

I-306

地形因子による風況予測について

徳島大学大学院 学生員 平岡 盾 樹
 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

1. まえがき 地形模型を用いた風洞実験を行う場合、使用する地形模型は現地の地物状況をできる限り広範囲において詳細に復元する必要がある。しかし、それには多大な費用と労力および時間を要し、またその結果は当然その対象地域にしか適用できない。そこで著者らは単純化した模型を用いた風洞実験を行うことによって風況を支配する地形因子を抽出し、簡単な風速の予測式を見出そうとした。

2. 風洞実験 使用した単純模型は図1のように一様断面の盛土の中央に開口部を付けたもので法面勾配の急な順にA, B, Cとした。また風洞内に境界層内の自然風を模擬する手法はスパイアとラフネスブロックを使用する方法を取った。¹⁾ その結果得られた乱流構造を図2に示す。図2で実線は風速の、破線は乱れの強さ $I_u(\%)$ の鉛直分布であり、括弧内の数値はその高さでの乱れのスケール, α はべき指数である。

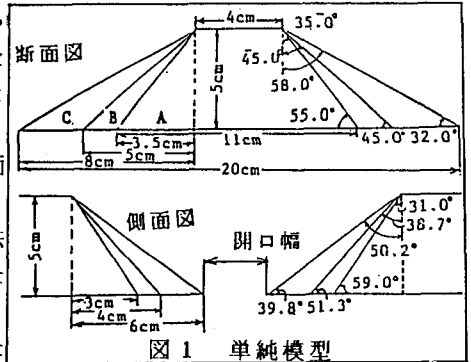


図1 単純模型

3. 実験結果および考察 実験は図3に示した測定点における風速 U と乱れの強さ $I_u(\%)$ を計測することを中心に行った。図4, 5は開口部中心線上測点の風速分布である。図で U/U_r は風速 U を基準風速 U_r (境界層外の風洞風速) で無次元化した値, X/H , Z/H は開口部中央点0点より主流方向に測った距離 X および測点高さ Z を、それぞれ模型高さ H で無次元化した値を示している。また実線、破線、点線は各測点高さで模型を取り除いた状態の境界層風速 (以下接近流速と呼ぶ) を, U_r で無次元化した値を示している。図4より開口部中央付近を通過する風速はかなり増強され、開口幅が狭いほど増強率が大きいことが認められる。また、開口幅が広いほど風速の増強域が下流側へと広がっている。開口幅0cmの風洞中心線上は特異なケースであり、開口部で増強された風速が距離の増加に伴って極端に減少し、接近流速より

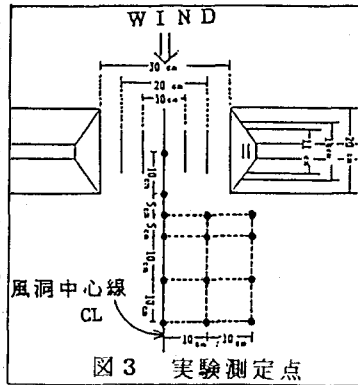


図3 実験測定点

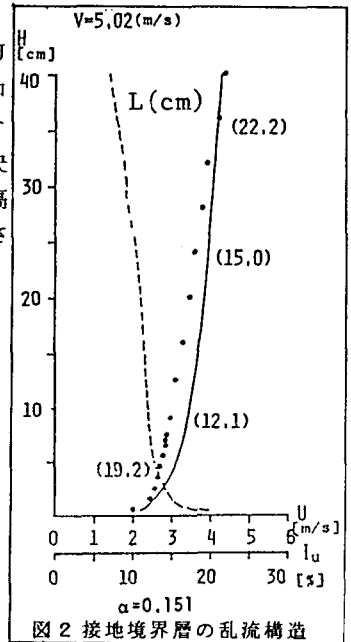


図2 接地境界層の乱流構造

もかなり小さい値にまで低下している。これは、他の模型に比べて開口部を通過する流量が少ないために、模型の背圧低下による拡散の影響を強く受けたためと考えられる。そ

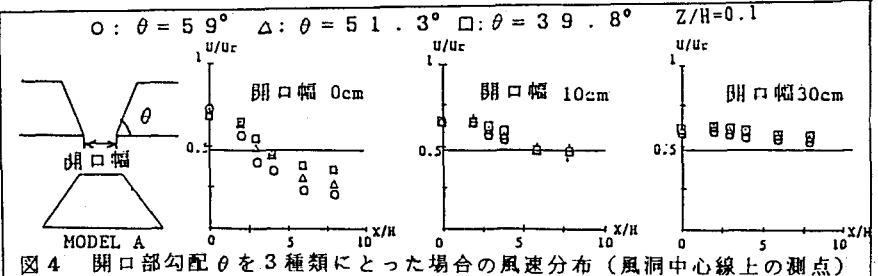


図4 開口部勾配 θ を3種類にとった場合の風速分布 (風洞中心線上の測点)

して、この現象は開口部勾配が急なほど顕著である。図5は測点高さを3種類に取ったもので、測点高さの低いほうが模型に近い位置での風速低下が著しく低い位置での風の拡散が激しいことを示している。模型A、Cの比較により、法面勾配が緩いほど早く接近流に回復していくと言える。ただし、これらの測定はI型熱線風速形により行ったため、風向については考慮されていない。

