

LED型低光度航空障害灯 (OM-3C) に適用するSI電源方式の開発

既設SI式OM-3B型低光度航空障害灯設備のリプレイス

Development of Static Induction [SI] power supply system applied to LED source for low intensity obstacle light
Replacement of existing SI power supply system with neon source for low intensity obstacle light (OM-3B)

(送変電技術センター 技術G)

(Technical Section, Transmission Engineering Center)

超高圧送電線は山間地に建設されることが多く、航空障害灯設置のため、低圧配電線を敷設することが困難な山岳地では、架空地線を絶縁することで得られる静電誘導電力を利用したSI式OM-3B型低光度航空障害灯設備が用いられている。

Since overhead transmission tower is often constructed in mountainous areas, it is difficult to install obstacle light powered by a low-voltage (AC 100 V) distribution line. In this case, neon source for low intensity obstacle light (OM-3B) by using electrostatic induction (SI) power generated from insulated ground wire (IGW) is usually applied.

本設備をLED化するにはAC100Vを生成する静電誘導電源への変更が必要となるため、新型の静電誘導電源装置を開発し、LED型灯器 (OM-3C) への代替を進めることに成功した。

In order to convert to LED source from neon source, new type of SI power supply system which can generate AC 100 V from SI power is required. For this reason, we developed a new type of SI power supply system that can generate a stable AC 100 V from SI power and succeeded in advancing replacement for LED source for obstacle light (OM-3C).

1 開発の背景

航空機の航行の安全を確保するため、日本では航空法により、高さ60m以上の物件には、航空障害灯や昼間障害標識の設置を義務付けられている。

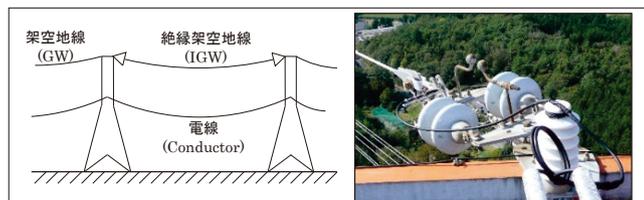
架空地線は接地されているので、この電源より供給される電力は鉄塔を介して大地へ放流されている。

超高圧送電線は山間地に建設されることが多く、障害灯設置のため低圧 (AC100V) 配電線を敷設することが困難な送電鉄塔においては、第1図に示すように、架空地線を絶縁することで得られる静電誘導電力を利用したSI式OM-3B型低光度航空障害灯設備が用いられている。この技術は、過去に中部電力とサンコーシャの共同研究により開発したものであるが、開発から約50年が経過しており、老朽化した設備の異常が散見され、今後更新が必要となっている。

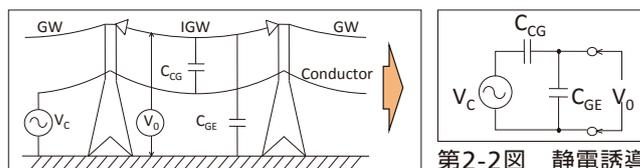
第2-1図のように、電力線を1本の電線に置き換え、電力線の対地間電圧を V_C 、絶縁した架空地線と電力線および大地との間の静電容量をそれぞれ C_{CG} 、 C_{GE} とし静電誘導電圧を V_0 とすると、その等価回路は第2-2図となる。すなわち、 $V_0 = V_C \times C_{CG} \div (C_{CG} + C_{GE})$ なる電圧で、 $C_0 = C_{CG} + C_{GE}$ なる静電容量を直列インピーダンスとする電源が、絶縁した架空地線より得られることとなる。

SI式OM-3B型障害灯設備は高電圧・小電流の静電誘導電力を直に用いてネオン管灯器を点灯していることから、LED化するにはAC100Vを生成する静電誘導電源への変更が必要となる。このため、架空地線の絶縁巨長を変えなく、安定したAC100Vを生成しうる新型の静電誘導電源装置 (以下、新型SI電源装置と略す) を開発し、LED型灯器 (OM-3C) への代替を進めることに成功した。

誘導電圧を直接100Vへ降圧すると変圧器が大型となるため、コンデンサ C_1 により V_0 を V_{01} へと分圧した上で降圧した。また、実際の設備では、電源電圧 V_0 の変動が激しく、不安定な電源であることから、安定的に、かつ最大限に電力を取得するため、リアクトル L_1 を挿入することで直列共振させ、電源インピーダンスを相殺した (第2-3図)。

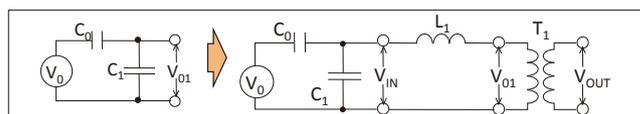


第1図 架空地線の絶縁 (Insulated Ground Wire)



