

メガソーラー用アルミ製架台の開発および適用事例

(株)大林組 正会員○大野 鷹久 (株)大林組 正会員 嶋田 洋一
(株)大林組 正会員 三浦 国春 (株)大林組 正会員 玉井 礼子

1. はじめに

2012年7月1日より「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」(FIT)が施行されて以降、全国に多数のメガソーラー発電施設が建設されている。これらの発電施設は、当初平坦な未利用地に計画されることが多かったが、最近では傾斜地での計画が増加している。傾斜地での発電施設の建設には大規模な造成を伴うため、建設費が増大する傾向にある。

この背景を受けて、当社は、従来適用してきた軽量鋼製架台(以下、従来架台)に加えて、傾斜地でも設置作業が容易なメガソーラー用アルミニウム製架台(以下、アルミ製架台)を開発した。本稿では、このアルミ製架台の概要と開発過程において実施した耐久性の検証と現場適用事例について報告する。

2. アルミ製架台の概要および特長

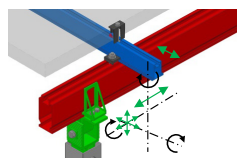
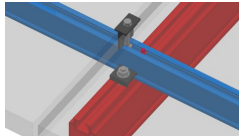
アルミ製架台は、太陽光モジュールを固定する母屋(縦梁)、母屋を保持する母屋受(横梁)、支柱と母屋受を接合する柱接合材から成る。架台の概要を図-1に示す。母屋、母屋受はアルミ押出型材、柱接合材はアルミダイカスト成形材、支柱は軽量鋼材である。

アルミ製架台と従来架台の比較を表-1に示す。アルミニウム合金製の梁材は、型枠を用いた押出成形により製造するため、断面形状を自由に設定するこ

とが可能で、設計条件に合わせた合理的な部材形状とすることができる。加えて、アルミニウム合金の比重は約2.7で、従来架台の軽量鋼の比重約7.8に比べ1/3程度である。このため、同一サイズ部材が軽量なことより運搬、組立が容易になり、施工効率の向上および工期短縮に寄与する。

従来架台は、基礎杭兼用の支柱に母屋受を直接ボルト結合する構造としていたため、支柱の施工精度

表-1. アルミ製架台と従来架台の比較

項目	アルミ製架台	従来架台(軽量鋼製)
材料重量	約 2.7(t/m ³)	約 7.8(t/m ³)
部材結合	 柱接合材による固定で3方向、3軸回転の調整が可能	 ボルトによる結合で、支柱(杭)の施工精度の確保が重要
モジュールの固定	 モジュール上側からモジュールクランプにて固定	 モジュール下側からボルトにより固定
耐食性	架台はモジュールフレームと同じアルミ材のため異種金属接触腐食が発生しない	表面被覆を施したボルトでモジュール枠を固定

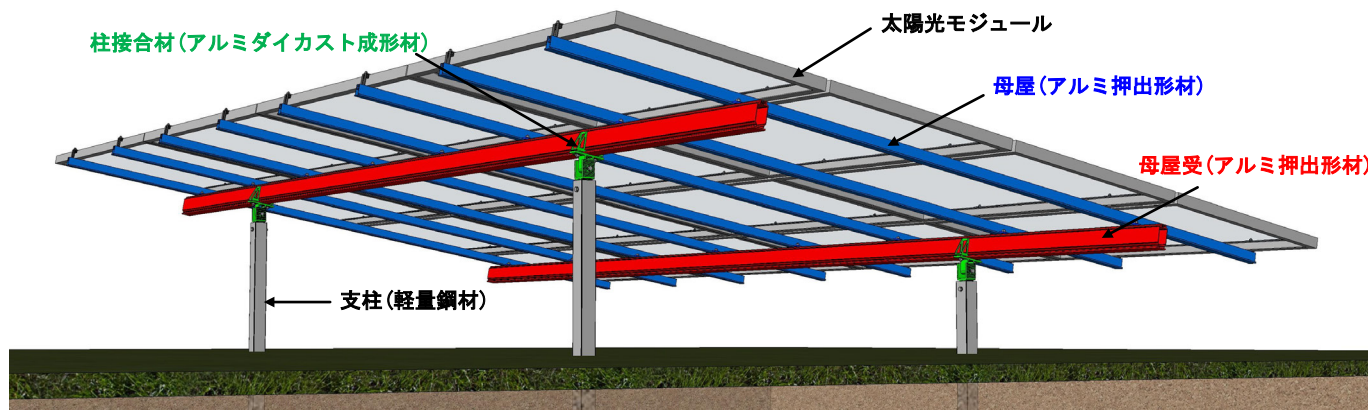


図-1. アルミ製架台概要図

キーワード：メガソーラー，アルミ製架台，傾斜地

連絡先：(株)大林組 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL：03-5769-1322 FAX：03-5769-1978

