

Title	コン柱を流れる地絡電流の検出器の開発
Author(s)	長井, 詳幸; 山田, 正人; 北村, 健太郎
Citation	電気材料技術雑誌. 2008, 17, p. 32-37
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/76848
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

コン柱を流れる地絡電流の検出器の開発

長井 詳幸、山田 正人、北村 健太郎

関西電力株式会社 研究開発室電力技術研究所 〒661-0974 兵庫県尼崎市若王寺 3-11-20

Development of the earth fault current detector which flows through a concrete pole

Yoshiyuki Nagai, Masato Yamada , Kenntarou Kitamura

The Kansai Electric Power Co., Inc Power Engineering Research and Development Center

We developed the earth fault current detector. It is designed by simple circuit, and detects various earth fault current which flows through a concrete pole of distribution lines.

Keyword: Earth fault, Current detector, Concrete pole

1. はじめに

高圧配電線に地絡事故が発生したとき、事故 点探査には課電式探査装置やメガ等が使用され るが、事故の様相によっては故障箇所がなかな か確認できずに発見に時間がかかったり、最悪 発見できずに何回も同じ原因による事故を繰り 返すことがある。そこで、配電線を支持する とがある。そこで、配電線を支持する 出し、当該柱で地絡が発生したことを表示でも 出じ、故障箇所の発見が容易になり、発見も れば、故障箇所の発見が容易になり、発見も を繰り返すことを防止できる。この目的で を繰り返すことを防止できる。この目的でで を繰り返すことを防止できる。この目的で を繰り返すことを防止できる。この目的安価な を繰り返すことを防止できる。この目的安価な を繰り返すことを防止できる。この目的安価な をといるが、配電線全体に 設置できる価格で、コン柱鉄筋を流れる地絡電 流まで検出できる装置はない。

今回報告する検出器は、地絡電流が接地線、 コン柱鉄筋のいずれを流れても検出でき、1配 電線のすべての支持物に設置できる安価な検出 器を目標に開発したものである。

2. 検出器の開発

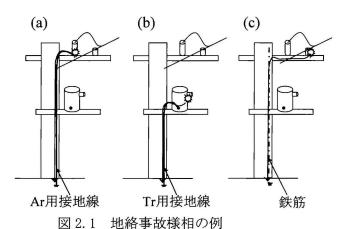
2.1 検出器の概要

本検出器 (簡易地絡電流検出器)が検出する地 絡事故の主な様相は、図 2.1 に示すような 3 パ ターンである。

- (a) コン柱の支持物等の故障で生じた地絡電流が、避雷器用にコン柱に沿って設置された接地線(柱体外 A 種接地線)を通じて流れる。
- (b) コン柱の支持物や柱上変圧器の故障で生じた地絡電流が、柱上変圧器用にコン柱内部に設置された接地線(柱体内 B 種接地線)を通じて流れる。
- (c) コン柱の支持物等の故障で生じた地絡電流 が、腕金を経てコン柱内部の鉄筋を通じて流れ る。

論文:コン柱を流れる地絡電流の検出器の開発

これらの事故時に流れる地絡電流は、当社の配電系統が非接地系統であるために数 A 以下の比較的小さな値になることが多く、変電所に設置されている保護継電器は、この地絡状態を検出するように設定されている。本検出器は、この地絡継電器が検出する地絡抵抗に相当する地絡電流(0.7A 程度)以上の地絡電流が設定した時間(例えば 0.8 秒)継続したとき地絡表示する。



このような条件から、本検出器の基本構成は、 接地線あるいはコン柱鉄筋を流れる地絡電流を 一括して検出できるように、コン柱を巻くよう に簡易な CT を設置し、その出力を用いて地絡有 無を検出するようにした。本検出器は、当該コ ン柱の地絡電流有無のみを検出表示する装置で あるため、配電線の故障箇所発見のためには、 多くのコン柱に取り付けて使用する。そのため、 装置はできるだけ低コストで長期使用でき、取 扱が容易なものが望ましい。よって、開発にあ たっては、

