

台風時の風向特性と複雑地形の増速特性を考慮した風速割増係数の評価手法の提案

東京大学 学生会員 ○菊地 由佳
東京大学 正会員 石原 孟

1. はじめに

設計風速の評価は、構造物の耐風安全性を考える上で重要である。我が国では、設計風速は強風の主要因である台風および複雑地形による増速の影響を強く受けている。現在、複雑地形上における設計風速を評価する際には、建築基準法により定められた基準風速(平坦地で地表面粗度区分Ⅱの再現期間50年の10分間平均風速)に風向別の風速割増係数の最大値を乗じることにより地形による増速効果を評価しているが^[1]、この手法では台風時の風向特性を考慮しておらず、設計風速を過大に評価する可能性がある。

そこで、本研究では台風時の風向特性と複雑地形の増速特性を同時に考慮した風速割増係数の評価手法を提案し、気象台における台風時の風観測データを用いて、本提案手法の妥当性を検証する。

2. 評価手法の提案

台風時の風向特性と複雑地形の増速特性を考慮するために、台風時の気圧場により平坦地形上の風向 $\theta_{flat}(t)$ ・風速の時系列 $u_{flat}(t)$ を求めると共に、時刻毎の風向 $\theta_{flat}(t)$ に対応する風向別風速割増係数 $c_i(x, y, z, \theta_{flat}(t))$ を乗じることにより実地形上の風速時系列を次式により予測した。

$$u_{terra}(x, y, z, t) = u_{flat}(t) \times c_i(x, y, z, \theta_{flat}(t)) \quad (1)$$

風向別風速割増係数は風洞実験や数値解析によって算出できる。本研究では、数値解析に東京大学橋梁研究室で開発された非線形局所風況予測モデル MASCOT^[2] (Microclimate Analysis System for Complex Terrain) を用いた。このソフトは、緯度・経度を入力すれば全国の任意地点において微細な地形の影響を考慮した風向別の風速割増係数を評価できるという特徴をもつ。

次に、風速割増係数を実地形上の50年再現期待風速値と平坦地上の50年再現期待風速値の比によって評価

する手法を提案した。具体的には、台風シミュレーション手法^[3]を用いてモンテカルロ法により10,000年の台風を発生させることにより、年最大風速の超過確率分布を求め、実地形上の50年再現期待風速値と平坦地上の50年再現期待風速値の比を評価する。

次に具体例を示す。図1に積丹半島の地形およびこの地点での風向別風速割増係数の解析結果を示した^[4]。本手法により台風時の風速・風向の時系列を発生させ平坦地と実地形における年最大風速の超過確率分布を求めた結果を図2に示す。実地形上の50年再現期待風速は40.09m/s、平坦地形上の50年再現期待風速は30.42m/sと算出され、風速割増係数は1.32と評価される。風向別風速割増係数の最大値1.45を全方位に適用したとき、実地形上の50年再現期待風速と平坦地上の50年再現期待値の比は、風向別風速割増係数の最大値と一致する。最大値を全方位に適用した場合の年最大風速の超過確率分布を併せて図2に示した。本手法により、風速割増係数が低減することが明らかとなった。

