

3 章 太陽光発電の設置事例調査

3 章 太陽光発電の設置事例調査

3 章 太陽光発電の設置事例調査

目的

本章では 2009 年から 2010 年の間に行った太陽光発電の設置事例の調査から、建築物への PV 設置の実態と課題を明らかにする事を目的とする。

3-1 設置事例調査の概要

3-1-1 設置事例調査の概要

公共産業用 PV を設置した建物に対する調査を行った。なお、この調査は独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下 NEDO）が、同機構が行った太陽光発電フィールドテスト事業の成果をまとめガイドラインを作成のための調査と並行して行った調査である。

調査対象の施主に 1.発注 2.設置方法 3.システム（電気設備） 4.施設の規模が与える影響 5.設計 6.運用・環境啓発の 1～6 の各項目について工夫した点・苦労した点についてのヒアリングを行った。

3-1-2 調査対象

調査対象は全部で 22 件である（表 3-1-2-1）、全て産業用であるが設置方法は様々である。また、新築建物への設置事例と既存建物への設置事例がある。

表 3-1-2-1 調査先設置事例

事例名	設置場所	新築／既存	設置方式	設置部位	建物用途	事例名	設置場所	新築／既存	設置方式	設置部位	建物用途
事例1	神奈川県	既存	屋根架台	屋根	工場	事例12	熊本県	既存	屋上架台	屋上	事務所
事例2	大阪府	既存	屋根架台	屋根	ホテル	事例13	福岡県	既存	屋上架台	屋上	学校
事例3	長野県	既存	屋根架台	屋根	工場	事例14	東京都	新築	壁架台	壁	店舗
事例4	福島県	既存	屋根架台	屋根	倉庫	事例15	兵庫県	新築	建材一体	庇	工場
事例5	千葉県	既存	屋根架台	屋根	工場	事例16	大阪府	新築	建材一体	屋根	学校
事例6	宮崎県	既存	屋上架台	屋上	店舗・工場	事例17	神奈川県	既存	建材一体	屋根	歩道橋
事例7	埼玉県	新築	屋上架台	混在	店舗	事例18	奈良県	既存	建材一体	屋根	工場
事例8	神奈川県	新築	屋上架台	屋上	事務所	事例19	大阪府	既存	建材一体	屋根	事務所
事例9	神奈川県	新築	屋上架台	屋上	工場	事例20	岐阜県	既存	地上架台	地上	工場
事例10	三重県	混在	混在	混在	工場	事例21	福岡県	既存	地上架台	地上	地上設置
事例11	愛知県	既存	混在	混在	工場	事例22	神奈川県	既存	地上架台	地上	工場

3 章 太陽光発電の設置事例調査

3-1-3 事例の分類

設置事例について設置方式を横軸に、新築か既築かを縦軸に分類する。(表 3-1-3-1)

地上架台設置は建築物への設置であるとは言えないが、建築物への設置の場合にも当てはまることからもあり、本研究では参考事例として取り上げた。

また、新築建物への屋根架台型の設置と壁架台型の既存建物への設置は事例が見られなかった。

それぞれのタイプ別に 3-2 で事例を紹介する。

表 3-1-3-1 事例の分類表

		1	2	3	4	5
		屋根架台	屋上架台	壁架台	建材一体	地上架台
A	新築		7	13	14	22
			8		15	23
					17	
B	既築	1	9		18	
		2	10		19	
		3	11		20	
		4	12		21	
		5				
		6				

3章 太陽光発電の設置事例調査

3-2 タイプ別のPV設置の現状

3-2-1 既築建物への屋根架台設置

事例1

■フラットな折板屋根上に架台を設置

神奈川県あるS社の工場にある約90m×90mの折板屋根の上に300kWの太陽光発電システムを設置した事例(図3-2-1-1)。太陽電池2枚(幅約3m、屋根上で1人で運べる大きさ)を1ユニットとし、さらにユニットに合わせた標準架台を設計することで組立作業の簡略化を図った(図3-2-1-3)。ユニット毎



図3-2-1-1 システム全景

に架台を設置することで、屋根面に均等に太陽電池を敷設出来るため、屋根に対する部分荷重とならずに設置ができた。設計にあたっては構造計算のやり直しを行った。PVの価格の次第で今後も設置するとのこと。

■メンテナンスに対する配慮

・架台…屋根のメンテナンスをしやすいように、パネルの設置間隔を開けて設置した。また海が近いため塩害対策として架台には高耐食溶融亜鉛メッキ鋼板を使用している。架台の脚は折板屋根のハゼをつかむタイプを採用し、屋根に穴を開けず設置している。

(図3-2-1-2)

・ケーブル…屋根の腐食を防ぐために屋根から少し浮かせて設置し、屋根などと擦れて破損しないようケーブルの周りに耐候性のあるプラスチック管を取り付けた。各ユニットから接続箱までのケーブルは50m単位でメーカーに特注で製作してもらった。予備のケーブルも用意されており、トラブルが発生した場合にはケーブルごと交換出来るようになっている。



図3-2-1-2 架台と屋根の接合部

■遮熱のための利用

工場の天井と屋根の間には断熱材があり、そしてそれらは交換を行う時期を迎えていた。しかし、交換には費用も手間もかかるため、屋根の上に太陽光発電システムを設置して日陰を作り、冷房負荷の削減も目指した。そのため、パネルは水平に近い5度の角度で設置されている。



図3-2-1-3 ユニット化されたパネル
冷房負荷の削減も目指した。そのため、

3章 太陽光発電の設置事例調査

事例2

■屋根の防水

ホテルの既存スレート屋根にPVを設置した事例。(図3-2-1-4) モジュールを設置するために防水への影響を最小限にするため、ビスを打たず既存の屋根の上に瓦棒屋根を敷き、雪止め金具を用いてモジュールを設置する施工方法を採用した。この方法はモジュールの重さを支えるため、瓦棒屋根は母屋に固定され、そのためにPVよりも大きめに作られている。(図3-2-1-5) 設置コストが安くならない限り増備は難しいとのこと。



図3-2-1-4 外観

■営業中の施工（施工期間と防音対策）

ホテルの宴会場の上の屋根へPVを設置するため、営業中は利用客への配慮から工事のスケジュールや防音対策を念入りに検討した。そのため施工期間は長くなった。

■システム設計

出力100kWの設置をする前提で、屋根の形状に合わせてモジュールを11行×102列の配置をする計画とした。屋根の外観を整える為、9枚のダミーモジュールを設置している。モジュールとパワコン間の配線を極力短くするため、パワコンの設置場所は計画段階から慎重に検討した。



図3-2-1-5 スレート屋根と瓦棒

3章 太陽光発電の設置事例調査

事例3

■積雪地域の工場での設置事例

長野県の積雪地域にある工場屋根への設置事例。(図3-2-1-6)設置場所は12~3月まで降雪があり、2月には平均気温-7℃、積雪深さ1m弱にもなる積雪地帯である。(図3-2-1-7)この地域にあるS社の工場で、2007年に10kWの太陽電池を設置し、さらに2008年に工場屋根へ100kWの導入を行った。最初の2007年はK社のPVを設置しているが、次年度ではS社のものを導入しており、異なるメーカーでの設置を通して太陽光発電の導入例の少ない積雪地域での普及につなげたいと考えている。工場屋根に設置した



図 3-2-1-6 システム全景

のは、もともと大きな積雪量に耐えられるように設計されており、また工場内の内部発熱により屋根積雪量が軽減できるという理由からである。コストに見合う対価が得られれば今後も設置をしたいとのこと。

