

保護継電器試験講習会 (OVGR及びRPRの目的と試験実務)

講師： 鉤 裕之（まがりひろゆき）

公益社団法人東京電気管理技術者協会千葉支部長

NEDO太陽光発電システムの設計ガイドライン策定委員

ポリテクセンター千葉「高圧電気設備の保守点検技術」外部講師

テーマ

1. 太陽光発電設備に係る最近の主な法令改正
2. 太陽光発電設備の使用前自己確認
3. 保護装置試験（OVGRとRPR）

太陽光発電設備に係る最近の主な法令改正

電気事業法改正 2023年3月20日施行

出力50kW以上2000kW未満の太陽電池発電設備に「使用前自己確認結果届出義務」が課せられ、出力10kW以上50kW未満の太陽電池発電設備は小規模事業用電気工作物として従来の規制のほか「技術基準適合維持義務」、「基礎情報届出義務」、「使用前自己確認結果届出義務」が課せられた。

電気関係報告規則改正 2021年4月1日

報告対象の事故が発生した場合、事故発生を知ってから24時間以内に「速報」を、30日以内に「詳報」を国に提出する義務が出力10kW以上の太陽電池発電設備にも課せられた。

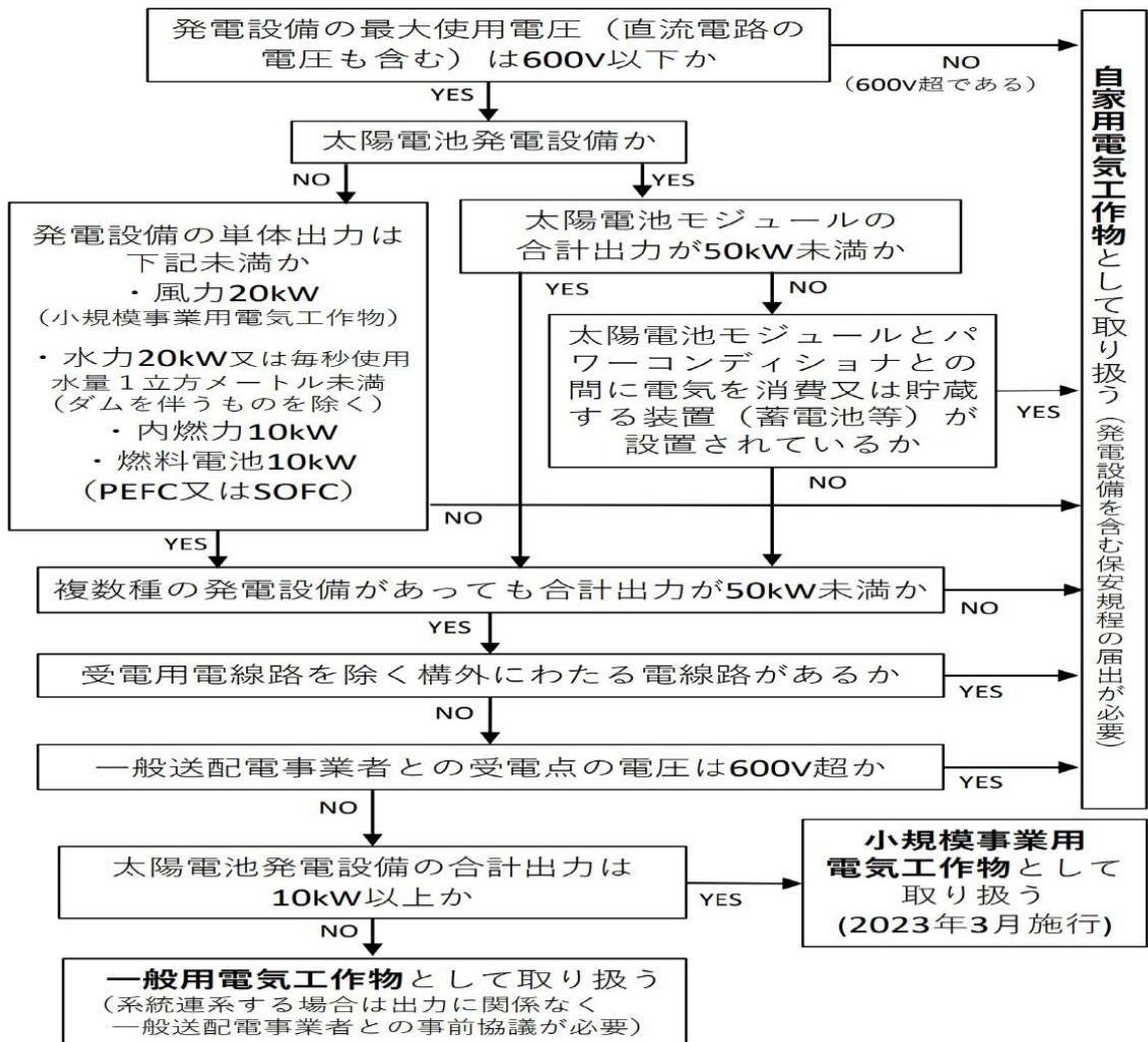
構造・地盤は、電技解釈から発電用太陽電池設備技術基準へ

2021年4月1日

太陽電池モジュールの支持物（架台&基礎・フロート）や地盤の安定性に係る技術基準を「解釈」から「省令」へ格上げ（＝規制強化）

3

太陽電池発電設備が
いずれの電気工作物に該当するか



4

太陽電池発電設備に係る電気事業法上の義務一覧 (2023年3月20日以降)

	出力 10kW未満		出力10kW以上 ～50kW未満		出力50kW 以上～2000 kW未満	出力 2000kW 以上
	自家用電気 工作物に電 氣的接続な し&交直電 路とも600V 以下	自家用電気 工作物に電 氣的接続あ り又は交直 いずれかが 600V超	自家用電気 工作物に電 氣的接続な し&交直電 路とも600V 以下			
イ. 技術基準適合	要	要	要		要	要
ロ. 技術基準適合維持	不要	要	要		要	要
ハ. 保安規程届出	不要	要	不要		要	要
ニ. 基礎情報届出	不要	不要	要		不要	不要
ホ. 主任技術者選任	不要	要	不要		要	要
ヘ. 工事計画届出 使用前自主検査 定期事業者検査	不要	不要	不要		不要	要
ト. 使用前自己確認結果届	不要		要		要	不要
リ. 事故報告	不要	要	要		要	要
ヌ. 報告徴収	要	要	要		要	要
ル. 立入検査	要	要	要		要	要

