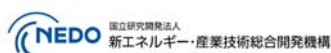


傾斜地設置型、営農型、水上設置型 太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 電気関係項目の説明

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
再生可能エネルギー研究センター
太陽光システムチーム 研究チーム長
大関 崇

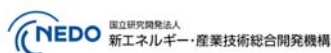


1.1 本ガイドラインの利用上の注意

2

共通

- 構造関連の内容: 基本事項の概要と傾斜地設置型、営農型、水上設置型太陽光発電システム特有の内容について記載する。
- 電気関連の内容: 基本事項については省略し、傾斜地設置型、営農型、水上設置型太陽光発電システム特有の内容のみを記載する。



1.3 引用規格、参考資料

共通

- JIS C 8955:2017「太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重算出方法」
- JIS C 8960:2012「太陽光発電用語」
- IEC 62548:2016 Photovoltaic (PV) arrays – Design requirements
- 内線規程、一般社団法人日本電気協会
- 配電規程、一般社団法人日本電気協会
- 高圧受電設備規程、一般社団法人日本電気協会
- 系統連系規程、一般社団法人日本電気協会
- 自家用電気工作物保安管理規程、一般社団法人日本電気協会
- 公共・産業用太陽光発電システム手引書、一般社団法人太陽光発電協会
- 太陽光発電システムの設計と施工 改訂5版、一般社団法人太陽光発電協会
- 太陽光発電システム保守点検ガイドライン、一般社団法人日本電機工業会・一般社団法人太陽光発電協会 技術資料

1.6 電気設計方針

共通

1. 電気事業法関連法令を遵守する。
 2. 内線規程、配電規程、系統連系規程、JISなどの関連の規格を参照して設計する。
 3. 設計図書を作成し、保管する。
- 電気設計方針については、電気事業法、電気設備に関する技術基準を定める省令などの関連法令を遵守するとともに、基本的な設計は、電気設備の技術基準の解釈(以下「電技解釈」、電気設備の技術基準の解釈の解説(以下「電技解釈解説」)などの関連法令、ならびに内線規程、配電規程、系統連系規程、JIS、IECなどの国内外の民間規格を参照して設計する(参考になる基準、規格などの一覧は1.3にまとめる)。本ガイドラインでは、基本設計はこれらで行われているものとして、傾斜地設置型太陽光発電システムに特化した部分に関する設計・施工項目についてのみ記載する。

1.7 施工管理方針

共通

1. 労働安全衛生法などの関係法令を遵守する。
2. のり面工、斜面安定工、排水工などの施工にあたっては、所要の機能が確保されるように施工する。施工中に明らかになった条件についても考慮を加え、より合理的な施工が行われるよう安全管理、品質管理、出来形管理、工程管理を行う。
3. 予め現地の状況を確認した上で、施工計画を立案し、安全性はもとより、周辺環境への悪影響が発生しないよう施工する。
4. 電気工事完了後、使用前の竣工試験により、計画に従って工事が行われたことおよび電気設備技術基準に適合するものであることを確認する。
5. 現地状況を踏まえた実際の施工結果を竣工図書としてとりまとめる。図化できない範囲については写真にて記録する。
6. 施工中において、災害の発生防止、環境保全に努める。

4. 電気設計・施工計画

4.1 設計フロー(電気) 4.2 施工フロー(電気)

共通

1. 企画、立案として、導入目的、設備規模、関連法令を調査する。
2. 設計として、基本設計、詳細設計、法令諸手続きを実施する。

1. 付託、資材発注を行う。
2. 据え付け工事を行う。
3. 自主点検を行う。

立案、企画

- ・導入目的、設置場所、設備規模、基本仕様
- ・現地調査、工程、予算案、経済性試算
- ・関係法令調査

設計

- ・基本設計：
設置条件、システム設計、発電電力量推定
- ・詳細設計：
集電方式、保護方式、電気設備仕様、
単線結線図、平面図、側面図
- ・工事計画届け出書作成
- ・法令、諸手続きの実施

発注・諸手続き

- 付託
- ・仮設電源引き込み工事
 - ・土木電気工事
- 資材発注
- ・主要機材等
- 関連法令、諸手続き
設備認定申請手続き

施工

- ・モジュール据え付け結線
- ・PCS、連系設備据付、試験

自主検査

- ・使用前自主検査

傾斜地設置型

1. 総則

1.6 電気設計方針

傾斜地

1. 電気事業法関連法令を遵守する。
 2. 内線規程、配電規程、系統連系規程、JISなどの関連の規格を参照して設計する。
 3. 設計図書を作成し、保管する。
- 傾斜地設置型太陽光発電システムの火災および感電リスクは、地上設置型と同様と考えられるため、原則地上設置と同等の電気設計方針とした。

