

ソーラーパネル基礎杭の引抜き試験について

太陽光発電 杭基礎 引抜き試験

（株）土木管理総合試験所 ○本多 典久
（株）土木管理総合試験所 黒岩 貴夫

1. はじめに

再生可能エネルギーの固定価格買取制度がはじまったことにより、太陽光発電に注目が集まるようになってきた。これに伴い、小規模な太陽光発電所を個人で設置するような事例も増えている。しかしながら、ソーラーパネル基礎の事前検討は十分になされているとはいえず、設置基準も存在しない。そこで今回、ソーラーパネル基礎杭の引抜き強度確認のための簡易手法を実用化した。この引抜き試験の適用性について研究成果を述べる。

2. 想定荷重

ソーラーパネル基礎に作用する荷重としては、自重と風による荷重が想定される。このうち、風荷重については正面から風を受けた場合の押込み荷重と背面から風を受けた時の引抜き荷重が考えられる。表-1 に 30m/s の風荷重が 4.0×12.0m (4.0×4.0m 3 連結、8 本の杭基礎) 斜角 20° のソーラーパネルに作用した場合の荷重算定結果を示す。この算定結果例から明らかなように、ソーラーパネル基礎においては、押込み荷重よりも引抜き荷重が卓越することになり、仮に杭基礎でソーラーパネル基礎を構築する場合には引抜き状態における耐力の測定が必要になる。

3. 装置の概要

ソーラーパネル基礎として、杭構造を選定した場合の引抜き耐力を測定する方法として、市販の作業用三脚を使用した簡易引抜き試験装置を考案した。試験装置で計測可能な最大荷重を 20 kN とすることにより、試験装置に求められる機能として以下を盛り込んだ。

- 1) 試験が安価に実施できること
- 2) 搬入・搬出、設置・撤去が容易であること
- 3) 既存の設備が使用可能であること

(1) 試験装置

上記を勘案した結果、試験装置として図-1 に示す引抜き試験機を実用化した。この試験装置の特徴として、以下が挙げられる。

- 1) 基本的に地盤の平板載荷試験装置を転用できる
- 2) 試験結果として作用荷重と杭の変位量の関係を求めることができる

(2) 試験方法

杭の引抜き耐力に関しては、杭の周面摩擦力に依存するため、引抜き速度を出来る限り一定に保つことが望ましい。この対処手法として、作用荷重を 1kN ずつ段階的に上げていく試験方法を採用した。この荷重を 1 分間保持し、杭の変位量に大きな変化がなければ次の荷重に移行し、十分な引抜き抵抗が得られずに杭が抜けた場合には試験を終了することとした。

表-1 ソーラーパネルに作用する風荷重算定結果

	押込み荷重	引抜き荷重
風力係数Cw	0.65+0.009 θ	0.71+0.016 θ
	0.83	1.03
風荷重W(N) q・L・B・Cw	25,142	31,200
W/8本 (kN)	3.14	3.90

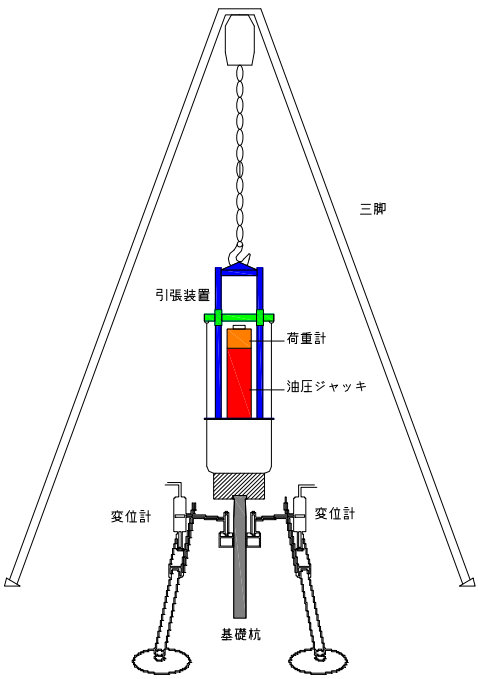


図-1 引抜き試験概要図

(3) 試験結果の適用性

実際の風荷重については、繰返し载荷状態に近いと考えられる。このため、前述した試験方法による極限耐力と繰返し载荷試験方法（50回を上限に繰返し载荷）による極限耐力の比較を実施した。

