

自然風迎角の時間的、空間的変動特性

大阪大学工学部 正 小松定夫
立命館大学理工学部 正 小林敏士
学 光富 建

はしがき

長大橋梁の風による振動の発生の有無、発生風速、振幅に対し、橋梁に対する風の迎角は重要なパラメーターの1つとなる。突橋の耐風性を考慮する場合、自然風の迎角がどのような性質をもつものか知ることが必要となってくる。自然風の迎角は不規則変動量であるので統計的な解析を行なう。橋梁の動的耐風応答特性を考慮すれば、迎角の時間的変動のうち、比較的短周期の成分は問題とならないと考えられる。このため、迎角の変動を表わす統計量の評価時間による変化を調べることも重要となる。また、突橋は水平におかれた線状の構造物であるため、迎角の変動の空間的な性質を調べることも重要である。

このような見地から、自然風の観測を行ない、迎角の時間的、空間的変動特性について統計的解析を行なった。

観測計画

観測地点は大阪南港のかもめ大橋桁上である。観測に用いた風速計はギル風速計4台、クリーンベーン風速計4台および超音波風速計(3成分)1台である。図-1に橋桁上における風速計の配置を示す。観測資料は $\Delta t = 0.2$ 秒ごとに10分間読みとり統計解析を行なった。

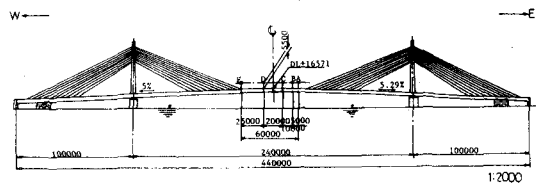


図-1 測定器配置図

解析結果と考察

評価時間を λ 秒としたときの迎角の平均値の時系列をもとに計算された標準偏差を評価時間を λ 秒としたときの迎角の標準偏差といい、 $\sigma_\alpha(\lambda)$ とかく。迎角の標準偏差は評価時間を長くとるにつれて遞減する。評価時間を λ としたときの迎角の標準偏差 $\sigma_\alpha(\lambda)$ は実測迎角のパワースペクトル $S_{\alpha\alpha}(n)$ を用いて次式により計算できる。

$$\sigma_\alpha(\lambda) = \int_{1/\lambda}^{\infty} S_{\alpha\alpha}(n) dn \quad (1)$$

T: 観測時間

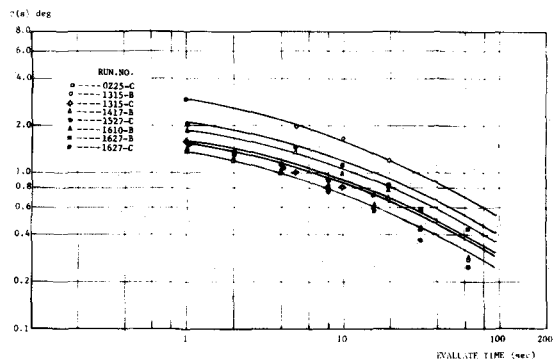


図-2 評価時間と標準偏差

また、迎角 $\alpha(t) \cong W(t)/U$ ($W(t)$:鉛直風速)と考えて、次式で近似することもできる。

$$\sigma_{\alpha}(\omega) = \sigma_{\alpha}/U^2 \cdot \int_{-\infty}^{\infty} \tilde{S}_w(n) dn = \sigma_{\alpha}/U^2 \int_{-\infty}^{\infty} \frac{4Z}{U} \cdot \frac{1}{1+4Zn/U} dn \quad (2)$$

ここに、 σ_{α} : 実測迎角の標準偏差、 $\tilde{S}_w(n)$: 鉛直風速の基準化スペクトル(Panoofsky-McCormick) 図-2 に式(1)にもとずき実測データから計算された $\sigma_{\alpha}(\omega)$ をプロットした。曲線は式(2)により計算された $\sigma_{\alpha}(\omega)$ である。迎角の標準偏差が評価時間により逸減する様子はPanoofsky-McCormickのスペクトルでうまく説明できる。

風向が測定線にほぼ直角方向である場合について、迎角の空間相関係数 $R_{\alpha}(n)$ を求めた。図-3にその例を示す。測点距離 $n=10 \sim 20m$ となると相関は0.2~0.1とかなり小さくなってきている。積分スケールは $L_{\alpha}=10m$ 前後である。

図-4は周波数別の相関係数 $R_{\alpha}(n, \eta)$ の計算結果の一例である。多くの解析結果について(平均風速 $U=9 \sim 15 m/s$)、相関係数も $R_{\alpha}(n, \eta) = \exp(-Kn\eta/U)$ で近似すると、 $K=9 \sim 16$ となった。塩谷は里浦における観測結果($Z=20m$)をもとに、 $K=8$ であるとしている。本観測結果はそれより大きな値となった。測点高度が低いと考えると考えられる。

迎角の周波数別のスケールを計算した結果を図-5に示す。周波数が高くなるにつれてスケールの値は漸減している。

結び

かもめ大橋における風の観測値を解析したものの1部を紹介した。これによって自然風迎角の時間的、空間的変動特性を知ることができた。本研究を行なうにあたり、大阪市土木局橋梁課、石岡英男氏に大変御世話になった。紙面を借りて謝意を表明するものである。

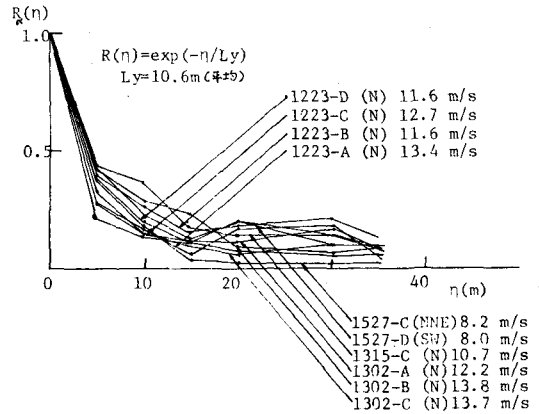


図-3 迎角の空間相関係数

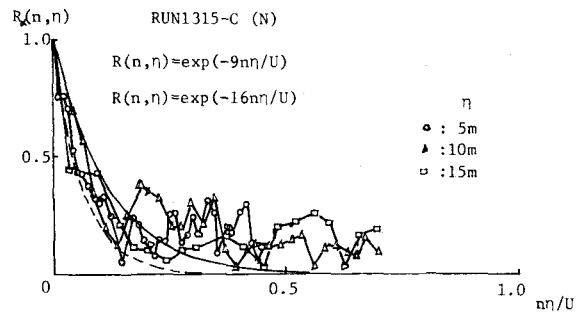


図-4 周波数別空間相関係数

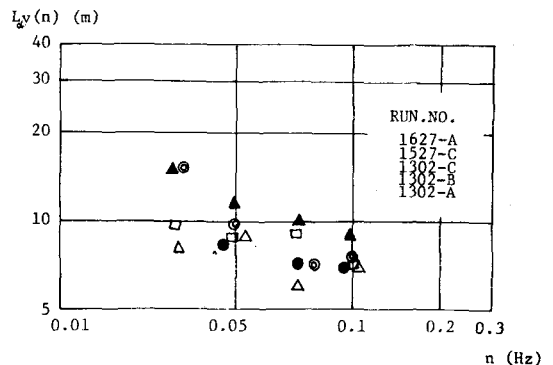


図-5 周波数別スケール