

大阪府立工業高等専門学校 正員 岡 南 博 夫

京都大学工学部 正員 白 石 成 人

徳島大学工学部 正員 宇都宮 英 彦

1. まえがき 地表面の状態が一様で平坦な広い地域にわたれば、自然風の特性は観測結果も多く、ある程度の法則性が知られている。しかしながら、一般に構造物に影響を与える地表面付近の風は局地的な地形の影響を受け、特殊な現象を呈することがあり、風の影響を受けやすい構造物を建設する場合には、風の局地的な特性を明らかにすることは耐風設計上重要な課題の一つである。本報告は、昭和47年より行われていた徳島県下小鳴門橋における自然風および橋梁の応答に関する現地観測が終了したのを機会に、小鳴門橋周辺の地形模型実験を行い、実測結果と風洞実験結果との比較を試みたものである。なお、昭和54年度関西支部年次学術講演会(白石他)において本研究に関連したデータの一部を発表した。

2. 実験方法 現地観測に関する詳細については参考文献(1)参照。使用した風洞は、京都大学工学部土木工学教室に設置されたエッフェル型吸込式風洞(測定断面:高1.5m、幅2.5m、長さ8.5m)である。地形模型は、縮尺が水平方向 $1/3000$ 、鉛直方向 $1/1000$ 、対辺距離2.45mの八角形であり、設定可能風向は、E、W、S、N、NW、NE、SE、SWの8風向である。風洞実験を行うにあたっては、風洞中の流れと自然の流れとが相似になっていることが必要である。しかしながら、現在のところこの問題についての一般的な考え方は確立しているとは言えない。したがって、ここでは模型に作用する風洞気流が海面上の大気境界層と風速の鉛直分布、境界層の厚さおよび乱れの強さについて相似になるように考慮して実験を行った。図1は小鳴門橋周辺の地形と小鳴門橋上の風速観測点A、A'、T、B、C、D、D'を示す。観測点Tは鍋島に設けられた主塔位置であり、それぞれの観測地点は橋軸方向40m間隔となっている。また、橋軸方向は北北東である。写真1は風洞内に設置した地形模型および熱線風速計による風速測定状態を上流側より撮影したものである。平均風速の測定はビトー管とベッツ型マノメータにより行った。

3. 実験結果および考察 写真2～写真4は、発泡スチロール製の板と針で作製した小旗により風向を調べたものである。写真2は設定風向E(写真長辺の方向)であり、写真左上角の岬から風向Eで吹き込んだ流れが北岸の大毛島の影響を受け小鳴門橋の位置においては、風向がSEに変化していることが認められる。また旗がブレて写っていることは、気流の乱れの存在を示し、特に岬を迂回してきた土佐泊での気流が激しく変動していることが示されている。水路に沿って流れる気流は、風向Eから大毛島を迂回して風向Nに変化し鳴門町に向かって流れ、一部北岸に沿う流れは山の斜面を吹上っていることが知られる。写真3は設定風向NW(写真長辺方向)で、大毛島の西側を迂回して流れ、鳴門町付近の



図1. 小鳴門橋周辺の地形および観測点



写真1. 風洞実験状態



写真2. 風向: E

風向はNであり小鳴門橋ではNNWの風向でほぼ水路に沿った流れとなっている。写真4は設定風向Wであるが、小鳴門橋では橋軸と直角方向のWNWの風向となり水路に沿った流れとなっている。設定風向NWの流れでは、風向から判断して北岸側で風速の低下が予想される。図2は風速の鉛直方向の分布を指数分布で表した場合の指数 $1/\alpha$ であり、実験値は風向NNWに対して $\alpha=6.0$ 、風向WNWに対して $\alpha=4.5$ である。観測値は黒丸印でプロットしたが、これは1972年9月16日夜、紀伊半島から伊勢湾方面を通過した台風20号による観測値から求めた値で、横軸は時刻であり台風の進行に伴って風向がNNWからNWに変化することを示している。この図から、風向が変化すれば、風速の鉛直分布が変化し風が周辺地形の影響を受けることが知られる。また、実験結果は観測結果と同様の傾向を示していることが推定される。図3は、設定風向NW、境界層外の風速が 2.42m/sec の乱れの強さの水平分布であり、写真3からも予想されるが北岸の地形の影響が顕著に表れていることが認められる。風洞実験の風速 2.42m/sec は、根本の $1/3$ 乗則に従えば、 35m/sec 程度の実風速に対応しており、台風時の海面上 45m における平均風速値は約 30m/sec であった。このことからすれば、台風時と風洞実験時では平均風速のオーダーは同程度と考えられる。図4は乱れの強さの橋軸方向の分布で横軸のA～Dは観測点を表す。実測と実験とで点Aおよび点Tにおける値が異なっているが、これは、実測と実験との風向の差あるいは平均風速の大きさなどが影響しているものと思われる。図5は、平均風速の橋軸方向の分布を設定風向NWに対して示したものである。 U_T は点Tにおける平均風速である。写真3からも予想された通り北岸側で風速の低下が認められる。実測結果と実験結果は、ほぼ同じ傾向を示すが、実測結果はばらつきが大きい。これは、実測と実験との非定常性の問題、風向の差および平均風速の大きさなどが影響しているものと考えられる。

