

SOG 試験器 練習ツール

SOG Labo 手順書

ここでは、SOG Labo(以下「本ツール」)での試験の手順を解説しています。試験は継電器の整定、配線、SOG テスターの操作、測定値の評価という順に進めていきます。

試験想定

これから行う全ての試験は、停電状態で外部電源(発電機など)での年次点検を想定しています。
PAS 及び DS が遮断されている事を前提に試験方法を解説します。

このツールでは、SOG 制御装置の試験が体験できます。

試験は、このマニュアルに沿って、順を追って操作していけば完了できるようになっています。
最初は 1 つずつ手順を確かめながら進めて頂き、慣れてきたらマニュアルを見ずに試験を完了できるように練習していきましょう。

このツールでは、OCR、DGR などの用語が出てきます。まずは、これらの用語に慣れて意味がすぐにわかるようにしておきましょう。(年次点検ではこれらの用語が使われることが多いです。)

SOG	PAS や UGS に付属する継電器	Storage Over Current Ground
GR(GCR)	地絡継電器	Ground Relays
DGR	方向性地絡継電器	Directional Ground Relays
SO	短絡・過電流	Storage Over Current
G	地絡	Ground fault
CT	変流器	Current Transformers
VT	計器用変圧器	Voltage Transformers
VCB	真空遮断器	Vacuum Circuit Breaker
ZCT	零相変流器	Zero-Phase-sequence Current Transformers
ZPD	コンデンサ形零相電圧検出装置	Zero-Phase-potential Device

方向性地絡継電器 試験

方向性地絡継電器は、零相電流、零相電圧、位相特性の 3 つの要素があります。それぞれの要素の試験を行うには他の 2 つの要素を固定して行う必要があります。

さらに動作時間についても試験を行います。動作時間試験は、継電器が動作するまでの時間測定に加えて極短時間で動作しない事を確認する慣性特性試験があります。

方向性地絡継電器(SOG)は、零相電流を見る ZCT 及び、零相電圧を見る ZPD などの機器と連携して地絡とその位相(電流の方向)を監視しています。

試験前の設定値を記録

試験の際、SOG のタップを変更したり、配線を外したりします。最後に元に戻す時に慌てないよう現行で使用している機器の各ツマミの設定や配線を記録しておきましょう。

試験の準備

試験を行うための整定値の設定と配線を行います。
「初期状態」ボタンを押して初期設定の状態にします。

整定

試験器のスイッチ、ツマミ、セクターは、以下のように設定しておいてください。

電源スイッチ ----- OFF
補助電源スイッチ ----- OFF
STOP 信号切替スイッチ --- 電圧
慣性試験スイッチ ----- OFF
電流整定スイッチ ----- OFF
電流調節ツマミ ----- 左方向に限界まで
電圧調節ツマミ ----- 左方向に限界まで
位相調節ツマミ ----- 0 位置
電流切替スイッチ ----- 1A
電圧切替スイッチ ----- 30V

