

Ⅲ－40 地震動の局所特性を考慮した超高圧変圧器基礎の設計と施工について

東北電力株式会社 正会員○ 伊藤 秀行
山口 和英
佐藤 秀喜

1. はじめに

仙台変電所は、丘陵地を掘削し盛土造成した敷地に立地しており、宮城県沖地震(1978)では、盛土厚の大きい場所や掘削・盛土の境界部でがいし形機器の顕著な被害が発生した。

その後、電力中央研究所と当社総合研究所(現研究開発センター)が、仙台変電所で地震観測を開始し、V字谷に盛土した埋谷地形(図-1)では“埋め立て部の中央付近”、尾根沿いに高い方を掘削して、低い方を盛り立てた片切・片盛地形(図-2)では、“盛土中央付近から法肩に至る領域”で、それぞれ地震動が“局所的に増幅したり、震動の卓越する方向が異なる”といった特性が解明されており、被害原因が検証されている。

地盤を半無限な水平成層と仮定して地盤震動を計算する、一次元波動理論(現行の0.3G共振正弦N波における0.3Gの算出根拠)では、上記の局所特性を過小評価してしまうことが指摘されている。

今回、トランス増設地点において、同様な地震動の局所特性が予想されることから、その定量的な評価を試みた。

2. 解析方法について

変電所等における電気設備の耐震設計指針(JEAG5003-1998)で使用した地震動を用いて、一次元波動理論による最大応答加速度値と、埋谷地形、片切・片盛地形の形状を考慮した二次元FEMでの最大応答加速度値を比較し、地形の影響について検討を行った。

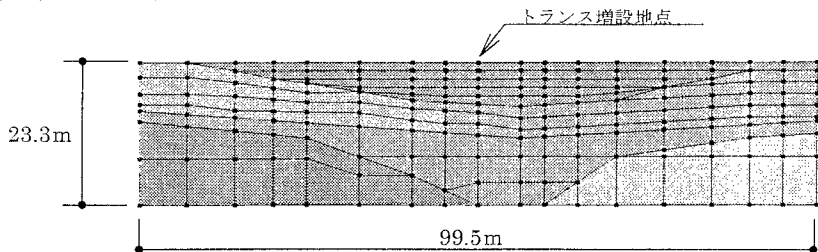


図-1 埋谷地盤（E-W方向）解析モデル

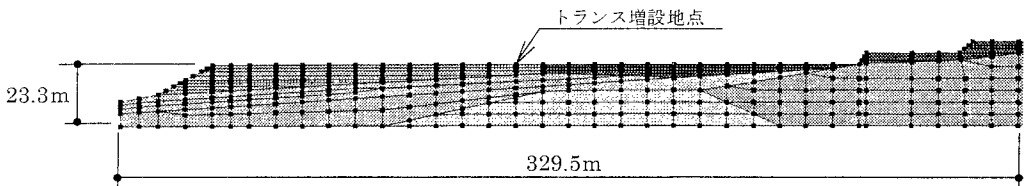


図-2 片切・片盛地盤（N-S方向）解析モデル

3. 解析結果について

今回トランス増設の計画地点での最大応答加速度を比較すると表-1の通りであり、一次元解析結果に対し二次元解析のN-S方向は平均で1.28倍、E-W方向は平均で1.19倍となり、V字谷を盛土造成した地形では地震動が増幅し、N-S方向(片切・片盛地形)の影響の方が大きい結果となった。

表-1 入力波形，解析方法および結果

波形 番号	N-S 方向			E-W 方向	
	一次元 (G)	二次元 (G)	二次元/ 一次元	二次元 (G)	二次元/ 一次元
1	0.25	0.35	1.40	0.32	1.28
2	0.27	0.28	1.05	0.27	1.02
3	0.28	0.29	1.03	0.28	1.00
4	0.29	0.27	0.95	0.29	0.99
5	0.26	0.32	1.22	0.33	1.25
6	0.23	0.25	1.07	0.28	1.21
7	0.21	0.35	1.64	0.28	1.31
8	0.2	0.37	1.89	0.28	1.45
	0.25	0.31	1.28	0.29	1.19

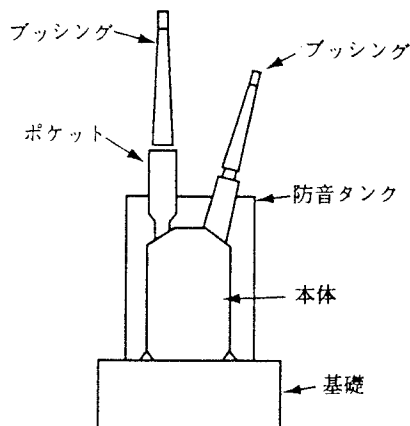


図-3 トランス 概略図

4. 変圧器基礎の設計

トランスの概略を図-3に示す。トランスの重量は415 t f となった。

基礎構造物は入力波形解析結果より、(二次元/一次元)の平均倍率の大きい方の1.28倍を考慮し各々の設計水平震度を表-2の通りとした。

表-2 設計水平震度

基礎構造物	設計水平震度	内 訳
変圧器 基礎	0.40	$0.3 \times 1.28 \approx 0.40$
変圧器 本体より基礎が受ける荷重	0.65	$0.5 \times 1.28 \approx 0.65$

施工個所の地盤は、N 値 10 を下回る盛土層が7m程度であり、その下層にシルト岩・砂岩の互層からなる支持層があることから、PHC,B 種φ500,L = 8 m 杭を 40 本(5×8)使用し杭基礎を採用した。(図-4)

ブッシングは脆性材料であるがいし類を構成材料として含んでおり、最大応答値で破壊する特性を示すことから、基礎—トランスが一体となった検討が必要であり、トランスのメーカーと共同で増設するブッシングの安全性を確認した。

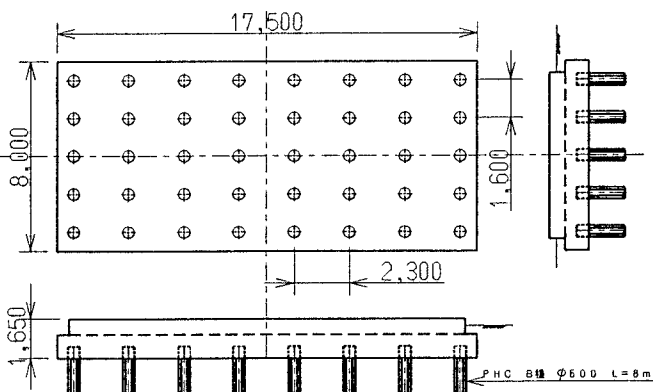


図-4 トランス基礎設計図

5. 変圧器基礎の施工について

今回のトランス増設個所は既設変電所構内であり、施工に際しては安全な隔離距離を確保し感電事故の防止に努めた。また、杭打作業については、構内の電子機器への影響を考慮し、杭施工時の振動を抑えた「プレボーリング拡大根固工法」を採用した。

平成 13 年 12 月にトランス本体の据付作業を終え、平成 14 年 6 月の運開にむけて鋭意作業中である。

以上