13. 電気設備の設計・施工

13.1 電気機器の設置場所に関する注意点

傾斜地

1. 接続箱やパワーコンディショナなどの電気機器は、取扱者がアクセス可能な平坦地に設置する。平坦地への設置が困難な場合、これらの機器の開閉が可能でかつ取扱者が自立して点検などの作業ができるような場所に設置する。
2. 接続箱やパワーコンディショナなどの電気機器は、排水場所付近以外の場所に設置する。
3. 接続箱やパワーコンディショナなどの電気機器は、落石などの落下物の恐れがない場所に設置する。

13. 電気設備の設計・施工

13.1 電気機器の設置場所に関する注意点

傾斜地

- 傾斜地では地面から電気機器の設置場所までの距離が十分に取れないことや電気機器の排熱のための十分なスペースがとれないことも想定される。電気機器の仕様に合わせた取付高さが確保できる場所に設置する必要がある。
- 傾斜地においては排水計画が重要となる。排水路付近は越水の恐れがあるため、接続箱やパワーコンディショナなどの電気機器は、排水の障害とならない場所に設置する必要がある。また、傾斜地では石や木材などが敷地内に落下する恐れがあるため、接続箱やパワーコンディショナなどの電気機器の設置は、この恐れがない場所とする必要がある。なお、落石などの対策には柵や落石防止ネットなどの利用が考えられる。

13. 電気設備の設計・施工

13.1 電気機器の設置場所に関する注意点

傾斜地

- キュービクルの設置場所については高圧受電設備規程、内線規程において、配電盤および分電盤は「安定した場所」、「容易に開閉できる場所」および「容易に点検できる場所」に設置することが求められている。従って、受変電設備などのキュービクルは平坦地に設置する必要がある。
- 電気機器を平坦な場所へ設置することを想定した場合、太陽電池アレイと平坦地が離れているケースでは、ストリングなどの直流の配線本数が増加することや配線長が長くなることもあり、ケーブル損傷などによる地絡、短絡が発生するリスクが高まる恐れがある。そのため、やむを得ず傾斜地にある架台に設置する場合、開閉できる場所ならびに取扱者が自立して作業できる場所に設置する必要がある。なお、取扱者がこれらの電気機器に安全にアクセスできる場所である必要がある。

13. 電気設備の設計・施工

13.2 配線方法に関する注意点

傾斜地

1. 排水計画における排水路などを妨げないように配線する。
 2. 落石などの落下物の恐れがない場所に配線する。
- 傾斜地においては排水計画が重要となる。具体的な排水計画、設計は6.3を参照する。配線は排水溝などの排水経路を妨げないことが必要である。また、配線や配管を地上に転がし配線すると、その場所が水路となり地盤の侵食を引き起こす恐れがあるため、ラックの利用や架空配線を利用することが望ましい。



写真12-1

ラックによる配線の例



写真12-2 架空配線の例



13. 電気設備の設計・施工

13.2 配線方法に関する注意点

傾斜地

1. 排水計画における排水路などを妨げないように配線する。
 2. 落石などの落下物の恐れがない場所に配線する。
- 傾斜地には敷地内への落石や樹木などの落下の可能性があるため、配線経路はこの恐れがない場所とする必要がある。なお、落石などの対策には防護柵や落石防止ネットなどの利用が考えられる。
 - 電気設備に関する技術基準を定める省令第39条に「電線路は、がけに施設してはならない」とされており、例外規定として各種条件を満たし、技術上やむを得ない場合に第131条に「がけに施設する電線路」の施設方法が規定されている。

13. 電気設備の設計・施工

13.3 保守点検を考慮した電気設備計画に関する注意点

傾斜地

1. 接続箱やパワーコンディショナなどの電気機器は、取扱者がアクセス可能な平坦地に設置する。平坦地への設置が困難な場合、これらの機器の開閉が可能でかつ取扱者が自立して点検などの作業ができるような場所に設置する。
- 高圧受電設備規程、内線規程において、配電盤および分電盤は「容易に開閉できる場所」、「容易に点検できる場所」に設置することが求められている。
 - また、設置場所に対応した取扱者の労働安全を考慮した装備を計画に含める必要がある。取扱者の労働安全衛生を考慮すると、「アクセスできること」として、急勾配の場所に電気機器を設置しないことが原則となる。やむを得ない場合に急勾配へ設置される電気機器の点検場所には、アクセスできる階段などを配置することや滑落防止対策を施すこと、遠隔で点検可能な装置利用を想定した設計、電気機器の設置とする必要がある。

