

I-460

半島状地形周辺の風況推定に関する基礎的研究

徳島大学大学院 学生員 上野 洋嗣

徳島大学工学部 正員

長尾 文明

徳島大学工学部 正員 宇都宮英彦

四国電力(株)

斎藤 裕二

1. まえがき 現在、橋梁構造物の耐風設計を行う上で、橋梁架設地点の地理的特性、地形的特性を取り入れようという動きが活発になってきている。現段階では、それらの影響を考慮するためには、長期的現地強風観測、または、縮尺地形模型を用いた風洞実験により検討するという方法が用いられている。しかし、これらの方法は、対症療法的な一つのケーススタディーに終わる場合がほとんどであるというのが現状である。そこで、本研究では、地形の影響を受けて気流がどのように増速されるかという点に注目して、一般的な関係を見出し、普遍的な法則を設定し、多くの類似地形の風況推定に適用を試みるものである。

2. 研究手法 本研究では、半島状地形の背後に生じる特有の強風に着目して検討を行ったが、その手法として、まず、台形断面を有する直線的な尾根で代表させた単純化地形模型を用いて、これらの地形を構成し、風洞実験により代表的な地形因子の風況への影響を検討し、それから得られたデータをもとに風況予測式の作成を試みた。最終的には、その結果を複雑地形に適用しその適合性を判断するという方法を用いた。今回は、半島状地形の風況特性としてジブラルタル半島¹⁾、徳島県鳴門市大毛島²⁾で報告されている尾根背後に発生する螺旋状の巻き込み渦について、その強風域、最大増速率、最大増速率発生地点に注目して、この手法による風況評価の可能性を検討した。

図1は、巻き込み渦の発生を支配する因子を表したもので、最も支配的である風向 β 、地形因子は、上流側法面勾配 ψ_F 、下流側法面勾配 ψ_R 、先端勾配 θ 、天端長さ L である。また、ここで H は模型高さ、 B は尾根長さで、今回は一定値としており、座標軸は、尾根直交方向を X 軸、尾根筋方向を Y 軸、高さ方向を Z 軸に設定している。また、風速値は、同一高さの接近流速で基準化した。

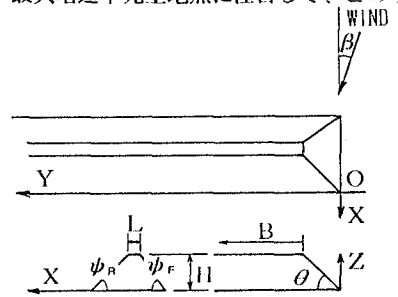


図1 単純化模型概略

3. 強風域 これまでの研究³⁾で、強風域は尾根先端部よりは扇形に広がって行く傾向があり、風向変化にともなう強風域が移動していることが確認されている。従って、強風域を評価するために、図2のような巻き込み角度 η を定義した。この η は増速域の限界を示すもので、これより尾根側の領域は増速域と考える。決定方法として巻き込み渦の最大増速率発生点、 $Y/H : (Y/H)_{PEAK}$ の直線と、増速率1.2の等値線の交点をAとし、

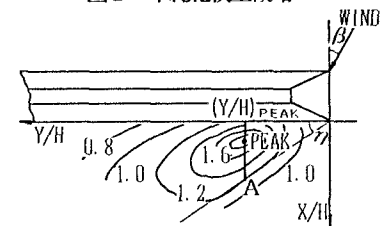
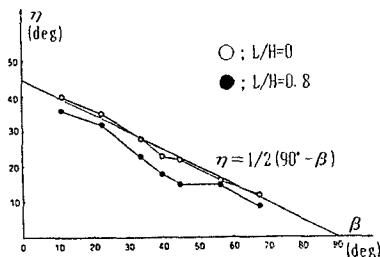
図2 巻き込み角 η の定義

図3 巻き込み角と風向の関係

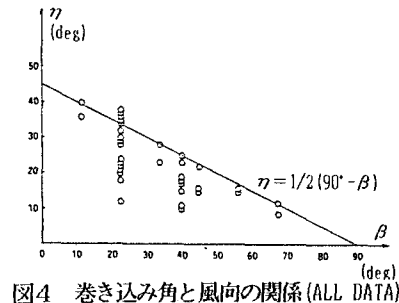


図4 巻き込み角と風向の関係 (ALL DATA)

