

平成 30 年 11 月 29 日に東桜会館第 2 会議室で行われた，電気設備学会中部支部主催の講習会「太陽電池のバイパスダイオード故障の検出方法」に参加したので，その概要を報告します。

1. 松村支部長（愛知工業大学） あいさつ

2. 調査研究委員会の活動紹介（講師：山中三四郎氏（名城大学））

- ・ 太陽光発電システム（PV システム）は，開発当初メンテナンスフリーであるといわれていた。しかし，普及が進むにつれ安全性に対する懸念が指摘されるようになり，事故例も多数報告されるようになってきた。PV システムを安全に運転するための設計・施工・保守点検技術の確立が急がれる。
- ・ 「太陽光発電システムの安全性と設計・施工・保守点検に関する調査研究委員会」を立ち上げ，PV システムの安全性に対する問題を調査するとともに，安全性を担保するための設計・施工・保守点検技術の開発状況とそれらの技術を利用する側から見た課題を調査研究することを目的とした。
- ・ 事業用 PV システムでは，多量のモジュールをどのように点検するか。また，出力低下をどのように判定するか。そして出力回復はどのような手段があるのか。等安全性の確保，経済性の確保が問題となる。
- ・ 長期運用の問題で，FIT は 20 年間有効であるが 20 年以降どうなるのか。運用継続・放置・解体等。
- ・ 技術の現状としては，I-V 特性の診断，バイパスダイオードの開放故障検出，アークの発生検出等が課題であり，課題解決に向けた地道な努力が必要である。また，常時監視の開発状況も気になる。
- ・ 「太陽光発電システム保守点検ガイドライン」が（一社）日本電機工業会・太陽光発電協会から 2016 年 12 月 15 日付で発行されている。点検作業として，目視点検，機器類検査及び安全に係わる保守，発電性能に係わる保守等纏められており，付録として I-V 曲線形状の解釈等もおさめられている。
- ・ 現在の保守点検技術としては，目視検査・I-V 特性・EL 画像・熱画像・ドローンの活用・BPD オープン故障検出・BPD ショート故障検出等がある。これらについての論文も多く発表されている。



あいさつ：松村支部長



講師：山中三四郎氏

3. 太陽光発電設備の安全性課題と対策技術（講師：西戸雄輝氏（㈱トーエネック））

- ・ 太陽電池モジュールでは、BPDの短絡故障と開放故障がある。短絡故障では、発電量の低下、ジャンクションボックス内部での発熱が考えらる。開放故障では、ホットスポット発生による異常発熱があり火災の原因にもなる。
- ・ 安全性の対策として以下の施工が有効となる。
 - ① 端子台の規定トルク締付確認とマーキングによる目視確認。
 - ② 出力用遮断器を先にOFFしてから、断路器をOFFする。各ストリングには遮断能力のある遮断器を用いる。
 - ③ 逆流防止ダイオードについては、平常動作時にV_{DB}両端間電圧を測定する。合否基準としては、V_{BD}が0.5V～1.65Vの間ならば正常。
 - ④ 逆流防止ダイオードの接続が正しいか、発熱がないか、炭化の兆候がないことを確認する。
 - ⑤ 避雷素子（SPD）は、太陽光発電用のSPD規格「EN50539-11」に適合するSPDを利用する。
 - ⑥ SPDの点検は、外観、故障表示等で確認をする。10年程度での交換が推奨される。
 - ⑦ 絶縁抵抗測定は、夜間「短絡する方法」で一般的な絶縁抵抗測定をする。昼間に安全・簡易に「短絡しない方法」で測定する場合は、正確な測定ができる機器を利用する。地絡の可能性がある場合には、地絡箇所を特定して判断する。
 - ⑧ アーク発生の検出は、常時絶縁監視で絶縁抵抗値を管理する必要がある。その場合、ノイズの影響を受け、誤検診の可能性もあるので注意が必要である。

