

S字型曲線複合斜張橋の架橋地点における年最大風速の再現期待値

九州産業大学 ○学生会員 田中 孝久, 正会員 吉村 健
学生会員 町田 信彦, 非会員 田中 徹

1. まえがき

複合斜張橋の建設が予定されている地点について, Gumbel 分布を用いた極値統計解析を行い, 再現期間 $T=100$ 年に対する最大風速の再現期待値 V_{100} を求めて基本風速を検討した. 標本値は, 同地点に隣接する所で観測された 25 年間の年最大風速である. その解析の手順と結果を以下に記す.

2. 解析手法^{1)~3)}

$T=100$ 年に対する非超過確率は, $F = 1 - 1/T = 0.99$ であり, 式(1)と図-1に示す. Gumbel 分布にこの値を代入して基準化変数 y を求めると 4.600 を得る.

$$F(y) = \exp(-\exp(-y)) \quad (1)$$

この値を回帰直線式, 式(2)に代入すると V_{100} が求まる. a と u の一般的解析手順は以下に示すとおりである.

$$y = a(V - u) \quad (2)$$

① N 年間の最大風速の観測値 V_j ($j=1, 2, 3, \dots, N$) を大きい順に並べる.

② V_j の経験的超過確率 P_j ($0 < P_j < 1$) を次の 2 つの方法で求め, V_j の非超過確率, $F_j = 1 - P_j$ ($0 < F_j < 1$), を求める.

$$P_j = \frac{2j-1}{2N} \quad \text{Hazen の式} \quad (3)$$

$$P_j = \frac{j-a}{N+1-2a}, \quad a=0.44 \quad \text{Gringorten の式} \quad (4)$$

③ 上記 F_j を基準化変数, $y_j = -\ln(-\ln F_j)$ に変換する. つまり, V_j を式-1 で示す Gumbel 分布にあてはめる.

④ V_j および y_j の平均値と標準偏差, $\bar{V}$ と σ_V および $\bar{y}_N$ と σ_N を求める. $N \rightarrow \infty$ とした場合, $\bar{y} = 0.5772$ (オイラー一定数) と $\sigma_y = \pi/\sqrt{6} = 1.283$ であることが理論的に示されている.

⑤ Gumbel の最小自乗法と Gumbel の積率法による回帰直線は, それぞれ次式で与えられる.

$$V - \bar{V} = \frac{\sigma_V}{\sigma_N} (y - \bar{y}_N) \quad (5)$$

$$V - \bar{V} = \frac{\sigma_V}{\sigma_y} (y - \bar{y}) \quad (6)$$

これらの式に④と $y = 4.600$ を代入すると, 3 種類の V_{100} が求まる.

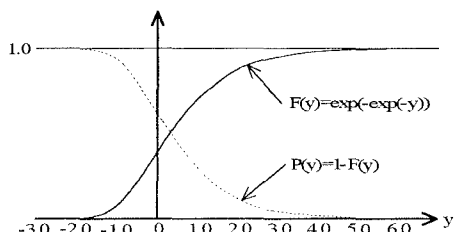


図-1 Gumbel 分布

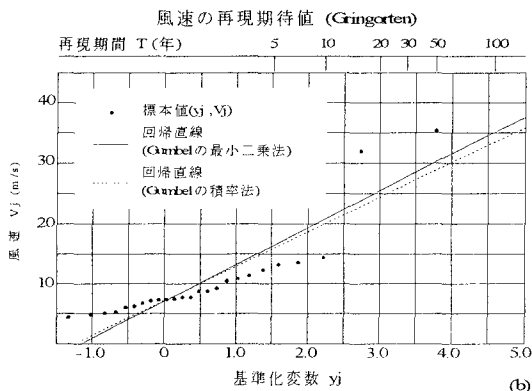
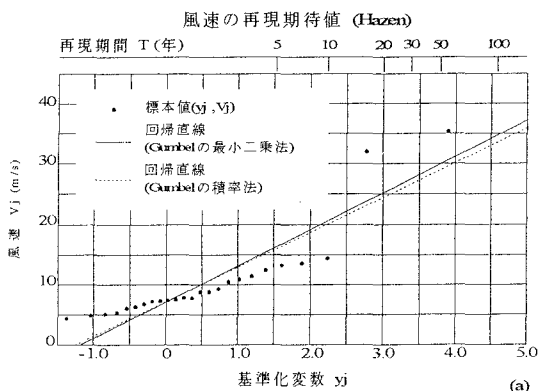