■積雪地域でのアレイ角度と架台の高さ

積雪地帯での導入する場合、アレイ角度と架台の高さに注意する必要がある。アレイ設置角度は、雪がパネル上を滑り落ちるようにし、また、積雪でパネルが埋もれないように架台の高さを積雪深さ以上の高さにする。先に導入した10kWの設置はアレイ角度50°とし、積雪が十分であると確認できたため、本事例では角度を30度に下げた。パネル溝に引っ掛かる雪が多少パネル上に残りますが、雪は30°で



図 3-2-1-7 積雪時

も落下しています。架台高さはパネル下部で1mと設計され、地域の積雪量を考慮して設定されています。パネル表面はきれいで、黄砂の時期に多少汚れるが、雨等で汚れは自然と落ちている。

■施工取り付け方法

折板屋根への架台の取り付けには雪止め金具が使用され、屋根部材に穴を開けることなく折板屋根に挟み込んでいる。(図3-2-1-8)寒冷地では細い溝や穴の中で水が凍ると体積が大きくなるので、雨漏りの原因になりやすく屋根に穴を開けることは難しい。ケーブルは配管内に入れてあります。パワコンは室内においてあり、配管は壁面からプルボックスを介して室内に入っている。



図 3-2-1-8 接合部

3章 太陽光発電の設置事例調査

事例4

■東北地方における太陽光発電システム設置事例

福島県郡山市にあるY社の倉庫として利用されている建物。他地域に比べて太陽光発電の導入があまり進んでいない東北地方において、環境問題への取り組みをアピールし環境問題への意識向上を図るため、この既存建物の折板屋根の上に200kWの太陽光発電システムを設置した。(図3-2-1-9)企業として導入を決断するためにはコストが最も重要な要素であり、今後の導入もコスト次第でありうるとのこと。



図3-2-1-9 システム全景

■既存折板屋根への設置

屋根に架台を設置する際には、既存折板屋根の山部分頂部から飛び出た部分を金具で挟み込むように設置し、屋根自体には穴を開けていない。また、挟みこむ部分では金具と屋根の間にゴムを挟み、屋根に傷をつけないようにしている。

(図3-2-1-10)



図3-2-1-10 折板屋根との接合

■風対策、積雪対策

周囲に建物等が無く、日当たりが良い一方で強い風を受けるといった問題があった。そこでパネルが風で飛ばされることを防ぐために、地平に対して7度と小さい傾斜角度でフラットに設置にした。



図3-2-1-11 架台の傾斜角の変化

屋根勾配が南半分と北半分で異なるため、屋根勾配の変化に合わせて架台の傾斜角度も変えている。(図3-2-1-11)

一方で東北地方の場合、傾斜角度を小さくすると雪が積もりやすくなる問題が発生する。そこで積雪対策として、パネル同士を垂直ではなく水平方向に接続し、下段のパネルが積雪で埋まった状態でも発電が継続出来るようになっている。

(図3-2-1-12)

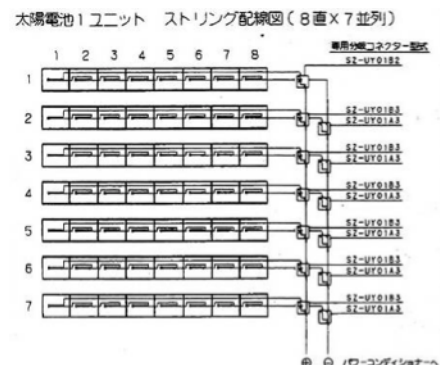


図3-2-1-12 パネル間の配

3章 太陽光発電の設置事例調査

事例5

■集光型球状シリコン太陽電池の設置事例

千葉県S市にあるK社の工場の既存折版屋根の上に8.19kWの太陽光発電システムを設置した事例（図3-2-1-12）。会社として契約電力の削減を進めると共に、S市としても環境整備事業を行う中、その先駆けとしてこの工場に太陽光発電システムを設置した。



図3-2-1-13 システム全景

■集光型球状シリコン太陽電池

この事例で設置されているパネルは集光型球状シリコン太陽電池である。この太陽電池の特徴は主に2つあり、まず反射光によって球状シリコンに集光するため、従来のシリコン結晶太陽電池に比べてシリコン使用量を1/5まで減らせること、第2に軽量で曲げることが可能であることが挙げられる。現状はまだコスト面では割高だが、量産によって大幅なコストダウンが期待されている。

■折板屋根への設置

K社は建築金物のメーカーで、今回の太陽光発電システム設置にあたって自社で設置方法を考案し、架台を製作した。さらにパネルの周りに後から自社でデザインしたカバーを取り付けた。意匠性だけでなく、パネルの裏側に雨が吹き込むことを防ぐ機能も持っています。（図3-2-1-14）

折版屋根への取り付けは、折版を留めている鉤を利用しているため、屋根にはほとんど穴を開けていない。



図3-2-1-14 PVのカバー

3章 太陽光発電の設置事例調査

事例6

■瓦屋根の上へ架台を設置した事例

宮崎県にあるK社の酒蔵の瓦屋根の上に21kWの太陽光発電システムを設置した事例。K社ではこれまでも環境に配慮した活動を行ってきており、今回の導入もその取り組みの一つとして行われた。(図3-2-1-15)



図3-2-1-15 接合部

■瓦屋根への設置

架台は既製品ではなく、設置業者が設計してからメーカーに製作してもらったもので、製作には3週間かかった。架台の設置にあたって瓦の下に架台の支持金具を設置し、金具の先端部分以外は元の瓦で隠れます。そして、その上に架台が設置されている。(図3-2-1-16)



図3-2-1-16 施工の様子

■分散設置

本事例では屋根の4箇所に分散してモジュールを設置した。(図3-2-1-17)

ケーブルは美観上露出を避け、建物の外観に合う色のものを選択し、宙に浮く場所では垂れたケーブルの一番低い部分に水が溜まらないよう引っ張った状態で配線している。



図3-2-1-17 様々な設置場所

モジュールには南向きと東向きのものであり、発電量にバラつきが出てしまうが、モジュール同士を並列に配線することでシステム全体の効率が落ちないように工夫した。

3 章 太陽光発電の設置事例調査

3-2-2 新築建物への屋上架台設置

事例 7

■建物屋上への架台設置

劇団 S が新築した建物の屋上面に太陽光発電システムを 270kW 導入した事例。神奈川県にて 2006 年 7 月に新たに建設された建物で。大中小 10 の稽古場があり、他に研究室、オフィスなどの居室が入っている。



図 3-2-2-1 システム全景

■広い屋根面への配置計画

屋上の約 8 割の面積に太陽光発電モジュール(1540 枚)を置き、計 275kW の発電容量となっている。これは、建物の電力消費量の約 1/3 にあたる。建物は東西に 180 m と長く、居室の配置に合わせて屋上面も凹凸している。100 kW のパワコン 3 台を 1 箇所まとめて設置せずに



図 3-2-2-2 PV と架台

点在させ、各アレイからの配線ルートや電圧低下に配慮して計画されている。(図 3-2-2-1) また、来訪者・近隣住民への環境啓発的なアピールとして、敷地入り口と室内に 1 箇所ずつ発電状況のわかる表示板を設置している。3 台のパワコンが屋上に点在しているが、それぞれが均等にモジュールからの電力を担当している。

