

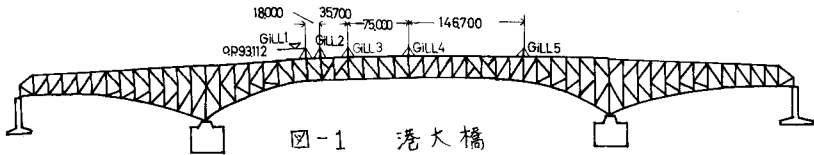
京都大学 正員 白石成人
京都大学 正員 松本 勝
京都大学 学生員 ○新川隆伸

1. まえがき

近年、橋梁の長大化に伴って、その耐風安定性が重要視され、耐風設計の立場から、入力となる自然風の解析が行なわれており、自然風の諸特性に関して、次第に明らかにされつつある。しかしながら、自然風は、地域的特性に左右される因子を数多く含み、自然風観測結果を耐風設計に生かすためには、その量的な評価が必要となる。本研究においては、大阪湾南港・港大橋の上弦材に設置された5基のギル風速計によって観測されたデータをもとに、求められた統計量に対し評価を加えるものである。特に、風速をベクトル的に考えた場合の傾斜角については、風洞実験を行ない自然風観測点の影響について調べた。

2. 自然風観測の概要とデータ解析方法について

解析の対象となったデータは、図-1に示されているように、港大橋の上弦材上方、10mに設置された5基のギル風速計(图中GILL1~GILL3は3成分、GILL4、GILL5は2成分ギル風速計)によって、昭和49年9月より昭和50年1月に渡って観測されたものである。3成分ギル風速計は、U成分北→南、V成分西→東、W成分は鉛直上方がそれぞれ正となるように設置されている。自然風観測のデータはAnalogue量として与えられているため、FACOM U-200によってA-D変換し、京都大学計算機センターのFACOM 230-75により統計解析を行なった。



3. 解析結果および考察

自然風の諸特性として、以下の諸量の解析を行なった。

- (i)平均風速 (ii)平均傾斜角 (iii)ガストファクター (iv)乱れの強さ (v)自己相関関数 (vi)パワースペクトル密度 (vii)乱れのスケール (viii)空間相関関数 (ix)相互相関関数 (x)フロースペクトル密度 (xi)コヒーレンス
- 項目が多いため詳細は発表時に述べることにし、本文においては(ii)、(vi)、(x)、(xi)に関して得られた結果の例を示す。

(ii)平均傾斜角

得られた平均傾斜角は0°~10°であり、風速の増大に伴って、平均傾斜角は減少する傾向がみられたが、8~9°付近の値が多く、従来の報告より大きな値を示すため、この点について風洞内で一様風を吹かせて、模型実験による傾斜角の測定を行なった。風洞実験結果の一例を図-2に示す。この図によれば、一様風を吹かせたにもかかわらず傾斜角は存在し、かつ風向、風速の変化によっても傾斜角は変化し、かなり観測点の構造物の影響を敏感に受けることが明らかになった。

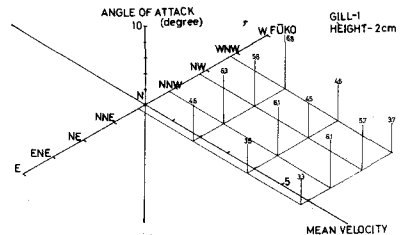


図-2

(vi)パワースペクトル密度 (P.S.D.)

変動風速のP.S.D.を求め、風速の水平成分についてはDavenportのスペクトル提案式、鉛直成分についてはPanofsky-McCorMick,

式と比較した。おのおののスペクトル提案式には、地面摩擦係数 $K_r = 0.0025$ を代入している。 $K_r = 0.0025$ は Davenport の分類に従えば、海面上に相当する。一例として、風速水平成分の P.S.D. を図-3 に示す。求められた P.S.D. は比較的よくスペクトル提案式と一致している。

(X) クロス・スペクトル密度

相互相関関数をフーリエ変換し求めることができるが、相互相関係数が横軸に Lag time をとった場合、偶関数とはならないため、クロス・スペクトル密度は複素数量となる。実数部 Co-Spectral 密度と虚数部 Quadrature-Spectral 密度の一例を図-4 に示す。Davenport は Quadrature-Spectral は Co-Spectral に比して、無視しようとしているが、本研究においては、周波数の小さい領域で同程度の値を示す結果が得られた。また、クロス・スペクトル密度を複素平面上に表現したものを図-5 に示す。この図によれば、クロス・スペクトル密度は原点にスパイラル状に収れんする傾向がみられる。