- (1) 変電所の地絡継電器が検出する地絡抵抗に 相当する地絡電流 (0.7A 程度)以上の地絡電 流が、設定した時間 (例えば 0.8 秒)継続した とき地絡表示するものとするが、設定値に厳 密性を要求しない。稀に、アークを伴う地絡 等の場合に設定よりも小さい電流で動作し たり、短い継続時間で動作するような場合が あっても許容する。
- (2) 検出用の簡易 CT は単純な構造とし、前述の 判定が可能な出力が得られればよいことと し、出力や周波数特性の直線性には固執しな い。
- (3) 地絡検出したことを示す表示は目視で確認できればよいこととし、極力単純な方法とする。
- (4) 特殊な材料を用いず、できるだけ市販品を使用する。変化の早い電子部品には、できるだけ汎用的な仕様のものを用い、ある会社の品が製造中止となっても代替品で置き換えることができるようにする。特に、消耗品となる電池や簡易 CT バンド固定具については入手が容易で安価な市販品を使用する。

というように、割り切って開発に取組んだ。

2.2 検出器の構造

前項のような考え方から、検出器の検出回路 を図 2.2 に示すような構成とした。

まず、コン柱を流れる電流を、簡易 CT にて 検出するが、これには数枚の方向性珪素鋼板テ ープ材を重ね合わせて鉄心とし、これに2次コ イルを巻き、その負荷に抵抗を取り付けて、そ

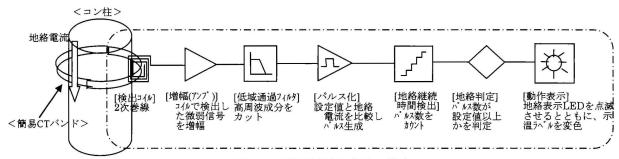
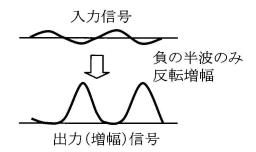
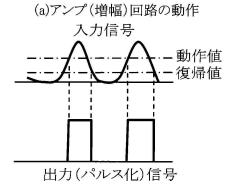


図2.2 地絡電流検出表示の構成

J. Soc. Elect. Mat. Eng. Vol.17, No.1 2 0 0 8





(b)コンパレータ回路の動作 図 2.3 回路の動作

の両端電圧を測ることで電流を検出する。重ね 枚数とコイルターン数は、後段の増幅回路の性 能を考慮して選定し、0.7A 程度の地絡電流が流 れたときに 10mV 程度の出力電圧が得られるよ うにした。 なお、屋外耐候性を確保するために、 この珪素鋼板テープ材を熱収縮チューブに収納 した。

次に、この出力信号をアンプで増幅する。検出器を電池動作とするために、回路の動作電圧を 2~3V としているので、コイル出力を 100 倍程度増幅し、1V 程度になるようにした。なお、増幅率については、種々のばらつきを考慮し、固定ではなく調整可能にし、地絡電流の検出感度を調整できるようにしている。増幅回路自体は、単電源 OP アンプ1 個を用いた単純な反転増幅回路とした。図 2.3(a)に示すように、アンプの入力信号(地絡波形)は、本来、正負振幅の交流波形であるが、回路簡単化のために半波のみを増幅することとした。なお、OP アンプは、昨今の電子部品の発達によって小型化、低消費電力化が進んでいる。本装置は検出対象である地絡電流が商用周波であるために、高周波特性

