

### Ⅲ-B9

## 拡底場所打ち杭の圧縮支持力に関する一考察

### 異径場所打ち杭の鉄塔基礎への適用に関する検討(その2)

(株)白石 亀尾 啓男\* 菊地 勝彦\*\*

中部電力(株) 須田 悟\*\*\* 池田 誠太\*\*\* 久野 武紀\*\*\*

#### 1. はじめに

筆者らは、異径場所打ち杭の鉄塔基礎への適用に関する調査研究を行っており、弾性FEMによる解析を行っている。ここでは、拡底場所打ち杭の圧縮支持力特性について得られた知見を報告する。

#### 2. FEM解析結果

弾性FEM解析は、引揚支持力を検討したモデル<sup>1)</sup>と同様のモデルで行った。

##### (1) 地中の応力分布

FEM解析で得られた地盤の応力ベクトル図を図-1に示す。この図から、軸部と拡底部では応力ベクトルが異なり、拡底部付近の地盤には杭と離れる方向に引張応力が生じていることがわかる。桑原<sup>2)</sup>が指摘しているように、拡底杭に圧縮力が作用した場合、拡底部の地盤が離開するか、あるいは地盤と杭表面との土圧が減少する状態が生じると考えられる。したがって、拡底杭では圧縮力に対する周面摩擦抵抗を考慮する場合、有効長さを軸径の杭長とする必要があると思われる。

##### (2) 杭頭変位

杭頭にそれぞれの許容圧縮支持力を作用させた場合の杭頭の鉛直変位の比較を図-2に示す。拡底杭の許容圧縮支持力は、軸径部分だけを周面摩擦抵抗の有効長として算出している。いずれの地盤でも、拡底杭の鉛直変位が最大となっており、2mのストレート杭の1.5倍程度の変位となっている。

鉄塔基礎では、鉄塔構造への影響を考慮して許容鉛直変位量(根開きの1/1200)が、定められている。したがって、鉛直変位が大きくなる拡底杭では、鉛直変位に対する検討を詳細に行う必要があると考えられる。

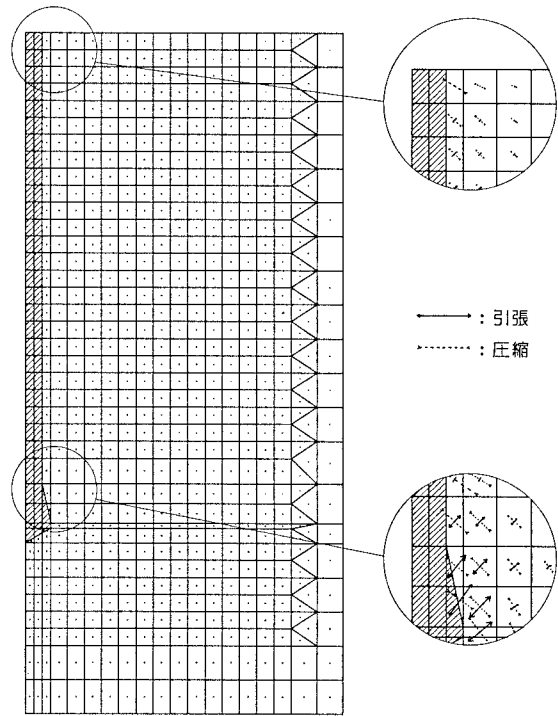


図-1 地盤の応力ベクトル図

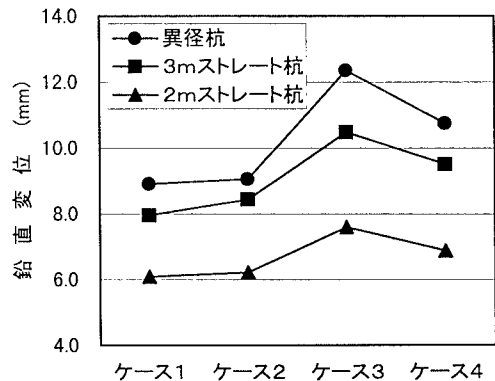


図-2 鉛直変位の比較

Keywords: 拡底杭, 鉄塔基礎, 圧縮支持力, FEM解析

\*: (株)白石 名古屋支店 技術部

\*\*:(株)白石 技術本部 技術部

\*\*\*: 中部電力(株) 中央送変電建設所 設計技術グループ

愛知県名古屋市中区錦 1-19-24

東京都千代田区岩本町 2-11-2

愛知県名古屋市熱田区横田 2-3-24

### 3. 鉛直変位算定式に関する検討

FEM解析結果から、拡底杭は鉛直変位が大きくなるため、鉛直変位に対する検討を行う必要性が示唆された。ここでは、道路橋示方書 IV下部構造編<sup>2)</sup>に示されている杭軸方向バネにより鉛直変位の計算を行うことについて検討した。

