

# 高圧送電線の電圧電流計測装置の実装について

成田英司<sup>†</sup> 大田一郎<sup>†</sup> 松田豊稔<sup>†</sup> 西山英治<sup>†</sup> 桑波謙史<sup>†</sup> 栗林英行<sup>††</sup> 上田宜行<sup>†††</sup>

(<sup>†</sup>熊本電波工業高等専門学校 <sup>††</sup>株式会社キューキ <sup>†††</sup>光洋電器工業株式会社)

## 1. はじめに

高圧送電線の支持碍子に実装できる送電線の電圧・電流を計測する装置を開発した。試作装置によって、800A までの送電線電流と 7,260V までの送電線対地電圧を歪なく測定することができた。

## 2. 全体のシステム構成

図 1 に、送信部のブロック構成を示す。図中の破線で囲んだ部分が空中の支持碍子内に納められる。

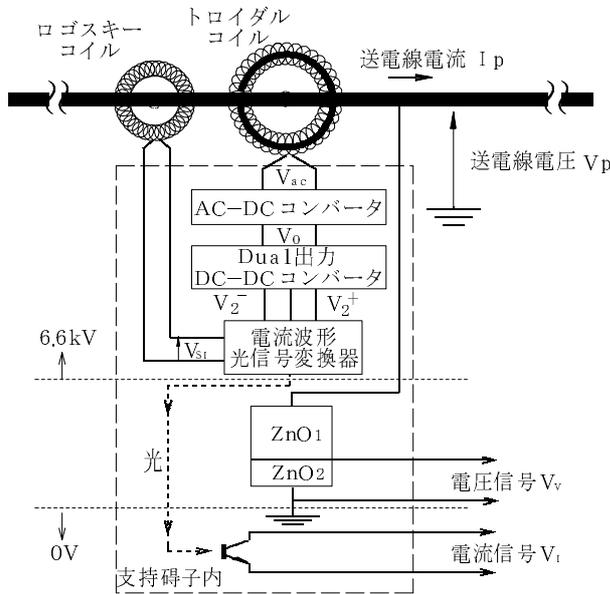


図 1 送信部のブロック構成

### 2.1 電源部

電源部は、送電線に流れる電流によって送電線の周囲に生じる磁気エネルギーを誘導コイル(トロイダルコイル)で集め、スイッチング電源により必要な直流低電圧に変換する。図 1 に示すように、送電線に取り付けたトロイダルコイルには交流電圧が生じる。これをまず AC-DC コンバータで約 10V の直流電圧  $V_0$  に変換し、その後デュアル出力 DC-DC コンバータで電圧  $V_2^+$  と  $V_2^-$  を  $\pm 12V$  に安定化する。試作した電源回路では送電線電流  $I_p$  が 50A 以上で電流波形光信号変換器を動作させることができる。

### 2.2 電流計測部

電流センサとして使用しているログスキーコイルで得られた電流信号は、図 1 に示すように電流波形光信号変換器によって FM 変調され LED を駆動し、光信号に変換される。光で信号を伝送することによって、送電線と接地面との絶縁を保っている。この光信号は支持碍子内の下部にあるフォトトランジスタで電流信号  $V_i$  に変換される。

ログスキーコイルは磁気飽和やヒステリシスによる歪みが生じないように、木片で形成した空芯コアを使用し、巻き数は送電線に 800A 流したときに実効値  $10/\sqrt{2}V (=7.07V)$  の交流電圧が得られるように設計している。試作品では加工のし易いように木片を用いたが、耐久性を考慮して量産時にはプラスチックで形成する予定である。

### 2.3 電圧計測部

電圧計測部は、送電線の対地電圧  $V_p$  を分圧して取り出すために高抵抗の ZnO(酸化亜鉛)素子を用いている。すなわち、図 1 に示すように  $ZnO_1$  と  $ZnO_2$  で  $V_p$  を分圧して電圧信号  $V_v$  を得ている。この  $V_v$  を図 2 の回路に通すことで ZnO で生じた位相差が補正され、振幅が調整される。ここでは、 $V_p$  の最大電圧 6.6kV(地絡事故が生じた場合)の 10%増の 7,260V が加わったときに  $V_{PS}$  の実効値が  $10/\sqrt{2}V$  になるよう設定している。

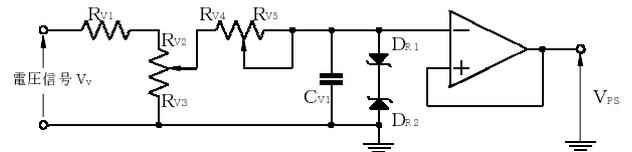


図 2 電圧センサの位相補償と振幅調整回路

図 3 に、送電線電圧  $V_p$  と電圧センサ出力  $V_{PS}$  の特性を示す。このグラフの誤差率を計算したところ全測定区間において 3%以内で、6.6kV 以上では 0.5%以内の誤差率で良好な直線性が得られた。

## 3. 試作した計測システムの外観

図 4 は、6.6kV 用に試作した計測システムの送信部の外観で、内部を見やすくするため支持碍子の 120 度分をカットしてある。同図に示すように、トロイダルコイル(電源用)とログスキーコイル(電流センサ)は、共に二つに分割したものを送電線に装着している。実際の装

