

■講習会名:「太陽光発電システムの各種保護技術と保安対策について」

■主催:電気設備学会中部支部

■日時:平成 25 年 11 月 19 日(火) 13:00~17:20

■会場:名城大学名駅サテライト 多目的室

■内容

1. 接地に関する基礎知識 (講師:(株)トーエネック 山本達也氏)

- 接地の目的、電気設備技術基準の解釈や IEC 規格などの関連法規などについて解説。
- 特に、昨年度改正された電気設備技術基準の解釈において、太陽光発電設備に関する条項を中心に説明された。具体例を以下に示す。
  - ・ 太陽電池モジュールに接続する直流電路に接続する機械器具の筐体接地については、特定条件を満たせば、使用電圧が 300V 超えても D 種接地を適用可。
  - ・ パワーコンディショナー(PCS)の電力系統側に変圧器を設置し、直流が交流系統に流出することを防止する。(例外規定あり)
  - ・ PCS の電力系統側に変圧器を設置する場合などの特定条件下において、太陽電池モジュールの直流電路における地絡遮断装置の省略が可能。

2. 太陽光発電(PV)システムの直流保護技術(講師:富士電機 浜田佳伸氏、乾大輔氏)

- 直流遮断の原理を解説。①アーク伸長、②限流、③振動電流の重畳により強制的に電流零点を作る、などの方法がある。
- 必要アーク電圧を確保するために、接点を外部で直列接続する方法がある。ただし、配線ミスにより遮断失敗するリスクがある。また、この外部渡り配線部が短絡した場合には接点数が不足するので遮断失敗する恐れがある。
- 小電流領域の遮断は、アーク伸長が困難であることから遮断時間が長くなるなど、遮断性能が低下する。
- 小電流領域の遮断性能向上のために、永久磁石を使用する方法があるが、この場合には極性が固定されるため、双方向に電流が流れる場合には適用不可。
- PV システムの直流短絡電流(または接地系統の場合の地絡電流)は、定格の 110~120%程度であるため、過電流遮断器は遮断しない、または遮断時間が長くなる。
- PV システムの直流電路が非接地の場合、1 線地絡電流はほとんど流れず、2 線地絡になると短絡となり、火災のリスクが高まる。このため、1 線地絡を検出する絶縁監視装置を設置する必要がある。
- 富士電機で取り扱っている絶縁監視装置は、2Hz~4Hz の交流信号を印加する方式。対地静電容量の上限値は、150 $\mu$ F と 2000 $\mu$ F の 2 つのタイプを用意している。
- 上記絶縁監視装置は、不要動作防止のために平均化処理、時延処理を行っている。したがって、短時間の地絡は検出困難。
- 上記のように、PV システムの直流電路における地絡・短絡保護は、現状において確実な方法は提案されていない。特に、アークを伴う地絡・短絡故障は大変危険であり、海外では事故事例も報告されている。しかし、現時点において確実に検出方法はなく、今後の課題である。

3. PV システムの雷保護技術(講師:NIP エンジニアリング(株) 古田 勝氏、

音羽電機工業(株) 梶原宣隆氏)

- 外部雷保護の規格(JISA4201-1992、同-2003)について解説。
- PV システムにおける避雷針による外部雷保護対策例を紹介。
- 落雷が原因と思われる太陽光パネルのガラス割れの事例を紹介。
- 太陽光パネルの外枠部に設置するソーラーパーの効果について、室内放電試験の結果を紹介。

- NEDO の報告書から、PV システムの雷被害状況は計測システムと PCS の被害が大きいことが紹介された。
- SPD による具体的な対策方法について解説。SPD には直流電路用、交流電路用、信号回路用などがあり、使い分ける必要がある。