■新築の陸屋根設置

屋上は、一般的なアスファルト防水に押さえコンクリートとなっている。基礎を立ち上げ、その上に架台を組み、太陽光モジュールを載せている。(図 3-2-2-2) アレイの勾配は南向き 20° で、接続箱を架台の一部に付設し、屋外設置のパワコンに配線は配線ダクトに収めて接続している。防水処理として、架台の固定ボルトはカバーを施し、ケーブルは防水コネクタを採用している。



図 3-2-2-3 架台基礎の立ち上がり

新築での導入であるので建築計画的・構造的な制約は少なく、アレイの配置計画や施工時の苦労は既築での導入事例よりも少なかったと思われます。しかし、建物の竣工後に設置工事が行われたため、資材搬入や架台設置等の際の騒音・振動など近隣への配慮に注意した。

3章 太陽光発電の設置事例調査

事例8

■新築の鉄骨造建築の屋上への設置事例

川崎市に新築されたN社工場兼事務所の鉄骨造建築の屋上に89kWの太陽光発電システムを設置した事例(図3-2-2-4)。

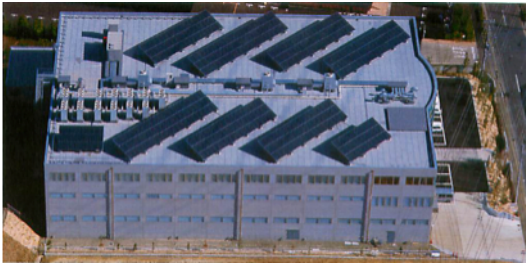


図3-2-2-4 システム全景



図3-2-2-5 モジュール

■新築時における太陽光システム導入のための設計

建物を設計する際は太陽光発電システムを設置する前提で設計を行った。架台を取り付けるために屋上から立ち上げる脚の部分も事前に設計し、その部分の防水工事も行われている(図3-2-2-6)。立ち上がり基礎があるため、架台のアンカーボルトが屋上の防水層に穴を開けずに済んでいる。また、架台と建物をつなぐボルトには防水キャップが取り付けられており、コンクリート内部への水の浸入を防いでいる。



図3-2-2-6 架台と立ち上がり基礎

太陽光発電システムの据付工事を行う業者と建物の設計施工を行う業者との間で設置方法について事前に話し合いを何度も行った。新築の場合はこのように建物本体の設計と太陽光発電設置の間の調整を行い、太陽光発電システムを設置しやすい建物の設計を行うことが大事であると言える。

配線はカバーを取り付けた上で床には這わせず全て浮かせて設置することでケーブルが水に浸かり劣化を防いでいる。

■施工時の苦勞

工事を行う際にはモジュールや架台等を屋上に搬入する必要があったが、屋上にはクレーンを載せることができず、隣にある別の建物の敷地にクレーン車を持ち込み、そこから荷物を吊って搬入を行った。また、太陽光発電システムの電氣的な工事を行なう際には建物の電気を全て切断しなければならない時があり、そのスケジュールの調整も行う必要があった。施工の際も他の電気工事などのスケジュール調整が必要になる場合がある。

3 章 太陽光発電の設置事例調査

3-2-3 既築建物への屋上架台設置

事例 9

■向上への太陽光発電システムの設置事例

S 社工場は、液晶関係の製品を製造する工場です。その大面積の屋根および壁面に太陽電池を設置し、合計 5150kW の発電容量を実現しています。

S 社は 2004 年に環境先進企業として、独自の環境ビジョンを設定し、その実現に向けた取り組みの一環として、2006 年 8 月に新工場の建設と合わせて既存工場と合わせて 5 メガワット級の太陽光発電設備の導入を行った。

■大面積の屋根への設置

新築の第 2 工場の屋根面には東西に向けたアレイ角度 5° のモジュールが 3 MW 設置されている。屋上はリベットルーフによる防水をしており、連結ディスクによって耐風圧に対応する工法を採用しており、架台の基礎コンクリートは打たないため、荷重の軽減、コスト低減が可能となっている。

パワコンはモジュールのそばにできるだけ近づけ設置し、効率の低下を考慮している。しかし、設置当初にはパワコン内の基盤に埃と水が付着することによる故障が起こり、コーティングされた基盤へ交換を行っている。

■既存建物への設置と新設建物への設置の違い

第 2 工場への設置は新築での設置でしたが、TV 工場(1400kW)、物流棟(500kW)への設置は既築への設置工事となっている。屋根面積が大きい第 1 工場への設置を計画当初に検討しましたが、積載荷重が小さかったため設置することができなかった。また、既存への PV 工事と新築建物の工事を同時に進行したので、材料の搬入や工期調整の検討が必要となった。

