

再生可能エネルギー最大の 大分ソーラーパワーの急速施工

丸 井 清 猛

大分市東部6号埋立地に82メガワット（一般家庭約3万軒分）、現時点で国内最大規模の太陽光発電所を建設する工事である。敷地広さは約1km×1kmで105haあり、パネル数は341,040枚、アレイ基礎数は8,120基である。アレイ基礎の形状は、風の影響を考慮して幅が大きい外周アレイと、風の影響が少ない中央アレイに分けられ、その中央アレイの内70%程度をスリップフォームで施工を行った。スリップフォームは、道路舗装やコンクリート縁石を連続施工する工法として従来から使用されているが、この工法を、太陽光発電所基礎工事構築に使用することにより、型枠を使用せず連続施工することで、施工の省力化、スピードアップによる工期短縮を図った。

キーワード：太陽光発電、メガソーラー、スリップフォーム工法、アレイ基礎、固練りコンクリート、スランプ4cm

1. はじめに

2011年東日本大震災による原子力発電所事故を契機として、再生可能エネルギー、特に太陽光発電に対して注目が集まるようになった。

太陽光発電設備は、太陽光発電用パネルを多く設置して発電を行うもので、二酸化炭素を排出しないクリーンエネルギーであり、太陽光という無償のエネルギーを使用するため、国内でも多くの事業が計画、実施され、徐々に発電量が増加してきている。

この太陽光パネルを多く設置するためには、それを支える架台が必要であり、それを固定するために基礎を構築する必要がある。一般家庭やビルの天井や壁にパネルを設置する場合と異なり、大規模発電の場合広いヤードの地面の上に多くのパネルを設置するため、

地震、水害、風、また影などさまざまな内容を検討して、その土地に適した基礎形状が計画される。表—1、写真—1～5に主な基礎の種類について記載する。

大分ソーラーパワー建設用地は、用地が高度成長期に造成された埋立地である。この用地では、①今後発生するであろう地震による液状化対応として帯コンクリート基礎が有利である。②埋立地であるので全体が平坦で大規模土工事が必要でない。③計画時は杭基礎の材料が高い反面生コンクリートなどそれ以外の材料費用が比較的安価に入手可能であった。などから、帯基礎での構築を行うこととなった。

その形状は、前基礎が、高さ20cm、幅40cm、後基礎が、高さ20cm、幅45cmの帯コンクリートである（図—1、2）。

表—1 太陽光基礎一覧

コンクリート基礎	ベタ基礎 帯基礎	基礎としての強度はもっとも優れているが施工に時間がかかる。生コン単価により工事費が変動する。
	ブロック基礎	ベタ基礎、帯基礎よりは安価であるが、ブロック基礎を設置するための精度が重要となる。
杭基礎	単管	仮設材として使用する単管杭であるので、安価であるが、地震、風など自然災害には不十分で長期的にも不安がある。
	H鋼	単管よりは強度はあるが、岩盤等地盤が強固な箇所では逆に設置に費用がかさむ。
	スパイラル鋼管	施工速度は速いが材料が割高である。