はあまり必要ない。よって、消費電流やコスト に着目して選定し、静止時消費電流が $1\mu A$ 程 度と小さいものを採用し、電池寿命の延長を図 った。

アンプ出力には、ローパスフィルタを経て、 コンパレータ回路を接続している。この回路で は、図 2.3(b)に示すように、アンプで半波増幅し た信号のうち、所定値よりも大きなピーク値を 持つ半波を検出し、パルス信号に変換して出力 する。そして後段のマイコンによって、パルス の数をカウントすることにより、地絡継続時間 を推定している。当社は 60Hz なので、例えば、 1秒間に 30 個のパルスをカウントすれば、0.5 秒間地絡が継続したと推定する。ただし、アー クを伴う地絡事故の場合等は、入力信号が、正 弦波の地絡電流波形に大きなスパイク状信号が 重畳した波形となるために、大きなスパイク状 信号の数をカウントしてしまい、検出感度や時 間に誤差を生じる。これに対しては、ローパス フィルタで、ある程度スパイク状信号を除去し ているが、若干の検出誤差を生じることを許容 している。なお、コンパレータ回路にも増幅用 アンプと同じ低消費電力品を用いるとともに、 マイコンを通常はスリープ状態として、コンパ レータ回路からパルスが入力された時に起動し てカウントを開始するようにして消費電力の低 減を図っている。

次に、動作時の表示について述べる。本検出器は、コン柱に取り付けた状態で、数 m 離れた位置から作業員が動作有無を確認でき、かつ低コストな方法を選定した。具体的には、LEDと示温ラベルを用いた。示温ラベルは、貼付部分の温度履歴を得るためにしばしば用いられている市販品であり、本器では、示温ラベルに簡易なヒーターを貼り付けて、マイコンからの信号で電流を流して短時間加熱してラベルを変色させるようにしている。電池の小電流で加熱するので、示温ラベルは外気温で反応しない範囲で比較的低温で変色するものを用いている。また、一度変色すると元に戻らない不可逆性のタイプとし、万一検出器の電池が消耗して動作停止し

論文:コン柱を流れる地絡電流の検出器の開発

ても地絡検出有無を確認できるようにしている。 なお、このヒーター回路については、電池が消 耗したり、外気温が低下して、電池端子電圧が 半分程度まで低下した場合においても示温ラベ ルを変色できることを確認している。さらに、 万一の誤動作で加熱が継続したままになった場 合を想定した実験を行い、電池が消耗して回路 が動作停止するまで加熱継続しても、若干ケー スが変形する程度ですむ見通しを得ている。

図 2.4 に試作した検出器の写真を示す。大きさは、縦 $18cm \times 幅 9cm \times 厚 1.5cm$ であり、単 4 アルカリ乾電池 4 本で動作する。

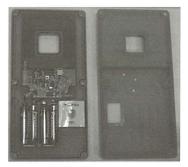


図 2.4 簡易地絡電流検出器

3. 開発品の性能検証試験

3.1 地絡電流の検出性能

図3.1 に示す実規模の模擬試験設備を使って、 開発した検出器の性能検証を行った。その結果 を表3.1 に示す。

簡易地絡電流検出器は、地絡電流がコン柱の いずれを流れても(柱体外 A 種接地線、柱体内 B 種接地線、腕金からコン柱鉄筋を経由)、確実 に検出し、地絡発生を表示する。

表 3.1 地絡試験結果

X 5.1 20/10 P (0)//10 //								
対地 静電 容量 (μF)	事故点		地絡	地絡電流		継続	試験	
	抵抗	気中 ギャップ	箇所	全体 (A)	60Hz (A)	時間 (s)	結果	
1.1	0Ω	なし	アーム	4.96	4.81	0.82	動作	
			A種	4.78	4.77	0.82	動作	
			B種	4.74	4.73	0.82	動作	
		あり	A種	6.35	5.00	0.61	起動	
0.6	5k Ω	なし	鉄筋	0.84	0.83	0.82	動作	
			A 種	0.88	0.88	0.82	動作	
			B種	0.85	0.85	0.82	動作	
0.1	0Ω	ω なし	B種	0.56	0.52	0.82	起動	
			アーム	2.25	0.60	0.82	動作	
		あり	B種	2.42	0.74	0.82	動作	
	5kΩ	なし	アーム	0.30	0.24	0.82	不動作	
1.1	0Ω+ガイシ沿面		7-4	5.25	4.87	0.82	動作	
	0Ω+ガイシ割れ		Tr	4.23	2.63	0.78	動作	
	0Ω+樹木		7-4	1.01	0.17	0.82	不動作	

