

多項式変換法による年最大風速の予測評価-台風時および非台風時の統計的影響について-

正会員 ○和田 貴行*
同 神田 順**
同 Yuan-Lung Lo***

年最大風速 極値統計 多項式変換法
台風 極値分布 モーメント法

1. はじめに

近年、環境の側面から建築物が長期にわたり利用されはじめ、建築物の使用期間の安全を確保した設計をするためにも、これまで以上に、稀に起こりうる強風や大型の台風などに考慮した設計が必要であると考えられる。現在の耐風設計で用いられている設計風速は、過去数十年の気象台記録の年最大風速データを極値分布にあてはめ求められることが多い。その統計的扱いの中で、母分布の4次モーメントを用いるが、極値分布の推定するのに有効であると提案されている¹⁾。しかし、そのシミュレーション精度の課題として、観測データの基本統計量(平均 μ 、標準偏差 σ 、歪度 γ_1 、尖度 γ_2)の中で特に、その分布形の歪度と尖度の値が大きい時の評価には改善の余地があると指摘されており²⁾、本研究では、観測データの基本統計量(歪度、尖度)に影響を与えると考えられる観測される強風をもたらす台風時の風速の統計的影響を検討する。

2. 観測データおよび基本統計量

シミュレーションに用いる10分間平均風速データは気象庁による全国155地点、1961年から2002年の42年間に3時間毎に観測されたデータを用いる。また、台風データとして、デジタル台風データベースを利用し、各年毎の観測地点半径150km内に接近または通過する台風が発生時刻～消滅時刻までの期間を台風時とし、10分間平均風速データから該当する風速を用いる。観測風速の基本統計量(平均 μ 、標準偏差 σ 、歪度 γ_1 、尖度 γ_2)の相関関係は表1のようになり、尖度と歪度の間には高い相関関係がみられる。

表 1. 155 地点の基本統計量の平均と標準偏差の相関

| | $\mu-\sigma$ | $\mu-\gamma_1$ | $\mu-\gamma_2$ | $\sigma-\gamma_1$ | $\sigma-\gamma_2$ | $\gamma_1-\gamma_2$ |
|------|--------------|----------------|----------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| 平均 | 0.59 | -0.09 | -0.06 | 0.17 | 0.08 | 0.91 |
| 標準偏差 | 0.33 | 0.30 | 0.26 | 0.32 | 0.03 | 0.05 |

3. シミュレーション方法

年最大風速の予測シミュレーションは、Choi and Kanda(2003)¹⁾で紹介されている多項式変換法に従いLo and Kanda(2010)²⁾での検討を加え、図1のプロセスで行う。このとき、全風速データおよび、季節風と台風それぞれのシミュレーションを行う。シミュレーションプロセスでは、まず、 μ 、 σ 、 γ_1 、 γ_2 から4モーメントパラメータを再現期間100年に対応させるために100組つくる。

$$\mu_i = E(\mu) + R_{1,i} \sigma(\mu) \quad ①$$

$$\sigma_i = E(\sigma) + R_{1,i} \sigma(\sigma) \quad ②$$

$$\gamma_{1i} = E(\gamma_1) + R_{1,i} \sigma(\gamma_1) \quad ③$$

$$\gamma_{2i} = E(\gamma_2) + R_{1,i} \sigma(\gamma_2) \quad ④$$

$R_{1 \sim 4,i}$: 正規分布からなるランダム関数

これら①から④を多項式変換法に代入してそこから求める Y をグンベル確率紙に降順に並び替えてプロットする。11回繰り返してその中央値をシミュレーション結果とする。

