

6kV 固体絶縁開閉装置 (スマート SIS) の製品化

長網 望 Nozomu Nagatsuna
山中治夫 Haruo Yamanaka

キーワード 固体絶縁開閉装置, スマート SIS, 仕様合理化, IEC 61850

概要



スマート SIS 初号器据え付け状況

電力会社向けの6kV開閉装置は、配電用変電所から配電線への送電及び事故遮断のために適用され、小形かつ安全な固体絶縁方式が多く採用されてきた。

今回、適用してから40年以上が経過した機器のリプレースを念頭に、仕様の合理化やデジタル制御化を取り入れた新形固体絶縁開閉装置（スマート SIS）を開発した。スマート SISでは、遮断電流・雷インパルス耐電圧・主回路接触部の温度上昇限度の定格仕様を低減し、機構部の簡素化や汎用形保護制御装置の搭載を実現した。また、様々なセンサを設置することで機器状態を把握し、保守の省力化を実現した。スマート SISは2020年3月に初号器を納入し、稼働している。

1 まえがき

電力会社の配電用変電所に設置される6kV開閉装置は、配電用変電所から配電線への送電及び事故遮断のために適用されている。古くから気中絶縁方式のキュービクルが適用されてきているが、小形かつ安全な固体絶縁方式の開閉装置（SIS）も多く採用され、気中絶縁キュービクルの47%の据え付け面積を実現してきた。

一方、SISを適用し始めてから40年以上が経過し、一部の機器では架台の発錆^{はっせい}や腐食などが進んでいる背景から、順次更新が必要となった。

本稿では、構造面の対策を施し、仕様合理化やデジタル制御化を取り入れて開発した新形の6kV固体絶縁開閉装置（スマート SIS）を紹介する。

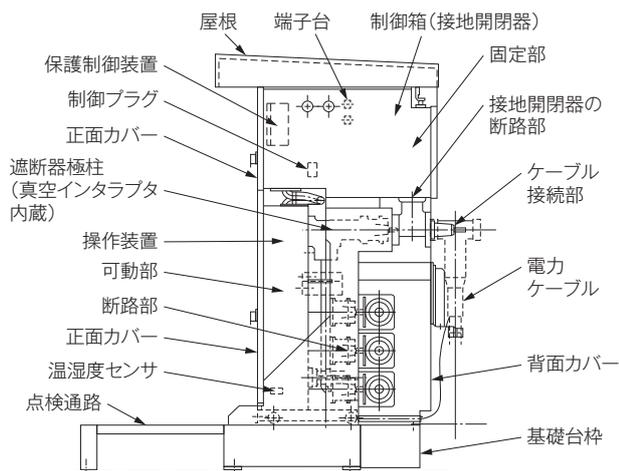
2 スマート SIS の仕様

第1表にSIS（従来機器）及びスマート SISの定格事項を、第1図にスマート SISの代表盤として配電線の断面図を示す。

第1表 SIS（従来機器）・スマート SIS 定格事項

定格遮断電流・定格雷インパルス耐電圧・温度上昇限度（銀接触部）をSIS（従来機器）とスマート SISとで比較した一覧を示す。

項目	SIS（従来機器）	スマート SIS
定格電圧	7.2kV	
定格電流	600A（配電線）／2000A（母線）	
定格遮断電流	50kA, peak 20kA, 5サイクル	31.5kA, peak 12.5kA, 5サイクル
定格雷インパルス耐電圧	主回路：60kV 制御回路：4.5kV	主回路：45kV 制御回路：4.5kV
温度上昇限度（銀接触部）	65K	75K
制御電圧変動範囲	閉路：75～125V 開路：60～125V	閉路・開路：85～125V



