

東京大学 大学院 学 酒井利夫
 東京大学 工学部 正 伊藤 学
 筑波大学 構造工学系 正 藤野陽三

1. はじめに

耐風設計においては、設計基本風速を設定することが基礎となる。この設計基本風速は、基本的には年最大風速の確率分布において所定の再現期間に対応する値が選ばれる。年最大風速のような値は極値と呼ばれ、これは理論的に導かれる三種類の極値分布のいずれかに漸近的に従うとされている。日本においては、斉藤の研究以後、年最大風速分布として極値Ⅰ型分布が広く用いられている。世界的に見てもⅠ型分布が比較的好まれて用いられているようであるが、米国ではThomson研究以後極値Ⅱ型分布が用いられている。しかし日本では現在までのところ他の極値分布(特にⅡ型分布)との適合性の比較はほとんど行われていない。

そこで本報告では日本の年最大風速記録を用いてこの二つの分布の適合性を比較検討する。さらに今まで年最大風速分布としては用いられた例のない極値Ⅱ型分布についてもその適合性を他の二つの分布のそれと比較する。このⅡ型分布は、確率変数に上限値がある場合の分布である。実際、風速値には上限値が存在し、この意味でⅡ型分布を考えることは妥当であろう。ここで用いるデータは、日本国内136地点において1922年から1977年までに観測された10分間平均風速の年最大値であり、均質化操作が施されている。

2. 極値分布の適合性の比較

2-1. 分布形のあてはめと適合度の比較方法

各極値分布のあてはめは、次のような方法による。各地点において大きい順に並び換えた年最大風速値(v_i)に、Hazenの方法による超過確率(P_i)を対応させた上で、最小二乗法による各極値分布のパラメータを求める。Ⅱ型分布のパラメータの一つである上限値には、物理的に可能最大風速値として150%を採用する。実測データに極値分布をあてはめた例として、福岡の例を示す。(図-1) 適合度の定義及びその比較方法は次のようにする。極値Ⅰ型分布(Ⅰ=Ⅰ,Ⅱ,Ⅲ)をあてはめた場合の適合度(E_l)を

$$E_l = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (v_i - v_{li})^2 / v_{li}^2}, \quad l = \text{I, II, III} \quad (1)$$

と定義する。ただし N はその地点でのデータ個数を示し、 v_{li} は超過確率が P_i の l 型分布による推定風速値を示す。この E_l の大小を表-1のような基準のもとで比較し、最もよく適合する分布形を判定する。

2-2. Ⅰ型分布とⅡ型分布の適合度の比較

日本の各地点における年最大風速記録にⅠ型分布及びⅡ型分布をあてはめ、適合度の比較判定をした結果を図-2に示す。これによるとTYPE 1と判定された地点は過半数を占めるものの、TYPE 2と判定された地点もかなり存在する。しかし、我々が入手できるデータ個数は一地点について高々49個であるために図-2の数字をそのまま受け入れるわけにはいかない。というのは、たとえば本来Ⅰ型分布に従う集団であっても、サンプル数が少ないために他の分布の適合度が高いと判定される

図-1. 極値分布のあてはめ

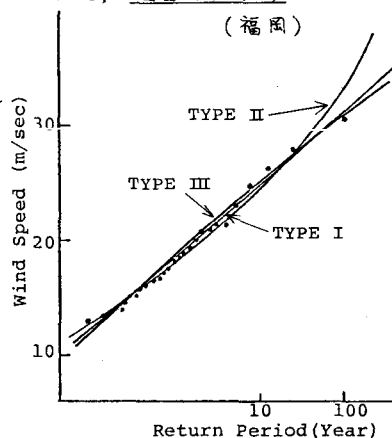


表-1. 比較判定基準

M = min[E ₁ , E ₂ , E ₃]	
CRITERIA	JUDGMENT
If M ≥ 0.05	TYPE 0
	(poor fitness)
Otherwise (M < 0.05)	
If M = E ₁	TYPE 1
If M = E ₂	TYPE 2
If M = E ₃	TYPE 3

ことがありうるからである。このように誤って判定される程度を調べるために、I型分布に従ったデータ及びII型分布に従ったデータを作り、それぞれに対して両分布の適合性の比較判定を試みた。(モンテカルロ法) その結果を図3-a, 図3-bに示す。もし仮に日本の各地のデータがI型分布かあるいはII型分布のどちらか一方に従っているとすれば、その適合度の比較判定パターンはこの図3-aか3-bのどちらかと同じはずである。しかし、実測データの判定パターン(図2)はこれとは異なっている。このことから、日本ではどちらか一方の分布形にのみ従っているとは言えないと考えられる。TYPE 0と判定された14%の地点を除き、残りの地点をI型分布に従う地点とII型分布に従う地点に分けられると仮定すると、先の実測データの判定結果は、モンテカルロ法の結果を用いた簡単な計算により修正され、それぞれの分布に従う地点の比率は67%及び19%であると推定できる。

2-3. I型分布及びII型分布、III型分布の適合度の比較

さらにII型分布の適合度も比較すると、実測データの結果は図4に示すようにIII型分布に合う地点が多いことがわかる。ところでTYPE 2と判定された地点は、前項(2-2)でTYPE 2と判定された地点にほとんど一致する。前項でTYPE 1と判定された大半の地点がTYPE 3と判定されたことになる。これに関連してモンテカルロ法により次の二点がわかった。その一は、I型分布とII型分布はこの適合度の比較判定において明確には区別できないこと。その二は、あるデータがTYPE 2と判定されたとする、それはほぼII型分布に従っていると見てよいということである。実際に、図1からわかるようにI型分布とIII型分布はかなりよく似た分布であるが、II型分布はこれとは異なる分布である。なほ、適合度が高いと判定された分布形の地域性は、はっきりとはつかめなかった。(図5) しかし、I型分布あるいはII型分布に合う地点は全国的に散在しているが、II型分布に合う地点は関東以西に多いと言えることはできる。

3. まとめ

日本では、年最大風速はほぼI型分布かあるいはIII型分布に従うと見てよいことがわかった。I型分布とIII型分布は実質的には同じであり、どちらを用いても実用上問題はなからう。気象学的に見て風速値には上限値があるが、自然現象をより忠実にモデル化しようとする場合には、この上限値を明確に式の中に取り入れているII型分布を採用することも考えられよう。

しかし、少ないながらもII型分布に従う地点が存在することがわかった。一般に、100年以上の再現期間ではII型分布による推定風速値はI型分布による値の1.1倍から1.4倍の値となり、現在のところ、これらの地点では危険側の設計風速を用いていることになる。本報告では、II型分布となる要因やその地域性はわからなかった。今後、これらについてさらに研究する必要がある。

(参考文献 略)

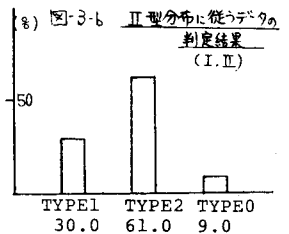
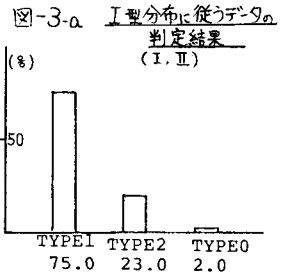
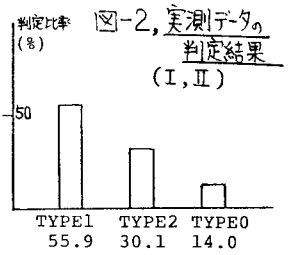


図-4. 実測データの判定結果 (I, II, III)