#### 4. PCS のノイズ保護技術(講師:オムロン(株) 坪田康弘氏)

- コモンモードフィルタが雷サージの影響で共振を起こすことがあり、IGBT 素子が破損する場合がある。対策として、コモンモードチョークコイルにアレスタを接続している。
- 線間のフィルムコンデンサは、雷サージにより破損し、発火することがある。対策として、保安機構付フィルムコンデンサを使用している。このコンデンサは、過電圧等により絶縁劣化しても全体に影響を及ぼさない構造となっている。
- コモンモードチョークコイルは、IGBT のスイッチング周波数の影響でモスキート音(高音)を発生し、この音に敏感な子供に悪影響を与える場合がある。また、フィルムコンデンサやセラミックコンデンサは、電源電圧のひずみの影響で騒音を発生する場合がある。前者は、スイッチング周波数の高周波化、後者は騒音の小さいタイプのコンデンサを選定することで対策している。

#### 5. PID 現象の発生メカニズムと対策技術(講師:エスペック(株) 棚橋紀悟氏)

- PID 現象は、2005 年の Sun Power の報告から話題となった。
- PID 現象のメカニズムは、まだ、解明されていない。現在、フレームとセル間の電位差、ガラスに含まれる Na イオンの影響などが原因と考えられている。
- 上記から、PID 現象は以下の状況で発生しやすいと考えられている。
  - ・ システム電圧が大きい→フレームとセル間の電位差が大きくなり PID 現象が進行
  - ・ 湿度が高い→フレームとセル間に漏れ電流が多く流れ、PID 現象が進行
  - ・ Na を多く含むガラスの使用
- 対策として、以下が考えられる。
  - ・ 直流電路の接地→フレームとセル間の電位差低減
  - ・ 湿度対策・・・ただし、屋外のため困難
  - ・ 硼珪酸ガラスの使用

#### 6. 接地による PID 保護と安全保護のトレードオフ(講師:(有)吉富電気 吉富政宣氏)

- PID 現象の対策という観点からは、直流電路を接地することが望ましい(絶縁型 PCS 使用の場合)。しかし、直流電路の非接地側が地絡すると、大きな地絡電流(=短絡電流)が流れ、火災の危険性が生じる。
- PID 現象の対策は、出力低下の問題であり財産価値の議論。一方、地絡による火災防止対策は、人命価値の議論。したがって、火災防止対策を重視すべき。
- 海外では、PV システム直流電路の接地を、ヒューズを介して行っている。しかし、接地側電路で地絡事故が発生し(第一故障)、その後、非接地側で地絡事故が発生した場合(第二故障)には、ヒューズに電流が流れず、事故電流が継続し火災に至る恐れがある。
- 電気設備技術基準の解釈では、PCS の交流側電路に絶縁変圧器を設置することにより、直流電路の地絡保護を省略できることとなっている。しかし、一線地絡の後、それとは反対極性の電路が地絡した場合には、短絡故障となり危険である。
- 非絶縁型 PCS を使用する場合、交流側電路は通常 B 種接地が行われているので、直流側電路が一線地絡した場合には、地絡電流を検出して保護が可能のように思われる。しかし、単相 3 線式電路に接続されるフルブリッジ型 PCS では、直流電路のプラス側は、B 種接地と同電位となるため、一線地絡を検出できない。その後、マイナス側電路が地絡すると短絡となり、この場合も火災の危険性がある。
- 地絡事故については、第一故障の段階で発見・除去する必要がある。直流電路の接地を定期的にプラス側/マイナス側と切り替え、地絡電流を検出することで、第一故障の発見は可能と考える。また、この対策は、PID 現象の対策にもなる。

## ■ 感想

本講習会は、収容人数 100 名の会場が満員となるほどの盛況ぶりであった。PV システムへの関心の高さが伺える。

本講習会において、PV システムの接地、地絡・短絡保護に関し、大変貴重な知見を得ることができた。しかし、同時に、現状においては、まだ技術的に確実な保護方法が確立されていないことがわかった。我が国において、PV システムは急速に普及している。したがって、確実な保護技術が早期に確立されることを期待する。

以 上



講習会の様子