

配電線機材に影響を及ぼす強風の性質および地域性評価に関する研究

那須電機鉄工(株) ○古梶崇之 高橋徹 徳山榮基 日大生産工 神田亮
日大生産工(院) 中川大輔 東電(株) 荻原義典

1. はじめに

配電線路では強風による機材の疲労損傷が散見されており、強風時に機材に発生している変動外力の観測が行われている。この研究では、架線機材に疲労損傷を起こすような変動荷重が発生することを示し、その変動荷重は風と強い相関関係を示していることを明らかにしている。¹⁾ ただし、この研究では、ある一カ所の観測データでの評価となっているため、配電機材に影響を及ぼす風が、地域的などの程度存在するかなど面的な評価が行えていないのが現状である。

本研究では、配電機材の風害(疲労損傷)が発生している地域での風観測結果に基づき、配電機材に影響を及ぼす風の性質を把握することを目的とした。そして、観測データ²⁾と気象官署データとを比較することにより、既存のデータから任意の地域での風特性を推定する方法について検討を行った。本研究により、配電機材の風害が発生するような強風が吹く地域を特定できれば、配電機材の強風対策を効果的に実施することが可能となる。

2. 強風時に配電機材に作用する変動荷重¹⁾

既往の研究結果をもとに、強風時に架空配電線路に作用する変動荷重の性質について説明する。

ここで紹介する結果は、平成20年より約2.5年間の観測データをもとに、風と変動荷重の関係を統計的処理によって解析されたものである。

当該研究における実験サイトは、強風時に配電設備の被害事例が確認されている栃木県那須郡那須町の2箇所としている。



図1 実験サイト (MapFanより引用)

図2、図3に解析結果を示す。

図2は、風速と線路方向の不平衡張力との時系列連続データを示したものであり、図3はこのデータをもとに風速と不平衡張力との相関関係について統計的処理によりを表したものである。

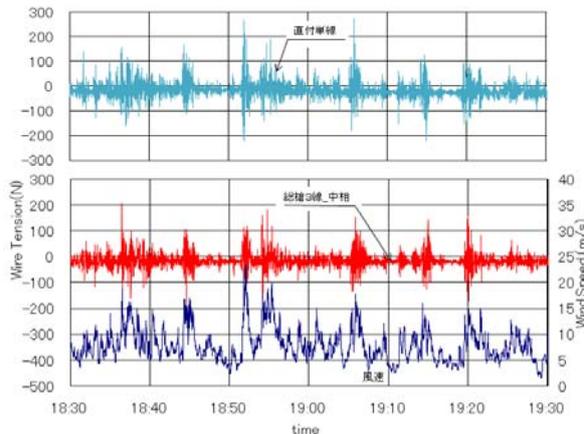


図2 測定結果(不平衡張力_時刻歴)

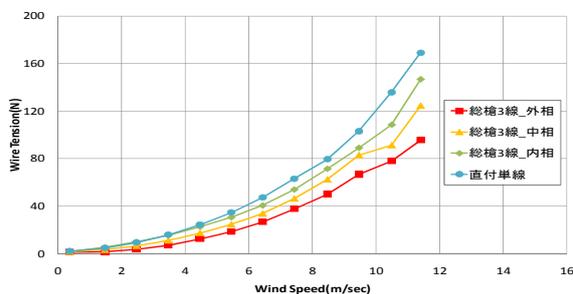


図3 測定結果(不平衡張力_ビン処理)

不平衡張力とは、柱(電線支持点)を中心とした左右の電線張力の差である。図2を見ると不平衡張力は風速の増加に伴い大きく変動し、変動は両振幅の様相となることが分かる。

また図3では、この風速と不平衡張力(片振幅分)との関係を、風速におけるビン処理で表したものである。この図からも、不平衡張力による電線の変動荷重は、風速と強い相関関係があることが分かる。

Study of Strong Wind Conditions Influenced for Apparatuses of Electric Distribution and Area Evaluations

Tkayuki KOKAJI, Toru TAKAHASHI, Hideki TOKUYAMA, Makoto KANDA
Daisuke NAKAGAWA and Yoshinori OGIWARA

本データの配電線路は、柱を中心とした左右の径間が同一であるにも関わらず、電線の支持点では両振幅の変動荷重が、繰返し性の強い荷重として作用していることをこの研究では示している。

さらにこの研究では、この不平衡張力による変動荷重が配電線機材の疲労破壊の大きな要因であることを示している。

3. 配電線路に被害を及ぼす風特性²⁾

前述した既往の研究では、さらに配電線路に被害を及ぼす風の特性をフィールド観測データをもとに評価している。ここでは、この解析結果を参考としながら配電線路に影響を及ぼす風特性について示す。