5

既設の電気工作物（需要設備）に自家消費用太陽電池発電設備を**追加**し、構内で電氣的接続をしたとき、**どの電気工作物に該当することになるか**

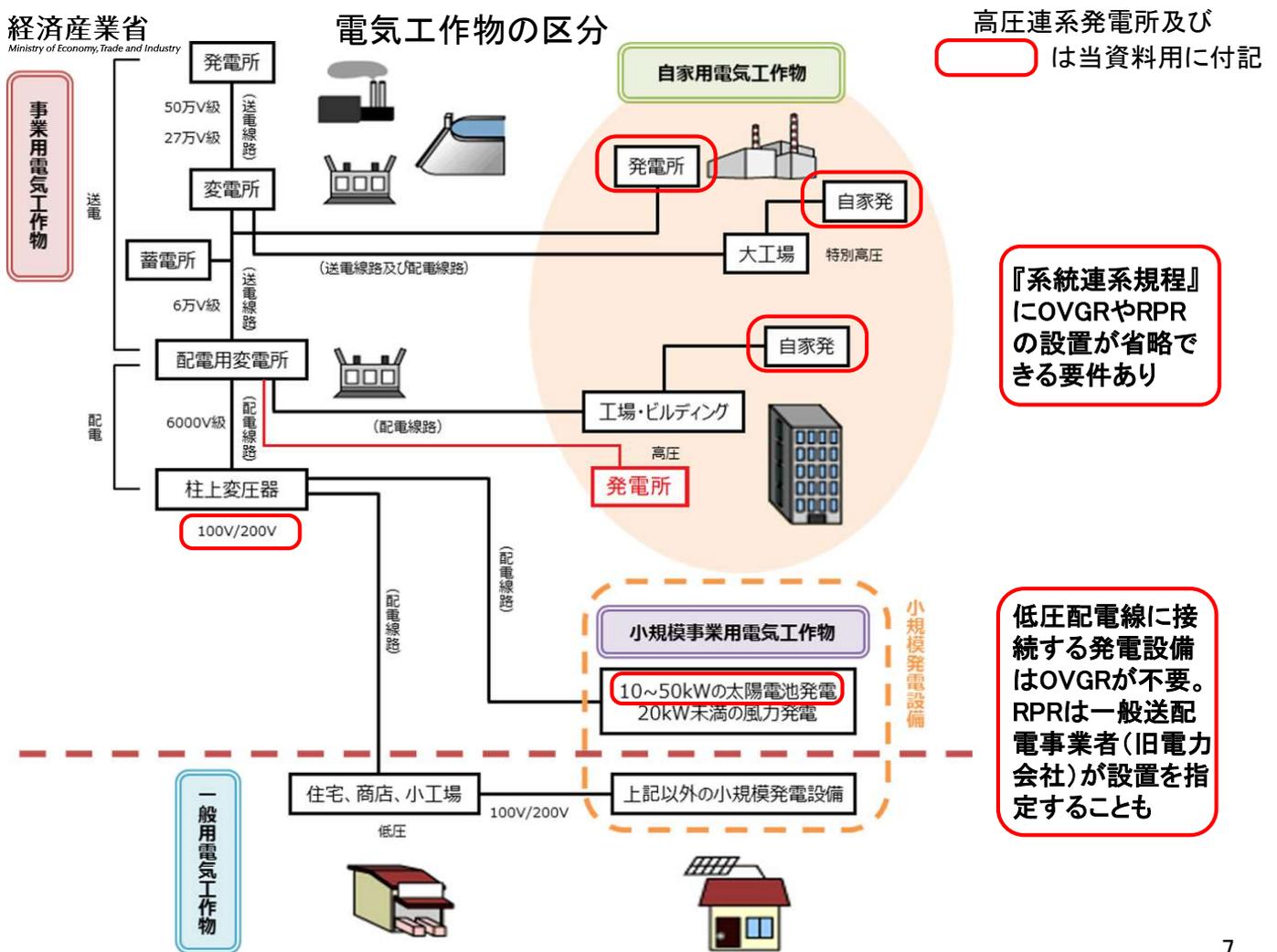
		構内連系の太陽電池発電設備が設置される前の需要設備	
		一般用電気工作物	自家用電気工作物
600V以下の太陽電池発電設備の合計出力	10kW未満	一般用電気工作物のままにつき、国への届出不要	小規模発電設備ありの自家用電気工作物として届出
	10kW以上50kW未満	小規模事業用電気工作物として届出	小規模発電設備ありの自家用電気工作物として届出
	50kW以上	発電所ありの自家用電気工作物として届出	発電所ありの自家用電気工作物として届出

注意

- イ 「小出力発電設備」は、2022年の電気事業法改正により定義が変更され、名称が「小規模発電設備」に改められた。600V超の電路を有するものは発電所となる。
- ロ 発電設備の出力が逆潮流（有効電力が構内から系統へ向かうこと）するかどうかは、電気工作物の区分に関係ない。
- ハ 系統連系しない発電設備は出力と電圧で判断する（電圧30V以下は非電気工作物）

6

電気工作物の区分



出典 https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/setsubi_hoan.html

7

テーマ

1. 太陽光発電設備に係る最近の主な法令改正
2. 太陽光発電設備の使用前自己確認
3. 保護装置試験 (OVGRとRPR)

【使用前自己確認について】

使用前自己確認とは…

出力10kW以上2000kW未満の太陽電池発電設備を使用開始する前に実施すべきもので、竣工時及び試運転（試連系）時に検査し技術基準に適合していること及び設計図書と現物に相違がないこと等を確認すること。『使用前自己確認結果届』は、設置者が国へ届出し、規定の添付書類（別紙等）を添付する義務あり（試験成績書等は添付の必要なし）。対象となる装置（圧縮空気、圧油等の操作用駆動源のある遮断器や遠隔監視制御装置、フロート等）がない場合は確認しなくてもよい。

使用前自己確認の確認項目は…

○電気関連項目

「外観点検」「接地抵抗測定」「絶縁抵抗測定」「絶縁耐力試験」
「保護装置試験」「総合インターロック試験」「制御電源喪失試験」
「負荷遮断試験」「遠隔監視制御試験」「負荷試験（出力試験）」

○構造・地盤関連項目

「設計荷重の確認」「支持物構造の確認」「部材強度の確認」
「使用材料の確認」「接合部構造の確認」「基礎及びアンカー強度の確認」
「アレイ面の最高の高さが9mを超える場合に必要な確認」
「土砂の流出及び崩壊の防止に係る確認」「関係法令の規定の遵守の確認」

