

H 型 PC パイルの押込み・引抜き・水平載荷試験結果

東洋エンジニアリング株式会社

非会員 大桐 俊幸

清水建設株式会社

正会員 岩井 豪

正会員 山本 康之

正会員

○宇田

光伸

1. はじめに

瀬戸内 Kirei 未来創り合同会社では、国内最大級となる大規模太陽光発電所（メガソーラー、写真1参照）の建設を瀬戸内市の錦海塩田跡地で進めている。約265haの敷地にソーラーパネルを約90万枚設置する計画で年間発電量は一般家庭約8万世帯分（約235MW）であり、2018年秋の営業運転開始を目指している。ソーラーパネルを取り付けるための架台（アレイ架台、図1参照）は塩害対策として高耐食性メッキ鋼板を主部材とした骨組構造であり、基礎型式は直接基礎と杭基礎を採用している。



写真1 瀬戸内 Kirei 太陽光発電所 全体写真

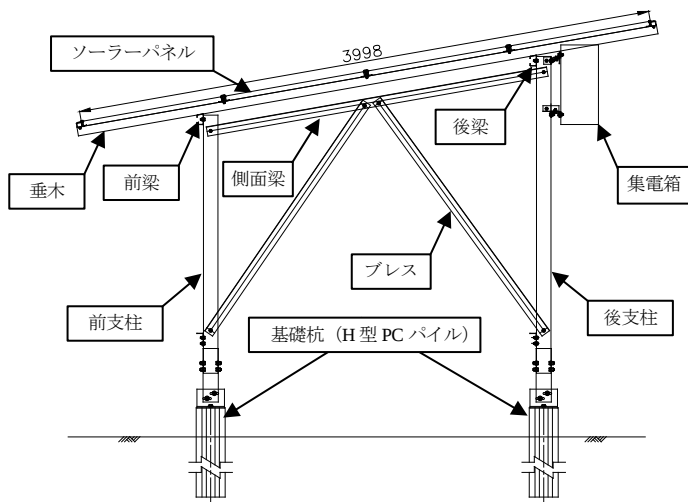


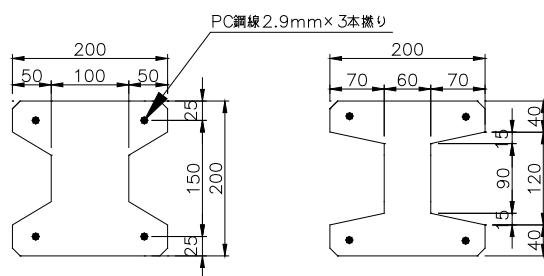
図1 アレイ架台概念図（杭基礎型式）

アレイ架台杭基礎における基礎杭は全体で約13万本あり、現地で試験杭を打設し、載荷試験を行い適切に支持力を評価することは基礎杭の合理化を図るために非常に重要である。本稿ではH型PCパイルの押込み・引抜き・水平載荷試験を行い、摩擦杭としての鉛直方向の支持力と水平方向の支持力を評価した結果を報告するものである。

2. 載荷試験の概要

2.1 試験杭

試験杭となるH型PCパイル（ランデス株式会社製造）はH型断面形状のPC杭（プレテンション方式のプレストレストコンクリート杭）のため曲げに強く、RC杭と比較して杭周長が長いことで周面摩擦力が大きい特徴がある。また、鋼製杭と比較して耐塩害性に優れているため塩田跡地においても適している。現地盤はN値が0の軟弱な粘性土地盤であるため、摩擦杭とした。H型PCパイルの寸法を図2、諸元を表1に示す。



【標準型】

【軽量型】

図2 H型PCパイルの形状および寸法

表1 H型PCパイルの諸元

諸元	標準型	軽量型
部材断面積	30800mm ²	25200mm ²
設計基準強度 f'_{ck}	50N/mm ²	50N/mm ²
自重	75kg/m	62kg/m
実周長*	900mm	993mm

*設計周長は800mmとする

2.2 試験方法

試験方法は押込み・引抜き・水平載荷試験ともに地盤工学会（JGS1831-2010）の基準を参考にして試験を行った。図3、4に試験状況を示す。

試験杭は、通常の基礎杭打設方法と同様に、バックホウのブームの先端に取り付けた圧入機で圧入する。対象地盤は表層にN値2〜3の礫混じり（一部有機質）粘土の沖積層が3〜4m分布し、その下部にN値0の沖積シルトが20m程度分布している。そのため、試験杭打設後の養生期間は、3週間以上とし載荷試験を行った。

