

台風シミュレーションによる設計風速及び強風持続時間の評価

その2 強風持続時間の推定

○ 日揮（株） 正会員 チョン チー リョン
 東京大学 正会員 石原 孟
 東京大学 フェロー会員 藤野陽三

1. はじめに

風車に作用する風荷重は風向により大きく変化する。通常風車はヨー制御と呼ばれる機構を用いてローターの方角を風向に対して追従させることにより風荷重を低減させることができるが、暴風時にはしばしば停電が発生するため、ヨー制御が不能となり、風荷重が大きくなることがある。そのため、風車の国際標準である IEC61400¹⁾ではバッテリー等のバックアップ電源を付加することにより、ヨー制御が可能であると定められている。またバックアップ電源の持続時間に関しては新しく改定された IEC 基準では 6 時間と規定されているが、6時間の根拠は明示されておらず、その信頼は十分に検証されていないのが現状である。そこで、本研究では日本における強風の主要因である台風を対象とし、台風シミュレーションにより、強風継続時間を推定する手法を提案し、バックアップ電源が保持すべき持続時間の評価を行った。

2. バックアップ電源持続時間の評価

風車の耐風性能は IEC61400 によって規定されている。表 1 に示すように最も耐風性能の高いクラス I の風車は平均風速の 50 年再現期待値が 50m/s、平均風速の 1 年再現期待値が 40m/s、一方、クラス II の風車は平均風速の 50 年再現期待値が 42.5m/s、平均風速の 1 年再現期待値が 34m/s であると定められている。風車の設計条件として、平均風速の 50 年再現期待値に対してはバックアップ電源を用いてヨー制御を可能にするように設計するか、または全ての風向に対して風車が耐えられるよう設計することが要求されている。また平均風速の 1 年再現期待値に対してはヨー制御機構が故障した際にも耐風性能を持つことが要求されている。したがって、バックアップ電源が必要となる時間は停電が発生してから平均風速の 1 年間再現期待値を下回るまでの時間となり、この時間は風車のクラスによって異なったものとなる。

表 1 IEC 基準による風車の設計風速

	クラス I	クラス II
1 年再現期間平均風速	40m/s	34m/s
50 年再現期間平均風速	50m/s	42.5m/s

図 1 には台風時の 10 分間平均風速の時系列と各クラスの風車の設計風速、停電が想定される風速との関係を示す。実線は風速を示し、台風到来時には台風接近に伴い風速が上昇する。通常、配電設備の設計風速は 40m/s と規定されているため、風速が 40m/s を超えた場合に停電が発生する可能性がある。停電発生時からバックアップ電源の動作が要求され、クラス I 風車の場合には、風速が 40m/s を、クラス II 風車の場合には風速が 34m/s を下回るまでバックアップ電源の動作が持続する必要がある。従って、バックアップ電源持続時間はクラス I 風車の場合は図 1 の実線に示した期間、クラス II 風車の場合は図の鎖線に示した期間となる。また、台風による風速の増減はほぼ対称の形となっていると仮定すれば、図 2 に示した各クラスのバックアップ電源持続時間 T_B を次式により近似的に評価することができる。

$$T_B = \frac{1}{2}(T_{40} + T_{V_1}) \quad (1)$$

ここで、 T_{40} は停電風速 40m/s 以上の風速の継続時間、 T_{V_1} は風速の 1 年再現期待以上の風速の継続時間である。

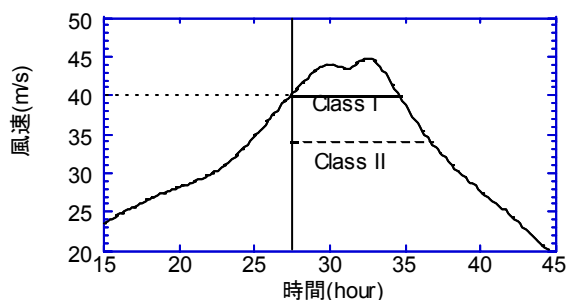


図 1 各クラス別のバックアップ電源持続時間

3. 台風シミュレーションによる強風継続時間の評価

以上に述べた方法でバックアップ電源持続時間を評価するためには、停電風速以上の継続時間と、1 年再現期間平均風速以上の継続時間を評価する必要がある。本研究では台風シミュレーションにより、個々の台風においてこれらの時間を評価し、バックアップ電源持続時間を推定した後、統計処理により各地点において再現期間 50 年のバックアップ電源持続時間を評価した。台風パラメータに関する観測デ

キーワード：台風シミュレーション、強風継続時間、バックアップ電源持続時間、持続時間マップ

連絡先：〒113-8656 東京都文京区弥生 2-11-16 e-mail ishihara@bridge.t.u-tokyo.ac.jp

ータは文献²⁾に示す台風データベースを用い、台風の発生には著者らが開発した台風シミュレーションプログラム MOST²⁾(Monte-Carlo Simulation for Typhoon)を使用した。安定した統計データを得るため、1万年のシミュレーションを行い、各年の最大継続時間を算出した後、(1)式を用い、バックアップ電源持続時間を求めた。