写真一 ベタ基礎



写真二 ブロック基礎



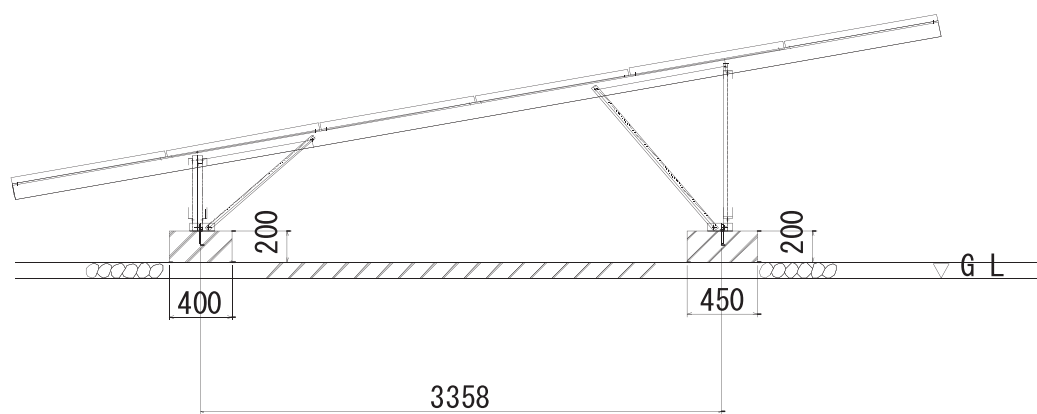
写真三 単管杭



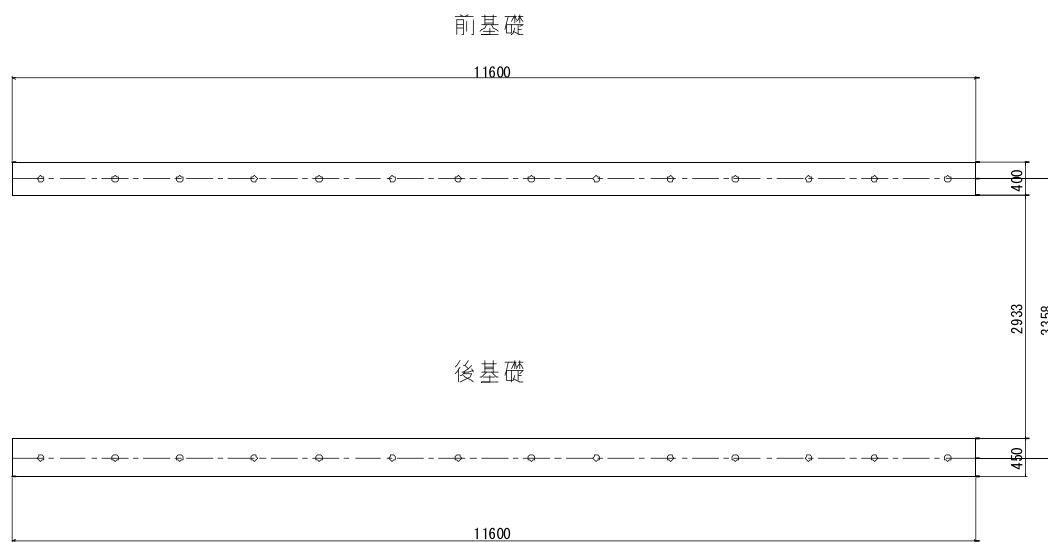
写真四 H鋼杭



写真五 スパイラル鋼管杭



図一 基礎形状断面図



図二 基礎形状平面図



写真—6 基礎全景



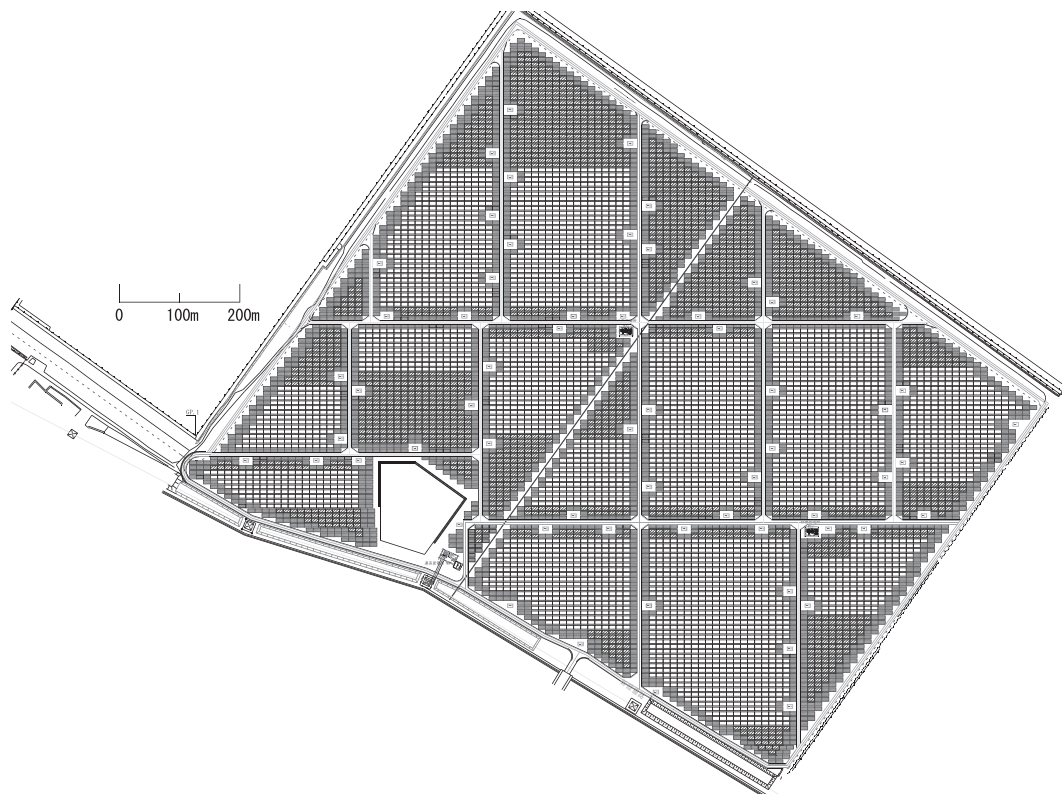
写真—7 パネル設置全景

2. 工事概要

- ・工事名 大分ソーラーパワー建設工事(土木工事)
- ・発注者 (株)日立製作所 (元発注 丸紅)
- ・工期 平成 24 年 12 月 3 日～平成 26 年 3 月 31 日
- ・工事場所 大分市青崎 (6 号埋立地)
- ・主要工事数量 外周アレイ (従来工法) 1,996 基
中央アレイ (従来工法) 1,913 基
中央アレイ (スリップフォーム工法) 4,211 基



写真—8 スリップフォームによる打設



図—3 アレイ基礎施工区分図 (ハッチングされてない箇所がスリップフォーム施工)

3. 従来工法（型枠使用）とスリップフォーム工法の違い

スリップフォーム工法は、型枠組立作業がなく、打設後に目地設置を行う。



①測量



②型枠組み



③鉄筋組み



④打設

写真－9 従来工法の施工順番



①測量



②鉄筋組み



③打設



④目地

写真－10 スリップフォーム工法の施工順番

4. スリップフォーム工法の特徴

スリップフォーム工法が、従来の型枠使用工法と異なる特徴は、固練りコンクリート（スランプ4cm）を使用するので、型枠が不要となり、少ない作業員での作業が可能である。一方、機械による打設のため、鉄筋の固定は強固なものにする必要があり、また機械がガイドロープにより位置を自動確認して進行するので、その測量はより正確さが要求される。これらを総合的に実施することで、施工スピードが速くなり、省力化、工期短縮が可能となる。

