

配電線電圧モニターの研究

Research of Distribution Line Voltage Monitor

出口 喜英
Deguchi Yoshitide
安井 芳則
Yasui Yoshinori
小島美知代
Kojima Michiyo

1 はじめに

近年、環境保護の観点から、自然エネルギーを利用する風力発電、太陽光発電が脚光を浴びている。今後、需要家において、これら分散型電源の導入が更に進み、配電線路に連系されることになれば、配電線路における電力品質の保持、管理を従来にも増して的確に行う必要がある。

電力品質管理では、電圧監視、欠相監視、高調波監視などが重要である。

本研究の目的は、電力品質管理の一環として、配電線路における電圧モニタリング機能と、簡易欠相判定による欠相故障自動通報機能を併せ持った配電線電圧モニターシステムの開発を行うことである。

今回、試作システムを構築し、各種動作試験を実施した結果、良好なデータが得られたので、本システムの構成及び機能について記す。

2 配電線電圧モニターシステムの立案

2.1 システムの検討

図1、図2に立案したシステムの構成図および概念図を示す。

本システムは、1台の親局と複数の子局から構成される。

親局は、各子局において収集された電圧情報を集約するとともに、子局からの欠相通報を受信し警報出力する役割を持つ。そして、子局は、設置点の電圧状態を常時計測して記録するセンサーとしての役割を持つとともに、欠相状態の検出も行い、その検出時には親局に対して直ちに通報を行う。

親局は、電力会社の営業所等への設置を想定しており、設置性、機能性を考慮して、パソコンを採用することとした。



図1 システム構成図

一方、子局については、各配電線路末端近傍への設置による配電線単位でのモニタリングを想定するとともに、効率的な装置運用を考え、設置場所の変更を容易に行える構造にすることとした。

親局と子局間の伝送方式としては、有線回線および移動体通信などのデータ通信が可能であるものを検討することとした。

2.2 伝送方式の検討

本システムの伝送方式として適用可能と考えられる通信回線について、通信エリア、設備・運用面、通信コストなどから比較検討した。通信回線の候補としては、保安通信線、携帯電話、PHS、業務用無線などが挙げられ、これらを総合的に評価した結果、子局の設置および撤去作業の容易性を確保するには移動体通信の利用が最適であり、その中でもPHSが比較的通信エリアが広く、通信コスト面で優れていることからPHSを採用した。

3 システムの構築

立案した本システムを評価するため、親局1台、子局5台からなる試作システムを構築した。

3.1 試作システムの仕様

(1) 親局の仕様

親局は、子局からの欠相通報を常時待機するため、連続運転の必要性があることから、24時間連続稼働可能である工業用パソコンを使用した。

また、親局パソコン上で動作するソフトは、視覚的に分かり易く操作性の高いGUI(Graphical User Interface)を採用し、マウスのみで操作可能とした。親局のハード仕様を表1に示す。

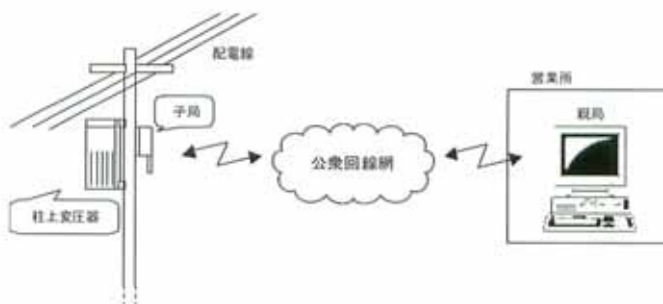


図2 システム概念図

表1 親局のハード仕様

構成機器	FAパソコン(PC/AT互換機)、モニター、マウス、キーボード、PHS通信ユニット、スピーカー(警報出力用)
動作環境	OS : Windows NT Workstation 4.0 CPU : Pentium II 350MHz メモリ : 64MB

(2) 子局の仕様

子局は、柱上設置であることから、筐体を密閉防水構造とし、強度面から材質を金属製としたが、これによるPHS受信レベルの低下を避けるため、アンテナ部を装置外部に張出し、その周囲をFRP製のカバーで覆う形状とした。