道路橋示方書では、次式により杭軸方向バネ定数 $K_v$ を算出する。次式において、補正係数 $a$ の値を杭種別により求める方法と、周面および杭先端のバネを考慮した方法を示している。

$$K_v = a \frac{A_p E_p}{L}$$

ここに、 $A_p$ ：杭の純断面積( $\text{cm}^2$ )

$E_p$ ：杭体の弾性係数( $\text{kgf/cm}^2$ )

$L$ ：杭長( $\text{cm}$ )

$D$ ：杭径( $\text{cm}$ )

補正係数 $a$ を求める場合は、次式による。

$$a = \frac{\lambda \tanh \lambda + \gamma}{\gamma \tanh \lambda + \lambda} \lambda$$

ここに、

$$\gamma = \frac{A_i k_v L}{A_p E_p}$$

$$\lambda = L \sqrt{\frac{C_s U}{A_p E_p}}$$

$A_i$ ：杭先端閉塞面積( $\text{cm}^2$ )

$k_v$ ：杭先端地盤の鉛直方向地盤反力係数( $\text{kgf/cm}^3$ )

$C_s$ ：杭と周面地盤のすべり係数( $\text{kgf/cm}^3$ )

$U$ ：杭の周長( $\text{cm}$ )

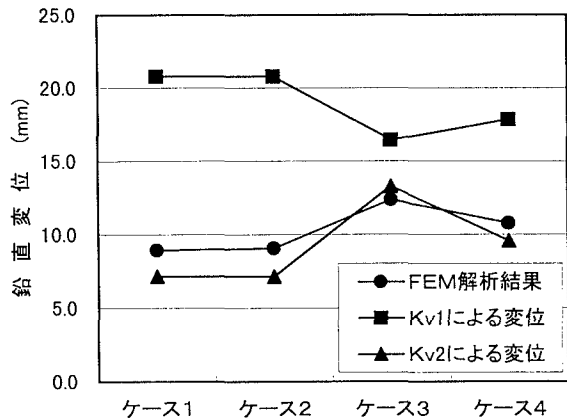


図-3 鉛直変位算定式の比較

許容圧縮支持力を作用させた場合の鉛直変位について、それぞれの杭軸方向バネ定数を用いて算出した結果と、FEM解析結果とを併せて図-3に示す。図-3では、補正係数 $a$ の値を杭種別により求めた場合を $K_{v1}$ 、周面および杭先端のバネを考慮して求めた場合を $K_{v2}$ としている。なお、杭と周面地盤のすべり係数 $C_s$ の値は $C_s = N/15^{4)}$ により算出しており、平均 $N$ 値は軸径部分のみを有効とした値を杭全長に換算して算出している。この図から、周面および杭先端のバネを考慮した杭軸方向バネ定数を用いれば、FEM解析結果とほぼ等しい鉛直変位が得られることがわかる。したがって、今回の検討範囲では、杭軸方向バネ定数により鉛直変位の算出が可能と考えられる。

### 4. おわりに

今回のFEM解析結果からは、拡底部では圧縮力に対する周面摩擦抵抗が低減すると考えられた。拡底部の周面摩擦抵抗については、地盤の塑性化を考慮したFEM解析により、引き続き検討する予定である。また、拡底部の周面摩擦抵抗を無視して許容支持力を算出しても、鉛直変位が大きくなることがわかった。鉛直変位を算定する方法として、周面および杭先端のバネを考慮した杭軸方向バネ定数を用いることが可能なが示唆された。鉛直変位量に関しては、 $C_s$ の算出方法を含め、今後さらに検討する必要がある。

#### <参考文献>

- 1) 亀尾, 茂木, 須田, 池田, 久野: 拡底場所打ち杭の圧縮支持力に関する一考察, 異径場所打ち杭の鉄塔基礎への適用に関する検討(その1), 第53回土木学会年次学術講演会講演概要集Ⅲ, 1998
- 2) 桑原: 拡底場所打ち杭の杭先端支持のメカニズムと支持力, 基礎工, VOL. 19, NO. 12, 1991
- 3) (社)日本道路協会: 道路橋示方書 IV下部構造編, 平成8年12月
- 4) 駒田, 山川: 杭の支持力と変形特性に関する調査, 土木研究所資料, 第963号, 1974