

## 地上風向発生頻度を考慮した台風シミュレーションの風速と累積作用時間に関する検討

清水建設 正会員 ○酒井 佑樹

### 1. はじめに

現在の構造物の耐風設計において、供用期間中に構造物に作用する繰返し風荷重が考慮されることは少ない。繰返し風荷重による構造物の疲労損傷評価では、台風等により発生する大きな風圧変動が疲労損傷度に大きな影響を及ぼすが、気象庁の気象観測所で観測された風速データは長くても数十年分程度しかないことに加えて、台風は様々な経路で進行するため、構造物の建設する地域に気象観測所があった場合でも台風時の風速が観測された回数は限られる。そのため、気象観測所で観測された期間よりもはるかに長期間にわたって地上の風向風速と累積作用時間を確率統計的に予測可能な台風シミュレーションが有用である。しかし、台風シミュレーションでは、地上風の風向が台風パラメータの確率分布に従うモンテカルロシミュレーションに基づいて決定されるため、現地観測された風向頻度分布とは必ずしも一致しない。

構造物の供用期間における累積疲労損傷度を考える場合には、構造物の建設地点の設計風速に基づいた風荷重および応力等を用いて累積疲労損傷度を算出し、その地域の風向発生頻度を掛けることで風向を考慮した累積疲労損傷度を求める方法が考えられる。しかしこの方法では、風向ごとに風速と累積作用時間の関係の分布形状が異なる可能性があるにもかかわらず、各風向の風速と累積作用時間の関係の分布形状が、設計風速の定義、すなわち全風向における風速と累積作用時間の関係の分布形状と同一であると仮定していることになる。そこで本研究では、周辺状況が比較的平坦な場所で風観測を実施している地点を対象として、地上風の風向を考慮しない台風シミュレーションと地上風の風向を考慮した台風シミュレーションの結果を比較する。

### 2. 地上風向発生頻度を考慮した台風シミュレーション

#### 2.1 台風シミュレーション

対象地点を東京航空地方気象台(緯度 35.55°, 経度 139.78°)として、台風シミュレーションにより構造物の供用期間 100 年を想定した設計風速と累積作用時間を予測する。シミュレーション年数は 5000 年とする。粗度長は風向によらず地表面粗度区分II相当( $z_0=0.01\text{m}^1$ )とした。また、設計風速の評価高さは現地の風観測高さ( $z=10\text{m}$ )とする。気圧場モデルは Schloemer<sup>2)</sup>の式を用いる。傾度風および地上風の予測には孟・松井ら<sup>3)4)</sup>の提案式を用いる。地上風速は、傾度風速が 20m/s 以上となったものを対象として算出する。

台風シミュレーションに用いる台風の特性パラメータ算出の対象となる気象データは 1961 年から 2019 年のものとする。台風は、1961 年から 2019 年の間に、その中心が対象地点から 500km 以内を通過し、かつその範囲で最低中心気圧が 980hPa 以下となったもの(総数 155 個)を対象とした。これを年平均発生数 2.63 のポアソン分布で近似する。台風の最接近時の中心位置(対象地点からの方位)は、180°~-135°および 45°~180°で最接近する Group1 と、-135°~45°で最接近する Group 2 に分けて検討する。また、台風の特性パラメータを確率分布に当てはめる。中心気圧低下量と最大旋衡風速半径は Group 1, 2 とともに石原らにより提案された MPDF<sup>5)</sup>、移動速さと最接近時の台風中心までの距離は Group 1, 2 とともに多項式分布、台風の最接近時の中心位置は、Group 1 は多項式分布、Group 2 は正規分布で近似した。

本研究では、地上風の風向を考慮しない台風シミュレーション(Case1)と地上風の風向を考慮した台風シミュレーション(Case2)の2種類を実施する。Case2 では、台風シミュレーションで発生させた台風の経路において、地上風が最大値となるときの風向頻度と現地観測された風向頻度の差を小さくなる場合にはその台風が発生させる風速風向の時刻歴を結果とし、地上風が最大値となるときの風向頻度が現地観測の風向頻度から離れる方向である場合には台風パラメータの確率分布に従う乱数を再発生させた。

キーワード 台風シミュレーション, 疲労損傷評価

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設 tel.03-3820-8672

## 2. 2 風速の再現期待値

図1に全風向分の風速の再現期待値を示す。図1の図中には高さ補正を施した東京航空地方気象台の観測値(1994年～2019年)<sup>6)</sup>も参考として示す。Case1およびCase2において10分間隔で算出した地上風速の標準偏差 $\sigma$ は、安井ら<sup>5)</sup>の検討結果に基づいて $\sigma=0.1 \times$ 地上風速とすることで10分間平均風速に換算した。その結果、年最大風速の100年再現期待値はCase1で33.2m/s, Case2で31.4m/sとなった。

