

Super Gradient Wind(SGW)と移動座標系を考慮した台風の風の推算と高潮数値計算

武蔵工業大学大学院 学生会員 ○的場 萌実
 武蔵工業大学 フェロー 村上 和男
 株式会社 エコー 正会員 柴木 秀之

1. はじめに

高潮数値計算を精度良く行うために重要な条件としては、風速計算を高度化させることがあげられる。近年、台風中心の近傍で傾度風を超えた強い風が発生しており、その風を Super Gradient Wind (SGW) という。SGWを考慮するためのモデルとしていくつかのモデルが用いられており、それらのモデルを用いることによって台風中心通過前に発生する強い風SGWを再現することができる。しかし、それに伴い台風中心通過後の風速が過大評価されてしまうという課題が残されている。それは台風域内の風速を傾度風と場の風に分けて考え、合成風として表していることが要因である。そこで本研究では、SGWを考慮した風速計算を行った上で台風中心通過後に減衰する風速を再現するため、傾度風の計算に台風の移動を考慮した移動座標系モデルを用い、風速推算精度の向上を試みた。

2. 従来の風速推算方法

従来の台風域内の風速分布は、傾度風と場の風の合力で算出される。傾度風は摩擦の影響によって30°内側に吹き込むことを考慮すると、この方法では台風中心通過後が最大風速となり、実測値とのずれが生じる。本研究では、周防灘を対象領域として、台風9918号、0416号および0418号による風の推算を行った。図-1に海上風の測定が行われている苅田での実測値および従来の計算法を用いた計算結果との比較を示す。この図の結果からも、実測風は台風中心通過後の風速は通過前に比べて減衰し、大きくならないことがわかる。図-1(b)に示す0416号の実測値を見ると、台風中心近傍でSGWの発現により従来計算法による推算値を上回っていることがわかる。このような場合にSGWを考慮したモデルで計算を行うと、台風中心通過後の風速も大きく再現してしまうことから、通過後はさらに精度の悪い結果となってしまっている。SGWを考慮したモデルとしては Mitsuta&Fujii の傾度風モデルや Holland の気圧分布モデルが用いられており、図-2にそれぞれのモデルを用いて計算した結果を示す。この図から台風中心通過後の風速が過大評価されていることがわかる。