また、子局の電柱への取付は、腕金に専用金具で吊り下げる方式とした。図3に子局外観を示す。



図3 子局外観

子局の配電線への接続は、柱上変圧器の二次側リードあるいは200V低圧線に電源ケーブルを接続することにより行う。これにより装置内に三相電圧を引き込み、この電圧についてモニタリングを行うとともに、装置電源としても用いる。なお、装置電源部には三相全波整流回路を採用したため、何れかの相が完全に欠落した場合においても、残る健全相からの電源供給が可能であり、これにより欠相発生時における親局への通報動作を可能とした。

また、PHS端末としては、テレメトリング用途に多方面で使用されているユニット型のPHSモジュールを組み込んだ端末を採用した。

表2に子局の仕様を示す。

表2 子局の仕様

定格電圧	210V (3φ 60Hz)
装置寸法	幅 400 奥行 200 高さ 400 (mm)
装置質量	25kg
構成機器	変成器(計測用、電源用)、演算処理部、電源部、PHS通信ユニット

(3) 伝送仕様

親局・子局間の通信プロトコルは基本形データ伝送制御手順(ベーシック手順)に準拠している。表3にシステムの伝送仕様を示す。

表3 伝送仕様

項目	内容
適用回線	PHS回線 (DCE-DCE間通信プロトコル:PIAFS)
通信方式	9600bps全二重通信方式
同期方式	非同同期式
接続制御方式	コンテンション方式
誤り判定方式	CRC-CCITT方式 ($X^{16}+X^{12}+X^5+1$)

3.2 システムの機能

子局におけるモニタリング要素は、

- ・線間電圧(U-V相, V-W相, W-U相)
- ・高調波解析(総合歪率, 第5, 7次高調波含有率)
- ・瞬時電圧低下発生の有無(過去24時間以内)

とし、その時間推移も記録する。なお、高調波解析は、代表相(U-V相)について計測している。

子局は、上記の計測要素を常に計測しており、親局からのデータ要求に応じて必要なデータを返送する。

以下に、構築したシステムが備える主な機能を、親局での操作面から挙げる。

①計測データのリアルタイム表示

親局での子局指定操作により、親局は該当子局に接続して、現時点での計測データをリアルタイムで収集し、画面上に表示する。なお、長時間に及ぶ回線接続を防止するため、一定時間経過後に自動切断させている。

②過去の計測データ収集

子局は、常に過去24時間分(5分間隔毎に計288件)の計測データを蓄積しており、親局での子局指定操作により、親局は該当子局に接続して、これらデータを一括収集する。そして、親局は、収集データを表形式で画面表示するとともに、CSV形式でのファイル保存を行うので、後に表計算ソフトなどでデータの加工を容易に行うことができる。

③配電線状況確認

配電線故障からの復旧時など、配電線の状況確認が必要となった際、親局での子局指定操作により、親局は該当子局に接続して電圧確認要求を送信する。この要求に対して、子局は直ちに三相電圧の判定を行い、その結果を親局に返送する。親局は子局からの応答に従い、「点灯中」、「停電中」、「電圧異常」を画面上に表示する。

表4に電圧判定条件を示す。なお、子局停電時には回線接続不能となるので、この場合には停電状態とみなしている。

表4 電圧判定条件

電圧状態	判定値
線間電圧が供給規程(202V±20V)で定められた範囲外	点灯中
何れかの線間電圧で不足電圧(182V未満)あるいは過電圧(222V超過)を検出	電圧異常
全ての線間電圧で不足電圧(182V未満)を検出、または子局無応答	停電中

④簡易欠相判定による欠相故障自動通報

子局は、三相の欠相状態の監視をしており、監視結果を欠相状態と判定した場合には、直ちに親局に対して自動通報を行う。

欠相通報受信時、親局は、画面上に該当する子局情報(発生時刻、配電線名称等)を表示するとともに、警報ベルを鳴動して、欠相故障の発生を通知する。

なお、欠相通報時、親局が他の子局と通信中であるか、PHS基地局の回線が全て使用状態である場合には、親局への通報が行えないが、子局に再発信機能を持たせたことにより通報が確実に行われるようにした。

