

大阪大学工学部 王 木松定夫
立命館大学理工学部 王 小林敏士
大阪大学工学部 学 〇 赤司新夫

① はしがき

長大橋の耐風性を検討する場合、模型による風洞実験を行なう地、橋梁架設地点における自然風の性質を考慮する必要がある。本文は、南岸頭連絡橋(逆台形箱形断面を有する三径間連続斜張橋)の耐風設計に關する資料を得るため、大阪湾南港の本橋架設地点付近において自然風を観測し、統計的解析を行なうためである。箱形断面を有する斜張橋において特徴的に行われる限定振動は、橋梁に作用する風の相対迎角と密着角の関連がある。このことから、ここでは自然風の変動の様子、特に迎角成分の変動特性に力点を置いて解析を行なった。

② 観測および解析の方法

i) 観測地点; 図-1に大阪湾の南港埋土地の一部平面図を示す。付近には高さ約10mの倉庫や立木並みがある。

ii) 風速計の配置; 風速の水平成分および風向を測定するクリンバーン風速計および鉛直成分を測定するギル風速計各々4台を、図-2に示すように、東西方向に並べた高さ13mの支柱上に設置した。高さは橋梁スパン中央のレベルに合わせたためである。

iii) 記録および解析; 各測定値はアナログマルチプレクサーを通じてデータレコーダに記録した。さらにそれをAD変換し、テープに収録し解析を行なった。観測時間はT=10分間およびT=3分間の2種類とした。データレコーダのサンプリングはT=2秒(T=10分の場合)およびT=0.2秒(T=3分の場合)とした。

③ 解析結果と考察

i) 風速の乱れの強度について; 現在までに解析された資料のうち、平均風速がほぼ $\bar{U}=8\text{m/s}$ を超すものについてのみ選定一覧表に表-1に示す。風速の水平成分の乱れ σ_u/\bar{U} 、鉛直成分の乱れ σ_w/\bar{U} は風速の増大とともに低下しているが、ほぼ $\sigma_u/\bar{U}=0.1\sim 0.2$ 、 $\sigma_w/\bar{U}=0.03\sim 0.02$ となっている。図-3は鉛直成分の乱れと水平成分の乱れの比 σ_w/σ_u を求め、平均風速に対してプロットしたものである。この比は平均風速の大きさにあかわらずほぼ一定の0.35前後の値を示している。Lumley and Panofsky⁴⁾によれば、 $\sigma_w/\sigma_u=0.45\sim 0.47$ であるが、本観測結果の場合にはこれより小さい値が得られた。

ii) 平均迎角について; 平均風速が $\bar{U}=8\text{m/s}$ 以上の場合、平均迎角 α は $+2^\circ\sim -2^\circ$ の範囲にあった。資料が少ないため、風向別の特性の差については調べられなかった。

iii) 迎角変動の標準偏差について; 迎角変動の標準偏差 σ_α は平均風速の増大とともに低下する傾向にある。図-4にその様子を示した。図の实線のように代表される

