

受配電設備の自動点検システム

Automatic Inspection System for Power Distribution Facilities

要 旨

受配電設備は、電気事業法の規定に基づいて保安規定を作成し、保安規定に沿った点検方法や点検スケジュールで設備点検を実施している。

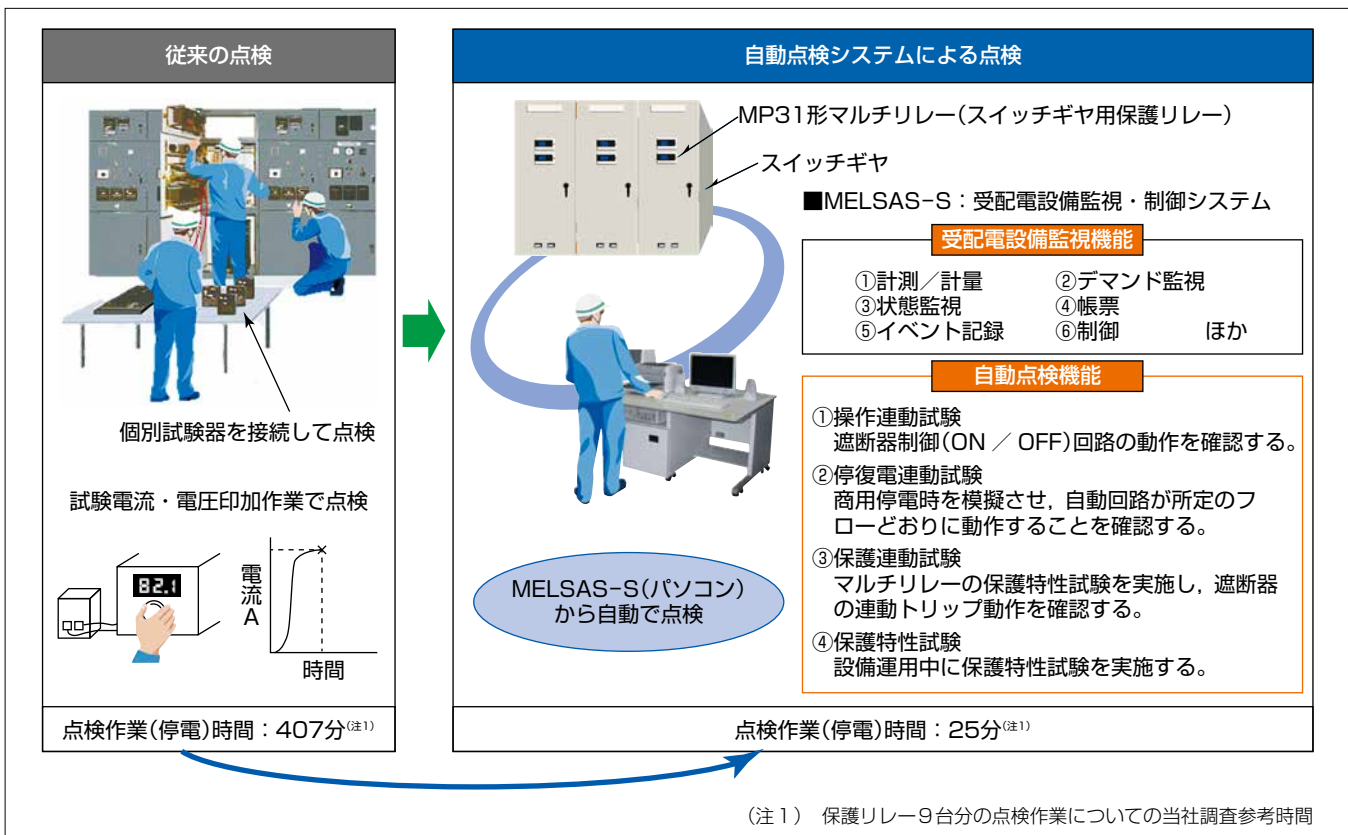
受配電設備は、例えば保護リレーの試験を行うために、保護リレーへ電流・電圧を模擬入力するためのテスト端子を設けるなど、設備点検のしやすさを考慮して設計・製作している。しかし、点検作業は受配電設備の知識や経験が必要とする上に、設計製品仕様と現物の動作が一致することを一点一点作業員が確認する必要があるため、点検作業には多くの作業員と作業時間を要している。

