

摩擦杭基礎の沈下量の計算値と実測値との比較

摩擦杭 群杭 現場計測
設計 即時沈下 圧密沈下

正会員 ○板東 真平*
同 小椋 仁志**

1. 序

直接基礎や摩擦杭の建物の設計時には、沈下量の検討が不可欠となる。このとき、日本建築学会「建築基礎構造設計指針」¹⁾(以下、指針と呼ぶ)の計算方法を用いることが多いが、その計算値を実測値と比較して評価した例は少ない。一方、節杭を摩擦杭として用いた 10 数件の建物について、長期的な沈下測定が行われている。そこで、筆者らは、これらの測定結果の一部を指針による計算値と比較した。本報告では、その概要を報告する。

2. 摩擦杭を用いた建物の沈下量の実測

芳賀らは、1976 年から 79 年にかけて、RC 三角節杭を用いた近畿地方の 9 件の建物を対象に、沈下量を長期間測定している²⁾。また、筆者らも、1981 年以降に北陸地方や関東地方などで、PHC 節杭(遠心力成形)を用いた 8 件の建物について沈下測定を行っている³⁾。また、福井らも、神戸市の埋立地に建つ数件の建物の沈下測定例を報告している⁴⁾。建物は S 造の低層倉庫、RC 造 3~5 階建ての集合住宅、RC 造 3 階建ての中学校などであり、測定は 1 階床の打設時や竣工時などに始められている。

一例として、大阪市大正区に建つ S 造 1 階建ての倉庫の例を示す。7m の RC 三角節杭が、図 1 のようにベタ基礎状に 489 本打設されている。図 2 に地盤状況を示す。沈下量の測定は 1977 年 10 月の竣工時に開始し、以後約 1 年 7 ヶ月間行った。図 3 は沈下量の経時変化である。最終的には最大で約 17mm 沈下している。この建物は現在も使用されており、床面や壁面に障害は見られない。

3. 指針の方法による沈下量の計算

沈下量の計算時に必要な建物荷重による地盤の増加応力 $\Delta \sigma_z$ は、摩擦群杭の場合、指針では杭先端から杭長の 1/3 の深さに荷重の仮想作用面を設定したうえで、以下の方法で求めることになっている。

- (1) 各杭に働く荷重が仮想作用面の深さで集中荷重として作用するものと仮定し、Boussinesq の解(指針の 4.3.1 式)により $\Delta \sigma_z$ を求める。(以下、「集中荷重」と呼ぶ。)
- (2) 群杭に働く荷重が仮想作用面の深さで包絡面に等分布荷重として作用するものと仮定し、Boussinesq の解を積分した式(指針の 4.3.4 式)により $\Delta \sigma_z$ を求める。(以下、「等分布荷重」と呼ぶ。)
- (3) 群杭に働く荷重が、仮想作用面の深さの包絡面から鉛直面に対して 30 度の角度で広がる面に、等分布荷重として作用するものと仮定し(指針の図 6.3.2(a))、 $\Delta \sigma_z$

を求める。(以下、「30 度分散」と呼ぶ。)

以上の 3 通りの方法で $\Delta \sigma_z$ を求め、砂質土層に対しては Steinbrenner の近似解(指針の 4.3.30 式)により即時沈下量を、粘性土層については指針 4.3 節(15)式により圧密沈下量を計算した。なお、指針には、影響円法による $\Delta \sigma_z$ の算定法も示されているが、ここでは除外した。

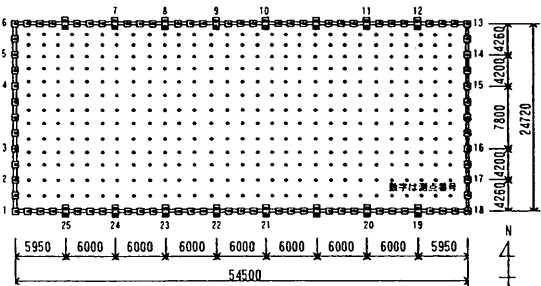


図 1 杭伏せ図

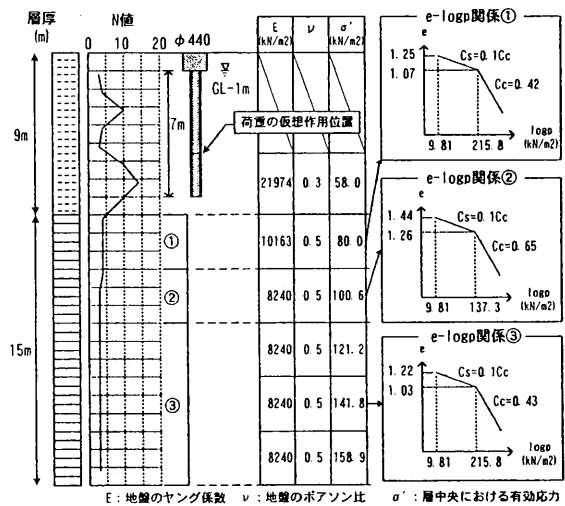


図 2 地盤状況

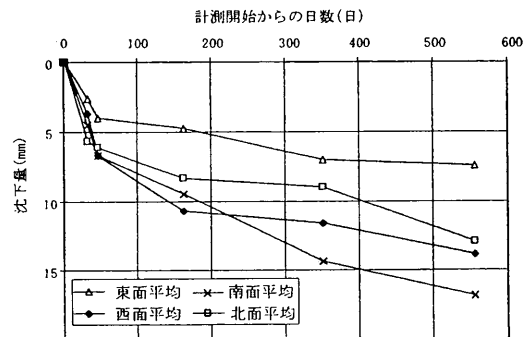


図 3 沈下量の経時変化

4. 実測値と計算値の比較

沈下量が測定された建物のうち5件を対象に、実測値と計算値を比較した。計算時の積載荷重には、大梁・柱・基礎用の荷重を用いた。また、三角RC節杭は、杭径φ440の円形杭に置き換えた。計算例として、前節で述べた倉庫の東面の建物外観と沈下量分布図を図4に示す。

