

摩擦群杭基礎を有する建物の沈下量算定法について

正会員 ○伊藤 淳志* 同 小椋 仁志**
同 板東 真平***

摩擦杭, 群杭, 圧密沈下
即時沈下, 有限要素法

1. はじめに 摩擦群杭基礎を有する建物の沈下量を算定する場合、簡略的には、杭頭から杭長の2/3の深さで、杭の外周に囲まれた面に荷重の仮想作用面を設定して、直接基礎と同様に求める方法¹⁾(以下、「等価荷重面法」と称す)が採用されている。筆者らは、この等価荷重面法について実測値との比較検討を行い、計算値が実測値よりも大きい沈下量を与える傾向のあることを報告した²⁾。また筆者らは、群杭とそれに囲まれた地盤とをマクロ的に1つの均質な地盤(異質地盤)と見なして、有限要素法により沈下量を解析する方法²⁾を提案している。そこで今回、沈下計測が行われた摩擦群杭基礎建物について、異質地盤を想定し、等価荷重面法と同様の沈下計算(以下、「等価剛性法」と称す)およびFEMによる計算を行い、その適用性について検討を行ったので以下に報告する。

2. 対象建物 対象とした建物は、大阪市大正区に建つS造平屋建ての倉庫であって、杭長7mのRC三角節杭が図1のように基礎底版(厚さ300mm)の下にほぼ等間隔に489本打ち込まれている。地盤は、図2のように厚さ9mの砂質土層の下は過圧密状態の粘性土層となっている。建物の沈下量は、1977年10月の竣工時から図1に示した建物周囲の測点で計測された。建物各面の平均沈下量の経時変化を図3に示しておく。

3. 等価剛性法による計算 地表面から杭先端深さ(GL-8m)までを異質地盤の地層と仮定し、地表面に建物荷重を作用させて沈下量を計算した。ここで、異質地盤は杭本体および地盤の弾性係数E_sとそれぞれが占める面積とから平均的な弾性係数E_{eq}を算定した。なお、E_s=2.8N(MN/m²)とした。沈下量は、異質地盤および砂質土層は即時沈下のみとし、Steinbrennerの近似解を適用して、建物の隅角と中央の平均値として求めた¹⁾。粘性土層は圧密沈下のみとし、地盤の増加応力は文献²⁾と同様に、等分布荷重が作用するとしてBoussinesqの解を積分して求める方法(以下、「等分布荷重」と称す)、および地表面から鉛直面に対して30度の角度で広がる面に等分布に作用するとして求める方法(以下、「30度分散」と称す)の2種類を考えた。またe-log p関係は、圧密試験の結果より図2のように設定した。

即時沈下と圧密沈下とを加えた総沈下量の計算結果として、建物東・西面での分布を図4に示した。同図には、

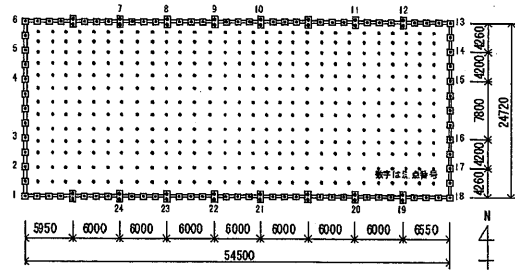


図1 杭伏せ図

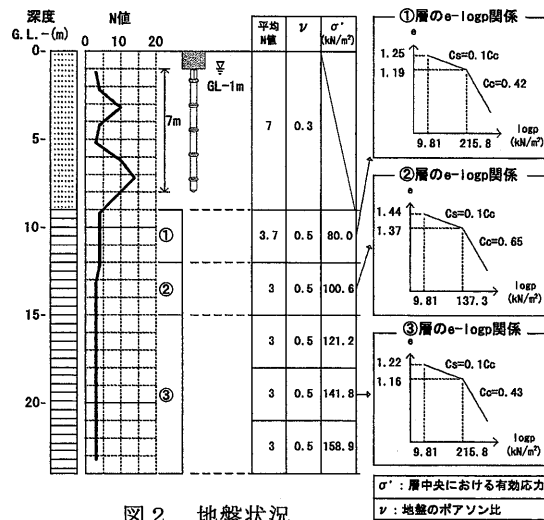


図2 地盤状況

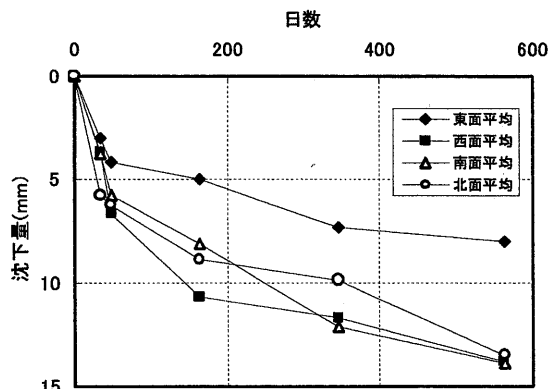


図3 沈下量の経時変化

最終計測時の実測値および等価荷重面法による計算値を併記した。同図より、等価剛性法の計算値は、等分布荷重・30度分散ともに等価荷重面法よりも概ね2割程度小

さく、実測値に近づく傾向にあることが分かる。特に等価剛性法（等分布荷重）の場合が実測値に最も近似しており、簡略的な沈下量算定法として適用できると言える。

4. FEMによる計算 砂質土層・粘性土層ともに即時沈下するものとして、有限要素法による弾性計算を行った。ただし、建物中央の短辺方向の断面を考え、2次元問題として計算した。要素分割図は省略するが、深さ方向は図2の地層に合わせて分割し、深さ24mで固定の境界条件とした。また水平方向には建物中心から左右に100mの位置でローラー支持とした。荷重は、地表面上に設けた厚さ300mmのRC底版の要素上の節点に等分布荷重として与えた。なお、計算は建物直下の深さ8mまでの範囲のみ異質地盤とした場合と、深さ8mまでの地層全体を異質地盤とした場合の2種類について行った。

