

B-6

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1 フィールド実験の概要—

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

-Part1 Outline of Field Experiment-

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

* Takayuki Kokaji¹, Toru Takahashi¹, Hideki Tokuyama¹, Makoto Kanda²,
Kojiro Hirayanagi³, Masaomi Takaoka⁴, Hiroyuki Mabuchi⁴

Abstract: This paper described specifying fatigue force which acts on apparatuses of electric distribution by performing a field test at the strong wind site. In this field test, Measurement items are wind speed, wind direction, temperature, wire tension, wind force, tip displacement of cross arm, and amplitude of electric wire. Their items are measured at the sampling rate of 100ms. From this field test, an unbalanced force was specified and measured as the fatigue force to apparatuses of electric distribution. Moreover, it is clear that the unbalanced force correlates strongly with wind speed.

1. はじめに

自然風中で構造物に生じる破壊形態としては、台風などの強風によって生じた構造物の部材応力が許容値を超過する耐力破壊のほか、部材応力の許容値を超過しない範囲で生じる繰り返し応力により部材に小さな損傷が蓄積し、最終的に部材の破断に至る疲労損傷破壊などがある。

この現象は、電線を支持する配電線機材についても同様な事が言える。強風時では電線が大きく揺動することで電線支持部の張力が大きく変動し、この変動張力が繰り返し作用することが配電線機材の疲労損傷の要因と考えられている。^{1), 2)}

本研究では、フィールド実験により配電線機材の疲労に影響しうる変動荷重の特定を行い、その変動荷重と風の関数化を行った。また、変動荷重と風の関係式から算出された風力係数と既存の風況観測データから予測した任意の地点の風況を用いて、任意の地点で配電線機材に繰り返し作用する変動荷重を確率論に基づいて推定する手法を提案した。そして、既存の風況データから任意の地点のワイブル係数を推定することで、任意の地点の風況を予測する手法を提案した。

本編では、その1として、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機を用いたフィールド実験を行ったため、実験概要と実測結果を示す。

2. フィールド実験概要

2.1 フィールド実験サイト

本研究における実験サイトは、栃木県那須群那須町

である。この地域は、北西側に位置する那須岳からのおろし風により冬季の局地風が強い場所である。

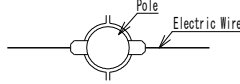
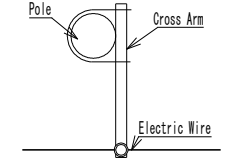


Figure 1. Field Test Site (MapFan)

2.2 測定項目および架線状態

本実験における測定項目は、風速、風向、気温、電線張力(不平衡張力)、電線風圧荷重、腕金先端変位、電線振幅の計7項目とし、各装柱形態について測定を行った。各装柱形態を Table. 1 に示す。

Table 1. Assembling Form

装柱モデル	測定目的
 直付装柱	電線支持部を極力剛体にし、電線の振れだけによって生じる変動張力(不平衡張力)の測定を行う。
 総檜出装柱(単線)	腕金の先端に電線を1線架線した装柱形態 単線架線時に発生する各荷重(風圧荷重, 不平衡張力)の動的変動を評価する。

1 : 那須電機鉄工株式会社 2 : 日大生産工・教員・建築 3 : 日大生産工・院(前)・建築 4 : 東京電力株式会社

2.3 測定センサ

2.3.1 風況・気温測定

風速計は、風杯型交流電圧発信方式、風向計は矢羽根型のポテンシオメータ抵抗変化発信方式である。気温計は、-20~80℃まで測定可能な温度ゲージ式である。

2.3.2 張力測定

電線の張力測定には、歪みゲージ式のロードセルを採用した。本センサは、電線と電線支持点との間に取付けるため、張力測定に影響しないよう軽量タイプを選定した。



Figure 2. Load Cell

2.3.3 風圧荷重・不平衡張力測定

風圧荷重、不平衡張力の測定は、曲歪計を採用した。本センサは、電線を把持できる構造となっており、支持部の根元に歪みゲージを90°振りに貼付け、風圧荷重(線路直交方向)、不平衡張力(線路方向)の測定を行った。

