

株式会社 ジオトップ 正会員 ○二見智子
 安井建築設計事務所 正会員 松尾雅夫
 株式会社 ジオトップ 正会員 小椋仁志
 株式会社 ジオトップ 正会員 伴野松次郎

1. はじめに

建物の沈下現象を設計に合理的に取り入れることを目的として、筆者らの一人は実用的な解析法を提案している¹⁾。この解析法は、地盤や上部構造の非線形性を考慮したものであるが、計算機の容量や計算時間の関係から杭基礎の場合は一柱一杭形式を考えている。そこで、筆者らは、この解析法を群杭に拡張するため、群杭のモデル化について検討した。本報告では、この検討結果について述べる。

2. 解析モデル

解析には、大分県で計画されている11階建て、2×2スパンのRC造共同住宅をモデル化したものを用いる。杭は、建物荷重(約24MN)や埋込み節杭の鉛直支持力(約0.49MN)を考慮して、49本の杭径がφ500-400mm(節部径一軸部径)、杭長14mの埋込み節杭を設定した。この杭を図-1に示すように、中柱には9本、側柱には6本、隅柱には4本配置した。杭間隔は1m、パイルキャップのへり空きは0.5mとした。解析法は文献1)のものを基本とするが、上部構造の架構剛性は、簡略化のため基礎梁の剛性で代表させている。

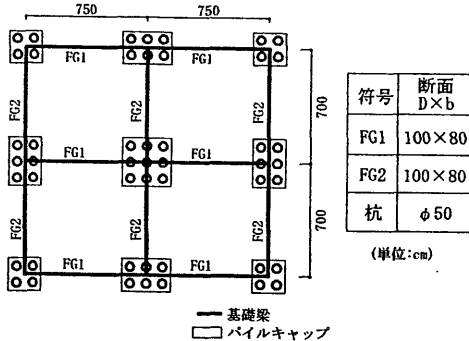


図-1 解析する構造物(杭伏せ図)

地盤は、図-2に示すように、杭が位置するのはN値10~15の砂層で、その下方は過圧密粘性土層となっている。解析に用いる地盤定数や e-log p 関係は、図-2中に合わせて示した。杭周囲の摩擦抵抗~変位関係(摩擦ばね係数 a, b)は、N 値から双曲線関数に近似したモデルによる提案式²⁾を用いて求めた。この提案式を使用するにあたって、周面摩擦抵抗や先端抵抗は節部径で評価した。