14. 施工

14.1 一般共通項目

共通

1. 自然条件など当該施設が置かれる諸条件を勘案して、当該施設の要求性能を満足するような方法により施工する。
2. 設計の意図するところを理解し、設計者が求める要求性能が満足されるよう施工する。
3. 対象施設を正確、円滑かつ安全に施工するために、予め施工計画を定める。また、工事の進捗や現場状況の変化により必要が生じたときは、施工計画を変更する。
4. 設計者が要求する性能を満たしていることを確認するため、施工管理を行う。また、施工管理により取得した記録・情報を維持管理計画などに反映する。
5. 実際の施工結果を竣工図書としてとりまとめる。図化できない範囲については写真にて記録する。
6. 安全に関する関係法令などにもとづき、安全確保上必要となる措置について検討を行った上で適切に安全管理を行い、事故および災害の防止に努める。

15. 維持管理計画

15.1 一般共通事項

共通

1. 太陽光発電システム全体が、供用期間にわたってその設置目的・機能、要求性能が維持されるよう、予め維持管理計画を作成した上で維持する。
2. 維持管理計画書は施設の所有者が作成することを原則とし、設計者、施工者のほか、維持管理に関する専門的知識・技術を有する者の意見を反映する。
3. 維持管理計画書は、対象施設の損傷、劣化その他の変状についての計画的かつ適切な点検診断の時期、対象とする部位および方法などについて定める。
4. 太陽光発電システムの維持管理計画書の作成および維持は、設置箇所の自然条件、設計条件、構造特性、材料特性などを勘案する。
5. 点検診断の結果および対策が必要になった場合の維持補修の内容は記録し、供用期間に亘って保存する。
6. 維持管理計画の作成および点検診断の方法などについては、民間のガイドラインなどを参考にする。

傾斜地

1. 機器へのアクセス方法を考慮した維持管理計画とする。

- 高圧受電設備規程、内線規程において、配電盤および分電盤は「容易に開閉できる場所」、「容易に点検できる場所」に設置することが求められている。
- 設置場所に対応した取扱者の労働安全を考慮した装備を計画に含める必要がある。取扱者の労働安全衛生を考慮すると、「アクセスできること」として、急勾配の場所に電気機器を設置しないことが原則となる。やむを得ない場合に急勾配へ設置される電気機器の点検場所には、アクセスできる階段などを配置することや滑落防止対策を施すこと、遠隔で点検可能な装置利用を想定した設計、電気機器の設置のもと、維持管理計画を立てることが必要である。

共通

1. 災害時および施工、保守点検での事故時において迅速に対応できる緊急連絡体制の整備を計画する。
2. 火災など発生時の消火方法、消火活動のための動線および活動スペースの確保を検討する。
3. 電気機器の異常時に対応できる迅速な接続箱における遮断、パワーコンディショナの停止方法を計画する。可能であれば遠隔操作も検討する。
4. 医療機関へのアクセスが容易でない場合、AEDなどの緊急時の医療機器の設置を検討する。
5. リスクアセスメントと対応マニュアルを準備する。

15. 維持管理計画

15.5 緊急時の対応

共通

- 警戒時、災害時に備え、市役所、町役場、消防署、自治会など、関係機関との情報連絡体制を確認し、迅速な初動体制を確立できるようにすることが望ましい。災害などの緊急時の対応は、一般社団法人太陽光発電協会の公開しているを参考にして、取扱者の二次災害も留意して対応することが必要である。太陽光発電システムは人が常駐して常時監視していないことが多いため、緊急時の覚知が遅れることもある。自家用電気工作物は、常時監視をしない発電所の要件として電技解釈第47条5項の規定を満たす必要がある。それ以外の一般用電気工作物の太陽光発電システムにおいても当該技術基準を参考に設備構築し、監視体制を整備、計画することが望ましい。
- 火災発生時には、消防隊員が行う消火活動のための動線および活動スペースの確保が必要となる。具体的には、建物設置に関する基準ではあるが、東京消防庁の太陽光発電システムに係る防火安全対策の指導基準において、消防活動用通路の設置方法は全ての太陽電池モジュールとの距離を24 m以内とする基準が参考となる。
- 電気機器の異常時には、接続箱における遮断、パワーコンディショナの停止が必要である。アクセスし易いところに機器を設置するとともに、遠隔でも操作可能な方法を検討することが望ましい。

