

自然風の統計的解析について

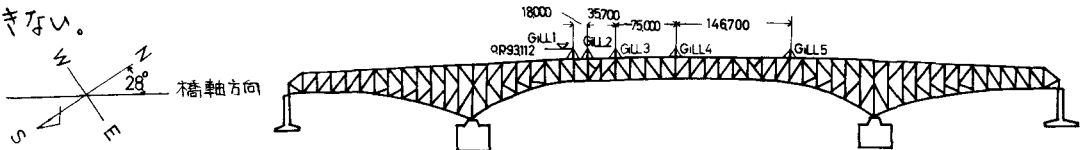
京都大学工学部 正 白石成人 京都大学工学部 正 松本 勝
 ○日立造船K.K 正 田中 洋 京都大学工学部 学 新川隆伸

§ 1. まえがき

構造物の耐風安定性を評価する場合、外力として作用する自然風の時間的および空間的構造を明らかにしなければならない。従来 それらは 気象学関係で行われてきた観測結果を資料としてきたが、観測の相異があり耐風工学の立場で 工学者自ら観測し解析する必要が生じてきた。前回に続き 今回は港大橋に設置されたGILL風速計による多点観測解析結果について報告する。

§ 2. 自然風観測の概要

昭和49年9月より50年1月に渡り、大阪港・港大橋に設置された3成分GILL (GILL1~GILL3) 3基、2成分GILL (GILL4, GILL5) 2基を用いて行われた。設置場所をFig.1に示す。なお風速は U成分は北(N)→南(S)を、V成分は西(W)→東(E)を、W成分は水平鉛直上向方向をそれぞれ正としたベクトル量として測定している。なお2成分GILLではW成分は測定できない。



§ 3. 解析結果および考察

Fig. 1 風速計設置場所と港大橋橋軸方向

耐風工学的に必要な風の特性として以下の項目を選び観測記録を解析した。

1. 風速の時間的变化 2. 平均風速 3. ガストファクター 4. 風の乱れ強さ 5. 乱れのスケール 6. 自己相関係数 7. パワースペクトル密度 8. 相互相関関数 9. クロススペクトル 10. コヒーレンシ 11. 風の傾斜角(迎え角)

項目が多いので詳しくは発表時に述べることにし、ここでは解析結果として重要と考えられる項目を重点的に説明する。まず1については 約2分間の評価時間の解析結果においては、平均風速周りに変動成分が正規分布をなす不規則変動量としてとり扱いうる。2については 解析された結果は約5.24m/secであった。3は、風速増加とともに減少し 約1.2に収れんする。4は、U, V成分は10~20%, W成分は5~10%であり風速増加とともに減少する。5(略)。6の形状は風速および風向によって変化するが、W成分のゼロクロッシングは、U, V成分よりはよい傾向がある。7のパワースペクトル密度は、Fig.2にW成分の一例を示した。地表摩擦係数 $K_r=0.0025$ として Panofskyの式と比較してい

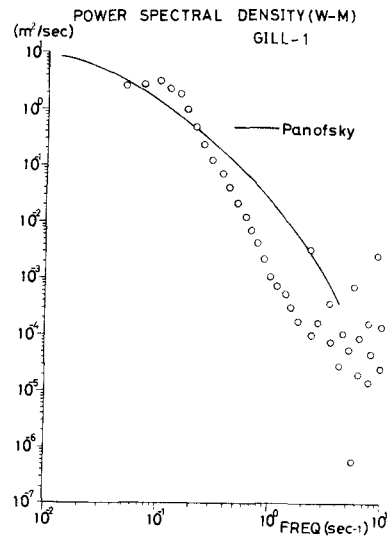


Fig. 2 W成分のパワースペクトル密度

るが、 $\sim 1/3$ 準則の成り立っている 0.2 Hz 付近で比較すれば 観測値の約 2 倍である。スペクトル計算の信頼度などを考慮すれば $0.0025 \leq K_r \leq 0.0075$ ととり、Davenport の分類に従えば海面上あるいは草原に相当する。 0.2 Hz 以上で観測値は急な傾きを示しているがこれは GILL 風速計の直線性が高周波になるにつれて悪くなるためと思われる。8(略)、9 のクロススペクトルについて Davenport は実数部 $Co(n)$ (Co-Spectral Density) と虚数部 $Qu(n)$ (Quadrature Spectral Density) を比較し $Co(n) \gg Qu(n)$ として虚数部を無視できるとしているが、Fig. 3 にみられるように低周波領域においては、 $Co(n)$ と $Qu(n)$ のオーダーは同じ程度であり $Qu(n)$ を無視できない。