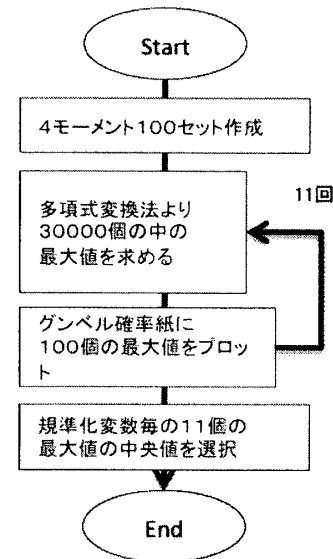


図 1. シミュレーションプロセス

4. 台風時および平常時の基本統計量およびシミュレーション結果の比較

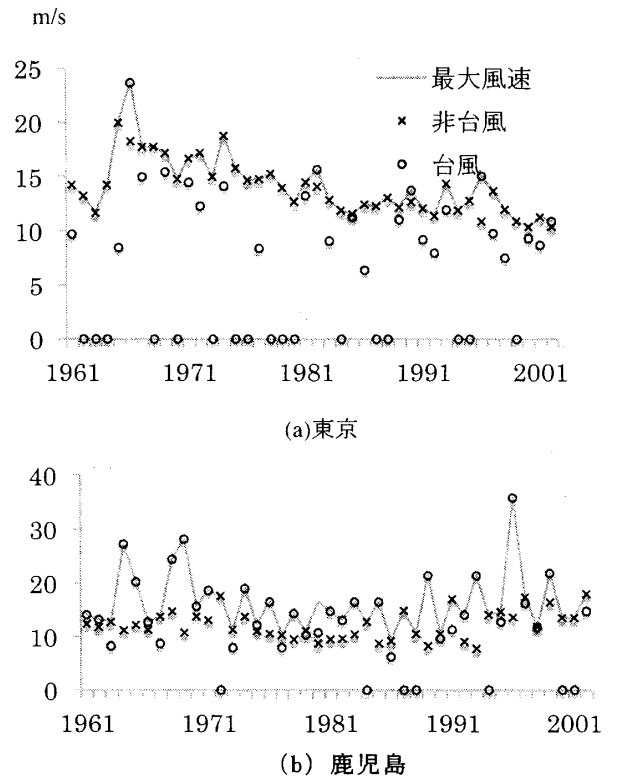


図 2.年最大風速の変化および台風起因の年最大風速

表 2.東京と鹿児島の基本統計量

| 東京 | $E(\mu)$ | $E(\sigma)$ | $E(\gamma_1)$ | $E(\gamma_2)$ | $\sigma(\mu)$ | $\sigma(\sigma)$ | $\sigma(\gamma_1)$ | $\sigma(\gamma_2)$ |
|-----|----------|-------------|---------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|--------------------|
| all | 3.39 | 1.88 | 1.15 | 2.14 | 0.26 | 0.24 | 0.22 | 1.04 |
| 非台風 | 3.39 | 1.87 | 1.14 | 2.04 | 0.26 | 0.24 | 0.22 | 1.01 |
| 台風 | 3.84 | 2.21 | 1.29 | 2.48 | 0.78 | 0.68 | 0.63 | 2.79 |
| 鹿児島 | $E(\mu)$ | $E(\sigma)$ | $E(\gamma_1)$ | $E(\gamma_2)$ | $\sigma(\mu)$ | $\sigma(\sigma)$ | $\sigma(\gamma_1)$ | $\sigma(\gamma_2)$ |
| all | 2.93 | 1.71 | 1.35 | 4.73 | 0.33 | 0.18 | 0.45 | 5.75 |
| 非台風 | 2.89 | 1.64 | 1.06 | 1.82 | 0.32 | 0.16 | 0.19 | 1.32 |
| 台風 | 4.41 | 2.91 | 1.51 | 4.34 | 0.78 | 1.01 | 1.03 | 5.80 |

表 2 より、台風接近通過時の風速とその他の季節変化による風とに分けた結果、強風が多く観測される台風時の $E(\mu)$ および $E(\gamma_1), E(\gamma_2)$ が高くなった。図 2 では、東京の場合では年最大風速を決める要素として台風だけではないのに対し、鹿児島は台風が年最大風速を決める要素となっている。0 の年は台風が接近しなかった年である。

*東京大学大学院新領域創成科学研究科 大学院生
 **東京大学大学院新領域創成科学研究科 教授 Ph.D
 ***東京大学大学院新領域創成科学研究科 大学院生

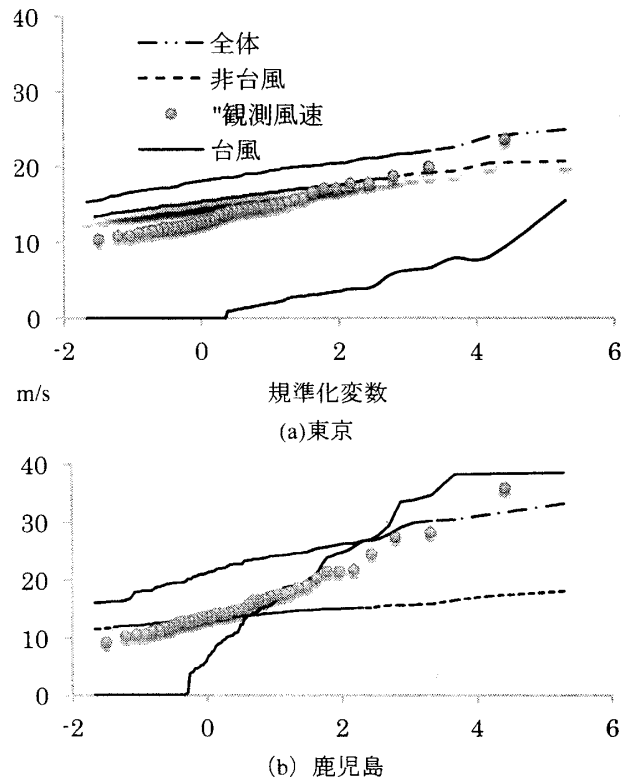


図 3.シミュレーション結果と観測風速

シミュレーションは 3 種類行った。高次モーメントの影響の低い東京では全体または非台風でのシミュレーション結果と一致したのに対し、台風が頻繁に接近する鹿児島は、全体でのシミュレーションより台風および非台風の組み合わせた結果に観測データをとらえることが確認された。

5. 結論

母分布の 4 次モーメントを用いた年最大風速モデルの評価にあたり、台風時の風速を取り出し非台風の場合とそれぞれにシミュレーションを行うことで改善されることを確認した。さらに、シミュレーションに活かすには、今後も更なる検討が必要である。

参考文献

1)Choi,H. and Kanda, J.(2003),Translation method:a historical review and its application to simulation of non-Gaussian stationary process,Wind and Structures,6(5),pp357-386
 2)Yuan-Lung Lo and Kanda, J. (2010),Annual Maximum Wind Simulation Based on Moment Parameters of Parent Distributions, 学術講演梗概集,2010,

*Graduate Student, The University of Tokyo
 **Professor, The University of Tokyo
 ***Graduate Student, The University of Tokyo