

土地利用データを用いた地表面粗度区分の客観的評価法

電力中央研究所 正会員 ○早田 直広
 電力中央研究所 正会員 石川 智巳
 電力中央研究所 正会員 服部 康男
 電力中央研究所 正会員 北野 慈和

1. はじめに

構造物の設計風速の算定に必要な地表面粗度区分は、周辺環境をもとに主観的に判定されることが多い。しかし、多くの地点では複数の地表面粗度区分が混在するため、設計者によって異なる判定結果となり得る。また、地上高さ 10m、粗度区分 II の風速として定義される基本風速は、気象官署の風観測記録を均質化して評価されるが、均質化のためには気象官署周辺の粗度区分を設定する必要がある。本研究では、国土数値情報の土地利用データを用いて、設計風速と基本風速の評価に適用するための客観的な粗度区分評価法を提案する。ここでは、2009年と2014年の土地利用細分メッシュデータ¹⁾および都市地域土地利用細分メッシュデータ²⁾(約100mメッシュ)を用いる。また、気象官署の突風率を用いて、提案手法の妥当性を確認する。

2. 突風率による粗度区分の推定

南西諸島を除く143地点の気象官署における2012～2019年の観測記録から10分ごとに突風率 G を求め、次式によって各時刻の粗度区分を推定した(h :観測高さ)。

$$G = 1 + g \cdot 0.1(h/Z_G^X)^{-\alpha^X - 0.05} \quad (1)$$

ここで、 Z_G^X , α^X は粗度区分 I, II, III, IV, V ごとに与えられた定数³⁾を表し、中間の粗度区分においては線形内挿によって定数を求めた。平均風速 20m/s 以上かつ最大瞬間風速と平均風速の風向差が1方位以内の時刻を対象とし、突風率として10分ごとに観測される最大瞬間風速と平均風速の比を求めた。小地形の影響を取り除くため、小地形による割り増し係数³⁾によって平均風速を除した。また、赤星ら⁴⁾の方法を用いてピークファクタ g を推定した。

3. 市街地以外の粗度区分評価法

土地利用データを用いた粗度区分評価法は、市街地とそれ以外で異なる手法とする。市街地以外については、評価対象地点の風上側扇形領域における各メッシュの土地利用区分を粗度区分に変換し、次式によって平均化処理を行うことで8風向別の粗度区分を評価する(表1, 図1)。土地利用区分と粗度区分の対応関係については、送電用鉄塔設計標準³⁾における粗度区分の定義を参考に定めた。

$$R = \sum_i (R_i/r_i) / \sum_i (1/r_i) \quad (2)$$

なお、扇形領域の半径 r_{max} および角度 θ は、建築物荷重指針⁵⁾を参考に評価高さ(構造物の基準高さや観測高さ)の40倍および45度とした。また、8方位の間の風向の粗度区分は、両隣の風向の粗度区分の内挿値とした。

4. 市街地の粗度区分評価法

前章の手法では、扇形領域全体に「高層建物」(土地利用データでは4階以上の建物と定義)が占める場合に粗度区分 IV となるが、建築物荷重指針では粗度区分 IV の目安を建築面積率 20%以上かつ中高層化率(建築面積のうち4階以上の建物が占める

表1 土地利用区分と粗度区分の対応関係

土地利用	粗度
田	2
その他農用地	2
森林	3
荒地	2
建物用地	3
道路	3
鉄道	3
その他の用地	2
河川地及び湖沼	1
海浜	2
海水域	1
ゴルフ場	2
高層建物	4
工場	3
低層建物	3
低層建物(密集地)	3

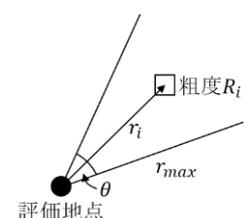


図1 扇型領域

キーワード 設計風速, 基本風速, 気象官署, 突風率

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (一財) 電力中央研究所 TEL03-3201-6601

割合) 30%以上としている。そこで、市街地では土地利用データから建物用地割合 ρ_b および概算中高層化率 ρ_{hm} を算定し、これらの値から粗度区分を推定する。 ρ_b は、前章と同一の扇形領域内における「高層建物」、「工場」、「低層建物」、「低層建物(密集地)」の出現割合の合計とし、 ρ_{hm} は「高層建物」の出現割合と ρ_b の比とする。