3章 太陽光発電の設置事例調査

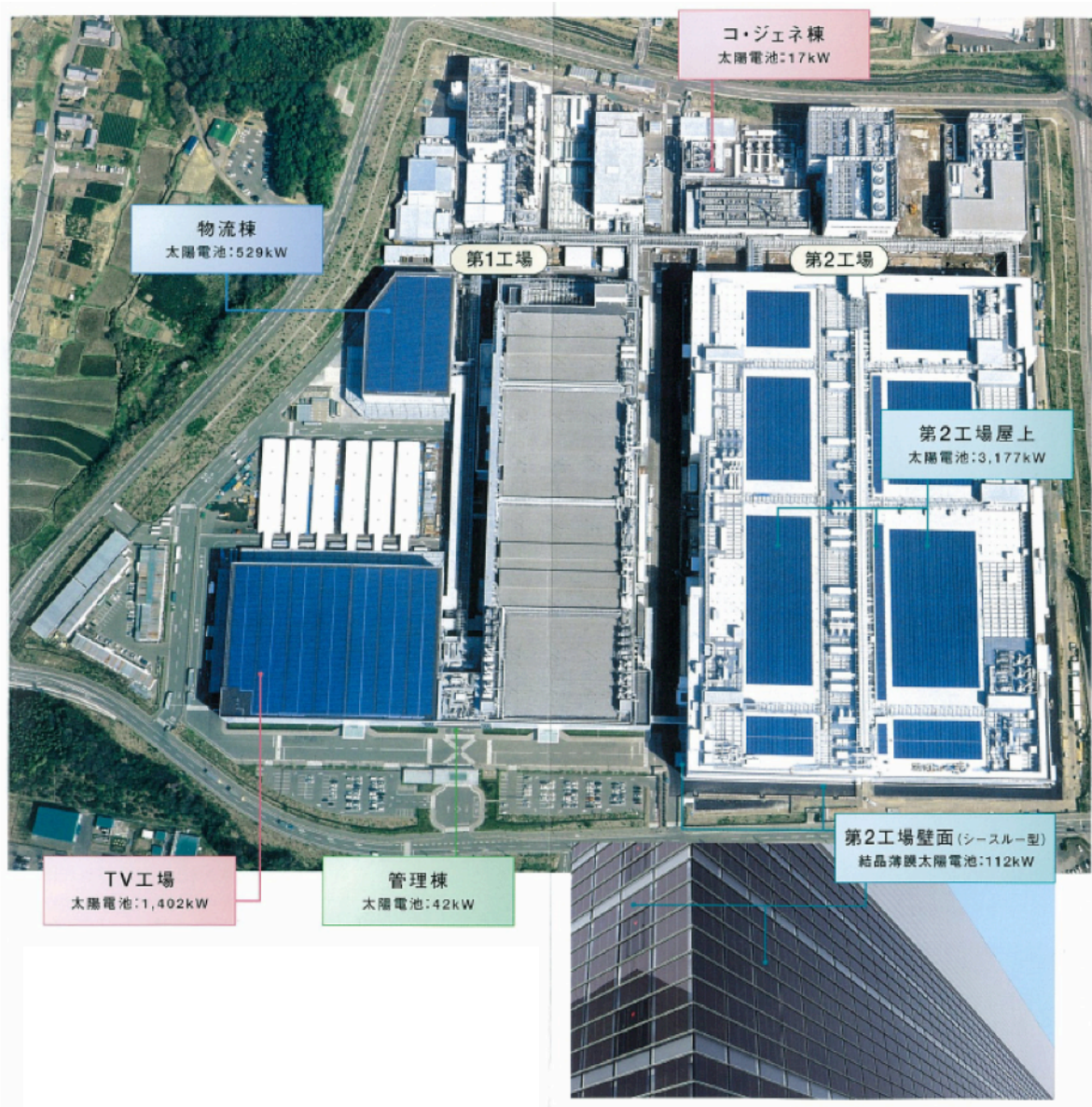


図 3-2-3-1 参考資料: 頂いたパンフレットより

3 章 太陽光発電の設置事例調査

事例 10

■自動車工場での設置概要

愛知県にある T 社の工場の屋根 3 箇所にて 2000kW、同敷地内の事務館の屋上に 40kW、計 2040kW の大規模な太陽光発電設備を導入した事例（図 3-2-3-2）。2 MW のスケールメリットを生かした一括発注により、設備導入コストを 48 万円/kW（建築工事除く）にまで低減することができた。

■スレート鋸屋根への設置

太陽光パネルを設置した工場の既存屋根はスレート鋸屋根になっている。屋根改修も兼ねて既存のスレート屋根部分に鉄板を被せてその上に屋根架台を作り、ソーラーパネルを設置した。

パネルの配置位置は、前の屋根部分の陰がなるべく掛からない、かつ、施工時に安全に作業ができるよう考慮した位置になっている。施工の手順は、建物に仮設足場をつくり、パネルをフラット屋根部分にクレーンで上げ、屋根に引いた仮設レールに乗せて鋸屋根の各設置位置へと運んで設置する。パネルを屋根まで上げるクレーンの設置、仮設足場の組み立てなどに苦労した。大規模な工場での設置なので接続箱を鋸屋根の 2 山に 1 つ設け、配線をまとめている。

■荷重の考慮

敷地内で設置場所を検討する際に、工場内の梁に多くの機器が取り付けられている部分の屋根の上は、構造上設置が難しかったため、荷重に余裕のある部分の屋根に設置をしている。



図 3-2-3-2 システム全景



図 3-2-3-3 パワーコンディショナ

3 章 太陽光発電の設置事例調査

事例 1.1

■建物概要

熊本県にある S 社事務所建物の既存屋上部分に 100 kW の PV が導入した事例（図 3-2-3-4）。敷地内にある 3 棟（事務所等、車庫等、設備棟）に屋根架台方式を用いて多結晶モジュールが設置されています。建物は敷地南側に海が広がる丘の上にあります。太陽光発電にとって良好な環境にある。発電した電力は、照明・空調など建物内の設備機器に使用しており、天候条件の良い日には太陽光発電によって使用電力量全てをまかなえる場合もある。また、防災用として 8400Ah の蓄電池も導入されている。



図 3-2-3-4 システム外観

■来訪者の少ない施設での設置

会社の方針として工場の壁や屋根への太陽光発電の導入を積極的に行っており、同じ熊本県内にある別の工場には 1570kW の太陽光発電が設置されている。一般来客者の見学はその別工場で行い、来場者への環境的な啓発活動を行っている。本事務所は一般開放されておらず、普段は会社の職員のみが利用している。屋上への見学用通路や階段などはなく、発電状況の表示パネルも設置していない。保守・点検ができる最低限の設備にし、発電状況はデータ収集を行うパソコンで確認している。



図 3-2-3-5 モジュール外観

■既存屋上での設置（防水処理、塩害対策）

100 kW の設置容量が確保できるように、アレイの設置間隔・角度を事前に検討している。その結果、アレイ角度は 5° と低めに抑えてアレイの影により設置できないスペースを減らし、モジュールを設置可能面積に高い密度で配置するレイアウトとなっている。（図 3-2-3-5）アレイ角度を低くしたため発電効率は下がる



図 3-2-3-6 架台と立ち上がり基礎

3章 太陽光発電の設置事例調査

可能性があるが、全体の発電量を優先し決定した。

既存屋上部分に架台を施工する場合、防水処理に注意をしなくてはならないが、本事例では防水シートの上に基礎をうち、その後、さらに上から防水シートを被せている。(図 3-2-3-6 3-2-3-7) また、海が近い立地のため塩害と大きな風圧の影響があるため、架台は丈夫な構造、材料を採用している。架台はSS材に溶融亜鉛メッキ仕上げとし、ケーブルは配管内に収めて配線されている。

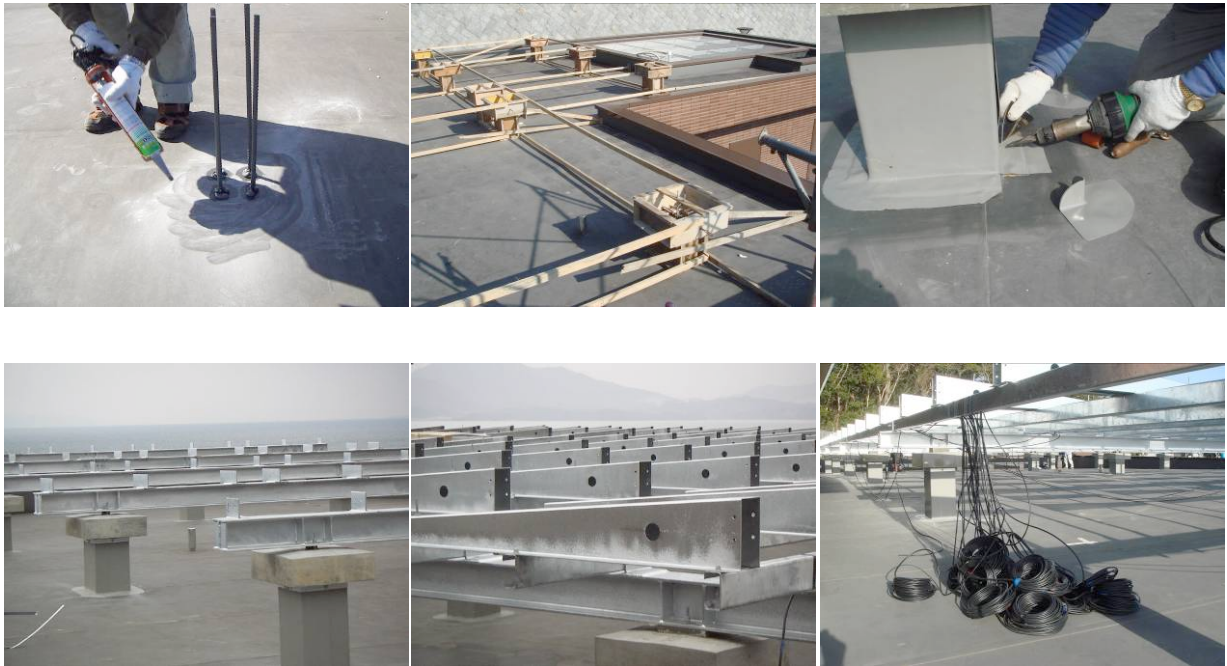


図 3-2-3-7 左から
上段①アンカー周りシール ②型枠固定 ③防水処理
下段④架台取り付け ⑤モジュール用架台設置 ⑥モジュール用配線

3章 太陽光発電の設置事例調査

事例1.2

■屋上防水層の上へ小型架台を設置した事例

福岡県にある K 大学の屋上に60kWの太陽光発電システムを設置した事例。K大学ではこれまでも省エネのための活動に積極的に取り組んできており、その中で太陽光発電システムを設置した。



