

## 架空送電線の異常振動検知手法の検討

東京理科大学 学生員 ○佐藤 悠太  
東電設計 正会員 栗原 幸也  
東京理科大学 正会員 佐伯 昌之

### 1. 背景・目的

降雪により送電線で雪害が生じている。雪害の例としては、着雪した架空送電線に強風が吹きつけたときに、送電線に大きな揚力が働き、送電線に大振幅が生じるギャロッピングといった現象や送電線上に積もった雪が一気に落下し、送電線が大きく跳ね上がるスリートジャンプといった現象がある。いずれにおいても送電線の接触による短絡事故が生じることや、電線張力変動により碍子（がいし）や鉄塔等の設備に損傷が生じる可能性がある。そのため、送電線の異常振動を検知することが求められている。

供用中の架空送電線の大振幅現象を検知する手法は確立されておらず、今までに実験線を用いたギャロッピングの実規模観測が行われてきた。実規模観測では、送電線に取り付けた張力計から張力変動を求める手法や、送電線にLEDライトを取り付け、鉄塔に設置したカメラから画像解析により、ギャロッピングを観測する手法によって、ギャロッピング観測が行われてきた。ただし、これらの手法は供用中の送電線に適用することは困難である。そこで、本研究では、鉄塔に取り付けた加速度センサから送電線の異常振動を検知する手法を開発するために、その基礎的な検討を行った。

### 2. 実サイトにおける鉄塔加速度のモニタリング

観測地点として過去にギャロッピング発生事例のある新潟県糸魚川市の送電線を選定した。観測日は、2022年6月29日から10月25日、2023年1月1日から2023年1月31日である。観測した鉄塔は塔高40mの鉄塔であり、地上から20m地点の部材にMEMS加速度センサ（ADXL355、アナログ・デバイス株式会社製）を設置し、Raspberry Pi0につなぎ、約100Hzサンプリング・3軸の加速度計測、計測データの保存・通信を行った。

また、リアルタイムで現場の様子を確認するために鉄塔にカメラを設置した。遠隔で動画を撮影でき、必要な場合に限り録画を行った。風速や降水量等は観測地点から北西に6km程離れた糸魚川アメダスの観測結果を参照した。

加速度データの前処理の流れを図1に示す。まず、計測した加速度データを1000点ごとに分割し、離散フーリエ変換することで、フーリエスペクトルを算出した。そして、1Hz～50Hzのスペクトルを1Hzごとに積分し、50次元のデータへ分解能を落とした。

その後、各50次元のスペクトルデータを最大値を1、最小値を0へ正規化し、K-means法を用い、20クラスへ分類した。

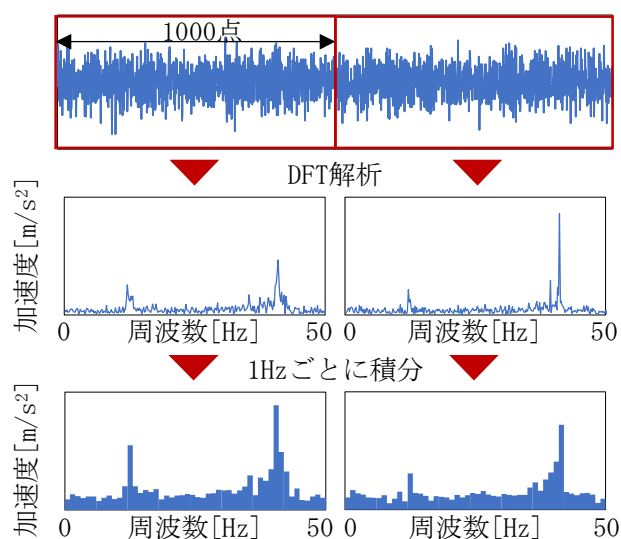


図1 解析の流れ

### 3. クラスに分類した結果

観測期間中の2023年1月24日の最大瞬間風速の時間変化を図2に示す。午前10時頃から風速が増加し、午前10時以降の最大瞬間風速の平均は13.9m/sであった。また、この日は降雪があり、その日雨量

キーワード MEMS 加速度センサ, 異常振動検知, 架空送電線, ギャロッピング

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学創域理工学部社会基盤工学科 TEL 04-7124-1501