3.3 装置の識別方法

システムには親局と複数の子局が存在することから、全ての装置に識別番号(ID番号)を付与し、個々を識別する必要がある。

装置毎にID番号を割り当てる場合には、装置間でのID番号の重複がないこと、更に、ID番号とPHS電話番号を関連付けて扱うことが必要であるので、番号管理は非常に複雑なものとなる。

しかしながら、電話番号には同一番号が存在しないことからID番号として利用可能であり、これによる番号管理の大幅な簡素化を図ることが可能であるので、PHS電話番号をID番号として用いた。

各装置の識別は、通信回線確立時に行っている。親局と子局間での通信回線確立後、発信局側から自局ID番号を送信し、着信局においてそのID番号が予め自局に登録された相手局番号であるか照合する。そして、自局の相手局と判断した場合にのみ各種の情報伝送を許可する。これにより相手局を識別するとともに、悪戯電話などに対するセキュリティを持たせている。

4 システムの検証試験

工場内において各種機能の動作確認を行った後、実配電線路に子局を設置した場合の子局動作を検証する目的で、当社設備である試験用配電線設備に子局5台を取り付け、実配電線路を模擬した環境下における動作試験を行った。

子局を設置する電柱には、実配電線路に設置した場合と同等な電気的環境とするため、W相を共用相とするV結線で接続された2台の柱上変圧器を装柱し、低圧は灯動共用三相4線式にて供給する方式とした。なお、子局入力には低圧動力線に接続した。図4に試験用配電線における子局装

柱状態を示す。

この試験での主な確認事項を次に示す。

①電圧モニタリング機能の確認

配電線の送出電圧を変化させて、各子局での計測値を親局において確認した。この結果を図5に示す。これは、過去24時間の電圧推移を5分間隔で記録した線間電圧(a)および総合歪率(b)についてのデータであり、親局にて収集後、表計算ソフトにてグラフ化した一例である。

②欠相検出および通報機能の確認

各相を個々に欠落させた場合と停電状態とした場合の動作を検証した。その結果、欠落させた場合のみ親局への通報が行われることを確認した。

③欠相通報競合時の応動確認

配電線送出端において何れかの相を欠落させ、全子局を一斉に欠相状態とした場合の応動を検証した。その結果、子局から親局への欠相通報が競合した場合においても、漏れなく通報が行われることを確認した。