図5に建物幅の範囲の沈下量分布を示す。同図には、前節で述べた等価剛性法（等分布荷重）による即時沈下量の計算値（ただし、粘性土層の即時沈下も考慮）を併記した。また、実測値として建物竣工後最初（34日）の計測での東・西面の分布を示しておいた。この実測値は竣工時からの沈下量であるが、対象建物の設計荷重は積載荷重が全荷重の8割程度を占めるため、図示した実測値を即時沈下量と見なした。同図において、FEMの計算値は等価剛性法の計算値よりも小さいものの、実測値よりも大きくなっている。これは文献²⁾で報告したごとく、粘性土層の弾性係数を過小評価していることなどが考えられる。

また図5において、地層全体を異質地盤としたFEMの計算値は、建物直下のみを異質地盤とした場合よりも30%程度小さい沈下量となっている。そこで、 E_{eq} を変化させてFEM計算を行い、弾性係数比 E_{eq}/E_s と建物中央位置の沈下量との関係を図6に示した。同図より、 E_{eq}/E_s が大きくなると沈下量は小さくなるが、異質地盤の範囲の設定の違いによる差が大きくなることが分かる。したがって、前節で述べた地層全体を異質地盤と仮定する等価剛性法で計算を行う場合は、弾性係数比が大きい場合は注意が必要である。

5. おわりに 以上、摩擦群杭基礎を異質地盤と想定して沈下量を算定する手法の適用性について検討を行った。今後、他の実測例についても検討を行う予定である。最後に、本研究を行うにあたり多大のご協力をいただいた関西大学卒業研究生の木下 正、吉岡賢一の両氏に謝意を表す。また本研究は、日本建築学会近畿支部摩擦杭設計技術研究委員会（委員長：永井興史郎 摂南大学教授）の活動の一環として行ったものである。

【参考文献】 1) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針，

* 関西大学 助教授・工博

** ㈱ジオトップ・工博

*** ㈱ジオトップ

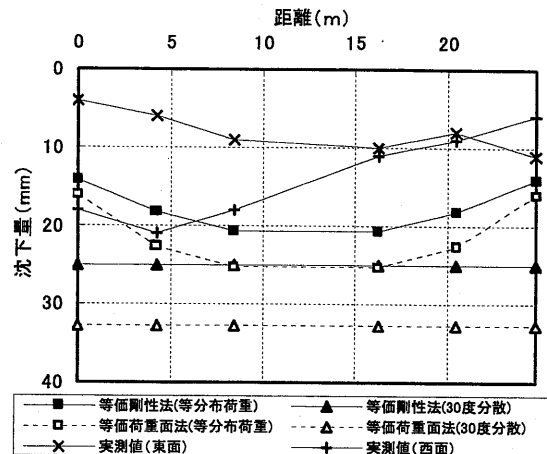


図4 総沈下量分布

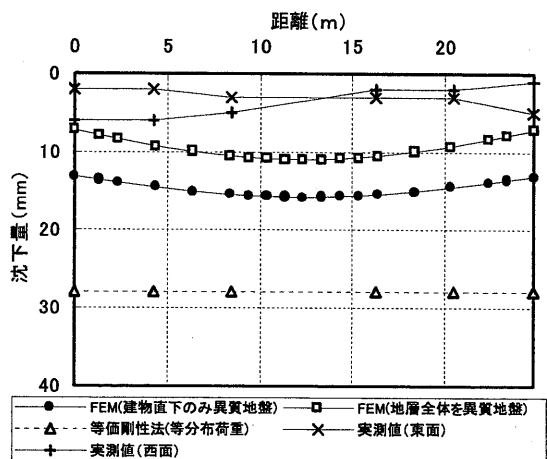


図5 即時沈下量分布

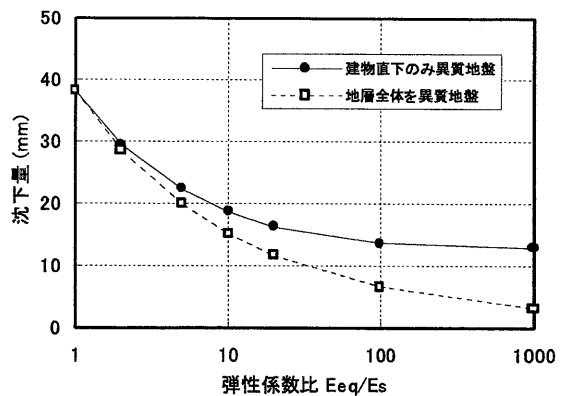


図6 弾性係数比-沈下量関係

1988.1 2) 板東, 小椋, 二見: 摩擦群杭を用いた建物の沈下量の計算値と実測値の比較, 第46回地盤工学シンポジウム論文集, pp. 205~210, 2001.11 3) 山肩, 伊藤: 異質地盤で支持された建物の沈下挙動に関する一試論, 第29回土質工学研究発表会, pp. 1449~1450, 1994.6

Assoc. Prof., Kansai Univ., Dr.Eng.
GEOTOP Corporation, Dr.Eng.
GEOTOP Corporation