

東大 学生員 高田 和彦
東大 正員 伊藤 学
東大 正員 藤野 陽三

1 はじめに

我国の場合、強風の要因としては台風による場合が多い。台風による強風は通常台風の接近により増大し、台風の通過とともに減少する非定常な性質を有する。この風速レベルの非定常性、あるいは強風の継続時間の特性を知っておくことは、耐風工学的意味のあることと考えられる。ここでは、台風に起因する強風データとして気象庁の風速の自記紙を用い、瞬間風速の非定常性を調べ、平均風速の非定常性が設計風速に及ぼす影響について考察してみた。気象庁の自記紙とは風速の時間的変動を自動的に記録したもので、マイクフィルム化して保存されており、(図1)のようなものである。今回は、5.26年以降の代表的な台風について全国各地の記録を60個集めた。

2 台風時の強風の継続時間と風速の減衰

(図1)の風速変動記録には、2つの包絡線を書くことができる。この2つの包絡線のうち高い風速を示すものが、ある一定の値をこえている時間を今回は強風の継続時間と考えることにする。包絡線としては、自記紙の時間軸を10分毎にくぎり、それぞれの10分間での瞬間風速の最大値をその間の代表瞬間風速とし、それらを10分間隔に並べてできる折線で表すことができるとする。この折線は全体的には時間経過に従い増加し減少するが、台風の目による風速の落ち込みや小さな変動が存在するので、単調増加・減少を示すものではない。そこで最大瞬間風速を中心に代表瞬間風速を大きなものから左右に振り分けるという操作をすると、ほぼ左右対象で最大瞬間風速を境に単調増加・減少で表せるモデルができる。このモデルを使、てある風速値以上の風が吹く継続時間と、その風速値の関係を図に示したものの例が(図2)、(図3)である。横軸に継続時間 T 、縦軸に瞬間風速を最大瞬間風速で割り無次元化した値 F をとっている。 F はある継続時間 T を考えたとき、それに対応する瞬間風速が最大瞬間風速に対して何割に減少したかを示すパラメータである。 F と T の関係は各台風、各地点でさまざまであり、(図2)のように減衰のし方が緩慢であるものや、(図3)のように急激なものがある。概して最大瞬間風速 V_m が大きいものほど急激に減衰する傾向がある。これを別の角度から見て、縦軸には各自記紙における最大瞬間風速 V_m 、横軸に $F=0.8$ のときの継続時間 T をとり、データ

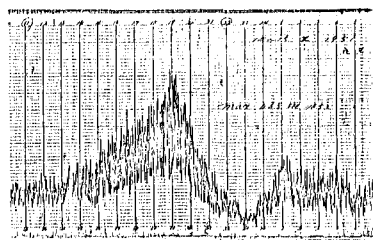


図1 自記紙

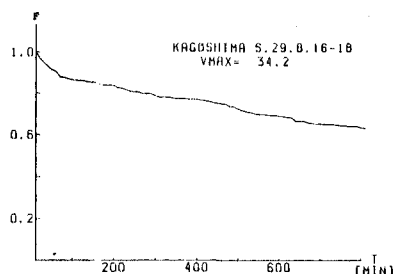


図2 風速の継続時間と減衰

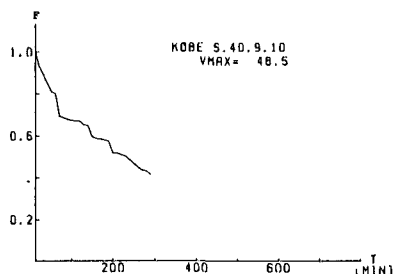


図3 風速の継続時間と減衰

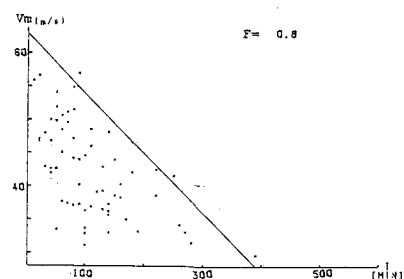


図4 最大瞬間風速と継続時間

の分布状態を示したのが(図4)である。この分布はかなり明確な三角形を示し、縦軸・横軸と一本の直線でつくる三角形の中に大部分(9割)を収めることができる。この直線は次式で表せる。

