

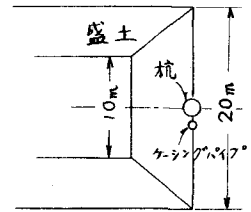
電力中央研究所 正員 西好一、江刺靖行
東京電力株式会社 高本正雄

1. まえがき

近年、都市開発や宅地造成および鉄道・道路などの建設のさいに、既設送電鉄塔に近接した形で盛土の施工が行われ、それにより鉄塔基礎に有害な不同沈下をもたらすことが報告されている。軟弱地盤においては一般に杭基礎が多用されるが、この盛土による杭基礎の不同変形は法尻付近の地盤沈下による負の摩擦力の発生と、側方への変形とによるものと考えられる。この場合、杭基礎が地盤の変形とともにどのように変形し、杭体内部にどの程度の応力が発生するかも正確に予測することは、①地盤のみの場合でも側方変形を予測することは困難である、②杭基礎と地盤系が三次元的な相互作用状態にある、ことなどから困難な問題の一つであると言える。これらの問題を克服する一つの方法は、地盤を構成する土質材料の精緻な力学モデルを用いて杭と地盤系の挙動を三次元場を議論することである。これはF.E.M等を用いた数値解析により実施することは可能であるが、杭基礎という多用される基礎に対する解析手法としては実用上便利なものであるとは言い難い。そこで、本研究では杭を含む載荷盛土試験を対象として、まず地盤のみに着目した有限要素解析から地盤の側方変形を算定し、その結果を用いていわゆる応答変位法的考え方に基づき杭体の応力・変形を解析するという二段階の手順により計算した結果と実測結果との比較を行い、用いた手法の有用性と問題点について述べるものである。

2. 現場実験の概要

盛土側方杭に関連した現場実験の概要を図-1に示す。杭体及び地盤の側方変形は挿入型の傾斜計により、一方杭体の応力は盛土側にその反対側に取りつけたひずみゲージ(計20隻)により測定した。その他に盛土周辺には間ゲキ水圧計、側方土圧計、分別沈下計及び地表面沈下計が設置されたが、その詳細及び地盤の概要については文献(1)に述べてある。載荷盛土高さは2.5mであり、その幅及び奥行きは30m及び20mである。



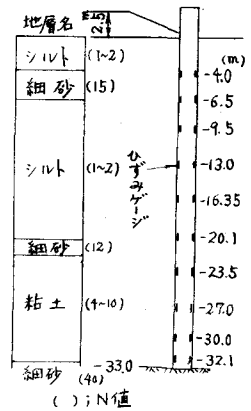
3. 計算方法

地盤の変形解析は、図-1に示した角錐状の載荷盛土をこれと等価な土重量を有する円錐状のものに置き換えて軸対称解析として行った。載荷盛土時及びその後の変形性状は圧密ヤクリーフ現象により複雑な挙動を呈することが知られているが、今回は完全非排水条件と完全排水条件という両極端の場合を想定した解析を行った。地盤材料の構成式は、砂質土に対しては西・江刺の提案式⁽²⁾、一方粘土に対してはRoscoe⁽³⁾の提案するものを用いている。構成式に含まれる材料定数についてはすでに報告済みであるのでここでは再記しない。

上記の方法により算定される地盤の側方変位を周知の次式に代入し、杭体の応力・変形を算出した。

$$EI \cdot d^4 y / dx^4 = \bar{r}_R \cdot D \cdot \{ f(x) - y \}$$

ここに、EI、y、x、 \bar{r}_R 、D、f(x)はそれぞれ杭の曲げ剛性、杭体の側方変位量、深度、地盤反力係数、杭の直径、地盤の側方変位を表わす。上式による場合、 \bar{r}_R の選定に考慮するが、今回は杭の曲げ剛性、杭径、土の変形係数により算出する岸田の提案式⁽⁴⁾により各地層の \bar{r}_R を算出している。



4. 実測結果と計算結果との比較及びその考察

図-1 計器の設置図

図-2,3,4には、地盤の側方変位、杭の側方変位及び杭体曲げ応力の深度分布を計算結果と実測結果との比較で示した。なお、非排水条件に対応する即時変形をいつの時長のものとして捉えることは難しいが、ここでは地盤の側方変位が最大になった時長を示してある。これらの図から、

(1)地盤の側方変位をみると、非排水解析及び排水解析結果ともにそれぞれに対応する時長での実測変位量より大きな値となっている。しかし、計算結果は、地表面付近の砂層による変位抑制効果を良く表現しており全体的にも変位モードの対応が極めて良い。また、盛土載荷後に盛土側方へ変形していたものが、盛土側へ移向する傾向も良く説明している。