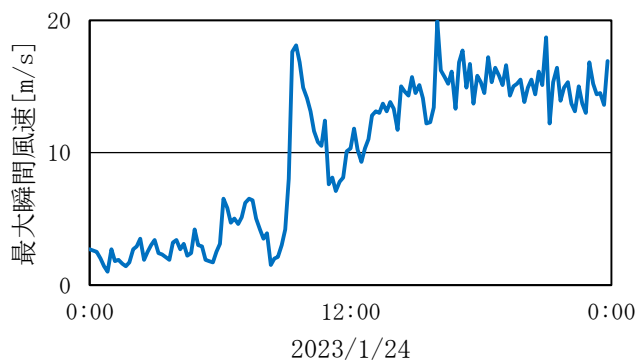


図 3 2023 年 1 月 24 日の風速

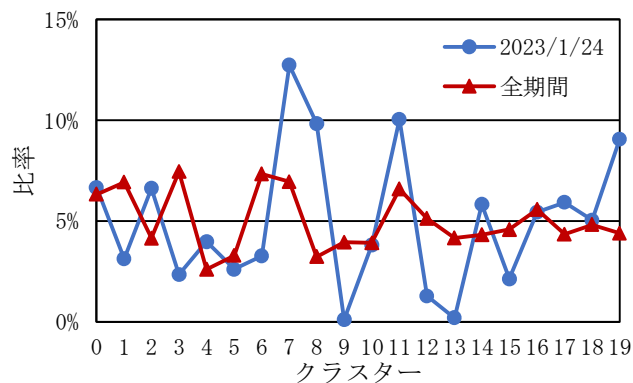


図 3 分類分け

は 18.5mm であった。

2023 年 1 月 24 日の分類結果を図 3 に示す。強風時に計測された加速度データに限定すると、その振動特性については、クラス 7(12.7%)、クラス 8(9.8%)、クラス 11(10.09%)、クラス 19(9.1%)の上位 4 つが全体の 41.7%を占めた。図 4 に強風時に出現したクラスターのセントロイドを示す。クラスター 7 については、ピークが 12Hz に、クラスター 8 は 18Hz、クラスター 11 は 50Hz あたり、クラスター 19 は 31Hz にピークが出現する振動特性であった。

次に、強風時に出現率の小さかったクラス 9, 12, 13 のセントロイドを図 5 に示す。これらは明確なピークが生じない形状であった。

#### 4. 考察

強風時には、鉄塔が振動し、明確なピークが現れることが分かった。一方で、一般的には数 Hz 程度である鉄塔全体の曲げ一次固有振動数でフーリエスペクトルのピークが卓越するわけではなく、複数のピークを持った振動が生じていることが分かった。これ

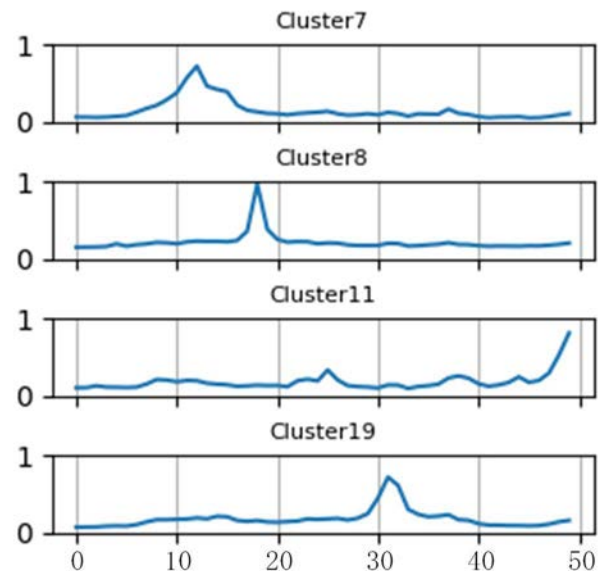


図 4 強風時に出現率の高いクラスター

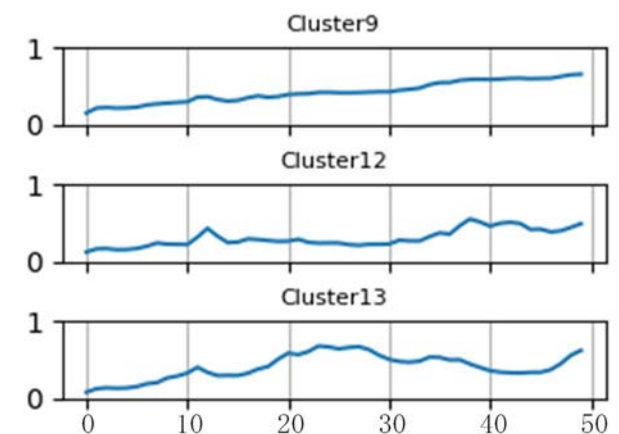


図 5 強風時に出現率の低いクラスター

らピークは、数十 Hz と構造物には高い振動数で出現していることから、加速度センサを設置している部材に直接強風が吹きつけた際の振動を計測していることなどの可能性が考えられる。

#### 参考文献

- 1) 松宮央登, 雪野昭寛, 市川英治, 清水幹夫, 西原崇, “敦賀試験線における着氷時の 4 導体送電線のギャロッピング観測 (その 2) ー対角配置のルーズスペーサのギャロッピング抑制効果ー”, 電力中央研究所報告書, N16006, 2017
- 2) 松宮央登, 市川英治, 麻生照雄, 守護雅富, 西原崇, 清水幹夫, “単導体送電線におけるギャロッピング対策品の効果検証”, 風工学シンポジウム, 2018