本電線工業会技資 116D, p.36 (2012-2)

(2)　S.Isono et al., : “Development of Murray Loop Bridge for High Induced Voltage”, T.IEE Japan, Vol.123-B,No.9 pp.1411-1420(2003)(in Japanese)
磯野　重樹, 他：「誘導対策型マレーループブリッジの開発」, 電学論 B, 123,11, pp.1411-1420 (2003)