が架台仕上がり精度に直結した。そのため、支柱の水平方向の施工誤差を 10 mm～20 mmに収める必要があった。しかしながら、傾斜地では上述の支柱の施工精度を確保することが困難で、架台組立時に現地での台直しや支柱切断、ボルト孔の再加工が多々発生した。これに対し、アルミ製架台では、支柱・母屋受の接合部を特殊構造とした。この特殊構造は、X・Y・Z の 3 方向の変位調整、X・Y・Z の 3 軸に対する回転が可能なものである。定量的には、支柱が水平方向に 100 mmの施工誤差を生じても吸収可能な構造としている。

また、従来架台においては、モジュール枠(太陽光モジュールの形状を保持するアルミ製のフレーム枠)と母屋の接合は、架台下に作業員がもぐり込んで作業していた。狭隘なスペースでの作業となるため、保護帽等の衝突によりモジュール下面(裏面)を破損することがあった。さらに、SUS 製のモジュール固定ボルトとモジュール枠との異種金属接触腐食を避けるため、固定ボルトの表面被覆処理を施す必要があった。これらの課題を解決するため、今回開発したアルミ製架台では、モジュール上面側からクランプで固定できる仕組みとし、もぐり込み作業をなくしてモジュール破損リスクをなくした。また、クランプをアルミ合金製とすることで、モジュール枠との異種金属接触腐食発生懸念を払拭した。

3. 長期耐久性の検証

3-1. 耐久性の検証方法

通常、建築用アルミニウム合金には、防食および美観上の観点から表面処理(アルマイト処理等)を施すことが一般的である。しかしながら、今回開発のアルミ製架台には、モジュール間のアース線接続作業を省略してパネルアースを取れるように、表面処理を施さないアルミニウム合金を採用した。表面処理を施さない場合、金属腐食による経年劣化に伴い、部材の断面欠損を招くことが懸念された。

そこで、金属腐食による経年劣化を想定した複合サイクル試験(人工酸性雨サイクル試験)およびその後の強度試験を実施することで、長期耐久性を検証した。試験体は、母屋、母屋受、柱接合材、支柱の実部材を用いてアルミ製架台の接合部を再現したものとした(写真-1 参照)。

3-2. 複合サイクル試験

複合サイクル試験は、JIS¹⁾に準拠して行った。本試験は、人工酸性雨溶液の噴霧・乾燥・湿潤を繰り返すことにより、自然環境を模し、かつ短期間で行うものである。試験サイクル数と実暴期間との相関は、文献²⁾より 45 サイクル(360hr)を実暴 1 年と設定した。評価項目は、目視による外観確認、ボルト接合部のがたつき確認、レーザー顕微鏡による孔食深さの測定、重量測定による腐食量の確認とした。

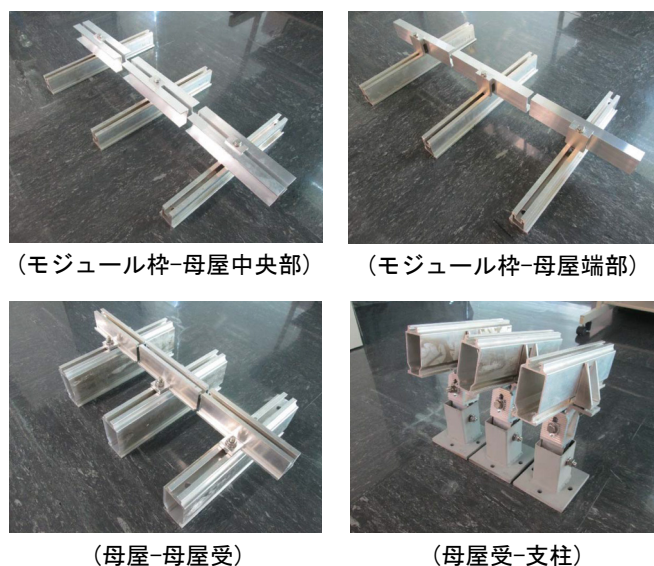


写真-1. 試験体外観

表-2. 複合サイクル試験結果

サイクル数	外観 ※変形・材料の欠損を伴う著しい腐食が認められるか。	ボルト接合部 ※がたつきの有無	孔食深さ ※ランダム10測点における平均値(μm)	腐食量 ※初期値からの重量変化(g/cm ²)
45	認められない	がたつき無	37.4	-0.0014
90	認められない	がたつき無	100.1	-0.0044
135	認められない	がたつき無	64.2	-0.0047
180	認められない	がたつき無	115.7	-0.0046
225	認められない	がたつき無	92.5	-0.0044
270	認められない	がたつき無	91.3	-0.0061
315	認められない	がたつき無	122.3	-