(1) 固練りコンクリートの使用

スリップフォームで使用するコンクリートは、型枠を使用しないため打設後直ちに自立する必要がある。そのため固練りコンクリートを使用する。大分ソーラーパワーでは、スランプ4cmで打設を行った。また、コンクリートが自立できるよう粘性を上げるため、エアーは5.5%を設定した。仕上げ面についてはジャンカやあばた、また高さが不均一になる、などの問題は発生しなかった。

一般的にはスランプが5cm以下のコンクリートは、ミキサー車から搬出できない、と言われているが、生コンプラントが現場から10分と近くにあり、運搬中のスランプロスはほとんど無かったため、ミキサー車からコンクリートが容易に放出され、順調に打設ができた。

スリップフォームの機械には、内部振動機（バイブレーター）が装着されており、これにより打設したコンクリートを内部振動機で締め固めを行った。

(2) 型枠不要と省力化

コンクリートが固練りで打設後直ちに写真—12のように自立し、羊羹のようなコンクリートである。予め型枠を設置する必要がないので、可能な限り連続で打設することができた。

これにより、多人数の大工を必要としないため、省力化施工が可能となり、また作業人数を減らすことで、休憩所の数の減少や、夏季熱中症の危険にさらされる危険性を減少させることにもなった。

(3) 機械打設のための強固な鉄筋の固定

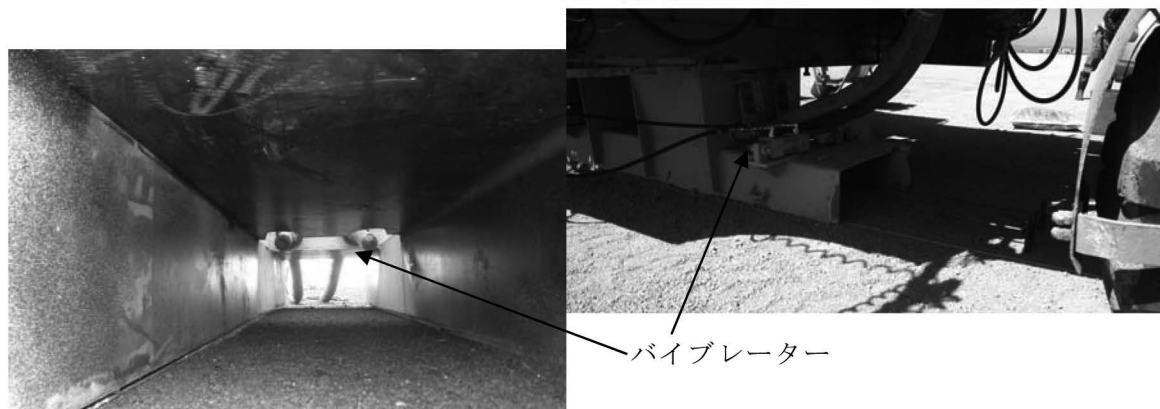
スリップフォームでコンクリートを打設する場合、コンクリートを押し出していくような状況で機械が進行していく（写真—13、14参照）。このとき、鉄筋の固定が不足している場合、鉄筋の結束が緩み、配筋がばらばらになったり、コンクリート内で鉄筋が移動し、かぶりが確保されていない危険な状況となる。

