

## 日本各地における自然風の地域特性

京都大学工学部 正 員 白石 成人 京都大学工学部 正 員 松本 勝  
 京都大学工学部 正 員 白土 博通 愛 知 県 正 員 〇安田 清純

## 1. まえがき

斜張橋の断面や高層煙突、高層塔状構造物に生じやすい渦励振や、送電線等に生ずる Wake galloping や Buffeting 振動は、構造物を直接的に破壊に至らしめることはないが、構造物の疲労や部材のクラック、また使用性や機能性において問題となり、近年これらの研究が多く行われてきている。これらの振動は、設計風速以下の比較的低温速域において生じやすく、また風向や風の傾斜角に敏感なことが多いことから、これらの低温速域での日本の自然風の諸特性を知ることは、有用であると考えられる。本研究では、全国159地点の気象官署で1964年から1978年までに観測された風向、風速記録をもとに、各地点の風速生起確率分布を Weibull 分布によつて近似できるとし、そのパラメータを決定し、風向別の風速生起確率分布を求め、その地域特性について若干の考察を加えた。

## 2. 風速の生起確率分布の Weibull 分布による近似

解析に用いたデータは、全国159地点の気象官署において、毎日3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24時の毎正時直前10分間に観測された平均風速および平均風向であり、前述のように1964年から1978年までの15年分である。

風速の生起確率分布を近似する方法として、最近では Weibull 分布を採用することが多いようである。風速の生起確率分布を Weibull 分布とすると、確率密度関数は、次式のように表わされる。

$$f(u) = \frac{k}{c} \left(\frac{u}{c}\right)^{k-1} \exp\left\{-\left(\frac{u}{c}\right)^k\right\} \quad (1)$$

ここで、 $u$  は風速であり、 $k$  は形状パラメータ、 $c$  は尺度パラメータと呼ばれるパラメータである。この2組のパラメータ  $c$ ,  $k$  を決定する方法には、いろいろの方法があるが、本研究では簡単な方法として、観測値の平均値と分散値から  $c$ ,  $k$  を決定する方法を試みた。すなわち、式(1)における  $u$  の平均値を  $m$ 、分散を  $\sigma^2$  とすれば、ガンマ関数を導入することによつて以下のように表わすことができる。

$$\text{平均値 } m = \int_0^{\infty} u f(u) du = c \Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \quad (2)$$

$$\text{分散値 } \sigma^2 = \int_0^{\infty} (u-m)^2 f(u) du = c^2 \left[ \Gamma\left(1 + \frac{2}{k}\right) - \left\{ \Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \right\}^2 \right] \quad (3)$$

| No. 772 OSAKA  |               |                 |                   |      |
|----------------|---------------|-----------------|-------------------|------|
| Wind Direction | Wind Velocity |                 | WEIBULL Parameter |      |
|                | m<br>m/s      | $\sigma$<br>m/s | c<br>m/s          | k    |
| NNE            | 3.04          | 1.56            | 3.44              | 2.05 |
| NE             | 3.14          | 1.67            | 3.54              | 1.96 |
| ENE            | 3.17          | 2.35            | 3.48              | 1.37 |
| E              | 2.56          | 2.14            | 2.72              | 1.20 |
| ESE            | 2.25          | 2.01            | 2.35              | 1.12 |
| SE             | 1.51          | 1.16            | 1.63              | 1.31 |
| SSE            | 1.57          | 1.12            | 1.73              | 1.42 |
| S              | 1.81          | 1.56            | 1.90              | 1.16 |
| SSW            | 3.36          | 2.73            | 3.61              | 1.24 |
| SW             | 4.10          | 2.11            | 4.62              | 2.03 |
| WSW            | 4.66          | 2.16            | 5.26              | 2.29 |
| W              | 4.64          | 2.44            | 5.24              | 1.99 |
| WNW            | 3.59          | 2.19            | 4.02              | 1.68 |
| NW             | 3.33          | 1.90            | 3.75              | 1.82 |
| NNW            | 3.69          | 2.09            | 4.16              | 1.83 |
| N              | 3.03          | 1.85            | 3.40              | 1.69 |
| Total          | 3.32          | 2.19            | 3.69              | 1.55 |

