

# I-355 丘状地形における風況予測

徳島大学大学院 学生員 齊藤 裕二 徳島大学工学部 正 員 宇都宮英彦  
 徳島大学工学部 正 員 長尾 文明 戸田建設(株) 正 員 平岡 盾樹

1. まえがき 従来より、解析、実験などにより地形形状と増速効果についてよく研究されており、特に丘状地形においては増速効果の予測式も提案されている。著者らはこれらの予測式のうちESDUの風況予測式に注目し、単純化地形模型実験結果および複雑な地形を有する地形模型実験結果と比較、検討することにより、提案式の妥当性、適用範囲などを調査した。

2. 増速予測式(ESDU)<sup>1)</sup> ESDU予測式は、地形形状の影響を考慮した風速の推定値をV、地表面粗度、風速評価時間などによる風速の推定値をV<sub>L</sub>、地形形状によって決る増速率をK<sub>L</sub>とし、次式で局所的な風速を推定するものとする。

$$V = K_L \cdot V_L \quad (1)$$

ここに、K<sub>L</sub>は上流側法面勾配(Ψ)、注目点の頂上部に対する位置関係(X<sub>L</sub>:頂上部がX<sub>L</sub> = 0、下流側X<sub>L</sub> > 0、上流側X<sub>L</sub> < 0)および地表面からの高さ(Z)の関数として、次式のように定義される。

$$K_L = V/V_L = 1 + 2s\Psi_e \quad (2)$$

sは地形影響係数、Ψ<sub>e</sub>は換算法面勾配であり次の場合分けをしている。

$$\Psi_e = \Psi = H/L \quad \text{— 剝離の生じないなだらかな丘} (\Psi < 0.3)$$

$$\Psi_e = 0.3 \quad \text{— 剝離を伴う急峻な丘} (\Psi > 0.3)$$

### 3. 2次元丘状地形におけるESDU推定式の導入

表1に示すような単純化した台形断面2次元丘の風洞実験により、法面勾配、丘の高さが2次元丘周辺の流れを支配する重要なパラメータであると判断された。図1は、上流側法面勾配の測定値を示し、併せてESDUによる推定値を実線、Davenport<sup>2)</sup>による推定値を破線で示したもので、縦軸が増速率S、横軸が測定高さを模型高さで無次元化したZ/Hである。

表1 2次元丘断面諸量

モデル	模型高さ H (cm)	法面部底辺長 L (cm)	全底辺長 B (cm)	法面勾配 Ψ (deg)
A	5	3.5	11	55
B	5	5	14	45
C	5	8	20	32
b	3	5	14	31
c	3	8	20	21

は、全ての模型がΨ > 0.3となり(DavenportはΨ > 0.25)、上流側法面上に渦が形成され、剝離の生じない限界値(ESDU; Ψ<sub>cr</sub> = 0.3, Davenport; Ψ<sub>cr</sub> = 0.25)時の流れのパターンと一致すると考えていることによる。しかし本実験による限界勾配以上の法面勾配を有する2次元丘頂部の増速率は法面勾配に明らかに依存している。また、地表面からの高さが低い場合、ESDUの推定値は法面勾配の比較的小さい(限界勾配よりも大きい)丘に対しては明らかに過小評価となり、測定高さが高くなるほどほぼ妥当な推定値となっている。そこで図2(a)(b)に各模型それぞれの増速率に一致するような推定値として、限界法面勾配以上のESDU推定式を以下のように修正したものを併せて示した。

$$\text{ESDU推定式} \quad - \quad L_e = H/0.3, \quad \Psi_e = 0.3$$

$$\text{ESDU修正式} \quad - \quad L_e = L, \quad \Psi_e = 0.3$$

本修正は推定式中の換算高度Z/L<sub>e</sub>をZ/Lに変更することによ

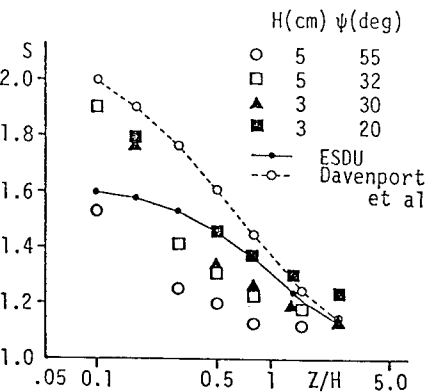


図1 2次元丘頂部における増速率; S

り法面勾配のおよぼす影響を反映させたものであるが、修正推定値は地表面近くの測点ではESDU推定値よりもさらに過小評価となり、また、全体的に実験値よりも小さい値を示す傾向が認められるが、法面勾配の異なる各2次元丘に対してほぼ妥当な推定式である。しかし、剝離および増速効果と法面勾配の関係については、さらに詳細に検討をする必要がある。

