

引込線を対象とした地震被害推定手法の提案

(財) 電力中央研究所	正会員	○高畠 大輔
(財) 電力中央研究所	正会員	朱牟田 善治
東北電力(株)	非会員	登藤 貴毅

1. 背景・目的

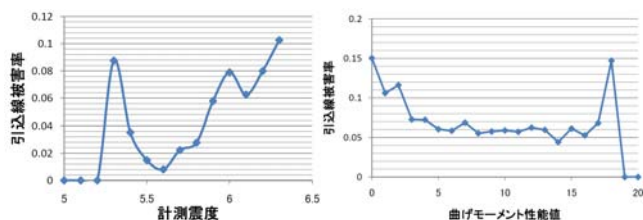
地震などの大規模災害時に復旧作業を効率的に行うためには、災害発生後の被災状況を速やかに把握することが重要である。しかしながら、配電設備は面的に膨大な数が存在し、同時多発的に被害が発生するため、被害状況に関する確実な情報を収集するには時間を要する。このため、配電設備を対象とした事前対策・復旧作業を効率良く支援する上では被災後の情報錯綜期に、精度の高い被害推定情報を提示できる技術開発が必要不可欠となっている。

東北電力(株)と(財)電力中央研究所では、逐次更新型被害推定システム(RAMP-Err)を共同開発^[1]し、被害推定精度の高度化を進めている。本報では、需要家施設被害に強い相関があると考えられ、地震時において最も被害数の多い引込線被害を対象に、地震被害推定手法の提案を行う。

2. 引込線被害の概要

図1は、2007年新潟県中越沖地震における、計測震度、曲げモーメント性能値を横軸にとり、縦軸にそれぞれに対する引込線被害率を示す。ここで、曲げモーメント性能値とは、支持物の地震に対する健全性の尺度であり、地震時の支持物基部に発生する曲げモーメントに対する許容曲げモーメントの裕度比(安全率)を意味する。

地震外力(計測震度)に対する引込線被害率(図1(a))に着目すると、計測震度が5.3付近において被害率のピークが存在するなど、計測震度の増加に対し引込線被害率が必ずしも単調に増加していない。一方、地震外力に加え支持物の力学的特性を考慮した曲げモーメント性能値に対する引込線被害率(図1(b))に着目すると、性能値が1~5の間では、性能値の増加に伴い被害率が単調に減少しており、計測震度よりも被害推定上の評価指標として優位であることが理解できる。ただし、性能値が5~20においては、引込線被害率がほ



(a)計測震度

(b)曲げモーメント性能値

図1 性能値と被害率

ぼ0.05付近で一定となっており、性能値に対してほとんど感度がない。これらの結果は、曲げモーメント性能値による被害推定の限界を示唆しており、引込線被害に応じた新たな評価指標が必要である。

3. 軸力性能値の提案

3.1 引込線軸力の定式化

引込線の地震被害は需要家取付け点の外れによるものが多数である。これは、地震によって引込線に引張軸力が発生し、その大きさが許容値を超えることにより発生するものと考えられる。したがって、引込線被害を評価する指標として、引込線に発生する軸力(以下、引込線軸力)を基準とした軸力性能値を提案する。

引込線軸力は、地震による支持物変位に加え、引込線の力学的特性に影響するものと考えられることから、次式のように5つのパラメータで表わす。なお、引込線軸力は、汎用有限要素解析コードABAQUSにより計算した。

$$N = f\{u, S(dip, h_p, h_d, H)\} \quad (1)$$

ここに、 N は引込線軸力、 u は地震による支持物変位、 S は引込線の力学的特性を表わす関数であり、引込線の力学的特性に影響を与えるものとして、 dip :引込線の弛度(引込線の弛みの程度を示す値)、 h_p :支持物の引込線設置高さ、 h_d :需要家施設の引込線設置高さ及び H :需要家と支持物の水平距離を考える。

3.2 感度分析

キーワード 引込線, 地震被害推定, 配電設備, 災害復旧

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 (財)電力中央研究所 地球工学研究所 TEL 04-7182-1181

これら 5 つのパラメタ (u , dip , h_p , h_ϕ , H) に対し、引込線軸力への感度を調べた。弛度を例にとると、弛度以外のパラメタが全て等しく、弛度のみ異なる条件下で引込線軸力を計算し、その結果を比較した。