4. 地形因子の検出と風速の推定 風況変化に影響を及ぼす地形因子を検出するために前記の実験結果を基に重回帰分析を行った。ただし、模型の背後では開口部通過後の風の巻込によって風速分布は非線形になることより説明変数を2次の項まで考慮した重回帰分析を行い、予測式(1)を立てた。説明変数は模型高さ、法面勾配、開口幅、開口部勾配、開口部中央点風速($Z/H=0.1$)、測定点の x, y, z 座標およびそれらの組み合わせによる2次の項までを含めた合計36個とし、変数選択は変数増減法によった。分析結果を表1, 2に示す。重相関係数、寄与率ともにまずまずの結果が得られた。予測式(1)による推定値と実験値の比較を図6, 7に示す。(1)式の括弧の中で引いた数値は各説明変数の平均値であり説明変数間の相関を低減している。1)

$$U = 1.7360 + 0.0289X_1 - 0.0387X_2 + 0.02573X_3 + 0.442(X_1 - 15)(X_4 - 2.64) - 0.0553(X_4 - 2.64)(X_2 - 9.23) + 0.0019(X_2 - 9.23)(X_5 - 24.98) \quad (1)$$

ここに、 U ：風速予測値 X_1 ：開口幅 X_2 ： y 座標（風洞中心線から主流直角方向に測った距離） X_3 ： z 座標（測点高さ） X_4 ：開口部中央点風速 X_5 ： x 座標（開口部中央点から主流方向に測った距離）である。図6, 7で*を付した数値は実験値と推定値が90%以上の割合で適合しているものである。開口幅30cmではかなり良い適合を示しているが、開口幅が0cmではあまり適合は良くない。また紙面の都合で示さないが、高い測点のほうが低い測点よりも適合が良かった。

5. あとがき 本研究では地形因子の定性的な影響の2, 3の例と、地形因子を用いた風速の予測式を示した。しかし、前者は限られた地形因子における1つの見方にしかかず、また後者も本実験結果の範囲における予測式であって、まだまだ一般的なものではない。今後さらに検討をすすめる、実験および予測式の信頼性と一般性を高めて行く必要がある。最後に、本研究に多大な援助を受けたセントラルコンサルタント吉村哲氏に謝意を表す。

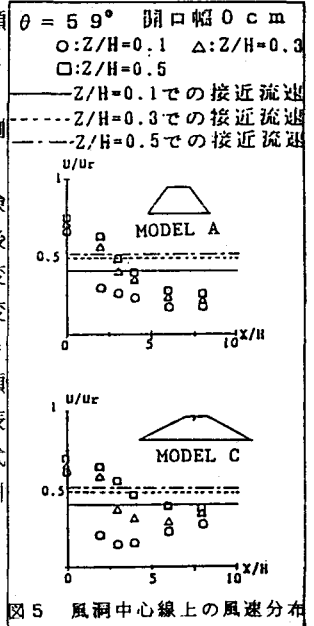


図5 風洞中心線上の風速分布

表1 分散分析表

要因	平方和	自由度	分散	分散化(F値)	標準偏差
回帰による	876.0283	6.	146.0047	1500.6440	
残差の	272.5225	2801.	0.0973		0.3119
総	1148.5508	2807.	0.4092		

表2 分析結果

説明変数	偏回帰係数	T値
開口部の幅	0.0289	54.8395
y座標	-0.0387	-54.5118
z座標	0.2573	35.8858
開口部の幅×開口部中央風速	0.0442	21.0900
y座標×開口部中央風速	-0.0553	-21.6395
z座標×x座標	0.0019	26.8254
定数	1.7360	
重相関係数	0.87334126	
寄与率	0.76272494	

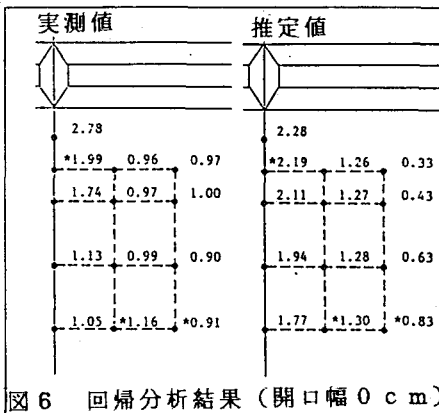


図6 回帰分析結果（開口幅0cm）

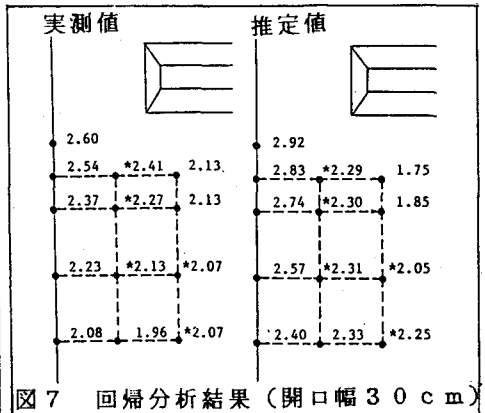


図7 回帰分析結果（開口幅30cm）

参考文献

- 1) H. Irwin: Design and use of spires for natural wind simulation, LTR-LA-233, 1979.
- 2) 奥野忠一, 久米均, 芳賀敏郎, 吉沢正: 改定版多変量解析法, 日科技連, 1981.