

北港連絡橋における風の特性の観測と解析結果

大阪産業大学工学部 正員 小松定夫 立命館大学理工学部 正員 小林紘士
立命館大学大学院 学生員 木場和義 大阪産業大学大学院 学生員 横屋 進
大阪市建設局 正員 石田 貢

1. 序論 現在北港連絡橋の桁に風速計を設置して自然風の観測を行っている。本観測の目的は自然風の風向、風速、傾斜角の特性、および架設地点付近で観測されている大阪市港湾局、ならび大阪市東区にある大阪管区気象台のそれぞれのデータと比較しその長期特性を知ることにある。

2. 観測方法 風速計は、3方向超音波風速計3台と、プロペラ風速計1台とを用いた。観測点位置を図-1に示す。

3. 乱流構造 (1)乱れの強さ 風速の水平成分及び鉛直成分について、各々の乱れの強さ $I_u = \sqrt{u'^2}/U$, $I_w = \sqrt{w'^2}/U$ を求めた。本論文の記号の意味は、文献1)による。水平成分の乱れの強さの平均値は北風、南風、西風、東風においてそれぞれ、14.6, 7.4, 13.5, 19.5%であり鉛直成分についてはそれぞれ、7.0, 3.3, 5.1, 10.6%となった。陸から吹く北風が海から吹く南風に比して強くなっている。鉛直成分の乱れの強さと平均風速との関係を図-2に示す。風速が高くなると乱れの強さ I_u が低くなる傾向にある。乱れ強度の比 I_u/I_w は北風、南風、西風、東風においてそれぞれ、0.48, 0.48, 0.40, 0.54 となった。

(2)乱れの積分スケール 乱れの積分スケール L_x^u (水平成分)および L_x^w (鉛直成分)を自己相関係数より求めた。 L_x^u は北風、南風、西風、東風においてそれぞれ125, 118, 161, 103mであり、 L_x^w については、16, 16, 11, 13m となった。

(3)空間相関係数及び乱れの空間スケール 空間相関係数の1例を図-3に示す。図中の曲線は、最小自乗法により指数関数

$$\bar{R}_u(r) = \exp(-r/L_x^u) \quad (\text{水平成分}) \quad (1)$$

で近似したものである。 $\bar{R}_u(r)$, $\bar{R}_w(r)$ を r について積分すると、水平横方向の空間スケールが求められる。図-3の場合、水平成分についての空間スケールは95mであり、鉛直成分については17mとなった。

(4)パワースペクトル 風速の水平成分及び鉛直成分についてのパワースペクトルを求めた。結果の1例を図-4に示す。図の縦軸は、対数パワースペクトル $f S_u(f)$ を風速変動の分散で除した基準化パワースペクトル $f S_u(f)/\overline{u^2}$ (鉛直成分の場合: $f S_w(f)/\overline{w^2}$) として表している。図中の曲線は、これまでに提案されている主な実験式及び理論式である。水平成分では、日野の式、Kaimalの式と比較的よく合う。尚



図-1 観測点位置

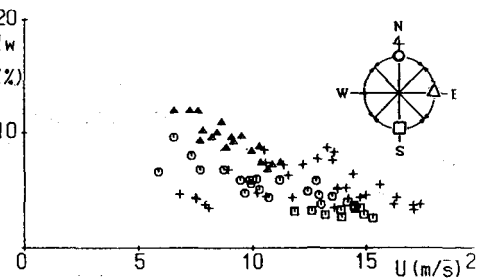


図-2 鉛直成分の乱れの強さと平均風速

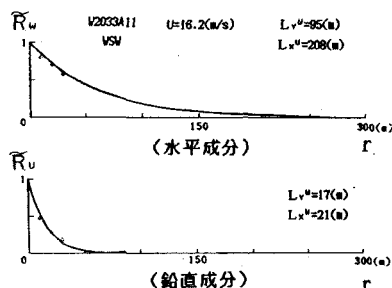


図-3 空間相関係数

式中の粗度係数は $k=0.003$ を用いている。鉛直成分では解析したものの中では、提案式とよく合うものは、認められなかった。式中のパラメータは、 $X_0=0.35$ を用いている。

(5) ガストファクタ $G=U_{max}/U$ によりガストファクタを求めた。その値は 1.17~1.80 となり、風向ならび風速による傾向は、特にみられなかった。

