

ケーブル式太陽光発電設備の耐風安定性の計測

(株)駒井ハルテック ○正会員 岡田 幸児 (株)駒井ハルテック 正会員 橋 肇
(株)駒井ハルテック 細見 雅生

1. はじめに

再生可能エネルギーのひとつである太陽エネルギーを利用した太陽光発電は、環境に配慮したシステムとして普及が進んでいる。太陽光発電のためのモジュールは各種建築物の屋根部分のほか、専用のフレームの上に展開するなど様々な形で配置される。太陽光のモジュール自体の重量は、タイプにもよるが $12\text{kg}/\text{m}^2$ 程度であり大きな重量ではないがコスト等の関係から架台はシンプルなものが多く、支柱間のスパンは 5m 程度となるケースが多い。本構造では、ケーブルで太陽光パネルを吊り下げることでより大きなスパンを実現することで、支柱間隔に制限がある場合や、高低差のある地形に対して太陽光発電の設置を可能としている。このようなケーブル構造に対し、風速および風向が複雑な挙動となる自然環境下においても問題がないことを確認するため、強風が発生する頻度の高い地域である千葉県富津市の海岸沿いに位置する弊社工場敷地内に本構造を設置し、耐風安定性の評価のため、計測を実施した。

2. 計測概要

2.1 ケーブル式太陽光架台

本構造は、支柱4本に対し、X方向（短手方向）を門型構造とし、Y方向（長手方向）を自碇式ケーブル構造としている。このケーブルに太陽光パネルを等間隔に吊り下げており、ケーブル支間長は 22.4m となっている。支柱の高さは 4.5m であり、ケーブルのサグは 1.65m としている。設計においては、建築基準に基づく他、小規模吊橋指針を参照している。また太陽光パネル取付構造部は耐風性を配慮した扁平な形状とし、耐風索は経済性を考慮し設けていない。図-1に構造モデル図を示す。

2.2 測定方法

本構造物に対する計測は、両側のケーブルに端部から $L/6$ 点に取り付けた小型3軸加速度計を用いて行なった。加速度計の取り付け位置については、複数のモードが算出できるように、事前に行なった振動解析により鉛直方向に卓

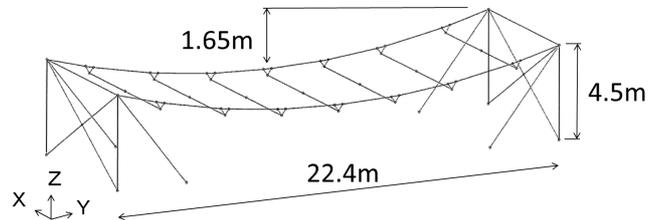


図-1 構造モデル図

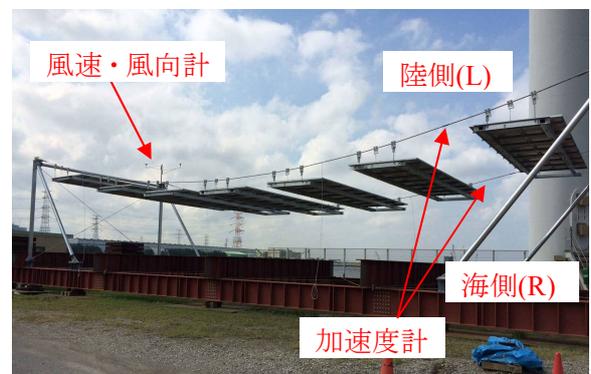


写真-1 構造体および計測機器位置

越した低次のモードの振幅が大きくなる位置としている。計測に当たっては、加振試験により基本的な特性を明らかにするとともに、支柱上部に設置した風向計及び風速計にて風況を確認し、加速度と同期させることとした。なお、加速度の計測については加速度計に 0.2G 以上の値が検出されてから、約 200 秒をサンプリング間隔 50msec で計測することとしている。写真-1に実際の構造体および各種計測位置を示す。

3. 加振試験

本計測では、本構造の基本的特性を明らかにするため、加振試験を行なった。加振は、端部からそれぞれのケーブルの $L/4$ 点に取り付けたロープを一定方向に引くことにより行なった。図-2に計測された加速度波形に対し高速フーリエ変換を行い算出したパワースペクトルを示す。算出されたパワースペクトルにおいて、卓越している周波数は 0.84Hz および 1.70Hz であった。この周波数は、事前に行なった振動解析の結果(表-1)ともほぼ一致しており、解析モデルが妥当であることが確認できた。

