

正会員 ○ 松井 正宏
同 孟 岩
同 日比 一喜

台風シミュレーションを用いた年最大風速の予測

Typhoon Simulation Method, Annual Maximum Wind Speed

1 はじめに 観測期間をはるかに越える長い再現期間の設計風速の設定や、構造部材の疲労損傷評価に必要な風速と累積作用時間の関係、さらには設計風速の風向特性を調べる目的で台風モデルを用いたモンテカルロシミュレーション手法が用いられている。孟他 [1]、松井他 [2] は、地上風の予測には観測点近傍の小地形、およびその周辺の比較的大きな地形の影響が無視し得ないことを示し、これらの影響を取り込む経験的手法を示した。本報告では、台風シミュレーションを用いた年最大風速の予測手法の有効性を示す。

2 対象地点 本研究では、千葉气象台を対象とした(図-1,2)。千葉气象台は、東京湾に面しており、風向により東京湾側と市街地側で地表面の影響が異なることが予想される。千葉气象台の観測記録 [4] は 1966 年～1993 年の 28 年間を利用した。

3 台風時の風速の観測記録と予測値の比較 千葉气象台の位置を中心として半径 500km 以内を通過した台風の経路を図-1 に示す。中心気圧低下量 D_P と最大旋行風速半径 R_M は Schloemer の式を用いて同定した。同定された気圧場から地表風を計算し観測記録と比較する。

表-1 に風向別粗度長 $z_0(\theta)$ を示す。これらの値は地表面の状況から類推したもので一般的に用いられる値となっている。この風向別粗度長を用い孟他 [3] のモデルで計算した風速比を図-3 に示す。風速比は 1 に近い値となっている。このことから、千葉气象台の風速の観測記録は風向別粗度長を考慮する事によって説明することができる。

図-4 に図-3 の風速比(フーリエ級数平滑値)を用いた推定値と観測記録との対応を示す。ここで傾度風速が 20m/s 以上のもののみ示した。観測値は予測値のまわりにばらついている(図-4)。また、後述するが、予測値からのばらつきはバイアスゼロの正規分布で表され、その標準偏差は 2.56m/s である(図-5)。

4 年最大風速のモンテカルロシミュレーション 年最大風速の確率分布を求めるために上記の風速の予測手法を用い、モンテカルロシミュレーションを実施した。

気圧場のモデルを表-2 に示す。気圧場は太平洋沖を北東へ移動する台風と比べ本州を横断し日本海へ抜ける台風が少ないことを考慮して、観測値点に対する最接近時の中心方位でグループ化した。

図 6 にモンテカルロシミュレーションの結果を点線で示す。同図中には観測記録を併記した。計算結果は観測記録と比較すると系統的に小さくなっていることがわかる。ただし図中、観測記録には台風以外の成因による強風も含ま

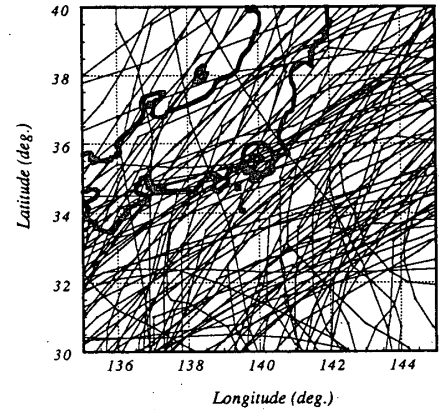


図-1 対象地点半径500km以内を通過した台風経路

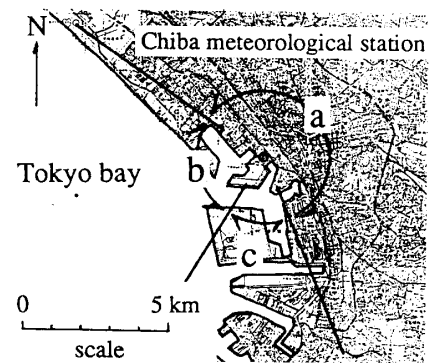


図-2 千葉气象台の位置と周辺状況

表-1 風向別粗度長

粗度区分	A	B	C
粗度長	3m	0.01m	0.1m

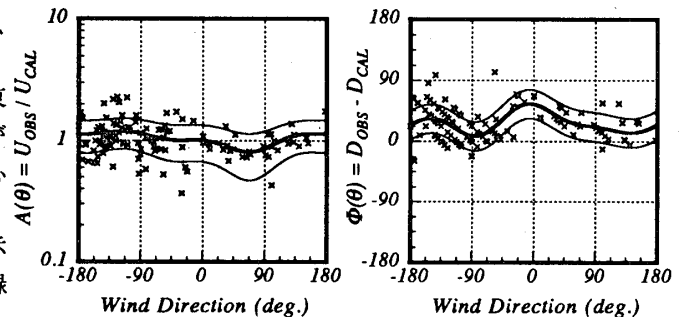


図-3 風向ベクトルの比(風速比、風向偏差)
(a) 風速比(観測値/計算値) (b) 風向偏差(観測風向-計算風向)

Evaluation of Annual Maximum Wind Speed by Typhoon Simulation Method

Masahiro MATSUI et al.

