

斜面安定効果を伴う太陽電池モジュール設置技術の開発に関する基礎検討

株式会社大林組	正会員	○田中	博之
同	正会員	鈴木	雄大
同	正会員	稲川	雄宣
同	正会員	三浦	国春

1. はじめに

我が国では、「2050年カーボンニュートラル、脱炭素化社会の実現を目指す」ことが宣言され、太陽光発電の導入が拡大している。一方で、写真-1に示すような自然災害により太陽光発電施設に被害が発生しており、安全性に対する懸念が高まっている。こうした背景から、JIS規格¹⁾やガイドライン²⁾が整備されている。しかし、近年太陽光発電施設の建設に適した場所の減少に伴い、傾斜地や農地、水上へと太陽光発電モジュールの設置環境が拡大している。ただし、特殊な設置環境下での太陽光発電施設は、一般的な地上設置型の太陽光発電施設より設計や施工上の難易度が高い。特に、急傾斜地に設置する場合には別途斜面の安定検討や構造安全性および施工方法について配慮しなければならないものの、現状斜面安定について検討していない施設が多い。これらの課題を解決する目的で斜面安定効果を伴う太陽電池モジュール設置技術の開発に着手し、その基礎検討を行ったので報告する。

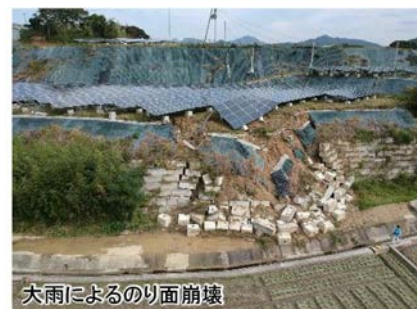


写真-1 被害状況²⁾

2. 太陽電池モジュール設置技術の構造検討

斜面安定効果を伴う太陽電池モジュール設置技術の開発に関して、以下について整理した。

(1) 太陽電池モジュールの基本構造

斜面の不陸に対応できるように、従来のパネルタイプの太陽電池モジュールとは異なるフレキシブルタイプ（薄膜系、シートやフィルム型）の太陽電池モジュールを採用することとした。従来のパネルタイプとフレキシブルタイプの太陽電池モジュールの基本構造を図-1に示す。フレキシブルタイプを採用するメリットは、不陸に対応できる柔軟性を持つことだけでなく、従来のパネルタイプと比べて軽量であり運搬や施工性も向上すること、樹脂性で割れないため飛来物の衝突等による割れ、破損が生じなくなることが挙げられる。また、軽量（パネルタイプの約1/7の重量）であるため、既設構造物に設置する場合、既設構造物の追加補強が不要となる可能性が高い（または不要となるケースが多いと考えられる）。フレキシブルタイプモジュールとは、太陽光発電セルをフロントシートとバックシートで封止したものを示す。太陽光発電セルとは発電体のことであり、熱や水に弱い性質がある。フロントシートおよびバックシートは絶縁・防水を目的とする保護シートである。この太陽電池モジュールと基盤シート（斜面へ適切に固定することを目的とするシート材）とを熱融着させたシートを最終形の発電用シート材として斜面に適用することとした。

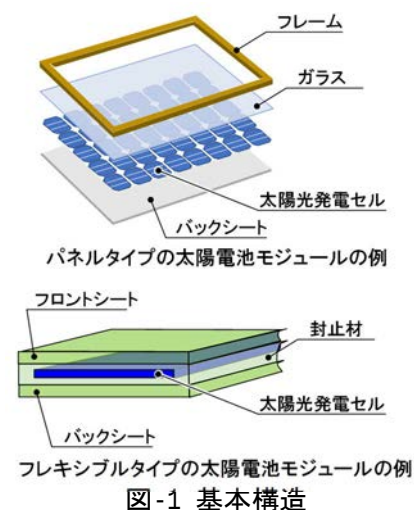


図-1 基本構造

(2) フレキシブルタイプ太陽電池モジュールの斜面への適用

モジュールを設置する対象箇所にはいくつかパターンがある。主に自然斜面（地山）、切土のり面、盛土の

キーワード 太陽光発電，斜面安定，地山補強土工
 連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟
 (株)大林組 技術第二部 TEL 03-5769-1302

り面が挙げられる。のり面については、既設・新設、のり面保護工の有無によっても場合分けが必要になる。

また、のり面保護工がある場合、その工種が吹付工や法枠工、地山補強土工やグラウンドアンカー工なのか等によっても場合分けが必要となる。それぞれに適した設置方法が必要となるが、いずれの場合においても斜面の安定検討を実施し、安全率を満足する仕様で地山補強土工等と合わせて上記太陽電池モジュールを設置する。これにより、斜面の安定性を向上させながら発電することが可能になる。また、上記モジュールを設置することで、斜面の浸食防止、遮水効果をもたせてのり面を保護する。設置案の例を図-2に示す。

	案①	案②	案③	案④
イメージ				
概要	● 基盤シートに穴をあけ、地山補強工によって発電用シート材を斜面に設置する案 ● 他案と比べて施工性が良いが、穴あけに伴う基盤シートの強度の影響を確認する必要がある	● 基盤シートに穴をあけず、地山補強土工の支圧板や固定治具によって発電用シート材を斜面に設置する案	● 案②の支圧板の形状を変更する案	● 基盤シートの端部に耳を作り、その中にワイヤーを通し、発電用シート材を斜面に設置する案 ● 他案は「点」での設置だが、本案は「線」での設置のため、より斜面に固定される
のり面の現況	モルタル吹付 or 法枠	土 or モルタル吹付 or 法枠		
穴あけ	あり	なし		

図-2 設置方法案

3. 基盤シートと補強材の性能

設置案を具体化していく上で、基盤シートと補強材に求める性能を検討する必要がある。しかし、フレキシブルタイプのモジュールを斜面に設置する際に考慮すべき外力や設計方法が明記された指針やガイドライン等は現状無い。本稿では、既存の JIS 規格をもとに想定する風圧荷重の最大値を試算し、地山補強土工を設計する上で考慮すべき荷重を算出した。適用した各種係数を表-1に示す。試算の結果、基盤シートを含めた 1m×1m に対して補強材 4 本で固定する場合、1 枚当たりの設計用風圧荷重は正圧 8195N、負圧 8549N となった。そのため、補強材 1 本あたり押込み荷重 2049N、引抜き荷重 2137N を考慮して地山補強土工を設計する必要がある。

4. まとめと今後の展望

今回の試算結果は一テストケースであり、地域や地形などの条件によって設計風速等大きく変わってくるが、補強材を設計する上で考慮しなければならない荷重について提案することができたと考える。今後は、斜面に適用可能かつ、モジュールとの相性が良い基盤シートの探索や、斜面やのり面の維持管理・点検の観点も踏まえた具体的な設置方法の検討を行い、開発を進めていく。

参考文献

1) 日本工業規格：JIS C 8955 太陽電池アレイ用支持物の設計用荷重算出方法，2017

2) 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）：地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドライン，2019

3) 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）：傾斜地設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン，2021

表-1 各種係数

	記号	単位	値	摘要
設計用基準風速	V_0	m/s	46.0	JIS規格 最大値
環境係数	E		2.64	-
地表面粗度区分	-		I	環境係数Eが最大となる区分を選択
ガスト影響係数	G_f	-	2.0	モジュール面の平均地上高さ 0m より
用途係数	I_w	-	1.32	設計用再現期間200年
太陽電池傾斜角度	θ	度	60	JIS規格 地上設置型の最大値
風力係数(正)	C_a	-	1.85	近似式より算出
風力係数(負)			1.93	