また、突風率から推定した粗度区分(2章)を用いて、 ρ_b および ρ_{hm} と粗度区分との関係式を構築する。図2には、10分ごとに推定された粗度区分と、同時刻の平均風向における ρ_{hm} との関係を ρ_b ごとに示す。なお、 ρ_{hm} と ρ_b は2014年の土地利用データから求めた値である。 $\rho_b > 0.4$ の場合、次式によって粗度区分 R と ρ_{hm} の関係を評価できると考えられる。また、 $\rho_{hm} > 0$ かつ $\rho_b > 0.4$ の場合に市街地と判定することとする。

$$R = \begin{cases} 5\rho_{hm} + 3, & 0 < \rho_{hm} < 0.2 \text{ and } \rho_b > 0.4 \\ 4, & \rho_{hm} \geq 0.2 \text{ and } \rho_b > 0.4 \end{cases} \quad (3)$$

5. 気象官署の突風率に基づく検証

千葉特別地域気象観測所を対象に、(2)式(市街地以外の風向)および(3)式(市街地となる風向)から求めた風向別粗度区分を突風率に変換し、観測値と比較する(図3)。変換方法および対象時刻は2章のとおりである。また、2012年と2013年の粗度区分は2009年と2014年の内挿値、2015年以降の粗度区分は2014年の値とした。観測値のばらつきは大きい、この範囲内に推定値が含まれる。また、図4は、各気象官署で推定突風率と観測突風率のそれぞれの平均値を求め、集約した結果である。推定値と観測値の間には高い相関がみられる。なお、推定値と観測値の差が大きい気象官署は、舞鶴や日光など、複雑な地形に囲まれた地点であった。

6. まとめ

提案手法によって気象官署に限らず任意の地点で粗度区分を評価できる。なお、本研究では、評価高さの40倍を半径とした風上扇型領域において粗度区分を評価したが、設計基準によって領域の設定方法は様々であり、今後の検討課題と考えられる。このため、風上に海面などの粗度の低い領域が広がる地点で設計風速を算定する場合、より広い領域で粗度区分を算定するなど、保守的な評価が必要である。また、基本風速の評価に用いる場合、東京管区気象台や大阪管区気象台では、粗度区分Vと判定されるような10階以上の建物が多くあるため、市街地以外の風向では表1の「高層建物」を粗度区分Vとして(2)式から推定し、市街地と判定される風向では(3)式から得られた粗度区分に対して1区分割り増すことが適当と考えられる。

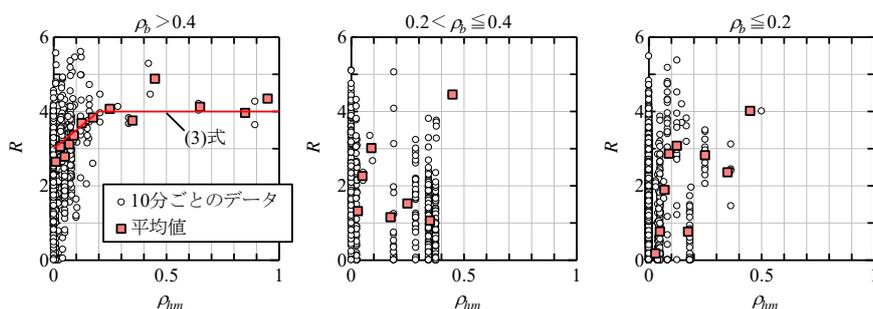


図2 突風率から推定した粗度区分と概算中高層化率の関係

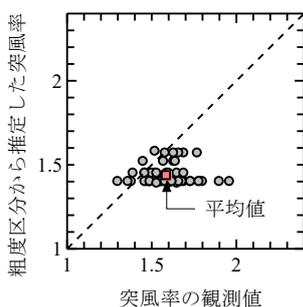


図3 突風率の比較
(千葉特別地域気象観測所)

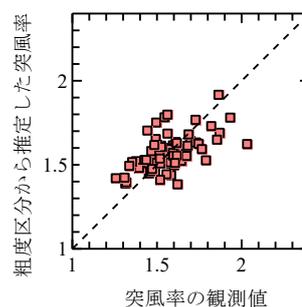


図4 突風率の比較
(各気象官署の平均値を集約)

参考文献

- 1)国土交通省, 国土数値情報土地利用細分メッシュデータ, <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b.html> (2020年3月閲覧).
- 2)国土交通省, 国土数値情報都市地域土地利用細分メッシュデータ, <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b-u.html> (2020年3月閲覧).
- 3)電気学会, 送電用鉄塔設計標準 JEC-TR-00007-2015, 2015.
- 4)赤星ら, 様々な地点の風観測データを用いたピークファクターと乱れの強さの関係の検討, 日本風工学会論文集, 第42巻, 第4号, 2017.
- 5)日本建築学会, 建築物荷重指針・同解説(2015), 2015.