

高圧配電系統における電圧・電流測定器の開発

高圧の電圧電流を波形ベースで測定可能な測定器を実現

Development of a Voltage/Current Measurement Instrument for High-Voltage Distribution Systems
Achievement of a Measurement Instrument that can Measure High-Voltage Voltage/Current via Waveforms

(エネルギー応用研究所 お客さまネットワークG 配電T)

電力品質の維持向上のため、高圧配電線の電圧電流を波形ベースで測定する必要が出てきた。そこで、波形ベースでの事象検出・解析、多地点監視等を可能とし、外部電源不要で、一人で着脱作業が可能な、非接触式の測定器を開発した。

(Distribution Engineering Team, Customer Supply Network Group, Energy Applications Research and Development Center)

In order to improve and maintain power quality, there was a need to measure the voltage and current of high-voltage distribution systems using waveforms. Therefore, we developed a non-contact type measurement instrument that can be installed and removed by one person, that does not require an external power source, and that can detect and analyze events based on the waveform at multiple monitoring points.

1 背景と目的

近年、系統品質に影響を及ぼす太陽光発電やインバータ付き家電製品などが増加し、配電部門としては系統品質管理業務を充実させることが必要となってきた。これまでは、高圧の電圧・電流を実効値(時間変化する波形を一定値に換算したもの)で管理してきた。しかし、そのような機器は電圧・電流の波形に歪みを生じさせるため、波形ベース(時間ごとの波形の変化)で測定し、事象検出・解析する必要性が高まってきた。さらに、そのような機器は工場・ビルはもとより、各家庭においても広く一般的に使用されているために、任意の場所での測定が必要となっている。

そこで、波形ベースで高圧の電圧・電流を測定可能とする測定器を開発した。

2 簡易型電流測定器の開発

電圧電流測定器の開発に先立ち、現場からのニーズが高く、早期に実用化のめどが得られた、電流検出に機能を限定した簡易型の電流測定器を開発した。

(1) 既存測定器の課題の整理

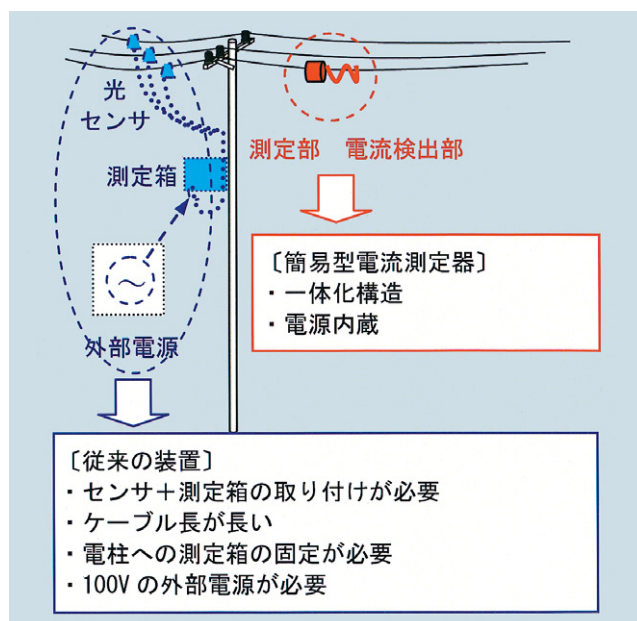
電流測定については、現在、配電線導体部へ直接接触しない、非接触式の光電流センサを用いた測定器が使用されているが、以下の課題がある(第1図)。

- ・光電流センサと測定箱が分かれており、それぞれに取付が必要であり、長い光ケーブルで接続するため煩雑である。
- ・外部電源が必要である。
- ・実効値のみのため、波形ベースの解析ができない。

(2) 開発する電流測定器の仕様

既存の電流測定器の課題解決のため、

- ・電流検出部と測定部を一体化構造とする。
- ・電源を内蔵し、外部電源を不要とする。
- ・実効値を基本とし、必要に応じて波形を記録することとした。



第1図 配電線路への取付イメージ

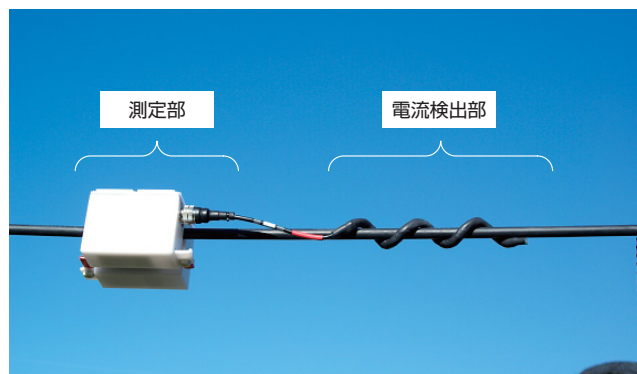
また、電流測定器の仕様決定にあたり、

- ・電流検出部に軽量で高周波での波形特性もよく、磁気飽和のないロゴウスキーコイルを適用する。
- ・既存測定器の精度(±5%)と同等以上の精度とする。
- ・高圧活線状態でも一人で測定器の取付・取外が実施できるように、安全性・作業性に配慮する。

