

# 白馬ウインドファームにおける2019年台風10号通過時の 風況シミュレーションに関する調査

丸山 敬\*

## 1. 研究の目的

2019年台風10号通過時に白馬ウインドファームの風力発電機3号機において、ブレードが塔体に接触する破損事故が発生した。本調査は接触事故の際の3号機周辺の風速変化をシミュレーションで明らかにし、今後、同様の事故を起こさないような運転制御を行うための情報を提供するものである。

## 2. 研究の方法

強風時に、今回と同様な事故を起こさない運転制御を行い、風車ブレードの損壊における風荷重設定の理論的根拠となる見地を得るために、3号機付近における気流性状を数値シミュレーションの結果、および、観測結果から明らかにした。ウインドファーム内での発生が予想される強風条件をシミュレートする方法として、ここでは変動風速場を再現することができるラージエディ・シミュレーションに基づく数値流体計算結果、および、現地観測データを解析し、事故を起こした風力発電機3号機付近の気流性状の推定を行い、乱流やウインドシアを検討した。

## 3. 得られた成果

今回の2019年台風10号と同様な風向の風が吹いた1998年台風7号通過時の強風場を、メソスケールモデルを用いた数値計算により再現し、白馬ウインドファーム周辺の強風場をラージエディ・シミュレーションによって再現した結果を参照すると、風力発電機3号機付近の風速分布は風向東、南東、南、南西において図1に示すように変化し、事故の起こった時刻の風向南東(SE)においては、3号機の風速は他の風向よりも小さく、高さ方向の風速勾配も大きい。

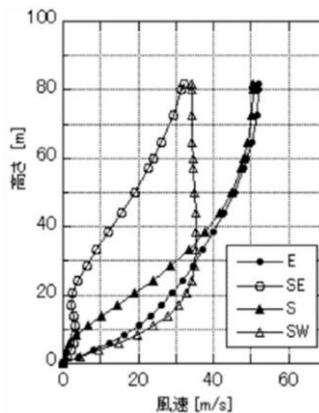


図1 事故が起こった3号機における平均風速の鉛直分布(数値シミュレーションの結果)

風向南東（SE）における風速は風向東（E）や南（S）と比べると、地面付近で風速の低減率が大きく、地面付近の抵抗の影響、風上側の地形の影響が大きいことがわかる。さらに、風向南東付近の風向変化（南東風から東、南東風から南風）による風速変化も大きい。実際の自然風中では風速とともに風向も変化するため、3号機付近では、平均風速は小さいが、風向変化を伴う場合には風速の変動も大きくなると予想され、これは今回の事故時の観測結果と符合している。

次に、2018年4月から2019年10月の観測記録を調べると、3号機における強風（ここでは15m/s以上）は南東から西南西にかけて多く、同様にエネルギーの大きな乱れ（SD:変動風速の分散が大きいもの）や最大瞬間風速も南から西南西で発生していることが分かった。今回事故が発生した時刻における風向135°付近における最大瞬間風速も大きく、35m/sに達した。とくに、風向135°では、平均風速10m/sの時に最大瞬間風速で20m/s以上になり、平均風速があまり大きくなくても瞬時的には、倍以上の風速が発生する。このように3号機付近では、低風速で乱れが大きく、瞬時的には平均風速の倍以上の風が吹く場所であることがわかった。

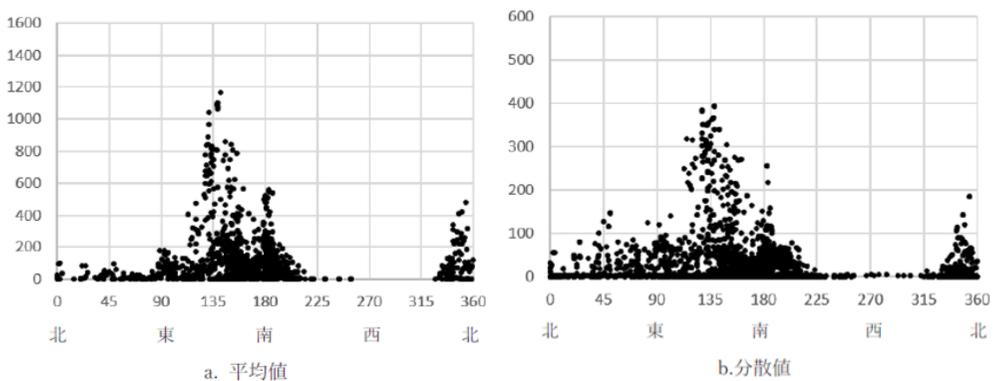


図2 3号機におけるナセルの発電量と風向の関係

ナセルの発電量については、図2にみられるように、3号機における平均発電量および発電量の分散値、ともに、風向135°付近で大きくなる。このことから、風向135°付近では発電に効率の良い風速の発生が多いが、その際の風速変動も大きく、発電量の変化も激しいことがわかった。

以上のように、数値シミュレーション結果、および、風速の観測記録データをもとに、白馬ウインドファーム周辺の気流性状を検討した結果、2019年台風10号通過時の3号機の事故時の強風性状は、平均風速は小さいものの風速変動やウインドシア（空間方向の風速変化）が大きいことが明らかになった。

通常、風力発電は平均風速が大きくなり、発電効率が良い風速ではブレードにかかる抵抗が大きくなるようなブレード角で運転する。このため、風速変動が大きい場合には、平均風速が小さくても瞬時的に大きな風速がブレードに吹き、大きな力がかかって、ブレードのたわみが大きくなり、塔体にブレードが接触する事故が起こる。2019年台風10号通過時に白馬ウインドファーム、風力発電機3号機において発生したブレードの破損事故も上記のようなものであったと考えられる。このように、風車の発電制御として平均風速を基準に発電効率が高くなるようにブレード角の制御を行うと、風速変動が大きい場合には今回のような事故が発生する可能性が高くなることが明らかになった。