

逆 T 字基礎および杭基礎の送電用鉄塔における地表面および基礎天端の地震観測

電力中央研究所 正会員 ○沢津橋 雅裕
電力中央研究所 正会員 高島 大輔

電力中央研究所 正会員 石丸 真
電力中央研究所 正会員 清水 幹夫
電力中央研究所 正会員 石川 智己

1. はじめに

送電用鉄塔の耐震性評価を目的とした加速度入力による動的応答解析においては、地際固定（地表面と基礎天端の地震動を同一）を前提としている。しかし、基礎の存在によって地震動の増幅や低減が発生すること（基礎有効入力動）が指摘されている¹⁾。

著者らは、送電用鉄塔における基礎有効入力動の実態を把握するために、送電用鉄塔の地表面および基礎天端での地震観測を行っている。既報²⁾では逆 T 字基礎における観測結果を報告したが、本報では杭基礎における観測結果を追加して報告する。

2. 地震観測の概要

地震観測は、宮城県名取市内の 154kV の送電用鉄塔 1 基（杭基礎）を対象に実施した。鉄塔直下の地表面と基礎天端に各 1 台の地震計を石膏で固定した。設置状況を写真 1 に示す。杭基礎は、直径 300mm・長さ 6m の PC 杭（A 種）が 1 脚当たり 5 本ずつ打設されており、N 値 50 程度の砂礫層を支持層としている。砂礫層以浅は、N 値が 1~3 程度の軟弱な有機質シルト・シルト質粘土が分布している。

3. 地震観測記録の一例

図 1 に、2022 年 3 月 16 日福島県沖地震（マグニチュード 7.4）の際に観測した加速度記録を示す。水平 EW 成分の最大加速度は、地表面で 279.8Gal、基礎天端で 303.5Gal であった。図 2 の加速度応答スペクトル（減衰 2%）を見ると、水平動 EW 成分は地表面と基礎天端がほぼ同一であるのに対し（NS 成分も同様の傾向）、鉛直動は概ね 4~15Hz の振動数域で基礎天端のほうが小さくなっている。

4. 基礎天端/地表面のフーリエ振幅比

図 3 に、基礎天端/地表面のフーリエ振幅比を示す。同一地点の他の観測記録も合わせて示しており、表 1 に最大加速度を示す。水平動 EW 成分では 20Hz 以下