営農型

1. 総 則

1.6 電気設計方針

営農

- 営農型太陽光発電システムの火災リスクは、地上設置型太陽光発電システムと同様と考えられる。他方、感電リスクについては、電気設備の下に人が存在することから、下記を想定した電気設計方針とした。
 - 電気の専門家ではない農業従事者は一定の時間、電気設備の下で作業を行うため感電リスクが存在するが、設計者、施工者、保守点検事業者から説明、教育や講習を受けるなどにより感電リスクを認識しているものとして、農業従事者は「取扱者」とする。
 - 架台、パワーコンディショナなど、手で触れる高さにある機器は、一般公衆が容易に接触する恐れがあるものとする。
 - 設置場所は住宅ではないが、感電リスクに関しては住宅用太陽光発電（10 kW未満）と同様な要求仕様と設計の考え方を取り入れ、対地静電容量の大きい太陽電池アレイ（目安として50 kWを超える場合）を利用する場合には、特段の感電防止措置を講じる。

12. 電気設備の設計：営農型における電気設計の注意点

12.1 感電防止対策に関する注意点

営農

1. 農業従事者および一般公衆の感電防止対策を配慮した電気設計とする。
 2. 出力が50 kW未満の場合、直流の対地電圧を450 V以下とする。
 3. 出力が50 kW以上の場合、50 kW未満のパワーコンディショナで分割した電気設計とするとともに直流の対地電圧を450 V以下とする。分割ができない場合には、地絡検知・遮断機能、警報の機能、接地の確保を定期的に確認できる設計および体制とする。
- ケーブル配線高さは人が容易に触れられないように2 m以上を基本とし、2 m以下の場所は電気設備の技術基準の解釈の解説第143条に示されているように住宅用太陽光発電システムの露出場所への施設時と同等の措置を行うことが望ましい。
 - 出力10 kWの太陽電池モジュールの対地静電容量は、実測の結果0.25 μ F程度であることから、出力50 kWでは1.25 μ F程度となる。ただし、対地静電容量は太陽電池モジュールにより異なることから、対地静電容量2 μ Fごとに分割する必要がある。以上のことから、営農型太陽光発電システムでは、住宅用と同様に対地電圧の制限を設け、出力50 kW未満かつ対地電圧450 V以下を推奨する。

12.1 感電防止対策に関する注意点

営農

- 出力50 kW以上の場合には、50 kW未満のパワーコンディショナで分割するとともに直流の対地電圧を450 V以下とすることを推奨する。50 kW未満ごとに分割できない場合は、対地電圧を抑制してもリスクが低減しないため、通常用いられている地絡検知・遮断、警報の機能、接地が取れていること(特に太陽電池モジュールから架台にかけて)の確認方法を確保することが重要である。また、地絡、絶縁抵抗低下、接地の不備などの異常が確認された場合には、速やかに対処できる体制を取っておくことが必要である。
- 太陽光発電システムの回路の遮断方法として、接続箱内の開閉器、断路器、遮断器、パワーコンディショナの停止などが想定される。ただし、これらの箇所で回路を開放した場合でも、太陽光が太陽電池に照射される状態では太陽電池は発電を継続するため、太陽電池アレイ側は電圧が印加され続けている。また、地絡、短絡事故が発生している場合には、電気的な閉回路を形成することがあり、電流も継続して流れる恐れがある。そのため、接続箱における回路の開放やパワーコンディショナの停止を行っても、感電や火災のおそれがあることに注意する必要がある(図12-1参照)。感電を防止するためには、60 V以下などの電圧まで低下させる必要がある。その方法としては、太陽電池を遮光すること、太陽電池モジュールごとに機器を付けるMLPE (Module Level Power Electronics) の利用などがある。