む す び 実測結果と風洞実験結果とは 風速の分布について比較的良い一致が得られた。風向によって地形の影響の受け方が異なり、実測と実験とを比較する場合には風向を正確に一致させることが重要である。

参考文献 (1)小西、白石、宇都宮他、小鳴門橋の耐風性に関する調査研究報告書、徳島県、 $\#1 \sim \#5$ 、1973～1977。

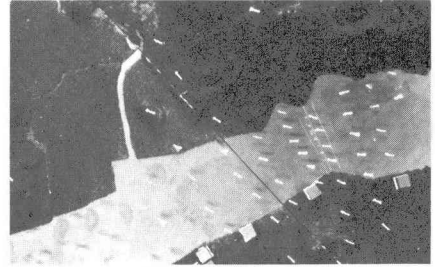


写真3. 風向 (NW)

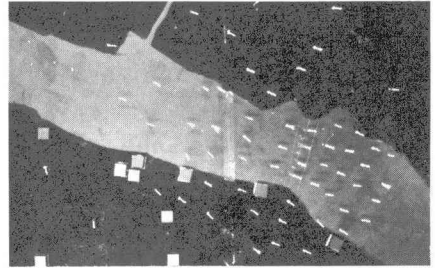


写真4. 風向 (W)

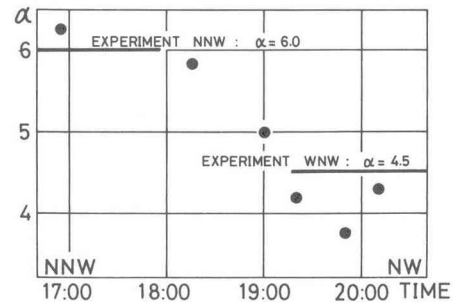


図2. 平均風速の鉛直分布の指数 ($1/\alpha$) : T点

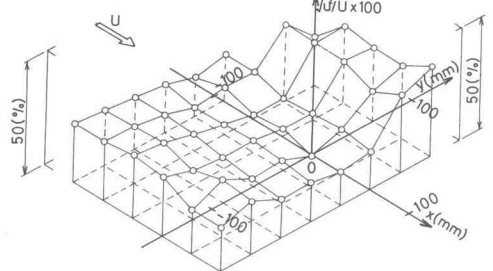


図3. 乱れの強さの水平分布: 風向NW、 $U_0 = 2.42\text{m/sec}$

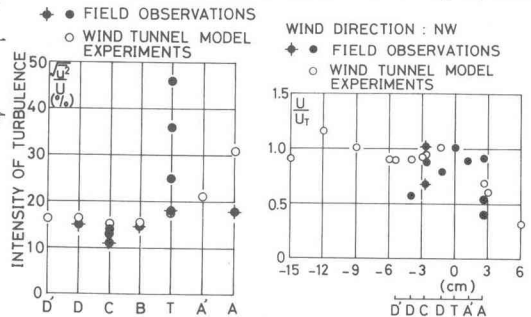


図4. $\sqrt{u^2/2U_0}$ の橋軸方向の分布

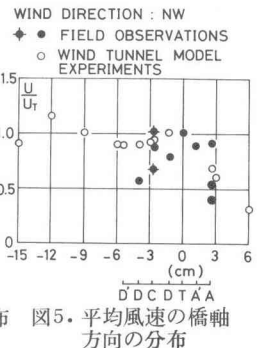


図5. 平均風速の橋軸方向の分布