キーワード：H型PCパイル、鉛直載荷試験、水平載荷試験、メガソーラー
連絡先：〒104-8370 東京都中央区京橋2丁目16-1 03-3561-1372

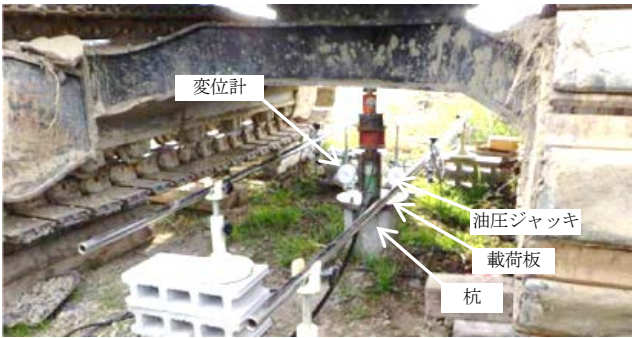


図3 押込み載荷試験

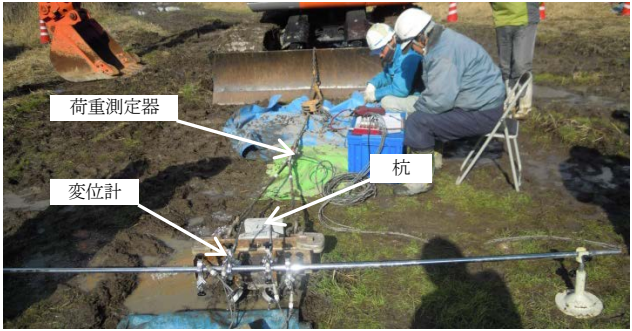


図4 水平載荷試験

2.3 試験による算出値

鉛直（押込み・引抜き）載荷試験については、押込み抵抗および引抜き抵抗が最大となったときの荷重（地盤抵抗）を極限支持力とし、周面摩擦力度を算出する。ただし、先端許容変位量は杭幅（200mm）の10%である20mmとする。

水平載荷試験については、杭の突出長を200mm前後とし、建築基礎構造指針（2001年 日本建築学会）に示す以下の算出式（Broms の算出式）から杭の設計に用いるCu（土の非排水せん断強さ）を逆算する。

$$Q = 9CuB^2 \left[\left\{ 4 \left(\frac{h}{B} \right)^2 + 2 \left(\frac{l}{B} \right)^2 + 4 \left(\frac{h}{B} \right) \left(\frac{l}{B} \right) + 6 \left(\frac{h}{B} \right) + 4.5 \right\}^{\frac{1}{2}} - \left\{ 2 \left(\frac{h}{B} \right) + \left(\frac{l}{B} \right) + 1.5 \right\} \right]$$

ここに、

- Q : 水平抵抗力 (kN)
- B : 杭径 (=0.2m)
- l : 杭の根入れ長 (m)
- Cu : 土の非排水せん断強さ (kN/m²)
- h : 杭の突出長 (m)

3. 試験結果

3.1 押込みおよび引抜き試験結果

押込みおよび引抜き試験結果を表2および図5に示す。

表2 押込みおよび引抜き試験結果

ケース	断面寸法	根入れ長 (mm)	極限支持力 (kN)		周面摩擦力度 (kN/m ²)	
			押込み	引抜き	押込み	引抜き
ケース①	軽量型	1000	10.0	6.0	12.50	7.50
ケース②	軽量型	1800	14.0	10.0	9.72	6.94
ケース③	軽量型	2800	18.0	15.3	8.04	6.83
ケース④	標準型	1800	18.5	10.6	12.85	7.36
ケース⑤	標準型	2800	20.0	16.5	8.93	7.37

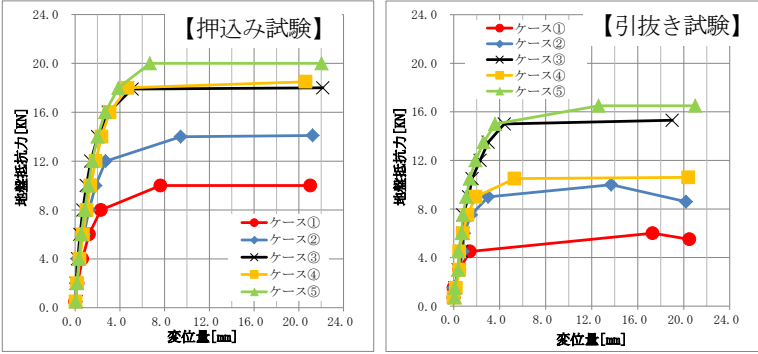


図5 押込みおよび引抜き試験結果

3.2 水平載荷試験結果

水平載荷試験結果を表3に示す。

表3 水平載荷試験結果

ケース	断面寸法	根入れ長 (m)	突出長 (m)	Cu (kN/m ²)	平均値 Cu (kN/m ²)
ケース⑦	標準型	2.78	0.22	13.57	14.7
ケース⑧	標準型	2.76	0.24	11.57	
ケース⑨	標準型	1.78	0.22	18.22	
ケース⑩	標準型	1.77	0.23	15.51	

3.3 まとめ

以上より、H型PCパイルの押込み時の周面摩擦力度の平均値は10.4kN/m²、および引抜き時の周面摩擦力度の平均値は7.2kN/m²となった。標準型と軽量型の周面摩擦力度については特に差異はなかった。

また、H型PCパイルを使用した場合の設計に用いるCuの平均値は14.7kN/m²となり鉛直・水平載荷試験ともに試験値(平均値)を設計値とし、杭基礎の設計を行った。

4. おわりに

現地では約13万本の基礎杭を予定通り打設し、ソーラーパネルを設置後に、アレイ架台に変状がないことを確認している。以上より、H型PCパイルの試験杭による押込み・引抜き・水平載荷試験を行った結果、適切に支持力を評価することができ、基礎杭の合理化を図ることができた。その後、本施工時に妥当性を確認するための載荷試験も実施し、設計値が問題ないことの確認を行った。

本施工をご支援いただいた瀬戸内市、瀬戸内kirei未来創り合同会社及びくにもアセットマネジメント株式会社に心より感謝いたします。