12.1 感電防止対策に関する注意点

営農

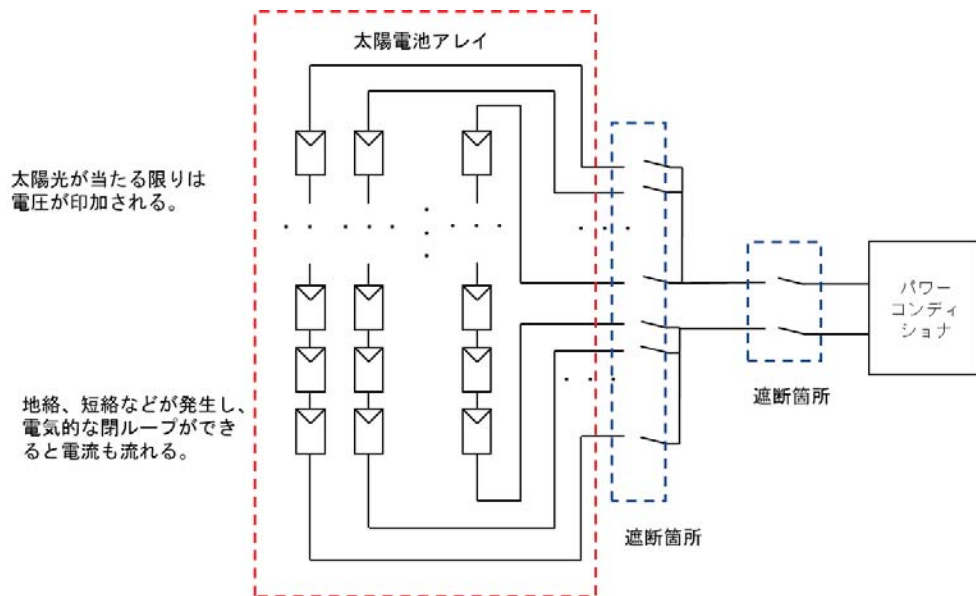


図12-1 太陽電池アレイ内の感電リスクの概要

12. 電気設備の設計: 営農型における電気設計の注意点

12.2 電気機器の紫外線・雨水対策に関する注意点

営農

1. ケーブル、コネクタ、パワーコンディショナや接続箱が紫外線や雨水に直接曝されないように施設する。

- 営農型太陽光発電システムでは、太陽電池ケーブルやコネクタが直接、太陽光や雨水にさらされる場合がある。この場合、紫外線による劣化や雨水の浸入による錆・絶縁性能低下の恐れがあるため、保護管を用いたケーブル配線、絶縁テープによるコネクタの保護などの対策をとることが望ましい。
- また、パワーコンディショナや接続箱は、上部を屋根で覆うなどの対策を施す必要がある。

12. 電気設備の設計: 営農型における電気設計の注意点

12.3 農作業による配線切断対策に関する注意点

営農

1. 農業従事者がケーブルなどに接触する恐れがないように配線する。
2. ケーブルや接地線を埋設する場合には、農作業による配線切断の恐れがないように配線する。
3. 埋設した接地棒の位置がわかるようにする。

- 農業従事者が利用する農業機械や農機具が電気工作物に衝突、接触する恐れがある。そのため、架空配線を利用するなどの簡易接触防護措置を行うとともに、農業従事者が行う農作業範囲や農業機械・農機具を把握し、接触、衝突の恐れがある箇所に対しては、金属配管などによるケーブルの保護を行うことが望ましい。また、警戒用テープによる配線箇所の明示も効果的である。
- ケーブルや接地線の埋設配線では、農業従事者が土を掘り起こす際に配線を誤って切断する恐れがある。従って、埋設場所には農作業に干渉しない場所を選択する必要がある。また、農業従事者に埋設配線があることを十分に周知するとともに、埋設箇所を示す表示を設ける必要がある。
- 接地棒の埋設箇所は、設計図書や接続箱内に保管している書類などに明記するとともに、埋設箇所を示す表示を設けることが望ましい。

12. 電気設備の設計: 営農型における電気設計の注意点

12.4 営農環境における電気機器の腐食の注意点

営農

1. 営農環境における腐食の恐れがある場合は、電気機器の選定を適切に行う。

- ケーブルや太陽電池モジュールへの肥料の付着が多く想定される営農環境では、IEC 6271612-4)に適合した太陽電池モジュールを利用することが望ましい。IEC 6271612-4)は、畜舎の屋根など、高濃度のアンモニアを含む湿潤環境下における耐性を試験するものであるため、設置される環境条件を勘案して、必要性を判断することが望ましい。
- コネクタや端子台の配線部が暴露されている箇所などの腐食する恐れがある場所については、絶縁テープによる保護や防塵・防水性の等級であるIP (Ingress Protection) 等級の高い接続箱を利用することが望ましい。

12. 電気設備の設計: 営農型における電気設計の注意点

12.5 保守点検を考慮した電気設備計画

営農

1. 接続箱やパワーコンディショナは開閉可能な場所に設置する。
2. 高所作業のための安全装備を準備する。

- 農業従事者や一般公衆が容易に触れることができるような場所を避けることが必要である。また、設置場所には接触を予防するための注意喚起表示をすることが必要である。表示方法については、一般社団法人太陽光発電協会の文書が参考となる。一般公衆が触れるおそれがある場所では具体的措置として取扱者以外が操作できないように「施錠」をすることが必要である。
- 農作業との関係もあるため、接続箱、パワーコンディショナは農作業に支障がない場所へ設置することが必要である。また、農作業が優先となるため、農繁期に太陽光発電システムの故障や異常が生じた際の対応が応急措置にとどまる場合がある。応急であっても、農業従事者や一般公衆に感電のおそれがないように措置することが必要である。
- 営農型太陽光発電システムでは太陽電池モジュールや配線が高所にあるため、高所作業に対応した安全装備が必要である。