そのため、鉄筋は、事前に工場でスポット溶接を行い



写真—12 コンクリート打設

配 合 の 設 計 条 件					
呼び方	コンクリートの種類による記号	呼び強度	スランプ 又はスランプフロー cm	粗骨材の最大寸法 mm	セメントの種類による記号
	普通	21	4	20	N



写真—11 スリップフォーム機械内部状況



写真13 コンクリートが押し出される状況（参考）



写真15 鉄筋固定状況



写真14 鉄筋組立状況



写真16 プロコメーターによる鉄筋かぶり測定

結束した状態で搬入した。現場では、基準点から正確に位置を出し、差し筋を打ち込み結束して固定した。地面からのかぶりを確保するためにスペーサーを使用し、これも差し筋で固定を行った（図4、写真15）。

差し筋で強固に結束したため、打設中での鉄筋の移動は発生しなかった。さらに打設後に、プロコメーターを使用してかぶりをチェックし、規定通り確保されていることを確認した（写真16）。

(4) 機械打設のためのガイドロープによる位置自動確認（走向方向、高さ）

このスリップフォームの機械は、予め測量で設置されているガイドロープに従い、走向方向と高さを感じし、そのガイドロープ沿いに打設を行う。スリップフォームのタイヤ、また高さ調整のサスペンションが、機械本体に関係なく、ロープ通りに動くように調整されており、コンクリート天端高さは、基盤の凸凹