これらの結果から、実配電線路での運用においても、本システムは十分実用に耐え得るものと考えられる。



図4 子局装柱状態

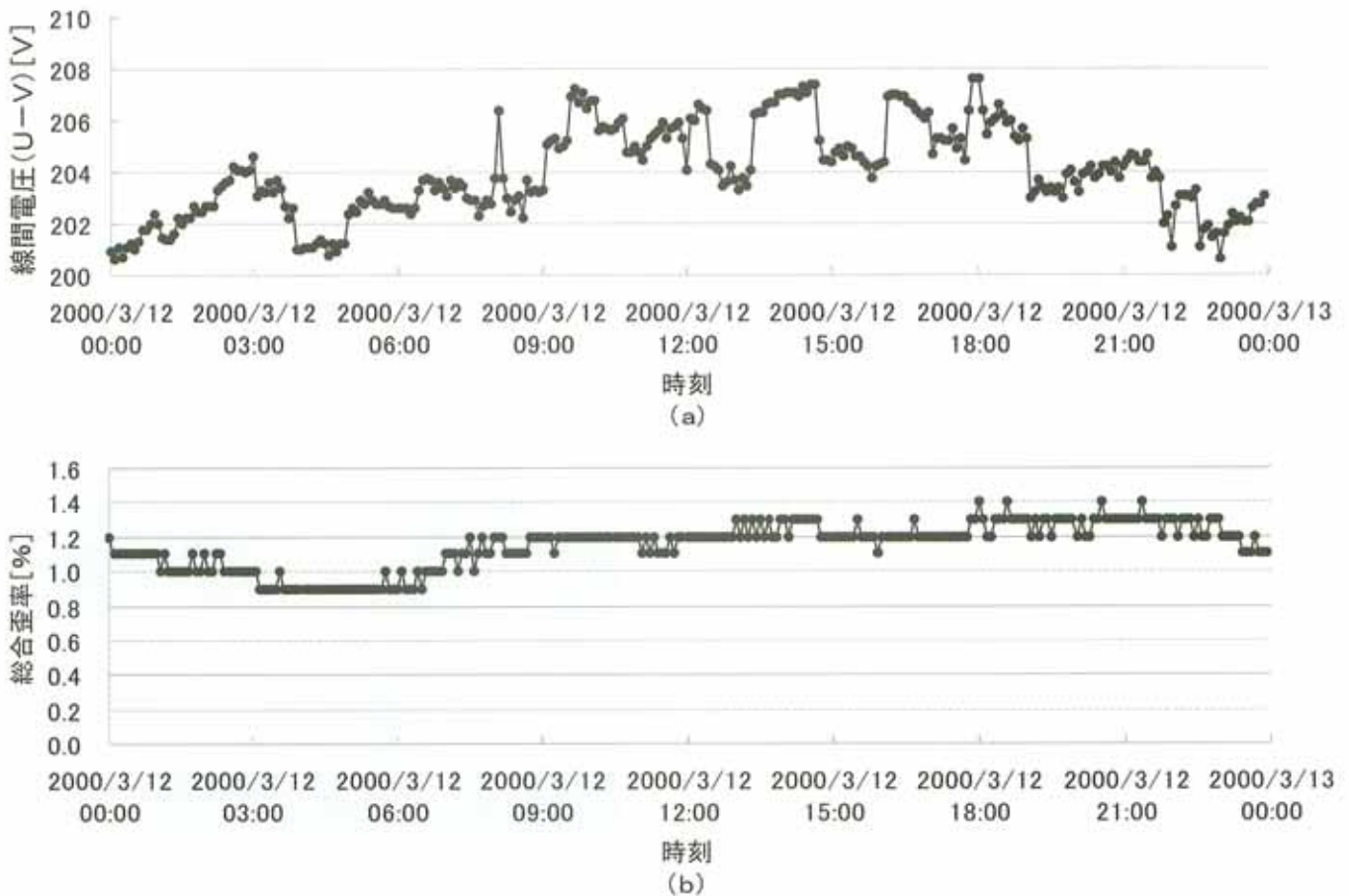


図5 試作システムの動作試験（試験用配電線設備での試験結果）

5 むすび

本研究の目的は、配電線路の電圧をモニタリングする機能と欠相故障発生時の自動通報機能を併せ持ったシステムの開発を行うことであった。

今回、試作システムの構築と動作試験を実施した結果、本システムにより、配電線路での電圧状態を遠隔地からモニタリング可能であること、また、欠相故障発生時には、子局が確実に欠相状態を検出し、その発生が親局への確かつ即時に通報されることが確認できた。

なお、本システムを実運用する上での問題点として、今回は簡易欠相判定条件を、何れかの線間電圧が供給規程の下限値未満の値となった場合としたが、実際には配電線の系統・負荷接続の状態および欠相発生箇所により線間電圧は変動することから、シミュレーションによる解析や操作者の経験による判断が必要であることが挙げられる。

実用化に向けた今後の課題としては、子局の小型軽量化および低コスト化の他、PHS以外の移動体通信の採用が挙げられる。

筆者紹介



出口 喜英
Deguchi Yoshihide
中部電力㈱
三重支店 松阪営業所
配電課 副長
配電設備の建設業務に従事



安井 芳則
Yasui Yoshinori
機器開発事業部
システム開発部 情報通信G
情報通信の基礎技術の研究・開発に従事



小島 美知代
Kojima Michiyo
機器開発事業部
システム開発部 情報通信G
情報通信の基礎技術の研究・開発に従事