(2)上記の側方変位(計算値)を用いて算出した杭体の変位量は、いずれの場合も実測結果に上廻り傾向にある。しかし、杭の変位モード及び経時的な変化傾向は地盤の場合と同様、実測結果と良好に対応を示している。

(3)杭体の曲げ応力は、実測では経時変化に伴う大きな変化はみられなかつたが、計算ではかなり異なった性状となっている。なお、図5に示したように軸応力は経時的に増大し、長期間経過時には側方杭とも言っても曲げ応力より卓越した傾向にあることは留意すべき点であるとも言える。また、計算では杭先端を固定条件として取り扱ったが、砂層部の根入水効果により実測値もその条件に近い傾向になっていることが示されている。

以上の結果にみられるように計算結果は実測値に比べていずれも過大評価する傾向にある。特に、杭の曲げ応力や変形に関して問題となる盛土直後の実測傾向を説明しようとするならば、粘塑性的な変形挙動を導入した圧密解析の開発が必要となる。また、(1)式により杭の応力・変形を算定する場合には、右に示す詳細な検討も重要な課題として上げられよう。

“参考文献”

- 1)西, 江刺, 高本; 電研研究報告, 1977
- 2)西, 江刺; 電研研究報告, 1976
- 3) Roscoe et al; Eng. Plasticity, 1968
- 4) 岸田, 中井; 土と基礎, Vol.25, 1977

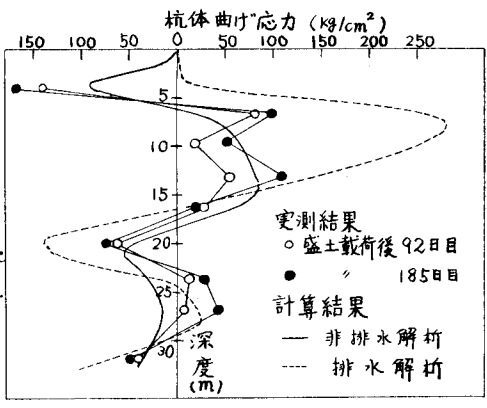


図-4 杭体曲げ応力に関する実測結果と計算結果との比較

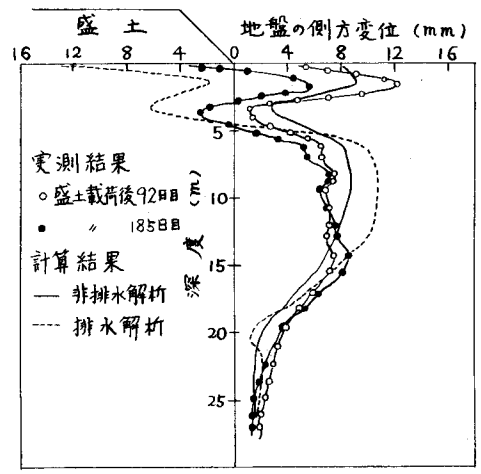


図-2 地盤の側方変位に関する実測結果と計算結果との比較

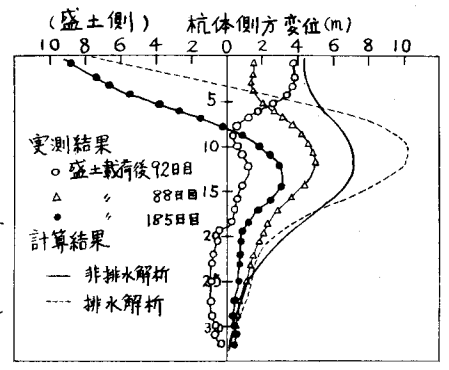


図-3 杭体の側方変位に関する実測結果と計算結果との比較

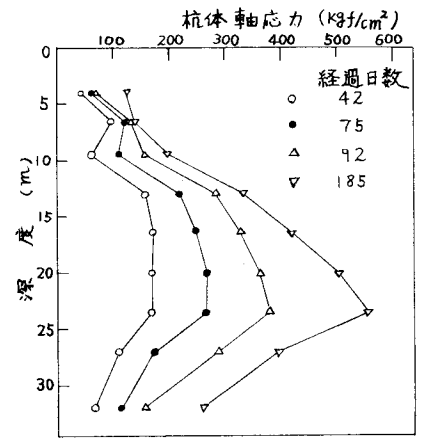


図-5 杭体軸応力の経時変化