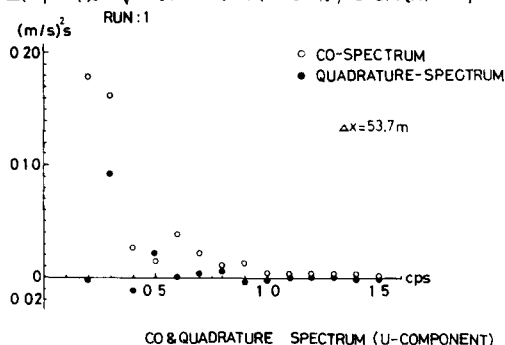


Fig. 3 70 スペクトルの実部と虚部

10 のコヒーレンシ $R(x, x'; n)$ について、Davenport は、

$$R(x, x'; n) = \exp(-\Delta x / L) \quad (1)$$

$$\Delta x = |x - x'|, \quad L = k U_g / n \quad (2)$$

Δx : 2 点間の距離, n : 周波数 U_g : 平均風速

として指数近似し、 k 値として 7 を与えているが、Fig. 4 にも見られるように k 値は 2~5 の比較的小さな値で良好なる近似を得た。また、 Δx が大

きくなるにつれて k 値を小さくすればなお近似はよくなる。塩谷らは、 k 値が定数ではなく、 U_g や高度 z の関数になると指摘しているが、 Δx もパラメーターに入れる必要があるように思える。11 の傾斜角は約 $0^\circ \sim 10^\circ$ の値が得られ、風向により変化している。強風時 $20 \sim 23\%$ においても 9° 前後と構造物にとりて危険側に作用する大きな傾斜角も測定された。この点については、 $1/500$ 港大橋全空間模型を使用し、文献(3)とほぼ同様の手法で測定点建物(港大橋)の影響も風洞実験によって検討した。

その結果によれば、港大橋のトラス等により複雑な流線の状態となり、このような構造物の影響により自然風の有する傾斜角より大きな傾斜角が測定されているものと思われる。

参考文献) 1 白石松太郎、大阪南港付近における自然強風の統計的解析、土木学会関西支部 549、2. A. G. Davenport, A statistical approach to the treatment of wind loading on Tall Mast and suspension bridge, March 1961 3. 小西、白石他、南風工学における不規則風の数値解析に関する一考察、構造物の風圧に因る応答(1974) 4. M. Shiotani, Correlations of Wind Velocities in Relation to the Gust Loading (1971)

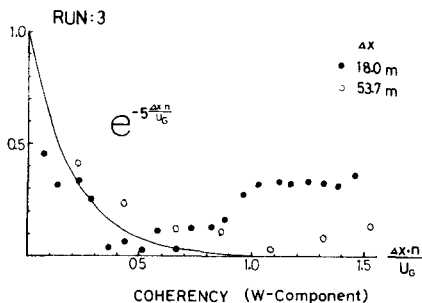
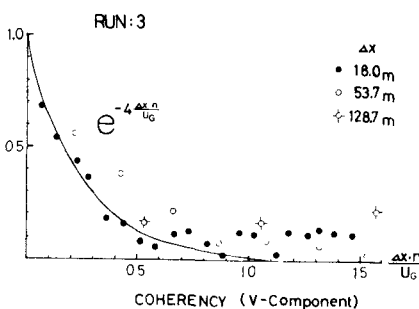
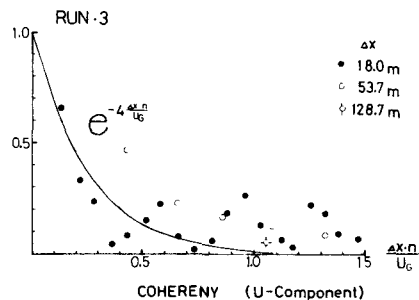


Fig. 4 各成分のコヒーレンシとその近似