iv) 迎角変動と評価時間との関係について

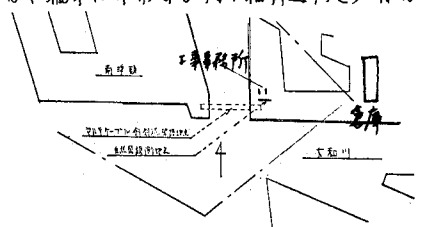


図-1 観測点付近図

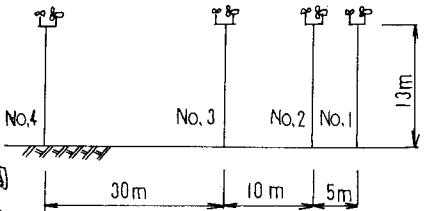


図-2 風速計の設置

表-1 解析結果の一例

P: ポール番号

| RUN | P | \bar{U} (m/s) | σ_u/\bar{U} | σ_w/\bar{U} | σ_w/σ_u | α° | σ_α |
|---------|---|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------|-----------------|
| 0118A2S | 1 | 14.6 | 0.25 | 0.04 | 0.29 | -1.2 | 2.52 |
| S WW | 2 | 15.5 | 0.26 | 0.04 | 0.07 | -0.9 | 2.94 |
| 50.1.18 | 3 | 14.7 | 0.25 | 0.08 | 0.18 | -1.3 | 2.50 |
| | 4 | 15.2 | 0.23 | 0.04 | 0.18 | 3.1 | 2.50 |
| 0118A3S | 1 | 14.7 | 0.25 | 0.05 | 0.34 | -2.2 | 2.60 |
| S WW | 2 | 15.9 | 0.25 | 0.05 | 0.33 | 0.0 | 2.30 |
| 50.1.18 | 3 | 15.4 | 0.23 | 0.04 | 0.33 | -0.9 | 2.50 |
| | 4 | 15.5 | 0.25 | 0.04 | 0.27 | 2.9 | 2.81 |
| 0119A1L | 1 | 12.8 | 0.26 | 0.05 | 0.34 | -0.2 | 3.11 |
| W | 2 | 13.5 | 0.26 | 0.04 | 0.28 | 1.6 | 2.80 |
| 50.1.19 | 3 | 14.1 | 0.25 | 0.05 | 0.32 | -0.1 | 2.81 |
| 0119A3L | 1 | 10.3 | 0.27 | 0.06 | 0.34 | -0.8 | 3.40 |
| W | 2 | 12.2 | 0.27 | 0.05 | 0.31 | 1.2 | 3.41 |
| 50.1.19 | 3 | 10.7 | 0.28 | 0.06 | 0.32 | -1.9 | 3.40 |
| | 4 | 9.7 | 0.28 | 0.06 | 0.35 | -0.2 | 4.03 |
| 0406A3R | 1 | 8.1 | 0.07 | 0.03 | 0.45 | 0.0 | 1.89 |
| N | 2 | 8.1 | 0.07 | 0.03 | 0.42 | 2.2 | 1.61 |
| 50.4.06 | 3 | 8.3 | 0.07 | 0.03 | 0.43 | 0.1 | 1.78 |
| | 4 | 8.5 | 0.22 | 0.04 | 0.38 | 3.8 | 3.27 |
| 0406A4R | 1 | 11.8 | 0.20 | 0.04 | 0.33 | 1.8 | 2.47 |
| N | 2 | 12.2 | 0.20 | 0.03 | 0.27 | 3.8 | 1.78 |
| 50.4.06 | 3 | 11.9 | 0.09 | 0.03 | 0.36 | 1.7 | 2.10 |
| | 4 | 7.5 | 0.29 | 0.07 | 0.37 | 6.8 | 3.52 |
| 0415A4R | 1 | 12.0 | 0.25 | 0.07 | 0.43 | 0.9 | 4.50 |
| NW | 2 | 12.2 | 0.20 | 0.04 | 0.36 | 1.4 | 2.41 |
| 50.4.15 | 3 | 11.8 | 0.24 | 0.04 | 0.29 | 0.1 | 2.43 |
| | 4 | 13.6 | 0.20 | 0.03 | 0.28 | 3.6 | 1.65 |

変動値を観測する場合、評価時間を変えたとすに非なり、変動の標準偏差、変動の最大値は変わってくる。参考文献2)に1)から、評価時間、観測時間を同一の場合の迎角変動の標準偏差および最大値を求めた。図-5にその結果の一部を示す。

v) 同速変動の空間相関およびスケールについて；
 十ヶ所に於ける測定値を用いて相互相関を求め、すなわち測定線方向の空間相関係数を求め、図-6に示す。風速の水平成分、鉛直成分とヤド距離20m以上はなれると相関がなくなっている。よって距離で積分すると乱れの平均スケールが得られる。水平成分の場合 $L_x \approx 10m$ 、鉛直成分の場合 $L_z \approx 5m$ である。これらの値は他の観測例に比べよとかなり小さい値である。

vi) 周波数の相関について
 ; 風の乱れのフーリエスペクトルを用いて周波数別の相関係数を求めてきた。図-7にその結果を示す。横軸は $n\epsilon/\bar{U}$ とした。相関係数が $R(n, \epsilon) = \exp(-kn\epsilon/\bar{U})$ で近似できるものとして根拠を求めてみると、水平成分、鉛直成分とほぼ同じ値 $k=5 \sim 6$ であった。

