

京都大学大学院 学生員 佐々 信之

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

1. まえがき 長大橋梁や高層建築物の耐風設計においては、所要の再現期間における最大風速期待値をできるだけ正確に推定し、これをもとに設計風速を定め、安全性照査が行われている。この最大風速期待値の算出は、耐風設計において、安全であるとともに経済的な設計であるための重要な要素となっている。一方これら大規模構造物に生じるバフティングや揺動振等の空力現象は、上述の最大風速期待値よりもむしろそれ以下の低風速域で問題となる現象であり、構造物ではないにしろ、構造物の疲労や使用性・機能性の面から検討しなくてはならない。またこれらの空力現象は、橋梁の橋桁や架設中吊橋主塔等において、ある風向に不利であることが少なくない。このような観点から、比較的低い風速域で生じる空力現象を対象とする場合、風向を考慮した風速分布特性を知る必要があると思われる。本研究所は日本各地15ヶ地点の気象観測において1967年から1978年に至る過去12年間に観測された3時間毎の毎正時10分前から毎正時の10分間平均風速をもとに解析を行い、各地の風向風速生起頻度特性を調べ、ワイブル分布で近似したときのパラメータ C 、 ν を風向別に求め、その地域特性を把握しようとするものである。

2. 風速生起頻度分布のワイブル分布の適合 風速の生起頻度分布を近似するために最近ではワイブル分布を適合させることが多い。ワイブル分布は、風速を ν としてその密度関数を次式のように表わせる。

$$f(\nu) = \frac{\nu}{C} \left(\frac{\nu}{C}\right)^{\frac{1}{C}-1} \exp \left\{ -\left(\frac{\nu}{C}\right)^{\frac{1}{C}} \right\} \quad (1)$$

ここで ν は形状パラメータ、 C は尺度パラメータとよばれるパラメータである。この2つのパラメータ C および ν を観測データから決定するために、本研究所では比較的簡便と思われる以下の方法を用いた。すなわち(1)式で示される分布の平均値 m および分散 σ^2 は、ガンマ関数を用いつぎのように表わせる。

$$m = \int_0^{\infty} \nu f(\nu) d\nu = C \Gamma\left(1 + \frac{1}{C}\right) \quad (2)$$

$$\sigma^2 = \int_0^{\infty} (\nu - m)^2 f(\nu) d\nu = C^2 \left[\Gamma\left(1 + \frac{2}{C}\right) - \left\{ \Gamma\left(1 + \frac{1}{C}\right) \right\}^2 \right] \quad (3)$$

ここで観測データより得らる平均値 m および分散 σ^2 と(2)(3)式の m および σ^2 の誤差が十分小さくなるように逐次近似法により C と ν の値を決定した。光田等は全方位風速のワイブル分布パラメータ C および ν の値を最尤関数法を用いて求めている。2) 表1において一部を比較するが、ほぼ全地点にわたりよい一致を示しており、今回用いたワイブル分布のパラメータ決定法は比較的よい精度で、比較的容易に求められるという点で有用であると考えられる。なお図1には風速の頻度分布にワイブル分布を適合させた例を示す。

3. 風速生起頻度分布の地域特性 瀬戸内海地方の下関・神戸・多度津・高松の各地点の風向別風速生起頻度のワイブル分布に近似した結果を表1に示す。同表には風向別の風速と風向を考慮しない全方位風速の平均値 m および標準偏差 σ 、ワイブル分布のパラメータ C および ν 、また風向生起頻度 ν が同時に示されている。同表に示されるような結果から、瀬戸内海地方の自然風の特徴としてつぎのことが言える。瀬戸内海地方では、SW、WSW、W、WNWのような西風および西風近辺の風の風速平均値は、共通して全方位の平均値よりかなり大きくなっている。このことから瀬戸内海地方では西風近辺の風は、かなり強く最も頻度の高い風向でないにしろ、他の方向からの風に比べ強いということが言える。この特性を反映してワイブル分布のパラメータ C および ν において、西風近辺の風の値と全方位の値では大きく異なっている。さらに表1に取り上げたような、瀬戸内海地

方でも沿岸部にある比較的強い風が吹く地点では、風速頻度分布のパラメータCおよびkの値は5および2前後の比較的近い値を示していることが指摘できる。このことよりある卓越風向が支配的である地域においては、その周辺の地形に極端な差異のない限り、近接地点においてはその卓越風向の風速頻度分布もある程度似合わせ、特性を示すものと考えられる。このように個々の観測点のごく限られた点での局地的な特性のみを、もう少し広域の地域、たとえば瀬戸内海地方以外にも北海道東北の日本海側、伊勢湾沿岸などの卓越風向をもつ地域において、その卓越風向の風速頻度分布のパラメータ値Cおよびkが似合った値を示す傾向が見られた。表 1

