

B-7

配電線機材が自然風中で受ける繰り返し応力の推定に関する研究

—その2 不平衡張力の風力係数—

Study on Estimation of Repeated Stress to Apparatuses of Electric Distribution in Natural Wind

-Part2 Wind Force Coefficient of Unbalanced Wire Tension -

○平柳 光次朗¹, 神田 亮², 古梶 崇之³, 高橋 徹³,
徳山 榮基³, 高岡 将臣⁴, 馬淵 裕之⁴

* Kojiro Hirayanagi¹, Makoto Kanda² Takayuki Kokaji³, Toru Takahashi³,
Hideki Tokuyama³, Masaomi Takaoka⁴, Hiroyuki Mabuchi⁴

Abstract: This paper described an analysis of a wind condition at a field test site and functionality of an unbalanced wire tension which acts on apparatuses of electric distribution and wind speed. From the analysis of the wind condition, the severe seasonal wind which has the prevailing wind direction is identified at the field test site. Moreover, the relation of the unbalanced wire tension and wind speed was formulated based on the theoretical function of the wire tension. From the result of using this related function, it was indicated that wind force coefficient and wind speed will be independent. Furthermore, a distribution of wind force coefficient will approximate to the normal distribution.

1. はじめに

その 1 では配電線機材の疲労に影響しうる変動荷重の特定を行うために実施したフィールド実験の概要と実測された不平衡張力と風の関係について述べた。本編では、不平衡張力を発生させる要因となるフィールド実験場の風況解析を示し、フィールド実験で実測した不平衡張力と風速との関係性評価として、電線張力の理論式に基づき関数化を行い、不平衡張力における風力係数を導くことを試みた。

2. 風況分析

実測データを基に、風速、風向分析を行った結果を以下に示す。

2.1 月別風速分析

2008 年 4 月から 2010 年 3 月までの月別風速について Figure1 に示す。1 ヶ月毎の瞬間最大風速と 1 時間平均風速を時刻歴で表し、2 年間を通して風速特性を評価した。

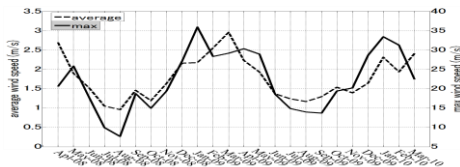


Figure 1. Wind Speed Every One Month (2008.4~2010.3)

2 年間とも同様な変化をしていることが確認できる。また、その傾向は大きく 2 つにわかれる。6 月から 11 月は風が弱い期間であり、12 月から 5 月は強風の期間である。特に 1 月から 3 月は強風が頻繁に発生し、観

測期間中の最大瞬間風速は 36m/s であった。

2.2 日別風速分析

Figure2 に 12 月から 3 月までの期間で、1 日の平均風速が高い日の 10 分間平均風速の時刻歴を示す。

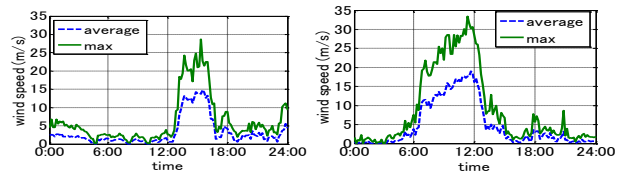


Figure 2. Wind Speed of Time History in a Day

冬期の強風期間でも 1 日中強い風が吹き続けているのではなく、ある時間帯で 2 時間から 5 時間前後の間、瞬間風速 20m/s 以上の風が吹いている。なお、冬期の 12 月から 5 月の強風期間にかけて約 1/3 日が Figure2 に示すような風が吹く。

2.3 風向分析

Figure3 に 2008 年 4 月から 2010 年 3 月までの風速 1m/s 以上 5m/s 未満の風配図、風速 5m/s 以上の風配図を示す。

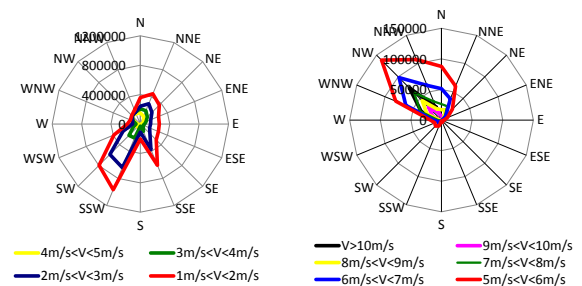


Figure 3. Wind Rose (2008.4~2010.3)

10 分間平均風速が 4m/s 以下のときは、風向は各方位に分散しているが、風速 5m/s 以上になると、風速の上昇に伴い風向頻度は北西方向が高くなる。さらに、10m/s 以上の強風になると殆どの風が北西方向からのものとなる。以上の風況分析より、冬季に北西から強風が吹くことがわかる。これは実験サイトの北西に位置する那須岳からのおろし風と考えられる。このように、地形的な影響による季節風が吹く地域では、その風は極めて卓越した主風向をもつことが、本観測結果からも確認できた。このように特定方向から吹く風によって生じる不平衡張力が、配電線機材に作用することが、疲労損傷を起こす要因になると考えられる。