9

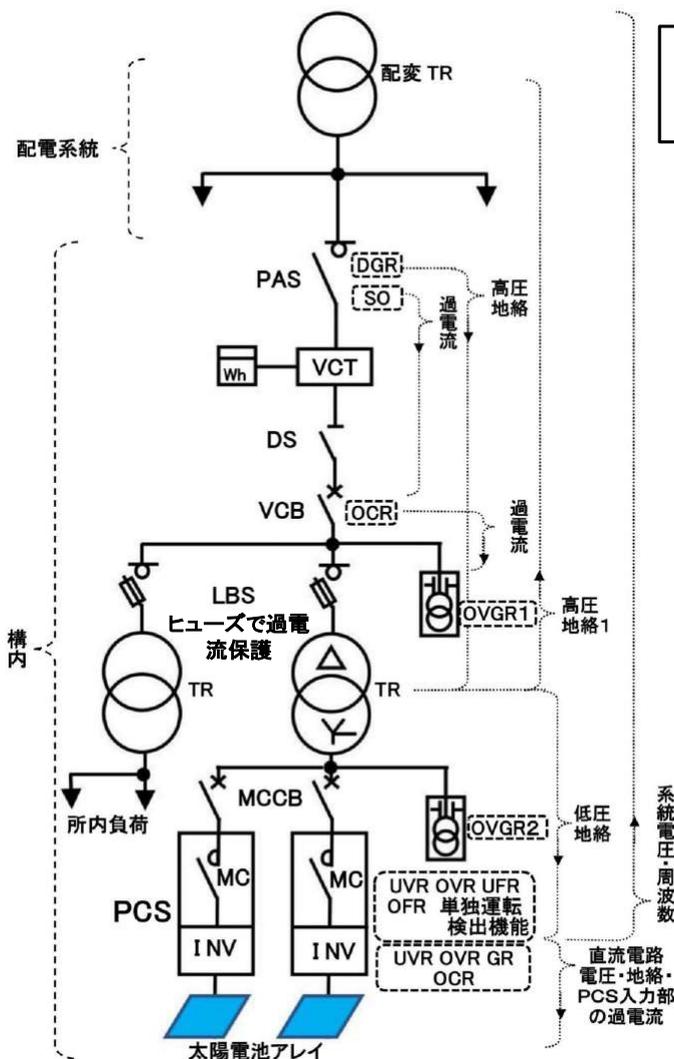
使用前自己確認を実施する上で参考にすべき資料

1. 使用前自己確認 別紙（記載例あり）
2. 経済産業省大臣官房技術総括・保安審議官
『使用前自主検査及び使用前自己確認の方法の解釈』
（最終改正：令和6年3月28日）
3. 関東東北産業保安監督部電力安全課
『太陽電池発電設備の使用前自己確認制度に係るQ & A（第四版）』
（2019/03/19）

上記はいずれもインターネットにて無料でダウンロード可能

テーマ

1. 太陽光発電設備に係る最近の主な法令改正
2. 太陽光発電設備の使用前自己確認
3. 保護装置試験 (OVGRとRPR)



逆潮流ありの高圧連系太陽光発電所の保護装置構成例とその保護範囲 1/3

高圧地絡過電圧継電器 (OVGR)

目的: 一般送配電事業者(旧電力会社)の配電用変圧器2次側(高圧側)～高圧配電系統で地絡事故が生じたとき、分散型電源が地絡点に電気を供給しないように発電を停止する[作業者の感電防止・地絡点探査]。
 (分散型電源の構内地絡事故はPAS-SOG又はUGS-SOG等で保護するのが一般的)

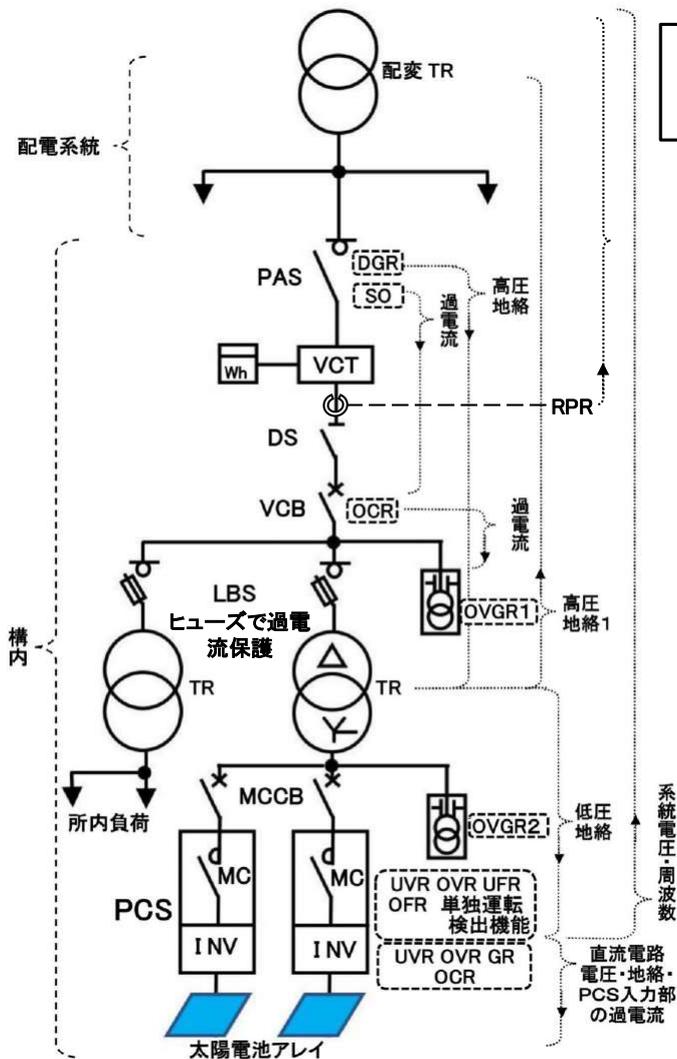
整定値(動作感度・動作猶予時間の設定値)は一般送配電事業者との協議によって決定する(整定値を変更する場合も)。

連系出力10kW以上の発電設備であって発電出力が需要設備の契約電力の概ね5%以上の場合、系統事故(停電又は地絡)復旧後の発電再開は原則的に一般送配電事業者の了承を得てから実施すること。

OVGRはZPD(零相過電圧検出器)と組み合わせる



逆潮流なしの高圧連系太陽光発電所の保護装置構成例とその保護範囲 2/3



逆電力継電器 (RPR)

目的: 高圧又は低圧配電系統へ有効電力を規定量・規定時間を超えて逆潮流させないことにより、配電系統の安定化を図る。
(系統過電圧・バンク逆潮流防止等)

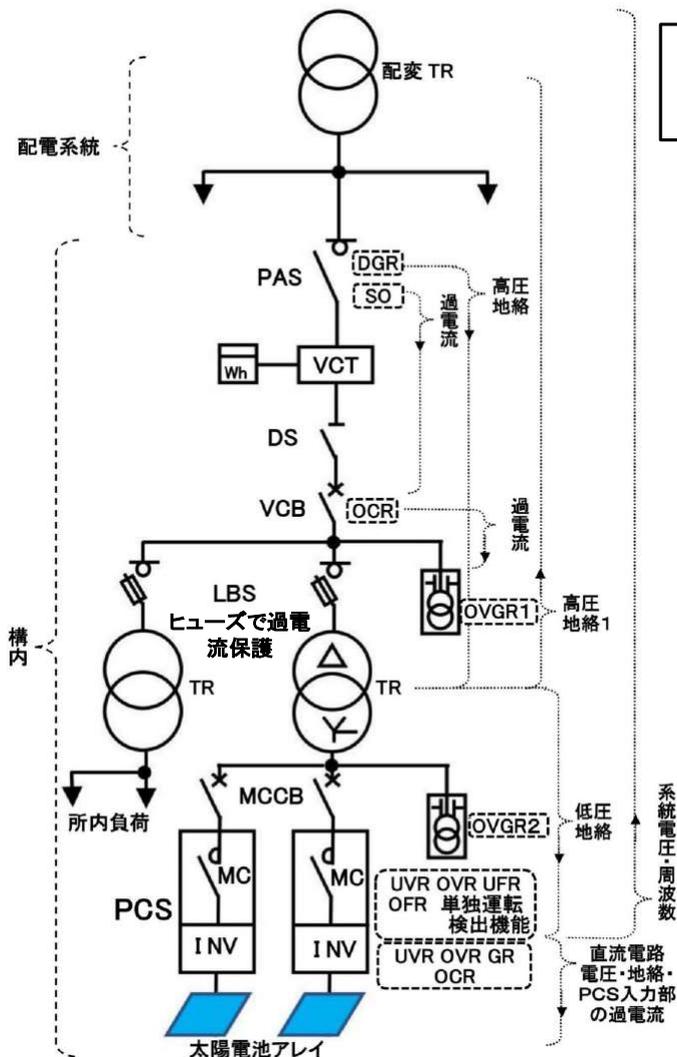
整定値(動作感度・動作猶予時間の設定値)は、一般送配電事業者との協議によって決定する。(整定値を変更する場合も)