**4. 複雑な形状の丘における風速増加率の推定** 本研究で対象とした丘状地形は、本州四国連絡橋、児島・坂出ルート周辺部の鷲羽山の尾根筋、櫃石島および与島である。図3に鷲羽山の尾根筋、櫃石島の風速測定点を示す。また、図4は鷲羽山周辺部の尾根筋測点に対する実測値とESDUの推定値 $K_L$ の相関性を示したものであり、図中の記号は法面勾配 $\Psi$ の決定手法および主風向をパラメータとして示し、測点番号も併せて示した。この図から明らかのように、ESDU推定式は実測値と比較的良好な対応関係があり複雑な地形に対しても適用できるものと考えられる。しかし、測点周辺地形が比較的単純な地形に関しては良い一致が見られるのに対して局所的にでも剝離を伴う流れが発生すると考えられる地点では過大評価となる傾向が伺える。そこで、斜面勾配が0.3以上のケースのみを抽出し、実験値とESDUおよびESDU修正式の相関性を図5に示した。この図から、大きく異っていたESDU推定値は換算底面長さ $l_0$ に各測点固有の $l$ を代入することにより大幅に実験値に近づいており、剝離の生じる限界勾配以上の丘上の増速率は修正ESDU式を用いるの方が推定精度が向上していることがわかる。

**5. あとがき** 以上のような結果からESDU風速予測式が、単純地形模型、複雑な地形模型にある程度適用できることが判明し、修正を加えることにより、さらに精度が向上すると考えられる。しかし、今回の修正は流体力学的な説明が付けられず、今後この点に注目した研究を行う必要がある。

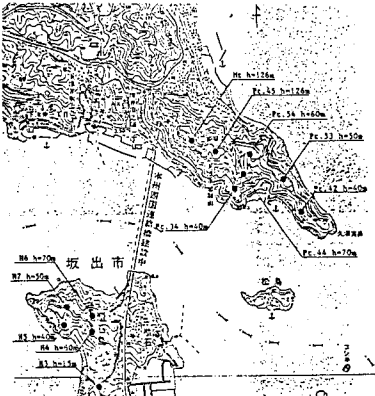


図3 鷲羽山および櫃石島風速計測点

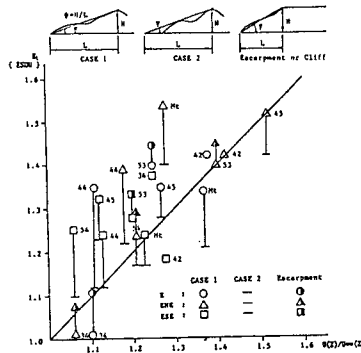


図4 鷲羽山尾根筋測点の増速率の実測値と推定値の相関

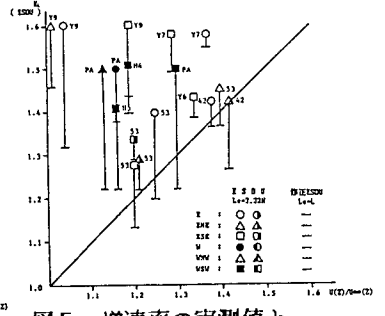


図5 増速率の実測値と修正ESDU推定値の相関

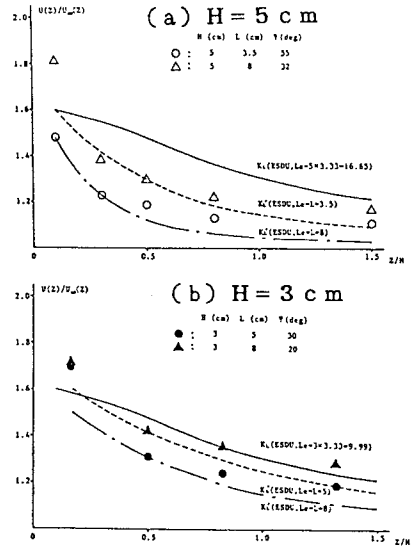


図2 2次元丘頂部における増速率Sと修正ESDU式

(参考文献)

- 1) ESDU: Wind Speed Profiles over Terrain with Roughness Changes for Flat or Hilly Sites, Item Number 84011, July, 1984.
- 2) D.R. Lemelin, D. Surry and A.G. Davenport, Simple Approximations for Wind Speed up over Hills, Proc. 7th. Int. Conf. on Wind Eng., Aachen, West Germany, Vol. 1, 1987.