

Ⅲ-A425

拡底場所打ち杭の引揚げ支持力特性に関する解析的検討

異径場所打ち杭の鉄塔基礎への適用に関する検討（その3）

(株)白石 亀尾 啓男* 茂木 浩二**

中部電力(株) 鈴木 正嘉*** 池田 誠太*** 石川 和明***

1. はじめに

支持層が深い軟弱地盤に建設する送電鉄塔は、建設コストに占める基礎工事費の比重が大きくなる傾向がある。筆者らは当該基礎の建設コストの低減を目的に、異径場所打ち杭の適用に関する調査研究を行っている^{1) 2)}。ここでは、実大の拡底場所打ち杭の引抜き試験をシミュレーション解析し、拡底場所打ち杭の引揚げ支持力特性の把握を試みた。

2. 解析対象

原位置で行われた実大の拡底場所打ち杭の引抜き試験³⁾を解析対象とした。解析対象の地盤概要と試験杭を図-1に示す。試験杭は、アースドリル工法で施工されており、引抜き荷重による杭体および杭頭接合部のひびわれを制御する目的でプレストレスが導入されている。

3. 解析モデル

シミュレーション解析は、図-2に示す1/4断面の3次元モデルにより行った。解析に用いた土質条件は粒度試験による土質分類を基に、主にN値から決めている。変形係数 E_0 は初期勾配が一致するように $10 \times 28N$ 程度の値としている。

地盤の降伏条件には、Mohr-Coulombを用い、杭体と地盤との接合面にはジョイント要素を設けている。ジョイント要素のせん断強度は杭周面摩擦力度 f_u とし、引張強度は自重解析で得られた側方応力度を用いている。なお、杭底面は引揚げに抵抗しないモデルとしている。

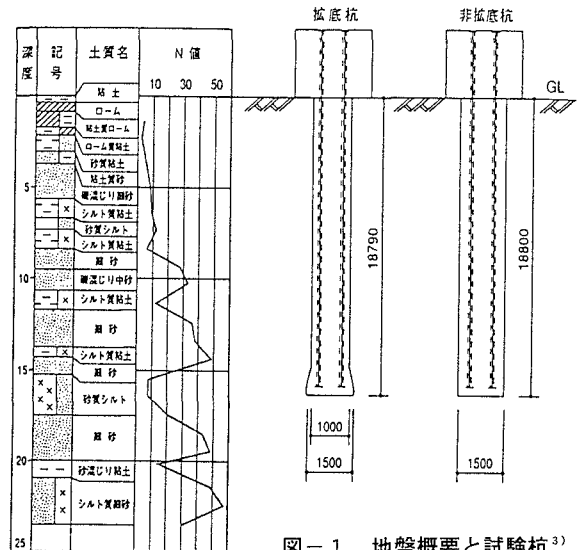
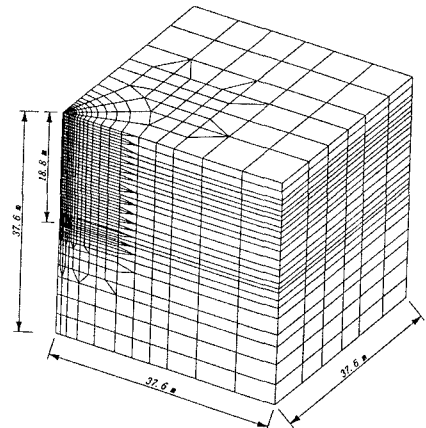
図-1 地盤概要と試験杭³⁾

図-2 解析モデル

表-1 土質条件

層	土質 分類	層厚	N値	c tf/m ²	φ 度	γ tf/m ³	E ₀ kgf/cm ²	f _u kgf/cm ²
1	CH	3.00	3	2.0	5	1.4	2000	3.00
2	SM	2.70	7	2.0	25	1.6	2000	2.45
3	CH	2.70	8	4.8	0	1.4	2000	8.00
4	SM	2.30	29	5.0	30	1.7	8000	10.15
5	CH	1.00	12	7.2	0	1.7	3000	12.00
6	SM	3.15	36	5.0	30	1.7	10000	12.60
7	ML	2.35	7	5.0	20	1.7	2000	2.45
8	S-M	2.90	44	0.0	40	1.8	12000	15.40
9	SM	—	50	5.0	30	1.8	14000	—