図 3-2-3-8 システム全景

■架台に関する工夫

既存の屋上の上に重量がある大型の鉄骨架台を設置することは難しいと考えたため、モジュールの架台は軽量な小型のモジュールを個別に設置し、構造計算のやり直しも行った。(図 3-2-3-8、3-2-3-9) また、台風が通ることが多い地域であるので、パネルが風で飛ばされることを防ぐため、パネルの位置は低く設置した。



図 3-2-3-9 モジュール外観

■設置方法工法に関する工夫

屋上には既存の防水層があり交換時期を迎えていた。そこで、既存の防水の上からさらに新しい防水シートを敷き加熱接着し、さらにその上に架台の脚となる固定具を溶剤で防水シートへ溶着しアンカーボルトを打ち込む工法をとった。これにより高い水密性の確保と、既存の防水更新と太陽光発電システム設置を短い工期で実現することができた。(図 3-2-3-10、図 3-2-3-11)



図 3-2-3-10 架台の脚



図 3-2-3-8 本事例と似た設置工法の例

出典： <http://www.a-yamade.co.jp/product/solar/flow.html> より引用

3 章 太陽光発電の設置事例調査

3-2-4 新築建物への壁架台設置

事例 1.3

■発注

店舗の持主とは別の S 社がシステムインテグレーターとして新築店舗の壁面に PV を設置した事例である。

(図 3-2-4-1)

■設置方法

東側(図 3-2-4-2)は壁架台の上にモジュールを設置し、西側(図 3-2-4-1 奥側)は壁材一体型のモジュールを設置している。

東側部分はコンクリート打設時に壁からボルトを飛び出させておき、そこからコンクリート内に水が侵入しないよう防水処理を行った上で PV の架台の脚を固定した。

西側部分は建材一体型 PV を通常の ALC 板の代わりに設置した。設置時は先に架台となるフレームを壁面に設置し、そこに壁材一体型のモジュールを設置した。

軽量化の観点から薄膜のモジュールを選択し、壁面に設置するため外から見たときに眩しくないように反射率の低いモジュールを選択した。

パネルの設置角度がきついため、屋根屋上設置のタイプに比べて発電量は少ない。



図 3-2-4-1 システム全景



図 3-2-4-2 東側の壁架台設置



図 3-2-4-3 西側の建材一体型 PV

3 章 太陽光発電の設置事例調査

■設計

基礎設計が終わった後に急遽太陽光発電を設置することになったため、構造設計をやり直した。

パネルへの風荷重も他の建材と同様に計算した。

パネルが建物外からでも目立つので、アピール効果は大きい。



図 3-2-4-4 建材一体型 PV と建物の接合部



図 3-2-4-5 建材一体型 PV 設置工事

3 章 太陽光発電の設置事例調査

3-2-5 新築建物への建材一体型設置事例

事例 1.4

■デザイン性

P 社の工場の正門から工場入り口までの歩行者通路にソーラーアーケードとして、ガラス建材一体型の PV を新設導入した事例。外観のデザインやランドスケープとの一体感に注意して設計されており、ガラス建材一体型の採用がされています。歩道上に採光型のモジュールを設置することで太陽光発電だけでなくアーケードとしての雨除の効果も得ている。(図 3-2-5-1)

■配線での工夫

アーケードとして設置されているため、モジュールの設置範囲は細長く広がっている。そのため、アーケードのみで独立して設置されている正門近くの場所と工場壁面に沿って設置されている工場側の場所とで系統を 2 系統に分け、パワーコンディショナも屋外と工場内の 2 箇所に設置した。2 箇所に分散させることで、配線を短くし送電ロスを減らし、早い段階で直流から交流電力に変換するよう設計されている。一方、工場壁面に沿って設置されている系統は、梁の中に配線を通し、一定間隔をおいて壁面にある配線孔から室内に入り込んで接続箱およびパワーコンディショナにつながっている。

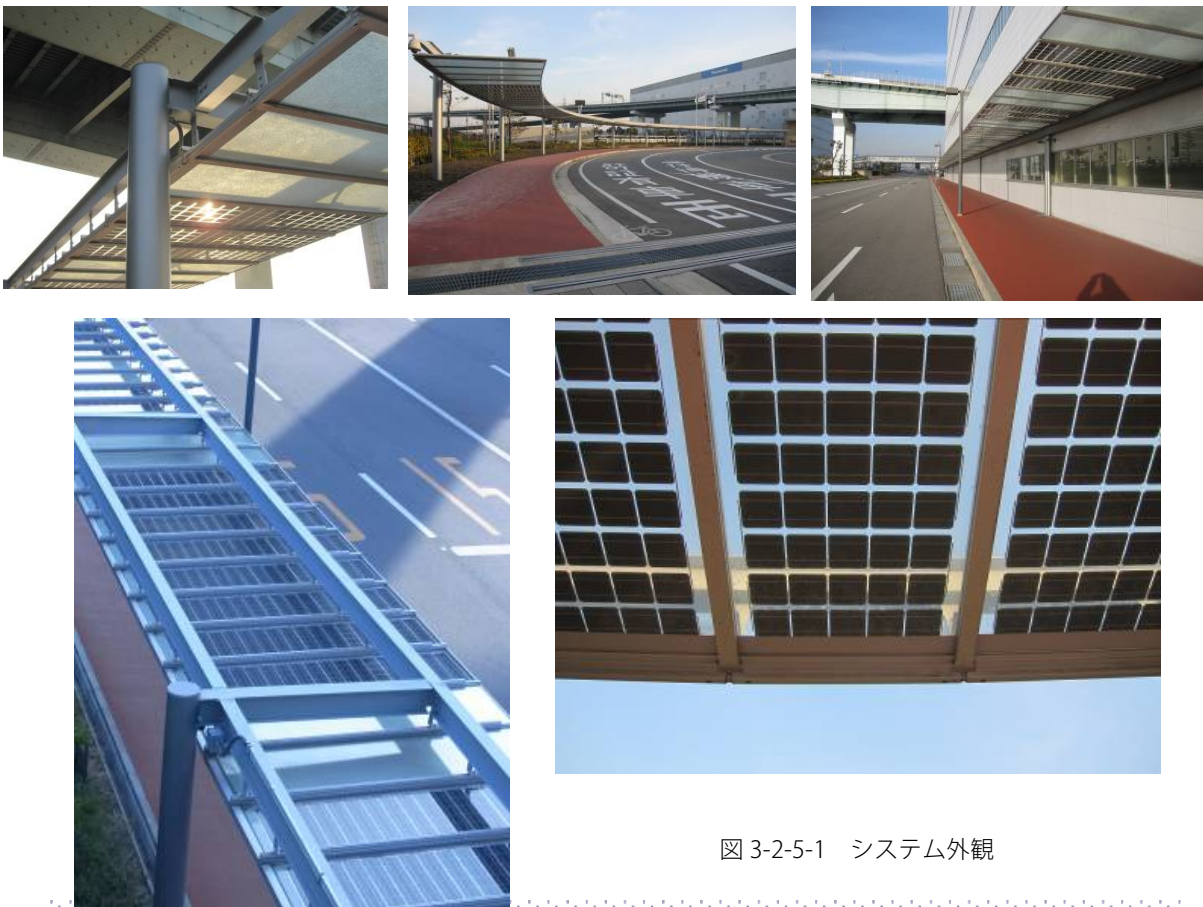


図 3-2-5-1 システム外観

3 章 太陽光発電の設置事例調査

事例 1 5

■大規模商業施設への太陽光発電システム設置事例

埼玉県越谷市に新築された大規模商業施設の屋根や庇に、合計 110 kW の太陽光発電システムを設置した事例（図 3-2-5-2~4）。太陽光発電システム以外にも氷蓄熱や照明方法の工夫によって通常の店舗よりも 20% のCO₂削減を目指したエコショッピングセンターである。設置場所の選定にあたっては、目につきやすさ等の意匠性と、歩行者のための庇を作るという実用性の 2 つを重視した。