第1図 スマートSIS（配電線）断面図

従来機器では搭載されていなかった保護制御装置などの情報通信機器を新たに搭載することで、SISの状態監視を実現した。

3 スマートSISの特長

SISと比較したスマートSISの特長は、以下のとおりである。

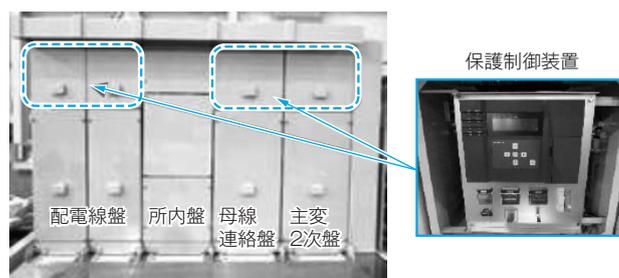
3.1 仕様合理化による構造最適化

スマートSISの開発にあたり、第1表で示したように以下の定格仕様を低減した。

- (1) 定格遮断電流 (20kA → 12.5kA)
- (2) 定格雷インパルス耐電圧 (主回路: 60kV → 45kV)
- (3) 銀接触部における温度上昇限度 (65K → 75K)

これらの仕様緩和によって、断路部の断路距離縮小や真空インタラプタ (VI) を含む主回路モールドケース及び機構部の小形化を実現した。また、制御回路の雷インパルス耐電圧は、電力用保護継電器規格 (JEC-2500) 相当の4.5kVが採用されているため、汎用形の保護制御装置を使用できた。所内盤以外の各盤の中に、コンパクトな保護制御装置を分散配置することができ、従来の保護継電器盤を別置きする装置構成に対して簡素化を実現した。第2図に保護制御装置の配置箇所を示す。

また、銀接触部における温度上昇限度の仕様低減 (65K → 75K) に関する検証試験では、断路部接触部にグリスを塗布した状態で115℃ (75K+周囲温度



第2図 保護制御装置配置箇所

主変2次、母線連絡並びに配電線盤上部に保護制御装置を搭載している。運転時は前面カバーによって外部から保護されている。

保護制御ユニットデータ表示

ファイル選択		ユニット名: 配電線1	
日時	データ項目	計測値	
2019/03/07 16:46:09	遮断器:閉極動作時間		48
2019/03/07 16:46:38	遮断器:ばね蓄勢時間		6995
2019/03/07 16:47:12	遮断器:開極動作時間		47
2019/03/07 16:47:51	断路器:閉極動作時間		13563
2019/03/07 16:48:16	断路器:開極動作時間		13850
2019/03/07 16:51:28	接地開閉器:閉極動作時間		15367
2019/03/07 16:52:02	接地開閉器:開極動作時間		15338
2019/03/07 17:02:17	地絡(67G)		
2019/03/07 17:02:42	地絡(V0)		
2019/03/07 17:03:05	地絡(V0)		
2019/03/07 17:03:05	地絡(67G)		

第3図 センシング情報（動作時間及び地絡検出）表示画面

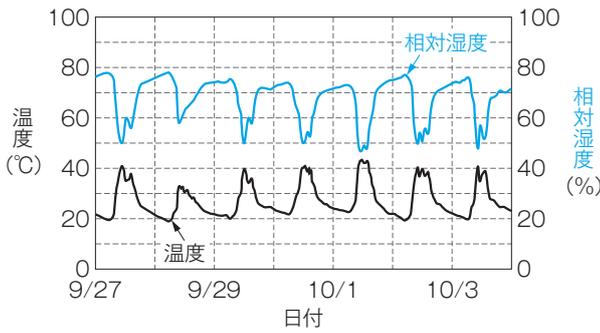
センシング情報に関し、日時・データ項目・計測値が表示できる。

40℃)を維持しながら連続開閉動作1000回を実施することで、接触部の温度上昇に対して問題ないことを確認した。

3.2 機器のスマート化

これまで機器の保守は定期的な巡視・点検によって機器状態を確認していた。スマートSISでは各盤に保護制御装置を搭載することで、各盤の計測情報から機器状態を常時監視することで信頼性を向上させた。第3図にセンシング情報（動作時間及び地絡検出）の表示画面例を示す。なお、スマートSISで実施できるセンシング内容は、以下のとおりである。