こととした。

(3) 開発した電流測定器の検証試験結果

開発した簡易型電流測定器の外観図を第2図に示す。



第2図 簡易型電流測定器の取付イメージ

この測定器について検証試験を行ったところ、

- ・実効値については、40A以下の場合±3%、それ以上の場合±2%の精度で測定できる。
- ・60Hz～2kHzの波形取得が可能である。
- ・1相あたり重量3.2kgで、活線状態でも一人で測定器の取付・取外が可能である。

であり、実現場への適用に目途が得られた。

3 電圧電流測定器の開発

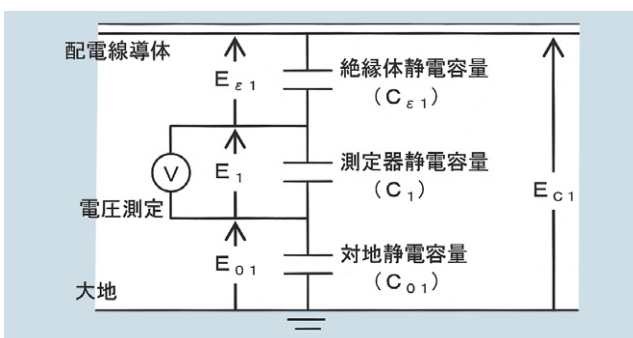
簡易型電流測定器の実用化に目途が得られたことから、電圧電流測定器の開発を行った。

(1) 電圧電流測定器の仕様

電流測定器と同様、非接触式であり、また高圧活線状態でも一人作業が可能となるよう安全性・作業性に配慮することとした。

電圧・電流測定については、実効値のみでなく波形ベースの測定も可能とし、また多地点で同時に測定可能とする。形状については、センサ部と測定部を一体化して電源も内蔵し、また一人作業可能な重量にすることで作業性向上を図ることとする。これらを実現するため、以下の仕様で測定器の開発を行った。

- ・電流検出は2章同様にロゴウスキーコイルを適用する。
- ・電圧検出は大気や地面の状態により電線-大地間の静電容量値が変動するものの、測定器内の電界強度から電圧値を算出することを目指す(第3図)。
- ・多地点同時測定については、GPSを適用し、ミリ秒単位での時刻同期を可能とする。
- ・電源については、長期間の測定を考慮し、配電線電流の電磁誘導により、測定器へ電力供給する。
- ・形状については、実現場で測定器を使用する人の意見を取り入れて検討し、重量も1相あたり5kgとする。



第3図 大地電圧値の算出について

(2) 開発した電圧電流測定器の検証試験結果

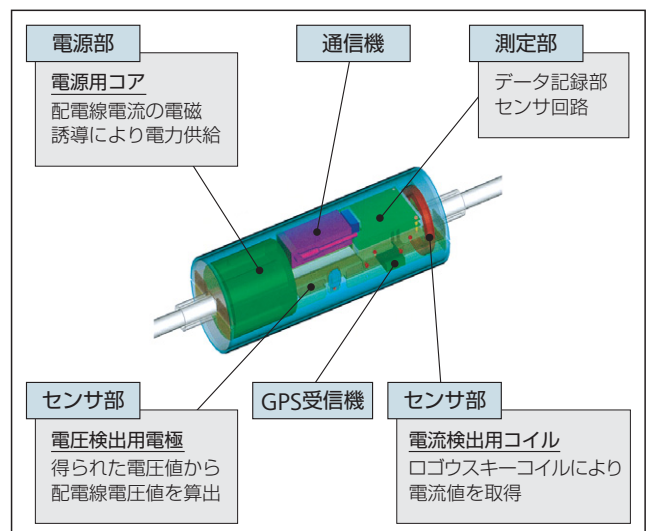
開発した電圧電流測定器の主な仕様を第1表に、内部構成イメージを第4図に、取付イメージを第5図に示す。この測定器について検証試験を行ったところ、

- ・電流測定は2章同様に実効値、波形とも精度よく測定できた。

- ・電圧測定は電圧値を算出する理論式の導出はできたものの、大気等の影響だけでなく他相配電線の影響もあり、一意に電圧値を求めるのは困難であった。しかし、他の測定器との測定比較から理論式の変換係数を求めることにより、実効値・波形とも精度よく測定できることが確認できた(第6図)。
- ・1相あたり重量5kgと一人作業可能な形状を達成した。

第1表 電圧電流測定器の主な仕様

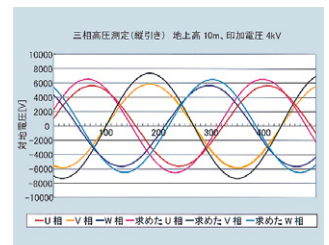
| 項目 | 仕様 |
|-----------|---------------------------------|
| 形状 | 478×107×115mm (突起部含まず) |
| 総重量 | 5.0 kg/1相 |
| 電源供給部 | 電源供給用コアにより供給 (線路電流10A以上で動作可) |
| 電流検出部 | ロゴウスキーコイル |
| 電圧検出部 | 電界を検出 |
| 波形記録時間 | 3.0 sec |
| サンプリング周波数 | 20 kHz |
| 時刻同期 | GPS |
| 通信端末 | PHS |



第4図 電圧電流測定器の内部構成イメージ



第5図 電圧電流測定器の取付イメージ



第6図 取得した電圧波形

4 今後の展開

高圧配電線の電圧・電流を直接測定することにより、電圧不平衡・高調波などの電力品質事象を的確に捉えることが可能となったことから、配電部門での電力品質維持・管理に活用していく。



執筆者/國井康幸