Keywords：拡底杭，鉄塔基礎，引揚げ支持力，FEM解析

*：(株)白石 名古屋支店 技術部

**：(株)白石 技術本部 土木設計部

***：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

愛知県名古屋市中区熱田区横田 2-3-24

4. 解析結果

(1) 荷重～変位曲線

解析により得られた計算値と実験値の荷重～変位曲線の比較を図-3に示す。拡大杭では底部による圧力効果を再現する方法として、拡大部のジョイント要素のせん断強度(周面摩擦力度) f_u を変えて、シミュレーションを行った。非拡大杭では、砂質土は $f_u=0.35N$ 、粘性土は $f_u=N$ ($N:N$ 値)としている。拡大杭では拡大部の砂質土のせん断強度を $f_u=N$ で評価すると実験値と計算値とがよく一致した。

(2) 地盤の降伏領域

非拡大杭と拡大杭の載荷荷重660tfでの地盤の降伏領域図を図-4に示す。非拡大杭は、まず、杭頭部の第1層(CH)に降伏領域が生じる。次に、杭の中間部(第4層:SM)に降伏領域が生じ、杭周面に沿って杭全体に広がっていく。杭頭変位が非線形を示すようになる600tf付近から、降伏領域が中間部に集中し、中間部の降伏領域が拡大することにより降伏から極限へと移行する。

拡大杭も非拡大杭と同様に、まず、杭頭部の第1層に降伏領域が生じるが、杭周面全体に降伏領域が生じ、杭頭変位が非線形を示すようになると、杭先端の地盤に降伏領域が生じ、この領域が拡大して降伏する。降伏時においても杭中間部の降伏領域は、非拡大杭のように大きくならず、杭先端の地盤強度により降伏および極限荷重が決定されるものと思われる。

5. まとめ

拡大杭の引揚支持力特性について、今回のシミュレーション解析により得られた知見を以下に示す。

- 1) 拡大部の圧力効果を拡大部の摩擦力で評価することにより、計算値と実験結果とがよく一致した。
- 2) 拡大杭では、軸部の摩擦抵抗がフルモビライズされた後、拡大部の抵抗が生じる。
- 3) 拡大杭は拡大部の地盤強度により、降伏荷重および極限荷重が決定される。
- 4) 拡大効果が発揮されるのは、ある程度変形が生じた後であると考えられ、弾性領域では、杭軸部の影響を受けるため、拡大杭の変位は杭径が拡大径に等しい非拡大杭に比べ大きくなる。

<参考文献>

- 1) 亀尾, 茂木, 須田, 池田, 久野: 拡大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) 亀尾, 菊地, 須田, 池田, 久野: 拡大場所打ち杭の引揚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), 第53回土木学会年次学術講演会講演概要集Ⅲ, 1998
- 3) 筒井, 高垣ら: 場所打ち拡大杭の引抜き抵抗に関する研究(その2. 実大の場所打ち拡大杭の引抜き試験結果), 土質工学研究発表会発表講演集, VOL. 29th, NO. 2-2, 1994

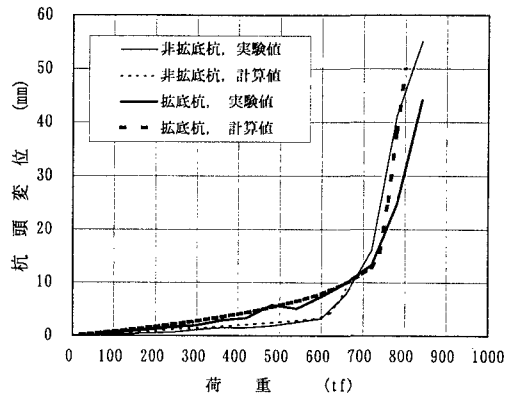
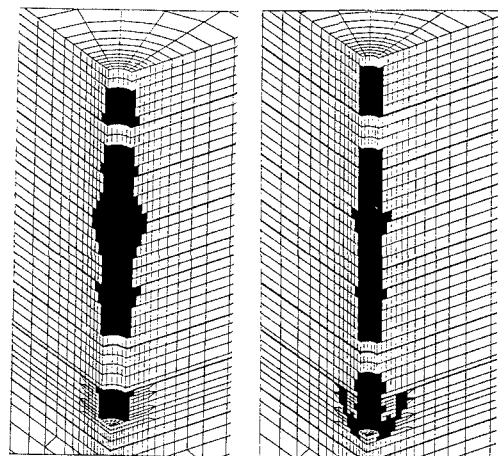


図-3 荷重～変位曲線



(a) 非拡大杭

(b) 拡大杭

図-4 地盤の降伏領域図