

台風0314号の被害データと台風シミュレーションに基づく配電設備のリスクマネジメント その1 配電用電柱の損傷度曲線の作成

Risk management for electric poles based on the damage data of T0314 and typhoon simulation technique Part1 Fragility curve for electric poles

○ 石原孟¹⁾ 銘苅壮宏²⁾ 高原景滋²⁾ 又吉聖子²⁾ 荒川洋³⁾
Takeshi ISHIHARA¹⁾ Takehiro MEKARU²⁾ Keiji TAKAHARA²⁾ Satoko MATAYOSHI²⁾ Hiroshi ARAKAWA³⁾

1. はじめに

沖縄県では毎年台風が襲来し、2003年に発生した台風0314号(以下、台風14号)は宮古島の全電柱約20,000本のうち約1,000本に折損や傾斜などの被害をもたらした。電柱倒壊は電力の供給がストップするだけでなく、車両の通行を遮断し、災害復旧にも影響を与える大きな問題である。そのため、台風による配電用電柱の大量倒壊を未然に防ぐために、費用対効果の高い被害対策が求められている。しかし、現状では電柱被害の定量的な評価手法が確立されておらず、効果的な被害対策の実施が困難である。

本研究その1では、まず台風14号による宮古島の配電用電柱被害と風速の関係を定量的に分析するための倒壊電柱の位置同定を行い、宮古島全体における1kmメッシュ毎の電柱被害率を求める。また宮古地方気象台における台風14号時の風向・風速観測データを用いて気流解析により100mメッシュ毎の風速を求め、電柱被害データと合わせて、配電用電柱の損傷度曲線を作成する。本研究その2では、その1で求めた配電用電柱の損傷度曲線と台風シミュレーションにより求めた電柱毎のハザード曲線を用いて、期待総建設費最小化原則に基づき、電柱毎の最小コストを求め、宮古島における配電用電柱毎の最適設計風速を提案する。

2. 被害データ分析

台風14号における宮古島の被害電柱位置を同定するため、表1に示す①～⑤のデータを使用した。現地踏査を踏まえ、1/25000地図上に倒壊位置をマーキングし、デジタイザにより座標変換を行った。このようにデジタル化された被害電柱位置と倒壊前の電柱位置と照合し、正確な電柱倒壊位置を同定した。

表1 倒壊電柱位置の同定作業に用いたデータ

①1/25000地形図	国土地理院(宮古島全土)
②航空写真	国土地理院(宮古島全土)
③被害写真	宮古支庁(1000枚)
④エリア別倒壊本数マップ	沖縄電力
⑤倒壊前電柱位置情報	沖縄電力

図1には作成した島内の全配電用電柱と被害電柱の位置を示す。この図から、電柱の被害は宮古島の中央部と平良市の市街地では少なく、郊外では連続倒壊を含む被害が顕著であることが分かる。

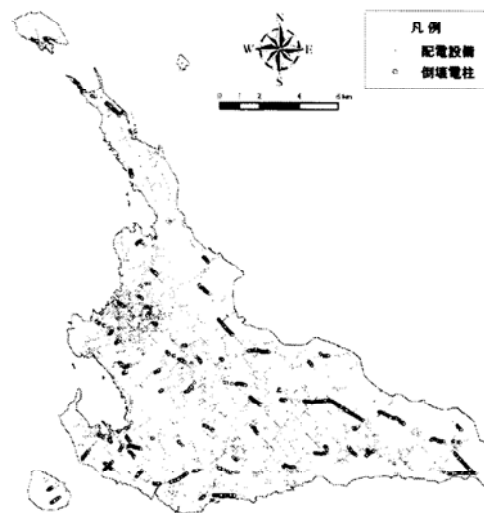


図1 台風14号による被害電柱位置の同定結果

3. 気流解析による宮古島全域の風速の推定

台風14号時における宮古島全体の風速分布を求めるために、3次元気流解析及び風洞実験の結果を用いて、宮古地方気象台で観測された風向・風速の時系列データにより求めた。

気流解析では宮古島の標高および地表面粗度を考慮し、宮古島全域における風向別風速分布を求めると共に、平坦地形上における気流解析結果から島内の任意地点における風向別風速比を算出した。そして気象台を含む市街地を対象とした風洞実験の結果を用い、宮古地方気象台で観測された10分平均風向・風速データを平坦地形上の風向風速記録を変換した¹⁾。最後に風洞実験から変換された平坦地形上の風向・風速記録に気流解析から得られた風向別風速比を乗ずることにより、島内の任意地点の風向・風速を算出した。

図2には沖縄電力宮古支店で観測された台風14号

1) 東京大学大学院工学系研究科総合研究機構 助教授
Assoc. Prof. Institute of Eng. Innovation, Univ. of Tokyo
2) 沖縄電力株式会社, 研究開発部
Research & Development Dept., Okinawa Electric Power Co., Inc

3) 株式会社 水域ネットワーク
Aquatic Zone Network Co., Ltd.

