

7B-1

配電線多地点情報による

事故診断エキスパートシステム (その2)

戸上正人* 安部憲広** 北橋忠宏** 小川晴尚*

*(株)戸上電機製作所 **大阪大学産業科学研究所

1. はじめに

前回は主に事故原因診断⁽¹⁾について報告した。今回は配電線多地点情報における事故診断エキスパートシステムの事故検出および事故種別判定と事故区間探索について提案する。

2. 配電システムのセンサー配置

センサー配置は図1に示すように、主に事故検出ならびに事故種別判定のために変電所内に設置されている変電所の電源側に設置するセンサーTSとバンク遮断器に設置するセンサーBSとフィーダ遮断器に設置するセンサーFSの階層的な配置となっている。主に事故区間探索のために配電線の各開閉器に設置するセンサーKSと電柱に設置するセンサーPSから成り立っている。以後変電所の電源側に設置するセンサーをTS、バンク遮断器に設置するセンサーをBS、フィーダ遮断器に設置するセンサーをFS、各開閉器に設置するセンサーをKSとする。

3. 事故検出および事故種別判定

事故検出および事故種別判定はセンサーの情報およびに事故種別判定のためのしきい値をフレームに表現し、そのフレームデータと事故種別判定ルールによって検出および判定を行う。図2にセンサー情報フレームの一例を示す。

```
(FS1 (I0 (value (0.01)))
  (I0s (value (0.4)))
  (V0 (value (20)))
  (V0s (value (80)))
  (位相角 (value (20))))
(位相角s (range (-60 120)))
```

ここで

I₀ : 零相電流現在値
I_s : 零相電流しきい値

V₀ : 零相電圧現在値
V_{0s} : 零相電圧地絡しきい値
位相角 : 位相角現在値
位相角_s : 位相角しきい値

図2. センサー情報フレーム

図3に事故種別判定ルール(一例を示す。ルール1)

```
もし センサーSXで
  I0 が I0s 以上で
  V0 が V0s 以上で
ならば 地絡事故である。
```

図3. 事故種別判定ルール

通常は変電所の電源側にあるセンサーTSを監視しておればよい。事故が生じTSセンサーに異常が検出されればその下位のBS, FSセンサーを調べればよい。このようなセンサーの階層構造を表すために図4のようなフレームを用いる。

```
(Net(struct(value(TS1 TS2)))
(TS1(struct(value(BS1 BS2)))
(BS1(struct(value(FS1 FS2 FS3)))
(BS2(struct(value(FS4 FS5 FS6))))))
```

図4. センサーの階層構造のフレーム表現

したがって実際の運用上ではNetフレームのstructスロット最初に記されているTSセンサー名をとりだしそのセンサー情報を格納したフレームから必要なデータを読み込み事故種別判定ルールを起動させる。このセンサーが異常と判定されなければ次のTSセンサーのフレームデータを読み込み事故種別判定ルールを起動させる。調べるべきセンサーのリストがなければ最初のTSセンサーに戻り、同じ処理を繰り返す。事故が検出された場合はその下位のセンサーBSに対し

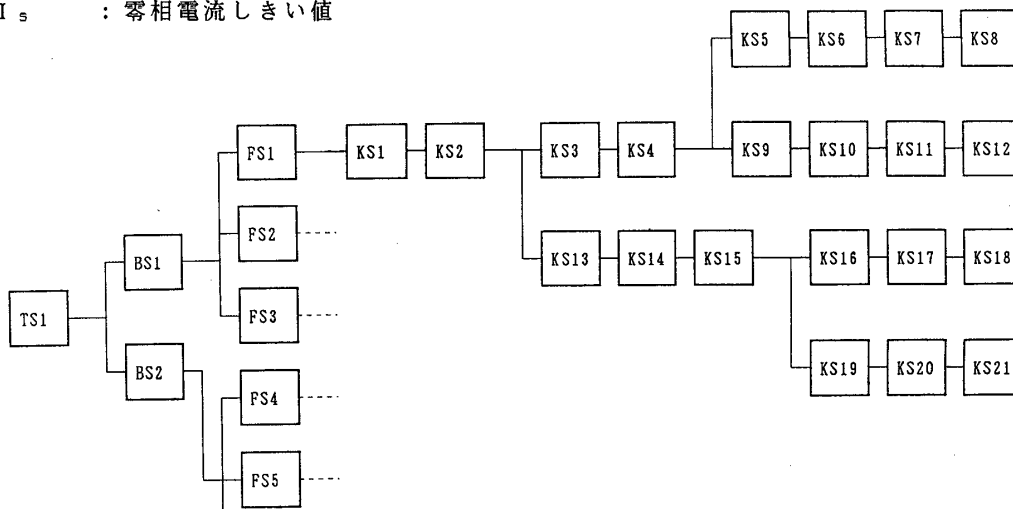


図1. 配電システムのセンサー配置

て同様に事故種別判定ルールを起動させる。このように、順次TS、BS、FSの各センサーの状態を調べた結果事故が発生しているフィーダが決定できれば、判定した事故種別と事故が発生しているフィーダとを事故探索システムに引き渡す。