3. 不平衡張力と風の関数化

不平衡張力とその発生要因となる風速の関係性を以下の式(1)で表した。式(1)は、カテナリー曲線式を元に近似された配電線における電線張力の理論式⁵⁾に基づき、左右電線の張力差(不平衡張力)を理論式中の風力係数で表したものである。

$$Cu = \frac{Tu \cdot \frac{8 \cdot D}{s^2}}{\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \bar{v}^2 \cdot B} \quad (1)$$

ここで、 Cu : 不平衡張力の風力係数、 Tu : 不平衡張力(N)、 s : 径間(m)、 D : 弛度(m)、 ρ : 空気密度(kg/m³)、 \bar{v} : 10分間移動平均風速(m/s)、 B : 電線外径(m)である。

式(1)中の Cu は、不平衡張力の変動分に対する風力係数であり、分母の風速には、得られた不平衡張力の値の前後 5 分(10 分間)の移動平均風速を用いている。

Figure4 に強風が吹き風向角が比較的一定方向のある冬季の 1 日データを用いて算定した不平衡張力の風力係数を風速に対して示す。

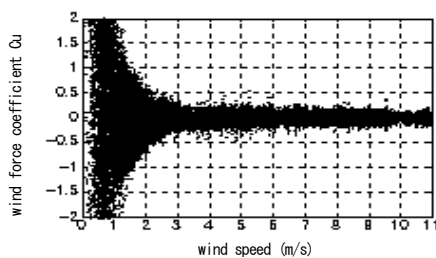


Figure 4. Wind Force Coefficient of Unbalanced Wire Tension

Figure4の横軸は10分間移動平均風速、縦軸はその風力係数である。Figure4を見ると低風速では風力係数のばらつきが非常に大きいことが確認できるが風速4m/s以上からは風力係数のばらつきがほぼ一定幅となる。これは、風速と風力係数が独立の関係にある可能性を示している。ここで、Figure5に風力係数の確率密度分布と風力係数の平均値、標準偏差を用いて算定した正規分布を比較して示す。

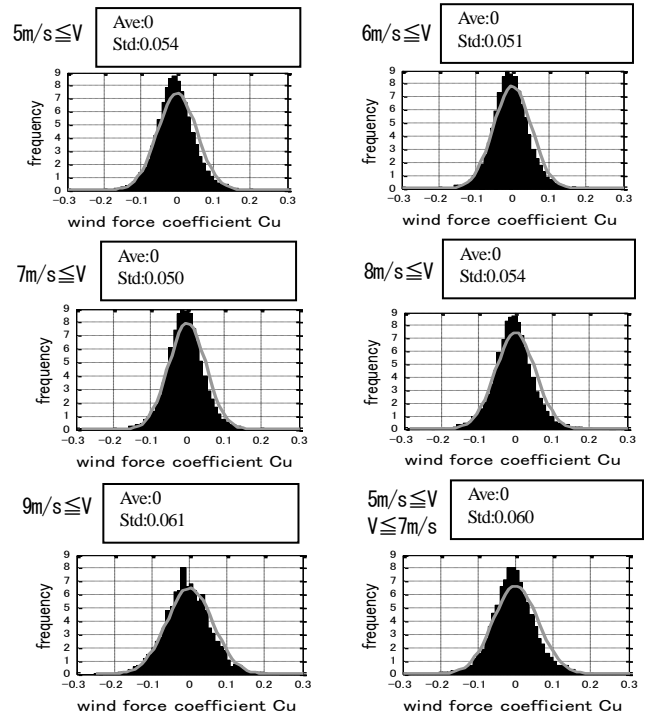


Figure 5. Distribution of Wind Force Coefficient

Figure5の実線は、分布の平均値と標準偏差から算出された正規分布曲線である。Figure5から、風力係数分布の標準偏差は一定となるような傾向を示し、その分布形状は正規分布と近似した形状を示す事が確認された。今後は風向角の変化などに着目した更なる詳細な分析を行い、風力係数の風速に対する独立性と頻度分布の形状や特性値について検討する。

4. まとめ

本編では、フィールド実験場の風況解析を行い、実測された不平衡張力と風速の関数化を行った。得られた知見を以下に示す。

- ①フィールド実験場の風況分析により、実験場の北西方向に位置する那須岳から、冬季において極めて卓越した主風向を持つ強い季節風が吹くことがわかった。このような季節風により、繰り返し性の強い不平衡張力は増大し、許容応力は超過しないものの配電線機材には高い応力が頻繁に発生していることが推察される。
- ②不平衡張力と風速の関数式から算出した風力係数の結果から、低風速では風力係数のバラつきが非常に大きいものの、風速4m/s以上からは風力係数のバラつきがほぼ一定幅となり、風速と風力係数は独立の関係となる可能性を示す事ができた。
- ④風速5m/s以上における風力係数の分布を評価した結果、風力係数の確率密度分布は、平均値が0の正規分布に近似する可能性が示された。

5. 参考文献

参考文献はその1参照。