## 2. 3 台風時の風向頻度の比較

図2に台風時の最大風速発生時の東京航空地方気象台の観測値(1994年～2019年)<sup>6)</sup>, Case1およびCase2の各台風の最大風速発生時の風向頻度分布を示す。観測値は、台風中心が対象地点から500km以内を通過し、かつその範囲で最低中心気圧が980hPa以下となったもの(Group1側22個, Group2側55個)を対象とした。東京航空地方気象台の周辺の障害物は少ないが台風時の風向がGroup1側で南, Group2側で北および南で頻度が高い。Case1では各方位で概ね様な風向頻度となり、観測値とは分布が大きく異なる。しかし、Case2では過大または過小評価している風向はあるものの、観測値と比較して傾向は類似している。

## 2. 4 風速と累積作用時間の比較

図3に100年間における台風時の風速と累積作用時間の関係の分布を示す。全風向ではCase1とCase2は同等の分布となった。しかし、北風のみでは、各風速でCase2の方が累積作用時間は長くなった。また、Case1とCase2で分布形状が異なることも確認された。

## 3. まとめ

観測値と地上風の風向を考慮の有無別で実施した台風シミュレーション結果を比較した。その結果、風速の再現期待値に若干の影響を及ぼす可能性と、台風時の風速と累積作用時間の関係およびその分布形状に差異を生じさせる影響があることを確認した。今後は、台風パラメータ間の相関を考慮してより詳細に検討したい。

## 参考文献

- 1) 天野貴文, 明田修, 鈴木威: GISを用いた台風シミュレーション・システムによる風向別風速の再現期待値の推定, 土木情報利用技術論文集, Vol.15, pp.155-166, (2006)
- 2) Schloemer, R. W.: Analysis and synthesis of hurricane wind patterns over Lake Okeechobee, Florida, Hydrometeorological Report, No.31, (1954)
- 3) Meng, Y., Matsui, M. and Hibi, K.: An analytical model for simulation of the wind field in a typhoon boundary layer, J. of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 56, pp.291-300, (1995)
- 4) 孟岩, 松井正宏, 日比一喜: 台風に伴う強風場を求めるための解析モデルの提案, 日本風工学会誌, 57号, (1993)
- 5) 石原孟, 山口敦: モンテカルロシミュレーションとMCP法を用いた混合気候における極値風速の予測, 日本風工学会論文集, 第37巻, 第4号, pp.105-116, (2012)
- 6) 気象庁ホームページ(過去の気象データ検索), <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>

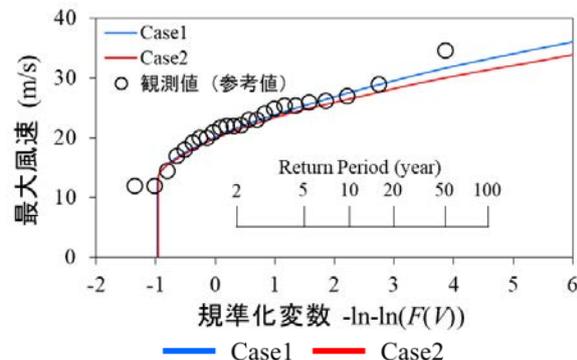


図1 風速の再現期待値(年最大風速, 地上10m)

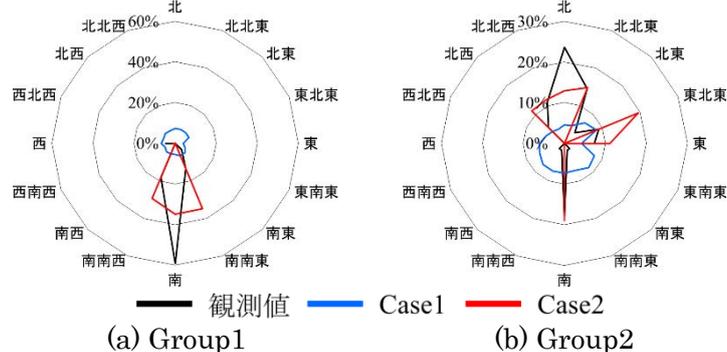


図2 風向頻度分布

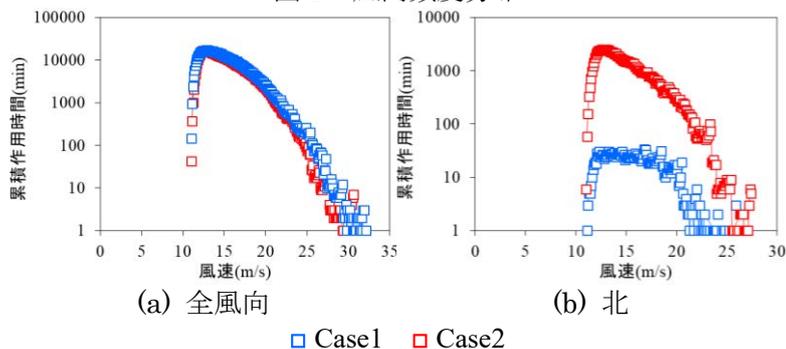


図3 風速と累積作用時間