第2-1図 送電線の静電容量

第2-2図 静電誘導電圧の等価回路



第2-3図 分圧コンデンサとリアクトルの挿入

2 架空地線に生ずる静電誘導電圧の算出方法

充電された物体の近くに絶縁された物体があると、その物体には静電誘導により電圧が誘起される。通常では

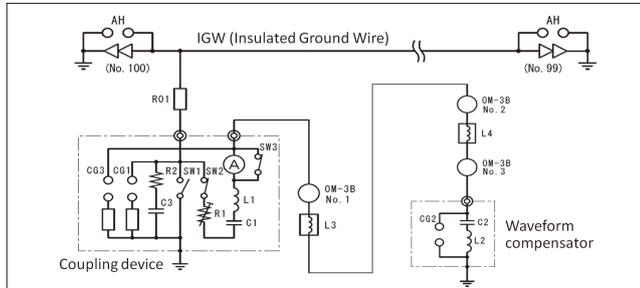
3 新型SI電源装置の仕様検討

(1) 装置全体概要

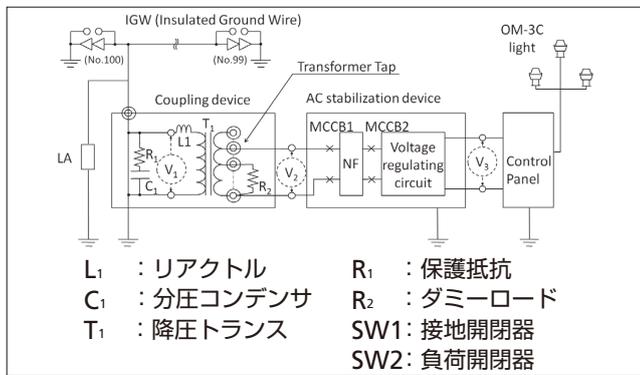
既設装置と比較すると、新型SI電源装置は、架空地線から電力を取得する結合装置に変圧器が必要となり、新規に波形をAC100Vへ調節する交流安定化装置、灯器の点灯

時間を管理する制御盤（本開発の対象外）が追加となる。

さらに、既存の設備に対して最小限の改修で設置できるように、既設品との寸法互換性や小型化を考慮して設計・開発した。実フィールドでの実証試験（動作検証）は1年間実施した。既設SI電源装置と新型SI電源装置の回路図を第3-1、2図に、仕様の比較を第1表に示す。



第3-1図 装置全体回路図(既設)



第3-2図 装置全体回路図(新型)

第1表 仕様比較

	既設	新型
障害灯種類	低光度航空障害灯	
鉄塔高および架渉線地上高	60m～90m未満	
灯器型番	OM-3B	OM-3C
灯器仕様	ネオン管	LED
適用年	1973～	2019～
一次側電圧(例)	25kV	
二次側電圧(例)	8kV	AC100V
消費電力(W/個)	60	5
地線絶縁径間数	1～2	
結合装置重量(kg)	400	350

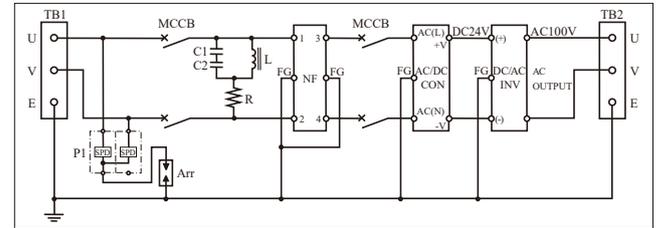
(2) 結合装置

既架空地線から電力を取得する結合装置は、高電圧、高インピーダンスの静電誘導電力に対し、降圧と電源インピーダンス消去を目的とした分圧コンデンサ、リアクトル、トランス、およびトランスの鉄共振を防止するダミーロードを用いて、両回線運用時はAC130V程度、片回線運用時は180V程度まで降圧した。これは、交流安定化装置に使用する汎用電気機器の動作補償範囲が、AC100～240Vであることから、結合装置出力電圧 V_2 をこの範囲に収めるためである。

(3) 交流安定化装置

交流安定化装置は結合装置の出力 V_2 を受電し、電圧安定

化回路により負荷に対して安定したAC100Vの電力を出力する。静電誘導電力に含まれる高調波や分数周波等のノイズ成分をフィルタ等により除去し、AC-DCコンバータにより、変動の大きい静電誘導電圧(交流)を直流電圧に変換し、異常な周波数を遮断した。この直流電圧をインバータにてAC100Vに変換し負荷へ供給することとした(第4図)。



第4図 交流安定化装置(回路図)

4 実フィールド試験

模擬静電誘導電力設備を使用した装置の組み合わせ動作確認試験の後、500kV鉄塔の既設SI電源装置の撤去工事、および新型SI電源装置の設置工事を実施した。

新型SI装置の設置後1年間、定期的に機器の動作状況や外観を確認すると共に、各機器に生じる誘導電圧等を測定した。第2表のとおり、いずれの測定値も設計条件($V_1 \sim V_3$)を満たし、点灯状態も良好だった。

第2表 測定結果

	計算値	試験値
誘導電圧 V_0 [kV]	24.5 (34.6)	24.5 (34.59)
接地電流 I_0 [mA]	21.1 (30.0)	21.1 (30.0)
分圧電圧 V_{01} [kV]	3.93 (5.55)	3.79 (5.35)
$\leq AC10$ V_1 [kV]	5.98 (7.32)	6.32 (8.88)
AC100～200V V_2 [V]	122.8 (173.4)	122.2 (168.5)
AC100±5% V_3 [V]	100 100	101.1 (101.1)
点灯状態	—	Good Good

		実測値			
		2017/12/09	2018/5/14	2018/10/3	2018/12/6
誘導電圧 V_0 [kV]	—	—	—	—	
接地電流 I_0 [mA]	20.8 (30.0)	20.9	20.9	20.9	
分圧電圧 V_{01} [kV]	3.82 (5.55)	3.86	3.86	3.86	
$\leq AC10$ V_1 [kV]	6.25 (9.3)	6.38	6.31	6.31	
AC100～200V V_2 [V]	128.4 (180.1)	129.5	127.8	127.8	
AC100±5% V_3 [V]	100.3 (100.9)	101.5	101.2	101.2	
点灯状態	良好	良好	良好	良好	

() : 片回線停止時

5 まとめ

安定したAC100Vを生成する新型SI電源装置は、机上検討を経て実機を500kV鉄塔へ導入し、OM-3Cの点灯状況も良好だった。

施工に関しては全体を通して大きな問題も無く、他の物件においても同様の構成で適用可能だといえる。



執筆者 / 酒井宏樹