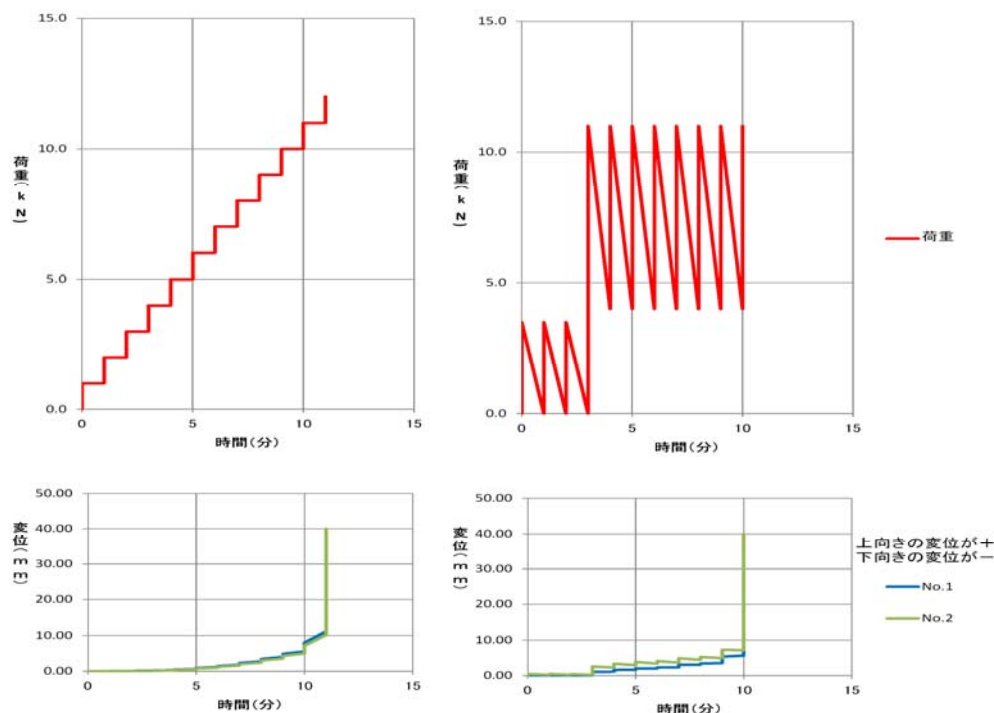


図-2 静的引抜き試験と繰返し荷重試験結果

この結果から、繰返し载荷試験方法による極限耐力（11 kNの8回目载荷で破壊）は、段階载荷試験方法による極限耐力（12 kNで破壊）をわずかに下回る結果となったがその差異は小さく、杭の引抜き耐力の実測値としては問題のない範囲であると判断される。

4. 地盤強度との相関性

実際のソーラーパネル設置地盤において、スウェーデン式サウンディング試験を実施した。ここで得られた換算N値を利用して地盤強度と引抜き耐力の関係を求めた。

$$R_a = U \times \sum (l_i \cdot f_i)$$

R_a : 杭 1 本当り極限耐力 (kN/本)

U : 杭の周長 (m)

l_i : 周面摩擦を考慮する層厚 (= 杭長 L_m)

f_i : 最大周面摩擦力度 (kN/m²)

粘性土 $f_i=10N$ (N 値)

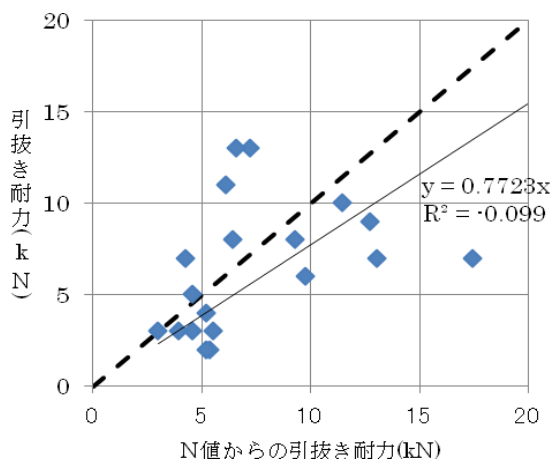


図-3 N 値からの引抜き耐力と引抜き試験結果

結果として、右肩上がりの相関性は認められるが、ばらつきが大きい傾向が確認できた。

5. まとめ

ソーラーパネル基礎杭の引抜き試験については、杭の引抜き耐力確認手段として有効であることが確認できた。今後は、更なるデータ収集により試験の精度を高めていきたいと考える。