の風向・風速の観測値と本研究で提案した手法により求められた風向・風速の予測値を示す。風向・風速ともに観測値と良く一致しており、本手法の有効性が確認された。なお、宮古支店の風観測に使われた風向風速計の測定範囲は 0~60m/s であるため、最大風速が記録される前に、風向風速計が破損し、11 日 2:40 以降の風向風速データは欠測となった。

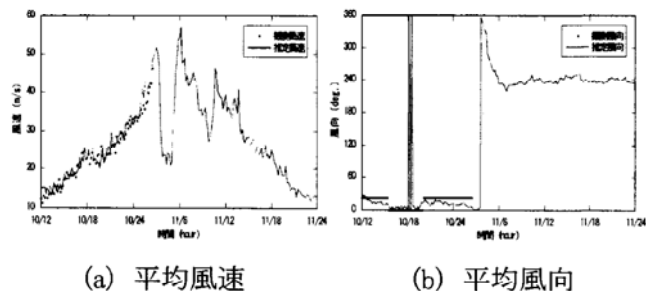


図 2 沖縄電力宮古支店での観測値と予測値との比較

4. 配電用電柱の損傷度曲線の作成

一般に損傷度曲線は、複数地点における風速の観測値と被害データが得られた場合に、被害率と風速の関係から求めることができるが、宮古島のように風速の観測値が気象台からしか得られない場合には、複数回の台風被害データから損傷度曲線を求める必要がある。しかし、複数回の台風被害データを得るには時間がかかる上、迅速な被害対策の検討ができないという問題もある。

本研究では、同定された倒壊電柱位置から求められた 1km メッシュ毎の電柱の被害率と気流解析により求められた 1km メッシュ毎の風速の平均値から、現在使用されている設計風速 40m/s の電柱における損傷度曲線を求めた。

図 3 には 1km 毎に整理した台風 14 号の時の電柱の被害率と 10 分平均風速の最大値の分布を示す。この図から、電柱の被害率と 10 分平均風速の最大値ともに海岸付近で高く、市街地と島の中央部で低くなっていることが分かる。

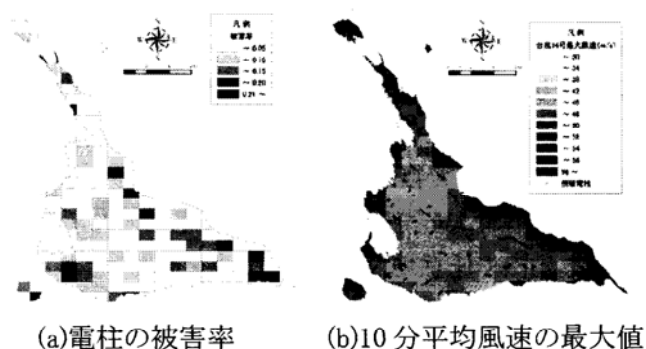


図 3 1km 毎の電柱被害率および風速の最大値の分布

図 4 には 1km 毎の電柱の被害率と気流解析から求められた等価瞬間風速の最大値との関係を示す。等価最大瞬間風速は気流解析から求めた 10 分平均風速の最大値と乱れ強度から求めた。宮古地方気象台で観測された台風 14 号の最大瞬間風速と電柱被害率との関係も図中に併記した。1 箇所の風速の観測値からは損傷度曲線を作成するのが困難であることが分かる。図中の実線は対数正規分布を仮定して求めた損傷度曲線を示す。対数正規分布から推定された風速の最頻値は 68.9m/s であり、この値は設計風速 40m/s の電柱における限界風速(限界曲げ耐力による推定)の 67.7 m/s に近く、本研究で提案された損傷度曲線の推定手法の妥当性が検証された。

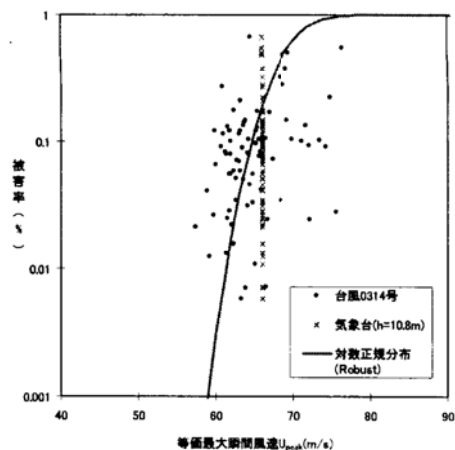


図 4 配電用電柱の損傷度曲線

5. まとめ

本研究では台風 14 号による被害電柱位置の同定を行い、宮古島全体における 1km 毎の電柱被害率を算出すると共に、宮古地方気象台における台風 14 号時の風向・風速の観測値と気流解析により求められた島全体の風向別風速比から宮古島全体の風速分布を推定することにより宮古島における配電用電柱の損傷度曲線を求めた。本研究で提案した手法は、1 度の台風被害データから配電用電柱の損傷度曲線を求めることができ、これにより迅速な被害対策の検討が可能になった。

謝辞 本研究の実施にあたり、東京大学大学院工学系研究科修士 2 年(研究当時)南邦毅氏にご協力を頂いた。ここに記して、謝意を表する。

参考文献

- 1) 石原孟, 山口敦, 高原景滋, 銘苅壮宏, 新城文博: 風洞実験と気流解析に基づく台風 0314 号の最大風速の推定, 構造工学論文集, Vol.51A, pp911-920, 2005.