(XI) コヒーレンス

Davenport は相関係数(コヒーレンスの平方根) $|R(x, n)|$ を次式によって近似した。

$$|R(x, n)| = \exp\left[-\frac{|x_1 - x_2|}{L} \sqrt{\bar{V}_n}\right] \quad (1)$$

ただし、 $L(\sqrt{\bar{V}_n}) = \bar{V}_n / \tau_n$ 乱れのスケール
 $\tau_n = 7.0$ 強風時

相関係数が上式のように指数関数で近似できるが、また乱れのスケールにおける L 値が強風の場合 7.0 になるかは議論の余地があり、本研究においてもこれら問題点に関し、評価を加えるべく相関係数 $|R(x, n)|$ を求めた。得られた結果の一例を図-6 に示す。この図によれば、指数近似は良好な一致を示してはいるが、 L 値については、Davenport が与えた結果よりも小さな値 $L = 2 \sim 4$ となり、また $|x_1 - x_2|$ が大きくなる程、 L 値は小さくなるという結果を得た。塩谷⁽²⁾は高度の違う二点間の風速の相関を求め、次式を得ている。

$$L = 7.1 + 0.1 \bar{V}_0 - 0.015 (Z + Z') \quad (2)$$

つまり、 L 値は一定ではなく、高度と平均風速の関数である。本研究では、水平方向に離れた二点の相関を求めており、 $|x_1 - x_2|$ の変化により L 値も変化する結果を著すれば、 L 値は $|x_1 - x_2|$ の関数となる可能性も考えられる。今回、相関を求めた時の平均風速は約 12 m/sec であり、強風とはいえないが、 L 値が Davenport の結果よりも小さな値が得られたことは、クロス・スペクトルの虚数部が無視できる量でないことにも起因するといえよう。

4. あとがき

自然風を観測する場合、風速計を設置する構造物の影響を受けぬようにする必要があるが、特に傾斜角の測定には注意を要する。また、長大橋梁においては、水平方向の空間相関が重要な量となり、乱れのスケールにおける L 値について、今後のデータの集積により、定式化の改善が必要となろう。最後に本研究を進めるにあたり、多大の御助力を賜わった小西一郎教授、日立造船 K.K. 田中 洋氏ならびに橋梁工学研究室の方々に深く感謝致します。

(1) A Statistical Approach to the Treatment of Wind Loading of Tall Masts and Suspension Bridges" ph.D Dissertation, Univ. of Bristol 1961
 Davenport, A.G. (2) "Correlations of Wind Velocities in Relation to Gust Loadings" Third International Conference on Wind Effects on Buildings and Structures, 1971 M. Shiozumi and Y. Iwatake

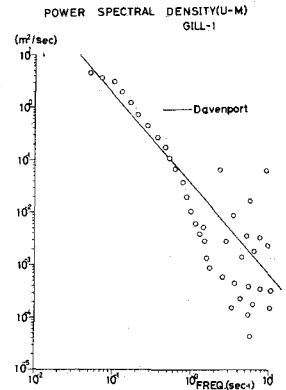


図-3

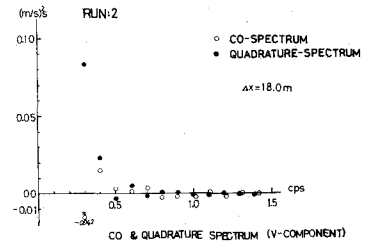


図-4

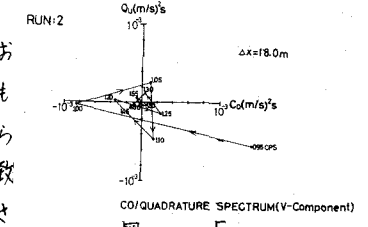


図-5

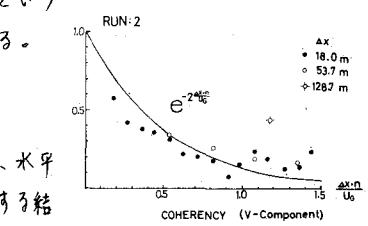


図-6