キーワード：太陽光発電、耐風安定性、ケーブル構造

連絡先 〒293-0011 千葉県富津市新富 33-10 TEL 0439-87-7470 FAX 0439-87-6453

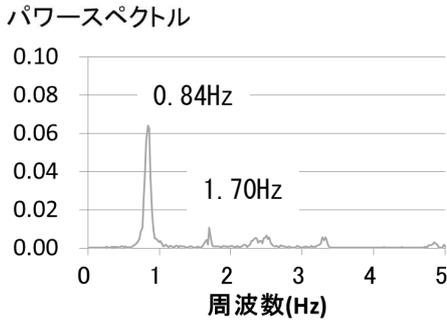


図-2 加速度のパワースペクトル

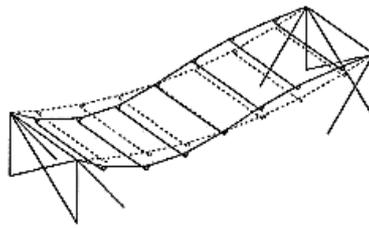


図-3 周波数 0.79Hz の振動形状
逆対称 1 次モード

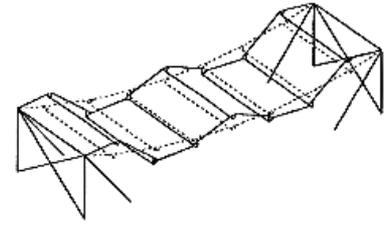


図-4 周波数 1.65Hz の振動形状
対称 2 次モード

表-1 振動解析との比較

モード	周波数(Hz)	
	解析値	計測値
逆対称1次	0.79	0.84
対称1次	1.10	
逆対称2次	1.45	
対称2次	1.65	1.70

図-3,4 にそれぞれの周波数でのモードを示す。

次に図-5 に両側のロープを同時に上下に引いた上下加振により得られた鉛直方向の加速度波形を示す。加速度波形より概ね、10 秒前後で振動が収まっていることが確認できる。この波形より求めた対数減衰率は、 $\delta = 0.18$ であり、十分な減衰性能を持っていることが確認できた。

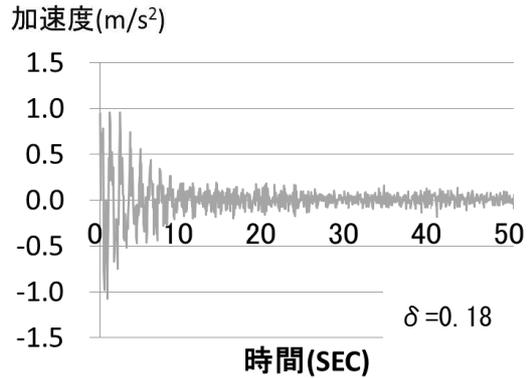


図-5 鉛直方向の加速度波形

4. 自然環境下における計測

図-6 に計測で得られた鉛直方向の振動の RMS (二乗平均平方根) と計測区間内の平均風速の関係を示す。風速が強くなるに従い RMS の値は大きくなっていくが、この挙動の特徴から、風の乱れによる不規則振動 (バフエッティング) であることを示している。

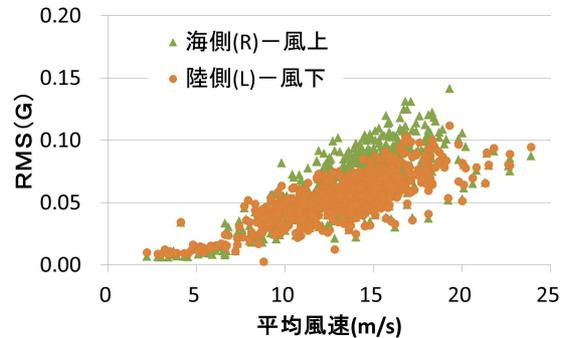


図-6 平均風速と鉛直方向 RMS

また、風速は瞬間最大で 33m/s 程度を記録しているが、予測通りダイバージェンスやフラッターなどの不安定現象発生せず、本構造に特に問題は生じていない。計測によって得られた加速度波形より算出した鉛直方向のパワースペクトルの一例を図-7 に示す。実際の振動は複雑な挙動を示すため、様々な振動の影響があるが、加振試験と同様に 0.8Hz, 1.7Hz 前後の影響が強く出ていることが確認できる。

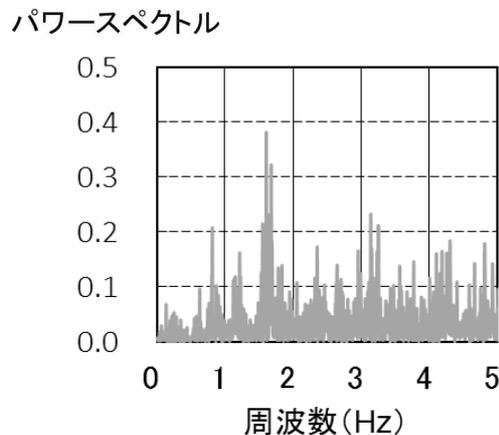


図-7 自然環境下における加速度のパワースペクトル

4. まとめ

本計測により、強風の発生する頻度の高い地域においても、本構造が高い耐風性能を有していることが確認することができた。

【参考文献】

(1)山田均：建設図書，耐風工学アプローチ，1995