

傾斜地設置型/営農型/水上設置型

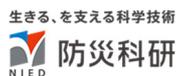
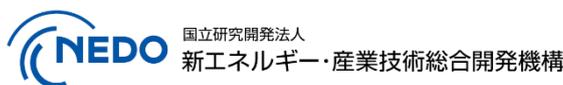
太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン 2023 年版

技術資料：

太陽電池モジュール接続用コネクタの防水性について

この成果物は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務（JPNP20015）「太陽光発電主力電源化推進技術開発／太陽光発電の長期安定電源化技術開発」事業の結果として得られたものです。

2023 年 4 月 28 日





## 太陽電池モジュール接続用コネクタの防水性について

### 1. 概要

水上設置型太陽光発電設備のような水面との距離が近い設備では、充電部への水侵入や水没の可能性がある。太陽電池用コネクタの防水性は、国際規格 IEC 62852 によれば IP 試験や高温高湿試験で評価されている。例えば IP 試験の第二特性数字 7 は浸水状態での試験であるが、この試験では水侵入の有無は確認されるが、絶縁性については評価されていない。また試験時間はわずかに 30 分である。実際の設備で 30 分以内にコネクタの水侵入を検知し補修することは現実的ではないことから、IPX7 がマークされたコネクタであっても、コネクタが水没しないような対策を施すべきである。

しかしながら、コネクタの水侵入リスクを完全にゼロにすることはできないため、現状の太陽電池用コネクタの防水性を調査した。各種の太陽電池用コネクタを数週間から数か月浸水させて絶縁抵抗を測定することによりその防水性を評価した。また PV 用コネクタの組み立て方と防水性との関連性を考察した。

### 2. 実験方法

試験品は 1 本のケーブルの両端に太陽電池用コネクタを取り付け、ケーブルの中央の被覆を剥がしたものを作成し、これを浸水させた (図 2-1、2-2)。使用した水の抵抗率は国際規格 IEC 61215-2 の湿潤漏れ電流測定の規定を参考とし、抵抗率が  $3500 \Omega/\text{cm}$  以下となるようにした。また防水性の指標としてケーブルの被覆を剥がした導電部と、水中に入れたステンレス板間の絶縁抵抗を用いた。絶縁抵抗測定には Fluke 社製 1550C を使用し、システム電圧相当の 600V を 1 分間印加した。



図 2-1 試験品の形状



図 2-2 浸水試験状況

太陽電池用コネクタに水が浸入する経路は主に 2 か所ある。すなわち太陽電池用コネクタとケーブルを圧着するキャップ部と、P 太陽電池用コネクタ同士を接続する勘合部である。これらの箇所には樹脂製のガスケットと O リングがあり、両者とも密着によって防水性を保っている。ただしガスケットはキャップを締めることで密着するため、キャップのトルク

管理やケーブルの線径が重要な項目の一つとなりうる。そこで、まず試験 1 としてトルクや線径について条件を変えた試験を行った。ケーブルは太陽電池用コネクタの仕様の範囲で太径・細径の 2 種類とし、締め付けトルクは仕様に対して過小・適正・過剰の 3 条件の合計 6 条件で、それぞれ 10 本ずつ作成し試験を行った。

その次に試験 2 として異なる種類のコネクタを用いた試験を行った。ケーブル径を 3 条件とし、5 種類(型式 A~E)の P 太陽電池用コネクタを使用し、1 条件につき 5 本ずつ作成し試験を行った。なお試験 2 に用いる太陽電池用コネクタは Staubli 社の MC4 型に類似の形式で、IPX7 以上である。またキャップは、組み立てが設置現場で実施されると想定し、付属の工具のみによって締め付け、トルクは管理していない。

さらに試験 3 として、製造者のことなるコネクタ同士を接続したときの防水性についても調査した。この場合、評価対象を嵌合部とするため、キャップ部を完全に密着されるようにシリコンで間隙を埋めたのちに試験を実施した。コネクタは Staubli 社の MC4 型と他社製を接続したものを使用した。

### 3. 試験結果

#### (1) 試験 1：トルクと線径についての試験

図 3-1 に試験 1 の結果を示す。「太径・トルク過小」のコネクタのほとんどは試験後 1 時間で絶縁抵抗の低下が確認され、約 20 日で全ての太陽電池用コネクタの絶縁抵抗が低下した。また「細径・トルク過小」の太陽電池用コネクタは 10 本中 1 本の絶縁抵抗が試験後 1 時間で低下したものの、残りの 9 本については約 300 日後でも 800MΩ 以上であった。なお、他の条件で作成したコネクタについては試験後約 90 日から徐々に抵抗の低下が確認されたものの、ほとんどが 1GΩ 以上であった。