この課題に対して三菱電機では、受配電設備の監視・制御を行う三菱受配電監視・制御システム“MELSAS-S”の

データ処理ユニット(パソコン)とスイッチギヤに収納された“MP31形マルチリレー”を連携させることで次の試験を自動で実施できる自動点検システムを製品化している。

- (1) 操作連動試験
- (2) 停復電連動試験
- (3) 保護連動試験
- (4) 保護特性試験

このシステムによって、点検作業の省力化及び作業時間の短縮を可能にした。また、点検作業は受配電設備の停止が必要で、停電を伴う作業になる。このシステムを使用することで設備の停電時間の短縮も実現できる。



受配電設備の自動点検システム

当社が製品化した受配電設備の自動点検システムは、受配電監視・制御システム“MELSAS-S”から点検指令を出力する。自動点検システムでは、①操作連動試験、②停復電連動試験、③保護連動試験、④保護特性試験の四つの試験を自動で実施できる。このシステムを導入した場合、従来の点検作業に比較して作業(停電)時間を大幅に削減できる。

1. ま え が き

受配電設備は、電気事業法の規定に基づいて保安規定を作成し、保安規定に沿った点検方法や点検スケジュールで設備点検を実施している。受配電設備はそれら設備点検が実施しやすいように考慮して設計・製作している。例えば保護リレーの試験を行うために、保護リレーへ電流・電圧を模擬入力するためのテスト端子を設けている。しかし、このように考慮しても点検作業は受配電設備の知識や経験を要する上に、設計製品仕様と現物の動作が一致することを一点一点人の手で確認して行われている。そのため、点検作業には多くの作業員と作業時間を要している。そこで当社は受配電設備の点検作業を少ない人数で簡単かつ効率的に実施できる自動点検システムを製品化した。

本稿では、自動点検システムの構成と機能及び効果について述べる。

2. 受配電設備の自動点検システム

2.1 自動点検システムの構成

受配電設備の自動点検システムは次の製品を組み合わせることで実現している。図1にこのシステムの構成を示す。

(1) MP31形マルチリレー(以下“MP31”という。)

保護機能、制御機能、計測機能を1台で担うスイッチギヤ用のリレーである。自己診断機能や、事故時の故障電流、動作時間などの履歴表示も可能である。外観を図2に示す。

(2) 受配電監視・制御システム(MELSAS-S)

