

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

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

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、一般的に、地際を固定とした条件により実施されている。すなわち、地表面と基礎天端の地震動は同一と見なされ、基礎の存在による地震動の増幅や低減の影響（基礎有効入力動）は考慮されていない。一方で、一般建物等については、1995年兵庫県南部地震の際の観測記録に基づき、地表面に対して基礎の最大加速度は0.7倍程度であることや、2秒より短い比較的広い周期成分で基礎の応答の低減が認められることが示されている¹⁾。

本研究では、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、逆 T 字基礎の送電用鉄塔を対象に、地表面および基礎天端の地震観測を実施し、実証的なデータを取得した。

2. 地震観測の概要

地震観測は、逆 T 字基礎を対象に、仙台市内と釧路市内の 66kV の送電用鉄塔各 1 基を対象に実施した。それぞれの地点で、鉄塔直下の地表面と基礎天端に各 1 台の地震計（加速度検出器）を石膏で固定した。設置状況を写真-1 に示す。また、図-1 には、逆 T 字基礎の一例を示す。図に示した逆 T 字基礎は、N 値 35 程度の地盤上に設置されている。

3. 地震観測記録の一例

図-2 に、2021年2月13日23時7分頃、福島県沖を震源として発生したマグニチュード 7.3 の地震時に、仙台市内の鉄塔で観測した加速度記録を示す。当該地点の水平動の最大加速度は、地表面で 268.6Gal、基礎天端で 254.2Gal であった（いずれも NS 成分）。図-3 の加速度応答スペクトル（減衰 2%）を見ると、水平動は NS、EW 成分とも地表面と基礎天端はほぼ同一であるのに対し、鉛直動は 10Hz より大きな振動数域で基礎天端の方が小さくなっていることが確認できる。

4. 基礎天端/地表面のフーリエ振幅比

図-4～図-6 に、基礎天端/地表面のフーリエ振幅比をま



写真-1 地震観測装置の設置状況

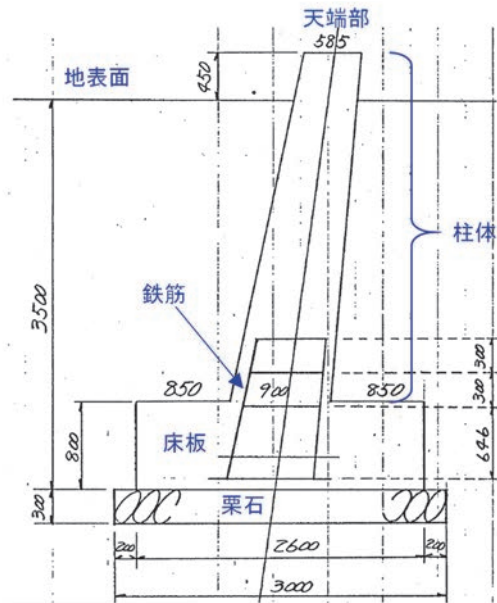


図-1 逆 T 字基礎の側面図（寸法: mm）

とめて示す。図では、2021/2/13 に釧路市内の鉄塔で観測した加速度記録と、2021/3/9 に仙台市内の鉄塔で観測した加速度記録を合わせて示している（表-1 に最大加速度を示す）。これらの図より、水平動、鉛直動とも 10Hz 以下の振動数域では、地表面と基礎天端はほぼ同一であることが確認できる。一方、10Hz より大きな振動数域では、水平動は基礎天端の方が増幅する傾向、鉛直動は反対に減衰する傾向が見てとれる。以上の特性は、地震動や地点（基礎形状、地盤条件）が異なっても同様である。

キーワード 送電用鉄塔, 逆 T 字基礎, 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 電力中央研究所 地球工学研究所 地震工学領域

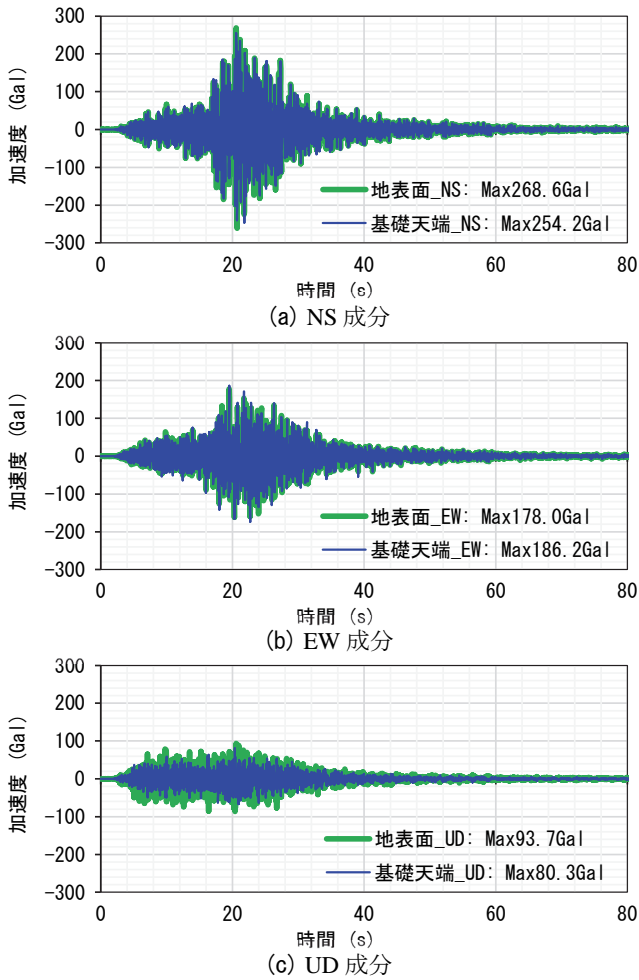


図-2 仙台市内の鉄塔における加速度記録 (2021/02/13)

