

ケーブル内故障点探知の簡便法について

桐原 昭雄*・滝川 猛**・平田 威彦*

An Easy Method of Fault Location in Cable

Akio KIRIHARA, Takeshi TAKIGAWA, Takehiko HIRATA

Abstract

This paper describes an easy method for measuring the position of insulation fault in cable. The method is that after measuring the distributin resistance of center-conductor in cable, a commercial frequency source, a transformer and two ammeters are used.

1. ま え が き

ケーブル内の故障点探知法としては古くから (1) ブリッジ法, (2) ループ抵抗法, (3) 容量比較法, (4) インピーダンス法, (5) パルス試験法, (6) 漏話法, その他があり¹⁾, 夫々適応する使用条件下で使用される。

使用条件としては, 先ず故障点の状況により (a) 中心導体が断線している場合, (b) 半断線, 時々断線の場合, (c) 絶縁抵抗減少の場合, (d) 測定電流によって絶縁抵抗が変化する場合, (e) 絶縁破壊があったがその後の抵抗値が大きい場合, などが考えられ, ケーブルの種類によって (f) 並行する良線がない場合, (g) ある場合, (h) 多心ケーブル内の心線相互間に障害点がある場合, があり, また, (i) ケーブルを敷設したまま故障点を測定する場合, (j) ケーブルを取り外して測定する場合, などがある。

方法 (5) 以外は何れも簡便な方法であるが, (a) 及び (b) 以外の条件下で測定出来る方法は上記中 (1) 以外にはない。即ち, (2) は (c) の場合有効であるが (d) の場合不可能, (3) は (a) の場合のみ有効であって (b), (c) 及び (d) の場合不可能, (4) は (b), (c) 及び (d) の場合有効であるが (e) の場合困難, (6) は (h) の場合しか使用出来ない。(1) においても (f) で且つ (i) の場合ケーブルと同じ長さの導線を 2 本必要とする。

ここで提案する方法は (f) 且つ (i) の場合ケーブルと同じ長さの導線 1 本を必要とし, 他の条件は (1) と同じで, (1) より多少誤差は多いが更に簡便な方法である。

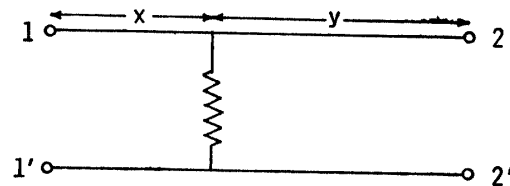
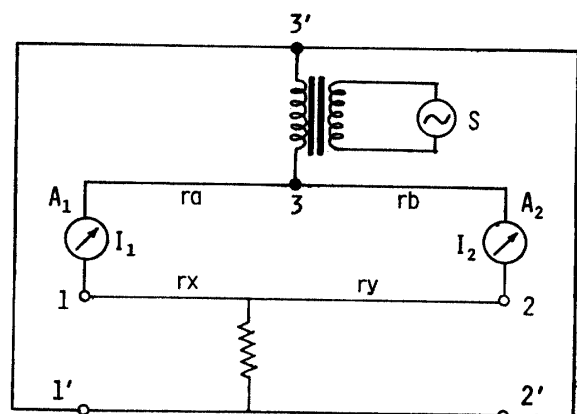


Fig. 1 Faulted cable

2. 測 定 法

Fig. 1 において端子 1~2 間はケーブル内の中心導体, 1'~2' 間はその外部導体で, 故障点は 1 箇所, 端子 1 より長さ x , 2 より y の位置にあるものとする。また, 全長は $x+y=l$ で, 中心導体の分布抵抗は全長に亘って均一であるとする。



S : Commercial frequency source

Fig. 2 Measurement circuit

* 電気工学科

** 工業短期大学部非常勤講師 (元宇部工業高等専門学校電気工学科)

測定回路は Fig. 2 であって、端子 3~3'間に変圧器を介して商用周波電源を、端子 3~1 間及び端子 3~2 間には夫々電流計 A₁ 及び A₂ を接続するものとする²⁾。

先ず中心導体の単位長当りの分布抵抗値 $r_{(a/m)}$ を測定し、続いて電流計の内部抵抗をも含めた端子 3~1 間及び 3~2 間の抵抗を測定し、それらを夫々 ra 及び rb とする。