■分散設置

屋上階は駐車場として利用されている部分もあり、また庇部分は影ができないように設置するため、太陽光発電システムを一箇所にまとめて配置することは出来なかった。

分散して配置した結果、取り付け方法が各所で異なり、また配線が長くなってしまいうなど、コストアップにつながってしまった。



図 3-2-5-2 庇設置部分



図 3-2-5-3 庇設置部分



図 3-2-5-4 庇設置部分を上から見る

3 章 太陽光発電の設置事例調査

事例 1.6

■デザイン性、施工性

M大学のキャンパスを新築した際に、太陽光発電システムの実証研究を踏まえ、導入を行った。建物外観とキャンパス全体の雰囲気考慮した上、屋根材一体型（図 3-2-5-7）とガラス一体型（図 3-2-5-8）の2種類のパネルを採用した。トップライトの部分はガラス一体型を採用し、光の透過によって明るさを確保できるようになっている。屋根建材一体型は、外観の利点のほか、屋根工事後に PV 設置作業をする必要がないため、コストと工期の短縮の利点があった。大学のキャンパスは一般住宅地に接しているためモジュールの反射光は近隣住民に迷惑を掛けないように、光を抑える素材を使用した。



図 3-2-5-7 屋根材一体型の設置



図 3-2-5-8 ガラス一体型の設置

3 章 太陽光発電の設置事例調査

3-2-6 既築建物への建材一体型設置事例

事例 1.7

■歩道橋への屋根材一体型太陽光発電システム設置事例
Y 市では港湾地区をつなぐ歩道橋の屋根に 9 1 4 枚、合計 7 9 k W の屋根材一体型の太陽光発電システムを設置した。(図 3-2-6-1)



図 3-2-6-1 システム全景

■屋根改修を兼ねた建材一体型パネルの設置

歩道橋は竣工から 2 0 年が経過しており、屋根の改修を行う必要があった。そこで、既存屋根の上から屋根材一体型のパネルを覆うように設置することで、発電設備の設置だけでなく屋根の改修も同時に実現した。



図 3-2-6-2 パネル設置の様子

パネル自体が屋根の機能を持ち防水も行っている。また、パネルの重量も既存屋根の耐荷重 (1 5 k g / m²) で十分に耐えられる重量だった。設置にあたっては既存屋根の下に悪影響を与えぬように内視鏡で屋根内部をのぞき込みながらアンカーボルトの設置を行った。(図 3-2-6-2)

3 章 太陽光発電の設置事例調査

事例 1.8

■防水シート一体の建材一体型の太陽光発電電池事例

S 社の工場に a-Si 太陽電池と防水シートが一体に施工されている特殊な建材一体型の設置事例（図 3-2-6-3）。既存建物へ太陽光発電を屋根へ設置する際には、太陽光アレイの荷重への対応と施工時の防水施工の注意が必要となる。この防水シート一体型太陽電池では、従来から実施している防水シートの機械的固定工法を採用し、太陽電池を防水シートとして設置でき、防水工事と太陽電池設置工事が同時に可能となっている。施工の簡易化、工期の短縮となる他、従来の防水シートと同じ 2 kg/m²の重量なので、既築設置の際の積載荷重の考慮が容易となる。

設置場所は、まだ開発途中であるため、設置後のシステム検証を行う為に管理しやすい事務用途の屋根に 9.6kW が設置してある。西南西に約 3° 傾斜した折板屋根になっている。既設建物には屋根へ上がるための階段・通路が無かったため、普通の点検やメンテナンス用として増設が必要となった。

■a-Si の施工性と施工期間の短縮

太陽電池の架台として折板屋根に断熱材を敷設し、その上に鋼板、防水シートと a-Si モジュールを敷き固定している。断熱材には溝をつくり、その中に配線ケーブルを入れ、表に配線が表れない仕上げとなっている。施工した a-Si は、輸送時にコンパクトにでき、また軽く取り扱いしやすい材料であるため、今回の防水一体型の施工方法が可能となり、施工に必要な時間も短く済ませることができた。



図 3-2-6-3 防水一体型 PV

3 章 太陽光発電の設置事例調査

事例 19

■古い建物への設置事例

明治期に建てられた木造骨組レンガ造の建物(図 3-2-6-4)での屋根改修工事にて、瓦屋根を建材一体型の太陽光発電パネルに改修した。(図 3-2-6-4) 屋根の荷重を軽くすることで建物本体の耐震性の向上を目的に改修を行っている。建材一体型パネル以外の部分は瓦屋根の色に合わせて黒とし、瓦屋根から建材一体型太陽光電池への改修の違和感が少なくなるよう配慮して計画されている(図 3-2-6-6)。現在もレンガ棟室内は事務所として使用しており、発電した電力は照明や空調に使用している。

■既存建物を保護しながらの施工

企業が以前より大切にしてきた建物であるため、建物自体を傷つけないよう施工が求められ、足場の固定などが大変だった。太陽光パネルの配線ルートは、屋外を回らずに屋根裏から室内に入り接続箱へつながっている。接続箱、パワーコンディショナの設置場所は1階室内に設けている。浸水対策として床から1m高い場所へ機器を設置する必要があり、室内にコンクリート土台を打ち、その上にパワコンおよび蓄電池を置いている。狭いスペースでの搬入作業に苦労した。



図 3-2-6-4 システム外観



図 3-2-6-5 設置建物の外観



図 3-2-6-6 建材一体 PV の外観

3 章 太陽光発電の設置事例調査

事例 2.0

■光透過式太陽電池の屋外作業場への設置事例

工場の駐車場兼屋外作業場に建材一体型パネルを設置した事例。建物と建物の上に新設の屋根を架けて、そこに建材一体型の太陽光パネル 80kW と標準型 20kW を設置している。光透過式太陽電池を採用しており、雨を防ぎながらも屋根下の屋外空間に自然光を取り入れている。照明なしでも作業ができる場所として有効に活用されている（図 3-2-6-7）。

■強風対策と雨処理

所在地は風が強い地域のため、建物と屋根に囲まれた半屋外作業場は風が吹き抜けるように隙間を設け、屋根が吹き上がらないように配慮して設計されている。（図 3-2-6-8）

竣工当初、雨漏りがあったがコーキングにより対応した結果、雨漏りはしなくなった。屋根の谷の部分に雨水が流れるようになっており、柱に沿って雨どいを設けている。

■配線ルートの検討

モジュールからの配線は、配管に収めて屋根を支える柱に沿って下にある接続箱、そこからインバーターへと向かうルートになっている。パワコンの設置場所が、人の通路や作業の邪魔にならない建物裏手の場所に設置し注意した。（図 3-2-6-9）



