

I - B 324

橋梁の耐風設計における方位特性の導入に関する研究

三菱重工業(株) 正員 本田 明弘

1. まえがき

近年橋梁の耐風設計において、架橋地点の複雑な周辺地形が及ぼす影響に注目が集まっており、種々の検討が実施されている。周辺地形による影響を耐風性の評価に導入する場合、特に線状構造物である橋梁に関しては風向特性が重要となる。

海外における耐風設計コードでは、British Standard 及び Australian Standard において、地形・地物の影響を受けない上空風の大きさに方位特性が導入されているが、これらは比較的地形起伏の少ない地点での豊富な観測データに基づくものである。

一方日本の気象官署における観測システムは、1961 年以降方位及び風速値が記録され、日最大風速及び定時観測のデータが公開されているが、以下の点で慎重な取り扱いが必要である。

1) 定時観測は3時間毎(1961~1990)あるいは毎正時(1991~現在)での10分前の平均風速を離散的に記録(170分あるいは50分間のデータが欠落)している。

2) 気象官署のデータそのものが周辺の地形・地物の影響を受けている場合がある。

原口(1998)は16方位のデータを基に4風向にスムージングして統計処理する方法を提案している。

ここでは、上記の点に関してその特性が明らかとなった地点を例に取り、耐風設計において方位特性を導入するための考え方に考察を加えたものである。

2. 気象官署の観測システムとデータの評価

上記1)に関しては、特に台風のような短時間での風向変化を伴う気象変動に関しては、方位別の年最大風速を極値解析しても、母集団のサンプリング自体に問題を含む結果となる。台風9119号における長崎海洋気象台での毎10分間の平均風速値を表1に、これらを方位別の既往最大風速と比較したものを図1に示す。

表1. 台風9119号での風速記録
(長崎海洋気象台)

時刻	方位	風速 (m/s)
15:00	SE	16.0
10	SE	9.7
20	SE	12.3
30	SSE	11.3
40	SSE	14.0
50	S	12.5
16:00	SSE	11.1
10	SSW	10.8
20	SSW	15.4
30	SW	21.7
40	WSW	23.3
50	WSW	21.6
17:00	WSW	20.8
10	W	20.9
20	W	25.6
30	W	21.9
40	W	20.1
50	W	15.3
18:00	W	15.8

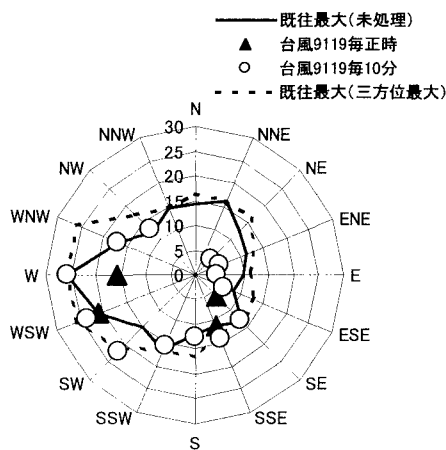


図1. 方位別既往最大風速と台風9119号の風速(m/s)

すなわち、台風9119号では16:00から17:00の間で風向が急変し、その間の方位毎の記録が毎正時の記録では欠落する事となり、これらのデータを母集団とした16方位毎の既往最大風速は過小評価を導く可能性が有る。

これらを補う方法として16方位の分解能をスムージングする方法が考えられ、両隣の方位を含む3方位での最大値を用いる場合に比較したものを図1中点線で示す。その結果、既述のデータをカバーできることが判明し、便宜的にこの処理を施すことによって方位別の概略特性を把握することが可能と考えられる。

しかしながら、気象官署周辺の地

形が方位によって敏感に影響を及ぼしている場合には、上記の手法は過大評価となる可能性もある。よって、比較的周辺地形の影響が方位によって差ほど敏感でない個所で行うべきと考えられる。

3. 現地観測点との相関

気象官署の長期データと、架橋地点近傍の短期的風観測地点との特性相関を求める場合、両地点での風向及び風速に関して相関関係を求める必要が有る。現実のデータは、特に低風速域で大きなばらつきを示すため、ここでは平均風速5m/sをトリガーとして以下に示す2種類の相関関係を定義した。

キーワード：耐風設計，設計風速，方位，気象台

連絡先：〒851-0392 長崎市深堀町 5-717-1 三菱重工業(株) 長崎研究所 流体研究室(TEL:095-834-2580)