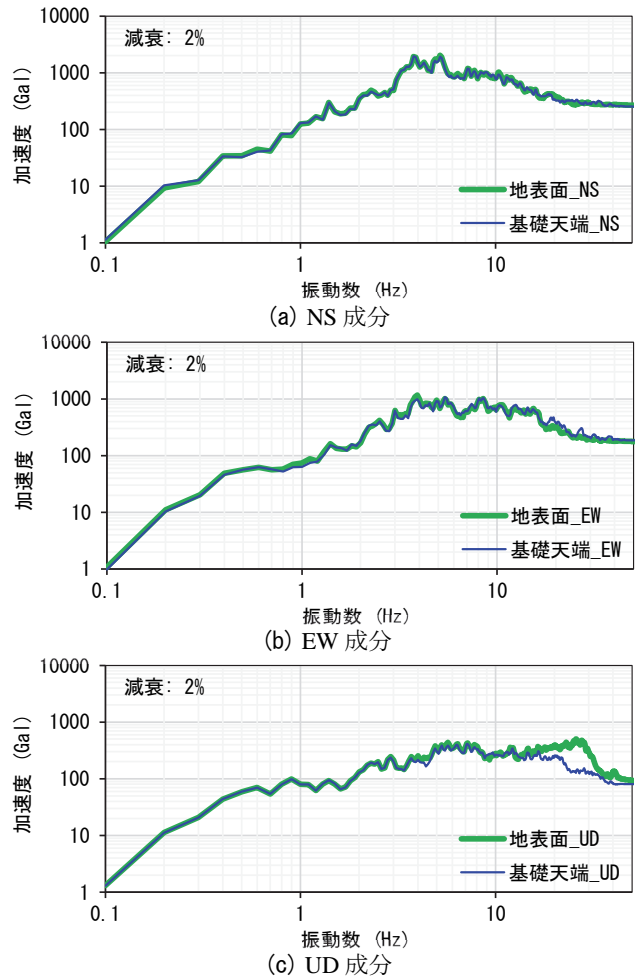


図-3 仙台市内の鉄塔における加速度応答スペクトル (2021/02/13)

表-1 最大加速度 (単位: Gal)

観測地点	仙台市内の鉄塔		釧路市内の鉄塔
地震発生時刻	2021/2/13 23:07	2021/3/9 8:30	2021/2/13 23:07
地表面NS	268.6	9.5	5.5
地表面EW	178.0	6.8	5.1
地表面UD	93.7	5.3	2.2
基礎天端NS	254.2	9.0	6.7
基礎天端EW	186.2	8.0	5.4
基礎天端UD	80.3	4.6	1.9

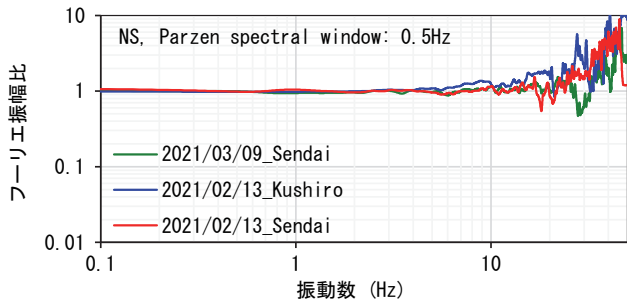


図-4 基礎天端/地表面のフーリエ振幅比 (NS成分)

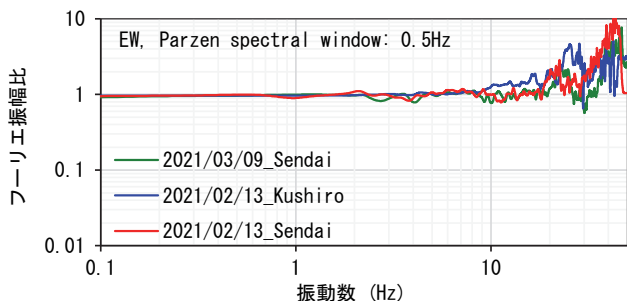


図-5 基礎天端/地表面のフーリエ振幅比 (EW成分)

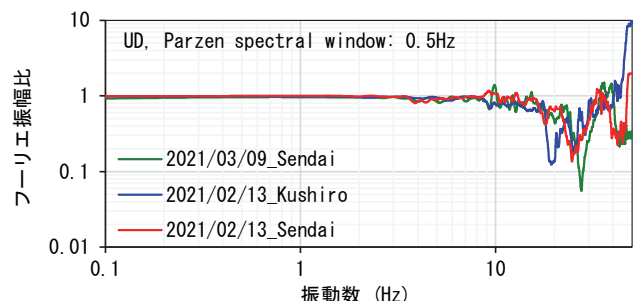


図-6 基礎天端/地表面のフーリエ振幅比 (UD成分)

5. おわりに

今回の観測記録では、10Hz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。このことから、66kVの逆T字基礎の送電用鉄塔では、従来の地際固定の

条件は概ね妥当と推測されるが、今後、高振動数域の違いによる鉄塔の応答の差異を詳細に分析する予定である。
参考文献 1) 安井謙, 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, Vol. 512, pp. 111-118, 1998.