4. バイパスダイオードのオープン故障と検出方法（講師：樋口昌男氏（日置電機㈱））

- ・ 開放故障例1では、木による定常的な影の影響で開放故障（モジュールが割れている、焦げている）となった。
- ・ 開放故障例2では、3月にはなかった木の葉が5月から繁り定常的な影の影響で故障。
- ・ 開放故障例3では、誘導雷の影響で故障したと思われる。
- ・ ホットスポットを探す方法としては、以下があげられる。
 - ① サーモグラフィーを使う。
 - ② モジュール（セル）に流れる電流を検出する。
 - ③ 夜間または遮光時にダイオードチェックを行う。



講師：西戸雄輝氏



講師：樋口昌男氏

- ・ 新しい検査方法として、バイパスダイオードテストを開発した (FT4310 日置電機 2017年3月発売)。昼夜を問わず電流印加方式で、ストリング単位で試験可能。
- ・ FT4310 は、短絡電流測定、開放電圧測定、バイパス回路の抵抗測定が可能である。
- ・ 開放故障の原因推定
 - ① 長期的、定常的な部分影による BPD の過熱 (木やゴミ、電柱等)
 - ② 力学的要因によるモジュールの破損 (外傷に基づく破損)
 - ③ 電氣的要因による BPD の故障 (雷の影響等)
 - ④ 初期不良

5. バイパスダイオードのショート故障と検出方法 (講師：池田輝雄氏 (株アイテス))

- ・ (株アイテスが開発した「ソラメンテ」は、クラスタ故障を効率よく発見・特定することができる。機能としては、以下の測定ができる。
 - ① ストリングの開放電圧と抵抗値を測定 (1次検査機)
 - ② 電流による微小な磁束密度を検出 (2次検査機)
- ・ ソラメンテ - iS の特徴は、発電状態のまま測定可能 (ケーブルの取り外しが不要)。その時、測定感度の調整は不要である。(装置内で日照強度により自動調整)
- ・ クラスタ故障には、以下3種類の故障が発見できる。(ソラメンテ使用)
- ・ 開放電圧の低下、かつ抵抗値が大きい場合は、「クラスタの断線」
- ・ 開放電圧が正常で、かつ抵抗値が大きい場合は、「クラスタの高抵抗化」
- ・ 開放電圧が低下、かつ抵抗値が正常の場合は、「バイパスダイオードの短絡」
 - ① 開放電圧の低下、かつ抵抗値が大きい場合は、「クラスタの断線」
 - ② 開放電圧が正常で、かつ抵抗値が大きい場合は、「クラスタの高抵抗化」
 - ③ 開放電圧が低下、かつ抵抗値が正常の場合は、「バイパスダイオードの短絡」
- ・ 運転状態で電流が流れていないクラスタを探すには、①と②が活用される。
- ・ 開放状態で電流が流れているクラスタを探すには、③を活用。



講師：池田輝雄氏

6. 質疑

- ・ 直流絶縁監視で日本製品を紹介ください。
回答：マキタ・中部電気保安協会の製品があり、漏れ電流で監視している。
- ・ SPD の故障はどうして発見するか？
回答：故障表示があるものが多く、接続箱内の目視点検による。
- ・ BPD の短絡故障と開放故障は、どちらが多いか？
回答：初期は開放故障が多くみられるが、運転中は雷等で起こる短絡故障が多くなる。
- ・ 影による故障 (開放故障) で、電柱や電線の影での影響は？
回答：影の大きさが問題であり、電力会社の用地交渉の問題もある。

- ・ 雷対策は，SPD だけか？

回答：避雷針，等電位カーゴなどで対応している。

- ・ 自主研究で課題を取り上げてほしい。

回答：20 年後古くなったらどうするか？放置，解体等考えられるが，ホットスポットができれば 500℃くらいになり，枯草，枯葉，鳥の巣等で火事になる。

- ・ 建物上の太陽光設備でメンテナンスが難しいものは，どうしたらよいのか？

回答：パネルメーカーと打ち合わせにより，発電量の監視で故障を発見するしかないと思う。BPD の故障率，I-V 測定等で判断。

以 上

(報告者：保木本 正史 (株) きんでん)



講習会の様子