図 2 に感度分析結果の一部を示す。図 2(a) は、弛度について感度分析を行った結果である。図中の横軸は、弛度が 3% における引込線軸力、縦軸は弛度が 5% における引込線軸力を示す。ここで、弛度の 3% とは、一般的に使用されている値である。また、図中の直線は横軸と縦軸の結果が等しい、すなわち弛度は引込線軸力への影響が小さいことを示す。横軸の値が小さい範囲において、縦軸の値と乖離が生じているが、概ね横軸の値と縦軸の値が等しいことがわかる。つまり、弛度は引込線軸力にあまり感度がないものと考えられる。

一方、図 2(b) は水平距離について感度分析を行った結果である。図中の横軸は、水平距離が 1m における引込線軸力、縦軸は水平距離が 7m における引込線軸力を示す。全体的に横軸の値が縦軸の値よりも大きいことが分かる。すなわち、水平距離が短いほど引込線軸力は大きくなり、水平距離は引込線軸力に感度があることがわかる。

同様に、他のパラメタについても分析をしたところ、支持物変位、需要家施設の引込線高さが、引込線軸力への感度があることがわかった。

3.3 配電設備 DB による条件の制約

一般的に配電設備 DB から得られる情報は、支持物の物性値や装柱条件、引込線の物性値などであり、引込線の設置位置や需要家施設に関する情報は得られない。したがって配電設備 DB によると、3.2 で感度分析を実施したパラメタのうち、 dip , h_p , h_ϕ , H の 4 つのパラメタが欠けることになる。

4 つのパラメタのうち dip , h_p の 2 つについては、引込線軸力への感度が小さいことがわかった。そこで、これらの値には、一般的に使用されている値や配電規定^[2]に基づいて代表値を定める。ここでは、弛度は 3%、支持物の引込線高さは低圧電線の設置高さとした。

一方、残りの h_ϕ , H の 2 つについては、引込線軸力への感度があるため、引込線軸力の計算において考慮すべきパラメタとなる。ここでは、需要家施設の引込線高さを支持物の引込線設置高さと等しいと仮定し、水平距離は、引込線の実長と弛度を用いて算出した^[3]。ここで、引込線の実長は配電設備 DB から得られる情報で

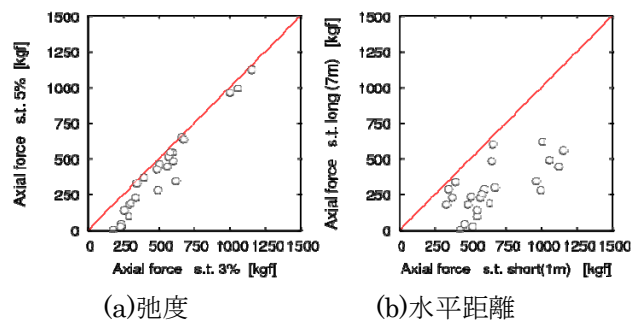


図 2 感度分析結果

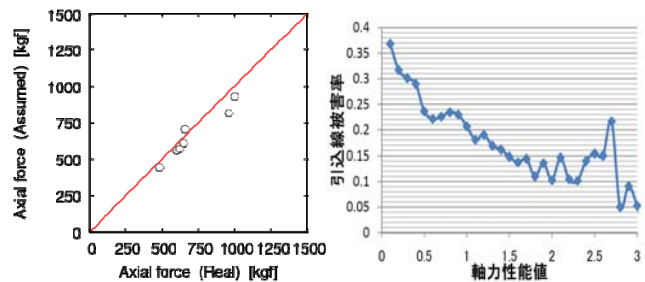


図 3 仮定による引込線軸力の変化

図 4 引込線性能値と被害率

ある。図 3 は、需要家施設の引込線高さと水平距離を上記のように仮定した場合の引込線軸力の変化について示したものであり、横軸は正確な h_ϕ , H で計算した引込線軸力、縦軸は上記の仮定を用いた h_ϕ , H で計算した引込線軸力である。これらの値は、概ね一致していることがわかる。

3.4 引込線性能値による被害推定結果

図 4 は、軸力性能値（許容値/引込線軸力で定義し、引込線の地震に対する健全性の尺度を示す）と被害率の関係を示したものである。軸力性能値の増加に伴い引込線被害率が線形的に減少しており、図 1 と比べると、引込線性能値の引込線被害率への感度がよいことがわかる。

4. まとめ

引込線の地震被害推定のために、軸力性能値を提案した。軸力性能値は、計測震度や曲げモーメント性能値よりも高い精度で引込線の被害を推定できることがわかった。

参考文献

- [1] 朱牟田, 石川: 地震後の災害情報を逐次処理する配電設備被害推定の基本モデル, 電中研報告, N07027, 2008
- [2] 日本電気協会: 配電規定, オーム社, 1999
- [3] 竹下: 架空送電線の弛度, 電力社, 1953