発電事業者としては、整定値が大きいほうがパワコンの運転抑制時間が減って有利。かたや、一般送配電事業者としては、整定値が大きければ、系統過電圧・バンク逆潮流等が生じかねないため、できるだけ小さい値にすることを発電設備設置者に指定する。

RPRが動作しパワコンの発電が抑制されても、商用電圧に異常がなければ電気事故が生じたわけではないため、逆潮流状態が解消すれば、自動的に発電を再開してもよい。

13

高圧連系太陽光発電所の保護装置構成例とその保護範囲 3/3



パワコン内蔵の保護継電装置

特性及び連動動作の確実性は、原則的にパワコンメーカーが責任を有する。但し、整定(動作感度・動作猶予時間の設定)は、一般送配電事業者との協議によって運用者が決定(変更する場合も)。OVRの整定値を勝手に変更し、配電系統の電圧が過大となった例あり。

14

確認項目	小規模事業用電気工作物に該当する太陽電池発電設備
13 保護装置試験	(a)確認方法
	電技解釈第33条又は第36条で規定される保護装置ごとに、関連する継電器を手動等で接点を閉じるか又は実際に動作させることにより試験する。 なお、逆変換装置が電技解釈第33条に適合することを示す第三者認証を取得しており、かつ、漏電遮断器が施設されている場合は、逆変換装置に係る保護装置試験を省略することができるものとする。ただし、この場合においても、漏電遮断器に対する保護装置試験は必要となる。
	(b)判定基準
	関連する遮断器、故障表示器、警報装置、遮断器の開閉表示等が正常に動作すること。

確認項目	自家用電気工作物に該当する出力10kW以上2,000kW未満の太陽電池発電設備
13 保護装置試験	(a)確認方法
	電技解釈第34条、第36条又は第43条で規定される保護装置ごとに、関連する継電器を手動等で接点を閉じるか又は実際に動作させることにより試験する。
	(b)判定基準
	関連する遮断器、故障表示器、警報装置、遮断器の開閉表示等が正常に動作すること。

注1: 継電器を手動等で接点を閉じる…電気学会規格JEC-2500電力用保護継電器「シーケンステスト」が容易に行えるよう、応動状態を変化させられる端子」

注2: 漏電遮断器に対する保護装置試験…JIS C 8201-2-2「漏電遮断器の動作能力を定期的に試験するために、漏電電流を模擬した電流を検出装置に通電させるテスト装置を備えなければならない

OVGR及びRPR用保護継電器試験装置（例）



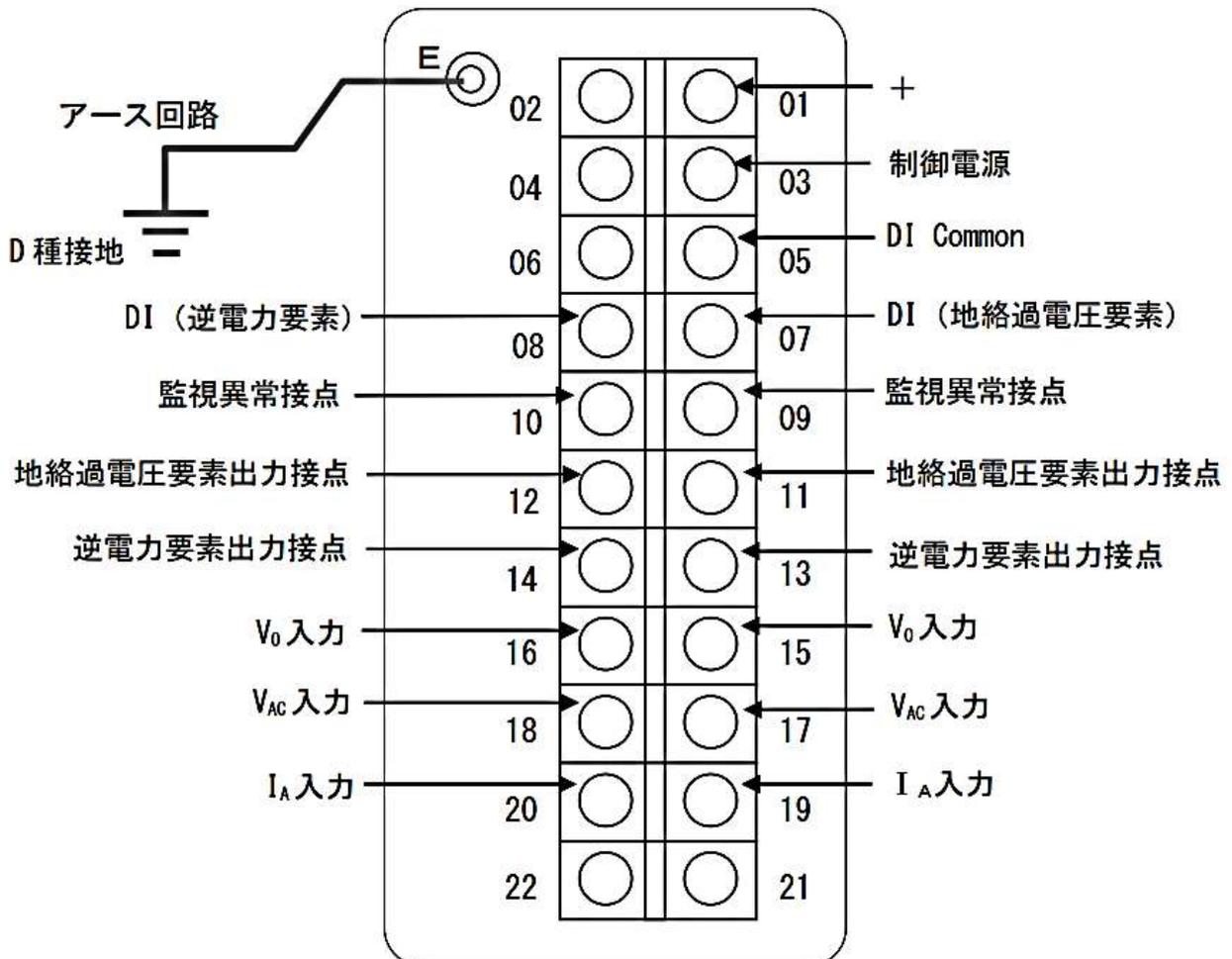
位相特性試験器メーカー（双興電機、ムサシインテック、戸上電機、エヌエフ回路設計ブロック）に要問い合わせ