- (1) 遮断器 (CB)・断路器 (DS)・接地開閉器 (ES) の動作時間測定によって操作機構部の健全性劣化 (グリス切れなど) を診断
- (2) 零相電圧・電流測定によって機器内部の間欠放電と機器外部の配電線系統の微地絡を検知することで、主回路の絶縁状態の健全性を診断



第4図 模擬可動部箱内の温湿度測定例

可動部箱内を模擬した試験装置内の温湿度データ出力例を示す。下側が温度、上側が湿度である。

(3) 可動部・固定部箱内部の温湿度センサによる常時監視によって防水パッキンの健全性を診断

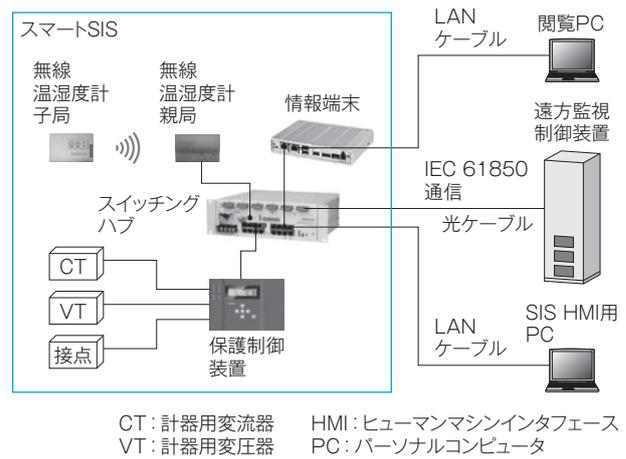
(2)で示したとおり、スマートSISでは所内盤を除く各盤内に無線通信方式の温湿度センサを搭載し、常時測定することで盤内への水分浸入を監視し、巡視では確認できない防水パッキンの健全性評価を実現した。第4図に可動部を模擬した試験箱（屋外設置）での1週間の温湿度測定例を示す。

これらのセンシング機能によって、保守の省力化と点検時期の適切な判断ができるようになった。また、CB・DS・ESの機器制御をソフトインタロック化することで、従来の機械的インタロックを削減し、機構部を簡素化した。

通信温湿度センサの無線化は、設置の自由度が高く配線を削減できることに加え、保守・交換が容易であるといった利点がある。また、正面カバーに取り付けたベントフィルタを従来より通気性の高いものに変更することで、箱内の急激な圧力変化によってパッキンを傷めるリスクを軽減できた。

3.3 国際標準規格IEC 61850の適用

第5図にスマートSISネットワークシステムの構成を示す。スマートSISと上位の遠方監視制御装置（TC）間の情報通信に、国際標準規格のIEC 61850に準じたデジタル伝送を適用した。従来のSISではTCとの接続に多数の制御ケーブルを使用していたが、スマートSISでは光ケーブル1本となることで、現地でのケーブル敷設作業及び確認試験時間を大幅



CT:計器用変流器 HMI:ヒューマンマシンインタフェース
VT:計器用変圧器 PC:パーソナルコンピュータ

第5図 スマートSISネットワークシステム構成

保護制御装置データはスイッチングハブを介して情報端末に蓄積され、かつ遠方監視制御装置で監視される。HMI用PCをスイッチングハブに接続すると、PCから各機器を操作できる。温湿度センサ子局のデータは、無線によって親局へ自動送信される。

に短縮できる。またIEC 61850の適用で、他社TCと接続できるようになった。

4 むすび

定格仕様の合理化による構造最適化・機器のデジタル制御化を実現した新形スマートSISを開発した。本機器は、保護制御装置など情報通信機器を導入することでSISの機器状態の信頼性を向上させ、保守の省力化を達成した。スマートSISは2020年3月に初号器を納入し稼働しており、今後は既設品の更なる更新を進めていく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



長網 望
Nozomu Nagatsuna
スイッチギヤユニット
スイッチギヤの開発検証試験に従事



山中 治夫
Haruo Yamanaka
スイッチギヤユニット
スイッチギヤの開発検証試験に従事