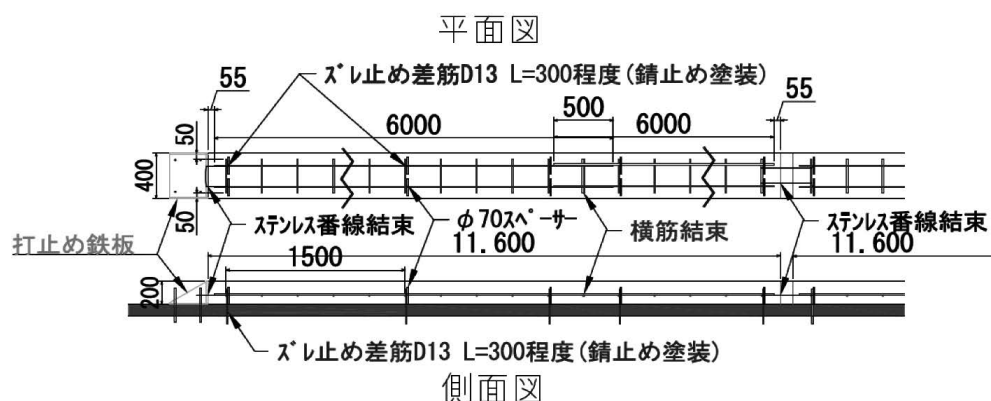


図4 鉄筋固定計画図

に関係なく、ガイドロープと同様の高さを維持し、基礎を構築することができる（写真—17、18）。

（5）正確な測量

ガイドロープ設置時の測量は、機械の走向方向と高さを同時に正確に出す必要があり、細心の注意が必要である（写真—19、20）。

最近では、ガイドロープを必要としない、GPS 搭載型の機械も使用され始めており、更なる省力化に向かっている（写真—21）。

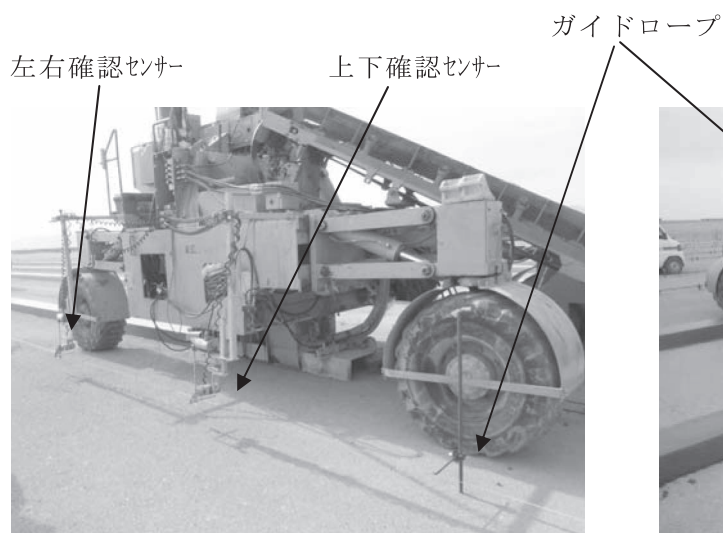
（6）スリップフォーム工法の、スピード性と省力化

在来工法の場合は、型枠が必要である。全体工程から検討して、打設・養生・脱型の間に必要な型枠を予め準備して工事を開始する。大分メガソーラーでは、1回当たり12アレイの打設を行えるよう必要な型枠と作業員を準備した。その結果、小雨時でもシート養生を行いながら打設した結果、稼働率72%、打設アレイ数は $104 \times 12 = 1,248$ アレイであった。

スリップフォーム工法は、測量と鉄筋組み立てが完了していれば、可能な限り1日当たりの打設量を増やせることが可能であり、表—2のように1日最大53



写真—21 GPS 付きスリップフォーム機械況（参考）



写真—17 ガイドロープとセンサー



写真—18 打設後目視確認



写真—19 測量状況



写真—20 ガイドロープ設置状況

表一 2 従来工法・スリップフォーム工法打設実績表

●スリップフォーム工法 月別 施工量

	平均		最大		総量		回数
3/19～31	41.0 m3	20 アレイ	54.5 m3	27 アレイ	328 m3	156 アレイ	8 日
4/1～30	47.7 m3	24 アレイ	55.0 m3	28 アレイ	954 m3	470 アレイ	20 日
5/1～31	48.0 m3	23 アレイ	65.0 m3	33 アレイ	528 m3	256 アレイ	11 日
6/1～30	73.1 m3	36 アレイ	115.0 m3	58 アレイ	731 m3	358 アレイ	10 日
7/1～31	68.6 m3	34 アレイ	105.5 m3	53 アレイ	1029 m3	508 アレイ	15 日
計	135日	55.7 m3	28 アレイ	-	-	3570 m3	1748 アレイ
							ave.13 日

●従来工法 施工量

1日平均127レイ程度だが、小雨でも養生をしながら打設していたため、コンクリート打設率は72%(104日/145日)である。

アレイ、平均で34アレイの打設を行っている。小雨では打設できないため、稼働率は47%であるが、打設アレイ数は1,748アレイで、従来工法の1.4倍以上の速さで打設を行ったことになる。これにより大分メガソーラーは、打設工期を約1ヶ月短縮することができた(表一2)。

また、型枠工事が無いため、施工に必要な作業員は1日平均20名程度であり、従来工法に比較し、大工を必要とせず、コンクリートの天端仕上げはほうき目仕上げで行い、左官工による残業も発生せず、鉄筋は工場で溶接されたものを設置するだけで専門的な鉄筋工を必要とせず、全体に熟練工を多数必要としない、少人数で省力的な工事を行うことができた。

らないという急速施工工事であったが、スリップフォームによるスピーディーで省力化のできる工法を採用することにより、打設工期を1ヶ月短縮し、後の電気工事も前倒しとなり、営業発電を当初計画より早く実施することができた。発注者並びに工事関係者に厚く感謝申し上げます。今後さらに再生可能エネルギーの需要は高まり、また低コストでの工事が必修となる現状で、太陽光発電工事においても様々な形状、様々な基礎が考案されてくると考えられる。今回のこの工法がみなさまのご検討の一部として参考になれば幸いである。

J C M A

5. おわりに

謝 辞

前任の太陽光発電所建設工事の、面積および電気容量で6倍の規模を、同じ1年の工期で行わなければな

[筆者紹介]

丸井 清猛 (まるい きよたけ)
日本国土開発㈱