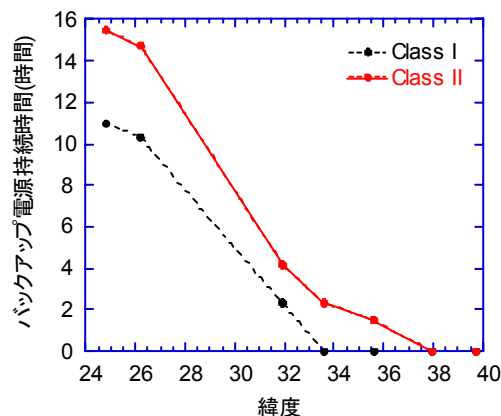


図2 50年再現期間持続時間

本手法により求めた宮古島、那覇、宮崎、福岡、千葉、新潟、秋田の各気象台地点(高さ70m, 粗度区分II)におけるバックアップ電源持続時間の50年再現期待値を緯度別に整理したものを図2に示す。(70m, 粗度区分II)クラスI, クラスII 風車とも、バックアップ電源持続時間は北緯28度以南の沖縄県では10時間程度であるのに対して、北へ行くにつれて急激に減少し、北緯30度以北では数時間となる。

任意地点におけるバックアップ電源持続時間の算出を可能にするため、各クラスの風車に対し、バックアップ電源持続時間マップ(高さ70m, 粗度区分II)を作成した。北緯23度から46度、東経123度から145度の範囲で、1度間隔において台風シミュレーションによりバックアップ電源持続時間を求め、図3と図4に示した。図2に示したように、北へ行くにつれ、持続時間は急激に減少する。沖縄、九州、四国を除けば、バックアップ電源の持続時間は2時間以下である。

以上のことから、バックアップ電源持続時間は場所により大きく異なる。宮古島に風車を建設する際には、設計風速から通常クラスIの風車が採用され、この場合にはバックアップ電源持続時間は12時間となる。これはIECの基準である6時間より長い。一方、千葉県の場合にはクラスIIの風車が建設され、バックアップ電源の持続時間は2時間となり、IECの基準に比較して短いことがわかる。

4. まとめ

本研究では、台風シミュレーションにより風車のヨー制御のためのバックアップ電源の必要時間を算定する手法を提案し、各風車クラスにおけるバックアップ電源持続時間のマ

ップを作成した。本研究により、以下の結論を得た。

- 1) 風車のバックアップ電源が必要となる時間は緯度とともに減少する。
- 2) 沖縄県宮古島においてはバックアップ電源が必要とする時間は12時間であり、IECの基準を大幅に上回る。千葉においてはバックアップ電源が必要となる時間は2時間程度であり、IECの基準よりも短い。

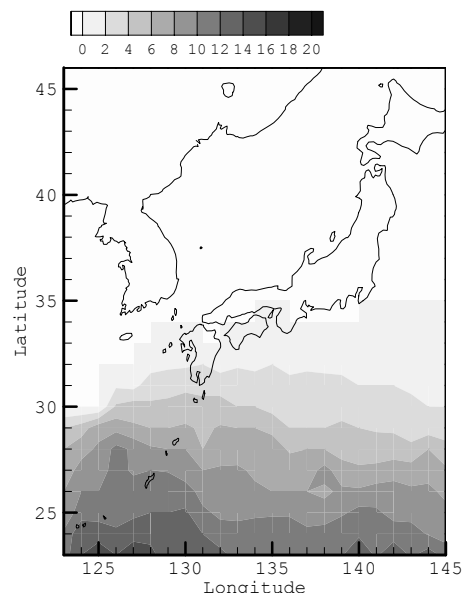


図3 クラスI 風車に対するバックアップ電源持続時間

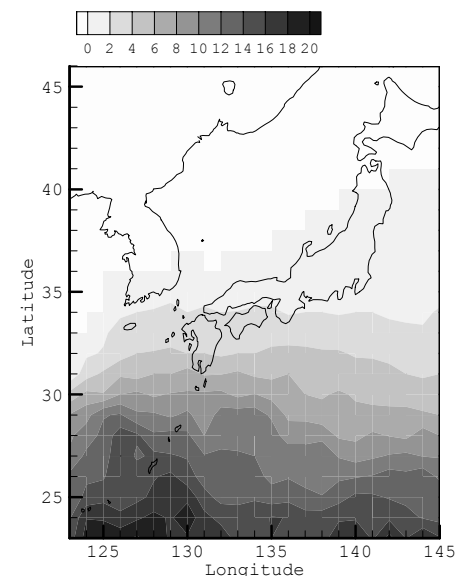


図4 クラスII 風車に対するバックアップ電源持続時間

参考文献

- 1) IEC61400-1, Wind Turbine Design Requirement, International Electric Commission, 2003.
- 2) ホタイホーム, 台風における新しい確率モデルの提案と実測による検証, 東京大学修士論文, 2004.
- 3) Cheong Chee Leong, Evaluation of Surface Wind Speed and Duration of Strong Wind Based on Typhoon Simulation, Master Thesis, The University of Tokyo, 2005.