Davenport は吊橋の応答計算に $k=7$ を用いている。²⁾
 ここではすこし小さい値であった。

[4] あとがき
 架設地点における自然風の変動の時間的、空間的特性をさかむことができた。本研究に対し大阪市土木局橋梁課から御援助を戴いた。

〔参考文献〕

- 1) Lumley, J. L., Panofsky, H. A., The Structure of Atmospheric Turbulence, J. Wiley, 1964, PP.119~160
- 2) 本州四国連絡橋技術調査報告書, 付属資料1, 土木学会, PP51~54, 1964
- 3) 塩谷, 強風の乱流構造, 構造物の耐風性に関するもの回シムボック4, 1974, PP.9~18

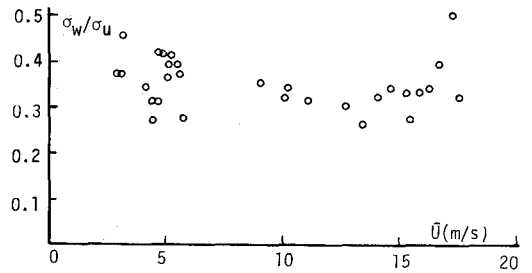


図-3 乱れの鉛直成分と水平成分の比

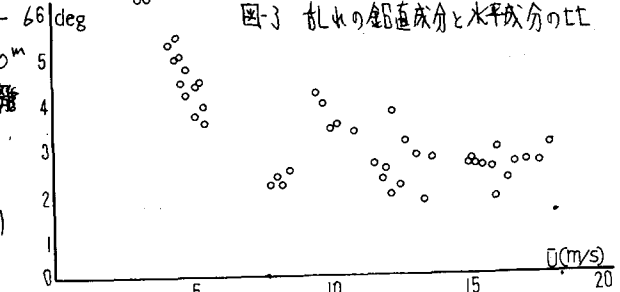
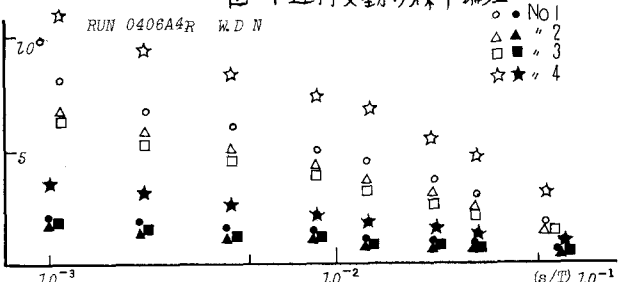


図-4 迎角変動の標準偏差



○△□☆; 迎角の瞬間最大値
 ●▲■★; 標準偏差

図-5 迎角変動と評価時間

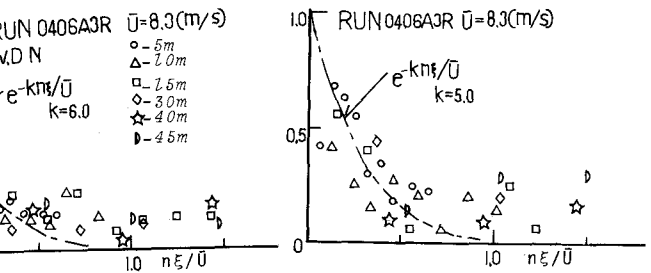
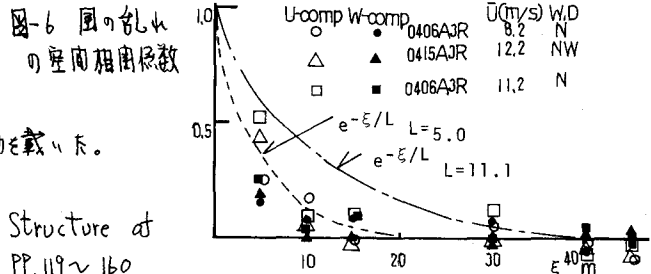


図-7 周波数別の相関係数