Aと座標原点Oを結んだ直線とY軸の為す角度として η を定義している。ここで1.2という数値は一つの目安である。強風域に最も影響を及ぼす因子は風向であり、地形因子の影響はあまり認められていないために、風向と巻き込み角の関係を検討した。図3は、巻き込み角度 η と風向 β の関係を示したもので、使用した模型は、上下流法面勾配 55°、先端勾配 40°であり、天端長さは2種類変化させた。また、図中の実線は巻き込み角度を予測するために提案した式であり、風向が大きくなるのに従い、増速域が小さくなるという傾向に注目して決定した。図4は、図3に全実験結果をプロットしたもので、予測式がほぼ最大値を示す形になっており、強風域の評価がある程度可能であると判断できる。

4. 最大増速率の予測

最大増速率を評価する因子として、風向 β 、上流側法面勾配 ψ_F 、下流側法面勾配 ψ_R 、先端勾配 θ 、天端長さ L/H の5因子を用いた。図5は、それぞれの影響を表す関数を実験結果より決定したものを示したもので、①が上流側法面勾配、②が下流側法面勾配、③が先端勾配、④が風向、⑤が天端長さの影響を表す関数である。これらの関数を取り入れて最大増速率の予測式を次式のように決定した。

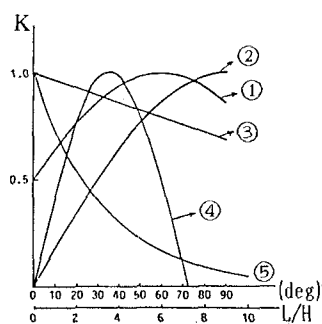


図5 予測式の適用範囲

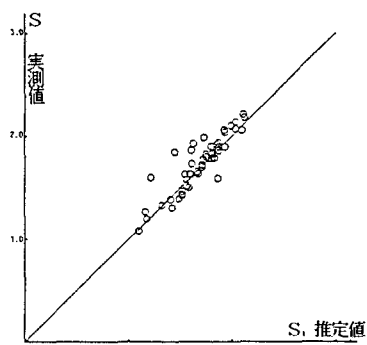


図6 最大増速率の推定値と実測値の関係

$$S = 1 + 1.60 (1 - 0.2 \theta \pi / 180^\circ) \cdot \sin(\psi_F + 30^\circ) \cdot \sin \psi_R \times \sin(2.5 \beta) \cdot \text{EXP}(-0.3L/H) \quad (1)$$

この予測式は接近流速の値を1として、それより何割増速されるかという形で表現した。図6は、予測値と、実測値の関係を示したもので、比較的良好な対応が確認される。

5. 最大増速率発生点の予測 最大増速率発生点とは、X軸方向ではほとんど移動せず、Y軸方向の移動量が大さいという特性がある。また、最大増速率発生点に対し最も大きな影響を及ぼす因子は風向 β であり、地形因子の影響は風向と比較して小さいために、風向 β の関数で評価した。図7は、最大増速率発生点の Y/H の値と風向の関係を示したものである。また、実線は回帰分析より決定した関数で、この推定式でY軸方向の発生点の評価がおおむね可能であると判断される。X軸方向については、実験結果から一定値 $X/H=0.8$ と考えても問題はないと考えられる。

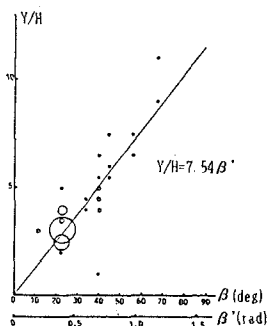


図7 風向と最大増速率の関係

6. あとがき 単純化模型を用いた風洞実験結果を利用して、複雑地形の風況推定を行ったが、ある程度の適合性が確認された。しかし、風況推定式の問題点として流体力学的視点からあまり捉えられていないこと、また、各因子の変化領域において、注目した部分が局所的になりすぎて、広範囲での整合性が取れていないことが挙げられ、今後この点についてさらに検討する必要がある。

〈参考文献〉

- 1) R. A. COOK, B. H. CONNOR, W. MCKAY: WIND CONDITIONS AROUND THE BACK OF GIBRALTAR, Journal of Aerodynamics, 2 (1977/1978)
- 2) 宇都宮ら: 局所風況と地形対子に関する実験的研究, 第10回風工学シンポジウム論文集, pp. 19-24, 1988.
- 3) 長尾 文明: 京都大学学位論文, 1989