〈3.1〉月別風況観測 2008年4月から2010年3月までの月別風速について図4に示す。

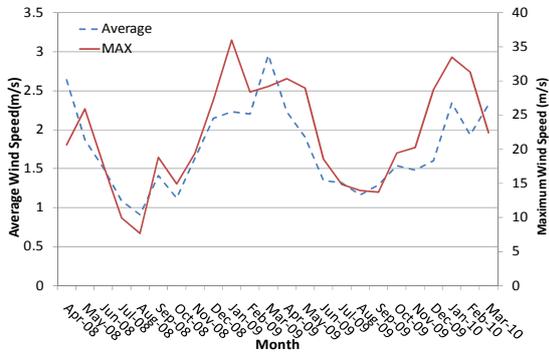


図4 月別風速データ(2008年4月～2010年3月)

2年間とも同様な風況であることを確認した。また、風況は大きく2分され、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月は強風が頻繁に吹き、観測期間中の最大瞬間風速は36m/sであり、そのときの最大風速は19m/sである。ただ月平均風速となると強風期間でも小さく、最大でも3m/sである。そこで強風期間から特に風の強い日を抽出し、10分間データセットの時系列でまとめたものを図5に示す。

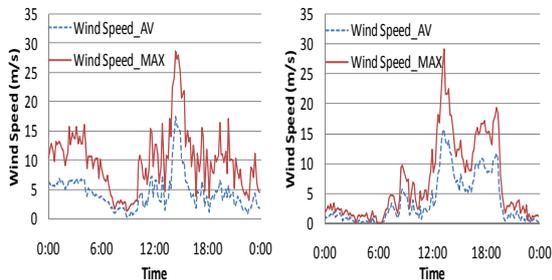


図5 1日の時系列データ(10分データセット)

図5で示すように、このサイトでは強風期間においても1日中強い風が吹き続けるのではなく、ある時間帯で集中して強い風が吹き、10分平均風速で15m/sを超える風が頻発する。この観測サイトでは12月から翌年の5月の強風期間にかけて約1/3の日は、図5で示すような風が吹く。

〈3.2〉風向観測 風向の頻度分布について、10分平均風速ごとに分類したものを図6、図7に示す。

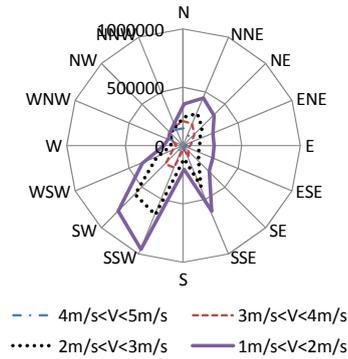


図6 風向頻度分布(弱風時)

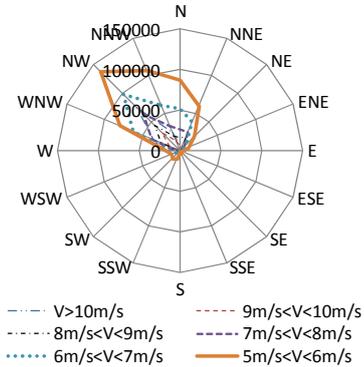


図7 風向頻度分布(強風時)

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に収束していき、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。

当該実験サイトは、前述したように北西に那須岳が位置する場所であるため、この那須岳からのおろし風がこの地域の強風の原因であることが分かる。

このように、地形的な影響による季節風が吹く地域では、冬期に集中して強い風が吹き、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。

このような主風向を持つ強風が吹く地域では、電線が主風向に直交するように架線されている配電線路に、集中して電線の風圧荷重が作用するため、風害をもたらす大きな要因となる。

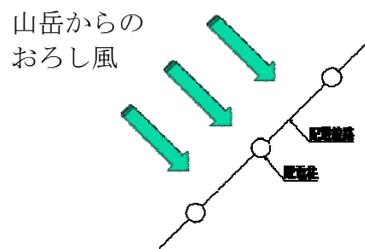


図8 おろし風が配電線に及ぼす影響

4. 風特性の地域性評価法の検討

前章までで示した通り、強風の際に発生する両径間の不平衡張力により、配電線機材には両振幅の変動荷重が繰返し作用することが明らかになった。さらにこの変動荷重による配電機材の損傷は、空っ風、おろし風などで知られる卓越した風向をもつ季節風が吹く地域で発生することが分かっている。

この配電線機材に影響を及ぼす風況は、極値風のような暴風ではなく、風速20m/s以下程度の風の頻度に大きく依存する。よって、この風特性の特定には、再現期間50年、100年などで推量される極値風ではなく、風の出現頻度を推量する必要があると考える。