受配電設備での通常運転時の監視制御や、故障時と停電時の自動処理支援、さらには保全省力化などをトータルに行う。

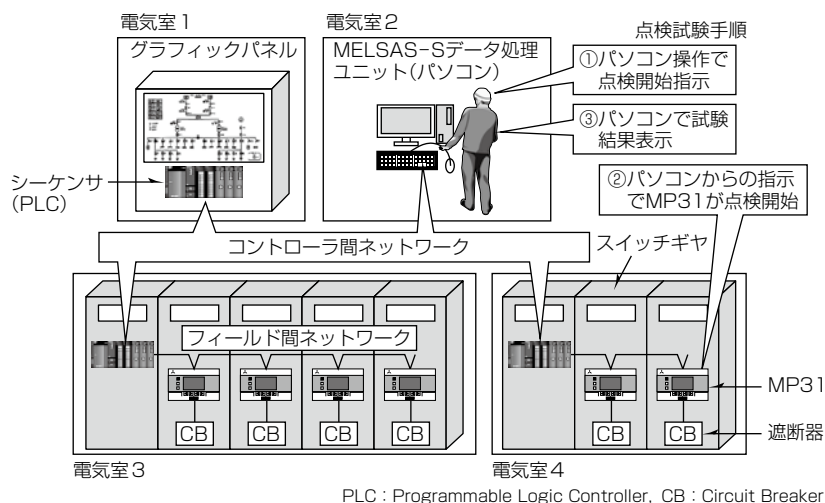


図1. 自動点検システムの構成



図2. MP31形マルチリレー

2.2 自動点検システムの機能

自動点検システムでは、MELSAS-Sを構成するデータ処理ユニット(以下“パソコン”という。)からMP31に点検用の命令を出力して結果を取得することによって、操作連動試験、停復電連動試験、保護連動試験、保護特性試験の四つの試験を実行できる。これら試験の結果判定及び試験結果は、印刷とファイル保存が可能である。

それぞれの特長と従来の方法との違いについて述べる。

2.2.1 操作連動試験

遮断器への制御操作機能を持つMP31からの操作指令によって遮断器を動作させ、遮断器動作時間を計測することで遮断器動作の良否を判定する。遮断器制御回路の健全性の確認を行うとともに計測された遮断器開閉動作時間から遮断器の劣化を発見するなどの保全支援を行う。

従来の試験方法ではパソコン又はスイッチギヤ盤面から遮断器の開閉操作を行い、実際に遮断器が開閉することを確認する。このシステムの場合、従来の試験方法との試験時間に大きな差異はないが、このシステムでは遮断器の開閉動作時間を計測できるメリットがある。

2.2.2 停復電連動試験

停電時に自家用発電機を起動して系統を切り替えるような自動回路を組み込んでいる場合に、MP31から模擬信号を発生させることで自動回路を動作させ、登録されたフローどおりの順序・時間で動作することを確認することによって自動回路と動作させる機器の健全性の確認を行う。

従来の試験方法では、熟練の作業員が自動回路を確認する方法を事前検討した後、部分的に停電を取ることで自動回路が動作することを確認している。動作前の状態と動作後の状態変化が想定どおり動作することを確認するため、結果の判定に時間を要している。

2.2.3 保護連動試験

MP31の機能によって、試験用の保護特性試験信号を発生させ、保護回路を動作させる。トリップまでの動作時間を計測して保護特性の良否判定を行うとともに、遮断器の連動トリップ動作の確認を行う。これによって周辺補助リレーの動作を含めたシーケンス回路の健全性を確認できる。

従来の試験方法では、各保護要素をスイッチギヤ盤面の保護リレー操作によってテスト出力し、それによって遮断器がトリップすることを確認している。

2.2.4 保護特性試験

パソコンからの指令によって、MP31内部で試験用の保護特性試験信号を発生させてMP31の保護回路を動作させる。保護回路が動作する時間を計測して保護特性の良否判定を行う。

保護連動試験では保護回路の動作信号で遮断器を開放していたが、保護特性試験では遮断器を動作させずに保護特性の良否だけを確認する。MP31では計測回路(保護検出回路)を二重化しており、点検時に一方の回路で設備の保護状態を保ちながら他方の回路で保護特性試験を行う。これを交互に回路を切り替えて点検を行うことで、設備運転状態での保護特性試験を実現している。図3及び図4にMP31の通常運用時と保護特性試験時の内部回路状態を示す。

従来の試験方法では、専用の試験機材を用いて、スイッチギヤ盤面のテスト端子から各保護リレーに電圧・電流を入力して保護要素を動作させ、保護リレーの動作時間を測定している。保護リレーごとに、試験機材を接続して実施する必要があるため時間を要していたが、このシステムではパソコンからの操作だけで実施でき、試験時間を大幅に短縮できる。

2.3 自動点検システムによる試験手順

MELSAS-Sのパソコンの画面で試験項目を選択することで、2.1節で述べた試験を行うことができる。試験を開始するためには、あらかじめ設けた開始条件(遮断器の状態、MP31の遠方/直接の状態など)が成立している必要があり、開始条件が成立していない状態で試験開始の操作を行うと、開始条件不成立のメッセージが表示され、試験が開始できないようになっている。開始条件不成立の場合のパソコンの画面例を図5に示す。