3. 群杭のモデル化

図-1の構造物を解析するにあたって、群杭のモデルとして次の3種類を考えた。

①詳細法

杭の本数と位置は図-1と同じとし、パイルキャップの

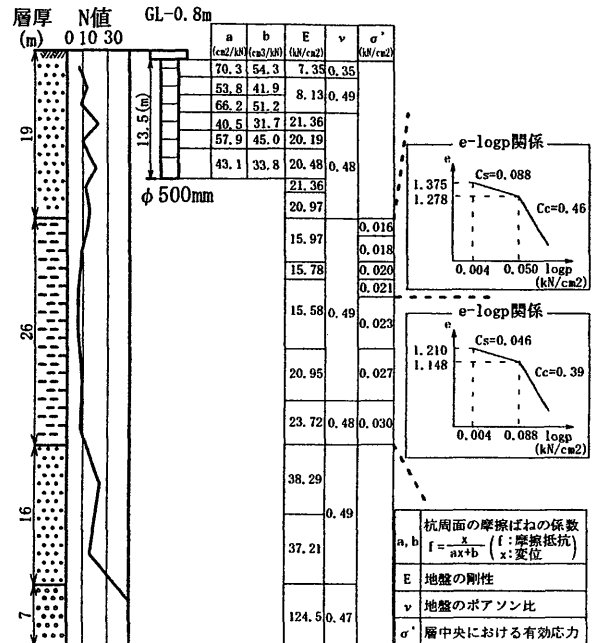


図-2 地盤条件

部分を剛性が等価な仮想梁に置き換えたモデルを詳細法と呼ぶ。基礎梁と仮想梁の位置を図-3に示す。

②近似法

近似法は、仮想梁をできるだけ少なくするため、杭の本数や杭間隔を変えずに、位置だけを図-4のように変えたモデルである。

③仮想単杭法

n本の単杭から成る群杭を、図-5のように、杭周長、断面積、断面2次モーメントをすべてn倍した単杭に置き換えたモデルを考える。杭周長をn倍すると断面積はn²倍、断面2次モーメントはn⁴倍になるが、単杭の集合体と考えて全てn倍とする。実際にはあり得ない寸法の杭を想定するため、「仮想単杭法」と呼ぶ。このモデルでは、図-6のように、一つのパイルキャップ下の杭本数が1本となること、仮想梁を考えなくてもよいことから、計算や入力に要する記憶量や時間が、①や②に比べて非常に少なくて済む。

なお、群杭のモデル化の方法として「等価ピア法」³⁾がある。これは、群杭を包絡する範囲に含まれる杭体と地盤とを、圧縮剛性が等価な単杭に置き換える方法である。仮想単杭法もほぼ同じ考え方による簡略化であるが、地盤の剛性を評価する必要はない。

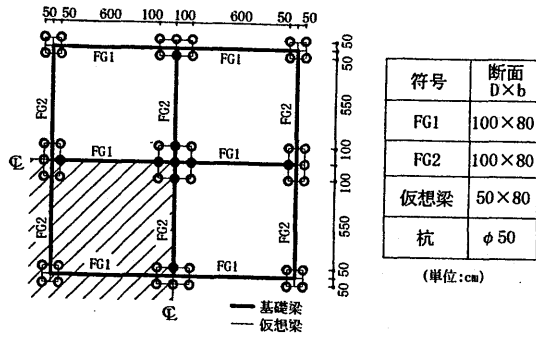


図-3 詳細法による解析モデル

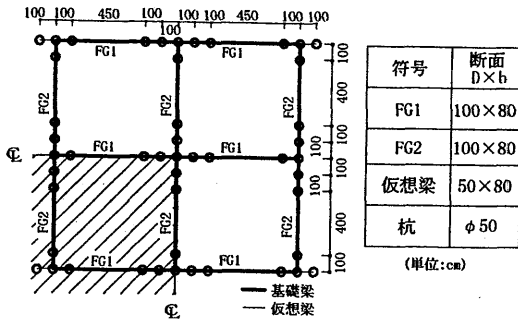


図-4 近似法による解析モデル

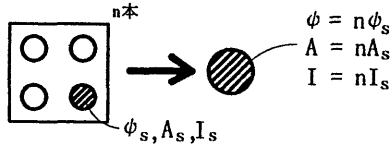


図-5 群杭のモデル化(仮想単杭法)

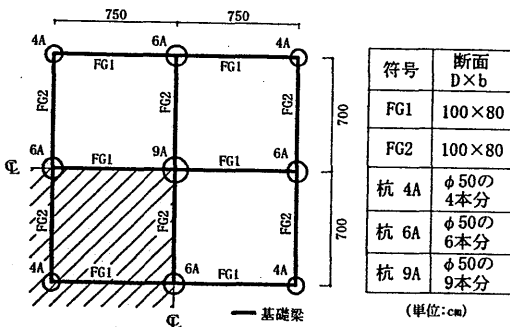


図-6 仮想単杭法による解析モデル

4. 解析結果と考察

3種類のモデル(図-3、4、6)について解析を行った。ただし、解析モデルは平面的には対称形であることから、全体の1/4のみ(図の斜線部)を対象としている。なお、杭の剛性は軸部径で評価している。解析で得られた杭頭部の沈下量と反力を図-7(a)~(c)に示す。また、表-1には、詳細法と近似法では1つのパイルキャップに含まれる杭の平均杭頭沈下量と合計杭頭反力を、仮想単杭法では杭頭での沈下量と反力を示した。この表には、詳細法の値を基準とした割合(%)と、その割合を平均したものも併記した。