表中の結果欄で"起動"と記載しているのは、 事故継続時間が設定値(例えば 0.7 秒)より短い と地絡電流を検出して動作を開始する(起動) が、最終的に地絡と判定せずに表示(動作)しな いケースを示す。なお、アークを伴う地絡の場

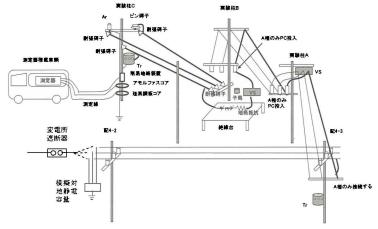
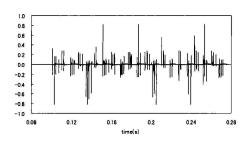


図 3.1 模擬地絡実験試験回路

電気材料技術雑誌 第17巻第1号

J. Soc. Elect. Mat. Eng. Vol.17, No.1 2 0 0 8

合、図 3.2 の地絡電流波形に示すように針状の 高周波が重畳するため、小さな電流で動作した り継続時間が短くても動作することが発生して いるが、これを許容している。表にその試験結 果例を記載している。



*縦軸の目盛は、CT 比による換算前の値

図 3.2 地絡波形例

この他、国道沿いや工場地帯あるいは住宅地に検出器を設置し、車や工場からのノイズで誤動作することがないことや、降雨や気温変化等の自然環境に曝されても問題なく動作することを検証するフィールド試験を実施している。その装柱例を図3.3に示す。



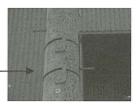


図 3.3 簡易地絡電流検出器の装柱例

3.2 連続使用時間

地絡事故は、いつ発生するかわからないため 本検出器は長期間線路に設置したままにする必 要があり、その間地絡電流検出表示機能を維持しておく必要がある。このため、本検出器は少なくとも1ヶ月間は使用できることを目標に開発しているが、実力的にはそれ以上の期間使用できる。現在、2007年5月から連続使用できる期間を確認する試験を行なっているが、1年を経過後も地絡検出表示機能を維持していることを確認している。

4. 適用範囲

地絡柱を特定するためには、本検出器を配電 線すべての支持物に設置することが効果的であ るが、取付や管理に要する労力が大きくなるこ とから、当面は原因がわからず事故あるいは再 閉路成功事故を繰り返す配電線に適用すること を想定している。

また、事故点が発見できれば、検出器を当該 線路から撤去して別線路に設置し、再び使用す る。このとき、電池は全数取替、地絡表示した 検出器は示温ラベルを貼りかえて再使用するこ とになる。

5. おわりに

以上、今回開発した簡易地絡電流検出器について、その構成と動作検証結果について述べた。 本検出器は、引き続きフィールドでの検証を行い、長期性能の確認や作業性の向上を図っていく予定である。

(平成20年9月3日受理)

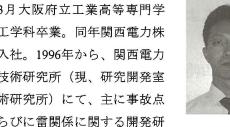
論文:コン柱を流れる地絡電流の検出器の開発

長 井 詳 幸



1969年3月大阪府立工業高等専門学 校電気工学科卒業。同年関西電力株 式会社入社。1996年から、関西電力 ㈱総合技術研究所(現、研究開発室 電力技術研究所)にて、主に事故点 探査ならびに雷関係に関する開発研

究に従事。



山田正人



1989年3月神戸大学大学院工学研究 科修士課程終了。同年4月関西電力㈱ 入社。1996年から同社総合技術研究 所(現、研究開発室電力技術研究所) にて、超電導応用機器の研究に従事 した後、現在は主に変電機器の開

発・診断に関する研究に従事。

北 村 健太郎



2000年3月大阪府立大学大学院工学研 究科博士前期課程修了。同年4月関西 電力㈱入社。2004年から同社電力技術 研究所にて、配電線の雷害対策に関す る研究に従事。