一方、配電線の架線される高さは、地上高10mから15mであり、設置場所は各地域に網の目のように張り巡らされている。よって配電線機材に影響する風の特性は、前述した研究のようなピンポイントの観測データだけではなく、風特性を面的に評価できるような解析が必要となる。

そこで本研究では、既往の観測データを利用し、任意の地域における地上高10数mでの風況を推量することを試みた。既往のデータは、気象官署データを用いることとした。気象官署の風速計の設置高さは、東京などの都市部を除くと地上高20m以下が殆どであり、配電線の設置高さに近いためである。

<4.1>気象官署データの比較方法 今回の解析対象地域は栃木県北部とし、図9で示すように那須連山から南部へ約30km四方を対象とした。

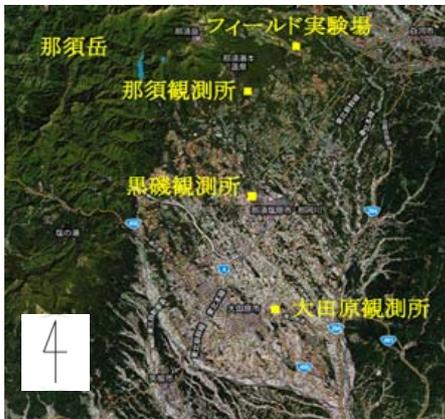


図9 解析対象地域 (Google Mapより引用)

図中の■印で示したものが、フィールド実験サイトと各気象官署の位置である。なお、今回の対象地域での気象官署は、①那須、②黒磯、③大田原の3カ所である。各気象官署の設置情報を表1に示す。

表1 各観測所の設置位置情報

観測所	標高	風速計の地上高
フィールド実験	578m	10m
那須観測所	749m	6.6m
黒磯観測所	343m	8
大田原観測所	188m	10m

これら計4カ所の観測結果をもとに風特性の比較を行うことで、気象官署データの適用範囲を推量することとした。

風特性の評価項目は、風速と風向の2つであり、各地域間の比較は風速比および平均風向誤差として評価を行った。風向誤差とは、基準観測所の10分平均風向に対して同時系列の対象観測所の風向を比較し、基準からの誤差分を評価したものである。なお気象官署の平均風向は10分平均値であり、16方位で分類されている。よって誤差評価の分解能は22.5°となる。

また風速比も基準観測所の風向別に分類し、各方位における基準観測所と対象観測所との同時系列における風速の比率を風速比とした。

<4.2>風向誤差評価 対象観測所をフィールド実験サイトとし、基準観測所を各気象官署にしたときの風向誤差の傾向を図10から図12に示す。なおこの解析は、風の強い時を対象とするため、10分間平均風速が5m/s以上のデータについて抽出して行っている。

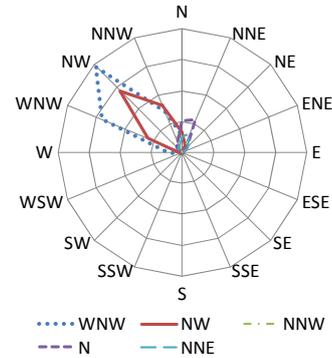


図10 風向誤差評価 [フィールド vs 那須観測所(基準)]

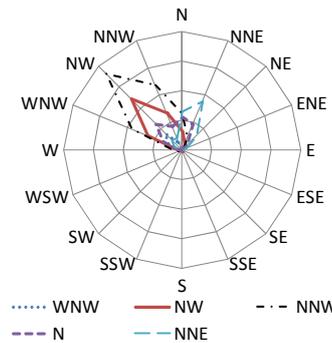


図11 風向誤差評価 [フィールド vs 黒磯観測所(基準)]

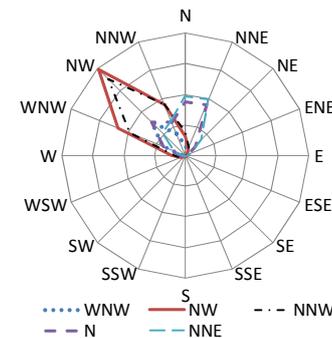


図12 風向誤差評価 [フィールド vs 大田原観測所(基準)]

風速5m/s以上を観測する時の風向は、西北西から北北東の5方位分(112.5°)の範囲に集中する。各気象官署とフィールド実験サイトとの風向の誤差は殆どなく、各方位について±22.5°の範囲に入っていることが分かる。この結果からも風向分布については、3カ所の気象官署データがあれば、栃木県北部30km四方の地域を十分に推量できることが分かる。この地域一帯では、強風が吹く時が冬期のおろし風が吹く時期に限られていることが、本解析結果の大きな要因と考えられる。

<4.3>風速比評価 風向評価同様、対象観測所をフィールド実験サイトとし、基準観測所を各気象官署にしたときの風速比の傾向を、図13から図15に示す。なお風速比評価も風向解析と同様、10分間平均風速が5m/s以上のデータを抽出し、西北西から北北東の5方位を対象として行っている。