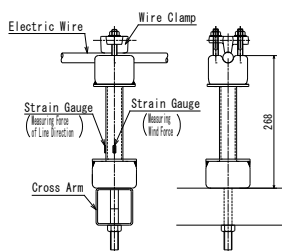


Figure 3. Bending Strain Sensor

2.4 測定システム

本実験における測定システムを Figure 4 に示す。

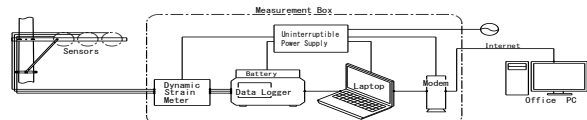


Figure 4. System of Measurement

各センサで測定したデータは、動歪み計で増幅されて電圧データとしてデータロガーに収集される。収集したデータはパーソナルコンピュータに 100ms のサンプリング周期で保存され、メーリングソフトを介して、インターネット経由で転送される。

3. 実測結果

本フィールド実験で得られた時系列データを Figure5~8 に示す。Figure5 は風速と風荷重、Figure6, 7 は風速と電線張力、Figure8 は風速と不平衡張力の時系列連続データである。

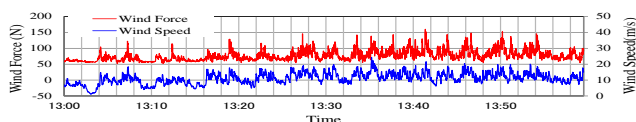


Figure5. Wind Force (Time Series Data)

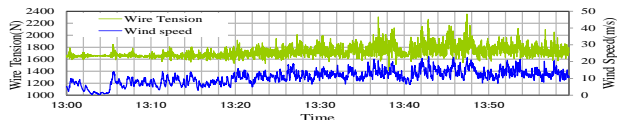


Figure6. Wire Tension _Left Side (Time Series Data)

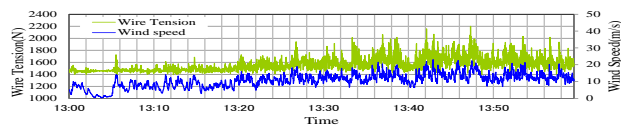


Figure7. Wire Tension _Right Side (Time Series Data)

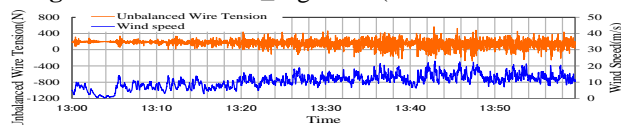


Figure8. Unbalanced Wire Tension (Time Series Data)

風荷重、電線張力は、風速に追従しており、各荷重の変動は増加方向のみの片振幅の様相を示す。また、不平衡張力も風速変動に追従しているが、変動の傾向は両振幅の様相を示す。このように電線支持部には、常時、不平衡な荷重が繰り返し作用しており、この変動荷重が配電線機材の疲労に影響を及ぼす要因となる。

ここで、実測した不平衡張力の 10 分間データセット中の標準偏差 σ_u を風速 BIN し、風速の 2 乗を横軸として示した結果を以下の Figure9 に示す。

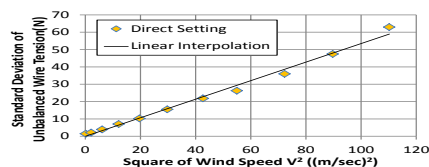


Figure9. V^2 vs σ_u

不平衡張力は風速の 2 乗に比例して増加しており、両者には強い相関関係があることが確認できた。

4. まとめ

本編では、配電線機材の疲労に影響しうる変動荷重を特定するために、強風地域にて実機によるフィールド実験を行った。変動荷重の実測結果より、電線支持部には不平衡な変動荷重が常時繰り返し作用していることが確認できた。また、不平衡張力と風速の間には強い相関関係があることを確認した。

5. 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性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]木村, 鶴, 石田, 森本, 前田, 送電線不平均張力の変動特性に関する研究, 日本建築学会 第 43 号, 2004.
 [3]中川, 配電線機材に疲労損傷破壊を引き起こす強風の特性及びその地域性評価に関する研究, 日本大学修士論文, 2012.
 [4]Alfredo H-S. Ang, Wilson H. Tang, 2nd edition of Probability Concepts in Engineering Planning and Design, WILEY, 2007.
 [5]配電規定 JEAC 7001-2007, 財団法人日本電気協会, 2008.