それによると、仮想単杭法の場合、反力に関しては±10%の誤差が見られるものの、沈下量に関しては誤差はほとんど見られない。したがって、沈下解析では群杭を仮想

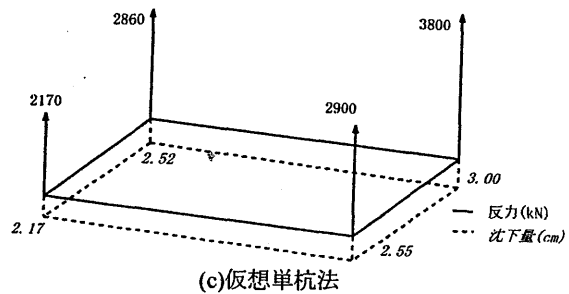
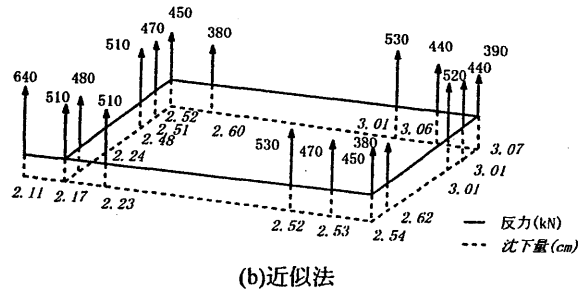
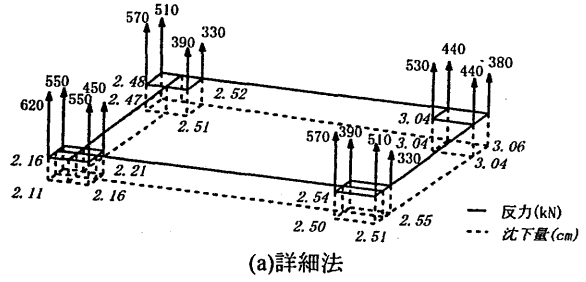


図-7 杭頭の沈下量と反力分布

表-1: 各モデルによる平均沈下量と反力の比較

	沈下量(cm)			反力(kN)		
	詳細法	近似法	仮想単杭法	詳細法	近似法	仮想単杭法
隅柱	2.16	2.19	2.17	2170	2140	2170
	100%	101%	100%	100%	99%	100%
側柱	2.52	2.54	2.55	2760	2830	2900
	100%	101%	101%	100%	103%	105%
側柱	2.49	2.52	2.52	2760	2790	2860
	100%	101%	101%	100%	101%	104%
中柱	3.04	3.03	3.00	4260	4250	3800
	100%	100%	99%	100%	100%	89%
平均%	100%	101%	101%	100%	100%	101%

単杭法によってモデル化しても、沈下量に関しては詳細法とあまり変わらない結果となるものと判断される。

5. おわりに

沈下解析に用いる群杭のモデル化について検討した。その結果、群杭を口径の大きい単杭に置き換える「仮想単杭法」を適用しても、よい精度の計算値が得られることが分かった。ただし、今回の検討は限られた地盤条件による検討であるため、今後は、様々な地盤に対する適用性を検討していく必要がある。最後に、今回、地盤や構造物のデータを提供して頂きました佐伯建設株式会社の河野昭二設計部次長に、深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 松尾雅夫、山肩邦男: 地盤の変形を考慮した杭基礎の鉛直荷重時実用解法、日本建築学会構造系論文集、第477号、pp.67-76、1995.11
- 2) 二見智子、小椋仁志: 埋込み節杭のデータから摩擦杭の荷重~沈下量関係推定法の提案、第44回地盤工学シンポジウム、III-7、pp.127-132、1999.11
- 3) Randolph, M. F.(1994): Design methods for pile group and piled rafts, Proc.13th Int. Conf. on SMFE, New Delhi, Vol.5, pp.61-82