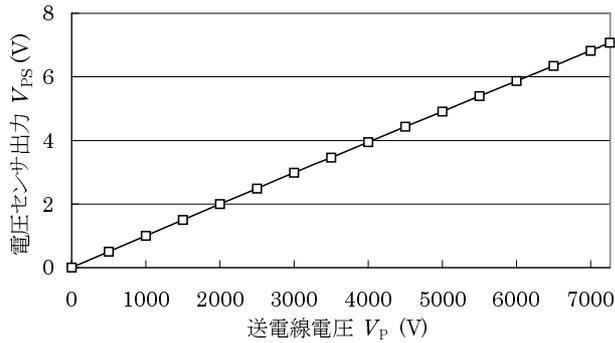


図 3 送電線電圧  $V_p$  と電圧センサ出力  $V_{ps}$  の特性

置では両コイルをボックスに固定してバックル等で簡単確実に送電線に装着できるようにする。

支持碍子は内径 5.2cm の中空で、この内部に図 1 の破線で囲んだ回路が実装される。図 4 に示すように上から順に、AC-DC コンバータ、デュアル出力 DC-DC コンバータ、および電流波形光信号変換器で、それぞれ直径 5.0cm の円形基板上に実装され、3 段重ねに取り付ける構造である。3 段合わせた高さは 6.5cm 以内で中空碍子上側に装着される。円形基板の中心には直径 5mm の穴を開け、円筒棒を通すことによって、回路を安定に保つ。これらの回路の下には、電圧検出用の ZnO 素子が実装されている。

実際の装置では、回路を固定し絶縁特性を維持するためと風雨により水や塵が回路内に入るのを防ぐため、中空碍子の内部は全てシリコン樹脂で充填される。中空碍子の上下は金属金具で固定され、碍子と金具の隙間はセメントで完全に密封される。なお、野外設置の碍子は -20 ~ 40 程度の温度変化があるが、シリコン樹脂はゴムのように弾力があり、密封されていても十分碍子の強度に耐えられることを確認している。

表 1 従来の CT, PT と提案システムの比較 (6.6kV 用)

比較項目	従来方式	提案方式	提案/従来
横幅 (cm)	52.5	—	—
奥行 (cm)	53.0	—	—
直径 (cm)	—	16.0	—
高さ (cm)	62.2	24.0	1/2.6
体積 ( $\ell$ )	173.1	4.8	1/36
重量 (kg)	78.0	6.3	1/12

(CT: current transformer, PT: potential transformer)

#### 4. むすび

送電線の電圧・電流を計測する装置を開発し、送電線の支持碍子内に実装した。試作した碍子センサは従来装置に比べ小型軽量安価で、送電線電流と送電線対地電圧を精度よく測定することができた。

表 1 に、6.6kV 用の従来の CT, PT で計測するシス

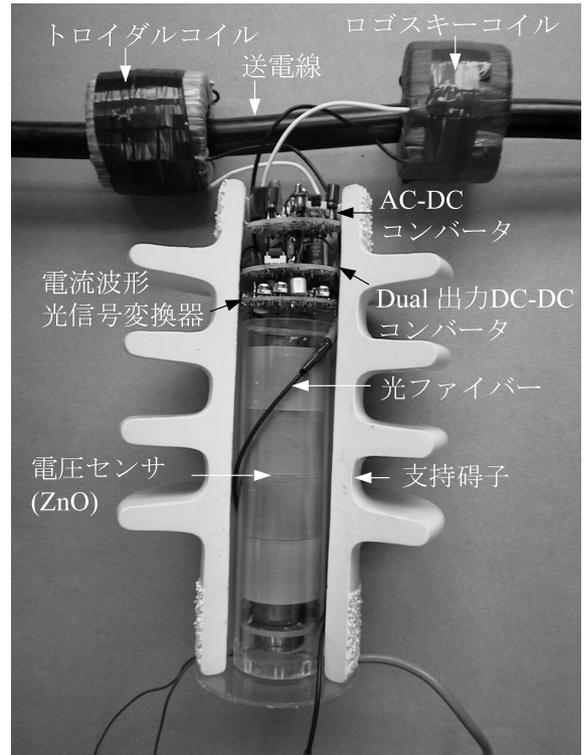


図 4 試作した計測システムの外観 (6.6kV 用)

テムと提案システムの比較を示す。この表から、提案システムでは従来のに比べ体積で 1/36、重量で 1/12 もの小形軽量化が達成できることがわかる。価格面でも非常に安価に製作できるので、提案システムを送配電線の随所に設置することで、より緻密な電力監視が可能となり、安定した電力を供給するためのシステムに有効な手段と成り得る。更に、送電線の電圧が高くなると、従来システムでは絶縁対策のため CT および PT が大型になり非常に高価となるが、提案システムでは碍子の寸法だけを長くするだけで、電源回路や送信回路は殆ど同じサイズと価格で製作できる。

今後の課題として、送電線の短絡負荷試験や落雷等によるサージ耐圧試験、および実際の送電線に試作した碍子センサを設置しての実用化試験を行う予定である。

本研究は、平成 14 年度 NEDO 産業技術研究事業費助成 (00B59007d) によるものである。

#### 参考文献

- [1] H.Hattori, I.Oota, E.Nishiyama, "Development of floating power supply for current measurement system of high voltage power line "ICCAS2002, pp.1551-1554, Oct. 2002.

#### 問合せ先

熊本電波工業高等専門学校, 大田一郎, TEL&FAX : 096-242-6062, E-mail : oota-i@tc.knct.ac.jp