保護装置試験実務のポイント

- イ. 接地抵抗値が規定値以下であることをまず確認する。
- ロ. **逆電力継電器 (RPR)** には、平衡型と不平衡型がある。
- ハ. パワコン内蔵の保護装置試験の結果は、PCSメーカーの試験成績書によって確認する。第三者認証を取得したPCS（主に単機20kW以下）であれば、その認証を保護装置試験に替えることができる。
- ニ. 高圧連系発電設備で、**OVGR (高圧地絡過電圧継電器)** と **ZPD (零相電圧検出器)** の後付けは**誤配線**が多いため、配線確認後OVGRの特性試験を実施する際、高圧母線3本を仮の電線で短絡させ、短絡した高圧母線と対地間に試験電圧を印加する。
- ホ. 既存の高圧受電需要施設に新しく**OVGR**を設置する場合、その工事の際は高圧電路の停電を要するため、当該需要設備の全館停電日を事前に調整しなければならない。
- ヘ. 逆潮流なしの発電設備で、**RPR (逆電力継電器)** が後付けされた場合、**誤配線**が多い。特にCT 2次側の電流要素又はVT 2次側の電圧要素の極性等に注意 (CT 2次側配線を分流させる**誤配線**も)。
- ト. **既存の需要施設に新しく「逆潮流なし」の発電設備を設置**する場合、受電盤のCT 2次側及びVT 2次側の配線を利用して受電点における潮流の向きと大きさを**RPR**に検知させることになるが、RPRへの配線接続工事の際は、受電盤の停電を要するため、当該需要設備の全館停電日を事前に調整しなければならない。とくに受電盤のCT 2次側の誤配線に受電後に気づいたりRPRを焼損させたりした場合、再度全館停電して改修しなければならないため要注意。

