

(I - 23) 地形解析にもとづく地表風の強さの算定モデルに関する理論的考察

千葉工業大学 学生員 鳥山 知樹
同上 正会員 小泉 俊雄

1. はじめに

本研究は台風時の上空風速，風向をもとに，地形因子を考慮することにより，地表の観測点での風速，風向を算定するモデルを理論的に考察したものである。ここでは，算定にあたっての考え方，および重回帰分析を用いる算定式の形を提示する。用いた地形因子は地表の観測点の標高 H_P ，観測点から40 km離れた点から主要山頂までの距離 L_S ，主要山頂から観測点までの距離 L_M である。主要山頂とは観測点を中心に8方位を考え，半径40 km以内で，山までの距離 L_M を1.5乗した値に対する標高差 H の比 $(H/L_M^{1.5})$ が最大の山頂のことである。

2. 風力算定式

(1) 考え方

観測点の標高 H_P ，測点から40 km離れた点から主要山頂までの距離 L_S ，主要山頂から観測点までの距離 L_M ，の3地形因子について，流体力学の理論および既往の研究をもとに，共軸図法の考え方から風力算定式を作成した。共軸図法の考え方とは，本研究の場合には図1に示すように，上空風速 V_G が粗度の効果により，観測点から40 km離れた点でかつ観測点の標高における風速 V_H に変化する。次に主要山頂までの粗度により風速 V_S に変化する。更に V_S は主要山頂の影響により，観測点の風速 V になるという考え方である。なお， V_G の算出は光田の研究¹⁾をもとに算出した。

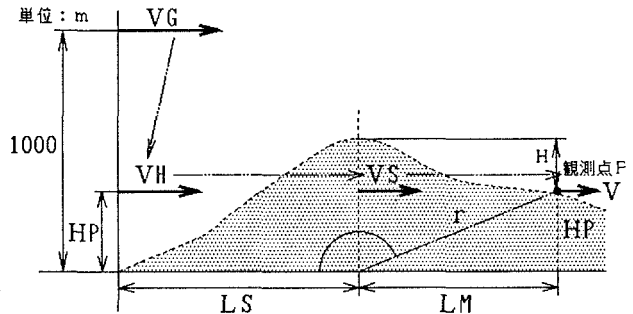


図1 地形効果による風の変化

次に主要山頂までの粗度により風速 V_S に変化する。更に V_S は主要山頂の影響により，観測点の風速 V になるという考え方である。なお， V_G の算出は光田の研究¹⁾をもとに算出した。

(2) 風力算定式

① 観測点の標高に変換した風速 V_H の算出

上空風を測点から40 km離れた地点において測点と同じ標高へ変換する。本研究では風速の鉛直分布における $1/7$ 乗のべき法則を用い(1)式を仮定した。

$$V_H = V_G \left(\frac{H_P}{1000} \right)^{1/7} \quad \dots (1)$$

V_H : 高度 H_P における風速
 V_G : 基準高度1000mにおける風速
 H_P : 測点の標高
1000 : 基準とする高度(単位m)
 $1/7$: べき乗

② 主要山頂までの風速 V_S の算出

観測点の標高に変換した風速 V_H は，海面や地表面粗度の影響を受け減速する。ここでは，粘性流体の平板に沿う境界層の近似解を仮定して，風速を求める式を仮定した。境界層厚さ $\delta(x)$ は，境界層厚さ $\delta(x)$ に関する微分方程式より(2)式で与えられる。

$$\delta(x) = \sqrt{\frac{2\beta_1 \nu x}{\alpha_1 V_H}} \quad \dots (2)$$

ν : 動粘性係数
 x : 水平距離
 α_1 : 係数
 β_1 : 係数

流速分布の相似性の仮定を用いて，流速分布式を表すと(3)式になる。

$$\frac{V_S}{V_H} = \frac{y}{\delta(x)} \quad \dots (3) \quad y : \text{鉛直距離}$$

(3)式に(2)式を代入すると

$$\frac{V_s}{V_H} = \sqrt{\frac{\alpha_1}{2\beta_1\nu}} \times \sqrt{\frac{V_H}{X}} \times y \quad \dots (4)$$

