

## 多雪地域にも対応した低コスト小規模太陽光発電設備の開発

佐々木貴信<sup>1</sup>, 岡崎泰男<sup>1</sup>, 竹田孝雄<sup>2</sup>, 渡辺俊一<sup>3</sup>, 湯瀬昇<sup>4</sup>, 成田昌彦<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 秋田県立大学木材高度加工研究所

<sup>2</sup> 株式会社鹿角エナジー

<sup>3</sup> 大館北秋田森林組合

<sup>4</sup> 株式会社トワダソーラー

太陽光発電設備には鋼製やアルミ製のパネル用架台が用いられることが一般的であるが、国産材の新規需要などを目的として木製架台の導入の取り組みが幾つか行われている。秋田県でも県産材の需要拡大は急務であり、木製架台の開発による県産材の新規需要への期待は大きい。一方、木製架台の導入にはいくつか課題が残されており、多雪地域においては積雪時の架台の強度性能に関する検討が不可欠であった。このような背景から、大館北秋田森林組合が中心となり、秋田県産スギ材を用いた多雪地域に対応した太陽光発電用木製架台の開発を行った。開発した木製架台は、トワダソーラー社製の高耐久性ソーラーパネルと組み合わせ、採算が見込める出力 50kW 未満の小規模発電施設を対象に導入を検討し、鹿角エナジーが中心となりオール秋田の発電システムの開発を進めた。小規模の太陽光発電施設では、設備工事費に占める基礎工事の占める割合が大きいことから、本研究では木製基礎を開発することで低コスト化を図った。現在、開発したシステムの実証試験を行っており、耐久性や採算性の検証を進めている。

**キーワード:** 太陽光発電, 木製架台, 多雪地域

近年、再生可能エネルギーに対する期待が高まっており、太陽光や太陽熱、水力、風力、バイオマス、地熱などの様々な自然エネルギーに関する取り組みが進められている。中でも、太陽光発電は比較的容易に導入でき、発電量も安定しているため、多くの個人や企業が電力供給の申請を行っており、新規導入量の大部分を太陽光発電が占めている。一方、全国各地で太陽光発電設備が急増したことで、一部の電力会社が発電設備の接続申込を保留する事態に陥ったこともあり、再生可能エネルギーの導入を後押ししている電気の固定価格買取制度（FIT 制度）の運用見直しが行われ、出力制御のルール適用も発表されている。これにより、これまでの設備コストでは事業メリットが出せず、地方の事業者による 1 メガ前後の太陽光発電所の計画は激減するものと推察される。

一方で、出力 50kW 未満の小規模な発電設備は出力制御の対象外になる地域もあり、今後、家庭向けや事業所向けの自家発電が増加する可能性がある。本研究ではこの点に着目し、著者らが開発した木製架台と高耐久性のソーラーパネルを組み合わせた低コストの小規模太陽光自家発電設備の開発とその実用化を試みた。

### 県産スギ材を用いた木製架台の開発

太陽光発電設備には鋼製やアルミ製のパネル用架台が用いられることが一般的であるが、国産材の新規需要などを目的として木製架台の導入の取り組みが幾つか行われている。秋田県でも県産材の需要拡大は急務であり、木製架台の開発による県産材の新規需要への期待は大きい。一方、木製架台の導入に

はいくつか課題が残されており，多雪地域においては積雪時の要求性能に対する検討が課題の一つであった．このような背景から，著者らは平成 26 年度に秋田県産スギ材を用いた多雪地域に対応した太陽光発電用木製架台の開発を行った．

### 強度試験

木製ソーラー架台の強度を確認することを目的として，木材高度加工研究所内の強度試験機に実物大の架台およびソーラーパネルと同等の重量の合板を架台上に設置し，雪荷重を想定した下向きの荷重(図 1) と，風荷重を想定した上向きの荷重(図 2) を作用させた載荷試験を行った．なお，ソーラーパネル（太陽光アレイ）に作用する設計荷重は，JIS（日本工業規格）の C8955「太陽電池アレイ用支持物設計標準」に準拠して計算した．

1m×2m のパネル 6 枚を設置することを想定した本架台において，設計積雪荷重は 38.4kN，設計風荷重は 17.2kN となる．載荷試験に先立ち，これらの設計荷重が作用したときの，架台の変形や接合部に作用する力，部材応力などを 3 次元骨組み解析(図 3)により計算し，安全性に問題ないことを確認した．載荷試験の結果，積雪荷重および風荷重の設計値に対して木製架台は 1.5～2 倍の安全率を有することを確認した．なお，風荷重に対する性能は，柱と梁の接合部の強度に影響されることから，接合部単体での強度試験を行うことで，最適な接合部の構造を検討した(図 4)．



図 1 積雪荷重を想定した載荷試験



図 2 風荷重を想定した載荷試験

荷重パターン: 1 固定荷重

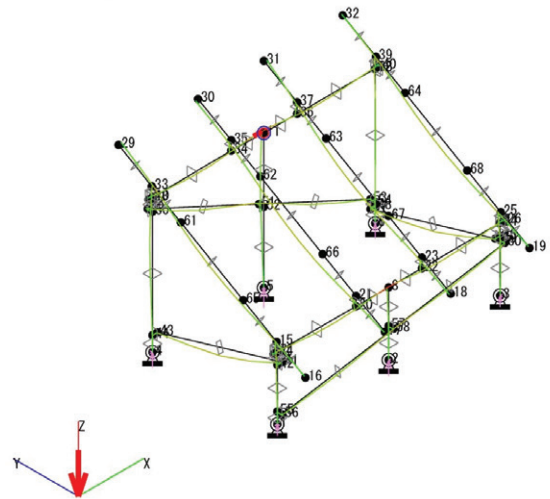


図 3 木製架台の 3 次元 FEM 解析モデル



図 4 柱-梁接合部の強度試験

### 実用化における課題

開発した木製ソーラー架台は，青森県浪岡市内の小規模発電設備に採用されている(図 5)．このとき，



施工性や経済性に関する評価を行ったところ、設備工事費における基礎工事費の占める割合が大きいことが明らかとなった。そこで、著者らは、基礎構造を見直すことで低コストの小規模太陽光発電設備の開発を行うこととした。