れていることに注意されたい。

ここでの予測値が系統的に小さくなっている理由について以下のように考える。

台風シミュレーションを行う際には、気圧場は滑らかな関数曲線で与えられている。この関数から計算される風速の予測値には観測記録にみられる小さな変動は含まれていない。これは、実際の気圧場は、全体的には提案された関数に適合するがスケールの小さな変動が含まれていることによるものである。その様子を概念的に図7の様に表示することができる。

台風の気圧場の水平スケールは最大旋行風速半径、あるいは気圧観測を行っている気象台の間隔のオーダー ($10^5 m$) である。一方、10分間平均風速の代表スケールは傾度風速に平均化時間に乗じたオーダー ($10^4 m$) である。図4にみられた観測値のばらつきはこのスケールの違いによるものである。

現在耐風設計に用いられている設計風速は10分間平均風速の年最大値を基にしている。台風シミュレーションによってこの値を推定しようとする場合にはここで述べたスケールの小さな変動を考慮する必要がある。

今、10分間平均風速の観測値と気圧場から求められた風速の差が正規分布に従い、二つのスケールの比が既知ならば、気圧場から求められた風速を10分間平均風速に対応させることができる。

図8はその1例を示す。ただし $N = 10$ とした。もとの正規分布 (標準偏差 σ_v) から求めた極値分布のピーク値は平均値 $+1.4\sigma_v$ となり、標準偏差は $0.59\sigma_v$ になっている。つまり、計算で予測された値に対し極大値の理論を用いて10分間風速の確率分布に対応させることができる。

この極値分布をモンテカルロシミュレーションに取り入れて年最大風速の確率分布をあらためて計算した。図6中に実線で計算結果を示した。年最大風速の分布は観測記録のばらつきを考慮しないものと比べ、約 $4m/s$ 大きく、もとの正規分布と極値分布の平均値の差が顕著に現れている。最終的に再現期間の長い領域で観測記録とよく対応する結果が得られた。

5 まとめ 千葉気象台を対象に台風時の強風を予測する手法を適用した結果、以下のことが確認された。

- 風向によって地表面状態が大きく変化する場合に従来用いられている粗度長を風向別に用いて観測記録を説明可能である。
- 観測記録に含まれている風速の変動の空間スケール: dp/dx を考慮することにより、10分間平均年最大風速を精度よく求めることが可能となった。

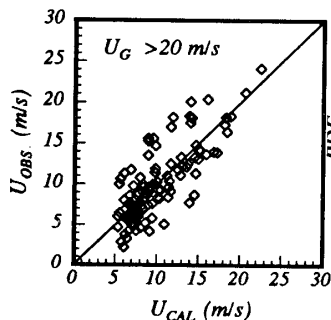


図4 観測風速値と計算風速値の比較

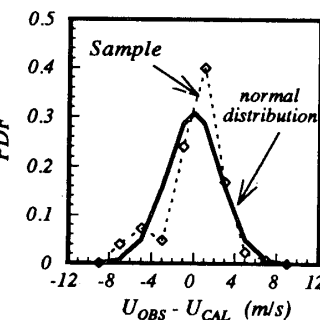


図5 計算風速を基準にした観測風速の変動

表-2 気圧場のモデル

Group 1	Group 2
$\theta_{min} : -180^\circ \sim -135^\circ, 67.5^\circ \sim 180^\circ$	$\theta_{min} : -135^\circ \sim 67.5^\circ$
$DP : 46.6e^{0.280N(0,1)}$	$DP : 50.8e^{0.334N(0,1)}$
$RM : 134.0e^{0.750N(0,1)}$	$RM : 109.0e^{0.771N(0,1)}$
$C : 15.0e^{0.436N(0,1)}$	$C : 11.1e^{0.596N(0,1)}$
$\lambda_{oc} : 0.907$	$\lambda_{oc} : 1.535$

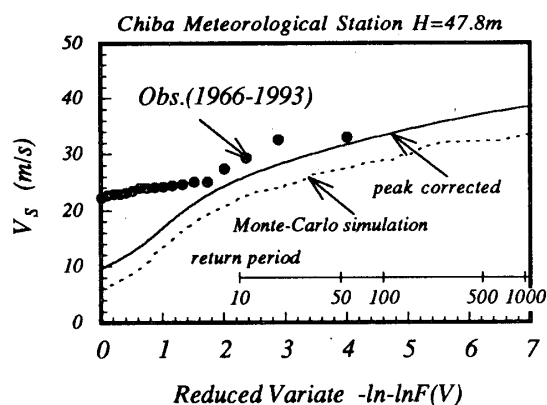


図6 観測記録の変動を考慮した年最大風速の確率分布 (変動考慮の有無、観測記録の経験的非超過確率のプロット)

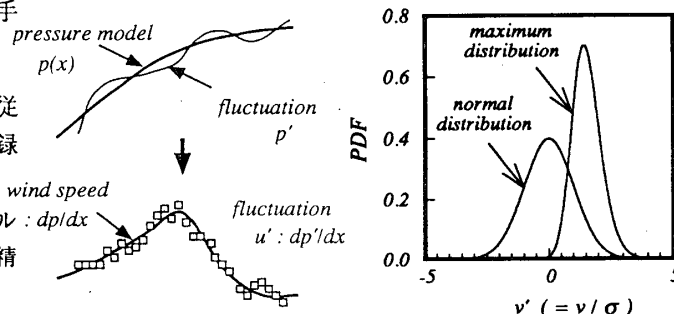


図7 気圧場の変動と風速の変動の関係 図8 モデル化された極値分布

[1] 孟他、日本風工学会誌、57号、1993 [2] 松井他、JCOS-

SAR'95 論文集、1995 [3] 孟他、日本風工学会誌、66号、1996 (計算風速に対する観測風速のばらつき)