Table 1

ここで、観測値より得られる平均値 $\bar{m}$ 、分散 $\sigma^2$ と式(2),(3)の $m$ 、 $\sigma^2$ が比較的等しくなるように $C$ 、 $k$ の値を変化させてやることにより、求める $C$ 、 $k$ の値を定めた。大阪の風向別と風向を考慮しない場合のWeibullパラメータと観測値の平均値と分散とともに示したものがTable 1である。このような表を各地点について求めた。全般的に $C$ の値は、ほぼ平均風速の一割増し程度の大きさとなり、 $k$ の値は0.9から13.0の間に、 $k$ の値は0.9から3.0の間に分布している。

光田、林<sup>1)</sup>は、各地点の風向を考慮しない場合のWeibull分布のパラメータ $C$ 、 $k$ を最尤法を用いて求めている。Table 2は本研究で得られた値と比較させて一例である。観測期間が異なるが、全般的にほぼ似たような値が得られていると思われる。

### 3. 風速生起確率分布の地域特性

風速の頻度分布<sup>2)</sup>とWeibull分布による適合させた例としてFig. 1, Fig. 2を示す。Fig. 1では、Weibull分布による、比較的よく表現できていると思われるが、Fig. 2では、頻度分布に2つのピークが現われており、その適合に無理があるようである。このような2つのピークを持つ分布形は、北海道や東北の日本海側の西から北西よりの風向において見られるが、異なる分布形が重なっているようであり、これは成因の違いに起因するものと思われる。また、Weibull分布の形状パラメータ $k$ は、卓越風向を持つ地域では、近接地点でほぼ同様の値をとることが予想されたが、北海道と東北の日本海側では、西から北西にかけて $k=2.0$ 前後、伊勢湾沿岸では西北西で $k=1.5$ 前後の値をとるなど、いくつかの地域でその傾向が見られた。

### 4. あとがき

本研究ではWeibull分布のパラメータを観測値の平均値と分散から求める方法を試み、各地点の風向別に $C$ 、 $k$ の値を得た。これにより、風速生起確率分布特性を数値的に評価する足かかりができたと考えるが、気象官署以外の地点(例えば橋梁架設地点)でこれらの値をどう評価するのかという問題が今後の課題として挙げられる。

最後に、本研究の遂行にあたり、京都大学工学部大学院 北<sup>1)</sup>雅章氏に多大の御協力を得たことに對し、深く謝意を表します。

<参考文献> 1) 光田、林: "日本における風のエネルギーの評価", 日本気象学会機関誌"天気", Vol. 26, No. 10, (1979, 10月)

2) 白石、松本: "日本各地の自然風の風速および風向生起分布特性", 日本風工学研究会誌, No. 11, (1982, 1月)

| 地点名 | 本研究                             |      | 光田、林                            |      |
|-----|---------------------------------|------|---------------------------------|------|
|     | WEIBULL parameter<br>c k<br>m/s |      | WEIBULL parameter<br>c k<br>m/s |      |
| 稚内  | 5.53                            | 1.73 | 5.61                            | 1.76 |
| 酒田  | 4.86                            | 1.40 | 4.60                            | 1.44 |
| 仙台  | 2.65                            | 1.45 | 2.53                            | 1.46 |
| 東京  | 3.87                            | 1.65 | 3.80                            | 1.66 |
| 名古屋 | 3.43                            | 1.50 | 3.33                            | 1.49 |
| 京都  | 1.98                            | 1.26 | 1.89                            | 1.25 |
| 大阪  | 3.69                            | 1.55 | 3.77                            | 1.52 |
| 神戸  | 3.99                            | 1.55 | 3.86                            | 1.53 |
| 広島  | 3.21                            | 1.71 | 3.05                            | 1.66 |
| 福岡  | 3.28                            | 1.34 | 3.16                            | 1.25 |
| 鹿児島 | 3.27                            | 1.64 | 3.12                            | 1.64 |
| 那覇  | 5.63                            | 1.92 | 5.47                            | 1.89 |

Table 2

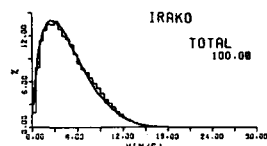


Fig. 1

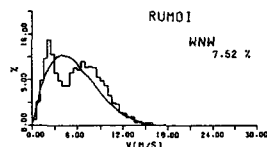


Fig. 2