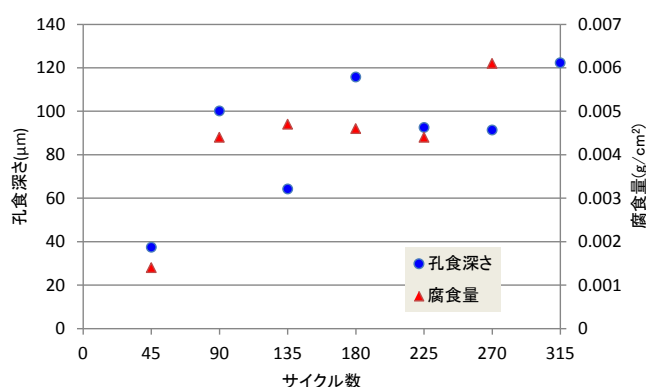
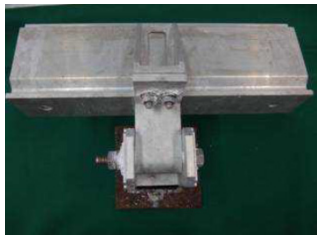


図-2. 複合サイクル試験結果(孔食深さ, 腐食量)



(外観)



(詳細)

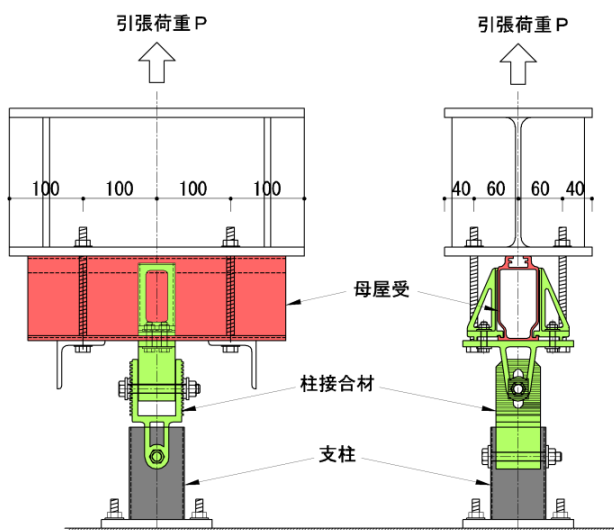
写真-2. 315 サイクル完了試験体(母屋受-支柱)

それぞれを 45 サイクル毎に評価し、実暴 7 年相当となる 315 サイクル経過時に劣化の収束を確認したのち、試験を完了することとした。なお、孔食深さと腐食量は試験片(寸法 100mm*50mm*3mm)での測定とした。

複合サイクル試験の結果を表-2、図-2 に、最終 315 サイクル完了時の試験体の外観(母屋受-支柱接合部)を写真-2 に示す。315 サイクル(実暴 7 年相当)完了時において、白色の腐食生成物の付着が見られるものの、孔食深さ・腐食量測定により部材の欠損は軽微であり、劣化の進行が概ね収束していることを確認した。

3-3. 引張試験

引張試験は、複合サイクル試験同様にアルミ製架台の接合部を対象とした。本試験では、複合サイクル試験を行っていない試験体に加えて、複合サイクル試験終了後の試験体を用いて実施することにより、経年劣化が強度に及ぼす影響を確認した。载荷装置の概略図を図-3 に示す。载荷は各試験体の接合部が破壊するまでの単調载荷とした。さらに、部材より



(母屋受-支柱の例)

図-3. 引張試験概略図

採取した試験片からアルミニウム合金の機械的性質を確認した。

引張試験状況を写真-3 に、試験結果を表-3 に示す。劣化により降伏強度は最大 11% 低下するが、引張強度低下量は最大 6% に留まった。母屋受-支柱接合部に関しては、劣化後の強度の方が劣化前の試験体より大きな強度を示した。これは、試験体固有のバラつきや腐食生成物(写真-3 参照)が柱接合部のボルト取付用長孔に詰まり、見かけ上接合部強度が増加したものと考えられる。

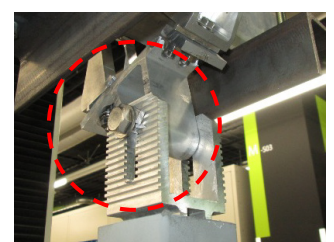
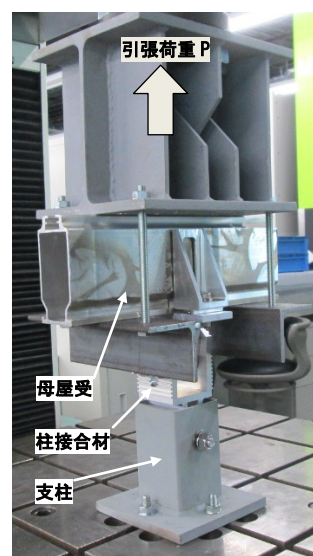
これらの結果より、アルミ製架台の 7 年経過後の