那須観測所とフィールドとの関係では、風速比は各方位において1.0付近で高い度数を示している。両者の位置関係はともに那須連山の麓にあることが要因と考える。

黒磯観測所とフィールドとの関係でも、風速比はほぼ1.0付近となるが、若干風速比は高い側にシフトする傾向を示す。特に北西から北北西の範囲で顕著である。

大田原観測所とフィールドとの関係では、黒磯観測所と那須観測所の間隔的な傾向を示す。

黒磯、大田原観測所における風速比の解析結果から、両観測所はフィールドサイトに比べて設置位置は那須連山の麓から遠方にあるため、おろし風が減衰していることが予測される。

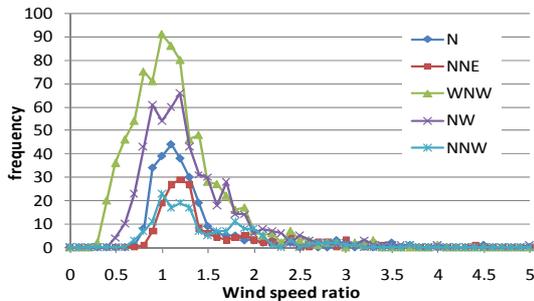


図13 風速比の度数分布(風速比=フィールド/那須)

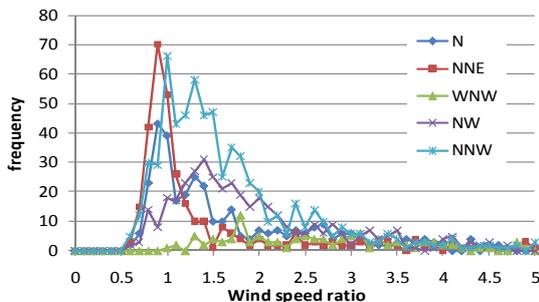


図14 風速比の度数分布(風速比=フィールド/黒磯)

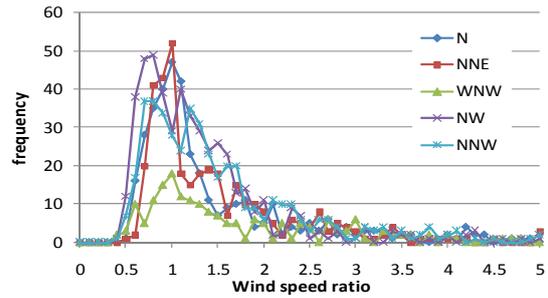


図15 風速比の度数分布(風速比=フィールド/大田原)

そこで、図13から15で示した結果から、全標本数のうち風速比の高い側5%を除外したものを対象として、各方位の平均風速比を求めたものを図16に示す。

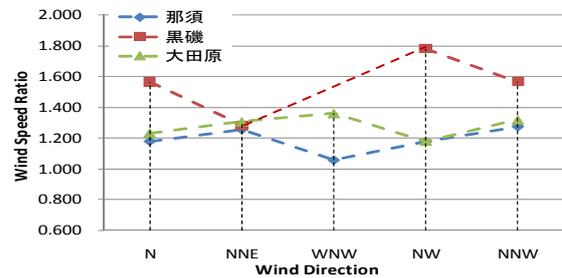


図16 各観測所における平均風速比(風速比=フィールド/各観測所)

平均風速比として各観測所を比較すると、那須観測所と大田原観測所は、平均1.2付近とほぼ同等な値を示す。黒磯観測所については若干高い値を示し、風速比は平均で1.5近傍となる。

5. まとめ

本研究では、既往の観測データを利用し、任意の地域における地上高10数mでの風況を推量することを試みた。今回は栃木県北部を対象地域とし、対象範囲30km四方について3カ所の気象官署によって風況の比較を行った。最も遠方の位置関係となる那須-大田原間での比較結果から、各方位の風向誤差および平均風速比は、おおよそ同じ傾向を示していることが確認でき、気象官署などの既往のデータをもとに任意の地域の風況を推量できる可能性を示した。しかしながら、上記観測所の中間に位置する黒磯では、風速比で20%低下する傾向を示したことから、推量の精度を上げるには、さらに地形および土地利用状況なども考慮し、既往のデータを補正する必要があるものとする。

「参考文献」

- 1) 山田, 徳山, 岡崎, 強風地域における電線把持部の高機能化に向けた装柱部材の動的な挙動特性について, 電気学会EWC-08-10 (2008)
- 2) 菅野, 他4名, 配電線に影響を及ぼす風特性の評価に関する研究, 電気学会電力エネルギー部門大会 (2010)