SOG のセクターは以下のように設定しておいてください。

動作電圧タップ ----- 5%
動作電流タップ ----- 0.2A
動作時間タップ ----- 0.2 秒

配線

試験器と SOG の配線は電源が入っていない状態で行います。

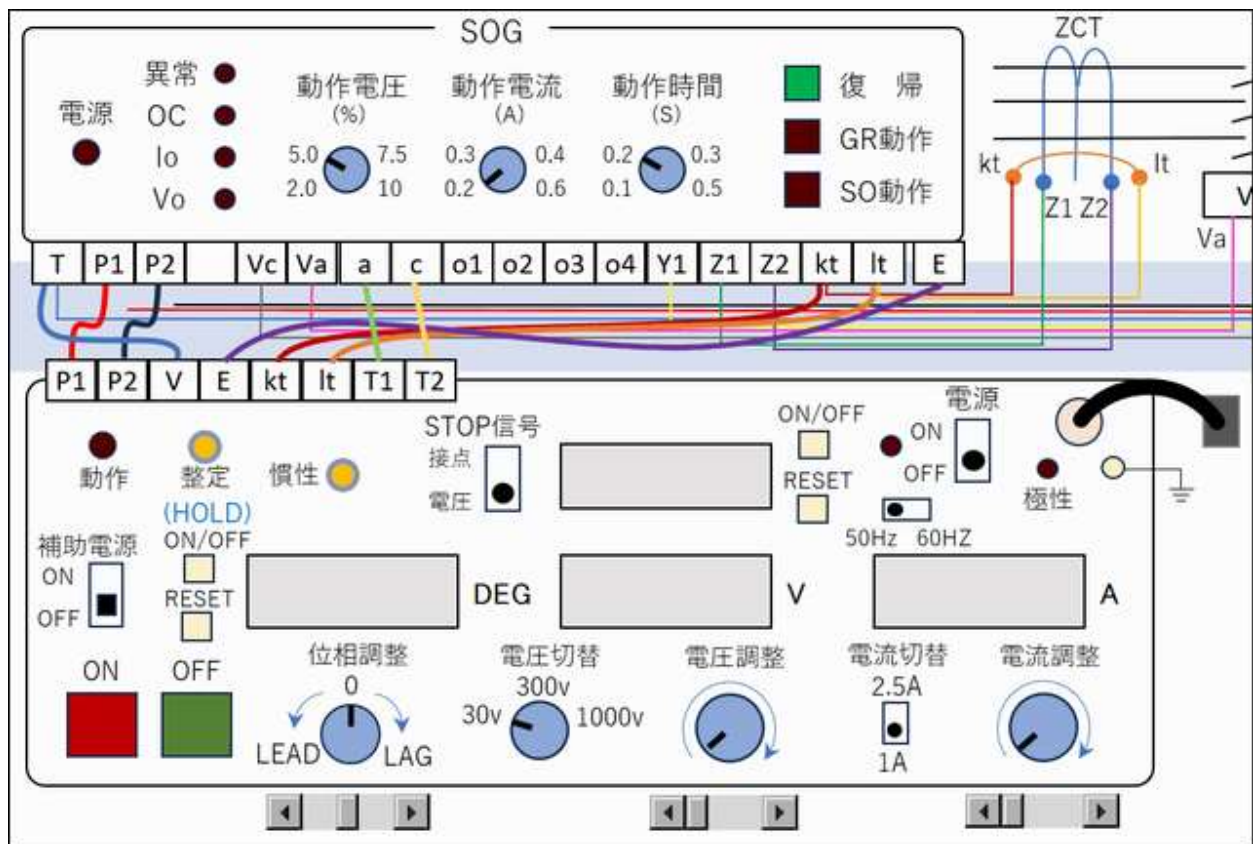
- ・SOG の P1,P2 端子をそれぞれ 1 回づつクリックして結線を外します。

※SOG の P1,P2 端子を外さないで VT の一次側に高電圧が発生するので危険です。また VT 内蔵型の PAS では、コイルを焼いてしまう可能性もあります。

--- 以降、配線操作は 試験器→SOG の順番で端子をクリックしてください。 ---

- ・SOG の P1,P2 端子を離線したら、試験器の、P1,P2 端子を接続します。
 - ・試験器の V 端子を SOG の T 端子に接続します。
 - ・試験器の E(アース)端子と SOG の E 端子を接続します。
 - ・試験器の kt 端子と SOG の kt 端子を接続します。
 - ・試験器の lt 端子と SOG の lt 端子を接続します。
-
- ・動作時間の試験を行う時は、試験器の T1,T2 端子を SOG の a,c 端子にそれぞれ接続します。

ここまでの操作で以下のようになっていれば OK です。



最小動作電流特性試験(零相電流)

最小動作電流試験は、零相電圧を固定し、位相が基準値内の状態で継電器が動作する最小電流値を測定します。

SOG 整定値

具体的な各設定値は以下のような状態を想定して試験を行うものとします。設定を変更してください。

零相電圧 5%

零相電流 0.2A

動作時間 0.2 秒

零相電圧の値の計算

零相電圧とは、地絡電流によって発生する電圧です。零相電圧は % で表わされていますが、100% が完全地絡の状態です。

DGR の動作値は、この 25% 以下で、実際には 5~10% 程度で動作させます。

6.6kv の場合、完全一線地絡した場合、零相電圧は、 $6,600 \times 1 / \sqrt{3} = 3,810 \text{ V}$ となります。

今回、動作値は 5% です。ので、 $3,810 \text{ V} \times 5\% = 190.5 \text{ V}$ で動作することになります。

さらに JIS C 4609 高圧受電用地絡方向継電装置 では、この値の 150% で試験する事になるので、 $190 \times 150\% = 285 \text{ V}$ となり、285V が試験で印加する基準電圧となります。

