

## 台風時の強風場の乱流特性について

○ 正会員 孟 岩  
松井正宏  
嶋田健司  
日比一喜

乱れ 非定常性 地表面粗度 風向変動 台風中心までの距離

## 1. はじめに

1991年9月27日16時頃九州に上陸した台風9119号は、九州北部の各地に多大の被害をもたらし、特に台風の進路に当たる地域では、送電用鉄塔のような重要構造物の倒壊が数多く発生した<sup>1)</sup>。台風9119号による強風の特性を調べた研究は幾つか発表され<sup>1),2),3)</sup>、これらの研究によれば、台風9119号の観測記録から求められた乱れ強さとガストファクターの値は、従来想定されている値よりかなり大きくなっていることが分かった。このことは、耐風設計上大変重要な意味を持ち、その発生原因を明らかにする必要がある。そこで本研究では、Huis Ten Boschで観測された台風9119号の強風データを詳しく調べ、台風時の強風場の乱流量及びこれらの乱流量と観測点周辺の地形、風向変動、台風中心までの距離などとの関係を調べ、台風9119号の乱れの強さやガストファクターが大きかった原因を明らかにする。

## 2. 観測結果と考察

## 2.1 非定常性と乱れ

風の乱流特性を調べるために、風速を平均値と変動成分(乱れ)とに分解する必要がある。その際に、風が定常確率過程にあると仮定して解析を行うのは一般的であるが、台風の中心付近で観測された強風データは非定常性が強いので、同様な方法で求められた乱流統計量に誤差が含まれている可能性がある。図1には台風眼の通過時の風速記録を示し、図中の太線は10分間平均風速を表している。この図をみて分かるように、16:20から16:30までの間に風速が10m/s以上変化した。そこで我々は台風中心付近の強風が非定常確率過程にあると考え、解析を行った。図2は16:20から16:30までの10分間の風速データを拡大して示したものである。図中の点線と実線はそれぞれ10分間平均風速と10分間の移動平均値から求める平均風速である。ここで、移動平均値からのずれを変動成分として定義し、また、ガストファクターが10分間内の瞬間最大風速値とその時刻の平均風速値との比として定義される。図3-aと図4-aには、乱れの強さとガストファクターの時間変化を示し、白丸、黒丸はそれぞれ非定常性を考慮しない場合と考慮する場合の値

を表す。台風中心付近では非定常性を考慮しないことによる誤差が非常に大きく、最大誤差が乱れについて100%を越えている(図3-b)。ただ、台風の中心から離れていくと、この誤差は急速に減少し、最大旋衡風速半径の外では乱れの誤差が10%以下(図3-b)、ガストファクターの誤差は15%以下となる(図4-b)。

## 2.2 地表面粗度、風向変動、台風中心までの距離と乱れ

地表面粗度が大きくなるにつれ、乱れ強度やガストファクターの値が大きくなることは、よく知られている<sup>4),5)</sup>。ここで、台風9119号の観測データについても同様な考え方にに基づき整理した。図5と図6にはそれぞれ乱れの強さ及びガストファクターの平均風速による変化を示す。比較するために、台風9109の観測データ(白丸)も図に示した。乱れ強度の値は、海(図5-a)、陸(図5-b)、丘陵(図5-c)から吹いてくる場合、それぞれ10%、15%、25%となっており、また、ガストファクターの値(評価時間1s、観測時間600s)は、それぞれ1.3(図6-a)、1.5(図6-b)、1.8(図6-c)となっている。

粗度別に見てみると、海、陸からの風については、台風9119号と台風9109号の値に大きな差が見られなかった。ただし、図5-bの中には平均値から大きく外れた点が二つある。その理由を明らかにするために、平均値から大きく外れた1点(15:50~16:00)の風向、風速の波形を調べた(図7)。風向が112.5度(陸、図8)から67.5度(丘陵、図8)まで大きく変化すると、風速は急に減少することが分かる。このような地表面粗度の変化による風速の減少(あるいは増大)を速度変動として計算される場合、乱れが過大評価される。

一方、丘陵からの風では、乱れの強さの値が非常に大きく、30%に近い値が数点見られる(図5-c)。同様なことは、丘陵からの風のガストファクター(図6-c)についても言える。ここで、注目したいのは、これらのデータの風向(67.5)が全く同じである(粗度が変化しない)にもかかわらず、データのばらつきが非常に大きいことである。同じデータを別の観点から整理したのは図9である。ばらつきがあるものの、最大旋衡風速半径に近づくにつれて大きくなっていくことが分かる。図9の中に

Turbulent features of the wind field in a typhoon boundary layer

Yan MENG et al.