14. 維持管理計画

14.3 電気設備

営農

1. 高所作業に対応した装備や点検計画を作成する。

- 一般に太陽電池モジュールや配線が2 m以上の高所にあるため、これらに関する点検には脚立などを利用することが想定される。従って、取扱者の労働安全確保のため、脚立からの落下防止などの安全対策を行う必要がある。
- 「モジュールが外れかけている」「ケーブルコネクタが抜け(かけ)ている」など、外觀異常が判断でき、かつ一見軽微な修理作業と思える見える場合でも電氣的に安全とは限らない。従って、このような場合であっても、農業従事者が自ら電気工作物に接触しないように周知する必要がある。
- 農作業が優先となるため、農地への影響が少ない時期に点検を行うことや脚立や足場など、点検に利用する器具が農地に影響を及ぼさないような方法など、保守点検計画や方法については農業従事者と事前に協議することが望ましい。
- また、営農環境下では、トラクターが砂ぼこりを巻き上げ、パワーコンディショナのフィルターが目詰まりしてしまうこともあるため、ファンレスの機器の選択、保守点検の確認項目に入れることや部品交換頻度を考慮しておくことが望ましい。

水上設置型

1. 総 則

1.6 電気設計方針

水上

- 水上設置型太陽光発電システムの火災リスクは、地上設置型と基本的には同様であるが、感電リスクについては、水上であるため水分の多い環境であること、一定の動揺があることから、下記のとおり設計方針とした。
 - 電気設備に接触するのは、「取扱者」のみであるため、基本的には地上設置と同様な考え方とする。なお、電気の専門家ではない関係者(水面利用の権利者、ため池などの施設所有者及び管理者など)は、設計者、施工者、保守点検事業者から説明、教育や講習を受けるなどにより感電リスクを認識しているものとして、「取扱者」とする。
 - 地上設置よりも環境負荷(水分や動揺)が大きいいため、電気設備としての安全性を高める措置を推奨する。また、取扱者は地上設置と異なる労働環境に関して配慮する。

12. 電気設備の設計: 水上設置型における電気設計の注意点

12.1 水上の配線方法に関する注意点

水上

- ケーブルの移動が想定される場所は、電気設備の技術基準の解釈(電技解釈)第127条「水上電線路及び水底電線路の施設」が規定するキャブタイヤケーブルを利用する。他のケーブルを利用する場合は、ケーブルの損傷を避けるため保護管に入れる。
- フロートやアイランドの移動によりケーブルに過度な張力が発生しないよう配線余長を持たせるとともに、ケーブルを損傷しないように固定する。
- 極性の異なる配線を分離して敷設する。配線が長く誘導雷の影響を受ける恐れがある場合は、配線のループ面積を小さくして敷設する。
- 齧歯類によるケーブル損傷の対策を行う。
- 接地は地上部の接地極により行う。

12. 電気設備の設計:水上設置型における電気設計の注意点

12.1 水上の配線方法に関する注意点

水上

1. ケーブルの移動が想定される場所は、電気設備の技術基準の解釈(電技解釈)第127条「水上電線路及び水底電線路の施設」が規定するキャブタイヤケーブルを利用する。他のケーブルを利用する場合は、ケーブルの損傷を避けるため保護管に入れる。
2. フロートやアイランドの移動によりケーブルに過度な張力が発生しないよう配線余長を持たせるとともに、ケーブルを損傷しないように固定する。
3. 極性の異なる配線を分離して敷設する。配線が長く誘導雷の影響を受ける恐れがある場合は、配線のループ面積を小さくして敷設する。
4. 齧歯類によるケーブル損傷の対策を行う。
5. 接地は地上部の接地極により行う。

12. 電気設備の設計:水上設置型における電気設計の注意点

12.1 水上の配線方法に関する注意点

水上

- 水上のフロート、アイランドの移動に伴い、配線やケーブルの移動が想定される場所には、電気設備の技術基準の解釈(電技解釈)第127条「水上電線路及び水底電線路の施設」が規定するキャブタイヤケーブルを利用することが望ましい。他のケーブルを利用する場合は、フロートやアイランドの移動によりケーブルに過度な張力が発生しないように、地上部とアイランド部の間の配線をS字状にするなど、配線に余長を持たせること、ケーブルが損傷しないよう保護管に入れることなどの措置をすることが望ましい。