表-3. 引張試験結果

接合部材	人工酸性雨の有無	降伏強度 P_y		引張強度 P_{max}	
		kN	比率(②/①)	kN	比率(②/①)
モジュール枠-母屋中央部	① なし	6.1	0.98	8.0	0.94
	② あり	6.0		7.5	
モジュール枠-母屋端部	① なし	6.5	0.98	7.8	0.95
	② あり	6.4		7.4	
母屋-母屋受	① なし	6.1	0.89	11.2	0.99
	② あり	5.4		11.1	
母屋受-支柱	① なし	20.5	1.03	21.2	1.47
	② あり	21.2		31.2	

表-4. 試験片の機械的性質

部材	人工酸性雨の有無	弾性係数	0.2%耐力	引張強さ	破断伸び
		kN/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	%
母屋	なし	693	207	232	11.2
	あり	660	213	238	11.2
母屋受	なし	688	199	226	12.0
	あり	680	203	231	12.7
(参考) JIS H4100による 規格値	-	-	110以上	150以上	8以上



(破壊後)



(腐食生成物)

写真-3. 引張試験状況(母屋受-支柱の例)

耐力は概ね 90%は確保できると評価し、その適用性に支障はないと判断した。

さらに、試験体より採取した試験片の機械的性質を表-4 に示す。劣化に伴う機械的性質(弾性係数、0.2%耐力、引張強さ、破断伸び)への影響は小さく、JIS³⁾の規格値を十分満足することを確認した。

以上の耐久性検証により、本架台の材料に表面処理を施さないアルミニウム合金を採用することを決定した。

4. 現場適用事例

実機組立試験を経て、某所のメガソーラー発電施設でアルミ製架台を適用した。発電所の概要を表-5 に示す。本発電所は敷地の一部に最大勾配 20%の傾斜地を有し、全架台 1062 基のうち 156 基は傾斜地に架台を設置する計画であった。図-4 に本発電所の傾斜地のモジュール架台配置計画を示す。

いわゆる平地においては、モジュール架台の支柱は、光波測距儀や丁張を用いて打設精度を管理するが、最大勾配 20%の傾斜地では精度を確保することが困難である。本発電所では、この傾斜地の一部にアルミ製架台 76 基を適用することとした。

現場にて支柱を打設したところ、予想通り、打設位置に大きな施工誤差(水平方向 50 mm~100 mm程度)が発生した。従来架台の組立においてはボルト孔の再加工が必要となる誤差であるが、アルミ製架台では調整機能により誤差を吸収することができた。最終的に隣接する架台のモジュール同士の干渉や、モ

ジュールの目違いを一切生じなかった。写真-4 にアルミ製架台組立状況を示す。

傾斜地においてアルミ製架台を適用した箇所は、施工効率の向上により従来架台に比べて架台施工費(支柱施工費は除く)を7~8割に抑えることができた。ただし、アルミ製架台組立の際に支柱の施工誤差を架台の調整機能で吸収することは、母屋・母屋受の支持スパンの変化、支柱の傾斜を許容することとなるため、あらかじめ設計時に施工誤差の限界値を定めることに留意する。



写真-4. アルミ製架台組立状況

5. おわりに

この度開発したアルミ製架台は太陽光発電施設の施工効率の向上のみに留まらず、造成工事簡略化のための一助となる。今後も続く太陽光発電事業において、本技術の展開を継続的に推進していく予定である。

参考文献

- 1) 日本工業規格 JIS H8502
めっきの耐食性試験方法
平成 11 年 8 月
- 2) 軽金属製品協会 建材表面処理規格委員会
酸性雨に対するアルミニウム建材の耐食性について
平成 10 年 2 月
- 3) 日本工業規格 JIS H4100
アルミニウム及びアルミニウム合金の押出形材
平成 18 年 2 月

表-5. 発電所概要

発電容量	約3.64MW(モジュール14,868枚)
敷地面積	44164㎡
モジュール架台数	1062基(内、傾斜地156基)
支柱本数	4248本(内、傾斜地624本)

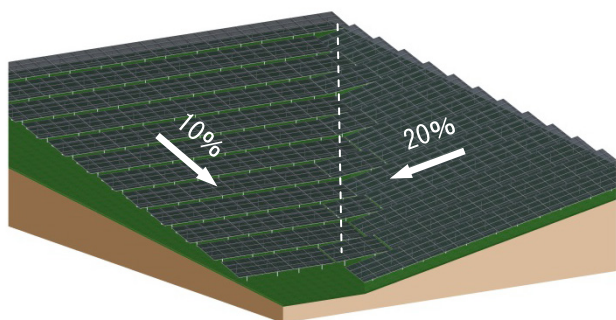


図-4. 架台配置計画(傾斜地)