試験(1)~(3)については、遮断器の開閉を伴うため設備の停電が必要であるが、(4)は設備運転状態で試験を行うことができる。

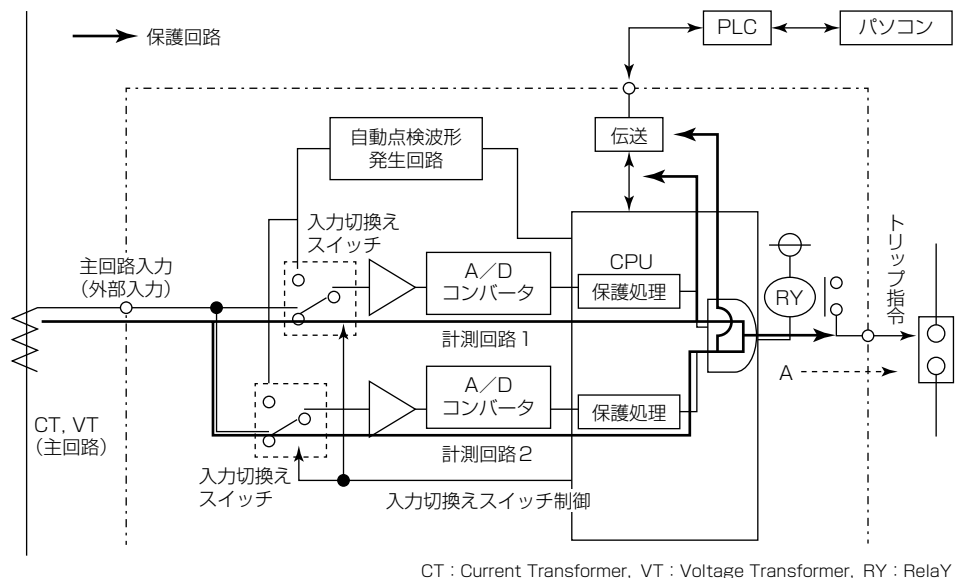


図3. MP31の通常運用時の内部回路状態

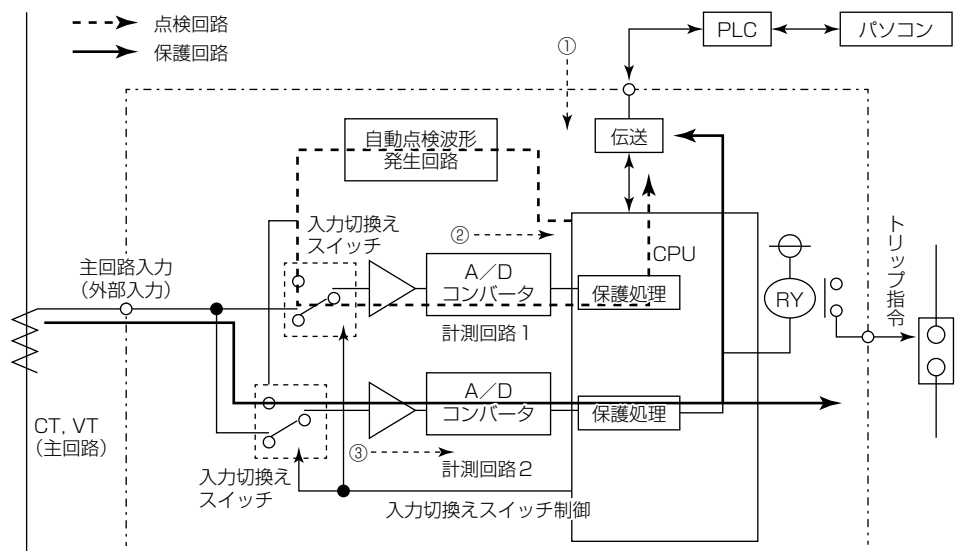


図4. MP31の保護特性試験時の内部回路状態

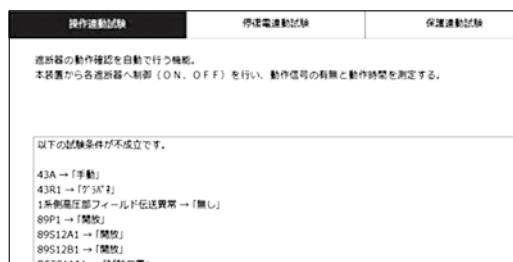


図5. 開始条件不成立時の画面

デバイスNo	保護要素名	設定名称	点検前	点検後
			前整定値	現整定値
S1	50	動作電流	210	250
		動作時間	INST	0.5
	51	CB投入ロック選択	LOCK	UNLOCK
		動作電流	OFF	100
		特性カーブ	-	2