$$T = -\frac{\ln F}{0.02} (63 - V_m) \quad (1)$$

この式はFが0.8以外の時も適用することができる。(図5)～(図7)が、他のFの値における分布と式(1)で表せる直線を示したものである。図よりやはり三角形の中に分布をほぼ収めることができ、式(1)は $0 < F < 0.7$ の範囲でよくあてはまることがわかった。この式は、ある瞬間風速以上の風が吹き続ける最大継続時間を示している。つまり最大瞬間風速が V_m である時、 $F \cdot V_m$ 以上の瞬間風速が吹いている時間はT分以下であるということである。ただし式(1)は瞬間風速が63%以上のものにあってはわることができない。直線で分布形を収めようとしたことが原因であり、他の表現のし方が今後の課題として残った。

3 風速の非定常性の設計風速への影響

設計風速を決定する際には、10分平均風速の再現期待値である設計基本風速にガスト係数を乗じて求める。風の観測が多くの場合平均風速を中心に行っているため、平均風速より瞬間風速を推定している。現在、この推定には10分平均風速の最大値のみを問題としているが、風速の非定常性を考えると最大値を生じる前後の風速の影響が考えられる。そこでそれぞれの自記紙から平均風速を算出し、この影響について調べてみた。

評価時間内の平均風速 $\bar{u}$ 、標準偏差 σ より $\eta = (u - \bar{u})/\sigma$ によって変換量 η を決定する。Davenportによると、平均時間T内で最大ピークが η 以下である非超過確率Fは

$$F = \text{EXP}[-\eta T \text{EXP}(-\frac{1}{2}\eta^2)] \quad \eta: \text{代表風波数} \quad (2)$$

連続して平均時間にだぶりのない平均風速を $\bar{u}_1, \bar{u}_2, \dots, \bar{u}_N$ とする時、それぞれの平均時間内での非超過確率は式(2)と同じ形で表され、N・T時間内での最大ピークの非超過確率 F_N は次式で示すことができる。

$$F_N = \prod_{i=1}^N F_i \quad (3)$$

式(3)に種々の値を代入した時の F_N の様子を(図8)に示した。Nの

値が増加するに従い、同じ非超過確率に対する瞬間風速の最大ピーク値が大きくなることがわかる。(図8)の例は、この増加分が比較的大きなものであり、多くの場合増加量はNを大きくとっても1%以下であった。したがって最大平均風速の前後の風速の影響はさほど小さくなく、現在の推定法でも十分と思われる。

4 まとめ

①台風時の瞬間風速とその継続時間を、風速の自記紙からの情報で評価できた。

②台風時には、最大平均風速の前後の風速は、平均風速からの瞬間風速の推定に大きな影響を与えない。

〔参考文献〕

i) 塩谷正雄：強風の性質，開発社，1979

ii) 中山・小松：構造物の確率論的耐風安全性評価における風荷重の問題とその考察，第19回橋梁・構造工学研究発表会，1972

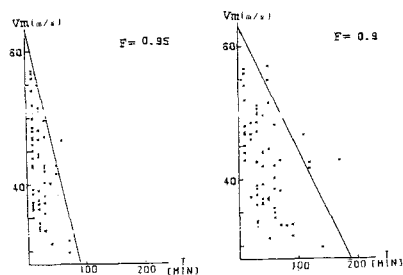


図5 F=0.95

図6 F=0.9

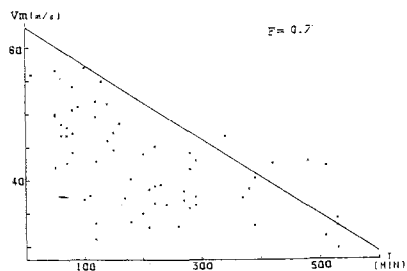


図7 F=0.7

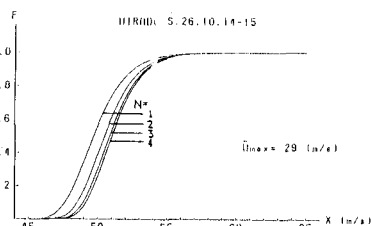


図8 最大ピークの非超過確率