実線は、台風モデル<sup>6)</sup>を用いた数値計算の結果で、観測データと同様な傾向を示す。このことは台風中心付近の乱れと季節風による乱れの構造が異なっていることを暗示している。詳しい説明は紙面の関係で省略する。

3. まとめ

台風中心付近の強風データを非定常性の考慮した解析手法を用いて調べた。その結果、台風時の乱れの強さやガストファクターなどの乱流統計量は、台風の非定常を考慮しない場合の値と異なっていることが分かった。また、台風時の乱れの強さは、地表面の粗度に依存するだけでなく、台風中心までの距離にも依存していることが明らかになった。台風9119号の乱れが大きかった理由は、地表面粗度の変化や地形的な要因以外に、台風の物理的な性質によるものもあり、今後更に詳しく調べていく必要がある。

参考文献

- 1) 前田：日本風工学会誌、No.50, pp.27-30, 1992.
- 2) Y.TAMURA, K.SHIMADA, K.HIBI: J. of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, No.50, pp.309-318,1993.
- 3) 藤井：日本風工学会誌、No.53, pp.27-35, 1992.
- 4) 塩谷：強風の性質、開発社、1979.

- 5) Counihan, J. : Atmos. Environ., No.9, pp.871-905.
- 6) 孟、松井、日比：日本風工学会誌、No. 57, 1-14, 1993.

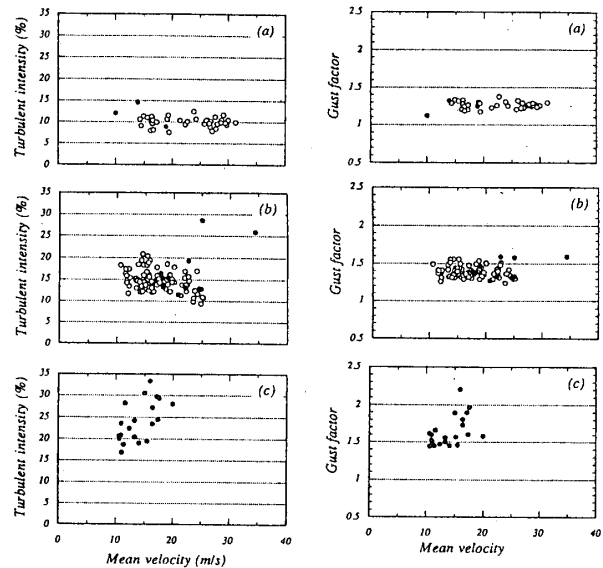


Fig.5 乱れの強さの平均風速による変化 (a)海, (b)陸, (c)丘陵  
 Fig.6 ガストファクターの平均風速による変化 (a)海, (b)陸, (c)丘陵

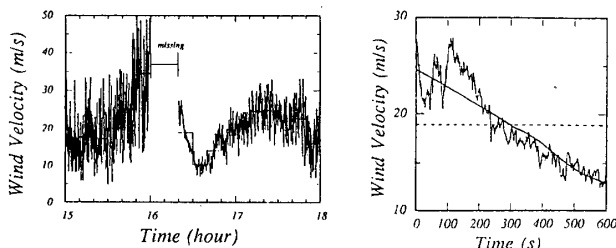


Fig.1 台風9119号の観測点での瞬間風速、風向の記録  
 Fig.2 16:20~16:30の風速波形

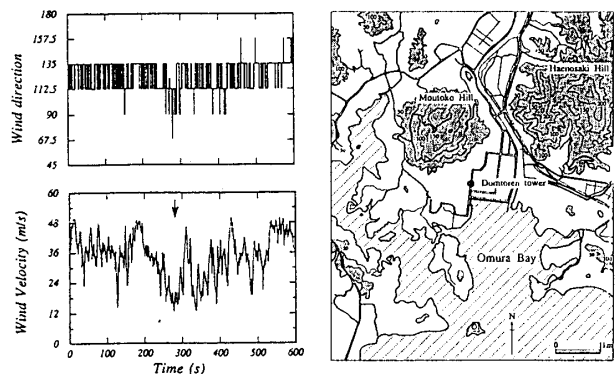


Fig.7 風向、風速の波形 (15:50~16:00)  
 Fig.8 観測点周辺の地形

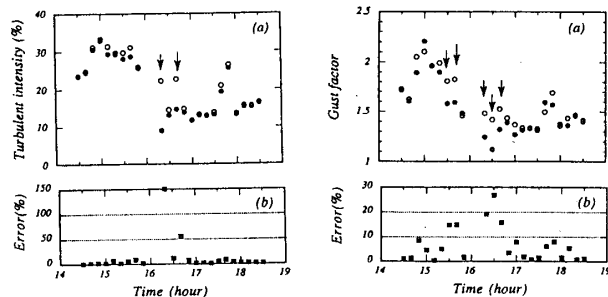


Fig.3 乱れの強さの時間変化  
 Fig.4 ガストファクターの時間変化

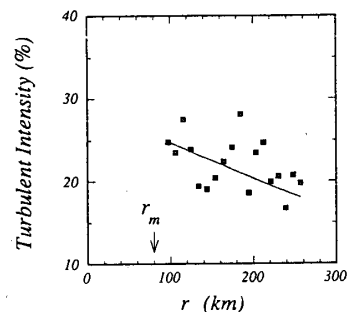


Fig.9 乱れの強さと台風中心までの距離との関係