図7. 整定値比較結果画面

2.4 自動点検システムの補助機能

(1) スケジュール機能

保護特性試験については、設備運用中に試験が可能である。そのため、予定したスケジュールに沿って自動で試験できる機能を備えている(図6)。

(2) 整定値・設定値取得機能

パソコンはMP31の保護機能の動作条件(以下“整定値”という。)に従って試験指示コマンドを送信する。つまりMP31を点検する前に必ず最新の整定値をパソコンに設定しておく必要がある。そこで、MP31の整定値を変更した際、自動でパソコンの整定値を更新する機能をパソコンに追加した。これによって、いつでも最新の整定値で試験できるため、現場のMP31とパソコンの設定を確認しなくても点検作業に入ることができる。

また、CT一次定格やVT一次定格などMP31の計測・計量に関する設定値についてもパソコンがデータを取得し、該当MP31の計測・計量用のスケールを自動で修正する機能を追加した。これによって複雑な設定がなくなり、変更内容に合わせてパソコンの設定が正しく行われる。

(3) 整定値・状態比較機能

通常、年次点検時に保護リレーの整定値と遮断器状態を変更するため、点検前に保護リレーの整定値と遮断器状態をメモしておき、点検終了後に点検前の状態に戻ったことを確認する作業が必要であった。

そこで、点検作業の支援機能として整定値・状態比較機能をパソコンに搭載した。この機能によって点検前と点検後の整定値や状態信号の差分を比較、印刷できるため、作業時間短縮と人為的ミスの削減に貢献する。整定値比較結果画面を図7に示す。



図6. スケジュール設定画面

表1. 点検作業時間の比較

作業項目	従来点検 (自動点検なし)	今回提案 (自動点検あり)	
	試験準備 後片付け	60分	5分
保護リレー 整定値控え	18分	1分	整定値・状態比較 機能を使用
保護特性試験	236分	(通常運用中に実施)	
操作連動試験	5分	12分	MELSAS-Sから 実施
保護連動試験	50分		
停復電連動試験	20分	6分	
保護リレー 整定値確認	18分	1分	整定値・状態比較 機能を使用
合計(停電時間)	407分	25分	-

3. 自動点検システムによる効果

従来の点検では試験機を用意して1台ずつ点検する。自動点検システムの場合はあらかじめ設備運用中に保護特性試験を実施しておき、定期点検時の設備停電中に、保護連動試験などほかの点検を実施する。これらの作業時間を比較した結果を表1に示す。ここでは9台のMP31の点検作業を想定している。

結果として407分程度必要としていた作業時間が25分程度で完了できるようになり、保護リレーに要する試験時間を382分(約6時間)程度削減できる。また、人に頼る作業や確認を排除しているため人為的ミスも少なくなる。

4. む す び

MELSAS-SとMP31を用いて、従来各遮断器や保護リレーを手手で操作確認していた点検項目の一部を自動で実施できる自動点検システムを製品化している。このシステムを使用することで、点検作業時間や停電時間の削減を図ることができ、点検作業員不足が想定される将来でも有効な効果が見込まれる。これからも受配電監視・制御システムを利用した運用・点検の効率化・省力化を目指す。

参考文献

- 平田陽介：停電時間を大幅に削減する保護リレー自動点検システム、三菱電機技報, 91, No.11, 619~623 (2017)
- 電気学会・受配電設備の高度化と環境対応技術調査専門委員会：受配電設備, オーム社 (2014)