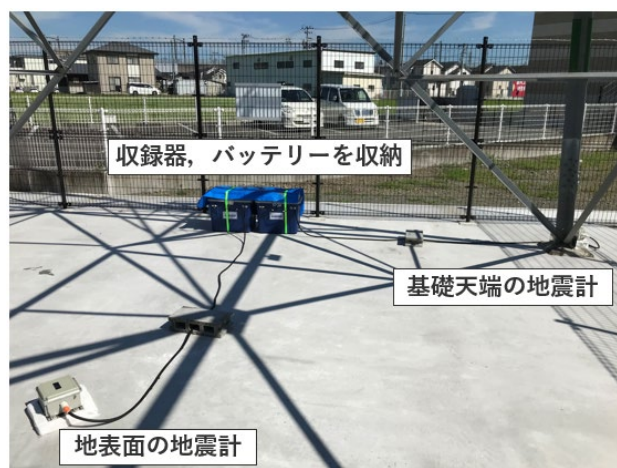


写真 1 地震観測装置の設置状況

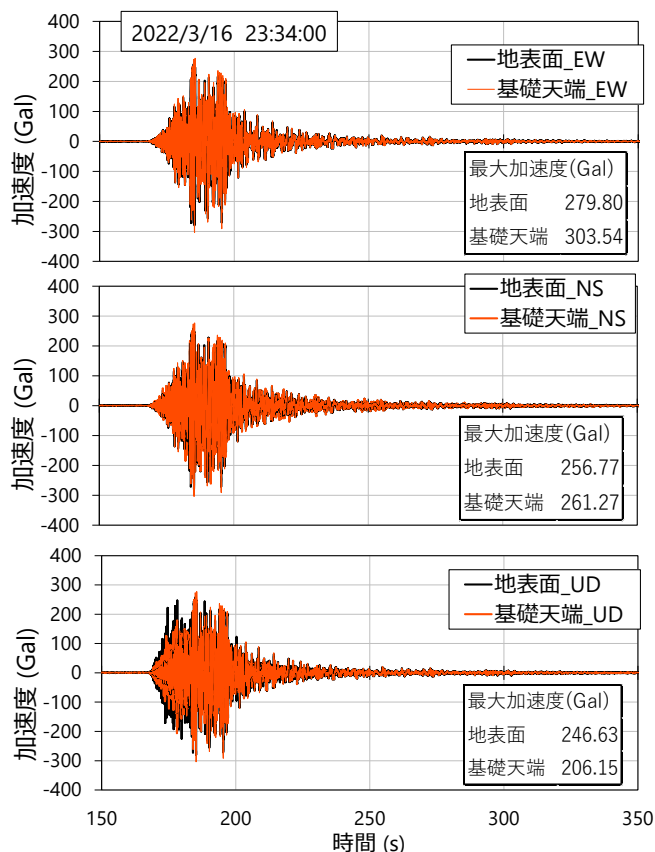


図 1 名取市内の鉄塔における加速度記録（2022/3/16）

では地表面と基礎天端はほぼ同一であるが、20Hz 以上では基礎天端の方が増幅する傾向にある（NS 成分

キーワード 送電用鉄塔, 杭基礎, 地震観測, 相互作用, 基礎有効入力動

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 一般財団法人 電力中央研究所

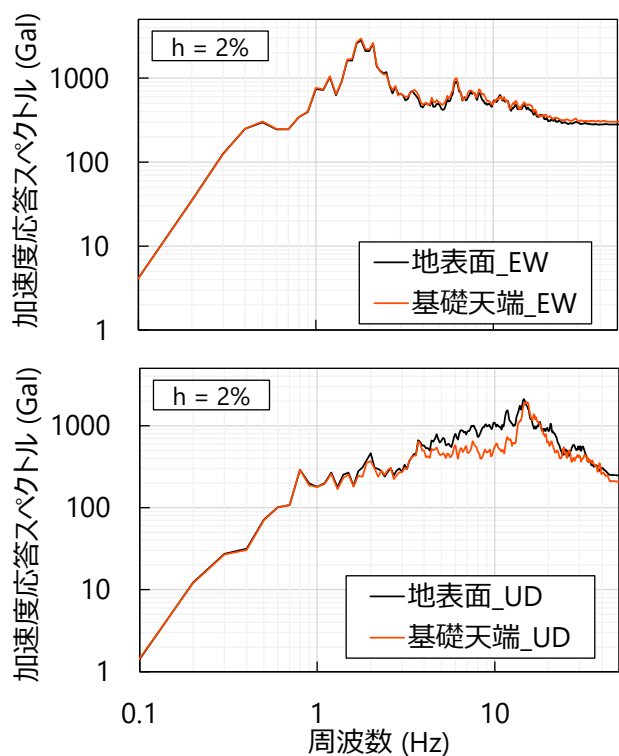


図2 加速度応答スペクトル (2022/3/16)

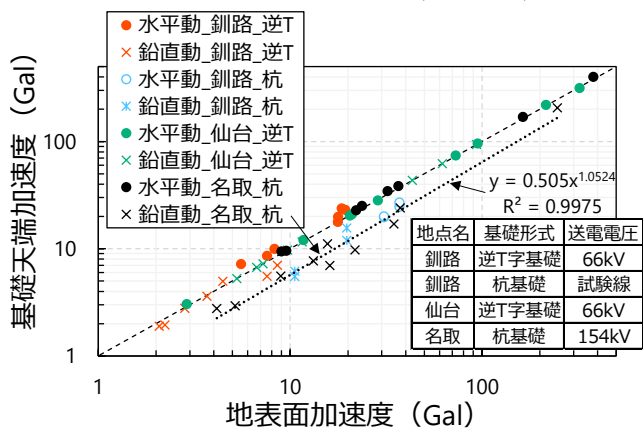


図4 地表面と基礎天端の最大加速度

も同様の傾向)。一方、鉛直動は2~10Hzでは基礎天端で減衰し、10Hz以上では増幅に転じる傾向が見られた。既報²⁾の逆T字基礎と比較すると、上下動に関してはより低い振動数からフーリエ振幅比に差異が生じており、水平動に関しては増幅のトレンドが弱まっている。