図 3-2-6-7 PV 屋根の下部



図 3-2-6-8 建材一体型 PV



図 3-2-6-9 配線

3章 太陽光発電の設置事例調査

3-2-7 地上架台設置（参考事例）

事例 2.1

■メガソーラー型太陽光発電システムの設置事例

福岡県北九州市にある地上設置型の1000kWの太陽光発電システム事例。合計5600枚のパネルを約2.5haの埋立地に設置している。(図3-2-7-1)



図 3-2-7-1 システム外観

■埋立地のへの設置

設置場所は火力発電所から排出された石炭灰の埋立地である。産業廃棄物の埋立地であるため地面を掘削して架台を設置することは出来なかった。そこで50cmの覆土の上にシートを被せ、さらに砂利を敷いた上に設



図 3-2-7-2 埋設されたケーブル



図 3-2-7-3 架台

備を設置した。架台はコンクリート製の置き基礎の上に設置し、接続箱からパワーコンディショナへとつながるケーブルはカバーを取り付けた上で砂利の下に埋設した。(図3-2-7-2)

■塩害

設置場所は海に近いので、塩害対策も行った。架台には溶融亜鉛メッキ処理を行い、接続箱のステンレス材には耐塩塗装を行った(図3-2-7-3)。パワーコンディショナを収納するキュービクルの吸気口に耐塩フィルタを設置し、塩害による絶縁不良のトラブルへの対策を行っている。

■環境啓発

地上設置型のモジュールは、屋根や屋上設置に比べて見学しやすいのが特徴の一つである。屋内外には発電量表示装置も設置されており、この施設には世代を問わず年間2000人の見学者が来訪している。

3 章 太陽光発電の設置事例調査

事例 2.2

■浄水場の開放水面上の覆蓋型設置事例

神奈川県横浜市にある西谷浄水場において、浄水場の沈殿池、ろ過池の上部開放水面の上に、覆蓋型の太陽光発電システムを取り付けた事例(3-2-7-4)。未利用スペースの有効活用と発電はもちろん、排泥池外部への臭気拡散の防止や美観上の効果が期待している。



図 3-2-7-4 システム全景

■覆蓋の製作と設置

池の大きさは短辺 20m×長辺 42mあり、その大きさに合わせて覆蓋兼架台を工場で作りました。アーチ型を選択したのは安さと軽さの面からで、素材としてアルミを選択したのは FRP で作成する場合、内部に梁が必要となり浄水場の管理作業の妨げになること、そしてアルミはリサイクル性が高いことの2つが理由です。施工中も浄水場を止めることはできないので、池の中に足場を組むことは出来ない。そこで現地に分解された状態の架台を搬入し、池の周りに設置したレールの上にクレーンで吊って載せ、その上にモジュールを取り付けた。



図 3-2-7-5 架台の内部

■メンテナンス

池の内部を確認出来るように覆蓋は手動で開閉出来るようになっています。またアーチ型になっているため鳥が上に乗ることは少なく、糞害も起きていない。また、汚れがついた場合でも汚れが流れて落ちやすくなっている。

3章 太陽光発電の設置事例調査

3-3 設置事例から見る設置において配慮すべきポイント

3-3-1 配慮すべきポイントの抽出

3-2の事例調査の結果からPV設置において配慮すべきポイントを抽出する。

2-2で示した一般的なPV設置の流れについて、発注（導入前の検討＋立案企画）→設計（基本設計＋実設計）→施工→維持管理、という4段階にまとめる。そして設置事例においてそれぞれの段階で工夫や苦勞がなされている点を抽出した。抽出方法は3-2で示した各事例について調査結果のなかで、多く工夫や苦勞に関わるキーワードを選んだ。キーワードは以下の通りである。

発注の段階

・設置可否の判定

PVを設置する建築物には荷重がかかり、それに建築物が耐えられるかどうか事前に構造計算などによる確認が必要である。特に公共産業用の建物に乗るPVシステムは大型のものが多く、建物への影響も非常に大きいため重要である。調査した事例は設置可能であることが分かった上で設置されており、建物に載せられる限界の大きさを検討した上で、小型のPV架台を選択するなどの工夫が行われている。

・コスト

多くの事例において、補助金制度の利用やコストダウンへの配慮がなされている。導入コストは施主が設置をするかしないかを定める重要なポイントであり、今後のPV導入はPV価格の下落次第であると述べる施主が多く、PV普及のためにも重要なポイントである。

設計

・構造

建築構造に悪影響を与えないために、構造計算では積載荷重だけではなく風荷重についての検討も行われている。また、軽量の架台を使用したり、既存の屋根材を取り外し、屋根材一体型PVに交換することで建物への積載荷重を低減し耐震改修を行ったりしている事例もみられた。

・防水

PVを屋根や屋上に取り付ける場合に屋根等の防水層を傷つけると雨漏り等のトラブルに繋がるため、必ず配慮がなされるべきポイントである。折板屋根への設置の場合はハゼや屋根から飛び出した金具を用いて固定することで屋根に穴をあけないように配慮されており、コンクリートの屋上の場合は立ち上がり基礎の上にPVの架台の脚を設置することで防水層をアンカーボルトが貫通しないように配慮がなされていた。

3章 太陽光発電の設置事例調査

- ・電気システム

PV を発電設備として機能させるためには配線や電流を直流から交流に変換するパワーコンディショナの設置など、電気工事が必要不可欠である。それらの電気システムの設計における配慮が必要である。

- ・意匠性

PV は日の当たる建物の表皮の部分に取り付けられるため、建物との調和などの意匠性についても配慮が必要である。

- ・副次的効果

PV を発電設備としてだけではなく、PV に庇などの発電設備以外の機能を持たせたり、PV 設置工事と同時に屋根の断熱改修工事を行ったりすることで、発電以外の副次的効果を狙う事例がみられた。

施工

- ・施工性

PV の施工を行いやすくするための配慮もなされている。PV の搬入のしやすさや屋上での作業員の移動のしやすさなど、施工作业が行い易くする配慮がなされていた。

設置後の維持管理

- ・メンテナンス性

PV は基本的にメンテナンスフリーの設備であるが、トラブルの際にはメンテナンスも必要になってくる。そのため予めメンテナンスがしやすいようにメンテナンスルートを確保しておくなどの配慮がなされる事例があった。逆に、PV が故障したにも関わらずメンテナンス性の配慮がかけていたため修理が難航してしまったケースも見られた。

3 章 太陽光発電の設置事例調査

3-3-2 設置事例別の特徴

3-2 で調査した各事例について、3-3-1 で示したどのポイントについて配慮されていたかをまとめた。(表 3-3-2-1) ●の背景が黒い部分が各設置方法において配慮がされる点である。

以下に設置タイプ別に配慮されていた事項をまとめる。最後に全体を表 3-3-2-2 でまとめる。

表 3-3-2-1 各事例の配慮事項

	事例No.	屋根設置						屋上設置						壁設置	建材一体型						地上設置	適合数	割合 (%)			
		既存						新築						新築	既存											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
発注	設置可否の判定		○	○							●	●	●										○		5	22.7
	コスト	●	●	●	●	●	●		○	○	○												○		11	50.0
設計	構造	○		○	○		○			○	○		●					●		●	●			10	45.5	
	防水		○		○	○		●	●	●	●	●	●			○		●	●	●	●			14	63.6	
	電気システム	●	●		●	●	●	●			○	○	●	●	●	●			○			●	●	14	63.6	
	意匠性		○			○	○						●	●	●	●	●			○			○	9	40.9	
	副次的効果	○									○	○	●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	12	54.5	
	施工性			○	○		●	●		○	○	●							○	○			10	45.5		
	維持管理	○		○		○		○		○	○				○		○					○	8	36.4		