以上の結果からつぎのことが言える。各地点の風向別風速生起頻度分布は風向によって大きな違いが認められる。このことは、たとえば橋梁の耐風性評価において、その架設地点の卓越風向がその橋梁にとって不利な風向である場合、全方位での自然風の特長からその耐風性を検討することは危険側の評価をすることになる。したがってその耐風性評価に際しては、風向別の自然風の風速生起頻度を十分に考慮して行う必要があると思われる。また日本各地には共通した卓越風向をもつ地域がいくつか存在し、その地域の観測地点において、風速頻度分布の特性を表わすパラメータCおよびkが、その卓越風向において似合った値を示したことにより、このような偏西風や季節風などのグローバルな成因による卓越風向をもつ地域では、その風向のみならず風速生起頻度分布特性にもある程度の共通性が見い出せるものと思われる。さらにそのような自然風が同一な特性を有する地域においては、観測データのない地点でも、その風向風速頻度特性を、たとえば本研究で採用したファイナル分布パラメータ値Cおよびkを用いて、ある程度推定することは可能であると思われる。しかしながら自然風の特長はそれぞれの地点における周辺地形等に大きく影響され、上述したような地域特性だけで決定されるものではない。この点に関しては今後の研究を待ちたい。

No. 762 SHIMONOSEKI					
	m	σ	c	k	Pl
NNE	2.09	1.68	3.26	1.78	3.22
NE	2.63	1.60	2.95	1.69	3.36
ENE	4.03	1.98	4.56	2.15	20.44
E	4.82	2.88	5.42	1.73	19.29
ESE	4.54	3.15	5.00	1.46	4.44
SE	3.28	2.58	3.54	1.28	1.23
SSE	2.26	2.17	2.29	1.04	0.57
S	2.14	1.82	2.27	1.18	0.97
SSW	3.04	1.96	3.38	1.58	1.90
SW	2.87	1.79	3.22	1.65	3.08
WSW	3.89	2.28	4.36	1.76	3.57
W	5.15	2.78	5.81	1.93	6.95
WNW	5.62	2.67	6.35	2.23	16.45
NW	4.73	2.44	5.33	2.02	8.17
NNW	3.63	2.20	4.06	1.69	2.81
N	2.78	1.54	3.13	1.87	2.26
Total	4.33 (4.21)	2.64	4.86 (4.71)	1.69 (1.64)	100

No. 770 KOBE					
	m	σ	c	k	Pl
NNE	2.11	1.27	2.36	1.70	5.63
NE	2.83	2.16	3.09	1.33	4.43
ENE	5.15	2.98	5.81	1.79	10.59
E	3.23	1.97	3.64	1.69	2.99
ESE	2.58	1.23	2.91	2.21	2.22
SE	2.35	1.00	2.65	2.53	3.19
SSE	2.27	1.11	2.56	2.14	2.54
S	2.70	1.44	3.05	1.96	2.34
SSW	3.65	1.89	4.12	2.02	3.17
SW	4.03	1.88	4.55	2.27	4.64
WSW	4.48	2.15	5.05	2.20	7.20
W	4.52	2.55	5.09	1.84	11.24
WNW	3.92	2.25	4.42	1.81	10.97
NW	3.16	1.87	3.55	1.74	7.43
NNW	3.43	2.49	3.75	1.39	7.40
N	3.10	2.05	3.44	1.54	12.50
Total	3.58 (3.48)	2.36	3.99 (3.86)	1.55 (1.53)	100

No. 890 TADOTSU						No. 891 TAKAMATSU					
	m	σ	c	k	Pl		m	σ	c	k	Pl
NNE	3.34	1.64	3.76	2.14	7.27	NNE	2.03	1.11	2.29	1.91	3.45
NE	2.54	1.51	2.86	1.74	3.01	NE	2.23	1.43	2.48	1.60	3.92
ENE	2.59	1.86	2.86	1.42	2.65	ENE	3.04	1.67	3.42	1.89	6.57
E	2.41	1.49	2.70	1.66	4.26	E	2.86	1.77	3.19	1.65	5.05
ESE	1.78	0.98	2.01	1.90	6.72	ESE	2.79	2.10	3.03	1.34	3.63
SE	1.55	0.67	1.75	2.48	10.36	SE	1.95	1.80	2.02	1.09	3.07
SSE	1.60	0.72	1.81	2.39	9.55	SSE	1.20	0.78	1.34	1.58	2.82
S	1.75	1.29	1.91	1.37	2.11	S	1.13	0.64	1.28	1.83	4.26
SSW	2.02	1.27	2.26	1.63	1.88	SSW	1.28	0.76	1.44	1.74	5.17
SW	2.78	1.74	3.11	1.64	2.79	SW	1.85	1.18	2.06	1.61	10.88
WSW	4.52	2.64	5.09	1.77	9.10	WSW	2.93	2.02	3.23	1.47	11.50
W	4.85	3.03	5.41	1.64	9.41	W	4.48	2.46	5.06	1.90	9.53
WNW	5.19	3.30	5.79	1.61	10.99	WNW	4.46	2.26	5.03	2.07	5.93
NW	4.12	2.88	4.53	1.45	5.62	NW	3.64	1.98	4.10	1.91	3.93
NNW	2.92	2.04	3.21	1.45	5.91	NNW	2.94	1.57	3.33	1.96	5.51
N	2.76	1.65	3.10	1.73	6.54	N	2.63	1.34	2.98	2.07	7.76
Total	3.08 (2.92)	2.51	3.31 (3.16)	1.24 (1.31)	100	Total	2.56 (2.44)	2.03	2.76 (2.63)	1.27 (1.27)	100