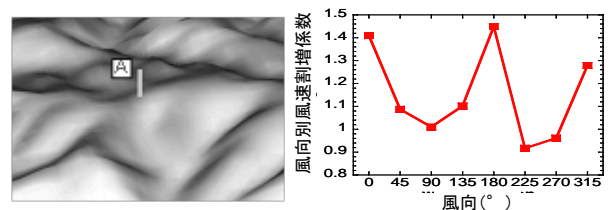


図1 積丹半島での風向別風速割増係数

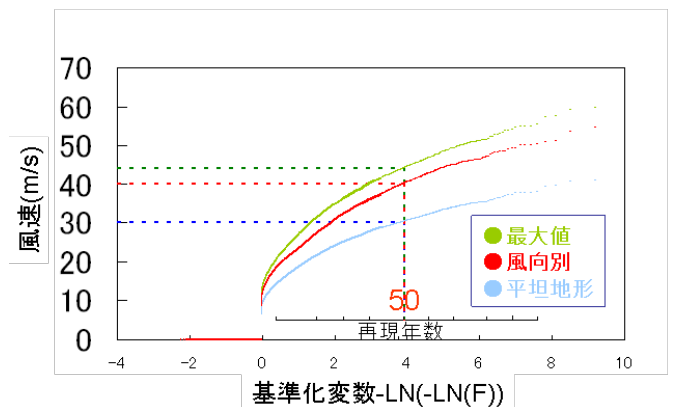


図2 積丹半島での年最大風速の超過確率分布

キーワード 風速割増係数, 台風シミュレーション, 複雑地形

連絡先 〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻 橋梁研究室 03-5841-1146

4. 気象台の風観測データによる検証

気象台は全国で157箇所あり、そのうちの約1割が複雑地形の影響を受けることがいわれている。本研究で提案した手法の有用性を検証するために、地形により増速する気象台として室戸岬特別地域気象観測所を選び、地形により減速する気象台として長崎海洋気象台を選んだ。気象台の風観測データは風速と風向の10分間平均値が揃っている1995年-2007年までのデータを用いた。

図3には室戸岬特別地域気象観測所の周辺地形を示す。室戸岬の突端に位置し、切り立った崖により大きく増速することが予想される。矢印の先が高さ41.8mの測風塔の位置を示す。



(<http://www.asahi-net.or.jp/~rk7j-kndu/bijutu/bi53.html>)
 図3 室戸岬特別地域気象観測所周辺の地形

気流シミュレーションによる風向別風速割増係数の解析結果と年最大風速の超過確率分布を図4に示す。本手法による年最大風速の超過確率分布と風観測データによる台風時の年最大風速の超過確率分布が一致していることが明らかとなり、本手法の妥当性が示された。

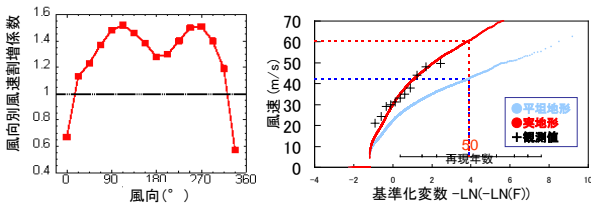


図4 室戸岬の風向別の風速割増係数

図5には長崎海洋気象台の周辺地形を示す。矢印の先が高さ18.6mの測風塔の位置を示す。山に囲まれた湾内に位置し、減速することが予測される。



(<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/jma-magazine/0405/index.html>)

図5 長崎海洋気象台周辺の地形

気流シミュレーションによる風向別風速割増係数の解析結果と年最大風速の超過確率分布を図6に示す。室戸岬と同様に、本手法による年最大風速の超過確率分布と風観測データによる台風時の年最大風速の超過確率分布が一致していることが明らかとなり、本手法の妥当性が示された。

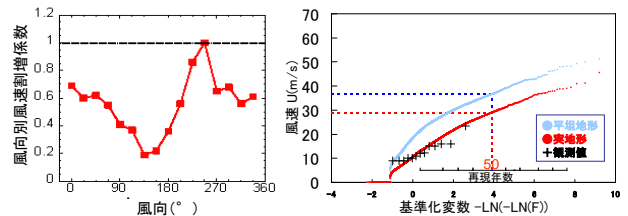


図6 長崎での風向別風速割増係数

それぞれの気象台での従来手法と本手法による風速割増係数の値を比較した結果を表1に示す。本手法により室戸岬では0.95、長崎では0.74の割合で風速割増係数が低減した。

表1 本手法による風速割増係数の評価

	室戸岬	長崎
従来手法	1.51	1.00
本手法	1.43	0.74
低減率	0.95	0.74

5. まとめ

本研究では、台風時の風向特性と複雑地形の増速特性を考慮した風速割増係数の評価手法を提案し、従来手法が設計風速を過大に評価することを示したとともに、本研究で提案した手法により求めた年最大風速の超過確率は気象台の風観測データにより求めた超過確率と一致することを示した。そして本手法により風速割増係数の評価が低減することが明らかとなった。

参考文献 [1] 土木学会(2007): 風力発電設備支持物構造設計指針・同解説(2007年版), 構造工学シリーズ 17 [2] 石原(2002): 非線形風況予測モデル MASCOT の開発とその応用, 風力エネルギー, Vol. 26, No. 4, pp. 2-6 [3] 石原孟他(2004): 台風シミュレーションのための混合確率分布関数と修正直交変換法の提案, 第18回風工学シンポジウム論文集, pp.5-10. [4] A.Yamaguchi(2003): Experimental study of the wind flow in a coastal region of Japan, J.Wind Eng. Indust. Aerodyn., Vol.91, pp.247-264, 2003