試験器での操作

- ・位相調整ツマミは 0 にしておきます。
- ・今回は TRIP 端子を使いませんので、T1,T2 端子は結線されていなくても構いません。
- ・電圧切替を 300 V に設定します。(285V 付近を想定)
(SOG の動作値は 5% です。ので、 $3,810 \text{ V} \times 5\% = 190.5 \text{ V}$ となります。)
- ・電流切替を 1A に設定します。(0.2 A 付近を想定)
- ・電源の周波数設定を確認します。(関東では 50Hz。関西では 60Hz。)
- ・電源スイッチを ON にします。(電源ランプと極性ランプが点灯。)
- ・補助電源スイッチを ON にします。(SOG の電源ランプが点灯。)
- ・SOG 動作時にメーター表示をホールドさせる場合は、HOLD を ON 状態(ピンク色)にします。
- ・試験 ON ボタンを押します。(OFF ボタンが消灯し ON ボタンが点灯。)
- ・電圧調整ツマミ(スライダー)を操作して285V に調整します。
(ツマミは3回転で最大値となります。190V 付近で SOG の Vo ランプが点灯しますが、動作ランプは点灯しません。)
- ・電流調節ツマミを少しだけ操作します。(0.1A 程度) これは、位相調節するためには電流が流れていないと位相が操作できないためです。
- ・位相を調節します。位相角度は感度角内に調整します。(-60°~120°の間。 0°でも良い。)

--- 電圧と位相が設定できたので電流を流して最小動作電流値を測定します ---

・動作ランプ表示を確認しながら、電流調節ツマミ(スライダー)を操作します。(整定値の 0.2A 付近で動作するはずです。)

・HOLD を ON にしていた場合は、動作と同時に電流値の表示がホールドされます。この電流値が動作最小電流値となります。(この時、SOG の GR 動作が点灯します。)

※電流調節ツマミ(スライダー)の操作が早すぎると、大きな値となる場合がありますので、ゆっくり操作してください。

HOLD を ON にしていない場合は、動作ランプが点灯した時の値が最小電流値になります。

※この時、動作時間が(0.5 秒など)長めに設定されていると、動作時間のタイムラグから電流値の読み取り位置がズれてしまう可能性があります。

これを防ぐためには、動作時間を一番短い値(0.1秒)に設定しておくといいでしょう。ただし、試験後元に戻すのを忘れないようにしましょう。

・最小動作電流値が整定電流値(0.2A)の $\pm 10\%$ 以内であれば問題ありません。

・HOLD を OFF にします。

・電流調節を 0 にします。

・電圧調節を 0 にします。

・試験 OFF ボタンを押します。(NO が消灯し、OFF が点灯。)

・SOG の復旧ボタンを押して GR 動作をリセットします。

・補助電源を OFF にします。

・主電源を OFF にします。

評価

JIS C 4609 高圧受電用地絡方向継電装置 では、継電器の動作電流について、零相電圧を整定値の 150%(285V)を印加した状態で、整定電流値(0.2A)に対して $\pm 10\%$ 以下であることとしています。

備考

今回のような SOG 試験器を使った試験では、過電流発生時の OC ランプや SO 動作は点灯しません。SO 動作をテストする場合は、テストボタンを押すなどで機器の動作を確認します。

尚、異常ランプに関しては、SOG 機器の自己診断機能で異常があった場合に点灯します。

本ツールの試験では、OC ランプ、SO 動作、異常ランプは点灯する事はありません。

最小動作電圧特性試験(零相電圧)

最小動作電圧試験は、零相電流を固定し、位相が基準値内の状態で継電器が動作する最小電圧値を測定します。

SOG 整定値

具体的な各設定値は以下のような状態を想定して試験を行うものとします。

零相電圧 5% (190V)