図5 実用化した木製架台（青森県浪岡市）  
（上：パネル設置前，下：パネル設置後）

### 低コスト小規模太陽光発電設備の開発

太陽光発電パネルの架台の基礎には、地盤の状態にもよるがコンクリート製や鋼管杭タイプなどが一般的である。しかしながら、いずれの製品も施工費までを含めると安価とはいえない。そこで本研究では、安価な木材に着目し、木製架台の主要部材と同一寸法のスギ製材を用いることで、コストを抑えた木製基礎の採用を検討することとした。

架台の基礎に対する要求性能としては、一般の構造物と同様に、架台および発電パネルの自重や積雪荷重に対して抵抗する（沈下しない）ことと、風荷

重に対して抵抗する（引き抜けない）ことである。これらの性能を確認するため、試作した実大サイズの木製基礎を施工し、この上に前述の木製架台を緊結した状態で、載荷試験を実施した。図6に示したのは、風荷重を想定した重機による引っ張り試験の様子であり、基礎と架台の連結部の開きや木製基礎の引き抜けがないかを確認している。

本試験の結果、設計荷重に対して木製基礎の引き抜け量は0.5mm程度と僅かであり、十分な性能を有することが明らかとなった。



図6 木製基礎に設置した木製架台の載荷試験

### 実証試験

載荷試験により、開発した木製基礎の実用化の可能性が認められたため、実証試験を行い、発電設備の建設コストや採算性を詳細に評価することとして、平成27年12月に鹿角エナジーが所有する鹿角市毛馬内の敷地内に出力50kWの小規模太陽光発電設備の施工を行った。

図7は、木製基礎を設置した状態を示している。ここで、地中部から地上部までに及ぶ柱部材に防腐処理薬剤の加圧注入処理を行っている。

図8は、ユニット化して現場に搬入された木製架台であり、施工期間の短縮と施工費の削減を目的として、可能な限り工場において組み立ててから搬入するようにしている。なお、木製架台の部材は防腐処理を行っていない。これは、大館北秋田森林組合で行っている実大模型を用いた屋外暴露試験の観察結果から、木製架台は屋根代わりとなる太陽光パネルによって雨水の進入が抑制され、風通しも良い構



造となっているため、供用期間内に腐朽により強度低下することは考えにくいと判断したためである。部材製作費に占める木材の防腐処理費用は大きく、防腐処理部材を減らすことで木製架台の製作費の削減につながっている。

図9に木製架台の施工状況を示す。図8の架台の柱を図7の基礎柱にそれぞれ接合金物で緊結するよう組み立てている。架台は木製で軽量のため、クレーン車等の重機も必要とせず人力での組み立てが可能であり、工期も短く施工費用を抑えることができた。

トワダソーラー製の発電パネルを設置して完成した小規模太陽光発電施設を図10に示す。本設備は順調に稼働しており、これまでに得られた、施設の建設費、発電量や売電価格などのデータから収支予測を行った結果、十分な採算性と利益が見込めることが明らかとなった。



図7 木製基礎の設置



図8 ユニット化した木製架台



図9 木製基礎と木製架台の設置



図10 完成した太陽光発電施設

#### まとめ

開発した木製架台と高耐久性のソーラーパネルを組み合わせた小規模太陽光自家発電施設の開発とその実用化を試みた結果、架台の基礎を木製とすることで低コスト化を実現することができた。今後は、施設の耐久性をモニタリングすることで、木製架台のメンテナンスの必要性を調査する計画である。また、木製架台と木製基礎の接合方法を改良することで、商品化に向けた更なるコストダウンを検討している。

〔平成28年7月20日受付〕  
〔平成28年7月31日受理〕

## Development of low-cost, small-scale solar power generation facilities for areas with heavy snowfall

---

Takanobu Sasaki<sup>1</sup>, Yasuo Okazaki<sup>1</sup>, Takao Takeda<sup>2</sup>, Syunichi Watanabe<sup>3</sup>, Noboru Yuze<sup>4</sup>,  
Masahiko Narita<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Wood Technology, Akita Prefectural University*

<sup>2</sup>*Kazuno Energy Corporation*

<sup>3</sup>*Odate-Kitaakita Forest Owner's Cooperative*

<sup>4</sup>*Towada Solar Corporation*

Generally, mounting frames for solar panels made of steel or aluminum are used in photovoltaic power-generation facilities. We developed a wooden mounting frame for the purpose of creating a new use for domestic lumber. The performance under snow load is one of the problems associated with using wooden mounting frames in areas that receive heavy snowfall, and it was necessary to check their safety. We fabricated prototypic wooden mounting frames for solar panels using Japanese cedar from Akita prefecture and evaluated their safety under snow load and under wind load using loading tests. We also developed a small-scale generation system with an output less than 50 kW to demonstrate the potential profitability of using these wooden mounting frames and highly durable solar panels. The foundation works cost as a percentage of the total construction costs of small photovoltaic power generation facilities is large. Therefore, in this study, we planned a cost cut by developing wooden foundations. Photovoltaic power generation facilities with a 50-kW output were installed in Kazuno City, Akita in 2015. We have since been inspecting the durability and profitability of the system.

**Keywords:** solar power generation, wooden mounting frame, heavy snow area