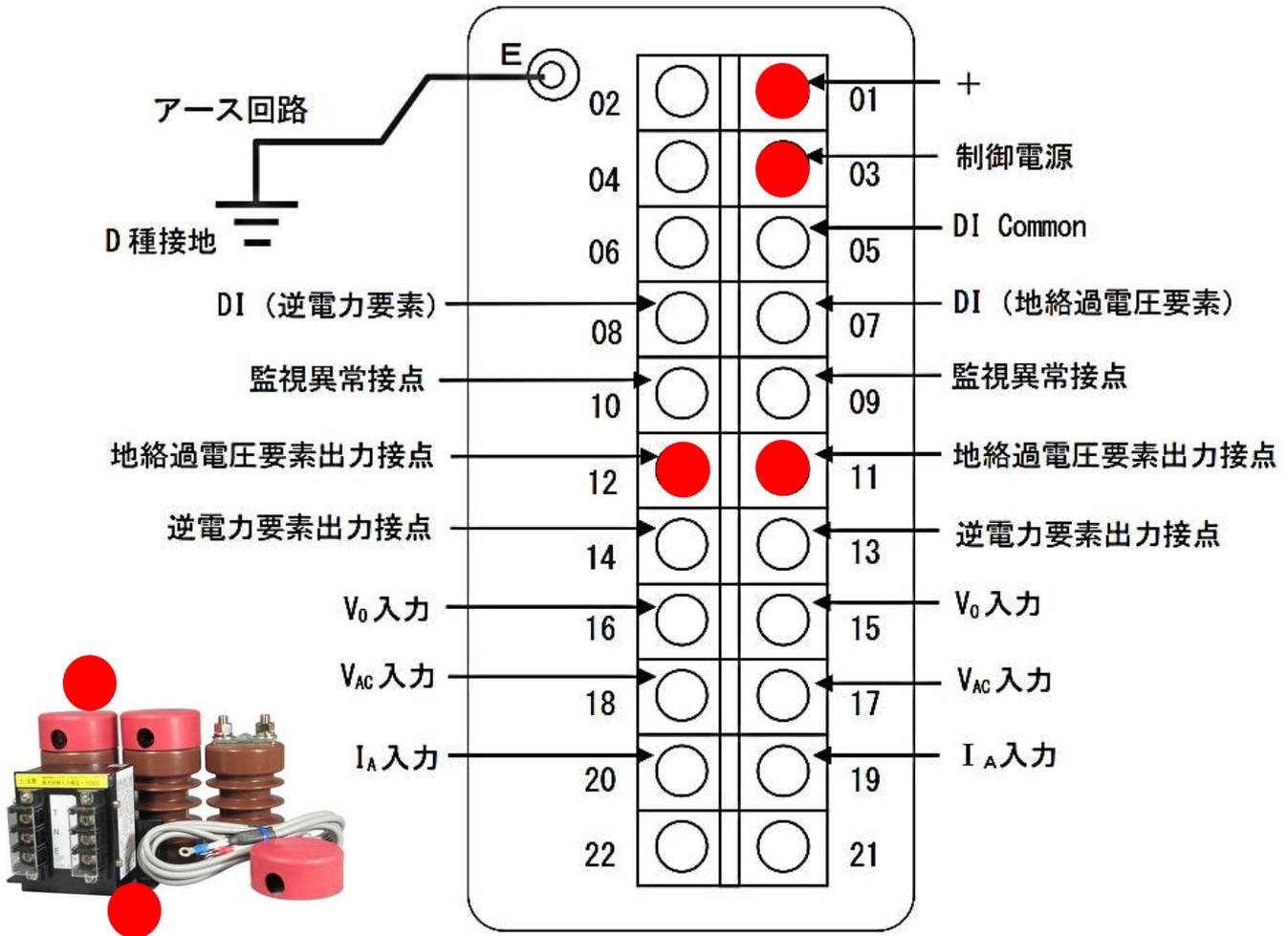
17

OVGR及びRPR (平衡型) 試験の注意点 三菱電機取扱説明書抜粋



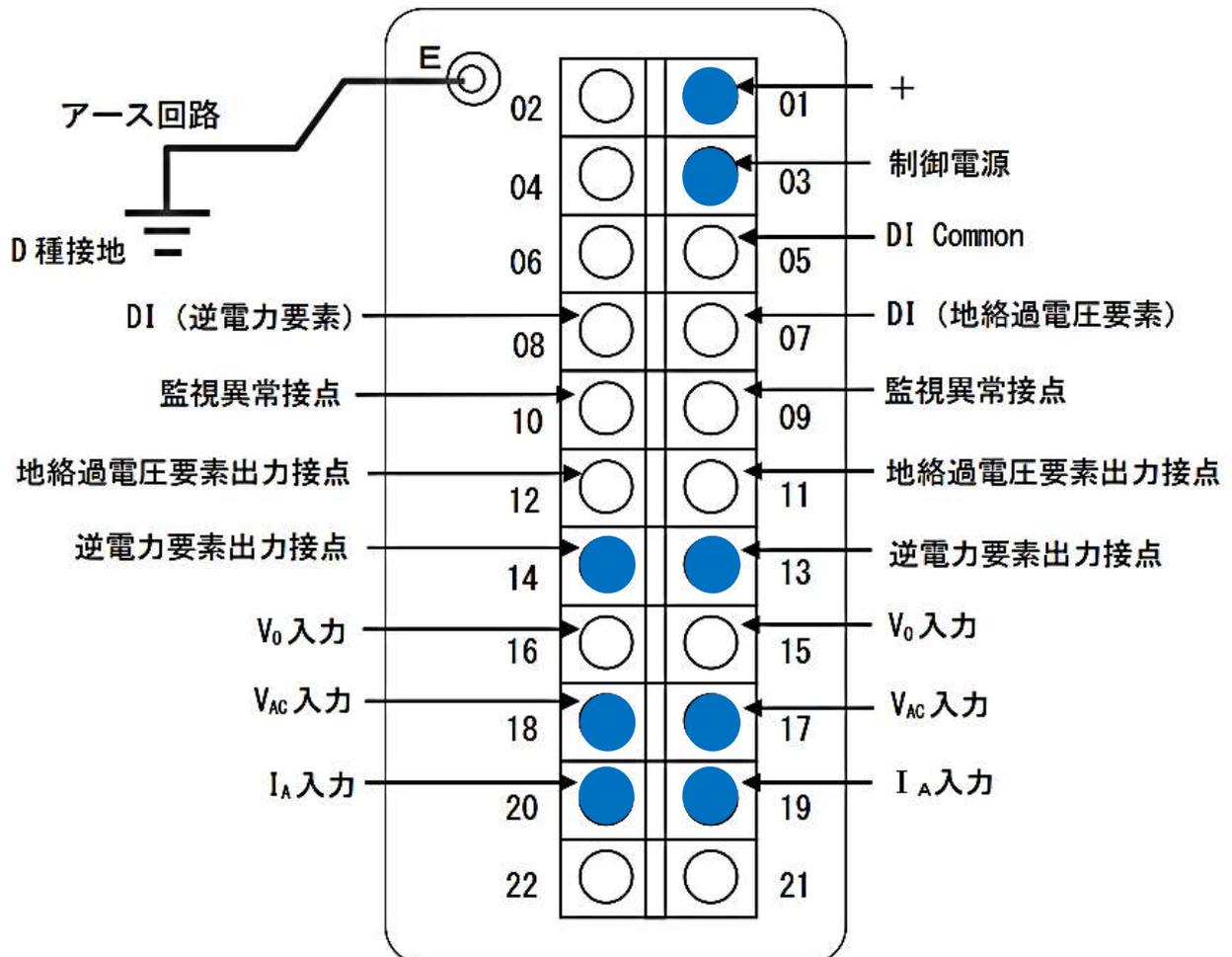
18

OVGR試験の注意点



19

RPR (平衡型) 試験の注意点



20

② 動作値試験

特性管理点については、3.「特性」の“動作値及び復帰値”を参照ください。

具体的な試験方法については下記を参照ください。

●地絡過電圧要素（逆電力要素の動作電力＝ロックで実施ください。）

V_0 （MPD-3 の T 端子）の印加電圧を変化させ、出力接点が ON する動作電圧値を測定します。

※動作時間＝0.1s ロック解除時間＝0s に整定ください。

●逆電力要素（地絡過電圧要素の動作電圧＝ロックで実施ください。）

$V_{AC}=110V$ 印加した状態（入力端子：17-18）で、 I_A （入力端子：19-20）を変動させ、出力接点が ON する動作電流値を測定し動作電力を算出します。

※動作時間＝0.1s ロック解除時間＝0s に整定ください。

③ 動作時間試験

特性管理点については3.「特性」の“動作時間”を参照ください。

具体的試験内容については下記を参照ください。

●地絡過電圧要素（逆電力要素の動作電力＝ロックで実施ください。）

V_0 （MPD-3 の T 端子）の印加電圧を 0 V→整定値×150%（11.43 V）に急変させ、出力接点が ON するまでの時間を測定します。

※動作電圧＝2%、ロック解除時間＝0s に整定ください。

●逆電力要素（地絡過電圧要素の動作電圧＝ロックで実施ください。）

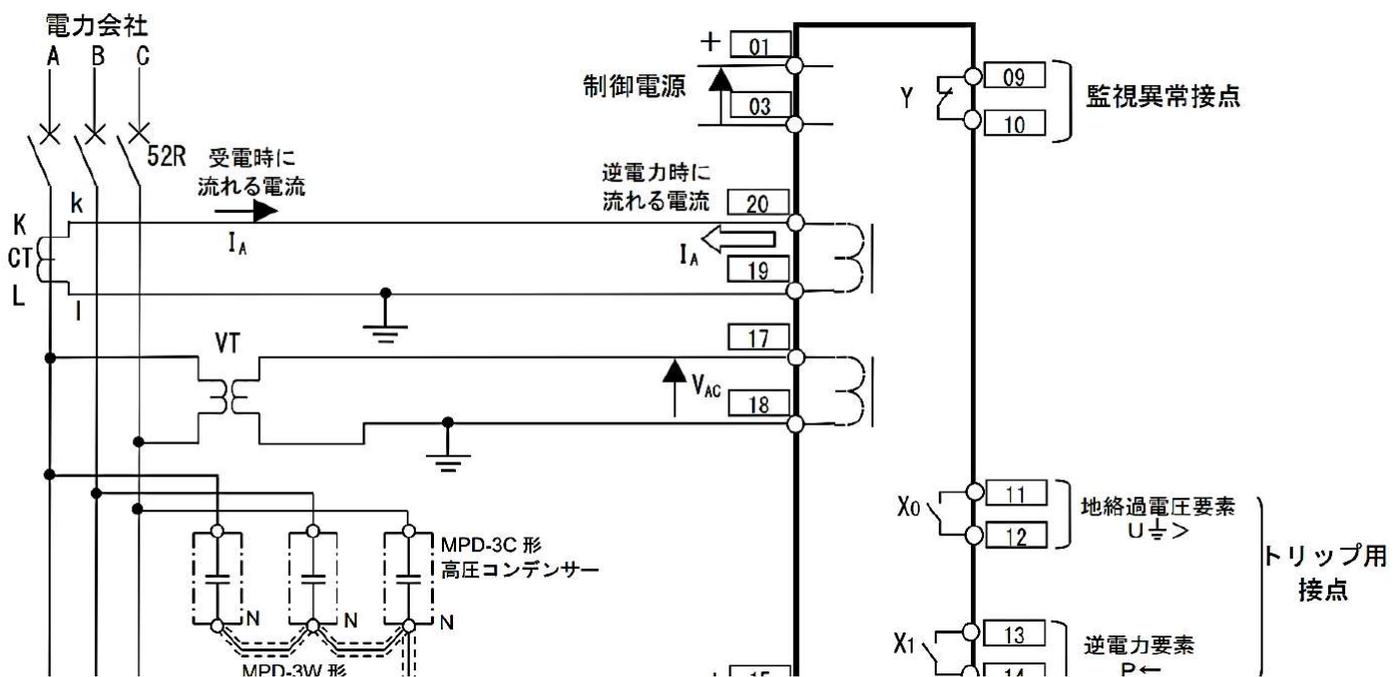
$V_{AC}=110V$ 印加した状態（入力端子：17-18）で、 I_A （入力端子：19-20）を 0 A→整定値×200%（20 mA）に急変させ、出力接点が ON するまでの時間を測定ください。