零相電流 0.2A

動作時間 0.2 秒

零相電流の値の計算

零相電流は、JIS C 4609 にて整定値の 150% で試験します。

$$0.2\text{A} \times 150\% = 0.3\text{A}$$

となり、0.3A が基準電流値となります。

配線

前回の試験と同じです。

試験器での操作

- ・位相調整ツマミは 0 にしておきます。
- ・今回は TRIP 端子を使いませんので、T1,T2 端子は結線されていなくても構いません。
- ・電流切替を 1A に設定します。(0.3 A 付近を想定)
- ・電源の周波数設定を確認します。(関東では 50Hz。関西では 60Hz。)
- ・電源スイッチを ON にします。(電源ランプと極性ランプが点灯。)
- ・補助電源スイッチを ON にします。(SOG の電源ランプが点灯。)
- ・SOG 動作時にメーター表示をホールドさせる場合は、HOLD を ON 状態(ピンク色)にします。
- ・試験 ON ボタンを押します。(OFF ボタンが消灯し ON ボタンが点灯。)
- ・電流調整ツマミ(スライダー)を操作して 0.3A に調整します。
(ツマミは3回転で最大値となります。0.2A 付近で SOG の Io ランプが点灯しますが、動作ランプは点灯しません。)
- ・位相を調節します。位相角度は感度角内に調整します。(0°で良いでしょう。)
--- 電流と位相が設定できたので電圧を印加して最小動作電圧を測定します ---
- ・動作ランプ表示を確認しながら、電圧調節ツマミ(スライダー)を操作します。(整定値の 5%=190V 付近で動作するはずです。)
- ・HOLD を ON にしていた場合は、動作と同時に電圧表示がホールドされます。この電圧が動作最小電圧となります。(この時、SOG の GR 動作が点灯します。)
HOLD を ON にしていない場合は、動作ランプが点灯した時の値が最小電圧になります。

・最小動作電圧が整定電圧(190V)の±25% 以内であれば問題ありません。

※電圧調節つまみ(スライダー)の操作が早すぎると、大きな値となる場合がありますので、ゆっくり操作してください。

※この時、動作時間が(0.5 秒など)長めに設定されていると、動作時間のタイムラグから電流値の読み取り位置がズレてしまう可能性があります。これを防ぐためには、動作時間を一番短い値(0.1秒)に設定しておく和良好的でしょう。

- ・HOLD を OFF にします。
- ・電圧調節を 0 にします。
- ・電流調節を 0 にします。
- ・試験 OFF ボタンを押します。(NO が消灯し、OFF が点灯。)
- ・SOG の復旧ボタンを押して GR 動作をリセットします。
- ・補助電源を OFF にします。
- ・主電源を OFF にします。

■ 評価

JIS C 4609 高圧受電用地絡方向継電装置 では、継電器の動作電圧について、零相電流を整定値の150%(0.3A)を流した状態で、整定電圧値(5%=190V)に対して±25% 以下であることとしています。

動作時間特性試験

動作時間の試験は、以下のような条件で継電器が動作する時間を測定します。

- ・零相電流を整定電流値の 130%、および 400%。
- ・零相電圧を整定電圧地の 150% で固定。
- ・位相は基準値内の状態。

整定値

具体的な各設定値は以下のような状態を想定して試験を行うものとします。

零相電圧 5% (190V) × 150% = 285V

零相電流 0.2A

動作時間 0.2 秒

零相電流と零相電圧の計算

零相電流は、JIS C 4609 にて整定値の 130%、400% で試験しますので計算すると以下のようになります。

$$0.2\text{A} \times 130\% = 0.26\text{A}$$

$$0.2\text{A} \times 400\% = 0.8\text{A}$$

零相電圧は、動作値は 5% ですので、 $3,810\text{V} \times 5\% = 190.5\text{V}$ です。

さらに JIS C 4609 ではこの値の 150% で試験する事になるので、

$190 \times 150\% = 285\text{V}$ となり、285V が試験で印加する基準電圧となります。

配線

配線は最小電流値試験と同じですが、動作時間の試験を行う時は、TRIP 端子の T1,T2 端子と a,c 端子をそれぞれ接続しておきます。

試験器での操作

- ・位相調整ツマミは 0 にしておきます。
- ・今回は TRIP 端子を使いますので、T1,T2 端子は a,c 端子に結線しておきます。
- ・電圧切替を 300 V に設定します。(285V 付近を想定)
- ・電流切替を 1A に設定します。(0.2 A および 0.8A 付近を想定)
- ・電源の周波数設定を確認します。(関東では 50Hz。関西では 60Hz。)
- ・電源スイッチを ON にします。(電源ランプと極性ランプが点灯。)
- ・補助電源スイッチを ON にします。(SOG の電源ランプが点灯。)
- ・HOLD を OFF 状態にしておきます。
- ・試験ボタンが OFF である事を確認して、整定ボタンを ON(ピンク色に点灯)にします。
(整定にすると SOG に零相電流が流れなくなります。ただし、零相電圧は印加されます。)