(6) 傾斜角の平均及び標準偏差

傾斜角の10分間平均と風速との関係を

図-5に示す。風速の増加と共に多少傾斜角が、小さくなる傾向がある。平均傾斜角の絶対値は高々 2.8° であった。標準偏差についても同様に風速の増大と共に小さくなる傾向が認められた。

4. 風速の長期特性 長期観測により得られた観測データ(1985年5月-1988年10月)と同期間の気象台、港湾局のデータの月最大風速をI型極地分布に当てはめ2重指数確率紙にプロットした結果を図-6に示す。観測データと港湾局データと比較した場合、両地点の風速分布の勾配は比較的一致している。内陸の測点による大阪管区気象台データと比した場合は、少し異なる。また、港湾局データとの関係を最小自乗法により近似した相関図を図-7に示す。北港現地観測風速 U_H と港湾局風速 U_0 との回帰式は、

$$U_H = 1.006 U_0 + 0.029 \quad (2)$$

相関係数は $r=0.86$ と十分高い。但し、測定点の高度補正は $1/6$ 乗べき指数による。測器の違い、風速の評価時間の差は、考慮していない。

5. まとめ

北港連絡橋の桁における風の乱れ特性が得られた。

北港観測結果と港湾局のデータとの間に高い相関関係が認められた。これにより、長期にわたるデータを保有している港湾局と気象台のデータを比較、検討することで、北港における風速の発生確率の算定に利用できると考えられる。

謝辞 観測及びデータ解析をともにやってきた、大阪産業大学工学部学生、東浦達夫君、向井清君、立命館大学理工学部学生、井澤武史君、川崎哲也君に感謝致します。

参考文献 1) 岡内、伊藤、宮田:耐風構造(丸善)

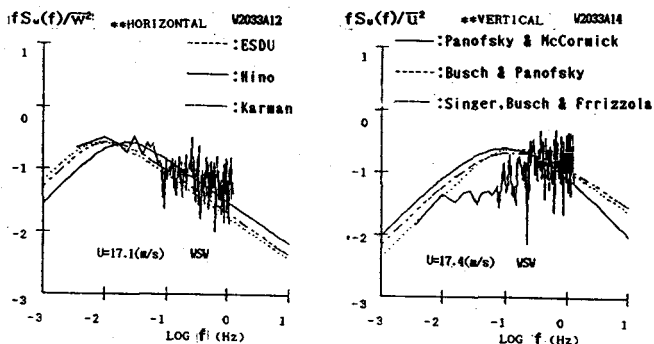


図-4 パワースペクトル

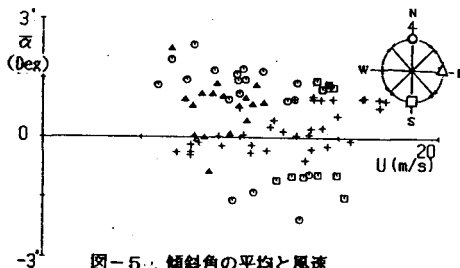


図-5 傾斜角の平均と風速

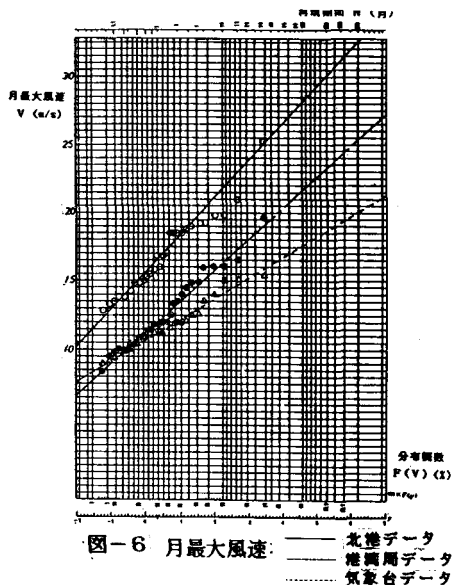


図-6 月最大風速: 北港データ 港湾局データ 気象台データ

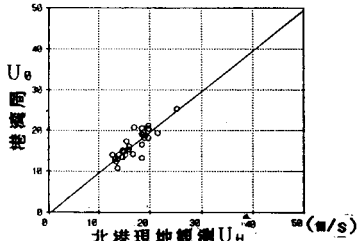


図-7 相関図