ここで ν は台風時のみを考えるので、温度による変化は微小と考えて $K = \sqrt{\frac{\alpha_1}{2\beta_1\nu}}$ とおく。ここで K は定数と考える。また $y = H_P$ であるから

$$V_s = K \times V_H \sqrt{\frac{V_H}{X}} \times H_P \quad \dots (5)$$

$$\text{ここで } X = V_H \sqrt{\frac{V_H}{X}} \times H_P \text{ とおくと} \quad \dots (6)$$

$$V_s = K \times X \text{ となる。} \quad \dots (7)$$

本研究は座標系を図2のようにおき、8方位について考えると(7)式は(8)式となる。

$$V_{si} = K_i \times X_i \quad X_i: \text{変数} \quad i=1 \sim 8 \quad \dots (8)$$

③ 観測点の風速 V の算出

主要山頂から観測点までの影響については、粘性流体の流線が一つの軸を含む平面上にあるという軸対象流れを仮定する(図3参照)。流れ関数の速度成分 v_r, v_θ は境界条件が $r=\infty$ のとき、 $v_r = -V_s \cos \theta$, $v_\theta = V_s \sin \theta$ より(9), (10)式で表せる。

$$v_{r1} = 2 \left(\frac{A_1}{r_1^3} + \frac{B_1}{r_1} - \frac{V_{s1}}{2} \right) \cos \theta_1 \quad \dots (9)$$

$$v_{\theta 1} = \left(\frac{A_1}{r_1^3} - \frac{B_1}{r_1} + V_{s1} \right) \sin \theta_1 \quad \dots (10)$$

(8)式を(9), (10)式に代入して定数と変数に分け(11), (12)式のように表す。

$$v_{r1} = A_1 R_1 + B_1 S_1 + K_1 T_1 \quad \dots (11) \quad \text{ここで } A_1, B_1, K_1: \text{定数} \quad R_1, S_1, T_1: \text{変数}$$

$$v_{\theta 1} = A_1 X_1 + B_1 Y_1 + K_1 Z_1 \quad \dots (12) \quad \text{ここで } A_1, B_1, K_1: \text{定数} \quad X_1, Y_1, Z_1: \text{変数}$$

(11), (12)式を直交座標に変換して風力算定式を表すと(13)式になる。

$$V^2 = \sum v_{x1}^2 + \sum v_{y1}^2 + \sum v_{z1}^2 \quad \dots (13)$$

(13)式の V は観測点での地表風速となる。観測点の地表風向は図2に示すように、主風向からの角度 θ で表す。

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\sum v_{x1}}{\sum v_{y1}} \quad \dots (14)$$

3. おわりに

解析に使用する風のデータは気象観測所のデータであり、地形因子は国土地理院発行の数値地図250mメッシュを用いる。現在、データを収集し解析を行っている。講演時にその結果を発表する予定である。
謝辞 本研究に際しては本学土木工学科教授 足立一郎先生に多くの面で御相談にのって頂きました。ここに御礼申し上げます。

参考文献 1) 光田寧, 文字信貴, 浅井東洋: 八重山群島を襲った台風5号(7705)の気象学的特性について, 京都大学防災研究所年報, 第21号B-1(1978)

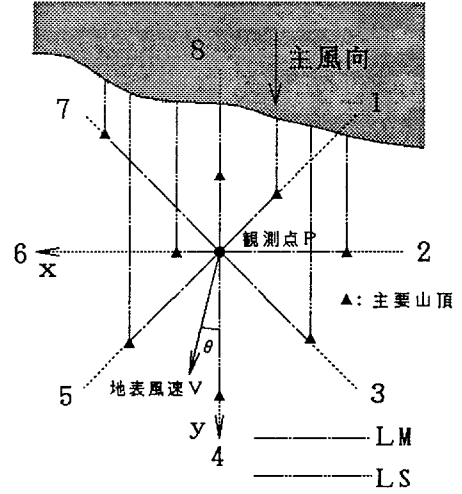


図2 測点と8方向の位置関係

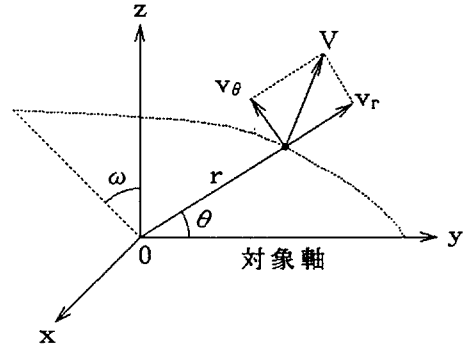


図3 軸対象流れ