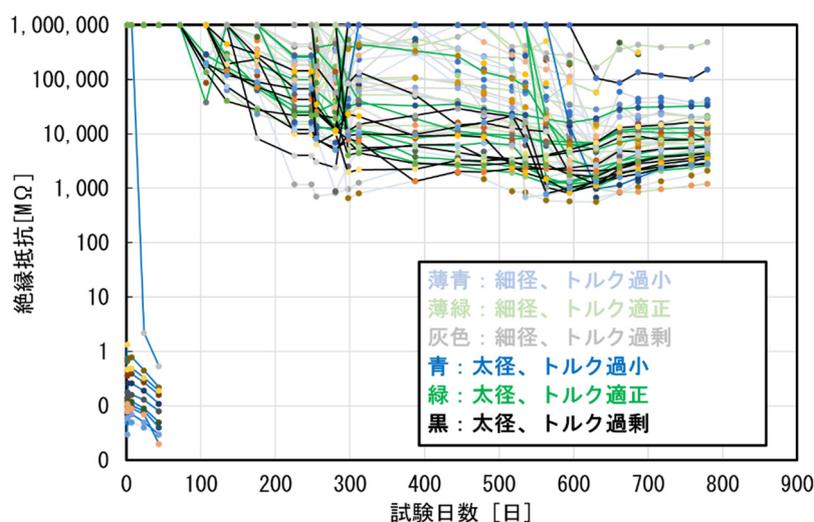


図 3-1 トルクと線径についての試験結果

## (2) 試験 2：多型式の試験

図 3-2 に試験 2 の結果を示す。試験後 1 時間で型式 D のうち 1 本のコネクタの絶縁抵抗が低下した。その後型式 C の絶縁抵抗が低下した。その他の型式については浸水後 40 日が経過しても  $1\text{G}\Omega$  以上となっているが、試験 1 に比べて絶縁抵抗の低下率が大きいことがわかる。また、ケーブル径との関連性は確認できなかった。参考までに、IEC61215-2 で規定される湿潤漏れ電流試験での要求事項である  $40\text{M}\Omega$  以上をクリアできなかった試験品は型式 C が 7 本、型式 D が 1 本であった。

次に絶縁抵抗が  $1\text{G}\Omega$  以下となった試験品 12 本についてオス・メスのキャップ部、嵌合部をそれぞれ湿ったガーゼとアルミ箔で巻き、導電部との絶縁抵抗を計測することで水の浸入箇所を確認した。結果、型式 C の 11 本については全てキャップ部であり、型式 D については嵌合部であった。

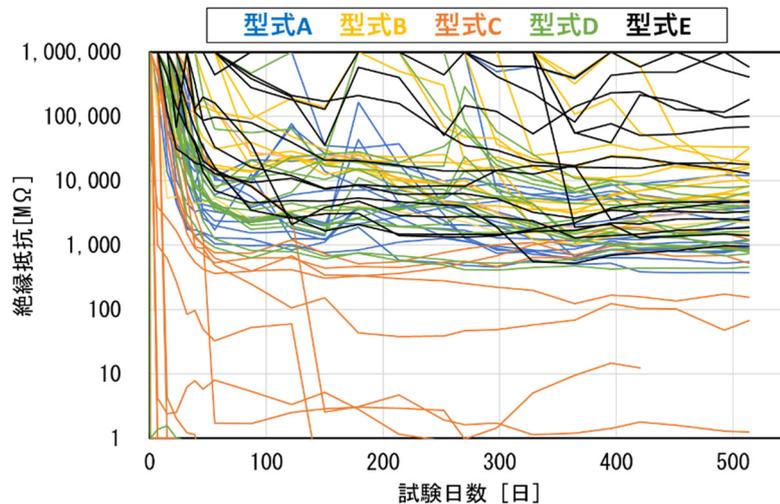


図 3-2 多型式の試験結果

## 4. まとめ

太陽電池用コネクタの防水性を調査するために、トルクや線径、種類を変えて浸水させ、絶縁抵抗を測定した。IPX7 の製品であっても数時間から数か月の単位では絶縁抵抗が低下し、 $40\text{M}\Omega$  を下回るものがあつた。今回の 2 種類の試験から、キャップの締め付けトルク管理だけでなく製品品質にも注意が必要であることがわかつた。また、ケーブル径との関連性は確認できなかった。

以上より、現状の太陽電池用コネクタを水上設置型太陽光発電設備で用いる場合は、太陽電池用コネクタが水中に落下しないような物理的処置を施すべきである。ケーブルを結束バンドで止めるケースもあるが、ケーブルを水面に落ちない長さにしたり、金属製のバンドで止めたりするなどの工夫が必要である。

この成果物は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務（JPNP20015）「太陽光発電主力電源化推進技術開発／太陽光発電の長期安定電源化技術開発」事業の結果として得られたものです。