3. 移動座標系を考慮する風

台風中心通過後の風速が大きくなりすぎない手法として、移動する台風を考慮した移動座標系を用いて計算を行った。一般に、傾度風は台風が静止していると仮定して以下に示

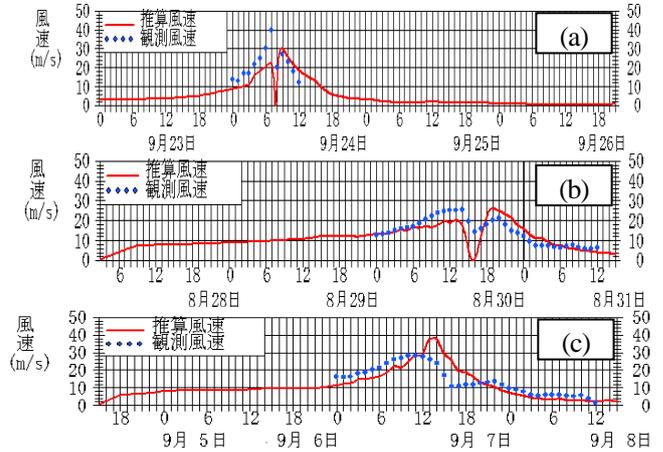


図-1 苅田における風速の実測値と従来計算法による推算値の比較

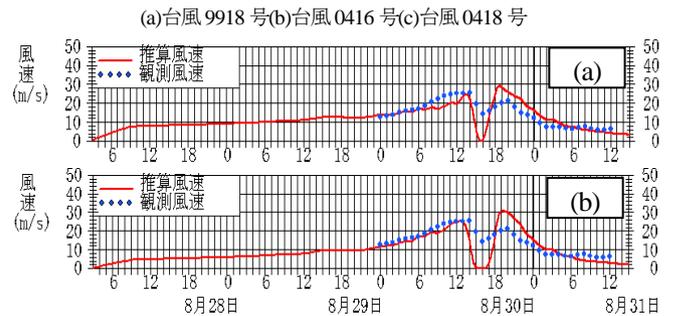


図-2 苅田における風速の実測値とSGWを考慮したモデルによる推算値の比較(台風0416号) (a)Mitsuta&Fujiiのモデル(b)Hollandのモデル

す(1)式で表され、台風域内の風速はこの傾度風と台風の移動によって発生する場の風との合力で計算される。

$$\left(f + \frac{V_{gr}}{r} \right) V_{gr} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} \dots (1)$$

ここに、 V_{gr} は傾度風速、 f はコリオリ係数、 ρ は空気の密度、 P は気圧を表している。

一方、移動座標系を考慮する傾度風の式では、台風の移動を考慮した傾度風の式で台風の風が表される。ここでは気圧場とバランスする風として流跡線上の傾度風のバランス方程式((1)式)が成り立つと仮定し、(2)式に示す Blaton の公式(ただし、流線の曲率半径が等圧線の曲率半径に等しいと仮定)を用いて(1)式に代入し整理して傾度風 V_{gr} を算出している。このようにして求められる移動台風の傾度風方程式を(3)式に示す。

$$\frac{1}{r_t} = \frac{1}{r} \left(1 - \frac{C}{V_{gr}} \sin \alpha \right) \dots (2)$$

キーワード：高潮数値計算、台風モデル、Supergradient Wind、移動座標系

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学 都市基盤工学科 水圏環境工学研究室 Tel03-3703-3111(3257)

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r} = \frac{V_{gr}^2}{r} \left(1 - \frac{C}{V_{gr}} \sin \alpha \right) + fV_{gr} \quad \dots (3)$$

ここに、 r_1 は流跡線の曲率半径、 C は台風移動速度、 α は台風の進行を基準に時計回りに定義した計算点の角度である。これから傾度風を求めると、進行方向の右側で大きく、左側で小さいという非対称性が生じ、移動速度を考慮した傾度風速が得られる。

3. 既往台風での移動座標系を考慮した風速計算

移動座標系を考慮して Blaton の公式を用いることによって、台風中心通過前後での風速の大きさの変化が小さい事がわかったので、実際に既往台風の風速計算に移動座標系モデルを導入した。まずSGWの影響を考慮せず、従来計算法における傾度風の式に移動座標系を考慮した計算を行った。その結果台風0416号の荻田での計算結果は図-3のようになった。台風中心通過前後での風速の差がほとんどなく、通過後の風速がやや小さく再現されており、実測値と比べると全体的に小さいが風速の分布傾向は改善された。

図-2からもわかるように、今回例に挙げた台風0416号の荻田におけるSGWの影響による風速推算の過小評価については、気圧分布にHollandモデル(B=1.5)を用いることによって最も再現性が向上した。そこで気圧分布にHollandモデルを用いて移動台風の傾度風式を計算した。その結果を図-4に示す。台風中心通過前は合成風で計算したときと同様、Hollandの気圧分布を用いることによって再現され、さらに通過後の風速もほぼ再現できたといえる。

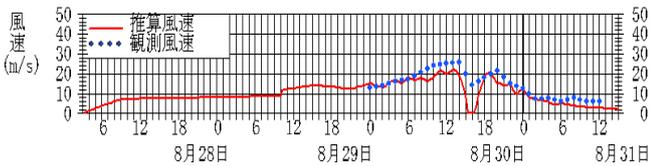


図-3 荻田における風速の実測値と移動座標系を考慮したモデルによる推算値の比較 (台風0416号)