4. 事故区間探索

前節事故検出ならびに事故種別判定において事故種別と事故フィーダ名が判明した。事故フィーダに連なる各開閉器KSセンサーと電柱のPSセンサーからの情報を用いて探索すればよい。事故区間探索はセンサー情報フレームと図5の事故区間探索ルールによって事故区間の探索を行う。

ルール1)

もし 事故種別判定で地絡と判定されたら
ならば 地絡事故と判定されたフィーダのフレームFSのエンド接点と子の木の事故探索フレームを参照しなさい

ルール2)

もし エンド接点と子の木の事故探索フレームを参照している
かつ エンド接点の位相角が位相角しきい値内になく
かつ 子の木のすべての位相角が位相角しきい値内になく
ならば 枝上の点の最初のリストと次のリストを参照しなさい

ルール3)

もし エンド接点と子の木の事故探索フレームを参照している
かつ エンド接点の位相角が位相角しきい値内にあり
かつ 子の木のすべての位相角が位相角しきい値内になく
ならば 事故区間は決定し事故区間はエンド接点と子の木のセンサーによって囲まれる区間にある。

ルール4)

もし エンド接点と子の木の事故探索フレームを参照している
かつ エンド接点の位相角が位相角しきい値内にあり
かつ 子の木のいずれか位相角が位相角しきい値内にある
ならば 子の木の位相角が位相角しきい値内にある子の木のフレームのエンド接点と子の木の事故探索フレームを参照しなさい

ルール5)

もし 枝上のリストの事故探索フレームを参照している
かつ 枝上の参照しているはじめのリストの位相角が位相角しきい値内にあり
かつ 枝上の参照しているあとのリスト位相角が位相角しきい値内なければ
ならば 事故区間は決定し事故区間は参照しているリストのセンサーによって囲まれる区間にある。

ルール6)

もし 枝上のリストの事故探索フレームを参照している
かつ 枝上の参照しているはじめのリストの位相角が位相角しきい値内にあり
かつ 枝上の参照しているあとのリスト位相角が位相

角しきい値内なければ

ならば 現在参照しているあとのリストと現在参照しているあとのリストの次のリストを参照しなさい。

図5. 事故探索ルール

しかしながらフィーダに連なる木全体を探索するのは時間がかかる。したがって上位システムで判定した事故種別にもとずいて効率的な事故探索をおこなう。たとえば地絡事故探索では、事故が分岐の電源側かまた負荷側のどの分岐で事故が発生しているかが分岐点で判定できる。そのような効率的な探索を行うためフィーダ、開閉器に関する構造を図1のようなグラフと考え、それを図6のようにフレームとして表わした。

```
(FS1(親の木(value (BS1)))
  (子の木(value (KS3 KS13)))
  (トップ節点(value (FS1)))
  (エンド節点(value (KS2)))
  (枝上の点(value (FS1 KS1 KS2)))
  (最終エンド節点(value (KS8 KS12 KS18 KS21))))
(KS3(親の木(value (FS1)))
  (子の木(value (KS5 KS9)))
  (トップ節点(value (KS3)))
  (エンド節点(value (KS4)))
  (枝上の点(value (KS3 KS4)))
  (最終エンド節点(value (KS8 KS12 ))))
```

図6. センサー配置のフレーム表現

たとえば図6のセンサーKS3のフレームには親の木としてセンサーFS1、子の木として下位の分岐点にあるセンサーKS5、KS9、木の中のトップ節点としてセンサーKS3、エンド節点としてセンサーKS4、その枝上の点としてセンサーKS3、KS4、木のエンドの節点すなわち木の末端のセンサーKS8、KS12があげられる。このようにセンサーの木構造を事故探索ルールの知識に組み込むことにより効率的に探索する。

たとえば地絡事故がKS14とKS15の間に発生した場合図5の事故探索ルールによりまずルール1)により事故探索フレームKS2、KS3、KS13が参照される。つぎにルール4)が起動し事故探索フレームKS15、KS16、KS19が参照される。つぎにルール2)が起動されKS13、KS14が参照される。つぎにルール6)が起動されKS14、KS15が参照される。つぎにルール5)が起動しKS14とKS15の間の事故と判定される。

5. おわりに

配電多地点情報による事故診断エキスパートシステムの基本方式について述べた。事故検出ならびに事故種別判定は階層構造のセンサー配置をフレーム表現し、センサー情報フレームと事故種別判定ルールによって事故の検出ならびに事故種別判定を行った。事故区間探索は探索を効率的に行うため配電システムのグラフをフレーム表現し、センサー情報フレームと事故区間探索ルールによって事故区間の探索を行った。

文献

(1) 戸上, 他: 「配電線多地点情報による事故診断エキスパートシステム」平元(前期)情報処理学会全国大会, No. 3D-7