※動作電力＝0.2%、ロック解除時間＝0s に整定ください。

21

RPR試験の注意点…「極性」

三菱電機取扱説明書抜粋



22

RPR（平衡型）試験の注意点

- ①必ず試験対象品の取扱説明書の結線図・試験方法の項を確認（製品に差あり）
- ②RPRには不平衡形と平衡形がある（本来、自家消費発電設備には不平衡形を用いるべき。でも実際は平衡形が多い）
- ③試験器は位相特性試験器を用いることができるが、試験器は単相出力のため不平衡形RPRの場合は結線・電流入力値に要注意
- ④保護継電器の制御電源に注意（DC24V型に100Vを入力しRPRが焼損した例多数）
- ⑤RPRの感度整定は%だが、これは最大感度角での最大入力電流5 Aに対する%であるため、例えば平衡形のRPRの整定値が0.2%であれば10mAを試験器から入力した場合に動作する（不平衡形では $\sqrt{3} \div 2$ を乗じた値を試験器から入力する）
- ⑥電圧要素は必ず110V \pm 2%の電圧
- ⑦平衡形の場合、VT2次側R \rightarrow SまたはS \rightarrow TまたはT \rightarrow Rの極性で電圧をかけた場合、K \rightarrow Lの方向に電流が流れると順潮流、L \rightarrow Kが逆潮流
- ⑧最大感度角の試験は、RPRによって異なる。電流値2倍を入力し、進み側の動作角と遅れ側の動作角を把握し、その2つの中間の角度を求める方法が多い

23

RPR試験の注意点

三菱電機取扱説明書抜粋

⑥ 位相特性試験

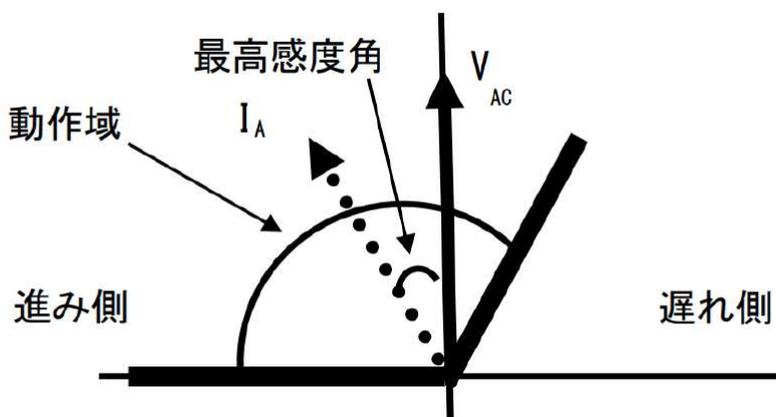
特性管理点については3.「特性」の“位相特性”を参照ください。（逆電力要素のみ）

具体的な試験内容については下記を参照ください。

●逆電力要素

$V_{AC} = 110V$ 、 $I_A =$ 整定値 $\times 200\%$ 入力した状態で、電圧基準に電流の位相を連続変化させた時の動作/不動作限界位相を確認し、その結果から、最高感度位相角を計算します。

※動作電力=何れも可、動作時間=0.1s、ロック解除時間=0sに整定ください。



最高感度角

入力電圧Vに対し進み $30^\circ \pm 5^\circ$

動作域

入力電圧Vに対し

遅れ $30^\circ \pm 5^\circ$

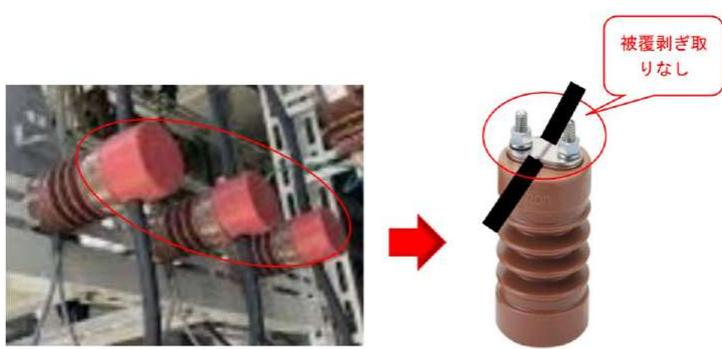
(進み $325^\circ \sim 335^\circ$)

進み $90^\circ \pm 5^\circ$

(遅れ $265^\circ \sim 275^\circ$)

24

保護装置試験時に発見すべき施工不良事例



零相電圧検出器 (ZPD) へのKIP接続時の被覆未処理やナットの過トルクで内部断線(画像:一財 電気技術者試験センター)



OVGR・RPR端子台の誤接続



既設の受電盤CT 2次側をRPR専用配線にて分流 (RPR単体の特性試験で気づかず)



RPRの電流又は電圧の極性を逆接続した例 (RPRの特性試験でRPRを焼損した例も)

25

保護装置試験時に発見すべき施工不良事例

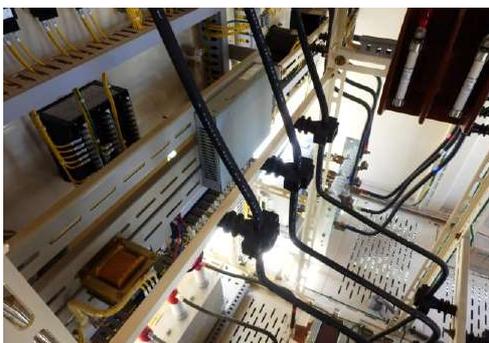


OVGRの信号線が未結線



低圧用電流センサーを高圧電線に

保護装置試験時に発見すべき「納入者への要確認事例」 (→責任の所在の要明確化)