写真12-1 余長を考慮した
配線の例



写真12-2 配管に納めた
配線の例



12.1 水上の配線方法に関する注意点

水上

- 配線の固定に関しては、太陽光が直接当たらないようにするとともに、配線が常時浸水することのないようにする。
- 短絡事故を避けるため、極性の異なる配線は分離することが望ましい。ただし、この場合には配線経路がループを形成すると誘導雷の影響により電圧を誘起するおそれがあるため、配線経路が長い範囲にわたる場合には、配線をわけてループ面積を小さくすることが望ましい。



写真12-1 余長を考慮した
配線の例



写真12-2 配管に納めた
配線の例



12.1 水上の配線方法に関する注意点

水上

- 池などへの設置事例ではヌートリアのような齧歯目動物によってケーブルが齧られる被害が確認されている。このような場合には、鳥獣の保護および管理並びに狩猟の適正化に関する法律を遵守しつつ対策することが望ましい。ヌートリアなどが池に入らないように、池をフェンスで覆うなどして侵入経路を塞ぐこと、もしくはケーブルを配管などで覆い露出を減らすことなどの対策が考えられる。ただし、対策には限界があることから、これらの被害が発生した場合に重大事故につながるようにするため、地絡検知、警報、遮断できる機構と体制を構築することが必要である。また、保守点検時にケーブルなどの被害が想定される個所については注意して確認することが望ましい。
- 接地については、地上部に接地棒を埋設することにより接地極をとり、水上の各機器の接地は、この接地極より配線する必要がある。実証実験から、水中に接地極をとることは地上に接地極を設ける場合と同程度の効果が得られる可能性が示唆されたが、接地極の形状や必要数などに解決すべき課題があるため、現段階では地上部に接地極をとることを原則とした。なお、通常の電路と同様に、地上部からアイランド部への接地線の敷設はフロートやアイランドの移動により接地線に過度な張力が発生しないようにする必要がある。

12. 電気設備の設計:水上設置型における電気設計の注意点

12.2 水上の機器の設置方法に関する注意点

水上

1. 通常の使用状態において、浸水しない高さに機器を設置する。
2. フロートやアイランドの移動などに伴う傾きの範囲内において、転倒しないように機器を設置する。
3. アイランドへのアクセス手段を確保するとともに、容易に開閉できる場所に機器を設置する。
4. アイランドの浮力設計を考慮して、機器の設置場所を決定する。



写真12-3 接続箱の設置例

12. 電気設備の設計:水上設置型における電気設計の注意点

12.2 水上の機器の設置方法に関する注意点

水上

- 内線規程において、配電盤および分電盤は「安定した場所」、「容易に開閉できる場所」、「容易に点検できる場所」に設置することが求められている。
- 従って、水上設置型太陽光発電システムについては、アイランド上に設置する接続箱やパワーコンディショナは、通常の使用状態において浸水しないようにするだけでなく、フロートやアイランドの移動などによって生じる傾きによって転倒しないように設置する必要がある。また、アイランドやフロートの耐荷重の設計値を考慮して接続箱やパワーコンディショナの設置場所がアイランドの中で著しく不均一とならないようにするなど、機器の重量により浸水や転倒しないように設置場所を決定する必要がある。特にアイランドの外周部への接続箱やパワーコンディショナの設置は、機器の浸水リスクが高まるため、避ける必要がある。
- さらに、作業者がアイランドにアクセスする手段が確保できていることを前提とし、アイランド上において「容易に開閉できる場所」、「容易に点検できる場所」に接続箱やパワーコンディショナを設置する必要がある。

12. 電気設備の設計:水上設置型における電気設計の注意点

12.3 水上における電気機器選定に関する注意点

水上

1. アイランド上の機器は浸水しないように設置する。
2. 対応するIP等級の電気機器を選定する。

- アイランド上に設置される電気機器に求められる防塵・防水性の等級であるIP (Ingress Protection) 等級の基本的な考え方の前提を「アイランド上にある機器は長期にわたって浸水することはない」とした。従って、先ずアイランド上にある機器が浸水しないように設置することが必要である。その上で、アイランド上の各機器については次に示すIP等級のものを選定することが望ましい。