計算値どうしを比較すると、「集中荷重」と「等分布荷重」の値は総沈下量、相対沈下量ともにほぼ同じ値となり、「30度分散」の総沈下量は両者より大きな値となっている。他の計算例でも、この例のように $\Delta\sigma_z$ の算定法の違いによって、得られる沈下量にかなりの差が生じることが多い。なお、「30度分散」は独立基礎状配置以外の場合は建物全体を一つの基礎と考えるため、同じ深さでの沈下量は同じ値となり、不同沈下量は計算できない。

実測値と計算値とを比べると、実測値は総沈下量、相対沈下量とも計算値よりかなり小さくなっている。これを定量的に検討するために、5件の建物の全測定点(134点)について、総沈下量の計算値と実測値の相関図を描いたのが図5である。この図から、実測値は計算値の1/2~1/10、平均ではほぼ1/3となっていることが分かる。また、図は省略するが、相対沈下量の場合も実測値は計算値よりも小さく、平均すると1/4程度になっている。

5. 考察

実際の総沈下量は計算で得られる値の約1/3となることが分かったが、この理由として次のことが考えられる。

- a. 一般に、固定荷重は安全側の配慮から大きめに算定されている。また、積載荷重も、設計ではフルに荷重が載った状態を想定しているが、実状は異なる。実際に作用している荷重は計算用の荷重よりも小さい。
- b. 地盤のヤング係数など地盤定数の多くはN値から推定しているが、これらの推定式は安全側(沈下量が大きめに計算される)の定数値が与えられるものが多い。
- c. 計算での圧密沈下量は圧密完了時のものであるが、実測ではそこまでは至っていない場合もある。
- d. 実測値には測定開始前に生じた沈下量が含まれない。
- e. 摩擦杭基礎の場合、基礎スラブの底面は地盤面に必ず接しているため、実際の建物荷重は杭だけでなく基礎スラブも負担している。これを考慮すると、沈下量は小さくなる。

また、不同沈下量も実測値は計算値の1/4程度になっている。この理由には、上記のbやeの他に、実際の建物では上部構造の剛性が影響することなどがあげられる。

6. 結語

本報告では、指針の方法で計算した摩擦杭基礎の建物の沈下量と、長期沈下測定による実測値とを比較し

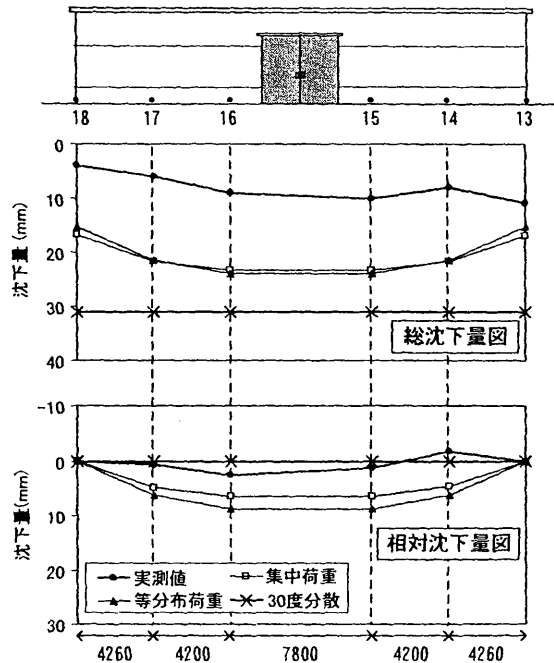


図4 沈下量分布図(東面)

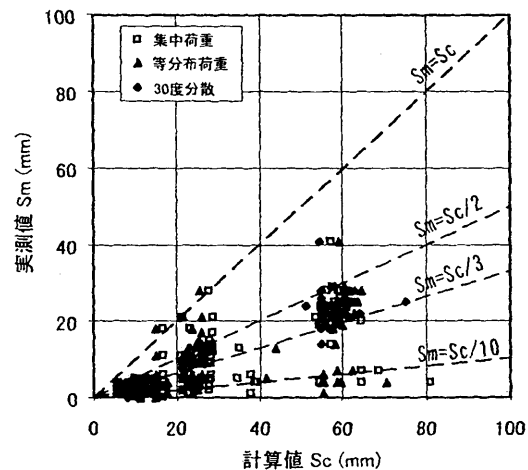


図5 計算値と実測値の比較(総沈下量)

た。その結果、実測値は計算値の総沈下量では1/3程度、相対沈下量では1/4程度となり、指針による計算値は実際の沈下量よりかなり大きな値を与えることが分かった。また、 $\Delta\sigma_z$ の計算方法によって、計算される沈下量がかなり左右されることも分かった。今後、他の測定例のデータも追加して、同様な検討を行っていきたい。

参考文献

- 1) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針、1988.1.
- 2) 節杭協会：節杭による建物の沈下測定、1983.4.
- 3) 例えば、河津・小椋：軟弱地盤に建設されたRC造店舗付き集合住宅(摩擦杭)、建築知識、pp.116~119、1992.5.
- 4) 例えば、福井・本田：地盤改良境界付近の建物の長期沈下観測、第29回土質工学研究発表会、pp.2111~2112、1994.6.

* (株)ジオトップ 技術開発本部
** (株)ジオトップ 技術開発本部・工博

* GEOTOP Corporation
** GEOTOP Corporation・Dr.Eng.