〔方位相関行列：D〕 2点間の風向相関を表す行列で、基準点及び着目地点の風向 i, j が生じる確率を表す行列。

$\sum_j D_{ij}$: 基準点の風向 j の頻度

$\sum_j D_{ij}$: 着目点の風向 i の頻度

〔風速比行列：R〕 着目地点及び基準点の風向 i, j における、風速比を表す行列。

以上の2種類の行列を用いれば、平均的な相関関係を評価することが可能であり、図2には先に示した長崎海洋気象台と架橋位置での風観測用に設置された観測点の例を示す。

各行列における横軸は基準点（気象官署）における方位(1:N~16:NNW)を示し、縦軸には観測点での方位(1:N~16:NNW)を示す。(欠落している方位は、上記方位相関行列にその成分がない事による)

方位相関行列においては、対角線上に相関の高い領域が存在し、方位のずれは比較的少ないことが判る。また風速比行列も同様な傾向を示すが、絶対値が比較的大きい事がわかる。

なおこれらの行列を用いて、下式にて観測点の既往最大風速を求めたものを図3に示す。

〈最大値〉

$$V'_i = \max(R_{ij} \cdot V_j)$$

〈重み付平均値〉

$$V'_i = \sum_j (D_{ij} \cdot \sum_k (D_{kj}) \cdot R_{ij} \cdot V_j)$$

すなわち、上記の2種類の推定法では‘最大値≧重み付平均’の関係にあり、気象台で三方位最大処理を施した場合よりも、観測点で三方位最大処理を施した場合がよりスムーズな形状となる。

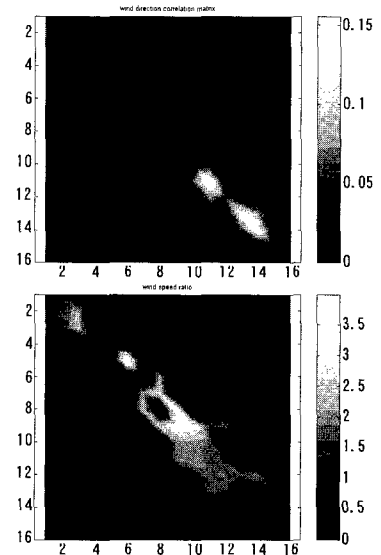


図2. 方位相関行列(上段)と風速比行列(下段)

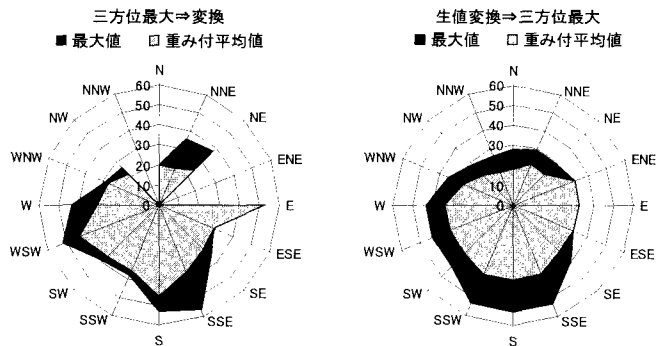


図3. 風観測点に変換された方位別既往最大風速(m/s)

4. まとめ

以上、気象官署及び現地の風観測点での風向・風速の評価について検討を加えた結果、以下の事項が明らかとなった。

- 1) 気象台における日最大風速及び定時観測記録を母集団とした統計処理は、そのままではデータの欠落が原因となり風向毎の風速は過小評価となる可能性があり、便宜上隣接する方位を含めた三方位で最大値を取ることで概略の特性評価が可能となる。
- 2) 気象官署と風観測点との相関関係は、方位相関行列及び風速比行列を用いて評価することが可能であり、気象官署の長期データを基に、風観測点でのデータへ変換することが可能である。例として示した長崎海洋気象台の場合、方位に大きく依存した周辺地形の影響を受けていることが判明した。
- 3) 方位特性を考慮しない設計法に対して、橋軸方向によっては耐風設計を合理化できる可能性もある。

〔参考文献〕

- 原口(1998), ‘相関を考慮した多風向年最大風速確率モデル’, 第15回風工学シンポジウム, pp73-78
 本田(1994), ‘複雑地形における風環境と耐風設計に関する研究’, 第13回風工学シンポジウム, pp479-484