- 接続箱およびパワーコンディショナ:IPX5以上
- ケーブル:IPX7以上
- コネクタ:IPX7以上

12. 電気設備の設計:水上設置型における電気設計の注意点

12.3 水上における電気機器選定に関する注意点

水上

1. アイランド上の機器は浸水しないように設置する。
2. 対応するIP等級の電気機器を選定する。

- ケーブルおよびコネクタについては、通常の使用状態や保守点検時の作業員が及ぼす荷重による動揺、あるいは固定のための結束帯の破断による水没のリスクを排除できないため、接続箱やパワーコンディショナよりも高いIP等級とした。なお、コネクタを現地でケーブルに取り付ける場合、不適切な組み立てによって継合部の接触抵抗の増大や防水性の低下を引き起こす事例があるため、製造者の組み立て説明書に従って正しく組み立てることが必要である。

表12-1 コネクタの絶縁試験の結果概要

タイプ	試験体数	水没試験結果
4mm ² ケーブル トルク過小	5	1個:試験直後に絶縁抵抗低下 (締め付けが不十分のサンプル) 4個:不具合なし(100日間)
4mm ² ケーブル トルク適正	5	不具合なし(100日間)
4mm ² ケーブル トルク過大	5	不具合なし(100日間)
5.5mm ² ケーブル トルク過小	5	5個:試験直後に絶縁抵抗低下
5.5mm ² ケーブル トルク適正	5	不具合なし(100日間)
5.5mm ² ケーブル トルク過大	5	不具合なし(100日間)
パッキンなし	1	試験直後に絶縁抵抗低下
嵌合不足	1	試験直後に絶縁抵抗低下

12. 電気設備の設計:水上設置型における電気設計の注意点

12.4 保守点検を考慮した電気設備計画の注意点

41

水上

1. アイランド上に設置する接続箱やパワーコンディショナは、取扱者のアクセスが可能でかつ「容易に点検できる場所」に設置する。

- 取扱者がアイランド上の接続箱やパワーコンディショナにアクセスできること、それに加えてこれらの機器が「容易に点検できる場所」に設置されている必要がある。また、アイランド上は滑りやすく不安定であることから、取扱者が自立して作業できる環境を確保することが必要である。

12. 電気設備の設計:水上設置型における電気設計の注意点

12.4 保守点検を考慮した電気設備計画の注意点

42

水上

1. アイランド上に設置する接続箱やパワーコンディショナは、取扱者のアクセスが可能でかつ「容易に点検できる場所」に設置する。

- 地上設置型太陽光発電システムとは異なり、水上設置型太陽光発電システムの作業環境は常に足元が濡れた状態でかつ不安定であることを想定する必要がある。従って、地上設置型太陽光発電システムの場合以上に労働安全に配慮した装備を計画段階で想定しておくことが重要である。例えば、転倒や水中への転落のリスクがあるため、アイランド上での作業時にライフジャケットの着用が必要である。また、水上フロートでの転倒リスクを軽減するため、フラット(平坦)なフロートを採用すること、転倒時のけがを防止するためのフェイスガード付ヘルメットなどを着用することが望ましい。さらに、絶縁保護手袋などの絶縁保護具を複数用意することも検討すべき事項の一つである。

14. 維持管理計画

14.4 電気設備

水上

- 規模の大きい水上設置型太陽光発電システムでの接地抵抗測定においては、アイランド上の接続箱やパワーコンディショナの接地極の接地抵抗を測定する際に長尺のリード線が必要になる場合がある。これの代替として接地極の近傍の水に補助極をとる方法が考えられる。実証実験では、水中に補助極をとった場合と地上部に補助極をとった場合の接地抵抗測定値は同程度であった。しかし、補助極の設置形態や設置位置など、検証すべき課題が残っていることから、地上部に補助極をとって測定する方法が望ましい。

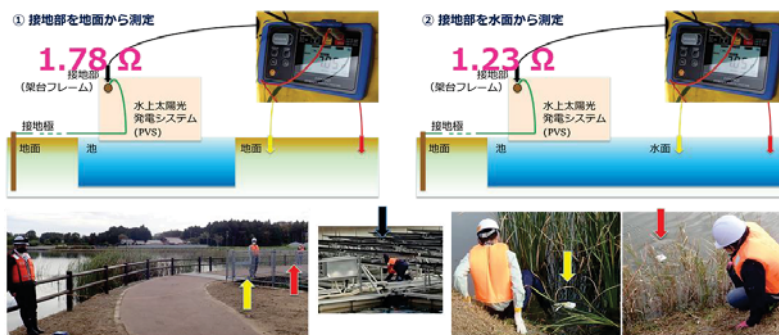


図 14-1 水上設置型太陽光発電設備の接地抵抗測定の概要

ご清聴ありがとうございました。