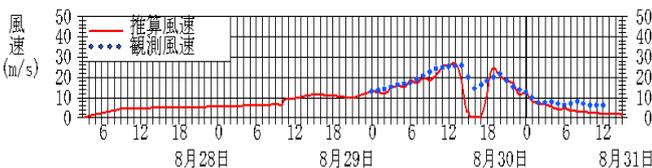


図-4 荻田における風速の実測値とSGWおよび移動座標系を考慮したモデルによる推算値の比較 (台風0416号)

4. 高潮数値計算の結果

荻田での潮位測定は行われていないため、周防灘の代表点として宇部における潮位偏差を検討する。図-5に荻田と宇部の位置関係を示す。また、図-6に示すのは台風0416号来襲時の宇部における潮位偏差の実測値と、SGWを考慮して風を計算した場合(Hollandのモデル; B=1.5)の潮位偏差の推算値である。SGWを考慮することによって潮位偏差の過小評価を改善し、実測値に近い値に再現されている。

一方、図-7に示すのは図-6と同じく宇部における潮位偏差の実測値と、SGW及び移動座標系を考慮した場合の潮位偏差の推算値である。この場合には、台風中心通過前の風速が、SGWのみを考慮した図-2(b)の場合に比べて大きく再現されていることから潮位偏差も大きく再現されるという結果となった。



図-5 荻田と宇部の位置関係

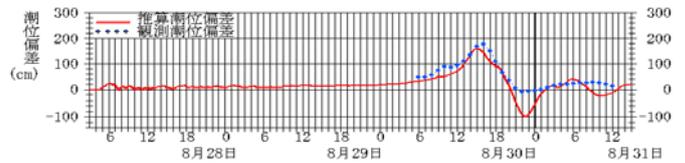


図-6 宇部における潮位偏差の実測値とSGWを考慮した場合(Hollandのモデル; B=1.5)の推算値の比較 (台風0416号)

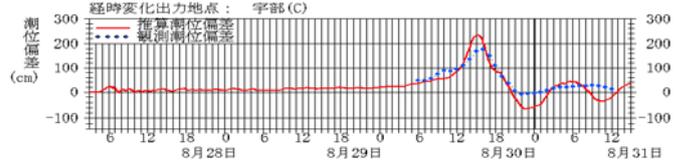


図-7 宇部における潮位偏差の実測値とSGWと移動座標系を考慮した場合(Hollandのモデル; B=1.5)の推算値の比較 (台風0416号)

5. おわりに

移動台風の傾度風式を用いることによって、台風中心通過後の風速の過大評価を防ぐことができた。現段階ではHollandの気圧分布を用いてSGWと台風の移動も考慮した傾度風式を用いて計算した場合の結果が最も再現性が高い。しかし宇部での潮位偏差はの過大評価を示している。今回は周防灘において2点のみでの解析を行ったが、より平面的なアプローチを行う必要があり、今後は荻田だけでなく多くの地点での風速推算精度を向上させ、また陸上地形の影響を考慮することで高潮数値計算の高度化に繋がると考えられる。

参考文献

- 1)Y.Mitsuta and T.Fujii(1987):An Analysis and Synthesis of typhoon Wind over Japan *Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Vol.37,Part4,No329 pp169-185*
- 2)G.J.Holland(1980):An analytical Model of the Wind and Pressure Profiles in Hurricanes, *MONTHLY WEATHER REVIEW*, Volume 108, pp1212-1218
- 3)Georgiou,P.N.(1985):Design windspeeds in tropical cyclone-prone regions, *J.Wind Engrg.and Industrial Aerodynamics, Amsterdam, The Netherlands*, 13(1), pp.139-152
- 4)的場萌実,村上和男,柴木秀之(2006):Super Gradient Wind(SGW)の影響を考慮した台風の風の推算と高潮数値計算, *海岸工学論文集第53巻*,pp206-210