5. 地表面と基礎天端の最大加速度

図4に、既報²⁾³⁾も含めたこれまでの地震観測記録における、地表面と基礎天端の最大加速度を比較した結果を示す。図における釧路の杭基礎は、実規模送電線雪害試験設備(釧路市)で観測しているものである。直径450mm・長さ37mの鋼管杭(STK400)が1脚当たり4本ずつ打設されており、名取の杭基礎(6m)よりも杭長が長い。

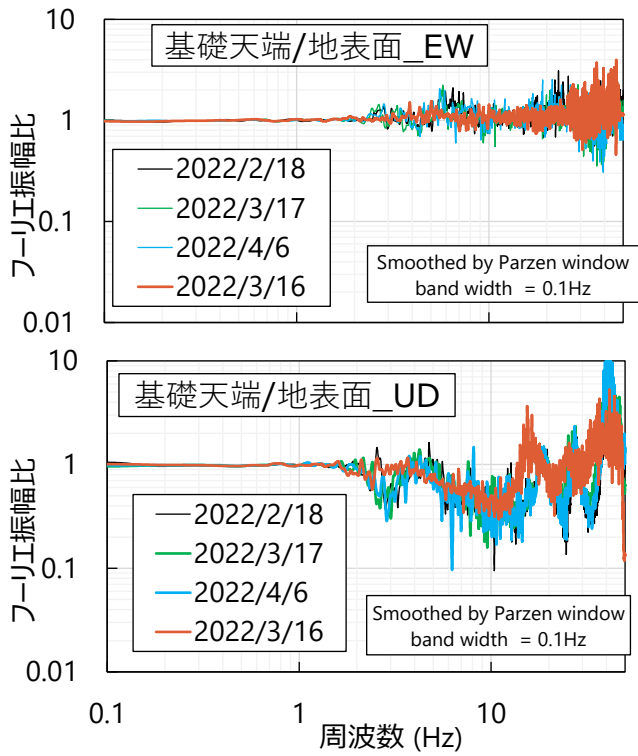


図3 基礎天端/地表面のフーリエ振幅比

表1 最大加速度 (単位: Gal)

地震発生時刻	2022/2/18 11:55	2022/3/16 23:36	2022/3/17 00:52	2022/4/26 00:04
地表面 EW	19.0	279.8	27.6	14.5
地表面 NS	14.1	256.8	24.0	16.6
地表面 UD	16.1	246.6	21.8	8.9

図より、逆T字基礎に関しては、増幅・減衰のいずれの傾向も見いだせなかった。一方、杭基礎に関しては、鉛直動では名取・釧路の両地点ともに基礎天端の最大加速度が地表面よりも低減している。水平動では、軟弱地盤が厚く堆積して杭長が長い釧路地点のみ低減効果が認められた。

6. まとめ

今回の観測記録では、水平動は20Hz以下の振動数域の基礎天端と地表面のフーリエ振幅は同等であったが、鉛直動は2~10Hzの振動数域で入力損失効果が認められた。今後は基礎形式の違いに加え、上部鉄塔や杭長の影響も含めて検討する予定である。

参考文献

1) 安井譲, 井口道雄, 赤木久真, 林康裕, 中村充: 1995年兵庫県南部地震における基礎有効入力動に関する考察, 日本建築学会構造系論文集, No.512, pp. 111-118, 1998.
2) 石丸真, 沢津橋雅裕, 高畠大輔, 清水幹夫, 石川智己: 逆T字基礎の送電用鉄塔における地表面および基礎天端の地震観測, 土木学会第76回年次学術講演会, 2021.
3) 関口陽, 石丸真, 吉田泰基, 石川智己, 松宮央登: 送電用鉄塔における基礎上の地震動および杭頭ひずみの動態観測, 第51回地盤工学研究発表会発表講演集, 2016.