「零相電流 130%の試験」

- ・試験 ON ボタンを押します。
 - ・電流調整ツマミ(スライダー)を操作して 0.26 A に調整します。
 - ・電圧調整ツマミ(スライダー)を操作して、285V に調整します。
 - ・位相調整ツマミは 0 にしておきます。
 - ・試験 OFF ボタンを押します。
 - ・整定ボタンを OFF にします。
 - ・カウンターのボタンを ON(ピンク色に点灯)にします。
 - ・試験 ON ボタンを押すと SOG が動作し、ただちに試験 OFF 状態になります。この時のカウンターの秒数が動作時間となります。
 - ・130%試験の場合 0.1～0.3 秒の間であれば問題ありません。
-
- ・SOG の復帰ボタンを押して GR 動作表示を復帰させます。
 - ・カウンターの RESET ボタンを押して、カウンターの 0 表示に戻します。

「零相電流 400%の試験」

- ・整定ボタンを ON にします。
 - ・試験 ON ボタンを押します。
 - ・電流調整ツマミ(スライダー)を操作して 0.8 A に調整します。
 - ・電圧調整ツマミ(スライダー)を操作して、285V に調整します。(変更なし)
 - ・位相調整ツマミは 0 にしておきます。(変更なし)
 - ・試験 OFF ボタンを押します。
 - ・整定ボタンを OFF にします。
 - ・カウンターのボタンを ON(ピンク色に点灯)にします。
 - ・試験 ON ボタンを押すと SOG が動作し、ただちに試験 OFF 状態になります。この時のカウンターの秒数が動作時間となります。
 - ・400%試験の場合 0.1～0.2 秒の間であれば問題ありません。
-
- ・カウンターの ON/OFF ボタンを押して、OFF 状態にします。
 - ・電圧調節を 0 にします。
 - ・電流調節を 0 にします。
 - ・補助電源を OFF にします。
 - ・主電源を OFF にします。
 - ・SOG の復旧ボタンを押して GR 動作をリセットします。

評価

JIS C 4609 高圧受電用地絡方向継電装置 では、時間整定タップのない場合の規定があります。

- ・130%印加 0.1～0.3 秒
- ・400%試験 0.1～0.2 秒

管理値

今回の SOG 機器の管理値は以下を想定しています。

タップ(動作時間)	零相電流 130%	零相電流 400%
0.1	0.07～0.17 秒	
0.2	0.1～0.2 秒	
0.3	0.2～0.3 秒	
0.5	0.4～0.5 秒	

位相特性の測定

位相特性試験では、最小電流整定に対して 1,000% の試験電流と、電圧整定の 150% の試験電圧で、位相角を不動作領域から動作領域へ移相させて、継電器の動作する位相角を測定します。

測定は、進みと遅れの 2 つを測定します。ここでは、PC 接地の SOG を想定して試験を行います。

整定値

具体的な各設定値は以下のような状態を想定して試験を行うものとします。

零相電圧 $5\% (190V) \times 150\% = 285V$

零相電流 $0.2A (\text{最小値}) \times 1000\% = 2A$

動作時間 0.2 秒

配線

配線は最小電流値試験と同じです。トリップ端子の結線は必要ありません。

試験器での操作

- ・位相調整ツマミは 0 にしておきます。
- ・電圧切替を 300 V に設定します。(285V 付近を想定)
- ・電流切替を 2.5A に設定します。(2 A 付近を想定)
- ・電源の周波数設定を確認します。(関東では 50Hz。関西では 60Hz。)
- ・電源スイッチを ON にします。(電源ランプと極性ランプが点灯。)
- ・補助電源スイッチを ON にします。(SOG の電源ランプが点灯。)
- ・HOLD を OFF 状態にしておきます。
- ・試験ボタンが OFF である事を確認して、整定ボタンを ON(ピンク色に点灯)にします。
(整定にすると SOG に零相電流が流れなくなります。ただし、零相電圧が印加されます。)
- ・試験 ON ボタンを押します。
- ・電圧調整ツマミ(スライダー)を操作して、285V に調整します。
- ・電流調整ツマミ(スライダー)を操作して 2 A に調整します。
- ・位相調整ツマミは LEAD 方向にいっぱいまで回しておきます。(180°)
- ・試験 OFF ボタンを押します。
- ・整定ボタンを OFF にします。
- ・測定値をホールドしたい場合は、HOLD を ON にします。
- ・試験 ON ボタンを押すと SOG の I_o と V_o のランプが点灯しますが、動作ランプは点灯しません。
(位相が外れているためです。)
- ・位相調整ツマミを 0 方向に回していき、動作した時の値が LEAD(進み)側の位相角となります。
LEAD(進み)の場合は、105°~135° の範囲であれば問題ありません。
- ・試験 OFF ボタンを押します。