○ = その事例で配慮されている項目

● = その設置方法で特に重視されている項目

・屋根設置の場合

発注段階

設置可否の判定のために既存屋根への構造的な影響を最小限に抑えられるように構造計算を行われていた。また、コストについて言及した施主も多かった。

設計段階

建築物への設置方法としては一般的で建築設計のノウハウは確立されており、建築的な部分よりも電気システムの設計での工夫が多く見られる。屋根設置型の場合は既存の屋根へ穴をあけない設置工法など、屋根構造や防水への影響を最小限に抑える工法が開発されており、それらを利用することによって構造や防水の安全性に配慮がなされていた。

・屋上設置の場合

設計段階

新築の場合は PV 設置部分以外の屋上防水と PV 架台周りの防水を一体化して作ることで防水性を確保出来る。建物設計段階で PV の荷重を考慮に入れて設計が行えるため、構造上の問題は起きにくい。

既存建物の場合は既存建物向けの簡易な設置工法が様々な場所で開発され、設置可能範囲を広げて

3章 太陽光発電の設置事例調査

おり、フラットで水がたまりやすい屋上では特に防水への配慮は重要視されていた。工事に当たって防水改修も兼ねるなど、発電以外の副次的な効果を得られる工法も開発されている。

施工段階

新築建物の場合は施工時における PV の搬入のしやすさなどの施工性や、他の工事とのスケジュール調整など施工性に関する苦労した事例も見られた

・壁設置

設計段階

周囲からの目につきやすく、反射率の低いものや建材一体型といった意匠性を意識した PV が選択されている。積載荷重はもちろん、壁設置型は風を真横から直に受けるため、風荷重への配慮を怠らないことが大切である。

屋根設置に比べて壁設置の場合は設計や施工のより専門的な知識が必要であるが、建設関係業者においてもこれらの知識はそれほど広まっておらず、壁設置の普及の妨げになっている。

PV が最もよく発電する角度は地上から 30° の傾きと言われており、90° で設置する壁設置型の PV は発電量が少ない。

・建材一体型

発注段階

建材一体型は他の設置方法に比べて設置コストが割高であるが、そのためかコストを意識して発注する施主はいなかった。

設計段階

新築建物の場合は建材の代わりとして PV を利用できるため、別途建材を設置する必要がなくなる。そのため通常の建材+PV という形で設置する場合とくらべればそれほどコストがかかるわけではない。既存建物においても既存の建材の代わりとして取り付けることが出来るため、屋根の軽量化を行ない建物の耐震改修とするなど副次的な効果を得ている。外観は建材と一体化しているため、意匠性を意識する施主が設置することが多い。アーケードや庇としての利用など、副次的な効果を得られる設置方法が多く見られた。

施工段階

既存建物への施工の場合は既存の屋根材などを取り外さなければならないため、施工には手間がかかる。また、建物内の活動への影響を与えないよう工夫をする必要がある

3章 太陽光発電の設置事例調査

・地上設置

設計段階

遊休地の活用という副次的な効果も得られる、また人目に止まりやすく、アピール効果が高い。

一方で電気システムに着目した場合配線は地上を通るため、ケーブルの扱いや配線が長くなることに
対して配慮が必要である

施工：

既存の施設を運用した状態で施工を行う場合は施工の際には気をつけなければならないことが多い。

地上に設置するため、山や建物の影に配慮しなければならない。

表 3-3-2-2 設置タイプ別の特徴

<p style="text-align: center;">既存建物への屋根架台型設置</p> <p>(工夫している点) <ul style="list-style-type: none"> 既存の屋根へ穴をあけない設置工法など、屋根構造や防水への影響を最小限に抑える工法が開発されている。 建築物への設置方法としては一般的で建築設計のノウハウは確立されており、建築的な部分よりも電気システム的设计での工夫が多く見られる。 </p> <p>(苦勞している点) <ul style="list-style-type: none"> 既存屋根への構造的な影響を最小限に抑えられるように構造計算を行う事が必要である。 コストについて意識されている事例が多かった。 </p>	<p style="text-align: center;">新築建物への建材一体型設置</p> <p>(工夫している点) <ul style="list-style-type: none"> 建材の代わりとして利用できるため、別途建材を設置する必要がなくなる。 建材と一体化しているため、意匠性を意識する施主が多い アーケードや庇としての利用など、副次的な効果も得られる </p> <p>(苦勞している点) <ul style="list-style-type: none"> アーケードや庇の場合は細長い面状に設置するため、配線が長くなりすぎないように注意が必要である PVとして修理する際には建材を剥がすことになるため、メンテナンスに手間がかかる </p>
<p style="text-align: center;">新築建物への屋上架台型設置</p> <p>(工夫している点) <ul style="list-style-type: none"> PV設置部分以外の屋上防水とPV架台周りの防水を一体化して作ることで防水性を確保 建物設計段階でPVの荷重を考慮に入れて設計が行えるため、構造上の問題は起きにくい </p> <p>(苦勞している点) <ul style="list-style-type: none"> 屋上にある他の設備の影にならないよう配慮が必要 施工時におけるPVの搬入やスケジュール調整など施工性に關する苦勞がある </p>	<p style="text-align: center;">既存建物への建材一体型設置</p> <p>(工夫している点) <ul style="list-style-type: none"> 既存の建材の代わりとして取り付けることが出来るため、屋根改修など副次的な効果も得られる </p> <p>(苦勞している点) <ul style="list-style-type: none"> 既存建物の構造には配慮している 既存の建材を剥がして施工を行うため、施工方法には十分配慮すべきである。 </p>
<p style="text-align: center;">既存建物への屋上架台型設置</p> <p>(工夫している点) <ul style="list-style-type: none"> 防水改修も兼ねるなど、発電以外の副次的な効果を得られる 既存建物向けの簡易な設置工法が様々な場所で開発され、設置可能範囲を広げている。 </p> <p>(苦勞している点) <ul style="list-style-type: none"> 既存屋根への構造的な影響に配慮して構造計算を行う事が必要である。 既存の屋上防水層を破壊してしまわないよう配慮が必要 施工時の建物内や周辺の影響への配慮が必要 </p>	<p style="text-align: center;">地上架台型設置</p> <p>(工夫している点) <ul style="list-style-type: none"> 遊休地の活用という副次的な効果も得られる 人目に止まりやすく、アピール効果が高い </p> <p>(苦勞している点) <ul style="list-style-type: none"> 既存の施設を運用した状態で施工を行う場合は施工の際には気をつけなければならないことが多い。 地上に設置するため、周りの建物の影に配慮しなければならない。 配線が地上を通ることと長くなることに對して配慮が必要である </p>
<p style="text-align: center;">新築建物への壁架台型設置</p> <p>(工夫している点) <ul style="list-style-type: none"> 周囲からの目につきやすく、反射率の低いものや建材一体型といった意匠性を意識したPVを選択している。 </p> <p>(苦勞している点) <ul style="list-style-type: none"> 屋根設置に比べて設計や施工の専門知識が必要 風荷重への配慮が必要 発電量は少ない </p>	

3 章 太陽光発電の設置事例調査