OVGRやRPR用低圧機器を高圧線近くに設置



メーカーが不可とする高圧ケーブルに低圧用電流センサーを取り付け

26

【保護継電器試験】のプレゼン動画

SOUKOUチャンネル

@soukou1404 · チャンネル登録者数 1490人 · 28本の動画

このチャンネルの詳細 >

soukou.co.jp/product/html/0148.html

🔔 登録済み

ホーム 動画 コミュニティ

新しい順 人気の動画 古い順

【取説動画】オムロンRPR試験方法
2679 回視聴 · 1か月前

【取説動画】オムロンOVGR試験方法
1864 回視聴 · 1か月前

【取説動画】三菱電機RPR試験方法
3631 回視聴 · 2か月前

【取説動画】三菱電機OVGR試験方法
3996 回視聴 · 3か月前

【取説動画】泰和電気OVGR、RPR試験方法
※デジタル試験器Ver
4163 回視聴 · 7か月前

【取説動画】泰和電気OVGR、RPR試験方法
※アナログ試験器Ver.
9614 回視聴 · 7か月前

【アフターサービス】故障かなと思ったら・・・
1304 回視聴 · 9か月前

【Q&A】試験器の使用電源について
1885 回視聴 · 10か月前

27

使用前自己確認の各確認項目の確認方法及び判定基準 【総合インターロック試験】

確認項目	小規模事業用電気工作物に該当する太陽電池発電設備
15 総合インターロック試験	(a) 確認方法
	<p>発電設備を軽負荷運転させ、総合インターロックが作動する原因となる電気的要素及び機械的要素のそれぞれについて<u>事故を模擬し、これに係る保護継電装置を実動作又は手動で接点を閉じて動作させる。</u></p> <p>なお、本試験により確認すべき内容が保護装置試験、制御電源喪失試験又は負荷遮断試験(現地で実施するものに限る。)と併せて行える場合は、複数の試験を同時に実施することができるものとする。</p>
	(b) 判定基準
	プラントが自動的かつ安全に停止するとともに関連する警報、表示等が正常に動作すること。

確認項目	自家用電気工作物に該当する出力10kW以上2,000kW未満の太陽電池発電設備
15 総合インターロック試験	(a) 確認方法
	<p>発電設備を軽負荷運転させ、総合インターロックが作動する原因となる電気的要素及び機械的要素のそれぞれについて<u>事故を模擬し、これに係る保護継電装置を実動作又は手動で接点を閉じて動作させる。</u></p> <p>なお、本試験により確認すべき内容が保護装置試験、制御電源喪失試験又は負荷遮断試験(現地で実施するものに限る。)と併せて行える場合は、複数の試験を同時に実施することができるものとする。</p>
	(b) 判定基準
	プラントが自動的かつ安全に停止するとともに関連する警報、表示等が正常に動作すること。

28

【注意】某社製PCSの特性に起因する保護装置の事故

売電専用太陽電池発電所の受電点に設置されている高圧気中開閉器(PAS)が**爆発**し、一般送配電事業者(旧電力会社)の配電用遮断器がトリップし波及事故となる事例が各地で発生(波及に至らないPAS故障事故も)

使用前自己確認の負荷遮断試験中、太陽電池発電所の高圧気中開閉器(PAS)が**爆発**し、波及事故となった(日本各地で事例あり)。

2022年2月、太陽電池発電所のPASがDGR動作により開放。保安管理者が駆けつけ、構内高圧電路の絶縁抵抗に異常がないことを確認後、PASを投入するとPASが**爆発**。波及事故となった。

太陽電池発電所の年次点検終了後、PASを投入しようとしたが、投入できず。後日、新品のPASと交換後、当該PASを調べたところ、主回路開極部が**溶損**していたことが判った。

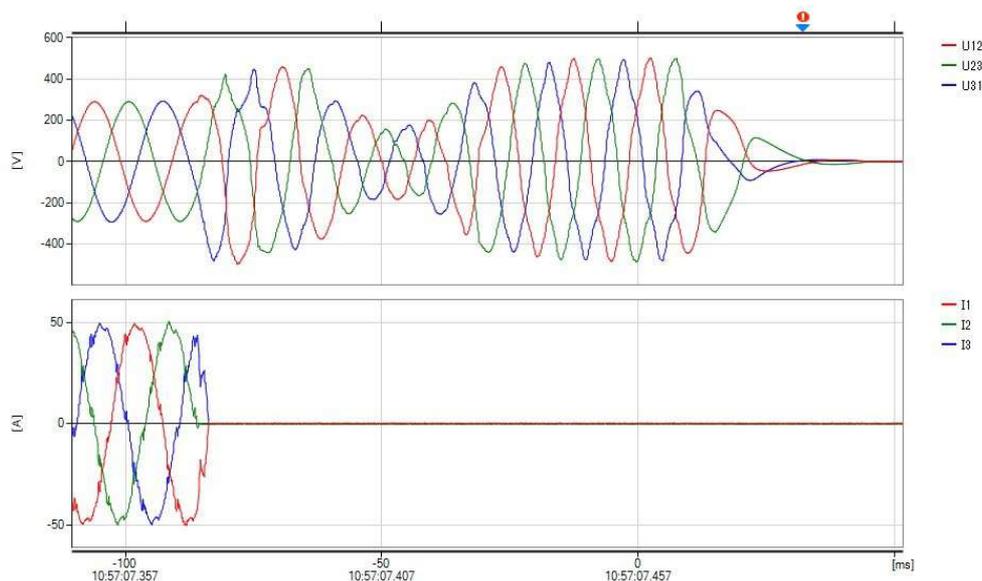
波及事故とは、高圧需要設備・発電所等で生じた事故が原因で配電線からの送電が停止し、同配電線から受電している近隣の電気設備・交通信号機等を停電させる事故



29

【注意】某社製PCSの特性に起因する保護装置事故

原因? 某社製PCSは単機であっても、負荷遮断時に電圧が約2倍に上昇する。



負荷遮断時、開閉器の開極部にアークが発生している。その最中に線間電圧が2倍に上昇することでアークエネルギーが増大する。多台数連系中であれば、過大となったアーク熱がエポキシ碍子などの絶縁物の絶縁性を著しく劣化させ、高圧2点地絡→相间短絡を引き起こしかねない(沖縄のPAS爆発例はGR動作時の碍子熱損後、PAS投入で発生)。別の某社製PCSは、FRT状態において単独運転防止機能・瞬時過電圧保護機能等の保護機能が無効となる設計だったため単独運転し、負荷設備を破損させた例が報告されている。

30

ご清聴、ありがとうございました。

拙稿（抜粋）

東京電気管理技術者協会【点検マニュアル（太陽電池発電設備編 2022年版 第二版）】
使用前自己確認の方法、直流回路・PCSのトラブル事例等多数掲載

オーム社【月刊 新電気】

2022年4月号『太陽光発電 受光時の感電火傷事故の危険性』
2022年5月号『太陽光発電 受光時のアーク事故の危険性』
2022年6月号『自家消費型太陽光発電 設置上のトラブル』

電設資材【月刊 電設資材】

2018年12月号～2020年9月号 連載「太陽光発電システム“まさか”のトラブル事例」

日本電気技術者協会

書籍『交流・直流相互変換と直流利用技術の進歩』（共著）
会誌 平成31年1月号『太陽電池発電設備特有の焼損事故事例3』
会誌 平成30年9月号『太陽電池発電設備特有の焼損事故事例2』
会誌 平成30年7月号『太陽電池発電設備特有の焼損事故事例1』



OVGRとRPRの実技演習はポリテクセンター千葉で年3回実施。
誰でも受講可