※この時、動作時間が(0.5 秒など)長めに設定されていると、動作時間のタイムラグから電流値の読み取り位置がズレてしまう可能性があります。これを防ぐためには、動作時間を一番短い値(0.1秒)に設定しておく和良好的でしょう。

- ・HOLD を OFF にしておきます。
- ・SOG の復帰ボタンを押して GR 動作を復帰させます。
- ・試験ボタンが OFF である事を確認して、整定ボタンを ON(ピンク色に点灯)にします。
- ・試験 ON ボタンを押します。
- ・位相調整ツマミを LAG 方向にいっぱいまで回しておきます。(-180°)
(電圧と電流はそのままの状態です。)
- ・試験 OFF ボタンを押します。
- ・整定ボタンを OFF にします。
- ・測定値をホールドしたい場合は、HOLD を ON にします。
- ・試験 ON ボタンを押すと SOG の I_o と V_o のランプが点灯します。(動作ランプは点灯しません。)
- ・位相調整ツマミを 0 方向に回していき、動作した時の値が LAG(遅れ)側の位相角となります。
LAG(遅れ)の場合は、 $-45^{\circ} \sim -75^{\circ}$ の範囲であれば問題ありません。
- ・試験 OFF ボタンを押します。

- ・HOLD を OFF にしておきます。
- ・位相調整を 0 にします。
- ・電圧調節を 0 にします。
- ・電流調節を 0 にします。
- ・補助電源を OFF にします。
- ・主電源を OFF にします。
- ・SOG の復旧ボタンを押して GR 動作をリセットします。

評価

非接地地域の場合	進み $115^{\circ} \sim 165^{\circ}$	遅れ $-15^{\circ} \sim -45^{\circ}$
PC 接地地域の場合	進み $105^{\circ} \sim 135^{\circ}$	遅れ $-45^{\circ} \sim -75^{\circ}$ (こちらで判定)

慣性特性試験

慣性特性試験では、最小電流整定に対して400%の試験電流と、電圧整定 150%の試験電圧を 50ms の間印加して、継電器が**動作しない事**を確認します。これは、瞬間的な電気ノイズに継電器が誤動作しない事を確かめるための試験です。

試験器は、整定値を設定した後、慣性試験スイッチを ON 状態にして試験 ON スイッチを押すことにより 50ms (0.05 秒)の間だけ印加した後、試験 OFF となります。

整定値

具体的な各設定値は以下のような状態を想定して試験を行うものとします。

零相電圧 5% (190V) × 150% = 285V

零相電流 0.2A (最小値) × 400% = 0.8A

動作時間 0.2 秒

配線

配線は最小電流値試験と同じです。トリップ端子の結線は必要ありません。

試験器での操作

- ・位相調整ツマミは 0 にしておきます。
- ・電圧切替を 300 V に設定します。(285V 付近を想定)
- ・電流切替を 1A に設定します。(0.8 A 付近を想定)
- ・電源の周波数設定を確認します。(関東では 50Hz。関西では 60Hz。)
- ・電源スイッチを ON にします。(電源ランプと極性ランプが点灯。)
- ・補助電源スイッチを ON にします。(SOG の電源ランプが点灯。)
- ・HOLD を OFF 状態にしておきます。
- ・試験ボタンが OFF である事を確認して、整定ボタンを ON(ピンク色に点灯)にします。
(整定にすると SOG に零相電流が流れなくなります。ただし、零相電圧が印加されます。)
- ・試験 ON ボタンを押します。
- ・電圧調整ツマミ(スライダー)を操作して、285V に調整します。
- ・電流調整ツマミ(スライダー)を操作して 0.8 A に調整します。
- ・位相調整ツマミは 0 にしておきます。
- ・試験 OFF ボタンを押します。
- ・整定ボタンを OFF にします。
- ・慣性試験スイッチを押してください。(慣性試験スイッチ点灯)
- ・試験 ON スイッチを押してください。
(電流と電圧が 50ms 出力された後に試験 OFF が点灯します。)

※50ms は非常に短い時間なので、試験ボタンの ON・OFF が見分けづらいため、本ツールでは動作確認の時間をおいて試験 OFF に切り替わるようにしています。

- ・1秒ほど継電器が動作しない事を確認します。(不動作であれば正常です。)

- ・慣性試験スイッチを押してください。(慣性試験スイッチ消灯)

- ・電圧調節を 0 にします。

- ・電流調節を 0 にします。

- ・補助電源を OFF にします。

- ・主電源を OFF にします。

■ 評価

整定値で 50ms (0.05 秒)印加して、継電器が動作しなければ良好です。