端子 3~3'間に或る電圧を印加したとき、電流計 A₁ 及び A₂ に流れる電流を夫々 I₁ 及び I₂ とし、両者の比 k を求めれば、

$$k = I_1 / I_2 = (rb + ry) / (ra + rx) \\ = \{b + (\ell - x)\} / (a + x) \quad \dots\dots (1)$$

これより、

$$\left. \begin{aligned} x &= (b + \ell - ka) / (1 + k) \\ y &= \ell - x \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots (2)$$

として故障点の位置が容易に求まる。

以上の方法において低周波電源を使用する理由として、

(1) 例えば変流器などを用いれば幾らでも内部インピーダンスの低い電流計を得ることが出来るという点で交流であることが望ましい。

(2) ケーブルや導線の分布リアクタンスが無視出来る。

(3) 更に、商用周波を使用すれば電圧を大巾に変えることの出来る電源が容易に得られる。しかし、欠点としては電力線の電圧変動、雑音或いは電磁的誘導妨害などの影響があるが、これらの中誘導妨害の影響が最も大きい。

3. 実験結果

通常のビニル被覆線 108m をとり、一端から 50m, 40m, ..., 10m と 5 箇所模擬の故障点を設定し、夫々において漏洩抵抗として 1M Ω , 100K Ω , 10K Ω , 0 Ω の 4 つの場合について故障点の測定値を求め、誤差の程度を調べたところ Table 1 のような結果が得られた。

Table 1 中の上段の数値は測定値に基づく k の値。中段は k に基づく故障点の推定位置 y の計算結果、下段は設定された故障点位置の距離に対する誤差の割合を示す。但し、漏洩抵抗が大きい場合 (100K Ω 及び 1M Ω) の値は誘導妨害による誤差を少なくするため電源電圧を大きくとり I₁ 及び I₂ を大きくして求めたものである。また、式 (2) の第 1 式分子における k

Table 1 Experimental results

leakage resistance		0(Ω)	10(K Ω)	100(K Ω)	1(M Ω)
fault point					
50(m)	k	0.993	0.992	0.992	0.991
	y	50.17	49.79	49.79	49.42
	E	+0.34	-0.42	-0.42	-1.16
40	k	0.966	0.966	0.965	0.963
	y	39.92	39.92	39.54	38.77
	E	-0.20	-0.20	-1.15	-3.10
30	k	0.940	0.939	0.939	0.938
	y	29.79	29.39	29.39	29.0
	E	-0.70	-2.03	-2.03	-3.30
20	k	0.914	0.914	0.913	0.911
	y	19.38	19.38	18.97	18.16
	E	-3.10	-3.10	-5.15	-9.20
10	k	0.889	0.889	0.888	0.886
	y	9.10	9.10	8.68	7.84
	E	-9.00	-9.00	-13.2	-21.6

$k = I_1 / I_2$, y : Estimated fault point (m),

E: Error (%)

は小さい程 a の測定誤差の影響が少なくなるので、最初の測定において式 (1) における $k \leq 1$ となるように、即ち、 $I_1 \leq I_2$ となるように Fig. 1 における端子 1 及び 2 は定められている。

なお、その他の原因による誤差を軽減させる方法として、式 (2) の分子より明らかなように a 及び b の測定誤差は最終的には非常に大きな誤差となるので、

(1) 左右の導線を入れ替える

(2) 左右の電流計を入れ替える。

(3) 更に幾つかの電流計を用意し、それらと入れ替える。

これらの種々の組合せの下になるべく多くの測定を行ない、これらによる推定結果の平均値をとることが考えられる。

4. むすび

本方法の特徴として次の点が考えられる。

(1) 給電点の一端からケーブル中心導体の両端まで電流計の内部抵抗を含めた抵抗及び中心導体の分布抵抗だけが正確に求まっていれば、他の部分の抵抗例えは絶縁破壊された箇所の抵抗値とか、ケーブル外部導体の抵抗値などは知る必要がない。

(2) 商用周波電源が使用出来る。

(3) 誘導妨害による測定誤差を少なくするため電源電圧をなるべく高くする必要がある。

以上により精度はブリッジ法に比べれば少々劣るがかなり簡便な方法であると言える。

参 考 文 献

- 1) 尾佐竹 徇：有線通信測定，コロナ社，(1961) p. 27-41
- 2) 平田 威彦，滝川 猛，桐原 昭雄：昭和44年電気四学会中国支部連合大会講演論文集，4518 (1969)

(昭和55年10月15日受理)