図-2 S 方向に対する風速の再現期待値

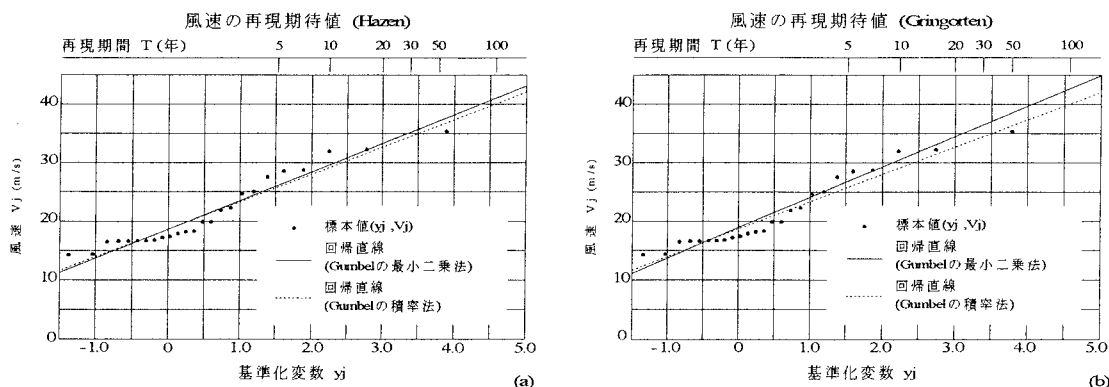


図-3 全方位に対する風速の再現期待値

3. 解析結果

25年間の年最大風速は16方位でとりまとめられている。そこで、NNW～NNE, NNE～ENEのように8方位でまとめたものと全方位のそれを合わせて、都合25ケースの解析を行った。図-2, 図-3の(a)と(b)に示すように、式(3)と式(4)による式(5)の回帰直線を式(6)の回帰直線と比較する形で結果を表示した。図中●印は標本値(観測値)を表す。図より得られる V_{100} をウィンドローズ形式でとりまとめたものが図-4である。図より、①上記3種の V_{100} の間に大差はないこと、②SとESE方向で約35 m/sという大きい値を示すこと、③全方位で40 m/sを越えることなどがわかる。

4. 基本風速に関する考察

風観測は $z=10\text{ m}$ の高度で行われた。SW～S～NE方向が海に面したこの地点の地形粗度区分は、Iである。そこで、前節の100年再現期待値 $V_{100}=35.5\text{ m/s}$ (ESE), 37.4 m/s (SSE・SSW)および 41.5 m/s (全方位)を地表面粗度区分IIにおける値に換算した。具体的には、 $U_{10}=V_{100}/E_1$ のように、補正係数 $E_1=1.16$ を用いて基本風速を求めた。その結果、表-1に示すようにESE, SSE・SSWおよび全方位に対する U_{10} としてそれぞれ

図-4 V_{100} のウィンドローズ表示

表-1 基準風速比較表

高度(m)	地表面粗度区分 E ₁		ESE		SSE・SSW		全方位	
	I	II	I (V_{100})	II (U_{10})	I (V_{100})	II (U_{10})	I (V_{100})	II (U_{10})
$0 < z \leq 5$	1.11	1.00	34.0	30.0	35.8	30.0	39.7	30.0
$5 < z \leq 10$	1.16	1.00	35.5	30.0	37.4	30.0	41.5	30.0
$25 < z \leq 30$	1.36	1.18	41.6	35.4	43.8	35.4	48.7	35.4
U_{10}	—		30.6	30.0	32.2	30.0	35.8	30.0

5. むすび

本研究によって明らかにされた事柄は次の通りである。

- (1) Hazen と Gringorten の式で年最大風速の経験的超過確率を求め、Gumbel の最小自乗法で評価した V_{100} と、Gumbel の積率法によるそれとの間に大きな差異はない。
- (2) 本解析による U_{10} は、耐風設計便覧における U_{10} よりいくらか大きい。

参考文献

- 1) 岡内功, 伊藤学, 宮田利雄: 耐風構造, 丸善, 1977.
- 2) 菊池原英和: 風速の再現期間計算法の比較考察—二重指数分布の当てはめにおける問題点—, 天気, Vol.18, No1, 日本気象学会, 1971.
- 3) 北側敏男, 稲葉三男: 基礎数学統計学通論第2版, 共立出版株式会社, 1979.
- 4) 社団法人日本道路協会: 道路橋耐風設計便覧第3版, 丸善, 1995.